



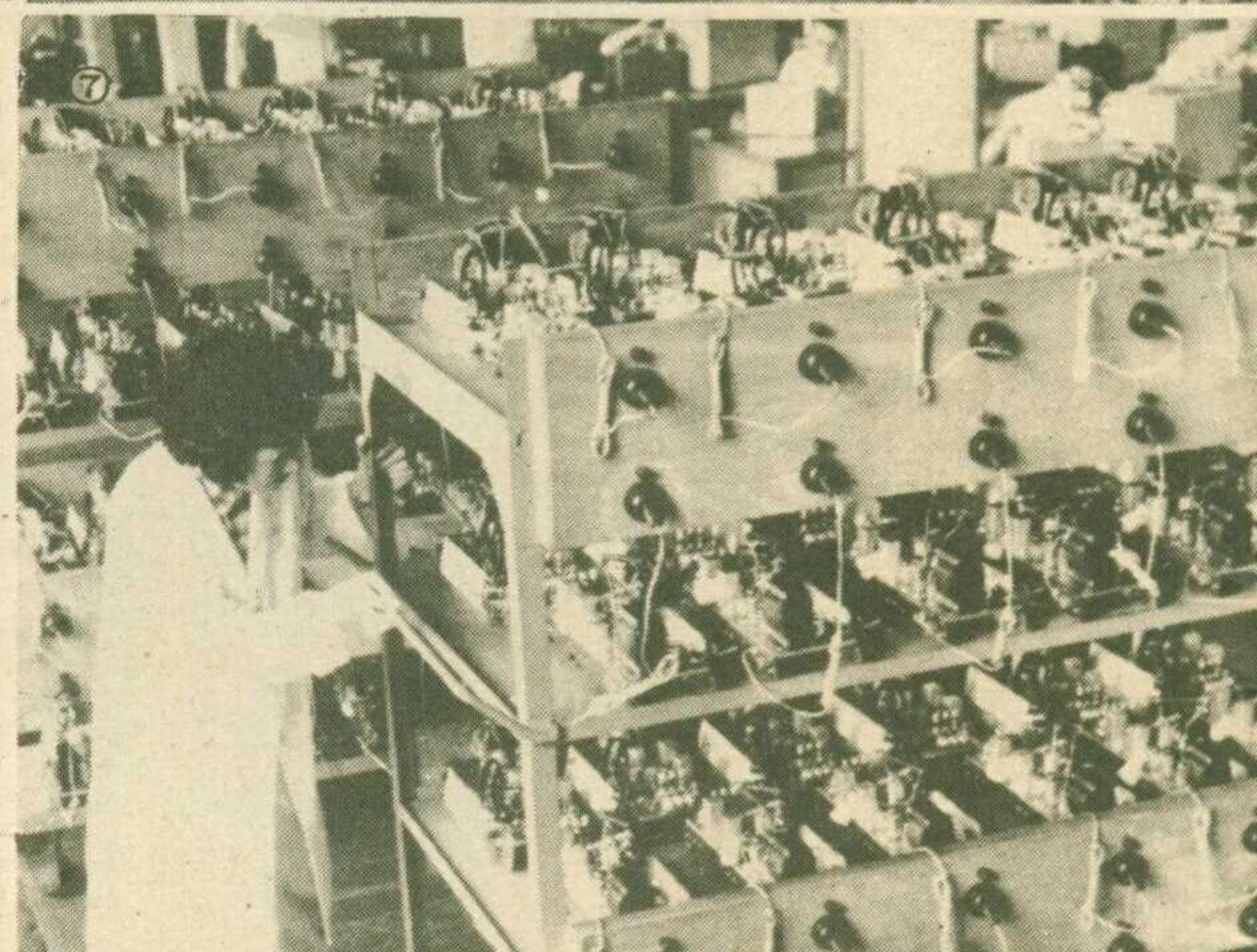
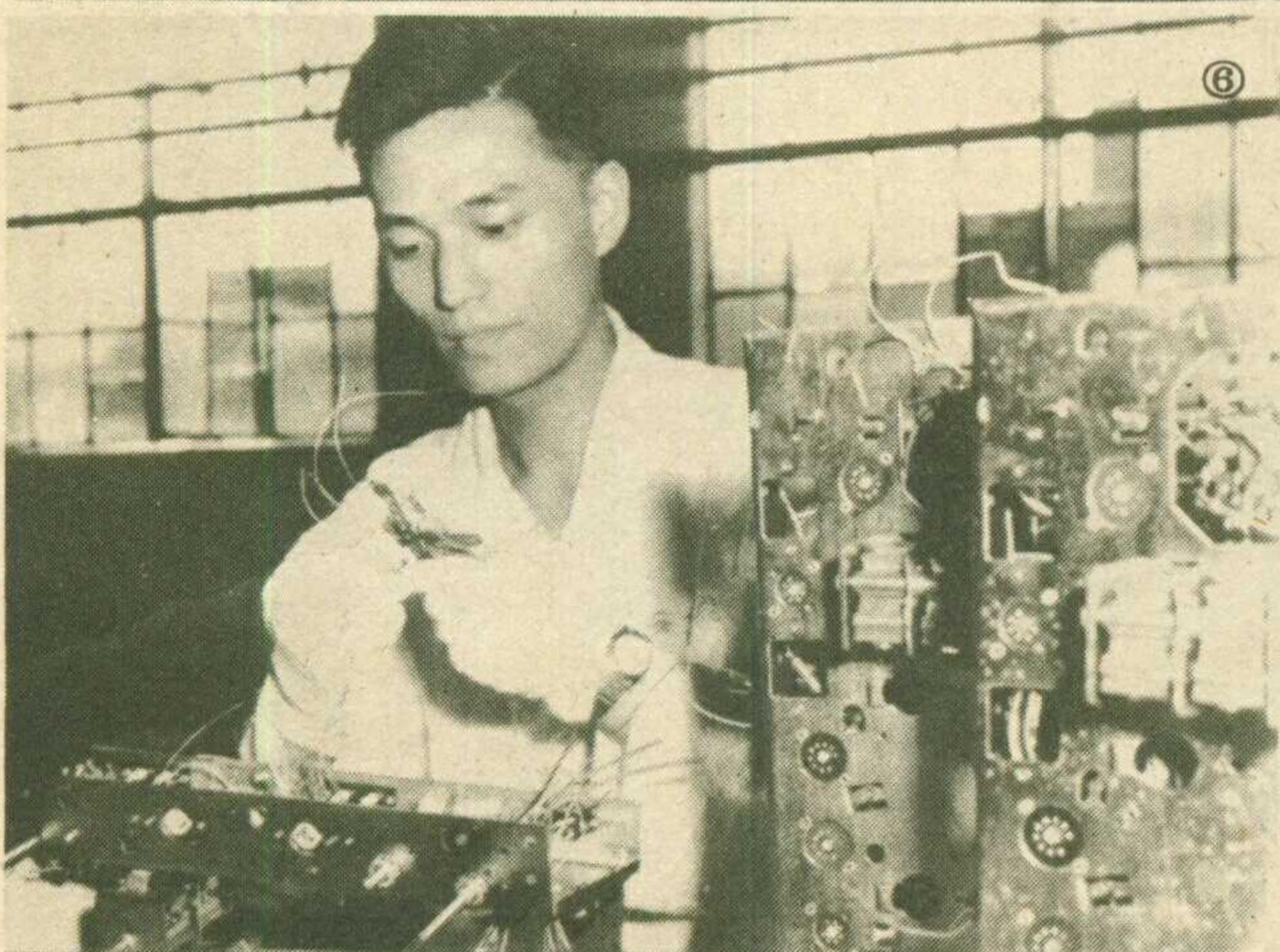
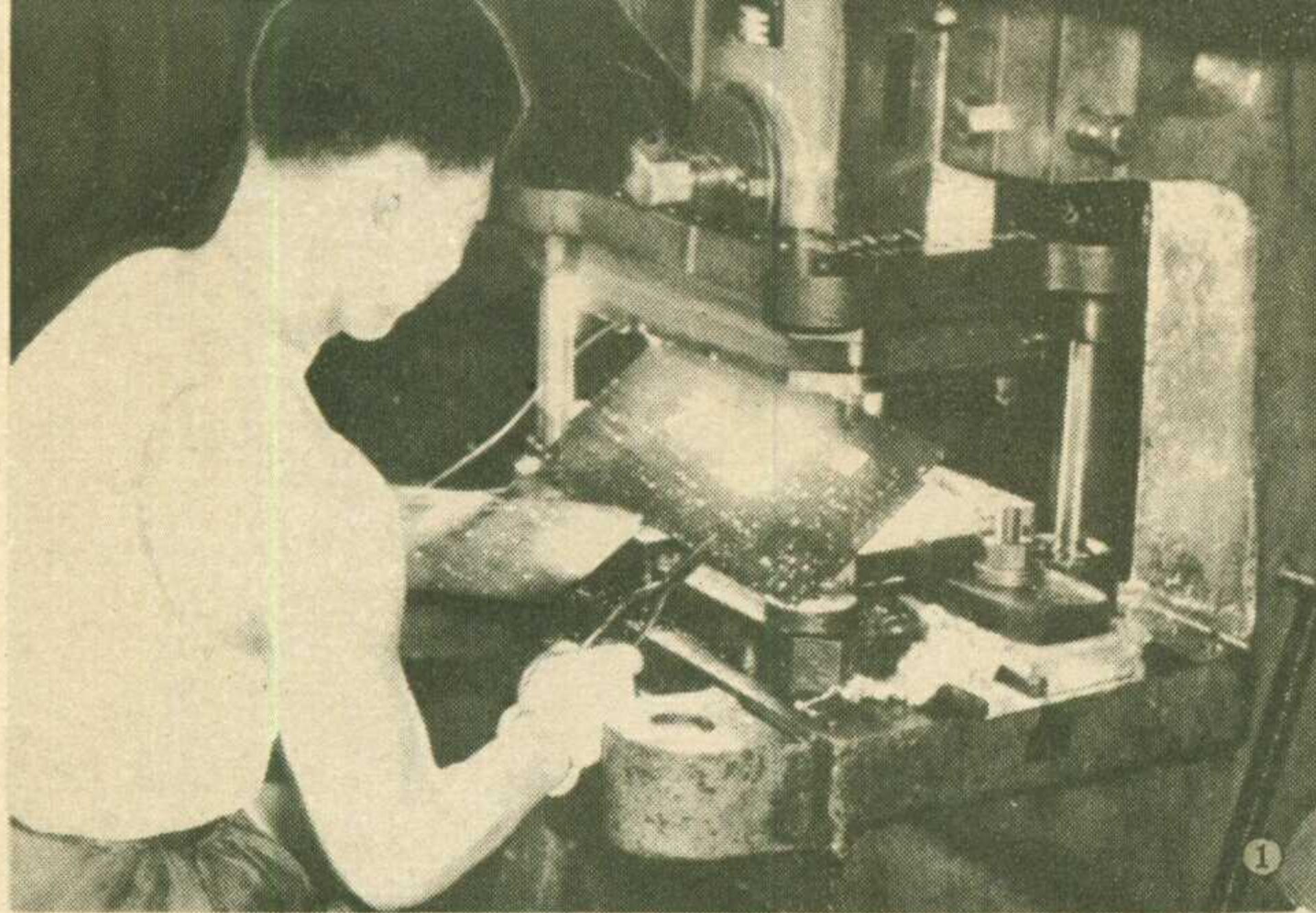
无线电

11

WUXIANDIAN

1963

在
收
音
机
工
厂
内



①冲压底板，一次可以完成 20 多个工序。

②用这种仪器测量变压器，有一圈误差也能量出来。

③大型的真空浸渍器，一次可以浸渍变压器 400 只。

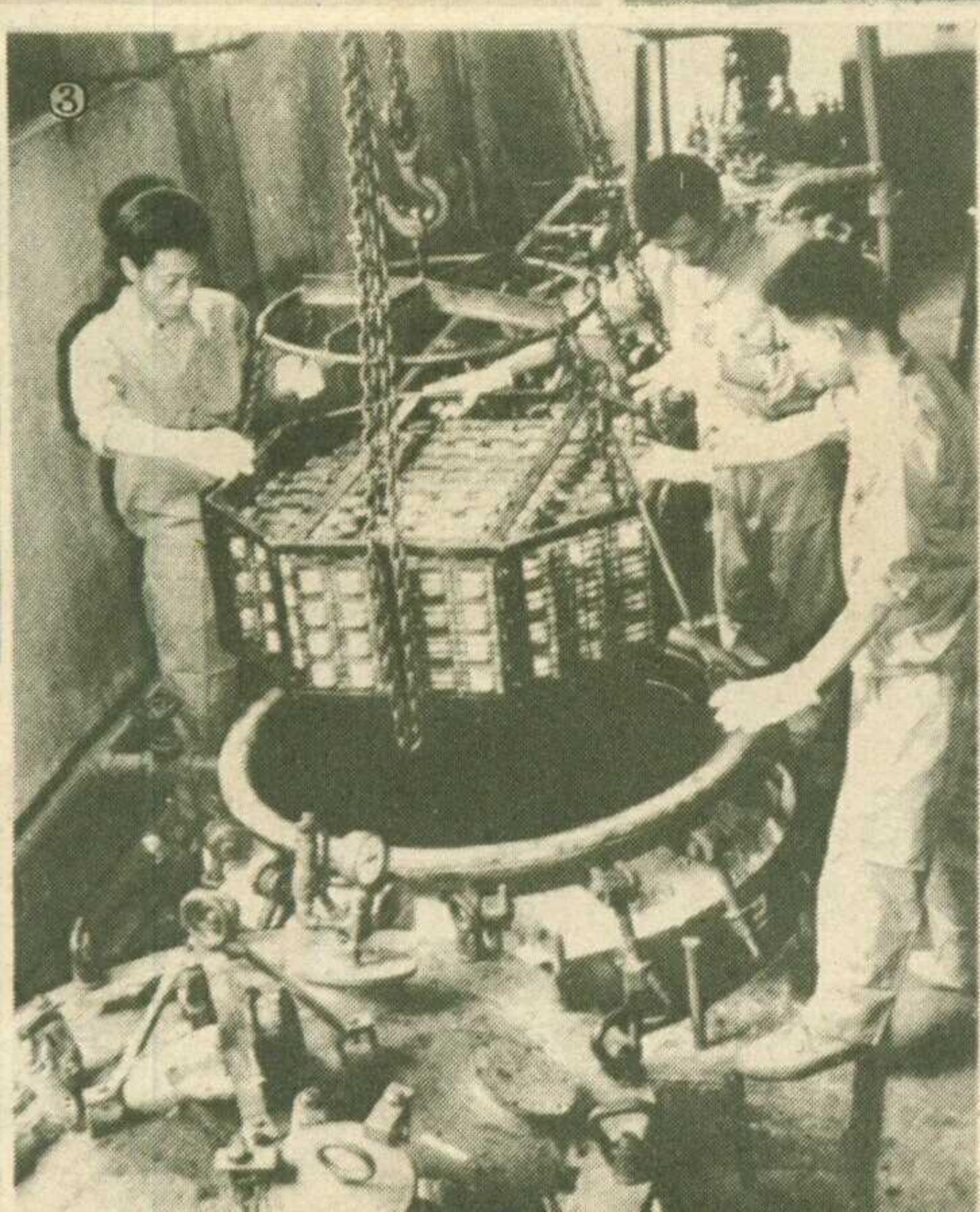
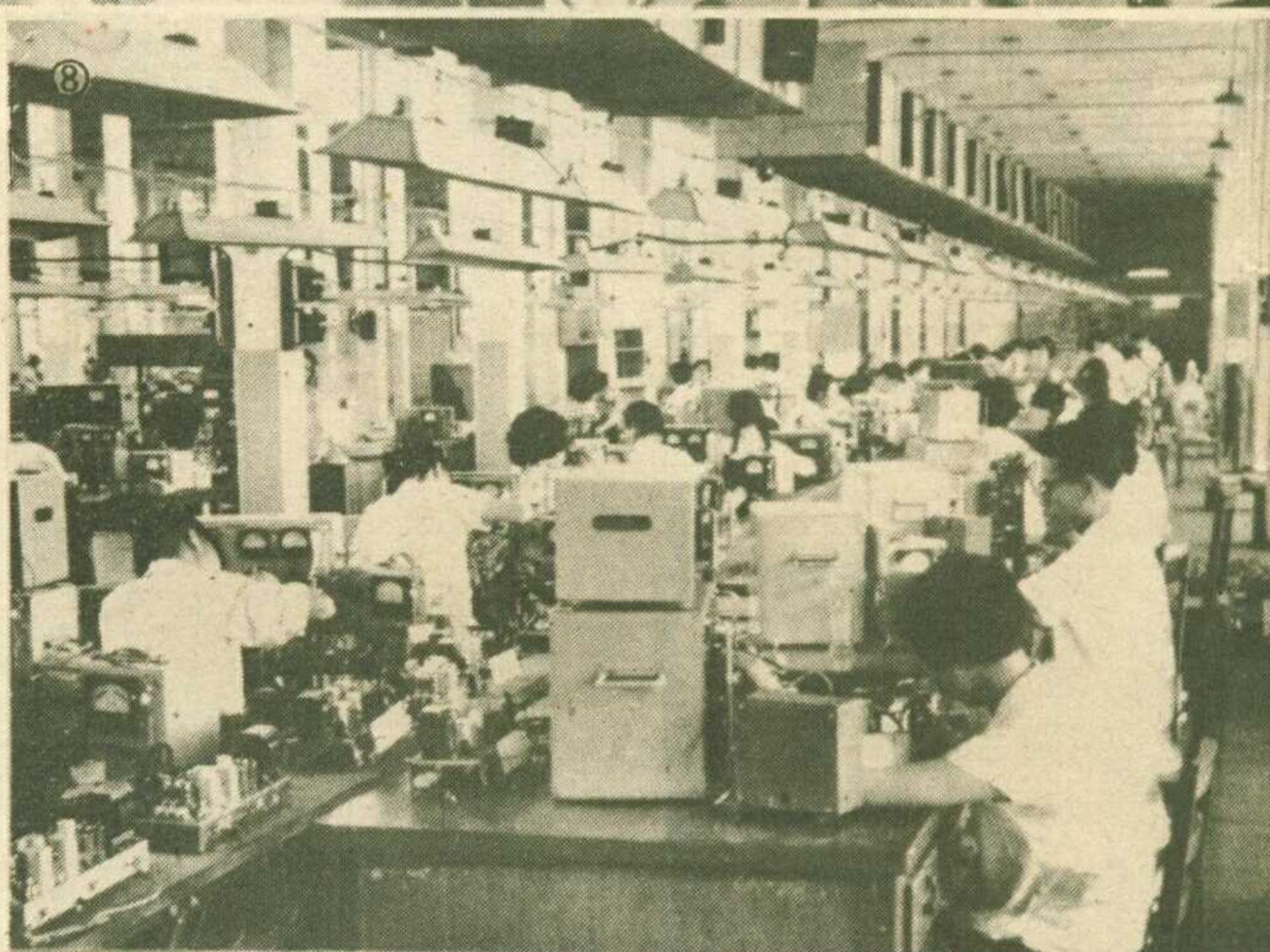
④用特制的仪器调整中频变压器。

⑤组装车间的工人在传送带上焊接波段开关。

⑥工人把组件装在底板上。

⑦收音机在总装配线上焊接完工后，要在老化车上老化 24 小时。

⑧经老化后的收音机在这里进行调整。（柳 岸 摄影）



无线电电子学和星际飞行导航

譚維毅

探索宇宙空間的奧秘，要求解決一系列重大複雜的科學技術問題。其中宇宙飛行中的導航和控制技術是一個重要的、關鍵性的問題。

我們知道，宇宙飛行是以極高的速度、循着極複雜的軌道運動的，因此要求導航設備的測量、觀察、計算和控制過程都能在極短的時間內完成。另外，宇宙飛行的精度要求非常高。由於航程遠，速度大，所以在飛行過程中稍有誤差，就可能使整個飛行計劃失敗。要達到上述兩個要求，就必須採用完全自動化的、高精度的無線電電子學導航、控制技術。

任何一種完善的導航設備，都必需具備：誤差測量裝置，計算、比較裝置和控制機構。由此可見，宇宙導航與無線電電子學的密切聯繫，不僅表現在需要通過無線電波來傳遞測量數據和控制信號。更重要的是：需要應用無線電設備來測量速度、方位和引導飛行；應用現代化電子儀器進行自動控制；應用電子計算機運算龐雜的數據和比較各種方案；應用電子計時裝置精確地測量時間。

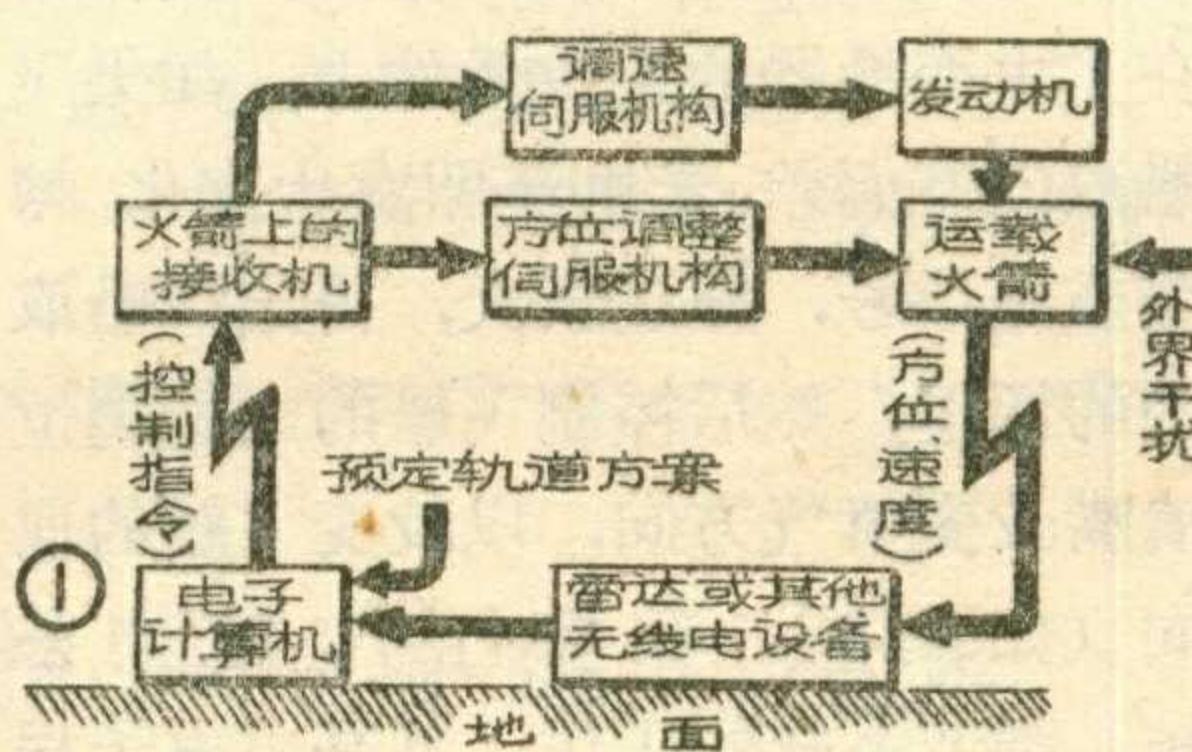
由於宇宙飛行的性質和任務不同，對導航設備的要求也是不同的。下面分別敘述一下運載火箭的制導（控制和導航）、宇宙飛行器的自由飛行和行星際飛行的制導。

運載火箭的制導

各種宇宙飛行器的發射一般都是由多級運載火箭來完成的。從運載火箭起飛，到宇宙飛行器進入預定軌道的過程中，很多因素，例如地球的旋轉、重力隨上升高度的變化、大氣濃度變化引起的阻力變化、火箭推力的不對稱性、風向和風力的變化等等，都會影響運載火箭的飛行方向、軌道和

速度。因此，利用專門的導航和控制系統修正飛行軌道，以保證宇宙飛行器脫離末級火箭後準確地進入預定軌道，具有特別重要的意義。

怎樣實現運載火箭的制導呢？現代技術提供了各種各樣的方法和設備。這裡僅介紹一下自主制導系統、指揮制導系統和波束制導系統。

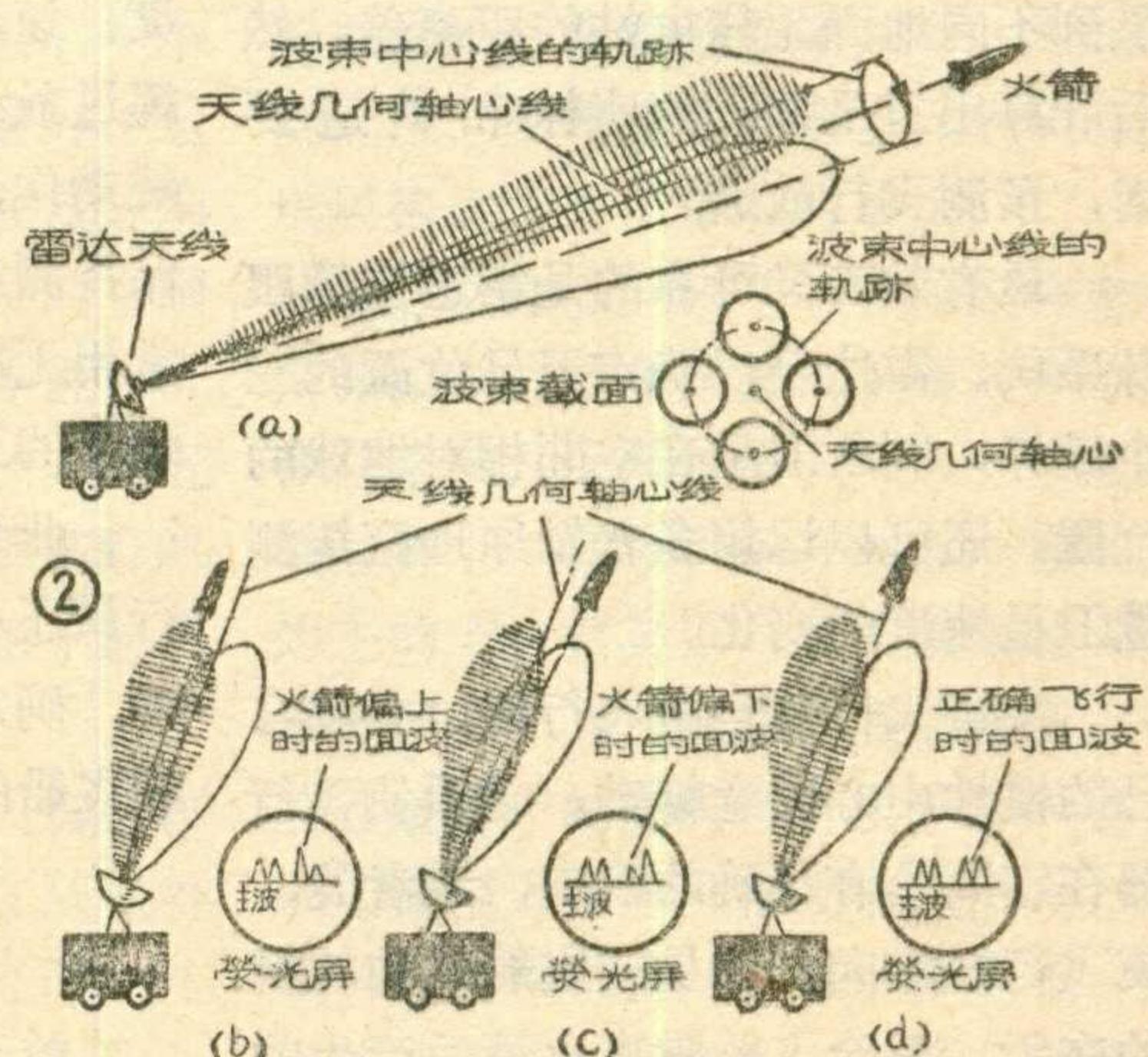


自主制導系統：運載火箭的整個飛行過程，不受地面控制台干擾。在發射前，把一套根據不同因素算出的火箭軌道要素，變成各種組合形式的電碼，輸入和“記憶”在自動駕駛儀的“電腦”中。在飛行時，用慣性導航儀（或天文導航儀）和其他靈敏元件，測量運載火箭的飛行速度、方位及有關參數。如果由測量和計算所得的結果與儲存在“電腦”中的軌道要素不合，制導系統即發出指令，通知執行機構進行控制和調節。這種制導系統的工作，不受地面干擾，獨立地控制方向舵、發動機和火箭脫離機構。當外界條件發生過大變化，飛行軌道偏離預定軌道很遠時，即使地面控制系統發現，也無能為力。

指揮制導系統：運載火箭的整個飛行，都是根據地面控制台的制導信息沿預定軌道動作。地面測量系統用雷達、無線電測位裝置不斷

地跟蹤火箭，直接測量飛行距離和方位，并在這個基礎上計算出速度（速度也可以利用多普勒效應的雷達測量）。測得的數據經過專門的通信線路，傳遞給電子計算機。在電子計算機中，匯集來自不同觀測站的測量數據進行計算，並與預定軌道方案進行比較，得出飛行軌道的偏差，然後發出控制指令，通過無線電波把指令信號傳遞給火箭上的接收機。指令信號經放大後，分別傳給火箭上的調整速度、方位的伺服機構和操縱系統，以迅速修正軌道的偏差（如圖1）。

波束制導系統：用地面控制雷達的波束，以每秒數十次的速度繞天線幾何軸心線作圓錐掃描（如圖2a），並使軸線與火箭預定軌道重合。當火箭離開地面後，立即進入雷達掃描空間，比較火箭對上、下、左、右各方向波束反射的信號強度，可以測得火箭在垂直軌道面和水平軌道面上偏離的程度和方向。如果火箭從預定軌道偏到某个方向，則波束在那個方向上的回波信號就加強，而相反方向上的回波信號就減小。在雷達熒光屏上可清晰地看到回波信號差（如圖2b,c），以確定軌道偏離的方向和大小。只有



当火箭正好沿预定轨道飞行时，雷达荧光屏上才显示出等强度的回波信号（如图2d）。根据信号差值，向火箭发出消除误差的控制指令，可使它沿预定轨道飞行。

波束制导系统也可以不从地面控制火箭，而把特殊的电子测量设备、电子计算机和控制设备直接装在火箭上。当火箭偏离预定轨道时，火箭对地面雷达天线轴线的相对位置改变，火箭上电子测量设备对各方向波束的感应强度也不同。用电子计算机把获得的信号与基准信号比较，可算出火箭偏离轨道的方向和大小，产生修正误差的指令信号，使火箭上的控制设备动作，以改正火箭的飞行方向。

宇宙飞行器的自由飞行

宇宙飞行器脱离末级运载火箭后，处于失重状态，在太空中沿着一定的轨道自由飞行。对于近地球空间飞行的宇宙飞行器（如人造地球卫星、卫星式飞船、行星际站），导航的任务就在于确定它们相对于地球地理坐标的位置和飞行状况。最简单的方法是用光学设备，但光学设备的可见范围小，难于追踪卫星。另外，在天气恶劣的情况下，光学设备无法施展它的本领。

通常是把无线电测向设备和光学设备结合使用。无线电测向是在卫星上装置两台无线电信号发射机，按固定的时间间隔发送单一信号。地面无线电测向站根据收听的信号，确定卫星相对于测向站的角坐标，或测量卫星到不同地面无线电站的距离差。然后计算出卫星移动的坐标和轨道要素，预测飞行轨道。

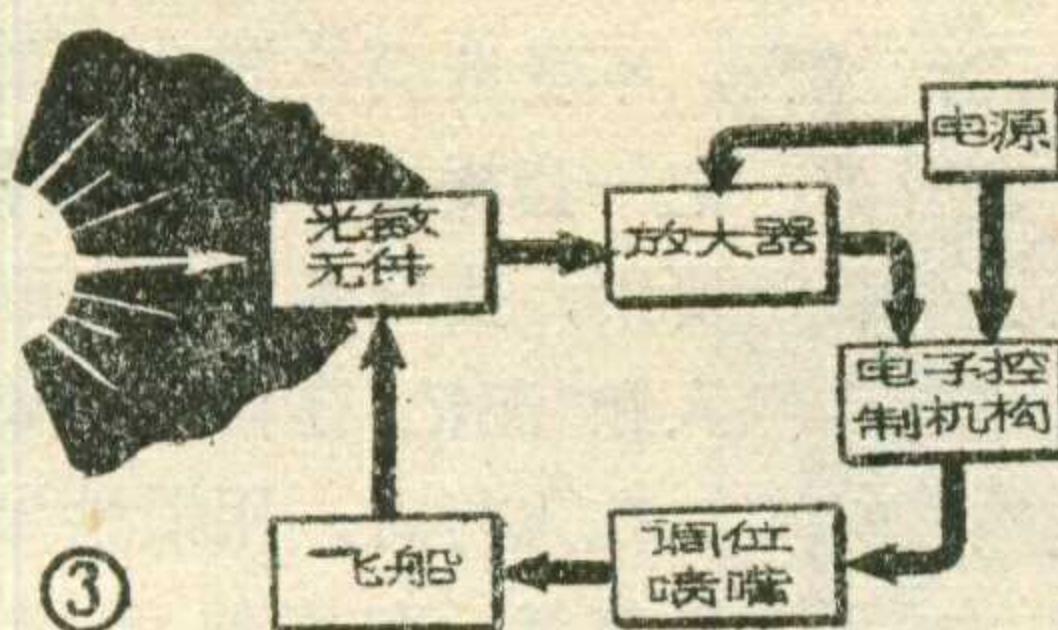
最有效而又可靠的是雷达连续跟踪系统。雷达可以确定卫星位置的三个坐标，判断卫星在空间相对地球的位置，还可以运用多普勒原理直接测量卫星速度的变化。

宇宙飞行器自由飞行时，会绕自己的惯性中心任意转动。必须使飞行器在空间具有正确的取向，或者说，使飞行器定向。卫星式飞船定向的目的在于，消除飞船脱离火箭后产生的

转动，保证稳定的自由飞行，保证与地面（或与其他飞船）的定向无线电通信，保证整个飞行期间太阳电池自动朝向太阳，保证飞船安全准确地着陆。行星际站的定向系统，除上述任务外，还要保证从站上精确地发射宇宙火箭，对一定的探测目标进行定向的观察摄影等。

这些任务借助于天文定向系统、惯性导航系统和光学定向器等来实现。

天文定向系统是测定太阳或预选的一个（或几个）星球所在位置，根据飞船相对太阳或星球的方位，计算出轨道和方位的误差。例如，使飞船的一条轴线对准太阳，太阳光线作用在光电变换器的光敏元件上。如果飞船取向有偏差，光电流即发生变化，转变成电信号，经过放大，得出飞船取向的偏差，然后控制飞船的火箭调位喷嘴改变喷气方向，以改变飞船的取向（如图3）。在飞行中，定向系统、调节系统的工作，都是由电子程序装置控制。



惯性导航系统是用几个装在陀螺仪稳定平台上的加速度计和积分仪，以测定飞船在空间运动产生的加速度、速度和方位，产生调整的信号，经过放大后传送给伺服机构使调节系统动作，以保持飞船的稳定飞行。为保持测量的精确度，必需在地球上经常用无线电遥测、遥控系统，检查陀螺仪的工作误差，并予修正。

此外，在载人的宇宙飞船上，航行员还可以利用光学定向器和手控设备，确定飞船相对于地球的位置，操纵飞船的飞行。

行星际飞行的制导

前面谈到近地球空间宇宙飞行的

导航和定向。怎样实现行星际飞行的导航呢？也就是说，如何确定宇宙火箭和行星际飞船在太阳系中的坐标，以保证飞船抵达其他行星呢？对行星际飞行的精度要求，远远超过近地球空间的飞行。例如，向火星发射宇宙火箭时，若有一分的发射角度差，那么当火箭到达火星区时，就会有16000公里的偏离。由此可见，高精度的自动化导航仪器对行星际航行显得格外重要。

行星际飞行可分为三个阶段：发射阶段、自由飞行阶段、近行星区飞行阶段（即着陆前飞行阶段）。因此导航和控制可分为：发射制导、中途制导、终点制导和着陆控制。

发射制导：保证运载火箭按正确轨道飞行，使行星际飞船准确地进入星际航道。这类制导基本上同于前述的运载火箭制导。

中途制导：保证自由飞行的行星际飞船始终循着预定轨道飞行，与近地球空间飞行器的自由飞行有相似之处。中途自由飞行的时间长，有足够的时间测量、计算、调节飞船的速度和方向，修正轨道误差。一般可采用天文导航系统、地面无线电制导系统来控制飞行，也可用自动导航仪和自动驾驶装置校正航向。

终点制导和着陆控制：这是整个飞行的关键，若没有准确及时地制导，将会使前功尽弃。飞船从进入行星区域到在行星上着陆，时间比较短，没有充裕的时间测量、计算和修正轨道误差，如果制导不准确及时，飞船将不能直达行星，而成为太阳系行星，使飞行失败。

终点飞行的导航和着陆前的定向，不可能采用地面无线电设备。因为地球与行星的距离已很远，无线电信号往返一次所需要的时间，已经是可观的了（例如，往返金星一次就需要好几分钟）。当然不可能用地面信号及时地修正距离以亿公里计的飞船所产生的偏差。何况目前科学技术能提供的无线电收、发设备和天线都还不能达到如此高的水平。另外，人类对太阳系各行星的了解还非常有

限，行星的很多参数也只知道一些近似值，行星周围空间的状况知道的也不多。如果在这种情况下，从地面对飞船的轨道进行修正也是很难完全准确的。

因此，只能靠有飞行员的飞船或靠在飞船上安装雷达设备、天文导航设备和其他自动化直接测量设备，来实现飞行控制。用雷达来测量飞船对行星中心的距离（也可以用光学方法观察行星大小的变化测定飞船对行星中心的距离）；运用无线电波、光波的多普勒效应来测量飞船相对行星运动的速度；天文导航设备能够观测飞船相对选定星球和行星的位置，确定飞船绕行星飞行的角度，判断飞船的方位。另外，雷达还可以选定着陆地点。综合上述数据，由电子计算机进

行计算，使飞船自动地控制在轨道上，在行星上的预定地区安全着陆。

* * *

随着宇宙飞行距离增大，飞行速度加快，飞行轨道的复杂化，要求宇宙导航技术更加完善、可靠。要求有高分辨率的仪器，装置在飞船上的小型而精密的导航仪和控制机构，快速而又准确的电子计算机，新型的雷达和大型天线，而这些技术无一不与无线电电子学的发展息息相关。

随着近代无线电天文学的发展，科学家不断发现，在宇宙空间，有几千个星球除了辐射热和光外，还是庞大的无线电波源。这样，使人们有可能用射电天文望远镜追踪星球，为宇宙导航开辟了新的途径。

有些科学家设想，发射人造射电

星，由星上发出某种固定频率的电波，宇宙飞船就可以根据所接收的频率与固定频率的差频，根据射电星的空间坐标，获得飞船轨道和方位等有关资料。

特别应该指出，由于近代量子电子学的发展，有可能用量子振荡器、放大器获得高稳定度的频率和提高接收机的灵敏度；用量子振荡器可以制成极精确的原子钟和运算速度达每秒几十亿次的电子计算机，这对于保证可靠的导航有极重大的意义。由于光振荡器、光放大器能产生方向性极强、波束极窄的光束，并能进一步放大和调制光信号，不难想象，未来光雷达的问世，将为宇宙飞行提供崭新的导航设备，为星际飞行开辟美好的前景。

全国无线电收发报锦标赛胜利结束

无线电收发报运动，是国防体育运动项目之一。大家都知道，收发报的速度快，通报的效率就会提高；能抄高速度电报的，抄低速度电报时就更容易、更有把握。有了高速度听辨信号能力，就有助于在干扰情况下抄收。随着通信效率的提高，无线电信号在空中出现的时间就会缩短，对保密就有利。无线电收发报运动可以帮助我们不断提高收发报的速度和质量，对于无线电通信的及时、准确和保密有重大的作用，因此，这项运动具有很大实用价值，很受广大群众，特别是青少年的欢迎。

为了检阅成绩，总结、交流经验，提高技术水平，进一步广泛开展群众性的无线电收发报活动，为我国社会主义经济建设和国防建设培养通信后备军，今年10月10日在天津举行了自首届全运会以来规模最大的一次全国性无线电收发报锦标赛。参加比赛的除黑龙江、江苏、广西、上海、四川、山东、山西、江西、吉林、河南、湖北、内蒙古、贵州、陕西、辽宁、安徽、广东、甘肃、青海、福建、云

南和解放军二十二个单位外，浙江、宁夏、河北也首次派出了代表队参加比赛。男女运动员共有一百二十名，其中有二十八名运动健将，许多名手如王祖燕、魏诗娴、梁佐才、王兆清、李茹琴、韩浩野、孙洪才和张锦华等，以及近几年来从群众性无线电活动中涌现出的一批青少年选手们，都参加了比赛。这些健儿，在这次竞赛质量要求严格的情况下，有五名运动员八次打破了六项全国纪录，有十九名选手三十五次突破了十二项社会主义国家收发报比赛最高记录。在最后一个下午，进行机抄短码收报竞赛时，运动员们力图打破由葛桥和黄健夏分别创造的男女机抄短码225个字的全国最高记录，以高度敏捷的动作进行听打，真是紧张激烈，扣人心弦。在近十名坚持到底的运动员中，韩浩野终于以330个字的优异成绩刷新了这项保持二年之久的最高记录。

这次比赛结果，中国人民解放军代表队荣获团体冠军，黑龙江队获得亚军，以下的名次是四川、江苏、江西和陕西代表队。解放军选手王兆

清、韩浩野分别获得男子手抄和男子机抄全能冠军，黑龙江运动健将李茹琴获得女子手抄全能冠军，解放军老将魏诗娴获得女子机抄全能冠军。特别使人兴奋的，是来自祖国各地的生力军。他们虽是初次上阵参加全国性的比赛，却临场不惧，生气蓬勃，收发自如，逼得不少老将败下阵来。如江西队十九岁的运动健将彭健生取得了男子手抄全能第三名，十七岁的杨安仁、林凤鸣分别取得男子手抄全能第四名和女子手抄全能第七名；上海队沈为民和江苏队成涌泉，今年都才十六岁，却分别获得了男子手抄全能第五名和男子机抄第七名；浙江队周招娣取得女子机抄全能第六名；河北队刘光玉、李锦莹和内蒙古代表队乌兰琪琪格也取得了很好的成绩。

这次比赛，证明了我国无线电收发报运动在党和政府的重视关怀下，在总路线上、大跃进、人民公社三面红旗鼓舞下，在以积极开展群众性活动为主的方针指导下，有了发展壮大，水平得到了飞快提高。我们相信，今后省市级以下的国防体育俱乐部只要能以主要精力指导和推动群众活动，普及与提高相结合，加强业余训练，将会创造更好的成绩。（彭枫）

在室内会場
使用扩音机的人
都有这种經驗，
就是扩音机的音
量不能开得太

大，否则揚声器就会嘯叫不止。这是由于揚声器輻射的声波經過室內的牆壁、天花板及其他物件的反射而返回微音器，形成了声反饋。反饋的声波經過扩音系統一再循环加强，結果就激起振蕩，使扩音机发生嘯叫，不能發揮最大作用。因此，在一般会場里，音响强度所以受到限制，大都不是因为扩音机功率不足，而是因为产生了声反饋。

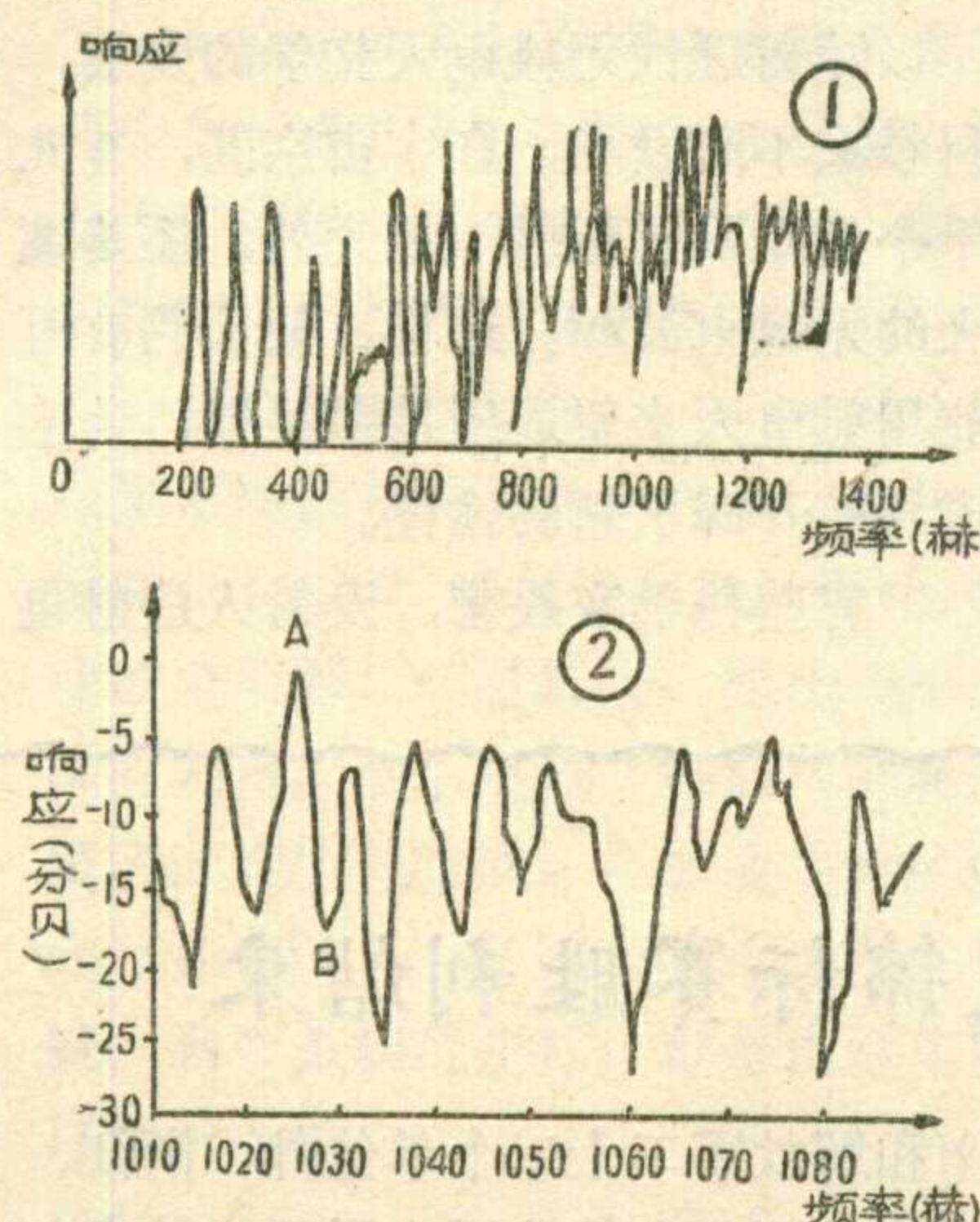
任何房間、会場或大厅，都可以看成是一个大的声共振器，因为牆壁及天花板对声音的反射，都会产生共振作用。事实上这种共振过程是十分复杂的。来回反射的声波相互叠加，結果会使某些頻率的声音加强，某些頻率的声音減弱，造成房間內声音的不均匀，頻率响应曲线上出現許多峰和谷（图1）。很明显，在相應于“峰”的頻率上，特別是在和几个最突出的“峰”相應的頻率上，最容易激起振蕩。如果再考慮到，扩音系統的响应在高頻和低頻处都較差，而在中頻处較強，那么就容易了解，为什么所有声反饋嘯叫声的音調(頻率)总是差不多的了。

减小声反饋影响的办法，通常是改善揚声器及微音器的布置，或者采用单向式微音器以及使用揚声器組合（音柱）。这样处理是有效的，但还不容易获得滿意的結果。会場中的牆壁、天花板等用吸音材料裝配，可以改善声反射的特性，比之普通的会場，声反饋的問題就小得多了。但是对于一般临时性的或是既定的場所，再作任何对于声学上有利的处理一般是不容易的。因此，减小声反饋的有效办法还是从扩音机电路方面来考虑。有人曾經利用过带阻滤波器把最强的几个反射峰的信号滤除，可以获得2—5分貝的改善。但是这样又会引起相当显著的頻率失真。

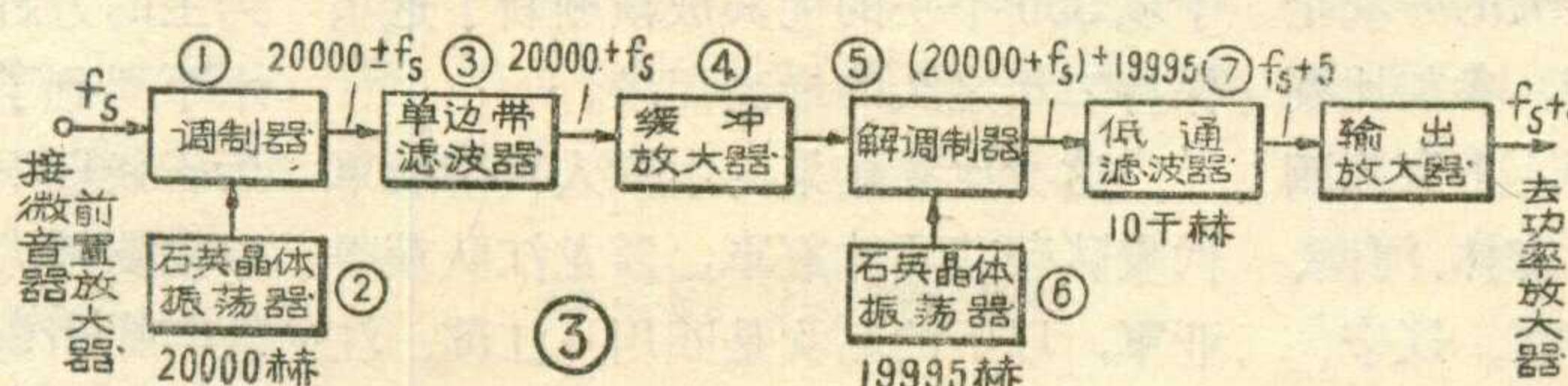
移 頻 扩 音 法

洪 钟

最近研究出来了一种“移頻扩音法”，效果很好。它可以将扩音机的增益提高6—10分貝。再加上采用前面讲過的办法，在大多数場合中可以彻底消除声反饋，获得令人滿意的声音响度和分布均匀的声場。



在1千赫附近取出一段頻帶內的声音响应曲線加以放大（图2），就可以看到，峰与谷之間的距离几乎是相等的。根据統計研究指出，在一般房間內当交混回响時間为1秒左右时，相邻峰谷之間的頻率差几乎都等于5赫。移頻法就是設法把从微音器送入扩音机的信号頻率一律移动5赫。这样，当頻率位于“峰”处（图2中A点）的反射声波經微音器送入扩音机后，由于經過移頻，揚声器輻射出去的声音，頻率已經改变了5赫，剛好位于图2中“谷”的地方（B点）。也就是说，这个反饋的声波再經過房間反射之后，傳到微音器时就只是一个极弱的信号（比峰反射低約20—30分貝），这样，振蕩也就難以維持了。



由于頻率只移动了5赫，所以音調的改变几乎是觉察不到的。

現在我們談

談實現移頻的办法。移頻器的方框图如图3所示。由微音器来的电信号 f_s 經過前置放大器后送入移頻器。在調制器①中对石英晶体振蕩器②产生的20 000赫載波进行調制，产生 $(20000 + f_s)$ 赫、 $(20000 - f_s)$ 赫及 $(20000 + 2f_s)$ 赫……等等差拍頻率的复合信号。这情况与超外差接收机的混頻級十分相似。現在我們用一个所謂“单边带滤波器”③把这信号的下邊帶削掉而只保留上邊帶部分 $(20000 + f_s)$ 赫。为了使③工作得更近于理想情況，电路中加入了一級緩冲放大器④。⑤是解調制器，事實上它也可以看成是一个調制器。为了檢出原信号并加上5赫的頻移，在⑤中又加入用石英晶体振蕩器⑥所产生的19995赫的載波。与前相似，它也产生一系列差拍頻率的信号，即 $[(20000 + f_s) - 19995]$ 赫， $[(20000 + f_s) + 19995]$ 赫……等等。这里它同前面相反，通过低通滤波器⑦之后，上邊帶削掉了，保留下來的是下邊帶 $[(20000 + f_s) - 19995]$ 赫部分。現在可以看出，括号中的数字正是我們所需要的 $(f_s + 5)$ 赫！

利用移頻法來減除会場声反饋的移頻扩音系統，在国外曾在某些大会場中成功地使用过。个别会場听众达到两万人，結果十分滿意。使用的移頻器包含九个晶体三极管及五个二极管，結構是很紧凑的。設備的关键在于单边带滤波器部分。它相当复杂，使用的元件精确度要求很高，并且價格昂贵。如果放宽对滤波器的要求，又将会有較多的下邊帶窜入上邊帶，引起严重的互調失真。这是影响移頻扩音系統普及应用的主要困难。因此，

目前这种扩音系統還只能在盛大的場合中使用，或者与人工立体交混回响设备結合，在大型音乐厅中作为改善及控制音质的设备。



多用录音机

这里介绍一架多用录音机的电路，它除了可作录音、放音外，还可作收音、扩音、电唱等多种用途，并可直接收录广播电台的节目。全机仅用四只电子管，电路如附图。

电路工作原理的分析

1. 录音（用话筒录音） 这时接点3、4、5、10、11、13、14闭合。 R_2 、 R_3 为 V_1 左管的栅漏电阻。由话筒送来的信号经 M 插头、接点5加至 V_1 左管的栅极，放大后又经过 V_1 右管及 V_2 三极部分放大。放大后的信号一路经接点10、 R_{26} 、 R_{25} 、 C_{19} 而加至录（放）音头，进行录音。一部分自 R_{11} 加至 V_1 右管的阴极，作负回授用。另一部分经 R_{20} 、 R_{22} 而加至 V_2 五极部分，输出作监听放音。 R_{21} 此时作监听音量控制，使扬声器放音不致太响（或不放音），以避免声回授而产生自激。

另一路的信号则在经过接点10和 R_{13} 后，为 D_1 二极管所整流，并加至指示管 V_4 的控制栅，作录音音量指示。此时由于接点13闭合， V_3 、 V_4 均加有屏压。

V_3 产生超音频振荡，经由 C_{22} 和 C_{21} 分别送至抹音头及录放音头，作抹音及偏磁用。抹音头不用时有开关可以短路。录音音量则由 R_7 来控制。

2. 收录广播电台节目 这时接点2、6、7、8、10、12、13、14闭合。由于接点6、7的闭合，从 L_1 、 C_4 调谐回路检拾到的高频信号经 C_6 加至 V_1 左管的栅极，这时 V_1 左管就作为检波管，栅漏电阻改用1.5兆欧的 R_4 。另一方面由于接点8接通，

L_2 也就起再生作用。其余低频放大，指示及超音频振荡部分与话筒录音时相同。

3. 放音 这时接点1、4、6、9闭合。录放音头一端通过接点1、消交流噪声线圈 L_3 接地，另一端通过接点4及6接至 V_1 左边三极管的栅极。信号经过 V_1 两个三极部分以及 V_2 的三极和五极部分放大后送至扬声器放音。这时 R_{21} 作为音量控制。另外，自 V_2 左管输出端经接点9、 R_{14} 、 C_{10} 至 V_1 右管的阴极构成一负回授电路，作放音音响补偿， R_{14} 也可作音调控制。

4. 接收无线电广播节目 是按接收本地中波广播电台设计的。这时接点1、2、6、7、8、9及12闭合。调谐回路 L_1 、 C_4 经接点6、7而接入 V_1 左管的栅极，由 V_1 左管作栅极检波。同时由于接点8闭合，将再生线圈 L_2 接入。录放音头经接点1、2短路入地。后面几级除了由于接点12的闭合，在负回授回路电容器 C_{10} 上并联一只47K的电阻 R_{12} 以改变负回授电路的频率特性而外，其它部分

和放音时相同。为了提高收音机的灵敏度，可在插座 P 处加接外天线。

5. 作语言放浩或电唱 这时接点1、3、4、5、9及11闭合。由于接点1、3闭合，录放音头短路并接地。因接点5闭合，话筒即自 M 点（电唱头则自 P 点，经过一个衰耗网路）接入 V_1 左边三极管的栅极。这时 V_1 左边三极管作话筒放大级。后面几级的工作情况和收音时相同。

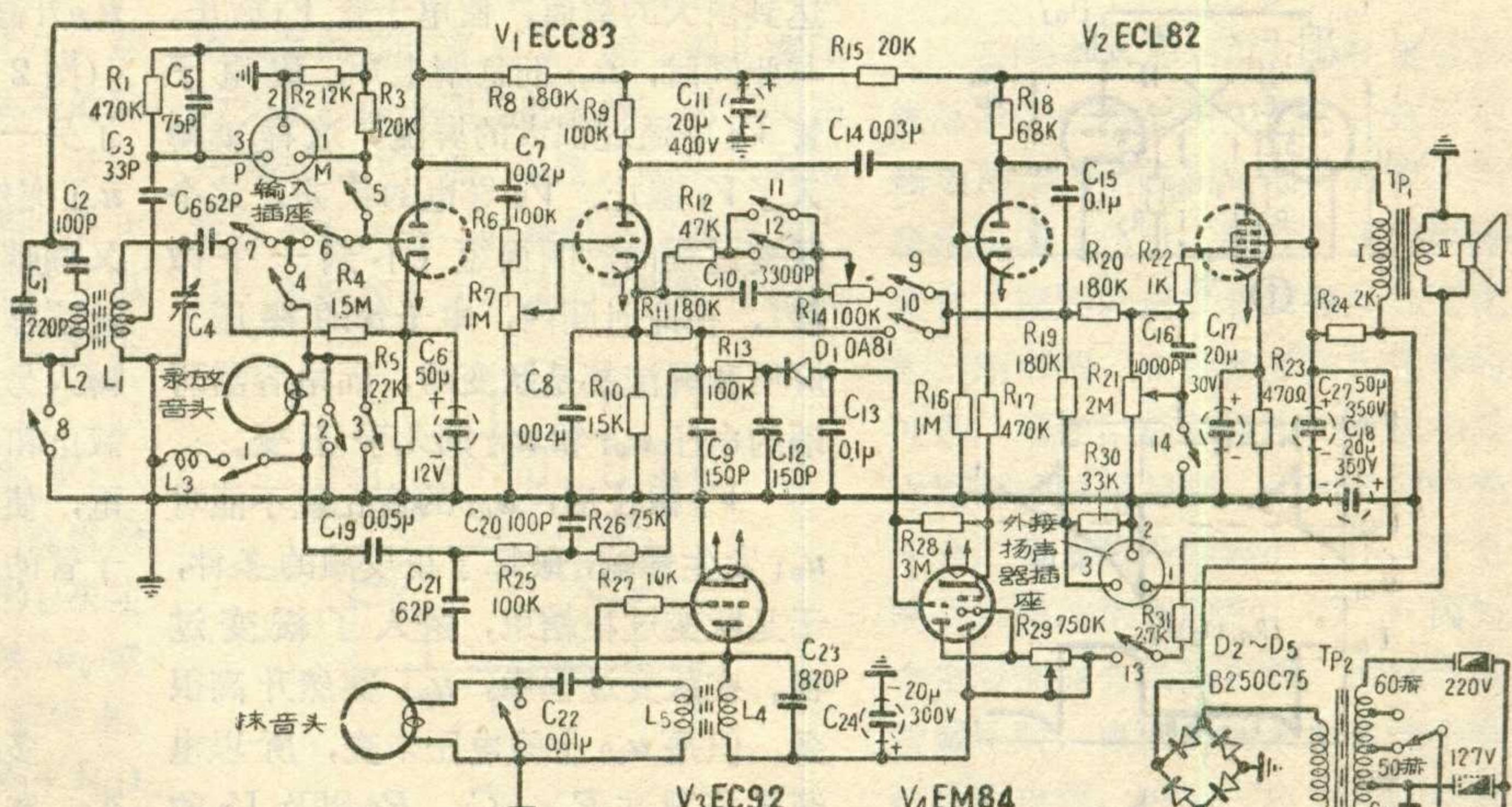
图中共有三个插座。左上角的一个为输入插座，1、2端插高阻抗话筒，3、2端可插高阻电唱头。另一个是外接扬声器插座，1、2端接外加扬声器，3、2端可接监听耳机。右下角一个插座插接电动机。 C_{26} 是改善电动机功率因数用的，另备有倒换开关 K ，使电动机能适用于50赫或60赫的交流电源。

主要零件规格及数据

调谐线圈 L_1 —用 $\phi 0.1$ 漆包线在10毫米直径的线圈架上绕136圈，在距上端55圈处抽头，线圈中插入铁淦氧磁心。

再生线圈 L_2 —用 $\phi 0.1$ 漆包线在 L_1 上平绕32圈。

消交流声线圈 L_3 —在25~30毫
(下转第22页)



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
话筒录音			●	●	●					●	●	●	●	
收录广播电台节目		●				●	●	●	●	●				
放音	●					●	●							
收音	●	●				●	●	●	●					
语言放大	●	●	●	●	●				●	●				

多諧振蕩器

黎 明

在脉冲技术中，广泛地应用多諧振蕩器来产生矩形波。由于矩形波中含有许多諧波，因而把这种振蕩器叫做多諧振蕩器。

基本工作原理

图1是多諧振蕩器的基本电路，即所謂板极耦合多諧振蕩器。从表面上看，这电路可能有一个稳定的平衡状态，即电子管的栅压为零，而两个管子中都通过很大的电流。但是，这种状态实际上是不可能存在的。因为图1电路实质上是一个具有强烈正反馈的二级放大器，电路中任何电流和电压的偶然变动，都会引起自激，把平衡状态破坏。

例如，設电子管 V_1 的栅压 u_{g1} 由于某种原因稍有降低。于是 V_1 的屏流 i_{a1} 减小，屏压 u_{a1} 增加。由于 C_2 上的电压 u_{c2} 不能跃变，所以 u_{a1} 的增加立即通过 C_2 傳到 V_2 的栅极，使 u_{g2} 增

高。或者換个說法， V_1 的屏压 u_{a1} 一增加，它就比 C_2 上的电压 u_{c2} 高，因而 C_2 开始充电，充电电流流过 R_2 ，就使 V_2 的栅压 u_{g2} 增高。

u_{g2} 一增高，电子管 V_2 的屏流 i_{a2} 就增加，而屏压 u_{a2} 就减小。由于 C_1 上的电压 u_{c1} 不能跃变，所以 u_{a2} 的减小立即通过 C_1 傳到 V_1 的栅极，使 u_{g1} 进一步降低。或者換个說法， u_{a2} 一减小， C_1 就通过 V_2 和 R_1 放电，放电电流是从 R_1 的下端流到上端，从而使 V_1 的栅压进一步降低。

由此可見， V_1 栅压的起始变化經過电子管 V_1 、 V_2 的两级放大后，将有一个方向相同而数值被放大了的电压变化反饋到 V_1 的栅极。这样就构成了自激的条件。 u_{g1} 一旦偶有降低，經過反饋将使 u_{g1} 进一步降低；新的电压降低再一次經過 V_1 、 V_2 的放大，反饋到 V_1 栅极，就使 u_{g1} 更加降低。这样循环下去，就形成了一个雪崩式的跃变过程， u_{g1} 急剧下降，达到很大的負值，使电子管 V_1 截止。与此同时， u_{g2} 则急剧上升，使电子管 V_2 中通过很大的屏流。这样就轉入了 V_1 截止、 V_2 导电的状态。这个跃变过程的时间极短（不到一个微秒），在此时间內，电子管的栅压、屏压和屏流都是跃变的，而电容器两端的电压 u_{c1} 和 u_{c2} 則几乎不变。

V_1 截止后， u_{g1} 的变化就不能对 u_{a1} 发生影响，破坏了正反饋的条件，于是跃变过程結束，进入了緩变過程。在跃变过程中， u_{a1} 突然升高很多，但是 u_{c2} 上的电压未变，所以电源 E_a 将通过 R_{a1} 、 C_2 、 R_2 以及 V_2 的栅阴极間电阻 r_2 向 C_2 充电。到充电完了时， $u_{a1}=u_{c2}=E_a$ ，而 $u_{g2}=0$ ，于是 V_2 的屏流基本上等于零栅压所确定的电流 I_{02} ，而 $u_{a2}=E_a-I_{02}R_{a2}$ 。另一方面，在跃变过程中， u_{a2} 突然

下降很多，而 u_{c1} 未变，所以电容器 C_1 将通过电子管 V_2 和 R_1 放电，正是这个放电电流在 R_1 上的电压降，給 V_1 造成了很大的負栅压，使 V_1 截止。 V_1 截止后，这个放电电流逐渐减小， u_{g1} 逐渐升高。但是在 u_{g1} 未达到 V_1 的截止栅压 E_{go1} 以前， V_1 一直保持在截止状态。这时两电子管的屏压和栅压，如图2中各曲綫在 t_1 以前时的情况所示。

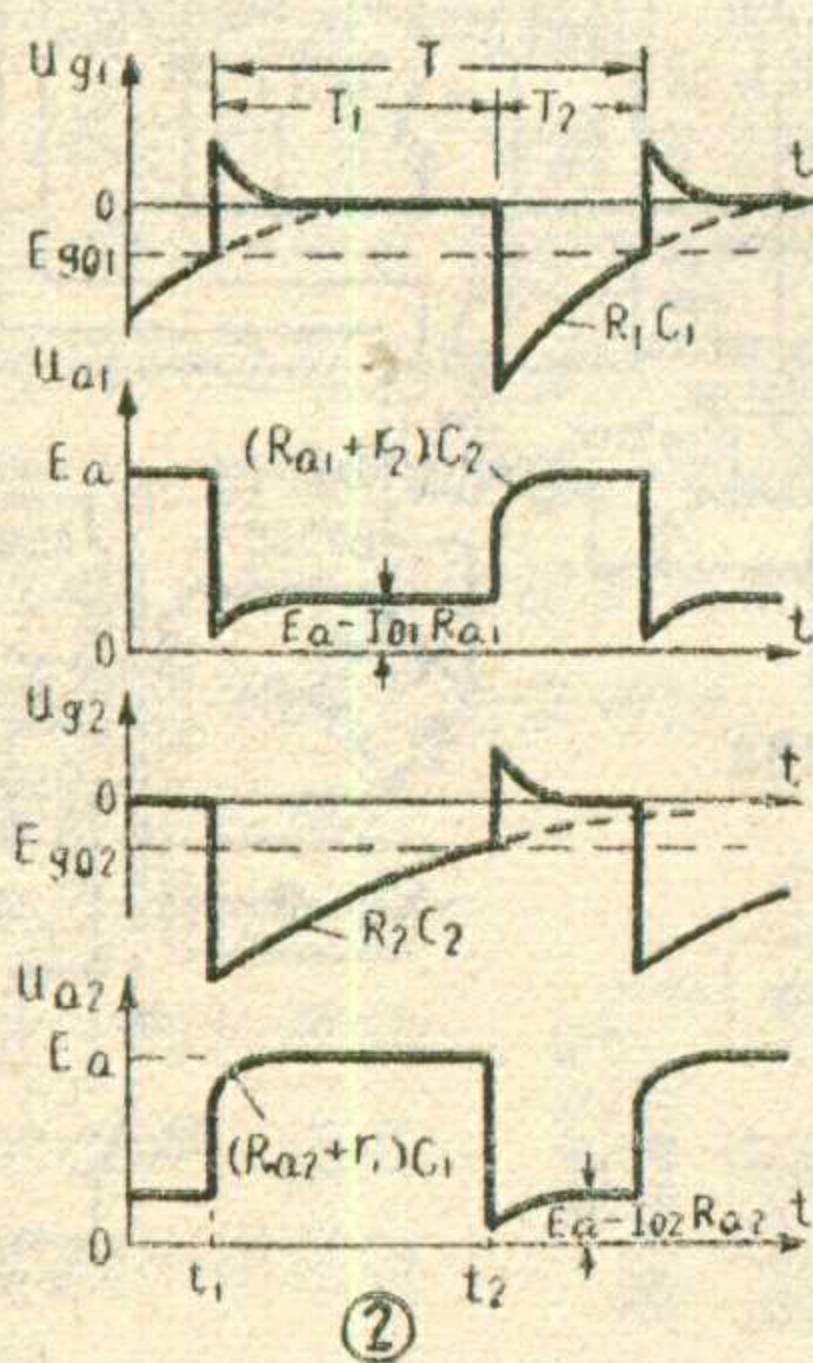
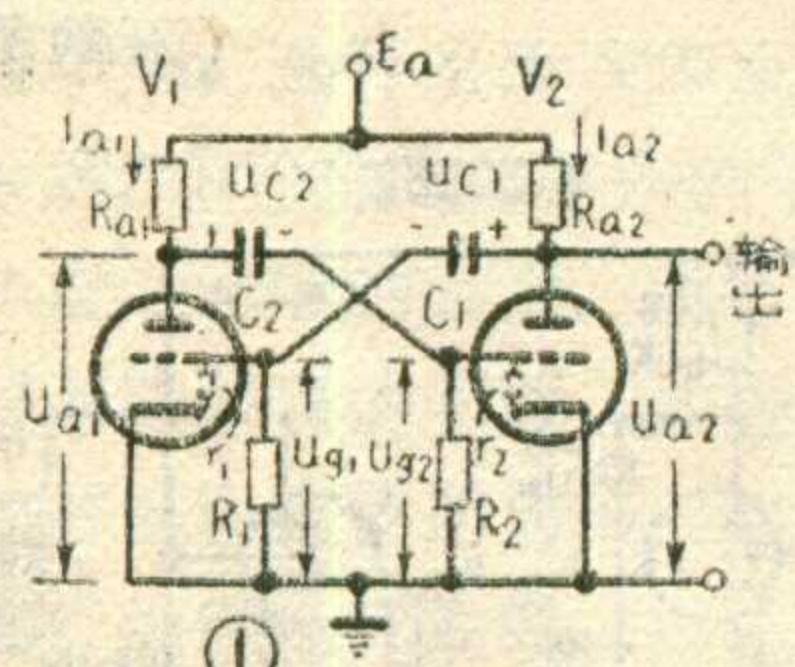
当 u_{g1} 上升到 E_{go1} 时（图2中的 t_1 瞬间）， V_1 开始导电， u_{a1} 降低，并立即通过 C_2 的耦合使 u_{g2} 降低，于是 V_2 屏流減小， u_{a2} 增高，并立即通过 C_1 的耦合使 u_{g1} 进一步上升。这样就构成了正反饋的条件，电路中又发生了雪崩式的跃变过程。这一次是 u_{g2} 突然降低到很負的电压，使 V_2 截止，而 u_{g1} 上升到很高的正电位，使 V_1 通过很大的屏流。即电路从 V_1 截止、 V_2 导电的状态，突然翻轉到 V_2 截止、 V_1 导电的状态。随后跃变过程停止，开始了緩变過程。这时由于 u_{a2} 突然上升， E_a 将通过 R_{a2} 、 R_1 以及 V_1 的栅阴极間电阻 r_1 向 C_1 充电。而由于 u_{a1} 突然下降， C_2 开始通过 V_1 及 R_2 放电。放电电流在 R_2 上产生电压降，使 u_{g2} 具有很大負值，从而使 V_2 截止。

之后， C_2 的放电电流逐渐减小， u_{g2} 升高，当达到 V_2 的截止栅压 E_{go2} 时（图2中 t_2 瞬间）， V_2 导电，又开始了另一个雪崩过程， u_{g2} 突然升高， u_{g1} 突然下降到截止栅压以下，电路又翻轉到 V_1 截止、 V_2 导电的状态。就这样，电路不断輪換地从一个状态轉入另一个状态，两个电子管交替地截止和导电， C_1 和 C_2 交替地充电和放电，使振蕩一直維持下去，在两个电子管的屏极得到了近似的矩形波。

振蕩波形和周期

多諧振蕩器所輸出矩形波的波形，和电容器的充电有很大关系，而矩形波的周期則决定于电容器的放电过程。

前面讲过，在图2中的 t_1 瞬间，电子管 V_2 突然截止， u_{g2} 突然增加， V_1 的栅压突然增高到正值。这时 E_a



通过 R_{a2} 、 R_1 和 V_1 的栅阴极间电阻 r_1 向 C_1 充电。充电电流在 R_{a2} 上产生一个电压降，因此 V_2 的屏压 u_{a2} 不是在 V_2 经跃变而截止时立刻就等于电源电压 E_a ，而是随着 C_1 的充电而逐渐上升，到 C_1 充电完毕后才能等于 E_a 。这样，就在输出矩形波的上角形成一个圆角，如 u_{a2} 曲线在 t_1 时的情况所示。

另一方面，在跃变期间， V_1 的屏压 u_{a1} 下降到什么地步，要决定于栅压 u_{g1} 。在跃变时， u_{g1} 达到最大正值， i_{a1} 最大， u_{a1} 降到最低值。以后，由于 C_1 的充电电流逐渐减小， u_{g1} 逐渐下降到零，屏流 i_{a1} 逐渐趋于零，栅压所确定的电流 I_{01} 。与此相应，屏压 u_{a1} 逐渐上升，到 C_1 充电完毕时，达到 $u_{a1}=E_a-I_{01}R_{a1}$ 的数值，稳定下来。这样就在矩形波的下角形成一个尖角，如图 2 中 u_{a1} 曲线在 t_1 时的情况所示。

由此可见，电容器充电越快，输出电压就越接近于矩形。充电的快慢决定于充电电路的时间常数。由于栅阴电阻 r_1 和 R_1 并联，同时又甚小于 R_1 ，所以 R_1 的作用可以忽略。充电电路的时间常数为 $(R_{a2}+r_1)C_1$ 。为了增大充电速度，应选取小的 R_{a2} 值和 C_1 值。但是 R_{a2} 不能小于 1 千欧，否则输出矩形波的幅度要减小很多，同时由于电子管的放大系数减小，跃变的持续时间增加，影响前后沿的陡度。一般 R_a 用几千欧到几十千欧。 C_1 也不能小于 100 微微法，否则寄生电容将会对多谐振荡器的工作发生显著影响。上述情况也适合于 C_2 的充电电路和 C_2 、 R_{a1} 的选择。

从前节的叙述还可以看到， V_1 从开始导电到重新截止的时间，或者说 V_2 保持截止的时间 T_1 （见图），决定于 C_2 放电的速度。 C_2 放电越快， u_{g2} 就更早地上升到 E_{g02} ，使 V_2 重新导电。 C_2 放电电路的时间常数为 $(R_2+R_{i1})C_2$ ，其中 R_{i1} 为电子管 V_1 的内阻。由于 R_2 甚大于 R_{i1} ，所以可以近似地认为这个时间常数等于 R_2C_2 。选择 R_2C_2 的乘积，就可以获得所需的矩形波宽度 T_1 。同理， C_1 放电电路的时间常数 R_1C_1 确定了电子管 V_2 导电

（ V_1 截止）的持续时间 T_2 。

栅极电阻 R 的数值通常约为几百千欧。

经过计算可以近似地得到，在振荡频率不太高的情况下，

$$T_1 = R_2 C_2 \ln \left| \frac{I_{01} R_{a1}}{E_{g02}} \right|,$$

$$T_2 = R_1 C_1 \ln \left| \frac{I_{02} R_{a2}}{E_{g01}} \right|.$$

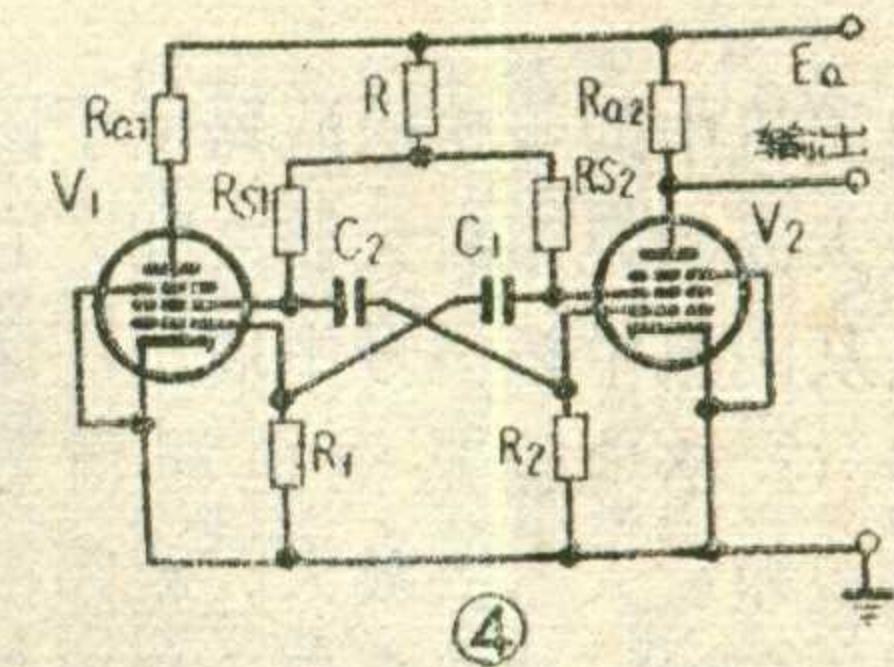
多谐振荡器振荡的总周期 $T = T_1 + T_2$ 。

如果电路是对称的，即采用同型号的电子管，而 $R_{a1}=R_{a2}$, $C_1=C_2$, $R_1=R_2$ ，那么输出的矩形波也将是对称的，周期 $T_1=T_2$ 。这种多谐振荡器称为对称多谐振荡器。

“正栅”电路

由于振荡器的周期（或频率）决定于截止管栅压上升曲线和该管截止栅压线的交点，所以电子管的截止栅压是否稳定，对振荡频率的稳定性有很大影响。例如，当电子管 V_2 的截止栅压 E_{g02} 因电源电压变化或其他原因而变化一个数值 ΔE_{g02} 时（参看图 3b）， u_{g2} 上升曲线 1 和截止栅压线 E'_{g02} 的交点就要延迟 ΔT 的时间，也就是使振荡周期加长 ΔT 的时间。相似地， V_1 截止栅压 E_{g01} 的变化也会使振荡周期改变。为了减小截止栅压的变化对振荡周期的影响，常采用图 3a 所示的“正栅”电路，即两个栅极电阻不是接地，而是接到电源正极。这个电路和前面所讲的“零栅”电路的

工作基本上相同。不同的是，当发生跃变时，例如 V_1 突然导电和 V_2 突然截止时， C_2 不是像零栅电路中那样通过 V_1 和 R_2 放电，力图使 u_{g2} 上升到零（图 3b 中曲线 1），而是由电源 E_a 经过 R_2 和 V_1 对 C_2 反向充电，力图使 u_{g2} 从很大的负值上升到正 E_a （图 3b

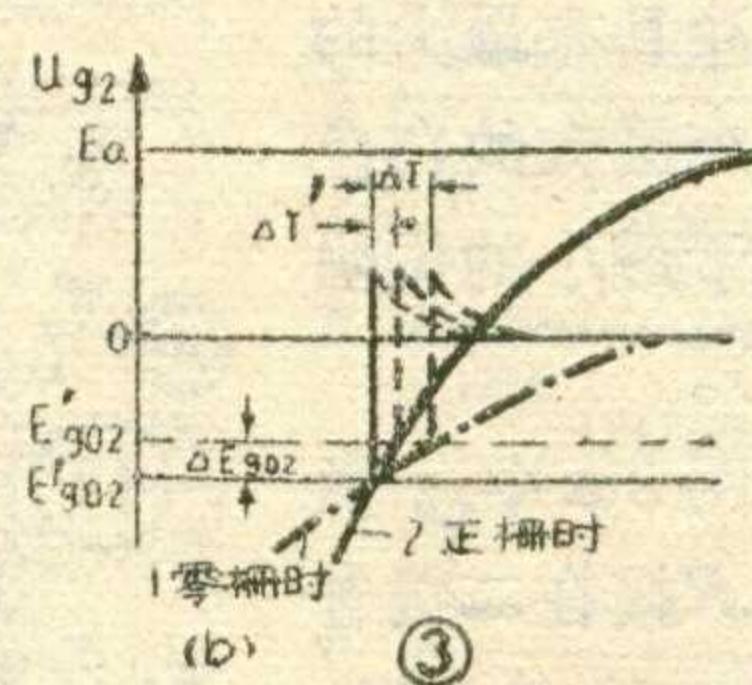
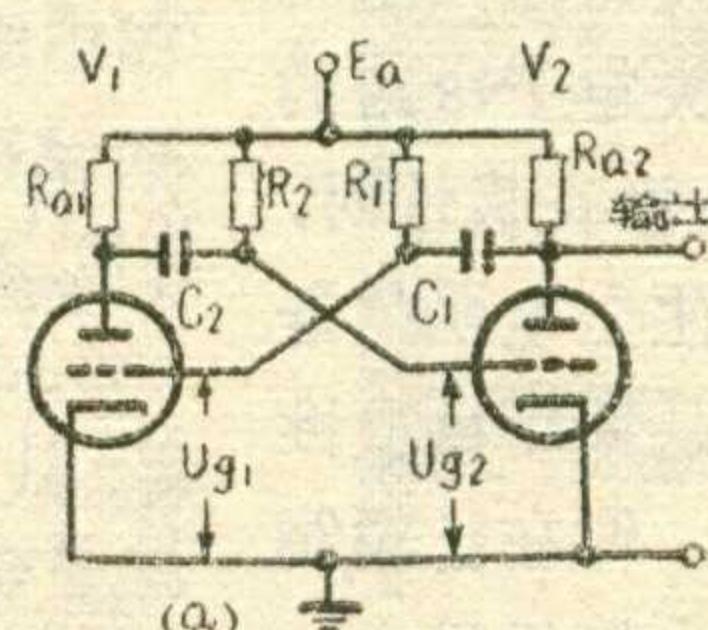


中曲线 2）。这样，曲线 2 就比曲线 1 陡得多，当 E_{g02} 变化 ΔE_{g02} 时，曲线 2 和 E'_{g02} 线的交点只延迟较短的时间 ΔT 。由此可见，“正栅”电路所产生振荡的周期受 E_{g0} 变动的影响较小，也就是说振荡频率要稳定一些。

在正栅电路和零栅电路元件相同的条件下，由于前一电路中电容器反向充电较快（图 3 曲线 2），所以截止管的栅压（例如 u_{g2} ）将在较短时间内上升到截止栅压，引起跃变。因此，正栅电路所产生振荡的周期较短，或者说振荡频率较高。

五极管多谐振荡器

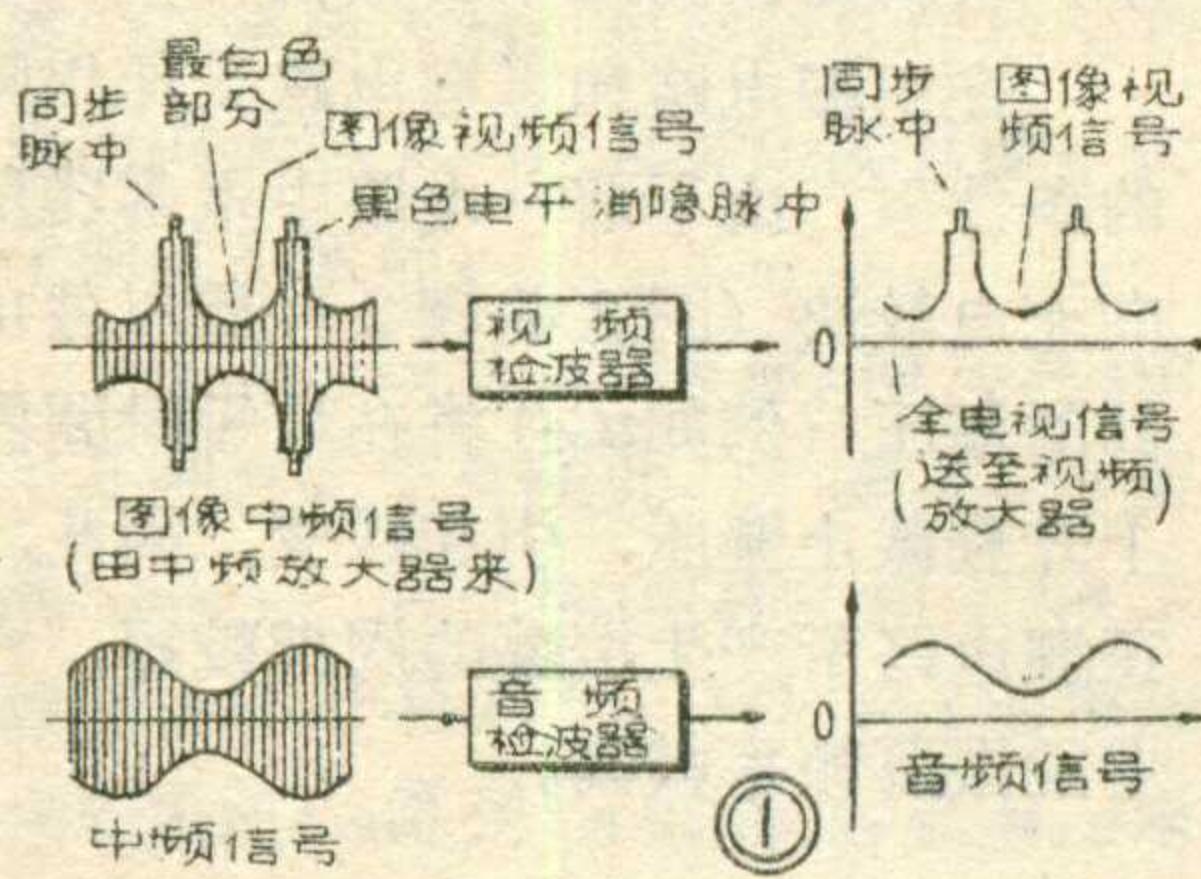
实际中常常采用五极管接成多谐振荡器，电路如图 4 所示。这里把帘栅极用作为多谐振荡器的屏极。当多谐振荡器工作时，通过电子管屏流的变化，屏压就重复着帘栅压的变化，输出矩形波。五极管多谐振荡器的好处是：第一，抑制栅极把屏极和其他电路部分屏蔽起来，因而负载的变化不会严重影响振荡器的工作，不会影响到振荡波形和频率。第二，因为耦合电容器没有接到屏极，所以当电子管截止时，电容器的放电电流不会流过屏极电阻，屏压可以立即跃变到电源电压 E_a ，即矩形波的左上角不会出现圆角，因而可以输出更加接近于矩形的电压。



視頻檢波器

黃錦源

电视机中的視頻檢波器位于图像中频放大器和視頻放大器之間。它的作用是从图像中频信号中取出图像視頻信号(严格地說是全电视信号),并送到視頻放大器去放大。視頻檢波器的工作原理和其他調幅檢波器是一样的,图1把它的工作和收音机檢波器的工作作一对比。除了檢波的功用外,在单通道式电视机中,視頻檢波器还要使伴音中频信号和图像中频信号发生差頻,产生6.5兆赫的第二伴



音中频信号。在某些电视机中,还利用它来产生自动增益控制电压。

良好的視頻檢波器应能满足下列一些要求:(1)輸出的全电视信号的极性应当合适。(2)对負載上出現的中频信号应有足够的滤除作用。(3)应有足够寬的頻帶。(4)非線性失真小。(5)檢波效率高。

由于栅极檢波器和屏极檢波器的非線性失真較大以及其他缺点,在电视机中很少使用这两种檢波器。用得最多的是二极管檢波器。使用的元件是真空二极管或半导体二极管。半导体二极管比起真空二极管來有許多优点,如体积小,极間电容和分布电容小,可靠性好,不消耗灯絲功率,内阻較小以及不会引进50赫的交流杂波等,所以被广泛地使用。为了把非線性失真減到最小,对于热阴极真空二极管來說,輸入信号應該大于1伏。

对于半导体二极管來說,則这一电压可以小到几百毫伏。

檢波器的特性

二极管視頻檢波器的电路形式基本上与收音机的相似,但是它具有以下一些特点。

(1)要考慮檢波輸出电压的极性。在收音机里不存在这个問題,因为在音頻系統中,音頻信号的相位对声音的重发是无关紧要的。但是在电视系統中,这个問題非常重要,如果图像視頻信号的相位反轉,那么在显像管屏幕上重显图像的黑色要变白,白色要变黑,因而会出现一个“负像”(和照片的底片一样)。

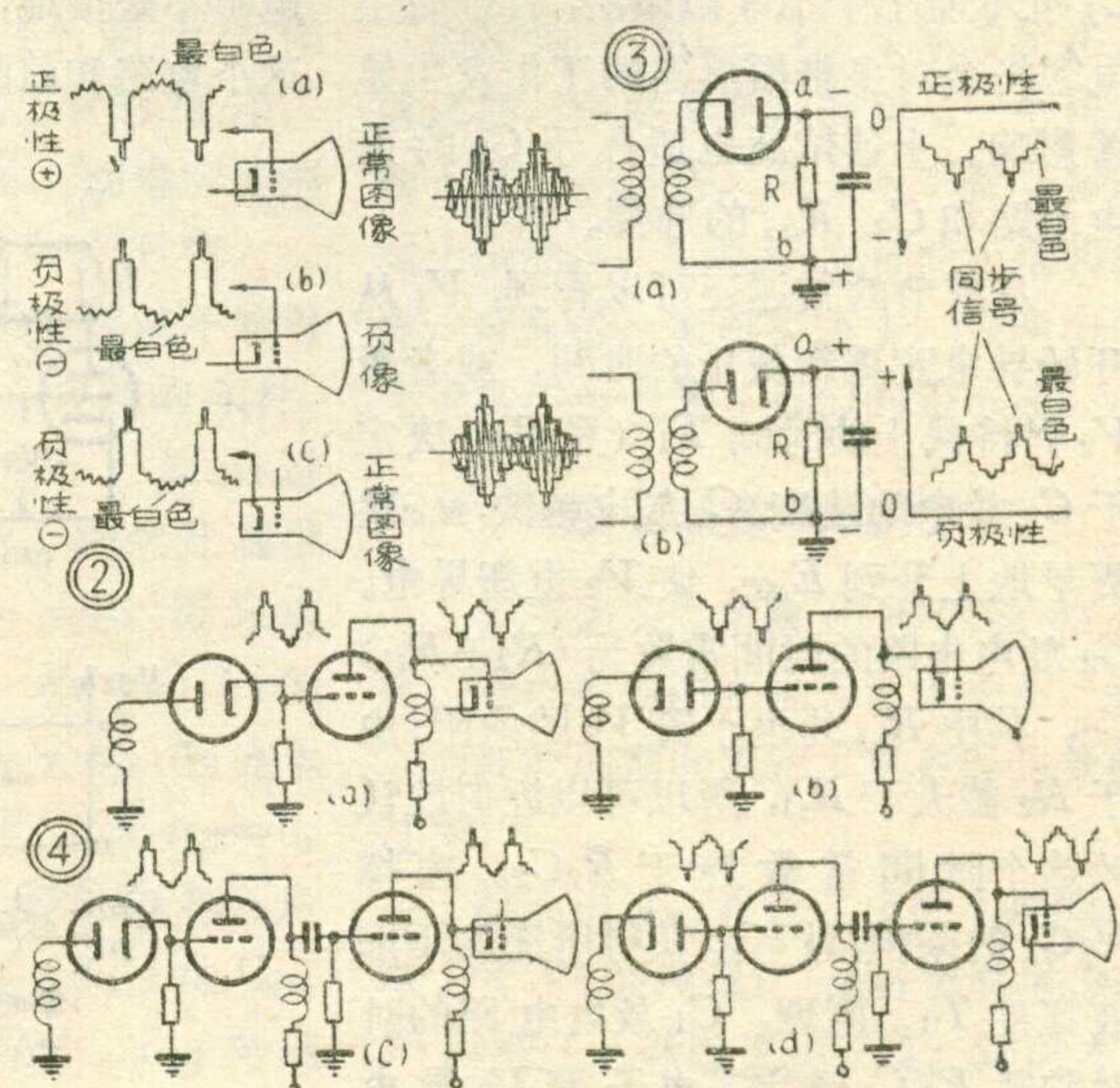
图像視頻信号有所謂“正极性”和“负极性”之分。正极性的图像視頻信号如图2a所示,当把它加到显像管的控制栅极上时,相应于最白色部分的电压是将控制栅极向正的方向激励。这时它能在屏幕上产生一正常图像。负极性的图像視頻信号如图2b所示,当把它加在栅极时,相应于最白色部分的电压是将控制栅极向负的方向激励,这时它在屏幕上产生一负像。應該注意,虽然负极性信号加到栅极会出现负像,但如果把它加到显像管阴极,却会得到正常的图像(图2c)。

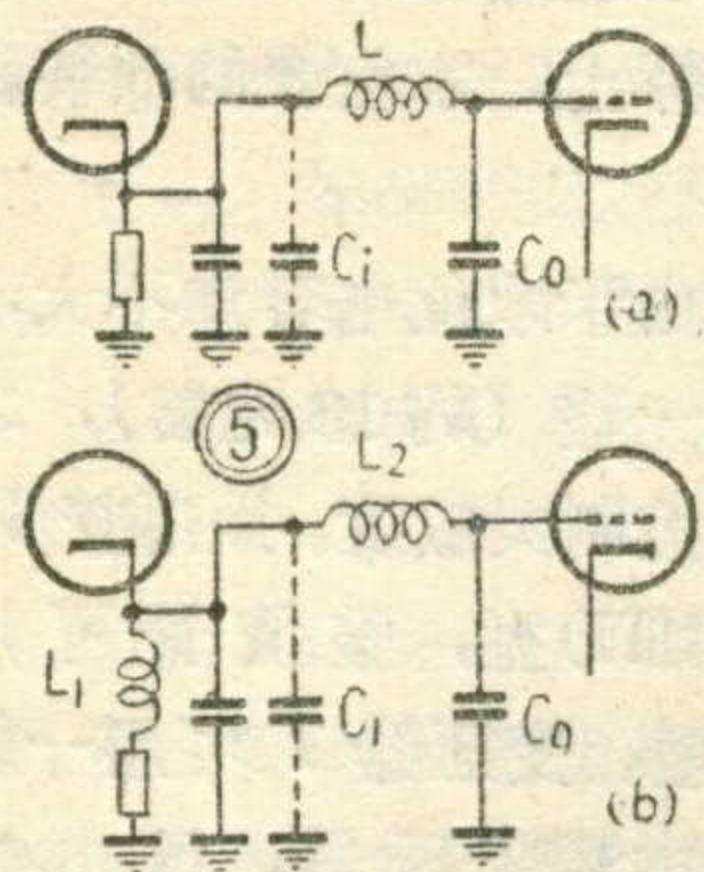
檢波器輸出电压的极性决定于电路的連接。在檢查极性时,應該記住全电视信号的发送是采用负极性調制的,即在已調制的图像中频信号中,同步脉冲具有最大的振幅,而最大的白色則相应于最小的振幅(图1)。

在图3a中,負載电阻R接在二极管的屏极(和机壳之間)。

因为輸入的中频信号接入阴极,所以只有在輸入信号的负半周,二极管才导电,如果以接机壳的b点为零电位点,則輸出点a的电压是负值,其波形如图所示,这时同步脉冲是最大的负值,但最白色部分却是最小负值,所以这时輸出电压是正极性。图3b中負載电阻R是接在阴极(和机壳之間),在輸入信号正半周,二极管导电,因此a点的輸出电压是永远为正的,但这时同步脉冲具有最大正值,而图像白色部分却是最小正值,所以輸出电压是负极性。

由此可知,視頻檢波器的負載电阻的連接不是隨便的,它和后面視頻放大器的級數、以及輸出是加到显像管的栅极还是阴极有关。图4中画出几种可能的連接法。图4a中图像視頻信号是加到显像管的栅极,需要正的极性。因为前面的一級視頻放大器能将信号相位反轉180°,因此視頻放大器的栅极輸入电压极性应和显像管上的相反,是负的,所以檢波器的負載电阻应接在二极管阴极(同图3b)。图4b情况則相反,信号是加到显像管阴极,也使用一級視頻放大器,因此檢波器的輸出电压应具有正极性,負載电阻是接在二极管屏极(同图3a)。图4c和图4d是使用两級視頻放大时的情况,因为信号相位經两次反轉,所以檢波器輸出电压极性和加到显像管的电压的极性是相同的,檢波器接





法如图示。

(2) 寬的通頻帶、低的負載電阻。視頻檢波器的輸出信號必須具有5~6兆赫的頻帶才能保證得到最清晰的圖像。由於電路上的分布電容在高頻端對負載電阻呈很大的旁路作用，所以為了避免高頻過多地衰減，應該使用阻值很小的負載電阻，它的數值通常在3~4千歐左右。

(3) 檢波效率較低。在收音機里，檢波器的傳輸系數是比較高的，接近於1。但在視頻檢波器里，由於使用了阻值這麼低的負載電阻，所以傳輸系數相當小。為了提高效率，應該使用內阻很低的二極管。用在視頻檢波器的真空二極管的內阻約為400~500歐。半導體二極管的內阻與此相近或更小一些。在這樣的條件下，傳輸系數約為0.6左右。

(4) 輸入電阻很低。在視頻檢波器里，輸入電阻略小於負載電阻，但因負載電阻僅為3~4千歐左右，所以輸入電阻的數值也是很低的。它會使得中頻回路的諧振阻抗大大下降。但因為中頻放大級的頻帶是很寬的，所以關係還不大，僅在設計時需把它考慮進去。

(5) 使用的濾波器要較好。前面已經談到，在檢波器的輸出端，應將中頻信號成分濾除。當然，光靠電路上存在的分布電容(約5~10 μ F)，也是能把中頻信號旁路掉的。然而圖像視頻信號的最高頻率高达6兆赫，和圖像中頻頻率(34.25兆赫)相比，彼此相差僅是5倍左右，因此一只簡單的旁路電容不能在二者之間給出足夠的鑑別能力。電容量大時對中頻的濾除固然好，但圖像視頻信號的高頻部分却同樣遭到很大的衰減。電容量小了則情況相反，這時視頻信號高頻響應衰減雖不多，但中頻的濾除却不好。為了解決這一矛盾，可採用LC濾

波網絡。圖5a是 π 式低通濾波器，它和視頻放大器中的高頻串聯補償是一樣的。圖5b則在負載電阻上也串上一個電感，它相當於視頻放大器中的高頻複合補償，效果比前者更好些。採用了LC濾波器，不但可以有效地把中頻濾除掉，而且還因為它的電感在視頻信號高頻端和電路電容諧振而獲得對圖像視頻信號的高頻補償功用。

第二伴音中頻信號的產生

視頻檢波器還有一個很重要的功用，就是使伴音中頻載波和圖像中頻載波發生差頻，產生一個6.5兆赫第二伴音中頻信號，其工作過程和接收電報中的差頻檢波是相似的。

在電視機的視頻檢波器里，輸入端有兩個電壓，一是在27.75兆赫伴音中頻(圖6a)，振幅較小，另一是34.25兆赫圖像中頻，振幅較大(圖6b，為簡明起見，設圖像視頻信號完全為最大白色)，由於差頻作用，總合電壓就具有一頻率為二中頻之差即6.5兆赫的振幅變化(圖6c，這種過程實際上在輸入端以前就已發生了)。經檢波作用後，於是在檢波器的輸出端可以得到如圖6d的電壓波形。這時除了全電視信號外，還疊加了一個6.5兆赫的差頻信號(後者在前面各圖的輸出電壓中都未曾畫出)。由於伴音中頻原是調頻的，即伴音信號的頻率是在

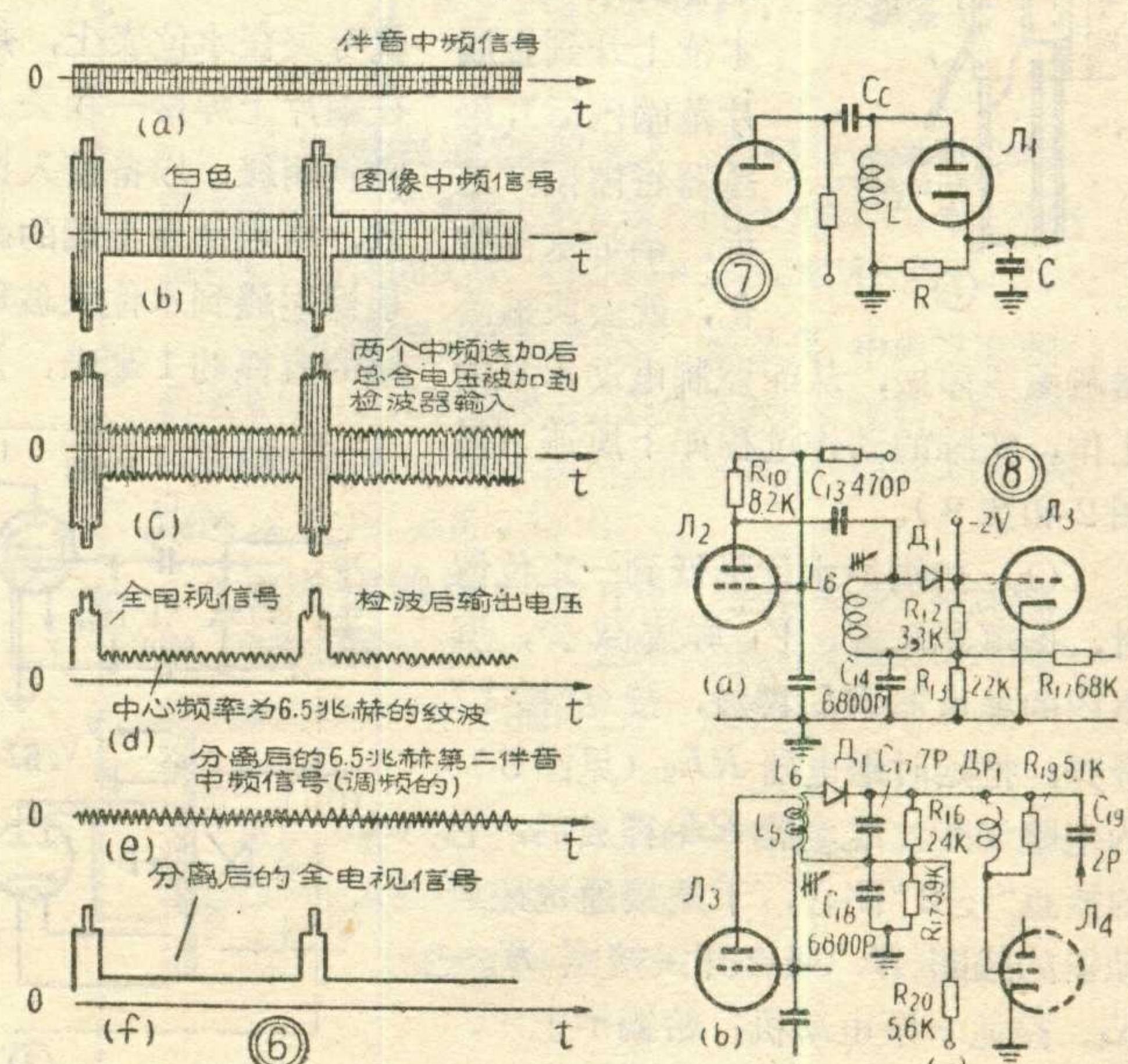
27.75兆赫上
下擺動着的，
因此，輸出的
差頻信號的頻
率也是以6.5
兆赫為中心而
擺動的，亦即
保留了原來伴
音的頻率調制
特性，這就叫
做第二伴音中
頻信號。在這
裏，圖像中頻
就起了第二本
地振蕩的作用。

然後利用調諧電路，把这个差頻信號取出送到伴音通道去。取出地點可以在檢波器的輸出端，也可以在視頻放大器的屏極電路。後者的優點是可以得到一定的放大量，缺點是可能使伴音中的哼聲干擾較大。

由於圖像中頻信號是調幅的，因之它會使得6.5兆赫第二伴音中頻信號上出現一些寄生調幅，結果在伴音中表現為特有的50赫哼聲和15625赫噠音干擾(後者不易聽出)。但是，只要在中頻放大器里將伴音中頻的放大量壓低到5%左右，那末，這種寄生調幅就減低到相當小，再經伴音通道的限幅作用後，這種50赫哼聲干擾就能基本上消除。

基本電路

圖7是常用的電容耦合式視頻二極管檢波電路，它用於並聯饋電單迴路中頻放大級的後面。 L 是中頻線圈，和分布電容以及極間電容形成諧振回路， C_c 是耦合電容。檢波器負載電阻 R 接在 J_1 的陰極，所以輸出的圖像視頻信號是負極性的， C 是輸出電路的分布電容，對中頻信號起著濾波作用(或採用LC濾波器)。圖3所示的則是變壓器耦合式電路，多用於雙線並繞變壓器耦合中頻放大級的後面。除了輸入電路不同外，其餘和圖7是一樣的。(下轉第15頁)



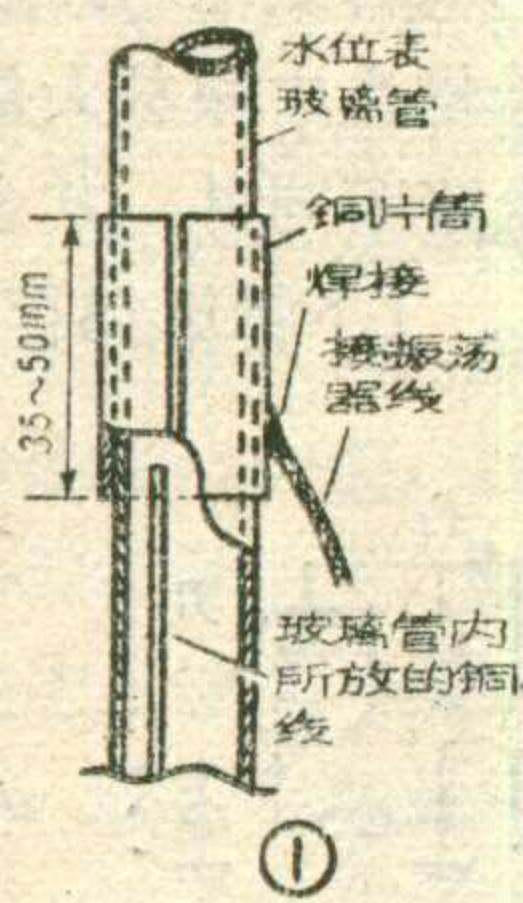
中小型鍋爐自動給水裝置

李 煒 輝

大多數中小型蒸汽鍋爐，尤其是小型蒸汽鍋爐，都沒有采用自動給水裝置。要解決中小型鍋爐自動給水問題，必須製成費用低、體積小、使用簡便的自動控制設備。這裡介紹一種電子控制自動給水裝置，製作簡易，不需要改動鍋爐本體和附件的結構。如果現有的蒸汽鍋爐是用人工控制的電動水泵給水，那麼加裝這種自動控制裝置更為方便。

基本原理

一般鍋爐都有一根玻璃管式水位表。如果在它的外面包上一段金屬片（見圖1），那麼金屬片與玻璃管內的水就構成一個電容器。當水位表內的水上升到金屬片範圍內時其電容較大，而金屬片範圍內無水時，電容量較小。將這個電容器接到一個調屏調柵式振蕩器的柵極振蕩回路內（見圖2），並且調整柵路中的可變電容器，



使振蕩器在水位電容較小時起振，那麼當水位電容變大後（即水位上升到金屬片範圍內後），振蕩器將停振。這樣，鍋爐水位變化，就會使振蕩器起振或停振，從而控制電動水泵的工作。實際的動作過程如下所述（見圖2和圖3）。

(1) 在鍋爐水位降低到一定位置時，振蕩器起振， V_1 屏流減少，屏路內的繼電器 RL_1 釋放，接點“控1”分開，把延時繼電器 RL_2 （見圖3）的電路切斷。繼電器 RL_2 釋放後，它的接點“控2”閉合，於是接通電磁起動器的線圈 K ，吸合開關接點 $K_1 \sim K_4$ ，接通水泵電動機，給鍋爐上水。

(2) 在鍋爐水位上升到正常位置

時，振蕩器停振， V_1 屏流增大，繼電器 RL_1 吸動，接點“控1”閉合延時繼電器 RL_2 的電路。經過一段時間後，繼電器 RL_2 吸動，它的接點“控2”分開，切斷電磁起動器線圈 K 的電路，線圈 K 失去磁力，開關接點 $K_1 \sim K_4$ 被彈簧拉開，電動機停止運轉，水泵停止給水。

延時繼電器 RL_2 的作用，是讓電動機在水位達到正常位置後還運轉一段時間，使水泵給水稍超過正常水位，這樣可避免水泵電動機頻繁啟動。延時時間，根據水泵給水量大小來確定。

在圖3中還畫有組合開關 $S_{2a} \sim S_{2c}$ （同軸轉動）。利用這組開關，可以在必要時轉為人工控制。這時，只要按電鈕 K_{n1} 就可起動水泵電動機，按電鈕 K_{n2} 就可使水泵電動機停止運轉。

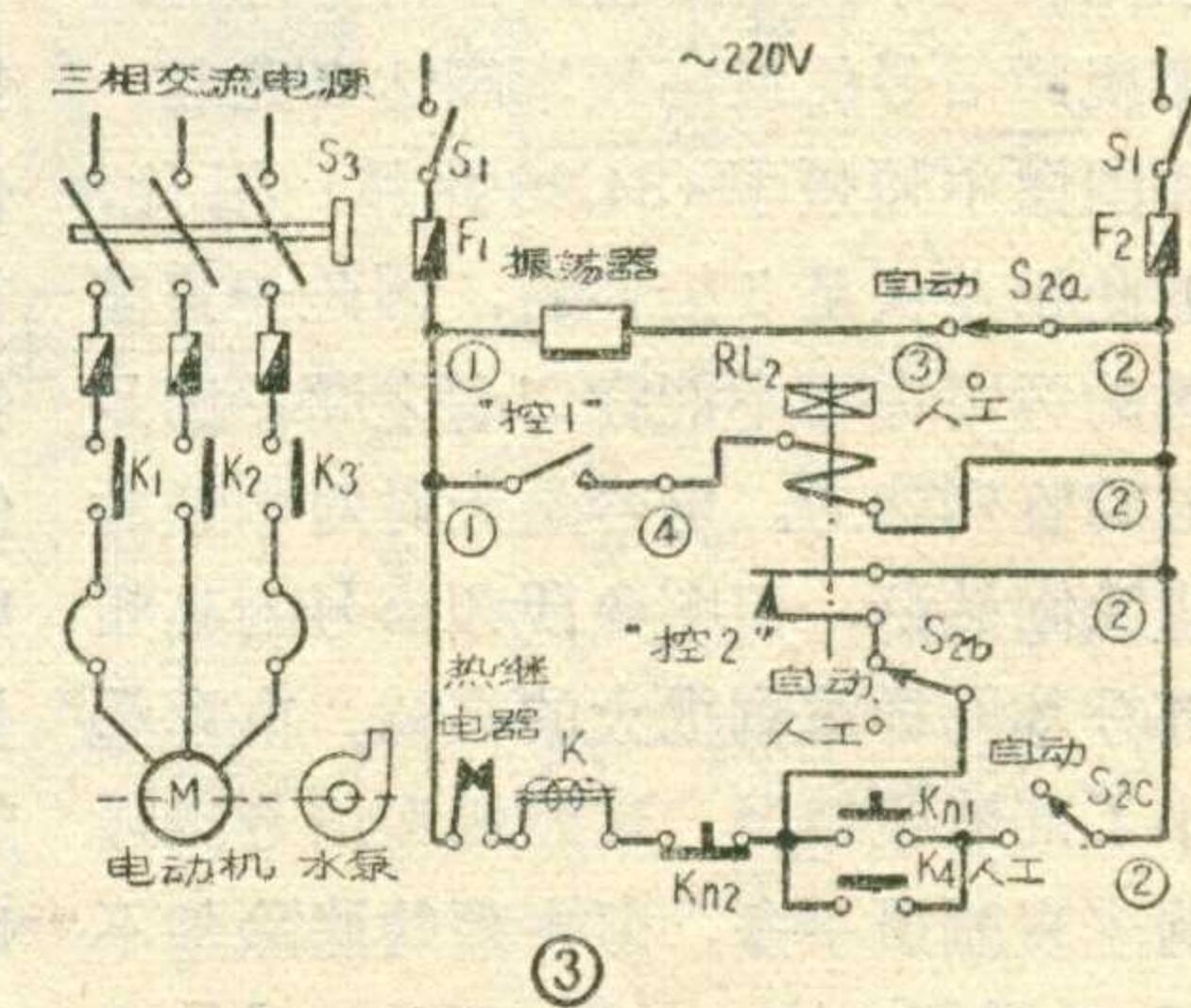
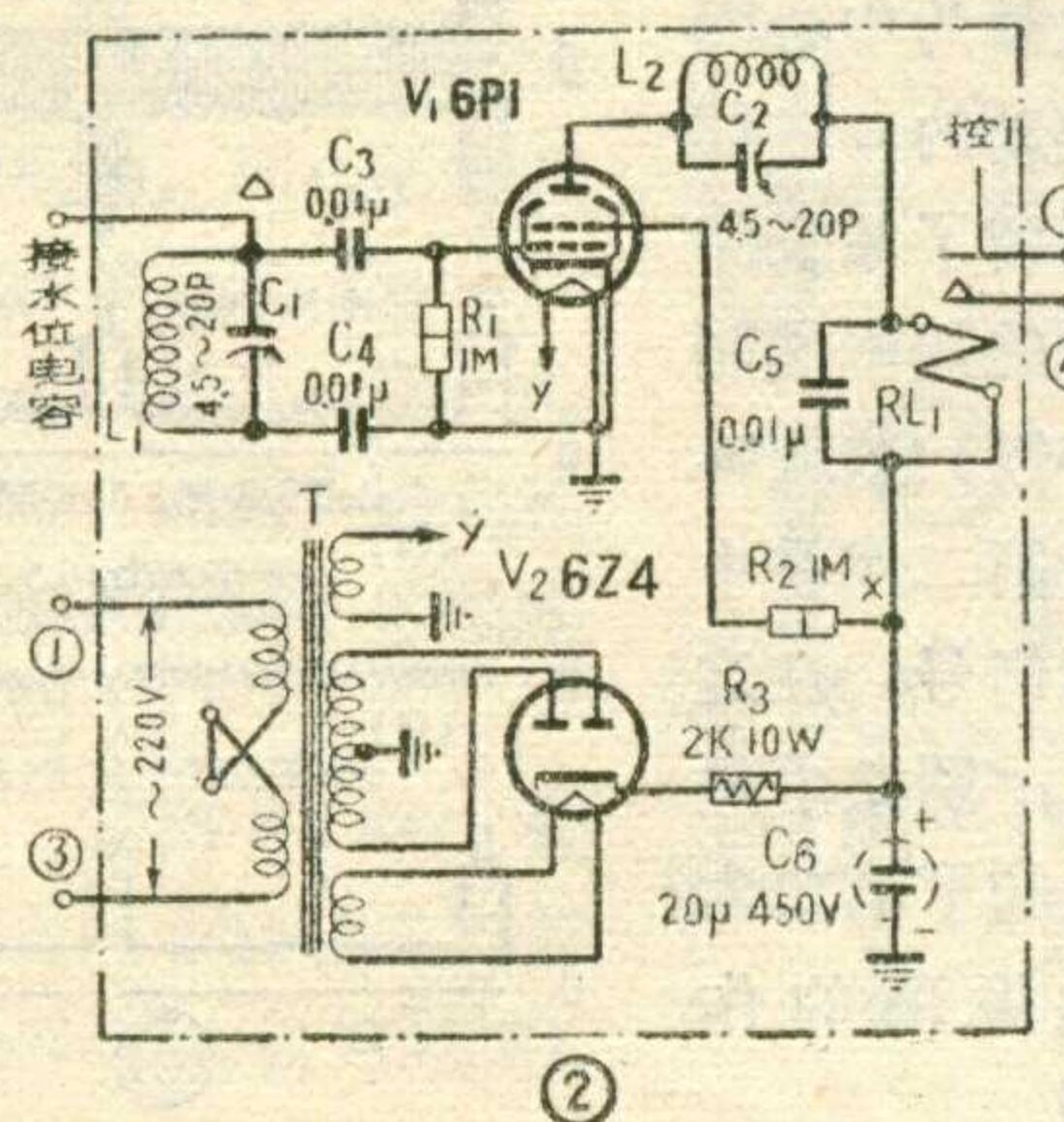
安裝與調整

水位表的改裝 用0.2~0.5毫米厚的銅片，高約35~50毫米，長按水位表圓周計算。把這塊銅片卷成圓筒狀，直徑略小於水位表直徑，這樣就可夾在水位表上，並可上下移動。在銅片上焊接一根長1.5米的絕緣多股軟銅線，以備接入振蕩器柵路。此外，將水位表上端的絲堵擰下，放一根裸銅線到水位表玻璃管內，這根銅線的直徑約1毫米，長度略小於水位

表下端至正常水位處的距離。放好銅線後，將絲堵擰上，水位表的改裝就完成了。

振蕩器 由於水位電容量不大，振蕩頻率應高一些（約18兆赫），才能得到較好的控制靈敏度。振蕩管 V_1 可用6P1(6П1П)型，整流管可用6Z4(6Л4П)型。變壓器 T 可用一般五燈收音機的電源變壓器，繼電器 RL_1 可用JR-2型中間繼電器，要求吸動電流為25~30毫安，釋放電流為10毫安。電容器 C_1 和 C_2 為瓷介微調電容器，電容量範圍為4.5~20微微法。 L_1 和 L_2 用直徑0.5毫米的漆包線分別在兩個直徑為1.5厘米的膠木管上密繞12圈。圖2所示振蕩器各元件應單獨裝在一個底板上。線圈 L_1 、 L_2 ，電容器 C_1 、 C_2 ，以及繼電器，都應裝在底板下面。 L_1 和 L_2 應很好地隔離，防止引起電感交連。整個振蕩器應裝在一個金屬匣內。

振蕩器裝好後，應單獨進行調整。調整時應先在繼電器 RL_1 接電源的一端（圖2中有×符號處）斷開，串接一只毫安表，並且在接水位電容器的端子上接一根1.5米長的絕緣拖線。然後接通電源，毫安表的讀數如果開始時上升，隨後突然下降到5~10毫安，而繼電器 RL_1 也先吸合，隨後釋放，則說明振蕩器已起振。這時用手接近拖線末端，毫安表讀數應突然上升到25~30毫安，同時繼電器 RL_1 應吸動。當手離開拖線時，毫安表讀數應下降到5~10毫安，同時繼電器 RL_1 應釋放。如果接通電源後，振蕩器不起振，這時應調整 C_1 和 C_2 ，使兩個回路的諧振頻率



相等，就可得出上述的工作状态。否则，应再检查线路是否接错，零件是否有毛病。如果毫安表读数的变化范围与上述情况相同而继电器 RL_1 不动作，这说明继电器 RL_1 有故障，应检查修理。

调换 R_1 的阻值，可以调节屏流的下限值；调换 R_2 的阻值，可以调节屏流的上限值。如果所采用的继电器 RL_1 的规格不同，可适当调整 R_1 和 R_2 的数值，来达到工作要求，但应注意屏流最大不得超过 48 毫安。

控制板（见图 3）需用的主要零件如下：双刀单掷开关一个（即 S_1 ）；5~10 安的瓷制插入式熔断器两个（即 F_1 及 F_2 ）；组合开关（组 1—10 电/2 型）一个（即 S_2 ）；延时继电器（延时 7—3 型，线圈电压 220 伏）一个（即 RL_2 ）；按钮开关（按 6 型）一个（即 K_{n1} 和 K_{n2} ）。至于水泵电动机电路用的三个熔断器、组合开关（ S_3 ）、电磁起动器和热继电器等，应根据水泵电动机容量选择，这里不准备介绍了。

将上述零件装在一块铁板上，按钮开关可装在管理人员控制方便的地方。整个控制板应装入金属箱内，然后固定在墙上。

运用調整

振荡器安装并调整好以后，按照图 3 接入控制电路内。把从水位表上铜片引出的接线焊接在振荡器回路上（即图 2 有△符号处）。这根引出线长度应小于 1.5 米，并且不能碰触地面、墙壁或其它物件。应把这段线拉紧拉直，在中间用绝缘柱支撑。

调整的步骤如下：

- (1) 把水泵电动机电源拉断，即把组合开关 S_3 转到零位；
- (2) 把组合开关 S_2 转到自动位置；
- (3) 先把延时继电器调整到延时 3~4 秒；
- (4) 合上双刀开关 S_1 ；
- (5) 把水位表上的铜片推到水位表无水的一段上；
- (6) 调整振荡器内的 C_1 和 C_2 ，使继电器 RL_1 释放（振荡器起振），这时电磁起动器应吸合（即 $K_1 \sim K_4$ 吸合）；
- (7) 把水位表上的铜片推到水位表有水的一段上，这时继电器 RL_1 应吸合（振荡器停振），而继电器 RL_2 经一段延时后应吸动，使电磁起动器释

放（即 $K_1 \sim K_4$ 分开）。如振荡器已单独调好了，一般是能达到这项要求的。

这样调整好以后，即可将铜片放在水位表上规定的正常水位位置。

继电器 RL_2 的延时调整，应根据实际每次的给水量进行。这段时间越长，则每次给水量就越多。

使用注意事项

这个装置只适合作断续供水控制之用，这是一个缺点，但是中小型锅炉用人工控制给水时也是采取断续供水的方法，所以仍有一定的使用价值，并可进一步实验改进。

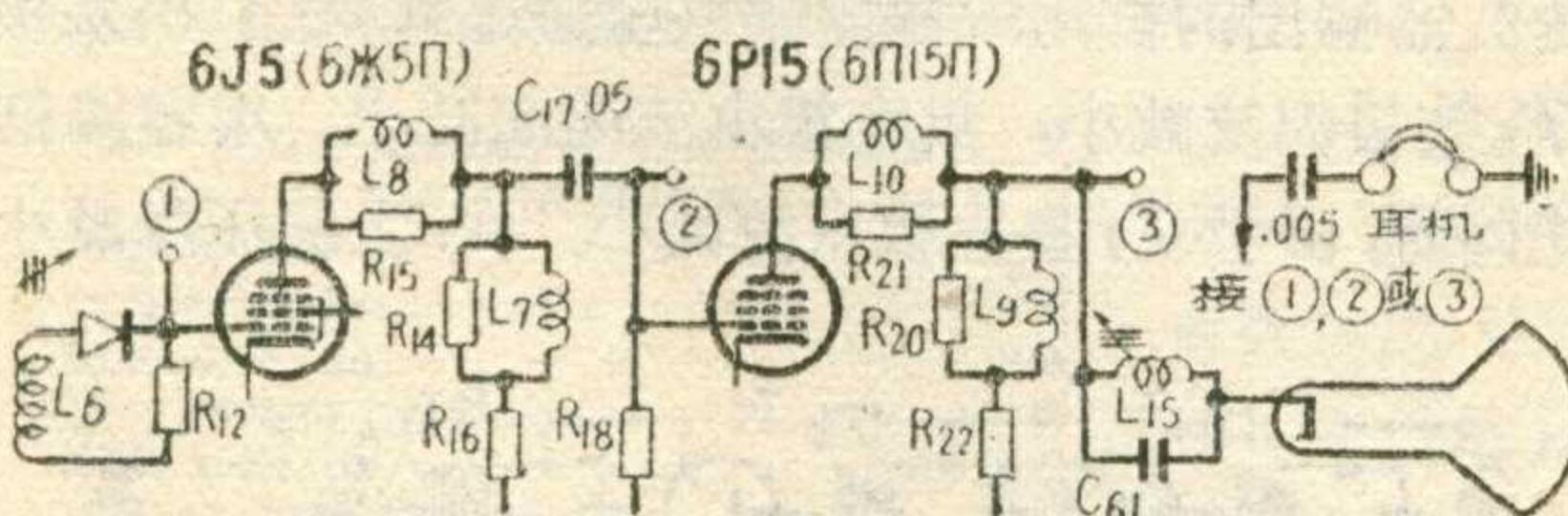
在使用时，应调节供水量，使供水量只略大于最大蒸发量，这样可避免水泵电动机长时间频繁交替启动、停转。此外，在每次接通电源时，一定要先接通控制电路的电源，让电子管预热半分钟，控制电路工作正常之后，才能将水泵电动机电源接通。否则接通电源后，水泵电动机会立即启动，如果水泵出水率很大，容易发生事故。

如果用阀门控制给水，那么可把电动机的启动控制部分改装，用电磁铁来控制给水阀门的启闭。

用耳机监听视频信号

电视接收机图像通道有了故

障，显像管上就只有光栅没有图像，原因多半是由于电视图像信号很弱，不能使荧光屏激励起来。修理时如果仪器不全，检查起来比较困难。这时可以利用一副耳机，如附图所示（是以北京牌电视机为例），一端接通底座，一端串接一只 0.005 微法的纸介电容器，接到视频信号输出端③上。如果通道工作正常，在调整电视信号时就可以听到电视台的帧同步脉冲振荡声，它的频率为 50 赫，



和电源交流声相仿，只是较为碎些和脆些（因为它不是正弦波而是脉冲电流）。如果听不到，可以将耳机依次向前接到②和①点上，很快就能把故障部位寻找出来。这种方法虽然简单，但是极为灵敏可靠。（苗润疇）

介绍几种新刊物

《无线电通信译丛》 双月刊。中国科技情报研究所出版。主要翻译报导国外微波中继通信的基本理论和实用方面的文献。每期约 8 万字，定价 0.35 元。

《有线电通信译丛》 双月刊。中国科技情报研究所出版。主要翻译报导国外有关长途电话、电报和通信线路的基本理论及实用方面有参考价值的文献。每期约 12 万字，定价 0.55 元。

《电信快报》 半月刊。上海科学技术编译馆出版。主要翻译报导国外有关市内电话和无线电短波通信的基本理论及实用方面的文献。每期约 1 万 6 千字，估价 0.05 元。

以上刊物均从 1964 年 1 月起开始出版。读者可在今年第四季度直接向当地邮局订阅。

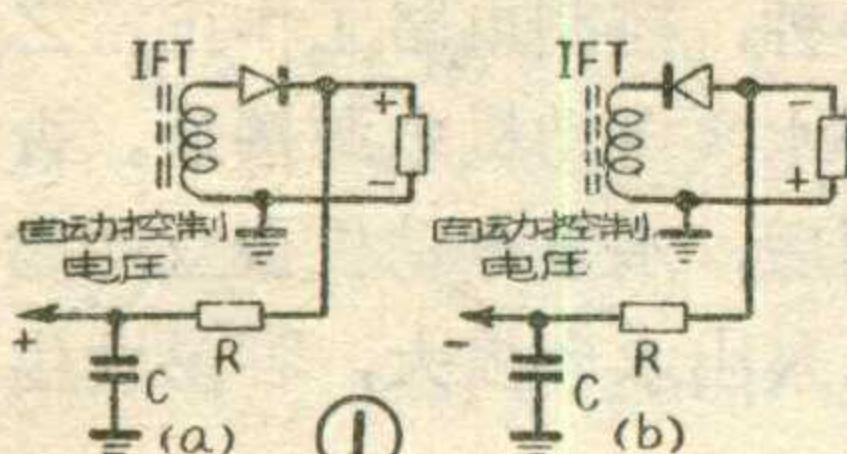
此外，《邮电快报》于 1964 年 1 月停刊。

晶排管自動增蓋控制電路

丁启鴻 王本軒

晶体管超外差式收音机和电子管收音机一样，一般都装有自动增益控制电路，使收音机在接收强弱不同的信号时，输出的音量大小不致差别过大。

晶体管自动增益控制电路的原理和电子管自动增益控制电路基本相同，即利用检波器输出电压的直流成分加到被控管的基极，来控制它的基极偏流，从而改变其增益的大小。这个控制电压的极性应该和被控管基极原有偏置电压的极性相反。这样才能随着外来信号的加强而使被控管基极偏流减小，从而降低其增益。如果被控管是 PNP 型，它的基极偏置电压原来是负的，那么控制电压的极性就应该是正的，检波二极管应该如图 1a 的接法；如果被控管是 NPN 型，它原来的基极偏压是



正的，控制电压的极性就應該是負的，檢波二極管則應該如圖 1b 的接法。

从图中可以看出，控制电压的极性是由檢波二极管

的接法来决定的，因此二极管的极性不能接错，否则就会起到相反的作用。

一般常用的晶体管自动增益控制电路如图2所示。图中繪出了晶体管超外差收音机的两級中頻放大器和檢波器的有关电路。自动增益控制电压是从檢波負載电阻 R_H 上端通过一个 RC 濾波器加到第一中放管 T_2 的基极上，只控制第一中放級的增益。电阻 R 除了具有沟通晶体管 T_2 和檢波器的作用外，同时还供給檢波二极管 D_1 一个起始偏压，以保证二极管能够在其綫性部分檢波，以減輕小信号时的失真。这种电路由于自动增益控制电压濾波电阻 R 和檢波負載电阻 R_H 是并联的，所以又叫做并联式自动增益控制电路。

在晶体管电路中，除非本地振荡采用另外的晶体管（即采用混频电路）自动增益控制电压通常都不加到变频级，因为在变频级加自动增益控制电压，会使其集电极电压发生变化，从而使晶体管内集电结的电容发生变化，引起本地振荡频率的漂移。另外自动增益控制电压也不宜

加到第二中放級，因为在第二中放級的輸入端信号的振幅已經較大，控制的結果將会使信号发生很大的失真。

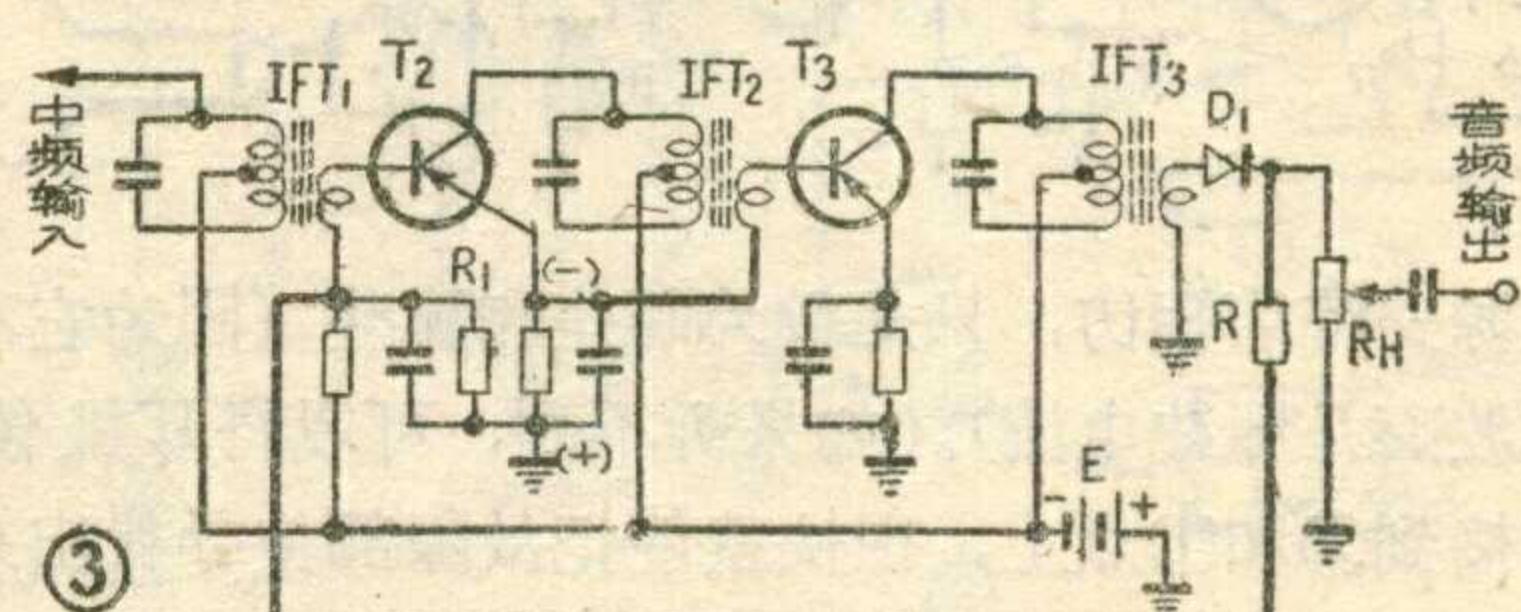
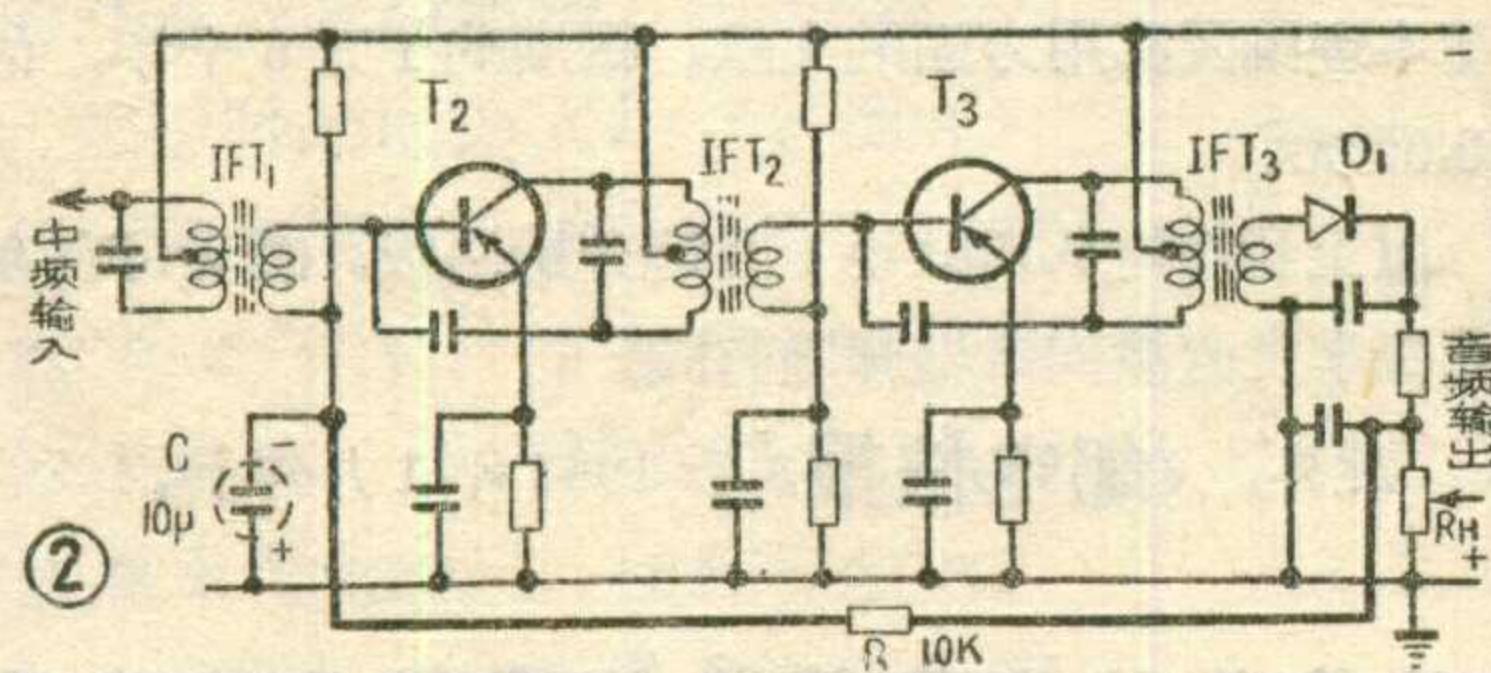
和电子管自动增益控制电路的质量要求一样，晶体管自动增益控制电路也应该具备下列三个基本要求。

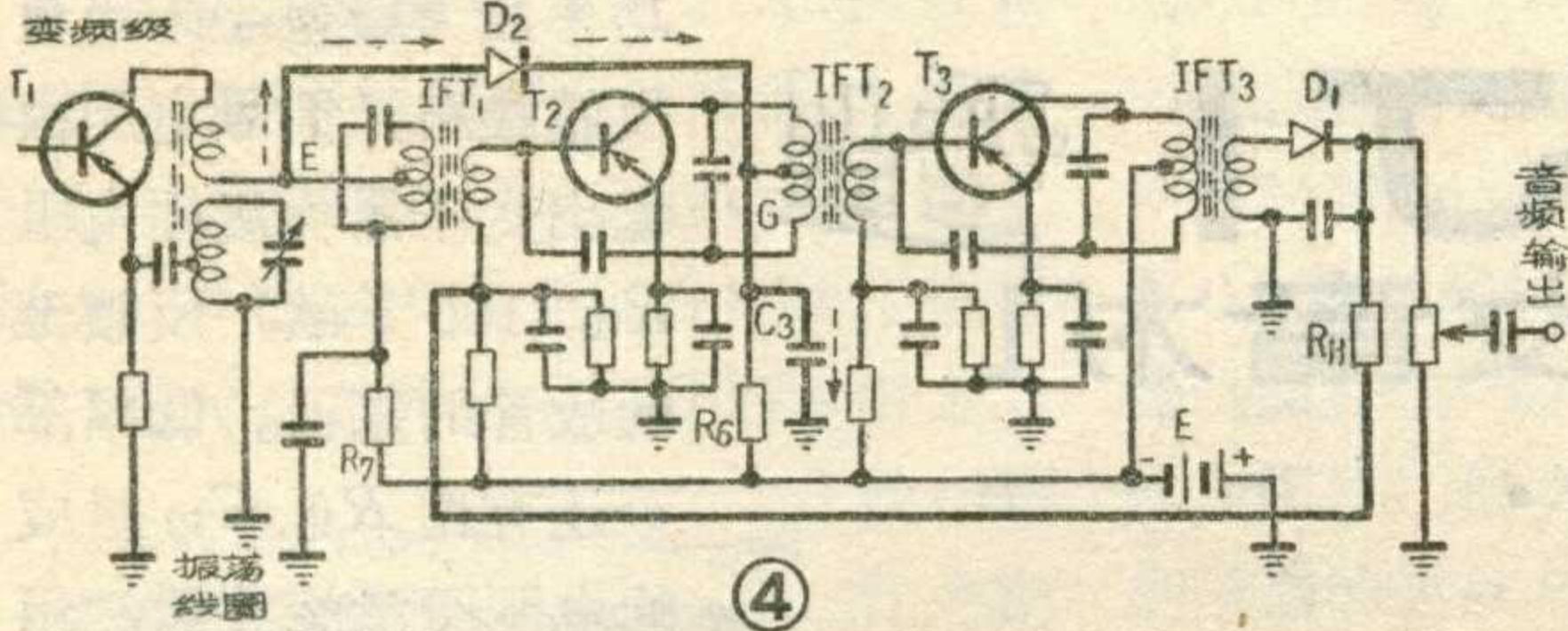
- (1) 控制作用只能与输入高频信号的载波振幅成比例，不能与音频调制电压有关。
 - (2) 控制作用不能引起音频信号的失真。
 - (3) 控制速度要快，要跟得上输入信号强弱变化的速度。

对于第一点來說，要求对控制电压有完善的滤波电路，以便彻底滤除检波所得的音频成分，这就要求电路中的 RC 时间常数要大一些；但是对于第三点來說却要求 RC 时间常数要小一些，以便在接收信号强弱发生剧烈变化时，控制作用能够跟得上，才不至于将微弱信号漏掉。一般在中波收音机中 RC 时间常数多采用 $0.1 \sim 0.3$ 秒，在短波机中则采用 $0.1 \sim 0.2$ 秒。和电子管收音机不一样的是，在晶体管电路中所用 R 较小、 C 较大（电子管电路中则为 R 较大、 C 较小）。 R 一般为 10 千欧， C 为 10 微法，其乘积为 $10 \times 10^3 \times 10 \times 10^{-6} = 0.1$ 秒。这是因为自动增益控制电路中的 R 同时作为晶体管基极偏置电路的一部分，为了保证晶体管必要的稳定性系数， R 不能采用过大的阻值。否则晶体管的热稳定性就不好。

上面所介紹的是一般常用的自动增益控制电路。由于它只是控制了一級中放管的增益，在接收强信号时，有时还会感到控制效果不足。为了增强自动增益控制的效果，晶体管收音机中常采用补偿的办法。下面是两种具有补偿作用的自动增益控制电路。

图3 电路除了控制第一級中放增益而外，对第二級中放的增益也具有一些控制作用。这里第二中放級 T_3 的基极偏压是由 T_2 的发射极来供給。当外来信号增强时，从檢波器輸出的自动增益控制电压通过 R 送至 T_2 基极，使 T_2 基极偏流减小，集电极电流因而减小，增益降低。与此同时，由于 T_2 集电极电流减小， R_1 上的压降减小，





T_2 发射极电位趋正，因而也使 T_3 基极偏压趋正， T_3 的增益也随之减小。这样就增强了自动增益控制作用。

图4是利用二极管单向导电性能的高頻旁路式自动增益控制电路。它在一般的自动增益控制电路以外，另

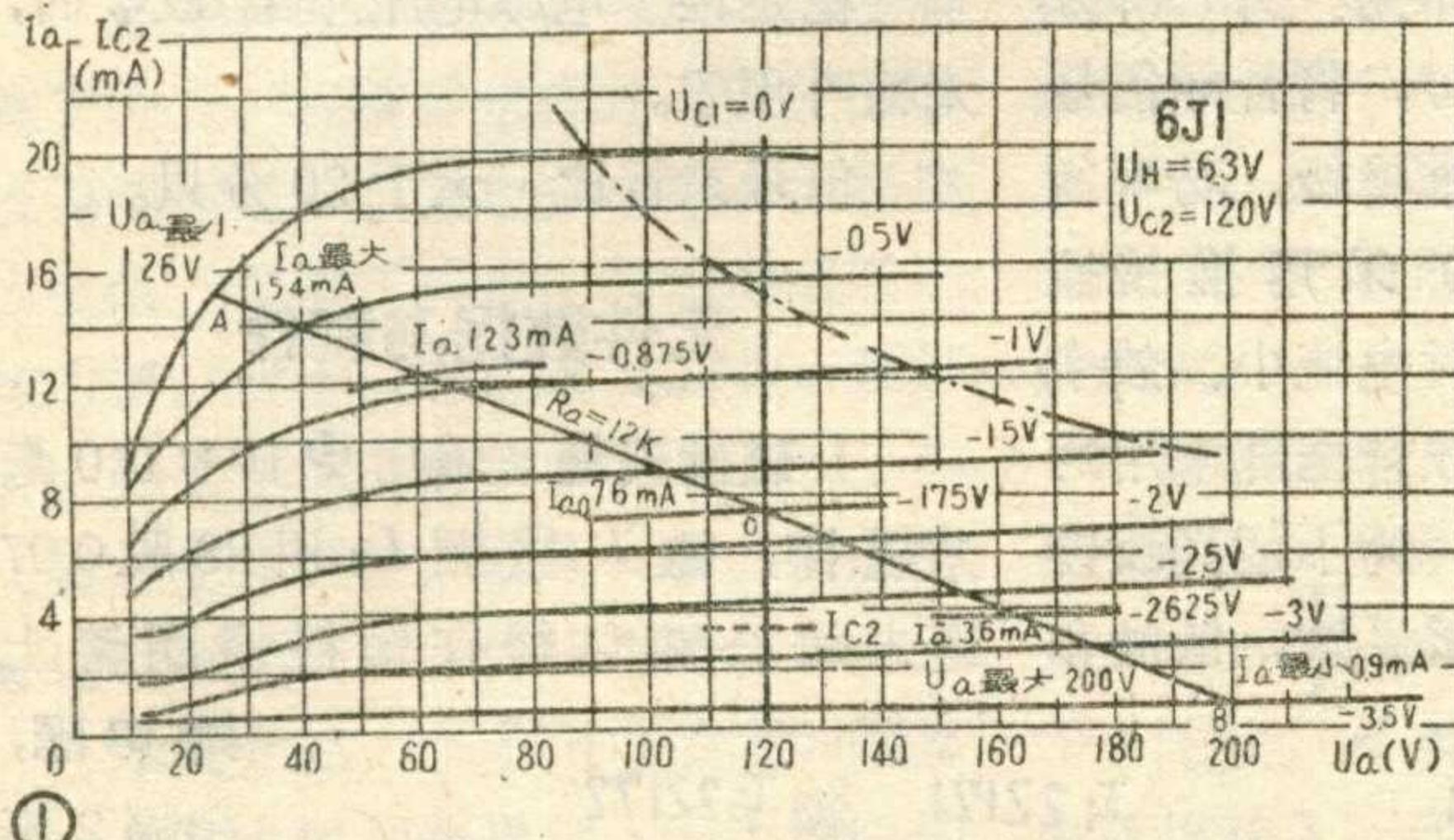
在中频变压器 IFT_1 和 IFT_2 的中心抽头 E 点和 G 点之间接有一个二极管补偿电路。此电路应适当选择 R_6 和 R_7 的阻值，使无信号输入时， G 点直流电位略高于 E 点，这时二极管加有负偏压，阻抗较大，对高频信号旁路作用小。当外来信号增强时，检波管 D_1 输出的自动增益控制电压使第一中放管 T_2 基极偏流减小， T_2 集电极电流也相对减小，在 R_6 上压降也较小，因此 G 点电位趋负。这时二极管 D_2 处于通流状态，阻抗也随之降低，一部分高频电流将通过 D_2 、 C_3 旁路到地，因而在降低第一中放级增益的同时也降低了变频级的增益，这样就加强了自动增益控制的作用。

用6J1作省电的功率输出级

武 竞

以中 μ 三极管如 $1/26N1$ （或 $6N8P$ ）应用在经济省电收音机中，作单端甲类功率输出级，已经是大家所熟知的了。但是三极管的屏效率和功率灵敏度都比五极管低，而且灯丝电流也较大，所以还不算很经济。

选用某些屏阻较低的高跨导五极管，根据其特性曲线正确地选择工作点，就能作出效率更高更省电的经济功率输出级。国产管 6J1 就很合适。从图 1 的曲线可知，当屏极负载阻抗为 12 千欧，最大输出功率达 315 毫瓦，



6J1 作单端甲类功率放大的特性如表 1。

表 1 6J1 甲类单端放大(五极接法)

一般应用值及特性	
灯丝电压(U_H)	6.3伏
灯丝电流(I_H)	0.175安
屏极电压(U_a)	120伏
第二栅电压(U_{c2})	120伏
阴极电阻(R_K)	180欧
音频输入电压(有效值)($U_{c1\sim}$)	1.2伏
屏极电流(I_a)	7.6毫安
第二栅电流(I_{c2})	3.2毫安
屏极负载电阻(R_a)	12千欧
输出功率(P_{\sim})	315毫瓦
总谐波失真(γ_1)	7.4%
二次谐波失真(γ_2)	4%
三次谐波失真(γ_3)	6.3%

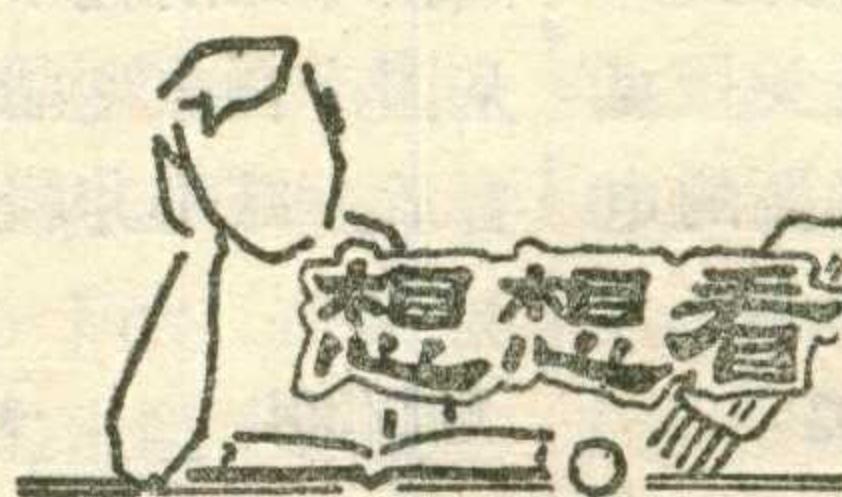
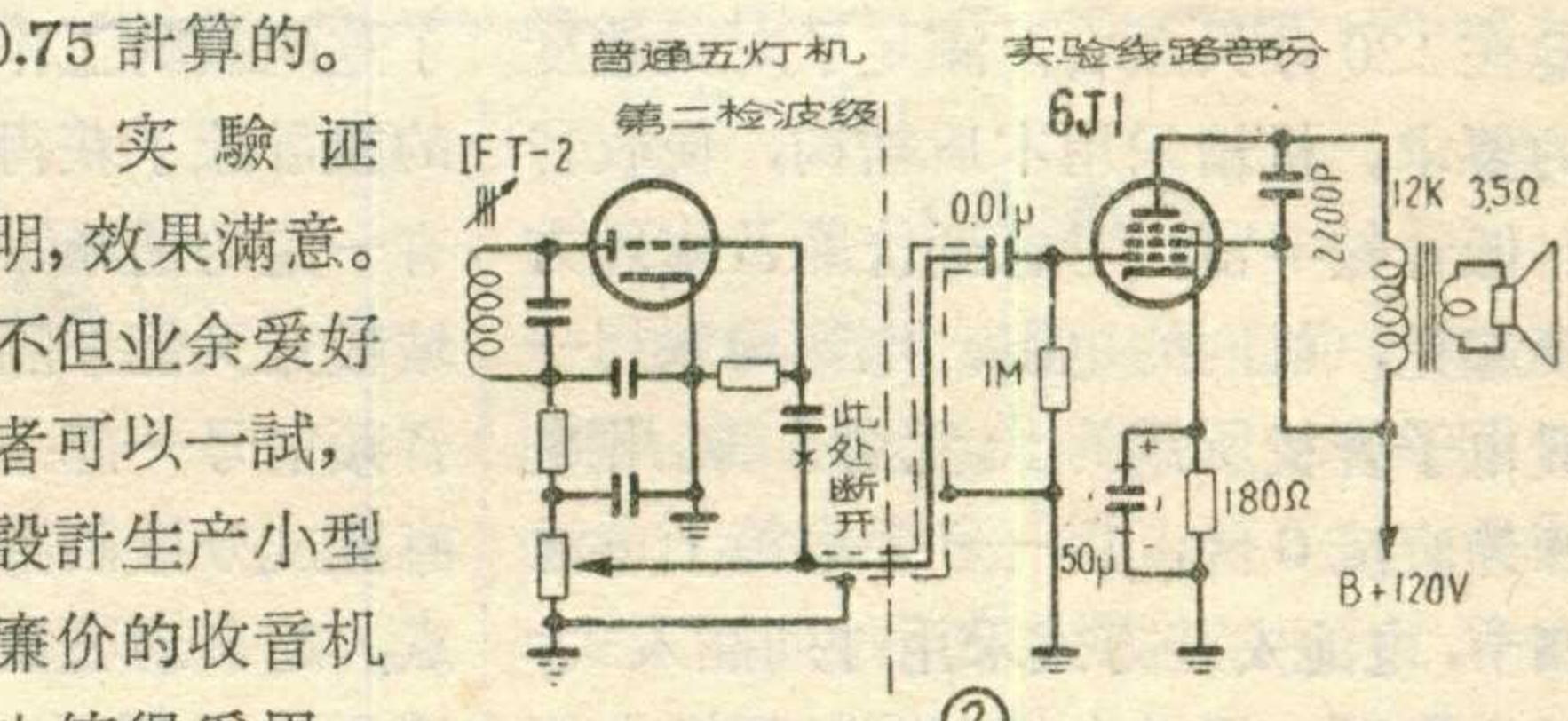
6J1 在最大输出时，栅极输入的音频电压只需 1.2 伏（有效值），这样就可以省去电压放大级，在第二检波后直接进行功率放大一般就能满足要求。经过试验的结

果如图 2，音频信号是取自普通五灯外差机的第二检波级。

配合负载阻抗 12 千欧的输出变压器，可使用普通配 130 毫米扬声器的输出变压器铁心，线圈须改绕：初级用 0.08 漆包线绕 3000 匝，次级用 0.51 漆包线绕 59 匝，配合音圈阻抗为 3.5 欧的扬声器。这个输出变压器的音频工作频率下限 $f_H=150$ 赫。输出变压器的效率 η_T 是按 0.75 计算的。

实验证明，效果满意。不但业余爱好者可以一试，设计生产小型廉价的收音机也值得采用，

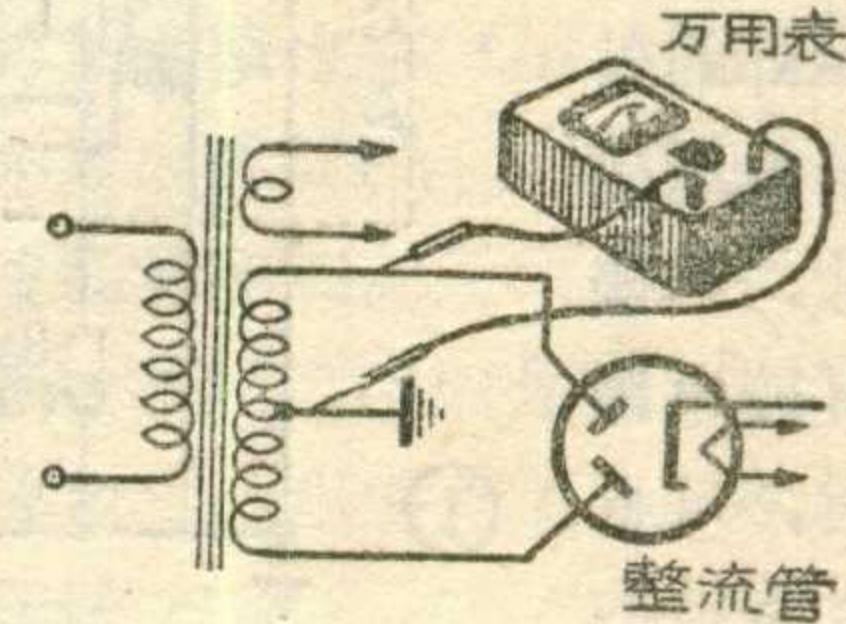
在音量音质满足一般要求的条件下，既能降低生产成本，收听使用时并可节约电力的消耗。



1. 小李和小张用一只万用表测试收音机。小李把电表搬到交流 250 伏一档，测电源变压器次级线圈电压（见图），结果是 200 伏，和变压器上注明的数值 220 伏相差不大。小张感觉奇怪，接过电表来又测一下，结果却是 220 伏了。为什么用同一个电表的同一档，会测得两种不同的结果呢？（唐青广）

2. 有一副耳机，不用任何其他东西，怎样判别它是好用的还是坏的？（张 波）

3. 在放大电路中，有的五极管帘栅电阻用得很大，例如几百千欧。但有的五极管帘栅极不接电阻，而直接接到高压。为什么？（林立钧）



飞乐 2J1 型晶体管收音机是上海无线电二厂今年的新产品，它是一架台式中波段六管超外差式收音机，具有与电子管超外差式收音机相同的特点，即灵敏度高、选择性好，——在普通钢筋水泥建筑物内，不接机外天线，也能获得良好收听效果。它适合于城市家庭及农村地区使用。在机座后部附设有外接电源插孔，可外接使用其他直流电源，或者另备交流变换器，利用交流市电供电。

电路原理及结构特点

本机采用的是标准的晶体管超外差机电路，它包含一级变频、二级中放、一级二极管检波及自动增益控制、一级低放、一级推挽输出。全机总增益在120分贝左右，满足了对灵敏度的要求。机箱采用木质结构，使收音时低音较丰富。考虑到价廉及修理方便起见，机内的电阻、电容均采用一般电子管机所用的大元件。使用电源为直流6伏，用一号手电筒干电池四节，电池安装方式采用并列插入式，结构灵巧，接触良好，同时调换电池方便。度盘照明指示选用间隙工作方式，由左侧内层大旋钮控制。收音机工作时，指示灯一般不亮。必要时将控制旋钮按逆时针方向旋转，开关闭合，指示灯亮，手松开后，开关接点自动断开，这样可以减少不必要的电流消耗。

左侧小旋钮为电源开关兼音量调节，右侧小旋钮调节电台。机座后部的外接电源插孔，当接外接电源时，可自动将机内

飞乐 2J1 型 晶体管收音机

•之倫•

干电池断开。此外并附有外接天、地线插孔装置。

图1为电路原理图。变频级 T_1 采用国产漂移型高频管 2Z302，振荡部分接成共基极调谐发射极反馈振荡器。中放级 T_2 和 T_3 选用高频管 2Z301，两级中放的增益将中频465千赫信号幅度放大至足以使二极管检波器 (1Z1或1G1) 处于直线段工作状态，减小了检波级引起的非线性失真。由于晶体管存在内部反馈，因此中放级需要有适当的中和装置，线路中两个3微微法的中和电容 (C_{10} 和 C_{14}) 保证了这两级的工作稳定性。中频变压器的设计除了获得良好选择性外，并要有一定的通频带，这样使整机放音音域较宽又能分隔电台清楚。检波后的音频信号一部分经 R_8 、 C_9 滤波后，其直流成分控制第一中放级的直流工作点，起自动增益控制作用。另一部分经低放级 T_4 (2Z171)，将音频信号放大，使它足以推动推挽级。功率放大级 T_5 及 T_6 (2Z172) 采用推挽输出，其优点是无信号时电流小、效率高、电源消耗小。低频管全部采用的是国产合金型晶体管。为了适当改善音质，减小非线性失真系数，低放和

功率放大级里还采用负反馈线路，信号电压由输出变压器次级经电阻 R_{20} (100千欧) 反馈至低放管的基极。低频部分还有由 R_{15} 、 C_{19} 组成的电源平滑滤波器，用以防止低频级间的耦合，避免产生工作不稳定和振荡叫声。

收音机外形、内部结构及主要元件位置的排列见封底。

电性能指标

本机性能指标与一般三极电子管广播收音机接近，输出功率亦能满足家庭收听之用，其主要指标如下：

频率范围 535~1605千赫。

灵敏度 不劣于2毫伏/米。

选择性 ±10千赫时大于26分贝。

整机频率特性(电压) 小于10分贝(150~3500赫)。

整机非线性失真系数 小于10% (200~3500赫)。

最大输出功率 400毫瓦左右。

电流消耗 (额定输出功率时) 68毫安左右。

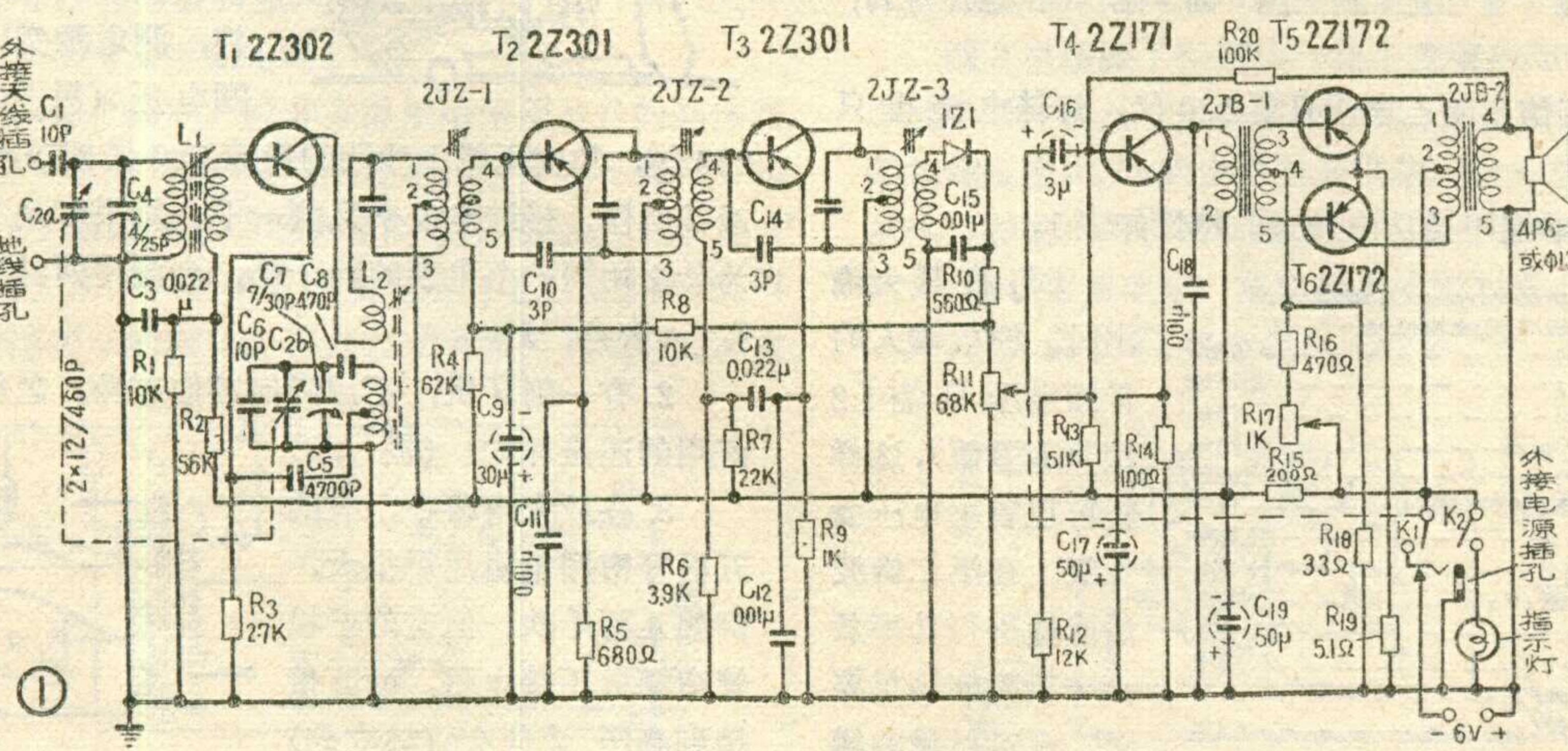
稳定性 电源电压降至60%时，无啸叫现象。

信号杂音比 大于20分贝。

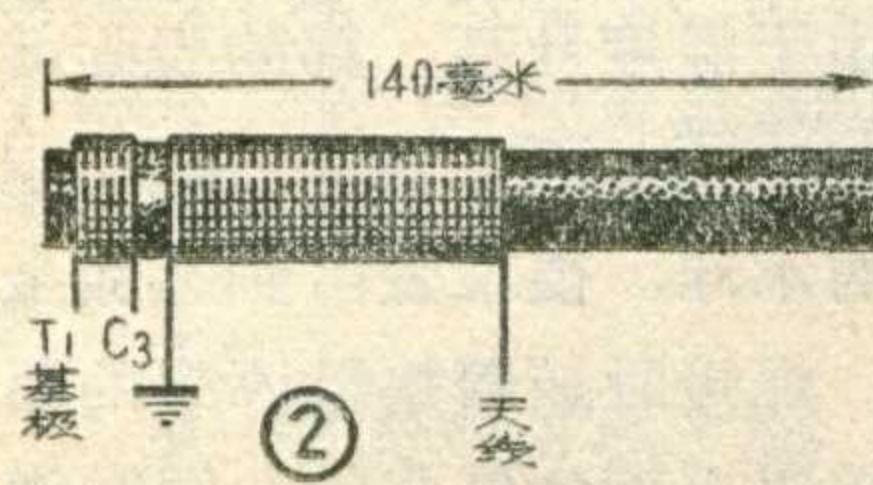
元件数据与制作

1. 磁性天线 采用 $\Phi 10 \times 140$ 毫米磁棒，输入线圈 L_1 用 28 股 0.07 毫米绞合漆包线在塑料线圈管上

绕 48 圈，相隔 2 毫米处用 0.19 漆包线绕 3 圈为变频级输入线圈，绕好后塗以聚苯乙烯胶或万能胶 (见图 2)。



2. 振蕩線圈 L_2 用 4×0.08 線包綫在 10 毫米線圈管上按蜂房式繞法順時針方向繞 66 圈，在起始第 8 圈上抽頭。再用 0.19 線包綫在距離主振蕩線圈 4 毫米處按蜂房式繞法順時針方向



繞 19 圈
作為振
蕩反饋
線圈，
繞好後

塗以聚苯乙烯膠或萬能膠。

3. 中頻變壓器 三個中頻變壓器均採用電感調諧式單調諧回路，回路中的電容選用 200 微微法。三個中頻變壓器的制作數據有所不同，第一個中頻變壓器 (2JZ-1) 的初級用 0.11 高強度漆包綫在 $\Phi 5$ 毫米線圈槽管內亂繞 190 圈，在第 63 圈處抽頭，匝數比為 3:1；次級用 0.1 線包綫繞在初級外層共 14 圈。第二中頻變壓器

(2JZ-2) 用同樣線徑在上述線圈管繞 160 圈(該級回路電容用 300 微微法)，在第 31 圈處抽頭，匝數比 5:1；次級用 0.1 線包綫繞 12 圈。第三中頻變壓器 (2JZ-3) 的初級圈數據同第一中頻變壓器，但次級圈數為 24 圈。中頻變壓器的設計與直流工作點有很大關係，本機中放級直流 I_c 為 0.5 毫安。

4. 輸入變壓器 (2JB-1) 選用厚 0.35 毫米的 D41 硅鋼片，鐵心舌寬 10 毫米、疊厚 13 毫米。其阻抗匹配對低頻失真很重要， T_4 管的輸出阻抗約為 10 千歐，推挽級的輸入阻抗約為 1 千歐，這裡我們採用 1.5:1 的圈數比。初級用 0.15 漆包綫分層平繞 1200 圈，次級用 0.13 漆包綫雙綫平繞 2×400 圈。

5. 輸出變壓器 (2JB-2) 鐵心尺寸和硅鋼片牌號同輸入變壓器。推挽

輸出時每管的負載阻抗約為 60 欧，揚聲器音圈阻抗為 3.5 欧，因此輸出變壓器用 4.5:1 的圈數比。初級用 0.29 漆包綫雙綫平繞 2×170 圈，次級用 0.41 漆包綫繞 75 圈(關於晶体管收音機用的輸出變壓器設計可參閱本刊 1962 年第 8 期的介紹)。

調試說明

晶体管超外差式收音機的調試，其直流工作點的調整與一般簡易式晶体管機相同。本機在裝配前對晶体管的參數不一致已作了選分與配套工作，故線路圖中無調整電阻值。推挽級基極部分的電位器 R_{17} 是用以調整該級波形的對稱性，在校驗完畢後已將它封住。至於高頻部分的調整與一般電子管收音機的調整方法相同，故在這裡從略。

不用電流表調整晶体管工作點

吳以達

晶体管收音機裝好以後，需要調整工作點，也就是選擇適當阻值的基極偏流電阻，使集電極電流合乎需要的數值。調整工作點，利用電流表比較方便。對於沒有電流表的業餘愛好者，如果單靠聽揚聲器發音的大小和失真程度來調整，是難以使各級晶体管達到所要求的工作狀態的。

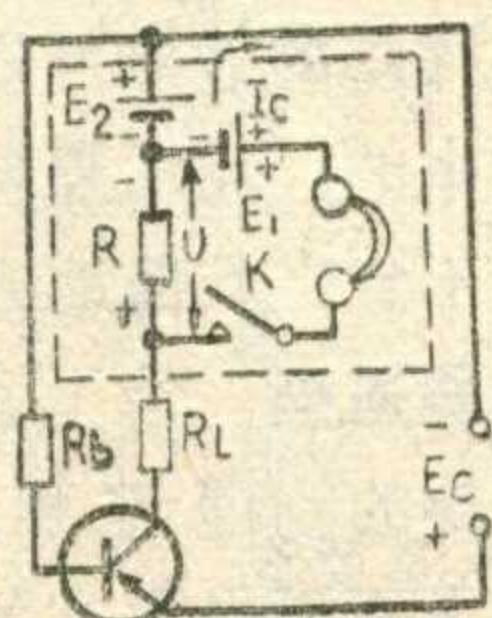
本文介紹一個不用電流表的調整法，在集電極回路里加入一個簡單的裝置，即附圖虛線以內的部分。當集電極電流通過電阻 R 時，便產生電壓降。按照歐姆定律，電壓降為 $U = I_c R$ 。這時若 U 等於電池 E_1 的電壓，則耳

機兩端電位相等，耳機里便沒有電流通過；若 U 不等於 E_1 ，則耳機兩端電位不等，按電鍵 K 時耳機就會有較大的“咯、咯”響聲，電位差愈大，声响就愈大。

調整時 E_1 、 E_2 都用 1.5 伏的電池， R 的阻值根據所需的集電極電流 I_c 按公式 $R = \frac{E_1}{I_c}$ 來計算。例如為了使 I_c 等於 1 毫安， R 須取 1.5 千歐。在基極電路里接入不同阻值的電阻 R_b ，按動電鍵，聽耳機的發聲，聲音愈小，則是 I_c 的數值愈接近 I_c' 。選聲音最小時所用的一只 R_b 作為本級的基極偏流電阻，這一級的工作點就調整好了。

E_2 的作用是補償 E_c 在電阻 R 上的電壓降，這樣調整時的集電極電壓便等於在調整後使用時的集電極電壓。 E_2 的電壓須與 E_1 相等。

圖 1 是為調整 PNP 型晶体管的電路，若晶体管為 NPN 型，則須將 E_1 、 E_2 和 E_c 的電池極性反接。

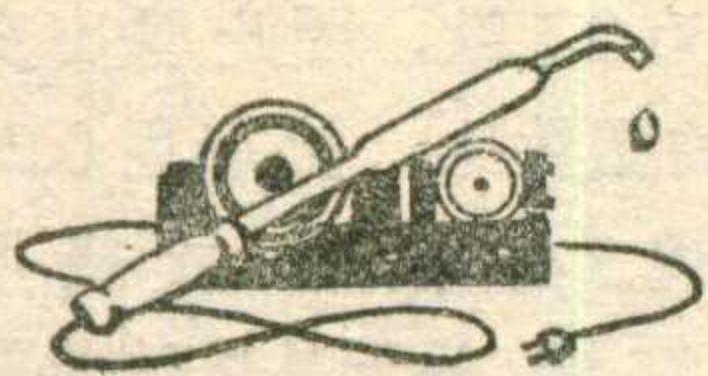


(上接第 9 頁)

實際電路

圖 8a 是北京牌電視機的視頻檢波器電路，這個電路實際上就是圖 7 的電容耦合式電路，其中 C_{13} 是耦合電容， L_6 是中頻線圈，檢波元件使用半導體二極管 D_1 ，負載電阻 R_{12} 為 3.3 千歐，接在二極管的陰極，所以輸出電壓是負極性的。經後面兩級視頻放大器放大後，其極性不變，因此應加到顯像管的陰極以獲得正常圖像。濾去中頻的作用是由與 R_{12} 并聯的分布電容擔任。電阻 R_{13} 是用來給第一級視頻放大器加入適當的柵偏壓， R_{17} 和 C_{14} 是偏壓的去耦濾波電阻和電容。6.5 兆赫第二伴音中頻的分離點是在視頻放大器屏極。

圖 8b 是記錄牌電視機的視頻檢波器電路，也就是圖 3 所示的變壓器耦合式電路，它的輸出電路連接方法和北京牌的差不多，不同的只是這裡多了一只外加旁路電容 C_{17} ，並且採用了串聯補償電感 DP_1 (參看圖 5a)，來改善濾波性能和加寬通頻帶。電容 C_{19} 是在接收調頻廣播時用來引進第二本地振蕩電壓，以便產生 6.5 兆赫調頻信號用的。

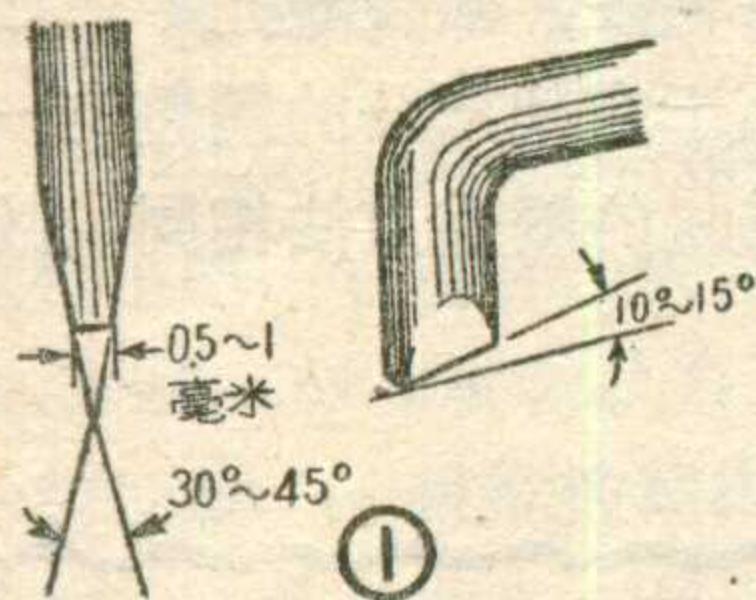


和初学者谈焊接

张宝平

焊接是无线电制作修理中经常要做的工作，看来简单，做起来却有一定的技巧。对于爱好者们来说，它是一项基本功。我们要想把功夫练好，有些窍门儿必须了解掌握。

无线电器件装接，主要利用锡焊。它的过程是将锡和焊件加热，使锡分子牢固地吸附在焊件金属或导线上，待凝固后把两件金属连接起来。其目的一方面是将被焊元件或导线牢牢地固定在一起；一方面又使它们成为良好的电气通路。所以质量优良的焊接，不是单纯地把多量的



锡堆积到焊接点上，而是要求锡分子吸附在金属面上的数量和结晶情况，以及结合处锡量的多少都很适当。怎样才能实现这些要求呢？下面谈谈我们的理解和经验。

烙铁的使用

烙铁是焊接的必要工具。使用电烙铁，应当选择加热功率大小适中的。在业余制作中，最合用的是75瓦的一种。烙铁铜头要锉制成如图1所示的形状。如果铜头是直的，端部两面要锉成 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 的夹角，刀口是0.5~1毫米宽的钝平面。如果铜头是弯形的，还要顺着刀口锉成 $10^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 的斜角（见图），这样焊锡容易流到焊接体上，便于使用。新烙铁加热使用以前，铜头端部要先锉刮干净。然后接通电源，在温度渐渐上升的过程中，先在铜头上涂上松香少许，待加热到达锡的熔点时，再将烙铁放到锡块上去蘸取，铜头上会很容易地沾附上一层光亮的锡，焊接时烙铁便很好用。以后在使用过程中，每次蘸取焊锡之前，也应先烫些松香，这样烙铁可以长期保持好用。

使用火焰铁也要同样处理。火焰铁加热时，铜头刀口应当向上，不要把刀口埋在炭火或油灯的火焰里。

焊接方法

焊接点要刮除干净 一般金属暴露在空气里，时间久了就会氧化。氧化物对锡分子的吸附力很小，导电性能也差。因此焊接前一定要将待焊的金属面层刮除清洁，露出新的表面。许多人忽视这一工序，结果焊接不牢，并容易出现虚焊。镀银元件不易氧化，可以不刮。铝质元件最易氧化，一般刮了也焊不上，必须利用特殊助焊剂或超声波振动，才能焊接上去。

适当使用焊药 无线电器件焊接对象不外是铜线、铜片和铁质底板。焊接前，焊接点除了刮净以外，还要加涂焊药。为什么焊接要利用焊药呢？道理是这样的：焊锡被蘸吸到烙铁上，由于温度升高，锡的表面就很快地氧化成膜，而且表面张力很大，拉住锡面，好像荷叶上的水珠，很难吸附到其他金属面上。金属物上加涂焊药，焊接时随着烙铁传来的温度上升而熔化沸腾，能冲破焊锡表面的氧化膜，同时驱除锡面和金属面间的空气，使锡分子能够直接吸附在金属面的分子上。同时焊锡遇到熔化沸腾的焊药，流动性增加，也有助于焊接。

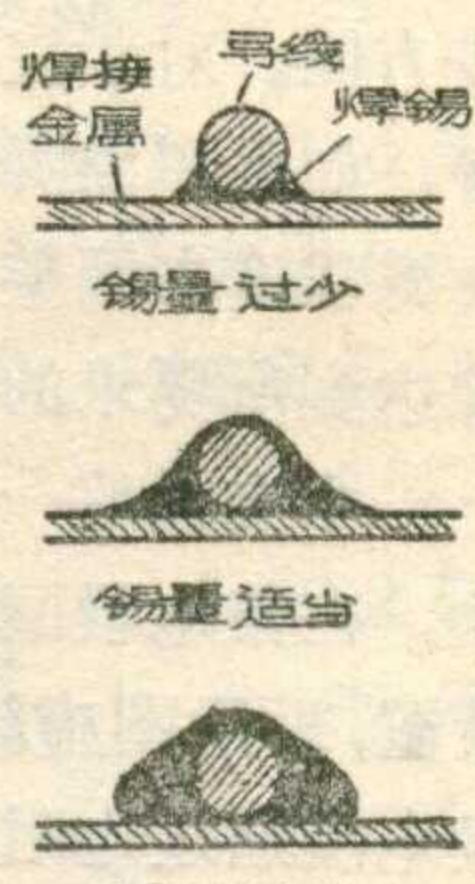
锡焊通常使用的焊药为松香、焊油或盐酸水。使用时，不论哪一种，用量应当尽量少。多用后，残留部分时间久了容易积沾尘土，造成漏电短路，降低机器质量，严重的还会侵蝕损坏机器或部件。

焊接铜线、铜片、镀银片或通有高电压的电路，焊药最好使用松香，因为它没有腐蚀性，干后也不易积沾尘土。使用方法最好是将松香压成碎末，以一份放入一至四份的酒精中浸泡溶解成糊状后使用。块状松香也很好用。使用时一般是和焊锡分开，单独放在一个盘里，焊接时先将要焊的线头放在松香块上，用烙铁浸涂松香并上锡，然后再移到焊件上去焊接，这样焊的质量最好。如果是电路修理焊接，可以把松香块放到焊接处，利用烙铁熔化到焊接点上。市上有中心灌有松香的锡条出售，这种附有焊药的焊料，用起来最方便。

焊油也适合用于以上金属，使用很方便，所以人们都喜欢用它，但是焊过以后，残留部分易积沾尘土。另外，焊油多呈酸性或碱性，残留久了会腐蚀元件和导线。

焊接铁质金属，特别是在铁板上焊线，松香和焊油不易奏效。如果底板是镀锌铁板，焊药可使用生盐水——即稀盐酸。它能和锌皮化合生成氯化锌溶液，起助焊作用。同时它又把锌皮剖开，使焊锡直接焊到铁板面上。如果铁板不是镀锌的，焊时首先要用刀子将铁板刮除清洁露出新面，涂上盐酸水（氯化锌溶液）来焊接，或将生盐水涂到另一块锌皮上（如旧干电池皮），等它化合生成氯化锌时（此时锌皮表面生出氢气泡），再塗到刮好的铁板上进行焊接，这样焊的效果可以很牢。但盐酸水腐蚀性很大，而且是导电的，用后焊接点要擦拭干净。一般除底板接线以外，不宜在其他地方使用。

烙铁温度和焊接加热时间要适当 为了说清楚问题，这里先谈谈烙铁蘸锡和焊锡的物理过程。烙铁加热，温度高于锡的熔点，铜头上面原来附有的锡就被熔化成为液态。蘸锡时烙铁又将温度传给锡块，锡块和烙



铁接触的部分到达熔点时也将熔化成为液态。这时由于溫度高，錫的分子运动速度加快，有些分子就像子彈一样冲击到烙铁的錫上，并被錫面包围起来，于是烙铁就蘸取到一定数量的錫。与此相同，烙铁将錫焊到金屬上，也是先对焊接部分加热，經過一定時間，到焊件上溫度高于錫的熔点时，由于焊药的帮助，烙铁上的錫分子也像子彈一样冲击金屬面，并靠它們間的分子引力而吸附到金屬面上。烙铁撤开后，焊上的錫即冷却結晶成为固体。

从上面分析可以了解，要想把錫牢固地焊在金屬物上，必須保证烙铁銅头溫度高于錫的熔点，并掌握好焊接时间。实际上由于蘸錫时錫块要吸热，焊接时元件也要吸热，都会降低烙铁头的溫度，所以应当根据焊接元件大小和吸热量多少来选择适用的烙铁。烙铁太小，烙铁头的溫度低，供热量不足，或是烙铁虽够大，但和焊件接触加热的时间太短，焊出来的錫面不光滑，結晶粗脆，甚至像豆腐渣一样，那就不能牢固。由于烙铁溫度降低，焊药未能充分发散，在錫和金屬之間还会夹隔一层

焊药，形成虛焊。反之，烙铁头的溫度过高，或焊接时间过长，则金屬上的焊錫容易流散，接合处錫量不足，反而也不牢固。正确的焊接方法是烙铁溫度要高，蘸取适量的錫，放在焊接点上加热时要掌握时间，使焊药完全揮发，熔錫均匀地扩展到焊接面上，并包围在接点的四周，但不致形成球状或流散到其他地方。冷却时不要使焊件移动，冷却后錫面光滑，結晶很細。这样的焊接一定是牢固的，并成为良好的电气通路（參看图2）。

有人焊接时将烙铁在焊接点上来回移动，或用力下压，这都是不必要的。要想焊得快，焊得好，应当先选好烙铁和焊点接触的位置，然后用烙铁头的挂錫面而不用它的刃去燙接。这样傳热面大，焊接就更容易些。

最后，对于半导体器件的焊接，一般介紹要用45瓦以下的小烙铁。我們的經驗是，对于这类器件，焊接操作要快，因此烙铁还是用大些热些的好。最好是先将晶体管引綫上錫，并把焊接点刮好塗上焊药，这样一焊即成，反而不易燙坏晶体管。但是对于印刷电路，焊接烙铁則应小些，溫度低些，否則很容易将电路燙得凸了起来。

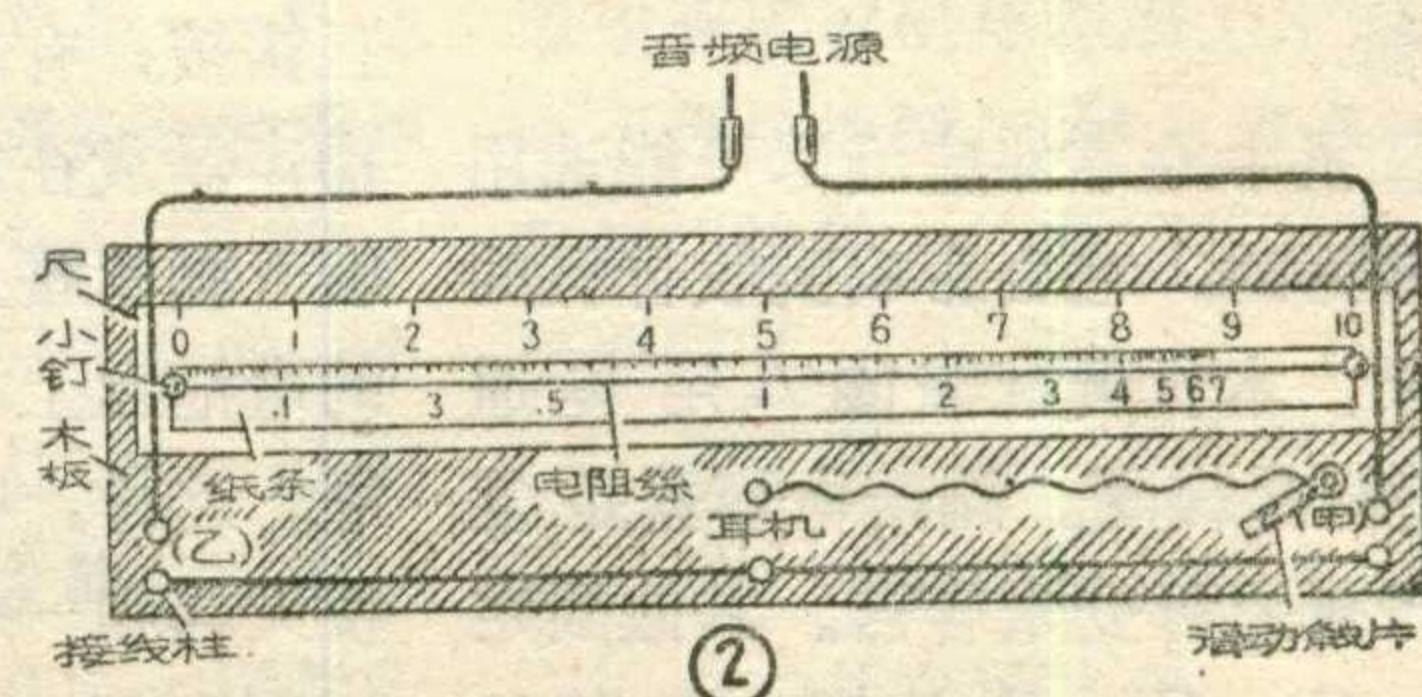
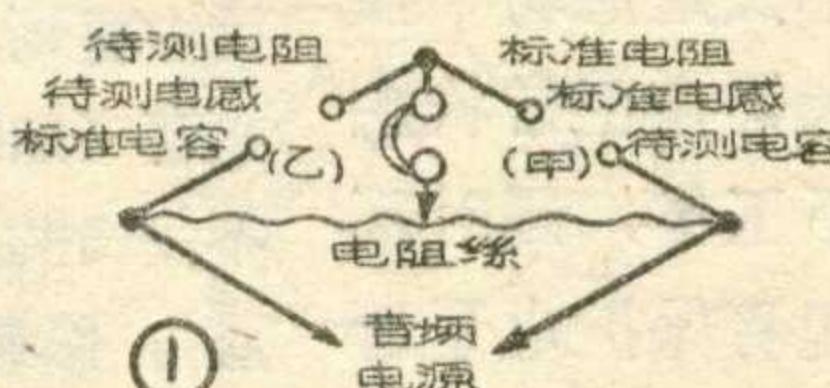
简单实用的滑线电桥

吳积圻

滑線电桥具有装置簡單、使用便利、測量比較准确的优点。利用它可以測量电阻、电容和电感。比較精密的电桥，它的平衡是用檢流表通过视觉观测，简单设备中也可以利用耳机通过听觉鉴定。采用后一种方法时，往往要另备音頻振蕩器，用以产生音頻电流，以便适应耳机发声的需要。其实，一般使用，要取得音頻电流并不需要专门装置一架振蕩器。这里推荐的，就是一种利用現成音頻作声源的簡單滑線电桥。

电桥电路和实体图見图1和图2。电桥原理这里不再詳述。現在先把音頻如何取得說明一下。据實驗，至少有三种簡易方法：(1) 利用市电交流声——可以从收音机灯絲电源上取得，为避免电阻綫发热，可串入适当阻值的电阻；(2) 也是利用交流声

——用铁釘(較粗的)一枚，用略粗的漆包綫繞二、三百圈，把它放在电唱机馬达或电源变压器旁边，开启电源，就能引出交流声，但声音略小；(3) 利用收音机中的干扰声——在收音机电力放大管屏极上焊接一只.001微法的电容器，在电容器另一端与机壳之間就可以取得播音声，如有連續不断的言語声，也可以利用，最好利用固定频率和固定音量的干扰声。用这方法时，需要加用一单刀双掷开关，把輸出变



压器次級改接到一只6.3伏电珠上去，使揚声器不发音，避免影响听觉。

电桥主要材料：市尺一根，长1.2市尺电阻絲一根，焊片、接線柱、导綫若干。电阻絲尽可能用单位长度阻值較高的，阻值太低会使无声区放长，难以准确測定。另外还要用一片焊片裝牢在一个木柄上作为滑动触片，便于在电阻絲上滑动。

在市尺上貼上一条长度相同的狹紙条，以便对照尺上的标度，画出所需的刻度。紙条上的刻度以 1Ω 作为标准阻值，可用下式計算：

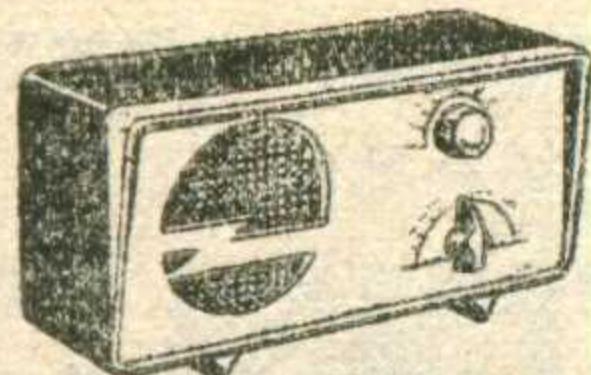
$$\text{尺上标度(单位为尺)} = \frac{\text{假定被測阻值}}{1 + \text{假定被測阻值}}$$

例如：假定被測阻值为 2Ω ，則

$$\text{尺上标度} = \frac{2}{1+2} = 0.667 \text{ 尺} = 6.67 \text{ 寸}$$

即可在6.67寸处刻上2。假定被測阻值亦为 1Ω ，則在5寸处刻上1，依此类推。

使用方法：以电阻为例（电感同），装上标准电阻和被測电阻（注意图上所注地位），通入音頻，将滑动触片在电阻絲上滑动，找得一点，耳机中沒有声音，此处刻度乘以标准电阻阻值，即被測电阻值。測电容时，标准电容和被測电容位置与上述相反，仍以刻度乘以标准电容，即得被測电容。



直流三灯收音机

謝春桥

这架干电池三灯机結構小巧，用电省，使用的电子管和零件普遍易购，很适合无电源地区的爱好者制作使用。

收音机是再生放大的，线路如图1。它用一只1K2(1K2Π)管作再生检波，一只1B2(1B2Π)管作电压放大，一只2P2(2Π2Π)管作功率放大。再生调节是利用50K电位器变动1K2管的帘栅极电压来实现的。这种方法经过实践比较，再生控制确实比其他接法稳定，并可兼作音量控制。

收音机中的零件应当尽可能选用质量比较好的，它会影响到收音机的性能效果。本机调谐线圈L用美通336小型蜂房线圈。调谐电容器是复且360P单连可变电容器。其他固定电容器，C₃、C₄、C₈均用小型云母介质的。C₆、C₉、C₁₀也用质量较高的纸质电容器。C₁₁为电解电容器，这里选用铝质外壳的一种。电阻大部分均采用优质炭膜式的，以保证收音机工作稳定。

为了得到较好的音质，扬声器采用永磁电动式的。T为输出变压器，应当选用配合2P2管使用的，其阻抗初级为15~20千欧，次级为3.5欧。自制用叠厚截面积为16×16毫米的E型硅钢片铁心一副，初级用0.12毫米(40号)漆包线绕4000圈，次级用0.47毫米(26号)漆包线绕56圈。绕好后应在融化的石蜡里浸一

遍，可以防止霉雨季节的断线现象。这点在南方比较潮湿的农村环境中是很必要的。

在制作方面，本机零件都装在一块70×80毫米小木底板的上下两面，底板垂直放在机箱内。这样C₂在下端，R₂在上面，布线可以短捷，并可避免零件相互交叠产生交连。整机安装和布线如图2和图3。

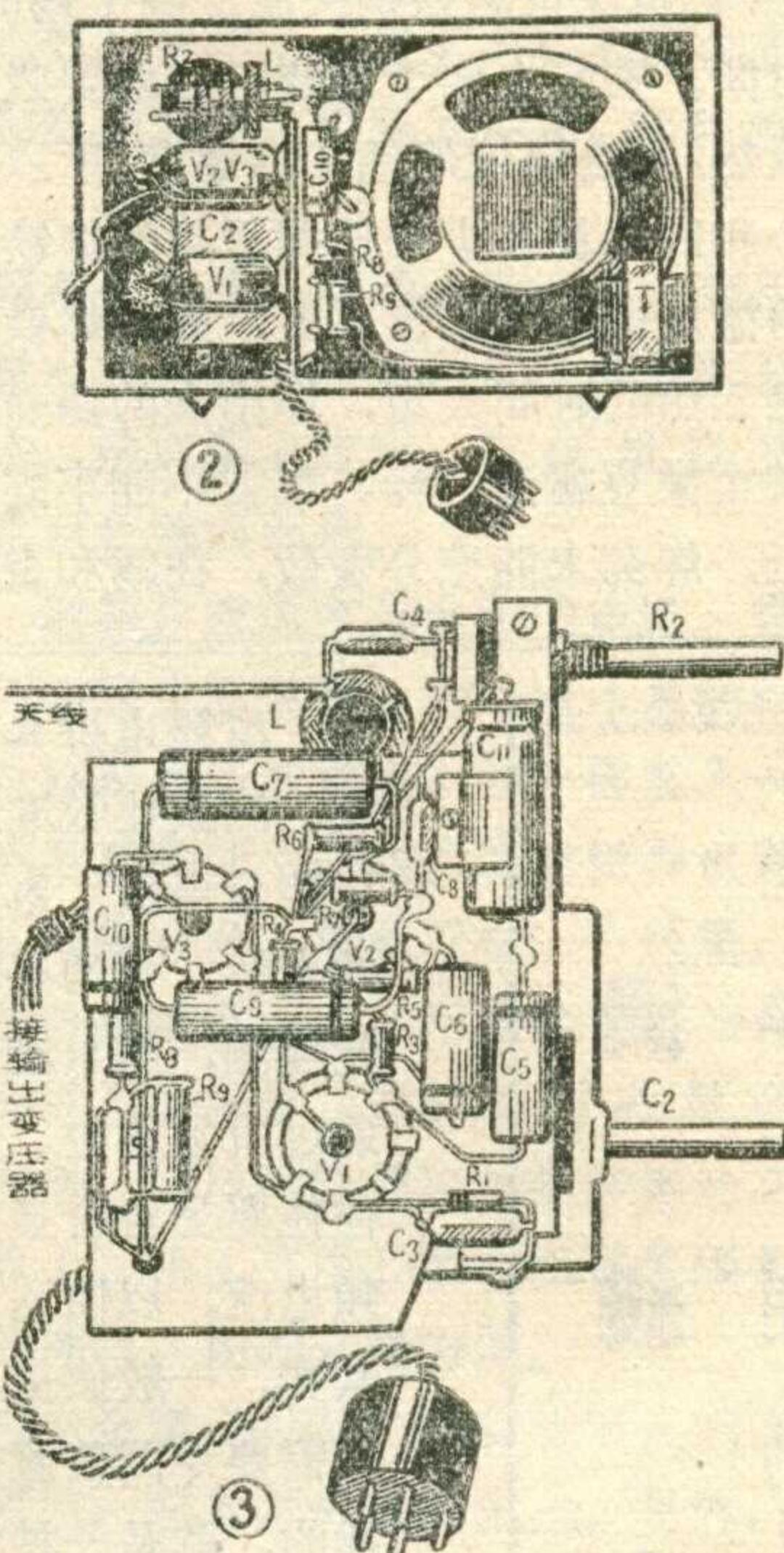
一般干电池再生式收音机，电源接线连同天线、地线和扬声器的接线等共有8根，使用起来比较凌乱，一旦错接，有烧毁电子管的危险。现把扬声器放在箱内，电源接线单用一只废五脚管腰分脚焊好，管座装在另外的电池盒上，地线接在电池盒的甲+端。这样，收音机向外引出的只有一根天线和一个电源插子，使用上十分便利安全。

全机装置完毕后，也要经过简单的调整。

由于调谐线圈选用的是体积较小的高总阻式线圈，在收听900—1500千赫波段电台时，刻度非常狭窄，调节不便，所以就在天线与调谐线圈(线圈的1和3端)之间跨接上一只50P的半可变微调电容器C₁，作为拉复盖之用。适当地调节C₁可以把1500千赫的电台拉到较高的一端去，使刻度盘上电台分布能够比较均匀(这时也要注意550千赫一端电台是否变动失调)。经过这样调整，使用上就很方便了。

阻接在乙电负极和甲电正极之间，这样万一乙+和甲电相碰时，乙电不至短路，而通过电子管灯丝的总电流也不至超过容许值，因而可防止烧坏电子管。

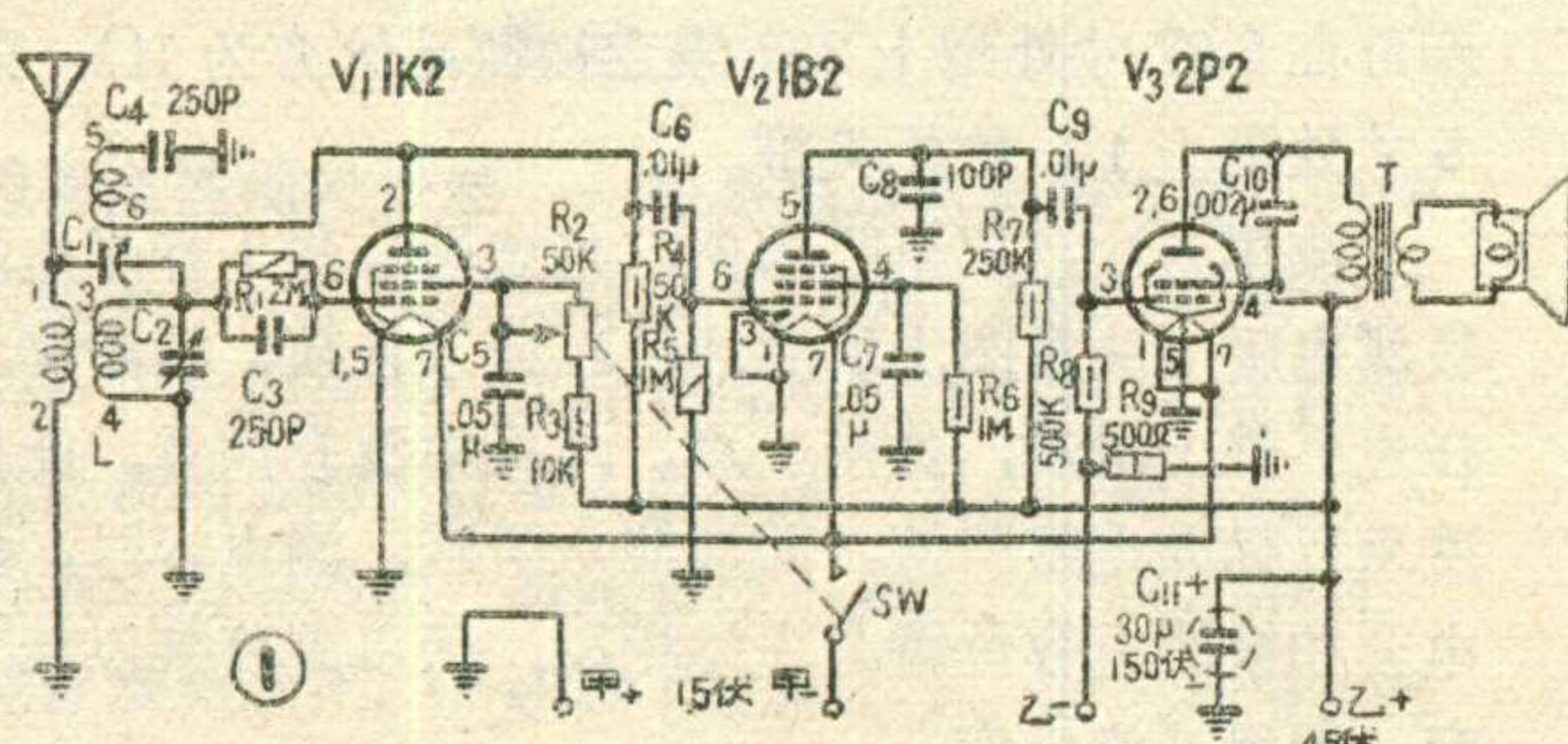
由于充分利用空间，以及采用小型的扬声器，所以机箱体积很小，仅为210×120×80毫米那么大，用三合板胶制，实际制成外形如上图。当然它的式样形状可随各人喜爱设计。



本机的灵敏度和选择性都不差，在浙江慈溪收听使用，天线仅用几米长的胶质线挂在屋檐下，白天能收到浙江、中央、江苏、上海及省内其他电台的节目，晚上尚有福建、安徽、辽宁、江西等许多电台也可以听到。装置半年多来，性能稳定，用电很省，费用经济，很适宜在农村里使用。

更 正

1963年第9期第21页左栏倒数第9行中提到，水泵在工作时要“略微抬高进水管(如图6)”，经读者指出这个做法是不妥当的。这样会在进水管内产生“空气囊”，影响水泵工作。正确地做法是使进水管平放或向下倾。



R₉是功率放大管的代丙电电阻。它的作用不仅是使功率放大管在正常状态下工作，同时还起着保护电子管的作用。这只电

收音机上都有一个“地綫”插孔或接綫柱，作用是准备收音机和地綫相连，也就是从这个插孔接到通大地的一条金属綫上。一架矿石

收音机，如果地綫断了，就会收不到播音；地綫埋得愈深，收音的效果就愈好。有人根据这个事实推測說，地綫埋到泥土中，从大地得到了“地气”，收音机才能收到电台。这种說法对嗎？如果真是这样的话，为什么很多收音机不接地綫又可以很好地工作呢？

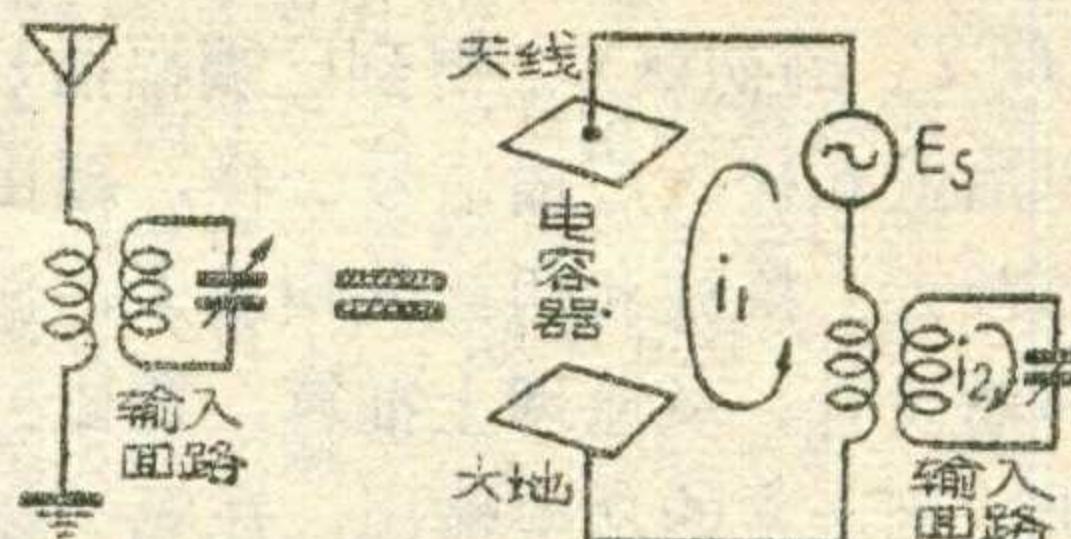
矿石机和一般电子管收音机多用Γ形天綫、T形天綫，或用拖綫作天綫，在这种情况下，地綫的作用是和天綫合在一起构成一个电容，有了这个电容，才能給天綫中感应出的高頻信号电压提供一个閉合通路，这样才能产生出信号电流。这电流流过收音机中的天綫綫圈，收音机才能收到信号（見图）。如果没有地綫，天綫中虽有感应电压，但不能产生电流，沒有电流流过天綫綫圈，收音机也就收不到信号了。

由此看来，地綫是起了一个电容器极板的作用。地綫越好，天地綫間

收音机要接地綫嗎？

一 恒 一

的电容量就越大，信号电流就越强，从天綫輸送到收音机中的能量也就越大。由于矿石机所使用的能量完全来自天綫，所以它必須装有良好的地綫，才能获得足够的能量，順利地收听电台。但是，对于現代灵敏度較高



的收音机，只要在天綫綫圈的另一端接有一个导体，与天綫形成一个电容，收音机就能工作。例如我們常用的电子管收音机都有一个面积較大的底盘，这个底盘就和天綫形成一个电容，起了“地綫”的作用。虽然这个电容不太大，因而天綫回路中流过的信号电流較小，但是由于現代收

音机可以对信号进行放大，灵敏度很高，所以仍能正常地收音。特別是交流收音机，它的底盘与交流电源供电綫間有很大的电容，而交流供电綫一般都接地，这实际上等于收音机接了地。即使供电綫不接地，由于供电綫很长，它与天綫間也有很大的电容，所以收音机也能很好地工作。根据这个原理，有些发信台或收信中心，常特意在天綫下面架成一个很大的金属网来起地綫的作用。这种金属网叫做地网，它和天綫間有很大的电容，从而提高了发信或收信的效果。

有些天綫的作用原理和前述的Γ形天綫和T形天綫根本不同。例如磁性天綫是利用电磁波中的磁场变化来工作的，环形天綫是利用天綫前后两边中感应的电势差而工作的。它们根本不需要地綫作为“电容器极板”，因而使用这种天綫的接收机也就不需要接地綫了。

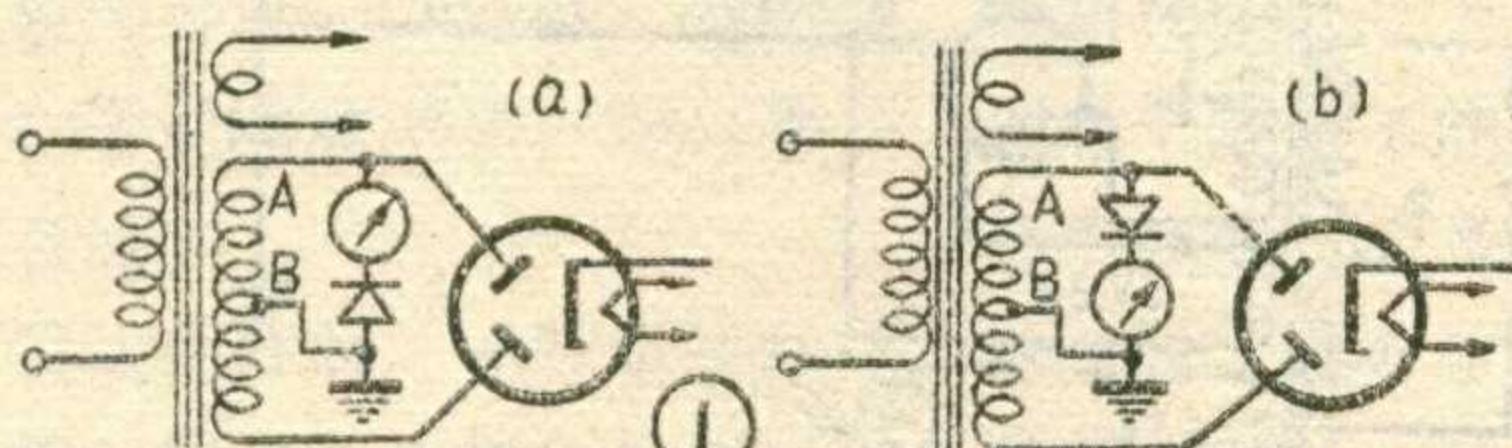
最后附带提一句，在有些情况下，接上地綫可能会帮助收音机减小交流声或其它干扰声。

“想想看”答案

1. 他們使用的万用表一定是半波整流的。在两次測試时，两个試棒和綫圈两端的接触点无意中对掉了一下，所以得出了不同的結果。

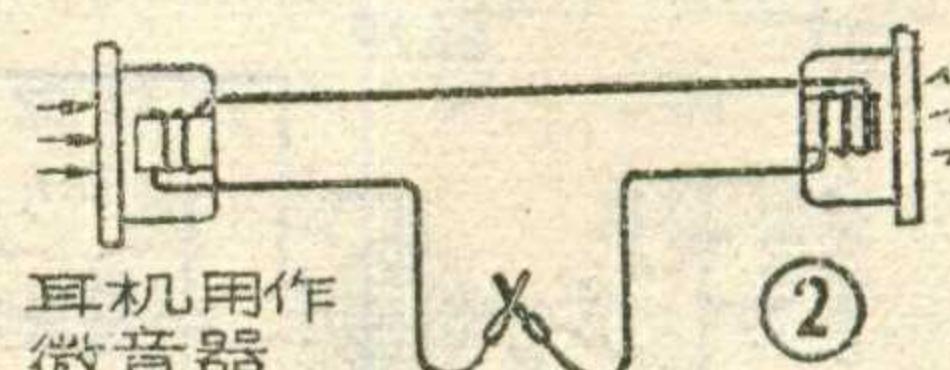
小張的測法（得 220 伏）可用图 1a 表示。当繞組 AB 上的电压为负半周时，整流管不能流过电流，因此也没有电流流过繞組 AB，不致在繞組 AB 的电阻上产生电压降。而正是在这个半周內，电表中的氧化銅整流器工作，測得的电压值就等于繞組 AB 从初級感应到的电压，即变压器上注明的 220 伏。

小李的測法（得 200 伏）可用图 1b 表示。电表的氧化銅整流器是在繞組 AB 上的电压为正半周时工作。这时整流管导电，有很大的电流流过繞組 AB，在它的电



阻上产生一个很大的电压降，例如为 20 伏。因此測得 AB 两端的电压为 220 伏 - 20 伏 = 200 伏。

2. 把耳机的两个插脚短接在一起。一只耳机貼在耳朵上，用手指輕敲另一只耳机的振动膜。如果在头一只耳机中发出“噗噗”的声音，这副耳机就是好的，否則就是坏的。因为两只耳机内部綫圈是串联的，把两脚短路后就构成一个通路（图 2）。被敲的那只耳机相当于一个微

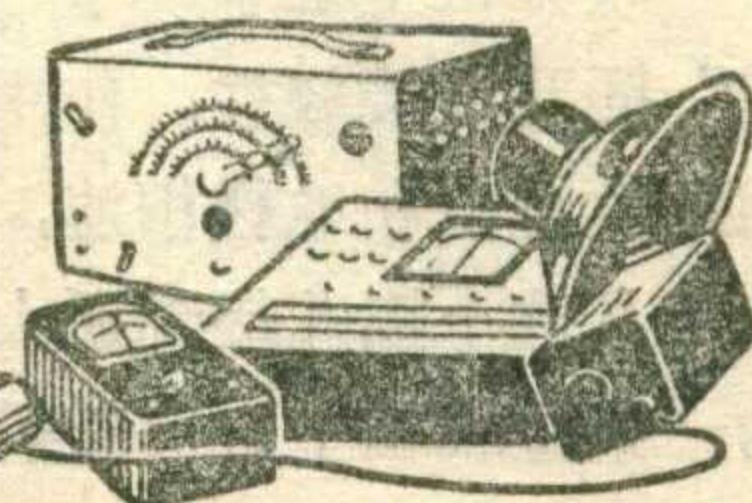


音器，由于振动膜的振动，在回路中产生一感应电流，使耳朵上的那只耳机发声。

3. 五极管的帘栅压越高，屏流越大。在电压放大电路中，为了得到較大的电压输出，負載电阻都用得較大，一般在 100 千欧以上。屏流太大时，負載上的降压就很大，实际的屏压就很小。这样就使增益降低，而失真大大增加。因此須采用較高的帘栅电阻以降低帘栅压，限制屏流的增大。一般电压放大电路中，帘栅压約为屏压的 20—50%。但是在功率放大电路中，負載阻抗較小，为了得到較高的輸出功率，需要提高屏流，所以帘栅压都用得很高，一般都直接接到高压上。

实验室

收、扩两用五灯机



阮亭

一般五灯收音机都有附加插口，可以加接拾音器播放唱片。如果直接加接话筒作为扩音机使用，由于话筒输出电压很低，不足以推动低放级，所以音量低弱，难以达到扩音的目的。要使五灯机成为收、扩音两用，通常办法是加设一级电阻耦合式的前置电压放大级，以提升话筒输入的音频电压。这样做有以下缺点：（1）需要在收音机原有零件外，另加一只电子管和相关的电阻电容，以及增加退耦电路所必需的许多零件。但是原有变频和中放两级的电子管却都闲置不起作用。而且在原机底板上打孔、加装管座和零件排列等问题也不易解决。

（2）由于多了一级低放，接线和零件排列不当，很容易引起正反馈，发生啸叫或汽船声，使放音失真。

这里介绍笔者实验的一架收音、扩音两用交流五灯机，特点是扩音时采用载频调幅放大电路，五只电子管都能充分发挥作用，一般的五灯收音机几乎都可以改装，增加零件不多，装制容易。

这架两用机的实验电路见图1。它的工作原理是这样的：当四刀双掷波段开关 S_1, S_2, S_3, S_4

接在A点时，电路结构和一般超外差式收音机相同，可以收听广播节目。当开关接在B点时，话筒通过 S_2 接到原变频管6A7P的第三栅上。同时，通过 S_1 的换接，收音机原有中波振荡线圈 L_0 就不接可变电容器，而和新增加的电容器 C_{p2} 相接 (C_{p2} 是由一只固定的和一只半可变电容器并联，容量约为

700—750微微法)，组成振荡回路，产生465千赫的等幅波作为载频，由自第三栅注入的话筒音频电压对这一载频进行调幅。在电子管的屏负载 (IFT_1 的初级) 上得到已调幅信号，以后就和接收广播信号一样，经由中频放大、检波和两级低频放大，使扬声器发音。从原理上推算，要使扩音机达到正常的功率输出，在第一级低放以前，话筒信号电压应当提升100倍左右。在这里，调幅级增益约为25到50倍，中放级增益也有40倍上下，除去检波级衰减后，仍能满足需要。

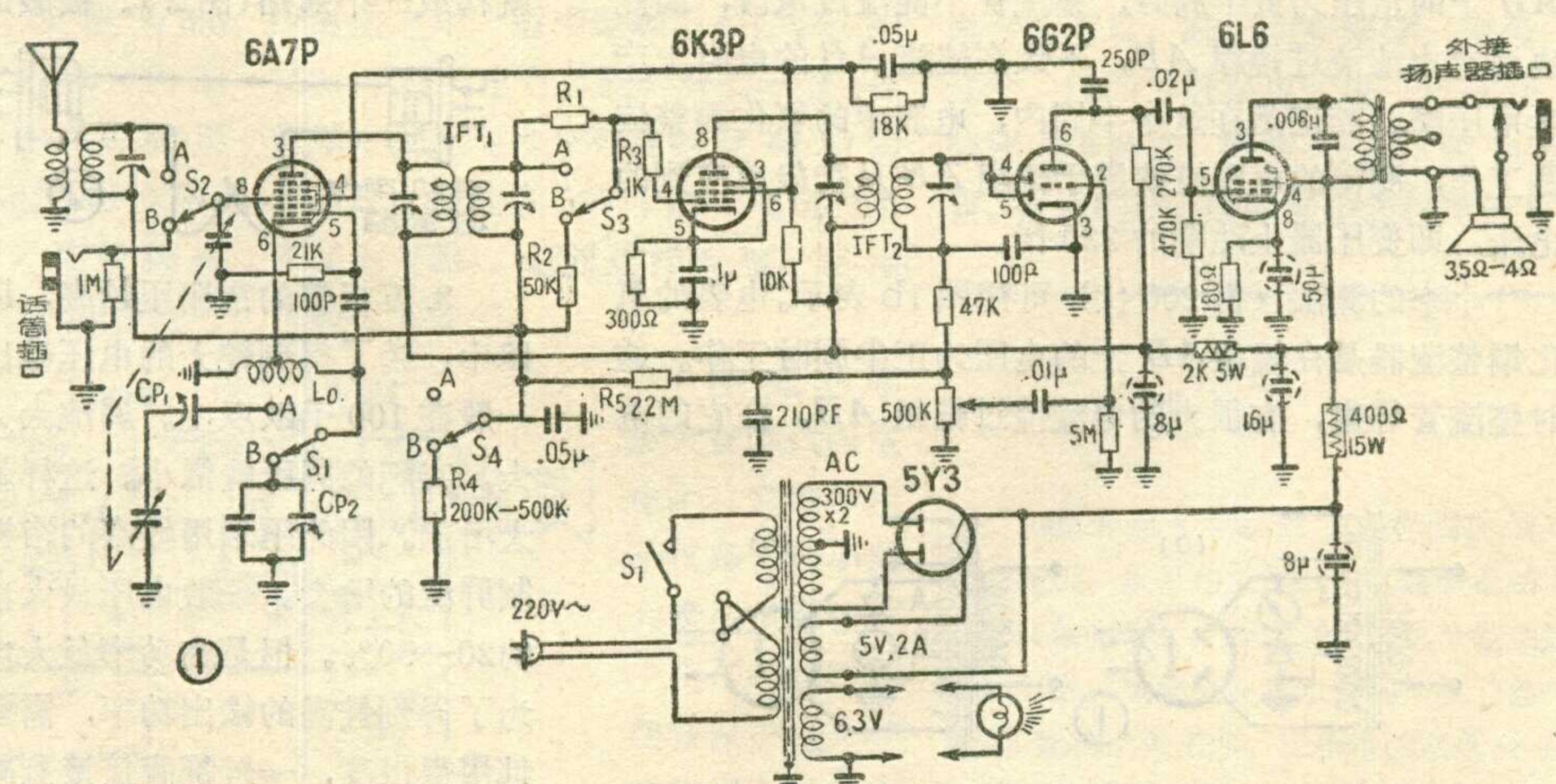
本电路在试验过程中曾发现有下列几个问题，在实验中得到解决。

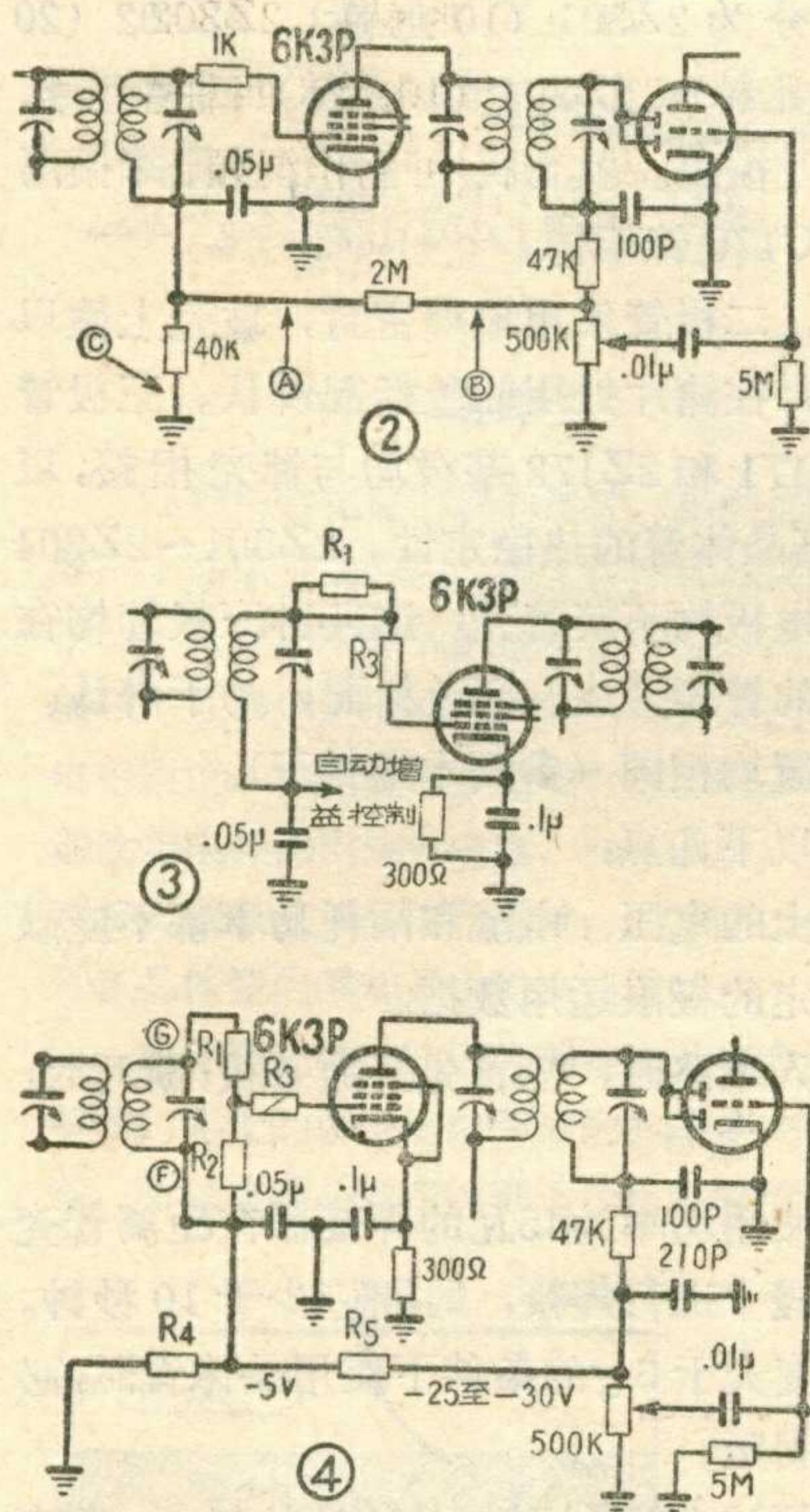
（1）调幅级（6A7P）不宜加用自动增益控制，否则会产生音量小、失真等现象。原因是本机振荡产生的载频电压相当强，而第三栅注入的音频电压很低（仅为数毫伏），载频调制度很低。但自动增益控制负压却与载频电压成正比，由此而产生的强大自动增益控制负压会影响调幅工作的稳定，并使本级增益降低。为此必须将它取消。图1中将 S_2 扳到B时，

6A7P管第三栅即通过1M电阻直接通地，取消了自动增益控制。

（2）中放级需要加接自动增益控制负压，而且负压值必须适当，不宜过高或过低。如果不接控制负压，或负压过低，由于前级输入的载频电压很高，会使中放级过荷，引起寄生振荡啸叫和严重的失真现象。控制负压过高，又会使中放级增益降低太多，并使输出波形失真。在初次试验时，曾发现当本机振荡回路调谐到恰当的中间频率时，中放管6K3P上的自动增益控制负压高达-30伏。这数值接近于可变放大系数管（6K3P、6K4等）的屏流截止点，使它工作于特性曲线的弯曲部分。为此需要采取措施，将中放管的栅极自控负压维持在适当值上（据实验最佳值为-5至-6伏），使音质和增益得以兼顾。

（3）检波级（6G2P的二级部分）不宜施加过高的信号电压。在实验过程中，为了达到上述第（2）项要求，先曾采用图2电路，利用分压电阻（40千欧）来供给中放管较低的栅负电压。这样虽然也能使负压控制在-5至-6伏范围内，但加至检波管





小屏上的檢波电压过高。例如，用电子管电压表测量Ⓐ、Ⓑ两点负压为5伏时，檢波管输出负压，即Ⓑ、Ⓒ两点間高达250余伏，这还是交流信号电压經半波整流后的平均值，其峰值尚不止此。这样不但会使檢波管过荷，而且由于檢波管屏极比阴极負这样多，工作点落在很大負值处，檢波后的信号电压会造成很大失真。因此加在檢波管小屏上的載頻电压必須加以限制，保持在一个适当值上。

为了滿足(2)(3)两点要求，实际采取的措施如图1線路所示。中放級輸入端加有由分压网络构成的衰減器，对前級輸入的載頻电压振幅适当削弱，以稳定以后各級的工作。当选择开关S₃接通A点时，这部分的等效电路如图3所示。这时R₁短路，R₂开路，均不起作用。中放管柵回路中仅有一个阻值很低的串联电阻R₃(作用在于抑止中放級自激，免除寄生振蕩，阻值为500~1000欧)，这时線路与一般收音机沒有差別，对外来广播信号无衰減。

当开关接在B时，实际电路如图4所示。前級傳来的中頻信号电压加在G、F两端，由以R₁及R₂組成的分

压网络进行衰減，仅抽取信号电压的一小部分(R₂上的电压降)加在中放管的柵极进行放大。結果檢波管檢波电压約为25伏上下(檢波后的平均值，下同)。这样檢波級就可以保证得到波形良好的音頻輸出。这时，檢波得到的直流負压成分也相应減小，經滤波后再經适当衰減(其分压网络由R₅、R₄組成)，輸至中放管柵极作为自控負压。当R₄为500千欧时，中放管可获得的自控負压約为-5伏。电路中R₂阻值选用50千欧。至于R₁的阻值，由于各式中放級線路的增益不同，以及电子管新旧程度等因素，变化很大(自10千欧至500千欧)，要在調机时實驗决定。当收音时，S₄接到A，R₄开路不起作用，自控負压全部加在变頻級和中放級上。

調試步驟

全机装好以后調試步驟如下：

(1) 先将开关撥向A，依一般超外差式收音机調試方法調整。末級管用6L6，屏压为250伏时，最大音頻功率輸出可达6瓦。要注意調整各中頻回路，使它正确地諧振在465千赫上。

(2) 将开关撥向B，先調本机振蕩回路。用电子管电压表(內阻为10兆欧以上的)接在音量控制电位器两端(电位器上端为⊖，底板为⊕，电压範圍先撥在較高的一档上)，然后仔細調節C_{p2}的半可变电容器。振蕩器起振时，电压表将有讀数。当調至某一点可使电压表得到最大指示时，表示振蕩回路已产生465千赫的等幅載頻。开始試驗时，R₁可暫用較小的阻值(20千欧至30千欧)。如果調節中电压表沒有指示，应当檢查C_{p2}是否完好合适。

(3) 調節C_{p2}电压表指示到达最高点时，察看指示电压是否在25~30伏範圍內。若低于25伏，可将R₁換用10千欧、5千欧等較小值。若降至5千欧还不能到达25伏，就应檢查各中頻变压器是否統一諧振在465千赫。同时还要注意，各諧振回路調得过于尖銳时，易使中放級自激，产生振蕩。这时揚声器会发出嘯叫或汽船

声，电压表指示突然上升很大，而且閃跳不止。解决方法可适当增大R₃，变更中放級零件和引綫的安排，或将第二級中頻变压器IFT₂調偏少許，以使自激振蕩停止。

若电表指示超过30伏，可将R₁換用較大阻值(50K, 100K, 250K等)，至接近25伏为止。

(4) 經過上述調整，电压表指示达到25~30伏範圍后，将电压表移測R₄的两端。如阻值合适，可量得5~6伏的負电压。如过高或过低超过20%以上时，应調整R₄及R₅阻值改正。

各部分电压符合要求以后，将动圈式話筒插入話筒插口，一面将音量控制徐徐开大，一面对着話筒說話，揚声器即可发出宏亮声音。仔細微調C_{p2}，可使发音更为清楚动听。最后再用电压表測量上述各部分电压，如无多大变化，調試工作即告完毕。

用 途

这架两用机很适合在人数不多的学校或机关单位作有綫广播，或在小型会場作扩音使用。曾試用在800人上下的会場里，效果相当滿意。在供会場讲演应用时，須另配备8欧10瓦或12.5瓦反射式永磁揚声器两只，并联接在机上的外接揚声器插口，机內揚声器即自动开路，不再放音。使用时应勿使話筒与揚声器距离太近，以免产生声反饋。可将外接揚声器分置会場两角，高度在2米以上，指向会場中心，当音量控制旋鈕旋到一半位置时，音量已足够使全場的人都能清楚地听到。

本机末級使用6L6集射四极管，它的負載阻抗在这种电路中应为2500欧。若采用6P1或6P6P作末級放大时，最佳負載阻抗为5000欧，应依此配用輸出变压器。在实际裝制中，如果利用一般五灯机木箱及底板則原有的加接拾音器插孔可改作本电路的外接揚声器插口。話筒輸入可在靠近变頻管的适当位置另行开孔加裝插口。两个插口的机內引綫均須使用金屬屏蔽綫，以保证隔离良好，避免产生反饋嘯叫和交流声。

介绍几种国产新型晶体管

余仁泉

为了配合晶体管收音机的生产，上海已试制成一套适合于中短波超外差式收音机使用的晶体管，并已正式投入生产，在上海出产的美多 28-A 和飞乐 2J1 等晶体管收音机中使用。

这套晶体管共有八种，其中两种是二极管（1Z1, 1Z2），另六种是三极管（2Z171, 2Z172, 2Z301, 2Z302, 2Z303 和 2Z304）。它们的型号是这样表示的：第一位数表示晶体管含有的 P-N 结数；第二位字表示晶体管采用的材料（Z 代表锗，G 代表硅）；第三位数表示晶体管的类型（“1”表示合金型，“3”表示漂移型；在二极管中即表示二极管的型号）；第四、五位数表示同一类型晶体管中不同的型号。1Z1 和 1Z2 为点接触型锗二极管，可在 100 兆赫以下作检波用。其检波效率 η_D 在 100 兆赫时大于 50%，在 10 兆赫时大于 80%。它们的区别是，1Z1 的最大反向工作电压为 10 伏，而 1Z2 为 20 伏。2Z171 和 2Z172 均为 PNP 锗合金型晶体管。2Z171 用于低频功率放大或作前置级放大，其截止频率大于 450 千赫，噪音系数小于 15 分贝，电流放大系数小于 110、大于 30，与国外 OC71 晶体管相仿。2Z172 用于末级功率放大。两管作推挽输出时，在非线性失真系数小于 10% 的情况下，输出功率为 350 毫瓦。电流放大系数在发射极电流为 10 毫安时，大于 70、小于 200；在发射极电流为 80 毫安时，大于 50、小于 140。与国外 OC72 晶体管相仿。2Z301~2Z304 为 PNP 锗漂移型晶体管。以

截止频率不同而区分为 2Z301（10 兆赫）、2Z302（20 兆赫）、2Z303（30 兆赫）、2Z304（40 兆赫）四种型号。可以用作高频放大及振荡。收音机中可用作混频、振荡或变频。与国外 OC170 管相仿。

在外型结构上，二极管采用玻璃密封，玻壳上塗以黑漆，防止光效应，并在端片处用红色标记辨认。三极管采用金属密封，2Z171 和 2Z172 基极均与管壳相接，以增加散热效率，提高晶体管的热稳定性。2Z301~2Z304 因用于高频放大，电极均不接管壳。这几种三极管均在正对集电极引出线的管腰旁注有红色标记，易于辨认。其外形和各电极位置均相同（参阅本期封三）。

使用时应注意以下几点：

1. 加在晶体管上的电压、电流和消耗功率都不应该超过参数表中所规定的极限运用数据。
2. 当晶体管接入电路时，应首先接通基极；断开时，应首先断开集电极。
3. 焊接时，应使用功率为 45 瓦的焊接器在距离管壳 5 毫米以上的引出线上进行焊接，时间应少于 10 秒钟。
4. 在机械加速度大于 5 g 的条件下使用晶体管时，必须将晶体管的壳体固紧。
5. 当环境温度超过 +25°C 时，晶体管的耗散功率可用下式来计算：

$$P_t = \frac{T_j - T_A}{\theta} \text{ (毫瓦)}$$

式中： T_j —最高集电结温度（2Z171、2Z172、2Z301~2Z304 的最高集电结温度均为 +75°C）；

T_A —最高环境温度。

θ —晶体管热阻（2Z171 为 $0.4^\circ\text{C}/\text{mw}$, 2Z172 为 $0.33^\circ\text{C}/\text{mw}$, 2Z301~2Z304 为 $0.6^\circ\text{C}/\text{mw}$ ）。

（上接第 5 页）

米长，4~5 毫米宽的坡莫合金片上（也可用稍大一些的硅钢片），用 $\phi 0.1$ 漆包线绕 80 圈。在绕线之前用绝缘纸包上几层。它应安装在录音头的旁边。且用试验的方法改变它的方向，以达到交流声最小为止。

超音频振荡线圈 L_4 、 L_5 —绕在 9×19 毫米的铁淦氧磁心上。绕时先用硬纸做一个 10 毫米径的骨架，两端胶上两片直径 20 毫米的硬纸夹板，夹板的距离为 22 毫米，先用 $\phi 0.09$ ~ 0.1 的漆包线绕 1100 圈为 L_4 ，包上几层绝缘纸，然后用 $\phi 0.12$ ~ 0.15 的漆包线绕 300 圈作 L_5 。

输出变压器 T_P1 —用 4.5~6 平

方厘米截面积的硅钢片心，初级用 $\phi 0.12$ 漆包线绕 2400 圈，次级用 $\phi 0.57$ 漆包线绕 98 圈。配 6 欧的扬声器。如果扬声器用 3.5 欧的则次级改为 75 圈即可。

在调整收音部分时， C_1 的数值应仔细选择，减小这个电容器的电容量能加强再生，提高接收灵敏度，但容量过大时会产生再生叫声。

图中电子管 V_1 (ECC83)、 V_2 (ECL82) 三极部分和 V_3 (EC92) 可换用两只 6N2， V_2 五极部分可改用 6P14， V_4 (EM84) 可改用 6E1。整流二极管 D_1 可用 $\Delta 1$ 、 $\Delta 2$ 、 $\Delta 9$ 任一型号的晶体二极管代替。 D_2 ~ D_5 可用 $\Delta 7\text{Ж}$ 代替。

（承恒编译）

松木节用作焊药

松木节（结子）上贮有松脂，可以和松香一样当作焊药用。使用时先将带结子的松木锯成厚 20 毫米、长宽各 100 毫米的小块。在给导线或元件引线镀锡时，将需要镀锡的部分放在木结子上，用已经蘸有焊锡的热烙铁在上面来回移动，此时松木结子因热即分泌出少许松脂，就会很快地帮助把锡镀好。

如将带结子的松木锯成长条形木板，再加上一个铁板架，同时当作烙铁架使用，那就一举两得，更方便了。

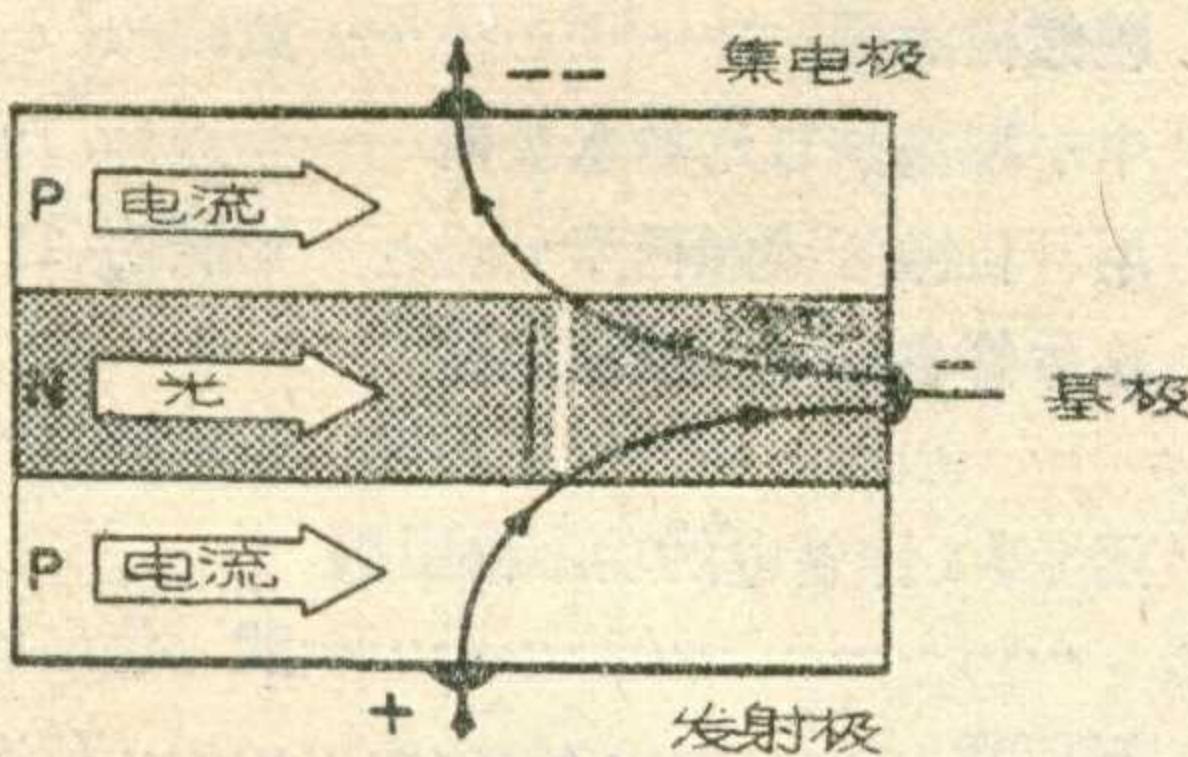
（王本轩）



光学晶体管

这种用砷化镓制成的器件，虽然也是起一个晶体管的作用，但工作原理却完全不同。从发射极输入的电流，一部分在发射极—基极附近变成光，然后直接到达集电极附近，在这里光被吸收并放出电子，通过集电极输出到外电路，如下图所示。看来好像电流从晶体管通过，而实际上信号在晶体管内部却是由光来传递的。

由于在这种晶体管内部是由光来传递信号，而光的移动比电荷移动的速度快得多，所以这种晶体管特别适合在高頻范围



内工作。通常的高頻晶体管，它的基极必须做得极薄，以缩短电荷通过基极所需的时间，因此制造比较困难。很明显，光学晶体管便没有这个缺点。

光学晶体管的极限频率，可能是决定于其中光的发射和吸收速度，目前还没有完全弄清楚。在实际实验中，曾用光学晶体管作成1兆赫的振荡器和10毫微秒的信号转换器。估计它的极限频率可达千兆赫数量级。

砷化镓能把电能转变为光能的这种效应，引起了许多人的兴趣。但是，到目前为止，砷化镓PN结在发射和吸收光方面并不是最有效的。现在制成的砷化镓光学晶体管，增益较小。在液体氮的温度下(77°K , K为绝对温度)，功率增益为50，而在室温下，电流增益只有0.1。虽然如此，人们仍对它寄有很大希望。(泽仁编译自“英国电信与电子学”1963年第5期)

隧道式阴极电子管

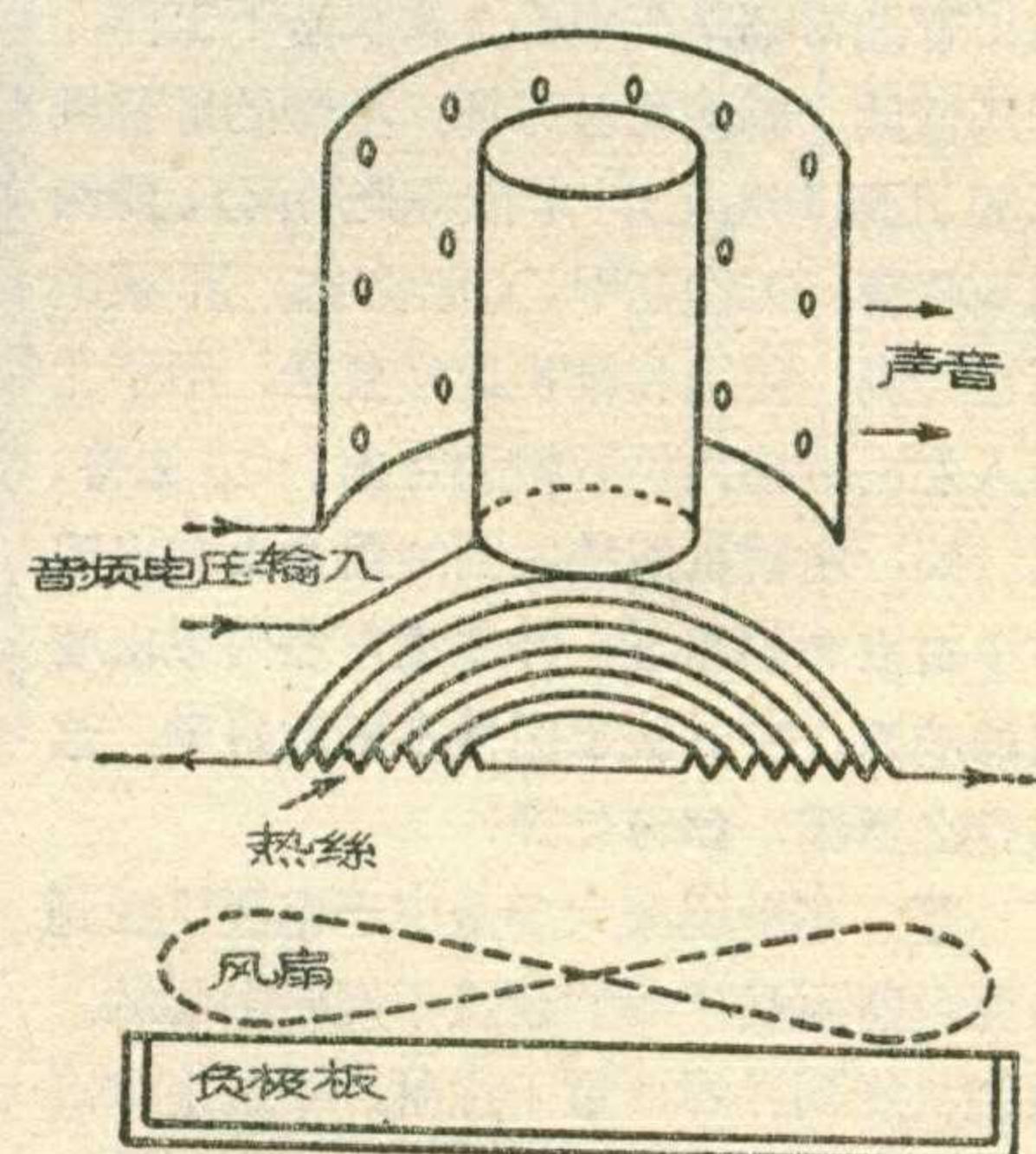
美国制成一种隧道式阴极电子管。初步研究证明，这种“冷”电子管在消耗功率较小时，放射能力很稳定，使用期限特别长。

这种电子管的发射体是层状结构。它有两层导电层（作为电极），在两导电层中间又隔有一层绝缘层。过去认为只有大能量的电子才能透过中间的绝缘层，但近代物理学中却有新的解释。据说，电子可能离开它所属的原子核远达相当于50~100个原子大小的距离，而且发生这种现象的概率是一定的。因此，在这种层状发射体中，如果绝缘层的厚度只有几十个原子大小的话，那么在一个导电层中就有可能出现受另一导电层中的原子所束缚的电子。这种机会虽然很小，但导电层中电子很多，所以由于电子运动（隧道效应）而产生的电流是相当大的。制造隧道式阴极的最大困难是如何制出质量很高的精细绝缘薄膜。（郭盛安译自苏联“无线电”1963年第8期）

离子扬声器

这种扬声器是利用空气或其它气体的离子云来产生声音的。它由一对圆筒组成，并穿有用来通过声波的音孔（见下图）。用热线或其它能源产生离子云，同时用风扇向上吹。下面的负极板排斥离子云，帮助它进入两圆筒之间的空间去。

音频电压加在两圆筒之间，这个交变电压使离子云振动，从而发出声音。也可以在两圆筒之间加装一个栅极，把音频电压加在栅极上，以控制离子的数量。（泽仁译自美“无线电电子学”1963年第3期）



用离子注“绘制”电子线路

在制造薄膜电阻、电容、快速电子开关、太阳能电池等元件时，可采用使物质在真空中蒸发而在衬板上沉积的方法。这样制成的薄膜只有百万分之一吋厚，但却具有特殊的性能。可是，靠蒸发而沉积是难控制的，而且需要遮蔽。最近，英国有

人研究了一种用金属离子注自动绘制电子线路的技术。他们利用40千伏10毫安的离子源，通过静电聚焦校准成平行的、直径为0.5毫米以下的离子束，在高达 10^{-9} 毫米水银柱的真空中注射在衬板上。这样，离子束便把金属离子注入衬板，改变材料的电性能，按设计像一支笔一样在衬板上绘制出电子线路来。（岑广能译自英“新科学家”348, 135, 1963年）

深水自动照相机

苏联制成一种供海洋渔业研究工作用的自动照相机，它上面装有电磁开关、脉冲发光器和程序装置。利用这种自动照相机，可以把鱼碰到捕鱼工具时的各种动作拍下来，还可以拍摄海底的照片。照相机单独用大绳索系住，或者附在渔具上，投放到海里。有效工作的深度可达1千米。

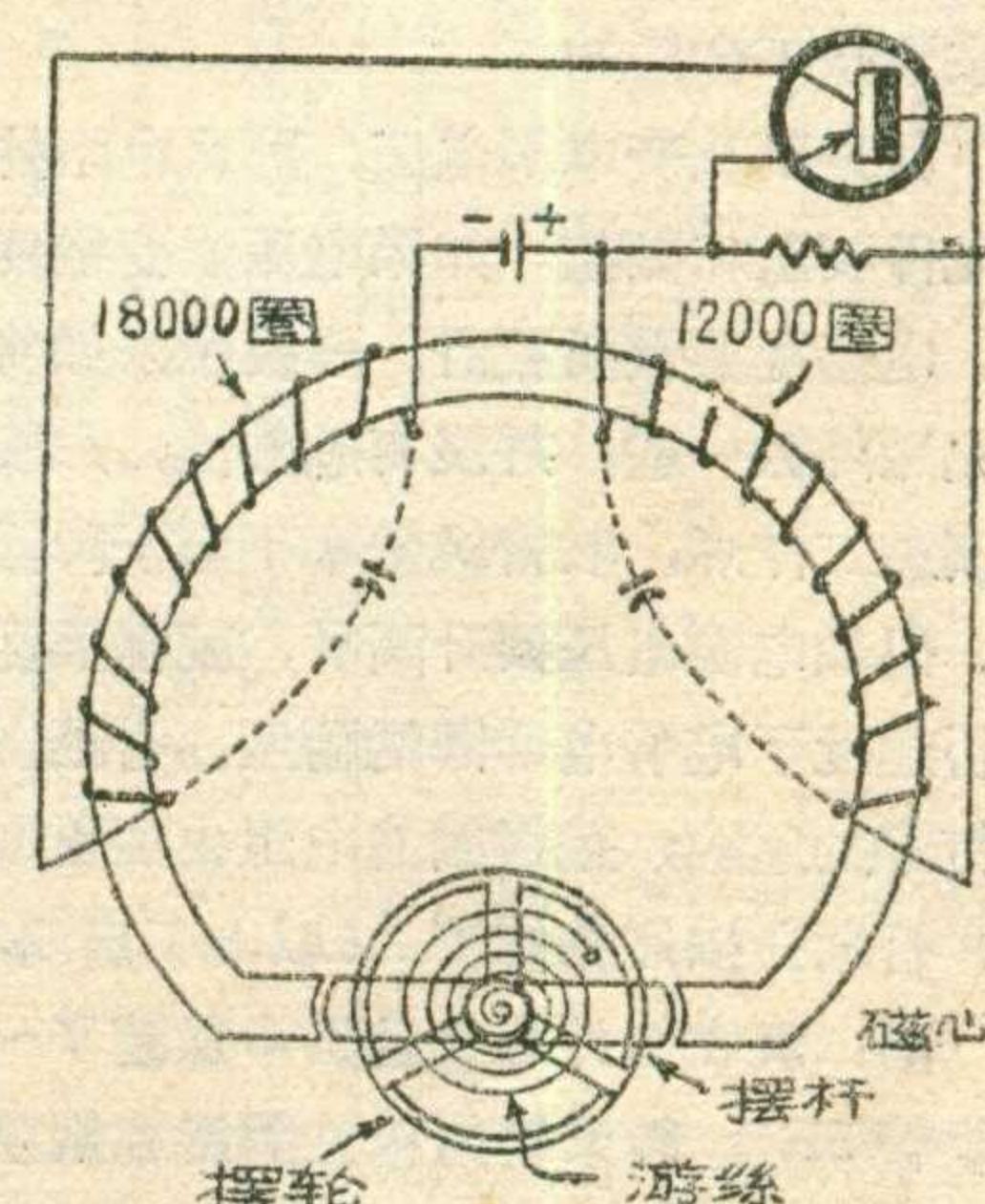
（朱庆云译自苏联“接班人”1963年第12期）

电子表

这种电子表的主要部分由一块软铁摆杆、一个晶体管间歇振荡器和一个带游丝的摆轮组成。晶体管振荡器的两组线圈（有潜布电容，如图中虚线所示）绕在磁心上。

软铁摆杆可以在极靴间摆动，并且受游丝牵制。摆杆一经摆动起来，这个系统便起振荡，直到电能耗尽为止。

每当摆杆接近中心位置时，便增大了两线圈的耦合（见下图），产生一个振荡脉冲，使铁心磁化并吸动摆杆，使其继续摆动。每一次摆动都有这样一个瞬时力产生，于是能克服摩擦损耗，保持表的等时性，维持它继续走动。（田进勤译自美“无线电电子学”1963年第6期）



向与答

問：市售 ZK303 和 ZK318 晶体管的特性及用途如何？

答：市售 ZK 型晶体管均为 PNP 型高頻三极管，它们的电极接线方法相同，即当中为集电极，距离集电极較近的是基极，較远的是发射极。ZK 303 和 ZK318 的主要特性如下：

	f_a (兆赫)	β	I_c 最大 (毫安)	P_c 最大 (毫瓦)
ZK303	150	25~250	30	60
ZK318	100	25~250	100	500

(怡 答)

問：在晶体管电路中，基极有的电路有偏流电阻，有的没有，何故？

答：原則上晶体管均应加偏流电阻，其作用有二：一是加給晶体管一定的偏流，以固定工作点，另外还有一个重要的作用是提高晶体管的稳定性，少受温度的影响。但在簡易的晶体管电路中，并且晶体管是在小信号运用时（即被放大的信号較小），可以不加偏流电阻。

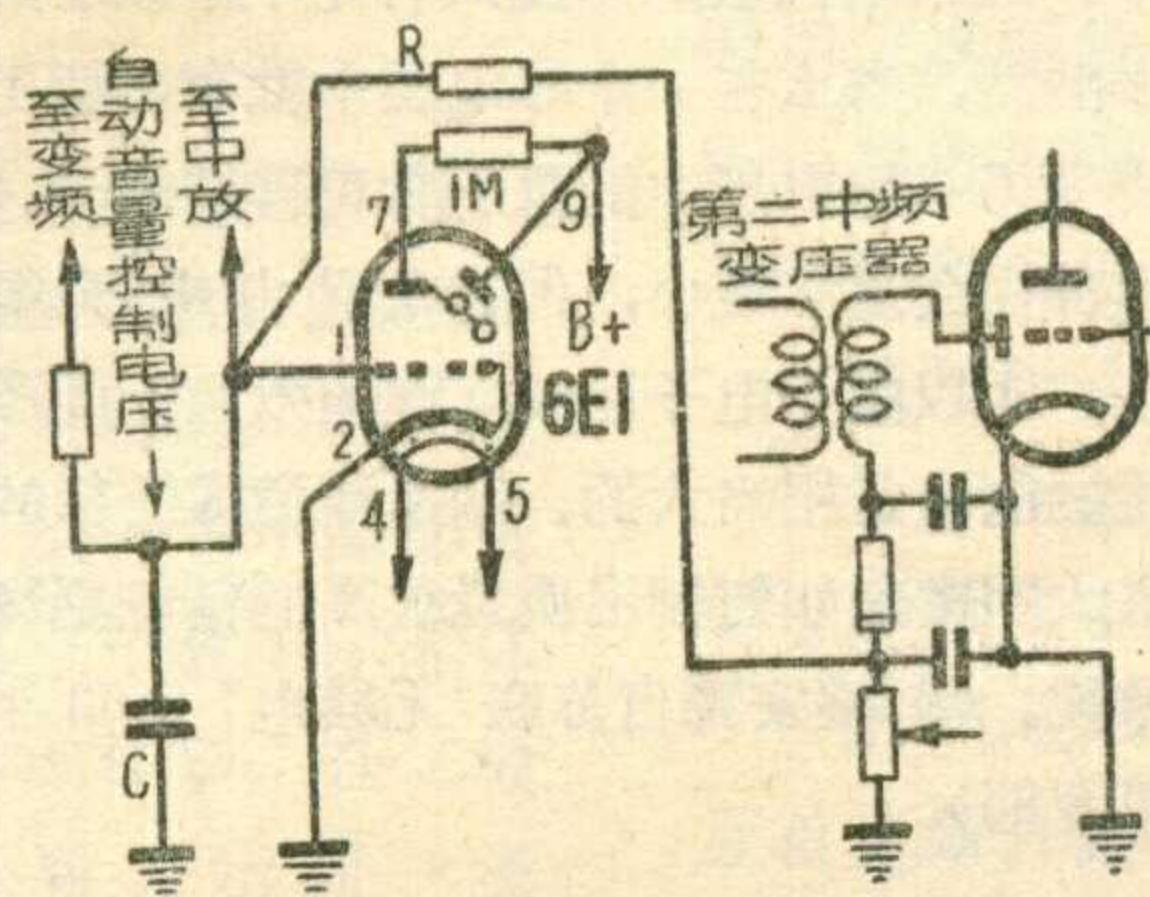
問：晶体管收音机的电源电压有的用 3V，有的用 4.5V；有的用 6V、9V 等，究竟以多大电源电压为合适？如果要改变电源电压应注意什么問題？

答：电源电压的选择主要根据晶体管特性决定，以国产品体管 II6 为例，最大允許的集电极电压较高（-30 伏），可以在高电压下工作，但在收音机电路中，为了照顾收音机的体积，一般以采用 9V、6V、4.5V 为宜，电源电压过低对这类管子來說是不合适的。

如果要改变电源电压，那么电路的个别元件要重新調整；如果电压改变幅度很大，电路需要重新設計。一般說来如将电源电压降低一些，并沒有危险性，只要重新調整工作点，收音机效率不至于降低太多。但如电源电压要升高时，就需要注意是否超过了电解电容器的耐压，否则就有被打穿的危险；基极偏流电阻也要重新調整，否則会损坏晶体管。（以上丁启鴻答）

問：我在超外差收音机中加裝了一只电眼管 6E1，結果管內綠色阴影在調諧至电台时移动很慢，不知何故？

答：电眼管在超外差收音机中的接法一般如附图。利用从檢波器取出的自动音量控制直流负压，接至 6E1 的栅极来控制阴影的大小。这个直流负压的形成和消失过程的快慢，与 RC 的乘积有关。 RC 乘积愈大，则 C 上的电压变化愈慢，因而阴影的变化就会滞后于中频信号强度的变化。如果想使阴影变化速度加快，则可以减小



R 或 C 的数值。R 或 C 的数值过小时将影响自动音量控制的性能和输出的音质、音量。一般 R 不小于 1 兆欧，C 不小于 0.02 微法。（郑寬君答）

問：一般室內会場使用的扩音机，應該用多大瓦数的？

答：一般容納几百人到上千人的室內会場，使用 14 瓦到 25 瓦的小型扩音机就够用了。根据实际經驗，室內扩音时由于房屋以及揚声器与話筒相互位置的限制，这些电力有时还不能够被全部利用。使用小型扩音机的好处是机器构造比較簡單，输出管通常都是在甲乙 1 类状态下工作，屏压較低，維护比較方便。中型的扩音机（50 瓦到 100 瓦），末級多是用两只或四只 807 管，工作在甲乙₂类状态，屏极电压也較高，使用和維护比較复杂，用于几千人左右的室外扩音較为合适。（方錫答）

問：电视机所接收到的图像上常出現有小白点和細线条，并在揚声器內发出嗤嗤的响声，有时甚至图像不断地抖动，这是什么原因，如何处理？

答：这种現象大多是由于电视机受到外界电器用具产生的杂波干扰所引起的。电视机受到外界严重干扰时，干扰信号混入图像信号里，常会在熒光屏上出現菱形花点和线条样的闪光。如果干扰信号混入到场同步脉冲形成电路里，破坏了场的同步作用，就会使图像产生上下抖动的不稳定現象。这种强烈的干扰信号进入伴音通道里，还会使揚声器內发出杂音。处理的办法是，将天綫升高或移动天綫位置，避开干扰，則接收效果可以改善。（毛立平答）



无线电电子学和星际飞行导航

- | | |
|-----------------|-------------|
| | 譚維毅(1) |
| 全国无线电收发报锦标赛胜利 | |
| | 彭楓(3) |
| 移频扩音法 | 洪钟(4) |
| 多用录音机 | 承恒編譯(5) |
| 多谐振荡器 | 黎明(6) |
| 視頻檢波器 | 黃錦源(8) |
| 中小型鍋炉自動給水装置 | 李煌輝(10) |
| 用耳机檢听視頻信号 | 苗潤疇(11) |
| 晶体管自動增益控制电路 | |
| | 丁啟鴻 王本軒(12) |
| 用 6J1 作省电的功率輸出級 | |
| | 武競(13) |
| 想想看 | (13) |
| 飞乐 2J1 型晶体管收音机 | 之倫(14) |
| 不用电流表調整晶体管工 | |
| 作点 | 吳以達(15) |
| 和初学者談焊接 | 張寶平(16) |
| 简单实用的滑線電橋 | 吳積圻(17) |
| 直流三灯收音机 | 謝春橋(18) |
| 收音机要接地綫嗎 | 恒(19) |
| 想想看答案 | (19) |
| 收、扩两用五灯机 | 阮亭(20) |
| 介绍几种国产新型晶体管 | 余仁泉(22) |
| 松木节用作焊药 | 王本軒(22) |
| 国外点滴 | (23) |
| 問与答 | (24) |

封面說明：上海无线电三厂的一条
收音机总装配流水綫

編輯、出版：人民邮电出版社
北京东四 6 条 13 号

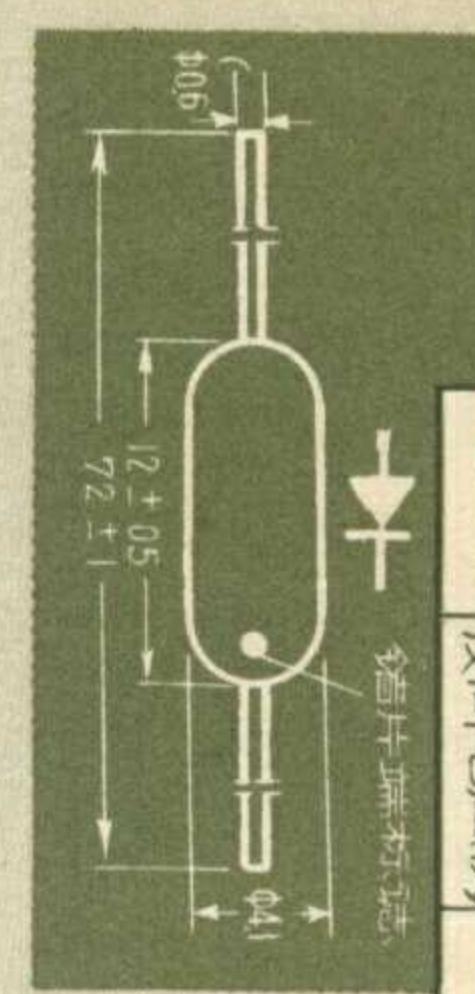
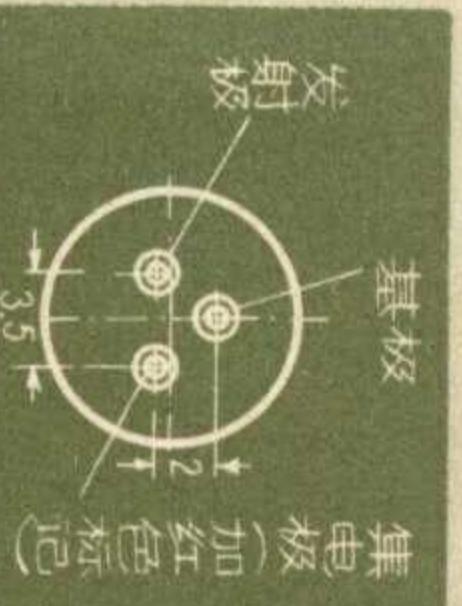
印 刷：北京新华印刷厂
总 发 行：邮电部北京邮局
訂 購 处：全国各地邮电局所

本期出版日期：1963年11月10日
本刊代号：2—75 每册定价2角

几种国产晶体管

的特性

晶体管外型图
(2Z17、2Z172、
2Z30、~2Z304相同)



|Z|—|Z2 点接角销二极管

型号	用途	电参数		极限运用数据					
		正向电流 If	反向电流 Ir	检波效率 ηD	检波损耗 PD %	电容量 C _D	参电容 C _C	电容量 C _B	参电容 C _C
Z1	100兆赫以下作检波用	≥4	≥10	≥2.5	≥8	≤6	≤15	≤40	≤200
Z2	" " "	"	"	"	"	≥4	≤10	—	≤40
测试条件	正向电压(Vf)	0.05	0.1	0.5	1	0.1	1	10	20
	反向电压(Vr)					0.1	1	10	20

P-N-P 合金型晶体管

型号	用途	电参数				极限运用数据					
		输出导纳	发射极反向饱和电流	集电极反向饱和电流	输入电容	集电极反向电压	最大整流电流	浪涌电流	极限使用温度	诸藏温度	电容量
Z1	100兆赫以下作检波用	10	15	18	20	5	50	90	-55~85		
Z2	" " "	20	30	35	40	5	50	90	-55~85		
	上表系环境温度25℃时的测量数据										

P-N-P 漂移型晶体管

型号	用途	电参数				极限运用数据					
		输出导纳	发射极反向饱和电流	集电极反向饱和电流	输入电容	集电极反向电压	最大整流电流	浪涌电流	极限使用温度	诸藏温度	电容量
2Z17	低频小功率放大器	<0.4 <30 <200	1.7 <12 <325 >450	<15 >33 >72	>80 >210	125 50 30 75					
	V _C (伏)	-2	-4.5 -4.5 -6 -2	-4.5 4.5 4.5 4.5							
测试条件	I _E (毫安)	3	0.5								
	I _b (微安)		10 250 10 250								
	f(千赫)	1									

以上各表都是环境温度25℃时的测量数据



飞乐2JI型 晶体管收音机

