



北京市首届民兵通信兵无线电通信多项比赛

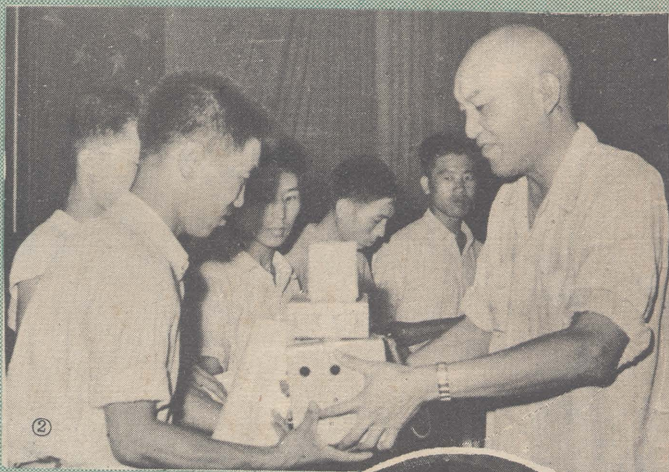
今年八月一日，是中国人民解放军建军36周年。为了庆祝这个伟大的光辉节日，推动民兵通信兵报务技术训练进一步开展，北京市体委和有关单位联合举办了“北京市首届民兵通信兵无线电通信多项竞赛”。参加竞赛的有城区、近郊区的22个代表队44名民兵通信兵。在市无线电夏令营活动的青少年无线电爱好者，也组织了三个代表队参加（不计名次）。

这次比赛，不仅是运动竞技，而且是民兵通信兵的一次野外战斗演习。他们学习了人民解放军的光荣传统，在比赛中战胜种种困难，取得了良好成绩。结果，东城区代表队何持今、许培义以1246分获得第一名，第二、第三名被海淀区、北京综合仪器厂代表队获得。无线电夏令营的孙宏杰、张景和小朋友也都同民兵叔叔一样，出色地完成了比赛中规定的七个项目。

在比赛期间，北京军队等单位的首长和北京市国防体协的负责人出席了大会，观看了表演，熊伯涛、江文两位将军还作了重要讲话，竞赛的民兵通信兵和青少年无线电爱好者受到了很大的鼓励。

纷纷表示要继续努力不断提高技术，锻炼能在任何情况下联得上、通得快本领，随时准备为保卫祖国贡献自己的力量。

（彭枫供稿 本刊记者摄影）



①在比赛起点上，运动员们正在迅速地进行“开设电台”。



②市国防体协主任熊伯涛把奖状和奖品授予优胜者。

③市邮局选手在沉着抄收通报。

④无线电联合厂的选手正向终点前进。

⑤市青少年学习队的张景和在和对手孙宏杰联络通话。

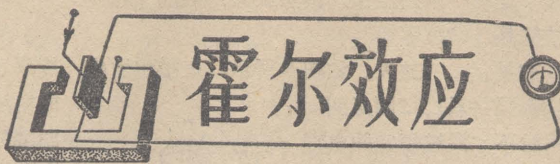
1879年，美国物理学家霍尔发现一个奇特的现象。把通有电流 I 的导电薄片放在磁场中，并让磁场 H 和薄片平面垂直（见图1），

则在薄片的3、4两面间，也就是既和电流方向垂直、又和磁力线垂直的方向上，会有电势差产生。这个现象称为霍尔效应。但是，用金属作为这个导体薄片时，所产生的霍尔电势差非常小，用一般仪器很难把它指示出来。因此，长期以来，霍尔效应在实用上并没有得到重视。近十几年来，由于半导体技术的迅速发展，已经制造出了霍尔效应比较显著的半导体材料，因此用这种材料制造的霍尔效应器件日益得到广泛的应用。这种器件的结构简单、体积小，工作稳定可靠，在要求满足一些特殊需要的场合下，很难用别的器件来代替。正因为这样，霍尔效应已经引起了人们的广泛注意。

霍尔效应的实质

任何带电质点，在磁场中沿着和磁力线垂直的方向运动时，都要受到磁场的作用力，这种力称为洛仑兹力。力的大小和质点的电荷 (e)、磁场强度 (H) 以及质点的运动速度 (v) 成正比，即 $f=ceHv$ (式中 c 是一个比例常数)。力的方向可由左手定则确定。把左手的拇指、食指和中指相互垂直地伸出 (图2a)，食指指磁场的方向 (H)，中指指正电荷运动的方向 (v)，这时拇指所指的就是正电荷受力的方向 (参看图2b)。假如质点所带的电荷是负的，这时仍将左手的食指指磁场的方向，但中指要指向和负电荷运动 (v) 相反的方向，这样拇指所指的就是负电荷受力的方向了 (参看图2c)。

大家知道，导体或半导体中所有有电流，是由于其中的带电质点 (电子或空穴) 在电场作用下作



霍尔效应

定向运动的缘故。大多数的金属以及 n 型半导体都是由电子来导电的。图3a示一块 n 型半导体薄片。把它放在磁场中，磁场 (H) 的方向是从上往下。当电流从1端流向2端时，自由电子是从2端向1端运动。运动的电子在磁场中受到洛仑兹力的作用，根据左手定则可以知道这个作用力是向后 (4端边)

的，因而电子的运动轨迹向后弯曲，结果使4端边的电子密度增大，3端边的电子密度减小。这样，在3、4两端就形成了一个电势，3端为正，4端为负。这个电势也对电子产生一个作用力，方向是向前 (3端边) 的，它阻止电子向后运动，也就是说，它的作用正好和洛仑兹力相反。因此，当4端边的电子累积到一定程度，使得所产生电势的作用力正好和洛仑兹力相等时，电子就不再向后运动。这样，3、4两端间就表现出一个固定数值的电势——霍尔电势。霍尔效应的实质就在于此。

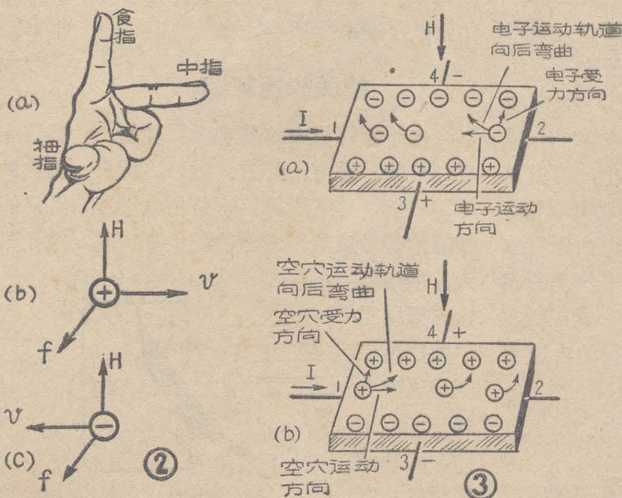
图3b是一块 P 型半导体薄片，

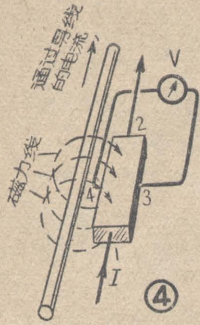
仍然把它放在上述的磁场中，并保持电流的方向不变。 P 型半导体中的导电质点是空穴 (空穴可以看作是带正电荷的质点)，它运动的方向是从1端到2端。根据左手定则，空穴所受的洛仑兹力仍然是向后 (4端边) 的，它的运动轨迹仍然向后弯曲，使4端边积累正电荷，从而在3、4两端间形成霍尔电势。不过这时是4端为正，3端为负，霍尔电势的方向刚好和 n 型半导体的情况相反。因此，在半导体技术中，常利用这种方法来判断半导体材料是 n 型的或是 P 型的。

实验证明，霍尔电势的大小，和电流 I 以及磁场强度 H 成正比，用公式表示即： $V_{3,4}=K \cdot I \cdot H$ 。式中的 K 称为霍尔常数，它的数值决定于温度、所用半导体片的特性和尺寸等。从这个公式可以看到，一方面，如果已知 K 和 I ，那么，根据所测得的霍尔电势的大小，就可以求得磁场强度 H ；另一方面，如果改变 I ，或改变 H ，或同时改变两者，就可以改变 $V_{3,4}$ ，或者说控制 $V_{3,4}$ 的变化。利用这些特性和其它一些特性，可以使上述半导体霍尔电势发生器获得极为广泛的应用。本文打算举几个例子，来说明这种霍尔器件应用的原理。

测量磁场强度、电流和功率

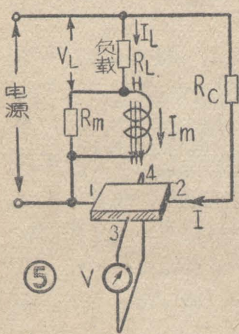
霍尔电势发生器能用来检测磁场。如图1所示，在1、2两端间通以恒定电流，3、4端间的霍尔电势就和磁场强度 H 成正比。在电压表上可以直接刻上磁场强度的高斯数，测量读数很方便。由于霍尔发生器可以做得很薄很小，所以能用来准确地测量非均匀磁场各点上或狭窄空气隙中的磁场强度。





另外，由于发生器的结构是固定的，有足够的机械强度，使用时不需振动任何零件，所以使用和維護都很簡便。

普通的电流表有一个共同的缺点，就是在测量导线中的电流时，必須把这根导线断开，把电流表串接到电路里去。这样做很不方便。但是利用霍尔效应制成的电流表，不必断开导线就可以测量其中的电流。因为导线中通过电流时，在导线周围就要产生磁场，而磁场强度的大小是和导线内的电流成正比的，所以只要测量导线周围某一点的磁场强度，就可以推知导线内电流的大小了。如图4所示，把一块很小的半导体薄片平行地



放在要测量电流的那根导线的旁边。在1、2两端通过一恒定的电流，测量3、4两端的电压，就可以讀出导线内

电流的大小。用这种方法测量大电流是特别合适的，同时不論直流和交流都可以进行测量。

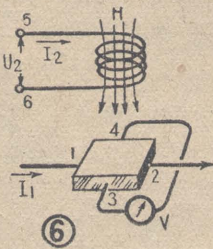
测量功率的原理图见图5。激磁电流 I_m 和负载电流 I_L 成正比，因而 H 和 I_L 成正比；控制电流 I 和电源电压成正比，因而基本上也和 V_L 成正比（激磁线圈的压降很小，可以忽略）。因此，负载消耗的功率 $P_L = V_L I_L$ 和乘积 HI 成正比。由于霍尔电势 $V = KHI$ ，所以电压表指出的霍尔电压 V 也就和 $V_L I_L = P_L$ 成正比。这样，就可以用电压表测得的电压 V 来代表功率 P_L 。

代替电子管的工作

霍尔发生器可以代替电子管完成

一系列工作，例如放大、振荡、调制、检波等等。

放大。如图6所示，在霍尔发生器1、2两点間通过恒定的电流 I_1 ，在激磁线圈5、6两端加上待放大的电压。由于磁场 H 随着信号电压而变化，3、4两端所产生的霍尔电压就和接到线圈上的电压成正比，并且放大了几倍。这种放大器由于没有零点漂移现象，所以非常适合放大直流电压或变化极缓慢的交流电压，而这样的电压用电子管来放大是很麻烦的。



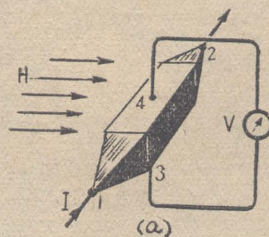
振荡。如果把霍尔效应放大器的输出信号反馈到激磁线圈中去，那么，和电子管反馈振荡器的原理一样，也可以作成霍尔效应振荡器。

调幅。如果在图6的1、2两端通过低频交流信号，在5、6两端通过高频载波振荡，那末，3、4两端的霍尔电势就是幅度按低频信号频率而变化的高频信号，这样就完成了调幅作用。

检波和倍频。如果在图6的1、2两端通过已调幅的高频信号，在5、6两端通过同一高频的等幅信号。那么，从输出的霍尔电势中滤除高频分量，就可检出低频调制信号，完成了检波作用。要是在3、4两端間用谐振回路专门取出二次谐波分量，霍尔器件就成了一个倍频器。

简单的运算器

电子计算机中的基本运算有加、减、乘、除、乘方、开方、微分、积分等。以前，这些运算器都是用电子管或晶体管做成的，它们的机构复杂庞大，很难制作。根据霍尔效应可以制成所有上述计算元件，而且非常简单，也

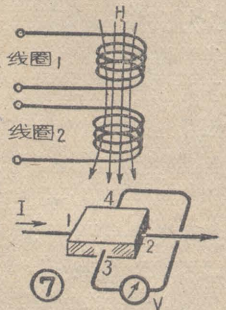


很可靠。

例如，在图6中，如果使磁场强度 H 正比于一个变量，1、2两端通过的电流 I_1 正比于另一个变量，则3、4两端的霍尔电势就正比于这两个变量的乘积。这样就完成了乘法运算。

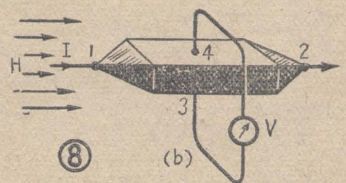
加法电路的原理图见图7。这时通过1、2两端的是恒定的电流，在绕线方向相同的线圈1和2中分别通过正比于加数、被加数的电流。这样，在半导体片表面的磁场强度 H 就正比于这两个电流之和，因而3、4两端所产生的霍尔电势就正比于上述两个数目之和，

完成了加法运算。用多个独立线圈，就可以得到多个数相加的结果。如果某些线圈的绕向相反，就可以实现减法运算。



没有磁性的指南针

如图8a所示，把半导体材料制成的矩形条放在地磁场中，当1、2两端通电流时，由于电流的方向和地球磁力线的方向互相垂直，于是在3、4两端就产生了霍尔电势。在水平面内逐渐转动这个矩形条，由于磁场垂直于电流方向的分量逐渐减小，霍尔电势就逐渐变小。当转到图8b的位置时，由于电流方向和磁力线方向平行，霍尔电势就变为0了。根据输出的霍尔电势的大小，就可以知道矩形条所指的方向，也可以直接利用这个电势自动调节飞机或轮船的航行方向。这一点是这种指南针的突出优点。普通指南针只能供人看，没法直接去控制机器，因此不能用在自动控制设备里。



引力波通信

“万有引力”是我们常见的、十分熟悉的现象。举例说，由于有了地心引力，苹果会落地，水会向下流，月球和人造卫星会绕着地球运动，而不致脱离地球的束缚远去。在我们的周围空间中，分布着“引力场”，物体处在任何一点上，都会受到引力的作用。

但是，关于引力和引力场的实质，我们还不清楚。引力场是由什么东西构成的呢？它是怎样随着物体一起运动的呢？引力是怎样传播的呢？是一下子就传播开去，还是有一定的传播速度？它是不是像电磁波那样是一种波动现象？它是不是像光一样，当光源熄灭后，光波仍然能奔向无穷无尽的宇宙空间？一句话，是不是存在着引力波呢？

许许多多的科学家都在紧张地研

究这些问题。虽然到现在还没有观察到能说明引力波存在的任何现象，虽然还没有一个实验能证明引力是以某种速度传播的，但是，根据理论的探讨，绝大多数研究这一问题的科学家都肯定地认为是有引力波存在的，只有个别的人表示怀疑。从理论研究看来，引力场也可以部分地脱离它的发生源而以波的形式辐射到空间中去，就像光波能脱离光源继续前进一样。任何足够重的物体，在急剧振动或旋转时，都应该辐射出这种引力波。此外，引力决不是一下子就传播开去的。和物质间所有相互作用力一样，引力传播的速度最快也不能超过光速（每秒300000公里）。

可以乐观地估计，不久的将来，将会发现引力波，并进一步应用引力波。我们可以回想一下电磁波发现的

历史。前一世纪的六十年代，麦克斯韦就已经从理论上预言过电磁波的存在，二十年以后（1888年），赫兹才在实验室中第一次获得了电磁波。再过七年（1895年），波波夫才把电磁波实际用于通信，发明了“无线电”。对引力波来说，现在是正处于从麦克斯韦到赫兹的历史阶段。

利用引力波来进行通信的前景是十分诱人的。

直到现在为止，还没有发现任何东西能够阻碍或“屏蔽”引力的作用。引力波能穿透大山，深入海底和地壳内部，不受到任何衰减，不引起反射和折射。引力波通信没有噪声和干扰。从这些性质看来，引力波通信比无线电通信和光波通信优越得多。无线电通信会遭到吸收、反射，特别是摆脱不了干扰的影响，而光波通信会遭到尘云的阻碍。看来，在未来的宇宙通信中，引力波可以说是一种再好不过的工具了。（工编译）

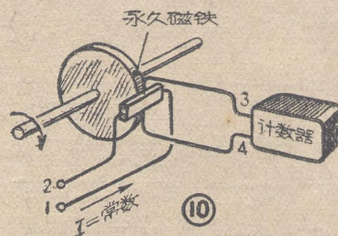
霍尔效应放音头

霍尔效应放音头的构造见图9。录了音的磁带在放音头的导磁极靴前通过时，磁带上的音迹磁场即被加到霍尔电势发生器上。通过1、2两端的电流是恒定的，所以3、4两端的霍尔电势和音迹磁场相应地变化。把这个电势加以放大，就得到了原来的音频信号电压。这种磁头结构简单、灵敏度高、工作频率范围大、失真小，同时对屏蔽装置的要求较低。

转速计

霍尔发生器还可以用来测量转速。如图10所示，在非磁性圆盘圆

周上的某一点嵌入一小块永久磁铁。把霍尔发生器安装到接近圆盘的地方。圆盘每转动一周，就得到霍尔电势的一个脉冲输出。用计数器把脉冲的数目记录下来，就可以测定圆盘的转速了。用这种方法测量转速的测量范围很大，而且精确度高。



（本刊根据孙定浩、袁仲江、韩波、邵乃来稿编写）

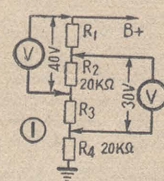
更正

1. 1963年第7期第6页图2中 c_{21} 与 c_{20} 的连线应截断， c_{21} 应改为接地。
2. 1963年第7期第9页图2中 6K8 第二栅电阻 R_5 应与屏极电源线相接。

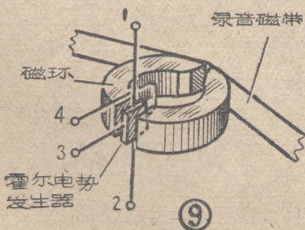
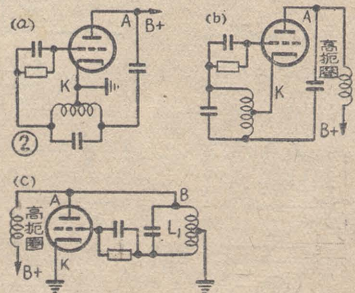


1. 在图1所示电路中，你能直接说出 B_+ 的电压是多少吗？（赵昌龄译）

2. 电子管收音机开得很响会多用电吗？大型扩音机开得很响又怎样？（金鹿）



3. 图2三个电路均为正反馈，试判断它们能否正常工作？如不能，应如何克服？（蔡鐸）



限幅器

黎 明

电压受到限幅，就叫做下限幅器；如果既有上限幅作用，又有下限幅作用，就叫做双向限幅器。

二极管限幅器

常见的二极管半波整流器可以看作是一个最简单的限幅器。如图 1a 的电路所示，当输入一个正弦电压 u_1 时，输出电压 u_2 是只有正半周的半个正弦波，负半周被“限制掉”了。因为当输入电压大于零时，二极管导电，它的内阻很小（为了便于分析起见，以后都假定二极管导电时的内阻为零），所以输入电压可以通过二极管加到输出端。相反地，当输入电压 u_1 为负时（小于零时，图中虚线所示），二极管不能导电，不管 u_1 怎样变化，输出

电压 u_2 一直保持为零。换句话说，当输入电压 u_1 低于界限值零时，输出电压 u_2 就被限制在零电压上。因此，这个电路是一个下限为零的下限幅器。

为了改变下限电压，可以在电路中接入一个直流电源 E 。图 1b 电路把下限电压提高到 $+E$ 。当输入电压 u_1 低于下限电压 E 时，二极管的屏极电压低于阴极电压，不能导电，输出电压 u_2 一直保持在 E 的电平上（图 1b 中的 $0 \sim t_1$ 段）。当 u_1 高于下限电压 E 时，二极管导电，因而 u_1 直接加到输出端，使输出电压 u_2 跟随 u_1 而变化（ $t_1 \sim t_2$ 段）。如果 u_1 再降到 E 值以下，那么，不管它怎样变化， u_2 总是被限制在 $+E$ 的电平上，不能随输入信号而变化（图中 t_2 以后）。在图 1b 中，虚线表示输入的正弦电压，实线表示经过限幅的输出电压。

图 1c 电路把下限电压降低到 $-E$ 。这时，输入电压 u_1 高于 $-E$ 时，就能通过二极管在输出端重现出来。当 u_1 低于 $-E$ 时（图中虚线），输出电压就被限制在 $-E$ 的电平上。

如果把图 1 电路中的二极管换一下方向，就可以得到如图 2 所示的上限幅器。图 2a 是上限为零的上限幅器。当输入电压 u_1 为正时（大于零时），二极管不能导电，输出电压 u_2 保持为零电平。当 u_1 为负时（小于零时），二极管导电， u_1 就直接加到了输出端。图 2b 是上限为 $+E$ 的上限幅器，输入电压 u_1 只要不高于 E ，二极

管就总是导电的，输出端就能重现输入信号；但是一旦 u_1 高于 E ，二极管的阴极电压就会高于屏极电压，不能导电，输出电压 u_2 就被限制在 $+E$ 的电平上。根据类似的分析可以看到，图 2c 电路是一个上限为 $-E$ 的上限幅器。

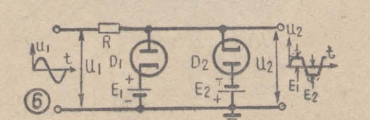
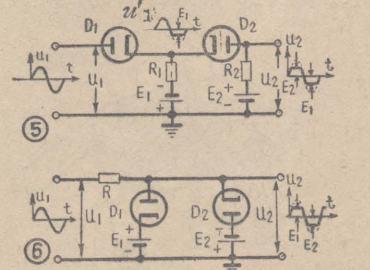
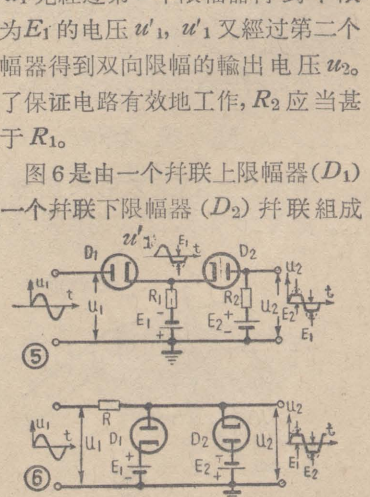
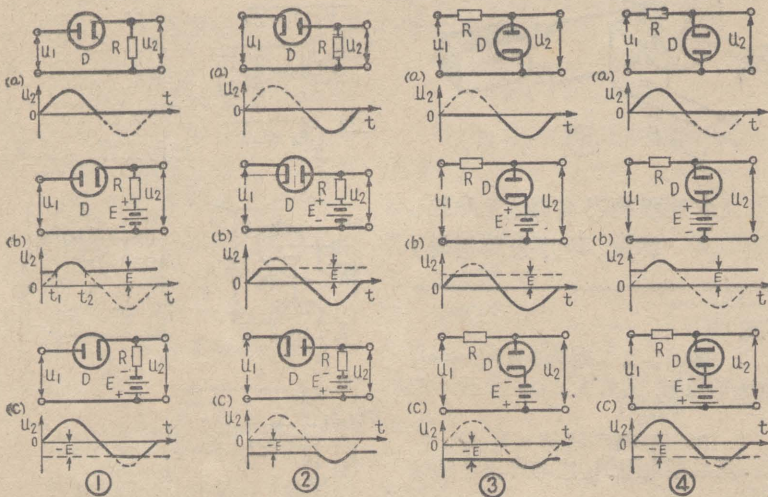
在图 1 和图 2 的电路中，输出是和二极管串联的，所以叫做串联限幅器。也可以把输出和二极管并联，构成并联限幅器，如图 3 和图 4 所示。

图 3a 是上限为零的上限幅器。仍设二极管的内阻甚小于 R ，分析时予以忽略。当输入电压 u_1 大于零时，二极管导电，输出端被短路，输出电压 u_2 为零。当 u_1 小于零时，二极管截止，相当于开路，输出端才能重现输入电压。在图 3b 电路中，上限电压提升到 $+E$ ，当输入电压 u_1 大于 $+E$ 时，二极管导电，输出电压 u_2 保持为 $+E$ ，只有当 u_1 低于 E 时，二极管才能开路，输出端才能重现输入电压波形。图 3c 是上限电压为 $-E$ 的限幅器，当输入电压 u_1 高于 $-E$ 时，二极管即能导电，把输出电压 u_2 限制在 $-E$ 的电平上。

根据类似的分析，可以说明图 4 中三个并联下限幅器的工作。

如果把二极管上限幅器和下限幅器结合在一起，就成了双向限幅器（图 5、图 6）。图 5 是由一个串联下限幅器（ D_1 ）和一个串联上限幅器（ D_2 ）串联组成的双向限幅器。输入的正弦波 u_1 先经过第一个限幅器得到下限幅为 E_1 的电压 u'_1 ， u'_1 又经过第二个限幅器得到双向限幅的输出电压 u_2 。为了保证电路有效地工作， R_2 应当甚大于 R_1 。

图 6 是由一个并联上限幅器（ D_1 ）和一个并联下限幅器（ D_2 ）并联组成的双向限幅器。



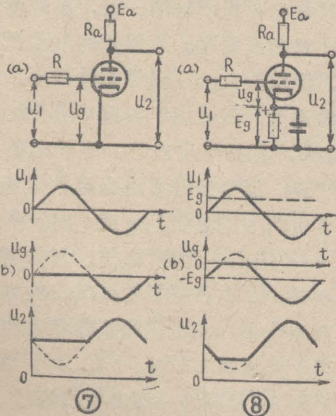
的双向限幅器。当输入电压 u_1 高于 E_1 时, D_1 导电, 把输出电压 u_2 限制在 E_1 的电平上; 当 u_1 低于 $-E_2$ 时, D_2 导电, 把 u_2 限制在 $-E_2$ 的电平上。输入电压只有在 $+E_1$ 和 $-E_2$ 之间时, 才能传送到输入端去。

栅极限幅

用三极管或五极管也可以实现限幅。按照工作原理的不同, 可以分为栅极限幅、屏极下限幅、屏极上限幅等。

栅极限幅器的电路如图 7a 所示。这里把管内栅极-阴极部分看成一个二极管, 栅极起着二极管屏极的作用。因此, 这个电路实质上是一个二极管并联上限幅器和一个放大器组成。它和普通放大器不同的地方是栅极内串联了一个限幅电阻 R , R 的数值甚大于栅-阴二极管的内阻。当输入电压 u_1 大于零时, 二极管导电, 输入电压主要降落在 R 上, 栅压 u_g 保持为零, 屏流和输出电压就被限制在一定的电平上, 如图 7b 曲线所示。

和二极管限幅器的情况一样, 这里也可以加入直流电压以改变上限电平。实际上常用阴极电阻来得到这个限幅偏压, 如图 8 所示。有了 E_g 以后, u_g 就比输入电压 u_1 低了 E_g 的数值 ($u_g = u_1 - E_g$), 只有当 u_1 高于 E_g 时, 二极管才能导电, u_g 才能被限制在零电平, 输出电压才能受到限幅(参看图 8b)。由此可见, 上限从零提高到了 E_g 。

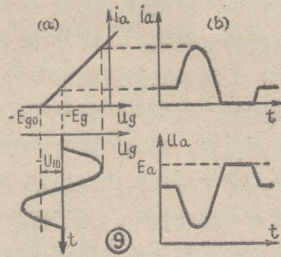


屏极下限幅

电子管的栅压降低到截止栅压 $-E_{g0}$ 以下时, 屏流截止。利用这一

特性, 可以构成屏极下限幅器。图 9a 示电子管的屏栅动态特性。设固定栅偏压为 $-E_g$, 在栅极加有正弦信号, 则栅极上的电压 u_g 如图 9a 下部的曲线所示。只有当 u_g 高于截止电压 $-E_{g0}$ 时, 屏流 i_a 和屏极输出电压 u_a 才能反映出输入电压的变化(图 9b)。当 u_g 低于 $-E_{g0}$ 时, 电子管截止, 屏流保持为 0, 屏压保持为电源电压 E_a 。由此可见, 这个电子管就成了下限为 $E = |E_g| - |E_{g0}| = -U_{10}$ 的下限幅器。改变栅偏压 ($-E_g$), 就可以改变下限电压。

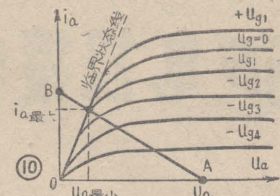
很明显, 只有锐截止管才适宜用作这种限幅器。



屏极上限幅

屏极上限幅和栅极限幅不同, 它不是依靠栅-阴二极管来起限幅作用, 而是依靠屏流最大值受到限制来限幅的。这种限幅作用最好利用图 10 所示五极管 $i_a - u_a$ 特性来说明。图中直线 AB 是负载线。在屏压很小时, 对应于不同栅压的特性曲线将合并成一条线, 叫做临界状态线。设电子管的栅极电压经 $-u_{g1}, -u_{g2}, -u_{g3}$ 逐渐升高, 则工作点沿负载线向左上方移动, 屏流 i_a 逐渐增加, 屏压 u_a 逐渐降低。最后, 当栅压升到 $-u_{g1}$ 时, 工作点落到临界状态线上。这时栅压再升高时, 例如增加到 $u_g = 0$ 或 $+u_{g1}$ 时, 工作点也不会再移动, 因而屏流和屏压就保持为一固定数值 (i_a 最大和 u_a 最小), 不再变动。也就是说, 尽管输入电压 u_g 继续增大, 输出电压却保持为 u_a 最小。这样就实现了屏极上限幅, 电子管的栅压 $-u_{g1}$ 就是限幅上限电平。

为了得到屏极上限幅, 必须选择足够大的屏极负载电阻, 使得在栅压



为负值时即已开始屏极限幅。否则, 如果栅压到达正值时仍未出现屏极限幅, 那么就会开始出现栅极限幅了。

把栅极限幅和屏极下限幅的作用结合在一起, 或者把屏极上限幅和屏极下限幅的作用结合在一起, 就可以用同一个电子管构成双向限幅器。

限幅器的用途

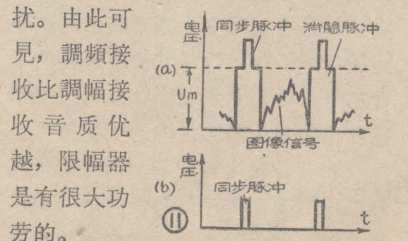
限幅器的一个最重要的用途是把正弦波双向限幅, 以得到近似的矩形波。经过几次连续放大和双向限幅后, 所得到的矩形波边沿可以很陡。而由于正弦波频率稳定度高, 所得到的矩形波的重复频率也很稳定。

限幅器可以用来从不同极性的脉冲中选出所需极性的脉冲。例如, 由微分电路中产生出的是正负交替的尖脉冲。如果把它通过上限为零的上限幅器, 就可以选出负脉冲; 通过下限为零的下限幅器, 就可以选出正脉冲。

利用限幅器可以实现幅度的选择。举个例子, 电视信号中的同步脉冲是“骑”在消隐脉冲之上的(图 11a)。如果把它通过下限等于消隐脉冲高度 U_m 的下限幅器, 那么, 消隐脉冲和图像信号都被削去, 只剩下了同步脉冲(图 11b)。电视接收机中通常就是利用这种方法来分离同步信号。

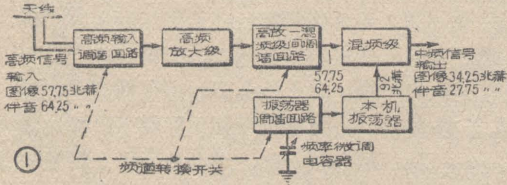
当脉冲的顶部由于干扰而发生波动时, 可以利用上限幅器把脉冲顶部削平, 以消除干扰。

在调频接收机中, 限幅器用来使信号幅度保持固定, 以除去外界干扰。



电视接收机的高频部分

黄锦源



超外差式电视接收机的高频部分，主要由高频放大级、本机振荡器和混频级组成。它的方框图见图1。这里是例举接收第二频道时的工作过程。从天线接收下来的高频信号，频带宽度达8兆赫，其中图像载频为57.75兆赫，伴音载频为64.25兆赫。它们经高频放大级放大后，被加到混频级，和本机振荡器送来的92兆赫的振荡信号混频，得出34.25兆赫的图像中频信号和27.75兆赫的伴音中频信号，然后送到中频放大器中去。这里输入调谐回路和高放—混频级间调谐回路一起，组成高频部分的通频带，对信号进行选择。它们和振荡器的调谐回路一起调谐，以选择接收不同频道的信号。一般这三个回路都是用同一个共同的旋转轴进行统调。另外在本机振荡回路中加一只微调电容器，以便稍微地改变振荡频率来获得准确的中频信号。

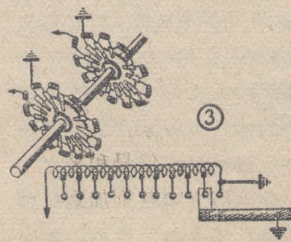
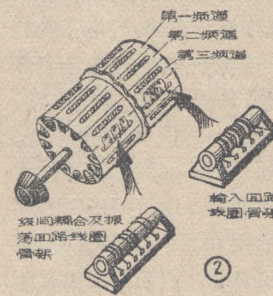
电视接收机的高频部分通常被单独地装在一个金属小盒中，俗称高频头。这样做是为了生产和修理上的方便，并可保证良好的屏蔽。

从前面的叙述可以看到，电视机高频部分的主要功用是：(1) 选择所欲接收频道的信号；(2) 将选出的高频信号初步放大；(3) 将图像和伴音高频信号分别转变为频率较低的两个中频信号；(4) 排斥其他不需要的干扰信号，特别是镜像干扰和那些频率落在中频放大器频带内的干扰信号。

和收音机比较起来，对电视机高频部分的要求要严格得多。这些要求是：(1) 放大时必须保证很宽的通频

带，约达8兆赫；(2) 由于通频带这样宽，会通过较大的杂波，而这些杂波又会同信号一起被以后各级放大，影响特别大，所以高频部分的杂波电平应当很低，要能保证足够高的信号杂波比；(3) 选择性必须良好；(4) 本机振荡信号漏到天线或中放级的效应要很小，以免经天线发射出去影响附近的电视机，或使中放级过载；(5) 天线系统和接收机的输入电路必须匹配，以免高频信号在天线馈线中来回反射，影响图像质量和出现“重影”；(6) 工作特性应当稳定；等等。

在电视接收机中，为了接收不同频道的广播节目，通常用频道转换开关来切换输入回路、高频放大器及本机振荡器回路的元件。图2示应用很广的鼓形转换开关。对应于某一频道的各个线圈嵌入圆筒形架子上以后，它们的接点露在圆周外面，纵向排成一行。转动圆筒架子，即可改变接入各回路的一组线圈，使回路调谐到欲接收的频道上。这种频道转换装置的结构牢固，接触可靠，不同频道的调谐回路之间的相互影响小，而且替换容易，所以获得了普遍应用。



关回路同时调谐于不同频道的，如图3所示。

高频放大级

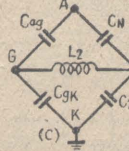
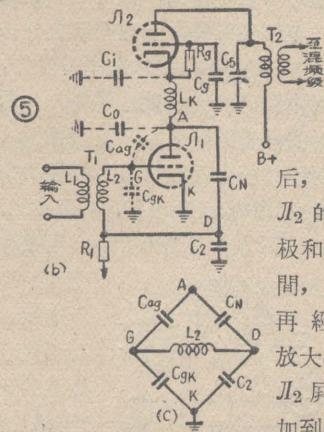
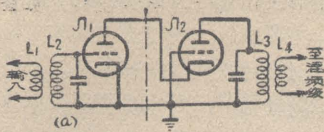
电视机高频部分照例都有一级高放，用来满足前述对高频部分的某些要求。首先，大家知道，在接收机中，混频器产生的杂波最大。加一级高放先把输入信号放大，然后再送到混频器中，就可以得到较高的信号杂波比，因而图像背景就较纯洁。其次，有了高放级可以增加接收机的灵敏度，并且由于调谐回路数目增加，选择性也改善了。最后，由于高放级的隔离作用，减小了本机振荡电压经过天线向外的辐射。

高放级的天线输入回路，要保证有足够宽的通频带以通过有用信号，而且要能滤除掉干扰信号。此外，还需要供给天线馈线系统一个电阻性匹配负载。例如对于特性阻抗为300欧姆的扁双绞线来说，这个负载就是300欧姆。输入电路的形式很多，最常见的是对称式电感耦合电路，如图4所示。图中 C_1 和 R_1 分别为电子管的输入电容和电阻。 L_2 和 C_1 、 C_2 构成了一个谐振回路。这个输入回路是单回路的，所以具有单峰响应。

电视机高放级的频带很宽，而且它又是电视机中的第一级，所以要特别注意杂波问题。五极管的增益虽较高，但杂波大；三极管杂波较小，但是增益低，而且由于屏栅极间电容 C_{ag} 大，容易产生自激。为了克服这些缺点，近年来许多电视高放级都采用了由两个三极管组成的特殊电路——“阴地—栅地”电路。它的突出优点是，具有和三极管高放级相当的低杂波电平，而增益和工作稳定性又相当于五极管高放级。

图5a是阴地—栅地电路的交流简化电路。这电路由两级组成，其中第一级为阴极接地电路，第二级为栅极接地电路。从天线来的高频信号加到 J_1 的栅极和地之间，经 J_1 放大

来使各有



后，加到 J_2 的阴极和地之间，然后再经 J_2 放大，从 J_2 屏极加到混频级去。

由此可見，第一級的負載就是第二級的輸入阻抗。由于栅极接地放大級的輸入阻抗很小，所以 J_1 的負載阻抗很小，增益很低（接近于1），不会产生自激。虽然栅地级 J_2 的增益较大，但是由于接地栅极的屏蔽作用，输出信号不致反馈到输入端去，因而保证了工作稳定。

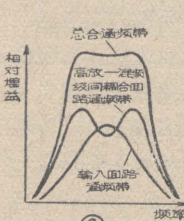
由此可見，阴地一栅地电路主要是由栅地级来保证增益，阴地级则起了一个阻抗变换作用，把栅地级的低输入阻抗变成阴地级的高输入阻抗。这样，就使输入回路具有一定的选择性，并且可以采用升压变压器来进行阻抗匹配，以便获得传输增益。用变压器升压来提高增益的优点是不会产生附加杂波，这是非常可贵的。

图5b是电视机上实际使用的阴地一栅地电路。为了节省零件和缩小体积， J_1 和 J_2 用一个双三极管，并把它们串联起来接到 B_+ 去。 J_1 和 J_2 的内阻构成了一个分压器，它们的直流屏压都大约等于 B_+ 的一半。电容 C_0 对高频来说相当于短路，从而使 J_2 的栅极对高频来说是接地的。 R_0 给 J_2 的栅阴极之间提供了一条直流通路。

前面说过， J_1 的屏极负载就是 J_2 的输入阻抗，这阻抗很小，所以频带较宽。但是，在高频端时，由于 J_1 的输出电容 C_0 和 J_2 的输入电容 C_i 的旁路作用，增益仍有所下降。为

此，这里接入了扼流电感 L_k ，它和 C_0 、 C_i 组成一个 π 型滤波器，使得在 90~100 兆赫间谐振，因此提高了该处的增益，使各频道的放大量得以均衡。 L_k 是各频道公用的，改变频道时，只需改变调谐回路 T_1 和 T_2 。 C_N 是中和电容，它和 C_2 以及电子管极间电容 C_{ag} 、 C_{gk} 构成了一个电桥（图5c）。当满足条件 $\frac{C_{ag}}{C_{gk}} = \frac{C_N}{C_2}$ 时，电桥平衡， J_1 屏极（A点）的电压就不会反馈到栅极输入电路。中和电容并不是用来防止自激（前面说过， J_1 的增益很小，不会自激），而主要是避免电子管本身的杂波反馈到输入端，以减小杂波，提高信号杂波比。同时还可以防止A点的本机振荡电压耦合到天线中去，以免干扰附近的电视机。

高放级屏极和混频级栅极之间的耦合电路，一般采用双调谐回路，并



采用转换电感线圈的方法改变频道。整个高频部分的选择性主要由这一耦合回路决定。它是紧耦合的，所以频率特性出现双峰（图6）。这个双峰曲线和输入回路的单峰曲线构成宽度约为8兆赫的高频部分总合通频带。

混频级

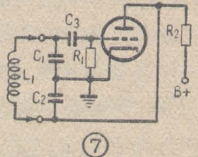
在电视接收机中，变频部分多采用单独的混频级和本机振荡器，而不采用收音机中常用的多栅变频管。这是因为多栅管在频率很高时工作不稳定，互导小，而且杂波较大。混频管可采用三极管和五极管。五极管的增益稍大，但杂波也大；三极管则杂波较小。目前多使用三极管。但是由于现在在高放级可以作到有很低的杂波和较高的增益，混频级杂波的影响较小，所以新式电视机中已开始使用五极管。至于在分米波段的更高电视频道中，就需要采用晶体二极管来作混频了。

来自高放级的高频信号和来自本机振荡级的振荡电压通常都加到控制栅极，而不分别注入不同电极，这样

可以获得较大的变频增益和较小的杂波。本机振荡器与混频级间的耦合应很小，以减小高频信号电路和振荡器之间的相互影响。注入混频级栅极的振荡电压约为2~5伏左右。

本机振荡器

电视机中的本机振荡器一般采用三点电容反馈式电路（科尔毕兹电路）。因为这种电路比较稳定；在转换频道时只需转换一个没有抽头的电感，比较方便；同时管子



的极间电容可以作为振荡回路的一部分。图7示这种振荡器电路。本机振荡频率一般比信号频率高一个中频，它的频率和电压幅度都应当保持稳定。

实际电路

图8为北京牌电视机高频部分（也就是所谓高频头）的原理电路。它利用鼓形转换开关换接两组线圈来变换接收的频道。其中K—1A到K—5A和K—1Γ到K—5Γ是5个电视频道的线圈组，而4M—1A到4M—3A和4M—1Γ到4M—3Γ为接收三个调频广播节目的线圈组。图中为接收第一频道的位置。整个高频部分都被屏蔽起来，通过插座KП—1和电视机其它部分联接。

电子管 J_1 是双三极管 6N3 (6H3Π)。左边接成阴地电路，右边接成栅地电路，构成高放级。它的结构和图5b一样。 C_2 就是图5b中的 C_2 ； C_3 就是图5b中的 C_N ； R_3 就是 R_0 ； C_4 就是 C_0 ； L_{p1} 就是 L_k 。 R_2 和 C_1 的去耦电路在这里不是引进自动增益控制电压，而是由插座 KП—1 的第1脚引进为了控制对比度而送来的负电压，这一电压也同时加到混频级的栅极，这样就可以控制这两级的放大倍数，从而改变对比度的强弱。 R_1 是隔离电阻。

天线来的信号经线圈 L_2-1 、

（下转第9页）

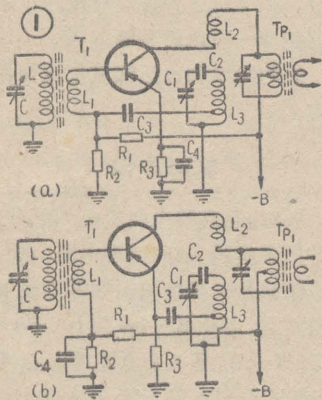
晶体管变频电路

思 源

晶体管变频器和电子管变频器的原理一样，它是把一个比较微弱的外来电台信号和变频器本身所产生的一个较强的等幅振荡信号混合在一起，通过晶体管的非线性作用，使变成另一种频率的信号（中频信号），而原来信号的调制规律仍保持不变。

变频器和混频器

在晶体管收音机中，有单用一个



晶体管作本机振荡，而另用一个晶体管作混频的所谓混频电路，也有只用一个晶体管同时兼作本机振荡和混频的所谓变频电路。根据目前晶体管的水平，一般接收中波段信号的收音机多用变频电路，接收中短波、超短波以及全波段的收音机多用混频电路。

典型的晶体管变频电路如图1a和b。两个电路的区别仅仅在于：前者本机振荡信号由基极注入，因而叫做基极扼注式变频器，后者本机振荡信号由发射极注入，因而叫做发射极扼注式变频器。它们的大致原理是这样的：从磁性天线上感应所得的欲接收信号，经由LC组成的选择性回路选择出来后，利用L与L1的互感关系，把所接收的信号最大限度地传给晶体管T1的基极。与此同时，晶体管用电感回授式电路产生本机振荡。如果把图1a中有关本机振荡的电路抽出

来和电子管电感回授式振荡器进行比较(如图2)，就极易了解其振荡原理了。图中L2为回授线圈，L3为调谐线圈，L3C1振荡回路中能量的损耗，由于L2的回授而得到补偿，这在晶体管电路和电子管电路是相同的。但是由于晶体管基极或发射极输入阻抗都很低，因此必须在L3抽头上才能接到基极或发射极去，否则振荡回路并联一个小阻抗，不能很好地工作。

电阻R1、R2是用来确定晶体管工作点的偏流电阻，R3是用来加强晶体管稳定性的发射极电阻，C3为隔直电容，C4为旁路电容，C2为统调用的垫衬电容，Tp1为中频变压器。

不论是图1a或b电路，变频作用的完成都是利用晶体三极管基极和发射极间二极管特性的非线性原理(图3)，因此选择晶体管工作点是一项十分重要的工作，否则变频增益就会下降。

混频器的典型电路如图4。图中T1为混频管，T2为本机振荡管，接成三点式振荡电路。这里采用的是发射极扼注式，振荡电压由L3耦合送至T1发射极，同理也可以采用基极扼注式。混频电路的优点是本振电路与信号电路间彼此牵制较少，在工作频率较高时容易调整。

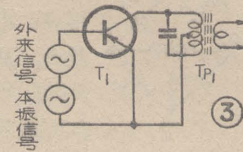
变频管或混频管的选择

并不是所有的晶体三极管都适宜作变频管或混频管，它们的选择原则如下：混频电路中的混频管，要求输入端的高频特性好，就是说要求晶体管

发射结的工作频率要高，但输出端(集电结)主要起放大中频信号的作用，只要求对中频放大倍数高即可，不需要频率特性很好；对本机振荡管则要求有较好的频率特性，截止频率要高一些。至于变频管由于它是双重任务的担负者，因此不仅要求频率特性好，而且对中频的放大倍数也要高，总的说来，变频管的要求高于混频管。

对于接收中波段信号的收音机来说，Π401、Π402、Π403型，或ZK306、ZK307、ZK308型晶体管均宜用来作

变频或混频之用，对于接收短波的收音机来说，Π401



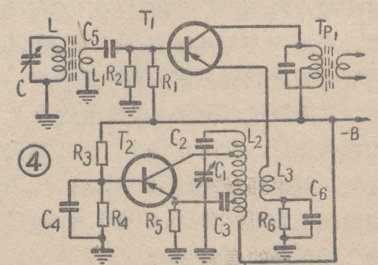
型晶体管用作变频器约可工作到10兆赫左右。Π-6型管因受频率特性的限制，不适宜作变频管或混频管之用。

变频管的工作点

上面已经谈到变频管的工作点选择必须保证变频管有最大的变频增益。以图1a的电路为例，选择T1工作点时，可先固定R2值，然后变动R1使集电极电流达到预先规定的数值，按照一般的规律，Π401型晶体管用作变频管或混频管时集电极电流多数采用0.4~0.8毫安，以0.5毫安较多，这是因为在这一情况下，增益最大，而噪音较小。如图5的曲线所示。

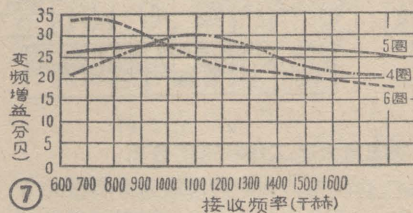
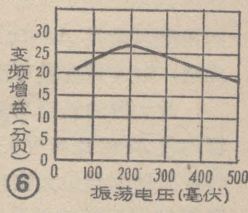
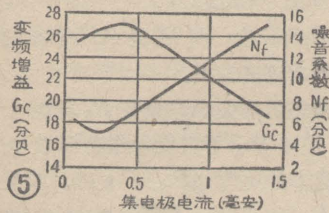
本机振荡电压的大小

要使变频管有最大的变频增益，除了调整好工作点以外，还要把本机振荡电压的大小调整好，这主要借助于调整L2的圈数和L3的抽头点来决定。图6是用图1a变频电路实验所



得到的变频增益与振荡电压的关系曲线，从图中可以看出，当振荡电压为200毫伏时增益最大，超过200毫伏以后增益又逐渐下降，但下降得比较缓慢。另外，如果振荡电压过弱，电池电压降低后则易发生停振；振荡电压过强，在高频端则会发生阻塞振荡。一般对于图1a电路，振荡电压宜调整在200~300毫伏之间，对于图1b的变频电路，振荡电压宜调整在100~150毫伏之间，以上都是指集电极电流为0.5毫安的情况。

振荡电压在整个接收波段内应该比较均匀，否则会造成一部分频段增益高，一部分频段增益低。



当调整。图7为在不同次级圈数下变频增益在接收范围内的变化情形。

天线回路次级线圈

晶体管收音机的输入回路多绕在磁性天线棒上，它的初级圈的电感(图1a或b中L)根据接收频率范围和可变电容C的容量来确定，至于它的圈数则根据所需的电感、磁棒的特性决定。次级圈L₁的圈数与晶体管的输入阻抗有关，要求通过L、L₁使晶体管的输入阻抗与调谐回路的谐振阻抗相匹配，如已知L的电感及Q值以及晶体管的输入阻抗R_i，那么初次级圈数比n应为 $n = \sqrt{\frac{2\pi f \cdot L \cdot Q}{R_i}}$

П401型晶体管的输入阻抗在500

千赫时约为2千欧，在1500千赫时约为1千欧，如果已知L为290微亨，Q为160，R_i以1.5千欧计算，在1000千赫时

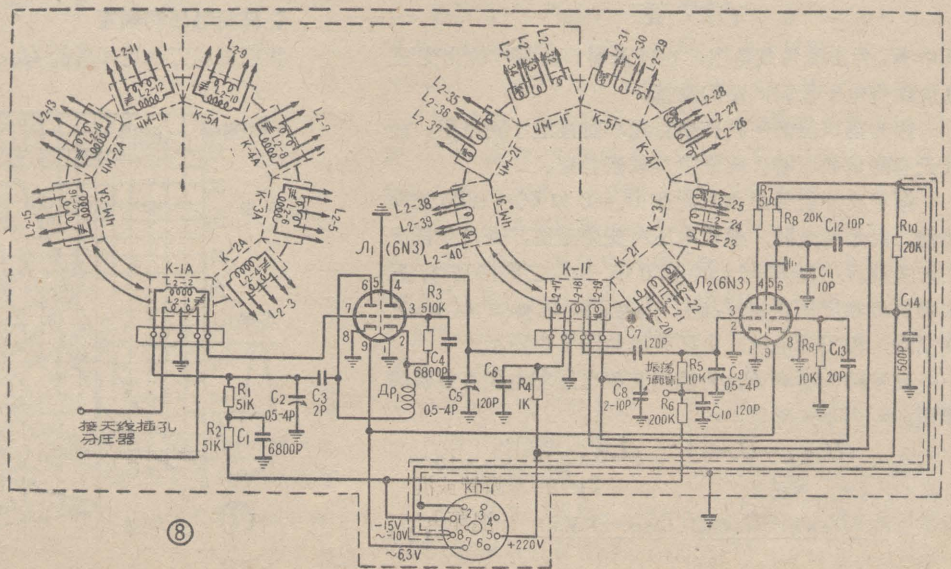
$$n = \sqrt{\frac{2\pi f L Q}{R_i}} = \sqrt{\frac{6.28 \times 10^6 \times 290 \times 10^{-6} \times 160}{1.5 \times 10^3}} = 14.$$

如已知L的圈数为70，那么L₁应为 $\frac{70}{14} = 5$ 圈。次级圈数过多不仅整机灵敏度降低，而且假象干扰也会十分严重，实验证明圈数若过多过少，还会使整个波段内变频增益不均匀。最好根据理论计算再用实验来适

(上接第7页)
L₂-2的耦合，加到高放级栅极，放大后经右边三极管屏极线圈L₂-17，耦合到混频器输入线圈L₂-18去。其中L₂-17和屏极侧的有关电容组成初级调谐回路，C₅是微调电容，R₄和C₆是B₊的去耦网络。J₂也是双三极管6N3，左边构成混频器，右边构成本机振荡器。混频器输入线圈L₂-18和该管栅极侧有关电容组成调谐回路，C₉是这个回路的微调电容器。C₇、R₅和R₆等供给混频管的栅偏压，R₅和R₆连接处通常引出一个测试点，C₁₀是旁路电容。混频器屏极电路采取并联馈电方式，直流由电阻R₁₀送到电子管屏极，中频信号用隔离电缆线由插座КП-1的第8脚送到中频放大器的输入端。应当注意，混频级的负载也

是一个调谐回路，但它不是接在高频部分，而是接到第一级中放的输入端。C₁₄为旁路电容，R₇为防振荡电阻。J₂的右边三极管构成图7所示的三点电容反馈式本机振荡器。L₂-19是振荡线圈。C₁₁和屏-阴极间电容以及接线电容组成图7中的C₂，而C₈和接线电容等组成该图中的C₁。C₈就是所谓“频率微调”电容，用来

调节振荡的频率。C₁₂用来减小振荡回路和电子管间的耦合，以减小电子管工作时由于温度升高所引起的参数变化对振荡频率稳定度的影响。R₉和C₁₃供给振荡器的栅偏压。本机振荡通过L₂-19和L₂-18的松耦合加到混频管的栅极，和由高放级线圈L₂-17来的信号一起进行混频。



6N1 作功率放大器的设计

其中 $P_{出}$ 的单位为瓦， U 为伏， I 为毫安。

由于三极管特性曲线下部弯曲，故输出屏流的下半周振幅比上半周小，会产生失真。失真的大小和特性曲线下部弯曲部分利用的多少有关。

$I_{a_{最小}}$ 越小，则负载线下端 B 点越位于特性曲线下端的弯曲部分，失真将越大。图中 e_0 代表 $U_c = -2E_c$ 特性曲线与横轴交点至 $U_{a_{最大}}$ 之间这一段电压的大小，我们可以用 e_0 与 U_{a_0} 的比值 β ($=e_0/U_{a_0}$) 来表示特性曲线利用的程度。 $\beta=0$ 时，特性曲线被充分利用了，但失真也最大。一般 β 是选在 $0.05 \sim 0.15$ 之间。

正负半周不对称的失真波形主要包含有二次谐波，因此失真度可以只用二次谐波失真表示。即失真度

$$\gamma = \gamma_2 = \frac{1}{2} \frac{I_{a_{最大}} + I_{a_{最小}} - 2I_{a_0}}{I_{a_{最大}} - I_{a_{最小}}} \quad (2)$$

如用直尺量得 AP 和 PB 的长度，并求得 AP/PB 的比值，则失真度就可用图 3 直接查出。

放大器的输出功率和失真的大小与负载 R_a 与电子管管内阻 R_i 的比值有关。图 4 表示了三极管作功率放大时输出功率与最大输出功率的比值 ($P_{出}/P_{最大}$)、及失真度与 R_a/R_i 的关系， R_a/R_i 可用 α 表示，称为负载系数。从图中可以看出，当 $\alpha=2$ 时，可得到最大输出功率。 $\alpha < 2$ 时，输出功率下降很快，而失真度增大， α 在 $2 \sim 4$ 之间可得到较大的输出功率和较小的失真。

此外，选择工作点 P 时，应使 $U_{a_0}I_{a_0}$ 的乘积不超过 6N1 所允许的最大屏极损耗功率，图 2 中曲线 MN 为 6N1 最大屏耗 2.2 瓦的轨迹， P 点不应位于 MN 之上，但负载线段落到 MN 之上是可以的。

至于屏效率问题，因对 6N1 的交流小功率放大器来说，并无多大意义，故略去不谈了。

设计方法和步骤

1. 屏极电压的确定

我们可以先从确定屏压 U_{a_0} 开始， U_{a_0} 用得较高，

俞锡良

双三极管 6N1 (6H1П) 的一个三极部分作甲类音频功率放大器时，能够输出 200~400 毫瓦左右的功率，在一间普通的住房内可以得到足够响亮的声音，而耗电量不大，故在简单收音机中常常用它作末级功率放大器。电路的形式如图 1。另外一个三极部分可作为检波、电压放大或电源整流等使用。

6N1 在电子管手册中给出的特性如表 1，但我们并不完全按这样的工作状态使用，下面就谈谈 6N1 用作功率放大器的具体设计方法。

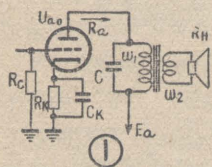


表 1

灯丝电压 (V)	灯丝电流 (A)	屏压 (V)	屏流 (mA)	栅偏压 (V)	放大因数
6.3	0.6	250	7.5	(600Ω)	35

屏极耗 (W)	最大屏极耗 (W)	最大屏极耗 (V)	最大屏极耗 (mA)	最大栅极耗 (mA)
4.35	2.2	300	25	1

三极管功率放大器工作状态的分析

功率放大器的工作状态，利用图解法来分析最为方便。图 2 是 6N1 一个三极部分的“屏流~屏压”特性曲线族，它表示在各种不同栅偏压时，屏压和屏流的变化关系。

如果确定了乙电供电电压为 E_a ，那么，因输出变压器初级直流压降不大，屏极电压 U_{a_0} 一般不低于 $0.9E_a$ 。例如 E_a 为 220 伏， U_{a_0} 即为 200 伏。如栅偏压为 $-E_c$ ，则自 $U_{a_0}200$ 伏处向上引垂线和 $-E_c$ 特性曲线的交点 P 即为电子管的静止工作点， P 点所对应的屏流即为 I_{a_0} 。当栅极加入一个交流信号，屏压屏流将沿着交流负载线 AB 的轨迹而变化。负载线的斜率为

$$\frac{AC}{BC} = \frac{1}{R_a}$$

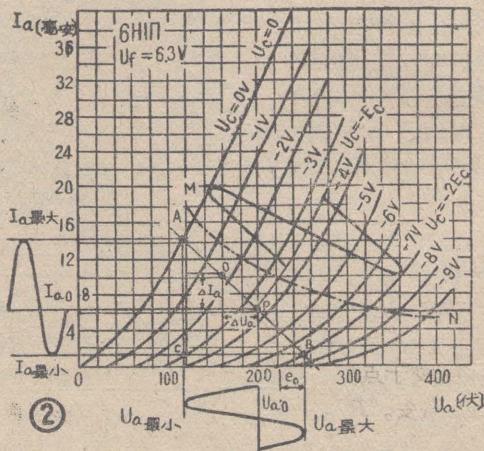
其中 R_a 为交流负载电阻，也就是扬声器经过输出变压器反映到电子管屏回路的阻抗。

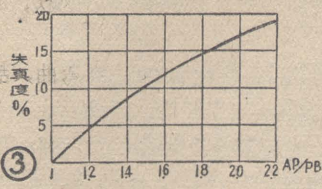
因为扬声器的阻抗在中音频率时接近于纯电阻，故放大器的负载可看作纯电阻负载来考虑。

栅极交流信号最大只能在 $U_c=0$ 和 $U_c=-2E_c$ 之间摆动，信号再大时，栅极电压将变为正值，会产生栅流引起失真。当栅极电压 U_c 在 0 和 $-2E_c$ 之间摆动时，三极管屏流和屏压将在 $I_{a_{最大}}$ 、 $I_{a_{最小}}$ 和 $U_{a_{最小}}$ 、 $U_{a_{最大}}$ 之间摆动，输出的电流、电压波形如图 2 中所示。

交流输出功率 $P_{出}$ 为输出交流电压和电流有效值的乘积，可用下式计算：

$$P_{出} = \frac{(U_{a_{最大}} - U_{a_{最小}})}{2\sqrt{2}} \times \frac{(I_{a_{最大}} - I_{a_{最小}})}{2\sqrt{2}} \times 10^{-3} \\ = \frac{(U_{a_{最大}} - U_{a_{最小}})(I_{a_{最大}} - I_{a_{最小}})}{8000} \quad (1)$$





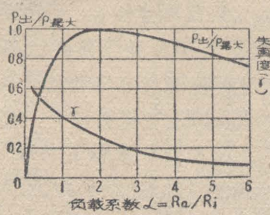
可以使輸出功率增大，但不能超过6N1手册規定的最高屏压300伏。

在簡單收音机里，为了經濟，减小电源变压器的体积，乙电源电压用得較低，一般約在180~220伏左右，故 U_{ao} 可選擇为200伏。

2. 負載的選擇

負載电阻主要根据輸出功率和失真度的要求來選擇，前面曾談到負載电阻宜选得大一些較好。

但是負載系数大了以后，在輸出功率相同时，栅极推动电压也需要加大（这从下面公式3可以看出），即所謂功率灵敏度降低了。因6N1作功率放大器是用在簡單收音机里，整机的增益是較低的，因此，希望功率灵敏度高一些，对失真度來說，要求尚不太严格，最大功率輸出时有10%左右的失真度也是允許的。此外，6N1的内阻比專門作功率放大的三极管大得多，如果負載系数选得大，为了保持低音的效果，輸出变压器初級的电感量要求也大，这将增加輸出变压器的成本和体积。从以上各种因素來考虑，6N1的負載系数选在1~2之間是比較合适的，最常用的負載电阻为10千欧。



3. 求工作点，作負載綫

以上确定了 U_{ao} 和 α 或 R_a 以后，可以按下式算出栅极最大輸入信号的峰值：

$$U_c = \frac{U_{ao}(1-\beta)}{\mu} \times \frac{1+\alpha}{2+\alpha}$$

$$= \frac{U_{ao}(1-\beta)}{\mu} \times \frac{R_a+R_i}{R_a+2R_i} \quad (3)$$

这 U_c 也就相当于所应取的栅偏压 E_c 。

其中 β 可取0.1，

$$R_i = \frac{\mu}{s} = \frac{35}{4.35} \approx 8.1 \text{ 千欧。}$$

我們以 $U_{ao}=200$ 伏， $R_a=10$ 千欧代入，可算出：

$$U_c = \frac{U_{ao}(1-\beta)}{\mu} \times \frac{R_a+R_i}{R_a+2R_i}$$

$$= \frac{200(1-0.1)}{35} \times \frac{10+8.1}{10+2 \times 8.1} = 3.56 \text{ 伏}$$

取 U_c 为3.5伏，这样作图时較為方便。

在图2中自 $U_{ao}=200$ 伏向上引垂綫，与 $U_c=3.5$ 伏曲綫相交于点 P ，即为工作点，此点水平綫所对应的 $I_{ao}=6.4$ 毫安。 P 点位于 MN 綫之下，沒有超过最大屏耗。

作負載綫：自 P 向左任取 $\Delta U_a=40$ 伏，再向上取 $\Delta I_a = \frac{40 \text{ 伏}}{10 \text{ 千欧}} = 4$ 毫安，得 O 点，連接 OP 即得 $R_a=10$ 千欧的負載綫 AB 。

4. 計算輸出功率

自 A 点讀出 U_a 最小=118伏， I_a 最大=14.6毫安

自 B 点讀出 U_a 最大=254伏， I_a 最小=1毫安

于是輸出功率

$$P_{出} = \frac{(U_{a最大}-U_{a最小})(I_{a最大}-I_{a最小})}{8000}$$

$$= \frac{(254-118)(14.6-1)}{8000} = 0.23 \text{ 瓦}$$

或230毫瓦。

5. 求失真度

$$\gamma = \gamma_2 = \frac{1}{2} \frac{I_{a最大}+I_{a最小}-2I_{a0}}{I_{a最大}-I_{a最小}}$$

$$= \frac{14.6+1-2 \times 6.4}{14.6-1} \approx 10\%$$

如果要失真小一些，可将 β 取得大一些，重新計算。

6. 电路元件的計算

$$\text{阴极电阻 } R_k = \frac{E_c}{I_{a0}} = \frac{3.5}{6.4 \times 10^{-3}} = 547 \text{ 欧}$$

可用标称值为560欧，功率1/2瓦的电阻。按最低工作頻率 f_H 时的容抗不大于 R_k 的 $1/10$ 的原则，計算阴极旁路电容 C_k 的数值，如取 $f_H=200$ 赫，則

$$C_k = \frac{10}{2\pi f_H R_k} = \frac{10}{2 \times 3.14 \times 200 \times 547} = 14.5 \text{ 微法}$$

C_k 可选用20~30微法的电解电容器。

R_c 可按手册規定的最大栅极电阻1兆欧使用。

屏极电路中的 C 为滤除高音噪音及改善頻率失真之用，可选用0.001~0.006微法的紙质电容器。

簡單收音机的电路种类較多，前級的增益有大有小，如果前級增益小，6N1的輸入电压低，則負載系数可取得小一些，可使 α 接近于1，并在不超过最大屏耗的条件下，将屏流 I_{ao} 取得大一些，这样可以提高功率灵敏度，失真也不致增大。例如：当 $U_{ao}=200$ 伏时，选 $I_{ao}=10$ 毫安， $U_c=2.75$ 伏， $R_a=8$ 千欧，則可得 $P_{出}=208$ 毫瓦， $\gamma=7\%$ ，与前例相比，輸出功率降低不多，而失真减小了。因6N1本身的工作电流并不大，工作点的屏流略提高几个毫安，并不致显著增加电源变压器的負担。

如果前級增益高，6N1的輸入信号电压較大，則可适当提高屏压，和加大負載系数，使輸入信号能有較大的摆动范围，并获得較大的輸出功率。例如：将 U_{ao} 用到250~300伏， R_a 用10~15千欧，則輸入信号峰值可达5伏左右，輸出功率約在300~400毫瓦以上。

两个三极部分的 并联使用

若把两个三极部分并联使用，和单只三极管部分相

铁心 (毫米) ²	初級		次級	
	圈数	直径 (毫米)	圈数	直径 (毫米)
山-12×12	2300	0.9 (4.3圈)	47	0.41 (2.7圈)
山-14×14	2800	0.1 (4.2圈)	57	0.51 (2.8圈)
山-16×16	3600	0.1 (4.2圈)	74	0.62 (2.8圈)
山-20×20	4200	0.12 (4.0圈)	86	0.68 (2.8圈)

注：括号内为近似的英尺 SWG 线号

自动排灌站

俞祖山

本刊1961年第4期曾发表“半导体自动排灌站”一文。经过一段时期的实验，现在有不少改进。为了答复一些读者的询问，这里把改进后的电路及制作、运用有关的资料作一补充介绍。

电路原理

整个控制电路如图1所示。晶体管继电器电路的“开通”或“闭锁”，是由传感器的金属片 $H_1 \sim H_3$ 间是否被水接通来控制的。我们都知道，晶体三极管的基极与发射极之间必须加上正向电压，集电极才会有较大的输出电流，否则集电极输出电流极小，晶体管处于“截止”或“闭锁”状态。若将三极管 T_1 的电路简化成图2，不难看出，当 H 浸入水中后，基极 b 通过电阻 R_1 接到电源负极，而发射极与电源正极相连，对P-N-P型晶体管而言，这样在发射极与基极之间便加上了正向电压，因而发射极电流 I_e 与集电极电流 I_c 显著增大，使三极管“开通”。与此相反，当 H 未浸入水中时，基极与电源断

开，因而集电极电流与发射极电流都极小，三极管处于“闭锁”状态。

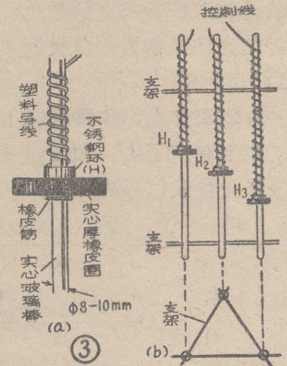
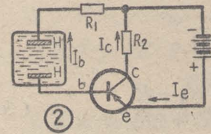
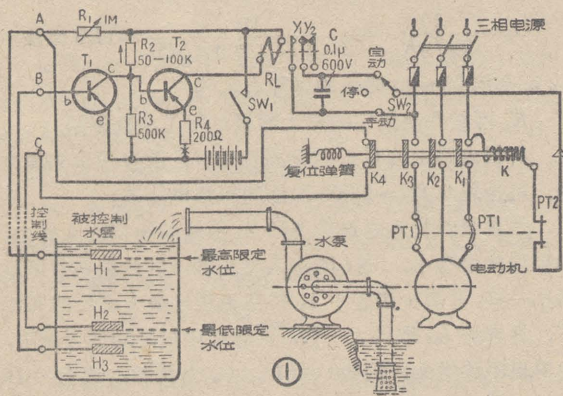
三极管 T_2 的工作是由 T_1 来控制的。当 T_1 闭锁时， T_1 的集电极和发射极间相当于开路，对 T_2 的工作没有影响，因此 T_2 开通，它的集电极电流可达7~10毫安，使继电器 RL 吸动。当 T_1 开通时，由于 T_1 集电极电流增大，在 R_2 两端产生一个很大的电压降。从电流方向可知，这个电压降使 T_2 基极电位升高，从而使 T_2 基极与发射极间的正向电压减小，使 T_2 的集电极电流减小。在适当选择 R_2 数值的条件下， T_2 的集电极电流可以减到很小(0.5毫安以下)，即 T_2 处于闭锁状态，使继电器 RL 不能吸动。

调整 R_1 、 R_2 阻值，可改变电路的灵敏度。电路中的 R_3 、 R_4 是作稳定 T_2 的工作点用的，可减小温度变化的影响。

整个电路的动作程序如下：

(1) 如果被控制的水位(例如水田、水塔中的水层高度)达到最高限定水位时， $H_1 H_2 H_3$ 金属片均浸入水中， A 、 B 两点接通。根据前述原理， T_1 应“开通”， T_2 “闭锁”， RL 处于释放状态，因此接点 y_1 不能接通。这时因三相交流接触器的吸引线圈 K 的电路被切断，开关 $K_1 \sim K_3$ 被弹簧拉开，所以水泵电机停转。

(2) 水位逐渐下降时， H_1 与 H_2 之间首先因断水而被切断。但是这时 $H_2 H_3$ 仍在水中， H_2 通过 K_4 接到 A 点因此 T_1 基极电路仍处在接通状态，情况与程序(1)相同。



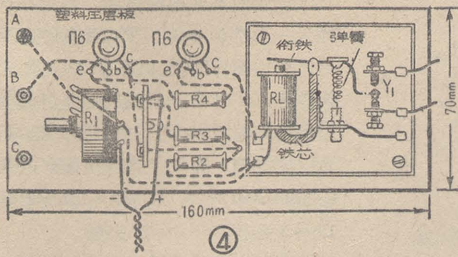
比较，屏压不变，屏流增加一倍，内阻减小一半，负载电阻也应减少一半，输出功率可以增加一倍，输入电压和失真度仍不变。阴极电阻 R_c 和栅漏电阻 R_g 减半，旁路电容 C_k 及屏极电容 C 加倍。

6N1用的输出变压器

6N1的输出变压器设计方法和普通一样。但不要以为6N1的输出功率小，以及屏流很小，而把铁心用得很小，导线用得很细。这样变压器的直流电阻很大，效率就很低，6N1的输出功率本来不大，若在变压器中损耗很多，则输出到负载上的功率就更少了。此外，导线过细，机械强度较差，容易受损折断。所以变压器的铁心和线径仍和一般6P1或6V6的一样，这点和电池式收音机的输出变压器情况相似。

6N1专用的输出变压器往往买不到，需要自己绕制。但也可以利用现成的其他变压器来代用。例如：电池管3S4的负载为8千欧，故它的输出变压器可以直接代用，栅压 U_c 按 $\alpha=1$ 设计。2P2(2Π2Π)的负载为15千欧，也可以将它的变压器直接代用，这时栅压 U_c 应按 $\alpha \approx 2$ 来设计。如果使用舌簧式扬声器，它的阻抗恰好是10千欧，则可不要输出变压器，直接接入屏极电路就行了。

表2为6N1配用的输出变压器，采用几种不同铁心的绕制数据。初次级阻抗比都是10千欧比3.5欧，效率都在约83~84%左右。其中铁心小、圈数少的只是为了经济，低音效果较差一些。铁心用顺插法，即E形片在一起，I形片在一起，用一张很薄的电容器纸垫入作空气隙即可。



(3) 水位继续下降, 低于最低限定水位时, H_2 与 H_3 間因断水而被切断。这时 T_1 基极电路切断, T_1 呈閉鎖状态, 因而 T_2 三极管开通, 继电器 RL 吸动, 接点 Y_1 閉合綫圈 K 的电路, 綫圈 K 即吸动开关棒, 开关 $K_1 \sim K_3$ 閉合水泵电机的电源, 开始送水, 使水位不断回升。

(4) 水位回升时, H_2 与 H_3 首先被水接通。但是由于 K_4 已被吸引綫圈 K 拉开, T_1 基极电路被 K_4 切断, T_1 仍然处于閉鎖状态, T_2 开通, 水泵继续工作。

(5) 当水位升到最高限定水位时, $H_1H_2H_3$ 均又浸入水中, 电路回复到程序 (1) 的状态, 水泵停車。

控制电路中的 $PT1$ 是热继电器。它的作用是保护水泵电机不过載运行。如果电动机过載, 电动机电流必然超过額定值, 流过 $PT1$ 的电流就会使其中的双金属片弯曲, 通过脱扣机构頂开常閉接点 $PT2$, 切断吸引綫圈 K 的电路, $K_1 \sim K_3$ 复原, 开断电动机的电源, 防止电动机长时间在过載下运行而燒毀。

零件的选择与制作

(1) 晶体管 T_1T_2 可选用任何一种小功率低频三极管, 如 Π_6 、 $2N109$ 等都很适用。晶体管的电流放大系数 β 最好在 30 以上。

(2) 继电器 RL 这个继电器的直流电阻不宜过大, 一般可在几百欧到 $4K$ 之間选用。 $1K$ 以上的有成品出售, 例如可采用中国继电器厂出品的 $GDZ-401$ 等型号。继电器在未安装前应进行檢驗, 观察其动作电流与吸力是否符合要求。如果灵敏度不够, 則应加大电源电压或調松继电器銜铁的彈簧。

(3) 三相交流接触器 接触器的規格应根据水泵电机的输出功率大小而定。开关接点容許通过的电流应不小于电动机的工作电流, 而且应带有常閉的輔助接点(即 K_4), 例如 $QC-20$ 型 (上海出品, 20 是指接点容許通过的最大电流为 20 安培)。

(4) 热继电器 热继电器是与接触器合并組成“电磁开关”成套供应的。如果单独选用, 可采用 $TK2-1$ 型 ($K\Pi M$ 型)。热继电器的脱扣电流应根据实际保护需要选定。为求簡單起見, 也可不用热继电器 (这时应将 P T_1 、 PT_2 处全部短接)。

(5) 单刀双擲开关 应选用有 0 位的单刀双擲开关, 否則要用单刀三擲开关代替。总之要使其有“停止”、“自动”“手动”三个位置。

(6) 水位传感器 $H_1H_2H_3$ 传感器必須自制, 制作方法可参照图 3。也可根据实际情况自行設計。

$H_1H_2H_3$ 用不銹鋼片做成环形, 套在玻璃棒上。环的高度約 1 厘米, 內徑略大于玻璃棒外徑, 环腰的寬度約 1 毫米 (沒有严格要求)。金属环可由可調节高度的厚橡皮及橡皮筋托住。根据不同需要, 調节 $H_1H_2H_3$ 間的距离, H_1 調节在欲控制的水层的最高限定水位, H_2 調节在最低限定水位, H_3 和 H_2 間的距离应为 2—3 厘米。

在作田間水位控制时, $H_1H_2H_3$ 均安装在保护罩內成一整体, 以便牢固地安装在田間。

此外, 导綫与不銹鋼环相联必須采用焊接, 并在焊接处塗漆保护。不能借用螺絲或釘鉚使导綫与钢环相連, 这样容易产生电腐蝕。

(7) 电源电压 晶体管电源可用 2 号或 4 号电池串联, 也可用硒整流器整流供給。电源电压为 15~22.5 伏, 根据 RL 的阻值选定。一般 RL 为 $2K$ 可选用 15 伏。

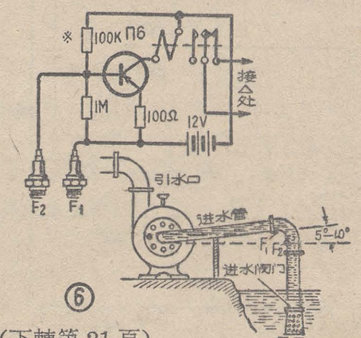
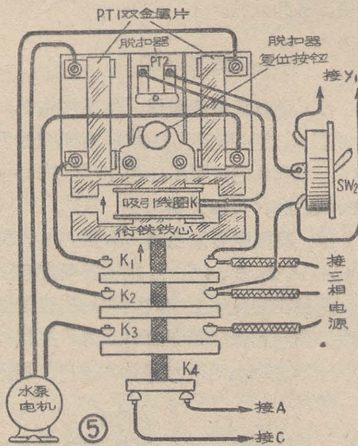
安装与調整

晶体管继电电路的零件排列与布綫可参照图 4 进行。安装时 R_2 先暫用 $100K$ 电位器串联 $20K$ 电阻接入, 待調整后换用固定电阻。 R_3 可选用 $500K \sim 1M$ 的固定电阻, R_4 选用 $100\Omega \sim 200\Omega$ 的固定电阻 (均为 $1/2$ 瓦炭膜电阻)。安装完毕后, 进行以下調整。

調整时在图 1× 处串联一只毫安表 ($0-10mA$), ABC 接綫柱暫不連綫, 然后接通电源 (开关 SW_1

可利用电位器 R_1 上附带的开关)。首先調节 R_2 使 RL 工作, 这时电流約为 $7-10mA$ (在灵敏度許可範圍內, 尽可能調小发射极电流, 以节约电能)。然后在 AB 接綫柱上分別連接一根导綫, 并将这两根导綫直接碰触 (这时 R_1 电位器应放在阻值較大的位置)。当导綫碰触时, T_1 应开通而 T_2 应閉鎖, 电流表上的讀数应下降至 $0.5mA$

以下。如果碰触后电流下降不大, 应調节 R_2 。最后将 AB 上二导綫放入水中試驗, 如果灵敏度有所降低, 可减小 R_1 阻值, 并再細調 R_2 。調整完毕, R_2 即可用相应的固定电阻代入。(下轉第 21 頁)



万用无线电测试仪

金德初

这是一部适合无线电爱好者自制条件的测试仪器。它具有体积小、用途多、有足够的精确度、使用方便和成本低等优点，在上届全国无线电工程制作评比中获得了特等奖。——编者

线路组成

这部测试仪线路如图1所示，整机共用电子管五只，分为两个主要部分：一部分分为6A2组成的高、低频振荡器线路；另一部分为6N1组成的电子管电压表线路。高频振荡器利用6A2帘栅的负阻特性，接成负阻振荡器。低频振荡器也用同一个6A2接成阴极回路的三点式振荡电路。同时，利用转换开关，这只6A2还可以作为收音用的再生检波器、讯号寻迹器及低频放大器的前级放大级等使用。6J6（6H15Π）作低频放大、音频检波，6E1作低频信号强度指示器。

电子管电压表采用由双三极管6N1（V₃）担任的桥式直流放大电路。当它左边三极部分的栅极未加外测电压时，桥式电路呈平衡状态，电流表中无电流指示。当外测电压输入时，此三极管的屏流发生变化，改变了电子管的内阻，使电桥失去平衡，因此电表就指示出不平衡电流，其大小与被测电压的大小成直线关系。由于

采用了桥式电路，电源电压稍有变动，对它影响不大，所以不必采用复杂的稳压装置。测量项目包括：直流电压从1.5伏到1500伏，分为七档。输入总阻为10兆欧。测量交流电压时；信号先经1/2 6N1（V₂）检波，然后再进行放大和指示。交流电压的测量范围与直流电压相同。利用分压与分流的原理，这一部分还可用来测量电阻及直流电流。电阻测量范围从10欧到1000兆欧，分为七档，电流从1.5微安到150毫安，分为六档。

使用方法

(1) 低频信号产生器 将S₁放在2，S₂放在5，这时在插孔D、E就有低频信号输出。频率由电位器R₁控制，范围在200~2000赫之间，可以连续改变。

(2) 高频讯号发生器 S₁放在2，S₂可放在1、2、3、4各点，根据所需频率决定。此时在插孔I上有内调制的高频信号输出。调制的低频频率由电位器R₁控制，高频频率选择由可变电容器C₁控制。若需

要未调制的高频等幅信号，只要在插孔B插入一只香蕉插头，使V₁阴极直接接地即可。若需要外调制，可在J₁插孔输入一低频信号，此时B插孔内的插头仍须插上，以保持V₁阴极接地。这时电位器R₁可作调幅度控制。高频振荡各档频率范围为：①250~650千赫，②550~1450千赫，③1.6~5兆赫，④6~17兆赫。

(3) 电码练习器 开关位置与(1)相同。在插孔A与E上插入电键，在C及F上插入耳机或舌簧喇叭即可使用。因为当插孔A插入插头时，将S₆顶开，此时V₁的阴极回路断开，无信号输出，但电键按下时又接通，故可作电码练习用，音调仍由R₁来控制。

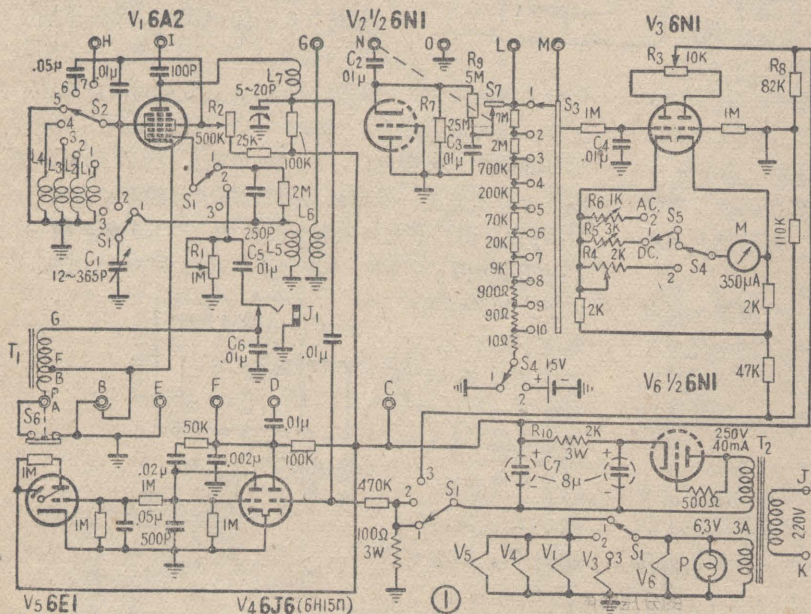
(4) 再生式收音机 将S₁放在1，S₂放在5或5和6之间，插孔B插入一香蕉插头，使V₁阴极接地，插孔G接天线，插孔C及F接入耳机或舌簧喇叭，此时可变电容器C₁作中波电台频率调谐用，电位器R₂作再生控制。

(5) 电感的测定 使用方法与(2)相同，只要将S₂搬到7，在接线柱H及E上接入未知电感的线圈与电容器C₁组成一谐振振荡回路。按电容器C₁的动片转动的角度确定其电容量（可在手册中查得），另用一刻度指示准确的收音机来指示其振荡频率，此时被测线圈的电感量就可以用下式来求得：

$$L(\text{微亨}) = \frac{25300}{C(\text{微法}) \times f^2(\text{兆赫})}$$

可测电感量范围为1~1000微亨。

(6) 频率的测定 有两种方法。第一种方法是在J₁接入未知频率的振荡信号，并使仪器自己产生一等幅信号（可以粗略估计一下未知信号的频率范围，然后将S₂放到与未知频率相接近的适当波段位置上）。两个信号同时加在V₁管的第一栅与第三栅极上进行差拍，当这两个信号频率不一致时，则在V₁屏极有差频信号输出，使V₅指示管的扇影张开。当未知信号与机内的振荡频率相同时，则产生零拍，V₁无信号输出，V₅亦无信号指示。此时电容器C₁调谐度盘上所指示的频率即为被测信号的频率。第二种方法是利用示波器观察李沙育圆图来测定频率。这种方法比较精确。这时本仪器作为一台标准信号发生器使用，将输出信号接到示波器的X轴输入端，而将被测的未知信号接到Y轴输入端，S₂放在适当的波段位置，转动电容器C₁，当示波器荧光屏上出现圆形或椭圆形时，C₁度盘上的指示频率即为被测未知信号的频率。可测量频率范围为250千赫到17兆



赫。

(7) 唱片放大器 S_1 放在 2 上, S_2 放在 5 上, 并使 V_1 阴极接地 (在插孔 B 内插入一香蕉插头), 在插孔 C 及 F 上接一扬声器 (用永磁扬声器时要配 $10K:3.5 \Omega$ 输出变压器), 此时在 J_1 插孔接入唱机插头即可使用。 R_1 可控制音量, V_5 指示低频信号强度。

(8) 小小播音机 使仪器产生等幅高频信号, 在 J_1 插孔内接入音频信号 (由唱片或话筒送入的音频电压), 此时所输出的即为调幅高频信号。若高频频率调谐在中波频率范围 (100~200 米) 内, 可用一般五灯收音机收听。

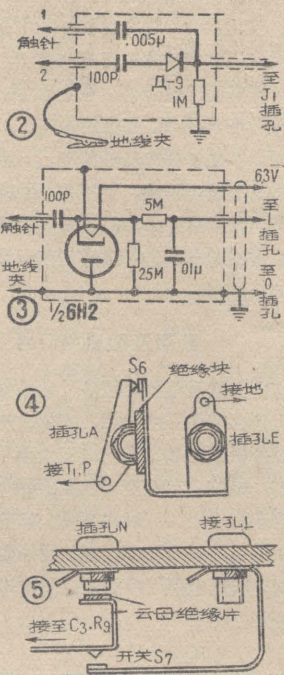
(9) 高、低频信号寻迹器 S_1 放在 2 上, S_2 放在 5 上, 插孔 B 内插入香蕉插头, 使 V_1 阴极接地, 在 J_1 插孔上插入寻迹器探头。探头为一由 $\Pi-9$ 二极管组成的检波器, 装在一个三线式插头内, 线路结构如图 2 所示。当寻迹低频信号时, 使用触针 1。寻迹高频信号时, 使用触针 2。信号强度由指示管 (V_5) 的阴影大小来判断, 也可以在 C、F 插孔上接入一扬声器, 用声音的大小来判断。

(10) 电子管直流电压表 将 S_1 搬到 3, S_2 放在 1 上, S_3 放在 1 上, S_4 搬到与被测电压相适应的一档。电子管 V_3 烧熟后调节 R_3 使表头 M 指到零位。被测电压在插孔 L 及 O 输入。从 M 的指示可以直接读出电压的数值。

(11) 电子管交流低频电压表 S_1 放在 3 上, S_2 放在 1 上, S_3 放在 2 上, S_4 搬到与被测电压相适应的一档, 调节 R_3 使指针指零位, 测试笔插到插座 N 及 O 上, 就可以测量频率为 100 千赫以下的低频交流电压。被测交流电压先经 V_2 检波, 然后输入到直流电压表内指示, S_7 是由插入 N 插孔的插头来控制的。

(12) 电子管交流高频电压表 测量高频电压时, 需要单独做一个检波器探头, 可装在一个中频变压器的铝罩内。探头内部的接线图如图 3 所示。引出线用一根三芯电缆与仪器相联接, 电缆的外皮必须有金属隔离层, 这样可以测量频率范围达 100 兆赫的高频电压。

(13) 电子管欧姆表 S_1 放在 3 上, S_2 放在 2 上, S_3 放在与被测电阻相适应的位置, 电阻测试笔插在 M 及 O 插孔上。在未接被测电阻时, 调整电位器 R_4 , 使指针达到满标度, 表示电阻为无限大。当测试笔短路时, 指针应回到零位。如不能回到零位, 可调整电位器 R_3 。测量时要注意



手不能触及导体或电阻的导电部分, 否则会影晌指示的正确性。

零件选择与加工

1. 线圈: L_1, L_2, L_4 为市售美通 553 型两波段天线输入线圈, L_1 为中波天线回路线圈, L_2 为中波输入回路线圈, L_4 为短波输入回路线圈。将 553 线圈的短波天线线圈拆除不用。 L_3 需自绕, 用 7 股 0.08 纱包线在直径 10 毫米的线圈管上叠绕 36 圈。 L_5, L_6, L_7 为美通 336 型再生检波线圈。

2. 变压器: T_2 为一般三灯收音机上使用的电源变压器, 高压为 200~250 伏的均能用。 T_1 为低频振荡线圈, 可以用一般小型级间交连用的低频变压器, 圈数比为 3:1, 使用时将 B 和 F 连接起来作为线圈的插头, G 接振荡栅极, P 接地。

3. 电容器: 在电子管电压表内所使用的电容器如 C_2, C_3, C_4 等要使用耐压高 (在 1000 伏以上), 绝缘性能好的云母电容器, 其余的可用纸质、陶瓷或聚苯乙烯电容器。可变电容器 C_1 为一般 365 微微法空气绝缘单连可变电容器。

4. 电阻: 固定电阻除了图 1 中注明瓦数的为线绕电阻外, 均可使用 $1/2$ 或 $1/4$ 瓦的炭膜电阻。电子管电压表的分压电阻必须使用误差值在 1% 以下的炭膜或金属膜电阻, 并须在精密电桥上测量过才能使用。在 $1K\Omega$ 以下的分压器电阻最好用线绕电阻, 并用电桥校准。分压器电阻如不正

确, 将大大影响电表指示的正确性。可变电阻 R_5 与 R_6 为一般 3 瓦型中点可以滑动的线绕电阻, 调整时经过一次调试, 以后不必再动。

5. 开关: S_1 使用一般小型四刀三掷波段开关, S_2 为矿石机分线器, 电压表分压器开关 S_3 须用绝缘高、接触良好的优质开关, 这里使用的是瓷质单刀 11 点开关。 S_4 为手扳式小型双刀双掷开关, 装在电表壳内。 S_5 为手扳式小型单刀双掷开关, S_6 为用香蕉插头间接控制的常闭开关, 结构如图 4。当插头插入 A 孔时它就断开, 拔出后即自动接通, 作用是在用作电码练习器时, 电键插入 A、E 插孔时可将 V_1 阴极回路断开。 S_7 为电子管电压表交流测量档检波器接续开关, 也是由接头 N 来控制的, 当插头插入 N 插座时, 即可自动接通, 结构见图 5。

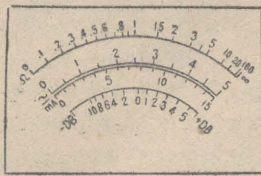
6. 表头: 这里用的是一只灵敏度为 350 微安的磁电式微安表。如能使用灵敏度更高的表头, 仪器将更精确。换用灵敏度更高的表头时, 只要在调整时将电阻 R_4, R_5, R_6 适当加大即可。表头灵敏度最低不能大于 500 微安。

安装与制作工艺

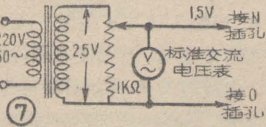
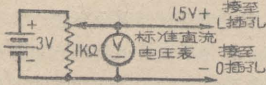
本仪器全部装在一只体积为 $200 \times 120 \times 70$ 毫米的铝质盒内。可控元件均固定在 $204 \times 124 \times 6$ 毫米的胶木面板上。面板上的位置尺寸与内部主要元件布置详见封四所示结构图。由于机内体积小、零件多, 内部结构安装紧凑, 要利用一切有效空间, 因此有些零件要重迭安装, 并加以改造。为了节省地位, 有的电子管如 V_3, V_4, V_5 不用管座, 将管子固定在其他元件上, 而用管座内拆下的插脚直接插到电子管脚上。这样不但缩小体积, 还可提高管脚之间的绝缘电阻。由于内部零件排列紧凑, 焊接时要用较细的快速烙铁, 同时接头焊锡不宜太多, 必须注意各管相邻管脚之间不能互相短路。

调整与刻度

1. 低频振荡器: 按照前述低频振荡器的使用方法, 调整时可以在 C、F 两插孔上接一个舌簧喇叭作监听, 转动电位器 R_1 就可以听到高低频率不同的低频振荡声。这声音与标准的低频振荡器相比较, 当声音音调相同时, 可以在电位器 R_1 旋钮下按标准频率刻上指示数, 一般常用的为 400 赫和 1000 赫。如果需要更精确的刻度, 可用标准低频信号发生器及示波器,



⑥



采用李沙育图形的测量方法来刻度。若需改变低频率振荡频率的范围，只要变更 C_0 的容量即可。如果安装地位允许，可以用几个不同容量的电容器 C_0 和一分线器开关来选择频率范围，这样可以把低频率振荡频率扩展到 20 赫到 20 千赫全部频段。

2. 高频信号发生器：在没有标准高频信号发生器的情况下，可借助一台刻度指示正确的中短波收音机，用它来接收仪器所发生的信号以校验仪器的信号频率。这种方法很难精确，因为一般收音机的度盘频率刻度不够精细，同时发生器的谐波也可能被收音机接收，这种现象在短波段的校验中更容易发生。

比较精确的校验方法要用一台标准信号发生器，采用前述使用方法第(6)项的频率测定方法，将原来的未知被测频率改为已知的标准频率，而以本仪器产生的频率作为被校正频率来刻度。其方法可用零差拍法，也可以用示波器的李沙育图形法。校正时每一波段的频率刻度先用一个 100 等分的度盘用表格记录下来，然后再画成半圆形的频率刻度，画到仪器刻度盘上。

3. 电子管电压表：电压刻度共有二条分度标线，一条为 5 等分，每等分内分为 10 小格。一条为 15 等分，每等分内分为 5 小格，测量交流有效值与直流电压均用这两刻度来指示。电阻刻度是非线性的，中值为 1。电阻刻度的校正比较简单的方法可以用一十进位的标准电阻箱，也可以用误差值在 1% 以下的电阻来校正。表面校正刻度后的情况如图 6 所示。如果分压器电阻阻值精确度在 0.5%~1% 以内，则电表指示的误差值可在 ±5% 以内。校正电压刻度时，必须使仪器接通电源预热 5 分钟，并调整 R_0 使指针指零位，然后接

入输入直流或交流电压，并准确地控制在 1.5 伏（如图 7），将 S_0 放在 1 的位置，校正直流电压刻度时调整可变电阻 R_0 ，校正交流电压刻度时调整 R_0 ，使指针指满标度，然后将 R_0 和 R_0 的阻值固定，以后不必再动。其他各档电压的校准，只要分压器电阻值选择得正确，就不必重新调整了。分压器换档开关 S_0 的各档测量项目及范围如附表所示，也可直接刻在开关 S_0 的各分档上。

缺点及改进

这部仪器虽然用处较多，使用效果尚好，但还存在着一些缺点，有待改进。

1. 高低频信号的输出电压大小不能调节控制，阻抗也不能变动匹配。制作时如果地位能有空余，可以在输出端装一个 5 KΩ 的电位器来调节，或加用一组定压分压器，输出电压用准确的电子管毫伏表加以校正。

2. 高低频信号发生器与电子管电压表不能同时使用。这是一个较大的缺点，因为在实际使用时这两个部分往往需要同时使用（如测量收音机灵敏度时须将电压表接到输出端，而将信号接输入端）。在这个线路中这一缺点还不能克服，除非另外加设一套整流电源装置。

3. 电子管电压表交流测量档检波管没有起始电流平衡装置，故在 1.5 伏档测量时，电表指针不能调整到零位，解决办法可在 R_0 与地间接入一个 1~3 千欧的可变电阻，将原 R_2 接地一端接到此电阻的动触头上，调整这个电阻使 1.5 伏档在未测量电压时表针回到零点为止。

4. 高低频振荡器的输出波形均非正弦波，高频振荡的谐波也较强，若度盘未经校正就很难分清主波和谐波。调幅度虽然可用 R_1 控制，但高频端的调幅度大，低频端的调幅度小，调幅度究竟是多少，不能确定。

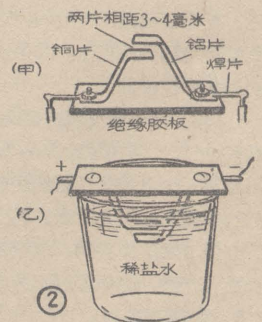
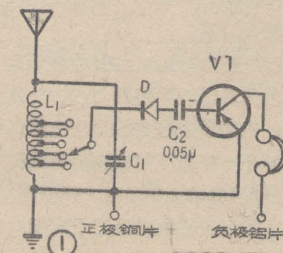
(附表)

开关 S_0 位置	测量种类	交流电压 (伏)	电阻 (Ω)	直流电流	分段电阻
1		1.5	$R \times 10M$		7M
2		5			2M
3		15	$R \times 1M$	1.5 μA	700K
4		50			200K
5		150	$R \times 100K$	15 μA	70K
6		500			20K
7		1500	$R \times 10K$	150 μA	9K
8			$R \times 1K$	1.5 mA	900 Ω
9			$R \times 100$	15 mA	90 Ω
10			$R \times 10$	150 mA	10 Ω

用盐水作电源的晶体管收音机

这架晶体管收音机不需要干电池，而用一块铜片和一块铝片浸在盐水里组成的电池作电源。它的线路很简单(图 1)，是由一架普通矿石机改装，增加一只晶体三极管和一只电容器而成。三极管 (VT) 用任何一种 $\Pi 6$ 型管都可以。检波器 D 用晶体二极管，效果更好些。装时二极管应按图示极性装接。电源部分的制

作也简单。按图 2 所示，将长为 40 × 10 毫米的铜片和铝片各一块用螺丝钉固定在一条 40 × 15 毫米的绝缘胶板上，两片顶端部分相距 3~4 毫米。固定时各装一焊片，用以接线。铜片为正极，铝片为负极。将铜铝片顶端部分浸在一杯稀盐水中，便有电流产生，收音机即可收音。本机没有电源开关，如在较长时间不收音，应将电极从盐水中取出来。



②

来复式超外差两灯机

何汝玲

怎样制作一架性能好、用管少，简单经济的收音机是许多爱好者很感兴趣的问题。下面是我们试制过的一种来复式两灯机，现在介绍给大家研究改进。

这架两灯机电路如图1。它利用两只国产小型管，完成一般超外差式机所具备的变频、一级中放和两级低放等功能作用。电路的工作情况是用6U1管七极部分担任变频，它的第一栅接成哈脱莱式振荡器，由第三栅输入高频信号。变频后的中频信号在第一中频变压器 IFT_1 上取得，并经 C_7 电容耦合到6P15管的第一栅作中频放大。6P15为宽频带放大输出五极管，跨导高 ($S=14.7$ 毫安/伏)，极间电容小，所以在这里用它兼作中频和低频放大，就是该管既放大465千赫的中频，也作音频功率放大。经过放大的中频信号经第二中频变压器 IFT_2 耦合到晶体二极管 D_1 进行检波，检波后的脉动电流，经 C_9 、 R_9 、 C_{10} 组成的滤波器滤去中频成分后，在电位器 R_{10} 上取得音频电压，通过 C_{15} 的耦合，送回到6U1管的三极部分进行低频电压放大，再通过 L_4 、 C_4 进一步滤去残余的中频信号，经过耦合电容 C_6 送回到6P15管的栅极作功率放大，然后经输出变压器 T_1 ，推动扬声器发音。

作为中频和低频来复放大的6P15，屏回路中有两个串联负载，即中频变压器 IFT_2 及输出变压器 T_1 。经该管放大的中频和音频信号是分别在这两个负载上取得。6P15管的内阻 R_i 约为100千欧，输出变压器初级的最佳匹配阻抗应为 $R_i/10$ 。为了不致降低中频谐振回路 (IFT_2) 的Q值，6P15的屏极是接在中频变压器 IFT_2 初级的一个抽头 K 上。PK圈数约为PB圈数的 $1/2 \sim 1/3$ 。

输出变压器的初级接有较大电容 C_{13} ，使中频信号得到旁路。这样B点对中频而言接近处于地电位，可以避免引起寄生反馈。

在外差电路中用一个电子管作中放和低放来复式运用时，比较难解决的是中频信号与低频信号的分离问题。在这里检波后从负载 R_{10} 上取得的低频信号电压不直接送回到6P15进行来复低放，而是通过一级低频电压放大的缓冲级。这使6P15管的负载 (IFT_2 和检波级) 与它的栅回路隔开。检波后信号先送到6U1管的三极组作低频放大，并经进一步滤波后，再耦合到6P15管的栅极上。这样做的好处是可以消除6P15屏、栅间的电气耦合，消除产生寄生反馈、自激和失真的可能，增加电路的工作稳定性。6P15管的栅偏压约为-2.3伏，由阴极电阻 R_7 上取得。6U1管七极部分担任变频时，它的第三栅为锐截止性质，所以不能加设自动增益控制。

电源部分，本机采用单圈自耦电源变压器，线圈在H处抽头为6.3伏，1.5安，供两灯灯丝之用。高压乙电直接用市电220伏经两只半导体二极管 $2T-1126$ 作半波整流。电阻 R_{12} 、 R_{13} 及 R_{14} 为保护二极管之用。为了消除调制交流声，电源进线两端加接一个耐压较高的纸质电容器 C_{14} 。

零件使用情况及制作中应当注意的事项如下：

① 中频变压器用华北厂ZPO3-1型， IFT_1 拆去G、F组即可。 IFT_2 次级P、B组可将原线圈拆下100圈，作出抽头K，然后重新绕上。

② 高扼圈 L_4 可用售品。自制则用5兆欧 $1/2$ W型炭膜电阻一只，用0.10 (42号) 漆包线在它上面乱绕400圈。

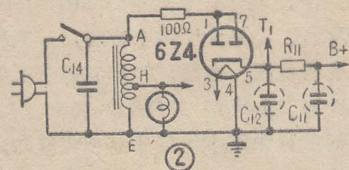
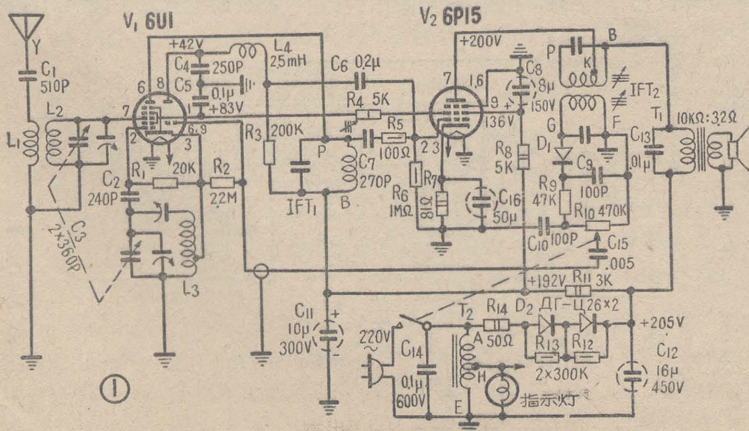
③ 输出变压器可以用配合6P1的输出变压器铁心 (截面积 12×12 毫米) 绕制，初级用0.10 (42号) 漆包线绕2500圈，次级用0.80 (21号) 漆包线绕50圈。

④ 电源变压器自绕用截面积为 25×14 毫米的硅钢片铁心，AH用0.15 (38号) 漆包线绕2150圈；HE用0.72 (22号) 漆包线绕80圈。

⑤ 电源整流器如不用半导体二极管，可用整流管6Z4接成半波整流，具体接法见图2。

⑥ 全机接线宜短捷。栅、屏极接线远离。6U1三极组的栅极至 C_{15} 间要用金属隔离线。 C_{15} 在必要时也应加以屏蔽。高扼圈 L_4 要与 L_1 、 L_2 、 L_3 及 IFT_1 间远离。 C_4 应在近 L_4 处接地。如果发生自激，

(下转第19页)



提高灵敏度的措施

陈家祥

判别一台收音机的性能质量，灵敏度占很重要的位置。灵敏度表示收音机接收远方微弱信号的能力，是指收音机在输出端获得一定功率时，天线输入端上所需的电动势，单位是微伏(对装有机内磁性天线的收音机，一般是指天线输入端所需的信号场强，单位是毫伏/米)。譬如有甲、乙两台收音机接收远方电台信号，甲机从天线端输入20微伏信号电压，就能输出50毫瓦的音频功率。乙机在同一情况下，天线端需要输入200微伏，才能得到同样的功率输出。这样我们就说甲机的灵敏度为20微伏，乙机的灵敏度为200微伏，甲机的灵敏度比乙机高。

问题在哪里？

超外差式收音机灵敏度一般是比较高的，主要在于它有中频放大器。但是如果它的变频级与输入电路设计安装得不好，也会使灵敏度降低。一台外差机装配完成以后，经过调整测试，如果发现它的灵敏度不高，那么，毛病出在哪里呢？是在中频放大级，还是在变频级？以图1电路为例，我们可以按照以下方法检查分析。

用一台高频信号发生器，将它的输出端串联一只0.02~0.05微法纸质电容器，接至中频放大管6K4的栅极(图1中Ⓐ点)，并把它的地线与收音机底板相连接。调谐信号发生器使产生465千赫、400赫音频调幅的信号，调幅度为30%。然后把收音机的音量控制放在输出最大位置上，在扬声器的音圈上接一交流电压表。控制信号发生器的输出衰减器，使交流电压表指示0.42伏(目前使用的Φ130和Φ165扬声器，音圈阻抗大都是3.5欧，测试灵敏度时，收音机输出是以50毫瓦为标准的，因此，按照公式 $E = \sqrt{W \cdot R} = \sqrt{0.05 \times 3.5} \approx 0.42$ 伏)。

这时按照一般标准，信号发生器的输出应在2000~3500微伏左右。如果信号发生器输出小于3500微伏，说明灵敏度低的原因不在中频放大级。

再用同样方法，把465千赫的信号经耦合电容器接在变频管的栅极上(图1中Ⓑ点)，收音机输出同上。这时信号发生器的输出应该是30~100微伏。如果大于这个数值，应当检查变频管的各级电压、电流，找出它效率低的原因，加以改正。如果是在100微伏以内，那么，可疑的就只剩下本机振荡器和天线输入回路这两部分了。

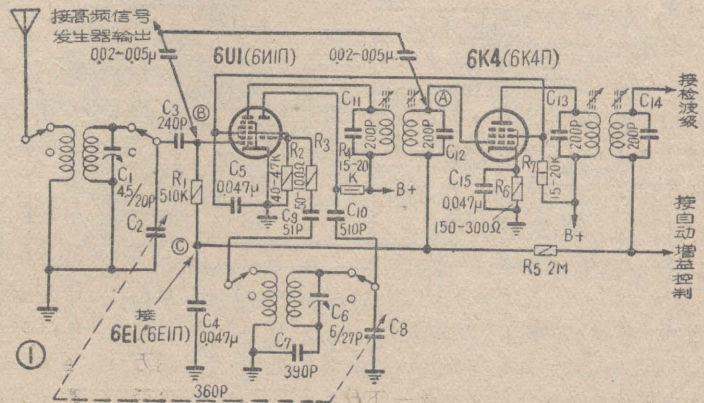
本机振荡器对灵敏度的影响

本机振荡器的振荡栅流大小，直接影响变频级的工作效率。振荡栅流过大，容易产生自激和寄生振荡，严重破坏收音机的接收能力。振荡栅流过小，则变频跨导小，灵敏度降低，并且容易停振。实验证明，如图1所示，使用6U1作变频管时，振荡栅流在180~260微安最为合适。而且要使它在频率高端(可变电容器动片全部旋出，电容量最小的时候)，或低端(可变电容器动片全部旋入，电容量最大的时候)能够保持一致，或相差不大。这样收音机的灵敏度才能在整个波段内均匀稳定。

振荡栅流过大产生自激和产生高频寄生振荡的故障最容易出现在短波段里。自激的现象是当双连可变电容器从低端旋向高端时，到某一角度就会产生啸叫或汽船声，一般出现在电容量较小，即振荡频率较高的一端。这时如把输入电路中的补偿电容(图1中的C₁)微调一下，也可能使啸叫停止，但是这样又把输入电路的跟踪点破坏了，引起灵敏度降低，所以不是治本的办法。

寄生振荡的现象是当可变电容器旋到波段的某一点或某一小段时，振荡器停止工作，一般称为“哑点”或“死点”。检查方法可在振荡器的栅极回路里串联一只电流表，就可发现振荡栅流在某点会突然下降很多。在没有电流表的情况下，可以一手旋动可变电容器，一手将天线的垂线摩擦收音机底板。在旋动中，摩擦的“卡卡”声变小，表示此处停振。还可以把一只调谐指示管6E1的栅极接在自动增益控制电路里(图1中的Ⓒ点)，当可变电容器旋到停振处，由于寄生振荡的存在，指示管亮区会突然张开一个很大的角度。

以上两种故障，原因往往是振荡部分元件排列不当，接线过长，接地回路不良，或振荡回授过强所致。排除的方法：(1)减少振荡线圈的回授圈数，但还要照顾到频率高端和低端振荡栅流不要相差很大。(2)改善线圈接地点，最好做到一个波段有一共同接地点，单独成为一个高频回路。(3)改变振荡部分的元件与接线位置，把振荡器的元件与信号栅极的元件和引线尽可能分

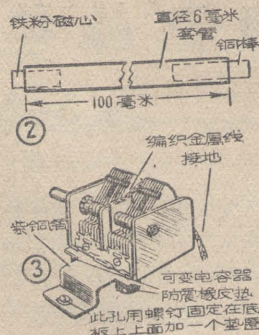


开排列,减少直接回授产生自激的可能。

此外,以下有关的元件数值也应当注意:(1)6U1作变频管时,七极部分的屏极电压为190~220伏;帘栅电压80~100伏。三极部分的振荡屏极电压为90~110伏,电压过高,噪音将相应增大。(2)振荡栅极电阻 R_2 ,实验证明以用40千欧至47千欧为最合适。(3)振荡栅极回路中接有阻尼电阻(R_3),阻值为50~100欧,可以衰减轻微的高频寄生振荡,特别是在短波段中,频率愈高,作用愈显著。这在测量振荡栅流中可以显示出来。

输入电路对灵敏度的影响

在输入电路中,对灵敏度有关的首先是频率跟踪跟踪。跟踪不正确,灵敏度就会降低。按照一般设计,在一个波段以内,变频级的两个调谐回路有三点位置能够达到完全正确的同步调谐,也就是可变电容器旋在这三点位置上时,变频器可以得到准确的465千赫中频。例如在中波波段,跟踪点是550、1000、1550千赫。在这三点之间的其他各点,失谐程度要尽可能地小。跟踪是否正确,可以用自制的简易测试棒检查。测试棒为长100毫米、粗6毫米的一段绝缘套管,一端装上一个高频磁心(一般中波天线线圈或中频变压器里的黑色磁心,直径6毫米粗),另一端装一段长约25毫米的铜管或铜棒(图2)。检查时先调谐高频信号发生器输出550、1000、1550千赫信号,并调谐收音机回路使在这些点上和它谐振。在每一点上把测试棒任何一头(磁心或铜棒)慢慢地靠近收音机输入线圈,察看电压表的输出指示减小或增大。指示减小表示跟踪正确;指示增大表示失谐。这三点跟踪调好后,其他频率处的跟踪误差就不致过大。如出现失谐,在550和1000千赫两点时,可



以调节衬垫电容器(图1中的 C_7)来解决。如果是磁心失谐(即磁心靠近线圈输出指示增大), C_7 的电容量应当增加;铜棒失谐则应减少。出现在1550千赫的失谐,可以调节 C_6 来补偿。

输入电路影响灵敏度的另一方面是天线线圈与输入线圈之间的耦合程度。这两个线圈耦合得紧些,灵敏度可以提高,但对像频率衰减的能力就降低了,制作时应当双方兼顾。一般绕在直径6毫米管上的线圈,天线线圈与输入线圈的距离为3~4毫米。其次,天线线圈和输入线圈的接地点,最好能与可变电容器共接在一个接地点上。实验证明,在双连可变电容器的下面,在它和底板之间加接一块0.5毫米厚的紫铜箔,专作接地用,与底板相连(图3),对短波段的灵敏度可以有所提高。固定方法是通过螺钉穿过底板和防震橡皮垫,将紫铜箔压在可变电容器下面。

除了以上几点以外,变频级元件的选择、排列、组装、焊接,对于灵敏度也有影响。这一级的元件较多,应当采用体积较小的,以便于装接。振荡部分的固定电容器要选用介质损耗最小的。装配前还要充分考虑电子管和其他元件的位置,如变频管应装在波段开关附近,波段开关应在双连电容器的下面,输入线圈与振荡线圈要成直角方向装在波段开关两侧或分装在底板上面和下面。元件之间的接线应尽量短,焊接之前都应先镀上一层锡。这样可以避免虚焊,假焊,不致因接触不良产生杂音,使灵敏度受到影响。

(上接第17页)

可在6P15的栅极加一个100欧电阻(图1中 R_5),或降低6P15的帘栅压至100伏以下。如仍不能抑止自激,可在 IFT_1 上并联一只50千欧~100千欧的电阻,即可消除。输出变压器 T_1 的外壳和次级一端接地,可起屏蔽作用,减少感应。 R_1 、 R_2 和 C_5 、 C_4 应当分别焊在一起。 R_6 、 R_7 、 C_{16} 和 C_8 应在同一点接地。

⑦ 安装时先从电源整流部分开始,然后装接来复式中放、功率放大和二极管检波部分。这时可把较长的天线放在6P15管第一栅极。如果扬声器中有较小的广播声(在本地强力电台播音时),说明这部分已经装好。然后将6U1管的一部分线路接好。这时暂不调动中频变压器,用螺丝起子触接6U1管三极组的栅极,听听有无“嗡嗡”或“卡卡”的响声。如果有,就可按照调整一般超外差式机的方法,调整中频变压器和变频级的跟踪跟踪了。

应当注意的是电源变压器如果是自绕的,要先用万用电表的交流50伏电压档量一下HE两点的电压是否

符合6.3~6.5伏。收音机正常工作时,电路各点的电压应如图1电路中所标明的数值。

⑧ 6P15、6U1管可以采用二级品。使用旧6U1管时应注意它的内部有无连极现象。正常时如各极电压适当,以起子触动它的七极组第一和第三栅,都应有较大声响,用手轻弹管身不会出现杂声。

⑨ 6P15管跨导很高,对交流声比较敏感。接装好后,如果出现较大的交流声,可将输出变压器下接 C_{12} 的一端改接到 C_{11} 处。如仍不能克服,可将该管加以屏蔽。

⑩ 本机底板带电,外接天线与天线线圈之间的电容器 C_1 应当使用云母绝缘介质的。电源插肖可用三相式的,使负极长期接在电源线的地线上,各调节旋钮的螺丝不露出表面,以保证使用安全。

本机配用飞乐503型五吋扬声器,具有一般五灯机的性能水平,优点是结构简单,成本经济,制作和调整都很容易,在河北省山区庞家堡使用,天线接用2米长的拖线,晚间可收到国内外电台节目二十余处,声音宏亮清楚。

輸出端是短路的，符合測試短路電流放大系數的條件。這樣當 S_2 放在輸出位置時，電子管電壓表量出的電壓伏數，恰好就是輸出電流的毫安值。例如量出的輸出電壓為 0.1 伏，就是輸出電流為 0.1 毫安。由量得的輸出電流和輸入電流（輸入電壓為 1 伏時，輸入電流為 10 微安）的比值，就可以算出電流放大系數 β 來了。 S_1 放在“2”、“4”和“5”位置時，負載電阻為 10 千歐或 100 千歐，可以經過換算量出不同負載時的電壓或電流增益。 R_6 為 500 千歐、2 瓦的電位器，用以調節偏流。當 S_1 放在“2”、“4”或“5”位置時，調整 R_6 使輸出電壓最大，就可以知道在一定供電電壓和一定負載電阻情況下，用

（上接第 13 頁）

調整時， AB 二導線在水中的距離至少應大於 H_1 與 H_3 之間的距離，使結果與實際應用情況相符。

靈敏繼電器的銜鐵動作應“乾淨俐索”，不“拖泥帶水”。適當調整銜鐵彈簧與接點 y_1 的間隙，即能達到目的。

水泵機組的主電路可按圖 5 連接。接好後，先將開關 SW_2 扳在手工控制位置，電動機應轉動，然後再將開關 SW_2 扳在自動控制位置。

將傳感器安裝在實地，通過控制線與水泵機房內的控制電路相連。如果由於控制線過長等原因而降低靈敏度，可再調小 R_1 阻值。

傳感器與電路相連的控制線有三根，相互間不能漏電，不然會引起水泵機組錯動。

應 用

在工廠、企業、農牧場給水站都可應用這種裝置來自動控制水塔水量，也可以應用於農田水溝、水渠水位的控制，或者用於自動保持稻田的水層。

由於排水與灌水是兩個相反的過程，因此用來控制排水時，圖 1 中 RL 的接點 y_1 應改用常閉接點 y_2 ，而 K_1 則應改為常開接點。

涉及自動排灌站正常工作的有關問題還很多，茲對一些重要問題作一簡要說明。

(1) 水泵（離心泵）在無引水情況下空轉，不但不能完成自動給水的任務，而且對泵體有害。因此吸水管的閘門必須良好，漏水很少，並且要作定期檢查，避免日久因漏水太甚，使泵殼與吸水管內的“引水”太少而抽不出水。從實際運行經驗來看，略微抬高進水管（如圖 6），能在較長時期內保持“引水”。

(2) 為求穩妥起見，可以裝一無水自動保護器（圖 6），電路原理與前述相同。傳感器可安裝在進水管 F_1F_2 處（或將 F_1 移在泵體內）。由於進水管不能漏水，因此裝配必需嚴密，可採用汽車上用舊的火花塞當傳感器。這裡只需一只晶體管即能滿意地工作。繼電器 RL_2 的常閉接點應接在圖 1 中記號 Δ 處。當進水管無水時，切斷綫圈 K 的電路，使電機水泵不能工作。

多大的偏流可以得到最大的電壓增益，以供設計電路時參考。 R_6 的阻值或偏流電流大小，可以事先在刻度上校準，以後就可以直接讀出。 R_8 是一只保護電阻，阻值可用 15 千歐至 50 千歐。各電阻均為 $1/2$ 瓦型，阻值偏差應不超過 5%。 S_3 是附在電位器 R_6 上的開關，接法是當 S_3 剛接通時， R_6 阻值應在最大位置，轉動時才開始逐步減小，焊接時應加注意。

測試器所量出的交流電流放大系數，只表示晶體管的低頻性能。對於晶體管的高頻性能測量，問題比較複雜，這個測試器是無能為力的。

(3) 水泵功率如果很大，在幾十瓩時，由於電動機不能直接啟動，因此主電路中接觸器應調換。根據實際需要採用磁力控制的星—三角啟動器，或磁力補償啟動器。

想 想 看 答 案

1. 這是一個串聯電路，只有一條電流通路。由於 $R_2=R_4$ ，所以 $R_2+R_3=R_3+R_4$ ，而 R_2+R_3 上的電壓降和 R_3+R_4 上的電壓降相等，都等於 30 伏。又 R_1+R_2 上的電壓降為 40 伏，所以 $B+$ 的電壓為 $40+30=70$ 伏。

2. 收音機開得很響並不會多用电，因為收音機都採用甲類功率放大，甲類放大在無信號輸入時也有較大的直流電流通過強放管，有信號時這個直流電流（電流平均分量）變化不大，所以有無信號基本上都用一樣多的電。大型擴音機都採用甲乙₂ 類或乙類功率放大，在沒有信號輸入時，幾乎沒有直流電流通過強放管，輸入信號越大，通過管子的電流也就越大，所以開得很響時就比開得很輕時多用电。

3. 三個電路都不能振蕩。圖 2a 電路屏流交流分量被直流電源內阻短路，應在 A 點和 $B+$ 間加一高頻扼流圈。圖 2b 電子管陰極未接地，直流電壓加不到屏極上去，應將 K 點接地。圖 2c 直流電源電壓被 L_1 短路，應在 AB 之間接一個隔直流電容器。

本刊擴大訂戶啟事

根據許多讀者的要求，本刊從下期起增加份數，擴大訂戶。要訂閱本刊的同志請到當地郵局洽訂。

勘 誤

1963 年我社出版的“超外差式收音機”修訂本中第 206 頁 9.4 圖應為交流外差式三管機的實體接綫圖，但誤印為交流三管再生式收音機的實體接綫圖，請讀者參閱《無線電》雜誌 1962 年第 2 期封四改正。

人民郵電出版社圖書編輯室

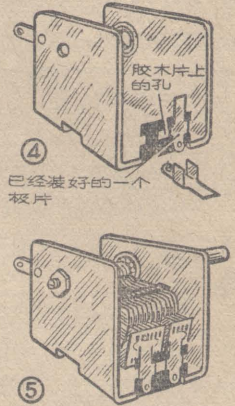
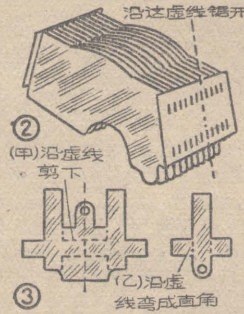
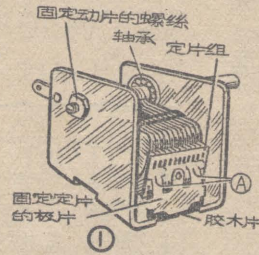
怎样把单连改成小型双连

改制晶体管超外差式收音机需用的小型双连可变电容器目前市上售品很少，而且价格比较昂贵。这里介绍用普通单连（宇宙型）改制成为小型双连的方法，改成后的容量约为8~200P和5~120P，实验证明，它和市售的一套晶体管机用小型线圈配合使用，效果良好。

改制方法是这样的。先取下固定动片组的螺丝，拆下动片组（不要将滚珠丢失）。然后用烙铁在④点（见图1）把锡烫开，取下定片组，用钢锯沿第五片处锯开，把它分成4片和6片两组，第5片拆下不用（见图2），并将锯开的毛边用钢锉打齐待用。下一步是把固定定片用的极片用起子小心地分别卸下，并注意不要将胶木片弄松动或碰坏。然后把起下的

铁片按图3（甲）那样剪成为两个极片，或另用0.5毫米厚的新铁片按图3（乙）形状剪制。

下一步是安装组合。当拆下固定定片的极片时，会看到胶木片上中间有孔（如原来无孔，可用手摇钻打制，但要注意不要把胶木片从铁架上搞掉下来）。把剪好的极片按照图4安回到胶木片上，用钳子夹牢。

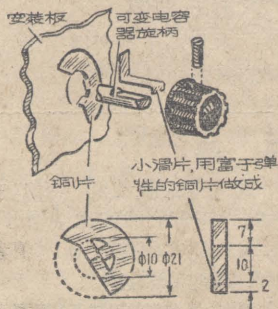


（黎明）

自制晶体管收音机 电源开关

一般再生式晶体管收音机可变电容器的动片是接地的（电池正极），因此可以利用如图所示的小圆铜片和小滑片，在它上面做成一个电源开关，既不占地位，使用也很方便。

铜片（或用洋铁皮做）接电池正极，小滑片则利用旋钮上的螺丝夹在可变电容器的旋柄上。把在磁棒上的线圈位置加以调整，使可变电容器动片在旋出的最初25°以内没有电台，



此时小滑片还处在铜片的外边，电源是断开的。再继续旋出时，小滑片与铜片接触，电源即接通。

铜片是用预先在它内圆剪留下来的条片夹在安装板或面板上。安装板较厚时，可用万能胶或粘瓷器的胶把铜片粘在板上。也可以把铜片做成标示频率的固定度盘，同时把小滑片做成成为长一些并和铜片可以接触的指针，头上剪尖，涂上带色油漆，就更好看了。（韦明）

绕制音圈用的心子

扬声器音圈重绕的时候，由于各种磁心大小不同，就需要按大小临时配制绕音圈用的心子。现在介绍一种配制心子的方法，灵活简便，可以节省材料和时间。

找一段电影片子的废胶卷（以表面光滑而弹性足的较好）把它卷起来，大约有七八圈就行了。卷起来以后，要使得胶卷的外径稍大于扬声器磁心的外径，内径稍大于绕线车上的轴心，用橡皮圈缠上使外径固定不变后，

将四个极片固定好后，就先将动片组按原来状况装好，把一组定片放回到原来位置，把动片旋入定片组，调整定片位置，直至与动片互不碰片，然后两边用锡将定片和极片焊牢。两组定片都这样焊接好，改制就成功了（图5）。

就可以套到绕线车上使用了。

音圈绕好后，把胶卷从绕线车上取下，等音圈所涂胶水干后，只要用镊子夹住胶卷内端向内转，使胶圈缩小，绕好的音圈就非常方便地拿下来了。

这样的胶卷可以重复使用好多次，心子的大小可随需要改变，取下音圈也很容易。（何成志）

简易磁头去磁器

录音机上录放音磁头受到直流充磁后，放音时背景杂音很大。这时就必须将磁头去磁。最简易的方法是用粗短圆铁棒一支，衬绝缘层后，用0.55（24号）漆包线绕一百圈左右（少些也可），接到市电经过变压以后的低电压上（如6.3伏）。这时铁棒产生强交变磁性。把它的一端移近磁头，又慢慢地逐渐移远，再关去电源，即可去磁。如果铁棒发热很大，可串入适当电阻，好在使用时间很短，一般不致使变压器受损。这个去磁器还可以用来抹去磁带上的音迹，也可以用于其他需要避磁的器件（如手表或钳子、改锥等不应带磁的工具等）上去磁，效果都很好。（吴积圻）



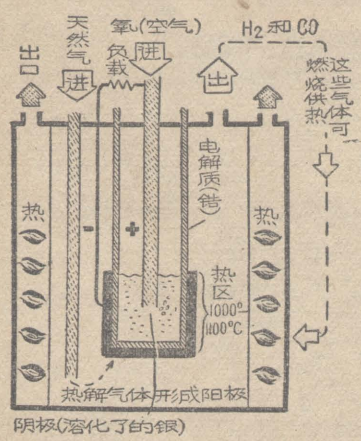
用紅外線加工茶叶

日本的一位工程师曾提出一种加工生茶的新方法。在长180厘米、直径30厘米的金属管内部，安装六个普通的、功率稍大于100瓦的紅外線辐射器，然后把30~35公斤綠茶通过这根管子，茶叶緩緩移动，历一小时之久。这样，茶叶在紅外綫的作用下，即可以消除苦味和生味，而以前在加工生茶时采用的方法是不能消除这些缺点的。(高云浚譯自苏联“科学与生活”1963年第2期)

天然气燃料电池

以前的燃料电池(不用运动部件而将化学能轉变为电能的装置)，是用昂貴的氫气作燃料的，因而实际应用受到限制。改用天然气燃料后，成本降低，在工业生产和車輛中就可广泛采用这种能源。

天然气燃料电池的工作原理示于下图。由于采用了固体电解质(錯)，在結構



和化学方面的稳定性很高，同时可节省大量昂貴的催化电极金属的消耗。将几个这样的电池合装在一起便成为燃料电池組。据报道，天然气燃料电池組的最大效率为30%，如果使用其它碳氢化合物作燃料，效率可能提高些。(澤仁譯自美“无綫电电子学”1963年第3期)

水上救生用的发信设备

为了容易发现和救出在海洋上失事墜落的飞机乘客，美国新近制成一种在海洋上救生用的无綫电发信设备。它是由可以吹脹的尼龙天綫和用氯丁橡胶包裹的小型强力短波发射机等組成的。当它落入海中时，受到海水冲击，便自动打开小型筒状高压碳酸气容器的閘門，碳酸气即进入胶囊，把胶囊吹脹成一个圓錐台体，底面直径23厘米、高30厘米、頂面直径13厘米。然后再从圓錐台頂面伸出一根33厘米长的垂直天綫。这根天綫用四条鋁箔带和容器內的发射机相連。整个设备的重量为1.1公斤，发射的电波可达9,000米、400公里远，能持續工作15小时。(唐偉良譯自日“电子学”1963年第5期)

超长波通信

近来，很多人对用超长波进行地下通信的研究发生了很大的兴趣。据报道，提出了三种方法，可以在低速傳送信息时获得很高的可靠性和保密性：

1. 采用埋在地下、的柵状天綫，电波向上发射到地面，然后从地面上空傳播到接收天綫；接收天綫可装在地面上，也可装在地下。这种通信系统的效率約1~10%。适用的波长为中波(300~3000千赫)、长波及超长波；波长愈长，通信距离愈远。

2. 利用土壤傳导层作波导，这时发射天綫和接收天綫应装在相同地层。地层愈深，采用的波长应愈长。

3. 利用多石岩层作波导，采用超长波以极低速度傳送信息，可实现最可靠的通信。这种通信系统能得到很长的通信距离。預計利用多石岩层波导还可以与海底船隻通信。

在地面上架設天綫，利用超长波与海底船隻通信，有很重要的意义。为了延长这种通信的距离，需要的功率达数兆瓦。使用的波长为15~20千赫，因为这种波长的电磁波的磁場分量能够穿入深水內。

(車譯自苏联“无綫电”1963年第7期)

电子云磁带放音头

馬汾·卡姆拉斯在1962年声学工程协会會議上曾宣布一种新型的磁带放音头，据說可能引起磁带放音头的根本性变革。这种新的放音头，实际上就是一个小型的电子管，它里面有两个阳极，电子束偏轉到哪一个阳极，受磁带上信号的极性的控

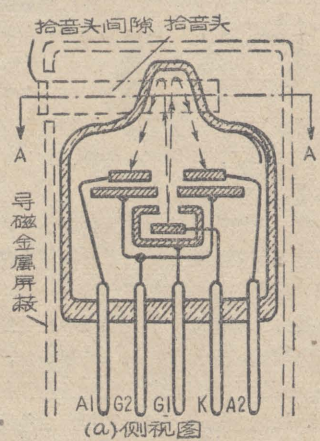
制。

下图画出了它的側视图和頂视图。外形是一个标准的小型电子管。电子束通过G₁聚焦，G₂加速，穿过阳极A₁和A₂之間間隙。当电子束到达电子管頂端狭窄的部分时，电子速度便減慢，最后被阳极A₁和A₂吸回，并从阳极輸出。拾音头实际上是一块U形磁铁，其末端与电子管頂端閉合(见图b)。工作間隙在U形磁铁弧形部分。极靴引导磁带上的磁場，使它対返回阳极的电子起作用。当磁带信号的瞬变极性为某一方向时，大部分电子被吸引到A₁，而吸引到A₂上的电子大为减少；磁带信号极性改变后，則情况相反，A₁吸收的电子减少，而A₂吸收的电子增加。

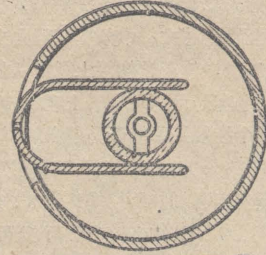
由于拾音头很容易感受外部磁場的干扰，因此整个装置要用高磁率金属屏蔽起来。

这种放音头能产生1伏的输出电压。輸入阻抗非常高，頻率响应范围可达到0~10兆赫，并且消除了老式放音头所固有的綫圈諧振等缺点。另一方面，像其它电子管一样，它的使用寿命也受灯絲的限制。

这种新型放音头，目前还处在实验阶段。进一步的研究，可能发现更多的优点，例如有可能用电子倍增器来增加灵敏度，这样就不致有电子管噪声。(澤仁譯自美“无綫电电子学”1963年第3期)



(a)側视图



(b)AA 截面頂视图

问与答

問：怎样用万用电表测量晶体三极管的好坏？

答：用万用电表测量晶体三极管时，首先要知道晶体管各电极的引线，将万用电表拨到 $R \times 1000$ 或 $R \times 100$ 的高阻档，先测量集电极与发射极间的电阻，测量PNP型晶体管时，应将负表笔接发射极，正表笔接集电极（因负表笔是接表内电池正极，正表笔接电池负极），测量NPN型晶体管时则与此相反，注意不能接错。这时欧姆表指示应在50千欧以上，阻值愈大愈好。如果小于50千欧，表示此管工作不太稳定。如果阻值很小或等于零，说明该管内部短路；如果为无穷大，则内部已断路，都不能使用。然后再在集电极与基极之间接上一个约100K的电阻，使加入一个固定偏流，这时如果表针指示下降到5千欧以下，说明该管很正常，此阻值与原来相差得愈多，则放大倍数愈大。如果阻值下降不多或甚至不变，说明该管放大率低或没有放大作用。一般业余使用的晶体管从30~40千欧下降到十几千欧时也勉强可以使用。

另外晶体管工作的稳定性也很重要，因此测量时可用手指按着管壳，给晶体管加一定温度，如果阻值变化很小、很慢，则该管的温度稳定性较好。

一般常喜放量三极管发射结（发射极与基极间）或集电极（基极与集电极间）的正反向电阻，这样不够安全，容易烧坏晶体管。（沈成衡答）

問：上海出品的晶体管机用小型中频变压器及振荡线圈，每只上有不同颜色的标记，应如何区分和使用？

答：上海出品方形的小型中频变压器及振荡线圈，一套共四只，外形一样，是用不同的颜色标记来区分的。灰色为振荡线圈，红色为第一中频变压器，白色及绿色分别为第二及第三中频变压器。各线圈均为可调铁粉芯式。中频变压器内未附有谐振电容器，使用时初级上需要外加一只200P的电容器。每只线圈上有1、2、3、4、5五个接线端子标号。振荡线圈初级线圈的接线头为1、3、5，次级线圈为2、4；中频变压器初级的接线头为3、4、5，次级为1、2。具体接线方法可参阅本刊1963年第6期“实验晶体管超外差式收音机”一文中的电路图。（罗德寿答）

機”一文中的电路图。（罗德寿答）

問：晶体管来复式放大级与后级用阻容耦合时，集电极负载电阻用多大较为合适，为什么有的用得大，有的用得小？

答：阻容交流时集电极负载选用2~4千欧较为合适，如果用得小，则不能与晶体管输出阻抗很好地匹配（以1T401为例，制成来复式后输出阻抗约为4千欧），会降低功率增益。但当负载电阻用得较大时，在负载电阻上的直流降压加大，会降低集电极的有效电压，使晶体管的放大能力减低。（丁启鸿答）

問：怎样自制超外差式收音机的铝箔天线？

答：用一块宽度约80~100毫米的铝、铜或锡制的金属片，沿着收音机木箱内壁的左右及顶上三面固定起来（薄的金属片可用万能胶或清漆等粘贴，厚的用图画钉按上），在它的一旁引出一根接线接到收音机的天线端即可。这种天线的效率和一般的室内天线相同。

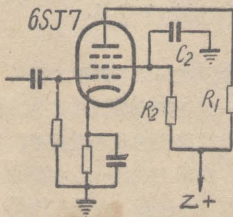
問：收音机的高放线圈如果不加隔离罩会有什么影响？

答：对高放线圈加以隔离的主要目的，是防止高放级的输入电路和输出电路产生寄生耦合而引起振荡。如果不加隔离，会因振荡而产生叫啸声，破坏整个收音机的正常工作。加用隔离罩后虽然会有一些损耗，使谐振电路的有效Q值降低，但这种影响并不大，通常可以用增加线圈本身的Q值及加大隔离罩和线圈的距离等方法来减小它的影响。（以上馮报本答）

問：一只扩音机声音很小，检修时发现电压放大级6SJ7的屏极电压比正常时升高很多，正常时应该是30多伏，而现在竟高到100多伏，更换了几个屏极电阻 R_1 （见图）还是修不好，不知是什么故障？

答：这种故障常会遇到，很可能是因为帘栅电阻 R_2 阻值变大或开路，也可能是因为 C_2 漏电严重，因而使帘栅压变低了。由于帘栅压降低，屏流减小，屏流在 R_1 上的压降也就随之减小；因此屏压升高了。从表面看来，好像故障是出在屏极电路，而实际是帘栅电路的故障。6SJ7帘栅电压过低，不能正常地担任电压放大工作，整个扩音机的声音就小了。

（方锡答）

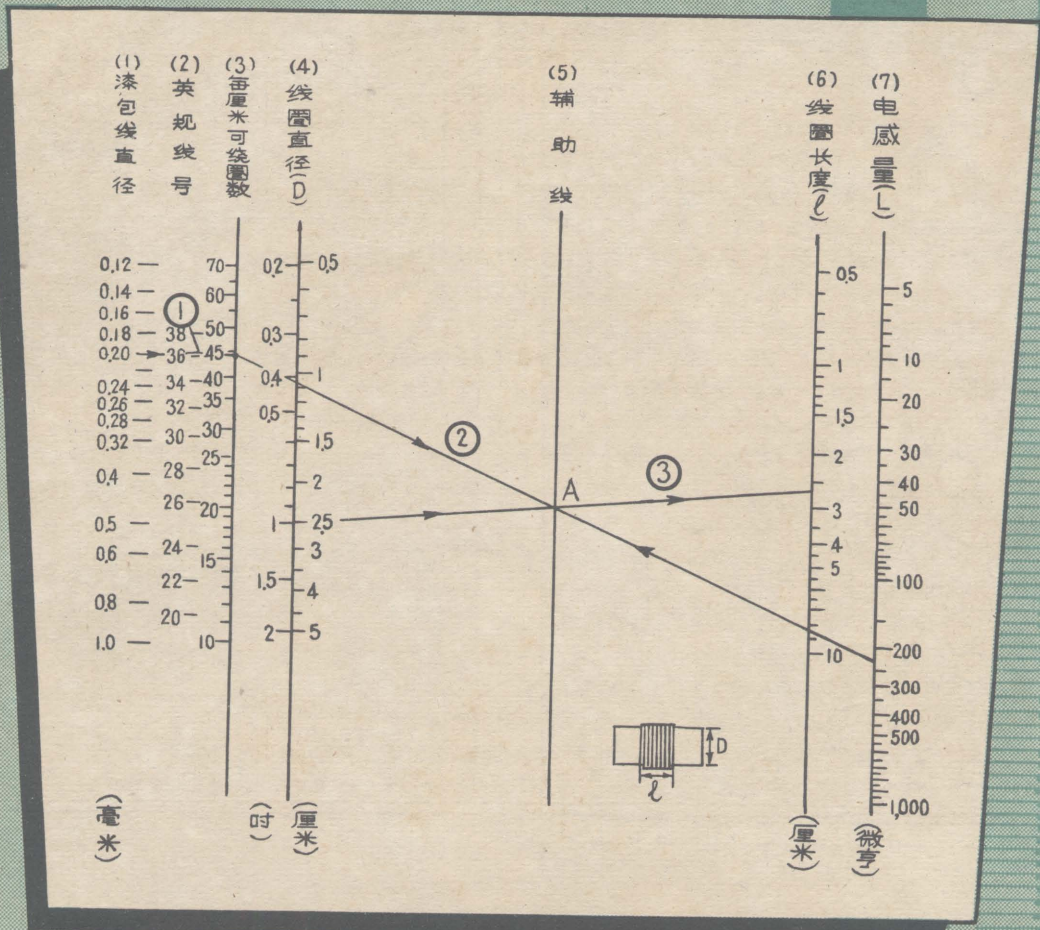


霍尔效应.....	(1)
引力波通信.....	工(3)
想想看.....	(3)
限幅器.....	黎明(4)
电视接收机的高频部分.....	黄锦源(6)
晶体管变频电路.....	思源(8)
6N1 功率放大器的设计.....	俞锡良(10)
自动排灌站.....	俞祖山(12)
万用无线电测试仪.....	金德初(14)
用盐水作电源的晶体管收音机.....	德(16)
来复式超外差两灯机.....	何汝洽(17)
提高灵敏度的措施.....	陈家祥(18)
自制晶体管测试器.....	罗方(20)
想想看答案.....	(21)
怎样把单连改成小型双连.....	黎明(22)
自制晶体管收音机电源开关.....	韦明(22)
绕制音圈用的心子.....	何成志(22)
简易磁头去磁器.....	吴积圻(22)
国外点滴.....	(23)
问与答.....	(24)
封面说明：鱼群探测器（柳岸摄影）	

编辑、出版：人民邮电出版社
北京东四6条13号

印刷：北京新华印刷厂
总发行：邮电部北京邮局
订购处：全国各地邮电局所

本期出版日期：1963年9月10日
本刊代号：2—75 每册定价2角



单层密绕线圈的设计图表

如果确定了电感量、线圈直径和所用的导线直径后，就可以由表查得线圈的长度 l ，同时也可算得总共应绕的圈数。

反之，已知线圈的直径 D 、长度 l 、圈数 n 或导线直径也可求得线圈的电感量 L 。

[例]

已知：线圈的电感量 $L=230$ 微亨；线圈直径 $D=2.5$ 厘米；漆包线直径为 0.2 毫米。

求：线圈的长度 l ；圈数 n 。

解：查表，自(1)线 0.20 毫米处引水平直线①与(3)线相交，从交点得知对于 0.2 毫米漆包线，每厘米可绕 44 圈。过交点与(7)线 230 微亨处作直线②和辅助线相交于 A 点。再从(4)线 $D=2.5$ 厘米处过 A 点作直线③，即可从(6)线求得 $l=2.7$ 厘米。

∵ 每厘米可绕 44 圈，∴ 总圈数 $n=2.7 \times 44=118.8$ 圈。

(王国兴摘译自日本“新版无线电设计工学”)

