

中学无线电演示实验

焦树霖 王兴鼎编著

上海教育出版社

中学无线电演示实验

焦树霖 王兴鼎編著

上海教育出版社

一九六四年·上海

中学无线电演示实验

焦树霖 王兴霖编著

*

上海教育出版社出版

(上海永福路123号)

上海市书刊出版业营业许可证出090号

上海市印刷五厂印刷

新华书店上海发行所发行 各地新华书店经售

*

开本: 787×1092 1/32 印张: 2 1/2 字数: 52,000

1964年9月第1版 1964年9月第1次印刷

印数: 1—25,000 本

统一书号: 7150 · 1536

定 价: (八) 0.22 元

写在前面

演示实验在中学物理教学中佔有重要地位。要使学生对物理概念和基本规律获得深刻的认识，并进一步巩固掌握和灵活运用，必须把对理论知识的理解建立在充分的感性认识基础上。

中学物理课本中有关无线电部分的知識比較抽象，教师应该特别注意加强这方面的演示实验。在教学实践中，我们积累了一些关于中学无线电演示实验的材料，现在把它们整理出来，写成这本小册子，供同志们在课堂和课外活动中进行演示时参考。

参加实验设计和仪器制作的还有张国维同志。限于我们的知识水平，不妥之处，希望同志们指正。

編 者

1964年7月

目 录

引 言	1
1. 自制无綫电演示仪器常用的基本工具和仪表及其 使用方法	1
2. 无綫电元件展示板	8
一 电感綫圈在交流电路中的作用的演示实验	10
二 电容器在交流电路中的作用的演示实验	13
三 串联諧振的演示实验	14
四 并联諧振的演示实验	15
五 阻尼电磁振蕩的演示实验	15
六 无阻尼电磁振蕩的演示实验	19
七 二极电子管的板压和板流关系的演示实验	20
八 二极电子管检波作用的演示实验	22
九 晶体二极管电压和电流的关系的演示实验	23
十 晶体二极管检波作用的演示实验	24
十一 三极电子管栅极电压对板流影响的演示实验	24
十二 三极电子管放大作用的演示实验	25
十三 三极电子管检波作用的演示实验	27
十四 晶体三极管放大作用的演示实验	28
十五 晶体三极管检波作用的演示实验	29
十六 电諧振的演示实验	30

十七	电磁波的发射和接收的演示实验	32
十八	无线电的发射和接收的演示实验	35
十九	光电控制的演示实验	46
二〇	热敏电阻的演示实验	55
二一	光敏电阻的演示实验	60
二二	课堂演示用简易盖革计数器	63
二三	无线电遥控的演示实验	66
附录:	几种常用电子管特性表	74

引 言

高中物理課本里关于无綫电的内容是比較丰富的。例如，关于基本知識方面的有：电容器的电容，自感綫圈的自感系数，交流电的性质，电子管，两极电子管的整流，三极电子管的放大和检波作用，电諧振以及光电效应等。关于无綫电基本技术知識方面的有：电磁波的发射和接收，調制，光电控制以及无綫电遙控等。这些内容反映了目前无綫电电子学在通訊、自动控制和遙远控制等方面的应用。使学生学好这些知識是完全必要的。但是，只空洞地讲授理論而不通过直观的演示，加强感性認識，是不可能使学生获得巩固的知識的。要加强演示实验，就应该配备必要的演示仪器。这类仪器并不十分复杂，教师可以根据实际情况自己动手制作。本书綜合中学課本的有关内容，系統地介紹了无綫电演示仪器的制作过程和使用方法。

1. 自制无綫电演示仪器常用的基本工具 和仪表及其使用方法

“工欲善其事，必先利其器”。为了能制作出合乎教学要求的演示教具，必須置备下列几种基本工具，并且应当掌握这些工具的使用方法和保养技术，以發揮工具的最大作用和延长它們的使用寿命。

〔鉗子〕在无綫电教具制作中，常用的鉗子有下列两种：

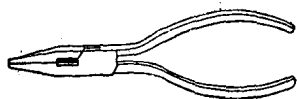


图 1

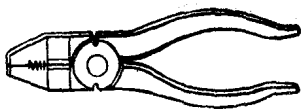


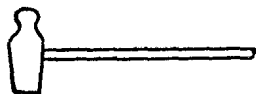
图 2

(1) 尖头钳：这种钳子的前端呈尖圆状，稍后有剪牙(图 1)。它可用来弯曲和剪断一般铜导线。

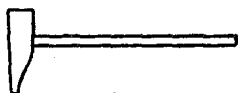
(2) 剋丝钳：这种钳子的前端为带有平纹的平舌，稍后有剪牙(图 2)。它可用来剪断较粗的导线或夹紧螺母等。

钳的牙口，在两牙闭拢时应当正好对合。在灯光下检验，应当不透光或者只透过少量的光线。牙口不平整的钳子是不好用的。不要用钳子来剪断过粗的铜丝或铁丝，免得损伤牙口。使用时，不可用过大的压力，以免把钳柄压断。

〔锤子〕准备一个重锤和一个轻锤，轻锤锤头的一端最好是圆锥形的(图 3)。



重锤



轻锤

图 3

〔手摇钻和钻头〕一把手摇钻和直径是 4 毫米、3 毫米和 2 毫米的三个麻花钻头。主要用来在金属底板上或木板上安装各种无线电零件时打孔。钻头在工作中很容易损坏，因此在使用时，必须把工作物固定，把手摇钻立直，加在柄上的压力不可过大。摇动时应当匀速旋转，并加注润滑油，防止钻头因过热而产生退火现象。用手摇钻钻孔时，钻头放入摇钻扎头里面要塞到底，并尽量旋紧。当钻头从钻孔里退出时不要左右

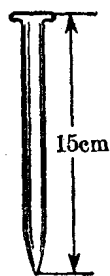


图 4

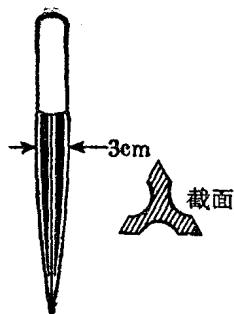


图 5

摇动。

〔中心冲子〕用手摇钻在金属底板上钻孔前，应当用中心冲子定好孔的中心。中心冲子的长至少是 15 厘米，太短了手握不住，而且手指也容易妨碍视线。中心冲子的外形和尺寸见图 4。

〔铰刀〕在手摇钻上不宜用过粗的钻头。但是要在金属底板或木板上安装电子管管座时，需要开直径是 2.5 厘米左右的圆孔。这时可先用手摇钻钻孔，然后再用铰刀扩展。这样所得到的孔是光滑可用的。铰刀的外形和尺寸如图 5 所示。

〔手锯〕手锯(图 6)用来切断金属板或金属梗。在使用时应使锯条走直线，并随时加注机油。

装锯条的时候，要注意锯齿的方向。锯齿应该朝外，如图 6 所示。锯条的齿有粗有细，锯厚实的金属板时要用粗齿；锯

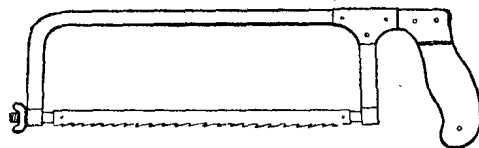


图 6

薄軟的金属板時要用細齒。

〔螺絲起子〕大多數無線電零件都是用螺絲裝配在底板上的。所以一般要置備大、中、小三個螺絲起子。使用時應保護刀刃，應該按照螺絲的大小選用合適的起子，使起子跟螺絲上的狹縫長短、闊窄配合，這樣用時不僅省力而且不致損壞螺絲。

〔台鉗〕在鉗孔、鉸切和切割時，要用台鉗把工作物固定。最好用一塊厚約 3 毫米的銅片，做一對鉗牙罩。容易損壞的材料，最好先用鉗牙罩把材料罩住。這樣不但可以夾得牢，而且不會損壞材料。

〔銼刀〕一把圓銼和一把板銼，用來銼削和修整金屬工件的表面。銼軟金屬時（如鋁、錫等）應當用粗紋的銼刀，先在銼刀上塗一層白粉，以防金屬屑嵌進齒紋里，減低銼刀的鋒利程度。銼刀有金屬銼和木工銼之分，兩者不能互相代用。如果用木銼去銼金屬，將使銼紋損壞。如果用金屬銼去銼木料，效率很低。

此外，像鑷子、剪刀、小刀等也是需要的。

〔量度儀器〕在制作一般的無線電演示儀器時，常用的量度工具和儀表有鋼皮尺、折尺、分規、螺旋測微器和萬用電表等。萬用電表一般可用來測定交流和直流電壓、直流電流、電阻以及檢查電容器是否漏電等。

萬用電表在使用時，應先將校驗棒插在“+”及“-”插口內。量直流電流時，應旋動選擇開關到適當位置，然後將電表串接在要測量的電路中。量交流和直流電壓時，應旋動選擇開關到適當位置，然後跨接在電路的兩端。量電阻時，旋動選擇開關到適當位置，先使兩校驗棒短路，轉動零歐姆調整器，使指針指在零歐姆處，然後再進行測量。如果不能把指針調

到零欧姆处,可能是干电池失效,需掉换新电池。要注意,为了避免电表烧坏,切勿将选择开关放在低电压、电流的测量范围位置去测量高电压或强电流,如果不知被测电流的大小,可先将选择开关旋到最高档再逐渐下降。

〔烙铁〕有市电的地方,一般都采用电烙铁。用火烙铁也可以。为了便于焊接工作,烙铁头部的尖梢略为扁平,如图7所示。使用烙铁焊接时,一般应注意下列几点:

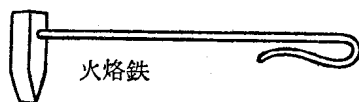


图7

(1)先把烙铁的尖梢全部镀上一层锡。其方法是:把烙铁热到工作温度后,用锉刀锉一锉,把附

着在烙铁表面上的氧化铜和其他杂物去净,立即在尖梢上涂些松香焊料,然后镀上一层锡。

(2)烙铁尖梢上镀上一层锡以后,用布擦一擦,这时尖梢上呈现明亮的金属光泽,烙铁便可以使用了。

(3)在焊接时,烙铁必须加热到足够的温度,否则由于传导损失的热量较多,使锡不能和焊接物固牢。被焊物要焊接在一起的两面,必须完全干净,没有油脂、尘污或金属氧化物。

(4)要把金属零件牢固地焊接在一个支持面上,最好将它们放置在另外的金属上,这样比放在木料上要有一些。因为金属可以迅速的将热量传开,在较短的时间内,锡汁就能凝固。

(5)焊料放好后,接合处必须完全保持不动,直到焊料完

全凝固时为止。輕微的振动，就能使焊料結晶，造成假接合。

真接合处，焊料始終保持明亮的金属光泽。而假接合处，焊料凝固后，呈现出淡灰的颜色。

使用电烙铁时，还应该注意以下几点：

(1)使用电烙铁前，首先要注意它所需要的电压是否跟供給的电压相符。一般的有 110 伏、220 伏和 110 伏/220 伏(两用)的三种。錯接电压会使电烙铁烧坏或者发生热量供給不足的現象。两用电烙铁有三个抽头，在 110 伏的电源上使用时，用并联接法，头尾两端相接成一綫，同中心的抽头分別接在电源的两极上；在 220 伏的电源上使用时，用串联接法，中心抽头不用，头尾两端分別接在电源的两极上。有的电烙铁外壳上还接有一根引出綫，这是供接地綫用的。如果电源插头上可接入地綫的，使用时更能保证人体的安全。沒有接地綫的电源插头，这一端可以空出。总之，我們可以根据电烙铁木柄上标着的接头符号来正确使用。

(2)电源綫穿入木柄尾部后，应将它打一个小結，以免由于受到偶然的过大拉力或日久綫头扭折时，电源綫头带电掉出来而发生危險。

(3)电烙铁是以消耗电功率的多少来計算的，常用的有 45 瓦和 75 瓦的两种。焊接体积大的接件，所需的热量多，也就需要用电功率大些的电烙铁。电功率大的电烙铁用来焊接体积小的物件时，不仅因温度高焊錫难以凝固，而且由于电烙铁笨重，焊接也不容易精緻。更重要的是对晶体管焊接时，大量的热传到晶体管，将会损坏晶体管。电烙铁的头子一般可以更換，也可以将头子拉出或縮进来調节头子的温度。当头子全部縮进时，头子端点的温度最高。通常冬季使用时，总要把

头子调节得缩进一些。

(4) 电烙铁烧热以后, 如果不是连续使用, 电烙铁上集结的热量不能及时散逸, 容易将头子烧死, 或者使电烙铁的使用寿命缩短。如果照图 8 所示, 用串联一个电灯泡的办法, 可以使电烙铁上的电压降低, 使电烙铁不易损坏。焊接时, 用开关将电灯泡短路, 这时电烙铁又得到电源的

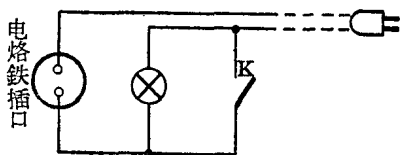


图 8

电压。加热后的电烙铁, 在不焊接时, 应该把它搁在一个专用的搁架上。搁架要远离其他物品, 以免电烙铁散开的热把别的物品烤坏。

如果是焊接导线, 还必须按不同的情况分别处理。在无线电器中, 线与线的接合最常见的有三种形式:

(1) 角接: 如图 9 所示, 把一根导线的一端长约 2 厘米的

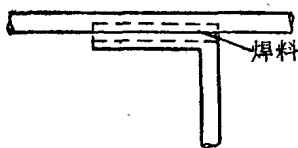


图 9

一段刮净, 仔细地刮净的这一段表面上镀锡, 并用钳子弯成一直角。再将另一根金属线要焊接的地方刮净长约 2 厘米的一段, 并在其表面上镀锡。把

镀锡的直角导线端放置在另一导线镀锡的地方, 使它们的表面平行并接触, 并且维持不动, 直到焊料完全凝固为止。

焊接时应该注意让熔解的焊料流入接合处的孔隙以后, 再把烙铁移开。所用的焊料应足以充塞孔隙, 并且布满整个表面。因为导线极易传热, 工作时应该用钳子夹持导线, 以免灼伤手指。

(2) 圈接: 如图 10 所示, 把两段导线要焊接的地方的表

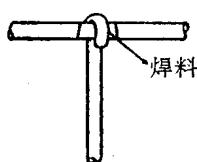


图 10

面刮净, 并镀上一层锡, 在其中一根导线已经镀锡的一端, 用尖头钳弯成一个圆圈, 再将这圆圈套在另一根导线上, 用焊锡焊牢。

(3) 联接: 把两根要接合的导线的一端各刮净约 6 厘米, 并镀上一层锡。再把两根导线绞合在一起。在绞合部分的两端, 各留下长约 2 厘米的一段, 分别卷紧在另一导线上, 如图 11 所示。焊接时, 用适量的焊料完全填满接合处的孔隙。

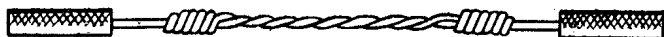


图 11

以上三种接合, 以联接最不易断裂。

在电子管管座的接线脚上焊接接线时, 必须先把每个接线脚弄干净, 再涂上焊锡, 然后进行焊接。

2. 无线电元件展示板

当学生学习高中物理中有关无线电的知识时, 已经学过电容器、电阻、电感线圈、变压器和二极电子管等无线电元件。为了使学熟悉这些元件, 以便在实际制作无线电仪器中使用它们, 装制一个无线电元件展示板是完全必要的。

展示板可用长 80 厘米、宽 60 厘米的木板(也可用三夹板或五夹板)做成。将一般常用元件, 例如: 炭质电阻器, 可调线圈电阻器, 电位器, 容量为 360 微微法的空气可变电容器, 纸质

名称	炭质电阻器	可調电阻器	电位器	高频扼流圈	低频扼流圈
符号					
实物					
名称	紙质电容器	云母电容器	电解质电容器	单联可变电容器	双联可变电容器
符号					
实物					
名称	电子管	綫圈	变压器	矿石	扬声器
符号					
实物					

图 12

电容器,云母电容器,高频扼流圈,变压器和电子管等,一一固牢在板上。并註明元件的名称和符号,如图 12 所示。

展示板上所列的元件,将在以下各实验中陸續用到。在实验电路中所列的各个不同规格的元素是可以类似性质的元件代替的。电阻器、电容器的量值和规定的量值误差百分之十左右是容许的。瓦特数大的电阻器可以代替瓦特数小的电阻器。耐压较高的电容器可以代替规定耐压较低的电容器。变压器的高压綫圈电压稍低以及扼流圈电感的亨利数稍有不同对实验效果都影响不大。实验中所列的电子管,只要特性

近似，可以用別种电子管代替。例如 6SK7 可以代替 6K4Π；6H8C、6SN7 可以代替 6H1Π；6H9C、6SL7 可以代替 6H2Π；6V6、6F6 可以代替 6Π1Π；以及 6X5 可以代替 6U4Π等。

一 电感綫圈在交流电路中的 作用的演示实验

〔器材〕直径是 1.2 毫米的紗包綫或漆包綫約 4 公斤。砂鋼片約 3 公斤。木料一块。100 瓦特、220 伏特的电灯泡一只。接綫柱四只。

〔仪器制作〕自感系数可以改变的自感綫圈是自制的。自感綫圈是用直径是 1.2 毫米的絕緣銅綫繞在木框上做成的。导綫共繞 2400 匝，直流电阻为 25 欧姆，綫圈的自感系数为 160 毫亨利。其尺寸与外形結構如图 13 所示。再用砂鋼片做

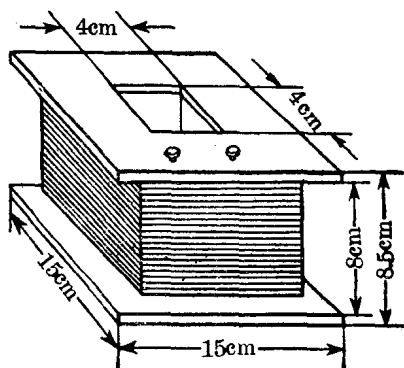


图 13

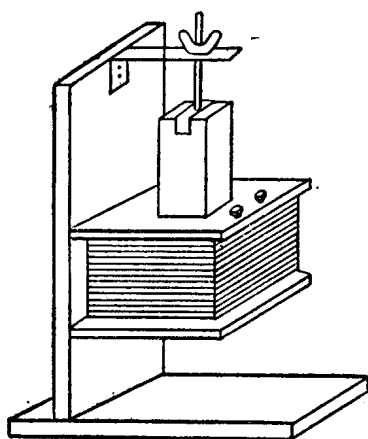


图 14

成一个可以上下移动的铁心，铁心的结构如图 14 所示。当铁心完全拔出时，其自感系数为 160 毫亨利。当铁心完全插入时，其自感系数约增大到 560 毫亨利。所以这个电感线圈的电感量的可变范围是 160—560 毫亨利。绕制这种线圈时，线圈匝的排列不要过于整齐，杂乱些可以减少匝间电容，以增大电感量。线圈绕好后，其电感量可以用交流电桥测定。如无交流电桥，也可以用交流电压表和交流电流表近似地测定出来，测定方法如下：

先用万用电表测出线圈的直流电阻 R ，再按照图 15 的线路图把线路接好，测出线圈上的电压 U 和通过线圈的电流

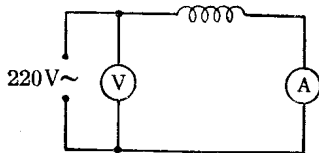


图 15

I 。根据下式，计算出线圈的感抗 X_L ：

$$I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + X_L^2}}$$