

全国高等院校创新型“十二五”重点规划教材



• 汽 • 修 • 系 • 列

汽车 电器维修实训

主 编/吴 刚
副主编/李珂一



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

全国高等院校创新型“十二五”重点规划教材



• 汽 • 修 • 系 • 列

汽车 电器维修实训

主 编 / 吴 刚

副主编 / 李珂一

参 编 / 陈正科 左宝贵 聂秋祥



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

图书在版编目(CIP)数据

汽车电器维修实训/吴刚主编. —长沙:中南大学出版社,2014.8
ISBN 978-7-5487-1122-3

I. 汽... II. 吴... III. 汽车-电气设备-车辆维修
IV. U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 155118 号

汽车电器维修实训

主 编 吴 刚

副主编 李珂一

☐责任编辑 韩 雪

☐责任印制 易红卫

☐出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路 邮编:410083

发行科电话:0731-88876770 传真:0731-88710482

☐印 装 长沙印通印刷有限公司

☐开 本 787×1092 1/16 ☐印张 9 ☐字数 266 千字

☐版 次 2014 年 8 月第 1 版 ☐2014 年 8 月第 1 次印刷

☐书 号 ISBN 978-7-5487-1122-3

☐定 价 20.00 元

图书出现印装问题,请与经销商调换

前 言

本书将汽车电器的理论和技能实训有机地结合,以轿车为主,结合实际车型,系统地介绍了汽车电器常见维修工具使用、汽车蓄电池、汽车充电系统、启动系统、点火系统、汽车空调、照明与信号系统、仪表与报警系统、汽车辅助电器设备、全车电路的识读与分析等内容。

本书可作为高职高专汽车类各专业的教材,也可作为电大、成人教育等汽车工程类专业教材,还可用作汽车维修人员、汽车技术人员的参考用书。

本书的申报经过层层审核,终获审批。由吴刚副教授牵头带领一批有实践和理论经验的双师型教师共同编写而成。书中项目十二由吴刚老师编写,项目八、九、十、十三由李珂一老师编写,项目一、二、三、六由聂秋祥老师编写,项目四、十一由左宝贵老师编写,项目五、七由陈正科老师编写。

本书历经一年时间编写整理,由于编者水平有限,缺点和不足之处在所难免。实践是检验真理的唯一标准,在具体教学实践中,我们会不断完善和修改,同时敬请领导、专家及同行批评指正,使本教材更加充实和完善。

编 者
2014 年 7 月

目 录

实训项目一	万用表的认知与使用	(1)
实训项目二	电子焊接技能	(6)
实训项目三	示波器的使用	(11)
实训项目四	蓄电池的使用与维护	(15)
实训项目五	汽车发电机的拆装与检测	(28)
实训项目六	汽车起动机拆装与维修	(40)
实训项目七	汽车点火系统的检测	(49)
实训项目八	汽车空调	(57)
实训项目九	汽车自动空调电路检修实训	(74)
实训项目十	汽车照明系统与组合开关	(96)
实训项目十一	汽车辅助电器	(105)
实训项目十二	全车电路的故障诊断与排除	(117)
实训项目十三	汽车仪表系统	(124)
参考文献		(135)

实训项目一 万用表的认知与使用

一、实训目的与要求

- (1) 了解万用表的种类与特点。
- (2) 熟悉指针万用表与数字万用表的结构区别。
- (3) 掌握万用表的使用方法。
- (4) 运用与掌握汽车电器故障诊断的方法。

二、实训设备、材料与工具

万用表, 蓄电池, 电阻, 继电器, 点火线圈, 传感器, 二极管、三极管。

三、实训内容与步骤

(一) 万用表认知与使用方法

- (1) 万用表有两种类型: 一种是指针式的, 一种是数字式的。



图 1-1 指针式万用表

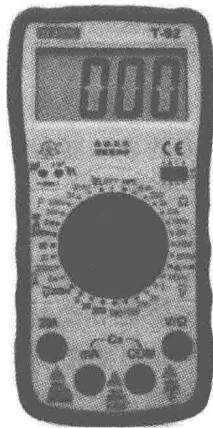


图 1-2 数字式万用表

(2) 指针式万用表的组成: 表壳、表头、测量挡位组合开关、微调电位器、电子原件、电池、表笔组成。

(3) 数字式万用表的组成: 表壳、表头、测量挡位组合开关、电源开关、电子原件、电池、表笔组成。

(4) 使用方法:

①将红表笔插在万用表的正极插孔内、黑表笔插在万用表的负极插孔内。

②打开电源开关待显示数字后方可正常使用。

③指针万用表测量直流电源时，红表笔必须接电源正极、黑表笔接电源负极，否则会损坏表头。

④指针万用表测量电阻时要根据电阻值的大小分别将测量挡位组合开关拨至 $R \times 1 \Omega$ 、 $R \times 10 \Omega$ 、 $R \times 100 \Omega$ 、 $R \times 1 k\Omega$ 、 $R \times 10 k\Omega$ 的挡位上。每调一次挡位都要把两个表笔连接在一起，通过微调电位器校零位。

⑤数字万用表测量直流电源时，可以不考虑表笔的正负极，因为如果接反了正负极表头显示的是负数。

(二)电压测量

1. 交流电压

(1)将万用表拨至交流电压挡位上，根据电压大小选择量程。

(2)两表笔分别触接在交流电源的两个极上。

(3)从万用表的表头显示器上读取电压数值。

2. 直流电压

(1)将万用表拨至直流电压挡位上，根据电压大小选择量程。

(2)两表笔分别触接在直流电源的两个极上。

(3)从万用表的显示器上读取电压数值。

(三)电流测量

测量电流与测量电压方法相同，不同的是：测量电流是把万用表的两个表笔串联在电路中。

(四)电阻测量

(1)将万用表测量挡位组合开关拨至电阻挡位上。

(2)根据被测量的电阻大小选择相应的量程，即 $R20 \Omega \sim 200 M\Omega$

(3)两个表笔分别触接在被测电阻两端。

(4)从万用表的显示器上读取电阻数值。

(五)二极管测量

(1)将万用表测量挡位组合开关拨至二极管挡位上。

(2)两个表笔分别触接在二极管的两个极上，将测得的电阻值记下。

(3)然后换表笔再分别触接在二极管的两个极上。

(4)若一次测得电阻值为无穷大，表示是二极管的反向电阻。

(5)若另一次测得电阻值为 650Ω 左右，表示是二极管的正向电阻。

(6)这两次测量得到的读数结果，说明二极管是好的。

(7)若两次测得电阻值都为无穷大，说明二极管断路。

(8)若两次测得电阻值都很小，说明二极管已被击穿。

(9)当测得电阻值为 650Ω 左右时，红表笔触接的是二极管的正极。

(10)当测得电阻值为无穷大时，黑表笔触接的是二极管的正极。

(11)指针式万用表测量二极管时，要用 $R \times 100 \Omega$ 或者 $R \times 1 k\Omega$ 挡位测量。

(12)指针式万用表测量二极管时，不能用 $R \times 1 \Omega$ 和 $R \times 10 k\Omega$ 挡位测量。

(13)指针式万用表的 $R \times 1 \Omega$ 挡位电流大会烧坏二极管。

(14) 指针式万用表的 $R \times 10 \text{ k}\Omega$ 挡位电压高会击穿二极管。

(15) 指针式万用表可以测得二极管真实正向电阻, 来判断二极管的性能。

(六) 传感器测量

1. 水温传感器

(1) 将万用表测量挡位组合开关拨至 ($R = 2 \text{ k}\Omega$) 的挡位上。

(2) 将万用表两个表笔分别接在水温传感器的引线和外壳上。

(3) 将测得的电阻值记下, 然后给水温传感器加热后再测量。

(4) 一测量水温传感器电阻值下降, 说明负热敏电阻传感器是好的。

(5) 二测量水温传感器电阻值加大, 说明正热敏电阻传感器是好的。

(6) 三测量水温传感器电阻没有变化, 说明传感器已损坏。

2. 机油压力传感器

(1) 将万用表测量挡位组合开关拨至 ($R = 200 \Omega$) 的挡位上。

(2) 将万用表两个表笔分别接在机油压力传感器的引线和外壳上。

(3) 测得电阻值为“0”时, 说明传感器没有压力时可以导通(完好)。

(4) 测得电阻值为无穷大时, 说明传感器内部触点不能闭合(损坏)。

(5) 用 2 mm 金属丝插传感器油孔, 用力顶压, 再测量。

(6) 测得电阻值结果为“0”时, 说明损坏, 无穷大时说明完好。

3. 进气温度传感器

(1) 进气温度传感器的安装位置有 3 种: 在 D 型 EFI 系统中, 它安装在空气滤清器之后的进气软管上; 在 L 型 EFI 系统中, 它安装在空气流量传感器上; 有的进气温度传感器安装在进气压力传感器内。进气温度传感器内部, 也是一个具有负温度电阻系数的热敏电阻。外部用环氧树脂密封。

(2) 检测电阻: 进气温度传感器的电阻检测方法及要求与水温温度传感器基本相同。

(3) 检测电压: 拆下进气温度传感器线束插头, 打开点火开关, 用万用表电压挡, 测量进气温度传感器的电源电压, 应为 5 V。

4. 进气压力传感器

(1) 拔下真空管; 将 SW 置为 ON; AC 端即输入 5 V 的工作电压。

(2) 用手动真空泵对 MAP 施加 13.3 ~ 66.7 kPa 的负压(即节气门全开、全闭时的压力), 测出 B、C 端的随动电压值。其电压值应与绝对压力成正比; 与真空度成反比。

(3) 无真空泵时, 就用车用真空表, 动态下配合测量。或用嘴软管, 一般真空度可达 20 kPa 左右; 对应电压值 4.4 V 为好。

5. 节气门位置传感器

(1) 节气门位置传感器有两种类型: 一种是线性式, 另一种是开关式。线性式节气门位置传感器(TPS)是一个可变电阻, 向发动机 ECU 电脑输送节气门位置信号。节气门开关信号是由怠速触点(IDL)和功率触点(PSW)两个构成, 现代汽车节气门位置传感器大都是由这两种类型传感器组合, 即一个怠速触点和一个可变电阻线性式节气门位置传感器组合在一起。这是一个十分重要的传感器, 因为发动机 ECU 电脑用它的信号计算发动机的负荷、点火时间、废气再循环、怠速控制。一个损坏的节气门位置传感器会引起加速滞后和怠速不稳等问题。通常节气门位置传感器在节气门关闭时产生低于 1 V 电压信号, 在节气门全开时产生约

5 V 的信号电压。

(2) 节气门位置传感器检测：一般在怠速时节气门位置传感器信号电压低于 1 V，节气门位置传感器信号电压全开时低于 5 V。

(3) 接通点火开关，不启动发动机，节气门慢慢由关到开，反复做几次，检查电压值是否在要求的范围内。

(4) 也可以启动汽车专用表的最大值/最小值(max/min)功能键，检查最小值是否为 0，最大值是否为 5 V。

6. 曲轴位置传感器

(1) 现在常用的曲轴位置传感器主要分为 3 类，即磁电式、霍尔式和光电式。

(2) 磁电式的和霍尔式的都要先检查传感器到靶轮之间的间隙。

(3) 磁电式的可以用电阻表检测它的电阻，阻值一般在几百到一千多欧之间，视车型而定。也可以启动发动机测量它的电压，电压应该随着发动机转速的升高而升高。

(4) 霍尔式的可以先测其是否有供电电压(注意：测量时要打开点火开关)，测量信号电压应该是接近参考电压和 0 V。

(5) 霍尔式曲轴位置传感器有 3 根线：一根是供电线(提供参考电压)，一根是接地线，还有一根就是信号线；传感器工作时，信号线会输出方波信号，方波的幅值接近参考电压，方波的底部接近 0 V，发动机的转速越高方波的频率就会越大。

(6) 光电式输出的是数字信号。

7. 氧传感器

(1) 氧传感器是电子控制燃油喷射系统中的重要反馈传感器，它检测排放气体中氧气的浓度，监测发动机是否按理论空燃比燃烧，并向发动机 ECU 电脑反馈。它是由能产生电动势的二氧化锆电解质及重要电极组成，当混合气较浓时排放气体中的氧比较少，大气中的氧离子通过二氧化锆差值大，产生一较高电压；当混合气比较稀时排放气体中的氧比较多，大气中的氧离子通过二氧化锆差值小，产生一较低电压。

(2) 氧传感器的测试：启动发动机，使发动机在 2500 r/min 运转 90 s，预热氧传感器。将汽车专用表打到直流(DC)mV 挡，测量氧传感器的输出电压，在 10 s 内传感器电压应在 100 ~ 900 mV 内跳变 8 次以上，否则说明氧传感器反应迟钝。

(3) 检测电阻电压。

(七) 继电器测量

(1) 将万用表拨至电阻($R = 200 \Omega$)的挡位上。

(2) 分别测量继电器线圈的通路、断路、短路和搭铁。

(3) 测量继电器触点闭合时是否导通。

(4) 测量继电器触点断电时是否断路。

(5) 线圈的通路、无断路、无短路和无搭铁，触点闭合，断路自如，说明继电器是好的，否则一项有问题，说明继电器已经损坏。

(八) 点火线圈测量

(1) 将万用表拨至电阻($R = 20 \Omega$)挡位上。

(2) 测量点火线圈初级绕组应导通，无短路、无搭铁。

(3) 将万用表拨至电阻($R = 20 \text{ k}\Omega$)挡位上。

。(4)测量点火线圈次级绕组应导通,无短路、无搭铁。

(九)汽车专用万用表的使用

(1)信号频率测试

测试项目选择开关置于频率(Freq)挡,黑线(自汽车万用表搭铁座孔引出)搭铁,红线(自汽车万用表公用座孔引出)接被测信号线,显示屏即显示被测频率。

(2)温度检测

测试项目选择开关置于温度(Temp)挡,按下功能按钮($^{\circ}\text{C}/^{\circ}\text{F}$),将黑线搭铁,探针线插头端插入汽车万用表温度测量座孔,探针端接触被测物体,显示屏即显示被测温度。

(3)点火线圈一次侧电路闭合角检测

测试项目选择开关置于闭合角(Dwell)挡,黑线搭铁,红线接点火线圈负接线柱,发动机运转,显示屏即显示点火线圈一次侧电路闭合角。

(4)频宽比测量

测试项目选择开关置于频宽比(Duty Cycle)挡,红线接电路信号,黑线搭铁,发动机运转,显示屏即显示脉冲信号的频宽比。

(5)转速测量

测试项目选择开关置于转速(RPM)挡,转速测量专用插头插入搭铁座孔与公用座孔中,感应式转速传感器(汽车万用表附件)夹在某一缸高压点火线上,在发动机工作时,显示屏即显示发动机转速。

(6)起动机启动电流测量

测试项目选择开关置于400 mV挡(1 mV相当于1 A的电流,即用测量电流传感器电压的方法来测量起动机启动电流),把霍尔式电流传感夹夹到蓄电池线上,其引线插头插入电流测量座孔,按下最小/最大功能按钮,然后拆下点火高压线,用起动机转动曲轴2~3 s,显示屏即显示启动电流。

(7)氧传感器测试

拆下氧传感器线束连接器,将测试项目选择开关置于“4 V”挡,按下DC功能按钮,使显示屏显示“DC”,再按下最小/最大功能按钮,将黑线搭铁,红线与氧传感器相连;然后以快怠速(2000 r/min)运转发动机,使氧传感器工作温度达360 $^{\circ}\text{C}$ 以上。此时,如混合气浓,氧传感器输出电压约为0.8 V;如混合气稀,氧传感器输出电压为0.1~0.2 V。当氧传感器工作温度低于360 $^{\circ}\text{C}$ 时(发动机处于开环工作状态),氧传感器无电压输出。

(8)喷油器喷油脉冲宽度测量

测试项目选择开关置于频宽比挡,测出喷油器工作脉冲频率的频宽比后,再把测试项目选择开关置于频率(Freq)挡,测出喷油器工作脉冲频率(Hz),然后按下式计算喷油器喷油脉冲宽度:

$$S_p = \eta / f_p$$

式中: S_p ——喷油脉冲宽度/s; η ——频宽比/%; f_p ——喷油频率/Hz。

四、思考与练习

1. 比较汽车万用表与数字万用表的用法。
2. 说出汽车专用万能表各个按键的名称及功能。

实训项目二 电子焊接技能

一、实训目的与要求

- (1) 装配工具认知及使用。
- (2) 电烙铁检测。
- (3) 焊锡及电烙铁的认知。

二、实训设备、材料与工具

实习工具一套, 实习万用表, 焊料、焊剂, 各种元器件、训练板。

三、实训内容

(一) 工具、仪表的认知

常用的装配工具见图 2-1。

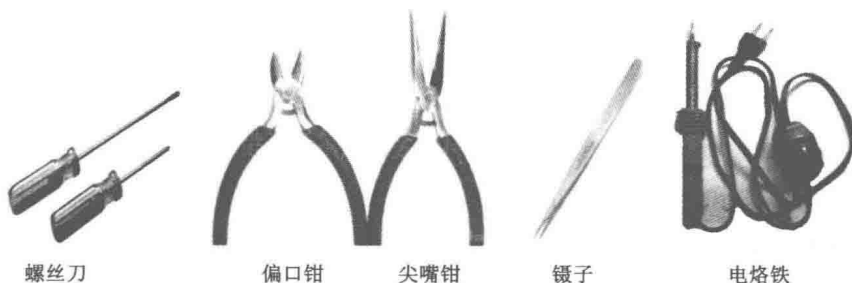


图 2-1 常用手工装焊工具

1. 螺丝起子(刀)

(1) 主要用途

松紧螺丝必需的工具; 一般根据用途分为: 一字起子, 十字起子。

(2) 注意事项

选择起子时应根据螺丝的大小选用, 起子刀口厚薄与宽度均需配合螺丝孔的形状、大小。金属把子的起子不可以使用在带电的电路中, 以免触电。使用起子应与螺丝帽成 90° , 手柄越大转矩越大。

2. 尖嘴钳

(1) 主要用途

。主要用来夹持零件、导线及零件脚弯折；内部有一剪口，用来剪断 1 mm 以下细小的电线；配合斜口钳做剥线用。

(2) 注意事项

尖嘴钳注意不可以当做扳手用，否则会损坏钳子，也不可用来敲打物品。在焊接的时候夹持元件可以防止元件因过热而损伤。

3. 偏(斜)口钳

(1) 主要用途

常用来剪断导线、零件脚的基本工具；配合尖嘴钳做拔线用。

(2) 注意事项

斜口钳剪断时，应将线头朝下，以防止断线时伤及眼睛或他人；不可用来剪断铁丝或其他金属的物体，以免损伤器件口，超过 1.6 mm 的电线不可用斜口钳剪断。

4. 平头钳

(1) 主要用途

用来剪断较粗的导线或金属线，配合尖嘴钳做剥线用；用来弯折、弯曲导线或一般的金属线；用来夹持较重物体。

(2) 注意事项

不可拿它当扳手使用，也不可用来敲打物品。

5. 镊子

镊子的分类也是很多的，在各种实际应用场合主要有以下两种：尖头镊子和弯头镊子。镊子的使用主要是夹持小的元器件，辅助焊接，弯曲电阻、电容、导线。平时不要把镊子对准人的眼睛或其他部位。

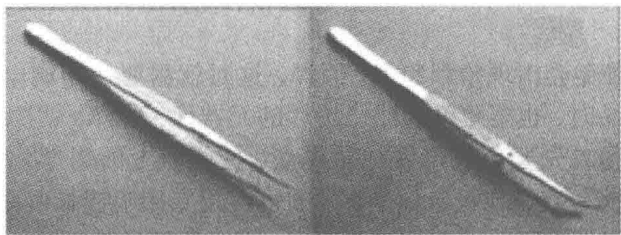


图 2-2 尖头镊子和弯头镊子

6. 电烙铁

电烙铁主要分为 3 类，如图 2-3 所示。

圆锥形：适合焊接热敏感元件。

斜角形：适于焊接端子点，因有尖端表面，所以热更易于传导。

锥斜面形：通常用在一般焊接和修理上。

(二) 电烙铁检测

(1) 外观检查：①电源插头；②电源线；③烙铁头。

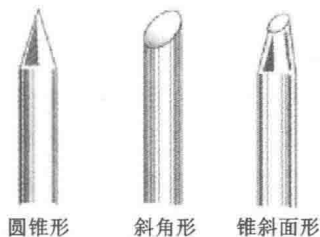


图 2-3 电烙铁的分类

(2)用万用表检查。电烙铁是捏在手里的,使用时千万要注意安全。

电烙铁先要用万用表电阻挡检测一下插头与金属外壳之间的电阻值,万用表指针应该不动;插头两端阻值检测(检查烙铁的绝缘性以及电热丝,25 W 电热丝的电阻约为 $2.4\text{ k}\Omega$)。

四、实训步骤

(一)烙铁温度、焊接焊料的认识

(1)电烙铁拿法

电烙铁的拿法如图 2-4 所示。

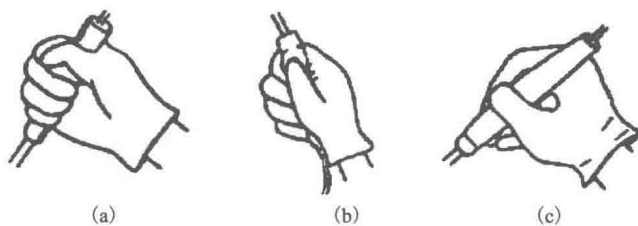


图 2-4 电烙铁拿法

(a)反握法;(b)正握法;(c)握笔法

(2)观察电烙铁温度

烙铁通电后蘸上松香,打开开关按钮观察烙铁温度。

(3)焊锡与焊剂认识

①用烙铁熔化一小块焊锡,观察液态焊锡形态。

②在液态焊锡上熔化少量松香,观察变化。

(二)解焊

在电子制作中,难免会出现错焊和虚、假焊,这时就需要从印刷电路板上把元器件拆卸下来。在修理电子产品时,也要更换那些已损坏的元器件,这样,就要掌握解焊技术。

解焊的基本操作是首先要用电烙铁加热焊点,使焊点上的锡熔化;其次,要吸走熔锡,可用带吸锡器的电烙铁一点点地吸走,有条件的也可用专用吸锡器吸走熔锡;最后要取下元器件,可用镊子镊住取出或用空心套筒套住引脚,并在钩针的帮助下卸下元器件。

对初学者来说,如何顺利地将线路板上的元器件拆下来是经常碰到的实际问题,弄不好线路板上铜皮就会起泡,不但影响美观,有时还会扩大故障范围。下面介绍几种简单拆卸方法。

(1)用通针。根据元件管脚粗细和线路板孔径大小选用适当号数的医用针头或活动铅笔头等空心管作通针,使用时先用烙铁熔化焊点,再将通针套住管脚插入线路板孔,然后移开电烙铁,不断转动通针并轻微摇动,直至焊锡重新凝固,管脚就与线路板脱离了。

(2)用专用工具。吸锡电烙铁是常用的拆卸工具,它与普通电烙铁的不同之处在于能够“吸收”线路板上的焊锡。拆卸集成电路等器件时可采用专用烙铁头,它可将集成块所有管脚的焊点同时熔化,顺利取下集成块。简易吸锡烙铁也可以自制。只需将普通电烙铁头的斜面锉成凹面即可,使凹面朝上放至焊点下方,焊锡点就会自动流入凹面脱离线路板。

(3)用裸导线吸锡。可采用普通花线(即灯头线),最好是屏蔽线中的网线,要选用未老化的。使用时剥掉电线外绝缘层,屏蔽线还要抽掉芯线,最好先镀少许松香以增加吸锡效

果。然后用电烙铁头将导线压在焊点上,待焊锡熔化后慢慢抽动电线,焊锡将被电线带走,此法很适合管脚特别粗大的焊点(因为粗大通针不太容易找到)。

(4)用小号油漆刷。焊点熔化后用刷子刷几下使焊锡脱离线路板。不过要注意刷下的焊锡绝不能吸附在线路板的其他部位。解焊过程要注意:对于还没有断定被解焊的元器件是否已损坏时,不要硬拉下来,不然会拉断弄坏引脚。而且对那些焊接时曾经采取散热措施的,解焊过程中仍需要采取。对于集成电路解焊更要注意,因为集成电路引脚多,解焊时要一根一根地把引脚加热、熔锡、吸走熔锡后才能拆卸下集成电路,有条件的可用集成块拆卸刀解焊。

(三)试焊,观察焊锡熔化——凝固特性(注意:防止烫伤)。

(四)焊接练习——五步法

(1)五步法,见图2-5。

(2)元器件引线表面清理,见图2-6。

(3)引线预焊,见图2-7。

(4)引线成型。

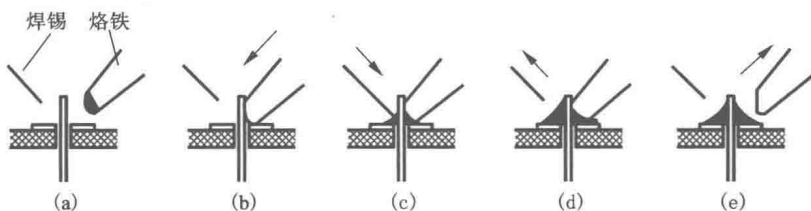


图2-5 焊接练习——五步法

(a)准备;(b)加热;(c)加焊锡;(d)去焊锡;(e)去烙铁

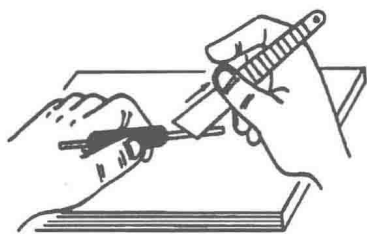


图2-6 表面清理

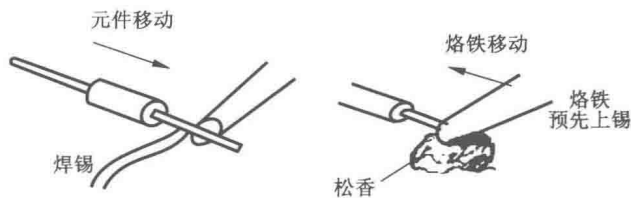


图2-7 引线预焊

五步法焊接操作要点:

- ①烙铁头保持清洁。
- ②烙铁头形状。
- ③焊锡桥的运用。
- ④加热时间。
- ⑤焊锡量的控制。

(六) 导线焊接

- (1) 剥线训练，检查是否伤线。
- (2) 预焊训练，注意多股线绞合。
- (3) 导线搭焊及连接，六方体焊接训练。

操作要点：

- ① 剥线长度合适(3~4 mm)，见图 2-8。
- ② 预焊可靠且多留锡，见图 2-9。
- (4) 辅助工具使用。

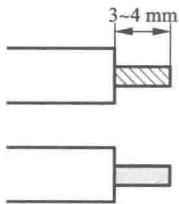


图 2-8



a 小于规定的长度

图 2-9

五、思考与练习

1. 简述焊接五步法。
2. 五步法焊接的操作注意要点是什么？

实训项目三 示波器的使用

一、实训目的与要求

- (1) 了解示波器的主要结构和基本工作原理。
- (2) 学会使用示波器和信号发生器。
- (3) 学会用示波器观察信号波形。
- (4) 学会用示波器观察李萨如图形并测量市电的频率。

二、实训设备、材料与工具

示波器、函数信号发生器、小变压器等。

三、实训内容

1. 扫描作用

如果只在竖直偏转板上加一交变的正弦电压,则电子束的亮点将随电压的变化在竖直方向来回运动,如果电压频率较高,则看到的将是一条竖直亮线。要显示出波形,必须同时在水平偏转板上加一个扫描电压,使电子束的亮点同时沿着水平方向拉开。这种扫描电压的特点是电压随时间成线性关系增加到最大值,然后突然回到最小,此后再重复地变化。扫描电压随时间变化的关系曲线形同“锯齿”,故称“锯齿波电压”。

在竖直偏转板上加正弦电压,同时在水平偏转板上加锯齿波电压,电子同时受竖直、水平两个方向的力的作用,则电子的运动为两相互垂直的运动的合成。当锯齿波电压与正弦电压变化周期相等时,在荧光屏上将能显示出一个完整的正弦电压的波形图(随着时间的推移, X 和 Y 信号同步周期性地出现),见图3-1。

2. 同步作用

要在示波器荧屏上获得稳定的波形,被测信号的频率 f_Y 必须为扫描电压(锯齿波)频率 f_X 的整数(N)倍,即有:

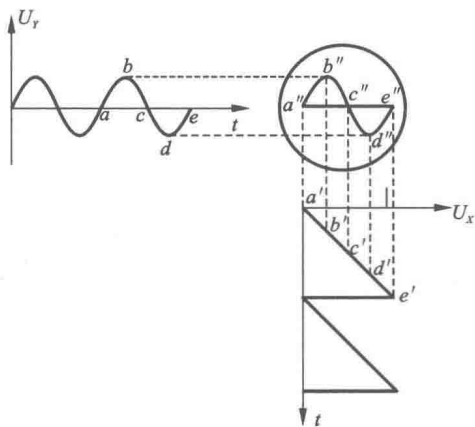


图3-1 示波器显示正弦波形原理图

$$f_Y = N f_X$$

如果被测信号与锯齿波两者频率不满足上述整倍数的关系,每次扫描显示的图形就不能重合,结果荧光屏上呈现向左或向右移动的波形,这样就难以对信号进行观察和测量。

电源电压不稳定或其他原因,都会引起被测信号和扫描信号频率的变化,所以必须设法使两者频率自动保持整数比。为此,可利用被测信号电压或与此有关的电压,去强迫控制锯齿波的频率,使之与被测信号频率保持整数比,这就是同步(或称为整步),用来控制锯齿波频率的信号则称为同步信号。

3. 李萨如图形

如果 X 、 Y 偏转板上加的电信号都是正弦波,当 f_X 和 f_Y 之比为整数时,电子束受到它们的合作用,光点将会描绘出特定的图形——李萨如图形,如图 3-2 所示。

图 3-3 给出了几种不同频率的李萨如图形。可以证明 X 、 Y 方向上正弦波的频率与李萨如图形在 X 、 Y 方向的切点数 n_X 、 n_Y 有如下关系:

$$\frac{f_X}{f_Y} = \frac{n_Y}{n_X}$$

根据已知频率可以利用李萨如图形求出未知频率。

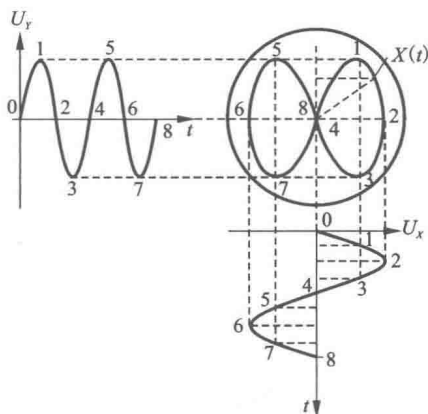


图 3-2 李萨如图形

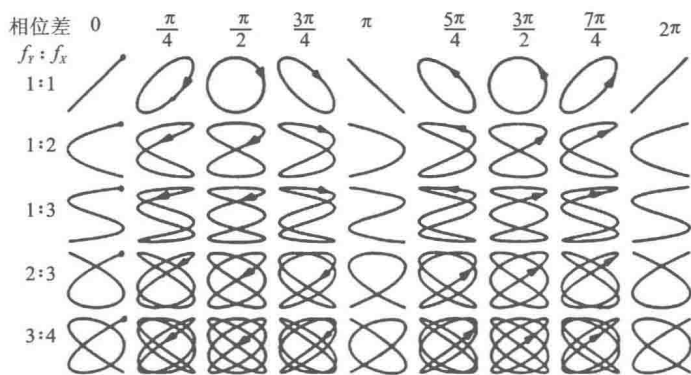


图 3-3 不同频率的李萨如图形

四、实训步骤

(1) 打开示波器电源开关,预热 2~3 min。

(2) 将扫描开关逆时针方向旋至 $X-Y$ 位置,扫描方式置于“自动”。“CH1”、“CH2”通道“接地”。此时荧光屏上看到一个亮点,这是由阴极发射出来的一束电子经聚焦、加速到达荧光屏。调节“辉度”、“聚焦”“ $\leftrightarrow$ ”、“ $\updownarrow$ ”,使亮点亮度适中且处于居中位置。

(3) 将扫描开关顺时针方向调节(扫描功能打开)。荧光屏上的亮点开始移动,调节扫描速率,直至观察到一条水平线。然后关闭扫描开关,即扫描开关逆时针方向旋至 $X-Y$ 位置。