

无线电装接工、维修电工参考书

电子实训指导书

张蓉蓉、邵伯进

江苏财经职业技术学院

2006.8

前 言

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神,落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划精神,根据高等职业技术学院的应用电子技术、电气控制技术、电子信息技术和机电应用技术等专业教学计划和无线电装接工、维修电工技能实训课程制定的教学大纲,并充分考虑电子、电工技能实训的应用及中级工考证与当前工业发展情况的需要而编写的,本教材全面贯彻素质教育思想,从社会发展对高素质技术劳动者和中初级专门人才需要的实际出发,注重对学生的创新精神和实践能力的培养。在编写中注意精选内容,做到少而精,时间为 2~3 周 60~90 学时。全书着重介绍常见元件测量、安装与焊接;串联稳压电源电路原理、装配;调光灯电路原理、装配;收音机电路原理、装配;中级无线电装接工考证等内容,使理论同实践紧密结合,技能知识同培训技能紧密结合。在内容的编排、组合上,一是最大限度的做到模块化,增强使用的灵活性,便于不同教学阶段、不同专业采用,二是理论阐述同实践指导有机结合,便于在教学过程中贯穿能力培养这一主线,满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。尽可能做到通俗易懂,便于自学。

本书在编写、审定中曾得到财经学院领导及同事们的多方面帮助,在此表示感谢。

由于时间仓促,编者水平有限,书中难免存在错误和不妥之处,敬请读者指正。

编者

2006 年 8 月

目 录

绪 论	1
第一章 常用元件的测试	4
实训一 元件测量	7
第二章 元件的安装与焊接	9
实训二 安装与焊接练习	16
第三章 串联稳压电源	19
实训三 串联型稳压电源焊	21
实训四 串联型稳压电源元件选择, 调试, 故障排除	24
第四章 晶闸管的基本工作原理	27
实训五 单相晶闸管的测试及导通与关断实验	30
第五章 单结晶体管触发电路	32
第六章 晶闸管调光电路	35
实训六 晶闸管调光电路的安装、焊接	36
实训七 调光电路的调试与维修	38
第七章 晶体管收音机原理	40
实训八 收音机零件发放测量与焊接	42
实验九 收音机常见故障的检修, 统调	48

绪 论

一. 实训目的

电子实训是电子基础课程的一个重要环节,通过实训提高大家的动手能力,提高分析问题和解决问题的能力,主要目的如下:

- 1、进一步巩固和加深对所学知识的理解和掌握
- 2、初步掌握电子电路的设计方法及元件选择的思路
- 3、学习万用表测量常用元件的方法
- 4、学习电子电路的安装、焊接、调试等基本技能
- 5、初步掌握对整体电路的分析能力,理解各单元之间的耦合方式及相互影响
- 6、初步掌握对常用电子线路的故障维修

二. 时间安排

第一周实训内容:

星期	课时	实训内容
一	1-2	绪论
	3-4	实训一、电阻, 电容测量
	5-6	实训一、二极管, 三极管测量
二	1-2	实训一、二极管, 三极管测量
	3-4	实训二、元件的安装与焊接
	5-6	实训二、元件的安装与焊接
三	1-2	实训二、元件的安装与焊接
	3-4	实训三 、串联稳压电源焊接
	5-6	实训三 、串联稳压电源焊接
四	1-2	实训四、串联型稳压电源调试维修
	3-4	实训四、串联型稳压电源调试维修
	5-6	实训五、晶闸管的基本工作原理
五	1-2	实训五、晶闸管的基本工作原理
	3-4	晶闸管调光电路原理
	5-6	实训六、晶闸管调光电路安装与焊接

第二周实训内容:

星期	课时	实训内容
一	1-2	实训七、晶闸管调光电路调试
	3-4	实训七、晶闸管调光电路调试
	5-6	调光台灯装配
二	1-2	收音机工作原理
	3-4	收音机工作原理
	5-7	实训八收音机焊接
三	1-2	实训八收音机焊接
	3-4	实训八收音机焊接
	5-7	实训八收音机焊接
四	1-2	实训九收音机维修统调
	3-4	实训九收音机维修统调
	5-7	实训九收音机维修统调
五	1-2	电视机原理（讲座）
	3-4	电视机原理（讲座）
	5-7	操作考试, 理论考试

三、电子实训的任务:

为大家拿无线电装配工、维修电工技能证服务:

内容有: 常见元件的判断、串联式稳压电源的安装、调试与维修、晶闸管调光电路的安装、调试及故障判断

提高对整体电路的分析能力

内容有: 装配收音机、电视机原理分析

四、实训要求:

- (1) 掌握二极管、三极管、晶闸管的测量方法(好坏判别, 管脚判别)
- (2) 掌握串联式稳压电源、晶闸管调光电路工作原理
- (3) 掌握电路的焊接, 调试
- (4) 掌握元件性能对电路的影响
- (5) 了解收音机、电视机原理

(6) 每做完一个实训内容, 需要写出完整的实训报告。

实训报告内容有:

- (1) 原理分析
- (2) 元件表
- (3) 元件测量
- (4) 数据记录
- (5) 结论分析或问题讨论

五、考核方法:

电子实训是一门考试科目, 如不及格需补考, 有下面现象的为考核不及格。

- 1、在实习室里严重违反校纪校规, 如打架、长时间旷课、经常迟到、早退等等
- 2、严重违反实验操作, 损坏仪器, 如万用表电流档测量电压烧坏万用表
- 3、借到的仪器和工具不还者
- 4、平时验收、动手能力考核、理论考核的总评成绩不及格。

第一章 常用元件的测试

一：电阻的阻值识别及测试

1. 电阻器的类型：

(1) 实心炭质电阻、碳膜电阻、金属膜电阻、金属氧化物电阻、线绕电阻等。

(2) 热敏电阻、光敏电阻、压敏电阻。

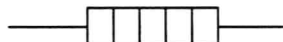
2. 识别：

(1) 色环标志法

四环电阻，第1和第2道色环分别表示第一和第二两个数字，第三道色环表示乘以10的幂次方数，第四道色环表示阻值的允许误差。

色别	棕	红	橙	黄	绿	蓝	紫	灰	白	黑	金	银	本色
对应值	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	-1	-2	
和误差	$\pm 1\%$										$\pm 5\%$	$\pm 10\%$	$\pm 20\%$

例1-1



棕绿黄金

棕—1. 绿—5. 黄—4. 金色 5%

其阻值为 $15 \times 10000 \Omega \pm 5\%$ 为 $150 \text{ K}\Omega$

3. 用万用表测量电阻值

(1) 步骤

1) 根据色环判别电阻值，再选择万用表“ Ω ”档的合适量程。

2) 将两支表棒短接，调节“ Ω ”调零旋钮，使指针指0点。

3) 再用表棒接触电阻两端测电阻值。

4) 读出电阻阻值。(电阻阻值=刻度值 $\times$ 档位倍数)

(2) 注意事项：

1) 每次测量前，特别是改变量程后，必须要调零，不能调零的要更换表内电池。

2) 在测量电阻时，切忌用两手捏住表棒的测头与电阻两端，否则使人体电阻与电阻并联引起测量误差。

3) 对电路内电阻测量时，必须将电路的电源切断，并将被测电阻一端与电路断开，再测量。

二、电容器的识别及测量

1：分类

(1) 固定电容：纸介电容器，金属化纸介电容器，有机薄膜电容器，瓷介容器，云母电容

器，玻璃釉电容器，电解电容器。

（2）可变电容器：空气可变电容器，固体介质可变电容器，微调电容器。

2：识别：（1）根据外形判断是何种电容器。

（2）根据注解标值来读出电容耐压值和容量大小。

3：用万用表简单判断电容的好坏

步骤：

（1）对于小容量电容，用万用表“1 k”档来测量，阻值应为无穷大。

（2）对于电解电容，用两个表棒去接触电容的两个电极，此时万用表的电池通过表棒对电容充电，指针偏转越大，电容的容量越大，随着充电进行指针缓慢地向左移动，最后阻值应接近 ∞ 处，阻值越大，电容漏电就越大。

注意事项：（1）使用电容时一定要注意耐压值应大于电路中的最高电压。

（2）电解电容的极性不能接反。

三：二极管的识别与测量

1：分类：硅二极管、锗二极管。

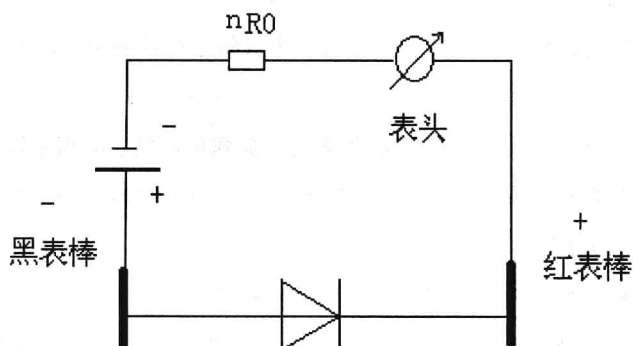
整流二极管、发光二极管、稳压二极管、开关二极管等。

2：识别

有色环的那个极就是二极管的N极，无色环的为P极

3：用万用表测量二极管

（1）万用表等效电路如图所示：



（2）表外电路的电流方向从万用表负端（-）流向正端（+），即万用表处于电阻档时，其（-）端为内电源的正极，（+）端为内电源的负极， nR_0 是电阻档表面刻度中心阻值， n 是电阻档旋钮所指倍率。

(3) 测量步骤：把电阻档调在 $R \times 100 \Omega$ 档或 $R \times 1 k$ 档，两个表棒分别接二极管两个极，如果电阻很大，那么说明二极管反偏，黑表棒所接的是N极，红表棒接的是P极。如果电阻较小说明二极管正偏，黑表棒接的是P极，红表棒为N极。如果两个测量电阻都很大或都很小，差别不大，说明二极管损坏。

四：三极管的测量

1：先判别基极和管型

将万用表欧姆档置 $R \times 1K$ 或 $R \times 100$ 处，先假设晶体管某极为基极。并将黑表笔接在假设的基极上，再将红表笔先后接到其余两个电极上，如果两次测得电阻值都很大（或者都很小），约为几千欧至十几千欧（或约为几百欧至几千欧），而对换表笔后测得的两个电阻值都很小（或很大），则可确定假设基极是正确。如果两次得到电阻值是一大一小，则可肯定原假设的基极是错误的，这时就必须重新假设另一电极为“基极”，再重复上述的测试。最多重复两次就可找到真正的基极。

当基极确定以后，将黑表笔接基极，红表笔分别接其他两极。此时，若测得的电阻值很小，则该三极管为NPN型管，反之，则为PNP型。

2：集电极和发射极判别

以NPN型管为例。把黑表笔接到假设的集电极C上，红表笔接到假设发射极E上，并且用手捏住B和C极，通过人体，相当于在B和C之间接入偏置电阻。读出表头所示C，E间的电阻值，然后将红、黑表笔反接重测。若第一次电阻值比第二次小，说明原假设成立，黑表笔所接为三极管集电极C，红表笔所接为三极管发射极E，因为C，E间的电阻值小正说明通过万用表的电流大，偏置正常。

三极管的简易测量：

把万用表电阻档调在 $R \times 100 \Omega$ 档或 $R \times 1 k$ 档，调零。

1、判别三极管的好坏：两个表棒对三极管的三个管脚进行排列组合的六次测量，应该四次导通，两次截止。

2、找出基极：在六次测量中，如果正反两次测量都截止，剩余的那个管脚为基极。

3、判别管型：黑表笔接到基极，红表笔接到其他管脚，如果导通为NPN型管，截止为PNP型管。

4、集电极和发射极判别：

NPN型管，对除基极以外的两个管脚进行正反两次测量，在测量中基极和黑表笔之间加人体电阻，万用表指针偏转大的那出测量中，黑表笔所接为三极管集电极C，红表笔所接为三极管发射极E。

PNP型管，对除基极以外的两个管脚进行正反两次测量，在测量中基极和红表笔之间加人体电阻，万用表指针偏转大的那出测量中，红表笔所接为三极管集电极C，黑表笔所接为三极管发射极E。

实训一：元件测量

一：实训目的

- (1) 用万用表测量电阻阻值的大小。
- (2) 用万用表判别电容的好坏及容量的估算。
- (3) 用万用表判别三极管、二极管的管脚。
- (4) 用万用表判别二极管、三极管的质量。

二：实训所用仪器

万用表一只、二极管、三极管、电阻、电容若干。

三：实训步骤

- (1) 用万用表测电阻的阻值。

数据记录

项目 电阻	色环颜色	大小	用万用表测量值	误差
电阻 1				
电阻 2				
电阻 3				
电阻4				

- (2) 用万用表判别电容的好坏及估算容量。

把万用表选择开关放在“R×1K “档。

项目 电容	类型	标值量		万用表测量 指针最大值	万用表测量 指针最后值	耐压值
电容 1						
电容 2						
电容 3						
电容4						

3：用万用表测量二极管 R×100挡和R×1K挡

R×100挡

项目 二极管	型号	正向电阻	反向电阻	管脚判别
二极管1	4007			
二极管2	稳压二极管			

R × 1 K挡

项目 二极管	型号	正向电阻	反向电阻	管脚判别
二极管1	4007			
二极管2	稳压二极管			

4：用万用表测三极管。

数据记录。

项目 三极管	型号	管型	管脚排列	be间正向阻值
三极管 1	9 0 1 2			
三极管 2	9 0 1 3			
三极管 3	1 8 1 5			
三极管 4	3 D D 1 5			

问题：（1）：用R × 1 0 0与R × 1 K挡测出的正向电阻是否一样，为什么？

（2）：能否用R × 1 Ω与R × 1 0 K挡测小型二极管与三极管，为什么？

第二章 元件的安装与焊接

电子产品的好坏, 不仅决定于设计, 元件的选择, 而且还与安装、焊接工艺有关, 往往由于安装不正确, 焊接质量不好, 使电子电路不能正常工作, 为此, 必须十分重视安装和焊接的基本技能。

一: 安装的基本知识。

1: 元件的排列。

不同电路的元器件, 排列时有不同的要求, 安装前根据电路的要求应将元件合理地排列在底板上, 以便逐一焊接, 其中主要考虑以下几点:

- (1) 对于输入, 输出电源及各可调元件(电位器、可变电容)力求使其调节方便及使用安全。
- (2) 输入, 输出电路不要靠近以免产生耦合而产生自激振荡。
- (3) 根据元件形状及底板面积, 合理布置元器件密度, 电路中相邻元件就近放置, 以尽量使其连线短而直。
- (4) 工作频率不高时, 元件可立式, 也可卧式安装, 频率较高时, 元件腿尽可能短, 最好卧式安装。
- (5) 电解电容必须确定极性不要接反, 也不要放在发热元件旁。

二、安装的注意事项。

- (1) 体积大, 重量重的元器件 光靠 焊接不能固定, 必须用其他方法固定。
- (2) 元件间接线不能悬空, 须固定在底板上。
- (3) 元件排列要整齐, 标称值要向上, 方向要一致, 高度要一样。
- (4) 元件引脚的弯制成形

左手用镊子紧靠电阻的本体, 夹紧元件的引脚, 使引脚的弯折处, 距离元件的本体有两毫米以上的间隙。左手夹紧镊子, 右手食指将引脚弯成直角。注意: 不能用左手捏住元件本体, 图28

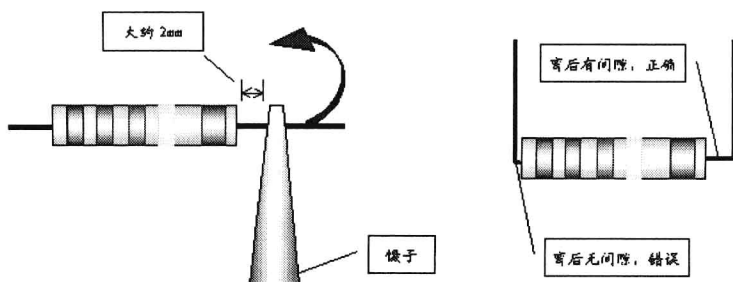


图 28 元件引脚的弯制成形

右手紧贴元件本体进行弯制，如果这样，引脚的根部在弯制过程中容易受力而损坏，元件弯制后的形状（见图29），引脚之间的距离，根据线路板孔距而定，引脚修剪后的长度大约为8mm，如果孔

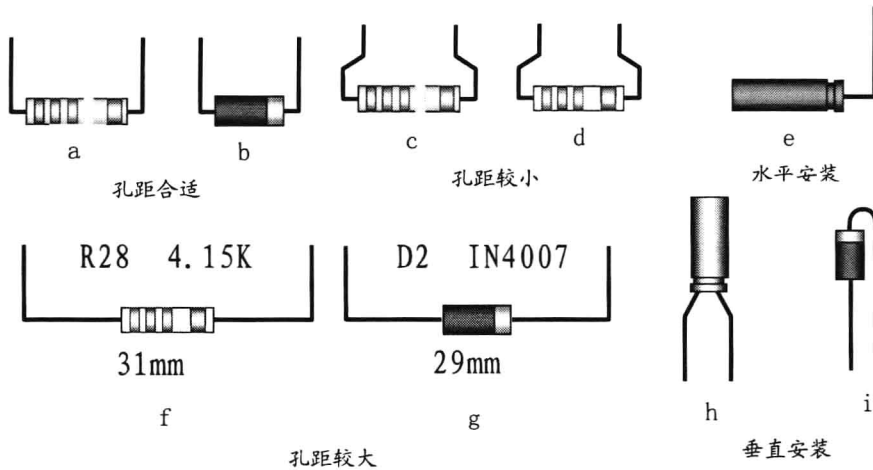


图29 元件弯制后的形状

距较小，元件较大，应将引脚往回弯折成形（见图29中c、d）。电容的引脚可以弯成直角，将电容水平安装（见图29中e），或弯成梯形，将电容垂直安装（见图29中h）。二极管可以水平安装，当孔距很小时应垂直安装（见图29中i），为了将二极管的引脚弯成美观的圆形，应用螺丝刀辅助弯制（见图30）。将螺丝刀紧靠二极管引脚的根部，十字交叉，左手捏紧交叉点，右手食指将引脚向下弯，直到两引脚平行。

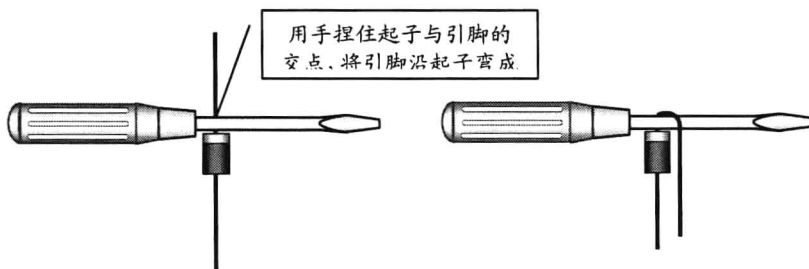


图30 用螺丝刀辅助

有的元件安装孔距离较大，应根据线路板上对应的孔距弯曲成形（见图31）。

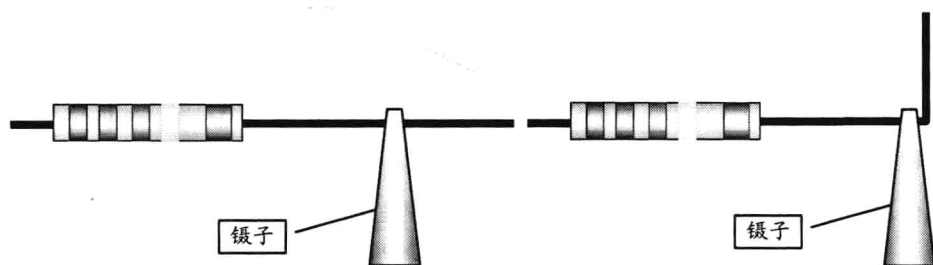


图31 孔距较大时元件引脚的弯制

元器件做好后应按规格型号的标注方法进行读数。将胶带轻轻贴在纸上，把元器件插入，贴牢，写上元器件规格型号值，然后将胶带贴紧，备用（见图32）。注意：不要把元器件引脚剪太短。

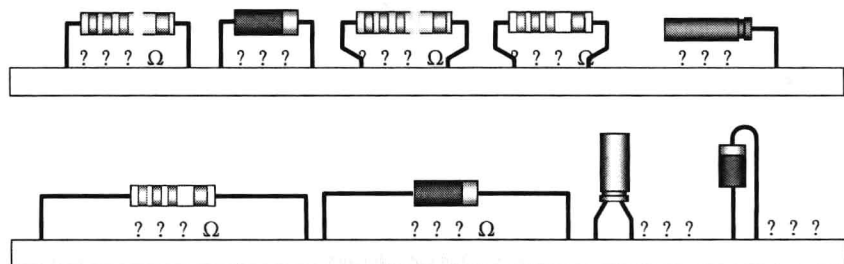


图32 元器件制成后标注规格型号

三：焊接工艺

1：焊料与焊剂

- （1）焊锡大致成分：锡63%，铅35.5%，其它金属0.5%焊锡丝，用松香做芯，把焊锡做成丝状。
- （2）焊剂——松香。
- （3）作用：除去油污，防止受热氧化，增加焊锡的流动性。

2：焊接工具

- （1）电烙铁：20w 内热式烙铁主要焊接集成电路，晶体管等小型元件。35w 或50w 电烙铁主要焊接电源等较大零件。
- （2）尖嘴钳：走线、夹元件或元件整形。
- （3）斜口钳：剪导线或元件腿。

3：焊接工艺

（1）焊接前元件或导线的清洁处理

非镀金（银）元件的引脚一定用小刀或砂纸除去表面氧化物，使其露出原有金属光泽用烙铁先镀上一层锡，已镀金或（银）元件则不必再处理。

元件经过长期存放，会在元件表面形成氧化层，不但使元件难以焊接，而且影响焊接质量，因此当元件表面存在氧化层时，应首先清除元件表面的氧化层。注意用力不能过猛，以免使元件引脚受伤或折断。当处理晶体管时，时间切勿过长，同时应特别注意，不可沿管腿的根部弯折，否则极易齐根折断管腿。

清除元件表面的氧化层的方法是（见图27）：左手捏住电阻或其他元件的本体，右手用锯条轻

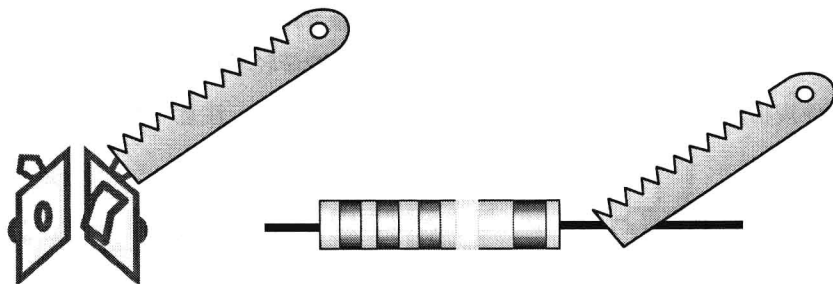


图27 清除元件表面的氧化层

刮元件引脚的表面，左手慢慢地转动，直到表面氧化层全部去除。为了使电池夹易于焊接要用尖嘴钳前端的齿口部分将电池夹的焊接点锉毛，去除氧化层。

实训中如果是新元器件表面有镀层，比较干燥，一般比较好焊，不需要进行表面处理，如果发现不易焊接，就必须先去除氧化层。

（4）焊接练习

焊接前一定要注意，烙铁的插头必须插在右手的插座上，不能插在靠左手的插座上；如果是左撇子就插在左手。烙铁通电前应将烙铁的电线拉直并检查电线的绝缘层是否有损坏，不能使电线缠在手上。通电后应将电烙铁插在烙铁架中，并检查烙铁头是否会碰到电线、书包或其他易燃物品。

烙铁加热过程中及加热后都不能用手触摸烙铁的发热金属部分，以免烫伤或触电。

烙铁架上的海绵要事先加水。

为了便于使用，烙铁在每次使用后都要进行维修，将烙铁头上的黑色氧化层锉去，露出铜的本色，在烙铁加热的过程中要注意观察烙铁头表面的颜色变化，随着颜色的变深，烙铁的温度渐渐升高，这时要及时把焊锡丝点到烙铁头上，焊锡丝在一定温度时熔化，将烙铁头镀锡，保护烙铁头，镀锡后的烙铁头为白色。

如果烙铁头上挂有很多的锡，不易焊接，可在烙铁架中带水的海绵上或者在烙铁架的

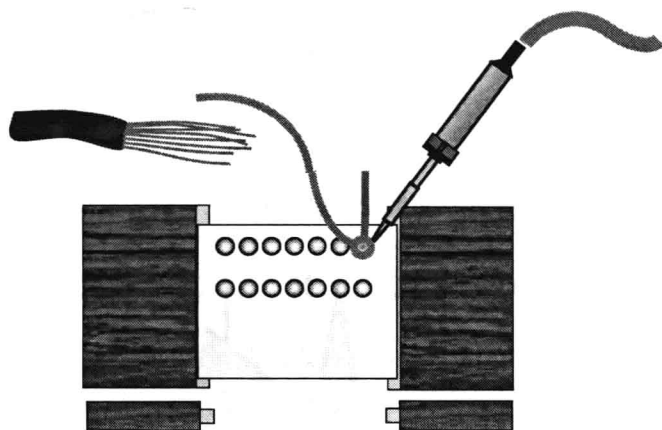


图 33 焊接练习

钢丝上抹去多余的锡。不可在工作台或者其他地方抹去。

焊接练习板是一块焊盘排列整齐的线路板，学生将一根七股多芯电线的线芯剥出，把一股从焊接练习板的小孔中插入，练习板放在焊接木架上，从右上角开始，排列整齐，进行焊接（见图 33）。

练习时注意不断总结，把握加热时间、送锡多少，不可在一个点加热时间过长，否则会使线路板的焊盘烫坏。注意应尽量排列整齐，以便前后对比，改进不足。

焊接时先将电烙铁在线路板上加热，大约两秒钟后，送焊锡丝，观察焊锡量的多少，不能太多，造成堆焊；也不能太少，造成虚焊。当焊锡熔化，发出光泽时焊接温度最佳，应立即将焊锡丝移开，再将电烙铁移开。为了在加热中使加热面积最大，要将烙铁头的斜面靠在元件引脚上（见图 34），烙铁头的顶尖抵在线路板的焊盘上。焊点高度一般在 2 毫米

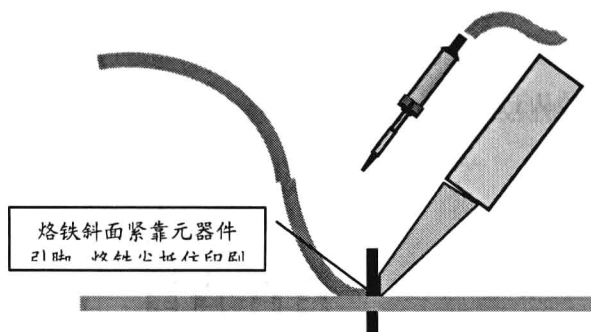


图 34 焊接时电烙铁的正确

左右，直径应与焊盘相一致，引脚应高出焊点大约 0.5mm。

焊点的正确形状（见图35），焊点a一般焊接比较牢固；焊点b为理想状态，一般不易焊出这样的形状；焊点c焊锡较多，当焊盘较小时，可能会出现这种情况，但是往往有虚焊的可能；焊点d，焊点d、e焊锡太少；焊点f提烙铁时方向不合适，造成焊点形状不规则；焊点g烙铁温度不够，焊点呈碎渣状，这种情况多数为虚焊；焊点h焊盘与焊点之间有缝隙为虚焊或接触不良；焊点I引脚放置歪斜。一般形状不正确的焊点，元件多数没有焊接牢固，一般为虚焊点，应重焊。

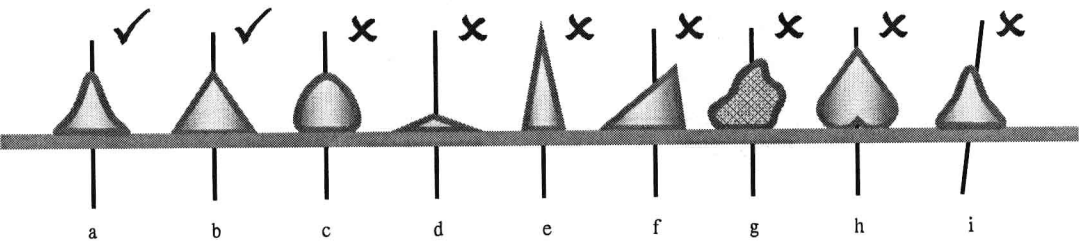


图35 焊点的正确形状1

焊点的正确形状俯视（见图36），焊点a、b形状圆整，有光泽，焊接正确；焊点c、d温度不够，或抬烙铁时发生抖动，焊点呈碎渣状；焊点e、f焊锡太多，将不该连接的地方焊成短路。焊接时一定要注意尽量把焊点焊得美观牢固。

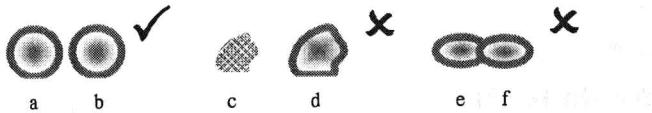


图36 焊点的正确形状（俯视）

元器件的插放

将弯制成型的元器件对照图纸插放到电路板上。

注意：一定不能插错位置；二极管、电解电容要注意极性；电阻插放时要求读数方向排列整齐，横排的必须从左向右读，竖排的从下向上读，保证读数一致（见图37）。

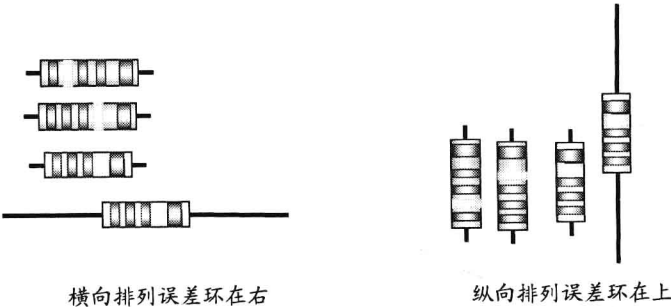


图37 电阻色环的排列方向