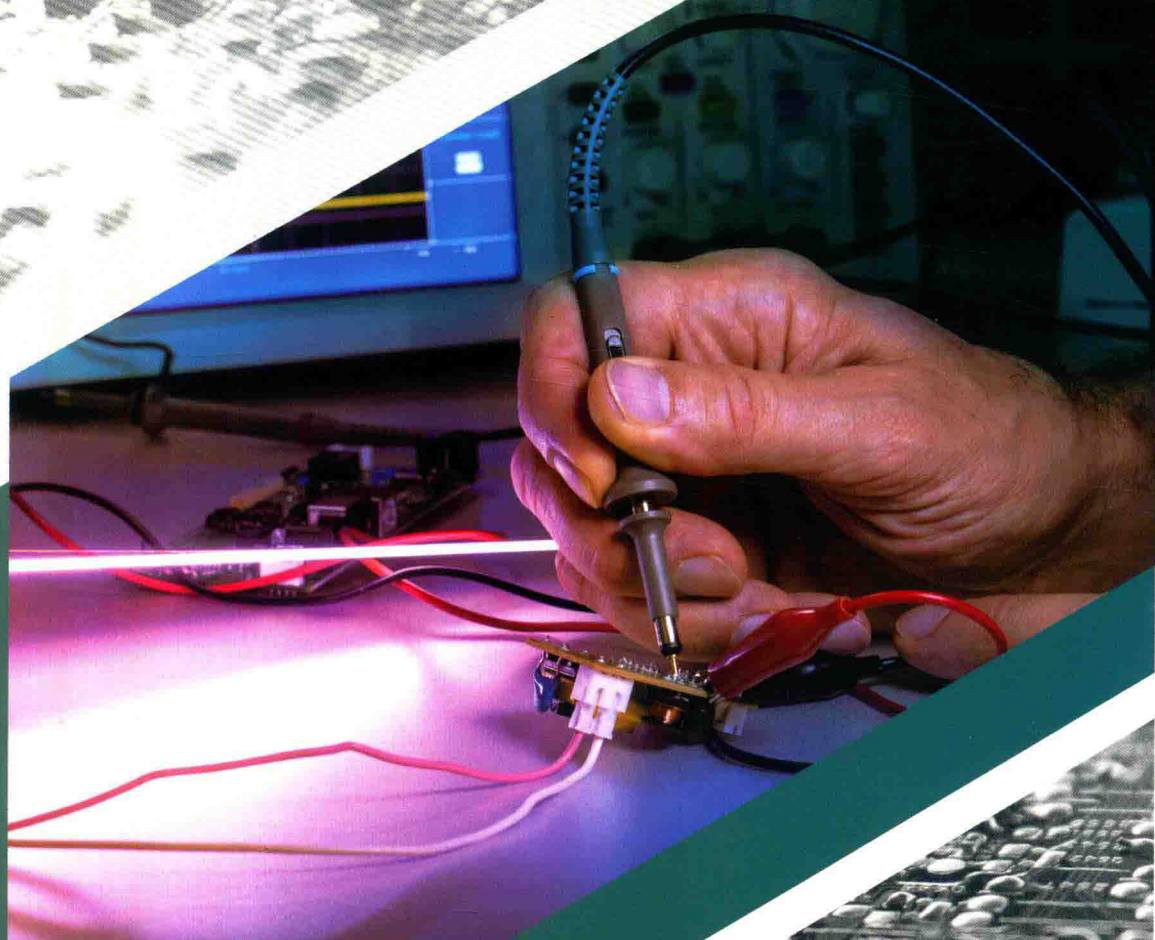


电子工本技能训练

DIANZI JIBEN JINENG XUNLIAN

刘玉文 孙国琴 主编



电子基本技能训练

主 编 刘玉文 孙国琴

副主编 申 菲 张爱卿

成 员 基础篇:孙国琴 张爱卿 张妍飞

制作篇:刘玉文 刘 心

提高篇:申 菲 王铁抓

审 稿 刘 艳

 郑州大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

电子基本技能训练 / 刘玉文, 孙国琴主编. — 郑州:
郑州大学出版社, 2016. 10

ISBN 978-7-5645-3502-5

I. ①电… II. ①刘… ②孙… III. ①电子技术—中
等专业学校—教材 IV. ①TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 234933 号

郑州大学出版社出版发行

郑州市大学路 40 号

出版人: 张功员

全国新华书店经销

郑州泰宏印刷有限公司

开本: 787 mm × 1 092 mm 1/16

印张: 14

字数: 291 千字

版次: 2016 年 10 月第 1 版

邮政编码: 450052

发行部电话: 0371-66966070

印次: 2016 年 10 月第 1 次印刷

书号: ISBN 978-7-5645-3502-5

定价: 46.00 元

本书如有印装质量问题,由本社负责调换



随着职业技术教育的不断深化,职业技术教育不仅要求学生有动手实践的能力,同时也要求学生具备相应的扎实的理论知识。

本书按照教育改革的要求,积极创新,以理论与实践一体化的教学方法作为编写原则,于生产实际中取材,注重理论与实践的结合,具有较强的针对性和实用性。

本书内容深入浅出,图文并茂,易于理解,并具有知识与技能同步、先讲解后训练的特点,目的在于使学生通过对本书的学习,能够掌握电子类专业必备的基本技能,具备分析和解决生产生活中一般电子问题的能力,掌握一定的新技术及其最新发展概况。

本书是中等职业学校实用电子电工类专业的技能实训教材,内容包含了模拟电路部分和数字电路部分中的基本元器件、基本电路、基本分析方法。

模拟电路部分主要包括二极管整流、三极管放大电路、直流稳压电路、RC 桥式振荡等。

数字电路部分主要包括 555 集成电路、双稳态、计数器、逻辑门电路应用、集成触发器等。

全书分为三大部分:基础篇、制作篇、提高篇。

基础篇由孙国琴、张爱卿、张妍飞编写;制作篇由刘玉文、刘心编写;提高篇由申菲、王铁抓编写;审稿由刘艳进行。在本书的编写过程中,参考和引用了有关专家的教材和论文,在此一并表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,不当和疏漏之处敬请批评指正。

编 者
2016 年 7 月



基础篇

课题一 焊 接	001
任务一 分立元件的焊接	001
任务二 印制电路板上元器件的装焊	010
任务三 贴片元件的焊接	013
 课题二 仪表与仪器	018
任务一 模拟式万用表的使用与维护	018
任务二 数字式万用表的使用与维护	022
任务三 数字存储示波器的使用与维护	028
 课题三 常用电子元器件的识别与检测	041
任务一 电阻器的识别与检测	041
任务二 电容器的识别与检测	046
任务三 常用二极管的识别与检测	050
任务四 三极管的识别与检测	054
任务五 晶闸管的识别与检测	056

制作篇

课题四 模拟电路	058
任务一 桥式整流电路	059

任务二	三极管单极放大电路	066
任务三	三极管多级放大电路	071
任务四	直流稳压电路	076
任务五	OTL 功率放大器	082
任务六	比例运算放大器	088
任务七	RC 桥式正弦波振荡器	096
任务八	调光电路	102

课题五	数字电路的制作	107
任务一	555 集成电路的应用	107
任务二	单稳态触发器	116
任务三	双稳态触发器	126
任务四	逻辑门电路应用	136
任务五	集成触发器电路应用	145
任务六	计数器	155

提高篇

课题六	综合电路制作	163
任务一	综合报警电路	163
任务二	UPS 不间断电源	177
任务三	环境湿度控制器	191
任务四	无线防盗报警器	203

课题一 焊 接

学习内容：1. 分立元件的焊接。
2. 印制电路板上元器件的装焊。
3. 贴片元件的焊接。

任务一 分立元件的焊接

学习目标：1. 熟悉常用的焊接工具和材料。
2. 掌握手工焊接方法。
3. 分析焊点缺陷及形成原因。

焊接技术是电子产品制作过程中的重要技能,焊接质量的好坏直接影响到产品的质量,是保证制作优质电子产品的关键性操作之一。操作者必须严格要求自己,苦练基本功,使自己掌握过硬的技能,以保证所制作电子产品的质量。

焊接的优点:表现在焊点上的不可移动性及焊接界面没有像机械紧固件的氧化现象。

一、常用的焊接工具和材料

1. 电烙铁

(1) 电烙铁种类

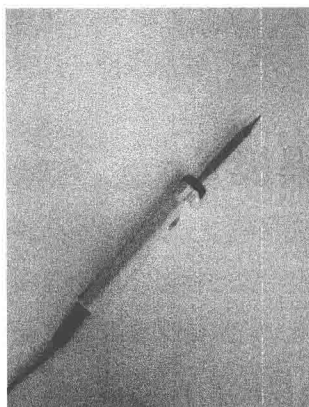
电烙铁是电子制作和电器维修的必备工具,主要用途是焊接元件及导线。按机械结构可分为内热式电烙铁和外热式电烙铁;按功能可分为无吸锡电烙铁和吸锡式电烙铁;根据用途不同又分为大功率电烙铁和小功率电烙铁。如图 1-1 所示是几种常用的电烙铁。

外热式电烙铁由烙铁头、烙铁芯、外壳、木柄、电源引线、插头等部分组成。由于烙铁头安装在烙铁芯里面,故称为外热式电烙铁。烙铁芯是电烙铁的关键部件,它是将电热丝平行地绕制在一根空心瓷管上构成,中间的云母片绝缘,并引出两根导线与 220 V 交流电源连接。外热式电烙铁的规格很多,常用的有 25 W、45 W、75 W、100 W 等,功率越大,烙铁头的温度也就越高。

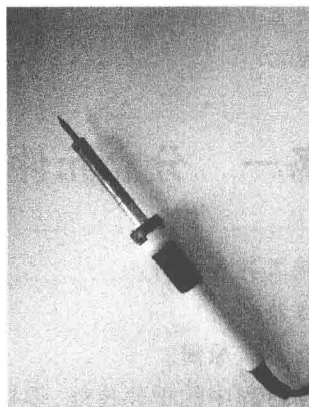
内热式电烙铁由手柄、连接杆、弹簧夹、烙铁芯、烙铁头组成。由于烙铁芯安装在烙铁头里面,因而发热快,热利用率高,因此称为内热式电烙铁。内热式电烙铁的常用规格为 20 W、50 W 两种。由于它的热效率高,20 W 内热式电烙铁就相当于 40 W 左右的外热式电烙铁。内热式电烙铁的后端是空心的,用于套接在连接杆上,并且用弹簧夹固定。

当需要更换烙铁头时,必须先将弹簧夹退出,同时用钳子夹住烙铁头的前端,慢慢地拔出。切记不能用力过猛,以免损坏连接杆。

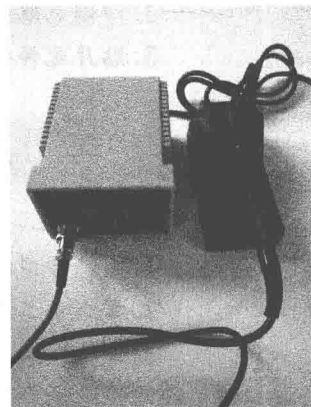
恒温电烙铁内部采用高居里温度条状的 PTC 恒温发热元件,配设紧固导热结构。特点是优于传统的电热丝烙铁芯,升温迅速、节能、工作可靠、寿命长、成本低廉。用低电压 PTC 发热芯就能在野外使用,便于维修工作。打开焊台电源,一般温度调节在 200 ~ 350 ℃ 范围内。



(a) 内热式



(b) 外热式



(c) 恒温式

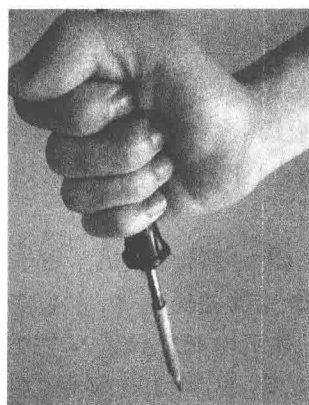
图 1-1 几种常用的电烙铁

(2) 电烙铁的握法(见图 1-2)

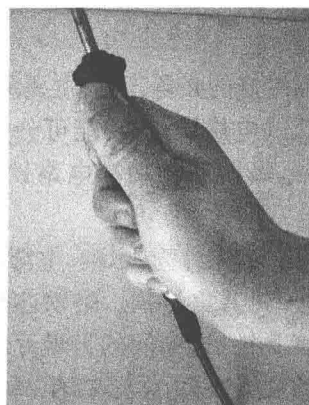
反握法:动作稳定,长时间操作不易疲劳,适于大功率烙铁的操作。

正握法:适于中功率烙铁或弯头电烙铁的操作。

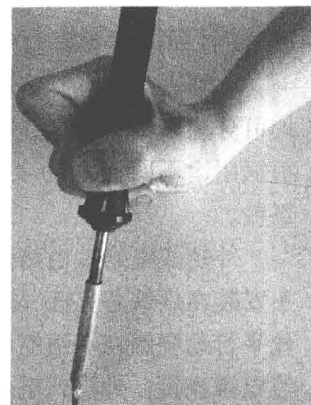
握笔法:在操作台上焊接印刷板。



(a) 反握法



(b) 正握法



(c) 握笔法

图 1-2 电烙铁的握法

(3) 电烙铁的选用

选用电烙铁一般遵循以下原则。

- ①烙铁头的形状和大小要符合被焊物面积和焊点及元器件密度的要求。
- ②焊接较精密的元器件和小型元器件,宜选用 20 W 内热式电烙铁或 25 W 外热式电烙铁。
- ③电烙铁的热容量应能满足被焊件的要求,连续焊接工作应选用功率较大的电烙铁。
- ④对大型焊点及金属底板的接地焊片进行焊接时,应选用 100 W 或更高功率的外热式电烙铁。

(4) 电烙铁安全使用注意事项

- ①电烙铁在使用前,要用万用表检查一下插头之间的电阻值,应在 $2 \sim 3 \text{ k}\Omega$ 。再用万用表检查一下插头与金属外壳之间电阻值,万用表表针应该不动,否则应该彻底检查。
- ②电烙铁插头最好使用三线插头,要使外壳妥善接地。使用前应认真检查电源插头和电源线有无损坏,烙铁头是否松动。
- ③焊接时,宜使用松香或中性助焊剂,不要使用酸性助焊剂。因为酸性助焊剂易腐蚀元器件、印制线路板、烙铁头及发热器。
- ④烙铁头应经常保持清洁。当烙铁头上焊锡过多时,可用海绵、布或者纸擦掉,不可随手乱甩,以防烫伤他人。
- ⑤电烙铁在使用过程中严禁任意敲击,同时要防止跌落,以免震断内部的电热丝。
- ⑥焊接过程中,电烙铁不能到处乱放,不焊接时应放在烙铁架上。
- ⑦电源线不可搭在烙铁头上,以防烫坏绝缘层而发生事故。
- ⑧使用结束后,应及时切断电源,冷却后再将电烙铁收回工具箱。
- ⑨焊接完成后,要用酒精把电路板上残余的助焊剂清洗干净,以防碳化后的助焊剂影响电路正常工作。

(5) 新烙铁头的预处理

新的电烙铁不能拿来就用,需要在烙铁头上镀一层焊锡,方法是:用细砂纸或细锉刀把烙铁头前端的焊接部位打磨光亮,接上电源,待温度渐渐升高时,用松香涂在烙铁头上。待松香冒烟,烙铁头开始能够融化焊锡的时候,把烙铁头放在有小量松香和焊锡的砂纸上研磨,各个面都要磨到,这样就可以使烙铁头镀上一层焊锡,从而延长烙铁头的使用寿命,并能防止烙铁头表面很快氧化。

烙铁头使用一段时间后,会逐渐氧化发黑。如果烙铁头严重氧化而发黑,可用锉刀锉掉表面层的氧化物,使其恢复金属光泽后,再重新按照上述方法镀锡,才能继续使用。

目前有一种新型的烙铁头,它的前端焊接面上附着有一层金属(颜色有些灰白)。这层金属与焊锡很“亲和”,非常容易上锡,不易氧化,千万不要自作主张地把它锉掉。

2. 焊接材料

所有的电子元件通过 PCB 上的线路相连,控制电流或信号,电子元件和 PCB 间起连

接作用的附着物就是焊接材料。和一般所说的黏着剂只是物体和物体之间的简单连接不同,焊锡还可以导电,能够牢固地将元件连接在 PCB 上,使电子元件有电流或信号通过。通过融化焊锡,在元件引脚和 PCB 焊盘处形成可靠、稳定的焊点,保证良好的物理和电气连接作业就是焊接。

(1) 焊锡的选用

选用焊锡时应根据被焊件的不同要求而定,焊锡选用时应考虑以下因素。

- ①焊锡的熔点应该与被焊金属的热性能相适应。
- ②焊锡必须适应被焊接金属的性能。
- ③焊锡形成的焊点应能保证良好的导电性能和机械强度。

(2) 助焊剂的作用

- ①清除焊接元器件、印刷板铜箔及焊锡表面的氧化物。
- ②以液体薄层覆盖被焊金属和焊锡的表面,隔绝空气中的氧对它们的再一次氧化。
- ③起界面活性作用,改善液态焊锡对被焊金属表面的润湿。

(3) 助焊剂的选用

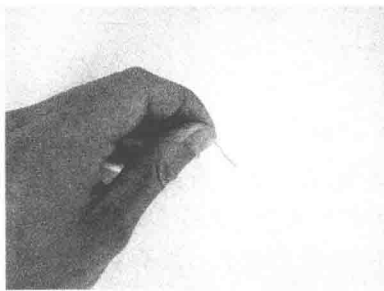
①金、铂、银、锡及表面镀锡的其他金属,可焊性较强,可以用松香或者松香酒精溶液作助焊剂。

②铅、黄铜、铍青铜及镀镍层的金属焊接性能较差,应选用中性助焊剂。

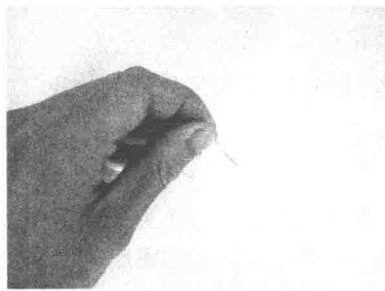
③对金属板,可选用无机系列助焊剂,如氯化锌焊锡膏。这类助焊剂具有很强的活性,对金属的腐蚀性极强,在施焊后必须及时将残留物清理干净。在电路板上绝对禁止使用焊锡膏。

(4) 焊锡丝的拿法(见图 1-3)

连续锡焊时内握,断续锡焊时外握。



(a) 连续送焊锡丝



(b) 断续送焊锡丝

图 1-3 焊锡丝的拿法

二、焊接方法

电子产品常用的焊接方法有两种:一是送锡焊接法,二是带锡焊接法。

当操作者的一只手拿了电烙铁后,如果另一只手可腾出来拿锡丝时,最好采用送锡焊接法,这样比较容易保证焊点的质量;如果另一只手需要拿镊子夹元件等时,那么就只

能采用带锡焊接法。

1. 送锡焊接法

(1) 一般元器件的焊接

将上了锡的元器件从电路板的元件面插入,使元器件的金属引线垂直覆铜面,并调整好元件的高度。在电路板上用送锡法进行焊接的步骤:加热、送丝和移开。

①加热:操作者一般用右手握着电烙铁,使烙铁头的刃口与印刷电路板成 45° ,同时加热被焊接面(焊盘)和元器件的引线。加热时间大约是3 s,注意加热时间不宜过长,否则就会因烙铁高温氧化覆铜板,造成不良焊接。

②送丝:加热后,保持烙铁头的角度不变。操作者一般用左手拿着焊锡丝,并从烙铁头对面接触被焊接的引线和焊盘。当看到锡丝熔化并开始向四周扩散后,就转到送锡焊接法的第三步(即移开)。送丝时注意印刷电路板尽量要放置平稳,并保持元器件引线的稳定,送丝的时间与焊锡丝的质量、覆铜的光亮度、电烙铁的温度等因素有关。

③移开:当看到焊锡丝熔化并开始向四周扩散后,把左手拿的锡丝移开。然后看到锡丝充分熔化并浸润被焊接的引线和焊盘时,再将右手拿的电烙铁顺势沿着元器件的引线向上移开。焊锡凝固前,被焊物不可晃动,否则易造成虚焊,从而影响焊接质量。

(2) 特殊元器件的焊接

焊接耳机插座、双联电容器,一定要注意焊接时间不要过长,否则过高的温度容易通过引线传导至塑料从而使其烫坏,造成整个器件的损坏。

焊接话筒、三极管等元件时,焊接时间也不宜过长,否则也会损坏器件。

焊接集成电路(IC)、场效应管时,电烙铁的外壳应有良好的接地。如果无条件将电烙铁外壳接地,则焊每个点时必须把电烙铁的插头拔下才能进行,这样才能防止集成电路在焊接时被损坏。

2. 带锡焊接法

焊接前,将准备好的元件插入印刷电路板的规定位置,经检查无误后,就可用带锡焊接法进行焊接。焊接时,用烙铁头的刃口沾带上适量的焊锡,再将烙铁头的刃口接触被焊接元件的引线和焊盘。当看到锡丝充分熔化并浸润被焊接的引线和焊盘时,就可将烙铁头移开,这样就可以焊出牢固的焊点。

烙铁头的刃口上带的锡量的多少,要根据焊点的大小而定,烙铁头的刃口与焊接电路板的角度最好是 45° 。角度小,则焊点就小;角度大,则焊点就大。操作者不要认为焊锡量越多越好,锡量过多,不但浪费焊锡,而且焊点内部也不一定焊透,焊点的牢固性反而变差,过多的焊锡还会溢向附近的覆铜,从而造成短路;当然,锡量太少,会焊接不牢,使元件易脱离印刷电路板。

焊接时注意烙铁头不要轻轻点几下就离开焊接位置,这样虽然在焊点上也留有焊锡,但这样的焊接是不牢固的,容易影响焊接的质量。

3. 导线与端子的焊接

绕焊:把经过镀锡的导线端头在接线端子上绕上一圈,用钳子拉紧缠牢后进行焊接。

这种焊接可靠性最好。

钩焊:将导线端弯成钩形,钩在接线端子上并用钳子夹紧后焊接。这种焊接操作简便,但强度低于绕焊。

搭焊:把镀锡的导线搭在接线端子上施焊。这种焊接最简便,但强度、可靠性最差,仅用于临时连接等。

4. 焊点的基本要求

焊点要有足够的机械强度,保证被焊件在受震动或冲击时不致脱落、松动。不能用过多焊料堆积,这样容易造成虚焊及焊点与焊点的短路。

焊接可靠,具有良好的导电性,必须防止虚焊。虚焊是指焊料与被焊件表面没有形成合金结构,只是简单地依附在被焊金属表面上。

焊点表面要光滑、清洁,应有良好的光泽,不应有毛刺、空隙,无污垢(尤其是焊剂的有害残留物质),要选择合适的焊料与焊剂。

5. 焊点缺陷及形成原因

(1) 虚焊(见图 1-4)

焊锡与铜箔之间有明显的黑色界限,焊锡向界限凹陷。

原因分析:使用的助焊剂质量不好;焊盘氧化;焊接时间短。

危害:造成电器接触不良。

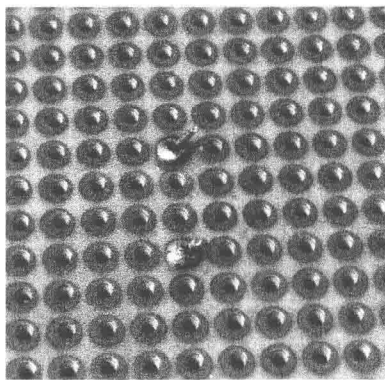


图 1-4 虚焊

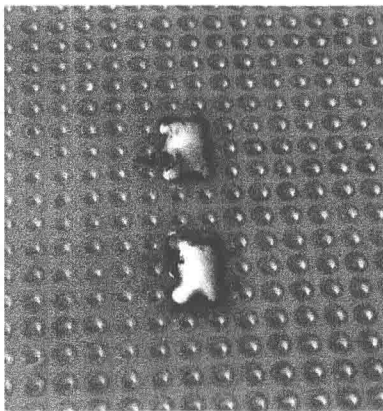


图 1-5 焊料堆积

(2) 焊料堆积(见图 1-5)

焊点结构松散,白色无光泽。

原因分析:焊料质量不好;焊接温度不够;焊接未凝固时,元器件引线松动。

危害:机械强度不足,可能虚焊。

(3) 焊料过多(见图 1-6)

焊料面呈凸形。

原因分析:焊丝撤离过迟;上锡过多。

危害:浪费焊料且可能包藏缺陷。

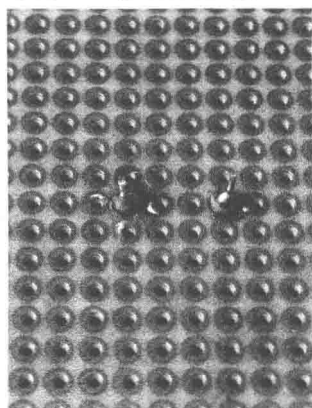


图 1-6 焊料过多

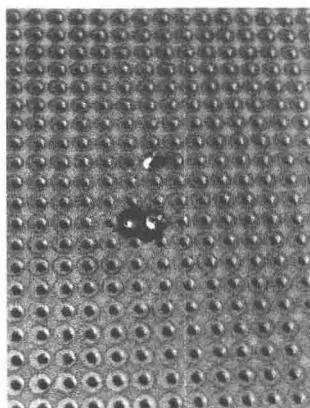


图 1-7 焊料过少

(4) 焊料过少(见图 1-7)

焊接面积小于焊盘的 80%, 焊料未形成平滑的过渡面。

原因分析:焊锡流动性差或焊锡撤离过早;助焊剂不足;焊接时间太短。

危害:机械强度不足。

(5) 松香焊(见图 1-8)

焊缝中夹有松香渣。

原因分析:焊接过多或已失效;焊接时间不足,加热不足;表面氧化膜未去除。

危害:强度不足,导通不良;有可能时通时断。

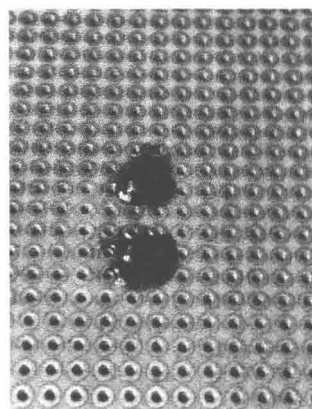


图 1-8 松香焊

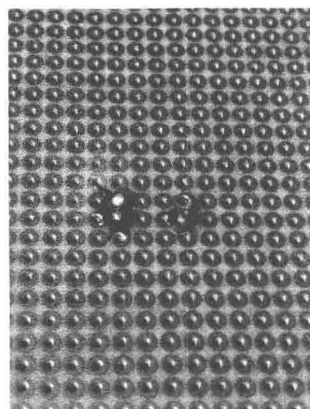


图 1-9 过热

(6) 过热(见图 1-9)

焊点发白,无金属光泽,表面较粗糙。

原因分析:烙铁功率过大;加热时间过长。

危害:焊盘容易脱落,强度降低。

(7) 冷焊(见图 1-10)

表面呈豆腐渣状颗粒,有大于 0.2 mm^2 锡珠附在机板上。

原因分析:焊料未凝固前焊件抖动;焊接时间过短。

危害:强度低,导电性不好。

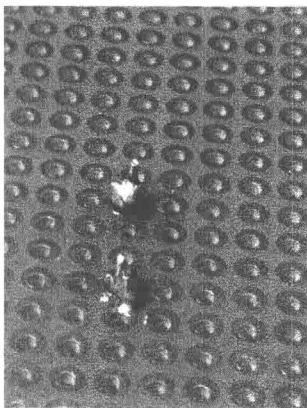


图 1-10 冷焊

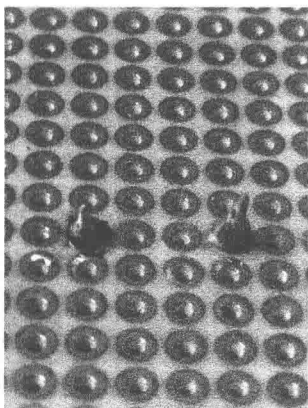


图 1-11 锡尖

(8) 锡尖(见图 1-11)

锡尖呈圆锥状,高度超过 2 mm。

原因分析:助焊剂过少,而加热时间过长;上锡方向不当;烙铁温度不够。

危害:外观不佳,容易造成桥接现象。

(9) 铜箔翘起(见图 1-12)

铜箔从印刷板上脱离。

原因分析:焊接时间过长,温度过高;元件受到较大力挤压。

危害:印制板已被损坏。

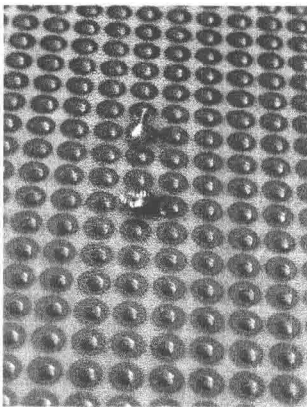


图 1-12 铜箔翘起

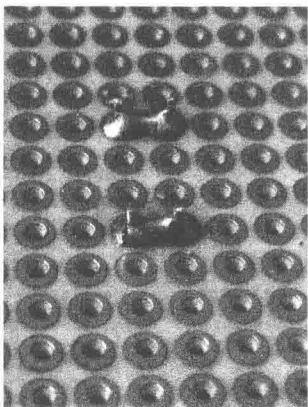


图 1-13 短路

(10) 短路(见图 1-13)

不同的两条线路焊点相连。

原因分析:线路设计不良,铜箔距离太近;元件引脚过长;焊接温度太低;板面可焊性不佳。

危害:不能正常工作。

三、技能训练

利用电烙铁完成焊接基本练习,并对焊接质量进行分析。

1. 工具和材料准备

工具:电烙铁、镊子、尖嘴钳、斜口钳。

材料:焊锡丝、松香、含有 50 个空心铆钉的板子、含有 100 个孔的印制电路板、单股导线及多股导线若干、各种焊接片若干。

2. 操作步骤

①安全检查。先用万用表检查烙铁的电源线有无短路和开路,测量烙铁是否有漏电现象;检查电源线的装接是否牢固,固定螺丝是否松动,手柄上的电源线是否被螺丝顶紧,电源线的套管有无破损。

②在空心铆钉板的铆钉上焊接圆点。先清除空心铆钉表面氧化层,然后在空心铆钉板各铆钉上焊上圆点。

③在空心铆钉板上焊接铜丝。先清除空心铆钉表面氧化层,清除铜丝表面氧化层,然后镀锡,并在空心铆钉上(直插、弯插)焊接。

④在印制电路板上焊接铜丝。在保持印制电路板表面干净的情况下,去除铜丝表面氧化层,然后镀锡,并在印制电路板上焊接。

⑤用若干单股短导线,剥去导线端子绝缘层,练习导线与导线之间的焊接。

⑥用单股及多股导线和焊接片练习导线与端子之间的绕焊、钩焊与搭接。

3. 注意事项

①为减少焊剂加热时挥发出的化学物质对人的危害,减少有害气体的吸入量,一般情况下,烙铁到鼻子的距离应该不少于 20 cm,通常以 30 cm 为宜。在使用过程中不要甩电烙铁,防止烙铁头脱落造成事故。

②焊接完毕,烙铁头上的残留焊锡应该继续保留,以防再次加热时出现氧化层。

③焊锡丝移开的时间不能迟于电烙铁的移开时间。

④电烙铁冷却前,应放到烙铁架上。

4. 成绩评价

评分标准见表 1-1。

表 1-1 评分标准

项目内容	评分标准	配分	扣分	得分
仪表的使用	仪表使用不规范,一次扣 5 ~ 10 分	10		
铆钉板上焊接圆点	虚焊、焊点毛糙,每个扣 1 分	10		
铆钉板上焊接铜线	虚焊、焊点毛糙,每个扣 1 分	10		
印制板上焊接铜丝	虚焊、焊点毛糙,每个扣 1 分	20		
导线与导线的焊接	虚焊、焊点毛糙,每个扣 1 分; 导线连接不正确,每处扣 3 分	20		
导线和焊接片的焊接	虚焊、焊点毛糙,每个扣 1 分	20		
安全文明生产	违反安全文明生产规程,扣 5 ~ 10 分	10		
备注	时间:120 min 不允许超时	100		
	年 月 日	教师签字		

任务二 印制电路板上元器件的装焊

学习目标: 1. 了解电路板元器件插装工艺要求。

2. 学会元器件及导线的插装。

3. 学会在电路板上拆焊元器件。

一、元器件安装前的准备工作

1. 刮脚

元器件在出厂时,一般在表面均镀上 0.1 ~ 1 mm 厚度的锡、铅合金或金银等贵金属,所以可焊性较好。如果遇到元件的引出脚表面出现氧化层时,就必须进行刮脚。刮脚时可用镊子等带刃的工具从离元件根部 2 mm 处开始刮向引出脚,边刮边转动引出脚,直至把引出脚上的氧化层彻底刮净。注意不要刮断或刮伤引出脚。

2. 搪锡

刮好元件引出脚应及时进行搪锡,防止再次被氧化。搪锡的方法是:左手拿元器件,右手持电烙铁,用带有适量焊锡的烙铁将元器件要搪锡的管脚压在松香里,左手缓慢抽出即可。这样,元器件的管脚上就牢牢地敷上一层焊锡,同时在焊锡外围还敷有一层薄薄的松香,便于后面的焊接。注意不要搪至元件根部(离根部 2 ~ 5 mm),上锡时间不能过长,否则会损坏元件引出脚。

3. 元件的整形安装

整形主要起着提高生产效率和保证印制板上的元件整齐美观的效果,引出脚折弯成形要根据焊点之间的距离做成需要的形状,一般有立式和卧式两种。

(1) 立式安装法(见图 1-14)

元器件占用面积小,适用于要求元件排列紧凑的印制板。立式安装的优点是节省印制板的面积;缺点是易倒伏,易造成元器件的碰撞,抗震能力差,从而降低整机的可靠性。

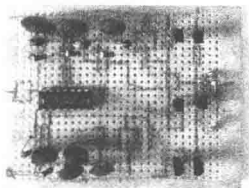


图 1-14 立式安装

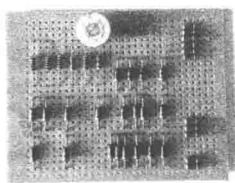


图 1-15 卧式安装

(2) 卧式安装法(见图 1-15)

与立式安装相比,卧式安装具有机械稳定性好、版面排列整齐、抗震性好、安装维修方便及利于布设印制导线等优点;缺点是占用印制板的面积较立式安装大。

二、元器件整形的基本要求

第一,所有元器件引脚均不得从根部弯曲,一般应留 2 mm 以上,以防止引线折断或被拉出,立式安装时引出线弯曲直径 R 应大于元器件的外直径。

第二,手工组装的元器件可以弯成直角,两引线左右弯折要对称,引出线要平行,其间距应与印制板两焊盘间的距离相同,以便插装。但机器组装的元器件弯曲一般不要成死角,圆弧半径应大于引脚直径的 1~2 倍。

第三,要尽量将有字符的元器件面置于容易观察的位置。

三、在电路板上插装元器件的工艺要求

第一,元器件在印制电路板上插装的顺序是先低后高,先小后大,先轻后重,先易后难,先一般元器件后特殊元器件,且上道工序安装后不能影响下道工序的安装。

第二,元器件插装后,其标志应向着易于认读的方向,并尽可能从左到右的顺序读出。

第三,有极性的元器件极性应严格按照图纸上的要求安装,不能错装。

第四,元器件的安装高度应符合规定的要求,同一规格的元器件应尽量安装在同一高度上。

第五,机器插装的元器件引脚穿过焊盘应保留 2~3 mm 长度,以利于焊脚的打弯固定和焊接。

第六,元器件在印制电路板上的插装应分布均匀,排列整齐美观,不允许斜排、立体交叉或重叠排列,不允许一边高一边低,也不允许引脚一边长一边短。