

D

ianzi Gongyi
Shixun Jiaocheng

电子工艺 实训教程

主编 钱培怡 李悦

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

电子工艺实训教程

主编 钱培怡 李 悦

编者 钱培怡 李 悦 金 申 仇宝玉

中国石化出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

电子工艺实训教程 / 钱培怡, 李悦主编. —北京:
中国石化出版社, 2009
ISBN 978 - 7 - 5114 - 0067 - 3

I. 电… II. ①钱… ②李… III. 电子技术 - 高等
学校 - 教材 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 159422 号

未经本社书面授权, 本书任何部分不得被复制、抄袭, 或者以任何
形式或任何方式传播。版权所有, 侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址: 北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编: 100011 电话: (010) 84271850

读者服务部电话: (010) 84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail: press@sinopec.com.cn

北京宏伟双华印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

787 × 1092 毫米 16 开本 12.5 印张 312 千字

2009 年 10 月第 1 版 2009 年 10 月第 1 次印刷

定价: 22.00 元

前 言

创新精神和实践能力二者之中,实践能力是基础和根本。这是由于创新基于实践、源于实践,实践出真知,实践检验真理。实践活动是创新的源泉,也是人才成长的必由之路。纵观古今中外,所有的发明创造无一不是在实践中产生又在实践中得到检验的。抓住实践能力的培养等于抓住了人才培养的龙头和根本。

电子工艺实训是指学生在学习电路与电子技术实验及相关课程结束后进行的电子电路设计、训练、制作和整机装配工艺等,以学生自己动手、掌握一定操作技能并亲手制作几种实际产品为特色的重要实践环节。通过学习和实践,使学生开始接触电子元件、电子材料及电子产品的生产实际,了解电子工艺的一般知识和掌握最基本的焊接、组装产品的技能,为今后的专业实验、毕业设计准备必要的工艺知识和操作技能。同时培养学生严谨的工作作风,养成良好的工作习惯。它既不同于培养劳动观念的公益劳动,又不同于让学生自由发挥的科技创新活动,而是将基本技能训练、基本工艺知识和创新启蒙有机结合,为学生的实践能力和创新精神构筑一个基础扎实而又充满活力的基础平台。它既是基本技能和工艺知识的入门向导,又是创新实践的开始和创新精神的启蒙。对于强化基本训练,增强实践能力,加强理解课堂知识,培养动手能力和初步设计能力有重要意义。

为了规范实习教学,我们将有关的实训指导、基本技能训练、实习要求和部分生产厂的实习产品指导书等方面内容,汇集为《电子工艺实训教程》。

本教材的主要特点:

(1) 着眼于对学生创新能力的培养。结合学生已学的知识,有指导性和启发性,便于学生自学和应用。

(2) 覆盖面广。适用于电路、电子课程所有基础实践环节,结合不同专业内容有可选性。适合本科、专科及高职的电类、非电类专业学生的电子技术工艺实习实训学生使用。

(3) 与教改紧密结合。基础性、综合性、设计性实验和实习内容及设计环节符合培养学生动手能力、工程实践能力和创新能力的教改目标。为培养高素质人才打下良好基础,为实践教学配套改革和综合改革提供新的思路。

(4) 实用性强。本书的最大特色是插入了许多实物图和操作步骤图,以便大家直观地理解、认识,更好地把理论与实践结合起来。本书通俗易懂,简明实用。

全书共分3部分内容和1个附录。第1部分内容由李悦编写,第2部分内容由钱培怡、李悦、金中、仇宝玉编写,第3部分内容和附录由钱培怡编写。本书得到了辽宁石油化工大学教务处及电工电子实验中心老师的大力支持,参编实验、实习指导的教师花费大量时间为设计性项目和综合训练项目进行了调研和预试,在此表示感谢。

辽宁石油化工大学李书臣教授精心审核了全书,并对本书的内容提出了不少宝贵的意见和建议,在此表示感谢。

由于编者水平有限,本书错误、疏漏在所难免,恳请读者批评指正。

编者

目 录

第1部分 电子工艺基本技能实训	(1)
1.1 电子工艺实训室的安全操作规程	(1)
1.2 电子工艺实训常用工具介绍	(2)
1.3 焊接技术训练	(4)
1.4 PCB 板焊接	(7)
1.5 导线焊接	(9)
1.6 几种易损元件的焊接	(11)
1.7 焊接质量及缺陷	(12)
1.8 电子工业生产中的焊接简介	(14)
1.9 万用表的使用入门	(15)
1.10 电子元器件	(18)
1.11 电子元器件检测	(23)
1.12 SMT 技术	(26)
1.13 电子产品装配工艺	(31)
1.14 电子工艺实训操作一览表	(35)
第2部分 典型电子电路设计与制作	(36)
2.1 电子电路基础实验	(36)
2.2 多组竞赛抢答器电路设计	(48)
2.3 数字压力秤电路设计	(49)
2.4 电阻、电容、电感多用测量仪电路设计	(53)
2.5 电子拔河游戏机电路设计	(55)
2.6 数控增益放大器设计	(58)
2.7 红外线数字转速表电路设计	(59)
2.8 数字频率计电路的设计	(63)
2.9 公用电话计时器设计	(67)
2.10 声光控开关的制作	(70)
2.11 臭氧发生器电路设计	(72)
2.12 函数信号发生器的设计	(75)
2.13 可调直流稳压电源设计	(79)
2.14 测量放大器电路设计	(82)
第3部分 综合训练——整机装配实例	(87)
3.1 数字万用表的组装	(87)

3.2	调幅半导体收音机的组装与调试	(115)
3.3	调频半导体收音机的组装与调试	(125)
3.4	机器猫的仿真及组装	(132)
3.5	电子门铃的设计与组装	(138)
3.6	多用充电器的焊接、安装与调试	(140)
3.7	冰箱除臭器的焊接与安装	(148)
3.8	电视伴音无线耳机的焊接、安装与调试	(152)
附录 电工电子常用仪器设备使用说明		(159)
附录一	THD-4 型数字电路实验箱	(159)
附录二	THM-1 型模拟电路实验箱	(160)
附录三	DGJ-3 型电工技术实验装置	(162)
附录四	SAC-DG II 型电工技术实验装置	(167)
附录五	GVT-417B 交流毫伏表	(171)
附录六	FG708S 函数信号发生器使用说明	(174)
附录七	TDS1002 数字存储示波器使用说明	(178)
附录八	GOS-620 双轨迹示波器使用说明	(183)
附录九	V-252T 双踪通用示波器	(188)

第1部分 电子工艺基本技能实训

1.1 电子工艺实训室的安全操作规程

为了人身与设备安全,保证实验顺利进行,进入实验室后要遵守实验室的规章制度和实验室安全规则。

一、人身安全

实验室中常见的危及人身安全的事故是触电,它是人体有电流通过时产生的强烈的生理反应。轻者身体局部产生不适,严重的将产生永久性伤害,直到危及生命。为避免事故的发生,进入实验室后应遵循以下规则:

(1) 进入实验时不允许赤脚,各种仪器设备应有良好的接地线。

(2) 仪器设备、实验装置的强电电源线应有良好的绝缘外套,芯线不得外露。

(3) 在进行强电或具有一定危险性的实验时,应有两人以上合作;测量高压时,通常采用单手操作,并站在绝缘垫上或穿上厚底胶鞋。在接通交流 220V 电源前,应通知实验合作者。

(4) 万一发生触电事故时,应迅速切断电源,如距电源开关较远,可用绝缘器具将电源线切断,使触电者立即脱离电源,并采取必要的急救措施。

(5) 实验结束后,须切断电源,小型工具、仪表收好,外置仪表摆放整齐,并打扫室内卫生。

二、仪器及设备安全

(1) 使用仪器前,应认真阅读使用说明书,掌握仪器的使用方法和注意事项。

(2) 使用仪器时,应按要求正确接线。

(3) 实验中要有目的地操作仪器面板上的开关(或旋钮),切忌用力过猛。

(4) 实验过程中,精神必须集中。当嗅到焦臭味、见到冒烟和火花、听到“劈啪”响声、感到设备过热及出现保险丝熔断等异常现象时,应立即切断电源,在故障未排除前不得再次开机。

(5) 使用电烙铁一定要放在专用支架上,严禁放在工作台上或其他物体上,使用中不得乱甩焊锡、敲打烙铁,不用时须拔掉插头。

(6) 搬动仪器设备时,必须轻拿轻放;未经允许不得随意调换仪器,更不准擅自拆卸仪器设备。

(7) 仪器使用完毕,应将面板上各旋钮、开关置于合适的位置,如将万用表功能开关打至“OFF”位置、仪器电源开关关闭等。

(8) 为保证仪器及器件安全,在连接实验电路时,应该在电路连接完成并检查完毕后,再接电源及信号源。

1.2 电子工艺实训常用工具介绍

一、训练要求

- (1) 电烙铁的使用。
- (2) 电烙铁检测。
- (3) 其他装配工具的认识及使用
- (4) 焊接材料的感性认识。

二、主要器材

- (1) 实习工具 1 套：电烙铁、剪线钳、平口钳、一字螺丝刀、十字螺丝刀、镊子。
- (2) 实习万用表。
- (3) 焊料、焊剂。

三、训练内容

1. 电烙铁的使用

1) 电烙铁的分类

电烙铁是手工焊接的基本工具，是根据电流通过发热元件产生热量的原理而制成的。电烙铁一般分为外热式和内热式两种，另外还有恒温式、吸锡式等类型。外热式电烙铁的烙铁头是插在电热丝里面，它加热较慢，但相对比较牢固。内热式电烙铁是指烙铁芯在烙铁头里面，如图 1.2.1 所示。烙铁芯是采用镍铬电阻丝绕在瓷管上制成的，外面再套上耐热绝缘瓷管。烙铁头的一端是空心的，它套在芯子外面，用弹簧夹紧固。由于烙铁芯装在烙铁头内部，热量完全到达烙铁头上，升温快，热效率高达 85% ~ 90%，烙铁头部温度可达 350℃ 左右，20W 内热式电烙铁的实用功率相当于 25 ~ 40W 的外热式电烙铁。



图 1.2.1 内热式电烙铁

内热式电烙铁的常用规格为 20W、30W、50W 等几种。本实验室中选用的是 30W 内热式电烙铁。

2) 烙铁头的选择与修整

(1) 选择烙铁头的依据是：应使它尖端的接触面积小于焊接处(焊盘)的面积。烙铁头接触面过大，会使过多的热量传导给焊接部位，损坏元器件及印制板。一般说来，烙铁头越长、越尖，温度越低，需要焊接的时间越长；反之，烙铁头越短、越粗，则温度越高，焊接的时间越短。

(2) 烙铁头经过一段时间使用后，由于高温和助焊剂的作用，烙铁头被氧化，使表面凹凸不平，这时就需要修整。修整的方法一般是将烙铁头拿下来，根据焊接对象的形状及焊点的密度，确定烙铁头的形状和粗细，用锉刀修整，修整过的烙铁头要马上镀锡。

3) 电烙铁的摆放

焊接操作时，电烙铁一般放在方便操作的右方烙铁架中，与焊接有关的工具应整齐有序地摆放在工作台上。

2. 电烙铁的检测

为保证使用者的安全，电烙铁在使用前需检查是否完好。检查分为：

(1)外观检查 目测电烙铁的电源插头、电源线及烙铁是否完好，电源线有无芯线外露，在使用中应注意经常检查手柄上紧固螺钉及烙铁头的锁紧螺钉是否松动，若出现松动，容易造成短路。电烙铁使用一段时间后，应清除氧化层。

(2)用万用表检查 如图 1.2.2 所示(30W 电热丝的电阻值约为 $1.7\text{k}\Omega$ 左右)。

- ① 将万用表置于“ Ω ”挡，选择 $R \times 2\text{k}\Omega$ 量程，进行“ Ω 校零”。
- ② 如果所测的电阻值为 0Ω ，则内部的烙铁芯短路或者连接杆处的导线相碰。
- ③ 如果所测的电阻值为过量程，则内部的烙铁芯开路或者连接杆处的导线脱落。
- ④ 对于电阻值为 0Ω 或过量程的电烙铁均需要进行维修。
- ⑤ 维修后的电烙铁还需要进行再测试。

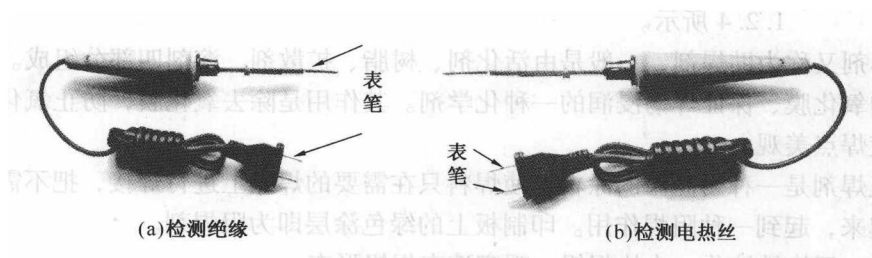


图 1.2.2 万用表检查烙铁

3. 其他装配工具的认识及使用

常见的装配工具见图 1.2.3。

1) 螺丝刀

螺丝刀是用来拆卸和装配螺丝必不可少的工具，分为一字螺丝刀和十字螺丝刀。

螺丝刀在使用中应注意以下几点：

(1) 根据螺丝口的大小选择合适的螺丝刀，螺丝刀口太小会拧毛螺丝口，从而导致螺丝无法拆装。

(2) 在拆卸螺丝时，若螺丝很紧，不要硬去拆卸，应先按顺时针方向拧紧该螺丝，以便让螺丝先松动，再逆时针方向拧下螺丝。

(3) 将螺丝刀刀口在磁铁上擦几下，以便刀口带些磁性，这样在装螺丝时能够吸起螺丝，可防止螺丝落到机壳底部。不过，用于专门调整录音机磁头的螺丝刀不要这样处理，否则会使磁头带磁，影响磁头的工作性能。

(4) 在装配螺丝时，不要装一个就拧紧一个，应注意在全部螺丝装上后，再把对角方向的螺丝均匀拧紧。

2) 钳子

钳子用来剪硬的材料和作为紧固的工具。准备一把平口钳和一把剪线钳，平口钳用来安装、加固一些小的零件，还可以用来拆卸和紧固某些特殊插脚的螺母。剪线钳用来剪元器件的引脚，也可以代替剥线钳剥去导线的外皮。

3) 镊子

镊子是配合焊接不可缺少的辅助工具，它可以用来拉引线、送管脚，以方便焊接，也可以帮助拆卸元器件。另外，镊子还有散热功能，可以减少元器件承受更多的热量。



图 1.2.3 装配工具

4) 锉刀

锉刀用来锉一些金属制作的零件或用来除锈,也可以用来锉掉元器件管脚和烙铁头的氧化层。



图 1.2.4 焊锡丝

4. 焊接材料的认识

(1) 焊接材料包括焊料和焊剂。焊料是易熔金属,熔点低于被焊金属。焊料熔化时,在被焊金属表面形成合金而与被焊金属连接到一起。焊料按成分可分为锡铅焊料、铜焊料、银焊料等。在一般电子产品装配中,主要使用锡铅焊料,俗称焊锡。

手工焊接常用的焊锡丝,是将焊锡制成管状,内部充加助焊剂,如图 1.2.4 所示。

(2) 焊剂又称为助焊剂,一般是由活化剂、树脂、扩散剂、溶剂四部分组成。它是清除焊件表面的氧化膜、保证焊锡浸润的一种化学剂。其作用是除去氧化膜,防止氧化,减小表面张力,使焊点美观。

(3) 阻焊剂是一种耐高温的涂料,使焊料只在需要的焊点上进行焊接,把不需要焊接的部分保护起来,起到一种阻焊作用。印制板上的绿色涂层即为阻焊剂。

实验 A: 用烙铁熔化一小块焊锡,观察液态焊锡形态。

实验 B: 在液态焊锡上熔化少量松香,观察变化。

1.3 焊接技术训练

一、训练要求

- (1) 通过五步法练习,初步掌握锡焊技艺、拆焊技术。
- (2) 焊前的准备。
- (3) 各种元器件的焊接、拆焊。
- (4) 电子工业生产中的焊接简介。

二、主要器材

(1) 实习工具 1 套: 电烙铁、焊锡丝、剪线钳、平口钳、一字螺丝刀、十字螺丝刀、镊子。

(2) 焊锡丝、练习板、元器件若干。

三、训练内容

1. 电烙铁的使用方法

1) 电烙铁的握法

根据电烙铁大小的不同和焊接操作时的方向和工件不同,可将手持电烙铁的方法分为反握法、正握法和握笔法三种,如图 1.3.1 所示。为了保证人体安全一般烙铁离开鼻子的距离通常以 30cm 为宜。反握法动作稳定,长时间操作不宜疲劳,适合于大功率烙铁的操作。正握法适合于中等功率烙铁或带弯头电烙铁的操作。一般在工作台上焊印制板等焊件时,多采用握笔法。

2) 焊锡的基本拿法

焊锡丝一般有两种拿法。焊接时,一般左手拿焊锡,右手拿电烙铁。进行连续焊接时采用图 1.3.2(a) 的拿法,这种拿法可以连续向前送焊锡丝。图 1.3.2(b) 所示的拿法在只焊接

几个焊点或断续焊接时适用，不适合连续焊接。

2. 焊接操作步骤

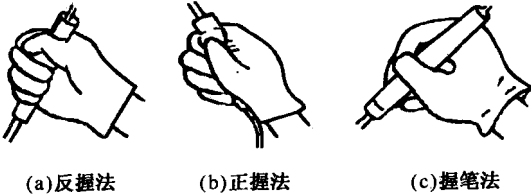


图 1.3.1 电烙铁的握法

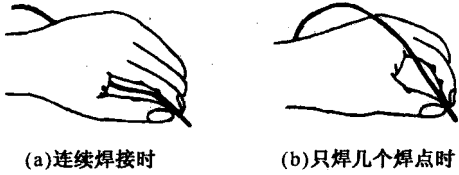


图 1.3.2 焊锡的基本拿法

1) 手工锡焊过程

在工厂中，常把手工锡焊过程归纳成八个字“一刮、二镀、三测、四焊”。

(1) 刮 就是处理焊接对象的表面。焊接前，应先对被焊件表面进行清洁处理，有氧化层的要刮去，有油污的要擦去。

(2) 镀 是指对被焊部位进行搪锡处理。

(3) 测 是指对搪过锡的元件进行检查，检查在电烙铁高温下是否损坏。

(4) 焊 是指最后把测试合格的、已完成上述三个步骤的元器件焊到电路中去。焊接完毕要进行清洁和涂保护层，并根据对焊接件的不同要求进行焊接质量检查。

2) 五步操作法

手工锡焊作为一种操作技术，必须要通过实际训练才能掌握，对于初学者来说进行五步操作法训练是非常必要的。五步操作法如图 1.3.3 所示。

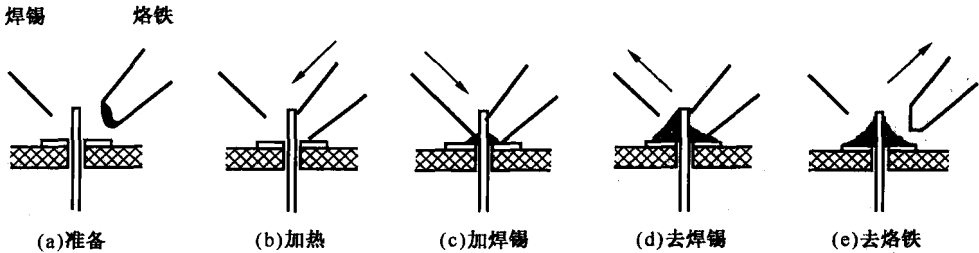


图 1.3.3 五步操作法

(1) 准备施焊 准备好被焊工件，电烙铁加热到工作温度，烙铁头保持干净，一手握好电烙铁，一手拿焊锡丝，电烙铁与焊料分居于被焊工件两侧。

(2) 加热焊件 烙铁头放在两个焊件的连接处，时间保持 1~2s，使被焊部位均匀受热，不要施加压力或随意拖动烙铁，对于在印制板上焊接元器件，要注意使烙铁头同时接触焊盘和元器件的引线。

(3) 加入焊丝 当工件被焊部位升温到焊接温度时，送上焊锡丝并与工件焊点部位接触，熔化并润湿焊点。

(4) 移去焊丝 熔入适量焊丝(焊件上已形成一层薄薄的焊料层)后，迅速将焊丝向外斜上 45°方向移去焊丝。该步是掌握焊锡量的关键。

(5) 移开烙铁 移去焊丝后，约 3~4s，在助焊剂(焊锡丝内一般含有助焊剂)还未挥发完之前，迅速与轴向成 45°方向移去烙铁，否则将得到不良焊点。该步是掌握焊接时间的关键。

3) 焊接操作注意事项

- (1) 保持烙铁头清洁 为防止烙铁头氧化,要随时将烙铁头上的杂质除掉,保持清洁。
- (2) 搭焊锡桥 在烙铁头上保持少量的焊锡,作为加热时烙铁头与焊件之间传热的桥梁,可以提高加热的速度,减小对焊盘和工件的损伤。
- (3) 不施压 用烙铁头对焊件施压不能提高加热速度,反而会对焊件造成损伤。
- (4) 保持静止 移动烙铁后要保持焊件静止,直到焊料凝固成形。防止造成焊点疏松,导电性能差。
- (5) 控制好焊丝和烙铁 焊丝和烙铁都要向后 45° 方向(方向相反)及时移去,焊丝加入过少,造成焊接不牢;加入过多易形成短路。烙铁加热时间过短,会造成虚焊;过长会造成焊剂失效、焊盘脱落、元器件损坏。

(6) 不要将焊料加到烙铁头上进行焊接 焊料长时间放在烙铁头上造成焊料氧化、助焊剂失效,致使焊接失败。

4) 良好的焊点要求

- (1) 具有良好的导电性。
- (2) 具有一定的机械强度。焊好后可用镊子轻摇元器件脚,观察有无松动现象。
- (3) 焊点表面光亮、清洁,形状近似圆锥形。焊点零件脚全部浸没,其轮廓又隐约可见。
- (4) 焊点不应有毛刺和空隙。

3. 拆焊

拆焊是将已焊好的元器件从焊盘拆除,调试和维修中常需要更换一些元器件,拆焊同样是焊接工艺中的一个重要的工艺手段。

1) 拆焊工具

拆焊中一般要使用的工具有:吸锡绳、吸锡筒、吸锡电烙铁等。

2) 拆焊操作要点

严格控制加热的温度和时间,以保证元器件不受损坏或焊盘不翘起、断裂。拆焊时不要用力过猛,否则会损坏元器件和焊盘。可用拆焊工具吸去焊点上的焊料。在没有吸锡工具的情况下,可以用电烙铁将焊锡粘下来。

3) PCB(Printed Circuit Board 印制板)上元器件的拆焊方法

(1) 分点拆焊法 用电烙铁对焊点加热,逐点拔出,该方法适用于焊点距离较远的焊点。

(2) 集中拆焊法 用电烙铁同时快速交替加热几个焊接点,待焊锡熔化后一次拔出,该方法适用于焊点距离较近的焊点。

(3) 通开焊盘孔 拆焊后如果焊盘孔被堵塞,应用针等尖锐物在加热的情况下,从铜箔面将孔穿通(严禁从印制板面捅穿孔),或将多余的焊锡去掉后,用尖的烙铁修一下焊盘孔,使孔穿通,再插进元器件引线或导线进行重焊。

4) 一般焊接点的拆焊方法

(1) 保留拆焊法 是对需要保留元器件引线和导线端头的拆焊方法。适用于钩焊、绕焊。

(2) 剪断拆焊法 是沿着焊接元件引脚根部剪断的拆焊方法。适用于可重焊的元件或连接线。

1.4 PCB 板焊接

一、训练要求

- (1) 掌握印制板装配方法，为实习产品安装打基础。
- (2) 手工烙铁焊接技法。

二、训练器材

(1) 实习工具 1 套：电烙铁、焊锡丝、剪线钳、平口钳、一字螺丝刀、十字螺丝刀、镊子。

(2) 练习用印制板、元器件若干。

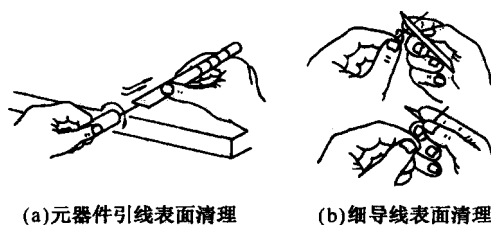
三、训练内容

- (1) 元器件引线表面清理；
- (2) 印制板和元器件检查；
- (3) 元器件引线成型；
- (4) 元器件插装；
- (5) 元器件焊接；
- (6) 辅助工具使用。

1. 焊接前准备

1) 元器件引线表面清理

元器件在焊接前要进行表面清理，清除污物，去除氧化层。导线要先剥去外皮，镀锡以备用。部分开关、插座和电池仓极片及引脚等也要先镀锡。元器件引线表面清理如图 1.4.1 所示。



(a) 元器件引线表面清理

(b) 细导线表面清理

图 1.4.1 元器件引线表面清理

2) PCB 板和元器件检查

装配前应对 PCB 板和元器件进行检查，内容主要包括：

(1) PCB 板 图形、孔位及孔径是否符合图纸，有无断线、缺孔等，表面处理是否合格，有无污染或变质。

(2) 元器件 品种、规格及外封装是否与图纸吻合，元器件引线有无氧化、锈蚀。

3) 元器件引线成型

元器件在装插前需弯曲成型。弯曲成型的要求是：根据印制板孔位远近，弯曲元器件引脚，做成合适的形状。

2. 元器件插装与焊接

(1) 焊接印制板一般选用内热式(20~35W)或恒温式电烙铁，烙铁头常用小型圆锥烙铁头。烙铁头应修整窄一些，使焊一个端点时不会碰到相邻端点。随时保持烙铁头的清洁和镀锡。

(2) 工作台上如果铺有橡胶皮、塑料等易于积累静电的材料时，MOS 集成电路芯片及印制电路板不宜放在台面上。

(3) 电子元件摆放方法有卧式摆放和立式摆放。元件腿弯曲不要贴近根部，以免弯断，造成元件损坏。

所有的安装过程，在没有特别指明的情况下，元件必须从线路板正面装入。线路板上的元件符号图指出了每个元件的位置和方向，根据元件符号的指示，按正确的方向将元件脚插入线路板的焊盘孔中，在线路板的另一面将元件脚焊接在焊盘上。

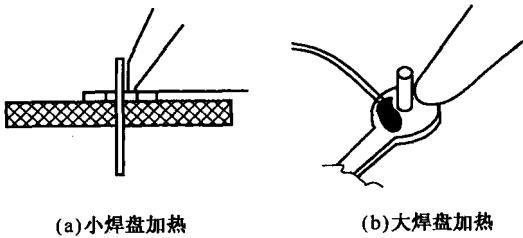


图 1.4.2 焊接示意图

(4) 将弯曲成形的元器件插入对应的孔位中，进行焊接。加热时，应尽量使烙铁头同时接触印制板上的铜箔和元器件引线。对较大焊盘，焊接时烙铁可绕焊盘移动，以免长时间停留，导致局部过热。耐热性差的元器件应使用工具辅助散热。焊锡建议使用 63/37 铅锡合金松香芯焊锡丝，禁止使用酸性助焊剂焊锡丝。图 1.4.2 为焊接示意图。

(5) 焊好后，剪去多余引线，注意不要对焊点施加剪切力以外的其他力。检查印制板上所有元器件引线焊点，修补缺陷。

(6) 集成电路若不使用插座，则直接焊到印制板上，安全焊接顺序为地端—输出端—电源端—输入端。

3. 正确的焊接方法

1) 正确的焊接方法

(1) 将电烙铁头靠在元件脚和焊盘的结合部，如图 1.4.3(a)。注：所有元件从焊接面焊接。

(2) 若电烙铁头上带有少量焊料，可使烙铁头的热量较快传到焊点上。将焊接点加热到一定温度后，用焊锡丝触到焊接件处，融化适量的焊料；焊锡丝应从烙铁头的对称处加入。如图 1.4.3(b)。

(3) 当焊锡丝适量融化后，迅速移开焊锡丝；当焊接点上的焊料流散接近饱满，助焊剂尚未完全挥发，也就是焊接点上的温度最适当、焊锡最光亮、流动性最强的时刻，迅速移开电烙铁。如图 1.4.3(c)。

(4) 焊锡冷却后就得到一个理想的焊接了。如图 1.4.3(d)。

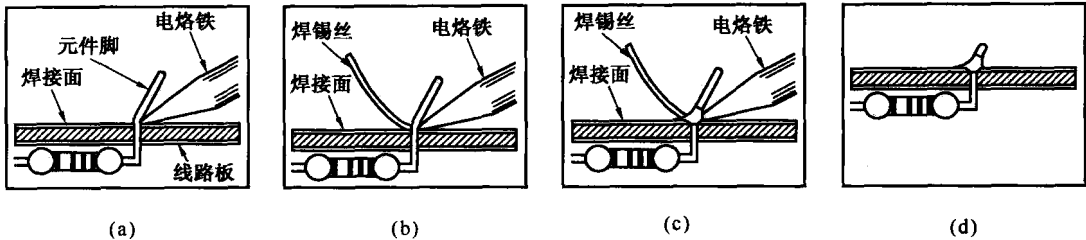


图 1.4.3 正确的焊接方法

2) 不良的焊接方法

(1) 加热温度不够 焊锡不向被焊金属扩散生成金属合金。如图 1.4.4(a)。

(2) 焊锡量不够 造成焊点不完整，焊接不牢固。如图 1.4.4(b)。

(3) 焊锡过量 容易将不应连接的端点短接。如图 1.4.4(c)。

(4) 焊锡桥接 焊锡流到相邻通路，造成线路短路。这个错误需用烙铁横过桥接部位即可改正。如图 1.4.4(d)。

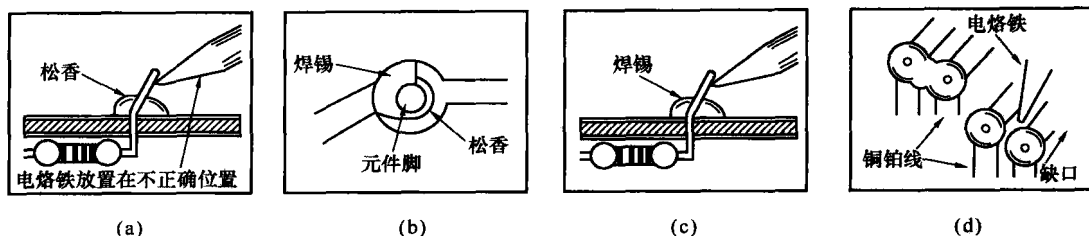


图 1.4.4 不良的焊接方法

1.5 导线焊接

一、训练要求

- (1) 掌握导线的加工、连接方法。
- (2) 手工烙铁焊接技法。

二、训练器材

- (1) 电烙铁、焊锡丝、剪线钳、平口钳、一字螺丝刀、十字螺丝刀、镊子。
- (2) 导线及其他练习材料。

三、训练内容

- (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。
- (4) 辅助工具使用。

操作要点：剥线长度合适(图 1.5.1)；预焊可靠且多留锡(图 1.5.2)。

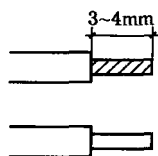


图 1.5.1 导线剥线长度

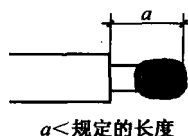


图 1.5.2 导线预焊图

1. 焊接前处理

1) 去绝缘层

用剥线钳或剪线钳除去连接端头的绝缘层，注意不要折断导线金属芯。

2) 预焊

(1) 剥去绝缘外皮的导线端部必须进行预焊，预焊导线的最大长度应小于裸线长度。

(2) 烙铁头工作面放在距离露出的裸导线根部一定距离加热，防止绝缘层在高温下绝缘性能会下降。

(3) 导线端头预焊时要边上锡边旋转，旋转方向与拧合方向一致。

2. 导线焊接种类

如图 1.5.3 所示，导线焊接方式主要有以下几种：

(1) 绕焊 也称为网焊。它是把经过镀锡的导线端头在接线端子上缠一圈，用钳子拉紧

缠牢后进行焊接的一种方式。绕接较复杂，但连接可靠性高，如图 1.5.4 所示。绕接时注意导线一定要紧贴端子表面，绝缘层不接触端子。

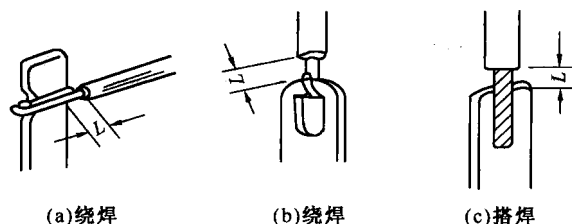


图 1.5.3 导线焊接方式

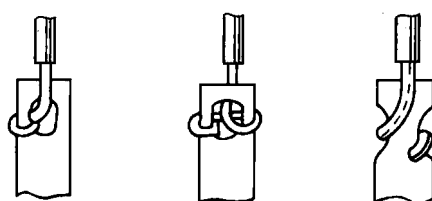


图 1.5.4 绕接示意图

(2) 钩焊 是将导线端子弯成钩形，钩在接线端子上并用钳子夹紧后进行焊接的一种方式，如图 1.5.5 所示。钩焊强度低于绕焊，但操作简便。

(3) 搭焊 是将经过镀锡的导线搭在接线端子上进行焊接的一种焊接方式，如图 1.5.6 所示。搭焊最简便，但强度和可靠性也最差，仅用于临时连接或不便于绕焊和钩焊的地方以及某些接插件上。

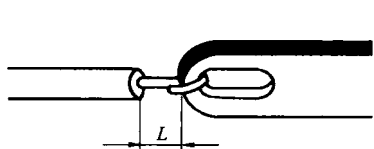


图 1.5.5 钩焊示意图

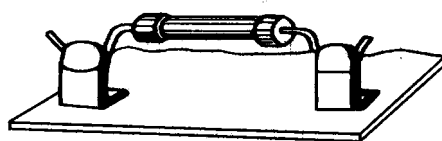
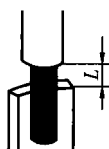


图 1.5.6 搭焊示意图

3. 导线焊接形式

(1) 导线 - 接线端子的焊接 通常采用压接钳压接，但对某些无法压接连接的场合可采用绕焊、钩焊和搭焊等焊接方式。

(2) 导线 - 导线的焊接 主要以绕焊为主。对于粗细不等的两根导线，应将较细的缠绕在粗的导线上；对于粗细差不多的两根导线，应一起绞合。

(3) 导线 - 片状焊件的焊接 片状焊件一般都有焊线孔，往焊片上焊接导线时要先将焊片、导线镀上锡，焊片的孔要堵死，将导线穿过焊孔并弯曲成钩形，然后再用电烙铁焊接，不应搭焊。

(4) 导线 - 杯形焊件的焊接 杯形焊件的接头多见于接线柱和接插件，一般尺寸较大，常和多股导线连接，焊前应对导线进行镀锡处理。

(5) 导线 - 槽、柱、板形焊件的焊接 焊件一般没有供绕线的焊孔，可采用绕、钩、搭接等连接方法。每个接点一般仅接一根导线，焊接后都应套上合适尺寸的塑料套管。

(6) 导线 - 金属板的焊接 将导线焊到金属板上，关键是往板上镀锡，要用功率较大的烙铁或增加焊接时间。

(7) 导线 - PCB 板的焊接 在 PCB 板上焊接众多导线是常有的事。为了提高导线与板上焊点的机械强度，避免焊盘或印制导线直接受力被拽掉，导线应通过印制板上的穿线孔，从 PCB 的元件面穿过，焊在焊盘上。

1.6 几种易损元件的焊接

一、训练要求

- (1) 掌握易损元器件的焊接方法。
- (2) 手工烙铁焊接技法。

二、训练器材

- (1) 电烙铁、焊锡丝、剪线钳、平口钳、一字螺丝刀、十字螺丝刀、镊子。
- (2) 练习用印制板、开关、插座、发光二极管、瓷片电容等。

三、训练内容

易损元件包括注塑元件、簧片类元件等，焊接时，加热时间控制不当或施加外力会造成塑件变形、簧片失去弹力等后果。

1. 注塑外壳元件的焊接

采用热塑方式制成的电子元器件，如微动开关、插接件等，不能承受高温，如不控制加热时间，极易造成塑料变形，导致元件失效或降低性能造成隐性故障。

焊接此类元件时应注意以下事项：

(1) 元器件预处理时将接点清理干净，去除氧化层，先镀锡，以利焊接及缩短焊接时间；

(2) 焊接时需一个脚一个脚地焊，缩短元件脚的加热时间；

(3) 烙铁头不得对元件脚施加压力；在塑壳未冷却前，不要碰压元件；

(4) 选用含助焊剂量较小的锡线，锡线直径为 $\phi 0.6 \sim 0.8\text{mm}$ 较适宜；

(5) 焊接耳机插座时可将耳机预先插入插座中，再进行焊接，防止变形。

2. 簧片类元件接点焊接

这类元件有继电器、波段开关等，其特点是在制造时给接触簧片施加了预应力，使之产生适当弹力，保证电接触的性能。在安装施焊过程中，不能对簧片施加过大的外力和热量，以免破坏接触点的弹力，造成元件失效。

焊接此类元件时应注意以下事项：

(1) 可靠地镀锡；加热时间要短。

(2) 烙铁头不得对元件脚施加任何外力；焊锡量宜少。

3. 瓷片电容、发光二极管的焊接

这类元器件的共同特点是加热时间过长就会失效，使瓷片电容内部接点开焊，发光管管芯损坏。焊接前一定要处理好焊点，焊接要快，或采用辅助散热措施，避免过热失效。

4. FET 及集成电路焊接

MOSFET 特别是绝缘栅极型元件，由于其输入阻抗很高，稍有不慎即可使其内部击穿而失效。双极型集成电路由于内部集成度高，管子隔离层很薄，一旦受到过量的热也易损坏。上述类型电路都不能承受 250°C 的温度。

焊接此类元件时应注意以下事项：

(1) 焊接时间不宜超过 3s ，在保证润湿的前提下尽可能短；

(2) 使用防静电恒温烙铁，温度控制在 $230 \sim 250^{\circ}\text{C}$ ；

(3) 电烙铁的功率，采用内热式的不超过 20W ，外热式不超过 30W 。