

高等职业教育精品工程规划教材

电子产品生产工艺

刘任庆 主 编
彭铁牛 刘小兵 杨 雪 副主编



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

高等职业教育精品工程规划教材

电子产品生产工艺

刘任庆 主 编

彭铁牛 刘小兵 杨 雪 副主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书按照电子产品生产工艺,结合工业与信息产业部的“电子元器件检验员”证书考试大纲和人力资源和社会保障部《电子器件检测工》职业资格证书考试的有关要求,以项目为载体,采用任务驱动的方法,主要介绍电子元器件的符号、结构、作用及外观认识和元器件的质量检测;电子元器件的焊接机理及焊接操作和质量监控;电子产品的装配工艺及文件的制作;电子产品生产过程中的安全防范;电子产品调试方法;最后应用收音机、万用表、MP3的组装实例将前面所学的知识点综合运用起来,达到理论联系实际、学做合一的目的。

本书可以作为各类高职高专院校的电子信息工程、应用电子技术、通信技术、电子检测、计算机主板与维修、自动化等相关专业的教材,也可作为其他高等工科院校、中等职业学校电子类专业的教材,还可供有关教师与工程技术人员参考。本书的主要特点是实用性强,通俗易懂,适合于读者自学。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

电子产品生产工艺 / 刘任庆主编. —北京: 电子工业出版社, 2014.4

ISBN 978-7-121-20620-7

I. ①电… II. ①刘… III. ①电子产品—生产工艺—高等学校—教材 IV. ①TN05

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第120136号

策划编辑: 郭乃明

责任编辑: 郝黎明

印 刷: 三河市双峰印刷装订有限公司

装 订: 三河市双峰印刷装订有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 12 字数: 307.2千字

版 次: 2014年4月第1版

印 次: 2014年4月第1次印刷

定 价: 28.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

电子产品生产工艺是一门实践性很强的课程。当前，随着电子信息产业的迅速发展，新知识、新技术、新工艺、新器件不断更新出现，对工程技术人员的综合技能的要求也越来越高。电子产品生产工艺是高职高专电子和自动化类专业的一门重要课程，应加强实践环节教学，培养学生深入了解工程观念，提高学生实践动手能力，弥补从基础理论到工程实践之间的不足。

本教材是根据电子产品生产工艺，参考信息产业部的“电子元器件检验员”证书考试大纲和劳动部《电子器件检测工》职业技能鉴定的有关要求，结合电子企业技术人员的意见和企业的实际需求而编写的，集电子产品生产工艺基础知识、电子 CAD、焊接工艺（包括 SMT 技术）和学生实际制作于一体。教材紧密结合职业教育的特点，以项目为载体，内容编排力求简捷明快、深入浅出；学术理论与实践相结合，体现了“应用性、实用性、综合性和先进性”原则，重视基础知识、基本技能的培养和训练，突出内容的实用性和实践性，着重于实际应用能力的培养。

本教材适合于各类高职高专院校电子技术应用、应用电子技术、电子信息工程、电子工程、通信技术、电子检测、计算机主板与维修、自动化等相关专业使用。也可作为其他高等工科院校、中等职业学校电子类专业的教材，还可供有关教师与工程技术人员参考。本书的主要特点是实用性强，通俗易懂，适合于读者自学。

本书由株洲职业技术学院刘任庆主编（项目三和项目四），株洲职业技术学院彭铁牛（预备知识、项目一和项目二）、刘小兵（项目七和项目八）、辽宁机电职业技术学院杨雪（项目五和项目六）任副主编。刘任庆负责全书的统稿、修改和定稿工作。

由于时间匆忙和编者水平有限，错误与不足之处在所难免，恳请读者批评指正。

编者

目 录

预备知识 电子产品生产安全	(1)
一、人身安全	(1)
二、触电的预防与急救	(2)
三、三相用电安全	(4)
四、静电防护	(5)
五、文明生产	(7)
项目一 常用工具的认识与使用	(8)
1.1 电烙铁的认识与使用	(8)
1.1.1 电烙铁结构与分类	(8)
1.1.2 电烙铁的选择	(10)
1.1.3 电烙铁的使用	(11)
1.2 热风枪的认识与使用	(12)
1.2.1 热风枪的外形结构	(12)
1.2.2 热风枪的使用	(13)
1.3 万用表的认识与使用	(14)
1.3.1 万用表的结构	(14)
1.3.2 万用表的使用	(15)
1.4 其他工具的认识与使用	(18)
1.4.1 螺丝刀	(18)
1.4.2 钢丝钳	(19)
1.4.3 尖嘴钳	(19)
1.4.4 斜口钳	(19)
1.4.5 毛刷和皮吹	(20)
1.4.6 镊子	(20)
1.4.7 不锈钢空心针	(20)
1.4.8 捅针	(21)
1.4.9 切刀	(21)
项目考核	(21)
常用工具的认识与使用考核要求与评价标准	(22)
项目二 常用电子元器件的认识与测量	(23)
2.1 电阻器的认识与测量	(24)
2.1.1 作用与构成	(24)
2.1.2 认识与测量	(25)
2.2 电容器的认识与测量	(34)

2.2.1	作用与构成	(34)
2.2.2	认识与测量	(35)
2.3	电感器的认识与测量	(42)
2.3.1	作用与构成	(42)
2.3.2	认识与测量	(43)
2.4	晶体二极管的认识与测量	(46)
2.4.1	作用与构成	(46)
2.4.2	认识与测量	(47)
2.5	晶体三极管的认识与测量	(53)
2.5.1	作用与构成	(53)
2.5.2	认识与测量	(54)
2.6	场效应管的认识与测量	(59)
2.6.1	作用与构成	(59)
2.6.2	认识与测量	(61)
2.7	晶闸管和单结管的认识与测量	(63)
2.7.1	作用与构成	(63)
2.7.2	认识与测量	(65)
	项目考核	(66)
	常用电子元器件的认识与测量考核要求与评价标准	(67)
项目三	常用集成电路的认识与测量	(68)
3.1	常用的模拟集成电路的认识	(74)
3.1.1	三端稳压集成电路	(74)
3.1.2	集成运放电路	(76)
3.1.3	功放集成电路	(79)
3.2	常用的数字集成电路的认识	(81)
3.2.1	数字集成电路的分类	(81)
3.2.2	数字集成电路的命名	(83)
3.2.3	常用逻辑门集成电路	(85)
3.2.4	常用触发器集成电路	(90)
	项目考核	(91)
	常用集成电路的认识与测量考核要求与评价标准	(91)
项目四	常用材料的认识	(92)
4.1	导电材料(线材)的认识	(92)
4.1.1	常用线材的种类	(92)
4.1.2	常用线材的使用条件	(96)
4.2	绝缘材料的认识	(98)
4.2.1	常用绝缘材料的性质	(98)
4.2.2	常用绝缘材料	(99)
4.3	磁性材料的认识	(100)

项目考核	(102)
常用材料的认识考核要求与评价标准	(102)
项目五 PCB 的认识与制作	(103)
5.1 PCB 的认识	(104)
5.2 用刀刻法制作 PCB	(107)
5.3 用漆图描绘法制作 PCB	(109)
5.4 用感光板制作 PCB	(110)
5.5 用热转印法制作 PCB	(113)
5.6 企业 PCB 的生产工艺	(114)
5.6.1 PCB 的制作方法	(114)
5.6.2 PCB 板的生产流程	(116)
考核评价	(118)
项目六 THT 元器件的拆装	(119)
6.1 焊接材料的认识与选择	(122)
6.1.1 焊接工具	(122)
6.1.2 焊接材料	(126)
6.2 线材的加工与焊接	(129)
6.2.1 焊接准备	(129)
6.2.2 手工焊接的步骤	(131)
6.2.3 导线加工与焊接工艺	(133)
6.2.4 焊接缺陷分析	(136)
6.2.5 焊接后的清洗	(137)
6.3 THT 元器件的加工与焊接	(138)
6.3.1 元器件加工(成形)	(138)
6.3.2 印制电路板手工焊接	(139)
6.4 THT 元器件的拆焊	(140)
6.4.1 拆焊技术	(140)
6.4.2 拆焊练习	(141)
考核评价	(142)
项目七 SMT 元器件的拆装	(143)
7.1 SMT 元器件的认识	(144)
7.1.1 表面安装元器件	(144)
7.1.2 无源器件	(145)
7.1.3 有源器件	(146)
7.2 SMT 元器件的拆装	(148)
7.2.1 实训主要设备简介	(148)
7.2.2 BGA 芯片的植锡板工具介绍	(148)
7.2.3 SMT 元件焊接	(148)
7.2.4 SMC/SMD 的手工焊接评价报告	(150)

7.2.5 实训注意事项	(150)
7.3 企业电子产品的焊接工艺	(156)
7.3.1 焊点的质量要求	(156)
7.3.2 焊接质量的检验方法	(157)
7.3.3 PCBA 常见焊点的缺陷及分析	(158)
考核评价	(160)
项目八 电子产品的安装与调试	(161)
8.1 收音机的组装与调试	(167)
8.1.1 收音机的电路原理	(167)
8.1.2 收音机整机装配	(168)
8.1.3 收音机的调试	(170)
8.2 万用表的组装与调试	(171)
8.2.1 DT830 数字万用表的电路原理	(171)
8.2.2 DT830B 数字万用表的整机装配	(173)
8.2.3 DT830B 数字万用表的整机调试	(175)
8.3 MP3 的组装与调试	(175)
8.3.1 MP3 的电路原理	(175)
8.3.2 MP3 整机装配	(176)
8.3.3 MP3 的调试	(177)
考核评价	(180)
参考文献	(181)

预备知识 电子产品生产安全

电是现代物质文明的基础，同时又是危害人类的肇事者之一。触电事故不同于其他事故，往往无显示迹象，人们的感觉器官不能预先察觉，事故一旦发生，顷刻之间就可能造成人身伤亡和财产破坏的后果。从事电子装接工作一定要懂得安全用电常识，严格遵守安全操作规则，将安全用电的观念贯穿到工作的全过程。

一、人身安全

人体因触及带电流作用面造成局部受伤，甚至死亡的现象称为触电。根据伤害程度可分为电伤和电击。电伤是指电流通过人体外表造成局部的伤害；电击是指电流通过人体内部，使人体肌肉痉挛（抽筋），神经紊乱，导致呼吸停止，严重危害生命的伤害。触电对人体造成的电伤一般是非致命的，真正危害生命的是电击。

（一）触电引起伤害的因素

触电对人体的伤害与多种因素有关，主要有电击强度、电流的途径和电流的性质等。

1. 电击强度

电击强度是指通过人体的电流与通过时间的乘积。1mA 的电流可引起肌肉剧烈收缩、神经麻木，电疗仪及电子针灸仪即是利用微弱电流对人体的刺激来达到治疗的目的的；十几毫安的电流可使肌肉剧烈收缩、痉挛、失去自控能力，无力使自己与带电体脱离；几十毫安的电流通过人体 1s 以上就可造成死亡；几百毫安的电流可以使人体严重烧伤，并立即停止呼吸；人体受到 30mA·s 以上的电击强度时，就会产生永久性的伤害。

2. 电流的途径

电流流过人体造成的伤害不同，若电流不经过人体的脑、心、肺等重要部位，除了电击强度较大时会造成内部烧伤外，一般不会危及生命；若电流流经人体的心脏，则会引起心室颤动，较大电流还会造成心脏停跳；若电流流经人体的脑部，则会使人昏迷，直至死亡；若电流流经人体的肺部，则会影响呼吸，使呼吸停止。

3. 电流的性质

电流对人体的伤害还与电流的性质有关，直流电不易使心脏颤动，人体忍受直流电击的电击强度要稍高一些；静电因随时间很快减弱，没有足够量的电荷，一般不会导致严重后果；高频（特别是高于 20kHz）电流由于趋肤效应，使得体内电流相对减弱，故对人体伤害较小；40~300Hz 的交流电对人体危害最大，当通过时间超过心脏脉动周期时，极易引起心室颤动而

造成严重后果。其中工频（50Hz）信号人们接触最多，危害最大。

（二）触电的原因

发生触电的主要原因，通常是人们没能遵守操作规程或粗心大意，直接接触及或过分靠近电气设备的带电部分。不同的场合，引起触电的原因也不一样。

1. 用电设备不合要求

电烙铁、电风扇绝缘损坏、漏电及其外壳无保护接地或接地线不良；开关、闸刀插座的外壳破损或相线绝缘老化，失去保护作用；绝缘线被电烙铁烫坏引起触电等。

2. 用电不谨慎

违反布线规程，在室内乱拉电线，在使用中不慎造成触电；随意加大熔断器的规格或用铜丝代替熔丝，失去保险作用，引起触电；用湿布擦拭电线和电器，也容易造成触电。

（三）触电对人体的危害

触电对人体的危害主要有电击和电伤两种。

1. 电击

电击是指电流通过人体内部，影响呼吸、心脏和神经系统，造成人体内部组织的损坏乃至死亡。它对人体的伤害程度与通过人体的电流大小、通电时间、电流途径及电流性质有关。

2. 电伤

电伤是指由于电流的热效应、化学效应或机械效应对人体所造成的危害，包括烧伤、电烙伤、皮肤金属化等。它对人体的危害一般是体表的、非致命的。

（1）烧伤：是指由于电流的热效应而灼伤人体皮肤、皮下组织、肌肉，甚至神经等。其表现形式是发红、起泡、烧焦、坏死等。

（2）电烙伤：是指由于电流的机械效应或化学效应，使得触电点的皮肤变为带电金属体的颜色。

（3）皮肤金属化：是指由于电流的化学效应，使得触电点的皮肤变为带电金属体的颜色。

二、触电的预防与急救

（一）触电的预防

生命是世间万物最宝贵的。安全保护首先应保护人身安全，预防触电是安全用电的核心。

1. 安全用电制度

学习和遵守安全用电规则与工艺规程，学会使用这些规则和规程。当你走进实验室、实训室等一切用电场所时，千万不要忽略安全用电制度。

2. 安全用电操作

- (1) 任何情况下检修电路的电器都要先断开电源，拔下电源插头；
- (2) 不要用湿手触及开关、插拔都要先断开电源，拔下电源插头；
- (3) 不要同时触及两件电气设备；
- (4) 遇到不明情况的电线，先认为它是带电的；
- (5) 发现电气设备有打火、冒烟或其他不正常气味时，应迅速断开电源，并请专业人员进行检修；
- (6) 使用的电烙铁应放在安全架上，禁止直接放在工作台或其他物体上，防止烧焦起火；
- (7) 电气着火不要使用水灭火；
- (8) 遇到较大体积的电容器先进行放电，再进行检修；
- (9) 在非安全电压下作业时，应尽可能单手操作，并应站在绝缘胶上。

3. 安全电压

安全电压是指在一定的皮肤电阻下，人体不会受到电击时的最大电压。我国规定的安全电压有 42V、36V、24V、12V、6V 等。

安全电压并不是指在所有条件下均对人体不构成危害，它与人体电阻和环境因素有关。人体电阻一般分为体内电阻和皮肤电阻。体内电阻基本上不受外界条件的影响，其值为 500 Ω 左右。

皮肤电阻因人因条件而异，干燥皮肤的电阻大约为 100k Ω ，但随着皮肤的潮湿条件下，安全电压应为 24V 或 12V，甚至 6V。

(二) 触电急救

触电急救的要点是动作迅速，救护得法。发现有人触电，首先要使触电者尽快脱离电源，然后根据具体情况，进行相应的救治。

1. 脱离电源

- (1) 如开关箱在附近，可立即拉下闸刀或拔掉插头，断开电源；
- (2) 如距离闸刀较远，应迅速用绝缘良好的电工钳或有干燥木柄的利器（刀、斧、锹等）砍断电线，或用干燥的木棒、竹竿、硬塑料管等物迅速将电线拨离触电者；
- (3) 若现场无任何合适的绝缘物（如橡胶、尼龙、木头等）可利用，救护人员也可用几层干燥的衣服将手包裹好，站在干燥的木板上，拉触电者的衣服，使其脱离电源；
- (4) 对高压触电，应立即通知有关部门停电或迅速拉下开关，或由有经验的人采取特殊措施切断电源。

2. 救治

对于触电者，可按以下三种情况分别处理：

- (1) 对触电后神志清醒者，要有专人照顾、观察，情况稳定后，方可正常活动；对轻度昏迷或呼吸微弱者，可针刺或掐人中、十宣、涌泉等穴位，并送医院救治；

(2) 对触电后无呼吸但心脏有跳动者,应立即采用口对口人工呼吸;对有呼吸但心脏停止跳动者,则应立刻进行胸外心脏挤压法进行抢救;

(3) 如触电者心跳和呼吸都已停止,则须同时采取人工呼吸和俯卧压背法、仰卧压胸法、心脏挤压法等措施交替进行抢救。

三、三相用电安全

(一) 三相电路的保护接零

电力系统的供电是将 6kV 以上的高压电经变压器降压后,送给工厂和用户使用。我国采用三相四线制供电,变压器负端中性点接地称为工作接地,从中性点引到用户的线称为工作零线。

用电设备外壳与工作零线相接称为保护接零。其优点是当绝缘损坏,有一相线碰壳时,通过外壳设备使该相线与零线形成短路(即短路碰壳),利用短路时产生的大电流,促使线路保护装置断开(如熔断器断开),以消除触电的危险。

必须注意零线不准接熔断器。

常用电子仪器、家用电器均采用交流单相 220V 供电,其中输电线一根为相线,一根为工作零线。

保护接零是指电器外壳要接地,即除火线、零线外,还应有一根保护零线,保护接零的措施是采用三芯接头。正确的接法是 E 接外壳, L 接相线, N 接工作零线。

必须注意不能把工作零线与保护零线接在一起,这样不仅不能起到保护作用,反而可能使外壳带电,当人体接触电器外壳时引起触电。

保护接零(地线)和工作零线相比,对地电压均为零,但保护零线不能接熔断器,而工作零线可以接熔断器。

(二) 三相电路的保护接地

在没有中性点接地的三相三线制电路系统中,用电设备的外壳与大地连接起来称为保护接地。

当一相线碰到用电设备的外壳而设备未接地时,人触及设备外壳要发生单相触电。当采用保护接地时,接地电阻远小于人体电阻。因此,当人体接触电外壳时,由于接地电阻(R_b)远小于人体电阻(R_r),产生的大电流通过 R_b 到地,使电路保护装置动作,可避免人体的触电危险。

根据国家有关标准规定,接地电阻 $R_b \leq 4 \sim 10 \Omega$ 。

(三) 漏点保护开关

漏点保护开关也称为触电保护开关,是一种切断型保护安全技术,它比接地保护或接零保护更灵敏、更有效。漏电保护器有电压型和电流型两种,其工作原理基本相同,可把它看成是一种具有检测电功能的灵敏继电器。

漏点保护开关的主要作用是防止人身触电,在某些条件下,也能起到防止电气火灾的作

用。

按照国家标准规定，电流型漏电保护开关电流与时间乘积（又称电击强度）小于等于 $30\text{mA}\cdot\text{s}$ 。实际产品额定动作电流一般为 30mA ，动作时间为 1s （乘积为 $30\text{mA}\cdot\text{s}$ ），如果是在潮湿等恶劣环境，可以选用动作电流更小的规格。

（四）装接操作

在电子产品装接工作中，除了要加强用电安全外，还要防止机械损伤和烫伤，相关的操作要求如下。

- （1）裂开、破损的或松动的工具柄，在使用前要进行替换或修理。
- （2）在印制板上剪元件引脚时，斜口钳的开口端应不朝向自己，以免线段弹伤脸部。
- （3）使用螺丝刀紧固螺钉时，应防止打滑伤及自己的手。
- （4）要把工具和材料放稳，不让其滑动、滚动或落下。
- （5）传递带尖工具时，其带尖端应背向对方。
- （6）使用钻床时，一定要用钻床台钳或其他夹具把工件夹牢。
- （7）拿电烙铁时，只能拿其手柄。
- （8）烙铁不用时，要放在专门的烙铁架上。
- （9）不能用手触摸在通电状态下的功率器件、散热片、变压器等，以免烫伤。
- （10）不要随意乱甩烙铁头上多余的锡。

四、静电防护

ESD（Electro Static Discharge）即静电放电，是一种广泛存在的自然现象。日常生活可以感觉到的静电现象包括人在地毯上行走及接触把手时的触电感、冬天穿毛衣时所产生的噼啪声等，这些对我们日常生活没有很大的影响，但对电子元件及电子线路板有很大的冲击。

（一）静电的基本知识

- （1）静电：物体表面所带过剩或不足的相对静止不动电荷，称为静电。
- （2）静电放电（ESD）：具有不同静电电位的物体，由于直接接触或静电感应引起物体间的静电电荷转移，在静电场的能量达到一定程度后，击穿其间介质面进行放电的现象。

（二）静电产生的原因

常状态下，原子的质子数和电子数相同，物质处于电中性状态，宏观上表现出不带电现象。当电子由于某种原因在不同原子间发生转移，物质失去电平衡，静电因此产生。

（1）导致静电产生原因：摩擦、碰撞、剥离；静电感应；电容改变；压电效应；电磁辐射感应。

（2）导致静电增加原因：低温度（空气干燥）；一定的活动（走动、推动、移动、或滚动）；快速运动；所接触的材料类型（特别是合成材料、普通塑料和绝缘体）。

常见物品的起电序列:

(-) $\xrightarrow{\hspace{10em}}$ (+)

金、银、铜、硬橡皮、棉花、纸、铝、羊毛、尼龙、人的头发、玻璃、人手

(3) 静电放电 (ESD) 与人体的反应: >3000V 能感觉到; >4000V 能听到; >5000V 能看到。

(三) 静电在电子工业中的危害

1. 静电在电子工业中的危害

(1) 即时失效 (约占 10%): 指一次性造成电子元件介质击穿或烧毁永久性失效。

(2) 延时失效 (约占 90%): 造成器件的性能劣化或参数指标下降, 仍可能通过所有检验和测试, 但产品在使用中会过早出现故障和失效。

2. 引起失效的几种情况

(1) 造成 PN 结软击穿, 产品可靠性下降。

(2) 芯片内多晶硅或金属互连击穿, 废品率上升。

(3) 芯片内引线击穿, 废品率上升。

3. 静电防护方法

在实际生产中, 主要从两个方面进行静电防护, 即防止静电的积聚和对已积聚的静电进行泄放。

常用的方法有以下几种。

(1) 接地法: 接地能消除导体上的静电, 接地电阻应小于 100Ω 。绝缘体直接接地反而容易发生静电放电, 应在绝缘体与大地之间保持 $10^6 \sim 10^9\Omega$ 的电阻。

(2) 泄漏法: 增加空气的湿度可以降低绝缘体的绝缘性, 增加静电通过绝缘体表面的泄放。使用导电橡胶或喷涂导电塑料效果也很好。

(3) 中和法: 主要通过感应中和、离子风中和等方法将静电荷中和掉。

(4) 工艺控制法: 从工艺流程、材料选用、设备安装和操作管理等方面实行一些措施, 对静电加以控制。

(5) 消除人体的静电: 穿戴防静电工作服和防静电鞋等。

4. 常用静电防护器材

(1) 防静电工作台。

(2) 人员用的防静电腕带。

(3) EOS 防护桌面。

(4) EOS 防护地板、地垫。

(5) 建筑地面。

(6) 公共接地点。

(7) 大地。

5. 静电的防护

工作人员在工作时要穿戴好防静电服, 防静电鞋。戴好防静电手腕或防静电手套。工作

台上要垫上防静电台垫，工作车间最好配上离子风机，设备要有良好的接地。

(1) 生产前的准备。

- ① 穿防静电工作服。
- ② 带好接地环（手腕带/脚腕带）。
- ③ 通过仪器测试。
- ④ 检查 ESD 装备是否完好。

(2) 操作过程。

- ① 拿元件前双手触摸工作台面。
- ② 将器件引脚向下放在消散静电的台面上。
- ③ 不要在任何表面上拖动或滑动。
- ④ 拿住集成块，而不是引脚。
- ⑤ 非导体应与静电安全工作区保持 1m 以上的距离。
- ⑥ 只有在静电安全工作区才将元器件及电路板从防静电包装盒中拿出。
- ⑦ 将静电敏感元器件放在抗静电容器内或包装盒中。
- ⑧ 将搬运次数减少到最低限度。

五、文明生产

文明生产，简单地讲就是生产要讲文明，生产要讲科学性。文明生产是保证产品质量和安全生产的重要条件。为了提高企业员工的整体素质，每一个人进入企业前，必须进行职前教育，经过培训，逐步形成遵守纪律和严格执行工艺操作规程的习惯。

文明生产的内容有以下 7 个方面。

(1) 生产场地必须清洁整齐。工作台案、工作台地面及常用仪器设备等要保持清洁整齐。光线充足，通风排气良好，周围环境的颜色也要和谐得当。

- (2) 操作过程用的工具、仪表设备等要有条理地放在操作者附近，并自觉妥善使用和保管。
- (3) 各种零件、部件等都要排列有序地放在合理的位置上，有的还要加防尘、防碰装置。
- (4) 进入实训室或生产场地应按规定穿戴工作服、鞋、帽，必要时应戴手套。
- (5) 必须保持工作室的安静，不要大声喧哗。讲究个人卫生，不得在工作室吃零食。
- (6) 实训完毕，将工作台上的工具、仪器设备等复原，把无用的废弃物放入专门容器内。
- (7) 做到操作标准化、规范化。

项目一 常用工具的认识与使用



项目描述

电子产品的组装、调试及维修过程中，经常需要使用焊接、测量、拆卸等工具。正确地认识和使用这些常用工具，将直接影响组装、调试及维修过程中的工作效率和工艺质量。本项目通过对常用工具的结构和分类等介绍，来认识常用工具的特点，掌握常用工具的正确选用、使用方法、操作要领等基本技能。



知识准备

电子产品的组装、调试及维修过程中常用工具有电烙铁、热风枪、万用表、螺丝刀、钢丝钳、尖嘴钳、斜口钳、镊子等，可用来进行焊接、测量和拆卸元器件及装配件。

1.1 电烙铁的认识与使用

电烙铁是电子焊接中最常用的工具，作用是将电能转换成热能对焊接点部位进行加热焊接，电烙铁是用来焊锡的，正确地选择合适的电烙铁，是保证焊接质量的基础。

1.1.1 电烙铁结构与分类

根据不同的用途、结构、功率等有不同的分类方法，主要按加热元件的结构特点可分为以下5种类型。

1. 外热式电烙铁

一般由烙铁头、烙铁芯、外壳、手柄、插头等部分所组成。烙铁头安装在烙铁芯内，以热传导性好的铜为基体的铜合金材料制成，外热式电烙铁的结构如图 1-1-1 所示。

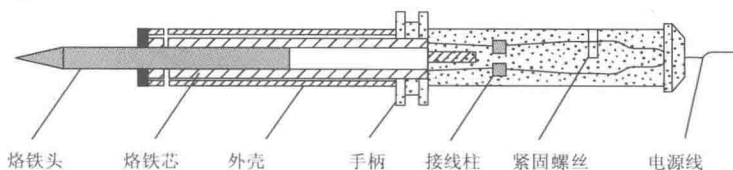


图 1-1-1 外热式电烙铁的结构

烙铁头的长短可以调整（烙铁头越短，烙铁头的温度就越高），且有圆斜面形、圆锥形、凿式、尖锥式和弯形等不同的形状，以适应不同焊接面的需要，常用烙铁头的形状如图 1-1-2 所示。



图 1-1-2 常用烙铁头的形状

2. 内热式电烙铁

内热式电烙铁的发热元件装在烙铁头的内部，由于发热芯子装在烙铁头里面，故称为内热式电烙铁。芯子是采用极细的镍铬电阻丝绕在瓷管上制成的，在外面套上耐高温绝缘管。烙铁头的一端是空心的，它套在芯子外面。内热式电烙铁的结构如图 1-1-3 所示。

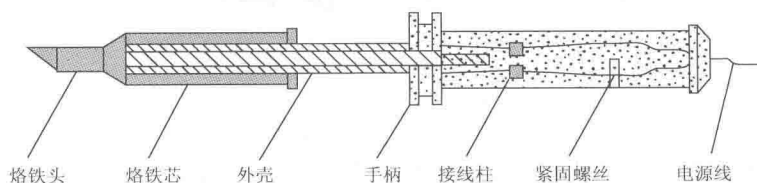


图 1-1-3 内热式电烙铁的结构

3. 感应式电烙铁

感应式电烙铁又称为速热烙铁或焊枪，如图 1-1-4 所示。它里面实际是一个变压器，这个变压器的匝数只有一匝。当变压器初级通电时，次级感应的大电流通过加热体，使同它相连的烙铁头迅速达到焊接所需的温度。这种电烙铁的特点是加热快，通电几秒钟就能达到焊接温度，特别适合于断续工作使用，不能用于电荷敏感器件的焊接。这种烙铁会因感应电荷的作用而击穿元器件，如绝缘栅 MOS 场效应晶体管和绝缘栅 MOS 电路等。

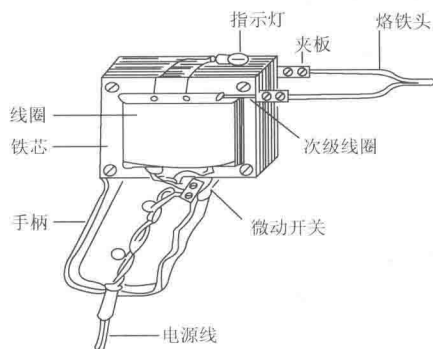


图 1-1-4 感应式电烙铁的结构

4. 吸锡式电烙铁

在普通直热式烙铁上增加吸锡结构，使其具有加热、吸锡两种功能。也可将吸锡器做成单独的一种工具，使用吸锡器时，要及时清除吸入的吸渣，保持吸锡孔通畅。在检修电子整