

高职高专电子类 **十一五规划** 精品课程 建设教材

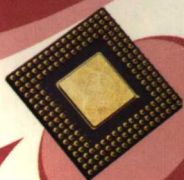
电子技术实验与实训教程

总主编：杨利军

主编：陈 惠

洪志刚

主审：庾朝永



GAOZHI GAOZHUAN
DIANZILEI SHIYIWU GUIHUA
JINGPIN KECHENG JIANSHE JIAOCAI



中南大学出版社

中国农村合作银行 中国农村信用合作社 中国农村信用合作社联合社

中国农村信用合作社

中国农村信用合作社

中国农村信用合作社

中国农村信用合作社

中国农村信用合作社



中国农村信用合作社

中国农村信用合作社

高职高专电子类规划教材建设教材
精品课程

电子技术实验与实训教程

主 编 陈 惠 洪志刚

副主编 龙 剑 王朝红 成治平 高俊祥
高岳民

编 委 王朝红 龙 剑 成治平 刘 奕
李艳玲 陈 惠 肖 炜 宋志刚
洪志刚 高岳民 高俊祥

主 审 刘任庆

中南大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

电子技术实验与实训教程/陈惠,洪志刚主编. —长沙:

中南大学出版社, 2007. 8

ISBN 978-7-81105-543-6

I. 电... II. ①陈... ②洪... III. 电子技术—实验—教材

IV. TN-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 115246 号

电子技术实验与实训教程

主编 陈 惠 洪志刚

☐ 责任编辑 陈应征

☐ 责任印制 文桂武

☐ 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:0731-8876770

传真:0731-8710482

☐ 印 装 湖南大学印刷厂

☐ 开 本 787×1092 1/16 ☐ 印张 16.25 ☐ 字数 394 千字

☐ 版 次 2007 年 8 月第 1 版 ☐ 2007 年 8 月第 1 次印刷

☐ 书 号 ISBN 978-7-81105-543-6

☐ 定 价 28.00 元

图书出现印装问题,请与经销商调换

高职高专电子类**规划教材****精品课程**建设教材编委会

学术顾问：姚和芳

总 主 编：杨利军

编 委：（按姓氏笔画排序）

王红雨	邓木生	尹立贤	尹耕钦	龙 剑
龙安国	李加升	李伟尧	李合军	朱国军
刘湘国	刘晓奎	刘悦音	汤光华	吴再华
沈治国	陈应华	陈 惠	陈寿才	应夏晖
周志光	周少华	周 玲	胡良君	洪志刚
陶炎焱	高俊辉	黄新民	黄会雄	虞朝永
蒋本立	董学义	黎晓明	魏振西	

总 序

为落实《国务院关于大力发展职业教育的决定》的精神，教育部、财政部决定在十一五期间实施国家示范性高等职业教育院校建设计划，并重点建设 100 所高职院校，通过深化改革，促进高等职业教育与经济社会发展紧密结合，加强内涵建设，提高教育质量，增强服务经济社会的能力，提升我国高等职业教育的整体水平。示范院校建设，专业建设是核心。其中三项重点工作之一是：“课程体系和教学内容改革，按照高技能人才培养的特点和规律，参照职业岗位要求，改革课程体系和教学内容，每个专业建设 3~5 门工学结合的优质核心课程和配套教材。”在十一五期间，“国家将启动 1000 门工学结合的精品课程，带动学校和地方加强课程建设。加强教材建设，重点建设好 3000 种左右国家规划教材，与行业企业共同开发紧密结合生产实际的实训教材，并确保优质教材进课堂”。

为了落实教育部、财政部有关要求，适应电子类高等职业教育教学改革与发展的形势，在湖南省教育厅职成处和湖南省教育科学研究院的支持、指导和帮助下，湖南省高等职业教育电子类专业教学研究会和中南大学出版社进行了广泛的调研，探索出版符合高职教育教学模式、教学方式、教学改革的新教材的路子。他们组织全国 30 多所高职院校的院系领导及骨干教师召开了多次教材建设研讨会，充分交流了教学改革、课程设置、教材建设的经验，把教学研究与教材建设结合起来，并对电子类专业高职教材的编写指导思想、教材定位、特色、名称、内容、篇幅进行了充分的论证，统一了思想，明确了思路。在此基础上，由湖南省高等职业教育电子类专业教学研究会牵头，成立了“湖南省电子类规划教材建设教材编委会”，组织编写出版高等职业教育电子类专业系列教材。编委会成员是由业内权威教授、专家、高级工程师技术人员组成，该系列教材的作者都是具有丰富的教学经验、较高学术水平和实践经验的教授、专家及骨干教师、双师型教师。编委会通过推荐、招标、遴选确定了每本书的主编，并对每本书的编写大纲、内容进行了认真审定，还聘请了知名教授、专家担任教材主审，确保教材的高质量、权威性和专业性。

根据高职教育应用型人才培养目标的要求，这套教材既具有高等教育的知识内涵，又具有职业教育的职业能力内涵，主要体现了以下特点：

(1) 以培养综合素质为基础，以提高能力为本位

本套教材把提高学生能力训练放在突出的位置，符合教育部电子类专业教学基本要求和人才培养目标，注重创新能力和综合素质培养，做到理论与实践的相结合。教材的编写注重技能性、实用性，加强实验、实训、实习等实践环节，力求把学生培养成为电子行业一线迫切需要的应用型人才。

(2) 以社会需求为基本依据,以就业为导向

适应社会需求是职业教育生存和发展的前提,也是职业教育课程设置的基本出发点。本套教材以电子企业的工作需求为依据,探索和建立根据企业用人“订单”进行教育与培训的机制,明确职业岗位对核心技能和一般专业能力的要求,重点培养学生的技术运用能力和岗位工作能力。以真实的项目或任务为载体设计专业课教学内容,使教学内容既具针对性,又具适应性,充分体现工学结合,使学生具有较强的就业岗位适应能力。

(3) 反映电子领域的新知识、新技术、新材料、新工艺、新设备、新方法

本套教材充分反映了电子行业内最新发展趋势和最新研究成果,体现了应用电子领域的新知识、新技术、新工艺、新方法。

(4) 贯彻学历教育与职业资格证书、技能证考试相结合的精神

本套教材把职业资格证书、技能证考证的知识点与教材内容相结合,将实践教学体系与国家职业技能鉴定标准相结合,把电子制图(Protel)等工种技能考证的基本内容融入教材体系中,并安排了相应的考证训练题及考证模拟题,使学生在获得学分的同时,也能通过职业资格证书考试。

(5) 教材内容精练

本套教材以工程实践中“会用、管用”为目标,理论以“必需、够用”为度,对传统教材内容进行了精选、整合、优化,能更好地适应高职教改的需要。由于做了统一规划,相关教材之间内容安排合理,基础课与专业课有机衔接,全套教材具有系统性、科学性。

(6) 教材体系立体化

为了方便老师教学和学生学习,本套教材提供了电子课件、电子教案、教学指导、学习指导、实训指导、题库、案例素材等教学资源支持服务平台。

教材的生命力在于质量,提高质量是永恒的主题。教材编委会及出版社将根据高职教育改革发展的形势及电子类专业技术发展的趋势,不断对教材进行修订、完善,精益求精,使之更好地适应高等职业教育人才培养的需要。

杨利军

2007年7月于株洲

(序作者为湖南省高等职业教育电子类专业教学研究会会长、湖南铁道职业技术学院副院长、教授)

前 言

电子技术实验与综合实训是高等职业院校电子、电气、自动化、通信、计算机等电子类专业学生重要的实践性教学环节,其重要性不亚于电子技术理论课的学习,对巩固和加深课堂教学效果、培养和提高学生的工程技术素质、独立分析问题和解决问题的能力、创新能力和理论联系实际的能力都具有十分重要的作用。本书是依据教育部最新制定的《高职高专教育模拟电子技术基础课程教学基本要求》及《高职高专教育数字电子技术基础课程教学基本要求》,为适应当前高职教学改革的需要,在总结了多年来教学、科研和生产实践经验的基础上编写而成的。

为适应高等职业教育的培养目标是技术应用型人才的需要,本书在编写中突出了以下几个特点:

1. 以能力为本位,针对性强。首先注重基础知识、基本技能培养和训练,为此编写了电子技术基本技能、模拟电子技术实验和数字电子技术实验;其次注重培养学生独立分析问题和解决问题的能力,本教材编写了多个综合实训课题,由浅入深、由易到难、循序渐进、既有综合性又有趣味性,通过大量实践,使学生提高设计、装配、调试电路的能力。

2. 突出创新性。随着电子技术的飞速发展,电子设计自动化(EDA)技术为电子电路的设计、调试提供了高效、快捷的方法和手段。本教材力争紧跟科学发展前沿,把计算机仿真技术与传统实践模式有机结合起来,基础实验部分使用 Multisim7 软件,数字电子技术综合实训使用 Maxplus II 软件,培养学生的创新能力和利用计算机仿真设计的能力。

3. 教材内容可选择性强。本教材是以电类各专业的需要为基础编写的,内容较全,能为教师和学生提供较大的信息量。同时教学内容的编排划分为三个层次,实现了从验证到设计再到综合性设计的教学模式,其难易程度满足了不同层次的教学要求,各院校可根据具体情况灵活安排教学内容。

4. 实用性强。教材中选编的大部分实验和课题都经过编写人员亲自操作检验,每个电路均给出了元器件参数,可直接引用。

本书由陈惠、洪志刚担任主编,高岳民、高俊祥、王朝红、刘奕、肖炜、宋志刚、成治平、龙剑、李艳玲等老师参编,其中湖南交通工程职业技术学院陈惠编写第1篇、第2篇第1节、第3篇第2节,湖南科技职业技术学院洪志刚编写第4篇第1节、第4节、附录4,湖南生物机电工程职业技术学院高岳民编写第2篇第3节、第3篇第3节,衡阳财经工业职业技术学院高俊祥编写第2篇第6节、附录1、2,长沙航空职业技术学院王朝红编写了第3篇第5节、第6节,湖南科技职业技术学院刘奕编写了第2篇第4节、第3篇第4节,邵阳职业技术学院肖炜编写了第4篇第3节,湖南铁道科技职业技术学院宋志刚编写了第2篇第2节、第3篇第1节,湖南科技职业技术学院成治平编写了第4篇第2节课题4、5,湖南交通工程职业技术学院龙剑编写了第2篇第5节。湖南机电职业技术学院李艳玲编写了第4篇第2节中的

课题 1、2、3。全书由陈惠负责统稿。

在本书的出版过程中,得到了湖南省电子教学研究会、中南大学出版社和部分高职院校的大力支持、指导和帮助,编者在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中难免有疏漏和错误之处,恳请读者批评指正。

编 者
2007 年 6 月

目 录

第 1 篇 电子技术基本技能	(1)
1.1 手工焊接工艺	(1)
1.1.1 焊接工具	(1)
1.1.2 焊料与焊剂	(3)
1.1.3 手工焊接技术	(3)
1.1.4 实用焊接工艺	(5)
1.2 电子常用仪表	(8)
1.2.1 低频信号发生器	(8)
1.2.2 万用表	(9)
1.2.3 交流毫伏表	(13)
1.2.4 示波器	(14)
1.3 常用电子元器件	(18)
1.3.1 电阻器	(18)
1.3.2 电容器	(23)
1.3.3 电感器	(27)
1.3.4 半导体二极管	(29)
1.3.5 半导体三极管	(33)
1.3.6 场效应管	(38)
1.3.7 半导体集成电路	(40)
第 2 篇 模拟电子技术实验	(44)
2.1 基本放大电路	(44)
2.1.1 三极管共发射极单管放大电路	(44)
2.1.2 场效应管放大器	(49)
2.1.3 三极管共发射极放大电路的仿真	(51)
2.2 差动放大电路	(56)
2.2.1 差动放大电路	(56)
2.2.2 差动放大电路的仿真	(58)
2.3 集成运算放大器的基本应用电路	(61)
2.3.1 比例运算电路	(61)
2.3.2 求和运算电路	(65)
2.3.3 积分与微分电路	(67)
2.3.4 集成运算放大电路的仿真	(70)

2.4 波形产生电路	(73)
2.4.1 RC 桥式振荡器	(73)
2.4.2 LC 正弦波振荡器	(74)
2.4.3 文氏电桥振荡器的仿真	(76)
2.4.4 LC 正弦波振荡器的仿真	(78)
2.5 低频功率放大器	(80)
2.5.1 OTL 功率放大器	(80)
2.5.2 OTL 功率放大电路的仿真	(83)
2.6 直流稳压电源	(85)
2.6.1 晶体管串联型稳压电源	(85)
2.6.2 集成稳压电源的仿真	(87)
第3篇 数字电子技术实验	(89)
3.1 集成门电路	(89)
3.1.1 TTL 和 CMOS 集成与非门的逻辑功能与参数测试	(89)
3.1.2 集成逻辑门的逻辑功能测试	(92)
3.2 组合逻辑电路	(96)
3.2.1 组合逻辑电路的分析与设计	(96)
3.2.2 常用组合逻辑功能器件的测试与应用	(99)
3.2.3 组合逻辑电路的仿真	(104)
3.2.4 常用中规模集成组合逻辑功能器件的仿真	(108)
3.3 触发器	(113)
3.3.1 触发器及其应用	(113)
3.3.2 触发器的仿真	(117)
3.4 脉冲信号的产生及整形	(119)
3.4.1 555 定时器及其应用	(119)
3.4.2 单稳态触发器的应用	(121)
3.4.3 555 定时器的应用仿真	(123)
3.5 时序逻辑电路	(128)
3.5.1 计数器	(128)
3.5.2 集成寄存器	(132)
3.5.3 时序逻辑电路的设计	(135)
3.5.4 集成计数器的仿真	(137)
3.6 A/D 与 D/A 的转换	(139)
3.6.1 A/D 与 D/A 转换器	(139)
3.6.2 A/D 与 D/A 应用电路仿真	(143)
第4篇 电子技术综合实训	(147)
4.1 电子电路的开发	(147)

4.1.1 电子电路开发的基本方法和一般步骤	(147)
4.1.2 电子电路的制作	(151)
4.1.3 电子电路的调试与故障检查	(156)
4.2 模拟电子技术应用的设计	(157)
4.2.1 逻辑信号电平测试仪	(157)
4.2.2 电表电路	(161)
4.2.3 集成音响放大器	(166)
4.2.4 简易镍氢电池自动恒流充电器	(175)
4.2.5 函数信号发生器	(179)
4.3 数字电子技术应用的设计	(187)
4.3.1 住院部病房呼叫系统	(187)
4.3.2 八路彩灯显示系统的设计	(190)
4.3.3 交通灯	(194)
4.3.4 比赛秒表	(197)
4.3.5 智力竞赛抢答器	(200)
4.4 电子技术综合性电路的设计与制作	(203)
4.4.1 声光控延时自熄节电开关的研制	(204)
4.4.2 亚超声遥控开关	(209)

附录

附录1 Multisim 7 简介	(215)
附录2 MAX + PLUS II 简介	(225)
附录3 表面安装技术的认知	(233)
附录4 电子设计竞赛	(237)
附录5 常用电容器、电阻器、电感器及电子仪表	(241)
参考文献	(245)

第1篇 电子技术基本技能

1.1 手工焊接工艺

电子产品装配过程中,焊接是连接各电子元器件及导线的主要手段。它利用加热手段,在两种金属的接触面,通过焊接材料的原子或分子的相互扩散作用,两种金属间形成一种永久的牢固结合。利用焊接方法进行连接而形成的接点叫焊点。电子元器件的焊接称为锡焊,它的焊料是铅锡合金,熔点比较低,是使用最早、适用范围最广的一种焊接方法。焊接的种类很多,本节主要介绍手工焊接工艺。

1.1.1 焊接工具

电烙铁是手工施焊的主要工具,选择合适的烙铁,并合理地使用它,是保证焊接质量的基础。由于结构用途的不同,有各式各样的烙铁,从烙铁的功率分,有 20 W, 30 W, ..., 300 W 等;从加热方式分,有直热式、感应式、气体燃烧式等。

常用的电烙铁一般为直热式。直热式又可分为外热式、内热式和恒温式三类。直热式电烙铁主要由烙铁芯、烙铁头、手柄、接线柱等组成。典型电烙铁结构如图 1-1-1 所示。它的关键部件是烙铁芯,它是将镍铬电阻丝绕在云母、陶瓷等耐热、绝缘材料上构成的。烙铁头安装在烙铁芯的里面,称为外热式电烙铁;烙铁芯安装在烙铁头里面,称为内热式。它们的工作原理类似。在接通电源后,烙铁芯升温,烙铁头受热温度升高,达到工作温度后,就可进行焊接。由于内热式电烙铁的烙铁芯在烙铁头内部发热,因而具有发热快、热利用率高、重量轻、体积小、耗电省的特点,得到了普遍应用,电子产品的手工焊接多采用内热式电

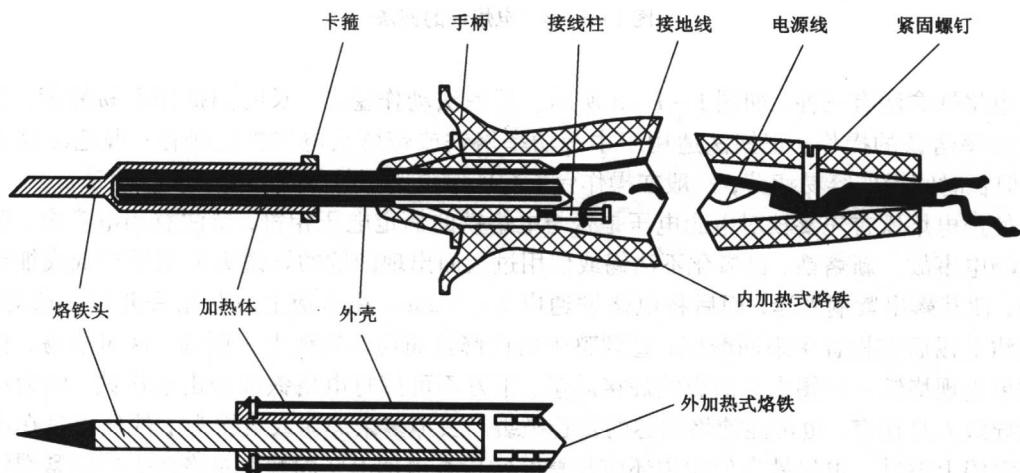


图 1-1-1 典型电烙铁的结构

烙铁。

烙铁头是用紫铜制作的,它的作用是储存热量和传导热量。为适应不同焊接物面的需要,烙铁头也有不同的形状,常见的有锥式、凿式和圆斜面式等,如图 1-1-2 所示。其中,圆斜面式是市售烙铁头的一般形式。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,会使过量的热量传导给焊接部位,损坏元器件及印制板。

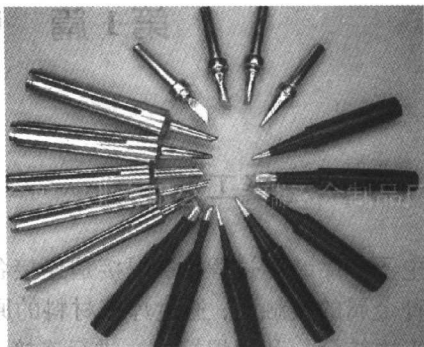


图 1-1-2 常见烙铁头的形状

电烙铁的种类及规格有很多种,而且被焊工件的大小又有所不同,因而合理地选用电烙铁的功率和种类,对提高焊接质量和效率有直接的关系。一般选择电烙铁主要从烙铁的种类、功率及烙铁头的形状三个方面考虑。一般的焊接应首选内热式电烙铁;对于大型元器件及直径较粗的导线应考虑选用功率大的外热式电烙铁,对要求工作时间长,被焊元器件又少,则应考虑用恒温电烙铁。具体来说,采用小型元器件的普通印制电路板和 IC 电路板的焊接应选用 20~25 W 内热式电烙铁或 30 W 外热式电烙铁;焊接导线及圆轴电缆,应选用 45~75 W 外热式电烙铁或 50 W 内热式电烙铁;焊接较大的元器件,如输出变压器的引线脚,应选用 100 W 以上的电烙铁。



图 1-1-3 电烙铁的握法

电烙铁拿法有三种,如图 1-1-3 所示。反握法动作稳定,长时间操作不易疲劳,适用于大功率烙铁的操作;正握法适用于中等功率烙铁或带弯头电烙铁的操作;握笔法易于掌握,但长时间操作容易疲劳,一般在操作台上焊印制电路板等焊件时多采用握笔法。

使用电烙铁首先要校对电源电压是否与电烙铁的额定电压相符,要注意用电安全,避免发生触电事故。新烙铁、已氧化不沾锡或使用过久而出现凹坑的烙铁头可先用砂纸或细锉刀打磨,使其露出紫铜光泽,而后将电烙铁通电 2~3 min,在木板上放些松香并放一段焊锡,烙铁沾上锡后在松香中来回摩擦,直到整个烙铁修整面均匀地镀上一层锡,这叫搪锡。搪锡后如果出现烙铁头挂锡太多而影响焊接质量,千万不可摔打电烙铁或敲击电烙铁,因为这样可能导致人身伤害,也可能使烙铁芯的瓷管破裂。去掉多余焊锡或烙铁头上的残渣是在湿布或湿海绵上擦拭。电烙铁在使用中还应注意经常检查手柄上坚固螺钉及烙铁头的锁紧螺钉是否松动,若出现松动,易使电源线扭动、破损,引起烙铁芯引线短路。

1.1.2 焊料与焊剂

焊料是指易熔的金属及其合金,它的熔点低于被焊金属,而且要易于与被焊物金属表面形成合金。焊料的作用是将被焊物连接在一起。焊料按其组成成分,可分为锡铅焊料、银焊料和铜焊料;按照使用的环境温度又可分为高温焊料和低温焊料。在一般的电子产品装配中主要使用锡铅焊料,俗称焊锡。焊锡具有熔点低、导电性好、抗腐蚀性能好、附着力强以及一定的机械强度等特点,在焊接技术中得到了极其广泛的应用。焊锡通常是锡与另一种低熔点金属铅所组成的合金,为了提高焊锡的物理化学性能,有时还掺入少量的铋(Sb)、铋(Bi)、银(Ag)等金属。不同的配置就具有不同的焊接特性。在焊接时,应根据被焊金属材料的可焊性、焊接温度以及对焊点机械强度的要求进行综合考虑以选择合适的焊料。

焊料的形状有圆片、带状、球状和焊锡丝等几种,常用的焊锡丝有的在其内部还夹有固体焊剂松香,常见的焊锡丝直径有4 mm、3 mm、2.5 mm、1.5 mm等。

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,主要用于清除氧化膜,防止焊接面的氧化以及增加焊锡的流动性,减小表面张力,增加焊料的润湿能力。

助焊剂大致可分为有机焊剂、无机焊剂和树脂焊剂三大类。树脂焊剂的主要成分是松香,松香加热熔化后成弱酸性,可与金属氧化膜发生还原反应,生成的化合物悬浮在液态焊锡表面,也起到保护焊锡表面不被氧化的作用。焊接完毕恢复常温后,松香又变成固体,无腐蚀、无污染、绝缘性能好,所以以松香为主要成分的树脂焊剂成为专用型的助焊剂。

1.1.3 手工焊接技术

1. 焊接操作的基本步骤

(1)准备施焊。准备好焊锡丝和烙铁。注意烙铁头保持干净,可以沾上焊锡(搪锡)。

(2)加热焊件。将烙铁接触焊接点,加热整个焊件全体,使焊件均匀受热,烙铁头放在两焊件的连接处时间为1~2 s。对于在印制板上焊接元器件,要注意烙铁头同时接触焊盘和元器件的引线。

(3)熔化焊料。当焊件加热到能熔化焊料的温度后将焊丝置于焊点,焊料开始熔化并润湿焊点。

(4)移开焊丝。当焊丝熔化一定量后,立即将焊丝向左上45°方向移开。

(5)移开烙铁。当焊锡完全润湿焊点后向右上45°方向移开烙铁,完成焊接。

上述过程,称为五步操作法,如图1-1-4所示。对于热容量较小的焊点,例如印制电路板上的小焊盘,可简化为三步操作,即上述步骤(2)和(3)合为一步;(4)和(5)合为一步,实际上细微区分还是五步,所以五步法有普遍性,是手工烙铁焊接的基本方法,上述整个过程只有2~4 s,各步时间的控制、时序的准确掌握、动作的熟练协调对保证焊接质量至关重要,必须通过实践才能逐步掌握。

2. 焊接的操作要点

(1)焊剂的用量要合适。使用焊剂时,必须根据被焊件面积大小和表面状态适量施用。用量过少,焊料与焊件不能牢固地结合,降低了焊点的强度;用量过多,不但造成了浪费,而且造成焊后焊点周围出现残渣,使印制电路板的绝缘性能下降,同时还可能腐蚀元器件。较合适的焊剂量是能润湿被焊物的引线和焊盘即可。

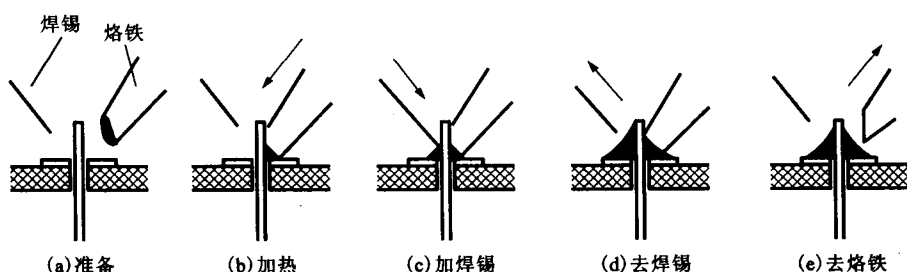


图 1-1-4 五步操作法

(2) 把握好焊接的温度和时间。焊接温度如果过低, 焊锡流动性差, 容易凝固, 形成虚焊。如果锡焊温度过高, 将会造成焊锡流淌, 焊点不易存锡, 焊剂分解速度加快, 使金属表面加速氧化, 容易导致印制电路板上的焊盘脱落。当使用天然松香助焊剂时, 锡焊温度过高容易造成虚焊。

锡焊时间的把握主要是根据被焊件是否完全被焊料所润湿的情况而定。通常焊点光亮、圆滑, 说明烙铁头与焊点的接触时间恰当, 如果焊点不亮并形成粗糙面, 说明温度不够, 时间太短, 此时只要将烙铁头继续放在焊点上多停留些时间, 便可改善焊点的粗糙程度。

(3) 保持烙铁头清洁。焊接时烙铁头长期处于高温状态, 又接触焊剂、焊料等, 烙铁头的表面很容易氧化并形成一层黑色的杂质, 这些杂质容易形成隔热层, 使烙铁头失去加热作用, 因此要随时将烙铁头的表面杂质层去除。

(4) 焊接时要扶稳被焊物。在焊接过程中, 特别是在焊锡凝固的过程中, 不能晃动被焊元器件本身及其引线, 否则将造成“冷焊”, 使焊点内部结构疏松, 造成焊点强度降低, 导电性能差。

(5) 采用正确的方法撤离电烙铁。焊点形成后烙铁要及时向右上 45° 方向撤离。烙铁撤离时, 轻轻旋转一下, 可使焊点保留适当的焊料, 同时, 焊点成型美观、圆滑。

(6) 不要使用过量的焊剂。适量的焊剂会提高焊点的质量。如过量使用松香焊剂时, 当加热时间不足时, 容易形成“夹渣”的缺陷。正常焊接时, 如使用松香芯焊丝, 基本上不需要再采用助焊剂。

(7) 焊点的重焊。当焊点一次焊接不成功或上锡量不够时, 要重新焊接。重新焊接时, 必须等上次的焊料和本次的焊料同熔为一体时, 才能把烙铁移开。

(8) 焊接 MOS 型场效应管和集成电路。焊接 MOS 型场效应管和集成电路时, 电烙铁外壳必须接地线或将烙铁电源插头拔下后焊接, 防止电场击穿栅极损坏器件。

(9) 焊接后的处理。焊接结束后, 要检查电路有无漏焊、错焊、虚焊现象, 并将焊点周围的焊剂清洗干净。

3. 焊点的质量要求和检查

焊接是电子产品制造中最主要的一个环节。据统计, 现在电子设备仪器中有将近一半的故障是由于焊接不良引起的。因此焊接时要做到以下几点。

(1) 可靠的电气连接。一个焊点要能稳定、可靠地通过一定的电流, 必须具备足够的连接面积和稳定的组织。如果焊锡仅仅只是堆积在焊件表面或只有少部分形成结合, 那么在最

初的测试和工作中也许不能发现,随着时间的推移和条件的改变,没有形成合金的表面就会被氧化,电路会出现时通时断或者不工作的现象,这种情况称为虚焊,而此时,电路焊点外表依然连接如初,给检查故障带来麻烦。

(2)焊点要具有足够的机械强度。为保证被焊件能经受震动或冲击,要求焊点要有足够的机械强度。而锡焊材料中的铅锡合金本身强度较低,要想增加强度就要有足够的连接面积。

(3)焊点表面要光滑、整齐。良好的外表不仅仅是外表美观的要求,而且是焊接高质量的体现。表面有金属光泽,说明焊接温度合适,生成了合金层。典型焊点外观要求形状为近似圆锥而表面微凹呈慢坡状;焊料的连接面呈半弓形凹面,焊料与焊件交界处平滑,接触角尽可能小;焊点表面有光泽且平滑,无裂纹、针孔、夹渣。典型焊点形状如图1-1-5所示。

焊接结束后,要对焊点进行检查。主要通过目测检查、手触检查和通电检查三种方法来发现问题。目测检查主要是根据焊点外观要求来评价焊点,常见焊点缺陷如图1-1-6所示。手触检查是指用手或镊子触摸、拉动元器件时,观察焊点的紧固程度。在确定外观和电路连接方面检查无误后,再通电检查,这是发现电路故障的重要手段,可检查出用目测检查、手触检查发现不了的虚焊、元器件损坏等问题。

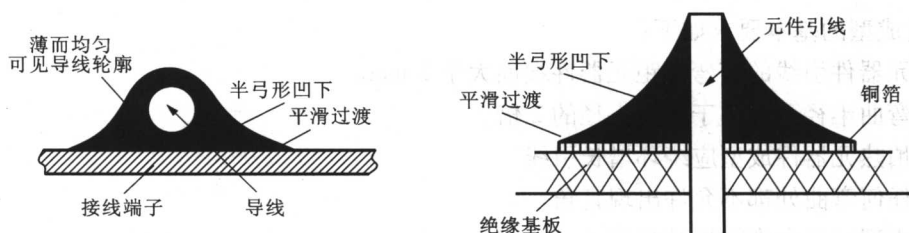


图1-1-5 典型焊点形状

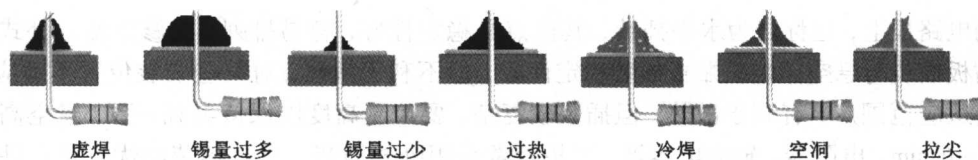


图1-1-6 常见焊点缺陷

1.1.4 实用焊接工艺

印制电路板的组装是将电子元器件按一定的方向和秩序插装到印制基板上,并用紧固件或锡焊等方法将其固定的过程,它是整机组装的关键。尽管在现代生产中印制板的装焊已经实现了自动化,但在产品研制、维修等领域主要还是手工操作。下面介绍手工操作的主要步骤和工艺要求。

1. 元器件和导线的镀锡

为了提高焊接的质量和速度,避免虚焊等现象,应在装配前对焊接表面进行可焊性处