

面向21世纪

高等职业技术教育电子电工类规划教材

模拟电子技术实训

主编 程民利 主审 周雪 程学信

西安电子科技大学出版社

<http://www.xduph.com>

XDUP

面向 21 世纪高等职业技术教育电子电工类规划教材

模拟电子技术实训

主编 程民利

参编 肖志锋 方彦

朱晓红 吕昕

主审 周雪 程学信

西安电子科技大学出版社

2006

内 容 简 介

本书以强化学生动手能力为目标,参照无线电装接工和无线电调试工的要求,详尽讲述了实践操作的方法、步骤和技巧,并有相应的操作训练。

全书共分5章,内容包括焊接与扎线、电子元器件的检测、电路图的解读、电子产品的制作和整机组装。书中所有例题以半导体收音机为主线,是半导体收音机对相应知识的应用,为第5章组装半导体收音机打下坚实的基础。本书中每小节都有实训,每章都有练习题,供读者动手操作和练习。

本书内容简明、实用,不需要过多的理论基础就能完全掌握,适合作为技校学生、职业技术学校学生、本科生及职工培训用教材,也可作为无线电装接工、无线电调试工考工(初级工、中级工)的学习资料。

图书在版编目(CIP)数据

模拟电子技术实训/程民利主编. —西安:西安电子科技大学出版社,2006.6
ISBN 7-5606-1671-2

I. 模… II. 程… III. 模拟电路—电子技术 IV. TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 041242 号

策 划 马乐惠

责任编辑 杨艳利 马乐惠

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

http://www.xduph.com E-mail: xdupfxb@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西天意印务有限责任公司

版 次 2006年6月第1版 2006年6月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印张 7.875

字 数 179千字

印 数 1~4000册

定 价 9.00元

ISBN 7-5606-1671-2/TN·0336

XDUP 1963001-1

*** 如有印装问题可调换 ***

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

前 言

我国制造业的迅猛发展推动了职业技术教育的蓬勃发展,促使电子制造企业渴求具有很强实践操作能力的电子技术人才。为了满足企业需求,我们编写了这本教材,希望能够帮助那些立志于从事电子行业的莘莘学子,使他们通过本书获得丰富的实际操作知识,并通过训练提高自己的操作能力,实现从学校到就业岗位的零过渡。

本书图文并茂,避免了过多的理论知识论述,也不强调“为什么”,重点讲述操作步骤、操作方法、操作技巧和操作注意事项,即重点在于“学会操作”。书中采用大量的图片描述操作方法,使读者一看便懂。

本书共分5章,按60课时进行教学,教学场所最好设在实训室,教具使用实物,采取边讲边练的教学方法。书中每小节均有操作训练,每章末还有习题供读者练习。

本书由西安铁路职业技术学院副教授程民利主编,第2、4、5章由程民利执笔,第1章的第1至6节由西安理工大学副教授肖志锋执笔,第1章的第7至9节由西安铁路职业技术学院助理讲师吕昕执笔,第3章的第1、2节由西安铁路职业技术学院副教授方彦执笔,第3章的第3、4节由西安铁路职业技术学院讲师朱晓红执笔。

西安铁路职业技术学院副教授、陕西省职业教育学会电子电工教研会主任周雪老师,西安电务工程公司工程师程学信担任本书的主审,提出了很多宝贵的意见,在此表示衷心的感谢。

在本书的编写过程中,牛宝森、贾林科和景延鹏三位老师提供了很多的帮助,在此表示感谢。

本书大量参考了专家的著作,个别地方摘录了专家的精辟论述,在此表示感谢。

由于时间仓促、作者水平有限,书中难免有错误之处,敬请指正。

编者

2006年3月

欢迎选购西安电子科技大学出版社教材类图书

~~~~~ 国家级、部级重点教材 ~~~~~		局域网组建、管理与维护 (高职)	20.00
计算机系统结构 (第三版) (统编)	22.00	综合布线技术 (高职)	18.00
离散数学 (第三版) (统编) (乔维声)	16.00	计算机网络技术导论	16.00
雷达对抗原理 (统编)	15.00	计算机网络 (第二版) (袁家政)	26.00
雷达原理 (第三版)	23.00	计算机网络技术 (刘敏涵)	20.00
通信网的安全——理论与技术	42.00	计算机网络 (第二版) (蔡皖东)	18.00
模拟电子线路基础 (傅丰林)	16.00	计算机网络 (第二版) (雷振甲)	21.00
移动通信 (第三版) (统编) (郭梯云)	26.00	计算机网络工程	20.00
智能控制理论和方法	18.00	计算机网络实验教程	14.00
~~~ 全国信息技术水平考试指定教材 ~~~		计算机组网实验教程	23.00
计算机网络信息安全理论与实践教程	32.00	计算机网络学习辅导及习题详解	23.00
网页设计与网站开发基础教程	54.00	网络工程设计与实践	29.00
中小学校园网络管理基础教程	19.00	网络应用程序设计	21.00
中小学校园网络管理实验教程	25.00	现代网络技术	24.00
~~~~~ 计算机提高普及类 ~~~~~		网络计算	19.00
计算机应用基础 (第三版) (丁爱萍)	19.00	~~~~~ 计算机技术类 ~~~~~	
计算机组装与维护 (高职) (杜飞明)	22.00	计算机系统结构 (陈智勇)	22.00
计算机组装与维护实用教程 (第二版) (高职)	29.00	计算机系统结构——概念与技术 (洪龙)	18.00
计算机应用基础 (Windows 2000 & Office 2002版) (教育部高职)	23.00	计算机组成原理 与系统结构实验教程 (杨小龙)	12.00
《计算机应用基础》实践技能训练 与案例分析 (教育部高职)	11.00	计算机系统安全	22.00
计算机综合能力实训教程 (高职)	10.00	电子政务理论与实务	20.00
办公自动化技术及应用教程	22.00	电子商务概论 (李晓燕)	17.00
办公自动化设备的使用和维护 (第二版) (高职)	18.00	电子商务概论 (宋沛军)	20.00
网络办公自动化技术及应用 (高职)	21.00	电子商务基础与应用 (第四版) (含盘)	34.00
~~~~~ 计算机网络类 ~~~~~		电子商务基础与实务 (第二版) (高职)	16.00
Internet基础与使用 (第二版) (高职)	13.00	数据结构(C) (第二版) (杨秀金)	20.00
计算机网络安全 (高职)	15.00	《数据结构》算法实现及解析 ——配合严蔚敏的《数据结构》(C语言版) (含光盘) (第二版)	35.00
计算机网络管理	20.00	数据结构——使用 C++语言 (第二版)	23.00
网络安全技术 (高职)	17.00	数据结构 (高职) (周岳山)	15.00
网络安全与保密	24.00	计算方法与实习 (高职)	11.00
网络信息安全技术	17.00	算法设计与分析	15.00
网站建设与维护 (崔良海)	18.00	编译原理教程	15.00
网站建设与维护 (廖常武)	19.00	《编译原理教程》习题解析与上机指导	12.00
Internet技术及其应用教程	15.00	离散数学 (蔡英)	19.00
Windows 网络程序设计	26.00	《离散数学》学习指导书	16.00
嵌入式系统原理与开发	21.00	离散数学 (马光思)	22.00
计算机图形图像与网页制作 (高职)	19.00	离散数学 (乔维声)	21.00
互联网实用技术与网页制作 (高职)	14.00	软件工程 (第二版)	22.00
		软件工程与数据库概论	14.00
		信息系统分析与设计 (卫红春)	19.00

多媒体通信技术(王汝言)	23.00	电气控制与 PLC 原理及应用(常文平)	17.00
现代通信系统	24.00	工程力学(高职)(皮智谋)	12.00
通信电路(沈伟慈)	18.00	工程力学(高职)(史艺农)	23.00
通信电源(高职)	14.00	工程材料与热加工技术(高职)(程晓宇)	20.00
通信系统(修订版)(王秉钧)	22.00	机械工程基础(高职)(李茹)	26.00
现代通信系统导论(高职)	18.00	机械设计基础(高职)(赵冬梅)	21.00
现代通信网概论	25.00	机械设计基础(高职)(张京辉)	24.00
现代通信理论与技术导论	25.00	机械设计基础(高职)(郭红星)	20.00
现代通信技术与网络应用	23.00	机械基础(周家泽)	17.00
现代通信新技术	20.00	机械 CAD/CAM 技术(方新)	20.00
现代通信原理与技术	26.00	机械制图(高职)(刘家平)	32.00
通信工程专业英语	12.00	机械制造工艺装备(高职)(吴秀佳)	19.00
微波技术与天线	17.00	机械制造技术(高职)(邵堃)	24.00
锁相技术	14.80	机械加工技术(高职)(魏康民)	24.00
计算机通信网(沈金龙)	24.00	计算机辅助机械设计(秦汝明)	19.00
计算机通信网(修订版)(刘后铭)	18.00	数控机床原理与编程(陈富安)	20.00
计算机数据通信教程(张燕)	15.00	数控加工与编程(高职)	19.00
纠错码——原理与方法(王新梅)	35.00	数控加工工艺(高职)(赵长旭)	22.00
编码理论	19.00	数控编程与操作(高职)(秦启书)	16.00
现代通信新技术	20.00	数控技术及应用(高职)(马一民)	17.00
现代交换技术	20.00	数控机床故障分析与维修(高职)(潘海丽)	19.00
程控交换技术实用教程(高职)(李正吉)	11.00	数控机床电气控制(高职)(姚勇刚)	21.00
程控数字交换原理学习指导与习题解析	12.00	机电一体化技术(高职)	17.00
自动控制原理(赵四化)	16.00	机床电器 PLC(高职)(李伟)	14.00
自动控制原理(薛安克)	19.00	电机及拖动基础(高职)(孟宪芳)	17.00
《自动控制原理》学习指导与题解(方斌)	22.00	电机拖动与控制(高职)(刘保录)	25.00
自动控制原理及其应用(高职)	15.00	电切削加工技术(高职)(詹华西)	13.00
智能化仪器原理及应用(曹建平)	16.00	金属切削与机床(高职)(聂建武)	22.00
楼宇自动化(高职)	14.00	模具制造技术(高职)(刘航)	22.00
电梯原理及逻辑排故(高职)	22.00	液压与气动技术(高职)(朱梅)	19.00
~~~~~ 家用电器与机电类 ~~~~~			
电视原理与系统(赵坚勇)	16.00	特种加工技术(高职)(周旭光)	10.00
电视原理与电视机检修(高职)	16.00	汽车电工电子技术(高职)(袁建华)	20.00
数字电视技术	20.00	互换性与技术测量(高职)(杨好学)	16.00
电器原理与技术(裴昌幸)	24.00	车工基本技能训练(高职)(武建荣)	6.00
调音技术(高职)	16.00	钳工基本技能训练(高职)(彭彦)	5.00
音响技术	13.00	焊接基本技能训练(高职)(王红英)	6.00
现代音响与调音技术	19.00	建筑管道工基本技能训练(高职)(陈斐明)	8.00
		铣工基本技能训练(高职)(韩振武)	4.00

~~~~~  
 欢迎来函索取本社最新书目和教材介绍; 欢迎投稿!

从邮局或银行汇款邮购者, 汇款单上务必写清收书人姓名、地址、邮编、电话。款到后我社将挂号发书, 加收5元包装邮费(一次购书30元以上者可免收邮费)。

通信地址: 西安市太白南路2号 西安电子科技大学出版社发行部 邮 编: 710071

电 话: (029) 88201467

传 真: (029) 88213675

主 页: <http://www.xduph.com>

E-mail: xdupfxb@pub.xaonline.com

目 录

| | |
|-----------------------------|----|
| 第 1 章 焊接与扎线 | 1 |
| 1.1 焊接工具 | 1 |
| 1.1.1 电烙铁 | 1 |
| 1.1.2 焊锡丝 | 2 |
| 1.1.3 焊接时镊子的作用 | 3 |
| 1.2 焊接工艺 | 3 |
| 1.2.1 印制电路板的焊接工艺守则 | 3 |
| 1.2.2 焊接工艺 | 3 |
| 1.3 焊接质量要求 | 7 |
| 1.4 常见的焊点缺陷 | 7 |
| 1.5 其他焊接工艺简介 | 9 |
| 1.5.1 浸焊 | 9 |
| 1.5.2 波峰焊接与波峰焊接机 | 10 |
| 1.6 拆焊 | 11 |
| 1.7 焊接练习 | 12 |
| 1.8 扎线 | 13 |
| 1.9 扎线练习 | 16 |
| 习题 | 17 |
| 第 2 章 电子元器件的检测 | 18 |
| 2.1 电阻类元器件的识别及检测 | 18 |
| 2.1.1 电位器 | 18 |
| 2.1.2 电阻器 | 22 |
| 2.1.3 电阻、电位器的识别与检测练习 | 25 |
| 2.2 电容器的识别与检测 | 25 |
| 2.2.1 电容器的基本知识 | 25 |
| 2.2.2 电容器的主要特性参数 | 30 |
| 2.2.3 电容器规格标志方法 | 30 |
| 2.2.4 电容器的选用 | 32 |
| 2.2.5 电容器质量的检测 | 33 |
| 2.2.6 电容器的识别与检测练习 | 35 |
| 2.3 电感器和变压器的识别与检测 | 36 |
| 2.3.1 电感器的识别与检测 | 36 |
| 2.3.2 变压器的识别与检测 | 39 |
| 2.3.3 电感器和变压器的识别与检测练习 | 42 |
| 2.4 半导体器件的识别与检测 | 43 |
| 2.4.1 半导体二极管的识别与检测 | 43 |
| 2.4.2 半导体三极管的识别与检测 | 46 |

| | |
|----------------------------------|-----------|
| 2.4.3 半导体器件的识别与检测练习 | 51 |
| 2.5 集成电路的识别与检测 | 52 |
| 2.5.1 集成电路的引脚识别 | 52 |
| 2.5.2 集成电路的检测 | 54 |
| 2.5.3 集成电路的识别与检测练习 | 54 |
| 2.6 电声器件 | 55 |
| 2.6.1 扬声器 | 55 |
| 2.6.2 耳机 | 56 |
| 2.6.3 传声器 | 58 |
| 2.6.4 电声器件的识别与检测练习 | 60 |
| 习题 | 60 |
| 第3章 电路图的解读 | 61 |
| 3.1 电路图 | 61 |
| 3.2 解读电路图的要领 | 63 |
| 3.2.1 读图方法 | 64 |
| 3.2.2 解读原理电路图 | 64 |
| 3.2.3 解读接线图 | 66 |
| 3.2.4 解读印制电路图 | 66 |
| 3.3 解读收音机电路 | 69 |
| 3.3.1 袖珍 1.5 V 供电七管收音机 | 70 |
| 3.3.2 解读变频电路 | 72 |
| 3.3.3 解读中频放大电路 | 72 |
| 3.3.4 解读检波电路 | 73 |
| 3.3.5 解读音频电路 | 73 |
| 习题 | 73 |
| 第4章 电子产品的制作 | 74 |
| 4.1 印制板的设计 | 74 |
| 4.1.1 设计印制板所需资料 | 74 |
| 4.1.2 设计印制电路的步骤 | 74 |
| 4.1.3 设计印制电路板的元件布局 | 75 |
| 4.2 印制板的手工制作 | 76 |
| 4.3 用 Protel 99 SE 设计印制电路图 | 77 |
| 4.3.1 PCB(印制电路板)的设计步骤 | 77 |
| 4.3.2 新建或打开 PCB 文档的方法 | 78 |
| 4.3.3 PCB 编辑工具栏 | 79 |
| 4.3.4 印制电路板的规划 | 79 |
| 4.3.5 手工布局 | 83 |
| 4.3.6 自动布局 | 87 |
| 4.3.7 手工布线 | 88 |
| 4.3.8 自动布线 | 92 |
| 4.4 电子产品的安装 | 94 |
| 4.4.1 电子电路安装布局 | 94 |
| 4.4.2 电路板结构布局 | 98 |

| | | |
|------------|------------------------|------------|
| 4.5 | 电子产品的调试方法 | 98 |
| 4.5.1 | 调试前的准备工作 | 99 |
| 4.5.2 | 仪器和仪表的选择及使用 | 99 |
| 4.5.3 | 测量 | 99 |
| 4.5.4 | 调试步骤 | 100 |
| 4.6 | 排除故障的方法 | 100 |
| 4.6.1 | 检修故障的基本要求 | 100 |
| 4.6.2 | 故障检修原则 | 100 |
| 4.6.3 | 调试过程中的常见故障 | 101 |
| 4.6.4 | 故障排除方法 | 101 |
| | 习题 | 102 |
| 第5章 | 整机组装 | 103 |
| 5.1 | 半导体收音机的组装 | 103 |
| 5.1.1 | 目的要求 | 103 |
| 5.1.2 | 调幅收音机的技术指标 | 103 |
| 5.1.3 | 组装步骤 | 104 |
| 5.1.4 | 故障维修 | 106 |
| 5.1.5 | 准备前框 | 107 |
| 5.1.6 | 统调 | 108 |
| 5.1.7 | 无仪器时的调整方法 | 109 |
| 5.2 | 直流稳压电源的组装 | 112 |
| 5.2.1 | 目的要求 | 112 |
| 5.2.2 | 直流稳压电源的原理电路及工作原理 | 113 |
| 5.2.3 | 装接前的准备工作 | 113 |
| 5.2.4 | 总装 | 117 |
| 5.2.5 | 检查与测试 | 117 |
| | 习题 | 117 |
| | 参考文献 | 118 |

第1章 焊接与扎线

内容提要：

- 焊接工艺
- 焊接方法
- 焊接质量
- 扎线方法

焊接是将电子元器件安装到印制电路板上的过程，焊接质量的好坏直接影响到电子产品的性能。焊接分手工焊接和机器自动焊接。在专业生产中多采用流水线自动焊接，但有些特殊的器件还得靠人工焊接，在产品的研制及电子设备的维修中也离不开人工焊接，所以焊接技术是电子技术人员必备的技能。

1.1 焊接工具

焊接工具一般有电烙铁、尖嘴钳、平嘴钳、斜嘴钳、剥线钳、平头钳、镊子、螺丝刀和吸锡器。电烙铁是手工焊接的主要工具，本节主要介绍电烙铁。

1.1.1 电烙铁

1. 电烙铁的外形

常见的电烙铁有内热式、外热式、瓷烙铁等，其外形如图 1-1 所示。

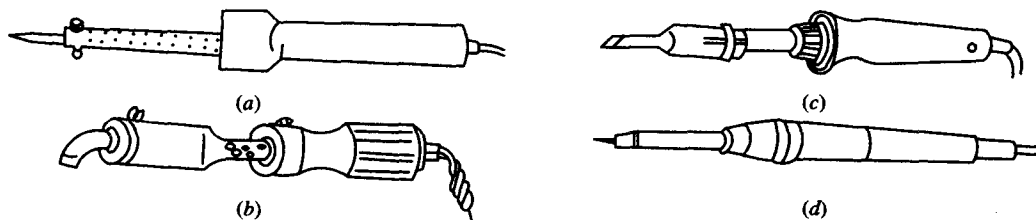


图 1-1 常见的电烙铁

(a) SK 型 25 W 电烙铁；(b) 外热式电烙铁；(c) 内热式电烙铁；(d) 25 W 瓷烙铁

2. 电烙铁使用前的准备工作

1) 安全检查

电烙铁使用前必须进行安全检查，检查电源线有无破损，以免发生触电危险。如果是新烙铁，应先用万用表的 $R \times 10k(\Omega)$ 挡分别测量插头两根引线与烙铁头之间的绝缘电阻，

正常情况下应该是开路，否则，电烙铁存在故障，排除故障后方可使用。

2) 烙铁头吃锡

新烙铁在使用前应先让烙铁头吃锡，方法是：将烙铁头的端面用锉刀锉掉镀铬层，通电预热后放入松香盒中停留片刻，然后将烙铁端面压在锡块或焊锡丝上，烙铁头吃上锡后才可以使用。

3. 电烙铁的维修

1) 烙铁芯烧断

电烙铁通电后不发热，可能是烙铁芯已烧断，用万用表欧姆挡测烙铁电源线插头之间的电阻，若短路，则说明烙铁芯烧断，需要更换烙铁芯。

2) 电烙铁的烧死复活

电烙铁使用一段时间后，常常出现烙铁头端面发黑，吃不上锡的现象，这种现象称为“烧死”。使其“死而复生”的方法是：先用砂纸打磨烧黑层，然后用布将烙铁头擦干净，再上松香，重新吃锡即可。

4. 电烙铁的使用

电烙铁的基本握法有三种，如图 1-2 所示。

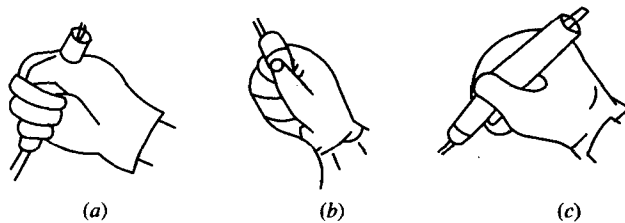


图 1-2 电烙铁的基本握法

(a) 反握法；(b) 正握法；(c) 握笔法

其中，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烙铁的操作；握笔法适用于在操作台上焊接印制板。

1.1.2 焊锡丝

焊锡丝又称焊料，一般要求其熔点低、凝结快、附着力强、坚固、导电率高且表面光洁。其主要成分是铅锡合金。

焊接时一般先把成卷的焊锡丝拉直，然后截成一尺长左右的小段。在连续进行锡焊时，焊锡丝的拿法应按照如图 1-3(a)所示，即用左手的拇指、食指和小指夹住焊丝，用另外两个手指配合把焊锡丝连续向前送进。若不是连续锡焊，焊锡丝的拿法可采用其他形式，如图 1-3(b)所示。

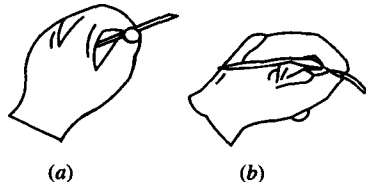


图 1-3 焊锡丝的拿法

1.1.3 焊接时镊子的作用

焊接时要用镊子夹持导线头及元器件引脚上方来帮助散热,避免热量传入元器件内部,使其因过热而损坏。

1.2 焊接工艺

1.2.1 印制电路板的焊接工艺守则

1. 印制电路板

- (1) 印制电路板一律采用敷铜箔玻璃纤维层压板(单面或双面)。
- (2) 铜箔面镀银层,出脚处镀金。
- (3) 铜箔线条宽度原则上不小于1 mm(特殊线路除外),双面板需采用金属化孔工艺。
- (4) 铜箔面需喷涂松香溶液。
- (5) 外观检查:线条无剥离和锯齿状,不存在腐蚀麻点,标志清楚,元件安装孔必须钻在焊接点中心处。

2. 元件排列与焊接

- (1) 元件排列原则上采用卧式,高度尽量一致整齐,按印制板尺寸对元件进行弯脚整形,弯脚半径大于0.5 mm,元件型号和数据应放在可见位置。
- (2) 电子元件必须经过老化处理。电解电容从出厂年限算,超过三年的不准使用。
- (3) 各元件必须经过搪锡处理(搪锡位置离元件距离要大于5 mm,防止元件过热而损坏)。
- (4) 一律采用裸头焊接形式,以防止漏焊、虚焊、脱焊。焊接后焊点不能留有助焊剂。
- (5) 严禁使用焊锡膏焊接。
- (6) 电子元件引脚分别有塑料套管(GB 2681—81):
 - 电极:“+”为棕色,“-”为蓝色。
 - 二极管:阳极为蓝色,阴极为红色。
 - 三极管:发射极为蓝色,基极为黄色,集电极为红色。
 - 晶闸管:阳极为蓝色,门极为黄色,阴极为红色。
 - 双向晶闸管:阳极为蓝色,门极为黄色,阴极为红色。

1.2.2 焊接工艺

1. 焊接前的准备

- (1) 焊锡丝的准备。
- (2) 助焊剂的准备。助焊剂是焊接过程中必需的熔剂,它能除氧化膜,防止氧化,减小表面张力,使焊点美观。
- (3) 电烙铁的选用。电烙铁按功率大小可分为小功率和大功率两种。电子元件的焊接采用小功率烙铁,可选用20 W的内热式电烙铁;焊接体积较大的元件和部件常用大功率

烙铁, 可选用 45 W 电烙铁。

(4) 导线的准备。焊接前应准备搪过锡的各色导线, 做连接线、安装线、屏蔽线用。

2. 焊接的步骤

1) 镀锡

元器件的引线一般都镀有一层薄薄的锡料, 时间一长, 表面就会产生氧化膜, 从而影响焊接。除少数镀银、镀金的引线不用镀锡外, 大部分元器件在焊接前必须重新镀锡, 确保焊接时能形成牢固的连接。常见的镀锡方法有电烙铁上锡、熔锡、锅浸锡等。

镀锡时要注意以下几点:

- 待镀面一定要清洁, 可用酒精擦拭或刀刮, 使待镀面露出光亮的金属。
- 被焊金属表面温度要接近熔化时的焊锡温度, 才能使焊锡浸润良好。
- 使用有效的焊剂, 发黑的松香起不到焊剂的作用。

2) 连接

绕接是一种无锡焊接, 主要用于导线的连接。实践证明, 连接导线时绕接比锡焊更具优越性, 其主要优点有:

- 可靠性高, 寿命长, 没有虚焊。
- 接触电阻小。
- 抗震能力强。
- 不使用焊锡和助焊剂, 因而不产生有害气体。
- 不需要加热, 可避免烫坏导线绝缘层。

绕接技术虽然有许多优点, 但也存在着不足之处。如要求导线尽量是单芯线、接线柱是特殊形状的、导线剥头比较长等。

3) 安装元器件

电子元器件安装到印制板上时有多种方式, 分别如图 1-4 所示。图(a)用于本身有焊接点元器件与印制电路板之间的连接。图(b)为直立式安装, 此方式能安装更多的元器件, 拆焊方便, 但强度差。图(c)为卧式安装, 此方式安装平稳, 元件一字排开, 有利于识别, 但每个元件占据印制板的面积大。卧式安装中元件与印制板之间有一定距离的安装用于双面印制板, 防止元件与印制电路板导线相碰; 元件与印制板之间无间隙的安装用于单面印制板。

4) 焊接

(1) 焊接应遵循以下原则:

- a. 先焊接细导线和小型元件;
- b. 再焊接晶体管、集成块;
- c. 最后焊接体积大、重量大的元器件。

(2) 焊接的具体方法如下:

- a. 一般元件按照焊接步骤焊接即可。
- b. 焊接晶体管元件时应注意散热, 用镊子或尖嘴钳夹住管脚焊接, 可避免元器件因过热而损坏。焊接 CMOS 元件时, 必须将烙铁的外壳可靠接地或将烙铁断电后焊接。
- c. 焊接集成电路时, 由于管脚之间的距离小, 应选用尖烙铁迅速焊接, 烙铁温度不能太高, 焊接时间不能太长。

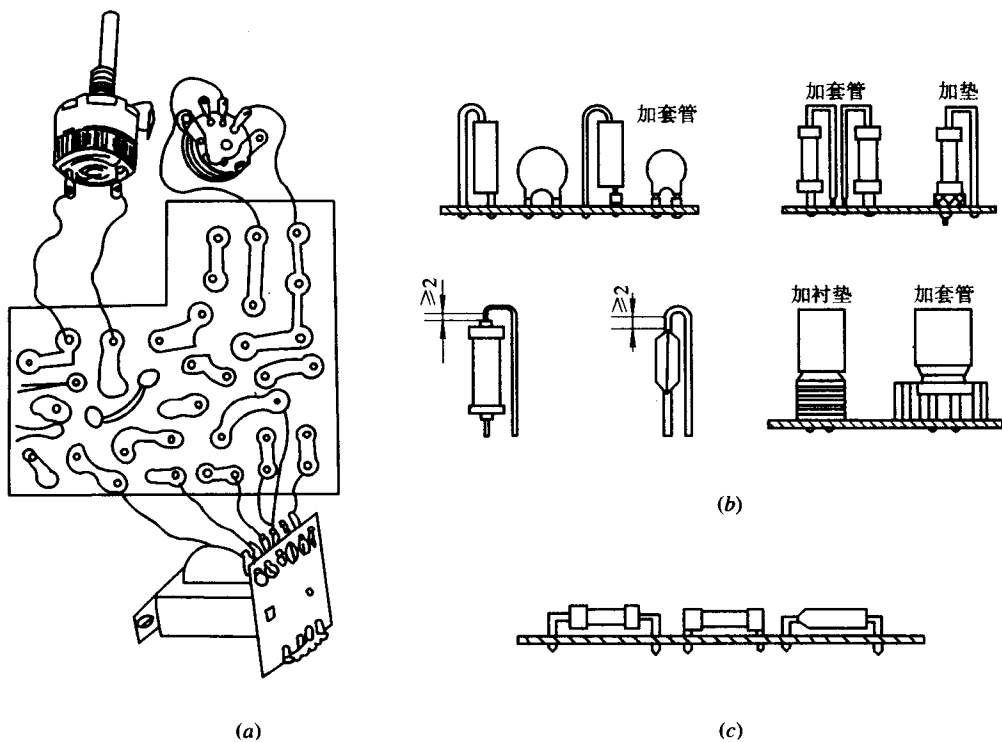


图 1-4 印制板上电子元件的安装方式
(a) 用绝缘导线连接; (b) 直立式安装; (c) 卧式安装

(3) 焊接步骤:

• 焊接热容量大的焊件

- 准备: 首先把被焊件、焊锡丝和烙铁准备好, 处于随时可焊状态。
- 加热待焊件: 把烙铁头放在接线端子和引线上进行加热。
- 放焊锡丝: 待焊件经过加热达到一定温度后, 立即将左手中的焊锡丝放到待焊件上熔化。
- 移开焊锡丝: 当焊锡丝熔化一定量之后, 迅速移开焊锡丝。
- 移开电烙铁: 当焊料的扩散范围达到要求后移开烙铁。撤离烙铁的方向和速度直接影响焊接质量, 操作时应特别注意。

以上各操作步骤如图 1-5(a) 所示, 所形成焊点形状与要求如图 1-5(b) 所示, 焊锡量的控制如图 1-5(c) 所示。

• 焊接热容量小的焊件

- 准备: 右手拿上过锡的烙铁, 左手拿焊锡丝, 处于随时可焊接状态。
 - 同时加热与加焊料。
 - 同时移开烙铁和焊锡丝: 当焊料的扩散范围达到要求后, 迅速拿开烙铁和焊锡丝。
- 上述步骤如图 1-6 所示。

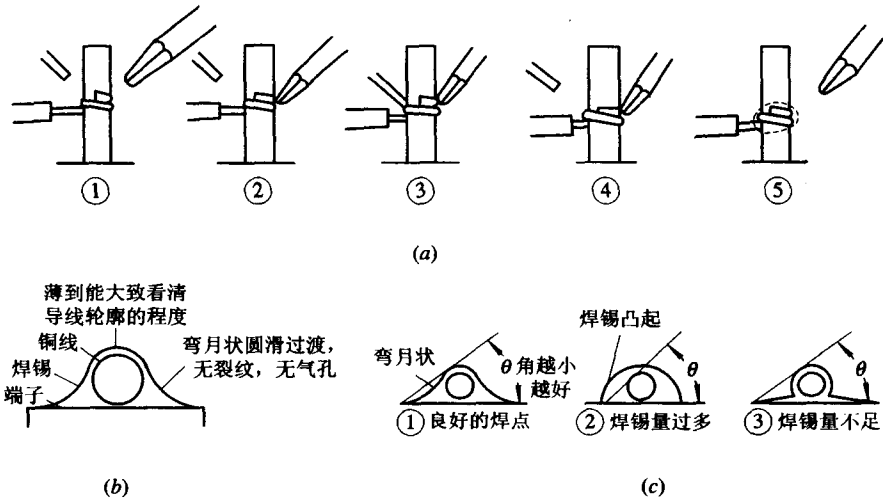


图 1-5 焊接法一

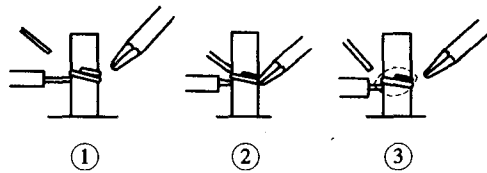


图 1-6 焊接法二

3. 焊接注意事项

在焊接过程中除严格按照步骤操作外，还应注意以下几方面：

1) 烙铁的温度要适当

将烙铁头放到松香上，如果松香迅速熔化，生成大量的蓝烟，颜色很快由淡黄色变成黑色，则烙铁头温度过高；如果松香不易熔化，则烙铁头温度过低；如果松香熔化较快又不冒烟，则烙铁头温度适宜。

2) 焊接时间的长短要适当

从加热焊点到焊料熔化并流满焊点，一般约几秒钟。如果焊接时间过长，则焊点上的焊剂完全挥发，失去助焊作用，导致焊点表面易被空气氧化，造成焊点表面粗糙、发黑、不光亮、焊料扩展不好、焊点不圆等疵病，严重时甚至会损坏待焊元器件及导线绝缘层等。如果焊接时间过短，则焊点的温度达不到焊接温度，导致焊料不能充分熔化，未挥发的焊剂会在焊料和焊点间形成绝缘层，造成虚焊。

3) 焊料、焊剂使用要适量

对于管座一类的器件，若使用焊料过多，则多余的焊料会流入管座的底部，造成管脚之间短路或降低了管脚之间的绝缘；若使用焊剂过多，则多余的焊剂极易流入管座插孔焊片底部，在管脚周围形成绝缘层，导致管脚与管座之间接触不良。

4) 防止焊点上的焊锡任意流动

理想的焊点是焊锡只在需要焊接的地方。在进行焊接操作时,开始焊料要少,这样可以避免焊料过多而任意流动,待焊点达到焊接温度,焊料流入焊接点空隙后再补充焊料,迅速完成焊接。

5) 焊接过程中不要触动焊接点

在焊点上的焊料尚未完全凝固时,不要触动焊点上的元器件及导线,否则焊点易变形,可能出现虚焊。

1.3 焊接质量要求

焊点虽小,其质量体现的却是产品的工艺水平。据统计,电子设备近一半的故障都是由于焊接不良引起的。要保证电子产品质量,对焊点有如下要求:

- (1) 可靠的连接。
- (2) 足够的机械强度。
- (3) 光洁整齐的外观。

焊点是否合乎以上要求可通过焊点的外形做最基本的判断。图 1-7 是合格焊点的外形。

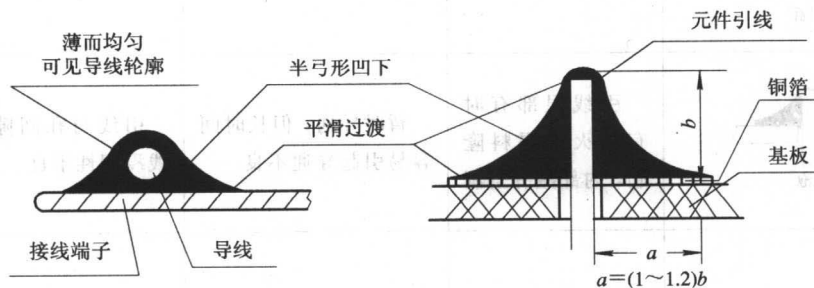


图 1-7 合格焊点的外形

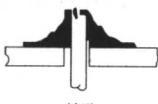
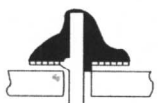
其共同点是:

- 外形以焊接导线为中心,均匀地呈裙形拉开。
- 焊料的连接面呈弓形凹面,焊料与焊件交界处平滑,接触角尽可能小。
- 表面有光泽且平滑。
- 无裂缝、针孔及夹渣。

1.4 常见的焊点缺陷

造成焊点缺陷的原因很多,主要可从焊料、焊剂、烙铁和夹具四方面去寻找。当然,焊点质量与操作者的责任心也有很大关系,表 1-1 为常见的焊点缺陷及原因分析。

表 1-1 常见焊点缺陷及原因分析

| 焊点缺陷 | 外观特点 | 危害 | 原因分析 |
|---|------------------------|--------------------|--|
| 
焊料过多 | 焊料面呈凸形 | 可能包藏缺陷 | 焊丝撤离过迟 |
| 
拉尖 | 出现尖端 | 容易造成桥接现象 | ① 助焊剂过少, 加热时间过长
② 烙铁撤离角度不当 |
| 
桥接 | 相邻导线连接 | 电气短路 | ① 焊锡过多
② 烙铁撤离方向不当 |
| 
针孔 | 目测或低倍放大镜可见有孔 | 强度不足, 焊点容易腐蚀 | 焊盘孔与引线间隙太大 |
| 
气泡 | 引线根部有时有喷火式焊料隆起, 内部藏有空洞 | 暂时导通, 但长时间容易引起导通不良 | 引线与孔间隙过大或引线浸润性不良 |
| 
剥离 | 焊点剥落(不是铜箔剥落) | 断路 | 焊盘镀层不良 |
| 
焊料过少 | 焊料未形成平滑面 | 机械强度不够 | 焊丝撤离过早 |
| 
松香焊 | 焊缝中夹有松香渣 | 强度不足, 导通不良 | ① 助焊剂过多, 或助焊剂已失效
② 焊接时间过短, 温度过低
③ 表面氧化膜未去除 |