

机电类中、高等职业院校实习通用教材



电子基本技能 实训教程

王建 程远 李伟 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



机电类中、高等职业技术学院实习通用教材

电子基本技能 实训教程

主 编	王 建	程 远	李 伟	
副主编	库振勋	崔新义	李宏民	周 方
参 编	陈秀梅	杜诗超	祁和义	
	葛守峰	孟惠霞	张 宏	
	杜盟盟	徐洪亮	李迎波	
	何海龙	陈令平		
主 审	张 凯			
参 审	王春晖			



机械工业出版社

本教程是机电类中、高等职业技术学院电子操作的实习教材，主要内容有：常用电子仪器仪表的使用、常用电子元器件的检测、电子基本操作技能、典型电子电路的安装与调试、电子电路的设计与制作等。本教程同时也可作为技术工人的自学用书，还可供相关专业技术人员参考。

图书在版编目（CIP）数据

电子基本技能实训教程/王建，程远，李伟主编. —北京：机械工业出版社，2007.9

机电类中、高等职业技术学院实习通用教材

ISBN 978 - 7 - 111 - 22352 - 8

I. 电… II. ①王…②程… III. 电子技术 - 职业学校 - 教材 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2007）第 142769 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：朱 华 陈玉芝

责任编辑：赵磊磊 责任校对：姚培新

封面设计：马精明 责任印制：邓 博

北京京丰印刷厂印刷

2008 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm × 260mm · 14.25 印张 · 349 千字

0 001—4 000 册

标准书号：ISBN 978 - 7 - 111 - 22352 - 8

定价：22.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
销售服务热线电话：(010) 68326294

购书热线电话：(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话：(010) 88379083

封面无防伪标均为盗版

前 言

随着我国制造业的飞速发展,技能型人才越来越得到重视,快速培养技能型人才已经迫在眉睫。目前,职业技术学院在实习教学中还存在有关教材不配套和使用的教材不太实用的现状。为了配合中、高等职业技术教育的需要,在教学实践中尽快培养学生具有较强的动手能力,我们参考日本丰田教学模式编写了本教程,其目的是为了使学生在理论学习的基础上,进一步提高技能训练和实际操作方面的能力。

1. 本教程使用对象

本教程是在学生学习完相关专业基础理论课程(电路、电子技术)的基础上,根据中、高等职业技术学院的培养目标、实训大纲及相关的教学目的要求和特点编写的。本教程的主要特点是在以实习操作为重点的前提下,穿插一点相关的基础理论知识。操作过程及步骤以工序的形式体现,根据参考示意图,结合说明及相关的知识点,易于加深理解。本教程突出重点、化解难点,形象生动真实,突出了一个“新”字。

2. 本教程编写特点

为了使学生在训练过程中,图例与实物对照清晰明了,我们将一些图例的说明采用了照片的形式,改变了以往的全部由简图形式说明的方法。选择的课题由简到繁,由浅入深,难度适中,围绕课题内容及教学要求,提出相关知识点和要点,有助于学生的自学和教师指导。教师可在教学中,根据各自的教学习惯,以教程为主线提出其他要求。

本教程主要以基本技能操作为重点,适用于机电类中、高等职业技术学院的实习教学。对教程中的课题,各学校可根据自己的教学实习计划及学时参考选作。本教程还可用于企业技术工人的培训和自学。由于时间仓促,作者水平有限,书中难免有缺点和错误,敬请使用本教程的广大师生和读者批评指正。

编 者

目 录

前言

绪论 1

第一单元 常用电子仪器仪表的

使用 2

课题一 安全用电与文明生产 2

课题二 常用电子工具的使用 7

课题三 万用表的使用 16

课题四 晶体管毫伏表的使用 24

课题五 示波器的使用 26

课题六 低频信号发生器的使用 29

课题七 晶体管特性图示仪的使用 32

课题八 频率特性测试仪的使用及
维护 35

课题九 数字频率计的使用及维护 41

课题十 函数信号发生器的使用及维护 45

第二单元 常用电子元器件的检测 51

课题一 电阻器的检测 51

课题二 电容器的检测 57

课题三 电感器的检测 63

课题四 分立半导体器件的检测 69

课题五 集成半导体器件的检测 86

课题六 光电器件的识别与检测 91

第三单元 电子基本操作技能 104

课题一 电气识图基础 104

课题二 印制电路板的安装与焊接 118

课题三 电子产品的整机安装 129

课题四 拆装技术 142

第四单元 典型电子电路的安装与

调试 148

课题一 整流、滤波电路的安装与调试 148

课题二 串联型稳压电源的安装与调试 152

课题三 放大电路的安装与调试 159

课题四 晶闸管调光电路的制作 164

课题五 功率放大器的安装与调试 167

课题六 数字比较器电路的安装与测试 170

课题七 计数器 177

课题八 555 定时器的应用 181

课题九 数字电压表的安装与测试 186

课题十 0 ~ 99s 定时控制电路的安装
与测试 191

第五单元 电子电路的设计与制作 198

课题一 电子电路和印制电路板的设计 198

课题二 PCB 设计印制电路板 214

参考文献 222

绪 论

一、本课程的性质和任务

本课程是中、高等职业院校机电类相关专业的电子实训课程。现代工业生产中各种机械和生产设备的运行主要以电力拖动为主，而负载的电气设备是与电子技术及线路紧密相关的，这些设备及线路需要安装、调试以及维修，这对电气工作人员的电子技术方面的操作和应用提出了较高的要求，因此作为一名电气工作人员，掌握电子技术的相关操作技能是非常重要的，也是做好电气安装和维修工作的重要前提条件。

本课程的主要任务是：

- 1) 培养学员掌握本专业需要的电子基本操作技能，并达到相应的国家职业标准。
- 2) 培养应用有关软件设计和绘制电子图的能力。
- 3) 培养学生分析和解决一般技术问题的能力，并养成安全文明生产的良好习惯和职业道德。

二、本课程的具体要求

- 1) 掌握电子仪器仪表的正确操作方法和维护保养技能。
- 2) 掌握电子专业的基本操作技能。
- 3) 掌握常用电子元器件的检测技能。
- 4) 掌握常用电子线路的安装和调试技能。
- 5) 熟悉电子电路的设计与制作方法。

三、学习中应注意的问题

- 1) 注意理论联系实际，加强技能训练，逐步提高独立操作能力和分析解决实际问题的能力。
- 2) 技能训练过程中，要注意爱护工具和设备，节约原材料，严格执行电气安全操作规程，做到安全、文明生产。
- 3) 学习中注意及时复习相关课程的有关内容。

第一单元 常用电子仪器仪表的使用

课题一 安全用电与文明生产

电子、电器安装与维修人员必须接受安全文明生产教育，在掌握基本的安全用电知识和工作范围内的安全文明操作规程后，才能参加本工种的实际操作。

一、文明生产

文明生产就是创造一种规范安全、清洁明亮、秩序井然、能稳定人的情绪、符合最佳布局的良好环境，使操作者养成按标准程序和工艺要求进行认真操作的良好习惯。

1. 精神文明

精神文明主要是指在生产过程中，操作人员具有良好的职业道德和爱岗敬业的精神，并积极汲取从事相关工作的先进文化知识，确保产品质量。

2. 科学管理

采用先进、科学的管理方法，不断提高产品的质量和工作效率，充分发挥人员的主观能动性和创造性，保证生产的有序进行。

3. 操作文明

在生产过程中，严格执行操作规程，动作规范，不浪费材料，保证仪器设备的正常运行。

4. 环境文明

环境文明是指工作场地保持清洁整齐，墙壁、地面、仪器仪表设备等的颜色要选择得当，温度、湿度适中。

综上所述，文明生产是现代企业实现全面质量管理的重要条件。

二、安全用电及消防知识

1. 安全用电注意事项

- 1) 发现用电设备、导线等出现损坏现象时，应立即报告，由相关人员及时进行处理。
 - 2) 操作带电设备时勿触到非安全用电的导电部位，更不能用手接触导电部位来判断是否带电。
 - 3) 用电设备或电动工具都应接好安全保护地线。
 - 4) 设备、工具、仪器等所用的各种插头要保持完好，不用时应拔掉。拔的时候要捏住插头，而不能拉导线。
 - 5) 发现漏电掉闸时，切勿重新合上，而应由相关人员排除漏电故障后，方可重新合闸。
 - 6) 发现电源有打火、冒烟或不正常气味时，应迅速切断开关，再进行检修。
- #### 2. 电子产品装接、调试和维修人员安全操作规程
- 1) 操作前应先检查所使用的仪器设备、工具是否正常，正常时方可进行操作。

2) 装配或拆换印制板元器件时,要断电操作。

3) 调试、检测较大功率电子装置时,操作人员应不少于两人,并在工作台上设置隔离变压器以及电源开关。

4) 凡因静电容易造成损坏的元器件,装配时要戴接地手环,焊接时要断开电烙铁电源,用预热进行焊接。

5) 工作台面、地面要有绝缘橡胶,操作人员要按规定穿戴工作服及手套,使用的仪器、工具要摆放整齐,便于操作。

6) 电烙铁要放在专用的烙铁架上。使用时要避免敲打、甩锡,以防止电烙铁损坏及烫伤。

7) 剪断印制板上元件引线时要采用印制板朝下或用手遮挡的方法,避免线段飞射打伤眼睛。

8) 电子产品组装后,机内不得留有元器件引线、螺钉或其他异物。

9) 工作完毕后要断开电源,做好场地卫生。

3. 消防知识

在发生电气设备火警时,或临近电子设备附近发生火警时,应运用正确的灭火知识,采用正确的方法灭火。

1) 当电子设备或线路发生火警时,要尽快切断电源,防止火情蔓延和灭火时发生触电事故。

2) 对于电类火灾,不可用水或泡沫灭火器灭火;对于油类火灾,应采用二氧化碳或1211灭火器灭火。

3) 灭火人员不应使身体及所持灭火器材触及带电的导线或电子设备,以防触电。

三、触电急救知识和方法

1. 触电急救的要点

触电急救的要点是:抢救迅速和救护得法。即用最快的速度在现场采取积极措施,保护触电者的生命,减轻其伤情,减少其痛苦,并根据伤情需要迅速联系医疗救护等部门进行救治。

一旦发现有人触电后,周围人员首先应迅速拉闸断电,尽快使其脱离电源。若周围有电工人员则应率先争分夺秒地抢救。

在工作现场发生触电事故后,应将触电者迅速抬到宽敞、空气流通的地方,使其平卧在硬板床上,采取相应的抢救措施。在送往医院的路途中应该不间断地进行救护。在1min之内抢救,救活的概率非常高,若6min以后再去救人则非常危险。

触电急救要有耐心,要一直抢救到触电者复活为止,或经过医生确定停止抢救方可停止,因为低压触电通常都是假死,进行科学的方法急救是必要的。

2. 解救触电者脱离电源的方法

触电急救的第一步是使触电者迅速脱离电源,第二步是对触电者进行现场救护。

【技能训练】

训练内容:触电急救的方法。

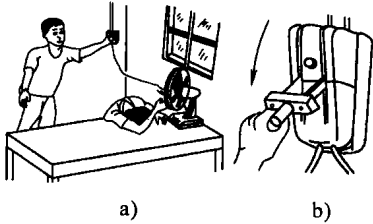
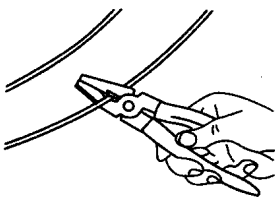
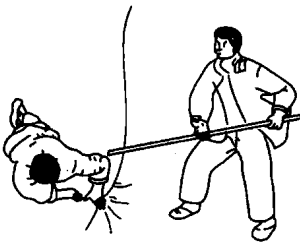
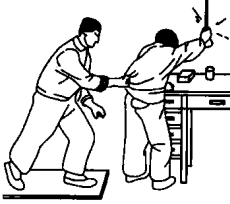
教学要求:

1. 掌握使触电者脱离电源的方法。

2. 掌握现场救护的方法。

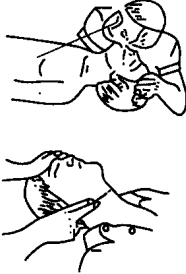
使触电者脱离电源的具体方法可用表 1-1 概括如下：

表 1-1 脱离电源的方法

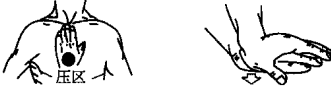
处理方法	操作示范图	相关知识及要点
低 压 电 源	拉  a) b)	附近有电源开关或插座时，应立即拉下开关或拔掉电源插头
	切 	若一时找不到断开电源的开关时，应迅速用绝缘良好的钢丝钳或断线钳剪断电线，以断开电源
	挑 	对于由导线绝缘损坏造成的触电，急救人员可用绝缘工具、干燥的木棒等将电线挑开
	拽 	急救人员可戴上手套或手上包缠干燥的衣服等绝缘物品拖拽触电者；也可站在干燥的木板、橡胶垫等绝缘物品上，用一只手将触电者拖拽开来
	垫 	如果电流通过触电者入地，并且触电者紧握导线，可设法用干木板塞到触电者身下，使其与地隔离

对触电人员采取的急救方法见表 1-2。其中人工呼吸和胸外心脏挤压是现场急救的基本方法。

表 1-2 触电的急救方法

项 目	操作示范图	相关知识及要点
简单诊断		将脱离电源的触电者迅速移至通风、干燥处，将其仰卧，松开上衣和裤带
	 瞳孔正常 瞳孔放大	观察触电者的瞳孔是否放大。当处于假死状态时，人体大脑细胞严重缺氧，处于死亡边缘，瞳孔自行放大
		观察触电者有无呼吸存在，摸一摸颈部的颈动脉有无搏动
对“有心跳而呼吸停止”的触电者，应采用“口对口人工呼吸法”进行急救	清理口腔阻塞  鼻孔朝天头后仰 	将触电者仰天平卧，颈部枕垫软物，头部偏向一侧，松开衣服和裤带，清除触电者口中的血块、假牙等异物。抢救者跪在病人的一边，使触电者的鼻孔朝天头后仰
	贴嘴吹气胸扩张 	用一只手捏紧触电者的鼻子，另一只手托在触电者颈后，将颈部上抬，深深吸一口气，用嘴紧贴触电者的嘴，大口吹气

(续)

项 目	操作示范图	相关知识及要点
对“有心跳而呼吸停止”的触电者,应采用“口对口人工呼吸法”进行急救	放开嘴鼻好换气 	放松捏着鼻子的手,让气体从触电者肺部排出,如此反复进行,每5s吹气一次,坚持连续进行,不可间断,直到触电者苏醒为止
		口对鼻人工呼吸法
对“有呼吸而心跳停止”的触电者,应采用“胸外心脏挤压法”进行急救		将触电者仰卧在硬板上或地上,颈部枕垫软物使头部稍后仰,松开衣服和裤带,急救者跪跨在触电者腰部
	 中指对凹陷 当胸 手掌 掌根用力向下压	急救者将右手掌根部按于触电者胸骨下1/2处,中指指尖对准其颈部凹陷的下缘,当胸一手掌,左手掌复压在右手背上
	 慢慢向下 突然放	掌根用力下压3~4cm,然后突然放松。挤压与放松的动作要有节奏,每秒钟进行一次,必须坚持连续进行,不可中断,直到触电者苏醒为止
对“呼吸和心跳都已停止”的触电者,应同时采用“口对口人工呼吸法”和“胸外心脏挤压法”进行急救		一人急救:两种方法应交替进行,即吹气2~3次,再挤压心脏10~15次,且速度都应快些
		两人急救:每5s吹气一次,每1s挤压一次,两人交替进行

注:不能打肾上腺素等强心针;不能泼冷水。

课题二 常用电子工具的使用

电子常用工具是指一般专业电工都要运用的常备工具。常用的工具有电烙铁、螺钉旋具、钢丝钳、尖嘴钳、平嘴钳、斜嘴钳、镊子等。另外，剥线钳、平头钳、金属直尺、钢卷尺、扳手、小刀、锥子、针头等也是经常用到的工具。作为一名电气人员，必须掌握电子常用工具的使用方法。

【技能训练 1】

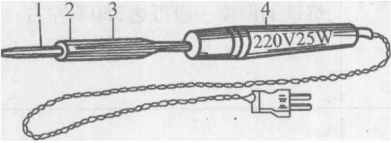
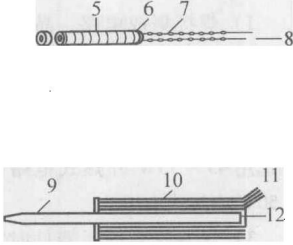
训练内容：电子常用工具的使用。

教学要求：

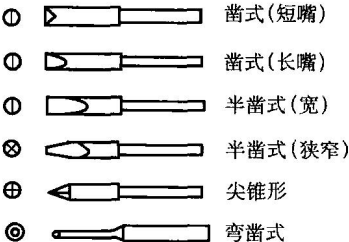
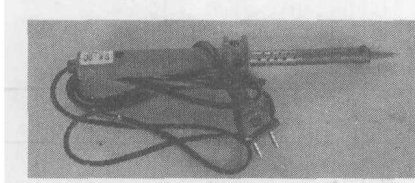
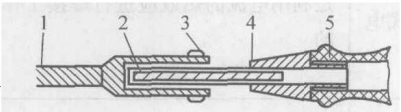
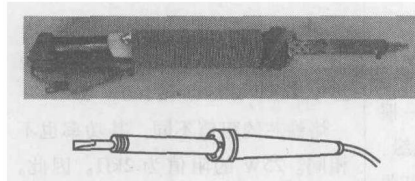
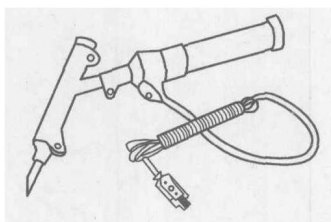
1. 掌握电子焊接工具的使用方法。
2. 掌握电子焊接工具的使用技能。

操作步骤：见表 1-3。

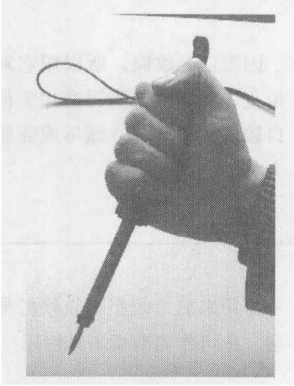
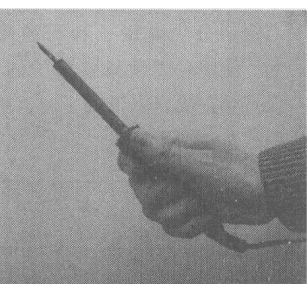
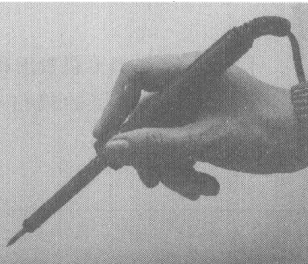
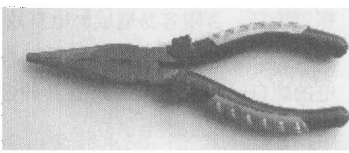
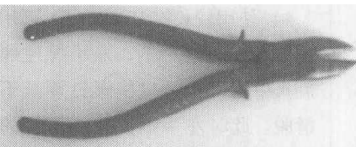
表 1-3 电子常用工具的使用

作 业 图	操作步骤及说明	相关知识及要点
	外热式电烙铁是由烙铁头、烙铁芯、外壳、木柄、电源引线、插头等部分组成。烙铁头安装在烙铁芯里面，所以称为外热式电烙铁	常用的电烙铁有外热式、内热式、恒温式和吸锡式几种，它们都是利用电流的热效应进行焊接工作的
  1—烙铁头 2—烙铁头固定螺钉 3—外壳 4—木柄 5—铁丝 6—云母片 7—瓷管 8—引线 9—烙铁头 10—电热丝 11—云母片 12—烙铁芯骨架	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，中间用云母片绝缘，并引出两根导线与 220V 交流电源连接	常用的外热式电烙铁规格有 25W、45W、75W 和 100W 等 烙铁芯的阻值不同，其功率也不相同。25W 的阻值为 $2k\Omega$。因此，我们可以用万用表欧姆挡初步判别电烙铁的好坏及功率的大小

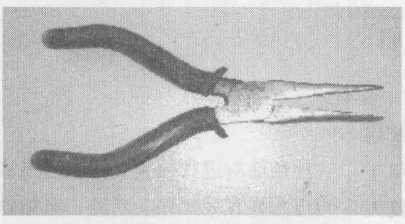
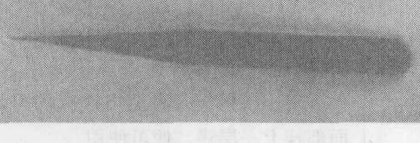
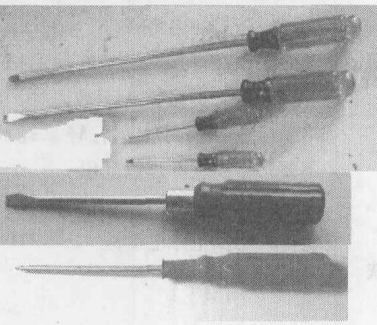
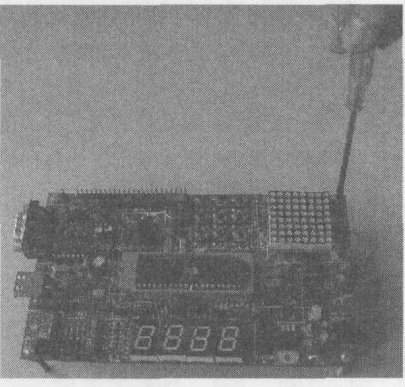
(续)

作业图	操作步骤及说明	相关知识及要点
 ① 凿式(短嘴) ② 凿式(长嘴) ③ 半凿式(宽) ④ 半凿式(狭窄) ⑤ 尖锥形 ⑥ 弯凿式	烙铁头是用纯铜制成的,作用是储存热量和传导热量。烙铁的温度与烙铁头的体积、形状、长短等都有一定的关系	当烙铁头的体积比较大时,则保持温度的时间就长些。另外,为适应不同焊接物的要求,烙铁头的形状有所不同,常见的有锥形、凿形、圆斜面形等
	内热式电烙铁的常用规格有20W、25W、50W等几种。由于它的热效率高,20W内热式电烙铁就相当于40W左右的外热式电烙铁	内热式电烙铁具有升温快、质量轻、耗电省、体积小、热效率高的特点,应用非常普遍
 1—铜头 2—芯子 3—弹簧夹 4—连接杆 5—手柄	内热式电烙铁是由手柄、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,故称为内热式电烙铁	内热式电烙铁的烙铁芯是用比较细的镍铬电阻丝绕在瓷管上制成的,其电阻约为$2.5k\Omega$ (20W),烙铁的温度一般可达350°C左右
	吸锡电烙铁是将活塞式吸锡器与电烙铁融为一体的拆焊工具。它具有使用方便、灵活、适用范围宽等特点,但不足之处是每次只能对一个焊点进行拆焊	选用电烙铁时,应考虑以下几个方面: 1) 焊接集成电路、晶体管及其他受热易损元器件时,应选用20W内热式或25W外热式电烙铁 2) 焊接导线及同轴电缆时,应选用45~75W外热式电烙铁,或50W内热式电烙铁 3) 焊接圈套的元器件时,如大电解电容器的引线脚、金属底盘接地焊片等,应选用100W以上的电烙铁
	恒温电烙铁是在恒温电烙铁的电烙铁头内,装有带磁铁式的温度控制器,通过控制通电时间而实现温控	

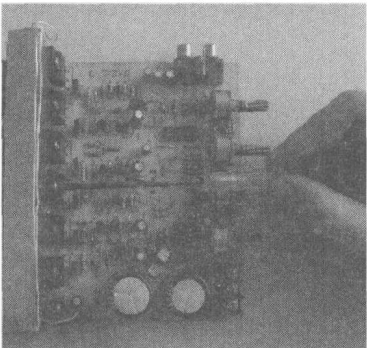
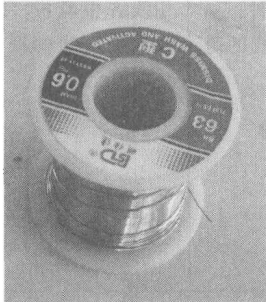
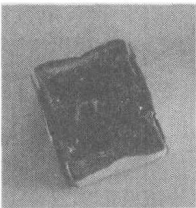
(续)

作 业 图	操作步骤及说明	相关知识及要点
	反握法就是用五个手指把电烙铁的手柄握在掌内。此法适用于大功率电烙铁，焊接散热量较大的被焊件	使用前应进行检查。用万用表检查电源线有无短路、断路；电烙铁是否漏电；电源线的装接是否牢固；螺钉是否松动；在手柄上电源线是否被顶紧；电源线套管有无破损
	正握法使用的电烙铁功率也比较大，且多为弯形烙铁头	新烙铁在使用前必须进行处理。首先将烙铁头锉成具体的形状，然后接上电源，当烙铁头温度升至能熔化锡时，将松香涂在烙铁头上，再涂上一层锡焊，直至烙铁头的刃面部挂上一层锡，便可使用 电烙铁不使用时，不要长期通电，以防损坏电烙铁 电烙铁在焊接时，最好使用松香焊剂，以保护烙铁头不被腐蚀。电烙铁应放在烙铁架上，轻拿轻放，不要将烙铁上的焊锡乱甩
	握笔法适用于小功率的电烙铁	更换烙芯时要注意引线不要接错，以防发生触电事故
	尖嘴钳的头部较细，适用于夹小型金属零件或弯曲元器件引线，不宜用于敲打物体或夹持螺母	尖嘴钳钳柄有铁柄和绝缘柄两种，绝缘柄的耐压值为 500V，主要用于切断细小的导线、金属丝；夹持小螺钉、垫圈及导线等元件；还能将导线端头弯曲成所需的各种形状
	斜嘴钳用于剪焊后的线头，也可与尖嘴钳合用，剥导线的绝缘皮	斜嘴钳绝缘柄的耐压值为 500V

(续)

作 业 图	操作步骤及说明	相关知识及要点
	平嘴钳的钳口平直, 可用于夹弯元器件管脚与导线	因钳口无纹路, 所以用它对导线位直、整形比尖嘴钳适用。但因钳口较薄, 不宜夹持螺母或需施力较大部位
	电工钢丝钳由钳头和钳柄两部分组成。钳头由钳口、齿口、刀口和侧口四部分组成	可用来加工较粗、较硬的导线成型, 也可作为剪切工具使用
	尖嘴镊子用于夹持较细的导线, 以便于装配焊接。圆嘴镊子用于弯曲元器件引线 and 夹持元器件焊接等, 并有利于散热	镊子分尖嘴镊子和圆嘴镊子两种。使用时要常修整镊子的尖端, 保持对正吻合。用镊子时, 用力要轻, 避免划伤手部
	螺钉旋具是紧固或拆卸螺钉的工具, 有木质柄、塑料透明、葫芦形橡胶手柄等	一字槽螺钉旋具常用规格有 50mm、100mm、150mm 和 200mm 等, 电工必备的是 50mm 和 150mm 两种 十字槽螺钉旋具专供紧固和拆卸十字槽螺钉, 常用的规格有 I、II、III、IV 四种
	螺钉旋具的垂直用法	使用螺钉旋具的安全知识: 1) 电工不可使用金属杆直通的螺钉旋具, 否则容易造成触电事故 2) 使用螺钉旋具紧固和拆卸带电的螺钉时, 手不得触及旋具的金属杆, 以免发生触电事故 3) 为了避免螺钉旋具的金属杆触及临近带电体, 应在金属杆上穿绝缘套管 4) 使用较长螺钉旋具时, 可用右手压紧并旋转手柄, 左手握住螺钉旋具中间部分, 以使螺钉旋具不致滑落。此时左手不得放在螺钉的周围, 以免螺钉旋具滑出时将手划伤

(续)

作 业 图	操作步骤及说明	相关知识及要点
	螺钉旋具的水平用法	同上
	剥线钳、金属直尺、钢卷尺、扳手、小刀、剪刀、锥子、针头等也是经常用到的工具	
	焊料是指在钎焊中起连接作用的金属材料，它的熔点比被焊物的熔点低，而且易于与被焊物连为一体。焊料按组成成分划分，有锡铅焊料、银焊料、铜焊料；按使用的环境温度划分，有高温焊料和低温焊料。熔点在450℃以上的称为硬焊料；熔点在450℃以下的称为软焊料	在电子产品装配中，一般都选用锡铅系列焊料，也称焊锡。其形状有圆片、带状、球状、焊丝等几种。焊锡在180℃时便可熔化，使用25W外热式或20W内热式电烙铁便可以进行焊接。它具有一定的机械强度，导电性能、抗腐蚀性能良好，对元器件引线和其他导线的附着力强，不易脱落。常用的是焊锡丝，在其内部夹有固体焊剂松香。焊锡丝的直径有4mm、3mm、2mm、1.5mm等规格
	松香酒精焊剂是用无水乙醇溶解纯松香配制成25%~30%的乙醇溶液，其优点是没有腐蚀性，具有高绝缘性能和长期的稳定性及耐湿性。焊接后清洗容易，并形成覆盖焊点膜层，使焊点不被氧化腐蚀。因此，电子线路中的焊接通常都采用松香酒精焊剂	用焊剂去除焊件表面的氧化物和杂质。焊剂同时也能防止焊件在加热过程中被氧化以及把热量从烙铁头快速地传递到被焊物上，使预热的速度加快

【技能训练2】

训练内容：手工焊接操作技能。

教学要求：

- 1. 掌握手工焊接操作的基本技能。
- 2. 掌握导线的焊接方法。

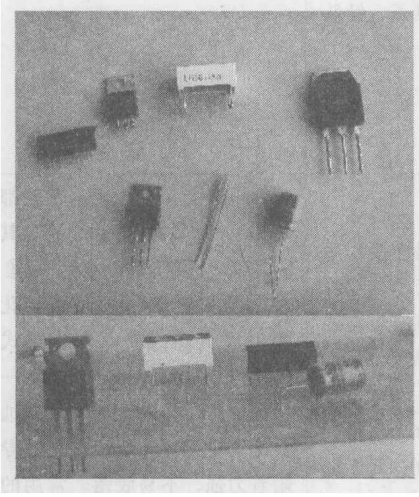
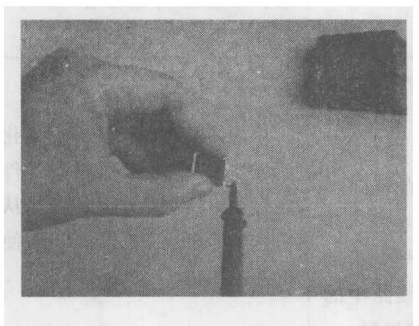
技术要求：

焊接的质量直接影响整机产品的可靠性与质量。因此，在锡焊时，必须做到以下几点：

- 1) 焊点的机械强度要满足需要。为了保证足够的机械强度，一般采用把被焊元器件的引线端子打弯后再焊接的方法，但不能用过多的焊料堆积，以防止造成虚焊或焊点之间短路。
- 2) 焊接可靠，保证导电性能良好。为保证有良好的导电性能，必须防止虚焊。
- 3) 焊点表面要光滑、清洁。为使焊点美观、光滑、整齐，不但要求操作人员有熟练的焊接技能，而且要选择合适的焊料和焊剂，否则将出现表面粗糙、拉尖、棱角现象。其次，烙铁的温度也要保持适当。

操作步骤：见表1-4。

表 1-4 手工焊接操作技能

项目	作 业 图	操作步骤及说明	相关知识及要点
焊接前的准备		元器件引线加工成型：元器件在印制板上的排列和安装方式有两种：一种是立式；另一种是卧式。引线的跨距应根据尺寸优选2.5的倍数	加工时，注意不要将引线齐根弯折，并用工具保护引线的根部，以免损坏元器件
		元器件引线表面会产生一层氧化膜，影响焊接。因此要搪锡（镀锡）	除少数有银、金镀层的引线外，大部分元器件引脚在焊接前必须先搪锡