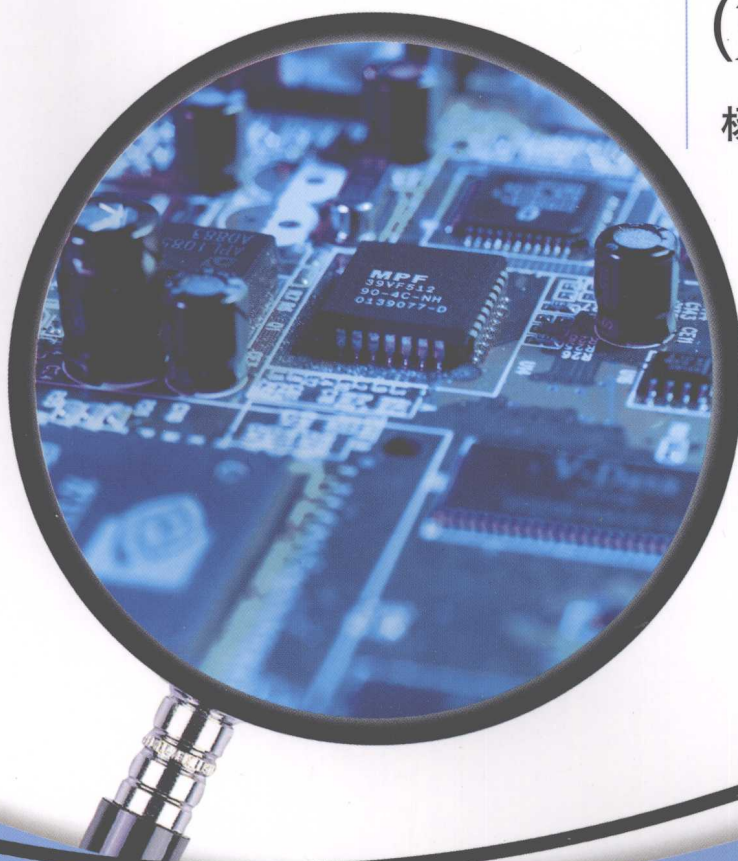


电子技术实训基础

——电子元器件的识别和检测

(第2版)

杨承毅 主编



世纪英才模块式技能实训
高职电工电子系列教材

电子技能实训基础
——电子元器件的识别和检测（第2版）

杨承毅 主编

人民邮电出版社
北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

电子技能实训基础：电子元器件的识别和检测 / 杨承毅主编. —2 版.

—北京：人民邮电出版社，2007.7 (2007.9 重印)

(世纪英才模块式技能实训高职电工电子系列教材)

ISBN 978-7-115-16075-1

I. 电... II. 杨... III. ①电子元件—识别—高等学校：技术学校—教材②电子元件—检测—高等学校：技术学校—教材 IV. TN60

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 049146 号

内 容 提 要

本书主要介绍了十几类常用电子元器件的结构、分类、性能、参数及如何应用等方面的知识，比较详细地介绍了检测电子元器件的方法。本书以模块式的结构编排，方便教师灵活地安排“技能模块”的授课。书中对各技能要点进行了简练的归纳，极大地方便了学生的学习。全书图文并茂，特别是附录部分的彩色插图更是本书的一大特色。

本书可供高职院校电子信息类专业及相关专业作为教材使用，同时也可作为其他职业学校或无线电短训班的培训教材，对于电子爱好者来说也不失为一本较好的自学读物。

世纪英才模块式技能实训

高职电工电子系列教材

电子技能实训基础——电子元器件的识别和检测 (第 2 版)

- ◆ 主 编 杨承毅
责任编辑 张 伟
执行编辑 蔡华斌
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京鸿佳印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本：787×1092 1/16
印张：12.75 彩插：6
字数：310 千字 2007 年 7 月第 2 版
印数：26 001—29 000 册 2007 年 9 月北京第 2 次印刷

ISBN 978-7-115-16075-1/TN

定价：26.00 元

读者服务热线：(010)67129264 印装质量热线：(010)67129223

世纪英才模块式技能实训·高职电工电子系列教材

编 委 会

主 任：杨承毅

编 委：李忠国 梅开乡 江华圣 王 彦
姚建永 熊新国 刘慎熊 余 华
徐滹非 余宏生

策 划：丁金炎

丛 书 前 言

对职业院校而言,技能培训才是职业教育真正的主题,理论教学应该围绕着专业技能的需要而展开,这不仅是就业市场的需求,也是高职办学理念上的回归。因此,国家要求高等职业院校构建理论教学体系和实践教学体系的办学格局,指明了高等职业教育改革前进的方向。

职业院校“以就业为导向”的办学方针,意味着职业办学者必须树立向市场靠拢的职教理念,探索全新的职教模式,在具体教学科目、教学内容的选择上必须以市场需求为己任,要“有所为,有所不为”,而不是采取砍课程、减内容或等比例削减课时等简单化行为。

本系列教材是我们学习教育部“教高[2004]1号”文件,借鉴加拿大CBE(Competency-Based Education)教学思想的一次实践,也是借DACUM方法来开发教学计划的具体探索。新编教材忠实贯彻了“以就业为目标”的指导思想,扭转了“过多强调学科性”及“盲目攀高升格”的倾向,重视知识、技能传授的宏观设计及整体效果,改变了过去高职教材在学科体系基础上加加减减的编写方法。

本系列教材的主要特点如下。

(1)教材结构“模块化”。一个模块一个知识点,重点突出,主题鲜明。模块化课程结构以其良好的弹性和便于综合的特点适应了职业教育市场化的多种需求。

(2)注重“方法论”的教学思想。“授之以鱼,不如授之以渔”。教材是教学之本,故而方法也应是实践教材的主题,决不能简单地、狭义地认为技能实训就是学生的实际操作。技能实训教材以传授经过提炼、加工、升华的专家经验(方法论)为主,这也是与传统实验报告相比的区别所在。

(3)教学内容“本体化”。一套教材由多本内涵不同的单科教材构成,就是教育“本体化”的体现,故而单个科目不向其他学科扩展渗透,追求单科教学内容单纯化,追求系列教材的组合效应是本系列教材的一个基本思想。

(4)中、高职教材的梯度衔接。《世界21世纪高等教育宣言》指出:“教育内部层次的衔接是社会各种工作规范层次的需要,教育与就业的衔接,就是教育本身体现其价值的必然性要求。”编写中、高职教材涉及的问题很多,但中、高职教材有梯度的合理衔接应为首要问题,因为它对学校是一个教学的定位问题,对技术是一个标准问题,对企业是一个用人的问题,对社会则是一个公平问题。本系列教材为中职同类教材的生存留下了足够的空间。

(5)合理控制教学成本。若实践教学以教授做事方法为主导,则教学成本不会很高,但若以学生实践为主题,则教学成本会增加许多。如今,不计教学成本的时代即将离去,故而,本系列教材要求作者对每一个技能实训的成本作出估算,以免“曲高和寡”,最终难以得到教学双方的认可。

(6)教材内容更加直观。本系列教材广泛使用图表归纳法,用简洁的图表归纳整理,以解决日益庞大的知识内容与学时偏少之间的矛盾。同时,本系列教材图文并茂、直观清晰、便于自学,文字表达简洁明了、明快易懂。

(7)练习题体现了理论对实践技能的指导。每一个“技能模块”的练习题都需要学生开

动脑筋、相互讨论，到图书馆、互联网去查阅资料，到实验室去做实验才能解答；同时，练习题更加贴近实际，体现应用，而不再只是验证真理。它摒弃了传统应试教育的问答方式，力求体现理论对实践技能的指导，引导学生去探索、去实践、去领悟、去创新。

综上所述，本系列实训教材是符合当今高等职业教育发展方向的一个有潜在价值的教学模式。本系列教材的作者都是长期担任相关课程教学工作的有工程背景的教师，不仅具备扎实的理论功底，还在职业技能方面积累了丰富的经验。正是由于本系列教材的作者们具备了这些条件，才有了本系列教材的高质量出版。

总之，本系列教材的出版价值不仅在于它贯彻了国家教育部“教高〔2004〕1号”文件中高等职业教育的改革思想，而且与当前就业单位“招聘的人能立即上岗”的要求合拍，并为学生毕业后在电类各专业间转岗奠定了最基本的知识和技能基础。同时其新（新思想、新技术、新面貌）、实（贴近实际、体现应用）、简（文字简洁、风格明快）的编写风格令人耳目一新。

如果您对这个系列的教材有什么意见和建议，或者您也愿意参与这个系列教材中其他专业课教材的编写，可以发邮件至 wuhan@ptpress.com.cn 与我们联系，也可以进入本系列教材的服务网站 www.ycbook.com.cn 留言。

系列教材编委会

前 言

本书是电工、电子、通信、计算机、自动控制等各专业通用的电子技能训练系列教材之一，是按实验课单列的设计而编写的，本书贯彻了以能力为本位的教学思想，已被列入“世纪英才 NEW IDEA INSIDE”出版工程（详情请访问 www.ycbook.com.cn）。

电子元器件是电子技术中的基本元素。任何一种电子装置，都由这些电子元器件合理、和谐、巧妙地组合而成。特别是近年来传统电子元器件的更新换代，新型元器件层出不穷，客观地说，不了解这些元器件的性能和规格，就难以适应当代电子技术的发展。因此，编者认为电子技能的基本功应以了解元器件为起点。在教学方式的构思上，编者以贯彻培养职业能力，倡导教学创新于始终，希望把学、教、练三者有机地融合起来。

本书第1版自2005年出版以来，已连续印刷6次，初步得到了社会的认可。通过具体的教学实践，编者认识到本书内容尚存在不足之处，因此对其进行了修订。与第1版相比，第2版减少了总学时，删减了重复的内容，并且增加了新的元器件介绍及相关彩图。此次修改使得本书内容更加丰富完善、贴近实际，版面更加生动。

需要说明的是，本书的二十一项技能训练相对独立，讲授的次序由教师根据教学实际自行决定。另外，一套元器件可同时安排多班示范教学，因此，本书所设计的教学成本极低。本书通俗易懂，亦可作为广大电子爱好者的自学读物。

本书由杨承毅老师担任主编，由王彦老师担任主审。本书在第2版的编写过程中，得到了华为公司张道华同志的热诚帮助，在此深表谢意。

编写技能训练教材是高等职业学校的一个崭新课题，需要不断探索和研究。鉴于编者水平、经验有限，且时间仓促，书中错误与不足难免存在，敬请读者予以指正。

另附教学建议学时表，具体的学时由任课教师根据具体的情况适当调整。

序 号	课 题 名 称	建议学时	序 号	课 题 名 称	建议学时
技能训练一	焊接练习	一个实训周	技能训练十二	传声器	2
技能训练二	印制板的人工制作	4	技能训练十三	继电器	2
技能训练三	电阻器	2	技能训练十四	音乐片	2
技能训练四	电容器	2	技能训练十五	集成电路常识	2
技能训练五	电感器	2	技能训练十六	可控硅	2
技能训练六	变压器	2	技能训练十七	发光二极管	2
技能训练七	半导体二极管	2	技能训练十八	光敏元件	2
技能训练八	半导体三极管	4	技能训练十九	光电耦合器	2
技能训练九	开关与接插件	2	技能训练二十	场效应管与干电池	2
技能训练十	保险元件	2	技能训练二十一	片状元件	2
技能训练十一	扬声器	2			
合计		24	合计		20
总学时			44（一个实训周）		

编 者

目 录

技能训练一	焊接练习	1
技能训练二	印制板的人工制作	10
技能训练三	电阻器的认知与检测	17
附录一	电阻器相关资料	26
技能训练四	电容器的认知与检测	29
附录二	电容器型号命名方法	39
技能训练五	电感器的认知与检测	41
技能训练六	变压器的认知与检测	49
技能训练七	半导体二极管	56
技能训练八	半导体三极管	65
技能训练九	开关与接插件	75
技能训练十	保险元件	86
附录三	可恢复的热保险丝	92
技能训练十一	扬声器	93
技能训练十二	传声器	101
技能训练十三	继电器	109
技能训练十四	音乐片	118
附录四	音乐片相关资料	125
技能训练十五	集成电路常识	129
技能训练十六	可控硅	142
技能训练十七	发光二极管	152
技能训练十八	光敏元件	162
技能训练十九	光电耦合器	171
技能训练二十	场效应管与干电池简介	178
技能训练二十一	片状元件的认知	184
附录五	常见电子元器件的彩图	彩图

技能训练一 焊接练习

焊接技术是从事电子技术工作的基本功。

焊接的过程可理解为“加热→熔入→浸润→冷却→连接”，即低熔点焊料（锡与铅合金）在助焊剂的帮助下，熔化并渗透到被焊元件的金属表面，然后在冷却过程中凝固为新的合金结构，从而把焊件相互连接起来。

焊接操作不是用电烙铁来“粘”、“涂”、“抹”，也不是用焊料把元器件堆砌在焊点上，而是利用加热器，促使焊料与焊件的渗透与融合。焊接的质量取决于金属表面的清洁度、温度和时间等技术要素。

第一部分 教学要求

一、目的要求

- (1) 掌握焊接工具的使用和故障检修方法。
- (2) 熟悉电子元器件的安装方法及安装形式。
- (3) 通过大量练习提高焊接技术。

二、工具器材

工 具	项 目	估 价	器 材	规 格	数 量	估 价
个人小工具（一套）	万用表、烙铁、钳子、无感改锥（起子）等		旧印制板			
集体工具	烙铁架					
	配电盘					
	吸锡器					
	吸锡电烙铁					
	砂纸					
	焊锡					
	铜丝					
	旧电阻					
	旧电容					
	集成块					
	导线					

三、教学节奏与方式

项 目	时 间 安 排	教 学 方 式
1	课前准备	1 课时
2	教师讲授	1 课时
3	学生实作	4 课时

四、成绩评定

技能训练成绩	教师签名
--------	------

(注：成绩评定的等级为优良、及格和不及格，后同)

第二部分 教 学 内 容

一、焊接工具

电路焊接所用的工具有电烙铁、吸锡器、放大镜、镊子、尖嘴钳、斜口钳、剥线钳、小刀、台灯和烙铁架等，下面介绍焊接工具电烙铁和拆焊工具吸锡器。

1. 电烙铁

(1) 电烙铁的外形如图 1-1 所示。



图 1-1 电烙铁外形

(2) 电烙铁的结构如图 1-2 所示。

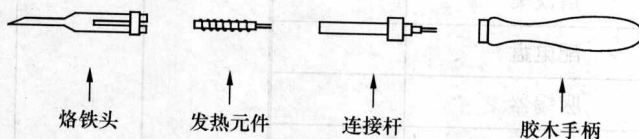


图 1-2 电烙铁结构

(3) 电烙铁焊接的工作步骤如下：

接通电源→电阻丝发热→加热烙铁头→熔化焊锡→焊接

内热式电烙铁的外形和内部结构如图 1-1、图 1-2 所示，烙铁芯装在烙铁头的内部，故称之为“内热式”电烙铁。内热式电烙铁具有加热效率高、加热速度快、耗电少、体积小和重量轻等优点，20W 规格的电烙铁适合印制线路板和小型元件的焊接。

另外，还有一种外热式电烙铁，其结构如图 1-3 所示，加热器通过传热筒套在烙铁头的外部，当电烙铁接通电源时，由电阻丝绕制成的加热器发热，再通过传热筒使烙铁头发热。这种电烙铁热效率较低，但价格相对便宜。

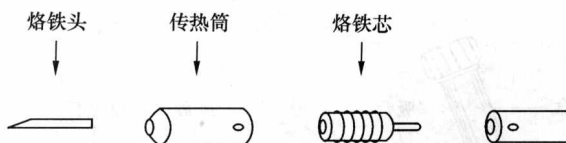


图 1-3 外热式烙铁结构

(4) 电烙铁的常见故障。电烙铁最常见的故障是电路内部开路，其现象是通电后烙铁长时间不发热。如图 1-4 所示，使用者可拆开烙铁，用万用表欧姆挡分别测量 A、B 两处的电阻值，便可找出电烙铁的故障所在；若发现发热器过度氧化，则需要及时更换。

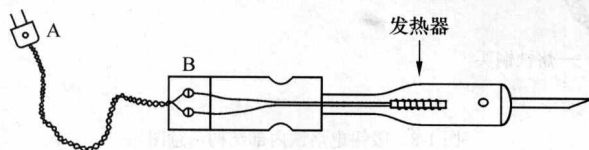


图 1-4 电烙铁检修点

烙铁头使用过久，会出现腐蚀、凹坑等现象，这样会影响正常焊接，此时应使用锉刀对其进行整形，把它加工成符合焊接要求的形状。

(5) 电烙铁的接地端。要求电烙铁接地的原因有两个：一是为了保护人身安全，防止烙铁因漏电使外壳带电造成人身伤害；二是为了避免因静电感应击穿焊接中的 MOS 器件。

电烙铁接地就是将电烙铁金属外壳的引出线接到三线电源插头中间接零线的铜片上，如图 1-5、图 1-6 所示。

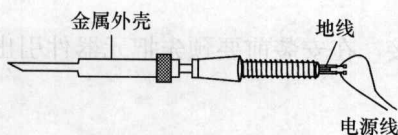


图 1-5 电烙铁的接地端

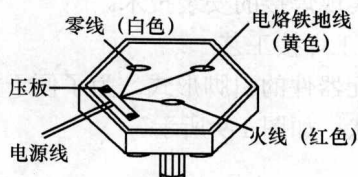


图 1-6 三线电源插头结构

如果所用的电烙铁没有引出地线，则可在焊接 MOS 类型集成块时拔下电烙铁的电源插头，利用余热焊接。这一点要特别注意。

2. 吸锡器和吸锡电烙铁

(1) 吸锡器是无损拆卸元件时的必备工具。吸锡器的原理是利用弹簧突然释放的弹力带动一个吸气筒的活塞向外抽气，同时在吸嘴处产生强大的吸力，从而将液态的焊锡吸走。

(2) 吸锡电烙铁的外形及内部结构如图 1-7、图 1-8 所示。

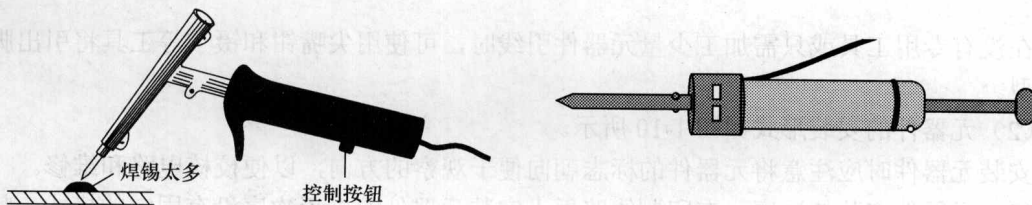


图 1-7 吸锡电烙铁外形示意图

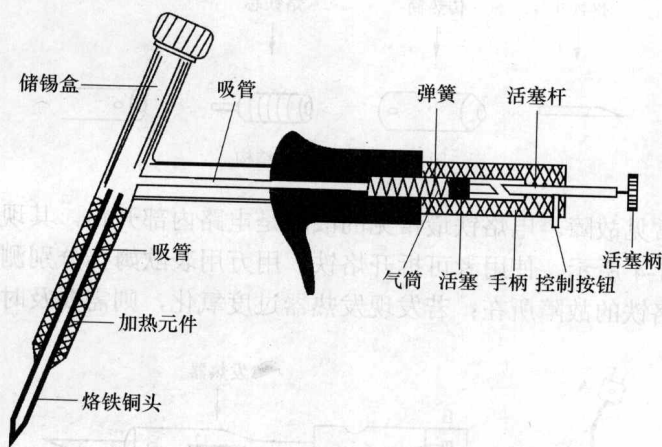


图 1-8 吸锡电烙铁内部结构示意图

这类产品具有焊接和吸锡的双重功能，在使用时，只要把烙铁头靠近焊点，待焊点熔化后按下按钮，即可把熔化后的焊锡吸入储锡盒内。

二、元器件的安装焊接与印制线路板上元器件的安装方法

1. 表面安装技术

近年来，表面安装技术（SMT）得到了迅速的发展，它是将表面安装形式的元器件、片状材料，用专用的粘胶剂或焊料膏固定在预先制作好的印制线路板上，再采用波峰焊、再流焊等工艺实现焊接的安装技术。

2. 手工焊接工艺

(1) 元器件的引脚形式。为了便于安装和焊接，在安装前要预先把元器件引出脚弯曲成一定的形状，如图 1-9 所示。

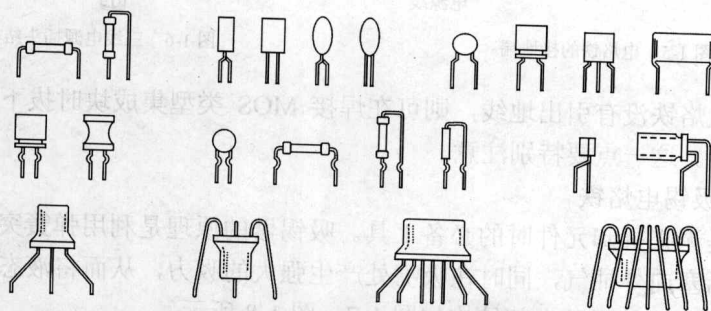


图 1-9 元器件引脚弯曲形式

在没有专用工具或只需加工少量元器件引线时，可使用尖嘴钳和镊子等工具将引出脚加工成型。

(2) 元器件的安装形式如图 1-10 所示。

安装元器件时应注意将元器件的标志朝向便于观察的方向，以便校核电路和维修。

(3) 元器件安装的次序。在印制线路板上安装元器件的先后次序没有固定的模式，特别是人工安装元器件一般取决于个人习惯，但应以前道工序不妨碍后道工序为基本原则。

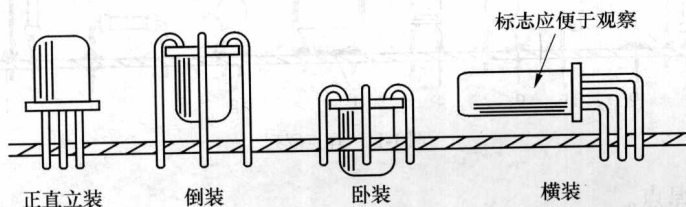


图 1-10 元器件安装形式

元器件安装一般有以下几种方式：

① 按元器件的属性：先全部接电阻→再接电容→……

② 按元器件的体积大小：先小后大。

③ 按元器件的安装方式：先卧后立。

④ 按元器件的位置：先内后外。

⑤ 按电路原理图：逐一完成局部电路。

(4) 焊接元器件前的准备工作：

① 清洗印制线路板：一般用橡皮反复擦拭铜箔面氧化层，若铜箔氧化严重也可以用细砂纸轻轻打磨，直至铜箔表面光洁如新，然后在铜箔表面涂上一层松香水起防护作用。

② 元器件引脚镀锡：一般元器件引脚在插入印制电路板之前，都必须刮干净再镀锡，另外个别因长期存放而氧化的元器件，也应重新镀锡。

需要注意的是，对于扁平封装的集成电路引线，不允许用刮刀清除氧化层，只能用橡皮擦。

③ 助焊剂的选择：选用松香作助焊剂。因为焊锡膏、焊油等焊剂的腐蚀性大，所以在印制线路板的焊接中禁止使用。

④ 焊锡的选用：选用芯内储有松香助焊剂的空心焊锡丝，它的常用规格有 $\phi 1\text{mm}$ 、 $\phi 1.5\text{mm}$ 和 $\phi 2.0\text{mm}$ 等。使用者可根据焊件大小加以选择。

(5) 焊接须知：

① 掌握焊接的热量和焊接的时间。若电烙铁没有达到足够的温度，就不能急着去焊元器件，因为此时焊锡没有充分熔化，焊接表面粗糙且颜色暗淡，稍一用力焊点就会断裂，造成虚焊。另外，此时锡在焊点上熔化很慢，若元件、印制焊盘和烙铁接触的时间较长，就会使热量过多地传导到印制焊盘和元件上去，导致印制线路板焊盘翘起、变形，甚至会损坏元件。焊接时间过长的主要原因是电烙铁的功率和加热时间不够或被焊元器件表面不干净，应根据实际情况分析解决。

② 焊接过程的把握。将经过镀锡处理的元器件找准焊孔后插入，焊脚在印制线路板反面透出的长度不得小于 5mm ，然后将烙铁及焊丝同时凑到焊脚处加热，待焊锡熔化，浸润在焊脚周围并形成大小适中、圆润光滑的焊点时，将烙铁向上迅速抽出，不要让烙铁头在铜箔上拖动游移。焊点形成后，焊盘的焊锡尚未凝固，此时不能移动焊件，否则焊锡会凝成砂粒状，使被焊物件附着不牢，造成虚焊；另外也不要对焊锡吹气使其散热，应让它自然冷却。若将烙铁拿开后，焊点带不规则毛刺，则说明焊接时间过长。这是焊锡汽化引起的，需重新焊接。

(6) 焊点的检查。将焊接的结果罗列几种，如图 1-11 所示。

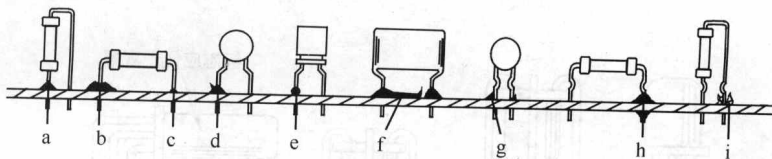


图 1-11 焊点罗列

- a 焊点：优良焊点。
- b 焊点：焊料过多。
- c 焊点：焊料过少。
- d 焊点：外表不光滑，有毛刺，焊接时间过长。
- e 焊点：过于饱满，其实为焊锡未浸润焊点，多为虚焊。
- f 焊点：拖尾，易造成相互间短路，焊接时间过长造成。
- g 焊点：焊点不完整，机械强度不够。
- h 焊点：焊点反面渗出过多，因烙铁过热所致。
- i 焊点：焊点在凝固时元件有晃动，造成焊料凝固成松散的豆渣形状。

(7) 单股线芯的连接如图 1-12 所示。

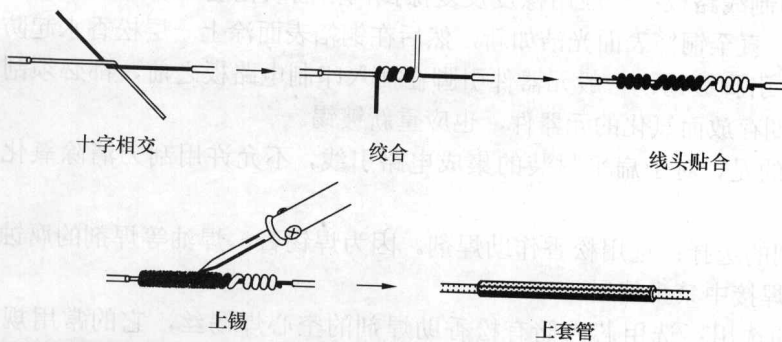


图 1-12 单股线芯的连接

(8) 元器件之间的焊接方式。元器件之间的焊接方式有钩焊、搭焊、插焊和网焊等几种形式，如图 1-13、图 1-14、图 1-15 和图 1-16 所示。



图 1-13 钩焊



图 1-14 搭焊



图 1-15 插焊

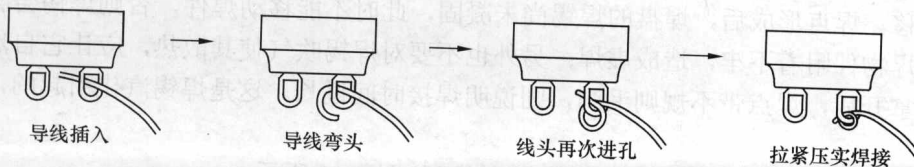


图 1-16 网焊

(9) 小型元器件的焊接。电子元器件的发展趋势是微型化。电子元器件的微型化带来了焊接技术的革命，一般工厂都采用波峰焊接等专门技术，但遇到试制、修理和批量生产中坏机的返修等情况，就只能用手工来焊接。这样的操作需要耐心、细心，同时焊接也需要专用的微焊工具，如放大镜、台灯等。微型烙铁头可自制，其方法是在烙铁头上加缠不同直径的铜丝，并将铜丝锉成烙铁头形状，如图 1-17 所示。

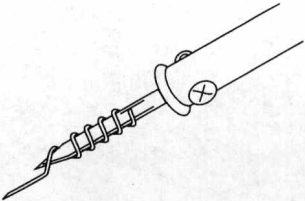


图 1-17 改制微型烙铁头

(10) 元器件的拆卸。从事电子技术这一行，免不了要从印制线路板上拆卸电子元器件。若拆卸得当，元器件、印制焊盘就可反复使用；若拆卸不当，则容易损坏元器件和印制线路板，为后续工作带来麻烦。

为了拆焊的顺利进行，在拆焊过程中要使用一些专用的拆焊工具，如吸锡器、插针和钩形镊子等工具。插针可用硬钢丝线或 6~9 号注射器针头改制，其作用是清理锡孔的堵塞，以便重新插入元器件，插针外形如图 1-18 所示。



图 1-18 插针

元器件拆卸方法如图 1-19、图 1-20 所示。

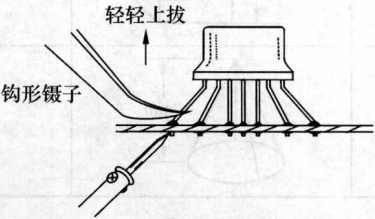


图 1-19 拆卸方法一

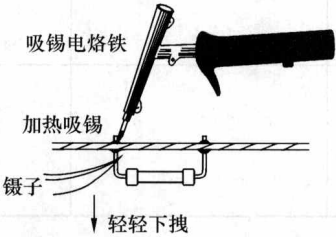


图 1-20 拆卸方法二

第三部分 技能训练

(1) 电烙铁拆装训练。

拆卸一支电烙铁，了解其基本结构后组装还原，并将拆卸情况记录在表 1-1 中。

表 1-1 电烙铁拆卸情况记录

项 目	功 率	解体后零部件名称	加热类型	加热器电阻	烙铁头形状
内容					

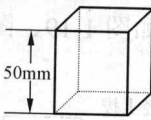
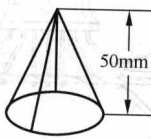
(2) 回答问题。

① 电烙铁加热丝端部熔断，剪去一部分后复接在端子上，电烙铁功率将有何变化？

② 焊接电子元器件时，若电烙铁在焊点处停留时间过长会造成什么后果？

(3) 用直径为 1mm 的铜丝焊接图形，并将焊接情况记入表 1-2 中。

表 1-2 几种几何图形焊接情况记录

几何图形	使用的工具	接头处使用的焊接方式	图 示	质 量 检 查
正方体				
圆锥体				

(4) 完成网焊、钩焊、搭焊和插焊的焊点各 15 个，并将焊接情况记入表 1-3 中。

表 1-3 焊接形式比较记录

焊接名称	A. 不刮不镀 (5 个)	B. 只刮不镀 (5 个)	C. 又刮又镀 (5 个)	效 果			质 量 检 查
				A	B	C	
网焊数量							
钩焊数量							
搭焊数量							
插焊数量							

(5) 完成正直立装、倒装、卧装和横装电子元器件各 10 件，并将结果填入表 1-4 中。

表 1-4 元器件安装情况记录

焊 接 名 称	数 量	损 坏 元 件	质 量 检 查
正直立装			
倒装			
卧装			
横装			

(6) 拆焊练习，并将结果填入表 1-5 中。

表 1-5 拆焊记录

训练种类	焊接元器件的(材料) 名称规格及拆焊工具	焊点 数	操作 步骤	是否损伤铜箔	质量 检查
分立元件					
集成元件					

来要单送台端一第

来要单白一

图例中意主要需以看以睡日的油睡日睡丁 (1)
图例中意主要需以看以睡日的油睡日睡丁 (2)
图例中意主要需以看以睡日的油睡日睡丁 (3)
图例中意主要需以看以睡日的油睡日睡丁 (4)

来要单工二

代 出	量 要	图 例	来 要 单	代 出	目 要	具 工
			来要单		来要单	
			来要单		来要单	
			来要单		来要单	
			来要单		来要单	
			来要单		来要单	
			来要单		来要单	
			来要单		来要单	