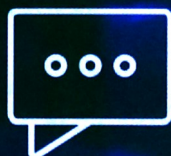
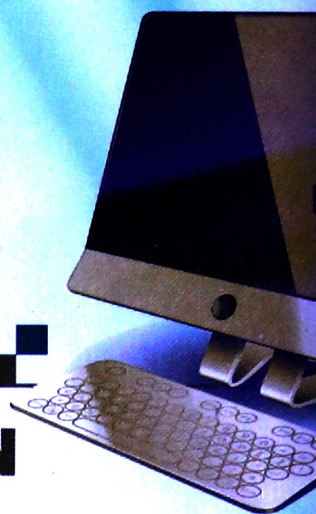


实用电子产品 制作实例

SHIYONG DIANZI CHANPIN
ZHIZUO SHILI

主编 / 徐永忠 赵艳玲 张群



西南交通大学出版社

实用电子产品制作实例

主编 徐永忠 赵艳玲 张 群

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

内 容 提 要

本书是针对电子设备装接鉴定和电子产品装接与调试而编写的实训教材。主要训练学生对各类电子产品的设计、组装、调试和排故能力,这些能力是电子、电工需要的核心能力,是电子设备装接工中高级及技师技能证的主要考核内容,在技能大赛和企业培训等社会服务方面也发挥着重要作用。

本书主要内容包括稳压电源、超外差式收音机、立体声功率放大器和电视机等十个常用项目组成。本书将电子产品装接与调试的工艺逐步深入到由简单到复杂的电子产品生产装配的主线中,让学生在各类产品装接与调试过程中学习并熟悉电子产品装接与调试工艺。可供电工、电子、物联网、工业自动化控制、机电一体化和数控等专业人员学习参考,也可作为相关工作人员的培训教材和操作指导。

图书在版编目(CIP)数据

实用电子产品制作实例 / 徐永忠, 赵艳玲, 张群主
编. — 成都: 西南交通大学出版社, 2015.3
ISBN 978-7-5643-3800-8

I. ①实… II. ①徐…②赵…③张… III. ①电子产品—制作—教材 IV. ①TN05

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 046091 号

实用电子产品制作实例

主 编 徐永忠 赵艳玲 张 群

责任编辑	王 旻
特邀编辑	穆 丰
封面设计	墨创文化
出版发行	西南交通大学出版社 (四川省成都市金牛区交大路 146 号)
发行部电话	028-87600564 028-87600533
邮政编码	610031
网 址	http://www.xnjdcbs.com
印 刷	四川煤田地质制图印刷厂
成品尺寸	185 mm × 260 mm
印 张	10.5
字 数	233 千字
版 次	2015 年 3 月第 1 版
印 次	2015 年 3 月第 1 次
书 号	ISBN 978-7-5643-3800-8
定 价	27.00 元

课件咨询电话: 028-87600533

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

本书是针对我院电子设备装接鉴定和电子产品装接与调试而编写的实训教材。主要训练学生对各类电子产品的设计、组装、调试和排故能力，是电子、电工需要的核心能力，是电子设备装接工中高级及技师技能证的主要考核内容，在技能大赛和企业培训等社会服务方面也发挥着重要作用。

教材将电子产品装接与调试的工艺逐步深入到由简单到复杂的电子产品的生产装配的主线中，让学生在各类产品装接与调试过程中学习并熟悉电子产品装接与调试工艺。

本书主要内容包括稳压电源、超外差式收音机、立体声功率放大器和电视机十个常用项目组成。可供电工、电子、物联网、工业自动化控制、机电一体化和数控等专业技术人员学习参考，也可作为相关工作人员的培训教材和操作指导。

本教材由乐山职业技术学院电信系和乐山无线电厂合作编写，徐永忠、赵艳玲、张群为主编，王远祥、王建华、刘建伟、张仕海、陈宁宁、何晓明参与编写。徐永忠编写项目一、六，王远祥编写项目二，赵艳玲编写项目三、张群编写项目四，王建华编写项目五，刘建伟编写项目七，张仕海编写项目八，陈宁宁编写项目九，何晓明编写项目十。由徐永忠负责全书的修改和定稿工作。

本书项目实例由本院和乐山无线电厂合作完成，并得到了其他电子企业的大力帮助。本书由乐山无线电厂周永担任主审，在教学过程和教材编写中提出了许多宝贵意见，在此表示深切的谢意。

本书在编写过程中得到了学院相关部门及领导的大力支持，得到了学院实训管理人员的大力帮助，在此向他们表示衷心的感谢。另外，教材的编写参考了一些著作和资料，谨向书籍和文章的作者表示衷心的感谢，同时感谢西南交通大学出版社特别是编辑穆丰在本书由校本教材到公开出版的过程中的大力支持和帮助。

由于编者水平有限，书中难免存在错漏和不足之处，敬请广大读者批评和指正。

编 者

2015 年 1 月

目 录

项目一 初级电子产品装接与生产	1
1.1 万用表的选择使用	1
1.2 电烙铁的选择与使用	4
1.3 RLC 元件的检测与预处理	14
1.4 稳压电路的设计	30
1.5 稳压电路的安装与调试	31
项目二 心形闪光灯指示电路的装接与调试	36
2.1 半导体元器件的检测与预处理	36
2.2 光电器件	43
2.3 紧固件连接技术	44
2.4 心形闪光灯指示电路的设计	48
2.5 心形闪光灯指示电路的装接与调试	48
项目三 声光控开关的装接与调试	50
3.1 敏感元器件与声光控开关的设计	50
3.2 元器件的检测与预处理	51
3.3 声光控开关的装接与调试	52
项目四 “叮咚”门铃的装接与生产	53
4.1 音乐集成电路与“叮咚”门铃的设计	53
4.2 元器件的检测与预处理	53
4.3 “叮咚”门铃的装接与生产	54
项目五 功率放大器的装接与生产	56
5.1 功率放大管（集成电路）与功率放大器的设计	56
5.2 元器件的检测与预处理	56
5.3 功率放大器的装接与生产	57

项目六 调光台灯的装接与生产	59
6.1 晶闸管与调光台灯的设计	59
6.2 元器件的检测与预处理	59
6.3 调光台灯的装接与生产	61
项目七 无线电遥控器的装接与生产	62
7.1 无线电信号与遥控器的设计	62
7.2 元器件的检测与预处理	64
7.3 无线电遥控器的装接与生产	65
项目八 超外差式收音机的装接与生产	68
8.1 解调与超外差式收音机的设计	68
8.2 元器件的检测与预处理	68
8.3 收音机的调试生产	70
项目九 收录机的装接与生产	74
9.1 录音机机芯的使用与收录机的设计	74
9.2 元器件的检测与预处理	77
9.3 收录机的装接与生产遇到的问题	80
项目十 电视机的装接与生产	82
10.1 常用电子测量仪器的使用	82
10.2 电视机的电路设计	88
10.3 元器件的检测与预处理	92
10.4 电视机的装接与生产	96
学习资料一 电子产品技术文件	102
11.1 设计文件	102
11.2 工艺文件	110
学习资料二 调试工艺	120
12.1 调试工作的内容	120
12.2 调试仪器	122
12.3 调试工艺技术	124
12.4 整机质检	129

12.5 故障检修133

12.6 调试的安全140

学习资料三 中级操作技能模拟卷一148

学习资料四 中级操作技能模拟卷二155

参考文献159

项目一 初级电子产品装接与生产

1.1 万用表的选择使用

万用表又称为复用表、多用表、三用表、繁用表等，是电力电子等部门不可缺少的测量仪表，一般以测量电压、电流和电阻为主要目的。万用表按显示方式分为指针万用表和数字万用表。万用表是一种多功能、多量程的测量仪表，一般万用表可测量直流电流、直流电压、交流电流、交流电压、电阻和音频电平等，特殊的还可以测交流电流、电容量、电感量及半导体的一些参数（如 β ）等。

1.1.1 指针表和数字表的选用

（1）指针表读取精度较差，但指针摆动的过程比较直观，其摆动的速度或幅度有时也能比较客观地反映被测量值的大小（比如测电视机数据总线（SDL）在传送数据时的轻微抖动）；数字表读数直观，但数字变化的过程看起来很杂乱，不太容易观看。

（2）指针表内一般有两块电池，一块是低电压的 1.5 V，一块是高电压的 9 V 或 15 V，其黑表笔相对红表笔来说是正端；数字表则常用一块 6 V 或 9 V 的电池。

（3）在电阻挡，指针表的表笔输出电流相对数字表来说要大很多，用“ $R \times 1 \Omega$ ”挡可以使扬声器发出响亮的“哒”声，用“ $R \times 10 k\Omega$ ”挡甚至可以点亮发光二极管（LED）。

（4）在电压挡，指针表内阻相对数字表来说较小，测量精度相对较差。在某些高电压微电流的场合指标表甚至无法测准，因为其内阻会对被测电路造成影响（比如在测电视机显像管的加速级电压时测量值会比实际值低很多）；数字表电压挡的内阻很大，至少在兆欧级，对被测电路影响很小。但极高的输出阻抗使其易受感应电压的影响，在一些电磁干扰比较强的场合测出的数据可能是虚的。

（5）总之，在大电流高电压的模拟电路测量中适用指针表，比如电视机、音响功放；在低电压小电流的数字电路测量中适用数字表，比如 BP 机、手机等。但这不是绝对的，应根据实际情况选用指针表和数字表。

1.1.2 测量技巧（如不作说明，则用的是指针表）

（1）测喇叭、耳机、动圈式话筒：用 $R \times 1 \Omega$ 挡，任一表笔接一端，另一表笔点触另一端，正常时会发出清脆响亮的“哒”声。如果不响，则是线圈断了，被测产品不可用；

如果响声小而尖,则是产品有擦圈问题,也不能用。

(2) 测电容:用电阻挡,根据电容容量选择适当的量程,并注意在测量电解电容时,黑表笔要接电容正极。① 估测微法级电容容量的大小:可凭经验或参照相同容量的标准电容,根据指针摆动的最大幅度来判定容量。所参照的电容不必耐压值相同,只要容量相同即可。例如估测一个 $100\ \mu\text{F}/250\ \text{V}$ 的电容可用一个 $100\ \mu\text{F}/25\ \text{V}$ 的电容来参照,只要它们指针摆动最大幅度一样,即可断定容量一样。② 估测皮法级电容容量大小:选用“ $R \times 10\ \text{k}\Omega$ ”挡,可估测 $1\ 000\ \text{pF}$ 以上的电容。对 $1\ 000\ \text{pF}$ 或更小一点的电容,只要表针稍有摆动,即可认为容量够了。③ 测电容是否漏电:对 $1\ 000\ \mu\text{F}$ 以上的电容,可先用“ $R \times 10\ \Omega$ ”挡将其快速充电,并初步估测电容容量,然后改用“ $R \times 1\ \text{k}\Omega$ ”挡继续测量一段时间,这时指针不应回返,而应停在或十分接近 ∞ 处,否则就有漏电现象。对一些几十微法以下的定时或振荡电容(比如彩电开关电源的振荡电容),其漏电特性要求非常高,只要稍有漏电就不能用,这时可在“ $R \times 1\ \text{k}\Omega$ ”挡充完电后再改用“ $R \times 10\ \text{k}\Omega$ ”挡继续测量,同样表针应停在或十分接近 ∞ 处而不应回返。

(3) 在路测二极管、三极管、稳压管好坏:因为在实际电路中,三极管的偏置电阻或二极管、稳压管的周边电阻一般都比较大大,大都在几百几千欧姆以上,这样,我们就可以用万用表的“ $R \times 10\ \Omega$ ”或“ $R \times 1\ \Omega$ ”挡来在路测量 PN 结的好坏。在路测量时,用“ $R \times 10\ \Omega$ ”挡测 PN 结应有较明显的正反向特性(如果正反向电阻相差不太明显,可改用“ $R \times 1\ \Omega$ ”挡来测)。一般正向电阻在“ $R \times 10\ \Omega$ ”挡测时表针应指示在 $200\ \Omega$ 左右,在“ $R \times 1\ \Omega$ ”挡测时表针应指示在 $30\ \Omega$ 左右(根据不同表型可能略有出入)。如果测量结果正向阻值太大或反向阻值太小,都说明这个 PN 结有问题,进而这个管子也就有问题了。这种方法对于维修时特别有效,可以非常快速地找出坏管,甚至可以测出尚未完全坏掉但特性变坏的管子。比如当你用小阻值挡测量某个 PN 结正向电阻过大,如果你把它焊下来用常用的“ $R \times 1\ \text{k}\Omega$ ”挡再测,可能还是正常的,其实这个管子的特性已经变坏了,不能正常工作或不稳定了。

(4) 测电阻:重要的是要选好量程,当指针指示于 $1/3 \sim 2/3$ 满量程时测量精度最高,读数最准确。要注意的是,在用 $R \times 10\ \text{k}\Omega$ 电阻挡测兆欧级的大阻值电阻时,不可将手指捏在电阻两端,这样人体电阻会使测量结果偏小。对于常见的进口型号的大功率塑封管,其 c 极基本都是在中间。中、小功率管有的 b 极可能在中间。比如常用的 9014 三极管及其系列的其他型号三极管、2SC1815、2N5401、2N5551 等三极管,有些 b 极就在中间。当然上述型号也有 c 极在中间的,所以在维修更换三极管时,尤其是这些小功率三极管,不可拿来就按原样直接安上,一定要先测一下。

1.1.3 仅用万用表作为检测工具的集成电路的检测方法

虽说集成电路代换有方,但拆卸毕竟较麻烦。因此,在拆之前应确切判断集成电路是否确实已损坏及损坏的程度,避免盲目拆卸。本文介绍了仅用万用表作为检测工具的不在

路和在路检测集成电路的方法和注意事项。文中所述在路检测的四种方法（直流电阻、电压、交流电压和总电流的测量）是维修中实用且常用的检测法。

1. 不在路检测

这种方法是在 IC 未焊入电路时进行的，一般情况下可用万用表测量各引脚对应于接地引脚之间的正、反向电阻值，并和完好的 IC 进行比较。

2. 在路检测

这是一种通过万用表检测 IC 各引脚在路（IC 在电路中）直流电阻、对地交直流电压以及总工作电流的检测方法。这种方法克服了代换试验法需要有可代换 IC 的局限性和拆卸 IC 的麻烦，是检测 IC 最常用和实用的方法。

（1）在路直流电阻检测法

这是一种用万用表欧姆挡，直接在线路板上测量 IC 各引脚和外围元件的正反向直流电阻值，并与正常数据相比较，来发现和确定故障的方法。测量时要注意以下三点：

测量前要先断开电源，以免测试时损坏电表和元件；

万用表电阻挡的内部电压不得大于 6 V，量程最好用“ $R \times 100 \Omega$ ”或“ $R \times 1 k\Omega$ ”挡；

测量 IC 引脚参数时，要注意测量条件，如被测机型、与 IC 相关的电位器的滑动臂位置等，还要考虑外围电路元件的好坏。

（2）直流工作电压测量法

这是一种在通电情况下，用万用表直流电压挡对直流供电电压、外围元件的工作电压进行测量的测量法：检测 IC 各引脚对地直流电压值，并与正常值相比较，进而压缩故障范围，找出损坏的元件。测量时要注意以下八点：

万用表要有足够大的内阻，至少要大于被测电路电阻的 10 倍以上，以免造成较大的测量误差。

通常把各电位器旋到中间位置，如果是电视机，信号源要采用标准彩条信号发生器。

表笔或探头要采取防滑措施。因任何瞬间短路都容易损坏 IC。可采取如下方法防止表笔滑动：取一段自行车用的气门芯套在表笔尖上，并超出表笔尖约 0.5 mm 左右，这既能使表笔尖良好地与被测试点接触，又能有效防止打滑，即使碰上邻近点也不会短路。

当测得某一引脚电压与正常值不符时，应根据该引脚电压对 IC 正常工作有无重要影响以及其他引脚电压的相应变化进行分析，才能判断 IC 的好坏。

IC 引脚电压会受外围元器件影响。当外围元器件发生漏电、短路、开路变值时，或外围电路连接的是一个阻值可变的电位器，则电位器滑动臂所处的位置不同，都会使引脚电压发生变化。

若 IC 各引脚电压正常，则一般认为 IC 正常；若 IC 部分引脚电压异常，则应从偏离正常值最大处入手，检查外围元件有无故障，若无故障，则 IC 很可能损坏。

对于动态接收装置，如电视机，在有无信号时，IC 各引脚电压是不同的。如发现引脚

电压不该变化的变化大，而应随着信号大小和可调元件不同位置而变化的反而不变化，就可确定 IC 损坏。

对于具备多种工作方式的装置，如录像机，在不同工作方式下，IC 各引脚电压也是不同的。

（3）交流工作电压测量法

为了掌握 IC 交流信号的变化情况，可以用带有 dB 插孔的万用表对 IC 的交流工作电压进行近似测量。检测时万用表置于交流电压挡，正表笔插入 dB 插孔；对于无 dB 插孔的万用表，需要在正表笔串接一只 $0.1 \sim 0.5 \mu\text{F}$ 隔直电容。该法适用于工作频率比较低的 IC，如电视机的视频放大级、场扫描电路等。由于这些电路的固有频率不同，波形不同，所以所测的数据是近似值，只能供参考。

（4）总电流测量法

该法是通过检测 IC 电源进线的总电流，来判断 IC 好坏的一种方法。由于 IC 内部绝大多数为直接耦合，IC 损坏时（如某一个 PN 结击穿或开路）会引起后级饱和或截止，使总电流发生变化。所以通过测量总电流的方法可以判断 IC 的好坏。也可用测量电源通路中电阻的电压降，用欧姆定律计算出总电流值。

以上检测方法，各有利弊，在实际应用中最好将各种方法结合起来，灵活运用。

1.1.4 万用表的使用的注意事项

（1）在使用万用表之前，应先进行“机械调零”，即在没有被测电量时，使万用表指针指在零电压或零电流的位置上。

（2）在使用万用表过程中，不能用手去接触表笔的金属部分，这样一方面可以保证测量的准确，另一方面也可以保证人身安全。

（3）在测量某一电量时，不能在测量的同时换挡，尤其是在测量高电压或大电流时更应注意，否则会使万用表毁坏。如需换挡，应先断开表笔，换挡后再去测量。

（4）万用表在使用时，必须水平放置，以免造成误差。同时，还要注意避免外界磁场对万用表的影响。

（5）万用表使用完毕，应将转换开关置于交流电压的最大挡。如果长期不使用，还应将万用表内部的电池取出来，以免电池腐蚀表内其他器件。

1.2 电烙铁的选择与使用

1.2.1 焊接工具

电烙铁是手工焊接的基本工具。电烙铁有使用灵活、容易掌握、操作方便、适应性强、焊点质量易于控制，所需设备投资费用少等优点。烙铁焊技术不仅应用广泛，而且也在不

断发展，电烙铁的种类也在不断地增多。

1. 电烙铁的构造

电烙铁是利用电流通过电热丝加热烙铁头的原理制成的，电烙铁的发热量与耗电瓦数成比例。电烙铁的种类虽然很多，但基本结构是一样的，都是由发热部分，储热部分和操作手柄等组成。

(1) 烙铁心：烙铁心是电烙铁中的发热元件，它是将镍铬以热电阻丝的形式缠在云母、陶瓷等耐热、绝缘材料上构成的；

(2) 烙铁头：作为能量存储和传递的烙铁头，一般用紫铜制成；

(3) 手柄：一般用木料或胶木制成。

2. 电烙铁的种类

随着焊接的需要和发展，电烙铁的种类不断增多，除常用的内热式电烙铁及外热式烙铁外，还有温控烙铁、微型烙铁、超声波烙铁等多种类型。

(1) 内热式电烙铁

内热式烙铁的结构如图 1-1 所示。烙铁心置于烙铁头里面，直接对烙铁头加热，所以称为内热式。其特点是热效率高、温升快、体积小、重量轻、耗电低，但烙铁头是固定的，温度不能控制，使用不同的烙铁头温度将受到限制，常用的规格有 20 W、30 W、50 W 等，主要用于印制板的焊接。

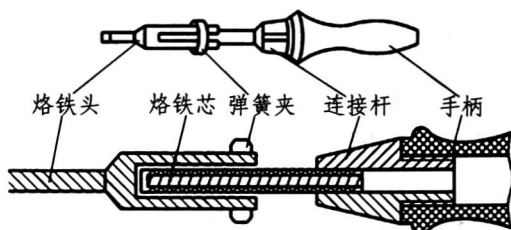


图 1-1 内热式电烙铁结构

(2) 外热式电烙铁

外热式电烙铁是应用广泛的普通型电烙铁，其外形如图 1-2 所示。烙铁头置于电热丝内部，故称外热式电烙铁。其特点是构造简单、价格便宜，但热效率低、温升慢、体积较大，而且烙铁的温度不能有效地控制，只能靠烙铁头的大小稍作调节。外热式电烙铁主要用于导线、接地线和接线板的焊接。

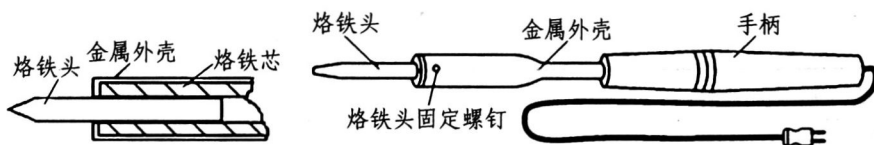


图 1-2 外热式电烙铁结构

(3) 恒温电烙铁

这是一种烙铁头温度可以控制的电烙铁，根据控制方式不同，又可分为电控烙铁和磁控烙铁两种。

图 1-3 所示为磁控烙铁的结构图，它是利用软磁体的居里效应来控制温度，即温度升高超过居里点时其磁性减小。当电烙铁接通电源后，磁性开关接通，于是加热器被接通电源，开始加热。当烙铁头达到预定温度时，软磁铁失去磁性，在弹簧的作用下，使开关触点断开，加热器断电，于是烙铁头的温度下降。当降低到低于居里点温度时，软磁金属又恢复磁性，开关触点又重新被吸回来，加热器又开始加热。如此往复，以使烙铁头的温度保持在一定范围内，选择不同的软磁物质可以得到不同的温度。

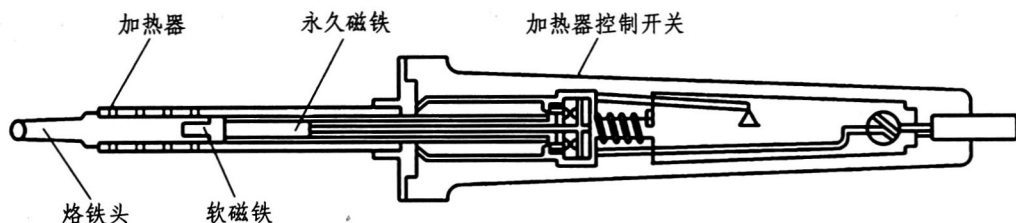


图 1-3 磁控烙铁的结构

恒温烙铁是断续加热，可以比普通电烙铁节电二分之一左右，由于烙铁头始终保持在适于焊接的温度范围内，焊接不易氧化，可减少虚焊，提高焊接质量。由于温度变化范围很小，电烙铁不会产生过热现象，从而延长了使用寿命，同时也能防止被焊接的元器件因温度过高而损坏。

电控烙铁是通过电子电路来控制 and 调节温度。这种方法控制温度精确度高，温度调节方便，但结构复杂，价格较高。

3. 电烙铁的选用

选用电烙铁的主要依据是电子产品的电路结构形式，被焊接元器件的热敏感性，使用焊料的特性以及操作者使用是否方便等。

（1）电烙铁功率的选择

电烙铁上标出的功率，实际上是单位时间内消耗的电源能量，而并非电烙铁的实际功率。加热方式不同，相同瓦数的电烙铁的实际功率有较大的差别。因此，选择电烙铁的实际功率，要从多方面考虑，一般是根据焊接工件的大小，材料的热容量、形状、焊接方法以及是否连续工作等因素来考虑，表 1-1 列出了不同功率的电烙铁的适用范围。

表 1-1 各种功率电烙铁的适用范围。

烙 铁 功 率	适 用 范 围
20 W 内热、30 W 外热	小型元器件、导线、集成电路、一般印制电路板
35 ~ 50 W 内热、50 ~ 75 W 外热	焊片、电位器、大型元器件、管座
100 W 以上	电源接线柱、机架地线等

（2）烙铁头的选用

为了适应不同焊接物面的需要，通常把烙铁头制成各种不同的形状，同时也要有一定

的体积，以保持一定的温度。一般说来，瓦数大的烙铁，烙铁头的体积也大。烙铁头的形状、体积及长度，都对烙铁的温度性能有一定的影响。常用的几种烙铁头外形，如图 1-4 所示。

烙铁头大都是用铜或铜合金材料制作的，尤其是选用紫铜制作更为合适。因为铜材料热传导率高，密度较大，在烙铁头长度方向上温度下降最小，和锡铅有良好的润湿能力，并且容易加工。但也存在一些缺陷：铜会熔解在焊料中，使烙铁头易受腐蚀，在其工作面上形成坑，影响焊接操作和焊点形成；另外，铜烙铁头在高温下，表面容易氧化、发黑、脱皮、影响作业面的清洁。因此要经常对头部进行修整，重新上锡后才能继续使用，但会影响烙铁头的使用寿命。

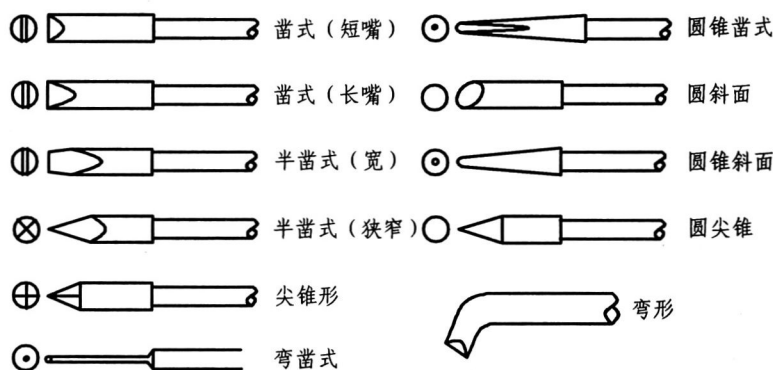


图 1-4 各种烙铁头外形

为了保证焊接质量，延长烙铁头的使用寿命，可对烙铁头进行一些工艺处理，最简单的方法是将烙铁头加以锻打，增加密度，并经常保持头部清洁，及时上锡等。要进一步延长其寿命，可对烙铁头进行直流镀铁（或铁镍合金）工艺加以防护，使用寿命可提高 10~20 倍，而镀层厚度是决定寿命的主要参数，一般为 100~150 μm 。镀层对烙铁头的热性能没有明显的影响，但在使用时要注意不要受到机械损伤的破坏，擦拭烙铁头要用浸水海绵或湿布，不要用砂纸或锉刀，焊接时要使用松香或轻度活性焊剂，焊接结束后，不要将头部残留焊接料去除。

选用时，烙铁头的形状要适应被焊物面的要求和产品的装配密度，烙铁头的温度恢复时间要与被焊物面的热要求相适应。如角度大的凿式烙铁头，由于热量比较集中，温度下降慢，适合焊接对温度比较敏感的元器件；锥形烙的头适合焊接精密电子器件的小型焊接点；内热式电烙铁常用圆斜面烙铁头，适合焊接印制线路板及一般焊接点；在焊接装配密度较大的产品时，为了避免烫伤周围的元器件及导线，便于接近深处的焊接点，可用长烙铁头。

1.2.2 手工焊接方法

手工焊接是利用电烙铁实现金属之间牢固连接的一项工艺技术。这项工艺看起来很简单，但要保证高质量的焊接却是相当不容易，因为手工焊接的质量受诸多因素的影响，必须大量实践，不断积累经验，才能真正掌握这门工艺技术。

1. 焊接方法

(1) 操作方法

焊接操作方法，一般是右手持电烙铁，左手拿焊锡丝进行焊接，图 1-5 所示为焊接的示意图。而对于左撇子，左手持电烙铁可能会方便些。

(2) 电烙铁的握法

在焊接时，电烙铁的握持方法，并无统一规定，应以不易疲劳，便于用力和操作方便为原则，一般有正握、反握和笔握三种，如图 1-6 所示。

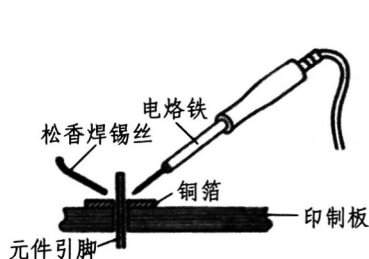


图 1-5 焊接的示意图



正握法



反握法



笔握法

图 1-6 手握电烙铁的方法

正握法适用于弯烙铁头操作或直烙铁头在大型机架上焊接；反握法对被焊件压力较大，适用于较大功率电烙铁（一般大于 75 W）的场合；笔握法就像拿笔写字一样，适用于小功率烙铁焊接印制电路板。

(3) 焊接的基本步骤

手工焊接通常采用五步操作法：准备、加热、送焊料、撤焊料、撤电烙铁。五步操作法图如图 1-7 所示。

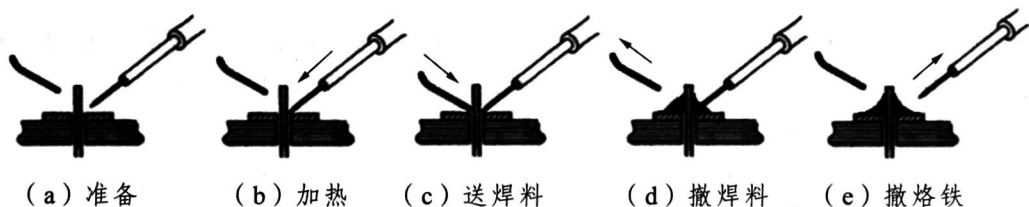


图 1-7 五步操作法

① 准备：烙铁头和焊锡丝同时指向连接点。准备应包括焊接前必须做好焊接的准备工作，焊接部位的清洁处理，预备焊接元器件引线的成形及插装，焊接工具及焊接材料的准备。

② 加热：就是用烙铁头加热焊接部位，使连接点的温度加热到焊接需要的温度。在加热中，热量供给的速度和最佳焊接温度的确定是保证焊接质量的关键。通常焊接温度控制在 260°C 左右。但考虑电烙铁在使用过程中的散热，可把温度适当提高一些，控制在 300°C 左右。

③ 送焊料：当烙铁加热到一定的温度后，即可在烙铁头和连接点的结合部或烙铁头对称的一侧，加上适量的焊料，焊料量的多少，应使引脚的外形保持可见和保证能够覆盖连接点。

④ 撤焊料：熔化适量焊锡后，撤离焊锡丝。

⑤ 撤烙铁：在焊料充分漫流整个焊接部位时，移开烙铁。

在实际焊接过程中，对热容量小的焊件，常常简化为三步操作，即第一步为准备工序，烙铁头和焊锡丝同时指向连接点，烙铁头上应熔化少量焊锡；第二步为加热焊接部位和熔化焊锡，操作时，焊锡和烙铁头同时到达，焊接时间应适当；第三步为烙铁头和焊锡丝同时离开焊接点。

2. 焊接要领

（1）对焊件要先进行表面处理

助焊剂可以破坏金属表面的氧化层，但它对锈迹、油污等并不能起作用，而这些附着物会严重影响后期焊接的质量。因此，必须对焊件表面进行清洁。

- ① 较轻的污垢可以用酒精或丙酮擦洗；
- ② 严重的腐蚀性污点可用小刀刮，或用砂纸打磨等方法去除；
- ③ 镀金引脚可以使用绘图橡皮擦除引线表面的污物；
- ④ 镀铅锡合金的引线可以在较长的时间内保持良好的可焊性，可不用清洁。

（2）元件引线上锡

元件引线经清洁处理后，应及时上锡，以免再次氧化。上锡的作用为：

- ① 保护引线不被氧化；
- ② 使焊接迅速；
- ③ 提高焊接质量。

（3）助焊剂的使用

适量的助焊剂是必不可缺的，但不是越多越好。过量的助焊剂会延长加热时间（助焊剂的熔化、挥发需要并带走热量），降低工作效率。若加热时间不足，助焊剂挥发不完全，会导致焊点内部“夹渣”，表面不洁。而且过量的助焊剂容易流到触点处，造成触点接触不良。

（4）保持烙铁头焊接面的清洁

在焊接过程中烙铁头长期处于高温状态，又接触助焊剂等受热分解的物质，其铜表面很容易氧化变黑，不能吸锡，热阻增大传热不良，不能正常焊接。同时，分解的杂质会导致焊点不洁。应用棉纱擦去烙铁头上的污物，再将烙铁头放在助焊剂里清洁。

（5）烙铁头与被焊件必须有良好的热接触

如果烙铁头接触角度或接触部位不恰当，会导致传热不均匀，进而影响焊点的质量。图 1-8 所示为几种常见有效的接触方法。要求烙铁头与各焊接工件均有良好的热接触。



图 1-8 烙铁头的接触法

(6) 保持烙铁头上有一定的焊锡桥

焊锡“桥”即是在烙铁头上保留一定量的焊锡，作为烙铁与被焊件之间传热的“桥梁”，焊锡桥能增大烙铁头与被焊件的接触面积，提高传热效率。

(7) 控制焊锡量

焊点需要足够的焊锡量以保证焊点的机械强度，但焊锡量过多会造成包焊、假焊，也造成浪费。应控制焊锡量适中，同时让所有焊点大小一致，均匀美观。

(8) 控制焊接温度

加热的作用是熔化焊锡和加热焊接对象，使锡、铅原子获得足够的能量渗透到被焊金属表面的晶格中而形成合金。焊接温度过低，对焊料原子渗透不利，以致无法形成合金，极易形成虚焊；焊接温度过高，会使焊料处于非共晶状态，加速焊剂分解和挥发，使焊料品质下降，严重时还会导致 PCB 的焊盘脱落或被焊接的元器件损坏。

(9) 控制焊接时间

焊接时间是指在焊接全过程中，进行物理和化学变化所需要的时间。它包括被焊金属达到焊接温度的时间、焊锡的熔化时间、助焊剂发挥作用及生成金属合金的时间几个部分。当焊接温度确定后，就应根据被焊件的形状、性质、特点等来确定合适的焊接时间。焊接时间过短，焊锡流动不充分，将造成焊点不均匀，焊点夹渣；时间过长，因热积累易导致焊接温度升高，焊锡氧化，焊点泛白失去金属光泽，且容易损坏元器件或焊接部位。对于电子元器件的焊接，除了特殊焊点以外，一般焊接时间为 3 ~ 5 s。

(10) 保持元器件引脚端正

对于通孔焊接，要求焊点形成一个大小适中的圆锥体，则必须保持元器件引脚端正。

(11) 保持焊接过程平稳、不抖动

在焊点固化成型前，焊料处于熔融状态，受震动极易造成漫流；在焊点固化成型时受震动，将造成焊点结构不良、表面不平滑。

(12) 烙铁头的撤离法

烙铁头的主要作用是加热，待焊料熔化后，应迅速撤离焊接点，过早或过晚撤离均易造成焊点的质量问题。烙铁头的另一个作用是控制焊料量及带走多余的焊料，这与烙铁头撤离的方向有关，如图 1-9 所示。

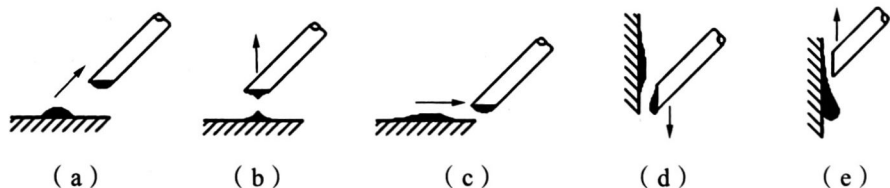


图 1-9 烙铁撤离方向与焊料量的关系

如图 1-9 (a) 所示，烙铁头从斜上方的约 45° 角的方向离开焊点，可使焊点圆滑，并带走少量焊料；若烙铁头垂直向上撤离，容易造成焊点拉尖，如图 1-9 (b) 所示；当烙铁沿水平方向撤离，可带走大量焊料，如图 1-9 (c) 所示；当烙铁沿焊点向下撤离，也可带