



电子技术与工艺训练

——焊接技术

工程训练中心 李欣

主要内容

1

手工焊接

2

波峰焊接

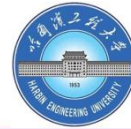
3

回流焊接

电子技术与工艺训练——焊接技术

1

手工焊接



学习内容:

- 1、掌握焊接基本知识
- 2、掌握手工焊接法
- 3、了解合格焊点的质量标准及焊点缺陷产生的原因

重点: 五步焊接法

一、焊接基本知识

1. 焊接的种类

焊接是使金属连接的一种方法，是电子产品生产中必须掌握的一种基本操作技能。

现代焊接技术主要分为下列三类：

熔焊：是一种直接熔化母材的焊接技术。

接触焊：是一种不用焊料和焊剂，即可获得可靠连接的焊接技术。

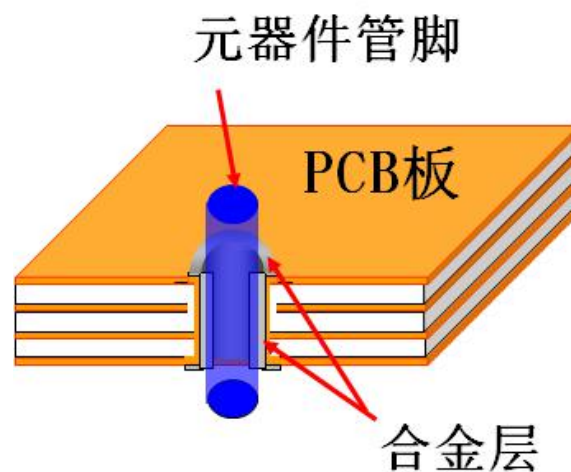
钎焊：是用加热熔化成液态的金属把金属连接一起的方法，它是一种母材不熔化，焊料熔化的焊接技术。

锡焊

锡焊是钎焊的一种，它是将焊件和熔点比焊件低的焊料共同加热到锡焊温度，在焊件不熔化的情况下，焊料熔化并浸润焊接面，依靠二者原子的扩散形成焊件的连接。

锡焊必须具备的条件

- 1) 焊件必须具有良好的可焊性；
- 2) 焊件表面必须保持清洁；
- 3) 要使用合适的助焊剂；
- 4) 焊件要加热到适当的温度；
- 5) 合适的焊接时间；



二、手工焊接方法

1、手工焊接工具

电烙铁

内热式、外热式、恒温式。

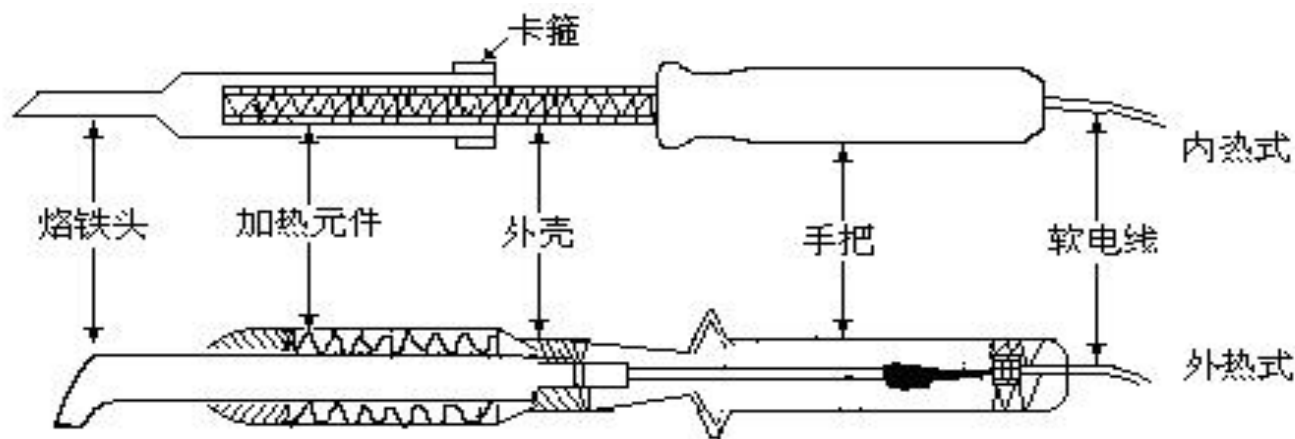


图 2-4 直热式电烙铁结构示意图

烙铁使用注意事项

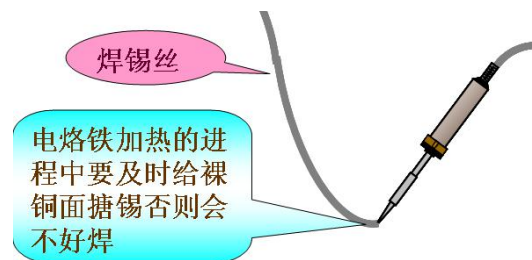
※烙铁使用中，严禁敲击。否则会造成发热棒断或连接发热棒的导线脱落；



※普通烙铁头的修整和镀锡

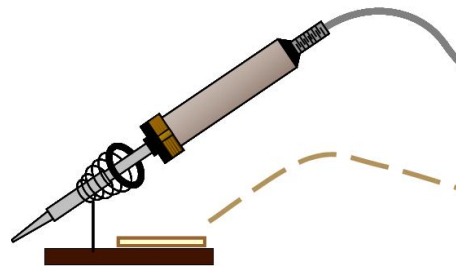
烙铁头经使用一段时间后，会发生表面凹凸不平，而且氧化层严重，这种情况下需要修整。

每次使用前必须要清洁烙铁头。

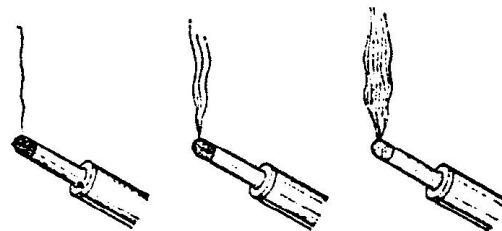


※焊接完毕后，使烙铁头上留有焊锡，这样可以防止烙铁头氧化。

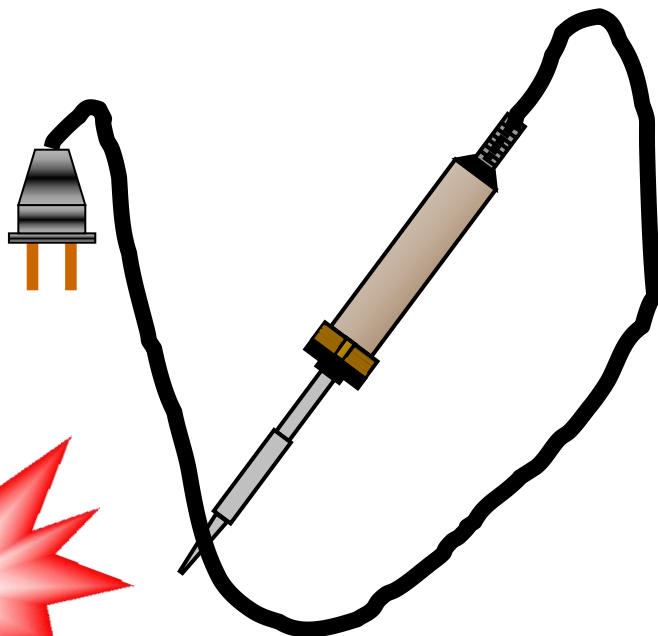
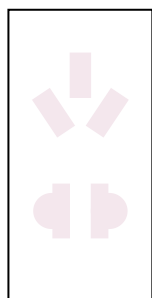
※离岗时应放回烙铁架中，且远离可燃物并关闭电源，以免引起火灾等。



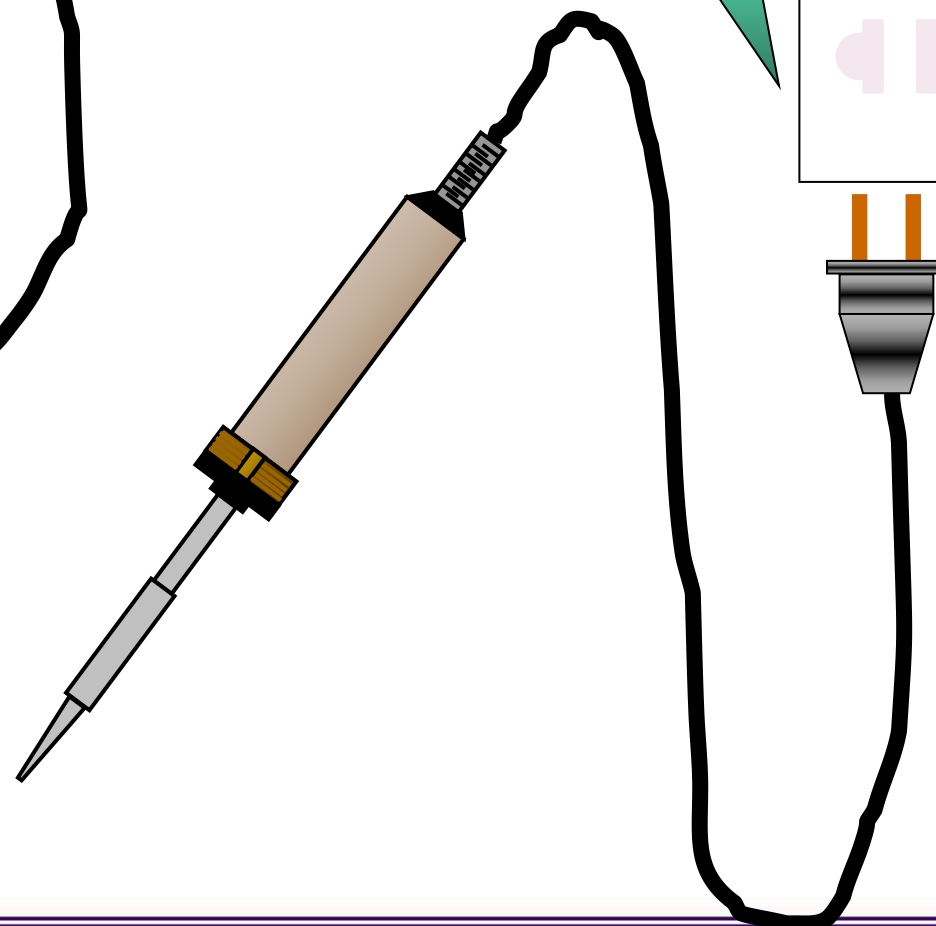
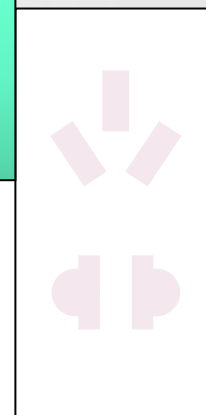
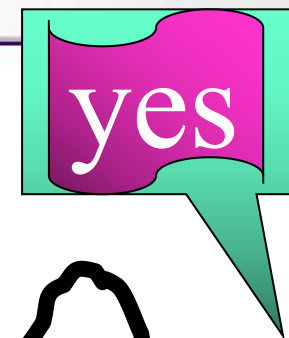
※烙铁头温度的判断



注意



no



2、辅助工具——（镊子、剪钳）

镊子：取走细小的元件，锡珠和杂物等。



剪钳：平嘴用于管脚成型、斜嘴钳用于剪管脚或导线，剥导线。



螺丝刀：有“一”字和“十”字，用于拧螺钉。

3、焊接的材料及辅料介绍

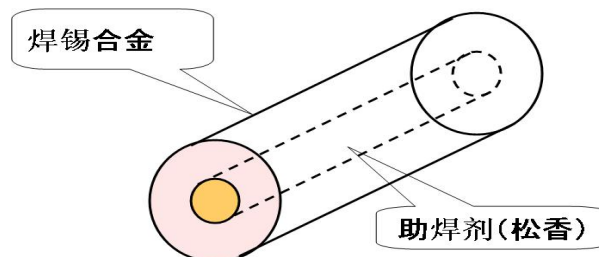
1) 焊锡

铅与锡熔形成合金（即铅锡焊料）后，具有一系列铅和锡不具备的优点：

熔点低：各种不同成分的铅锡合金熔点均低于铅和锡的熔点，利于焊接。

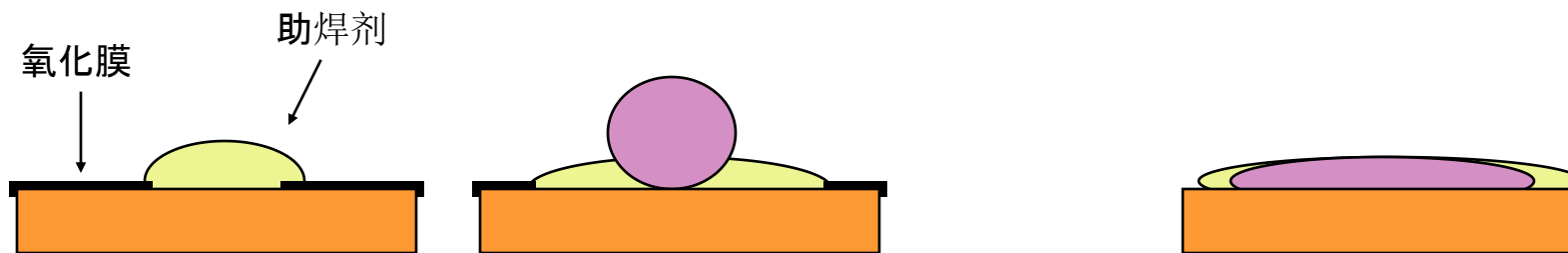
机械强度高，抗氧化；

表面张力小，增大了液态流动性，有利于焊接时形成可靠接头。



2) 焊接的辅料——助焊剂的作用

酒精松香溶液：松香（20%-30%），酒精80%-70%。



去除氧化膜

去除金属表面的氧化膜，使焊锡能够扩散

防止再氧化

覆盖去除氧化膜的地方，加热防止再氧化

减小表面张力

减小焊锡表面的张力，扩散焊锡

助焊剂表面

平整焊锡表面，防止短路

三、手工焊接的工艺要求

手工焊接适合于产品试制、电子产品的小批量生产、电子产品的调试与维修以及某些不适合自动焊接的场合。

手工焊接的要点是：

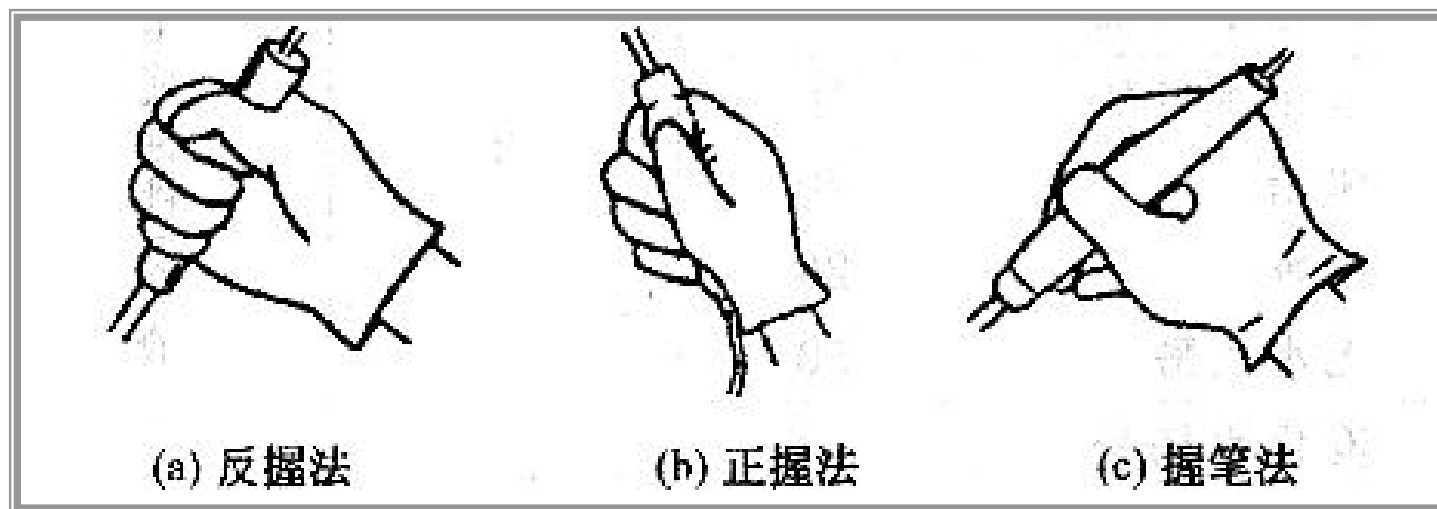
保证正确的焊接姿势

熟练掌握焊接的基本操作步骤

掌握手工焊接的基本要领

1、焊接操作姿势

一般采用坐姿焊接，工作台和坐椅的高度要合适。
焊接操作者握电烙铁的方法：



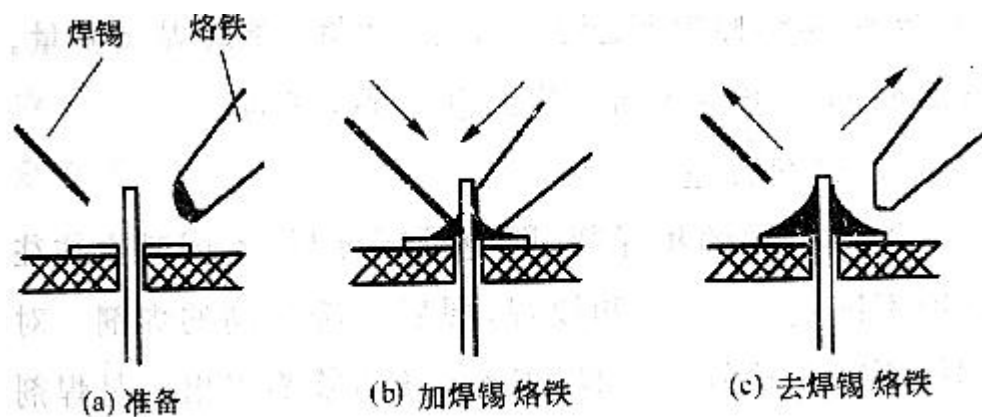
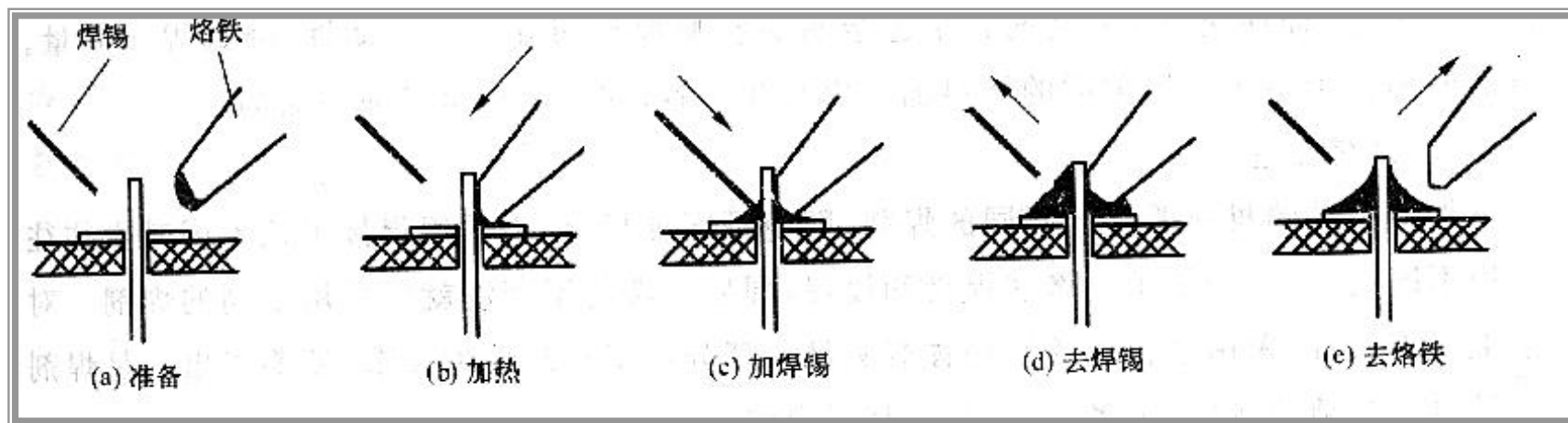
手工焊接操作的基本步骤

焊接操作过程分为五个步骤（也称五步法），一般要求在5秒内的时间内完成。

- (1) 准备施焊
- (2) 加热焊件
- (3) 加焊锡丝
- (4) 移开焊锡
- (5) 移开烙铁

在焊点较小的情况下，也可采用三步法完成焊接，即将五步法中的2、3步合为一步，4、5步合为一步。

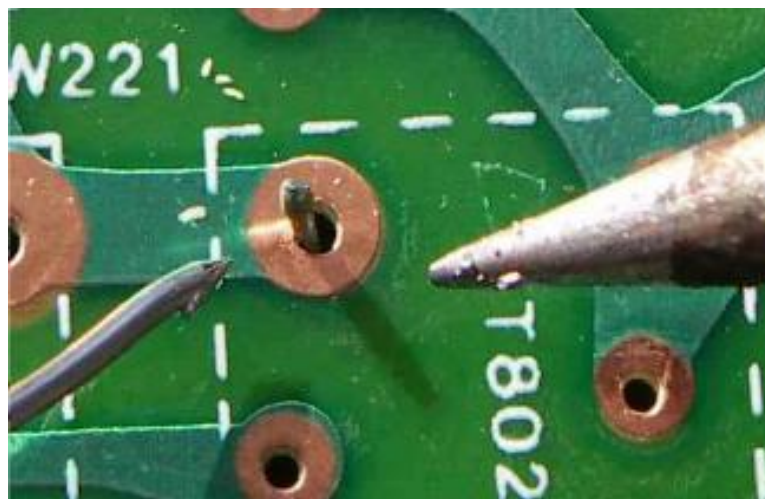
焊接操作法的图片



手工焊接五步法的操作的基本步骤

(1) 准备施焊

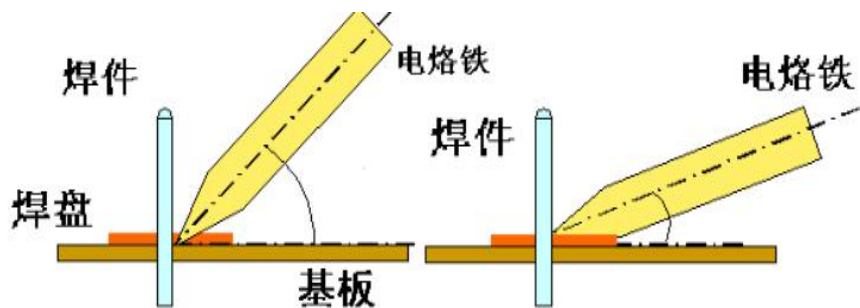
准备好焊锡丝和电烙铁。此时要保证烙铁头部清洁，可以沾上焊锡。通常我们采用握笔法操作电烙铁。



手工焊接五步法的操作的基本步骤

(2) 加热焊件

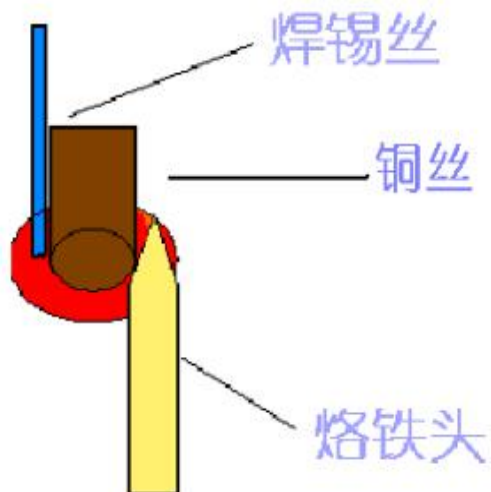
电烙铁送入的角度要合适，要让焊件与焊盘
受热均匀



手工焊接五步法的操作的基本步骤

(3) 加焊锡丝

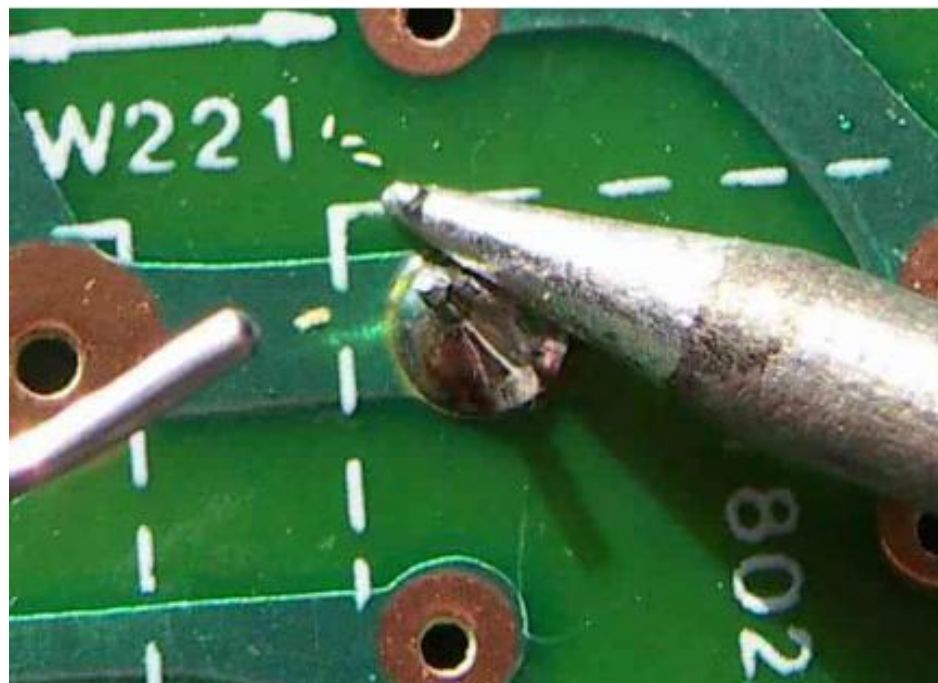
当焊件和焊盘加热到能熔化焊料的温度后，
将焊锡丝置于焊点，焊料熔化并润湿焊点



手工焊接五步法的操作的基本步骤

(4) 移开焊锡

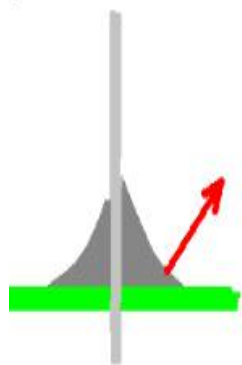
当熔化一定量的焊锡后，将焊锡丝移开



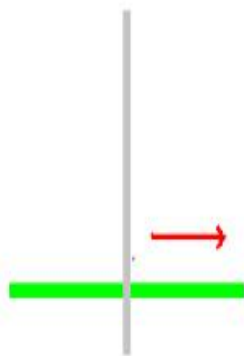
手工焊接五步法的操作的基本步骤

(5) 移开烙铁

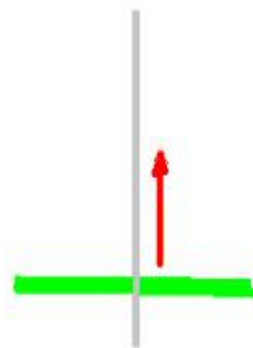
移开烙铁有讲究，一般有斜退法、平退法和直退法三种



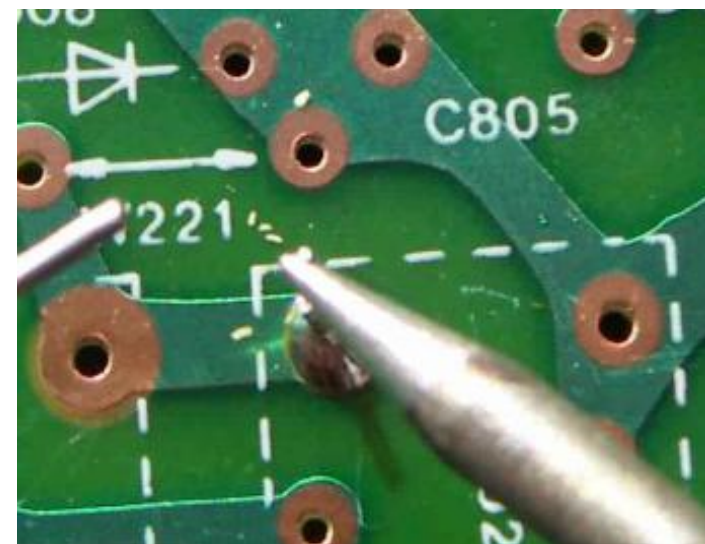
1.斜退法



2.平退法



3.直退法

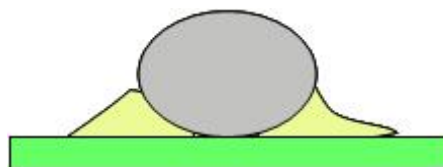


手工焊接注意事项

1. 元器件引脚与印制板焊盘保持垂直角度
2. 掌握好加热时间

在保证焊料润湿焊件的前提下时间越短越好。

一般一次焊接的时间不超过5秒。



不扩散

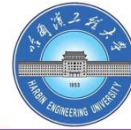
焊接不良



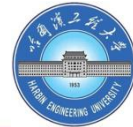
扩散

焊锡良好

加热时间不足,焊料浸润不足,如左图,易形成夹渣、虚焊
加热过度,松香高温碳化,失去作用,易造成焊盘脱离



3. 不要用烙铁对焊点加力加热。
4. 在焊锡凝固之前，不要移动焊件，否则造成焊点强度降低，形成冷焊。



焊点合格的标准

- 1、电气接触良好；
- 2、机械强度高；
- 3、焊点的外形美观。一个良好的焊点应具备光滑、清洁、均匀、对称、整齐、明亮、充满整个焊盘并与焊盘大小比例合适。

满足上述三个条件的焊点，才算是合格的焊点。

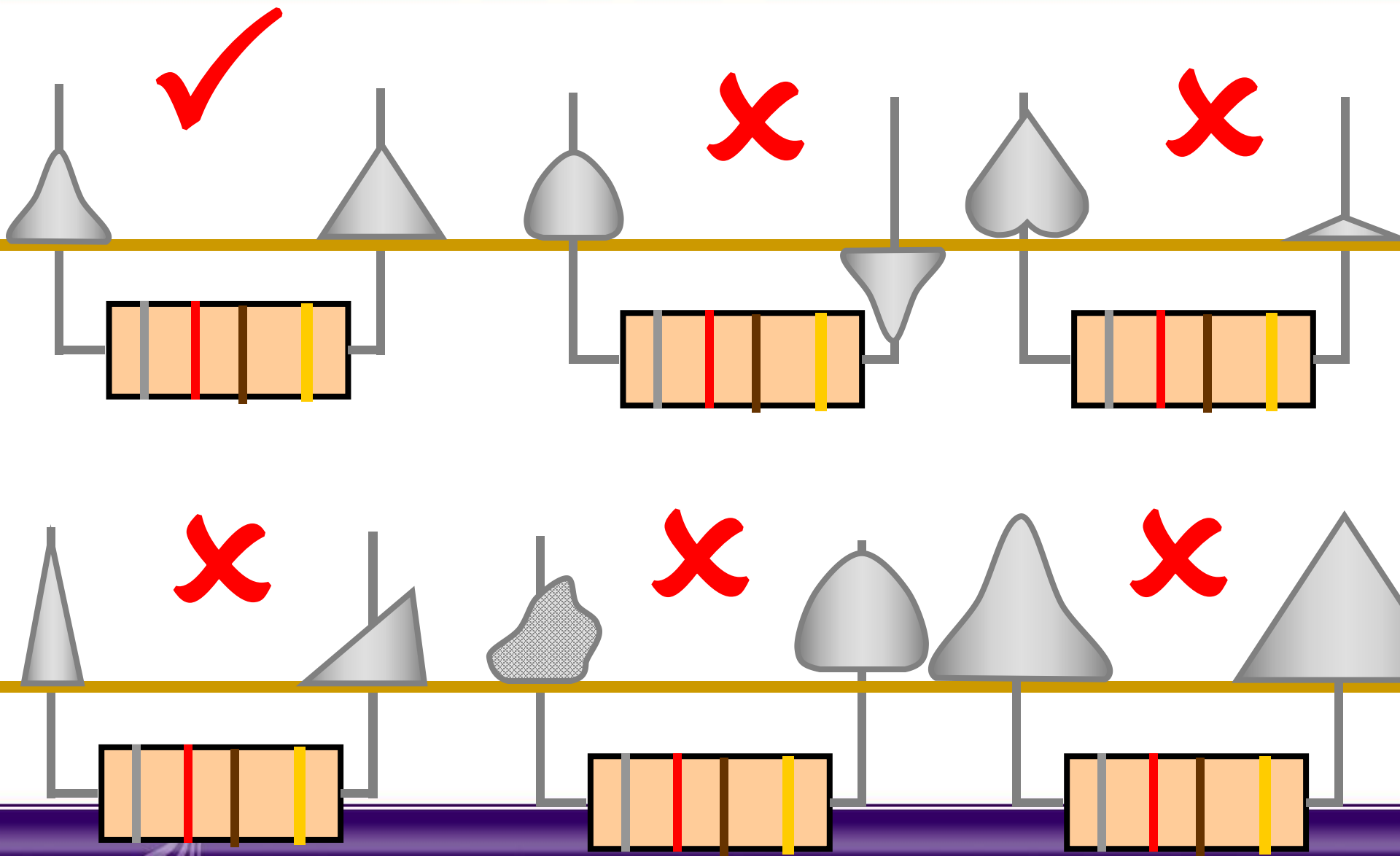


← 俯视



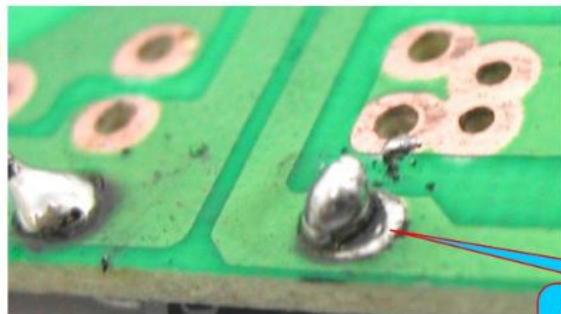
← 平视

合格焊点形状的判断

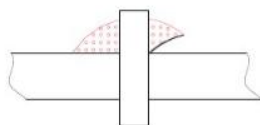


不良焊点

虚焊

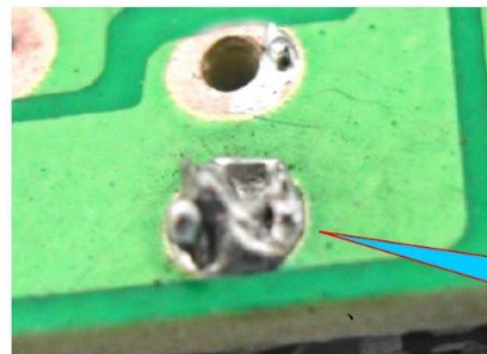


虚焊

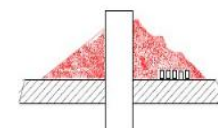


焊锡与铜箔之间有明显的黑色界线焊锡向界线凹陷

冷焊

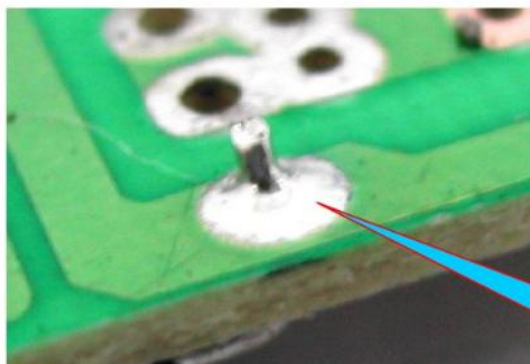


冷焊

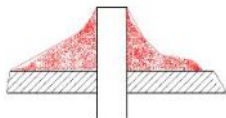


表面呈豆腐渣状颗粒，有大于 0.2mm^2 锡珠附在机板上

焊料过少

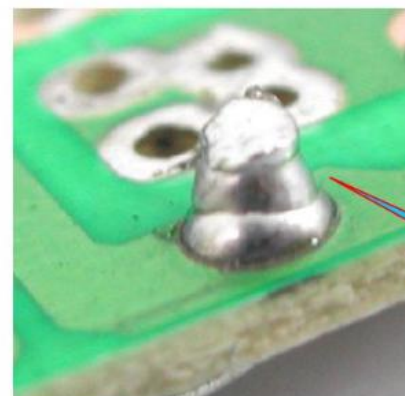


焊料过少

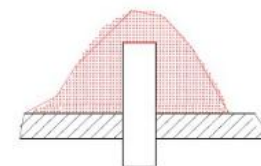


焊接面积小于焊盘的80%，焊料未形成平滑的过渡面

焊料过多



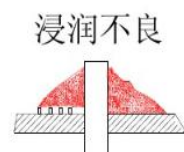
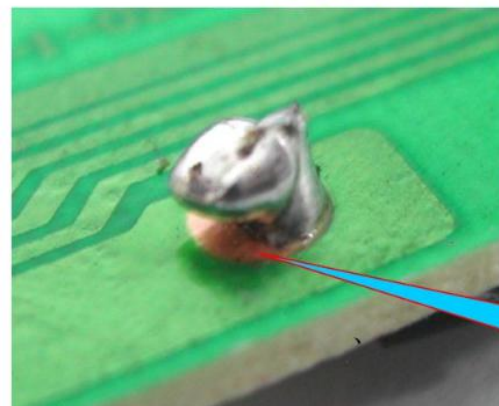
焊料过多



焊料面呈凸形

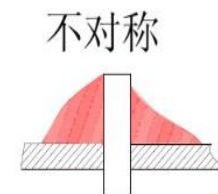
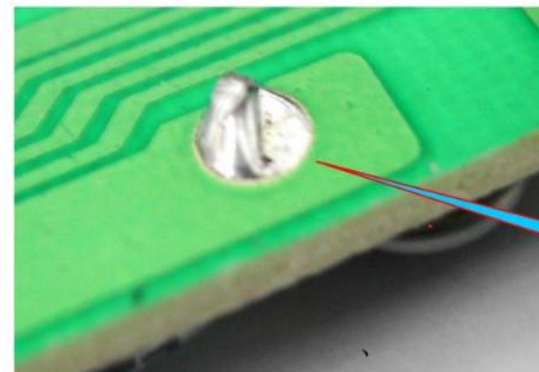
不良焊点

浸润不良



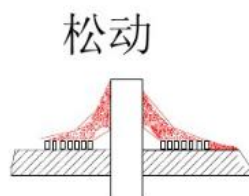
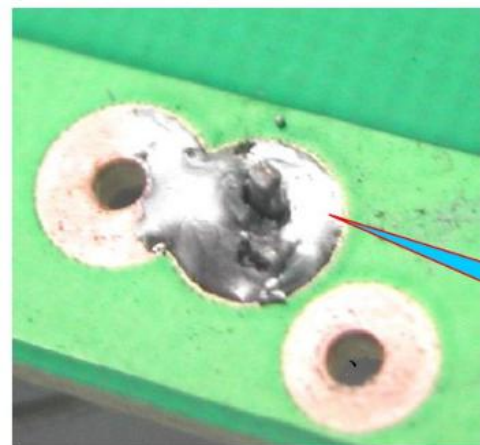
焊料与焊件交界面
接触过大，不平滑

不对称



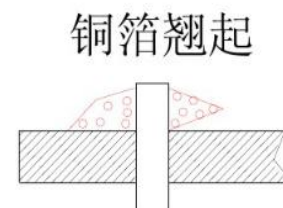
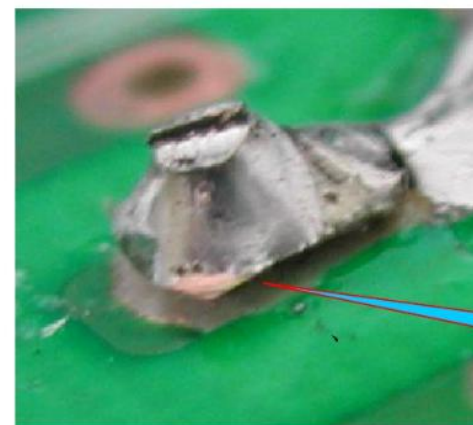
焊锡未流满焊盘

松动



导线或元器件
引线可移动

铜箔翘起

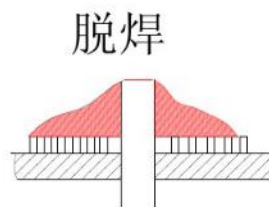
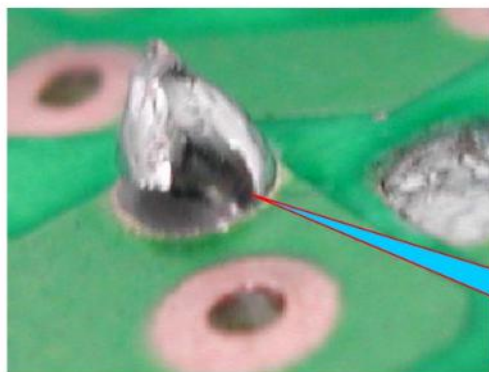


铜箔从印制板上脱离

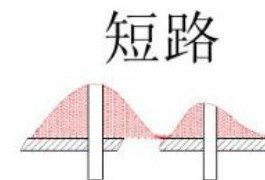
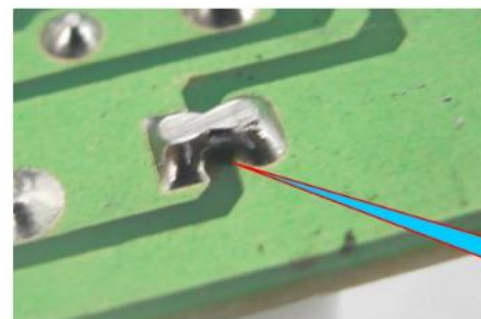
不良焊点

脱焊

短路



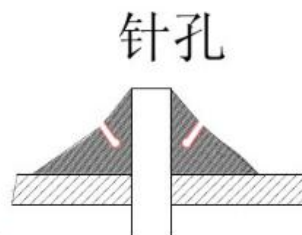
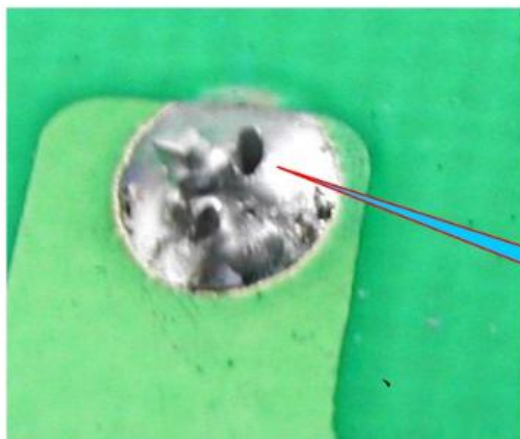
焊点从铜箔上脱落（不是铜箔与印制板脱落）



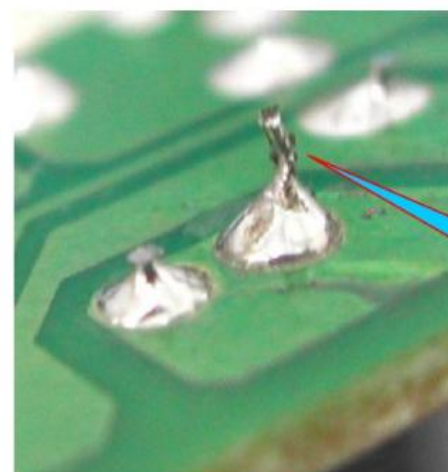
不同的两条线路
焊点相连

针孔

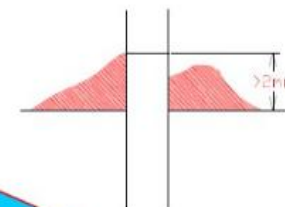
元件脚高



目测或低倍放大
镜可见有孔

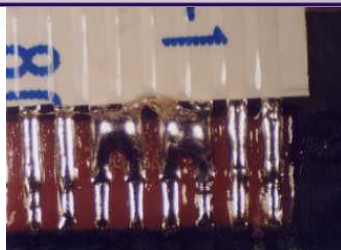


元件脚高度 $>2\text{MM}$



元件脚高度高于 2MM

不良焊点



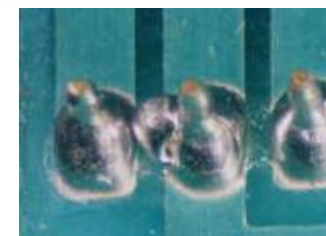
短路



锡尖



锡珠



锡渣



焊锡量不足



焊盘脱离



裂痕



过热



焊锡量过多



有焊洞



焊多



冷焊

焊接质量的检查

目视检查：就是从外观上检查焊接质量是否合格，有条件的情况下，建议用3~10倍放大镜进行目检，目视检查的主要内容有：

- (1) 是否有错焊、漏焊、虚焊。
- (2) 有没有连焊、焊点是否有拉尖现象。
- (3) 焊盘有没有脱落、焊点有没有裂纹。
- (4) 焊点外形润湿应良好，焊点表面是不是光亮、圆润。
- (5) 焊点周围是无有残留的焊剂。
- (6) 焊接部位有无热损伤和机械损伤现象。

焊接质量的检查

手触检查：在外观检查中发现有可疑现象时，采用手触检查。主要是用手指触摸元器件有无松动、焊接不牢的现象，用镊子轻轻拨动焊接部或夹住元器件引线，轻轻拉动观察有无松动现象。

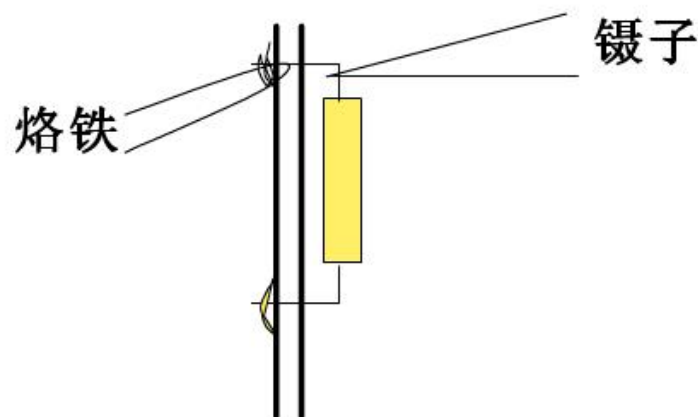
拆焊技术

拆焊工具：普通电烙铁、镊子、吸锡器、吸锡电烙

拆焊方法|：

a. 使用电烙铁

将印制板竖立起来，用烙铁加热待拆元件的焊点，同时用镊子或尖嘴钳夹住元器件引脚轻轻拉出。



b. 采用吸锡器

拆焊时先将吸锡器里面的空气压出并卡住，然后用电烙铁对焊点进行加热，待焊锡熔化后，撤去电烙铁，同时用吸锡器的锡嘴对准熔化的焊料，按一下吸锡器的开关，焊料就被吸到吸锡器内。

注意事项：

- 1) 严格控制加热时间及温度
- 2) 不要用力过猛



手工焊接贴片元件

1、将元件放置在对应的位置上

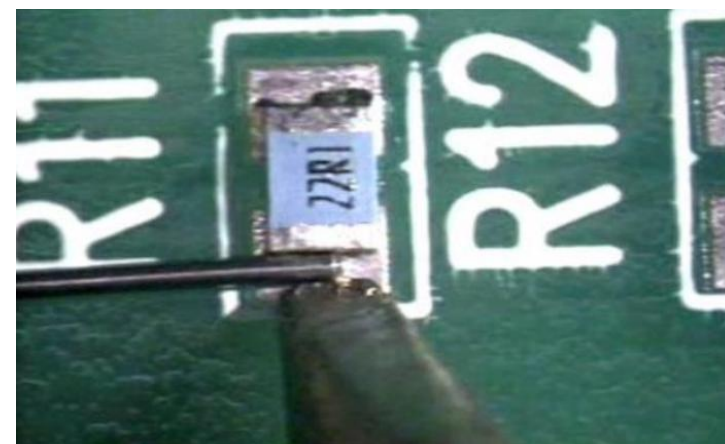


2、左手用镊子夹持元件定位在焊盘上，右手用电烙铁将已上锡焊盘的锡融熔化，将元件定焊在焊盘上。加热时间为1-2秒

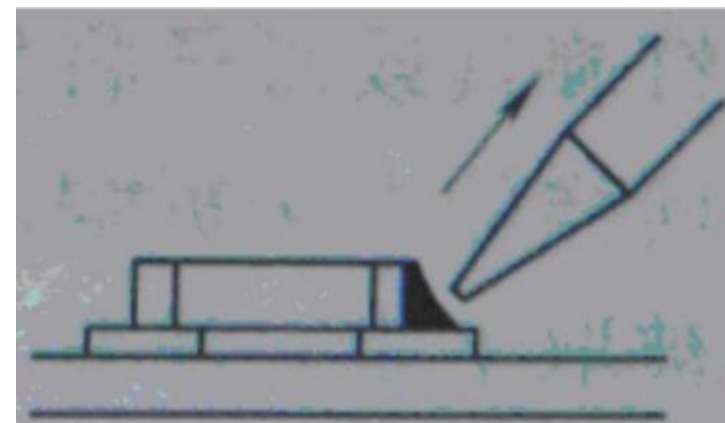


手工焊接贴片元件

3、用烙铁头加焊锡丝到焊盘，将两端分别固定焊接。



4、撤离电烙铁，撤离方向与轴向成45度角



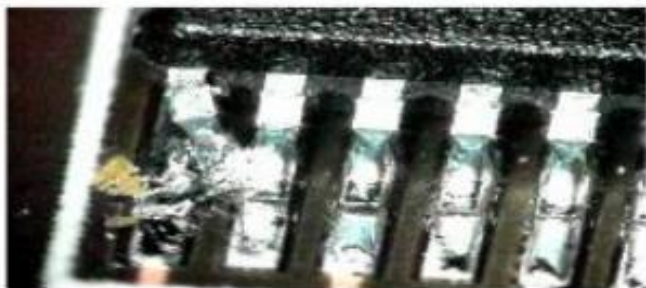
合格焊点外观标准

- (1) 锡点成内弧形
- (2) 焊点要圆润、光滑、有亮泽、干净，无锡刺、针孔、空隙、无污垢、无松香渍
- (3) 焊接牢固、锡将整个上锡位及零件脚包住

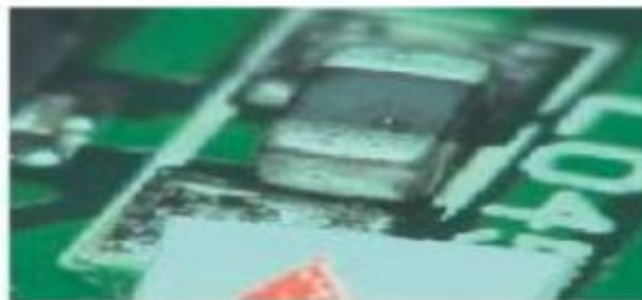


不合格焊点外观标准

(1) 连锡 (短路)



(3) 少锡

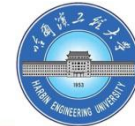


(2) 多锡



(4) 立碑



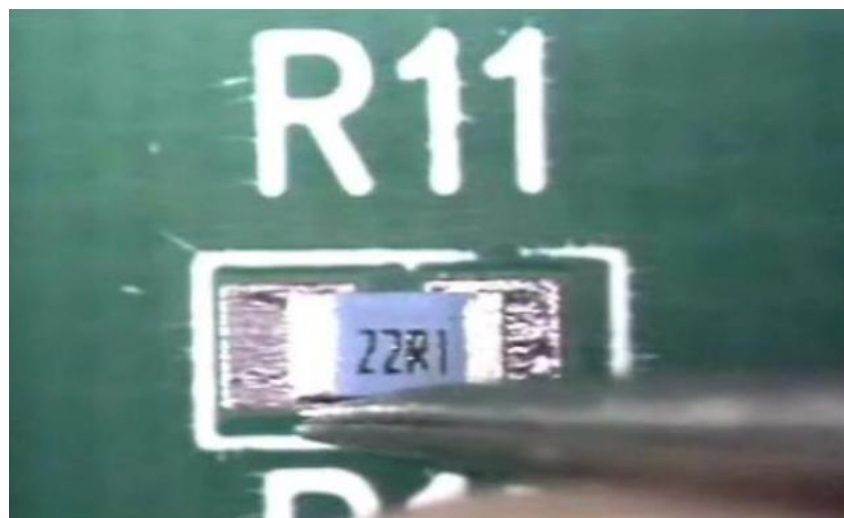


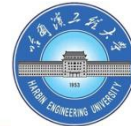
手工拆焊贴片元件

1、用电烙铁轮流给贴片元件两侧加热



2、当贴片元件移动时，用镊子将元件取下



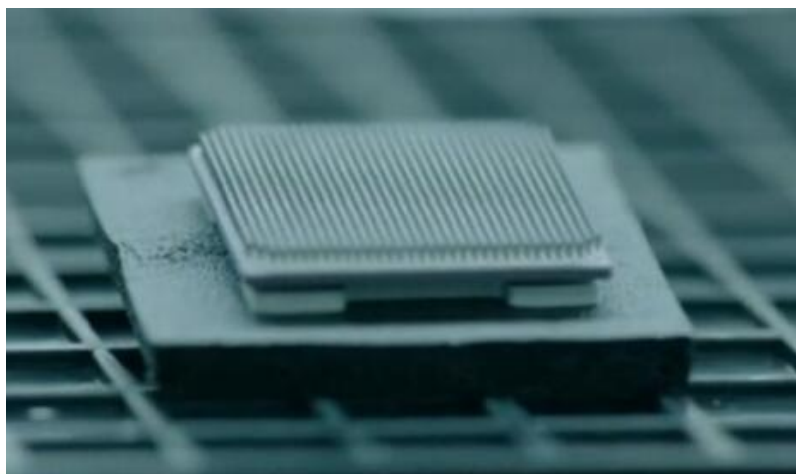


【大国工匠·为国铸剑】军工绣娘潘玉华

手工焊接领域里的‘大国工匠’



“硬币”之上焊铅柱



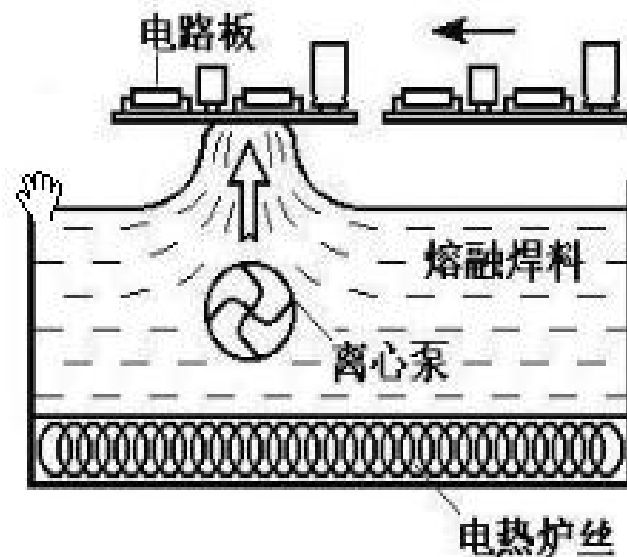
电子技术与工艺训练——焊接技术

2

波峰焊接

波峰焊接

❖ 波峰焊接技术是由早期的浸焊技术发展而来的。是利用焊锡槽内的机械式或电磁式离心泵，将熔融焊料压向喷嘴，形成一股向上平稳喷涌的焊料波峰。装有元器件的印制电路板以直线平面运动方式通过焊料波峰，在焊接面上形成浸润焊点而完成焊接。



波峰焊机焊锡槽示意图

电子技术与工艺训练——焊接技术

3

回流焊接

二、回流焊工艺与制程

1 回流焊定义

通过重新熔化预先分配到印制板焊盘上的膏状软钎焊料，实现表面组装元器件焊端或引脚与印制板焊盘之间机械与电气连接的软钎焊。

2 回流焊原理

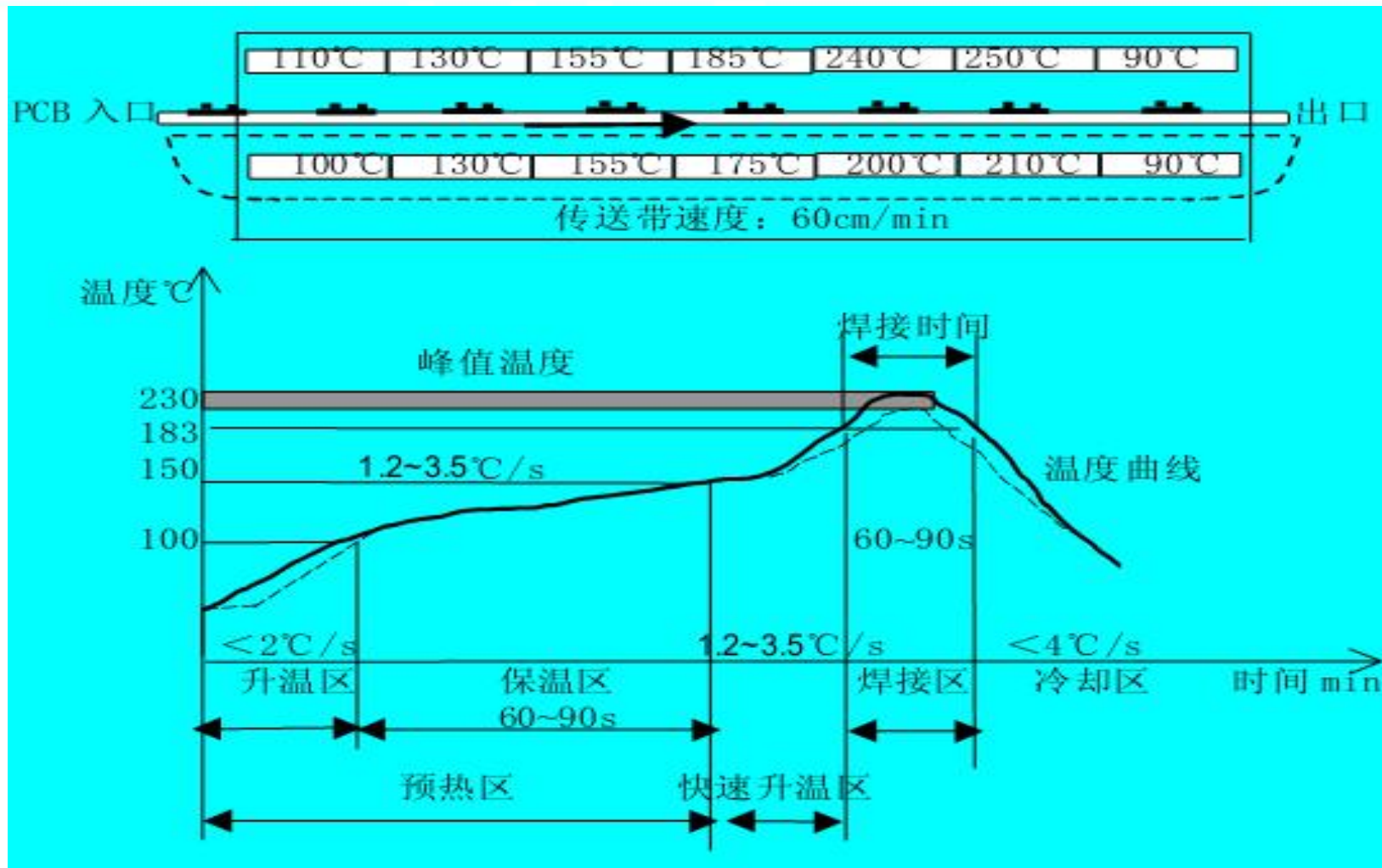


图1 回流焊温度曲线

从温度曲线（见图 1）分析回流焊的原理：当 PCB 进入升温区（干燥区）时，焊膏中的溶剂、气体蒸发掉，同时，焊膏中的助焊剂润湿焊盘、元器件端头和引脚，焊膏软化、塌落、覆盖了焊盘，将焊盘、元器件引脚与氧气隔离；PCB 进入保温区时，使 PCB 和元器件得到充分的预热，以防 PCB 突然进入焊接高温区而损坏 PCB 和元器件；当 PCB 进入焊接区时，温度迅速上升使焊膏达到熔化状态，液态焊锡对 PCB 的焊盘、元器件端头和引脚润湿、扩散、漫流或回流混合形成焊锡接点；PCB 进入冷却区，使焊点凝固。此时完成了回流焊。

2.焊接材料

有铅锡膏：

- 我们通常所说的有铅锡是指的63/37的
- 其中锡的含量为63%，铅的含量为37%，其熔点为 183°C



有铅焊锡膏—科利泰

• 无铅锡膏：

- 目前使用市场的多为锡银铜无铅锡
- 其含量分别为96.5/3.0/0.5
- 其熔点为 217°C

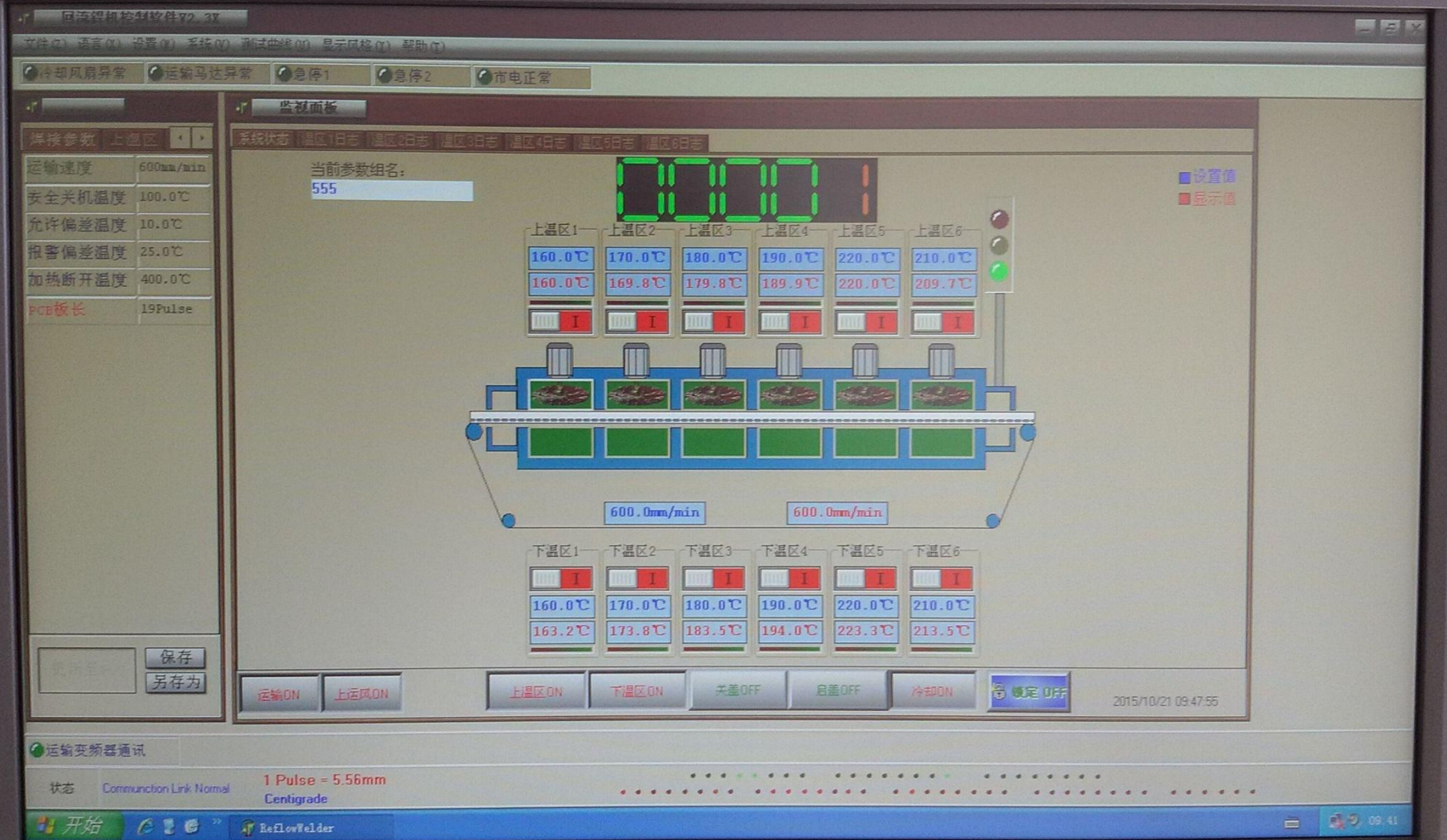


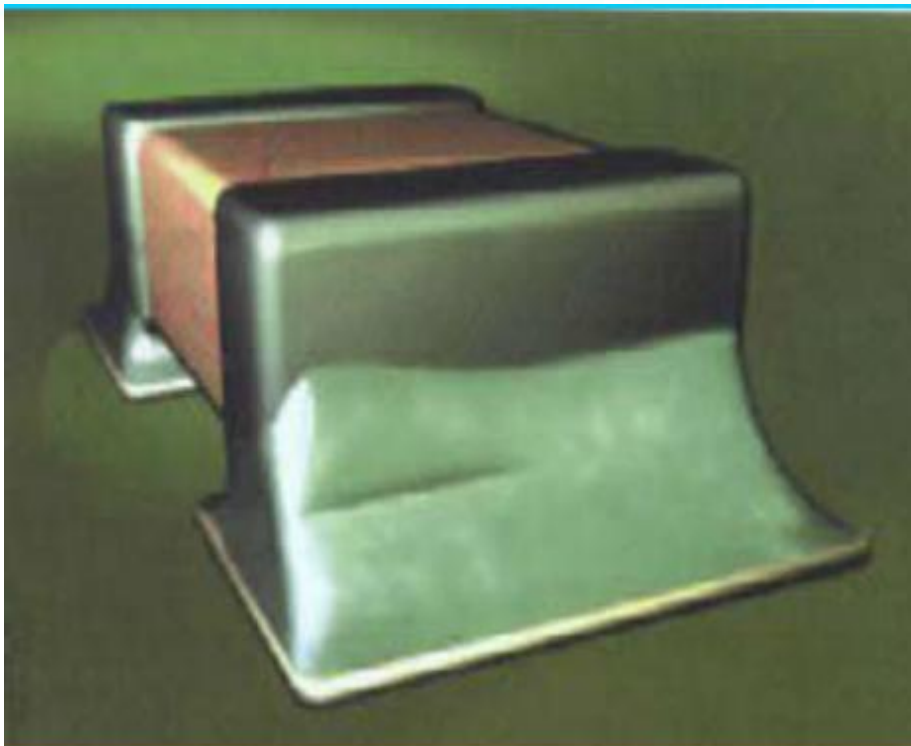
无铅焊锡膏—科利泰

3.焊接设备：回流焊炉

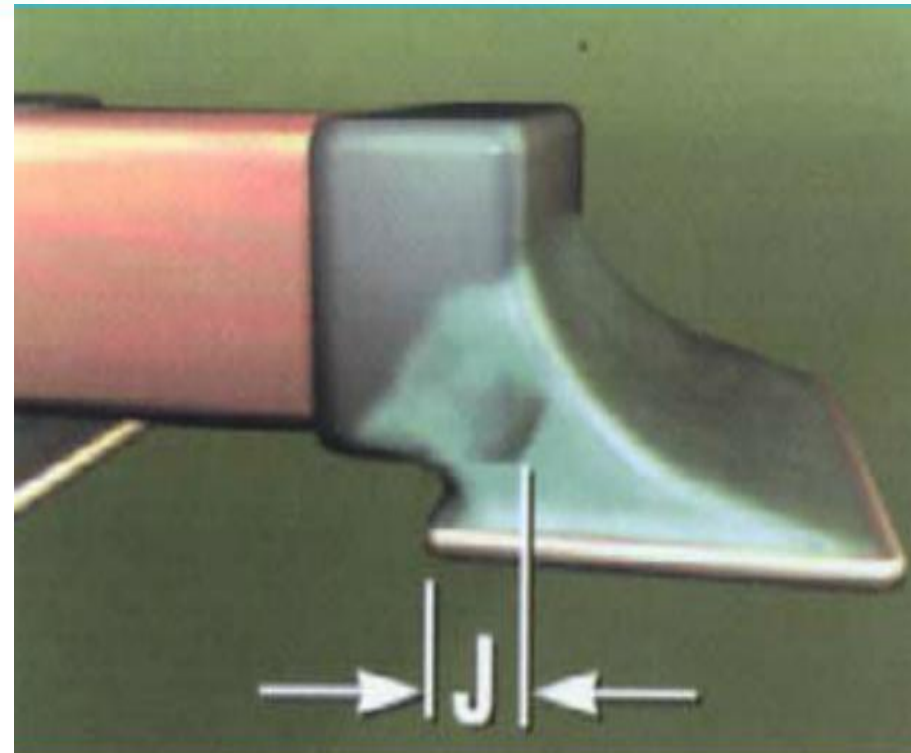


ThinkVision E1922s



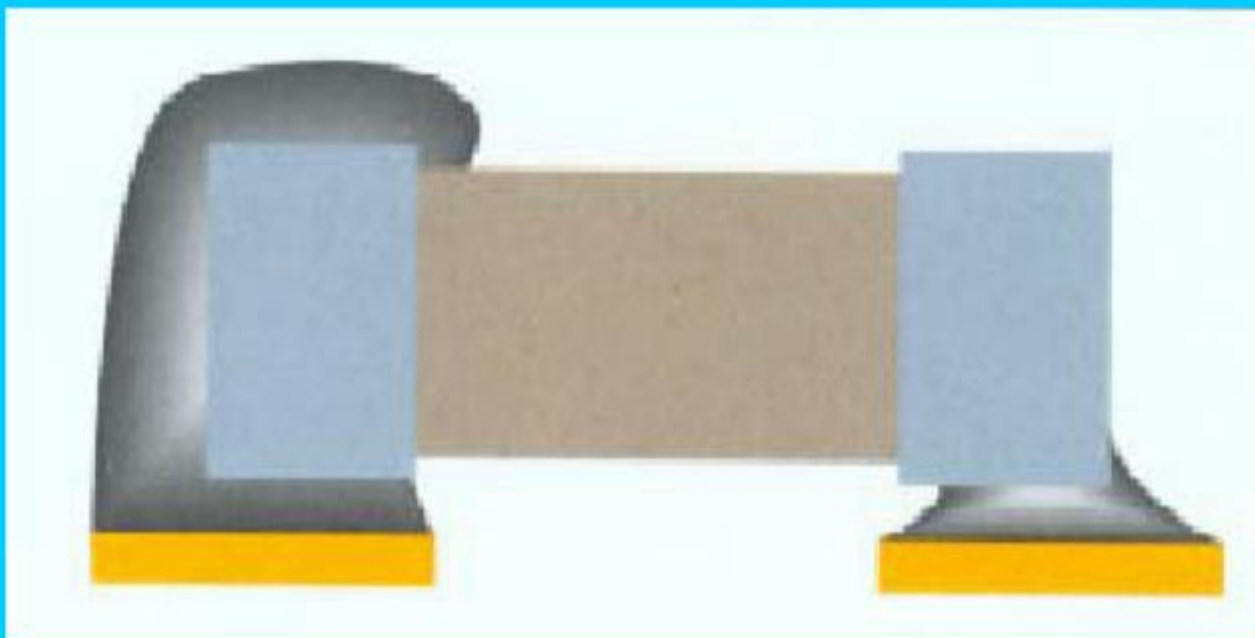


典型SMT焊点的外观



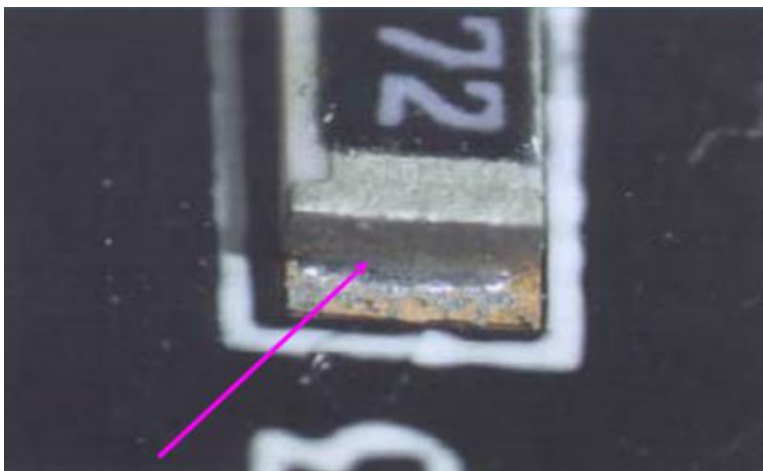
典型SMT焊点的外观：有末端重叠部分

SMT焊接的焊点缺陷：焊锡接触元件体

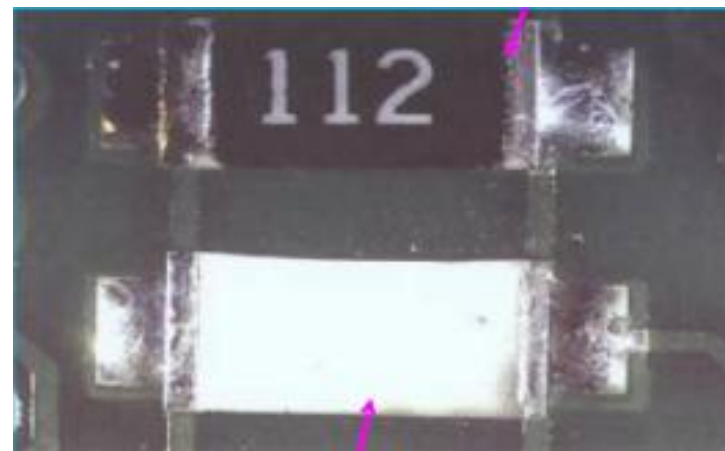


SMT焊接的焊点缺陷

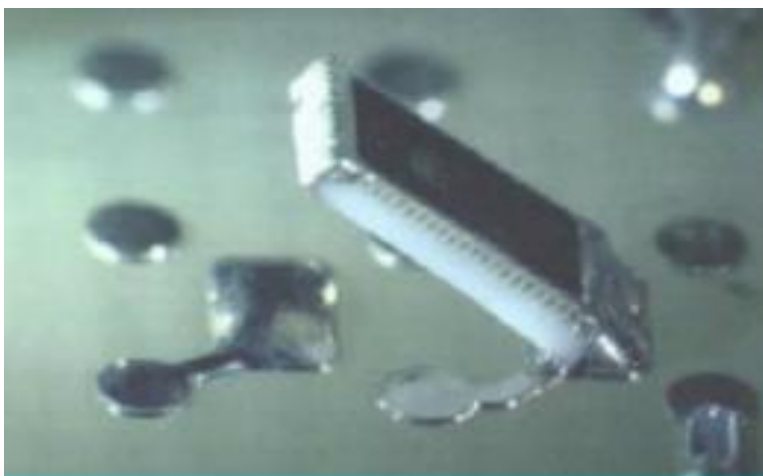
冷焊



翻面



竖件



侧立



SMT焊接的焊点缺陷

锡桥



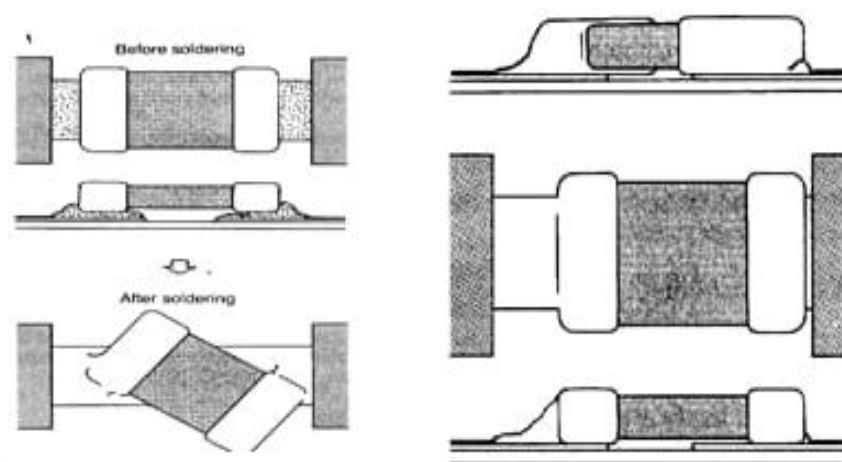
锡球



孔洞



位置偏移



回流焊接缺陷分析:

问题及原因

对

策

- 1. 吹孔 BLOWHOLES
焊点中 (SOLDER JOINT) 所出现的孔洞, 大者称为吹孔, 小者叫做针孔, 皆由膏体中的溶剂或水分快速氧化所致。
 - 调整预热温度, 以赶走过多的溶剂。
 - 调整锡膏粘度。
 - 提高锡膏中金属含量百分比。
- 2. 空洞 VOIDS
是指焊点中的气体在硬化前未及时逸出所致, 将使得焊点的强度不足, 将衍生而致破裂。
 - 调整预热使尽量赶走锡膏中的气体。
 - 增加锡膏的粘度。
 - 增加锡膏中金属含量百分比。



回流焊接缺陷分析:

问题及原因

对

策

• 3. 零件移位及偏斜

MOVEMENT AND MISALIGNMENT

造成零件焊后移位的原因可能有：锡膏印不准、厚度不均、零件放置不当、热传不均、焊垫或接脚之焊锡性不良，助焊剂活性不足，焊垫比接脚大的太多等，情况较严重时甚至会形成碑立。

(TOMBSTONING 或 MAMBATHAN EFFECT, 或 DRAWBRIGING)，尤以质轻的小零件为甚。

- 改进零件的精准度。
- 改进零件放置的精准度。
- 调整预热及熔焊的参数。
- 改进零件或板子的焊锡性。
- 增强锡膏中助焊剂的活性。
- 改进零件及与焊垫之间的尺寸比例。
- 不可使焊垫太大。

回流焊接缺陷分析:

问题及原因

- 4. 缩锡 DEWETTING
零件脚或焊垫的焊锡性不佳。
- 5. 焊点灰暗 DULL JINT
可能有金属杂质污染或给锡成份不在共熔点, 或冷却太慢, 使得表面不亮。
- 6. 不沾锡 NON-WETTING
接脚或焊垫之焊锡性太差, 或助焊剂活性不足, 或热量不足所致。

对策

- 改进电路板及零件之焊锡性。
- 增强锡膏中助焊剂之活性。
- 防止焊后装配板在冷却中发生震动。
- 焊后加速板子的冷却率。
- 提高熔焊温度。
- 改进零件及板子的焊锡性。
- 增加助焊剂的活性。