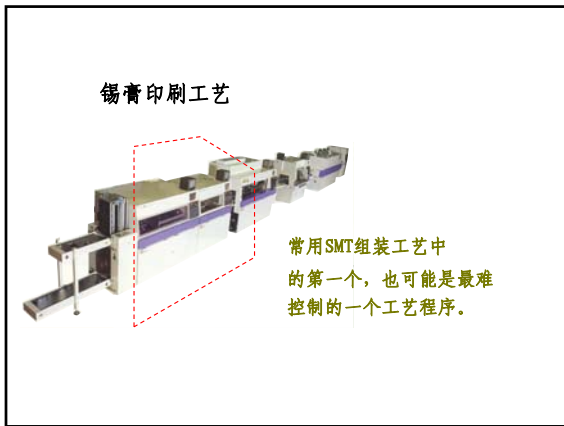
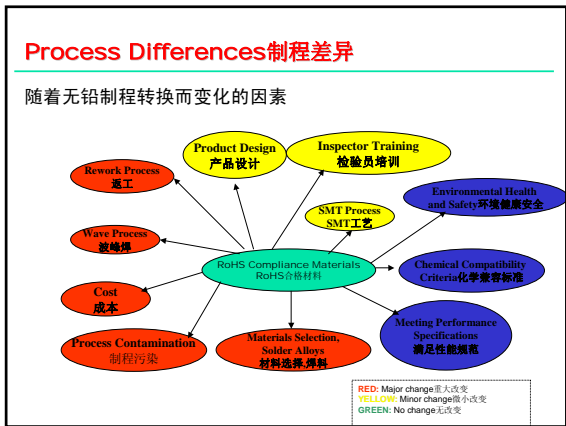
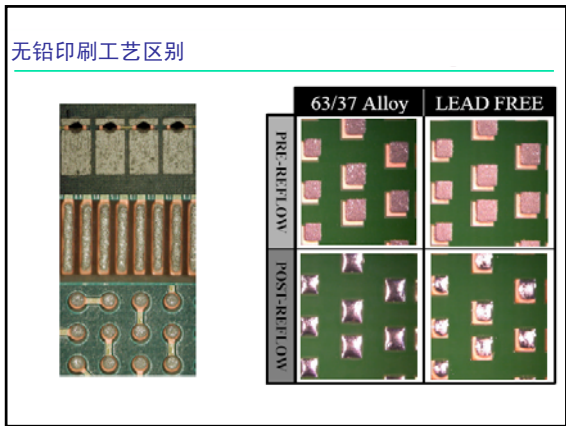
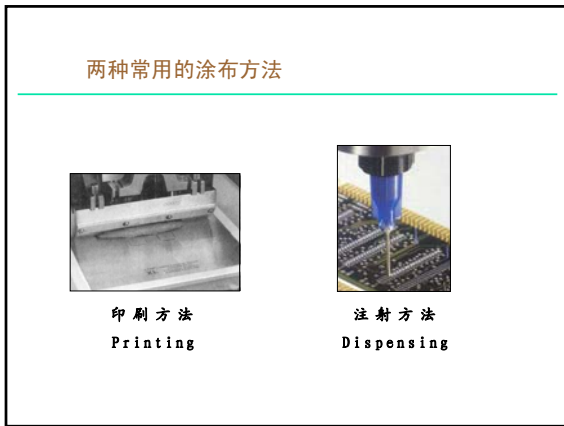


无铅工艺分析

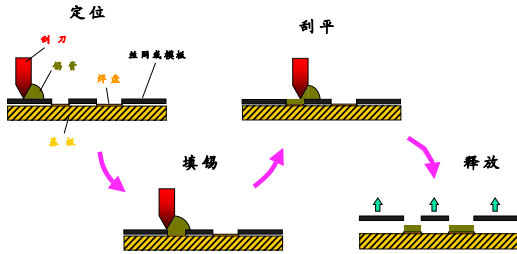
- 锡膏印刷工艺
- 回流焊接工艺
- 波峰焊接工艺
- 手工焊接工艺



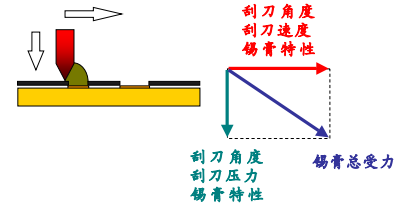
- ## 锡膏印刷是个工艺系统.....
- 基板:
 - 基板材料
 - 焊盘设计
 - 工艺能力
 - 漏印板:
 - 材料和工艺
 - 开孔设计
 - 布局
 - 大小和厚度
 - 刮刀和设置:
 - 材料和硬度
 - 外形
 - 设置角度
 - 高度和压力
 - 长度
 - 平面度
 - 刮动速度
 - 锡膏:
 - 流动性
 - 黏性
 - 颗粒大小
 - 新鲜度
 - 挥发性
 - 丝印机:
 - 可控性
 - 精度
 - 重复和稳定性
 - 保养
 - 工艺操作:
 - 工艺知识
 - 材料管理
 - 监控管理
 - 操作态度
 - 手艺
- 一个复杂的系统 !



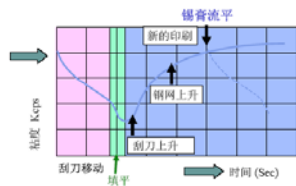
锡膏印刷过程分解



锡膏印刷过程的力学解析



锡膏印刷时的流变行为-粘度的变化



- 锡膏流变性的复杂状况主要是由于粘性焊剂系统中合金焊料粉末的弥散现象引起的。
- 焊料颗粒的质量是影响锡膏印刷特性的重要因素。

印刷参数的设置

1 刮刀压力



压力太小 → 压力太大
'掩盖'现象 → '挖掘'现象

刮刀压力设置

- 第一步: 在每50mm的Squeegee长度上施加1kg的压力。
- 第二步: 减少压力直到锡膏开始留在模板上刮不干净, 在增加1kg的压力
- 第三步: 在锡膏刮不干净开始到挂班沉入丝孔内挖出锡膏之间有1-2kg的可接受范围即可达到好的印制效果。

在正确的刮刀高度的设置下, 刮刀压力必须高于印刷时所产生的浮力, 可以刚刚刮清钢板上的锡膏为观察准则。

印刷参数的设置

2 刮刀速度

在印刷过程中, 锡膏需要时间滚动并流进模板开孔中, 所以刮刀速度的控制相当重要。最大印刷速度取决于PCB上SMD的最小引脚间距, 在进行高密度组装时 (引脚间距 $\ll 0.5\text{mm}$), 印刷速度一般为 $20\text{mm/S} \sim 30\text{mm/S}$ 。

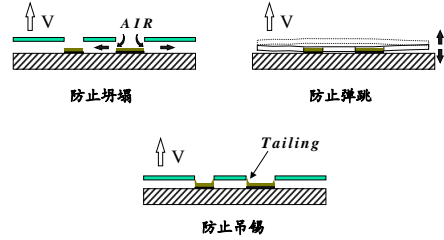
印刷参数的设置

3 刮刀角度

角度在60~70时可获得良好的印刷性和转移性。

印刷参数的设置

4 脱板速度



印刷参数的设置

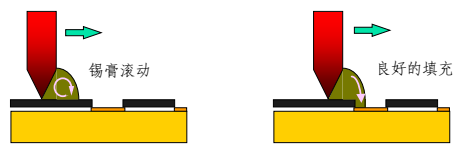
4 脱板速度

推荐的脱板速度

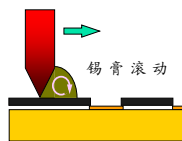
| 引脚间距 (mm) | 推荐速度 (mm/s) |
|-----------|-------------|
| 小于0.3 | 0.1~0.5 |
| 0.4~0.5 | 0.3~1.0 |
| 0.5~0.65 | 0.5~1.0 |
| 超过0.65 | 0.8~2.0 |

影响锡膏印刷质量的关键因素

锡膏必须滚动



刮刀推进距离 (起跑距离)



相对太长的距离: 降低生产量 (长周期)。拉力和压力对钢网不利。影响印刷质量 (小板大钢网情况下)。

相对太短的距离: 锡膏滚动不足, 充填不好。刮刀转换时跌落的锡膏可能污化开孔。

典型设置: 比印刷图形长出20至50mm。无接触式印刷可能较长。

无铅锡膏印刷缺陷

Flux separation(助焊剂分离)

- Too high a shipping or storage temperature
- Paste being left too long on the shelf
- Paste being too low in viscosity
- Paste being too low in thixotropic property

Crusting (结壳)

- Too active solder alloy (锡膏合金的活性太高)
- Too corrosive (腐蚀性太大)
- Too much exposure to air or moisture or high storage temp (储存温度太高)

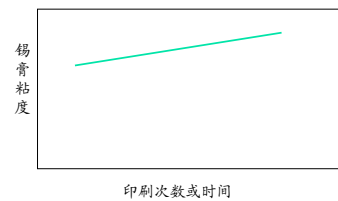
Paste hardening (锡膏硬化)

- Too active solder alloy
- Too reactive flux
- Too high a storage temp

Poor stencil life –Conventional printer (差的钢网时间)

- Crusting (结壳)
- Drying (变干)
- Too low in consumption rate (锡膏消耗补充率太低)
- Too high in ambient temp (环境温度太高)
- Too high in humidity (湿度太高)
- Too much air drift above stencil (钢网上空气流动速率大)
- Too reactive flux causing cold welding (助焊剂活性太高导致冷焊)
- Too low in elasticity causing soupy paste (弹性太低导致塌陷)

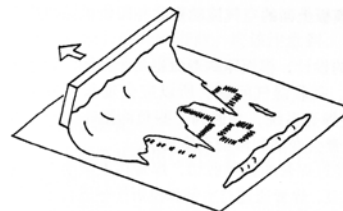
锡膏随着因素次数的增加而逐渐变浓

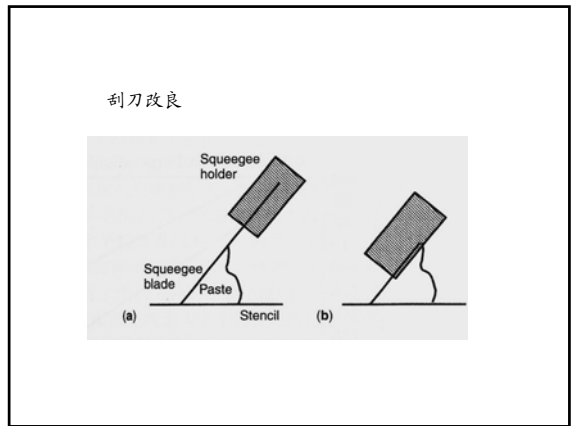
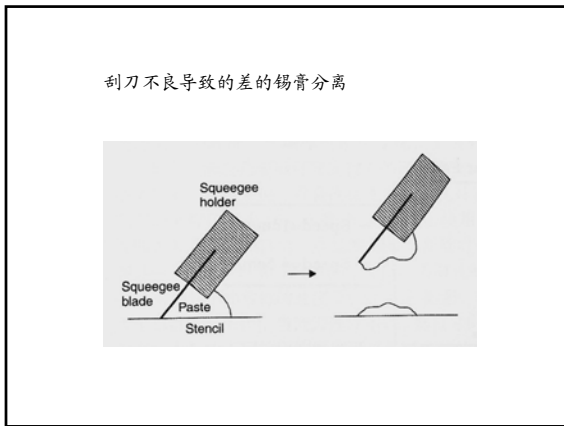
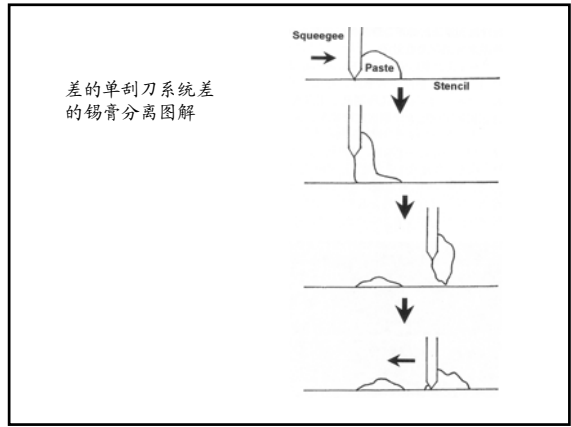
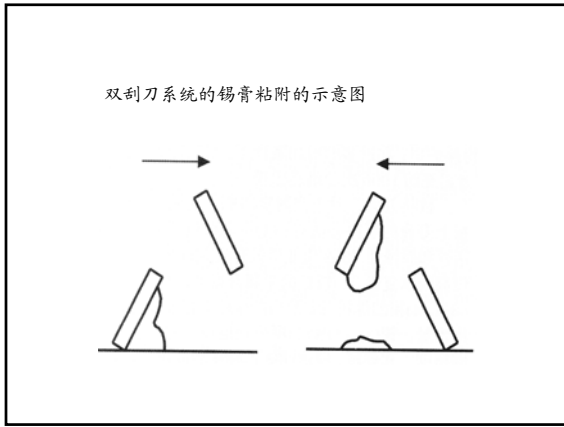


Poor paste release from squeegee (差的锡膏脱离)

- Paste being too tacky (锡膏太粘了)
- Paste being too stringy (锡膏太稠了)
- Paste gradually drying out on stencil (锡膏变干了)
- Insufficient paste place on stencil (锡膏量不足)
- Squeegee holder protruding out too together with a short squeegee height (刮刀柄突出太多且刮刀高度低)
- Too small a contact angle between squeegee and stencil (在刮刀和钢网之间的接触角太小)
- Too much a stencil surface (钢网面积太大了)

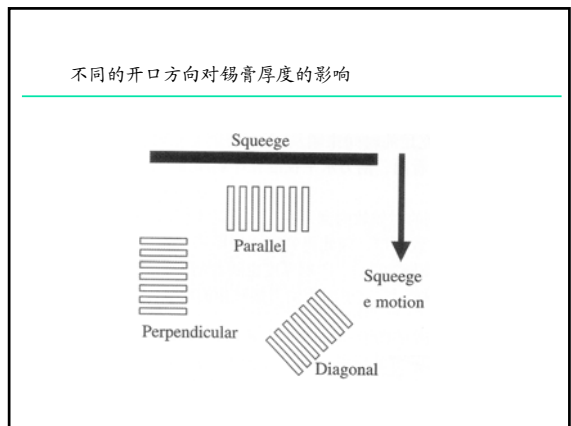
锡膏粘附的示意图



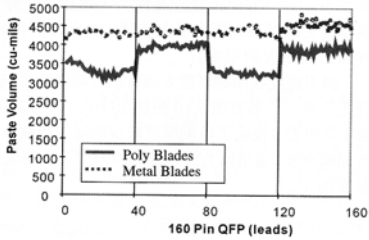


Poor paste thickness (锡膏厚度不足)

- Solder particle size (颗粒尺寸)
- Surface finish of pads (焊盘面积)
- Thickness of solder mask
- Debris on bottom of stencil or on the top of pcb
- Leveling of squeegee (刮刀的水平度)
- Squeegee speed (刮刀速度)
- Squeegee pressure and leveling (刮刀压力)
- Squeegee wear (刮刀磨损情况)
- Snap off leveling of stencil versus PCB surface
- Aperture warp size and aperture orientation



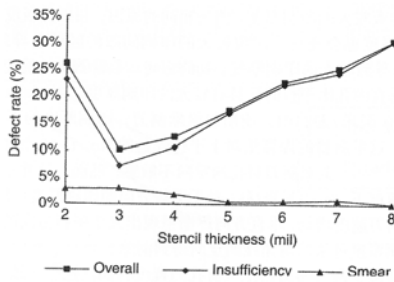
不同刮刀类型对厚度的影响



Insufficiency (焊料不足)

- Stencil thickness (钢网厚度)
- Pitch dimension (引脚间距)
- Aperture orientation (开口的方向)
- Power size (锡粉的尺寸)
- Inadequate aperture design (不足的钢网开口设计)
- Poor aperture quality (差的开口质量)
- Insufficient aqueegee pressure and in adequate paste rheology(刮刀压力不足或锡膏触变性差)

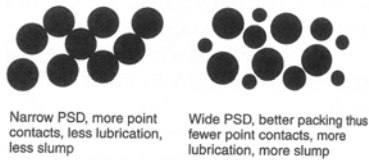
钢网厚度对印刷缺陷的影响



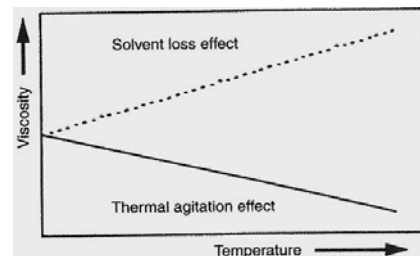
Slump (坍塌) (冷坍塌和热坍塌)

- Low thixotropy low viscosity(低粘度、触变性)
- Low metal content or solid content (低的金属或固体含量)
- Small particle size (小的颗粒尺寸)
- Wide particle size distribution (广的颗粒尺寸分布)
- Low surface tension of flux (助焊剂的表面张力太小)
- High humidity (高的湿度)
- Hygroscopic paste (焊料吸潮)
- High component placement pressure (贴片压力过大)
- For short slump, beside the causes described above, it is also affected by ramp-up rate of reflow profiles (在焊接时温度上升过快)

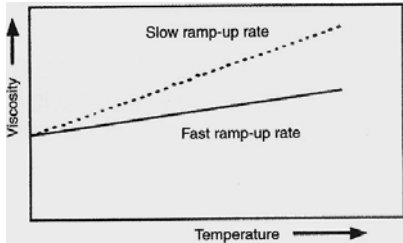
颗粒尺寸分布(PSD)对坍塌的影响



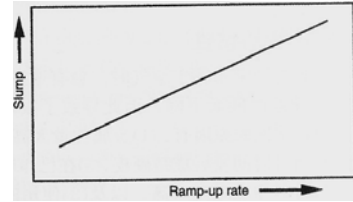
温度和溶剂损耗对粘度的影响



升温速率和粘度关系



塌陷与升温速率之间的关系



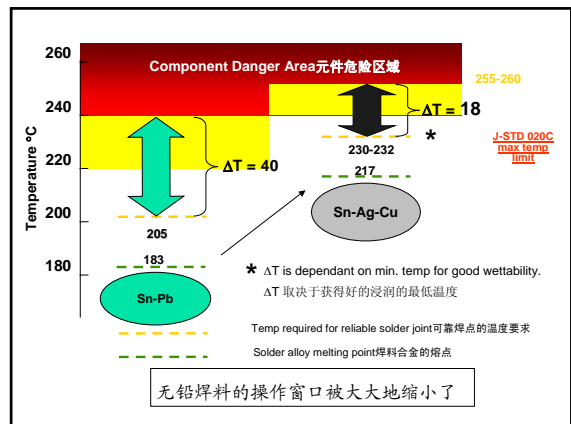
Low tack (低的粘接力)

- Insufficient solder paste deposited (锡膏不足)
- Insufficient flux tackiness (助焊剂的粘度低)
- Inadequate metal content (锡膏金属含量不足)
- Too coarse a power size (金属颗粒太粗)
- Rapid board movement at placement (板子移动太快)
- Inadequate board supporting design during placement (板支撑不够)
- Humidity (湿度)

Low tack time (低的粘结时间)

- Solvent volatility being too high (溶剂挥发性太高)
- Power size being too coarse (金属颗粒太粗)
- Crusting developed with time for the printed paste (锡膏结壳)
- The air drift around the printed paste being too high (有空气的流动)
- The humidity being too low or too high (湿度太低或太高)
- The ambient temp being too low or too high (环境温度太低或太高)
- Stencil used being too thin (钢网太薄了)

无铅焊接的关键制程:
无铅回流焊接



回流焊接的技术要求

- 找出最合适的温度对时间变化(温度曲线):
 - 各要点的温度
 - 升温 and 降温的速度
 - 在每个温度中的时间
- 使得出的最佳温度曲线在控制下不断重复。
- 温度变化必须配合所有材料, 包括锡膏、元件和基板。
- 要求热能够在受控制的情况下, 远较于关心热能的传送方法来更加重要。



回流温度曲线测试方法

跟原来焊料的区别是, 无铅焊料熔融温度与零件耐热温度之间的差异不大, 因此应该特别注意基板的热分布设计(零件布局设计)和焊接装置的温度控制。

固定方法

- 用粘剂(FA公司生产的MR811)或高温焊料将热电偶固定在测定点上。用耐热胶布粘压的方法容易使热电偶接点浮起, 不理想。

使用不同固定方法的测定值偏差(经验值)

| 耐热胶布 | 粘剂剂 | 高温焊料 |
|----------|----------|---------|
| △20-30°C | △10-20°C | △5-10°C |

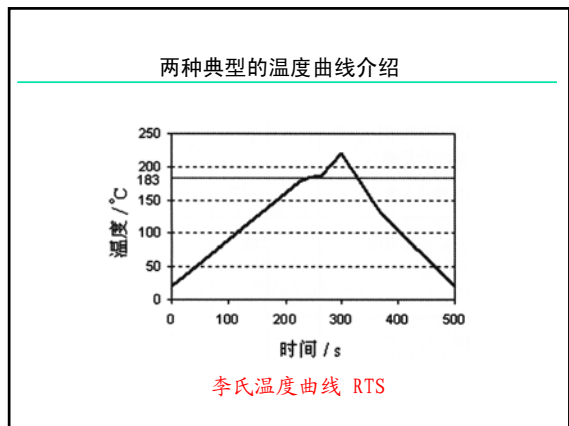
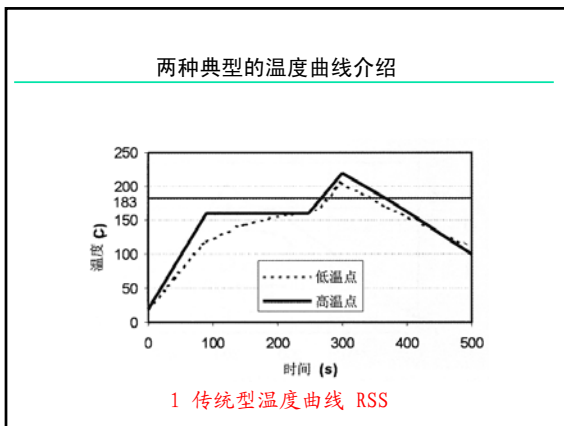
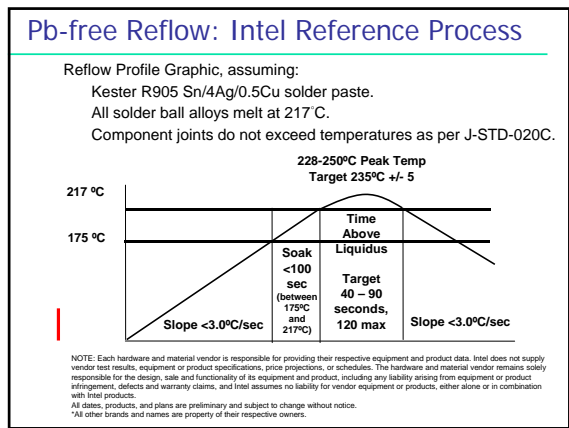
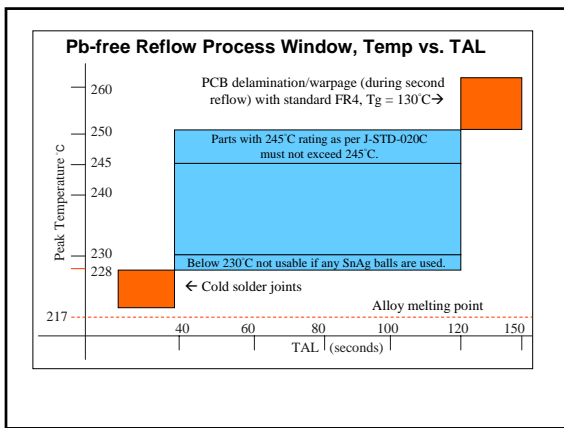
温度测定部位

按照下述的立场, 选择3-6个部位。

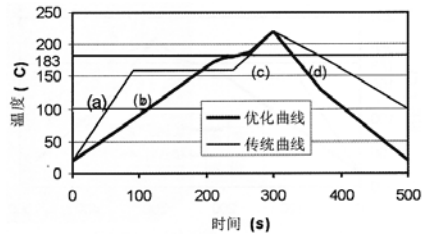
- 不容易升温的部位
 - 零件密集的部分
 - 大型零件(QFP封装部和引线部)
 - BGA或CSP的背面(隐蔽面)
- 容易升温的部位
 - 周围无零件的基板面
- 弱耐热零件
 - 铝电解电容器顶部

热电偶

热容量小, 电动势大, 耐热性的元件。
K种(CA线) φ 0.1mm最合适。



两种温度曲线比较



传统温度曲线易导致的缺陷

| | 导致的缺陷 |
|---|--------------------|
| a | 锡球; 热坍塌; 桥连; 锡珠 |
| b | 空洞; 差的润湿; 锡球; 开路 |
| c | 墓碑; 芯吸; 器件破裂; 开路 |
| d | 合金; 大的颗粒; 炭化; 反润湿等 |

无铅回流焊接 常见缺陷及控制措施

冷焊



指有不完全再流现象的焊点，表现为颗粒状焊点；不规则焊点形状或焊粉不完全融合。

原因：

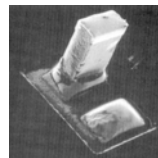
- 1 再流时不完全的加热
- 2 冷却阶段受到扰动
- 3 表面污染影响助焊能力
- 4 不足的助焊剂能力
- 5 不良的焊粉质量

不润湿

原因：

- 1 焊盘的可焊性差
- 2 助焊剂的活性差
- 3 表面污染影响助焊能力
- 4 回流曲线设置不当
- 5 不良的焊粉质量

立碑



立碑

造成‘吊桥’或‘立碑’的因素：

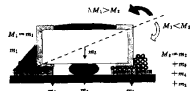
- 焊盘设计
- 元件外形和尺寸
- 焊点热容量
- 锡膏涂布
- 锡膏质量和
- 可焊性
- 贴片准度
- 焊接加温法和设置

立碑

机理分析

•根本原因：元件两侧润湿力不平衡，两侧焊料溶化时表面张力不等。

•张力与润湿力方向相反，不利焊料与被焊金属的润湿于焊接，不能消除，但应尽量减少。

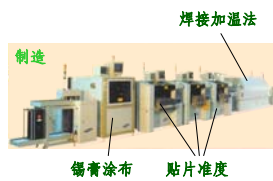
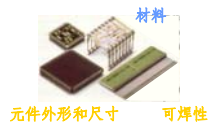


焊盘一侧锡膏未熔化, 焊料张力不平衡就会造成立碑

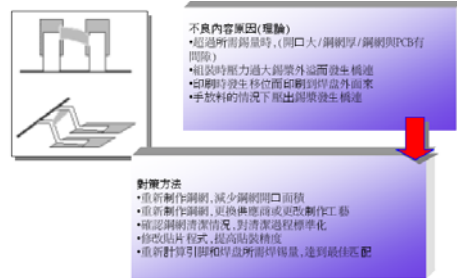
焊接中张力不平衡分析

| 工艺现象 | 原因分析 | 解决途径 |
|--------------------------------------|--|-----------------------------|
| 焊盘一侧接地/焊盘一侧面积过大 PCB各处温差过大/大小元器件温差 | 热容量不一致, 焊料溶化时间、温度不等, 张力不等。 | 改善焊盘设计与布局 |
| 焊膏活性不高/元件可焊性差 | 焊膏溶化后, 与被焊面间的张力下降且不均匀。 | 选用高活性焊膏, 调整焊膏印刷参数 |
| 焊膏印刷量不等 | 量多一侧, 热容量增大 | 调节贴片工艺参数 |
| 贴片不平整 | 浸入深的一侧, 热容量增大 | 调节贴片工艺参数 |
| 温度曲线不当 | 炉体过短温区过少, 温差大 | 适当的温度曲线 |
| 气体氧浓度不当 | N ₂ 气保护, 但O ₂ 含量过低 | 氧含量: 100 × 10 ⁻⁶ |

立碑的解决对策



桥连



空洞



- 熔化的SnPb锡球罩在助焊剂开始排气的锡膏上
- 气体无处可去, 只能进入熔化的SnPb锡球
- 锡银铜焊膏融化并与锡铅混合 焊锡膏仍然排气并向上走
- 焊点冷却时更多的助焊剂挥发被束缚, 形成空洞

锡珠

- ❖ 多次重复回温的锡膏, Flux性能劣化, 在予热和溶解过程中产生锡珠
- ❖ 手工放料时, 蹭到锡膏
- ❖ 贴片偏差大
- ❖ 不良内容原因
- ❖ 钢网清洁不良, 印刷污染;
- ❖ 锡膏设计过量
- ❖ 预热温度不适合, 导致回流时锡膏飞溅;
- ❖ 多次重复回温的锡膏, Flux性能劣化, 在予热和溶解过程中产生锡珠
- ❖ 手工放料

对策方法

- ❖ 过程控制, 确保印刷和贴片精度;
- ❖ 重新设计钢网及钢网及焊盘
- ❖ 第一区温度降低
- ❖ 回流温度曲线调制
- ❖ 更换锡膏

金手指问题—金手指粘锡

现象: 过回流焊接后, 金手指上有小的锡粒

问题原因: 焊接过程中锡膏飞溅

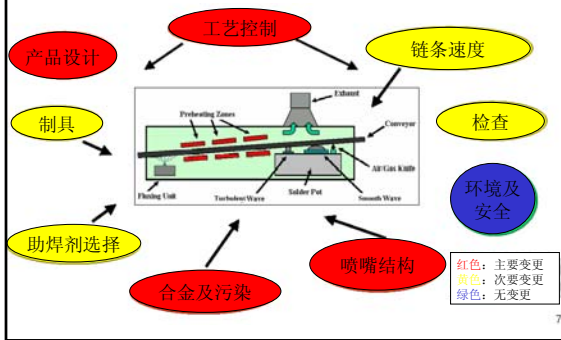
PCB焊盘的问题 (一般为镀金层太薄, 金层下镍氧化导致, 可采用空板过回流焊后进行验证)

锡膏印刷过程中钢网清洗问题

处理: 对于工艺问题 (锡膏飞溅或钢板污染可用贴高温胶方法进行确认, 控制钢网清洗频率和回流温度曲线。对于PCB引起的金手指粘锡可以通过成分分析确定。

无铅焊接的关键制程: 无铅波峰焊接

工艺差别: 从有铅到无铅波峰焊接工艺的因素改变。

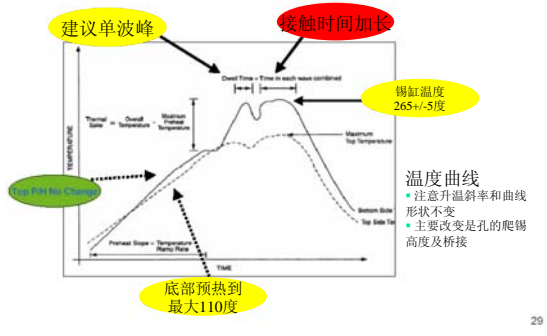


- 在无铅波峰焊接炉上贴上锡条形状的图案, 便于观察
- 工业标准记号



16

■ 无铅温度曲线的改变



29

Pb-free Wave Solder: Intel Reference Process

| | | ImAg | OSP | ImAg + OSP |
|----------|----------------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Alloy | | Sn0.7Cu | | |
| Flux | Type | Kester® 977, 3% solids | Kester® 979, 4.5% solids | Kester® 979, 4.5% solids |
| | Spray applied | 500-1200 micrograms /sq in. | | |
| Pre-heat | Max topside pre-heat temp target | 120 +/- 5° C | 105 +/- 5° C | 105 +/- 5° C |
| | Temp | 260 +/- 5° C | 275 +/- 5° C | 275 +/- 5° C |
| Wave | Dwell time | 2.5-3.5 sec | | |
| | Max topside BGA joint temp | 170° C | | |
| | Nitrogen blanket used | Yes | | |
| | Dual wave used | No | Yes | Yes |
| Reflow | Nitrogen O2 = 2500ppm | No | Yes | Yes |

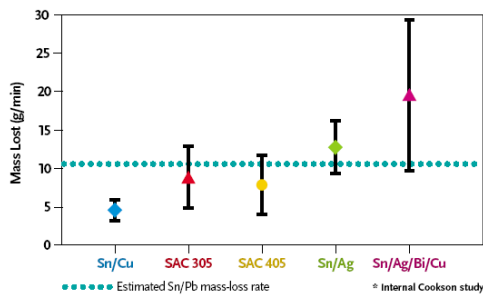
无铅工艺的不同之处:

- 底部的加热不能破坏助焊剂的活性
 - 喷助焊剂时用最慢的速度, 增加助焊剂的活性
 - 助焊剂加热温度最高110度
- 加倍接触时间
 - 如果锡铅的时间是2-3秒, 无铅是3-5秒
 - 危及助焊剂的寿命
- 仅使用平波时, 表现有改善
 - 挠流波会减少助焊剂的表现
 - 重点放在安装及接触时间
- 正面上锡表现依赖上表面的光滑度高于助焊剂的量
- 选择性夹具和无VOC的免洗助焊剂最好少用
- 建议的锡炉温度是265度
 - 锡缸温度公差是5度
 - 无铅合金越热表现越好, 否则会有制程及信赖性问题
 - 无铅锡炉运作温度在250到265之间

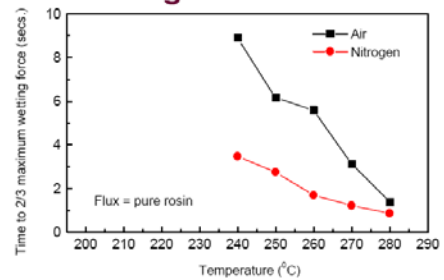
Considerations for Pb-free Wave Solder: Contamination & Monitoring

- Copper contamination of the solder pot should be monitored.
 - As with SnPb wave soldering, some Cu from PCB pads dissolves into the solder pot.
 - Cu contamination can raise the solder melting point, reducing fluidity.
 - One approach to managing Cu contamination is to use makeup solder bars with a Cu-free alloy.
 - For example, using pure Sn bars to replenish SnCu solder reduces the percentage of Cu in the pot.
- During transition from SnPb to Pb-free, lead contamination should also be monitored.
 - SnPb components used during transition can add Pb to the pot.
 - Wave solder machines converted from SnPb to Pb-free may initially have some residual Pb.
 - Pb contamination can introduce Pb into Pb-free products, possibly exceeding the Pb impurity threshold.

Loss of Solder Mass Due to Dross Removal Lead-Free Wave Study*



Effect of Nitrogen: SnCu



Change from processing Sn/Pb

- The wave solder must meet the requirements of solder temperature and protection against tin corrosion.

Recommended process adjustments

- The pot must be capable of reaching at least 275° C.
- The solder pot and the internal parts must be protected against corrosion of the high tin content solders.
- SST floats for automatic control of solder level will not float in lead-free solders, replace it.
- Low temperature protection limit must be reprogrammed.

Implications to the overall process

- May need pot replacement.
- Corrosion of SST parts non-protected will occur before 6 months.



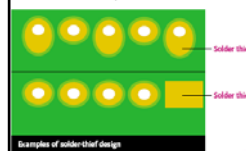
Without protection, SST materials will degrade after 6-18 months in contact with the high-tin content solders.

Type 304 Stainless Steel erosion rate: SAC305 > Sn-0.7Cu > Sn-0.7Cu-0.05Ni.

Cu erosion rate: SAC305 > Sn63 > Sn-0.7Cu-0.05Ni.

Design for Lead-Free

Solder thieves are oversized pad areas or extra pads to help attract the excess solder not pulled into the standard joint formations.



Sn99.3/Cu0.7 May Require N₂

Change from processing Sn/Pb

- Based on current flux technology, many applications using Sn/Cu may require N₂ to achieve acceptable soldering results.

Recommended process adjustments

- Sn/0.7Cu alloy has higher melting point and lower wettability compared with SAC and Sn/Ag. The use of nitrogen in the wave buys 10°C to the solder temperature.

Implications to the overall process

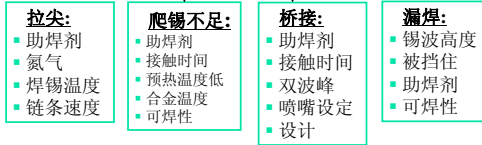
- Higher solder temperature will cause more board warping, more oxidation and will require more active flux with the consequences for testability due to higher flux residues on the board.
- Using nitrogen in the wave will reduce those problems.

锡缸的温度

- 锡缸温度对良率是主要因素
 - 助焊剂的表现
 - 残存物
 - 第二次回流焊
 - PTH孔
- 推荐开始温度是 $265 \pm 0/-5$ 度
- 要求锡缸温度范围 $250-265$ 度
- 较底的实际应用温度对产品要有最大的帮助
- 产品设计最重要

无铅波峰焊接缺陷

常见缺陷



特殊工艺缺陷

锡裂

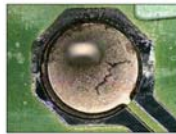
实际数据证明不能预防这个品质问题，

原因：

- 孔大但脚细
- 合金污染
- 降温斜率
 - 快速降温，裂痕多，但是浅
 - 降温斜率慢，裂痕少，但是裂纹深

改善：

- 增加预热温度，减小降温斜率
- 利用风刀
- 监视并控制合金污染，特别是铅
- 设计时，采用适当的脚/孔比例



注意：快速降温，得到粗糙的焊点结构，加速降温会使裂纹增加，目前有效的做法是针对不同的产品特征，温度曲线取得平衡。

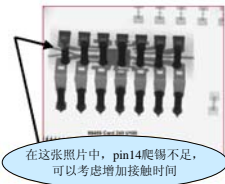
爬锡不足

原因：

- 不足的接触时间
- 助焊剂不足
- 助焊剂的活性被预加热烧光
- 元件散热太快
- 元件或板子问题
- 氮气问题

改善：

- 使用单波峰
- 增加接触时间
- 改变助焊剂
- 改变板子预加热，将上部预热温度加高



提示：

针对桥接，我们关心焊点离开波峰时情况，但是任何事都会影响爬锡不足。

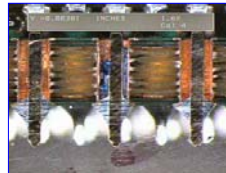
助焊剂参数和接触时间可能是主要因素，解决此问题时要和其他缺陷取得平衡，例如增加接触时间会引起桥接。

爬锡不足

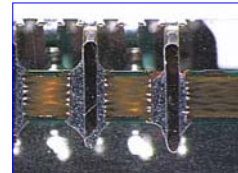
提示：

- 当遇到爬锡不足，未上锡，桥接不良，请关注助焊剂和波峰的接触
- 有几个步骤解决这些问题：
 - 关掉助焊剂机器
 - 手工涂布合理的助焊剂用量
 - 生产，注意观察波峰的接触和分离
 - 将你得到的结果作指导
- 如果你有信心这些均没有问题，换一罐助焊剂
- 如果换助焊剂依然不能解决问题，请检查元件和板子的可焊性，替换他们
- 如果手工涂助焊剂能解决问题，说明设备不稳定，解决它

- Intel experiments show significant improvement in hole fill at wave, due to using nitrogen at SMT reflow.
- Percent of fill in each hole can be below 25% without nitrogen at reflow, and above 75% with nitrogen.



Example wave solder hole fill without nitrogen used at reflow.



Example wave solder hole fill with nitrogen used at reflow.

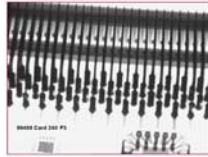
空焊

原因:

- 这是元件问题, 不是助焊剂

改善:

- 适当的预加热激发助焊剂的活性
- 烘板子, 改善湿气
 - 实心元件对解决问题没有帮助
 - 钻孔烧伤, 不平滑的电波, 均会使水汽跑入焊点形成空焊
- 尝试不同批次的材料
- 空焊通常出现在浸银板和不同合金的焊点



桥接

概述:

所有的桥接在焊点离开波峰时形成, 我们将重点关注这一点, 在开启解决问题前, 确定设备参数的设定, 特别是喷嘴, 然后检查助焊剂及其它因素, 通常需要适当地减小链条速度和板子过锡角度

原因:

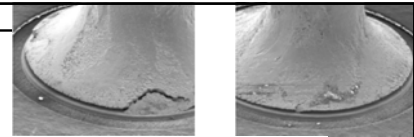
- 没有助焊剂或助焊剂不足够
- 需要氮气
- 不好的波峰设备结构
- 锡缸温度低于265度
- 脚伸出超过0.06英寸, 尤其是脚密而且没有阻焊线的焊盘
- 过锡方向
- 链条速度, 链条的角度
- 设计问题

桥接

改善:

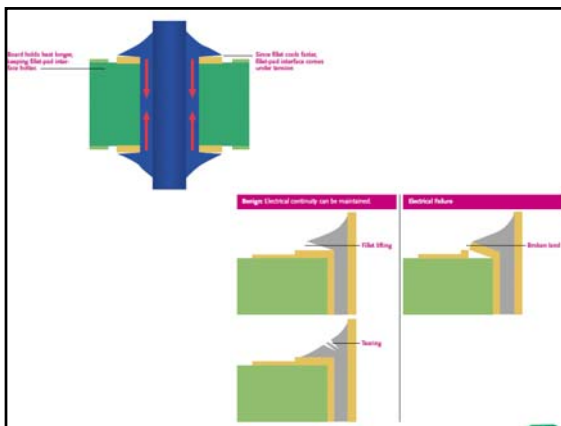
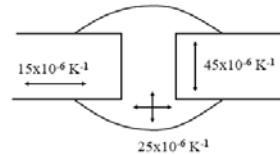
- 可靠的产品设计可以改进很多生产问题, 更改生产参数/环境只是短期对策
- 在过锡夹具上使用拖尾设计, 超过0.1英寸能减少桥接
- 平滑夹具, 波峰设定时取得好的后回流
- 减少脚长
- 减慢链条速度
- 增加锡缸温度到265度 (很多产品能在250度时运行良好, 但合金温度越高爬锡越好, 桥接越少)
- 使用风刀
- 增加助焊剂的量
- 不要使用锐流波峰, 检查喷嘴设定
- 考虑改变过锡方向

翘起



Basic Mechanism of Fillet Lift

- Thermal expansion mismatch
- Cooling for stress free state generates lifting forces
- Alloys with larger pasty range are more susceptible to fillet lift, thus Sn96.5/3.5Ag shows lowest tendency & Sn91.9/Ag3.4/Bi4.7 shows severe tendency



无铅手工焊接注意事项

- 选择适当的设备和工具
- 正确使用设备和工具
- 正确选择焊膏、焊剂、焊锡丝等材料
- 正确设置焊接参数, 适应无铅焊料的高熔点和低润湿性。

手工焊接基本方法

- 1.准备焊接：清洁烙铁
- 2.加热焊件：烙铁头放在被焊金属的连接点
- 3.熔锡润湿：添加锡丝，锡丝放在烙铁头对侧处
- 4.撤离焊锡：撤离锡丝
- 5.停止加热：撤离烙铁（每个焊点焊接时间2~3s）



手工焊工艺过程控制（1）

焊前准备 - 烙铁头清洁

- 烙铁头前端因助焊剂污染，易引起焦黑残渣，妨碍烙铁头前端的热传导。
- 最好每个焊点焊接前都要对烙铁头进行清洁。
- 每天使用前清洁剂将海绵清洗干净，沾在海绵上的焊锡附着在烙铁头上，会导致助焊剂不足，同时海绵上的残渣也会造成二次污染烙铁头。
- 烙铁头的温度超过松香溶解温度后插入松香，使其表面涂覆一薄层松香，然后才开始进行正常焊接。

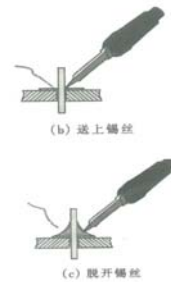
手工焊工艺过程控制（2）

- **加热焊件**
- 工（焊）件通过与烙铁头接触获得焊接所需要的温度。
- **1) 接触位置：**烙铁头应同时接触需要互相连接的两个焊件，烙铁头一般倾斜45度，应该避免只与一个焊件接触或接触面积大小的现象。
- **2) 接触压力：**烙铁头与焊件接触时应施以适当压力，以对焊件表面不造成损伤为原则。



手工焊工艺过程控制（3）

- **熔锡润湿 -- 送上焊锡丝与撤离**
- **1) 送上焊锡丝时机：**原则上是焊件温度达到焊锡溶解温度时立即送上焊锡丝；
- **2) 供给的位置：**焊锡丝应接触在烙铁头的对侧。因为熔融的焊锡具有向温度高方向流动的特性，在对侧加锡，它会很快流向烙铁头接触的部位，可保证焊点四周均匀布满焊锡。若供给的焊锡丝直接接触烙铁头，焊锡丝很快熔化覆盖在焊接处，如工件其它部位未达到焊接温度，易形成虚焊点。
- **3) 供给数量：**确保润湿角在15~45度，强电焊点适当增加。焊点圆滑且能看清工件的棱角。



手工焊工艺过程控制（4）

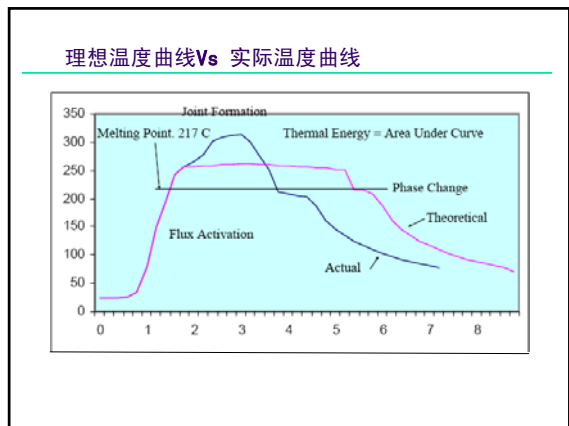
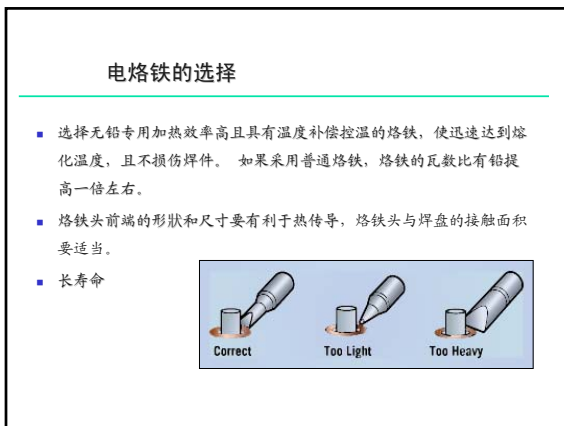
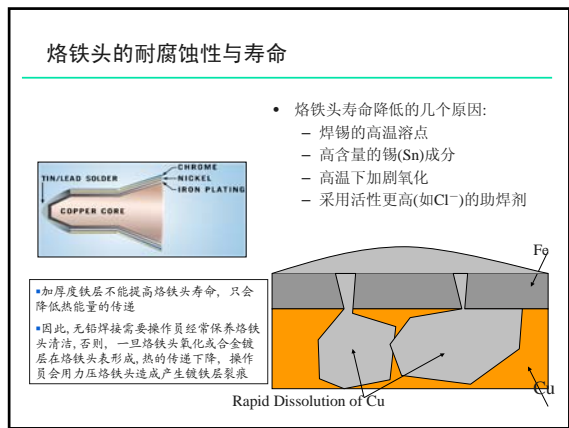
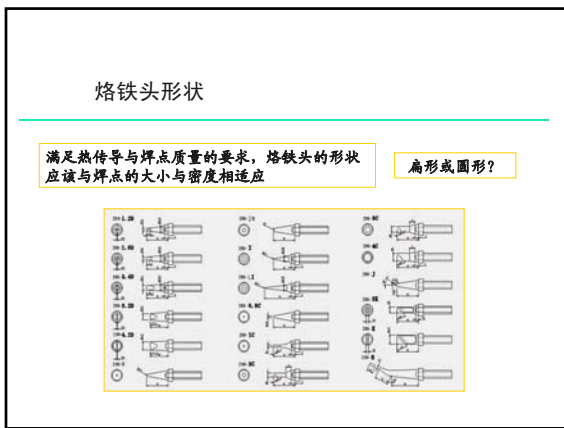
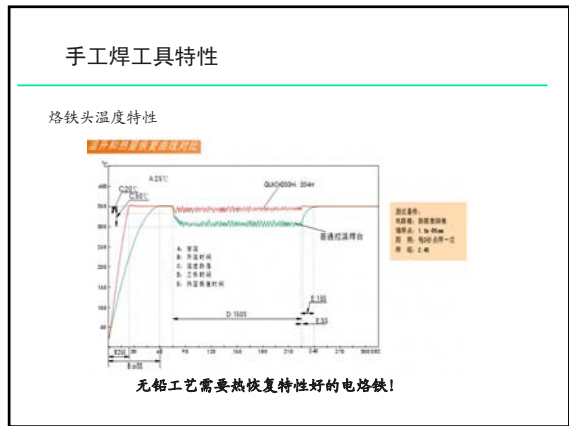
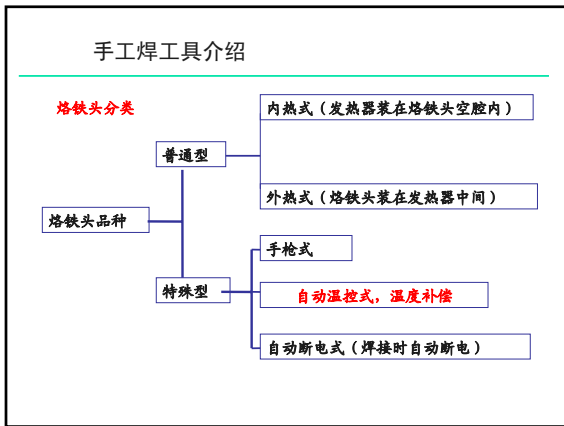
烙铁头的撤离（停止加热）

- **1) 脱落时机：**焊锡已经充分润湿焊接部位，而焊剂尚未完全挥发，形成光亮的焊点时，立即脱离，若焊点表面沙哑无光泽而粗糙，说明撤离时间晚了。
- **2) 脱离动作：**迅速！一般沿焊点的切线方向拉出或沿引线的轴向拉出，即将脱离时又快速的向回带一下，然后快速脱离，以免焊点表面拉出毛刺。



手工焊工艺过程控制（5）




- 无铅手工焊接注意事项
 - 选择适当的设备和工具
 - 正确使用设备和工具
 - 正确选择焊膏、焊剂、焊锡丝等材料
 - 正确设置焊接参数
- 适应无铅焊料的高熔点和低润湿性。同时返修过程中一定要小心，将任何潜在的对元件和PCB的可靠性产生不利影响的因素降至最低。



无铅手工焊接焊点外观情况

| 烙铁型号 | 焊接参数 | 外观情况 | 外观评价 | 可操作性 |
|----------|--------------------|---|---|--|
| HAKKO916 | 3-5S@340℃ 有铅焊锡丝 |  | 润湿良好 焊点外观光亮、 光滑 | 佳 |
| | 3-5S@340℃ 无铅焊锡丝 |  | 润湿情况一般 焊点外观无光亮 焊点表面粗糙 ，呈白色。 | 操作时有焊 锡丝不融化 情况出现。 感觉发涩不 顺畅 |
| | 3-5S@370℃ 无铅焊锡丝 |  | 润湿情况一般 焊点外观无光亮 。焊点表面粗糙 细腻一些，呈白 色鳞状。 | 操作感觉一 般，焊料流 动性不好 |

无铅手工焊接焊点外观情况

| | | | | |
|-----------|--------------------|---|-------------------------|------------------------|
| ERSA 2000 | 3-5S@340℃ 有铅焊锡丝 |  | 润湿良好 焊点外观光亮、 光滑 | 佳 |
| | 3-5S@340℃ 无铅焊锡丝 |  | 润湿一般 焊点外观光亮、 光滑 | 操作感觉一 般，焊料流 动性不好 |
| | 3-5S@370℃ 无铅焊锡丝 |  | 润湿良好 焊点外观呈现白 色鱼鳞状 | 操作感觉一 般，焊料流 动性不好 |