

## 摘要

本文档重点说明芯海科技的表面贴片元器件在 PCBA 回流焊接工艺(Reflow)和红胶波峰焊工艺的注意事项。

波峰焊和回流焊的工艺问题建议参考 IPC&JEDEC 规范，参考文件 IPC-7530、JSTD020，JSTD075 等，实际应用的 profile 参数可以与焊接材料提供商一起制定。

关键词：表面贴片元器件(SMD)、回流焊(Reflow)、红胶波峰焊。

## 适用范围

类型	适用产品型号或系列	说明
SMD 工艺	芯海所有贴片芯片	

## 版本

历史版本	修改内容	日期
V1.0	初版生成	2022-11-30

## 目 录

<b>1 简述</b> .....	<b>4</b>
<b>2 回流焊工艺应用说明</b> .....	<b>5</b>
2.1 回流焊接过程的简介.....	5
2.2 回流焊建议.....	7
2.3 Reflow 参考曲线和峰值温度.....	8
2.4 总结.....	9
<b>3 红胶波峰焊工艺</b> .....	<b>10</b>
3.1 贴片元器件封装要求.....	10
3.2 贴片元器件的布局要求.....	10
3.3 元器件孔径和焊盘设计要求.....	10
3.4 元器件和 PCB 板的耐热性要求.....	10
3.5 红胶印刷模板参数要求.....	10
3.6 红胶的选择和使用要求.....	11
3.7 红胶印刷机参数调整要求.....	11
3.8 波峰焊工艺参数要求.....	11
3.8.1 助焊剂系统.....	11
3.8.2 预热温度.....	11
3.8.3 焊接温度和时间.....	12
3.8.4 PCB 板爬坡角度和波峰高度.....	12
3.8.5 波峰焊工艺参数的综合调整.....	12

## 1 简述

芯海科技（深圳）股份有限公司（简称芯海科技）的表面贴片元器件(SMD)产品符合欧盟《电子电气设备中限制使用特定有害物质的指令》 EU RoHS2.0 (2011/65/EU & Amendment (EU) 2015/863)。

本文档重点说明芯海科技的表面贴片元器件在 PCBA 回流焊接过程的温度曲线，同时介绍焊料及回流焊接注意事项。

同时，有些电子产品是插件工艺和贴片工艺混合生产的，为了降低 PCBA 工艺成本，有时会采取贴片元器件（比如贴片电阻，贴片电容，SOP 封装的芯片等）采用红胶固定，再与插件元器件一起过波峰焊的方式生产 PCBA，此方法俗称红胶波峰焊工艺。但是红胶波峰焊工艺的生产对于波峰焊的控制和 PCB 的可制造性设计都有很严格的要求，故有必要对贴片元器件本身的要求、印刷红胶工艺、焊接工艺参数等要求做出必要的说明。

使用红胶波峰焊工艺焊接表面贴片器件的方法并非推荐的生产方式，建议参考 IPC&JEDEC 规范，参考文件 IPC-7530、JSTD020，JSTD075 等，实际应用的 profile 参数可以与焊接材料提供商一起制定，并评估质量风险。

**表 1 芯片封装工艺兼容性**

封装类型	回流焊		红胶波峰焊	
	工艺可行性	可靠性	工艺可行性	可靠性
SOT	支持	OK	可行，但不推荐	N/A②
SOP	支持	OK	可行，但不推荐	N/A②
SSOP	支持	OK	不推荐①	N/A②
TSSOP	支持	OK	不推荐①	N/A②
MSOP	支持	OK	不推荐①	N/A②
LQFP	支持	OK	不推荐①	N/A②
QFN	支持	OK	不支持	N/A
BGA	支持	OK	不支持	N/A
WLCSP	支持	OK	不支持	N/A

注意：

① SSOP/TSSOP/MSOP/LQFP 等引脚间距小的贴片元器件较难避免引脚之间出现桥锡问题，后续的手工焊接补正的概率较高。

②未经认证，建议参考 IPC&JEDEC 规范，参考文件 IPC-7530、JSTD020，JSTD075 等，实际应用的 profile 参数可以与焊接材料提供商一起制定，并评估质量风险。

## 2 回流焊工艺应用说明

电子制造业正在发展，朝着无铅、环保的装配方向发展。应该考虑的因素切换到无铅焊接材料包括：电路板厚度、制造复杂性、表面光洁度、装配过程兼容性。

本节重点说明芯海科技（深圳）股份有限公司的表面贴片元器件(SMD)在 PCBA 回流焊接过程温度曲线，同时介绍焊料及回流焊接注意事项，推荐使用哑光锡和锡/铅饰面。

### 2.1 回流焊接过程的简介

目前已推出无铅焊接技术许多年。在过去，最常见的合金加入电子元件是 63% 的混合物锡和 37% 的铅。这种锡和铅的组成提供了出色的粘接强度和足够的粘接强度弹性承受的热应力产品的生产环境。作为电子制造商远离这个长期标准的 PbSn 合金用于无铅焊料合金，如锡 - 银铜合金 (Sn-Ag-Cu)，熔化和共晶温度也在改变，需要修改焊料回流温度。

作为 PCBA 回流过程中，通常回流焊接会出现典型的热回流曲线

该过程通常经历五个不同的过渡，如图 1 所示。

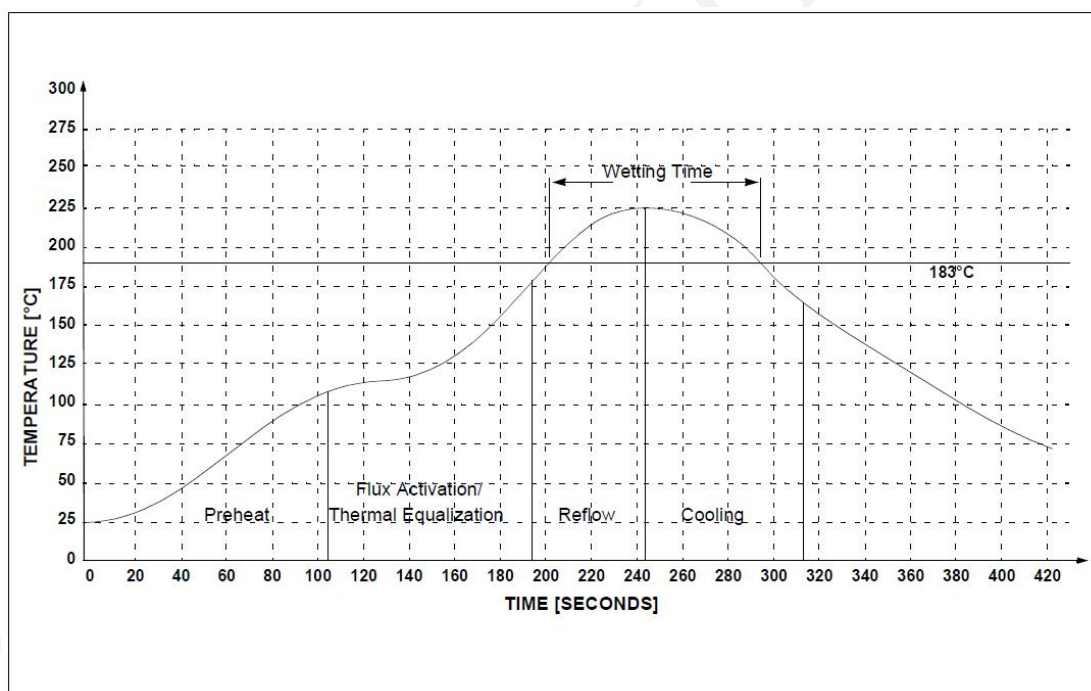


图 1 Sn / Pb 典型回流曲线

典型回流过程的五个过渡期是：

1) 预热：整块元件组板的温度爬升至 80-150°C 的浸热温度，并能够使焊膏中的挥发性溶剂汽化和挥发离去。

2) 助焊剂活化：将干燥的焊锡膏加热到助焊剂会熔化的温度。

3) 热均衡：达到温度均衡约低于 25-50°C 回流温度。实际时间和温度将取于质量和材料用过的。

4) 回流：在此阶段，温度爬升到足以产生回流温度的温度焊料。注意“润湿时间”显示为焊料处于液态的时间曲线上 183°C。

5) 冷凝：这是最后阶段，应该使用逐渐冷却的过程。较慢的冷却产生更细的颗粒焊点中的结构，将产生一个更耐疲劳的焊点。

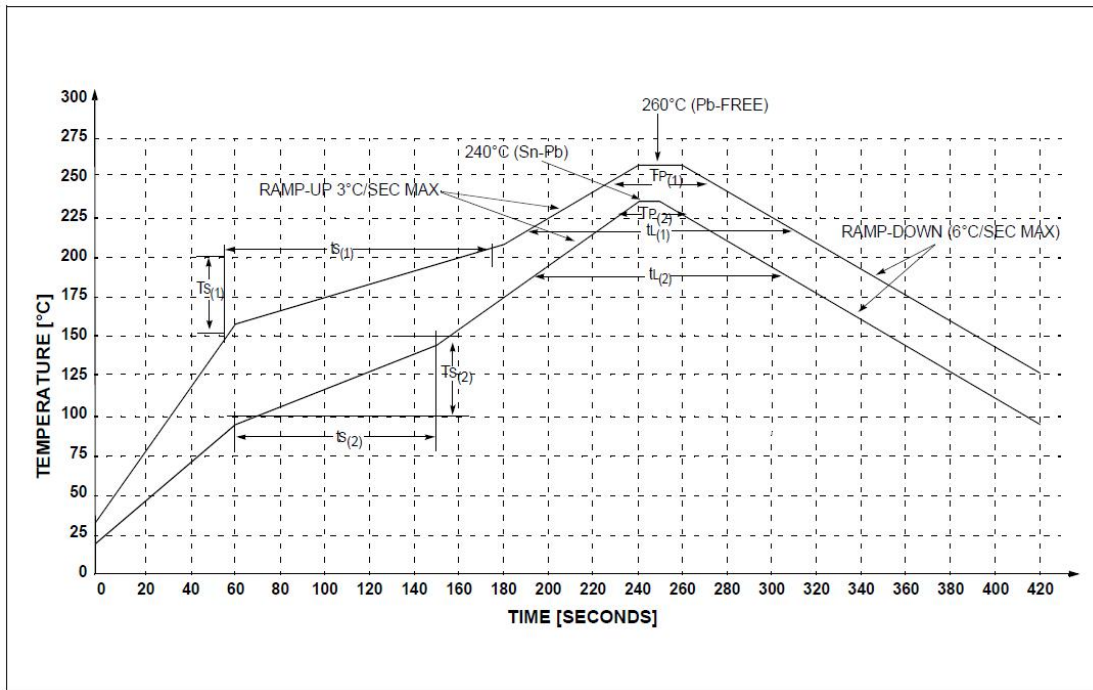


图 2 锡铅和无铅组件的 PCBA 回流焊温度曲线

表 2 时间和温度参数：Pb-Free 无铅，Sn-Pb 有铅

Sym.	Min.	Max.	Units	Test Conditions
Ts(1)	150	200	°C	Pb-Free
Ts(2)	100	150	°C	Sn-Pb
ts(1)	60	180	Sec	Pb-Free
ts(2)	60	120	Sec	Sn-Pb
tl(1)	60	150	Sec	Pb-Free
tl(2)	60	150	Sec	Sn-Pb
Tp(1)	245	260	°C	Pb-Free
Tp(2)	225	240	°C	Sn-Pb

## 2.2 回流焊建议

图 3 温度曲线适合目前芯海科技（深圳）股份有限公司全部表面贴片器件，这些器件镀有哑光锡（纯锡）并且不含铅。它们可以用于标准锡铅（SnPb）应用，使用配置温度曲线等于或高于图中的下线，或者在锡 - 银 - 铜（Sn-Ag-Cu）等无铅焊料配置文件最高的温度。

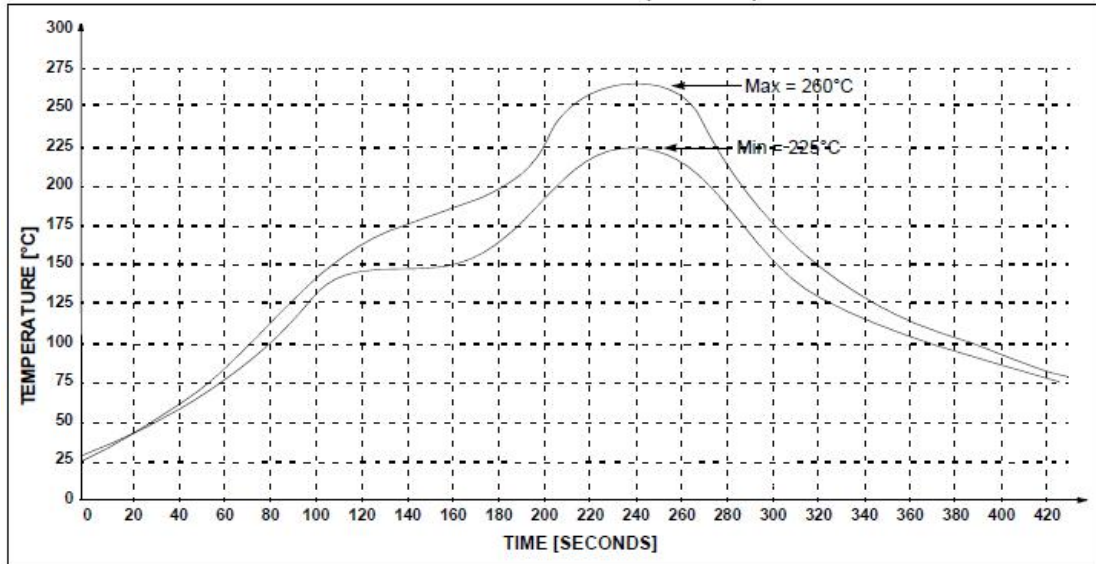


图 3 回流焊温度曲线建议（无铅），无铅最高温度不能高于 260 度

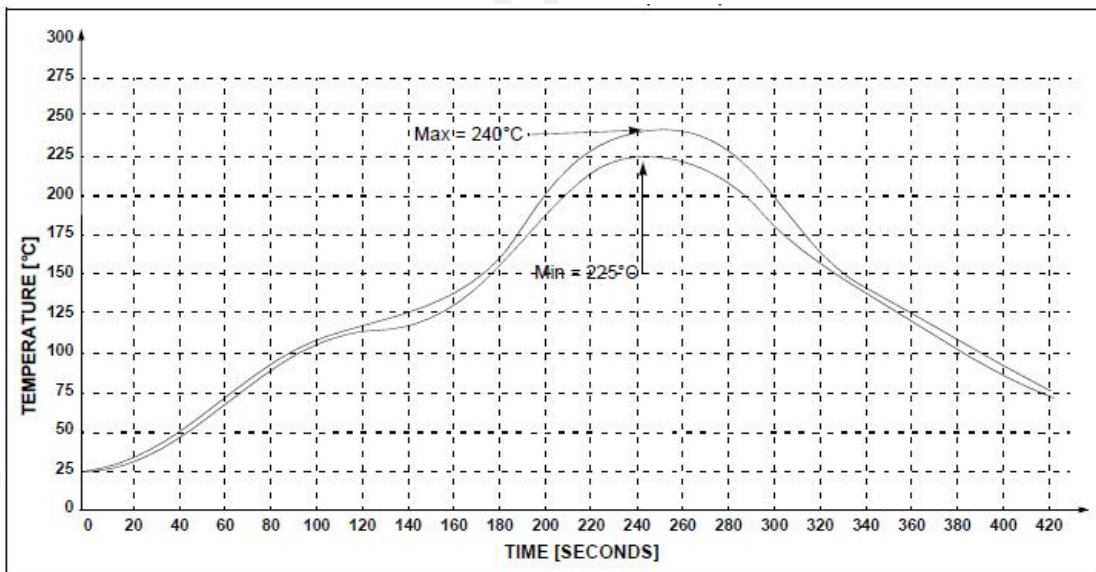


图 4 回流曲线建议（sn/pb）有铅温度最高为 240 度

### 2.3 Reflow 参考曲线和峰值温度

表 3 无铅工艺 封装分类 Reflow 温度(Tp)

封装厚度	Volume mm3 <350	Volume mm3 350-2000	Volume mm3 >2000
<1.6 mm	260 +0 °C *	260 +0 °C *	260 +0 °C *
1.6 mm - 2.5 mm	260 +0 °C *	250 +0 °C *	245 +0 °C *
≥2.5 mm	250 +0 °C *	245 +0 °C *	245 +0 °C *

\*误差：设备制造商/供应商应确保工艺兼容性达到并包括所述分级温度（这意味着峰值 Reflow 温度+0°C。例如，260 °C+0°C）在额定 MSL 水平。

表 4 分级 Reflow 曲线

曲线特征	无铅组件
平均爬坡率 (T <sub>Smax</sub> to T <sub>p</sub> )	3° C/秒最大值
预热	
- 最低温度 (T <sub>Smin</sub> )	150 °C
- 最高温度 (T <sub>Smax</sub> )	200 °C
- 时间 (t <sub>Smin</sub> 到 t <sub>Smax</sub> )	60-180 秒
以上保持时间:	
- 温度 (T <sub>L</sub> )	217 °C
- 时间 (t <sub>L</sub> )	60-150 秒
峰值/分级温度 (T <sub>p</sub> )	详见上表
实际峰值温度 (t <sub>p</sub> ) 5 °C 以内的时间	20-40 秒
坡度下降率	6 °C/秒最大值
25°C 至峰值温度的时间	8 分钟最大值

注：所有的温度都是指封装的顶部温度，在封装本体表面测量。

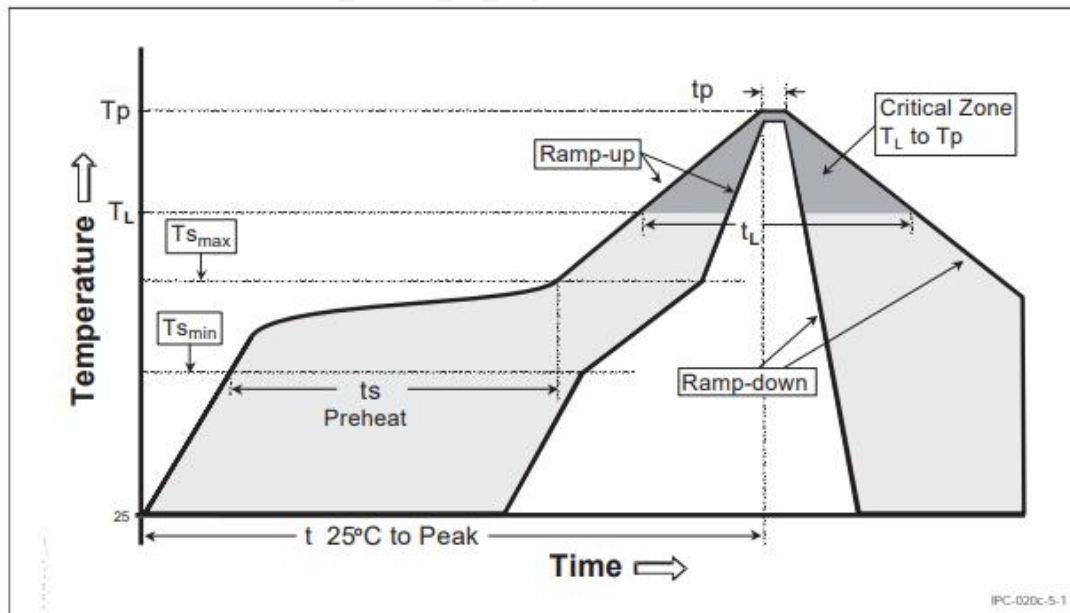


图 5 分级 Reflow 曲线



## 2.4 总结

目前许多新的无铅合金组合物正在出现。测试替代焊料成分时用户必须考虑几个问题：

- 1) 所选材料是否兼容电镀元件引线或电镀在电路板上指定要求？
- 2) 所选材料是否会影响产品性能，可靠性或可制造性？
- 3) 较高温度的残余影响是什么？焊接无铅合金所需的半导体封装元件，和本身材质是否相容？

4) 本节涉及无铅和锡/铅 PCBA 焊接，并建议限制在如图 3 和图 4 所示温度曲线。但是电路板厚度，尺寸，封装等因素类型和回流设备可能会影响总体轮廓时间。

### 3 红胶波峰焊工艺

#### 3.1 贴片元器件封装要求

贴片电阻，贴片电容，引脚有伸出封装材料外的贴片芯片（比如 SOT，SOP，SSOP，TSSOP，PQFP）都可以采用红胶波峰焊工艺。但是比较难避免引脚之间出现桥锡问题，后续的手工焊接补正的概率较高。

#### 3.2 贴片元器件的布局要求

1) 贴片元件的长轴应垂直于波峰焊机的传送带方向，而贴片芯片的长轴应平行于波峰焊机的传送带方向。

2) 为了避免阴影效应，同尺寸元件的端头在平行于焊料波方向排成直线，不同尺寸的元器件应交错放置，小尺寸的元件要排布在大元件的前方，防止元件体遮挡焊接端头和引脚。当不能按以上要求排布时，元件间应留有 3-5mm 的间距。

3) 元器件的特征方向应尽量一致。如电解电容的正极、二极管的正极、三极管的顶点引脚端应该垂直于传输方向，集成电路的第 1 脚尽量排在同一侧。

#### 3.3 元器件孔径和焊盘设计要求

1) 元器件孔径要安排在基本格、1/2 基本格、1/4 基本格上，插装元件焊盘孔和引脚直径的间隙以焊接能够很好的湿润为标准。

2) 高密度元器件布线时应采用椭圆焊盘图形，以减少连锡。

#### 3.4 元器件和 PCB 板的耐热性要求

1) 表面贴装、组装元器件的金属电极应选择三层端头结构，元器件封装体和 SMT 贴片焊端能经受两次以上  $260^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ,  $10\text{s} \pm 0.5\text{s}$  波峰焊的温度冲击 (无铅要求  $270\text{-}272^{\circ}\text{C}/10\text{s} \pm 0.5\text{s}$ )。焊接后元器件封装体不损坏、无裂纹、不变色、不变形、不变脆，端头无剥落现象；确保经过波峰焊后元器件的电性能参数变化符合规格书定义的要求。

2) PCB 板应能经受  $260^{\circ}\text{C}/50\text{s}$  的耐热性测试。铜箔抗剥强度好，阻焊层在高温下仍有足够的粘附力，焊接后阻焊层不起皱，无烧焦现象，PCB 板翘曲度小于 0.75%。

#### 3.5 红胶印刷模板参数要求

红胶印刷模板的厚度和开口要求如下：

1) 模板厚度:0.2mm。

2) 模板开口要求：IC 的开口宽度是两个焊盘宽度的 1/2，可以开多个小圆孔。

### 3.6 红胶的选择和使用要求

1) 由于不是点胶工艺，而是印刷红胶工艺，所以对红胶的触变指数和粘度有一定要求，如果触变指数和粘度不好，印刷后成型不好，即塌陷现象，这样会有部分 IC 的本体粘不上红胶。（参考触变指数：4-5；参考粘度：(2-6) x1000000）。

2) 粘在 PCB 板上未固化的胶可用丙酮或丙二醇醚类擦掉或用红胶专用清洗剂清洗。

3) 将未开口的产品冷藏于 2-10℃ 的干燥处，存储期为 6 个月（以包装外出厂日期为准）。使用前，先将产品恢复室温，保证回温 24 小时以上。

4) 选择固化时间为：90-120 秒，而固化温度在 150 度左右较好。

5) 要有良好的耐热性和优良的电气性能，以及低吸湿性和高稳定性。

### 3.7 红胶印刷机参数调整要求

1) 压力在 4.5 公斤/平方厘米左右。

2) 红胶量调整到使红胶在模板上滚动为好。

3) SNAP OFF 中距离设为 0.05mm，速度设为 2 等。

4) 自动擦网频率设为 2。

5) 生产结束后模板上的红胶在 5 天内不再使用时必须报废处理。

6) 红胶一定要准确印刷在两个焊盘中间，不能偏移。

### 3.8 波峰焊工艺参数要求

#### 3.8.1 助焊剂系统

发泡的风量或助焊剂喷射压力要根据助焊剂接触 PCB 底面的情况确定。助焊剂喷涂量要求在 PCB 板底部有均匀且薄的层，助焊剂涂覆方式有涂覆发泡和定量喷射两种。

1) 采用涂覆发泡方式必须控制助焊剂的比重，助焊剂的比重一般控制在 0.8-0.83；

2) 采用定量喷射方式时，助焊剂是密闭在容器内的，不会挥发、不会吸收空气中的水分、不会被污染，因此助焊剂成分能保持不变。关键要求喷头能控制喷射量，应经常清理喷头，保证喷射孔不能被堵。

#### 3.8.2 预热温度

根据波峰焊机预热区的实际情况设定（90—130℃）。预热区升温斜率要控制在 1-2℃/s。

预热的作用：将助焊剂中的溶剂挥发掉，这样可以减少焊接时产生气体；助焊剂中松香和活性剂开始分解和活性化，可以去除印制板焊盘、元器件端头和引脚表面的氧化膜以及其他污染物，同时起到保护金属表面防止发生再氧化的作用；使得 PCB 板和元器件充分预热，

避免焊接时急剧升温产生热应力损坏 PCB 板和元器件。

### 3.8.3 焊接温度和时间

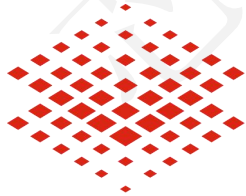
焊接过程是焊接金属表面、熔融焊料和空气等相互作用的复杂过程，必须控制好焊接温度和时间。如果焊接温度偏低，液体焊料的粘度大，不能很好的在金属表面润湿和扩散，容易产生拉丝、桥连和焊接表面粗糙等缺陷，如果焊接温度过高，容易损坏元器件，还会产生焊点氧化速度加快、焊点发黑、焊点不饱满等问题。根据 PCB 板的大小、厚度、印制板上元器件的多少和大小来确定波峰焊温度，波峰焊温度一般为  $250^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ，由于热量是温度 and 时间的函数，在一定温度下焊点和元件受热的热量随时间的增加而增加，波峰焊的焊接时间通过调整传输带的速度来控制，传输带的速度要根据不同型号波峰焊的长度和波峰宽度来调整，以每个焊点接触波峰的时间来表示焊接时间，一般第二波峰焊接时间为 2.5-4s。

### 3.8.4 PCB 板爬坡角度和波峰高度

爬坡角度一般为  $3-7^{\circ}$ ，建议  $5.5-6^{\circ}$ ，这样有利于排出残留在焊点和元件周围由助焊剂产生的气体。例如，有 SMD 时如果设计的通孔比较少，爬坡角度应该大些，适当的爬坡角度可以避免漏焊，起到排气作用。波峰高度一般控制在 PCB 板厚的  $2/3$  和  $3/4$  处。

### 3.8.5 波峰焊工艺参数的综合调整

波峰焊工艺参数的综合调整对提高波峰焊质量是非常重要的。焊接温度和时间是形成良好焊点的首要条件。焊接温度和时间与预热温度、倾斜角度、传输速度都有关系。综合调整工艺参数时先要保证焊接温度和时间。有铅双波峰焊的第 1 个波峰一般在  $220-230^{\circ}\text{C}/1\text{s}$  左右，第 2 个波峰一般在  $230-240^{\circ}\text{C}/3\text{s}$  左右，两个波峰的总时间控制在 4-7s 左右。铜含量不能超过 1%，铜含量增大后，锡的表面张力也增大，熔点也高了，所以建议每 1 个月捞 1 次铜渣（ $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$ ），维护时将锡炉设在  $200^{\circ}\text{C}$  左右等待 4-8 小时后再捞锡炉表面的铜渣。



芯海科技  
CHIPSEA

股票代码:688595

## 免责声明和版权公告

本文档中的信息，包括供参考的 URL 地址，如有变更，恕不另行通知。

本文档可能引用了第三方的信息，所有引用的信息均为“按现状”提供，芯海科技不对信息的准确性、真实性做任何保证。

芯海科技不对本文档的内容做任何保证，包括内容的适销性、是否适用于特定用途，也不提供任何其他芯海科技提案、规格书或样品在他处提到的任何保证。

芯海科技不对本文档是否侵犯第三方权利做任何保证，也不对使用本文档内信息导致的任何侵犯知识产权的行为负责。本文档在此未以禁止反言或其他方式授予任何知识产权许可，不管是明示许可还是暗示许可。

Wi-Fi 联盟成员标志归 Wi-Fi 联盟所有。蓝牙标志是 Bluetooth SIG 的注册商标。

文档中提到的所有商标名称、商标和注册商标均属其各自所有者的财产，特此声明。

版权归 © 2023 芯海科技（深圳）股份有限公司，保留所有权利。