

# PCBA焊接工艺基础知识

# 目录

---

01

基本概念

02

常用工艺流程及  
选择原则

03

常用焊接工艺简  
介

04

PCBA焊接全流  
程图

# 基本概念

---

## 1、什么是PCBA?

PCBA是英文Printed Circuit Board + Assembly 的简称，也就是说PCB空板经过SMT上件，再经过DIP插件的整个制程，简称PCBA。

# 基本概念

---

## 2、什么是回流焊、波峰焊？ SMT、波峰焊阴影效应又是什么意思？

回流焊是指通过回流焊炉提供一种加热环境，使焊锡膏受热融化从而让表面贴装元件和PCB焊盘通过焊锡膏合金可靠地结合在一起的工艺。

波峰焊是利用熔融焊料循环流动的波峰与装有元器件的PCB焊接面相接触，以一定速度相对运动时实现群焊的焊接工艺。

SMT是表面组装技术(表面贴装技术)(Surface Mounted Technology的缩写)，是目前电子组装行业里最流行的一种技术和工艺。

波峰焊阴影效应是指，印制板在焊料熔液的波峰上通过时，较高的SMT元器件对它后面或相邻的较矮的SMT元器件周围的死角产生阻挡，形成阴影区，使焊料无法在焊接面上漫流而导致漏焊或焊接不良，起因是SMT元器件的高度不同导致的。

# 基本概念

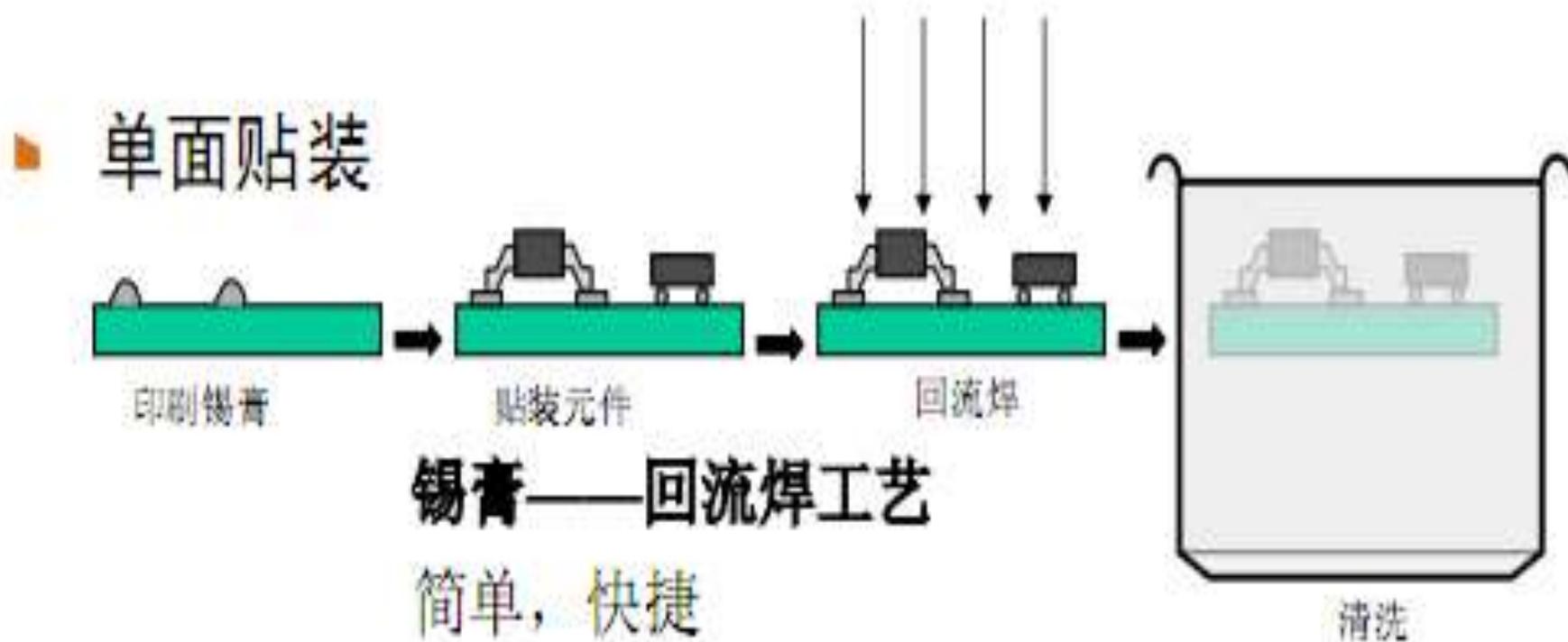
---

SMT是表面组装技术(表面贴装技术)(Surface Mounted Technology的缩写), 是目前电子组装行业里最流行的一种技术和工艺。

波峰焊阴影效应是指, 印制板在焊料熔液的波峰上通过时, 较高的SMT元器件对它后面或相邻的较矮的SMT元器件周围的死角产生阻挡, 形成阴影区, 使焊料无法在焊接面上漫流而导致漏焊或焊接不良, 起因是SMT元器件的高度不同导致的。

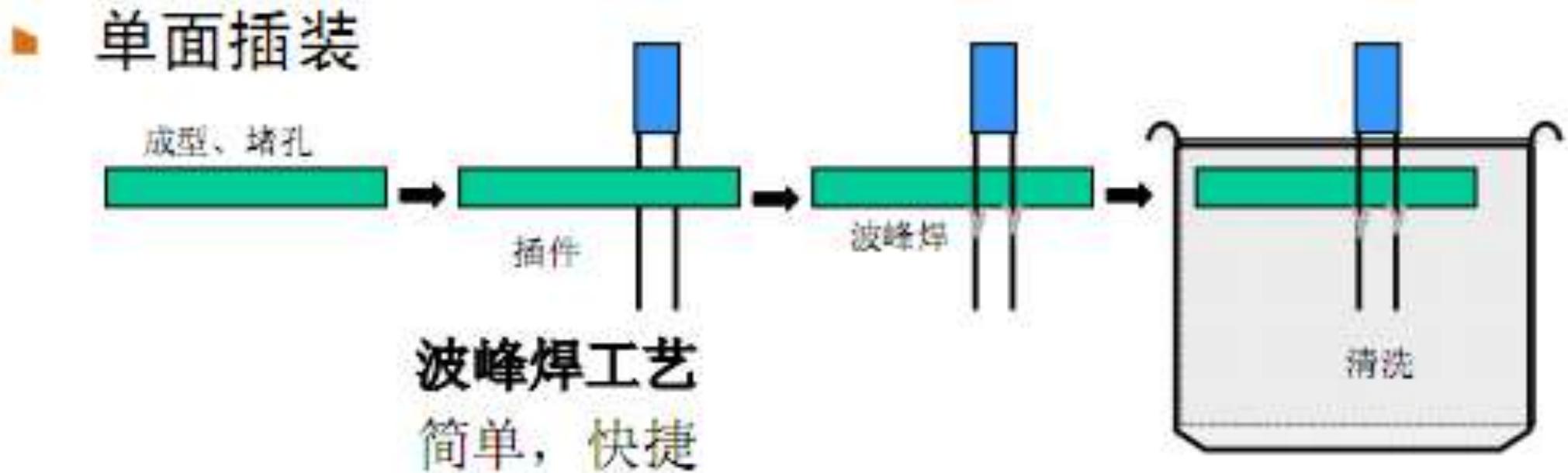
# 常用工艺流程及选择原则

## 单面贴装



# 常用工艺流程及选择原则

## 单面插装

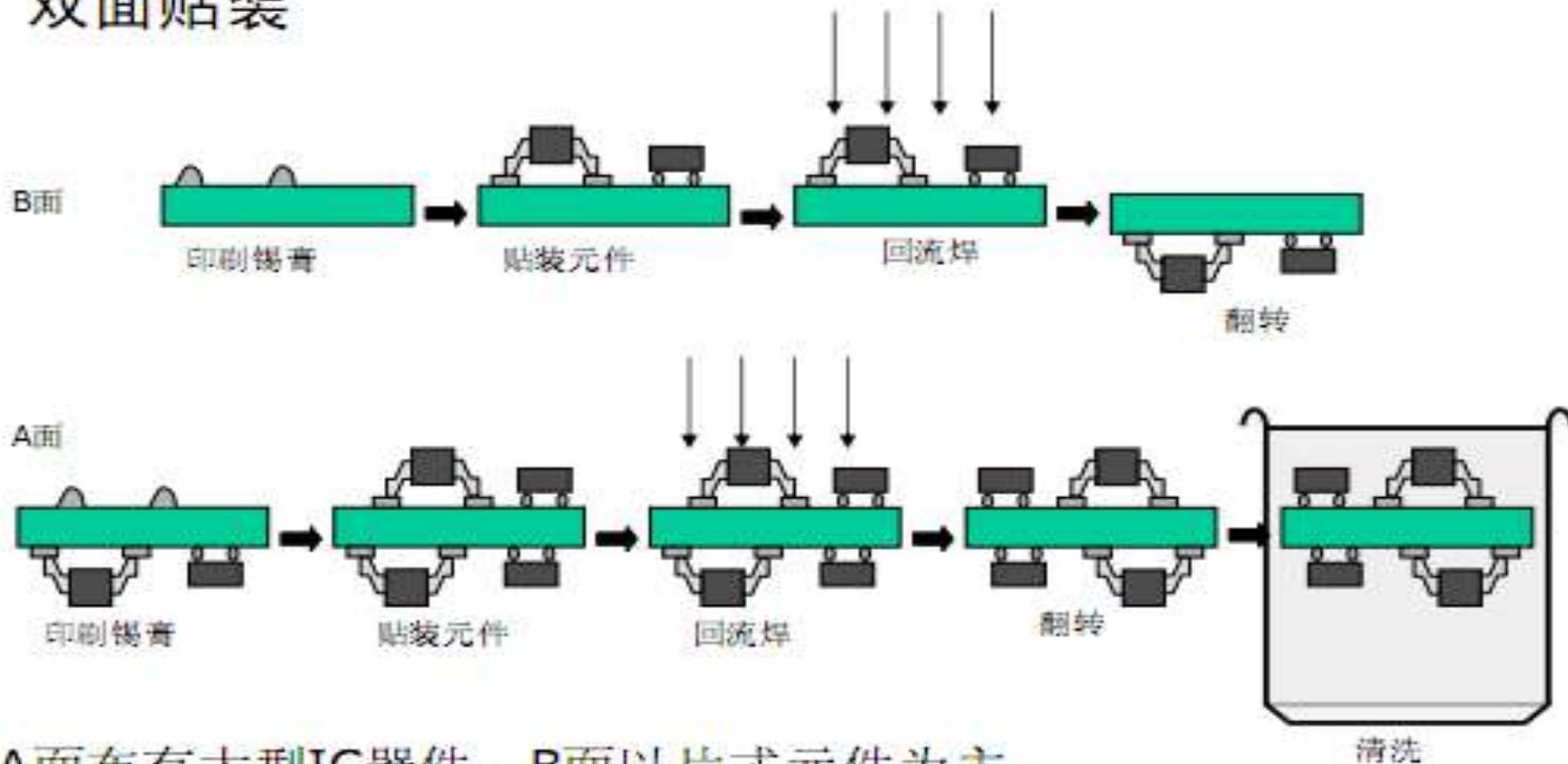


波峰焊中的成型工作，是生产过程中效率最低的部分之一，相应带来了静电损坏风险并使交货期延长，还增加了出错的机会。

# 常用工艺流程及选择原则

## 双面贴装

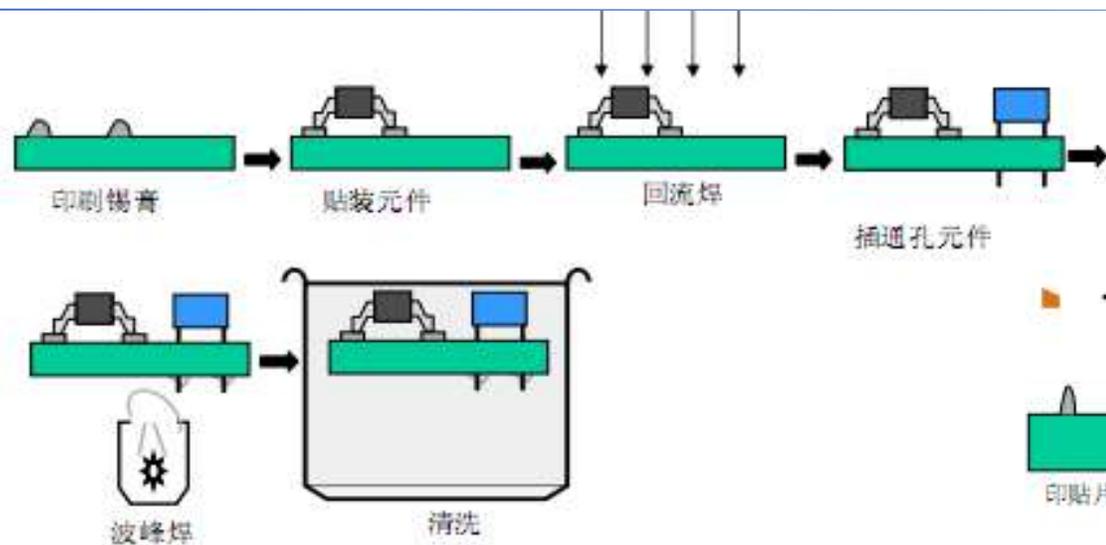
### ■ 双面贴装



A面布有大型IC器件，B面以片式元件为主  
充分利用 PCB空间，实现安装面积最小化，效率高

# 常用工艺流程及选择原则

## 单面贴插混装

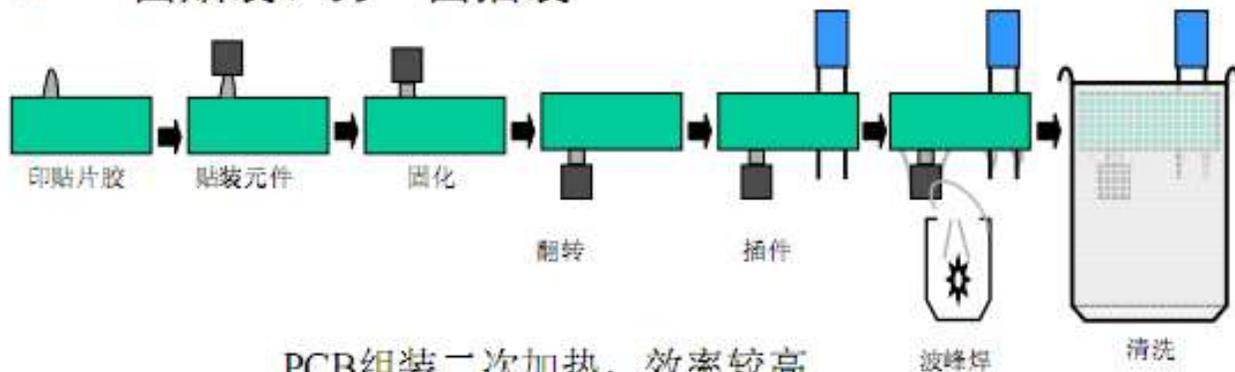


PCB组装二次加热，效率较高

\* 如果通孔元件很少，可采用回流焊和手工焊的方式

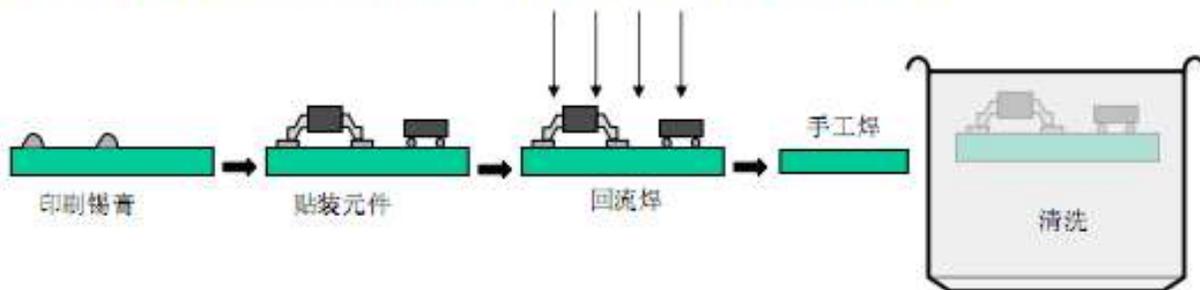
分为两种，如图

### 一面贴装、另一面插装



PCB组装二次加热，效率较高

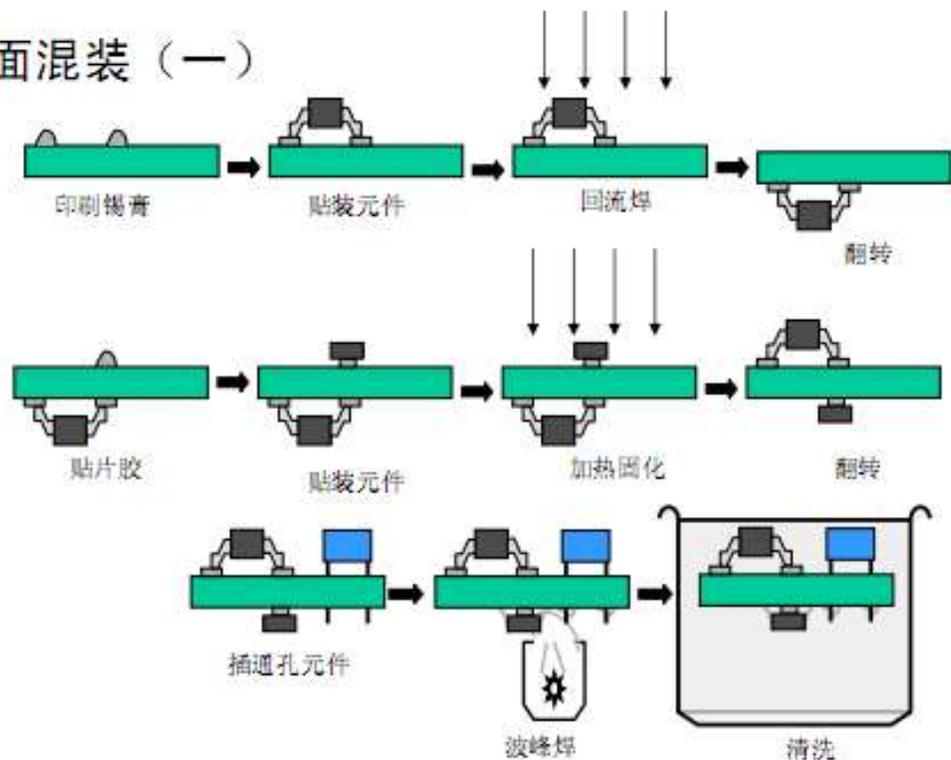
\* 如果通孔元件很少，可采用回流焊和手工焊的方式



# 常用工艺流程及选择原则

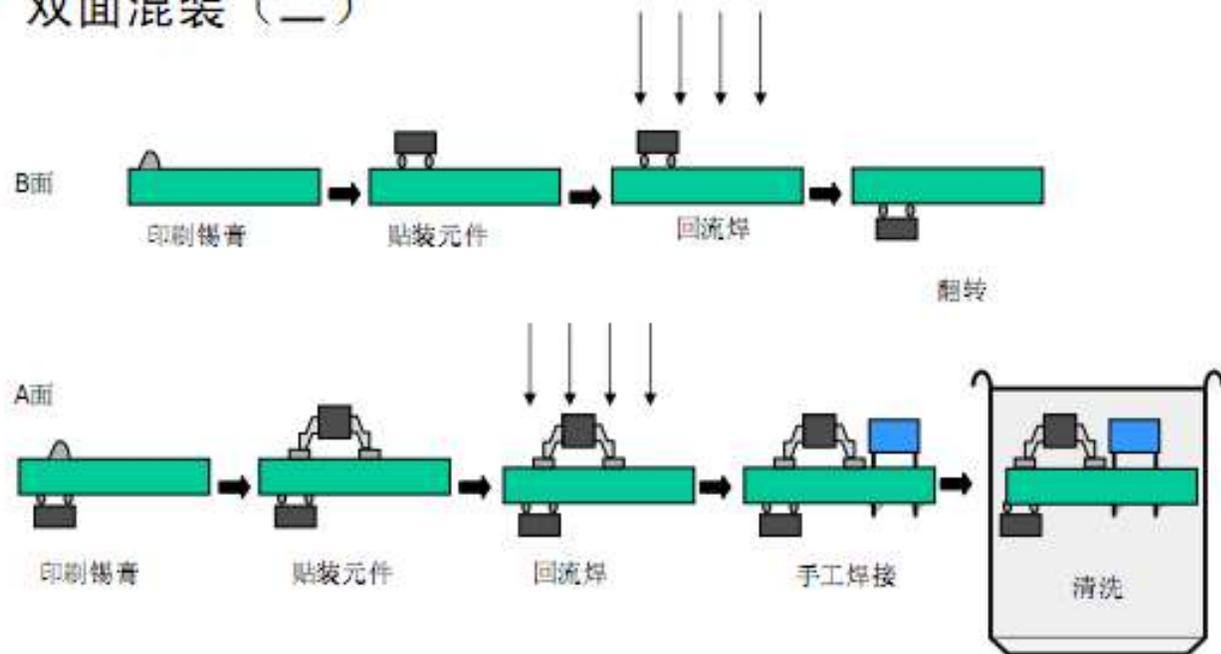
## 双面贴插混装

### ■ 双面混装（一）



PCB组装三次加热，效率低

### ■ 双面混装（二）



适用于双面SMD元件较多，THT元件很少的情况，效率低

# 常用工艺流程及选择原则

## 2.2选择原则

根据印制电路板的组装密度和现有的设备条件，当SMT生产线具备回流焊、波峰焊两种焊接设备的条件下，可根据如下原则综合考虑：

(1)尽量采用回流方式，因为回流焊有下列优点：

- a、元器件受热冲击小，但由于回流焊加热方法不同，有时会给器件较大的热应力，要求元器件的内部结构及外封装材料必须能够承受回流焊温度的热冲击。
- b、只需要在焊盘上施加焊膏，并能很好的控制施加量，减少了虚焊、桥接等焊接缺陷的产生，因此焊接质量好、可靠性高。
- c、有自定位效应，当元器件贴放位置有一定偏差时，由于熔融焊料表面张力的作用，当其全部焊端或引脚与相应焊盘同时被润湿时，能在表面张力的作用下，自动被拉回到近似目标位置。

# 常用工艺流程及选择原则

## 2.2选择原则

---

(2)在一般密度的混和组装条件下:

- a、当SMD和THC在PCB的同一面时, 采用A面印刷焊膏、回流焊, B面波峰焊工艺;
- b、当THC在PCB的A面, SMD在PCB的B面时, 采用B面点胶、波峰焊接工艺。

(3)密度的混合组装条件下:

- a、当没有THC或只有少量的THC时, 可采用双面印刷焊膏, 回流焊工艺, 及少量THC采用后补的方法;
- b、当A面有较多的THC、SMD时, 采用A面施加焊膏、回流焊, B面点胶、波峰焊工艺。

# 常用焊接工艺简介

## 主要应用及优缺点

波峰焊主要用于传统通孔插装印制电路板电装工艺，以及表面组装与通孔插装元器件的混装工艺。

优缺点：

- 1)与手工焊接相比较，波峰焊具有生产效率高、焊接质量好、可靠性高等优点；
- 2)适用于插装器件和部分表面贴装元器件，适合波峰焊的表面贴装元器件有矩形和圆柱形片式元件、SOT以及较小的SOP等器件；
- 3)SMD(Surface Mounted Devices的缩写，意为：表面贴装器件，)波峰焊时容易造成阴影效应；



波峰焊接机

# 常用焊接工艺简介

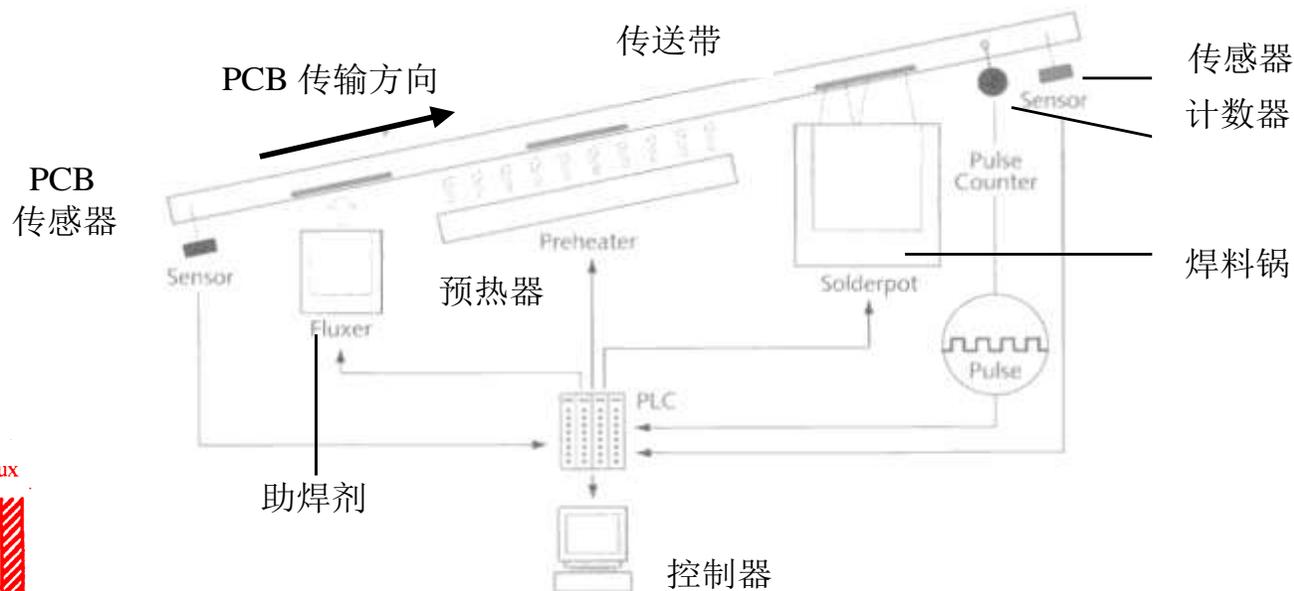
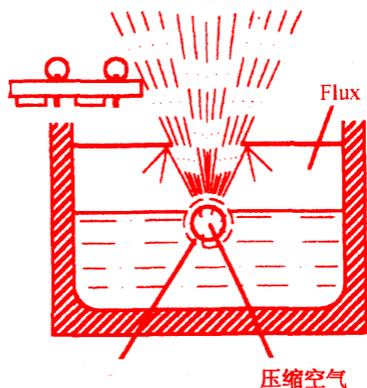
## 焊接原理

下面以双波峰机为例来说明波峰焊原理。

当完成点(或印刷)胶、贴装、胶固化、插装通孔元器件的印制板从波峰焊机的人口端随传送带向前运行，通过助焊剂发泡(或喷雾)槽时，使印制板的下表面和所有的元器件端头和引脚表面均匀地涂敷一层薄薄的助焊剂；



波峰焊原理示意图：



# 3常用焊接工艺简介

## 焊接原理

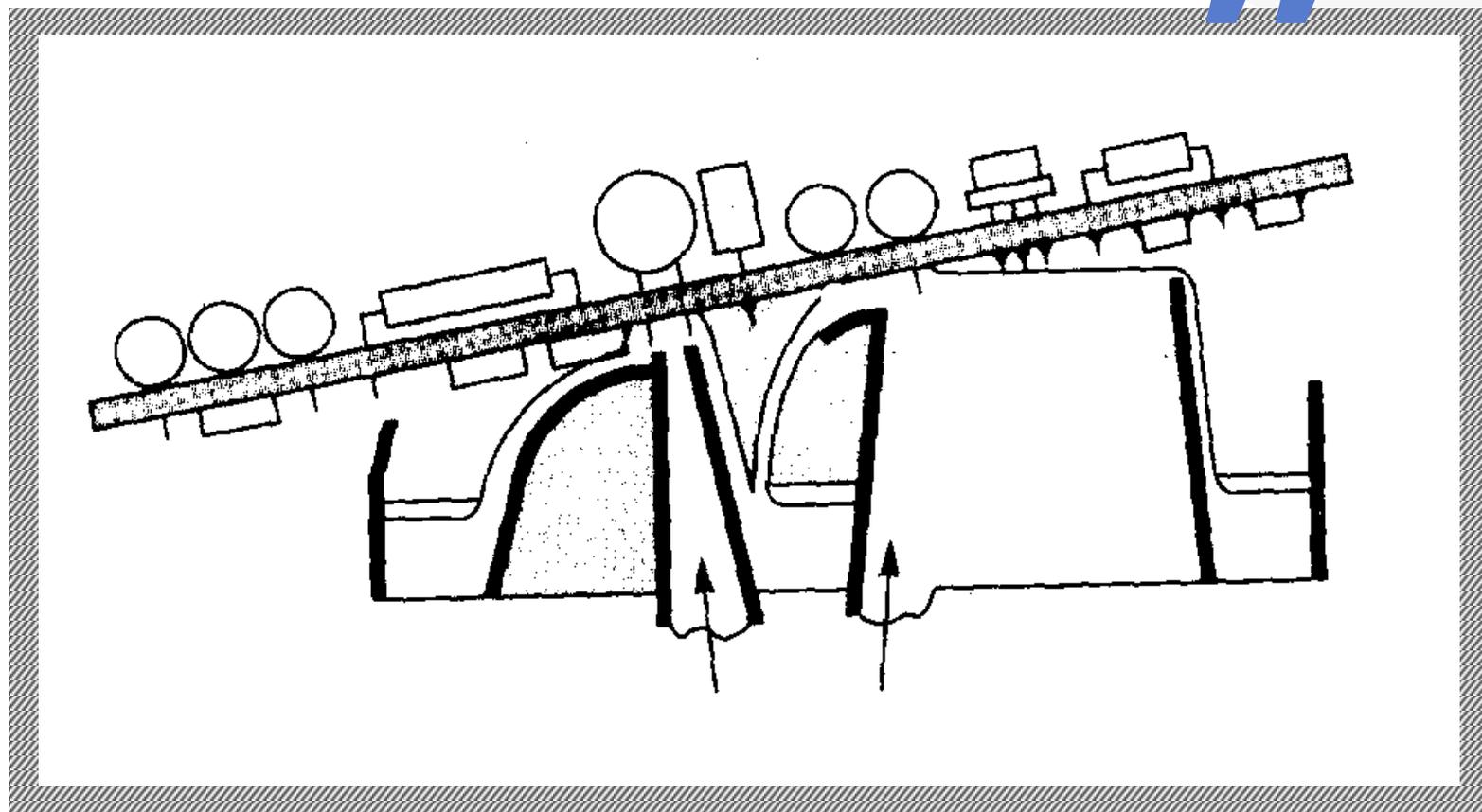
随传送带运行印制板进入预热区(预热温度在90—130℃)，预热的作用：①助焊剂中的溶剂被挥发掉，这样可以减少焊接时产生气体；②助焊剂中松香和活性剂开始分解和活性化，可以去除印制板焊盘、元器件端头和引脚表面的氧化膜以及其它污染物，同时起到保护金属表面防止发生再氧化的作用③使印制板和元器件充分预热，避免焊接时急剧升温产生热应力损坏印制板和元器件。

印制板继续向前运行，印制板的底面首先通过第一个熔融的焊料波，第一个焊料波是乱波(振动波或紊流波)，使焊料打到印制板的底面所有的焊盘、元器件焊端和引脚上，熔融的焊料在经过助焊剂净化的金属表面上进行浸润和扩散。然后印制板的底面通过第二个熔融的焊料波，第二个焊料波是平滑波，平滑波将引脚及焊端之间的连桥分开，并将去除拉尖等焊接缺陷。当印制板继续向前运行离开第二个焊料波后，自然降温冷却形成焊点，即完成焊接。

# 3常用焊接工艺简介

焊接原理

波峰焊简易示意图



# 3常用焊接工艺简介

## 3.2回流焊工艺

在介绍回流焊工艺之前，我们先简单了解一下SMT工艺，回流焊只是其基本构成要素之一(SMT基本工艺构成要素：锡膏印刷-->零件贴装-->回流焊接-->AOI光学检测-->维修-->分板)。

### (1)SMT工艺常用术语

我们先了解一下SMT工艺的常用名词术语

#### 1)表面贴装组件(SMA)(surface mount assembly)

采用表面贴装技术完成装联的印制板组装件。

#### 2)细间距(fine pitch)

小于0.5mm引脚间距

#### 3)引脚共面性(lead coplanarity)

指表面贴装元器件引脚垂直高度偏差，即引脚的最高脚底与最低引脚底形成的平面这间的垂直距离。其值一般不大于0.1mm。

# 3常用焊接工艺简介

## 3.2回流焊工艺

---

### 4)焊膏(solder paste)

由粉末状焊料合金、焊剂和一些起粘性作用及其他作用的添加剂混合成具有一定粘度和良好触变性的焊料膏。

### 5)固化(curing)

在一定的温度、时间条件下，加热贴装了元器件的贴片胶，以使元器件与PCB板暂时固定在一起的工艺过程。

### 6)贴片胶或称红胶(adhesives)(SMA)

固化前具有一定的初粘度有外形，固化后具有足够的粘接强度的胶体。

### 7)点胶(dispensing)

表面贴装时，往PCB上施加贴片胶的工艺过程。

# 3常用焊接工艺简介

## 3.2回流焊工艺

---

### 8)点胶机(dispenser)

能完成点胶操作的设备。

### 9)贴装(pick and place)

将表面贴装元器件从供料器中拾取并贴放到PCB规定位置上的操作。

### 10)贴片机(placement equipment)

完成表面贴片装元器件贴片装功能的专用工艺设备。

### 11)高速贴片机(high placement equipment)

贴装速度大于2万点/小时的贴片机。

### 12)多功能贴片机(multi-function placement equipment)

用于贴装体形较大、引线间距较小的表面贴装器件，要求较高贴装精度的贴片机。

# 3常用焊接工艺简介

## 3.2回流焊工艺

---

### 13)热风回流焊(hot air reflow soldering)

以强制循环流动的热气流进行加热的回流焊。

### 14)贴片检验(placement inspection)

贴片时或完成后, 对于有否漏贴、错位、贴错、元器件损坏等情况进行的质量检验。

### 15)钢网印刷(metal stencil printing)

使用不锈钢漏板将焊锡膏印到PCB焊盘上的印刷工艺过程。

### 16)印刷机(printer)

在SMT中, 用于钢网印刷的专用设备。

# 3常用焊接工艺简介

## 3.2回流焊工艺

---

### 17)炉后检验(inspection after soldering)

对贴片完成后经回流炉焊接或固化的PCBA的质量检验。

### 18)炉前检验(inspection before soldering)

贴片完成后在回流炉焊接或固化前作贴片质量检验。

### 19)返修(reworking)

为去除PCBA的局部缺陷而进行的修复过程。

### 20)返修工作台(rework station)

能对有质量缺陷的PCBA进行返修的专用设备。

# 3常用焊接工艺简介

## 3.2回流焊工艺

---

### (2)SMT工艺基本构成要素简介

锡膏印刷-->零件贴装-->回流焊接-->AOI光学检测-->维修-->分板

锡膏印刷：

其作用是将锡膏漏印到PCB的焊盘上，为元器件的焊接做准备。所用设备为印刷机(锡膏印刷机)，位于SMT生产线的最前端。

零件贴装：

其作用是将表面组装元器件准确安装到PCB的固定位置上。所用设备为贴片机，位于SMT生产线中印刷机的后面，一般为高速机和泛用机按照生产需求搭配使用。

回流焊接：

其作用是将焊膏融化，使表面组装元器件与PCB板牢固焊接在一起。所用设备为回流焊炉，位于SMT生产线中贴片机的后面，对于温度要求相当严格，需要实时进行温度量测，所量测的温度以profile的形式体现。

# 3常用焊接工艺简介

## 3.2回流焊工艺

AOI光学检测：

其作用是对焊接好的PCB板进行焊接质量的检测。所使用到的设备为自动光学检测机(AOI)，位置根据检测的需要，可以配置在生产线合适的地方。有些在回流焊接前，有的在回流焊接后。

维修：

其作用是对检测出现故障的PCB板进行返修。所用工具为烙铁、返修工作站等。配置在AOI光学检测后。

分板：

其作用对多连板PCBA进行切分，使之分开成单独个体，一般采用V-cut与机器切割方式。



SMT加工车间

# 3常用焊接工艺简介

## 回流焊主要应用及优点

---

由于电子产品PCB板不断小型化的需要，出现了片状元件，表贴器件应用范围也越来越广，传统的焊接方法已不能适应需要，回流焊技术就在这种情形下应运而生了。

回流焊与波峰焊相比有如下优点：

- 1)焊膏定量分配；
- 2)精度高、焊料受热次数少、不易混入杂质且使用量较少；
- 3)适用于各种高精度、高要求的元器件；
- 4)焊接缺陷少，不良焊点率小于10ppm。

# 3常用焊接工艺简介

## 回流焊原理

不同的回流焊机器其有着不同的焊接原理及特点，下面根据回流焊机各个阶段的发展，简要说明一下：

(1)第一代-热板式再流焊炉。

(2)第二代-红外再流焊炉。

热能中有 80%的能量是以电磁波的形式—红外线向外发射的。其波长在可见光之上限 $0.7\sim 0.8\mu\text{m}$ 到 $1\text{mm}$ 之间， $0.72\sim 1.5\mu\text{m}$ 为近红外； $1.5\sim 5.6\mu\text{m}$ 为中红外； $5.6\sim 1000\mu\text{m}$ 为远红外，微波则在远红外之上。

升温的机理：当红外波长的振动频率与被辐射物体分子间的振动频率一致时，就会产生共振，分子的激烈振动意味着物体的升温。波长为 $1\sim 8\mu\text{m}$ 。

第四区温度设置最高，它可以导致焊区温度快速上升，提高润湿力。

优点：使助焊剂以及有机酸和卤化物迅速水利化从而提高润湿能力；红外加热的辐射波长与吸收波长相近似，因此基板升温快、温差小；温度曲线控制方便，弹性好；红外加热器效率高，成本低。

缺点：穿透性差，有阴影效应—热不均匀。

对策：在再流焊中增加了热风循环。

# 3常用焊接工艺简介

## 回流焊原理

---

(3)第三代-红外热风式再流焊。

对流传热的快慢取决于风速，但过大的风速会造成元件移位并助长焊点的氧化，风速控制在1.0~1.8m/s。热风的产生有两种形式：轴向风扇产生(易形成层流，其运动造成各温区分界不清)和切向风扇(风扇安装在加热器外侧，产生面板涡流而使第个温区可精确控制)。

特点：运行平稳、导热性好，但不能连线，适用于小型热板型不锈钢网，适用于双面PCB,也不能连线;链条导轨，可实现连线生产。

(4)Flip Chip 再流焊技术F.C

汽相再流焊，又称汽相焊(Vapor Phase Soldering, VPS)，美国最初用于厚膜集成电路的焊接，具有升温速度快和温度均匀恒定的优点，但传热介质FC-70 价格昂贵，且需FC-113，又是臭氧层损耗物质。优点：

- 1)汽相潜热释放对SMA 的物理结构和几何形状不敏感，使组件均匀加热到焊接温度
- 2)焊接温度保持一定，无需采用温控手段，满足不同温度焊接的需要。
- 3) VPS 的汽相场中是饱和蒸气，含氧量低，热转化率高。

# 3常用焊接工艺简介

## 回流焊原理

(5)激光再流焊。

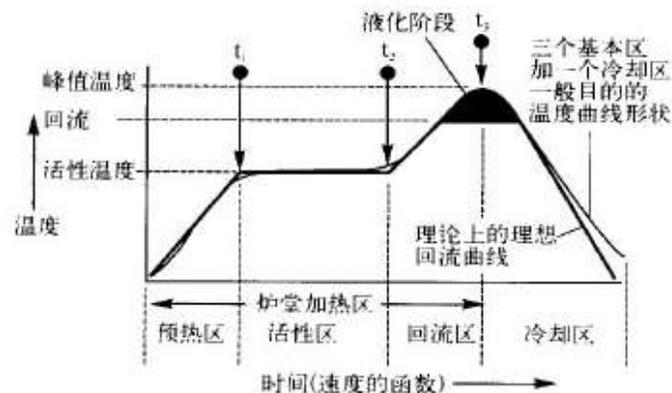
原理和特点：利用激光束直接照射焊接部位，焊点吸收光能转变成热能，加热焊接部位，使焊料熔化。

回流焊机：



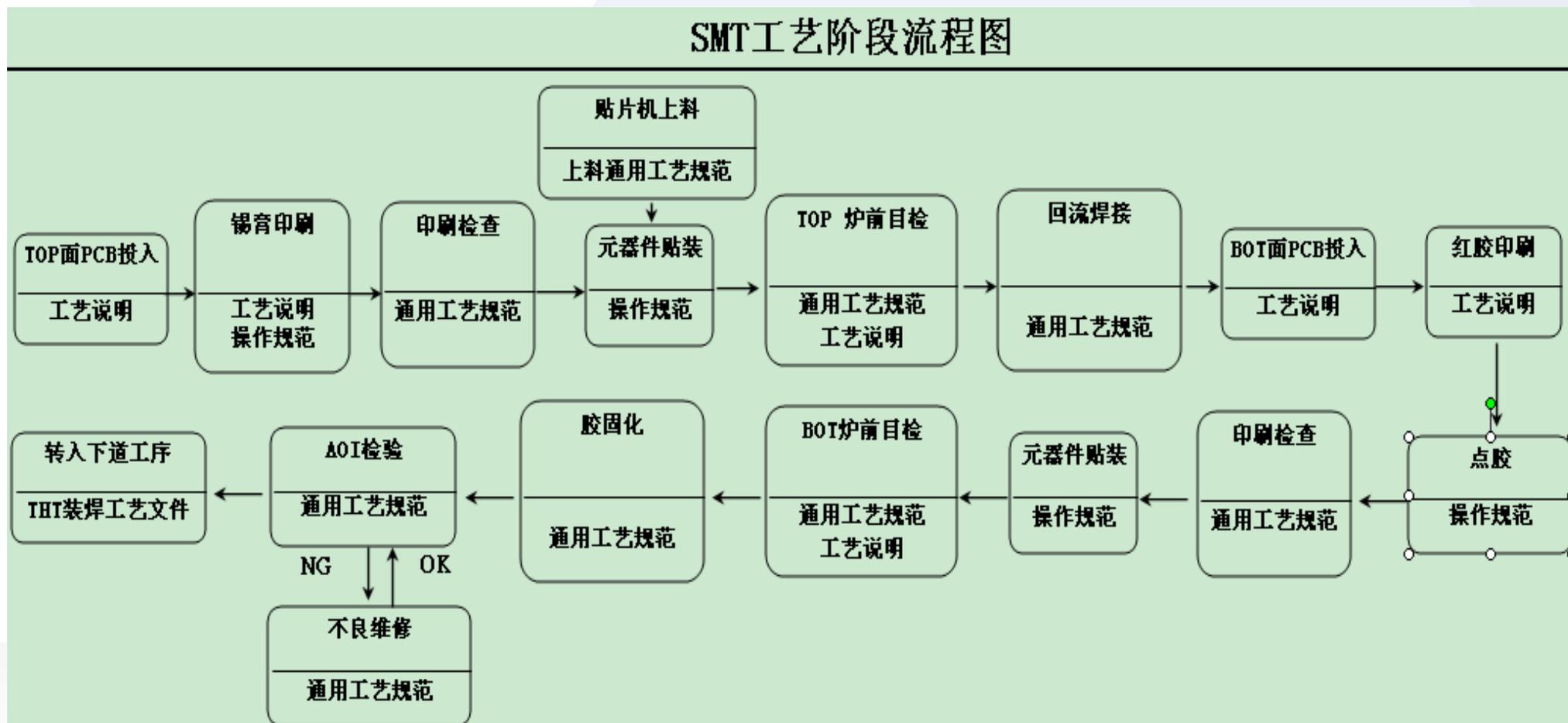
回流焊工艺里最主要、最关键的就是控制好回流的温度曲线亦即是固化、回流条件，正确的温度曲线将保证高品质的焊接锡点。关于如何正确设置回流焊温度曲线，属于工艺工程师的工作范畴，比较复杂，在此就不做介绍了。

回流焊温度曲线：



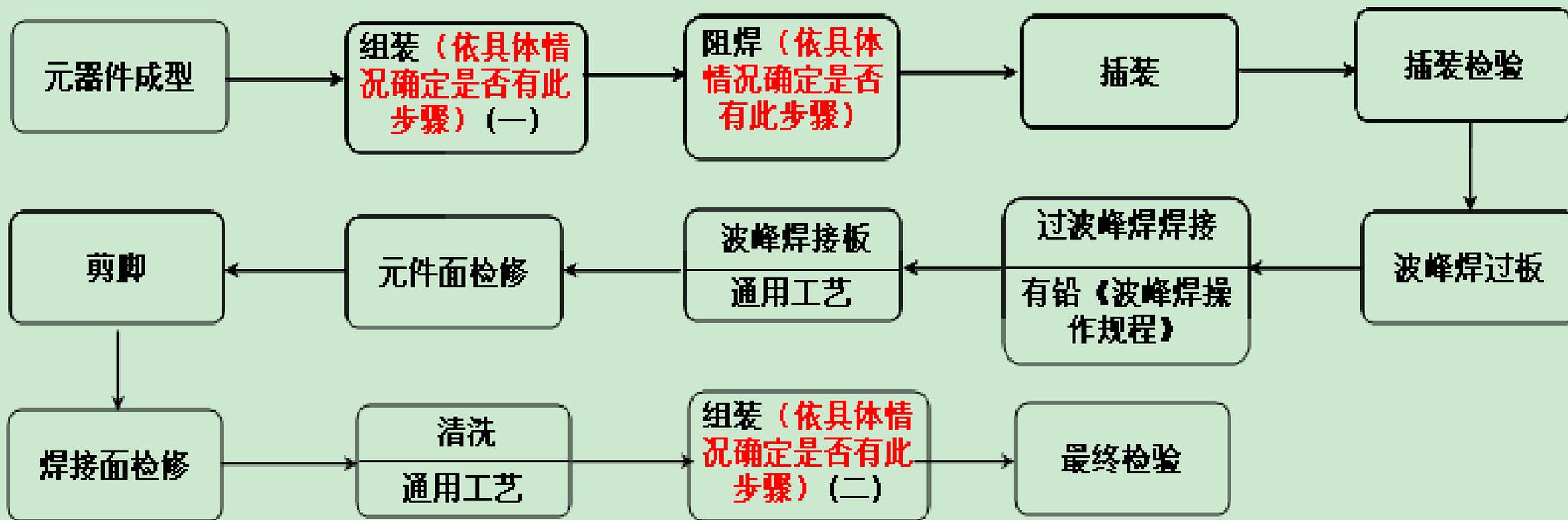
# 4 PCBA焊接全流程图

以工艺路线 “TOP面锡膏回流→BOT红胶固化→波峰焊→手工补焊” 为例来说明：



# 4 PCBA焊接全流程图

## 插装工艺阶段流程图



谢谢

---