

# 回流焊中出現的缺陷及其解決方案

## 回流焊中出現的缺陷及其解決方案

焊接缺陷可以分為主要缺陷,次要缺陷和表面缺陷。凡使 SMA 功能失效的缺陷稱為主要缺陷；次要缺陷是指焊點之間潤濕尚好，不會引起 SMA 功能喪失，但有影響產品壽命的可能的缺陷；表面缺陷是指不影響產品的功能和壽命。它受許多參數的影響，如錫膏、貼狀精度以及焊接工藝等。我們在進行 SMT 工藝研究和生產中，深知合理的表面組裝工藝技術在控制和提高 SMT 產品品質中起著至關重要的作用。

### 一、回流焊中的錫珠

#### 1。回流焊中錫珠形成的機理

回流焊中出現的錫珠（或稱焊料球），常常藏與矩形片式元件兩端之間的側面或細間距引腳之間。在元件貼狀過程中，焊膏被置於片式元件的引腳與焊盤之間，隨著印製板穿過回流焊爐，焊膏熔化變成液體，如果與焊盤和器件引腳等潤濕不良，液態焊料顆粒不能聚合成一個焊點。部分液態焊料會從焊縫流出，形成錫珠。因此，焊料與焊盤和器件引腳的潤濕性差是導致錫珠形成的根本原因。

錫膏在印刷工藝中，由於模版與焊盤對中偏移，若偏移過大則會導致錫膏漫流到焊盤外，加熱後容易出現錫珠。貼片過程中 Z 軸的壓力是引起錫珠的一項重要原因，往往不被人們注意，部分貼裝機由於 Z 軸頭是根據元件的厚度來定位，故會引起元件貼到 PCB 上一瞬間將錫膏擠壓到焊盤外的現象，這部分的錫明顯會引起錫珠。這種情況下產生的錫珠尺寸稍大，通常只要重新調節 Z 軸高度就能防止錫珠的產生。

#### 2。原因分析與控制方法

造成焊料潤濕性差的原因很多，以下主要分析與相關工藝有關的原因及解決措施：

（1）回流溫度曲線設置不當。焊膏的回流與溫度和時間有關，如果未到達足夠的溫度或時間，焊膏就不會回流。預熱區溫度上升速度過快，時間過短，使錫膏內部的水分和溶劑未完全揮發出來，到達回流焊溫區時，引起水分、溶劑沸騰濺出錫珠。實踐證明，將預熱區溫度的上升速度控制在  $1\sim 4^{\circ}\text{C}/\text{S}$  是較理想的。

（2）如果總在同一位置上出現錫珠，就有必要檢查金屬模板設計結構。範本開口尺寸腐蝕精度達不到要求，焊盤尺寸偏大，以及表面材質較軟（如銅模板），會造成印刷焊膏的外輪廓不清晰互相連接，這種情況多出現在對細間距器件的焊盤印刷時，回流後必然造成引腳間大量錫珠的產生。因此，應針對焊盤圖形的不同形狀和中心距，選擇適宜的範本材料及範本製作工藝來保證焊膏印刷品質。

（3）如果從貼片至回流焊的時間過長，則因焊膏中焊料粒子的氧化，焊劑變質、活性降低，會導致焊膏不回流，產生錫珠。選用工作壽命長一些的焊膏（一般至少 4H），則會減輕這種影響。

（4）另外，焊膏錯印的印製板清洗不充分，會使焊膏殘留於印製板表面及通空中。回流焊之前貼放元器件時，使印刷錫膏變形。這些也是造成錫珠的原因。因此應加速操作者和工藝人員在生產過程中的責任心，嚴格遵照工藝要求和操作規程進行生產，加強工藝過程的品質控制。

### 二、立片問題（曼哈頓現象）

片式元件的一端焊接在焊盤上，而另一端則翹立，這種現象就稱為曼哈頓現象。引起這種現象的主要原因是元件兩端受熱不均勻，焊膏熔化有先後所至。在以下情況會造成元件兩端受熱不均勻：

（1）組件排列方向設計不正確。我們設想在回流焊爐中有一條橫跨爐子寬度的回流焊限線，一旦焊膏通過它就會立即熔化。片式矩形元件的一個端頭先通過回流焊限線，焊膏先熔化，完全浸潤元件端頭的金屬表面具有液態表面張力；而另一端未達到  $183^{\circ}\text{C}$  液相溫度，焊膏未熔化，只有焊劑的粘接力，該力遠小於回流焊焊膏的表面張力，因而使未熔化端的組件端頭向上直立。因此，應保持元件兩端同時進入回流焊限線，使兩端焊盤上的焊膏同時熔化，形成平衡的液態表面張力，保持元件位置不變。

（2）在進行氣相焊接時印製電路元件預熱不充足。氣相是利用惰性液體蒸汽冷凝在組件引腳和 PCB 焊盤上時，釋放出熱量而熔化焊膏。氣相焊分平衡區和蒸汽區，在飽和蒸汽區焊接溫度高達  $217^{\circ}\text{C}$ ，在生產過程中我們發現如果被焊元件預熱不充足，經受  $100^{\circ}\text{C}$  以上的溫度變化，氣相焊的氯化力很容易將

小於 1206 封裝尺寸的片式元件浮起，從而產生立片現象。我們通過將被焊元件在高低溫箱內 145~150℃ 的溫度下預熱 1~2min 左右，最後緩慢進入飽和蒸汽區焊接，消除了片立現象。

(3) 焊盤設計品質的影響。若片式元件的一對焊盤尺寸不同或不對稱，也會引起印刷的焊膏量不一致，小焊盤對溫度回應快，其上的焊膏易熔化，大焊盤則相反，所以當小焊盤上的焊膏熔化後在焊膏表面張力作用下將組件拉直豎起。焊盤的寬度或間隙過大，也可能出現片立現象。嚴格按照標準規範進行焊盤設計是解決該缺陷的先決條件。

### 三· 橋接

橋接也是 SMT 生產中常見的缺陷之一，它會引起元件之間的短路，遇到橋接必須返修。

#### (1) 焊膏品質問題

錫膏中金屬含量偏高，特別是印刷時間過久後，易出現金屬含量增高；焊膏黏度低，預熱後漫流到焊盤外；焊膏塌落度差，預熱後漫流到焊盤外，均會導致 IC 引腳橋接。

#### (2) 印刷系統

印刷機重複精度差，對位不齊，錫膏印刷到銅鉑外，這種情況多見於細間距 QFP 生產；鋼板對位不好和 PCB 對位元不好以及鋼板視窗尺寸/厚度設計不對與 PCB 焊盤設計合金鍍層不均勻，導致的錫膏量偏多，均會造成接，解決方法是調整印刷機，改善 PCB 焊盤塗覆層。

#### (3) 貼放

貼放壓力過大，錫膏受壓後浸沉是生產中多見的原因，應調整 Z 軸高度。若有貼片精度不夠，元件出現移位元及 IC 引腳變形，則應針對原因改進。

#### (4) 預熱

升溫速度過快，錫膏中溶劑來不及揮發。

### 四· 吸料/芯吸現象

芯吸現象又稱抽芯現象是常見焊接缺陷之一，多見於汽相回流焊中。芯吸現象是焊料脫離焊盤沿引腳與晶片本體之間，會形成嚴重的虛焊現象。

產生的原因通常認為是原件引腳的導熱率大，升溫迅速，以致焊料優先潤濕引腳，焊料與引腳之間的潤濕力遠大於焊料與焊盤之間的潤濕力，引腳的上翹更會加劇芯吸現象的發生。在紅外回流焊中，PCB 基材與焊料中的有機助焊劑是紅外線的優良吸收介質，而引腳卻能部分反射紅外線，相比而言，焊料優先熔化，它與焊盤的潤濕力大於它與引腳之間的潤濕了，故焊料部會沿引腳上升，發生芯吸現象的概率就小很多。

解決辦法是：在汽相回流焊時應首先將 SMA 充分預熱後再放入汽相爐中；應認真檢查和保證 PCB 板焊盤的可焊性，可焊性不好的 PCB 不應用與生產；元件的共面性不可忽視，對共面性不好的器件不應用於生產。

### 五· 焊接後印製板阻焊膜起泡

印製板元件在焊接後，會在個別焊點周圍出現淺綠的氣泡，嚴重時還會出現指甲蓋大小的泡狀物，不僅影響外觀品質，嚴重時還會影響性能，是焊接工藝中經常出現的問題之一。

阻焊膜起泡的根本原因，在於阻焊膜與陽基材之間存在氣體/水蒸氣。微量的氣體/水蒸氣會夾帶到不同的工藝過程，當遇到高溫時，氣體膨脹導致阻焊膜與陽基材的分層。焊接時焊盤溫度相對較高，故氣泡首先出現在焊盤周圍。

現在加工過程經常需要清洗，乾燥後再做下道工序，如腐刻後，應乾燥後再貼阻焊膜，此時若乾燥溫度不夠就會夾帶水汽進入下到工序。PCB 加工前存放環境不好，濕度過高，焊接時又沒有及時乾燥處理；在波峰焊工藝中，經常使用含水的阻焊劑，若 PCB 預熱溫度不夠，助焊劑中的水汽就會沿通孔的孔壁進入到 PCB 基材的內部，焊盤周圍首先進入水汽，遇到焊接高溫後這些情況都會產生氣泡。

解決辦法是：

- (1) 應嚴格控制各個環節，購進的 PCB 應檢驗後入庫，通常標準情況下，不應出現氣泡現象。
- (2) PCB 應存放在通風乾燥環境下，存放期不超過 6 個月；
- (3) PCB 在焊接前應放在烘箱中預烘 105℃/4H~6H；

### 六 PCB 扭曲

PCB 扭曲問題是 SMT 生產中經常出現的問題。它會對裝配及測試帶來相當大的影響，因此在生產中應儘量避免這個問題的出現，PCB 扭曲的原因有如下幾種；

- (1) PCB 本身原材料選用不當，PCB 的 Tg 低，特別是紙基 PCB，其加工溫度過高，會使 PCB 變彎曲。
- (2) PCB 設計不合理，元件分佈不均勻會造成 PCB 熱應力過大，外形較大的連接器和插座也會影響 PCB 的膨脹和收縮，乃至出現永久性的扭曲。
- (3) 雙面 PCB，若一面的銅箔保留過大（如地線）。而另一面銅箔過少，會造成兩面收縮不均勻而出現變形。
- (4) 回流焊中溫度過高也會造成 PCB 的扭曲。

針對上述原因，其解決辦法如下：

在價格和空間容許的情況下，選用 Tg 高的 PCB 或增加 PCB 的厚度，以取得最佳長寬比；合理設計 PCB 雙面的銅箔面積應均衡，在沒有電路的地方佈滿銅層，並以網路形式出現，以增加 PCB 的剛度，在貼片前對 PCB 進行預熱，其條件是 105°C/4H；調整夾具或夾持距離，保證 PCB 受熱膨脹的空間；焊接工藝溫度盡可能調低；已經出現輕度扭曲時，可以放在定位夾具中，升溫復位，以釋放應力，一般會取得滿意的效果。

#### 七 IC 引腳焊接後引腳開路/虛焊

IC 引腳焊接後出現部分引腳虛焊，是常見的焊接缺陷，產生的原因很多，主要原因，一是共面性差，特別是 QFP 器件。由於保管不當，造成引腳變形，有時不易被發現（部分貼片機沒有共面性的功能）。因此應注意器件的保管，不要隨便拿取元件或打開包裝。二是引腳可焊性不好。IC 存放時間長，引腳發黃，可焊性不好也會引起虛焊，生產中應檢查元器件的可焊性，特別注意存放期不應過長（製造日期起一年內），保管時應不受高溫、高濕，不隨便打開包裝袋。三是錫膏品質差，金屬含量低，可焊性差，通常用於 QFP 器件的焊接用錫膏金屬含量應不低於 90%。四是預熱溫度過高，易引起 IC 引腳氧化，使可焊性變差。五是範本視窗尺寸小，以致錫膏量不夠。通常在範本製造後應仔細檢查範本視窗尺寸，不應太大也不應太小，並且注意與 PCB 焊盤尺寸相配套。

#### 八 片式組件開裂

在 SMC 生產中，片式組件的開裂常見於多層片式電容器（MLCC），其原因主要是效應力與機械應力所致。

- (1) 對於 MLCC 類電容來講，其結構上存在著很大的脆弱性，通常 MLCC 是由多層陶瓷電容疊加而成，強度低，極不耐受熱與機械力的衝擊。
- (2) 貼片過程中，貼片機 Z 軸的吸放高度，特別是一些不具備 Z 軸軟著陸功能的貼片機，吸放高度由片式元件的厚度而不是由壓力感測器來決定，故元件厚度的公差會造成開裂。
- (3) PCB 的曲翹應力，特別是焊接後，曲翹應力容易造成元件的開裂。
- (4) 一些拼板的 PCB 在分割時會損壞元件。

預防辦法是：認真調節焊接工藝曲線，特別是預熱區溫度不能過低；貼片時應認真調節貼片機 Z 軸的吸放高度；PCB 的曲翹度，特別是焊接後的曲翹度，應由針對性的校正，如果 PCB 板材品質問題，需重點考慮。

#### 九 其他常見的焊接缺陷

##### (1) 差的潤濕性

差的潤濕性，表現在 PCB 焊盤吃錫不好或組件引腳吃錫不好。產生的原因：元件引腳 PCB 焊盤已氧化污染；過高的回流溫度；錫膏品質差。均會導致潤濕性差，嚴重時會出現虛焊。

##### (2) 錫量很少

錫量很少，表現在焊點不飽滿，IC 引腳根彎月面小。產生原因：印刷範本視窗小；燈芯現象（溫度曲線差）；錫膏金屬含量低。這些均會導致錫量小，焊點強度不夠。

##### (3) 引腳受損

引腳受損，表現在器件引腳共面性不好或彎曲，直接影響焊接品質。

產生原因：運輸/取放時碰壞。為此應小心地保管元器件，特別是 FQFP。

##### (4) 污染物覆蓋了焊盤

污染物覆蓋了焊盤，生產中時有發生。

產生原因：來自現場的紙片、來自卷帶的異物、人手觸摸 PCB 焊盤或元器件、字元印刷圖位元不對。因而生產時應注意生產現場的清潔，工藝應規範。

#### (5) 錫量不足

錫膏量不足，生產中經常發生的現象。

產生原因：第一塊 PCB 印刷/機器停止後的印刷；印刷工藝參數改變；鋼板視窗堵塞；錫膏品質變壞。上述原因之一均會引起錫量不足，應針對性解決問題。

#### (6) 錫膏呈角狀

錫膏呈角狀，生產中經常發生，且不易發現、嚴重時會連焊。

產生原因：印刷機的抬網速度過快；範本孔壁不光滑，易使錫膏呈寶狀。