

**编者按:**读者朋友们,从本期开始,在深圳雷曼光电科技有限公司的鼎力支持下,《现代显示》推出了"LED 工艺考"栏目,定期向从事研究、生产制造以及应用的工程技术人员介绍 LED 器件生产制造工艺方面的内容。

本期专栏的主题是"LED 焊接工艺探析",该工艺是在 LED 完成封装后将插件器件和表贴器件集成在 PCB 上的一个步骤,也是当今电子产品中普遍采用的一种组装方式。文章从材料、实际操作步骤、使用条件和不同焊接工艺存在的缺陷、产生原因以及解决办法等多个角度对 LED 焊接工艺进行了详细的介绍。

众所周知,《现代显示》杂志经常报道 LED 显示屏的相关技术,内容涉及基础原理、设计方案以及实际应用等多个方面,但对器件的生产制造技术进行深度探讨,对《现代显示》来说还是首次。

我们知道,LED 显示屏是一种系统集成的产品,高质量的 LED 器件和高水平的集成工艺是实现卓越的 LED 显示屏设计方案的基础和前提。过去,LED 显示屏的制造商、集成商最关心 LED 器件的质量,但对于器件的制造工艺却没有给予足够的重视。我们希望借助这个栏目,帮助有关方面从理论和设计的单纯思路中跳出来,逐步开始重视和研究这一问题。这对于了解 LED 的特性以及焊接技术,并进一步促进该环节的技术进步具有重要意义。

无疑,这个栏目及其所报道的内容会存在不周全的地方,有些观点是甚至错误的,希望读者朋友们指正,如果行业内同仁都来关注、研究并就栏目中涉及的技术问题开展讨论,大胆地阐述自己的观点,那么对于整个行业的交流与进步都是大有裨益的。

文章编号:1006-6268(2007)02-0060-04

# LED 焊接工艺探析(上)

钟 斌

(深圳雷曼光电科技有限公司,深圳 518000)

**摘 要:**分别从焊接前的质量控制、生产工艺材料及工艺参数这三个方面探讨了提高焊接质量的有效方法。

**关键词:**回流焊;波峰焊;手工焊接;浸焊;焊盘设计;印制电路板;助焊剂;焊料;工艺参数

## 前 言

插件元件与表面贴装元件同时组装于电路基板的混装工艺仍是当前电子产品中采用最普遍的一种组装形式,通常称为表面贴装技术(surface mount

technology)。SMT 混装焊接技术对工艺参数的要求是相当苛刻的。焊接工艺参数选择不当,将导致桥接、虚焊等焊接缺陷,严重影响焊接质量。本文将就一些提高焊接质量的方法和措施做些讨论。

LED 元件的焊接与其他半导体一样,通常有回

流焊接、波峰焊接、浸焊焊接和手工焊接等方法,下面我们来讨论回流焊接、波峰焊接、浸焊焊接和手工焊接的工艺。

## 1 回流焊接

### 1.1 工艺要求

对于表面贴装器件(surface mounted devices, SMD),建议采用气相回流焊接,且建议采用 SN63 型免清洗焊膏。其焊接工艺要求如下:

典型回流焊的温度剖面曲线如图 1:

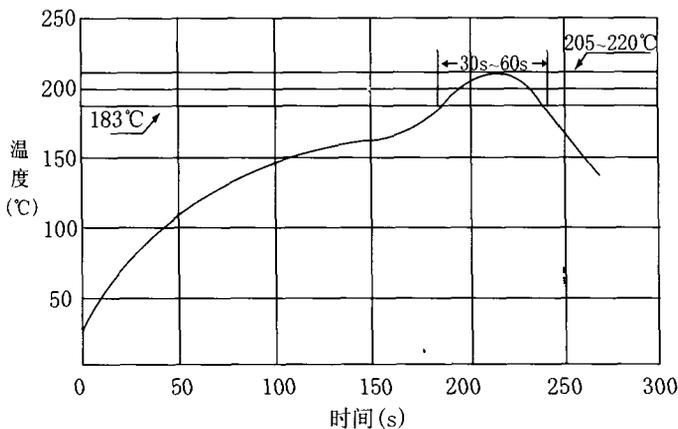


图 1 典型 IR 回流焊的温度剖面曲线

由图 1 可知:预热温度上升速度为  $3^{\circ}\text{C}/\text{s} \sim 6^{\circ}\text{C}/\text{s}$ ;  $183^{\circ}\text{C}$  以上的持续时间为  $30\text{s} \sim 60\text{s}$ , 其中峰值温度为  $205^{\circ}\text{C} \sim 220^{\circ}\text{C}$ ; 冷却温度速度为  $3^{\circ}\text{C}/\text{s} \sim 10^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 。

◆焊接后最好不要进行改变。如确需要改变时,请在确认对 SMD LED 的性能不会产生影响的情况下用双头铬铁进行焊接;

- ◆做回流焊不能超过一次;
- ◆焊接时请勿施力于胶体;
- ◆焊接后不要卷翘电路板。

### 1.2 焊锡膏的选择

#### 1.2.1 焊锡膏的化学组成

焊锡膏主要由铅锡合金粉末和助焊剂组成,合金粉末的粒度通常在  $25\mu\text{m} \sim 75\mu\text{m}$  之间,助焊剂是

合金粉末的载体,其组成与通用的助焊剂基本相同。通过助焊剂中活化剂的作用,能消除被焊材料表面以及合金粉末本身的氧化膜,使焊料迅速扩散并附着在被焊金属表面。助焊剂的组成对焊膏的扩散性、湿润性、印刷后塌陷、焊后清洗,焊珠飞溅以及储存寿命都有很大影响。

焊膏中助焊剂一般有 RA(活化型)、RMA(弱活化型)、R(非活化型)三种,SMD 焊接时,建议选用 RMA 型助焊剂型焊膏,如 SN63 及其他一些免清洗焊膏等。

#### 1.2.2 焊膏的使用注意事项

●理想的使用环境温度为  $20^{\circ}\text{C} \sim 25^{\circ}\text{C}$ ,相对湿度为  $30\% \sim 60\%$ ;

●平时不用时应该密封保存在冰箱内 ( $3^{\circ}\text{C} \sim 10^{\circ}\text{C}$ ),保存时间不能超过其有效保存期限;

●使用前从冰箱中取出,使其自然升温到室温;

●使用时要充分搅拌 ( $10\text{min} \sim 20\text{min}$  左右),以使得焊剂与锡粉充分混合,并保持良好黏度;

●焊锡膏印刷操作过程中,当印刷状态变坏时,应用脱脂棉蘸酒精进行网板内侧的清洗,清洗后用压缩空气将印刷部分的孔塞吹通;

●从焊锡膏印刷到贴片完成的放置时间应该在 24hr 之内,生产结束或因故停止印刷时网板上的锡膏放置时间不能超过 1hr,否则不能再次使用。

#### 1.2.3 无铅焊膏

随着科学技术的发展,无铅焊膏将取代有毒的含铅焊膏,例如日本 KOKI 公司开发的 Sn-Ag-Cu 焊锡膏的性能就接近于 Sn63 的焊膏,表 1 列出两种无铅焊膏的特性:

表 1 Sn-Ag-Cu 焊膏和 Sn63 焊膏的性能对比

合金组成	熔化温度( $^{\circ}\text{C}$ )	回流焊温度( $^{\circ}\text{C}$ )	性能特点
Sn-Ag-Cu	217	240	无毒、耐热疲劳性好
Sn-Ag-Bi-Cu	189~214	230	同 Sn63/Pb

### 1.3 PCB 板的要求

◆PCB 板焊接前翘曲度要求小于 0.5%，否则会造成漏印或者贴片不良；

◆采用平面热风整平工艺，使所有贴装焊盘部位焊料涂覆层均匀平整，并保证在热风整平过程中整板受热均匀；

◆外形必须经过数控铣加工，形位公差要达到  $\pm 0.02\text{mm}$ ；

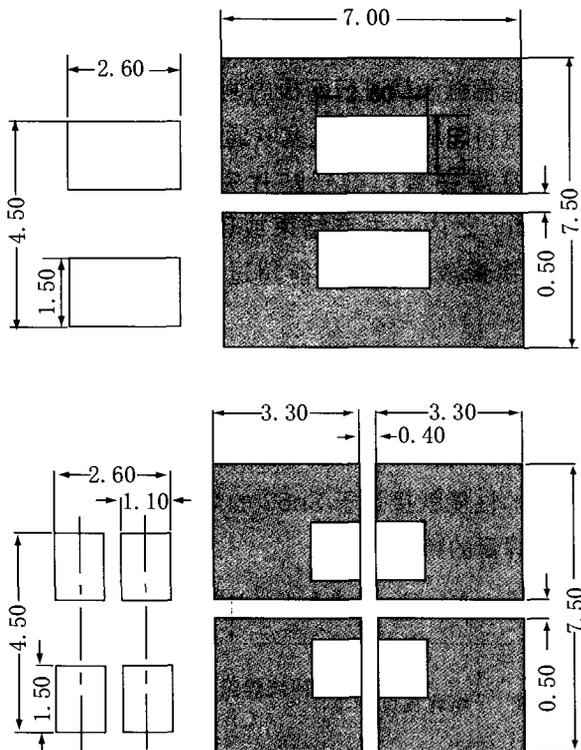
◆阻焊膜与焊盘要套准对齐，阻焊膜不能印刷到焊盘上去；

◆元件贴装面必须设计有 2~3 个标识符，以此作为贴片机进行贴片操作时的参考点；

◆对于尺寸特别小的 PCB 板，宜采用拼板形式，小板之间加工出 V 形槽，便于用手掰开；

◆建议焊盘参数如下：

- 建议焊盘样板(单色)
- 建议焊盘样板(全彩)



### 1.4 回流焊常见缺陷及解决措施

#### 1.4.1 焊料球

焊料球的存在表明焊接工艺不完全正确，而且

电子产品存在短路的危险，因此需要排除。国际上对焊料球存在的认可标准是：PCB 板组件在  $600\text{mm}^2$  范围内不能出现超过 5 个焊料球。

回流焊中出现的焊料球，常常藏于矩形贴片元件两端之间的侧面或者细间距之间。在元件贴装过程中，焊膏被置于片式元件的引脚与焊盘之间，随着 PCB 板穿过回流焊炉，焊膏熔化变成液体，如果与焊盘和器件引脚等湿润不良，液态焊料会因收缩而使焊缝填充不充分，所有焊料颗粒不能聚合成一焊点，部份液态焊料会从焊缝中流出，形成焊料球。因此，焊料与焊盘和器件引脚之间的湿润性差是导致焊料球存在的根本原因。

造成焊料球湿润性差的原因很多，以下主要分析相关工艺的原因及解决措施：

(1) 回流焊温度曲线设置不当。焊膏的回流与温度及时间有关，如果未达到足够的温度或时间，焊膏就不会回流。预热区温度上升太快，时间过短，使焊膏内部的水分和溶剂未完全挥发出去，到达回流焊温区时，引起水分、溶剂沸腾溅出焊料球。实践证明，将预热区温度的上升速度控制在  $3^\circ\text{C}/\text{s} \sim 6^\circ\text{C}/\text{s}$  是较理想的。

(2) 如果总在同一位置上出现焊料球，就有必要检查金属模板设计结构。模板开口尺寸腐蚀精度达不到要求，焊盘尺寸偏大，以及表面材质较软(如铜模板)，会造成印刷焊膏的外形轮廓不清晰，互相桥联。解决这种缺陷的方法是选择适宜的模板材料及模板制作工艺来保证焊膏印刷质量。

(3) 如果从贴片至回流焊的时间过长，则因焊膏中焊料粒子的氧化、焊剂变质、活性降低，会导致焊膏不回流，产生焊料球。选用工作寿命长一些的焊膏(至少 4hr)，则会减少这种情况。

(4) 焊膏错印的印板清洗不充分，会使焊膏残留于 PCB 板表面及通孔。回流焊之前，贴放元件时使印刷焊膏变形。这些也是造成焊料球的原因。因此，应加强操作者和工艺人员在操作过程中的责任心，严格遵照工艺要求和操作规程进行生产，加强工艺过程的质量控制。

#### 1.4.2 立片现象(曼哈顿现象)

矩形 SMD 元件的一端焊接在焊盘上，而另一端

则翘立,这种现象称为曼哈顿现象。引起这种现象的原因主要是元件两端受热不均匀,焊膏熔化有先后所致。以下两种情况会造成元件两端受热不均匀:

(1)元件排列方向设计不正确。我们假设在回流焊炉中有一条横跨炉子宽度的再流焊限线,一旦焊膏通过它就会立即熔化,如果片式矩形元件的一端头先通过再流焊限线,焊膏先熔化,完全浸润元件端头的金属表面,具有液态表面张力;而另外一端未达到 183℃的液相温度,焊膏未熔化,只有焊剂的黏结力,该力远小于再流焊焊膏的表面张力,因而使未熔化端的元件端头向上直立。因此,应保证元件两端同时进入再流焊线,使两端同时熔化,形成均衡的液态表面张力,从而保证元件位置不变。

(2)在进行汽相回流焊接时 PCB 板预热不充分。汽相回流焊是利用惰性液体蒸汽冷凝在元件引脚和 PCB 板焊盘上,释放出能量而熔化焊膏。汽相回流焊分平衡区和饱和区,在饱和蒸汽区焊接温度高达 217℃,如果被焊组件预热不充分,经受 100℃以上的温差变化,汽相焊的汽化力很容易将小尺寸封装的元件浮起来,从而产生立片现象。建议被焊组件在高低温箱内 145℃~150℃的温度下预热 1min~2min,然后在汽相焊的平衡区再预热 1min 左右最后再进入饱和蒸汽区焊接,能有效地消除立片现象。

(3)焊盘设计质量的影响。如果片式元件的一对焊盘尺寸不同或不对称,将会引起印刷的焊膏量不一致,小焊盘对温度响应快,其上的焊锡膏容易熔化,大焊盘则相反,所以,当小焊盘上的焊膏熔化后,在焊膏表面张力作用下,将元件拉直竖起。焊盘的宽度或间隙过大,也都可能出现立片现象。严格按照标准规范进行焊盘设计是解决该缺陷的先决条件。

#### 1.4.3 焊膏漏印

焊膏漏印是一项复杂的工艺,既受材料的影响,同时又跟设备和参数有直接关系,通过对漏印中各细小环节的控制,可以防止在漏印中经常出现的缺陷。下面,我们简要介绍几种常见的缺陷及相应的解决方法。

(1)印刷不完全:印刷不完全是指焊盘上部分地方没有印上焊膏,产生的可能原因有以下几种:窗口

阻塞或部份焊膏粘在模板底部;焊膏黏度太小;焊膏中有较大尺寸的金属粉末颗粒;刮刀磨损。

防止和解决方法:清洗窗孔和模板底部,选择黏度合适的焊膏,使焊膏印刷能有效地覆盖整印刷区域,选择金属粉末颗粒尺寸相对应的焊膏,检查或更换刮刀。

(2)拉尖:拉尖是指漏印后焊盘呈现小山峰状,产生的原因可能是刮刀间隙或焊膏黏度太大。防止或解决方法是适当调小刮刀间隙或选择合适黏度的焊膏。

(3)坍塌:印刷后,焊膏往两边塌陷。产生的原因可能是:刮刀压力太大;PCB 板定位不牢;焊膏黏度或金属百分含量太低。

解决方法:调整压力,重新固定 PCB 板,选择合适黏度的焊膏。

(4)焊膏太薄,产生原因可能是:模板厚度不符合要求(太薄);刮刀压力太大;焊膏流动性较差。

解决方法:选择合适的模板,选择颗粒度和黏度合适的焊膏,改变刮刀压力。

(5)厚度不一致,印刷后,焊盘上焊膏厚度不一致,产生的原因可能是:模板与 PCB 板不平行;焊膏搅拌不均匀,使得颗粒度不一致。

防止和解决方法:调整模板与 PCB 板的相对位置,印刷前充分搅拌焊膏。

(6)边缘和表面有毛刺,产生的原因可能是焊膏黏度偏低,焊盘涂覆层太厚,模板窗孔孔壁粗糙。

解决方法是:选择黏度合适的焊膏,制板时,严格控制涂覆层厚度,印刷前检查漏印窗孔的蚀刻质量。

#### 1.4.4 焊膏量太多

焊膏量太多的原因一般是模板窗口尺寸过大,钢板与 PCB 板之间的间隙太大,这样将容易造成桥联,解决方法是检查模板窗口尺寸,调节印刷参数,特别是与 PCB 板之间的间隙。

SMT 技术是一门涉及了多项技术的复杂的系统工程,其中的任何一项因素的改变均会影响电子产品的焊接质量,有时甚至影响产品的使用寿命。所以我们应仔细地研究每一参数和每一道工序,以达到最佳的焊接效果。

(未完待续)