



优化的温度曲线是无铅高品质的保证

刘日新 李鹏辉 陶慧琳

北京赛维美高科有限公司

<http://www.cnmeter.com>

1 概述

焊接质量对电子设备可靠性影响很大。电子设备发生故障有 60-70% 是焊接因素引起的。在使用表面贴装元件的印刷电路板(PCB)装配中，要得到优质的焊点，一条优化的回流温度曲线是最重要的因素之一。最关键的参数是传送带速度和每个温区的温度设定。带速决定 PCB 在每个温区所设定的温度下的停留时间，温区的温度设定决定 PCB 的升温速率和可能达到的温度。

目前市场上有很多种无铅焊膏可供使用。前景最好的是 Sn-Ag-Cu 合金。Sn95.5Ag3.9Cu0.5 合金的熔点是 217°C，焊接的峰值温度为 242-282°C，比有铅焊膏高出 20-50°C，对制造工艺有重要影响。无铅焊膏的湿润性差，焊点起皱，许多电子元件所能承受的温度是 262°C，与含铅工艺比可用的工艺窗口大大缩小了，因此，对于无铅焊需要更好地控制从预热到回流的整个温度曲线。

2 测试方法

每个温区的温度设定影响 PCB 的升温速度。增加温区的设定温度会使 PCB 更快地达到给定温度。因此，必须做出一个图形来确定 PCB 的温度曲线。在开始作温度曲线之前，需要下列设备和辅助工具：SMT 温度测试仪、热电偶、将热电偶附着于 PCB 的工具和锡膏参数表。

SMT 温度测试仪采用 K 型热电偶，可以同时测量六点的温度，采样周期为 0.1s, 0.2s, 0.4s, 0.5s 等可选。测试时安装热电偶的 PCB 板放前面，温度测试仪放后面，进炉前拨动开关使测试仪开始记录，出炉后拨动开关使测试仪停止记录。把测试仪通过 RS232 接口与计算机连接读出数据进行分析。

热电偶长度一般 500mm，偶丝直径 0.12mm，热端要尽可能小，形状可以为片状，绝缘层要能承受炉膛的高温。一般较小直径的热电偶，时间常数小，响应快，得到的结果精确。将热电偶固定于 PCB 的方法有高温焊锡(如银/锡合金)焊接，焊点尽量最小，或用高温胶带(如 Kapton)粘住。

锡膏特性参数表也是必要的，其包含的信息对温度曲线是至关重要的，如：所希望的温度曲线持续时间、锡膏活性温度、合金熔点和所希望的回流最高温度。



北京赛维美高科技有限公司
Beijing Savemation Technology Co., Ltd.



图 1 SMT 温度测试仪外型

3 回流焊温度曲线

理想的曲线由四个部分或区间组成，如图 2 所示。前面三个区加热、最后一个区冷却。回流炉的温区越多，越能使实际温度曲线更接近理想温度曲线。

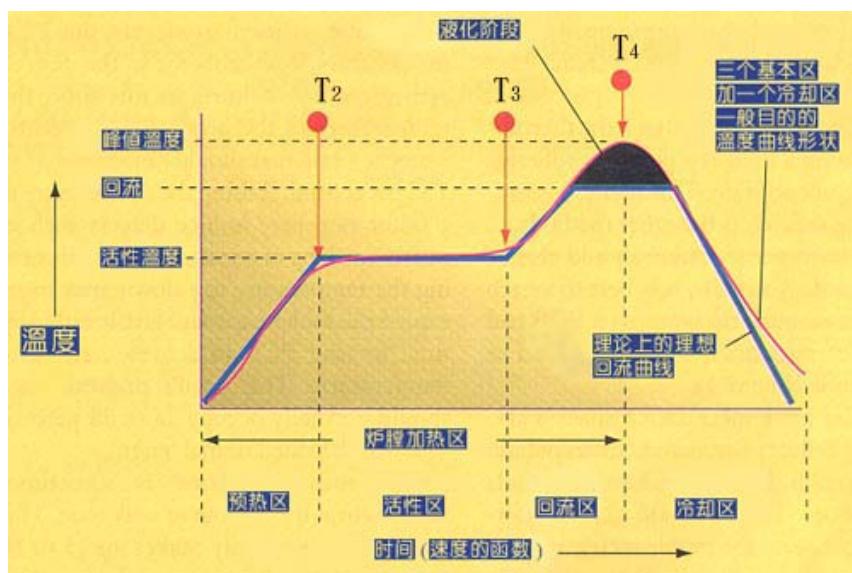


图 2 理想回流曲线由四个区组成，前面三个区加热、最后一个区冷却

预热区，也叫斜坡区，用来将 PCB 的温度从环境温度提升到所需的活性温度。在这个区，

地址：(100089)北京海淀区观澜国际花园望河园 1 号

电话/传真：010 88431319 88431320 13910788125

<http://www.cnmeter.com>

Email: cnmeter@163.com



北京赛维美高科技有限公司

Beijing Savemation Technology Co., Ltd.

产品的温度以不超过 $2\sim5^{\circ}\text{C/s}$ 速度连续上升，温得太快会引起某些缺陷，如陶瓷电容的细微裂纹，而温度上升太慢，锡膏没有足够的时间使 PCB 达到活性温度。回流炉的预热区一般占整个加热通道长度的 25~33%。

活性区，有时叫做干燥或浸湿区，这个区一般占加热通道的 33~50%，有两个目的，第一是将 PCB 在相对稳定的温度下加热，使不同质量的元件达到相同温度，减少温差。第二是使助焊剂活性化，挥发性的物质从锡膏中挥发。如果活性区的温度设定太高，助焊剂没有足够的时间活性化。

回流区，有时叫做峰值区或最后升温区。这个区的作用是将 PCB 温度从活性温度提高到所推荐的峰值温度。活性温度总是比合金的熔点温度低一点，而峰值温度总是在熔点上。典型的峰值温度范围是有铅焊 $205\sim230^{\circ}\text{C}$ 、无铅焊 $242\sim282^{\circ}\text{C}$ 。峰值温度过高会引起 PCB 的过分卷曲、脱层或烧损，并损害元件的完整性、焊点脆性增加、强度降低。

冷却区，理想的冷却区曲线应该是和回流区曲线成镜像关系。越是靠近这种镜像关系，焊点达到固态的结构越紧密，得到焊接点的质量越高，结合完整性越好。

做温度曲线的第一个考虑参数是传输带的速度设定，决定 PCB 在加热通道所花的时间。典型的锡膏制造厂要求 3~4 分钟的加热曲线，用总的加热通道长度除以总的加热时间，即为准确的传输带速度。

接下来必须决定各个区的温度设定，重要的是要了解实际的区间温度不一定就是该区的显示温度。显示温度只是代表温区内热电偶测点的温度，如果热电偶越靠近加热源，显示的温度将相对比区间温度较高，热电偶越靠近 PCB 的直接通道，显示的温度将越能反映区间温度。明智的是向炉子制造商咨询了解清楚显示温度和实际区间温度的关系。

速度和温度确定后，必须输入到回流焊炉的温度控制系统。所有参数调整输入，炉子运行稳定后(即，所有实际显示温度与设定温度一致后)可以开始做温度曲线。

4 测试结果分析

测试的温度曲线图产生后，可以和锡膏制造商推荐的曲线进行比较。图 3 为一实际测得的温度曲线。因为 PCB 上个元件的质量大小、受热面积不一样，各测点的温度也是不一样的。



北京赛维美高科技有限公司

Beijing Savemation Technology Co., Ltd.



图 2 实际测试温度曲线

首先，必须验证从环境温度到回流峰值温度的总时间和所希望的加热曲线停留时间是否一致，如果太长，按比例地增加传送带速度，如果太短，则相反。

下一步，图形曲线的形状必须和所希望的温度曲线相比较（图 2，如果形状不一致，应该考虑从左到右（流程顺序）的偏差，例如，如果预热和回流区中存在差异，首先调整预热区和回流区，最好每次调一个参数，在作进一步调整之前运行这个曲线设定。这是因为一个给定区的改变也将影响随后的温区。建议新手所作的调整幅度相对较小一点。

当最后的得到的曲线图与要求的相一致时，应该把回流焊炉的各设定参数记录或储存以备用。虽然这个调整过程开始很慢和费力，但最终可以取得熟练和速度，结果得到高品质的 PCB 的高效率的生产。