

双面 SMT 组装工艺难点及流程优化策略

余伟其

重庆川仪微电路有限责任公司 重庆市 400700

摘要：重点剖析了双面 SMT 组装生产中的三大核心工艺难点，包括元器件双面贴装定位精度不足、二次回流焊热应力控制复杂、焊接工艺参数协同调控难度大等问题。针对以上工艺痛点，本文从元器件布局与贴装顺序优化、回流焊温度曲线精细化调控、全流程质量检测管控三个维度，提出针对性的流程优化策略。通过源头布局优化、过程参数精准调控、闭环质量管控的组合优化方式，有效解决双面组装中的偏位、虚焊、板材变形等常见问题，能够切实提升 SMT 双面组装的生产精度与产品良率，可为电子制造业双面贴装工艺生产提供实用的技术参考。

关键词：双面 SMT 组装；贴装定位；二次回流焊

随着电子设备向小型化、轻量化、高密度集成化方向快速发展，双面 SMT 组装技术凭借电路板空间利用率高、集成度强等优势，广泛应用于消费电子、通信设备、工业控制等各类电子产品生产领域。双面 SMT 组装需完成电路板正反两面元器件贴装与焊接作业，生产流程相较于单面组装更为复杂，生产过程中容易出现二次回流焊元件移位、锡珠虚焊、板面受热变形、元件掉落等工艺问题，直接影响电子产品的生产良率与使用可靠性。因此，探究双面 SMT 组装工艺难点，并提出解决对策具有重要的研究价值。

1 双面 SMT 组装工艺难点

1.1 元器件两面贴装定位困难

双面 SMT 组装需要在电路板正反两面完成元器件贴装作业，板面结构布局紧凑，给贴装定位工作带来极大难度。电路板完成单面贴装焊接后会产生轻微形变，板面平整度出现偏差，直接改变基准定位坐标，导致二次贴装时设备识别精度下降。双面电路板预留的贴装空间狭小，微型阻容元件、精密芯片等器件体积微小，机器视觉定位容易受板面焊盘残留、锡膏反光等因素干扰，出现定位偏移问题。正反两面元器件布局交叉重叠，贴装过程中易产生视角遮挡，人工辅助校正难度较大，极易引发偏位、错贴、漏贴等缺陷，大幅降低电路板贴装精度与生产良率。

1.2 二次回流焊热应力控制复杂

二次回流焊是双面 SMT 组装的核心工序，也是热应力问题产生的主要环节，

整体控制难度极高。电路板首次单面焊接完成后，板面已固化部分元器件，二次回流焊的高温环境会对已焊接器件、电路板基材产生二次热冲击^[1]。不同材质的元器件、铜箔基材与基板的热膨胀系数存在差异，高温升温与快速降温过程中会产生不均匀热应力，引发电路板翘曲变形、基材分层等问题。首次焊接的焊点会在二次高温下出现熔融状态，容易出现焊点坍塌、元件偏移、引脚虚焊等故障。

1.3 焊接工艺参数控制难度大

双面 SMT 焊接工艺参数涵盖温度曲线、传送速度、锡膏印刷厚度等多项指标，参数的精准调控直接决定焊接质量，整体控制难度显著高于单面焊接工艺。二次回流焊阶段需要兼顾未焊接面的成型效果与已焊接面的器件稳定性，温度区间、升温速率、恒温时长的细微偏差，都会引发各类焊接缺陷^[2]。升温过快易导致锡膏爆粉产生锡珠，升温过慢则会降低锡膏活性引发虚焊^[3]。此外，传送速度、炉膛风量等辅助参数与温度参数相互制约，多参数协同调控难度大，极易出现批量性焊接质量问题。

2 双面 SMT 组装工艺流程优化策略

2.1 优化贴装顺序与元器件布局

针对双面 SMT 组装贴装定位偏差、视角遮挡等问题，企业需从源头优化元器件布局与贴装顺序，从根本上降低贴装作业难度。首先，在 PCB 设计阶段开展布局标准化优化，遵循“重下轻上、大下小上”的核心原则，将体积大、重量高、耐热性差的元器件布置在电路板 B 面，小型精密阻容元件、轻薄芯片布置在 A 面，避免二次回流时重型元件脱落，同时规避正反元器件重叠遮挡视觉识别路径。其次，规范标准化贴装作业顺序，统一采用“先贴 B 面、后贴 A 面”的生产流程，先完成重载元器件的贴装固化，减少二次贴装对精密器件的干扰，同时根据元器件疏密程度分区贴装，规避局部密集贴装导致的定位误差累积。最后，结合设备精度参数优化贴装基准，针对单面焊接后的板面形变问题，开启设备自动基准校正功能，实时更新板面定位坐标，抵消电路板形变带来的精度偏差，有效解决漏贴、偏位等质量问题，全面提升双面贴装的精准度与稳定性。

2.2 完善回流焊温度曲线控制

为解决二次回流焊热应力不均、焊点失效、板材变形等工艺问题，需针对性优化回流焊温控体系，建立适配双面组装的温度曲线标准。首先，摒弃传统统一

化温控模式，根据电路板材质、元器件类型与板面布局，定制差异化双阶段温度曲线，区分首次单面焊接与二次翻面焊接的温控参数，降低二次高温对已固化焊点和基材的热冲击，从源头控制热应力产生。其次，精准优化升温、恒温、冷却三个核心阶段参数，放缓升温速率，避免温度骤升导致锡膏爆裂、元器件热胀冷缩剧烈变形，延长恒温区合理时长，保障锡膏充分熔融浸润，同时采用梯度降温方式，杜绝快速温差引发的板材翘曲、分层问题，平衡板面各处热应力。最后，搭建温度实时监测机制，借助炉膛测温设备实时采集板面温度数据，动态微调温控参数，针对高密度器件区域、空旷区域的温差差异进行参数补偿，解决不同元器件耐热适配性差的问题，有效规避二次回流引发的焊点坍塌、虚焊、元件偏移等缺陷。

2.3 强化过程检测与质量管控

针对双面 SMT 组装参数调控复杂、缺陷易批量产生的问题，需构建全流程检测管控体系，实现工艺问题早发现、早整改。首先，建立产前参数校核机制，生产作业前工作人员全面校验锡膏印刷厚度、炉膛温度、传送速度、风量风压等核心参数，结合板材规格与元器件型号完成参数适配调试，做好参数记录存档，杜绝参数匹配不当引发的基础性焊接缺陷，从产前环节规避批量质量风险。其次，落实产中全工序检测管控，在锡膏印刷、元器件贴装、一次回流、二次回流等关键节点接入 AOI 光学检测设备，自动识别锡珠、虚焊、偏位、漏焊等缺陷，实时筛选不良品，同时安排人员定时抽检，及时纠正设备微小参数偏差，避免缺陷持续扩散。最后，完善产后质量复盘与工艺迭代机制，对每日不良产品进行分类统计，分析缺陷产生的工艺诱因，针对性优化参数标准与作业流程，同时建立工艺台账，固化优质生产参数，形成检测、整改、优化的闭环管控模式，持续提升双面 SMT 组装生产良率与工艺稳定性。

3 结语

结合实际生产工况，本文配套提出了贴合量产需求的流程优化方案，通过优化 PCB 元器件布局与贴装工序、定制差异化回流焊温控曲线、搭建产前、产中、产后全闭环质量管控体系，有效弥补了传统双面 SMT 生产工艺的短板。整套优化策略兼顾生产精度、生产效率与产品稳定性，可显著降低焊接不良率，改善电路板变形、元件偏移等工艺问题。未来可结合智能化检测设备与动态参数调控技术，

进一步迭代优化工艺方案，持续提升双面 SMT 组装工艺的自动化与精细化水平。

参考文献

- [1]高虎. SPC 在 SMT 质量控制中的应用 [J]. 电子质量, 2023, (7): 94-98.
- [2]陈红, 彭媛媛, 宋飞飞, 等. SMT 双面屏蔽罩侧边焊接工艺精益管理 [J]. 机械工业标准化与质量, 2022, (2): 28-30.
- [3]张辉. SMT 表面贴装技术工艺应用探讨 [J]. 轻工科技, 2015, 31 (3): 99-100.