

降低 PCBA DIP 后工序不良率的质量管控优化方案

张秀平

重庆川仪微电路有限责任公司 重庆市 400700

摘要：PCBA DIP 后工序是电子产品电路板生产制造的关键环节，当前生产过程中普遍存在人员操作不规范、工艺参数管控不稳定、物料及设备管理不完善等问题，导致虚焊、连锡、元件偏移等不良缺陷频发，严重制约生产品质与效率。本文以降低 PCBA DIP 后工序不良率为核心目标，系统分析工序不良产生的三大核心诱因，针对性制定优化方案，通过搭建标准化作业管理体系、精准优化焊接工艺参数、落实物料与设备全过程管控的方式，全方位完善现场质量管控体系。

关键词：PCBA；DIP 后工序；质量管控

随着电子制造业智能化、精细化生产水平不断提升，PCBA 电路板组装品质直接影响电子产品的整体性能与使用寿命。DIP 插件后工序作为 PCBA 生产的核心环节，受人工操作差异、设备精度偏差、物料品质波动及工艺流程管控不足等多重因素影响，极易出现虚焊、漏焊、连锡、元件偏移等各类不良问题。此类不良缺陷不仅会增加产品返修成本与物料损耗，降低生产交付效率，还会直接影响产品合格率与市场口碑。因此，探究 PCBA DIP 后工序不良率的原因，并提出针对性的解决对策具有重要的研究价值。

1 PCBA DIP 后工序不良率的原因

1.1 人员操作规范执行不足

PCBA DIP 后工序多依赖人工辅助作业，人员操作规范性是影响制程品质的关键因素。目前生产线部分作业人员未严格落实标准化操作流程，长期作业后出现操作松懈、流程简化等问题，插件力度、元件插装角度、引脚预留长度等关键操作把控不到位，极易引发元件歪斜、插装不到位、引脚变形等前置缺陷^[1]。企业常态化技能培训与品质宣导力度不足，新员工实操经验欠缺，老员工存在固有不规范操作习惯，对虚焊、假焊等隐性不良问题的识别能力较弱。现场品质监督巡检频次不足，对违规操作未能及时纠正，作业人员品质责任意识薄弱，未形成全员质控思维，持续导致重复性不良问题产生，稳步拉高整体工序不良率。

1.2 工艺参数控制不稳定

DIP 后工序焊接、洗板、修整等核心制程的工艺参数稳定性，直接决定 PCBA 成品品质。实际生产过程中，波峰焊温度、预热时长、焊接传送速度、锡炉液面高度等关键工艺参数未能实现精准闭环管控，设备长期运行后出现参数轻微偏移，工作人员未及时校准调整，导致批量焊接不良问题。若焊接温度过低，会出现焊锡浸润不良、虚焊、漏焊问题；温度过高则易引发锡珠、连锡、板材起泡等缺陷。生产线未根据不同规格电路板、电子元件的材质特性差异化调整工艺参数，统一参数适配性不足。且工艺参数点检、记录、复核制度落实不到位，参数异常后无法第一时间溯源整改，造成工序不良问题持续发生。

1.3 物料与设备管理存在缺陷

物料品质不达标与设备运维管理缺失，是引发 DIP 后工序不良的重要硬件诱因。物料管理方面，入库物料抽检力度不足，部分电阻、电容、连接器等元件存在引脚氧化、尺寸偏差、材质瑕疵等质量问题，且物料存储环境温湿度管控不当，元件受潮氧化后直接投入生产，会大幅提升焊接不良概率^[2]。物料领用、分类摆放流程不规范，混料、错料问题时有发生，造成产品装配不良。设备管理方面，波峰焊、切脚机、清洗设备等核心生产设备未落实定期保养、校准制度，设备导轨磨损、喷嘴堵塞、传动结构卡顿等故障未及时修复，导致设备运行精度下降，作业稳定性不足，直接影响 PCBA 加工成型品质，持续增加制程不良损耗。

2 PCBA DIP 后工序质量管控优化方案

2.1 建立标准化作业管理体系

首先，结合 DIP 后工序插件、焊接、修板、检测等全流程作业内容，细化编制标准化作业指导书，明确元件插装角度、插件力度、引脚预留尺寸、焊接操作步骤等关键作业标准，统一全员操作准则，杜绝随意简化作业流程、凭经验操作等问题，从制度上规范人员作业行为。其次，建立分层常态化培训与考核机制，针对新员工开展岗前系统化实操培训与品质知识教学，确保熟练掌握标准操作后方可上岗，针对老员工定期开展复训与规范纠偏，整改固有不规范操作习惯，同时增设不良案例讲解课程，提升全员对虚焊、假焊等隐性不良的识别与防控能力。最后，完善现场品质巡检与监督考核制度，安排品质人员定时定点巡查作业流程，及时纠正违规操作，建立作业品质绩效考核机制，将不良率、违规操作次数与员工绩效挂钩，强化全员品质责任意识，杜绝重复性人为不良问题，稳定工序作业

品质。

2.2 优化焊接工艺参数控制

首先，开展工艺参数摸底调试工作，针对不同板材、不同类型电子元件的特性，通过多组对比试验，确定波峰焊预热温度、焊接温度、传送速度、锡炉液面高度、焊接时间等核心参数的最优区间，建立分类工艺参数标准库，摒弃统一化参数模式，根据生产物料规格精准匹配参数，提升工艺适配性。其次，搭建工艺参数常态化点检与校准机制，制定每日、每周参数点检计划表，安排专人负责开机前参数核对、生产中定时巡检记录，及时发现设备运行产生的参数偏移问题，对偏移参数立即校准调整，同时规范参数记录台账，实现参数异常可溯源、可追踪。最后，建立工艺参数异常应急处理机制，针对生产中突发的温度波动、速度异常等问题，制定标准化应急流程，快速排查故障、调整参数，同时定期复盘参数异常引发的不良案例，持续优化参数标准与管控流程，彻底解决参数不稳定导致的连锡、虚焊、锡珠等焊接不良问题。

2.3 强化物料设备全过程管理

首先，完善物料全过程质量管理流程，优化物料入库检验标准，加大元件外观、引脚状态、材质性能的抽检比例，杜绝氧化、变形、尺寸偏差的不合格物料入库；同时规范物料存储环境，精准管控仓库温湿度，做好物料防潮、防氧化防护，对长期存放物料定期复检筛选，避免变质物料投入生产，并且规范物料领用、分类存放流程，做好物料标识管理，杜绝混料、错料问题造成的装配不良。其次，建立设备常态化保养与校准制度，针对波峰焊、切脚机、清洗设备等核心设备，制定日清洁、周保养、月校准、年检修的分级运维计划，定期清理设备喷嘴、导轨杂质，检修传动结构、温控系统，及时更换磨损配件，保障设备运行精度与稳定性。最后，搭建设备运行台账与故障复盘机制，详细记录设备保养、校准、故障维修信息，定期分析设备故障高发问题，提前做好预防性维护，从物料与设备层面全方位规避制程不良隐患，降低工序整体不良率。

结语

通过规范人员标准化作业、稳定焊接工艺参数、强化物料与设备全流程管理，可有效解决 DIP 后工序常见的焊接不良、装配缺陷等问题，能够显著降低工序不良率，减少产品返修与物料浪费。本次优化方案立足生产实际，具备较强的可行

性与针对性，可有效完善 PCBA DIP 工序质量管控体系。后续生产中可持续落地优化措施，并结合生产工况动态调整管控细节，持续精进制程品质，为电子制造业 PCBA 制程质量管控与高效生产提供参考依据。

参考文献

[1]王德新,俞胜平,徐昌国,等. 基于 LSTM 的 PCBA 批次质量预测[J]. 控制工程, 2024, 31(3):497-502.

[2]金梓谦,许庆,苏煜. 选择性波峰焊的数值仿真方法与工艺参数优化[J]. 焊接学报, 2025, 46(12):9-15.

作者简介：张秀平，女，质量部 QE，助理工程师，本科，研究方向：质量管理。