



团 体 标 准

T/CEATEC XXXX—XXXX

AI 驱动 PCBA 组装光学检测（AOI）设备性能评估方法

Performance Evaluation Method for AI-driven AOI Equipment for PCBA Assembly

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

中国欧洲经济技术合作协会 发 布

目 次

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 技术要求 2

 4.1 总体要求 2

 4.2 机械与传输要求 2

 4.3 光学与检测性能 2

 4.4 软件、数据和通讯 2

 4.5 安全、ESD 与环境适应性 3

5 试验方法 3

 5.1 外观与结构检查 3

 5.2 重复定位精度 3

 5.3 三维高度测量 3

 5.4 检测能力测试 3

 5.5 速度试验 3

 5.6 通讯试验 3

 5.7 环境稳定性试验 3

6 检验规则 3

 6.1 检验分类 3

 6.2 出厂检验 4

 6.3 型式检验 4

7 标志、包装、运输和贮存 4

 7.1 标志 4

 7.2 包装 4

 7.3 运输 4

 7.4 贮存 4

附 录 A （资料性） 验收资料清单 5

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国欧洲经济技术合作协会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

AI 驱动 PCBA 组装光学检测（AOI）设备性能评估方法

1 范围

本文件规定了PCBA在线三维自动光学检测（3D AOI）设备的技术要求、试验方法、检验规则以及标志、包装、运输和贮存要求。

本文件适用于SMT回流焊后、波峰焊后或选择性焊接后的PCBA在线三维AOI设备；离线型、单机型或双轨型3D AOI设备可参照执行。

本文件覆盖的检测对象为已完成元器件贴装和焊接的印制板组件，检测项目包括元器件贴装状态、焊点外观、极性和字符识别、元件高度、焊点高度及共面性等。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 191 包装储运图形符号标志

GB 2894 安全色和安全标志

GB/T 5226.1 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件

GB/T 17626 电磁兼容 试验和测量技术

GB/T 2423 电工电子产品环境试验

IPC-A-610 电子组件的可接受性

IPC-J-STD-001 焊接的电气和电子组件要求

IPC-HERMES-9852 表面贴装技术组装中机器对机器的通信标准

IPC-CFX 电子制造设备数据交换标准

ANSI/ESD S20.20 静电放电控制方案

SMEMA Surface Mount Equipment Manufacturers Association Interface Standard

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

PCBA 在线三维自动光学检测设备 PCBA online 3D automated optical inspection equipment

安装在PCBA生产线中，利用二维成像和三维测量技术对PCBA进行自动检测、判定、标识和数据输出的非接触式检测设备。

3.2

3D高度测量 3D height measurement

通过结构光、相移、莫尔、激光或等效光学方法获得被测区域高度信息的测量过程。

3.3

漏检率 miss rate

实际存在缺陷的样本被设备判定为合格的数量占实际缺陷样本总数的比例。

3.4

误报率 false positive rate

合格样本被设备判定为缺陷的数量占合格样本总数的比例，通常以PPM或每板误报数表示。

3.5

首件编程时间 first piece programming time

从导入产品资料或开始建立检测程序，到完成首件确认并可投入检测所需的时间。

3.6

检测覆盖率 test coverage

设备对规定检测对象和缺陷类型进行检测的覆盖程度。

4 技术要求

4.1 总体要求

4.1.1 设备应具备在线连续检测能力，能够与上、下游生产设备进行板件交接、状态互锁和异常停线联动。

4.1.2 设备应采用二维图像检测与三维高度测量相结合的检测方式；仅具备二维检测能力的设备不宜作为本文件所称在线三维 AOI 设备。

4.1.3 设备应支持产品配方管理、权限管理、检测结果追溯和缺陷图像保存，检测数据应可按板号、条码、批次、时间和工位查询。

4.1.4 设备关键测量单元、相机、镜头、光源、运动轴和传输机构应便于维护和校准。

4.2 机械与传输要求

机械与传输指标应符合表1的要求。

表 1 机械与传输要求

项目	指标	说明
适用PCB尺寸	50 mm×50 mm至510 mm×460 mm；大板型设备可扩展至610 mm×560 mm	按产品系列声明
PCB厚度	0.4 mm至6.0 mm	含常见刚性板和部分厚铜板
传输方式	单轨或双轨；导轨宽度电动调整；支持左至右或右至左流向	双轨设备应分别统计轨道能力
板边夹持区域	宜不小于3 mm；异形板或无有效板边产品应配置治具或托盘	按工艺确认
重复定位精度	不大于±10 μm	以校准网格板或等效标准件测试
整机可用率	量产条件下不低于 95%	不含计划维护和外部停线

4.3 光学与检测性能

光学检测技术指标应符合表2的要求。

表 2 光学检测技术指标

项目	指标	说明
最小检测元件	应稳定检测0201；推荐支持01005	01005检测需给出光学分辨率和样板条件
二维分辨率	标准模式不大于10 μm/pixel；高分辨率模式不大于5 μm/pixel	按视场和镜头配置声明
三维高度重复性	焊点和元件高度测量重复性不大于±5 μm	同一点重复测量30次
检测对象	缺件、错件、偏移、立碑、反向、极性、字符、连锡、少锡、多锡、虚焊、翘脚、QFN/BGA侧边爬锡等可见缺陷	检测结果以可见焊点和可见检测区域为判定对象
致命缺陷漏检	验证样本中不应出现漏检	以确认缺陷库和产品缺陷等级为准
一般缺陷漏检率	不大于0.02%	连续检测或抽样验证
误报率	不大于300 PPM，或平均每板不大于3点	可按板复杂度约定
检测速度	在开启2D+3D全项检测时不低于80板/h，或不低于100000焊点/h	以约1000元件、5000焊点标准板为基准
检测覆盖率	可见元器件、可见焊点、极性和规定字符应达到100%	遮挡区域应在程序中标识

4.4 软件、数据和通讯

4.4.1 应支持 Gerber、CAD、BOM、坐标文件和条码信息导入，具备检测库复用和离线编程功能。

4.4.2 1000 个检测特征左右的常规 PCBA，首件编程时间宜不大于 30 min；换线时间宜不大于 10 min。

- 4.4.3 应支持 MES、条码系统、SPC 系统或等效质量系统对接，至少具备 CSV/XML/JSON 或数据库导出能力。
- 4.4.4 在线设备应支持 SMEMA；推荐支持 IPC-HERMES-9852 和 IPC-CFX。
- 4.4.5 软件应记录配方变更、权限操作、报警、复判和人工放行记录。

4.5 安全、ESD 与环境适应性

安全、ESD、环境适应性指标应符合表3的要求。

表 3 安全、ESD、环境适应性指标

项目	指标	说明
工作温度	15℃至35℃，推荐22℃至28℃	温度变化不应造成检测漂移超限
相对湿度	30%RH至70%RH，无凝露	低湿环境应加强ESD管控
电源	AC 220 V±10%，50/60 Hz，独立保护接地	大功率配置按铭牌执行
接地与ESD	整机保护接地连续可靠；接触产品部位应做防静电处理	参照ANSI/ESD S20.20
安全防护	急停、安全门联锁、光幕或防护罩、漏电和过载保护	危险运动区域应有明显标识
噪声	正常运行声压级不大于75 dB(A)	距设备1 m、高度1.5 m测量

5 试验方法

5.1 外观与结构检查

目视检查外观、标识、连接、传输轨道、安全防护和维护空间；运行空载、满载传输各不少于30 min。

5.2 重复定位精度

使用经校准的玻璃网格板或等效标准件，对同一基准点连续定位不少于30次，计算最大偏差和3σ值。

5.3 三维高度测量

使用标准高度台阶、焊点高度样板或经计量确认的标准件，按低、中、高三个高度区间进行重复测量。

5.4 检测能力测试

采用含典型缺陷的IPC或经采购方确认的缺陷样板，缺陷类型不少于20类，每类不少于5个样本，并配置同批次合格样本。

5.5 速度试验

使用标准测试板连续检测3次，记录整板时间、焊点数和误报数，取平均值计算板/小时和焊点/小时。

5.6 通讯试验

与上、下游模拟设备或实际产线连接，验证进出板、状态互锁、报警、配方切换、条码和检测结果上传。

5.7 环境稳定性试验

在规定工作环境下连续运行24 h，期间不得发生非外部原因停机，关键检测指标不得出现超限漂移。

6 检验规则

6.1 检验分类

设备检验分为出厂检验和型式检验。检验项目见表4。

表 4 检验项目

项目	出厂检验	型式检验
外观、标志和安全防护	必检	必检
传输和上下游联动	必检	必检
重复定位精度	必检	必检
2D/3D检测能力	抽检或按合同	必检
漏检率和误报率	按合同或抽检	必检
通讯接口	必检	必检
环境稳定性	可选	必检

6.2 出厂检验

- 6.2.1 每台设备出厂前应进行第五章试验。设备交付验收资料清单见附录 A。
- 6.2.2 出厂检验，当出现不合格项目时，允许返修后重新检验，返修次数不应超过二次，若出现不可修复项目，则产品判定为不合格。

6.3 型式检验

6.3.1 检验条件

- 有下列情况之一时，应进行型式检验：
- a) 新产品定型或试生产时；
 - b) 产品结构、材料、工艺重大变更可能影响性能时；
 - c) 停产超过 6 个月恢复生产时；
 - d) 出厂检验结果与型式检验结果差异较大时；
 - e) 国家相关部门或行业协会要求时；
 - f) 正常生产每年至少 1 次。

7 标志、包装、运输和贮存

7.1 标志

- 7.1.1 设备明显位置应设置产品标志，包含：名称、型号、制造商、生产日期、电源参数、额定功率、防护等级、执行标准号。
- 7.1.2 包装标志符合 GB/T 191，包含：小心轻放、防潮、防晒、防震等。

7.2 包装

采用防震、防潮、防尘和防倾倒包装；镜头、相机、光源和精密运动部件等易损件单独包装固定；随附产品合格证、使用说明书、检验报告、备件清单、安装调试说明书。

7.3 运输

运输避免剧烈振动、碰撞、淋雨、暴晒；包装倾斜角度不大于15°，严禁倒置、侧放。

7.4 贮存

- 7.4.1 贮存环境：温度-10℃～45℃，湿度≤80% RH，无凝露、无腐蚀性气体、无振动、无阳光直射。
- 7.4.2 长期贮存超过 6 个月，应按制造商要求进行通电和防潮维护。

附 录 A
(资料性)
验收资料清单

A.1 设备交付或型式检验时，宜至少提供以下资料，作为技术验收、后续维护和质量追溯的依据。

- a) 设备规格书、配置清单、关键部件型号清单和软件版本记录；
- b) 重复定位精度、三维高度测量重复性和标准件校准记录；
- c) 缺陷样板说明、缺陷等级定义、漏检率和误报率统计报告；
- d) 通讯接口说明，包括 SMEMA、IPC-HERMES-9852、IPC-CFX 或 MES 对接字段；
- e) 安全、ESD、接地、急停和联锁测试记录；
- f) 维护保养计划、易损件清单和推荐校准周期。

