

3D SPI 视觉发展历程及技术解析

苏州图锐智能科技有限公司

摘要：

三维 SPI 检测仪提高 SMT 制成良率的最佳工具，全球表面贴装协会(SMTA)的报告里提到 SMT 制程工艺的不良中锡膏印刷相关的不良占 74%。锡膏印刷工艺和检测技术的好坏决定着 SMT 工艺的品质。[出处: SMTA 2000 – SMT 工艺中的 74%的不良来自锡膏印刷]因此行业内需要专业的锡膏检测设备，需要独特的锡膏印刷工艺，更需要精湛的测量技术。

关键词：表面贴装技术 锡膏检测 双目视觉 3D SPI

1、SPI 新技术功能概况

SPI 功能：

在 SMT 源头检测锡膏不良，在回流焊接前及时发现质量隐患，几乎没有返修成本和报废的可能，有效节约生产成本；

与印刷机和贴片机实时反馈与优化，可使生产质量更趋平稳，大幅缩短新产品导入时必须经历的不稳定试产阶段，相应成本损耗降低；

焊锡缺陷时 AOI 设备最主要缺陷，导入 SPI 设备可以降低 AOI 设备误判率，提高直通率，有效节约人为确认的时间；

部分 PCB 上的高成本元器件如 BGA、CSP，由于自身特性所带来的光线遮挡，AOI 无法对其进行检测，SPI 通过过程控制，最大减少了炉后这些器件的不良产生。

2D AOI  3D SPI  3D AOI

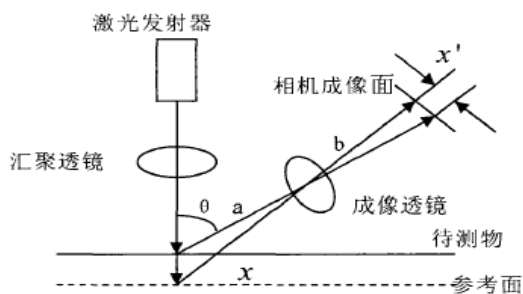
2、SPI 方案介绍

三维测量法	接触式	机械三坐标测量			
	非接触式	光学方法	非相干涉	主动式	激光测距
					光栅编码
				数字全息	
				莫尔条纹	
			被动式	立体视觉	
				SFS	
		相干涉	全息照相		
			散斑干涉		
	双波长法				
非光学	工业 CT				
方法	核磁共振				
	超声波测距				

3、SPI 专业技术解析

- **激光三角测量**

属于第一代锡膏检测缺陷检测技术利用三角量测原理。造价成本低，结构简单。

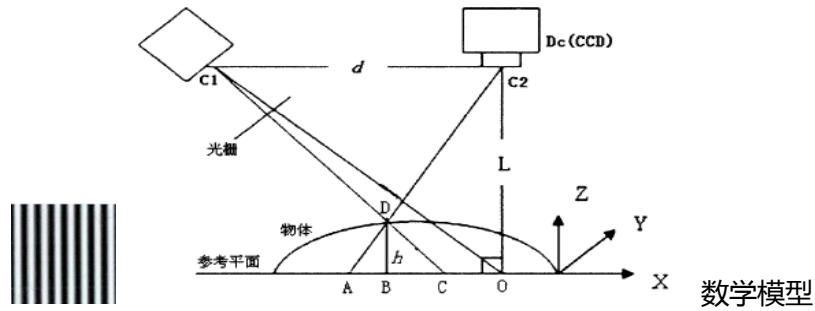


$$x = \frac{ax'}{b \sin \theta - x' \cos \theta}$$

- a 是待测点到成像透镜中心的距离；
- b 是待测点的像点到成像透镜中心的距离；
- θ 激光束光轴和接受透镜光轴的夹角。

● **相位测量轮廓术 (Phase Measurement Profilometry)**

原理：采用白光将正弦光栅投影到被测物体面上，光栅图像发生变形，通过相机捕获条纹的灰度值变化，结合相移动技术，可通过三角量测原理计算出被测物体表面的空间坐标。



采集到的经物体表面调制的变形光栅条纹图的光强分布为：

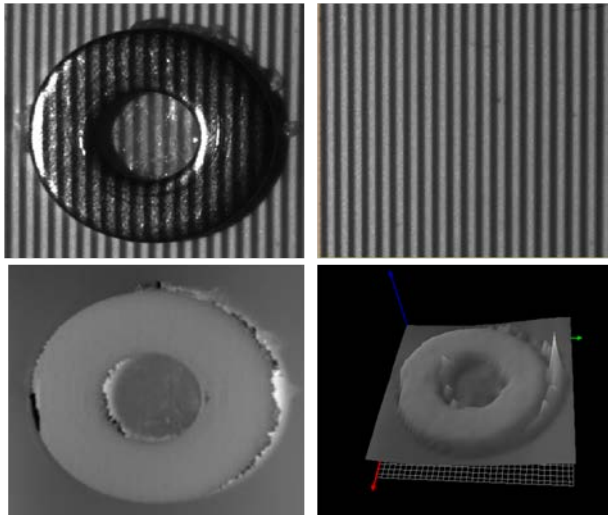
$$I(x,y) = I_B(x,y) + I_R(x,y) \cos[\phi(x,y) + \delta] \quad (4.2)$$

其中， $I_B(x,y)$ 为图像上 (x,y) 点与光照无关的背景光强， $I_R(x,y)$ 为图像上 (x,y) 点与光照有关的反射光光强， $\phi(x,y)$ 为图像上 (x,y) 点对光栅投影的调制相位值，由被测物体表面高度信息 $h(x,y)$ 所决定， δ 为投影光栅的初始相位。

$$\begin{cases} I_1(x,y) = I_B(x,y) + I_R(x,y) \cos[\phi(x,y)] \\ I_2(x,y) = I_B(x,y) + I_R(x,y) \cos[\phi(x,y) + \pi/2] \\ I_3(x,y) = I_B(x,y) + I_R(x,y) \cos[\phi(x,y) + \pi] \\ I_4(x,y) = I_B(x,y) + I_R(x,y) \cos[\phi(x,y) + 3\pi/2] \end{cases}$$

可以计算出图像上的点对光栅的调制相位：

$$\phi(x,y) = \arctan\left(\frac{I_4 - I_2}{I_1 - I_3}\right)$$



特点：

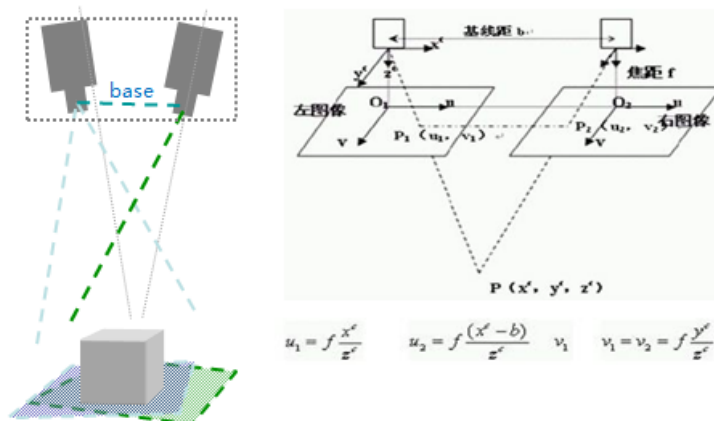
主动式，基于被测物体对投影光的调制来测量三维高度。

使用正弦光栅进行面投射，速度快。

- **双目视觉 (Stereo Vision)**

从而立起 3D 立体图像，最终测算出机器人本身与障碍物的距离。

第三代 3D 锡膏检测技术不同于第一代(利用激光)第二代(利用条纹光)第三方物体来模拟测量实现 3D 建模，它是通过本身所取的两张图片来实现真正的 3D 建模技术，从而大大减少外界对其造成的干扰，更稳定；因每个景物只需取一张图片（两个相机同时取像，不同于利用条纹光(PMP)每个点需取四张图片做计算及激光三角测量技术所求得激光特性及机械结构所限，速度进一步提高。

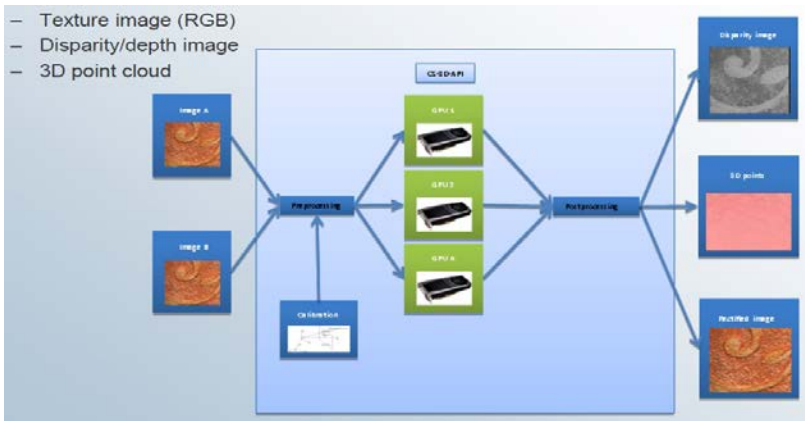
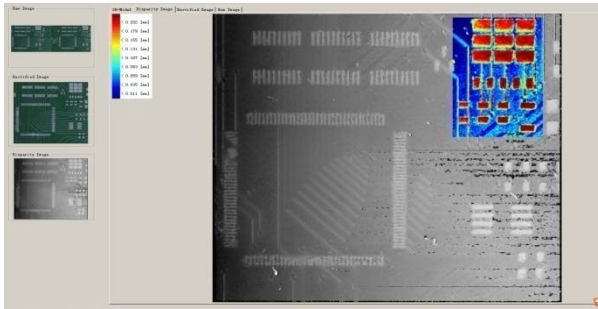


视差：某一点在两幅图像中相应点的位置差:

$$d = (u_1 - u_2) = \frac{f \cdot b}{z^c}$$

由此可计算出空间中某点 P 在左摄像机坐标系中的坐标为:

$$\begin{cases} x^c = \frac{b \cdot u_1}{d} \\ y^c = \frac{b \cdot v}{d} \\ z^c = \frac{b \cdot f}{d} \end{cases}$$



4、技术特点

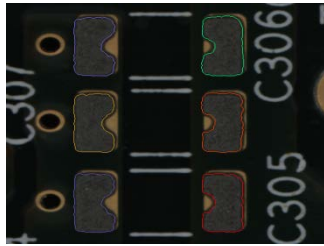
全球首家采用 3D 双目立体视觉技术锡膏检测系统，检测精度高，速度快；

相机为线阵扫描相机，采集 FOV 大小为 140mm*44mm，采集速度仅需 0.4s，检测速度合

计 3.0s，系统采集 FOV 数量少，机构部件磨损少，系统运行稳定，寿命长；



使用彩色相机进行拍摄,真实彩色图像再现产品实际效果,锡膏区域通过颜色分割,更精准,保证检测低锡桥连缺陷无遗漏。



采用高亮 LED 和独特的照射构造,LED 发出的光线经过球面内特殊的漫反射材料形成高亮且均匀的扩散光。



5、系统软件

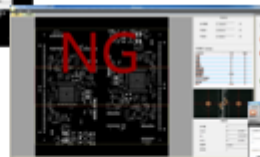
资料创建



检测条件



检测主程序

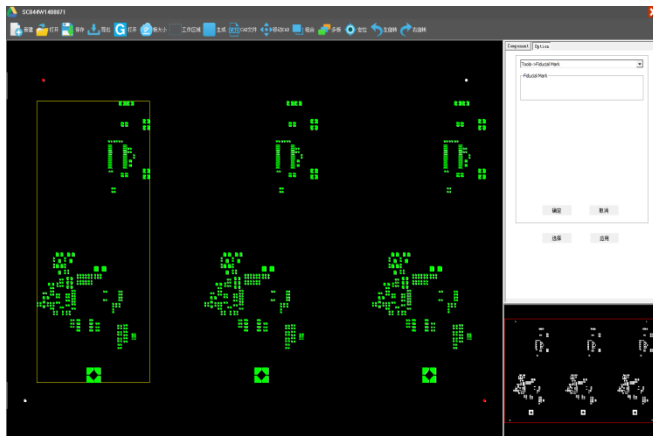


SPC



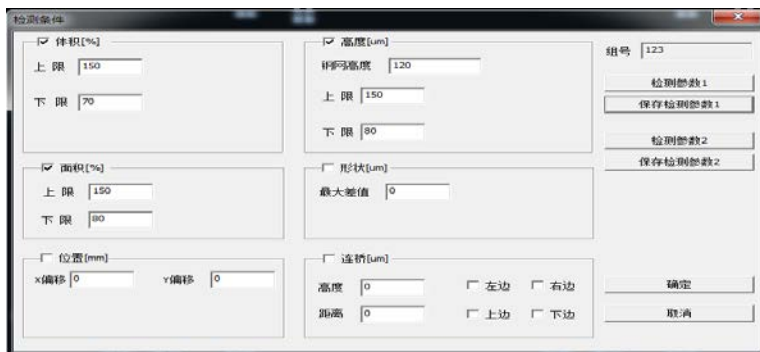
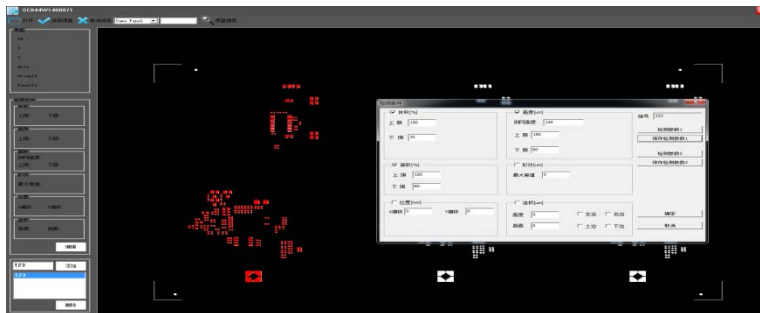
5.1 资料创建

- 钢网 Gerber 文件 (274X)、PCB 对应 pad gerber 文件
- CAD 文件



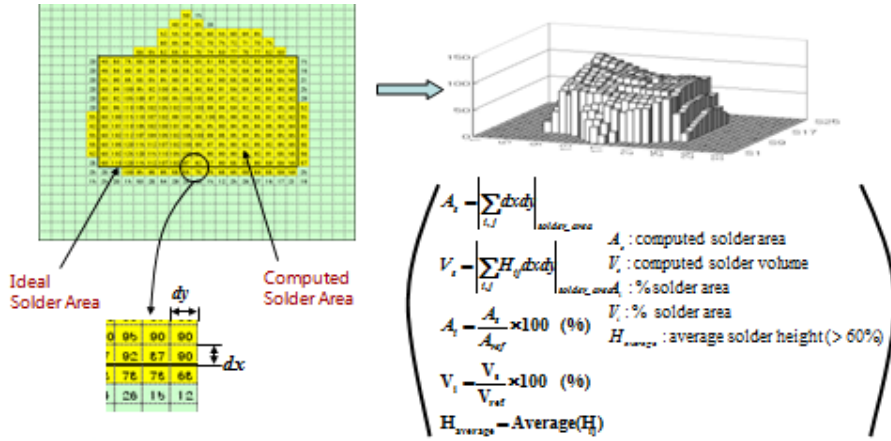
5.2 检测条件

- 分组设置
- 同类型设置
- 单 PAD 设置



测量参数计算：

Height Map of Solder per pixel



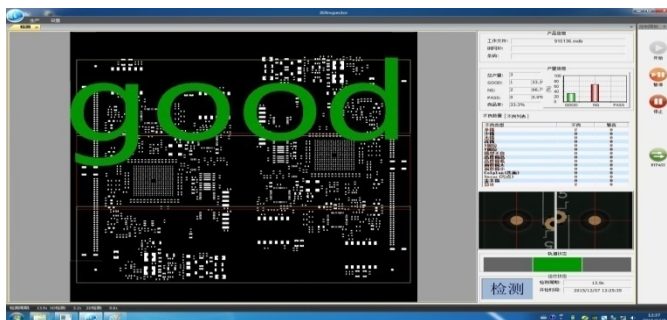
5.3 检测主程序

FOV 路径规划

Mark 学习

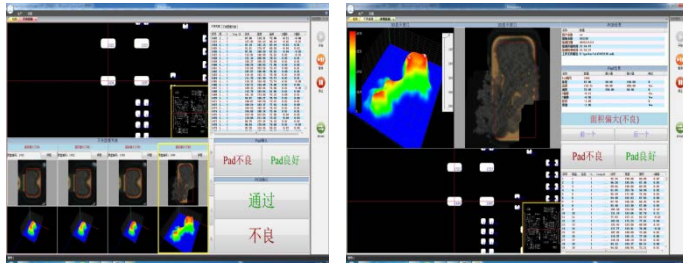


● 检测主界面



缺陷查看

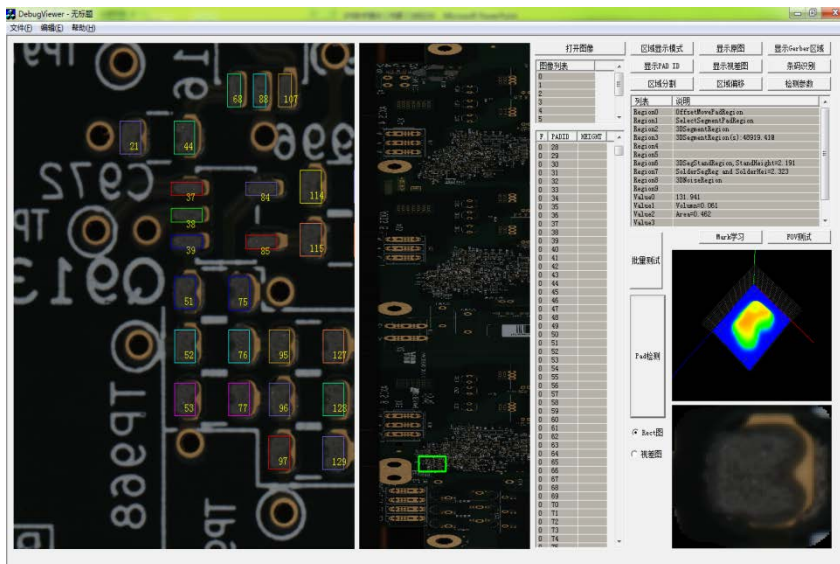
详细缺陷查看



● 检测参数设置



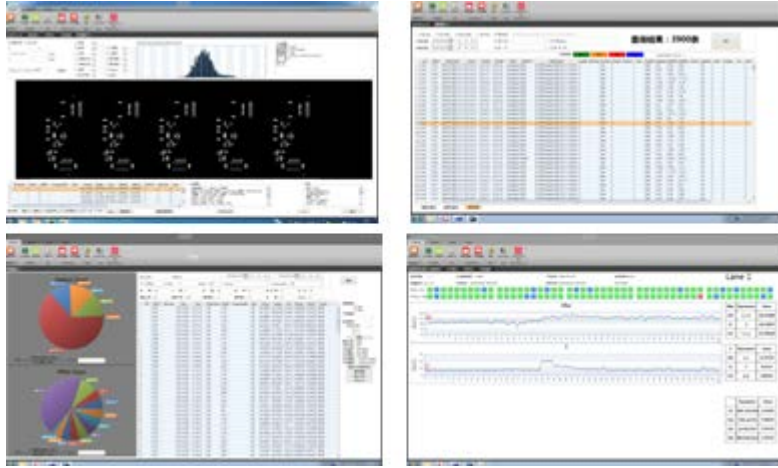
● 测试软件



5.4 SPC

Histogram, Xbar&R Chart, Xbar&S Chart, Cp&Cpk, Gage R&R

实时 SPC ; 自动生成报告 。



6、结束语

锡膏印刷相关的不良是不规则产生的。只有我们实时监控印刷机的状态，才能明显减少 SMT 工艺中的不良率。优化印刷工艺能提高 SMT 工艺的品质，达到较高的良率水平。很多因素影响印刷工艺品质，并且没有明确的因果关系。所以必须实时监控印刷工艺，及时准确地调整印刷机状态。因电路板零件微小化及板面复杂化的趋势，三维锡膏检测设备能最小化新产品、新工艺导入时间，提高良率和品质的最佳工具。为客户缩短产品上市周期或承接客户订单提供质量和时间保证同时可有效的节约客户维修成本及因产品质量导致的客户流失。