



Improving SMT Yield and Reducing Defects: A Rauland Case Study

减少缺陷，提高SMT成品率： Rauland公司案例分析

作者：Edward Hughes
ACULON

器件密度越大，线路板越复杂，意味着SMT组装生产线的运营与成品率均面临更大的挑战。但是，器件尺寸小型化可以使得PCB上的器件排列更加紧凑，组装出来的产品更小，设计也更有效，行业不得不面对这样新一轮小型化复杂组装挑战。

尽管大规模SMT组装生产已经有几十年，产线上的问题还是一直存在，而新的要求又带来新的挑战。SMT锡膏印刷工艺本身虽然并不复杂，控制并得到满意的工艺结果却不容易。不理想的工艺导致大量返工，降低产线生产能力的同时，还增加了产品的成本，并影响产品可靠性。

Rauland是AMETEK公司的一个部门，是一家有80年历史专注于集成通信技术的公司，主要生产护理呼叫中心、学校电铃系统，面向全球市场的两个通信产品系列包括：为医疗行业设计的Responder，以及

服务教育市场的Telecenter系统。

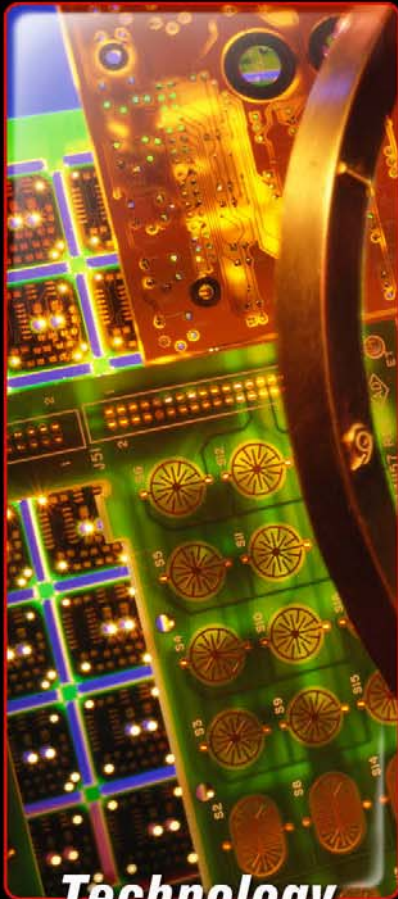
Jimmy Crow是Rauland的工艺工程师，他拥有SMTA认证。Rauland的制造设施高度复杂，配备最先进的SMT设备，产线符合美国食品药品监督管理局(FDA)的要求。Rauland生产线主要在4到8层的PCB板上组装BGA、PCBGA、QFN等器件，典型的双面板级组装，迄今为止组装的最小的器件为042 Aperio。

Crow对生产质量非常敏感，要求很高。之前，他对自己的SMT产线的表现并不十分满意。总是有不少缺陷和产线停运发生。返工程度也非常高。他的目标是确保产品质量，同时降低SMT相关的缺陷，提高生产能力。

研究显示，SMT生产线上65%的缺陷源于锡膏印刷。Crow认为Rauland公司也不例外。而模板印刷的平均工艺周期高达22秒，每两三分钟停下印刷做一次模板清洁。印刷工艺成了产线的瓶颈，整条SMT生产线常常处于等待状态。没有人愿意看到模板印刷成为组装线上的最慢的工艺步骤，产线急需优化和平衡。

We Take the Time to do it Right

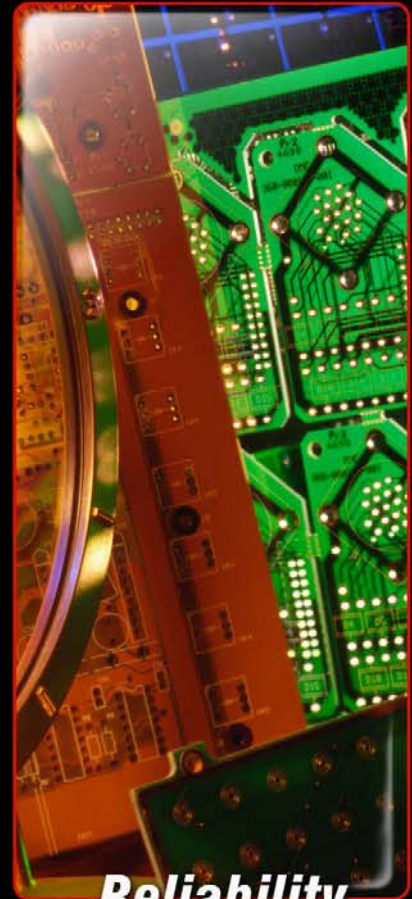
because you don't have the time to do it over.



Technology



Speed



Reliability



Prototron Circuits

High quality quick turn manufacturing, just another reason we are
America's Board Shop

Redmond Facility

15225 NE 95th Street, Redmond, WA 98052
Toll: 888.847.7686 Phone: 425.823.7000

Tucson Facility

3760 E. 43rd Place, Tucson, AZ 85713
Toll: 800.279.5572 Phone: 520.745.8515

Business Case: Actual Quality Improvement

Between May 2016 and August 2016

SMT defects down 52%

• Per Koh Young Zenith AOI

ATE defects down 42%

• Expensive to repair & retest

	Defects in SMT (OQR Report)			Defects in ATE (OQR Report)			
	Defects	# Boards	Defects/Board	Defects	# Boards	Defects/Board	
May	804	90,000	0.89%	1503	49,842	3.0%	
Aug	763	179,772	0.42%	1753	100,866	1.7%	

Reduction in SMT Defects **52.49%** Reduction in ATE Defects **42.4%**

图1: Jimmy Crow在Rauland的结果: SMT相关的缺陷率减少50%以上, 生产能力增加超过20%, 三条SMT产线每年为公司节约1百万美元。

为了达到高效但又不影响印刷模板的清洁, 最终, Crow选择了Zestron公司Vigon UC160。Zestron的这款产品是专门用于SMT模板的水基清洁媒介, 因为配方中的水的蒸发速度比IPA慢得多, 减少擦拭次数也能达到很好的效果。

3. 纳米涂层

通过更系统化得分析SMT产线问题, Crow找到了更好的模板擦拭纸和模板清洁溶剂, 但是, 缺陷和停机仍不时发生。随钢网模

Crow决定重点先放在模板印刷工艺 —— 主要影响成品率、生产能力、质量、和停机成本的环节。并集中改进工艺。为此, Crow系统得做了一个缺陷根本原因分析

1. 模板底部清洁

最初, Crow集中分析了对模板进行机械性清洁所使用的材料 —— 擦拭纸以及模板底部清洁试剂。在尝试使用不同种类的擦拭纸后, 结果显示, 确实能找到比现今使用的材料更好的选择。Crow选择了一款多孔的、他认为效果更好的擦拭材料 —— Micro-Care Stencil。这款材料能够更好地处理SMT模板的锐边, 而老式的材料经常会被划破, 带来缺陷和返工。与一些老款材料相比, 新款擦拭纸的多孔结构还能够更好地去除锡球。

2. 清洗溶剂

接下来, Crow将注意力放到了模板底部清洁使用的溶剂。他发现, 酒精(也就是IPA, isopropyl alcohol)是问题的来源, 因为新的锡膏含合成松香, 而酒精改变锡膏的粘度和使用的难易度。因此, 酒精不是模板清洗溶剂的最佳选择, 效果不彻底, 模板开孔侧壁会附着锡膏。他又尝试了不使用IPA, 也不喷洒任何其它溶剂, 结果还是一样。显然, 是需要新的清洁溶剂。

板的复杂程度的不同, 平均擦拭周期仍在4至5块模板之间。显然, 要工艺全面优化, 似乎还缺点什么。

在一次行业会议中, Crow遇到了SMT制造专家, Chrys Shea。他了解到, Chrys在SMT生产线上进行了同样的优化, 效果却相当可观。这是因为她发现了解决相同问题的关键 —— 更科学的方式, 也是Crow的方案中一直缺失的部分 —— 纳米涂层。Shea几年来的研究, 使她成为Aculon的NanoClear —— 一种专门处理印刷模板的技术 —— 的倡导者, 她的SMT产线, 因为使用NanoClear处理印刷模板, 性能显著提升。

按照Shea的建议, Crow将NanoClear引进自己的SMT工艺, 擦拭周期很快延长了一倍, 从每四到五次印刷擦拭一次, 延长到每8到9次(甚至十次)印刷进行一次擦拭。

使用Aculon NanoClear之后, Crow产线能力增加了三分之一, 而同时, Koh Young Zenith和AOI跟踪到的生产线缺陷降低了52%。所有都在预料之外。现在, Crow的生产线每24个印刷周期才进行一次模板清洁。AOI检测和ATE测试都没有发现质量降低。因为印刷工艺速度提升, 整条SMT生产线不仅效率增加, 而且工艺更干净, 提高速度的同时还提到了质量。

用数据说话

Crow认为，他找到了改进模板印刷工艺的“三步法”——更软的擦拭材料、专用工程试剂、以及纳米涂层，为Rauland的SMT生产线带来显著的成果，缺陷率降低超过50%，生产能力增加超过20%，公司三条SMT生产线年节省一百万美元。首次通过成品率从80%提高到99%。而且，模板底部擦拭频率从每5次印刷一次，延长到每24次印刷一次擦拭，降低了79%。

使用Shea为Aculon设计的可线上下载的拥有成本(COO)计算器，Crow向公司管理层展示了他的工艺改进结果。为计算节约成本，计算器考虑的因素包括了简单和复杂返工的成本，擦拭纸材料成本，和溶剂成本。使用计算器，Crow能确认简单返工成本为每个线路板2.3美元，而复杂返工成本高达每板34.5美元。另外，按每块电路板平均，擦拭纸成本仅为0.03美元，清洁溶剂只需0.02美元。

综合返工节省的成本，以及因为减少擦拭而节约擦拭纸和清洁溶剂成本，COO计算器显示出相当可观的年成本节约。另外，考虑到线上工人不再需要频繁更换擦拭纸卷，每年额外增加了52小时的生产时间，相当于一个轮班整整一周的时间。又因为这项投资，Crow每年的产线每年可多组装5,000块，以每个应用200块印刷模板、每块模板所需额外投资25美金来计算，使用纳米涂层的总投资大约为五千金——而节省的成本高达395,000美元。

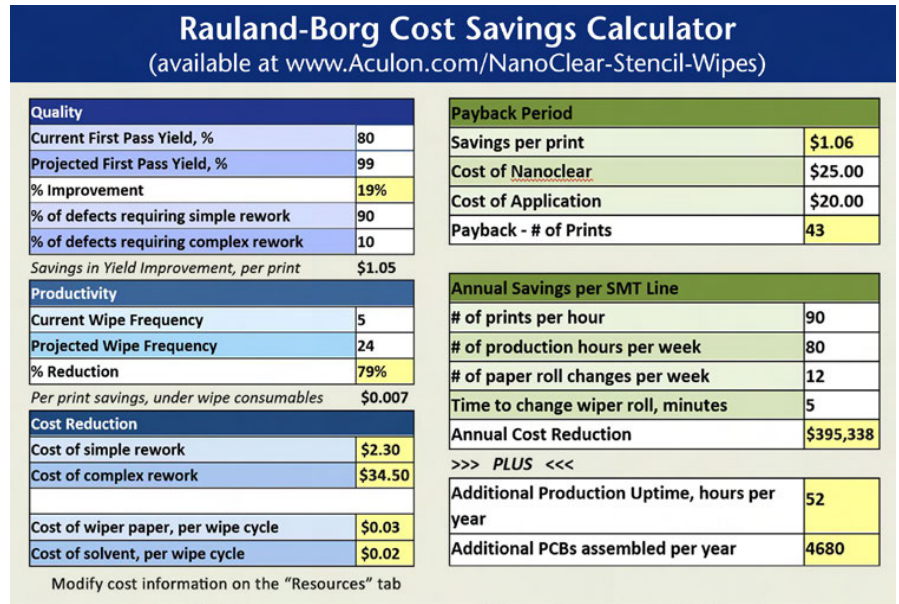


图2: 使用成本计算器，管理层能轻易地了解工艺改进带来的结果。

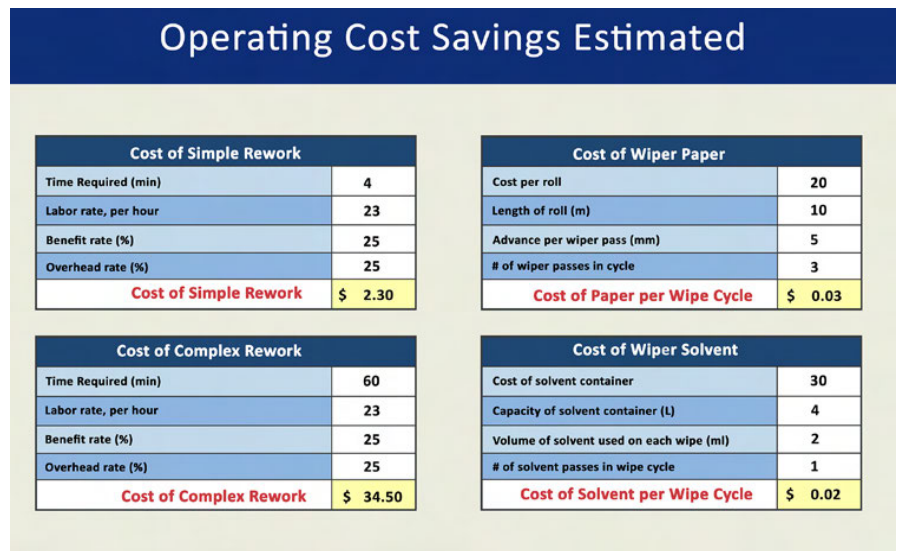
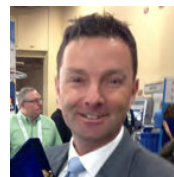


图3: 成本计算器考虑了简单返工和复杂返工的成本，擦拭纸成本和清洁溶剂成本。

Crow的工作得到了公司管理层的认可，受到了奖励和职位升迁。“Jimmy,干得好!”。SMT007



Edward Hughes
Aculon公司总裁兼CEO