

# GLOBAL SMT & PACKAGING

The Global Assembly Journal for SMT & Advanced Packaging Professionals

## STENCIL NANOCOATINGS

**Autonomous  
Vehicles at CES**

**Managing  
Material Costs**

**EMS Business  
Competition**

**Rework & Repair  
Staffing**

**Surface  
Pretreatment**



**Rick Ertmann  
Interview Inside**



# 模板纳米涂层 不再仅用于密间距锡膏印刷

用成本计算器了解纳米涂层如何节省工艺及生产成本

作者：EDWARD HUGHES 和 MARIO GATTUSO, ACULON公司

返工及耗材成本计算器

长期以来人们就认为 SMT 锡膏印刷模板上应用纳米涂层会有益于焊膏的小孔释放——这个看法 100%正确；不过，人们通常把模板纳米涂层看作最终不得已而采取的选择，理由是，相对模板本身的成本而言，纳米涂层太贵了。恰恰相反，这个观点正好 100%不正确。

我们有幸拥有许多像高通这样的高端客户，他们的每一块印刷模板上都使用我们的纳米涂层技术。产业中也常听到这样的一些说法，比如“哦，我们在难印刷的板子上都使用了纳米涂层”，或者“是的，我们在间距 0.5 毫米和更小的板子上用了您的纳米涂层。”事实是，自组织单分子（SAMP）纳米涂层能带给模板印刷工艺的益处很多，不仅仅是针对小特征尺度组装才有优势。业已证明，模板纳米涂层不仅能减少模板清洁擦拭频率，还可以提高印刷分辨率，减少印刷的锡膏体积变化。

虽然有些聚合物纳米涂层的成本要高于模板自身成本，NanoClear 却不同，PCB 组装厂商平均只需为每块模板上使用 NanoClear 涂层额外支付 25 到 50 美元。具体实际成本取决于用户自己使用纳米涂层，还是让模板供应商为他们准备好有涂层的模板。大多数情况下，用不了 200 个印刷周期，硬性节约产生的回报就可以覆盖使用纳米涂层所需成本。而这种回报还并未考虑产线因为减少擦拭纸巾更换和由此产生的宕机时间所能增加的产能回报，也没有将改善的印刷清晰度得附加回报考虑在内！这简直印证了质量大师菲利普·克罗斯比的那句话：“质量是免费的”！

说到这儿，我们仿佛听到你象《甜心先生》电影里一样在喊：“SHOW ME THE MONEY!”。

Cost of Simple Rework		Cost of Wiper Paper	
Time required, min	4	Cost per roll	20
Labor rate, per hour	12	Length of roll, m	10
Benefit rate, %	25	Advance per wiper pass, mm	5
Overhead Rate, %	25	# of wiper passes in cycle	3
<b>Cost of Simple Rework</b>	<b>\$ 1.20</b>	<b>Cost of Paper per Wipe Cycle</b>	<b>\$ 0.03</b>

Cost of Complex Rework		Cost of Wiper Solvent	
Time required, min	60	Cost of solvent container	30
Labor rate, per hour	16	Capacity of solvent container, liter	4
Benefit rate, %	25	Volume of solvent used on each wipe, ml	2
Overhead Rate, %	25	# of solvent passes in wipe cycle	1
<b>Cost of Complex Rework</b>	<b>\$ 24.00</b>	<b>Cost of Solvent per Wipe Cycle</b>	<b>\$ 0.02</b>

图 1. 成本计算器电子表格

为了证明纳米涂层确实改善成本和生产率，我们请来 Shea 工程服务公司的 Chrys Shea，根据她的知识和经验开发了一个计算成本节约的核算工具。她创建的 Excel 工作簿可以帮助用户计算 SMT 工艺中的缺陷和模板底部擦拭耗材产生的平均成本，并将这些成本折算成单次印刷中可节约的部分、年度总的节约、以及产线由此获得的额外产能。它的使用方法如下：

成本核算小工具可以从我们的网站 [www.aculon.com](http://www.aculon.com) 下载。Excel 工作簿包括两个计算卡，一个计算考虑因素包括简单返工和复杂返工两种状况下的成本，以及每次擦拭使用的纸巾和溶剂的成本；另一个计算卡则是考虑由此为产线带来的回报以及额外增加的运行时间。这些数字都是由用户自己直接输入，便于客户模拟各种各样“假设”的情景。工作簿一目了然，非常透明，无任何锁定的单元格、隐藏的公式或假设。

成本计算器(Cost Calculator)如图 1 所示。“简单返工”是指可手工进行的、使用诸如烙铁、真空焊或锡线等进行的返修；需要使用设备的返修一般归为“复杂返工”。需要注意的是计算中没有包括机器成本，因为这一项会

随产线设施、原始投入以及使用年限的不同而变化。这儿计入的只有平均劳动力成本、劳动力福利和管理费用。通过电话或电子邮件，这些数字就能够很容易地从会计部门拿到。复杂返工要考虑进将缺陷附近的部件拆卸、更换或屏蔽的时间，还应包括清洁、修复和重新印刷焊盘、以及 BGA 重新植球和/或其它阵列器件重新印刷焊脚的时间。由于所需技能更高，复杂返工的平均成本通常高于简单返工。

用户如果不知道擦拭纸巾和溶剂成本，可以询问采购部门或供应商。使用此电子表格的工程师还需知道每卷擦拭纸巾长度、每道擦拭进卷多长、以及每个擦拭周期内设置的擦拭次数。擦拭纸巾标签上有每卷长度参数，每个擦拭周期内的进刀长度和进刀次数则是设置的印刷参数。

该工作表中白色单元格内默认数值基于典型的北美产线，每项均可根据用户自己的应用场景进行修改，可以使用默认值或输入实际产线的数值。电子表格将根据输入，确定简单和复杂缺陷产生的生产成本、以及擦拭耗材成本，并进入黄色单元格。随后，黄色单元格数值自动输入到图 2 所示成本节约计算器 (Savings Calculator)。

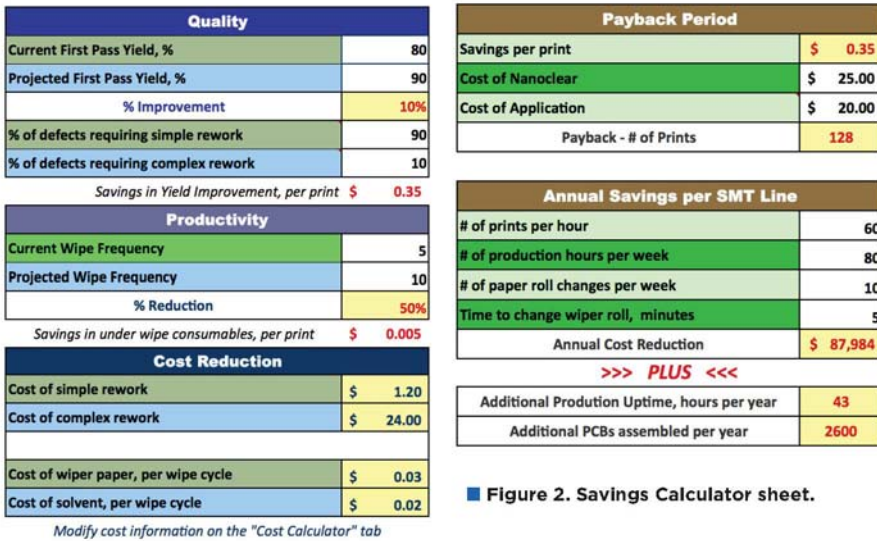


Figure 2. Savings Calculator sheet.

图 2. 成本节约计算器电子表格

成本节约计算器 Savings Calculator 电子表格左栏分为三项：质量、生产率和成本降低。

“质量”归类栏目下，用户输入当前产线首次良率和希望达到的首次良率。这是预测不同项目效果的好方法，可以立即看出结果。用户还需输入简单缺陷和复杂缺陷的百分比，这两种缺陷的判断标准与前文成本计算器 Cost Calculator 相同。白色单元格需客户输入数据，计算出的数值显示在黄色单元格内。减少返工所能节省的劳动力成本显示在质量部分的正下方。

在“生产率”部分，用户需输入擦拭前的当前印刷次数和期望达到的印刷次数。预估数可以基于使用 NanoClear 或者估算。估值通常可选择在两倍频繁擦拭（每 1-3 次印刷）到 1.5 倍不太频繁擦拭（每 10 次或更多次印刷）之间。这儿也同样可以尝试多次输入，以快速评估不同方案可能节约的成本。黄色单元格显示减少擦拭的百分比，每次印刷所节约的成本数显示在该项目的正下方。

“成本降低”项不需要输入：此处的数字来自此前“成本计算器”表单上的计算结果，包括人工成本和耗材成本。此处显示出来可以提醒用户成本计算器表单得到的结果也用在上述节约计算器的计算中。

成本节约计算器 Savings Calculator 右栏只需几个更简单的用户输入：NanoClear 及其应用成本（如果有应用成本的话）。此处使用了单次印刷质量和生产率方面的改善带来的综合成本节约，估算收回 NanoClear 投资成本和相关应用费用，需要多少次印刷。回报周期一般都在几百次印刷之内。

最后一部分，年度节省使用了每小时印刷次数、产线每周生产小时数、以及计算出的每次印刷节省，用以预测年度总的开支节省。

NanoClear 模板处理为锡膏印刷工艺带来的益处

PCB Assembly Characteristics	Quality		Productivity		Cost Reduction	
	Higher Yields	Better Transfer Effectiveness	Reduced Under Wiping	Less Downtime for Paper Change	Lower Paper and Solvent Usage	Less Rework
<b>Component Population Density</b>						
High	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓
Med	✓✓	✓✓	✓	✓	✓	✓✓
Low	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Component Mix</b>						
Most component pitches ≤ 0.5mm	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓	✓✓
Mix of fine and coarse pitch components	✓✓	✓	✓	✓	✓	✓✓
Most component pitches ≥ 0.5mm	✓		✓	✓	✓	
<b>Component Type</b>						
Leading edge ≤ 0.4mm pitch leadless (BGA, BTC, POP), 01005 chip	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓
Challenging new packages 0.5mm pitch leadless, high I/O BGA, 0201 chip	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓
Mainstream SMT > 0.5mm pitch leadless, ≥ 0.4mm leaded, ≥ 0402 chip	✓	✓	✓	✓	✓	✓

✓ - measurable improvement, ✓✓ - substantial improvement

图 3. 使用 NanoClear 的受益矩阵

“附加好处 Bonus”部分——比如，由于擦拭换辊次数减少而增加的生产线正常运行时间，是根据每周换辊次数和换辊所需时间的输入计算得出的。这样设置的原因是因为锡膏印刷是生产线上中的第一道工序，下游工序会因为换卷而暂停，处于等待状态直至更换完成后恢复生产。

对计算器的创建，Shea 有三个主要思路：“首先，我们需要它尽可能简单和直接。这就是为什么我们把机器成本从方程中去掉。调查资产价值和折旧计划，通常超出了传统流程工程师角色的范围。当然，如果工程师愿意的话，他们也可以在计算表格中添加相应的数字和计算。

本计算器的目标是：

1. 简单易用
2. 可根据实际需要自行修改
3. 所有计算细节均透明，一目了然

“第二，我们想让这个计算表格不受货币换算的影响，适用于世界所有地区。虽然目前使用美元格式，但换成欧元、人民币、卢比、泰铢或任何其他全球货币单位是完全可以一样使用的。

“最后，我们致力于使计算完全透明。不锁定任何单元格，无任何隐藏公式，对如何得到计算结果，用户可以一目了然，并完全可以根据自己的产线和工艺流程的实际情况和需要，自定义工作表的任何部分。”

她还评论道，“三个目标中最大的挑战是第一个。许多成本核算都包括设备投资和间接

劳动力成本，这可能给量化带来挑战。我就此问题咨询了一位国际制造业财务总监，并按照他的指导消除了这些因素。原因是因为应用 NanoClear 的成本如此之低，固定资产和间接人力资源成本等投入项对于快速回报周期来说，完全没有考虑进来的必要。”

当然，由于本电子表格非常直观，工程师也可以自行将这些因素添加入计算当中。

电子工作簿中的第三个表单是一个收益矩阵，用来帮助工程师估算 NanoClear 为他们的流程能提供哪些改进（图 3）。就像前面的计算表一样，收益矩阵也将可改善的部分分解成三方面的因素：质量、生产率、成本降低。此处根据板上器件密度、混合组装程度、以及元器件类型，将可改善的程度划分成两个档次：可测量的或实质性的。

针对上面介绍的 NanoClear 成本计算器，最后需要指出一点。它为工程师提供了一个极好的工具，可以用于核算其它生产项目的成本合理性。例如，是否改用高质量的擦拭纸巾以减少纸巾用量？使用何种擦拭溶剂更适合提高印刷质量？基于缺陷成本考量，是否应该改进锡膏检测系统 (SPI) 或印刷机？

成本核算器可直接从 Aculon 网站、全球 SMT 网站、或 [www.sheaengineering.com](http://www.sheaengineering.com) 下载。

如果降低成本、提高质量、提高生产率都还不能吸引工程师马上考虑在印刷工艺中使用模板纳米涂层的话，这也只是时间问题。SMT 模板印刷技术一直根据生产需求而不断发展。有时候，技术的成本或“新颖性”会延迟它们的采用进程，但最终这些新技术仍会成为主流。例如：从化学蚀刻到激光切割开孔，从使用普通不锈钢到特种合金模板，从单厚度箔到多级台阶方式——在产业中得到广泛应用都花了一段时间，但这些技术最终都获得了认可，不仅因为它们越来越成熟，而且成本也越来越低。较早采用新技术无疑将更早获得竞争优势，而落后的新技术采用者，则会错失竞争优势。

SAMP 纳米涂料并不新鲜，早在五年前就已经在世界各地用于改进各种模板印刷工艺。但是，与其他改进工艺流程的技术有所不同的是，纳米涂层不是通过“艰苦的”成本溢价来提高性能。事实上，低成本、易用性和可量化的成本节约等特点，使它更易于被业界采用，事实上其受欢迎程度正与日俱增。不妨亲自试一试这里介绍的计算器吧，期待不久的将来看到你采纳模板纳米涂层方案！

MICROLINE 2000

# Laser Depaneling Systems

See a DEMO  
IPC/APEX Expo  
Booth #228

- Stress Free, Burr Free, Particle Free
- Low Investment and Operating Cost
- Cuts Flex, Rigid or Rigid-Flex PCB's

MicroLine 2000 series available in stand-alone or in-line configuration

**LPKF**  
Laser & Electronics

Call us to learn more about laser depaneling  
1-800-345-5753 | [www.lpkfusa.com/depaneling](http://www.lpkfusa.com/depaneling)