

2018年11月号

I-Connect007  
GOOD FOR THE INDUSTRY

# pcb007 中国

线上杂志

CHINA MAGAZINE

生产中的Whelen GreenSource第二代自动化电路板工厂

重新定义：  
自动化与智能制造

扫码关注公众号



# GreenSource——未来 PCB 制造的先锋

by Edy Yu

I-Connect007 中国

本期为大家期待已久的 GreenSource 电路板工厂专辑。我们用大量的篇幅详细介绍了 GreenSource Fabrication (Whelen Engineering 的子公司) 及其位于美国 New Hampshire 的崭新全自动化 HDI 工厂。GreenSource 无疑是目前北美最先进、自动化程度最高的制造工厂。为了实现这一目标, GreenSource 副总裁兼工艺流程架构师 Alex Stepinski 必须以全新的思维重新构建制程。

在 Stepinski 的愿景和规划下, 通过与 Ato-tech、AWP、Schmoll/Burkle、InduBond、CIMS 和其他公司的设备设计师的合作下, GreenSource 工厂将一系列自动化想法和工艺汇集起来, 并将如下要求付诸实现。

- 零排放 PCB 工厂
- 应对任何数量的订单要求
- 对于任何数量的产能均能达到更严格的公差
- 消耗较少的能源
- 消耗较少的化学品
- 约一小时就可交付成品
- 预期良率可达 99.9%

在实现以上性能的同时, 还完成了很多具有挑战性的目标。具体在本期的文章里会谈道。

本期我们的编辑团队将带你参观 GreenSource 工厂, 和他们的员工交谈, 与设备供应商交谈, 让你详细了解每一台先进设备的技术详情, 正是这些设备供应商和 Stepinski 的团队合作, 共同完成了北美制造业乃至全球 PCB 行业的历史性突破。全自动化的新厂房还吸引了

二十几岁的新一代 PCB 人加入到管理与产业革命的行列里。GreenSource 向我们展示了 21 世纪印制电路制造的全新景象。

本期的第一篇文章带你参观 GreenSource 的整个工厂。Stepinski 和 Barry Matties 讨论了工艺和设备。他们的谈话结束于 GreenSource 未来的规划。

接下来, 我们的技术专家、富士康前 CTO Happy Holden 带着我们深入了解 GreenSource 的现代化制程——如何通过评估制造效率实现“精益”和“绿色”目标。

Atotech 安美特是本期所要介绍的关键设备供应商之一。我们与 Atotech 的支持团队进行了生动的、具有技术含量的谈话, 涉及与 GreenSource 有关的所有 Atotech 工艺、环境创新和化学组成。

钻孔和激光加工设备在 GreenSource 起着至关重要的作用。Patty Goldman 和 Burkle 公司的 David Howard 探讨了所有的 Schmoll 和 Burkle 设备。如果你还认为钻孔只是机械制造步骤, 你需要仔细阅读这篇采访。

在任何制造工厂的运营中, 员工都起着关键的作用。我们在现场与年轻的员工进行的交谈, 想了解是什么吸引他们投身于制造业的。GreenSource 公司并不是传统的电路板制造公司, 它是一家非常酷的公司, 环保与全自动化是它的标签, 他们以此来打造一支世界级的、可持续发展的员工队伍。

接下来的文章主题, 将详述 InduBond 及其创新的层压技术。InduBond 使用电气感应层压多层板, 大大降低了成本, 提高了效率。

Víctor Lázaro 和 I-Connect007 编辑团队之间的这篇对话是必读之作。

在自动光学检测 (AOI) 方面, GreenSource 选择了与 CIMS 合作。我们与 David Ravino 讨论了 CIMS 的安装、计量, 以及与工厂自动化数据库的集成。

Jim Brown 是 GreenSource 的客户经理, 在这次参观中, 他接受了 Patty Goldman 的采访。他们深入探讨了 GreenSource 是如何向客户销售电路板。对于一个如此先进、如此自动化的工厂, 销售和支持人员与传统大不相同, 因此这是一篇非常有见解的文章。

AWP 设备公司使在制板生产操作实现自动化的过程中起了关键的作用。这条自动化生产线中有很多 AWP 电路板操作设备, 这些设备的设计、工程、测试和交付是一项及其复杂的任务。I-Connect007 采访了 AWP 的创始人兼副总裁 Jochen Zeller, 他将阐述 AWP 与 GreenSource 的合作之路, 国内很多大企业也在与他们接洽。

本期 Whelen 系列的最后一篇文章, Patty Goldman 采访了 GreenSource 的 Mark Chasse, 详细讨论了 GreenSource 的化学实验室, 涉及了该实验室在监测和维护自动化工厂方面的新作用。

谈到自动化, 我们国内企业也在不断发力, 环球集团 software specialist 曾荫廷详细介绍了环球全力推动的 MES 系统, 用实时移动式智能数据化管理来助力激光钻孔机智能工序自动化。

以上谈到的这些 Whelen GreenSource 的解决方案, 绝大部分都会在 12 月 5—7 日中国深圳举行的全球最大的电路板及电子组装行业展会 HKPCA & IPC Show 上看到, 本次展会的主题是「启迪行业, 探索无限」, 所以千万不要错过。本期杂志中我们采访了 HKPCA 和 IPC 两家协会

的负责人, 请他们针对展会与市场动向给我们读者一个全面的介绍。

**PCB 组装专区**, 本次我们带来的是 CFX 特别报道, 首先是 10 月中旬在深圳举行的 LEAP 2018 展会上, IPC 与华为的合作伙伴进行了 CFX 智慧工厂演示线的展示。不要错过我们的展会报道集锦。

作为 CFX 的开路人与贡献者, Aegis 的 Michael Ford 为我们解谜 CFX 的真相, 该文详细概述了 CFX 的发展, 现状, 应用以及未来的展望。

IoT 是我们一直在谈论的, 如今它已经在快速地推动制造业变革, 我们的编辑 Stephen 从多个角度向我们展示了 IoT 的奥秘。

**PCB 设计专区**, Barry Olney 为您带来高速设计的 10 条基本准则第一部分。他认为这些是在高速 PCB 设计中最为重要的 10 条基本规则, 就像热力学定律一样的重要, 高速设计师们不要错过。

Simberian Inc. 的 Yuriy 认为 10 Gbps 以上的设计, 成败在于局部化。该文将使用 Simbeor THz 软件中提供的独特 Trefftz 有限元解算器计算出功率流密度, 介绍并阐明局部化概念。

最后我们的 PCB 设计主编 Andy Shaughnessy 就设计中的人工智能应用, 采访了 David White。David White 从事人工智能研究已经将近 30 年了, 他是 Cadence Design Systems 公司研发部的高级总监。

这期的内容可谓是非常之丰富, 希望这些未来工厂的展望能带给您更多的启迪, 欢迎扫描封面二维码关注我们的免费电子杂志, 以及通过电子邮件[订阅](#), 及时获取最新行业资讯。同时我们也将与 HKPCA IPC SHOW 2018 与我们的读者见面。欢迎来一号馆 1Y12 与我们见面。



## GreenSource—— 未来 PCB 制造的先锋

GreenSource 无疑是目前北美最先进、自动化程度最高的制造工厂。为了实现这一目标，GreenSource 副总裁兼工艺流程架构师 Alex Stepinski 必须以全新的思维重新构建制程。

### 专题文章

**7** GreenSource Fabrication : 展望未来  
by Barry Matties

**21** 打造精益、绿色的创新PCB工艺  
by Happy Holden

**29** 安美特为美国带来世界级的高阶HDI  
by the I-Connect007 Editorial Team

**41** Schmoll和Burkle自动化技术：  
GreenSource的激光器和钻机  
by Patty Goldman

**49** 自动化吸引了PCB制造的新生力量  
by the I-Connect007 Editorial Staff

**55** InduBond全面构建GreenSource  
Fabrication公司层压工艺  
by the I-Connect007 Editorial Team



**65** 富有创造力——康代不断完善AOI  
解决方案


Feature interview by Barry Matties  
and Patty Goldman

**69** GreenSource针对客户管理精细调  
整制程  
by Patty Goldman

**77** AWP Group——小公司，大方案  
by I-Connect007 Editorial Staff

**83** GreenSource的分析实验室  
by Patty Goldman





# 我们的电镀化学配方可提高 您的生产力

我们的



与清洗阳极说再见!

其他的



每2-3个月就要清洗一次阳极。

## 你要能钻, 我就能镀!



**Cerambus**  
Technology Group  
cerambus.com

更多详情请联系:

黄萍 Justine Huang, CPA CGA

EMAIL: [justine.huang@cerambus.com](mailto:justine.huang@cerambus.com)

赛伦巴斯科技(深圳)有限公司

Cerambus Technology (SZ) Ltd.

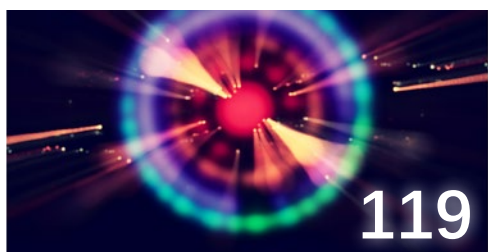
TEL: (0755) 8322 3430 FAX: (0755) 8322 2430



扫码订阅公众号推送



109



119

## 更多内容

### 专题文章

- 87 如何利用MES实现激光钻孔机智能工序自动化  
by 曾荫廷

### 展会特辑

- 91 「启迪行业,探索无限」  
——访2018 HKPCA & IPC Show主办方

- 95 IPC CFX 智慧工厂@LEAP 2018报道集锦

### PCB组装专区

- 103 CFX的真相  
by Michael Ford

- 109 IoT : 助推制造业发生变革  
by Stephen Las Marias

### PCB设计专区

- 119 高速PCB设计的10条基本规则 第1部分  
by Barry Olney

- 125 10 Gbps以上的规则 : 成败在于局部化 !  
by Yuriy Shlepnev

- 135 Cadence : 前景看好的人工智能  
by Andy Shaughnessy

### 行业短篇新闻

- 28 2018工匠杯·杭州电子制造业  
评选活动,获奖名单出炉

- 48 专访CCLA秘书长雷正明先生

- 63 奥宝科技推出以AI为基础的  
PCB解决方案

- 86 2019年IPC APEX展会教育类  
项目聚焦未来

- 109 清洗免洗助焊剂——是不是最  
糟的选择?

- 134 我国首部印制电路板行业绿色  
工厂评价团体标准正式发布

### 其他栏目

- 64 PCB007中文网站Top Ten

- 139 行业活动日历

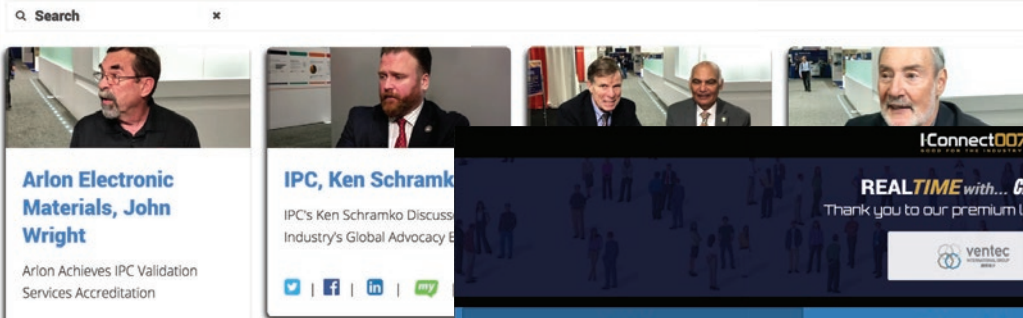
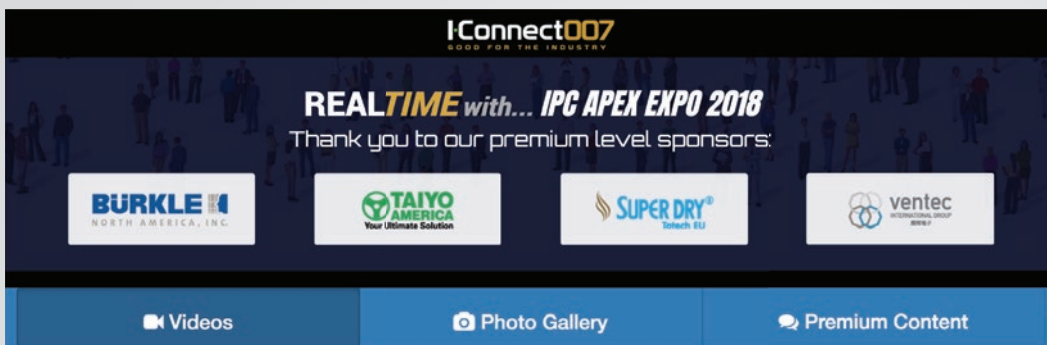
- 140 广告索引、下期预告  
工作人员名单

# REALTIMEwith...

EXCLUSIVE EVENT COVERAGE 独家展会报道

全球唯一的行业盛会实时在线报道

访问我们的网站，获取I-Connect007为您带来的  
行业盛会报道视频与照片！



I-Connect007  
GOOD FOR THE INDUSTRY

RealTimewith.com





# GreenSource Fabrication: 展望未来

Feature interview by **Barry Matties**

GreenSource Fabrication 副总裁兼工厂设计师 Alex Stepinski 带领 Barry Matties 参观了 GreenSource Fabrication 的工厂。Alex 和 Barry 讨论了工艺、设备、工厂设计及美国常用的制造方法等内容。这个共同的主题是 Alex 一直非常关注 GreenSource 和客户的未来需求。在本次采访中，我们从与 Alex 的对话中摘取了一些内容，让读者得以了解 Alex 对未来的愿景，以及 GreenSource 工厂采用的新方法对行业的影响力。

**Matties :** Alex，谢谢你今天带我参观工厂。GreenSource 无疑是北美地区自动化程度最高以及最先进的高密度互连（HDI）制造商。同时还能够实现零排放和零废料，并且可以单批只生产一块板。我们首先来谈谈你们在进行工厂设计时，如何选择 GreenSource 未来的目标？



**Alex Stepinski**, GreenSource Fabrication 副总裁兼工厂设计师

**Stepinski :** 整个工厂是朝着未来 10 年发展而设计的。与其他工厂相比，我们在这项技术上已经遥遥领先，因为美国的其他制造商并不打算发展这项技术。例如，在电镀领域内，我们的领先程度是他们需要好几年才能追上。设备投资是非常重要的的一环，但是为了利用这项技术而建造一座工厂完全是另外一个层面。任何人都能购买一台水平式电镀设备，但你要如何利用它的性能？我们所做的就是在这个工厂里完成所有和电镀有关的工作。电镀通常是完成制造后才想到的想法，但电镀也是电路板工厂里最复杂的一个环节。对于其他工艺，有解决方案可以选择。你可以购买激光钻孔机或者成像仪；轻轻松松就能找到 10 家不同的供应商。电镀通常是摧毁线路板工厂的关键环节。

**Matties :** 我们在调查过程中问人们生产过程

隆重介绍



**MacDermid Alpha**  
ELECTRONICS SOLUTIONS



我们专注于

电路解决方案

装配解决方案

半导体解决方案

1月1日，我们将宣布电子互连化学品和材料领域的“大事件”  
- **MacDermid Alpha Electronics Solutions**公司的诞生



**专业**

与我们的专家团队并肩作战



**协同设计**

产品兼顾各种材料表面，全面优化



**服务**

从全行业视角着手解决问题

360度全方位服务，从晶圆成像到包装我们可以胜任。

多学科专家共同努力，缩短产品上市时间。

口碑品牌保证材料兼容性，提高您设备的可靠性。



**MacDermid Enthone**

**alpha**



**compugraphics**

[www.macdermid.com](http://www.macdermid.com)



中遇到的最大挑战是什么，排在第一位的就是湿制程中的电镀环节。但是随着计算机控制时代的到来，刚起步的公司还好，但上世纪八九十年代建立的公司就有可能陷入困境。他们要如何摆脱困境呢？

**Stepinski：**我不认为摆脱这个困境是多难的事情。关键在于把资金用在调研上，比如走访、参观其他工厂和供应商的工厂，以及寻求创意。如果你的工厂规模较小，你可以建立一个小型的电镀生产线，功能不减少，这样一来成本就不会很高。同时，大公司没理由不采用这种办法。亚洲已经有公司安装了这种设备，可美国市场却从未考虑过应用这种设

备。所有人都止步不前。

另一个因素是人员流动率。大公司的人员变动较大，这种情况下就无法完成这种项目。GreenSource 外附设备是一个多年的项目。不能在项目中途出现 5 个人离职的情况，否则就永远无法完成这个项目。同样也不能更换管理结构或频繁出现岗位变动，否则也会永远无法完成这个项目。私人公司采用这种多年项目的方式实际上是有巨大优势的。

**Matties：**给我们讲讲你们的化学电镀工艺。

**Stepinski：**我们确实会使用市场上配方最新、可靠性最高的超薄化学电镀工艺。我们不会



图 1：GreenSource Fabrication 安装的 Atotech 生产线采用了超薄化学电镀工艺



因为客户施加给我们的局限性就会一直使用30年来一成不变的化学电镀配方。因为我们是新工厂，所以使用的材料和技术也是最新的。我们设备的可靠性和均镀力非常强。你可以先放入很薄的一层材料，两分钟之后再进行电镀，整个过程甚至连氧化的机会都没有。

**Matties :** 你顺着流程推进就可以了。

**Stepinski :** 是的，全都是生产线完成的。

**Matties :** 这是一个很大的优势。

**Stepinski :** 其他公司没有这种优势。别的工厂要把产品放到篮子里，再拿出来，之后再蚀刻。

**Matties :** 你的工厂里还有另外一条电镀生产线，是吗？

**Stepinski :** 那边是我们的 Ludy 生产线，上面有一个看起来很奇怪的垂直电镀装置。它是自动进行装载和卸载的。

**Matties :** Ludy 的总部在哪里？

**Stepinski :** 在德国的 Pirmasens。我们采用不同的概念；我们在这里完成常规无电镀工艺，所有涉及到铜的单元都在那边。我们在这里可以电镀镍或电镀金，在生产线内我们完成抗蚀剂剥离工作。我们对半加成工艺 SAP 产品进行纵向抗蚀剂剥离和纵向差分蚀刻。所以这些部件在送出生产线的时候就已

经被完全制成了电路。这是我们独一无二的技术，而且每个水槽配有8个泵。你看到所有的控制了吗？一旦投入生产运行，有望实现高达40 : 1 以上的微导通孔厚径比。

**Matties :** 是的，这么说你们真的可以插入这种技术？

**Stepinski :** 当然。一开始我们有6个有效水槽。每个水槽可以容纳8块在制板，所以我们能一次性电镀48块，这条生产线规模很大。据我们了解，这是北美地区最先进的垂直式生产线。

**Matties :** 这条生产线什么时候可以投入生产运行？

**Stepinski :** 8月份。我们首先从电镀前两种化学品开始，也就是高厚径比电解质和能够同时进行盲导通孔填充的半加成电镀——均来自 Atotech。这样做是为了让一个单元格里能够实现高达40 : 1 或50 : 1 的超高厚径比，SAP 工艺主要是针对超细的走线、间距和微导通孔——类载板 PCB (SLP) 等产品。在其他单元格中，我们使用的镀液只适用于较厚板微通孔。因为水平式设备最多只能加工2.4 mm 的厚度，我们必须装配一个单元格能够加工更厚的板。

**Matties :** 你们使用的蚀刻方法与众不同。

**Stepinski :** 是的，我们的蚀刻工艺确实与众不同。其他公司都想用真空蚀刻法通过奇怪的程序在材料顶部进行操作，但我们是从底

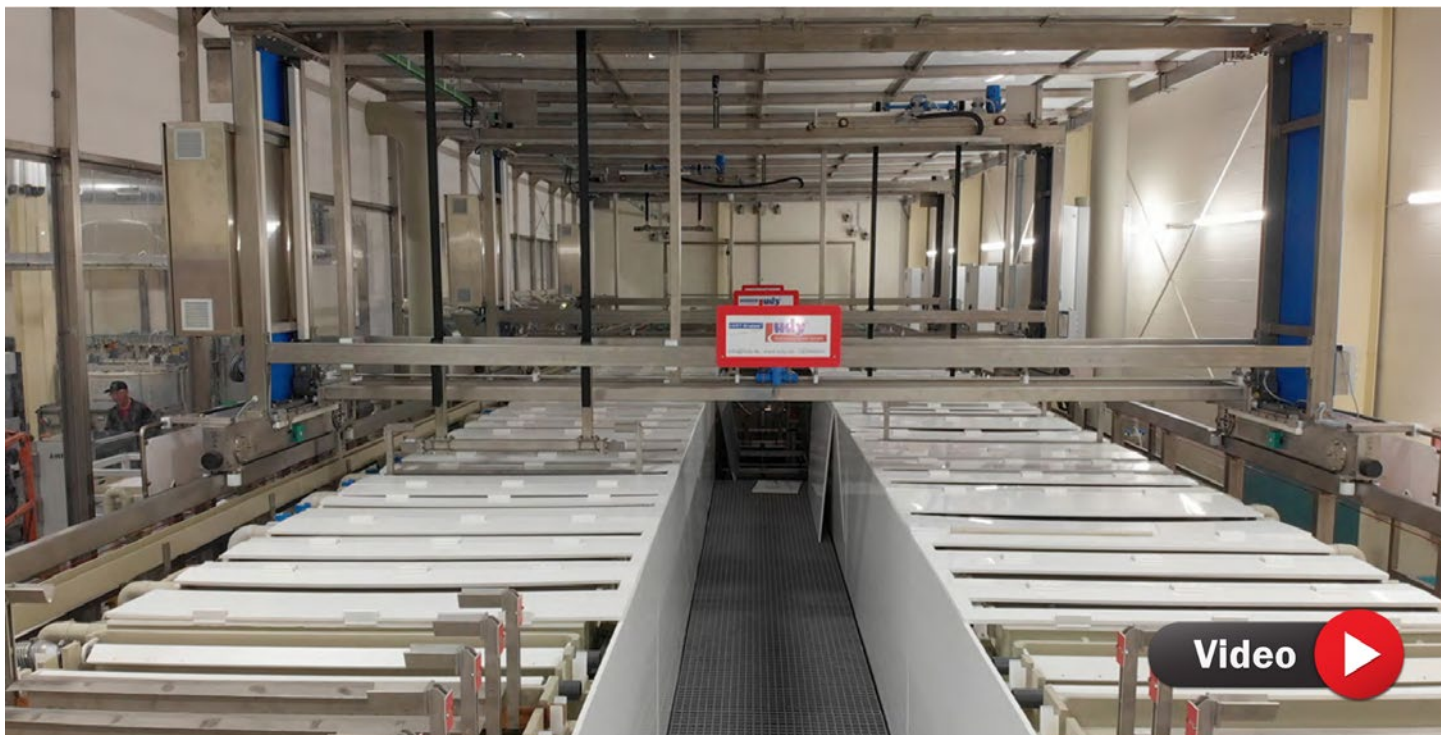


图 2：GreenSource 的 Ludy 纵向生产线已经即将完成安装。安装完成后，预计它的微通孔纵横比将达到 40：1 甚至更高。[点击这里](#)观看无人机航拍视频。

部蚀刻。

**Matties：**说得通。

**Stepinski：**从底部蚀刻能够提速 40%，而且不会出现捣成浆糊的情况。但是从顶部蚀刻通常会出现 20% 的变异。没有部件会移动——所有部件都是固定好的——所以不会出现失效情况。

**Matties：**为什么北美地区没有其他工厂也采取这种方式？

**Stepinski：**这主要和美国市场缺乏动力有关。美国市场大多数从业者都是上个世纪 90 年代就已经入行了。所以电路板工厂和设备还都处于上个世纪 90 年代的状态，他们也只会去

更换钻头、检测仪和成像仪。所有关于湿制程设备都快成了老古董。

**Matties：**我在这个工厂里最先注意到的就是闻不到任何气味。有时候走进工厂，在大厅里就能闻到化学品的味道。

**Stepinski：**是的，你不会闻到任何味道。举个例子，酸性蚀刻液可以回收循环使用，我们把铜提取出来还原到硫酸盐。我是在瑞典发现的这种技术。

**Matties：**这能行得通？

**Stepinski：**似乎是可以行得通的。我们在各个步骤中用了一些独特的方案让整个过程保持“绿色”，但这些方法最终并不会增加操作





图 3：蚀刻工艺采用底部蚀刻的方式获得了更高的效率

成本。如果你走绿色环保路线，正确操作的情况下你的操作成本应该是会减少的。先有了资本投资，之后才会有回报。例如蚀刻工艺的投资回报率（ROI）会在一两年内实现。

**Matties：**建立一个这样的工厂并且能够实现单批只生产一块板，你们面临的投资回报率其实是不一样的。建立一个同步生产线有多难呢？

**Stepinski：**也并不是非常

困难。整个工厂是世界上首个工件任意流动的 PCB 工厂车间。每个环节都为能够单批只生产一个芯材产品而设计。



图 4：可在线自动倒转的 Apollon 数字成像系统



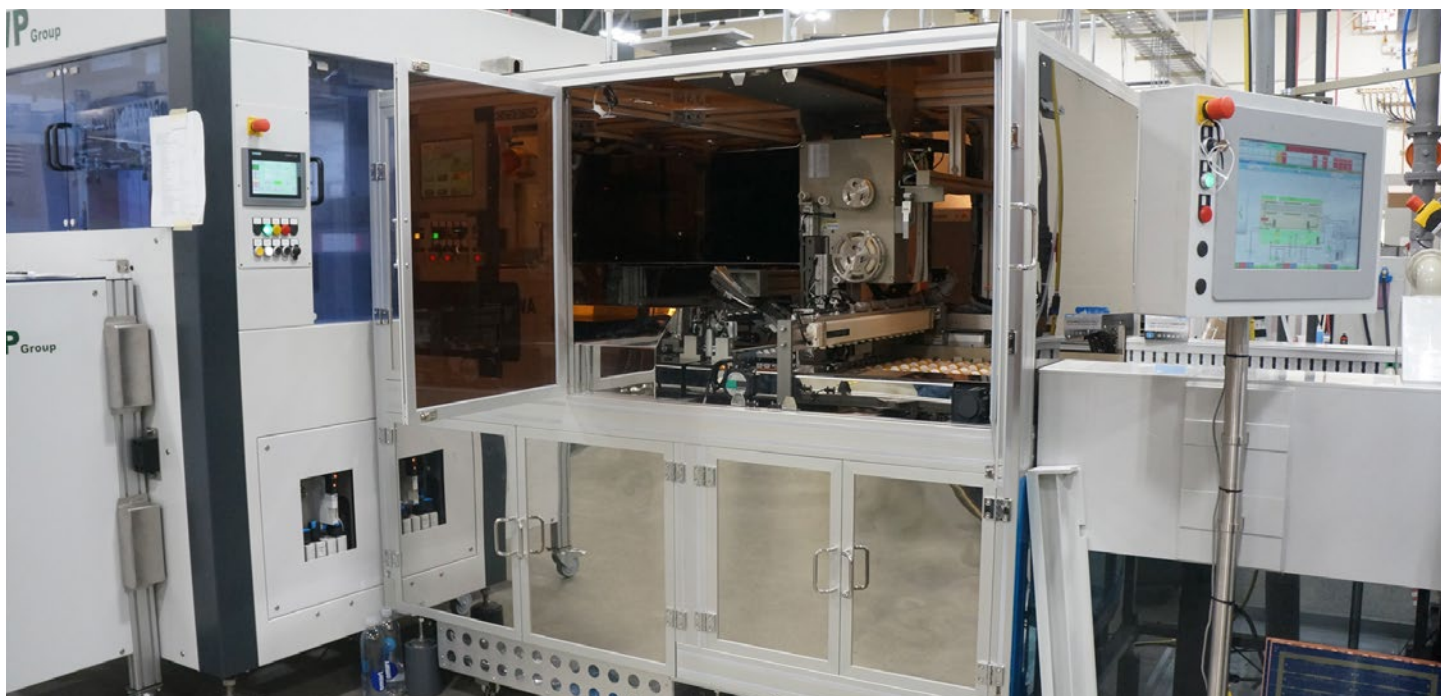


图 5：该系列中的一件独特设备是这部 Alex 从中国购买的剥膜机

**Matties：**哇！很多人都会认为这是个巨大的挑战。很多年前我们讨论过单批只生产一块板的做法，但他们就是出于这个原因放弃的。

**Stepinski：**我们必须安装很多之前没有面世过的新设备，但这个概念并不难理解。其实就是：如果你想买现成的产品，那是不可能的。

**Matties：**就像你说的，必须要全面考虑。

**Stepinski：**我们可以退一步想想。你看看管理中间流程的机器，它并不是多么奇怪的机器。里面安装了几个读取器——没什么特别之处——但人们就是想不明白，出于某些原因，你需要输入一个代码才能读取整个工艺流程的信息。我们是如何做到的呢？只需要试着想一想：这一步对代码有什么影响？也许我应该对它稍做修改。那么之后我需要哪

种读取器呢？接下来就去联系生产读取器的公司，测试产品从而做出决定。也许读取器并不适用于所有机器，我可能要在两台机器上使用不同的读取器。

我们是第一个提出这种需求的工厂，我发现很多时候，其他工程甚至都不愿意去尝试做这种事。你需要确定到底什么才是对工艺流程非常重要的。我在这台机器上要怎么追踪它？我要怎样才能尽可能独立生产出这种产品？这个过程的成本也没有那么高。这样做的性价比是非常高的。

**Matties：**我们之前在你办公室里的时候聊到了数据。你有非常庞大的数据量，这就意味着你一定要智能选择有哪些数据是你需要的。

**Stepinski：**是的，我们只收集必要的数

**Matties：**你们是如何决定的呢？



图 6：服务路径的规划和布局，与 GreenSource 其他环节一样注重细节和功能访问

**Stepinski：**先和你的供应商和客户交流，确定所有的关键变量，然后进行第一阶段的把关，即确定哪些数据是我想收集的。在整个过程中如果你发现有哪些数据是想添加进来的，尽管添加。也许你还会想移除一些数据，但通常情况下你只会想添加进来。就是这么简单。你不需要验证每一个变量，就好像从来没有生产过 PCB 似的。利用现有的专业知识，这就是我在设计这个工厂时所做的工作。我花了几个月的时间四处走访，和世界各地的线路板工厂及供应商沟通交流，只为找到所有最好的理念。这家工厂汇聚了所有的精华。

**Matties：**这绝对是展示你们能力的好机会，你们从一间闭塞的小工厂转型成为了专业工厂。这背后的动力是什么呢？

**Stepinski：**我们的动力是原来工厂的投资回报率 and 潜在客户给我们的反馈。我们打算开放工厂以供大量调查，让其他人知道从事高阶 HDI 的生产是我们的特长。美国市场中只有我们这一家高阶 HDI 供应商可以用最新设备专业生产先进的产品，并且我们的工艺流程是自动化垂直加工方式。其他的工厂还在用旧设备，他们的工艺流程更多的是手动工作和水平加工方式。除此之外，我们是全面绿色环保的工艺流程，不会产生一滴废液，全都留在了生产线内。

**Matties：**对于这样一个新型工厂，它的报价过程是什么样的？

**Stepinski：**我们现在就正在和多名客户进行报价流程。我们已经从初期合作的几名客户



那里接到了报价，所有事情都和我们原先的计划一致。

**Matties：**因为这是一个真正以数据驱动的工厂，但是 you 从客户那里获得的数据不一定与你这里的数据一致。你要怎么连接这个缺口？

**Stepinski：**我们必须和客户勤沟通。北美地区已经有普遍认可的工艺了。基本上所有工厂都使用同样的工艺流程——图形电镀、液氨蚀刻和 HDI。我们所寻求的全板电镀几乎是独一无二的。我们会应用全板电镀蚀刻法或者是 SAP，就这两种。我们提供三种 SAP 工艺，包括改良版 SAP、高级改良版 SAP、真正的 SAP。我们没有常规的碱性蚀刻工艺和传统的图形电镀工艺。图形电镀会导致表面铜层的厚度出现 40%~50% 的变异。而使用全板电镀，我们将这种变异的概率降低到了小于 5%。所以当你在查看 GreenSource 生产的微通孔时，每一层铜层厚度都是完全相同的，无法用肉眼识别出差异。

我们和来自世界各地的专家总结出了导致可靠性较差的主要原因，GreenSource 团队评审了排在前十的主要因素。回过头再看看美国市场中其他工厂生产出的产品，每层铜层的厚度都不一样，这是导致微通孔可靠性较差的主要原因之一。我们还调查了有哪些应用领域不会出现可靠性较差的情况，例如手机市场。我们将所有这些想法都整合到了工厂规划和工艺选择当中，而且在质量认证过程中没有出现任何问题。

复杂的 HDI、1~2 天的加工时间、全面的可追踪性以及绿色环保工厂——这就是我们的优势。这个工厂有很多优点。

**Matties：**和我们讲一讲为团队成员选定合适的技能组合是怎样的过程？

**Stepinski：**在新罕布什尔州的一个难题就是人口较少，可选择的人才比较少。所以我们尽可能把更多职位设计成可以在家远程办公的岗位，从而在全国范围内吸引更多人才。我们是为未来设计工艺。未来的工艺不会是四处走动或亲自动手生产面板，未来的工艺是收集和分析数据，然后得出操作方案。

**Matties：**任何工厂都应该是这样的。

**Stepinski：**没错。我们在这里做到了这一点，而且最大程度地减少了自动化以外的实体接触机会。在未来，工厂车间再也不需要有操作员亲自处理面板了。

**Matties：**我们总是听到人们说机器人会让人们下岗失业，但你的意思是工作岗位是存在的，只是人们不想从事这些工作，所以才要改用自动化。

**Stepinski：**年轻人从小就开始用电脑，他们可离不开电脑。我们将参与到这类工作项目当中，减少工厂实地操作所需的员工数量，只保留维护和需要手动操作的工程类工作。事实上，需要亲手操作的工程类工作如今已经不多了。我发现人们在家里处理复杂的技术类任务时要比亲自站在机器面前更加高效。你在什么时候需要亲自站到机器面前？当机器出问题而你盯着机器半天理不出头绪的时候——这时你就应该亲自站到机器面前。如果你使用的设备是最好的，那么你很少会遇

到机器出现问题的情况——你可以雇用其他人来做这份工作。然后你就能把时间用在推进自动化水平和思考连接方式上面，或者是思考其中的工作原理。当我收到新设计的时候，我要如何预测自己需要完成哪些测试呢？这些工作都不需要你亲自到工厂里去完成。

**Matties :** 客户是否非常在意工厂的环保程度？还是说他们主要以技术为导向？

**Stepinski :** 他们在乎的是整体。有些人更在意技术，有些人则更在意自动化程度或者是环保程度。

**Matties :** 但最终可能还是要归结于技术。

**Stepinski :** 有一些原始设备制造商 (OEM)

对工厂的绿色环保工作非常感兴趣。

**Matties :** 我们来谈一谈你们工艺流程中的测试设备。

**Stepinski :** 我们选择了 CIMS 作为测试设备的主要供应商。我们有两台扫描仪里面配备了两种共焦显微镜。我们可以检查传送器的顶部和底部，以及铜层厚度。所有的检查都是记录在案的。如果客户问我们：“我们在这个设计中如何查看线路的宽度控制？”我们的工程师就会从电脑上发送一个指令到生产线上，一小时十五分钟之后，该指令就已经在任何指定的测试地点完成了测量工作。工程师会询问客户，“这是您要的迷你标签和柱状图，请问您满意吗？”



图 7：GreenSource 工厂坐落于新罕布什尔州查尔斯敦的 Whelen Engineering 公司的制造园区内





图 8：这组 Schmolz Modul 系列钻机配备了 3D 背钻槽

**Matties：**你们采用的自动光学检测（AOI）方式也是与众不同的？

**Stepinski：**我们的 AOI 检测一定要全面考虑到所有类型线路板。我们发现工厂在检查线路宽度的时候，其实不是使用 AOI。他们通常是在 DS 生产线末端安装一种小型系统，在这个末端位置他们会使用白光显微镜。在 3 毫米的线路上，10% 的阻抗通常会在线路宽度控制中保留 5%。这样做的话会测量到超过 100% 的面积；就无法实现准确测量了。这个测试中测量的重复性和再现性（R&R）是非常可怕的。

**Matties：**你把测试循环 / 检查中用到的钻机也包括在内了吗？

**Stepinski：**是的。大多数人在检查信号完整性的时候都会打一些折扣，只检查一些网络

的阻抗。我们的理念是要更进一步。我们的钻孔机由 Schmolz 公司供货，有半数的钻孔机是 3D 背钻的。不论在何处检查网络或阻抗，在加上掩模或应用共焦技术之前，我们也会在此处检查基芯等级——迹线等级。然后我们会在数据库中用实际测量得到的数值替换掉模型数值。我们会关注“离目标还有多远”这一问题，然后钻机会在几微米的范围内检测单个孔内铜层的位置。

钻头会检测出所有这些位置上测量出的绝缘体厚度。我们同样也在数据库中替换这些数据，之后我们就可以得出生产过程中这一位置的阻抗分布。等我们拿到真实的阻抗读数时，你可以用这些读数来衡量各类信息，为面板提供一个完整的档案。人们通常会支付费用请实验室中的专家来完成这项工作，而整个调谐过程要花上数月的时间；但是在我们工厂里，这项工作是自动完成的。我们可以为你提供一个完整档案。我们将其用于

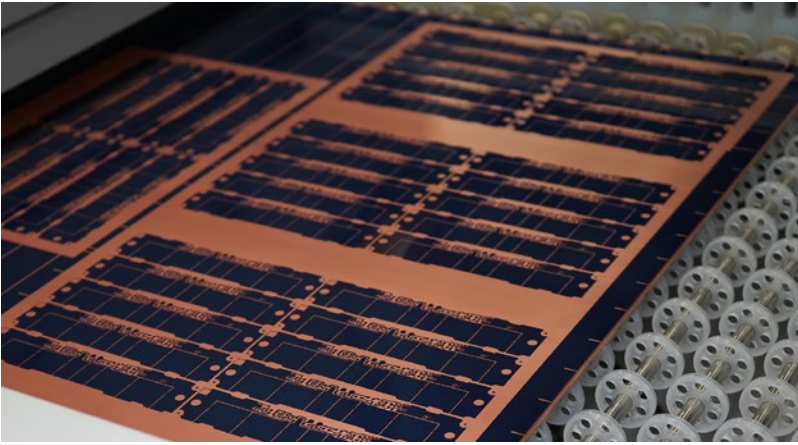


图 9：面板在 GreenSource 的自动湿法蚀刻线上移动

现？

**Stepinski**：和我刚才说的一样。

**Matties**：真的吗？因为你们在第一阶段很快就实现了 ROI。

**Stepinski**：我们原先认为是 5~7 年，但实际要更快一些。我们预期的时间和第一阶段保持一致，因为整个理念没有变。

服务客户和工艺开发。

**Matties**：你们完成了这么多控制工作和动态调整，产量预期值一定非常高吧。

**Stepinski**：确实如此。我们预计的结果是要么大获全胜，要么彻底失败，不会出现介于这两者之间的情况。

**Matties**：你们没有给自己留下犯错的余地。

**Stepinski**：我们出现的问题通常是因为前端压力较大，担心整个工艺流程彻底失败。你不会遇到边际条件，这一点很好。因为你也不希望你的工艺生产出的都是边际产品。

**Matties**：看来你们在这一阶段的投资要明显多于第一阶段的投资。

**Stepinski**：是的，我可以告诉你我们投资的具体数值，但实际投资应该还要多。

**Matties**：你们预计这项投资的 ROI 何时出

**Matties**：恭喜你，Alex。你实现了梦想。

**Stepinski**：这家公司非常智能。Whelen 集团的理念总是可以超前 10 年，这家工厂也是一样。

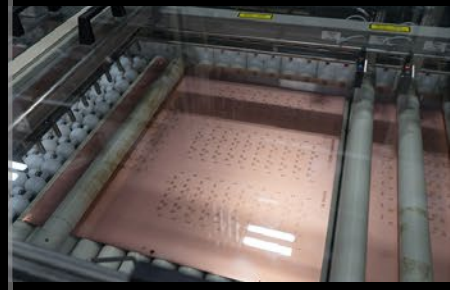
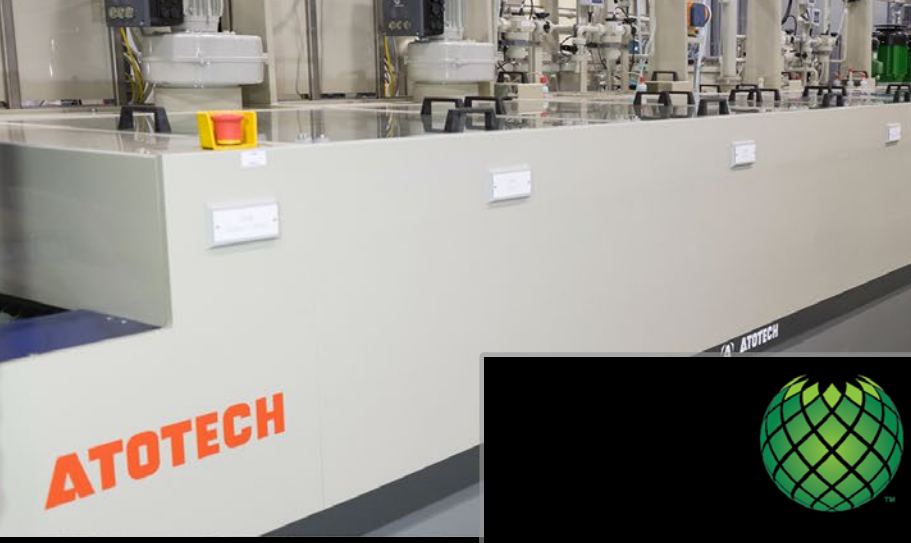
**Matties**：我在 EIPC 大会上和 Whelen 先生交谈过。我询问了他未来的规划以及业务发展方式，他说专业的车间工厂是公司未来的一项主要任务。他们一直都是非常闭塞的，多年来只生产自己的产品。他对你的评价非常高，也对你抱有很大的信心。

**Stepinski**：这是好事。这条生产线规模很大，你在北美地区再也找不到规模如此大的生产线了。

**Matties**：谢谢你抽出时间接受我的采访。你的概述非常棒。

**Stepinski**：不客气。PCB





# 这些行业领军企业 都有什么相似之处？



……部分名单，排名不分先后

他们都从PCB007中国线上杂志的广告中收益  
我们是中国电子电路行业的优质广告合作伙伴

## 欢迎加入领袖企业的行列！



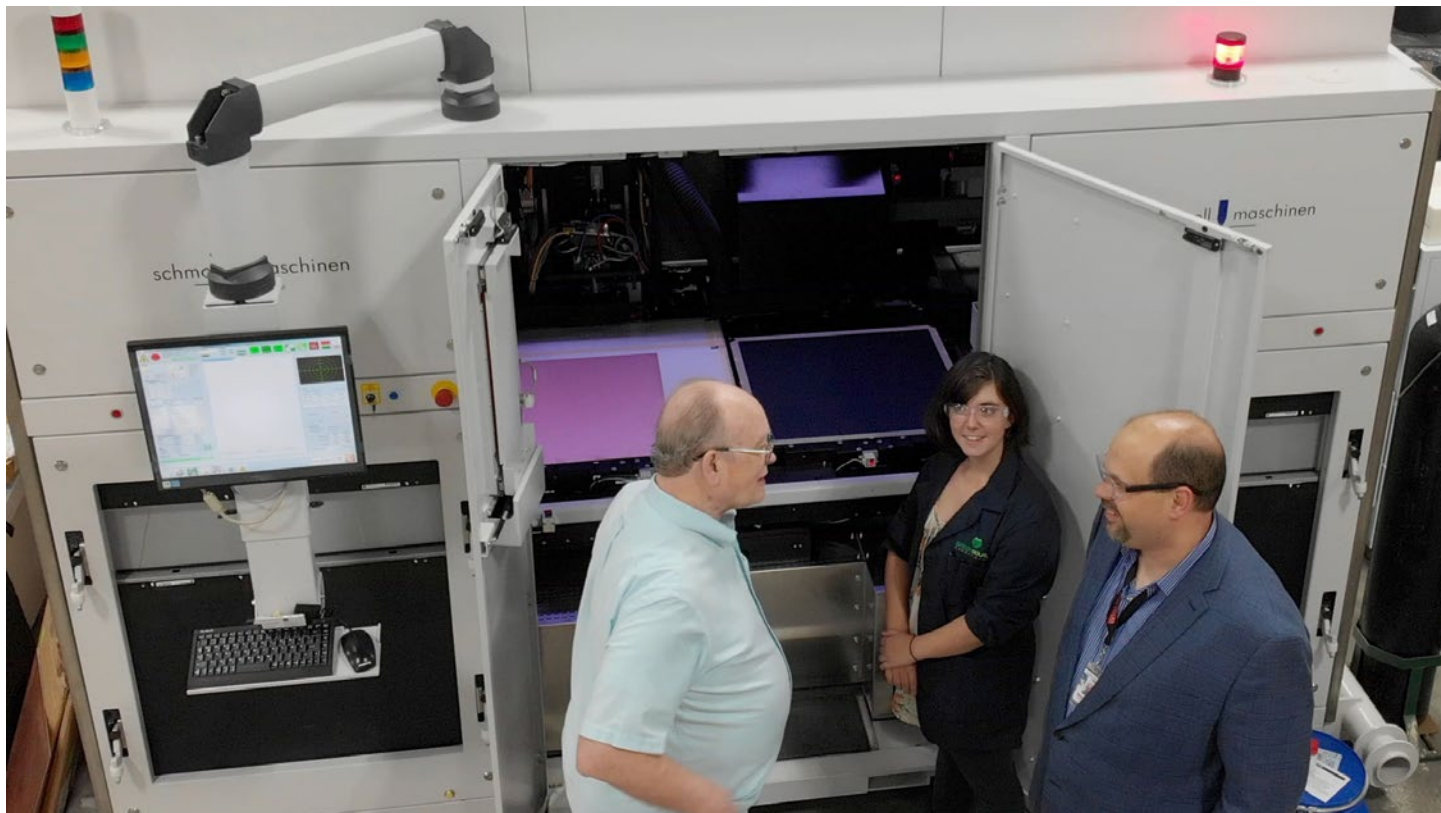
点击获取报价

**I-Connect007**  
GOOD FOR THE INDUSTRY



[pcb007china.com](http://pcb007china.com)





# 打造精益、绿色的创新 PCB 工艺

by Happy Holden

I-Connect007

在过去 50 年里，除了大批量 PCB 制造已经转移、制造设备更加机械化和精简、工艺更加稳定以外，多层印制电路的制造并没有太大的变化。

但是现在，有一家 OEM 终于找到了在美国本土制造 PCB 的方法，这种方法比从亚洲购买成本更低。康涅狄格州的 Whelen Engineering 公司是一家全球性的航空和汽车应急照明供应商。之前，Whelen 的电路板全部都是在中國采购的，而其他零件都是在他们的美国工厂制造的。那时候，供应链响应时间和知识产权（IP）问题经常造成他们无法按照时间表交货。此外，外包各方面成本也在提高。Whelen 公司决定再对老旧的 PCB 制造工艺进

行深入研究，并在其中应用上六西格玛和精益制造方面的知识。

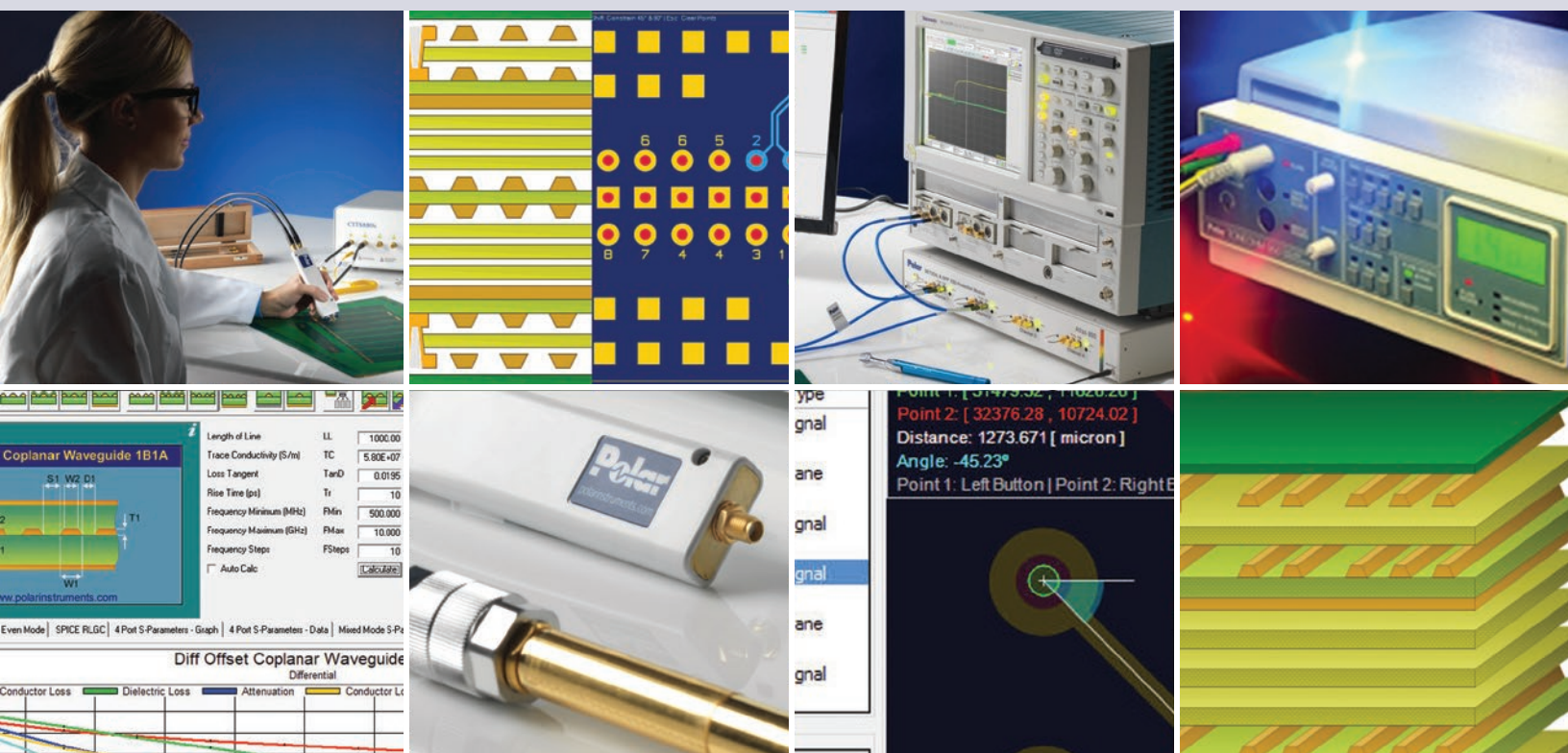
此后经过努力，Whelen Engineering 公司能够显著改进美国本土的 PCB 制造工艺，并且成品 PCB 将具有更高的质量、更低的成本和更短的交付时间。

## 精益与绿色

新建于新罕布什尔州 Charlestown 的 PCB 工厂 GreenSource Fabrication 就是体现精益原则的很好案例。由于采用了自动化 PCB 加工工艺和能够完全消除废料的工艺，可实现了零排放，因此，这也是绿色生产工厂的一个很好案例。在这里，“精益与绿色”齐头并进。

新工厂的精益和绿色（零排放）整体战略并没有改变，但技术、对客户的关注焦点和设

利用创新工具进行PCB自动层叠设计和文档管理，  
引领行业发展。



宝拉仪器祝贺GreenSource取得新成就，  
我们很荣幸能成为他们的PCB  
叠层设计和信号完整性工具供应商。

Martyn Gaudion  
宝拉仪器总经理



[polarinstruments.com](http://polarinstruments.com)



备都有一些改变。内层制造能力有所增强，以满足最高 36 层的生产要求，而在 Whelen 公司的老厂中，多层仅占比 1%，这是非常大的变化。另一个需要注意的地方是，该工厂还通过先进的自动化设备以及工艺、软件，实现了以下类载板 PCB (SLP) 和高密度互连 (HDI) 生产能力：

- 无接触自动化材料搬运操作
- 顺序层压 HDI
- 使用最新一代 UV / CO<sub>2</sub> 的激光钻孔
- 使用发光二极管 (LED) 数字微镜装置 (DMD) 直接曝光的 SLP 结构
- 能够连续再生和回收铜的精密蚀刻控制
- 从 0.025 mm 到 6 mm 或更厚的材料搬运操作
- 用于自动光学检测 (AOI) 和摄像头的创新

软件，可改善成像、层压和钻孔的对准

- 可填充盲孔和通孔的电镀能力

因为没有废料需要排放，GreenSource 工厂不需要申请排放许可证。很多化学品以及所有的水都被回收再利用，可大幅降低成本。完全自动化的工艺只需要 7 名技术人员来监控机器，而整个多层车间总共只需要 17 名技术人员。绝大部分化学工序都是在一条很长的 U 形自动化生产线上完成的。

### 自动化和材料搬运

自动化的精益生产和计算机辅助设计 (CAD) 以及计算机辅助制造 (CAM) 系统将多层板的加工时间缩短至仅需要 2 天，而过去，完成这些工作需要 3~4 周时间。采用这种方法后，即使产品组合中包含多层、双面、金属



图 1：定制的 Schmoll Maschinen Laser Master 配备有双机械臂，可自动翻转面板

基板，也可以灵活地在大批量生产的同时进行快板、样板生产。不同的最终表面处理不会影响其产量和周转时间。

自动化 CAD 和 CAM 在几种创新的工艺中采用了直接成像，例如图形电镀和抗蚀剂的喷墨印刷，以及阻焊剂和丝印的喷墨印刷。针对细间距和高密度电路，采用了数字直接曝光，从而消除了所有的底片、检查、搬运和贮存工序。

主要的大批量 PCB 工艺通过使用一个传送带系统实现从 CNC 钻孔到最终的阻焊膜和制造的自动化。

针对高频和阻抗控制的多层板，超精密直接成像和带有 56 个不溶性阳极的连续传送带铜脉冲电镀，能够将整个在制板上的铜厚度变化控制在 3% 以内。还具备针对金属背板阻抗位置制作空气腔体的生产能力。

通过消除废料来降低成本

通过简化多层 PCB 制造工艺（表 1-6），消除了 74 个步骤，其中包括预清洁和微蚀刻。通过实施其他 17 项活动进一步减少了废料（表 7）。

从 30 个步骤减少到 7 个连续步骤	
WHELEN 加工工序（内层）	
0	CAM
5	在线加载/卸载
6	预清洁/水洗
8	喷墨线路成像
15	蚀刻/水洗
16	抗蚀剂剥离（打印和蚀刻）/水洗
17	在线加载/卸载 - 移动
20 分钟 I / L 打印和蚀刻	

表 1：GreenSource 单层和双层工艺消除了 23 个制造步骤

19 步减少到 11 步	
WHELEN 加工工序（多层）	
1	在线加载
2	无销钉叠层/PP
3	铜箔/预浸料
4	真空层压/冷却
5	堆叠板拆分
6	X 射线钻定位孔
7	自动加载/卸载
8	修边/钻孔
9	自动加载/卸载 - 移动
10	等离子去污
11	移动

表 2：GreenSource 多层流程

标准内层加工工序	
1	CAM
2	光绘底片
3	底片处理
4	底片检查
5	底片冲孔
6	加载
7	清洁/水洗
8	微蚀刻/水洗
9	卸载
10	加载
11	抗蚀剂涂敷
12	保持（冷却）
13	曝光
14	卸载
15	保持（聚合）
16	装载/去除麦拉片
17	显影/水洗
18	蚀刻/水洗
19	剥离/水洗
20	卸载
21	加载
22	AOI
23	卸载
24	加载
25	层压打孔
26	卸载 - 移动
27	加载
28	清洁/水洗
29	黑化棕化/水洗
30	卸载

表 3：标准工艺单面和双面工艺流程

标准多层加工工序	
1	加载
2	叠层（pap-rel-Cu-PP-Layers-PP-Cu-rel-paper）
3	真空层压/冷却
4	层叠分离
5	修边
6	X 射线钻定位孔
7	加载
8	清洁垫板
9	卸载
10	加载
11	钻孔
12	卸载
13	检查 - 移动
14	加载
15	清洁/水洗
16	有机溶胀/水洗
17	高锰酸盐去污
18	高锰酸盐回收/水洗
19	卸载 - 移动

表 4：标准多层工艺流程



WHELEN 加工工序（外层）			
	装载机	10	氧化-阻焊层预清洁
1	去毛刺		在线加载/卸载
	在线加载/卸载	11	氧化后浸泡
2	导电聚合物水平镀铜		在线加载/卸载
	在线加载/卸载	12	阻焊层丝网印刷
3	预清洗	13	阻焊层烤箱烘干
	容量为 30 块面板的缓冲区（FIFO）		在线加载/卸载
4	喷墨线路成像	14	机器人 LDI
	在线加载/卸载	15	阻焊层显影
	容量为 30 块大在制板的缓冲区（FIFO）		在线加载/卸载
5	镀锡	16	机器人喷墨丝印 x2
	FIFO 缓冲区		在线加载/卸载
6	抗蚀剂剥离（电镀和蚀刻）	17	最终固化
	旋转 90 度		在线加载/卸载
7	蚀刻		旋转 90 度
	在线加载/卸载	18	HASL 预清洁
8	抗蚀剂剥离（印刷和蚀刻）	19	L / F HASL
	在线加载/卸载	20	HASL 后清洁
9	剥离镀锡		旋转 90 度
	在线加载/卸载		卸载

表 5：GreenSource 外层制造流程包含优化的 39 个流程步骤

按需交货

自动化消除了排队、等待和延迟，从而实现了总共 38 个步骤的及时生产流程（JIT）。如表 1 至表 4 所示，在总共 112 个步骤的标准多层制造工艺中，有许多队列（等待然后移动）。通过消除 66 % 的工艺步骤，GreenSource 的外层加工工艺从钻孔到最终制造完成仅需 105 分钟，而不是之前的数周。通过对从成像到蚀刻的工艺进行标准化，能够将这些步骤自动化，使其成为既能加工内层也能加工外层的一个连续工艺。

材料搬运移动设备全部由 AWP 集团提供，AWP 集团的总部在欧洲，其特长是设备和材料搬运。他们提供了近 100 个特殊的在制板编码阅读器和射频识别（RFID）阅读器，使得自动化设备能够确定在制板的 ID，然后按照这个 ID 下载特定的工艺。这些新工艺采用了创新的漂洗系统，它们可以最大限度减少水和溶

标准加工工序（外层）			
a	CAM	30	带出液冲洗/水洗
b	光绘底片	31	酸制备
c	底片处理	32	镀锡
d	底片检查	33	带出液冲洗/水洗
e	底片冲孔	34	拆架-移动
1	加载	35	加载
2	去毛刺	36	抗蚀剂剥离（电镀和蚀刻）
3	卸载	37	冲洗
4	加载	38	蚀刻
5	清洁/水洗	39	蚀刻剂回收/水洗
6	微蚀刻/水洗	40	锡条
7	催化剂	41	锡回收/水洗
8	加速剂/水洗	42	卸载 - 移动
9	化学镀铜	43	加载
10	铜带出液/水洗	44	阻焊层清洁
11	干燥	45	阻焊层涂布
12	卸载 - 移动	46	阻焊层固化
13	加载	47	卸载
14	抗蚀剂施工	48	加载
15	保持（冷却）	49	阻焊层曝光
16	曝光	50	卸载 - 移动
17	卸载	51	加载
18	保持（聚合）	52	阻焊层显影
19	加载/去除麦拉片	53	卸载
20	显影/水洗	54	加载
21	卸载 - 移动	55	丝印打印
22	加载	56	卸载 - 移动
23	AOI	57	丝印固化
24	卸载 - 移动	58	卸载
25	装架	59	加载
26	清洁/水洗	60	HASL 预清洁
27	微蚀刻/水洗	61	HASL
28	酸制备	62	HASL 后清洁
29	镀铜	63	卸载

表 6：标准外层过程包括 60 个步骤；比优化的 GreenSource 流程多 11 个步骤

液的带出量。

该工厂的材料搬运能力非常强大，其具有搬运从 0.025 毫米内层（刚性或挠性）到 6 毫米或更厚成品的能力。它包括一个自动存储和取出系统（AS / RS）以及一个冷藏仓库，可以从中取出一整套用于多层叠板的材料，并将

操作	影响
减少批次内的数量以增加灵活性，降低库存	利用单轴自动加载钻头/分板机，可用于多个在制板（大于 3 个）
用于层压的自动光学无销钉层压	消除定位销钉、去除销钉和垫板清洁，以减少所需的劳动力
使用喷墨进行线路成像	避免使用预清洁剂、显影剂、锡板清洁剂/微蚀刻剂/预浸液和脱膜化学品
消除清洁剂、微蚀刻剂、预浸液和抗氧化剂	废液处理系统减少，化学品成本降低
喷墨丝印	消除丝网和成像工艺
阻焊层 LDI	消除底片，提高对准
导电性聚合物金属化	消除化学镀铜过程中产生的甲醛
闭环抗蚀剂剥离工艺流程	在化学品使用和处理上一年节省 2 万美元以上
水平脉冲镀铜&不溶性阳极	废料大幅减少，提高厚度公差范围。因为粗糙程度可以控制，所以不再需要微蚀刻工艺来增加粘附力
旋氧等离子蚀刻	不再需要溶剂和/或带有有毒气体的等离子体进行化学去污
闭环铜回收系统	不再需要支出蚀刻化学品成本，并且可以从回收到的纯度为 99.99%的铜中获得现金流。此外，±2%的稳定蚀刻率可以避免氨气排放到洗涤器当中，还可以将蚀刻冲洗液回收得到蚀刻器中
将所有的第一遍冲洗都转变为静态清洗&增加循环水洗的流速从而弥补喷流较小	IX 再生物减少了 70%；浓缩废料增加了 25%；浓缩废料总量净减 30%
尽可能将处理液的温度升高，并且从酸洗液中补充蒸发损耗	浓缩废料量减少了 25%
闭环 F006 原料冲洗回收工艺	F006 有毒废料减少了 95%
零废液排放废物处理	不再需要申请许可证，节省了水资源
消除烟雾冲洗和蒸汽排放	在密封罐中产生负压，在管道上填充柱
减少工艺中使用的化学品的数量和种类，并消除化学品搬运等安全问题	持续监控和补充化学品，使用供应商发货的储存器

表 7：17 项降低成本的活动（精益）及其影响

它们放在一个带有可控制层压 RFID 的密封托盘中。

精密的蚀刻控制

另一个重大变化是从碱性硫酸铜铵蚀刻剂

转换为酸性氯化铜蚀刻剂。这是由于来自瑞典的 Sigma Engineering 公司提供了一种可以用于氯化铜的控制器，其能够大幅强化蚀刻速率控制，以及他们的新型再生和铜回收装置能够再生蚀刻剂并电解固体铜板。为了更精密地控



工艺化学浴	回收方法	回收产物	资本投资回报率
碱性蚀刻剂	氧化/电镀铜	蚀刻剂和铜金属	6-14 个月
酸蚀蚀刻剂	氧化/电镀铜	蚀刻剂和铜金属	6-14 个月
电镀电解质	有机破坏	不含有机物的电解质	2-3 个月
锡剥离剂	原电池	抗蚀剂和新剥离剂	4-6 个月
微蚀刻剂	原电池	微蚀刻剂和铜金属	4-6 个月
氧化剂替代品	有机破坏	不含有机物的化学品	2-3 个月
抗蚀剂剥离剂	膜	剥离剂和污染的盐水	2-3 个月

表 8：用于回收化学品，最大程度减少废料处理的化学品再利用方法，以及此类系统的 ROI

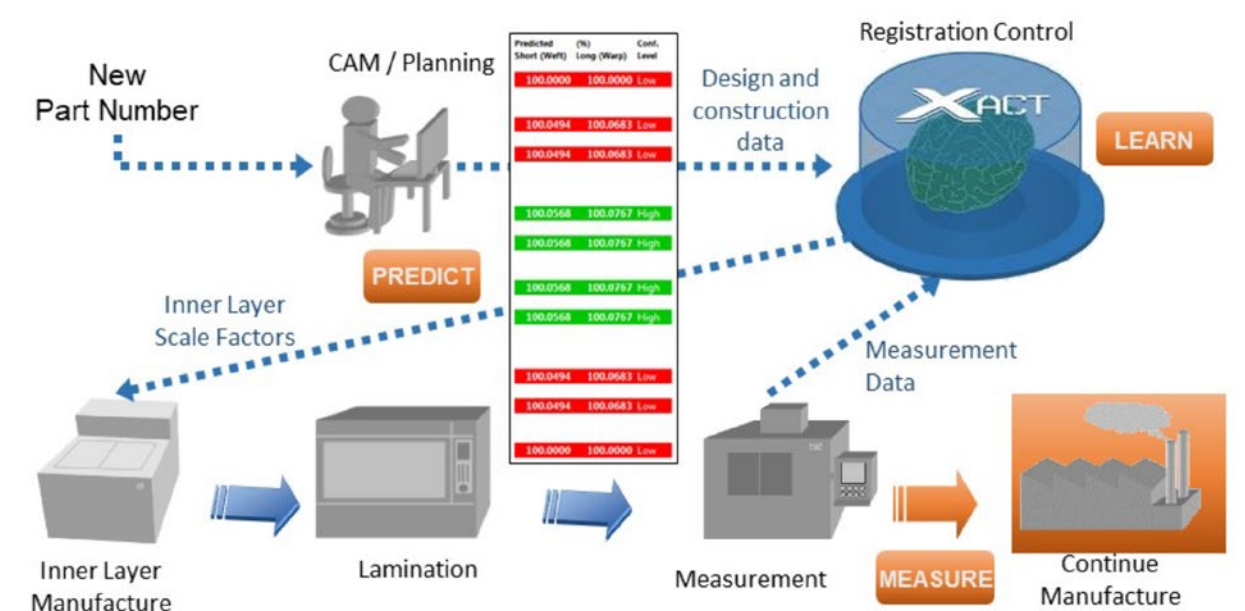


表 8：用于回收化学品，最大程度减少废料处理的化学品再利用方法，以及此类系统的 ROI

制成品的布线，GreenSource 仅蚀刻底部，两个蚀刻模块之间有一个翻板机。蚀刻机也得到了显著改进，现在可加工的铜箔厚度为 ½ 盎司到 2 盎司，而且不会影响产量。这种控制能力对于层压后的减薄铜蚀刻很重要，这样才能控制 HDI 顺序叠层的表面积层。

创新的软件

虽然无法直观看到，但可能是最重要的创新，是对每块在制板的持续测量。由于每块

材料都有条形码，并且每块板都会经过 AOI，因此 CIMS 的 AOI 能够进行精密测量，并将测量数据存储在由英国 X-ACT PCB 提供的独特数据库中。该软件能够从摄像头、AOI、坐标测量机（Impex ProX<sub>3</sub>）和 X 光获取数据，以改善成像、层压和钻孔的对准。X 光钻孔数据可以转换为缩放、偏移和旋转数据，这些数据可用于转换数控程序以适合经过测量的在制板。

## 电镀能力

除了原来的 Uniplate 水平镀铜外, GreenSource 还增加了两套用于铜通孔填充的水平 Uniplate 电镀线, 用于盲孔的改良型半加成法工艺 (mSAP) 和用于较厚铜板的 THF2。来自 Ludy 的新型垂直电镀线采用 X、Y 和 Z 阴极搅拌技术, 所有这些都采用了不溶性阳极喷射器, 并由安美特提供独特的液体电解质。与 Uniplate 水平电镀系统一样, 直流 (DC) 供电可以是脉冲式的, 也可以是双面电流控制。该装置可以用于盲孔 (纵横比 [AR] > 3 : 1) 和通孔 (AR > 30 : 1)。

## 六西格玛质量目标和持续改进

这种高度自动化消除了搬运移动环节, 减少了其他造成缺陷以及氧化或污染的可能性。这样的工艺具有惊人的高良率, 同时只需要非常少的劳动力。表 8 列出了废水处理、废料回收方法以及其投资回报率 (ROI)。

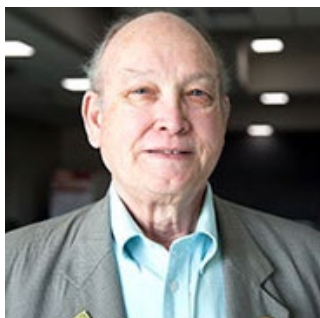
## 总结

Whelen Engineering 的 GreenSource Fabrication 工厂将精益生产与绿色环保完美结合。在他们的 PCB 制造工艺中, 有 17 项创新点, 这为企业提供了巨大的优势。其结果是成本更低 (从中国购买 PCB 成本的 1/3 到 1/2)、交付周期缩短 (从 4 周缩短到 2 天)、大批量产

品线上也能同时生产样品的灵活性以及不需要终检也能显著提高质量。如果按照 50% 的产能计算, 整个项目的投资回报周期仅需要三年, 这使其在未来具有相当大的增长空间和成本降低空间。PCB

## 延伸阅读

1. Lean Definitions, [www.lean.org/search/](http://www.lean.org/search/)
2. Matties, B., & Bernas, B. [Whelen Engineering Reduces Cycle Time by Building a New Automated PCB Factory](#), The PCB Magazine, October 2015.
3. Stepinski, A. [The 21st Century PCB Factory—Designed to Eliminate Offshore Cost Advantages](#), The PCB Magazine, June 2016.



**Happy Holden** 自 1970 年以来一直专研印制电路技术, 先后效力于 Hewlett-Packard, NanYa / Westwood、Merix、Foxconn、Gen-tex 等公司。他与 Clyde Coombs 共同编写了《印制电路手册》(第 7 版)。如需联系 Holden, [请点击此处](#)。

## 2018工匠杯·杭州电子制造业评选活动, 获奖名单出炉

由雅时国际商讯主办的“2018 工匠杯·杭州电子制造业评选活动”于昨日 12:00 截止投票, 在 10 月 22-10 月 31 日期间, 杭州百余家企业群情激昂, 积极报名加入; 四万余名行业人士热情捧场,



线上线下投票; 专家评审单位迅速响应, 认真阅读材料, 实时刷新数据, 按照既定的评选规则打分统计, 最终在投票通道关闭后第一时间出炉获奖名单。

阅读全文, 请[点击这里](#)。



# 安美特为美国带来世界级的高阶 HDI

by the I-Connect007 Editorial Team

当 I-Connect007 团队第一次到 GreenSource 参观时，负责为我们介绍的 GreenSource 副总裁 Alex Stepinski 首先向我们介绍了表面制备和电镀，他说：“我们采用了安美特的水平生产技术。安美特的一站式解决方案在 GreenSource 已经运行了一段时间了，设备和化学药水均来自德国，他们到现场为我们配置好了所有东西。我们最主要的三家供应商分别是安美特、Schmoll 和 AWP。我们会定期得到安美特从德国提供的直接技术支持。我们与安美特真正做到了技术开发合作。”

安美特的设备是 GreenSource Fabrication 有序运营的核心。在一周的参观过程中，我们深入了解了安美特在

GreenSource 的安装情况。我们与安美特派出现在现场监督安装的 4 位代表进行了几次交谈，他们包括：北美电子业务总监 Moody Dreiza、全球电子营销及企业技术培训总监 Daniel Schmidt、全球原始设备制造商 (OEM) 新技术 / 新方向总监 Kuldip Johal、GreenSource 系统工程师 John Foley。我们的对话涵盖了 GreenSource 工厂中每一条安美特生产线的具体详情。我们还讨论了为实现 Stepinski 的最高生产灵活性愿景，而专门为 GreenSource 单独开发的设备和化学药水，以及其功能和独特创新。

**Barry Matties：**能否简述一下安美特在 GreenSource 的设备安装概况？

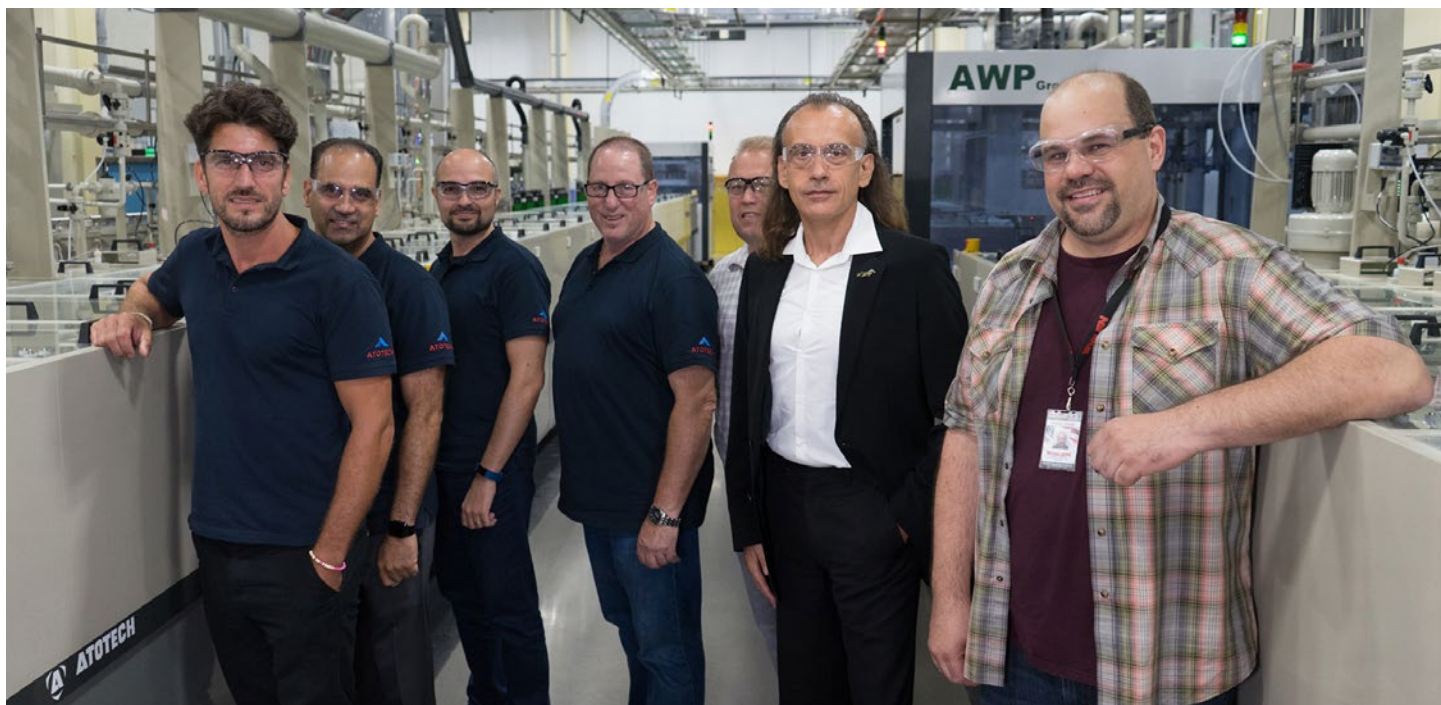


图 1：GreenSource Fabrication 副总裁 Alex Stepinski（右一）与安美特团队

# 推介 CapStone™ 优势



**双倍增大您的挠性印制电路板生产产能  
同时减少30%的加工成本**

**以新技术提供更高品质与更好的产出**

Capstone机台糅合了ESI最新一代的激光控制能力与引领市场的强健的激光科技  
在不损质量与精度一毫的前提下, 呈现卓越表现

**让您的投资物超所值**

提升加工能力, 减少成本支出

客户所需, 使命必达

快来告诉我们您的需求吧!



2018 HKPCA & IPC  
SHOW 中国深圳  
欢迎访问我们的代理商  
WKK 的展位 1Q01

了解更多关于  
CAPSTONE的详情







图 2：GreenSource Fabrication 内的安美特水平生产线  
(左：化学镀铜生产线；右：棕化生产线)

**Daniel Schmidt：**截至目前，GreenSource 总共安装了 8 条安美特的生产线，其中包括 3 条电镀铜生产线、2 条化学镀铜生产线、2 条表面处理生产线和一条直接金属化生产线。GreenSource 还采用了安美特的多种湿处理化学工艺，例如我们的高均镀力化学镀铜 (Printoganth T1)、盲微导通孔填充工艺 (Inpulse 2HF)、镀通孔电解液、BMV 和敷形电镀 (Inpulse 2THF)、用于敷形或薄镀的电解液 (Inpulse 2HT)、激光直接钻孔预处理 (BondFilm LDD SR)、高铜负载粘合力强化 (BondFilm HC) 以及我们的 ENIG 工艺 (Aurotech DC)。

**Matties：**你们做了哪些工作来遵从 GreenSource 对系统到软件集成的要求？

**Schmidt：**我们的解决方案带有一个完全集成的通信接口，它可以转换安美特的硬件和工艺数据，并实时与多个平台安全地交换这

些数据，例如 SEMI（半导体设备和材料组织）设备通信标准 (SECS)、通用设备模型 (GEM)、开放平台通信 (OPC) 以及主机制造执行系统 (MES) 软件。这使得工厂能够集成多个工具集，从而可优化生产率和提高良率。我们总是能够满足客户要求，并使设备能够以低化学品、低水和能源消耗量运行。与此同时，我们可以确保最少的废料（例如废水和带出化学溶液），对于

GreenSource 工厂来说，这正是 Alex 想要达到的目标。

**Matties：**这些设备中有哪些首创的新功能呢？

**Schmidt：**GreenSource 特别要求要安装新的冲洗系统，可实现冲洗溶液的高流动，同时采用循环水来代替净水反复使用。当使用循环水时，藻类生长会引发问题，所以我们在系统中安装了新的装置，以避免冲洗液中藻类生长而产生颗粒物。需要了解的一点是，当在制板离开化学工艺槽时，在制板上会有废化学溶液。这时需要消除带出液以便停止其在板上继续进行化学反应，使在制板准备好进行下一个工艺步骤（必须清洁），并且避免污染下游的工艺步骤。

生产线中我们使用的滚筒配置和每个模块出口区域的机械设计能够将在制板上的溶液带出减少至最低，然而，化学溶液还是会

残留在钻孔中和板的边缘上，以及在表面上留下非常薄的液体膜。通常，工艺化学品对污染非常敏感。因此，稀释因子必须非常高，才能满足现行业所要求的化学槽长寿命和工艺可靠性。对于先进的高密度互连（HDI）产品的化学镀铜工艺，稀释因子必须达到 1:10.000。在水平系统中，必须使用配备先进流体装置的三次或四次冲洗，以在钻孔中和板表面实现足够的溶液交换。

GreenSource 这套系统的概念是通过电导率控制高流量集中冲洗，结合了 pH 值和电导率控制的三次冲洗，有助于实现这些目标。而简单的冲洗概念，只能通过使用大量的水来实现。在电镀方面，我们安装了先进的 Uniplate IP2 电镀线，这类电镀线在亚洲市场被认为是最先进的。如今，我们已经在全球安装了数百台。GreenSource 是第一个安装最先进的 IP2 电镀机的美国工厂。

**Matties :** 还有其他创新吗？

**Moody Dreiza :** GreenSource 是第一个在同一台电镀线中使用不同化学配方的客户。我们可以在电镀槽中加入一种溶液用于生产，再将这种溶液泵回储液罐，然后在这条生产线上换上另外一种溶液，进行其他产品的生产。这是当今市场上独一无二的配置，对我们来说，设计并提供这种系统是一项伟大的成就，这能够为我们的客户提供灵活性非常高的

工艺。

**Matties :** John，你是客户经理，能为我们按照生产顺序详细介绍一下 GreenSource 安装的所有安美特设备吗？

**John Foley :** 这里安装有几套从内层到外层的不同系统，以及多个版本的 BondFilm 产品，它们采用了我们特殊的棕化工艺。一条是高铜负载生产线，这是美国引进的第一条；另一条是 BondFilm LDD SR，它用于减少激光钻孔后进行去钻污处理时的飞溅。去钻污是我们在这里安装的第三套系统，它使用了我们的 Securiganth P 化学工艺。

**Happy Holden :** 你们在内层层压之前是否会对进行棕化？

**Foley :** 要的。我们为该工艺步骤准备了好几种 BondFilm 产品。我们的产品系列享誉全球，具有  $<1\mu\text{m}$  低边缘深度、高铜粘附能力以及



图 3：安装在 GreenSource 的 Atotech Uniplate IP2 生产线



由于表面粗糙度较低而具有出色的信号完整性。

**Holden :** 这个生产线之后的工艺步骤是什么？

**Foley :** 之后是两条不同的化学镀铜生产线。其中一条是设计用于较厚 PCB（独立的化学镀铜生产线），另一条是设计用于较薄 PCB 板（LBCu6 生产线）。这两条生产线使用了不同的传送系统，但两者的化学工艺相同，都是水平工艺。

**Schmidt :** 例如，我们的 UTS-xs 概念是设计用于加工包括 2 微米 x 2 微米铜箔尺寸、厚度为 40 微米，我认为这是非常薄的挠性材料。我们的流体管理也很关键。它可以在系统中实现可靠的传输，并由许多控制装置支持。我们可控制模块中加工工艺区域的溶液水平，以及从泵通过流体装置的溶液流压力。有了这些措施，我们就可以确保满足最新的传输能力要求。

**Foley :** 此外，我们还为所有生产线添加了精细的过滤系统。由于 GreenSource 也想在这些生产线上生产精细线路结构，所以这也是必须的。为此，我们在所有模块上都配备了精细的过滤系统——不仅只在活性模块中，还有冲洗和电镀模块中。

接下来，是我们的水平酸性铜系统工艺流程。根据需要，我们可以使用几种酸性铜混合物（例如，敷形电镀、微导通孔填充和通孔填充）。这就有三到四种不同的酸性铜。最后是我们的化学镀镍浸金（ENIG）生产线，

该生产线目前是表面处理生产线，以后还能进行化学镀镍钯浸金（ENEPIG）。

**Holden :** 为什么 GreenSource 从直接电镀转向了化学镀铜？

**Kuldip Johal :** 直接电镀生产线是专为更简单的双面产品而设计的。然而，由于 GreenSource 的要求包含具有广泛产品规格的 HDI 产品、要求具备高互连可靠性和 BMV 覆盖率，他们更倾向于使用基于钯的化学镀铜工艺，而不是基于导电聚合物的直接电镀工艺。对于 GreenSource 而言，他们的计划是在同一个厂里实现两种生产能力，以达到最高的灵活性。

**Dreiza :** 我认为还有针对更精细的导通孔的均镀力。因其化学镀铜的均镀力为 1，因此而得名 Printoganth T1。这意味着在制板表面上与盲导通孔楔形底部的化学镀铜厚度几乎相同。

**Holden :** 当条形码读取器读取到来料的条形码后，会调整哪些参数？例如工艺、传送系统速度、压力等？

**Foley :** 配方可能会改变温度、压力或加料频率。在制板尺寸也是调整配方的一个因素。根据铜厚度要求和在制板规格，电镀线中的传送系统速度以及电流密度和脉冲形式也可能会产生变化。我们的棕化生产线最初是作为内层粘合系统推向市场的，但 Alex 使它具有了两种用途：阻焊层粘合和干膜粘合。他用 BondFilm 对表面进行粗化，使阻焊层和干



图 4：GreenSource Fabrication 的 Atotech Uniplate Cu 生产线

深度决定的，有些东西可能会改变蚀刻速率：速度、温度和化学工艺。在生产线的后面是装载机，然后是酸性清洁，接着是冲洗、碱性清洁，然后再次冲洗，然后才是激活 BondFilm。BondFilm 是一种含有有机物的改性过氧化硫酸蚀刻。最后，该工艺以冲洗、干燥结束。

膜具有更好的附着力。

**Holden：**那还用它来增强层压粘合力吗？

**Foley：**是的。

**Johal：**是的，从技术角度来看，配方变化可以在附着力促进剂的加工过程中增加价值，因为介电材料会发生变化。GreenSource 可以将特定条形码作业链接到特定的工艺配方。在这种情况下，可能会调节传送系统速度，为所选择的电介质提供不同的蚀刻深度，并增强附着力促进剂的性能。

**Holden：**通常情况下，必须由人工来完成这种调整或按照批次调整。而在这里，这些都是自动完成的，这是关键。数字配方会更改生产线上实际发生的事情。

**Foley：**正如 Kuldip 所说，它是由蚀刻速率 /

**Holden：**那么内层呢？

**Foley：**内层的蚀刻非常独特。水平蚀刻系统的一个典型问题在于顶部蚀刻液残留会导致两侧蚀刻不一致。这种系统难以控制板面和底部保持一致。为了解决这个问题，GreenSource 配有两台蚀刻机。底部在前半部分蚀刻，然后经过 AWP 翻板机，翻转板并在蚀刻线的后半部分蚀刻顶部。没有顶部蚀刻意味着没有顶部残留。非常不错的解决办法。

**Patty Goldman：**所有不同的酸性铜都使用同一个储液罐吗？

**Foley：**有些会用到不同的储液罐。根据 GreenSource 当天或一周的运行情况，他们将泵送所需的酸性铜，将其转移回储液罐，并在必要时将下一种药水泵进来。使用的电解工具是相同的，但储液罐不同。

**Dreiza：**我还想提一下我们去钻污生产线上



的冷凝器。来自设备的任何废气都会经过冷凝回到设备中，这样能大大减少化学品的用量，并改善任何操作对环境的影响。

**Holden :** 说到这里，我注意到这些机器的通风排气非常少。

**Dreiza :** 冷凝器显著减少了生产线所需的化学品用量。这只是我们减少化学品消耗量的众多措施之一。

**Matties :** 这些机器经过了很周全的思考和计划。

**Johal :** Alex 通过在系统增添细微的差别，使每种工艺具有超乎想象的灵活性。他能够在加工厚板的同时也能够加工薄 HDI 板，大多数 PCB 制造厂做不到这一点。Alex 所做的就是将两者结合起来以获得最大的灵活性。这就是我认为 GreenSource 最大的优势所在。

**Holden :** Alex 在规划第一个工厂时做的最具有开创性的事情之一是不再需要清洗剂或酸浸，因为整个工序流程没有时间也不会发生氧化，并且也没有手工搬运操作。

**Foley :** Alex 在标准生产中还是会对钻孔之后的板进行清洁。在 ENIG 工序之前，会使用 BondFilm LDD SR 设备去除阻焊层的有机污染物。

**Holden :** 这其中哪个工艺是使用自动技术控制分析和定量给料的？

**Foley :** 除了 ENIG 生产线以外，我们的所有水平系统都具有自动定量给料功能，这是我们水平生产线的标配，它由实验室通过日常分析控制化学品的添加。化学镀铜和还原有内置在生产线中的自动控制器，可进行在线连续分析。酸性镀铜线也配有这种自动控制器。安美特还提供一些独特的用于 Ludy 系统的酸性镀铜，Ludy 系统是垂直的，但我不能 100% 确定该系统的配置。

安美特生产线的另一个独特之处在于，水的开关是通过电导率来控制的，而不是按照每分钟几升这样的固定流量控制。这能够减少用水——GreenSource 所强调的另一个绿色“亮点”。你可以看到一个电机在塑料外壳中旋转。这是我们具有专利的边缘分离过滤系统（ESF）。它是一种自清洁金属网过滤系统。当高锰酸盐被泵送到储液罐时，它会在设备



图 5：配备精细过滤装置的模块背面视图

中不断地通过过滤系统。一般的过滤器做不到这一点。使用该系统可以延长化学槽的使用寿命并减少可能会影响线宽和线距的颗粒物。

接下来是 BondFilm LDD SR。其使用的化学成分是含有不同有机物的硫酸过氧化氢。“SR”代表的是激光钻孔飞溅减少。当进行激光钻孔时，会在孔的周围产生飞溅。LDD SR 可在微导通孔生产过程中减少飞溅并清洁捕获焊盘。在 LDD SR 中，在制板通过碱性清洁剂冲洗，到达 BondFilm 工序，然后在再次冲洗后进入下一工序——去钻污或卸载。

经过去钻污工序之后，就可以对其进行化学镀铜或导电聚合物了。之后的生产线我们称其为独立低速化学镀铜（LB），它会沉积非常少的铜，然后就可以对其进行闪镀了。

更准确地说，我们会先进行中速沉铜，之后就可以进行图形电镀或在其上放置干膜或进行闪镀或全板电镀了。

**Johal :** 这条生产线还拥有专为盲孔设计的最新一代化学镀铜，这是我们很多客户所要求的。对于目前 HDI PCB 的盲孔，制造商关注更多的是表面上化学镀铜的量与 BMV 捕获焊盘底部的量之间的关系，这对盲导通孔的可靠性来说越来越重要。客户要求盲孔的均匀度至少达到 80%，而且这是通过聚焦离子束（FIB）横截面来测量的绝对厚度，而不是通过重量增加来测量。

**Foley :** 实测值。化学镀铜槽的名称是 Prin-toganth T1。



图 6：泵和冷凝器可保证 Atotech 生产线实现化学配方的动态且精密控制，同时可收集烟雾。这两大功能是实现零排放，可加工任意批量产品的关键

**Holden :** T1 化学槽是不是不含甲醛？

**Foley :** 含甲醛的。

**Holden :** 你们有什么特殊手段来使它稳定，不产生颗粒物或延长其寿命吗？

**Foley :** 跟其他化学镀铜槽一样，T1 也含有稳定剂，如果你从化学槽后面看，就能看到里面的每个流体头上都带有过滤器。通常，在一周的生产结束后，操作工会按下维修模式的按钮。维修模式会对化学槽进行清洁。例如，这条





图 7：GreenSource 的操作工通过使用总控台来控制安美特生产线

生产线是上周所使用的生产线，现在他们使用的是另一条生产线，但可以看出是时候进行清理了，过滤管中有一些铜残留。操作工会上调出维修模式并启动化学镀铜清洁过程。该过程会自动将其从这里泵送到储液罐，将蚀刻液从另一个储液罐中泵出，控制温度，运行大约三或四个小时的一个循环，蚀刻掉所有的铜，随后用水填满、冲洗、排出，然后它就能恢复如初，泵回化学镀液，再次开始运行。

**Goldman：**损失一些化学镀铜还是无法避免的啊。

**Foley：**其实只会损失非常少的一点。毕竟将它泵来泵去怎么都会损失一点的。

**Holden：**GreenSource 是怎么处理排放水的呢？

**Foley：**通常，线上的水会进入废料处理环节然后回收再利用。然而，这类废水含有化学成分所以不会。每个化学浴之后的第一次冲洗液，在排出时，会转化为化学废料，而不是废水。后续的冲洗液会被回收处理成清水重新使用。

**Dreiza：**为了减少废水，我们还减少了带出液。通过使用水平系统，我们可以减少 50% 的带出液，然后 John 所描述的四次冲洗也是一方面。这套系统的整体消耗非常低。

**Goldman：**这是加倍的节省啊。一方面化学成分补充上节省了，另一方面还通过减少不必要的废料处理节省了。



图 8：安美特的槽液转移管道可自动进行化学药品转换和维护

**Foley :** 在化学镀生产线和电镀生产线上，安美特通过自动分析仪不断地从化学槽中来回移动溶液。分析仪也可以控制。这是一个很好的功能，特别是对于 GreenSource 而言，因为它只需要很少的人力。

**Dreiza :** 这在业界是独一无二的。可以获取样本进行分析，而不是根据产量来估算需要添加多少稳定剂。在典型的生产线中，操作员会一次加很多，使稳定剂达到峰值，并且当它衰减时，他们会根据产量计算何时再次添加，从而再次出现峰值。通过稳定剂分析，您可以保持更加可控的稳定剂水平，这意味着您可以在整个工艺中更好地控制化学镀铜的沉积。

我想指出的另一个特点是，所有生产线上的泵都配有频率驱动器，使得系统可以改变压力。对于微导通孔，我们希望在高压高频下运行工艺。毕竟，必须使铜沉积到导通孔的底部。

**Holden :** 我们还看到有一些以前没有的配方组成和细微优化。

**Foley :** 使用频率驱动电机的水平系统，优势在于可以使溶液到达通孔的底部。在垂直生产线上，要取决于搅动的程度。回想一下，就会发现美国以前使用的都是很老的垂直工艺。

**Holden :** 我们现在来谈谈系统中的化学品定



图 9：从上方供应循环水的管道、控制装置和传感器



量给料部分。

**Foley :** 化学槽后基于几种不同的化学品定量给料线路。用一个泵给料，第二个用于开缸剂。如果我们使用相同的泵用于给料和开缸剂的话，一些开缸剂需要数小时。因此，我们安装的开缸剂泵功率大会稍微大一些。

**Goldman :** 这条生产线的产量是多少？是否有起伏？

**Foley :** 通常，低速化学沉铜线的设计运行速度为每分钟 1 米。电镀线也可以与具有相同速度的闪镀电镀机组合。然而，如果要进行全板电镀，则电镀线的速度会降低，并且会将经过化学镀铜的在制板送入电镀机。

在 Printoganth TP1 槽最开始的地方，配有安美特独具专利的特殊滚筒，它由不锈钢滚筒、阳极和阴极组成。当在制板经过时，就会带上一小部分电荷，在进入化学槽时立即开始电镀，即使在第一根滚筒上也是如此。否则，电镀开始的时间要晚得多（几英尺以后）。如果从刚进入化学槽的时候就开始电镀，就会有利于控制镀层厚度，这是安美特这套设备的独特之处。

您会注意到这条生产线上的滚筒很细，而在其他的生产线上滚筒的直径远大于此，这与预浸和钯活化工艺有关。



图 10：频率控制的高效电机将液体泵送到所有的工艺模块，并进行冲洗

**Goldman :** 目标镀层厚度是多少？

**Foley :** 0.76 微米到 1.2 微米都可以做到，这取决于产品要求。与我多年来所见过的各种其他化学镀槽相比，这种槽更加稳定。我们使用相同的化学镀槽进行生产已经快六个月了。GreenSource 还没有出现过析出情况，而这是业界的常见问题。

当生产线在一天工作完成后关闭时，数个喷雾杆将对传送系统喷淋 30 秒。传送系统将再运行 10 分钟，确保所有的残留液体都返回到化学槽中。这可能会稍微稀释溶液，但可以保持工作区域的清洁并避免铜沉积。

我想指出的另一个独特之处是紫外线，这是 Alex 要求我们加上的。在每次冲洗中，紫外线都会照射，以控制藻类、虫子等生长。

**Holden :** GreenSource 是否仍然在使用为 Whelen 老工厂设计的全板电镀，而不是图形电镀？



图 11：安美特团队（从左到右：Kuldip Johal、John Foley、Daniel Schmidt、Moody Dreiza）将继续与 GreenSource 合作，以进一步提高和改进安美特解决方案

**Foley：**GreenSource 的安美特 Uniplate IP2 生产线全部都是全板电镀。我们也正在开发一种名为 Uniplate IP3 的水平图形电镀线，现已接近完成。在电镀线中使用图形电镀要困难得多。

**Holden：**支持改良半加成工艺（mSAP）吗？

**Foley：**GreenSource 目前还没有采用 mSAP 工艺，但这些生产线能够进行 mSAP 生产。

**Holden：**只是化学配方不同还是需要另外的生产线？

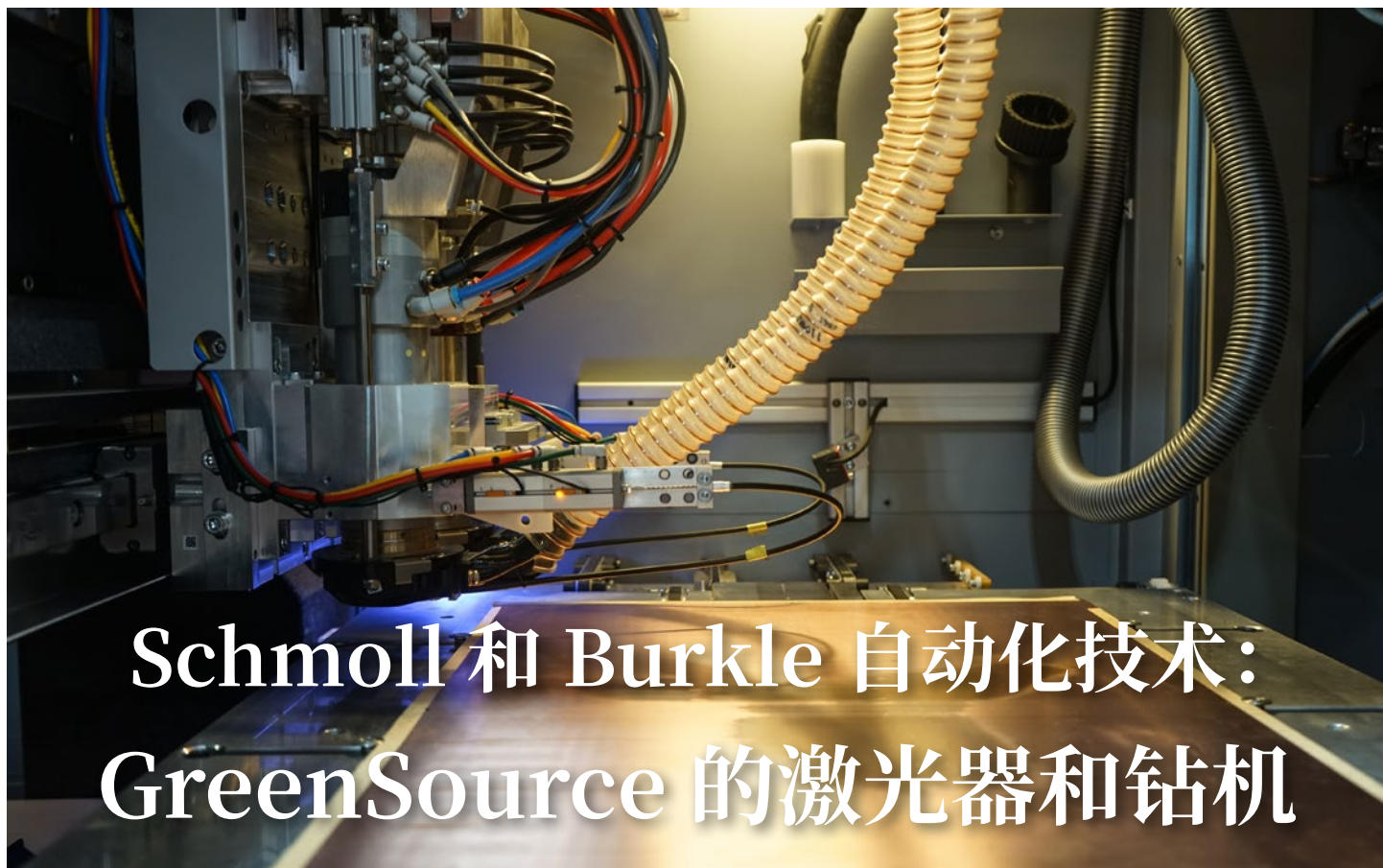
**Foley：**只是化学配方不同。在世界上的其他地区，我们的这些生产线每天都在进行 mSAP 工艺生产。

**Matties：**能够看到这么先进的工厂建成令人非常兴奋。恭喜你们成为其中的主要供应商。

**Schmidt：**的确如此。现在，来自世界各地的人们开始注意到一些更先进的系统所具有的可能性，这实际上是设备和化学配方的结合。我们很高兴能够成为其中的一份子，并将继续支持 GreenSource 未来的发展计划。

**PCB**





# Schmolli 和 Burkle 自动化技术： GreenSource 的激光器和钻机

Interview by **Patty Goldman**

在 GreenSource Fabrication 时，Burkle 自动化技术公司的 Dave Howard 向我介绍了 Schmolli 设备以及 Burkle 在工厂安装的其他设备。其中一个非常有趣的设备是 Impex 检测机，它可以用一根非常细的纤维探针做复杂的无损剖切面成像。然后，我们在参观过程中进行了一些讨论。参加技术讨论的还有 Burkle 的工程师 EvanHoward 和 Schmolli 的 2 位应用工程师 JensBaensch 和 JamesVerheul。

**Patty Goldman:** Dave, 跟我说说你的经历吧。

**Dave Howard:** 我来自英国。许多年前，我因为当时工作原因的公司来到美国，从

那以后我就一直在这里。我现在在 Burkle America 工作，除了 Burkle 层压机，我们还代理 Schmolli 的钻机和其他设备。

**Goldman:** 我们正站在的是 16 台单轴钻机前，



图 1：GreenSource Fabrication 的两条 Schmolli 单轴钻机生产线。点击[这里](#)观看视频。



灵活可靠的供应链解决方案  
高品质覆铜箔基板  
半固化片复合材料



**ventec**  
INTERNATIONAL GROUP  
騰輝電子



腾辉国际集团是一家全球领先的高品质覆铜箔基板和半固化片制造销售商。拥有完整的独立研发能力。遍布全球的分销网络使我们可以满足世界任何角落的需求。

**无论您需求如何，  
腾辉总能提供！**

腾辉电子（苏州）有限公司  
江苏省苏州市新区泰山路308号  
邮编：215129  
电话：+86 512 68091810  
电邮：[sales@ventec.com.cn](mailto:sales@ventec.com.cn)  
[www.ventecclaminates.com](http://www.ventecclaminates.com)



这些钻孔机共有两排，互相对立。（图 1）

**Howard :** 是的，这些单轴钻机有很多附加功能，包括所有轴的线性电机、高速主轴、精密深度控制器和自动装载机。在项目第一阶段，大约三年前安装了 8 台钻孔机。

**Goldman :** 他们是被替换了还是升级了？

**Howard :** GreenSource 第二阶段又订购了 8 台，所以现在共有 16 台。最初的 8 台配有单独的装载系统，它们位于原来每台机器的背面。在第二阶段，取消了旧机器的自动化装载系统，转而由自动导引车（AGV）送料。

**Goldman :** 那些是 Schmoll 的自动导引车吗？

**Howard :** 是的，是由 Schmoll 提供的，但设备还未运到工厂。

**Goldman :** 除了自动化之外，旧机器和新机器之间有什么区别吗？

**Howard :** 没有。可能会因为升级而有一些微小的更改，但它们基本上是相同的系统。16 台里主要是钻孔机，但还有一些铣削设备。

**Goldman :** 只用于铣削？

**Howard :** 我想是的。他们都有相关的视觉系统，所以可以做视觉校准。这些是非常复杂的单工位

机器，据我从 GreenSource 得到的消息是这些机器运行非常良好。

**Goldman :** 新的装载单元将如何运作？

**Howard :** 装载仍然会从后面进行，但这是一种不同的装载机，现在可以更好地与完全自动化的宗旨相融合。所有这些机器都有一个容量的刀具更换系统。这有点难以看到，系统内可以容纳 2200 支刀具。对于自动化系统来说，保证刀具的数量和种类是非常重要的，这样你就不会总是需要更换的操作。

**Goldman :** 好吧，跟我说说我正在看的那个非常复杂的面板。

**Howard :** 那是操作员控制系统，为 16 个单元提供独立的控制。屏幕上显示了这台机器的所有功能，包括速度、工具管理、打开或



图 2：Burkle North America 公司的 Dave Howard 和 I-Connect007 的 Patty Goldman 正在查看 Schmoll Modul 钻机控制系统

关闭选项以及工作信息。这些单元具有 Schmoll 提供的大多数选项和特性。

**Goldman :** 那接下来呢？激光吗？

**Howard :** 是的。这是一种双工位 pico 激光器，它激光速度达到了皮秒而不是传统的纳秒。pico 激光器的一个特点是可以处理所有不同的材料。

**Goldman :** 这是一个数量级的提速，对吧？

**Howard :** 是的。一个数量级。传统上，激光钻机只需要一个工位，而 pico 激光设备配有两个机械手臂，因此它可以为每个工作台自动加载板。配有一个非常强大的激光，可使激光分裂为两束，这意味着两条光束可直接照到两个不同的工作台。

**Goldman :** 如果有两个工作台，它们是否必须运行相同的工件？

**Howard :** 是的，你必须在两张工作台上处理同样的工件。

**Goldman :** 但这的确是一种功能强大的激光器，因为你们使这台机器的产量翻了一倍。

**Howard :** 第二种即将到来的激光器是纳秒激



图 3：Optiflex 蚀刻后冲压

光器——Schmoll Combi-Drill 激光器，它有两种激光，一种是紫外光光源，另一种是二氧化碳激光光源。它也有一个激光分束的方法，供给两个工作台。对于 Combi-laser，大多数情况下可同时使用两种激光。紫外光束钻铜，紧接着二氧化碳光速钻基板。

**Jens Baensch :** 机柜内部有一个激光光源，镜面和透镜的光学路径可以弯曲并聚焦输出成两个光束，每个工作台 50%。这个与尚未交付的其他 Combi 激光器之间的区别在于我们有两个激光源。一个激光源是紫外线，用于钻铜；第二个激光源是二氧化碳激光，用于钻树脂和玻纤，并停在铜表面。二氧化碳激光不能切割铜。

**Goldman :** 那么一切都必须快速自动地发生吗？

**Baensch :** 是的，机器内部有两条不同的光路径。一个路径用于紫外光源照射到铜表面，



第二个路径用于切割树脂和玻纤，然后到铜表面为止。

**Goldman :** 这台装置是什么？

**Howard :** 这是 Optiflex，一种冲切机。这个特殊的装置是一个 8 摄像头系统，这意味着你要观察前后的对准，确认前后的精度，然后就像它的名字一样，你要根据摄像机的视觉目标来优化加工孔的位置。

**Goldman :** 这里到底在做什么？我想 Optiflex 正在读取 GreenSource 在每个条形码？

**Howard :** 正确。整个工厂中的一切都被单独标识，并进行全流程跟踪。

**Goldman :** 与失效相比，我想这样做并不会造成太多麻烦。

**Howard :** 是的，这样做非常可靠。

**James Verheul :** 我们要做的是放入一个测试条，这基本上是一个自动测试，以验证机器上的每个功能。可以说，就像是机器空转。

**Goldman :** 当然，我知道他们会单独做所有事情，但你肯定必须将一个工件与所有工件放在一起。这又如何实现呢？

**Verheul :** 我不确定整个生产线是如何运行的，但在 Optiflex 上所有的工作都是依条形码完成的。每个程序都有自己的一套需求；机器将



视频：Schmoll Maschinen Linear-Z XRI 系列 X 射线系统为多层面板提供极其精确的参考孔钻孔。

[点击这里](#)观看视频



图 4：Burkle Process Technologies 层压机

自动加载与条形码对应的工艺。所以，在制板的厚度、格式，所有的东西都在配方中，当它通过条形码阅读器时，它会读取条形码，改变格式，然后冲切。

**Goldman：**所以每个芯材都有自己的条形码。

**Verheul：**是的。

**Howard：**我相信工厂里的每件事都是这样。每个工艺的每一件事都要跟踪，所有相关数据都要收集。

**Goldman：**那么一旦芯材成为多层板后，它必须得到一个新的条形码。

**Howard：**正确。

**Verheul：**是的，它从装载器的左边进来，然后系统会自动对它进行校准，条形码阅读器读取代码，如果需要做任何修改，它会对格式进行修改，然后通过冲切机。无论出于什

么原因，如果无法找到基准点，或者无法读取条形码，或者机器出了问题，它不知道如何处理，它就只是把板子传递过去。随着自动化程度的提高，芯材和机器会经历一个连续的周期。如果有一块板是脏的、坏的或有其他问题，机器仍然会运行。

**Goldman：**谢谢。现在我们来看 X 射线系统。这是一个线性 Z 轴技术 XRI 机器？

**Evan Howard：**对。X 射线系统将测量蚀刻后出来的板。它会扫描，检查蚀刻后的准度。GreenSource 将检查钻头是否变钝，或者是否出现了问题。X 射线是层压前的检查和平衡系统。

下一个单元将检查内层和对准。审察板内部，然后钻出销钉孔，这就解释了层压过程为什么会出现略微的偏移。使用 X 射线观察板内部，将所有一切对准，然后钻两个孔，在钻孔和铣削时，这两个孔将使在制板和钻

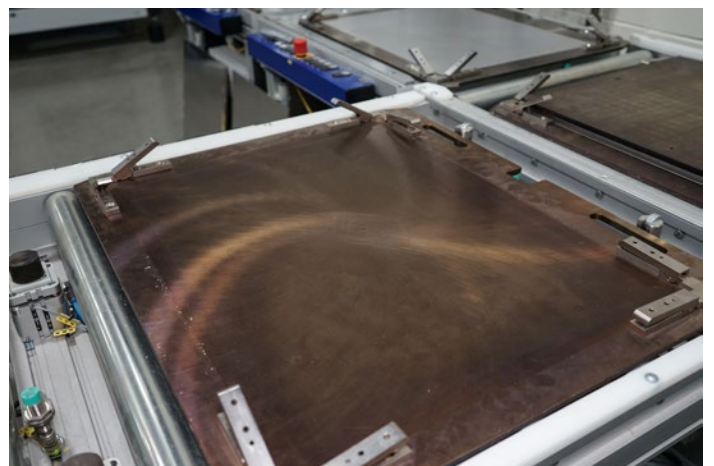


图 5：GreenSource 制造现场的 Burkle 无销钉压固定装置





图 6：GreenSource Fabrication 的 Impex 测量解决方案 proX3 质量检测和测试工具

孔机对准。

**Howard：**换句话说，就是校正在前面步骤中可能引入的错误。

**Goldman：**希望错误的机率变小。

**Howard：**对。像这里的其他所有操作一样，它是完全自动化的，因此它从一堆板中拾取一块，将它们放入机器，进行 X 射线分析然后将它们取出。

**Goldman：**你的设备接在哪个工序后？

**Howard：**从蚀刻后的冲孔。

**E. Howard：**内层将进入蚀刻、冲孔、检查，以确保一切都正常。然后继续进行叠板。

**Goldman：**叠板是下一步操作？

**E. Howard：**是的，这些装载好内层的小车将被运输到叠板工位。

**Goldman：**最终会运送到别的地方是吗？

**E. Howard：**是的，我们已经有了通孔，它现在已经封好了。

**Howard：**叠板设备也是来自 Burkle 的。有些是在第一阶段出现的：热压机、冷压机、装载系统，然后将叠板连接在一起的传送带，一组层压后板的拆分。

对于第二阶段，添加了二次热压机。操作顺序是这样的。装载机在机器前来回移动，从热压机中取出压合的工件，向下转位，将其放入冷压机中，然后再从叠板工位收下一个工件。然后将它放入这些输送带，再将其放到第二个热压机中，因为另一个热压机正外处于压合周期。在这种情况下，冷压机中的工件被滑架移出并发送去拆分。现在冷压机已打开，可用于加工来自热压机的下一个工件。所以有一个连续的操作。我不太了解 GreenSource，但总体布局而言，电路板车间的热压周期约为 90 分钟。冷压会比这更快。

显然，在热压机准备好下一个工件前，冷压机是空的，所以是连续的操作。

GreenSource 采用无销钉压方式。它有一个拆分工作台，在车间内有叠板工作台。与电子组件加热相反，这些压力系统都是采用加热的热油。热油只是为了实现更好的压板加热均匀性。

**Goldman :** 它可以控制一次压合，还是可以控制二次压合？

**Howard :** 可以控制整个系统。所以它涵盖了大部分内容：X射线、激光钻孔和16个单主轴。

**Goldman :** 说说这台设备吧。

**Howard :** 这是 Impex 测量解决方案的 proX3，具有各种测量技术，它是一种质量控制工具。proX3 可快速扫描整板，检查板中每个孔的位置，报告缺失或堵塞的孔并提供

这些孔的位置。还有其他测量技术，如点对点摄像系统，以及3D功能可以用来绘制外形图。

**Goldman :** 这台机器上的表现令人印象深刻。它能看到孔的里面吗？

**Howard :** 现在有一些技术可以在孔内插入一个直径非常小的纤维探针，它可以记录每个内层的位置。

**Goldman :** 这真的很棒。

**Howard :** 是的！这是一台非常复杂精密的机器，令人印象深刻。

**Goldman :** 大长见识。谢谢你，Dave。

**Howard :** 不用客气。PCB

## 专访CCLA秘书长雷正明先生

2018年10月26日，由中国电子材料行业协会覆铜板材料分会（CCLA）、中国电子电路行业协会（CPCA）基板材料分会共同主办的《第十九届中国覆铜板技术研讨会》，在江苏省昆山市瑞豪酒店成功召开。

PCB007 中国在线杂志作为此次会议的支持媒体，分别对行业大咖进行了现场采访。

雷秘书长就2018年覆铜板行业发展总结



了关键词，对细分产品领域的变化给予了独到的观点。听听雷秘书长针对中国覆铜板行业如何利用新市场、新技术进行弯道超车有着怎样的精彩评述。

来自国内外 PCB、CCL 及上游原材料、设备的制造企业、相关科研院所、大专院校、社会团体等145家单位的300余名代表出席会议。

阅读全文，请[点击这里](#)。



# 自动化吸引了 PCB 制造的新生力量

by the I-Connect007 Editorial Staff

I-Connect007 团队进入 GreenSource Fabrication 后，立刻就感受到了这家工厂的与众不同。它的外观与感观只是一个不同点，人员配置也同样很特别。

谈到 GreenSource Fabrication 工厂的技术和人员，副总裁 Alex Stepinski 说：“你看不到其他制造商重建电镀区。因为电镀区域重建会面临重重困难了，所以他们从不做这件事。这个行业缺少年轻人，而且似乎每个现有员工都快退休了。从我们所看到的现状来说，大多数电路板厂员工的平均年龄大概都在 55 岁到 60 岁之间。”

当我们问他为什么会出现这种状况，他立刻回答说：

“他们留不住年轻人，因为这些地方太

可怕了。如果你是千禧一代，你走进一个到处都滴落着铜电镀液的地方，试想一下。” Stepinski 摇摇头，“没人想在这样的工厂工作。”

## GreenSource 做出了解决问题的选择

GreenSource——像大多数行业的企业一样——正在竭力解决员工的年龄 / 专业知识问题。事实上，这个问题更像是裂开的断层。在美国有经验的 PCB 制造技术人员和工程师一般都在 50 岁以上，年龄在 30 岁以下的员工只占到了很小的比例。据统计，30 岁到 50 岁之间的员工相当缺乏。

Stepinski 说：“每五个退休员工中，只有一个空出的岗位有人顶替。” PCB 工厂老板面临的关键问题之一就是：“如果没有任何人能操作新设备，投资新设备有什么好处？”

Stepinski 解释说：“整个市场都存在这个问题。我们努力通过保持良好的工作环境来留住更多的年轻人，以此来解决这个问题。我们的员工结构很好，拥有专业知识、经验丰富的员工，同时中间层也有很多年轻员工。这应该是一个很好的钟形结构，将是我们的长期优势。我想 5 年到 10 年后，你会看到更多的工厂因为没有人来工作而消失。”



图 1：GreenSource Fabrication 找到了为其位于 New Hampshire 的制造工厂打造一支年轻、可持续发展的员工队伍的方法。虚拟办公是其人员配置战略的关键

## 管理规划

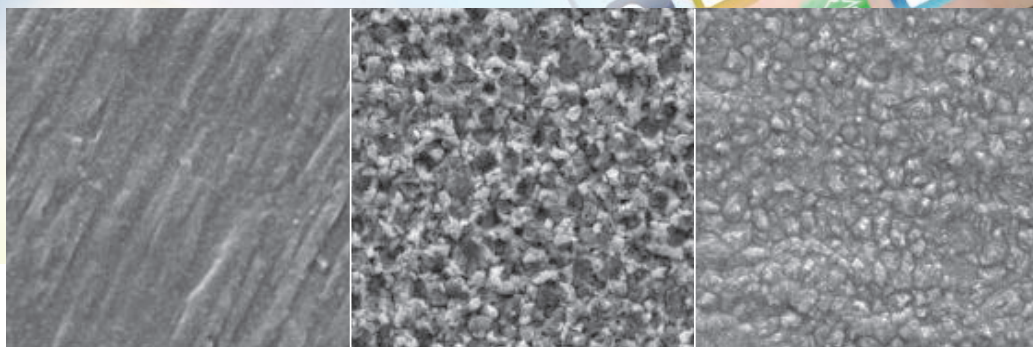
因而，GreenSource 的总体规

# BondFilm® HF

应用于高频减低信号损失的  
内层键合解决方案



增强性能



原来的微蚀表面

POR 的微蚀效果

BondFilm® HF 处理后的  
微蚀效果

对于高频应用，我们需要一个能给出如 BondFilm® 产品系列同样出色的热可靠性，但与现时 标准解决方案相比，在降低信号损失方面有更优越表现的内层键合工艺。BondFilm® HF 是 替代传统内层键合而且低成本效益的解决方案，此外无需转换到更复杂的 NEAP 应用程序，就可以在高频应用得到更高性能。

Atotech Group  
+49 30 349850  
info@atotech.com





划并不是简单地用设备解决所有问题，还需要专业知识，尤其是可持续发展的专业知识。在与很多员工成员交谈后，得知 GreenSource 的总体规划有五大基础支柱：

- 对先进的设备及工艺进行投资
- GreenSource 工厂比同业者环境更清洁、工艺能力更强
- 雇用高素质的行业专家并激励他们培养年轻员工
- 选择和培训本地区技术院校毕业生
- 摒弃过去的行业传统，专注于当前的知识架构

### 招聘过程

Stepinski 认为 New Hampshire 虽然像田园般美丽，可也是它的潜在劣势。“可选择作为员工的当地居民很少。我们要做的是确定尽可能多的虚拟办公职位，这样我们才能从全国各地获得人才，也就是说能让这部分虚拟办公职位的人在家里或者就近上班。我们的岗位需要人员分析数据和制定计划，所以不会是操作设备那么简单机械。

当被问及是如何吸引人才来 GreenSource 工作的，Alex 的回答是：“我们在本地招聘。今年的计划是招聘 4 名刚毕业的年轻工程师。现场支持方面，有经验的员工差不多都快退休了，不想换工作。我们现在的重点是每年都要招聘一批新毕业生。”

为了达到这个目标，Whelen Engineering 和 GreenSource Fabrication 与国内的技术项目密切合作，特别是 New Hampshire 大学。拥有机械工程学位的 Cassie MacKinnon 和 Jacques Jalbert 在 UNH 招聘会上与 Whelen 的代表交谈后，发现 GreenSource 工厂很吸



图 2：Jacques Jalbert 在和 I-Connect007 的编辑交谈，他分享了在 GreenSource 维护 AWP 设备的详情。Jalbert 刚从 New Hampshire 大学毕业。

引人。

MacKinnon 分享道：“我参观 GreenSource 工厂时一直在想，哇，真酷！有这么多机器，我们参观了 Whelen 园区里一个个不同的建筑。GreenSource 工厂是我们参观的最后一座建筑。这项工作是数控钻孔……我认为这是最整洁的工作……这就是我最终得到的工作。得到这份工作我真得很高兴。”

Jalbert 补充说：“他们招聘员工时，我正在上大四，主要是招钻孔机方面的员工。我



图 3：GreenSource Fabrication 的工艺工程师 Cassie MacKinnon 在 proX3 测试仪上进行鉴定，这是所有系统进入生产线的必需环节

就是那时被招进公司的。他们主要是为自动化、钻孔、层压等岗位寻找年轻的员工。”

现在，Jalbert 主要负责自动化设备，“我的工作与 AWP 设备相关。这正是我向往的工作——控制系统和机器人。这份工作真是太适合我了。”

MacKinnon 补充道：“Whelen 的前 CEO John Olson 毕业于 UNH。Whelen 和 Olson 家族投资了很多 UNH 项目。Whelen 总是来 UNH 招聘会招人。”

## 培训

把新毕业生变为行业专家需要对他们进行培训，需要他们积累现场经验。

当被问及与经验丰富的专家一起工作的

感觉时，Jalbert 回答道：“我认为这是一个绝好的机会。我喜欢和 Mark Chassé、Alex Stepinski、John Burke 等有丰富行业经验的人一起工作。他们知道他们在做什么，如果我需要帮助，我总是会去找他们。”

Chassé 说：“到今年夏天，我在金属化、电镀及电子领域已工作 30 年了。真是令人兴奋的职业生涯。30 年前，我刚工作时，就开始与 Atotech 的区域代表打交道了。他知道 Alex 正在招募人才，而我正是他们要找的人。”

交叉培训也是一个优先事项。当被问及他的工作是否只与机械设备有关时，Jalbert 说：“我也做一些软件，至少是与自动化设备有关的软件。软件和硬件我都涉及。有了软件，我就知道需要做什么，所以当我需要修正软



件时，我可以联系这些公司说，‘这是我需要实现的功能。我已经看过程序了，这是它所缺失的。麻烦你们把它补充完整。’”

我们询问了 Chassé 关于把他的经验知识传递给下一代员工的想法。

他笑着说。“停止学习的那一天将会是糟糕的一天。这些年轻人都很聪明。他们得到了一些工具——我不太清楚如何解释——只是因为他们上学的时候处理问题的方式不同，他们接受教育的方式不同，通过计算机接受教育。我直到 30 岁才接触计算机。他们的思维和接触自动化方法真的很了不起。这些年轻人和我不一样，他们受教育的方式以及他们的年轻气盛，都是非常好的。所以，我要向他们学习，当然我也希望能教他们一些东西。”

质量经理 Crystal LaClair，已在 Whelen 工作了 7 年，她在一个不同的岗位，通过不同的方法获取专业知识。她的主要职责是建立、编制及确认很多新工艺、使用新设备，让每个员工都做好生产准备。

被问及与老的行业专家一同工作的感受时，她说：“我总是不断地请教他们，他们对我的挑战更大。他们会问年轻人，‘你们怎么想？’因为我们对事物有不同的看法。我们能够比老一代更快地掌握技术。我们的下一代也会如此，所以我认为我们的合作很有凝聚力。与此同时，我们正在建

设下一代 PCB。我们知道我们想要什么，我们都有很高的目标。”

对于 MacKinnon 是如何进入这个行业的，她说：“这是一次挑战巨大的学习经历，而这仍然是因为当我大学毕业时，我根本不了解 PCB 制造。例如，到现在我仍在学习所有的工艺术语，我和 Henry Brzeski 一起工作，他



图 4：GreenSource Fabrication 专注于可持续发展，涉及设施、设备、人员及产品等各个方面

是我们的设备工程和设施经理，并开始和他一起做维护。Henry 教了我那么多专业知识，他还教我如何排除机器的故障，如何维修保养、更换部件。

MacKinnon 在德国 Rodermark 的 Schmoll 工厂，进行了大约 6 周的钻孔设备学习培训。

截止到现在，她在 GreenSource 已任职 14 个月，MacKinnon 正在积累机械和激光钻孔机械方面的专业知识。在我们参观期间，观察到 MacKinnon 正在全面研究全球最先进的 CO<sub>2</sub> 激光钻机。

谈到他是如何进入这个行业，如何进入 GreenSource 的，Jalbert 说：“我到波兰、德国、日本出差，参加了所有针对这台设备的培训学习……自从这台设备交付以来，就是我一直在进行实践操作。”

chassé 解释了与年轻工程师一起工作最难以理解的部分。有时他们不知道紧迫性，作为一个老员工，我必须举例说明什么是紧迫性，我需要他们时，我需要确信他们会及时响应。他们必须及时响应，这是学习的一部分。这正是他们要学习的内容——如何在快速变化的环境中工作。我也必须开放思维，向他们学习新事物。”

### 家庭多名成员均为 GreenSource 员工

MacKinnon 和 Jalbert 大学毕业后开始谈恋爱，现在他们都在 GreenSource 工作。Mark 和 Chris Chassé 是父子二人，这家工厂有很多这样的两代人。LaClair 是刚刚结婚，她的丈夫也在 Whelen Engineering 公司工作。

Mark Chassé 说：“和我的儿子同在一家企业工作，我很激动，他是一名机械能手，

现在是机械工程师。他的思维与常人不同，我们在下班回家的路上就能聊有关工作的事情。能够在家里与家人谈论我所做的工作是一件非常开心的事。

### GreenSource 的竞争优势

Stepinski 说：“这家工厂的设计可运行 10 年。但 10 年后，我们将仍是美国唯一的绿色工厂。我们在这项技术的发展领先于其他公司好多年。

其含义是明确的：如果该行业的其他公司需要 10 年的时间来调整并赶上我们，到那时，GreenSource 的员工将已拥有 10 年的实践经验。GreenSource 的员工将是这个工艺的主人，而其他人仍然在学习如何使用他们的新设备。

这种想法正在一步步落实。

MacKinnon 对我们的交谈做了最后的总结，她说：“我们就是要不断地发展。我们有成千上万个机会不断改进我们的设备和工艺。我们要成为最先进的 PCB 制造商。我们正在朝着这个目标不断迈进。”

Jalbert 的结束语与 Alex 的感想不谋而合。作为一名新员工，Jalbert 指出：“很高兴你们都能来到现场，认可我们在这里所做的一切，尤其是在环境方面。你去其他公司，他们的循环系统与这里非常不同。但我很高兴看到这个行业正在发展成为一个绿色环保的行业。”

不仅仅是设备和设计的飞跃，使 GreenSource 具有竞争力、益于环境，最重要的是使 GreenSource 可持续发展。

这正是 GreenSource 的全体上下为发展自己年轻一代专家而达成的关于其员工发展总体规划的共识。PCB



# InduBond 全面构建 GreenSource Fabrication 公司层压工艺



Víctor Lázaro, Indubond

by the I-Connect007 Editorial Team

近日，I-Connect007 编辑团队与 All4-PCB 的总裁 Torsten Reckert、InduBond 的首席技术总监 CTO Víctor Lázaro 召开了电话会议，Torsten Reckert 和 Víctor Lázaro 介绍了 InduBond 目前正在 GreenSource Fabrication 安装的创新层压工艺设备及其技术。虽然在我们参观 GreenSource Fabrication 时，层压工艺设备还未完全交付，但我们通过远程方式圆满地进行了讨论，并浏览了设备的照片。

**Patty Goldman :** Victor, 你能向读者介绍一下 InduBond 的发展历史吗？自从我们上次见面后，已经有一段时间了。

**Víctor Lázaro :** InduBond 是 Chemplate Materials 公司的注册商标名称，我们公司位于西班牙巴塞罗那北部，成立于 30 年前，是一家主要为当地 PCB 市场提供各种化学耗材和设备的工厂。那时，Chemplate 还代表了 PCB 行业的几类设备品牌。公司还在其它工

业领域拥有常规化学电镀业务，如塑料及铝市场的各种工艺电镀。

那时公司很小，由 5 个家族共同拥有。公司创始人现已退休，但他们的下一代仍在参与公司的运营。1996 年，他们雇佣了尚在上大学的我。当时公司设立的目标是紧追 PCB 设备应用领域。大约在 1999 年，我第一次想到可将感应应用到 PCB 制造工艺中。这就是今天的 InduBond 技术的雏形：内层的感应粘合 (induction bonding)。有了这项新技术，行业就可以摆脱旧的技术和层压工艺。

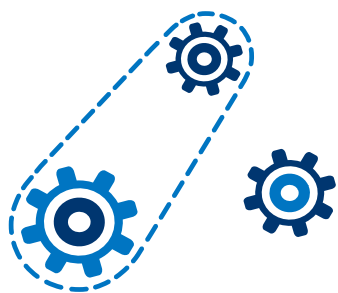
感应有很多优点。我们不仅开发出了相关设备和技术，而且还开发出了相关工艺，对于 PCB 行业，这些都是全新的。现在，我们拥有这项技术的六七项专利。

以前的技术称之为销钉对位和销钉层压，很难实现加工对准，也很难层压。我们在 2000 年引入了 InduBond 商标，便于鉴别我们的工艺技术。我们引入这项技术后，市场用了 3 到 6 年的时间接受它。然后，我们不

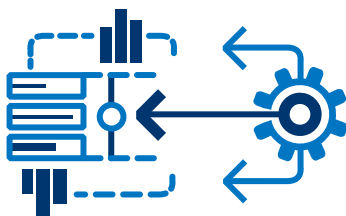
# SMART ORBOTECH FACTORY

Your Partner for Industry 4.0

收集并分析来自所有奥宝产品的整合集中的数据，实现一个连接点和 *PCB* 制造商 *IT* 的连接。



自动化



连接性



可追溯性及  
数据分析

---

如需了解详情，请与我们的业务代表联系  
[www.orbotech.com](http://www.orbotech.com)



断开发，做出了第一台真正的感应粘合机。10年后，大约在2010年，我们开始将设备投放市场。目前，我们的产品系列包括基本的感应粘合对准设备，以及复杂的全自动化感应粘合对准设备。

此外，我们还针对对准和粘合后的下一道工序，开发出了另一种新型的产品和技术。我们生产出了压合层压的新系统。这台层压机也是以 InduBond 技术为基础，称之为 InduBondX-Press。

**Goldman :** Torsten, 你能介绍一下 All4-PCB 在 InduBond 及 GreenSource 的合作中，你们的作用吗？

**Reckert :** All4-PCB 是一家北美分销商，代理各种电路板大型设备公司的产品。我们还销售耗材，如导通孔填充膏等。7年前，Victor 和我在 HKPCA 展会上相遇，讨论了合作事宜。

把 InduBond 引入北美是一场硬仗。Victor 提到的主要挑战是摆脱几十年来一直在采用的销钉定位层压，并培育市场，让业界了解无需销钉的替代工艺，这种工艺没有管理衬套、压合板和销钉等麻烦，甚至可实现更好的对位。

但这是一个漫长的历程。我们非常幸运，三四年前，在 Whelen Engineering 公司见到了 Alex Stepinski，当时他设计出了双面 PCB 自动加工工艺，并将 Whelen 的生产从中国转回美国。我们已经在他们的工厂安装了几台设备。我们非常了解 Alex。

几年前，当这个新项目刚刚在 Whelen 启动时，Alex 和我决定花一些时间拜访我们代理其产品的欧洲各个公司，其中之一就是 InduBond。我们在德国参观了很多为刚挠板采用 InduBond 内层叠板工艺的公司，在那些公司，我们向 Alex 介绍了这项技术，并引起了 Alex 的注意。Alex 是非常有前瞻性的人，他立刻对无销钉层压产生了兴趣。



图 1：感应层压机

**Lázaro :** Alex 开始和我讨论第 2 条产品生产线，这条生产线采用层压压合技术。向 Alex 展示了我们针对高端板所采用的技术后，我们坐在以色列另一个工厂的会议室里进行了深入探讨。我们确定了如何按照他的要求实现自动化和感应粘合设备对准。我偶然提到我们还有一项尚未上市的技术。我介绍了这项技术、它的潜力和优势，因为 Alex 对前沿技术非常着迷，他要求到巴塞罗去考察那里一台已经运行了 8 年的机器。他对所看到的设备印象非常深刻，他希望我们朝那个方向发展。

InduBond 基本上负责构建 GreenSource 的整个层压工艺。他们的目标是用我们的新感应粘合和压合技术来生产复杂的电路板。最大的优势是，可以获得均匀的压力和温度。同时能量性能也是考虑因素，对于相同的产能，我们的技术仅需使用原有标准压力所用能源的 8% 到 10%，这样就节约了一大笔能源支出。

**Barry Matties :** 谈到压合机，节省能源是一件重要的事，但加热和冷却周期时间也很重要。加热和冷却周期时间也缩短了吗？

**Lázaro :** 我们的技术在加热时可节约很多时间，因为能量可直接传导到材料中，而不是加热大炉子，然后必须再将热传递到材料中。但是缩短时间周期的关键是在树脂。为了更好地平衡这一点，上升时间和加热速度必须在其半固化片数据表中设定的树脂限值内。

化学行业一直在开发复合材料，但都是应用在传统压合机上，其树脂、环氧树脂及复合材料的性能指标都是针对其在传统的炉

中固化而设计的。现在我们把这项新技术投放市场，因其能更快地实现加热均匀性，从而能够以真正有效的方式缩短周期、降低成本。

**Matties :** 你刚才提到了关键词——均匀性。你是否仍希望能通过感应实现更好的均匀性？

**Lázaro :** 是的，我希望能够实现。我前面提到过，我们有样机和在现场生产中已运行了 8 年的机器。我们的客户仍定期发送样品，以确认 Tg 和层压性能是一致的。报告一直很不错，也就是说温度均匀性很好。关键点是设备中的传感器能够持续监测材料中的温度是否适当，而不需传统压合机用到的又大又重的压板。

**Matties :** 但你们如何处理冷却？在同一台压合机内完成冷却，还是需要把在制板转移到冷却压合机中？

**Lázaro :** 概念有点不同。我们正朝着灵活性的方向发展，这意味着机器可随时运转。不需要任何预加热。每台压合机都能运行加热曲线和冷却曲线，而无需释放压力。它可堆叠并开始压合周期，而当压合机打开时，又可在室温下分解堆叠板。冷却设备也是使用空气流的新型复杂精密系统，能量从中心向边缘均匀地移动。

**Matties :** 是的，你们采用接触空气的方式进行冷却。



**Lázaro :** 完全正确。虽然冷却过程的理想方式是保持压力,但我们采用打开压合机的门,让在制板自然降至室温的方式,而不是强制降温。在我们的技术中,我们正在模拟降温的理想方式。

**Matties :** 你希望实现什么样的降温时间周期?

**Lázaro :** 我们在计算机上进行了测试仿真,在准备发到 GreenSource 的设备上也进行了测试。我们的降温速度可以比目前树脂组合规定的速度快。通常情况下,他们不想使降温速度超过每分钟 3 摄氏度,但是我们可以达到每分钟 4.5 摄氏度。我们所谈及的降温周期大约是 30~45 分钟,具体取决于在制板

的数量。

**Matties :** 当这项技术成为主流时,你们所做的一切会对树脂制造商重新提出要求,他们需要升级他们的产品。

**Lázaro :** 是的。全球只有 2 到 3 家环氧树脂制造商。理想情况下,更快地加热、更快地固化是可能的。我确信他们可以开发出加热速度更快的树脂。对于 PCB,我认为实现压合机水平生产线是可能的。你可以把单独一块在制板放在在线机器的一侧,使另一侧层压后的在制板准备好进行下一步工艺。

**Matties :** 这个想法很超前,那需要注意压合部分。板的装载怎么样?我的理解是,从叠板到分解是一个完全自动化的系统。



图 2：自动叠板站

**Lázaro :** 是的，但是待层压的在制板的叠板操作还停留在人工操作阶段，因为这道工艺有很多变化因素。例如，有很多不同类型、不同厚度的半固化片，不同厚度的铜箔，需要处理很多变量。所以仍然需要人工操作，但更符合人体工程学的方式对操作员来说更快更舒适。

而且可以以更快的方式完成堆叠，因为我们采用的是无销钉层压技术，所以内层的对准可在 InduBond 粘合和对准侧完成，这意味着我们将有已经对准和粘合的内芯层，它们只需与外层铜箔和半固化片放在一起。堆叠过程将是快速便捷的。

根据生产需要，操作员将在载盘上放置好待层压的最终堆叠板。例如，压合机可以一次压合 3 个或 4 个、或达到压合机最大容量的在制板。而且，我们的想法是实现模块压合。将能够在一次压合中压合 5 个在制板，如果是样品制造，需要它更快，比如说，由于某种原因直接进入批量生产。而且还有一台额外的压合机可以在同一个周期内处理 40 块在制板。因为我们不是通过一个通用的大压合机，整条生产线将是非常灵活的。这就像模块化的单头钻孔机，可能有一台机器在做这种作业，而另一台机器在做不同的作业。这就是我们的基本想法。

堆叠板的装载和卸载将通过与标准机器类似的自动化完成。在一排不同的压合机前有一个自动化传送系统和一个缓冲区，缓冲区内存放着所有载盘或待层压的所有堆叠板。根据我们的通用控制决策或标准，该自动化传送系统将到达总缓冲区，拾取待层压的叠板，将其装入可用的压合机内，关闭压合机，

开始压合周期。同时，传送自动化系统将加载或卸载另一台压合机，并将其传送到拆分台，以便操作员分板和分隔板。

**Matties :** 它仍要求操作员分板。这是 Alex 寻求实现自动化的部分吗？或者他已接受了在此进行人工干预的需求？

**Lázaro :** 这一部分可能会在不久的将来实现自动化，但是整个层压生产线将是全新的东西。当然，他的愿望是使一切实现超自动化，但他也理解对于产品的多层性和复杂性，整个 PCB 工艺中的一小部分是很难实现自动化的。

我们在第二阶段可能实现一组完成压合的在制板的拆分由机器人实现自动化。但对于叠板，我们现在不考虑自动化，因为难以自动化的方式拾取半固化片。重点是，如果你需要操作员在最后做一些小事，那么使其实现自动化是没有意义的——只需要给操作员留一点细活。

**Matties :** 你说的完全正确。我认为拆分阶段明显是可以实现自动化的。

**Lázaro :** 是的，事实上，那只是拆分材料的工作。把分隔板摞成一组，进入清洗机，再把制板分成不同的组，再进入特定区域，所以能够很容易实现自动化。

我们开发和测试的另一件产品是快速智能分配机。它采用新的自动化方式，可减少人工对芯材或在制板的干预。在 GreenSource，在进入层压之前，层检验或定位后，我们将汇集所有的芯材。



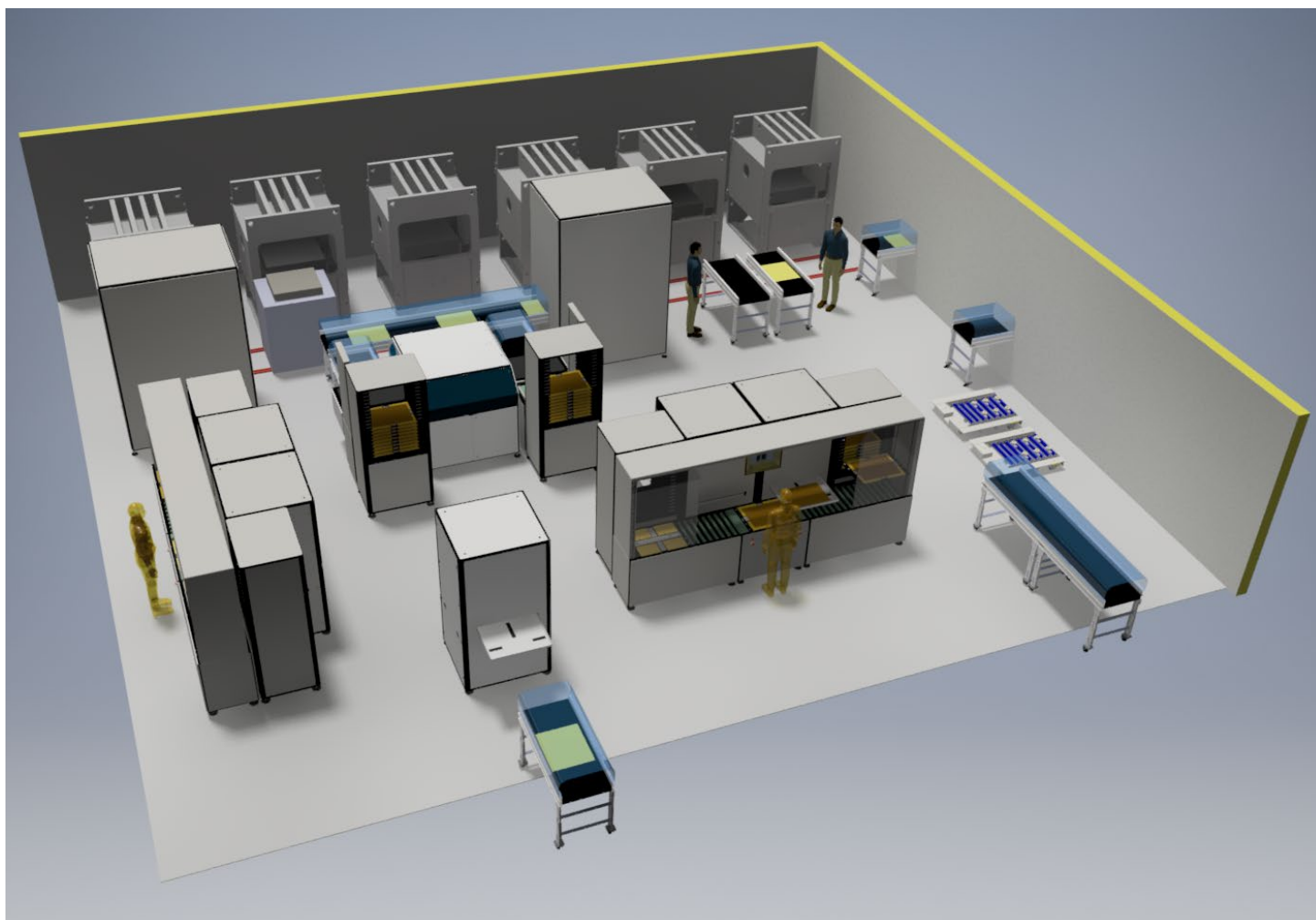


图 3：GreenSource Fabrication 层压室的 3D 模型

这种分配机是塔式升降机。在升降机中，有一个带有 20 个自动抽屉的可拆卸的笼子。生产出芯材的生产线将和这个分配机通信，通信将遵循一定的标准。装板机将根据指定抽屉里的芯材标准装载板。它是一个智能的贮存设备。然后，由于装有 20 个抽屉的笼子可从分配机卸下，手推车将把贮存的板转移到叠板工作站的另一个分配机。这样就可实现更快、清洁和操作更少的工艺。

自动叠板工作站还有另外两台这样的分配机。我们还提供了可使这些手推车自导引或自驾的技术，但这个房间里没有太多的空间容纳自动推车。相反，我们决定人工移动

那些手推车。操作员将把那个装有 20 个抽屉的笼子从第一台分配机上卸下来，然后把装有 20 个抽屉的笼子装入叠板工作站。这个叠板站能容纳 40 个抽屉，每个抽屉的容量可达 200 个芯材，具体取决于芯材的厚度。

不仅可以放芯材，你还可在里面放半固化片。当装板机装板时，将为每个笼子每个抽屉的内容生成一个数据库，所以从第一个分配机到所有其他分配机都可互相联络。一切都包含在数据库内。叠板工作站只需要一个操作员。

然后有一个叠板工作台，在这个自动叠板工作站的另一面，有一个定位分隔板的自

动分配机。操作员需要做的就是以符合人体工程学的自动方式堆叠在制板。他要做的唯一一件事就是拾起芯材或半固化片，然后把它放在定位分隔板上，就完成了他的一次操作。

**Matties :** GreenSource 需要的一切都是来自这些笼子。

**Lázaro :** 是的，因为这些分配机将以正确的顺序传递给定任务编号的堆叠顺序。

定位分隔板将被存放在这个自动叠板站的机架里。从机械角度来说，定位分隔板非常精密，而且寿命长，因为它们不会进入压合机；在粘合工艺之后，从定位分隔板中取出在制板，因为我们讨论的是无销钉层压。这些定位分隔板总是处于同样良好的状况。它们也会被编号，所以每次堆叠都会有一些工艺参数。跟踪对准在行业中也是比较新的概念！

自动叠板工作站的另一个特色是可减少操作员的操作，所以不会有划痕或错误，而且还能实现控制。每次操作员铺一张芯材或半固化片时，会有一个系统精确测量上一张和下一张之间的偏差，以鉴定厚度。因为数据库知道有关堆叠的详细信息，以及在正常情况下每种物料的理论厚度，将检查确认是否实现了精确的堆叠。如果操作员出了错，例如，放的半固化片数量比所需要的多，系统就会发出警告；或者如果芯材与铜或基板厚度不匹配，会发出警报，有一个可删除警报或忽略警报的协议。这样的堆叠是不会通过的。

**Matties :** 这肯定会减少废料并提高良率，因为投资这么多之后，出现错误的代价是非常高的。

**Lázaro :** 是的，操作员在 InduBondRFX 串联机器的每一侧装上 20 个压合板的机架后，之后所发生的一切就是全自动的。另一台机器将拾起有物料的定位分隔板，再把它放在粘合机上。粘合机将扫描条形码，根据装载的正确的 Gerber 文件，了解粘合配方和粘合位置，然后机器开始粘合。

粘合机也是一种新型的串联机，在粘合区域内有一张工作台，另一张工作台在粘合区域外。当一块在制板正在被粘合时，外面的工作台将卸下前一块板并装载下一块板。自动化系统将拾取粘合后的堆叠板，将其放在机器出口处的平面传送带上。该传送带将把粘合后的在制板输送到总缓冲区，该缓冲区将正好在压合机的最终压合站前面。

**Matties :** 会有很多人关注 Alex 正在整合的这项技术。对于整个行业来说，它肯定有很多好处。你希望压合机何时交付运营？

**Lázaro :** 是的，我们要感谢 Alex 和 GreenSource 给了我们这个机会。10 月中旬会正式启动运转这台机器了。

**Matties :** 有了所有这些设备，以及驱动的数据，您如何将您的设备通信集成到 Alex 已经就绪的整体数据结构中？

**Lázaro :** 这显然是一个巨大的挑战，将主要发生在所有的设备安装后。它是复杂的，需



要 IT 团队一起合作，与 Alex 或 GreenSource 的工程管理人员沟通。然而，我们确实以灵活的方式准备了机器，因此当他们集成通用控制软件以跟踪数据时，我们可以方便地远程与他们所需的所有设备实现连接。

为了实现这个目标，我们开发了通信协议，我们的机器可以用来自 QR 阅读器的信息创建数据库。在某些点上，把这个功能集成入他们的系统是很容易的。

**Goldman :** 你认为在整个项目的层压部分中，软件是最大的挑战吗？

**Lázaro :** 层压部分很可能是最大的挑战，它是一个要和适当的人坐在一起讨论的问题。整个工厂各方面都存在挑战，需要环环相扣。

**Matties :** 是的，工厂里有太多不间断运行的设备了。

**Goldman :** 感谢你接受采访。

**Reckert :** 这是一个令人兴奋的项目。

**Lázaro :** 是的。谢谢！ PCB

## 奥宝科技推出以AI为基础的PCB解决方案

随着万物联网时代的来临，PCB 产业供应链也全面升级，诸多大厂纷纷跨界联手推动互联网机制，结合大数据分析，创造新商机，这使 AI 应用及 5G 设备成为今年 TPCA Show 的展示亮点。

本届展会，奥宝科技以独特且互动式的方式展示了全系列生产解决方案，让慕名聚集于展台的 PCB 业界观众倍感新奇，赞叹不已。

重点展示的解决方案包括：Nuvogo Fine 10 直接成像 (DI)；Ultra Dimension 800 自动光学检测 (AOI)；Precise 800 自动光学成形 (AOS)；Orbotech Diamond 10 防焊直接成像 (DI)；Sprint 200 Flex for Legend 印刷及序列化；以及 Emerald 160 UV 雷射钻孔系列。



所有解决方案都能与奥宝科技智慧工厂（奥宝科技的工业 4.0 解决方案）无缝连线。智慧工厂包含端对端可追踪性，且可连接实际的制造世界与数位世界。此外，奥宝科技还展示了生产前 CAM 和工程设计解决方案。

据奥宝亚太区大客户副总裁暨台湾区总经理何旻介绍：“智慧工厂可最佳化生产服务和资料管理。整体解决方案以中央服务器为基础，架构起 IT 或 MES 和所有奥宝科技解决方案之间的单一连线点，以此，奥宝科技智慧工厂可以实现资料收集流程的自动化，同时也是应用工具（包含追踪、测量、良率生产使用率、报告及其他）的来源。

阅读全文，请[点击这里](#)。

## 1、CCLA 成功举办第十九届中国覆铜板技术研讨会

2018 年 10 月 26 日，由中国电子材料行业协会覆铜板材料分会（CCLA）、中国电子电路行业协会（CPCA）基板材料分会共同主办的《第十九届中国覆铜板技术研讨会》，在江苏省昆山市瑞豪酒店成功召开。来自国内外 PCB、CCL 及上游原材料、设备的制造企业、相关科研院所、大专院校、社会团体等 145 家单位的 300 余名代表出席会议。

## 2、异质多元多层高端印制电路板高效高可靠性微细加工技术获 2018 年度中国机械工业科学技术奖一等奖

近日，2018 年度中国机械工业科学技术奖获奖目录公布，异质多元多层高端印制电路板高效高可靠性微细加工技术获一等奖。

## 3、26 家 PCB 企业通过 2018 年度强制性清洁生产审核验收

近日，深圳市人居环境委公布 2018 年度强制性清洁生产审核验收结果（第一批）。在公示的 44 家企业名单中，共有 29 家 PCB 制造企业，其中 26 家企业通过了强制性清洁生产验收。

## 4、TPCA Show 2018 于台北南港展览馆盛大展开，聚焦 5G 生态、AI 应用

第十九届台湾电路板展览会 (TPCA Show 2018) 于 10 月 24 日在台北南港世贸展览馆盛大开幕，展期自 10 月 24 日始至 26 日止，现场展出 412 个海内外 PCB 相关产品品牌，展示密度达 1419 个摊位。

## 5、9 月份北美 PCB 销售量继续增长订单增长率徘徊不前

IPC — 国际电子工业联接协会® 近日发布了《2018 年 9 月份北美地区 PCB 行业调研统计报告》。报告显示 9 月份北美 PCB 订单量和出货量同比继续增长，订单出货比稍有回落，为 1.04。

## 6、日本 PCB 产额 11 个月来首见萎缩、软板大减 15%

根据日本电子回路工业会 (Japan Electronics Packaging Circuits Association ; JPCA) 15 日公布的统计数据显示，2018 年 8 月份日本印刷电路板 (PCB；硬板 + 软板 + 模组基板) 产量较去年同月下滑 0.1% 至 114.6 万平方米，3 个月来第 2 度陷入萎缩。

## 7、明阳电路拟斥资 12 亿元扩产

10 月 26 日，广东省生态环境厅披露珠海明阳电路科技有限公司新建线路板项目环境影响报告书受理公告。公告显示，明阳电路拟在珠海斗门区富山工业园新建线路板项目。

## 8、生益电子高精密度线路板项目签约井冈山，拟投资 15 亿元

生益科技 (600183) 10 月 27 日公告称，子公司生益电子股份有限公司将万江产能转移选址在江西省吉安市井冈山经济技术开发区，投资高精密度线路板项目，初步规划项目投资规模为 15 亿元人民币。

## 9、“兴森科技—中车株洲所联合实验室”在中车株洲所挂牌成立

10 月 11 日下午，兴森与中车株洲电力机车研究所有限合作签约暨揭牌仪式在株洲隆重举行。兴森副总经理李志东与中车株洲所副院长荣智林代表合作双方签署协议，成立联合实验室平台，并共同为“兴森科技 - 中车株洲所 PCB/PCBA 可靠性检测及分析联合实验室”揭牌。

## 10、康佳宣布投资 100 亿建 PCB 产业园区和电子产业园区

深康佳 (000016) 16 日下午公告，拟由控股子公司在四川省遂宁经济技术开发区投资建设遂宁康佳电子科技产业园项目和相关配套项目，项目用地合计约 2500 亩。



# 富有创造力—— 康代不断完善 AOI 解决方案

Feature interview by **Barry Matties**  
and **Patty Goldman**  
I-Connect007

康代的座右铭是“creativity in motion”，公司总部设在中国苏州，在全球均设有办事处，可提供自动化光学检测解决方案，以提高 PCB、HDI、挠性和刚挠结合板的产量和良率。Patty Goldman 和 Barry Matties 采访了康代美国总经理 David Ravino，探讨了康代在

GreenSource Fabrication 的设备安装情况，谈话涉及自动光学检查（AOI）系统、计量测量和分析、激光检查和实时工艺数据收集，同时还讨论了该项目对康代提出的创新和挑战。

**Patty Goldman :** 可以简要介绍一下康代及贵公司与 GreenSource Fabrication 的合作吗？

**David Ravino :** GreenSource 是一家全自动化



NEW!

# pcb007 中国

线上杂志

I-Connect007  
GOOD FOR THE INDUSTRY

I-Connect007为您带来全新出版物：PCB007中国线上杂志。提供丰富的全球视野，符合中国读者口味的内容。每月专栏，技术文章和大量采访深受广大PCB制造商的欢迎。本出版物的目的是帮助中国PCB制造商提高生产效率和盈利能力。

PCB007中国是电子杂志，可免费下载或按需打印。



我们的广告计划让您的市场营销预算发挥最大效益，您得到的不仅仅是一个广告位。我们推荐您订购750美元/月的标准套餐，该套餐将为新客户提供全面的市场覆盖。

更多信息，欢迎联系我们的销售团队。✉ 大中华地区: Edy Yu [edy@iconnect007.com](mailto:edy@iconnect007.com).  
✉ 全球: Barb Hockaday [barb@iconnect007.com](mailto:barb@iconnect007.com).



的 PCB 工厂。那时，他们正在寻找可以连接到他们的自动化生产线的 AOI，使其成为在线工艺的一部分。多年来我们一直都在钻研 AOI，康代 CIMS 是从 Camtek 剥离出来的，我们有能力使我们的 AOI 系统连接到不同类型的自动化生产线中。我们的产品既可以独立安装，也可与装板机 / 卸板机连接，或者成为在线工艺的组成部分。我们的产品非常适合于 Whelen Engineering。除了传统的检验设备外，我们还可进行外层检验，从而可以检验成品部件，真正实现了终检，这也正是我们的 AOI 系统所特有的功能。

**Goldman :** 你们也可实现计量，对吗？

**Ravino :** 我们的计量解决方案对 GreenSource 非常关键。我们的计量解决方案可以实现 2D 测量，可测量布线的线宽及线距，精度可达  $\pm 2\mu\text{m}$ ；可以测量在制板的实际尺寸，精度可达  $\pm 8\mu\text{m}$ ；还可实现 3D 测试，能够测量布线的高度及激光钻孔的深度精度，达到了亚微米级。

对于 3D 测量，我们采用 Fulcrum 支点技术，结合了激光和光。我们采用激光测量高度，采用支点测量深度。

计量也可作为测量阻抗控制的工具。也就是说，它可以控制厚度。总之这种具有成熟技术的测试方案让我们在竞争对手中脱颖而出。

**Goldman :** 你们还可检验导通孔？

**Ravino :** 我们的解决方案所具备的另一特色是激光导通孔检验。因为 Whelen 计划生产 HDI，我们销售给 GreenSource 的所有 AOI 系统

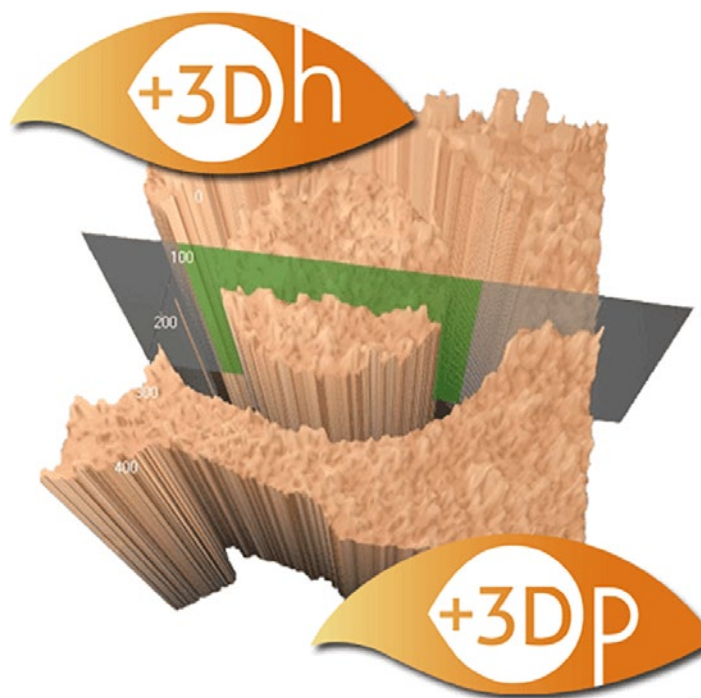
都可检验  $15\mu\text{m}$  的线宽。

对于 GreenSource，关键点之一是不让操作人员参与其中。我们的 AOI 设备的操作可实现 90% 的自动化。为了实现这个目标，设备要读取条形码，鉴定，自动装载工件到我们的 AOI 系统中，完成检验。

另一个 Whelen 可利用的关键特色是能够验证缺陷。我们的机器还可连接到 DS 生产线，这是另一种机器配置。在制板将加载到 AOI 中，先检验板的一面，再翻转，移动到下一个 AOI，检验板的反面。然后，在制板移动到离线验证台。这时，操作员可以在任何地方，包括非现场，远程完成验证。

这是我们正在 GreenSource 安装的设备配置总体概况。AWP 为 GreenSource 研发和提供自动化软件，我们与 AWP 的合作非常密切，这也是 GreenSource 向康代购买 AOI 系统的主要原因之一。

**Matties :** 你们的设备已安装完毕并开始运行



了吗？

**Ravino :** 是的。设备已安装完毕，但还没有连接到自动化生产线中。AWP 在提供自动化软件方面有些延期，影响了 DS 生产线。但是，所有我们已经安装完毕的系统已完成了联机调试和单机调试，只是尚未连到生产线。

除了机械设备外，我们还可提供从我们的系统中收集数据的解决方案。GreenSource 正在使用康代数据库——CDB。通过这个数据库，他们还能够从我们的 AOI 系统中获得各种信息：检验和测量结果等，进行各种分析后生成不同类型的报告。AOI 系统及它所驱动的数据库可用作质量控制工具。

这也意味着 GreenSource 能够监测 AOI 系统的活动。例如，AOI 系统在 24 小时的周期内使用了多长时间？实时监测设备是否闲置，以及闲置的原因是什么？他们坐在办公室即可监测生产、产品质量及系统的利用率。

**Matties :** 你对与 GreenSource 公司的 Alex Stepinski 的沟通互动有何感想？

**Ravino :** Alex 真的是业界的传奇人物，他做的一切完全超乎常人的想像，不同于其他的 PCB 工厂。他致力于将整个 PCB 制造工艺提升至更高一个级别。Alex 通过准确定义他们想要达到的目标，他们的检验需求、生产需求，以实现 GreenSource 的工厂自动化，来推动我们改善 AOI 系统。

**Matties :** 对于你们来说，在这个过程中的最大挑战是什么？

**Ravino :** 主要挑战是计量，Alex 想要我们能够测量特定的特征，以他们想要的方式提供测量结果。工厂将深度依赖我们的系统。而且，我要明确一下，我们与 GreenSource 合作的这个项目仍在进行中，因为一旦这个系统连接到 DS 生产线，投入生产后，我们还需要继续改进一些项目，增加更多的特性。

第二个挑战是连接每台设备的需求及成为在线工艺的组成部分。即使大多数 PCB 工厂是部分自动化或全自动化的，仍然需要有装板机和卸板机，无法直接连接到 DS 生产线。能够将机器连接到 DS 生产线并使 AOI 系统与 DS 生产线同步是另一个挑战。

**Matties :** 成为 GreenSource 项目的一部分，对你来说真是个好机会。正如你所说，它还改进了你们将要提供给其他客户的特性和设备。

**Ravino :** 我确信它将在亚洲开拓更多的机会。我认为，GreenSource 生产 PCB 的方式将会成为行业先锋，尤其是在北美市场。这将是我们的绝佳营销，将为我们创造更多的机会，我相信这将帮助康代公司成长。

**Matties :** 由于我们目前无法看到所有康代解决方案在车间的运行情况，I-Connect007 将在几个月后对 GreenSource 进行后续采访，到时我们将全面介绍康代所有解决方案在 GreenSource 的实施情况。

**Ravino :** 太棒啦！非常感谢。

**Matties :** 谢谢。PCB





# GreenSource

## 针对客户管理精细调整制程

by **Patty Goldman**

I-Connect007

在 Whelen Engineering 的零排放 PCB 制造工厂 GreenSource Fabrication 现场，我采访了客户经理 Jim Brown。他介绍了这家具有开创性的公司如何精细调整各项制程，涉及公司文化、客户管理和化学工艺，并解释了其中的错综复杂之处。

**Patty Goldman :** Jim，之前你跟我说过在这里工作的员工就像是家庭成员一样。能详细介绍一下其中的缘由吗？

**Jim Brown :** 这是公司文化的一部分，对我来说，这是一件积极向上的事情，因为能使公司内部和谐。在公司如同在家里，什么事

都可以交流沟通，也知道对方在说什么。

对于年轻员工来说，这是一个非常独特的地方。我们中的有些人拥有电路板生产经验，有利也有弊，比如有经验的员工对如何生产电路板、如何生产运营有先入为主的概念，但他们来到这里，就必须转变过去的思维和工作模式。

**Goldman :** Jim，你的主要职责是什么？

**Brown :** 我的正式职务是客户经理。我是这里唯一的销售人员。我住在州的另一边，上下班大约需要 1 小时 45 分钟，所以我经常远程办公。

**Goldman :** 作为一名客户经理，你的职责主

# 准备好把产品销往海外了么？ 准备好提升您在北美市场的业绩了么？

D.B. Management为您提供所需的一切服务：

- 营销
- 销售人员/直接广告代理
- 客户增长
- 美国伙伴关系
- 兼并与收购
- 寻找工程师和质量管控人员



20年来致力于帮助海外公司在美国拓展销售



点击了解如何拓展您的业务

☎ 207-649-0879    ✉ [danbbeaulieu@aol.com](mailto:danbbeaulieu@aol.com)



要是为客户服务，所以你在工厂办公室的工作并不会比在其他地方多。

**Brown :** 是的。我的经理 Don Taylor、Alex Stepinski 和我讨论了销售团队将来的计划。起初，我们考虑遵循传统模式，建立负责一定地区和客户的区域销售机构。当我们开始从客户那里得到反馈并审核我们的运营时，我们意识到数字化生产由工艺驱动，良率会非常稳定。

我们的良率或者高达 98%，或者接近于 100%。就客户而言，如果将大部分时间花在客户身上，这通常就会像是救火。而我们对工艺和设备非常有信心，可做到尽量减少客户的流失。我们拥有全自动化设备，因此搬运操作损伤将是最小的。我们实现在线测量，如线宽、孔、铜厚度；我们使用 Impex proX3 机器进行虚拟剖切；我们使用 Schmoll 钻孔机，就可以在钻孔时绘制铜层图。

Impex 将给出一个剖面图的直观表示，Schmoll 钻孔机将以电气方式向我们展示剖面图。当我们钻孔时，我们可以识别层的位置，仅仅通过计算，我们就知道介电质的位置。如果知道与铜的距离，就知道与介电质的距离。当然，我们用它来映射孔中的铜层位置。所以，我们将导出 Schmoll 设备中的背钻文件，因为我们已经确定了每个孔中每个铜层的位置。当我们知道我们必须背钻的孔的位置时，我们只需要在我们的背钻孔文件中输入它，然后再针对实际的板进行调整。

通过我们已经实施的所有这些工艺控制，相信我们将能够尽量减少客户流失。在为客

户提供服务的这一方面，我们正在改进客户服务，使其达到应有的高度。

因为我们还是新工厂，所以我们决定延迟增加销售人员，等到我们彻底了解我们需要做些什么来为客户提供服务时，再招销售人员。也许我们只需要更多的人在前端，因为产品一旦生产出来，质量就是相当好的。我们已经意识到前端工程将是员工人数最多的部分。我们的工艺设置方式可以实现，一旦启动生产后，就不会有产品等候排队上线的时间。

不需要排队时间，因为这是工艺流程的一部分。当这块板子进入工艺流程的下一个步骤时，工艺流程已经下载下来了，这台设备知道要做什么，它就按要求做了。在它后面的下一个在制板可以有不同的工艺流程。因为所有我们预先增加的二维码和 RFID 跟踪会告诉机器加工产品的详细信息。

**Goldman :** 所以生产完全取决于预先得到正确的工艺流程。

**Brown :** 工艺流程是关键，这也是人为因素参与的过程，即前端工程。我们将不得不做检查甚至是双重检查，因为我们是数字化生产，如果我们在此出现了错误，那么该错误就会成为工艺流程的一部分。但是通过我们的现场数据收集，在“警告”弹出之前，它应该永远不会进行到 2~3 个步骤。在发现问题之前，错误不可能一直延续到了电气测试阶段。最终，这是我们的首要目标，质量没有损失。



Jim Brown

**Goldman :** 你们没有样品测试流程, 而是直接生产成品。

**Brown :** 是的, 但是当我们运行关键数据时, 样板会到达 AOI 工序, 我们的第一件产品会在 AOI 进行检验。因此, 如果我们需要做任何调整, 我们就在那里进行调整并重新启动核心程序, 而不需等到做剖切的时候。如果我们做首件产品检验, 我们会把它看成是验证而不是检验过程, 因为我们做了在线检测。我们预测电路板的情况, 然后我们所要做的只是验证是否和我们预测的一样。

**Goldman :** 尤其是在早期, 如果需要调整工艺, 你会从每一块电路板上了解到很多信息。

**Brown :** 正确。所有的数据都被校正并反馈回来。例如, 我们可以对阻抗进行“动态”调整, 而不是等到它进入电气测试阶段。

**Goldman :** 很多人都试图检验自己产品的质量, 但他们应该做的是利用所有这些步骤来调整工艺。

**Brown :** 我们不是事后检验质量, 而是要在事前把质量生产出来。这与行业的常规工作方式相反。Patty, 通常对首件品检验, 人们会坐在那里祈祷——我希望它是好的, 我希望它是好的, 我希望它是好的。而我们会说, 我们知道它是好的。然后我们只是要验证它, 因为我们收集到的整个工艺流程的所有数据都告诉我们剖面图是对的、线宽是对的, 我们知道阻抗是多少因为我们已经对它建模了。我们已经审核了铜, 我们知道线宽、线高是

多少, 我们知道介电质的特性。

**Goldman :** 我想再来聊聊 Impex proX3。我知道有一根光纤会进入孔中?

**Brown :** 是的, 它是一个可以进入孔内的 80 微米的光纤摄像探头。我们可以做孔的虚拟剖面图。

**Goldman :** 这很有趣, 因为通过虚拟剖面图, 可以看到整个孔壁。

**Brown :** 你看到的就是电路板上的孔。它不像附连板上的“类似”孔, 远离你所真正关心的孔。另外, 它是无损检测。

**Goldman :** 那表面检查呢?

**Brown :** 通过我们的 Schmoll X 射线钻孔机, 我们可以检查表面。该设备如此灵敏, 以至于我们基本上可以通过 X 射线做垂直剖面图。

**Goldman :** 通过这两种设备, 你们进行了大量的无损检验和验证。

**Brown :** 没错, 对我们来说, 它们都是制程中的工具。我们相信客户会发现我们收集的数据是有价值的。例如, 射频设计师非常注重能够调整走线, 因为这就是射频的工作方式。他们非常关心走线的几何形状, 铜的高度是多少? 布线是怎样的梯形? 我们可以为客户提供这些信息。我们可以向他们展示实际的走线图, 如果需要的话, 通过 SAP 工艺加成法制造, 我们可以使侧壁几乎完全垂直。





[点击播放视频](#)

**Goldman :** 我相信很多客户都会发现使用这种工具可实现的可靠性是无可匹敌的。

**Brown :** 我们相信是这样的。特别是孔的可靠性，尤其是微导通孔。

**Goldman :** 关于附连板的有趣之处在于，他们总是有代表性问题。它通常位于在制板的外边缘，你可以显示任意数量的孔，以便给客户很多保证。

**Brown :** 这是我们提供给他们的工具。对于您的观点，您是否希望在您的电路板上选择一些图形？我们可以在附连板上做每个孔，取决于客户为确保可靠性想要看到多少数据。你想要在附连板上做每一个孔，我们完全可以做到。

**Goldman :** 每次检验需要多长时间？

**Brown :** 这取决于层的厚度和层的数量，因为检查必须足够慢，这样光学检测仪才能选中你要找的东西。

**Goldman :** 像视频一样吗？

**Brown :** 是的。我们有审查剖切面的人，他们能立即发现问题并对它进行分析。Impex 真是一个神奇的工具。

**Goldman :** 这并不是 GreenSource 的所有独特之处。

**Brown :** 对。然后是 Ludy 垂直电镀生产线，也是另一种独特的设备。我们将在接下来的几个月里完成安装。

**Goldman :** 据我所知，对于你们的 Ludy 生产线，会安装一个额外要求的槽。

**Brown :** 不止一个槽。

**Goldman :** 不止一个槽？所以他们可以达到 50 : 1 的厚径比？

**Brown :** Alex 增加了半打的数量。因为他正在考虑下一代的表面处理工艺。现在有 EPIG、ENEPIG、钯，那下一代最好的表面处理工艺是什么？

**Goldman :** 你们提供浸锡吗？还是有些表面处理你们不提供，也不打算提供？

**Brown :** 我们有 HASL 和 OSP。Ludy 生产线具备一些灵活性，所以如果有人带着好的业务案例来找我们，我们仍有发展空间。

很多人都很熟悉 Ludy 这个名字，但是 Alex 看过会说：“这是台好机器，但如果你们

只能做到这点……”，这是 Alex 的一贯风格。

**Goldman :** 总是要求增加一些功能？

**Brown :** 他一向如此。我们有一些“过期的”静电清洁剂，我和 Alex 开玩笑——你能想出办法解决这个问题吗？

**Goldman :** 你确定是过期的吗？(笑)当然，在 GreenSource 没有过期的东西。

**Brown :** 我们和所有的供应商的合作关系都很好，因为他们都很欣赏我们与他们共同完成的开发工作。我们也成为了他们产品的展示窗口。我们的关系非常深厚。

**Goldman :** 每个人都受益，这是双赢的局面。

**Brown :** 确实是。Atotech 把他们做的一些销售归功于我们。

**Goldman :** 你在这家企业的工作能力无可估量。我知道你这周开始了你的第一次对外宣传工作。

**Brown :** 我们现在有 6 个“早期采用者”客户。我们双方一起学习，采用并行开发模式。我们正在努力完善我们的工艺，没有什么比真正的、实时的工作更能解决问题了。

我们确定了 6 个客户，我们认为这是很好的目标。我们走近他们，希望能让他们中的一半和我们一起合作。每家都说想加入，甚至有一个客户给我的朋友打电话，转告我说也想加入。所以，我们正在和 7 个客户合

作。我们合作时间最长的一个客户，我们正在为他们提供特殊的电镀服务。所以我把两个公司的工程团队聚集在一起，并行工作。他们完全被震惊了。他们的终端客户会在某个时候对我们进行审核。当然，他们很高兴有机会让他们的客户来参观我们的工厂，我们也很高兴，因为它让我们接触到了一些非常值得尊敬的 OEM。

**Goldman :** 这很令人兴奋，不是吗？

**Brown :** 确实很兴奋！太棒了，我喜欢这里的环境。我对眼前的机会感到无比兴奋。我在这个行业已经工作 30 年了。我在 4 家不同的电路板厂工作过，还为一家层压板供应商工作过，现在是我做过的最好的工作。

有时我们谈论我们能做什么，我仍然摇头说：“我们能做什么？”对我来说，顾客带着可以理解的怀疑态度来到这里，离开时却满心欢喜，是件很有趣的事。它令人开心，很有感染力。

**Goldman :** 是很有趣。

**Brown :** 我正在做我想做的事。尽力让这些年轻人了解他们面前的一切。

**Goldman :** 对，你们面前有很多机会。

**Brown :** 对于年轻员工来说，这很正常。他们不了解这个行业的真正正常现状。

**Goldman :** 这个行业远不像表面看起来的那样简单，尽管行业发展是一项巨大的工程，



但态度,就像你说的那样,热情也是很重要的。

**Brown :** 对,这正是我们要依靠有远见卓识的 Alex 之处。把他从日常事务中解脱出来,开始审核未来三到五年的技术路线图。让 Alex 和我们的供应商一起合作,预测客户在今后两到三年的需求,然后现在就开始开发相关的技术。

**Goldman :** 了解了 GreenSource 和 Alex 之后,一旦他开发出了技术路线图,客户可能会说:



“好吧,现在我们知道我们的目标是什么了。”

**Brown :** 是的,有点像“死循环”。一位客户评论道:“我迫不及待地要把你们的能力告诉我们的工程师,看看他们借用你们的生产能力能做什么。”他告诉我们,他们的工程师正受北美 PCB 工厂现有能力的限制。

“你们把行业技术水平提升到了另一个层面。”我们现在达到了半导体技术的边缘。通过 SAP, PCB 技术与半导体技术的界线已经模糊了。以前 PCB 技术略低一些,半导体技术略高一些。我们正在缩小它们之间的差距。

**Goldman :** 人人都说差距正在缩小。

**Brown :** 这就是为什么在我们的制程中很多检查设备都是半导体级别的, Impex proX3 就是半导体级设备。如果你看一下业界正在使用的设备,其量具误差大于客户要求我们达到的公差。那么当测量设备中的误差超过标准要求时,如何验证是否满足了客户的要求?这是个耐人寻味的问题。

**Goldman :** 看来你和你的客户正在建立你和你的供应商已达到的合作关系。GreenSource 提高了供应商的水平,现在你们又在提高客户的水平,客户又会不断推动你们向前发展。每个公司都在向前发展,感觉一定很好。

**Brown :** 我们感谢所有的公司都在随着潮流向前发展。这是令人兴奋的。

**Goldman :** 真令人兴奋。我很受鼓舞,非常感谢! PCB

# INTERNATIONAL PRINTED CIRCUIT & APEX SOUTH CHINA FAIR

HKPCA IPC

2018国际线路板及电子组装华南展览会

Presented by HKPCA & IPC 由HKPCA及IPC联合主办

## 启迪行业

Inspire the Industry.  
Explore the Infinity.

## 探索无限

**全球最具规模之一的线路板及电子组装行业展会  
新增6号馆，规模再次扩大，四馆齐开！  
为您打造高效的采购及信息交流平台！**

- 近560家国内外展商3,100个展位云集4个展馆，展览面积超过60,000平方米
- 一站式呈献业内最新产品及技术，覆盖PCB及电子组装整个供应链
- 「香港馆」继续为业界展示香港线路板厂商的先进线路板产品及技术
- 同期活动精彩纷呈：国际技术会议、IPC手工焊接比赛、IPC中国PCB设计研讨会、欢迎晚宴、高尔夫球公开赛等，助您掌握行业知识、搭建商贸人脉！

**2018.12.5-7**  
**中国深圳会展中心**  
**1、2、4及6号展馆**

请即到官网[www.hkpcapc-show.org](http://www.hkpcapc-show.org)及微信预先登记参观展会，享受快捷入场！

主办单位

**HKPCA**  
Hong Kong Printed Circuit Association  
香港线路板協會



**IPC**



2018  
**HKPCA IPC**  
Show

扫一扫！  
关注展会官方微信  
获取最新资讯



承办单位

**BAOBAB TREE** 柏堡  
柏堡活动策划

展会查询：

主办单位：

香港线路板协会  
黄敏华小姐/李明宇小姐  
电话: (852) 2155 5099 / (86-755) 8624 0033  
传真: (852) 2155 9099 / (86-755) 8624 0022  
邮箱: [secretary@hkpcapc.org](mailto:secretary@hkpcapc.org) / [amandali@hkpcapc.org](mailto:amandali@hkpcapc.org)

国际电子工业联接协会 (IPC)  
李金山先生  
电话: (86-21) 2221 0072  
传真: (86-532) 8099 0700  
邮箱: [chuckli@ipc.org](mailto:chuckli@ipc.org)

承办单位

柏堡活动策划  
国内  
冯家敏小姐  
电话: (86) 133 6057 8272  
传真: (86-20) 8765 5805  
邮箱: [carmen.feng@baobab-tree-event.com](mailto:carmen.feng@baobab-tree-event.com)

香港及海外  
刘美儿小姐  
电话: (852) 3520 3612  
传真: (852) 3520 3618  
邮箱: [faye.lau@baobab-tree-event.com](mailto:faye.lau@baobab-tree-event.com)



# AWP Group——小公司,大方案

by I-Connect007 Editorial Staff

I-Connect007 团队到 GreenSource Fabrication 的工厂参观之前, 出版商 Barry Matties、编辑 Patty Goldman 和 Happy Holden 采访了 AWP Group 的副总裁兼创始人之一 Jochen Zeller, 讨论了 AWP 的专业设备在 GreenSource 的安装使用状况及其设备的灵活性。

**Patty Goldman :** Jochen, 可以先向我们的读者介绍一下 AWP Group 和你自己吗?

**Jochen Zeller :** 我在 PCB 制造业工作了 10 年, 之后进入了供应商领域, 所以加起来我在这个行业中已经 25 年有余了。AWP Group 的创建者均来自于 PCB 行业几家知名设备公司, 所以我们可以很骄傲地说, AWP Group 是一家具备 150 年行业技术经验的公司。我们的工程和销售总部设在德国, 所有的设备生产地点位

于波兰, 在那里生产各种搬运设备和湿制程设备。为了给亚洲市场提供支持, 我们还在中国的苏州和香港设立了销售与售后服务办公室。AWP Group 主要从事 PCB 生产中任何工艺步骤中需要的搬运设备, 并实现其与任何工艺设备的工业 4.0 集成。我们还提供 PCB 各种水平湿制程设备。

**Barry Matties :** AWP 在 GreenSource 的设备目前是什么状况?

**Zeller :** 现在, 我们已经在 GreenSource 安装了 3 条湿制程生产线。DES 生产线已调试好, 正等待运行。接下来要安装的两条生产线——预清洗和铜还原生产线——已经准备好添加化学品。接下来我们还要再安装两条生产线——OSP 生产线和阻焊膜显影生产线。已经有很多

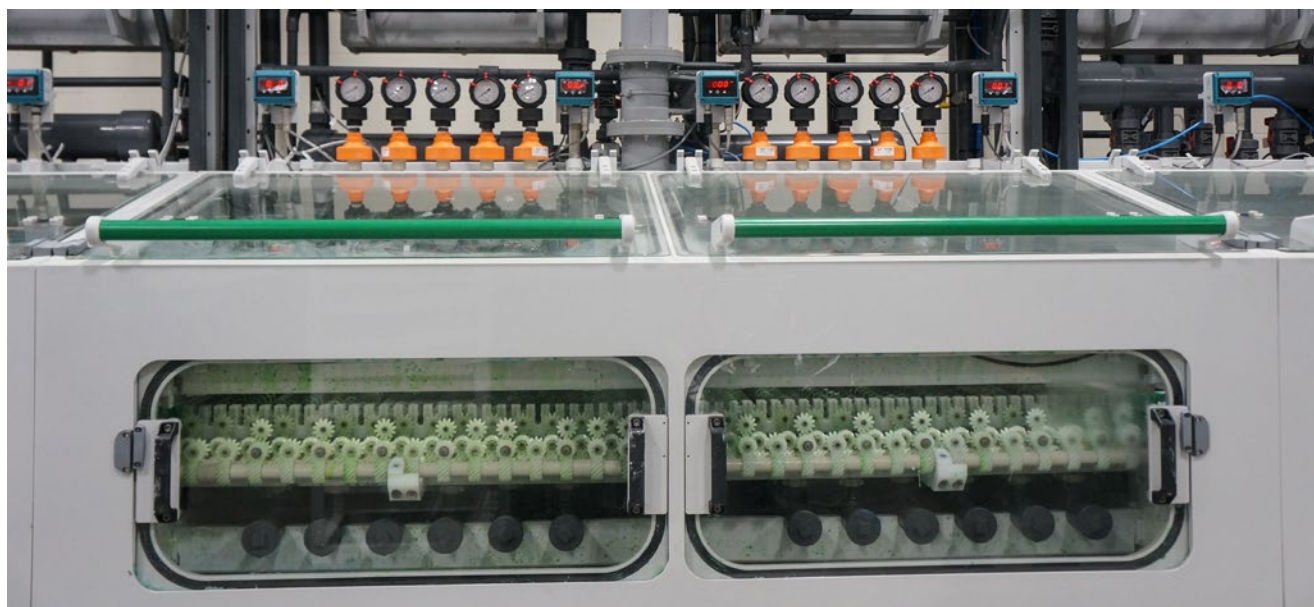
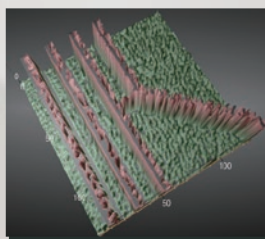
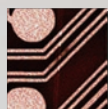
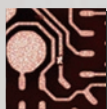
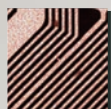
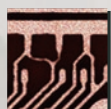
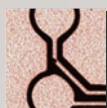
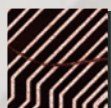
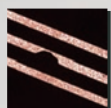
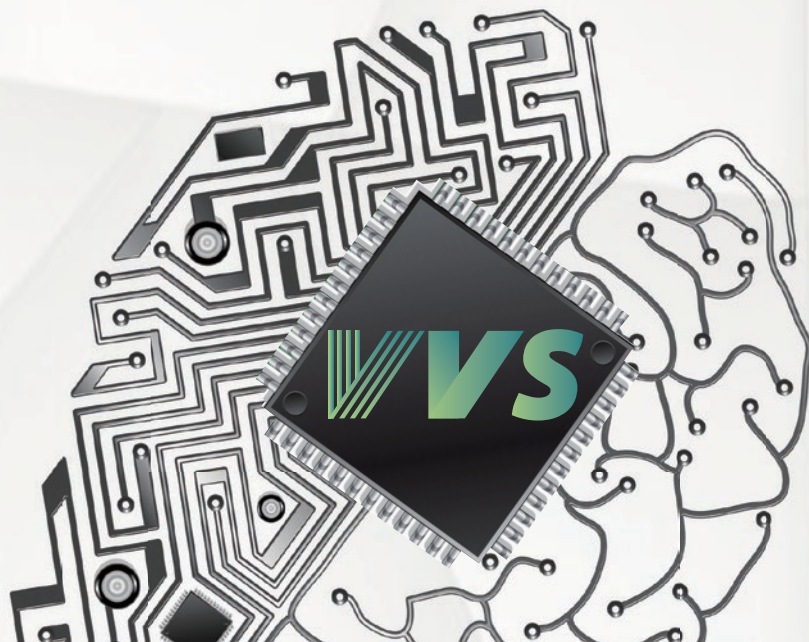


图 1 : GreenSource Fabrications 使用了 AWP 的蚀刻设备和材料搬运设备

# 康代缺陷虚拟验证系统

## CIMS VVS-AOI检修方案的未来

- ◆ 经人工智能处理生成的彩色缺陷图像
- ◆ 三维显示效果选配功能
- ◆ 更少的检修站需求
- ◆ 更少的人力需求
- ◆ 更高的AOI作业效率
- ◆ 更快的AOI作业流程



提升AOI检修效率  
高达70%!



康代中国 | [WWW.CIMS.COM](http://WWW.CIMS.COM)

如需了解更多资讯, 请直接联络当地康代销售代表。





图 2：AWP 安装在 GreenSource Fabrication 的蚀刻生产线

台搬运设备完成安装并处于运行状态。还有更多的搬运设备处于生产阶段或者在运输途中，将在未来几周或几个月内完成安装。

从这个项目启动之初，我们就把重点放在设备的冗余并且尽可能使用标准化。这点很有用，因为你可以想象，这个大型项目在实施过程中要适应各种变化。我们的设备灵活性很高，可以在安装设置中移动设备。如果 GreenSource 需要在另外一个地点进行测试，我们也可以先把设备移动到另外一个地点进行临时安装设置，之后再吧设备移动到最终位置。如果工艺流程中出现了任何变化，这种方式可以帮助 GreenSource 灵活地移动设备。

**Goldman：** AWP 最终会在 GreenSource 安装多少台设备？

**Zeller：** 这个阶段的项目完成后，AWP 大约会安装 100 台设备。

**Goldman：** 这么多台设备！

**Zeller：** 是的，这是我们在全球范围内规模最

大的项目，也是向世界展示我们能力的绝佳机会。对于 AWP 这种规模的公司，这绝非易事。成功的关键就在于我们在项目初期就执行高水平的设备标准化，以及 AWP 所有员工付出的努力。即使设备是为特有功能而专门设计的，但还是会尽可能使用标准机器的元件和组件。这对于维护工作非常有利，因为零件都是一样的。其他优势还包括机器的基本操作没有太多变化，所以操作员不需要一直学习新的操作内容。早些时候 Alex 跟我们说：“我知道我现在似乎是在挑战你们的极限，但只要我们一起努力就真的能够做到。”这个项目就是用这种方式启动并最终获得了成功。

**Matties：** 我们采访过一些 AOI 的雇员，他们说自己一直在等着 AWP 设备完成安装。你们



图 3：安装在 GreenSource Fabrication 的 AWP 生产线



图 4：GreenSource Fabrication 工厂中等待安装的 AWP 设备，注意设备前部的在制板盒

的安装过程进行到哪一步了？

**Zeller：**项目启动之初我们和 GreenSource 确定了安装的优先等级，我们首先安装那些需要较长质量认证阶段的设备。我们按照确定的优先级完成安装，定期将设备运达 GreenSource。

**Happy Holden：**你们是否提供自动引导车（AGV）？

**Zeller：**目前，在我们的搬运装置之间，X 线检查完成和激光钻孔工艺后，以及 Schmoll 的自动堆叠机和机械钻孔机之间有一辆 AGV。这辆 AGV 由 Schmoll 公司供应，但是完全可与我们的搬运装置集成。

**Holden：**现在已经配备好材料仓库了吗？还是以后再引入材料仓库？

**Zeller：**我们打算在年末的时候完成全自动材料仓库。这是最后引入的设备之一。

**Matties：**在整个过程中，你认为最大的挑战是什么？

**Zeller：**最大的挑战就是要跟踪所有的变化。这个大型项目的时间跨度较长，所以很难在移动设备和适应变化方面做到足够灵活。就像我之前所说的，标准化的设备帮了我们一个大忙；否则我们很难像现在这样轻松移动设备。

**Matties：**在软件方面有哪些挑战？

**Zeller：**设备软件比较简单，因为我们一直在做这个。相比之下有难度的是工业 4.0 集成软件，这个工作还在进行当中。我们正在和 GreenSource 的软件工程师密切合作，寻求集成的最佳方法。我们有其他项目的经验，但每个客户都是不一样的，他们有自己的设置和特殊要求。每个人都想给设置加上自己的东西。集成的基本框架就是要看起来很清晰，但有关哪种设置最适合的具体细节还在进一步讨论当中。我知道未来还会不断出现新的挑战，我们也必须做出相应调整，但这就是我们的专业技术，我们有专家团队负责应对这些挑战。

**Matties：**看来整个过程会有一些棘手的问题。

**Zeller：**没错，主要是因为每个客户都有自己独特的设置。这会是一个持续的过程，需要密切沟通和交流才能敲定最终的安装。

**Matties：**传送系统也可以运送非常薄的材料？

**Zeller：**是的，所有机器都可处理 1 mil 的芯材。在搬运设备中我们不再使用任何机械对准，所





图 5：操作员在监控安装在 GreenSource Fabrication 的 AWP 自动蚀刻生产线

有在制板中心对准工艺和校准过程都是由光学元件完成，避免损伤薄或敏感的产品。除了薄芯材设置外，我们还有适用于处理外层较重制板的搬运设备，重量可超过 3.0 kg。薄芯材和重 PCB 板之间的设置切换是自动完成的。

**Matties：**听起来很特别。有没有其他家公司尝试在同一间工厂内使用这类组合设置？

**Zeller：**没有，这种设置不是很常用，但我们可以实现薄基芯和重板之间的切换。这些都是自动完成的，不需要操作员来完成这一步，这

是基于 DMC 编码和数据。我们知道正在加工哪种在制板，一旦我们读取了板上的 DMC 编码，我们会自动为这些产品设置搬运设备。

**Holden：**在冲洗，通风和工艺温度方面，新设备工艺与第一阶段的不同之处是如何来降低更多蒸发？

**Zeller：**在节水方面，我们和 Alex 密切合作。所有的冲洗过程都设定成了“1+4”或“1+3”模式。第一阶段是带出阶段，和其他级联冲洗是分开的。所以我们把重点放在了第一阶段，之后的阶段都是标准的级联设置。这一设置可以大大节省水用量，而且也符合 Alex 的预期目标。

我们所有的湿制程设备都配有不同的刮板辊。我们会在每个级联步骤之间模块的入口和出口处使用 4 组刮板辊，水冲洗工艺也采用了同样的刮板辊。很多同行在级联之间只使用两组刮板辊，这会导致带出的液体过多。我们这种设置可以减少级联间的带出液，并且保证冲洗工艺的效率更高。我们还在冲洗阶段加入了一些电导率传感器，可以根据电导率控制水质和加水量。

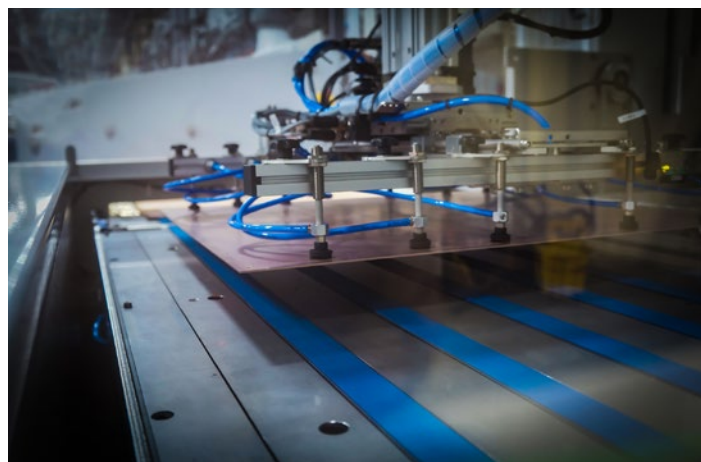


图 6：GreenSource Fabrication 内运行中的 AWP 材料搬运设备特写



图 7：管道、控制装置和槽体设计实现了 AWP 对化学品和环境的管控

在通风和蒸发方面我们还有一个巨大优势——我们在所有工艺模块中使用的特有“模块套模块设计。我们将整个喷涂区域封闭起来，并将所有的喷雾封闭在主要工艺模块内的封闭罩内。排气系统连接到外模块，从而减少了因大量蒸发而导致的损耗。

**Holden：**你是否在设备中提供了水冲洗的点处理方式，这样你就不需要将水抽出了？

**Zeller：**没有，这些都是 GreenSource 完成的。

我们提供了一种独特的泵出系统，不需要额外的水槽，所以能够节省空间，而且所有的连接点都和 Alex 在设计中确定的点保持一致。此外，我们为所有碱冲洗配备了全集成的紫外线灯，从而避免出现任何污染。

**Matties：**在结束这次采访之前，你想不想重点介绍哪一台设备？

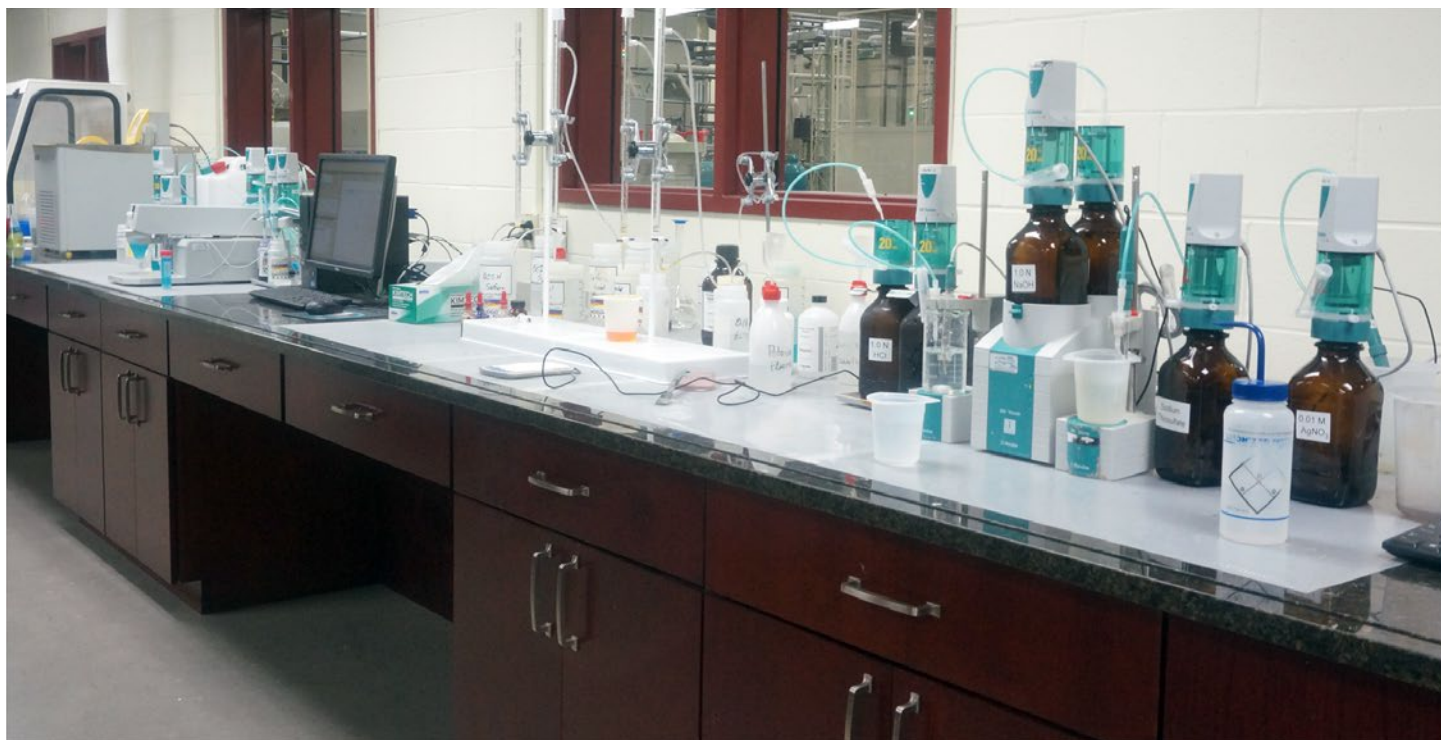
**Zeller：**整个项目都是非常先进的。从湿制程的角度来看，我想重点介绍的是 DES 生产线，这条生产线不需要在蚀刻机一端改变速度来处理不同厚度的铜，所以能够在不需要清空蚀刻机的前提下改变蚀刻程序。DES 的另一个优点在于两个蚀刻机之间是由一个翻板装置连接的，这样就能够灵活蚀刻单面或双面板。这个概念并不新奇，但是这种与无需速度变化技术的结合使得这个设备相当独特、相当先进。在预清洗生产线前面有一个全自动缓冲仓，里面可存储 500 盘不同的材料，仓库将根据 MES 数据直接将材料装载到预清洗生产线中。

搬运设备还可以在同一个单元内处理超薄芯材和厚板。灵活的缓冲装置不需要配有控制微粒的皮带，减少了整个生产线设置的维护。搬运设备还能够使 Schmoll 的钻孔堆叠机 / 拆分机单元实现全自动化。这些只是其中的一部分亮点，这个项目的先进程度与其他一些细节也是密不可分的。能够参与到这个以未来为导向的项目当中对我们来说是非常棒的机会。

**Matties：**谢谢你接受我们的采访。与你交谈很开心。

**Zeller：**也谢谢你。PCB





# GreenSource 的分析实验室

by **Patty Goldman**

I-Connect007

近日，我采访了 GreenSource 实验室的工程师 Mark Chassé。

**Patty Goldman :** Mark, 你能介绍一下 GreenSource 关于来料和化学品的“信任验证”项目吗？

**Mark Chassé :** 我们尚未开始来料检验，但我们已经认证了供应商供应的化学品。他们的信任系数很高，这点非常重要。我们会定期在实验室对化学品进行测试，基本上采用抽查方式，这样我们就可以了解化学品的质量状况。公司还未发生过召回事件，与我们合作的供应商都是优质供应商。

**Goldman :** 非常棒。层压板和其他材料怎么样？

**Chassé :** 我目前不负责那一部分。我负责处理湿制程和化学品的使用，特别是表面清洗和金属化。现在，我重点关注的是化学镀铜工艺。

**Goldman :** 您所说的化学镀铜工艺，只需要微调吗？

**Chassé :** 我们正在深入了解这些设备，调整设备的速度；事实上，昨天的设备速度达到了最高产量，所以我们非常兴奋。该工艺

(4号馆)

# 技术研讨会

如何最有效及具竞争力地综合应用：ERP、MES、APM、  
TPM、WMS和手机装置去管理工厂营运。

HOW TO INTEGRATE EFFECTIVELY AND COMPETITIVELY?

12月6日 (四) 11:00~11:45

MES-智能数据化管理

全方位实时移动式的智能数据化工厂管理，带给你不一样的  
智能体验，随时随地了解工厂营运进度，享受丰硕的成本效益。

(1号馆)

展位号  
1N11

现场展示设备



第五代双台面CO<sub>2</sub>激光打孔机



X光钻靶机



真空贴膜机 (软板及软硬板)



FPC卷对卷曝光机 (单卷/双卷)



光绘机



直接成像系统



光学检查系统 (AOI MIYABI 7)



PCB镭射修补机 (AOR)



机械臂自动收放板机  
(应用于AOI外层)

请关注我们吧!



环球集团



可实现的原始沉积是我之前从未见过的，这是一种新化学品。我们正在与 Atotech 进行 beta 测试，已证明它是一种很好的材料。它比我使用过的任何化学品都要快得多。

**Goldman :** 而且最终能形成很好的沉积？

**Chassé :** 是的。因为我们的空间有限，一切必须在六米长的空间内完成，这个工艺非常符合我们的要求。

**Goldman :** 听着真不错。现在可以和我谈谈实验室里的员工吗？

**Chassé :** 我们有一些人通过循环伏安剥离 CVS 来分析电镀铜槽。现在我们有 4 种不同的化学品。这种特殊的分析非常注重细节，一组分析可能需要长达 3 个小时的时间。

**Goldman :** 只是为了分析化学槽里的所有成分吗？

**Chassé :** 是的，你必须设置系统，一切必须设置正确，然后对一个特定槽的两个样品进行分析，大概需要一个小时。所以，如果你在车间走动，你会看到后面的大机器，它可以添加多达八种不同的化学品。我们必须成为使用这台机器的专家。

**Goldman :** 当然，你要做的主要就是检查。

**Chassé :** 是的，系统检查。



Mark Chassé

**Goldman :** 除非发生了一些异常情况，否则所有化学品的添加等操作都是自动完成的。

**Chassé :** 没错。我们的生产线有很多加料系统。只要适当维护这些系统，就不会出错，完全如你说，主要就是系统检查。随着不断的使用，随着我们对这些新的化学品使用经验的积累，我们将更加清楚需要多长时间做一次这些分析。

**Goldman :** 非常好，因为分析是非常耗时的。现在你们多长时间做一次分析？

**Chassé :** 有时为了确认，一天做两次分析。具体取决于工作负荷，或者如有异常情况发生，你根据得到的结果做出改正，然后必须重新再做检查。那样工作量就多了。

在 CVS 旁是另一个工作台，它可处理必须在内部完成分析的大多数化学品：典型的酸碱滴定法、比色滴定法、电位滴定法等。都是非常直观的常规检验，你会在多数实验室看到这种设备，都非常好用。这个系统的好处在于它是模块化的。如果发生故障，易

于更换、易于清洗、易于维修。

**Goldman :** 此时, 你需要再做检查分析, 还是再添加化学品?

**Chassé :** 两件事情都需要做。如果你正在运行新系统, 还未设定填料速度, 需要一周或两周的时间。需要一系列的数据点了解实际情况, 然后做出调整, 就可以设定分析频次了。

**Goldman :** 就可以开始正常运行了。

**Chassé :** 对。最终你需要做的只是检查。但是有时候你必须完成初始分析, 特别是在周一。那时你真正要做的是初始分析, 一切要从零开始。

**Goldman :** 在这个实验室里, 我看到了研磨机和类似的仪器, 所以你们要做剖面再检查。一切都是围绕检测对吗?

**Chassé :** 就是这样。例如这是电镀铜中的一个参考点。在你昨天看到我工作的那条生产线上, 我们没有在线分析, 所以我正在研究这个参考点。他们在这里做的是视觉参考。即使它只是一个二维图示方式, 也会让你了

解生产运行情况, 它是生产的一部分。所有这些都是为了让我们了解一切运行正常。

**Goldman :** 某些时候, 你是否希望可以撤除这些检查?

**Chassé :** 这种检查只能多不能少。特别是剖面分析。

**Goldman :** 最终只会看到板的外部, 但需要剖面检查内部的情况。几乎所有的工艺步骤后板都会发生变化, 所以需要很多检查。

**Chassé :** 有很多工作要做。我们昨晚在核查印制电路板制造工艺需要多少步骤。每一步都是必要的, 一个步骤接着一个步骤。所有的东西、所有的工艺步骤都必须紧密衔接。

**Goldman :** 好吧, 我知道你还有别的工作要做, 非常感谢你接受采访。

**Chassé :** 只要你看到我站在生产线旁, 可以随时过来找我。

**Goldman :** 谢谢。PCB

## 2019年IPC APEX展会教育类项目聚焦未来

推动电子行业发展的技术变革将贯穿 2019 年 1 月 26-31 日在圣地亚哥会展中心举办的 IPC APEX 展会上举办的所有技术会议、专业开发课程等



项目。观众注册通道现已开放, 请点击链接: [www.IPCAPEXEXPO.org](http://www.IPCAPEXEXPO.org)。

阅读全文, 请[点击这里](#)。



# 如何利用 MES 实现激光 钻孔机智能工序自动化

by 曾荫廷  
环球集团

随着科技快速发展，全球逐步进入了工业 4.0 的时代。中国以大量中高端人力资源，完整的工业体系以及全球最大的需求市场等优势加快拓展工业 4.0，并结合本土的“中国制造 2025”理念加大投入科技，信息基础设施建设，加快产业无人化、智能化、数字化，拓展经济发展新空间。

中国虽说是全球最大的 PCB 生产国，但

整体产业经营还存在成本持续上升、经营环境不确定性增加，以及受国际经济环境影响、同行竞争激烈等问题。

从产业发展来看，全球 PCB 产业均向封装基板和 HDI 板等中高端产品方向靠拢。由于封装基板和 HDI 板所要求的精度很高，所以一些 PCB 企业为了应对此变化，开始进行自身制造工艺优化。因此，激光钻孔机智能工序自动化则作为制造优化中重要的一环。

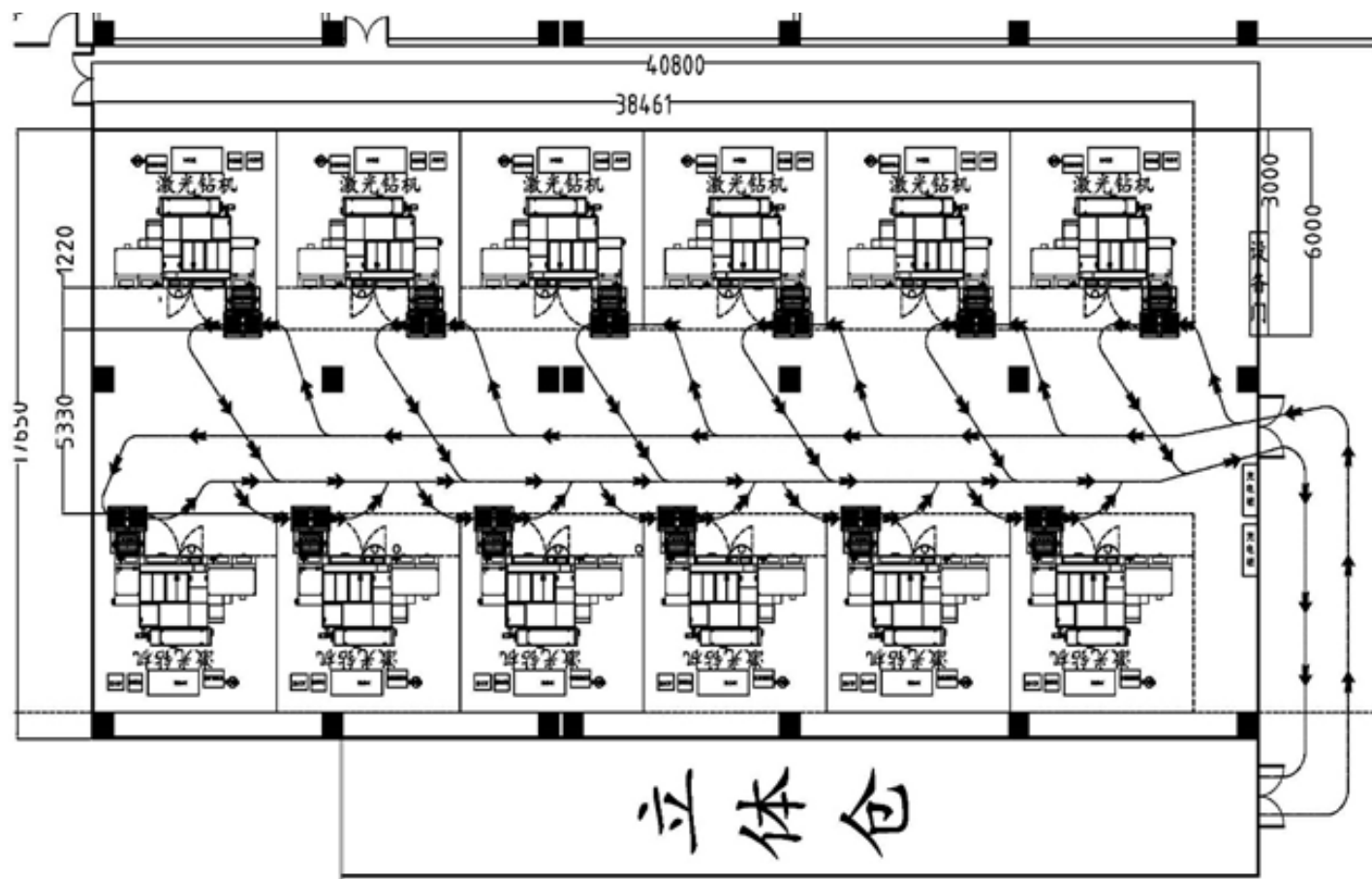


图1：激光钻孔机智能工序示意图

# HDI手册 免费下载



我们广受欢迎的HDI中文版手册是您电子藏书库中不可或缺的一本。

HDI手册由行业专家撰写，他们是HDI的奠基人与开拓者，其中就有HDI教父 Happy Holden。

现在注册，免费下载该书 @  
[www.hdihandbook.cn](http://www.hdihandbook.cn)



### 实现激光钻孔机智能自动化方法

在激光钻孔前道工序完成后，MES 系统按照排单计划向立体仓发放物料要求，立体仓接受信号后调出物料，由 AGV 接收物料后输送至钻机上下位并将新工件放置在钻机暂存位。激光钻机接收到 MES 处发送的此批板材参数后进行处理，完成后由 AGV 回收暂存于立体库中，等待 MES 的指令再送至下一个工序。以上作业流程都是通过系统来进行，可以减少人工输入资料时所出现的错误。除了软件上的操作之外，实现智能自动化也需要设备来配合。

### 实现激光钻孔机智能自动化设备及系统需求

为了达到激光钻孔机工序能够无人化操作，建议以 20 台激光钻孔机为基础，此设定可发挥最大的效率及成本优势。此外，全自动翻板上下板机配合激光钻孔机能使整个加工程序更加自动化。使用 AGV 小车负责运送板材及上下料等工作，以及全自动立体库（线边仓）管理收 / 发料及整理生产板材管理，帮助实现无人化车间目标。

### 重点设备及系统说明

#### 立体库的设计

材料需经过风淋室减低灰尘后方能进入车间，能较好地满足环境要求。每套仓库系统设有两个进出位置可供 AGV 及人手处理，预留扩展空间，提高空间的利用率，能满足一天的生产需求。而且载盘设有 RFID 标签，通过条码技术确保物料先进先出且信息准确，实现货物可追溯。

### AGV 小车

采用双层背负式设计，负载重量为 200KG(含双层动力支架)的 AGV 小车作为运输工具，配备调度中心系统和二维码导向系统，使 AGV 小车灵活准确地与生产线、立体库、设备之间进行有机结合，优化工艺流程，减少人力资源浪费。且 AGV 小车内置障碍传感器，防止与人和物体碰撞，提高安全性，避免产品损坏。

### 工序自动化管理系统

此套系统以车间管理为基础，包含 MES 及 TPM 模块，能使 MES 部署后的效用更快显现。其中，把 AGV、立体库、设备等模块连接在一起通过网络进行实时监控，生产工程可全记录，并且数据可透过电子屏幕、手机 / 平板 APP 进行查看，使相关部门及时得到设备资讯的反馈，优化生产管理及设备效能。更好地提前计划维修及保养时间，减低维护与生产安排之间的冲突，能让车间生产

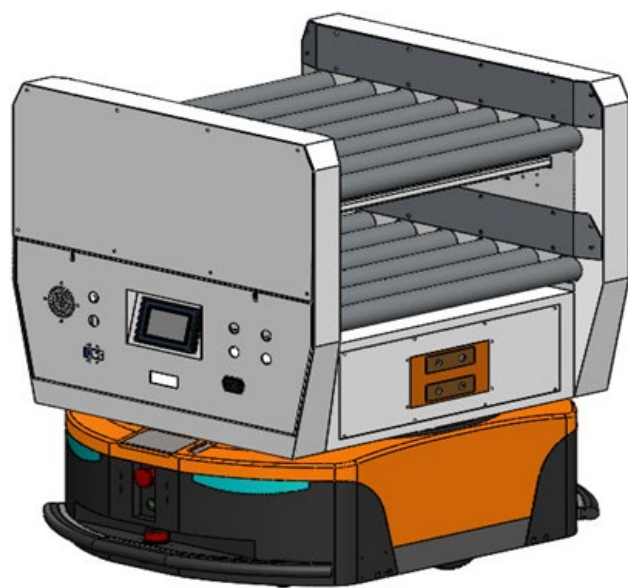


图2：AGV小车示意图

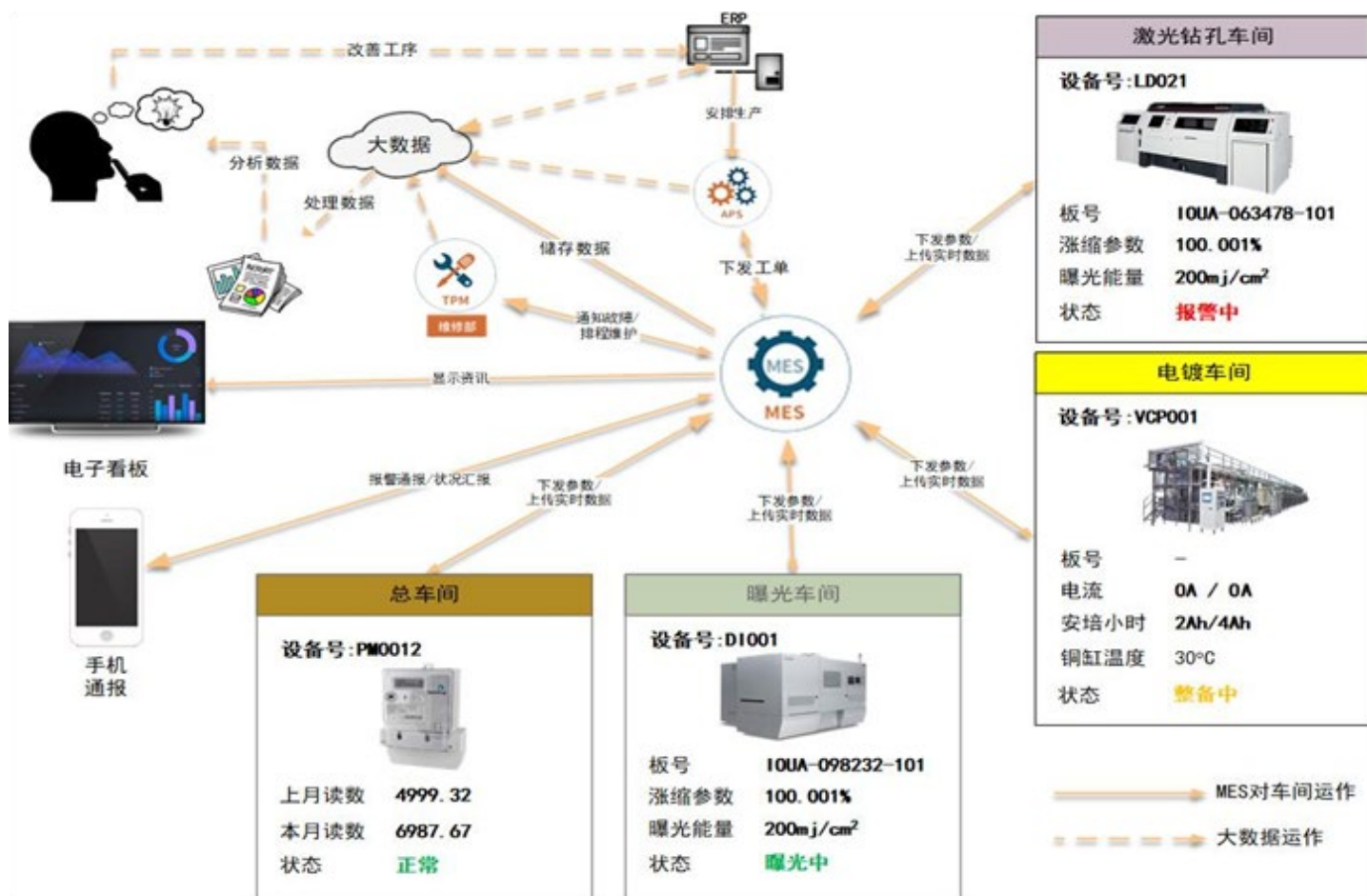


图3 工序自动化管理系统示意图

效率达至最佳化。

### 实现激光钻机智能工序自动化的优点

- 节省人手
- 多重验证，减少人为出错
- 完全实现 24 小时生产
- 减少换料时间，增加生产效率
- 各台设备生产情况从电子屏幕上一目了然，实时了解车间及设备状况，并可将设备异常报告，推送至不同的负责同志跟进
- 工序自动化管理系统可扩展至不同工序及设备，成就智能工厂（Smart Factory）的构想

### 总结

大势所趋，PCB 企业必须实现制造工艺优化才能在竞争中立于不败之地。而激光钻孔机智能工序自动化的最终目的是使企业实现精益制造，帮助客户降低成本，提高产品质量，增加自身竞争力，与“工业 4.0”及“中国制造 2025”的理念齐头并进。环球集团全力推动 MES 系统——实时移动式智能数据化管理。

### PCB

备注：HKPCA SHOW2018 期间，环球集团将分享 MES 的技术焦点。时间：2018 年 12 月 6 日 11:00-11:45；地点：4 号馆





# 「启迪行业，探索无限」 ——访 2018 HKPCA & IPC Show 主办方

全球规模最大的电路板及电子组装行业展会 2018 国际线路板及电子组装华南展览会 (2018 HKPCA & IPC Show) 将于 2018 年 12 月 5-7 日，在中国深圳会展中心举办，将以「启迪行业，探索无限」为主题。本届展会规模再次打破了往届记录：展商数近 560 家，展位近 3100 个，展览面积超过 60,000 平方米，占满深圳会展中心 1、2、4 及 6 号馆，创历史之最。近期，我们采访了 HKPCA 和 IPC 两家协会的负责人，请他们针对展会与市场动向给我们读者一个全面的介绍。

## 香港线路板协会(HKPCA)



**记者：**国际线路板及电子组装华南展经多年打造，已经成为全球最大规模和最具影响力的行业盛会，请您介绍一下今年展会与往届相比，有哪些亮点？您认为展会最具吸引力的地方是什么？展会及相关的一系列活动会对整个产业带来哪些影响？

**答：**作为全球最具影响力及最具代表性之一

的线路板及电子组装展会，本届展会将继续增添许多全新的亮点及展示内容，包括今年新增 6 号馆，众多原物料展商带来更齐全的展品展示；参展的新展商、首次推出的革新产品与技术；继续与香港生产力促进局合办的香港展团等，下面为大家逐一介绍：

本届展会规模打破历届记录，展商数量将近 560 家，展位数量接近 3,100 个，展品范围覆盖线路板及电子组装行业的整个供应链。展览面积预计超过 60,000 平方米，占满深圳会展中心 1、2、4 及 6 号馆，合计四个展馆。

今年展会新增的 6 号馆，云集了上百家国内优质的原物料展商携革新展品及技术，将集中展示崭新全球线路板原物料 / 化学品、新材料、能源环境等领域的革新产品，产品多样化，参展品类更齐全，帮助观众轻松找到优质的原物料厂商，势必为今年展会增添更多的精彩看点。

今年展会的亮点是与香港生产力促进局合办的香港展团将于第二年继续举办。该展团在 2017 年首次推出，由线路板制造商组成，面积超过 100 平方米，深受观众的关注及赞

赏。展团将划分为不同的区域，分别通过通信、电脑、消费电子和汽车四个不同产品类别来展示线路板或半导体产品和技术。

业界知名厂商悉数参展，包括有：TTM、奥士康、依利安达（昆山）、邦基、威宇、安美特、哈福、王氏港建、乐健、金富宝、亚洲电镀、陶氏、大族数控、志圣、尖点、卡尔蔡司、特新、奥宝、思捷、德联高科、日立化成、麦德美、罗杰斯、迅得、宇宙 P.C.B.、保德、南京协辰、光华、化讯、劲拓、德森等将携新产品及技术亮相展会。

IPC 手工焊接比赛将于 2016 年后再度回归，汇聚国内及全球的焊接好手同场竞技

展会为同期将举办一系列精彩纷呈的活动，将继续举办 IPC 中国设计研讨会、PCB 欢迎晚宴、高尔夫球赛和 IPC 中国手工焊接 & 返工返修竞赛。这些备受欢迎的同期活动，凝聚行业精英领袖，帮助参与者在轻松环境中发展新的商业网络、建立合作关系及加强业内人士联系，从而促进行业发展。

**记者：**今年展会又创新高，和整个产业发展存在些什么关系？比如从参展商的参展热情、展品的种类、关注的主题等方面。

**答：**进入 21 世纪以来，PCB 产业重心不断向亚洲地区转移。目前亚洲地区 PCB 产值已占全球的 90% 以上，尤以中国和东南亚地区增长最快。今年展会取得突破性增长，有赖于行业同仁的积极支持及受惠于中国线路板行业的迅速发展。

展会于 7 月 18、19 日在香港及深圳成功举办了选位会议。展商反响热烈，97% 的展位已被售出。众多行业领先及新晋厂商将齐聚于今年的展会现场，展示最新的产品及技术，与买家面对面沟通交流。今年的展会将分设备供应商、智能自动化专区、环保洁净专区、线路板制造商、电子组装、日韩专区及原物料供应商七大展区分别展示参展商带来的革新技术及设备；在 1 号馆的香港馆专区也将分别通过通信、电脑、消费电子和汽车四个不同产品类别来展示线路板或半导体产品和技术。展品全面及丰富，打造便捷高效的原物料 / 技术采购平台，为观众提供了一站式的采购服务。

**记者：**今年对于 PCB 行业来说，市场变化十分明显，新建扩建、产业转移、上市、并购整合、技术合作等商业动态十分活跃，请问从中您认为印制电路和电子组装行业还有哪些新的行业发展态势或新商机出现？

**答：**随着上市企业增多，资本市场对行业的影







响越来越大，兼并和被兼并将是未来一个时期的发展趋势。从机遇方面来看，中国、美国、日本、韩国纷纷发布 5G 商用的消息。5G 商用已经进入最后的倒计时，新技术将推动无人驾驶、物联网 (IoT)、车联网、工业互联网、智慧城市、AR/VR、云计算 / 大数据等领域快速发展，催生万亿级规模的数字化市场。

**记者：**印制电路生产技术发展至今，您最期待看到哪方面的技术突破？主办方这次举办的峰会覆盖了哪些行业最热门的话题，您期望三天的展会和相关系列活动对整个行业发展起到什么样的效果？

**答：**电子产品呈现两个明显的发展趋势：一是轻薄短小，二是高速高频，这相应地带动下游 PCB 的技术变化。从线路板来看，双面盲孔、BGA 盲孔填孔、多层盲孔、HDI 两阶三阶软硬结合这些设计越来越多；线宽要求做到 35 微米，少量产品甚至要求达到 25 微米，因为线路越来越密，高速信号的传输速率越来越快，这个就要求线路的均匀性能要越来越好，但是现有技术不能在电镀表面铜厚度与孔铜厚度方面达成一致，希望日后有更革新的技术解决方

案。

本届展会同期将继续举办 IPC 中国设计研讨会、PCB 欢迎晚宴、高尔夫球赛和 IPC 中国手工焊接 & 返工返修竞赛这些备受欢迎等一系列精彩活动。会议论坛涵盖话题有感光覆盖膜在 FPC 及软硬结合板中的市场及技术发展、全新开发银触媒化学、如何有效反具竞争力综合采用 ERP, MES, APM, TPM, WMS 和手机装置去管理工厂生产等行业热门话题。

期待为期三天的展会及相关活动能够速进行业快速发展。

## 国际电子工业联接协会 (IPC)



**记者：**您如何评价全球 PCB 的产业发展状况？同时请展望一下 2019 年的市场发展趋势？

**答：**电子行业经历过近几年的调整之后，随着新能源汽车、无人驾驶汽车、人工智能、设备数据互连在内的智慧工厂、5G 通信技术、AI 技术发展，电子行业又出现了新的发展机会，对于 PCB 厂商和电子组装厂商来说都是发展机遇。这些新机会都是先进技术在高可靠性产品中的应用，能否抓住这个机遇，我们电子制造企业的员工技能、制造水平和产品质量，是否能满足高可靠性产品的需要。IPC 提供旨在提高产品可靠性的员工培训认证和工厂认证服务，对于意欲进军高可靠性产品市场领域的企业是切实的帮助。

**记者：**今年对于 PCB 行业来说，市场变化十分明显，新建扩建、产业转移、上市、并购整

合、技术合作等商业动态十分活跃，请问从中您认为印制电路和电子组装行业还有哪些新的行业发展态势或新商机出现？

**答：**5G、IoT、云计算、新能源汽车、无人驾驶、智能制造、自动化、航天军工等高端电子制造业是未来几年的发展机会。

**记者：**这届展会的主题是“启迪行业，探索无限”，在规模上又将超越往届，您认为目前印制电路生产技术发展是否遇到瓶颈，您最期待看到哪方面的技术突破？主办方会否对此进行技术上的交流与推广？

**答：**印制电路板正在由大规模批量生产向小批量多品种生产模式转变，在转变过程中生产效率和成品率降低，CFX（互连工厂数据交换）技术可以帮助企业低成本实现小批量多品种生产的要求，提高供应链管理效率。CFX 是工业 4.0 的得以实现的数据采集、传输、交换、分析与建模、控制的规范基础。IPC 已经组织全球领先设备、软件、OEM 厂商合作开发 IPC CFX-2591 标准，并已成功展示了 CFX DEMO 示范线，我们也会组织专家在 IPC WorksAsia 专题会议上交流关于 CFX 的技术，邀请更多的企业加入 CFX DEMO 示范生产线向业界展示工业 4.0 的典范。

**记者：**结合 IPC 标准的推广与相应培训，请与我们分享下今年的各项活动计划。

**答：**在工业 4.0 和中国制造 2025 战略背景下，受 5G、IoT、云计算、新能源汽车、无人驾驶、智能制造、航天军工等市场需求增长的驱动，

高端电子组装制造业迎来发展的契机，我们电子制造企业能否充分利用这次发展机会，取决于先进技术的应用、员工培训、先进工艺和生产管理水平。为了帮助国内企业提升高端电子制造水平，IPC 利用丰富的国际水平的标准技术、先进工艺、专家资源，邀请航天、汽车电子、软件领域的海内外专家来中国进行技术交流，比如：邀请大陆汽车、通用汽车的专家参加上海、深圳的汽车电子专题会议，NASA 的专家、IPC 总部的专家参加上海、北京、西安的航天 / 航空专题会议演讲，和英国的专家参加东莞的通讯专题演讲，促进了国内外专家们的技术交流和互相学习。为了帮助国内企业重视员工技能培训和持续教育，IPC 连续举办了十年手工焊接竞赛，今年在中国举办 5 场手工焊接 & 返工返修竞赛，是响应高端制造需求进行了改版，增加了返工返修的比赛要求，这次中国区总决赛的前三名还将送到美国参加世界冠军赛。经过这个比赛，为国内军工、航空 / 航天、通讯、汽车、医疗、工业等领域的企业培训了大批技术扎实的一线员工，企业内部持续教育的氛围高涨，产品质量一次性通过率提升，最终企业受益。目前，智能制造成为业界投资的热点，IPC 组织国际专家资源率先开发 CFX（工厂互连数据交换）标准，并在 10 月份慕尼黑 LEAP 展上首次携中国 16 家展商现场推出 CFX DEMO LINE，为国内智能制造企业不同厂家的设备、机器之间的数据采集、传输、交换、控制提供了统一的国际标准，低成本实现智慧工厂的目的。现在 BGA、软板技术随着高端制造需求越来越大，IPC 应时而动，特别开发了《IPC-7095 BGA 设计及组装工艺实施》、《IPC-6013 挠性印制板鉴定与性能规范》、航天版的培训等新的服务项目。PCB



# IPC CFX

# 智慧工厂

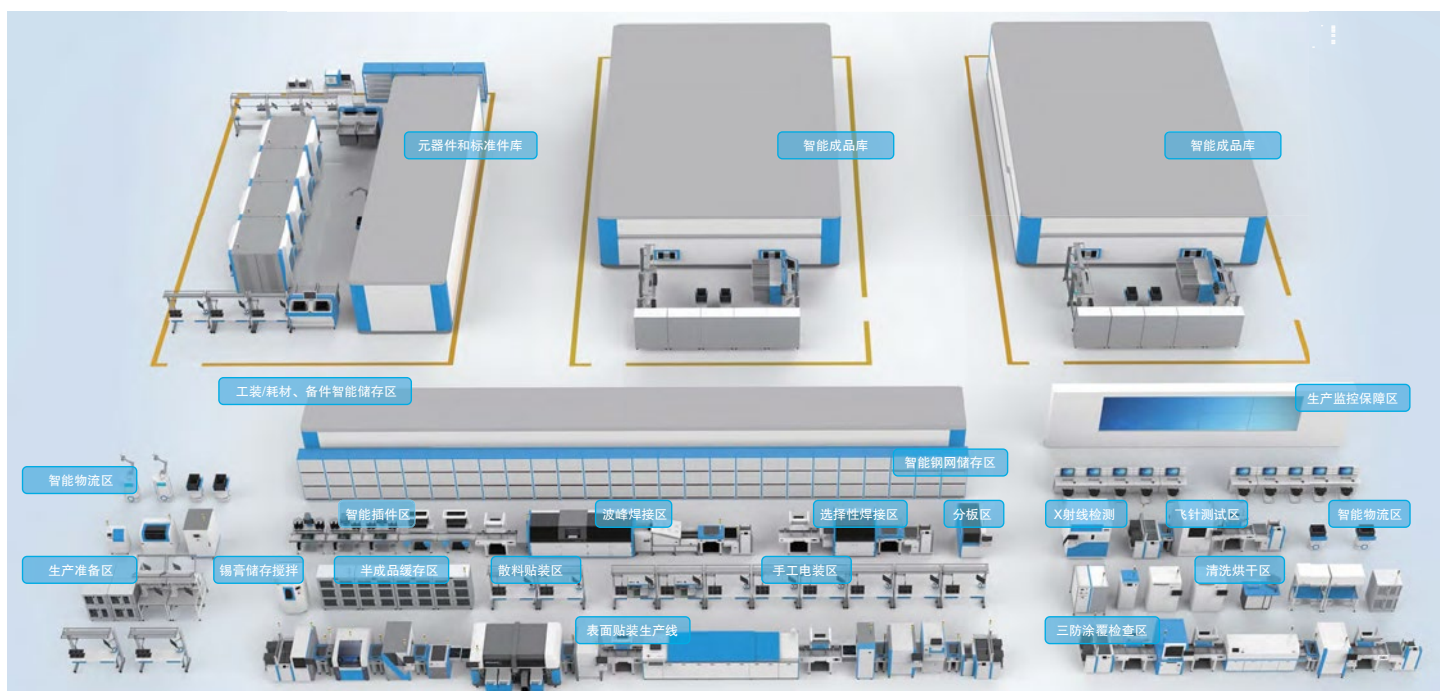
## SMART Factory

## @LEAP 2018 报道集锦

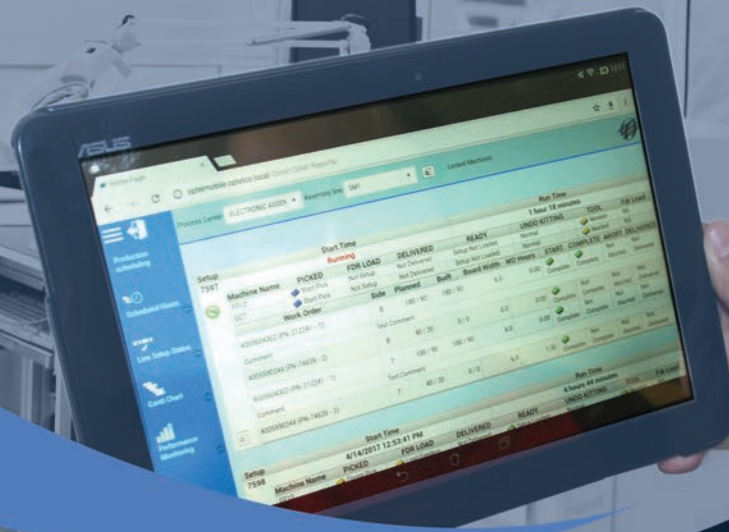
慕尼黑展览（上海）有限公司携 IPC 于 10 月 10-12 日在 LEAP Expo 旗下成员展 - 慕尼黑华南电子生产设备展（productronica South China）上举办 IPC CFX Demo Line（IPC 全球互联工厂数据交换标准示范生产线）。此次是继 IPC CFX Demo 在美国和德国成功展示后首次惊艳亮相中国，IPC CFX Demo 中国首秀将完全可视化的流程呈现于现场，为上下游企业提供更具优势的解决方案，以及更加完整的终端到终端的体系结构。

现场每一个参加的生产线参展商都会展示基于 IPC CFX 标准实现的信息传递。而观众们也在 Demo 区域看到了每台设备供应商的两种不同展示形式。一种是通过 CFX 标准实现信息传递。设备将提供在制造运行期间的运行数据的可视化展示。另一种是在特定设备的前后周边环境，从产线中的其他设备获取 CFX 数据，创建运行数据的可视化展示。更有华为对产线提供华为云服务支持！

以下是我们在展会现场发回的报道。



# 工业4.0近在眼前 实时移动端生产控制， 尽在Optimal电子！



## 创新软件解决方案的全球供应商

致力于改善电子组装领域的生产力，实时控制和可追溯性  
先进且独特的动态生产计划，提供即时的生产改进，  
更可实时移动端生产控制Optimal提供真正的精益制造环境  
投资回报率超高！

100%是必须的！

保证100%组件可追溯

符合第4级IPC-1782可追溯性标准。

“Optimal电子通过不断推出创新的功能和提供卓越的技术支持，不断刷新其在我们脑中的印象。”

- National Instruments



# OPTIMAL ELECTRONICS

Optimal Electronics, 13915 N. Burnet Road, Suite 312, Austin, TX 78728  
Phone: (512) 372-3415, [www.optelco.com](http://www.optelco.com), [info@optelco.com](mailto:info@optelco.com)





### IPC大中华区副总裁蒋文和

#### IPC CFX标准助力智慧制造

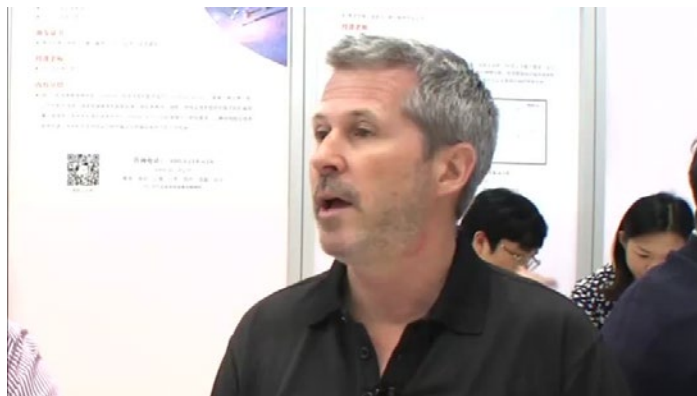
IPC互连工厂数据交换标准(CFX) 得到业界广泛支持, 智慧制造可期。蒋文和先生为我们讲解了CFX的由来, 壮大以及未来的发展战略。



### 凯格精密机械工程师陈坤

#### 印刷机与SPI新的协作方式

CFX的到来为电子生产设备互联打开了新的大门, 凯格的陈工为我们分享了智能制造工厂中检测设备与生产设备的新颖协作方式。



### Perr Johnson, JWJ

#### JWI-CFX中的关键一环

JWI的解决方案基于数据驱动方法, 成为CFX中的关键一环。



## IPC大中华区技术总监韩云

### IPC CFX DEMO产线落地慕尼黑华南展

IPC大中华区技术总监韩云为我们分享了IPC CFX的革命性成果。CFX与Hermes都将由IPC主导开发，成为IPC标准，更好地服务电子制造领域。



## 上海望友有限公司总监朱忠良

### 3D仿真在CFX中的应用

望友一直致力于电子行业设计到制造NPI智能加速软件解决方案，本次CFX DEMO LINE里面使用到了他们的仿真技术。



## 新迪精密科技业务经理匡载文

### 激光打标助力电子制造全流程追溯

智能制造与全流程追溯是密不可分的，给每块电路板打上唯一的身份标识是最好的解决方案。新迪精密分享了他们参与CFX项目的具体情况以及未来发展计划。



**爱捷仕软件亚洲应用经理刘灵宇**

创始成员谈CFX对电子制造业的影响

AEGIS在CFX中扮演着举足轻重的作用，作为该项目的发起者之一，AEGIS也参与了CFX中国首秀。

**库力索法中国区市场经理王琼安**

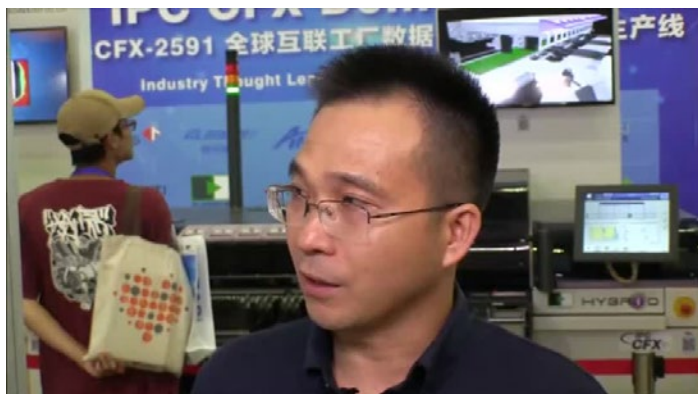
库力索法为CFX试验线提供贴片方案

贴片机可谓是SMT生产中除了焊接炉子以外最重要的一环，它的智能化部署不容有失。

**广东凯尔迪有限公司副总陈军**

电子制造中的清洗也要涉足工业4.0

凯尔迪清洗技术业务涉及半导体，SMT，带着解决方案参与了IPC CFX中国站首演。



**劲拓自动化设备研发总监余云辉**

## CFX大大减少设备厂商数据处理工作

生产设备在工作当中收集及处理大量数据，传统与MES直连方式，会要求设备厂商逐个去适配用户的MES系统，费时费力。加入CFX后大大简化了这方面的工作量。



**创劲锋电子设备营销总监刘海艳**

## 创劲锋谈自动化大趋势

送板机、收板机、传送台、吸板机这些设备虽然简单，但却是连接智能工厂中各生产设备的桥梁。



**神州视觉科技有限公司工程师  
余建波**

## ALeader 检测设备经 CFX 与工业云互联

本届 IPC CFX 试验线展示中，检测设备部分由 ALeader 负责，通过 CFX 与华为工业云互联进行实时的检测数据上报与指令下发，达到与印刷机联动的效果。

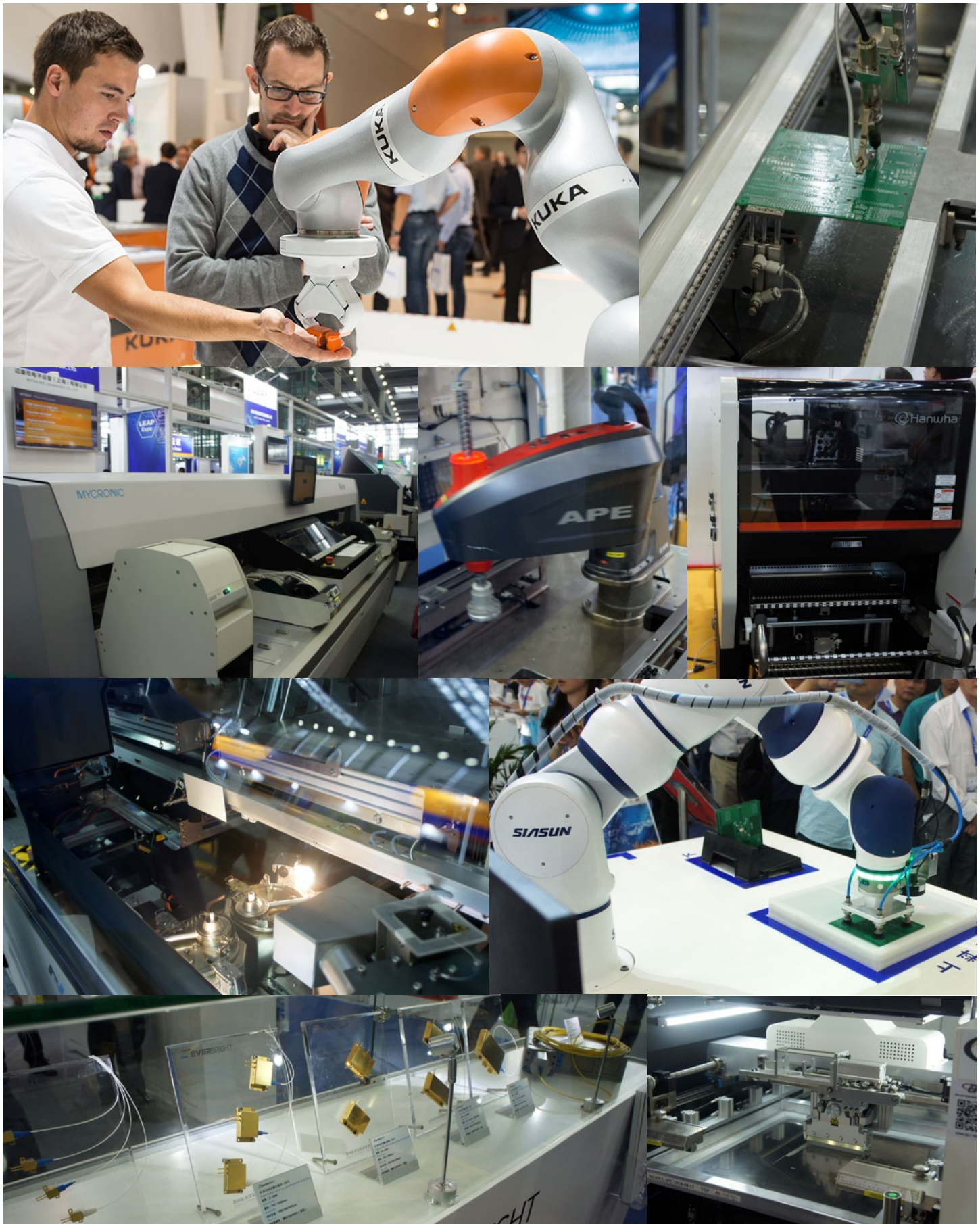


**杰为软件系统有限公司研发总监  
郑德政**

## 杰为软件助力CFX搭建智能工厂平台

作为IPC CFX DEMO LINE华南展示的软件合作方之一，搭建智能工厂平台，其可以为中小设备厂商提供数据转换、提取与分析等服务。











# CFX 的真相

by Michael Ford

Aegis Software

IPC Connected Factory Exchange (CFX) 工业物联网 (IIoT) 标准已经发布, 业界已积极承诺将采用该标准, 它已成为数字组装制造领域的一个重要里程碑。首先, 我会介绍我们是如何达成这一重要目标的。接下来, 展望在可以预见的将来, 数字智能工厂中的工业 4.0 解决方案将如何成为现实, 所有制造商都可以使用它, 并且无需担心过度依赖设备供应商或技术过时的风险。

## CFX 现状

最初, CFX 是 IPC 高级会员们的一个想法, 他们很早以前就意识到行业对工厂级通信标准的必然需求。多年来, 在经历了行业内各

个领域标准的起起伏伏后, 我们明白这是“一个勇敢者的游戏”, 尤其是参与其中各设备制造商之间的竞争是如此激烈。2016 年, 在 IPC APEX EXPO 展会期间举办的首次 CFX 小组会议吸引了来自各个领域的众多有竞争关系的厂商参加。如果没有 CFX 的话, 让这些厂商同处一室可能不会太安宁。然而, 在这次会议上, CFX 第一次展现出它所具有的“魔力”, 竞争对手们怀着相同的愿望, 共同致力于行业的发展。

随着时间的推移, CFX 标准的关键要素都已经就绪。最初的目标 (包含所有有效的制造能力和支持工艺, 以及完全的即插即用方式) 在当时看起来非常遥远。创建一个具有工业 4.0 功能并能够满足数字工厂中的智能、现代制造需求的标准至关重要。这是每个公司客户群的共同愿望, 无论他们是否能确切表达他们所想







# KYZEN ANALYST 数据服务 轻松您的生活

现在您可以获取并监控清洗槽清洗剂浓度，无论您身处何处，您都可以追踪各地的清洗设备的清洗工艺进度。实时获取数据，追踪进度，先进的数据分析，人性化可自定义的仪表板，发出警示，所有的这些功能都集大成于当今最全面的数据报告产品，也包括各地安装的PCS。所以，**您尽请放心。**

为您提供全面的，更加快速、更加精确和更加安全的清洗过程监控，让您的工作变得就像在沙滩度假一样轻松。

如需了解更多关于**KYZEN ANALYST** 数据服务的详细信息，  
请访问 [Analyst-Data-Services.com](http://Analyst-Data-Services.com)

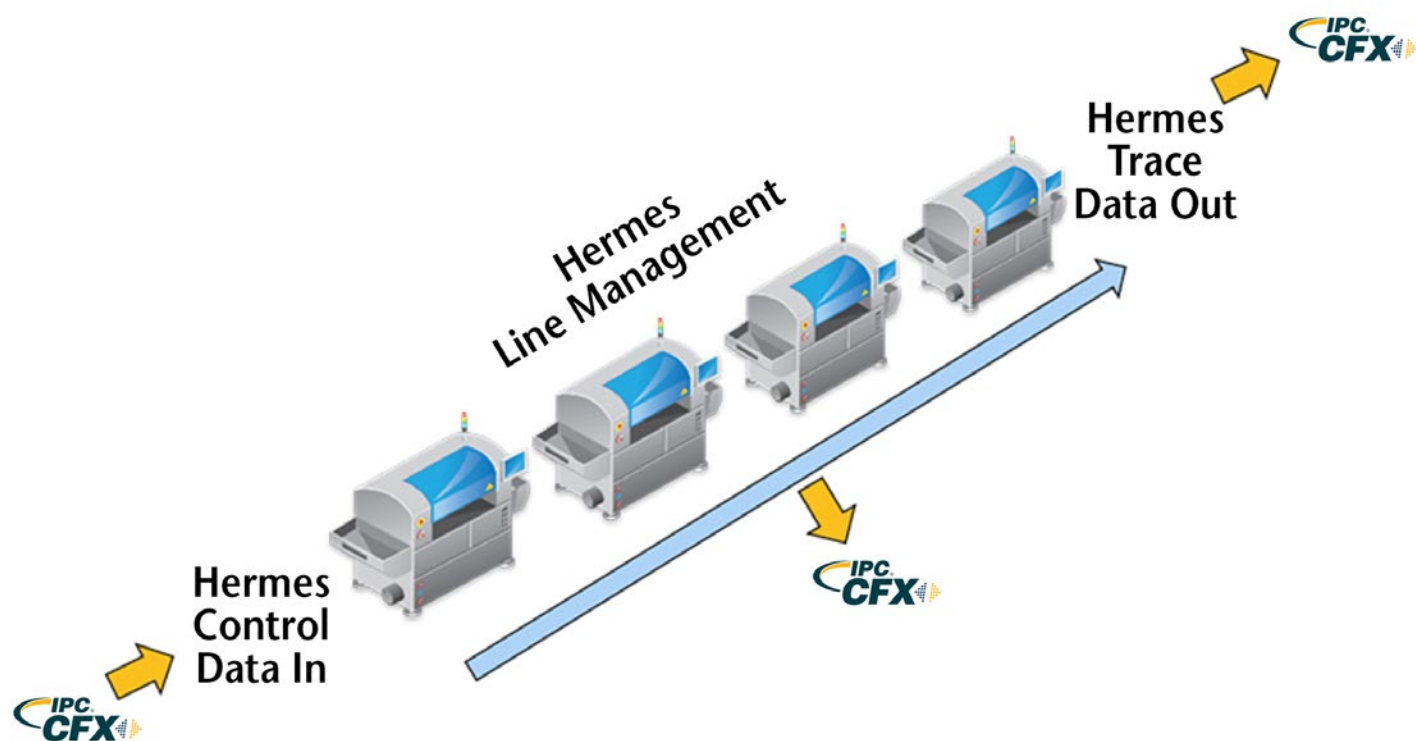
享誉全球的环保清洗技术



[KYZEN.COM](http://KYZEN.COM)

KYZEN公司2018版权所有





要的东西。

我们可以通过把 IIoT 标准类比为手机的通讯标准来理解。这个标准规定了来自不同供应商的手机在这个标准网络上的工作方式，使我们可以自由地进行通信，这相当于 CFX 中所选的协议和数据编码方法。第三个关键部分，也是其他标准没有完全定义的，是所使用的语言。虽然手机两端的双方都接通了，但如果讲的不是同一种语言，那么就无法理解对方在说什么。如果要实现真正的即插即用，那么所有相关方都必须采用同一种通用的语言进行通信。

对于 CFX，在确定协议时是存在争议的，因为存在好几种实现方案，并且每种方案的支持力度都很强。但是，CFX 的要求非常明确。该协议必须安全，并且在向外部发送数据（例如云）时具有加密数据的选项。同时还需要数据压缩装置来降低数据速率要求，诸如机器之类的实时操作无需关心是否其他设备或所有设

备都接收到了它的消息。因此，对于信息传递，必须具有以信息代理为特征的“发送并忘记”装置。

此外，还需要一个用于即时命令和响应消息的直接点对点连接。大家都同意采用经受住了银行业考验的 AMQP v1.0 协议，这是满足所有这些要求的唯一合理选择。开源、免费的 AMQP v1.0 代理的可用性也完全符合该标准的开放原则。相比之下，数据编码则是一个非常简单的决策，大家一致同意采用 JSON，这样普通人也能轻易读懂这些消息，而且 Web 开发人员已经非常熟悉这种现代化的格式，所以效率会更高。

在确定了这些要素之后，工作的重心就转移到了数据内容的定义上。对装配工厂的车间数据内容进行定义是史无前例的。很少有人能够完全搞懂制造业所有领域中需要定义的内容，所以，需要各个领域的行业专家以详细且中立的方式描述所有技术的工艺事件和参数。

CFX 团队的一个突破性想法是为相关的数据内容创建消息组，消息组是按照逻辑分类主题，其中定义了粒度离散系统或机器特性，而不是为每种机器类型创建的特定消息。创建主题作为构建块，就能够通过把相关主题汇集起来，精密地建模过去、现在和将来的任何机器工艺和事务处理过程。

最初，对每个确定主题的内容以及更详细的子主题内容进行定义是一个挑战。创建消息数据史无前例，令人畏惧，对以前主要关注内部特定技术领域的人而言更是这样。许多领域是由非专家人员创建的参数示例，以便做出先例并激发反馈。与从头开始创建相比，评论、校正、修改和增强内容更加容易。虽然我们预计 CFX 的内容定义将在范围和细节方面继续修订，但目前已发布了具有最重要方法的第一个版本，这为主流应用做好了准备。

## 演示

到 2018 年底，会有 4 次 IPC 赞助的 CFX 演示：在美国加利福尼亚州圣地亚哥举办的 IPC APEX EXPO 展会、德国的 SMT Nuremberg 展会、英国伯明翰的 What's New in Electronics Live 展会，以及中国深圳举办的 LEAP Expo 展会。看到这么多人远道而来只为了一睹 CFX 非常令人兴奋。当他们看到只需要用智能手机扫描一个二维码后，屏幕上就立即出现了实时的、跨越多个供应商的标准生产事件和统计数据，而无需安装或配置任何软件时，他们脸上的表情很令人振奋。

作为设计语言的一部分，CFX 消息传递的是有关生产的信息，这些信息可以用于生成各种所需的生产指标和视图。云端的 CFX 演示版提供了一个激发想象力的简单例子。如果需

要的话，CFX 也可以在工厂内的某一条特定生产线运行，也可在云端环境中运行，还可在生产线、工厂、云端同时运行。这其中，灵活性非常关键。演示的准备非常充分，参与者们会被邀请使用基于 net 的开源 CFX 软件开发工具包（SDK）以及作为标准的一部分的详细消息文档。为演示而创建 CFX 支持这一过程本身就是革命性的，无需费时费力的出差或艰难的技术讨论，只需要几个小时的时间来阅读文档并在云端部署所提供的演示软件，即可完成能够正常运行所需的一切。在这次活动中，成功完成了第一次演示，对于每一个参与者都没有出现任何差错。这大大提高了所有参与者对 CFX 的信心和熟悉度。

## 应用

随着 CFX 标准的初始版本的创建及发布，我们现在已可以继续后面的令人兴奋的工作了。一个很好的例子是我在中国看到的三重闭环系统，其中包括从焊膏检测（SPI）到丝网印刷机的反馈特性，可补偿印刷过程中的偏差，以及 PCB 上 SMT 零件的贴装校正。这一切都会经过自动光学检测（AOI）的检查和确认，它还能提供贴片工艺的准确反馈和所需的补偿。使用闭环软件使生产线发生的缺陷降低为原来的十分之一，这是令人难以置信的结果。这个软件看起来也很棒，反应高度灵敏。

坏消息是这个结果需要使用定制的机器接口实现。让不同的机器供应商合作开发所需的接口消耗了大量的时间和精力，这对所有相关人员来说都是很大的成本。制造公司的软件负责人知道，如果要为公司的其他生产线都实施闭环解决方案，由于这些机器大多具有不同的组合和配置，就必须开发更多的定制机器接口。



开发团队意识到，如果采用 CFX，那么闭环软件就能够在所有的生产线配置上很好地运行，而且只需要开发一个接口，然后就能即插即用建立所需的数据连接。还有一些客户对 MES 数据有各种高级要求，对于为这类客户服务的机器供应商而言，以前需要开发大约 30 个定制接口，而现在，所有这些都可以通过一个标准接口替换。使用 CFX 还可以加快部署速度、减少问题，从而缩短销售周期。

CFX 的其他优势还有其全方位性质，它可实现对生产线上游和下游以及整体工厂数据的访问，例如工作订单管理和物料物流信息。物料物流信息的一个小例子就是它能获得关于所接收到的实际物料的尺寸和旋转的提醒。如果材料制造商发生变化，这可能会有所帮助。在物料补给时，能自动对程序进行调整，而无需停机，避免出现质量问题。CFX 能够使智能工厂中来自不同供应商的各种解决方案在所有级别和制造运营的所有领域协同工作。

CFX 的应用不只是针对机器，它们还支持事务性流程，例如物流，并在数字工厂内为人提供信息。利用了增强现实 (AR) 的 CFX 所具有的非常关键的灵活性使其能够同时执行工厂中的多项任务。

### CFX 和 MES

CFX 和工业 4.0 执行都发生了变化的关键领域之一是制造执行系统 (MES) 层。MES 系

统最初是作为企业资源规划 (ERP) 的可见性和控制扩展开发的，如今，许多制造业的通用 MES 系统仍然专注于手动任务管理，并且需要手工输入大量数据。一些 MES 解决方案已经能够通过开发出的一些非常复杂的定制接口来调整组装设备的数据，这些接口将采集到的数据存储在某形式的数据库中，以便进行处理和使用。

这类历史遗留数据的价值非常有限，因为其受到了原始设备接口的数据完整性和可靠性的限制，以及 MES 应用具有的转换专有数据并创建统一含义的能力的限制。IIoT 应用则代表了一种完全不同的数据交换方式，其不同于大多数以数据库为基础的定制解决方案。IIoT 数据是即时的，会立即触发操作和响应，并将归一化的事件信息传递到数据库中。更加现代化的数字化 MES 平台的重点是制造运营的实时可视性和可认知性，它们至关重要。相对于内部解决方案、外部开发和定制定点解决方案以及通用 MES 平台而言，这种模式是一个重大改变。

对于许多历史遗留系统而言，它们必须能够利用 CFX，才能以更有效的方式获取历史遗留数据。

但 CFX 的真正潜力在于能够成为下一代增强决策算法中的关键部分。到目前为止，这类算法还非常稀有。初创公司们都在快速跟进最新的“IIoT 解决方案”，并将产品推向市场，但是因不包括生产环境的定义而没有深度。基本要求是包含一个真正面向 IIoT 的 MES 平台，该





平台要具有数字化建模产品、定义工艺和配置、班次调整、工作单、工具治具、物料流动等功能。MES 的基础架构组成从来没有如此具有魔力，因为似乎并没有为许多公司创造价值，但它在推动和实现 4.0 功能方面是非常宝贵的。

解决方案是能够最有效协调工业 4.0 功能的地方。对于内部开发人员而言，这样的基础架构开发很可能会成为一个为期五年的项目，而对于外部定制解决方案来说，价格门槛是一个令人生畏的障碍。

因此，即使是采用了 CFX，也不希望制造商自己从头开始开发核心 MES 软件来建成自己的智能工厂。正确方法是使用专门为 IIoT 工厂开发的由 CFX 驱动的数字 MES 平台，它能满足超过 90% 的智能工厂需求。其余的 10%，以前一般可以通过定制开发来实现或改变操作，现在则可以通过基于 CFX 的系统扩展来轻松满足要求。例子包括对具有定制功能的测试机器的支持，其中对 CFX SDK 进行简单集成，即可使机器实现现有 MES 的全功能和可

操作部分。其他的定制要求，例如专用工艺和方法的集成，可以通过简单的附加应用来实现，ERP 指定的特殊要求也是如此。虽然 CFX 扩展的比例可能还不到总体的 10%，但对于运营和增值两方面的成本和交付时间而言，它能消除完全采用 MES 过程中 90% 以上的令人烦恼的事。

### 未来的智能工厂

对于未来新建的智能工厂，我们推荐的方法非常简单。首先，选择支持 CFX 标准、满足生产产能、灵活性和预算要求的设备。对于打算打造未来智能工厂的企业，需要与现有设备供应商核实并确认机器是否能够使用 CFX。即使无法获得设备制造商的支持，也还有多种简单并且经济的方法让第三方来提供 CFX 支持。这样，就能确保车间只需要一个接口就可实现可见性、管理和控制要求。

接下来要做的就是选择 CFX IIoT 的 MES 解决方案，它应该具备工厂级别的实时增强和



自动化决策能力。基于数字工厂架构，并支持基于供应商的机器和生产线级别解决方案的 MES 平台所包含的具有可交互操作的工业 4.0 解决方案，应该能提供完全基于 CFX 的精细而又简单的智能工厂基础架构。生产、性能、质量、物料以及供应链、维护、规划和云分析都可以在同一平台上进行，并可作为一个整体灵活地实时运营，与 IIoT 共享相同的信息主干。这才是使工厂能够快速响应市场当前和未来需求，并且按照订单生产的能力，跟大批量生产相比不会显著降低的本质。

### 谁能从 CFX 中受益？

每个人都能从 CFX 中受益，这就是基于 CFX 的 IIoT 解决方案可持续发展的原因。随着时间的推移，机器供应商将不再需要为客户开发和支持定制接口，并且能够在每种情况下都使用 CFX。机器供应商还可以访问生产线和工厂的数据，并提供能够增值的工业 4.0 功能。解决方案提供商可以访问完整、准确和及时的数据，这是按照工业 4.0 的要求创建用于制造的智能人工智能（AI）软件的必要条件。制造商的 IT 团队能够较容易地调整和管理定制的

工艺和功能，这些工艺和功能能够真正产生价值，以满足基于 CFX 数据交换的特有制造运营需求。

CFX 的覆盖范围达到了工厂的每一个角落，这是传统的 MES 解决方案所无法实现的。它的制造能力和运营能力已经非常完善，随时可以对不断变化的客户需求做出即时反应，而不存在执行问题或生产力损失的风险，并且不需要在仓库中储存过多成品，这都是其灵活性的体现。在制造、仓储和配送中节省了成本，包括消除了“生产但尚未售出”的商品价值折旧风险。通过进一步向由 AR 技术驱动的自动化投入资金，例如替代人类操作工，还能够达到更高的成本效益并且迅速促进商业模式的发展。未来的工厂可以通过现在就已经开发出并且可用的技术来实现。PCB



**Michael Ford** 是 Aegis Software 的欧洲市场总监。阅读往期专栏或联系 Ford，请[点击此处](#)。

## 清洗免洗助焊剂——是不是最糟的选择？

对于没有经过培训的人来说，免洗助焊剂就不需要清洗；对于盲目瞎干的人来说，无所谓，你安排什么任务，他就完成什么任务。听起来很有趣，但对于有点常识和有点经验的人来说，真的是太糟了。

之所以选择清洗免洗助焊剂，自然会有一些理由（但实际上几乎没几个理由



是充分的)。一个好的理由是当组件要求敷形涂覆时，特别是当采用聚对二甲苯时。另一个理由是当要求用探针进行测试时。助焊剂残留物会阻碍与表面的良好接触。除此之外，我想不出清洗免洗助焊剂的其他充分理由了。

阅读全文，请[点击这里](#)。

# 只有亲眼所见，才会了解



今天就  
联系我们  
预约参观

Lab One

## 准备好迎接下一代电子检测系统了吗？

想要了解新的YXLON X射线和CT检查系统能为您做什么？  
欢迎光临我们位于硅谷的全新实验室——**Lab One**，一探究竟。

将X射线和CT，射频电源和电子束的技术与专业知识一网打尽，Lab One在这里帮助您找到解决方案并抓住机遇。今天就联系我们吧。





# IoT:助推制造业发生变革

by Stephen Las Marias

I-Connect007

在新的制造环境下，数据、机器人技术和人工智能（AI）等技术应用趋势不断扩大，各种策略和战术不断涌现，其中包括预测分析、新型 OEM/ 供应商合作创新模式、支持实时商务智能的技术平台，以及弹性透明的供应链可以创造出垂直集成的虚拟制造网络，全球制造业公司可以应用这些策略和战术牢牢把握住新的市场机会，在竞争中保持优势。

这些战略的核心正是诸如大数据、分析学和物联网（IoT）这样的变革技术。IoT 可分为两类，消费类和工业类。什么是消费类 IoT？设想你下班回家的场景。快到家门口时，你的车会发出信号，车库门自动打开；进到家里以后，网络会检测到你的位置，并立即打开特定

的家用电器供你使用，比如灯、电视、音响、空调等……只要你提前在程序中输入了你的要求，它都能做到。当你坐下准备休息时，看到了放在身旁的平板电脑，于是想起今天早些时候健身了一段时间，所以你把智能手表上收集的数据发送到平板电脑上，看看这组健身活动对你的健康数据有哪些影响。以上只是消费类 IoT 功能的一个简单示例。

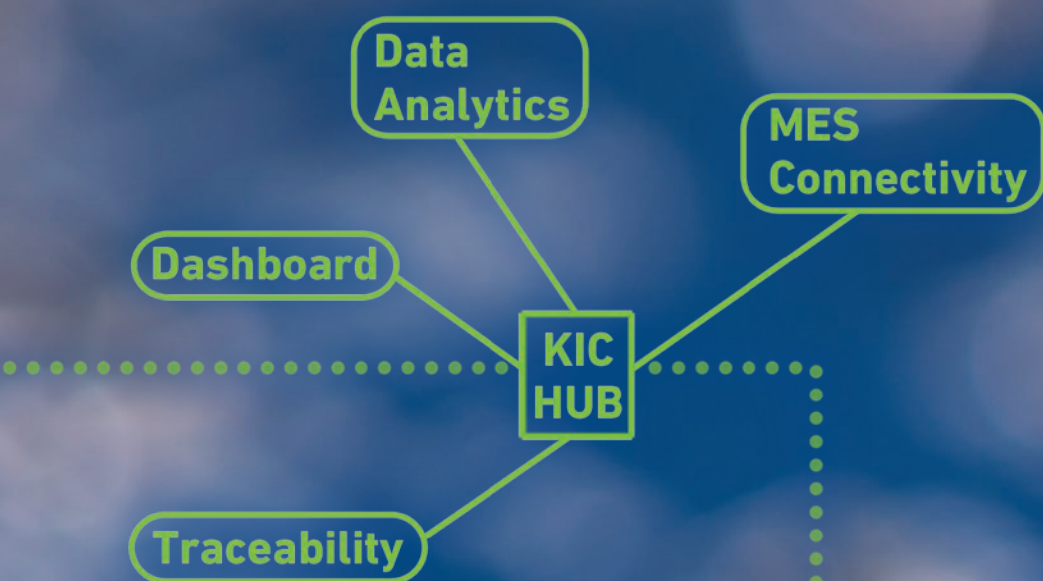
另一方面，工业类 IoT 表示的是一个集成了众多系统的综合系统，其中含有传感器和传动器，能够提供测量值、计时和设备状态等具体数据，所有这些系统都是互相连接的，而且在整个企业范围内都是可见的。这也是工厂车间的操作技术（OT）和企业的信息技术（IT）的融合点，它们都朝着共同的目标——实现更高效、更盈利、更成功的生产运营努力。有了

您的PCB温度曲线是什么情况了？  
...此时此刻呢？

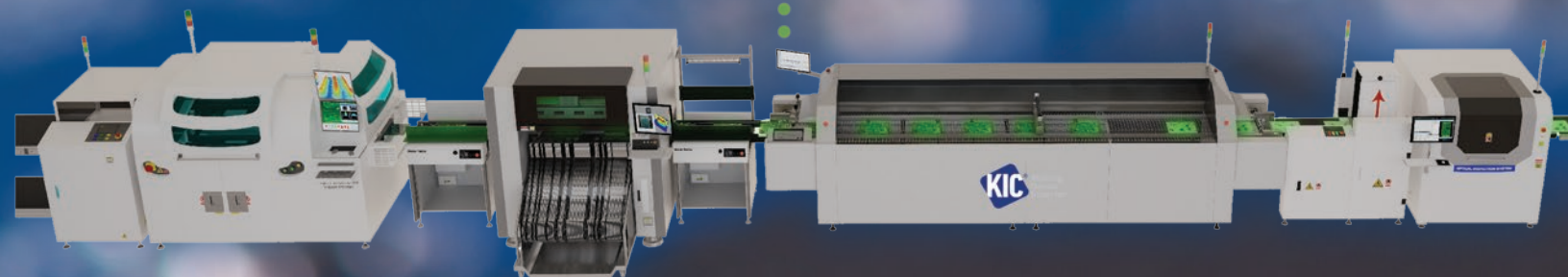
**KIC RPI i4.0**

自动化

曲线测量 - 可追溯 - 仪表板 - 数据共享



**KIC**® Making Ovens Smarter®  
kicthermal.com  
kic.cn



- 稳定的质量
- 降低生产成本
- 提高生产力
- 回流焊工艺的连通





工业类 IoT，公司可以查看制造工艺流程的实时数据，将不同工厂的表现（甚至可对工厂内的不同班次）进行对比。通过工业类 IoT，还可以快速扩大或缩小生产规模、管理能耗，甚至可以管理和检修设备和工艺，即使这些工厂位于全球的不同地区。

但很多人还是对 IoT 充满疑惑。

“人们对 IoT 的理解是我们可以设备和系统间交换数据，系统就像人类一样，可以在互联网上查找信息。而创建系统间传输数据的技术让传输变得更容易。任何软件开发人员都能上网查找几个实时 BCU（总线控制器单元），然后设置一两个设备的真实 IoT 通信协议。没有什么东西是他们无法创造出来的。”Aegis Industrial Software Corp 公司欧洲区营销总监 Michael Ford 这样说道。“我最近参加了一个在意大利举办的贸易展，有很多商家都展示了他们公司自己创建的 IoT 解决方案。他们推广的技术包括云存储数据和共享数据技术等。这些技术的原理都是将数据从一个地方移动到另一个地方。这并不是突破性的技术，用 U 盘或邮箱也能转移数据。完成这一操作的方式有很多。我认为人们之所以都纷纷采用这些技术是因为这就好比一种风尚，人们看到 IoT 这种技术流行起来就开始尝试创建 IoT 方案；但实际上，这些技术只是换了一种传输方式去处理我们之前就一直在传输的数据。

越来越多的设备制造商在推广具有工业 4.0 能力的解决方案——从某种程度上来讲，IoT 可以说是工业 4.0 的一个基本要素，因为 IoT 背后的核心理念就是工厂的灵活性会不断增强，而且能够在任何时候根据客户的要求生产出他们想要的产品。按照这个设想，客户几乎可以每天都打电话给制造商告诉他们自己需

要的产品数量。这一切必须在不增加库存的基础上完成，因为任何人都能够生产出多余的产

品存在仓库里，等需要的时候拿出来就可以了——但这种做法会增加贮存成本，而且还要面临产品贬值的风险。所以工业 4.0 的理念就是让工厂变得更加灵活。

“灵活就意味着成本增加，因为 SMT 行业的每个人都知道，产品的种类越多、机器的总生产效率就会越低。”Ford 说道。“我们来看看现在的运行方式，人们用 Excel 表格做规划，而且在制定产品生产决策的时候有很多人为干预。所以就会出现延迟，这就是为什么我们无法针对多品种产品优化生产。

另一方面，Ford 解释道，如果计算机能够判断输入的状态、进度及生产支持相关的数据（例如供应链和工具）是准确、可靠的，那么计算机就能够像人类之前那样做出决策。“人们再也不需要花上几小时、几天甚至几周的时间召开会议、互发邮件、或在食堂或饮水机旁展开激烈讨论，计算机在短短几秒之内就能做出决策。目前，实现这一点的关键因素就是要保证信息的质量，这些信息一定要准确及时。”他说。

众所周知，Ford 一直致力于推广 IPC 互连工厂交换（CFX）项目，这是一项由电子制造业开发的标准，是工业 4.0 应用的基石和支柱。IPC-CFX 在简化、标准化机器间通讯的同时，也促进了机器到企业 / 企业到机器之间解决方案的发展。

“我们想通过 CFX 做的一切是非常具体的。我们希望得到一种 IoT 技术，正如我之前所说，它的原理是用一种更高效、更迅速的方式将数据从 A 点传输到 B 点。但我们也会定义数据的内容，任何人都可以走过来跟我们说：‘好的，

我想连到你们的 CFX 网络中。’不论对方是什么身份、不论他们使用的是什么机器、不论他们有怎样的历史，这些都不重要。他们可以插入他们的机器、软件或解决方案，然后就可以使用了。这之所以能行得通是因为 IoT 技术是非常标准的，而且 IoT 的内容和使用的语言也是标准化的。”Ford 解释道。

## 可追溯性

IoT 的优点之一就是可追溯性，Ford 认为这一点非常重要。

“人们认为在不得不召回产品的情况下，可追溯性是避免召回成本过高的一种方式；但如今，可追溯性已经成为了一种终极质量工具。你生产了 10000 个产品，其中有一件是残次品。到底是什么样的情况导致这件产品出现问题？为了解决这个问题，你需要使用追踪数据弄清楚导致缺陷的原因。你需要很多种追踪数据，但是从不同类型的机器里用不同格式手动记录这些数据是不可能的。有了 CFX 这样的工具，你就可以从机器中获取标准格式的数据，而且你能获得每一级的具体信息，CFX 可以满足

IPC-1782 的四级标准。”他解释道。“既然你拿到了所有数据，就会出现下面两种情况：你很有可能发现引起缺陷的问题是什么，所以质量会得到改善；另一方面，获取这类数据的成本几乎为零，因为你出于其他原因已经使用了 CFX。你使用 CFX 是为了精简材料、调整计划，是为了迎接工业 4.0，或者是为了满足你所有的指标、KPI 和你想在工厂里完成的其他任务。总之，这个工具可以产生效益，而且额外附带提供了追踪数据。你可以在设计产品时使用 CFX 数据与数字产品模型作对比，这样一来你就能知道究竟需要哪些质量数据。”

可追溯性远远位于质量之上，因为制造业目前面临的重大难题之一就是假冒伪劣产品。“我听到过的假冒伪劣产品的故事简直不可思议，人们会把假冒伪劣的材料混入正品当中来应对后续的检验工作。所以不论你做什么，测试所有产品的唯一方式就是最终摧毁这个产品。然后你会说，‘这件是正品，可是再也无法使用了。’解决这个问题的代价非常高昂，因为我们不得不推翻对材料货源的信任，这对于我们而言是制造过程中要付出的巨大代价。





但为了保证我们的电子产品在未来使用过程中不会出现问题，我们必须支付这个成本，例如汽车或飞机中会使用到的关键元件。我们现在必须要终结假冒伪劣产品的问题。现在我们有检测假冒伪劣产品的技术，也有避免出现假冒伪劣产品的技术，但重要的是我们要能够制止假冒伪劣产品的生产。”Ford 说道。

制止假冒伪劣产品的方式就是追责机制。如果你可以证明一方当事人对伪造材料的出现负有责任，你就能知道发现假冒伪劣产品工厂的具体地址，从而可以找出流入工厂的劣质材料具体是哪一种。之后你可以通过一种安全的方式进行追踪，了解到整个过程中到底发生了什么。这时除了合理推理之外，你还掌握了证据，于是就能够找出谁对整件事情负有责任。

“等这种方式普及之后，假冒伪劣产品生产者就会意识到他们的商业模式已经坍塌了。虽然他们仍然可以把劣质材料运进工厂，但每次他们这样做的时候都会被发现。如果我们在不存在疑问的生产过程中创建追踪数据，并且保证材料从生产商到工厂的整个过程中使用了安全的配送路径，这两者结合就可以根除假冒伪劣产品的生产，而消除假冒伪劣产品对我们行业而言是一大壮举。”Ford 说道。

### 对劳动力的影响

IoT——就工业 4.0 而言——有望提高生产效率。而劳动力就是生产效率的基本因素之一。

“我们需要谨记的是，人也是数字工厂的一部分，和机器一样，我们也可通过数据来管控人。我们应该用同样的方式控制工作人员吗？我的答案是——应该。我们现在已经听说增强现实（AR）或是其他的一些技术可以在操作员工作的同时为他们提供实时信息。这类 AR

可以保护操作员的工作。它可以追踪操作员所做的一切，所以我预见到未来的工厂中，某种形式的 AI 可以接收客户的指令并且研究出利用机器的最佳方式。”Ford 解释道。“这种 AI 技术还可以研究出利用劳动力的最佳方式。这是一个非常好的优点，因为传统的制造过程中人们在生产线上日复一日地重复同样的工作，太糟糕了！我第一家任职的公司，操作员要接受一个测试，通不过这个测试就不能在生产线上工作。生产线工作只能是特定的人去做，换作别人肯定是要疯掉的。而且这种生产方式名声也很不好，没人想从事这种高度重复的工作。

“在这种 AR 技术的支持下，我们可以给操作员提供实时信息，比起他们需要自己去了解这份工作方方面面的信息，这种方式要有趣很多。例如，在未来，当操作员走进工厂的时候，他们会被告知‘我们现在在生产这种产品，我会在你的眼镜上一步一步教给你接下来的操作指令，告诉你具体的操作方式。’所以你可以立刻就可以上手操作。你不需要接受培训，不需要经历学习曲线，所有信息都已经准备好，你只需要放手去做就可以了。有可能一小时之后他们跟你说‘我们遇到了一个质量问题。我们需要你去那边进行质量检查练习。’也许再过 40 分钟，他们会说‘我们需要从仓库中取出一些有特殊用途的材料，请你去仓库把材料取回来。’也许一个机器需要维护，比如需要进行调试或者润滑之类的操作。”

这种情况下，操作员不再和特定的某一工作联系在一起，而且也不需要过人的技艺或经验才能完成要求达到一定性能和质量的工作任务。Ford 表示，这种技术可以获取信息呈现给别人，并且指导他人如何一步一步地完成相应工作，让操作员一天当中的工作内容变得非

常丰富。

“现在，成为一名生产操作员不再意味着只是填充电路板，你的工作内容涉及生产操作的方方面面，你成为了生产方案中更加关键的组成部分。我估计人们将会更灵活，随着他们的工作能力得到提升、工作环境有所改善，他们对工作的满意程度也会提高。”Ford 说道。

最终会得到一只精简的劳动力团队，因为采用 IoT 和 CFX 这类技术的目标之一就是降低劳动力的总成本。

“你沿着生产线走一走，就能看出来谁在辛勤工作、谁没有努力工作。过去，情况却恰恰相反。所以你要在不同类型的工作岗位上保留一定数量的操作员。操作员灵活度高就意味着操作员数量会大大减少。比如材料物流方面，我们无法追踪物流要求。你一定要能够满足生产高峰的需求，这样一来，如果你需要同时更换 5、6 条生产线，你就需要一定的材料供应和人力支持。你猜怎么着？剩下 90% 的时间里，这些劳动力都无事可做。如果你知道何时在哪个环节需要使用多少人力，你就可以从其他的岗位上调用足够的工作人员来完成相关工作。我们预计这种方式可以缩减 30% 的人力需求，而这才单单只是物流这一个方面。”Ford 说。

但工厂还没有全面接受这一巨大潜力。Ford 认为，问题在于缺少 IoT。

“我们遇到过一些公司在材料精简方面有非常出色的表现。他们实现了机器连通，预见到了客户的需求，他们可以预估出材料交付情况。我们看到人们采用闭环系统，机器配备了

特定的接口，他们可以从中获得理想成果。但之后就会出现规模问题，他们不计成本地让生产线运行顺利。如果让所有工艺流程中的生产线都能做到这个程度，要花费多少成本？然后他们就会意识到，需要研发很多不同的接口。



所以大多时候，即使是最佳工业创意和工程创意，甚至是顶级的创意，也会因为成本过高和难以用数据填充机器而无法实现。Ford 解释道。“IoT 在此可以发挥很好的作用，因为当所有机器都

使用同一种语言的时候，不论应用开发者是 IT 人员、生产线工程师还是机器供应商或方案提供商，他们都能共同合作。一旦用一个接口研发出了某个解决方案，这个方案在哪里都能运行。这和我们之前遇到的情况截然不同。”

“最近，中国有一家公司用 SPI 的数据对焊膏进行调整和补充，甚至可调整贴装机。他们把废品率降到了 4 PPM。太不可思议了，他们和我说，‘我们得到了非常好的结果，这个软件是我们自己开发的，但我们无法实现量产。’这种情况下，起关键作用的是机器供应商，因为他们不得不让机器具备更多功能。但所有机器的格式都不一样，因为对于他们而言是对立的问题。他们从 30 个客户那里得到了 30 种不同格式的要求。他们被逼无奈，只好说：‘这样的话生意可做不下去了。我们想招揽客户的业务。我们想为客户尽心竭力，但这样下去生意肯定是做不成的。’在 IPC CFX 一小时的会议过程中，真正让我震惊的是第一次会议中，所有的竞争对手都坐在一间屋子里，按理说他们应该大声争吵到我们不得不叫安保人员来处理



的程度,但出人意料的是他们平静地坐在一起,互相认可彼此的看法。所以说我们面临着共同的问题,有着共同的目标。我们希望用同样的格式交换数据,做到即插即用,我们不会再在这些愚蠢的接口上相互竞争。我们要竞争的是硬件和硬件相关的软件,我们要竞争的是完美的安装和检验。这才是我们前进的方向,因为想在提供数据的同时让每个人都开心是非常愚蠢的做法。这就是 CFX 给这些人带来的好处。”

### 改变现状

如今,各个公司应该考虑如何改变现有的生产方式,因为多年以来,就拿 SMT 生产线最近 30 年的情况来看,我们一直用类似的方式制造产品,这些方式在我们脑海中已经根深蒂固。随后我们迎来了 IoT 或工业 4.0 这样的技术和趋势——人们立刻就认为自己现在的工作方式能马上得到些许改善。

“但实际上并非如此。”Ford 说道。“现有情况不会马上就得到改善。我们要改变现有的生产方式,因为在数字工厂环境中的生产方式和以前模拟环境下的生产方式是截然不同的。例如,在新产品引入的时候,如果整个过程需

要你用 8 个工作日去处理 CAD 和生产线使用的 BOM,那么你只有一次机会去尝试。你要决定使用哪种设备,之后你就完成了所有工作。在数字工厂中,你只需要几秒的时间就能做出决定并处理数据。这样一来你就可以说,“我现在的配置可以每天生产 1,000 件产品。还有另外一套配置每天能生产 800 件产品。现在我可以满足客户的需求。不论是 1000 件还是 800 件,我想生产多少就生产多少。并且我能保证生产线以 100% 的生产效率制造出相应数量的产品。这在之前不可能做到的。过去的做法就是由工程师选择一套配置。不论好坏,他们只有在使用了这套配置之后才能知道结果,而且在产品的生命周期内也只能以 20% 或 40% 的效率运行。现在,灵活程度更高,你可以为任务选择最佳的生产线,而且能将生产率提高一倍。这样一来,我们就能改变工程运作的方式。我们不再用工程来确定目标,而是通过规划来确定目标,而且规划能做到实时优化。

“它不仅让 NPI 变得更迅速。除此之外,我们来看看它如何改变了工厂中的各个角色,以及在客户提出新的要求以后会如何回应。这只是其中的一个例子。关于人们将如何在数字

工厂中完成任务还有很多不同的情况,人们一定要意识到这一点。他们不能只简单地认为这台 PC 会替代这个操作员,而且他们做的工作基本相同。我们会见证彻底的改变,我在文章和专栏中想传达的观点就是通过阐明这些变化,让人们真正了解并接受,以此改善我们现在的情况。”PCB





***THE* best way to find a PCB fabricator, anywhere.**

**最好的寻找世界各地PCB制造商的方法.**



Quick Search



Advanced Search



**现在就试试吧!**

**ThePCBList.com**



# 高速 PCB 设计的 10 条基本规则

## 第 1 部分

by Barry Olney

In-Circuit Design Pty Ltd

多年来，我在众多出版物中搜寻有关高速设计、信号和电源完整性以及 EMC 设计的技术文章，这些文章中有大量可利用的信息，并提出了很多需要考虑到的关键点。在接下来的几篇专栏文章中，我将详细阐述为了实现成功的高速 PCB 设计需要考虑的 10 个最重要的基本规则，以使得产品能够可靠地达到预期目标。

图 1 列出的是我认为在高速 PCB 设计中最为重要的 10 条基本规则，它们可能会在详细讨论数月后发生变化，就像热力学定律一样。由萨迪卡诺于 1824 年确定的第一个热力学定律，最终成为了热力学第二定律。到 19 世纪晚期，三个热力学定律都已确定，然而，在这三个定律已经被人们熟知的 20 世纪 30 年代，Ralph Fowler 爵士

和 E.A. Guggenheim 认为，应该纳入另一项定律，他们认为该定律是之前定律的基础。因此，该定律成为了第零定律。由此可见，随着发展总会出现一些变化。

高速 PCB 设计的 10 条基本规则是：

### I. 建立设计约束

始终为高速设计要求创建整体策略，并在开始设计之前根据预布局分析或建议和指南来设置约束条件。

### II. 控制阻抗

确保传输线阻抗与驱动和负载相匹配。创建层叠并定义终端以匹配阻抗。

### III. 按照所需的连接功能划分布局区域

按功能、模拟和数字分组放置元件，以最大程度减小不同逻辑系列之间的相互影响，并改善可布线性和时序。

### IV. 定义供电平面和路径

确定电源 / 接地区域和平面层。地平面分区（不是分裂）。

### V. 优化配电网络（PDN）

通过优化旁路、去耦电容、安装电感以及从 DC 到所需最大频率（包括谐波）的平面谐振，来创建低交流阻抗的传输路径。

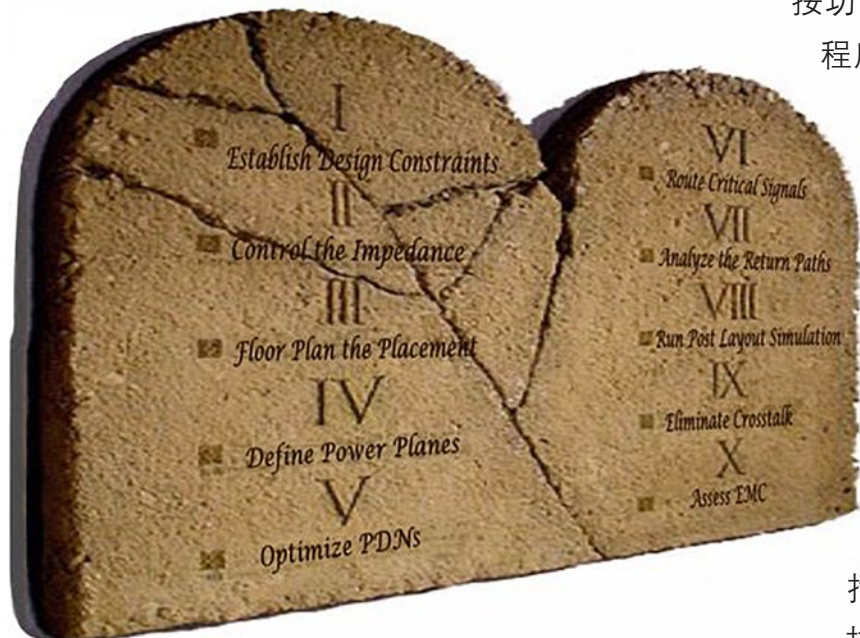


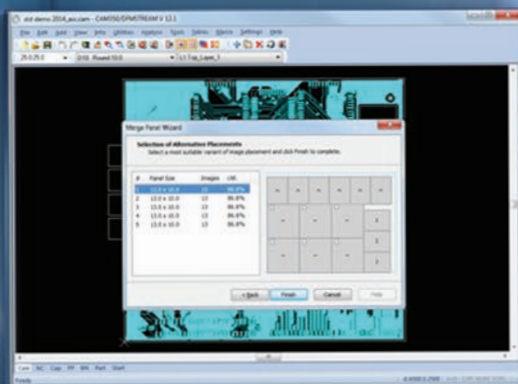
图 1：高速 PCB 设计的 10 条基本规则

# 确保PCB制造成功的解决方案!



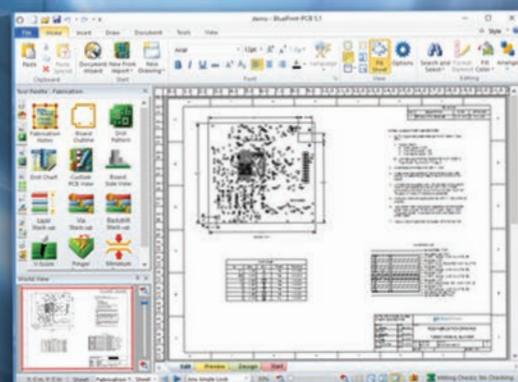
## CAM350®

验证与优化PCB设计，  
确保成功制造。



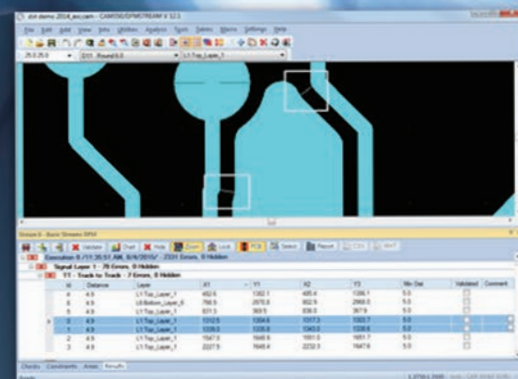
## BluePrint-PCB®

创建全面的文档，  
驱动PCB制造、组装和检查。



## DFMStream™

在PCB设计周期内可随时  
验证设计与制造规则。



**DownStream Technologies**致力于为您的PCB设计后处理需求提供全面的解决方案，以及工作流程改进。



请访问[DownStreamTech.com](http://DownStreamTech.com)



请点这里申请**CAM350 12.2**中文视频电子教程

<http://www.kgs.com.hk/video.aspx>



### VI. 根据关键信号来布线电路板

采用之前确定的整体布线策略。时钟信号应该是组内延迟最长的。差分对应应在整个长度内都保持阻抗恒定。

### VII. 分析电流返回路径

所有的信号走线都应该紧密耦合到连续的参考平面上, 并确定其电流返回路径具有最小的回路电感。

### VIII. 布局后运行仿真

对关键信号进行仿真并匹配信号传播和时序。查看是否出现了信号振铃和眼图抖动。

### IX. 消除串扰

扫描电路板上是否存在可能出现串扰的地方。串扰可能是同一层的走线之间发生耦合, 也可能是板边的走线到相邻层上的走线之间发生耦合。

### X. 评估电磁兼容性 (EMC)

从源头控制电磁辐射。确保差模信号不转换为共模信号, 并且消除可能会成为天线的所有东西。

那么进入正题, 首先详细阐述第一条规则: 建立设计约束。

在开始将芯片放置到电路板上之前, 应该使用经过验证的包含预布局仿真的设计方法来设计复杂的高速多层电路板。这包括在绘制原理图之前查看元件的数据表和设计建议。仿真工具可用于分析各种问题, 例如由于阻抗不连续、串扰、信号衰减和 PDN 噪声引起的反射, 所有这些都会

影响互连性能。

建议在布局和布线后对 PCB 设计进行仿真, 但在设计阶段早期进行仿真会更好。两者都很重要。预布局分析可以在布局和布线前, 为同步、源同步和时钟接口定义并分析关键接口拓扑、终端方案以及 I/O 缓冲器选择。图 2 展示的是仿真的有串联终端 (蓝色) 和无串联终端 (红色) 的时钟信号。仿真让人们了解电路中有些什么问题, 还可以让人们认识到制造出的成品可能存在的潜在问题。

预布局分析包含多个方面, 包括:

- 堆叠规划, 用于控制阻抗、信号完整性和串扰
- 为高频工作、制造良率和成本控制选择正确的介电材料
- I/O 缓冲和驱动强度选择
- 为信号完整性、时序和 EMC 优化拓扑结构
- 串联和并联终端策略
- 派生布局布线约束, 包括走线宽度、间距和延迟 / 长度匹配

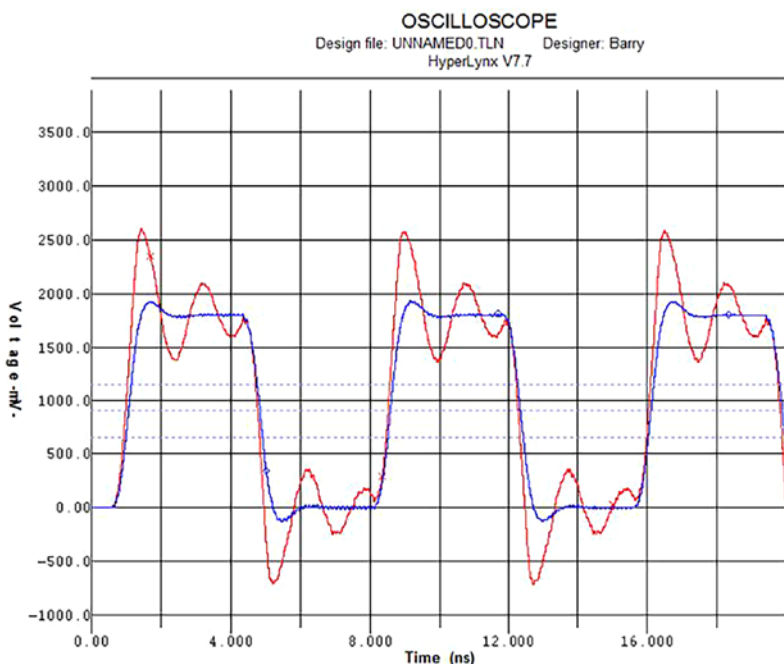


图 2: 校正时钟振铃的预布局仿真 (来源: HyperLynx)

- PDN 分析和去耦电容优化
- 信号完整性分析, 以满足噪声容限、时序、偏斜、串扰和信号失真方面的设计规范

预布局仿真还使得设计人员们能够在设计过程的早期就发现并消除信号完整性、串扰和 EMC 问题。这是最具成本效益、迭代次数最少的电路板设计方法。但是, 如果您没有这类仿真工具, 请遵循 Design007 杂志中的最佳方法、IC 制造商指南等。

由于设计的复杂性不断增加, 对产品上市时间的要求也越来越高, 我们必须建立一个集成到设计流程中的约束系统。基于预布局仿真的制造限制、约束以及 IC 制造商的建议和指南应该从绘制原理图之前一直保持到 PCB 布局、布线、制造和组装。

在开始布局和布线之前, 应该建立详细的互

连布线约束 (图 3)。当然, 这些都是基于预布局仿真和阻抗要求的。首先, 确定所使用的每种技术所需的单端和差分阻抗。应在约束编辑器中设置同步总线延迟或长度匹配, 以及差分对的规则和信号组之间的间隙, 以防止串扰。同时, 应优先考虑关键信号。

在设计过程的早期阶段对各类网络和约束进行适当的分组和定义, 可以显著简化约束定义和管理。分组约束可以提高布局效率, 缩短设计时间, 并最终降低 PCB 设计的成本。

预先设定约束的主要目标是确保设计符合预期。在发现错误时, 系统必须能够提醒设计人员。如果能在设计的早期阶段仔细规划贯穿整个设计过程的交互式设计规则检查 (DRC), 那么就能达到无错误的结构设计。

应该通过交叉探测将强大的约束管理系统统

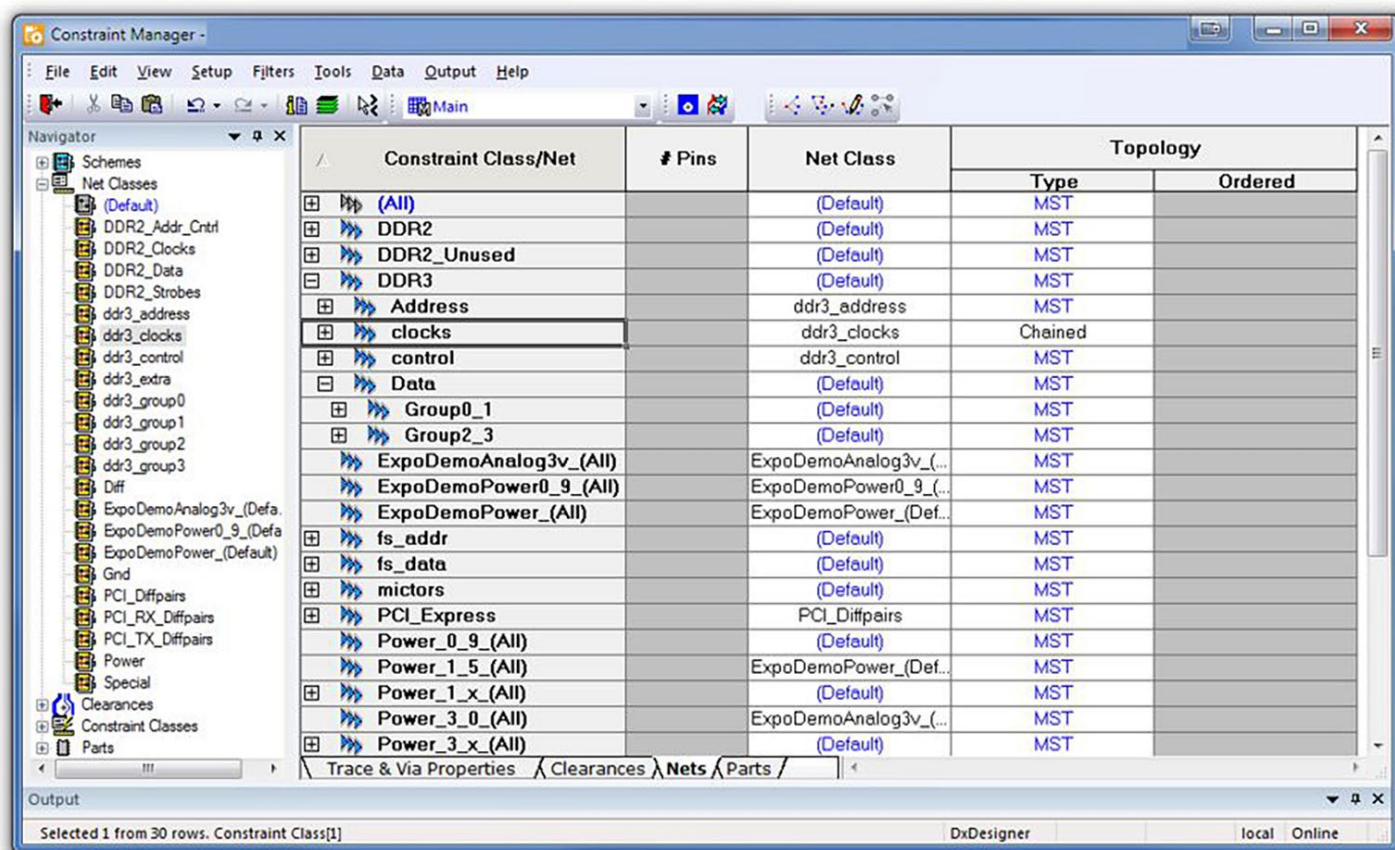


图 3：典型的高速设计约束 (来源：PADS Professional Constraint Manager)



一并集成到原理图和布局编辑器中, 其中包括:

- 集成的由拓扑驱动的约束定义
- 受控阻抗规则, 包括与其他网络的间距和间隙
- 基于长度或时间的约束
- 使用自定义方程功能的电气约束
- 物理走线和间距规则 (类别到类别规则等)
- 地区和技术规则
- 用于先进技术 (HDI) 的相同网络 DRC
- PCB 制造、组装和可测试性规则 (如果需要)

尽管所有设计各不相同, 但应尽可能重用现有的规则作为模板, 这样就不需要重新输入所有的常见约束。这其中包括 DDRx、PCIe、USB、SATA、以太网、差分对规则、制造要求等。这样也能最大限度地减少输入错误的可能。

当在设计流程开始定义约束时, 设计人员需要能够确信, 一旦设计阶段完成, 生产出的产品将能够基本不出现错误。约束管理系统可以在设计过程中进行实时检查, 从而降低风险, 同时, 约束还能阻止 PCB 设计师违反前面所设置的规则。虽然偶尔还是会出现出乎意料的情况, 但建立可靠的约束管理系统能够确保涵盖大部分问题, 并在出现不可预见的问题时提醒您。

敬请继续关注下个月的专栏文章, 我们将继续详细阐述高速 PCB 设计的 10 条基本规则。

### PCB

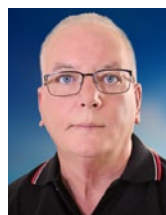
### 要点

- 在设计过程早期仿真 PCB 设计至关重要
- 预布局仿真可以让人们认识到制造出的成品可能存在的潜在问题
- 必须拥有一个集成在设计流程中的约束系统
- 应在开始布局和布线之前建立详细的互连布线约束
- 预先设定约束的主要目标是确保设计符合预期

- 尽可能重用现有规则, 这样就不需要重新输入所有的常见约束
- 约束管理系统可以在设计过程中进行实时检查, 从而降低风险并让您高枕无忧

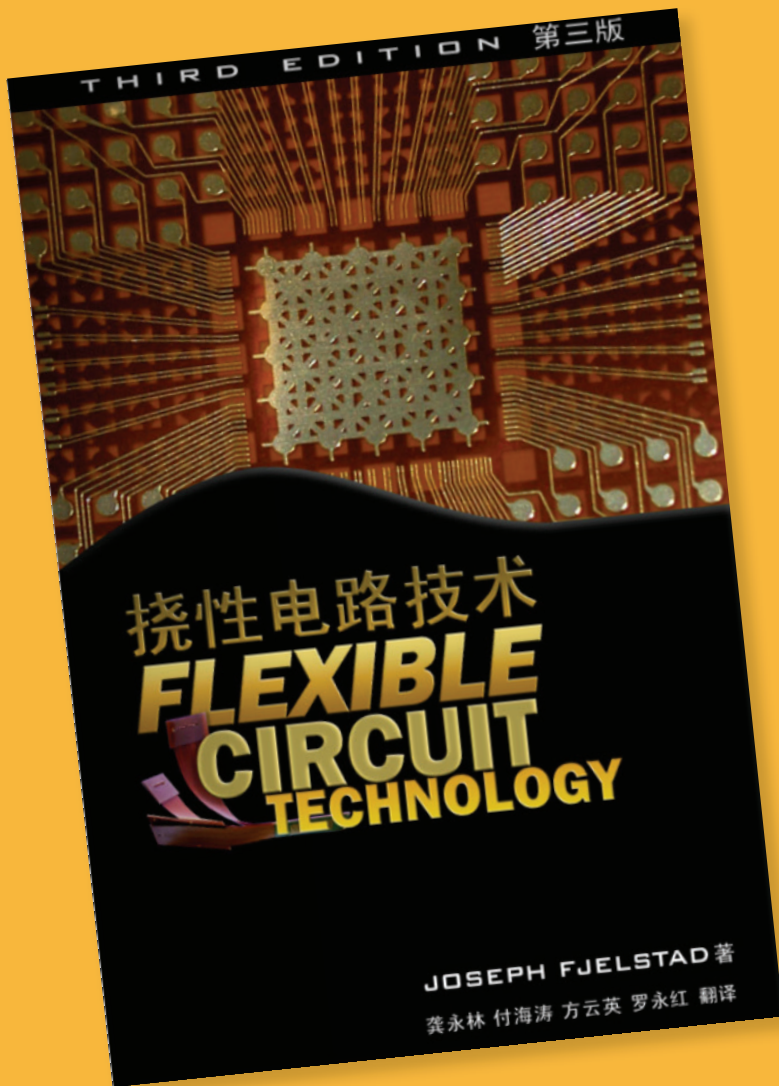
### 扩展阅读

1. [Beyond Design: Pre-Layout Simulation](#) by Barry Olney, The PCB Magazine, July 2012.
2. [Beyond Design: Split Planes in Multilayer PCBs](#) by Barry Olney, ThePCBDesign Magazine, March 2015.
3. [Beyond Design: Plane Crazy, Part 1](#) by Barry Olney, The PCB Design Magazine, December 2015.
4. [Beyond Design: Interactive Placement and Routing Strategies](#) by Barry Olney, ThePCB Design Magazine, December 2012.
5. [Beyond Design: Controlling Emissions and Improving EMC](#) by Barry Olney, The PCB DesignMagazine, August 2011.
6. [5 Ways to Assess PCB Constraint Management Systems for High-Speed Designs](#), EMA Design Automation Blog.
7. [Why impose PCB design constraints?](#) by Steve Hughes of Mentor, a Siemens Business.



Barry Olney 是澳大利亚 In-Circuit Design Pty Ltd (iCD) 公司的总经理, 该公司专门从事板级仿真 PCB 设计服务。该公司研发出了 iCD Design Integrity 软件, 其中包括 iCD Stack-up、PDN 及 CPW Planner。可点击 [www.icd.com.au](http://www.icd.com.au) 下载该软件。联系 Olney 或阅读往期专栏, 请点击[此处](#)。

# 挠性电路技术手册：免费下载



## 示例页面



## 目录

- 第一章 挠性电路技术综述
- 第二章 挠性电路驱动力、优点和应用
- 第三章 挠性电路材料
- 第四章 挠性电路技术的实施
- 第五章 挠性电路实际设计指南
- 第六章 挠性电路制造工艺
- 第七章 挠性电路装配
- 第八章 挠性电路检查与试验
- 第九章 挠性电路文件要求
- 第十章 挠性电路规范

点击下载





## 10 Gbps 以上的规则：成败在于局部化！

by Yuriy Shlepnev

Simberian Inc.

设计在几十 Gbps 频率下运行的可预测 PCB 或封装互连需要哪些条件？必要条件包括：经适当鉴定的介质和导体粗糙度模型、了解 PCB 厂家加工能力后制造商做出的工艺调整范围，以及经过正确验证的仿真工具。其中一个充分条件就是局部化的特性；为了让生产出的产品可预测，互连链路的所有单元一定要通过局部化达到目标频率。本文将使用 Simbeor THz 软件中提供的独特 Trefftz 有限元解算器计算出的功率流密度，介绍并阐明局部化概念。

理想情况下，所有互连看起来应该像具有

指定特征阻抗的均匀一致的传输线（或波导结构）。但实际情况是，互连链路通常由不同类型的传输线（微带线、带状线、共面线、同轴线等）和传输线之间的过渡组成，例如导通孔、连接器、分叉点等。传输线可能相互耦合，导致出现串扰。由于信号和参考导

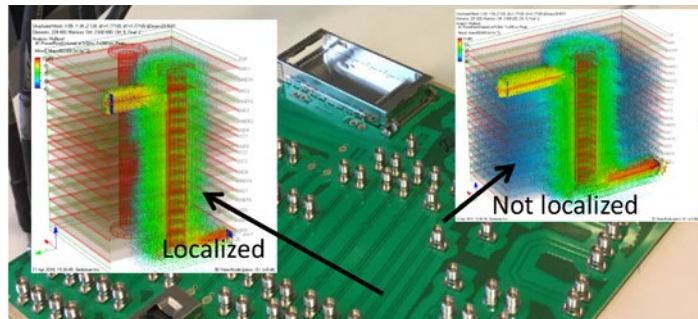


图 1：经过局部化和未经过局部化的对比



# 为什么全球顶尖的系统 设计师都在使用XPEDITION



Mentor® Xpedition® Flow/德国奥格斯堡的富士通技术解决方案团队, 荣获了2017年PCB技术领导 "最佳整体设计" 奖, 以表彰其设计的高速计算应用双插槽主板。该产品有着严格的生产和成本约束要求, 以及富士通对制造工艺"first-time-right"要求, Mentor Xpedition Flow帮助富士通奥格斯堡团队取得了项目成功。期间他们克服了许多挑战: 12层, 深度分析, 信号和电源完整性, 处理器散热, 热机械放置, 高阶布线, 最终创造了一个完美的设计。欲了解更多信息, 请访问: [www.mentor.com/pcb/tla](http://www.mentor.com/pcb/tla)

**Mentor®**  
A Siemens Business



体的不连续性，过渡点可能会反射或辐射能量。串扰、反射以及辐射会引起不想要的、有时甚至是不可预测的信号衰减现象。如果走线或导通孔过渡分析能够在目标频率下与单板的其他部分隔离开，这种结构就称为局部化结构<sup>[1]</sup>。而需要取决于其他结构和电路板几何形状的结构，叫做非局部化结构，通常不应该用于吉比特（或 Gbp）的互连中。

例如，未经局部化处理的结构包括耦合的走线、参考平面没有连接在一起的带状线、穿过参考平面间隙的走线、导通孔离缝合孔比较远，或者没有足够数量的缝合孔，甚至没有缝合孔。非局部化结构分析通常只有在后布局阶段才能进行，所使用的大量模型简化在较高频率下会降低准确性。为了设计可预测的互连，必须要使用局部化结构——这是决定设计成败的关键要素之一。对于带状线（2 个参考导体）和导通孔（2 个或多个参考导体）而言，局部化始终是限制带宽的。

我们如何预估一个过渡位置的局部化属性？方法之一就是对于具有不同边界条件的结构进行电磁分析，或者在不改变相位参考平面的情况下仅调整仿真区域大小并对计算出的 S 参数差异进行评估。如果差异较小，那么该结构就是局部化结构，适用于最终设计<sup>[2]</sup>。或者，还可以计算并绘制功率流密度，然后观察如图 2 所示空间中信号的局部化。

首先，让我们用一个简单的例子来熟悉一下功率流密度的概念，并与图 2 中带状线结构的电路理论进行类比。

电路理论中的电压对应电场强度  $E$ ，电流对应磁场强度  $H$ 。电场和磁场强度的矢量积就是功率流密度的矢量（或坡印廷矢量），测量单位是瓦特 / 平方米。它表示一秒内通过空间单位面积转移的能量。在观察功率流密度矢量时，我们通常会看到信号能量出现在一条走线或一个导通孔周围。通过带状线横截面的总功率对应着相应传输线模型中的功率

### 坡印廷矢量是 1 秒内通过空间单位面积的能量

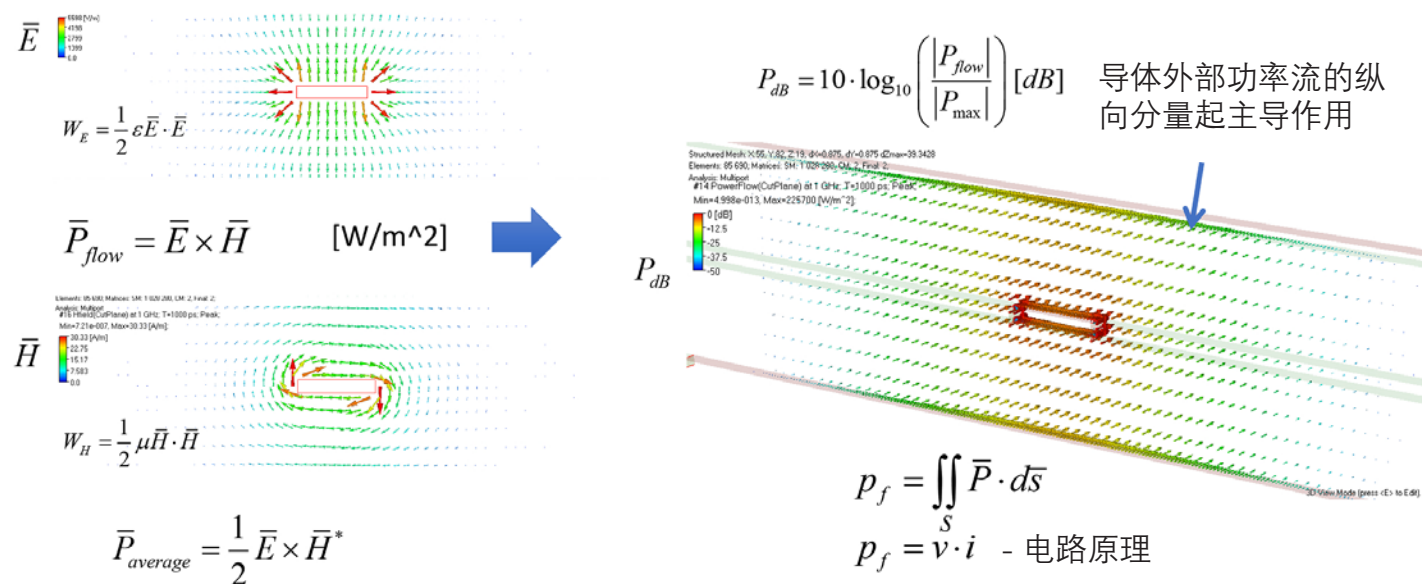
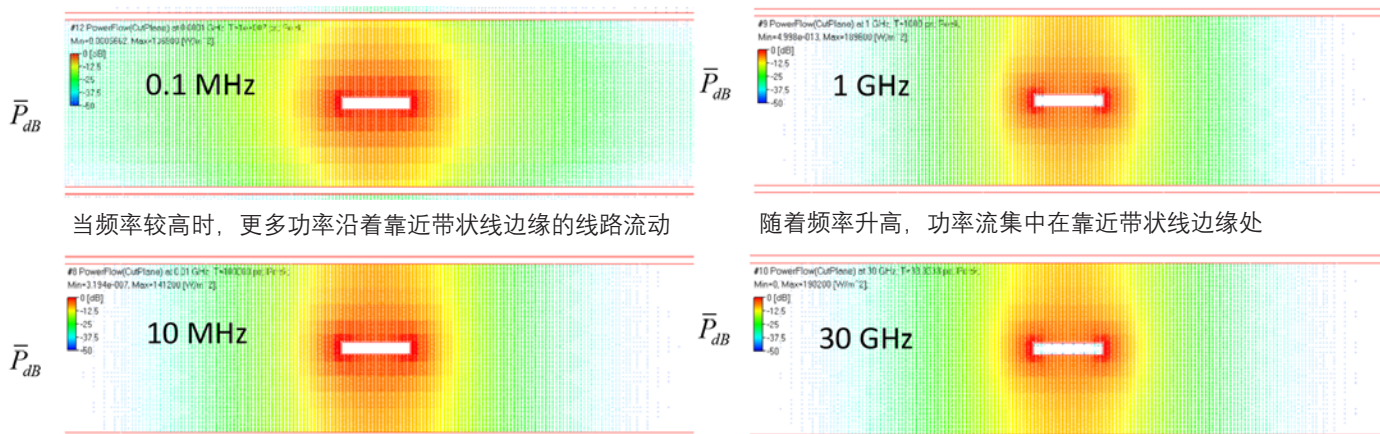


图 2：功率流密度概念的简单示例

功率流密度的峰值 [W/m<sup>2</sup>]

当频率较高时，更多功率沿着靠近带状线边缘的线路流动

随着频率升高，功率流集中在靠近带状线边缘处

带状线厚度为 1.2 mil, 宽度为 7mil, 同质介质的  $D_k=3.76$ ,  $LT = 0.006$ , 在 1 GHz 下, 平面厚度为 0.77 mil, 间距为 17.2mil, 激励为 1 V, 终端匹配为 50Ω。局部化取决于介质的同质性和带状线的均匀一致性——使用缝合孔确保平面的等电位。

本案例选自 How Interconnects WorkTM 的 2016\_03 演示视频——《带状线的电磁场、电流和功率流》

图 3：带状线在 4 种频率下的主要准 TEM 模式功率流密度

流，等于电压和电流的乘积。为了了解局部化这一概念，一定要知道信号能量实际上分布在互连结构的每个单元要素周围的空间中。例如，图 3 所示为带状线在 4 种频率下的主要准 TEM 模式功率流密度。

带状线厚度为 1.2 mil, 走线宽度为 7 mil, 同质介质的  $D_k=3.76$ ,  $LT = 0.006$  @ 1 GHz, 平面厚度为 0.77 mil, 间距为 17.2 mil, 激励为 1 V, 终端匹配为 50Ω。

功率流密度由沿着导体外部 t 线方向（进入图片的方向）的矢量所描绘。矢量值用从 0（红色）到 -60dB（蓝色）的 dB 色标表示。-3 dB 情况下，功率流对应减少 0.5；-10 dB 下减少 0.1；-20 dB 下减少 0.01。我们可以观察到，在频率较低时，带状线周围的最大功率密度是均匀的，当频率较高时最大功率密度会集中在带状线边缘。我们还可以看到，-50 dB 时带状线周围的信号功率减少较快（0.00001 倍）。如果较大功率流区域里没有其他情况出现（例如没有耦合到其他带状

线），那么我们就可以认为该结构是经过良好局部化处理的结构。

但局部化取决于介质的同质性和带状线的均匀一致性。如果不能满足这一条件（通常情况下 PCB 互连都不能满足这一条件——因为在制造过程中存在很多变化，所以介质不是同质的），那么准 TEM 模式的能量就会被转化为由顶部和底部平面形成的平行板波导的主要 TEM 波。为了避免这种情况出现，较高频率下应该沿着走线使用连接平面的缝合孔。缝合孔间的距离应该小于最大频率下介质内波长的一半——这意味着要有很多额外的导通孔。如果不用缝合孔保证参考平面的等势性，那带状线局部化很容易就会被破坏。其后果就是信号能量会沿着走线泄漏（在 TDR 上观察到阻抗不变或减少）。由于存在相互作用，所以两种方式都行得通——如果没有采用缝合孔进行局部化处理，那么能量分配网络的能量可能会耦合到走线。

现在我们来查看一下导通孔中的功率流密





图 4：两个导通孔，一个导通孔带有两个缝合孔，另一个则不带有缝合孔

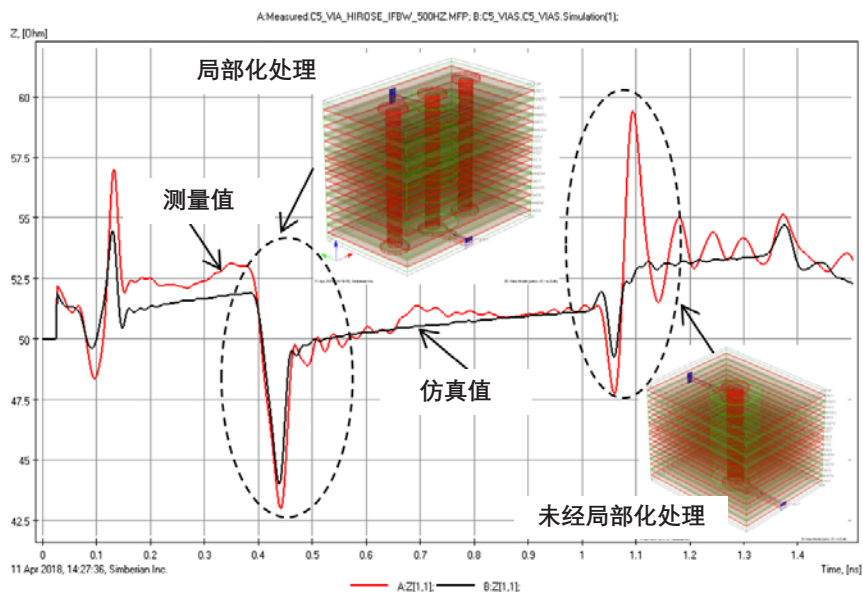
度。Marko Marin 用两个单端导通孔设计出 EvR-1 电路板上的一个链路，专门用于测试局部化的重要性。其中一个导通孔具有两个离信号导通孔 30 mil 的缝合孔，另一个导通孔附近则没有缝合孔，如图 4 所示。

这个实例摘自一篇 DesignCon 2018 的获奖论文，该论文作者与 M. Marin 合著了《40 GHz PCB 互连验证：理想与现实的对比》<sup>[3]</sup>。我们在可预测互连设计中应用一个公式，它主要以 3 种要素为基础：互连几何调整 + 经鉴定的材料模型 + 经验证的软件 -> 可预测互连。有了这三个组成元素，我们就能有把握地预测出 EvR-1 线路板上大部分互连结构的表现，不需要再去额外调整或校准 28~30

Gbp 的 NRZ 信号。但是，只有在频率最高是 5 GHz 下才能对带有非局部化导通孔的结构进行相关性测量分析。只有 3~5 Gbps 数据率的信号才是可预测的。图 5 所示的 TDR 图表明测量值存在很大差异，也显示出了不带有缝合孔的单个导通孔位置的模型。我们能够看到通孔位置出现了一些波动，这意味着导通孔耦合到了由平行平面和走线周围的多个远距离导通孔形成的谐振腔。

我们使用功率流密度可视化方法来探寻耦合发生的原因。1 V 信号源与电路板底部的微带线端口相连。微带线和带状线的端口匹配 50  $\Omega$  负载。我们能够看到，从底部微带线发出的功率并没有全部传送到 INNER1 层的带

其中一个导通孔具有两个缝合孔，缝合孔距导通孔 30 mil，经过局部化处理后，只达到了 10 GHz -15GHz。



单独的导通孔的表现是不可预测的

图 5：TDR 曲线图表示出测量值之间的差异



**CPCA 2019**  
**SHOW**

# 第28届 中国国际电子电路展览会

## China Int'l PCB & Assembly Show

March 19-21, 2019

国家会展中心（上海）

National Exhibition and  
Convention Center (Shanghai)



展会联络：CPCA展览部



上海颖展展览服务有限公司  
Shanghai Ying Zhan Exhibition  
Service Co., Ltd.

Tel : +86-21-54900077

Fax : +86-21-54904537

E-mail : cpcashow@ying-zhan.com

QQ : 800 055 702



同期举办：上海国际水处理和洁净技术及设备展览会  
Extra Exhibition: International Water Treatment & Cleanrooms Exhibition



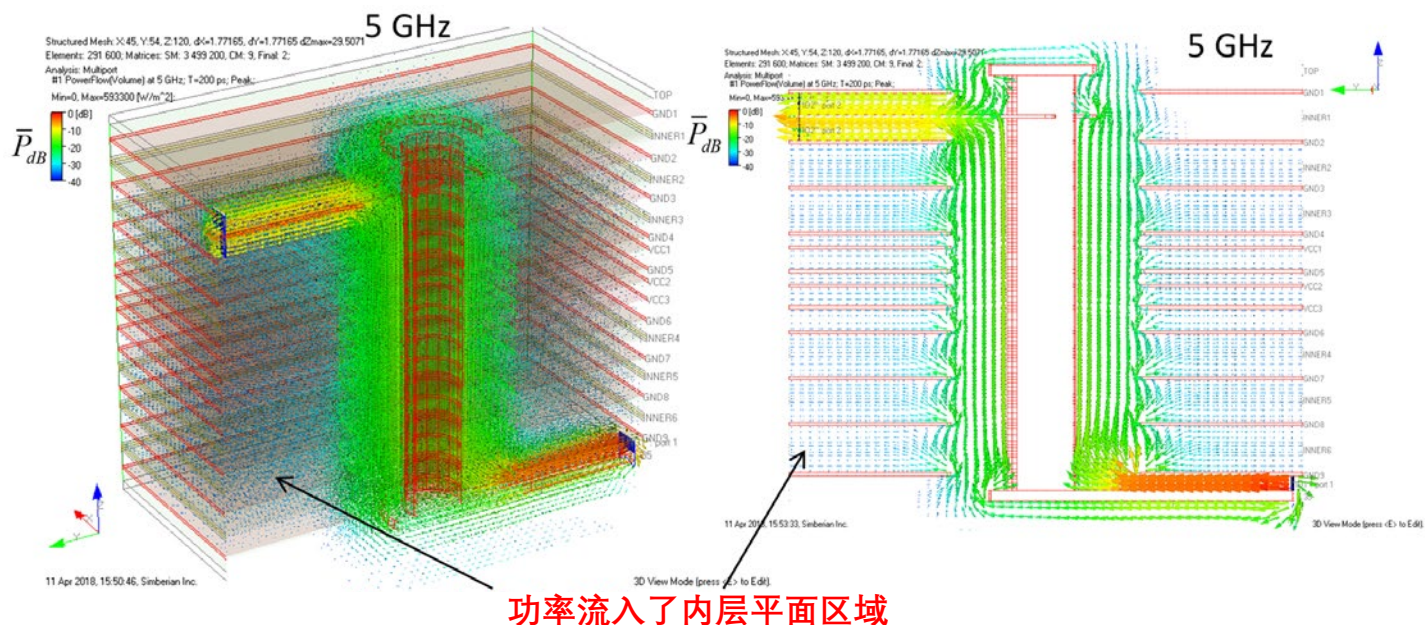


图 6：微带线的功率并没有全部传送到 INNER1 层的带状线

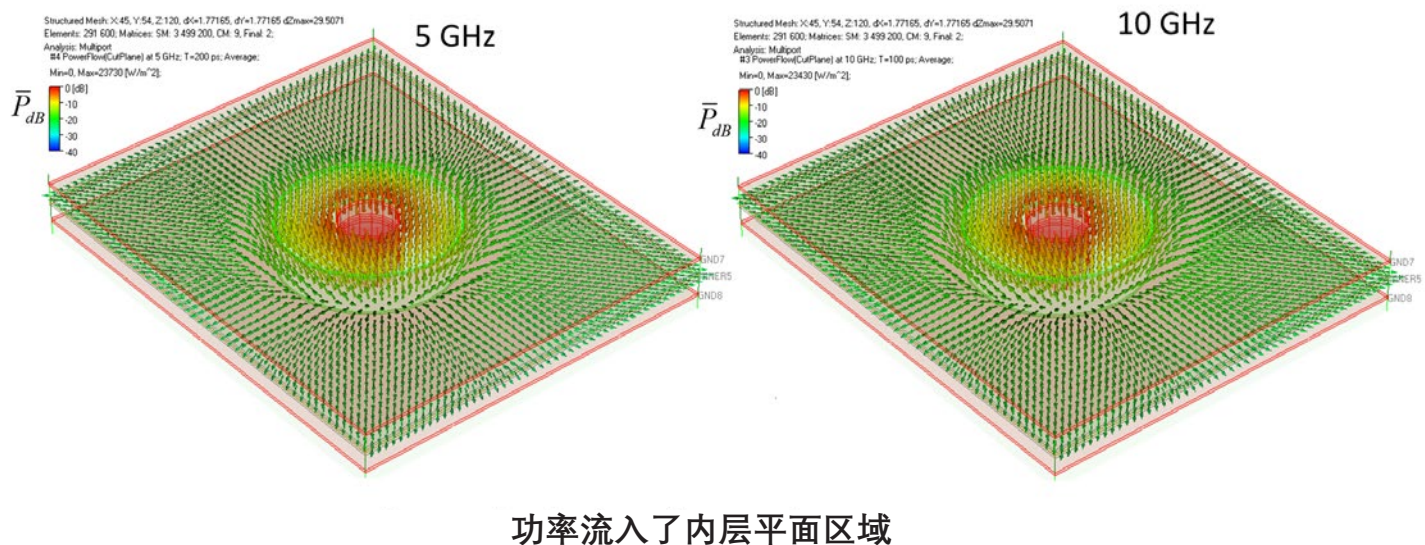


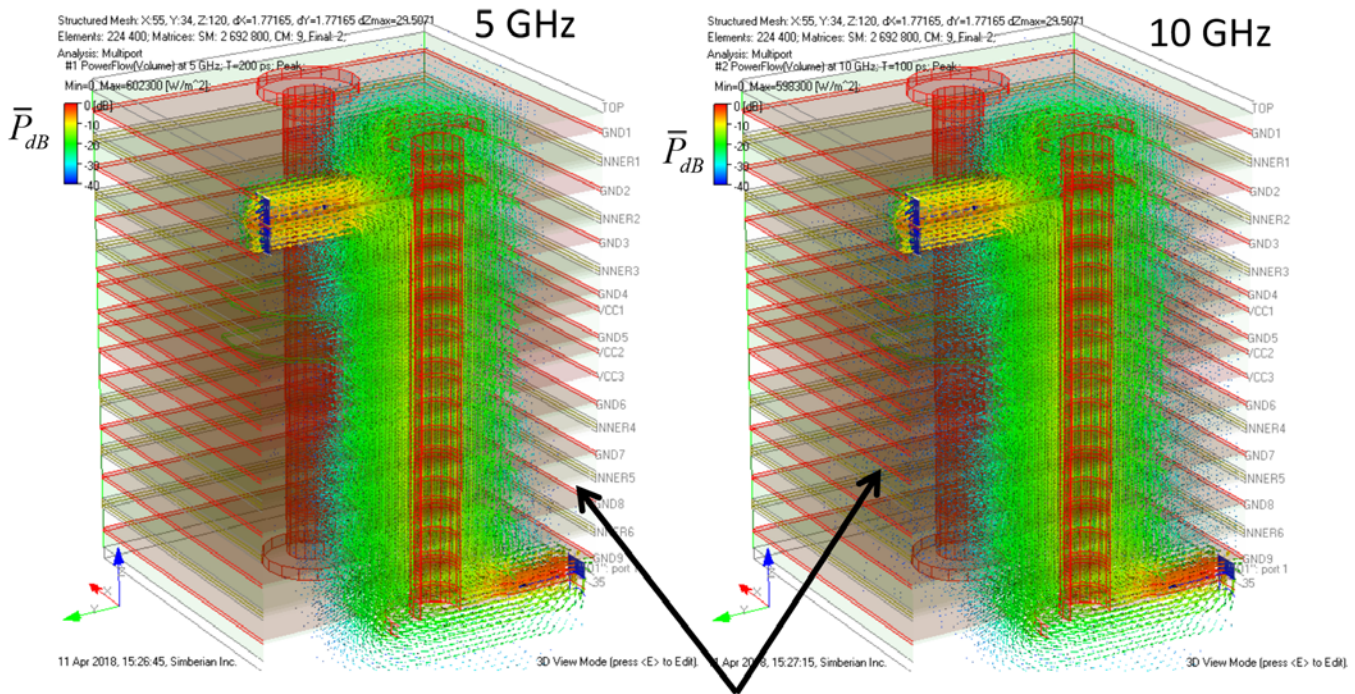
图 7：参考平面 GND7 和 GND8 之间情况的特写

状线；如图 6 所示，在 5 GHz 下（功率流密度峰值）一些能量被辐射到了内层平面区域。

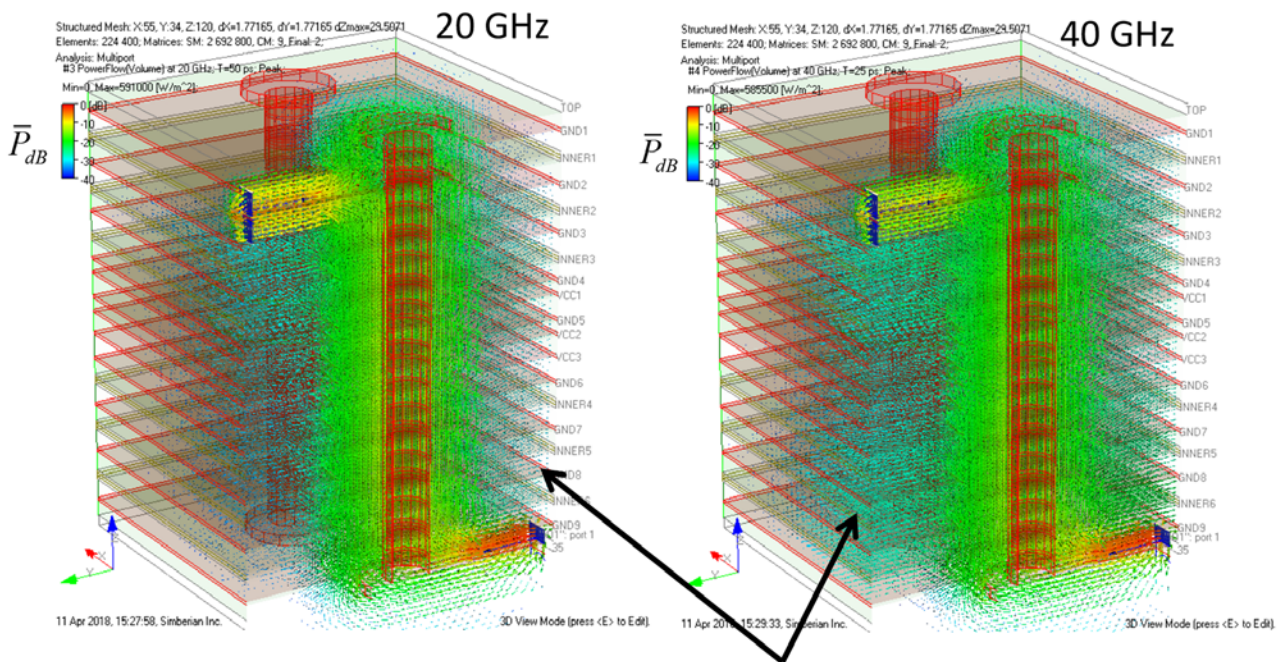
这一模型使用了仿真域边界以外的吸收边界条件，它吸收了从导通孔发出的平行平面波的能量。例如，图 7 所示是参考平面 GND7 和 GND8 之间情况的特写——功率沿着反焊盘区域导通孔流动，大部分都朝着平行平面之间流动并且在外边界处被吸收。

实际上，流入平面间区域的能量并没有完全消失——它可能由通孔形成的围栏反射了回来，并且以振荡的方式返回到信号导通孔，这一现象可在 TDR 上观察到（与缝合孔之间距离所形成的孔腔耦合）。这种导通孔的行为只有在布局之后的分析阶段才能预测出来，其计算成本非常高（仿真区域较大），否则就要使用整块电路板的简化模型，这样一来





当频率较低时，少部分功率流入内层平面区域



随着频率的增加，流入内层平面区域的功率也不断增加

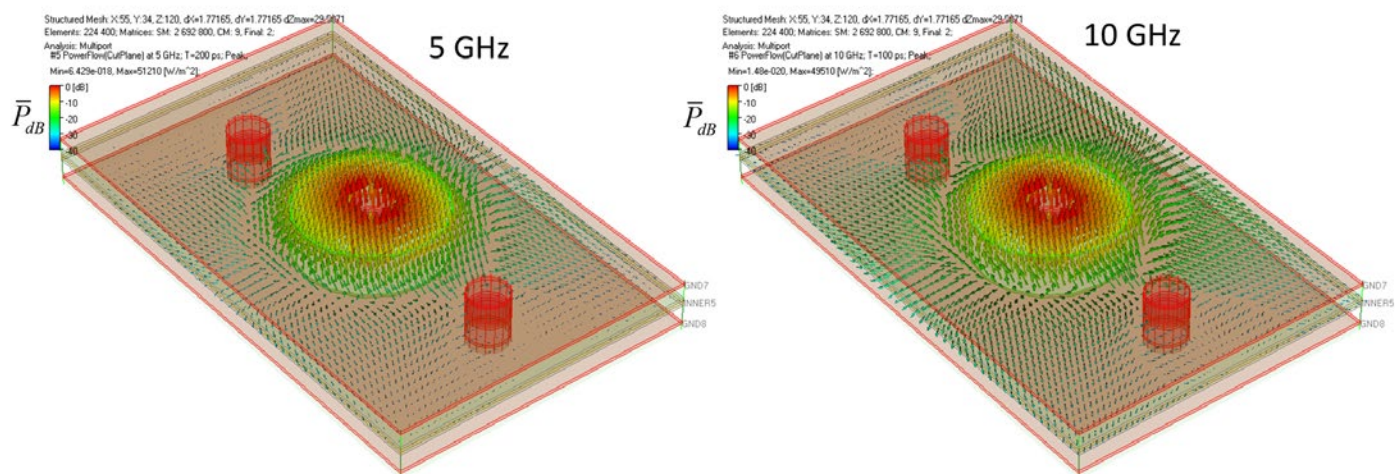
图 8：不同频率下功率的传递方式

又会大幅降低模型的准确程度。一种比较简单的替代方式就是进行局部化处理。

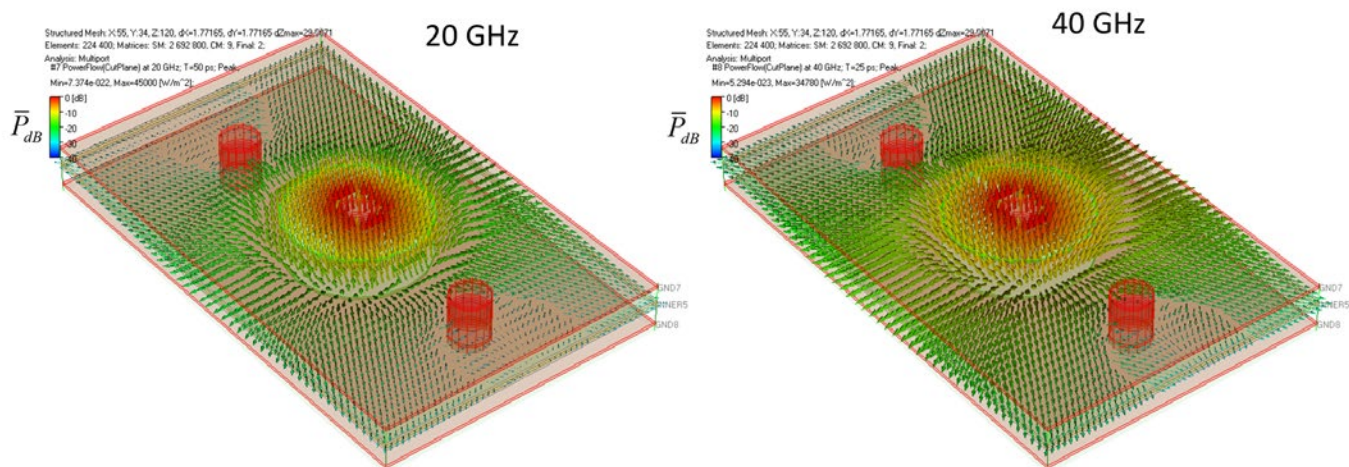
这个链路上的第二个导通孔是用于测试

距信号导通孔 30 mil 位置放置两个缝合孔的有效性。这个导通孔的 TDR 关联性是可以接受的，所以我们来看看图 8 和图 9，观察不同





当频率较低时，少部分功率流入内层平面区域（缝合孔有效情况下）



当频率较高时，更多功率能量流入内层平面区域（缝合孔无效情况下）

图 9：有效缝合孔与无效缝合孔的对比

频率下功率如何沿着该结构传递。

两个经过恰当设计的缝合孔竟然产生了这么大的差异！单个导通孔的局部化带宽延伸到了 15~20 GHz。这种情况下，大约从 20 GHz 开始局部化程度逐级降低——这意味着该导通孔与平行平面结构耦合，出现了之前我们在单个导通孔上观察到的所有不可预测的后果。倘若我们想把频率范围扩展到 50~60 GHz 呢？总的来说，使用单端通孔是很难完成这个任务的。仔细观察图 10，带有

17 个缝合孔的单个导通孔经局部化处理，达到了 60 GHz。

这一导通孔过渡由 Scott McMorow 设计，用于我们在《50 GHz 材料表征设计 / 优化》报告的材料模型鉴定项目之一。（作者：D. Dunham、J. Lee、S. McMorow、Y. Shlepnev，发表于 DesignCon2011 研讨会）<sup>[4]</sup>。

能够仿真与电路板其余部分隔离的一条链路，或者说局部化是设计可预测互连的最

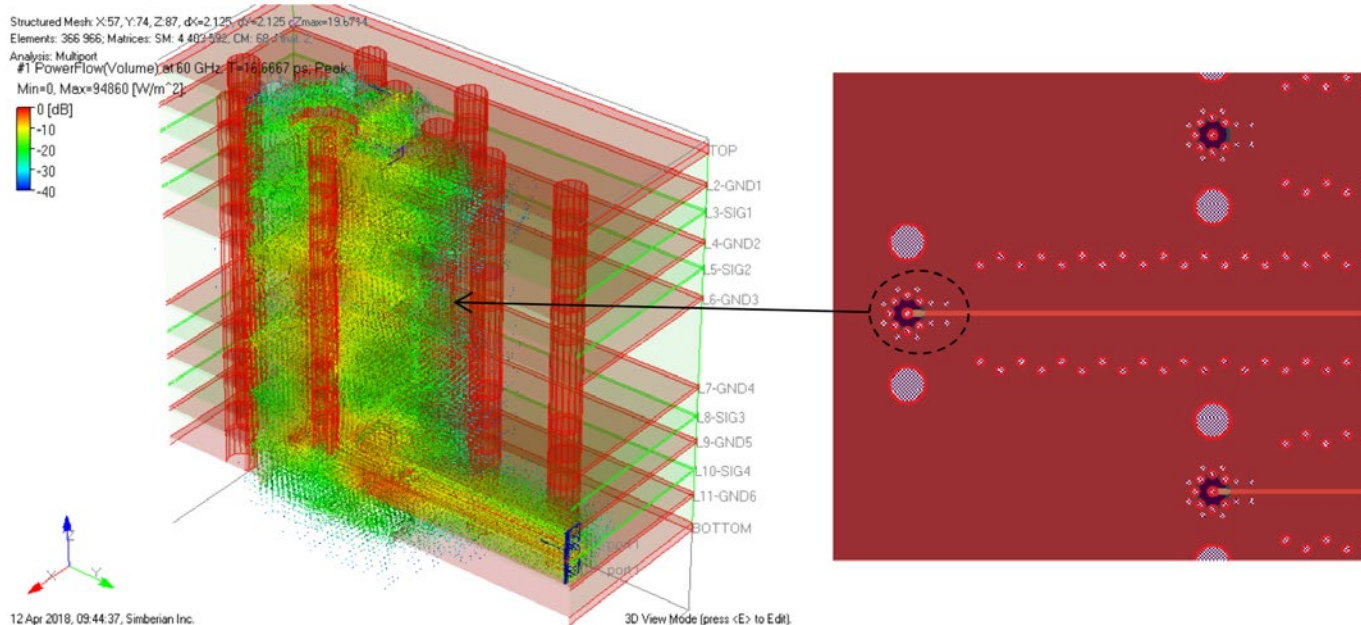


图 10：带有 17 个缝合孔的单个导通孔经局部化处理，达到了 60 GHz

重要条件。只有具有可预测性且经处理达到了目标频率的结构应该能够用于设计具有几十 Gbp 速率的链路。缝合孔的距离应该通过波长衡量——缝合孔可以看作是距离很近的孔，只要他们之间的距离不超过目标频率下波长的四分之一即可。

缝合孔的数量也同样很重要。如果不经局部化处理，大多数实际案例中的互连结构都无法被精确仿真。如果互连行为无法预测，那么其结果就是不确定的，成功与失败机率相等。PCB

### 参考内容

1. App notes #2009\_05 and #2013\_05 at [Simberian.com](http://Simberian.com).
2. App note #2013\_05 at [Simberian.com](http://Simberian.com).
3. Paper available at [Simberian.com](http://Simberian.com).
4. Demo video #2018\_01 at [Simberian.com](http://Simberian.com).



Yuriy Shlepnev 任 Simberian Inc. 公司总裁。

## 我国首部印制电路板行业绿色工厂评价团体标准正式发布

2018 年 11 月 1 日，广东省节能减排标准化促进会团体标准《印制电路板制造业绿色工厂评价导则》正式发布实施，该标准由工业和信息化部电子第五研究所、深圳市比亚迪电子部品件有限公司、广东财经大学、安徽四创电

子股份有限公司、广东省标准化研究院、深圳市景旺电子股份有限公司、深圳清华大学研究院、深圳合众思壮科技有限公司、深圳市三德冠精密电路有限公司等单位共同起草。

阅读全文，请[点击这里](#)。



# Cadence: 前景看好的人工智能

by Andy Shaughnessy

I-Connect007

David White 从事人工智能研究已经将近 30 年了。现在，David 是 Cadence Design Systems 公司研发部的高级总监，我们必须请他谈谈最热的主题——人工智能（AI）。在最近的一次采访中，我们讨论了他在人工智能领域的数十年工作，Cadence 对 AI 和机器学习的研究，以及他认为人工智能对未来 EDA 工具的意义。

**Andy Shaughnessy :** 能给我们讲讲你的工作经历，你开展的 AI 工作以及你对人工智能的总体看法吗？

**David White :** 1989 年，我作为一名大学生在发现 David Rumelhart 写的《并行分布式处理》一书后，开启了我 AI 领域的工作历程。我对 AI 非常着迷，我的本科毕业论文是关于采用神经网络控制机械臂。由于这篇论文，我进入了 McDonnell Douglas 公司，也就是现在的波音公司，我在新飞机产品部工作，进行制造和飞行控制的机器学习研究。完成这个项

目后，国家自然科学基金（NSF）请我主持了第一届 NSF 神经网络航空航天应用专题研讨会，参加研讨会的听众有包括来自全国各地的机器学习研究人员以及总统科学顾问和政府官员。

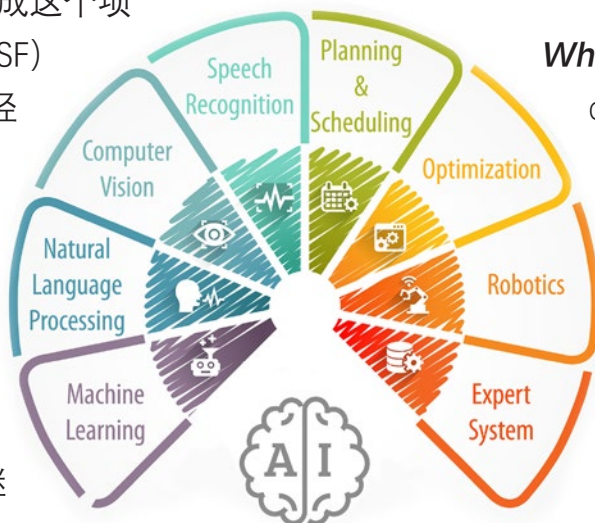
我加入了麻省理工学院 AI 实验室，在那里我继

续我的研究，并于 1992 年与机器学习领域的领军者如 Michael Jordon、Paul Werbos 和 Andy Barto 一起编辑合著了一本关于智能决策和控制系统的书。我在麻省理工学院完成了我的研究生学习，我的研究课题是将机器学习和化学计量学应用于半导体加工。我后来共同创办并担任 Praesagus 的 CTO，该公司于 2006 年被 Cadence 收购。自 2009 年以来我一直致力于采用 Virtuoso 技术的电子设计自动化。

我对 AI 的看法是，我对建立能够向用户及其环境学习的智能决策系统的前景非常兴奋。我们相信，我们正在为如何构建这些系统带来独特的视角。我们正以独特的方式将机器创新和深度学习与大规模优化和分布式处理相结合。我们正在进行的大部分研究都具有 EDA 之外的应用，并扩展到我们如何通过调整自身构建适应用户及其任务要求的设计和软件。

**Shaughnessy :** Cadence 最初是如何进入 AI 领域的？

**White :** 2006 年我加入 Cadence 公司，当时我们公司刚被收购，所以我们的研究始于那时。Cadence 在物理设计和电气分析方面的机器学习（ML）研究始于 2009~2010 年，研究人员包括我在内的三个人。我们的研究动机来自观察到



功能强大的  
电路图绘制与PCB设计软件

PULSONIX

您是否正在寻找经济、  
高效的PCB设计软件？

## 其实 **Pulsonix** 就是答案

- 电路图绘制，PCB设计，3D视图完美整合
- 易学易用
- 可从您现有的CAD工具无缝导入设计数据
- 具有先进约束规则设置的高速板设计
- 从Gerber对您的设计逆向工程
- 支持技术：盲/埋孔，微孔（HDI）
- 支持刚挠结合板
- 可选Spice A / D混合模式模拟

访问

**pulsonix.com**

下载免费试用版

Pulsonix还能为您的工作提供  
哪些帮助？欢迎联系我们：

电子邮箱：

**sales@pulsonix.com**



随着数据的增加而增长的规模和复杂性，例如更大的设计、更大的仿真等。

为了解决这些问题，我们开始研究数据驱动解决方案，如分析和机器学习。当我们开始研究时，机器或深度学习之间没有共同点，我们只是发现：创建复杂非线性问题的快速模型是一个有用的工具，使用更传统的方法计算这些问题需要较长的时间。2013 年，在 Virtuoso Electrically Aware Design (EAD) 环境和 Virtuoso Analog Design Environment (ADE) 中发布了两种基于机器学习的解决方案。

**Shaughnessy：**给我们讲讲 Cadence 目前对 AI 的研究。您是否一直致力于在 EDA 工具中加入更多的 AI？

**White：**请您多包涵，我不能详细介绍我们尚未发布的产品研究和开发。

首先，我们很幸运地拥有一支优秀的工程师团队，他们不断地推动着技术的进步。我们的机器学习团队包括我们的 Virtuoso 技术团队

的成员，他们专注于布局、布线、模拟设计和电气感知设计以及我们的 OrbitIO 封装和电路板解决方案，所以他们对正在实现的应用程序自动化有实际操作经验。

我们不断评估数据驱动解决方案，如机器和深度学习，以及分析、优化和分布式处理。您总能听到机器和深度学习，但通常也需要其他解决方案。在构建智能自适应系统的讨论中经常忽略优化。从决策系统的角度来看，您希望结合 ML/DL 使用优化来将系统或决策序列驱动到某种期望的状态（例如，满足设计意图的布局和布线选择）。一种解决方案并不一定比另一种更重要。

产品化 AI 的最大挑战是解决每种新技术面临的验证、部署和支持问题。大多数可用的开源软件侧重于机器学习或逻辑描述模型的创建，而不是如何在变化的环境中验证、校准或调整这些模型。然而，这些因素在 CAD / EDA 工具中至关重要，因为设计意图可能无法完全观察到，或者随着新硅片技术的引入环境可能发生了变化。

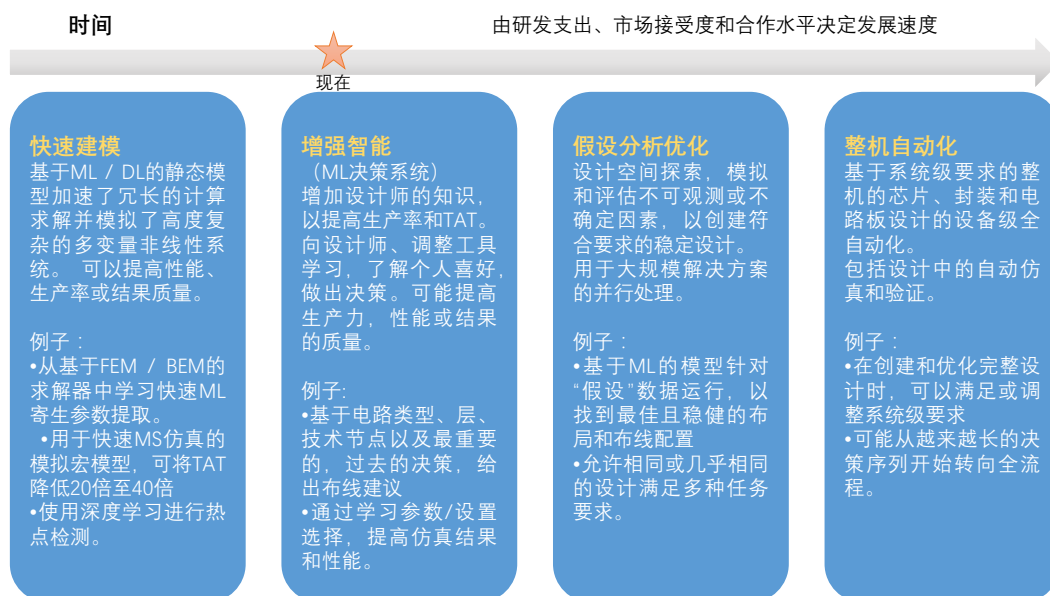


图 1：多年来机器学习和 EDA 的发展

**Shaughnessy**：在 EDA 之外，有哪些 AI 的例子让你印象深刻呢？

**White**：这个问题很难回答——有很多案例。Google 在 Jeff Dean 领导下所做的工作令我印象深刻。他对算法的理解，更重要的是对实施细节的理解，让其脱颖而出。他的演讲可视为关于你应该如何思考问题的迷你课程，如果你还未考虑这些问题，你应该了解一下了。

总的来说，我对 AI/ML 技术在语音处理方面取得的进展非常着迷。当我在麻省理工的时候，有一个夏天我们接触了基于神经网络的语音处理，我知道了这是一个多么困难的问题……（从那以后我就再也没有尝试过解决它）。谷歌、亚马逊等公司已经克服了 AI 技术的一些难题，正在将人工智能技术从提高识别扩展到包括翻译。

我是 Netflix 的粉丝，多年来他们的推荐引擎有了很大的改进。有一些有趣的演讲描述了 AI 及与分析相关的创新，这些创新涉及个性化和调整建议的能力，以及他们如何调整跨越许多国家和文化的用户体验的特性。这是一个非常动态和适应性的工作环境，作为用户，我会很乐意经常看到改进。

**Shaughnessy**：一些 PCB 设计人员担心 AI 会让他们失业。我告诉他们不要担心，但他们的担心有道理吗？

**White**：我们的观点是，将机器和深度学习引入电子设计和 CAD 系统将是一次进化，而不是一场革命。换句话说，随着技术和方法的结

合，我预见了几个创新阶段。

第一阶段，在现有产品中使用 ML/DL 以提高生产率、性能或产品质量，我们现在已经可以看到这一点。

第二阶段，机器和深度学习将用于增强设计师的知识，并允许他们在高层次的抽象工作。他们可以从推动形状转向考虑系统设计支持。捕捉到设计师的意图很难，因此挑战在于构建

能够发现用户意图并相应地调整建议的 ML/DL 技术。设想一个设计助理，它可以通过设计的人工步骤，为提高工作效率提供建议。

第三阶段使用大规模优化来驱动多个设计决策到达一组约束（例如，可靠性和设计规则）内的一个或多个期望状态（例如，在

EDA 中，它可以是设计意图、QoR 或 PPA）。

第四阶段，我们将能够自动化决策的序列，并最终实现更长的决策序列，从而实现完整的流程。

自动化将继续影响电子设计，就像它影响其他行业一样，但我认为它不会在一夜之间发生。如果我们能在未来几年将较低层次的任务自动化，同样的设计师就可以花更多的时间在系统层次上关注更高层次的目标，以及如何管理任务概要文件，在这些文件中使用单个解决方案或为多个任务或用途进行调整。我们 OrbitIO 解决方案的主要架构师正在致力于下一代解决方案，以实现这些目标，并且已经取得了很有前景的结果。

**Shaughnessy**：谢谢你抽时间接受采访。

**White**：谢谢你，Andy。PCB



David White





## 行业会展

### [electronica](#)

2018 年 11 月 13 日至 16 日

德国慕尼黑

### [IPC APEX EXPO 2019](#)

2019 年 1 月 26 日至 31 日

美国圣地亚哥

### [SbSTC 一步步新技术研讨会 2018 \(惠州\)](#)

2018 年 11 月 30 日

中国惠州

### [DesignCon 2019](#)

2019 年 1 月 29 日至 31 日

美国圣克拉拉

### [国际线路板及电子组装华南展览会](#)

2018 年 12 月 5 日至 7 日

中国深圳

### [EIPC 2019 Winter Conference](#)

2019 年 2 月 14 日至 15 日

意大利米兰

### [深圳国际电子展](#)

2018 年 12 月 20 日至 22 日

中国深圳

### [第二十八届中国国际电子电路展览会](#)

2019 年 3 月 19 日至 21 日

中国上海

### [NEPCON Japan](#)

2019 年 1 月 16 日至 18 日

日本东京

### [慕尼黑上海电子生产设备展](#)

2019 年 3 月 20 日至 22 日

中国上海

## 其他活动日历



出版商：**BARRY MATTIES**  
INFO@ICONNECT007.COM

广告销售：**BARB HOCKADAY**  
BARB@ICONNECT007.COM

市场营销服务：**TOBEY MARSICOVETERE**  
TOBEY@ICONNECT007.COM

**编辑：**  
主编：**EDY YU**  
+86 139-0166-9899;  
EDY@ICONNECT007.COM

责任编辑：**TULIP GU**  
TULIP@ICONNEC007.COM

译文编辑：**ANN HAO**  
ANN@ICONNECT007.COM

**杂志制作：**  
负责人：**EDY YU**  
+86 139-0166-9899;  
EDY@ICONNECT007.COM

杂志排版：**DAVEY DANG**

广告设计：**MIKE RADOONA, SHELLY STEIN, TOBEY MARSICOVETERE**

创新技术：**BRYSON MATTIES**

封面设计：**SHELLY STEIN, EDY YU**

# PCB007

M A G A Z I N E

《PCB007中国线上杂志》由美国 BR Publishing, Inc. (1908, Rohnert Park, CA 94927 USA) 出版 © 2018 BR Publishing, Inc. 不对任何人因出版物中内容的错误/疏漏造成的损失或损害承担任何责任，无论这些错误/疏漏是否因意外或疏忽，以及任何其他原因而导致的。

2018年11月号总第二十一期《PCB007中国线上杂志》是由BR Publishing公司出版的电子月刊。

## 广告索引

广告合作.....	20
广告订阅.....	66
环球集团.....	84
中国印制电路行业协会.....	130
挠性电路手册.....	124
高密度互连HDI手册.....	88
Atotech.....	50
Cerambus.....	4
CIMS.....	78
Comet Group.....	100
D.B. Management Group.....	70
Downstream Tech.....	120
ESI.....	30
HKPCA.....	76
KIC.....	112
KYZEN.....	104
MacDermid Enthone.....	8
Mentor, a Siemens Business.....	126
Optimal.....	96
Orbotech.....	56
Polar Instruments.....	22
Pulsonix.....	136
The PCB List.....	118
Real Time With.....	6
Ventec.....	42

## 更多精彩内容敬请期待

### PCB007中国线上杂志：

十二月：医疗电子与可穿戴电子

医疗电子的应用越来越广，您是否准备好了。

一月：HKPCA & IPC SHOW 2018展会特辑

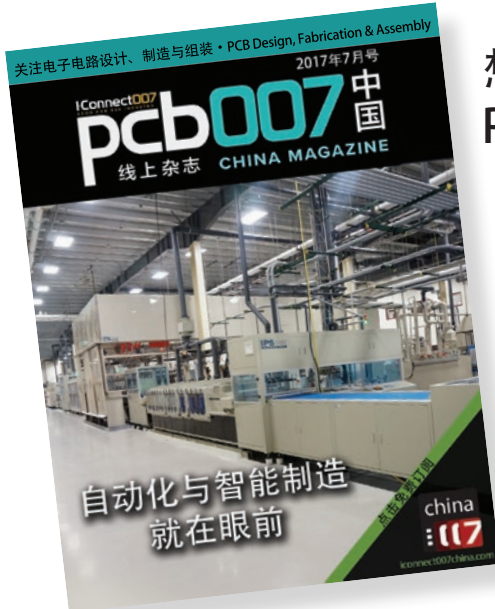
让我们来看看全球最大的电路板产业展会有哪些亮点。





# I-Connect007

GOOD FOR THE INDUSTRY



想要及时获取我们最新的  
PCB007中国线上杂志么！

快来免费订阅吧！

有啥  
新闻！



English I-Connect007: | PCB007 | | SMT007 | | PCBDesign007 | | EIN007 | | FLEX007 | | MilAero007 |

I-Connect007.com是服务于印刷电路板（PCB）、电子制造服务（EMS）和印刷电路板设计行业的实时在线杂志。服务于全球以及中国市场多年，提供了超过100000篇的新闻报道、专业文章，是电子制造领域的行业咨询领导人。



PCB007中国



EMS007中国



PCBDesign007中国



PCB007中国杂志



icconnect007china.com