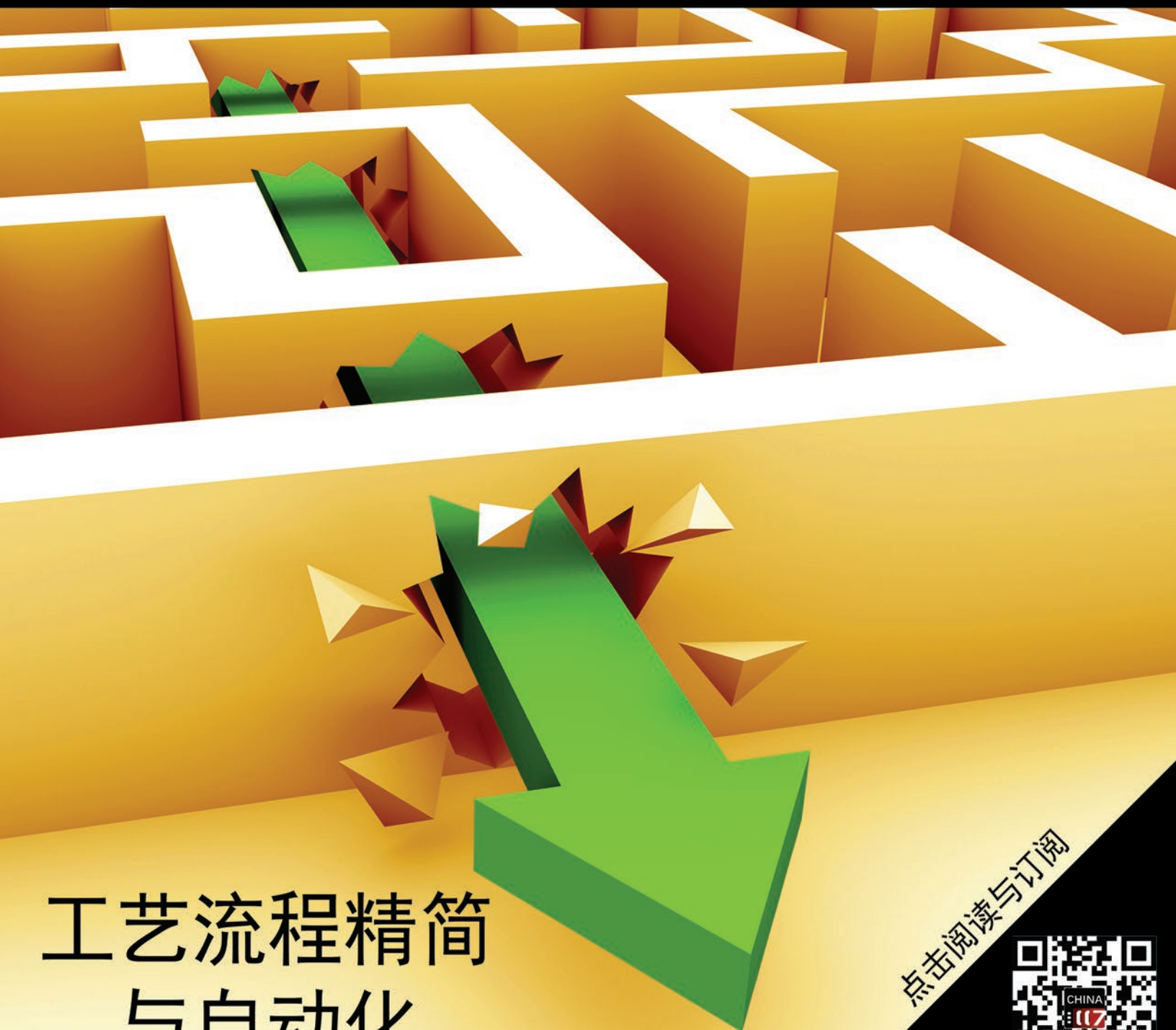


2017年9月号

I-Connect007
GOOD FOR THE INDUSTRY

pcb007 中国

线上杂志 CHINA MAGAZINE



工艺流程精简 与自动化

点击阅读与订阅



iconnect007china.com

如何定义工艺流程精简与自动化？

by Edy Yu

I-Connect007

本月，我们的主题可以称为“PSE&A”，这是工艺流程精简与自动化（Process Step Elimination and Automation）的首字母缩写。听起来很简单，但是“工艺流程精简”的含义是什么呢？是指缩短制造印制线路板中的许多步骤？的确，其中步骤很多，但它们存在肯定都是有必要的，不然为什么被长久得保留下来？

也许PSE指的是消除不必要的步骤，例如等待或排队时间、多余的检查、多余的清洁过程等。还是说可以减少某一加工步骤，比如需要操作工或工程师执行的实际步骤呢？

“自动化”也是一个相当宽泛的术语。其是否意味着自动上下板、电镀线上的自动吊架、或者加工过程中传输各种东西的传送带？或者，是否意味着一些自动化实验室分析和补货任务？

看步骤是否多余的另一个视角是其是否浪费或不增加价值。但是，浪费又是另一个含义丰富的术语，时间、废料、环境危害、水……什么才是我们所说的浪费呢？

也许PSE&A包含了所有这些东西，这听起来非常繁杂。世界上的每一个PCB制造厂都想尽办法精简工艺流程，但这当然是有极限的。通常，新型设备的自动化程度更高，并有可能缩短工艺步骤。

那么，我们能为您做些什么呢？我希望我们本月的文章和专栏将给你很多可供思考的材料，一些好点子，可能还有一些能派上用场的灵感，以改善你的工艺，并节省时间和金钱。

7月我们关于[全自动PCB工厂Whelen Engineering](#)的报道获得了非常多的关注度，我们的英文版团队最近又做了一次深入报道。Whelen Engineering是一家位于新罕布什尔州的警报和警笛的制造商。因为他们每年在亚洲购买电路板要花700万美元，并且交货时间长，Whelen管理层决定将PCB制造带回到美国。唯一的可行方法是采用全自动，只使用最少数量的人员，所有材料都能够回收利用，没有污染排放。在本期杂志中，您可以了解他们最近的情况以及是如何运作的。我们采访了Alex，这个采访是本月的主打文章。

本期有幸采访到奥特斯全球移动设备及半导体封装载板CEO、奥特斯（中国）有限公司董事会主席、奥特斯（重庆）有限公司董事会主席潘正铨先生，AT&S正在核心业务领域实施新一代技术，智能手机应用（mSAP）的新技术生成达成到预期良好的利用率，在未来数月，产能利用率预测喜人。在谈及奥特斯不断将越来越多的高技术产品引入中国并取得丰硕成绩时，这也得益于奥特斯加码布局在中国的“工业4.0”战略。



Viking Test公司的专栏作家Marc Ladle最近拜访了一家欧洲的刚建成的工厂，他在那里看到了令人印象深刻的喷墨技术，然后写了一篇文章与我们分享。他所描述的线路成像工艺不仅消除了底片，还消除了显影步骤，并且可以达到完全自动化。

The Right Approach Consulting公司的Steve Williams撰文详细说明“W.O.R.C. 单元”，这是专为多品种小批量的制造商量身定制开发的。Steve讨论了三种类型的单元——物理、虚拟和混合，并讨论三者各自的优点，最后还分享了几个案例研究。你会学到W.O.R.C. 代表什么，这是否对您的公司有意义就需要你们自己决定了。

接下来是Omni PCB公司的Tara Dunn讨论了如何从挠性设计中减少成本。这可能不那么简单，但有一些有帮助的基础知识，如关注可制造性、材料选择和厂商沟通。请注意，降低成本还会减少时间和浪费。

接下来是很棒的几篇专栏文章。

首先，RBP Technology公司的Mike Carano将继续他的故障排除系列专栏，去钻污缺陷指南，下一期这一系列将告一段落，他将带来新的微孔和HDI系列文章。

ESI的激光专栏继续连载，在本系列文章的第一部分中，讨论了通过添加挠性激光加工工艺来获得竞争优势。在本期第二部分中将研究如何优化挠性线路激光加工，以降低成本。

Gardien 的Todd Kolmodin继续他的谈测试专栏，这期他带来的是飞针测试与IPC-9252B的探讨。

互联网现在已经成为了信息和通信的必备工具。对于解决问题、新工艺调查研究和一般信息查询而言，它的实用性远远超过任何一种

信息来源。Happy Holden将传授工程师需要掌握的使用网络资源的技能。

PCB组装部分的第一篇文章来自All Flex的关于挠性线路的组装是否成功的关键因素，讨论了挠性线路组装时会遇见的常见问题，有涉及FPC组装的厂商非常值得一读。

接下来对于近期热门的3D AOI技术，SMT Magazine的编辑Stephen Las Marias采访了Saki的Quintin Armstrong,主要讨论了检测设备如何应对工业4.0。

同时我们还带来了关于SMT领域检测设备的行业调查结果与分析，帮助您了解该领域目前的现状与需求。

业界培训与教育专家Tom Borkes将在中文杂志上连载一些关于SMT工厂内部管理的文章，分析现有公司的组织形式，引入新组织模式提高效益与客户满意度。

说到PCB设计，信号完整性与电源完整性一直是分析的重点，但电磁兼容性EMC常常被忽略，大多数设计者所谓的EMC分析就是成品测试，大大增加了返工的风险。Mentor将为您带来关于EMC自动分析的探讨。

Barry Olney分析了FPGA带来的PCB的设计挑战，主要是EDA软件的发展并没有跟上FPGA的发展速度。

延续上期的嵌入式元件内容，Vern Solberg带来了PCB设计师手册嵌入元件的第二部分。

以上是本月的内容摘要。认真学习，并尽量付诸实践，您和您的公司一定会受益匪浅。下个月的主题是关于工艺工程。它是什么？这些人做什么？他们该怎么做？我们会尽力回答这些问题。关注我们，[订阅我们的杂志](#)，也要记得分享哦！



工艺流程精简与自动化

本月，我们的主题可以称为“PSE&A”，这是工艺流程精简与自动化（Process Step Elimination and Automation）的首字母缩写。

专题文章



- 7 Whelen Engineering自动PCB工厂深度报道
by the I-Connect007 Staff

- 21 BATM公司的罗马尼亚工厂：
无显影剂线路板蚀刻和剥离工艺
by Marc Ladle



- 25 奥特斯在中国的工业4.0之路
公司发布2017/18财年第一季度财报
by 潘正铨

- 29 知识就是力量
by Tara Dunn



- 33 W.O.R.C.助力缩短生产周期
by Steve Williams

特约专栏

- 41 挠性线路进化到激光加工
第二部分：计算和优化生产
by Mike Jennings & Patrick Riechel

- 45 去钻污缺陷指南
by Michael Carano



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.

✉ 全球: Barb Hockaday barb@iconnect007.com.



扫码免费订阅

更多内容



- 51 飞针测试与IPC-9252B
by Todd Kolmodin

- 57 25项工程师必备技能：使用网络资源
by Happy Holden



- 59 **PCB组装专区**
成功的挠性线路组装
by Dave Becker

- 63 Saki谈工业4.0和真正的3D技术
by Stephen Las Marias

- 20 行业短篇新闻
不错过任何步骤：5S方法让
工作场所更智能

- 61 对3D AOI的需求

- 44 金百泽中标千万级通信模组项目，牵手中移物联网发力IoT

- 90 全球最大化工公司出炉！陶氏
杜邦完成合并，市值超1500
亿美元

- 69 SMT企业新组织模型
提升效益与客户服务 第一部分
by Tom Borkes

- 75 **PCB设计专区**
在PCB布局中加入自动化EMC分析
by Craig Armenti

- 50 其他栏目
PCB007中文网站Top Ten

- 91 行业活动日历

- 92 广告索引、下期预告
工作人员名单

- 81 FPGA PCB的设计挑战
by Barry Olney

- 87 PCB设计师手册 嵌入元件：第二部分
by Vern Solberg

RealTime^{with...}

EXCLUSIVE EVENT COVERAGE 独家展会报道

全球唯一的行业盛会实时在线报道。

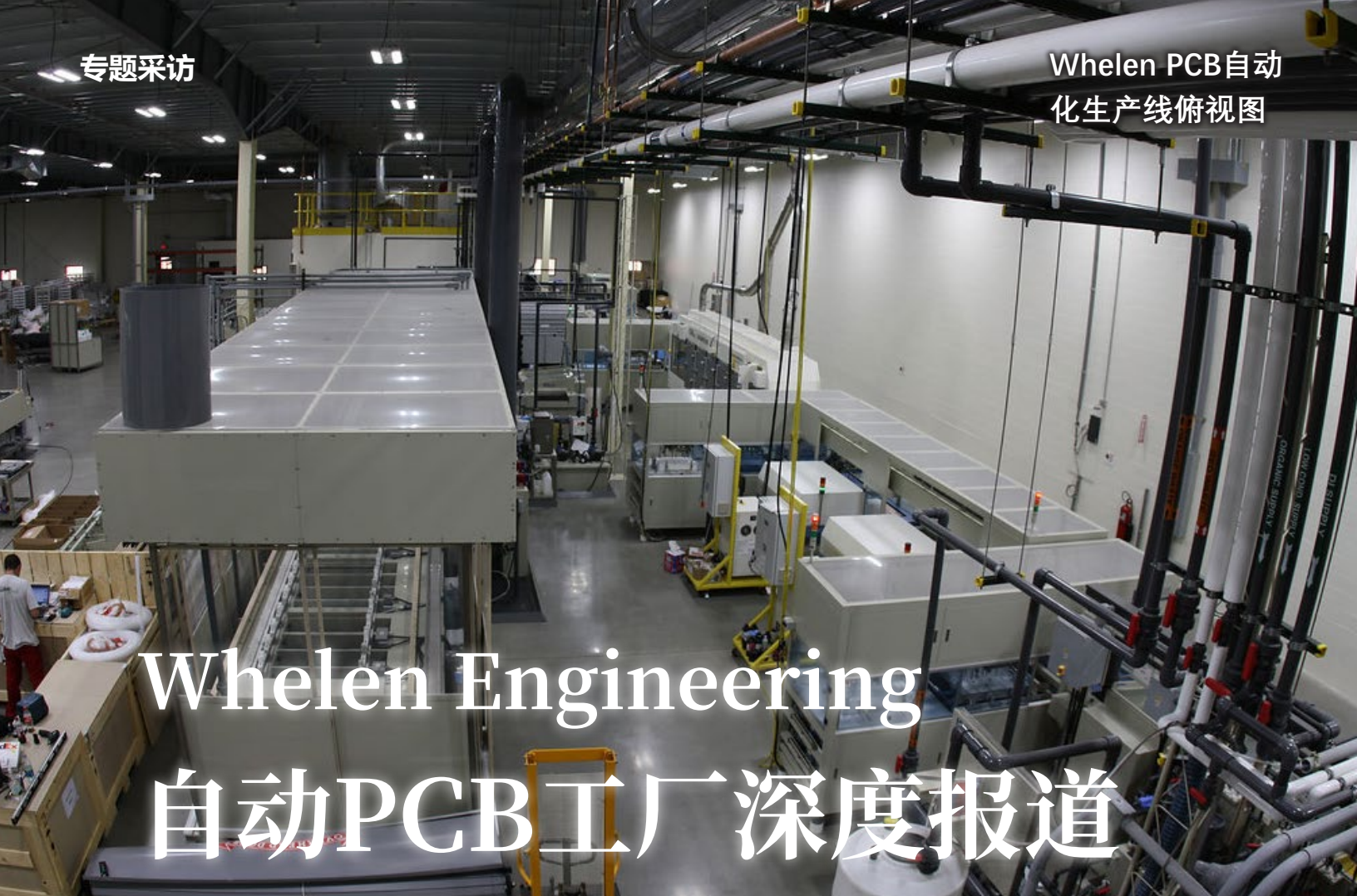
访问我们的网站，获取I-Connect007为您带来的
行业盛会报道视频与照片！



I-Connect007
GOOD FOR THE INDUSTRY

RealTimewith.com





Whelen Engineering 自动PCB工厂深度报道

相信浏览过我们的7月号的读者已经对Whelen Engineering这家不同寻常的印制电路板公司有所了解，当文章刊发后反响巨大，点击数不断提升，以至于好几个月里大家见面时都在谈论Whelen公司过人之处。而Whelen Engineering之所以取得成功，背后很大一部分原因是公司PCB部现任副总裁Alex Stepinski大胆地规划。现今该公司在制造业经营得风生水起，并且仍在购进设备，扩大产能。

我们在2017年7月刊（[完全自动化：制造业的未来？](#)）上发表了关于Whelen公司的第一篇文章。另外英文版还刊登了Alex在IPC春季会议上发表的以“[如何做How-to？](#)”为标题的论文。仔细阅读那2篇文章，您可以学习到很多关于如何实现工艺自动化的方式。

这次我们十分有幸可以和Happy Holden

一起（以及I-Connect007的同事Jonathan Zinski与Bryson Matties），再一次参观Whelen公司位于新罕布什尔郊区的PCB工厂。



图1：Happy Holden和 Alex Stepinski详细讨论Whelen公司的工艺



環球集團

World Wide Group



INTERNATIONAL PRINTED CIRCUIT & APEX SOUTH CHINA FAIR

2017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

MITSUBISHI ELECTRIC
三菱电机授权代理商
双台面CO₂激光打孔机



SCREEN
網屏
全自动直接成像机 LEDIA 6(DI)



Hakuto
自动贴膜机 (硬板及FPC软板)
FPC片对卷贴膜机



MITSUBISHI ELECTRIC
三菱电机授权代理商
双台面UV激光打孔机



SCREEN
網屏
自动光学外观检查机
MIYABI 7(AOI)



SCREEN
網屏
最终外观检查机
FP9000 (AVI)



Hakuto
FPC 卷对卷曝光机 (单卷/双卷)



sales@worldwidegroup.com.hk
www.worldwidegroup.com.hk

香港总公司
电话: (852)2415 6686
传真: (852)2415 3130

东莞
电话: (0769)8700 1101
传真: (0769)8862 5400

上海
电话/传真: (021)6418 6946



环球集团 科耀机电



Patty Goldman : Alex, 很高兴能亲眼看到你们的工厂。距离I-Connect007第一次采访已经过去两年了, 那时公司才刚刚起步。现在这里是北美地区自动化程度最高的PCB工厂, 读者们很想了解你们的最新情况。

Alex Stepinski : 跟当初相比, 工厂从产品质量控制角度而言可预测性已经非常强了; 从劳动力方面来看, 我们有统一的时间安排, 包括可预测性很强的工作安排与交付期安排。实质上如今的工厂是按照提前设置好的控制计划自行运作的, 我们的工厂非常稳健且产品质量得到了更好的保证。

Goldman : 刚开工时情况如何?

Stepinski : 刚开始时在几个方面很有挑战性。一是喷墨技术; 二是依靠较小规模的供应商按照指定时间为我们供货; 三是产品交付时间上, 也出现过推迟的情况。

Goldman : 设备安装调试完成后, 是不是花了几个月的时间才运行得比较顺畅?

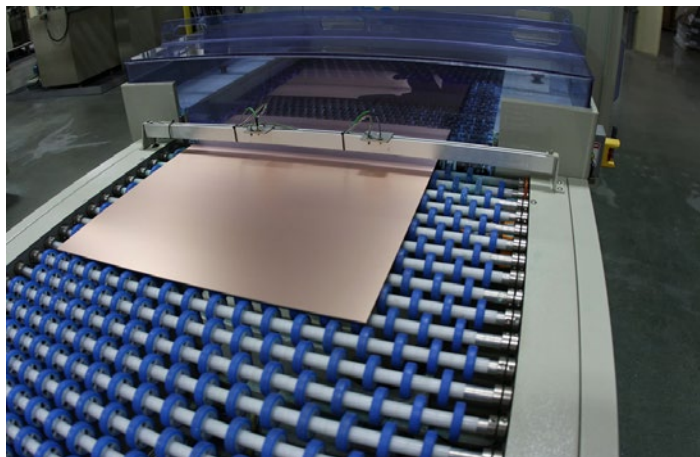


图2: IPS传送线

Stepinski : 我们花了几个月的时间来解决化学品的回收问题, 这是最大的难点。因为我们几乎全靠自己来研发解决方案。我们一开始找不到任何供应商可以提供全套回收系统, 每个厂商都只有半成品, 我们当时真的是煞费苦心。

我们将半成品装置组装成了一个整套的系统, 在这一过程中我们做了大量的调查、数据收集、调试、改进和更新, 一开始得到的是一个闭环低效系统, 最后我们才开发出了闭环高效系统。

Happy Holden : 我对喷墨打印有几个问题想请教。内层图像和外层图像都使用了产线中同样的蚀刻和剥离(脱膜)设备, 只是步骤顺序不一样——外层是先剥离后蚀刻。我之前问过您类似的问题, 你回答说内层和外层是分批次加工的, 该流程经过手动干预。我猜其中应该安放了一个缓冲设备?

Stepinski : 是的。

Holden : 那么也就是说, 你在输送内层的时候也可以同时输送外层, 外层在内层进行加工的时候会进入缓冲设备当中待命, 当完成内层加工以后再把外层从缓冲设备当中取出来继续操作。这可能涉及到了内外层加工时的快速转换, 但并不是自动操作。它们串联以后就都是手动操作了。还有一个关于缓冲设备的问题是, 是不是所有的传送装置都不是以同样的速度传送的, 所以才会给工艺流程配备了一个缓冲设备?

Stepinski : 速度已经是经过匹配的。从一



图3：剥离－蚀刻－剥离 生产线

个连续的工艺流程运送到一个分批次的流程中，这个衔接点是我们安放缓冲设备的位置。实际上不是因为速度，从分批次的流程中出来的运送速度和连续工艺流程的速度是相匹配的，只是它们无法达成一致的速率和一致的间隔。比如说，可能会有2块面板同时到达喷墨机，之后就会有2分钟的延迟。不是每分每秒都在进行加工的。

Holden：但如果从一个产品到另一个产品切换的过程中铜层厚度出现了变化，就必须放慢水平电镀的速度，这样一来其他设备的浸渍时间是不是就会出错？

Stepinski：它是最慢的生产线，所以无关紧要。

Holden：如果有个产品规格需要两倍厚的铜层，那机器就需要更慢的操作速度。你们可以改变电流密度或脉冲频率来保证传送装置速度一致且同时将铜层加倍么？或者说，你们可以将传送速度减慢并改变浸渍时间吗？

Stepinski：这取决于铜量的多少。

Holden：所有步骤连在一起就意味着一切都要匹配。你可能会说这些流程之所以会分开进行的原因之一就是为了实现最大产出量，所以是以不同速度传送的，你要把传送和其他流程分开进行，同时这一步骤使用了手动装卸。

Stepinski：相对于此，在面板进入机器的时候，每个上下板设备会自动将面板放置在中心位置，因为你在经过水平设备的时候会出现漂移；然后立刻改变速度将面板送出机器。这个方法可以解决速度变化问题。

我们可以这样解决速度变化的问题，以避免烧焦材料表面。我们以之前传送带的速度把面板送入装载/卸载站之后，会暂停、把面板放在中心、然后运送到下一个具有不同速度的传送带上。我们会对间距做相应控制。蚀刻机和电镀装置的速度差不多是1：1，我们已经进行过匹配。如果电镀装置的操作速度是1米/分，那么蚀刻机的运行速度也是1米/分；如果电镀装置的操作速度是0.5米/分，那么蚀刻机的运行速度也是0.5米/分。请记住，我们是在电镀面板，所以如果电镀装置的速度是0.5米/分，就说明是电镀了2倍的铜层厚度。之后蚀刻机会放慢运行速度与之匹配。

Holden：这条生产线很不寻常，既要给面板电镀还要上锡。这不是一个传统意义上的电镀生产线；有点像是面板/图形混合生产线。

Stepinski：这是我能想到的成本最低的方案。

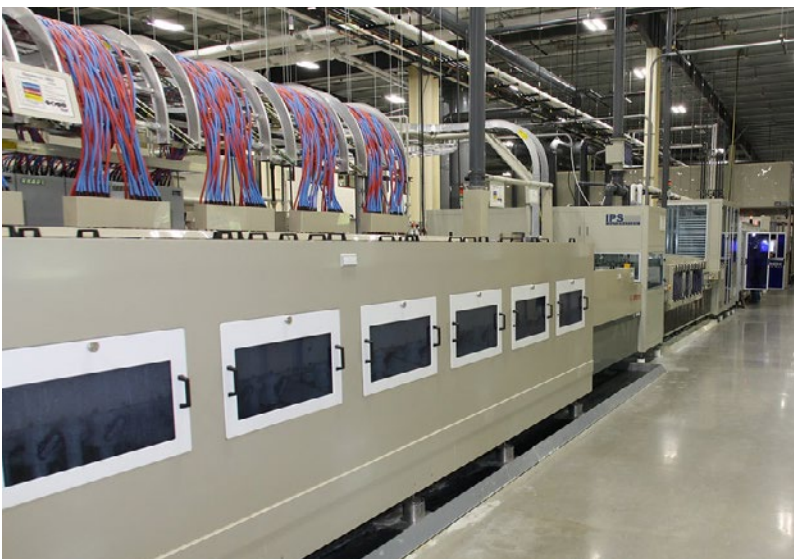


图4：水平脉冲电镀装置

Goldman：加工面板最低成本的方法。

Stepinski：是的。

Holden：我很惊讶出售阻焊层喷墨印制工艺的公司竟然没有电镀设备、抗蚀刻设备或抗蚀刻层方面的解决方案。而你们使用了以蜡为基础的油墨，你们是如何开始进行阻焊层的喷墨印制和图形电镀的呢？它们甚至还没有在市面上出现，所以你要明确告诉定制设备的设计师，你所需的喷墨印制级别。我很好奇，您又不是一名配方设计师，怎么了解这些的？

Stepinski：是的，我们采用的是Dow开发的油墨配方。在购买设备之前，我们对它进行了测试，验证了它是否有效。设备安装后，我们对前期和后续的工艺操作进行了优化。当初规划时间非常紧，在设计工艺流程的时候会有一些不确定的问题，比如在生产线前端设置了预清洁，但后来发现这一步是多余的，没有增加任何价值；我最先设计的时候

是使用减成法蚀刻工艺，但后来调整最后一个阳极的电镀配方来增加粗糙程度，通过粗化和喷墨印制后的剥离工艺，我们去掉了减成法蚀刻，所以实际上该工艺可以剥离、镀锡并做表面处理，因为这些东西都电镀上了。这些都是始料未及，超出预想的。

Holden：有其他公司使用了水平脉冲电镀设备来提升抗蚀剂的粘结力吗？

Stepinski：是Atotech公司推荐这个产品的。我们要做的就是设计实验来确定喷墨过程中最合适的粗糙度。喷墨的粘结力极强，而且你不会把它弄得太粗糙。这个产品太纤薄了所以在接触到表面的时候，它会渗入到晶体结构的每个裂缝和凹陷处之间，不会像干膜那样非常黏。

Holden：它是UV固化的还是热固化的？

Stepinski：这是UV固化的产品。固化能量是900毫焦耳。

Holden：这个机器有个内置的AOI。还有其他内置的设备吗？

Stepinski：基本就是这些了，包括AOI、固化和涂层。

Holden：无销层压省去了很多工艺步骤。既然你没有使用销钉，你就不需要去处理乱糟糟的垫板了。

Stepinski：是的，也省去了维护步骤。

这两者之间要做出什么权衡？

Stepinski : 在常规工厂中化学镀铜的维护和分析成本要更高一些。这是一种环保责任，我们已经花了很多时间来找出对策，所以我们工厂不会造成环境问题。

Goldman : 我知道你们目前主要做单面和双面的产品，生产线的工作效果如何？是100%可靠的吗？

Stepinski : 这种导电性聚合物效果还不错，非常易用。我们很少做多层产品，但也没出现过什么问题。这项工艺非常可靠。

Holden : 导电性聚合物的机理是怎样的呢？

Stepinski : 导电性聚合物的机理是放入高锰酸盐，而导电性聚合物就属于一种酸性高锰酸盐。实际上是在绝缘体表面上沉淀二氧化锰，然后导电性聚合物吸附在它上面，直到具有足够的导电性。

Goldman : 因为酸性铜溶液中电镀面板，就只需少量冲洗步骤。我觉得这个方法很有帮助。

Stepinski : 是的，而且导电性聚合物自身的pH值是1.9。整条生产线都是酸性高锰酸盐聚合物和电镀铜。生产线前端的调节剂是碱性的，它只是个润湿步骤。导电性聚合物工艺的唯一限制因素是——对于其他外来材料就没有那么强的吸收能力了。在那种情况下，就属于化学镀铜领域了。

Goldman : 你是指任何除了FR-4以外的材料是外来材料？像是聚酰亚胺或挠性材料？

Stepinski : 不是，我们可以加工聚酰亚胺；我们也可以加工挠性材料，这不成问题。只要不是丙烯酸材料就可以。如果你孔壁上丙烯酸材料裸露，90℃高温下的酸性高锰酸盐就会腐蚀掉丙烯酸材料（导电性聚合物工艺的第一步）。

Goldman : 除了丙烯酸，你们还不能加工哪种特殊材料？

Stepinski : 沉积率较低的不可以，因为要进行多次操作。比如Megtron的有些材料就比较有挑战性，这些材料也可能被腐蚀。

Holden : 我想知道最大批量或者说是最大订货量是多少？

Stepinski : 我们目前的最大批量是1,000块面板，最小批量是1块。

Goldman : 当然，你们可以自动改变参数。

Stepinski : 是的，确实是自动的。

Goldman : 将零件编号放入以后，生产线会根据需要做出改变。

Stepinski : 是的，只要它们是同一种产品的就可以。如果是不同种类产品，那么就不可以。我们必须要有人为干涉做出一些调整。比如说，如果你从双面板变为多层板，只需要

Holden : 它先是进行光学对准, 然后把各层焊接到一起。

Goldman : 这项操作进行得如何?

Stepinski : 对我们的技术而言, 还不错。

Holden : 我注意到你们用旋转式氧气等离子 (rotary oxygen plasma) 蚀刻法代替了所有的高锰酸盐去钻污法。这种方式的产量足够吗?

Stepinski : 充足的。

Goldman : 但旋转式等离子蚀刻法属于分批次的工艺流程。你能把这种流程自动化到什么程度? 还是需要人来上下板的, 对吗?

Stepinski : 是的, 等离子设备是获得更高产量的瓶颈, 你不可能在化学去钻污生产线旁边放100个等离子机器。但对我们而言, 旋转式等离子设备是可行的。



图5：水平导电聚合物加工

Holden : 因为自动化水平高、任何类型的延迟已经得到了最大程度的控制, 所以消除了很多内层和外层的预先蚀刻、酸液等步骤和试剂, 因为面板就放置在了周围。

Stepinski : 也消除了指纹。

Holden : 指纹肯定是会被消除的。因为人们都不会碰到它。而且, 你的设备是在微气候的概念下设计的。工厂都不需要特别进行气温控制, 因为加工区域存在一种微气候, 它可以保持干净、气温适中。还有一种概念是不需要烟雾净化器。我记得您曾在文章中提到过, 会尽可能地将温度升高促进液体蒸发, 这也是回收化学试剂的方式之一。

Stepinski : 是的, 使用热能而不是化学能。

Goldman : 您在镀铜工艺中可以回收并使用蚀刻掉的铜吗?

Stepinski : 它已经被Atotech证实可以重复使用, 他们说可以那肯定是没有问题的。但我们还没有使用它。理论上讲, 没有问题。但就怕未来某一天会有人把还附着氨之类化学品的铜材误放进去。虽然我们从未发生这样的情况, 但还是非常令人担心。我们已经回收阳极价值的95%, 基本上已经可以覆盖全部成本, 对于剩下的5%, 我宁愿放弃以避免潜在风险。

Goldman : 为了更保险。

Holden : 导电性聚合物替代了化学镀铜——

稍微做出调整；如果从双面变为单面，就要做出一些改变了。针对IPC-6012类型1、类型2和类型3我们都分别有不同的配方。

Goldman : 真有意思。你们有不同的配方，而这是编程中的一部分。

Stepinski : 是的，在厚度限制之内。

Holden : 前端治具是在这里生产的吗？

Stepinski : 实际上，大部分是在纽约州制造的。在纽约州有一个治具团队，是我之前所在制造厂商的前雇员组成的。他们在那里接受培训，将设计发送到那，然后制造好所有的治具送到这边来。

Holden : 我在想，我们已经用直接成像技术有一阵子了。既然这里没有图，那么这里有没有不属于治具的常规组成的新文件呢？

Stepinski : 没有。

Holden : 一旦开始使用任何类型的直接成像，就可以使用这些图形文件。我们一直有钻孔 / 分板文件，也一直有电气测试文件。喷墨打印机和激光直接成像的文件没有什么改动。

Stepinski : 只是喷墨打印机的文件中多了一个很快的软件步骤，而且该步骤是自动进行的。

Goldman : 您还说到钻槽、焊接、直接成像

甚至是粘合都会有文件记录。如果是自动化的，就一定会有文件记录，对吗？

Stepinski : 是的。

Holden : AOI有没有文件？

Stepinski : 有的。全是CAD文件。

Goldman : 我想问一下良率是多少？你们经历了产能爬坡阶段吗？你们在良率上有没有有什么进展？我觉得这是读者会感兴趣的话题。

Stepinski : 良率很好，达到了95%以上。我们之前在喷墨方面遇到一些问题，但我们及时矫正了。我们的返工很少。我们遇到最多的情况就是故障停机。我们会很快找到问题所在，故障停机是个很大的风险。

Goldman : 自动找出问题所在吗？如果出现了问题，谁来控制停机呢？

Stepinski : 会的，但有时会有一些延迟。对于直接出现的故障，你可以在机器上找到问题所在；还有交互问题，比如油墨等等。如果是电镀，就需要更长的时间去找出问题所在，然后还要处理面板。到目前为止，一切都是可以矫正的。

Holden : WIP系统目前可以读取条形码么？

Stepinski : 在现有系统中，当任务分配到车间时，我们会打印出贴纸。我们这里没有移

动器具；贴纸打印机直接打印出带有条形码的贴纸，用来指导钻孔的操作者一个叠层有多少，它是什么类型的材料，然后操作者建立起堆叠结构并把贴纸放在上面。钻孔机器读取了贴纸，然后把材料编码钻在边框上。

Holden：整个系统有多少个读取装置？

Stepinski：一共有6个——在工艺流程中、输入端等位置。数据在AOI内每次成像时读取。然后在完成线路板制造时，我们会印出另一个条形码。如果查看线路板成品就会看到一个由阻焊层和文字层组成的条形码。这是供冲床和分板机读取的。

Goldman：不需要给它编程，每个机器都是读取了条形码以后就知道要做什么了。

Stepinski：是的，这是个无纸化工厂。

Holden：如果有环节出问题了会怎么样？

Stepinski：这就像其他工厂一样。如果出现了故障，它会停止输送，首先上一步中的面板会装入装载机/卸载机中，当一个机器装满了以后就会移动到下一个装载机/卸载机。

Goldman：那一定很困难吧，因为一旦自动化失效了，工厂就失去了优势。

Stepinski：通常情况下，如果出现了故障停机，我们可以很快就恢复。在普通的工厂中，这种情况下就只会把材料乱堆放在角落里，然后在召开生产会议的时候会通知某人



图6：Whelen制造的7个警报器中的一个，用于提醒工人需要进行手动干预

这里出了大问题。事情是不会自动解决的。一般情况下，负责人必须要让某个员工去处理这个问题，或者要改变某个人工作任务的优先等级好去处理这种问题。

我们一共有7个生产线区域。无论哪个区域中出现了问题，都会有一个巨大的扩音器发出警报。Whelen公司生产扩音器——紧急情况警报扩音器。你可以让它的声音像英国警车那样，或者是美国救火车那样。这些警报器一共有7种不同的声音，我们把所有声音都记住了。你听到了某个声音的警报，所有人就会知道哪里出了问题并赶往那里。这就是我们的处理模式，新工艺也应用了这种处理模式。

Goldman：我猜你一定有预防性维修计划来避免这种情况频繁发生。

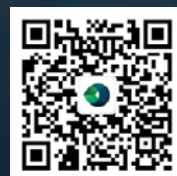
Stepinski：是的，我们的预防性维修计划非常详细。但不只是出现故障停机我们才启动警报。如果需要更换过滤器，我们同样也会收到警报。如果抗蚀剂剥离物的鼓面需要取

Phoenix Fi

专为终检而设计的AFI系统

- ◆ 可检测低至 $10\mu\text{m}$ 的线宽/线距
- ◆ 可检测金属、防焊及文字上的缺陷
- ◆ 快速且直观的设定
- ◆ 可连接自动化设备

更多资讯...



康代微信公众号:
camtekchina

如需了解更多资讯，
请联络当地康代销售代表，或关注康代微信公众号。

康代影像科技(苏州)有限公司 | www.camtek.com



出抗蚀剂，警报也会响起。这些都是我们认为需要人为操作的重要问题。设备都是全自动化的，但如果警报响了起来，就意味着需要手动操作。这样你的工艺就有更高的可预测性，故障停机时间也会减少，客户也会更加满意。

Holden : 你选了硫酸铜铵蚀刻剂来代替了原先的氯化铵蚀刻剂。是刻意要这么做的还是说根据他人建议才这样选择的？

Stepinski : 这个工艺来自于欧洲的一家公司，他们生产了很多这种类型的机器，现已迁移到中国，我们是从他们那里购买的。刚收到设备的时候，并不是你们今天看到的这样：当时有很多外围设备，但没有烟雾回收装置，清洗回收装置的效果也很差。我们把烟雾和清洗回收装置加进了系统中，让它成了一个完全闭环的系统。

Holden : 你们使用的蚀刻剂是由基本的化学品组成的还是专用的？

Stepinski : 都不是，是我们混合得到的。一开始是专用化学品，但我们现在使用的是自己的配方。我们混合75g/L的铜和2g/L的磷酸铵，pH值在8.6左右。电镀过程释放出铵和氧，之后我们会用文丘里管把它们重新引入系统，将其还原。这个系统的关键步骤之一就是蚀刻步骤要经过级联才能实施文丘里管操作，固定后大约有4分钟的级联过程。这段时间中，我们可以把所有的亚铜离子（ Cu^+ ）还原成铜离子（ Cu^{++} ），然后把它放回蚀刻剂当中，也就是喷管当中。

我们从来不会喷出亚铜离子，因为它们全都被还原了。这种情况下蚀刻速度会更加一致。反应室内不会发生任何反应。它是在密封的离线式化学槽中进行的，在所有的亚铜离子还原完之前我们是不会将其放回蚀刻剂的，因为亚铜离子会改变蚀刻速率。我们的蚀刻速率要始终一致。

Goldman : 你现在得到的镀液和最开始使用的镀液成分基本一致。但你肯定会产生一些废酸洗液吧？

Stepinski : 不会，所有的废酸洗液都回到了蚀刻机中。

Holden : 根据质量守恒，如果你从铜箔中引入铜，你就必须从其他地方引出铜。

Stepinski : 我们系统和使用铵的蚀刻系统的区别之一就在于它们需要溶液中含有大量的铜。这就会引起很多其他问题，比如溶液已经饱和了，但当你再加点水进去的时候，就会产生沉淀物等其他问题。而我们工艺的有趣之处就在于我们溶液的浓度还不到普通溶液的一半。我们调节了其他成分来平衡这一点。我们的蚀刻因数是5:1以上。

因为我们的盐浓度很低——我们会控制盐的总量——我们盐浓度的最大值是200 g/L。这就是所有的成分，阴离子、阳离子、所有的成分——我们可以在蚀刻器中放入一条输水胶管。我们的清洗液会大量回流蚀刻机中。

Holden : 你们第一次使用的清洗液是补充剂，对吗？

Stepinski : 不是的，我们只有循环清洗液。事实上，它不会直接回到蚀刻器中；循环清洗液会流入一个较小的储存槽中，在那里计入含氨量较高的原电池，这样就可以把它全部吸收了。这就是我们平衡的方式。空气烟雾是经过平衡的，我们从文丘里管中生成的负压会高于液面，我们就把前端入口和它连在一起。这样一来，我们就可以从机器周围的大气环境中局部去除烟雾。即使是走过装满溶液的蚀刻机旁，你也不会闻到氨味，甚至不会闻到任何味道。

文丘里管的抽力非常强，而且所有设备都没有连接到烟雾净化器上。只是靠局部压力操作的。当局部出现了负压，在其他区域就出现了超压来弥补。所有事情都是平衡的。

Holden : 我没有在北美地区看到过这种使用硫酸铵的工艺。但这种工艺只能用在非常严密的闭环系统当中，很少见。

Goldman : 你花了多长时间才实现平衡的？

Stepinski : 6个月。这是用时最长的项目之一，因为当时是一家供应商介绍给我们的，我们最初在组装设置时很依赖这家供应商，但当我们发现他们无法满足我们要求的时候，我们不得不放弃他们开始自己研发。我们改变了所有装置才得到了今天的工艺。有一半的设备甚至已经被舍弃掉了。我当初把它设计得太复杂了，现在已将其简化。

Holden : 我还想了解一下化学品用量和化学品控制站。

Stepinski : 好的，首先你无法看到它，它非常简洁。我们在原电池内有一个比重控制器，在一个我们称之为复合体的结构中也有一个，内部是串联的，可以氧化其他东西。这就是比重控制原理，但它是个又大又长的管子。

Holden : 大多数是受比重控制的，但其实你可以把它们扔掉，因为比重控制器太糟糕了。

Stepinski : 我同意你说的，确实太糟糕了。以前我们自己制造了所有比重控制器，现在使用密度计。在高大的管子底部装上一个压力换能器，管子越高，敏感度就越高。

Holden : 这是压差（DP）法。大多数化学品的厂家都会使用液体比重计或之类的工具，但如果你破坏了光柱或者关掉了微型开关……

Stepinski : 任何干扰都会引发很多问题。

Holden : 生产线上还有其他蚀刻机或预蚀刻机吗？

Stepinski : 唯一需要用到预蚀刻的是最终表面处理，要做HASL预清洁或ENIG预清洁，之后我们会在阻焊层之前选择性地进行氧化处理，同时也能作为多层处理。

Goldman : 我本来想说，你们的内层是必须要经过氧化处理的。

Stepinski : 我们有一个工艺既适用于内层也



图7：Schmolz钻孔机

适用于外层。

Goldman：最开始的时候，铜材料送进来，将其清理干净。在层压铜上面会进行任何微蚀刻处理吗？

Stepinski：不会，我们做去毛刺处理——目前会给双面板机械去毛刺处理。对于内芯，我们不做清洁处理，直接在上面喷墨。

Holden：喷墨的黏附力好很多。但是，在喷墨处理时改变面板电镀的电流密度或脉冲，这和内层喷墨相比会如何？

Stepinski：因为我们速度太快了没有时间做煅烧处理，我们会用未经煅烧的铜进行电镀。而未经煅烧的晶粒结构和经过煅烧的晶粒结构是非常不同的，晶体结构的差异是很大的。

Holden：你之前讲过，从装载到卸载，你们的加工时间是105分钟。

Stepinski：整个工厂需要四个半小时的时间来完成整个流程，但从电镀到蚀刻只需要105

分钟。

Holden：我一直用你们的105分钟和一般需要四周的传统加工方式进行对比。

Goldman：我认为传统方式的电镀到蚀刻，是从开始设计、对面板进行最初的基芯钻孔到离开机器、制造好零件，一共要花四个半小时的时间。你应该拿这个时间和四周去比较。有些公司有专门的样板生产线或区域，还有样板工程师专门负责加快工厂内的快转任务。和双面板相比，单面板的时间必然要短一些。

Stepinski：没什么太大区别，因为不需要钻孔和电镀工序。如果你从电镀工序开始计算生产周期，总共能节省一个小时的时间，一共需要大约三个半小时。

Goldman：如果设计师找到你把样板放在你面前，不出半天就可以拿到线路板并完成测试。真棒！

Holden：最小批量是一块板，所以你可以只加工一块面板，也就是他可以让你给他制造出一两块线路板当作样板。

Goldman：或者说，他不用亲自来，只需要把所有信息发送给你，最迟在第二天上午就可以把成品放在他的办公桌上。

Stepinski：是的，我们就曾经这样做过。

Holden：HP的全球战略目标之一就是在5个工作日内把物料清单和原理图变成组装好并测

试过的样品原型。换句话说，花2天的时间设计线路板，2天来制造电路板，然后用1天的时间对它进行组装和测试。可以把其他公司12周-16周的工作量缩减到了五天半来完成。

这得益于大量的自动化和标准化。有人曾跟我说，“需要花三周的时间才能做出锡膏钢网。”我跟他讲，“我们不需要使用锡膏钢网。我们在线路板还是面板形式的时候就放上焊料，做好清洁，当我们把产品运输给装配公司的时候锡膏就已经在板子上了。他们不用上焊料，只需要上助焊剂并放上零件就可以了。”

Goldman : 当然了，现在还可以喷墨印刷锡

膏，这下钢网生产商该担心了。

Holden : 我们发现即使是在40年前，HP生产150 GHz测试设备的时候，我们不仅会监控层压板厚度，还会监控它的介电常数。

Stepinski : 这是我们现在唯一没有检查的项目，我们以后可能会进行这一步。

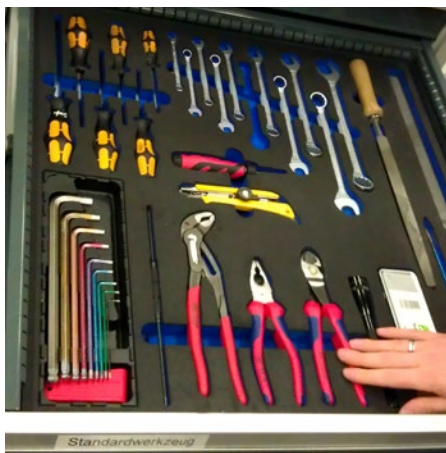
Holden : Alex，谢谢你抽时间接受我们的访问。也谢谢你能耐心解答相关的问题。

Goldman : 是的，很高兴也很荣幸能够参观Whelen。PCB

不错过任何步骤：5S方法让工作场所更智能

在如今的工作环境中，公司应尽力生产优质产品，最大限度地提高利润、降低成本。有时，这可能很困难。“how to do things”的工作概念和方法已经深深植根于许多制造业中。我们有时会发现“我们一直这样做”可能不是最佳的方式。随着自动化程度的提高、劳动力减少和市场需求的转变，这一点显而易见。

当然，自动化在当今的制造业中也扮演着重要的角色，因为重复性过程非常单调乏味，并不适合人类。但是，在评估操作工和技师执行的任务时，有一个问题我们应该问问作为经理的自己：“他们是不是在努力工作？”在大多数情况下，回答都是“是的”。但是另一个真正



的问题是“他们是否在工作中动脑子了？”

“工作中多动脑子，而不是更努力！”

这意味着简单阅读工作指导并按照其中记录的方式执行任务是远远不够的。当然，工作指导中大体描述了需要正确执行的任务，但是如何更高效地执行？许多时候，工作指导

是由工艺工程师编写，根据工程师对机器运行情况的了解以及如何使机器达到可接受的结果，然后发给操作员参考。这很好，但有时候会有可以删减的地方，并且可能有许多并不需要或可以组合起来以使其更加高效的步骤。

阅读全文，请[点击这里](#)。

BATM公司的罗马尼亚工厂： 无显影剂线路板蚀刻和剥离工艺

by Marc Ladle
Viking Test Ltd.

最近，我非常高兴能为BATM Systems公司位于罗马尼亚的新工厂工作。他们所使用的生产工艺理念出自于Steve Driver的构想。Steve先生是在英国印制线路行业有着多年经验的专家，即使从事了几十年工作后，他依然对线路制造业充满激情。

当我走到BATM湿法加工区域时，不得不提出工艺中为何缺少了显影步骤这个疑问。答案很简单：使用了“按需喷墨”技术直接应用抗蚀剂，因此无需用到干膜显影剂(或光绘机、干膜压膜机或者UV曝光)。

这种印制技术是由总部设在荷兰的Mutracx公司提供的。他们交付给罗马尼亚工厂的机器型号为Lunaris，并且该机器可在不到20秒的

时间内印制整张PCB面板，因此该机器同欧洲的蚀刻和剥离速度十分吻合。这是一台专门为具备成像-蚀刻-剥离工艺设计的机器，并且该机器可以非常容易地整合到生产线中。Lunaris可用于线路板的内层(印制和蚀刻)和外层(图形电镀)加工，并且这两种工艺路线使用的油墨相同。剥离过程是在标准的干膜剥离液中进行的，虽然这可能需要用到稍高一点的温度。

相较于其他按需喷墨打印机，此机器的印制速度更高，多喷头阵列横跨于传送带的整个宽度上，这使得线路板通过打印机一次就能完成一面的成像。在完成第一面后，线路板会自动翻转以印制第二面。其非常灵活，几乎不需要调机时间就能实现1或者100块面板的批量



图1：工人正在对Mutracx Lunar机器进行调整

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
www.ventecclaminates.com

印制，以及稳定的单次印制成本都是十分具有吸引力的。

该设备还内置了自动光学检测仪(AOI)，以在线路板输送到蚀刻机前进行光学检查，因此这种工艺具备极佳的可靠性，能够确保在印制每个面板时，打印头上所有的喷嘴都不存在任何问题。

Lunaris 所使用的抗蚀剂是由Dow Chemical提供的，并且该抗蚀剂还具有应用在很多其他地方的潜力，其也可作为一种电镀抗蚀剂。该抗蚀剂应用到线路板上时，其性质稳定，并且只要将剥离温度设置在65℃附近，就可以十分容易且完整地实现剥离。

目前，该工艺并非一种高密度解决方案。按需喷墨打印技术在分辨率上有限制，由于墨滴需要在不发生偏移和变形的情况下穿过打印头和面板之间的空隙，所以它们需要足够的质量，这意味着对线宽和间距有一些限制；大于或等于0.150微米(6mil)的制程非常适合本机器。该技术完全满足BATM工厂的目标产品要求，因此我得说，此设备对他们来说非常好用。

我以前没有去过罗马尼亚，也不知道该期待些什么。我知道这家工厂是刚刚建成的，并且大部分员工以前没有参与过印制线路制造。我之前不应该担心这个的。罗马尼亚人民是他们国家的骄傲。他们不仅工作勤奋，责任心强，而且对访客也非常友好，并且乐于助人。我已将罗马尼亚列在了将要参观游玩的国家名单中(如果有机会的话)。该国某些地区拥有令人惊叹的自然美景，而与英国相比，其食宿费用也非常合理。

我相信其他公司会效仿像Driver这样引领技术潮流的人。在一个劳动力成本相对较低的

国家，加工制造业具有很好的商业意义——尤其是在印制线路板的生产中，制造人员的成本可以占产品总成本的很大一部分。随着许多公司希望在欧盟内投资一个低成本的生产基地，我也相信罗马尼亚和罗马尼亚人民的未来是美好的。罗马尼亚是个很好的选择。当我开车从匈牙利向南行驶到罗马尼亚时，很显然一些大的电子公司已经在此建立了工厂，以从有利的经济条件中获益。我相信，在未来几年里，这将会成为一个不断增长的市场。

这种新的线路印制技术还具有诸多关联效益。在欧洲，厂房地价昂贵，可以一次性取代这么多机器、占地面积小的Lunaris设备变得非常有吸引力。若把对电力和水资源的节约包括在内，情况将变得更为有利。此外还能节省加工时间，这是促使欧洲市场快速回暖的一大优势。在生产数据到达工厂后，基本上只需要几分钟时间就可以对线路进行蚀刻。

我非常尊敬那些愿意发展并尝试新技术的人。这是第二台运行于生产环境中的Lunaris设备，并且我知道另外一台机器主要用于印制电镀抗蚀剂。为了推动行业的发展，我们必须有像Steve那样乐于投资新技术的人。

本人效力于一家设备供应商，但我同Mutracx和BATM Systems公司没有商业利益或关联，我所安装的设备从性质上来说要传统得多。我对他们的新工艺十分感兴趣，并且会密切关注他们的进展。

祝他们一切顺利。PCB



Marc Ladle是Viking Test Ltd的总监。[点击这里](#)和他取得联系或阅读以往的专栏文章。

Global Wisdom · Local Presence
智慧大汇 实地创成



**全球最具代表性的线路板及
电子组装行业采购及信息交流平台！**

- 规模再度打破历届记录，逾2,600个展位，三馆齐开，共计超过52,500平方米。近550家国内外展商，一站式呈献业内革新及领先的产品及技术方案
- 创新推出与香港生产力促进局合办的香港展团，助您认识更多香港线路板厂商的产品技术及未来发展动向
- PCB设计大赛及PCB设计研讨会将再度举行，为PCB设计师提供展示技能及技术交流的机会
- 其他精彩活动如国际技术会议，助您掌握行业知识；欢迎晚宴、高尔夫球公开赛，助您搭建商贸人脉，促进行业交流及合作

观众预先登记，享免费及便捷入场！

请即到官网www.hkpcapc-show.org登记！

扫一扫！
 关注展会官方微信
 获取最新资讯



2017.12.6-8 中国深圳会展中心
1、2及4号展馆 www.hkpcapc-show.org

2017 HKPCA & IPC Show

主办单位：

HKPCA 香港线路板协会
 黄敏华小姐
 T: (852) 2155 5099
 E: secretary@hkpcapc.org

李明宇小姐
 T: (86-755) 8624 0033
 E: amandali@hkpcapc.org

IPC国际电子工业联接协会
 李金山先生
 T: (86-21) 2221 0072
 E: chuckli@ipc.org

参展查询：

承办单位 — 柏堡活动策划
 中国 — 陈涓女士
 T: (86-20) 133-6057-8272
 E: may.chen@baobab-tree-event.com

香港及海外 — 刘美儿女士
 T: (852) 3520-3612
 E: faye.lau@baobab-tree-event.com

主办单位

HKPCA
 Hong Kong Printed Circuit Association
 香港线路板协会

IPC

承办单位

BAOBAB TREE 柏堡
 柏堡活动策划

奥特斯在中国的工业4.0之路

公司发布2017/18财年第一季度财报

by 潘正铨

奥特斯

奥特斯新财年喜迎良好开端，近日公司发布2017/18财年第一季度财报，销售额显著增长，利润得以改善。

重庆工厂投产一年有余，开始对整体盈利能力产生了重大影响，显示出明显的上升趋势，得益于核心业务的旺盛需求和重庆工厂取得销售收入，奥特斯2017/18财年第一季度销售额达1.996亿欧元，去年同期为1.789亿欧元，增涨11.6%。相较去年，公司销售业绩和利润均取得积极进展。

“尽管我们对上海工厂部分产线进行升级改造，并决定降低产能，但是得益于核心业务的旺盛需求及重庆工厂良好的发展态势，本财年第一季度销售额达到较高水平，创历史新高（惯例第一季度的销售额会较低）”，奥特斯集团CEO葛思迈(Andreas Gerstenmayer)表示，“得益于所有工厂在生产上取得的成功，尤其是重庆工厂，我们的盈利能力显著提高。原材料价格上涨和上海工厂技术升级带来的压力等负面因素也因恰当的对策得到极大缓解。除此之外，我们正在核心业务领域实施新一代技术，智能手机应用（mSAP）的新技术生成达成到预期良好的利用率，在未来数月，产能利用率预测喜人。相比之下，半导体封装基板面临的巨大压力对我们来说依旧是严峻的挑战。因此，企业发展重点是，持续采取措施提高效率和产能。基于目前的技术评估，我们决定在本

财年不再扩大半导体封装基板工厂的规模，同时评估进一步扩大二厂的可行性计划还在进行中。现有金融资产保证我们在2017/18财年的投资规模可达到1.6~2.0亿欧元。不过，我们将持续审视优化金融投资组合的机会。”

在谈及奥特斯不断将越来越多的高技术产品引入中国并取得丰硕成绩时，奥特斯全球移动设备及半导体封装基板CEO、奥特斯（中国）有限公司董事会主席、奥特斯（重庆）有限公司董事会主席潘正铨（Chen-Jiang PHUA）表示，这也得益于奥特斯加码布局在中国的“工业4.0”战略。

潘总说，“集团于上海建厂初期，就布局了高度自动化生产的理念，并将产业机器人的使用方面贯穿整个生产流程。而现今中国政府主推《中国制造2025规划》，这意味着中国版的‘工业4.0’正逐步发力。《规划》中提出国家制造业创新中心建设、智能制造、工业强基、绿色制造、高端装备创新等五项重大工程，这与我们整个工厂发展策略不谋而合，工业4.0是我们明确的发展方向，我们在产品更新换代上所作的努力也是为了朝这一目标靠拢。奥特斯重庆新工厂就是最大限度地利用这些新机遇，比如通过统一的软件平台实现生产过程中各个阶段的智能管理”。目前奥特斯中国工厂智能化普及率最高的部分，一是全自动上下板机，以机器人替代重复性、机械性的工

创新: 翘楚所为。

ESI先进激光加工方案
助力软板加工业内龙头，
用创新占先机。

什么才是您明智的不二之选？
答案就是ESI的激光加工方案。
卓有远见之选，助您扶摇之力。

选业界翘楚之选，
由ESI来满足
您的软板钻孔之需。

esi®
卓越设计，精湛制造

ESI的激光加工解决方案的软板系列

5335™ **Flex5335™** **5335xi™**
GemStone™ **LodeStone™** **RedStone™**



更多信息请访问www.laserprocessing.cn



奥特斯全球移动设备及半导体封装载板CEO、奥特斯（中国）有限公司董事会主席、奥特斯（重庆）有限公司董事会主席潘正锵（Chen-Jiang PHUA）

种，提升生产效率；二是全自动检测设备，如全自动光学检测机、自动视觉检测机和全自动电性能检测等，机器人具备人力无法达成的高精度以及可以确保品质的稳定性。

正如集团CEO葛思迈所说，奥特斯发展突破点在于如何持续提高效率和产能。而以产业机器人为代表的智能制造技术的应用能帮助大幅提高生产效率；工业机器人还可以帮助制造业提高生产灵活性，加快产品生产周期，实现更高产能并提升产品质量；在降低生产成本的同时，智能制造中物料浪费的减少、能耗和废品率的降低不仅能够帮助企业实现更高效益，也有助于缓解日益严峻的环境和资源压力。

奥特斯-旨在成为先进技术应用的首选

奥地利科技与系统技术股份公司（AT&S）简称奥特斯，是欧洲以及全球领先的高端印制电路板制造商。集团致力于生产具有前瞻性技术的产品，并将工业领域的核心市场定位于：移动设备、汽车和航天、工业电子、医疗与健康以及先进封装领域。作为一家飞速发展的跨国公司，AT&S分别在奥地利（利奥本、菲岭）、印度（南燕古德）、中国（上海、重庆）和韩国（安山）拥有生产基地。集团在2016/17财年拥有员工约9,526名。更多资讯，请浏览公司网站www.ats.net。



***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

知识就是力量

by Tara Dunn

Omni PCB

“我可以在设计中做些什么来减少成本？”这是我经常问自己的一个问题。接下来要问的是，“它制造起来快吗？”在挠性或刚挠性线路中，这两个问题最为主要。挠性线路

通常被认为是成本比较昂贵的解决方案，人们通常只在必须使用挠性线路的时候才会使用，其中的原因无外乎是空间、重量、封装、需要弯曲、美观等。

众所周知，产品在设计初始就应该是高品质且被市场认可的。也就是说，设计出满足您需求的且成本效益最高的解决方案是至关重要的。今天，我想分享挠性线路方面，降低成本和缩短交货时间的三大技巧。

了解制造商的能力

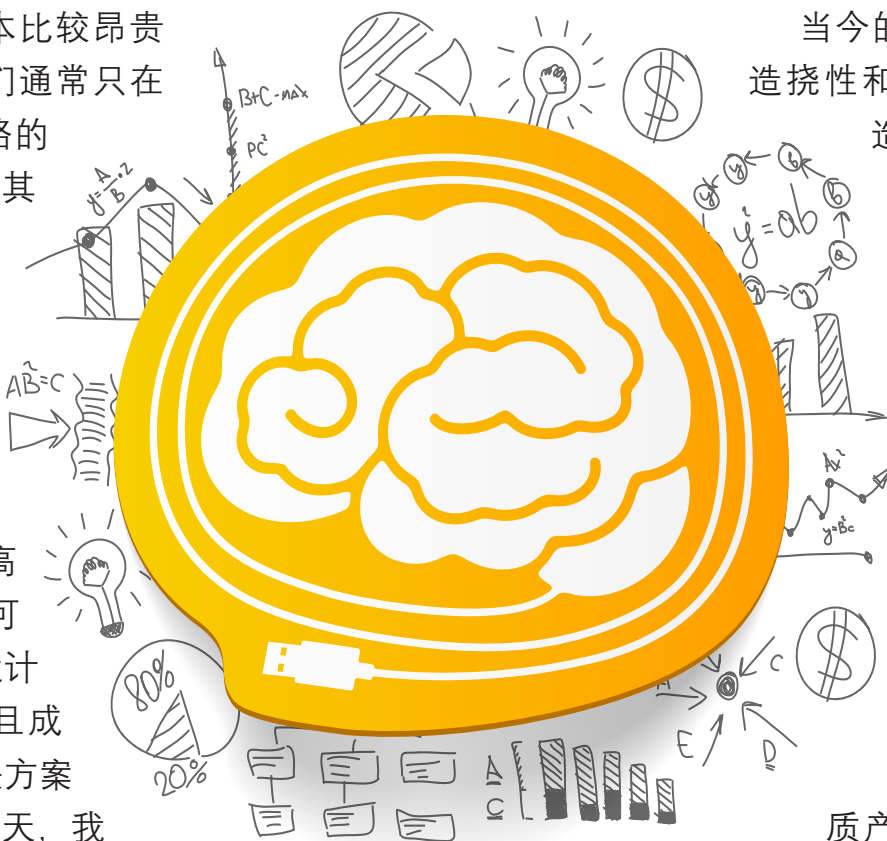
在当今快节奏的电子业界，设计师和工程师很少有时间能到实地去参观一家线路板制造商，以更好地了解线路板制造工艺。最理想的情况是，不但有机会了解这些定制产品将会

经过的基本工艺流程步骤，还能了解特殊产品的复杂性，例如顺序层压、微孔、挠性和刚挠性，以及连续层压和微孔的挠性和刚挠结合线路。

当今的市场，有许多制造挠性和刚挠结合板的制造商，他们各有特色：有的专门制造单面和双面挠性线路；有的专门制造多层挠性板；还有的则是专攻刚挠性线路板。在这些制造商中，有些会使用最先进的技术，有些则不会。但他们都可以生产优质产品。考虑到如何

确保您的设计不会增加成本时，就需要定期与制造商沟通，了解其能力和市场特点，然后将他们的能力与设计要求相匹配，就能够达到最佳效果。

我们举几个例子。首先，您正在做两种不同的设计。一个是0.010"线宽/间距的单面FPC，第二个是复杂的有堆叠微孔的16层刚挠性结合板。您的认证供应商名单中有3家能提



自动预对位的冲孔机

ATP-1000Auto PE冲孔机

板尺寸范围: 12"×14" ~ 24"×28"

模具: 4槽+4圆孔, 4圆孔

冲孔槽定位精度: $\pm 0.001"$

冲孔槽重复精度: $\pm 0.0005"$

冲孔圆定位精度: $\pm 0.001"$

冲孔圆重复精度: $\pm 0.0005"$

影像到孔的精度: $\pm 0.0005"$ (板中心)

液压输出: 最小12吨

速度: 8-10片/分钟

Camera: 2 or 4

电力: 380V 3 ϕ

气压: 20cfm, 100PSI, 1/2"管



香港集团总部

香港九龙湾临泽街8号
傲腾广场17楼
电话: +852 2357 8888
传真: +852 2341 9339
电邮: wkk_hongkong@wkk.com.hk

深圳公司

中国广东省深圳市福田区
新洲南路新洲花园大厦裙楼3楼
邮编: 518048
电话: +86 755 8348 8888
传真: +86 755 8348 8899
电邮: wkk_shenzhen@wkk.com.hk

WKK

www.wkkdistribution.com

成都公司

中国四川省成都市成华区
建设路9号高地中心1205室
邮编: 610051
电话: +86 28 8432 3383
传真: +86 28 8432 3263
电邮: wkk_chengdu@wkk.com.hk

上海公司

中国上海市普陀区金沙江路
1340弄172支弄14号1号楼
邮编: 200333
电话: +86 21 5283 3303
传真: +86 21 5283 3028
电邮: wkk_shanghai@wkk.com.hk

重庆公司

中国重庆市九龙坡区科园
一路6号渝高未来大厦17-3室
邮编: 400039
电话: +86 23 6819 3303
+86 23 6819 3363
传真: +86 23 6819 3353
电邮: wkk_chongqing@wkk.com.hk

北京公司

中国北京市经济技术开发区荣华中
路10号亦城国际中心B座1801室
邮编: 100176
电话: +86 10 5778 0051/
5778 0052/5778 0053
传真: +86 10 5778 0059
电邮: wkk_beijing@wkk.com.hk

江西公司

江西省南昌市湖滨南路99号
凯美开元名都大酒店裙楼6楼602室
邮编: 330077
电话: +86 791 8612 0833
传真: +86 791 8612 0832
电邮: wkk_jiangxi@wkk.com.hk

西安公司

中国陕西省西安市高新区
唐延路1号旺座国际城D座2206室
邮编: 710065
电话: +86 29 8928 1076
传真: +86 29 8928 1079
电邮: wkk_xian@wkk.com.hk

苏州公司

中国江苏省苏州市高新区邓蔚路
9号润捷广场北楼901室
邮编: 215001
电话: +86 512 6807 8793
传真: +86 512 6807 8795
电邮: wkk_shanghai@wkk.com.hk

供：A公司主要生产单面和双面FPC；B公司生产挠性和刚挠性，但一般都是10层以下的设计；C公司专门制造复杂的刚挠结合板。这个情况有点棘手。很有可能那家能够以最快交货周期和最低价格制造复杂刚挠结合板的公司却在制造简单的单面FPC时不能同时满足以上优点。如果不考虑成本的话，那么在同一家制造商处订购两种零件是最方便的，但如果需要考虑成本，那么找到最适合每个技术水平的制造商是最具有成本效益的。

第二个例子是理解每个供应商的能力矩阵。了解每家合作的供应商是非常重要的，他们的标准、先进和新兴技术的标准是什么？以钻孔尺寸为例，某些制造商认为0.10”的钻头是标准的，使用0.008”就会增加成本。而有可

能其他供应商认为0.008”是标准，在0.006”才会增加成本。这不会反映每个制造商的产品质量，但更多地反映了他们在某种技术水平上的熟练程度和具体的成本驱动因素。一旦了解了这些阈值的位置，您就可以很好地衡量超越标准技术的成本与收益。

选择库存多的常用材料

挠性线路有许多不同类型的材料可供选择，当您在考虑刚挠结构时，这个数量还会呈指数增长。为了简化，以标准铜/聚酰亚胺层压板为例，层压板有两种类型：基于粘合剂的和无粘合剂的材料。对于这两种类型，都有大量的材料组合。铜通常可以选择1/4盎司至2盎司，聚酰亚胺厚度通常在0.5密耳至6密耳的范

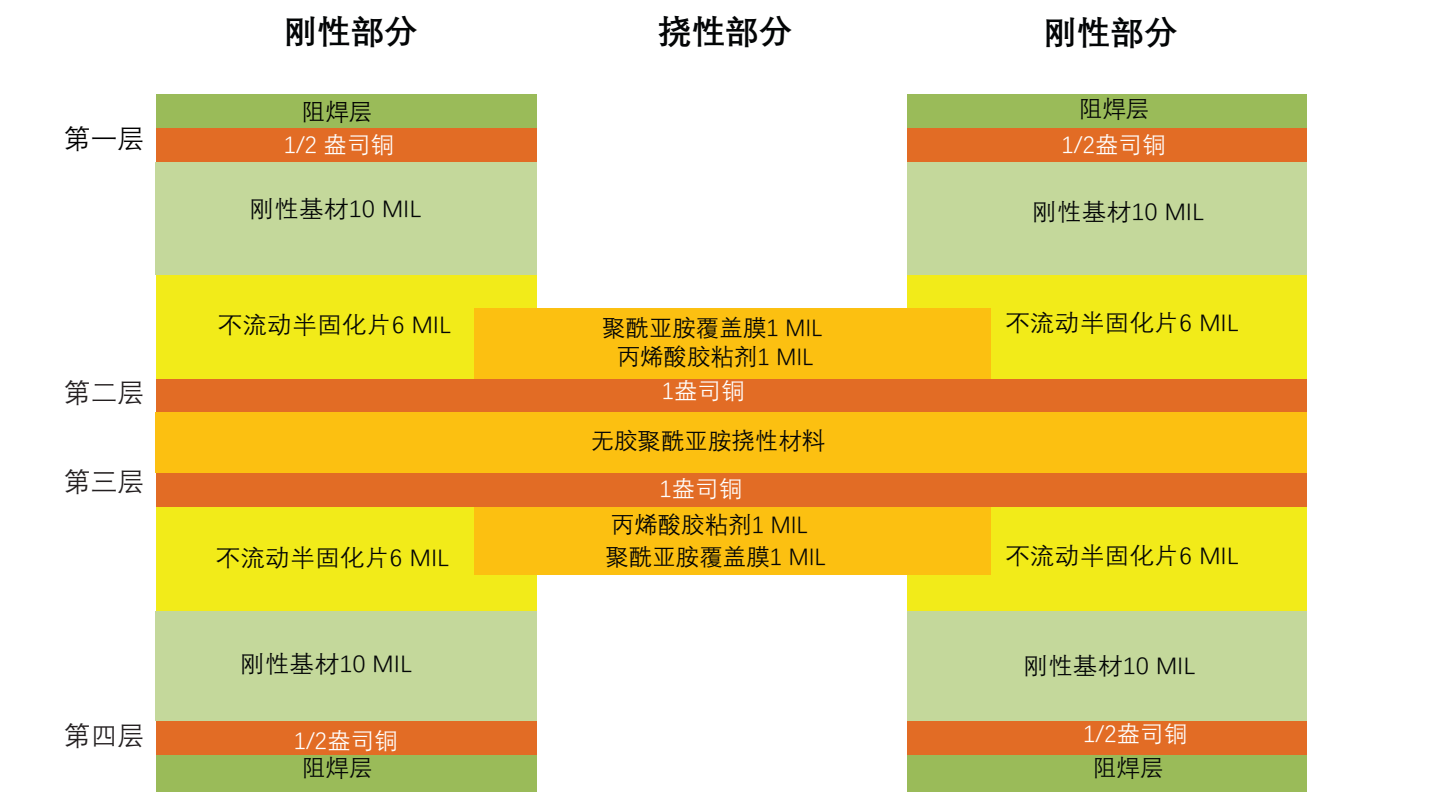


图1：刚挠性叠层的例子



围内。听起来不错，对吧？那是！但是，虽然这些选项都可供选择，但并不意味着制造商那里都有这些库存，或者它们的成本便宜。在需要考虑到成本和缩短交货时间的设计中，我最好的建议是与制造商紧密合作来决定选用哪种。

一般来说，1/2盎司和1盎司铜，以及1密耳和2密耳聚酰亚胺层压板会比其他组合便宜。然而，成本和交货时间最佳的还是您选择的制造商所最常使用的材料。请不要只是因为应该会更便宜而指定粘合剂层压板。如果您的制造商在生产中更多使用无粘合剂材料（强烈推荐用于刚挠性材料），那么他们可能会大批量购买层压板，从而降低进货价格，节省成本。交货时间同样如此，使用有库存的材料进行设计可以制作样板以及交货时间至关重要的情况下消除等待材料到货的时间。

我的建议是与您的制造商合作进行选择，让他们清楚您的要求。让他们知道材料是否不重要，并要求他们使用常用材料。这样就能消除所有的假设，并达到最低的成本，最佳的交货期。

在制造备注中明确沟通

通常，75%的挠性和刚挠性设计在制造商制作治具时都无法生产。很大一部分需要提出的问题都来源于不明确的制造备注。叠层不明确是刚挠性线路的一个常见的问题。确保你清楚地指出哪些层是挠性，哪些层是刚性。如果您在完成设计之前就确定了叠层，那么很容易就能包含进去。挠性和刚挠性设计有可能会使人困惑，而且最基础的东西有时会被忽视。

在制造备注中容易被忽略的另一件事是UL要求。有很多例子，比如没有通过燃烧测试，然后在调查原因时，发现装配图中清楚标注了UL要求，但在制造备注中没有。在没有要求的情况下，您的制造商不一定会默认使用UL材料，并且在报价时，合同制造商会将制造厂的注释与装配图分离开。一定要在装配图和制造备注中清楚说明质量要求。

这些有什么共同之处呢？我相信降低成本和缩短交货周期的最佳方法是在整个设计过程中与制造商通力合作，并清楚传达要求。都说经验是最好的老师，而他们每天都在使用新的设计。利用这些知识！**PCB**



Tara Dunn是Omni PCB的总裁。Omni PCB是一家专注于印制线路板行业的制造商代理公司。阅读过去的专栏或与她联系，请[点击这里](#)。



W.O.R.C.助力缩短生产周期

by Steve Williams

The Right Approach Consulting

简介

在改善工艺流程方面，精益生产、瓶颈理论（ToC）、快速反应制造（QRM）、跨部门培训、统计过程控制（SPC）等管理工具在大批量生产的环境中都是行之有效的方法，而在高混合、小批量（HMLV）的运营中却无施展之地。为此开发出最新的W.O.R.C.制造策略，扬长而避短。

现有工具的局限性

精益生产旨在消除一切浪费、减少延误、

改善性能和降低成本，重点是去掉生产环节中一切不产生附加值的工作，而传统的提升方式是专注于减少增值步骤的时间，这两者有鲜明的差异。但精益制造的问题在于很多在大批量制造中效果极佳的工具无法在混合产品中发挥同样作用。

ToC通过以下五个步骤来消除工艺流程中的瓶颈：识别制约因素、挖尽制约因素、迁就制约因素、扩展制约因素和重复。ToC的问题在于，从定义上来看，消除一个难题会导致另一个难题的出现，并且在高混合工艺流程中，

难题会层出不穷。

快速反应制造（QRM）是以单元为基础的策略，其重点针对那些专门从事批多量少（HMLV）生产的工厂，在过去几年中这种模式流行了起来。QRM的问题在于它只有将生产线上的设备按顺序集结成完整的小单元时才能发挥出最佳效果，这在资本密集型的加工环境中就无法实现了，比如电镀、无尘室成像等，在每一个单元内都配置一台机器过于昂贵。

跨部门培训对生产的连贯性至关重要，以克服员工缺勤、某个部门负荷突然提高以及其他无法预见的事情，从而危及整个生产线流程。而跨部门培训的问题在于培训内容通常是随机的，意味着员工会基于他们过去的经验或兴趣去接受跨部门培训，没有方法来跨越密切相关的任务。

SPC是利用统计分析来监控工艺流程。SPC的缺点是只能在工艺成熟的大批量加工中对固定产品组合发挥出最佳效果。各个公司倾向于把SPC应用在会随着产品不同而发生变化的具体特性上，这对那些一天就需要更换好多次零件编号的工艺而言又增加了难度，比如印制电路制造。

W.O.R.C.简介

快速加工的工作流程优化（W.O.R.C.）是The Right Approach Consulting（TRAC）公司为了满足客户需求而开发的。它吸纳了现有工具中最关键的一些元素，并应用于批多量少（HMLV）制造环境当中。在过去的30多年中，TRAC一直与世界各国制造公司携手并进，专门针对高混合小批量生产的公司研发出了这种新型制造策略。W.O.R.C.不仅仅是一个

生产工具，它从订单录入到运输交货都适用。虽然它使用的基础工具和技术并不新颖，也没有什么开创性，但它在HMLV制造中所使用的独特组合方式却无比新颖。TRAC已经在很多行业中成功应用了W.O.R.C.，在本文中我们会从运营前端的办公室职能角度和生产角度两个案例进行研究。

W.O.R.C.单元

根据运营方式、工作流程和设备装置，一共可以实施三种W.O.R.C.。

实体W.O.R.C.单元

类似金属板制造、注塑成型和压铸成型等行业，定制的是实体W.O.R.C.单元。其关键在于把大多数（如果无法实现全部）操作所需的所有设备都安装到一个实体单元中。W.O.R.C.单元可以用很多适合工艺流程、产品和/或工作场所（马蹄形、线形、环形等）的方式进行装配。首要关键点就在于要根据流程顺序设计单元，同时最大程度地减少运输次数并控制浪费；第二个关键之处在于跨部门培训，或者更确切来说要最大程度地跨部门培训，这意味着单元内每个员工都可以完成任何任务、能够操作每台设备。

虚拟W.O.R.C.单元

类似印制电路板制造这种需要专用设备、工艺流程和环境条件，很难实现将单个设备放入一个单元之中。例如，多个电镀生产线和成像无尘室需要完全不同的环境，但是这是可以实现的，在某些情况下，在共存的单元内隔离出小空间用来电镀和成像也是可行的，但通常都会选择虚拟W.O.R.C.单元这种解决方案。

什么是虚拟W.O.R.C.单元？它是将所需设备放置在普通的工作区域和职能部门中，但要在W.O.R.C.单元的每个区域中指定一个专用设备。这就意味着，只有W.O.R.C.单元内的工作可以在这些机器上运行，这在初始阶段对很多生产经理而言都比较困难。这就意味着要在某些时候闲置这些机器。一开始，这对负责评估效率、ROI和生产力的财务部员工而言也是很难接受的。我们稍后会讨论到这一点。

混合式W.O.R.C.单元

就像生活和工作中的很多事一样，混合式解决方案通常能更好地解决问题。这就意味着要给那些可以轻易共置在一个单元内的任务和设备设置一个实体W.O.R.C.单元，然后和一个需要特殊环境条件的专用虚拟设备合并在一起。只要实体单元能紧挨着一个（多个）虚拟单元，就可以最大程度地发挥优势。

例如，由于重量、体积和特殊控制环境，无法将制造一块PCB所需的所有关键工序（钻孔 / 分板、电镀、成像、层压）都放在一个单元内。有很多例子都符合虚拟W.O.R.C.单元模型——在每个专门进行W.O.R.C.工作的关键部门中都放入一台设备。在保持整套设备只能专用于W.O.R.C.工作这个方面，虚拟单元比实体单元所需要遵循的准则要多很多。

W.O.R.C.单元跨部门培训

这就是W.O.R.C.单元的魅力所在，而且它适用于所有三种模型。和那些需要给每项任务配备专员的传统部门功能单元不同，这些单元可以在尽少使用技能水平高的工人的情况下实现正常运行（图1）。这个结构有两个额外的优点：一是既灵活又精益，可以根据需求和混



图1：跨部门培训的魔力

合出现的变化快速做出调整；二是单元是完全自给自足的。关键的2点在于：

1. 经理会低估跨部门培训的价值；
2. 经理会高估跨部门培训的难度。

自主性

这对思维方式比较守旧的生产经理而言是另一个要花很长时间才能接受的概念；W.O.R.C.单元内成员需要有完全的自主性，请注意我说的是完全。他们自己订购原材料和补给，管理成员的时间 / 工时 / 加班情况，负责设备的维护和单元内的工作安排。好消息是一旦负责工厂其他部门的经理看到运行得这么好，他们就会100%接受它，因为这会让他们的工作简单很多。

终结传统观念

传统观念认为：

- 为了缩短完成时间，每个人都要加快工作

速度、加大工作强度、延长工作时间

- 为了更快地完成工作，我们必须要让机器和员工一直工作
- 为了缩短订货交货时间，我们必须提高效率、提高稼动率
- 运行物料需求计划（MRP）系统（或ERP）有助于缩短订货交货时间
- 因为交货时间较长的产品需要大批量订购，所以应该和供应商协商批发折扣
- 我们应该通过降低价格和提供批发折扣的方式鼓励客户大批量购买我们的产品
- 我们可以通过在每个部门成立小组的方式缩短交货时间
- 我们之所以要缩短交货时间是为了向客户收取更多费用

W.O.R.C.单元的观念

从财务人员的角度来看，这一部分需要财务人员摆脱传统的思维模式、跳出他们的舒适

区。这意味着他们要把在商学院学到的一切和整个职业生涯中应用的所有方法都抛诸脑后。但那些思维比较开放的人通常可以意识到W.O.R.C.单元的观念是多么富有智慧，它在他们的日常操作中是非常合适的。受传统财务指标的限制，他们也需要使用混合式方法，这种方法在传统的生产工厂流程中也同样合适。

备用生产力的战略计划

传统观念认为：“为了更快地完成工作，我们必须要让机器和员工一直工作。”

这是错误的观念：随着利用率达到100%，生产线上的队列也会排得越来越长。我来从个人角度讲一下：请看图2，日常生活中在你去上班的路上，你愿意走一条利用率达到了100%的高速公路（一辆接一辆）还是愿意走一条利用率只有70%（65 mph）的公路？我们讨论的是速度与时间，我们为什么会想让原本已经取得的成果变得更少呢？



100%利用率



70%利用率

图2：你更愿意走哪一条公路？

降低稼动率（提高备用生产力）

这不需要增加任何资源，而是需要减少以下的项目：

- 配置时间
- 运行时间
- 返工和/或报废
- 成品库存
- 机器停机时间
- 员工缺勤

“计划目标是70%~85%的稼动率，这是实现最佳效果的百分比，并且可以避免让更多的任务占用备用生产力！！！”

更大并不意味着更好：减少批次规模

传统观念认为：

“为了缩短交货时间，我们必须要提高效率。”

这个观念是错误的：不是因为提升效率不够好，而是因为大多提高效率的措施都和缩短交货时间冲突。一次只加工一个产品是精益操作管理的圣杯，但这是不切实际的。每批次的规模越小，效果就越好，还可以：

- 增强控制和提高可追溯性
- 提高质量水平
- 增加灵活性
- 加强风险管理
 - 改善库存
 - 改善ECN
 - 避免淘汰
 - 减少报废和返工

用来支持W.O.R.C.的五个简单的会计策略

1. 使用更低的间接成本分摊率计算W.O.R.C.单元；

2. 不仅仅针对直接劳动力分配间接成本；
3. 计入运输时的间接成本；
4. 根据关键路径或其他交货时间测量计入间接成本；
5. 特别针对较大规模的批次重新分配一些间接成本。

提示：以上提到的所有内容都和GAAP（公用会计准则）一致。

“一切都和钱有关。”

想办法为你自己省下更多的钱！

花上好几分钟、好几小时、好几天甚至好几周的时间只为了缩短几秒钟的行为就好比本来可以省下一块钱但你却只省下一分钱。

缩短生产周期要先从运营前端的办公室入手

TRAC综合评估得到的最令人惊讶的结果之一就是运营前端的办公室职能（销售、订单输入、工程设计和CAM）占用了大量的交货时间。这是开始实施W.O.R.C.的最快、最简单的方式，而且可以立刻见到回报。下面的案例分析讲述了只需要对工艺流程做出小小的改动并对一部分空间进行重组，就可以大量缩短生产周期。

运营前端办公室的案例分析：A公司

A公司市值2400万美元，是一家面向工业、医疗和仪器市场的定制金属板元件制造商。该公司报告称在过去的两年中其市场份额在逐渐下滑，客户向他们不断施压要求将他们将标准交货时间从4~6周缩短为3~4周，因为他们的竞争对手的交货时间基本都在这个范围内。该公司聘请TRAC为他们进行一次“从订货到发货”的综合评估，并且开发出一个可以缩短生产周期的实施计划。

运营前端办公室的流程评估

评估发现，A公司的交货时间中有2½周花费在运营前端的办公室职能上：销售、订单输入、CAM、工程设计和采购。生产只能在第3~4周才能开始进行。先后到达办公室的订单通常会累计到一起处理。

举个例子，公司内部每个销售人员都会积攒够了一沓订单以后才会交给负责订单录入的工作人员，这种情况同样会在其他环节重复出现。销售部平均每周会接到六个快转任务，这成了每个部门的首要任务，因而就会忽视交货期限、推迟其他标准生产的订单。造成交货延误的另一个主要原因是工程设计过程中出现的技术问题需要经过销售部门反馈给客户。因为没有良好的沟通，经常会出现原材料或元件没有及时订购的情况，造成延迟交货。最终，不论复杂性怎样，每个订单都是同样的处理流程。

运营前端W.O.R.C.单元解决方案

第一步是根据所需的步骤对销售部门接到的订单种类进行分析。结果显示所有订单中大概有25%的订单只需要用到55%的流程步骤，剩余的则需要进行大部分流程步骤。ERP系统中安排了一名设计师负责分辨这两个订单种类，用“L”表示订单复杂程度低，用“H”表示复杂程度高。

下一步是设置运营前端W.O.R.C.单元（图3），安排一名员工到单元中负责销售、工程设计 / CAM、采购、日程安排、制造和质量方面的问题。关键在于要将这些职能放在一个开放的协作式工作单元中，这个单元中可以实现及时沟通，工程部的员工可以和销售部一起听取并参与到与客户的技术讨论中，

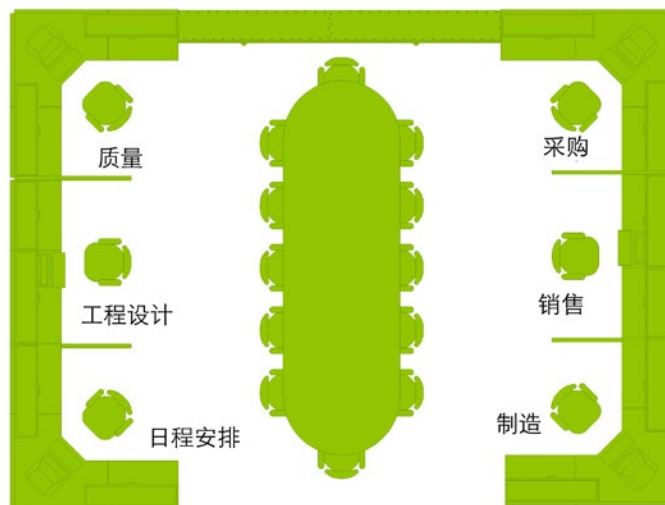


图3：运营前端W.O.R.C.单元

所有的主要利益相关者可以同时审查图纸。

最后一步是给所有的“L”工作和“Q”（快转）工作安排流经运营前端W.O.R.C.单元的路径。重要的是，设计用于工作单元的工作种类要足够支撑起这个单元；不然就应该扩大其规模。这里的关键在于单元内的工作人员专门只负责“L”和“Q”工作，他们会停工一段时间接受其他单元职能的跨部门培训，以便应对工作量激增。

成果

这种方式取得了显著成果；经过“运营前端”处理的“L”和“Q”工作的生产周期从12.5天缩短到了3天，这样一来就多了9.5天的时间用于生产。因为这些订单不再流经标准的办公室路径，“H”类工作的生产周期也随之缩短。

附带优点

邻近的单元结构大幅加强了所有成员间的即时沟通。附带的优点就是一个人和一位客户或员工之间的对话产生了同化作用，从

而产生了之前没有的协同效果和团队问题解决能力。

制造方面的案例分析：B公司

B公司市值1700万美元，是一家面向商业、医疗、电讯和军事 / 航空航天市场的印制电路板制造商。该公司报告称在过去四年中，及时交货率没有得到改善，公司无法实现客户期望的95%及以上及时交货率。该公司聘请TRAC对其业务流程进行一次综合评估，并开发一个可以缩短生产周期的实施计划。

流程路径分析

第一步是进行工艺流程分析来检测B公司产品、技术和工艺流程。第一步非常关键，因为这是对装配专用W.O.R.C.单元进行评估的最重要的依据。分析结果通常会指向这三点中的一点，但也可能不止一点。根据一家工厂每天加工的零件编号数量，三个月的工艺流程通常对分析来说就已经足够了。

这项操作通常用到的简易工具就是一页电子数据表，在X轴上列出工厂中所有可能出现的（主要）工艺步骤，Y轴列出零件编号。在分析中记录层数、原材料和所用技术是非常重要的。接下来，电子数据表上就会布满了从抽中的月份中收集的工艺流程的信息（也就是流程单、工艺过程卡等）。分析的摘录见图4。

下面就到了分析阶段；我们寻找的是可以被归入以下类别之一的大比例流程单路径：

- A. 一条比较短的路径顺序
- B. 一类特殊的材料种类
- C. 一项特殊的技术

注意：如果没有太大差异，可以将一系列类似的工艺路径/材料/技术结合在一组中。

整个数据组显示，整个工厂的加工任务中有18%应用了标准的FR-4材料组合，使用的是2层或4层技术。这说明了很多问题！我们假设为这一产品/工艺系列设置专用

工艺路径分析														
P/N	层数	材料种类	技术	发料	I/L 准备	I/L 成像	激光钻孔	铜层	平面化	层压	钻穿	E-Less	O/L 成像	Pla
	2	STD FR4	D/S	x							x	x	x	
	10	LOW LOSS	STD M/L	x	x	x				x	x	x	x	
	16	HYBRID	Microvia	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	4	STD FR4	STD M/L	x	x	x				x	x	x	x	
	12	STD FR4	STD M/L	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	4	LOW LOSS	STD M/L	x	x	x				x	x	x	x	
	8	STD FR4	Microvia	x	x	x				x	x	x	x	
	2	STD FR4	STD M/L	x							x	x	x	
	12	TEFLON	B/B Via	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	8	STD FR4	STD M/L	x	x	x				x	x	x	x	
	16	STD FR4	STD M/L	x	x	x				x	x	x	x	
	10	LOW LOSS	Microvia	x	x	x				x	x	x	x	
	20	HYBRID	Microvia	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	4	STD FR4	STD M/L	x	x	x				x	x	x	x	
	12	STD FR4	Microvia	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	4	LOW LOSS	STD M/L	x	x	x				x	x	x	x	

图4：B公司的工艺流程分析

W.O.R.C.单元是可行的情况下进行的。

创建虚拟W.O.R.C.单元

W.O.R.C.单元工作的钻孔、成像、层压和检查都有一台机器负责，为2层和4层标准FR-4产品创建一个虚拟W.O.R.C.单元。每个工艺都只有一台机器，所以不包含电镀和阻焊层。所有的W.O.R.C.单元都是同样的18"×24"标准面板，不需要考虑面板利用率。生产力和效率提高所节省的成本可以弥补短期的材料浪费，客户对及时交货率（OTD）的满意程度也会有所提升。

之后的阶段就是挑出3名员工接受跨部门培训，这3人会成为4个部门的工艺专家，任何一个都可以熟练进行产品钻孔、成像、层压和检测操作；换句话说，他们会成为“超级认证操作员”。核心单元由2名员工组成，另外1名作为后备。选出的这3名操作员已经非常精通一个工艺领域，他们会在6个月内精通所有的四项工艺（在每个原本不熟悉的部门待8周）。

最后一个阶段就是在ERP系统中给W.O.R.C.单元工作创建新代码，这样就可以把工作自动安排到虚拟W.O.R.C.单元，不会和公司其他产品所需的标准工作弄混。

成果

以下基准值是在实施制造W.O.R.C.单元的12个月之前确立的：

- 及时交货率:89%（所有工作）
- 良率：92%（所有工作）
- 客户满意度：6.5/10.0（年度调查复合值）
- 同比增长率：3%

实施W.O.R.C.单元12个月之后：

- 及时交货率:98%（W.O.R.C.单元工作）
- 及时交货率:94%（所有工作）
- 良率：96%（W.O.R.C.单元工作）
- 良率：93%（所有工作）
- 客户满意度：8.5/10.0（年度调查复合值）
- 同比增长率：9%

附带优点

经过W.O.R.C.单元加工的任务已经在及时交货率方面有所提升，但其他任务的完成情况是否有所改善呢？从标准生产流程中移除2层和4层的加工工作释放出了所有部门的生产力，整体的及时交货率都有所提高。良率的激增完全是W.O.R.C.单元工作的作用，因为三人组从开始到结束完全对产品质量负责。

结论

通过W.O.R.C.方法，使用工具组合可以提高及时交货率、缩短生产周期和交货时间并提高良率这几个关键的性能指标。全面的提升同样也可以提高客户满意度、增加新的商业机会，从而直接影响基线收益。W.O.R.C.的实施需要公司付出精力、培训相关人员并且会花费一定的成本，但是在合适的条件下，它的回报也是丰硕的！



Steve Williams, The Right Approach Consulting LLC总裁。阅读以往专栏或联系Williams，请[点击此处](#)。

挠性线路进化到激光加工

第二部分：计算和优化生产

by Mike Jennings & Patrick Riechel

ESI

持续改进的工艺

在本系列文章的[第一部分](#)中，我们讨论了通过添加挠性激光加工工艺来获得竞争优势。在第二部分中，我们将在此基础上，研究如何优化挠性线路激光加工，以降低成本。在考虑添加FPC加工相关的成本时，您应该看哪些地方，有哪些预期，以及如何控制和最小化这些成本？

控制固定成本

除了显而易见的系统采购成本以及相关的折旧费用外，还需要考虑各种其他隐性的固定成本。包括系统安装和人员培训成本、

生产前调试系统的成本、占地面积和管线成本以及升级设施以满足系统场地要求的相关成本。我们在第三部分将详细讨论厂房准备。

激光系统的厂房要求中比较典型的有电气、真空、压缩空气、环境空气以及温湿度要求。忽略其中任何一种都会导致产量低、产生不合格品甚至昂贵的紫外线激光系统损坏停机。电力不稳定以及停电常常会导致意外的系统错误、产量问题和报废。

延长系统寿命

用于挠性加工的典型高功率紫外激光器

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

的寿命范围为1~2年，当然如果激光器不是全天候使用，或者用于加工的激光功率远低于系统的功率规格，那么其寿命可能会更长。大多数光学器件的更换周期与此类似，但具体长短取决于压缩空气质量和环境空气质量，激光加工产生的碎片量以及预防性光学清洁维护的频率等因素。训练有素的系统供应商，会派遣现场服务工程师执行系统故障排除和大型维护，而工厂内部维护团队将执行更频繁、更简单的预防性维护任务。

管理运营成本

激光加工设备的人员成本不同于其他固定资产设备。虽然操作工、维护工程师和主管是所有固定资产设备的标准配置，但激光加工设备仍至少需要一名训练有素的激光工艺工程师和一名激光安全员。与机械钻孔不同，在机械钻孔中，对于给定的材料和钻头，明确定义了速度和进料组合，而激光加工需要主动进行工艺开发，以确保得出稳健、高产量的工艺，且不仅适用于材料和过孔类型和大小，还要匹配上游和下游工艺。任何使用4级激光器用于材料加工的公司都应配备激光安全员来确保流程安全，并对员工进行适当的培训，以避免严重的激光相关事故^[1]。在之前的文章“保证激光安全”^[1]中，我们详细讨论了这一点。

提高良率

良率成本是指产量/质量问题乘以特定面板的成本损失，如果您不采取主动措施来减少它的话，这个数字可能会变得很大。严格的质量要求不再局限于医疗器械和国防工业。即使在消费电子行业，一些OEM厂商也

开始按照高于所有报废板材的原始成本进行罚款。这些趋势加上材料越来越敏感，加工尺寸越来越小，所以您和您的系统供应商需要更加细致入微。

加入自动化

最后，如果您正在考虑使用自动化材料移动解决方案（如卷对卷处理或堆栈处理）来助力您的激光系统，请不要忘记它在确保高加工良率方面也起到关键作用。特别是当材料变薄并且更容易损坏时，您的材料移动解决方案不仅应选择价格最低的，还要考虑其在最大运行速度运送至激光系统内时材料不会起皱、磨损或受到其他损坏的能力。

最大化系统利用率

系统利用率指的是除去系统停机时间后系统在生产中花费的时间百分比。通常可以在购买之前查看系统的预防性维护指南来估计计划停机时间。

另一方面，计划外停机时间通常更难判断。供应商的服务团队应提供对维修频率的合理估计，以及更换激光器等重大停机情况的平均时间。系统故障排除所需的时间通常具有不确定性。能够最小化停机时间的最大因素包括供应商服务团队的位置、培训和经验水平，以及最关键系统组件的本地备件中心的库存，以避免长途运输和报关延误。

除系统相关问题外，厂房环境也可能导致计划外停机。停电、超出范围的温湿度、真空、压缩空气和空气质量都有可能对系统利用率产生负面影响。最后，鉴于在诊断产量问题时可能难以区分系统问题和工艺问题，同样重要的是，您的供应商有一个有经

验的应用工程团队，可帮助您诊断激光工艺潜在的问题。

总结

在本专栏文章中，我们概述了拥有成本及其主要组成部分。在查看典型的UV激光加工系统时，前期成本和维护成本在拥有成本中占比最大，大部分维护成本与激光和光学组件更换相关。因此，系统和供应商的持久性特别重要，以便能在尽可能长的时间内平摊这些成本。

一旦您购买了系统，那就要不断寻找最小化拥有成本和降低生产成本的方法。确保您的厂房符合系统的场地要求，以避免今后出现产量问题、过高的系统维护成本、以及计划外停机。还要确保您的工艺开发团队经过了足够的培训，最大限度优化您的工艺吞吐量和产量，同时避免可能影响工艺稳健性

的常见失误。

无论您是在考虑新增UV激光加工系统，还是试图改进现有系统的COO（拥有成本），请牢记这一框架和这些因素。一定要全面考虑系统、供应商、人员、场地成本、能力和限制，这会对您有非常大的帮助，并能确保充分利用这项投资。**PCB**

参考资料

1. [Keeping on Top of Laser Safety](#), by Mike Jennings and Patrick Riechel, ESI.



Mike Jennings(左)是ESI工业产品部的产品营销总监。

Patrick Riechel(右)是ESI挠性电路微加工工具的产品经理。

金百泽中标千万级通信模组项目，牵手中移物联网发力IoT

日前，在中移物联网通信模组项目招标中，金百泽凭借在物联网和通信领域强大的品牌影响力、卓越的产品品质，在众多竞争品牌中脱颖而出，成功中标该项目，为此物联网通信模组提供PCB制造、PCBA装联和测试的一站式服务。项目一期工程高达1000万元，计划三个月内完成交付，后续的二期和三期工程将逐步投产。

金百泽作为国内领先的电子产品设计和制造服务商，早在2006年就充分发挥在技术、产业、市场方面的优势，积极投身物联网发展浪潮，并成立专注物联网领域的泽国电子，为客户提供物联网模块设计和制造一站式服务，

KINGBROTHER
金百泽科技

最具特色的电子产品设计和制造外包服务商
The Leader of Innovative Integrated Design-Manufacture Service Providers

在2G/3G/4G通信模块、NB-IoT模组、GPS模块和WIFI+AUDIO智能音响模组中均有成功案例，获得客户的一致好评。

物联网作为一个新经济增长点的战略新兴产业，被视为推动世界高速发展的“重要生产力”，是继通信网之后的另一个万亿级市场。中移物联网一直致力于推动物联网在各行业的规模应用，本次招标的产品为中移物联网首款全自主研发、为中国市场量身打造的工业级双频段（900MHz/1800MHz）2G通信模组，其产品功能、性能、压力等指标达到同业先进标准。

阅读全文，请[点击这里](#)。

去钻污缺陷指南

by Michael Carano

RBP Chemical Technology

介绍

本期的化学槽之扰中，我们将介绍与去钻污工艺有关的几种缺陷。

不充分或过度去钻污都会导致数种PTH缺陷和故障。树脂胶渣、树脂无效纹理化，或者加强的去钻污都会导致电镀不良、咬合失效和其他不合格缺陷。然而，正确的故障排除流程中还指出，钻孔也会造成这些缺陷以及其他缺陷。例如，钻孔可能会导致玻纤束撕裂产生缝隙，孔壁极其粗糙以及过多污迹。不良钻孔实践还可能导致B阶段到铜箔界面产生“楔形空洞”等缺陷隐患。这些只是本专栏中将会讨论的一小部分。

本文还会讨论这些缺陷的根本原因以及对PTH质量和可靠性的影响。

1. 凹蚀过多

说明：玻璃布过多，正凹蚀过多。

特点：可能会导致镀层折痕，孔开裂，玻璃空隙和孔中镀铜不均匀。

可能的原因：

- a) 有机溶剂和高锰酸盐步骤时温度过高；
- b) 在溶剂和高锰酸盐步骤中的停留时间过长；
- c) 溶剂和/或高锰酸盐步骤的浓度过高；
- d) 进钻速度过高（钻孔进刀量太大）；

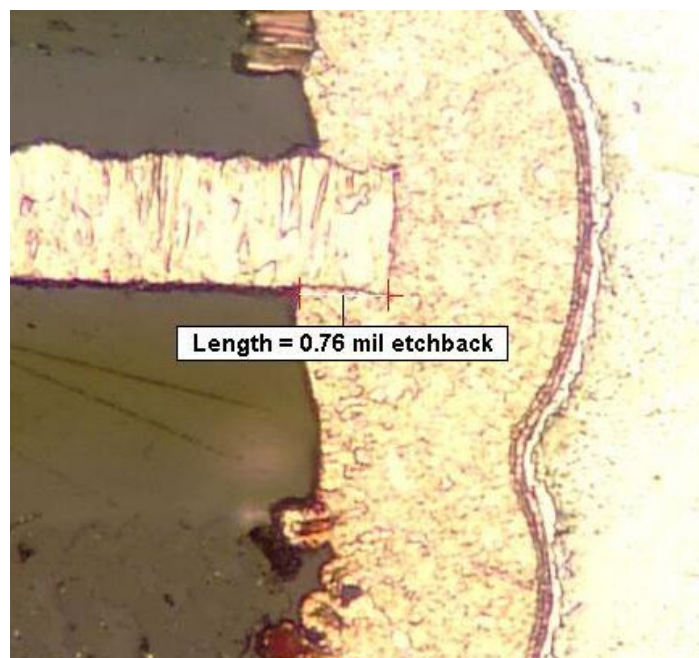
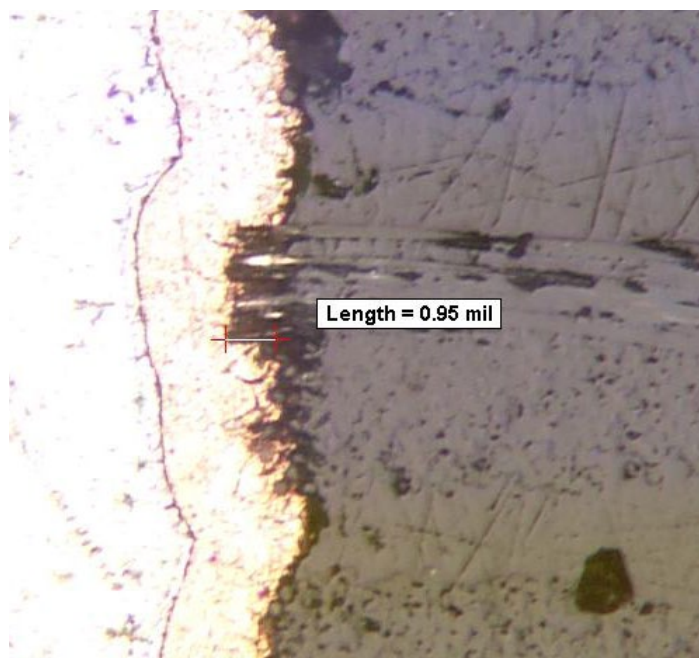


图1：凹蚀过多（右）和玻璃纤维束突起（左）（来源：IPC-9121工艺效果指南）



创新 响应 不可或缺

Innovative. Responsive. Integral.

我们倾听

MacDermid Enthone 坚持把“客户声音”放在首位。

我们投资

当其他人在模仿的时候，MacDermid Enthone 专注创新。

我们可以

MacDermid Enthone 具有更好的吞吐量、更高的质量和更低的成本。

我们不可或缺

MacDermid Enthone 就像客户工厂里的化学工程师。

MacDermid Enthone 为电子制造提供化学工艺。

我们在电子互连方面拥有丰富的经验，
我们的全球客户可以全天候获得我们的工艺专家的技术支持。
我们的关系网遍布全球供应链的各个层面。



MacDermid Enthone
ELECTRONICS SOLUTIONS

macdermidenthone.com/electronics

A Platform Specialty Products Company

e) 钻头穿过堆栈。

右侧图片展示了过度凹蚀，其后互连的长期可靠性也有可能出现问题。图1右侧有一个三点连接。但是，如此深的凹蚀，铜镀层褶皱的风险很大（图2）。

2. 楔入

说明：树脂沿内层的边缘被侵蚀。

特点：可能会导致电镀褶皱、孔开裂、楔形空隙和孔中镀铜不均匀。

可能的原因：

- a) 溶剂和/或高锰酸盐步骤中苛性碱过多；
- b) 不正确的粘合（氧化物或氧化物替代）工艺。

关于粘合，需要注意实际的多层粘合工艺本身。需要提出的一些问题是：

- a) 多层堆叠时的升温速率是多少？



图2：过度凹蚀，导致镀层褶皱，凹蚀超出0.003英寸

b) 层压板或半固化片是否有水分问题？

c) 树脂材料的最佳固化参数是什么？

3. 芯吸效应

说明：树脂没有在孔壁附近包裹住玻璃纤维束，在照明时能看见发光玻璃束。

特点：可能会导致镀层折痕，孔开裂，玻璃空隙和孔中镀铜不均匀。

可能的原因：

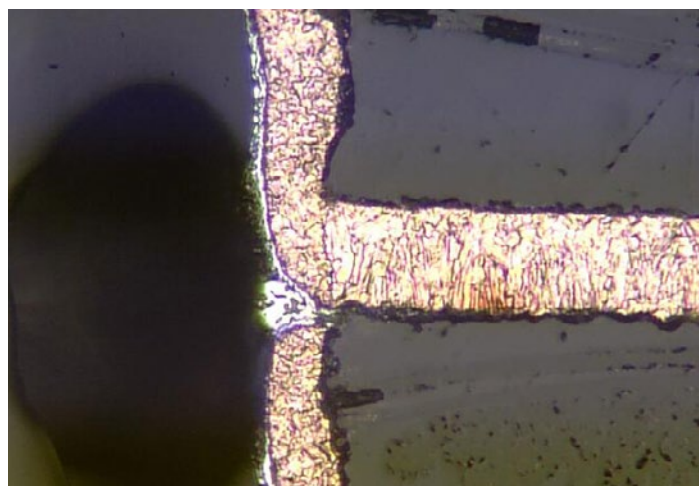


图3：注意B阶段和铜箔之间的深楔入，这会导致电镀空隙

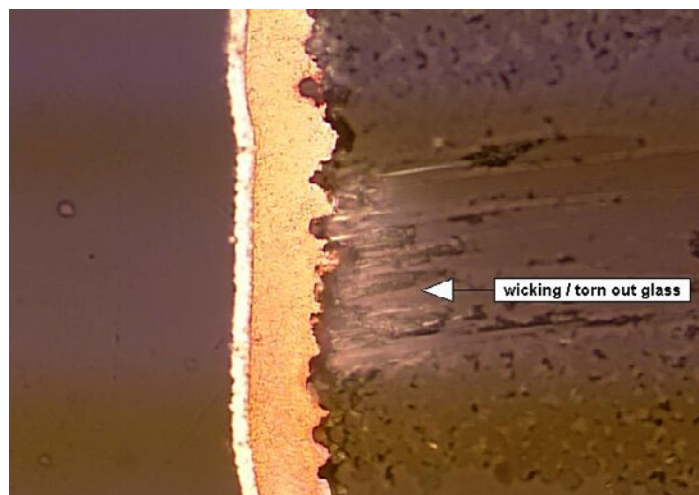


图4：沿着玻璃纤维的镀层（也称为芯吸效应）（来源：IPC-9121工艺效果指南）

- a) 不正确的层压工艺；
- b) 层压板中树脂含量过少；
- c) 钻孔参数设置不正确；
- d) 玻璃蚀刻工艺不正确。

- c) 未固化的层压板；
- d) 层压板无法通过使用高锰酸盐去钻污工艺获得适当的粗糙度。

4. 孔壁分离

说明：电镀铜从孔壁上的树脂区域突出。

特点：可能会导致孔开裂，可能是由于孔壁树脂的粗糙度不足而引起的。

可能的原因：

- a) 溶剂参数设置过高导致的溶剂吸收过多；
- b) 高锰酸盐参数设置过低引起的溶剂吸收过多；

5. 钻孔脏污引起的互连缺陷

说明：当没有正或负凹蚀时，内层和镀铜之间有一条细线。

特点：互连缺陷可导致开路。

可能的原因：

- a) 去钻污参数设置太低；
- b) 钻孔参数设置不正确；
- c) 不正确的金属化工艺可能会导致类似的缺陷。

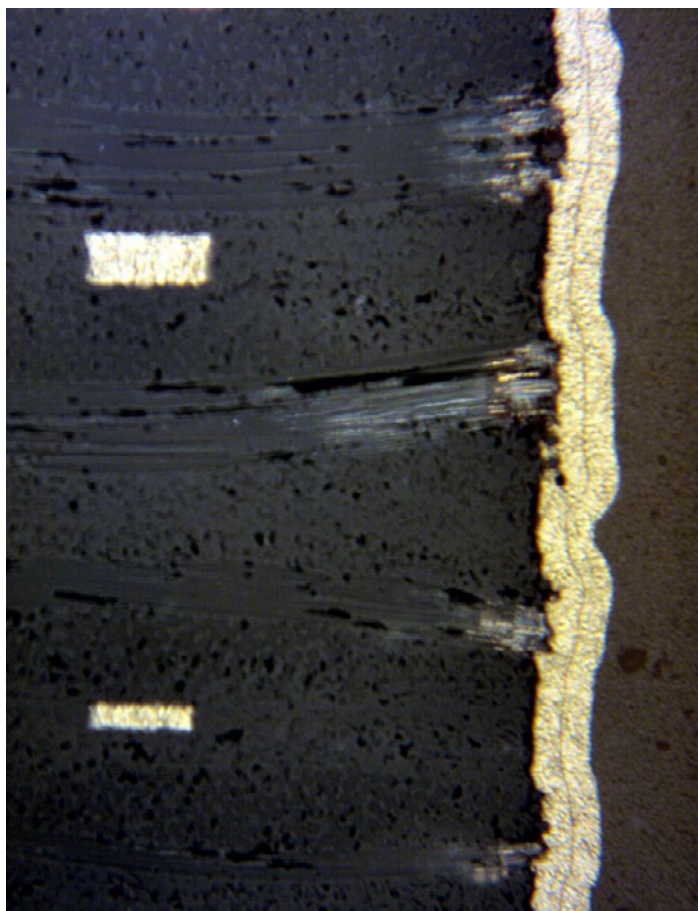


图5：芯吸效应的另一个例子，注意撕裂的玻璃纤维束，这最常见的效果（来源：IPC 9121 工艺效果指南）

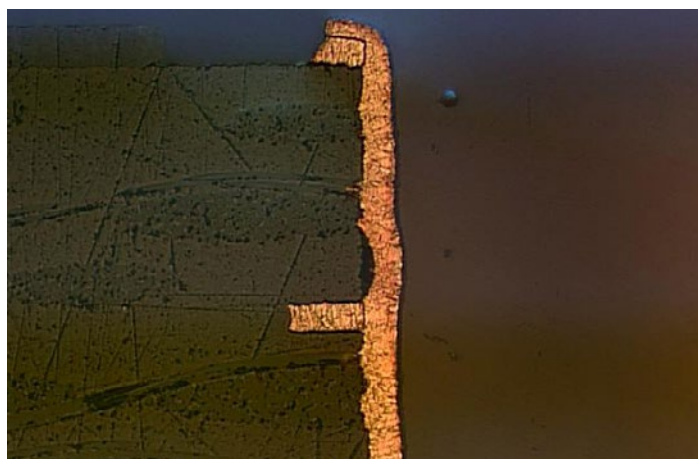


图6：孔壁分离，通孔侧壁的镀铜起泡或凸起



图7：未从互连中去除钻孔脏污引起的细线互连缺陷

6. 空隙

说明：最常见于树脂区域，孔中电镀铜之间有空隙。

特点：空隙可能导致开路。

可能的原因：

- a) 高锰酸盐中和不完全；
- b) 阴影或其他金属化处理不当；
- c) 未固化的树脂。

本期能学到的内容很多：

- 优化钻孔，包括监测进刀量和钻头质量
- 确保层压过程中的树脂固化
- 可能还需要使用等离子体除钻污法，因为较高性能的树脂材料可以抵抗碱性高锰酸盐的侵蚀
- 不要指望电解铜电镀工艺能弥补孔壁质量差和楔形空隙的存在 **PCB**

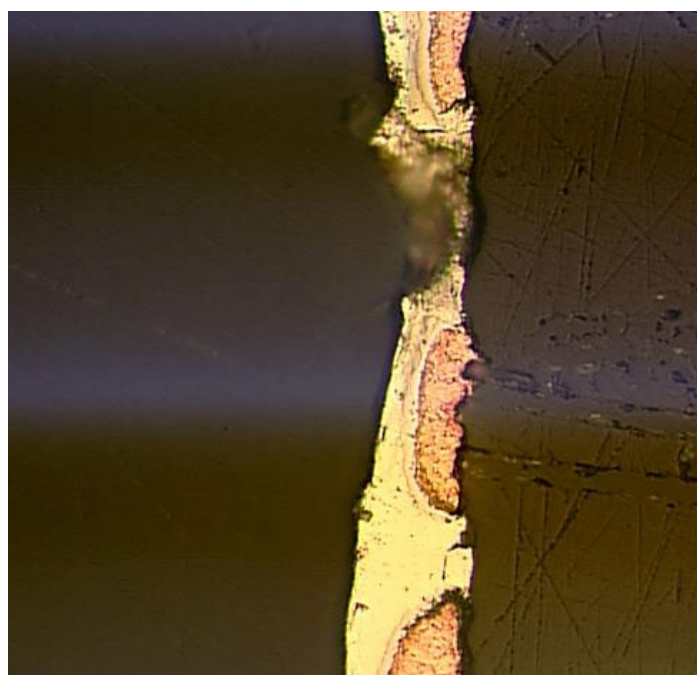
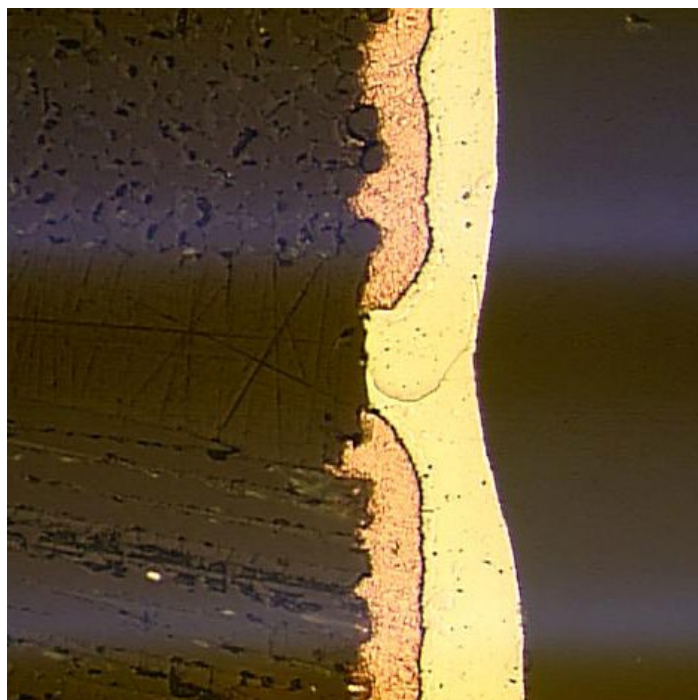


图8：电镀通孔中的空隙（资料来源：RBP Chemical Technology）



Michael Carano是RBP Chemical Technology的技术和业务开发副总裁。要阅读过去的专栏或联系Carano，请[点击这里](#)。

1. [多家PCB企业公布上半年营收 景气回升](#)

景旺电子上半年营收19.70亿元；依利安达上半年净利1652.5万美元 狂增267.5%；博敏电子上半年营收7.67亿元；崇达技术半年度净利2.03亿元；胜宏科技预计半年度净利1.14亿—1.33亿元；超华科技上半年净利增逾9倍；光华科技半年报净利4750.02万元，同比增长46.07%。

2. [传OLED版iPhone8将采用软硬结合板 带动其需求喷发](#)

日本市场研调机构富士总研（Fuji Chimera Research Institute, Inc.）8月17日公布调查报告指出，软硬结合板（Rigid-Flex PCB，简称 RFPCB）在 2012 年因获得苹果（Apple）iPad 的采用提振市场呈现扩大，之后其他厂商平板产品、中低端智能手机、产业机器、医疗机器也陆续采用。

3. [生益集团与台玻集团签署战略合作意向书](#)

2017年8月10日，广东生益总经理陈仁喜先生与台玻集团纤维事业部总经理林嘉佑先生在台嘉昆山厂签署战略合作意向书，广东生益营运总监吴小连先生、苏州生益总经理焦锋先生、陕西生益总经理杨徽先生等参加此次的签约仪式。

4. [弘信电子\(300657-CN\)拟逾5亿元收购FPC业务](#)

弘信电子（300657-CN）8月10日午间发布公告，公司拟通过发行股份及支付现金的方式购买厦门弘汉光电科技有限公司49.00%的股权及赣州明高科技股份有限公司100.00%的股权。弘汉光电系公司控股子公司，主营业务为背光板的研发、生产、销售，为FPC相关行业。

5. [闽威股份新三板挂牌上市](#)

全国中小企业股转系统公告显示，福建闽威科技股份有限公司(证券简称：闽威股份 证券代码：871955)的挂牌申请获得批准，并于2017年8月10日挂牌。

6. [2017深圳国际电路板采购展览会开幕式视频报道](#)

8月29日，以电路板一站式采购为主题的行业盛会——第四届“2017深圳国际电路板采购展览会（CS SHOW）”在深圳国际会展中心2号馆如期举行。PCB007中国带来展会的视频报道，[点击观看开幕式全程](#)。

7. [I-Connect007带来NEPCON South China 2017 实时在线报道](#)

8月29日，万众瞩目的华南地区电子行业年度盛会 [NEPCON South China 2017](#)（第23届华南国际电子生产设备暨微电子工业展）徐徐拉开了帷幕。I-Connect007中国与励展博览集团继续合作带来展会实时在线报道。[点击前往](#)

8. [梅州首家军民融合院士工作站挂牌 由梅州籍院士陈志杰和冠锋科技共建](#)

8月28日，由中国工程院陈志杰院士与广东冠锋科技股份有限公司共建的“广东省冠锋科技航空航天电子信息技术院士工作站”在冠锋科技挂牌成立。

9. [GE关闭美国电路板组装厂 在华供应商承接业务](#)

总部位于波士顿的美国电气巨头通用电气上周宣布将于明年6月关闭位于罗彻斯特科学园区的工厂，但没有透露该工厂的就业人数。相关业务将被转移至中国。

10. [薄膜材料造皮肤也能拥有触觉？这位华人女科学家做到了](#)

这是一种诞生于美国斯坦福大学化学工程实验室，导电性、拉伸性俱佳的高分子材料。鲍哲南用专业科学术语将它称为“柔性电极”。在未来，作为人造皮肤的材料，一方面，它具备高柔韧度的拉伸性，同时，和人类的皮肤一样，它能够自我修复，还可以进行生物降解。更重要的是，这种材料是“有知觉”的，它有触觉，不仅能感觉刺痛，也能感知周边的温度。

飞针测试与IPC-9252B

by Todd Kolmodin
GARDIEN SERVICES USA

飞针测试在如今的制造中非常受欢迎。与需要专用夹具的夹具测试不同，其能够降低成本。然而，根据行业标准，特别是在测试级别C中使用间接测试和直接测试中，对飞针测试有一些限制。IPC-9252B表4-1列出了不同测试级别所允许使用的测试方法。我们将讨论测试级别C，因为在测试级别C的直接和间接测试方法中出现了最多的问题。首先，我们需要定义飞针测试中的一些术语。

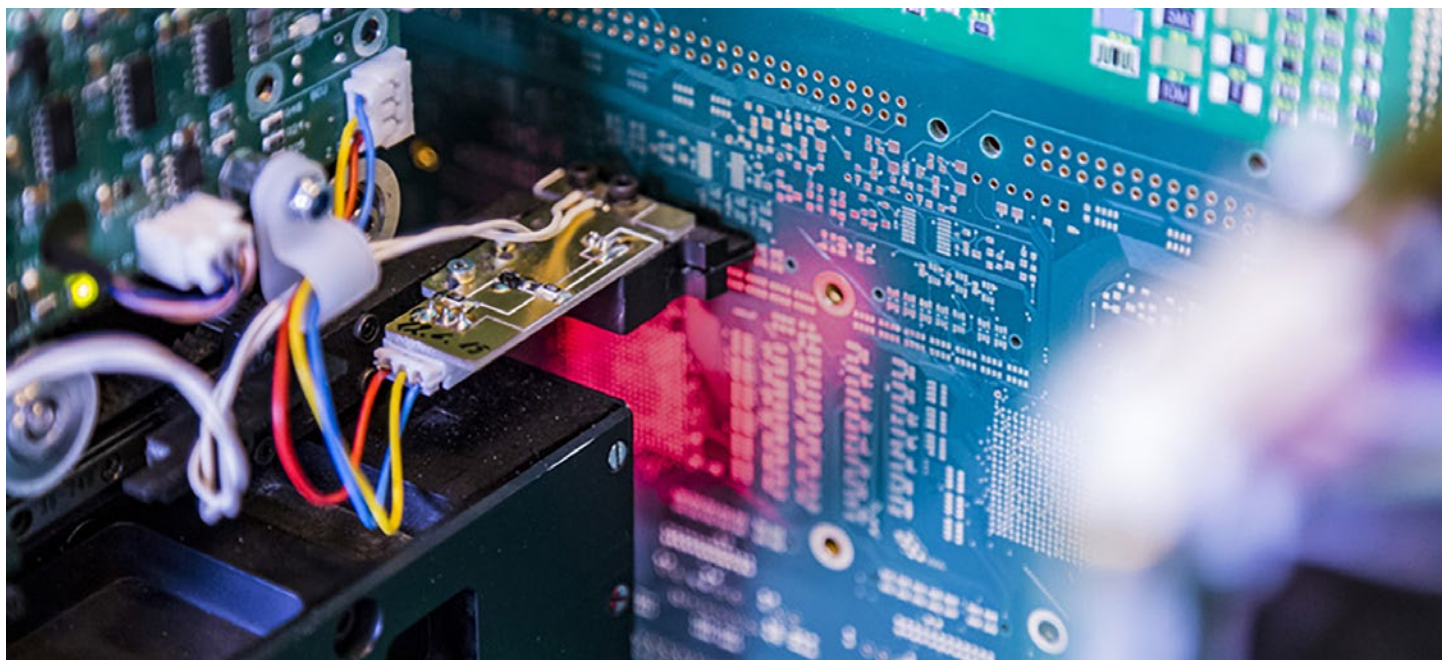
AABUS

IPC标准中使用了术语AABUS，“在用户和供应商之间达成一致”，其中允许在特定要求范围内的操作，但需要用户和制造商之间的相互协商。这个术语很重要，因为它强调了对客户

正确流向的要求以及行业标准的特殊许可或变化。（请参阅我七月[《了解信息流动》](#)一文。）

邻接和邻接窗口

术语“邻接”和“邻接窗口”用于定义飞针测试时进行隔离测试的区域。有两种类型的邻接：水平（视线）和垂直（Z轴）。与夹具测试仪和参数测试一样，飞针无法进行完全参数隔离测试，因为它们没有相应的硬件，所以行业接受了在实际操作中使用邻接的做法。它的工作方式是，当一个测试单一的网络是否短路时，对邻接网络或范围内的网络进行测试。该范围被定义为邻接窗口。邻接窗口是可以由用户定义的，但是IPC-9252B推荐将0.050”（1.27 mm）作为水平或视线邻接值。



在为垂直邻接编程时，需要用到更多信息，而且窗口是可变的。此时需要用到堆叠信息以及内核与箔片厚度。如果垂直邻接窗口设置得太浅，就有可能错过后面相邻的短路点。如果窗口太大，你选取的层数可能会过多，导致测试时间比预期时间要长。要谨记，如果邻接窗口发生改变，会对隔离测试过程所需时间造成影响。这与窗口规格成正比。随着邻接窗口的增大，测试时间也会增多，这是因为邻接窗口可能将更多网络选取到了“范围内”。图1显示了窗口是如何利用水平邻接对基于PCB表面图形的测试产生影响的。

在图1中我们见到了两种情况，情况A和情况B。进行隔离测试时，这就变得非常重要了，因为测试期间所需测量次数可能会大不相同，这对整个PCB测试时间都会产生影响。在情况A中，我们看到图中标着A~F六个不同的网络。我们还看到邻接窗口的宽度为.050”。我们看到网络A进行了短路测试，它必须要针对网络B~E进行测试。这就是四次测量。你还会注

意到网络A没有针对网络F进行测试，这是因为网络F不在邻接窗口范围内。

现在来看图1的情况B，邻接窗口相同但网络只标出了A~C。在对网络A进行隔离测试时，只需进行一次测量。网络A只需针对网络B进行了测试。网络C不在邻接窗口范围内，因此不需要测试。所以你在图1中可以看到PCB密度会对隔离测试时的所需测量数产生影响，从而会影响测试所需时间。

直接模式

直接模式对PCB上的网络直接进行电阻测量。即在连续性（开路）测试期间，网络上所有的测试点都针对连续性阈值做了测试。任何不符合电阻要求的网络都会被上报为故障。

在进行隔离（短路）测试时，检测的每个网络都要使用规定的电压和隔离参数。要记住，在飞针进行隔离测试时，它们是通过前面提到的邻接窗口进行的。

在使用直接模式时，每个PCB的测试时间相同。这是因为每个网络在每次连续性测试和隔离测试时使用的方式相同。PCB 1、PCB 2和PCB 3等使用的时间都是相同的。

间接模式

间接模式（也叫做特征对比间接测试或放电测试）的飞针探测速度比直接模式测试的速度要快。这种方式下，机器通过收集电路板的电容特征得出一套电容值，之后将后面测试的板子与其进行比对。当第一块PCB进行测试时，机器会放下一个或几个参考探针在PCB的一个或多个参考平面上。然后它会使用剩下的探针读取所有网络上的电容特征，并把读取结果记录下来。根据机器种类，这可能是直接的

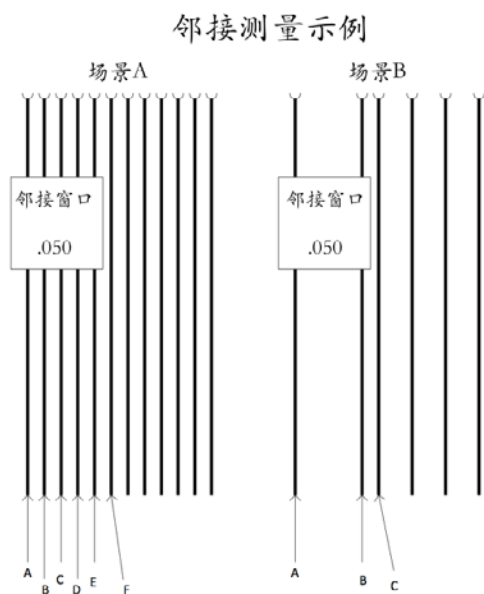


图1：邻接窗口

电容测量或电容“计算”。

当第一块板的电容收集完成后，机器会进行一次全面的直接模式测试，以检验第一块电路板是否符合要求并且没有任何缺陷。如果未发现任何缺陷，电容值会被标为标准。如果发现了缺陷，电容值也会被存入，但有缺陷的网络会被忽略，因为它们是不符合要求的。在第二块板接受测试时，再次进行电容收集。完成后机器将会用第二块板的数值与标准电容值进行比对。如果读数中有任何数值不在电容值的公差内，那就会再对这些网络进行直接模式检测，可能是开路测试也可能是短路测试。直接模式探测次数由电容收集期间发现的异常现象决定。与电容值的偏差越小，直接模式探测次数就越少。这就是间接测试速度更快的原因。

测试方法与IPC-9252B测试级别C

我们已经了解了飞针测试中的两个基本方法，那么这对性能级别3中的产品有什么影响呢？基于是否能够进行间接测试而产生很大的影响。9252B标准说明允许性能级别3（测试级别C）进行间接测试，但警告了之前介绍的AABUS。所以在阅读标准说明时，如果间接测试的容差没有详细规格、P.O.或订货清单中标

明，那么性能级别3（测试级别C）的默认飞针测试方法就是直接模式。

影响有多大？基于测试点、网络和邻接对数量，其影响可以是巨大的。我们用不同数量的测试点、网络和邻接对五个不同的PCB做了实验。表1显示了5个不同的电路板及各自的属性。

1~5号PCB中每块板都在直接模式和间接模式下进行了测试。为方便讨论，我们将以单块电路板测试时用到的测量次数为基础进行比对。我们使用测量次数而不是测量所需时间是因为PCB表面图形是可变的，而且机械行程既不会是相同的、也不会与测试点相互关联。而测量次数则更能显示出不同测试方法间的差异。

实验中每一块PCB都经过了直接模式测试、间接电容值生成和间接后续线路板测试。

表2显示了每种测试使用到的测量次数。我们之前讨论过，直接模式测试所需测量次数是固定不变的。但间接模式测试的所需测量次数有显著差异。间接模式那一栏显示的是直接模式重测前后续电路板所需的测量次数。引起我们注意的是使用间接测试方式要比直接测试更有优势。在对照组中，我们看到所需测量

	测试点	网络	邻接网络
PCB 1	5,865	1,762	18,840
PCB 2	5,677	1,671	17,517
PCB 3	4,291	1,325	12,433
PCB 4	10,871	2,440	24,451
PCB 5	28,728	7,088	69,053

表1：PCB组

	测试点	间接模式	直接模式	直接与间接的比值
PCB 1	5,865	7,012	22,943	327%
PCB 2	5,677	6,753	21,523	319%
PCB 3	4,291	5,061	15,404	304%
PCB 4	10,871	12,515	32,882	263%
PCB 5	28,728	33,263	90,693	273%

表2：间接和直接测试方法的测量次数

	测试点	间接模式	直接模式	混合测试	直接模式/ 间接模式	直接模式/ 混合模式
PCB 1	5,865	7,012	22,943	10,910	327%	210%
PCB 2	5,677	6,753	21,523	10,559	319%	204%
PCB 3	4,291	5,061	15,404	7,879	304%	196%
PCB 4	10,871	12,515	32,882	20,525	263%	160%
PCB 5	28,728	33,263	90,693	53,821	273%	169%

表3：间接模式、直接模式和混合测试的测量次数

次数的差异有263%~327%。尽管我们注意到了在采购文件中没有AABUS或容差的情况下，使用间接模式要比使用直接模式更有优势，但在有订货清单或其他条件下我们一定要遵守IPC-9252B和直接模式。

混合间接模式

如果将两种方式合并成一种呢？合并的方式以电容值中的结果为基础，进行电容收集、直接模式连续性测试和邻接隔离测试。实际上还真有这种混合方式！大多数测试级别C产品的主要要求是连续性电阻。在IPC-9252B标准中这一数值是10欧姆。争论点在于，间接模式下不需要对“10欧姆”的网络进行测试，除非在电容收集期间的重测文件中捕捉到了这一情况。但是，这种混合测试会像间接测试一样进行电容收集，而且第一块板将会按照要求进行完整的直接模式验证。该方式的不同之处在于第二块板和后面的电路板是如何测试的。会对它们进行电容收集，但只能将其用于隔离邻接测试期间的重测当中。使用了这种混合测试，所有的网络都会像在直接模式中一样接受连续性测试。在隔离测试时，只有在电容收集期间发现有可能出现故障并需要重测的网络会接受检测。这样一来，所需的隔离测试次数就会减

少。

那么这种模式与直接模式和间接模式有哪些不同呢？我们在表3中加入了混合测试一栏。从表3可以看出，相比直接模式，混合模式测量次数有所减少。当然，混合模式的测量次数还是高于间接测试，但160%~210%的减少量已经非常理想了。实际上，如果我们平均一下对照组的结果，可以看到相比间接测试，直接测试需要的测量次数要多297%。我们同样可以发现，相比混合测试模式，直接模式所需的测量次数平均要多出188%。

结论

在进行测试级别C以下的飞针测试时，我们会受到默认直接模式的限制。从我们的实验中可以看出，这会导致比间接测试平均多出297%的测量次数。可是，如果不能满足AABUS，那么就需要进行额外的测量。当然，这就意味着要多花时间。



Todd Kolmodin, Gardien Services USA公司品质部副总监，电气测试和可靠性问题专家。阅读以往专栏或联系Kolmodin，请[点此链接](#)。

25项工程师必备技能 使用网络资源

by Happy Holden

I-Connect007

互联网现在已经成为了信息和通信的必备工具。对于解决问题、新工艺调查研究和一般信息查询而言，它的实用性远远超过任何一种信息来源。但令人惊讶的是，并没有多少工程师知道如何在互联网上进行有效的信息搜索。在大多数情况下，只需要在雅虎或谷歌上搜索就足够了，但是对于技术信息，还必须使用更详细的搜索方法，甚至是特殊的搜索引擎。

内容

互联网上大部分资料均为HTML格式，随便一个网页浏览器都可以查看（例如Chrome或Internet Explorer）。但是，某些网站可能会需要最新版本的浏览器才能正常使用所

有功能，还有一些网站会要求您下载Shock-Wave、Java、Flash等类似的插件。可能还会需要Adobe Acrobat Reader来打开PDF格式的文档；如果您还没有这个软件，可从www.adobe.com免费下载。

问题领域

以下是网络上的一些用户所遇到的问题，特别是在一些快速发展的领域，如印制线路和无铅电子装配。

- 基本没有网站全方位涵盖无铅装配的各方面，部分原因是这是收费咨询的领域，而且他们会过分强调焊接以及其他技术问题。
- 虽然有些网站观点正常，但他们会私自夹

CPCA 2018
SHOW



第27届中国国际电子电路展览会

China Int'l PCB & Assembly Show

March 20-22, 2018

国家会展中心（上海）

**National Exhibition and
Convention Center (Shanghai)**



展览联络：
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



关注微信 更多分享

www.cpcashow.com

带干货。例如，某些IPC的TechNet等来源的帖子，您可能被潜移默化得洗脑，比如认为转换到无铅工艺不具有任何工程意义！当然许多人会认为这个观点是正确的，而且也很难纠正这种观念，不论如何行业始终还是会向这个方向发展。

- 尽管无铅焊料的使用量已经明显增加，但是还有很多公司（特别是日本公司）所谓的“无铅”，实际上的含义是他们有一条无铅生产线。
- 网页所参考的原始内容的年份常常不清楚，有些看似较新的材料可能已经上市很久了。
- 剽窃，这意味着错误信息会伴随正确的信息被一起复制。
- 除非您在使用搜索引擎方面非常有经验，否则出现的绝大多数信息都是无关的。

可以得出的一个结论是，您应该针对具体的信息来源，并就您提出的问题的答案做到心中有数，让您可以核对筛选搜索结果。

搜索引擎

大多数电子工程师都用过搜索引擎，也可能有自己偏好的搜索引擎。但是请记住，为了不被无关信息所淹没，需要不断改进你的搜索，直到你得到一个可管理并且相关的浏览列表。以下是一些建议：

- 尝试不同的关键词，特别是当各国的一些术语不同时。
- 使用两个或多个术语作为关键词搜索，这些词通常会按照“与”逻辑组合，这样得到的搜索结果将会包含所有的术语。
- 用引号括起一组单词（如“快速阅读”），以搜索该词组。

- 在搜索项前面打一个减号（-）通常能让您屏蔽不需要的内容。
- 有时，特定的搜索引擎可能会比其他搜索引擎返回更多的技术搜索结果。一个例子是WebFerret.com（图1）。

改善搜索结果

网页搜索的一个难点在于，它所提供的结果在很大程度上取决于您所选择关键字和术语。例如，如果您寻找“向无铅电子产品过渡时会受到的影响”，您可能会发现这一点被表示为“无铅电子产品对于……有很多影响”，以及“无铅化的影响是……”换句话说，搜索时关键字顺序不影响搜索结果。

处理这种情况的正常方法是在文档中的任何位置查找这两个术语，但这可能导致太多命中结果。一个有用的功能是能够搜索彼此之间的一个小（最好可指定的）数量的单词，其中关键字可以以任何顺序出现。

这种搜索被称为“邻近搜索”。Altavista和MSN声称支持“NEAR”算子：当勾选时，Altavista搜索“无铅”NEAR“焊盘设计”给出了116个结果，但是“无铅”AND“焊盘设计”也是一样。相比之下，Google的“无铅”+“焊盘设计”则达到8,950个结果，这表明Altavista的NEAR可能没有正常工作，并且Google有多得多的链接。

有一种方式可以解决这个问题，它被称为Google API邻近搜索（GAPS），可以让您在一个、两个和三个单词内搜索两个单词或词组：搜索“无铅”附近的3个词中的“焊盘设计”将结果减少到4个，这说明了这种搜索的原理，这十分有效！当我在“影响”的附近3个词中搜索“无铅”时，我的搜索给出了41个结果，并且



图1：WebFerret，技术信息专用搜索引擎

质量都挺好。

搜索范围

www.staggernation.com网站上有一些脚本，使你可以搜索指定的网站以及相关和链接到该网站的页面。可以访问SearchEngineWatch.com网站，阅读Mary Ellen Bates的《[隐藏的Google工具](#)》一文，找到更多方法以及其他搜索资源。

一些组织的网站可以通过使用其内部搜索引擎来绕过其防火墙。其中许多网站不会显示在Google或Yahoo搜索上。表1列出了这类组织的URL，其中许多与电子制造有关：

- 电子行业杂志和出版物
- 专业组织和社团，以及相关会议
- 公司网站
- 图书馆
- 图书馆服务
- 出版商

- 政府来源
- 专利
- 个人网站

总结

互联网是搜索信息的真正福音。搜索的关键是获得相关的信息，而不是被巨大的返回结果数量所淹没。遇到工艺问题时，找到解决方案的时间非常紧迫，这就需要你知道如何快速使用Web资源。**PCB**



Happy Holden从1970年开始从事印制电路技术工作，曾在Hewlett-Packard，南亚/Westwood，Merix，富士康和Gentex工作。他目前与Clyde Coombs一起，作为印制电路手册第7版的作者。现在他是I-Connect007的技术顾问编辑。联系Holden请[点此](#)。



成功的挠性线路组装

by **Dave Becker**

All Flex Flexible Circuits LLC

挠性PCB和刚性PCB因各自不同的特点，需要有不同的设计规则和搬运移动方法。当挠性电路需要贴装元件时，通常会出现一个特别的问题。许多合同制造商不愿意在相同的装配线上混合刚性和挠性电路，因为移动和夹具要求可能会完全不同。挠性电路柔软的特性使得人们在刚开始相关元件或机械组装时将面对学习曲线带来的挑战。

以下是挠性线路组装时会遇到的常见问题。

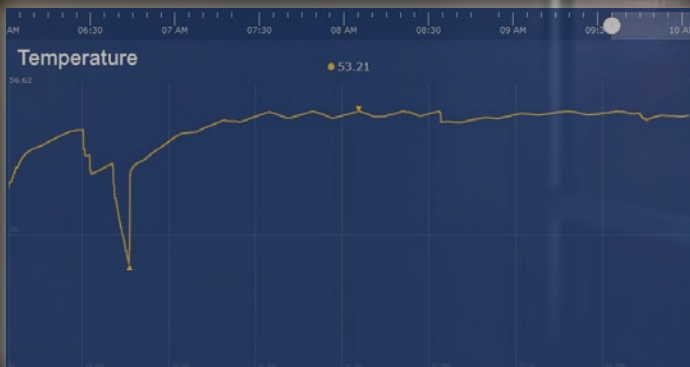
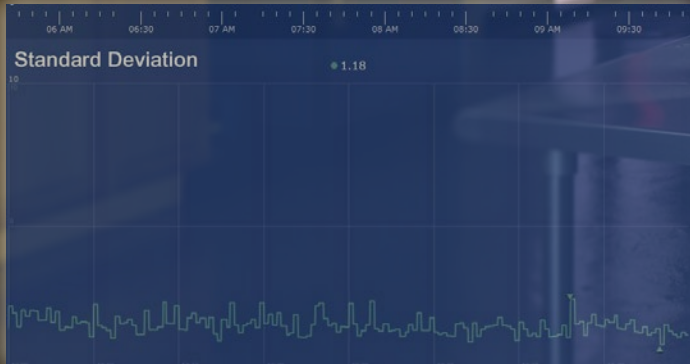
常规搬运移动损伤

刚性印制线路内含有支撑和保护结构，而挠性板通常需要通过选择性使用补强板来解决

支撑问题。补强板的材料通常为聚酰亚胺或玻璃环氧树脂。此外，如果在组装过程中不采取适当的预防措施，表面贴装和通孔元件都会导致移动损伤。组装好的电路随意放置在存放托盘中，可能会因挤压或滑动而受到损伤。使用并不昂贵的定制加工和运输存储托盘可以把搬运损伤的可能性降到最低。

焊料未对齐

使用钢网进行焊料印刷是最常见方法，当挠性电路处于多重阵列中时可以这样操作。因为挠性电路相对于刚性板来说其尺寸稳定性要弱一些，故钢网可能需要补偿，其决定因素包括电路结构、元件类型、电路/阵列尺寸和



KYZEN ANALYST™

全球首个通用型 浓度监控和分析系统。 适用于多种清洗剂。

本公司推出的KYZEN ANALYST是一款精确可靠的清洗剂浓度监控系统，可以最大程度上提高所有化学清洗剂的性能，而不仅仅是其中一种。此外，用户在任何地方均可轻松获取实时数据，可快速、便捷地进行SPC报告检索、记录和制图，为用户节约大量时间和人工成本。现在，监控变得更快、更安全、更精确，这一切都要归功于全球领先的清洗工艺和控制技术公司KYZEN。

欢迎莅临KYZEN 深圳NEPCON的展位以观看现场演示。
登陆KYZEN-Analyst.com观看视频预告片。

享誉全球的环保清洗技术



KYZEN-Analyst.com

版权©KYZEN公司2017 版权所有

电路零件密度。焊料未对准会导致不完整的焊点，导致开路或间歇性开路。

弯曲/弯折造成的断裂

挠性线路通常会在最终安装或组装过程中折叠和弯折。在组装和安装期间可能会导致问题的几种设计如下：

- 如果弯折点距离焊点很近，那么焊点断裂的概率会显著提高。虽然挠性电路上的铜是柔软的，但是焊料和铜之间的金属间化合物层并不是。通过与挠性电路应用工程师的协调，可以有针对性地让焊点和弯折点之间保持足够距离。
- 在双面弯曲结构中，需要关注“工字梁”效应。当顶部和底部的线路在电介质的两侧是直接对准时，就会发生这种情况。这会迫使外层铜线受到张力，增加线路断裂的可能性。
- 铜的类型也会有影响。压延铜箔（RA）通常比电解铜箔（ED）更能承受折叠和弯折。建议在动态弯曲工作环境中使用RA铜，并确保晶粒方向平行于折叠线。

补强板/连接器对齐

许多时候会使用FR-4（玻璃环氧树脂）补强板来支撑连接器。补强板孔的尺寸不能与挠

性电路开口完全一致。未对齐会导致连接器组件或通孔连接器出现问题。补强板需要有较大的开口，以满足公差。

包装/运输/拆包装

挠性电路封装更容易受到搬运和移动造成的损伤。在运输过程中或将零件从包装中取出时，随意松散地包装在袋子中的零件可能会受到损伤。特殊包装托盘或泡沫袋一般能够提供足够的保护，能够确保零件安全到达装配线而不会损坏。

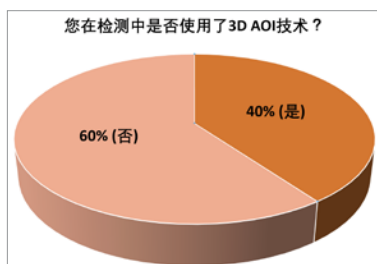
通过使用适当的设计和搬运移动方法，挠性电路组件与刚性PCB组件同样可靠。由于每一部分都是定制设计，材料、制造工艺和终端环境的细微差别对每个人来说都会有所不同。挠性电路制造商和最终用户之间的良好沟通对于确保最大程度减少装配问题来说具有非常重要的作用。有经验的应用工程支持人员会指导客户制造稳健的互连零件。PCB



Dave Becker, All Flex Flexible Circuits LLC公司销售和市场营销部副总裁。

对3D AOI的需求

目前，电子产品的趋势是元件的小型化、更先进的封装、更精细的引脚间距以及更小的PCB尺寸，这会导致元件密度不断增加，进而，人们会需要更精确的检测系统来检测PCB组件中的缺



陷。

实际上，在我们最近的问卷调查中，EMS和PCB组装行业的受访者中的大多数（60%）表示仍在使用2D AOI。

阅读全文，请[点击这里](#)。

全力推动深圳市建设全球电路板采购中心

CCL

HDI

IC Substrate

CS SHOW 2018

一站式PCB/FPC/HDI/MPCB

IC载板采购展览会

MPCB

PCB

CCF

Rigid-flex PCB

Multi-Layer Boards

FPC



SHENZHEN 2018
CIRCUIT SOURCING

深圳国际电路板采购展览会

Shenzhen International Circuit Sourcing Show

2018年8月28日-30日

中国·深圳会展中心2号馆

同期举办



AUTOMOTIVE
WORLD CHINA

主办单位 深圳市线路板行业协会
台湾电路板协会
中国国际贸易促进委员会电子信息行业分会
励展博览集团

联系方式

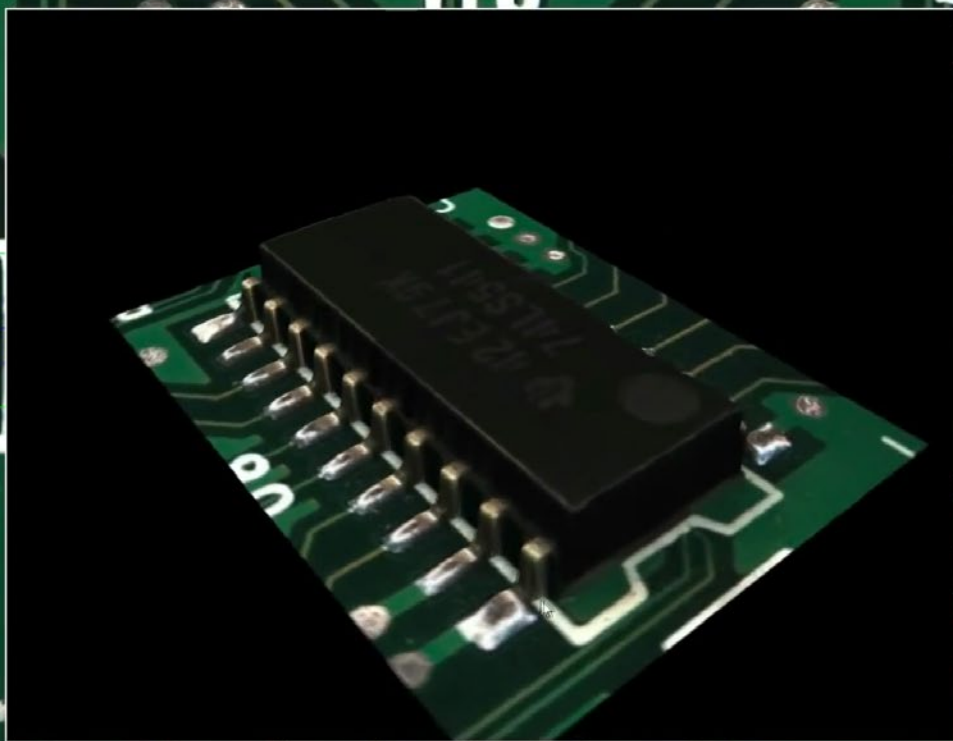
广东省电路板行业协会
深圳市线路板行业协会
台湾电路板协会
励展博览集团

Tel : 0755- 26054733 # 18 李先生
Tel : 0755- 26054733 # 15 周先生
Tel : 0512- 68074151 # 804 曾先生
Tel : 021-22317070 戎女士

www.cs-show.com



微信号 : cs-show



Saki谈工业4.0和真正的3D技术

by Stephen Las Marias

I-Connect007

Saki America公司负责北美市场销售与服务的总经理Quintin Armstrong与《SMT》杂志就检测设备供应商如何应对工业4.0策略展开对话。他还解释了制造厂商发现检测环节在组装生产线中的作用要比过去更突出的原因。

Stephen Las Marias : Quintin, 首先, 请您介绍一下Saki公司。

Quintin Armstrong : Saki公司是一家拥有23年历史的日本公司。线扫描2D技术是Saki在AOI领域的首创, 在AOI的初期成为2D系统的基准或规范。最近几年, 我们又进入X射线检测设备领域。Saki公司拥有自动化X射线检测设备

的全套产品, 随着3D技术时代的到来, Saki不仅率先研制出3D AOI机, 还利用了相似和成熟的技术, 研制出了3D SPI。这正是我们要谈的重点, 现在, 当你关注Saki的全部产品时, 就会发现我们拥有原有的2D设备和全部3D产品系列、SPI、AOI和X射线检测全线设备。

Las Marias : 关于工业4.0的趋势您有什么看法? 您觉得行业已经做好准备了吗?

Armstrong : 这是当前热点。我们注意到有些举措, 其实很早就被提出, 但我们没有遵循过去的思路, 现在有了新的变化, 那就是互联网的影响越来越深远。物联网是未来的发

您的公司是否使用波峰焊？

不要把宝贵的炉渣半卖半送得处理了！



使用MS2®把炉渣变成可再利用的焊锡条。从今天起开始省钱。
MS2®产品是清除炉渣的第一品牌。
实现高达90%的回收率！

从今天起开始省钱 @ pkaymetal.com

pkaymetal.com

+1 323-585-5058

PK
M·E·T·A·L

展趋势。现在，要弄清楚我们到底能做什么和要做什么，以及怎么去做。机器连接、互联、前端反馈、后端反馈、SPI到印刷机、SPI到贴装、AOI到贴装等方面还有很多工作要做。这其中肯定会有一些不错的机会，但是，我认为关于未来的发展尚无定论，仍然需要做大量的工作。

Las Marias : 您认为会遇到一些什么挑战呢？

Armstrong : 首先我们必须要有有一套用于信息交换的标准、信息的格式和把信息从一家设备供应商传送给另一家设备供应商的通道。另外，非常重要的一点，就是数据必须是实际可用而且可操作的。传输数据是一方面，但你还还需要有一些有用的数据类型。因此，AOI检测需要解决像准确性这样的问题。你是否能够生成足够准确的数据，在配套的设备中提供一些确实有用且可行的解决方案？

这正在Saki擅长的领域。主要是因为自生产出第一台检测机至今，Saki并没有只局限在检测领域，还在测量设备上不断下功夫。所以说，测量领域对Saki来说一直都非常重要，比如说，我们在持续不断地投入3D产品线的开发。现在，终于发展到了互联互通和工业4.0智能工厂的阶段，所以我们从这些投资中开始获得很好的回报。

Saki拥有SPI、AOI设备、X射线检测技术，它们都能够提供反馈数据，满足使用配套设备的工艺要求，根据检测到并反馈回来的数据，触发配套设备进行调整并纠正贴装。Saki与多个主流供应商展开合作，包括贴装设备厂商和丝网印刷机厂商。我们在这方面已经做了大量的工作，我们还将继续与一些其他的大型

供应商展开合作，期望获得更多能够接触生产线中的所有主要设备的机会，交换有用的数据，这样我们就可以通过这些数据看清所有这些工作未来前进的方向。

我们并不打算限制我们自己或者其他人只能与某些供应商合作，相反要尝试各种不同的设备以及把设备结合起来的各种不同的组合，把我们的解决方案供应给整个市场，并且与各种不同的供应商进行合作。

Las Marias : 是否正在按照这个目标开发标准？

Armstrong : 我想我们会在哪些领域建立那些标准，这个问题目前还没有清晰的答案，但需求是明确的，而且需要针对这方面进行思考并采取行动。

Las Marias : 在AOI领域，出现了哪些具体的变化，支持客户朝着这个方向继续前进？

Armstrong : 尽管互相连通非常重要，但是你能够通过这个连接与什么设备进行通讯更重要，而且随着我们在整个工艺中贯彻执行，这会变得非常突出。你的数据属于哪一类？准确性如何？不仅是对客户还是在生产线本身，这将决定这些数据的用处能有多大。

如果你无法向贴装机提供准确的数据，让





Quintin Armstrong

它进行一些有意义的调整，或者同样问题出现在SPI到印刷机上……诸如此类，那么你就没有真正的价值。这些需求成为显而易见且非常明确的需求，幸运的是，Saki在这个领域具有非常明显的优势。

我们拥有准确的数据，能够与其他机器进行通讯，从一开始我们就沿着正确的方向逐步发展，而不是在发现问题后再回过头来调整方向，这是我们在这个阶段的优势。

Las Marias : 您观察到现在市场上有哪些机会？

Armstrong : 当然，这是个不断摸索的过程。它目前正开始起步，因此有很多工作要按照这种方法来做。几句话根本说不清楚这些工作的工作量究竟有多大。你可能听过这句话——大多数人的愿望就是我们努力的方向。那么我们如何才能充分发挥数据的作用？我们讨论了何种方式来采集大量数据，却不见得有关于如何利用这些数据的明确方法。也就是说，有些事情仍然在探索过程中，当然，这需要许多供应商共同努力，在许多不同类型的设备之间实现所有类型的互联互通与数据反馈将会是一个漫长的过程。

Las Marias : 由于所有这些数据需要从检测或生产中获取，因此它需要一个真正强大的软件开发团队。

Armstrong : 完全正确。我们已经拥有高质量的数据，并内置在我们的系统里。以此为起点，事情会容易得多，我们现在就可以把重点放在互连互通部分，使其与其他类型的设备进行数据交换。我们在日本和欧洲的总部各有一个软件小组。当然，其他项目喜欢把重点放在元件的小型化上，要能够完全读取和测量0201规格的元件。许多工作超出那个领域的范畴并真正紧密地结合在一起。

Las Marias : 在以前，制造商认为检测只是增加了成本，而不会带来任何额外的收益，但是现在他们发现在制造工艺中是否拥有检测线至关重要。

Armstrong : 在AOI刚问世不久的一段时间里，很多公司都会说自己有AOI，或者说自己有检测工艺，但并不一定能改进工艺和提高最终产品的质量。这也是Saki的另一项优势，因为从第一天开始，所有的机器都涵盖了检测和测量功能。所以说，Saki一直具备那种用于意义深远的测量标准和数据的能力，有了这种能力，就能够按照改进工艺的思路使用和设计，改善最终的产品质量。

随着我们步入3D技术时代，可以以更有效的方式来利用它做更多事情。在我看来，在刚进入3D技术时代时，遇到许多阻力，但现在所有人都充分认识到3D技术所带来的优势，可以同几年前AOI带来的好处相媲美。所

以，现在我们需要以一种更有意义的方式利用它来改进工艺和最终的产品质量。

Las Marias : 随着电路板变得越来越复杂，如何帮助那些第一次投资是2D AOI，而现在需要过渡到3D检测的公司？

Armstrong : 随着新技术变得切实可行，人们也看到新技术带来的好处，这是真正的推动力，他们希望把这些新技术整合到自己的工艺和工厂里。业界开始真正认识到使用3D技术带来的优势，所以他们开始着手推进这项工作。Saki不仅在2D领域拥有丰富的产品线，还能够把所有2D技术整合到3D系统中。Saki的3D解决方案纳入许多2D技术的特性，功能更加强大。这样做的原因在于，有些工作用2D算法来检测会比较合适，而其他工作用3D系统来检测会更好。拥有一套能够同时处理两种技术的系统，对于拥有总体检测解决方案和检测测量来说非常重要。这正是Saki的强项。

Las Marias : 这是否意味着他们必须用3D AOI来取代现有的2D AOI，还是可以同时使用这两种设备？

Armstrong : 在某些情况下，因为电路板的复杂性和产品的重要性会决定你的3D需求，所以可以同时利用它们或者把它们用于不同产品或工艺，所有那些决定因素都会起作用。但是，从根本上讲，现在都在朝3D技术的方向发展。3D技术的优势变得越来越明显，特别是当你拿到Saki这样的把2D和3D合二为一的系统时，还把投资放在旧的技术中并把自己限制起来是讲不通的。

Las Marias : 在AOI设备领域的发展中，您认为下一阶段的重点是什么？

Armstrong : 这个问题问得好。我们都知道，互联互通和工业4.0 依旧是重点，然后就是小型化和能够在提高速度和工厂的流动下实现小型化的目标，像检测密度等就是电路板上元件检测效率以及是否适用更多类型电路板的决定因素。这些是持续不断的工作，必然要继续沿着这个方向前进，一旦取得突破，我们将看到其他的可能。

Las Marias : Quintin，您今天还有其他想说的事情吗？

Armstrong : 我认为我们在这个领域已经做好了充分的准备。这是个快速发展的行业，技术更新的速度非常快。我们不仅看到在工业4.0方面的进展，还看到许多美好的事物正在降临。

Las Marias : 您是如何看待今年的市场发展的？

Armstrong : 2016年的市场表现很好，我们对2017年的市场前景非常乐观。我们注意到发生了一些重要的事情，比如无人驾驶汽车技术等，我认为这将推动市场快速向前发展。当然，随着这些事情变得越来越复杂，检测与测量是关键。

Las Marias : Quintin，非常感谢。

Armstrong : 谢谢！PCB

Global Wisdom · Local Presence
智慧大汇 实地创成

**全球最具代表性的线路板及
电子组装行业采购及信息交流平台！**

- 规模再度打破历届记录，逾2,600个展位，三馆齐开，共计超过52,500平方米。近550家国内外展商，一站式呈献业内革新及领先的产品及技术方案
- 创新推出与香港生产力促进局合办的香港展团，助您认识更多香港线路板厂商的产品技术及未来发展动向
- PCB设计大赛及PCB设计研讨会将再度举行，为PCB设计师提供展示技能及技术交流的机会
- 其他精彩活动如国际技术会议，助您掌握行业知识；欢迎晚宴、高尔夫球公开赛，助您搭建商贸人脉，促进行业交流及合作

观众预先登记，享免费及便捷入场！

请即到官网www.hkpca-ipc-show.org登记！

扫一扫！
关注展会官方微信
获取最新资讯



2017.12.6-8 中国深圳会展中心
1、2及4号展馆 www.hkpca-ipc-show.org

2017
HKPCA & IPC
Show

主办单位:

HKPCA 香港线路板协会
黄敬华小姐
T: (852) 2155 5099
E: secretary@hkpca.org

李明宇小姐
T: (86-755) 8624 0033
E: amandali@hkpca.org

IPC国际电子工业联接协会
李金山先生
T: (86-21) 2221 0072
E: chuckli@ipc.org

展会查询:

承办单位 一 柏堡活动策划
中国 一 陈滢女士
T: (86-20) 133-6057-8272
E: may.chen@baobab-tree-event.com

香港及海外 一 刘美儿女士
T: (852) 3520-3612
E: faye.lau@baobab-tree-event.com

主办单位

HKPCA
Hong Kong Printed Circuit Association
香港线路板协会

IPC

承办单位

BAOBAB TREE 柏堡

柏堡活动策划

SMT企业新组织模型

提升效益与客户服务 第一部分

by Tom Borkes

The Jefferson Project

在SMT技术出现之前，我们使用的是pin-in-hole技术。后来，有人说道，“让SMT出现吧，”于是天地嘎吱作响，如同盘古开天地一样，SMT就来到了人间。

其实对于年轻人来说，我希望你们知道SMT技术并不能追溯到圣经时代，也不是远古的外星宇航员带到地球上的。它来到我们身边的时间并不长。

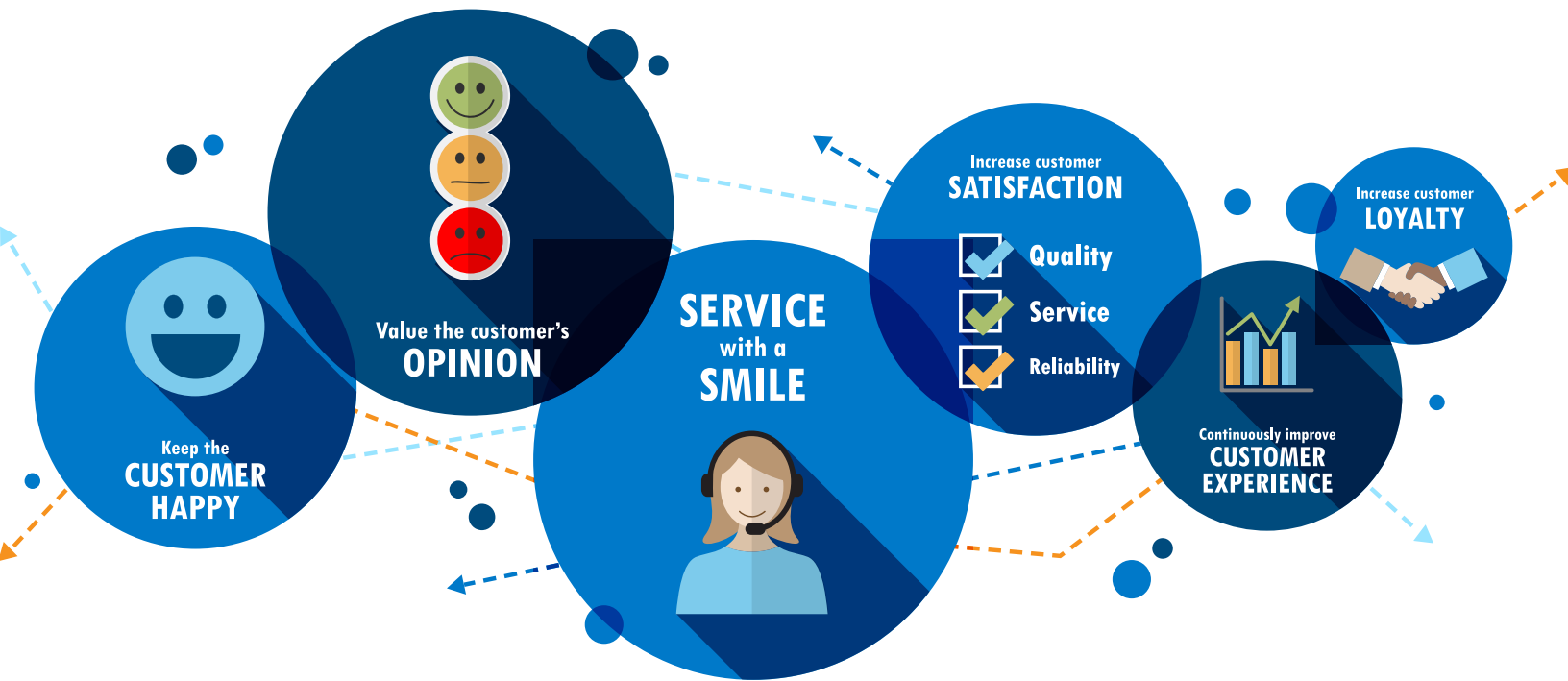
然而，我确实记得在一开始，当改革的车轮随着一阵狂风开始转动之后，一家大型计算机公司开始询问涉及百万美元的新型表

面贴装电子元件封装报价，从而吸引了大量元件供应商的注意。

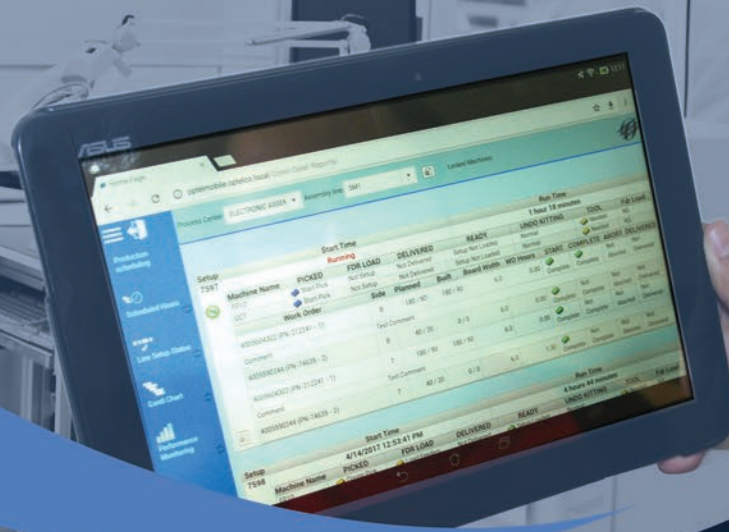
SMT出现后从未发生改变的四件事

自那时候起，电子产品设计和生产中几乎每件事都发生了变化，但唯有四件事从未改变：

1. 物理定律
2. 经济学规律
3. 本行业教育的基本方式
4. 本行业的设计和生产公司结构



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, info@optelco.com

我们对第一条没有太多的控制力，就目前的基础科学研究成果来看，物理定律都还适用。

第二条适用于所有行业（例如产品价值或基于客户意愿收取费用的服务——供给与需求——盈利能力[成本管理]，等）。

第三条本人研究、分析、讨论过，并且还写过与之相关的文章。为了更好地服务于高科技电子设计和组装行业，一个新的教育战略已经开始实施。学院和以营利为目的的EMS供应商将被安排在一个地方，EMS公司负责给学生提供一个可以进行实际操作的为期四年的本科项目，学生在毕业时可拿到应用电子产品设计与制造科学学士学位。

下面说说第四条。讽刺的是，这一条和第三条息息相关。如何相关的呢？另外的生产组织模型目前还不存在，是因为对产品设计、制造和组装感兴趣的毕业生们一直被禁锢于传统教育框架之中——存在于学术界的象牙塔中，而不是现实世界当中。

换句话说，“精益”或“扁平化”的组织模型所需要的技能只能在现实世界中习得，这里谈到的都是一些软技能，如何在自我管理型团队中工作、解决冲突、联合群众，善用修辞以及说服力，因为这些都适用于团队动力学。在以往的专栏中，我们关注了学术准备和行业需求之间的技能差距。但是，通过组织改革来减少劳动力成本的能力同样需要在现实中才能习得。

在批量生产和组装登上世界舞台之前，它其实是无足轻重的。激烈的国际竞争也并不存在。生产劳动力价格竞争只是地方性的竞争，保护主义关税政策和对低劳动生产技

能的价格及质量的担忧曾用于对抗这些低劳动力成本的产生。

在之前的专栏和文章中我们讲到过通过减少劳动量、通过自动化和大幅减少返工率，可以降低原始直接劳动力成本，今天我们来谈谈间接劳动力成本的可控因素，如组织结构在运作时所产生的间接费用和综合管理费用。

我们的公司

通过这家虚构的高科技EMS公司：Chips and DIPs (C&D)，我们看看新组织模型对经济方面的影响。

给公司规模分级的方式之一就是根据年销售额分级：

第一级：超过20亿美元

第二级：5 ~ 20亿美元

第三级：1 ~ 5亿美元

第四级：3000万 ~ 1亿美元

第五级：少于3000万美元

物料成本为2400万美元，占到了销售额的80%，产生了1600万美元的直接劳动成本和间接费用（间接劳动成本、间接费用、管理费用和福利）。

我们的公司C&D是一家第四级EMS供应商，年销售额约7500万美元。公司采用多品种小批量的产品组合，在任何时候都有平均6家原始产品开发（OPD）客户。

对于产品开发者而言委托生产如此有吸引力的原因之一就是成本。大多数OPD都认为将产品生产外包给合约制造商（EMS）能给他们带来最高收益。这样一来相对自己进行产品组装，他们能够节省不少资金和劳动

力成本。

然而很多情况下正确的决定是基于错误的理由做出的。这里用到的逻辑和ODP选择外包生产的决定相似，就是使用生产力价格低的地方——同样都是错误的理由。此类话题我们会留着在以后的专栏中再讨论。

EMS行业竞争极其激烈。我将它比作超市：商店每件商品所赚取的利润非常非常少。当商场卖出一瓶豌豆罐头的时候几乎不盈利，只有卖出大量的豌豆罐头时商场才能获得可观的总利润。

C&D公司的组织模型

作为一家经营性单位，我们在C&D有几个标准的层次组织模型可供选择。这些模型将具有普遍技能和相似技能的人员分到了相同的部门。每个部门都有一位经理。一些部门还配有小组长和科长。公司设有总监的职位，有些总监负责领导各部门内的小组，有的则掌握某一领域的专业技能并对该领域负责。在金字塔顶端的是我们的CEO——也就是群龙之首。

我们希望能让客户感觉自己的产品得到了重视。所以通过对不同部门的人员进行矩阵化管理，形成产品团队和项目团队。每位团队成员仍向原先的经理汇报工作，工作表现也由原经理评估，不同的是他们有特定的项目职责。项目经理对团队成员具有非直接管理权限。

C&D公司所需的劳动技能

以下是我公司所需的工作技能及其工作任务的部分列表：

- 生产计划员
- 工业工程师
- 自动化工程师
- 电气测试工程师
- 将客户物料清单加入物料需求计划(MRP)的人员
- 为销售和营销获取材料报价的采购人员
- 计划和分配生产工单的主调度员和计划员
- 项目经理
- 物料管理员（装运、物料检查和打包）
- 库存及库房管理人员
- 负责研发组装流程和制定行动表的工艺工程师
- 负责为分配的工单配备材料套件的配货员
- 负责将套件运输到相应设备和工作站的运输人员
- 负责锡膏印刷机编程的人员
- 负责安装锡膏印刷机的人员
- 负责操作锡膏印刷机的人员
- 负责贴片机编程的人员
- 负责贴片机安装料卷的人员
- 贴片机操作员
- 负责开发回流焊炉温度曲线的工艺人员
- 操作员
- 单站制造操作员
- 负责研发和编程波峰焊机的工程师或技师
- 波峰焊机操作员
- 清洁度测试人员
- 加工中检验员
- 开发ICT和功能测试的测试工程师
- 测试员
- 负责对出故障的电路板和产品进行检修的工程师和技师

- 负责检修自动化设备和工艺缺陷的技师
 - 生产设备的维修人员
 - 营销人员
 - 财务人员
 - 采购、生产、工艺工程、测试工程、质量保证、财务、营销和销售方面的主管和经理
 - 人力资源
 - 工厂安全员
 - 办公室和生产清洁人员
 - 负责维护和升级电脑设备的IT人员
- 天哪！

其他成本

除了付给满足以上任务要求的员工工资和时薪以外，以下每位员工所涉及到的费用和福利也要记入劳动力销售率当中：

- 医疗保险
- 失业保险
- 工伤保险
- 社保
- 公共假日工资
- 带薪假日工资
- 病假工资
- 养老保险
- 培训成本

固定的间接成本有：

- 建筑成本
- 能源开支：电费、天然气费、水费以及排水设施费用
- 电脑和设备通信系统费用
- 运营和设备的备件费用
- 自动装配设备和剩余设施设备的折旧成本

- 装配设备和设施的保险和财产税
- 安全和环境成本

在下篇连载中，我们会将所有人员分到组织图表中并且分配每个劳动力成本。然后我们会介绍另外一种组织结构——一个能够更高效、更节能地组装电子产品的方式。**PCB**

参考文献

1. T. Borkes, “‘Like Holding the Wolf by the Ears...’ – The Key to Regaining Electronic Production Market Share: Breaking Free of the Division of Labor Manufacturing Model in High Labor Cost Global Regions,” SMTA International Conference Proceedings, Orlando, Florida, August 2008.
2. T. Borkes; P. McDonough, “The Economic Development of a Lead-Free Assembly Process: A Practical Case Study that Minimized Conversion and Operational Costs,” SMTA International Conference Proceedings, Orlando, Florida, October 2007.
3. T. Borkes, “Paper or Plastic? Choosing to Move Offshore,” SMT Magazine, April 2006.
4. T. Borkes. “Leadership in Your Company: Something to Worry About?” SMT Magazine, November 2016.



Tom Borkes是Jefferson Project和即将开学的Jefferson Institute of Technology的创始人。联系Borkes，请[点击这里](#)。

2018年4月24日-26日

上海世博展览馆

诚邀参观
YOU ARE INVITED



NEPCON China 2018 (第二十八届中国国际电子生产设备暨微电子工业展) 是电子制造行业内集中展示先进SMT和电子制造自动化技术的专业展览会。这一名声卓著的行业交流平台汇聚超过450个来自全球电子制造业的知名品牌, 为观众带来了覆盖SMT、电子制造自动化、焊接及点胶喷涂、测试测量等各环节的革新设备, 创新材料和系统集成方案。此外, 现场多种技术论坛更让观众有机会接近行业领袖和精英, 面对面交流热点动态, 洞察行业趋势和技术应用, 把握更多发展机遇。

主办单位
ORGANISED BY

CCPIT Electronics & Information Industry
Sub-council
中国国际贸易促进委员会电子信息行业分会

Reed Exhibitions®
励展博览集团

支持单位
SUPPORTED BY

SMTA
CHINA



NEPCON官方微信



NEPCON 手机应用

www.nepconchina.com

参展事宜, 请联络 王永婷 先生 021 2231 7016 tim.wang@reedexpo.com.cn

参展事宜, 请联络 李海宾 小姐 010 5763 1818 haibin.li@reedexpo.com.cn



在PCB布局中加入自动化EMC分析

by **Craig Armenti**

Mentor, a Siemens Business

符合电磁兼容性（EMC）规定是产品进入市场之前的必要条件。像联邦通讯委员会（FCC）和国际电工委员会（IEC）这样的国内和国际标准机构会限制每个产品辐射和传导排放的最大值。汽车业和航空航天业制造商甚至会给他们的供应商设定更严格的标准。简言之，如果一个产品没有通过目标市场的EMC合规性测试，这个产品就不能出售。

设计团队深知保证产品EMC合规的重要性，但还是有很多设计团队不会在设计过程中进行EMC分析。有的人认为PCB布局期间

进行EMC分析会非常耗时，并且设置和配置具有一定挑战性，得出的结果也不好理解。过去，在设计过程中，信号完整性（SI）和电源完整性（PI）一直是分析的重点，而所谓的“EMC分析”都是在制造完成后使用成品测试得到的结果。设计阶段就进行EMC分析可以避免制造完成后才发现产品没有达到EMC要求，而这一点常常被忽视。

新一代ECAD工具中的EMC分析功能易于操作，而有详细说明了的检查规则还包含对每条规则的解释和对产生问题的建议解决方案。在PCB布局过程中、投入生产之前，适

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

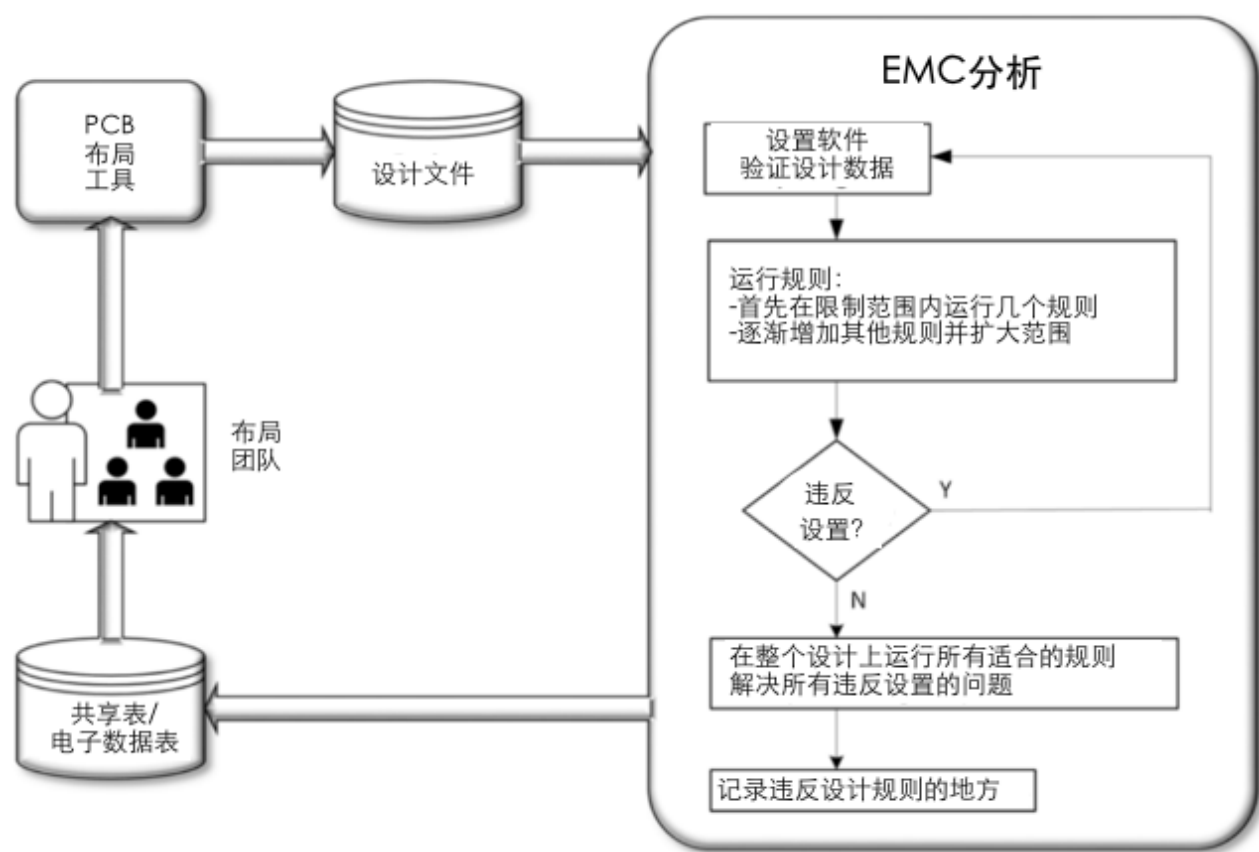


图1：PCB布局过程中的EMC分析

当加入EMC分析可以减少（多次）重新设计的可能性，从而减少产品开发成本和加快上市速度（图1）。

电磁兼容性分析——实际情况要比你想象中的更好

电磁兼容性是一个让人觉得非常艰巨、令人困惑的话题，尤其对那些新入行的工程师和设计师，还有那些对这一领域并不精通的从业人员而言。此外，大家通常还会混淆电磁兼容性（EMC）和电磁干扰性（EMI）这两个概念。虽然本文的目的并不是介绍EMC和EMI理论，但我们还是要大致阐述一下它们的定义。

EMC通常是指产品在不引入电磁干扰的

情况下在周围环境中工作的能力。产品一定要做到：

- 可以承受规定程度之内的干扰
- 不会产生超过规定程度的干扰
- 自身可以兼容

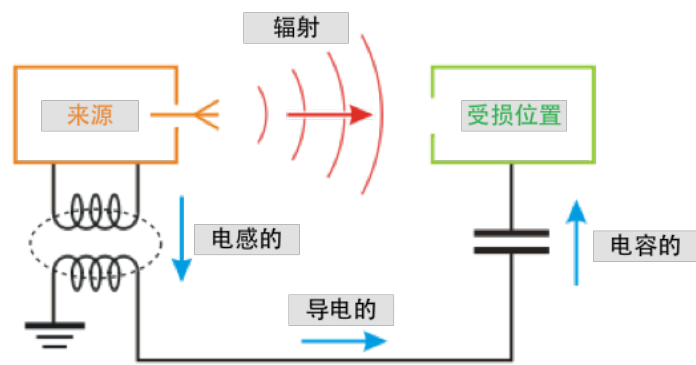


图2：来源和受损位置的4种基本EMC/EMI 耦合机制

EMI通常是指因电磁感应或电磁辐射对电路产生干扰的现象。

这两个定义简言之就是：EMC是产品对周围环境的耐受程度，EMI是产品对周围环境的影响（图2）。

有人认为PCB布局期间进行EMC分析会非常耗时，并且设置和配置具有一定的挑战性，得出的结论也不一定准确，正是这种想法复杂化了这个问题。正如前面所说，在设计过程中自动分析与制造完成后再对成品进行测试不同，可以大幅减少潜在的耗时和成本。虽然EMC测试实验室不需要提供EMC测试的平均通过率，但很多研究表明首次通过率在50%左右。此外，在汽车行业中，不符合EMC规定是导致产品重新设计的第二大原因。EMC故障会造成（多次）重新设计，而重新设计会影响产品开发成本和上市的进度（图1），所以在需要EMC合规的PCB布局时进行EMC分析是十分有必要的。

PCB布局中“前移”EMC分析

“前移”是工程领域术语，表示将通常在设计过程后期完成的任务提前完成的一种操

作。一般来讲，改变任务顺序并不意味着排除了该任务在后期进行的必要性；而是为了减少对这项任务的依赖性并改善成品。在这种情况下，将基于成品的EMC测试前移，并且在PCB布局过程的合适节点上执行集成的解决方案。前移的目的在于帮助工程师和设计师更早地在设计过程中完成一些任务，最终消除重复设计并确保整个流程更高效。基本来讲，在PCB布局过程中每进行一次分析，整个设计流程就会有所提升。前移的程度越大，优点就越多（图3）。来看一下典型的应用案例。通常情况下，设计师或工程师会在PCB设计系统中手动进行一些简化的EMC分析，但还是要根据成品的EMC测试结果来决定是否需要更详细的分析。在这种设计完成后再进行分析的情况下，检测出的任何EMC问题都必须返回给设计师进行纠正。一旦在测试时发现了EMC问题，就需要对原产品做出一些改动来解决问题，这样一来就必须做出一个新设计，整个周期又要再从头进行一次。还有一种说法是测试时发现的任何EMC问题的细节可以通过分析和沟通在PCB设计系统内解决。这一

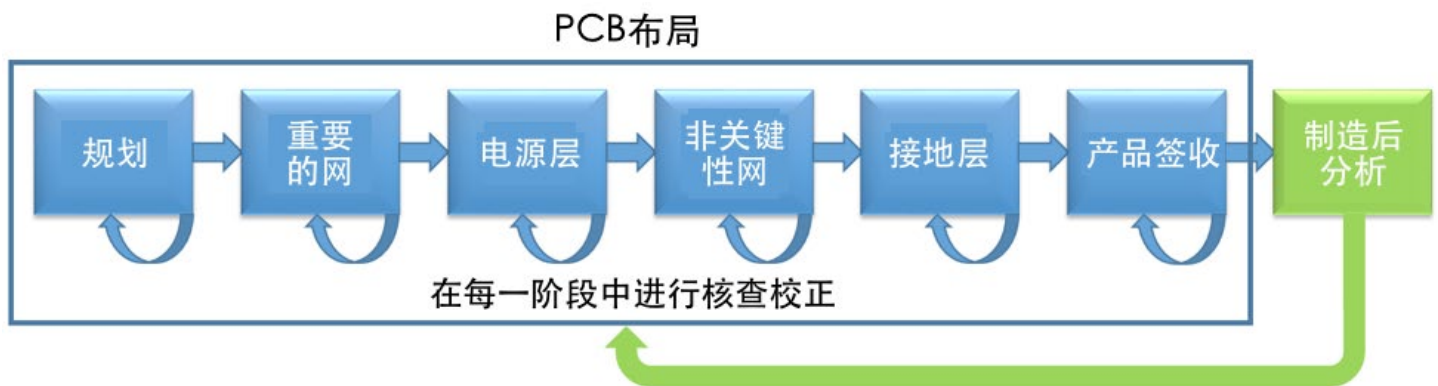


图3：EMC分析任务前移

说法的有效性根据EMC测试实验室的专业水平级别会有所不同。EMC问题的手动检测不仅很耗时，其主观性也很强，不够精准、容易出错。通过将EMC分析提前到自动化的设计过程中，EMC问题从发现到解决的整个时间就不会再受到外界操作的影响。分析进行得越早、次数越多，就越容易在设计过程的早期阶段发现并校正问题。

EMC分析——尽早多次实施

鉴于仅仅一个设计改善就可以减少EMC干扰和发射，在PCB布局过程中某些合适的阶段尽早进行分析可以发挥更大的优势。很多设计团队花了大量的心血去控制潜在的EMC/EMI问题，而不是去花时间利用分析的方式来减少出现问题的可能性。正如之前提到的，最新一代ECAD工具具有可以针对放置位置和布线进行不同EMC和EMI规则检查的功能，以优化布局设计。在最理想的情况下，用来给PCB布局的ECAD工具的EMC分析功能可以做到：

- 每一条规则都有详细记录
 - 清晰解释每一条规则的原理
 - 提供包含图表的示例，详细说明每一个设置选项
 - 提供关于如何纠正问题的建议
- 有些问题可以在集成的EMC/EMI分析中

布局过程中的阶段	需要检查的项目
规划	与IC相关的去耦电容的位置 与连接器和IC相关的EMI元件位置
重要网络布线	每个网络上通孔的数量 每个网络的长度 每对引脚间的长度匹配 通孔未背钻长度 特性阻抗不连续性
电源层的创建	接近板边缘的网络 与高速网相关的电源层分割 未背钻长度 电源层/导线宽度
非关键网络布线	I/O网络和高速网络之间的串扰 未背钻长度 每个网络上通孔的数量
接地层的创建	孤立铜区域 通孔连接 和高速网络相关的参考平面间隙 高速网络的参考平面变化 未背钻长度 电源层/导线宽度
signoff	再次检查之前应用到的规则

表1：每个设计阶段需要分析的EMC/EMI 项目

- 检测出来，其中包括：
- 未背钻的通孔长度
 - 滤波器的放置
 - IC位于平面分割上
 - I/O耦合
 - 孤立铜区域
 - 在板边缘的网络
 - 导线跨过平面分割
 - 导线参考电压有误

- 过孔未背钻长度

在以上示例中，用户不需要对EMC/EMI的准则有深入了解就可以运行自动分析。

表1是PCB布局过程中各个阶段进行EMC分析时应该检查的项目。请注意在有些情况下，有的项目会在整个PCB布局过程中进行多次检查。这并不意味着都要检查同一参数两次，但随着设计的进行，需要重复进行分析。比如说，一个网络的通孔数最大值。在设计周期后期接通电源、整面接地并加入了非关键性的网以后，在对重要的网进行分板以后分析结果可能会发生变化。

通过交叉检查布局的分析数据，可以发现EMC分析结果及提出的问题矫正方案十分准确。基本规则通常不需要做出任何设置，但为了应用一些更加高级别的规则，往往需要做出一些设置，由此可见，分析结果在某种程度上往往依赖于设计团队的EMC专家。

总结

对于大多数工程师和设计师而言，终极目标是建立全速运行时依旧可以非常可靠的系统，同时可以在不需要高成本的防护和过滤情况下通过EMC合规性测试，并且第一次生产就达到这种状态。而实现电磁兼容性就是设计领域的一个重要里程碑。EMC分析前移并集成在PCB设计工具中可以大幅降低完工后EMC不合规的可能性。正如文中提到的，嵌入EMC分析不是一次性完成的，而是在PCB布局过程的多个阶段中多次进行，用于支持EMC合规性的关键设计决策可以应用在PCB布局过程中的每个阶段。每次在PCB布局过程中前移EMC分析都会提高效率，其

最终目标就是让设计系统支持使用EMC准则的自动建构校正方法来消除设计完成后的迭代成本。

总而言之，在PCB布局中加入自动化EMC分析有很多优点，包括：

- 设计出EMC合规的成品
- 减少对制造完成后EMC分析的依赖性
- 提高首次通过EMC合规性测试的几率
- 自动操作所替代主观性强、费时和易出错的手动操作流程
- 减少或消除设计后期的返工

上述优点当然只是我们可以实现的开始。随着新技术的出现，产品会发生革命性改变。最初，设计团队可能只是着眼于最关键、最容易出错或最容易误解的那几条基本规则，随着对新一代嵌入式EMC规则检查越来越熟悉，会逐步加强相关产品的时效性、准确度以及质量，我们的目标是不断完善工艺流程。最后，集成在PCB布局过程中的EMC自动分析既有助于产品开发团队和制造团队提高产品质量、又有助于降低成本并减少上市时间。**PCB**



Craig Armenti, Mentor, a Siemens Business公司线路板系统部PCB行销工程师。他在EDA行业拥有超过25年的从业经验，曾在多家主流电讯和软件公司担任过行销工程和应用工程类的职位。拥有电气工程技术学士学位和工商管理硕士学位。

FPGA PCB的设计挑战

by Barry Olney

In-Circuit Design Pty Ltd | Australia

目前，现场可编程门阵列（FPGA）在大部分数字设计中已变得十分常见。这些曾经只提供胶连逻辑的、带有多个逻辑门和引脚的高速逻辑器件，如今已可将嵌入式处理器、数字信号处理器（DSP）、内存块和大量的输入/输出（I/O）引脚集成到一个球栅阵列（BGA）封装中。除了明显的扇出和细线距BGA的布线以外，更不必说器件供电需要相当数量的电源模块——这种额外的复杂性为PCB布局带来了诸多挑战。造成此类问题的原因是由于EDA（电子设计自动化）软件没有跟上FPGA的发展速度。人们开发了基本的PCB布局软件来进行PCB设计，电路中包含含不可编程引脚的元件（如专用集成电路（ASIC）），这可能并不适合将FPGA集成在内。

首先要解决的问题是，生成无需在PCB叠层中添加过孔和信号层的、FPGA引脚的最优分配，或增加将FPGA集成到PCB上所需的延迟时间。工程师们一般不会考虑可加快PCB设计进展的FPGA引脚分

配。数百个逻辑信号需要映射到器件的物理引脚上，并且这还需要符合布线规则，同时保持设计的电气性能完整性。

更令人沮丧的是，FPGA的I/O口分配在整个设计过程中通常处于不断变化的状态。因此，许多PCB设计工作必定是要反复进行的，这仅仅是因为电路板和FPGA的设计团队没有事先协调好I/O引脚位置的分配。这个由来已久的问题曾经发生在我身上。电路板可以经过预布局仿真、放置元件和布线来完成这个过程，以验证所有时序的合理性。只通过测试、装配来确定BGA封装的FPGA I/O口引脚分配是不正确的！

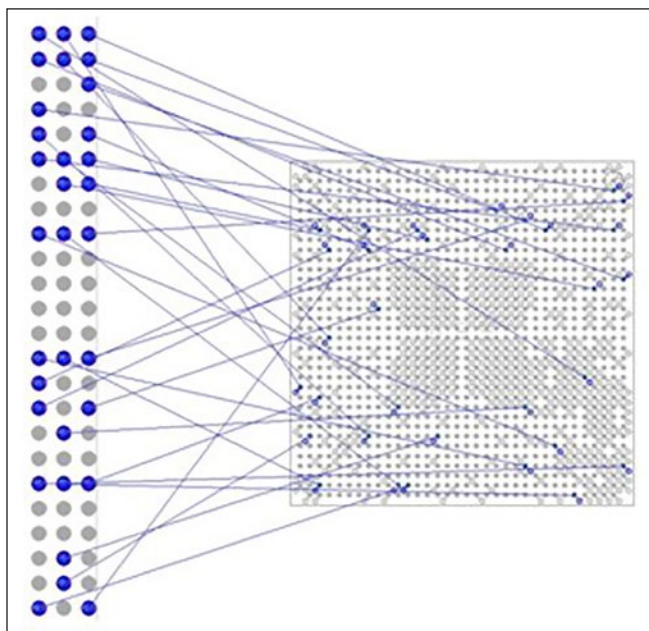
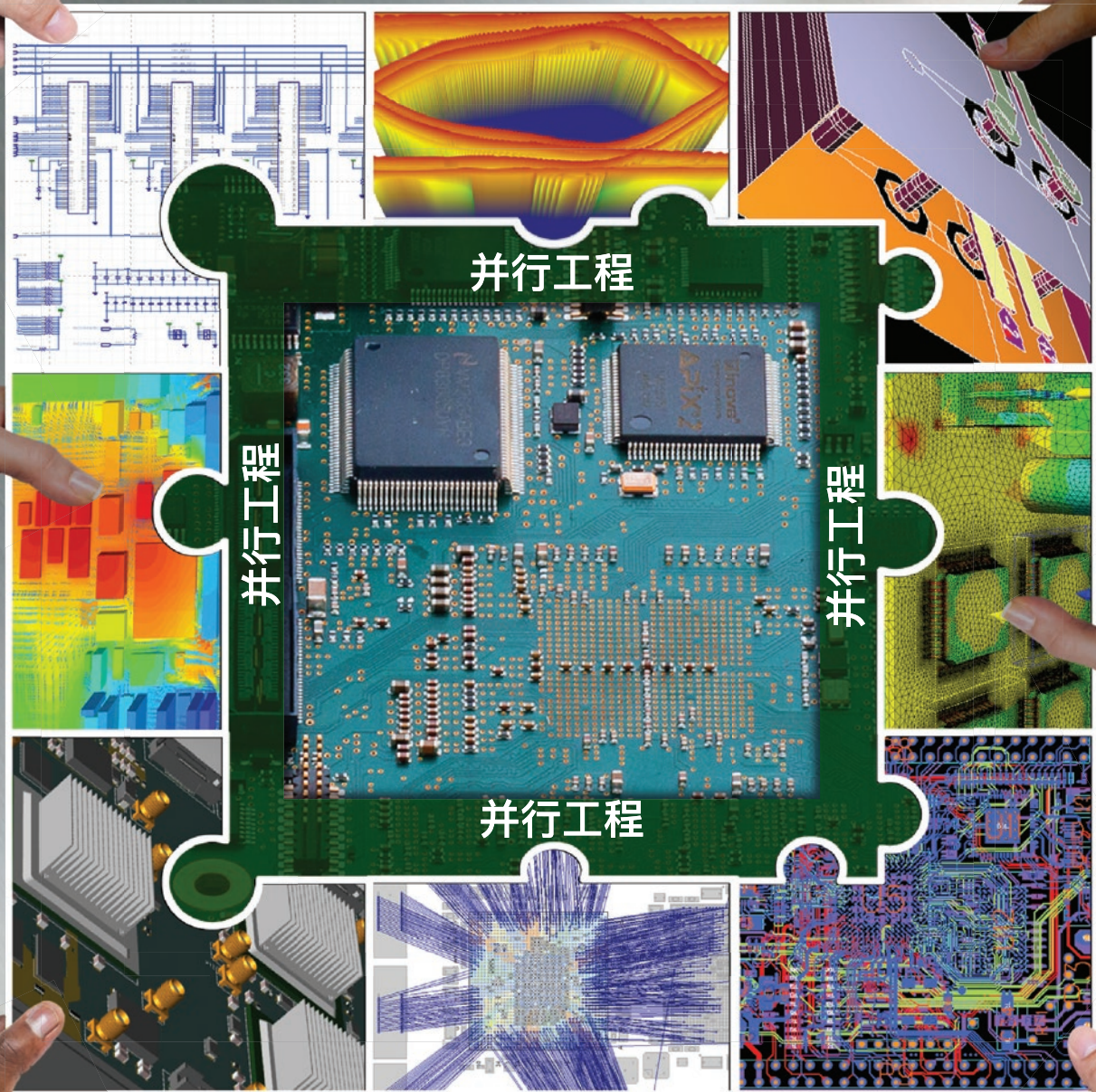


图1：需要优化的分散连线，以消除连线交叉 来源：由Mentor, a Siemens Business公司提供

同时，从PCB布局的角度考虑，应尽量减少连线的交叉，从而为布线工具创造最好的布线条件。无论布线技术有多么先进，交叉点对应的每个连接通常都会多占用两个过孔，并因此需要更多的信号层来走线。我们应当考虑：

- 减少过孔的数量，以尽量降低信号线的寄生电感，从而实现高质量的信号收发
- 将信号线的长度约束

PCB系统设计竞争优势



©2017 Mentor Graphics Corporation. All Rights Reserved. Mentor Graphics is a registered trademark of Mentor Graphics Corporation.

Xpediton® 并行工程|当今的PCB系统级设计，需要新的方法和技术来管理不断提升的复杂性。从概念到制造，实时并行工程能加快您的产品开发过程，提高设计质量并降低成本。市场领先的Mentor® Xpediton瞄准企业协作流程，提升您的竞争优势，可缩短高达70%的设计周期。了解更多信息，请访问: www.mentor.com/pcb/xpediton

Mentor
A Siemens Business

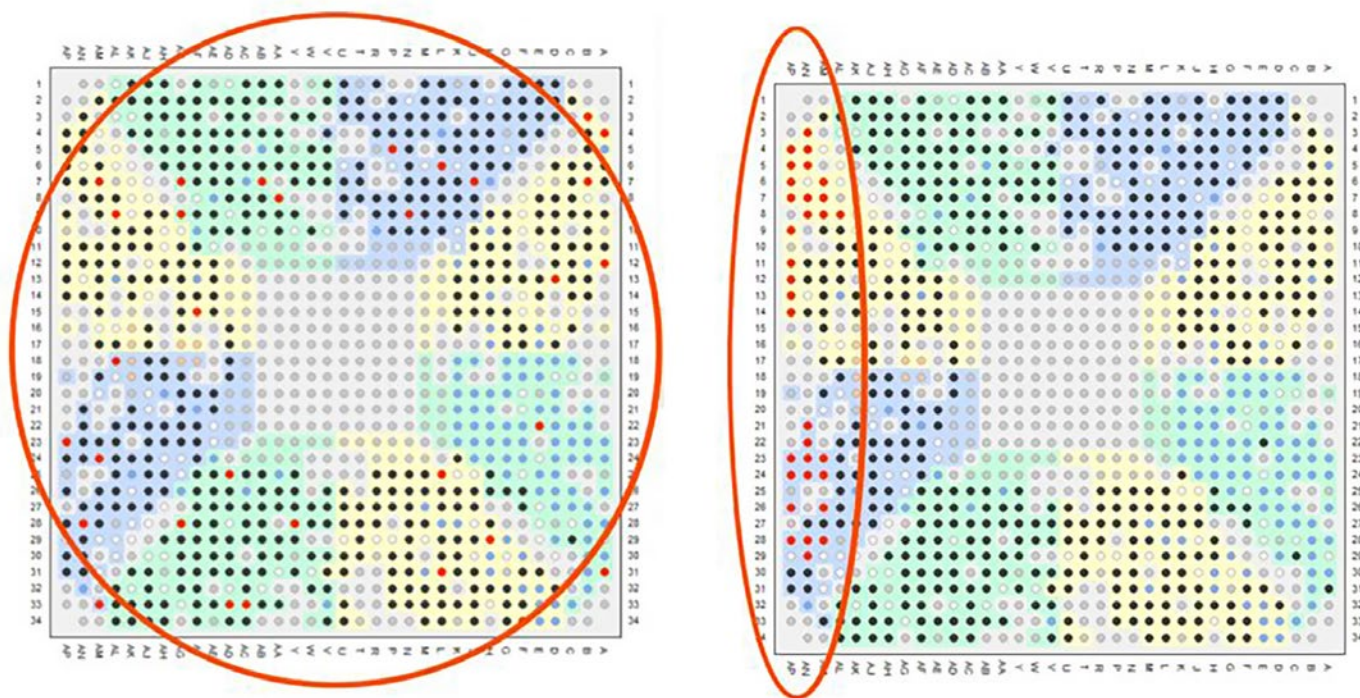


图2：原引脚分配（左）和改进后的引脚分配（右），红色表示I/O口

到最小，以降低传输线损耗，从而提高信号质量

图1表示了FPGA在进行第一次引脚分配后的一个十分混乱的I/O口连线状况。这通常是根椐FPGA的布局和布线工具的处理结果，需要由PCB设计人员来处理的问题。为了更加利于布线，设计人员需要首先对BGA封装某个外缘的引脚分配进行调整。其次，对这些引脚进行整理以消除交叉。

图3中的连接使用了图2中所示的引脚分配，这样就消除了交叉，使得对FPGA I/O信号线的布线变得容易了许多，并且用到更少的过孔和PCB层数。这反过来又提高了系统的性能，降低了制造成本并加快了上市时间。

现在的问题是，如何将这个改进后的BGA引脚分配反向标注到FPGA设计软件上呢？人工处理将会是一个耗时、繁琐并且容易出错的过程。关键是要确保硬件描述语言（DHL）中

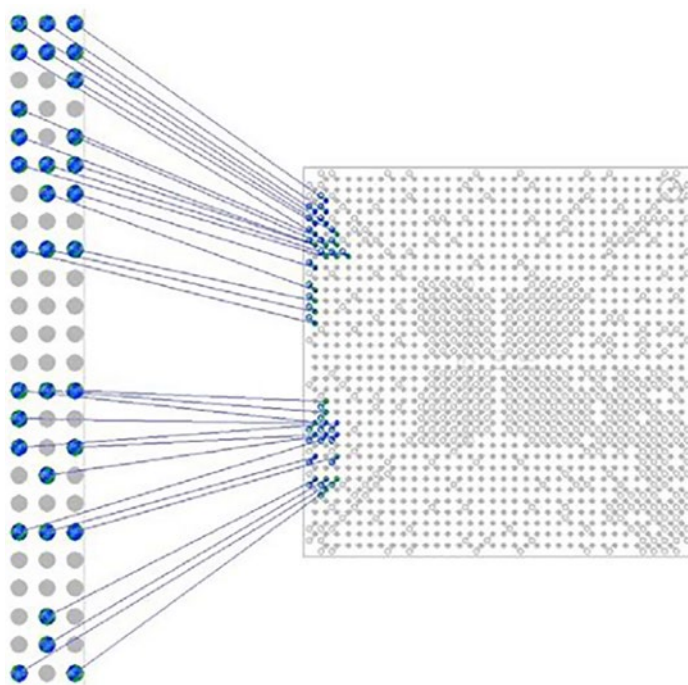


图3：通过修改引脚分配来消除交叉

所使用的工具集、FPGA和PCB环境之间的一致性。由硬件描述语言所描述的FPGA应能够合理表示成一个包含正确引脚数据的原理图符

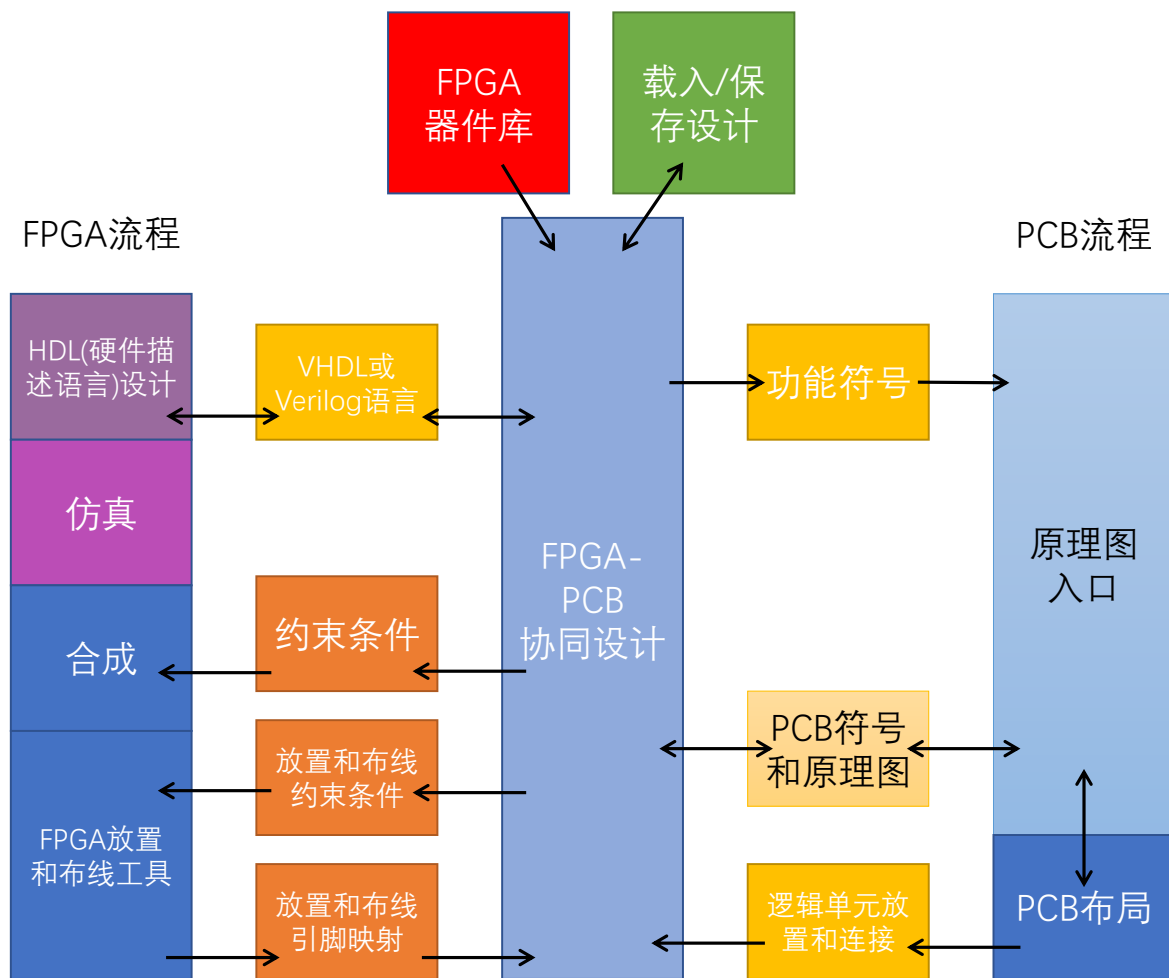


图4：FPGA和PCB的同步过程

号，并且这些引脚可以和BGA封装一一对应起来。

此外，I/O优化工具可为FPGA和PCB的设计提供“同步进行”的途径，从而可以缩短数周的设计时间并带来长期的总体成本效益。部分工具如Mentor, a Siemens Business公司的FPGA-PCB优化技术（该技术在PADS专业版软件中增加了硬件描述语言（HDL）综合功能和先进的FPGA-PCB I/O优化功能），可以胜任这些挑战。这种处于HDL设计环境和PCB上物理实现之间的接口通过自动化的处理，能够大大缩短上市时间和制造成本，减少错误以及由此导致的返工。

图4表示了这种“同步进行”的过程。从本质上讲，一旦完成FPGA的设计，由布局布线工具生成的引脚分配就可被导出至FPGA-PCB协同设计软件上。含引脚分配的原理图符号是自动生成的，并且将被添加到原理图中。然后我们可将完整的原理图正向标注（转换）到PCB设计软件中。我们可对BGA的引脚分配进行优化以消除连接上的交叉，并借助于这种接口来完成PCB到FPGA工具的反向标注。这就实现了FPGA引脚分配到BGA封装引脚分配的同步。

I/O口的优化需要同PCB的设计流程紧密结合，并且可在项目的任何阶段保持可用性。

原理图、PCB布局和FPGA数据库应当始终保持同步，这种同步可让用户实现对项目设计数据流的控制。

可对特定架构进行优化的、与FPGA供应商无关的设计环境利用了各个FPGA器件的特定功能来满足设计要求。独立于供应商的综合器可支持从Altera、Lattice、Microsemi到Xilinx等厂家的各种器件。因此，开发者可针对任何器件使用相同的HDL设计源文件和约束条件，以得到综合后的网表（该网表可借助于对应厂商的工具，实现逻辑门的放置和布线）。这种开发平台的无关性让用户能够很容易地对任何FPGA器件进行重新选择和结果分析，从而找出最适用于其设计的FPGA器件。

直到最近，FPGA-PCB的I/O优化工具仍然十分昂贵，有只适用于企业的Cadence Allegro和Mentor Xpedition，也有较为经济实惠的PADS专业版PCB设计工具套件可供选择。自动处理FPGA和PCB设计之间容易出错的部分是十分明智的。设计团队需要实施新的方法，以确保他们不会否定优先使用可编程逻辑器件在成本和上市时间上的效益。

要点归纳：

- FPGA集成的额外复杂性为PCB布局带来了诸多挑战；
- EDA设计工具未能赶上FPGA的发展速度；
- 首先要解决的问题是，生成无需在PCB叠层中添加过孔和信号层的、FPGA引脚的最优分配；
- FPGA的I/O口分配在整个设计过程中通常处于不断变化的状态；
- 尽量减少连接的交叉，为布线工具完成走线创造最佳机会；

- 当前的问题是如何实现从改进后的FPGA引脚分配到FPGA设计工具的反向标注；
- 人工处理过程非常耗时、繁琐且容易出错；
- 关键问题是确保FPGA中所使用的工具集和PCB环境之间的一致性；
- 使用合适的工具，可实现FPGA和PCB设计的“同步进行”，从而可以缩短数周的设计时间并带来长期的总体成本效益；
- 原理图、PCB布局和FPGA数据库应当始终保持同步，这种同步可让用户实现对项目设计数据流的控制；
- 可对特定架构进行优化的、与FPGA供应商无关的设计环境利用了各个FPGA器件的特定功能来满足设计要求。**PCB**

参考文献

1. Barry Olney's Beyond Design column: [Rise of the Independent Engineer](#).
2. "FPGA I/O Features Help Lower Overall PCB Costs," by Dave Brady, Mentor, a Siemens Business.
3. I/O Optimization: Mentor, a Siemens Business, PADS literature.
4. FPGA-PCB Co-Design Option for PADS Professional: Mentor, a Siemens Business, PADS literature.



Barry Olney是澳大利亚In-Circuit Design Pty Ltd (iCD)的董事总经理。该公司是一家PCB设计服务公司，专门从事电路板级仿真服务。该公司开发的iCD Design Integrity软件集成了iCD Stack-up、PDN和CPW Planner等工具，可通过www.icd.com.au下载。

2017年IPC亚太区市场活动



高可靠性技术应用、经典案例、最佳实践和市场沟通的平台

IPC高可靠性技术会议

5月3日 - 中国, 太原
6月16日 - 中国, 长沙
6月28日 - 泰国, 曼谷
6月30日 - 越南, 河内
8月18日 - 中国, 宁波
10月26日 - 中国, 重庆
11月2日 - 马来西亚, 槟城

IPC WorksAsia暨航空电子会议

4月19日 - 中国, 西安

IPC WorksAsia暨汽车电子会议

5月25日 - 中国, 上海
6月23日 - 中国, 深圳

IPC WorksAsia暨航天电子会议

9月6日 - 中国, 北京

IPC标准应用技术会议

4月27日 - 中国, 深圳
10月31日 - 中国, 苏州

IPC会员联谊会

12月6日 - 中国, 北京

IPC手工焊接竞赛

5月11-13日 - 泰国, 曼谷
5月17-19日 - 中国, 苏州
5月17-19日 - 印度尼西亚, 雅加达
5月17-19日 - 韩国, 龟尾市
6月19-21日 - 中国, 北京
7月13-14日 - 中国, 成都
9月13-15日 - 越南, 河内
9月待定 - 马来西亚, 槟城

IPC手工焊接竞赛中国区总决赛

7月15日 - 中国, 成都

IPC APEX华南展

国际线路板及电子组装华南展览会

12月6-8日 - 中国, 深圳

IPC PCB设计大赛

12月6日 - 中国, 深圳

IPC PCB设计专题会议

12月7日 - 中国, 深圳



PCB设计师手册

嵌入元件:第二部分

by Vern Solberg

嵌入电容器和电感器元件的技术和工艺依赖于几种独特的方法。关于电容器, IPC-4821定义了在PCB结构中形成电容器元件的两种方法:基于层压板(铜-电介质-铜)或平面工艺以及使用沉积介电材料的非层压工艺。

分布(平面)电容器

这通常被视为用于替代分立电源去耦电容器的最简单解决方案。平面电容器是由薄

介电层隔开的紧密间隔的电源和接地层组成的。电介质可以是玻璃布增强环氧树脂材料层、未经玻璃布增强的聚合物薄层或填充有陶瓷粉末的聚合物片材。这种技术能提供很大的电容值,同时具有非常低的电感。根据不同的介电常数、材料厚度和面积,平面电容器的电容范围为1pF至1mF。

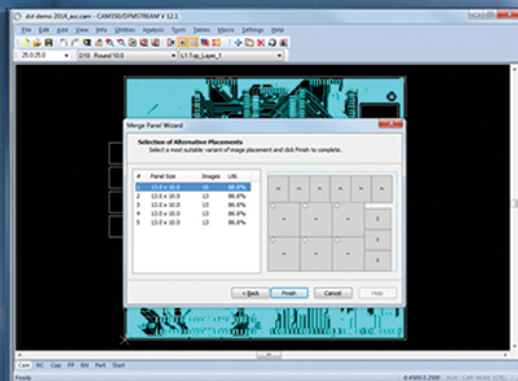
由于平面电容的容值与电源层和接地层之间的电介质厚度成比例,因此优选为薄电介质,这样即能增加平面电容容值,又减少

确保PCB制造成功的解决方案!



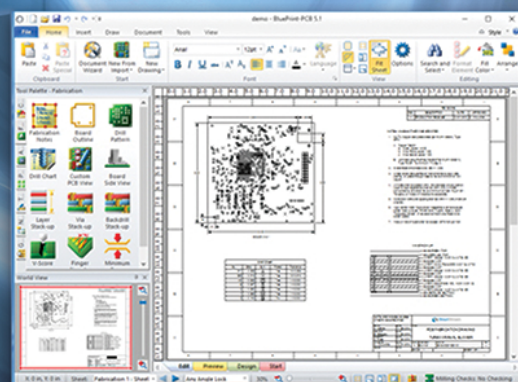
CAM350®

验证与优化PCB设计，
确保成功制造。



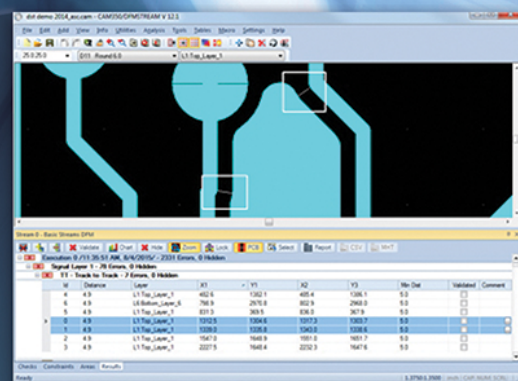
BluePrint-PCB®

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

▶ 请点击这里申请 CAM350 12.2 视频电子教程
<http://www.kgs.com.hk/video.aspx>

平面扩散电感，并最大限度地减少总体板厚度。平面扩散电感的减小还会使线路阻抗降低，同时增强离散电容的效果。

电源和接地对的总电容由铜电极的有效共用（重叠）面积确定。面积乘以电容密度就是总电容。

以下是用于设计平面电容的推荐值：

$$C = \frac{A \times D_k \times K}{t}$$

其中：

C = 容值（法拉）

A = 板面积

Dk = 板之间材料介电常数

K = 常数

t = 板之间的距离

例如，电容器电极有效面积为1000cm²，电容密度为700pF/cm²，则总有效电容为0.7μF。如果在设计中再额外加入了一对平面的话，则总电容为1.4μF。相同的逻辑也可以用于确定分布式平面内置独立滤波电容器的尺寸。

聚酰亚胺（PI）薄膜电容器

PI分布平面电容值可以通过PI的面积和厚度这两个数据计算得出。聚酰亚胺膜电容器通常用于降低配电网PCB部分的阻抗（低电感），以及去除绝大部分0.1μF或更低容值的去耦电容器。

例如，OAK-MITSUI提供了以下用于估算PI膜电介质分布式平面电容器容值的公式：

- 12 μm厚的材料有140 pF/cm²
- 16 μm厚的材料有230 pF/cm²
- 24 μm厚的材料有310 pF/cm²

沉积介电材料电容器

介电材料可以以膏体、液体、粉末和预先蒸镀的形式提供。这些材料可以通过丝网印刷、沉积和层压方式放入PCB结构内。电容器的电介质需要使用PCB上的铜或其它导电材料的两个导体平面，通过丝网印刷或电镀制造到电介质上。例如，丝网印刷技术通常用于将聚合物厚膜（PTF）和陶瓷填充聚合物（CFP）电介质做到蚀刻的铜图案上，随后在电介质上丝网印刷导电（填充银的聚合物）材料形成第二个端子。PTF和CFP复合材料的电容范围只有1pF到10pF左右。

陶瓷厚膜电介质

在铜箔上加入厚膜陶瓷（CTF）浆料工艺可以用来形成各种电容器设计。将介电材料涂覆在经过预处理的薄铜箔上。陶瓷浆料含有铁电Ba/TiO（钛酸钡）粉末和玻璃粉末以使其能够进行丝网印刷。制造商表示，在灼烧过程中，优选一盎司铜箔，因为其较好加工并且稳定性好。在准备添加陶瓷涂层时，将非常稀的铜和玻璃浆混合物预先印刷在铜箔上。经过预印的铜箔将会作为介电层的助粘层。可以以稍微大于电介质层的图案进行预印，或者覆盖整个铜箔。烧制陶瓷材料在约900℃的氮气炉中完成。陶瓷电介质可以完全覆盖铜箔，也可以烧蚀仅覆盖特定区域。CTF涂层铜箔的容值范围是1pF到约10nF，同样，还是取决于介电常数、材料厚度和面积。

陶瓷填充光敏介电材料

CFP材料能够在印制线路板的比较外层形成电容器结构。摩托罗拉实验室和Vantico AG开发的CFP嵌入式电容器也基于介电常数约为20的钽钛化合物，将电容密度限制在几nF/in²。这项技术的开发目标是创造一种能提供10至30 pF/mm²的电容密度并且与标准印制线路板制造工艺兼容的材料。

(注：可以从材料制造商处获得可打印和电介质箔片的电容器设计指南。)

形成的电感元件

形成的电感器是由电流回路构成的，并在该回路中产生磁场，用于存储和控制电感能量。电路结构中的电感器最常见的设计是“螺旋”电感。螺旋电感所产生的电感值由螺旋中导体的长度和匝数确定。匝间间距也是至关重要的，因为间距控制电感器的谐振频率。更宽的间距通常会降低电容并提高电感频率。PCB平面螺旋电感器可以用作在RFID系统中形成高频匹配滤波器的天线或元件。电感器的尺寸取决于几个参数：

- 线宽
- 间距
- 几何结构

简单的电感器元件可以集成到PCB单个表面上的电路路径中，但是更复杂的电感器应用可能需要在多层电路内堆叠配置。例如，单层铜螺旋只能达到10nH左右，然而多层螺旋可以达到30nH。

此外，利用铁磁材料作为铜回路的内芯，放在多层PCB螺旋的下面和上下夹着螺旋，可以将电感值扩大到100nH的范围内。

可以使用IPC-2316中提供的方法来计算螺旋电感的电阻值和电感值。市面上也有很多用于开发螺旋电感器布局的软件工具。

作为形成式零部件的替代方案，许多公司还将独立的无源元件内置于基板层。在下一期“嵌入式元件，第3部分”中，我将重点介绍选择兼容的元件进行嵌入，焊盘图案标准和附加方法。**PCB**

注：该专栏的[第一部分](#)原载于2017年8月的《PCB007中国杂志》中。



Vern Solberg是专门研究表面贴装技术和微电子设计与制造技术的独立技术顾问。阅读他过去的专栏或与他联系，请[点击这里](#)。

全球最大化工公司出炉！陶氏杜邦完成合并，市值超1500亿美元

好事多磨，历时21个月，美国陶氏化学公司（DOW）和美国杜邦公司（DuPont）完成合并，新的全球最大化工公司正式诞生。

陶氏杜邦9月1日宣布，陶氏化学公司与杜邦公司于8月31日成功完成对等合并。合并后



的实体为一家控股公司，名称为陶氏杜邦。按照两家公司的市值，合并后的陶氏杜邦市值超1500亿美元，超过原化工行业市值最大的德国巴斯夫公司（BASF），成为化工企业中新的全球老大。

阅读全文，请[点击这里](#)。

行业会展



IPC活动日历, 请[点击这里](#)。

SMTA活动日历, 请[点击这里](#)。

iNEMI活动日历, 请[点击这里](#)。

完整的PCB007活动日历, 请[点击这里](#)。

[2017年SMTA国际会议展览](#)

2017年9月17日至21日
美国伊利诺伊州罗斯蒙特

[一步步新技术研讨会](#)

Step-by-Step Technical Conference
2017年9月22日 中国北京

[electronicAsia](#)

2017年10月13-16日
中国香港

[IPC挠性电路 : HDI论坛](#)

2017年10月17日至19日
美国明尼苏达州明尼阿波利斯

[TPCA展](#)

2017年10月25日至27日
中国台湾台北

[Productronica 2017](#)

2017年11月14-17日
德国慕尼黑

[2017国际线路板及电子组装华南展览会](#)

2017年12月6-8日
中国深圳

[47th NEPCON JAPAN](#)

2018年1月17日至19日
日本东京Big Sight

[DesignCon 2018](#)

2018年1月31日至2月1日
美国加利福尼亚州圣克拉拉

[EIPC 2018冬季论坛](#)

2018年2月1日至2日
法国里昂

[IPC APEX EXPO](#)

2018年2月27日至3月1日
美国加利福尼亚州圣地亚哥

[中国国际电子电路展览会](#)

2018年3月20日至22日
中国上海

[NEPCON CHINA](#)

2018年4月26日至28日
中国上海



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

助理编辑：DAVEY DANG
DAVEY@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

I-Connect007China Presents



《PCB007中国线上杂志》由美国BR Publishing, Inc. (PO Box 50, Seaside, OR 97138) 出版©

2017 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。

2017年9月号总第七期，《PCB007中国线上杂志》是由BR Publishing公司出版的电子月刊。

广告索引

广告订阅.....4	IPC.....86
王氏港建.....30	KYZEN.....60
环球集团.....8	MacDermid Enthone.....46
中国印制电路行业协会.....56	Mentor, a Siemens Business.....82
挠性电路手册.....42	NEPCON.....74
高密度互连HDI手册.....76	Optimal.....70
深圳国际电路板采购展览会.....62	The PCB List.....28
Camtek.....16	P. Kay Metal, Inc.....64
Downstream Tech.....88	Real Time With...6
ESI.....26	Ventec.....22
HKPCA & IPC Show.....24	

更多精彩内容敬请期待 PCB007中国线上杂志：

.....
十月：
工艺工程
其实生产线上的每个人都是工艺工程师

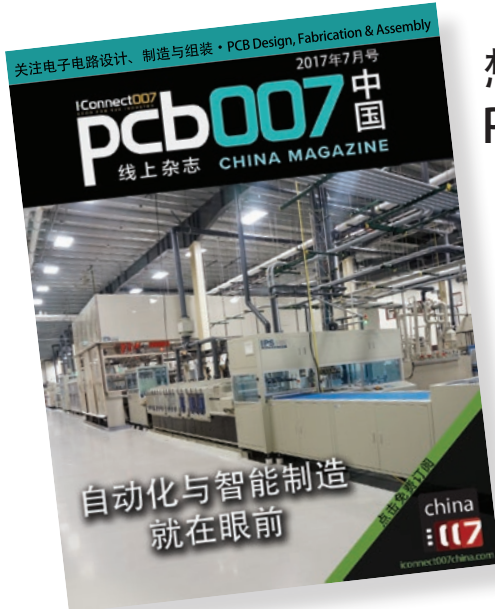
十一月：
信号完整性与可控阻抗
随着高频高速时代的到来，信号完整性恶魔一直困扰着我们

十二月：
高密度互联HDI
听HDI的教父为您讲述高密度互联的昨日、今日与明日



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



最新热点新闻:

为苹果 iPhone 9 作准备, LG Innotek 开始生产柔性 OLED 显示屏

据外媒报道, LG Innotek 开始生产柔性 OLED 显示屏, 其尺寸为 iPhone 9 所需 PCB 制造规格之一。据悉, LG Innotek 已开始在 OLED 显示屏, 这将是...

推荐文章:

高速材料！听听 PCB 制造商们怎么说？

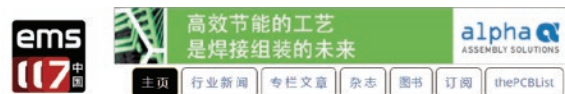
六月 30, 2017 | I-Connect007

近日, I-Connect007 出版商 Barry Mattice 和他的团队采访了来自全球的材料制造商和 PCB 制造商, 就高速材料的问题进行了讨论。出席本次会议的 Summit Interconnect 公司的工程总监 Gerry Partida; All Flex Flexible Circuits 公司的项目经理 Joe Manning; 以及 Accurate Circuit Engineering 公司的总经理 Anne...

欧洲视角：电子技术研究院第43届年度研讨会

六月 30, 2017 | Peter Barkey, I-Connect007

随着时代的推移, 改变是无法避免的。我们正在期待第四次工业革命的来临, 新技术的出现使得物理、数学和生物领域的界限变得模糊。它们可能会从根本上改变我们的生活方式、工作方式以及相互联系的方式。可是最近的工业革命经济于何时何地呢? 回顾 300 年前, 在英格兰中部...



最新热点新闻:

2017 年亚洲消费电子展将展示最新的技术趋势

从最初使用汽车零件制造, 全球消费电子行业在 2017 年 6 月 7 日, 中国上海——2017 年亚洲消费电子展 (CES Asia 2017) 于今日盛大开幕。此次展会将展示最新的技术趋势, 并将 22 个国家和地区的 45...

推荐文章:

智能制造要软硬结合

六月 30, 2017 | I-Connect007

I-Connect007 的编辑在最近的一个会议上采访了 ASM。采访中 ASM 的董事 Mr. 先生认为, 智能制造是智能制造的基础, 中央智能系统提供实时数据监控和改进。随着电子设备的小型化、精细化方向发展, 加之可制造设备的大规模应用, 电子制造领域的复杂性、微型化元件应用越来越多, 如何在生产过程中实现良品率、质量稳定性和生产周期性的一个难题, 而电子制造自动化技术就是解决这一行业困境的关键。ASM P...

在线式自动化组装系统未来趋势

六月 30, 2017 | I-Connect007

I-Connect007 的编辑在最近的一个会议上采访了宜智科技。在电子制造行业, 由于薪资上涨、劳工短缺、组装程序日益复杂, 以及消费者对交付和转换成本的高品质要求, 消费电子行业正在面临前所未有的挑战, 制...



icconnect007china.com