

# Manufacturing<sup>®</sup> ENGINEERING 中国

面向中国的先进机械加工技术

2023.11

**增材制造**

**ADDITIVE MANUFACTURING**

**汽车制造**

**AUTOMOTIVE MANUFACTURING**

**测量**

**METROLOGY**

**加工中心**

**MACHINE TOOLS**

售价: ¥ 10

ISSN 2313-6073

sme 

# Mazak

Your Partner for Innovation



微信



网站

山崎马扎克(中国)有限公司  
地址:上海市闵行区金都路5131号  
销售咨询:021-54832988  
总机:021-54832688  
网址:www.mazak.com.cn

全国统一免费服务热线

400-888-0266

2023.11



**先进制造 Advanced Manufacturing Now**

- 2 为熟练的无办公桌员工配备所需的技术
- 4 CMMC 2.0更新; 网络安全的5个基本步骤

**增材制造 Additive Manufacturing**

- 6 利用多轴快速成型技术消除三维打印的界限
- 8 降低制作金属零件的难度
- 14 迪卡依 (Decathlon) 改进 AM 玻璃的批量加工工艺

**汽车制造 Automotive Manufacturing**

- 15 AI 进入检测领域  
Uveye 公司开发出基于AI 驱动的检测系统。
- 16 优化的冲压淬火生产线提高了生产率
- 18 智能装配帮助汽车零件再制造企业提高竞争力  
计算机控制的电动压力机实现了性能飞跃。
- 20 检测电动汽车泄漏的合理方式——重复利用
- 23 汽车制造3D打印

**测量 Metrology**

- 26 构建强大的计量自动化战略
- 28 智能化计量, 聪明的选择

**加工中心 MachineTools**

- 30 数字化读数器继续助力工业发展
- 33 新技术推动旋转平面磨床的改进
- 36 简化的瑞士式机床

**数字工厂 Digital Factory**

- 40 推动制造业网络安全变革  
随着黑客变得越来越复杂和危险, 制造商需要加强网络安全工作
- 42 虚拟世界的美好  
数字孪生、数字线程等技术利用数据来改进制造。

**生产解决方案 Shop Solutions**

- 46 在家制作零件, 在公司进行工作
- 48 激光加工航空航天部件的新方法

**行业情报 Field Intelligence**

- 50 工厂存在信息共享问题的五个迹象
- 52 墨西哥 Interplexico公司自动化能够提高效率

**Manufacturing ENGINEERING 中国**

**Industrial Communications Group Ltd.**

魏斯礼 Bruno Wase-Bailey  
董事总经理 Managing Director  
www.ChinaEngineeringMedia.com  
www.sme.org/mechina

艾康商务咨询(上海)有限公司  
上海市静安区武定路555号8楼837室  
电话 Tel: 021 3251-7225

订阅期刊 Subscription: subs@icgl.com.hk

**广告业务 Advertising:**

中国大陆 China: 021 3251-7225, bruno@icgl.com.hk  
North America 北美: Dave O'Neil, 313 425-3260, doneil@sme.org

2022年版权所有 © Copyright 2022 Manufacturing Engineering. All rights reserved. Society of Manufacturing Engineers及Manufacturing Engineering授权Industrial Communications Group Ltd.独家出版《Manufacturing Engineering中国》杂志。经授权的所有材料都隶属于 Society of Manufacturing Engineers. 未经书面许可, 不得进行任何形式的复制和转载。国际发行刊号: ISSN 2313-6073

本刊由西安交通大学机械工程学院组织编译。  
Translated by Xian Jiaotong University, School of Mechanical Engineering

承印: 上海钦钦印刷科技有限公司 Printed by Shanghai QinQin Printing Co. Ltd.

# 为熟练的无办公桌员工配备所需的技术

## Tech Needed to Equip a Skilled, Deskless Workforce



RAMESH RAMANI  
CEO, ExpertusONE

新的工作时代已经来临，我们现在每天的工作都要依靠数字技术来管理流程和项目。面对远程和无办公桌的员工队伍，公司必须为其团队配备应对现代工作挑战的工具，特别是能够最大限度地减少错误、提高学习效率和促进技能提升的技术。所有这些目标都汇集在员工体验的一个重要组成部分：学习与发展。

培训是许多员工高度关注的核心问题。如果员工想要高效、有序的工作，就必须在入职培训期间接受培训，以便了解公司流程。如果员工希望获得晋升机会（确实如此），那么他们就需要参加高级培训课程，以获得高级证书。如果员工希望在一个协作的社区中工作，并在工作中拥有归属感，那么他们就需要能帮助他们与同事打成一片的工具。

所有这些因素都可以归结为一个问题：公司是如何为员工配备他们所需的工具，使其茁壮成长？

不幸的是，许多公司根本没有为他们的团队提供装备。

各行各业的员工都对技术工具感到沮丧，这些工具使工作变得更加繁琐，任务更加难以完成，沟通更加孤立。旨在提高团队生产力和效率的工具却产生了相反的

效果。所有这些问题都可以通过一个单一的策略来解决：通过识别和实施先进的培训技术工具，为无办公桌的员工优化企业培训计划。

根据 Deloitte 公司和制造研究所的数据，到 2030 年，美国目前的制造业技能缺口可能会导致 210 万个工作岗位空缺。其报告还称，在工人短缺的情况下，制造商面临的巨大挑战之一是填补需要技术培训的高技能岗位。其中许多职位都需要执照或认证，以确保技能组合的最新性和准确性。制造技术比以往任何时候都更智能、更复杂，因此需要更复杂的培训和认证。

制造业面临着更多的挑战，例如广泛的供应链波动和不断发展的技术涌入，这些都需要新的认证和技能水平才能管理。要降低工人持续短缺的风险，关键在于把人才招进来，并随着时间的推移不断为他们提供装备和培训。如果制造商不仅想维持生计，还想取得成功，就必须优先考虑培训，为团队提供做好工作所需的重要信息。他们需要能促进学习的工具，如数字化 LMS 平台，以及那些使追踪和证明证书和技能组合变得容易的工具。在制定这些培训战略时，必须考虑到制造业专业人

员的独特需求，特别是在日益复杂的行业中，他们需要通过培训了解自动化技术的详细流程。

### 来自人工智能的帮助

制造商既需要入门级工人，也需要高技能工人，这样才能维持工作流程，在行业中取得进步，并进一步发展业务。当然，面临的挑战是找到并配备合适的工人来完成这些工作。一旦公司招到了新员工，有针对性的培训就显得至关重要。你不能把时间浪费在不能直接增加员工工作经验的通用培训上。

您必须根据每位员工独特的学习需求，提供个性化的培训建议。幸运的是，这并不一定是一个需要管理者为每个员工分配单独课程的庞大实践项目。人工智能在企业培训中的应用，使得根据每个学员的独特需求为其提供个性化课程成为可能——而无需管理者进行额外的思考或管理。例如，在使用 ExpertusONE 数字 LMS 平台时，人工智能会根据每个用户的工作描述、已完成的课程以及其他因素（如同伴的培训状态），了解他们的具体培训需求，从而提供个性化的课程建议。

企业部署机器人、机器学习和其他智能工具的应用，在制造业中尤为重要。工作场所的机器人工具越多，安全法规就越严格。从 cobots 到无人机，从可穿戴技术到物联网传感器，制造业专业人员都需要接受有关智能工具用途和功能的培训。此外，根据员工在过程中的角色，他们可能既需要针对所使用的技术工具接受培训，也需要针对所从事的工作接受培训。鉴于此，必须消除杂乱无章的培训，只为团队提供他们需要的培训内容。这样，您就能让规模较小的



**ONE-Profile**  
卡的桌面视图  
为制造业雇主  
提供了高效合  
规性验证的单  
步骤解决方案——只需扫描  
卡上的二维码，即可立即  
验证员工的认  
证和能力。  
(所有图片由  
ExpertusONE  
提供)

员工掌握基本技能，并随着时间的推移继续对他们进行培训。

“公司和员工个人都可以通过认证跟踪、验证和管理来证明这一点。寻找能够轻松跟踪和衡量认证并在工作中进行验证的技术。”

## 细致入微、引人入胜的学习课程

高技能的员工需要非常详细的培训。在制造业，您的员工可能需要各种详细的培训课程。这种情况可能会导致培训时间过长、专业性过强，因此您必须尽可能让这些课程引人入胜。在与远程和无办公桌的员工一起工作时，有必要提供数字工具，帮助员工无论在哪里工作（在家、在办公室或在现场）都能保持参与度。

你的学习技术堆栈必须包括一个引人入胜的学习平台——可以考虑数字 LMS——提供互动课程功能。无论你是已经开发了课程，还是从零开始，这些工具都是必不可少的，因为它们可以整合、实施和应用到培训中，使培训更有吸引力。在整个课程中添加测验和知识检查，以确保培训效果。数字化培训平台对于无办公桌的员工来说至关重要，它可以为学员创造更好的培训效果，因为学员可以更好地获取资源。他们可以按照自己的时间和进度学习，在需要复习信息时随时参考培训资源。借助数字化 LMS 平台，您还可以添加视频，展示具体的技术流程，这样用户即使不在车间或工厂，也能了解完成任务的步骤。

## 合规性洞察

制造公司需要确保合规性，这样团队成员和公司作为一个整体才能保持安全。有鉴于此，培训经理需要洞察基于数据的合规性指标，以便跟踪、记录和审查团队的合规性状况。在组建学习技术堆栈时，



通过 ONE 配置文件卡的电子视图，可以随时随地使用任何设备验证员工的证书。请牢记合规性，并寻找一个能自动跟踪合规性并生成报告的数字 LMS 平台。

这是制造业领导者必须采取的积极措施，以应对工人短缺和先进制造技术涌入所带来的挑战。为了确保规模较小的员工也能熟练地执行先进任务，您需要确保每个团队成员都能掌握最新的课程和培训内容。合规性洞察可提供高层次信息（如整个组织内合规团队成员的百分比）和具体洞察（如某个用户的合规性表现），从而帮助管理者使其团队步入正轨。在需要各种认证和提高技能课程的行业中，管理高技能员工时，这些不同程度的细节是至关重要的。

## 认证跟踪

现在，制造业的工人比以往任何时候都需要掌握更多的技能和获得更多的认证。他们必须精通技术、分析和数学。除

此之外，在这个行业中，工人所能表现出的最有影响力的品质之一就是愿意学习、提高技能和扩展知识。制造业的领导者必须培养一支训练有素、可塑性强的员工队伍，一支愿意继续深造和充实自己的员工和承包商队伍。

公司和员工个人都可以通过认证跟踪、验证和管理来证明这一点。寻找能够轻松跟踪和衡量认证并在工作中进行验证的技术。ExpertusONE 最近推出了 ONE-Profile 卡，这是一个数字二维码，扫描后可立即显示学员的认证和能力。这是一项屡获殊荣的技术，使工人无论身在何处，都能证明自己的技能能力。对于越来越多的无办公桌员工来说，学习技术的这一组成部分至关重要，因为它可以让需要验证工厂员工技能的安全和质量管理人员提供安心。此外，它还能让员工有机会通过展示自己的证书，将自己定位为获得高级机会的理想人选。

远程工作揭示了学习和发展对各行各业员工体验的重要性。在制造业，远程培训更为复杂，风险也更高，因为技能组合更具技术性和多样性。制造工程领域的专业人员必须了解最新的技术进步、机械要求的细微差别以及其他高级技能。此外，每个专业人员都必须管理和跟踪自己的认证，以确保自己符合行业标准，并在市场上保持竞争力。

我们已经进入了一个新的工作时代，它要求员工和公司都具有更大的灵活性和适应性。公司和领导层有责任为员工提供学习和提高技能的机会。如果为员工配备了灵活、有吸引力、个性化的学习技术堆栈，他们就可以追求技能的提升和高级认证，从而保持他们在市场上的竞争力。由于工人持续短缺，制造业不得不学会少花钱多办事，但这一挑战也带来了积极的变化。各公司正在努力为其团队配备所需的技术工具，并增强他们的能力，以发展他们的技能并提高他们在行业中的地位。如果您还没有这样做，那么是时候投资于学习技术堆栈，以提升员工的体验，打造一支技能更强、能力更强的员工队伍了。

# CMMC 2.0 更新； 网络安全的 5 个基本步骤

## CMMC 2.0 Update; 5 Basic Steps for Cybersecurity



PAUL VAN METRE  
Founder  
ProShop ERP

大多数为美国国防部 (DoD) 生产关键零部件的原始设备制造商和分包商都知道网络安全成熟度模型认证 (CMMC) 及其要求。去年秋天, 国防部将最初的 CMMC (现称为 CMMC 1.0) 升级为 CMMC 2.0。CMMC 2.0 的结构经过简化, 严格程度略有降低, 更易于实施, 特别是对供应链中较低层次的商家而言。不过, CMMC 2.0 仍要求公司严格锁定, 并注意时间安排。五角大楼在去年四月发布的一份新闻稿中称, CMMC 的初步要求将在 2023 年 7 月之前出现在国防部的合同中。

CMMC 1.0 主要建立在传统的 NIST SP 800-171 标准之上, 并增加了额外的控制。CMMC 2.0 删除了 NIST SP 800-171 的大部分新增内容。例如, 过去有五个与公司所存储信息的关键性质有关的遵守级别。现在, 只有三个级别。

不过, 我还是要提醒大家, 这并不容易。

对于只处理联邦合同信息 (FCI) 的公司来说, 第一级 (基础级) 有一份包含 17 项 NIST 控制措施的清单, 这些控制措施必须得到遵守和自我证明。高级 2 级将与 NIST SP 800-171 保持一致, 适用于任何处理受控非机密信息 (CUI)

的公司, 如加工国防相关部件的 CAD 图纸、3D 模型等, 并要求第三方每三年对 NIST 标准中有关关键国家安全信息的 110 项控制措施进行一次审核, 并对选定的计划进行年度自我评估。第三级称为专家级, 是为最高级别的主承包商保留的, 以 NIST-800-172 为基础。NIST 800-171 已成为数十年来的事实标准, 对于那些对 NIST 800-171 熟视无睹的人来说, 是时候严格遵守这一标准了。

同时, 对于所有公司, 无论是否为国防部工作, 每家公司都应采取五项基本行动, 确保从根本上防范网络威胁。

1. 培养团队——大多数网络事件的起因都是人为错误, 无论是密码设置过于简单、点击了电子邮件中的恶意链接, 还是没有在设备上安装软件开发商提供的最新的安全补丁。

2. 实施访问控制——建立机制, 只允许授权用户访问受控和机密数据, 如合同信息、蓝图和 3D CAD 模型。

3. 对用户进行身份验证——为每个授权用户建立多个身份验证步骤, 不仅可以验证用户身份, 还可以建立多层防护来阻挡黑客。

4. 监控物理空间——护送访客, 监督大楼内的活动, 观察硬件设备, 以防引入危险的恶意软件。一种情况是: 一个“间谍”来到会议现场, 在会议大厅里扔下几个装有邪恶代码的 U 盘。有人无意中捡到一个, 并将其插入联网的笔记本电脑, 然后在整个系统中执行勒索软件文件。这种情况有可能发生, 而且很可能已经发生了。

5. 更新安全保护——一旦有最新的安全补丁, 立即安装。令人惊讶的是, 许多公司在关键更新方面已经落后了几个月。

一些 ERP 系统, 如 ProShop, 包含了所有这些基本的网络安全基础以及更多, 如确保数据安全符合 NIST 800-171、ITAR 和 CMMC 标准。为谨慎起见, 请向您当前的供应商咨询, 了解他们提供了哪些服务。尽管 CMMC 2.0 现在更简化、更易懂, 但仍然具有挑战性, 如果有合作伙伴的协助, 将有助于商家保持在航空航天和国防领域的业务。



# 使用便捷，完美应对小型工件

松浦机械加工中心MX-330 PC10

## MAXIA

Innovation by Matsuura

- 适用于小型工件加工，使用方便，具备自动化功能，配有清晰·明确·正确的新型操作面板，属于入门级5轴机床
- 配有3种高刚性主轴，从铝材的高速切削到难加工材料均可全面对应，主轴与工件的可接近性佳，设置方便，操作性优异。
- 采用可收纳90把刀具的链式刀库和PC10(托盘类型为CAPTO C6)的自动化套装，可构建节省空间的自动化系统。



阀体



气缸阀



人工心脏模具



卡盘上爪



支架



株式会社 松浦機械製作所

总部、工厂：〒910-8530 日本福井県福井市東森田4丁目201番地 TEL: +81-776-56-8100

日本株式会社松浦机械制作所上海代表处

上海市仙霞路88号 太阳广场 E301A TEL: 021-6278-2791

www.matsuura.co.jp

# 利用多轴快速成型技术消除三维打印的界限

## Removing The Boundaries of 3D Printing with Multi-Axis Additive

增材制造 (AM) 的主要价值主张之一是能够制造出传统方法无法制造的复杂几何形状的零件。从熔融沉积建模 (FDM) 到立体光刻 (SLA), 甚至选择性激光烧结 (SLS) 等一系列技术都可以打印出零件。但是, 虽然材料千差万别 -- 分别是挤压塑料、固化液体和熔融粉末, 但这些技术传统上都依赖于 XY 平面上的二维工具路径, 这些平面层在 Z 方向上堆叠。在某些情况下, 这种对平面打印层的依赖是一种真正的限制。

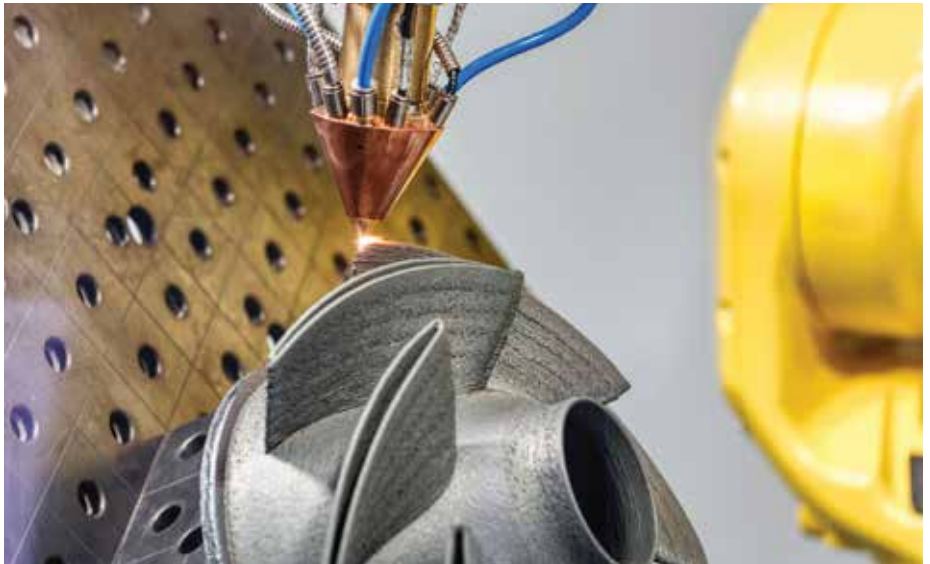
先进的多轴打印技术以及支持这种革命性打印技术的软件工具是 AM 的下一步发展方向。

采用多轴打印操作对 AM 有三大改进——在打印过程中可有效消除重力变量, 提高部件在负载下的性能, 以及降低大型部件打印的难度。这些优势都来自于多轴工艺沉积材料的独特方式。在希望优化复杂几何形状以提高性能、效率和重量的行业中, 实施多轴印刷即使不能占据领先地位, 也能提供优势。

### 战胜重力

增材制造已经走出了实验室, 在现阶段, 业界一直在努力解决可供调整的基本参数问题。从那时起, 增材制造已发展成为许多行业制造最复杂、最高效、最独特部件的重要工艺。多轴打印是下一代增材制造技术, 可以打印出平面方法难以打印甚至无法打印的部件。悬垂是许多 3D 打印技术都会遇到的问题。重力会导致许多打印材料在受热时变形或下垂。不过, 如果打印部件能在打印过程中调整方向以消除重力引起的变形, 这一问题就会得到缓解。不过, 以这种方式解决变形问题意味着在创建印刷沉积路径时会更加复杂, 需要更加依赖控制软件和硬件系统。

使用多轴打印消除重力引起的变形, 可以打印出更复杂的内部结构。无需支撑结构, 就能实现共形冷却通道、内部叶片、



通过 3D 金属打印机生产钢制部件。(所有图片均由 Siemens 提供)

复杂晶格和其他空心或薄壁结构。由于消除了平面生产的限制, 多轴技术能够对剩余系统要求进行卓越的优化。这可以使零件重量更轻、冷却能力更强、屈服强度更高, 或具有许多其他积极的设计属性。多轴快速成型技术正在将零件设计的复杂性和性能提升到新的境界。

### 提高应力性能

除了在制造过程中重力施加在印刷品上的静态应力外, 多轴技术还能最大限度地减少现场加载应力对零件的影响。与完全依赖平面分层方法不同, 多轴技术可以整合三维打印模式, 从而提高材料强度。例如, 平面打印通常会导致 Z 方向的应力, 从而使零件在层间分离。

平面三维打印通常会在层间表现出薄弱环节, 即先前打印层和正在打印层之间不同的热特性会导致结合力减弱。在平面打印过程中, 防止出现这种情况的最佳解决方案是尝试优化打印体内部的方向, 以最大限度地消散力, 从而防止分层。这种方法虽然有效, 但以平面方式对齐打印层本身就会产生弱点。

多轴打印的应力改善在很大程度上取决于几何形状。不过一般来说, 多方向打印可以提高打印的整体强度特性。多方向打印可实现复杂、连续的沉积路径, 如螺旋路径, 沉积可同时在 X、Y 和 Z 方向不间断地进行。这并不会减轻层间结合强度, 而是将薄弱环节分散到多个方向, 从而全面提高强度特性。此外, 多轴刀具路径甚至可以优化, 以减少打印区域的过热现象。过热会改变局部材料结构, 从而在前面讨论的峭壁上提供另一种应力破坏途径。

无论使用何种材料或沉积方法, 多轴打印都需要比其他技术更加细致的打印路径。诸如沉积材料的最佳角度、打印头的移动是否会干扰打印区域内的部件或其他系统, 以及在重新调整部件方向以防止下垂之前需要多少冷却时间等因素都必须考虑在内。不过, 现代软件系统 (如多轴工艺模拟工具) 可将这些问题纳入打印过程, 从而减少许多此类问题。

### 打印得更大

许多打印技术在尺寸上受到限制, 因为最终部件必须符合制造机器的尺寸,



就像数控加工过程受到机器尺寸的限制一样。大尺寸三维打印技术确实存在，但由于平面打印技术的复杂性，使其只能应用于一些小众领域。平面大幅度打印机通常需要大型龙门架，精度极低，大多数应用仅限于船舶、住房和建筑项目。

但是，多轴技术打破了在一个盒子里打印的限制，同时还提供了该技术以前的所有优点。与标准的平面打印机相比，基于机械臂的打印机不需要创建一个足以容纳最大体积的封闭式打印机，而是可以提供一个更加灵活的打印区域，同时具有更好的成本缩放性。由于消除了平面打印的空间限制，航空航天、船舶和其他各种寻求提高产品性能的行业都能制造出更大的部件。

使用机器人技术进行大尺度打印还需要复杂的软件来驱动硬件流程。与封闭式打印操作相比，不仅长度尺度大不相同，而且机械臂产生的打印区域也截然不同——如果机械臂安装在地板上，就会形成一个半球形，而不是传统打印机的矩形棱柱。

当大幅度打印与多轴加工相结合时，所生产的零件在精度方面甚至可以与更传统的工艺相媲美。在扩大 3D 打印工艺时，精度是通过软件和硬件的结合来实现的。软件包定义沉积路径的能力与适当的硬件控制相结合，可以在保留必要精度的同时，极大程度的扩展打印尺寸。

多轴打印的沉积路径可能非常复杂，可能包括整整六度的运动，这不仅要求路径定义的精确，还要求硬件完全遵循该路径的能力。在普通 3D 打印机中，一个在公差范围内的小偏差，在放大到大幅度尺寸时，就会变成远远超出允许公差范围的

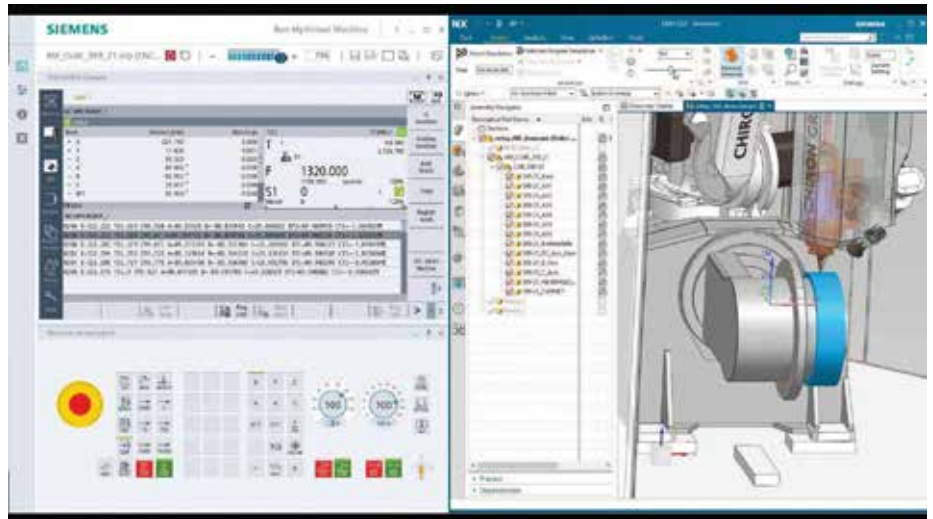


图 2 - 与大多数打印操作一样，多轴打印通常需要打印后进行二次加工。

大偏差。因此，我们开发了专门的软件包，以确保大幅度多轴打印的沉积路径准确无误。从这一点出发，硬件就有责任准确复制这些沉积路径，因此许多大幅度印刷机都使用工业控制装置。经过数十年在数控流程中的应用，工业控制装置已被证明具有复杂三维运动所需的精度。这就是大型多轴印刷需要将创新软件和工业控制相结合的原因。

## 使之成为现实

在可再生能源市场上，风力涡轮机维修就是一个很好的例子。将叶片捕获的能量传递到发电机的齿轮无论从形象上还是从字面意义上都是巨大的。即使使用回收材料，重新制造钢制部件也需要大量能源。然而，使用多轴快速成型技术，材料和能源成本仅是制造一个新齿轮的一小部分。

虽然基于 AM 的维修技术已经应用于其他产品，但这些齿轮的规模导致只能使用多轴打印技术。

在打磨掉齿轮上的磨损齿后，再利用 AM 技术进行重建，这需要一个用于固定庞大齿轮的旋转支架和一个安装在机械臂上的打印机协同工作。通过这些多自由度运动，可以不受重力影响地沉积材料。齿轮上的每个齿都充满了交替沉积路径，以提高强度，并覆盖在钢接触面上，从而提高耐用性。由于这一过程需要加工、多轴打印和后处理，因此全面的软件解决方案可以简化工作流程，使大型涡轮机齿轮等零件尽快恢复运转。

## 更大、更复杂的工件

多轴打印是增材制造工艺的前沿技术，可以打印出比以前更复杂的零件。

消除重力限制可以完善设计意图，因为在创建曾经容易下垂的几何形状时无需进行补偿。运动自由度的提高使制造商能够放弃平面分层零件，转而采用连续沉积路径来改善应力特性。此外，多轴打印还能让工程师跳出固有思维，机械臂不再局限于较小的尺寸，而是可以扩大多轴打印部件的可制造尺寸。

所有这些改进的基础是能够处理与工艺相关的新信息的软件环境。Siemens 软件公司在建模和打印领域的广泛背景对于那些希望采用下一代打印技术的公司来说非常有价值，我们已经投入了大量的时间和经验，为未来的增材制造创造了一个独特的多轴沉积路径解决方案。



图 1 - 打印大幅度零件通常需要能够处理较大尺寸零件的多轴机器。

# 降低制作金属零件的难度

## Making Metal Parts: Not for Dummies

假设您对增材制造（AM）（通常称为 3D 打印）一无所知。鉴于这项改变行业的技术已经存在了三十多年，这种假设的可能性很小，但这也是这篇“傻瓜”式文章的前提。如果你已经是这方面的专家，那么可以去做一些更有趣的事情，比如 3D 打印一些很酷的零件，或者狂看 Netflix 的最新剧集。

对于其他人，让我们先来了解一下非常简单的增材制造概述。美国材料与试验协会（ASTM）认可的七种增材制造技术中的每一种都以所需工件的 3D CAD 模型为起点。在送入 3D 打印机之前，该文件会像面包一样被数字化渲染成数千或数十万个薄如纸的切片。

几种最常见的技术使用激光或 LED 光源在树脂槽或金属或聚合物粉床的表面上连续描绘每一层的轮廓和内部剖面，使这些区域固化。每层完成后，剔除额外的材料，整个过程从下

往上反复进行，直到零件完成。

还有一些系统使用像热胶枪一样的挤压头来制造零件。有些系统将金属粉末喷射或将细线挤压到聚焦能量源（激光或电子束）的路径上，从而将熔融金属沉积到工作面上，而另一些系统则选择性地将聚合物粘合剂喷射到粉末床上，制造出绿色环保的零件，单随后必须在烤箱中烧结。还存在其他方法，更多细节将陆续公布，但 AM 技术仅此而已。简单吧？

### 一个行业的诞生

如前所述，AM 已经存在了很长时间。它曾经仅限于聚合物打印，后来扩展到工程级陶瓷、含碳纤维或芳纶（凯夫拉）的复合材料，其中最引人注目的可能是金属和各种合金。我们将在今后的《增材制造行业报告（Additive Manufacturing Industry Report）》中讨论聚合物和其他非金属材料的三维打印技术，但本报告将重点讨论金属增材制造技术，这是一个规模已达数十亿美元的市场中更年轻（目前规模较小但增长最快）的部分。

德国克莱林电子光学系统公司（Electro Optical Systems, EOS）创始人汉斯-兰格（Hans Langer）可能会对“更年轻”这一点提出异议。1994 年，立体光刻发明家查尔斯-赫尔（Charles Hull）创立 3D Systems 公司，仅仅八年之后，朗格的公司就利用他们在聚合物粉末打印（也称为选择性激光烧结，或 SLS）方面的专业知识，推出了 EOSINT M 160，他和许多其他人都认为这是世界首台金属 3D 打印机。

这台机器使用镍和青铜等金属粉末混合打印零件，其机械性能类似于通过金属注射成型（MIM）技术制造的零件。这显然是一个巨大的飞跃，但又过了十年，EOS 才开始销售能够制造“全致密”金属零件的三维打印机，为航空航天、医疗、运输和能源行业的日益广泛应用打开了大门。

兰格和他的团队将这种早期技术称为“直接金属激光烧结（DMLS）”，这个缩写已经不再完全准确。如前所述，早期的粉末床需要青铜或类似的低熔点金属作为粘合剂；相比之下，现代的 DMLS 打印机拥有足够的激光功率，甚至可以熔化或“融合”最耐热的材料，包括钛、



这个燃烧器衬垫是在 Velo3D 的 Sapphire 系统上用 Amperprint 0233 Haynes 282 合金 3D 打印出来的。（图片由 Velo3D 提供）



Mastercam中国  
微信公众号

A close-up photograph of a multi-axis CNC machine in operation. A silver-colored metal part is being machined, with a coolant spray directed at the cutting point. The machine's tool is visible, and the background is a blurred industrial setting.

# *MAKE IT* **MULTIAXIS**

*Mastercam*

铬镍铁合金、哈氏合金以及钨和铌等难熔金属。这就是为什么 EOS 将 DMLS 的动词“烧结”改为“熔化”的原因，这是一个更准确的术语，也使他们能够保留其沿用已久的商标缩写。

## 探索粉末床融合

撇开简短的历史不谈，EOS 还面临着来自其他 3D 打印机制造商的激烈竞争，其中许多都有自己特殊的缩写。例如，SLM Solutions Group AG 已将其同名金属粉末床技术 SLM（选择性激光熔融的简称）注册为商标。Concept Laser（现隶属于 GE Additive）拥有 LaserCUSING 技术，3D Systems 提供 DMP（直接金属打印）技术，TRUMPF 开发了激光金属熔融（LMF）技术，Velo3D 提供了具有底层智能熔融工艺的 Sapphire 系统。

所有这些都是激光粉末床熔融（LPBF）的例子，LPBF 是 ASTM 国际组织所描述的粉末床熔融（PBF）技术的金属子集，也包括聚合物打印。顾名思义，LPBF 打印机使用的是金属粉末床。工作方式是在金属粉末床的上方放置一系列的激光器，执行开头所述的任务——描绘轮廓并栅格化或以其他方式填充每个数字零件层的内部。这样就形成了一个熔化金属的小“池”，熔化的金属与下面的层融为一体，冷却后在激光通过后立即凝固。

与 LPBF 密切相关的是电子束熔化（EBM），正如你可能猜到的那样，它使用电子束代替激光进行熔化。截至目前，只有一家主要的 EBM

供应商——Arcam，现在归 GE Additive 公司所有。尽管采用了能量传输方式，但这两种工艺非常相似。这两种工艺也比目前所描述的要复杂得多，这也是每家 3D 打印机制造商开始将自己与其他厂商区分开来的地方。

例如，制造商会对金属粉末床进行加热，以减少激光或高能电子撞击冷金属粉末时产生的热冲击——根据材料、打印机和零件几何形状的不同，温度可能达到几百摄氏度（约 600 华氏度）或更高。

由于氧气和湿度会对电子束和熔融池造成各种破坏，还容易与钛和铝等金属发生反应，因此必须严格控制金属 3D 打印机构建室内的环境。在大多数情况下，会产生真空以抽走腔内的空气和其他杂质，然后再注入一定量的氩气或类似的情性气体。同样，尽管每家制造商都必须遵循相同的物理定律，但每家制造商都有自己独特的方法。

## 关于支撑和表面

另一个重要的考虑因素是每层完成后引入新材料的方法。有些 3D 打印机使用坚硬的金属或塑料刀片，在快速成型的工件上刮出一层薄薄的粉末。还有一些使用滚筒，在滚动过程中压实材料，还有一些使用硬橡胶刮刀或其他非接触式再涂布系统。在所有情况下，所面临的挑战都是如何在不一定平坦的表面上提供一致且可预测的粉末量，实际上，表面上可能会有小的突起和锋利的边缘，这些突起和边缘可能会在刀片通过时卡住刀片，这种不幸的情况被称为“构建碰撞”。

最后一点引出了激光粉末床融合的关键——在构建过程中控制导致单个部件层翘曲或向上卷曲的强烈热应力，这种应力需要在之后进行热处理来缓解。与某些类型的聚合物打印一样，这里的解决方案是利用战略性放置的支架状结构，将零件固定在构建板（大多数金属零件都是在其上构建的可移动夹具）和其他零件或零件部分上。不过，精确控制激光输出和构建室内的气氛有助于减少或在某些情况下消除对此类结构的需求。

无论如何，一旦使用高精度锯床或线切割机床将 3D 打印部件从构建板上切割下来，就必须通过数控加工、手动或机器人打磨或振动去毛刺方法去除这些“支撑物”。这既可以平滑大多数 AM 工艺造成的粗糙表面，也可以进一步提升公差并加工出关键零部件特征。所有这些都是 3D 打印工艺不可分割的一部分。因此，在可预见的未来，金属 3D 打印和传统机械加工



Stratasys Direct Manufacturing 位于德克萨斯州奥斯汀的工厂正在进行 DMLS 3D 打印。（由 Stratasys 提供）

(又称减材制造技术)将继续相辅相成。

## 直接沉积

除了 LPBF 和 EBM 之外,还有更多的金属 AM 技术。其中一种是定向能沉积 (DED),这种技术通常用于修复涡轮叶片等部件,但也非常适合从头开始制造金属部件。与激光粉末床技术以及所有三维打印技术一样,存在着许多特定品牌的迭代技术,其中包括 Optomec 的激光工程网成形 (LENS)、TRUMPF 的激光金属沉积 (LMD) 以及 Precision Optical Manufacturing (POM) 的直接金属沉积 (DMD)。

许多直接金属沉积系统将金属粉末流注入高功率激光器的路径中,激光器对准现有工件或构建板。当两者融合时,表面会形成一个熔池,从而在一个明确界定的区域内实现材料的净沉积。对于钛等活性金属,需要一个充满惰性气体的密封成型室;而对于不锈钢等活性较低的合金,则需要使用一种环绕光束的屏蔽气体,以消除成型区域内的氧气。

其他 DED 机器制造商使用的是金属丝原料而不是金属粉末。其中之一是 Sciaky 的 EBAM,即电子束增材制造的简称。此外,还有 Norsk Titanium 的快速等离子沉积 (RPD)、Gefertec 的 3DMP (三维金属打印)、林肯电气和 WAAM (线弧增材制造),以及其他许多公司。从广义上讲,无论是 wire-DED 增材制造、DED-arc 增材制造还是 WAAM,都属于 DED 增材制造的范畴。

具有讽刺意味的是,最后一种是已知最早的金屬增材制造形式。1925 年,美国宾夕法尼



**DMP Factory 350 Dual**具有集成粉末管理功能和双激光配置,可提高生产率并降低运营成本。(图片由 3D Systems 提供)



这里展示的是 Optomec 的 HC-245 5 轴激光粉末熔化 (LPF) 堆焊和焊接系统,设计用于中小型部件的修复或硬面堆焊。(图片由 Optomec 提供)

亚州威尔金斯堡的发明家拉尔夫·贝克 (Ralph Baker) 和他的雇主西屋电气 (Westinghouse Electric) 公司一起,为贝克的“装饰品制作方法”申请了专利。该专利描述了使用电弧焊接“制造装饰性和实用形状的容器”的方法,这一工艺与今天的金属丝包覆、硬面加工和其他众所周知的零件表面加工方法几乎没有区别。

与贝克时代相比,现在的变化是使用数控龙门或机器人运动控制来驱动沉积头,使其能够在三维空间中跟踪复杂的零件几何形状。这为 DED 带来了极大的灵活性和生产率。一些 DED 系统以每小时十几公斤的沉积率而自豪,可用于各种高性能合金、铜、钛、不锈钢和难熔金属等。

例如,美国国家航空航天局 (NASA) 正在探索使用基于粉末的 DED 制造直径达数米的排气喷嘴。同样,Relativity Space 公司也成功地用 3D 打印出了同样巨大的燃料箱,据说已将制造一枚普通火箭所需的部件从 100,000 个减少到了 1000 个。林肯电气 (Lincoln Electric) 公司和其他 DED 提供商能够快速生产大型模具和机械部件,而这在以前需要几个月的时间才能制造出来。机床制造商 DMG MORI、大隈 (Okuma) 和马扎克 (Mazak) 通过在五轴加工中心配备 DED 头,可以在一次操作中完成高精度复杂件的所谓混合制造。

## 走向成功

粉末还可以以其他方式使用。例如,Markforged 公司已经开发出将金属粉末与蜡状材料结合在一起的方法,这种方法可以将金属粉末与蜡状材料结合在一起,形成长长的丝轴,

这种丝轴看起来很像除草机中的丝轴。与基于聚合物的熔融长丝制造（FFF）的操作相同，这种充满金属的材料通过加热的挤出机头送入，然后沉积到下面的工作面上，边沉积边制造零件。完成后，对这些部件进行清洗以去除大部分粘合剂，然后在熔炉中烧结直至固化。他们称这种工艺为金属 FFF。

Desktop Metal 公司也发明了类似的技术。它的 Studio 系统采用了束缚金属沉积（BMD）技术，顾名思义，这种技术是依靠预先包装好的束缚金属粉末棒，通过逐层挤压来制造工件。不过，工件无需经过二次清洗，而是经过两阶段烧结过程。这两种系统都旨在简化打印过程，无需使用松散金属粉末，甚至可以在办公室环境中使用。

然后是粘合剂喷射。在这里，以聚合物为基础的粘结剂被选择性地喷射到金属粉末床的表面，暂时将颗粒固定在一起。与 LPBF 系统类似，然后在表面拉上一层新的粉末，重复这一过程，最终生产出“绿色”零件。与其他依赖烧结的 AM 系统一样，这些相对脆弱的结构必须在溶剂中清洗或用紫外线固化，然后再进入烤箱进行最后的熔融过程，在此过程中它们会变得完全致密。

除了烧结技术，还有更多其他技术。例如，Fabrisonic 的超声波增材制造（UAM）使用“喇叭”将极高频率的声波投射到金属薄片上，将它们粘合在一起。即使是钛和铝这样的异种金属也可以连接在一起，形成金属夹层，如果与数控铣头相结合，就可以制造出包含集成电子元件的复杂零件。还有 Hybrid Manufacturing

Technologies 公司的 Jason Jones，他发明了激光熔覆和聚合物挤压头，可以加装到任何数控铣床、多任务车床或机械臂上。而机床制造商 Matsuura 和 Sodick 则将 LPBF 更进一步，将金属 AM 集成到某些型号的立式加工中心中，使制造商能够在一次操作中打印和加工带有保形冷却通道的注塑模具。

我们能看到什么启示？是的，金属 3D 打印才刚刚起步。

## 设计和成本考虑因素

如果不简要提及快速成型零件的设计（许多人将其称为 DfAM）原则，任何有关金属快速成型的文章都将是不完整的。在某些方面，这是对话中最重要的部分，尤其是在金属 AM 方面。这是因为所有形式的 3D 打印——金属、聚合物或其他——都为设计者提供了前所未有的机会，使他们能够设计出更坚固、更轻便、更有效的产品，并针对预期应用进行优化。

然而，如何利用这些功能取决于两点——设计师的技能和使用的软件。要达到第一点，需要教育、经验和不懈的努力。好消息是，3D 打印机制造商和整个增材制造社区都提供了大量的相关资源，更不用说包括宾夕法尼亚州立大学在内的多所大学已经开始提供增材制造工程学位了。对于年轻人（甚至是不太年轻的年轻人）来说，这是从事制造业的大好时机。

至于与 AM 相关的软件，CAD 行业已经很好地跟上了 3D 打印机的发展，在某些情况下甚至超过了 3D 打印机的发展，现在提供的产品远远超出了前面提到的切片和构建准备工具。拓扑优化、生成设计、AM 工作流程管理——这些只是大大小小的增材制造厂商所能使用的系统中的一小部分，所有这些系统都能使 AM 零件设计更加强大，使 3D 打印过程更加高效。

这一切都有很好的理由。增材制造带来的一系列好处远远超出了工厂车间的范围。正如 Velo3D 首席执行官本尼·布勒（Benny Buller）最近所说的那样，增材制造使本地打印和全球破坏成为可能。这句看似简单的话却寓意深远。它意味着更短的供应链、更快的设计和开发周期、更少的设备停机时间和更高的产品效率。也许最重要的是，它意味着在时间、能源和自然资源方面的浪费大大减少，所有这些对于地球和依赖地球的人类来说都是好消息。

特别感谢快速成型制造专家和解决方案提供商 3D Systems、Nexa3D、Markforged、Optomec、Stratasys Direct Manufacturing 和 Velo3D 在本文写作过程中提供的意见和事实核查。



Arcimoto Fun Utility Vehicle 的后摇臂是通过树脂 3D 打印模型铸造的。（图片由 Nexa3D 提供）

# 从粉末到性能

## 通过整体质量检验和 关联来提高产量

ZEISS

Seeing beyond



### 蔡司增材制造解决方案 ZEISS 3D ManuFACT

精选蔡司产品组合中的一系列产品。这种独特的增材制造整体检测解决方案专注于：

- 材料成分分析
- 粉末分析
- 构建后分析，包括热处理、部件去除和清洁
- 金相分析
- 缺陷分析
- 表面计量 - 外部和内部
- 尺寸测量 - 外部和内部

全国售后服务热线：400-686-9906  
全国售后服务E-mail: [imthot.zc@zeiss.com](mailto:imthot.zc@zeiss.com)  
蔡司中国工业测量官方网站: <http://www.zeiss.com.cn/imt>  
蔡司中国工业测量网上商城: <http://cn.probes.zeiss.com/>



# 迪卡侬 (Decathlon)

## 改进 AM 玻璃的批量加工工艺

### Decathlon Improves Batch Processing for Glasses Made from AM

全球最大的体育用品零售商迪卡侬正在使用 3D Systems 公司的 3D Sprint 软件中的高速 Figure 4 平台和新的堆叠功能来直接生产 3D 打印的终端零件。堆叠功能通过用户定义和自动化工具的组合，实现了一个或多个零件的批量生产，并从打印准备过程中节省了大量时间。

#### 挑战：验证高效的 AM 生产

当遇到射击眼镜中连接镜框和镜片的小部件的模具注塑问题时，迪卡侬选择测试 3D Systems 开发的新型 3D 堆叠解决方案，以评估增材制造生产。在对 Figure 4 的解决方案和堆叠功能进行可行性研究后，迪卡侬的团队确认了快速成型制造的生产效率和经济性，并决定可以考虑将该解决方案用于最终产品的批量生产。

#### 3D Sprint 软件中的 部件堆叠功能

迪卡侬的快速成型制造实验室 (ADDLAB) 在一系列应用中使用了 3D Systems 公司的 Figure 4 3D 打印解决方案 (包括模具主模型)，目前正在考虑使用 3D Systems 公司 3D Sprint 软件的新型高密度零件堆叠功能来促进直接生产。3D

Sprint 是一款先进的一体化软件，可简化从文件到图案的工作流程，提供打印文件准备和优化工具，包括自动支持生成和优化零件放置，以最大限度地提高生产率。新的堆叠功能可帮助用户通过高效的文件准备工作流程进行大批量打印。

要使用堆叠功能，用户需要导入一个零件和基础文件，根据方向和零件数量定义堆叠，然后使用自动工具复制连续的垂直堆叠层和支撑。据迪卡侬工程师 Gregoire Mercusot 称，堆叠功能将打印准备时间缩短了 80%。过去需要 30 分钟到 1 小时准备的构建工作，现在只需 6 到 10 分钟即可完成。

Mercusot 说，这一功能的实用性远远超出了生产范围。他说：“每当我需要多个零件时，我每周都要使用几次这项功能。这对生产来说是不可思议的，但对原型设计也非常有用。”

#### 生产级材料

迪卡侬将 Figure 4 PRO-BLK 10 材料用于这种功能性眼镜部件，并将这种材料的强刚性和打印速度 (62 毫米/小时) 作为主要优势。这种高精度材料生产出的零件表面光滑，侧壁质量好，具有出色的长期机械性能和环境稳定性，为三维生产带



迪卡侬通过 Figure 4 解决了射击眼镜中一个连接镜框和镜片的小部件的注塑模具问题。

来了新的保障。通过生产可行性研究，迪卡侬确认了各批次打印的重复性以及零件的全部功能。

#### 打印速度

Figure 4 是一种基于投影的快速成型技术，它使用非接触式薄膜，将精度和细节保真度与快速打印相结合。迪卡侬使用 Figure 4 模块化系统在 85 分钟内打印出 100 个零件，相当于每个零件只需 42 秒。Figure 4 Modular 是一种可扩展的半自动化 3D 生产解决方案，由一个中央控制器组成，可与单个打印机模块或最多 24 个打印机模块配对使用，是企业实现增长的灵活选择。

#### 后处理

Figure 4 所示的高密度堆叠能力为后处理和部件制造带来了规模效益，使迪卡侬能够将一批部件与单个部件进行相同的处理。这意味着迪卡侬清洗、固化和拆除单个零件上的支撑物所需的时间保持不变，即使是批量生产 100 个零件也是如此。就迪卡侬的射击眼镜应用而言，清洁所有 100 个零件需要 6 分钟，固化需要 90 分钟，而从整批零件上移除支撑物则需要 10 分钟。



Figure 4 的堆叠功能为后处理和零件制作带来了规模效益。



Figure 4 解决方案具有 3D Sprint 堆叠功能，可实现批量生产。



# AI 进入检测领域

## AI Enters Inspections

Uveye 公司开发出基于 AI 驱动的检测系统。

一家以色列公司已经开发了新的人工智能技术，有望极大地改变原始设备制造及其供应商进行质量控制时的检测方式。

Uveye 公司总部位于康涅狄格州斯坦福市和以色列特拉维夫市，目前正与六家主要汽车制造商合作，在全球范围内开发适用于装配线和新车经销商的车辆检测系统。该公司的技术也将惠及其他制造部门。

Uveye 检测系统依靠专有的硬件、云架构、传感器融合、机器学习和“智能”算法，能够自动检查车辆几乎所有的外部部件，包括车身、轮胎、排气系统和底盘部件。

该公司已经筹集了超过 3500 万美元的投资资金，开始在沃尔沃、丰田通商和其他合作伙伴中部署其检测系统。由于保密协议，所以禁止该公司讨论与其他一些汽车制造商正在进行的开发项目。

该公司已经开发了三种基本的汽车检测系统：

- Atlas——一种 360 度的检测系统，可扫描金属板和其他外部车身零部件，如保险杠、门锁、格栅和窗户。

- Helios——一种车底扫描系统，可以检测各种形式的问题，包括车架损坏和液体泄漏，以及刹车和排气系统问题。

- Artemis——一种驾车检查轮胎磨损和质量的产品，包括轮胎压力、胎面磨损和侧壁缺陷。

Uveye 公司的首席执行官 Amir Hever 指出，沃尔沃 2020 年第一季度在其一个装配厂引进了 Atlas 检测系统，以色列的一家大型巴士公司 Kavim 也已经同时安装了 Helios 和 Artemis 系统以监测其车队中的 300 辆巴士，主要用于预测性维护和轮胎质量检测。

### Atlas 在 2020 年 CES 展会上首次亮相

该公司的 Atlas 质量控制系统在 2020 年的 CES 展上，首次展出于北美拉斯维加斯。除了自己的展品外，Uveye 公司还在本田公司的 CES 展览中设有一个展亭，作为该汽车公司旨在鼓励新型和变革性技

术的 Xcelerator 计划的一部分。

本田创新公司战略风险合作伙伴关系的总经理 Dennis Clark 在 CES 期间说，“通过与创新性初创公司合作，我们希望确保我们的员工有一个安全的生产环境，同时为他们提供先进的工具，使我们的生产过程更加高效”。

Uveye 公司在 CES 上发布的 Atlas 系统使用多个高分辨率摄像头，在几秒钟内能够捕捉到即使是最小的外部装配缺陷、部件缺失和其他与质量有关的问题。它在多个摄像角度能够每秒生成数千张图像，可以检测到直径小至 2 毫米的凹痕或划痕。

### 深度学习技术

该公司的深度学习技术最初是为安全行业开发的，用于检测武器、爆炸物、非法毒品和其他违禁品。今天，Uveye 检测系统被部署在世界各地 100 多个高安全级别的生产地点，并进行了数百万次车辆扫描。

该公司还宣布开发了能够在全新或未检测车辆上的安全威胁检测技术。UV 检测软件现在为执法机构和安全专业人士提供了自动识别现有安全数据库中所没有的车辆上炸弹、武器、毒品和其他安全威胁的检测能力。

Hever 说：“以前只在我们的一些客户中使用，现在全世界的安全行业客户都可以使用 UV 检查。它为边境口岸、车辆检查站、酒店入口和其他商业场所提供了一个全新的防护水平。”

2016 年推出的 Uveye 底盘威胁检测系统可以扫描那些时速高达 25 mph (40 km/h) 的车辆，即使在极端天气条件下这也有助于改善检查站和边境口岸的交通流量。对于主流车队运营商、车辆租赁机构、卡车公司和经销商来说，该公司的轮胎质量检测系统 Artemis 也是一个特别有用的工具。

### 与安全有关的问题

Artemis 旨在追踪和识别各种与安全有关的问题，包括轮胎的整体状况以及轮胎压力、划痕和磨损。Artemis 使用两个



据该公司称，Uveye 车辆底盘威胁检测系统正在世界各地使用。



Uveye 公司的 Atlas 和 Helios 车辆检测技术的展示。

扫描仪来监测车辆行驶过程中的轮胎质量。在几秒钟内，它可以读取并识别轮胎的品牌、技术规格和各种安全问题。例如，该系统可以将轮胎压力与制造商的规格进行比较，并报告任何不正常情况。

Hever 说，Uveye 正在与一些对 Artemis 技术感兴趣的全球轮胎制造商、商用车队、租车公司和经销商集团进行项目谈判。

“与我们其他产品组合一起，Artemis 是建立未来车辆检查标准的关键因素，不仅在对于那些新车型的装配厂而言，而且对于那些经销商、主流车队和独立性服务车库也是如此，”Hever 解释说。

他补充说，Uveye 公司的技术可以用于车辆的整个生命周期内，根据车辆的历史，提供包括部件磨损等宝贵的信息。

投资者对 Uveye 检测系统技术的前景特别乐观。

“高质量标准是沃尔沃品牌的核心，我们对 Uveye 公司技术所提供的可能性感到好奇，”沃尔沃汽车技术基金的首席执行官 Zaki Fasihuddin 说。“这种先进的扫描技术可以使我们在质量方面迈出新的一步”。

W. R. Berkley 公司的金融技术投资总监 Mike Nannizzi 说。“当我们将 Uveye 进行初始投资时，我们相信它的系统可以在全球范围内的安全和检查应用中产生改变游戏规则的影响，我们祝贺 Uveye、丰田通商和沃尔沃汽车建立了一个具有巨大潜力并有凝聚力的伙伴关系。

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

# 优化的冲压淬火生产线提高了生产率

## Optimized Press Hardening Lines Increase Productivity



Cassino 冲压车间运营经理 Cesare Zeppieri 说：“设计和制造生产线的同一家公司还负责维护、优化功能，并向我们介绍有助于短期和长期改进的创新技术，这是非常有利的。”（照片由 Stellantis 公司提供）



由 AP&T 在 2007 年至 2008 年期间交付的冲压淬火生产线，现在的生产能力比安装时更高。



由 AP&T 开发的用于冲压工具的新型冷却系统大大缩短了周期时间。

10 多年前，位于意大利 Cassino 的菲亚特克莱斯勒汽车公司（现为 Stellantis）从瑞典 AP&T 公司投资购买了五条完整的冲压淬火生产线，这不仅是 AP&T 当时与汽车行业客户达成的最大一笔交易。这也是创新、开放合作的开始，为不断优化制造工艺、缩短周期时间和提高生产率铺平了道路。

FCA 位于 Cassino 的生产设施为集团旗下的 Alfa Romeo、Jeep 和 Fiat 品牌的多个车型生产冲压淬火零件。AP&T 在 2007 年至 2008 年期间交付了冲压淬火生产线，如今，这些生产线的生产能力比安装时更高。

这一改进的主要原因是 FCA 与 AP&T 于 2019 年初签署的预防性维护协议。

### 基于需求的可用性协议

技术在不断发展，通过升级和优化客户的现有设备，AP&T 相信在提高性能的同时，还能确保长期高水平运转的可靠性和可用性。“这就是我们与 Fiat 公司进行讨论的原因，以了解如何才能最好地满足他们的需求。从我们的标准服务所包含的协议级别开始，我们合作为 Cassino 工厂的冲压淬火生产线创建了一个定制维护和优化解决方案。”售后服务总监

Magnus Svenningsson 说。

要实现热冲压生产线的完全饱和，机械设备必须高效。“正确使用世界级管理 (WCM) 方法并让设备制造商参与进来，就能实现这一目标。由于制造商拥有深厚的技术诀窍，他们可以发现薄弱环节并提出技术改进建议。”Stellantis EMEA 的冲压车间和模具部门主管 Antonio Colucci 说。

除了定期和安全维护、向客户提供技术反馈以及优化机器和系统外，协议还包括向客户提供建议，并就如何通过新的创新技术提高生产率提出建议。双方每年举行一次会议，全面审查需求和机遇。

### 缩短周期时间

Cassino 冲压车间运营经理 Cesare Zeppieri 说：“非常有利的是，设计和制造生产线的同一家公司还负责维护、优化功能，并向我们介绍有趣的技术创新，这有助于短期和长期的改进。这是一次富有成效的合作，我们对此非常满意。”

由 AP&T 开发并在 Cassino 工厂冲压淬火生产线上实施的创新解决方案的一个例子是新的冲压工具冷却系统。通过优化冷却系统的能力，现在的冷却过程比以前快得多。

“这意味着周期时间大大缩短，从而

可以在更短的时间内加工出更多的零件。所有投入使用的新工具和许多现有工具都采用了这种冷却方式。AP&T 的在线过程监控是另一个我们非常感兴趣并正在研究的解决方案。我们也在关注他们如何开发 TemperBox 技术。”Zeppieri 说。

AP&T 的在线过程监控通过使用红外摄像技术和温度计对加热和冷却进行全面控制，从而更容易确保每个零件都符合质量要求。TemperBox 使在同一工艺流程中生产软硬不同的冲压淬火零件成为可能。

### 服务和维护实现高可用性

“尽管我们已经就新技术的未来应用展开了有趣的讨论，但我们仍应牢记，通过我们有条件的支持、专业的维护和完善的备件供应所提供的持续支持的重要性。这为生产线的高可用性奠定了基础。”Svenningsson 说。

“当然，我们也努力争取最短、最佳的计划停机时间。AP&T 的服务技术人员知道我们需要什么，他们总是准备充分并及时完成工作。备件供应也是一大特色优势。他们速度很快。我们需要的零件总是有库存，并在 24 小时内送到。”Cesare Zeppieri 说

# G 500 H

## 卧式成形磨床



新的G-H系列精密磨齿机用于齿轮、轴齿、蜗杆、转子和丝杠的加工。  
一个通用的解决方案能满足您的特殊要求。  
工件直径可以增加至600mm



埃马克(中国)机械有限公司  
地址:太仓市陈门泾路101号工业园区2号厂房  
邮编:215400·电话:0512-53574098·传真:0512-53575399  
网址:www.emag.com·邮箱:info@emag-china.com



新浪微博



官方微信

# 智能装配帮助汽车零部件再制造企业提高竞争力

## Intelligent Assembly Helps Auto Part Remanufacturer Compete

计算机控制的电动压力机实现了性能飞跃。



Daniel Anderson 正在操作 PPR 从 Promess 购买的机电装配压力机 (EMAP)。EMAP 使用伺服驱动的精密滚珠丝杠滑块，并配有力和位置传感器，可向控制器提供反馈。

当汽车起动机需要更换时，其最昂贵的部件——电枢、换向器或齿轮——很可能仍能正常工作，或者可以经济地修复。Oklahoma 市的 Precision Parts & Remanufacturing (PPR) 公司从事这项工作已有 45 年之久，它将过去可能报废的精密部件改造成具有 OEM 质量的替换零件，这些零件可以在保修期内重新投入使用。

“我们的客户为许多主要的汽车原始设备制造商提供再制造的起动机和交流发电机，” PPR 产品工程师 Daniel Anderson 说，“他们信赖我们提供的产品在质量和性能上能够达到或超过原始设备制造商的标准。我们从五十年前的‘锤凿’操作起步，如今已发展成为一家技术含量越来越高的企业，采用经过验证的计算机监控流程，让我们能够跟踪和记录细化到单个操作层面的数据。

PPR 利用技术取代手工操作的一个很

好的例子就是使用伺服控制电动压力机。这些压力机实现了支撑启动电机轴的油浸衬套的自动装配。传统工艺使用芯轴压力机安装衬套，衬套的放置、定位和压紧均由人工完成。

Anderson 说：“这种方法一直行之有效，直到出现问题时才会提出保修要求。我们的客户不喜欢保修索赔，我们也不喜欢，所以我们开始寻找一种更好的装配衬套的方法。”

我们的要求很简单——一个可重复的过程，为每个零件生成跟踪数据。最初的解决方案是一台外国制造的电动螺旋压力机。虽然这种压力机比手动芯轴有所改进，但无法提供 PPR 所需的数据采集功能。

Anderson 说：“我们在芝加哥的一次展会上看到了 Promess 机电装配压力机 (EMAP)，它似乎能满足我们的需求。它比我们使用的外国印刷机贵，但它的性能和

数据生成能力也明显更好。虽然费了一番功夫，但我们的管理层还是被说服了，决定投资。”

### 伺服驱动滚珠丝杠滑块

Promess EMAP 使用伺服驱动的精密滚珠丝杠滑块。它配有力和位置传感器，可向控制器提供反馈。该反馈可提供每次操作的完整“签名”，进而可用于过程控制。反馈数据还可以存储起来，用于工艺验证和质量文件。

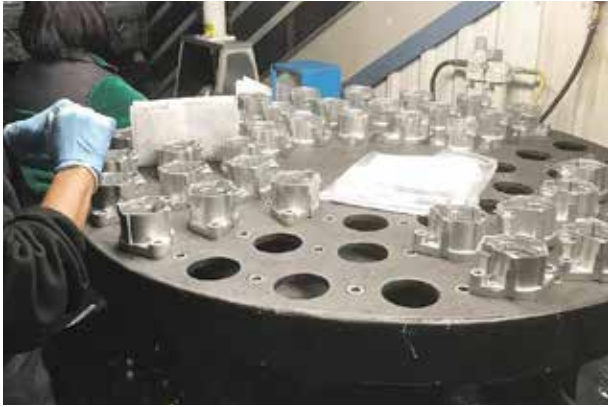
PPR 公司以 50 个单位的标准批量加工汽车起动机。在新工作站安装 EMAP 的同时，Anderson 的团队还在编写的控制软件中添加了条形码扫描功能。这样，除了每个零件的操作记录外，批次、数量、员工和日期等数据也被采集下来。EMAP 安装后，反馈数据使团队能够确定最大和最小力水平，以及每种衬套的正确接触高度。

该软件还可验证是否使用了正确的衬套、正确的工具是否到位以及衬套的位置是否正确。当所有要求都得到满足时，压力机会移动工具与衬套接触，并在进行最终参数检查之前施加一个额定力，然后启动压制操作。

安装衬套后，使用气动量规测量内径，作为成功操作的最后验证。这些数据会添加到先前存储的单个零件信息中。

Anderson 指出：“如果客户打电话询问某个启动机的情况，我们可以告诉他们对衬套施加了多大的压力、衬套的确切位置以及加工结束时的内径是多少。”但这种情况几乎不会发生，因为系统根本不会处理不良零件。如果任何零件超出规格，系统就会停止并通知操作员。

PPR 现在有三套 Promess EMAP 系统用于衬套安装。该公司正在创建第四套系统，用于在驱动体上安装端盖。驱动体包含单向离合器，当发动机启动时，离合器会与起动机分离。端盖是用滚压成型工



操作员将驱动部件安装到旋转缓冲台上的机架中，这是 EMAP 两个冲压站之间的一个生产步骤。



Daniel Anderson 指出，Promess EMAP “比我们以前使用的外国压力机要贵，但它的测量性能和数据生成能力要强得多。”

艺安装的，但这种工艺有时会使端盖旋转，不符合客户的规格要求。

“压制端盖比滚压成型更稳定，” Anderson 说，“而且完全不会旋转。我们用芯轴压力机的老方法证明了这一过程，但我们将在生产操作中使用 EMAP。”

PPR 公司的营销目标之一是从需要大批量、多小批量起动装置的客户那里开发更多的业务。Anderson 指出，如果客户有 100 个零件编号，但每个月只生产 10 或 15 批次的 50 个零件，那么使用人工操作是不现实的。然而，自动化流程就不一样了。自动化流程只要求 PPR 为每批产品



用于换向器端架的衬套压力机按照指定深度和力度安装衬套，并使用图示扫描仪记录员工编号、日期和批号。气动量规在安装后测量内径，并记录力、深度和内径测量值。

更换模具和寄存器，并将正确的程序加载到 EMAP 中。

Anderson 说：“证明这个流程是一个大问题。[这也是] 小批量生产在手工操作中不切实际的原因之一。但有了 EMAP 反馈数据，我就可以在 10 分钟内为典型的 30 件样品生成一份工艺能力报告。无论是潜在客户还是想要改变某些东西的现有客户，这一点都很重要。”

## 从人工操作到自动化操作

从人工操作到自动化操作，对 PPR 业务的影响不仅仅是质量和生产率的提高。它还对员工的留任和满意度产生了直接影响。

Anderson 指出：“很难找到并留住愿意按照 40 年前的方式从事手工劳动的人。这导致了高流动率和高培训成本，损害了盈利能力。EMAP 工作站有助于解决这一问题，因为它们干净整洁、易于使用，而且与手动工作站相比，操作员培训所需时间更短。”

他继续说：“操作员真正需要知道的是，绿灯表示把零件放在一个地方，红灯表示放在另一个地方。其余的工作由软件和 EMAP 完成，并确保每次都能获得高质量的结果。”

由于其自动装配站效率极高，PPR 现在正将员工从车间的单个工作站调到生产“套件”的工作站。成套设备的生产被安置在独立的房间内，环境控制旨在保持零部件的清洁。

安德森解释说：“有些零件在安装前必须涂上润滑油。装备区更清洁的工作环

境有助于防止污染。同时，这里的工作环境也更好，有助于留住员工。”

## 取代单个工位

PPR 还在安装装配线，以取代某些零件的单个工位。这也影响了员工的满意度。

安德森说：“我们不再让操作员每天对同一零件进行 50 次相同的操作，而是让他们每天在装配线上轮换工位。这样他们就不会感到厌倦，每个操作员都能学到工艺的方方面面，这让他们更快乐、更有价值。”

与所有企业一样，PPR 也受到了 COVID-19 疫情的影响，客户需求大幅减少。然而，PPR 并没有裁员，而是选择保留员工，并为经济复苏时需要的库存建立储备。

安德森说：“除了 10 或 12 名正式员工外，我们保留了其他所有员工。”

在成功引入 EMAP 组装站的基础上，PPR 正寻求扩大其产品范围，包括扩大交流发电机和电动车窗、挡风玻璃雨刷器和电动座椅电机的产品线。不过，在此期间，汽车起动机仍将是其业务的支柱。

Anderson 说：“我们销售的是高质量的产品，而我们的许多竞争对手已经将生产转移到了墨西哥，这样他们就拥有了数量和价格上竞争优势。当客户购买了他们的起动机，但出现故障时，他们只能更换另一个。但如果客户购买了我们的产品，它就能持续正常工作，这就是很大的不同。”

他总结说：“像 EMAP 站和装配线这样的现代系统与此有很大关系，我们将来会更多地使用这样的系统。”

# 检测电动汽车泄漏的合理方式——重复利用

## Detecting EV Leaks the Sensible Way — Repurposing

回收利用泄漏检测设备可节约成本。



泄漏测试可在线或离线进行。（图片由 INFICON 提供）

未来 10 年内，汽车制造商及其供应商将在制造和装配业务上投资数十亿美元，以满足对电动汽车和混合动力汽车日益增长的需求。

在此过程中，一些制造商发现，他们可以通过回收以前用于生产内燃汽车零部件的设备来制造电动汽车相关零部件，从而节省大量的时间和资金。

目前，对关键部件进行泄漏测试以帮助提高质量和降低保修成本是生产过程中的一个重要环节。随着汽车行业向电动汽车（EV）过渡，这些测试将变得更加重要。

例如，与使用内燃机驱动的汽车相比，

电动汽车的传感器和其他电子元件更加敏感，对公差的要求也更严格。INFICON 北美汽车销售经理 Thomas Parker 表示，电动汽车检漏系统需要满足更严格的性能要求。它们还必须适应车辆结构设计、材料使用和关键传动系统的变化。

### 一线希望

一些制造商发现，他们不必购买全新的泄漏检测系统。汽车制造商和零部件供应商发现，将现有的内燃机（ICE）设备重新用于电动汽车，并对其进行改装，可以节省大量的时间和金钱。

重新利用机器人泄漏检测系统可将成本降低三分之二。一套全新的系统可能需要 50 万美元到 100 万美元甚至更多，因此可以节省大量成本。

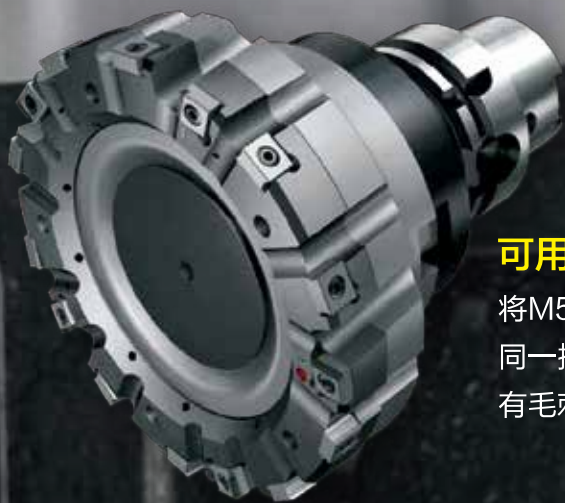
INFICON 公司与 KUKA 公司合作，率先在北美开发出了可再利用的汽车泄漏检测系统。KUKA 公司密歇根州产品性能部门的技术专家领导 Chip Darling 指出，回收利用的好处可以超出基本测试台的成本。重复使用龙门架、加工线及其他设备和地面空间还能节省更多成本。

“公司希望充分利用已有的设备，” Darling 说。

SANDVIK  
Coromant

# M5C90铝合金铣刀

## 粗精一刀完成的面铣



### 可用一把刀具一次完成粗加工和精加工

将M5B90安装上周边立装粗加工刀片就成为M5C90，它可实现用同一把刀具完成粗加工和精加工。它能平稳、快速地加工，工件没有毛刺、刮痕或崩边，而且进给率高，节约时间和成本。



扫一扫  
直达官网了解更多



“当然，必须有可靠的商业案例。我们的工作就是找到最佳解决方案，并将事实呈现给客户。”

## 重新规划用途

将泄漏检测系统转换为电动汽车项目的第一步是进行过程能力研究，包括对设备、车辆设计规格和泄漏测试要求进行详细分析。

“公司需要了解当前泄漏检测系统的功能，并将其与新项目在测试灵敏度、速度和可重复性方面的要求进行比较，” Parker 说。“电动汽车可能需要更低的泄漏率、更快的循环时间或不同的计量确定性。”

工程研究将确定哪些可以重复使用，哪些需要改变。从新的真空泵和更大的真空室到不同的密封工具或额外的加工步骤，都需要加以考虑。机器人检漏系统将包括测试台和子系统，如可编程逻辑控制器、示踪气体真空处理装置和测试仪器。所有这些都可以通过不同程度的改装。

根据系统的大小和复杂程度，可以直接在制造厂进行改装，也可以由测试装置供应商在场外进行改装。这项工作本身可能需要几个小时到几个月的时间。

设备更新后，要对电动汽车原型部件进行测试，以证明新设备的性能符合预期。这意味着要在规定时间内检测出泄漏，并证明过程和测量结果是可重复的。

## 切换测试系统

INFICON 公司与 KUKA 公司合作，

于 2020 年底安装了首个改装电动汽车泄漏测试系统。密歇根州的一家变速箱工厂正在使用这套改装设备，该工厂正在将传统的自动变速箱更换为单速变速箱。

由于工作温度较高，电动汽车变速箱内部有乙二醇-水冷却电路，这在自动内燃机变速箱上是没有的。“电动汽车的流体、传感器和压力率都要求更低的泄漏率。” Parker 说，“如果在制造过程中没有通过适当的泄漏测试发现问题，那么一旦车辆投入使用，就很容易导致代价高昂且更为严重的后果。”

KUKA 公司改装的变速器测试系统需要改进密封工具，并对真空处理室进行大量改动，部分原因是中央电机外壳进行了改动。现有的控制系统和 INFICON 的 LDS 3000 氦气检测仪只需稍作改动。

Darling 说，虽然新电动汽车变速箱中需要测试的空腔数量不到一半，但布局更具挑战性，因为电动驱动器和控制器的开口相邻。“我们必须检查每个空腔本身的外部泄漏，以及它们之间的内部泄漏。风险也更高。自动变速器的外部漏油可能会导致保修问题，但电动汽车控制单元的过早失效则可能是灾难性的。”

新的再利用系统的测试变得相对简单，但需要大量的重新布线和新的工艺顺序。KUKA 在密歇根州的一家工厂用了大约 12 周的时间完成了电动汽车变速器项目的改造。

## 学习曲线

硬件改造是再利用过程中比较容易的

部分。更大的挑战在于转变制造文化，让人们接受电动汽车变速箱不同于多速自动变速箱，Parker 说。

他指出：“在转向电动汽车部件测试的过程中，涉及到一个真正的学习曲线。所有东西的泄漏方式都不同。我们向客户传授泄漏率理论，以及铝孔隙泄漏与机械紧固件或焊接接头泄漏的不同之处。这需要时间，但当客户意识到铸铝外壳气孔泄漏与焊接泄漏或旋转密封泄漏不同时，最终会有一个‘顿悟时刻’。”

基于氦气的泄漏测试也有可教育时刻。氦气系统非常适合电动汽车组件，其泄漏率公差可严格控制在 30%。公司发现，使用压力衰减或空气测试系统无法满足电动汽车变速箱更严格的要求。一种节省成本的方法是将氦气与空气混合。这种混合气不如纯氦气精确，但更经济。例如，INFICON 的 LDS 3000 可以同时检测两种气体。

“先进的测试系统还可以集成到新兴的工业 4.0 模块中，” Parker 说。“泄漏检测可以提供重要数据，帮助企业识别潜在的质量问题，并做出更明智的决策。”例如，INFICON 提供灵活的总线模块和特定设备连接。这种功能可在重新利用过程中添加，从而允许与生产设备和操作人员共享信息，以快速识别潜在问题并即时做出更改。

Parker 补充说：“可用数据越多，使用效果就越好。”泄漏测试非常适合工业 4.0。

## 向电动汽车过渡的势头日益强劲

在亚洲和欧洲，向电气传动系统的过渡进展顺利，而在北美，这一势头也在不断增强。

预计到 2021 年，美国的电动汽车销量将增长近一倍，占新车市场的 3.5%，高于去年创纪录的 1.8%。预计到 2025 年，电动汽车的市场份额将达到 10%，并在本世纪末继续增长。

Parker 预测，泄漏检测设备的再利用也将遵循类似的增长路径。目前，北美有 100 多个系统可进行改装，全球有 1000 个系统可进行改装。

他总结说：“现在，最重要的是符合成本效益，并能迅速投入使用。”



INFICON 公司的 Thomas Parker 查看最近重新使用的泄漏检测系统的设置（图片由 INFICON 提供）



# 汽车制造 3D 打印

## Automotive 3D Printing

为什么向电动汽车转型会促进 3D 打印技术在汽车制造中的应用？



汽车原始设备制造商正将目光转向电动汽车，而增材制造的固有能力使其自然而然地成为支持电动汽车生产的理想工具（所有图片均由 EOS 提供）

通用汽车公司 (General Motors Co.) 承诺到 2035 年只生产零排放汽车。此举的动机是由于禁止新的汽油动力汽车进入市场，以及对减少排放的日益重视。此外，拜登总统还发布行政命令，要求政府车队的近 64.5 万辆联邦汽车改用电动车。这就说明了一件事：汽车行业正在大力推动电动汽车的发展。

根据爱迪生电气协会 (Edison Electric Institute) 的数据，在未来十年内，不仅电动汽车的年销量有望超过 350 万辆，而且还将投资超过 26 亿美元，以确保基础设施的存在，使消费者能够大规模采用电动汽车。此外，该公司预测，预计到 2023 年，全电动车型的数量将增加近 3 倍。

工业 3D 打印或增材制造 (AM) 也呈现出类似的增长态势，从最初的原型制造技术转变为广为接受的生产工具。最新报告预计，到 2027 年，全球 AM 市场将增长 14.4%，估值达 267 亿美元。

随着汽车原始设备制造商将注意力转向电动汽车的开发，AM 工艺的固有能力

使其自然而然地成为支持电动汽车生产的理想工具，而现在正是汽车行业做出这一转变的时候。

### AM 如何帮助电动汽车生产

AM 至少可以在四个方面对电动汽车的制造做出贡献。

1) 更轻的部件有助于延长电池寿命。

多年来，轻量化一直是汽车行业的热门话题，这在电动汽车发展中将变得更加重要。虽然电动汽车在没有内燃机的情况下已经很轻，但任何一点重量的减轻或车轴重量分布的改善都有助于延长电池寿命。然而，关键是在不牺牲部件质量或安全性的前提下制造出更轻的车辆，而这正是 3D 打印技术可以提供帮助的地方。

增材制造是一种真正的数字化、以设计为中心的工艺，能够实现更高水平的定制，并创造出传统制造技术无法实现的错综复杂的结构。例如，利用自然界中常见的有机几何形状重新设计零件，可以减少零件的材料，减轻车辆重量，同时保持（有

时甚至改善）安全所需的结构完整性。

此外，AM 还能将多个零件压缩成一个实体零件，从而减少或不需要装配。制造商无需将多个零件装配或焊接在一起，从而在设计中产生结构薄弱点，而只需创建一个物理强度更高、重量更轻的 3D 打印零件即可。

2) 更多的材料选择和更好的散热能力。

工业级 3D 打印有时会因为可用的打印材料选择有限而受到指责。事实并非如此。事实上，在过去几年中，3D 打印的材料选择（尤其是聚合物）已大幅增加，而且还在继续快速增长。还可以定制具有特定用途所需的特定机械性能的材料。

AM 材料的广泛应用为汽车制造商打开了一扇大门，使他们可以在不牺牲强度、质量或安全性的前提下，用聚合物代替金属过渡制造某些部件，从而进一步减轻重量。同时，AM 材料的热性能也改变了电动汽车的游戏规则。电动汽车电池很难保持在最佳状态。例如，Battery University

的这些研究结果：

“锂离子电池在温和的温度下工作，寿命会延长。电动汽车电池在充电和行驶时加热到约 25° C (77° F) 的舒适温度。相比之下，存放或停放时的温度应为 10° C (50° F)。锂离子电池在低温下充电和运行会产生应力，这种现象并不适用于其他化学材料。”

此外，增材方式生产的外壳和热交换器有助于温度调节，以更低的机械工作量和更快的开发周期实现高性能。例如，阻燃聚酰胺和经 GmbH 认证的蓝卡塑料对于电池或电子元件周围有阻燃要求的应用来说非常出色。

3) 小批量生产更有价值，上市速度更快。

尽管原始设备制造商承诺会加快电动汽车的研发和生产，但这种转变不会一蹴而就。随着电动汽车的日益突出和普及速度的加快，整个汽车行业和消费者都可能会经历一个重要的过渡期。

随着需求的降低，使用 3D 打印技术比注塑成型等传统技术的价值会变得更大。AM 的最佳应用范围通常小于 100,000 个零件。任何低于这一临界值的生产水平，通过增材制造进行生产通常都更经济，而超过这一数字的生产则需要使用传统技术。

请记住，这并不是一条硬性规定。设计的复杂性、使用的材料以及工业 3D 打印功能的不断发展都会影响生产的经济性。

另一个广阔的前景是，随着电动汽车

产量的增加，AM 机器的生产率也应随之提高。如今，在小批量生产方面，AM 已经胜出一筹。五年后，随着 LPF 等技术的发展，更高的生产量可能会使 AM 更具成本效益。

增材制造也不需要繁琐的工具或模具修改，因此省去了生产转换的时间和成本。传统制造一次迭代所需的时间，工业 3D 打印技术，通过将修改后的 CAD 文件发送到计算机并打印出来，可以进行 20 多次迭代。

4) 备件和数字仓库将有助于提高电动汽车的产量。

利用 AM 技术，制造商可以更好地将物理供应链与数字线连接起来，更有效地管理产品从概念到报废的整个过程。只需发送一个文件，就可以将生产分布到任何拥有数字制造系统的地点，从而实现更高效、更可持续的供应链。

原始设备制造商还可以省去成本高昂的备件仓储和库存，取而代之的是按需打印的数字双胞胎。在高需求阶段优化传统制造的零件设计是另一个好处，这样就可以将相同零件的快速成型优化文件作为备件进行 3D 打印。

不过，最值得注意的是电动汽车领域的新参与者数量庞大。这些新进入者没有百年供应链的束缚。与此同时，传统汽车制造商也面临着历史上从未有过的新挑战。这两种情况都为从 AM 开始的供应链打开了大门。与集成电路供应链相比，这将使未来的电动汽车供应链比我们所能想

象的更加灵活。

## 启动和运行 3D 打印

每个组织都是独一无二的，在实施和利用增材制造的过程中也会有所不同。不过，企业要成功做好“AM 准备”，需要解决一些共同的问题。

●注重渐进式创新：引入 3D 打印技术是一次全面的数字化转型，并不像购买一台打印机和打开一个开关那么简单。要想成功整合，就不要寻求最新的或改变世界的创新。应从小处着手，研究可通过 AM 优化并带来最大价值的现有产品或工艺。

●积累内部知识：早在生产之前，就已开始实施 3D 打印功能的工作。充分探索这项技术意味着要扎实了解会影响每个部门和 workflows 的痛点和解决方案。这一过程的一部分就是要确保整个组织的员工对 AM 有深入的了解，并能流畅地协同工作。

●领导层的认同：每项 AM 战略都涉及对设计流程、制造理念以及完整的供应链和价值链进行端到端重新评估。如果整个企业，包括能够支持这项工作的高管，都能参与进来，那么这种重新思考就会变得更加有力。

●不局限于每个零件的成本：通过观察围绕 3D 打印的整个价值结构，量化 3D 打印的成本优势。其他方面的节约往往更难捕捉，但从长远来看却更经济。例如，考虑整体包装是否使产品在性能上更具竞争力、减少浪费或简化供应链。

●在整个组织中扩展：增材制造是一项灵活的技术，能够快速发展和迅速扩展。首批应用可能规模不大，但这些前期工作有助于后续迭代更顺利、更快速地进行。

●创建卓越中心：内部卓越中心作为 AM 的教育机构，继续培训直接使用该技术的团队，并教育更广泛组织中的人员。这不仅能拓展专业知识，还有助于为未来的 3D 打印应用发掘新的机遇。

增材制造是世界上唯一的全数字化制造工艺，可以提高工厂的灵活性，并以更具成本效益的方式生产低需求零件。因此，现在正是原始设备制造商向增材制造过渡，以推进电动汽车开发和采用的时机。虽然过程复杂，但技术比以往更好，工艺比以往更容易集成。

[www.eos.info](http://www.eos.info)



注重渐进式创新，而非创新性的新想法。从小处着手，研究可通过 AM 优化的现有产品和工艺。

# 发格自动化



角度编码器



直线光标尺



伺服/主轴驱动系统



数控系统



提供完整解决方案

助力中国智能制造

# 构建强大的计量自动化战略

## Building Robust Metrology Automation Strategies

高数据密度的自动化是智能制造的关键。



ATOS 5 便携式蓝光 3D 扫描仪专为航空航天、燃气轮机和发电行业设计，具有独特的优势。

在工业 4.0 时代，制造企业努力实现基于数据的智能互联制造愿景。因此，数据准确性、数据采集速度和数据有效性都至关重要。

这在以计量为基础的检测和质量控制中尤为明显，因为高速自动化数据采集和处理可改善产品开发、生产吞吐量和质量控制性能。

自动 3D 检测系统消除了不必要的生产工序，提供了一种自动的方法，可快速收集高质量数据，为下游应用提供支持。加州 Santa Ana 市 ZEISS 公司 CAPTURE 3D 工程经理 Joshua Old 说：“有了这项技术，人们可以快速获得必要的数据，从

而做出正确的决策，这就是为什么我们约 60% 的客户项目都包括自动化的原因。”

此外，自动化解决方案通过脚本将信息传递到 MES 平台，从而提高了吞吐量。有些解决方案，如 ATOS ScanBox BPS( 批量处理系统)，几乎不需要操作员的参与。例如，一个 8 小时或 12 小时的班次可以通宵运行，到了早上，自动零件装载解决方案已经生成了数字双胞胎和检测报告。有了这种无需操作的高级方法，数据能够迅速传回，“熄灯生产”也就能够成为现实。

关注新发布的计量设备、配件和软件是有好处的。新功能可应对许多挑战，如快速提高产量、减少迭代次数、创建透明

的通信环境以及全面降低成本以实现持续增长。Old 表示，ATOS 计量级结构蓝光 3D 扫描仪可用于整个制造过程，包括原型设计、生产、质量控制，甚至用于物联网生态系统的数字资产。“在选择最佳计量设置时，最好的建议是考虑您的具体应用要求。”

### 原型制作意味着零件的多样性

在任何时候，原型制作都会涉及到各种各样的零件形状和尺寸。只要能捕捉零件表面生成高分辨率数据，数字化零件的尺寸就没有限制。选择一款多功能的 3D 扫描仪，它既可以捕捉像指纹凹槽这样的细节，也可以捕捉像全尺寸 C130 飞机这样的大尺寸。具有可互换测量体积的 3D 扫描仪可以快速更换镜头，根据零件尺寸和需要检测的最小特征提供显著优势。

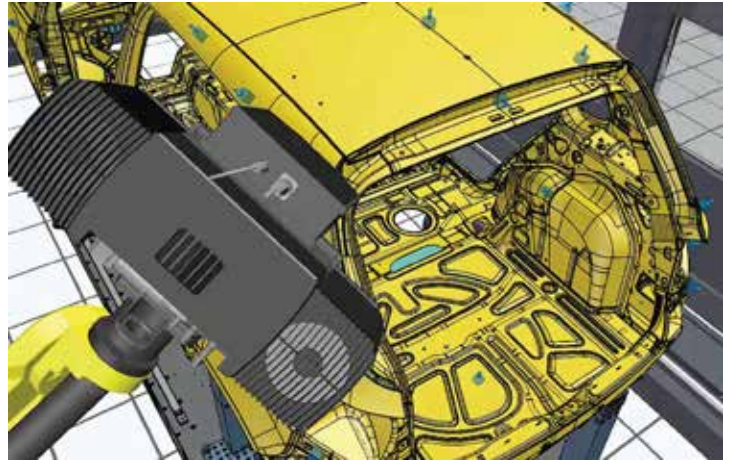
在 3D 打印应用中使用计量级 3D 扫描仪和 3D 计量软件有很多好处。例如，翘曲是 3D 打印中的常见问题。翘曲可能是由所用材料、工艺、零件几何形状、用户或其他因素造成的。通过改变与翘曲相反的方向（也称为肯塔基风向）来修改 CAD 并不容易。通过 CAPTURE 3D，GOM 软件公司为这一问题提出了解决方案，它提供了一种工具，基于第一个打印部分，通过调整 CAD 来补偿翘曲。

Old 补充说：“我们的技术还能帮助您您在 3D 打印过程中获得更好的最终零件，比如在工艺的任何阶段都能获得更多有洞察力的数据，从而实现更多的工艺控制、全面的形状和尺寸检测，以检测材料厚度、凹痕、几何偏移和残余应力。来自 ATOS 3D 测量技术的数据还能帮助您确定返工选项并优化分析。”

原型制造中的数据密度是下游数据处理的另一个关键属性，因为扫描数据中定义的零件特征越多，创建实体模型所需的



ATOS ScanBox 自动机器人 3D 扫描和检测系统可以扫描从模具到零件生产的整个过程，从而创建数字资产。（图片由 GOM 公司提供）



GOM 公司的 VMR（虚拟测量室）是一个智能软件包，可模拟并充当实际检测单元的中央控制。（图片由 GOM 公司提供）

人工时间就越少。这也是蓝光 3D 扫描仪在原型设计应用中备受青睐的原因之一——蓝光 3D 扫描仪在处理关键特征（包括孔、边缘和半径）的 3D 数据时，点密度更高，有助于确保关键几何形状的测量。这加快了时间，因此人们可以更快地进行 3D 打印和制造。使用分辨率较低的 3D 扫描仪收集到的数据质量较低，难以理解，而且不够清晰，无法用于后续工艺。Old 建议说：“公差严格的零件需要分辨率更高的扫描仪，这样扫描数据才能反映测量、检测等所需的最小细节。如果你需要了解你的特定应用需要达到什么样的数据质量水平，可以要求演示几种不同的 3D 扫描仪。您很有可能会亲眼看到数据质量的差异。”

## 生产需要速度

速度和易用性是生产的主要要求。采集数字孪生数据的速度有多快？是否有提高产量和重复性的自动化配置？GOM 软件公司提供了一个名为 VMR（虚拟测量室）的附加模块，该模块利用算法快速确定机器人的最佳测量路径，通过简单的离线和在线编程安全地引导传感器。制造商可以保存这些测量路径，以备将来检测时使用，从而提高过程的可重复性。

除了速度、精度、可重复性和多功能性之外，易用性也起着举足轻重的作用。在生产过程中，时间是预防瓶颈的关键。重要的是，技术要有一个简单的入门门槛和快速的掌握过程。

Old 指出：“除了减少计量设备编程

所需的时间外，选择一项经过验证的技术和可快速部署的现成商用解决方案也很重要。”例如，ATOS ScanBox 包含一个精确的 ATOS 蓝光 3D 扫描仪、一个 Fanuc 机器人、带有 VMR 模块的 GOM 软件、安全设备和所有必需品。它是检测单元真实环境的中央控制装置。测量规划在这个功能虚拟空间内进行，包括机器人和传感器编程、机器人路径运动学、确定最佳测量路径以及高效扫描工件所需的自动测量程序。用户不需要任何机器人编程经验，也不需要任何特殊的机器人专业知识。这种用户友好型方法使机器人技术更容易为企业所接受，因为以前的企业通常会担心与集成自动化相关的升级和培训问题。

## 准确性：质量控制的基础

在为质量控制流程选择 3D 扫描仪时，采集数据的准确性是最重要的考虑因素之一。在处理具有严格公差要求的应用时尤其如此。准确的数据意味着成功的决策。

选择带有智能软件的 3D 扫描仪，将其与传感器、高质量相机和镜头光学元件集成，有助于确保高效的测量过程，从而获得清晰、高质量的数据。Old 以操作 ATOS 蓝光 3D 扫描仪的 GOM 软件为例，该软件具有自动曝光设置功能和基于所获零件几何形状的自动智能 STL 处理算法，可提供高保真 STL 数据，并可导出到其他各种文件中。

Old 补充说：“这种高分辨率 STL 数据随后可以导入到 Geomagic 等 CAD 软件中，由于数据分辨率高，后续处理时间

大大缩短。”GOM 软件具有特定的检测功能，如 GD&T、趋势分析、表面缺陷绘图和 CAD 彩图比较。

## IIoT 生态系统的数字资产

Old 说：“对于工业 4.0 计划，客户通常会选择我们的 ATOS 结构化蓝光 3D 扫描仪，因为它可以实现从模具到零件生产的整个流程的数字化，从而创建数字资产。”由此产生的数据可以深入了解从设计、开发到生产的整个产品生命周期，从而实现现代化的精益生产战略，解锁更多工业 4.0 功能。

由精确的 3D 扫描数据组成的数字孪生系统能够进行数字装配分析，使其能够与数字化组件一起使用，以虚拟方式构建装配，而无需考虑物理位置，从而进行形状、匹配和功能分析。这种模拟降低了成本，加快了投产时间。我们的许多客户还将其 3D 计量解决方案连接到制造平台，为真正的 IIoT 计划创建一个生态系统。

他说，Old 的客户经常选择 ATOS 5 蓝光 3D 扫描仪系列，因为它们具有强大的数字化能力、高分辨率测量相机和无斑点的明亮蓝光光源，每次扫描可在 0.2 秒内收集多达 1200 万个精确的 X-Y-Z 坐标点。

Old 说：“在不久的将来，我们将看到这项技术在人工智能、ML 和 VR/AR 方面的进一步发展，从而实现制造业数字化发展的下一步进程。”

[www.capture3d.com](http://www.capture3d.com)

[www.zeiss.com/metrology](http://www.zeiss.com/metrology)

# 智能化计量，聪明的选择

## Smart Metrology, Smart Choice

将计量看做是额外的成本，应尽量避免的时代已经一去不复返了。如今，制造商们奉行“量力而行”的理念，或者更贴切的格言：“只有符合计量标准，才能获得报酬。”但这并不意味着计量设备提供商不会竞相提供成本更低、功能更强的设备。对于制造商来说，也许是时候升级了。究其原因，大约在过去的 10 年中，计量设备供应商已经开始了数字化革命。这意味着激光扫描仪、摄像机、计算机和软件的质量和速度都得到了提高。

需要考虑的事情很多。位于加利福尼亚州拉古纳山的 Starrett Metrology Systems 部门总经理 Mark Arenal (公司总部位于马萨诸塞州阿索尔) 认为。从手持式卡尺到手持式扫描仪，或视觉系统和触发式探头，这些新技术可以为您的车间节省时间、成本并减少返工率，值得关注。

以摄像机为例，它是许多计量应用的主流选择。“摄像机的功能越来越强，价格越来越低。”Arenal 说，“我们现在正在努力寻找可以进一步改进质量控制、减少废品和提高检测吞吐量的方法。”

Exact Metrology 公司在俄亥俄州辛辛那提市、威斯康星州布鲁克菲尔德市和伊利诺斯州莫林市都设有办事处，公司的短程应用工程师诺亚·布兰斯库姆 (Noah Branscum) 说，激光扫描也变得更快、更准确。布兰斯库姆是 Hexagon 的 Absolute Romer Arm 和最近发布的 Hexagon 扫描仪的拥趸，他说，“该扫描仪在采集大量数据方面拥有绝对惊人的能力。”布兰斯库姆说，这种扫描仪能提供更高质量和更多数量的数据，并能在五分钟内快速部署。

Branscum 说：“在我们的计算机断层扫描、短程扫描和长程扫描部门，我们对每件硬件在速度、数据质量以及采集难度和材料方面，都进行了重新设计和升级。

### 单夹具意味着“一次成型”

改进后的计量系统使制造商能够在—

个夹具位置测量和检测零件，而不必测量一次，然后旋转零件再测量一次。

位于德国奥伯科亨的 Zeiss Industrial Quality Solutions 公司 O-Inspect 产品经理 Christoph Stark 说：“每个人都希望在一个夹具位置测量所有东西。制造商可能有一个系统，配备多个夹具。如果只在顶部使用光学相机，就只能测量顶部，同时会在后面或侧面产生盲区。您可以在一个位置测量工件，然后将其旋转。在夹具中旋转工件时，一台设备只能测量一个工件；因此旋转 30 个工件就需要大量时间了。解决方案是使用多个传感器，其中包括多个触觉传感器和一个摄像头。由于无需操作工件，因此可以缩短时间。制造商可以在更短的时间内测量更多工件，同时提高质量。”

Arenal 说，他们的目标之一是不再让质量控制部门进行首次检测。取而代之的是，在制造生产过程中对零部件进行检测，以减轻实验室的质检负担。

Arenal 还表示：“技术、软件和易用性方面的进步使我们能够将检测系统直接安装在车间里。操作员可以在生产过程中取下一个零件，将其放在检测系统上，如果零件没有通过检测，则将其放回加工中心继续加工。所有这些都可以在生产车的一个单元内完成。操作员不必总是依赖质量控制部门，也不必总是排队接受首件检验。”

考虑到这一目标，越来越多的制造商希望只测量重要的部分——例如，只测量 500 个特征部件中的一个或少数几个特征，而不是全部 500 个特征，Stark 说。对于这种入门级的测量任务，他说公司新推出的基于摄像头的 O-Detect 测量系统是一种投资最小的好选择。

例如，德国 TRW 公司生产用于飞机安全带的安全系统，这显然有严格的质量要求，在最终的质量检验中，必须对每个特征进行测量。但在生产过程中，只需要测量和检查几个特征。他说，如



Zeiss 的 O-Inspect 系统包括多个传感器，其中有几个接触式传感器和一个摄像头，以便在几乎无需操作部件的情况下检测表面细节。(图片由 Zeiss 提供)

果这些参数是正确的，其余的参数就不会有问题。

“统计过程控制侧重于最关键的特征。” Stark 说，“你不可能在周期内按时测量所有 500 个特征，100% 的控制也会花费超出制造商想要的成本。你必须将其减少到合理的特性数量，并选择最关键的特性。TRW 正在使用我们的入门级多传感器解决方案——O-Inspect。”

Stark 说，在其他情况下，在制造过程的早期测量一个关键部件（如手机摄像头传感器）是有益于制造的。

Stark 说：“一个手机摄像头有 20 到 30 个部件。有些相机镜头的光轴并不好。如果只在最后才测量，可能不得不扔掉整个设备。如果提前测量单个零件，就可以减少丢弃的零件数量。这就减少了生产损失。”

总的来说，“相机部件的质量和复杂程度几乎每年都在提高。” Stark 说，“我们必须跟上这一趋势。因此，我们也需要提高传感器的质量。我们不断优化光学传感器，以测量相机部件。例如，可以实现更高的分辨率和放大率。”

Stark 说，更简便的用户界面也是我们一直追求的目标。他还表示：“在车间工作的人并没有接受过真正的计量培训。我们正在努力为初学者提供尽可能简单的操作。我们既关注入门预算，也关注入门用户。人们正在寻找的是一键式解决方案。”

自动检测是另一个趋势，Stark 说。过去的手动光学测量解决方案需要手动移动机床工作台，而现在蔡司的全自动数控系统（如 O-Detect 和 O-Inspect）可以自动执行检测。“它们可以进行 7\*24 全天候测量。” Stark 说。

展望未来，计量制造商面临着挑战，因为他们要努力实现相互竞争的目标——使医疗和航空航天零件更加精确，使许多行业的使用更加方便，为那些预算意识极强或对技术不完全了解的制造商提供更多经济实惠的选择。

Arenal 说，有些制造商只购买一套计量系统，让这套系统证明自己的价值，然后在整个工厂实施这项技术。同样，随着计量技术在生物医学等行业的广泛应用，越来越多的行业也开始接受计量技术。

他还表示：“计量和检测的价值不断

加速提升。接受这些技术的速度也在加快。领先的行业需要引领潮流。生物医学正在引领潮流，尤其是在美国。”

## 光学 + 数字

Arenal 说，光学和数字的结合消除了检测决策中的主观人工因素，通过可跟踪和追溯的数据产生更加一致的结果。

他还表示，在使用数字计量系统之前，操作员需要在光学比较仪屏幕上放大零件，并在胶纸覆盖层上显示多个轮廓。操作员会选择正确的覆盖层，将其与工件对齐，然后判断工件是否符合规格。Arenal 说，如果不符合，操作员就会在实物零件上标出超出公差范围的区域，将零件送回返工，然后再次对照胶片覆盖层检查零件。

有了这个系统，“就不需要数据了。” Arenal 说，“操作员无法反馈机器零件上的任何数据。如果他们生产的零件超出公差范围，整个过程就会停止，直到他们对其进行足够的微调，从而可以放心地继续生产零件。这更像一个工艺过程，而不是一个技术驱动的过程。”

相比之下，水平数字视频（HDV）比较仪可以在视频屏幕上将数字叠加到从 CAD 文件导入的零件上，并具体确定存在多少偏差，Arenal 说。同样重要的是，操作员可以将这些信息反馈给机床，以改进加工过程。

例如，Starrett HDV300 和 HDV400 台式数字视频比较仪可以实现极大的测量吞吐量。

Arenal 说：“后续零件出来后无需调整或返工。”部分原因在于产量，部分原因在于拥有准确的数据，从而做出可靠的决策。对于一家骨科植入物制造商来说，以前的检测过程存在很大的主观性。采用 HDV 系统后，检测速度提高了 10 倍。我们还可以对数据进行跟踪；数据将永远留在零件中。”

剩余的挑战包括移动、反射和尺寸，Branscum 说：“最常见的是移动，当你扫描的工件相对于扫描仪移动时，就会造成对位错误。这能够帮助我们发挥创造力，为待测工件在第一时间设计装夹。”

Branscum 说，当铬或镜面表面反射激光并导致读数错误时，镜面反射就会造成问题。同样，较新的扫描软件正在减少



Zeiss 的 O-Inspect 系统包括多个传感器，其中有几个接触式传感器和一个摄像头，以便在几乎无需操作部件的情况下检测表面细节。（图片由 Zeiss 提供）

反射问题。

他还表示：“尺寸是最后一个难题，解决这个问题的方法是选择哪种扫描仪适合所需的尺寸和公差，或者使用参考点或标准球进行标定。这些参考点或标准球适用于更精确地对齐较大的数据块，而不仅仅是只用到其曲率。”

另一个挑战是如何满足不同制造行业的不同需求。

Stark 说：“一方面，电子行业希望我们尽可能简化操作。我们还需要尽可能多的传感器，以满足医疗和航空航天工业的要求。每个人都希望获得可溯源的测量结果。我们的目标是通过一套软件，满足制造商需要的各项功能。”

例如，Arenal 表示，医疗产品制造商必须验证工厂车间内的所有流程，包括尤其是质量控制。

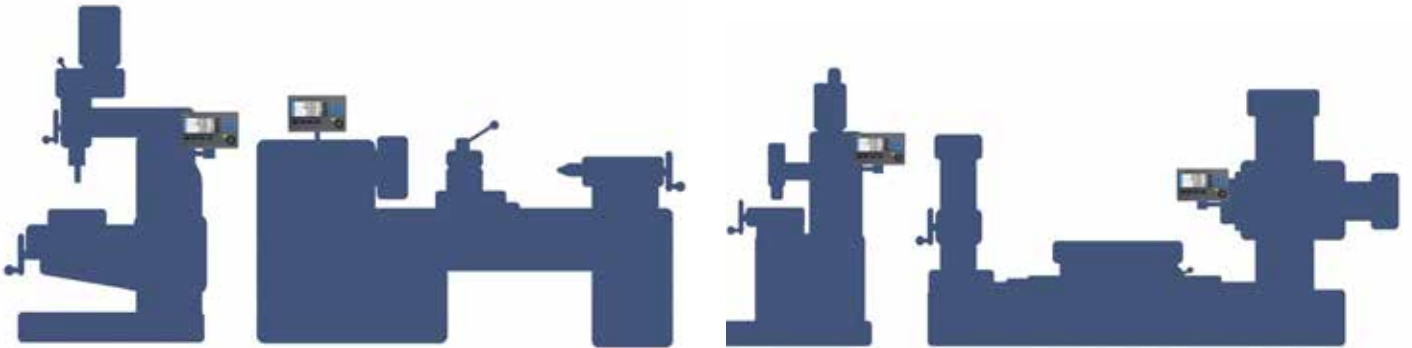
Stark 说，Zeiss 的报告软件套件 PiWeb 可以比较机器与机器、工厂与工厂之间的结果，并在全球范围内进行扩展。

他还说：“制造商所追求的最大目标是可追溯性，以真正了解结果的来源以及是否值得信赖。制造商不仅希望测量零件，还希望进行缺陷检测。例如，他们希望看到玻璃上的划痕。他们希望在生产中结合所有这些信息。”

Stark 说，今年夏天，Zeiss 将启动一项试点计划，将测量和缺陷检测结合起来“以满足现有的需求”。

# 数字化读数器继续助力工业发展

## Digital Readouts Continue to Aid Industry



大多数手动操作的机器都可以安装 DRO。这些机器配备了 Acu-Rite DRO。(由 Heidenhain 公司提供)

在当今的机械加工车间内，那些看起来不可或缺的技术并不需要华而不实的尖端技术。数字读数器 (DRO) 就是如此，它是位置编码器、简易计算机和数字显示屏的组合，几乎每个车间用户都很熟悉。

人们认为，随着对话式数控系统和离线式 CAM 编程的发展，大多数机床都

可以在没有人操作的情况下切割零件。既然 DRO 只能提供位置信息，并依靠人的摇轮来定位切割工具，那么这种低级的 DRO 难道不应该被淘汰吗？

或许这并没那么快。在车间的许多机床上，如膝型铣床、车床、磨床、镗床、电火花加工机床、光学比较仪等，它们仍

然非常有用。由于该系统能够精确监控位置，操作员不必担心这些机器的反向间隙或其他机械问题。

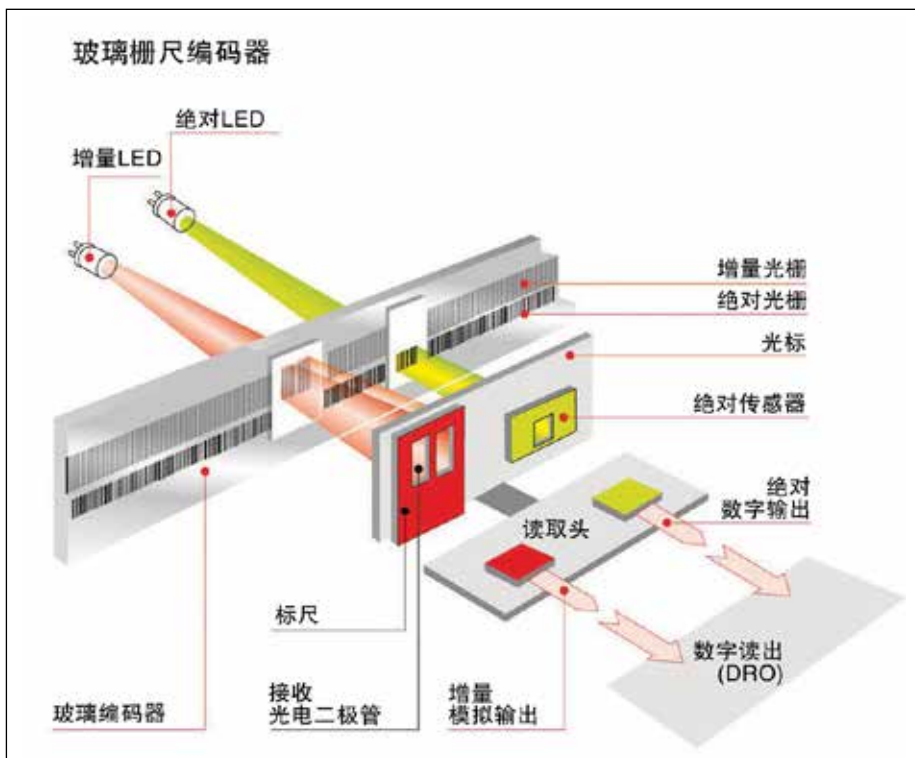
DRO 还使新操作员或经验不足的操作员的培训变得更加容易和省时，因为只需查看 DRO 上的数字定位计数，就能相对容易地掌握加工的基本原理。虽然 DRO 似乎是 20 世纪的遗物，但今天的 DRO 所提供的东西远不止位置读数。购买新的 DRO 或在手动机床上保留旧的 DRO 仍有很多非常好的理由。

### 基本应用，基本价值

价格是选择 DRO 的一个很好的理由。包括一台专用计算机、三个轴位置编码器和一个数字显示器在内的 DRO 套件可能需要 2,000 至 3,000 美元。而包括三轴控制和用于移动切割头的伺服执行器的数控系统，其价格通常要高出 10 倍。”伊利诺斯州 Schaumburg 的 Heidenhain 公司控制产品经理 John Parker 说：“从成本角度来看，手动机床仍有优势。”

当车间需要制造原型零件或一次性零件以支持用于维护和维修的操作时，手动机床就显得尤为重要。在这种情况下，所需的分辨率和加工精度低于数控机床。

“例如，在膝型铣床上，5 微米的加工分辨率绰绰有余。这样就能以十分之二的增量进行计数。但有时在磨削应用中，你可能需要更高的分辨率，因此需要一微米



采用现代 LED 技术的玻璃栅尺线性编码器是如何跟踪位置的。(由 Fagor Automation 公司提供)





完整的 DRO 套件包括编码器、电缆、支架以及数字读数器。Acu-Rite 是 Heidenhain 针对入门级用户推出的一个品牌。(由 Heidenhain 公司提供)

的分辨率"位于伊利诺伊州埃尔克格罗夫村的 Fagor Automation 公司中西部 DRO 销售经理 Alejandro (Alex) Escamilla 说。DRO 的分辨率通常为 1 微米或 5 微米。

编码器可提供这种分辨率。编码器有一个金属体,安装在机器的移动部件(工作台、滑块、膝杆或轴套)上,而读取头则安装在固定位置上。光栅尺可以是玻璃、电子或磁性的。玻璃栅尺最常用也最可靠的。

"Fagor Automation 公司在其反馈产品中使用了玻璃光栅技术,"Escamilla 说。"玻璃光栅的重复性更好,精度更高。磁性栅尺可以应对更多的污染工况,但与玻璃光栅相比,磁性栅尺需要在栅尺标记之间进行更多的插值。他还指出,Fagor 已经对标尺进行了改进,例如更新了二极管,目的是使信号更加可靠,并采用更好的密封性来防止灰尘和污染物进入。"

## 智能控制越来越智能

此外,供应商通常会提供各种功能和价位的设备。从一轴加工应用到一轴 DRO,再到五轴加工应用(包括线性和旋转编码器)以及复杂的多功能 DRO。它们可专门用于车床、铣床和镗床、电火花加工机床,甚至光学比较仪。

例如,Heidenhain 公司的 Acu-Rite 提供了三个系列的产品。"我们有所谓的入门级产品、中档产品和高端产品系列,"Parker 说。"我们最简单的产品并没有这些高级功能,但我们最先进的产品可以计算恒定的表面速度或螺栓孔位置等功能。功能还

# 我想获取 先进机加工培训

# 免费订阅



**ME中国:** 先进的机加工技术内容独家授权于业内顶流刊物 Manufacturing Engineering。Advanced machine shop engineering content licensed from Manufacturing Engineering, the smartest source in the business.

经审核的高层人员可免费订阅本刊。Subscriptions in China are **FREE** to qualified engineering managers.

请将以下信息发送给我们。Email us your

- 姓名 Name
- 职位 Job Title
- 公司名称 Company Name
- 公司地址及邮编 Company Address
- 公司网址 Company Website

并注明“我想订阅ME” subs@icgl.com.hk  
或登录 www.ChinaEngineeringMedia.com

## 相信数据 Trust the Data

数据是可重复和可再现生产的关键。但数据必须可信；用户必须对其真实性有信心。否则，收集到的大量数据也只是数字而已。

指针式量具非常精确，但精确度会受到操作员的影响。那些操作员是否接受过使用千分表或指示器的适当培训，并能准确地将数据从量规传送到纸上都会影响结果。

密歇根州奥本山的精密模拟和数字量具与指示器制造商 Marposs 公司 Testar 部门经理 Kyle Johns 表示，通过使用数字读出 (DRO) 技术，读取和记录数据将测量变得更加简单。

DRO 可以显示实时数据，并使信息易于读取。通过与否的决定一目了然。像 Marposs 这样的 DRO 通过使用颜色信号来提供清晰的问题指示：绿色 = 好；红色 = 坏；黄色 = 警告，当然数据可能有超出这些指示的情况。

数字设备还能收集和显示更具体的



随着全球采用更多的智能制造方法，数字数据的访问至关重要，以便对其进行传输和分析。(由 Marposs 公司提供)

数据。Johns 说，每年，公差都会越来越小，而刻度盘读数可能无法检测到这些测量值。他说：“使用刻度盘读数，你无法获得那些亚微米级的数据。他说，“你实际上无法读取。现在，有了 DRO，你可以读取从微米到亚微米甚至四分之一微米的数据。”

在工业 4.0 时代，DRO 可以从整个工厂或多个工厂收集数据。DRO 可以传输数据进行分析，从而显示趋势。例如，跟踪零件生产的数据可以显示零件测试的方式和时间，以及由谁进行测试。

操作员可以检查 10 个零件并保存数据，然后工程师可以登录网络并评估数据，以了解车间的工作情况。”使用 DRO，数据是关键。数据能说明问题，”Johns 说。”而在使用 DRO 之前，这是不可能的。”

DRO 的应用也超出了车间和机床的范围。虽然在车身面板、保险杠和硬顶等应用中具有典型性，但 DRO 还可用于无数有时甚至是不寻常的情况。

在一项应用中，一个量具被发送到世界各地，从美国到墨西哥再到波兰。用户在确保汽车挡风玻璃上平视显示器的准确位置时，从英寸到毫米，再返回到英寸，来回切换。

DRO 的另一个新颖安全的应用是检测核电站反应堆内圆柱体的直径。为了防止辐射，测量仪被密封起来，一根专门设计的缠绕电缆绕回 DRO，以确保其安全。

Johns 说：“你不能钻到核电站的洞里去检查读数。”所以你希望 DRO 能够在墙的后面，因为如果你走到墙后面，你就会融化。”

针对一些具体应用——例如，螺栓孔的计算对你在车床上的加工没有任何好处。

与任何依赖计算机和电子设备的产品一样，DRO 也在不断进步。



如今的 DRO 系统在与大多数全新手动加工中心配套使用的同时，也使传统系统实现了现代化。(由 Fagor Automation 公司提供)

Escamilla 说：“现在大多数 DRO 都提供 LCD 屏幕。”Fagor 使用的是高分辨率 TFT LCD 屏幕。另一项进步是他所说的更简便的导航功能，带有板载图示功能，类似于 CNC 控制器上的对话式编程。这可能包括寻找工件的精确中心、预设尺寸、计算螺栓孔图案或倾斜或对角线上的一系列孔等功能。DRO 可以计算刀具偏置，并保存操作员创建的程序。”Escamilla 说：“我们的 DRO 上有一个有趣的功能，叫做‘移动距离条’。距离条使用从绿色到红色的颜色代码，提醒操作员他们的定位何时接近他们编程的位置，当变为红色时表示快到了。”

Acu-Rite DRO 上还有一个聪明、实用的显示技巧。当操作员移动一个轴时，该轴的字体会变大。Parker 表示，这种流行的动态缩放功能可以显示当时哪个轴在运动。”我们的设备还可以在所谓的日间

模式和夜间模式之间切换——只是将屏幕上图像的颜色调换一下。根据工厂内的照明情况，浅色可能更容易反光，因此深色图像对用户来说效果更好。

他还指出，在多达四轴的大型机床应用中，例如大型立式转塔车床，可以将 DRO 设置为只查看其中的两个轴，以提高操作员的灵活性。其他先进功能还包括轻松快速地找到圆心处块材料中心线的边缘。

他还指出，在多达四轴的大型机床应用中，例如大型立式转塔式车床，可以将 DRO 设置为只查看其中的两个轴，以提高操作员的灵活性。其他先进功能还包括轻松快速地找到圆心处块材料中心线的边缘。

[www.acu-rite.com](http://www.acu-rite.com)

[www.fagorautomation.us](http://www.fagorautomation.us)

[www.heidenhain.us](http://www.heidenhain.us)

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

# 新技术推动旋转平面磨床的改进

## New Tech Powers Improved Rotary Surface Grinding

先进技术带来 "无限可能", 公差更小。



如今的旋转平面磨床具有先进的传感器和控制装置, 可以在更短的时间内可靠地实现更严格的尺寸公差、平面度、平行度和表面光洁度。

磨平金属或合金表面以去除材料或达到精确厚度的机械加工车间现在有了 "无限可能", 可以利用更先进的自动化设备来提高精度、生产速度和控制能力。

如今的旋转平面磨床具有精密的传感器和控制装置, 可以在更短的时间内可靠地实现更严格的尺寸公差、平面度、表面光洁度。该设备可在抛光前将平面状的金属、合金和陶瓷磨削到精确的尺寸。

使用这些新型自动磨床, 操作员对加工过程的控制是无与伦比的。用户可以输入具体要求, 例如: 主轴转速 712 转 / 分, 工作台转速 22 转 / 分, 下料速度每分钟 0.003 英寸, 以及一定的停留周期。从根本上说, 机器可以根据任何要求进行编程。

与需要经验丰富、熟悉每台机床细微差别的机械师手动控制的传统磨削设备相

比, 这些自动化设备能够始终如一地在更短的时间内生产出更高质量的零件。因此, 越来越多的机械加工车间正在安装这些新型磨床, 并且即使操作人员经验不足, 也同样能够达到预期的生产效果。

### 解决熟练操作员退休问题

在加工金属和合金的机械车间中, 厚度、平行度和表面状况等因素通常都在规格中有所规定。磨削还经常用于去除大量材料, 使板材或钢板达到精确尺寸。

为此, 机械加工车间主要使用配备往复工作台和水平主轴的平面磨床来转动砂轮。然而, 这一过程会非常缓慢。

位于明尼苏达州 Winona 的 DCM Tech 公司是一家工业旋转平面磨床的设计和制造商, 该公司的工程经理 Erik

Lawson 说: "往复式台式磨床精度高, 但材料去除率慢, 而且需要多次磨削。"

老式旋转平面磨床则是另一种选择, 但在经验不足的操作员手中可能会出现问題。由于对主轴速度的控制以及手动控制能力有限, 老式设备需要经过复杂计算才能进行高级加工操作。而这需要大量的专业知识和经验, 随着熟练操作员的退休, 这可能会成为磨削的一项难题。

### 自动旋转平面磨床

在现代立式转台平面磨床中, 工作台旋转时, 工件被牢牢固定在立式主轴下方。磨削不是通过砂轮的外围边缘进行, 而是通过砂轮整个直径表面进行, 从而提高了磨削性能和一致性。

Lawson 解释说: "使用转台式平面磨

床时，整个工件都会通过砂轮，这比往复转台式磨床效率更高，因为往复转台式磨床的工件宽度可能比砂轮还宽。”

如今，平面磨床在设计上采用了更先进的传感器和控制装置，可自动保持非常严格的公差，将材料去除到最终厚度的万分之一英寸以内。数字技术可提供易于使用的触摸屏控制界面。与自动化技术相结合，平面磨床操作员不再需要训练有素的个人。

例如，DCM Tech 的 IG 280 SD 等旋转设备配有 24 英寸变速工作台和 20HP 变速磨削主轴电机，并且几乎任何人都可以对其操作。该机型创新的一个例子是砂轮与工件之间的进行初始接触这一过程实现了自动化，而这通常需要操作员进行微调来实现。有了这个更新的选项，先进的传感器技术可以检测振动，不仅可以自动微调主轴电机的压力，还可以自动微调砂轮向下接触工件的速度。当机器检测到砂轮接触到工件时，就会自动开始磨削循环。

Lawson 说：“自动工件检测功能使操作员无需再进行耗时且容易出错的‘手动触碰’操作，即手动将磨削机内送入工件，直到它刚好接触到工件表面，然后再退出并重新启动。”

在生产效率方面，先进的旋转平面磨



DCM Tech 公司的 IG 系列旋转平面磨床提供变速工作台和变速磨削主轴电机。

床也比往复式磨床快得多，因为在进行任何精加工步骤之前，这些磨床可以更接近所需的精确尺寸。这种能力可以减少甚至消除一些研磨和抛光步骤。

使用传统的平面磨床时，如果需要磨削标准厚度的工件，操作员会在磨削到所需厚度时停止，留下一个未抛光的表面。通常需要使用另一台机器来去除剩余的材料，但这需要耗费大量的时间和人力。

“旋转平面磨床通常只需要往复磨床的一小部分时间就能完成工作。Lawson 指出：“在硬质合金块的制造过程中，有一家原始设备制造商采用 DCM 旋转平面磨床取代了原有往复式磨床后，其结果表明循环时间缩短到了 1/14。”

该工艺还能持续实现高产量并消除可变性，从而使机械加工车间能够实现一批又一批高质量的交付零件。

此外，可编程人机界面控制装置可让操作员在触摸屏上输入几乎任何要求。这种功能提高了车间加工的灵活性，因此可以轻松调整任何磨削因素，防止问题再次发生。

## 研磨配方有助于生产

对于常规工序，可以使用各种磨削“配方”以及针对特定零件的工艺参数集，从而进一步加快生产速度、提高质量并有助于快速更换。

Lawson 说：“可以为不同的客户、材料类型甚至零件编号设置不同的磨削配方，因此无需在每次作业开始时输入复杂的编程或数据。可以为不同的工作，如不同的表面处理或零件数量，创建新的磨削配方。”

如果工件在第一次加工时稍有偏差，磨床还可以通过编程在随后的加工中采取纠正措施。无需像老式机床那样每次移动后都要拿起工件进行测量。



针对特定零件使用各种磨削“配方”和工艺参数集，可以进一步加快生产速度，提高质量，并有助于快速更换。

Lawson 认为，先进的旋转式磨床提供了自动化功能，操作员可以在设置好机器后再处理其他工作。由于机器具有内置负载监控功能，因此无需对机器进行持续

监控。

"负载监控允许用户设置限制，这样机床就不会过度消耗正在磨削的工件或使主轴过载。如果出现一点异常情况，机床

可以继续工作而不会中断或停机"。

Lawson 补充说，自动化设备还有助于营造更安全、更清洁的车间环境，因为磨削是在一个封闭的保护罩下完成的，保护罩可以屏蔽碎屑并防止其进入工作区。

## 应对技能差距

Lawson 断言，随着金属和合金磨削的公差越来越严格，生产要求越来越高，即使那些经验丰富的操作员退休，通过采用先进的自动化旋转平面磨床的机械加工车间也将超越竞争对手。

Lawson 总结说："使用自动旋转平面磨床，机械师可以在第一天午餐前接受培训，熟练操作设备。"只需要几个小时的培训，而不是像老式机床那样需要几十年的经验"。他补充说，目前正在开发的全自动化系统将使用机器人来装载、设置和运行零件，而无需操作员在旁边操作。

[www.dcm-tech.com](http://www.dcm-tech.com)



随着金属和合金磨削的公差越来越严格，生产要求越来越高，即使经验丰富的操作人员退休，采用先进的自动化旋转平面磨床的机械加工车间也将超越竞争对手。

# 智慧機械業的最佳夥伴

Your Best Partner of Smart Machinery Industry

### 產品系列

- 電腦分度盤
- 電腦雙軸分度盤
- 臥式旋轉工作台
- 自動交換工作台系統
- FMS 多工位彈性倉儲系統
- SNC搖擺頭



**PARKSON**  
CNC ROTARY TABLE



## PARKSON WU INDUSTRIAL CO., LTD

台灣41467台中市烏日區溪南路一段506巷103號  
TEL: +886-4-2335-9935 FAX: +886-4-2335-9929  
E-mail: [sales@wenson.com](mailto:sales@wenson.com)  
[www.parkson-wu.com](http://www.parkson-wu.com)

# 简化的 瑞士式机床 Swiss-Style Machines Simplified

对于生产小型部件（例如直径小于 1.5" (38.1 mm) 左右的部件）的工厂来说，投资瑞士式数控车床的理由不可谓不充分。其原因包括

- 双主轴和独立刀具滑块可以使同时执行多个加工操作成为可能。

- 紧凑的工作区意味着切削刀具无需走远就能到达工件，而快速的移动速度则能使刀具更快地到达工件。

- 高主轴速度消除了大型车床的切削速度限制，提高了刀具寿命和工件质量

- 具有数十种切削刀具和广泛的铣削功能，可以减少二次加工的需要，实现熄灯式加工更容易。

再加上激光加工、螺纹旋切、摆动切削等先进加工功能，以及在固定和滑动头架之间切换的选项，很明显，这些高效、功能强大的机床可以在更短的时间内完成大多数零件的加工，而不像其他灵活性较差、价格昂贵的替代品，例如旋转传送设备和多主轴螺杆机床那样。

## 面对挑战

有一个问题。这些强大的功能带来了复杂性。刚才提到的每个滑块、主轴和切削工具都必须单独编程，然后使用特殊的 G 代码进行操作。为了避免损坏工件和机床，主轴和副主轴必须在工件传送过程中完全对准。紧凑的工作区有助于缩短瑞士加工的周期时间，但也会给换刀带来一些麻烦，操作员需要使用小扳手来拧动小螺丝，同时还要将手伸到其他切削工具的上方、周围和下方。更糟糕的是，所有这些工具在狭小的空间内容易夹住长而细的切屑，如果不加注意，就会酿成大祸。

好在瑞士机床制造商认识到了这些挑战，自 1872 年发明滑动头座车床以来，他们一直

Absolute Machine 公司的八轴 Nexturn PYII 系列具有第二个 Y 轴，最多可配备八个副主轴刀具，总共最多可配备 27 个刀具。附加刀具选项允许在主轴和副主轴上使用更多刀具，以加工复杂和错综复杂的零件几何形状。（由 Absolute Machine 公司提供）

在努力使自己的产品更易于操作。俄亥俄州洛兰市的 Absolute Machine Tools 公司就是其中之一，该公司负责生产车削产品的销售副总裁 Greg Knight 建议，易用性首先要从功能强大的 CAM 系统开始。

他说："除了 Nexturn 系列数控瑞士车床外，我们还提供广泛的铣削、车削和电火花加工设备，因此我们需要一个能与所有这些设备完美配合的编程系统。" 经过广泛的评估，我们的应用部门建议使用 ESPRIT (由 DP Technology 公司开发)。它提供了图形碰撞检测功能，可避免昂贵的机床崩溃，而且由于我们在后处理器开发方面与他们密切合作，客户可以放心地获得高质量的 G 代码。而且，就像我说的，它非常容易使用，特别是对新手程序员来说更是如此。

## 成功培训

然而，即使是最好的编程软件，对于缺乏经验、不了解机器功能的员工来说也是无济于事的，这就是为什么 Absolute 公司应用工程师 Scott Petrisko 强调操作员培训的重要性。"他说："现在肯定还有改进的余地。" 有太多的车间依靠机械师阅读机床手册和自己动手操作的能力勉强维持。如果他们能在定期培训上花些时间和金钱，他们就能从机床中获得更多。并且很快就能收回成本"。

Petrisko 建议，在许多情况下，更复杂的瑞士式车床，即具有大量可用刀具工位和较大主轴容量的车床，比仅满足零件

或零件系列最低要求的车床更好。拥有额外的工位意味着任何特定工作所需的切削刀具都更有可能留在机床中，从而减少了更换时间，就像更大的主轴为更多的工作打开了大门一样。

对于确实需要更换的刀具——每次安装总会有一些步骤——Petrisko 是快换刀具的忠实粉丝，他认为这些系统有助于最大限度地延长机床的正常运行时间。田纳西州富兰克林市 Horn 美国公司的产品管理主管 John Kollenbroich 对此表示赞同。他指出，快速更换系统有助于缩短设置时间，加快加工过程中的刀具更换速度，而刀具更换可能是导致机床停机的主要原因。此外，它还可以实现离线刀具预调，进一步提高生产率，减少操作员在刀具接触过程中出错的机会。

## 刀具准备

他说："我们与德国的 W&F Werkzeugtechnik 公司合作，他们为旋转刀柄和方柄刀柄提供快速更换刀具系统。他说："该系统通过刀柄侧面的一个螺钉，以确保螺钉拧紧到四牛顿·米的特定扭矩，使其就像 HSK 刀柄一样具有双面和锥面接触。方柄刀具中还有一个校准销，可确保完美的中心线。"

对于更全面的刀具方法，Kollenbroich 说，公司提供 WF Micro 线性排刀板，可与刚才介绍的 W&F Micro 棒状刀具或车间现有的方柄刀具配合使用。Horn 公司的应用和销售工程师 Chris Foschaar 解释说，

这种模块化附件可取代瑞士式机床的现有跳板，并可用于集成式高压冷却液管理系统 (CMS)。

他说，这样就不需要单独的塑料或铜冷却剂管路，因为这些管路很容易被经过的切屑卡住，或者机床操作员在更换切削刀具时不小心撞偏位置，可能造成灾难性后果。"板的主要优势在于互换性。它允许操作员快速、准确地分度或更换刀具，由于距离很近，这项任务在大多数瑞士机床上都很困难。此外，你还不必担心冷却液管路，这大大节省了时间"。

位于康涅狄格州温莎市的 Tsugami/Rem Sales 公司的瑞士式设备经理 Derek Briggs 赞同快速更换刀具和集成高压冷却液的需求。他指出，德国制造商 Goeltenbodt 公司的 GWS-Tooling 系统是 Tsugami 和其他品牌数控瑞士式车床的首选解决方案。"他说："该系统最大的优点之一是能够使用现成的标准刀柄。他说："只需拧松一个螺钉，就取出了装有刀杆的刀盒，然后在工作台上更换刀片或安装预装刀盒即可。由于系统自带预调仪，因此无需在机床上进行碰触，从而节省了更多时间。"

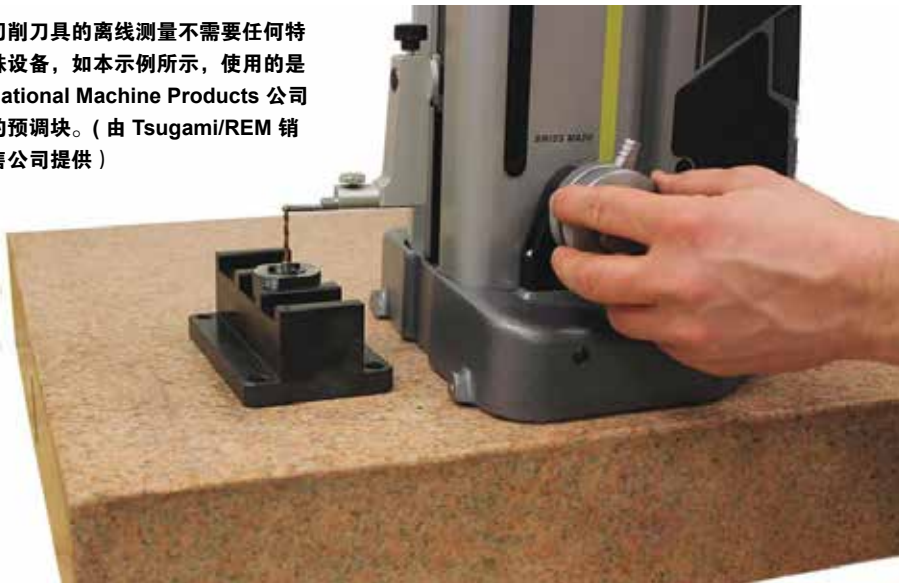
诚然，这些系统的价格不菲——根据制造商、机床和所需工具站的数量，一个车间为每台车床配备刀具可能需要花费超过 5 万美元。但是，考虑到熟练机床操作员的持续短缺，以及每个车间都希望达到较高的 OEE (整体设备效率) 水平，这些投资是合理的。

## 所有功能

Briggs 建议，使用 Tsugami 公司的 Abile 编程软件可以抵消部分投资。他说，该软件使用非常简单，支持除非常复杂的加工操作之外的所有加工操作，并提供特定机床的模拟和代码生成。它还能生成刀具偏置代码，从而进一步简化设置。虽然 Abile 可能不如 ESPRIT 或其他商用 CAD/CAM 系统功能强大，但对于加工需求不太复杂的车间来说，它也许是"一个很好的起点"。"它尤其适合新用户，因为它可以帮助他们在学习如何编程的同时获得信心。"

Gonzalo Serrano 也有类似的建议。他说，公司的 WinFlexIPS 和 WinFlexIPSPPlus 编程和仿真软件是专为

切削刀具的离线测量不需要任何特殊设备，如本示例所示，使用的是 National Machine Products 公司的预调块。(由 Tsugami/REM 销售公司提供)





Index iX Center 自动化单元用于熄灯生产，利用托盘系统进行材料管理，并利用 FANUC 机器人将零件传送到雷尼绍量具或坐标测量机。(由 Index 公司提供)



这台 Cincom 机床配备了最新的 NC 机型，与具有先进功能的传统机床相比，大大缩短了启动和画面切换时间。(丸红 Citizen-Cincom 提供)

Traub 系列瑞士风格车床设计的。前者是所有机床的标准配置，而 "plus" 版本可以安装在个人电脑或笔记本电脑上，以支持雕刻、三维仿真和复杂铣削循环等更高级的加工功能。”

两者都能使用后处理的 G 代码进行模拟，达到轻松应用正确的刀具补偿值，或插入在多达四个轴上同时执行车削或铣削所需的 "同步" 代码。"Index Proposals 公司工程师 Randy Carlisle 说：“最后一部分是同步，这也是很多车床加工人员都很头疼的问题，至少在他们发现这实际上是多么容易之前是这样的。Index Proposals 格栅工程师 Randy Carlisle 说：“这就是培训如此重要的原因，也是车间应该从那些提供卓越应用支持的经销商处投资购买设备的原因。这样做可以对这些

功能强大的机床的生产率和盈利能力产生巨大的影响。

虽然工业 4.0 的功能看似与简化瑞士人的操作毫无关系，但它在很大程度上有助于实现上述两个目标。据 Serrano 称，Traub 设备上使用的三菱控制系统的最新版本支持与外部软件系统进行双向数据共享，并为机器操作员提供有用的信息，如编程提示和维护提醒。

Carlisle 指出，工业 4.0 和远程监控系统还可以在出现问题时向管理层发出警报。“它们可以让你看到实时的生产数据，比如在指定时间内加工了多少零件，是否有废品。显然，你需要一个测量系统来捕捉这些数据，而我们的 Index iXCenter 自动化单元就能提供这些数据。例如，它使用 FANUC 机器人将工件传送到雷尼绍量

具或坐标测量机，后者可以测量特定尺寸，然后根据需要对相关切削刀具进行偏置。

## 检查一下

新泽西州 Allendale 市 Marubeni Citizen-Cincom 公司执行副总裁 Brian Such 列举了一系列能够节省时间的功能，例如公司新机器上的在线探测功能。此外，语法检查功能可快速校对机床程序中的语法错误从而缩短验证时间。在两个或多个机床 "通道" 上使用的切削刀具可以使用相同的偏移量进行控制。例如，"自由轴控制系统" 可以轻松地将 X 轴重新标记为 Y 轴，在某些应用中可用于提高加工精度。

对设置人员来说，最有价值的可能是机上程序检查功能，它将传统的进给速度和快速覆盖功能转移到手动脉冲手柄上，并允许操作员立即将所有轴的速度减慢到如图蜗牛一样的慢速，或将速度提升到全速运行。这避免了许多数控机床操作员所熟悉的 "电子停止装置" 的白刃战。如果发现错误或即将发生碰撞，还可以暂停程序的执行，进行实时编辑，然后从上次中断的地方重新开始。

Such 接着指出，操作员可以轻松实现主轴和副主轴的同步，而这项任务在某些机床上长期以来一直是个难题。“任何拥有可铣削瑞士式机床的人都会发现自己试图将非圆形、不规则形状的工件传递给副主轴是非常难的。在西铁城的机床上，你只需将副主轴推到主轴上，用手旋转主轴直到对齐，关闭工件上的夹头，然后按下一个名为 '相位设置' 的按钮，将编码器



Star 公司的 SK-51 A 型数控瑞士自动车床配备了 FANUC 的 iHMI 控制装置，提供方便的操作，以及先进的图形示意。(由 Star 公司提供)



归零。现在，您可以在任何转速下快速设置工件程序”。

至于前面提到的探测功能，公司将在其 L 系列机床上推出这一功能。“我们去年在部分机床上推出了 ATC（自动换刀装置），一些客户开始要求采用比预调机更快、更自动化的方式来对刀，”Such 说。”因此，我们很快将推出一种基于测头的测量系统，该系统在自动换刀盘中装有一个测头，在副主轴旁边装有另一个测头，车间可以用它在对刀过程中接触刀具，并在加工过程中测量工件。这很酷”。

## 解决之道

位于纽约州 Roslyn 高地的 Star CNC Machine Tool 公司是另一家拥有大量瑞士式车床和专有技术的机床制造商。然而，最令该公司全国销售经理 Ed Garber 兴奋的还是其新型固定式头座机床。这是因为 SK51-- 一种具有双刀塔、双主轴和 51 毫米刀杆容量的车铣复合车床——配备了

FANUC 的 iHMI（智能人机界面）控制装置，Garber 认为该装置改变了操作员的可用性。

“SK51 上的转塔具有相同的 X、Y 和 Z 行程，每个转塔最多可携带 32 件刀具，因此需要处理的事情很多，”他说。”正因为如此，我们需要一种具有出色模拟能力的控制装置，它能以三维方式显示刀具、铣削附件和工件，并能在操作员按下循环启动键之前识别任何潜在的干扰。”

与本文采访的其他机床供应商一样，Star 希望获得一种功能强大且易于使用的控制装置。iHMI 满足了这两个要求，它具有周期时间估算功能、图形化刀具库、维护提醒和机床故障诊断功能，包括伺服和主轴运行值的可见性。”Garber 说：“我们还简化了触摸刀具的操作，并提供了其他一些有助于缩短设置时间和周期时间的功能。”

他同意同行们的观点，认为快换刀具系统在任何机床优化战略的重要组成部分，无论是瑞士的还是其他国家的，并提

到 Exsys Automation 及其 DECOFLEX 系统是其中的佼佼者。与其他人一样，Garber 也注意到工业 4.0 对各行各业的制造商（包括机床厂）正在发挥越来越大的作用。对于 Star 和其他使用 FANUC 控制装置的数控设备品牌来说，这意味着 SMOOSS-i 系统（Star Monitoring & Operator Support System（星级监控和操作人员支持系统）的缩写）。

Garber 说：“客户将其放在服务器上，将机床连接到网络，就可以即时、实时地访问机床状态、零件数量、刀具寿命值、排程信息等。”如果出现问题，它还会发送电子邮件通知，并可用于备份机床参数和 SRAM 数据。我们发现，对于管理层来说，这是一个主动关注生产情况的好工具，而对于那些在车间的大屏幕电视上显示生产信息的制造商来说，它可以让机器操作员和程序员更多地参与进来。因为每个人都可以访问相同的数据，他们现在对显示的指标有了更大的自主权和责任感”。



## 源自创新

传承100年

**TAKISAWA**  
T A I W A N

### 泷泽机电(浙江)有限公司

314117浙江省嘉兴市嘉善县姚庄镇宝群东路188号  
电话: +86-0573-89103673 E-mail: bryan@takisawa.com.cn

# 推动制造业网络安全变革

## Driving Cultural Change in Manufacturing Cybersecurity

随着黑客变得越来越复杂和危险，制造商需要加强网络安全工作

据报道，2014年，黑客通过电子邮件“网络钓鱼”成功入侵了德国一家钢铁厂的IT网络。当黑客进入系统后，就能访问工厂操作系统的操作技术(OT)。那么此时，犯罪就变成致命性的——攻击者破坏了一个大型高炉的温度控制设置，导致高炉过热失控并发生爆炸，造成了巨大损失和两名工人的死亡。迄今为止，依然无法确认黑客身份或逮捕任何人。

这一悲剧事件是全球日益增多的网络攻击浪潮的一部分，凸显了其潜在后果的严重性。

时间来到了2022年。在4月13日，美国多个政府机构，包括能源部(DoE)、网络安全和基础设施安全局、国家安全局和联邦调查局，发布了一份联合网络安全咨询报告，警告称一些高级持续威胁(APT)行为者正在展示可以全面访问多个工业控制系统(ICS)/监控和数据采集(SCADA)设备的能力，其中包括开放平台通信统一架构的服务器和多家供应商的可编程逻辑控制器。

根据警报，APT行为者已经开发出定制工具，一旦他们建立了对公司网络的初始访问权限，就可以扫描、入侵和控制目标的ICS/SCADA设备。通过入侵并保持对此类系统的完全系统访问权限，黑客可以提升权限，在OT环境中随意移动，并破坏关键设备或功能。

### 听起来很熟悉？

网络安全制造创新研究所(CyManII)旗下TrustWorks as-a-Service(TrustWorks-aaS)公司副总裁Paris Stringfellow说：“不管我们愿不愿意，主要的网络安全威胁是真实存在的，它们就在这里，而制造业是它们的头号目标。”

CyManII研究所由美国能源部于2020年在得克萨斯大学圣安东尼奥分校创建，与其他15个制造业创新研究所(由美国能

源部或其他两个美国机构(商务部和国防部)之一赞助)一起，将制造商、学术界、国家研究实验室和其他政府机构聚集在一起。其重点是重大的、对行业至关重要的研发项目，以及对人员进行先进制造技能的培训。

CyManII首席执行官Howard Grimes表示：“能源部完全了解针对美国制造商的网络攻击载体的数量和真实性，这也是他们支持制造业创新研究所关注这些威胁的原因。”CyManII已经开发出了网络创新技术，提供了显著的安全增益，并将继续



黑客通过网络钓鱼电子邮件潜入一家钢铁厂的IT系统，并迁移到工厂的OT系统，改写了高炉的温度控制，导致高炉爆炸并造成两名工人死亡。

与通用电气、思科、洛克希德-马丁等行业领导者共同开发和部署这些技术。

制造业之所以成为全球关注的焦点，原因之一是数字化的速度越来越快。“制造商的数字化速度是其他行业的两倍。据我们估计，实现数字化的企业平均可节约20%的能源，”Stringfellow说。

随着多达500亿台智能联网设备的安装，黑客的攻击面也在同步扩大。这为进入公司运营创造了大量便捷的通道。

2021年的大部分时间，CyManII都在与制造商合作，以确定保护其数字化迁移计划所面临的挑战。其中出现了四个主要关注领域：

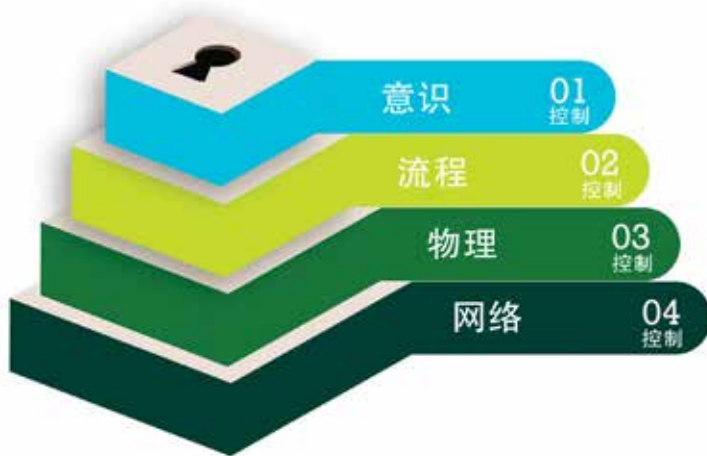
- 供应链不安全且缺乏透明度。风险超越了工厂的防火墙，延伸到整个供应链的上下游，往往超出了单个制造组织的控制范围。

- IT和OT的融合日益紧密，而员工们对此大多毫无准备，导致问题重重。谁的职责是确保系统安全、识别风险并制定持续的实施计划？是维护部门吗？或是IT部门？Stringfellow说：“我们的员工缺乏足够的技能来管理工厂现场这些不断增加的漏洞。”有效的网络劳动力缺口只会越来越大。

- 传统系统的安全问题给生产带来了不确定性。新连接的网络通常使用操作系统过时的旧电脑。虽然许多设备多年来一直正常运行，但将它们添加到新的工厂网络中会暴露出漏洞。“Stringfellow补充说：“即使是受保护的旧设备也会对生产造成未知的影响。”

- 制造业网络安全的漏洞管理方法在很大程度上是被动的。这意味着企业在应该进行规划的时候却在打补丁，考虑到新的恶意软件、勒索软件和直接接管等网络攻击层出不穷，这种情况也就不足为奇了。

达到安全、互联以及节能的制造业是一个过程。Stringfellow表示，从寻求风险



加固系统以抵御网络威胁意味着采取分层网络安全方法在所有系统层实施网络感知式的控制。



CyManII 指出，员工缺乏足够的技能来管理工厂车间日益增长的网络安全漏洞。有效网络劳动力的缺口只会越来越大。

评估和培训方面的帮助，到加固 IT/OT 网络，无论公司目前处于哪个阶段，目标都是在整个制造过程中实现网络安全。”未来，您的产品和运营在设计上就是安全的。”

## 有效合作

CyManII 最近成立了制造业信息共享与分析中心 (MFG-ISAC) 和全球复原力联合会 (GRF)，以进一步保护美国制造商免受恶意网络活动的侵害。该非营利组织可提高公司对威胁的认识，并允许成员从众筹中获得最佳的实践效果，以加强预警、缓解、恢复和复原能力。通过为经过审核的安全从业人员提供的合作门户网站，成员公司可以交换来自网络钓鱼攻击、恶意软件签名、物联网漏洞、操作技术风险和其他危害的威胁数据。

成员可根据敏感性和希望从同行获得反馈的程度，匿名或注明出处地共享信息。此外，MFG-ISAC 的工作人员还监控并向社区发送来自政府、私营安全供应商和公开来源的相关警报。

“MFG-ISAC 为业界提供了一个重要的空间，以获得早期的攻击预警，以及从攻击中恢复和预防未来攻击的最佳手段，”Grimes 说。“我们很高兴能与全球资源基金会合作成立这个组织，尤其是考虑到我们今天所处的威胁环境。网络安全意识和培训从未像今天这样重要。”

## 利用纵深防御进行加固

除了嵌入式安全之外，CyManII 还提

倡采用 “深度防御” 战略来加固工业流程。该计划采用一种四层级的方法：

1. 意识：在整个组织内建立并保持对网络安全状况和风险的认知。
2. 流程：开发、建立、更新和共享组织流程和人员，以降低安全风险。
3. 物理：评估并实施正确的物理设备，以保护设备并加强防御。
4. 网络：部署网络防护措施和工具，保护数字基础设施。

尽管 CyManII 目前仍处于被定义和建立其计划的早期阶段，但为制造商开发新工具以提高其网络安全效率的努力比比皆是。其中之一就是开发安全制造架构 (SMA)。SMA 采用 “数字护照” 技术，记录每件产品的价值链，使制造商了解产品在整个生命周期中的安全风险，旨在从根本上提高安全性。

将数字安全与现有系统集成是一项挑战，尤其是在实时生产线上。CyManII 正在建立所谓的安全研发基础设施 (SRDI)，为开发人员和公司提供设计和测试安全升级的安全空间。Stringfellow 说：“产品开发商和制造商可以在新设计进入工厂之前，对能源状况、网络安全和生产替代方案进行评估。

准确共享当前威胁的信息对于保护设备至关重要，但共享与 ICS 有关的威胁结构却很有限。CyManII 正在努力为制造环境更好地定义这些分类方案。这项工作不仅能帮助安全团队更好地保护资产，还能提高修补和更新工作的效率。

CyManII 正在建立 TrustWorks-aaS 以帮助制造商利用这些解决方案并获得竞争优势。据 Stringfellow 称，该组织为希望 “提升” 其工业安全能力的个人和公司提供教育、培训和现场支持能力。服务重点是在设计层面加强 IT/OT 网络安全、利用安全实践提高能效以及确保供应链安全。

制造商应该清楚，这并不是提供普通的网络培训，Stringfellow 说，“我们正在开发针对制造业的培训，并与 Tooling U-SME 和思科网络学院等培训专家建立正式的合作伙伴关系。”我们正在开发针对制造业的材料，并与 Tooling U-SME 和思科网络学院等培训专家建立正式的合作伙伴关系。我们将推出一个 ‘CyManII 印章’，表明培训内容是最新的，符合我们的标准。我们打算真正推动制造业劳动力技能的提升。我们需要大规模地接触人们以满足他们的需求”。

CyManII 认为，其使命的很大一部分是继续推动制造业网络安全文化的转变，就像从 20 世纪 60 年代和 70 年代到今天工厂安全的巨大转变一样。在一个互联的世界里，网络威胁是真实存在的，其就在我们的家门口，甚至已经在我们的组织中。美国敦促制造业等关键基础设施组织提高检测能力，减少威胁，实现卓越的网络安全。CyManII 是针对制造业的应对措施。

欲了解有关最新工作和产品以及如何加入 CyManII 的更多信息，请访问 [www.cymanii.org](http://www.cymanii.org)。



Jamco 公司为波音公司、空中客车公司和其他公司制造座椅、盥洗室和厨房，该公司基于低代码的产品创新平台 Aras Innovator 创建了一个数字线程，用于管理 320 万个 CAD 数据集。

## 虚拟世界的美好

### Virtues of the Virtual

数字孪生、数字线程等技术利用数据来改进制造。

当乘客在波音 787 Dreamliner 上享用的饮料和点心都自飞机内饰制造商 Jamco 公司制造的厨房。

随着 Jamco 公司在为波音、空中客车和其他公司制造舱室、洗手间和座椅方面的成功，公司对 320 万个 CAD 数据集的集成管理需求也随之而来。尽管拥有所有这些数据，但公司发现自己无法回答一些基本问题。为什么产品要这样设计？为什么经常在一个零件中加入设计缺陷，而不考虑过去改变其他零件的 CAD 以消除相同设计缺陷的经验？为什么为了降低成本而删除了一个重要元素，但后来又不得

不重新添加？其解决方案是在低代码产品的创新平台 Aras Innovator 的基础上创建一个数字化线程。通过该平台，Jamco 公司在日本、法国和美国的设计师和工程师可以搜索设计历史，并利用相关信息了解产品设计的原因，从而避免重复过去的错误。

"通过将搜索结果与我们的信息（包括可交付成果和各种规定）连接起来，我们的设计师可以随时搜索每个流程直至完成，并在 Aras Innovator 上获得适当的信息，而无需依赖工程师之间的技术传承，"Hiroshi Sakurai 在案例研究中表示。Sakurai 是 Jamco 公司飞机内饰和组件部

工程技术分部的副总经理。

Aras 的平台和应用程序是制造商用来创建数字线程的众多工具之一，数字线程由产品在整个生命周期内的相关数据组成。数字线程是以 CAD 数据为起点的日志或记录，可包括来自机器 PLC 的信息、维护信息、传感器信息、能源使用信息等。

该公司和其他公司还拥有创建数字孪生的工具，数字孪生是与物理资产相连的虚拟模型，用于了解如何做出改变，并在不影响现实世界的情况下衡量这些改变的影响。这些资产可以包括人员、流程、工作流和单台机器信息，也可以是整个工厂

等系统。除其他用途外，数字孪生还有助于安全规划和在设计阶段防止零件出错。

一般来说，构建数字孪生和线程的工具包括在制造业中已经熟悉的工具——CAD、PLM 和 IoT 应用。

Innovator 平台是基于开放源码的，而其应用软件和其他供应商的应用软件通常是以软件即服务的模式付费而提供。这些工具之间的其他差异包括：现成与定制、易用性、灵活性、对定制应用程序的支持、包含低代码应用程序、表示数字孪生中各要素的模型、捆绑或点菜应用程序等。

不过，不同提供商基本上在创建数字孪生、数字线程或两者都能带来回报这种观点是保持一致的。

## 数字孪生丰富了意见箱

Jamco 的经验表明，在设计阶段使用数字线程提供的历史和背景信息，同时能够消除重复错误，是提高效率和质量的有效途径。

PTC 数字化转型解决方案的执行副总裁 Craig Melrose 说，数字化另一个用途是维护。

他说：“我可以通过增强现实技术（AR）为他们提供维护方面的知识和经验，告诉他们首先拆卸这个部件，其次检查这个部件，第三检查这个部件。”“如果我需要更换一个项目，这里有如何更换或重新安装的详细信息。如何确认操作正确。如何重新组装设备，并确认所有操作都正确无误，可以再次开启。甚至是关闭电源、锁定设备等安全项目，这些都可以通过 AR 来实现。”

## 数字孪生具有自身的优势。

“价值 240 亿美元的全球合同制造商 Flex 有限公司负责数字孪生的工程总监 Zohair Mehkri 说：“收益远远大于投资。”例如，在任何事情发生之前，你就可以对流程和厂房进行全面优化。你可以移动设备、更换产品、安装新机器、增加或减少人数或材料，你甚至可以在踏入工厂之前就在软件中尝试所有这些操作。

“我们花费了大量的时间和精力，对影响我们经济效益的物理制造流程进行回溯和试错。因此，在数字孪生中做到这一点非常有用。”

一旦创建了数字孪生，制造商就可以开始监控、优化和分析。每个步骤都有其自身的优势。

“使用数字孪生对流程进行分析这项功能非常强大，因为它不仅能描述流程，还能告诉你需要改进的地方，”Mehkri 说。”这不仅仅

TRUST IN  
TECHNOLOGY

70%

optimisation of  
the quality criteria  
for e-mobility gears  
compared to  
conventional components -  
process-reliable  
with KAPP NILES

Scan QR Code  
and learn more.



  
KAPP NILES

是瓶颈方面，它甚至可以是‘你这里有一些空位，你也许可以利用它’。’或者你可以从流程中可以删除一项不增值的任务。”

他说，需要牢记的关键是，数字孪生是通过硬件和软件与物理模型相连接的。这可以通过闭环来实现更高的效益。

Mehkri 说：“如果物理系统发生了什么变化，数字模型应该知道物理系统发生了变化，数字模型应该调整自身以反映物理系统，然后根据变化对自身进行优化，再将优化结果传递给物理系统。

爱尔兰大学工业与系统工程助理教授 Ali Ahmad Malik 说，如果存在瓶颈，数字孪生就能提供解决方案加以纠正。

他说：“例如，在一个装配单元中，你的目标是在一天内完成 1000 个单位，但在某一时刻，数字孪生系统会对其进行评估，并告诉你如果继续以同样的速度工作，你将无法实现目标。他说：“但数字孪生不仅告诉我一天结束时可能出现的潜在问题，还回给出了一些解决方案，因为它有机会进行模拟，而且它是智能的。它有以前事故的信息，建议可能包括增加一个机器人或提高机器人的速度。只有当我拥有数据连接，并且我的数字孪生不断从过去的事件和过去的学习中变得智能时，我才能做到这一点。因此，应该在其中启用机器学习。”

Malik 说，数字孪生还可以帮助平衡装配流程。在装配单元中，任务分配给人和机器人，在一定时间内共同完成装配，因此没有操作员闲着。在数字孪生之前，这一过程总是由人工来完成。

他说：“数字孪生系统能够持续评估



身价 240 亿美元的全球合同制造商 Flex 有限公司负责数字孪生的工程总监 Zohair Mehkri 说，创建资产的数字版本所带来的好处远远超过在制造过程中反复试验所花费的时间、金钱和精力。（由 Flex 公司提供）

机器人的速度，从而不断平衡流程并将任务分配给正确的源头。”因此，所有这些人工作的流程平衡工作都将由数字孪生来完成。如果你有高混合、低产量的生产，这种数字孪生可以为你提供很大的帮助。

它还有助于工厂更快地对市场波动做出反应，因为生产线或单元可以进行加速、虚拟地增加、删除或修改操作，以应对市场变化，并通过模拟测试，根据结果接受或拒绝这种建议。在受监管的行业中，甚至出现了在对生产线进行数字预审之前，先对其进行物理预审的说法。

Melrose 说，通过模拟测试进行快速

虚拟更改可以使工厂的生产保持正常运转。

Melrose 举例说，假设一家工厂有 10 台机器。由于零件太重，工人们很难进出机器更换零件，因此工厂主希望增加一个升降辅助装置。

他说：“与其中断生产，我可以在计算机上对所有这些进行离线测试，以确保其运行良好。”我会在周末进行安装和测试，然后在周一开机，这样我们就可以用新增加的项目重新开始生产了。”

Aras 首席技术官 Rob McAveney 说：“最重要的是，数字孪生提供的是智能机器传感器数据流的背景和框架。”

他说：“如果你把它想象成我有两架不同的飞机，两台不同的发动机，那么就可以反馈一台发动机的运行情况与另一台发动机的运行情况区别。他说：“这种反馈很有价值，但如果我知道它们安装在哪架飞机上、这架飞机在哪里飞行、这架飞机的维修历史如何，这种反馈就更有价值。所有这些对于分析这些传感器反馈的数据都非常重要。因此，对我来说，数字孪生系统提供信息的价值最大。

## 数字线程、孪生的应用程序可以更像 CAD

McAveney 认为，最大的挑战在于来自不同系统的数据相互脱节。



互联 AR 工厂运营提供实时性能的洞察能力。（由 PTC 公司提供）

他说：“当你有不同格式的数据，而这些数据被不同部门的不同人员所使用，但他们之间却从不交流。”如果要求他们提供数据，他们就必须对数据进行人工处理，使其适用于其他人的需求。

拥有不同的系统本身并不是坏事，问题在于它们是互不关联的不同系统。

McAveney 说：“我不是说从技术角度不能沟通，我是说从语义角度上说他们之间缺少联系。”McAveney 进一步说：“也就是说，我在 PLM 中有一个物料清单，我在 ERP 中有一个物料清单，但没有相互映射，没有人坐在中间说‘哦，那个系统中的那个字段和那个系统中的那个字段是一样的’。我们需要确保它们是同步的。现在，它们之间甚至没有概念上的联系，更不用说物理上的联系了。

Malik 将 McAveney 所描述的数据脱节情况与来自不同 CAD 软件供应商的数据进行了比较。

“例如，曾经的 AutoCAD 数据不能导出或导入 SolidWorks，但现在从一个 CAD 导出和导入数据到另一个 CAD 已经是非常正常的事情，而且还有标准格式，”Malik 说。“同样的事情也需要在这个维度上进行，不仅是 CAD 数据，还包括动态数据和我们从物理系统获取的信息。现在，我们只能使用一家公司的平台。

供应商和用户都认为，使用数字孪生的第一步，也是最重要的一步，就是确定目标，以及对物理系统的哪些部分进行建模。

Mekhri 说，工厂主可能只是想将工厂可视化，并回答诸如以下的问题：我的材料在哪里？员工们把时间花在了哪里？哪些地方人流量大？生产线的问题在哪里？

他说：“当你开始可视化这些类型的挑战时，你就可以进入第二个因素，即如何解决这些问题，如何优化这些问题，或者如何摆脱这些问题？”

Melrose 同意，选择正确的目标是关键。

PTC 公司的 Melrose 说：“企业规避风险是理所当然的，但在规避风险的过程中，可能会选择那些错误的低价值的使用案例，而且可能因为其不能明确其价值，而根据价格而不是影响来选择错误的技术。”他们可能会陷入试点式的炼狱”。

虽然有些供应商不鼓励定制，但至



免提式增强现实引导功能为复杂任务提供可视化工作指示。(由 PTC 公司提供)

少有一家公司不仅允许定制，还鼓励进行定制。

McAveney 说：“作为客户，您可以自由地为这些应用程序增加额外的功能，而 Aras 公司所做的就是为 Aras 用户提供按原始的应用程序，然后按他们认为合适的方式来提高应用程序，或者按他们认为合适的方式来构建新应用程序的能力。McAveney 说：“然后，我们的工作就是确保客户所做的所有这些更改都能通过技术向前推进。”

“随着 Aras 公司不断发布新功能和新版本的平台，这些平台可与更新的计算堆栈配合使用，我们保证，作为我们订购服务的一部分，您今天构建的任何东西明年都能正常使用。”

根据 Mekhri 创建数字孪生的经验，当孪生与现实世界不匹配时，他就会依赖精益生产原则。他说，不可能列出造成差异的所有可能性。

不过，也有一些可能发生的情况：我可能建模错误，可能是用户出错，可能有不同的数据源，也可能数据源本身有问题，Mekhri 说，“我们通常使用 Gemba（一种精益生产技术）的力量来确定问题所在。通过实地考察，我们能够了解并沉浸在流程中，对造成差异的原因进行 RCA（根本

原因分析），然后找出问题所在。

Mekhri 和业内其他公司都在努力解决的一个问题，没有足够的现成内容来为材料、机器和数字孪生中的其他元素建模。他说，如果软件中没有模型，用户就必须自己创建，而这将非常耗时。

Malik 说，用户可能需要多种产品来构建自己的数字孪生系统。他说：“也许一个工具能让我设计物理系统中的元素。另一个工具可以让我定义物理系统的动力学或运动学，然后另一个软件可以让我将物理系统的数据整合到数字系统中。因此，四五种不同软件的组合可以帮助我完成数字孪生。”

Malik 说，数字工具供应商中的一些知名企业拥有一整套构建数字孪生的工具，但中小型公司却往往负担不起或没有掌握使用技能的人员。即使是大型供应商，各种应用程序也可能无法顺利、轻松地传输数据。

“但是，如果你能找到一些在一个环境中具有更多功能的软件，例如 Visual Components 可以在一个环境中提供连续仿真、数据连接、离散事件仿真或随机分析等功能，”他说。“在我看来，这是一个非常好的功能，因为这样你就不需要三到四个软件了”。

# 在家制作零件，在公司进行工作

## Making Parts at Home Leads to Company Job

自 1996 年以来, Craig Guth 一直在自己的家庭车间使用 ACU-RITE MILLPWR 控制器制造定制摩托车零件, 至今他仍在使用同一台设备。不仅如此, 他对机械加工的热爱还让他于 2003 年在明尼苏达州布卢明顿的 Toro 公司总部获得了一份全职工作, ACU-RITE 控制器现在被广泛用于原型设计。

Guth 将自己对艺术的热爱与机械加工带来的益处相结合, 在过去 25 年里创造出了许多独特而实用的产品。最初, Guth 是在自家车间的铣床上自学使用 ACU-RITE MILLPWR 数控系统, 现在他已成为各种灵感的来源。他的全定制摩托车是多个令人瞩目的项目中的佼佼者。

受雇于 Toro 公司为其产品开发实验室 (PDL) 提供支持后, Guth 对机械加工的热爱让他在支持各种研发项目时受益匪浅。Toro 是一家知名的户外设备供应商, 产品包括草坪和景观、冰雪管理、特种建筑等。

### ACU-RITE Control 为家庭企业提供支持

Guth 的事业始于 1994 年, 当时他为当地一家机械经销商工作。公司对各种设备进行了评估, 最终获得了多个易于使用



Guth 的一辆定制摩托车是旧貌换新颜。使用 ACU-RITE MILLPWR 控制装置制作了特别设计的部件, 包括主传动系统、前端部件、三叉树和车轮。

的 ACU-RITE MILLPWR 磨机控制器。从此, Guth 购买了自己的系统。除了为当地一家橡胶公司制作模具外, 他还定制摩托车零件用于销售和自用。

Guth 在家中经营的数控金属工艺公

司使用 MILLPWR 生产了许多设计独特的零件。他定制的摩托车零部件包括专门设计的主传动系统部件 (离合器和悬挂部件的外壳)、前端部件、三叉树和车轮。Guth 说: “我认为自己是一名艺术家, 喜欢创造美丽的事物。同样, 我也喜欢在车间里工作。”

Guth 过去的另一个不寻常的项目是与计算机制造商 AMD 签订合同, 开发一个看起来像飞机起落架的计算机盒子。Guth 利用自己车间的 MILLPWR 设计出了与众不同的外壳, 该外壳在贸易展上展出, 并登上了 2008 年《计算机电源用户 (Computer Power User)》杂志的封面。

Guth 使用 MILLPWR 完成的最复杂的加工项目之一是在 2015 年, 他创建了自己的大型数控木工刨刨机, 这台刨刨机现在是他家庭工厂的一部分。该设备尺寸为 60 英寸 × 50 英寸 (1,524 毫米 × 1,270 毫米), 由极其复杂和错综复杂的专利加工部件组成。“MILLPWR 的精度非常



Craig Guth 在 Toro 产品开发实验室的 ACU-RITE MILLPWRG2 控制铣床前





ACU-RITE MILLPWRG2 控制器的特写。

高，我可以用一台机床来制造另一台机床。我甚至可以衷心地，MILLPWR 改变了我的生活。”

Guth 分享说，他在 MILLPWR 上使用最多的功能之一仍然是 Geo-Calc，这是一个直接集成在控制器中的设计程序。“早在 90 年代，我还无法使用 Auto CAD 或类似软件，Geo-Calc 可以帮助我在机床上直接设计和创建零件。我可以直接在显示器上输入线条和创建，因此 MILLPWR 可以完成从设计到控制实际制造的所有工作。这也给我留下了深刻的印象。”

Guth 继续说：“此外，我还发现‘Teach Position’功能特别有用。我可以在 MILLPWR 上绘制出现有零件，然后自己设计一个副本。例如，我可以将一个摩托车零件在机器上绘制出来，然后制造出类似的零件。我基本上是在进行逆向工程。这太棒了！”

## CU-RITE Controls 支持 Toro 公司

2003 年加入 Toro 公司及其 PDL 时，Guth 发现公司的加工能力能够完成大部分产品原型设计工作，但他指出，这些工具有些笨重和过时。为了寻求进一步改进流程和技术的机会，Toro 的 PDL 团队现在使用多个 ACU-RITE 控制装置，其中大部分是新的 MILLPWRG2，以及最近新购置的用于车床的 ACU-RITE TURNPWR。

明尼苏达州布莱恩的当地经销商 C&C Machine Tool 已经并将继续为 Toro 提供所需的支持。Guth 说：“我们与 C&C Machine 的 Brent 和 Brian 合作非常愉快。”

负责制造产品模型的 PDL 团队由 32 名员工组成，现在比以往任何时候都更有效率和生产力。除了机械加工，他们还必须处理成型、焊接、弯管、组装和喷漆等工作。

Guth 说：“现在，我们加工的可重复性更高和零件设计更便捷，而 MILLPWR 是这一变化的重要组成部分。我现在可以教我们的许多新员工如何使用这些设备，他们也发现 MILLPWRs 非常易用。除了利用它们的强大功能快速绘制圆形、矩形、直线、弧线和孔洞外，我们的团队还经常使用镜像和重复选项。”

Guth 补充说：“将这些 MILLPWR 引入 Toro 公司后，我们就不必像过去那样将这些加工项目外包出去。这既节省了时间，又节省了资金。现在谁还愿意依赖外部资源呢？”

本文与 Heidenhain 公司合作撰写。

NEW

航空零件加工新时代的到来  
New Era in Aerospace Machining

耐热合金加工用  
航空产业的革命



# SX3 BIDEMICS CERAMATIC

高次元融合的出众耐磨损性和耐崩损性  
——新硅铝氧氮陶瓷 SX3 面世！！

针对耐热合金的超高速半精/精加工  
——BIDEMICS

拥有优越的耐崩损性，实现耐热合金的  
高速加工  
——陶瓷铣刀 CERAMATIC



**NTK**  
CUTTING TOOLS



特殊陶业实业（上海）有限公司  
Tel: 021-67740987  
Fax: 021-67760730  
Add: 上海市松江区松胜路736号  
[www.ntkcuttingtools.com/cn](http://www.ntkcuttingtools.com/cn)

# 激光加工航空航天部件的新方法

## A New Way to Laser Process Aerospace Components

位于菲尼克斯的 Precision Aerospace 公司是一家全球供应商，提供从传统制造到 3D 打印的复杂机加工钣金制造服务。公司专门为航空航天业提供焊接和机械组件，主要用于发动机和排气系统。这些组件包括扩散器、压缩机外壳、喷嘴、密封件和定子、齿轮箱外壳、进气道和排气管道、燃烧器和内衬、集流管和导流管、叶轮护罩以及其他复杂的三维组件。

航空航天发动机制造商越来越多地向 Precision Aerospace 寻求专业技术和制造能力，以加工先进的发动机部件和组件。

Precision Aerospace 公司最近安装了一套配备旋转工作台的新型 Laserdyne 795 激光加工系统。该技术是该公司向航空航天制造商供应先进发动机部件的重大扩张的关键，因为自 2021 年年中以来，该行业的飞机发动机订单激增。最新的 Laserdyne 激光切割机是在 Precision Aerospace 公司近日通过以旧换新获得的，该公司曾使用过一台 Laserdyne 780 激光

切割机，使用时间已超过 15 年。

Precision Aerospace 公司市场总监马克·米勒 (Mark Miller) 说：“我们最初使用新型 Laserdyne 795 系统是为了加工大型燃烧器盖板。航空航天燃烧器单价高达数千美元，因此不容许有任何差错，质量是首要要求。去年，我们与主要的航空航天和发动机制造商以及其他公司的合作增长了 18%。因此，Laserdyne 795 的加入使我们在获得高质量结果的同时，提高了生产力水平。”

Laserdyne 795 是一款五轴激光加工系统，设计用于焊接、钻孔和切割中型至大型三维零件，采用称之为 BeamDirector 的独特的移动光束运动系统。

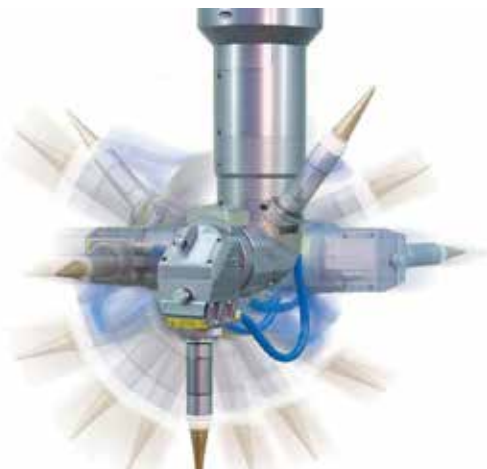
BeamDirector 结合了更高的速度和加速度，可提供 900 度的 C 轴（旋转）运动和 300 度的 D 轴（倾斜）运动。BeamDirector 具有更高的精度和可重复性，为精密航空航天消除了潜在的加工误差。BeamDirector 具有更高的辅助气体气

流，可调节的反射镜便于准确地对准光束，盒式安装的透镜和盖板滑轨可实现快速、准确的更换。坚固的设计和改进的运动控制使 Laserdyne 系统在所有辅助气体压力高达 20 bar (300 psi) 的情况下都能保持精度和可重复性。

据该公司称，Laserdyne 795 在保证机械精度的情况下实现了高速运行，是唯一一款能够保证所有轴体积精度的标准激光系统。新设备的一个主要特点是具有独特的钻圆柱孔和异形孔的能力，以及在多种材料（尤其是钛和铬镍铁合金等航空材料）上进行斜面切割的能力。该系统的光纤激光器与 SmartTechniques 和 S94P 控制器相结合，可提供钻孔应用所需的脉冲峰值功率或切割应用所需的 CW 输出功率。凭借其开放式框架结构和移动光束，全副武装的 795 系统（无外壳，具有最大的零件尺寸 / 配置灵活性）非常适合 Precision Aerospace 的各种航空航天零件和组件。



Precision Aerospace 公司在其新购入的配备旋转工作台的 Laserdyne 795 上对关键航空航天部件进行激光加工。该系统配备了 BeamDirector 技术，能够快速、精确地切割复杂角度并在部件上准确钻孔。该公司的具有加工各种航空航天材料的能力。（所有图片均由 Prima Power 提供）



Prima Power Laserdyne 公司的 BeamDirector 被誉为世界上最先进的三维光束传输系统。全五轴运动能够最有效地利用工作包络面，并与第六轴——旋转工作台有效配合。



新型 Laserdyne 795 系统背后的关键人物是 Precision Aerospace 公司销售与市场总监 Mark Miller (左)、Prima Power Laserdyne 北美公司全国销售经理 Dominic Ricard (中) 以及激光系统操作员 Jeff Dorsher (右)。拥有 15 年激光操作经验的 Dorsher 说，他非常喜欢新系统的易用性。

Precision Aerospace 公司的 Miller 说：“多组参数之间的转换以毫秒为单位，因此可以在同一设置中执行不同的激光工艺和多种操作。除该系统外，有其他系统能提供客户所需的控制水平和精确度，从而始终如一地达到客户指定的质量要求。”

OFC2 Absolute 是一种精密、非接触、光学检测，并具有表面绘图和测量功能，分辨率为 25 微米。Miller 说，无论工件的表面特征和状况如何，该系统都能在更长的工作范围内重复精确定位真正的焦点位置，这使公司能够始终如一地为客户提供高质量的工件。

Miller 解释说：“我们以前的激光工艺虽然在当时已经足够，但站在现在的角度，精度不够，无法重复精确定位真正的焦点位，从而满足现有的尺寸测量需求。新的 OFC2 Absolute 功能与更新的 System S94P 软件配合使用，具有卓越的映射和焦点调整能力，可实现精确、可重复的焦点定位。这有助于我们在钻孔和切割角度上精确定位焦点。”

该公司表示，OFC2 Absolute 还具有更长的工作范围，能够测量工件表面的角度，而不受表面状况的影响。

Miller 说：“我们的许多大型零件要求的精度为  $\pm 0.005$  英寸 (0.13 毫米)，有时甚至要求更高的公差，而新型 Laserdyne 795 可以轻松地在这些公差范围内加工零件。”这一最新能力为改进现有工艺提供了更广泛的机会。

据 Precision Aerospace 公司称，配备 OFC2 Absolute 和 S94P 控制器的

Laserdyne 795 在映射零件表面时能够提供无与伦比的精确度。它能将激光束焦点保持在切割区域的精确位置，因此边缘结构不会出现偏差或空隙。此外，OFC2 Absolute 的工作范围更远，可以在不中断加工过程的情况下，利用激光加工头与工件之间更大、更宽的间距确定参考特征 (如边、角和孔) 的位置。

OFC2 Absolute 功能可以与 795 旋转工作台配合使用。Miller 说：“这些功能提供了额外的第六轴，可支持持续精确、复杂的即时钻孔和切割操作，系统精度可达 0.005 英寸 (0.13 毫米)。同样重要的是，使用这套新系统，设置时间缩短了 30 到 45 分钟。我们每天两班倒都在使用该系统。因此，这节省了大量的使用时间。”

除了多套激光系统外，公司还配备了数控车削、各种车床和铣床、水射流和电火花加工系统以及三套成型系统。此外，该公司还拥有传统的成型压力机和压力折弯机，以及热加工设备和线性熔接与机器人焊接的能力。公司计划在不久的将来将 Laserdyne 795 系统推广至焊接作业。

为了完善质量计划，Precision Aerospace 还进行了获得 NADCAP 认证的荧光渗透检查、静压测试以及油流和气流测试。

Precision Aerospace 总裁 Marshall Hodge 表示，公司致力于采用最新技术，其先进的激光工艺就是明证。拥有 30 多年高科技制造经验的 Hodge 于 2019 年收购了 Precision Aerospace 公司。

Hodge 说：“我们现在所处的环境为

我们提供了一个发展和成长为行业领先专家的机会。而这正是我们正在利用我们的全套工艺，包括新扩展的激光能力所追求的事情。”

过去，用于焊接、钻孔和切割的多工序激光系统层出不穷。然而，Laserdyne 795 的设计可以满足更严格的要求，包括焊接所特有的挑战。据 Precision Aerospace 公司称，它还具有卓越的切割和钻孔能力。

该公司计划很快开始使用新系统进行焊接作业。该系统的主要功能包括智能坡口、气体流量控制、透镜保护和集成气刀，使焊接过程更加可控，最终效果更加出色。

Precision Aerospace 公司为加工具有挑战性的部件开发了新方法，Prima Power Laserdyne 公司的全国销售经理 Dominic Rickard 指出：“没有外壳的激光系统不仅可以加工最大 56 英寸 (1,422 毫米) 的大型异形零件，还可以从各个方向加工零件，同时使用旋转台的第六轴。没有外壳的限制，它还为公司提供了将来可能使用到的自动化装卸能力。”

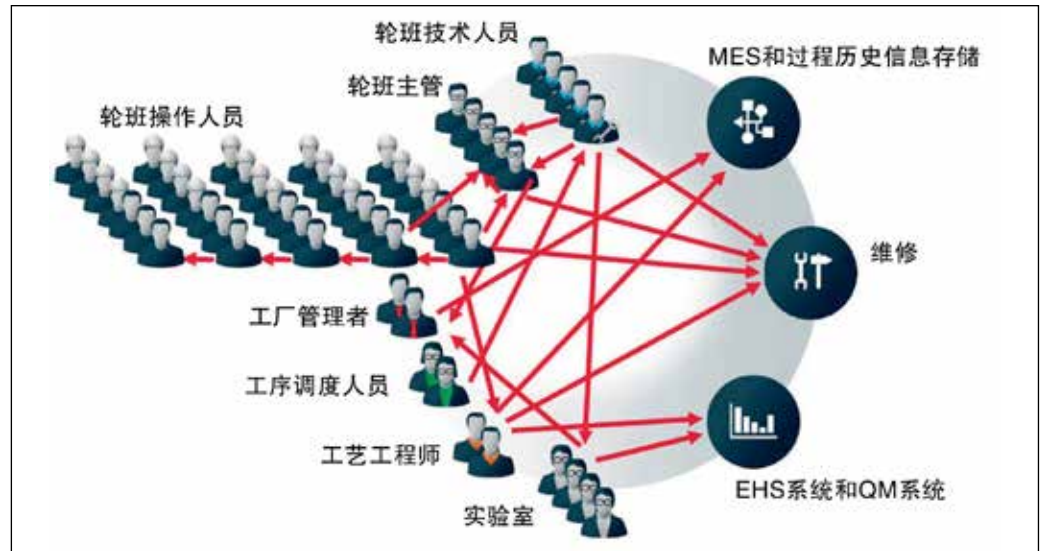
在谈到生产率的提高时，Hodge 说，Laserdyne 795 为今后的技术进步提供了更多的机会。他补充说，该系统“使我们能够支持和供应各种航空航天部件和组件。这些新增的激光加工能力是我们公司能力的重要组成部分，从而增强了客户支持，提高了业绩，促进了业务增长。”

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

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

# 工厂存在信息共享问题的五个迹象

## Five Signs Your Plant has an Information-Sharing Problem



全天候运营的复杂性意味着轮班团队和其他部门之间要进行多次交接。

人与人之间最强烈、最丰富的交流形式就是面对面的交流。然而，大流行病极大地颠覆了我们惯常的交流方式，尤其是在轮班交接和持续的信息共享方面更是如此。大部分信息传递都是远程处理的，这导致我们长期以来认为理所当然的人际交往渐行渐远。

尽管如此，大流行病还是创造了新的举措，并创造性地采用了远程通信和随时随地工作的方式，即使是生产运营中的工程师也不例外。我们从这场动荡中学到的东西可以应用到未来任何需要敏捷性、应变能力和透明度的破坏活动中。但是，只有融入人类智慧，技术进步才能充分发挥潜力。

尽管如此，新冠疫情还是创造了新的举措，并创造性地采用了远程通信和随时随地工作的方式，即使是生产运营中的工程师也不例外。我们从这场动荡中学到的东西可以应用到未来任何需要敏捷性、应变能力和透明度的破坏性活动中。但是，只有融入人类智慧，技术进步才能充分发挥潜力。

### 五个标志

以下是您的制造工厂在班次和部门间共享信息方面遇到问题中的五大迹象，以及可以采取的应对措施。

1: 缺乏白班与夜班之间的协调：白班和夜班之间不良的交接班习惯意味着团队会遗漏重

要的安全指示或特殊的驾驶参数。当谈话受到限制或特殊情况没有书面记录和交接时，白班和夜班就会错过安全可靠地操作生产流程的重要信息。多年来，班与班之间的沟通失误牵涉到许多事故，这主要是由于缺乏明确的交接方法和/或确保有效执行所需的纪律所导致的。

2: 未执行的任务：任务管理（尤其是常规任务）的标准化程度不高，意味着升级路径没有实现自动化，对轮班或新员工的回应也不透明。观察结果往往也会存在纸质文件、零散文件或专用软件中丢失的情况，因此很难对最新发现和前几班未执行的任务进行监督。

3: 每月的生产目标总是落空：即使你去询问，人们也往往不知道生产目标，或者答案可能不同。主要问题似乎是生产核算过于复杂，每个人都不明白，实际生产数字不透明。这导致班组之间的责任缺失。如果班组不核算损失，不参与核算过程，生产线上的观察结果就不会被记录下来。

4: 小问题需要几天才能解决：尽管最新的人工智能技术旨在保持运营的稳定性和可预测性，但流程中断仍是化工行业工厂运营中的常见问题。想想看，当高级团队指示当前班组改变驱动参数时，如果没有标准化的沟通流程，这一问题就无法得到解决：如果没有标准化的沟通流程，新指令对下一个班次并不透明。这将导致在危机或处理流程中断时缺乏应变能力。

5: 班组之间相互指责: 当轮班团队指责其他班组时, 就会限制建设性批评的机会和改进的途径。指责和掩盖的文化会阻碍团队精神和士气, 从而难以确定根本原因和必要的培训需求。士气低落往往是由于沟通不畅或部门之间和/或班次之间缺乏信息共享造成的。

## 解决问题

在班与班之间的交接过程中, 信息共享的透明度和可及性至关重要。这在全天候、多班次的流程制造操作中尤为复杂, 因为需要向 50 人或更多的工作人员提供状态报告。Excel 电子表格和文字处理器日志等纸质流程需要交接班团队花时间进行处理。这样信息会被遗漏。

根据 451 Research 分析师的研究, 班组长对工厂的了解最深入。他们在确保及时沟通方面发挥着重要作用。

## 通信平台带来单一真相来源

工厂流程管理 (PPM) 软件为个人协作提供了新的机会, 同时也带来了一个结构化的通信平台, 为各级工厂流程管理团队提供了透明度和单一真相的来源。信息流畅通无阻, 可随

时提供清晰的运营情况。这就确保了交接班协议, 使即将离任的团队在离开控制室之前, 已经收集并向即将上任的团队移交所有必要的数据和信息。

管理复杂的流程是一项团队运动。企业结构各个层面不同班次的团队是确保相关事件和条件反映生产流程状态的重要渠道。这种通过共同平台进行的信息共享提供了重要的洞察力, 并在问题出现之前向团队发出警报。

随着新冠疫情时代的过去, 我们正在重新建立面对面的沟通, 但突发事件仍将是一个不争的事实。重要的是要有合适的工具来确保有序、透明和便捷的信息进行交流。

特种化学品供应商 Ascensus Specialties 公司的首席信息官 Gene Shields 说: "当我们推出轮班交接解决方案后, 员工在家里和工作场所都能更轻松地进行协作, 并且能够保持联系, 掌握各班次的脉搏。"

在一个平台上进行所有沟通可降低沟通不畅的风险。项目组合和项目管理不仅是一种日常管理工具: 获取的信息和人力情报可用于搜索历史记录, 这些记录将成为当前和未来团队成员可访问的持续知识库。



# 卓勒 — 让生产线智能化!

硬件与软件合理配合的解决方案, 让刀具数据处理更高效!

智能化工厂的要求其实很简单: 智能化的刀具柜、刀具测量仪和刀具管理软件, 并由 z.One 统一的中央数据库将其连接。这样的组合让您不仅可以直接获取存储位置、零件列表及刀具组装助手软件等相关信息, 还可在刀具测量仪上立刻对刀具进行测量。拥有卓勒, 实现工业 4.0 变得如此简单!

卓勒 (上海) 精密检测仪器有限公司

上海市闵行区颛兴路1588号C座 | 电话: 021 3407 3978 | 传真: 021 6442 2622

邮箱: info@zoller-cn.com | 网址: www.zoller-cn.com

**ZOLLER**  
expect great measures®

# 墨西哥 Interplexico 公司 自动化能够提高效率

## Interplexico Mexico Automates for Efficiency

无论是迫于生产更小的产品、更高的产量、提高整体效率，还是降低制造成本，新的市场力量都在极大地影响着制造业对当前自动化流程的看法。企业正在重新评估如何通过确定改进领域和引入自动化专家来优化生产线，从而确保其保持领先地位。

Interplexico 公司就是这样一家在市场上拥有 100 多年历史、在 14 个国家设有分支机构的全球性公司。Interplexico 是一家值得信赖的技术解决方案供应商，为汽车、航空航天、科学和电信等行业的企业提供服务。

在墨西哥 Jalisco 州的汽车工厂，Interplexico 公司需要提高其中一条汽车零件生产线的生产效率。这一改进过程需要升级与装载、卸载和检测汽车和变速器零部件相关的过时、重复性低的自动化设备。

现有技术的低重复性对生产线的效率产生了负面影响，需要不断进行人工干预来调整和纠正生产缺陷。因此，Interplexico 公司无法满足客户（一家汽车制造公司）的大批量生产需求。

为了寻找新设备来简化生产，Interplexico 公司找到了工业自动化解决方案经销商 Kopar 公司。我们采用 A3 精益生产流程对生产线进行了分析，以找出效率低下的原因。

Pareto 分析并很快发现了需要改进的地方，并为这个时间紧迫的项目确定了下一步措施。Kopar 向 Interplexico 公司推荐了爱普生的 8 千克 C8 6 轴机器人，作为注塑成型过程中终端装载和卸载操作的解决方案。

爱普生控制器可处理所有部署的机器人，大大简化了安装过程中的编程任务和整体实施时间。由于 Interplexico 公司可以使用爱普生的机器人控制器作为主系统，因此他们只需使用 PLC 进行注塑机和机器人之间的通信。这大大减少了调试和编程时间。在爱普生 RC+ 环境中开发该应用程序非常简单，Interplexico 公司可以很快重新启动生产运营。

在 Kopar 的支持下，爱普生的 6 轴 C8 机器人在五天内就被集成到了 Interplexico 公司的生产线上，创下了由三名工程师和两名技术人员组成的五人团队的记录。爱普生和 Kopar 兑现了在销售过程中做出的承诺，迅速将爱普生的这项新技术安装到汽车零部件生产线上，并将生产效率提高了近 50%。



Epson 公司负载为 8 千克的 C8 六轴机器人。

### 关于 Epson Robots

25 年来爱普生工业机器人一直是许多制造产业的领先供应商。客户包括许多财富 100 强企业，以及小型生产车间，目前在世界各地运行着成千上万种不同的应用。公司拥有高速、高精度组装和物料搬运以及许多加工作业的专业技术。每周都进入新的产业，执行新的作业，应对新挑战，对客户的承诺是帮助他们借助机器人和自动化工具解决制造问题。



Rick Brookshire  
Director of Product  
Management  
& Development, Epson  
Robots

**starrag**

Engineering precisely what you value

Heckert

如果您希望从设备  
使用中获得更多收益



**100%**

生产效率的提高

源自创新的自动化  
流程，镗杆的使用  
和辅助时间的减少。

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



# CNC精密刀塔车床 M08SJ-II

搭载背轴的  
车、钻、镗加工用高效机

## 机器规格

项目	规格
最大加工直径	φ280/φ65 (棒材) mm
主/背轴最高转速	4,500min <sup>-1</sup>
主轴承重	80kg
主轴贯通孔径	φ73mm
主轴轴承内径	φ100mm
刀塔形式	BMT65
刀塔面数	12面
主轴电机	7.5/11kW
背轴电机	5.5/7.5kW
各轴行程	X:260mm Z:400mm A:506mm
各轴快移速度	X:24m/min Z:27m/min A:30m/min

### ● 双电主轴 · 高精度 · 高稳定性

主轴 (8寸)



背轴 (6寸)



### ● 轮毂市场应用广泛，工艺成熟



轮毂轴承  
汽车行业



津上精密机床(浙江)有限公司  
浙江省平湖经济技术开发区平成路2001号  
TEL: 0573-8526-8718  
FAX: 0573-8526-8728  
www.tsugami.com.cn

生产一台机床 · 提供一份感动

公司秉承拥有悠久历史的日本津上“TSUGAMI”、“津上”品牌“高精度、高速度、高刚性”的技术和品质，专业研发、生产和销售精密自动车床、精密刀塔车床、精密加工中心、精密磨床等各类高端精密数控机床。

全国统一客服热线: 400-822-0330 135-1131-7818