

Manufacturing[®] ENGINEERING 中国

面向中国的先进机械加工技术

2022.11



数字工厂 — 网络安全
DIGITAL FACTORY - CYBERSECURITY

航空航天制造
AEROSPACE MANUFACTURING

自动化及机器人
AUTOMATION & ROBOTICS

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

2022.11



18



30



36

先进制造 Advanced Manufacturing Now

- 2 螺纹加工时的五个关键问题
- 6 机械加工工厂的基本冶金学的关键性课程
- 7 FMS下一步可以实现什么样的自动化?
- 8 脊柱手术中的小工件, 大不同

数字工厂 Digital Factory

- 10 最好的网络防御不是60年代的超级间谍。而是你。
DoD新发布的网络安全成熟度模型认证要求, 与其合作的30万家企业、大学和组织中的每一家都要达到一定水平——否则就会被排除在合作之外。
- 14 利用基于模型的定义降低成本, 提高速度
除了大型企业以外, 转向全数字化描述的零件正在为中小型企业带来机会。
- 18 ERP软件为制造商提供新的组织结构
新的ERP解决方案反驳了该软件“复杂和笨重”的名声。

航空航天制造 Aerospace Manufacturing

- 22 空军研究人员和工业界为大型航空零件精制AM工具
一些专家质疑耐用性, 而另一些专家则质疑耐用性的价值。
- 24 避免代价高昂的缺陷
无毛刺, 无缺陷
- 26 是时候将高超音速武器工业化了
- 28 CAD/CAM软件改变了Royell公司的能力
- 30 转换为磨削能够提升我的制造工艺吗?

自动化及机器人 Automation & Robotics

- 32 准备好迎接变形制造
锻造行业的一个新动向被誉为是该行业数字化的第三次浪潮。
- 36 机器人掌握新能力
随着机器人进入机械车间, 用户发现它们可以从事许多新工作。

加工中心 Machine Tools

- 40 成功之桥
你认为桥式加工中心只适用于巨大的零件? 这已经是历史了。
现在, 这些刚性的、高精度的数控机床能满足一系列的尺寸和配置需求。
- 44 简化的瑞士式加工
一想到要编程, 你就会对操作或拥有一台瑞士式数控车床就感到紧张?
放轻松。这比你想象的要简单。

生产解决方案 Shop Solutions

- 48 完善Rolls-Royce Defense的制造工艺
- 50 一站式瑞士工厂与ESPRIT的合作

行业情报 Field Intelligence

- 52 Ice Mobility公司展示了用于现场QA的5G+MEC的力量
- 52 智能制造不再只是大公司的专利
- 53 Hanwha和Mohawk超越DfAM, 重新定义创新

行业之声 View Points

- 56 协作机器人: 始于简单, 却越来越复杂

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
Europe 欧洲: Sven Anacker, +49 (0) 202 373294 11, sa@intermediapro.de

2021年版权所有 © Copyright 2021 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.

螺纹加工时的五个关键问题

Five Questions to Ask When Machining Threads

在对工件进行螺纹加工时，有许多因素需要考虑。什么时候用硬质合金螺纹铣刀比可转位铣刀更好？工件的材料性能如何影响螺纹加工？了解你的工艺和诊断出现的问题同样重要。幸运的是，通过询问五个具体问题，我们可以更好地了解螺纹铣削。

1. 什么时候该用螺纹铣削代替攻丝？

在很多情况下，你会考虑使用螺纹铣刀而不是丝锥。因为在使用丝锥时，丝锥的尺寸与孔的尺寸完全相同，当你将螺纹强行插入孔中时，会有很大的压力，对于难以加工的材料更是如此，因此人们不得不考虑可能产生的断裂问题。此外，丝锥的切削刃一直处于切割状态，因此会产生更多热量。另一方面，螺纹铣刀与材料的接触很少，产生的热量要低得多，这对加工制造来说一定是非常有利的。最后，当使用丝锥时，切屑更难形成和清除。

所有这些问题都会导致刀具失效。当丝锥断裂时，往往会导致零件报废，所以丝锥更适

用于廉价的零件。而对于昂贵的零件，当丝锥断裂时，你就不得不面临去除断裂部分和挽救工件的挑战。这非常耗时，而且还会影响零件的质量和制造成本。

螺纹铣削不仅适用于昂贵的零件，而且还适用于大孔径螺纹加工。因为，丝锥和孔是一样大的，所以对于加工 4 英寸（101.6 毫米）的螺纹，你就需要 4 英寸直径的丝锥。与其购买这种昂贵的大块金属或储存每种螺纹尺寸的丝锥，你可以购买一个现成的螺纹铣刀，通过插补将螺纹加工成多种尺寸，也包括大直径。最后，在大直径加工时，螺纹铣床对机器的耗电量也将大幅降低。

螺纹铣床的其他优点包括通过控制刀具的切削路径来保持严格的公差。加工中，刀具会因磨损而略微收缩，但人们可以通过使用刀具直径偏移功能在机床上轻松地进行补偿。

尽管如此，在有些情况下，攻丝可能是比铣丝更好的选择。例如，在加工较长的螺纹时，人们通常会选择丝锥。由于缺乏径向负载，因



螺纹铣削加工（图片由 Allied Machine 提供）

Fuse 1 + Fuse Sift

Formlabs 推出全新SLS高性能选择性激光烧结
3D打印技术解决方案



易于掌控的SLS设备

Fuse 1具备工业级SLS机器的打印质量却不占用太大的空间，简单紧凑的外观设计以及便捷的操作流程可在办公环境下实现原型设计的制作与生产



快速、简单的打印设置

通过Preform打印准备软件（免费使用）导入STL或OBJ格式三维模型文档，可实现模型自动化摆放与排列，估算打印时间与耗材消耗等诸多智能化功能



可靠、一致的打印作业

利用正在申请专利的Surface Armor技术（围绕部件表面打印的半烧结外壳），Fuse 1生产的部件拥有优秀的机械性能和极佳表面加工效果。尼龙11、尼龙12及后续开发中的材料，将充分满足专业用户最严苛的使用需求



助力SLS技术的普及

通过优秀的人机交互，直观的工作流程以及超高的性价比，助您开启SLS 3D打印之旅。Fuse 1出色的打印质量和工作流程效率丝毫不逊色于大型工业设备，灵活的硬件配置，使24/7不间断生产成为可能



此不需要担心丝锥的稳定性或刀具偏移。此外，当制造节拍比螺纹质量更重要时，丝锥也是更好的选择。在许多应用中，丝锥的循环时间比螺纹铣刀短。然而，这仍然有可能使丝锥断裂。

2. 在硬质合金螺纹铣刀和可转位螺纹铣刀之间如何做选择？

在进行螺纹加工时，你可以选择硬质合金或可转位螺纹铣刀来满足应用。这种选择通常取决于对质量、可重复性和灵活性方面的需求。

硬质合金螺纹铣刀：质量和性能是硬质合金螺纹铣床的主要优势。硬质合金螺纹铣床的加工速率通常也更高。并且由于刀具直径较小，硬质合金螺纹铣刀的转速也将更快。再加上通常更多的铣槽，这将一起导致更快的进给率（单位为英寸/分钟或毫米/分钟）并改善循环时间。这些工具在质量方面通常优于可转位螺纹铣刀，因为螺纹是在同一时间被加工出来的。这提高了螺纹的一致性。由于刀具直径较小，与工件的接触较少，因此发热和偏移也较少。

可转位螺纹铣刀：大多数用户被可转位螺纹铣床所吸引，是因为它们能够频繁的更换所加工螺纹的样式。您只需要对机床更换不同的刀具，机器就可以很快启动，并加工不同和的样式或螺距。最可转位螺纹铣床的特征表明它们更适用于低量产，但在制造过程中却需要巨大灵活性的工作。用户只需要购买一次床身，后面再根据不同的工作购置刀具就行了。

总而言之，螺纹铣床能够简单地铣削螺纹形状和螺距，通常可用于加工左旋或右旋螺纹，内或外螺纹，多头螺纹或各种公差要求不相同的螺纹。

3. 材料是如何影响螺纹铣削的？

螺纹加工中的材料去除与任何其他制造工艺（如镗削或车削）没有区别。要考虑两件事。

- 要去除多少材料？
- 加工的材料是什么样子的？

第一个问题可以通过螺纹的螺距来回答。细螺距不需要去除很多材料，而粗螺距则需要去除很多材料。这两个问题的结合也将帮助你确定是否可以在一次加工中完成材料去除。

无论你用多少道工序去除材料，与镗孔或车削一样，都可以用精加工的方式来提高质量。这通常被称为跳刀路径（spring pass）。如有



JAMIE ROSENBERGER
Senior Product Manager
Allied Machine
& Engineering Corp.

需要，您应参考制造商目录的技术部分或可用的螺纹铣床编程软件（如 InstaCode），以选择适合您的加工次数。

4. 编程的最佳做法是什么？

如上所述，螺纹铣床可以通过操作程序/工具路径创建各种螺纹，如左旋或右旋，内部或外部。以增量运动而不是绝对运动的方式编写程序才是人们的首选。这样做，你就能把螺纹部分的代码作为一个子程序插入。在对多个孔进行加工时，这很有好处，因为它为程序的编辑提供了一个单一的环境。这也帮助人们快速完成零件上方的测试运行，以证明程序的有消息。除了在增量运动中编写外，圆弧插补的开启和关闭也将提高螺纹的质量，延长螺纹铣床的寿命。

5. 铣螺纹时应如何诊断问题？

由于螺纹铣床会受到径向切削力，因此需要始终考虑到偏移问题。前面提到的因素，如你要去除多少材料，材料的加工情况如何，可以通过调整去除材料的次数、去除速度和进给率的组合来解决。此外，还要考虑正在使用的刀柄。由于径向力和潜在的偏移，需要使用铣削卡盘、液压卡盘或收缩式卡盘等工具将刀柄的偏移降至最低。这些解决方案的刚性更强，可以提高你所加工的螺纹的质量。

此外，如果编程的刀具路径是基于螺纹铣床的中心或螺纹铣床的外径，这将影响到机床中磨损偏置的应用。

虽然你在加工螺纹时可能会发现更多的挑战，但提出这五个问题将成为您成功路上的巨大助力。

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

机械加工厂的基本冶金学的关键性课程

Key Lessons in Basic Metallurgy for Machine Shops

执业机械师经常依靠经验或者依靠他们车间和行业内的部落知识，来对特定的金属进行切割设置。虽然通常是由设计工程师或客户指定零件所需的材料，但有时即使是在规格范围内的材料，看起来也只是有点难以加工。这往往取决于材料是如何被热处理、冷加工的，以及所使用的合金比例是多少，这在一定程度上会有差异。要使一种金属的特性恰到好处是科学是非常广泛的，这超出了加工机械师的需要。

但对于这些工厂专家来说，了解一些基本原理是有好处的。

幸运的是，Tooling U-SME 可以提供这种帮助，以了解如何更好地阅读材料数据表。Tooling U-SME 的主题专家，Pat Ferro 博士，PE，CMfgE 最近录制了一个网络研讨会，标题为“强化和热处理钢和铝合金的五个重要概念”。以下是一些要点。

金属是晶体

完全理解金属以及如何加强它们的关

键是知道它们是晶体这一概念。晶体的原子排列在一个晶格中，但与“完美”晶格的偏差可以用来解释其如强度等力学特性。完美的晶格没有位错或缺陷——在理论上，这是脆弱且有韧性的，因为没有什么理由可以阻止该晶体中相邻的原子平面产生滑动。但是大多数金属不是完美的，而是在晶体（晶粒）中存在缺陷，正是这些缺陷周围的能量使得金属更强，但延展性较差。

金属是晶粒的集合体，在每个晶粒内都有这种晶体结构。你可以在专门制备的金属样品的微观结构图像中看到晶体的证据。缺陷可以是晶格内的单一（点）缺陷，或是可以蜿蜒穿过晶粒的线缺陷（位错）。晶粒边界本身也是缺陷，被归类为“平面缺陷”。但是，正是由于位错的移动，才使得金属可以移动，有些人会说这种可移动是“更弱”的行为。那么，强化是基于阻止这种位错移动，因为如果位错不能移动，金属就不会发生移动。在施加应力时

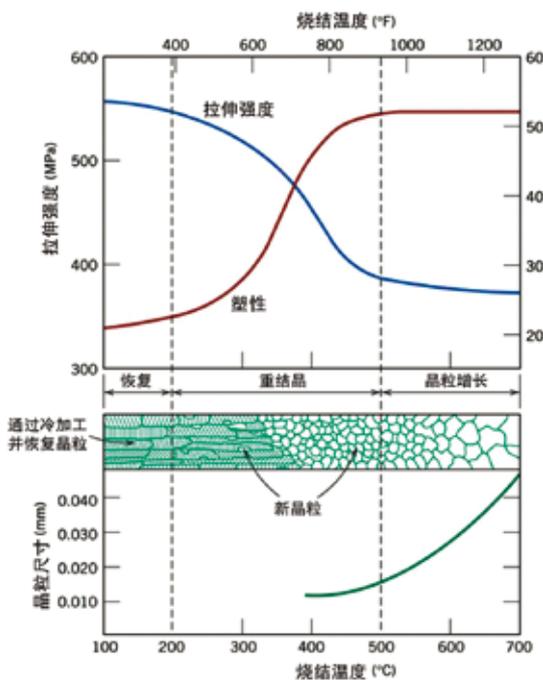
不能移动就是“使金属变强”。

使金属更坚固的四种方法

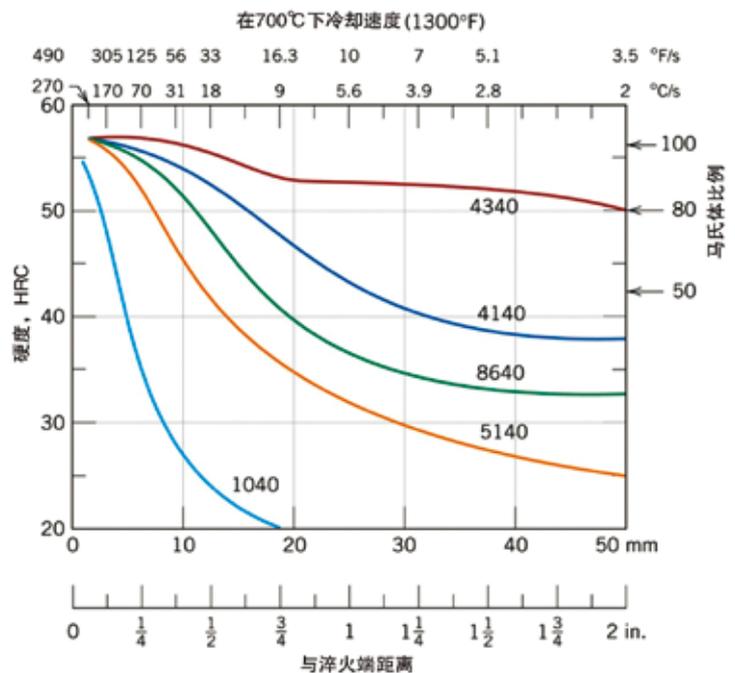
抑制位错移动的一个方法是使金属具有更小的晶粒，这使金属更坚固。控制熔体的冷却是获得较小晶粒尺寸的一种方法。当然还有其他方法。

第二种常见的强化方法是冷加工，也称为加工硬化或应变硬化（它们都是同一个意思）。当一个金属件在相对较低的温度下被锻造、轧制、挤压或拉伸时，晶粒被塑形和挤压，就会引入位错到金属中。事实上，如此多的位错被加入，以至于它们都不能轻易移动——它们几乎相互碰撞，成为钉子。被过度加工硬化的工件可以通过高于再结晶温度的退火来使其变软，以形成新的、无位错的晶粒。

第三种方式是材料科学家所说的“固溶强化”。当像铜这样的纯金属元素被加热成液体，再加入另一种元素，例如少量的锌，就会形成一种新的晶格结构，与加



图中显示了冷加工后晶粒生长和温度之间的名义关系。(所有图片转载自《材料科学与工程》，第九版，ISBN: 978-1-119-40549-8, William D. Callister 和 David G. Rethwisch, Wiley 2016)



图中显示了冷加工后晶粒生长和温度之间的关系。(所有图片转载自《材料科学与工程》，第九版，ISBN: 978-1-119-40549-8, William D. Callister 和 David G. Rethwisch, Wiley 2016)



MICHAEL BELL
North American, Director
Pemamek LLC

入的元素交错在一起。少量替代的第二种元素可以抑制晶格结构本身的位错运动，因为有“晶格应变能”围绕着个别错误尺寸的原子。移动的位错，本身就是晶格应变能，被抑制在被取代元素附近移动。如果位错不能移动，金属就不能发生移动。在施加应力时不能被移动的金属被称为“强化金属”。看到这个模式了吗？

还有一种特殊情况，即在主金属中加入另一种元素并获得更强的合金，但它并不依赖固溶强化，甚至也不会抑制位错的移动。这种特殊情况对于锻造师、焊接师、机械师和热处理师来说是众所周知的——

在铁中添加碳元素来制造钢。就钢材料而言，当含有适量碳的钢被加热到橙色高温并快速淬火时，会出现一种称为马氏体的特别硬的相。通过在水或油中进行快速冷却淬火对形成马氏体至关重要。

第四种强化机制被称为“沉淀强化”或“沉淀硬化”。由于元素只能接受这么多的异类元素。当超过一定的溶解度极限时，那么在冷却过程中就会从溶液中析出第二相——另一种晶体。铁在其晶格中只能吸收这么多的碳。在铁中，由铁素体（纯铁的一种形式）和渗碳体（富碳相）组成的一种称为珠光体的微观结构，依靠沉淀来获得所需的强度和延展性特性。此外，许多工具钢有一个碳化物作为第二相。可以认为这是在晶格结构中加入了不同合金的新晶粒，通过进一步抑制晶格中位错的移动来增加强度。

还有一些沉淀强化的例子，特别是铝合金，它们有一个回火代号，表明该合金依靠沉淀进行强化的。例如，6061-T6 有一个回火代号（T6），因此可以得出结论，它依赖于沉淀强化。

用碳和更多的东西进行合金化

钢是一种添加少量碳的合金铁，通常

为 0.5%，几乎总是低于 1%。钢的最硬形式，马氏体，是由快速淬火的橙色热钢而产生的。马氏体或马氏体钢，虽然强度高，但由于由此产生的低延展性，通常更难加工和处理。事实上，马氏体是如此之强，以至于实际上它通常需要被再次加热以形成回火的马氏体。这包含了铁素体基体中细小的、无法溶解的渗碳体颗粒。虽然硬度较低，但它提供了更好的延展性和可加工性。

但是，只添加碳元素的钢只是一个开始。那些使用铬、钼、钒或镍元素的合金钢呢？添加小比例的这些元素，从 0.5% 到 2.5%，可以相当明显地改善铁的性能。它们使钢更容易在金属深处产生硬化（淬透性）。这些元素通过使其在较慢的冷却速度下更容易形成马氏体而提供淬透性。

作为参考，马氏体不锈钢将包含 11-17% 的铬与 0.15-0.63 的碳，是医疗仪器、刀片和手动工具的理想材料。沉淀硬化不锈钢的名称中通常有一个 PH 值，如山特维克公司的 PH 13-8 Mo，包括 0.5% 的碳，以及其他合金元素。一个常见的等级是 PH17-4。

www.toolingu.com/resources/Watch-and-Listen

FMS 下一步可以实现什么样的自动化？ What Can Be Automated Next in Your FMS?

对制造商来说，自动化浪潮正在进行中。该浪潮中的一大表现就是人们正在将柔性制造系统（FMS）整合到各个规模不同的车间和工厂中。这些系统中主要包括托盘，处理机和料仓，可以达到几层楼那么高，并且还能够同时为多台机床服务。

如何进一步提高生产力

一个 FMS 系统通常包括至少一个用于装载工件的托盘装载站，当然，还有一个运行制造管理软件（MMS）的中枢，用于计划生产和控制整个系统。作为柔性制

造系统和软件的长期开发商，Fastems 现在正处于这样一个阶段，他们的客户都有一个共性问题“如何进一步提高生产力？怎样才能现有的 FMS 基础上继续扩展和改进？”

最关键的答案——机器人。机器人可以帮助工厂整合加工中心前后的额外操作，改善 FMS 的工艺流程。

自动化的第二浪潮

我们认为在现有的 FMS 基础上用机器人技术进行扩展是自动化的第二波浪

潮。例如，我们可以增加加工夹具的自动装载和偏重于车削的机器，在这种情况下，零件能够在不需要托盘的情况下，由机器人直接装载到车削机器中。

在这种情况下，人们能够把零件用材料托盘从 FMS 运输到机器人，并通过机器人将工件装入车床。车削后的零件被送回 FMS，准备进行下一次操作。MMS 可以囊括并管理这些高附加值的制造操作，从而在一个软件程序中控制整个系统。

在面对重型，且边缘锋利的工件时，工作安全也得到了极大的改善。而且，重

要的是，机器人不是取代工人，而是让工人在 FMS 中执行更重要的任务，特别是在 FMS 过程中整合了额外的工序。

举例来说，在过去几年里，自动去毛刺、清洗和在线测量的使用率一直在迅速增长。所有这些功能都可以用机器人自动完成，并通过制造管理软件将他们连接起来。

刀具自动化装载与卸载

FMS 中另一个机器人的例子是切削刀具管理。MMS 控制的龙门机器人可以在机床的刀具库中进行自动装卸。同样，制

造管理软件还能够监控刀具寿命并根据订单跟踪刀具设置需求，然后在需要时，执行自动换刀。

拓展 FMS 操作的范围

你的公司是否想确定你的 FMS 除了实现铣床自动化和储存原材料之外，还能为提升利润做些什么？如果是这样，考虑扩大其范围，巧妙地放置机器人，为更多类型的机器服务，同时也将单调的手工操作转为自动化。我们看到，将高净值过程整合到 FMS 操作中，如自动夹具装载 / 卸



MIKA LAITINEN

Solution Sales Director Fastems Group
www.fastems.com

载、工具自动化和整合其他制造操作，能够为企业带来巨大的成功。

脊柱手术中的小工件，大不同

Small Parts, Big Difference in Spine Surgery

估计有 2 亿多人患有骨质疏松症，这种疾病会弱化骨骼性能。根据国际骨质疏松症基金会的数据，最常见的骨质疏松性骨折是椎体压缩性骨折 (VCF)，每年影响约 75 万人。椎体增生手术可以稳定 VCF，它又包括椎体成形术和骨盆成形术两种。在这些微创手术中，骨水泥被注射到骨折的椎体中，形成一个内部石膏，以稳定骨折，同时去除堆积物和软骨。近 20 年来，这种手术一直是由外科医生仅凭外观和感觉来完成的，直到 Vlier 推出了一个小球活塞工件。

用螺纹取代触摸

2007 年，一家大型医疗用品制造商开



THOMAS FOLEY
General Manager Vlier Inc.
www.vlier.com

始研发一种工具来改善椎体成形术和骨盆成形术。它与位于马萨诸塞州 Hopkinton 的 Vlier 公司签订了合同，Vlier 公司根据其在制造弹簧加载装置、快速释放装置、Vlier 锁销和调平装置方面的经验，创造了一种定制的球形柱塞。有了安装在手术工具内的可伸缩装置，外科医生可以更精确地进行手术，通过使用螺纹而不是触摸和本来引导器械，减少了对骨骼的损伤。

Vlier 的传统球头柱塞在提供可重复的力的同时，还能承担较高的侧向负荷。头柱塞是医疗应用的理想选择，因为它能提供最大程度的防锈和防腐蚀保护。典型的用途包括定位、分度和扭矩限制，而且它们是 Vlier 生产的最小和最轻的弹簧装置。

制造这种医疗工具的核心是一个小于 1 英寸 (25.4 毫米)，运动平滑，高重复性的不锈钢部件。医疗设备工程师花了三年多的时间对手术器械进行改进，力保其完美无缺。Vlier 零件提供了医疗制造商亟需的安全机制。

最大的设计限制之一，这也是这个特殊球头柱塞的最大特点，是 Ra 高达 15 μm 的内表面处理，这比工程师之前创造的任何东西都要光滑。这是防止咬合的需要，因为咬合会随着时间的推移抑制工具的有效性。



Vlier 的球形柱塞是可定制的，不但可以承受侧面的压力，还能够提供可重复的力。(图片由 Vlier 提供)

2011 年，Vlier 团队完成了定制的球状柱塞的最后一部分，并将其安装在工具中，这一工具沿用到了 10 年后的今天。这个小部件由四个独立的部分组成，其中主体、内部铆钉和弹簧都是由不锈钢制成，而球则是陶瓷。部件重 0.0126 磅 (0.0057 公斤)，长度不到 1 英寸 (25.4 毫米)。它安放在手术器械手柄的一个凹槽中，处于积极的锁定位置。当外科医生施加压力并旋转工具时，球状柱塞起着安全作用，确保外科医生不会从脊柱中移除健康的骨头。当检测到过大的扭矩时，柱塞会阻止外科医生刮取更多的材料，警告他们正在移除健康的软骨。

Vlier 为自己能够解决问题并在业内产生影响而自豪。随着医疗设备的变化，我们能够开发我们的部件，并对市场中的变化及时做出反应。



关注微信公众号
china@mastercam.com

Mastercam® 2023



铣削



车削



车铣复合



五轴加工



线切割



设计

为现代制造业量身定制的高效编程工具

功能丰富,应用简单直观。

避免错误,节约时间,降低成本,提高生产力。

多种加工过程提供优化解决方案,助力向高端制造业转型。



最好的网络防御不是 60年代的超级间谍。而是你。 Your Best Cyber Defense Isn't a '60s Super Spy. It's You.

DoD 新发布的网络安全成熟度模型认证要求，与其合作的 30 万家企业、大学和组织中的每一家都要达到一定水平——否则就会被排除在合作之外。

自 2006 年第一卷以来，本出版物一直关注 F-35 联合攻击战斗机的事迹，通过多次试验和不时出现的严重错误，该战斗机已经从一个大胆的设计到分布式的制造供应链，最后成为一架在世界各地服役的战机。该项目的总估计成本——所有这些辛苦的设计和和实施——约为 1.5 万亿美元。据报道，F-35 的飞行成本为每小时 40,000 美元。那是一大笔纳税人的钱，但结果是获得一架独特的灵活的战机。

但没有以前那么独特了。

2014 年，某国展示了自己的新型战斗机。而它看起来熟悉得令人不安。事实上，用负责采办和保障的国防部副部长办公室首席信息安全官（CISO）Katie Arrington 的话来说，它“几乎完全是 F-35 的复制品”。（参见图片）。

值得一提的是，没有 F-35 战斗机失踪或在某些军事行动中被俘。实际也没有人在黑夜或战斗的掩护下带走一架 F-35 战斗机以进行逆向工程。这些飞机本身都是有迹可循的。

因此，解释只能是由于网络安全漏洞造成的相关数据的渗出，或者，更有可能是黑客入侵。（“渗出”是一个常见的网络安全术语。它的意思是偷偷溜走，而不是偷偷渗入。）

这只是一个明显的例子，说明在信息时代，像这样的国际对手可以做什么。

美国国防部负责采办和保障的副部长 Ellen Lord 在 1 月的一次新闻发布会上，警告说：“网络攻击为对手提供了低成本和可否认的机会，可以严重破坏或扰乱关键基础设施和能力。

她说，每年约有 6000 亿美元，或约占全球国内生产总值的 1%，因网络盗窃而损失。

为什么国防工业基地（DIB）没有能够阻止外国对手的网络入侵？然而，主要制造商已经在网络安全项目上投入了数百万美元和时间。那么，是什么出了问题？

头脑冷静的方法

美国国防部（DoD）认为它知道——并且做出了新的回应。

自 2019 年 3 月以来，网络安全成熟度模型认证（CMMC）计划一直在发展，是在 DoD 合作的 30 万家企业、大学和组织中实施网络安全的统一标准。

该计划于 1 月发布，旨在确保任何国防部系统和网络所使用和存储的受控非密



左: F-35 联合攻击战斗机, 是经过辛苦设计和生产的产品, 估计耗资 1.5 万亿美元。

右: 该战斗机被强烈怀疑受益于从 F-35 制造供应链中渗出的数据。图片由 Wikipedia Commons 提供



信息 (CUI) 受到保护, 不会被未经授权的用户访问。

CMMC 管理的诀窍是包罗万象, 同时又不是一个“一刀切”的解决方案。DoD 已经定义了五个不同的 CMMC 合规级别, 每个级别都有一套支持性的做法和流程。为了达到一个特定的级别, 承包商不仅需要满足其指定的标准, 还需要满足其以下任何级别的标准。

以下是 DoD 对每个 CMMC 级别的总结。

第 1 级: 基本网络防护

第 2 级: 包括普遍接受的网络安全最佳实践

第 3 级: 涵盖所有美国国家标准技术研究所 (NIST) 800-171, 修订版的控制措施

第 4 级: 高级和复杂的网络安全实践

第 5 级: 高度先进的网络安全实践

从今年秋天开始, CMMC 合规性将成为 DoD 新合同的先决条件。

任何存储或传输受控非密信息 (CUI) 的供应商将需要至少达到第 3 级合规性, 这已经是目前对此类承包商的严格标准。

认证的有效期为三年。

据 CISO 的 Arrington 称, CMMC 的制定是对过去几年网络安全失败的直接回应。在航空工业协会 (AIA) 和国防工业协会 (NDIA) 共同主办的网络安全会议上, 她通过对比以前发生的情况和问题, 解释了新计划的内容。

改变网络安全格局

一个重大的改变是, 几乎所有与 DoD 有业务往来的组织都需要获得至少 1 级的认证。

目前, 唯一的例外是商用现成 (COTS) 产品的制造商。换句话说, 如果一个战士

使用市面上成熟的座椅组件, 飞机制造商可以向民用座椅制造商订购座椅, 而不要该供应商获得认证。

也就是说, DoD 甚至建议 COTS 供应商考虑实施 1 级安全控制, 只是作为良好的商业惯例。而且, 虽然 DoD 没有要求, 但其签约的制造商可能会要求他们这样做。

根据 Arrington 的说法, DoD 的观点是, 即使在供应链的最边缘, 要求有最低水平的网络安全能力也是合理的。

原因是, 外国对手知道顶级制造商都被要求拥有一个强大的网络安全计划, 所以更愿意从下游供应商入手。

Arrington 指出, F-35 是一个典型的例子。“难道你不认为在这个项目 [Northrop Grumman 公司] 中, prime 在非常努力地对 F-35 的信息进行保密吗? 因为我可以告诉你, 它的安全性很好。” (Prime 是主要承包商的简写。)

然而, 外国对手“看的是我们最脆弱的环节, 这通常是供应链中的六、七、八层。他们耐心地等待,” 她说。“一旦进入一个网络, 他们就会慢慢地提取数据。并且有从各种来源汇编数据的能力。”

这就是为什么每个 DIB 组织需要满足最低级别 1 级的原因。

Arrington 说: “1 级反映了基本网络卫生技能, 是无论如何, 我们每天都会使用的。有人问我, ‘女士, 我为政府做景观设计。我应该有 CMMC 认证吗?’ 而我的回答实际上是, ‘是的, 我希望你至

少达到 1 级’。”

她说, 我们的目标不仅仅是一个新的证书, 而是一种新的文化。

“五十年前, 你可以走进制造车间, 走到车床前, 也许你会戴上安全护目镜或眼镜, 也许你不会。”然而, 现在, 如果没有护目镜和耳塞, 你就不被允许进入车间。她说: “那是因为我们已经把安全作为基础。我们现在需要确保我们在网络安全方面做同样的事情。”

换句话说, 对网络间谍的主要防御手段不是指 20 世纪 60 年代的电视剧 “The Man from U.N.C.L.E” 中刻画的反间谍角色, 而是每个供应商的每个员工的基本安全能力。

不再是自我测试

CMMC 的其他级别反映了超出 1 级“基础卫生”之外的网络安全能力。为了达到第一级, 需要完成 17 个步骤, 但到了第三级, 一个组织将需要完成这 17 个步骤和另外的 93 个步骤。

如前所述, 第 3 级完全与 NIST 800-171, rev 1——处理受控非密信息 (CUI) 所需的 NIST 标准相吻合, 但是, 之前的做法与 CMMC 所有级别之间存在一个重要的区别: 在此之前, 组织需要自我认证他们达到了 800-171 的要求。

是的, DoD 委托其签约者——一般说来, 是主要合作商——对自己和其供应商进行评估。

现在不是了。CMMC 等级将由第三方

审计机构来评估。

为此，成立了一个独立于美国国防部的非盈利组织：网络安全成熟度模型认证认可委员会（CMMC AB），负责 CMMC 第三方评估师组织（C3PAO）的资格鉴定、培训和认证。CMMC AB 将在培训结束后公布一份公开的 C3PAO 名单，C3PAO 将被认证为可提供 CMMC 认证。一旦这个 C3PAO 名单公布，需要 CMMC 认证的组

织可以直接联系 C3PAO。这些组织需要支付 3000 到 5000 美元的费用才能通过 1 级的认证程序，而更高的 CMMC 级别的认证费用将逐步增加。

而且，CMMC 认证不是永久的，而是需要反复的更新。然而，它在合同中被 DoD 归类为“允许成本”。

对第三方评估机构的信赖包括几件重要的事情。

在过去，DoD 的合同条款规定，签约的主要承包商要负责确保达到 NIST CUI 安全标准。这意味着主要承包商不仅要保证自己的网络安全，还要保证其供应商的网络安全。将这一重任交给第三方，可以减轻主要承包商的负担。主要承包商的任务变成了为具体任务寻找合适认证级别的供应商，而不是承担确保供应商达到该级别的尽职调查。

第三方审核也提供了一个更客观的评估。即使是最完善的组织也会受到内部偏见的影响。

Arrington 说：“我们需要信任，但也需要核实。因为如果我们总是按照标准的要求去做，我们的对手就不会驾驶看起来跟我们很像的飞机。”

小型企业的优势

CMMC 系统旨在使供应商，包括较小的下游供应商，更容易了解在网络安全方面对他们的要求。

到目前为止，除了 NIST 800-171 认证外，一个供应商可能被要求遵守一系列其他的网络安全计划，无论是 ISO、AIA 还是个别国家和公司。这是一个需要学习和实现的令人惊讶的密集型实践。

对于规模较小的公司来说，浏览这些程序的时间和成本可能会令人望而却步。CMMC 由标准层级组成，从最佳实践中发展而来，以 NIST 800-171 rev 1 为中间层级，从任何特定的公司可能需要知道的东西中去除很多不确定性。

Arrington 说：“如果一个 DoD 项目有 CUI，你会立即想到主要供应商的第一个级别必须达到 CMMC 3 级。但是，这些信息后续流向主要供应商的分包商是非常重要的。我们不应该给那些没有准备或没有期望获得 CUI 的小型企业造成负担。如果他们不接触受控非密信息，他们只需要达到 1 级。”

第三方评估也将有利于小公司。

她说：“人们问我，‘CMMC 会不会妨碍小企业的公平竞争和业务？’恰恰相反。”

Arrington 提供了这样一个例子。想象一下，有两家小企业在竞标 DoD 的业务。他们的网络上都有 CUI，所以他们都可以自我证明他们在做《国防联邦采购法规补充》（DFARS）第 252.204.7012 条要求的 110 项控制。

她说：“A 公司可能实际上只做了其

中的 80 项控制措施，并制定了行动计划来做其他 30 项他们没有实施的控制措施。同时，B 公司实际上正在做所有 110 项控制。在这种情况下，A 公司的费率通常会更低，因为他们没有做另外 30 项控制。”但是，由于两家公司都在自我证明他们的合规性，所以两家公司都在争夺合同。但其中那家不诚实的公司更有可能获得合同。

她断言：“CMMC 将改变这种情况。我们需要确保我们的行业伙伴准备好承担这项工作，而第三方审计师将确保他们正在实施我们需要的实践，以巩固国防和工业基础。”

需要的紧迫性

在你读到这篇文章的时候，CMMC 项目将成为 DoD 新合同的一部分。但 COVID-19 可能放慢了其进度。

美国国防工业协会战略项目高级主管 Corbin Evans，在 5 月份 NDIA 关于 CMMC 进展的网络研讨会上告诉与会者，要想将 CMMC 要求纳入国防部合同，首先需要改变 DFARS 的相关规则。问题是，这种规则的改变的先决条件必须是公开听证。他说，保持社交距离又使得公开听证会成为困难。

尽管有这样的阻挠，CMMC AB 正在推进招聘和培训这些 C3PAO 的计划。

Evans 和 Arrington 都建议各组织现在就开始为 CMMC 的实施做好准备。

第一步最好是查看 CMMC 网站上的常见问题：<https://www.acq.osd.mil/cmmc/faq.html>。

Arrington 说，虽然 DoD 已经努力处理好细节工作，但她希望企业也能感受到紧迫性，因为随着网络安全的提高，网络攻击者的能力也在提高。

她警告说，例如，量子计算——它强大到足以打破已开发的标准加密，而 5G 在短短几年内将会更加普遍。

Arrington：“我们的对手很有耐心，可以慢慢地从没有准备的供应商那里渗出数据。有了 5G，他们也不再慢了。— PB 的数据相当于 Facebook 上的 3000 万张图片。下载 3000 万张图片 [通常] 需要很长的时间。使用 5G，只需不到 5 分钟。在五年内，对手将不必担心标准加密。而且他们可以以光速夺走你手中的东西。”

她说，现在是采取预防措施的时候了。



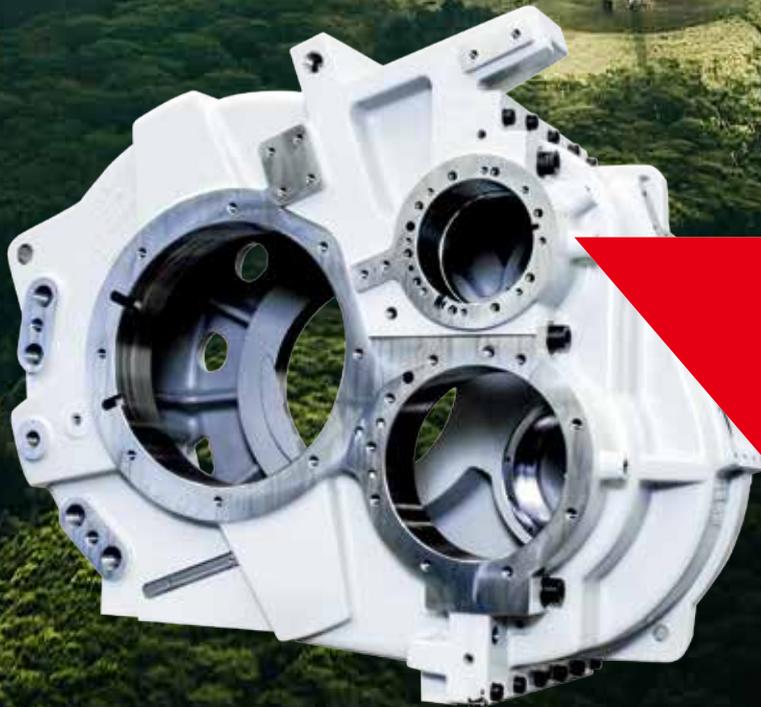
国防部负责采办和保障的国防部副部长办公室首席信息安全官 Katie Arrington，1 月份在五角大楼举行的关于 CMMC 项目的新闻发布会上发言。图片由美国国防部提供

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

利用基于模型的定义降低成本，提高速度

Reduce Cost, Increase Speed with Model-Based Definition

除了大型企业以外，转向全数字化描述的零件正在为中小型企业带来机会。

因为生产批量越来越小，制造商需要进行更多的生产设置。由于熟练的劳动力仍然难以雇用和保留，因此不仅在材料处理方面，而且在制造、加工、装配和检查方面也更高水平的自动化要求。这些加工任务从描述零件的数据包开始，通常包含一个三维 CAD 模型。在许多情况下，这些模型只伴随着一叠描述所有产品制造信息 (PMI) 的纸张。以这种传统的指定产品的方式——用 CAD 和纸张的混合方式来实现流程自动化是很困难的。它很耗时，需要熟练的技术(稀缺的)，而且容易出错。

进入基于模型的工程定义 (MBD)，它的使用正在增长。

"位于马里兰州 Gaithersburg 的美国国家标准与技术研究所 (NIST) 系统工程组组长 Allison Barnard Feeney 说："从长远来看，采用基于模型定义的企业将使你的公司更具竞争力。30 年以来，她的任务是帮助国家的制造基地创建和采用 MBD、数字孪生和数字线程。

MBD 是对 20 世纪发明的 CAD 模型，在 21 世纪的新改进。在一个单一的数字文件中，MBD 在 CAD 几何描述的基础上增加了其他产品细节，如 GD&T、材料描述、表面处理要求，甚至油漆规格，所有这些都是 PMI 信息。

为什么 MBD 很重要？它包含了制造和检测产品所需的所有信息，而不需要借助于辅助的纸质记录，因为这些记录可能是错误的，而且容易被人误解。有了 MBD 模型，就有可能实现 CMM 上的检测程序或数控机床上的刀具路径的自动化。它还应该减少熟练工人的工作量，加快生产设置。此外，易于运输和储存在数据库中，以便于以后查找。

法国 Velizy 的 Dassault Systèmes 公司的 SOLIDWORKS 产品经理 Oboe Wu 说，这可以节省时间，并提升人们对结果的信心。他指出，Dassault 在其网站上有



美国国家标准与技术研究所 (NIST) 为软件供应商和制造商提供测试模型，以测试他们导入 STEP 模型的能力。(图片由 NIST 提供)

一个案例研究，当时荷兰的 Veco B.V. 实施了 SOLIDWORKS MBD，这是供应商自己的应用程序，用于将 MBD 信息与 CAD 模型联系起来。根据该案例研究，生产零部件的时间减少了一半，同时解释错误的次数也减少了。这一改进归功于取消了二维图纸以及细化、检查、更新和管理它们所需的时间。用 SOLIDWORKS MBD 创建的 3D PDF 发布 3D 模型和注释的时间从一天降至 10 分钟。主要的优势在于三个 "I"，即直观、集成和智能"，Wu 说。

尽管小型企业有机会，但他指出，由于大多数零件设计是从 OEM 开始的，"大

公司正在推动一级、二级和三级供应商的行为，而这些供应商正是小型企业，"Wu 说。特别是在航空航天和汽车供应链行业中，公司可能有必要使用 MBD。

标准格式，有竞争力的公司

MBD 也是创建有效的数字生产线基石。然而，大多数 CAD 供应商以专有格式提供 MBD。这是个问题。我们的目标是为制造零件的下游操作提供一个单一的真实数据来源，但不能保证这种格式可以在另一个程序中读取。

有一些变通的办法。许多程序，如 Verisurf 软件公司 (Anaheim, Calif.) 的

Verisurf 计量软件，有能力读取多种 CAD 格式和附加 MBD 信息。据销售和营销总监 David Olson 说，VeriSurf 可以导入在 Dassault 系统 CATIA、西门子 NX 或 PTC Creo 中创建的文件——这可以被称为 CAD 的三大支柱。他说：“我们的产品允许人们要么完全导入，要么取其在图纸中的部分，并将其应用于三维模型中。”

此外，CAD 供应商和格式的种类很多，远远超出了这三巨头的范围。因此，一个通用的格式将是理想的。幸运的是，有这样一种格式。用于 CAD 的 ISO STEP 格式，及其附带的 AP 242 扩展，包括这个重要的 MBD 信息。另外，幸运的是，大多数 CAD 供应商也输出这种格式。Verisurf，像其他公司一样，用 AP 242 导入 STEP。Olson 说：“如果我只想对你们的读者，从最大的 OEM 到最小的层级的所有制造商说一件事，那就是推动你们的所有 CAD 供应商尽可能为下游制造输出 STEP AP 242 格式文件”。

提高效率的机会对中小型企业也是开放的。”他说：“MBD 不仅能让大公司实现自动化，它也能帮助小车间实现自动化。”虽然 MBD 帮助 OEMs 通过公差分析和模拟装配来消除零件的问题，但对小型下游车间来讲，其优势在于选择数控机床工具和编程策略方面。

它可以帮助决定使用 VMC 还是 HMC，使用什么样的精加工来满足零件表面规格，并帮助选择所需的检测方法，例如采用 CMM 还是 3D 扫描。“CAM 供应商也正在研究这些东西。他们正在熬夜，试图找出他们可以从 CAD 模型中提取的

PMI 和 GD&T 的逻辑，并使刀具路径规划实现自动化。这包括机器设备的选择、刀具的选择、加工策略和生成程序，”Olson 说。业内人士也在研究制造方法，如弯曲、冲压和焊接，以及复合材料部件的加工和装配。

关于通用模型的开发仍在继续。”我在 NIST 的小组多年来一直致力于建立一个标准化数字线，”Feeney 说。“STEP 产品模型现在正被 PMI 甚至更多信息而丰富起来。”她同意，这对所有行业的健康至关重要，而不仅仅是大公司。”这使小公司更具竞争力。她说：“大公司有能力购买多个 CAD 系统，但像 STEP 和 AP 242 这样的标准使竞争环境更加公平。它使小公司能够获得 MBD 的所有优势。

采用策略

对于任何新技术，都有一个接受的途径和不同的阶段。第一个阶段是了解有一个优势，并看到其好处。随着公司在使用一项技术方面的成熟，随后的阶段会相互建立。”我们所看到的是，在采用基于模型的企业方面，客户通常属于四个不同的成熟度之间，”位于德克萨斯州 Plano 的西门子数字工业软件公司基于模型的定义产品经理 Dave Wingrave 说。

第一阶段，正如他所描述的，是以图纸为中心，公司只关注图纸，二维图纸显示的就是主宰，是真实数据的来源。第二阶段是向以模型为中心的过渡——人们仍然使用图纸作为真理的来源，但也会利用三维 CAD 模型的一些特征的关联性。”第三阶段是完全态的基于模型的定义，第四

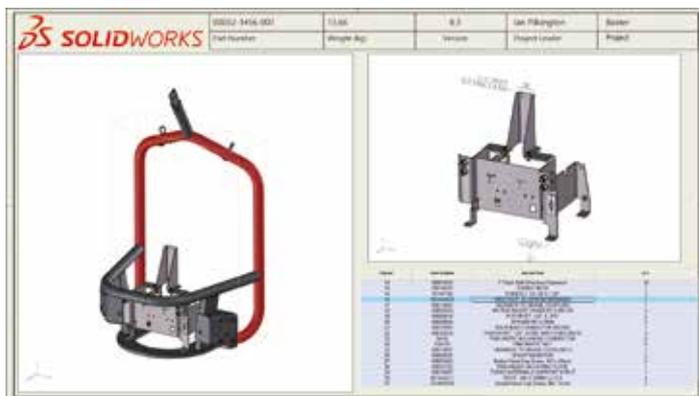
阶段是基于模型的企业，”他说。后两个阶段的区别是什么？”基于模型的定义能够在三维模型中实现产品的完整数字定义，并专注于使模型成为单一真理来源。基于模型的企业则是由整个企业的下游消费者重复使用基于模型定义的过程。”

Wingrave 还指出，第三阶段，即 MBD，已经被更广泛地采用，航空航天领域的大公司在这方面处于领先地位（比如波音公司）。许多较小的公司则刚刚开始采用 MBD，但也有很多公司仍然遵循更为传统的方式。但真正的目标应该是在整个企业范围内采用，这将导致更短的设计周期和更低的效率。它还可以做其他的事情，比如更容易地将 CAE 模拟用于设计和验证。

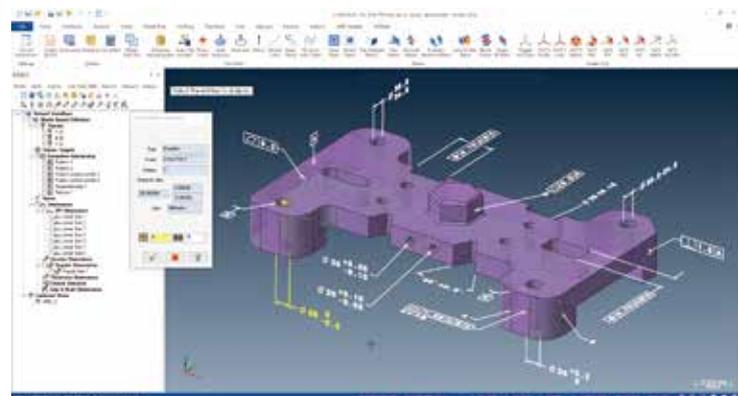
采用 MBE 的公司有哪些挑战？”我认为文化是一个大问题。只是让人们不再依赖图纸，并且能够以不同的方式思考如何在 CAD 中为你的产品建模，”来自 NIST 的 Feeney 说。她指出，由于 MBD 模型现在使 CAD 模型具有丰富的语义信息，它不再只是一个客观的图片。”她说：“这需要一种完全不同的思维方式。

现有的公司政策是另一个问题。她解释说：“一个制造商可以说，我们的政策是拿着一张图纸，把所有的信息重新输入我们的制造系统，因为我们不想冒着采用别人的文件而使我们的系统崩溃的风险，”。改变政策是一个官僚主义的问题，而不是一个技术问题。

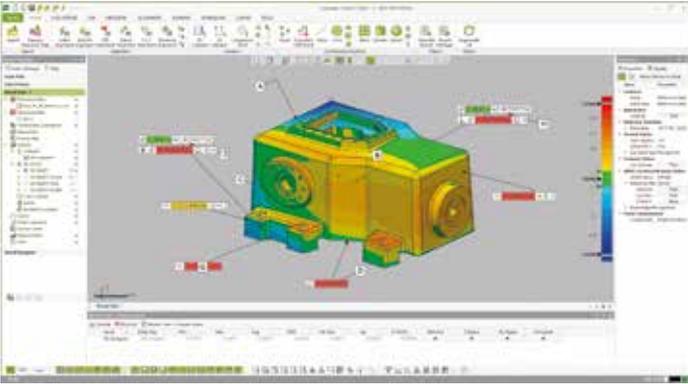
西门子进行了一项研究，发现许多正在采用 MBD 的公司确实倾向于在 3D 背景下复制基于图纸的工作流程。”这影响了



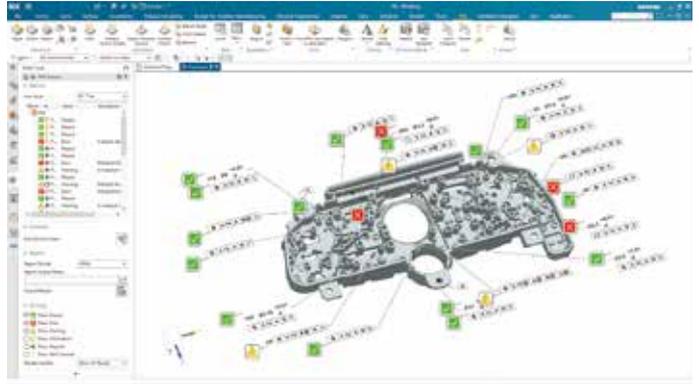
3D PDF 是嵌入 3D 内容（如 3D 模型、附加注释、视图和交互式表格）的常用 PDF 格式。它可以在广为使用的 AdobePDF Reader 中查看。（图片由达索公司提供）



Verisurf 公司支持 STEP AP 242 基于模型的定义和相关的 GD&T，如 NIST 测试模型所示，该模型可以在减少转录错误的同时自动化检查计划和报告。（图片由 Verisurf 软件公司提供）



将 STEP AP 242 格式的 NIST 测试模型 #2 导入 Geomagic Control X, 在彩色图中显示与公差偏差。(图片由 3D Systems 提供)



NX PMI Advisor 是一个完全集成的 PMI 验证解决方案, 提供验证 PMI 是否符合行业和公司标准的解决方案。NX PMI Advisor 消除了对 GD&T 专家的依赖, 并在更短的时间内生产出更高质量的零部件。(图片由 Siemens 公司提供)

他们的实施和成功,"Wingrave 说。西门子的研究人员还发现, 人们希望有更多的工具能够捕捉和验证用于驱动制造过程商业情报, 而这可能会影响 MBE 的采用。他说:"有相当多的过程可以从消费性的 PMI 中受益"。

验证新工具的正确性

人们可能需要新的工具。MBE 在技术上不断发展。12 月, Siemens 公司将为其高端 NX CAD 系统发布了一套名为 NX Model Based Definition 的新工具。该工具集致力于解决集成制造过程中的新问题。Wingrave 说:"该工具集中的新工具包括快速定义和编写 PMI, 重点是捕捉公司特定的业务逻辑, 还有我们所说的 PMI 顾问, 这是一个解决方案, 可在创建 PMI 时对其进行验证, 并向用户提供即时反馈以及纠正方案的指导。"

验证 MBD 模型能否被广泛接受是至关重要的, 本文的所有受访者都讨论了这个问题。例如, 如果附加的 GD&T 不一致, 如何创建一致的计量程序? 如果没有指定材料, 如何选择合适的刀具?

"我们的解决方案还允许用户访问预加载的规则并定义自己的规则, 尤其是为了满足业务需求," Wingrave 说, "制造业可以制定规则, 以确保 PMI 下游的有效消耗。"虽然编码可能很复杂, 但 Siemens 公司为工程师提供了一种简单的界面, 以实现 PMI 数据规则和逻辑的操作。简单的下拉菜单和框图使其易于访问。Siemens 公司表示, 过度约束的模型或不一致的基准点会被检查和剔除, 确保所有

的 MBD 模型都值得信任。

未来制造——3D 打印

随着制造业的发展, 控制信息流的标准也必须不断发展。例如, 在采用 MBD 的同时, 增材制造也在不断发展。

来自 3D Systems 有限责任公司的 Scott Green 说:"今天, 使用 STEP AP 242 接口可以轻松倒入高质量的标准产品文件。"这家公司位于南卡罗来纳州 Rock Hill, 不仅提供检测和计量的软件, 而且还提供 3D 打印相关软件。"CAD 系统不断发展, 曾经有许多交互性软件公司的产品将支持 STEP AP 242 等文件格式导入作为卖点。在过去的三年里, 情况发生了变化, 软件公司的产品可以读取该格式而不要求用户做大量工作来修复, 仅仅是使用即可, 这与过去不同。"

过去, 像 STEP 或 IGES 这样的交互性文件一旦导入往往需要做一些额外的处理 -- 它们从来都无法直接使用。"如果在你的软件环境中无法对导入部件的 PMI 或其他部分的 MBD 进行解码, 就很难在你的制造过程中, 随意控制 MBD," Green 说。

他还指出, 由于用于设计和 MBD 的 CAD 系统发生了变化, 更多的内容被添加到更全面的格式中, 如质量信息框架 (QIF)。"例如, 围绕 QIF 的企业协会可以定义包含比标准 STEP 文件更多的元数据和信息。"在 Green 看来, 世界正在加速超越传统交互文件格式和 MBD 的定义, 并朝着包含更多背景的方向前进。

他说:"增材制造正在帮助这一点, 因为你需要对大量的信息进行编码。增材制造不仅仅是一个按钮过程。在模型周围有很多可以添加的内容, 包括功能方面和制造方面。你可以定义几层 MBD, 当某人在设计一个零件时, 特别是当他们不知道它将在什么确切的机器上打印或与什么其他零件一起打印时, 这些 MBD 实际上是相当关键的, 而且众所周知, 即使是类似的增材制造设备也有可能表现出不同的性能。"

这种新兴的针对增材制造的 MBD 标准正在整个增材制造行业中出现, 特别是在金属增材制造中表现明显。减材加工是一个成熟的行业, 围绕它已有一套连贯的 MBD 流程, 即将信息需求与工艺相匹配。在增材制造中, 工艺本身正在发生变化, 速度越来越快, 构建方式的定义越来越灵活, 增加了更多的材料, 并增加了构建网络。Green 说:"现在的 3D 打印供应商比三年前多得多, 尤其是金属增材设备方面。"下游制造商在收到带有所有背景的零件描述时, 可能仍然需要进行一些调整或复杂的构建模拟。需要设计或重新设计支撑。需要指定后处理加工。考虑到格状结构或完全非棱柱结构的复杂性, 以及与其匹配的检查程序需要开发和标准化, 才能使人们从它们中获得有意义的信息。他说:"这就是我们在增材制造中真正需要推动的东西。"

www.3dsystems.com

www.3ds.com

www.nist.gov

www.sw.siemens.com

蔡司自动化 质量解决方案



ZEISS CMM Solution

欢迎莅临第24届中国国际光电博览会

蔡司展位: 13B55

时间: 2022年9月7-9日

地点: 深圳国际会展中心·宝安新馆

深圳市宝安区福海街道展城路1号



卡尔蔡司(上海)管理有限公司

中国(上海)自贸试验区
美约路60号 电话: (86)21-2082 1188
传真: (86)21-5048 1193

全国售后服务热线: 400-686-9906

全国售后服务E-mail: imthot.zc@zeiss.com

蔡司中国工业质量解决方案官方网站: <http://www.zeiss.com.cn/imt>

蔡司中国工业质量解决方案网上商城: <http://cn.probes.zeiss.com>



Seeing beyond



ERP 软件为制造商提供新的组织结构 ERP Software Offers Structure to Manufacturers

新的 ERP 解决方案反驳了该软件 "复杂和笨重" 的名声。

据开发商介绍，Global Shop Solutions 公司的 ERP 软件的主菜单，可以避免重复数据输入。(图片由 Global Shop Solutions 公司提供)

在企业刚建立时，所需要的只是一个新的想法和一些制造方面的知识。然而，随着成功的到来以及持续增长，企业则需要更多的组织结构。

"制造商一开始使用 Excel 电子表格进行统计，也许这里只有一两个人就够了，" 德克萨斯州 Fort Worth 的 ECI 软件解决方案公司制造部产品开发副总裁 Fred Tillman 说，"但突然间，他们要雇用更多的人，需要对装配说明进行标准化，他们需要知识库进行标准化。如果没有 ERP 系统，这是很难做到的。" 他指的是企业资源规划软件。

"然后，如果你有多余一个班次时候，你就不可能一直在那里，" Tillman 继续说，"如果你的日常工作进展顺利当然没问题，但最重要的是当出现例外情况时——比如材料晚到或客户改变订单的时候。如果你通过纸张来处理这些例外情况是非常耗时的。"

一段时间后，初创公司发展成为一个小型或中型的公司。它可能是在进行投标工作或做生产工作。

"为了竞争和降低成本，你最好有一个好的系统，" 德克萨斯州伍德兰兹的 Global Shop Solutions 公司运营副总裁

Mike Melzer 说，"如果你有一个好的系统，你就可以知道发生了什么，你就可以睡得更踏实了，而不是在那里说'如果我接受了约翰迪尔或通用汽车的这份合同，那会对我造成什么影响'这种话。"

一两个人"已经准备好购买 ERP 系统，但他们有疑问。ERP 软件与中小型制造企业有多大关系？ERP 软件有复杂和繁琐的声誉。如何使它更简单，更容易为制造业务所使用？如何修改和定制一个更为广泛的软件解决方案以专门用于制造业务？"

其中一些针对制造业的定制化工作已

经完成。”(Epicor ERP 软件)的主要区别点在于我们有制造业的生产流程,“德克萨斯州奥斯汀市 Epicor 软件公司的制造业产品营销总监 Christine Hansen 说,该公司最近将其制造业 ERP 软件 Kinetic 重新命名。”你会发现,我们有基于成本的估算、与 CAD 集成的工程、生产和工单或工作管理能力、质量和 MES(制造执行系统)。这些是我们在制造产品中关注的核心内容。”

但是,如果用户想要更多的定制,Hansen 和其他公司已经开发了解决方案,以反驳这种“复杂和不方便”的名声。ECI 甚至有为工作车间配置 ERP 软件,称为 JobShop2。

通过配置而不是编码进行定制

Hansen 说,Epicor 的配置功能,即 Application Studio,使用拖放程序来设计其 Kinetic ERP 的应用,这种做法基于 app 的内部功能,且易于改变。Application Studio 让客户能够定制工人团体打开电脑时所看到的内容。个别工人还可以在此基础上进一步细化他们屏幕上显示的内容。

例如,如果工人需要查看从工厂车间收集的数据,他们可以对最相关的字段进行分类。他们可以深入查看成品的图像,添加生产过程中捕获的信息,并为下一班工作留下信息。Hansen 说,“这里有很多

机会,用户可以在数据收集系统中调整他们的工作流程,以符合他们独特的业务运作方式。”

可为不同工作类别配置的还有仪表盘工具,这是一种用于过滤信息的可视性工具,可以看到需要注意的发生例外情况,如迟到或等待材料的工作信息。

她说:“仪表盘有助于确保你在问题变大前就发现它们。”

仪表盘的一个潜在替代品是 Epicor Collaborate,一个可定制的信息传递工具。在客户关系管理(CRM)功能中,一个正在引进新客户的员工可以自动要求财务部门进行信用检查。他还可以设置自动通知,以跟进报价或在订单发货时通知客户。

Hansen 说:“与在仪表板上显示所有这些指标信息不同的是,你可以直接得到你所选事件的通知。”

“你想从业务中获得独一无二的见解,这就是一个好的报告包的作用。”Tillman 说。他敦促询问该产品是否有报告结构,让客户可以生成报告,或者雇佣专业服务团队来建立报告。

“你想衡量的报告和关键绩效指标(KPI)以及你想获得的见解可能是针对你的制造业务的,”Tillman 说,“因此,你希望得到一个好的报告包。”

不可否认的是,第三方集成能力是必不可少的。Tillman 说,“一个拥有多种预建式集成供应商是扩展或修改 ERP 的一种方式。”

例如,如果你是一个向公众销售的制造商,你可能需要一个电子商务软件包,因为它将使更有效率,Tillman 说。或者一个工厂可能想使用像 KnowledgeSync 这样的业务活动监控(BAM)软件,其来自于 ECI 旗下的一家公司。

“KnowledgeSync 允许你不断进行提醒或检查可能发生的情况,然后采取相应的行动,”Tillman 说,“它真正将 ERP 扩展至其目标之外。”

例如,BAM 可以在 ERP 中发现一张逾期的发票,并自动向财务部门发送工作流,以暂停该客户的信贷。

使用 Salesforce CRM 应用程序的销售团队可能需要从 ERP 中获取订单信息。该团队可以从 ERP 中调用应用程序编程接口(API)来提取数据并将其导入 Salesforce 中。

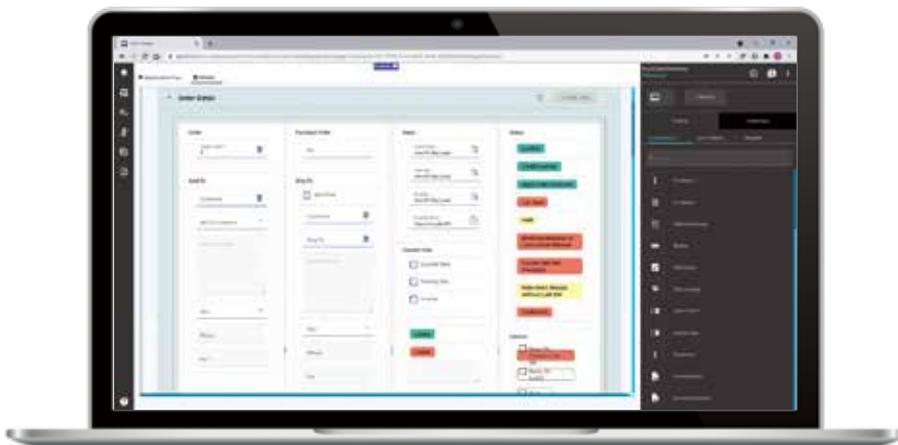
“API 层是一种安全地将数据带入和取出系统的方式,可以将其用于整合或扩展系统,”Tillman 说,“我们试图提供所有的第三方集成,但总有一些其他的系统有人想要集成,而 API 使他们能够进行集成。”

另一个使定制有效的简单方法可能需要写几行代码来标记那些弹性假日,如阵亡将士纪念日和劳动节。

“这可能是六行代码,对照假日日历进行检查;你这样输入,‘劳动节,我们不在那一天发货’,”Melzer 说,“你可以用 Global Shop Solutions 的内部编码语言 GAB 来进行编写,这种语言与 Visual BASIC 非常相似,”这里指的是 Global Application Builder 软件的简称。

质量文件存储在 Global 的文件控制系统中。“如果不知道材料来自哪里,他们就不会把零件放在飞机上,所以当你从供应商那里购买你的材料时,它会有一个与之相关的批次或热指数,”Melzer 说,“你可以扫描你的材料编号,当你在加工指令或工作中使用该编号,并将你的零件转移到波音、SpaceX 或通用汽车时,你可以制作一个认证包,这样他们就能准确地知道整个生产线的来源。”

文件控制系统在以跟踪质量而闻名的行业中很有用,例如航空航天、汽车和医疗行业。此外,一个依赖跟踪材料和流程



Epicor 的配置功能,即 Application Studio,使用拖放来设计其 Kinetic ERP 应用,该层位于 app 内部功能之上。(图片由 Epicor 软件公司提供)

的新参与者是石油和天然气行业，在 2010 年墨西哥湾深水地平线石油泄漏事件后，该行业开始更加关注质量。

"我的意思是它在一夜之间翻转了，" Melzer 说。

意想不到的情况

还记得那些创办制造公司的 "一两个人" 吗？如果他们满足于保持小规模，并质疑 ERP 对他们工厂的意义，难道他们就不能用电子表格来解决这些问题吗？ECI 的 Tillman 说，"我们的很多竞争对手用的都是电子表格。"

但是规模小并不意味着你的业务很简单。Epicor 公司的 Hansen 说："小型制造商有可能收入不如大公司，但他们的制造过程同样非常复杂。"

ERP 甚至可能在无意中以意想不到的方式帮助解决人力资源问题。Melzer 说，这可能包括采取一个简单的步骤，用黄色突出显示字段，向用户显示他们必须在屏幕上填写什么信息。他说："如果你所处的行业一直在更换人员，或者人们一直在担任不同的职位，那么填写 '这些领域我们肯定需要填补' 就会有帮助。"

在 Melzer 的另一个例子中，即使当整体生产数字看起来不错的时候，ERP 仍可以帮助识别哪些员工可能需要培训。Melzer 说，这发生在田纳西州汽车行业的一个 Global Shop Solutions 客户的车间内，一夜之间产量提高了 20%。该公司在车间里安装了一个显示器，上面有一个屏



KnowledgeSync 是 ECI 旗下的一家公司的软件，它可以让用户设置警报条件，然后采取相应的行动。(图片由 ECI Software Solutions 公司提供)

幕，可以跟踪每个工人的生产情况。虽然大多数工人的数据都很好，但有一个工人却很费劲。

"接下来发生的是他们去了休息室，其他人说，'这是怎么回事'？" Melzer 说，"如果他们能教他一些东西，当然他们会。工厂前线的办公室不必做任何事情，而且，真的，一夜之间他们就提高了 20% 的产量。"

不辜负他们的声誉

ERP 软件可能有一个复杂和不轻便的名声，但它也提供了自动化的流程和访问。例如，Epicor 有一个嵌入式的维护管理工具，可以让制造商从维护的角度跟踪设备。它可以统计出一台机器生产了多少件，并

在需要维修时发出警报。

工作流程中也会有自动化。Hansen 说："在整个业务中，用户与用户之间会有大量的自动化，例如，一个用户可能正在输入一个报价或订单。然后这项业务流向生产，再流向采购，说 '这是我们需要购买的东西'，然后再流向发票流程以及应付账款。"

Global Shop Solutions 的软件也做了类似的事情。

"我们讨厌双重数据输入，" Melzer 说，"有了一个无缝的 ERP 系统，你就可以把信息放在一段时间内，那么一切都很流畅。它只是让你的生活变得更加轻松。"

Tillman 说，ERP 还能让你的生意更容易做。"如果我是一个客户，ERP 可以帮助我更好地确定交货时间，"他说，"它可以提供在线信息，客户可以登录并看到他的订单状态，以及事情是否在按时进行。它可以主动通知客户他的工作何时完成。"

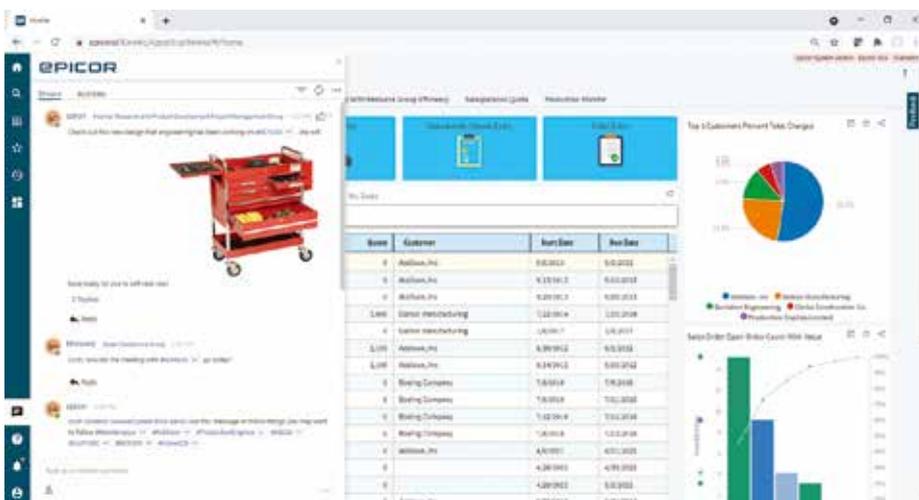
"客户关系管理功能确实让你看到这个人过去买过什么，他们的历史是什么，所以当它们回电时，所有这些信息会在你的指尖。"他继续说，"这在基于纸张的系统中是很难做到的。"

几乎在他们意识到之前，有想法和技术的 "一两个人" 已经变成一个成熟的且业务蒸蒸日上的工厂。

www.ecisolutions.com

www.epicor.com

www.globalshopsolutions.com



Epicor Collaborate 是一个可定制化的信息传递工具。(图片由 Epicor 软件公司提供)

发格自动化

汇聚40年市场与技术积累

为机床自动化提供完整解决方案及全套配置

数控系统

伺服/主轴驱动系统

直线光标尺

角度编码器



FAGOR 
FAGOR AUTOMATION

Open
to your
world

北京：010-84505858 上海：021-63539007
南京：025-83328259 广州：020-86553124

www.fagorautomation.com.cn





空军研究人员和工业界 为大型航空零件精制 AM 工具

Air Force Researchers, Industry Finesse AM Tools for Large Aerospace Parts

一些专家质疑耐用性，而另一些专家则质疑耐用性的价值。

Boeing 公司和机床制造商 Cincinnati 公司与 Oak Ridge National Laboratory 合作，制造了一个机翼修剪工具，创造了“最大的固体 3D 打印物品”的吉尼斯世界纪录。

经过三年的工作，军事研究人员即将完成一个项目，该项目旨在寻找一种更快、更便宜的方法来制造大型航空部件（如机翼和机身蒙皮）的工具。

对于可以高压灭菌的碳纤维增强热塑性材料的大型增材制造（AM）来说，结果看起来不错。与金属相比，研究人员通常看到工具的交付速度快了五倍，工具的价格也便宜了两到三倍。

但是，在该工艺能够进入全面生产之前，问题仍然存在。复合材料工具能否经受住反复高压灭菌的高温？随着时间的推移，由两部分组成并以密封剂连接的 AM 工具的真空完整性能否保持？

“我认为最大的问题是，这些工具的耐用性如何？”空军研究实验室（AFRL）的低成本制造负责人 Craig Neslen 说，“当我将工具暴露在重复的热循环中时，我是

否会失去尺寸精度？它是否仍将保持其适当的形状，如果是这样，我将从该工具中得到多少高质量的零件？”

Neslen 说，实验结果显示，与理论上可以在相同温度下使用“几百次循环”的铝制工具相比，由 Ultem 1010 制成的含有 10% 碳纤维填充物的工具在真空密封袋中经受了 57 次循环，温度为 177 °C (350°F) 和 90 psi (620 kPa)，同时保持 ± 0.020 in (0.508mm) 的尺寸精度。

有限的寿命可能不是破坏交易因素。而是储存和维护一个不经常使用或最终可能不再需要的工具，却需要花费金钱和时间来跟踪和维护。

在其两阶段项目的第一阶段，AFRL 的科学家们发现，他们的工具的铝制版本将花费 14,000 美元，是相同尺寸但由碳

强化 Ultem 1010 制成的工具的两倍多，后者成本为 6,276 美元（见图）。

在制造工具所需的时间方面，铝和纤维增强的 Ultem 工具之间的差异要大得多。铝制工具需要 10 天，而增材制造的聚合物工具需要 11 小时。

AFRL 的 AM 负责人 Mark Benedict 说：“提前交付是必然的。”而且大多数精明的制造商都意识到这是增材制造的最大价值主张之一，您可以在一周或两周内获得产品，而不是可能的六个月到一年。

“另一个注意事项是，很难在第一次进行加工时，就生产出完美无缺的工件。”

在他们研究的第二阶段，AFRL 与 Boeing 公司合作，最初使用 Cincinnati 公司的大幅面增材制造（BAAM）打印机和短切碳纤维增强聚苯硫醚复合材料。

在使用 BAAM 制造了几个中等规模

的工具后，AFRL 和波音公司决定也使用 Thermwood 公司的大规模增材制造垂直层打印技术来评估工具质量。

合作伙伴最初想要一个尺寸为 10x5x2.5 英尺 (305x152x76 厘米) 的机身蒙皮,由短切碳纤维增强聚苯醚制成。然而,他们最终选择了两个 5 英尺长的工具,以便通过它们来验证工具的尺寸稳定性和真空完整性,一个在 350° F (177°C) 下高压灭菌,另一个在 250° F (121°C) 下高压灭菌。

Neslen 说:“除了尺寸精度之外,我们关心的另一个问题是工具在 350° F 下进行三、四或五小时固化的真空完整性。事实证明,对于我们打印的特定工具,Boeing 公司认为他们可以将这些工具与他们所确定的密封胶一起用于他们制造的 75% 以上的(复合材料)部件。”

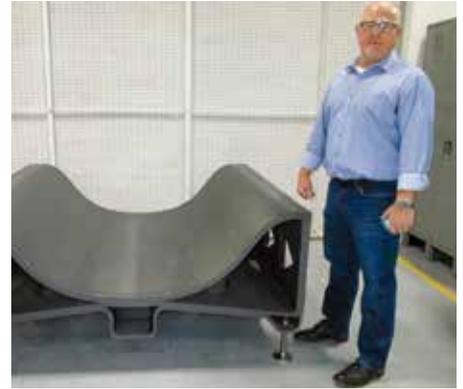
Mike Matlack 是波音公司的材料和工艺工程师,他是该公司的 AFRL 合作的

项目经理,他证实了 Neslen 的估计,理由是复合材料工具的成本显着降低。当他和 AFRL 解决工具的耐久性问题时,该公司正在将该技术用于原型和低产量的零件,“备件和维修,以使机队恢复准备状态,” Matlack 说。

他说:“传统上,在这些原型飞机上,我们需要更快地推向市场,这实际上缩短了我们的工具制造周期。如果该技术证明我们获得了比我们预期更多的使用周期,那么它就可以进入中等规模的生产应用。”

在 Matlack 管理的另一个项目中,Boeing 公司和 Cincinnati 公司与 Oak Ridge National Laboratory 合作,制造了一个机翼修剪工具,获得了最大的固体 3D 打印项目的吉尼斯世界纪录。

如果航空航天业要大规模的采用 AM 来制造大型零件的工具,是否有足够的制造商制造这种类型的 3D 打印机?目前,



Boeing 公司的材料和工艺工程师 Mike Matlack 与空军研究实验室和大型 AM 机器制造商 Thermwood 合作,研究将复合材料的 AM 用于大型航空零件,比如图示部件,它是机身的一部分。

只有少数几家公司在制造它们。

Benedict 说:“我不会说,目前有足够的工业基础能力来生产工具,但是.....市场开始出现。”

3D 打印的热固性复合材料飞机机翼是我们的未来吗?

Is A 3D-printed Thermoset Composite Aircraft Wing in Our Future?

美国政府的一位“热衷于 3D 打印”的材料科学家/聚合物化学家,设计了一种实用的增材制造工艺,用于制造航空级短切碳纤维增强热固性复合材料,并调整材料以获得所需的物理性能。

Lawrence Livermore National Laboratory 的定量聚合物老化和降解实验室主任 James Lewicki 说:“我想说的是,以目前的形式,该项技术适合于大批量的中小型部件——需要轻量化的



Lawrence Livermore National Laboratory 的材料科学家/聚合物化学家 James Lewicki 和他的团队,设计了一种实用的增材制造工艺,用于制造航空级短切碳纤维增强热固性复合材料。

复杂部件——这些难以用传统方法制造。然而,如果你想要展望未来,有很多方法可以让该技术实现大型化。”

Lewicki 的技术使用直接写墨,又称机器人浇铸或机器人材料挤压,在这种情况下,糊状材料从一个微型喷嘴挤压到一个打印平台上,并不依赖固化或干燥的情况下保持其形状。打印机可以控制高纵横比纤维在三个维度上的方向,并通过计算设计优化,可以确定打印部件各层的纤维方向,以达到所需的强度和刚度,以及导热和导电性能,无论是单独还是组合,都优于随机排列的碳纤维。

迄今为止,Lewicki 的打印机打印的最大部件约为 1500 立方厘米(49 英尺 3),该机器最大能够制造约 20,000 立方厘米(656 英尺 3)左右的体积。

目前用类似材料制造中小型部件的方法包括纤维缠绕(用于圆柱形部件)和手糊。大型部件的制造则采用手糊成型、自动纤维铺放和自动丝束铺放。

Lewicki 和他的团队在 2017 年发表在《科学报告》上的一篇文章介绍了他们在

打印机上的早期工作。从那时起,科学家们一直致力于使该技术在制造业中实现规模化。

Lewicki 说“现在我们可以大规模打印复合材料了,这些复合材料在某种程度上是论文中复合材料的后代,其强度与回火 6 0601 铝相当,硬度约为 70%。纤维的体积分数要高得多,复合材料中的缺陷被最小化,零件的复杂性和规模已经远远超出了我们(在论文中)所证实的范围。”

Lewicki 为他的团队和他的打印机制定了更多的扩展目标。

他很好奇他们是否能生产出接近铁合金特性的零件。他认为,整合更长的纤维可能有助于获得一种优于不锈钢机械性能的材料,他说。

Lewicki 说:“我看不出还有什么化学挑战;我认为我们已经解决了这个问题。我看到的是机电一体化和技术集成的挑战——这些挑战还在继续扩大。”

“我很想打印一个飞机机翼,但那是几年后的事,而且需要一个合作伙伴。”

避免代价高昂的缺陷

Avoiding Costly Defects

避免产品缺陷——并快速发现和修复那些已经发生的缺陷——是所有制造商的首要任务。而且，由于产品的复杂性越来越高，它变得越来越困难。这一挑战在航空航天和国防领域尤为突出，因为在这些领域，先进的技术与高度互联的系统、软件以及电气和机械部件必须以无缝的互操作性进行集成。此外，A&D 制造商必须控制其产品线的差异，因为他们试图满足对一系列复杂特性和功能不断升级的需求。

与此同时，当前的经济压力要求在生产效率 and 成本规避方面进行重大改进。“少花钱多办事”是普遍的口号。

传统的工程方法是以产品为中心来设计、生产、维护和改进一个产品线中的产品。在那时，一条产品线只不过是独立开发的单个产品的集合。这种以产品为中心的方法在各个项目团队造成了低效、劳动密集型交互、依赖和重复协调的困境。

由此产生的变体和复杂性管理挑战会阻碍制造商实现关键目标的能力，例如满足严格的产品质量要求，同时实现效率和利润的最大化。基于特征的产品线工程 (PLE) 可以解决这些挑战。

有远见的 A&D 制造商正在摆脱以产

品为中心的工程设计，转而采用基于特征

的 PLE，这使他们能够创建一个跨产品线共享的数字资产“超集”。这些资产配备了产品线中提供的所有功能选项。特征包含在一个目录中，成为组织的“特征真实的单一来源”。通过 PLE，能够在功能清单中为每个产品指定功能，并通过数字资产的自动组装和配置来创建产品实例。

借助 PLE 的单一特征真实来源，整个企业的职能部门就有了一种共同的语言来管理基于特征的产品线——打破运营孤岛并改善沟通、协作和一致性。这种统一的自动化方法消除了手动流程，减少了人为错误和风险，并使 A&D 制造商能够将效率和产品质量提高到新的水平。

PLE 还使发现和修复任何发生的缺陷变得更加容易。例如，在以产品为中心的工程中，工程师使用传统的复制和共享资产的方法是很常见的。当发现一个缺陷时，几乎不可能追踪和修复在整个组织内被复制和共享的所有产品迭代。通过基于特征的 PLE，产品中发现的缺陷可以在资产超集中轻松定位和修复，并且可以自动生成新的无缺陷产品版本。

通过减少开发、交付、维护和改进产



Cathy Martin
Vice President BigLever
Software

品线所需的工程工作量，可以实现成本避免。

例如，假设一项任务影响到四个产品。在以产品为中心的环境中，每个产品团队都会应用该任务。即使每个团队在完成任务时都创造了效率记录，但通过将视角从单个产品转移到整个产品线组合上，就会立即发现同样的工作要做四次而不是一次。

通过基于特征的 PLE，影响四个产品的任务涉及到对共享资产超集、特征目录或产品的特征清单的修改。然后，这项工作可以自动应用于整个产品线。

PLE 延伸到整个工程和运营生命周期，使 A&D 制造商能够实现更高的生产力、质量和产品线的可扩展性，同时减少工程工作量、成本和缺陷。这些优势带来了更多的提案中标，更少的产品召回和更高的利润，以及更多样化的产品线以获得新的市场机会。

无毛刺，无缺陷

No Burrs, No Defects

毛刺可能成为涡轮发动机的一个风险点。传统的制造工艺，如车削、铣削、磨削等，可能会导致形成毛刺和不需要的尖锐边缘。这些意味着存在可能导致材料的破损或裂缝结构薄弱点。这可能会对发动机的安全运行造成潜在危险。

涡轮发动机的功能特性越多，其几何形状就越复杂。这不仅意味着更复杂的生产，而且对质量控制的测量技术也提出了新的要求。尺寸特征，如半径、倒角和断裂边缘，必须以高精度、可追溯和可重复

的方式进行测量。此外，现代制造设施需要自动化、高测量速度以及与现有 IT 环境 (智能制造) 的连接。

特别是高度专业化的部件，如涡轮叶片、涡轮盘或叶盘 (发动机涡轮叶片)，涉及许多计量挑战。这些挑战包括具有陡峭侧面的复杂几何形状，以及有涂层或研磨表面的不同反射特性。后者的表面具有高反射性。

满足这些新的计量要求的方法之一是使用高分辨率的光学 3D 计量。



Christian Janko
General Manager Bruker Alicona

光学计量处于领先地位

光学和非接触式方法的最大优势包括基于面积而不是基于轮廓的表面测量，以及增加了难以通过接触式测量的几何形状

G160

双工位高效蜗杆砂轮磨

双工位工件
更换时间
仅需1.5秒！



G 160 是双工位高效蜗杆砂轮磨齿机。适用于大批量齿轮的高精度高效稳定生产，双工位工件更换时间仅需1.5秒！切削速度80m/s

面向工业4.0的机床软硬件配置，全面对机床各轴状态进行24小时监测并做预估性分析

广泛适用于新能源齿轮产品，各种乘用车变速箱齿轮，发动机齿轮和减速器行星轮的高精度，高效，高稳定性加工



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

的可及性。目前有几种用于表面粗糙度测量和尺寸测量的光学技术。工业计量学中最成熟的技术之一是变焦显微。一个光学系统的小焦距被用来提取表面的深度信息。

这项技术集成了粗糙度测量系统和坐标测量机的功能。这意味着用户只需使用一个光学传感器就可以高精度地测量尺寸、位置、形状和粗糙度。

MTU Aero Engines 公司多年来一直在应用 Bruker Alicona 公司的动变焦技术。在全球各地的 MTU 工厂，总共使用了 15 套系统。自 2017 年以来，cobots 就位，

这是一个结合了高分辨率光学 3D 传感器和协作机械臂的产品线。最小形状偏差的 3D 测量和评估是自动进行的，并符合通用的行业标准，包括 ASME。Cobots 是为多个操作员的使用而设计的。通过程序化的测试程序进行的处理、测量和评估都很容易操作。还可以选择在使用 CAD/CAM 连接的组件的 CAD 文件中定义测量程序。

缺陷测量

缺陷测量是另一个应用领域，航空航天领域在应用光学计量学时可从成本和运

营优势中获益。缺陷的最大深度决定了一个部件是被重复使用、修理还是作为废品处理。使用复制技术、轮廓投影仪和触觉方法进行缺陷测量的传统手工方法是劳动密集型的，无法实现自动化。

通过使用动变焦技术，MTU Aero Engines 公司的速度更快、更准确，并且最重要的是工艺能力。这也是 CAD/CAM 连接的结果。各种各样的零件上的几百个测量位置被自动测量和评估。据 MTU 公司称，这将检测成本降低了 25% 到 50%。

是时候将高超音速武器工业化了

It's Time to Industrialize Hypersonic Weaponry

美国国防部 (DoD) 希望工业界能确保国家在高超音速武器方面的领先地位。这一要求非同小可。围绕着高超音速材料和技术的制造存在着障碍和复杂性，因此该行业需要弄清楚如何可靠地交付所要求的数量，而且价格低廉。这就说明了为什么在过去的十年中只有少数高超音速原型机在美国生产。

但凭借美国制造业的实力，以国防部要求的速度生产数百种高超音速武器是可能的。

关键是设计和建模完全集成的热保护系统时，同时要考虑大批量生产，控制成本和时间。取得成功的基础是拥有正确的技术、机器和工具，能够在复合材料结构上达到高比率。将其与制造先进材料的正确方法和优化生产系统的动力相结合，就有可能创造一个能够满足扩大规模需求的工艺。这看起来像什么。

利用自动化

在制造过程中正确使用自动化，实现了一个灵活敏捷的工艺。制造商需要应用精细调整的航空航天装配工艺，并结合自动化，以利于高超音速生产。

制造、检查和装配过程中的自动化使供应商能够满足高速生产的需求，并且在保持质量的同时降低成本。例如，一个可

以为 CH-53K 直升机机身钻孔和安装紧固件的多位置机器人，大大降低了装配成本。这种成本的降低在低速率和全量生产中都能实现。将相同的原理应用于高超音速技术将获得类似的成功。

为提高效率、优化和降低成本而设计

最显著的成本降低来自于高超音速技术的可制造性和可生产性设计。决定工业化可行性的因素是零件本身是否为低成本制造而设计。将合适的工业化伙伴与建造伙伴在流程中的同一时间点带入团队，可以实现正确的材料选择并影响设计元素。例如，787 设计的乘客地板，包括所有的电气和液压系统，在机身外进行组装，然后使用专门设计的快速连接系统安装到完成的前机身中，这样做更有效率。部署能够提高质量并需要更少工具的技术，可以削减成本和装配时间。

整合工艺

在材料方面，大规模建造时有许多重要的考虑因素。首先必须确定具有最低特性的材料，以使其能够在所需的应用中发挥作用。但是，考虑购买、储存、生产、检查、装配、连接和加工也很重要。而且，工程师必须了解如何处理他们选择的材



Chris Boshers, Director,
Chief Engineer Spirit AeroSystems

料，它在某些环境中的反应和随着时间的推移的老化，以及如何处理其多余的材料。

但是，材料不能被严格地看作是材料或作为独立的子系统来对待；它们正被与某些应用结合起来并为之设计。例如，未来，可能是一个结合了电池或天线或其他配电网的机翼蒙皮。国防机构需要提防孤岛，并推动对整个流程有一个大格局。

正确的时机

随着商业市场受到 COVID-19 的影响，高超音速制造的时机已经成熟。供应商有能力并准备扩大他们的市场，利用多年来在商业方面的专业知识，帮助高超音速生产提升到全面优化。该行业已经具备了正确的条件，可以按时、按预算和按规模交付高超音速武器。

SANDVIK
Coromant

CoroDrill® DS20

真正的创新

可转位刀片钻头，孔深可达 $7 \times DC$

创新型钻体和刀片设计出一个具有卓越的刚度、排屑性能和轻快切削作用的全新钻削概念钻头。

CoroDrill® DS20的钻深可达 $4-7 \times DC$ ，同时还拥有高可靠性、寿命可预测性和出色的效率。借助稳定的高精度模块化钻削接口（MDI），可以进一步改善钻削操作并减少刀具库存。



扫一扫直达
官网了解更多

CAD/CAM 软件改变了 Royell 公司的能力

CAD/CAM Software Works to Transform Royell's Capabilities Aerospace Parts

十几岁的 Jamie Yelle 在他父亲的机械车间里一边扫地，一边做着白日梦。当他清理机器周围的铝屑、锉屑和金属碎片时，他想象着如果他执掌公司会是什么样子。在他看来，对于 1976 年就在 Seattle 附近首先开办专门设备的工厂来说，他们的家族企业前途无量。

后来，作为 Washington State University 的毕业生，Jamie 从他的父亲 Ron 手中接过了公司，并成为了总裁。公司名称 “Royell Manufacturing” 是创始人 Ron Yelle 名字的缩写。

40 年后的今天，Royell 公司仍在不断发展壮大，并从一家小型企业发展成为一级制造商，为商业航空业提供结构部件、套件和组件。在其位于华盛顿州 Everett 市的最先进的设备中，产品由铝、钛和特种合金加工和制造，用于大型商用、区域和商务飞机项目。

Royell 公司方法工程师 David

Parkhurst 说：“从 737、787 一直到新的 777x，我们几乎为所有飞机制造了机门组件、内部组件、机翼和机舱组件。我们还支持空客 A350 机舱和其他 787 重点项目的主要飞机结构企业提供二级服务。”

Royell 公司的商业计划是创新和发展，以领先的制造技术运营，使用精益方法来简化生产，并将车间与行政办公室联系起来。

加工技术的进步是公司成长的必要因素——从最初的零部件供应商和小型子装配产品制造商到复杂航空装配制造商。从立式设备开始，最终过渡到复杂的 5 轴机械，Royell 需要能够满足需求的操作系统。

这就是 CNC Software 的 Mastercam CAD/CAM 软件的用武之地。它改变了 Royell 公司的能力。

Parkhurst 说：“Royell 正在加工一个非常复杂的零件，它应该被加工成 4 轴或 5 轴零件。我们的程序员无法使用我们

当时的 CAM 软件获得加工所需的运动。我们在 2007 年购买了 Mastercam，将我们的加工提升到了另一个水平。那是我们第一次成功地在四轴机床上开发实时旋转刀具路径，从那时起，我们取得了很大进步，推出的第一台 Matsuura MAM72-63V 立式 5 轴机床使我们崭露头角。

Royell 的能力随着其投入使用的机器的进步而增长。

它是最早使用瑞士制造的 STC800X（序列号 001）的 Starrag Machine Tools 的航空航天制造商之一，这是一台卧式五轴铣床，拥有 30,000 转 / 分、160 马力的主轴。

Royell 还采用了德国设计的 Grob G551 和后来的 G751，使其操作从立式 5 轴发展到卧式 5 轴机床。Royell 目前服役中的五轴机床有 13 台之多。

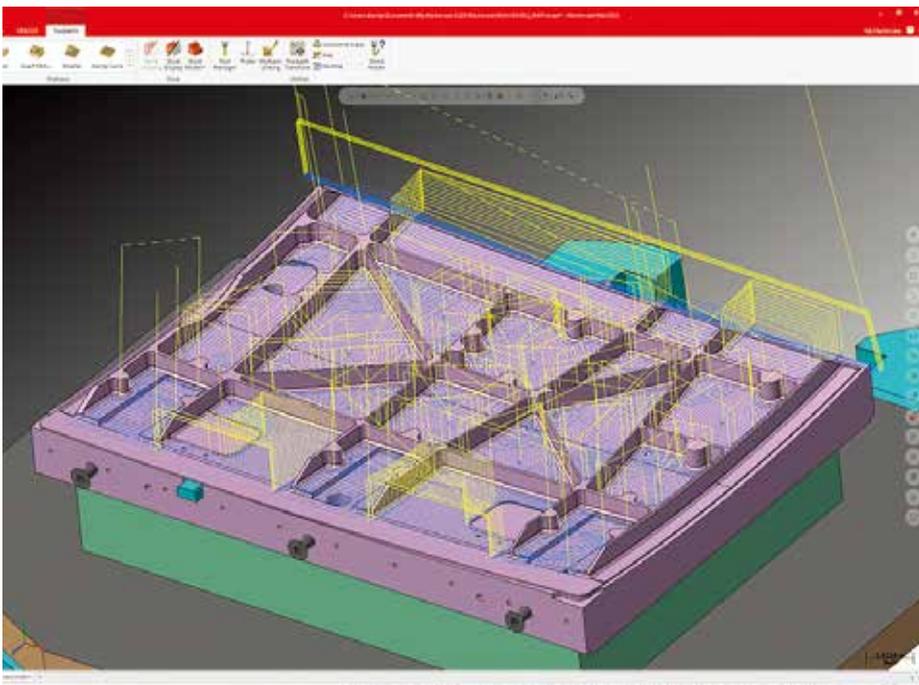
Parkhurst 说：“Grob 机床太不可思议了。虽然他们的两个旋转轴在工作台上，但工作台可以倒置加工。因此，您可以在加工时将零件倒置，切屑会像雨点一样落下。我相信 Royell 是美国西海岸最早拥有 G751 的两家公司之一。”

当开发 5 轴立柱时，Parkhurst 求助于他在 Mastercam 经销商 MCAM Northwest 公司的同事，他们与 Grob 的美国团队密切合作，使该公司能够持续地进行生产。

Parkhurst 解释说，采用 Mastercam 这样先进的 CAD/CAM 软件来控制他们的先进机器，对他们的业务和保持竞争优势至关重要。因为公司总裁 Jamie Yelle 是在机械院长大的，他对在这个行业取得成功和支持 Royell 的客户有一定的了解。公司需要站在行业的最前沿，否则他将在市场竞争中败北。Parkhurst 说：“周期时间很关键，但发布零件也很关键。”

他说，在许多重要方面，CAD/CAM 软件是 Royell 加工零件最关键的工具。

他说：“我们用到了关于 Mastercam



高速动态刀具路径被编程用于该发动机部件的 5 轴加工。



Grob G751 5轴机床在工作台上有两个旋转轴，可以倒置加工像发动机部件这样的零件。

的一切。我们很欣赏该软件的一点是，它是一个一站式的服务。我们可以对我们的立式3轴和卧式4轴以及我们的立式和卧式5轴机床进行编程，同时支持我们的车床和铣床。我们在一个软件中拥有想要的所有功能。”

Royell Manufacturing 公司成功的一个关键组成部分是它所依赖的多样化的人才团队，以保持它的市场领先地位。

对员工进行各种机器的交叉培训是一个战略重点；这种特殊的软件能够实现这一点，这反过来又给 Royell 带来了优势。

它还使公司的举措，如新零件的快速执行和实施变得顺利。

Parkhurst 说：“Mastercam 使我们有能力创建模板文件，使我们的程序员能够成功地完成一些事情，比如专用设备的操作库、针对不同材料和不同机器的刀具库。我们预先建立这些文件，并为程序员准备好这些文件，所以这是一个真正导入模型和应用我们现有数据的谨慎方法的过程。我们认为，我们可以在两周内完成工程设计并将新部件投入生产。在高速机器运动方面，这是不可思议的。”

他说，这种软件对 Royell 来说是有效的，因为它的程序员首先是机械师。他们来自制造车间，首先拥有加工零件的经验，从而了解生产车间的需求。

Parkhurst 说：“他们了解什么是有效的刀具路径和稳定的工艺，所以当他们的



CNC 程序员 Paul Kennedy (坐着) 和 Blake Stone 在对发动机部件上的 2D 高速动态刀具路径进行编程。

开始使用 Mastercam 时，他们真正体会到了它的灵活性。他们学会了加工，然后他们学会了证明，然后他们学会了编程，正因为如此，他们能够自己去证明他们的零件。”

Parkhurst 寻求 Mastercam 经销商 MLC CAD Systems 的帮助来获得培训。MLC CAD 公司的 Jason Koger，本人也是一名机械师，他到车间进行现场指导，面对面进行问答，并展示了该软件 2020 版的最新功能。

Royell 公司的 CNC 程序员 Paul Kennedy 说：“我们越来越多地看到，我们的客户要求更快地加工零件，并在价格上具有竞争力——这意味着在缩短周期时间上具有竞争力。这给工程设计带来了挑战，例如薄壁和具有小角半径的复杂几何形状。Mastercam 在 5 轴加工方面的能力，加上老板投资的设备技术，使我们能够真正探索如何减少工件的夹持。我们已经减少了将零件从一个虎钳转移到夹具，然后从夹具转移到另一个虎钳的过程。Mastercam 的优点在于它有能力做到这一点，具体取决于零件和对它的访问。”

该软件的刀具库有助于 Royell 推动他们的动态刀具路径，以便在难以触及的凹槽中进行快速精密铣削，并在钛等敏感和昂贵的材料中实现以微米为单位的严格公差。

高速刀具路径使 Royell 能够利用动态运动，并保持刀具的最佳啮合角度，或者用 Mastercam 的白话说，就是“径向啮合”。

Parkhurst 说：“最棒的是，当涉及到机械师的最佳实践时，我们的程序员明白，你希望在刀具上有一个一致的啮合角度，因此，当需要清理角落时，我们可以进入我们的操作库，查看我们使用的进给和速度以及切削参数——例如，一个 1/4 英寸的球头立铣刀伸出刀架两英寸——而且我们知道，当我们使用相同的立铣刀刀具路径时，无论我们加工什么几何形状，它都会保持啮合角度。有了 2D 高速刀具路径库，我们知道，如果我们的边界是正确的，我们的毛还是准确的，当我们导入一个模型并想把它粗加工成尺寸时，我们可以快速创建我所需的几何形状，然后点击。该刀具路径将是成功的，而且主轴负载将在整个切割过程中保持不变。”

对于 Parkhurst、Kennedy 和他们在 Royell Manufacturing 公司的同事来说，技术、创新、精度和少年白日梦的结合，不仅仅是制造成堆的铝片。而是要成为一个高瞻远瞩的行业领导者——而不仅仅是看飞机在飞行。

www.mastercam.com

转换为磨削能够提升我的制造工艺吗？

Could Switching to Grinding Help My Manufacturing Process?



超硬电镀产品在刀具的尺寸和形状上具有多样性，如图中 Norton|Saint-Gobain Abrasives 公司的这些产品。

尽管加工中心的发展已使大批量操作的能力得以提高，但仍有一些产品需要磨削。与常规加工相比，磨削具有许多优势，包括更长的刀具寿命，更精细的表面光洁度以及能够更有效地去除难以加工的材料（例如新型陶瓷复合材料和浸渍碳化物的金属合金）的能力。新的磨削技术相对于传统加工有什么好处？在将当前的加工应用转换为磨削时，你需要注意什么？请继续阅读。

传统上，机械加工是一个非常有效的过程，能够快速去除材料。在较大的切削表面和较大的切屑尺寸的驱动下，与磨削加工相比，刀具和工件之间的摩擦相互作用（磨削和犁削）量极小；这减少了对复杂的冷却系统的需求。然而，较大的切屑尺寸可能会对零件的最终表面粗糙度产生

不利影响，通常需要后续的研磨过程才能产生精细的光洁度。磨料颗粒和粘结剂化学成分的最新发展，以及机器和冷却剂喷嘴技术的进步，使磨削应用在新的和难加工的合金上的竞争性甚至超过了加工材料的去除率。再加上能够在同一机器工作台上进行粗磨和精磨的额外优势，磨削已经成为一种具有成本效益的制造手段。

磨削的好处在于，在一个典型的砂轮上有数百个切削点（而在一个典型的铣床或车床上只有几个切削点）。众多的切削点往往会产生较小的切屑，从而改善表面光洁度，并在零件表面产生压缩性残余应力。此外，由于切削点的大量增加，使得砂轮的磨损更加分散、均匀，从而延长了砂轮的使用寿命，减少了刀具的更换。典型的砂轮采用硬质陶瓷或超硬磨料颗粒，

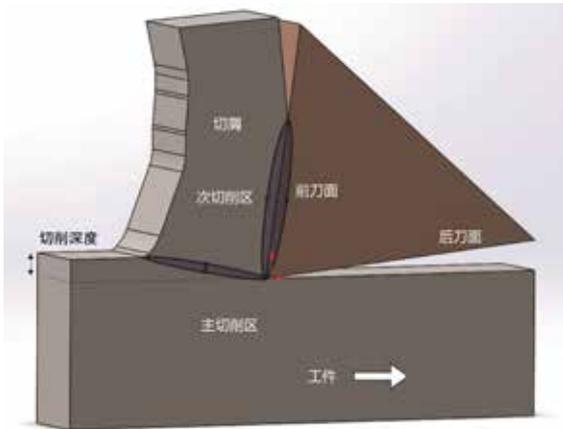
其硬度明显高于市场上的许多加工刀具（尽管陶瓷刀具非常接近）。

将加工工艺转换为磨削

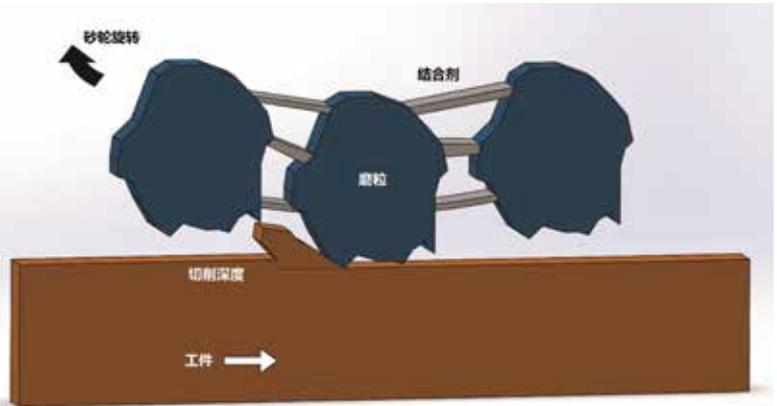
在考虑现有的加工或车削应用是否可以改用磨削的方式进行时，第一步应该是评估工艺限制、痛点和材料。

可以采用磨削解决方案的常见问题包括：

- 我要加工什么材料？目前，难以加工的材料正趋向于更高的产量，通常是由于其性能优于传统材料。这些材料包括陶瓷复合材料、碳纤维、重合金航空金属和一些粉末金属。众所周知，由于它们的高硬度和崩裂的可能性，它们很难加工。在这种情况下，通过磨削，会产生较小的切屑，并使表面处于压缩残余应



机械加工拥有较大的切削表面和较少的切削点，因此与磨削相比，会产生较大尺寸的切屑。这可能会导致加工刀具局部磨损的加快。



磨削时，每个砂轮有数百个切削点，与机械加工相比，产生的切屑尺寸较小。这可以获得更好的表面光洁度和刀具寿命。

力状态，这是一种经济的解决方案。

- 该应用是否需要高去除率和非常精确的形状和表面？通过改变砂轮和 / 或修整，可以改变磨削动作的特性，以达到高去除率或产生良好的光洁度。磨削的优势在于，通常可以使用同一砂轮，或至少使用同一机器系统来完成加工。
- 目前，我是否有一条生产线，在研磨操作之前有一个加工操作？我是否可以将这一过程转移到一台磨床上，以节省地面空间和节拍时间？在高产量的制造业中，节省地面空间是至关重要的，将一个工艺缩短到较少的机器上，可以对工艺的效率产生很大影响。也不需要将零件从一台机器转移到另一台机器，这可以减少总的处理时间。
- 加工过程中的刀具寿命或刀具更换时间是否会影响到生产效率？需要停止更换和重磨切削刀具的操作会导致零件成本增加和频繁停工。使用砂轮可以最大程度地减少停机时间并降低加工成本。这对于新的、难以研磨的合金来说尤其如此。
- 毛刺是问题吗？较大的毛刺来自于较大的切屑。使用砂轮通常可以降低大切屑的产生，从而最大限度地减少对去毛刺加工的需求。
- 零件表面的残余应力会影响形状、功能或返工吗？磨削的一个重要优势是在加工过程中施加到零件表面的压缩残余应力。如果残余应力导致零件在加工后出现扭曲、翘曲或弯曲，研磨是一种很好的方法，可以去除材料，缓解零件中的这些应力。

产品注意事项

对于新工艺，选择磨削平台比常规加工平台具有更多优势，包括更高的刚性、修整能力和精密的冷却剂系统。但是，如果希望对机械设备的现有工艺进行改造，则通常可以通过对冷却液进行一些改进和电镀砂轮来实现，而无需修整即可保持其形状。在这些情况下需要进行的改造主要与将冷却剂系统转化为研磨油有关，研磨油通常针对各种条件进行优化，例如较高的闪点、低泡沫和环境 / 清洁因素。与购买新设备相比，这些都是将现有加工工艺改造成磨削工艺的相对有效的措施。

在这些应用中，电镀砂轮的优势包括：能够电镀几乎任何形状的物体，包括钻头、铣刀、砂轮和中空轴，以及在需要产生关键特征的情况下保持很小的公差（在某些情况下低至 0.0004 英寸）的能力。

实例

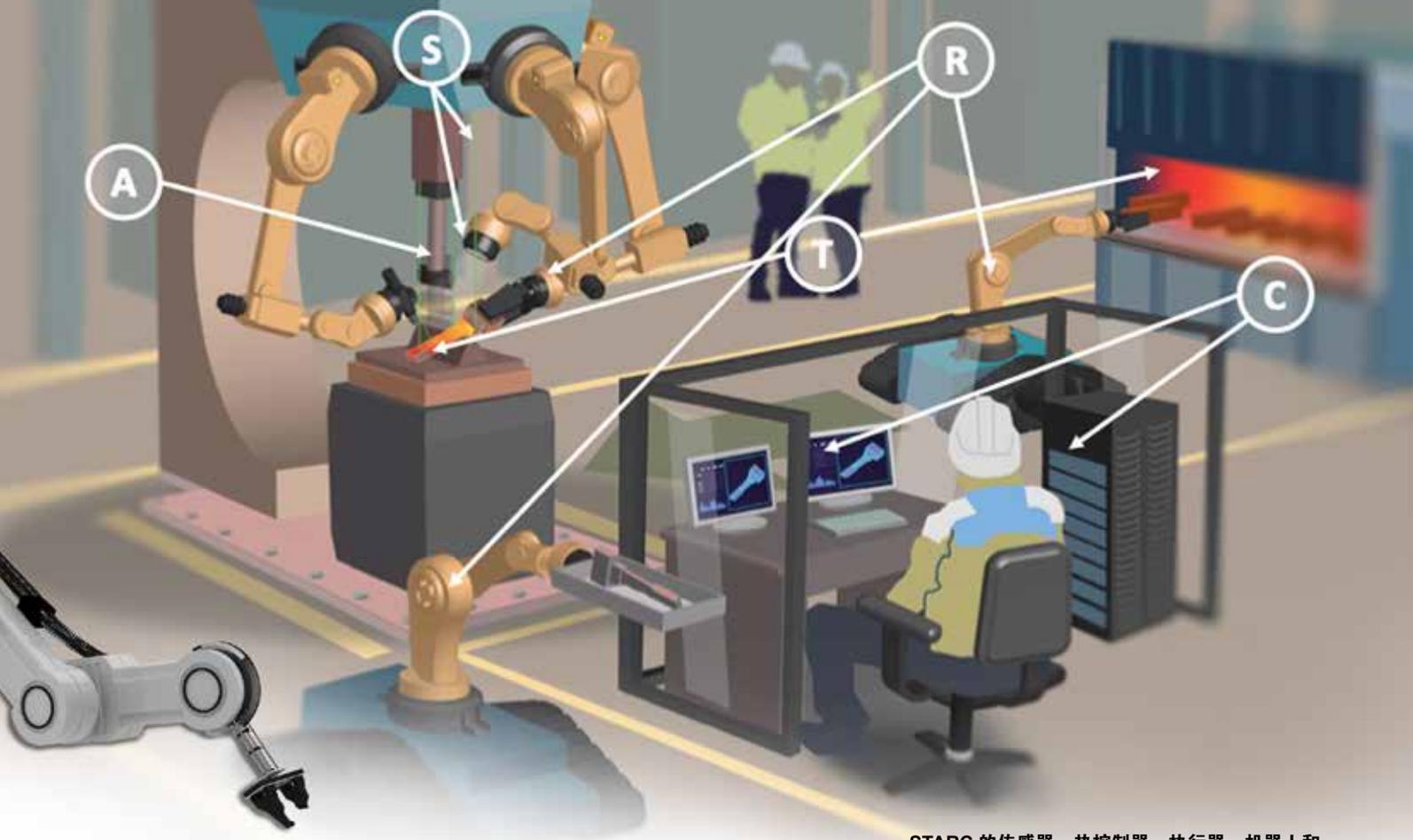
有许多示例可以说明，客户是如何使该机器适应磨削概念，以改善整体工艺并节省成本的。在一个例子中，一家能源公司正在对涡轮机的陶瓷双滚道轴承进行加工。面临的挑战是如何确保在硬化到 65RHC 后的各个滚道是相同的。由于陶瓷刀片在车削过程中的磨损，需要进行大量的零件返工才能使滚道匹配。解决方案是采用电镀砂轮，该砂轮可以同时磨削两个硬化的滚道。由于该砂轮使用的是 cBN 磨料，而且磨损程度非常低且很均匀，所以消除了返工。因此，这使每个零件的总体周期时间从 30 分钟缩短到 11 分钟，每

年为公司节省超过 8 万多美元。

另一个例子是用固体研磨齿轮。通常的做法是在软化状态下铣削或滚齿，然后硬化和研磨最终的表面。有些人采用了先对齿轮进行淬火，然后在一台磨床上用高性能砂轮（如 Norton Xtrimium 或 Quantum）进行粗磨和精磨的方法。一位客户通过采用这种技术，将周期时间缩短了一半。

并非所有的客户都能够修改或购买新的设备，来测试磨削是否是一个好的解决方案，而不是加工。在一个案例中，一位客户利用了一个简单的三轴加工中心上的加工工艺。当使用公差要求严格的小型球磨机运行时，他们遇到了材料撕裂的挑战。他们采取的方法是订购与球磨机尺寸和形状相同的电镀毛坯，用于精加工。这消除了材料的撕裂（由于切屑尺寸较小），并且不需要改变现有的设备即可实施。虽然研磨工具的价格比球磨工具的价格高，但由于没有材料撕裂，大大节省了返工时间的成本，这也是合理的。

许多高性能产业，包括航空航天业在内，已经在下一代磨削单元上进行了巨大的投资，以获取磨削和机械加工能力，以优化工艺。对于那些低混含量、大批量生产的客户来说，利用最新的高性能磨床和砂轮技术可以显示出相对于机械加工的显著改善。但对于许多小型公司来说，这些单元可能不合算，特别是对于高混含量、低产量的设备。在这些情况下，将现有的机械加工工艺转换为使用电镀刀具的磨削工艺，可以在周期时间、降低零件整体成本、延长刀具寿命和零件质量的一致性方面带来巨大的好处。



STARC 的传感器、热控制器、执行器、机器人和计算系统等元素被用于变形制造单元中。

准备好迎接变形制造 Get Ready for Metamorphic Manufacturing

锻造行业的一个新动向被誉为是该行业数字化的第三次浪潮。

支持者们认为，变形制造，也被称为机器人锻造，准备带来更快的上市时间、更少的材料浪费、更多的可用材料、更少的能源使用和更多的控制。

严格来说，锻造技术始于公元前 1500 年至 1000 年左右的铁器时代的到来。但在这之前，锻造、熔炼和锤击金属的技术已经存在了数千年之久。现在，在机器人的帮助下，锻造工艺正在进入工厂，它被誉为是继数控减材加工和增材制造之后的第三波数字制造。

"想象一下，如果一台机器能够像锻造那样，在高温下将金属挤压并弯曲成形状，并且在变形的情况下这样进行操作实

际上能够改善材料的特性，"俄亥俄州立大学冶金工程教授、发展变形制造的领导人 Glenn S. Daehn 说。

变形制造还没有准备好进入黄金发展阶段。但追随者声称这项技术能带来关键性的好处，并且认为该技术能够显示出巨大的前景。这种直接带来的好处是与传统锻造使用相同的材料，但使用机器人系统量身定做的自动化流程能够取代手工流程。

潜在的使用案例包括加快关键锻造件的生产，而这些锻造件是飞机、船舶、汽车和发电厂设备的核心。

Daehn 说，在某些情况下，变形制造可能会取代闭模锻造，这是一个漫长而复

杂的过程，目前许多关键性的模具制造加工往往是在东南亚进行。

而对于涡轮发动机和飞机机身部件的锻造件主要在美国或西欧生产，这主要因为需要达到关键性能要求的质量，美国空军研究实验室与空军快速维护办公室的联络人 Howard Sizak 说。

"Daehn 说："模具不容易进行跨洋运输，沟通不畅或出错会极大地延缓加工进程。"我们设想的未来是，从封闭式模具锻造逐步向机器人控制，使用简单模具的开放式模具锻造方向发展。这可以极大地加快制造第一个部件的时间"。

他说，最引人注目的应用案例是那些

迫切需要少量大型零部件的情况。

Daehn 举了这个例子。“通常情况下，飞机或船舶因为旧的零件由于疲劳或腐蚀而失效而需要一个零件，而你却没有模具来制造这个部件。一两个很难找到的零件可以使飞机停飞好几个月。”

Formlogic 首席执行官 Paul Sutter 说，在现阶段，更快的上市时间是变形制造最吸引人的特点。

他的公司制造精密零件，一开始就实现了数控加工的自动化。该公司现在正在探索在 Daehn 的研究基础上增加机器人进行铁器加工。

“我们发现最大的需求是更快的交货时间，” Sutter 说，他提到了该公司与 130 家制造商之间的探索性通话。“我们把重点放在关键零部件的缩短加工流程上。我们的目标是将交货时间缩短 10 倍——从 30 天到 3 天，从 2 周到 1 天”。

“公司每年在制造金属零件上花费一万亿美元，”他说。“当一个零件坏了，你需要得到一个替代零件，但供应商要等一个星期或更长时间才能交付这个零件。有了变形制造，我们可以做到第二天就能拿到这个零件。”

针对更短的交货时间

投资回报率将部分取决于制造商让机器闲置等待以更换零件中的成本，Sutter 说。

“一个紧急零件的价值是一个紧急零件本身成本的许多倍，”他说，“如果你看一下紧急零件，在两天内而不是要等两周内得到的东西，价格高出大约 3 倍。即使他们多付给我们 3 倍的费用，那也只是他们节省的一小部分。当一条生产线发生故障时，制造商每小时可能会损失 5 万美元，所以恢复生产很重要。他们希望快速得到那个零件。我们可以为这些客户提供服务。”

其他公司预测，通过节省新的模具，类似的交货时间也会缩短。

“现在，对于一家公司来说，要让一个零件由金属板加工而成，我们需要投资于那些能源密集型的模具和重型机械，”Machina Lab 公司首席技术官 Babak Raeisina 说。他的机器人制造与服务公司成立于 2019 年。

“从时间上来说，可能需要 8 到 20 周的时间来制作模具，然后进行试验。这么长的准备时间，对任何公司来说都很难跳进去，特别对于新公司更是如此。而模具的成本取决于零件的复杂性和尺寸，可能是 10 万至 100 万美元。有了我们提供的机器人钣金成型解决方案，如果有人给我们提供 CAD 文件，我们可以在一周内得到零件。”

对新技术的广泛应用想象

Raeisina 和 Sutter 说，在航空航天、汽车、医疗部件以及石油和天然气领域会有很多使用案例。

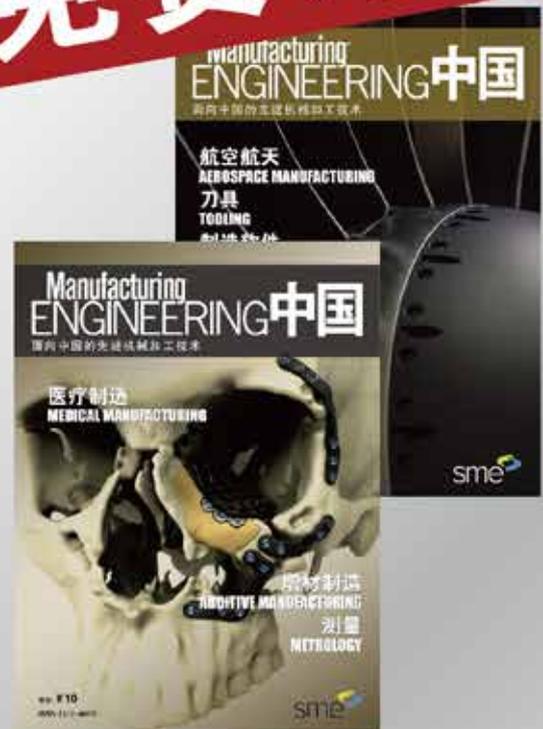
Sizek 说，对美国空军来说，变形制造的一个潜在好处是用来维护现有飞机。

一个潜在的应用是制作大型飞机的蒙皮。

“我们面临的问题是，由于这些系统比较老旧，制造零件的工具和模具可能不是现成的。”他说，“供应商可能已经倒闭了，

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

而工具或模具的交货期很长，无疑增加了大量的加工时间。这将使我们有机会在没有所有模具的情况下更快地做事情。”

Sutter 说，由于加工过程一锻造一保持不变，制造商更有可能对它的加工效果产生信心。

“真正强大的是，机器人式锻造是基于一种传统工艺。即使你在做机器人锻造，它仍然是锻造，”他说，“不同的是，你可以更快地转动它，使它更加灵活。说到底，冶金工艺是一样的，这对客户来说很重要。他们想要的是有效的东西：久经考验的东西。”

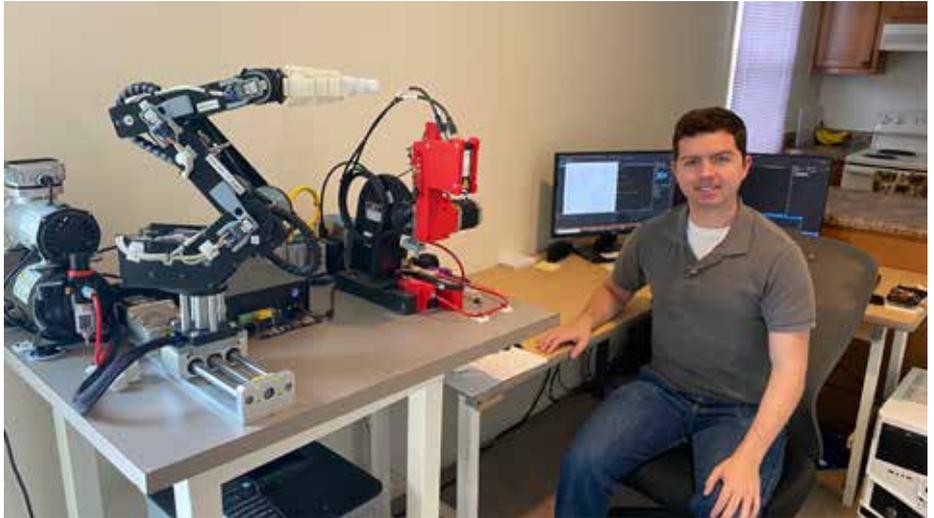
Sutter 说：“3D 打印的整个想法一直是，‘传统工艺缓慢而复杂。让我们投资于像 3D 打印这样的新工艺’。我们的方法是，‘旧的工艺都是有效的，但它们又慢又贵’。

“我们的重点是使用传统工艺，在自主制造的基础上有更好的交货时间。让我们用机器学习和机器人把它们自动化。我们的目标是加快各种业务的交付时间。”

注意到全球供应链的依赖性

Daehn 说，变形制造可以帮助美国减少对全球供应链的依赖。

“在美国，我们一直引领着机床行业的发展，”他说，“而越来越多的东西已经



Brian Thurston 是俄亥俄州的一名研究生，他与 Glenn Daehn 一起工作，在病毒大流行的最初几个月，他把他的变形制造研究搬到了他的餐桌上。

转移到海外。我们已经到了这样的境地：如果我们的全球供应链被关闭，我们就有麻烦。如果我们不能制造我们需要的东西，我们会把自己置于一个不稳定的位置。变形制造使我们有机会将下一代设备放在美国，因此我们可以在危机时刻制造我们需要的东西。

现代制造业的供应链通常是多方面的，涉及许多利益相关者。

Raesisinia 说，使用机器人制造的制造

商将能够取代多方面的供应链，不仅在一个设施内，而且在一个变形制造系统内整合其整个过程。

他说，拥有一个漫长性、分散性供应链可以促成安全和可靠性问题。“如果有任何问题，如地缘政治问题或自然灾害，就很难获得你需要的材料或产品。一个节点将影响整个供应链。”

“当我们与小型制造商交谈时，他们受 COVID 情况的影响更大，”Raesisinia 说，“他们的很多业务都外包给了中国。当中国的工厂关闭时，他们的业务受到了直接影响。

“有我们这样的机器人系统在，他们根本不会受到影响。你可以通过内置式控制最小化人员数量，尽量减少人工干预。这样，你就不会依赖从国外运来的零件，而生产可以继续。”

他说，例如，在制作车身面板时，冲压、修剪、连接和折边等工序一般在汽车厂内的不同工位进行。

“将这些操作或节点中的多项集中在一起，可以缩短交货时间。Raesisinia 说，你可以制造零件，折断零件，有多个零件并能连接它们——所有这些都集中在一个机器人单元内。”相对于多个操作 / 节点，你的操作集中在一个单一节点上。”

据说零件质量得到了改善

Sutter 和 Raesisinia 说，零件质量也会更好。

Raesisinia 说，集成到变形制造系统中



在俄亥俄州立大学卓越设计与制造中心的人工智能制造系统实验室，Glenn Daehn 介绍了金属成型与机器人技术的整合。

的传感器意味着质量控制在零件制造过程中实时发生。

"你不需要一个单独的质量控制系统；这个系统就是你的质量控制系统，"他说，"你不必等到过程结束后再丢弃那些不符合你的质量控制标准的部件。你还可以根据你从传感器得到的反馈实时调整工艺。"

Sutter 说，在进行第一次切割之前，该零件已被完全验证。"由于可重复性，我们可以获得更高的质量和更好的精度。对我们来说，关键是我们首先对整个过程进行模拟。我们可以模拟一切以确保它能够工作，然后我们第一次就把它做对，这就是为什么它更快。"

Raeisia 说，使用传统的金属板制造技术，30%的金属板可能被浪费或进行回收。

"有了变形制造，你就有能力对过程进行更高的局部控制和实时监测。"他说，"废品废料减少了。对于我们的金属成型工艺，通常我们可以使用比冲压等工艺少 10% 的坯料。"

挑战依然存在

Sizek 说，虽然空军对这项技术有兴趣，但空军还没有采用变形制造技术——在更多问题得到解决之前，可能不会采用。

"计算将在其中发挥巨大作用，"他说，"你不仅要能够预测你需要制造零件的加工路径，而且当它从模具上下来时，要对它的形状、配合和功能进行一些预测：比如你要做热处理，可能会发生什么，如果你得到零件变形该怎么办？当零件的性能与你想象的不太一样时，你需要能够对其进行调整。了解材料对这些过程的反应和材料在使用中的性能，对发挥这项技术的作用都非常重要。"

与其他最近的制造技术发展一样，机器人锻造也需要即插即用。

而到目前为止，情况并非如此。

Raeisia 说，例如，仅传感器所需的技术知识就可能需要一位专家前来培训员工。"他说，"有时，这确实是个障碍。在紧张的时间线内，你没有这种奢侈时间来

进行培训，这些系统需要开箱即用。"

另一个需要更多关注的领域是标准，Daehn 说。"我们应该比现在花更多时间在标准上。我们不是要认证一个确切的过程，而是要认证一个系统。现在，我们有很多资源来做这项工作。我们一直在寻找资源来加速技术的采用。"

需要更准确地进行建模，以确保制造商获得模型正是他们所要的材料。他说："建模后还是要验证，并且时不时地，模型可能会错过一些在现实生活中存在的东西。"

Raeisia 说，计算机硬件和软件都需要改进，以便可以实时使用计算进行控制。"我们知道如何测量温度，但我们需要知道如何在操作区域、局部区域快速测量温度，"他说，并提供了一个例子。"这不是一项科学挑战而且是一项工程挑战。"

"算法已经出来了，"他说，"剩下的唯一工作是将机器学习与硬件和模拟相结合，这是我们目前在 Machina 实验室正在做的事情。"



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!

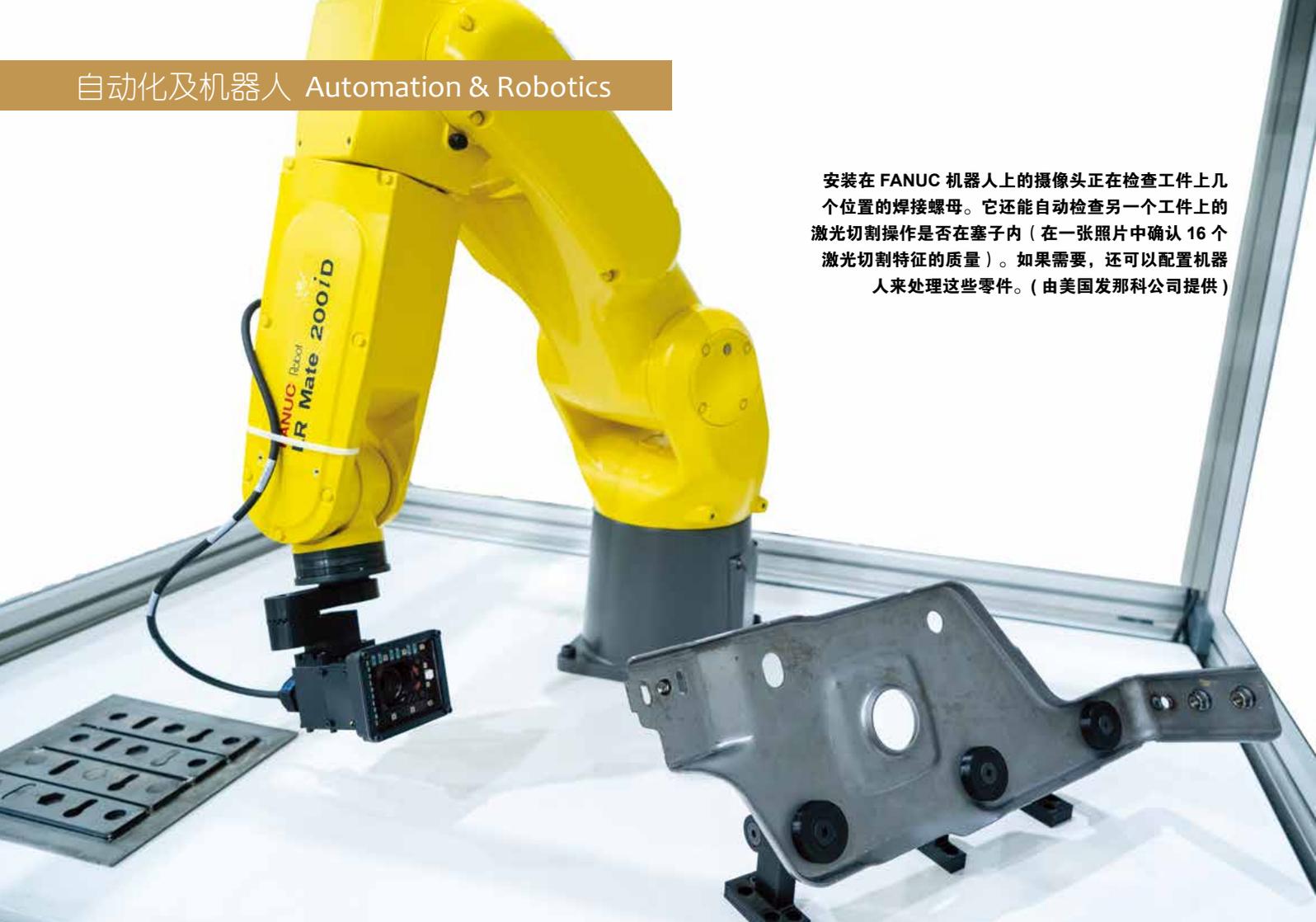
智能化工厂的要求其实很简单：智能化的刀具柜、刀具测量仪和刀具管理软件，并由 z.One 统一的中央数据库将其连接。这样的组合让您不仅可以直接获取存储位置、零件列表及刀具组装助手软件等相关信息，还可在刀具测量仪上立刻对刀具进行测量。拥有卓勒，实现工业 4.0 变得如此简单!

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®



安装在 FANUC 机器人上的摄像头正在检查工件上几个位置的焊接螺母。它还能自动检查另一个工件上的激光切割操作是否在塞子内（在一张照片中确认 16 个激光切割特征的质量）。如果需要，还可以配置机器人来处理这些零件。（由美国发那科公司提供）

机器人掌握新能力 Robots Grab New Capabilities

随着机器人进入机械车间，用户发现它们可以从事许多新工作。

自动化仍然是制造业的重点——这是由于这些明显的原因——机器人供应商持续推出令人印象深刻的新功能。马萨诸塞州 Sudbury 的 Methods Machine Tools 公司机器人自动化经理 Zach Spencer 说，“现在最令人激动的是这种协作机器人。协作机器人是创新性的自动化系统，其开辟了新的加工选择以增加你的投资回报。一些客户在不到三个月的时间里就收回了协作机器人的费用”。

Spencer 补充说，协作机器人之所以受欢迎，很大程度上是因为它们可以以直观的方式进行编程。“你可以手动拖动机器人，并在示教器中创建一个设定点，而不是通过

示教器对机器人进行编程以移动到一个特定的点上，然后你可以把机器人拖到下一个位置，并指定第二个设定点。这就是协作机器人可以提供更好的技术之一。”

协作机器人制造商还利于与第三方配件进行集成，包括那些特殊夹具、视觉系统、焊接头和操作软件，这彻底改变了自动化。总部位于密歇根州 Arbor 市的 Universal Robots 公司是这一领域的领导者，其 UR+ 计划中有 300 多种产品，还有数百种产品正在开发中。应用高级经理 Joe Campbell 称 UR+ 是“通用机器人的应用商店”。我们让开发者能够深入访问我们的操作系统中，因此他们可以开发软

件。然后我们对其进行验证、测试和认证”。

高级箱中捡选功能

机器人从箱中拾取方向随机的零件的能力并不是什么新鲜事。但像 Universal Robots 这样的供应商使这种系统更容易实现。Campbell 解释说，在过去，你必须花几周时间来编写代码，以涵盖在这种情况下出现的所有不同场景。但 UR 公司的 ActiNav 解决方案已经包含了“一大块经过长期开发的代码，剥离了传统上需要的所有编程，以定义如何从取货地点到放货地点的方式。有了 ActiNav，你可以告诉它这个零件……告诉它放下的位置，……定

义箱体位置，基本上是用四个点位以及空间中的任何其他障碍来控制它。然后，系统将完全规划出机器人路径和轨迹，从它确定的任何取件点到放置点，而不需要定制程序。”

Campbell 补充说，向 ActiNav 的“工件示教”功能就像导入工件的 CAD 文件一样简单，通过该功能可以指定机器人抓取的工件表面。工件不必太简单，只需有“能让你获得准确抓取的表面。这是很直接的方式。我见过一些人把一个系统内从未处理过的全新零件，在大约两个小时内就可以安装完毕。”更重要的是，Campbell 说，与通常与随机物料拣选相关的电子商务解决方案不同，ActiNav 能够达到足够精确度，可以自动加载机床。

正如你可能已经猜到的那样，ActiNav 需要一个三维视觉系统，以便为每次取货时确定协作机器人的操作方向。在这种情况下，它依靠于 UR+ 合作伙伴斯洛伐克 Bratislava 的 Photoneo 公司开发的一个传感器。Campbell 说，该装置安装在物料箱上方，几乎瞬间就能生成详细的图像。该系统每次扫描可捕获 320 万个三维点数据使得决定和装载时间也可以同样快速，Campbell 认为周期约为 30 秒的工作是最适合该产品的处理周期。这对一个操作人员来说太快了，他需要同时照顾到多台机器，但这却在 ActiNav 的处理时间内。如果时间远远快于 30 秒，ActiNav 会放缓设备的操作周期。当然，在其他一些情况下，你会很乐意接受这种较慢的周期，例如，



尽管这些锻造的铝制焊炬体排列随意，几何形状复杂，但 FANUC 的 iRVision 系统能够确定机器人的方向，并将它们从物料箱中取出，然后装入 RoboDrill 进行加工。（由 Methods Machine Tools 公司提供）

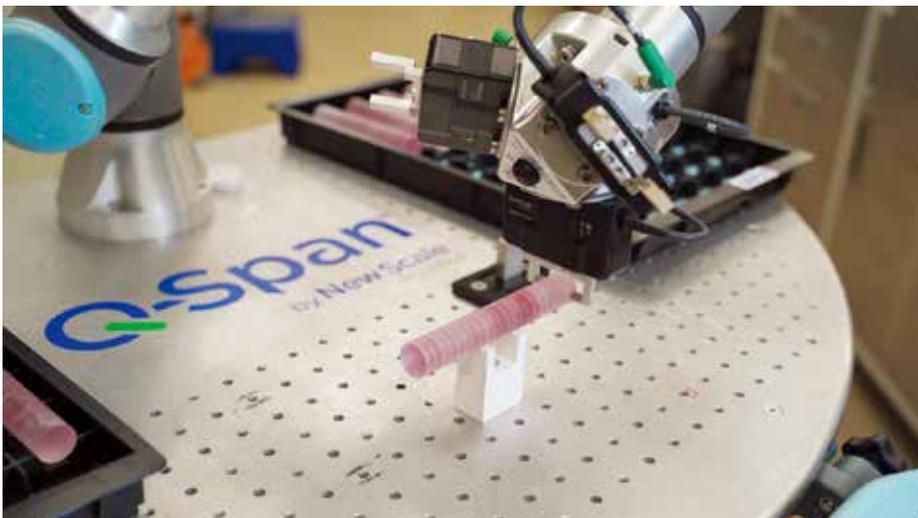
将原本没有生产力的夜班实现自动化。

智能物料箱的拣选功能并不局限于机器人中，Methods Machine Tools 公司的 Spencer 提供了一个真实的例子，FANUC 机器人从物料箱中抓取出锻造的铝制焊炬体，并将其装入 FANUC RoboDrill 进行加工。其关键是 FANUC 的 iRVision 系统，它能给每个料仓中的物体创建了一个 3D 点云。”而这些信息与机器人相关，所以它知道从哪个角度接近零件，以便能够准确地把它挑出来。”

Spencer 指出，锻造会在两个模具相遇的地方产生一条分界线，而这条分界线并不总是在同一个地方。零件的复杂轮廓特征则是另一个挑战。但像 ActiNav 一样，

“当你把三维模型上传到软件中，然后告诉它这就是我们要找的形状，”Spencer 解释说。“FANUC 的软件能够考虑到这些尺寸的变化，而且它在让你对这些变化设置限制方面非常出色。”制造商 Midwest 将这些焊炬体从原来的手工装载巨大的旋转传输机变成现在由两个机器人所服务的四个 RoboDrill 自动化单元，因此，他们现在生产的零件“产量提高了，正常运行时间增加了，废品率也比以前采用的传送机低得多”。

最近一个与 Spencer 说到的例子是将建筑设备的大型车轴从木质滑板上自动装入热处理装置中，然后再装入到加工机器上。这些车轴的长度、直径和重量各不相同（从大约 200 磅到 500 磅），而且批量很小，甚至木质滑板的高度也不同，Spencer 补充说。Methods 公司创建了一个系统，使操作员能够简单地将一个 4×4'（1.22×1.22 米）的不同车轴托盘——所有的车轴都垂直站立，法兰面朝下这种方式——采用叉车搬进单元内。然后，FANUC 软件和二维视觉摄像机，以侧视图为导向，确定机械手需要在多大的位置上抓取每个零件，而高空摄像机则确定地板上的正确位置（在 X 和 Y 方向）。Spencer 说垂直定位是“最大的技术改进。……实际上能够用机器人拍摄照片并从照片上进行测量，这是一项重大改进”。



除了处理零件外，New Scale Robotics 公司的这种新型机械手还可作为高精度卡尺，其测量精确度在 2.5μm 以内，可用于加工中的测量。（由环球机器人公司提供）

另一些视觉系统的提升

在 Campbell 看来，ActiNav 是当今

机器人技术如何向用户“隐藏令人难以置信的复杂”技术的一个例子。同样，位于芬兰坦佩雷和俄亥俄州西切斯特的 Fastems Oy AB 公司解决方案销售总监 Mika Laitinen 谈到，用摄像头捕捉 X 和 Y 坐标的任务看似简单，但实际上可能需要先进的成像算法。例如，他指出美国相机制造商 Cognex，其最新发布智能相机使用了“神经网络计算的某些成像算法”。他补充说，这样的系统把以前像光学字符阅读这样的困难任务变成了一种通用的、强大的能力。这些系统的计算能力正在提高，以至于“人工智能不是一个独立于机器人技术的话题。……如今，人工智能越来越多地被嵌入到智能传感器和智能摄像系统当中”。

位于密歇根州 Rochester Hills 的美国发那科公司一般工业和汽车部门的工程经理 David Bruce 说，该公司的 iRVision 系统具有内置的人工智能（AI）防错功能，“无需任何额外的硬件”。iRVision 的特点是基于二维或三维机器视觉的机器人引导功能，以及“发那科高度可靠的机器人控制器”能够同时处理机器人的运动和“视觉处理“操作”，同时也包括 AI 防错功能。

“由于 iRVision 并不使用 PC 或智能摄像机，它不会对工作单元的可靠性产生负面影响，”Bruce 继续说。“通过向其提供好零件和坏零件的多个例子，人工智能防错工具可以在生产运行中对两者进行区分。在设置过程中，操作员可以提出多个



在这张照片中，Universal Robots 公司的 ActiNav 3D 传感器在料仓上方扫描要拣选的零件，并向控制器发送 3D 点云图像，后者计算出拣选坐标和机器人路径。（由环球机器人公司提供）

工件的例子，并将它们分为两类——好的和坏的。一旦操作员对图像进行分类，人工智能防错功能就会在生产运行期间自动对零件进行分类”。

Fastems 公司的 Laitinen 推测，LiDAR（光探测和测距）技术将最终将取代立体视觉系统（即使用多个相机在 X、Y 和 Z 方向进行测量）。“二维摄像头很小，很方便，而且很容易放在你想放的任何地方。你可以把它们藏在机器人的手腕里，获得所有的信息。但如果你想使用三维视觉，那么设备就得大得多，可能包括额外

的激光轮廓扫描仪或用于测量第三坐标的任何技术”。

相反，他说，LiDAR 装置看起来与二维摄像机没有什么不同，但却能捕获三维数据。（Laitinen 特别提到了来自德国 Waldkirch 的和明尼苏达州明尼阿波利斯的 SICK AG 公司传感器。Fastems 公司还没有推出这样的系统，但已经与几个客户进行了可行性研究。

新机器人的计量能力

使用机器人来指导 CMM 或测量仪器既不令人惊讶也不新鲜，但使用机器人的抓手来实际进行测量才是令人惊讶的地方。Campbell 说，纽约州 Victor 的 New Scale Robotics 公司是一家 UR+ 供应商，已经开发出一种抓手，除了拾取和放置功能外，还可以作为高精度的卡尺，其精度在 2.5 微米以内。

Campbell 说用户“既可以拿起零件，在抓取零件的同时记录测量结果，也可以用夹钳在零件上进行微测，这可以在获得零件、拿起零件和移动零件之前测试多个位置。这是一个很好的将计量过程直接嵌入到制造过程中的例子”。

New Scale 技术公司的一个部门 New Scale Robotics 将高精度机械手与 Universal Robots 公司的 UR3e 机器人进行配对，创建了 Q-Span 工作站。他们的一个客户，纽约州安大略市的 OptiPro 系



Fastems 公司的控制软件可以处理多项工作并扼门小质量检查，在不停止生产的情况下根据需要重新安排零件。（由 Fastems 公司提供）

统公司，使用 Q-Span 对从其 OptiSonic 研磨机出来的光学玻璃圆柱体进行 100% 的在线检测。通过检测的部件会被送到 CMM 进行最终验证。据制造商称，这不仅消除了该公司以前进行手工检查的需要，而且 Q-Span 的精确度是手工卡尺的四倍，从而使制造过程得到更严格的控制，减少了废品。Campbell 说，New Scale 抓取器还能在一个周期内完成人类需要六步才能完成的工作。此外，OptiPro 公司可以用同一套夹钳处理各种零件。

来自机器人的数据

Laitinen 观察到，收集机器人运动和健康方面的伺服数据也有两个重要的好处。首先是能够预测性维护趋势的研究能力，FANUC 的 ZDT（零停机时间）程序就是一个明显的例子。第二个是与质量控制有关的，“收集特定应用的过程数据并将其分配给上层控制软件中”。这适用于机器人直接作用于工件时的应用，而不是对机器人进行监管。

Laitinen 说，航空航天业为以这种方式使用机器人提供了很好的例子——例如，对涡轮机部件进行精加工和抛光（一种使金属光滑或平整的精加工技术），以及使用机器人伺服数据来控制过程。“他说：“航空航天业的人们明白，与其制造零件并事后检查质量，不如努力控制过程。这导致了对零件如何制造和所有关键性能变量的理解，以及这些数值在制造过程中如何变化。做得好的话，他们会利用这些数据来进行实时修正，或者在必要时，在生产任何坏零件之前，自动将一个机器人下线，并将工作重新安排给其他单位。

“这一直是 Fastems 公司在航空航天业的成功案例。我们的控制软件可以在不停止生产的情况下适应生产线的这类变化”。他补充说，COVID-19 疫情迫使该公司寻找商业航空以外的客户，并将这种关于“对过程测量而不是对零件测量”的理念带给新客户。

合作式机器人

长期以来，一些自动化生产线要求一个机器人将一个零件交付给另一个机器人。而在焊接中，有时会出现这样的情况：一个多轴机器人拿着零件，另一个机器人移动焊枪，两个机器人在同一个控制装置的指挥下进行操作。但几个机器人移动同一个零件的情况则相对罕见。Fastems 公司最近在美国安装了这样一个系统。这些零件是直径达 2.4 米的巨环，有不同的厚度和重量。Laitinen 解释说，如果用一个机器人来提升它们，就需要一个非常大的、昂贵的三点式抓手，更不用说一个非常大的机器人了，“而且可及性也会非常困难。

“因此，取而代之的是，我们在同一条长的线性轨道上使用两个机器人与机床、清洗站等的生产线平行。这些机器人就像一个双臂机器人一样进行移动，”他说。“这是由一个机器人控制器控制的，两个机器人都由一个程序发出指令”。所有的取放任务都是通过简单的双指抓手完成的，它从两端抓住零件，同时将其抬起，然后进行移动。

www.fanucamerica.com

www.fastems.com

www.methodsmachine.com

www.universal-robots.com

精确的。

有力的。

生产性的。

kapp-niles.com

FuMaTech
大厅 11 | 展位 D11



KAPP NILES

precision for motion



桥式机床通常比 C 型架机器需要更大的占地面积，同时有更高的高度空间。
(图片由 Hurco 提供)

成功之桥 A Bridge to Success

你认为桥式加工中心只适用于巨大的零件？这已经是历史了。现在，这些刚性的、高精度的数控机床能满足一系列的尺寸和配置需求。

就像建筑师会根据买方的需求和预算设计房屋一样，机床制造商也是根据客户的喜好生产设备。但是，如果一台立式加工中心只是（VMC）在铣削和钻孔方面做得不错，价格符合今年的 CAPEX 预算，并且适合通过验收，那么并不一定意味着它能提供最好的加工结果。

什么是最重要的？可预测的零件质量和机床结构所决定的最大金属去除率。是的，任何一件数控设备的最佳性能都取决于使用高质量的主轴、伺服电机和其他机电部件，就像它取决于严格的加工装配和测试要求一样。但是，对于任何顶级的 VMC 来说，首先确定的应该是它的运动结构，对于大多数买家来说，这往往归结为一个基本的选择：是选择龙门式？移动桥式？还是双立柱式？

迟点再见

那么有什么区别呢？总部设在印第安纳波利斯的 Hurco 北美公司和 Takumi 美国公司的全国销售经理 Scott Camloh 解释说，桥式和双立柱式铣床都有一个完全固定的 Y 轴。前者通常由一个整体的倒 U 形铸件组成，其顶部安装在 Y 轴导轨系统和主轴头上。由于尺寸较大，双立柱机床使用三个独立的铸件来形成 U 形，但提供相同的支撑水平。

通常，这个组件都通过螺栓连接到一个宽敞但相对较短的底座铸件（非焊接）上，负责在一对 X 轴导轨上承载工作台。这种安排提供了大型重型工作台负载所需的稳定性和刚性，而较重的铸件则吸收了高速移动和切割的惯性。

“单件式 Y 轴结构还带来了能够吸收切割振动的质量，增加了整个机器的刚性。” Camloh 说，“此外，与机器基座的双重接触——即倒 U 型的‘腿部’——有助于消除 Y 轴的俯仰误差，

并减少机器调平不当或地基不稳定的影响。而且，由于X轴的全部行程都在底座铸件的支撑范围内，因此不会产生C型框架机器常见的无支撑工作台悬空现象。”

另一方面，典型的C型框架VMC由三个铸铁部件组成：机床底座、垂直支柱和主轴头。工作台位于堆叠的X轴和Y轴之上，其纵向行程与横向行程的比例通常为2:1或更高。这种安排意味着工作台会延伸到X轴的支撑结构之外，从而导致悬空和“垂头”。同样，主轴中心线到支撑结构的距离通常与Y轴行程一样长，这导致它更容易发生热变形。

Camloh补充说，由于桥式加工中心具有更大的刚性和热稳定性，因此在加工需要严格的公差、出色的表面光洁度或两者兼而有之的零件时，它通常优于类似规模的C型框架VMC。它们在高速加工应用中也相当有效。“对于模具加工、航空航天部件，甚至是医疗部件，桥式铣床或像我们的BX系列这样的龙门式机床通常是最佳选择，特别是对于硬化钢和超级合金等更具挑战性的材料。”

价格适中

考虑到Camloh和本文引用的其他几个消息来源代表了两种设备风格，他们的观点可能看起来令人惊讶。然而，大多数



这台Okuma GENOS M560V，去掉了金属板和控制器，向人们展示了立式加工中心的桥式结构。（图片由Okuma美国公司提供）



一些机床厂主说，在体验了桥式铣床改进的人机工程学、较低的维护成本和整体刚性之后，他们再也不会回过头来重新选择C型框架机床了，图中Absolute Machine Tools的这台Johnford机床就是一个例子。（图片由Absolute提供）

机床专家，即使是那些销售了大量C型架机床的专家，都认为桥式结构：a)更精确、更坚固；b)占用更少的地面空间；c)能够提供更高的刀具寿命、零件质量和金属去除率。那么，为什么C型框架加工中心如此受欢迎，尤其是在刚刚起步的工厂中？答案只有一个：价格。

位于北卡罗来纳州Charlotte市的Okuma美国公司加工中心产品专家Errol Burrell说：“这比任何其他因素都重要，这就是为什么C型架机床有这么大的市场。然而，更重要的是要认识到，当你在选购一台VMC，并选装了所有必要选配时，其价格往往与桥式机床的价格不遑多让。”

不过，对于资金有限的企业家来说，在前期VMC非常适合作为入门，这就是为什么许多工厂开始时使用他们能够负担得起的机床，然后随着他们的业务和收入的增长，

再对其功能进行慢慢升级。Burrell开玩笑说：“你现在开的车也不是18岁那辆了，对吗？”他还说，一旦将C型架机床升级成移动桥式，那他们就断无降级的可能了。

他说：“有许多客户用我们的GENOS M560-V机床换掉了商品级的C型机床。在每个案例中，他们都看到了刀具寿命、零件质量和金属去除率的提高。然而，与之同样重要的是机器的正常运行时间。由于C型框架的刚性通常低于桥式或双柱式机床，它们会有更多的磨损，特别是在较重型的切割和持续的高进给率下。其结果会导致维护成本的增加”

持续运转

Klaus Miller也看到了同样的事情。他是位于俄亥俄州Lorain的Absolute Machine Tools公司的销售副总裁。该公司是Johnford品牌数控机床的经销商。他指出，C型框架机器中较高的振动水平，对刀具寿命、主轴轴承和其他移动部件都会造成严重破坏。“我认为大多数人没有认识到这一点。他们试图采取与桥式铣床相同的切削深度和进给率，而桥式铣床可以承受更大的切削力。正因为如此，我们发现在标准的C型框架式VMC上的维护工作要比在桥式铣床上多得多。”

Miller也有自己的客户成功故事可以分享，包括俄亥俄州Dayton市的一家，

拥有十几台C型立式机床的加工厂。他说：“该工厂的老板在最近的一次销售电话中告诉我，在投资了 Johnford DMC-2100H 加工中心后，他再也不会购买其他的加工中心了。从人机工程学、维护成本和整体刚性的角度来看，其他加工中心根本没有可比性。”

Miller 列出了与 Hurco 和 Okuma 公司一样的桥式机床的优点，并增加了一些独到的观点。其中之一就是该机床具有卓越的排屑功能，这个看似微小的细节可以消除工人每周铲削和清洁的时间。他说，桥式机床也更灵活，因为操作员可以将零件安装在工作台的任何地方，而且仍然可以方便地进行操作。他还声称，一些C型架机器的占地面积比同等规模的桥式铣床大40%，占用了宝贵的地面空间。

令人惊讶的是，这最后一点有助于缩小这两种机器之间的价格差距。Miller 说：“C型架 VMC 的海运集装箱相当宽，由于最近海运费的增加，这意味着其运输成本相比双立柱机器高了许多。事实上，这是我们有史以来第一次开始订购小型 DMC 系列机器，如 DMC 1200H 和 1500H。这不但是因为更有竞争力的价格，更是因为越来越多的商店看到了桥式机器的闪光点。”

顽固分子

现在，镗床的市场份额也受到了侵蚀。长期以来，工厂中都在用这些大型卧

室机床配合可延伸的轴套来深入焊接件和铸件内部，一些工厂发现，带有五面体附件的双立柱式机不仅更具成本效益，而且还能加工更多的工件。

Miller 表示：“模具加工继续主导桥式和双立柱机床市场，但我们也看到那些专门从事航空航天和军事国防工作，专门制造大型部件的车间对它有很大兴趣。Johnford 公司提供的主轴是完全可编程的，可以1度或5度为增量在水平和垂直方向移动，并支持自动换刀。可以将整个主轴移动过来，并在一次处理中加工到零件的五个面。它为人们解决了很多难加工问题。”

马萨诸塞州 Sudbury 地区 Methods Machine Tools 的 YASDA 产品经理 Kevin Lichtenberg 的目标是进行 YBM 系列的模具加工，而所有这些都是用桥式机床加工。他指出，微型加工中心和中小型桥式机床在模具加工厂非常有用武之地。但为了保持收入来源，越来越多的加工厂正在承担更大型的工作，这也就需要更大的工作空间。

“这正是 YASDA 的闪光之处，因为即使在大尺寸的机器中，你也能获得夹具钻孔机级别的精度。”Lichtenberg 说，“YBM 1218V 夹具钻孔机的 X 轴行程可达3米，Y 轴行程为1.2米，是一台相对较大型的机器，但他在整个运动空间中仍旧能够保证小于2微米的运动公差。”



这台来自 YASDA 的 1218V 桥式加工中心的特点是具有精确研磨的导轨，并将其固定在了手工刮削的安装表面上。（图片由 Methods 机床公司提供）



Doosan 的 NX II 系列立式加工中心采用热对称的桥式结构设计，以优化精度和工件质量。（图片由 Hurco 提供）

诚然，这种水平的性能很贵，但如果这意味着避免了电火花、磨削或者其他二次加工，那很多车间还是愿意为之买单的。Lichtenberg 说：“无论你的工厂生产什么，如果你一直在努力追求千分之一英寸内的公差，特别是真正的位置公差，那么你真的应该考虑投资一个更精密的机床。”

尽管他热衷于高端铣床和镗床，但 Lichtenberg 承认，有很多车间在操作他称之为“三角均衡”的品牌和设备相当成功。虽然他不会否认这些或任何其他车间对机床的选择，但他确实表示，该行业开始意识到，如果只投资低成本的设备，那就很难获得最低的单件成本。

“廉价的机床实际上会提高零件的成本。”他说，“首先，这些机器的加工速度较慢。它们既不能像刚性结构的机床那样快速进给，也不能像刚性结构的机床那样进行重切削。刀具寿命也更短，所以你会产生更多的停机时间。如果你的零件精度不够，那它们就需要更多的手工二次加工，更多的检测以及更多的返工。”

所有这些都要花钱，Lichtenberg 补充说，但你会获得成本的投资回报。他说：“高端机床坚固耐用。那些工厂几代人都在生产同样的、可靠的加工设备。有一群机床厂了解这一点，并且他们也让那些购置顶级设备的客户看到了极高的投资回报。”

选择，再选择

尽管对 C 型架机床有这么多的反对意

见，但在一些应用中，桥式铣床确实无法满足需要。例如，超大的工件更容易安装在 C 型架机器上。由于它们在历史上很受欢迎，因此也带来了更多自动化的可能。而且许多操作员对某些品牌的 VMC 更熟悉，这也提升了他的选择粘性。尽管桥式铣床需要的生产面积较小，但还是通常比同类 C 型产品要高一些，这对那些装卸门尺寸不足的车间来说是个大麻烦。虽然这些都不是不可克服的问题，但它们确实是在购买决定中发挥了作用。

位于新泽西州 Pine Brook 的 Doosan 机床美国公司的销售总监 Andrew McNamara 希望能尽快将这些购买决定推向他的方向。该公司刚刚推出了 BVM 系列桥式铣床，这是其著名的 DNM 系列的替代版本，主要针对需要热稳定、高精度的立式加工中心且价格具有竞争力的工作车间、模具和制造商。

他说：“我们在全球网站上已经有了类似的 NX II 品牌的机器，但从来没有把它带过来，因为我们觉得它对北美市场来说太贵了。考虑到需求，Doosan 已经能够将 BVM 5700 包装成与 NX 型号类似的规格，并向美洲地区提供更具竞争力的产品。”

和他的竞争对手一样，McNamara 说，太多的机床买家只关心价格。这些人属于只追求够用的厂长和采购经理，他们可能没有意识到他们的这种态度所牺牲的一切。正如本文中其他人所建议的那样，一长串提高生产力的功能，在普通机床上都是需要额外花费的选配，而在桥式铣床上通常是标准配置，在相同功能性，才能进行比较。

撇开价格和选配不谈，McNamara 还提出了另一个重要的观点，这个观点在当今的流行螺线管状、低受力刀具界中尤其重要，在其中，有时只需要使用基本功能。“我最近看了一个加工演示，他们比较了五种不同的编程技术。很明显，在许多情况下，更传统的粗加工方法却更有效。”他说。

他解释说，问题在于较轻的 C 型机并不总是支持这些传统的金属去除方法，因此程序员被迫需要编写加工特定零件特征所需的刀具路径，这反过来又会在滚珠丝杠和驱动系统中产生额外的热量。这是一个恶性循环，最终会导致一些机床部件过早失效。

最终，桥式铣床提供了更大的灵活性，McNamara 说。他们刚度更高，而且如前文所说，更精确。除了价格略高之外，他指出，唯一的缺点是桥式铣床的 Z 轴在全速伸展时受到更多的“悬臂”影响，尽管通过工作支架立柱将较短的工件提升到离主轴较近的位置，可以很容易地将这一影响降至最低。“任何负面因素在桥式机床更大的加工质量和因此减少的谐波所带来的优点方面都会变得所不值一提。此外，桥式机床还具有更高的热稳定性、精度和刀具寿命，以及其他种种优点。简单地说，它们的加工表现比 C 型架机床优秀得多。”

www.absolutemachine.com

www.doosanmachinetools.com

www.methodsmachine.com



小模数齿轮 CT测量方案



Werth TomoScope @ L



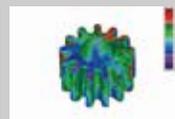
Werth TomoScope @ XS



齿轮CAD模型



齿轮点云数据



颜色偏差对比显示



齿轮点云数据



齿轮内部缺陷分析

惟德计量型CT

——全面、快速、无损、高精度测量小模数齿轮

- » 全面获取齿轮尺寸及内部缺陷信息

 - 齿轮置于射线源与探测板中的转台上进行扫描，无形变、损坏风险
 - 实时进行三维重构得到齿轮高密度点云数据
 - 软件分析获取齿轮所有参数及内部缺陷信息
- » 飞行模式下不停机无人值守测量

 - 转台步数多、曝光时间短，飞行模式将测量时间缩短为原来的1/10
 - 零件自动更换功能实现无人值守测量
- » 批量测量提高效率

 - 快速批量测量，实现全检可能
- » 测量精度高

 - 空间精度可达到2.5μm



惟德测量技术有限公司
www.werth.com.cn

简化的瑞士式加工

Swiss-Style Machining Simplified

一想到要编程，你就会对操作或拥有一台瑞士式数控车床就感到紧张？
放轻松。这比你想象的要简单。

对于小型——即那些直径小于 1.5 英寸（38.1 毫米）工件的生产商来说，不乏投资瑞士式数控车床的理由，主要包括：

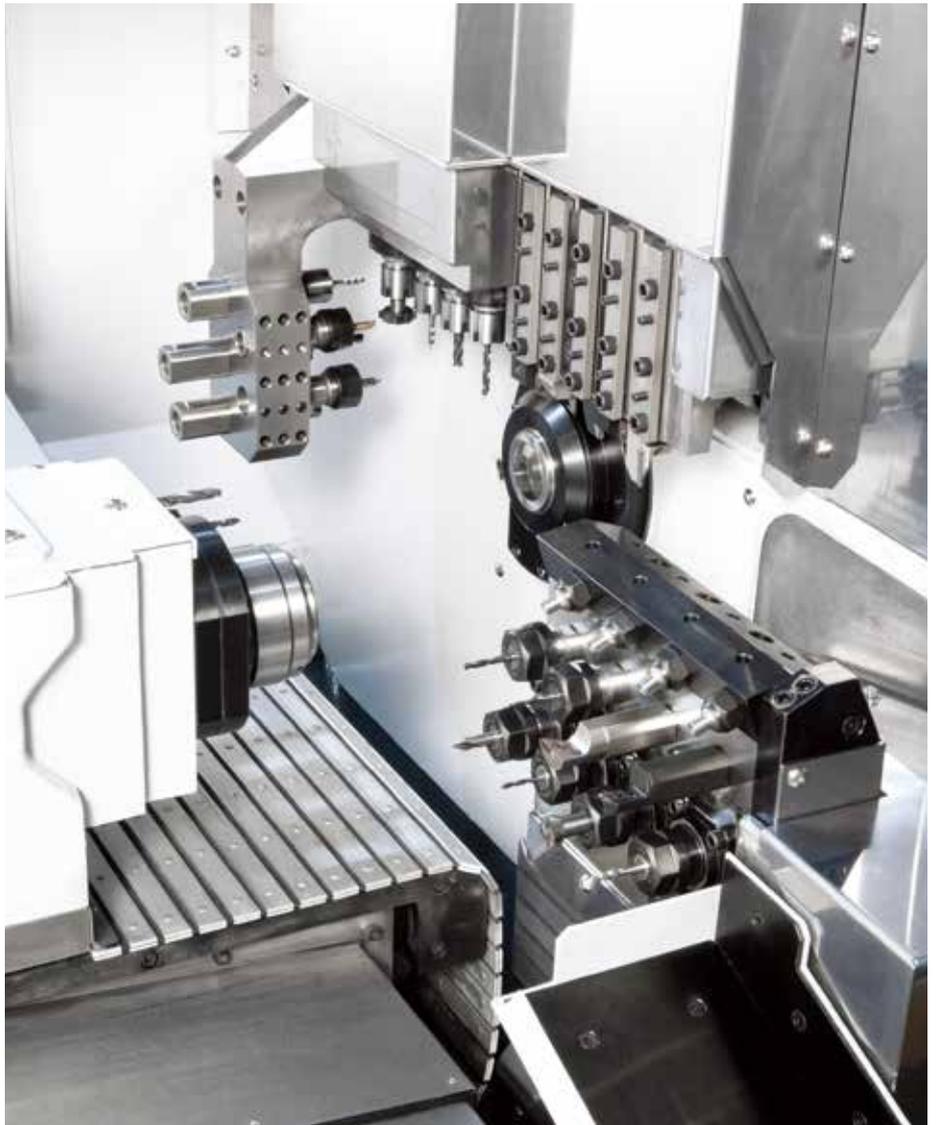
- 双主轴和独立的刀具滑块使其有可能同时进行多个加工操作。
- 紧凑的工作区意味着切削工具不必在工件上走很远，而快速移动使刀具能够更快接触工件。
- 高主轴速度消除了大型车床的切削速度限制，提高了刀具寿命和零件质量。
- 数十种切削工具和铣削能力减少了对二次加工的需求，使熄灯加工变得更容易。

再加上先进的功能，如激光加工、螺旋旋切、摆动切削，以及在固定和滑动头架之间切换的选项，很明显，这些高效、并具有多种加工能力的机床可以在更短的时间内完成大多数零件加工。并代替那些灵活性较差，价格昂贵的产品，例如——旋转传输设备和多主轴螺旋机床。

直面挑战

有一个问题。这些令人敬畏的能力带来了复杂性。刚才提到的每个滑块、主轴和切削工具都必须单独编程，然后用特殊的 G 代码进行同步。为了避免工件和零件的损坏，在零件运动过程中，主轴和副轴必须完美对齐。紧凑的工作区虽然降低了瑞士式加工机床的周期时间，但也提升了换刀的难度，操作人员要用小扳手来转动小螺钉，同时要从其他切削工具上、周围和下面进行操作。更糟糕的是，所有这些工具在狭小的空间里往往会夹杂着长长的碎屑，如果不加注意，就会带来灾难。

好消息是，瑞士式机床制造商认识到了这些挑战，自从 1872 年发明滑头车床以来，人们一直在努力降低操作难度。其中之一是俄亥俄州 Lorain 的 Absolute Machine Tools Inc.，该公司负责生产车削产品销售的副总裁 Greg Knight 建议，易



Absolute Machine Tools 的八轴 Nexturn PYII 系列有第二个 Y 轴，算上 8 把副主轴刀具在内，最多可容纳 27 把刀具。额外的刀具选项允许在主轴和副轴上使用更大的刀具库，从而加工出更为复杂的几何形状。（图片由 Absolute Machine Tools 公司提供）

用性首先要基于一个强大的 CAM 系统。

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 EDM 设备，并希望有一个能与所有这些设备良好配合的编程系统。经过广泛的评

估，我们的应用部门建议我们使用由 DP Technology 开发的 ESPRIT。它提供了避免昂贵的机床崩溃所需的图形化碰撞检测，而且由于我们与他们在后处理程序开发方面有非常密切的合作，我们可以确信

客户会通过他们得到高质量的 G 代码。而且，就像我说的，它相当容易使用，特别是对新手程序员来说。”

培训——成功之路

然而，即使是最好的编程软件，对于缺乏经验的员工来说也无法直接上手，这就是为什么 Absolute 应用工程师 Scott Petrisko 强调了操作员培训的重要性。他说：“肯定有改进的余地。太多的车间都依靠他们的机械师自行阅读设备手册和摸索来学习操作，因此经常都会一筹莫展。如果他们花一些时间和金钱进行定期培训，就可以从他们的机床中获得更多的东西。这很快就能看到回报。”

Petrisko 建议，在许多情况下，相对于只满足特定零件或零件系列的基础款车床，一台更复杂的瑞士式车床，和有大量可用刀位和宽敞主轴容量的车床，是更好的选择。拥有额外的刀位意味着更有可能在任何特定工作中，都将所需要全部切削工具都将驻留在机器中，从而减少换刀时间，正如大型主轴会为额外的工作打开新的大门。

对于确实需要更换的刀具，确实也无法完全实现自动更换的情形，Petrisko 认为快速换刀系统是不二法门，他认为这些系统有助于最大限度地延长机器的正常运行时间。位于田纳西州 Franklin 的 Horn 美国公司的产品管理负责人 John Kollenbroich 对此表示赞同。他指出，快速更换有助于减少设置时间，并加快工艺中的刀具更换，这可能是造成机器停机的主要原因。此外，它使离线刀具预设成为可能，进一步提高了生产率，并减少了操作员在刀具接触时出错的机会。

刀具护航

他说：“我们与德国的 W&F Werkzeugtechnik 公司合作，他们为螺纹和方刀柄提供了一个快速的换刀系统。它由刀柄侧面的一个螺丝激活，并以 4 牛·米的特定扭矩被拧紧，其定位方式类似于 HSK 式的刀柄，具有双面和锥形接触。此外，对于方柄刀具中还有一个对准销，确保了完美的中心线。”

Kollenbroich 说，对于其他各种类型的刀柄，该公司还能提供 WF 微型线性辅助板，它能够与刚才描述的 W&F 微型棒状刀具或车间现有的方柄刀具一起使用。Horn 公司的应用和销售工程师 Chris Foschaar 解释说，这种模块化附件取代了瑞士式机床现有的辅助板，并为其中集成的高压冷却剂管理系统（CMS）进行了管道铺设。

他说，这样就不需要单独的塑料或铜制冷却液管道，这些管道不仅很容易被通过的切屑卡住，还容易因疏忽造成碰撞，这可能都会造成不可挽回的后果。“该辅助板的优点是可互换性。能够帮助操作人员快速准确地索引或更换刀具，由于空间较小，这项任务在大多数瑞士机床上都较为困难。现在加工时您不比担心冷却液管道，这将节省大量的时间。”

康涅狄格州 Windsor 市 Tsugami/Rem Sales LLC 公司

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

的瑞士产品经理 Derek Briggs 赞同对高速换刀和集成高压冷却剂的需求。他指出，德国制造商 Goeltenbodt 的 GWS-Tooling 系统是 Tsugami 和其他品牌的数控瑞士式车床的首选解决方案。他说：“最大的好处之一是能够使用标准的、现成的刀柄。你只需要松开一个螺丝，就可以弹出一个装有刀具的筒子，然后在工作台上更换刀片或安装一个预装的筒子即可完成换刀。而且，由于该系统有一个预置器，所以不需要在机器上进行操作，这就节省了更多的时间。”

诚然，这些系统都不便宜。根据制造商、机床和所需工位的数量，一个车间可能需要花费 50,000 美元或更多来装备其每台车床。然而，鉴于熟练的机床操作员持续短缺，以及每个车间都希望达到高的 OEE（整体设备效率）水平，这种投资就显得非常合理了。

全员上岗

Briggs 建议通过使用 Tsugami 的 Abile 编程软件来抵消部分投资，该软件随瑞士式机床免费提供。他说，该软件使用非常简单，除了非常复杂的加工操作外，它能够支持所有的加工操作，并提供特定机器的模拟和代码生成。它还能生成刀具偏移量，进一步简化了设置。它也许是“一个很好的起点，它对新用户来说特别好，因为它可以增加他们在学习编程时的信心。”他说。

Gonzalo Serrano 也有类似的建议。他是 Index 公司（位于印第安纳州 Noblesville）的应用工程师，他说该公司的 WinFlexIPS 和 WinFlexIPS Plus 编程和模拟软件是专门为 Traub 系列的瑞士式车床设计的。其中第一个软件是所有机床的标配，而 Plus 版本可以安装在 PC 或笔记本电脑上，并支持更高级别的加工功能，如雕刻、三维模拟和复杂的铣削循环。

两者都使用后处理的 G 代码进行模拟，并且都能轻松应用正确的刀具补偿值，或插入所需的“同步”代码，以便在多达四个轴上同时执行车削或铣削。“最后这一部分，同步，是很多车床机械师感到非常棘手的事情，至少在他们发现它实际上是多么容易之前。”Index 提案工程师 Randy Carlisle 说，“这就是为什么培训如此重要，以及为什么车间应该从提供出色应用支持的经销商那里投资购买设备。这样将大幅度提升这些高端机床的生产力和盈利能力。”

虽然它可能看起来与降低瑞士式机床的操作难度无关，但工业 4.0 类型的功能对实现刚才提到的两个目标有很大帮助。据 Serrano 说，用于 Traub 设备的 Mitsubishi 控制的最新迭代支持与外部软件系统的双向数据共享，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 和远程监控系统还有助于在出现问题时提醒管理层。“他们能够帮助你看到实时生产数据，比如在

指定时间段内加工了多少个零件，以及是否产生了废品。显然，你需要一个测量系统来捕捉这些数据，这就是我们的 Index iXCenter 自动化单元所提供的东西。它使用 FANUC 机器人将零件传递给 Renishaw 测量仪或 CMM，例如，它可以测量某些尺寸，然后根据需要对相关的切削刀具进行偏移。”

在线检测

新泽西州 Allendale 市 Marubeni Citizen-Cincom Inc. 公司的执行副总裁 Brian Such 列出了一系列节省时间的功能，例如他公司新型机器上的在线检测。此外，语法检查也可以快速校对机器程序的语法错误，减少验证时间。以及在两台或更多机器上使用“通道”功能就可以使用相同的偏移量进行控制。例如“自由轴控制系统”可以很容易地将 X 轴重新标记为 Y 轴，并在一些应用中用来提高加工精度。

对设置人员来说，最有价值的也许是在机程序检查功能，它将传统的进给率和快速重写功能转移到了手动脉冲手柄上，并允许操作人员立即将所有轴减速到极低，或提升至极高。这就避免了许多数控机械师所熟悉的“急停”试错。如果发现错误或即将发生碰撞，可以暂停程序的执行，进行实时编辑，并从中断的地方继续。

Such 接着指出，操作人员可以很容易地使主轴和副轴同步，而这一任务在对于某些机器来说，一直是个挑战。“任何操



切削刀具的离线测量不需要任何特殊设备，如本例中使用 National Machine Products 公司的预设块即可完成。（图片由 Tsugami/REM Sales 公司提供）



Index iX Center 自动化单元可用于熄灯生产。在生产中该设备配有托盘系统进行材料管理，并可以通过 FANUC 机器人将零件传递给 Renishaw 的量仪或 CMM。（图片由 Index 公司提供）

作瑞士式铣床的人都会碰到需要将一个不规则的非圆形零件放到副主轴进行加工的情况。在 Citizen 机床上，你只需将副轴推到主轴上，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，将编码器调零。您就可以设定好任意转速进行高质量的工件加工。”

至于前面提到的在线检测，该公司将在其 L 系列机床上发布这一功能。“我们去年在一些机床上安装了 ATC（自动换刀装置），一些客户开始要求有一种比预调机更快、更自动化的对刀方式。因此，我们很快将推出一个探测系统，该系统的自动换刀装置内置一个探针，在副主轴旁边也带有一个探针，车间可以在设置过程中用它触碰刀具，以及在加工时测量零件。这非常酷。”

进一步改善

位于纽约州 Roslyn Heights 的 Star CNC Machine Tool Corp. 是另一家拥有大量瑞士式车床和专利技术的机器制造商。然而，最让其全国销售经理 Ed Garber 兴奋的是该公司的新型固定头架机床。其称之为 SK51——一种具有双转塔、双主轴和 51 毫米棒料容量的车铣复合车床，拥有 FANUC 的 iHMI（智能人机界面）控制，Garber 认为这甚至改变了操作人员使用习惯。

“SK51 上的转塔具有相同的 X、Y



Star 公司的 SK-51 型 A 型数控瑞士自动车床配备了 FANUC 的 iHMI 控制，提供了易用性和先进的图形化显示。（图片由 Star 公司提供）

和 Z 行程，每个转塔可以携带多达 32 把刀具，所以这里有很多事情要做。”他说，“正因为如此，我们需要一个具有出色模拟能力的控制器，一个能够以三维方式显示刀具、铣削附件和工件的控制器，并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器供应商一样，Star 公司希望有一个功能强大而又易于使用的控制器。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排除功能，包括对伺服和主轴运行值的直观可视性。Garber 说：“我们还简化了触碰刀具的过程，并还增

加了一些其他有助于缩短设置和周期时间的功能。”

他同意同行们的观点，即不管是瑞士还是其他国家，快速换刀系统都是任何机床优化战略的重要组成部分，并提到 Exsys Automation 公司及其 DECOFLEX 系统是一个最重要的竞争者。和其他人一样，Garber 也注意到工业 4.0 对所有类型的制造商（其中包括机械厂）都在发挥越来越大的作用。对于使用 FANUC 控制的 Star 和其他数控设备品牌来说，也就是 SMOOSS-i（星级监测和操作人员支持系统，Star Monitoring & Operator Support System 的缩写）。

“客户把这个放在他们的服务器上，把机床连接到网络上，就可以实时地访问机床状态、零件数、刀具寿命值和调度信息关键参数。如果有问题，它将发送电子邮件通知，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，这是一个很好的工具，可以帮助他们主动关注工厂中的信息。但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，它的作用则是让机器操作员和程序员更多参与进来。因为相比于每个人都获得同样的信息，这种方式会提升他们的信息自主权和责任感。”他说。

www.absolutemachine.com

www.hornusa.com

us.index-traub.com

www.marucit.com

www.starcnc.com

www.remsales.com



这台先进的 Cincom 机器配备了最新的数控模型，相较传统机器，大幅度减少了启动和屏幕切换时间。（图片由 Marubeni Citizen-Cincom 公司提供）

完善 Rolls-Royce Defense 的制造工艺

Perfecting Machining at Rolls-Royce Defense

工程师的特点是能够对制造优秀产品的过程进行分析，并且以更具性价比的方法对其进行改进。保持竞争力意味着要不断改进工艺，而这正是 Derek Anti 所面临的挑战。他是一名制造工程技术专家，在 Indianapolis 的 Rolls-Royce Defense 公司改进 CAM/CNC 操作。

“在 2020 年初，我们需要通过加工中心来提高产量。”他解释说，“由于加工中心的成本是我们业务的一项重要开支，而且我们公司有数百个加工中心，即使只提高 10% 的产量也能够产生巨大的提升。”另一个问题是消耗性刀具的成本太高。Rolls-Royce Defense 公司需要找到一种更有效的工艺，能够在减少时间的基础上延长刀具的寿命。

上面的一切是否听起来都很熟悉？缩短加工时间和提升刀具寿命一直以来都是制造业中所面临的两大挑战。而 Anti 在面对这些挑战时，Siemens NX 设计和制造软件中的 Third Wave Systems 的有限元驱动刀具路径分析模拟功能，向他提供了很大的帮助。

“之前我们在加工过程中没有足够的能力来纠正它。我们需要更好地了解刀具与金属的接触情况。”Anti 说。使用切削试验、与工具供应商协商以及依靠经验和直觉这种屡试不爽的方法性价比很低。Anti 指出，有时解决加工问题需要一个工程师钻研 60-80 个小时，例如刀具破损和颤振，更不用说加工中心本身的磨损。“在今天的环境中，已经不可能单纯依靠有经验的机械师了。因为这种人才变得非常稀缺。”他还说，“我们需要一个更快速、更灵敏的解决方案来解决这类问题。有时需要花费数年时间来证明一个加工过程。有时，我们甚至要花费一年来对加工工艺进行验证。”

分析刀具对工件的作用力可以帮助我们更好地理解加工过程。即使进给和速度不变，这种力也会随着刀具运动而飞速变化。找到一种理解这些力并对其进行优化的方法意味着改善切削时间和减少刀具破损。“这就是数控系统优化技术的作用，它们帮助您直观的看到什么是切向切削力，而不是只能单纯的观察工件。”

但如何做到这一点呢？Minneapolis Third Wave Systems 公司的 Production Module 是一款加工刀具路径分析软件，据开发者称，该软件由经过实验验证的、基于有限元分析的材料模型驱动。Third Wave Systems 公司提供两个软件包：AdvantEdge 和 Production Module。AdvantEdge 是该公司的旗舰软件，通常用于设计切削工具。相比之下，Production Module 是针对像 Anti 这样的制造工程师，他们使用别人设计的工具。他们既没有时间也没有意愿去学习有限元建模、网格划分或数值收敛的数学知识。

Production Module 提供的是一个更新的加工策略，通过一个 G 代码程序，（尽可能）减少力的峰值和谷值。“切削力是进给率和刀具路径的直接结果。”Anti 解释说，同时刀具的几何形状和工件材料也会对其产生影响。Production Module 不改变生产零件所需的刀具路径，但沿刀具路径设置了额外的约束。

“我的意思是，如果你的程序有一个起点和终点，而它在中间给你一些古怪的力，它将通过 X、Y、Z 位置微调来优化刀具路径。”他解释说。这些变化很小，不影响零件的几何形状，但足以减少刀具在零件上的切向力的突变。

它还对进给率进行细微管理，在刀具路径的微小变化中进行调整。这有点新奇，因为人类几乎不可能通过进给率的微小调整来优化切削力。

包含上述两种在内，Production Module 调整了许多参数。但它不影响主轴速度，因此提供最佳表面光洁度，并避免颤动和谐波的主轴速度策略，仍需由人类工程师完成。Anti 还提出了另一个关键点：切削工具的螺旋角和前角是必须的，以确保你从模拟中获得正确的力输出。这个信息以前并不被人们所重视，所以 Production Module 的任何用户都需要从他们的刀具供应商那里获得这些信息。他说：“刀具数据和刀具的切削路径是必须的模拟输入量。”



Rolls-Royce Defense 的制造工程师 Derek Anti 发现先进的模拟技术有助于完善机器编程，以节省时间和金钱。（图片由 Rolls-Royce Defense 提供）

Rolls-Royce 的第一个实地生产案例是该公司为美国海军 DDG-51 Arleigh Burke 级驱逐舰提供的可控螺距桨叶。“这种功能最擅长应对需要长时间运行的产品。每个螺旋桨在五轴 PAMA 卧式铣床上的加工周期为 40-60 个小时。” Anti 说。最初的目标是将周期时间减少 10%。而该项目实际上将主轴运行时间减少了 20-25%。“对于这些需要加工 40 个小时的产品，将其实际加工时间减少 25%，那你每年就能节约 100 万美元以上。”

追溯耗材（刀具）的节约情况更多的努力。像许多公司一样，Rolls-Royce 在贩售机上跟踪刀具成本，刀具的损耗是在标准工艺中规定的，比如说，某些计划中会强制规定每加工五个零件更换一把刀具。他说：“在一些传统工艺中，我们每两个零件就会更换一次刀具。”或者也可以由操作员自行决定。在这次试验中，Anti 的团队在没有 Production Module 的情况下进行了一次加工操作，并跟踪了刀具的使用和磨损。

另一个关注点强调了他与 Third Wave Systems 的工作关系。在任何仿真中，输入

正确的数值（例如材料属性），对仿真结果的置信度来说都是至关重要的。虽然 Third Wave Systems 公司有一个广泛的材料属性库，但据 Anti 说，令人担忧的是 Third Wave Systems 公司从未处理过任何海洋或海军产品。螺旋桨叶片是由镍 / 铝 / 青铜合金制成的。在这次试验中，Third Wave Systems 公司取了一个样品并测量了螺旋桨叶片的材料特性，他们愿意为其客户做这个过程，并将其加入到他们的资料库中。

该试验案例表明，除了控制零件上的力之外，Production Module 还减少了空转间隙——即主轴在到达工艺起点（切割金属之前）在空气中运行距离。

Anti 预计，使用刀具路径分析最终将使主轴时间节省达 40%。他还指出，它在切向力较大的粗加工操作中比在精加工操作中更实用。

虽然所有 CAD 系统的用户都可以使用 Production Module，但 Rolls-Royce 公司使用集成的 Siemens NX 经验已超过 15 年，据 Anti 说。该公司使用从 CAD 到后处理的标准工艺流程，并将程序存

档到 Teamcenter 中。“我们对 Siemens 的数字线程或数字孪生概念已经很成熟了。”他说，“Third Wave Systems 的 Production Module 在 Siemens 的用户界面上集成为一个按钮。因此，作为一名制造工程师，我不需要使用另一个软件，然后导入几何图形并导出。我打开 NX，在他们的用户界面上有一个小的启动图标，你可以在那里看到 Third Wave Systems 的生产模块。”

Siemens 数字工业软件公司 NX CAM 产品开发总监 Vynce Paradise 指出：“NX 基于模型的系统在 CAD、CAM、CMM 和其他构建数字线的功能方面的一个伟大功能是提供开放的工具，使我们的合作伙伴能够紧密结合他们的专业解决方案。”他特别指出，Third Wave Systems 对加工过程基于材料的 CAE 分析的应用对 NX CAM 进行了有效的补充。“很高兴看到我们的客户，如 Rolls-Royce Defense 公司能够实现如此之高的附加价值。”他说。

www.rolls-royce.com

www.thirdwavesys.com

www.sw.siemens.com



实现3D打印最初的承诺

掀起数字牙科的革命

- 先进的牙科材料
- 经过验证的优化工作流程
- 无与伦比的速度和可靠的质量
- 实现时间和成本的双赢

——“用数字化工作流程帮助美国Derby Dental实验室提高了60%的生产效率。”

Carbon 恺奔科技（上海）有限公司
 上海市长宁区仙霞路99号嵩高中心18层 | chinasales@carbon3d.com | www.Carbon3D.com

一站式瑞士工厂与 ESPRIT 的合作

One-Stop Swiss Shop Posts and Goes with ESPRIT

TXSWISS 公司位于 Houston 郊区的 Conroe，该公司自称是一家涉及一系列行业的一站式的瑞士式机械零件加工厂。该公司拥有最新型的数控机床和测量设备，该公司不仅在得克萨斯州，而且在整个美国境内都非常具有竞争力，他们也因此感到自豪。

TXSWISS 成立于 2016 年，为许多不同行业的制造商提供服务，这些制造商的共同点是都需要一个合作伙伴来进行精密部件的大批量生产，最小的批量都有 10000 件。其中，该公司的客户设计石油和天然气、航空航天、医疗和国防等等，当然，上述行业也只是其中的几个典型。

作为一家 Houston 地区的公司，石油和天然气行业的客户在 TXSWISS 的工作中占了很大一部分，这并不奇怪。这些行业也为其提供了一些更有趣和更独特的加工挑战。TXSWISS 很自豪能够成为 Houston 地区一些最大型石油服务企业首选解决方案的供应商他们的工作范围包括生产超过 100 万个零件或小到数百个特种材料工件的加工制造，如 Inconel、Lava 和 Hastelloy。

TXSWISS 精心服务的另一个行业——国防工业，这个行业对高精度零件



TXSWISS 是一家为航空航天、医疗、石油和天然气以及其他行业生产精密加工部件的一站式工厂。

有着持续需求。该公司也是一家注册并获准向美国国防部提供加工部件的制造商。

德克萨斯州拥有强大的航空航天业，包括 SpaceX、Lockheed Marti 和其他大型公司。该行业有着不断变化的特性，使得制造业的适应性对于成功至关重要。同

样的道理也适用于不断进步的医疗部件制造领域。从一开始，TXSWISS 就致力于随时准备成长和适应，以满足客户的需求。该公司仅仅在医疗领域就有 75 年的经验，TXSWISS 的应用工程师和机械师能够对每项工作进行严格的把控。

无论一家公司是在寻找一个位于 Houston 的瑞士车间来满足其严格的加工公差需求，还是需要应用工程或为自己的内部瑞士部门提供维修服务，或者正在寻找一个人制造他们难以加工的镍合金零件，TXSWISS 的团队都能够满足其需求。

在应用工程师 Chris Armstrong 和总裁 Ryan Madsen 的领导下，TXSWISS 的团队在其集体经验和对推动制造业发展的兴趣之间取得了平衡。“很多行业的新人都望而却步，因为他们觉得自己没有必要的经验来提出新的想法。但我们相信，这才是真正的创新所发生的地方。” Madsen 说。

自成立以来，TXSWISS 一直将其项目委托给 ESPRIT CAM 软件公司，



TXSWISS 操作来自 Marubeni Citizen-Cincom 的 Citizen 瑞士式机器。



在 TXSWISS 的一台瑞士式机床上加工一个零件。

该公司位于加利福尼亚州 Camarillo, 是 Hexagon 公司的子公司之一。在为机床经销商工作期间, Armstrong 在服务行业建立了良好声誉, 使他成为了处理具有挑战性的瑞士车削项目的不二人选。

Madsen 说: “Chris 很快就说服了我, 如果没有 ESPRIT, 我们接到的这些复杂的工作将不可避免地以失败而告终。我们还加工了很多大批量的生产零件, 在这种情况下, 每一秒钟对于循环节拍都很关键。” Madsen 说, 通过结合使用 Citizen Swiss 风格的机器和 ESPRIT CAM 软件, 该工厂实现了更快的加工周期, 这也是 TXSWISS 在竞争中的最大优势所在。

Armstrong 对 ESPRIT 的长期赞赏并不意味着他不知道还有什么其他的软件。“几年前, 在以前的工作中, 他们想让我学习一种不同的 CAM 软件, 这种软件没有后置。”他说, 后置指的是后处理程序, “最后, 机床停止了对它的支持, 我最后只能自己写一个宏, 来完成机床的完全控制。”

然而, 手动编程限制了加工细节和表面处理的能力。“特别是对于铣削, 完成复合半径的混合加工需要太长的时间。大约在那个时候, 一个客户带来了两个相配

合的部件加工需求, 而我们的 CAM 软件当时无法做到这一点。但 ESPRIT 第一次就做到了。” Armstrong 说, 并补充说 Houston 市 Shape Design Technologies Victor Davila 公司的经销商对他帮助很大。

当被问及 ESPRIT 帮助过的具体项目时, Armstrong 打开了话匣子。“每一个有问题的项目。”他说, “在车间里有两样东西可以作为我的测谎仪。ESPRIT 和我的指示器。当我需要证明什么时, ESPRIT 是我的首选之一。它不仅仅是 CAM, 也是一个诊断工具。如果没有 ESPRIT, 我们就无法实现大部分的零件编程。”

在过去的五年中, 他已经成为 ESPRIT CAM 软件的拥趸者。Armstrong 说: “我与我的客户分享 ESPRIT, 也看着他们一步步的开始采用这个程序。客户特别喜欢 ESPRIT 的工艺汇总表。可视化让每个人都感到安心, 而且节省的时间也令人难以置信。”他解释说, 如果没有 ESPRIT, 车间里一些最复杂的零件会需要几周甚至几个月的时间来编程; 而 ESPRIT 能将这个过程缩短到几天。

奇怪的是, COVID-19 疫情并没有对 TXSWISS 造成很大影响。Madsen 说: “现



当 TXSWISS 需要证明一些东西时, 它会依赖于 ESPRIT CAM 软件和车间中的指示器, 例如这个 Keyence 测量系统。

在, 我们正在继续增加机器, 并希望继续为我们的团队招纳有激情的伙伴。我们没有做任何广告, 我们所有的增长都来自于口口相传。”

有效地管理这种增长, 同时保留工厂的现有客户群, 是 Armstrong 和 Madsen 都期望拥有的平衡。特别是在 ESPRIT CAM 软件的帮助下, “ESPRIT 已经为我们的发展做好了准备, 甚至我们还没有将许多功能的潜力发挥出来。”

像许多从事制造业的人一样, TXSWISS 的团队也开始将注意力转向自动化。“我们所有的机器都有一个以上的任务要做, 这已经不是严格意义上的瑞士式加工了。我们知道 ESPRIT 将是引导我们走向成功的明灯。” Armstrong 总结说。

www.txswiss.com

www.espritcam.com

Ice Mobility 公司展示了用于现场 QA 的 5G+MEC 的力量

Ice Mobility Shows the Punch 5G, MEC Pack for On-site QA



Thierry Sender
 Director of IoT and Real-Time
 Enterprise Product Strategy Verizon
www.Verizon.com

对于制造商来说，疫情将数字自动化的想法从一种需求变成了一种需要。今天的工作标准要求技术将我们的物理世界和数字世界有效融合，这就给那些使用手工的行业带来了额外的压力，促进其升级设备，以适应当今的现代远程世界。允许实时跟踪产能和生产的先进技术是制造业决策者的首要考虑，82% 的人非常有可能在未来两年在他们的公司内实施这项技术。

在制造业，通过整合 5G 和移动边缘计算 (MEC)，核心工艺和功能正在发生变化，变得更加高效和具有成本效益。

云资源通常位于数百或数千英里以外的数据中心。MEC 将制造商使用的数据和应用程序处理转移到更近的网络边缘，使关键业务应用程序能够在接近或在客户现场运行，并支持近乎实时的操作见解。

因此，就制造业而言，用于为工厂提供动力的所有数据可以放在离其物理位置更近的地方，这就减少了延迟，提高了性

能。总之，这增强了质量控制和安全性，提高了效率并降低了劳动力成本。

这有助于关键的、影响性能的和未来的应用，如自主叉车或装配线机器人技术，以更快、更有效地做出响应。它同时降低了成本并提高了安全性。

Ice Mobility 公司是一个已经实施该技术的企业案例，以改善其端到端的供应链物流，从拣选和包装到配送、退货管理等等。

这家位于伊利诺伊州林肯郡的公司正在使用 5G 和 MEC 来实现计算机视觉辅助的产品分拣和包装，以及质量保证 (QA)。

通过安装在拣选线上方的高清摄像头作为额外的眼睛，Ice Mobility 能够更好地确保每个产品在特定的包装盒里都是正确的，此外，该公司可以更好地确保没有丢失或错误的运输项目。虽然 Ice Mobility 处于 5G 和 MEC 实施的早期阶段，但该公司看到了改善现场 QA 和节省订单处理时间的潜力。

实施 MEC 和 5G 不是一朝一夕的事。

虽然显著的好处包括降低运营成本和提高生产线的灵活性，但为了获得这些好处，制造商必须在数据组织和基础设施方面投入时间。这种基础设施对于由 5G 和 MEC 驱动的 AI 和机器学习至关重要。

除了在数据组织和基础设施方面的投资外，公司还需要采取积极主动的姿态来接受这些技术并转变公司文化。领导者应该强调，先进的技术不是工人的替代品，而是提高生产力和效率的工具，使团队能够完成更高阶的任务，充分发挥其潜力。

对于像 Ice Mobility 这样的公司来说，彻底的变革即将到来。当与 5G 和 MEC 完全整合时，制造商应该能够利用计算机视觉准确地跟踪成本，包括特定操作员在一个具体的订单或任务上花费多少时间，并在 AR 的帮助下推出沉浸式协作和培训。

在 5G 和 MEC 的帮助下，制造业的未来比以往任何时候都更近。

智能制造不再只是大公司的专利

Smart Manufacturing Not Just For the Big Players Anymore

无论你是谁，无论你生产什么，智能制造都是一个明智的选择。但是，如果你经营的是高混合 / 小批量生产，并与所谓的低成本国家生产的产品竞争，它不仅是明智的，而且几乎肯定是你生存的关键。

那么，当那些可能是您的客户的大公司已经接受智能制造几十年了，为什么我必须指出这一点呢？为什么不是每家在高混合 / 小批量领域的公司都已经在利用这

项成熟的技术？

这些都是很好的问题，而我将把答案集中在基于智能伺服压力机技术的智能制造系统上，原因有两个：首先，因为我的公司开创了这项技术，我的职业生涯中一直在开发和实施这项技术。第二，因为该技术是当今所有其他智能设备和系统的最佳模拟。

在大批量领域，特别是在运输领域，

智能伺服压力机的使用在 20 多年来一直稳步增长，因为它们提高了质量和生产力。智能系统提供精确控制、低维护、高正常运行时间、较低的能源成本和稳定的质量。他们还提供有价值的后期处理数据，可用于跟踪、分析和改进他们正在执行的进程。

所有这些优势都可以在高混合 / 小批量领域得到体现，同时还能缩短工艺开发

和转换时间，这在该环境中更为关键。但直到最近，这些好处都伴随着成本，这往往限制了智能系统在大批量运输领域之外的应用。

关键问题是技术支持。一家汽车制造商可以访问专门用于机械、电气和控制工程的所有部门。在高混合 / 小批量领域的小型制造商有可能拥有一些精通液压和气动系统的人，而其他方面则不多。

底线：新技术在引入时往往很复杂，因为创新者正在挑战极限，并专注于让他们的想法发挥作用。易用性、易集成性和简单性在那时还不是计划的一部分。

这是后话，这就是伺服压力机技术今天的情况。下一代的飞跃是利用今天的计算机处理能力和工艺知识来建立系统，就

像家庭办公室的新显示器或打印机一样容易设置和管理。对于那些必须在全球市场上竞争的较小的非汽车制造商来说，它正在顺利进行，并准备开始工作。

在这个市场上生存的唯一现实的方法是利用技术来提高生产力，而智能设备是实现这一目标的关键。它们可以使你的工艺更加可靠、可预测和高效——而无需配备工程师。

智能系统还提供了另一个优势，尽管是一个无形的优势。当客户看到你使用更好的技术来生产零件时，他们就会产生购买的积极想法，使你比你的竞争对手更有优势，特别是那些在“低成本”国家生产基础上的销售。

最后一个想法。你可能已经被告知，



Glenn Nausley
President, Promess
www.promessinc.com

试图“与众人同步”是一个坏主意。但在一个高混合 / 小批量的环境中，仅仅成为群体中的一员是不够的。今天，你需要在最好的智能技术的支持下脱颖而出。

Hanwha 和 Mohawk 超越 DfAM，重新定义创新 Hanwha, Mohawk Look Past DfAM to Redefine Innovation

Hanwha 电力系统公司和 Mohawk 创新技术公司有什么共同之处？两家公司都走到了巅峰，在追求他们最好的、最积极的设计时，决定不接受为 AM 设计 (DfAM) 的惯例和限制。

今天，DfAM 在工业界和学术界被广泛采用，其形式是对设计自由施加制造限制。这套实践已经变成了对现状的接受，是“构建”过程软件自身的一个方面，也是对传统的激光 - 粉床融合 (LPBF) 通常无法完成的工作的承认。

AM 旨在打破范式。但是，对于 AM 技术在机械加工、铸造和其他方法方面的作用，现实世界对 AM 的限制正在被淡化。AM 已经对我们如何思考设计和制造的可能性产生了重大影响。然而，要使金属 AM 与高性能的概念设计相一致，还需要进行更多的开发。

为什么我提出 DfAM，而不是更广泛的工业类别的制造设计 (DfM)？在半导体行业，基于规则的 DfM 和基于模型的

DfM 携手并进，不断扩大制造技术的极限。DfM 不是制造技术进步的替代品；DfM 是对制造技术的补充。

今天的 DfAM 主要是为了弥补 LPBF 的弱点而构建的。这些弱点是上个世纪遗留下来的，今天依然存在。DfAM 通常涉及到设计零件的方式，即在那些支撑物无法实际移除的地方减少对支撑物的需求，否则将无法获得满足需要的表面质量。

现在，想象一下这样一个世界，墙壁和内部通道包括从零到 180 度的设计空间，而不是像 DfAM 告诉我们的那样必须以 45 度角停止。上面提到的公司使用 Velo3D 的 AM 技术，取得了显著的产品进步和深远的最终效益。

Hanwha 公司为美国能源部 (DoE) 开发了一种利用超临界二氧化碳 (sCO₂) 驱动先进的聚光太阳能发电阵列的闭式叶轮。在这里，他们所说的“巨大的几何自由度”是通过 Velo3D 系统的功能及其端到端的工艺和质量控制实现的。这让工程



Benny Buller
Founder and CEO Velo3D
www.velo3d.com

师们能够想象并提供全封闭、低角度的扫描叶片，这些叶片是用一种具有挑战性的高性能镍合金制成的，完全没有支撑物的 3D 打印。

Mohawk 公司正在为一个 DoE 太阳能项目开发不同类型的 sCO₂ 系统，他们利用 Velo3D 实现了他们自己所说的“相当奇怪”的解决方案，其复杂的几何形状解决了涡形弯曲通道内不同的流体流动和温度作用。无支撑的内壁被高质量地打印出来，性能得到了极大的提高，而且成本比用传统方法制造此类部件要节省两倍半。

在这两家公司的案例中，工程师们能够实现他们所想象的新的解决方案，而不是基于他们以前所能实现的变通方法。现在是时候通过先进的 LPBF 系统如今所能实现的东西，来重新定义 AM 和 DfAM 了——并以半导体行业过去用来改善我们生活的同样的奉献精神 and 决心来展望未来。



EPX 86FR阻燃材料 帮助Astoria Pacific 解燃眉之急

本案例通过回答三个问题帮助您分析增材制造在电子外壳组件中的应用场景。

不断涌入，他们寻找新供应商的窗口也在迅速关闭。除非找到替代的方式生产荧光计壳体，现有的交货周期（8到14周）成为了不可能。

电气设备中的塑料部件必须由阻燃材料制成。由此Carbon的EPX 86FR阻燃树脂进入了他的视野。

Astoria-Pacific 的制造选择是什么？

Whitney Menzel，机械工程师兼工程部负责人，在Astoria Pacific工作了14年，领导设计团队开发新工具，改进现有工具以及制造替换零部件以保持客户现有的旧设备的正常运行。面对全新的供应商，有限的时间，以及越来越长的交付周期，Whitney选择了不同的方向。

正如他所说的，当前交付周期的真正问题是“你必须排队等待供应商加工，如果你错过了，你的交货时间会加倍……它是不稳定的……你的交付周期无论如何都无法预测”。对3D打印并不陌生的Whitney，已经在工作中使用3D打印机8年有余，他认为他看到了这个问题的解决方案。但挡在Whitney面前唯一的问题是他需要一种合规的材料，其需要符合医疗行业对电子设备的严格安全要求——即UL 94 V-0等级的阻燃认证。该认证意味着任何包含在

如何通过3D打印制造出传统方式无法实现的产品功能？

● EPX 86FR如何使荧光计壳体可以通过3D打印制造

正如人们常说的，运气会眷顾有准备的人。在Whitney意识到这个严重的制造问题的同时，他了解到Carbon有一款具有V-0等级阻燃认证的新型树脂--EPX 86FR。很快，Whitney从Carbon获取了该树脂并打印样品，以亲自确认EPX 86FR的特性正是他所需要的。其中对Whitney来说最为重要的是：

1. UL 94 V-0阻燃级别的认证材料
2. 深色的外观不会产生额外的环境光，完美符合光敏设备的需求。
3. 极强的耐化学性
4. 高精度的加工工艺

● 如何通过零件整合改进已经完成产品验证的部件

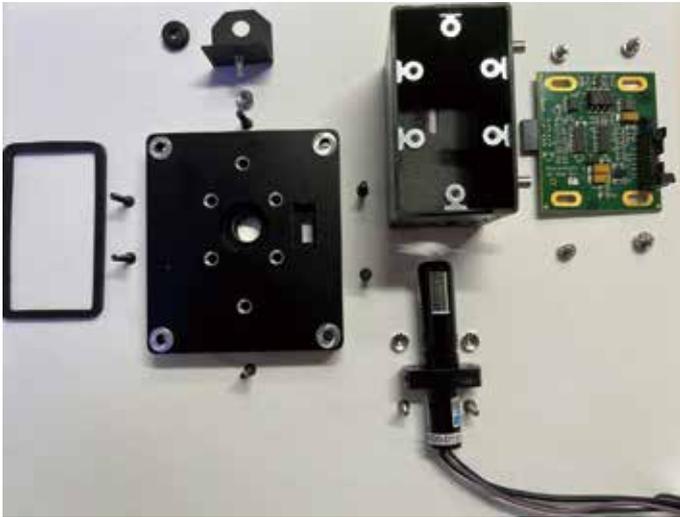
在确认 EPX 86FR 材料性能符合预期之后，Whitney认为最简单的解决方案就是通过3D打印生产他们之前无法制造的部件，然后像往常一样组装荧光计。但现在由于直接3D打印生产带来的效率提升，时间不再是一个制约因素，Whitney可以专注于荧光计的优化改进。正如Whitney所说，“使用Carbon解决方案，速度与高性能树脂相辅相成，对于工程师是一种解放，能够不再花时间思考“是否可以加工的问题”，并且开始思考设计如何实现理想的功能。”在三天内，Whitney设计并打印了一个改进版的荧光计。

使用Carbon M1打印机，Whitney的

Astoria-Pacific所生产开发的湿式化学分析仪被用于医学临床、葡萄酒、啤酒、工业、食品、制药和环境测试等行业中。

多年来，Astoria-Pacific一直为医学实验室提供一种低通量分析仪。该设备是一种针对新生儿缺陷和先天疾病诊断的血液分析仪，例如一种罕见但可能致命的新生儿疾病，半乳糖血症。这台血液分析仪的关键部件之一是荧光计，它使用紫外光来分析样品中的物质。因为该设备极强的光敏感性，它的检测精度可达单一光子。2021年，Astoria-Pacific突然发现他们无法获得其所需的荧光计外壳。他们在新冠疫情之前采购壳体的两家制造商已不再营业。并且，他们所接触的其他加工供应商不愿为他们小批量制作的壳体而采购专门的加工工具。随着血液分析仪的订单





原始零件

第一次迭代只是简单地打印原先设计的部件。然后他开始改进设计，同一天的晚些时候，他有了第二版设计将三个零部件合二为一。到第三天结束时，他完成了第四次也是最后一次设计迭代。他将11个又金属、塑料和橡胶部件组合成为一个单一部件。

Whitney相信“为制造而设计”的理念，这实质上意味着在设计产品时，根据产品的制造方式来优化制造方法。通过充分利用3D打印的特点与优势，Whitney得以制造出更好的荧光计。这由于EPX 86FR更深的颜色降低了光污染的可能性，使得荧光计的读数有所改善。Whitney通过一颗固定螺钉，使荧光计可以精确调整以达到最佳信噪比，产品的原先出色的准确性更

上一层楼。多年来，Astoria-Pacific一直在生产制造这款新生儿血液分析仪，至今还从未出现过假阳性的案例。

成本将如何随着 按需生产而变化？

Carbon的解决方案如何同时节省时间与成本。

使用3D打印直接生产是一种垂直制造形式，可以缩短交货周期并节省成本。实际节省的成本取决于具体的零部件，而规避过长的交货时间总是有益无害的。对于荧光计来说，消除了供应商交货周期的限制是最为关键的。从曾经每次设计变更后的原型需要等待8到14周，到Carbon平台下第一个原型获得缩短到仅需1天并在3天



3D打印零件

内实现4次设计迭代。

荧光计的成本节约不在于单个零件的价格。将曾经需要十一个零件组装替换成3D打印直接一体化生产将整体成本从81美元降至30美元（节省达63%）。除此之外，新的荧光计设计使得组装时间从40分钟减少到了3分钟。

Whitney举了另一个例子来解释成本节约之显著：另一款Astoria-Pacific产品中所用的歧管部件。该零件过去的加工成本为每件1000美元，在是用3D打印直接生产之后，成本降至约30美元（节省97%）。

总结

Carbon Digital Light Synthesis 数字光合成3D打印技术通过降低项目周期使Astoria-Pacific International解决了小批量制造带来的各种问题。借助增材制造对敏捷生产带来的颠覆性革新，Whitney发现他可以集中所有的创造力在零件的设计与功能上，而不是将宝贵的精力浪费在担心传统制造业的不可预测性。

Whitney对采用增材制造的建议：

1. 充分考虑产品的材料要求。注意产品的合规性。
2. 找到符合你最关键需求的3D打印技术。考虑该技术是否适合生产，打印速度，是否能规模化量产。
3. 考虑3D打印机的易操作度和生产工人的经验程度。
4. 考虑树脂的管理。更换树脂方便吗？

www.Carbon3D.com



协作机器人：始于简单，却越来越复杂

Cobots: Start Simple, Then Add Complexity

作为 Cobot (协作机器人) 的供应商、安装商和集成商，我们已经了解到，随着其在过去几年中的普及，某些特殊应用已逐渐成为了人们所关注的焦点。Cobot 是一种理想的、入门级的机器人设备，可以为小型的工厂，在极具性价比的前提下实现自动化。当然，与任何设备的整合一样，需要一个有经验的团队来完成 Cobot 的无缝整合。在那些还没有用机器人替代工人的传统车间，对使用于机器人进行诸如将工件拿出或放进加工单元这种小事，都是一项很大的改革。

我们总是建议应该为第一个机器人创建更简单一点的程序。从文化和技术的角度来看，让第一次体验变得顺利非常明智。员工可能会自然而然地有点怀疑，甚至可能对 Cobot 有些许威胁感。然而，在我们参与的每一个案例中，一旦员工了解了机器人的作用和功能，他们就会逐渐成为机器人的完全拥趸。

Cobot 使工厂更有趣

首先，Cobot 很有趣。在任何展会中，工业机器人都会吸引最多的眼球。此外，工作人员如果不再从事令人厌烦的、枯燥的、重复的工作，而现在由机器人来做，很快就会感到轻松，因为他们被重新分配

到车间里或甚至在同一个单元里与机器人一起工作，并担任更有趣的角色。在某些情况下，Cobot 会以工作伙伴的身份出现，甚至被赋予可爱的昵称。在某个车间中，工人称他们的机器人为“Cobie”。

Cobot 集成了很多技术，这也就是经验和知识真正发挥作用的地方。老板或厂长希望得到投资回报率的保证，Cobot 供应商 / 集成商了解数控机床和机床控制，各种梯形逻辑代码，以及各主要控制器品牌的 M 代码要求，如 FANUC、Mitsubishi 和 Siemens。集成商应该精通机器人和机床的工序——即启动机器，准备好零件的装载 / 卸载，并将零件放入卸载站或废品箱。

如果您仍旧在采用老式的机床，那可能需要机床制造商提供额外的 M 代码。在过去五年或更长时间内建造的新机器，一般都有大量的 M 代码用于添加外围设备。集成商将把 Cobot 的输入 / 输出软件通信连接到机器上，对 cobot 进行编程，并根据应用情况，设计和制造抓取装置和装载 / 卸载站。

难以让事情变得简单

尽管 Cobot 的功能可能很“简单”，但要使“简单”的东西变得容易操作，仍然需要很高的技术水平。因此，集成商可



COURTNEY ORTNER
Director of Marketing/
A+ Automation Team Absolute
Machine Tools

以提供的另一项重要服务是培训。同样，特别是对于首次使用 Cobot 的用户，彻底的培训是成功的关键之一。

一旦新的 Cobot 安装完毕并可靠地运行了几个月，而且员工看到它相比于威胁性更多的是有趣，我们经常接到更多的 Cobot 订单。这可能是在不同的单元中的类似设置，或者，随着提升车间对机器人的信心，我们可能会处理一些更具挑战性的东西，如焊接或视觉检测。我们还看到某些员工成为车间的常驻“机器人专家”，以至于他或她可以自己，或者只需我们提供少量指导，即可完成安装和集成下一个机器人。

我想获取先进机加工培训

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





Xtra-tec® XT 性能与可靠性兼备， 展望全新未来。



性能与可靠性 —— 二者兼顾，与众不同。

Xtra-tec® XT —— 瓦尔特非常成功的铣削刀具系列的新一代，最新的结构特征广受好评：
重新设计 Tiger-tec® 可转位刀片的安装位置，在性能明显提升的同时保证极高的工艺可靠性。

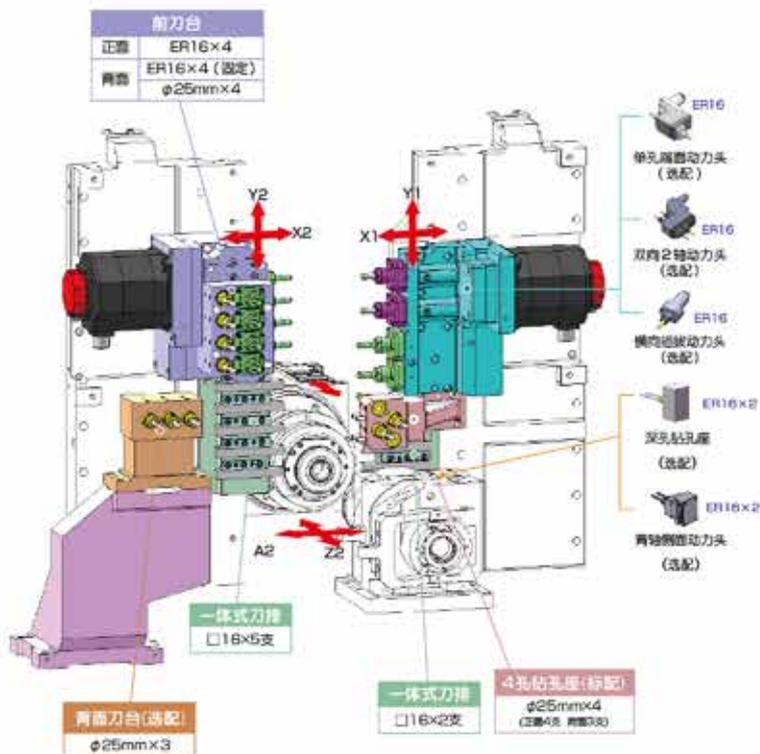
生产效率的全新未来：Xtra-tec® XT —— 瓦尔特 Xtended 技术。

香港主板上市
1651.HK

PRECISION TSUGAMI
津上精密机床

CNC精密自动车床 B0327W

前后刀台可同时加工 高效·稳定



机器规格

项目	规格
夹持棒材直径	φ8mm~φ32mm
最大加工长度	电导套: 320mm ^① 无导套: 70/80mm ^①
主轴转速	Max. 8,000min ⁻¹ (常用转速: 6,000min ⁻¹) ^{②③}
背轴转速	Max. 8,000min ⁻¹ (常用转速: 7,000min ⁻¹) ^{②③③}
总刀具数	32支
主轴电机	3.7/5.5kW
机器重量	4,700kg
长×宽×高	2,645×1,515×2,050mm

①: 选配 ②: 超过常用转速时, 请不要长时间使用。
③: 安装背轴侧动力头时, 背轴转速最高规格为8,000min⁻¹(常用转速: 6,000min⁻¹)

典型工件

阀芯



行业: 液压行业
尺寸: φ28.5×278mm
材质: S45C

阀套



行业: 汽车行业
尺寸: φ18×58mm
材质: 易切削钢

电极



行业: 新能源充电
尺寸: φ21×72mm
材质: 黄铜

轴套



行业: 汽车行业
尺寸: φ31×35mm
材质: 紫铜



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: 0573-8528-8971
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