

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

面向中国的先进机械加工技术

2023.7

**汽车制造**

**AUTOMOTIVE MANUFACTURING**

**提升加工力**

**WORKFORCE DEVELOPMENT**

**医疗制造**

**MEDICAL MANUFACTURING**

**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](http://www.mazak.com.cn)

全国统一免费服务热线

400-888-0266



2023.7



## 先进制造 Advanced Manufacturing Now

- 2 预测性维护：从停机时间到正常运行时间  
3 用于大尺寸增材制造的新材料

## 汽车制造 Automotive Manufacturing

- 4 **A.I.促进提高质量**  
机器可以学习去发现生产过程中和生产线终端的异常情况。  
8 **解锁汽车行业中的机器人应用**  
10 **BWT Alpine F1车队利用钛合金打印的液压蓄能器取得进展**  
金属增材制造助力F1赛车队。  
12 **连接初创企业**  
Drive TLV ——将高科技初创企业与投资者的桥梁。

## 提升加工力 Workforce Development

- 14 **带着工作去旅行**  
您的工作，也就是说。新冠疫情加速了混合劳动力解决方案的可见性和可行性，但专家表示还是要谨慎进行。  
20 **发展多层次技工队伍**  
22 **制造业准备好迎接XR技术了吗？**

## 医疗制造 Medical Manufacturing

- 24 **生物打印的当前应用**  
26 **医疗保健 4.0**  
人工智能、数据分析、机器人和增材制造正在改变医疗保健——从手术到计费。  
28 **泷泽集团 百年传承 源自创新**  
30 **增材兵工厂：不是传统的钛合金**  
用于3D打印的新材料正在迅速发展。

## 加工中心 Machine Tools

- 34 **多轴加工：超越主流**  
越来越多的车间采用五轴或更多轴进行更复杂且高效的加工。  
38 **为HRC设备维修**  
何时维护、重建或更换卧式加工中心。

## 数字工厂 Digital Factory

- 42 **CAD/CAM推动增材制造向前发展**  
改进生成设计、打印仿真、路径规划和过程控制。  
46 **让一些漂亮的老设备重新换发生机**  
即使是传统的机器也可以通过数据挖掘实现现代化操作。

## 生产解决方案 Shop Solutions

- 48 **自动化使加工车间的单件成本降低了70%。**  
50 **精加工刀具提高了车间对优质精密零件生产的控制能力**

## 行业情报 Field Intelligence

- 52 **“人工智能物联网”，边缘分析在Gebhardt创造和谐**

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.

# 预测性维护：从停机时间到正常运行时间

## Predictive Maintenance: From Downtime to Uptime



CLAUDIA JARRETT  
EU Automation  
euautomation.com

制造商长期以来一直在处理设备故障问题。虽然它们可能是不可避免的，但设备故障不应导致严重的停机时间，这会进一步造成侵蚀利润或使制造商超支预算。这些通常是最坏的情况，也是必须避免设备故障的原因。

如今复杂的制造设施（包括数据网络、集成硬件和大量自动化系统）使这些挑战更加复杂。因此，大多数制造商没有足够的维护方法。事实上，Infraspeak 公司的一份报告指出，93% 的公司认为他们的维护流程效率不高。

这说明在制造业中缺乏有效的维护计划，使工厂安全性下降，竞争力下降，盈利能力下降。

值得庆幸的是，预测性维护提供了一

种解决方案。

### 预测未来

预测性维护是一种预测硬件故障的每一种可能情况的方法，确定何时需要维护，并在必要时提醒维护人员，以及提供预防性的解决方案。

任何在制造业生态系统内运作的人都明白，故障和破坏每天都在发生。预测性维护的目的不仅仅是为了防止或减少这些故障，而是为了帮助制造厂达到高效率的标准，并在此过程中提供优质产品。

预测性维护计划可以减少 90% 的意外故障，这几乎消除了所以故障。实现这一目标的第一步是确保你的维护策略遵循最佳实践。例如，工厂经理必须安排定期检查、升级和故障排除，以避免故障，从而为预测生产计划奠定坚实的基础。

### 感知危险

为了有效地进行预测生产，工厂经理应该收集尽可能多的数据。这在实施任何预防性维护策略时都是至关重要的，因为可供分析的数据越多，对故障的预测就越准确。

一个出发点是使用智能传感器。智能传感器与机器学习算法相结合，有助于检测工业机器的异常情况。此外，通过训练

有素的算法，软件可以准确预测机器何时面临故障风险。

例如，在工业物联网环境中收集数据的智能传感器可以跟踪温度，识别磨损的部件，如故障电路。同样，专业的智能传感器可以对特定的部件进行振动分析，识别任何错位、弯曲的轴或其他电机问题的情况。随着技术越来越先进，智能传感器可以监测更多的参数，对机器的状况给出越来越准确的描述。

根据这些数据，制造商可以对关键资产进行分析，以确定故障模式。在这种情况下，重点是故障的频率、机器故障的严重程度和识别故障的难度。

通过将状态监测设备连接到 CMMS，工厂经理可以设置警报，将设备的任何故障或异常情况通知维护人员。这就提供了一个机会，在零件需要更换时，计划进行定期维护，从而消除了发生严重故障的可能性。

例如，传感器技术可以与几种不同的低液位流体动力产品集成——从连接器、软管和管道到泵、电机、执行器和过滤器。控制阀产生的一些诊断数据在排除动力问题时可能是至关重要的。

### 关于正常运行时间

PricewaterhouseCoopers 最近的一



预测性维护计划可以减少 90% 的意外故障，几乎消除了所有故障。



PricewaterhouseCoopers 最近的一项调查发现，95% 的受访者表示，预测性维护至少改善了一个关键的维护价值驱动因素，其中 60% 的受访者认为设备正常运行时间明显提升。



项调查发现, 95% 的受访者表示, 预测性维护至少改善了一个关键的维护价值驱动因素, 其中 60% 的受访者认为设备正常运行时间明显提升。

然而, 工厂经理要想在他们的设备上看到这种成功, 使用传感器来收集设备的信息是一个必要的关键组成部分。现在的机器通常带有不同的实时数据采集选项, 但传统设备也可以用廉价的附加传感器进

行改装。在处理老化资产时, 预测性维护可能是一个至关重要的工具, 这需要仔细规划, 以寻找过时的备件。

这些自动化零部件供应商的专家顾问, 如欧盟自动化公司, 可以帮助采购零部件, 并协助客户进行预测性维护。无论工厂经营者是在寻找智能传感器来开始他们的预测性维护之旅, 还是寻找替换零件来对旧机器进行纠正性维护,

与一个可靠的零件供应商建立关系是必不可少的。

虽然某种程度的设备故障是不可避免的, 但它不应导致计划外停机和资产质量差。这每年使制造业和加工行业损失数十亿美元。相反, 一个成熟而有效的预测性维护计划将有助于防止和减少停机时间, 同时通过增加正常运行时间来提高工厂的利润。

## 用于大尺寸增材制造的新材料 New Materials for Large-Format Additive Applications

最近出现了用于大尺寸增材制造 (LFAM) 的新材料, 包括生物聚合物, 阻燃材料和半透明原料。

据该公司称, 来自以色列 Lod 的 Massivit 3D 公司的 DIM 20-FR 是第一款为 3D 打印开发的阻燃光聚合物凝胶。它符合 Underwriter Laboratories 制定的阻燃材料最高标准 UL94-V0。该材料适用于运输行业中材料安全至关重要的最终用途部件。

Massivit 3D 公司北美区复合材料销售经理 Mike Clark 说: “这种阻燃 (材料) 适用于载人运输工具, 包括任何具有此类要求的交通工具, 无论是在欧洲还是在美国。即使是在火车的外面, 他们也不希望有高度易燃的东西。”

因此, 对于那些没有模具或只需要一个模具的客户, 可以用阻燃材料 3D 打印该零件。



ILENE WOLFF  
Contributing Editor

Massivit 3D 公司的另一种新材料是 Dimengel 300, 它具有高透光性。Clark 认为它主要用于原型的美学设计, 设计师可以用它来模拟窗户玻璃, 甚至是具有照明功能的成品。

与 Massivit 3D 现有的专有材料一样, DIM 20-FR 和 DIM 300 能够快速生产大型定制部件, 这些部件可在瞬间固化, 实现直接在打印机上打印出实体物件。与其他常用的增材制造材料不同, Dimengel 有利于生产复杂的零件, 几乎不需要支撑结构。

Massivit 3D 还调整了其现有 UV 固化材料的化学成分, 使其可防水, 用于该公司的 Massivit 10000 型号使用的新 3D 打印工艺, Massivit 10000 也是其最新产品。

与此同时, 明尼苏达州 Minnetonka 市的 NatureWorks 公司提供了其 Ingeo 产品组合中的一种新材料 IngeoD3700, 专门用于 LFAM。它有颗粒或长丝两种形式。

在 LFAM 中, 较高的聚合物沉积速率和体积会导致 ABS 等材料过度翘曲, 或某些聚烯烃或通用 PLA 出现显着收缩。这可能会导致代价高昂的打印失败, 因为翘曲会将零件拉离打印床或导致层分离。

通过控制聚合物的微观结构, 生成的无定形 PLA 级 Ingeo 3D700 具有较低的材料收缩率, 这对于减少翘曲、改善间隙填充和附着力以及确保打印成功至关重要。

新的 Ingeo 3D700 已用于金属铸造



用 Massivit 3D 的新阻燃材料 DIM 20-FR3D 打印的空气管道分流器。

制造中。上海拓卓新材料科技有限公司采用树脂直接打印工艺, 可以打印高达 1-2 米 (3.3-6.6') 的砂型铸造模具。3D 打印模具正在取代传统的木制铸造模具, 因为它们生产速度更快, 成本效益更高, 而且更容易维护。木制模具会因为潮湿而发生变形。

“使用像无定形 PLA 级 Ingeo 3D700 这样的材料进行打印时, 不会出现翘曲或变形,” TuoZhuo 的项目经理 Gabino Chen 说。“在这种尺寸的打印件中使用 ABS、PETG 或 PA 是很困难的, 这就是为什么使用 PLA 很重要, 并且建立为大尺寸打印设计的 PLA 等级也非常有必要。”

# A.I. 促进提高质量

## A.I. Steps Up To Help With Quality

机器可以学习去发现生产过程中和生产线终端的异常情况。

UVeye 公司的人工智能支持的技术使用专有算法、云架构和传感器融合技术，在几秒钟内完成生产线末端的全部车辆检查。它能够指出缺陷，以供操作员修复。(图片由 UVeye 公司提供)

当一辆新车从装配线上下来时，一些汽车制造商使用虚拟的眼睛来做最后地检查，以确保质量，保证产品没有划痕、凹痕和泄漏。

这些“眼睛”的背后是人工智能 (A.I.) 及其子程序以及机器学习 (ML)。这些技术也被部署在以色列 Tel Aviv-Yafo 的 UVeye 公司的自动计算机成像技术中。除了人工智能，该公司的专利算法、云架构和传感器融合在几秒钟内完成了完整的车辆检查并指出了缺陷。

“机器学习和人工智能已经被训练好了，”该公司首席战略官 David Oren 说，并指出 ML 相关算法是用 1 万亿张图像开发的。“然而，操作员必须手动纠正出现的任何错误”。

Oren 说，在制造业中，UVeye 的深度学习驱动的检测即服务统一平台也有可能进行在线检测，但这家初创公司现在的重点是其生产线终端的质量检查。

随着人工智能在制造业中的应用越来越多，它有助于提高部件的质量，像

UVeye 的视觉检测系统可以提醒操作者注意问题。一些解决方案可以在检测到问题时向机器发送信号并使其停止。

然而，仍有需要克服的问题：这些零散的软件只能从生产线的一部分区域收集和分析数据；这些软件间还有不同的数据格式，以及来自不同供应商的难以整合的技术，田纳西州 Nashville 的 Link Electric & Safety Control 公司的创新战略家和销售工程师 Dean Phillips 说。

可能最困难的部分是将这些各种各样的产品整合在一起，Phillips 说道。“目前，我看到的最大挑战是它们都是独立的系统。它们还没有完全覆盖到整个范围。这并不是说这种情况不会发生，但目前这是其中最大的挑战之一。”

### 对于专业领域知识，还没有替代品

位于辛辛那提的 Predictronics 公司提供了一个例子，以说明他们的预测质量解决方案是如何帮助一个烤箱制造商的。

当一卷卷的钢板在成型机上蠕动时，烤箱制造商一直在思考这个过程的一个质量问题。这台机器的工作是在钢板上压出肋骨，并当机架进入炉腔时支撑它。问题是，肋骨在成型过程中开始开裂。为了找出问题所在，并最终解决这个问题，制造商给 Predictronics 公司打电话。

Predictronics 公司的数据科学家分析了来自机器的相关信息，并使用热图像来建立肋骨开裂和工艺温度之间的关系。他们结果表明，裂纹更有可能发生在较低的系统温度下，这种温度处于成形钢板能够保持完整性温度范围之外。

在 Predictronics 公司解决方案的一次部署中，烤箱制造商能够以 88% 的精度（预测的裂缝中实际出现裂缝的百分比）和 66% 的召回率（预测的实际裂缝的百分比）发现问题。

Predictronics 公司的首席财务官 Patrick Brown 说：“当我们与客户在预测性质量方面进行合作时，我们将分析他们的工艺数据，开发一个健康模型，随着时



# 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

间的推移测量这些参数，然后认识到什么时候出现了潜在的问题趋势，并能够给出某种预警。”“我们可以帮助你，避免对你的产品做那么多的测试或那么多的视觉检查，并根据工艺参数推断这些产品的质量。”

这个过程还有助于减少废品，减少在已经坏了的产品上浪费的生产时间，以及因质量差带来的保修索赔。

通常情况下，如果人们对生产过程参数进行观察，无论是位置、流速、压力、温度还是其他参数，他都在寻找偏离正常行为的情况。异常行为可能是一个参数比其典型值增加的幅度。或者它可能是两个参数之间的关系。

“比方说，温度通常随着压力的增加而增加，但突然间温度在上升，压力却在下降，”Predictrionics 公司的首席技术官 David Siegel 说。“因此，它可能是超出其典型值的趋势，但也可能是像压力和温度的例子那样的相关变化。通过找到关系并长期监测过程，这些异常情况可以与过程中的问题有关，从而导致质量不好。”

## 何时应用人工智能？

Predictrionics 公司的方法是做一个关键性分析。对于预测性质量，他们会寻找哪些机器有最多的废品或与质量有关的问题。他们与客户携手合作，从工程和制造的角度了解哪些过程是最有问题的。这甚

至可以是同时依靠客户的经验以及使用数据的这种混合方式进行。

“有些客户可能只在生产线的终端时衡量质量，”Siegel 说，“在这种情况下，你必须依靠他们的经验，就质量而言，哪个过程可能是最重要的。”

对于一条新的生产线或没有问题的生产线，至少有几种方法可以实现。

如果是一条新的生产线，数据科学家会寻找一条类似的生产线或具有类似流程的生产线进行比较，然后利用这些运营商的经验，了解哪些问题是有可能发生的。

“或者它可能只是基于你的物联网系统的成熟度，”Siegel 说，“哪一个有具有最多的数据？这可能是另一个开始的好地方，因为你将有足够的透明度，比新生产线的其他部分更准确地监测该过程，在那里你可能没有太多的过程数据以供监测。”

或者，该决定可以基于领域知识。例如，有些过程有很多的可变性。即使有机器产生的数据和科学家对其进行分析以获得更好的结果，领域知识仍然是很重要的。

“我们有一个客户，他确切地知道参数应该是什么样子的，”Brown 说。“他们清楚地知道要设置什么阈值，在哪里设置，要看什么参数——他们对这个过程非常熟悉。因此，在团队中拥有这样一位来自客户的人真的很有价值。

Predictrionics 公司正试图在其模型中



利用 MachineMetrics 公司的技术对生产进行实时的仪表参数报告，为工厂车间和管理层提供决策透明度。(图片由 MachineMetrics 公司提供)

建立相关专业领域的知识体系，因为老一代经验丰富的人将退出制造业，而新一代的人将迎头赶上。

在新的生产线下，一种方法是在可能有最大可能出现差错的地方应用人工智能。这就有一个问题：是否可以对过程的某个部分进行检测？

Predictrionics 公司的首席执行官 Edzel Lapira 说：“过去曾有过这样的情况：从制造过程的设计方式来看，制造机器或工艺无法被仪表参数化。

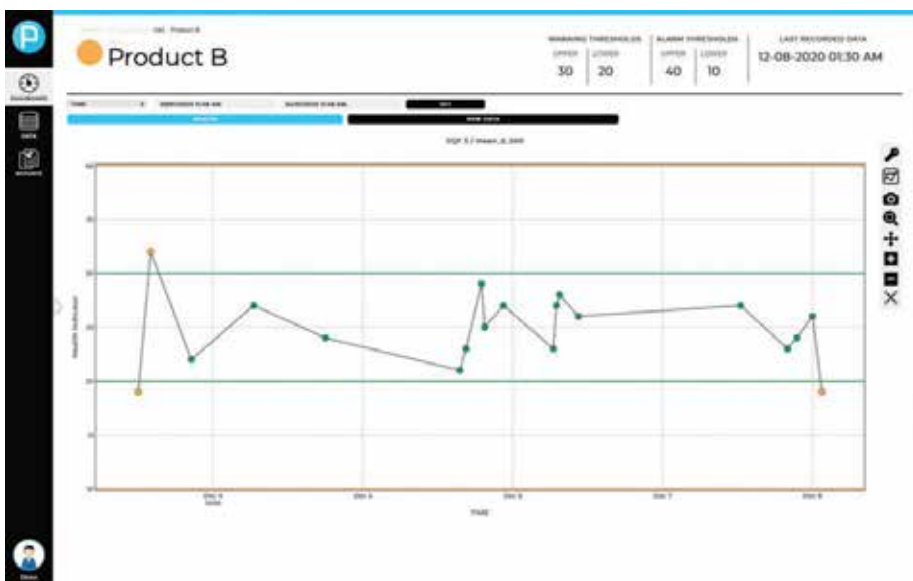
对于来自不同系统的数据，Lapira 说有不同的方法来整合它。”最简单的是数据库整合，有不同的协议，允许人们将数据从数据源强制送到数据池。对于机床来说，有 OPC-UA 和 MTConnect 这样的协议已经可用，所以你可以像我们这样的应用程序或不同的仪表盘上，从机器上获取数据。”

## 预测机器问题有助于提高质量

位于俄亥俄州 Brasstown 的 BC Machining 公司是一家使用数控机床和数据收集、机器学习和边缘计算等技术的金属加工厂，过去他们生产了太多的废品，为了达到生产目标，他们的机器需要以 200% 的产能运行，并且，这造成有很多破碎的铣刀被丢到废品堆中。

“BC Machining 公司的制造工程师 Mike Driskell 在一份案例研究中说：“我们经常会损失三分之一的零件，更不用说花费至少一个小时的时间对零件进行分类以识别废品。

为了寻求帮助，该公司求助于马萨诸



Predictrionics 公司对客户的过程数据进行分析，开发出一个健康模型，以测量参数随时间的变化，然后识别出什么时候出现了潜在的问题趋势并给出警告。(图片由 Predictrionics 公司提供)





利用 MachineMetrics 公司为加工机器提供的即插即用工业物联网平台，制造商可以从任何机器中收集数据。边缘性软件可以实时处理来自机器的数据，并将数据流入 MachineMetrics 公司的云端。（图片由 MachineMetrics 公司提供）

塞州 Northampton 的 MachineMetrics 公司提供适应性工具监测解决方案。

"MachineMetrics 公司的联合创始人兼首席执行官 Bill Bither 说："它是自适应的，因为机器上正在根据生产情况发生变化，以防止废品产生，而不需要操作员进行操作。" 这为我们的客户节省了几十万美元，使他们能够在实现“熄灯式”运行”。

MachineMetrics 公司的人工智能驱动的软件经过训练，能够预测、诊断和预防机床故障，在 BC 公司加工的 STAR 机床上自主地实施进给控制。当零件故障迫在眉睫时，它就会停止数控系统。这样一来，就可以在生产出不得不扔掉的质量不好的零件之前，主动地更换铣刀。

"自从使用 MachineMetrics 公司的预测刀具破损技术后，这种浪费就被消除了，" Driskell 说。"至少可以说，我们的瑞士式车削机床所节省的费用是巨大的。"

MachineMetrics 公司正在与一些客户探讨使用机械臂来更换损坏或磨损的刀具，而不是使用内部换刀装置。这种可负担得起的自动换刀技术目前已经开始存在，但现在，它只能适用于特定类型的机器，Bither 说。

他说："我们的客户真的对这项技术感兴趣，但我们对此有点怀疑是否值得这样做，" 他说。"但是现在，如果你有两年的合同，这可能是值得的，因为可获得利益太高了。我们认为这将是未来常见的事情。"

MachineMetrics 公司的工具监测方案能够在灾难性的工具故障发生之前识别出 BC 加工公司 Star SR-20 数控系统上的信号。它还发现了一种可预测的模式。该软件能够以近乎完美的精确度指出机床何时可能发生故障。

最重要的是，BC 公司正在生产高质量的零件。"我相信这种预测机器问题技术的主要用途是质量，"Bither 说。"还有预测性维护，但我认为检测质量价值往往是体现在实现更高的价值"。

BC Machining 公司实现的部分节约是来自于将端铣刀使用到其全部寿命，而不是经常更换，这有增加机器正常运行时间的额外好处。Bither 说："大多数制造商根据运行的零件数量来更换刀具。"这就是我们在许多客户中看到的情况，他们正在丢弃还有很多寿命的刀具，也许是 50% 或更多。"

他解释说，MachineMetrics 公司的工具监测软件是以每秒 1,000-10,000 次的极高频率采集数据。他说，而通常情况下，传统机器监测系统则会以 1 赫兹，或每秒一次的频率提取数据。

"这种每秒一千次数据处理能力是非常需要值得注意的，因为它需要更多处理和分析的能力，"Bither 说。

他的公司的解决方案从机器上的各种电机收集数据，然后将这些信息归纳为一个核心部分，他们称之为"切割扭矩"。

"而切割扭矩使我们能够看到数控切

割刀具的磨损，"Bither 说，"这就是我们为数控机床提供的的数据参数，它使我们能够评价加工过程中是否有任何异常情况，并检测刀具的裂纹、刀具的磨损以及切割操作中可能出现的任何问题。"

"我们可以在某些情况下预测故障，我们开始看到该刀具上的负载或该数据中的一些异常，以表明有问题，或者我们可以在一个零件生产时立即确定是否有问题，而这可能是一个废品。"

## 对数控系统的帮助不止于此

"我们从精密金属制造开始，所以我们已经非常深入地建立了围绕它的算法，可以应用于我们连接的一千台机器上。但我们也使它很容易连接到金属制造设备、焊接机、塑料注射成型，这些真正的任何类型的离散制造设备。"Bither 说。

此外，该公司还提供其收集数据的业务，因此，如果客户有一个数据科学家或制造工程师团队，他们想使用这些数据来真正考察整个生产线，他们也可以做到。

"这就是你可以在我们所提供的开箱即用的基础上建立额外的能力，"Bither 说。"我们为他们提供一个平台，将这些算法部署到边缘，他们所做的基本上是利用我们为他们捕获的数据，他们丰富这些数据，以某种方式处理它，然后将结果发送到我们的平台，在那里你可以建立工作流程，通知维护或质量问题指示，甚至可以指示机器停止。"

[www.linkelectric.com](http://www.linkelectric.com)  
[www.machinemetrics.com](http://www.machinemetrics.com)  
[www.predictronic.com](http://www.predictronic.com)  
[www.uveye.com](http://www.uveye.com)

## 筛选出供应商的问题核对表

### Questions Checklist Sorts Out Vendors

制造商在寻找人工智能解决方案供应商时，应进行尽职调查以找到合适的人选。Predictronic 公司的专家说，知道要问的正确问题会有帮助：

- 你的服务以前在哪里被使用过？它是否被用于制造业的预测性质量应用？
- 你的解决方案在减少废品和提高质量方面是否显示出对业务运营的明显改善？
- 你的团队有工业领域的知识吗？
- 你的解决方案是否能同时能够处

理传感器数据 / 生产过程的数据和质量数据，并整合这两种数据源？

- 你的解决方案是否使用机器学习？这是否包括无监督和有监督的机器学习模型？
- 训练模型需要多少数据？
- 是只需要健康过程的数据，还是需要不健康过程并产生废品时的数据？
- 你的解决方案是否需要所有零件的质量数据，或者如果只测量一部分零件的质量，它是否可以工作？

# 解锁汽车行业中的机器人应用

## Unlocking Automotive's Use of Robotics

几十年来，人们一直在期待机器人革命的到来，但直到现在也没有实现。每年，汽车制造商及其供应商都会购买数千台机器人，而这一数字远低于预期。机器人的应用范围没有达到预期的广泛，这是由于一些持续时间比预期更长的障碍。这些障碍最终可能导致错失提高国家制造能力和改善供应链的机会。

由于新冠疫情加剧了商品供应短缺，并凸显了关键供应链容易受到破坏的问题，现在正是关注可以帮助加强美国国内能力的技术和解决方案的最佳时机。最近的行政命令表明，这将是 Biden 政府的重点，因此现在是采取行动的时候了。

### 应用障碍

总的来说，汽车行业在广泛采用机器人自动化方面存在三个障碍。首先，成本仍然过高。成本不仅包括购买机器人本身，还包括其他几个重要的相关成本。典型的机器人工作单元需要广泛的工程协调。仅仅在工作单元中部署一个或多个机器人就是一项昂贵的任务。然后，在工程单元设计完成后，机器人需要编程。机器人编程是许多工程师的噩梦，也是制造商不得不支付的高昂代价。对于生产小批量产品或低价值产品的人来说，部署机器人的高昂成本无法摊销，甚至对供应商来说，在大规模推广时也难以负担。国际机器人联合会的最新调查结果显示，工业机器人的生命周期运行成本中，平均有



一个由相同“大脑”控制的三个机器人工作单元，这个“大脑”就是 Realtime Robotics 的控制器。通常情况下，一个工作单元中不会有不同品牌的机器人。这个控制器允许使用最适合用户需求的机器人，不受每个品牌不同编程语言要求的限制。（图片由 Realtime Robotics 提供）

75% 来自编程。每次任务更改时，应用程序都需要重新编程。

第二个障碍是缺乏灵活性。一旦你设计好工作单元并编程机器人，你就准备好了——你不以任何方式改变你正在做的事情。任何更改——无论是新的机器人还是生产过程中的变化——都需要重新编程，并很可能开始重新设计和验证工作单元以重新部署机器人的位置。这种缺乏灵活性使得机器人对于生产多种小批量产品的人来说并不可行。

第三个障碍是在工作单元中添加机器人的边际效益较差。为单个机器人编程是一项挑战；在共享空间内编程多个机器人以避免碰撞，这是一项非常困难的任务，可能会耗费几个月的工程时间。实际上，多机器人编程如此困难，以至于工程师为了缩短编程时间而进行简化，这大大降低了效率。

最常见的简化方法是使用“干扰区”，它禁止多于一个机器人进入任何一个可能被多个机器人触及的空间，尽管实际上，多个机器人经常可以在此类空间内共享而不发生碰撞。由于使用了干扰区，我们经常发现，一个拥有四台机器人的工作单元的性能往往不到一台机器人的两倍。多机器人工作单元的低效率降低了人们对机器人的使用欲望，即使在负担得起它们的公司中也是如此。

如果我们想要释放机器人的潜力，就需要降低应用障碍。我们希望汽车行业的每个人都能更多地利用机器人。由于机器人和工程时间的成本不太可能降低，我们可以控制的关键点是部署和编程的时间和费用。

为了实现我们的目标，我们需要能够适应当前环境的机器人，使它们能够在相对无结构的工作单元中运行。适应性依赖于两个能力：可靠的视觉和告诉的运动规划：

●可靠的视觉——使机器人能够观察周围环境并对其做出反应。用户要求视觉不仅要可靠，还要相对便宜。幸运的是，目前存在许多优秀的低成本视觉选项，而

且它们还在不断变得更好和更便宜。

●运动规划——计算和协调机器人如何在不发生碰撞的情况下从当前姿态移动到期望姿态的过程，这一过程必须足够快，以适应动态环境，特别是包括人在内的环境。历史上，运动规划性能对于通用应用来说还不够，导致机器人反应速度较慢，或者根本无法使用视觉进行操作（例如，在高度工程化的工作单元中，机器人无需作出反应）。然而，学术界和工业界的最近进展表明，运动规划方面的瓶颈将很快得到解决。

客户还需要能够在实现高性能的同时快速编程的机器人。目前，我们可以实现高性能或可容忍（但仍较长）的编程时间，而行业一直在选择后者。减少编程时间并提高性能的唯一解决方案是进一步自动化编程本身。

要求工程师在安排多个机械臂的运动轨迹时进行推理并不是最好的办法。汽车工业需要新的软件工具，减轻或消除工程师的大部分工作，这样他们只需指定他们希望机器人执行的任务，软件就会生成机器人程序。这些进步将以与使用高级语言（如 Java 或 Python）进行一般（非机器人）编程相类似的方式提高任何机器人程序员的生力，而这种编程比使用汇编语言编程具有更高的程序员生力。在这两种情况下，关键在于为程序员提供更高级别的抽象能力，并使用软件工具将这种更容易编写的代码自动转换为在较低级别需要的内容。

机器人工业在汽车制造领域和供应链中还远未发挥其潜力，但在一些关键领域的创新可以实现更高的价值。定制化机器人将使许多汽车公司能够引入更多的机器人并从中获得巨大利益。此外，我们可以通过降低成本和提高将机器人添加到工作单元的边际效益来增加价值。最终的结果将是大幅提升美国国内制造能力，以及带来更可靠的供应链，这有助于更好地为美国应对未来可能再次发生的，新冠疫情级的灾难所造成的物资或劳动力短缺。



# 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/>



增材制造使 BWT Alpine F1 车队能够最大限度地延长阻尼线圈的长度，同时在有限的空间内封装完整的功能。



# BWT Alpine F1 车队利用钛合金打印的液压蓄能器取得进展

## BWT Alpine F1 Team Advances with Titanium Printed Hydraulic Accumulator

金属增材制造助力 F1 赛车队。

BWT Alpine F1 车队采用金属增材制造技术，通过生产一个具有完整功能的钛合金液压蓄能器来提升其赛车的性能。凭借与 3D Systems 多年的合作供应和开发，BWT Alpine F1 车队选择了 3D Systems 的直接金属打印（DMP）技术来生产这个复杂的零件，并依靠 3D Systems 的专业知识和专有的清洗工艺来确保最佳质量。

### 挑战：以先进的设计提升性能

BWT Alpine F1 车队正在不断地改进

其赛车，在极短的迭代周期内工作尽可能地提高和改进性能。持续的挑战包括在有限的空间内工作，尽可能低地保持零件的重量，并遵守不断变化的法规限制。

3D Systems 应用创新小组（AIG）的专家们为 BWT Alpine F1 车队提供了专业知识，帮助他们用钛合金制造具有挑战性、功能驱动型内部几何形状的复杂盘绕部件的。

增材制造提供了一个独特的机会，通过在较短的交货期内提供高度复杂的零件来克服快节奏的创新挑战。对于像 BWT

Alpine F1 车队的液压蓄能器这样的零件，由于设计的复杂程度和对清洁度的严格要求，需要额外的 AM 专业知识才能成功制造出零件。

### 解决方案：在有限的空间内封装复杂的功能

对于蓄能器，特别是后升沉流体惰性线圈，BWT Alpine F1 车队设计了一个硬线阻尼器，它是变速箱主箱内后悬架系统中后升沉阻尼器的一部分。蓄能器是一根长而坚硬的管道，可存储和释放能量以平衡压力波动。因此，线阻尼器的性能与其内部体积相关，因此也与组件的长度相关。

增材制造使 BWT Alpine F1 车队能够最大限度地延长阻尼线圈的长度，同时在有限的空间内封装完整的功能。“我们设计该部件以尽可能提高体积效率，并在相邻管之间共享壁厚，” BWT Alpine F1

0.5 毫米壁厚 高精度和可重复的打印	零件的压缩总长度 以适合有限的体积
氧气水平 <25 ppm 确保最佳的机械零件质量和充分的材料利用率	大量蓄能 通过共享壁厚

结果：复杂内部通道的无颗粒钛合金打印，在有限的体积下优化了性能。





BWT Alpine F1 车队在极短的迭代周期内工作，以尽可能提高和改进其赛车的性能。

车队高级数字制造经理 Pat Warner 解释说。“这样的设计只能通过增材制造才能实现。”

最终的钛阻尼线圈是使用 3D Systems 的 DMP Flex 350 生产的，这是一种高性能金属增材制造系统，具有一流的氧气含量 (<25 ppm) 和惰性打印环境。3D Systems 直接金属打印机的独特系统架构确保能够在高化学纯度的环境下生产异常坚固和准确的部件，以及生产部件所需的可重复性。

## 零件清洁度，实现完美性能

在操作过程中，阻尼线圈充满了液体，



LaserForm Ni718 中的这种尾管设计必须包含一个空隙，以允许尾翼挂架通过。此外，它还允许对废气排放管进行高效包装。由于该零件的尺寸，复杂性和薄壁性质，只能通过增材制造进行生产。（图片由 BWT Alpine F1 车队提供）

并通过吸收和释放能量来平衡系统内的压力波动。为了正常运行，液体有一个清洁度的规范，以避免污染。使用金属 AM 来设计和生产这个部件，在功能、与更大系统的集成和减轻重量等方面表现出显著的优势，然而，该团队仍面临从内部通道中完全去除粉末的挑战。

为了在这些复杂的金属打印件上彻底移除材料，3D Systems 的 AIG 团队贡献了其丰富的工艺知识，将专有的清洁协议应用于数以万计的部件，并确保钛组件无颗粒。对于那些计划采用金属增材制造并要求内部通道具有最高级别零件清洁度的客户，3D Systems 拥有一个既定的协议，可将这些专业知识转移到新设施中。

## 优质金属工作流程

3D Systems 的完整金属 AM 解决方案不仅包括其领先的专业知识和金属打印平台，还包括精心开发和优化的材料以及 3DXpert 软件。3DXpert 是一款一体化软件，用于准备、优化和管理金属打印工作流程。

BWT Alpine F1 车队为其蓄能器选择了 LaserForm Ti Gr23 (A) 材料，客户称其高强度和精确生成薄壁截面的能力是他们选择这款材料的理由。所有 LaserForm 材料在 3DXpert 中都拥有特定的、广泛开发的打印参数，这些参数将 3D Systems 工程师的专业知识整合到工

作流程中，以获得最高质量的结果。

## 专家咨询

BWT Alpine F1 车队利用 3D Systems 的增材制造设计专业技术，在最佳构建方向、可实现的壁厚、如何在相邻壁段之间共享壁厚等方面提供指导，并利用其后处理专业技术，推进其设计。作为行业创新解决方案的一贯合作开发者，3D Systems 的应用创新小组在将应用从概念过渡到规模化生产方面拥有广泛和深入的经验。

3D Systems 是数百个关键应用的合作伙伴，这些应用遍及各行各业，质量和性能是最重要的。3D Systems 公司从原型设计到生产的系统化方法获得了合格增材制造零件的简化路径，而且这家增材制造领军者还提供技术转让，帮助客户在自己的设施内成功采用增材制造。

继 BWT Alpine F1 车队用钛合金打印蓄能器取得成功，Warner 表示，该团队备受鼓舞，希望在下一年制造更复杂的悬架组件

注意：目前，Formula 1 规定不再允许在汽车上使用惰性线圈。然而，需要应对持续挑战的基本原则，例如在有限的可用空间内，保持尽可能低的零件重量，并在改进功能的同时遵守不断变化的法规限制，可以通过该组件完美地说明，并转移到 Formula 1 赛车以及公路和轨道车辆的多个组件。

# 连接初创企业

## Connecting Startups

Drive TLV —— 将高科技初创企业与投资者的桥梁。



UVeye 的 Artemis 产品正在用于检查轮胎。UVeye 在 2018 年参加了 Drive TLV 的 FastLane 项目。（图片由 Drive TLV 提供）

Drive TLV 是一个创新中心，致力于将以色列的制造和智能出行高科技初创企业与全球主要投资者联系起来，现该中心正将其覆盖范围努力扩展到美国和欧洲的其他初创企业。

自 2017 年以来，Drive TLV 已为 40 多家专注于汽车技术的初创企业筹集了 10 亿美元。它现在将其计划延伸到北美和欧洲的初创企业。同时，它还将把业务范围扩展到物流、保险和能源领域的公司。

Drive 目前的主要合作伙伴包括本田、沃尔沃汽车、沃尔沃集团、DENSO、NEC Corp.、Novelis、Cox Automotive、赫兹、Ituran、Next Gear Ventures 和以色列的 Mayer Cars and Trucks Group。

Drive 的 FastLane 项目为初创企业提供了导师和培训的结合体。FastLane 是一个为期五个月的激进计划，每两周与金融和技术专家团队进行一次会议。它还提供与 Drive 的企业和私募股权合作伙伴的持续面对面会议以及与行业领袖的国际首席执行官一起参与论坛的机会。

FastLane 项目为初创企业提供了进入新市场、构建价值主张、完全商业化技术和与寻求颠覆性解决方案的潜在客户建立持久关系的框架。

FastLane 的毕业生包括为装配线提供质量控制检验系统的供应商 UVeye。其他还包括 Foretellix、Arbe Robotics 和 Tactile Mobility 等参与人工智能、自动驾

驶技术和传感器的公司。另外两家公司，Addionic 和 Apollo Power，专注于可持续性和电气化技术的开发。

“我们帮助初创企业制定长期成功的计划，” Drive 联合创始人 科恩（Tal Cohen）说。“除非你有像 Drive 这样的合作伙伴，否则成功之路将会更加艰难。”

### 不同的文化需要共同努力

科恩说：“人们不了解将新技术融入和商业化需要做多少工作。如果是企业投资者是大象，那么初创企业就是老鼠。”他把这两者比作两种不同的动物，它们有两种不同的心跳，需要了解如何共同努力。

他说：“我们帮助初创企业及其企业



合作伙伴为每个步骤设定期望。如果双方互相了解，这个过程就会非常有效。但这需要时间，需要一个情感节奏。如果你在每个阶段都知道该做什么，成功的可能性要高得多。”

Drive 拥有超过 15 位商业化及相关领域的专家以及担任导师和协调人的运营团队。它的第七个 FastLane 计划将于 2022 年初完成，第八个计划将在今年晚些时候启动。

科恩说：“对大多数初创企业来说，一个关键问题是如何以正确的方式使用某种技术。如何创建正确的商业模式？如何与正确的企业合作伙伴接洽？”对于许多具有创新产品但缺乏成熟商业模式的年轻公司来说，技术商业化代表着未知领域。根据科恩的说法，FastLane 在帮助他们绘制一张地图。

## 共同努力意味着成功

他说：“这在很大程度上是一项团队努力。初创企业明白我们正在缩短商业化的道路。他们的企业合作伙伴看到这个过程变得更快、更有效。我们看到所有参与者都取得了胜利和成功。”

UVeye 在 2018 年参加了 FastLane 计划，起初是一家从事安全领域的公司，生产能检测车辆底盘中的炸弹和违禁品的高科技扫描系统。



UVeye 的 Artemis 产品正在用于检查轮胎。UVeye 在 2018 年参加了 Drive TLV 的 FastLane 项目。（图片由 Drive TLV 提供）

UVeye 已成功转向汽车行业，推出了三款非常成功的产品：

Atlas，一种 360 度检测系统，可在汽车下线时扫描钣金及其他外部车身部件，如保险杠、车门锁、格栅和窗户；

Helios，一种底盘扫描仪，可以检测到各种问题，包括车架损坏、零件丢失、液体泄漏以及刹车和排气系统问题；

Artemis，一种检查轮胎质量的产品，包括气压、胎纹磨损和侧壁缺陷。

UVeye 于 2019 年进入美国市场，将其 Atlas、Helios 和 Artemis 检测系统提供给汽车和其他制造商，以及经销商服务部、轮胎商店、维修厂、车队运营和二手车拍卖场。

科恩说：“UVeye 是一家拥有极强的技术和全球范围内部署能力的公司。该公司渴求成功。从纸面上看，我们应该说‘哇，就是这样。这是一个可以获得成功的初创企业。”

但现实情况是，初创企业要经历大约两年的起起落落才能最终取得成功。“你必须经历开发市场知识、能力、功能和技术商业化的过程。UVeye 已经完成了这个过程，并正逐渐成为一家成熟的公司。”

## 了解初创企业

“Drive 不仅了解其企业合作伙伴的需求，还了解其 FastLane 初创企业的需求。” UVeye 的首席执行官阿米尔·赫弗（Amir Hever）表示，“他们架起了一座桥梁，帮助每个初创企业为商业化过程做好准备，向寻求突破性解决方案的公司展示他们的技术提供指导和建议。”

赫弗补充说：

“Drive 不是典型的加速器。他们为你提供指导，还教你如何与企业合作伙伴共事中的良好商业观点。例如，他们帮助我们与沃尔沃建立关系，不仅作为客户，还作为投资者。”

根据 UVeye 首席营销官亚伦·萨吉夫

（Yaron Saghiv）的说法，Drive 擅长将初创企业与本田、沃尔沃等全球公司联系起来。“他们使两边达到完美平衡。”萨吉夫说，“他们弥合了文化差距。他们了解这两个世界。”

## 扩大帮助范围，推出 POWER

2021 年 5 月，Drive 在特拉维夫地区开设了 POWER by Drive，这是一个为 FastLane 参与者和其初创企业进一步推进商业化过程的试验场和发展中心。POWER by Drive 包括一个占地 20,000 平方英尺（1,858 平方米）的试验场和一个总部机构，设有会议室、办公室和实验室供高科技初创企业和感兴趣的企业合作伙伴使用。

POWER 的经理埃亚尔·拉宾（Eyal Rabin）表示，测试跑道可以设置交通信号灯、环形交叉口、街道标志等设施，以模拟各种交通情况。安全的地理围栏设施确保用户隐私并保护正在开发的技术的保密性。Mayer Cars and Trucks Group 的工程师将支持在 POWER 中心进行的测试和开发计划。

“POWER by Drive 是商业化过程的下一个逻辑步骤，包括我们的 FastLane 项目，”科恩说。为了在 POWER 进一步加速新技术的商业化，Drive 的一些企业合作伙伴也计划在新的开发中心设立办事处。有了 POWER，以色列技术公司想要为全球各地潜在合作伙伴测试、验证和迅速展示其创新成果将不再受到差旅问题的困扰。

“拥有卓越制造和出行技术的初创企业往往需要帮助来推广他们的产品。”科恩说，“这就是 Drive TLV 及其合作伙伴可以提供指导和协作咨询的地方。”他表示，POWER 旨在将企业和技术初创企业更紧密地联系在一起，以建立对任何长期商业关系至关重要的信任和理解。“POWER 有助于降低合作初期的风险，并显著提高成功的可能性。”他说，“初创企业和他们的合作伙伴双方都可以从这个过程中受益。”

“初创企业希望建立他们的技术，而大型企业希望这个过程快速而顺利。POWER 为初创企业提供了一个平台，帮助他们了解他们将在其中工作的生态系统，同时帮助他们的新企业合作伙伴了解如何最好地利用正在开发的技术创新。”



## 带着工作去旅行 You Can Take it With You

您的工作，也就是说。新冠疫情加速了混合劳动力解决方案的可见性和可行性，但专家表示还是要谨慎进行。

Librestream 提供增强现实远程解决方案平台。该公司的 Onsight 平台跟踪客户每周执行的检查次数。目前，这个数字已经达到了 7,000 到 8,000 次。（由 Librestream 提供）

在新冠疫情期间，数字生产和通信工具的使用激增，加速了混合工作场所的发展，在这种情况下，制造业企业需要从外部调整人员和工作任务。

然而，尽管设计师和工程师这样的人员很容易远程工作——根据公司的不同，在疫情之前也是如此——但机器仍然需要现场操作员。话虽如此，像虚拟现实、混合现实和基于云的连接这样的解决方案，正推动组织重新考虑如何安排和执行某些制造任务。

### 混合（现实）的好处

面临着熟练工人短缺以及需要改造工作场所以适应大流行协议的压力，制造商们加紧寻找并优化适合其独特环境的数字工具。

马萨诸塞州尼德姆的 IDC 制造业洞察研究总监 Reid Paquin 表示：“在全球新冠疫情期间，从健康和安全的角度来看，混合工作安排的好处显而易见，制造商看到了该方式在升生了产力和员工留存度。超过三分之一的人也体验到了更高的员工体验 / 满意度，我们认为这将在行业应对

人才 / 劳动力问题的努力中发挥作用。”

除了制造业，Librestream 客户成功高级副总裁 Charlie Neagoy 表示：“大多数大型 OEM 企业都有现场服务元素，目前几乎普遍存在的一个问题是员工流失和知识传递问题。在行业中，目前约有超过 300 万人选择了提前退休，这加速了知识的缺失。混合劳动力——能够在不同地点完成工作的能力——有助于弥补因提前退休带来的知识损失。混合劳动力可以为全球各地的员工提供各种灵活性。”

总部位于加拿大曼尼托巴省温尼伯的 Librestream 提供了一个增强现实（AR）远程解决方案平台。“与混合工作场所相关的另一个好处是，它能够帮助方之间共享协作平台。” Neagoy 补充道，“安全性也是使用混合劳动力的一个主要原因。制造业中的许多位置和设备都具有危险性，因此远程访问现场可以降低事故发生的风险。”

此外，Neagoy 继续表示，所需的检查和认证可以远程完成。“我们的 Onsight 平台允许我们跟踪客户每周完成的检查次数。我们的客户每周能够远程进

行大约 7,000 至 8,000 次检查。在新冠疫情之前，我们每周只能记录约 2,000 次。”

芝加哥 MxD 的总裁兼 CTO Federico Sciammarella 表示，新冠疫情已经证明，混合劳动力可以提高组织的韧性和员工效率。MxD 专注于数字制造，是美国制造网络的一部分，该网络由 14 个先进制造研究所组成。

Sciammarella 表示：“如果组织拥有适当的网络基础设施，并且是安全的，那么即使在远程工作时也可以运行操作。适当的网络基础设施使公司更具韧性，因为即使在远程工作时，个人仍然可以访问运行所需的数据。”

### 从何时何处开始

与任何组织或行业转型一样，仅靠技术无法解决新出现的问题。远程监控和协作工具已经司空见惯，但是，恰如其分的规划对于采用混合模式至关重要。

IDC 制造业洞察研究总监 Reid Paquin 指出：“协作、视频会议和内容共享平台 / 应用程序是制造商投资或寻求投资的一些领域，以更好地实现混合工作模





Mastercam中国  
微信公众号

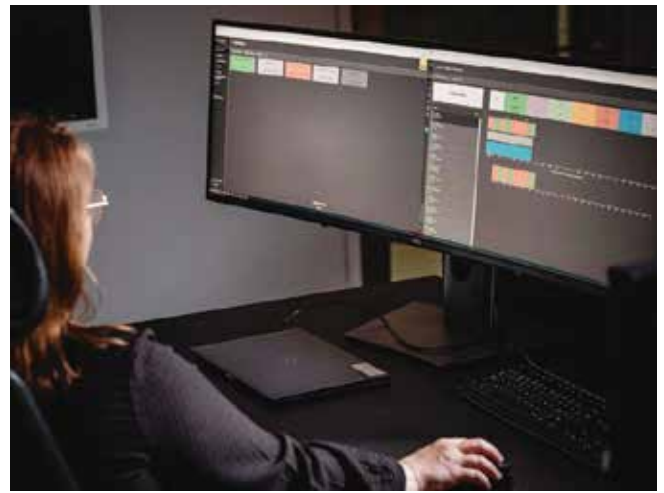
A close-up photograph of a CNC machine's spindle cutting a cylindrical metal part. The machine is silver and black, and the metal part is being machined with a coolant spray. The background is a blurred industrial setting.

**MAKE IT**  
**MULTIAXIS**

**Mastercam**



像 Librestream 这样的远程工作平台使员工能够远程访问危险地点和设备，以降低事故风险。（图片由 Librestream 提供）



Sandvik Coromant 的 CoroPlus Machining Insights 是一个软件即服务平台，用于监控机器状态。用户只需登录到一个网站，就可以了解特定机床的情况。（图片由 Sandvik Coromant 提供）

式。大多数制造商都需要一些现场员工。维护 / 资产管理是一个必须有现场员工的领域——需要有人拧紧螺栓。未来，制造商可能能够将更多工作转移到机器人身上，但目前技术成熟度和投资成本使得这对大多数制造商来说并不现实。”

Paquin 承认，在新冠疫情之前，已经在自动化、数据收集和远程连接方面进行了大量投资的制造商具备支持这种转变的基础设施。“我们看到，拥有云系统（如 ERP）的制造商最适合混合工作。最佳方法是在整个组织中构建策略 / 路线图，并进行分阶段推进。通常都是从后勤类功能开始，因为这些团队实现远程工作所需的投资较少。关注现有的远程工作政策以及如何管理远程员工，并在扩展到更多功能时，能够帮助我们吸取最佳的实践和经验教训。”

Librestream 的 Neagoy 指出，平均每位员工每年花费 240 小时（10 天）等待信息。他建议说：“如果你是现场操作员，那最好的策略是将主题专家的知识嵌入到数字化工作指导中，这样你就不再需要等待专家了。”

Neagoy 继续说，将新技术交给合适的员工至关重要。“如果你要引入新技术，从熟悉技术的人开始。我们的客户通常会看到用户接受率的双模分布：距离退休 10 年内的人和不到 10 年的人之间的差别非常大。”

他表示，确保“这是可以在三个月内实施的事情。虽然在三个月内无法完全实

现，但在三个月内你应该能够有所作为。”

MxD 的 Sciammarella 表示，在处理其他制造业务时，“必须仔细、全面地计划行动，牢记持续改进的基本工具。首先要审查现有的流程及其原因。‘为什么’至关重要，可能看似显而易见，但尤其是在工作流程历史悠久的情况下，这并非总是如此。公司将希望达到这样一个水平：团队知道哪些数据和信息可以数字化（如果尚未实现的话），以及如何利用这些数据和信息来支持不仅仅是灵活的工作时间表，还有一个可以远程获取的持续改进过程，以便生产可以继续制造产品并根据需要优化工作。”

如果一个组织已经开始实施云技术来处理商业数据，他补充说，“它可以利用这些云技术进行操作数据收集，并使文件和信息随时可用于那些劳动力。”

## 近期成功案例

对于总部位于西雅图的定制机械制造商 Fives Lund，多年来，工作场所的灵活性和拥有执行关键任务所需的远程工具一直是公司文化的一部分。

Fives Lund 的首席执行官 Casey McGarity 表示，自从 2015 年加入 Fives 集团以来，确保员工无论身在何处都能尽可能高效地工作一直是该公司的理念之一。“甚至在疫情之前，这已经是一段正在进行的旅程，而不是一个终点。”

在疫情之前，“我们的员工主要集中在西雅图的工厂，但我们总是有工程师和

技术人员在现场支持设备。”工程总监兼首席机械工程师 Jonathan Schwedhelm 补充说，“我们还与世界各地的姐妹公司共同设计一些复杂的自动化设备。”

然后疫情爆发。虽然 Fives Lund 在员工居家办公方面与所在地区的其他大型雇主保持同步，“但我们的环境相当需要实际操作。”Schwedhelm 解释说，“我们的工程师和技术人员紧密合作，共同建造、测试和支持我们的设备。”这意味着需要继续富有创意的进行工程设计、交付设备和客户支持。

“早期，一些工程师带回家一些较小的项目和部件进行研究。一些控制工程师在家里设置硬件，以便对机器进行编程，但这并不具备扩展性。”

这就是西门子的 Run MyVirtual Machine 软件发挥作用的地方。这款机器操作仿真软件“为控制工程师提供了机会，让他们能够开始构建机器的控制‘内核’，测试运动学和操作，以及进行大规模模拟机器，确保它们能像您想象的那样快速运行。”Schwedhelm 说。

他继续说，Run MyVirtual Machine 在疫情爆发前一年开始的一个项目上取得了显著成效。

“2019 年，我们开始研究一台大型自动化设备，客户要求我们使用西门子 CNC 控制器。我们熟悉多种不同的数控系统，但我们正在制造的这台机器具有非常独特的运动学特性，我们知道在硬件可用之前，我们必须克服一些巨大的技术障碍，确保



SANDVIK  
Coromant

# Y轴车削

CoroTurn<sup>®</sup> Prime和CoroPlex<sup>®</sup> YT  
助力全向车削

## 一把刀具完成所有车削工序

Y轴车削是一种3轴同时车削方案，在车削过程中，刀具围绕自身中心旋转（主轴旋转），此时刀片处在Y-Z平面内车削（刀片运动），而铣削轴会进行位置补偿（刀具运动）。

因此仅需一把刀具即可加工复杂形状或凹槽。



扫一扫直达  
官网了解更多

我们在不必坐在工厂控制面板前的情况下同样可以完成工作。”

虽然他们有其他建模软件的事件经验，但 Schwedhelm 继续说：“由于这是一个西门子项目，它让我们第一次能够充分利用这个工具，在计划中使用它，用它来降低风险，并确保我们在设计过程中做出明智的决策。现在，随着供应链问题日益严重，控制组件的交货期面临挑战，这帮助我们在没有完全停滞的情况下继续前进。”

Fives Lund 的核心文化在于，“我们的工程师（机械、电气和软件）经常在车间一起努力工作，包括了制造设备和排除故障。” McGarity 指出，“至少，当工程师遇到问题时，他们可以来到车间，并且寻求协助计划、组装或测试。在工程师不‘积极参与’车间任务时，他们也可以深入参与这些事物的计划定制。”

McGarity 提到，在制造业实施混合工作流程的核心问题上，尽管车间员工必须留在现场，“但 Fives Lund 的工程师无需在始终停留在工厂中，这是非常困难和非常不同的。像许多公司一样，我们在权衡新冠病毒的风险与保持强大、紧密团队所带来的文化和效率的风险。我们拥有的工具有助于维护这种文化。我们从打造一个特别健康和强大的团队开始，但即使有好的工具，这些集体能力也会逐渐衰退。工具越有效，我们就越能保持长久的实力。但我们还需要回到现实中，提醒自己：‘现



支持远程工作的好处

来源：IDC COVID-19 IT Spending Impact Survey Wave 10, August 2020

IDC 制造业洞察调查发现，受访者认为远程工作安排带来了诸多好处。（图片由 IDC 提供）

场实践同样会使我们变得更强大。’”

## 调整流程以适应工作

混合解决方案对 Sandvik Coromant 来说也很自然，它不仅为客户提供促进远程工作机会的工具，而且还调整了自家切削工具工厂的工作流程。

生产部经理理查德·博伊尔（Richard Boyle）表示：“就 CAD/CAM 技术而言，我们已经具备了这项技术，但显然我们仍然需要人在这里操作设备。我们的设备还没有达到全自动化的地步，我们仍然需要现场操作员，但这为我们推进制造业工程方面的工作提供了很好的机会，使制造工程师不但能够在办公室、生产车间，同

时还能在家完成一部分工作。”

博伊尔说，当新冠疫情爆发时，Sandvik 的设计师也大部分时间在家远程工作，每周都有一个人按照轮换计划进入车间，为生产提供支持，同时也会降低每一个人对于病毒的暴露风险。与此同时，该公司采用所谓的无人生产，来替代机器操作员。“带有自动化设备的设备能够在没有操作员在场的情况下运行。”他说。

博伊尔解释说，在两个八小时的机器操作员轮班之间，安排了四个小时的间隔。两个相对的单元可以错开时间表，这样只需要一名操作员现场应对任何一个单元的间断。“我们的工作人员几乎全天候不中断工作，以确保我们有充分的设备运行时间。”

博伊尔还称赞 Sandvik 与微软以及其 HoloLens 混合现实技术的合作，促进了混合工作。“我们在生产中利用的大部分技术，包括我们的 MES 和仪表盘，以及所有可用的数据，都是通过他们的解决方案提供的。我们偶尔会有停电，可能几个小时无法登录某项服务，但这种情况少之又少。”

博伊尔回忆说，在新冠疫情期间，Sandvik 购买了一台从瑞典空运过来的新设备，当时所有的航班都被取消了。“我们没有等到航班重启，瑞典的技术人员可以过来时再完成安装，而是通过使用像 HoloLens 这样的技术，我们让我们的当地维修人员与这个人直接合作，他们可以直接通过这些人的眼睛看到他们在做什么，确保我们专注于正确的事情，让这台机器投入运行。”

博伊尔最后表示，平衡混合和传统工



美洲培训中心经理 Mike Andersen，在北卡罗来纳州梅班的 Sandvik Coromant Center 向客户展示技术。（图片由 Sandvik Coromant 提供）



作流程“总是一项挑战，需要努力去做。对于混合作业，我们并不认为任何人都是100%远程。如果你尝试将一个尚未准备好的流程变为远程，这非常难。在将一个流程向混合作业过渡时，我们一直非常谨慎、缜密，确保我们能够持续改进并快速修改，以免失败。”

对于客户，Sandvik 提供了包括 CoroPlus Machining Insights 和 CoroPlus Process Control 在内的远程支持产品，美洲地区数字化加工销售总监杰夫里奇 (Jeff Rizzie) 表示。

里奇解释说，Machining Insights 是一个软件即服务 (SaaS) 平台，可以监控机器的运行状况。“我们可以通过登录一个网站了解某个机床的运行情况。我可以了解利用率数据，制造了多少零件，查看调度和直接从机器中获取的多个数据点。即使从运营角度来看，这些解决方案的价值也非常大。现在，我只要正确地使用数据，即可在车间之外对其运行情况了如指掌。”

CoroPlus Process Control 还能够进一步衡量整个制造过程的健康状况，里奇继续说道。“它可以执行自适应控制并覆盖机器。如果检测到碰撞或刀具破损，它可以自动关闭机器。它可以发出命令获取备用工具或冗余工具并重新启动制造。此外，它可以协助无人机加工——为这个过

程增加了一层安全保障。”

此外，Sandvik 努力“提升”员工的技能，以便更好地支持客户的远程需求，美洲市场副总裁安尼卡·兰根 (Annika Langeen) 指出。“我们已经为我们的 Sandvik Coromant 中心配备了最新的技术，以便在客户项目和实时虚拟培训课程中提供远程支持。”她说，“通过最新的音频和视频技术，客户可以查看我们的 Sandvik Coromant 中心机器内外的情况，并实时与我们的黄衣专家互动，无论他们处于什么地方。多年来，我们还提供了广泛的在线学习课程，为客户、学生和员工提供金属切削知识。参与者可以随时随地参加培训项目并获得认证。”

## 未来的混合工作模式

数字制造经常被吹捧为招聘和留住员工的利器。IDC 的帕金 (Paquin) 表示同意。

他指出：“混合 / 远程工作可以扩大某些职位的候选人库，并且我们从制造商那里了解到，他们的年轻员工更渴望在工作模式方面获得更多的灵活性和选择。对于一个难以吸引新人才的行业来说，不采用混合工作模式可能会使这个问题变得更加严重。”

Librestream 的 Neagoy 提到，最大的挑战是“简单地了解混合工作场所可以应用在哪里。80% 的劳动力在一线工作，

因此创建混合劳动力可能是一个艰巨的前景。实施混合劳动力的成功秘诀是确定非常明确的业务目标。制定可量化、可衡量的目标，从小做起。如果你在不同的功能区域上有着相似的内容，你可以先找一点破局，然后将所学应用到整个组织。”

Neagoy 还提醒注意：“人们适应混合劳动力的方式有一种奇怪的双重性。对业务了解最多的人可能是技术能力最差的人。让经验丰富的员工知道，新的混合技术不是为了帮助他们，而是为了帮助其他人。”

虽然在新冠疫情期间，支持混合现实的平台和技术发生了转变，但现在的问题是“如何以对每个公司需求有效的方式进行整合。” Sciammarella 表示，“正确的网络和连接 (例如 5G) 是否存在，如何确保它们的安全性？这可能会产生很高的成本，需要仔细考虑如何以最经济的方式整合这些工具和平台。”

“MxD 一直认为，在危机爆发时，数字化能力较强的公司表现更好。新冠疫情中也不例外。”他继续说道，“组织在实现数字化转型方面走的道路不同，而那些技术更先进的公司自然可以轻松地过渡到混合实践。”

归根结底，仅仅因为有创建混合劳动力的工具，并不意味着可以成功应用到特定企业的文化和投资意愿中。“要实现有意义的变革，使公司不仅能生存下去，而且能蓬勃发展。说实话，最大的挑战是文化变革。在制造业，人们都是习惯性的生物，很难打破这种习惯。另一个大挑战是实现数字化以支持混合劳动力所需的财务成本。” Sciammarella 指出，“对于小企业来说，很难去评估怎么做才能使投资回报最大化，因为市场上有太多选择。”

在未来，随着数字化制造的不断发展和应用，企业需要克服文化和财务方面的挑战，以实现混合工作模式的成功。这意味着，公司需要投资于技术和人才，以满足员工和市场的需求，从而在竞争激烈的制造业中脱颖而出。

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

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

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

[www.mxdusa.org](http://www.mxdusa.org)

[www.sandvik.coromant.com](http://www.sandvik.coromant.com)

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



西门子仿真软件，如 Create MyVirtual Machine 和 Run MyVirtual Machine，帮助机器工程师和设计师，在无法到达车间现场的情况下保证项目进度。(图片由西门子提供)

# 发展多层次技工队伍

## Developing a Multi-Tier Technology Workforce



Dale Lombardo  
Special Process  
Technologies  
Leader  
GE Aviation

产品工程师需要了解哪些产品是可生产的。工艺工程师需要了解工艺性能和产能。操作员需要了解他们监督的工艺以及如何识别和应对重要的变化。

在航空航天和国防产品制造和工程各个层次有着悠久的学徒传统。但是，在产品 - 过程 - 操作协同方面，有一些相对较新的压力因素：

产品工程师往往与操作的挑战和机遇相距甚远，因此设计有时无法解决可生产性和正常可变性问题。

一些令人难以置信的新工艺和设备正投入商业使用，这些设备已经“炸毁”了工艺设计手册，而工艺工程师却没有得到替代。

由于工艺速度或必要的人员保护，操作人员的特有操作可能在实践中不为人知甚至不可见。

制造技术领域合格工程师的需求继续超过供应。为下一代产业中的初级人员带来了一个机会，可以支持一个框架，让所有有愿景的人参与到新技术当中。

许多工业雇主，包括通用电气（GE），通过轮岗发展计划成功地提高了工程经验，使员工接触到技术岗位。然而，自2018年以来，GE航空供应链投资了一个专门针对培养制造工程专业知识的项目。制造工程发展计划（MEDP）将内部策划的技术教育与 Tooling U-SME 课程相结合，通过轮岗实现经验互补。车间内的技

术领导者确定哪些领域需要更多的人才，MEDP 团队招募并安排应届毕业生进入他们可以茁壮成长的职位。

与此同时，为确保制造业中的可持续发展，GE 航空投资建立了受控头衔持有者职位。这是一个至关重要的职业框架，用于长期保留和发展最优秀和技术团队：它可以创建一个社区，提高能见度并促成具有丰富制造技术和深入工艺知识的专家进行合作。

我很高兴看到操作员培训计划的复兴。我们不再需要能手动制造和“精确测量”的人。但是，我们确实需要人们成为机器中的部件与工艺之间的智能接口。

在佛蒙特州，GE 航空与 Vermont Technical College 合作，开发了自动化和检验的技术专家和技术员培训计划。我们现在计划扩大该计划。在马萨诸塞州，我们的制造团队建立了 RiverWorks 制造学院，那里的操作员和工程师可以在实践环境中学习课程目录。

与过程和预期结果保持联系以及处理意外情况的能力，为操作员带来了归属感、自豪感和工作满足感。熟悉工艺和产品质量术语的操作员是现场业务的重要代理人。

尽管有些人承诺在其无人值守技术具有极高的鲁棒性和适配性，但我对我们是否应该首先投资于未来结果持怀疑态度。

我是人工智能、深度学习和先进系统技术的巨大倡导者。但在未来几年，人工智能、深度学习和分析工具的主要优势将是使劳动力的能力最大化。

较早实现帮助的例子可能包括看到和“感知”机器内部的工艺力量和偏差，以及将机器的当前性能与同行和历史版本自身进行比较。在正确的人手中，这样的工具将为建立具有高效机器利用和维护的可适应过程提供巨大助力。

让操作员和过程设计者实时了解更多信息，关注使用增强数据做出智能决策，是提升美国航空航天和国防制造能力的关键。





# 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

# 制造业准备好迎接 XR 技术了吗？

## Is Manufacturing Ready for XR Technologies?

思考一下手机和互联网是如何重新定义通信、教育和娱乐，更不用说制造业了。XR 技术，包括虚拟现实（VR）、增强现实（AR）和混合现实（MR）技术和设备，正在进行着同样的根本性转变。这三者技术完美实现了互补，它们有着不同的用例。

本文是 Tooling U-SME 提供的网络研讨会的摘要，旨在帮助制造商更好地了解这些趋势。研讨会的主题是“虚拟、增强和混合现实在制造培训解决方案中的应用”，主持人是 SiFy Technologies 北美公司的 Vijayanandraj Vaiyapuri Ramalingam 博士，BMW 公司的 Dmitry Kopytin，以及 Tooling U-SME 公司的 Chad Schron，。

### 我们在说什么？

在我们深入了解用例之前，让我们先澄清一些术语。虚拟现实意味着完全沉浸在 VR 环境中。头戴式显示器 / 耳机可以有线和无线的。有线意味着连接到一台提供更高分辨率和处理速度的高端 PC，相比之下，无线设备通常

价格较低。设备包括 HTC-VIVE、Oculus RIFT/Quest 和 Samsung Gear 等。

增强现实是在现实世界中叠加数字内容，如图像、视频或其他数据。想一想口袋妖怪 Go。增强现实可以在您可能已经拥有的设备上，如手机或平板电脑。还有智能眼镜和不同的耳机。有许多不同的应用。

与 AR 类似，混合现实涉及在现实世界上叠加不同的数字元素。不同之处在于，您可以与这些数字元素互动。想想虚拟工作指导，或者在各种类型的流程上叠加工具。

### XR 在培训中的应用

XR 技术在培训中已经存在很长时间了，但是只有军事和医疗领域才能负担得起。如今规模经济逐渐降低，使 XR 技术成为智能制造策略的支柱。XR 技术也出现在制造生产，以及培训中。一个有说服力的采用 XR 辅助培训的原因是知识的完整程度。研究表明，使用 XR 技术，特别是虚拟现实，可以使内容完整程度大大提高。



根据世界经济论坛的调查，到 2025 年，全球超过一半的制造业从业者（54%）将有可能采用 XR 战略。



对于即将涌现的制造商一代来说，这也非常具有吸引力。在互联网和沉浸式游戏中成长的数字原住民对 XR 技术在混合学习解决方案中充满热情。总之，较低的成本、更快的理解、提高生产力和节省资金使 XR 技术在制造业运营中备受推崇。

当人们谈论工业 4.0 时，通常是谈论自动化。另一个重要的观点是混合增强，也就是说人类与技术一起工作，使任务更具生产力。XR 正是如此。在制造业中，高达 30% 的工作时间可以通过扩展现实来增强。那么决策者如何回应呢？

根据 2020 年 9 月世界经济论坛的一项调查，全球制造业受访者中有超过一半（54%）表示有可能在 2025 年之前采用并发展 XR 战略。当被问及 XR 采用如何帮助应对 COVID 危机时，制造业受访者中 80% 的人表示首选提供更多远程工作机会。其他选择包括加速工作流程数字化（77%）、加速任务自动化（54.3%）以及对劳动力进行再培训/提高技能（40%）。

简而言之，人员、流程和产品形成了制造业采用 XR 的三大支柱。XR 的目标是使制造业更高效、安全和准确地工作。

VR 已经在培训方面显示出巨大的优势，特别是在复杂的操作中。XR 培训应用的核心价值是能够带来基本的安全和文化沉浸。包括可以在沉浸式现实主义中发挥作用的 OSHA 安全原则、登高安全或帮助人们在狭小空间中导航。借助 XR，您还将能够远程培训。例如，如果操作员在车间内，他或她可以将他们所看到的实况传送给异地培训师。

虚拟现实触觉仍在发展中，但触觉反馈在培训方面的潜力很高。手动操作机床方法、触觉装配和维修支持都是可能受益的运营领域。

## XR 最佳实践

在为制造企业制定 XR 战略时，首先要有远见。始终要牢记您投资的方向，无论是人员、产品还是流程。IT 政策也会发生变化和演进。从 XR 的角度来看，您想要做什么，要收集哪种数据以及要收集多少？便携性、隐私和网络安全都必须得到解决。从技术角度来看，市场上有很多设备和技术。业务需求必须明确定义，以便选择最有效的 XR 方案。

有适用于 VR 的案例，也有更适合 AR 的用例。在评估采用风险时，您需要非常清楚期望的结果和涉及的风险。年龄可能是一个这样的因素；共享设备可能是另一个因素。

另一个要求是对工作场所准备情况的坦

诚评估。您的工作场所基础设施是否已经为基于 XR 的解决方案做好了准备？您能为此专门提供足够的物理空间吗？您的员工是否支持？任何一代技术都会有磨合问题。对员工进行教育至关重要，使他们做好准备。从小规模开始，从概念验证到规模化往往往是最好的方法。充分利用内部资源，如 3D 编程和建模，您会发现开发 VR 和 AR 技术变得更加容易和友好。

全面思考 XR 解决方案如何与您的其他系统（如 ERP、质量报告或学习管理系统）集成。拥有远见，建立度量标准并计算投资回报率将使您的 XR 实施战略更上一层楼。

## BMW 公司的 XR 沉浸

在制造业和培训方面的 XR 应用上，即使是世界上最杰出的制造商也面临着与较小规模企业相同的问题。BMW 位于南卡罗来纳州格里尔的工厂不但面临着不断上升的培训成本，还需要纳入能吸引年轻制造业员工的新内容。

大约三年前，公司建立了一个项目开发团队，并决定通过两个 360 度视频体验 VR 世界。360 度视频在房地产行业很常见，用户可以沉浸在一个空间中。虽然不能操纵物体，但用户可以从环境中观察和学习。

经过一年多的时间，BMW 报道了他的成果：“它真的有效。” Kopytin 说，“我们看到员工真正参与其中，通过模块更快地识别事物。”

在重复进行后续模块的培训时，BMW 看到人们继续进步，他们在 XR 中捕捉到了所传递的内容。

从嵌入式 360 度视频开始，BMW 开始扩展到它所称 VR 的下一阶段：设计和利用虚拟空间。它成为了 Tooling U-SME 的虚拟制造实验室开发工作的测试者。

Kopytin 说：“你可以想象，如果一个员工尝试进行连接器测试或适配测试，你需要有多台机器和一个巨大的培训中心来容纳大型班级。但是，如果你使用虚拟空间，你可以有一个培训班，可以让其中几个人在虚拟现实体验中进行相同的活动。”

接下来是将 AR 与混合现实结合起来。BMW 探索了如何制定工作指导和简化工作。

Kopytin 总结道：“我们希望能够与员工和学员互动，因为最终目标是培养合格的未来员工，让他们能够全面理解课题，无论以何种形式呈现。”

[www.toolingu.com/resources/Watch-and-Listen](http://www.toolingu.com/resources/Watch-and-Listen)

# 生物打印的当前应用

## Current Uses of Bioprinting

生物打印将生物学应用到了增材制造领域。生物打印已经从传统的在打印机中放置细胞，发展到由高端 3D 打印方法和复杂的含细胞生物活性材料组成的系统，以制造能够复制人体生理功能的组织。在诸如药物开发和再生医学等领域的研究进展取得了巨大的成果，各种团队都在致力于拓宽这个平台的可能性。

### 开发更好的药物

生物打印的一个关键应用是创建高级组织模型，以复制人体生理或病理，用于开发新型治疗方法。发现、测试和批准一种新药所需的投资估计在 3.14 亿美元到 28 亿美元之间。生物打印前景巨大，可创建更具功能性和预测性的临床前模型，以帮助减少新药开发中的资金投入。

我们已经看到了第一个发表的肿瘤芯片系统。它结合了一对血管和淋巴管，以更好地模拟抗癌药物的输送和排放。这是一个模拟人类复杂性以更快地识别失败药物的革命性步骤，从而解决太多无用的药物进入临床试验，使其成功率只能保持在 10% 左右的困境。

### 器官和植入物

生物打印的另一个关键应用是再生医



生物打印的胶原心脏瓣膜（图片由 Allevi by 3D Systems 提供）

学。自组织工程研究开始以来，科学界一直梦想着我们何时能够 3D 生物打印出组织和器官并植入人体。几十年后，这个挑战仍然存在。血管化是传统组织工程的一个重要局限，现在可以通过高分辨率生物打印来解决。光学平台已成功创建了能够进行气体交换和血液氧合的血管，这对组织生存至关重要。例如，3D 系统通过与 United Therapeutics 的合作，利用这些技术生物打印人类肺。这项工作已经为打印——植入过程带来了革命性的发展，这一过程有望实现传统生物制造方法无法达到的血管化水平。

这些植物细胞可以与人类细胞进行共同生物打印。这样就创造了组织氧合所需的环境。在最终使用之前，植物细胞可以从组织结构中选择性地移除，同时通过剩余的可灌注微通道网络实现血管化。此外，还报道了一种使用专有生物墨水配方的冷冻生物打印方法，该方法可以实现组织结构的同时生物打印和冷冻保存。这反过来又提高了组织在生产环境中的保质期。3D 生物打印的其他有趣应用场景包括但不限于应用于食品工程和空间研究的领域。

在过去的二十年左右时间里，3D 生物打印领域取得了巨大的进步。这些进展包括新的硬件和软件配置，如扩展的生物打印方法类型和增强的数字控制，以及在各种领域具有大量下游转化应用的生物墨水。

然而，我们认为 3D 生物打印技术还有进一步改进的可能性，主要从三个方面来看。

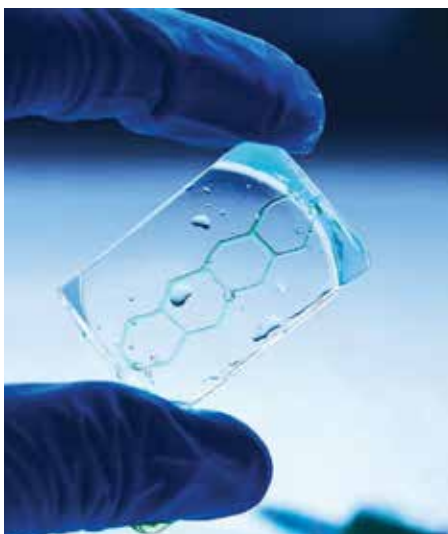
首先，在于将不同技术相结合的潜力。每种生物打印方法都有其独特的优势和局限。将两种或多种方法进行整合，其功能性可能会远高于单独使用某种方法，这也带来了协同工作的可能性。

其次，将其与人工智能相结合有可能使生物打印更加自动化和精确。

第三，最后，将 3D 生物打印方法微型化以适应微创手术策略将使其有可能在手术中带来奇效。例如这将使诸如伤口愈合等领域的成果更加丰盛。

### 生物打印的未来前沿

3D 生物打印也已扩展到非传统用途。一个项目试图通过在生物墨水加入植物细胞来解决工程组织中氧气供应的限制，



3D 打印的器官芯片设备。（图片由 Allevi by 3D Systems 提供）



3D 生物打印的肺叶。（图片由 United Therapeutics 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](http://www.starrag.com)



# 医疗保健 4.0

## Healthcare 4.0

医生和研究人员正在将创新技术用于医学和医疗保健领域。

### 人工智能、数据分析、机器人和增材制造正在改变医疗保健——从手术到计费。

人工智能、数据分析、机器人和增材制造正在以令人兴奋的方式改变医疗保健行业，如机器人辅助手术、罕见疾病诊断、图像解读和定制人工关节。在医疗计费等看似平凡的领域，进一步采用该技术获得了额外的好处。

“心脏内科和骨科实践以及支持他们的相关生命科学公司在使用人工智能、机器人和增材制造方面取得了巨大进展，”西门子医疗设备和制药行业战略高级总监 Jim Thompson 说。“研究和开发往往倾向于围绕涉及最多资金的最普遍疾病来进行优化。”

“人工智能只是一种分析数据和创建相关性以基于机器学习算法进行预测的工具。但它恰好是医疗保健的一个非常有用的工具。”

### 心血管诊断技术升级

Mayo Clinic 工程主任 Mark Wehde 说，在心血管医学方面，人工智能诊断中最早的应用是根据心电图的波形来预测血钾水平。

“这是一个没有人尝试过的新概



Ed Cuoco, vice president of strategy and solutions at PCT

念，” Wehde 说。“心脏病专家知道血钾水平会影响心脏的功能；如果某人的血钾水平非常低，你会看到心脏电波的变化。他们想知道这之间是否存在关联。他们将患者的信息输入一个算法训练集，然后观察心电图波对血钾水平的预测程度——它真的很理想。

Wehde 说，这种相关性很重要，因为与让患者进入医院或医生办公室抽血以测量钾水平相比，在医院外监测病人的心电图水平是相对常规的。“它具有巨大的影响力。”

速度和云存储一直是人工智能的游戏规则改变者，Wehde 说。

“人工智能已经存在了很长时间，” Wehde 说。“即使作为一名年轻的工程师，我们也在谈论神经网络。承诺一直存在，但它从未真正实现。直到最近几年，这项技术才兑现了承诺。关键是要有处理能力和微控制器，可以在合理的时间高效运行人工智能算法。云存储呈爆炸式增长，使得可以廉价地存储大量数据。将其与令人难以置信的强大计算引擎相结合，我们现在拥有运行日益复杂的 AI / ML 算法的必要条件。”

“Mayo Clinic 正在为人工智能付出巨大努力，” Wehde 说。“我们正在与 Google 的工程师合作，将所有数据都放在云端，以便能够在其上运行算法，以找到改善诊断和治疗的方法。”

汤普森说，例如，人工智能现在可以用于分析来自 X 射线、CT 扫描和核磁共振的诊断成像，比人类更快、更准确、更一致。汤普森补充说，这样的分析是极其劳动密集型的，可能需要训练有素的护士、工程

师或技术员花费两个小时到一整天的时间。

Wehde 说，旧方法是获取数据，在计算机上创建虚拟的 3D 表达，使用计算机鼠标操作该图像，然后逐层、逐片移动该图像以查找问题。

他说，一个现代的人工智能系统会进行耗时的扫描，以识别出不寻常问题的图像，并标明需要放射科医生给予更多关注。

人工智能在放射学的模式识别方面做得很好，Wehde 说。“这是医疗保健领域最早的重大应用之一，可以帮助放射科医生，减轻他们的工作负担。现在，我们能够快速处理数以千计的 MRI 和 CT 图像。”

这样的系统“能够发现经验丰富的放射科医生可能错过的东西，” Wehde 说。

“它提高了质量，减少了所需的时间。这对每个人来说都是真正的胜利。

“经过适当训练和优化的人工智能程序可以在不到一分钟的时间内完成分析，” Thompson 说。“这是一个巨大的生产力提升。

人工智能知情分析既准确又一致。“因为它是一个查看结果的计算机程序，所以它可以与疲惫或厌倦看像素的人进行比较，” Thompson 说。“这并不意味着人工智能是完全准确的，因为图片并不完全准确。”至于一致性，三个不同的人可能会得到三个略有不同的结果，而人工智能提供的结果要一致得多，他说。

PTC 战略和解决方案副总裁 Ed Cuoco 说，AI 可以帮助决定何时是进行手术的最佳时机。考虑到一个需要更换膝关节的患者，并考虑何时更换关节，“AI 可以通过显示更多可能的结果来增强医生



的决策，” Cuoco 说。

他说，人工智能的一个局限性是，它的算法依赖于提供的数据来应用机器学习。Thompson 警告说：“如果你向人工智能展示的案例与以前所见的完全不同，那么结果可能非常不准确，因为算法还没有为这种数据和属性的组合接受过训练。算法的好坏取决于经过预处理的机器学习数据。”

## 经济高效的数据分析

在 Mayo Clinic，临床医生正在加载来自世界各地的各种常见和不常见的疾病和病症的数据，以帮助填补数据空白。例如，Mayo Clinic 的医生去年治疗了 8 例罕见的脑瘤，Wehde 说。

“我们看到来自世界各地的病情最严重的患者，” Wehde 说。“我们看到了其他医疗机构看不到的东西。地区或社区医院的医生不会看到这些情况。人工智能将缩小差距，提供那些不一定在你脑海中浮现的答案。”

“即使有互联网，波士顿的医生也很难知道洛杉矶医院的最新情况，更不用说东京的医院了，” Cuoco 说。“不会突然出现新的数据来源，但把大量的数据来源汇集在一起就容易多了。”

Cuoco 说，数据分析可以帮助发现行为模式、身体退化模式和意外的药物相互作用。

Cuoco 说，虽然较小的农村医院可能无法投资 1 亿美元的机器，但这些医院可以通过对数据分析的投资来获得重要收益。

“与机器相比，数据和分析相对便宜。对于农村医院来说，促进良好诊断和护理的良好数据分析更具成本效益，” Cuoco 说。“不是每个人都能住在顶级医院附近。数据分析无法取代这一点，但它可以帮助缩小差距。”

## 外科医生 / 机器人的伙伴关系

Thompson 说，机器人在协助和执行手术方面很有前途，特别是在骨科、心脏护理和小型手术方面。

Thompson 说，例如，外科医生与机器人协作，允许外科医生在观察患者解剖结构的放大图像时引导机器人，比单独工作的外科医生具有更精确的观察力。

Wehde 说，机器人能够帮助医生通过在患者身上打出微创小口（直径小到一英寸）来在其体内进行内窥镜手术。

“机器人非常擅长重复做同样的事



Mark Wehde, chair of engineering at Mayo Clinic

情，” Wehde 说。“机器人系统能够以人手无法做到的方式移动。它们可以旋转一圈，360 度。”

Wehde 说，外科医生可以仔细而精确地引导机器人瞄准病人大脑深处的肿瘤。

Wehde 说，机器人还可以延长外科医生的职业生涯。他说：“随着年龄的增长，外科医生的手会变得迟钝，和不够稳定。计算机和机器人系统可以弥补这一点。只要头脑仍然清醒，外科医生就仍然可以做手术。”

基于对医生短缺的预测——American Association of Medical Colleges 预测到 2025 年将短缺 46,000 至 90,000 名医生——延长外科医生的工作寿命意义重大，Wehde 说。

## 增强现实，3D 打印辅助培训

Cuoco 说，增强现实在将专家连接到远程医院和手术室以及培训方面也发挥着作用。

“AR 使医生甚至医科学生有机会接受真实的培训，不仅在手术方面，还有在药物处理和样本处理方面，而不会像真人培训那样昂贵，” Cuoco 说。

Cuoco 说，一个新的趋势是使用增强现实技术将患者的诊断和药物投射到坐在医生办公室的患者，或远程医疗预约中屏幕上的患者身上。

Thompson 说，增材制造在培训医生方面实现了价值，因为不是使用尸体，而是可以反复 3D 打印相同部分的解剖结构，用于医生培训。他说，在不寻常的情况下，外科医生可以在医院使用增材制造来显示疾病在病人体内的表现，以获得比二维成像更好的结果。

Thompson 说，骨科医生和骨科医疗设备公司在利用增材制造个性化手术器械方面处于领先地位，在某些情况下，还包括膝关节、髌关节、踝关节和肩关节在内的实际植入物。

至于假肢，增材制造帮助 Unlimited

Tomorrow 公司能制造出了轻质的人造手臂，这些手臂是相反肢体的镜像，比其他替代方案要便宜得多。

“这对儿童尤其重要，因为他们成长得太快了，” Thompson 说。

## 利用 AI 更快、更准确地计费

Cuoco 说，虽然上述例子抢占了更多的头条，但人工智能在医疗计费方面提供了很大的好处，它可以捕捉到错误和浪费。假设一下，如果保险业者知道一个编码为 123 的测试经常伴随着另一个编码为 ABC 的相关测试，那么一个编码为 ABD 的测试反而会提醒人工智能系统，人们应该检查一个潜在的错误，Cuoco 说。

Cuoco 说：“保险业的医疗编码计费是一项巨大的手工工作，而且极易出错。人工智能可以寻找异常模式和危险信号代码。提高前期准确性可以节省数百万美元的保险浪费。这是医疗综合体中被低估的部分，人工智能对其有着深远的影响。它只是不像机器人做手术或增材制造关节设计那样令人兴奋。

但是，医疗计费编码员短缺。人工智能使医疗计费更有效并解决这种短缺的可能性，与更前沿的人工智能直接应用实例一样意义深远。”

Thompson 说，总体而言，监管部门的批准仍然是一个挑战，对医疗服务提供者进行新技术培训也是一个挑战。

“最大的挑战是不断发展的医疗保健实践，” Thompson 说。“拥有一项在实验室里工作的技术，并能得到 FDA 或世界各地其他监管机构的批准，是向前迈出的的一大步。然后，医疗系统和个人实践中的每个人都必须了解这些技术，采用它们，并开始使用它们。你如何培训他们，教育他们？采用的速度被交付实践和年长的人员拖慢了。”

在过去的十年中，越来越多的数字原住民进入医疗保健领域，并开始问：“为什么我们不以数字方式做这些事情？” Thompson 说。

他说，负担能力正在成为另一个挑战，尤其是在发展中国家，那里的医疗系统，如非洲的医疗系统，没有足够的资金来支付新兴技术。

Thompson 说，展望未来，新设备将有助于解决各种神经系统问题，他说：“越来越多的投资流向神经学，那是下一个前沿领域。”

# 泷泽集团 百年传承 源自创新

## 持续研发与创新， 成就极佳的企业体质

泷泽机电（浙江）有限公司主要生产机械制造产业的计算机数值控制(CNC)车床。承袭日本株式会社泷泽铁工所累积在工具机研发与制造的技术与经验，我们成功地将日本泷泽100年技术DNA融入工作母机制造工艺，并以「TAKISAWA」自有品牌行销全球制造业重镇。泷泽以健全的组织、管理制度及坚强的经营团队，多年来戮力经营、专注本业、持续研发与创新，成就极佳的企业体质。



## 追求高精度、便捷性、智能化

我们拥有丰富精密加工经验，且持续不断投资引进高精度、高效率的精密自动化加工设备，以提高加工生产的领域与自动化的层次。更重要的泷泽透过客户反馈与制造数据分析，不断协助客户优化工作单元配置，提升生产效率，从而最大限度地提高产量。

## 强化智能化生产部署， 降低生产成本：

1.建立数字化生产管理模式：建立数位化生产资讯管理平台，将原先包含接单、生产及客户意见反馈等资讯与数据进行整合，有效降低人工作业量与资料错误率，提升生产效能、质量及客户满意度以及提升产品附加价值。

2.提高产品等级：藉由提升产品精度、稳定度及可靠度等方式，

提高产品档次增加获利。

3.提供客制化产品：结合顾客的车间环境、流程需要、作业习惯，在标准机台的骨架上融入了顾客的需求，提供客制化产品，提升获利。

4.提供客制化需求：泷泽车铣复合智慧系统之智能加值软体为全自主研发，掌握关键技术。可以针对不同产业应用的特殊需求，进行客制化开发专用模块，提供客户更精确的应用求，以开创利基市场。客制化的完整车削解决方案。

## 创造客户与泷泽双赢的 合作局面

在不断的强化产品功能，确保质量的稳定，降低生产成本之际，泷泽更着重提供客户完整车削解决方案，帮助并辅导个小型制造商实现现代化，以全面优化客户加工质量与生产效率，创造客户与泷泽双

赢的合作局面。此外，泷泽集团成立了研发中心投入高额的研发经费，培育优质研发人才，及派往台湾泷泽科技及日本泷泽铁工所作技术交流，参与政府、学术单位的产学合作方案，以充分掌握、提升开发技术。





## 大事记

- 2002年10月 上海泷泽机电有限公司成立
- 2004年07月 上海泷泽机电有限公司取得ISO9000认证
- 2005年12月 与日本宫野合作，公司名变更为上海泷泽宫野机电有限公司
- 2008年05月 CX-15机型本地化生产
- 2009年04月 NEX-108机型本地化生产
- 2010年01月 与日本宫野结束合作，公司名变更为上海欣泷泽机电有限公司
- 2011年09月 CX-15K机型在地化生产
- 2018年03月 泷泽机电（浙江）有限公司成立
- 2021年04月 泷泽机电（浙江）有限公司正式投产
- 2021年05月 Galaxy机型本地化生产
- 2021年08月 泷泽机电（浙江）有限公司取得ISO9000认证
- 2023年04月 泷泽机电（浙江）有限公司取得CE认证



**TAKISAWA**<sup>®</sup>  
TAIWAN

**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

# 增材兵工厂：不是传统的钛合金

## The Additive Arsenal: Not Your Father's Titanium

用于 3D 打印的新材料正在迅速发展。

在过去的一年里，增材制造为医疗界及其病人带来的一切提供了几个治疗疾病的例证。在 COVID-19 爆发的几周内，3D 打印爱好者、服务局和大小工厂开始打印面罩和其他关键的个人防护设备（PPE）。增材制造机制造商在这些努力中经常发挥主导作用，为创客空间提供零件设计和分销协助。

他们还将自己的大量资源用于医疗急救。浏览一下本文采访对象的网站，你会看到无数 COVID-19 的成功故事，从鼻咽拭子到空气净化呼吸器（PAPR）罩，再到生产呼吸器所需的工具和部件。所有这些公司和个人都值得我们衷心感谢，因为我们正朝着结束这一全球大流行病的方向前进。

### 骄傲的 3D 打印遗产

然而，几十年来，3D 打印一直是医疗保健行业的一个积极参与者。在未来的几年里，它将变得更加活跃。“使用医疗级材料的增材制造提供了个性化、生物相容性和可消毒性的部件，”位于加州 Palo Alto 的惠普公司 3D 金属全球负责人 Tim Weber 说。“它还使医生能够通过根据每个病人的需要设计的定制工具和模型更有效地完成他们的工作。”

他补充说，增材制造支持一系列广泛的应用，包括假肢、植入物、正畸等等。例如，惠普最近与 CGX 合作，设计和制造脑电图（EEG）耳机。该公司还与其他尖端医疗公司合作，如 Glaze Prosthetics 公司，这是一家使用惠普 Multi Jet Fusion 技术提供定制化 3D 打印假体设备的初创公司。

还有 Rady 儿童医院，一个位于圣地亚哥的儿科医疗和研究中心，将惠普的 Multi Jet Fusion 技术引入内部，以减少周转时间并实现医疗创新。（见本年鉴第 82



使用 Stratasys J750 Digital Anatomy 3D 打印机创建的的心脏模型。（图片由 Stratasys 公司提供）。

页 Rady 儿童医院的儿童适应性制造）。

### 保证安全

在这里，大多数 3D 打印机制造商又可以举出他们与医疗界合作的例子，而且他们都说，像这样的项目只会越来越普遍。他们也会建议，这些植入物和假肢所需的原材料与用于 3D 打印的技术同样重要。“Weber 说：“鉴于这些部件中有许多是在人体内使用的，它们必须具有各种特性，而生物相容性是其中的主要内容。

这又是那个术语：生物相容性。它是

3D 打印或其他制件作为医疗部件的一个重要方面。但是，生物相容性究竟是什么意思，制造商如何才能确保用于制造 3D 打印部件的树脂和粉末对人体是安全的？幸运的是，国际标准化组织（ISO）标准 10993-1:2018 解决了任何此类问题，该标准列出了生物相容性的五个定义，涵盖了从隐形眼镜和牙科植入物到支架、关节置换物、手术网和心脏瓣膜等一切。

总部位于明尼苏达州 Eden Prairie 的 Stratasys 有限公司 PJ 材料业务负责人 Oren Zoran 说，该公司目前有七种材料通



过了一项或多项生物相容性测试。这些测试包括对细胞毒性、致敏性和致癌性的评估，其中大部分决定了某种聚合物或金属能与人体保持多长时间的接触，以及它能在哪里使用。

"想想像换牙这样常规的事情，"Zoran说。"当然，牙齿和与之相连的金属柱必须具有生物相容性，因为它们有望在体内停留多年。但是，用于为金属柱钻孔的3D打印导板也必须具有生物相容性，尽管它只在手术期间与病人接触。还值得注意的是，这些材料可以用蒸汽或伽马射线进行消毒，这一特性对病人的安全至关重要"。

## 保持清洁

Stratasys 公司全球医疗保健营销和市场开发主管 Jessica Coughlin 将这一概念又推进了一步。她指出，用于医疗产品的包装材料经常被要求具有生物相容性，加工这些部件所需的夹具也是如此。她说："在有些情况下，工厂会用生物相容性材料3D打印这种工具，以确保他们在制造过程中避免污染，"她说。

这种要求意味着，如果数控机械甚至3D打印机本身要与生物相容性材料接触，就必须达到一定的清洁度。这有助于解释Coughlin的建议，即医疗设备制造商应遵循经批准的设备操作和维护程序，特别是当他们在生物相容性材料和非医疗用途的材料之间进行转换时更是如此。

"她说："当按照我们的既定准则使用我们的原材料时，我们对其生物相容性进



总部位于田纳西州 Nashville 的 SmileDirectClub 已经部署了几十套惠普 Jet Fusion 3D 打印系统，可以每天生产超过 50,000 个独特的口腔模具。(图片由惠普公司提供)

行认证，就像其他供应商对他们的原材料进行认证一样。"然而，实现和保持最终产品的认证，完全是医疗设备制造商的责任。

Kyle Babbitt 赞同这一立场。他是马萨诸塞州萨默维尔的 Formlabs 公司的一名医疗销售工程师，他说任何医疗材料供应商都应该能够向其客户提供他们的产品所达到的任何美国药典公约 (USP) 和 ISO 的标准。但在用这些材料打印之前，Babbitt 说，最好是了解它们的机械和化学特性。"确保你看一下安全数据表 (SDS) 和技术数据表 (TDS)，检查可能发生的任何有害的相互作用。另外，一定要核实该材料是否可以消毒，如果可以，哪种消

毒技术最合适。"

## 追寻自己的根

无论是医疗还是其他方面，可追溯性是哪任何关键任务应用的另一个重要话题。Babbitt 在这方面列举了一系列潜在的问题，这些问题将随着医疗机构及其供应商的打印机队伍的普及而变得越来越多。哪个打印机制造了这个零件？制作时我们使用的是哪个版本的软件？它来自哪个批次的材料？在打印工作中是否需要额外的材料？当时哪个操作员在工作，是否有任何制造问题？

随着医疗材料数量的增加，这些问题只会成倍增加。"Babbitt 说："我们不断收到我们的用户为他们的独特应用提供新型树脂的请求。"这些材料必须由材料团队进行可打印性测试，同时软件组要磨合出完美的设置。这是一个漫长的过程，涉及许多部门，从可行性开始，直到用户测试结束。"

他补充说，现有的材料也会定期更新，通过更有效的打印设置和稍微改变的配方，为客户提供他们所需要的东西。"这些不应该成为用户的担忧，因为打印机和材料制造商在推出他们的产品之前会做任何测试和验证。"

## 物质魔力

那么这些材料是什么呢？答案完全取



生物兼容材料和 3D 打印为医疗卫生工作者提供了针对病人的人体及各种器官的复制品。(图片由 Formlabs 公司提供)

决于供应商和 3D 打印工艺的类型。如前所述, Stratasys 公司提供七种等级的生物相容性聚合物, 其 MED 系列的 Polyjet 材料就是其中之一。而 Babbitt 说, Formlabs 公司有超过 25 种树脂可供选择, 所有这些都适用于其用于医疗保健的打印机 Form 3B。它还提供尼龙 PA-12, 这是一种与 SLS (选择性激光烧结) 兼容的粉末, 用于生产轻质和耐用的医疗模型。

HP 公司也是如此, 其高度可重复使用性 PA-12 拥有生物相容性认证, 符合美国药典 I-VI 级和美国食品和药物管理局对完整皮肤表面设备的指导标准。除此以外, 该公司还与材料供应商巴斯夫、赢创和路博润合作, 提供新材料, 包括 "首创" 的 PP (聚丙烯)、Ultrasint TPU01 (热塑性聚氨酯), 以及新等级的 TPA (热塑性酰胺)。

加利福尼亚州 Redwood 市 Carbon 公司的全球市场开发工程师 Jason Lopes 又列举了几个像大多数 3D 打印材料一样的材料, 但是, 它们是专有的, 打算用于任何 3D 打印机制造商提供的设备中。

"我们不能透露用我们的技术制造的大多数产品," 他说。"不过, 从广义上讲, 我们使设备的制造成为可能, 在这种情况下, 快速生产复杂的几何形状对那些无法承担创建注塑模具所需时间或投资的公司来说至关重要, 至少对于最初的产品可行性研究来说是如此。也就是说, 我知道有几个正在接受监管审查的设备使用了我们的 MPU 100、RPU 70 或 SIL 30, 而所有这些都是医疗级的生物兼容材料。"

尽管前两种材料具有与 ABS 类似的性能, 而 SIL 30 被宣传为有机硅聚氨酯,



这些鼻咽拭子是用 Carbon 公司的数字光合成 (DLS) 技术开发的, 通过使用柔软的柔性材料, 使病人感到舒适。(图片由 Carbon 公司提供)

但增材制造商应该意识到, 这些和其他 3D 打印聚合物没有差别——它们可以被视为类似于其棒材、片材、板材和颗粒的对应物, 但不能作为确切的替代物。

## 金属魔法

"用增材制造的聚合物实现所需的机械性能, 可能需要工程师以不同于注塑聚合物的方式设计零件, 但这往往被 3D 打印更大的设计自由度所抵消," 位于南卡罗来纳州 Rock Hill 的 3D Systems Inc. 材料工程和开发高级副总裁 Ed Hortelano 说, "尽管如此, AM 用户可用的聚合物材料类型继续增加, 所以传统聚合物与增材制造工艺中使用的聚合物之间的差距越来越小。"

越小。"

Hortelano 补充说, 这种说法在金属方面不太正确, 因为 AM 金属和传统原料之间没有太大的区别。例如, 增材制造钛具有与机加工钛相当的性能, 这一因素有助于解释为什么这种著名的超级合金已成为生产骨科植入物的最广泛使用的材料。

他说, 使用增材制造工艺而不是减材制造工艺来制造这些部件, 制造商可以降低成本, 同时提高设备的质量和性能。此外, 当你 3D 打印脊柱笼或类似的骨科植入物时, 有可能在打印件中设计出骨传导功能, 从而大大促进骨整合。

这最后一部分对未来几年面临膝关节或腕关节植入的人来说是一件大事。"增材制造非常适合医疗用途, 因为它允许传统技术所不具备的设计自由," Hortelano 说。"有了增材制造, 我们喜欢说复杂性是免费的; 它允许我们制造提供增强产品功能的设计, 如格子状的骨生长表面和调整的机械性能。此外, 增材制造是一种非常有效的、具有成本效益的技术, 可以制造小批量的生产部件, 这对于特定病人的设备来说是非常理想的。"

## 审批之路

然而, 他说, 医疗领域新的 3D 打印材料的鉴定过程在多个层面上都存在挑战。材料必须进行生物相容性和机械性能的评估, 根据不同的应用, 一些材料还必须在美国食品和药物管理局建立主文件, 以提供有关医疗设备和药物应用中的设施、工艺和各种材料的机密详细信息。

这种鉴定的监管和财务负担以及相关



这台脊柱保持器是与 3D Systems 公司合作, 用 17-4 不锈钢快速设计和 3D 打印的。(图片由 3D Systems 公司提供)。



Sandvik 公司在 Sandviken 新建的价值 2000 万美元的工厂, 有望成为全球医疗级钛材供应的主要贡献者。(图片由山特维克公司提供)



的时间要求可能是巨大的，并且似乎超过了其带来的好处。”尽管从物流和技术的角度来看，这仍然是一项具有挑战性的任务，但对像 17-4PH 不锈钢这样已经被证实的材料进行鉴定，并为新的打印应用验证这些材料，是更快、更容易、更便宜的，” Hortelano 说。

然而，这些障碍都没有阻止甚至延缓 3D 打印材料和设备的采用。作为证明，Sandvik AB 公司最近在瑞典 Sandviken 开设了一家金属雾化器工厂，专门生产用于 3D 打印的钛粉，这表明制造业正在为医疗、航空航天和能源领域的暴涨需求做好准备。

## 采用粉末

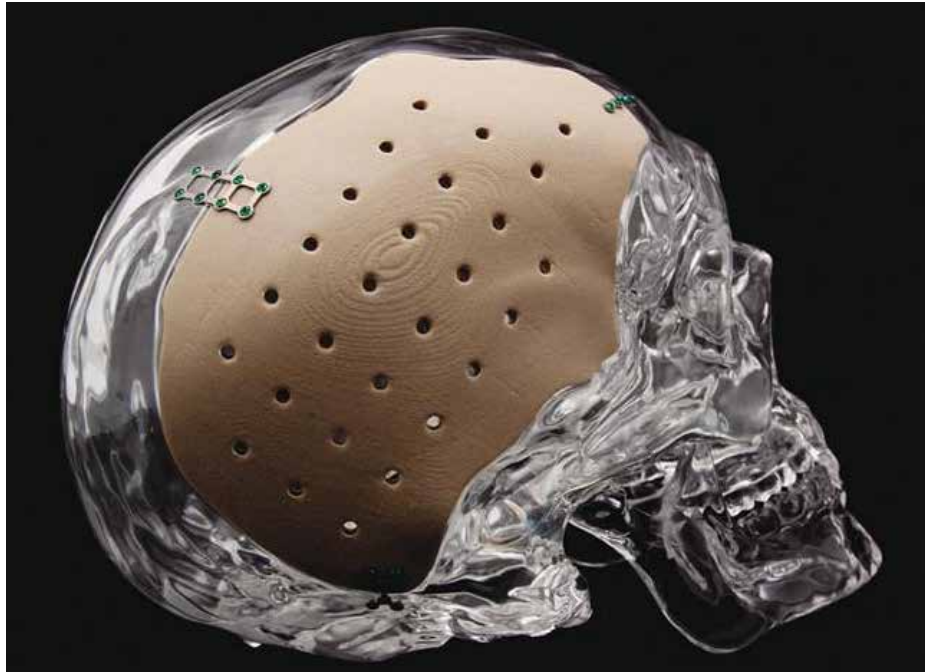
“山特维克公司提供广泛的金属粉末组合，如工具钢、铝、不锈钢和双相钢，以及镍基超合金，”全球销售主管 Keith Murray 说。“将 5 级和 23 级钛铝合金（Ti-6Al-4V 和 Ti-6Al-4V ELI）用于永久性人体植入物代表了一个重要的目标市场，这就是为什么我们投资 2000 万美元建立新工厂，并与监管机构密切合作，认证我们的材料符合 ISO 13485 标准”。

山特维克公司的认证过程并没有就此结束。医疗设备制造商通常都在寻找与材料供应商的合作，那些制造 3D 打印设备的供应商也是如此。所有人都必须紧密合作，确定正确的工艺参数，以可靠和可预测地将微小的金属粉末融合在一起。

“在制造过程中，原材料本身必须受到严格控制，但当你真正开始将其重新熔化时，更是如此，”山特维克公司增材制造业务部门经理 Mikael Schuisky 说。“与我们的客户合作，使我们能够更好地了解我们的材料在 3D 打印过程中的表现，并为每个参与者提供进一步优化产品的机会。”

他们才刚刚开始。Schuisky 指出，山特维克公司和其他公司正在研究新的钛合金，这些是旨在进一步促进骨骼生长的合金。有些人甚至在研究添加镁，这是一种高度易燃的金属，在基于激光的打印技术方面存在一些令人担忧的可能性。

他说：“钛和铝都是相当活跃的，但镁更是如此。我们没有直接参与其中，但也许有可能在真空中烧结镁，或使用不同的、能量较小的技术进行打印。无论怎



尽管钛材料被广泛用于医疗植入物，但高性能聚合物聚醚酮（PEKK）往往被证明更适合于一系列的 3D 打印部件。（图片牛津性能材料公司提供）

样，该行业继续为 3D 打印应用开发新的材料，其中大部分都带来了一些非常令人兴奋的机会。”

## Scott 最喜欢的分子

Tony DeCarmine 同意。作为康涅狄格州南 South Windsor 的牛津高性能材料公司（OPM）的首席技术官，他提出了许多来自该公司的见解，该公司率先使用聚醚酮（PEKK），这是一种高性能聚合物，非常适合一系列 3D 打印的医疗部件（据说是创始人 Scott Defelice 最喜欢的高分子）。他说：“为了在像医疗设备生产这样的高度管制空间中制造物品，人们必须对最终产品有足够的信心。”然而，通过 3D 打印实现这一点，需要我们采取不同的方法。”

例如，众所周知，3D 打印物品——即使使用与数控加工和注塑成型相同的材料——也不享有与传统同类物品相同的性能特征。更糟糕的是，不同的增材制造技术，甚至是这些技术中的特定机器，在处理相同的原料时往往会产生不同的结果。”由于这个原因，我们不能像对待传统工艺那样，将材料、方法和机器分开处理——对于 3D 打印，它们代表了一个共生的生态系统，必须作为一个整体来考虑。”

正因为如此，DeCarmine 肯定了这

里其他人的建议，即过程管理和一致性是 3D 打印零件质量的组成部分。必须采用经过审查的方法来跟踪和追查项目的所有方面，不论是材料批次、操作参数集、机器状态和任何其他细节。他补充说：“那些鲁莽的操作员通过旋转旋钮操作的日子确实已经不多见了。”

## 3D 打印的未来

使问题进一步复杂化的是，现有的增材制造机器可以使用成千上万种聚合物成分，无论是光固化树脂、粉末状（PBF）或条状（FDM）的热塑性树脂，还是任何其他高分子材料。然而，由于 3D 打印机通常只能使用一个狭窄的材料集，一个通常由机器供应商提供的材料集，因此很难确定哪些材料对特定的应用最有用。

他说：“当最终用户被赋予自由，可以探索他们支付的机器的真正能力，运行自由选择的树脂时，我们将看到增材制造中可用材料领域的快速扩展。”未开发的潜力是巨大的。展望未来，有大量的化学物理过程可以被利用的，通过增材制造材料来创造形状。也许像珊瑚礁那样的生物实现生长模式？或者通过反应性挤压在原地创建化学固化系统？Drexler 的分子装配器？我只知道，我迫不及待地想看到它。”

# 多轴加工：超越主流

## Multi-Axis Machining: Beyond Mainstream

越来越多的车间采用五轴或更多轴进行更复杂且高效的加工。

近几年来，五轴加工已经从异类发展成为主流。要评估这种转变如何在更广泛的生产车间环境中发挥作用，就需要了解多种超过五轴配置的机床选项。

美国伊利诺伊州霍夫曼庄园的 DMG Mori 美国国家工程总经理 Jeff Wallace 表示，工厂主在多轴加工方面发生了“巨大的范式转变”。他说，两到三年前，只有大约 30% 的 DMG Mori 的工作车间客户（航空航天业以外）有效地使用多轴平台，而“我保守地说，现在 50% 到 60% 的工作车间已经接受或正在接受多轴。”

俄亥俄州洛雷恩的 Absolute Machine Tools 公司销售副总裁 Klaus Miller 表示，这是一种趋势，但警告说，对于较小的任务，这种转变是“一次一台机器”，而不是批量的切换。“在很大程度上，这个市场仍然是三轴加工中心和二轴车床。”他说。

抑制因素是价格，Miller 解释说：“一个三轴，移动范围为 32x20 英寸的立式加工中心的价格约为 85,000 美元。能适应该机器的最大尺寸的五轴回转工作台直径仅约 15 英寸，所以你的工作空间是有限的。而且，这台五轴机器的起价至少是 200,000 美元。”另一方面，他说，工厂主现在也了解到，通过用五轴机器加倍前期投资，他们可以使每台机器的产量翻倍。人员短缺使这种选择变得越来越有吸引力，Miller 补充说。这是基本的权衡：在三轴上加工工件的所有侧面需要多次设置，而五轴可以一次性完成。

正如肯塔基州佛罗伦萨的 Mazak 公司加工中心产品组经理 Jared Leick 所说：“使用多任务进行多面加工的客户正在利用更简单的加工，减少在制品和物料搬运。能够在—个设置中加工任何零件是一个巨大的优势，可以使车间非常具有竞争力。”

Wallace 观察到，使用西门子（或类似）控制器，操作员可以“直接将一个零件放在多轴机器的工作台上，距离需要的位置大约 5 毫米，然后探测该零件，完成设置。



这台来自 Absolute Machine Tools 的 QuickTECH i42/i60 Ultimate 车削中心，具有 10 个轴，包括两个车削主轴、两个铣削主轴（具有同时加工功能）和两个 B 轴。它共有多达 39 个刀具，其中的 24 个为带有 B 轴铣削功能的活动刀具。（图片由 Absolute Machine Tools 提供）

你只需要找到零件的中心。你不再需要用夹具、销钉或插头来将零件完美地固定在工作台上。”在五轴机器上进行多面加工比在三轴机器上更容易。而 Mazak 的中西部地区总经理 Kevin Bates 补充说，“快速更换刀具、刀具预设系统、刀具管理和自动刀具设置系统”大大减少了以前在多任务加工中心上设置的复杂性。

还有一个因素让三轴和四轴保持活力：有些零件根本不需要多轴加工。如果它们是高产量的零件，它们可能非常具有价格竞争力。也许你可以确信你不需要在机器中加工其他任务。

正如 Mazak 的 Advantech 团队的产品经理 Kenzie Roaden 所看到的，这是一个简单的机器方案。“如果你需要生产很多这样的零件，你不需要多个主轴。而且，

很难证明更昂贵设备会带来有效的投资回报率。三轴和四轴立式市场并未被淘汰。”

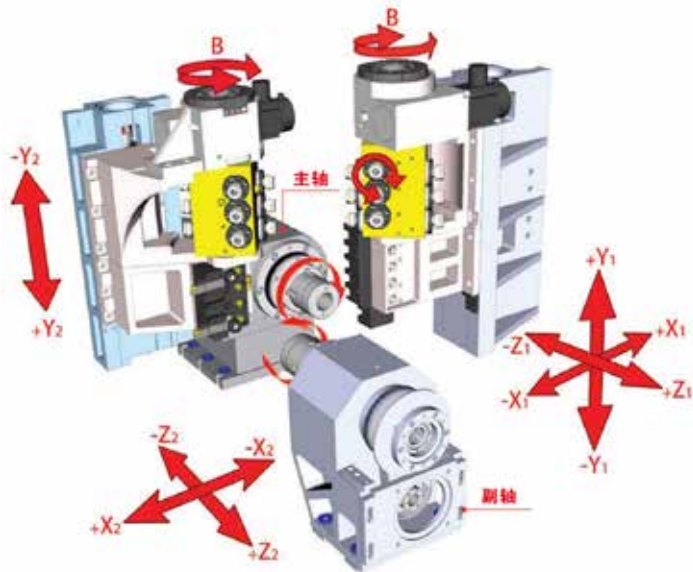
最后，田纳西州诺克斯维尔的能源部制造示范设施 Oak Ridge National Laboratory (ORNL) 的智能机床组负责人 Dr. Scott Smith 提出了一个我们都能理解的观点：“曾经稀有和昂贵的数控机床现在变得普遍，然而它们并没有完全取代手动机床，手动机床也仍然普遍且有用。”

我们都去过拥有先进设备的车间，但仍然拥有旧式手动 Bridgeport 或类似设备。因此，我们可能还会在未来几十年里看到二轴和三轴数控机床。

### 3 + 2 与全五轴

有共识认为，如今制造的“五轴零件”中约有 70% 不需要五个轴的同时插补。同





文中所介绍的，QuickTECH i42/i60 Ultimate 车削中心的轴布局。（图片由 Absolute Machine Tools 提供）

样，这些零件的表面光洁度和精度要求也各不相同。

Bates 表示，我们可以考虑五轴加工的两个不同类别：五轴定位和全五轴。因此，Mazak 和其他公司提供具有不同精度和控制程度的五轴机床，包括“入门级五轴机床，更多地是五轴定位而非全五轴。”Bates 说，五轴机床的价格总体上已经降低，入门级的 3 + 2 机器价格更具吸引力。

如果你只是想消除多个三轴设置和随之而来的人力负担，那么 3 + 2 机器——或五轴定位——可能是最佳选择。但是，如果你正在制作一个需要细微表面光洁度的复杂零件，那么“你需要一台全五轴机器，”Bates 解释说。

在一个刀具一次接触一个零件的配置中——即使这种接触需要五轴同时插补——这对于当今的 CAD/CAM 系统和控制来说是常规操作。但是，尽管五轴插补可能是单个刀具能做的最高级别，我们并不需要止步于一个切削头和一个夹紧工件。

## 超越五轴

“实际上并没有限制多少轴可以同时被计算机控制。”Absolute 的 Smith 指出。同时控制轴的数量增加，增加了机器的成本和复杂性——无论是编程还是培训——但这是可行的，增加了可能性。例如，他提供了一个例子，“在田纳西州橡树岭国家实验室制造示范设施的 MedUSA 机器人增材制造系统有三个机器人，共有 18 个数控轴，加上一个旋转工作台，共有 19 个定位轴同时受控。”

Mazak 的多任务和混合机器产品经理 Joe Wilker 指出了来自 Mazak 的 INTEGREX 机器。“有了下塔上的第二个主轴，你至少需要 9 个轴。我们还可以在上面加上一个增材龙门，再增加 5 个轴。所以那是 14 个轴。但是我同时使用所有这些轴吗？不，通常一次是五轴。”

为什么你需要这样的配置？用 Mazak 的话说，就是“一

# 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

步到位”，即使对于一个必须全方位加工的复杂零件。只有当你可以从任何角度接近它，然后重新夹紧以暴露以前隐藏的一面时，这才有可能实现。

这一需求一定很普遍，因为 Absolute 的 Miller 报告说，七轴到九轴瑞士式车床在业界非常畅销。“许多这样的车间发现瑞士机床更为高效。它们比传统的固定头架塔式车床快了许多。”他补充说，这些机器长期以来一直用于医疗制造领域，用于紧密公差、小直径、长径比高的零件，而加工车间才最近成为主要购买者。

Miller 解释说：“如今，我们瑞士机床，及其他多轴车削中心销量如此之好，原因之一是：在加工中通常需要操作员将零件装入车床夹具，然后取下并放入铣床夹具，再将其取下并放入另一台车床，完成车床周期的后半部分。而我们通过安装一个瑞士机床完全消除了这三个机器单元，并且能够一次性完成整个零件。”

Miller 提到了美国东北部俄亥俄州一个家族经营的车间，他们两个月内接连有两名员工辞职，导致产量下降了 25%。该车间安装了一台瑞士车床，“在三周内开始无人值守地运行。他们可以在夜间装载 8 根棒材，每根棒材能获得 36 个零件。所以他们免费获得了近 300 个零件，无需人工。这些零件本来需要两天半或三天才能完成。而现在，他们在四到五个小时内通过无人值守取得了一样的效果。”

Miller 说，在工作车间市场上最受欢迎的布局是有导向套筒（Z 轴和 C 轴）的

主轴和副轴，Absolute 在 Nexturn 系列下出售这种产品。对于需要大量斜角横切和铣削特征的更复杂数字零件，Absolute 提供 QuickTECH 系列。这些车削中心最多有 10 个轴，有两个车削主轴、两个铣削主轴和两个 B 轴，最多可装 39 个刀具，其中 24 个可以是带有 B 轴铣削能力的可更换刀具。

正如 Mazak 的 Wilker 所暗示的，这些复杂的机器通常一次只以最多五轴插补的方式与零件接触，尽管在双主轴车床中，你可能在主轴上加工一个零件的前端，同时在副轴上加工另一个零件的后端。Wallace 解释说，这样做的一个原因是系统对刀具尖端的跟踪能力有限。他说西门子提供了一个名为 TRAORI 的自动功能，而 FANUC 的称为刀具中心点控制。但 CAD/CAM 在五轴方面就到顶了，除非你使用一些技巧生成多个刀具路径，然后将它们与“预”后处理器结合以同步文件。”

一个例子是 DMG Mori 创建的捏磨过程，它在两个相对的主轴之间同时切割涡轮叶片轮廓。这听起来比实际上更复杂，因为上下刀具沿着不同的轮廓路径行进，与轴运动同步。而且，这两个刀具非常不同，因为一个是粗加工，另一个是精加工。Wallace 解释说，这种方法需要“11 轴输出，以驱动一个通道和一条命令行的两个单独切削刀具。”他将此与刚刚讨论过的多塔车床类型进行了对比。那些是多通道机器，超越了五轴。“但它们通常是单独的通道同步，而不是单通道，逐行进行。”他说。

Wallace 称赞 DELCAM 是唯一愿意接受挑战的供应商。

## 增减材混合制造的影响

前面提到，将加工机械配备增材制造能力的一些方法涉及增加轴数。Wilker 表示，Mazak 提供了三种方法，其中两种增加了轴数。最简单的方法是将切削刀具夹头与增材头互换，因此轴布局没有变化。第二种方法在铣削头旁边增加一个砧头，与铣削头平行，但基本上是相同的配置。第三种方法使用多轴龙门架，引入一个完全独立的增材头，可在整个零件上移动。在所有三种方法中，Mazak 使用定向能量沉积与粉末送料。它还提供具有热线沉积而非粉末的砧设计。“与粉末相比，使用线材有很多好处，”Wilker 说。“从安全角度来看，加工中不会有粉末漂浮在空气中，所以工人不需要戴口罩。”

他澄清说，机器从未同时执行增材和减材操作。这证实了 Smith 的观点，即增材和减材过程本质上是矛盾的，“沉积过程通常希望工件处于高温状态。而加工操作通常更喜欢工件处于冷却状态。因此，管理这方面是一个问题。我还要说，金属粉末和冷却剂混合得不是很好。所以，我必须有一个策略来将粉末从冷却液中取出。”

此外，ORNL 的 Smith 观察到，你为两个工作头付了钱，但它们只能一个接一个地工作。“所以，与其将这两个设备放在同一台机器上，不如将不同的机器放在



这台 DMG Mori 的 CTX Gamma 3000 TC 车铣复合机床也能实现六面全加工。（图片由 DMG Mori 提供）



Mazak INTEGREX I-200S AM 将完全五轴加工与安装在五轴龙门上的独立 AM 头相结合。在减材加工过程中，AM 头会移动到远离加工屑或冷却液的存储区域。（图片由 Mazak 提供）



彼此附近，并且可以在它们之间快速移动零件。” ORNL 正在研究这样的设计。考虑到增材制造速率与材料去除速率之间的差异，更不用说各种零件几何形状，很容易想象结合了各种数量的每种机器类型的单元。

DMG Mori 的 Wallace 总结道：“能够充分利用 3D 制造能力的人或团队还没有出生。所以，我们不知道这将走向何方。”

## 降低操作员上手难度

尽管我们讨论过的许多机器人令人眼花缭乱，但制造商对操作员如何接受新的控制和软件普遍表示积极。Roaden 表示，智能手机和平板电脑的发展使得车间里的每个人，包括资深员工，都习惯了触摸屏，而机床界面变得更好、更直观。模拟仿真对于年轻一代来说也是一个巨大的帮助。

Roaden 说：“我们的会话式 Mazatrol 编程语言与内置机器模拟相结



这个增材制造系统结合了三个机器人，共计 18 个数控轴，再加上一个旋转台，总共可同时控制 19 个定位轴。（图片由橡树岭国家实验室提供）

合，使入门到中级操作员能在实际操作之前‘预览’。这种视觉模拟为操作员提供了信心，并使他们更了解机器的运动。”

Mazak 的 Bates 甚至表示，新一代操作员几乎没有用过手动机床，他们主要是在 CAD/CAM 系统和模拟器上学习。“他们从一开始就更自信，因为他们是在计算机上长大的，而且他们信任计算机。…有

些资深操作员会在计算机上进行模拟，但仍然怀疑它能否在机器上实现。他们会通过程序单块验证。一位客户最近告诉我，他的操作员没有一个进行干式循环试车。他们只是按下循环启动键，全速快进，然后就开始加工。这颠覆了他的认知！”

“基本上，我们可以教会任何人 Mazatrol。”他继续说，“困难的部分是学习材料的切削特性、切削工具技术、工件夹持... 这些都需要经验积累，这种知识更需要操作实践。”

Absolute 的 Miller 表示，“等待代码”是多轴车削中心和瑞士式车床的最大学习曲线。“为了使这些多通道、多轴机器能够在同一主轴上同时进行两个刀塔的工作，或者让两个通道同时一起工作，您必须在适当的地方构建等待命令以防止干涉。”

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

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

[www.ornl.gov](http://www.ornl.gov)

# 智慧機械業的最佳夥伴

Your Best Partner of Smart Machinery Industry



**PARKSON**  
CNC ROTARY TABLE

### 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 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  
[www.parkson-wu.com](http://www.parkson-wu.com)

# 为 HRC 设备维修

## MRO for HRCs

何时维护、重建或更换卧式加工中心。

许多机床都是经久耐用的。然而，在每台机床的生命周期中，总有一天需要做一些事情来提高其运行能力。

让我们研究一下工厂需要对老化的卧式加工中心（HMC）做出的一些决定，这些决定包括大量的维护、升级、重建和用新的型号替换机器。

需要说的第一件事也经常被遗忘：你应该从一开始就做预防性维护（PM）。机床制造商提供指导方针。有时，就像 Doosan 机床美国公司（纽约 Pine Brook）的情况一样，机器上列有一张图表来进行详细的时间标注。当然，这些时间表根据你运行机器的程度而有所不同，但即使是那些拥有新机器的单班制工作车间也需要注意预防性维护，位于俄克拉荷马州 Tulsa 的 Machine Tool Specialties 公司的服务经理 Ragen Hunsucker 说，该公司是 Doosan 的经销商，覆盖俄克拉荷马、堪萨斯和密苏里西南部。不幸的是，他补充说，许多公司经历过“维护和生产之间的权力斗争”，对“零件、零件、零件”的需求胜出，以至于他们多年来没有进行维护。

值得称道的是，大多数大型机械制造商及其分销伙伴都愿意为其客户提供项目管理服务，但采用这种服务的情况并不多。Machine Tool Specialties 公司的老板 Jeff DeLaughter 说，大公司更有可能签署预防性维护合同，尽管生产需求仍会使实际安排工作变得很困难。至于中型和小型车间，遵循建议的维护计划的数量“几乎为零”。

马萨诸塞州萨德伯里市 Methods Machine Tools 公司的技术支持总监 Bernie Otto 说，有两种类型的客户报名参加预防性维护计划。第一种是没有项目的公司，在他们最不能承受的时候，被昂贵的机器故障“烧了太多次”。第二种是一家公司，他们预先认识到“他们正在管理难



为了说明预防性维护的重要性，Methods 公司的一名技术支持人员对 KIWA KH-4500kai 进行了诊断测试。（图片由 Methods Machine Tools 公司提供）

以替换的独特设备，”特别是如果他们需要这些机器以更高的水平进行生产。他列举了一个公司客户——Methods 公司，该客户在一台必须保持运转的专用机器上切割一种不常见的具有腐蚀性的材料。”他们投资于一个持续的预防性维护计划。每六个月，我们都会清洁滚珠丝杠和导轨周围的区域，检查润滑油流量，并检查机器的整体功能”。

Otto 指出，新冠疫情促使许多维修技术人员提前退休。他说：“所以我们服务合同的增加，是因为客户没有任何维修人员了。”所有的老家伙都退休了。新来的人可能会给机器加润滑油，但在 Methods 公司，我们正在准备做更完整的项目。越来越多的客户开始意识到，如果他们把服务结构化和组织化，他们就可以更好地计划设备停机时间。我们可以在小问题变成真正的大问题之前解决更多的小问题。”

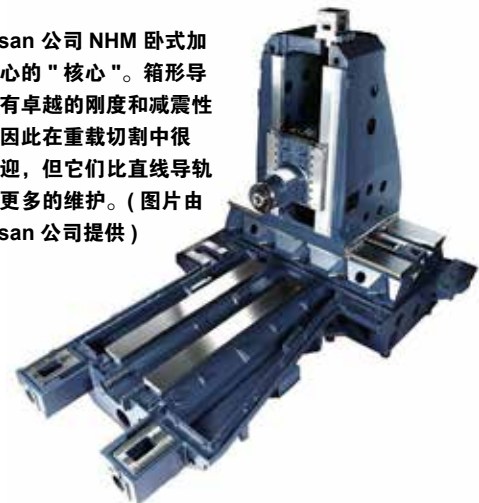
### 当机器老化时面临的 任务和测试

Doosan 公司服务副总裁 YB Lee 指出，卧式机床用户中有很大一部分是每天

24 小时或接近 24 小时运行的，他们对设备正常运行时间有很高的要求。Lee 将日常维护分为季度、半年和年度任务，后者是指拉开盖板和清理切屑、清洗冷却液箱、更换液压油、检查机器的水平、调整反向间隙和检查主轴跳动等。

Hunsucker 说，一旦 HMC 使用了大约 10,000 小时，Doosan 公司也开始使用兆欧电阻表来检测电机绕组可能出现的故障或电缆退化（通常是由电机的电缆绝缘层破裂导致）。他还提醒说，与直线导轨

Doosan 公司 NHM 卧式加工中心的“核心”。箱形导轨具有卓越的刚度和减震性能，因此在重载切割中很受欢迎，但它们比直线导轨需要更多的维护。（图片由 Doosan 公司提供）



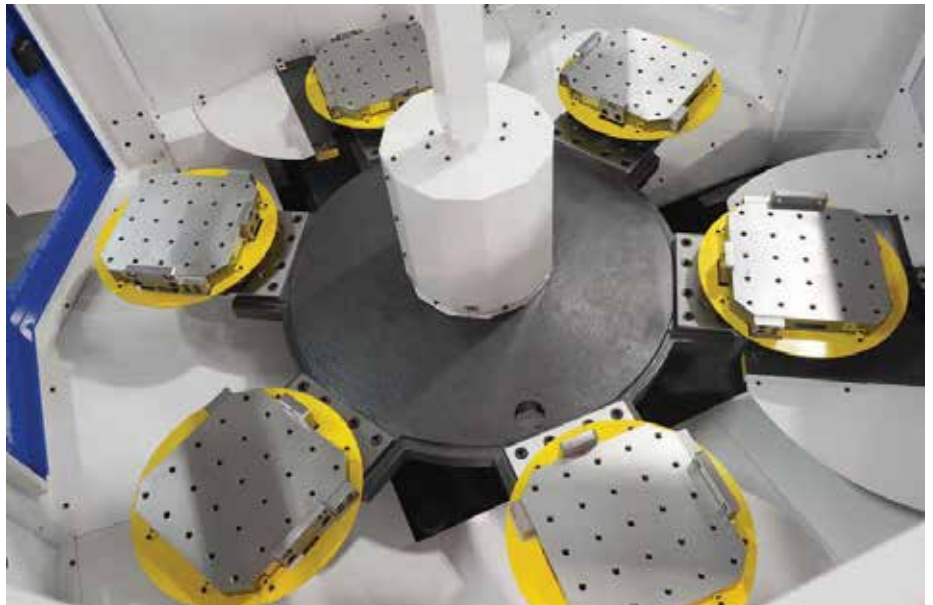


相比，箱形导轨需要更多的关注。”对于直线导轨，关注导轨、润滑系统、油分配器和那种类型的东西并不像你在箱形导轨机器上那样关键。”但箱形导轨具有卓越的刚度和减震性，使其在重型切割中很受欢迎。（Doosan 公司提供两种类型的卧式加工中心）。

如果你一直保持着预防性维护，没有任何明显的部件故障，你怎么知道是否是时候考虑进行一次大修，或者更换一台卧式加工中心？位于新泽西州富兰克林湖的三井精机美国公司首席运营官 Bill Malanche 说，这不是你可以现实地安排的事情。相反，“机器停机时间和废品率可能是机器运行情况的一个更好的指示，”他说。“当然，坏零件可能是由许多因素造成的，但如果你有一个久经考验的生产过程，而你开始看到部件的直线度、垂直度和精确度等方面的恶化，那么你就知道有东西开始失效了。”

Otto 完全赞同这一点，他说：“在许多方面，加工的工件是卧式机床的脉搏。如果你看到你的零件不准确，或者你得到不好的完成度，这通常表明机器有一些问题。它可能是任何东西，从一个磨损的部件，如线性导轨。它可能是箱式轨道机上的 Turcite 变质了。可能是拉杆薄弱。可能是托盘夹持机构不牢固。”

他继续说：“大多数机械师可以进行一些简单的测试，以缩小可能造成麻烦的



有可能在现场低成本地增加一个托盘库，比如这台 KIWA KH-4500kai 托盘交换器，将带来更多的无人值守时间与更多的零件混批生产。（图片由 Methods Machine Tools 公司提供）

区域。”例如，“在主轴上放一把刀具，把钥匙拿出来，然后转动它，看看你在机床上是否有任何间隙，如果有间隙可能表明拉杆正在变弱。有些人甚至把一把螺丝刀放在主轴上，撬动它一下。如果它确实移动了，那么拉杆弹簧可能已经磨损了”。

另一个简单的测试是在主轴上安装一个指示器，然后在试图手动移动托盘的同时碰掉夹具。“如果它确实移动了，很可能你的一个轴有反冲力，那么你可能不得不打电话给一个服务人员。”

按照同样的思路，Hunsucker 说，定期的球杆测试是一种快速和简单的方法，可以在“在准确度问题发生之前，或者在它们逐渐发生的时候，就捕捉到它们”。而且，无论好坏，说服客户做定期球杆测试比注册预防性维护服务更容易。在建立一个基线后，定期测试提供了机器几何精度的快照。在每个阶段，客户可以判断误差的程度是否可以接受，还是值得关注的。例如，他可能会决定，尽管机器正在超出公差，但他将继续运行，因为零件仍然可以接受。另一方面，一个航空航天车间可能会查看同样的数据，并得出结论，现在生产坏零件的风险已经高到足以保证进行全面评估和可能的维修工作。

如果一台性能良好的机器现在出现了不可接受的误差，Malanche 建议在考虑更换滚珠丝杠等任何重大维修之前，雇佣一个合格的承包商或机床制造商来“重新安装”机器。“机器多年来一直在来回移动，并且遭遇地基沉降。这导致机器产生扭矩。我们想释放这个扭矩。……我不必移动机器，但我要把它从惯性垫上释放出来，把它放回原处，或者可以说是重新安装，重新对准，做一个新的激光校准，诸如此类的事情。”根据 Malanche 的经验，如果有关的误差不是很大，这样做可以解决一半以上的问题。”例如，一台机器多年来一直保持着十分之一的精度，你把它撞坏了，现在它的精度是一千分之一。你也许能够



三井精机公司制造自己的精密螺纹磨床，并生产自己的卧式加工中心滚珠丝杠，帮助确保这些关键部件的使用寿命。（图片由三井精机美国公司提供）

通过重新调试来解决这个问题。

## 智能升级

比方说，你的机器能保持所需的公差，但你需要更多的产量。本文采访的每个人都说升级控制装置几乎没有意义。但 Methods 公司的 OKK 和 Kiwa 机器的产品经理 Otto 说，应该认真考虑另外两项升级。

"我们可以在现场安装额外的托盘库，使机器能够在更高的零件组合下实现更多的无人值守时间运行。我们还可以在机器上增加额外的刀具能力，使其能够处理多个被提示的零件。"事实上，Otto 说，Methods 公司的 Kiwa 和 OKK 多托盘销售中，约有 60% 的机器最初配备的是标准的双托盘安排。这是因为，尽管工厂经常被承诺签订 "40,000 个零件" 的合同，但最初的订单将是 3000 个。客户意识到，在全部投入更大的自动化系统之前，等待是更明智的选择"。

大多数卧式机器配备了两个 180° 摆动的托盘，在工作区和装夹 / 卸载工位之间切换。Methods 公司和其他供应商提供

了自动化选项，将额外的托盘可以进入和移出机器的旋转交换器的负载侧。Otto 描述了一台机器服务的独立托盘库带有一定数量的托盘、为一台机器服务的塔式托盘系统（这是一种节省空间的方法，现在正变得流行），以及使用机器为一台或多台机器服务的线性托盘系统。DeLaughter 说 Doosan 公司建造的线性托盘系统可以随着时间的推移增加到六台机器上，"因此，只要你一开始就有适当的基础，你的托盘也可以随之扩大。"而 Otto 补充说，"这些系统大多有一个调度器，其中一些可以处理复杂的挑战，对不同的工作进行路由管理。"

Otto 提到了一个客户，他在 COVID-19 大流行期间收到了一份制造呼吸器部件的紧急合同，与此同时，他还因为这种疾病失去了一半的员工。Methods 公司储存了用于快速现场改装的自动化套件，并为该车间现有的 Kiwa KH-45 机器配备了一个六工位的托盘库，另外还配备了一个新的 Kiwa KH-4500 的六工位托盘库。这样两台机器都使用相同的托盘。

"在几个星期内，他从每天运行大约 6 个小时，因为这是你从一个操作员那里可以得到的全部运行时间，增长到大约 16 个小时。他最终达到了每天约 22 小时生产，人工只要轻度参与就可以，"Otto 说。"我们采取了完全相同的工作，速度，进料，他以前做的一切。我们所做的只是增加了两个托盘库，这延长了他的工作时间，在相同人数的情况下，他的产量翻了一番。"

增加无人值守的加工往往需要提高自动换刀装置的容量，特别是当你正在实现各种工作的自动化时。Otto 解释说，"不同的制造商有不同的方式来扩展他们的刀具库，"有些制造商的设计从一开始就很简单。例如，Methods 公司可以简单地在 OKK 机器上增加刀库，在某些情况下，可以从 60 把刀具增加到 170 把。"我们可以在大约一天半的时间内对 Kiwa 的刀库进行现场改造，实现从 120 把刀增长到 240 把刀效果"。

Otto 建议进行其他几项通常被证明具有成本效益的升级，例如增加一个探头（以方便自动设置），以及一个除雾器以改善健康和​​安全。如果你提高了产量，改进冷却液过滤和排屑机也是必要的。还有，"用于监测刀具负载和类似东西的软件升级"可能非常有用。

## 艰难的决定： 维修、重建还是更换？

如果你的卧式加工中心出现了重大问题，你将面临一个艰难的选择：修理它、重建它还是替换它？而且这并不纯粹是每个选项都是与现金与成本相关的问题。首先，即使你能以明显低于新机器的价格重建旧机器，你也必须考虑到你可以用这个空间来做什么，以及较新的技术将带来的好处。

俄亥俄州 Lorain 的 Absolute Machine Tools 公司的销售副总裁 Klaus Miller 报告说，许多客户正在更换有 15 到 20 年历史的设备，因为它们已经破旧不堪，在各方面都比新技术慢得多。

Miller 说："那个年代的一些机器的皮带驱动主轴只能运行 8000 到 10000 转 / 分，"而今天的整体主轴运行速度为 15000 转 / 分。老式机床的换刀时间可能是 5 到 6 秒，至少是今天的两倍。"

更重要的是，客户往往被迫对这些



像 Tongtai 公司 iSH-4000P 这样的现代卧式加工中心通常更加紧凑，而且速度明显快于旧机器。通常情况下，更换才是最明智的做法。（图片由 Absolute Machine Tools 公司提供）



旧设备进一步降低速度。"我有很多客户以半速运行他们15-20年的老机器,因为机器无法再承受全速加工。除此之外,Miller说,"老式的400毫米卧式机床是非常讨厌的,它们是巨大的。又大又方,有很多金属板,边上有一个换刀装置,后面还有一个额外的五六英尺的排屑机。而现在所有的东西都是封闭的,设计的非常紧凑。"

Lee说,Doosan卧式加工中心的设计是每周运行40小时,20年不需要大修,这与作业车间市场需求相一致。"但是,"Lee补充说,"卧式设备的客户经常24小时运行。这些客户需要在五到七年内进行大修。"然而, Lee指出,即使只过了五年,他们也可以通过购买一台新机器将其生产力提高15%至25%,或者根据应用情况提高30%。因此,大批量的客户,可能对正常运行时间也有很高的要求,应该更换一台老旧的机器。另一方面, Lee说,他们有一些车间的客户,他们的卧式加工中心已经运行了40年。他说:"因此,这取决于效用,"他说。

Malanche指出,三井精机的机器可以使用75,000小时。他回忆说,他访问过一个汽车客户,该客户拥有25台机器,但没有保留任何超过5年的机器。

"他非常喜欢我们的设备,对正常运行时间、可靠性和零件质量非常满意。但他直截了当地告诉我,让任何机器在他的加工设施中占用超过五年的空间,无论其状况如何,都是不切实际的想法。这位先生向我解释说,速度和生产方面的技术进步每年都会有很大变化。一台今天能做到40mpm快速移动速度的机床,五年后将能做到60mpm。因此,仅仅通过技术的进步,占用相同地面空间的机器的产量就会增加。如果你能让同样数量的机器生产133%的零件,为什么还要让机器生产100%的零件呢?"

修理甚至重建一台旧的卧式加工中心是有一些论据的。首先,如果机器很坚固,但需要一个特定的维修(例如,更换滚珠丝杠),这可能非常值得做。如果拆除和更换机器会造成极大的破坏,那么在车间里重建机器可能会更好。如果更换机器的交付时间过长,也是同样的情况。

机器越贵,重建就越有吸引力。正如Hunsucker所说,"带有齿轮头架的箱形机.....很难更换。重做导轨和磁带的成本相当高,但对一个训练有素的技术人员来说也相当容易。只要电子元件不古老,重建这些机器并将其重新投入生产是一个可行的选择"。

还有第四种选择,Hunsucker补充说:将机器重新使用。例如,如果一台机器不再保持严格的公差,你仍然可以对其进行足够的维修,以保持其运行,并将其用于粗加工。

最后,如果你决定投资于新技术,请询问以旧换新的问题。如果你的机器不是完全失灵,那些友好的当地经销商将为其找到一个新家,而你将在新机器上节省一些钱。DeLaughter说,他们大约有一半的时间接受机器换购。

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

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

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

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

精确的.

有力的.

生产性的.

[kapp-niles.com](http://kapp-niles.com)



**KAPP NILES**

precision for motion

# CAD/CAM 推动增材制造向前发展

## CAD/CAM Drives Additive Ahead

改进生成设计、打印仿真、路径规划和过程控制。

从理论上讲，增材制造为我们提供了无限的几何自由。因此，你会期望找到令人兴奋的计算机辅助设计（CAD）软件来利用这一点。但是，当围绕着“只要有CAD文件就能打印”这一口号的炒作变成现实时，用户在某种形式的计算机辅助制造（CAM）中找到了其效用。

另一方面，据佐治亚理工学院混合加工专业的硕士生研究员、肯塔基州 Florence 的 Mazak 公司的实习生 Lauren Heinrich 观察，一些 CAM 软件只是简单地反转了减法刀具的路径——从下往上走而不是自上而下。这在很多情况下是行不通的。因此，我们在这里帮助你了解这些问题，并探索该领域中一些最佳参与者提供的方法。



研究员 Lauren Heinrich 操作 Mazak VC-500AM，来进行混合制造和相关的 CAD/CAM。（图片由佐治亚理工学院研究部提供）

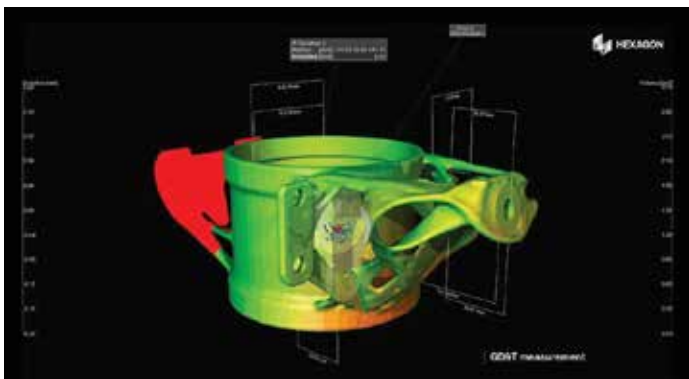
### 更好的创成式设计

在创成式设计中，人类设定功能要求和约束条件，而软件则自动生成满足这些条件的多种设计。这产生了许多创造性的解决方案，并增加了我们对大自然的钦佩，因为许多最佳设计往往看起来像生物。但是，并不是每一个设计都可以实际制造，一种增材技术可以制造的东西可能无法用另一种技术制造。更好的 CAD/CAM 软件包可以解释这一点。

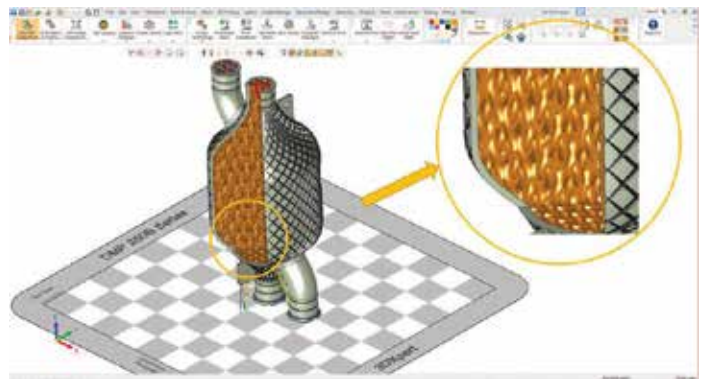
例如，Hexagon 公司制造智能部门（美

国总部在 R.I. 的 North Kingstown）负责增材制造的全球业务发展总监 Mathieu Pérennou 表示，他们的 MSC Apex 创成式设计软件在考虑制造限制的同时进行了所有拓扑优化。例如，拓扑优化过程可以使用“电影多体动力学仿真来计算零件将要受到的载荷。由此我们可以推导出许多荷载工况，输入这些荷载工况，加上设计空间。”然后，软件会提出符合荷载标准的几何形状。

“我们知道该零件不会失败，但从可制造性的角度来看，这并不能真正告诉我们该零件有多好，因此我们还将拓扑优化与我们的工艺仿真软件联系起来。我们获得有关产品可制造性的反馈，然后可以根据该反馈修改或改进我们的创成式设计。”该软件将为零件在制造区的定位提供选项，并在需要时添加支撑结构。Pérennou 说，支撑结构可能来自外部，或者如果它是粉末床熔融（PBF）机器（使



Hexagon 的软件根据几何尺寸和公差计划，预测构建中的收缩，有助于确保补偿在公差范围内。（图片由 Hexagon 公司提供）



在这里，3DXpert 使用隐式建模创建了一个用于传导冷/热水的陀螺状内表面，外表面有一个网状线格。（图片由 Oqton 提供）



用 Hexagon 的 ESPRIT 软件)，则可以与零件一起建造。

除了得出“拓扑优化几何”之外，Hexagon 的软件还可以生成 Pérennou 所说的“第二几何”。也就是说，“我们想要制造的产品，加上我们知道需要加工的地方所增加的材料。因为我们在增材制造中生产的通常不是成品，而是产品加上我们需要加工的额外材料。我们的软件可以自动添加该材料。

仿真过程还可以逐层虚拟显示正在制造的零件，并向用户显示生产问题，如热点和冷点、存在裂纹或变形风险的区域以及重涂机干扰。这种可制造性评估通常会淘汰一些候选设计，此时，软件还提供每个设计的成本估算，以进一步完善决策过程。

创成式设计的目标不必局限于对强度、重量和材料使用的优化，德克萨斯州 Plano 的西门子数字工业软件公司 AM 工程团队营销经理 Ashley Eckhoff 解释说。西门子还提供优化流体流动的能力。“它可以是空气，也可以是液体冷却剂，”Eckhoff 说。“该软件通过系统优化，以达到最大或目标流量。我们已经发现了一些应用，如改善汽车或飞机机舱内气流的管道。我们还探索了电动汽车电池冷却等技术。

Eckhoff 指出，热交换器提出了一个不同的问题，因为如果你试图最大限度地提高散热效果，那就无法使用层流。

“您想让尽可能多的冷却液接触热区，以便将更多的热量带走。因此，您希望冷却液是湍流的，在这些通道内旋转，以便在冷却液和要冷却的区域之间获得最大的覆盖范围。比利时 Ghent 市 Oqton 公司的工业增材制造总经理 Ulf Lindhe 也同意这一观点，这是 AM 的一个不断增长的应用。“例如，制造商已经开始打印铜合金。它们可用于电气元件，也可用于散热器以及汽车工业和许多其他领域的电子和电力驱动中的热管理。

## 严格的仿真

你越是挑战研究将 AM 应用于工业领域，你就越是认识到在 CAM 软件中进行精确仿真的必要性。Eckhoff 解释说，防止 PBF 中的刮刀干扰是一个原因。

如果没有精确的仿真，烧结过程可能会导致金属变形，“由于层与层之间的热量积聚，或者激光在一个点上停留太久。如果材料弯曲，可能会毁掉您的刮刀。它不仅会破坏你的打印件，现在它是一个价值 5 万美元的镇纸，而且你必须在再次开始打印之前修复你的刮刀。”Eckhoff 说，他们的专利 PBF 仿真技术可以提前识别这些需要关注的领域，“任何帮助用户节省 5 万美元的仿真，即使需要一两个小时，对他们来说也是值得的。”

加利福尼亚州 Irvine 市 CGTech 公司的产品管理总监 Gene Granata 认为，“绝大多数”CAD/CAM 软件包都无法对机器上的输出进行完全的 1:1 房子。因此，他认为他们的 VERICUT 产品可以发挥作用，而该产品正是这样做的。

“VERICUT 的主要功能在于，它能够运行与你将要在数控机床上运行的相同的 NC 数据，并在 VERICUT 的数字孪生世界中向你展示将要发生的情况。要做到这一点，您需

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

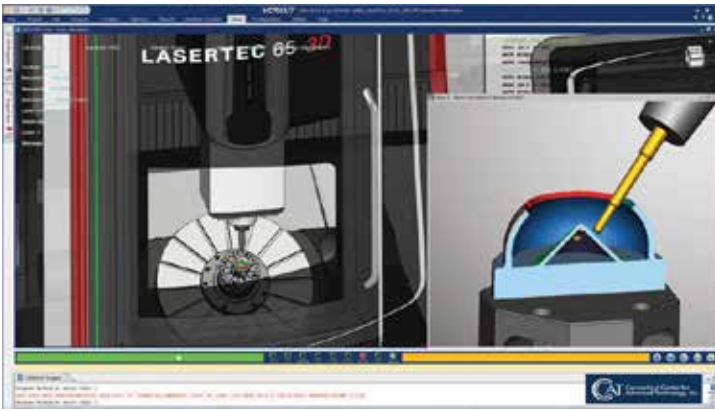
拥有优越的耐崩损性，实现耐热合金的  
高速加工  
——陶瓷铣刀 CERAMATIC



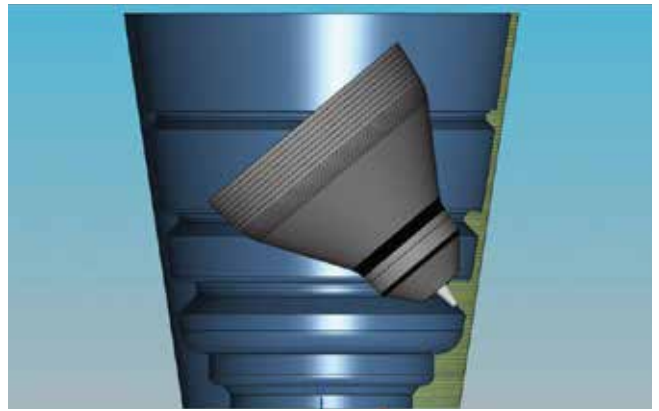
**NTK**  
CUTTING TOOLS



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



这个 VERICUT 仿真中的红色表面表示钻头和零件之间存在碰撞，建议重新排序程序，以便在构建外杯之前钻孔。（图片由 CGTech 提供）



HyperMILL 创建了一个连续的五轴路径，该路径在整个构建过程中一直连接着旋转轴，处理不同的厚度和悬垂。然而，车削作业是在 2D 环境中编程的。（图片由 OPEN MIND 提供）

要直接从机床控制中合并数据。你需要相同的子程序。您需要相同的方法通过变量控制构建参数。您需要直接从后处理的 NC 文件中读取这些内容，以及所有其他运动控件以及从第一天起就困扰 NC 程序员的典型问题。

“有些 CAD/CAM 仿真可以让您回放您在编程层面所做的事情。但是，一旦您对其进行后处理，然后开始引入构建参数和特定于材料的東西，和 / 或您在增材和混合减材工艺之间来回跳动，现在真正的 CNC 文件将讲述将要发生的事情。此外，我们的许多客户会编辑从 CAD/CAM 过程中产生的文件，因为它们要么不充分、不完整，要么需要某种程度的修改。因此，现在您拿到机器上的东西也与你在 CAD/CAM 中仿真的不同。

如果你用 VERICUT 发现了一个错误，则可以轻松地链接回产生问题的 NC 路径中的行号。“该软件显示了刀具、进给率以及与该点相关的其他工艺参数，” Granata 补充道。“对于程序员来说，这是一个非常快速的调试工具。他们确切地知道在 CAM 层面去解决这个问题。另一个不错的功能是一个免费的应用程序，它为现场团队提供一个审查文件。无需其他 VERICUT 许可证，操作员可以在机器附近的平板电脑或 PC 上查看完整的仿真。

“他们可以预览零件的沉积方式，加工方式，这些序列之间的平衡，以及它们可能发生的情况，” Granata 说。

## 高级路径编程

定向能量沉积 (DED) 工艺有其自身的挑战。首先，该方法经常用于维修业务，在这种情况下，你不是在平板上构建，

而是在各种不同方向的复杂表面上构建。Mazak 的高级多任务经理 Joe Wilker 说，还有硬涂层的应用。另一个用例是减少人们可能库存的专用铸件的数量。“如果不同类型的铸件只有些许特征不同，那么客户就可以库存一个通用铸件，并在任何指定时间添加该特征。

正如 OPEN MIND Technologies 公司的产品经理 David Bourdages 所说，这里的关键是让用户“有能力在五个轴上提供粉末和添加剂工艺，因为这样您就可以尽可能地保持与基材的贴合。在这些情况下，这是最好的办法”。北美总部位于波士顿的 OPEN MIND 公司，其 hyperMILL 产品专门从事五轴加工。而 Bourdages 补充说，AM 模块包括一种算法，有助于保持恒定的沉积速率，“这有助于保持恒定的构建厚度。这非常重要，因为我们谈论的是一个具有多个轴同时运动的复杂系统。如果你强制进行快速移动，快速改变方向，那么你就会有加速度，而加速度会改变你的沉积速率。这将在零件中产生一些过度构建或过热的现象。”

美国 OPEN MIND 技术公司应用工程师 Brad Rooks 对此表示赞同，并将其与减材加工进行了对比。“在减材加工中，如果加工头的实际速度减慢或增加了一点，你可能会在一些位置看到一个或多个由旋转装置造成的标记，但这并不是一个破坏性的因素。而对于加法制造，那些与恒定速度的微小偏差会导致过度构建和构建不足，并造成严重破坏。你开始失去焦距。”因此，hyperMILL 的高级刀具路径生成选项包括控制“进入构建的所有输入的技术参数，例如粉末流速（如果是线材系统，则为线材速率）、激光功率、保护

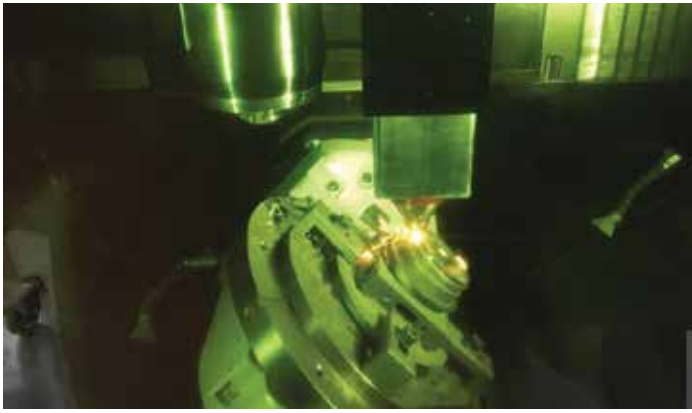
气体速率、进给速率和焦距。”

Rooks 还说明了增材制造路径通常不是简单的与减材制造路径相反。在 X-Y 平面上围绕一个圆对切削工具进行插补并不构成很大的挑战。“但是，如果你采用相同的刀具路径，并将其应用于仅从右侧输送的吹粉系统，那么在该圆内的构建将不会保持一致，因为当激光和粉末在该圆的右侧而不是左侧移动时，它的表现会有所不同。”相反，如果您能够在 5 个轴上插值移动，则可以在粉末和激光沿同一路径移动时保持彼此之间的关系不变。

OPEN MIND 利用五轴插补技术改进增材制造工艺的另一个例子是构建围绕柱子旋转对称的零件——火箭喷嘴就是一个测试案例。还需要注意的是，这些零件不仅是轴对称的，而且往往具有不同的壁厚。董事总经理 Alan Levine 解释说，通常“切片”几何形状以构建多层同心圆的方法会在构建中产生许多空隙和不连续现象。这是因为激光头在层与层之间移动时经常停止和启动。

相反，HyperMILL 会创建一个连续的五轴路径，该路径在整个构建过程中一直连接着旋转轴。“我们处理可变的厚度，将头部移入和移出，以便获得最佳交付效果。如果有壁架，可以倾斜 30°，所以在建造时与该表面垂直。我们螺旋上升，螺旋进出，以及角度控制，所有这些都一个组合过程中，整个构建过程只有一个初始开始和一个停止。冶金方面的研究数据显示，密度极高，没有气孔。Bourdages 解释说，构建的质量部分是由于多通道层的初始点永远不会与前一层的路径对齐。他还指出，尽管动作很复杂，但刀具路径





一种增材制造技术可以制造的东西，另一种技术可能无法实现。更好的 CAD/CAM 软件包会考虑到这一点。



在创成式设计，人类设置功能要求和约束条件，而软件则自动生成满足这些条件的多种设计。

规划是在简单的 2D 视图中进行的。

Eckhoff 指出，大多数增材工艺都需要某种图案来填充零件内部的几何形状。但是“这些填充图案有时会导致激光或电子束在特定区域停留太久，从而导致内部材料结块，并可能导致空隙和应力区域。对于薄壁以及机器制造商没有为此功能提供最佳实用程序时尤其如此。因此，西门子正在完善一种算法，允许用户在将程序放入机器之前找到这些区域并调整沉积路径以缓解问题。

## 实时过程控制

实现上述的精确仿真和过程控制需要机床制造商和 CAD/CAM 供应商之间的紧密合作。但双方都承认，要使 AM 更具可预测性和实时可控性，还需要做更多的工作。正如 Heinrich 所总结的那样，“即使是管道焊接机器人，也被编程为连接一定直径和厚度的管道。他们不能跨越整个范围。您必须更改设置。所以从加工的角度来看，想象一下。有很多变数。如果天气发生变化，它可能是另一组变量。”

例如，Heinrich 说，层高的一致性可能是个问题，而且任何错误都会随着层数增加而加重。“对于深度构建，这些层的高度需要越来越精确。因此，目前的研发重点是原位层高监测，以及动态调整的能力。因为无论在任何机床平台上运行线材还是粉末系统，这都是至关重要的。”

Heinrich 说，许多研究人员正在尝试各种非接触式测量系统，例如使用同轴相机通过激光头进行观察，并确定激光光斑直径的变化与层高的变化之间的关系。“这将有可能估计偏移量以及需要纠正多少。另一个想法是探寻零件的温度如何影响层

高，以及这些数据是否可用于调整工艺。Hexagon 增材制造和人工智能产品经理 Clement Girard 表示，他们“将激光扫描仪放入 CNC 环境中，以便在打印后立即测量毛坯，然后重新调整减材加工侧的刀具路径。”

这并不全是未来的技术。Wilker 说，Mazak 拥有“用于热丝的动态过程控制系统，我们将激光功率、送丝、热量和保护气体的信息从机头反馈给控制器。我们还在监控构建过程的温度，并获得有关构建过程的一些摄像反馈。但总有一天，这取决于我们所处理的材料类型，我们将构建到一定的高度，然后用切割机将其削平，并创建一个新的起点。”Wilker 补充说，加工步骤还帮助人们在恢复构建过程之前对材料进行冷却。

## 将一切整合在一起

显然，AM 是一项软件密集型工作。从 Lindhe 的角度来看，它更需要如此，而且 CAD / CAM 需要与公司的企业资源规划(ERP)包和制造执行系统(MES)连接。Oqton 的愿景是“通过智能自动化 AM 帮助制造商提高创新和效率”。Lindhe 说，要做到这一点，它们需要基于云计算，并且“完全不受技术影响”(不与任何类型或品牌的机器绑定)。此外，他们需要利用人工智能的优势。

对 Lindhe 来说，3D 打印的未来是“动态的，并与公司的其他系统实时连接，以跟踪和管理客户的要求……能够快速查询所有设备的最佳利用率，进行及时预测和交付计划。这将实现“个性化，或者至少是高度灵活的制造工厂”。Lindhe 设想增材制造为我们带来“全新的产品和全新的

商业模式，其中离散的客户订单和产品的数量可以从几百到几十万个。他指出，这已经在牙科行业出现了。”

Lindhe 还认为，传统的构建准备软件无法解决所有这些问题。“这样的解决方案，即使是一个超级智能的解决方案，也只是成为制造链中的另一个单点解决方案……如果您谈论真正的制造，则需要软件工具之间，以及与车间的机器之间更高水平的连接。他说，这还需要人工智能，所以他们“从头开始”将其纳入到平台中，并在任何有意义的地方使用它。“Oqton 可以从机器使用习惯中学习，提供指标并优化更有效地操作设备的方式。”它还可以分析大数据，以找到有助于预测未来预防性维护的模式。

Oqton 还使用 AI 来“识别特征、形状、形式和零件，以建议增材的最佳构建方向。我们通常会建议一些方向，如果用户不同意其中任何一个方向并不断调整，系统就会从中学习。”AI 还可以对零件进行分类。例如，在牙科生产中，“该系统可以识别牙冠、牙桥、基台、假体装置和模型等部件。如果系统看到牙冠，它知道在此出厂设置中，应将其送到特定的打印机，并且它将以层厚为 15 μm 的钛合金打印。该零件会自动输送到该类型的机器，与类似零件嵌套在一起，并自动调度。你可以查看时间表，Lindhe 说。但 AI 已经完成了这项工作。

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

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

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

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

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

[sw.siemens.com](http://sw.siemens.com)

# 让一些漂亮的老设备重新换发生机

## Teaching Some Pretty Old Dogs Smart New Tricks

即使是传统的机器也可以通过数据挖掘实现现代化操作。



Okuma 公司的 Brad Klippstein (右) 说, 他们公司用于传统机床的 NET BOX suit-C Quick 设备非常容易安装和使用, 工厂自己就可以完成。

就在两年前, 当 Okuma 美国公司的 Brad Klippstein 想从一台传统的机床中提取一些操作数据时, 他不得不将数十条线连接到控制柜上, 并添加一个 PLC。完成后, 数据从机床流向 PLC, 然后流向存储数据的集线器或服务器。

“我们有以太网和 Wi-Fi 之类的工具, 以及我们现在可以使用的所有技术,” 产品专家主管 Klippstein 说。“但是 30 多年前的设备不具备这种能力, 所以你必须把设备用电线连接到控制柜上, 以提取所有这些数据。现在, 我们甚至不必 [与新机器] 建立硬连接。你可以通过无线方式做事情。这就是过去 30-40 年来的转变。”

Klippstein 的部分工作是帮助客户将新、旧机床分别跨入互联的、数字化的和数据驱动的工业 4.0 世界。

这些好处包括:

- 实时监控机床, 在工厂或远程
- 提高生产率和质量
- 无偏见报告
- 收购理由

●预测性维护  
●吸引和留住对学习新事物和处于现代工艺前沿感到兴奋的顶尖人才。

无论是通过电线还是空气传输, 从工厂设备收集的数据都可以帮助工厂所有者做出更明智的业务决策。

有了对数据的分析, 工人将对车间的运作有更多的了解, 这可以帮助他们解决问题, 改进工艺和提高生产力。

随着最近的一项进展, 该工厂所有者甚至可能不再需要像 Klippstein 这样的人来处理他的传统机床。

2019 年, Okuma 公司推出了 NET BOX suit-C Quick, 作为一种成本较低的替代工程解决方案, 用于收集老式机床的数据。简而言之, NET BOX CQ 直接连接到信号塔, 然后连接到用于接收信号的集线器或设备。

NET BOX CQ 使用三个光学传感器——塔上的绿灯、黄灯和红灯各一个——并将其收集的信息转换为计算机系统可以读取的格式。为了使其所有软件收

集的数据标准化, Okuma 公司使用 MT Connect, 这是一种开源的常用通信协议。

Klippstein 谈到 NET BOX CQ 时说: “它很容易安装, 而且你不需要 Okuma 公司的技术人员来做。”

首先, 查看机器是否正在运行的能力是一个很好的跟踪指标, 因为工厂所有者通常希望将每台设备都推到最大产量。他希望自己的整体设备效率 (OEE) 在 65-85% 的范围内, 因为机器只有在运行时才能赚钱。

“因此, 只需提取这些信息——绿色、黄色、红色——就可以跟踪一段时间内的动态, 至少可以看到何时发生了停工, 以及停工了多长时间,” Klippstein 说。“然后我会采取下一步行动, 说, ‘为什么会发生这种情况, 为什么每天 2:30 还会继续发生?’ 所以, 现在我可以对事情进行动态分析。至少这让我朝着正确的方向迈出了一步。”

工厂自动化供应商 Fastems 的中部地区经理 Christopher Rezny 说, 虽然 MT Connect 和 Okuma 公司的软件是非常好的数据收集工具, 但与现代机器相比, 传统机器的数据量有限并不是它们的唯一缺点。

他说: “从老式的传统机器返回到其他正在使用的内部软件的接口, 例如 ERP 系统, 也非常有限或根本不存在。这些老式机器的反馈机制也可能存在涉及到用户安全协议的问题。”

### 车间工人必须为变革做好准备

尽管有 Rezny 描述的限制, 但像 Okuma 和 Excellerant Manufacturing 这样的公司有大量的数据和机器可供利用。

Excellerant Manufacturing 公司总裁 John Carpenter 说: “大多数车间都有遗留设备。大多数人来找我们, 是因为我们对传统设备的历史了如指掌——对这些机柜了如指掌——因为我们多年来实际上已



经连接了数以万计的数控机床，我们已经积累了所谓的商业秘密，知道什么是连接这些传统设备的最佳方式。”

当给新客户打电话时，第一个目标是了解他或她想要什么。客户是否只是想从工厂车间收集数据，以便每个人都知道发生了什么？

“这完全取决于你试图解决什么问题，”Carpenter说。“然后让我们从基础开始。大多数工厂还没有完全理解车间的数据。他们现在正在爬行。我会走进车间，为他们感到遗憾，因为他们甚至还没有进入爬行阶段。”

Carpenter回忆说，有一位客户，管理层希望获得基本的透明度——来自车间所发生情况的数据。而车间工人因为害怕“老大哥”监视他们而反对收集数据。

Carpenter把这个问题留给车间管理层来处理。但他认为工人们别无选择。他知道车间领导正在寻找数据，以衡量生产和改善工艺，而不是作为一种老大哥策略。不幸的是，管理层并没有让员工为此做好准备。

“它在很多层面上开阔了眼界，但你的员工必须为变革做好准备，”他说。



北卡罗来纳州的 Sugar Creek Brewing 公司使用 Bosch Rexroth 的物联网网关来监测、显示和控制其灌装线上罐子的压力和温度变化。结果，该公司减少了因环境因素造成的泡沫溢出，节省了资金，并将其工业 4.0 战略扩展到了酿造业务。

一旦对基本情况进行了追踪——我们是否在切割？如果我们在切割，它是 100% 的吗？如果不是，我们是否处于减产状态？——数据被输入 Excellerant 的实时机器数据和通信平台，则可以添加无数的传感器和换能器以获得更多的数据。

传感器可以用来测量温度、振动、压力、流量、浓度等。

“你必须确定什么是重要的，”Carpenter说。“我们可以从车间的某个点收集各种数据。当您进入振动分析和刀具断裂时，会有大量数据。这样的例子不胜枚举。”

他说，总有一种方法可以收集更多数据，但有时成本过高。工厂所有者需要确定他想要在传感器上花多少钱，才能将他的数据提升到一个新的水平。

“通常情况下，当你把它与某种 OEE 项目结合起来时，它的投资回报率很快，”Carpenter说。

## 了解要问的问题

“这显然是一个全行业的问题，但我们遇到的问题通常分为两类，”Bosch Rexroth 高级工业物联网架构师 Cory Weber 说。“一类问题是：如何利用物联网或 IIoT 来提高生产质量？或者：如何提高效率？”

“另一个问题是：如何降低生产成本？”

除了帮助回答这些与生产相关的问题外，Weber 估计 90% 的客户还希望现场和远程进行实时可视化和机床监控。

“这是第一步，对吧？”他说。“我的 [自动化生产线或机床] 在做什么？”

Bosch Rexroth 从传统机器中提取数据的解决方案是一个名为 PR-21 的物联网网关，它是一个小型的单板计算机，针对工业环境进行了强化。它还有一个 IIoT 平台，即 ctrlX CORE，可以提取和处理数据，并将其转移到本地服务器或云端的存储器中。

在使用收集的数据方面，Weber 看到的更常见的应用之一是预防性维护。

在维护计划中，由数据驱动的智能调整是保持机床运转的一种方式，同时通过减少浪费来降低生产成本。

“我知道，即使在我们自己的设施中，我们也做了一些事情，比如切换到使用时



在北卡罗来纳州的 Sugar Creek 啤酒厂，Bosch Rexroth 的物联网网关来自传感器和 PLC 的数据转换并转发到 IBM Watson 云端，以创建仪表盘上显示的信息。

间，而不是 [日历] 定期维护，”Weber 说。

例如，Bosch Rexroth 有一个液压测试区，工人过去每两周更换一次液压油。在对机器进行连续监测后，他们能够根据使用时间与日历时间修改液体更换计划。

“当你涉及到 50-60 加仑的液压油或更多时，这可能会变得很昂贵，”他说。

其他类型的液压油具有必须满足其最佳使用的设定参数，无论是基于浓度、热暴露还是其他因素。

“如果你可以定期测试，将维护工作改为按需进行，则可以节省大量的资金，并保证质量，”韦伯说。“这是一个有吸引力的卖点，也是相对容易实现的。”

Weber 在成长过程中获得了制造领域的知识：他的父亲拥有一家小型制造企业。不过，他接受的教育是信息技术。他说，要从实施工业 4.0 中获益，需要制造业领域的知识和数据智能。

“你需要一个了解实际工艺的人，”他说。“而了解这个工艺的人可以查看数据，然后说，‘这看起来不像它该有的样子’。”

一旦掌握了数据，可能性是无穷无尽的，这取决于用户想要对其进行多少处理。

如果工厂所有者有幸拥有真正数据科学背景的人，他甚至可以冒险进入人工智能领域。

“这是一个收集足够的数据以使其有价值的问题，然后，我再怎么强调都不为过，我知道你想对这些数据提出什么问题，”他说。

当然，Weber 的数据相关建议既适用于新机器也适用于旧机器。智能操作的数据挖掘适用于两者。

# 自动化使加工车间的单件成本降低了 70%。

## Job Shop Cuts Per-Part Cost 70% With Automation

许多经济领域都在与劳动力短缺作斗争。对于数控机床厂来说，劳动力的缺乏是一个持久的克星——特别是如果你像 CAV 制造公司的创始人 Benito Calderon 那样经营一个只有 8 人的车间。

自从从智利移民到美国后，Calderon 的机械加工之路一直走得很顺利。1998 年，他从对工件和夹具进行设置开始，然后逐渐转向加工、编程和质量控制等更多的技术角色。

虽然他的角色和车间环境发生了变化，但他注意到一个不变的现象：缺乏合格的劳动力阻碍了增长。劳动力是工厂里最有价值的资产之一，Calderon 意识到，从他们的人力中获得最大的收益对于制造商的成功和发展至关重要。

带着这种心态，他在 2015 年成立了 CAV 制造公司。这家位于马里兰州 Salisbury 的工作车间为国防、体育用品、医疗、化妆品和航空航天业等生产零部件。

该工厂在 2021 年底收到了两份制造体育用品部件的合同。卡尔德隆不得不扩大产能，并希望设备能在最少的监督下运行

他与他的长期机床经销商，MTA 公司的总裁 Steve Norcio 联系上了。两人已经合作了近 25 年。

为了最大限度地利用 Calderon 的地

面空间，并帮助他在无人值守的情况下运行更长时间，Norcio 推荐了两台 KIWA KH-4500kai 卧式加工中心，每台都配有六托盘自动交换器（PC6）。

"唯一能满足这一基本要求的机器是多托盘 KIWA 机床，"Calderon 说。"我们需要覆盖 21 小时的运行时间，这台有六个托盘的机器提供了我们所寻找的自动化水平"。

然而，正如许多工作车间经理所知，有时工作会出现意想不到的变化。在 Calderon 的案例中，潜在的客户撤回了合同。

但就在一份工作离开的同时，另一份工作也随之而来。很快，Calderon 发现自己在他的两个 KIWA 机床上找到了一个新的工作。

### 完成工作

第一台机器被设置为切割一个经过硬化的钢件。使用机床的刀具寿命管理系统和快速轮廓编程功能，使 CAV 能够智能地管理刀具成本和零件质量。Calderon 看到他的成本急剧下降，同时采用了熄灯式加工，可以安全地制造零件。

第二台 KIWA KH-4500kai 机床被设置为运行细小的铝制部件，这些部件最初是用激光切割和压制工艺制造的。MTA 与 Methods Machine Tools 公司的工程师合作，

在 KIWA 机床上设计了一种新的加工工艺，利用机器的高速特性，而不使金属变形。

Calderon 说，其结果是消除了由第三方完成的两次二次加工操作。

他说："再加上 KIWA 机床和 PC6 托盘提供的熄灯制造，这是一个真正的双赢。"

Calderon 说，最初，他使用一个八分之五的铣刀以大约 400 立方英寸的速度加工。Calderon 在 KIWA 机床上难以维持这种加工条件，于是将速度降到了 20 立方英寸左右。在 Methods 公司一些加工专家的帮助下，Calderon 可以将速度重新提高到 400 立方英寸。

Methods 公司的渠道销售总监 Ken Corklin 和技术支持总监 Bernie Otto 帮助我找到了这种甜蜜点，"Calderon 说。"这次学习经历立即给我们带来了良好的效果，否则我们就会把这个零件分包出去。"

最后，与压制和激光切割的制造方法相比，KIWA 机床将 Calderon 的生产成本降低了 70%。

### 选项解锁更多产量

虽然 KH-4500kai 机床的自动化引起了 Calderon 的兴趣，但他发现该机器的其他方面的表现超出了预期。

他说："在技术方面，这些机器提供了适量的刀具和卓越的主轴速度，使我们能够加工不同的材料，实现高效的高速加工。"

通过机器选项，Calderon 提高了他的熄灯加工能力。Methods 公司和 MTA 为一台 KH-4500kai 机床配备了集雾器以及冷却剂通过主轴（CTS）进行冷却的能力。Calderon 说，这些新增功能有助于 CAV 在铝和热处理钢上保持卓越的精度。

由于他使用的是冗余刀具，Calderon 还利用机器的数据收集功能，在刀具磨损之前就进行更换。

"冗余的刀具数据提供了巨大的刀具寿命，"他说，"我不用再花时间去查看主轴上的磨损和破损的刀具了。"

### 致力于增长和质量

CAV 制造公司还进行了其他投资。该



位于马里兰州 Salisbury 的 CAV 制造公司最近购买了两台 KIWA 卧式加工中心，每台都有 6 个独立的自动化托盘。（图片由 CAV 制造公司提供）





"这些 Kiwa 机床已经与我们所做的工作完美匹配,"CAV 制造公司的创始人 Benito Calderon 说, "我们建立了一个属于同一项目或客户的零件家族, 并尽可能地利用现有的机器时间。"(图片由 CAV 制造公司提供)

公司对现代制造方法和最佳实践的理念, 这也是 Calderon 的理念, 推动了持续地增长。

2021 年 11 月, 该公司通过美国小企业管理局成为 8(a) 认证的小型企业。该计划帮助社会和经济上处于劣势的小企业持有者, 为政府的预留和独家合同提供公平的竞争环境, 协助企业发展, 并帮助公司了解各种法规。

一旦被该计划接受, 企业将获得为期 9 年的援助。其中一些需要的资格包括展示良好的品格和成功的潜力, 例如至少经营了两年。

尽早取得这一地位有助于 CAV 公司实现其他目标, 实现持续性增长。

获得了六西格玛黑带的认证和项目管理协会的项目管理认证。而在 2021 年, CAV 公司获得了 ISO 9001:2015 认证。

该公司最近开始承接各种枪支的工作, 如 M4/M16、M240/M249 和 MK19。CAV 公司拥有联邦枪支许可证, 生产由酒精、烟草、火器和爆炸物管理局控制的部件, 使该公司能够承担更复杂和密集的工作。

"这些认证是在一个新兴的小企业处于最艰难的时期获得的," Calderon 补充说。

他顽强地追求这些目标, 同时在整个病毒流行期间保持日常运作, 这证明了他要完成这项复杂项目的承诺。

他将 CAV 公司对成长、卓越和客户服

务的承诺与该工厂的质量保证方法相比较。

"我们不只是用卡尺测量一个工件, 然后称之为质量保证," Calderon 说, "我们所做的是通过使用最好的设备和最好的工程, 确保流程合理、稳定和可靠。"

MTA 的 Norcio 说, 看到 Calderon 从一个入门级的操作员发展成为一个使用最新技术进行熄灯加工的小企业主, 是一个有益的经历。

Benito 肯定是一个是他过去工作的地方的超级明星," Norcio 说, "他从智利来到这里, 他得到了一个机会——现在他正在实现自己的美国梦。"

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



## 源自创新

传承100年




**2023上海国际机床展 7.5-8**  
展位号码: 8-B09



**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

# 精加工刀具提高了车间对 优质精密零件生产的控制能力

## Finishing Tools Increase Shop's Control of Production of Quality Precision Parts

精密机械厂必须满足关键应用的详细规格和严格的公差，别无选择，只能对生产过程的所有方面进行完全控制。毕竟，“控制”这个词是 CNC 其中一个 C。

然而，控制也延伸到用于交叉孔去毛刺、缸体珩磨、表面精加工、边缘融合和交付给客户前的零件清洁的精加工工具和技术。

对于机械厂来说，他们的赌注再大不过了，因为他们基本上把自己的声誉——进而把自己的盈利能力和生存能力——押在了精加工技术上。如果不能满足客户要求的极其精确的规格和严格的公差，就意味着经济上的毁灭。

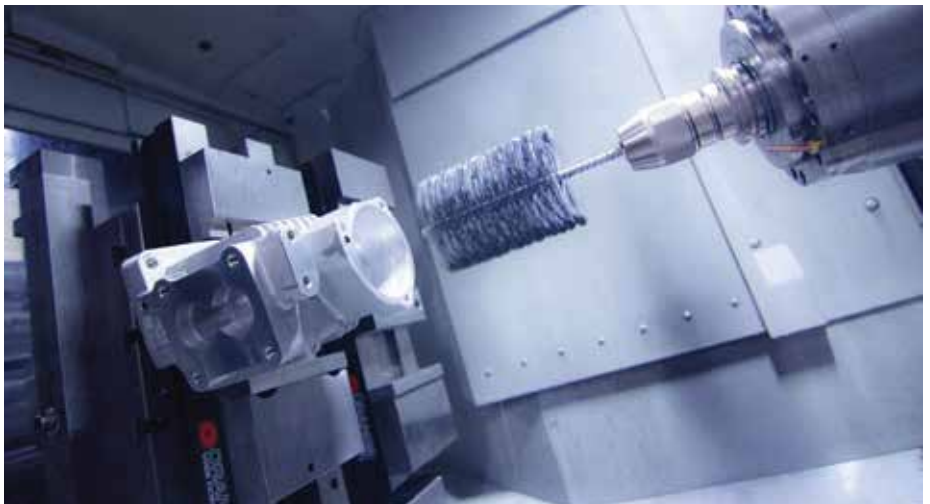
也许更重要的是，在关键的航空航天、医疗、电气、武器装备和其他应用中使用的不良成品会导致在现场发生灾难性的故障。

据德克萨斯州休斯顿的 JR 精密焊接机械厂的长期首席工程师和运营总监 James Mawazeb 说，一个常见的挑战是对交叉钻孔的交叉点进行去毛刺。

在生产过程中去除毛刺对于高质量的精密零件至关重要。在许多应用中，交叉钻孔作为流体、润滑剂和气体的管道。未能去除毛刺会导致这些关键通道的堵塞或在流动中产生湍流。毛刺还可能导致零件错位，影响尺寸公差，并限制加工零件的



对于今天的硬化钢和合金材料，可能  
需要用碳化硅制成的尼龙磨料轮刷来  
进行更为积极的去除毛刺。



通过在加工过程中整合磨料刀具，带有交叉钻孔和其他难以进入的特征的复杂零件可以在内部进行去毛刺、抛光、表面处理等，而且成本更低。（所有图片由 Brush Research Manufacturing 公司提供）

整体效率。

Mawazeb 说：“例如，在航空航天或汽车发动机和传动部件中，如果毛刺在使用过程中移位，就可能引起大规模的故障。

拥有电气工程学位的 Mawazeb 说，同样的事情也适用于配电和传输部件等产品。”如果你在一个零件上留下一个小毛刺，甚至是表面下的裂缝，它就会导致变压器或断路器内部出现故障，并可能导致大规模的电气问题。”

在处理钛、Monel 合金，Inconel 合金，Incoloy 合金，Invar 合金，Rene 合金和 Hasteloy 合金等加工过的超合金时，去除毛刺尤其成问题。在加工过程中，钻头和铰刀很快就会变钝，并可能产生难以去除的大的、挤压的毛刺。导致毛刺大小的其他因素是切割深度和切割速度。

为了确保紧固件和其他旋转或配合部件的完美配合和耐用性，至关重要的是，通孔在切割过程中要进行倒角处理，不能有金属毛刺。幸运的是，这有很多选择，精加工刀具的选择通常基于所需的光洁度、

加工的金属或合金类型以及毛刺的大小。

为了满足客户的要求，机械厂必须可靠地去除交叉钻孔和其他难以进入的区域（如底切）的毛刺和尖锐边缘。为此，柔性磨料磨具是为数不多的既能接触到下切口和交叉孔，又能提供破边的刀具之一。

对于这种精加工操作，Mawazeb 说他使用了总部位于洛杉矶的 Brush Research Manufacturing (BRM) 公司的 Flex-Hone。该公司因发明了这种刀具并将其变成一个全球品牌而闻名的刀具。Flex-Hone 的特点是永久安装在柔性丝上的小型研磨球，是一种低成本的刀具，用于复杂的表面处理、去毛刺和边缘融合工艺中。珩磨刀具有各种尺寸、磨料类型和砂砾选择。

Flex-Hone 刀具可提供优质的镍涂层金刚石磨料，用于硬质合金、陶瓷和航空钢合金等材料、以及 CBN（立方氮化硼）选项的加工，其硬度更高，专门用于超合金加工。

为了达到最佳效果，去毛刺刀具通常被旋转到主孔中，而十字孔则被打破。在





为了确保紧固件和其他旋转或配合部件的完美配合以及耐用性，通孔的倒角和切孔过程中没有金属毛刺至关重要。



Flex-Hone 是一种灵活的、低成本的刀具，用于复杂的表面处理、去毛刺和边缘混合。

顺时针旋转几下后，取出刀具，主轴反转，以逆时针方向旋转，再进行几下。正向和反向旋转形成一个对称的去毛刺模式。使用冷却剂可以保持金属切屑和去毛刺金属的悬浮状态。

## 尼龙研磨刷

另一个用于轻度去毛刺、破边和表面精加工的选择是磨料尼龙刷。在某些情况下，这种类型的工具还可以消除传统上由倒角刀具和面铣刀进行的加工操作。

例如，BRM 公司开发的 NamPower 系列圆盘刷，是由粘附在纤维增强热塑性塑料底座上的柔性研磨尼龙丝组成。圆盘刷包含陶瓷和碳化硅的独特组合，像柔性锉刀一样进行工作，贴合零件的轮廓，擦拭和锉削零件的边缘和表面，提供最大的毛刺去除率和理想的表面光洁度。其他常见的用途是边缘融合、零件清洁和除锈处理。

然而，对于今天我们使用的硬化钢和合金，即使是这种类型的刀具也可能效果不佳。为了更积极的去除毛刺，可能需要采用碳化硅制成的尼龙研磨刷，这种金刚石砂粒可用于今天使用的最硬的金属和合金。

Mawazeb 说，他转而使用直径为 3" 的复合轮毂径向轮刷，以去除极硬 4140 钢合金枪械枪口制动器的上加工孔处的大毛刺。枪口制动器是一种连接到步枪或手枪枪管的装置，以帮助控制后坐力以及射击后引起的枪管抬起。这种枪口制动装置使用槽、通风口、孔、挡板和类似的装置来重新引导一部分推进气体，以对抗后坐力和不必要的枪口上升。

然而，在加工这些孔时，在椭圆形的气口处形成了大尺寸的毛刺。这种钢管是由 4140 钢制成的，这是一种 1% 的铬钼钢合金，一般经过淬火和回火，抗拉强度为 850 至 1000Mpa

轮子刷是圆形的，填充材料从中心处向外围延伸均匀分布。刷子的作用在加工件上的刀具边缘或表面，提供了更为积极的毛刺去除。此外，Mawazeb 说，刷子为四个端口提供了一个柔软的边缘断口，因此它们不会像剃刀一样锋利，而影响表面光洁度。

## 表面处理

Mawazeb 说，表面光洁度可能看起来不像毛刺脱落那样具有直接性或关键性影响，但它也会造成潜在的问题。"如果没有理想的表面光洁度，零件可能无法正确配合，然后你不得不回到问题上，然后重新解决，这意味着要切割出一个全新的零件。这是机械厂需要牢记的事情，这是其质量控制过程的一部分。"

"机械厂了解拥有良好的表面光洁度的价值，因为如果光洁度没有达到客户要求的标准，你就不会长期拥有这个客户，机械厂需要长期客户保持收入，"Mawazeb 补充说。



另一个用于轻度去毛刺、破边和表面精加工的选择是磨料尼龙刷。在某些情况下，这种类型的工具还可以消除传统上由倒角工具和面铣刀进行的加工操作。

在一个项目中，客户指定要对一个不锈钢部件进行更为粗糙的处理，以改善涂层实施性。车间用他们用于轻度去毛刺的尼龙磨料刷达到了所需的表面光洁度，这也说明了这些工具的多种用途。

## 自动化 = 控制

确保精加工过程控制的另一个方法是实现去毛刺和精加工操作的自动化，而不是将其作为离线二次加工的一部分来处理。通过这样做，数控零件和部件制造商可以减少劳动力成本，加快大批量零件的精加工流程。

虽然刀具涉及磨料，但在加工过程中几乎不产生磨砂。即使产生的数量很少，也与加工过程中产生的金属屑、研磨粉尘的作用相当。

通过在加工过程中整合磨料刀具，带有交叉钻孔和其他难以进入的特征的复杂零件可以在内部以较低的成本进行去毛刺、磨光、表面处理等。在自动化加工中，去除交叉钻孔和其他难以进入的区域（如底槽、沟槽、槽或内孔）的毛刺和尖锐边缘可能很繁琐且耗时。

任何时候，只要我们能将二次操作直接纳入加工过程中，我们就能节省时间和金钱，也能减少我们的内部劳动力需求，"Mawazeb 说。"我们制造的零件很复杂，有很多相交的孔，所以依靠一个人每次都按照质量要求重复这个过程，总会在那里引入一些潜在的不一致。"

"人工离线工作的问题是，最终，在几百个零件之后，你很可能会有些不完全正确或在公差范围内的零件。因为……说实话，人并不完美。在数控机床上，工作每次都可以非常接近完美。"

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

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

# “人工智能物联网”， 边缘分析在 Gebhardt 创造和谐 'Artificial Intelligence of Things,' Edge Analytics Create Harmony at Gebhardt

物联网和人工智能是两个独立的技术趋势，都能在工业界掀起波澜。物联网可以将设备连接在一起，像神经系统一样发出和接收信号。相比之下，AI 可以充当大脑，利用数据做出明智的决策，控制整个系统。当两者结合在一起时，能够提供智能的连接系统，可以自我纠正和自我修复——形成我们所说的人工智能物联网（AIoT）。

传统的物联网技术，如云计算和机器对机器（M2M）通信，使制造商能够完成三项关键任务：连接机器、存储数据并使数据具有意义。现在，随着 AIoT 的引入，他们可以从第四种能力中受益——采取行动。

然而，为了使 AIoT 可行，制造商需要一个能够支持快速决策的数据管理系统。虽然云存储能够实现，但在更接近其源头的地方——边缘——分析数据，使 AIoT 提升到了一个新的水平。

## 简化生产

为了释放 AI 的力量，需要以尽可能小

的延迟做出决策。如果 AI 系统收到机器出现故障的警报，或者以改变机器的速度或运动模式来提高生产力，它可以立即根据这些见解采取行动，并停止或改变生产。通过在边缘而不是云端集成 AI 系统，制造商可以释放超低延迟的价值，从而尽快关闭机器，减少产品的损坏或缺陷。

为了在边缘集成 AIoT，行业领导者必须首先建立一个离线的 AI 模型。然后，他们必须使用以前存储的数据集训练模型，直到它满足要求，然后再将其导出并在线应用于新的实时数据。

然而，将模型应用于在线场景中的实时数据，与在训练阶段已经整理过的存储数据上测试模型有很大不同。实时数据还没有被过滤或分类，每组数据可能在不同的时间到达，从而为 AIoT 造成信息混乱。

## 进入边缘分析

为了使数据有意义，在 AIoT 使用之前必须对其进行处理。这就是边缘分析的作用。举例来说，Crosser 平台是一个低代码软件平台，用于任何边缘、内部或云

的流分析、自动化和集成。其目的是消除复杂性，简化开发，使非编程人员能够以大幅降低总成本的方式更快地进行创新。

像 Crosser 平台这样的系统有助于在数据到达 AIoT 之前以多种方式准备数据。例如，它可以协调来自工厂车间各种机器的数据，这些数据可能是不同的格式，因为它来自多个来源。

平台会定期汇总来自不同来源和格式的数据。此外，如果数据源具有不同的采样率，则平台可以填充中间值，以便在每次更新时用所有传感器的新数据更新模型。它还可以根据时间序列数据创建不同类型的窗口。

该平台还可用于特征提取。根据所使用的模型，可能需要从原始数据中创建其他特征。例如，这可以是获取振动数据并将其从时域转换为频域。所有这些步骤都是在数据到达 AIoT 之前对其进行了简化。

## Gebhardt 示例

这就是 Crosser 的平台如何帮助位于德国辛斯海姆的仓库自动化解决方案制造商 Gebhardt Intralogistics Group 实施 AIoT 战略。Gebhardt 生产智能穿梭车，可在整个仓库内快速移动集装箱。它正在寻找一种异常检测解决方案，来识别穿梭车振动引起的操作故障，以最大限度地降低维护成本。

使用 Crosser 的 Flow Studio，Gebhardt 能够实时处理、协调和过滤边缘数据，然后使用 AI 从收集的数据中学习，以实施预测性维护，从而提高机器可用性和延长资产使用寿命。

的确，机器智能拥有强大的力量，但其他支持技术可以帮助发掘其全部潜力。在边缘集成 AIoT 的行业领导者可以从高效、反应迅速的控制系统中获益——快速优化流程。



Flow Studio 能够在边缘实时处理、协调和过滤数据，然后使用 AI 从收集的数据中学习，以便实施预测性维护。



# 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



# 立式高速加工中心 VL4



- 马鞍式整体加高立柱，采用铲刮工艺组装，确保整机的高刚性、高精度；
- 宽敞加工空间、大工作台，满足更大、更多加工产品的空间需求；
- 配置高扭矩BBT40主轴，刀柄装夹更紧密贴合，实现更稳定的加工；
- 搭载FANUC最新的Oi-MF Plus系统，配置多项新功能，操作方便快捷。

## 产品应用

### 阀块

尺寸: 150×130×505mm  
材质: 铝合金



### 动盘

尺寸:  $\phi 80 \times 30$  mm  
材质: 铝合金



## 机器规格

项目	规格
主轴回转转速	100~12,000min <sup>-1</sup> (常用最高转速: 10,000min <sup>-1</sup> )
工作台尺寸	1,300×510mm
X轴行程	1,000mm
Y轴行程	510mm
Z轴行程	660mm
刀库容量	30支 (最大刀具使用数量31支)



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