



NUM information



期刊：
CNC 全面解决方案

- 04 工程重点
- 14 Steinemann 与 NUM 合作：
卓越的瑞士精度
- 16 Palmary Machinery —— 领先的磨床制
造商采用 NUM 的 Flexium+ CNC 技术
- 18 Star Cutter —— 数控机床公司和硬质合
金刀具制造商合作创建下一代生产自动
化系统
- 20 elumatec —— 虚拟现实中的机床控制
- 22 Bunorm Maschinenbau 依赖改造
- 24 TECHMETA Engineering —— 超快速插
补和接近绝对真空
- 26 Tool Alliance —— 庆祝 50 年来在切削
工具制造方面的卓越成就

寄语

Peter von Rüti, NUM 集团首席执行官



亲爱的读者：

我们给您带来了一些令人振奋的产品新闻——我们的全新 FlexiumPro CNC 控制系统。基于在灵活的 Flexium+ CNC 系统方面的经验，我们开发出新概念、新硬件和新软件等，与 Flexium+ 系统相比，FlexiumPro 系统显著提高了计算能力、速度、连接性和可用性。在此仅提一个数字：NUM FlexiumPro 系统比 Flexium+ 系统快 10 倍以上，可扩展性更强，为该系统的使用开辟了新的商机。在过去的几个月里，我们一直致力于完善新的 CNC 系统，我们坚信，通过 NUMFlexiumPro 系统，我们可以为您提供适合您自动化项目的理想产品。

FlexiumPro 有什么新功能？实时内核 (RTK) 现在同时承载 CNC 和 PLC。两个过程在同一主板上运行，该主板基于带有 ARM 多核处理器的片上系统技术。用户界面在工业 PC 上运行，但也可以毫无问题地在装有 Windows 操作系统的标准办公 PC 上运行。主板上使用的片上系统技术也用于与系统匹配的 NUM DrivePro 驱动系统。通过使用片上系统技术可实现极高的集成度，显著减少所需的组件数量，进一步提高了系统的稳定性和可用性。为了促进从 Flexium+ 到 FlexiumPro 的转换，我们在开发过程中注意了最大可能的软件向后兼容。

优化的不仅仅是硬件架构和固件。NUM 的 FlexiumPro 还具有全新的专用人机界面 (HMI)。此外，NUM FlexiumPro HMI 专注于简化可操作性、改善用户体验、简化可视化并允许用户自定义视图。我们的新型 CNC 系统和新型直线电机，将于 2022 年 9 月 12 日至 17 日，在北美最大的制造技术展览会芝加哥 IMTS (国际制造技术展) 上首次亮相。

“NUM FlexiumPro：更具可扩展性、更具吸引力、更简单；该系统适合所有自动化任务”，NUM 集团首席执行官 Peter von Rüti 说道。

除了硬件和软件的进一步开发，您还可以在本期 NUMinformation 中找到来自美国、瑞士、法国、中国台湾和德国各行业的有趣用户报告。在德国的 elumatec 体验数字双胞胎的魅力和发展，或在台湾合作伙伴 Palmary 了解我们最新的外圆和非圆磨削技术。瑞士 Bunorm Maschinenbau 的大型门式机床的现代化改造，清楚地展示了这种高质量机床的潜力。从我们成功的项目中汲取灵感，与我们讨论您未来的投资和自动化项目。

希望您喜欢阅读本期 NUMinformation，期待在接下来的展会上与您会面。

Peter von Rüti
NUM 集团首席执行官

版本说明

出版人
NUM AG
Battenhusstrasse 16
CH-9053 Teufen
电话：+41 71 335 04 11
sales.ch@num.com
www.num.com

编辑和排版
Jacqueline Böni

© 版权归 NUM AG 所有
仅可作为参考再利用，
可复制样本。

NUMinformation 每年出版一次，
提供英语、德语、法语、意大利
语以及中文版本。

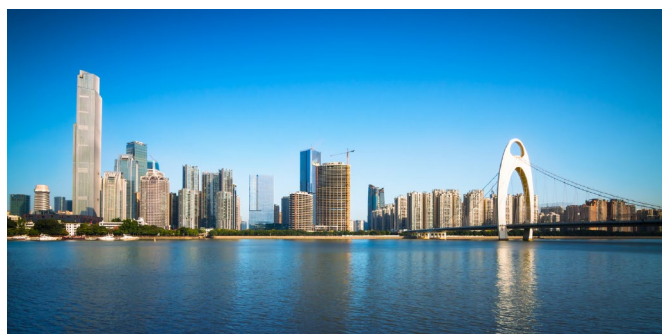
虎年 —— NUM 进军中国华南地区

根据中国的十二生肖，2022 年是虎年，通常是变化很大的一年。也将是充满冒险和挑战的一年，每个人都会重新找回工作热情，重新点燃信心，勇敢地迎接变革和进步。

按照对中国生肖虎年的意义，NUM AG 今年将在中国开设另一家分公司。除了现有的上海总部外，NUM 还进一步向华南地区的广州扩张。

随着在中国的扩张，这家总部位于瑞士图芬的国际公司正在进一步确立自己在 CNC 控制领域的技术领先地位。通过向华南地区扩张，NUM 正在扩大其当地业务，以及以客户为导向的销售和应用开发。当然，这也将使公司能够进一步扩大其在该地区的服务范围。在这一地区，有许多私人企业致力于特殊机床的制造。NUM 能满足定制技术解决方案的要求。

“广州的位置使我们能够更快地响应客户的要求，并进一步扩大我们的业务。多年来，我们一直在中国大陆、中国台湾和印度设有代表处，现在正在进一步巩固我们在亚洲的地位。”亚洲首席战略官 Adrian Kiener 先生说道。



中国广州市

活动

NUM 2022/2023 年活动日历

2022 年国际制造技术展览会 (IMTS 2022)

9 月 12 日至 17 日，美国芝加哥
东馆 134523 展位

2022 第二十四届DMP国际模具及金属加工展 (DMP 2022)

11 月 9 日至 12 日，中国深圳

2023 年印度班加罗尔机床展览会 (IMTEX 2023)

1 月 19 日至 25 日，印度班加罗尔

2023 年德国埃森切割技术展览会 (CUTTING WORLD 2023)

4 月 25 日至 27 日，德国埃森

2023 年欧洲机床展 (EMO 2023)

9 月 18 日至 23 日，德国汉诺威

NUM FlexiumPro CNC 系统

采用灵活便捷的 CNC 系统 (NUM Flexium⁺), 提高计算能力、速度、连接性和可靠性, 这就是 NUM FlexiumPro。

现在, PLC 和 CNC 这两个主要过程都已嵌入, 并在基于多核 ARM 处理器的单板上一起运行。通过使用“片上系统”技术实现了极高的集成度, 极大地减少了组件, 并提高了系统的可靠性和可用性。

硬实时操作系统减少了延迟, 避免了复杂的“软”操作系统的消耗。每个细节都经过优化, 以最大限度地提高机床生产力和可用性。

NUM FlexiumPro 比其前代快 10 倍以上 —— CNC/PLC 接口、每秒程序段数、轴任务、启动时间 —— 一切都变得更快, 树立了新标准。

NUM FlexiumPro 保留并扩展了所有 NUM Flexium⁺ 行为和功能。例如:

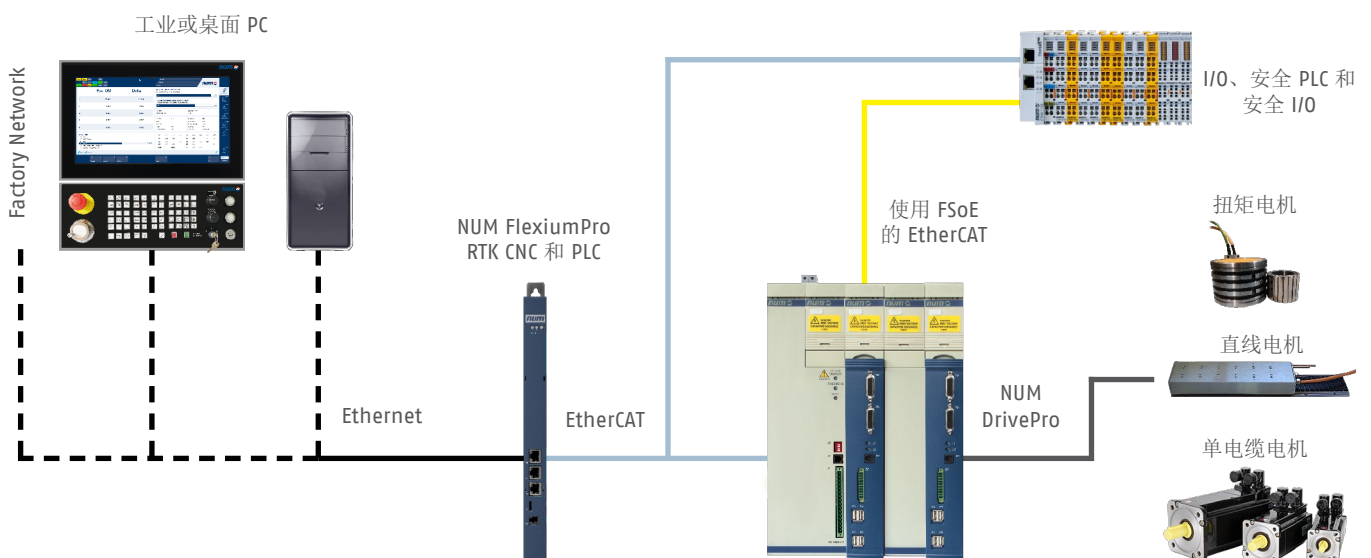
- 32 个轴和 / 或主轴
- 32 个加工通道

- 纳米插补
- RTCP (旋转刀具中心点)
- HSC (高速切削)
- 特定工艺功能和加工循环
- 改进诊断功能
- 等等

PLC 应用程序、零件程序、机床配置、校准等都安全地保存在可移动的 μSD 卡上。为了确保关机过程的安全, NUM FlexiumPro RTK (实时内核) 集成了一个超级电容, 在硬关机的情况下确保系统保持活跃, 直到保存所有数据。

使用 Flexium⁺ 的 OEM 将轻松迁移到 FlexiumPro。FlexiumPro PLC 编程语言和环境与 Flexium⁺ 相同, 零件程序与这两个系统保持兼容, OEM 定制 HMI (人机界面) 的软件接口非常相似, EtherCAT 端子和安全设备保持不变。

NUM FlexiumPro 系统架构:



为了克服标准伺服驱动设备配置文件的限制，NUM 决定使用自定义配置文件。使用标准设备配置文件无法实现交换浮点变量、64 位位置数据和偏移量、多参数结构等的需求。

亮点：

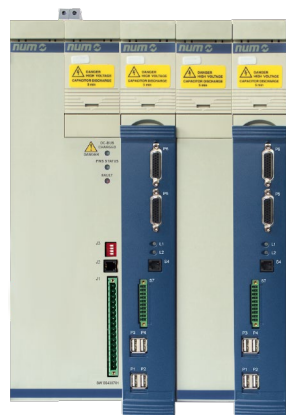
- 带有硬实时操作系统的多核 ARM 架构
- 得益于“片上系统”技术的高集成度
- Codesys V3 嵌入式 PLC
- 建议使用工业 PC，但不是强制性的（PC 上没有实时性）
- 用于伺服驱动器、I/O 和安全的 EtherCAT 现场总线（使用 EtherCAT 功能安全协议）
- 扩展 PLC/CNC 接口

- 更快的 CNC/PLC 交换
- 扩展高速和实时数据采集（进一步改进 NUM 解决方案，用于过程监控、边缘计算、AI 状态监控等）
- 可移动的 μ SD 卡，用于存储所有机床数据、应用程序、零件程序和保留变量。
- 新型人机界面，在 Windows 操作系统上运行，可由 OEM/ 用户定制（参见样本）
- 整个系统只需一种调试工具：PLC 编程、CNC/ 驱动器配置和调整、安全编程等。
- 超级电容，避免硬关机时数据丢失
- NUM FlexiumPro RTK 采用无风扇且非常紧凑的设计（25 毫米宽）
- CNC 比前代产品快 10 倍以上
- 启动时间更快

NUM DrivePro 和新型四轴电源单元

一个出色的管弦乐队指挥需要出色的演奏者，才能呈现最佳演出。CNC 系统也是如此——出色的 CNC 需要出色的伺服驱动器。CNC 单元定义了应遵循的理想轨迹，而伺服驱动器和伺服电机的任务是使真实轨迹尽可能接近理想轨迹。NUM DrivePro 具有高开关频率、高分辨率采样物理量（如电流）、浮点计算能力和特定算法（如主动阻尼功能），使整个系统实现最宽的带宽。因此，它提供了遵循理想轨迹的最高保真度和最高调节刚度（抗干扰）。

与 NUM FlexiumPro 一样，NUM DrivePro 控制单元具有非常高的集成度，这归功于它使用了集成多核 ARM 处理器的“片上系统”技术。为了避免延迟和消耗，CPU 和软件之间没有操作系统——它是裸机编程。因此，NUM DrivePro 控制单元可以同时控制多达 4 个轴，位置环采样时间为 50 μ s。



MDLUF line up

就像它的前代一样，当配备 NUM-SAMX 选件时，NUM DrivePro 实现了所有需要的安全运动功能：安全扭矩切断 (STO)、安全停机 (SS1/2)、安全运行停止 (SOS)、安全限速 (SLS)、安全限位 (SLP)、安全方向监控 (SDM) 和安全 CAM (SCA)。使用 FSoE (EtherCAT 功能安全协议)，通过系统的安全 PLC 激活安全功能，无需任何本地布线。

灵活性是所有 NUM 产品的特点。NUM DrivePro 可以控制任何类型的电机（主轴、伺服、线性、扭矩、同步、异步……）。这只是参数设置的问题，而且每个轴最多可以使用 3 个外部传感器来闭环控制，通常为电机编码器、机床编码器（例如，光栅尺）和 NUM 加速度计。

就像它的前代一样，当配备 NUM-SAMX 选件时，NUM DrivePro 实现了所有需要的安全运动功能：安全扭矩切断

NUM DrivePro 引入的一项新功能是安全制动控制功能（目前仅适用于较小的驱动器尺寸）。它是全自动的，当驱动电源被切断时，制动器会安全关闭。

有多种原因需要不同的伺服驱动器设置，例如：可以根据加工类型更改 / 配置轴 / 主轴的机床，或需要专门调整毛坯重量的工艺。为满足这些要求，NUM DrivePro 支持多达 99 种不同的参数集！

NUM DrivePro 是针对多轴应用优化的模块化驱动系统。典型的 NUM DrivePro 架构由一个公共电源组成，该电源通过直流总线将电力分配给驱动器阵容，利用“能源平衡”功能降低了整个系统的能耗。



Quad-axis

提供各种控制单元选项和电源单元版本 / 额定值，用于驱动一个（单轴）、两个（双轴）或四个（四轴）电机。

四轴电源单元为新产品；它的开发旨在进一步减小驱动器阵容的尺寸，最大限度地减少布线，并为多轴机床提供更具成本效益的解决方案。

亮点：

- 多核 ARM 架构，具有裸机编程和浮点计算功能
- 得益于“片上系统”技术的高集成度
- EtherCAT 作为伺服和安全总线（使用 EtherCAT 功能安全协议）
- 针对单电缆电机进行了优化
- 每个轴最多 3 个传感器（2 个编码器 + 加速度计）
- 一个控制单元可以控制多达 4 个轴，位置环采样时间为 50 μ s
- 用于单电缆电机编码器的新型工业 USB 连接器 (NUM SHX/SPX)
- 可拆卸的控制单元，使售后管理更简单、更经济
- 四轴驱动模块，以提高紧凑性并最大限度地减少布线
- 多达 99 个完整的参数集，可轻松管理不同的机床配置和 / 或优化。

新型 FS184i 操作面板和 MP07 机床面板

NUM FlexiumPro HMI

新型 FS184i 操作面板和 MP07 机床面板

为适应全新的 NUM FlexiumPro HMI (人机界面), NUM 推出了新型宽屏 WXGA 操作面板和专用机床面板。操作面板名为 FS184i, 采用平板电脑设计, 集成了最新的多点触控技术, 由配备 Windows 10 IoT Enterprise LTSB 操作系统的 Intel i5 四核工业 PC 驱动。

FS184i 操作面板为机床控制提供了最新的持久型前端。用于保护显示屏的防眩光玻璃使操作面板适用于困难的照明条件, 并有助于实现面板的 IP65 防护等级。

产品搭配专用机床面板 MP07, 该面板通过 EtherCAT 连接到 NUM FlexiumPro 系统。MP07 包括:

- 60 个自定义按钮, 带蓝色 LED
- 2 只用于主轴转速和进刀速率的倍率电位计或选择开关
- 1 个手轮
- 1 个紧急停止按钮
- 1 只三位按键开关
- 3 个专用按钮: 复位 (白色 LED)、循环停止 (红色 LED) 和循环启动 (绿色 LED)
- 2 个用于 EtherCAT 状态的专用 LED: RUN (运行) 和 ERROR (错误)
- 2 个开关, 用于打开 / 关闭机床
- 1 个 USB 连接器 IP65



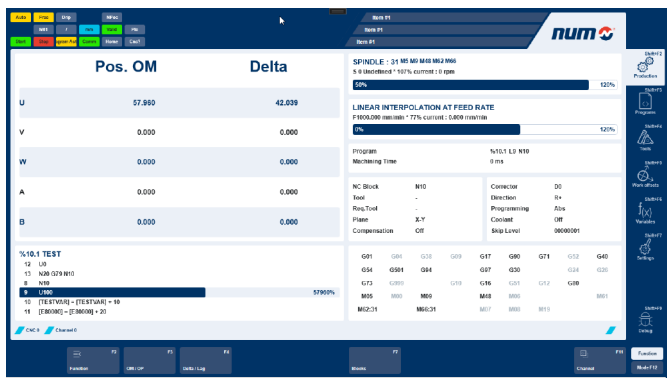
FS184i 和 MP07

NUM FlexiumPro HMI

改变的不仅仅是硬件架构和嵌入式软件——NUM 的 FlexiumPro 拥有一个全新的专用人机界面 (HMI)。

全新的 FlexiumPro HMI 将重点放在用户交互操作性上 (触摸、键盘和硬件按钮), 改善用户互动体验, 简化和优化可视化信息, 并允许用户自定义视图。

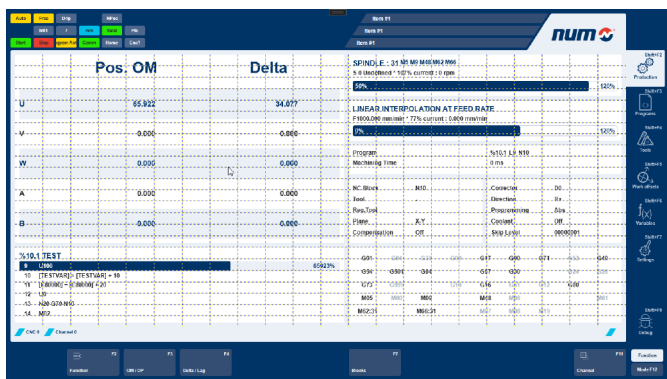
没有 App 的智能手机称不上智能, HMI 也是如此。得益于强大的 SDK (软件开发工具包), NUM 的 FlexiumPro HMI 可以被调整、完善、修改和定制。OEM 不再需要为特定技术开发专用的 HMI, 他们现在可以开发特定的 FlexiumPro HMI 模块, 并集成技术相关功能。例如, 水刀切割机没有主轴, 操作员可能想要查看与水喷嘴有关的参数。为了调整 FlexiumPro HMI, OEM 只需开发水喷嘴模块, 然后从用户界面配置中删除主轴, 用水喷嘴模块替代。



全新 HMI 生产页面

页面结构由 "区域" 组成, 每个区域包含一个可以放置模块的二维网格。通过使用一个简单的配置工具, 客户可以更改模块的设置和属性, 也可以放置 / 替换模块。

新的现代设计提供了集成一致性, 向所有模块传递了同质化的外观和感觉。



显示网格的新 HMI

用户界面模块是预定义的插件, 可用于定制 FlexiumPro HMI。对于希望进一步推动 HMI 定制的用户和 / 或机床制造商, 图形化配置工具允

许将定制 / 新创建的模块放置在不同的 HMI 页面上; 可添加全新的页面, 还可以设置整体布局的主题和皮肤。

在 NUM 的 FlexiumPro HMI 开发过程中, 我们非常注意以智能方式将服务层与 UI 层分离, 并保持其可扩展性。该软件概念允许任何可能需要的零件程序预处理 (例如, 由 CAD/CAM 生成的零件程序), 以整合 / 修改技术相关的数据和参数; 零件程序在发送到 FlexiumPro RTK 之前进行了调整。

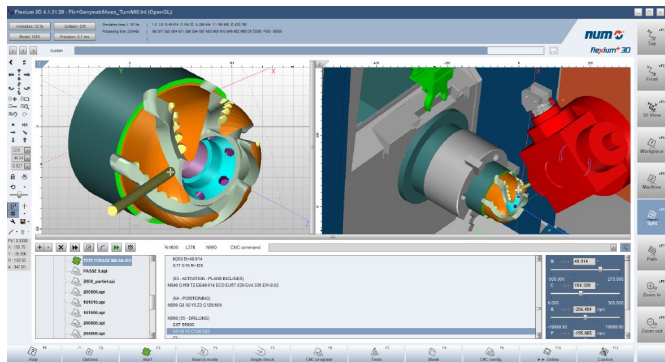
为确保在速度和资源消耗方面的最大性能, NUM 的 FlexiumPro HMI 使用最新的软件技术编写——C# 用于软件开发工具包, WPF 用于用户界面。模块在每次页面变化时启动和停止; 这最大限度地减少了资源的使用, 并允许在页面之间快速切换。

与 Flexium+ 的前身一样, NUM 的 FlexiumPro HMI 在 Windows 操作系统下运行; 它可以直接连接到 FlexiumPro RTK (实时内核), 也可以在与 FlexiumPro RTK 连接到同一 LAN 的任何 PC 上远程运行。此外, 还支持多 HMI 配置 (一台机床具有多个 HMI)。

FlexiumPro HMI 可以通过使用基于 PLC 的可视化页面进行扩展, 如 CODESYS remote TargetVisu 和 CODESYS WebVisu; 使用简单的图形方法, 机床制造商可以创建完全自定义的可视化页面, 在 PLC 编程环境中开发。

FlexiumPro HMI 解决方案搭载 Flexium 3D; 这是一款用 ISO 代码 (NUM 扩展符合 DIN 66025 标准) 写入的零件程序图像仿真软件, 适用于不同的应用, 如铣削、钻孔、车削、圆形和非圆磨削, 以及水刀和等离子切割等。

零件程序仿真期间, 用户可以可视化浏览 TCP (刀具中心点) 路径, 仿真从工件上去除材料, 并检查机床部件与零件及刀具之间是否会发生碰撞。3D 仿真的主要特点是: 线条路径仿真、工件和机床视图、材料去除、碰撞检测、刀具编辑器、毛坯编辑器、机床编辑器、在线仿真、SEARCH 模式 (图形支持的零件程序重新启动) 和 3D 路径编辑器 (轮廓重写 / 路径优化)。



3D 仿真

NUM IloTgateway

IloT（工业物联网）或工业 4.0 是将 IT 技术与生产技术相结合，创造新的创新产品和解决方案。需要高效的通信协议来连接技术，而 NUM IloTgateway 提供了这些协议。

“智能工厂”是工业 4.0 的一种表现形式，旨在实现产品的盈利性生产，即使单个客户的需求小到一个批量。为此，生产系统与动态业务和工程流程相关联。一个基本前提是工厂与生产管理系统的连接。在物理层面，以太网已经为此目的而建立。但在协议方面却并非如此。有三个协议脱颖而出：OPC UA、MTConnect 和 MQTT。

自 20 世纪 90 年代以来，NUM 已经实现了其控制器的联网。上述协议的解决方案也已存在数年之久。

NUM IloTgateway (FXSW282509 用于 Flexium 或 Flexium+ 系统，APSW282509 用于 Axiom 或 Num Power 系统) 在一个产品中结合并取代了之前的解决方案，并扩展了其功能。总的来说，现在所有 NC 通道的数据都可用。甚至可以访问多 NCK 应用程序。



MQgateway (FXSW282311) 提供许多数据点，已经很好地覆盖了当前的要求。NUM IloTgateway 的 MQTT 解决方案接管了之前的数据结构，并通过传输 \$- 消息对其进行了扩展。\$ 消息是 CNC 程序可以发送的文本消息。对于 NUMROTO 应用程序（刀具磨削），还可以查询 NrToolInfo.xml 中的信息。此文件包含有关磨削的刀具及其所需的磨削操作的信息。

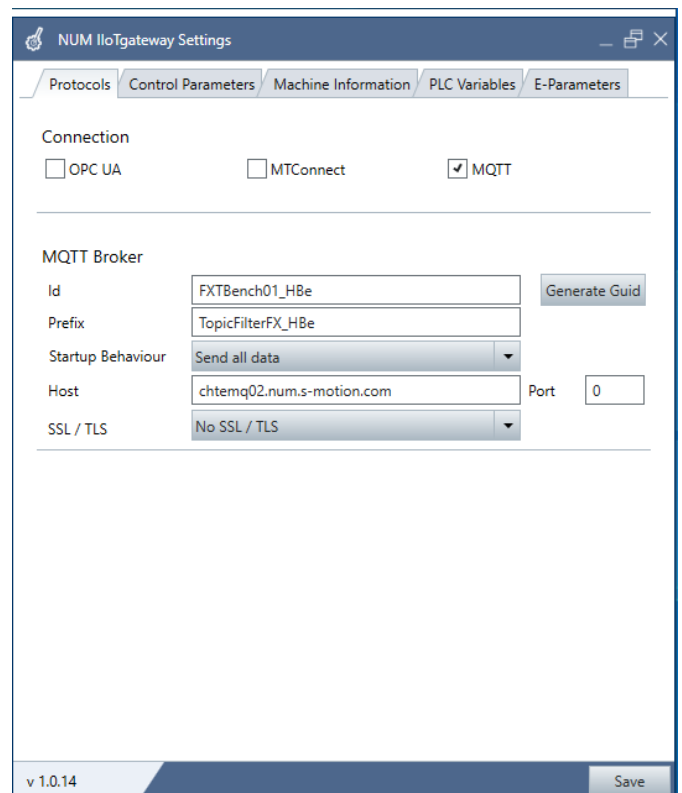


但是，之前的 OPC UA 解决方案 (FXSW282309) 没有提供协议。这必须记录在 PLC 程序中，然后通过它提供。NUM IloTgateway 的 OPC UA 解决方案还提供预定义的数据节点。提供的数据节点具有与 MQTT 解决方案相同的结构。借助 NUM IloTgateway，现在还可以通过 OPC UA 连接到 NUM CNC 控制器 Axiom Power 或 Num Power。



通过 MDTO (FXSW283100)，NUM 提供了 MTConnect 产品。这现已与其他两种协议保持一致，即 MTConnect 解决方案提供与其他两种协议相同的数据。

如前所述，NUM IloTgateway 可与所有扩展类型的 Flexium 或 Flexium+ 以及所有 Power 类型的 Axiom Power 或 Num Power 建立连接。Flexium 或 Flexium+ 系统的软件版本至少应为 3.6.00.00，而 Axiom Power 或 Num Power 系统的软件版本必须至少为 R2。



除网关软件外，NUM IloTgateway 还包含一个配置程序和一个小型控制程序，通过这些程序可以停止和重启网关。配置程序“NUM IloTgateway Settings”用于选择所需的协议（或多个协议），包括任何协议参数，并定义 NC 通道和 NCK 的数量。可以输入机床信息，定义 PLC 变量和 E 参数，然后传输。

NUM IloTgateway 在记忆棒上交付。它通过安装程序安装在目标 PC 上，该安装程序也位于此记忆棒上。目标 PC 可以集成在 NUM CNC 中，也可

以使用连接到 CNC 控制器的 PC 或 iPC。目标 PC 的操作系统必须至少为 Windows 7。当然，目标 PC 也必须连接到公司网络。

NUM IloTgateway (FXSW282509 或 APSW282509) 在一个产品中结合并取代了以前的解决方案，并同时支持所有三种协议 (MQTT、OPC UA 和 MTconnect)。

搜索模式

长期以来，以简单实用的方式在序列中的几乎任何位置恢复零件程序的执行，一直是 NUM 控制系统的强大功能之一。为了存储，搜索模式将从头开始扫描零件程序，存储遇到的所有功能以及轴的位置，以便在恢复点的条件下准确地重新启动。随着时间的推移，此模式已扩展为不仅允许按序列号进行搜索，还允许按行号或特定字符串进行搜索。

随着零件程序大小的增加，从头开始扫描文件可能需要一些时间，特别是如果有大量数据要发送到 PLC（例如，在刀具管理的情况下获得正确的刀具偏置）。为帮助规避这一问题，NUM 添加了快速搜索模式，它以一些缺点为代价促进了非常快速的操作。

但是，如果恢复程序段很长（例如火焰切割）并且已大量执行，会发生什么情况？

从该程序段的开头重新启动将非常耗时，并且在上面的示例中，必须在恢复之前但在零件之外重新点燃割炬。是否有必要在没有选择先测试的情况下编辑程序，或者通过在先前的主位置重新启动来产生额外的时间消耗。

对于这种情况，Flexium 再次提供了一个有效而简便的答案。添加了额外的搜索模式：在中断位置重新启动。当您从 HMI 中选择此模式时，您将看到以下对话框：

不用担心，大部分字段都是自动填写的；我们只需集中处理最相关的字段：

程序行进度

这定义了中断时程序段的完成百分比。它将用于在此位置重新启动，而不是在程序段的开头。可以更新此字段以提前一点点重新启动。

接近路径

在这里，您可以选择三种恢复策略，每种都根据特定的轨迹，以便顺利地进入和 / 或在进入位置之前在外启动设备（例如割炬）。甚至可以调用子程序，例如更换刀具。如果策略不符合您的需求，您当然可以自己填写不同的字段。

最后一行仅显示将发送到 NCK 以重新启动的命令行。

长话短说：在发生事故的情况下，或者如果操作员没有记住重新启动的行，只需选择搜索模式，然后在中断位置重新启动，选择接近路径策略，可选择减少程序行进度值，最后按“循环启动”以在安全条件下恢复执行。此模式在 Flexium 3D 中也可用，带有图形辅助——当然，您可以在 HMI 操作员手册中找到完整的详细信息。

这再次展示了 Flexium 架构的强大功能和 NUM 理念的一个方面：为我们的客户提供强大且易于使用的功能，以便他们专注于专业知识并提高竞争优势。如果您对搜索和恢复模式或其他有任何疑问，请咨询您的 NUM 技术联系人；他们将很乐意展示我们产品的一些内在可能性。

The screenshot shows a dialog box titled "Restart at Interrupted position" with a close button (X) in the top right corner. The dialog contains the following fields and values:

- Search type:** Restart at Interrupted position (dropdown menu)
- Fast search:** (checkbox, unchecked)
- NC Block:**
 - CNC Program: 15.0
 - Line number: 68
 - CNC Block index: 62
 - Line progress: 67.70 % (highlighted with a red box)
- NC Block:** N1033 X27
- Channel:** 0
- Approach path:** 2 (dropdown menu, highlighted with a red box)
- Correction side:** Auto (dropdown menu)
- Plane:** G17 (XY) (dropdown menu)
- Distance:** 0 mm (dropdown menu)
- Radius:** 0 mm (dropdown menu)
- Angle:** 0 ° (grad) (dropdown menu)
- Height:** 10.000 mm (dropdown menu)
- Feedrate:** 0 mm/min (dropdown menu)
- Subroutine:** (dropdown menu, highlighted with a red box)

At the bottom of the dialog, there is a text field containing the G-code command: `:68 H15.0 #62 EP67.70 G2 X0.000 Y0.000 EX0.000 EY0.000 IO.000 JO.000 ER10.000` and a "Send" button.

NUM LMX 直线电机，专为机床而设计

市场上有很多直线电机，但它们主要设计用于通用自动化（从 A 到 B 的快速运动）。

NUM 采取了保守的做法，一直等到市场成熟，才开发自己的直线电机。新型 LMX 直线电机专为机床设计：

- 初级部分完全封装，采用不锈钢保护，可抵御最恶劣的环境
- 专为连续工作应用和低温升高而设计
- 液体冷却回路采用更大的管道，可接受低比热容的液体
- 短极距，以增加力密度并降低温度
- 大气隙，以减少安装公差对电机特性的影响

没有人讨论旋转轴使用直接驱动的优势（扭矩电机）；采用传统运动学的旋转轴在精度、效率和磨损方面是最薄弱的地方。就直线轴而言，要得出同样的结论并不容易，现有的滚珠丝杠解决方案没有很多限制。所以机床制造商可能会想，什么时候应该使用直线电机，什么时候应该使用带有传统运动的伺服电机？

直线电机在以下情况下具有重要优势：

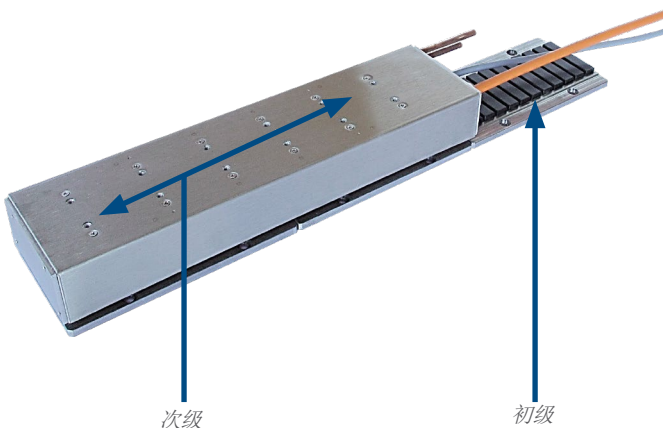
- 机床的轴刚性非常高，可以达到高带宽
- 需要高机械精度

- 不能接受间隙和机械磨损
- 必须满足高加速率，高于传统运动所能达到的加速率

但直线电机也有一些缺点：

- 在垂直轴上使用直线电机至关重要。为避免轴坠落，需要使用特殊的制动器，重量补偿措施会降低使用直线电机实现的调节优势
- 对于效率是关键因素的机床应用，直线电机的性能通常比传统的滚珠丝杠运动更差（以典型机床速度运行的直线电机永远不会达到最大效率点）。此外，冷却回路并非无损耗。
- 售后干预（更换直线电机）可能非常复杂
- 直线电机磁板（次级）必须做好防止金属碎屑侵入的保护。
- 用直线电机制造的运动装置通常更昂贵，因为需要水冷系统。

必须为每台机床选择最佳运动解决方案——这是不同因素的权衡。除了力矩电机，NUM 还提供传统伺服电机和直线电机，并且可以在机床设计阶段支持机床制造商选择最合适解决方案。



单电缆电机，带每转 24 位全数字编码器

NUM 于 2014 年首次推出单电缆电机，并快速取得成功。

优点是巨大的：

- 安装更简单快捷；编码器布线只需 2 根线。编码器电源电压、单圈和多圈位置以及电机的热传感器信息通过双线传输。
- 全数字协议；不会因噪声而降低分辨率 / 精度
- 可以监控编码器的通信质量
- 无需单独的编码器电缆并减小电缆链的尺寸，从而降低系统成本

SHX 和 SPX 无刷型伺服电机有 75、95、126 和 155 mm 外框尺寸和三种不同长度可供选用，为机床制造商匹配不同的机床应用提供了输出功率和速率的宽泛选择。两种机床系列的特点在于较大的转子惯量且已为机床进给轴实现优化，同时具有卓越的动态特性，即使在低速下也可实现

平稳运行。SHX 系列主要用于对成本比较敏感的应用场合，包含持续扭矩输出在 1.2 至 20 Nm 之间的各种型号。SPX 系列则适用于要求电机拥有最大功率容积比和较高防护水平 (IP67) 的应用，例如高端机床、磨床和机器人，连续扭矩输出范围为 1.4 到 23 Nm。

SHX 和 SPX 单电缆电机的商业化始于具有中等 20 位（每转 1,048,576 个位置）分辨率和 ± 60 角秒精度的数字编码器。

为了提供中高端解决方案，SHX 和 SPX 单电缆电机系列进行了扩展，引入了高分辨率、24 位（每转 16,777,216 个位置）分辨率和 ± 25 角秒精度的编码器，针对在调节性能和超精确定位方面要求较高的应用。

NUM 的战略是陪伴所有客户迁移到单电缆电机，并展示其具体优势。

单电缆电机 (SHX/SPX) 编码器	技术特性			
	编码器 Y	编码器 Z	编码器 I	编码器 L
传感器类型	高分辨率多圈	高分辨率单圈	中等分辨率多圈	中等分辨率单圈
精度	< ± 25 角秒		< ± 60 角秒	
工作温度范围	-20°C / +115°C			
电源电压	7V - 12V			
每转测量步骤	16777216 (24 位)		1048576 (20 位)	
圈数	4096	1	4096	1
电气接口	集成在电机电源电缆中的全数字快速串行双线接口			
功能安全	STO、SLS、SOS、SS1、SS2、SLP、SDM、SCA，带 NUM 驱动器和 NUM-SAMX 插件板 ¹			
其他信息	电机热探测信息已集成到编码器协议中（无需布线）			

¹ 有关详细信息和限制，请参阅 NUM-SAMX 手册。

采样间和定时 M 功能

NUMcut HMI: 重回正轨

采样间和定时 M 功能

激光切割机可能需要非常精确的脉冲，例如，以高速切割网格。或者水切割机可能需要精确的定时命令，以便在停止水流之前停止磨料。对于此类功能和许多其他功能，Flexium+ 可以提供答案。

传统上，M 功能旨在处理此问题，但为了与轴的位置完美同步，M 功能需要停止轴，并且“在线 M 功能”可能会出现一定的抖动，无论抖动多小，为了达到必要的精度，都是不允许的。因此，通常需要额外的硬件，这增加了成本和潜在问题的风险。

为了处理这些功能，创建了两种新类型的 M 功能，即定时 M 和 采样间 M。

定时 M

32 个定时 M 代码在运动后被发送到 PLC（后处理功能），不需要确认。在不停止轴的情况下链接连续的程序段。在这个问题上，它们类似于“在线 M 功能”，只是它们可以延迟或提前最多 32 秒。时移由一个 E 参数定义，正为延迟，负为提前，这些功能的范围在 M932 和 M963 之间。

示例：

```
N5 Go X0
E3000032 = 650 E3000033 = -800    \\ Delay M932 by
                                   650 ms advance
                                   M933 by 800 ms

G1 F800 X15 M932                  \\ M932 delayed
                                   with respect to
                                   X15

X0

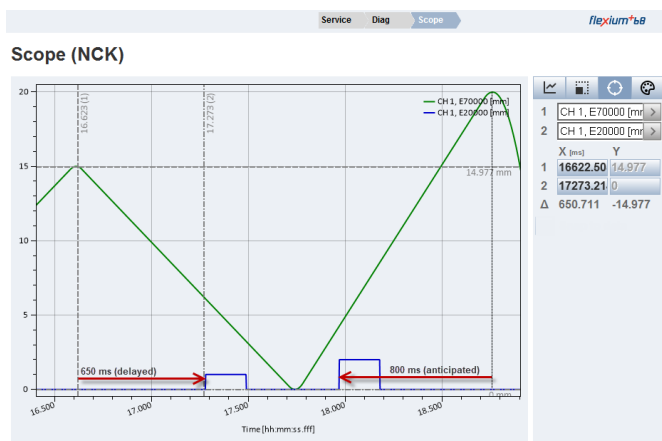
X20 F1200 M933                    \\ M933 advanced
                                   with respect to
                                   X20

GO X0

M2
```

采样间 M

与其他 M 代码不同，32 个采样间 M 代码不是在 PLC 中发出，而是直接在 NCK 数字输出端子上发出。它们两两一组，以设置和重置 16 个可用的特定输出。它们也是后处理功能，不需要确认。定时 M 代码的主要特点是，它们相对于通过 E 参数定义的程序段末尾的时移以 μs 为单位给出；它们可以提前一次实时扫描 (P50)，及相对于程序段的末尾延迟最多 32 毫秒。显然，为了获得微秒范围内的精度，它们可以在两次实时扫描之间发出。此类功能的范围在 M900 和 M931 之间。一个典型的应用是在从一个图形跳到下一个图形时抑制激光切割。



上述程序的图表。绿色为轴位置，蓝色为 M 代码。右边的数据显示 X5 和 M932 之间的时移

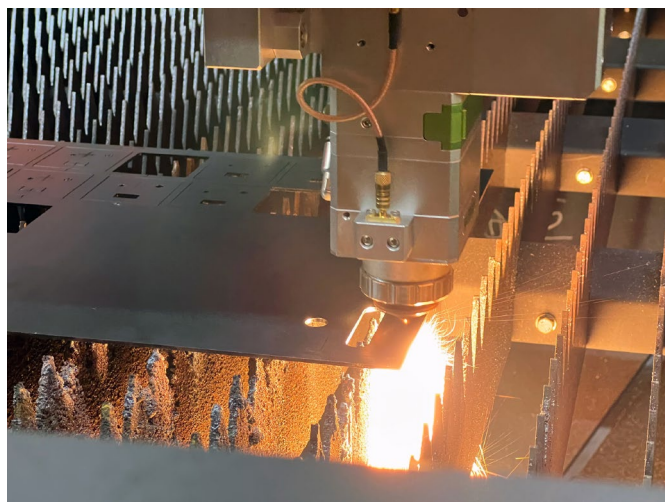
示例：

```

E300000 = 0 E300001 = 25500    \\ No delay for
                                M900, M901 is
                                delayed by 25.5 ms
MIRROR_MOD_USE_Z = F
operation = "MIRROR_Y"
MIRROR_MOD_USE_X = F
MIRROR_MOD_USE_Y = T
MIRROR_MOD_USE_Z = F
operation = "MIRROR_X"
X500 M900                      \\ Digital output OUT0
                                is set when
                                position X500
                                is reached
MIRROR_MOD_USE_X = False
MIRROR_MOD_USE_Y = T
MIRROR_MOD_USE_Z = F
operation = "MIRROR_Z"
X550 M901                      \\ OUT0 is reset
                                25.5 ms before X
                                reaches the
                                position 550
operation = "MIRROR_Z"
selection at the end of the
ob.select= 1

```

这篇简短而不详尽的描述只是为了展示另一个示例，说明 Flexium 在处理无限数量的应用方面的能力和灵活性。其他信息可在编程手册中获得，也可向您的技术联系人索取，他们将很乐意向您展示我们系统的一些其他先进功能，致力于帮助您最大限度地提高竞争优势。



采样间 M 使用示例，激光将在每个孔之间中断并立即重新启动

NUMcut HMI: 重回正轨

在所有切割技术中，都可能出现切割中断的情况，例如，在水刀切割过程中磨料失效，或在等离子切割过程中等离子体中断。NUMcut HMI 提供了几种重回正轨的方法。

在 NUMinformation 61 中，我们介绍了 NUMcut 所提供的一般解决方案。本文致力于一个特殊的主题：通过图形支持，在页面上重新进入。NUMcut HMI 提供了满足这种需求的各种功能。

通过 NUMcut HMI 图形区域中的图标来选择不同的选项。只要不存在切割问题，切割过程从零件的第一次切割开始。当然，在作业列表中可以跳过一个或多个零件。如果出现切割问题，操作员可以从几个停止选项中选择：立即停止，在当前切割结束时停止，或在当前零件结束时停止。然后必须纠正这个问题。这通常涉及将轴移动到一个特定的点。可在任何机床模式下进行，通常是在手动模式下，甚至在 MDI 模式下。

然后，一方面，操作员可以从一个零件或一个部分的开头开始。用鼠标选择所需的零件或部分。起始点显示在所选部件或部分的起始标志上（见图 1）。在工作执行开始时，相应的零件程序被重新计算，所需的起点位于相应的触发标志处。轴移动到起点，刀具（水刀、激光等）被激活。操作员也可以通过点击零件或切割，在作业列表中选择起点。

对于慢速运动或长路径，可能需要很长时间才能到达应恢复切割的位置，这是不可取的。因此，操作员也可以从切割的中间开始。通过鼠标选择切割的起始点。随后的步骤与上文所述相同。

中断的重要且进一步的方法是停止轴运动，然后返回运行路径。要做到这一点，需要重新启动切割程序。出现一个输入窗口，输入退刀量（见图 2），开始运动。轴按输入值在路径上后退，最多回到切割的起点。然后切割刀具（水刀、激光等）被激活，并从当前点再次执行切割程序。

尽管有各种重新进入路径和恢复切割的可能性，但并非所有零件都能被“保存”。机床操作员可以在作业列表中将各个零件标记为良或不良。有了这个信息，就可以用“不良零件”创建一个新的作业，这些零件可以再次被切割。

正如您所看到的，NUMcut HMI 页面提供了全面而有用的重新进入选项，使操作员能够有效地执行工作。

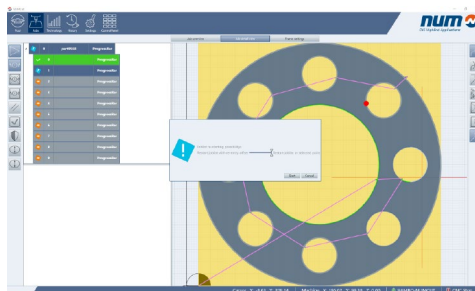


图 1: 起点部分

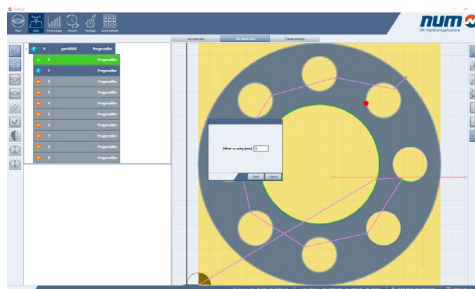
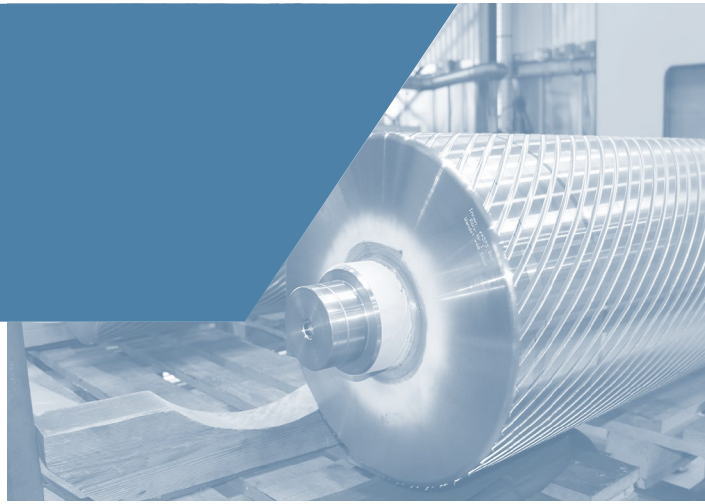


图 2: 通过“重回正轨”重新进入

Steinemann 与 NUM 合作： 卓越的瑞士精度

steinemann



在日益全球化的木板行业中，Steinemann Technology AG 的代理机构遍布全球。由子公司和代理组成的密集网络创造了巨大的市场和客户亲和力。在创新方面，Steinemann 依赖于瑞士的精度和可靠性，这也是半个多世纪以来，每个 Steinemann 砂光系统的特点。Steinemann 与 NUM 的合作有着悠久的历史，并随着时间的推移而不断巩固和验证。这就是为什么 Steinemann 再次依靠 NUM 的完整 CNC 包，对 Geminis GE-870S 槽铣床进行改造。

从纺织机到板材行业的宽带砂光机

Steinemann 公司成立于 1917 年，是一家家族企业，已从纺织机械制造商发展成为人造板行业宽带砂光机和砂光系统的全球领先供应商。公司交付一流的表面质量，从市场上的竞争对手中脱颖而出。凭借模块化的可扩展产品和服务，Steinemann 提供全面的表面处理解决方案。Steinemann 公司奉行明确的战略：通过“整体表面质量”，最大限度地提高客户利益，并确保决定性的竞争优势。公司总部位于瑞士圣加仑，拥有约 90 名员工。圣加仑纺织传统体现在公司的起源中；早期，它制造纺织机械，然后在 1960 年，它开始制造面向木板行业的宽带砂光机。

专有技术远远超出开发和生产的范围。客户受益于无缝服务、深入的工艺知识以及直接可用的备件和消耗品。由于这种服务深度，Steinemann 提高了客户的质量、安全和效率。除瑞士总部外，还有两家子公司。它们位于马来西亚和中国，以瑞士精度覆盖不断增长的亚洲市场。此外，Steinemann 在其他 42 个国家设有国家代理，在全球共有 130 名员工。

全面整合的自动化磨削工艺

Steinemann 是用于表面处理的宽带砂光机的全方位供应商。它专注于机床和磨料的持续开发，并在砂光生产线的整合以及整个砂光过程的优化方面为客户提供支持。此外，还拥有其他能力，例如：磨料系统的开发、全球客户服务、备件和消耗品以及创新的自动化技术。



Geminis GE-870S

获得最佳砂光效果的核心要素是宽带砂光机的滚筒。各代机床的所有滚筒都在总部生产，包括公司最新的 satos TSQ 机床的滚筒。考虑到滚筒的尺寸和重量，滚筒的生产过程要求很高。例如，重达 1.5 吨的滚筒以小于 5 克的精度进行平衡，以避免磨床产生共振。滚筒的制造公差非常小。成品滚筒用作砂带的载体。可加工宽度达 3.2 米的 MDF、刨花板和胶合板。根据客户要求，机床由不同数量的“头”组成。最高精度是 Steinemann 的核心要求，NUM 在这方面做出了重大贡献。



satos TSQ

20 多年的合作经验

让我们回顾一下 20 年的历史。作为一家不断进取和创新的公司，2000 年，Steinemann 决定从 NUM 购买完整的 CNC 系统。起点是将一台 Geminis GE-870S 车床改造成槽铣床。该项目涉及新控制柜、新电机、NUM 1040 CNC 系统和 NUM MDLA 驱动器。

由于控制系统老化，以及油污和污染导致材料疲劳，2021 年 Steinemann 决定根据最新的工艺要求和和安全法规对开槽机进行现代化改造。当然，这样做也是为了避免未来可能的生产停机时间。对于新的 NUM CNC 控制系统，公司选择了具有安全功能的 Flexium+ 6、NUMDrive X 伺服驱动器和具有绝对测量系统的 BPG 电机。



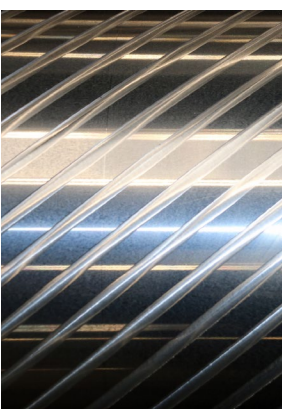
改造前的 HMI



改造后的优化 HMI

机床的布线已被简化，绝对测量系统的使用消除了轴的参考。加工程序已完全修改和参数化，因此操作员可以在最短的时间内创建一个新程序。数据输入现在直接在 HMI（人机界面）的相应变量页面上完成。

在机床的现代化改造过程中，还可以同时优化用户友好性。这种改造为槽铣床带来了令人信服的附加值。操作显著简化，设置时间缩短，工艺可靠性提高。当你与机床操作员交谈时，会感受到他们是多么喜欢在这台机床上工作。



滚筒上的铣削槽特写

同样值得注意的是，这个项目可以由 NUM 软件工程部的同一位软件开发人员 Konrad Näscher 先生实现，他在 20 年前进行了最初的改造。这种长期经验被证明是这次改造的一大优势。Näscher 先生非常了解机床特性和编程，并从一开始就参与了该项目。Steinemann 滚筒部经理 Daniel Merkofer 先生说：“用户友好性得到优化，操作员对机床的操作非常满意。”

重新进入的问题也得到了改善。程序中中止后重新进入变得更加容易。操作员输入槽的近似 Z 位置，控制系统计算准确的 C 位置，快速移动到 Z-C 位置，穿槽并完成槽的加工。重要的是，在此过程中不会产生槽标记。Näscher 先生表示：“体验到机床操作员在机床上工作时的快乐，开发人员倍感欣慰。”



经槽铣床加工后的滚筒

改造期间的停机时间缩短

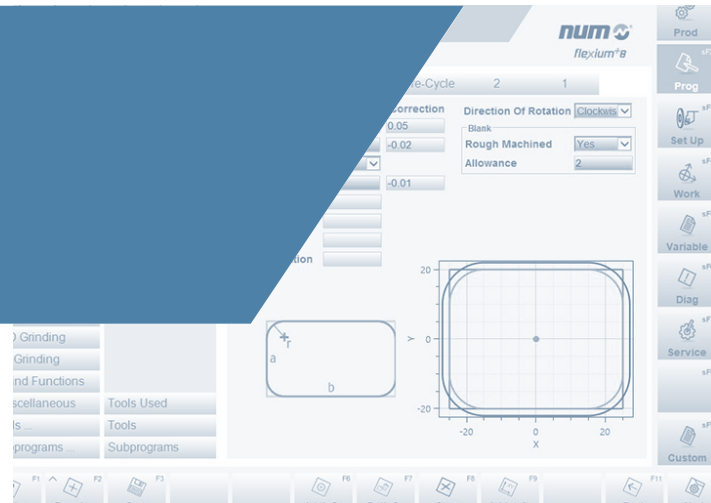
Steinemann 质量控制 / 仓库 / 生产主管 Ilhan Hasdemir 先生补充道：“从启动到调试，改造进展顺利。在调试期间只需要进行一些微调，并且没有使用计划的保留时间。机床停机时间被尽可能地缩短。该项目在成本规划方面也是一次精准落地。从报价单到发票，一切都恰到好处，也不需要额外的预算。”从规划到调试的整个过程并不复杂，双方都保证了专业的实施。Hasdemir 先生进一步表示：“NUM 提供了专业的支持。你总能感觉到，热情、专业知识和兴趣贯穿了整个改造的实施过程。”



从左至右:Steinemann 质量控制 / 仓库 / 生产主管 Ilhan Hasdemir 先生, NUM 区域销售经理 Christian Schuster 先生, NUM 软件工程 Konrad Näscher 先生, 和 Steinemann 滚筒部经理 Daniel Merkofer 先生

领先的磨床制造商采用 NUM 的 Flexium+ CNC 技术

PALMARY



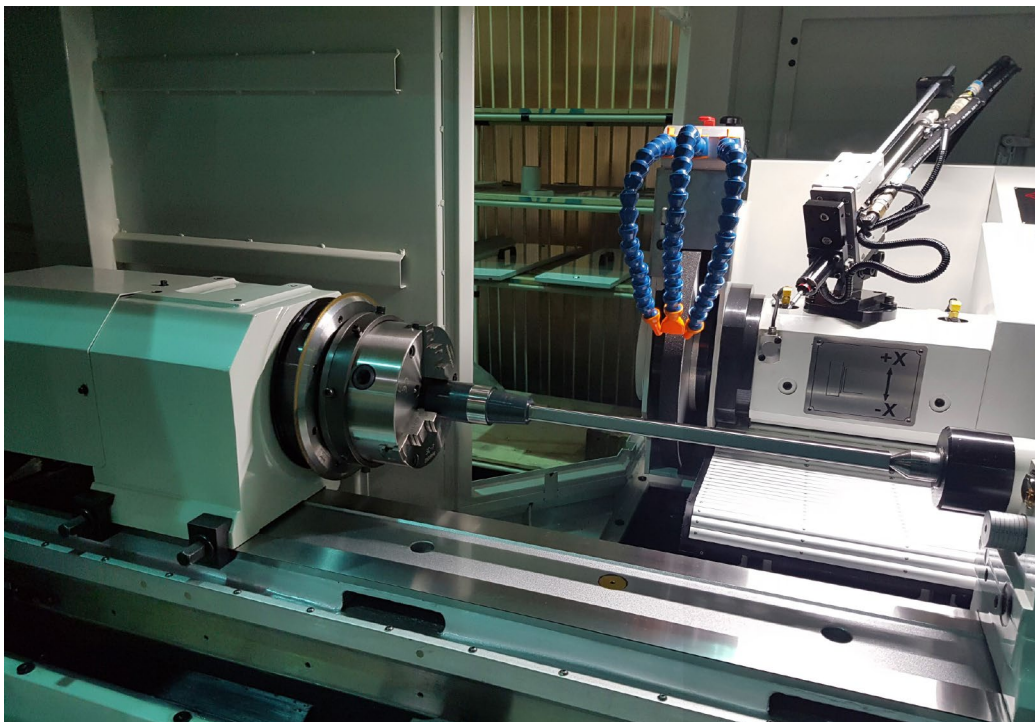
总部位于台湾的高性能 CNC 磨床制造商 Palmary Machinery Co., Ltd. 正在将其先进的 CAM 系列外圆磨床的控制系统转移至 NUM 的 Flexium+ CNC 技术。

Palmary Machinery 成立于 1998 年，现已发展成为世界领先的 CNC 磨床制造商之一。公司总部位于台湾台中，拥有近 200 名员工，并经营两个大型生产设施，占地面积超过 20,000 平方米。其生产各种制造自动化设备——包括无心磨床、外圆磨床、内圆磨床、立式磨床和平面磨床——通过广泛的销售和支持网络销往世界各地。公司的主要市场在美国、欧洲、中国大陆、中国台湾和日本。目前，有超过 6,800 台 Palmary 磨床被投入日常使用，生产近 4,000 种不同类型的零部件。

Palmary Machinery 的自动磨床传统上基于 Fanuc 和 Fagor 等制造商生产的 CNC 系统。然而，早在 2017 年，在 Palmary 收购了另一家专门从事 CNC 刀具和磨床的台湾公司 Top Work Industry 之后，它开始意识到 NUM 刀具磨削软件的独特优势。

正如 NUM 台湾总经理 Johnny Wu 所解释的：“多年来，Top Work 和 NUM 合作非常成功。其许多产品都基于 NUM 的 Flexium+ CNC 平台，并使用我们的 NUMROTO 软件，这让 Palmary 对 NUM 技术产生良好的印象。当我们在 2020 年为 NUMgrind 添加非圆磨削功能时，Top Work 立即提请母公司关注这一开发成果。在对软件和主机 Flexium+ 平台进行全面评估后，Palmary 选择在其 CAM 系列外圆磨床中采用 NUM 的 CNC 系统。”

Palmary 于 2020 年推出 CAM 系列 CNC 外圆磨床。磨床获得了相当高的赞誉，并赢得了享有盛誉的第 28 届台湾精品奖。该系列现在包括四种型号，提供从 250 mm 到 1000 mm 的工件长度容积选择，用于各种自动化制造应用，例如凸轮轴、曲轴、凸轮和偏心轴的生产。



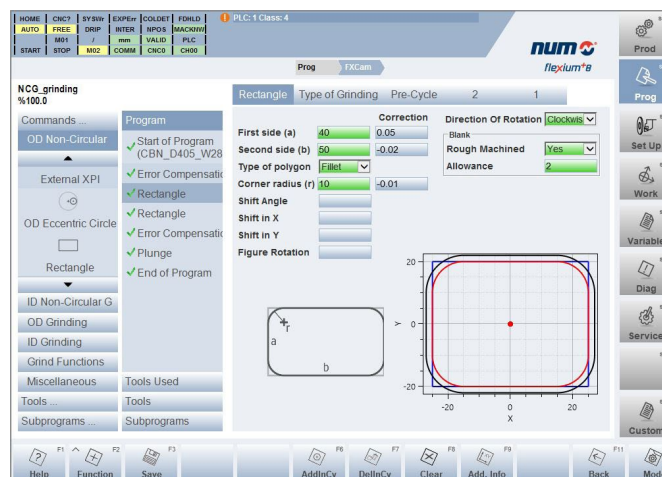
Palmary 总经理 Tiger Wang 表示：“到目前为止，我们在 CAM 系列机床中使用的 CNC 系统，需要我们的客户使用第三方软件来生成磨削路径。然而，NUM 的 CNC 技术提供了一个完整的、完全集成的解决方案。这有几个重要的优点。它有效地为我们提供了机床的 CNC 硬件和软件的“一站式商店”，为机床操作员提供了符合人体工程学的统一 HMI（人机界面），并为定制和未来开发提供了相当大的灵活性。”

0CD-32100CAM 外圆磨床

第一台配备 NUM CNC 技术的 Palmary 机床是 OCD-3260CAM 外圆磨床。该机床可加工重达 150 kg 和长达 600 mm 的工件,采用直驱主轴电机(C 轴)、带精密角度解码器的无刷伺服电机,用于动态控制磨削位置(Z 轴),以及带精密光学刻度的直线电机,用于非常精确地控制砂轮进给(X 轴)。三个电机均由 NUM MDLUX 驱动器驱动。

机床的新控制器包括 NUM Flexium⁺ CNC 系统,带有 FS153 操作员面板和 MPo6 机床面板。该系统的 NUMgrind 软件有助于实现非圆磨削的完全自动化。操作员只需通过 HMI 确定工艺顺序,并输入必要的磨削数据。HMI 由包含 15 种预定义外部形状的综合库支持,包括偏心圆、六边形、五边形、多边形、勒洛三角形和菱形,进一步简化了编程。Palmary 客户还可以以标准 DXF 文件的形式导入他们选择的任何定制轮廓,而无需使用第三方 CAD/CAM 软件。

NUMgrind 使机床操作员能够在 XY 平面中定义工件的闭合形状。随后通过插补或同步 X 轴与 C 轴来执行磨削。Flexium⁺ CNC 系统的 NCK 将轮廓从 XY 平面转换为 XC 平面,并在考虑砂轮直径的情况下计算相应的补偿和进给运动。速度曲线也进行了转换,以便自动调整速度和加速度,以适应机床的物理属性。



NUMgrind 软件助力实现非圆磨削的完全自动化

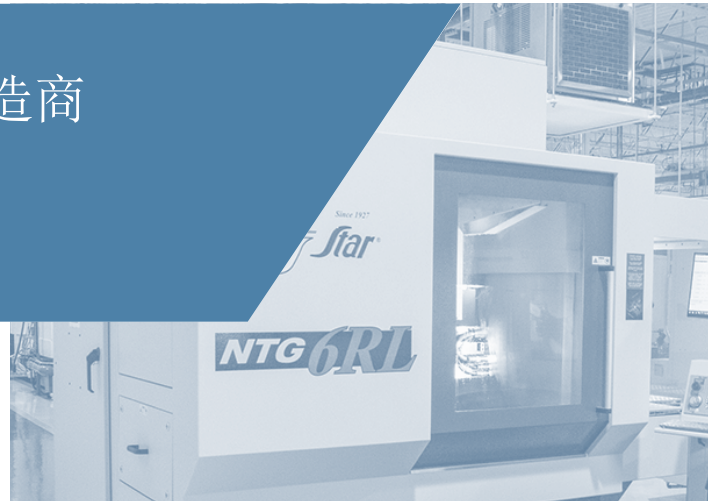


从左至右: NUM 亚洲首席战略官 Adrian Kiener 先生, NUM 台湾总经理 Johnny Wu 先生和 Palmary 总经理 Tiger Wang 先生

数控机床公司和硬质合金刀具制造商 合作创建下一代生产自动化系统



GARR TOOL
High Performance Solid Carbide



美国制造商 **Star Cutter** 公司和 **Garr Tool** 公司联合开发了一种创新的 5 轴数控机床，可完全自动生产复杂的异型立铣刀 - 从毛坯到成品刀具。

Star Cutter 公司专门从事生产硬质合金和预制品制造、切削工具和用于工具 / 刀具研磨和滚刀研磨的数控机床。该公司早在 1927 年就在底特律成立，如今在密歇根州各地经营着六个制造厂。其 Elk Rapids 工程部负责著名的 Star 品牌的数控刀具和刀片磨床。

Garr Tool 是美国领先的高性能整体硬质合金切削工具制造商。从 1944 年 Fred Leppien 在他的车库里开始，它现在在密歇根州中部经营着一个最先进的 20 万平方英尺的制造工厂，拥有 150 多台数控磨床。Garr Tool 专门生产硬质合金切削工具，包括立铣刀、钻头、铰刀和铣刀。

Garr Tool 广泛使用数控自动化设备，包括 Ulmer Werkzeugschleiftechnik (UWS) 的工具磨床和 Star-Cutter 的工具磨床。所有这些机器都是基于专业数控公司 NUM 提供的控制系统技术。例如，Star Cutter 公司自 1998 年以来一直与 NUM 公司合作开发特定应用的数控硬件和软件，如今其几乎所有的机床都基于 NUM 公司的开放式架构 Flexium+ 数控平台。

据 Garr Tool 公司副总裁 John Leppien II 称：“我们使用 NUM 的 NUMROTO 软件在我们所有的 Star 和 UWS 机床上进行刀具生产和修复。我们的操作员认为它非常灵活且用户友好，我们发现它便于部门间的知识共享，也有助于减少我们的培训费用。”

几年前，Garr Tool 开始生产一系列大直径刀具，用于航空航天工业中使用的高扭矩机器；然而，制造这些刀具涉及多台机器和多道工序。因此，该公司开始与 Star Cutter 的 Elk Rapids 工程团队开展合作项目，以开发能够处理整个生产任务的多工序机器。其结果是 2018 年开发了一台 Star 数控刀具磨床，其中包括 NUMROTO 端铣软件、外圆磨削，以及直线电机和驱动器，所有 5 轴都在一个闭环冷却器 / 冷却剂系统上。这种热稳定的机器使 Garr Tool 能够在 48 小时无人看管的情况下保持这些刀具外径 0.001 英寸的直径。

Star 公司的最新机床，NXT 刀具和铣刀磨床，现在也集成了这些引入 Garr Tool 的功能。基于 NUM 的 Flexium+ 数控系统和 NUMROTO 软件，这款全新的 5 轴机床在 X、Y 和 Z 轴上采用直线电机代替滚珠丝杠，在 B 和 C 旋转轴上采用直接驱动扭矩电机，并采用液冷主轴电机。有三种不同类型的主轴电机可供选择，以最好地满足应用需求；其中包括一个能够达到 24,000 转 / 分的极高转速单元和一个额定功率为 28 千瓦的极高功率单元。

NXT 的占地面积特别小（包括主轴 / 轴冷却器），只有 7' 6" x 6' 6" (2300 x 2032 毫米)，安装高度只有 7' 5" (2284 毫米)。这些尺寸意味着该机器可以很容易地被安置在车间里，因为那里的空间往往是有限的。该机器的底座是用 Zanite® Plus 聚合物复合材料铸造的，以确保机械刚度和热稳定性。

尽管它的尺寸很小，但 NXT 提供了一个宽泛的磨削区域，最大 X、Y 和 Z 行程分别为 19.7"、25.6" 和 29.5" (500 毫米、650 毫米和 750 毫米)。该机器可以允许最大 15 英寸 (381 毫米) 的端部加工和最大 10 英寸 (254

Star Cutter 公司的新型 NXT 五轴工具和刀具磨床是基于 NUM 公司的 Flexium+ 数控平台



毫米) 直径的零件。自动换砂和在线探测是标准配置, 最大直径为 8 英寸 (203 毫米) 的砂轮, NXT 还可以运行最大直径为 10 英寸 (254 毫米) 的砂轮, 带冷却液歧管, 最大直径为 12 英寸 (305 毫米) 的轮子。

在同一台机器上, 既可以使用大直径的砂轮进行成型加工, 也可以使用直径小于 1 英寸 (25 毫米) 的小砂轮进行 PCD 口袋式磨削, 这给生产带来了极大的灵活性。

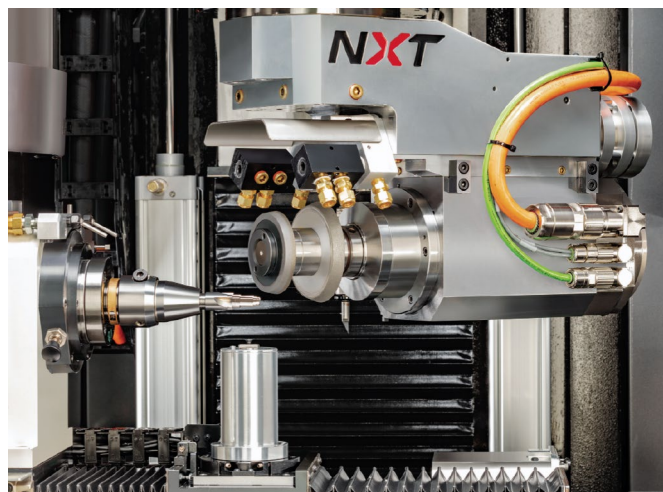


Garr Tool 专门生产硬质合金切削工具, 包括立铣刀、钻头、铰刀和铣刀。

Star Cutter 公司的新型 NXT 工具和刀具磨床具有完全集成的 Fanuc 200iD 紧凑型 6 轴短臂机器人, 便于对圆形和扁平刀具坯料进行全自动加工; 标准夹具可处理 5 毫米至 32 毫米的坯料, 还有其他选项。过程中的测量数据直接输入数控系统的 NUMROTO 软件, 以提供对整个磨削过程的适应性实时控制。

基于模块化结构, NXT 的设计便于与其他形式的工业自动化和搬运机器人集成。广泛的工厂制造和改造选项包括一个移动的 W 轴和一个 12,000 转 / 分的砂轮修整器。

Aaron Remsing, Jr. Star Cutter 公司 Elk Rapids 工程部的销售经理指出, “我们相信, NXT 是市场上最小和最强大的数控工具和铣刀磨床。即使它是一种先进的设计, 其性能也是不折不扣的革命性的。”



Star Cutter 的新型 NXT 工具和铣刀磨床的所有 5 个轴均由 NUM Flexium+ 数控系统控制



Garr Tool 公司在密歇根州中部拥有一个最先进的 20 万平方英尺的生产设施

虚拟现实中的机床控制



elumatec AG 建立了一个控制软件的虚拟调试系统。这大大缩短了软件在真实型材加工中心的测试时间。NUM Flexium⁺ CNC 平台为该系统进行了结构调整。

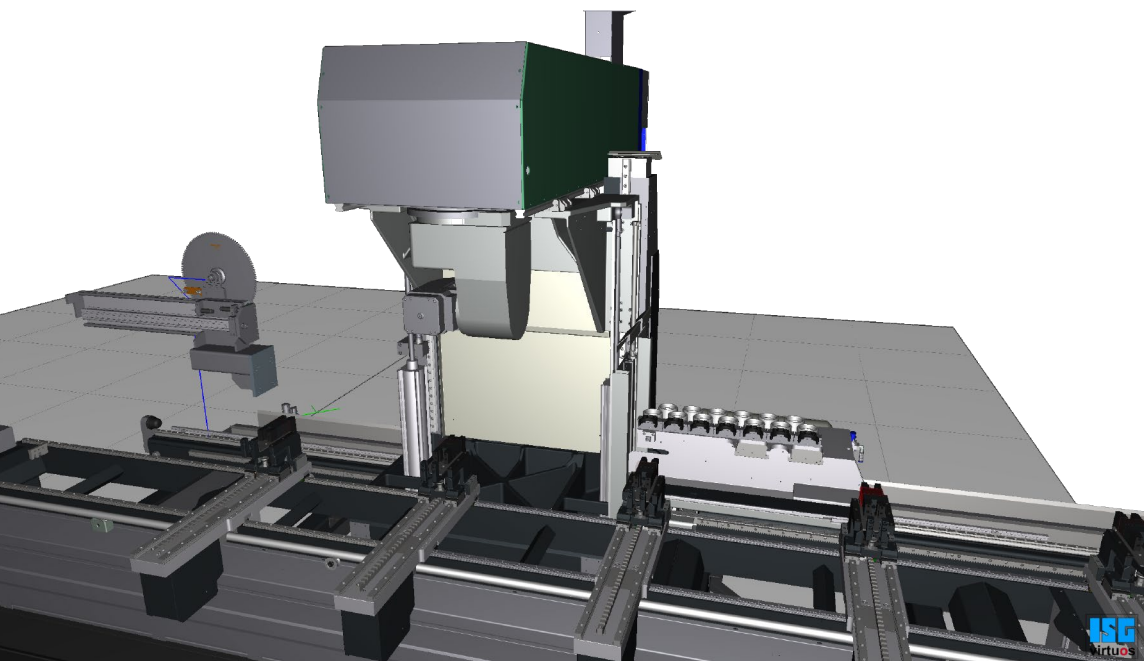
“现在，我们的程序员可以在数字双胞胎上测试他们之前在机床上测试的所有内容。只有这样，他们才能将程序应用到真正的机床上。”elumatec AG 软件开发主管 Felix Schlachter 对一个项目成果进行了总结。该项目为 elumatec 的 SBZ 151 棒材加工中心建立了一个虚拟调试系统。核心要素是 ISG-virtuos 仿真平台和 NUM Flexium⁺ 控制系统。

公司和产品介绍

elumatec AG 位于 Mühlacker，专门制造和开发锯床、铣床、压角机和棒材加工中心、合适的测量和停止系统、装配和物流设备以及软件。全球约 700 名员工，为约 3 万名客户提供支持，年销售额约为 1.25 亿欧元。在棒材加工中心 (SBZ) 产品领域，该公司专门生产加工铝、塑料或薄壁钢型材的机床。它们由 CNC 控制，按照高质量标准进行铣削、钻孔、攻丝、螺纹铣削、开槽和锯切等操作。SBZ 151 五轴加工中心尤其受欢迎，每年销售超过 60 台。该系列从 2006 年开始供货，并不断进行改进，以用于传统的金属结构以及工业公司和汽车行业；其他用户领域包括轨道车辆、车身和拖车制造，及办公家具制造和造船业。该机床主要加工长度为 6-15 米的型材。这些型材通常直接来自冲压车间，在棒材加工中心被加工成成品部件。

Felix Schlachter 强调说：“对于这些型材，我们面临的挑战是，如何确保型材整个长度的加工始终保持高质量和高速度。”为了实现这一目标，SBZ 151 在工作台上夹紧固定型材，并使用配备自动换刀装置和刀库的可移动加工头。无论长度如何，在实际操作中，每种型材对搬运、夹紧和加工都有不同的要求。出于这个原因，elumatec 的应用工程师首先在他们的测试中心，针对每个潜在的客户，检查是否可以通过标准机床满足所有客户对型材的要求。“如果情况并非如此，我们会根据客户的最终产品对机床进行调整。”Felix Schlachter 说道。在某些情况下，这可以通过额外的设备和 / 或对控制软件的调整来完成。由于 NUM Flexium⁺ CNC 可进行参数设置，大多数调整可以通过更改相应的参数来实现，而无需修改系列软件。“这就是我们带来的灵活性。我们为客户提供专门优化的 SBZ，但对我们来说，它是一台标准机床。”Schlachter 强调。

到目前为止，elumatec 公司的软件调整或更改涉及到在真实机床上进行耗时的测试。有了新的虚拟调试系统，这在很大程度上被转移到办公室工作站。该系统在 ISG-virtuos 仿真平台上对 SBZ 151 的 CAD 模型进行运动学仿真，并与真实的控制系统连接。



在 SBZ 151 5 轴杆件加工中心上，铝或塑料型材在一次夹紧操作中进行钻孔、铣削、车螺纹、定长切割和开槽

“我们在系统中一对一地映射控制部件。与控制计算机单元一起，我们通过系统总线将所有虚拟工作连接起来。我们使真正的控制器相信系统总线已经装备齐全，就像连接到一台机床上一样。” Felix Schlachter 解释说。然而，事实上，并没有真正的驱动器或 IO 连接到 EtherCAT 上，而是由另一台 PC 来仿真它们。“这使我们能够像在机床上一样进行编程，而不必为此调整编程。” 软件开发人员补充道。一方面，这让程序员们松了一口气，因为他们可以在没有真正崩溃风险的情况下进行编程，另一方面，程序也可以立即在真实的机床上运行。



一名员工在 elumatec AG 的虚拟调试系统上仿真 SBZ 151 的功能

elumatec 的开发团队与 NUM 密切合作，开发了该系统。20 年来，elumatec 一直采用 NUM 控制系统，并在 SBZ 151 中使用 NUM Flexium+ CNC 系统的几乎全部产品，从驱动器到控制计算机。在这方面，正是由于多年的密切合作和 elumatec 项目令人信服展示，NUM 对 Flexium+ 进行了一些结构性的改变，包括连接 ISG-virtuos 仿真平台。

数字双胞胎代替真实机床

Felix Schlachter 在谈到项目的未来时强调：“对我们来说，重要的是我们拥有作为数字双胞胎的 SBZ 151，而不总是需要物理形式的机床。” 随后他又补充说该项目将进一步扩大。机床上的一切以及 elumatec 从 NUM 公司获得的硬件都将在未来进行仿真。



在 elumatec 的虚拟调试系统中，所有的控制部件都是一对一的虚拟复制。屏幕显示 SBZ 151 加工头

数字双胞胎和虚拟调试的潜在应用非常广泛。例如，对客户现场正在生产中的机床进行故障排除大有前景。“我们从客户那里获得所有相关的数据，将其输入 ISG-virtuos 中，并虚拟跟踪这个错误是如何发生的。这实际上非常实用，而且效果很好。” Schlachter 解释说。此外，新员工可以在数字双胞胎上接受培训，而不会影响真实机床的运行。甚至确定某些型材的加工时间的研究也可以虚拟进行，方法是将 CAD 型材数据导入仿真平台，在那里实时进行虚拟加工。

Felix Schlachter 说道：“对于额外的设备、特殊的设计甚至机器人的连接，数字双胞胎也给我们在时间上带来了先机。我们可以在用数字模型进行设计后立即开始开发软件，而不必等待特殊设计的实际构建。”

自动化和标准接口

机器人连接在未来将发挥更大的作用，因为对它们的需求正在增加。“目前，我们只在特殊情况下使用机器人，但集成在标准机床中的接口是可用的。” 因此，elumatec 对第三方自动化项目持开放态度，例如最近我们将 SBZ 151 集成到机器人单元中，用于机床的自动装卸。在控制方面，机器人单元作为一个主站，与 SBZ 控制器交互。然后，整个系统通过单元控制器进行操作，单元控制器反过来提示 SBZ 控制器处理某些订单。在这个项目中，elumatec 能够利用 NUM 控制器在软件方面的灵活性，调整连接机器人的流程，并最终开发出一个标准化的机器人接口。“我们现在知道机器人连接是如何进行的，我们可以与机器人进行互动。我们已经创建了一份文件，说明我们在接口向机器人提供哪些信号。这意味着所有的流程都是标准化的，这样就可以在合理的项目时间内实施。” Felix Schlachter 总结道。如果对连接进行调整，将使用数字双胞胎来确保高软件质量。



Felix Schlachter, elumatec AG 的软件开发负责人：“对我们来说，重要的是我们有 SBZ 151 作为数字双胞胎，不需要真正的机床，即可完成许多工作。”

Bunorm Maschinenbau 依赖改造

BUNORM
MEMBER OF SWISSFACTORY.GROUP



20 多年来，Bunorm Maschinenbau AG 的 Forest-Liné 系列机床始终依赖 NUM AG 的 CNC 控制系统。Bunorm 为其客户提供了一站式购买小型和大型单件，以及小型系列或完整组件和设备的机会。另一个重要能力是其专属的金属加工车间，拥有合格的金属工人和焊接机器人，可提供完整的内部解决方案。Bunorm 获得了大量认证，是瑞士为数不多的、拥有金属加工车间的机床制造商之一，并在那里生产重达 20 吨的焊接结构。

从简单的单个部件到复杂的组件

Bunorm 成立于 1965 年，是一家家族企业。其核心业务最初是机械工程，而现在公司的重点是加工大型机床部件。2020 年，公司重新定位，加入 SwissFactory.Group。该协会由具有互补制造技术的创新型中小企业组成，旨在为瑞士 B2B 领域的仪器、设备和机械创造新的市场供应。

Bunorm 在瑞士设有两个办事处，员工超过 90 人，包括 11 名学徒。该集团共有 300 名员工。

Bunorm Maschinenbau 活跃于 CNC 制造领域超过 37 年。公司拥有 10,500 平方米的巨大生产车间，设有 45 台 CNC 机床，在这些机床上加工的部件重达 60 吨。作为比较：大约 10 头大象的重量为 60 吨！要加工的工件尺寸从 20 毫米到 18 米不等。门式加工中心的工件加工时间根据要求从 15 分钟到 30 小时不等。大多数工作涉及大型部件的单个部件，而不是批量生产。这些部件主要是为机械工程、自动化和建筑行业生产的。这些极其复杂的部件的生产需要全面的技术知识、最高的质量标准和完善的技术——这就是 NUM 的用武之地，作为 CNC 领域可靠且经验丰富的合作伙伴，帮助提高 CNC 门式加工中心的质量和生产率。

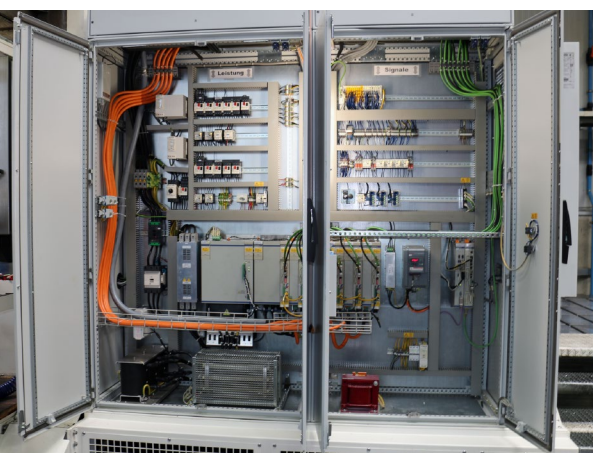
数据库中超过 10,000 个程序

Bunorm 使用 Forest-Liné Seramill 和 Modumill CNC 门式加工中心已经超过 20 年。作为一项重大改造项目的一部分，该公司最近升级了机床的 CNC 系统。CNC 升级的一个先决条件是，机床的所有功能仍然可以使用，并且可以进行额外的安全调整和优化。Bunorm 首席执行官 Urs Morgenthaler 先生表示：“从一开始，我们就再次选择与 NUM 公司合作，根据我们的经验，他们是最好的。我们的生产数据库中有超过 10,000 个 CNC 程序，因此向后兼容是一个关键问题——能够在升级后的机床上使用这些程序，而无需进行大量的重新编程，这为我们节省了大量的时间和金钱。我们还能够轻松集成许多新程序，使我们能够进一步优化对机床的控制。”



控制面板

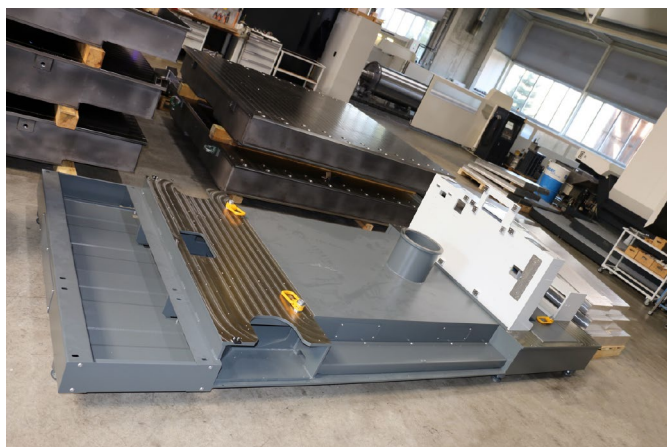
Modumill 控制柜



Bunorm 机械加工部门经理 Manfred Wiesenfarth 先生，自 Forest-Liné 机床安装以来就一直负责机床的相关工作。正如他所指出的，“尽管工作严谨，而且具有丰富的专业知识，但工作中仍然偶尔会出现故障和缺陷。”多年的经验使我们相信，其中许多问题可以通过改造项目得到消除和纠正。事实上，自从现代化以来，机床更加可靠——故障监测也得到了极大的改善。

由于员工不需要任何额外的培训，因此进一步节省了时间和成本。机床的操作基本保持不变。改造的另一个好处是，不需要建造新的地基。虽然停工时间比新购买的要长，但我们不会忘记对这种大型加工机床所必

须采取的结构措施。现有的地基要稳定得多，这使得因结构性措施而导致的停机时间变得更加合理。



典型部件：在门式加工中心焊接和铣削的机床底座

两台机床均配备最新版本 (4.1.30.00) 的 NUM Flexium+ CNC 系统和 MPO4 控制面板, 控制柜也由 NUM 完全重建。每台机床有四个线性轴(龙门 X 轴和 U 轴耦合)。为此, 主轴头可由 C 和 A 旋转轴进行定位。由于机床的巨大尺寸, 每台机床都安装了六个最大的 NUM 伺服电机。

从控制柜到电机和人机界面 (HMI), NUM 能够提供一站式解决方案。Morgenthaler 先生和 Wiesenfarth 先生均表示, 整个改造项目由 NUM 团队高效地实施。Bunorm 尤其赞赏的是, 项目经理经验丰富、能力出众, 而且只有几个人参与其中。这使得有效的规划和沟通成为可能。

Morgenthaler 先生表示: “NUM 提供了加工倾斜平面的最佳、最简单的方法。” 这使得坐标系统可以旋转, 因此用户可以非常容易地在侧面或倾斜平面上进行加工编程。



从左至右: NUM AG 应用部 Fouad Rafik 先生, Bunorm Maschinenbau AG 机械加工部门经理 Manfred Wiesenfarth 先生, 和 NUM AG 区域销售经理 Christian Schuster 先生

未来将全面实现自动化

改造的另一个好处是自动测量。这增加了在一定时间内可以测量的工件数量, 并通过减少人工操作误差, 提高了测量精度。不仅减少了废品率, 而且有效地降低了成本。

Bunorm 的目标是实现高主轴小时数。一般来说, 提高机床的自动化程度, 如自动更换托盘, 应能提高效率。由于加工一些大型部件需要不止一个轮班, 自动化可以使换班更有效率, 避免耗时的交接班。最重要的是, 自动化意味着生产力和效率的提高。由于越来越多地使用全自动机床, 原本由机床操作员执行的许多手工任务都被消除。然而, 公司强调, 不应高估加速和自动化过程的好处, 并指出在每一项自动化的背后都有一个被高度重视的人!



配备 NUM CNC 控制系统 Flexium+ 的 Modumill 门式加工中心



配备 NUM CNC 控制系统 Flexium+ 的 Seramill 门式加工中心

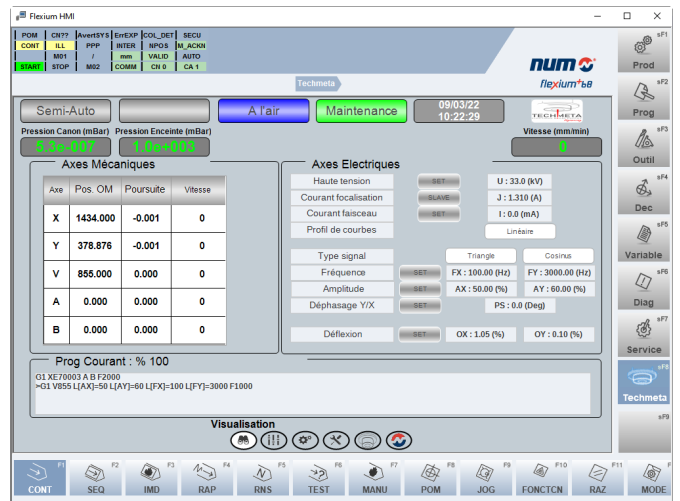
超快速插补和接近绝对真空

TECHMETA
ELECTRON BEAM EXPERT
Engineering

从海洋深处到最远的大气层，从仅有几克重的零件到主轴上需要近一兆瓦的零件，从钟表到直径超过一米的齿轮，从用于大规模生产的机床到设计为仅使用一次的机床，几乎没有 NUM 未涉及的领域。

TECHMETA Engineering 跨越了一个新的领域，在接近绝对真空领域实现了电子束焊接机。

TECHMETA Engineering 成立于 1964 年，位于法国 Haute Savoie，是电子束焊接机的全球领导者。这种真空焊接工艺不需要添加材料，焊接是通过熔化零件的金属部分来完成的。如此可确保高质量的接头，没有氧化或环境污染，焊缝可以达到显著的穿透力，从而保证出色的机械性能。此外，由于采用单程工艺，零件的变形很小，因此通常无需焊后加工。应用领域广泛：国防、核能、航空、汽车和研究。为了促进进出口发展（占其产量的近 80%），并专注于专有技术，TECHMETA Engineering 需要一



喷枪电轴监控

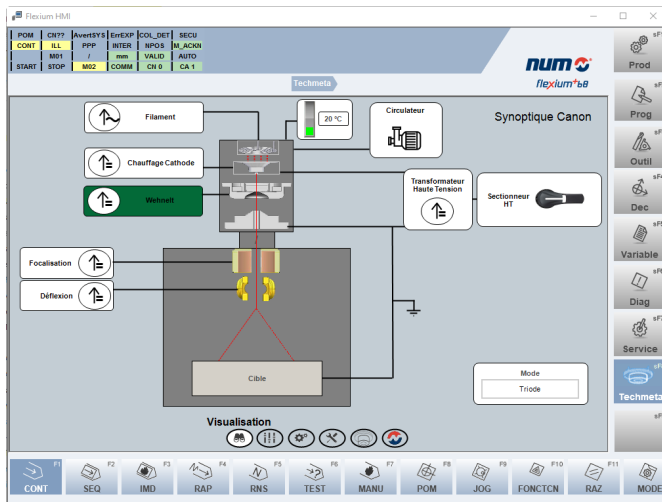
个可靠且值得信赖的高性能 CNC 系统合作伙伴。在经历了众多挑战的测试活动后，TECHMETA Engineering 决定与 NUM 合作。

电子束焊接的基本原理对于那些在 LCD 和 LED 版本出现之前就了解电视的人来说可能很熟悉，但所涉及的参数量级与我们的老式电视机没有任何相似之处。阴极由灯丝加热，在达到几十千伏的电位后发射电子（几百毫安），以几公里 / 秒的速度撞击待焊接的零件。在此路径上，几个用于调节光束强度的装置，聚焦光束，最终使光束按照明确定义的轮廓振动，然后以使金属局部熔化的能量撞击零件。

所有这些参数，以及零件的定位，都必须能够在这个过程中不断变化，这个过程发生在准绝对真空中。

焊接室视图，注意将在真空下工作的电机的水密连接





“电轴”概览

在使用更复杂的功能之前，必须确保 Flexium+ 系统与环境兼容。要知道，即使是地球的磁力也会影响光束路径，因此电机必须不产生干扰，并与真空操作兼容。这包括从限制加热的能力（根据定义，对流是不可能的）到不存在电磁辐射，再到轴承的润滑。NUM 的电机完全符合这些标准，并且它们连接到单根电缆的能力限制了大气和真空区之间的接口数量。NUM 设备的适应性还有助于避免电气点火的风险，该风险在一定的压力值下达到最大值：在 10^{-2} 大气压下，300 V 电压足以在相距几毫米的两个元件之间产生电弧（Paschen 定律）。

当然，要使 Flexium+ 取得成功，不仅仅需要出色的硬件功能。例如，有一个项目专为亚洲客户设计，包括五台有明确要求的机床。

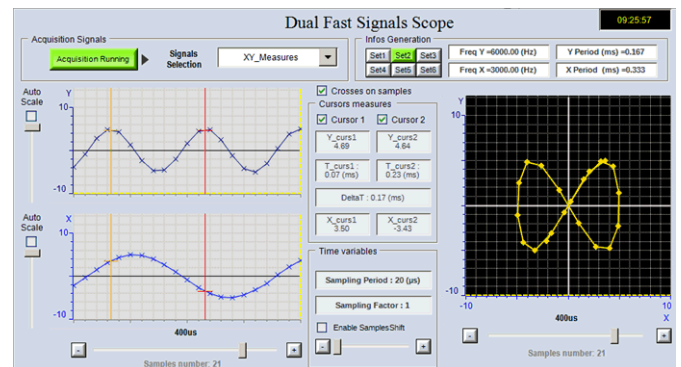
由于采用了符号化编程和可定制的 G 功能，在工件连续移动的情况下，对电子枪参数（强度、加速度、聚焦等）的实时精细控制并不构成任何特殊问题。然而，要确保完美的焊接，仅仅让电子束的撞击点精确地遵循定义的轨迹是不够的；制造商和焊工的所有专业知识都在这里发挥作用。视情况而定，该撞击点必须能够围绕理论点“振动”，而不是以随机方式，相反，要根据选定或编程的轮廓以及可编程的频率进行。这种振动轨迹的元素可以是十微秒的数量级，这与通常的插补能力相去甚远。通过附加的偏转线圈，Flexium+ 系统将把所有需要的特性施加到光束



从左至右：TECHMETA 技术总监 Jérémy Betemps、NUM 法国公司总监 Elia Barsanti、TECHMETA Engineering 自动化技师 NNathan Vaudaux、TECHMETA Engineering 电气工程师 Jean-Pierre Creton、NUM 法国公司应用工程师 Stéphane Bellet

上。这些光束控制值被称为“电轴”，正是由于 NUM 数控系统的强大功能和模块化特性，才实现了如此高性能，但我们在此不再赘述。仍然需要计算参数，特别是对于振动路径，这远不是最具挑战性的。系统的灵活性和开放性还有助于与视觉系统进行双向对话，该视觉系统既可以准确定位光束的位置（对最轻微的磁干扰敏感），也可以监控分型线。任何偏差都会由动态操作实时纠正。

整个设置还包括在 FS194i 上运行的监控程序，除了生成多达 512 个单元的 ISO 程序外，还控制每个焊接的参数（真空、速度、焦点、偏转等），并确保焊接零件的可追溯性。



振动产生示例：此处 Y 轴为 6 kHz，X 轴为 3 kHz

Flexium+ 的任务已完成，但客户对此案例有何看法？设计办公室的 Vaudaux 先生和 Creton 先生表示，他们赞赏系统的模块化与与其他元素进行通信的能力，以及集成工具 (Flexium Tools)，它允许使用单个软件包对整个安装进行编程和设置。技术总监 Betemps 先生强调了与 NUM 公司的良好关系，NUM 始终能够提供必要的支持和答案。这符合 NUM 提供最佳硬件、软件和服务的理念，使我们的客户能够以合作方式发展其竞争优势。正如 NUM 法国公司总监 Barsanti 先生所说：“我们产品的强大功能和灵活性，结合我们工程师的经验，使我们能够为 TECHMETA Engineering 提供一流的解决方案，但不要误会，这是一个关于对工作充满热情的人的故事”。

庆祝 50 年来在切削工具制造方面的卓越成就



2022 年 3 月 15 日 —— 美国切削工具制造商 Tool Alliance 在 2022 年 3 月庆祝其业务高度成功的 50 周年。在此期间，公司稳步发展，并在此过程中因其硬质合金和可转位硬质合金刀具的质量和耐久性而建立了令人羡慕的声誉。

作为在美国最大的授权用户之一，Tool Alliance 广泛使用来自不同制造商的数控磨床，但选择在 NUM 的 Flexium 数控平台和 NUMROTO 软件上实现机床控制系统的标准化，主要是出于性能和生产效率的考虑。

Tool Alliance 成立于 1972 年，目前仍是私人公司，经营着一些公司拥有的工厂 —— 其主要的生产设施位于加利福尼亚州的亨廷顿海滩和佛罗里达州的迈尔斯堡。公司的切削工具产品和服务包括诸如 Ultra-Tool 和 Mil-Tec 创新的 Ultra-Tool 365 系列高性能立铣刀就是一个例子。所有五个品牌都在全球范围内销售，并由共享的研究、设计、工程、制造、营销和销售设施支持。

Tool Alliance 的所有者兼总裁 Dave Povich 对切削工具行业并不陌生。作为美国切削工具协会 (USCTI) 的前任主席，他自 1987 年以来一直在该公司工作。Povich 表示：“NUM 是我们的 CNC 技术合作伙伴，为两家公司创造了双赢局面。我们受益于对 NUMROTO 软件开发的直接技术投入，而 NUM 在最新切削工具的设计和和生产方面获得了宝贵的反馈。”

Tool Alliance 的创新 Ultra-Tool 系列 365 高性能立铣刀就是一个典型的例子。这些整体硬质合金刀具专门为加工特殊材料而设计，具有专利的可变螺旋线几何形状，结合专有的边缘处理 /PVD 涂层组合，可以实现世界级的动态铣削刀具路径，包括大多数开槽切割应用。这些刀具是在使用 NUMROTO 的高性能 5 轴数控磨床上生产的，采用了监控刀具跳动、实时偏差补偿和最新的金刚石磨料技术，并使用了先进的砂轮校正设备。

Tool Alliance 的技术总监 Mark Wortsman 表示，与 NUM 的合作具有多重优势。“NUMROTO 团队非常支持我们，并总是乐于接受建议，这使我们的客户的生活变得更加轻松。例如，我们最近建议增加夹头的类别，以及砂轮探测和自动 3D 碰撞检查的一些新功能；这些都已在最新版本的 NUMROTO 软件中实施。”

“我们认为 NUMROTO 的 3D 仿真能力是刀具磨削领域中最精确的；它们帮助我们优化刀具编程，避免了任何可能由不完善的砂轮测量或不正确的机床校准造成的磨削误差。”

Wortsman 还指出，NUM 的软件有助于简化车间管理。“多年来，我们已经建立了一个广泛的工具库，并使用 NUMROTO 进行生产。NUMROTO 团队在将该库纳入一个集中的行业标准 SQL 数据库方面做了出色的工作，我们的任何机床或编程站都可以访问该数据库。该数据库可以存储数以万计的工具程序，如果需要，几百个用户可以同时访问。”



Tool Alliance 的切削工具产品和服务包括诸如 Ultra-Tool、RoundTool Laboratories、Tungsten ToolWorks、Routco 和 Mil-Tec 等著名品牌



Tool Alliance 已选择在 NUM 的 Flexium CNC 平台和 NUMROTO 软件上对其所有数控磨床的控制系统进行标准化

备份一个集中的数据库文件要容易得多，而不是要从每台机器的电脑上备份文件——我们每天都要进行几次自动备份，就是为了在机器故障的情况下确保生产力的连续性。软件更新也得到了非常有效的处理。只要 NUMROTO 的关键更新可用，我们就可以使我们所有的机器，无论品牌或型号，都达到相同的软件修订水平。”



Tool Alliance 创新的 Ultra-Tool 365 系列整体硬质合金立铣刀具有专利的可变螺旋几何形状，并在高性能 5 轴数控磨床上使用 NUMROTO 软件生产

Tool Alliance 的许多数控磨床都配备了自动装载系统，以方便通宵生产——事实上，有些磨床连续两天不间断地运行，不需要任何人工补偿。为了使刀具尺寸保持在公差范围内，公司依靠 NUMROTO 软件的“进程中测量”功能，在磨削后自动测量刀具并进行适当的补偿。

Tool Alliance 开展的许多项目都使用早期的 CNC 机床，然后用 NUM 最新的电机、驱动器和 CNC 系统对其进行改造。根据 NUM 公司总经理 Steven Schilling 的说法，“我们再次提供了帮助。我们在芝加哥的数控团队提供了本地支持，我们能够提高机床主轴和轴的性能。能够成为 Tool Alliance 成功的合作伙伴，我们感到非常高兴，并将继续如此”。



图片人物（左起）：Mark Wortsman, Tool Alliance 的技术总监 / Dave Povich, Tool Alliance 的所有者和总裁 / Patrick Schmid, NUMROTO 项目经理 / Steven Schilling, NUM 公司的总经理。



Tool Alliance 在其生产设施中广泛使用数控磨床

全球整体 CNC 解决方案



NUM 系统和解决方案广泛应用于全球市场。

我们的全球销售和服务网络确保项目从开始到执行阶段以及整个机床生命周期中均可获得极其专业的服务。

NUM 的服务中心遍布全球。请访问我们的网站，以获取当前办公场所列表。

关注我们的社交媒体渠道，了解 NUM CNC 应用的最新信息和新闻。

www.num.com



- [linkedin.com/company/num-ag](https://www.linkedin.com/company/num-ag)
- 微信号: NUM_CNC_CN
- twitter.com/NUM_CNC
- facebook.com/NUM.CNC.Applications