

# NUM 资讯

## 期刊： CNC 全面解决方案

- 04 工程重点
- 18 **WAWO** —— 凭借激情、专业性和创新精神在市场上站稳脚跟
- 20 **Singleplast** —— 具有成本效益的热成型零件，采用高精密 CNC 铣削加工
- 22 米其林 / **RGI France** —— 合作实现成本设计目标
- 24 **SNCF / ACNS** —— 70吨，高空作业
- 26 **Elumatec** —— 用现代化的 5 轴棒材加工中心征服新市场
- 30 **NOVAJET** —— NUM 协助开发创新的磨料水刀切割系统
- 32 **Innovative CAM** —— 将计算机科学与生产相结合的智能软件
- 34 工业 4.0 —— **TechniControl** 和 NUM 实现了 ERP 系统和生产之间的联系
- 36 建暉 —— NUM 助力台湾机床公司，实现机器人专用渐开线齿轮和摆线齿轮的自动化生产
- 38 **Legend Laser** 的新型 SRC-610 系统可将复杂的金属板件切割为  $\pm 10 \mu\text{m}$  的精度

# 寄语

## NUM 集团首席执行官，Peter von Rüti



亲爱的读者：

我很荣幸向各位介绍最新一期的 NUMinformation。回顾过去的一年，我们可以看到许多令人兴奋的新项目。在本期 NUMinformation 中，我们将为您简要介绍其中的一些项目。

9 月，我们将再次参加于德国汉诺威举办的两年一次的 EMO 展览会。我们诚挚地邀请您莅临我们的展位：9 号展厅，E40 展位。除此之外，我们还将在一个精心设计的展览上展示一种新型的加速度传感器，并进行现场演示。借助编码器信号，您可以推导、评估和补偿由运动链引起的振动，但却无法测量或补偿刀具的振动。然而，通过我们的新型加速度传感器，您可以随时测量振荡和振动。振动信号直接在驱动放大器中处理，从而实现快速补偿。结合驱动器中的 DEMX 功能，这为优化机床的行为开辟了前所未有的可能性。例如，您现在可以补偿主轴或刀头的振动，加速度信息也可用于优化加工过程。

在本期 NUMinformation 中，您将再次发现很多有趣的技术创新，例如单节提前更改（EBC），它可以实现更快的加工周期。此外，我们还介绍了 NUMgrind，这是我们为精密磨削应用提供的创新整体解决方案，它使机床制造商和翻新厂家能够为客户提供易于使用的工件编程。

### 版本说明

出版人

NUM AG  
Battenhusstrasse 16  
CH-9053 Teufen

电话：+41 71 335 04 11  
传真：+41 71 333 35 87

sales.ch@num.com  
www.num.com

编辑和排版

Dimitry Schneider  
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。

NUMmonitor 是 Flexium+ 的全新应用程序，可以监控各种加工参数，例如电机负载。NUMmonitor 的一个重要优势是您不需要任何额外的硬件——这有效节省了成本。Flexium+ 系统的前端或盒式 PC 用于处理数据。NUMmonitor 还可以通过创建机床的“指纹”并定期进行检查来进行预测性维护。

“使用我们的新型加速度传感器，可随时测量振动，并直接在驱动放大器中进行处理，从而实现非常快速的补偿。”

NUM 集团首席执行官，Peter von Rüti

作为面向本地安全应用的紧凑型解决方案，我们提供了 NUMSafe CTMP1960 控制器。它将 20 个安全数字输入，24 个安全数字输出和 4 个额外的单通道继电器输出集成到一个紧凑的设备中。借助 Flexium CAM——一种为集成的、计算机辅助制造创建和执行技术 HMI 的开发环境——Flexium+ HMI 软件可以集成预定义项目以自动生成 ISO 加工程序。Flexium Office 允许使用 Flexium CAM 技术 HMI，而无需靠近机床。这可以大大简化内部流程。我们系统的可用性和易用性一直是我们主要的设计考虑因素，这就是为什么我们始终致力于 HMI 的改进。相关内容可查看本期刊的第 14 页和第 15 页。

在我们“**One Step Ahead**（领先一步）”的服务宗旨引导下，另外一个项目正在实施：增长迅猛的在印度市场开设一个额外的 NTC（NUM 技术中心）。有关详情将于稍后在我们的网站公布。

祝您阅读本期 NUMinformation 愉快，期待在 EMO 展览会上与您会面。

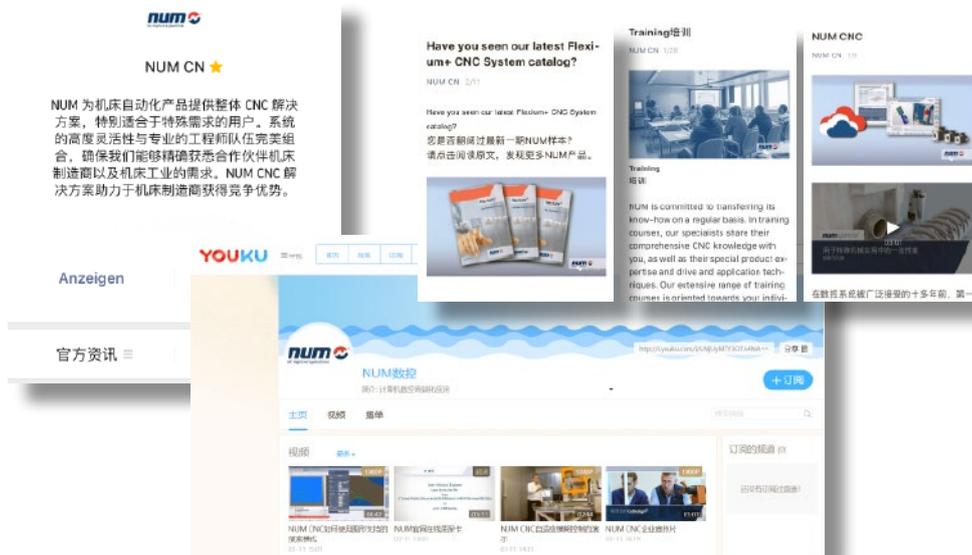
Peter von Rüti  
NUM 集团首席执行官

## NUM 进驻微信和优酷

微信是中国目前第一大社交媒体渠道。微信每天拥有超过 10 亿活跃用户，其中至少有 1 亿用户来自中国以外（来源 statista.com）。这款 app 最初是为智能手机开发的聊天服务，后来扩展到包括移动支付系统 WeChat Pay（可与 Google/Apple Pay 相媲美）等众多功能。

在中国，微信个人账号的创建数量远远超过中国网站的注册数量。对于企业而言，微信作为沟通渠道在中国发挥着非常重要的作用。这足以让 NUM 在微信上创建官方企业账号。我们在那里（以及我们在 Facebook, LinkedIn, Xing 和 Twitter 注册的其他企业账号）发布当前的新闻稿，激动人心的新产品，国际贸易展览会成果等等。

在中国，优酷相当于视频门户网站 YouTube。在这里，NUM 最近也开设了自己的视频频道，我们在上面提供产品视频、企业相册和其他流媒体视频，就像在 YouTube 上一样。



通过扫描微信应用程序中的二维码，您可以直接访问我们的 NUM 微信页面。



活动

## NUM 2019/2020 年活动日历

### 2019 年欧洲机床展 (EMO 2019)

9 月 16 日至 21 日，德国汉诺威  
9 号展厅，E40 展位



### 2019 年德国国际机械工程展览会 (FMB 2019)

11 月 6 日至 8 日，德国 Bad Salzflun



### 2019 年美国金属加工展 (FABTECH 2019)

11 月 11 日至 14 日，美国芝加哥  
南楼，A5150 展位



### 2019 年德国纽伦堡自动化展 (SPS 2019)

11 月 26 日至 28 日，德国纽伦堡  
3 号展厅，449 展位



### 2020 年德国国际磨削设备与技术展 (GrindTec 2020)

3 月 18 日至 21 日，德国奥格斯堡  
7 号展厅，7100 展位



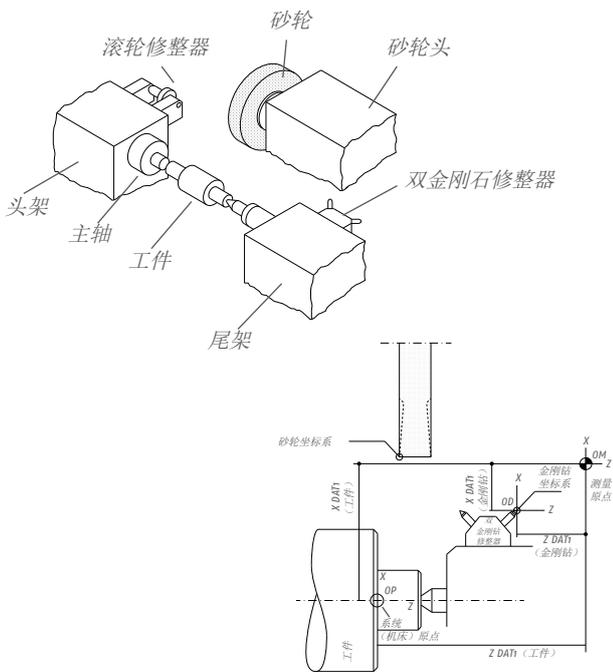
# NUMgrind GC —— 带 3D 仿真的 外圆磨床 CNC 解决方案



## NUMgrind HMI 技术

采用 NUM 的创新软件，可使 CNC 机床制造商和翻新厂家为其客户提供易于使用的工件编程模块和机床控制设施，以用于精密磨削应用。它还提供了必要的磨削仿真 —— 可以预先进行（离线）或在零件加工期间同时进行（在线）。

NUMgrind 外圆磨削套包采用 HMI 技术实现，并基于集成 Flexium CAM（计算机辅助制造）应用，适用于外径（OD）和内径（ID）磨削应用。该套包包括用于 Z 轴（X/Z）卧式或立式磨床的 OD/ID 磨削循环，还具备一种斜轴功能。修整台可采用台式或后置式安装，适用于多种机床应用。机床的基本运动是径向 X 轴，轴向 Z 轴和零件旋转 C 轴。扩展运动在砂轮头增设 B 轴。



### NUMgrind 基本运动模型

终端用户无需编程知识即可配置定制磨削过程，因为所有 OD/ID 功能或循环，以及固定和滚轮修整器循环均由 HMI 技术提供。

### 支持的 G&M 功能和外圆磨削循环：

代码	描述
G200	外部深插铣/多深插铣循环
G201	内部深插铣/多深插铣循环
G202	带有斜轴的外部深插铣
G203	带有斜轴的内部深插铣
G204	外部摆动深插铣/多深插铣循环
G205	内部摆动深插铣/多深插铣循环
G206	外圆横移循环
G207	内圆横移循环
G208	外轮廓磨削循环
G209	内轮廓磨削循环
G210	外锥横移循环
G211	内锥横移循环
G212	外部摆动凸肩循环
G213	内部摆动凸肩循环
G214	外部凸肩横移循环
G215	内部凸肩横移循环
G216	带圆角/倒角的外部凸肩循环
G217	带圆角/倒角的内部凸肩循环
G230	轮速计算
G231	被动定位（轴向校正）循环
G232	中间测量循环
G240	固定或滚轮修整器砂轮修整循环
G245	固定修整器砂轮成形循环
M06	选择砂轮，设置工作环境
M140	修整器设置
M145	零件原点设置
M160	定期修整测试计数器

典型的 NUMgrind 页面分为三个部分：

- 任务栏  
带指令（左栏：循环、功能和刀具）
- 导航栏  
作为程序流程（中间栏）
- 编辑屏幕  
（右侧区域：与指令相关的图形输入数据区域）

OD/ID 磨削应用的常规方法是，使用精心准备、高度直观的图形支持 HMI 页面创建 ISO 代码程序，用于砂轮和修整器定义，固定循环和磨削循环以及磨削过程定义。机床环境与砂轮和修整器设置相适应，磨削项目自动生成并发送到 CNC 系统执行。



## 外圆磨削应用仿真

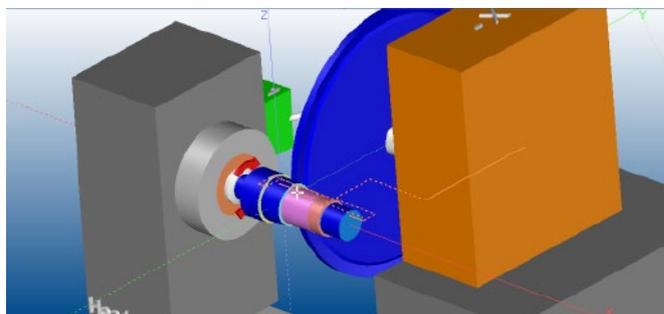
结合 NUMgrind, Flexium 3D (NUM 的图像仿真软件) 为操作员提供另一种提高生产效率的有用刀具。在通过 NUMgrind 技术生成零件程序后，操作人员可根据定制的机床运动，通过 Flexium 3D 仿真磨削程序。软件可以有多种不同的配置，与多种标准外圆磨床匹配。它可以直接在机床上使用，也可作为独立的程序，用于磨削过程验证。这种软件给了操作员更多的权限，以确保在机床上执行磨削过程前，生成的程序与希望的结果匹配。

为了实现正确的磨削仿真，可以从 Flexium 3D 中的砂轮文件导入外圆磨削应用的砂轮类型和数据（标准砂轮、角向砂轮和专用砂轮；绿色）。一组附加刀具参数描述了砂轮本身的形状——例如其半径、外围面和侧面（红色）。图中显示的是一组典型的 OD/ID 磨削加工砂轮。

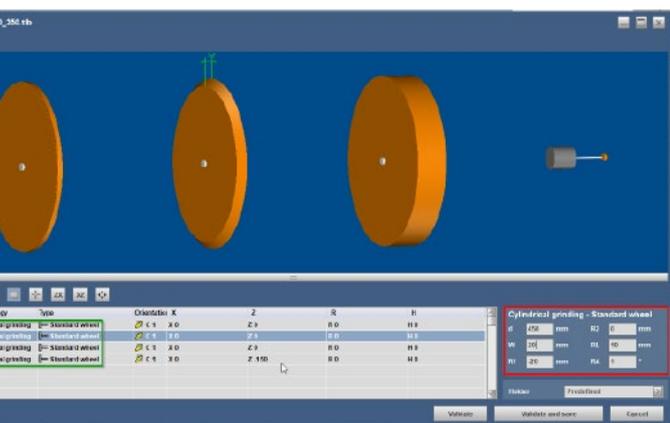
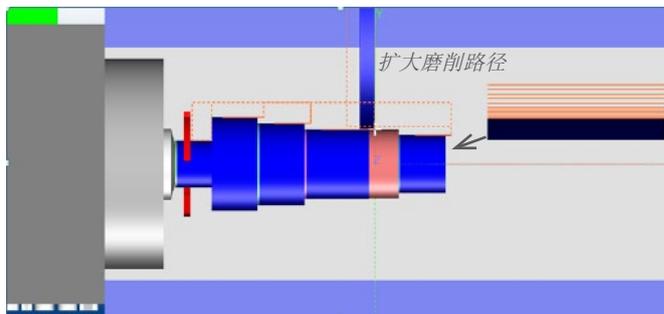
## 离线磨削仿真

离线磨削仿真可在另一零件加工期间直接在机床上使用，或者在生产计划部门作为独立的程序，用于验证和评估磨削程序。对磨削项目的这种预评估可防止机床因编程错误而停机。

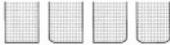
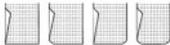
下图显示了运行砂轮主轴零件的磨削过程。蓝色突出了轴的已加工区域。



Z-X 平面视图可以详细评估轴上的过渡和磨削路径的跟踪。直径和轴区域的测量功能完善了上游仿真过程。



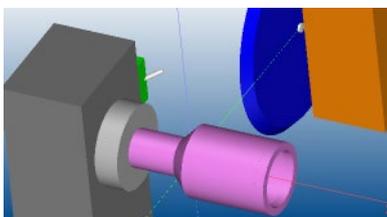
使用刀具类型，可以描述以下砂轮形式：

-  砂轮形状定义为：
  - 轮宽 (W)
  - 半径 (+)/倒角 (-) 左 (R1)
  - 半径 (+)/倒角 (-) 右 (R2)
  - 退刀长度 (RL)
  - 后角 (RA)
-  括号中的缩写参考上面的砂轮表格。

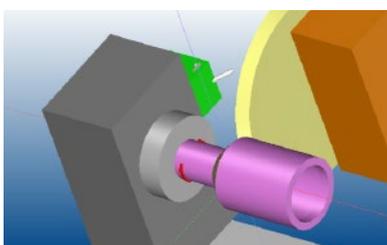
当然，NUMgrind 在离线和在线仿真模式下支持砂轮更换。

# NUMgrind GC – 外圆磨床 CNC 解决方案和仿真，3D-WPC

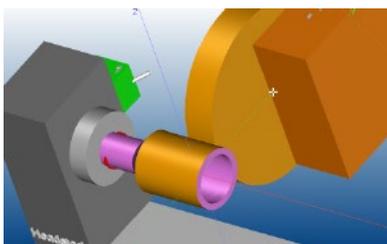
下图显示了使用三种不同的砂轮对更复杂的坯料进行内径和外径加工。



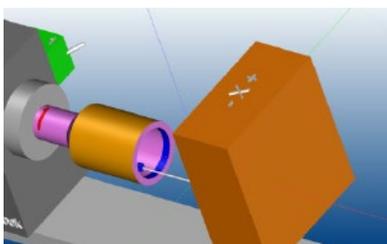
坯料成形为轴和管。



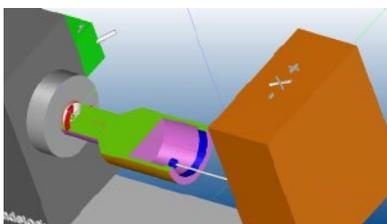
开始加工斜轴零件，执行 OD 锥横移循环 G210。



换轮，在管零件表面执行 OD 横移循环 G206。



换轮，在管零件内部执行 ID 横移循环 G207。

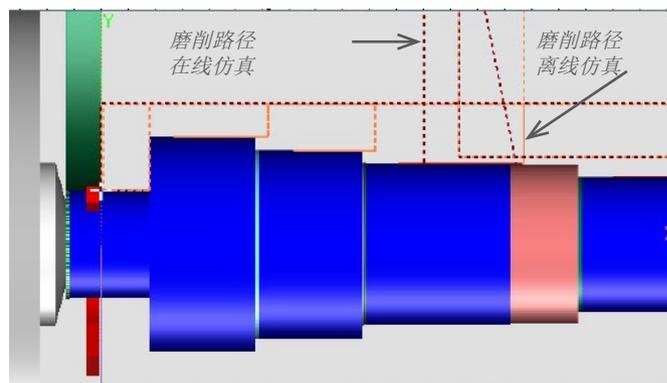


管零件内部 ID 横移循环 G207 可视化。

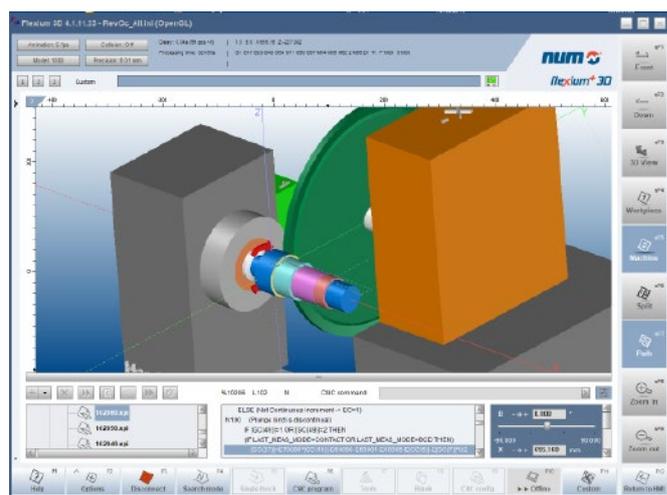
工件截面说明了磨削过程中实际的材料去除情况。

## 在线磨削仿真

也可以在线仿真窗口中实时直观地可视化轴的位置——在磨削过程中实时显示。由于磨削轨迹以不同的颜色显示，因此也可以将磨削轨迹叠加到上游评估过程中。



完整的在线仿真视图，带跟踪 NC 块显示，材料去除和碰撞检测。



简而言之，NUMgrind GC 包可有助于机床制造商节省数年的开发时间且可显著减少操作人员的学习曲线。磨削仿真使操作员能够轻松检查生成的程序是否符合他的期望。

## 3D-WPC: 带 RTCP 的工件定位补偿

NUM 在 20 世纪 80 年代中期首次实现了用于五轴加工应用的 RTCP（旋转刀具中心点）功能。如今，这一原始功能已所剩无几，除了它的名称、宏观数字以及 —— 更重要的是 —— 我们始终致力于为客户提供最佳解决方案以提高他们的机床性能。

我们讨论了性能和人体工程学方面的众多改进，以及随着时间的推移逐渐添加到五轴加工功能中的新功能 —— 如 G24.8 重新校准循环。今天我们将专注于新的编程机会。

在五轴加工中，广泛使用的编程方法包括直接编程旋转轴的关节坐标。尽管这使得零件程序依赖于机床，但该方法的优势非常明显：只需查看零件程序就能轻松预测机床行为，而且完全不存在奇异位形（即单个刀具方向有多个位形）。从一开始，这就是 NUM 的首选方案。

然而，现代五轴加工每天都面临着新的挑战，其中之一就是零件平衡。当零件安装在机床上时，由于其重量、结构、先前的加工操作或其他原因，可能很难完全对齐。平行于主轴的偏置不是问题，仅需要设置偏移量来调整。然而，倾斜会变得非常棘手，因为它意味着对刀具方向的补偿。在确定偏移和倾斜角度之后，一种常见的解决方案是重新处理程序，以便考虑到偏差，但这显然需要一些时间。

借助 Flexium+ 平台强大的架构，NUM 现在能够提供一种新的零件平衡方法 —— 这也有助于进一步提高机床的生产率。从 Flexium+ 4.1.20.00 版本开始，我们引入了五轴加工的扩展编程选项。

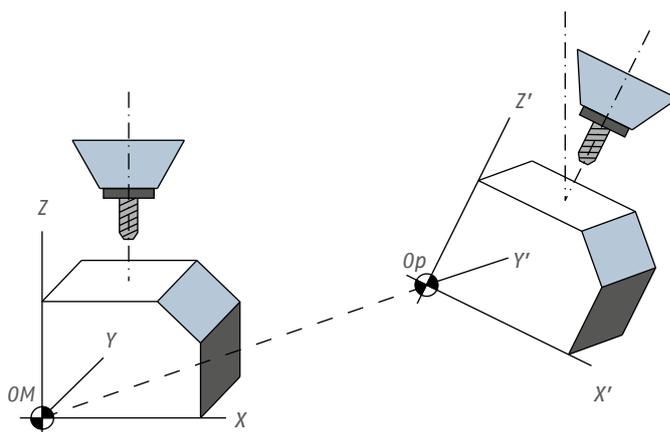
这些依赖于三个新的 G 代码，六个 E 参数和一些变量。G 代码如下：

- **G30:** 这是出于兼容性原因而引入的，是默认模式。零件程序的执行考虑到实际轴的坐标，而不管它们的线性或旋转状态。为了将偏差考虑在内，必须编辑零件程序。
- **G32:** 在这种情况下，零件程序不再定义旋转轴的关节坐标，而是直接定义刀具的方向。这种“抽象”编程通过刀具矢量沿主轴的坐标定义方向。然后由 NCK 根据零件的倾斜值调整该方向，最后根据调整后的方向重新计算旋转轴的关节坐标。为了处理这些计算，NCK 显然必须了解机床的运动结构。
- **G34:** 在这种情况下，零件程序仍然是根据旋转轴的关节尺寸编写的。凭借对运动结构的了解，NCK 能够“重建”刀具定向矢量，应用补偿，最终按照调整后的关节坐标驱动旋转轴。这也使得倾斜坐标系能够被添加到 RTCP 声明中。如果零件程序中已经考虑了倾斜坐标系，则存在一个变量（G34-）。

已经创建了六个新参数来表征偏差：三个偏置（E60006，E61006 和 E62006）和三个方向：俯仰、翻滚和偏摆（E66006，E67006 和 E68006）。这些参数显示在 HMI 的工作环境中，可以在此页面上输入或通过编程输入 —— 例如在探测之后。也可以在任何参考（机床、零件或校正）中显示刀具方向，并通过 E 参数访问。

编程仍然非常接近其当前的形式。在大多数情况下，只需要输入平衡参数和定义情况的 G 代码。对于机床设置，RTCP 刀头配置宏（通常为 %10151.9）只需要使用 Flexium Tools 重新编译，以考虑这些新的可能性。两种刀头配置已经投入运行；其他运动功能将很快推出。

其再次证明了 Flexium+ 系统的强大功能以及 NUM 理念，即为您提供最大的选择范围，帮助您获得竞争优势，同时保持与现有开发成果的兼容性。当然，这个简短的介绍并非详尽无遗，随后将详细解释；但同时，欢迎您与我们的专家取得联系。他们很乐意向您展示与 NUM 合作可以获得的所有益处。



# EBC —— 单节提前更改、SWITCH CASE、 机床网络安全

## EBC —— 单节提前更改

NUM 推出了最新的 4.1.20.00 版本的 Flexium<sup>+</sup>，引入了各种新的 CNC 功能和编程改进。

其中一个新功能称为 **EBC**（单节提前更改）。EBC 有助于加快加工周期，因为 NCK（NC 内核）在前一个单节终止之前便开始预执行下一个单节。

EBC 还实现了 PLC 和零件程序之间非常快速的信号交换，允许 PLC 使用 32 个专用输入位和 32 个专用输出位来控制并获取有关程序执行的信息。

现在可以在各种条件下进行块更改：

1. 立即 —— 两个块可同时执行。
2. 经过一定距离后。
3. 当剩余距离小于某个值时。
4. 当 PLC 设置某个信号时。
5. 当块正常结束时（标准方式）。

此外，当程序执行达到一定条件时，NCK 与 PLC 通信，允许 PLC 启动辅助操作，而无需编写 M 功能 —— 因此不会停止任何轴。

所有这些功能都可以通过单个 G 功能和一些参数轻松编程。

例如： Z100 G777 Q1 X40 P24 I25

上面的简单语句将 Z 轴移动到 Z100 mm 位置。当经过 40 mm 时，将设置位 24，然后一旦设置输入位 25，就会开始执行下一个块。与此同时，Z 轴将到达其最终位置。

## SWITCH CASE

NUM 还通过添加新功能不断改进其编程语法。IF 子句允许有条件地执行某些零件程序段。但是，在构建零件程序时，并不总是简单地在两种情况之间进行选择；它经常涉及多种情况。在这些实例中，新的 **SWITCH CASE** 编程语句提供了一种非常简单易读的方法来构建您的零件程序。

SWITCH 表达式

```
CASE 常量表达式 1
..... 执行语句，直到下一个 “break “ 关键词
BREAK // 可选

CASE 常量表达式 2
..... 执行语句，直到下一个 “break “ 关键词
BREAK // 可选

CASE 常量表达式 3
..... 执行语句，直到下一个 “break “ 关键词
BREAK // 可选

CASE 常量表达式 i
CASE 常量表达式 j // 连续级联标签
..... 执行语句，直到下一个 “break “ 关键词

BREAK // 可选

DEFAULT // 可选
..... 执行语句，直到 “ENDS “ 结束 switch 语句
BREAK // 可选
```

结束

# 机床网络安全

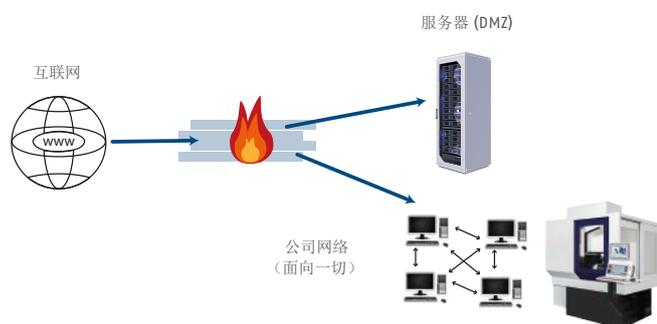
毋庸置疑，数字化带来了丰富多样的益处。但是，这也带来了新的问题和风险，且影响深远。例如，黑客越来越多地瞄准核心基础设施和生产基地。随着系统和机床的数字化和网络化程度的提高，这些攻击的可能性日趋严峻。它们提供了全新的“入口”，并被大肆利用。

在名为“HoneyNet Experiment（蜜网）”的实验中，TÜV SÜD 在一个小镇上模拟了一个小型水电站，其配有真实的硬件和软件，并采用常用的工业保护措施进行保护。该实验的目的是吸引黑客，以分析访问和攻击行为，并针对各行各业的公司所面临的真实威胁情景，制定安全防范措施。一旦基础设施投入使用，就会发生第一次交互。八个月后，资产负债表显示来自 150 个国家 / 地区的服务器进行了 60,000 次访问，其中部分 IP 地址模糊。实验记录了约 9,000 次直接攻击，主要使用标准 IT 协议，但也经常使用 S7Comm 或 Modbus TCP 等工业协议。“蜜网”实验的其中一个结果是，在持续不断的间谍活动下，即使是小型和不知名的公司也会在互联网上暴露无遗。即使它们没有被特别选中，也可能成为攻击波的受害者。

另外一个示例是“Mirai”恶意软件。它利用了这样一个事实：越来越多的日常物品，如路由器、闭路电视监控系统、数字视频录像机、电视等被连接到互联网（关键字“IoT”——物联网）。恶意软件不断扫描互联网，寻找具有安全漏洞的设备；如果发现漏洞，则会将恶意代码植入这些设备。“Mirai”僵尸网络最初于 2016 年出现，全球约有 500,000 台 IoT 设备遭到破坏。现在有三百多万台设备被困在僵尸网络中！此外，最近人们了解到，黑客正在提供一个拥有 50,000 台受感染设备的僵尸网络用于出租。在 2016 年美国大选前不久，黑客企图通过这种恶意软件，使 Twitter, Spotify 和亚马逊等访问频率较高的网络服务瘫痪。

借此，一方面也可能使工厂停产，另一方面使用机床攻击其他系统或传播恶意软件。

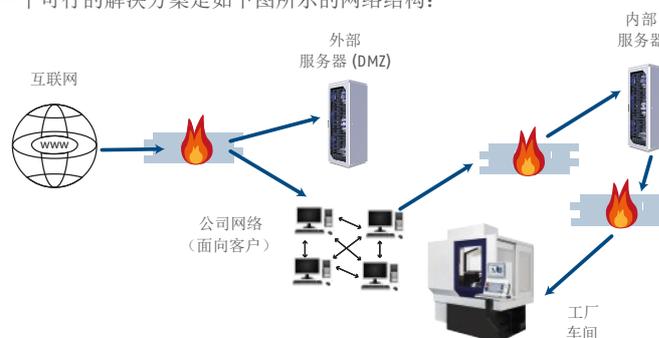
机床网络化持续发展（关键词“工业 4.0”）。以下网络部署仍被频繁使用：这种网络部署方式存在以下缺点：



- 网络通用于所有设备：
  - 所有设备与整个公司网络（内联网）的连接不受保护。
  - 通过互联网自动更新，这可能会干扰机床的运行。
  - 有些连接是通过 WLAN 进行的，这并不安全。
- 并非所有联网系统都符合安全标准：
  - 旧操作系统。
  - 没有（定期）安全更新。

许多机床控制器使用 Windows 或 Linux 操作系统。如果实时系统也在同一硬件上运行，则通常会故意不执行安全更新，以免损害功能。此外，此类系统并不总是配备防病毒程序，因为这些可能会对功能产生负面影响。出于这些和其他原因，必须对机床网络实施特殊保护。

一个可行的解决方案是如下图所示的网络结构：



该网络结构通过公司内部 IT 小组定义的附加规则，为工业基础设施提供更好的保护。这些规则包括：

- 细分生产网络（工厂车间），避免在发生攻击时所有设备都瘫痪。
- 任何更新必须手动执行，并且有针对性。自动更新可能在错误的时间发生，并导致生产过程中机床故障。
- 对于工业系统，IT 小组应为更新和访问互联网创建特殊规则。

在所示的基础设施中，还应设置生产网络的防火墙，确保仅转发“允许”数据包。（大多数情况下）机床无需访问互联网，因此可以防止这种情况发生。

当然，在处理机床安全时，互联网并不是唯一的问题。在不使用电子网络的情况下也可能进行攻击。通过记忆棒、闪存卡等可以很容易地植入恶意软件。

现在，对公司信息安全的全面分析成为当务之急，也是加强网络攻击保护的第一步。这涉及到各种标准（例如 ISO/IEC 27001）和进程模型（例如 ISIS12）。

机床控制器的产品生命周期远远超出办公环境中使用的 PC。因此，在专用机床上使用的操作系统将过时并且不可更新（如果可以安装），这是迟早的事。

使用最新的操作系统不断改造机床控制系统通常过于昂贵，并且在没有大量投入的情况下，技术上也是不可行的。因此，在 IT 保护区中使用此类系统非常重要。

我们很乐意为您提供支持，将 NUM 系统集成到您的 IT 基础设施中，并寻找合适的网络解决方案。

# NUMmonitor, CTMP 1960-2600

## NUMmonitor: 一个全新的 Flexium+ 应用程序, 可减少停机时间

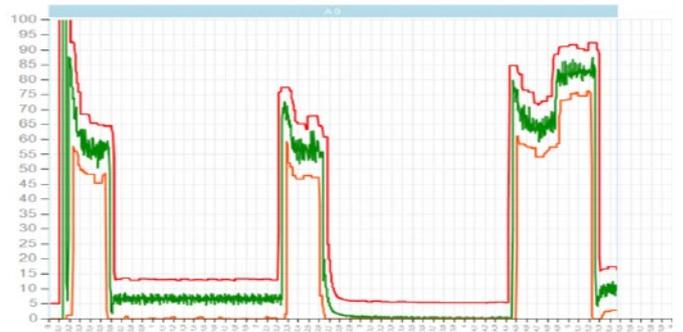
凭借其强大的硬件,复杂的算法和灵活性, Flexium+ 完全能够处理高性能机床以及独一无二的應用。它的一些独特功能,包括控制多达 32 个主轴的能力,使它同样适用于高产量系统,如自动生产线。

在高产量机床领域,最小的事件可能会导致严重的经济后果;这就是为什么监控加工参数如此重要,以防止因刀具磨损、润滑故障、性能损失或其他因素造成停机。当然,当前并不缺乏这样的监控设备,但它们通常需要额外的且通常昂贵的硬件和软件,大量的设置时间,并且不能总是访问所有所需的参数。

为了绕过这些限制, NUM 推出了 NUMmonitor。该技术规格的一个关键点是避免使用任何额外的硬件。Flexium+ 此前已经提供了一台 PC(前面板或盒式 PC),用于处理来自驱动器测量点的数据。此外, PLC 可直接访问机床参数, NCK 示波器功能允许按轴采样任务的速度读取值,而 RTE(实时以太网)和 FXServer 处理所有这些元素之间的通信。当然,另一个要求是能够将 NUMmonitor 与任何机床配置组合使用——而不仅仅是用于自动生产线。

### NUMmonitor: 它是如何工作的?

第一个功能是在最佳条件下记录加工参数。这些测量点中最重要的是电机负载。NUMmonitor 能够记录多达八个电机的负载。这些参数是根据加工时间记录的,以防止由于不同的切削条件而产生的变化。可以执行多次记录以计算平均值。然后基于这些记录,构建具有垂直和水平公差的范围,并将其存储在代表被加工零件的数据库中。下图显示了记录示例。绿色曲线显示记录的负载,而红色曲线定义接受区域。



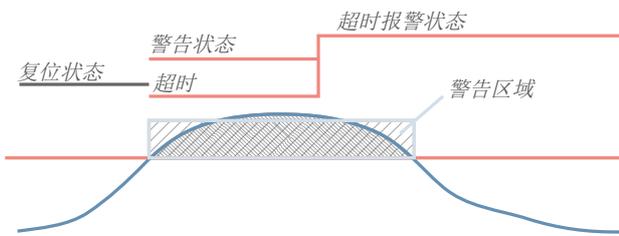
一旦“示教”阶段完成,就可以使用与创建模型相同的零件程序开始生产。

首先,程序中的一个指令将识别零件,以便从数据库加载相应的数据。活跃值直接存储在 PC 存储器中以便快速访问,以防止因读取 PC 硬盘驱动器而导致任何延迟。程序中的另外一个参数定义了开始比较的确切时间。当然,必须在相同的条件下执行程序(覆盖),以确保切削特性保持不变。如果检测到任何被监控电机存在差异,则会向 PLC 发送信号, PLC 将决定应采取的措施:从简单的警告消息到紧急脱离。在测量阶段结束时,零件程序将发送关闭记录请求。

根据情况,发出以下消息:

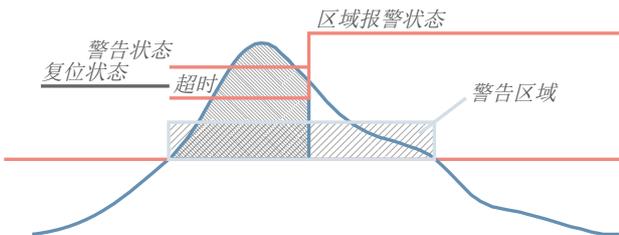
#### 1. 负载超过包络一段时间(超时报警)

将发出预警状态,如果在预定义超时后负载仍超出容差范围,则将激活报警状态。如果负载在超时之前返回到容差带内,则系统返回标准状态(复位状态)。当然,可以定义预警检测的最小时间窗口,以防止由于短暂的负载尖峰引起误报。



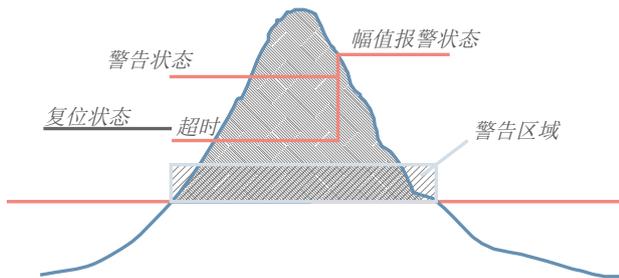
### 2. 负载积分超过包络区域（区域报警）

除了超时检测之外，还定义了超限区域，在这种情况下，如果负载溢出幅度很大，则在前面提到的超时之前发生报警状态。



### 3. 负载超过限幅（幅值报警）

如果负载超过一定的溢出水平，将立即触发幅值报警状态。



可以使用 OR 和 AND 运算符混合上述三个条件以获得报警条件，当然，监控可以被限制为该过程的特定部分。

### 实施

NUMmonitor 已在多台机床上进行测试。初步测试结果非常乐观。其中一个测试配置是用于自动生产线的多 NCK 系统，取得了令人满意的结果。与外部解决方案相比，值得注意的优势之一是，易于调试，并且不需要额外的硬件或布线。参数具有意义且易于定义。在测试过程中，驱动器发出的信号质量极佳，噪音很小——确保良好的灵敏度。

通常，这类生产机床配备有强大的电机，以实现高加速度。因此，加工过程中的负载可能非常低——特别是使用小刀具时——需要有限的幅值容差；为获得最佳效果，还需要监控主轴电机，即使在 V/F 模式下，NUMDrive X 也能轻松处理。

我们将随时向您发布该解决方案的未来发展情况，该解决方案易于实施并可全面运行。NUMmonitor 是可为您提供额外竞争优势的另一项功能。

## NUMSafe CTMP1960-2600 紧凑型控制器

NUMSafe CTMP1960-2600 紧凑型控制器是适用于本地安全应用的 NUM 一体化解决方案。NUMSafe 紧凑型控制器是一款全方位的机床安全解决方案，将 EtherCAT 网关与 20 个安全数字输入，24 个安全数字输出和 4 个额外的单通道继电器输出集成在一台装置中。由于其紧凑的一体化设计，CTMP1960-2600 相较于同等的单个组件节省了大量成本。与所有 NUM EtherCAT 耦合器一样，CTMP1960-2600 可根据需要使用额外的标准和 NUMSafe 模块进行扩展，具体取决于操作模式。

CTMP1960-2600 的功能可以通过以下两种方式之一集成到机床设计中：

- 作为 NUMSafe 紧凑型控制器，集成到 EtherCAT 网络中。CTMP1960-2600 可使用 E-bus 接口上的标准和 NUMSafe 安全终端以及通过 EtherCAT 网络进行扩展。
- 作为 NUMSafe I/O 模块。不使用 NUMSafe 紧凑型控制器上的逻辑。NUMSafe 逻辑端子作为具有 20 个输入，24 个输出和 4 个单通道继电器输出的 I/O 模块，对耦合器进行寻址。

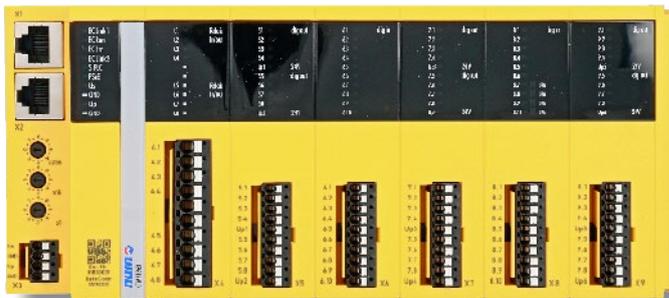
NUMSafe 紧凑型控制器通过 NUM Flexium Tools 编程，与其他 NUMSafe 组件的编程方式相同。创建 NUMSafe 项目并通过 EtherCAT 加载到 CTMP1960-2600 中。

通过 Safety over EtherCAT 安全协议，可将 NUMSafe 设备集成到标准 NUM 现场总线系统中。安全 I/O 构成与安全相关的传感器和执行器的接口。通过标准总线系统传输安全相关信号的能力在规划、安装、操作、维护、诊断和成本方面具有显著优势。

NUMSafe 紧凑型控制器 CTMP1960-2600 适用于符合 IEC 62061 和 IEC 61508 SIL 3 以及符合 EN ISO 13849-1: 2015 Cat.4 PL e 的安全应用限制条件见下表：

- 单通道继电器输出适合 Cat.2 PL d.
- 双通道继电器输出（使用两个串联的继电器触点）适合 Cat.3 PL d 或 Cat.4 PL e，具体取决于动作次数。

由于诊断覆盖率高，在 CTMP1960 的整个生命周期内不需要进行特殊的验证测试。



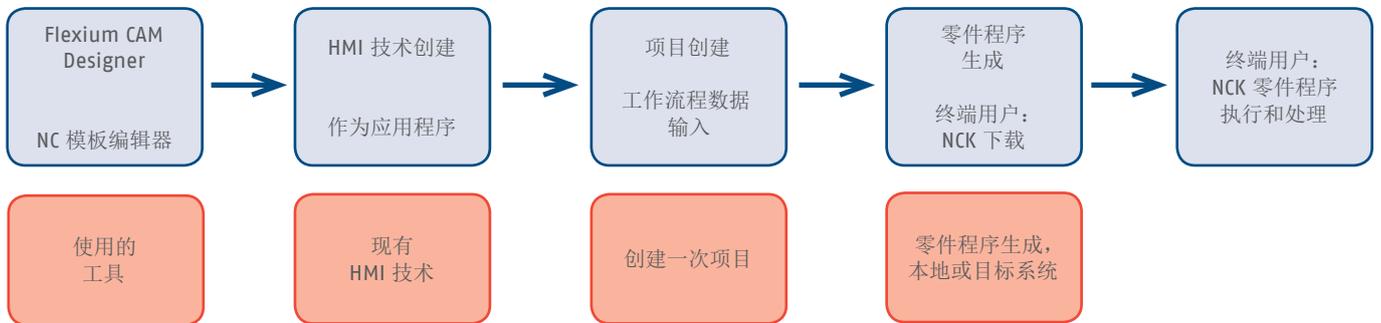
# NUM 的 HMI 技术和 Flexium Office

## Flexium CAM 概念

Flexium CAM 是一个 NUM 开发框架，用于创建和运行适合集成计算机辅助制造的 HMI 技术。HMI 技术是一组基于 HTML 和 JavaScript 的自定义和与应用程序相关的 UI 页面（用户界面），使用 Flexium CAM Designer 创建。HMI 技术经过打包和编码，以保护应用程序。

Flexium CAM Designer 工具是 HMI 技术创建工具，提供图形支持的动态 HMI 页面，配备数据和 NC 模板编辑器以及配置设置，以设计具有用户友好的数据输入功能的工作流程。这使得 Flexium CAM Designer 工具的用户能够根据各自的需求创建应用程序项目。

这些“准备运行”项目可以在 Flexium+ HMI 软件（Flexium CAM 运行时环境）中加载，以自动生成 ISO 零件程序。通过集成的下载功能，零件程序将被发送到 NCK 执行。



支持以下五种 CAM 技术类型：

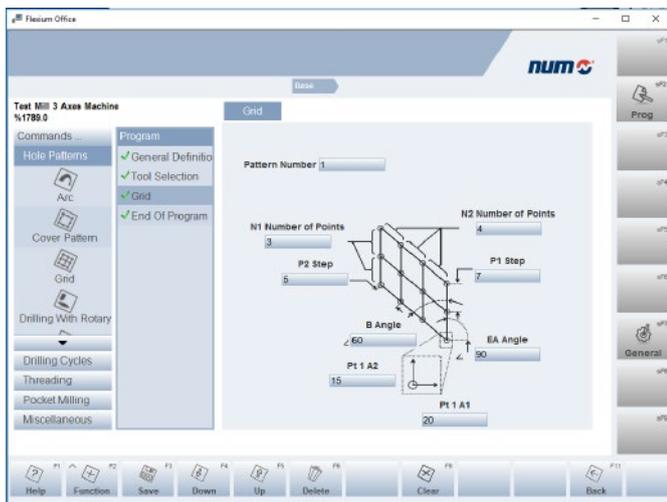
NUMgear HMI 滚齿	NUMgear 滚齿允许单轴上最多五个齿轮，包括从径向到对角线的自动对齐和切削过程，以创建直齿轮和斜齿轮，锥齿轮和冠状齿轮以及花键。
NUMgear HMI 成形	NUMgear 成形可用于切削内齿圈或外圆盘。简单灵活的循环允许交互式修改切削参数。
NUMgear HMI 螺纹砂轮磨削	NUMgear TWG 使用齿轮、砂轮和修整器的数据输入，提供螺纹砂轮磨削以及砂轮修整循环。它支持自动磨削孔型计算，可用于外齿轮和斜齿轮。
NUMgrind HMI 外圆磨削	该 HMI 技术可用于外径和内径磨削应用。基本运动将是砂轮为 X 轴，零件为 Z 轴和 C 轴。
NUMmill HMI	该铣削技术用于为 3 到 5 轴铣床提供一个简单且用户友好的零件程序创建方法。标准运动轴为 X, Y 和 Z 轴。

对于终端用户而言，重要的是要知道他们可以根据他们的实际应用需求获得定制的 HMI 技术——通过与 NUM 合作或直接从机床制造商处获得。这个概念现在通过一个名为 Flexium Office 的离线框架工具得到了扩展。

## Flexium Office 操作

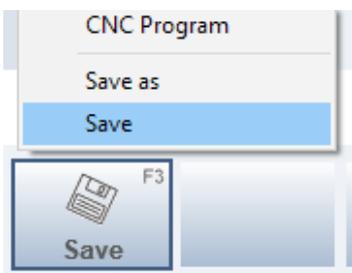
借助 Flexium Office，无需靠近机床——例如，在办公室——便可使用 NUM 的 HMI 技术。可以创建与应用相关的项目和相应的 ISO 零件程序，使用 NUM 的 Flexium 3D 仿真软件进行测试，并传输到目标机床上。

操作员选择所提供的 Flexium CAM HMI 技术之一。通过基本数据定义，工具和工作流命令以及多达 14 种语言的语言支持，可以一次生成具体



应用项目 (xpi)。

本地 PC 上项目的文件处理分为项目“保存 / 另存为”或用于评估目的

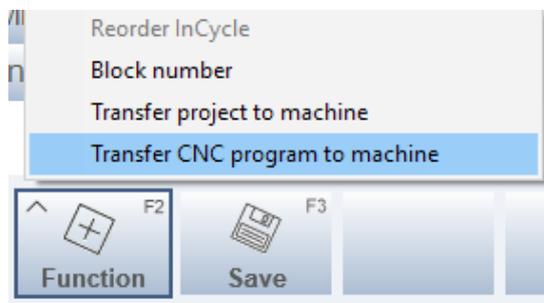


“CNC 程序”，直接在本地 PC 上生成 CNC 零件程序 (xpi)。

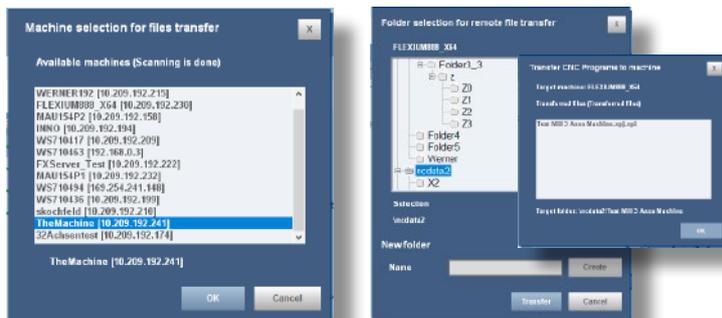
Flexium Office 最大的用户优势是，如果您在本地生成 CNC 零件程序以进行仿真，则可以提前在办公室组织和测试过程和实际工作流程。生产机床仅用于实际零件加工；这显然提高了机床效率。

## Flexium Office 与目标系统通信

如要与目标系统进行通信（通常使用 NUM 的工业 PC），请使用“Transfer project to machine（将项目传输到机床）”或“Transfer CNC program to machine（将 CNC 程序传输到机床）”功能按钮。项目 / CNC 程序可以通过网络 / TCP/IP 直接传输到选定的机床，即生产工厂中的目标系统。将项目传输到目标机床的优点是，如有必要，可以直接在机床上修改工作流程。



提供下述对话框，用于选择目标机床及项目 (xpi) 和 CNC 文件 (xpi) 的存储位置：



如果将项目传输到机床 / 目标系统，则必须安装相同的 Flexium CAM HMI 技术，以便加载、重新检查和优化项目，然后才可将生成的零件程序传输到 NCK 进行零件加工。

对于 CNC 零件程序的传输，标准的 Flexium HMI 足以将生成的 CNC 程序加载到 NCK 中执行。

总而言之，Flexium Office 结合上述 HMI 技术，可以帮助机床制造商节省数年的开发时间，并缩短终端用户获取该零件的时间。NUM 销售及其 OEM 已经认识到，这是向前迈出的的一大步。

# HMI 改进

## HMI 改进

随着 4.1.20.00 版软件的发布，NUM Flexium+ 系统的可用性和友好性得到进一步改进。这些改进包括：

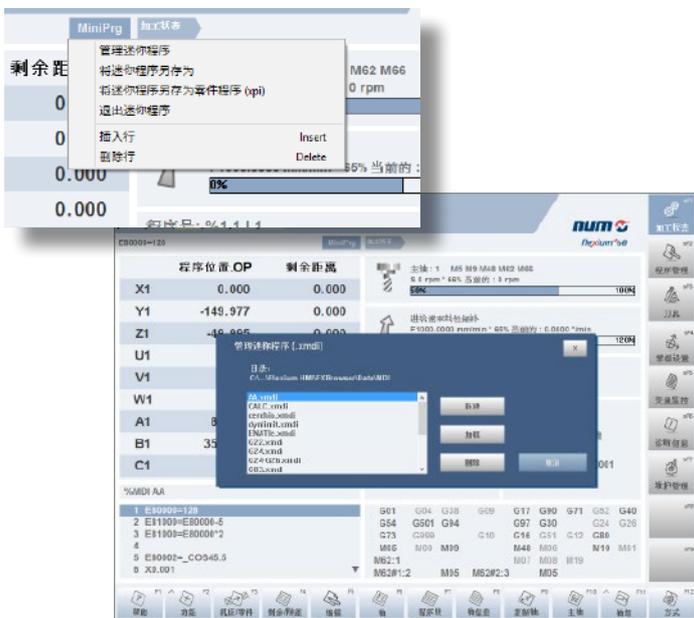
### 多行 MDI（手动数据输入）

Flexium+ HMI（人机界面）现在提供了一个新的附加 MDI 操作模式，称为 MiniPrg，它对常见的 NUM MDI 模式进行了扩展，允许使用多个“小程序”。

通过这种方式，用户可以在 MDI 模式下保存 / 加载不同的预定义小程序。例如，可以在需要时存储、调用和重新编写 NUM G 代码命令的几个序列。

HMI 上添加了一个新按钮来处理这些小程序，所以现在随时可以修改一个行命令或选择一个新行，只需在生产按钮左侧的小编辑器中使用箭头键或鼠标即可。用户只需按下 NC 启动即可执行特定的选定行，如果不再需要，则重新键入命令。

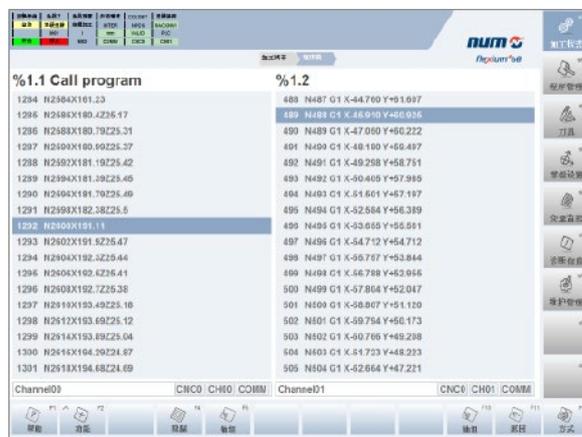
当然，MDI 标准模式始终可用，用户可以选择首选的工作方式。



### Block ISO 查看器

Flexium+ 系统的一大优势是多通道功能。由 NUM CNC 驱动的机床可以同时运行多个零件程序（多通道）；每个通道由专用零件程序使用，并可与其他通道 / 零件程序同步。

新的 Block ISO 视图页面可以帮助用户同时跟踪多个通道的零件程序流程。该页面可以显示两个通道，通过简单直观的水平软按钮选择。



### 其他语言

Flexium+ HMI 是一种多语言人机界面，旨在提供舒适的用户体验。在最新版本的 4.1.20.00 软件中，NUM 添加了丹麦语作为语言选项。

用户可以选择十五种不同语言中的任何一种：

1. 法语
2. 英语
3. 德语
4. 意大利语
5. 中文
6. 葡萄牙语
7. 西班牙语
8. 捷克语
9. 波兰语
10. 俄语
11. 土耳其语
12. 匈牙利语
13. 罗马尼亚语
14. 普通话
15. 丹麦语

### 常规设置



## 示波器

为了提高诊断能力，在最新的 Flexium+ 软件 4.1.20.00 版本中，诊断上下文集成了三种不同的示波器类型：

### • 在线 / 离线 NCK 时域示波器

对于 289 种不同类型的 E 参数，最多可同时记录 9 条迹线。零件程序使用 E 参数访问 PLC 或 CNC 存储器中包含的信息——例如，可以读出轴的位置，当前块编号，数学公式的结果以及 NCK 软件版本。示波器可以帮助 OEM 了解机床的意外行为或工件表面质量问题等。该诊断工具的优点是读取的值与 NCK 任务同步，因此事件按时间顺序以图形方式记录和显示，便于技术人员分析。

在下面的示例中，显示了 Y 轴的位置（绿色）、速度（红色）和滞后误差（蓝色）迹线；通过此类曲线图，可以用图形的方式分析速度的不连续性。



- 在线 / 离线 NCK 2D Map 示波器 —— 轮廓和进给分析器 (XY 域)  
2D Map 示波器设计用于读取并以图形方式显示两个轴的路径和进给：当用户选择要记录的轴时，系统将保存标称 / 理论位置和实际轴位置。操作员可以直接在机床上以一种简单的方式，高效快速地分析实际位置和标称位置之间的位移。将显示附加信息，例如块编号，并在图形顶部显示以 mm/min 为单位的进给。用户可以检查机床轴的动态响应，以及机械间隙和其它相关性能，以助力加快问题的解决。

在下面的示例中，使用 NCK 2D Map 示波器可以显示理论（绿色）和实际（蓝色）路径之间的误差、零件程序块的编号、零件程序行的编号和路径进给（顶部的小图形）。



### • 离线驱动测试点时域示波器

驱动示波器将上传两条迹线——用户可以在设置页面中选择将记录的值及触发和采样时间。示波器中可以跟踪 180 多个不同的测量点。例如：机械电机转速、电流参考、扭矩和参考使能以及来自 SAMX 的信息等。

NCK 和驱动示波器之间的区别在于最小采样率。驱动示波器可以达到 10 kHz 的采样率。

在下面的示例中，我们可以看到机械电机转速（绿色）和电机电流（蓝色）。



对于所有示波器类型，可通过鼠标键或水平按钮使用缩放 / 平移 / 标尺等功能。可以激活光标，使测量更简单。

其他强大的功能可帮助用户检查机床的动态响应，包括：

- 保存并加载配置和迹线
- 将迹线保存为图像 (png 或矢量 svg)
- 比较迹线

# 使用 Flexium 3D 进行在线碰撞检测



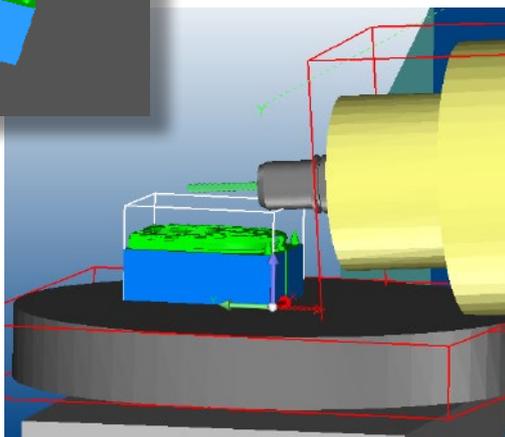
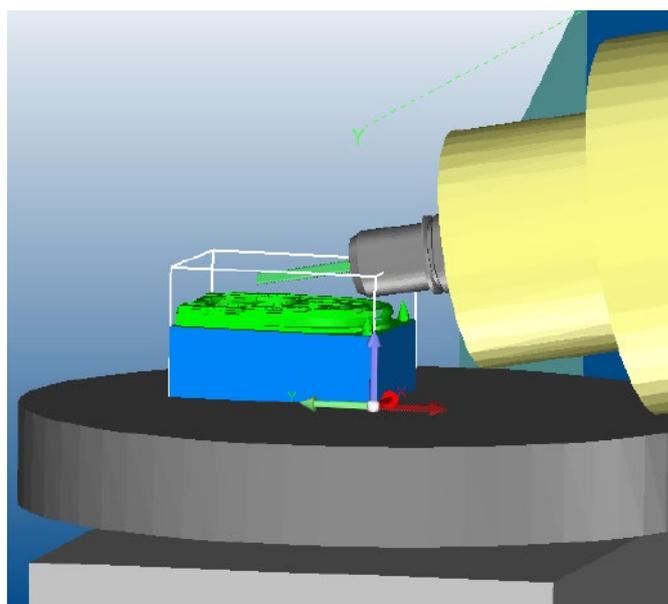
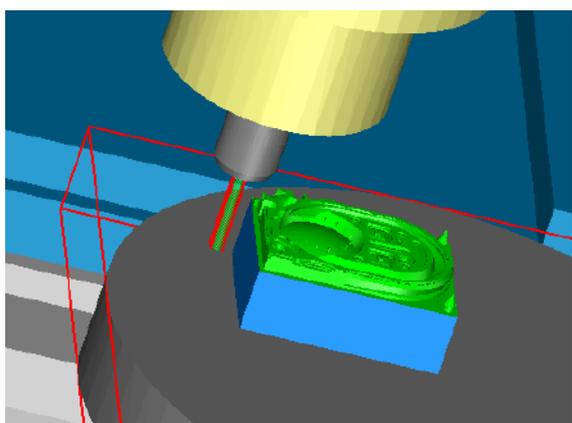
## 离线碰撞检测行为

自从 10 年前推出 Flexium 3D 以来，离线碰撞检测已成为 NUM 仿真软件不可或缺的一部分。从应用程序的主程序开始，在将零件程序传输到 NCK 之前，使用与目标机床相同的刀具列表、偏移表、运动学描述和变换特性，进行碰撞检查分析。只有在无碰撞的分析情况下，零件程序才会传输到 NCK。

NUM 碰撞检测的一大优势是，在碰撞计算过程中考虑实际的毛坯尺寸和去除的材料，这也是一个强大的竞争优势。Flexium 3D 不仅仅考虑刀具路径。在碰撞计算期间，还同时考虑刀具尺寸和方向，以及刀架和所有其他机床组件。

在 Flexium 3D 中，以红色标记组件的形式显示碰撞的可视化，如下面的示例所示。

如果刀架或其他主轴 / 机床组件移动到已经去除的材料区域，则不会检测到碰撞。白色框是坯料的原始尺寸。刀架（灰色圆柱）位于已去除的材料内部，但没有碰撞。



## Flexium 3D 在线碰撞检测升级

为什么需要在手动模式下进行在线碰撞检测？

随着加工过程变得越来越复杂，刀具、工件和机床组件之间碰撞的风险也随之增加。碰撞意味着昂贵的停机时间并对工件、主轴甚至整台机床造成巨额损失。

Flexium 3D 功能结合 NCK 扩展，构成了新的功能，可以在手动 / 点动运动，使用手轮移动轴时或在搜索模式（零件程序恢复）和调试阶段，监控和防止碰撞。对于复杂坯料形状的 5 轴加工，手动运动非常关键，但在线碰撞检测使其更简单、更安全！

NUM 的 Flexium+ 系统是一款功能强大的 CNC 控制系统，适用于各种应用，如铣削、车削、磨削、水刀切割和齿轮制造。结合在线防撞软件升级功能，它可以在关键手动模式下进行实时验证和碰撞检测。对于自动模式，只应执行经过无碰撞测试的零件程序。很明显，强制性前提是运动学描述包含对碰撞检查至关重要的所有相关机床组件。

可在 Flexium 3D 配置中配置不同机床组件的安全距离。



如果 Flexium 3D 处于在线模式，即连接到 NCK，并且“碰撞检测”被激活，则 Flexium 3D 将获取机架中的实轴位置以及详细的机床运动数据，并使用允许的单轴和多轴移动范围（及在 RTCP 和 / 或斜面变换的情况下）隐式计算伺服轴的物理存在。这些允许的范围还包括考虑工件位置与材料去除和刀具尺寸，以及夹爪、夹具和固定装置等机床组件。

NCK 在手动轴移动期间使用这些允许的范围，并控制它们的前瞻和斜坡算法，确保不会超出极限。如果轴处于碰撞极限并且下一次移动会产生碰撞，则轴移动或加工过程将被阻止，并显示专用的操作员警告。

CNC	
CNCWR	All channels 88: Collision detected Axis X Channel 0 Axis travel limit reached with Jog -
PLC	

# 凭借激情、专业性和创新精神 在市场上站稳脚跟



WAWO 是一家位于瑞士 Oberriet 的公司，其专长是根据客户的特定要求开发和制造刀具。该公司成立于 1987 年，最初是一家纯修磨公司，从世纪之交开始便专注于专用整体硬质合金刀具的生产，而修磨业务主要集中在公司的自有产品上。这些刀具的巨大潜力和日益增进的复杂性很快得到市场认可；依靠 NUM 和 NUMROTO 软件，公司发展为一个可靠的合作伙伴，即使是最高要求的刀具也能变为现实。两家公司相距仅半小时车程，这与 WAWO 公司的座右铭不谋而合：“快速、清晰的沟通”才是王牌。

WAWO 和 NUM 之间的合作始于十多年前。如今，WAWO 在多台来自各知名厂家的机床上使用 NUMROTO 软件来制造各种刀具。重点显然是在开头提到的专用整体硬质合金刀具，它们通常以小批量生产，用于铣削、钻孔、车削、铰孔、螺纹切削等。但是，对于个别客户，也可全天候运营，以满足大批量订单需求。

为此，WAWO 分为两大事业部。WAWO Werkzeuge GmbH 专注于生产专用整体硬质合金刀具，客户主要来自刀具和机床制造行业、汽车行业及医疗和真空技术行业。但是，来自 Oberriet 的专用刀具也被应用于钟表行业。在欧洲汽车领域，许多转向、皮带张紧（以及其他安全部件）、动力总成和制动器部件都采用 WAWO 刀具加工而成。其中一个久负盛名的生产线是冲击刀具，WAWO 对其进行磨削，用于生产赛车专用变速箱。在医学上，该刀具用于制造螺钉和钢板以及关节置换植入物。

WAWO Produktion GmbH 服务于需要中大批量专用刀具，以用于生产高端家具、汽车内饰和时尚用品的客户。这些刀具也完全由配备 NUM 控制系统和 NUMROTO 软件的机床制造。

WAWO 报价所达成的订单率非常高，令人印象深刻。这种高价值的主要原因在于 NUMROTO 完全融入报价体系的方式。据 WAWO Werkzeuge GmbH 总经理 Adrian Thurnherr 透露，报价和实施的截止日期越来越短。为了适应这一趋势，WAWO 在报价阶段使用 NUMROTO Draw 创建成品 NUMROTO 程序和完整的刀具图。在询盘之后，客户会收到完整记录的报价，其中准确计算了价格。最初听起来像是额外的工作，但在后

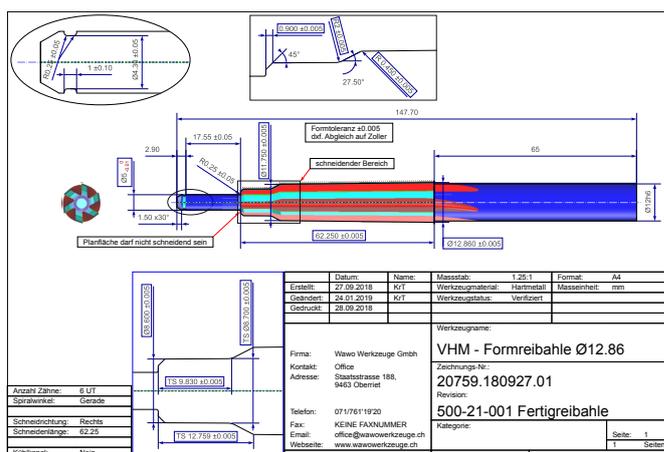
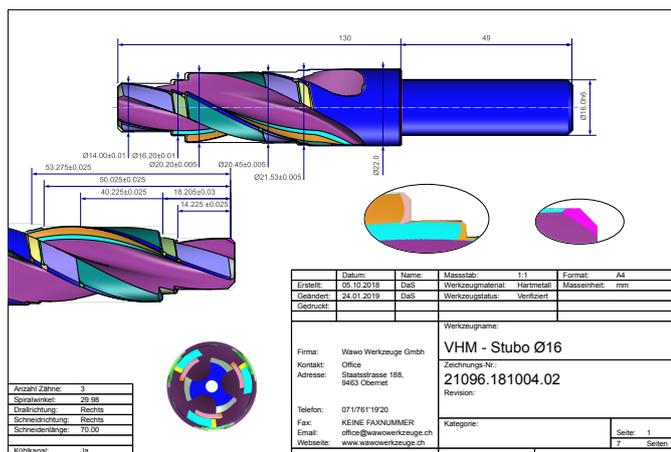
续生产中节省了大量时间。当客户下达“OK”指令时，WAWO 可以立即开始生产。Adrian Thurnherr 详细阐述了这是如何做到的：“通过事先的明确沟通，双方可以最佳地提高效率。NUMROTO Draw 助力我们从报价阶段就开始检查可行性，并在早期发现潜在问题。这确保了以后不会出现令人不快的意外情况，并且客户可以获得他们所需要的——包括遵守交货日期。”

但是，WAWO 不止如此：位于圣加仑莱茵河谷的这支富有敬业精神的团队拥有大量的专业知识，并且敢于应对极具挑战性的项目。通常，客户仅指定一种最终产品。WAWO 在几何形状、材料和加工技术等方面对此进行分析。然后，设计和精确记录所需的刀具，并密切关注几何细节，例如排屑槽或保护倒角。因此，专用刀具的开发和生产完全在公司内部进行，作为最终客户的专属服务。

Adrian Thurnherr 表示，我们独家使用 NUMROTO，是因为系统的灵活性和广泛的功能。“NUMROTO 为企业提供了广泛的基础，让它们可以尽情发挥自己的创造力。我们每天都面临着新的任务；NUMROTO 是应对这些任务的最好工具，在几何可能性范围内，我们从未遇到无法解决的问题。”WAWO Werkzeuge GmbH 应用工程师 Daniel Schilling 补充道：“我喜欢逻辑清晰、易于理解的结构。NUMROTO 是一款可靠的工具，可以实现一切。在接受了正确的 NUMROTO 培训后，你可以制造任何刀具。一旦你了解并领悟 NUMROTO，你就会离不开它。”



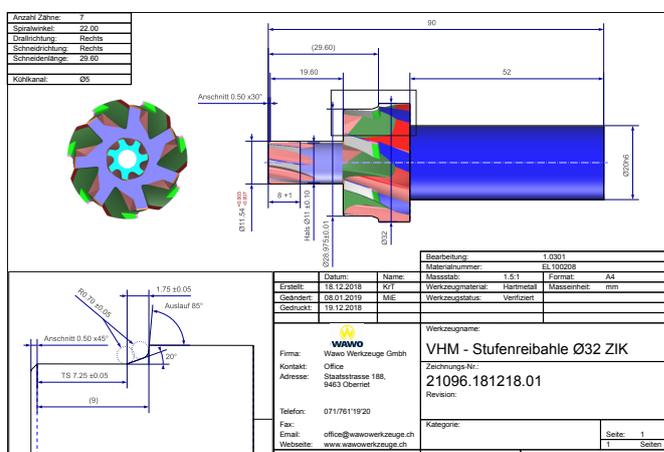
来自 WAWO 的典型专用整体  
硬质合金刀具。



使用在报价阶段创建的 NUMROTO Draw 进行完整的刀具记录。

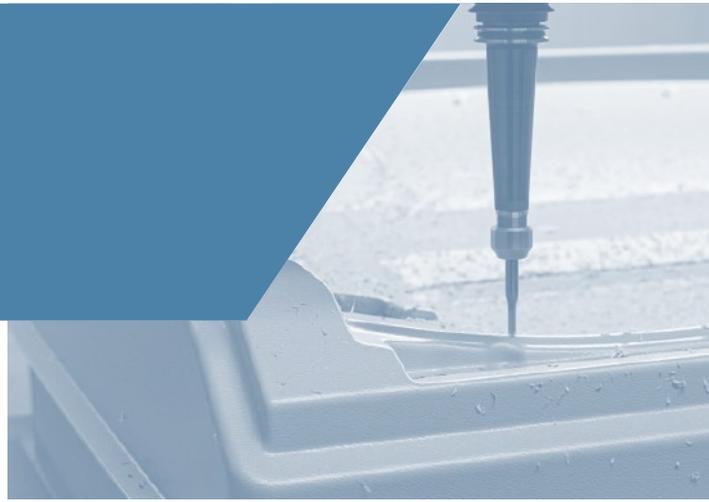
WAWO 深入了解 NUMROTO 的每个细节。例如，虽然烧结刀片上的排屑槽众所周知，但 WAWO 在 2018 年又向前迈进了一步，除此之外，还开发了成型刀片、车削钢和阶梯钻的磨削排屑槽，而在此之前这些鲜为人知。这一示例再次诠释了 NUMROTO 对 WAWO 的创新和创造力的支持。

专门用于运输和储存刀具的物流箱的开发，也彰显了 WAWO 极高的工作热情。这不仅可以保护刀具免受损坏，而且还可以最佳地存储。“刀具是一种高品质的商品”，Adrian Thurnherr 补充道。现在为产品的使用和搬运找到了另一个创造性的解决方案，使得细节和流程得到优化，这在日常生活中非常重要。



右起: WAWO Werkzeuge GmbH 总经理 Adrian Thurnherr 先生, WAWO Werkzeuge GmbH 应用技术员 Daniel Schilling 先生, NUM AG 的 NUMROTO 应用技术主管 Jörg Federer 先生。

# 具有成本效益的热成型零件 采用高精密 CNC 铣削加工



Singleplast Wilfred Single GmbH 成立于 20 世纪 20 年代，总部设于德国北莱茵——威斯特法伦州的赫福德。两位现任董事总经理的祖父在当时面向家具业创办了一家批发企业，赫福德内外的许多公司都是这家企业的代表。他的儿子 Wilfred Single 在 20 世纪 40 年代末加入公司。1961 年，公司开始加工塑料，现在已享誉国际。凭借经典的深拉制法（“热成型”），Singleplast 的实力得到验证，主要从事中小批量的合同制造。自 1994 年以来，还提供注塑成型，以满足塑料行业对大量零件的需求。

简单地说：在热成型工艺中，标准的热塑性塑料，如 PS、ABS、PP 和 PE 以及技术热塑性塑料，如 PC、POM 和 PA——以塑料片材的形式——在上下热量的作用下，借助压缩空气或真空加热成型。原则上，该工艺适用于所有热塑性塑料，但 PVC 除外——它会在深拉过程中释放出有毒的盐酸。

然后在 CNC 加工中心对深拉后的塑料产品进行加工，并对最终轮廓进行铣削。最尖锐的部分通常采用手工去毛刺。从热成型到铣削的大多数过程都是自动进行的。但是：“然而，由于偶尔会出现复杂的几何形状和高度相关的编程工作，手工去毛刺更有利可图”，Singleplast 的两位董事总经理之一 Andreas Single 先生说道。“当然，我们也非常关注与自动化和‘工业 4.0’相关的所有主题，并且持续投资于我们的机床。然而，最终，投资也必须是有利可图的”，Single 先生继续说道。

对于 CNC 加工，Singleplast 几乎只使用 HG GRIMME SysTech GmbH（德国 Wiedergeltingen）的龙门架或旋转台设计机床，其专门配备有 NUM 的驱动器和控制器。近年来，机床加工中心的规模大大增加。仅在 2018 年，就购置了四台新机床，或将旧机床更换为更新、更强大的型号，投入运行的 HG GRIMME CNC 铣床总数超过 20 台。随后在 2019 年春季建立

了另一个加工中心。这确保继续按时执行越来越多的生产订单，并在未来交付给客户。自 20 世纪 90 年代初以来，Singleplast 便一直在使用 NUM 产品。



CNC 龙门架铣床 HG Grimme PSF。



Singleplast 赫福德公司场所视图。



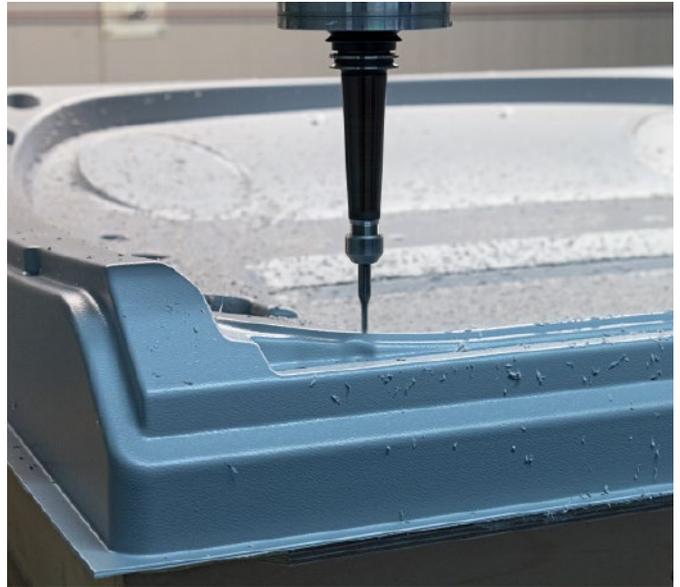
NUM Flexium+ 系统的远程控制面板 FS122 和机床控制面板 MP04。

除了使用四核工业 PC、windows 10 操作系统和远程控制面板的当前 Flexium+ 控制系统外，NUM 较旧的 CNC 控制系统（如 1000 系列的模拟控制器）也在日常使用中。Single 先生补充道：“从一开始我们就在处理控制系统，并且一直很顺利。”

如今，Singleplast 在赫尔福德总部拥有约 150 名员工，为各种行业领域提供服务，包括工业卡车、工件运输车 and 内部运输系统的的客舱结构，自动售货机行业，供暖和卫生行业，以及医院治疗床和病床制造商。Singleplast 拥有超过 4,500 种不同的工件夹具，可用于加工各种零件。在交付前，可代客户将成品零件临时存储在公司自己的高架仓库中。为了满足客户的质量要求，Singleplast 还获得了 ISO 9001n 认证。

此外，Singleplast 非常重视材料的可持续性，回收利用和资源节约。为了满足自身的电力需求并减少 CO<sub>2</sub> 排放，Singleplast 使用集成了 1,270 个模块的自有大型光伏系统。过剩的能量被输入电网。NUM 在其位于图芬的总部和位于意大利的生产工厂也采用了这种方法。

机床制造商（在本例中为 HG GRIMME SysTech GmbH）和专业供应商 NUM 之间的成功合作体现在终端用户 Singleplast 的示例中：作为满意的客户，这些机床已经使用了数十年并日复一日地证明它们的性能。



详细视图：铣刀正在加工用于挖掘机的塑料产品。



左起：Singleplast Wilfred Single GmbH 董事总经理 Andreas Single 先生，NUM 德国销售工程师 Bernhard Simon 先生。

# 合作实现成本设计目标



## RGI FRANCE

Créateur de machines-outils



米其林轮胎先生是世界上最著名的标志之一。在任何一个有轮胎的地方，大多数人都会知道如何将米其林和它的产品质量与“必比登”联系起来。另一方面，米其林几十年来一直信任 NUM 的事实却鲜为人知。

质量体现在细节上，米其林深知这一点——对橡胶和结构质量与轮胎侧壁的细节给予同等的重视。这使得某些轮胎甚至产生了“天鹅绒般的触感”。

轮胎在模具内烘烤。它由胎面的几个相邻元件和侧壁的两个复曲面侧面构成。正是这两个部分的雕刻工艺激发了我们的兴趣。

即使刀具直径只有几毫米，雕刻和机加工材料的质量也需要严格的设计，高刚性和高效控制。最初的纯米其林设计机床一直由 NUM 1060 控制系统控制。多年来，已经进行了各种改进。对于当前版本 (CN5S)，米其林已经与位于 Mecanic Valley 的 St Cere 的 RGI France 公司合作审查了设计。这家 100% 法国公司生产标准机床和适应客户特殊需求的机床。在 RGI France 接替 RGI 时，RGI 已经与米其林公司建立了长期而富有成效的合作关系，为米其林公司改装或供应用于生产雪地轮胎电极或插入件的机床。研究目的在于成本设计，使优化成本成为可能，同时进一步提高性能。NUM 当然也参与了这个过程，并且该系统很快被证明是管

理整个过程的正确解决方案。该研究还包括与标准机床的比较，结果证明所选择的解决方案是最有效的。

机床的五个轴加速度可达  $5 \text{ m/s}^2$ ，由四个传统电机和一个力矩电机驱动，全部由配备 SAMX 安全模块的 NUMDrive X 驱动器控制；由一个  $40,000 \text{ rpm}$  的电主轴完成组装。除了它们提供的安全性之外，这些 SAMX 模块与 NUMSafe 功能相结合，将进一步提高生产性能，因为可以在保护外壳打开的情况下执行操作，而无需关闭电源。PLC 由盒式 PC 系统管理，机床上的另外一台 PC 管理米其林自己的加工管理和监督操作。22 英寸纵向屏幕同时显示米其林 HMI 和 NUM HMI，其中包含 RGI France 专属页面。

让 NUM 作为这台机床的自动化供应商是一个简单的选择。应该指出的是，从美国到泰国有 20 多台相同的机床。但 NUM 一直维持着始终如一的系统可靠性和支持质量；此外，正如米其林原型项目经理 Boët 先生所指出的：“我们很重视产品的易用性，以及零件程序后续版本之间的兼容性”。

这当然不是与 NUM 合作的唯一原因。RGI France 和米其林都非常青睐这种贴近且高品质的合作关系，这确保能够充分利用 Flexium+ 自有的功能。对此，RGI France 主管 Lachat 先生表示，他从未遇到过任何 NUM 设备无法解决的挑战。“Flexium+ 系统的最新发展使其能够实



天鹅绒般的轮胎质感。



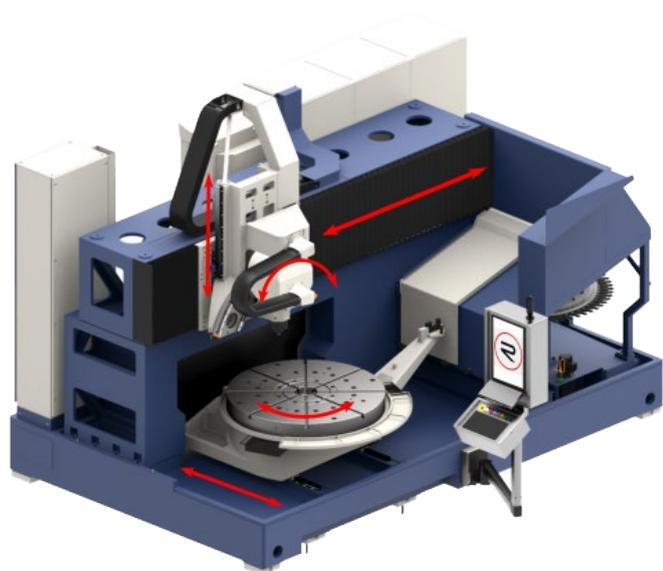
左起: RGI France 商务工程师 Jérôme Ricordeau; 米其林维修技师 Krzysztof Fokow; 米其林项目经理 Nicolas Boët; NUM 法国销售工程师 Gilles Gouraud。



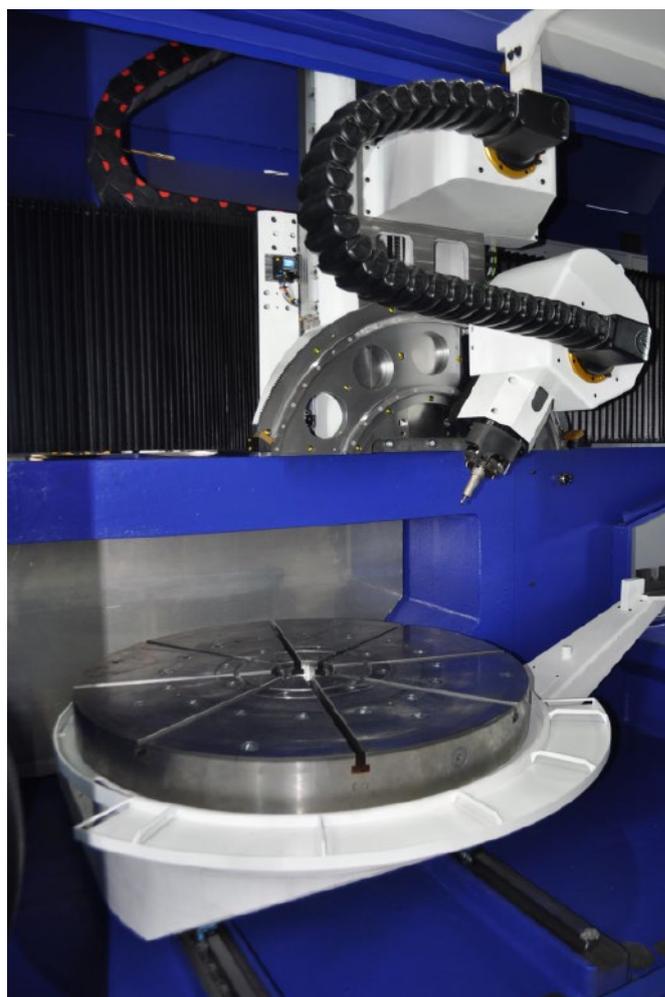
机床面板，同时显示两个应用程序页面。

现先进的润滑功能，减少环境污染，同时提高导轨和轴承的使用寿命。我们还注意到驱动器的质量和 NUM 对优化性能和消除寄生谐振的出色支持，这是实现更高生产率的另一个要点。”最后，为了在机床的整个使用寿命期间保持这种性能，将在此生命周期中提供性能监控功能，在潜在的机械问题产生任何不利影响之前进行检测，具体可查看本期 NUMinformation 的相关内容。

客户、制造商和 NUM 之间的这一合作关系并非特例。它完全符合公司的理念，即为每个人提供必要的工具，以充分发挥他们的特定优势。欢迎随时与您的联系人交谈，他们将非常乐意为您提供这方面的协助。



机床轴概览。



雕刻头特写镜头。

# 70吨，高空作业



我们并不总是会考虑火车或有轨电车等轨道车辆上使用的车轮和轴的磨损情况。秋日落叶、紧急制动、震动——所有这些都留在轴金属上留下痕迹。然而，这是第一个安全组件，这就是为什么这些元件需要谨慎处理和维修。

为了确保这种维护，位于巴黎东北部 Noisy le Sec 的 SNCF 技术中心刚刚装备了一台新的 Koltech 不落轮对车床，其特点是可以加工 Tram-Trains（电车 - 火车系统）。实际上，随着城市的扩展，有轨电车不仅需要城市网络，还需要使用附近的铁路网络，现在能够在两种类型的轨道上运行的车辆。它们通常被称为 Tram-Trains（电车——火车系统），而位于巴黎东北部的新的 T4 电车就是其中之一。

不落轮对车床始终是一台令人印象深刻的机床。想象一下，在一个深邃的地坑内，七十吨的有轨电车，或者四百吨的 TGV（高速列车），慢慢地越过你的头顶，停在前面一点的位置，将一个轴定位在四个滚轮上；然后一米多长度的轨道消失，火车的这一部分仅由滚轮支撑，滚轮将带动轴旋转，使其恢复正常。

加工顺序从识别轴和车轮的轮廓开始，之后加工循环将测量每个车轮的直径及其间距。然后，操作员可以访问某些参数来优化它们，并定义加工顺序以使轮廓恢复到所需的公差范围内。型材的生产要求很高的精度。轨道车辆的车轮轮廓略微呈锥形，并且在一侧具有凸缘，以使它们保持在轨道上。还有少量的轴向游隙。当轨道车辆绕轨道的弯道行进时，轮廓的斜面意味着轴上的两个车轮与轨道表面的直径略有不同，因此能够适应所需的速度差。此功能还允许直径差异有轻微的公差，从而优化材料的去除。加工操作由几个阶段组成，操作员可以选择执行顺序，但是应用程序确保在所有阶段都已成功执行后，操作才被视为完成。

SNCF 长期以来一直信任 NUM 的设备。在改造期间，SNCF 专业技术中心定义了一种完美适应此类加工的操作模式和人体工程学。这种操作模式最初是在 NUM 1060 数控系统上开发的，被应用到维修车间的数十台机床上。当然，它在改进后还考虑到控制系统性能的提高，但理念仍然保持不变。



有轨电车定位后操作员的位置视图。



# 用现代化的 5 轴棒材加工中心征服新市场

# elumatec



elumatec AG 是制造铝、塑料和钢型材加工机床的全球市场领导者。凭借广泛的产品系列，该公司涵盖了从小型工匠到工业型材加工商的整个用户范围。量身定制的模块化机床概念，始终为所有客户群提供灵活的个性化行业解决方案。公司总部位于斯瓦比亚的 Mühlacker（位于德国卡尔斯鲁厄和斯图加特之间），成立于 1928 年，在 50 多个国家拥有子公司和经销商，在全球拥有 700 多名员工，2018 年的综合销售额超过 1.3 亿欧元。

Elumatec 凭借各种适用于中小企业贸易公司的机床而闻名，如小型棒材加工中心、双斜切锯、角接压力机、铣床和 4 轴加工中心。20 世纪 60 年代，公司开始致力于各种材料的型材加工，为公司的成功奠定了基础。

2006 年，elumatec 推出了 SBZ 151 棒材加工中心，用于铝和薄壁钢型材的柔性高效加工。借此，公司还首次涉足机床领域，为工业企业服务，并迅速取得巨大成功！如今，加工中心用于建造窗户、外墙、火车、山区铁路、车身、船桅杆、卡车上部结构、摩托车、灯具、足球门柱、办公家具等。它们还用于制造标志性建筑的材料，如阿布扎比的卢浮宫和韩国最高的建筑——乐天世界大厦（高度为 555 米，目前在世界最高建筑排名中位居第五）。这两座建筑都采用了在配备 NUM Flexium+ 控制系统的 SBZ 151 机床上生产的材料。

Elumatec 和 NUM 之间的合作始于 2002 年，当时开发了一台原型机。在大约一年的时间内，对来自不同制造商的组件进行了比较和分析。最

终，如 elumatec AG 软件开发人员 Oliver Guigas 所述：“没有哪个控制器比 NUM 的 Axiom 控制器拥有更好的性能”。对这种机床类型的要求来自市场上的客户——他们需要一个国际知名的控制系统。

与此同时，棒材加工中心在机械和控制技术上都得到了进一步的发展和升级。2015 年，Flexium+ 68 取代了 Axiom 系统，现在成为这类机床的专用控制器。根据 elumatec AG 电气设计主管 Stefan Schweikert 的说法：“Flexium+ 和集成安全系统为我们提供了一个‘独特卖点’——我们可以有效地利用控制系统提供的许多功能。”

例如，Safe CAM（安全 cams）是控制系统内的安全功能。这消除了对外部传感器的需求，并允许定义安全工作区域。在 SBZ151 中，结合 SLS（安全限速），通过同时加工和装载可以明显提高效率。由于 NUM 控制系统的开放性，客户特定的要求也可以快速实现。通过将先前用硬件实现的功能重新定位到软件，可以通过模块化编程实现非常高的灵活性。



elumatec 的 SBZ 151 Edition 90 棒材加工中心。



NUM 的 FS154i P2 控制面板（带 SSD 和四核处理器）和 MPo6 机床控制面板。

“借助‘单电缆’电机，布线成本远低于过去。这是一个“巨大的突破”，最终节省了时间和金钱”，elumatec AG 电气设计师 Werner Münsinger 补充道。与早期版本相比，“单电缆”电机还可以降低故障发生率。“定期技术会议也确保了 elumatec 和 NUM 的同步。会议主题总是准备得很充分，助力 elumatec 找到高质量、高效的解决方案。” elumatec AG 软件开发主管 Felix Schlachter 先生补充道。

## SBZ 151 Edition 90

5 轴 SBZ 151 棒材加工中心经过重新设计，以纪念 elumatec 成立 90 周年，现在作为 'Edition 90' 提供。该机床的特点是改进了夹具，采用新一代计算机，优化了控制和调节器技术以及经过认证的驱动集成安全功能，并由 NUM 的 Flexium+ 68 CNC 系统控制。

SBZ 151 Edition 90 可作为标准件订购，具有以下加工长度：

- 6.0m
- 7.3m
- 9.0m
- 10.3m
- 12.0m
- 13.3m
- 15.0m
- 16.3m

凭借模块化概念，可根据要求提供更长的版本。

- 上述加工长度对应于 X 轴的相应行程路径，最大行程速度为 66m/min。
- X、Y 和 Z 轴的定位精度为  $\pm 0.1$  mm/m，A 轴和 C 轴的定位精度为  $\pm 0.1^\circ$ 。
- 最大主轴转速：24,000 1/min
- 主轴功率：20 kW S1
- 右侧换刀：20 个刀位（13 个标准刀具和 7 个专用刀具）
- 左侧换刀：一个直径为 500mm 的锯片（400mm 可选）。
- 最大刀具直径：100 mm
- 自动夹具定位，带绝对测量系统。
- 两个独立的加工区域允许以摆锤模式进行加工。通过安全栅栏和挡光板进行操作保护。
- 经过认证的驱动集成安全功能
  - ST0 = 安全扭矩切断
  - SS2 = 安全停机 2
  - SLS = 安全限速
  - SCA = 安全 CAM

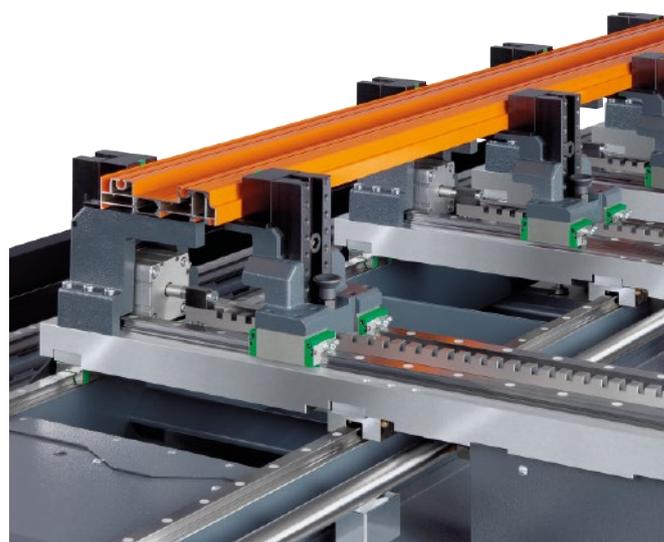


控制柜详细视图：Flexium+ 68 CNC 系统，配备集成了安全解决方案的 NUMDrive X。

更多内容请查看后续两页 →

用现代化的 5 轴棒材加工中心征服新市场

**elumatec**



SBZ 151 Edition 90 的详细视图。



右起: elumatec AG 电气设计主管 Stefan Schweikert 先生, 软件开发人员 Oliver Guigas 先生和 elumatec AG 电气设计师 Werner Münsinger 先生, elumatec AG 软件开发主管 Felix Schlachter 先生和 NUM 股份有限公司董事总经理 Christian Unger 先生。

## eluCloud 工业 4.0 应用程序

通过 eluCloud, elumatec 提供了工业 4.0 解决方案, 为用户实时提供大量的机床和生产数据。Felix Schlachter 表示: “特别是完全支持 eluCloud 的 SBZ 151, 解决方案需求量大, 时间紧迫”。优势显而易见: 在任何时间和理论上从任何地方, 都可以看到生产中正在发生或已经发生的事情 —— 例如在特定的班次中 —— 这得益于个性化的报告。轮班主管喜欢频繁使用该应用程序。Schlachter 先生补充道: “我们越来越多地收到业界对机床数据采集的要求, 包括主轴运行时间、产能利用率监控、机器正常运行时间和停机时间等功能。”

GUI (图形用户界面) 的外观非常现代化、模块化并且可以直观地操作。可以使用简单的拖放操作, 根据个人需求编译报告。可以通过导入功能将预定义的 Excel 模板导入报告工具。可使用过滤器, 将数据收集限定为特定班次、机床或工作日。

eluCloud 是 elumatec 和 elusoft (一家位于巴登 —— 符腾堡州 Dettenhausen 的子公司) 的联合解决方案, 用于机床数据采集和数据分析。

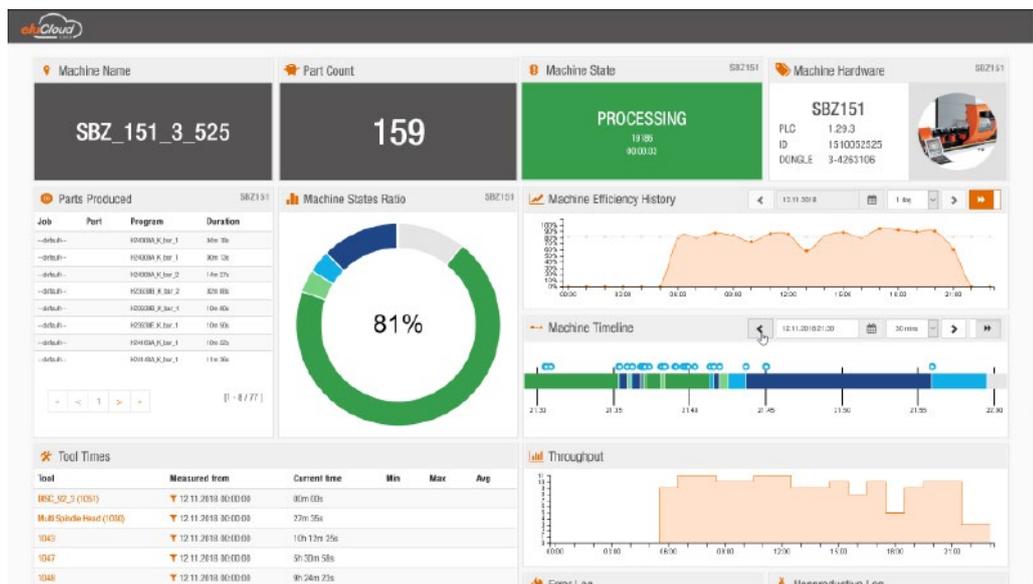
该软件包含四个模块:

- eluCloud —— 监控器  
采集机床数据
- eluCloud —— 服务器  
存储和准备用于评估的数据
- eluCloud —— 分析  
分析数据和详细评估
- eluCloud —— API  
与机床数据池和已创建分析的接口

“Flexium+ 的出现正是时候。由于 Flexium+ 提供 FXServer, 将 SBZ 151 连接到 eluCloud 相对简单。我们的云解决方案为客户创造了附加值, 从而提高了生产力并实现了流程优化。” Felix Schlachter 先生总结道。



eluCloud: 机床数据采集, 用于多功能、个性化数据分析。



eluCloud 应用程序的屏幕截图: SBZ 151 的机床统计。

# NUM 协助开发创新的磨料水刀切割系统



在 NUM 的帮助下，开姆尼茨技术大学的一家初创公司将采用悬浮技术的磨料水刀切割推向 CNC 机床市场。与传统水刀切割机相比，该技术具有更高的效率和质量，其定位似乎是介于激光切割和喷射器水刀切割之间的冷切割过程。NUM 的灵活开放式控制系统为磨料射束的产生提供了最佳条件——这种切割技术迄今尚未在工业制造应用中出现过。

“我们的目标是基于悬浮技术建立一个紧凑型磨料水刀切割系统，与采用喷射器技术的传统水刀切割机相比，该系统功能更强大，同时更高效。我们已经取得了成功。”NOVAJET 初创公司的联合创始人兼董事总经理 Markus Dittrich 说道。他目前还是开姆尼茨技术大学机床和生产工艺研究所 (IWP) 的研究员。目的是开发一种精细喷砂系统，专注于直径小于 0.4 mm 的射束，并进行优化，以便从难以加工的材料（如陶瓷或碳化钨）生产小型精密组件。随着这一发展，创始人在技术上开辟了新天地——这种机床尚不存在，控制系统目前仍在开发中。由于在设置任何原型系统的过程中，优化和硬件更改非常普遍，因此创始人选择了灵活且开放的 NUM 控制系统。

## 从喷射器到悬浮技术

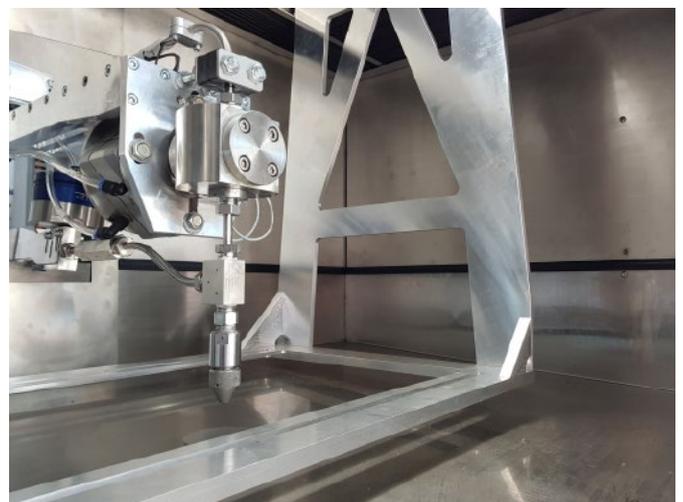
首先是一项关于 3D 磨料水刀切割的研究项目，射流直径约为 0.3mm。“我们发现，采用传统喷射器技术的射流切割功率随射流直径的减小呈指数级下降。最后，我们只能切割薄金属板” Markus Dittrich 解释并同时提供技术说明：在传统的磨料水刀系统中，水的压力为 3,000 至 6,000 巴，并通过水喷嘴进入混合室。这产生了真空，从存储容器吸入干磨料并使其随水射流一切运动。Dittrich 说道：“单从加速磨料来看，就会消耗最初引入水中的能量的 30% 左右”。此外，这种混合工艺将大量空气引入射流中，并且主要将磨料分布在射流的圆周上。这两个因素都降低了去除率。

替代方案是采用悬浮技术，这种磨料水刀切割技术到目前为止更多地用于粗糙应用，例如动力装置拆解。原则上，水和磨料在静止时混合形成悬浮液，在高压容器中加压，送入切割喷嘴并形成高速切割射流。开姆尼茨技术大学与工业项目合作伙伴 ANT AG 和 ATECH GmbH 的一个后续项目已经证明，这种技术有可能用于机床。“与喷射器工艺相比，性能提升可高达 340%”，Dittrich 总结了结果。实际上：在 1400 巴的压力和相同的条件下，测试表明，与 3000 巴的喷射器技术相比，切割速度快三倍以上。还有陶瓷。这也是由于喷射质量，因为喷射是无空气的，磨料分布在射流核心。在悬浮切割期间，即使典型的水射流角度误差也明显较小，并且在测试中已经实现了 0.2mm 的射流直径。

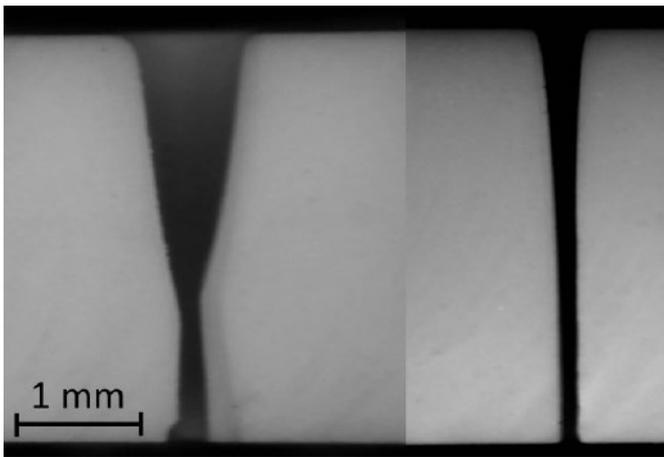
## 工业机床

系统还将进一步优化。该设备设计非常紧凑，在第一个扩展阶段之后，所有组件——从高压泵到高压罐，再到工作台和切割系统——都安装在共同包层后面的单个框架中。机床在 1,500 bar 水压下运行，350 mm x 510 mm 工作台足以精密制造小型零件。高压罐的设计确保在一次充填和 0.4mm 的射流直径下，可以实现大约 20 分钟的纯切割时间。然后，在最终开发阶段，容器将自动卸料，重新充填并再次加压。然而，在高压范围内，系统比悬浮技术的原理所显示的更复杂。例如，来自高压泵的纯水主流道与来自高压罐的次悬浮流道耦合。然而，射流的均匀组成需要更复杂的控制技术。“我们有很多阀门必须相互匹配。”还有一个集成的高压泵。我们拥有过程监控系统，可以监控射流和磨料混合物本身以及高压罐”，Markus Dittrich 说道。这些监控系统在喷射器技术中不存在，因此没有现成的控制系统将来自监控系统的信号转换为整个系统的调节输入。

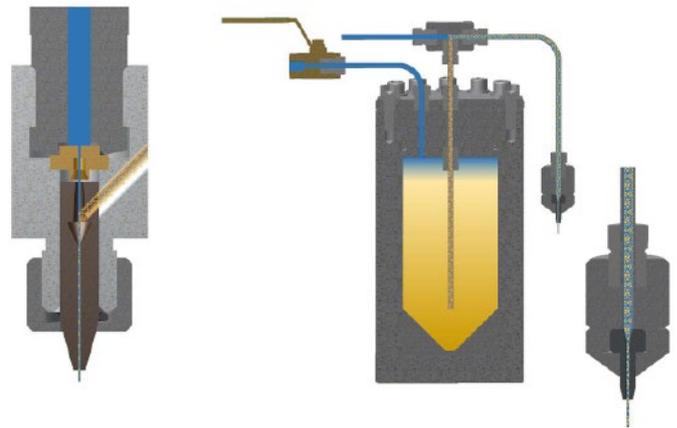
“对于控制系统的选择，对我们来说非常重要，从一开始的低压水到轴控制和自动充填，再到最后的切割头，都是通过控制系统来运行的。



NOVAJET 水刀切割系统的工作区域。



使用喷射器技术（左）和悬浮技术（右），通过相同的泵性能切割氧化铝后的切缝比较。



在喷射器技术中，水在压力下通过喷嘴进入混合室，在混合室中产生真空，吸入并加速磨料。在悬浮技术中，将水和磨料混合，然后一起加压。

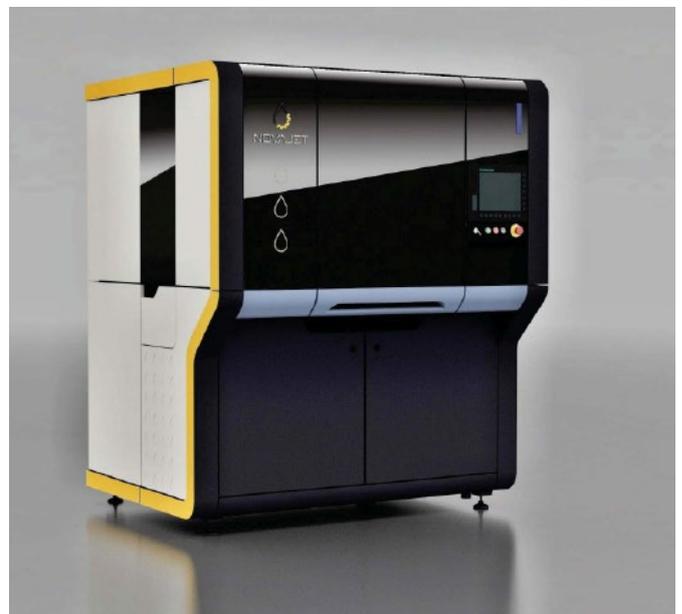
在最坏的情况下，切割头监控发出需要重新调整高压泵的信号。在后台建立这些链接对我们的技术至关重要”，Markus Dittrich 说道。

NOVAJET 选择使用 NUM 的 CNC 平台有几个原因。首先，在高性能材料行业的目标市场中，NUM 控制系统是磨床的标准配置；其次，市场上已经有配备 NUM 控制系统的水刀切割系统，这意味着有适当配置的组件可用于水刀切割；第三，NUM 提供从 PC 到面板，从 CNC 控制器到驱动器和电机的完整方案包。不要忘记还有工程服务的支持。

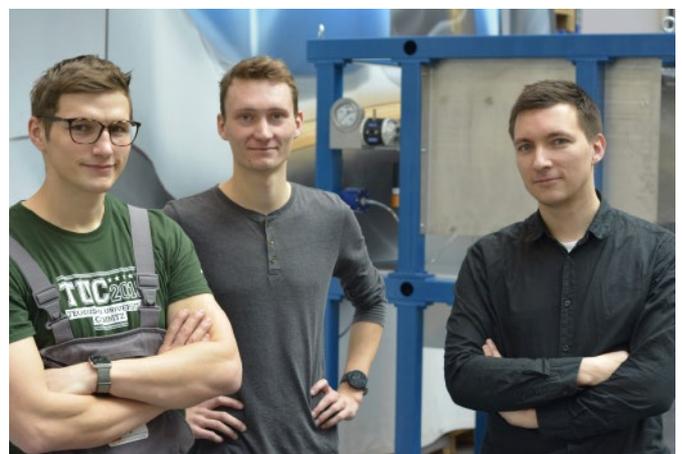
#### 良好的调试经验

即使在启动阶段，也证明选择 NUM 的决定是正确的。NUM 员工在开姆尼茨花了两天时间来调试电机，以便快速安装驱动器。凭借从为期一周的培训课程中获得的知识，创始人能够在 14 天内完成剩余的调试。“但是，我们一直可以选择电话支持服务。然后，同事们使用 TeamViewer 登录系统。我们能够相对轻松地消除所有困难。”负责技术部分的联合创始人 Stefan Seidel 说道。在设备施工阶段，也证明反应循环的编程并不复杂。但是，重点是直接访问控制系统 NC 的选项。

“在调试期间，我们一直注意到我们需要改变或调整的细节”，Dittrich 说道。“然后，当然，我们还必须调整控制。如果我们被迫依赖于控制器制造商，他们负责每次更改或需要大型迭代循环，那么这个项目就会陷入困境”，Markus Dittrich 总结道。



采用悬浮技术的磨料水刀切割系统的设计草案。



初创团队，右起：Markus Dittrich, Stefan Seidel 和 Stephan Richter。

# 将计算机科学与生产相结合的智能软件



总体而言，我们今天所理解的“工业 4.0”的大部分内容在 **Innovative CAM AG** 已经存在、发展和传播了几十年，除了云和类似的在线服务，当然这在当时并不存在。公司名称也是该项目的重要组成部分：“CAM”代表“计算机辅助制造”，这正是这家位于伯尔尼（瑞士）**Nidau** 的公司一直致力于的目标。重点是信息技术与生产的结合。如今，它的业务活动基于三大支柱：**SpaceClaim**，**Esprit** 和 **iCAMNet**。

**ANSYS 的 SpaceClaim** 是一个多功能的 3D 建模工具，可用于跨部门创建和编辑精确的 3D 数据。该软件的一个主要优点是使用简单，因此即使是非专家也可以轻松创建 3D 模型。**DP Technology 的 Esprit** 作为 CAM 软件在业界应用广泛且颇具规模，可以对任何机床进行编程，包括 2 到 5 轴铣削和钻孔，2 到 22 轴车削，2 到 5 轴线切割和多任务铣床（带或不带 B 轴）。

这两个支柱合计占 **Innovative CAM AG** 销售额的 50% 左右。公司作为经销商，提供支持和培训。凭借多年积累的知识，**Esprit** 项目在 20 年左右的时间里七次达到世界最高销售额——并且还是在相对较小的瑞士市场——也就不足为奇了！

公司营业额的另一半来自第三大支柱：**iCAMNet**。该软件于 2010 年在市场上推出；它由 **Innovative CAM AG** 自主开发，将生产环境中出现的所有服务集成到一个共同标准。**iCAMNet** 包括 **DNCNet**，它一方面自动检查 NC 程序的变化，另一方面管理和保护所有与零件相关的文档。其结果是简化了工作，减少了故障。所有的事务和变更都被记录下来，以确

保完整的可跟踪性。因此，**iCAMNet** 是一种记录制造系统整体效率的整体工具，也可用于不同制造商的几代 CNC 机床（带和不带 PC）。

因此，该车间监控的开始可以被描述为“工业 4.0 的早期版本”。如今，云解决方案当然也可用。**Innovative CAM AG** 董事总经理 **Daniel Vez** 评论道：“业界长期以来一直呼吁建立互联网连接。但是，我们目前看到了一个大转变：出于安全原因，我们的许多客户明确表示不希望将他们的机床连接到互联网。”因此，这些机床不直接连接到互联网，而是与专用服务器通信。服务器本身可能连接也可能不连接到互联网，具体取决于配置和客户要求。

在车间，所有对客户重要的机床数据和状态都被监控和记录。因此，可以实时——或稍后以报告形式——查看各个机床的性能。以下只是几个评估示例——列表当然可以广泛扩展：

- 哪台机床生产哪个工件？
- 哪种刀具很快就会变钝，必须更换或重新研磨？
- 哪台机床不运行——为什么（错误、维护、缺料、门打开……）？
- 正在加工哪个批次（可追溯性，例如医疗行业）？
- 与其他机床相比，XYZ 机床停止运行多久了？
- 每个班次表现如何，例如白班 / 晚班有差异吗？
- ...

在以下情况下，**iCAMNet** 提供跨制造商和跨代优势：

- 机床中心由数字和模拟控制的 CNC 机床组成。专门开发的终端还允许将模拟机床集成到 **iCAMNet** 中，并与车间监控系统中的新机床一起进行评估。
- 机床中心由来自不同制造商的机床组成。作为独立于平台的供应商，这些机床可以通过预定义的接口连接到 **iCAMNet**，从而实现同步监控。



模拟 CNC 机床上的终端，用于连接 **iCAMNet**。



机床编号	状态	机床编号	状态
1	生产	7	关闭
2	维护	8	生产
3	设置	9	非运行
4	生产	10	生产
5	生产	11	生产
6	生产	12	非运行

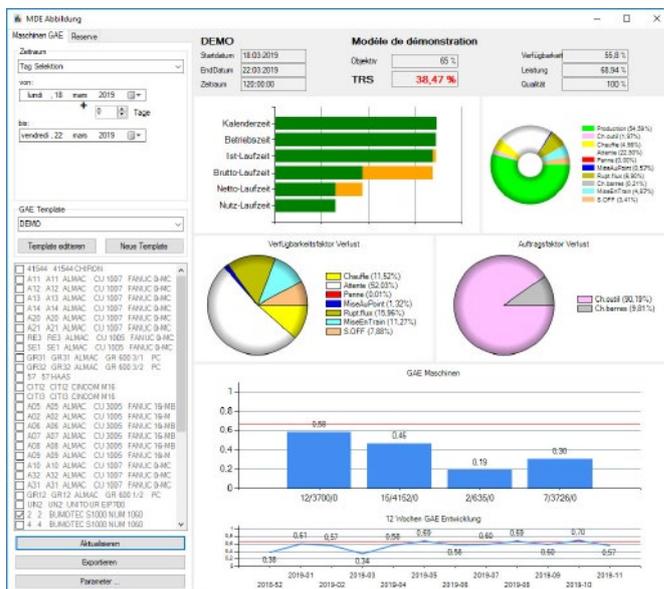
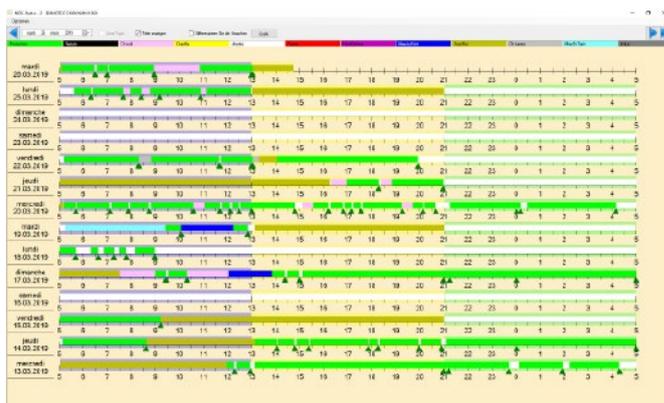
目标很明确：优化所有车间流程。与 ERP 系统（例如 SAP）的接口，以及报警选项（SMS，电子邮件等）也可用于此目的。

Innovative CAM AG 和 NUM AG 之间的第一次合作可以追溯到大约 20 年前，涉及到一台自动生产线。Vez 先生回忆：“即使在那时，合作也非常愉快。例如，如果您遇到有关 NUM 760 控制器的问题或疑问，可以通过 NUM 服务快速轻松地获得帮助。”对瑞士客户来说，这两家公司能够合作开发出定制解决方案，将 iCAMNet 集成到 Flexium + 的 HMI 中——这是 NUM 提供的适应性开放系统的优势的典型示例。

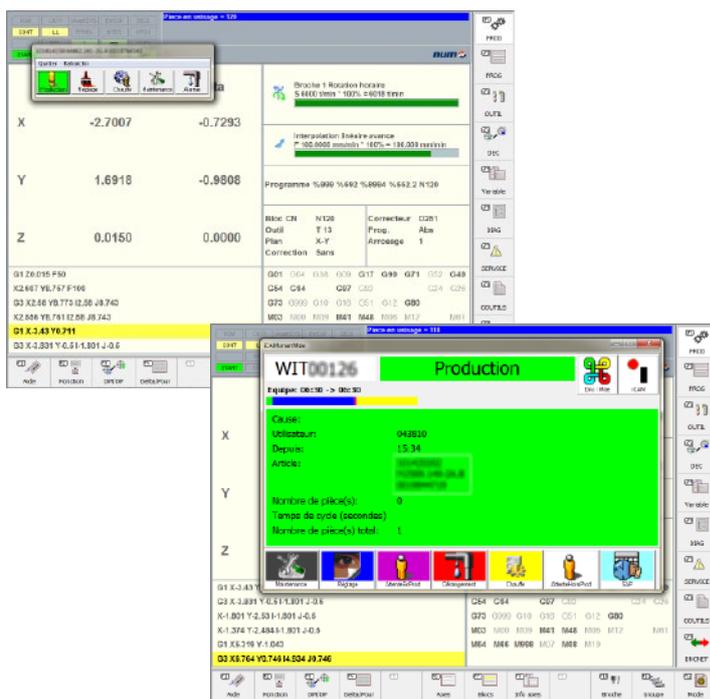
Innovative CAM AG 成立于 1991 年 4 月，是从位于比尔的机床制造商 Mikron 的“软件工程”部门独立出来的（Mikron 后来发展为 Georg Fischer AG）。今天，以董事总经理 Daniel Vez 为中心的团队由 15 名员工组成，分布于三个场所。总部位于比尔附近的 Nidau。比尔与 Le Locle, Grenchen 和 La Chaux-de-Fonds 一起，是瑞士钟表行业的名城之一。Innovative CAM AG 在业界占据了约 40% 的营业额。此外，国际客户群包括机床行业和医疗技术领域的诸多知名公司。

Innovative CAM AG 和 Swissmechanic Training AG 于 2017 年以“机械展示车间，从基础培训到工业 4.0 应用”为主题展开合作。目标是对员工和专家进行有针对性的培训和进一步教育，以及在特定的货币相关困难条件下加强该行业的竞争力。

生产机床（实时）生产概览/控制站图示。



生产评估示例。



iCAMNet 集成到 NUM HMI (2 种变量)。

# 工业 4.0 —— TechniControl 和 NUM 实现了 ERP 系统和生产之间的联系



工业 4.0 对于 TechniControl 和 NUM 来说并不是一个新领域。TechniControl 代表过程自动化和生产控制领域的顶尖技术，NUM 代表 CNC 高端应用。具备这些合格的先决条件，就可以实现与 ERP 系统的连接，全自动生成 ISO 代码数据，并在后续传输 (NUM IsoTrans) 到 CNC 机床。同时，优化了加工顺序，提高了生产速度，显著缩短了等待时间。

TechniControl Informatik GmbH 为制造业提供完整的系统以及个性化解决方案和服务。近 20 年来，TechniControl 及其员工一直在 SCADA 级别上控制、优化和可视化工业流程。公司总部位于德国凯泽斯劳滕南部的 Schmalenberg。多年的经验和先进的软件模块的使用，使开发人员能够在最短的时间内实现复杂的专用解决方案。公司的目标是提供一个高效和强大的软件结构，以实现集成的生产过程，甚至批量大小为 1，也能完全自动化。

TechniControl 和 NUM 已经实现了 ERP 系统和 CNC 机床之间的连接。在机床运行时，数据记录的自动处理在后台进行。通过控制系统软件，以图形方式向操作员显示当前工件上的各个加工操作。详细顺序如下：从生产订单的数据记录中，TechniControl 直接从 ERP 系统的订单池为每个零件生成一个作业文件，并将其及时传输到机床的 IPC (工业 PC)。此作业文件用于为 NUM Flexium+ 机床控制系统生成 ISO 代码。完全自动分析控制系统的作业文件。另外，还计算优化的加工序列，并由此生成路径优化的 ISO 程序代码。所有加工步骤可以通过四个定义的基本几何形状灵活地组合。CNC 机床的 ISO 代码使用 NUM 新开发的 IsoTrans 程序生成，并通过 FXServer 从后处理器传输到机床控制系统。例如，奥地利 STM Stein-Moser GmbH 的水刀切割机便是采用这种方法，它可以精确、完全自动地切割绝缘材料。这是一台 5 轴水刀切割机，配有 NUM Flexium+ 68 CNC 控制系统和 NUM 工业 PC。

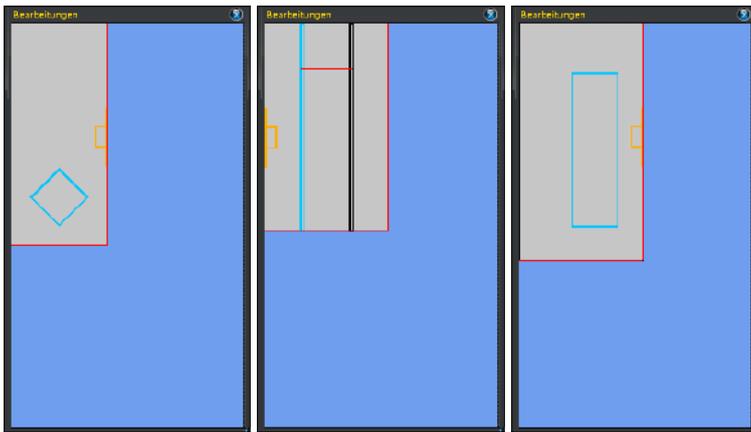
在深加工过程中，切割的绝缘材料与其他单独的零件一起深加工，其中一些零件在不同的生产工厂和不同的机床中制造。因此，加工工件的精度和深加工的全自动工艺是至关重要的。根据 ERP 系统的订单，TechniControl 会生成一个唯一的 ID 号，以保证质量，并确保产品的完全可追溯性，并将其作为标签贴在各个零件上。

网络优化功能还具有避免重复切割的特殊功能，并产生一个连续的切割路径。因此可以避免切割喷嘴的不必要的切割和多余的重新定位，这保证了加工时间的大幅减少。根据配置和要求，可以使用 NUM IsoTrans

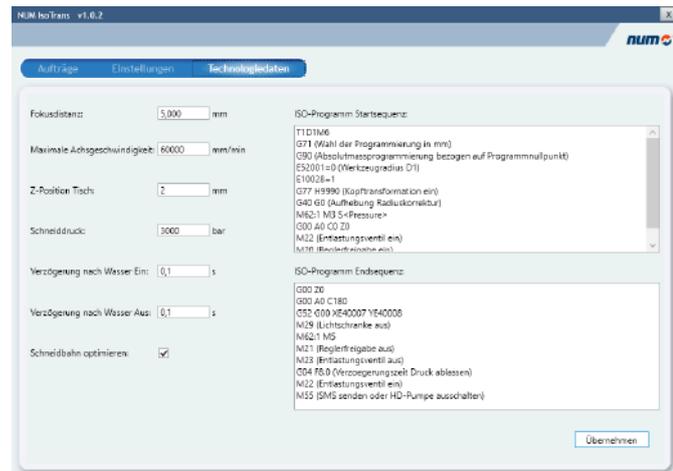


Stein-Moser 水刀切割机

应用程序自动选择最佳切割路径 —— 甚至批量大小为 1。这种现代通信技术将整个生产过程联系起来。机床操作员无需等待，整个生产过程不会浪费时间。



制造过程中的不同加工工艺，具有不同的切割路径。



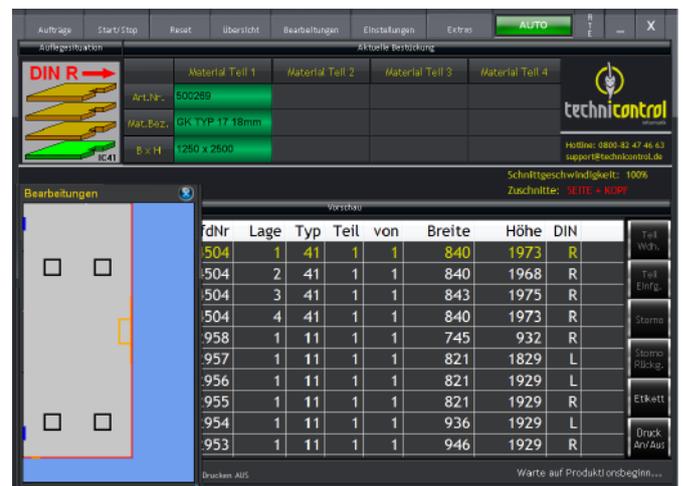
NUM IsoTrans 技术数据的屏幕截图。



通过工具提示显示当前流程步骤的状态消息。

NUM IsoTrans 从头到尾监控每个工件，并将作业状态的反馈发送到 PCS (过程控制系统)。如果在加工过程中出现错误，则机床上出现的所有消息都将发送到 PCS。PCS 使用此信息通知操作员生产进度并使工作流程不受干扰。在 NUM IsoTrans 的生产模式中，看不到用户界面。连接状态由托盘符号表示，机床操作员通过所谓的“工具提示”接收当前加工步骤的状态消息。用户界面可以通过托盘图标打开，并显示有关立即处理的订单以及已准备好的下一个订单的信息，并在必要时进行转换。消息历史记录提供上次处理的订单和事件的概述。可以通过设置页面定义常规设置，例如所需目录，CNC 程序编号等。可以通过附加选项卡定义技术数据，例如焦距、最大轴速度、Z 位置、切割压力和其他设置。

项目的出发点是单个生产的要求以及 TechniControl 对生产过程中涉及的关键分析和筛选。随后，与 NUM 一起讨论了可能的解决方案，并确定了项目进度表。通过开放、专业的沟通，双方可以快速克服挑战，并以目标为导向解决问题。“通过优化加工可以显著提高机床的性能效率”，TechniControl 的两位董事总经理之一 Stefan Velten 说道。TechniControl 的另外一个董事总经理 Viktor Horn 先生称赞并补充道：“一个亮点是调试。调试可以在半天内完成，而不是原计划的三天。这是调试的一个真实示例。”



ERP 系统中 TechniControl 数据集的屏幕截图。



右起: TechniControl 董事总经理 Viktor Horn 先生和 Stefan Velten 先生，与 NUM 德国应用主管 Daniel Uršič。

# NUM 助力台湾机床公司，实现机器人专用 渐开线齿轮和摆线齿轮的自动化生产



## CHIEN WEI

NUM 正在帮助台湾机床公司——建擘精密科技股份有限公司开发创新 CNC 磨床，用于制造机器人应用中的专用齿轮。建擘的新机床完全基于 NUM 的新一代 Flexium+ 68 CNC 平台，旨在加速渐开线和摆线轮廓精密齿轮的生产。纵览整个市场，它们是第一台能够处理两种类型齿廓的齿轮磨床。磨床有两个版本，分别用于内齿轮和外齿轮。

建擘精密科技股份有限公司成立于 1981 年，总部位于台湾高雄市南部的凤山区。最初，公司专注于精密机床的开发，如立式磨床、夹具磨床和加工中心，以及坐标测量机 (CMM)。随着时间的推移，公司开始涉足机器人自动化系统。

机器人系统通常使用配有渐开线齿轮的行星齿轮箱，或使用基于简化外旋转子和摆线定子组合的摆线传动装置。虽然行星齿轮箱历史悠久、应用广泛，但摆线传动装置大大减少了运动部件，并提供更有效的方法来实现极高的减速率。一个减速比为 200:1 的减速器通常需要三个行星齿轮箱和十二个运动的渐开线齿轮。而摆线传动装置仅需使用一个定子和一个转子，便可实现相同的减速比。然而，摆线齿轮制造困难且成本高昂。

2015 年，建擘决定通过开发自有齿轮磨床，在内部开展齿轮制造。通过生产自有齿轮箱，公司可以控制质量，缩短交货时间，降低成本。还可将齿轮箱出售给机床制造商，或许还能将机床本身出售给齿轮制造商。

最初，建擘的齿轮磨床基于其他机床上所使用的 Fanuc 系列 oi-MF CNC 系统，并结合 Mastercam CAD/CAM 软件和自有 CMM。但很快发现，摆线齿轮的齿廓复杂，CMM 数据不足以控制生产过程。另一个主要缺点是，有意向购买机床的客户还需要投资昂贵的 CAD/CAM 系统和额外的人力。

建擘总裁李先生表示：“我们很快作出了决定，我们需要的是一个从一开始就完全支持齿轮磨削的 CNC 系统，客户只需输入他们想要的齿轮参数，由 CNC 实时控制机床的修整和磨削过程的所有方面。NUM 是理想之选，因为它在数控齿轮磨削应用领域具有成熟的专业知识。该公司还愿意合作开发 CNC 系统，集成特定于应用的 HMI（人机界面）和各种专用控制功能。”

建擘的新一代齿轮磨床与 NUM 的新型轮廓磨削技术相结合，提供了在同一台机床上制造摆线和渐开线齿轮的能力和灵活性。

亚洲首席战略官兼 NUM 台湾总经理 Adrian Kiener 指出，该应用突显了 NUM 分散支持战略的重要性。“通过直接接触台湾本土以及世界上许

多其他国家和地区的 CNC 专家和广泛的开发设施，我们能够为客户提供快速响应服务，帮助他们显著缩短上市时间。此外，结合我们在瑞士的齿轮产品组的知识和经验，NUM 方案包得以完善。它包括用户界面、技术和计算，以及所有 NC 循环。”

建擘的内齿轮磨床是一台 9 轴机床。工件台安装在线性轴上，该轴朝着砂轮轴向移动，砂轮通过皮带驱动（由于齿轮内部的空间限制）并安装在由直线电机驱动的垂直轴上。砂轮旋转时，由线性轴带动上下运动，工件台则连续运动。齿轮的两个齿面同时被磨削。该机床还可以用于齿轮修整。在修整循环期间，整个刀头水平向右移动。一个对称的修整盘



建擘的新型齿轮磨床完全基于 NUM 的新一代 Flexium+ 68 CNC 平台。

沿砂轮外部轮廓在左齿面、右齿面和齿顶三个部位移动。可以对摆线和渐开线形状进行修整。

外齿轮磨床是一台 8 轴机床。在操作上与内齿轮磨床大致相似，它采用直接驱动砂轮。和内齿轮磨床一样，它也可以用于修整。但是，在这种情况下，齿隙形状可能是缩短的外摆线或渐开线。

可以在任一机床上手动校正齿轮齿形状。

两台机床均由 NUM Flexium+ 68 CNC 系统控制，配备 NUM Fs153i 触摸式操作面板。由 NUM 台湾和建暉联合开发的专用 HMI 控制磨削和修整循环，并且用户只需输入适当的参数即可完全指定所需的齿廓。可从 CAD 系统导入图形 DXF（图形交换格式）文件及将文件导出到 CAD 系统，该系统具有用于砂轮和工件的综合数据库。NC 程序完全自动生成，无需操作员干预。

正如 NUM 台湾销售经理 Johnny Wu 所指出的：“NUM 的开放式架构 CNC 平台，加上公司愿意与机床制造商合作开发特定应用的解决方案，是在选择 CNC 供应商时 NUM 脱颖而出的关键因素。”

## 面向机器人应用的 减速齿轮箱

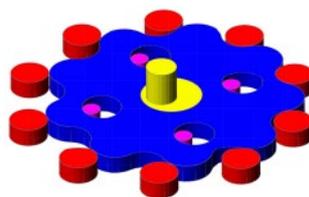
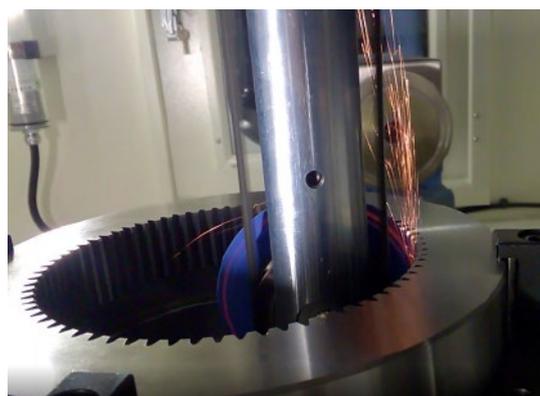
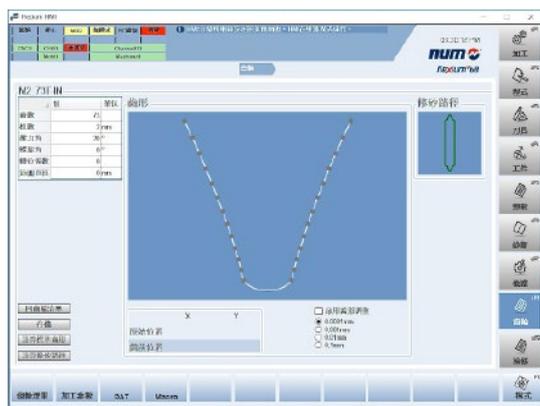
大多数机器人系统需要平稳、精确和高度可靠的低速运动。从一个以每分钟 1000 转的最佳转速运行的电机获得这种运动，必然涉及某种形式的减速齿轮箱。设计人员通常可以选择两种类型的减速齿轮箱——行星传动和摆线传动。

行星传动装置（或齿轮箱）在中心使用一个太阳齿轮，周围使用行星齿轮，全部嵌入一个环中。所有齿轮，包括环都具有渐开线轮廓。这类传动装置无处不在——它们被广泛应用于各种应用中，包括汽车和其他公路车辆，并且几乎世界上每个齿轮制造商都可生产。

另一种类型的减速齿轮传动装置是摆线齿轮箱。它没有太阳和行星齿轮，因此不是行星齿轮传动装置。相反地，摆线齿轮箱的中心具有一个或两个外部转子，并且使用一个内部定子作为环。

使用摆线齿轮的齿轮箱只有很少的运动部件，是目前最有效、最可靠的减速器之一。单个定子/转子组合可以适应高达 300:1 的减速比，并且可以提供超过 93% 的效率。

建暉的最新一代齿轮磨床采用 NUM 的新型轮廓磨削技术，现在齿轮制造商能够在同一台机床上生产摆线齿轮和渐开线齿轮。这显着提高了制造灵活性——无需更换机床，便可从一种齿轮切换到另一种齿轮的生产。



典型的摆线齿轮箱。

由 NUM 台湾和建暉联合开发的专用 HMI，用户只需输入适当的参数即可完全指定所需的齿廓。



典型的行星齿轮箱。



轮廓磨削后的内齿轮。

在建暉新机床上磨削内齿轮的渐开线轮廓。

# NUM Flexium+ CNC 平台助力金属板激光切割系统，实现 $\pm 10 \mu\text{m}$ 的卓越精度



**LEGEND LASER**



台湾机床制造商 Legend Laser Inc., 与 NUM 台湾公司合作开发了一款独特的多轴系统，用于薄金属板件的精密切割。该系统基于 NUM 最新一代 Flexium+ CNC 平台，结合了高动态性能直线电机和脉冲光纤激光器，专为在标准生产环境中全天候运行而设计。

Legend Laser 成立于 1995 年，专业设计和制造各种激光打标、微加工和微管加工系统。该公司最初专注于台湾本地和中国内地市场，如今客户遍布全球。其总部位于台湾北部新北市新庄区。

Legend Laser 的新型 SRC-610 精密金属板切割机是一种 3 轴系统，工作面积为  $1000 \times 600 \text{ mm}$ ，工作台上方向隙高度为  $150 \text{ mm}$ 。它安装在由一个大质量的坚固花岗岩底座和一个刚性的金属框架组成的高惯性平台上。为确保切割平滑、无毛刺，并防止薄金属工件的热变形，脉冲光纤激光器的功率输出与切割操作完全同步。该激光器的峰值输出功率为  $1.5 \text{ kW}$ ，可以切割厚度在  $20 \mu\text{m}$  ( $0.02 \text{ mm}$ ) 和  $1000 \mu\text{m}$  ( $1 \text{ mm}$ ) 之间的金属板，速度范围从几毫米每秒到几百毫米每秒不等。

除金属板外，SRC-610 还适用于陶瓷和蓝宝石板的切割和钻孔。由于系统具备高动态性能和连续可变的激光功率水平，因此可提供卓越的切割精度——在  $\pm 10 \mu\text{m}$  ( $10 \mu\text{m}$  或  $0.01 \text{ mm}$ ) 范围内。

系统的 X 轴和 Y 轴分别控制金属板工件和激光切割头横向移动，能够快速加速 / 减速和超精定位。两个轴都采用直线感应电机，由 NUM 的 NUMDrive X 伺服放大器驱动。



Legend Laser 的新型 SRC-610 精密金属板激光切割系统完全基于 NUM 的 Flexium+ CNC 平台。



利用 NUM Flexium 软件中独有的“动态操作”功能，精确控制激光切割头与工件之间的间隙。

Z 轴控制激光切割头的垂直高度，从而控制它与工件之间的间隙，其使用 NUM BHX 系列交流无刷伺服电机，同时也配有 NUMDrive X 伺服放大器。利用 NUM Flexium 软件中独有的“动态操作” (DO) 功能，可在整个切割过程中非常精确地控制激光切割头和工件之间的间隙。这使用了特殊的快速计算和通信设备，可将事件驱动的机床循环整合到实时 CNC 核心。

Legend Laser 总裁 Sherman Kuo 表示：“NUM 现在是我们的首选 CNC 供应商。其开放式架构 CNC 平台简化了系统集成，且公司积极与我们合作，从事机床的联合开发项目，这有助于大大缩短上市时间”。

本地技术支持也是一个重要因素，正如亚洲首席战略官兼 NUM 台湾总经理 Adrian Kiener 所指出的：“Legend Laser 的总部距离 NUM 台中市的办事处仅约 150 公里。通过直接接触台湾本土以及瑞士和世界其他战略位置的 CNC 专家和开发设施，我们可以为台湾和亚洲其他国家和地区的公司提供快速的支持服务。”

NUM 为 Legend Laser 的 SRC-610 精密金属板激光切割系统提供完整的 CNC 解决方案。该解决方案除 Flexium+ CNC 系统和 NUMDrive X 伺服放大器外，还包括专用于激光切割的定制 HMI（人机界面）、PLC 软件、专门开发的零件程序宏和系统调试。



Legend Laser 的新型 SRC-610 系统可将复杂的金属板件切割为  $\pm 10 \mu\text{m}$  的精度。



右起：Legend Laser 总裁 Sherman Kuo 先生，亚洲首席战略官兼 NUM 台湾总经理 Adrian Kiener 先生站在 Legend Laser 新型 SRC-610 精密金属板切割系统前面。

# 全球化的 CNC 全面解决方案



**NUM 系统和解决方案在全球广泛使用。**

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，了解关于 NUM CNC 应用的最新信息和新闻。

[www.num.com](http://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](https://twitter.com/NUM_CNC)  
[facebook.com/NUM.CNC.Applications](https://facebook.com/NUM.CNC.Applications)