



NUM information

期刊： CNC 全面解决方案

- 04 工程重点
- 16 **Revoc AG** —— Revoc 为 Kellenberger 外圆磨床提供专业的改造服务
- 18 **SOS Elektronik** —— 成功的改造使得机床重获新生
- 20 **McQuade Industries, Inc.** —— CNC 升级计划为美国切削刀具制造商提供了卓越的生产力优势
- 22 **Grupo Plasma Automation** —— 高速激光切割机使用创新 CNC 技术来提高生产率
- 24 **APTE/Mécanuméric** —— Flexium⁺：高性能和耐用性
- 26 **Prototyp-Werke GmbH** —— 自有磨削软件技术完美匹配 NUMROTO 基础架构

寄语

NUM 集团首席执行官，Peter von Rüti



亲爱的读者：

心理学家说过：“几乎没有什么事情像不确定性一样难以忍受”。不知道明天会发生什么让我们感到恐惧，尽管这其实就是我们的日常生活。有了常规，我们会给自己一种可预测性和安全感。那么，在不确定的时候，我们能相信什么呢？从根本上说，就是良好、稳固的价值观。在 NUM，我们依靠的是我们长期以来的价值观和原则。我们为客户提供全面的建议和服务，并在生产机床自动化方面提供广泛的专业知识。您的要求和需求在我们公司起着核心作用。我们的专业技术——根据客户的需求不断开发的功能和应用——彰显了我们坚如磐石的价值观，值得您信赖。

经验比以往任何时候都更重要。我们的许多员工在软件、硬件和应用项目的开发方面拥有多年的经验。我们为员工长期以来的专业知识积累和对 NUM 的承诺感到自豪，并希望您从中受益，以促进您的业务发展。

虚拟世界的发展：通过数字双胞胎，我们利用尖端技术，在现实世界和虚拟世界之间架起一座桥梁。数字双胞胎基于数据和算法。这使得功能、机床甚至整个机床产业园都可以在虚拟环境中进行测试，也就是说，在

功能或机床问世之前，就可以进行测试。这是一个重要的技术趋势，在某些情况下，可以缩短“上市时间”，从而节省开发成本。

我们为水刀、激光或等离子切割机开发的新型 NUMcut HMI 集成了 CAM / 后处理模块。例如，该 HMI 可将客户在网站上输入的几何数据直接发送到机床上。这意味着不需要额外的 CAD/CAM 系统和后处理器。这种应用非常符合工业 4.0 的要求，而且 CNC 控制系统还具有一些辅助和提高效率的功能，如自适应进给控制 (AFC) 和可变偏置控制 (VOC) 等。

“根据心理学家的说法，很少有事情像不确定性一样难以忍受。有了 NUM 作为您可靠的合作伙伴，您就能获得确定性。”

NUM 集团首席执行官，Peter von Rüti

有针对性的非圆磨削：在最新版本的 NUMgrind HMI 中，增加了非圆磨削功能。此更新通过对话框引导输入，能够以最简单的方式磨削任何形状的偏心和非圆形工件。

在本期的 NUMinformation 中，我们将为您提供来自全球各地的客户报告，带您了解德国、瑞士、法国、墨西哥和美国的合作伙伴公司。我们与这些合作伙伴携手，实施了诸多具备成本和时间效益的机床自动化项目。例如，CNC 激光切割机、五轴龙门架去毛刺机、刀具磨床等。期望我们的成功项目能够让您信服，并激励您进行未来投资。

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

Andreas Hahne

© 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。

NUM 扩张印度市场

2019 年 11 月，NUM AG 在班加罗尔开设了一家分公司。这一总部位于瑞士图芬的国际公司，凭借亚洲业务的扩张，进一步巩固了其在 CNC 控制领域的技术领导者地位。随着印度市场的扩张，NUM 提升了它在本地市场的影响力，扩大了以客户为导向的销售和服务范围。

“班加罗尔的地理位置将使我们能够更快地响应客户咨询，并进一步扩大我们在该地区的品牌。多年来，我们在中国大陆和台湾地区的业绩卓越，现在我们希望进一步加强我们在亚洲的地位。” NUM 印度公司总经理 Rajesh Nath 表示。最新的扩张确保了全球范围内的就业，并在印度创造了新的就业机会。



管理层于开幕日举行传统的印度点灯仪式

NUMROTO 软件在中国的著作权

隆重宣布，我们现在正式拥有 NUMROTO 软件在中国的著作权，也称“版权”。

这将使我们和我们的律师更容易采取行动，在全球范围内抵制使用和销售未经授权的 NUMROTO 版本，并追究违法用户和提供商的相应责任。

如何识别非法的 NUMROTO 版本？

如果您的机床没有 NUM CNC 控制系统，但仍然使用 NUMROTO，则可以肯定这是未经授权的，因此是非法的 NUMROTO 版本。

如果要检查 NUMROTO 的真实性，只需将扩展名为 .nky 或 .nk4 的许可证文件（密钥文件）以及您的公司名称发送给我们。如果您发现您正在使用非法的 NUMROTO 版本，请与我们联系。我们将和您一起努力找到解决问题的办法。



活动

NUM 2020/2021 年活动日历

2020 年德国国际磨削设备与技术展 (GrindTec 2020)

11 月 10 日至 13 日，德国奥格斯堡
7 号展厅，7100 展位

2021 年印度班加罗尔机床展览会 (IMTEX 2021)

1 月 23 日至 28 日，印度班加罗尔

2021 年日本国际磨削技术与工具展览会

3 月 2 日至 4 日，日本东京

2021 年台北国际工具机展 (TIMTOS 2021)

3 月 15 至 20 日，台湾台北

2021 年中国国际机床展 (CIMT 2021)

4 月 12 至 17 日，中国北京



NUMgear 家族 不断壮大

探针测量 软件向导

NUMgear 技术家族不断壮大

Flexium CAM —— NUM 的用户友好型界面开发环境和 **MLEGB** —— 超精确、灵活且可扩展的电子齿轮箱是 **NUMgear** 家族引以为傲的父级产品。

NUMgear 滚齿

最悠久的子级产品是 **NUMgear** 滚齿，这是新机床和改造机床的滚齿解决方案它经过多年的测试和考验，以一流的质量给每个用户留下了深刻的印象。滚齿仍然是生产渐开线外齿轮的最快工艺。

NUMgear 插齿

NUMgear 插齿是滚齿的兄弟。它用于对渐开线内齿轮（即齿圈）进行插齿。齿轮的结构越紧凑，使用内齿圈的可能性就越大。

NUMgear 螺纹齿轮磨削

NUMgear 螺纹齿轮磨削技术可以在渐开线外齿轮上打造高精度的表面，使变速器的使用寿命比汽车的其他部件更长，而且在行驶过程中几乎不会被察觉。借助 **MLEGB**，**NUMgear** 螺纹齿轮磨削可达到 **DIN 1** 的表面质量，甚至更高。齿轮快速对中以固定齿位，以及对磨齿蜗杆进行精确修整，使得磨削过程快速可靠。

NUMgear 轮廓磨削

NUMgear 轮廓磨削是家族中最全能的子级产品。每个齿隙都被单独磨削，砂轮被精确修整为所需的齿和齿隙形状。通过这种方式，可以加工出各种不同的齿形，从变型渐开线到摆线，应有尽有。**NUM** 轮廓磨削可以计算和修正渐开线和摆线轮廓。该模块计算修整器的路径，并控制从修整到磨削的过程。轮廓磨削适用于外齿轮和内齿轮。

NUMgear 刮削

NUMgear 刮削是家族的新生代产品。虽然这项技术并不新鲜，但直到申请专利一百年后才真正投入生产。这里最重要的因素是刀具和工件之间的耦合。转速为 **16000 rpm** 的 **MLEGB** 以及 **NUM** 的纳米精度电机和驱动器都可以保证这一点。刮削同样适用于内齿轮和外齿轮。

NUMgear 家族将继续发展，并涵盖新技术。在这一领域，**NUM** 解决方案也提供了最大的灵活性和开放性。每个模块的功能和操作都可以根据客户的要求进行调整。



软件向导为工件探针测量提供图形化指导

CNC 机床操作人员现在可以在车间轻松地进行零件和刀具的探针测量

CNC 专家 NUM 开发出新的软件选项，极大地简化了 CNC 加工过程中的测量循环。

该软件专为易用性而设计，采用图形化指导技术，CNC 机床操作人员完全不需要任何 G 代码编程经验。致力于加强过程验证或提高精密零件产量的机床厂，可能会对此尤为关注。



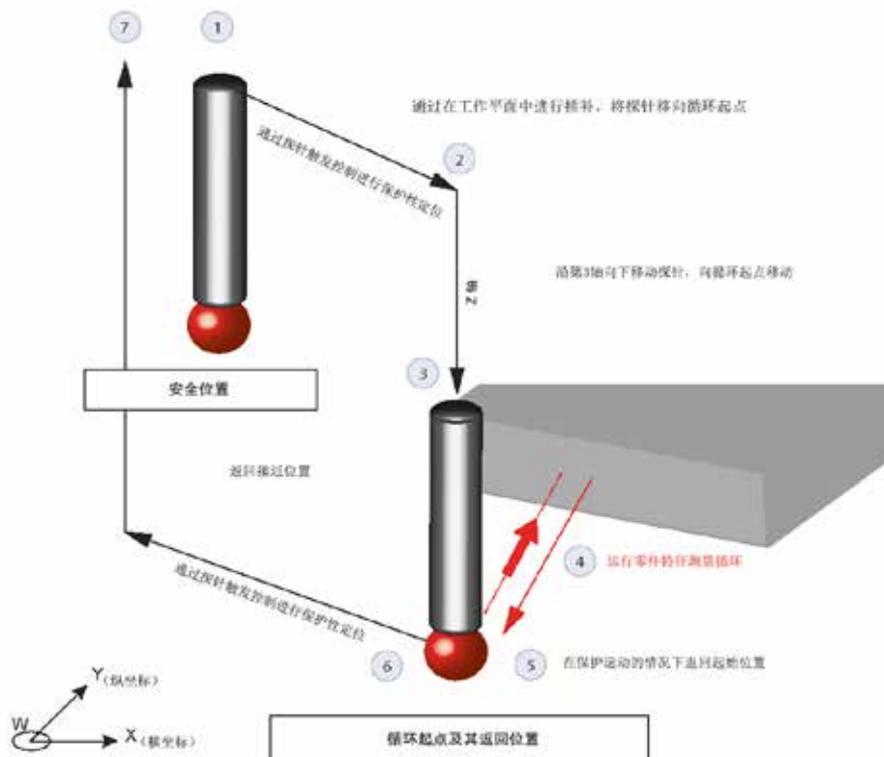
NUM 的新软件向导使 CNC 机床操作人员能够轻松地处理零件和刀具的探针测量

该新选项以软件向导的形式提供，可与 NUM 任何最新一代 Flexium+ CNC 系统一起使用，适用于零件和刀具的所有标准探针测量循环。为了最大化多功能性，系统提供了 17 个不同的工件测量例程和 4 个探针校准例程，以及 2 个固定探针校准和刀具长度预设例程。此外，该系统还提供了六个专门用于铣床的测量例程。

每个例程在其各自的测量循环中提供明确的指导，从而有效地实现了过程自动化。首先提示用户指定用于测量的工艺数据，例如进给率和探测速度，然后是准备数据，例如接近和起始位置，以及特定于所选循环的输入和输出数据。

一旦操作人员启动了一个测量循环，所有探针定位都可以由 CNC 机床完全自动处理。在工作环境中，探针受到充分保护，不会与零件碰撞，并且在发生任何错误时都会向 CNC 系统发出信号，并立即触发停机。该软件全面管理 RTCP (旋转刀具中心点) 功能，以处理测量循环内的倾斜坐标。

NUM 的探针测量指导选项为 CNC 机床的使用带来了新的灵活性。它的高级功能可处理复杂的任务，例如测量肋板 / 腹板的宽度和近轴探测运动的中点，四点测量孔或凸台的直径和中心，通过沿第三轴探测来测量斜面的角度，以及孔或凸台的三点矢量测量。



NUM 的新探测软件选项广泛地实现了 CNC 加工过程中的测量循环自动化

用于 CNC 切割机的新软件

用于 CNC 切割机的新软件集成了 CAM / 后处理模块，可简化零件程序的创建

其功能广泛，涵盖水刀、激光和等离子束切割应用。

CNC 专家 NUM 公司推出了全新的人机界面 (HMI) 软件包，该软件包具有完全集成的 CAM/ 后处理模块，可进一步简化和加速 CNC 切割机零件程序的创建。该软件还包括两个新的实时分析功能，用于水刀切割应用，旨在提高切割精度和质量。

如今，许多世界领先的水刀、激光和等离子束切割机制造商都选择使用 NUM 的 CNC 系统，这在很大程度上要归功于公司 Flexium 平台固有的强大功能和控制灵活性。自 2012 年上市以来，Flexium 凭借其控制灵活性和易用性，在机床制造商和最终用户中赢得了令人钦羡的声誉——NUM 不断提升该平台，以满足用户不断变化的需求及适应新的切割机技术。

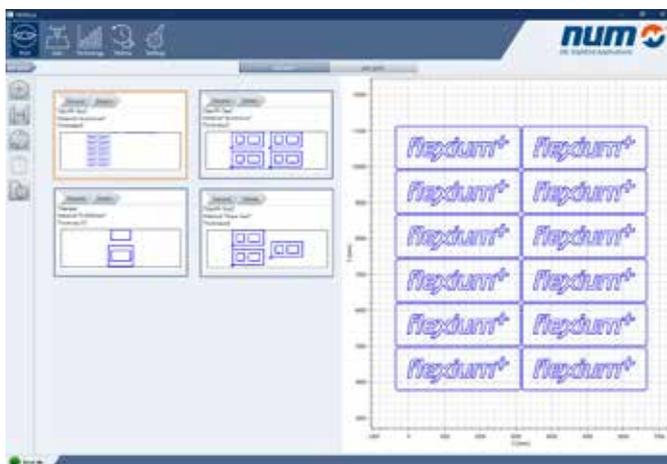


图 1: 现有文件池

NUM 最新版本的 CNC 切割机软件凝聚了大量的开发成果。它体现了工业 4.0 的连通性原则，并采用了全新的 HMI (称为 NUMcut)，集成了以前需要单独的 CAD/CAM 后处理器计算资源的功能。

用户通常在生产区的机床上游，在某种形式的 CAD/CAM 系统上，为 CNC 切割应用编写零件程序。这项工作的一个关键要素是对生成的 ISO 文件进行后处理，以纳入机床的特定切割数据。这是一个高度迭代的过程，可能会导致解释错误，且解决加工问题时非常耗时。

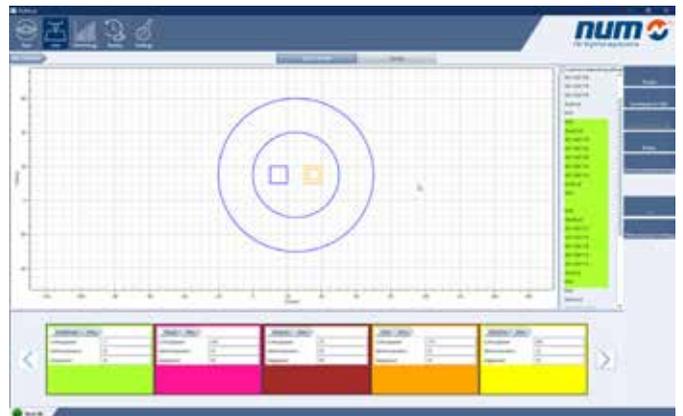


图 2: 创建作业列表

为了缩短工序，NUMcut 包含了一个强大的、集成在机床上的 CAM/ 后处理模块。在开始切割操作之前，唯一需要传输到机床上的数据是零件的几何形状和每次切割所期望的质量。这些数据几乎可以从标准 PC 上运行的任何类型的 CAD/CAM 软件中获得。



图 3: 输入掩码技术数据库

所有其他必要的数据库，如切割速度、所切割材料对应的磨料数量等，均由控制系统自行计算。CAMI 后处理模块利用一个技术数据库，其中包含控制系统所需的所有相关信息，以便自动生成可执行的零件程序。数据库中的值由机床制造商预先加载，用户可以根据需要对其进行修改或添加，例如，以适应新的材料。

数据库本身——有效地包含了生产公司的专有技术——既可以位于单个切割机上，也可以存储在网络驱动器上，供多台机床访问。

NUMcut HMI 以清晰、明确的方式显示所有可供机床操作员使用的文件。通过 CNC 系统的触摸屏，操作员只需点击文件池中的图标并将其拖动到“作业列表”中，就可以确定每个连续的机床操作。机床当前正在处理的作业，以及该作业中切割刀具的当前位置，均以图形方式标示出来。如果需要，操作者可以在加工时更改作业列表，以适应不同的生产需求，例如快速交货。

NUMcut 还为水刀切割应用提供了两个实时分析功能。在水刀切割过程中，需要在转角前降低加工速度，以减少切割射流的尾迹，从而保持切割质量。利用技术数据库中的数据，NUMcut 的自适应进给控制 (AFC) 功能可以分析路径几何形状，并自动优化切割速度，使其最适合曲线半径或转角角度。

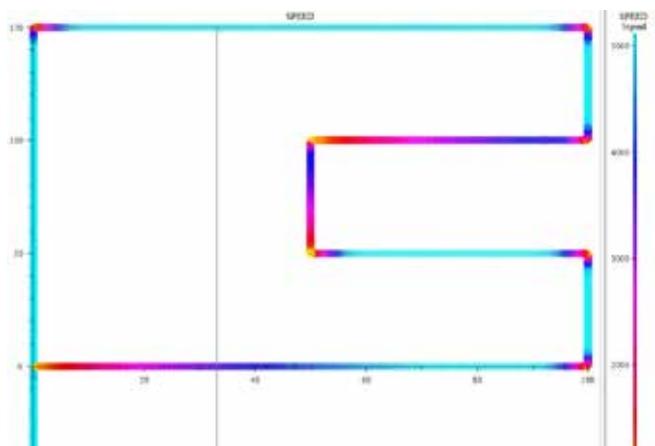


图 4: 自适应切削速度

水刀切割的另一个固有特点是，切口的形状会随着切割条件的变化而变化，这意味着根据速度的不同，间隙宽度可能会发生显著变化。为了补偿这种误差，NUMcut 提供了可变偏置控制 (VOC) 功能。该功能允许切割路径自动改变，因此，尽管切割射流半径不断变化，但零件的最终轮廓仍能保持正确的尺寸，从而保持每个切割零件的尺寸精度。

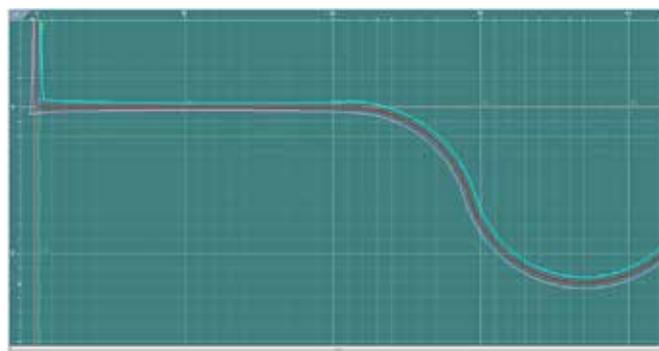


图 5: 取决于速度的切口宽度

使用人工智能 预防故障

非圆磨削 轻松简单

使用人工智能 (AI) 的 NUM 诊断和故障预防功能

在机床的生命周期内，不同的故障可能会导致运行中断持续数小时到数天。机床停机意味着交货期的延迟，这对服务质量和成本有很大的影响（在某些情况下还会导致罚款）。

为了减少机床停机时间的影响，预测故障非常重要，在故障发生之前，提前采购备件，并在最合适的时间段内规划干预措施。NUM 提供了两种不同的诊断和故障预防解决方案，基于两种不同的概念：一种是称为 NUMmonitor 的软件应用，另一种是使用人工智能 (AI) 的诊断和预防解决方案。

这两种解决方案都旨在预测机床的机械故障，例如：摩擦增加、齿隙、振动、不稳定等，以及诸如电机效率下降（例如由磁铁降额引起的）、编码器偏置错误、缺相、主要驱动问题等电气问题。

这两种解决方案采用了不同的方法：

- NUMmonitor 创建了一个机床 " 指纹 "；通过定期对比机床指纹，可以预测降额和潜在的故障。
- 使用人工智能进行诊断和预防，可以在线监控机床行为，并在出现异常现象（故障、老化、润滑问题等）时发出警告。

让我们来详细了解一下 NUMmonitor 是如何工作的：通过使用测试零件程序运行机床，可以自动创建某个轴变量（例如轴电流或负载）的平均曲线。生成平均曲线后，将创建最小和最大包络曲线（用户可以定义规则）。这些包络曲线定义了某一变量的最大偏差。

通过相同的测试零件程序，定期检查机床，可以识别出偏差和降额。NUMmonitor 与 NUM Flexium+ 系统配合使用，不需要任何额外的设备 / 传感器，整个检查过程可实现自动化。除了指纹识别功能外，NUMmonitor 还可用于过程（加工）监控。另一种方法是利用人工智能 (AI) 实现诊断和故障预防功能：一旦机床完全调试完毕并准备开始生产，机床学习过程就开始。



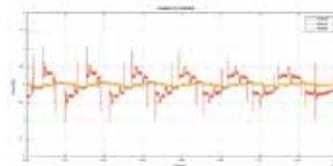
监控 7 个轴的机床示例。

蓝色：新机床测试时测量的平均轴电流值。

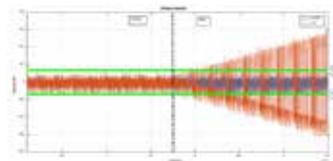
红色：最小和最大包络曲线

通过在自动模式下使用机床（例如在标准加工过程中），收集各种变量，并利用这些数据设计和调整神经网络。NUMai 软件应用程序实现了经过设计和调整的神经网络；它在机床的工业 PC（与用于机床 HMI 的 PC 相同）上运行，并在联机模式下不断模拟机床的正常行为。

如果经过一定时间后，机床的行为因老化、故障、润滑问题等原因而发生变化，NUMai 软件会识别出偏差，并设置警告！总结一下原理：神经网络会学习机床在正常工作方式，如果出现偏差（比如机械故障），则可以识别出该现象！另外，在这种情况下，解决方案是完全集成的，不需要额外的传感器。



此示例显示了神经网络对变量（蓝色）的预测与变量测量值（红色）之间的比较。残余误差用黄色显示。



此示例显示了一个估计变量的残余误差，然后发生故障（右侧），残余误差增大，并设置警告

非圆磨削

以凸轮盘为例，我们会发现，即使是非圆形的工件也要进行磨削。外圆磨削的目的是实现完美的圆形，而通过非圆磨削，我们希望获得设定的非圆形形状和相应的表面质量。

NUM 在磨削应用方面拥有丰富的经验。除刀具磨削外，NUM 还提供外圆和内圆磨削、表面磨削和无心外圆磨削，并采用为特定应用定制的 CNC 系统。

非圆磨削是采用 NUM CNC 系统进行外圆磨削的一种特殊加工。C 轴与 X 轴和 Z 轴进行插补或同步加工，从而可磨削出传统外圆磨床无法加工的形状。

下面的图片显示了一些可被磨削的形状或工件。凸面（向外弯曲）的形状没有限制。对于凹面（向内弯曲），存在与工艺相关的几何限制。



凸轮轴



中心之间支撑的曲轴

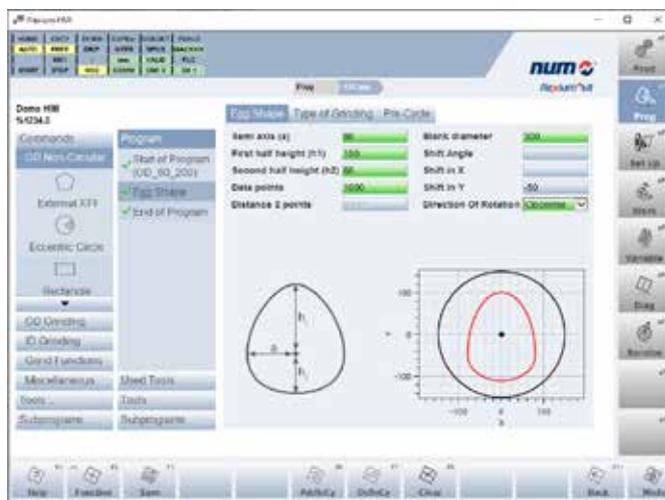
功能

非圆磨削是一种极其复杂的磨削应用，由于非圆磨削的轮廓会导致被磨削工件的啮合和运动条件不断变化。因此，需要特殊的软件来确保非圆磨削的成功。借助 NUMgrind，可以在 XY 平面中定义“工件”的闭合形状。但是，磨削是通过 X 轴与 C 轴（主轴）的插补或同步进行的。在此基础上，可以加上 Z 轴上的轴向运动。这样就可以通过摆动或多次切槽得方式来实现非圆轮廓。Flexium⁺ NCK 将轮廓从 XY 平面转换为 XC 平面，并根据砂轮直径计算相应的补偿和进给运动。轮廓可以被赋予一个速度曲线，当然也会改变，控制系统会自动考虑到定义的最大速度和加速度。这些非圆磨削循环包括在 Flexium⁺ 的 NUMgrind 非圆磨削包中，可随时使用。



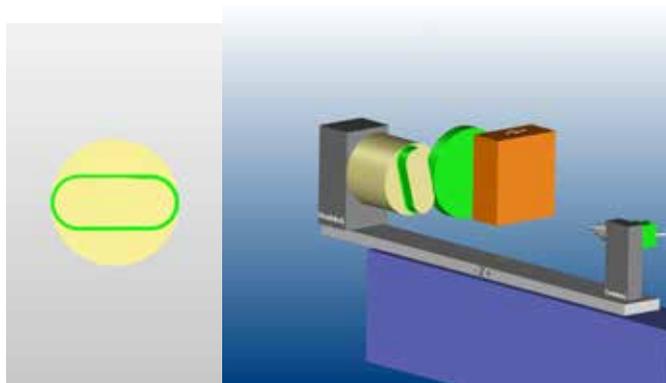
冲头

在相关的 HMI 中，提供大量的预定义形状，使零件编程更加容易。但是，也可以导入和调整轮廓。在填写对话框页面并确定加工程序后，NUMgrind HMI 创建所需的零件程序，然后可以在机床上运行。



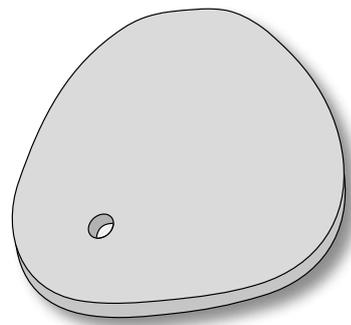
蛋形输入页面截图

使用 Flexium 3D，可以仿真磨削运动和材料去除。示例：



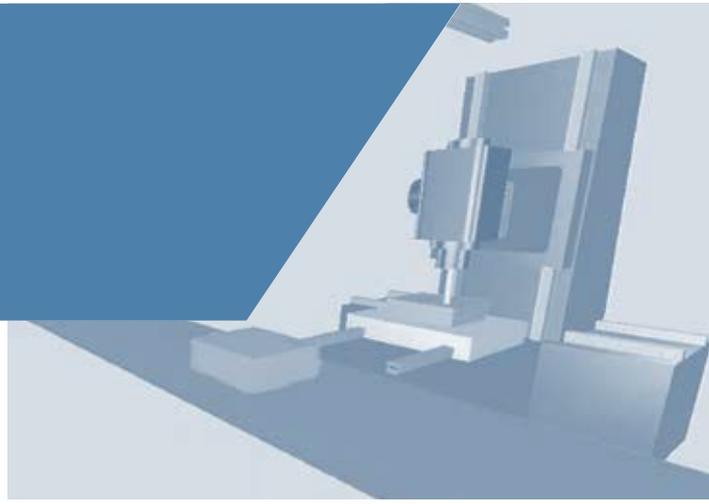
3D 仿真非圆磨削

NUMgrind 软件包包含全面的外圆 / 内圆磨削循环和可选的非圆磨削循环。它作为一个完整的交钥匙包提供，也可以通过附加循环和功能单独扩展。



平板凸轮

数字双胞胎



数字双胞胎

数字双胞胎 (Digital Twin) 的发展是目前最顶尖的技术趋势之一，也是工业 4.0 的支柱之一，其目标是在数字世界中尽可能以 1:1 的比例重现真实物体。

数字双胞胎包含了数据和算法，以及将其连接到现实世界的传感器。数字双胞胎是下述对象的虚拟模型，如：

- 产品
- 过程（机械、工厂、生产）
- 服务（遵守交货时间、质量控制）

这些产品、过程或服务不需要在现实世界中存在。它们也可以处于开发阶段。

连接现实世界和虚拟世界的益处是什么？通过连接，可以实现机电一体化的并行开发、系统监控（在问题发生之前就了解和处理问题；避免停机）和数据分析。如果使用得当，可以减少成本，缩短上市时间。

产品双胞胎

作为控制系统制造商，我们希望为客户的机床生产和维护提供支持。因此，本文的重点是为他们的产品创建数字双胞胎，即产品双胞胎。它在开发阶段开始创建，并逐步扩展，直到真正的产品出现。它包括产品结构以及其他信息，如 M-CAD 文件中的几何形状、E-CAD 文件中的电气原理图、软件等。团队可以并行、高效地进行开发。

如果没有数字双胞胎，则直到调试前，机床的机械部件才能与控制器组合。这使得调试过程时间长、风险大、成本高，因为直到后期才能发现问题。真实调试的基础是真实的机床，它在开发阶段并不存在，后期才会制造。而数字双胞胎在早期阶段就已经可用。当第一批机械部件尚未制造和问世之前，就可在开发阶段使用数字双胞胎进行虚拟调试。数字双胞胎“呈现”了后期真实机床的机械结构、执行器和传感器，并提供了基于 3D 机床仿真的真实呈现。这为控制软件的开发开辟了新的可能性，因为可以在早期对数字双胞胎进行测试和优化。

结构

一个数字双胞胎系统由三个要素组成：

- 真实对象
- （部分）虚拟空间的数字双胞胎
- 将两个对象连接在一起的信息

数字双胞胎基本上有两种类型：

- 硬件在环 (HiL)
- 软件在环 (SiL)

在“硬件在环”的情况下，数字双胞胎包含一个真实的控制器。这意味着带有数字双胞胎软件的 PC 通过电缆连接到控制器。在控制器上，当前软件版本与数字双胞胎中的仿真模型交互执行。两个系统之间交换信号，数字双胞胎中的 3D 可视化技术可以真实地显示程序序列。

在“软件在环”的情况下，数字双胞胎与虚拟控制器进行通信。整个功能在 PC 上执行。这在早期的开发阶段是非常有利的，因为那时还没有真实的控制器。

虚拟调试

通过虚拟调试，可以提高效率，缩短开发时间。同时，在真实机床开始调试之前，软件的开发达到了更高的水平。因此，机床调试可以在更短的时间内执行，并且更具成本效益，降低了潜在风险。

虚拟调试的另一个应用是对机床的修改，例如其他装载系统。如果数字双胞胎能够很好地反映现实情况，包括时序参数，则无需制造就可以权衡不同版本的机械装置。

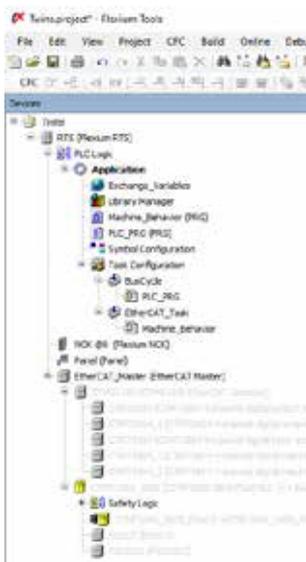
数字双胞胎还可以用于培训，这是一个额外的益处。这意味着，可以在虚拟的基础上结合仿真，对操作人员进行真实控制系统的培训。

在机床展示厅中，可以展示目前由于各种原因而无法展示的机床或其他款型。

NUM 控制系统的数字双胞胎

我们提供了两种版本的数字双胞胎控制方案。一种是软件在环和硬件在环的混合，另一种是标准的硬件在环解决方案。

第一个版本包括一个机床模型，位于 Flexium+ 控制系统的集成 PLC 中。此模型是一个独立的 PLC 程序，使用预定义的组件来仿真单个机床元件，如传感器、主轴、气缸等。Flexium NCK 执行 NC 程序，并仿真机床轴各种运动的位置值。为了很好地理解整体行为，实现过程可视化将大有裨益。CODESYS Depictor 为此而生。它用于对机床进行建模和动画处理。模型动画的信息来自于 PLC 和 Flexium NCK 的仿真程序。

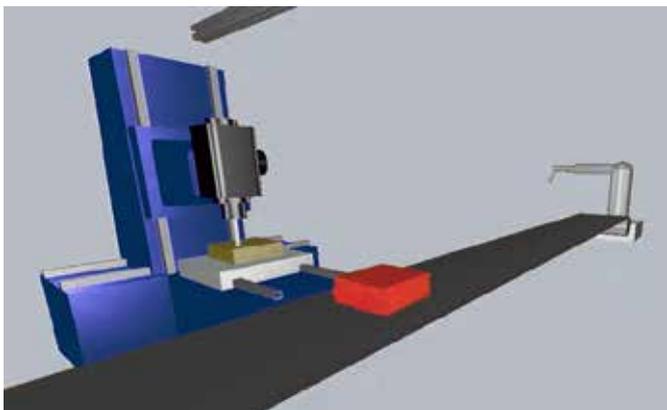


这种形式的数字双胞胎需要：

这种形式的数字双胞胎需要：

- NUM iPC (如 FS154i)
- Flexium NCK
- Flexium Tools
- CODESYS Depictor

- NUM iPC (例如 FS154i)
- Flexium NCK
- Flexium Tools
- PC
- ISG-virtuos
- Flexium+ 集成接口模块，用于连接 ISG-virtuos



此外，我们还提供标准的硬件在环双胞胎解决方案。为此，我们使用了 ISG-virtuos，它集成了专门用于实时应用的软件。此工具可以用真实的控制器来测试、调试和优化自动化系统。ISG-virtuos 用 PC 取代机床，通过 EtherCAT 与 Flexium+ 控制器进行实时通信。虚拟机由虚拟组件构建，虚拟组件在接口、参数和操作模式方面与真实组件的行为类似。因此，它在细节上与真实系统的结构相对应。机床的运动以 3D 仿真的方式显示出来。通过 EtherCAT 在双胞胎和 Flexium+ 控制器之间交换必要的信息。



数字双胞胎

连接

Flexium+

该虚拟机用于仿真真实的测试和调试情况，包括序列 (PLC) 和运动控制 (CNC) 中的所有控制功能。这些系统测试也可以自动执行。然后，以这种方式开发和测试的功能，可简单地传输到真实系统中。

选择这两种解决方案中的哪一种取决于各种因素，做决定并非易事。我们的工程师将很乐意用他们的专业知识，帮助您制定决策标准，甚至实现虚拟机。

全新 CNC 功能 提高加工效率

加速度计解决 振动问题

NUM 加速度计

目前，有很多公司向市场供应包括加速度计在内的不同类型的传感器，它们性能卓越且坚固耐用那么，为什么 NUM 现在要推出自己的解决方案呢？

当前市场上的大多数加速度计均无法进行高频采样，它们通常需要额外的电子调节器，才能通过现场总线连接到 CNC/PLC 系统，即使在最理想的情况下，也只能每隔几毫秒提供一次数据。

如果每隔几毫秒才提供一次加速度值，是否可以抑制典型的机床振动？答案通常是否定的，不能。因此，NUM 决定开发自己的加速度计，可直接连接到 NUM 的伺服驱动器上。其采样频率为 100 微秒，可用于带宽高达数百赫兹的闭环控制配置中。

最有趣的应用之一是可以根据机床不同的机械结构来分析刀具中心点 (TCP) 的振动；即使机床配备了高分辨率编码器（集成在伺服电机中），也无法抑制 TCP 的振动，因为没有对机床刀头进行测量。虽然通过对机床进行复杂的系统建模和状态空间控制，可以对振动进行改善，但复杂性非常高，且补偿稳态性很弱。例如，在某些细微的参数（例如惯性）变化的情况下，补偿效果将会丧失。

通过使用连接到 NUM 伺服驱动器的 NUM 加速度计来测量 TCP 加速度（例如，在每个 X、Y 和 Z 主体轴方向上），并使用 DEM-X（驱动嵌入式宏）等高级功能和 NUM 的主动减振功能，可以准确有效地抑制 TCP 振动！可参见所附图片中的示例。

在某些情况下，使用精确的线性标尺。这使得 NUM 的主动减振功能可以用来抑制运动链振动，但并不意味着 TCP 振动也被抑制。

以上只是 NUM 加速度计可以解决的众多问题之一。加速度信息也可以数字化和周期性传输到 Flexium+ NCK 中，并存储在多 NCK 缓冲区（环形缓冲区）。



补偿关闭

曲线 # 2: X 轴速度

曲线 # 1: 机床终端固有振动频率（约 3Hz）

补偿打开，曲线 # 2: X 轴速度，曲线 # 1: 机床终端移动时的振动频率，此时加速度仅与编程速率相关（固有振动频率已被完全补偿）

然后，此信息可周期性上传到 Windows 域，以便进一步评估或与 NUMmonitor 一起使用。

加速度信息还可用于以下用途：优化加工过程（例如避免抖动）、检测主轴振动（轴承问题）、检测机械降速（摩擦 / 齿隙）、检测并记录机床碰撞、预估刀具寿命、检测刀具破损等。

NUM 加速度计与 NUM Flexium+ CNC 系统相连，可用于处理和解决许多问题。请与我们联系，我们将为您提供支持，帮助您解决问题。



新 CNC 功能：次摆线铣削循环 (G725) 和雕刻循环 (G730)

作为最新软件版本的一部分，NUM 推出了一组不同的 Flexium+ NCK 固定循环。它们有利于在铣削中更有效、更快的加工零件。同时，在工业雕刻应用方面扩展了功能，现在可以使用字母、数字和特殊字符进行雕刻循环加工。

FXS0000700 次摆线铣削循环 (G725)

次摆线 / 摆线运动是指一个圆沿直线运动时，圆周上的一点所形成的轨迹。次摆线铣削是一种特殊的铣削策略，它使用新的 CAM 编程系统和控制循环来实现持续的刀具啮合、更高的材料去除率和统一的平均切屑厚度。从而保证了最佳有效的加工过程。

核心优势：

- 减小切削力
- 降低热量
- 提高加工精度
- 延长刀具寿命
- 循环时间更快
- 一个刀具可用于多种槽尺寸

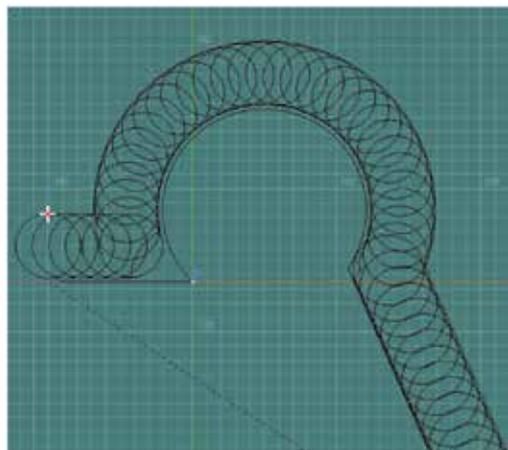
此外，次摆线铣削循环还可以通过 NUM ISO 编程中的 G725 启动，可设置不同的循环参数和进给。

语法结构简洁明了：

G725 EL.. [EF.] [EG..] [ES..] [EE..] ER.. EH.. H..N.. N.. Q..

循环参数描述：

EL..	次摆线加工宽度
EF..	加工进给
ES..	恢复路径的进给率
ER..	刀具轴上的回退平面
EH..	加工起始高度
EG..	顺时针 (-1) 或逆时针 (1) 运动
H..	轮廓程序号
N..N..	轮廓程序的开始和结束程序段
Q..	进刀路径
EE..	如果设为 0，则执行精加工



FXS0000700 次摆线铣削循环 (G725)

FXS0000701 雕刻循环 (G730)

G730 循环用于控制机床中的插补轴，来雕刻文本字符串中的字符。可用的符号包括大写和小写字母 (A-Z 和 a-z)，数字 0-9 以及一些特殊字符。其可以沿直线、斜线或半径为 R 的圆周进行雕刻。每个字母都可以旋转一个附加角度 (倾斜字符)。借助该雕刻循环，最终用户无需使用 CAD/CAM 或任何其他辅助设计软件，即可在工件上雕刻文本 (例如 ID、序列号、工件编码或日期和时间)。

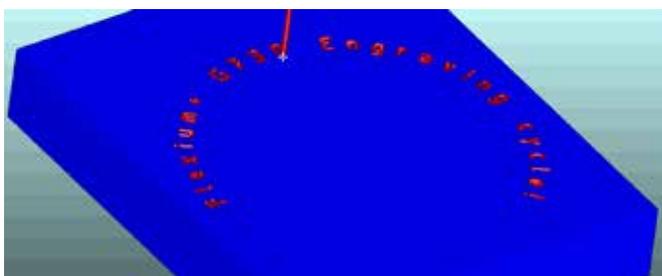
语法结构：

G730 X.. Y.. Z.. R.. EL.. EA.. EI.. ER..EH.. EX.. F..

G730 雕刻循环用一套完整的参数来设定文本的位置、布局和模式。

X..	包含第一个字母的矩形的 SE (东南、左下) 角的 X 位置
Y..	包含第一个字母的矩形的 SE (东南、左下) 角的 Y 位置
Z..	雕刻末端的 Z 方向位置 (深度)
EL..	字母高度
F..	加工进给
ER..	刀具轴上的回退平面
EH..	加工起始高度和字母之间的所有运动
R..	圆周雕刻时，圆的半径
EA..	直线雕刻或圆周雕刻时，文本的倾斜角度
EI..	字符间距 (间隔)
EX..	每个字符的附加旋转角度
EP..	轴向路径

这些新功能最为显著的特点是用户可以自定义 G 代码。这不仅提高了灵活性，而且还展示了 G 代码功能在这类应用中的卓越性能。虽然，Flexium+ CNC 具有固有 G 代码功能所需的计算能力，但是用户自定义的 G 代码功能与固有 G 代码功能一样高效，并且还提供了更多的定制选项。有关 G725 和 G730 或其他用户自定义 G 功能的更多信息，可以在 Flexium+ 文档中找到，也可以从您的 NUM NTC 联系人处获得，他们将竭诚为您提供建议和解决方案支持。



FXS0000701 雕刻循环 (G730)

保护您的专有技术

一台性能卓越的机床应具有一个或多个独特的销售主张 (USP)，使其能够从竞争对手中脱颖而出，并有助于促进营销。这些 USP 可能具有完全不同的性质，尽管如今它们通常是通过软件功能或不同学科的跨界结合来实现。USP 和 USP 所需的专有技术应予以充分保护。谨慎是十分必要的。确保竞争机床无法通过简单的复制来窃取 USP，这至关重要。由于现在许多 USP 都涉及软件，因此各种系统对适当的保护机制的需求与日俱增。

当然，还有其他原因需要保护软件，例如防止意外更改或出于安全原因，如使用安全 PLC。

Flexium+ 系统提供了多种选项来保护专有技术。该系统大致可分为三个方面：PLC、CNC / 驱动器和 PC 上运行的 HMI 或软件。每个方面都可以保护功能免受未经授权的访问和未经许可的复制。

SPS

我们先从 PLC 和意外更改保护开始。Flexium Tools 提供了以只读模式打开项目的可能性，您也可以在项目中定义只能以只读模式打开项目。

实际的复制保护或专有技术保护是通过对项目文件进行加密来实现的。这可以通过项目密码，借助 CODESYS 安全密钥（加密狗）或通过证书来完成。如果为了便于维修，仅对 PLC 的某个模块进行保护，则可以使用受保护的库。PLC 上的库文件不再包含源代码，仅包含加密的预编译代码。

为了简化将来的服务操作，PLC 项目的源代码应始终在 PLC 上可用，无论是未加密的，使用加密的库还是完全加密的。

CNC / 驱动器

在 CNC / 驱动器层面，Flexium+ 提供了以受保护的方式存储和执行 CNC 程序（M 和 G 功能、子程序、宏程序和实时程序）的选项。为此，程序被加载到控制系统的专用存储区中，如果需要，还可使用密码加密。在保护程序时，可以决定在程序执行期间是否显示程序代码。如果控制器进行了备份，则仅以加密的形式从控制器加载这些程序。为防止这些专有程序在其他 NUM 控制器上未经授权地运行，可以将程序代码链接

到控制器的序列号。这样，程序就只能在此控制器上执行。另一方面，如果要释放程序，以用于特定的机床类型或用于多台机床，则可以通过查询选项位来完成。选项位包含在许可证文件中，许可证文件与 CNC 的许可证硬锁一起加密。

HMI / 软件

与系统的其他部分一样，在 PC 上运行的标准用户界面在很大程度上是不受保护的。如果要对 PC 上运行的用户界面或其他软件模块的专有开发技术进行保护，可根据实际保护目的使用不同的方法。使用 Flexium CAM 开发的工艺 HMI 可以进行密码保护和加密。如果要保护其他 HMI 部件或软件，则机床制造商可以使用现有的针对此类情况的保护机制。如果机床制造商没有其他选择，我们的工程师也十分乐意分析相应应用的保护机制并提出具体建议。借助可扩展的开放式 CNC 系统，在 PC 上运行的软件部分也可以通过实际 CNC 中使用的选项位进行链接和编码。



专有技术的保护以及软件的加密变得越来越重要。在这个问题上有一些想法当然没有错。我们的工程师拥有丰富的专业知识，他们将竭诚为您提供协助。

轴间垂直度和直线度误差的补偿

机床几何形状的一个重要方面是轴间的垂直度。两个正交轴（移动工作台、滑台）的安装角度不完全呈 90° 。由于零件制造和装配过程中固有的几何偏差，沿机床轴的运动方向可能发生偏斜。

造成垂直度误差的原因通常如下：机械弯曲，或零件装配过程中未对准，或固定零件的加工面不完全方正，或几个零件的相对定位不精确。ISO-230 标准对位置误差（即定位误差和定向误差）进行了定义，用常数和带符号的值来描述，由此可以很容易地对轴间的垂直度和直线度误差进行建模。

位置误差：与直线参考线相关的几何误差

滑动元件允许物体在空间方向上运动。在 ISO 230-1 中，三维空间中的运动方向由两个定向参数和一个零点参数定义。

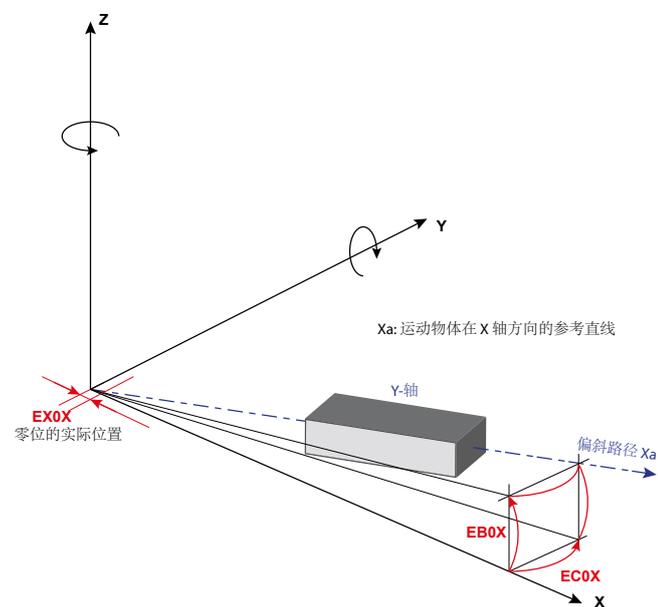


图 1. 线性轴 (X 轴) 的位置误差

图 1 显示了 X 轴的位置误差，其中

- $EBoX$ 是 X 轴围绕 Y 轴方向的定向误差；
- 测量 X 轴相对于 Z 轴的垂直度；
- $ECoX$ 是 X 轴围绕 Z 轴方向的定向误差，测量 X 轴相对于 Y 轴的垂直度；
- $EXoX$: X 轴的零位误差。

应用于三轴机床 wXYZt 的位置误差

通过连续装配机床结构的运动元素，我们在建模时插入了每个轴的参考线，用两个方向表示，建立一个方向相对于另一个方向的参考线。

图 2 显示了三轴机床的一组位置误差，其中第一轴的参考线与 X 轴重合，并且

- $EAOY$ 和 $ECoY$ 分别代表 Y 轴围绕 Z 轴方向和 Z 轴方向的定向误差。
- $EAOZ$ 和 $EBoZ$ 分别代表 Z 轴围绕 X 轴方向和 Y 轴方向的定向误差。

轴的零点定位误差已被忽略。

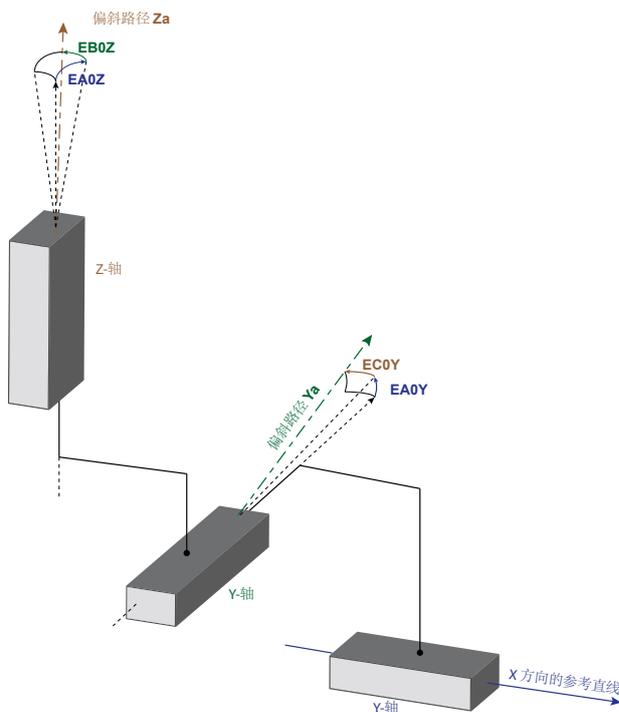


图 2. 一组与三轴机床 wXYZt 关联的定向误差，用于补偿垂直度

如何修正这种垂直度误差呢？

为了弥补这种误差，有两种可能的解决方案：通过昂贵而耗时的返工来修正机床的机械结构，或者在 Flexium+ CNC 系统内部实时测量这些误差并进行修正。

到目前为止，Flexium+ CNC 系统提供了体积误差补偿 (VEComp) 选项，可以补偿一些垂直度误差，甚至更多。从下一个主要软件版本开始，将提供一个简单易用的标准功能，用于补偿垂直度误差！这项新功能将支持多达 5 轴的机床，包括带龙门架的机床。这意味着，例如，在龙门架机床上，即使回转台没有精确安装，也可以通过简单的方式进行补偿。如果垂直度误差的补偿不足，但是需要完整的体积补偿（以补偿垂直和水平直线度之类的偏差或滚动、俯仰和偏航之类的角度误差），则 VEComp 选项可提供解决方案。滚动 - 俯仰 - 偏航角是特殊的欧拉角（定向角），用于描述三维空间中的定向。

Revoc 为 Kellenberger 外圆磨床提供专业的改造服务



Revoc AG 坐落于瑞士博登湖畔的罗曼斯霍恩，作为一家久经经验的专业公司，其主要从事 Kellenberger 外圆磨床的大修、维修和保养工作。自 1996 年成立至今，公司已在中站站稳脚跟。总经理 Roland Brüllmann 和 Thomas Zeller 对 Kellenberger 外圆磨床了如指掌。两位都曾在客户服务、销售和培训领域，为机床制造商服务数十年。

在对 Kellenberger 机床进行改造时，Revoc AG 替换了整个电气装置，包括整个 CNC 控制系统。这项工作需要与 NUM AG 紧密合作，包括安装颜色匹配的新电气柜、新的 CNC 控制系统、新的伺服轴交流驱动器和新的定位系统。经过彻底改造后，机床的功能、几何形状及外观与新机型并无二致。每台机床的几何精度都是根据 Kellenberger 原始检验报告进行验收的。一台 Kellenberger CNC 外圆磨床的全面检修，大概需要 12 周的时间。目前，Revoc 每年可以完成 10-12 次这样的改造。当然，随着需求的增加，产能可以上调。

公司座右铭：时代在变，但质量不变

Kellenberger 机床享有很高的声誉，因此，作为维护机床并延长其使用寿命的、有吸引力且可持续的解决方案，改造已经引起了客户的浓厚兴趣。报道中介绍的改造示例是 Kellenberger UR 175X1000 CNC 万能外圆磨床（中心高度 175 mm，最大工件长度 1000 mm）。这一现代化改造也标志着 Revoc 和 NUM 之间首次合作的基石。

Revoc 和 NUM 高效合作

我们的样机于 1992 年交付给客户，此后仅进行了定期保养。28 年后的今天，我们迎来了首次大修。此次大修将保留基本功能和机构。改造的第一步是 Revoc 专家进行拆卸。然后按照客户要求对机架和其他机床零件进行喷砂和重新喷漆。根据其状况，有 300 到 500 个单独的零件必须进行大修或重新加工。即使在改造的情况下，也必须满足机床的现行规定，例如 CE 认证。这包括符合 CE 标准的电气柜、机床安全解决方案和一套监控用的防溅罩。首席执行官 Roland Brüllmann 透露：“我们与著名的数控公司 NUM 一起，制定了一个概念，以替换整个 CNC 控制系统和电气装置。这台机床是与 NUM 一起调试的，整个过程执行得非常完美。” Thomas Zeller 补充道：“我很欣赏 NUM 的团队合作精神，它总是能够快速高效地响应我们的需求。双方的沟通非常顺畅。”

借助 GAP 传感器，实现砂轮的快速进给

使用的控制系统是 NUM Flexium+ 8，配备有用于外圆磨削的 NUMgrind 软件包。伺服轴的运动由两台 NUM BPX126 电机和一台 BPG142 电机驱动。将 Elaso AG 的 GAP（磨削分析过程）传感器连接到桥接“气动磨削”的 NUM 控制器。传感器的输出完全集成到控制单元的 HMI 中，并以图形方式显示在屏幕上，因此用户还可以将此信号用于其他活动，如启动金刚石修整或在设置期间校准砂轮。



NUM Flexium+ 8 控制系统与 GAP 传感器集成

磨削循环

NUMgrind 软件包为内圆和外圆磨削加工提供了特定的磨削和修整循环。无需 DIN-ISO 知识，便可对控制系统进行编程。操作员在图形用户界面的引导下完成编程过程。其提供了一个具有不同砂轮形状，可用于八个存储配置的砂轮数据管理功能，有助于快速创建磨削程序。此外，还有诸多辅助磨削功能可供操作员使用，例如自动加工过程中的交互式中间修整、紧急回退或锥度误差修正。纵向测量设备以及用于直径监控的加工过程中测量系统也作为可选功能提供。



1992 年的 Kellenberger UR 175X1000 机床



2020 年改造后的 Kellenberger UR 175X1000 机床

全方位无忧包

除了机床现代化之外，Revoc 自然还提供所有其他必要的服务。例如，整个交付和运输过程、机床调试、机床操作员培训等。经现代化改造的机床在重新投入运行后，也需要保养或扩展功能（如需要）。Revoc 根据客户要求，在国内和国际范围内提供服务。Revoc 为各行业使用 Kellenberger 外圆磨床的所有公司提供服务。此外，Revoc 也为大型公司或模具和刀具制造行业的公司提供相同的服务支持。

整体方案包，值得拥有！



右起：Revoc 副总经理
Thomas Zeller 先生和 Revoc
总经理 Roland Brüllmann
先生，NUM 区域销售经理
Kurt Plüss 先生

成功的改造使得机床重获新生



SOS Elektronik 公司坐落于德国博登湖畔瓦瑟堡，在总经理兼所有者 Swen Hagelstein 先生的良好经营下，公司规模稳步增长。公司专门从事旧机床的更新，使其安全运行。一方面是为了节省资源，另一方面是为了使机床能够进一步长期使用。Hagelstein 带领经验丰富的国际团队对旧机床进行大修，更换 CNC 控制系统，并将动力电子系统提升到最先进的水平。他的团队使机床重获新生。改造既可以在 SOS Elektronik 的瓦瑟堡工厂进行，也可以直接在客户现场进行。

SOS Elektronik 提供的改造方案取得了巨大的成功。公司提供各种机床型号的全面检修，包括 Walter Power、Hawemat 2000 和 3000，以及 Schmitt Tempo ETC 502。从最初为 Walter CNC 磨床提供全球现场服务的经营理念出发，随着需求量的增加，产品范围迅速扩大。需要强调的是，SOS Elektronik 完全独立且自主地运营。

只需三分之一的时间即可重新投入使用

为了节约资源，节省能源和时间，SOS Elektronik 通常倾向于现场改造。改造的准备工作在 SOS Elektronik 进行，包括对需要更换的部件进行初步测试，之后所有的工作都在客户现场的机床上完成。由于机床的使用时间较长，需要检修的机床通常位于生产车间的后方，难以进入的区域。拆卸和运输通常会导致较长的停机时间、销售损失以及高昂的运输和海关费用。而现场改造避免了海关的问题，减少了等待时间，通常不需要更换或租赁机床。与拆卸和运输相比，现场改造使机床重新投入运行的时间加快了三倍。

总经理 Swen Hagelstein 先生谈到了改造理念的核心：“机床必须能够恢复之前的功能，并期望未来能够实现扩展。”Hagelstein 先生补充道：“我总喜欢把它比作一辆旧车：客户有一辆 55 马力的老款 Golf 2，想把它保留下来。但发动机和变速箱即将寿终正寝。SOS Elektronik 重新为他安装了一台同等规格的发动机。这意味着他再次拥有了 55 马力，同时还保留了 Golf 2。但现在这辆车具有一些重要的附加优势：新的发动机更经济、更安全、更环保、运行更安静，尽管它仍然是一辆 Golf 2。”

坚定合作初心

Hagelstein 的专业背景是 CNC 控制工程。正是由于这个原因，对他来说，整合在市场上广泛使用并被业界视为标准应用软件的刀具磨削软件至关重要。在确定了首批项目和感兴趣的合作伙伴后，SOS Elektronik 与 NUM 合作，确定了为机床重获新生的最佳方式。除了著名的 NUM Flexium+ CNC 系统外，还在“老”机床上使用了成熟的

NUMROTOplus® 应用软件。NUMROTO 是一个用于生产和修磨各种刀具的综合软件包，已有 30 多年的历史。如今，该软件被视为全球刀具磨削市场的标杆和领导者。创新型高科技解决方案、灵活多变的应用可能性、持续不断的创新发展以及全面的用户专有技术，始终保证所有标准刀具和专用刀具的质量和经济性。



SOS Elektronik 总经理 Swen Hagelstein 先生和 NUM 瑞士销售经理 Ralph Jacobs 先生

作为 NUM 瑞士的销售经理，Ralph Jacobs 评论道：“两个平行的世界在这里找到了彼此，并完美地相辅相成。SOS 和 NUM 的物理距离很近，这意味着很多事情都可以快速实施，专有技术方面双方收获良多”。因此，双方很快就建立起良好而坚实的合作基础。首次将一台废旧动力磨床改造成 NUM CNC 控制系统，并在短时间内成功投入运行。据 Jacobs 所述，对这台翻新后的 Power Machine 进行的首次磨削测试已经展示出显著的效果。完全改造成新的 NUM CNC 控制包后，采用了最新的 NUM 安全架构，因此机床符合现行的安全法规。除了安装 NUM CNC 和 NUMROTO 软件外，通过加装刀具和盘形探针，Power Machine 的功能和性能范围得到了明显扩展，并针对未来的应用进行了优化。

展望未来

在可持续性对于后代至关重要且引领潮流的时代，SOS Elektronik 专注于相应的业务领域。机床被赋予了第二次生命，最终客户的生产可以照常进行，甚至可以增产。最初，仅对广泛使用的 Walter Power Regrinder 系列进行了改造。但在未来，还计划对 Walter Classic 和 Mini 系列，以及可选的装载机或机器人系统进行改造。通过改造现有机床，使其寿命延长数年，这极具经济意义，尤其是在当今竞争激烈的市场中，生产成本变得越来越重要。



NUMROTO 扩展功能：盘形探针



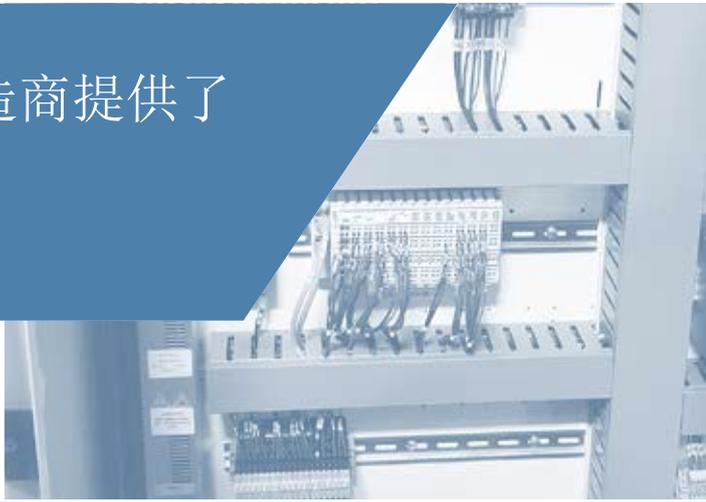
精磨专用刀具



重要刀具尺寸的关键

NUMROTO 扩展功能：盘形探针

CNC 升级计划为美国切削刀具制造商提供了卓越的生产力优势



拥有 32 年历史的刀片磨床重新焕发生机，现在每个零件的生产时间缩短了 10 分钟。美国切削刀具制造商 **McQuade Industries, Inc.** 通过对一条五轴刀片磨床生产线实施 CNC 升级计划，获得了极具成本效益的生产力优势。升级后的机床更容易设置和操作，这使该公司能够将每个复杂几何形状的切削刀具的生产时间缩短 10 分钟以上。

McQuade Industries 成立于 1978 年，以其高质量的精密可转位切削刀具，在金属切削行业赢得了令人钦羡的声誉。公司总部位于密歇根州克林顿镇，生产多种多样的切削刀具，包括镗杆、铣刀、加工头、拉杆式刀具和刀夹，以及完整的交钥匙刀具包。公司在特殊硬质合金和精密成形刀片方面也拥有广泛的专业知识，能够为客户提供快速的刀具修磨和维修服务。

正在升级的机床为 RS-12 刀片磨床，最初由瑞士的 **Ewag AG** 生产。早在 1988 年，McQuade 公司就安装了许多这类备受推崇的精密磨床，多年来，它们的性能一直很稳定。然而，正如 McQuade 的生产经理 **Donald Ostgen** 所解释的那样：“30 多年后，即使是最好的机床也会开始出现老化的迹象！虽然机械状况仍然良好，但磨床的控制系统已经开始缺乏适应性，无法满足当今一些复杂的刀具几何形状的需求，导致设置和加工时间冗长。”

除了刀片磨床仍然是一项宝贵的资产外，McQuade 公司多年来开发了大量的零件程序，理想情况下，这些程序需要在任何替换机床上运行，而无需修改。因此，公司决定通过对机床的 CNC 系统实施升级计划来保护其投资，并委托位于密歇根州奥瓦索的专业 CNC 改造公司 **Advanced Machine Technologies, LLC** 提供改造服务。

原有的 RS-12 刀片磨床安装了 NUM 760 CNC 系统、NUM Güttinger NGS 610 伺服驱动器和 NUM/SEM 有刷伺服电机。

在过去的 22 年中，Advanced Machine Technologies 与 NUM 合作开展了许多自动化升级项目，在更换此类旧系统方面拥有丰富的经验。在此案例中，公司建议升级到 NUM 最新一代 **Flexium+ 68** CNC 系统，并将所有五轴上的驱动器和电机更换为 NUMdrive X 数字伺服驱动器和新型 NUM 无刷伺服电机。

通过转换为 NUM 的 **Flexium+** CNC 平台，McQuade 将确保充分的磨削循环灵活性，同时继续使用熟悉的 HMI（人机界面）和机床设置操作。这种升级途径还向后兼容公司过去三十年来开发的零件程序。这种升级



途径还向后兼容公司过去三十年来开发的零件程序。此外，Flexium+ 中的嵌入式 PC 代表了适用于工业 4.0 的灵活 IIoT 平台，为 McQuade 未来生产力的提升提供了强大的连接优势，并确保 NUM 或 Advanced Machine Technologies 能够随时提供远程支持服务。

McQuade 公司批准了这项工作，要求 Advanced Machine Technologies 公司先升级一台机床，以便在进一步推进之前对其性能进行评估。作为升级的一部分，除了 CNC 系统、驱动器和电机外，还为刀片磨床安装了



改造后

新的 NUM FS122 触摸式操作面板、MPo8 机床面板和 HBA 系列便携式手轮。此外，还更换了现有磨床主轴电机的变频驱动器，使用体积更小的 NUMDrive X 伺服驱动器来实现功能。这种方法的优势在于，现在所有的指令、反馈和状态信息都通过快速数字总线进行交换，从而简化了布线并提高了诊断能力。



事实证明，这次升级取得了巨大的成功。转向全数字驱动和电机后，显著提高了机床的整体速度和性能，从而提高了磨削进给率，改善了表面光洁度。Donald Ostgen 对 Advanced Machine Technologies 提供的服务水平以及刀片磨床的新生能力感到非常满意。“如果有人怀疑 CNC 升级的好处，就应该看看我们的机床。工艺质量极佳，磨床编程更加容易，手持控制器确实有助于简化操作。之前只能在电火花线切割加工机 (EDM) 上运行的零件，现在也可以在此机床上加工。它的适应性提高了，这意味着与改造前的机型相比，现在每个零件的生产时间节省了 10 分钟以上。”

第一台升级后的 RS-12 刀片磨床已在 McQuade 公司的生产线上全面投入使用，公司已经开始对生产线上的下一台机床进行升级。



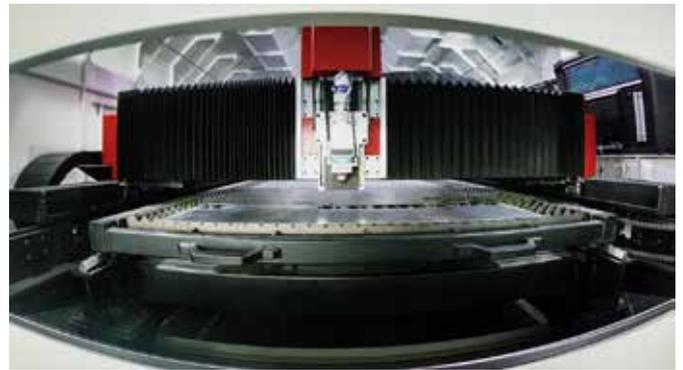
高速激光切割机使用创新 CNC 技术 来提高生产率



CNC 专家 NUM 正在帮助 Grupo Plasma Automation —— 拉丁美洲顶级制造设备制造商之一 —— 开发一种创新的高速激光切割机，该切割机使用实时自适应高度控制系统，以提高生产率。

Grupo Plasma Automation 由八家专门从事制造自动化的设计和制造的公司组成。该集团生产各种等离子、激光和水刀切割机。GPA 成立于 1991 年，多年来稳步增长，并建立了庞大而有声望的客户群；仅墨西哥公司就安装了 700 多套切割系统，如今服务于国内和国际市场。

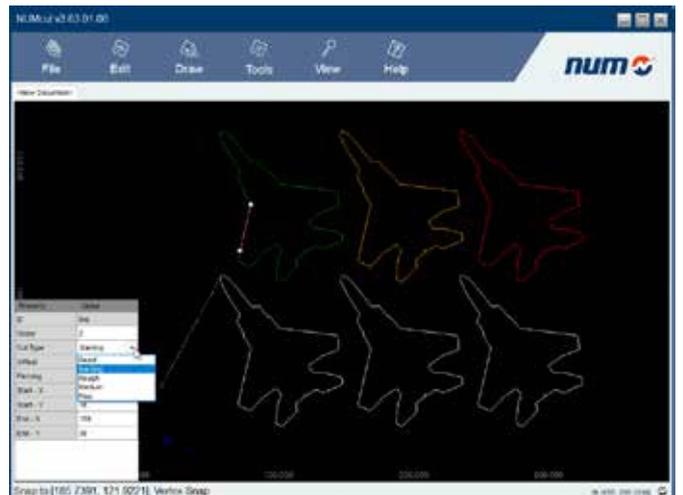
GPA 最新的 CNC 激光切割机旨在为钣金制造商提供超灵活的精密切割解决方案。该切割机品牌为 SPEED CUT，能够切割各种不同密度的金属，包括镀锌铁、铝、黄铜、不锈钢和碳钢。它的工作区域为 1.5×3 米，最高切割速度为每分钟 120 米，定位精度为 40 微米。该系统即使在高速下也能提供极其平稳的运行。



机床上的所有切割头定位功能均由 NUM Flexium+ 8 CNC 系统控制。GPA 公司所有者兼首席执行官 Omar Sandoval 表示：“我们之所以选择与 NUM 合作，主要是因为 NUM 的开放式架构 CNC 平台，并且 NUM 愿意积极参与此类联合开发项目。”

所有四个机床轴均由 NUM 高扭矩 BPX 伺服电机进行驱动，这些电机由 NUMDrive X 数字伺服驱动器控制；Y1 和 Y2 龙门轴配备了功能强大的 9.8 Nm 电机，而 X 和 Z 轴配备了扭矩较小的电机，分别为 2.7 Nm 和 1.4 Nm。NUM 的 Flexium Tool 调试软件允许在同步激活时调整 Y1/Y2 轴，这是最大限度地提高性能和精度的有效方法。

为了帮助实现性能和可靠性的最大化，GPA 的新型切割机完全基于行业领先的激光和控制技术。激光源是 2 千瓦的 IPG Photonics 固态镱光纤系统，波长为 1.07 微米，而切割头是 Precitec LightCutter 2.0 装置。这种特殊的切割头以其动态性能著称 —— 它具有电机驱动的轴向焦点位置自动调整功能，可处理高达 3g 的加速率，并覆盖 23mm 的大焦点位置范围。



Z 轴控制激光切割头在被切割金属板上方的垂直高度。通过利用 NUM Flexium 软件中独特的“动态操作符” (DO) 功能——可将事件驱动的机床循环集成到实时 CNC 内核中——SPEED CUT 切割机用户可从适应极快切割速度的自动化动态高度控制系统中获益。该系统对来自机床切割头高度传感器的数据进行解释，并利用这些数据快速调整 Z 轴伺服中的比例 - 积分 - 微分 (PID) 回路参数。高度传感器还用于实现自动板材检测程序：这将确定工件的尺寸、零点和角度偏置，从而进一步简化机床的操作。

伊利诺伊州纳波维尔市 NUM 公司总经理 Steven Schilling 指出：“我们很高兴能与 GPA 合作开发这款新机床。除了实时自适应高度控制系统和板材检测系统外，我们提供的定制版 NUMcut 软件还具有材料切割条件用户库。GPA 根据材料类型和厚度，在用户库中预先加载最佳激光功率水平、切割速度等。该库的提供将进一步提高机床的生产率和切割精度。”



Flexium+: 高性能和耐用性



NUM 致力于长期提供高性能、持久耐用和兼容的产品，这对用户和制造商来说是一个双赢的解决方案。下面的示例完美地诠释了这一点。

APTE 公司位于法国卢瓦雷的 La Bussière，为汽车、医疗、航空和其他行业设计以及制造热塑性塑料零件。

这些零件的尺寸可以达到两米以上，由不同的材料制成，从传统的 ABS 到最新的复杂软质材料（如汽车内饰）。无论使用哪种材料，成型只是过程中的一部分。在这道工序之后，还需要对零件进行去毛刺、钻孔和各种切割加工。在这些操作过程中，与热成型相关的应力将被释放，零件可能会发生变形，虽然变形量很小且可重现，但很难预估。为此，必须要能够快速、简单地调整加工程序。

当 APTE 的首席执行官 Zedda 先生决定增加机床数量，以跟上公司的发展步伐，很显然，出于上述原因，以及与现有机床的一致性，控制系统必须由 NUM 提供，才能达到令人完全满意的效果。机床采用的是 Mécanuméric 机床，其 Normaprofil T 系列机型符合预期要求，并已成为 APTE 机组的一部分。

Mécanuméric 公司位于法国西南部的 Albi，专门生产铣削以及水刀、激光、超声波和其他创新技术的切削设备。公司在全球范围内安装了数万台机床，客户遍布工业、牙科和教育领域。尽管公司最近没有使用 NUM 设备，特别是推荐的 Flexium+ 系统的经验，但董事长 Païs 先生接受了挑战，并坚信自己有能力完成该项目。因此，来自 Mécanuméric 和 NUM 的技术团队立即联手，打造最佳解决方案。在提供初步培训后，NUM 提供技术支持并解答问题，并在现场协助具体的操作，如根据特定电机（包括机床的 24000 rpm 电子主轴）调整驱动参数。事实证明，双方的合作非常有效，Mécanuméric 能够开发出整个应用，包括整个安全系统部分，这对该机床来说是至关重要的，因为它有两个工作区域。Païs 先生证实，NUM 始终如一地提供支持，他对两个团队的出色合作表示满意。

就机床而言，它是一台带龙门和 RTCP 的五轴修边机。它有两个安全的工作区，可以在保证充分安全的情况下以摆动模式工作。每个区域都有自己的换刀装置，分别位于机架的左右两侧，必要时可以在安全允许的

情况下共享。定位轴基于 NUM 的 SPX 系列电机，其特点是通过一根电缆传输电源和测量及安全信号，从而简化了连接并最大限度地减少了移动质量。当然，NUMDrive X 单轴或双轴驱动器都配备了 SAMX 安全功能，以确保安全运行。EtherCAT 总线 I/O 包含有一个 MPo6 机床控制面板以及约 30 个标准或安全终端模块，其中包括安全 PLC 本身以及用于直接连接传感器和执行器的 I/O-Link 终端。

自动化项目成功的一个重要因素是所使用的刀具或刀具组。在这方面，Flexium+ 仅需要一个软件套件：Flexium Tools。这套软件可以在 Windows 操作系统下运行，可以对机床进行完整的开发——从最初的结构描述到最终的控制程序的维护。数控系统和驱动器的参数设置可以通过图形编辑器来实现，辅以文本编辑器可以处理某些专用机床的特殊情况。PLC 程序可以用 61131-3 标准中的五种语言之一编写，而安全 PLC 则使用功能块进行配置。这些程序可以使用相同的接口进行调试和调整，可以将不同的优先级分配给不同的用户组，以防止意外更改。此外，Flexium Tools 允许定义和控制图形化的可视化页面，这些页面可以集成到标准 HMI 中，用于诊断或机床控制。



RTCP 头和右侧换刀装置的细节



机床及其两个工作区的概览

这种强大且易于实现的功能在本项目中得到了广泛的应用，如截图示例所示。最后，Flexium Tools 软件集成有“仪器”功能，如时间或频率示波器、Ball-Bar 功能等，可简化驱动器调整，方便检查设置的稳定性。

此次合作再次凸显了 NUM 的优势，以及与 NUM 公司合作所带来的益处。Flexium+ 解决方案采用现代化且功能强大的 CPU、功能强大且适应性强的软件、广泛的 I/O 外设和友好的用户界面，涵盖了 CNC 的全部需求。正如 NUM 法国公司总经理 Barsanti 先生所解释的那样：“NUM 的目标是提供一个现代化、高性能、灵活的解决方案，以合理的成本在未来多年内保持运行，就像 APTE 一代又一代的机床一样。”他补充道：“APTE 的选择使 NUM 能够长期收获高质量工作所带来的回报。”尽管如此，纯粹的技术并不是成功项目的唯一组成部分，我们希望强调合作的质量。我们的商业和技术团队随时为您服务，以提升和发展您的所有竞争优势。APTE 的董事长兼首席执行官 Zedda 先生证实了这一点，“我们很高兴能请 Mécanuméric 为我们提供一台配备了 NUM CNC 系统的机床，我们对两家公司之间的合作特别满意。”



自定义 HMI 页面示例：探测校准



右起：APTE 的 FAO 生产经理 Gassot 先生和 NUM 法国公司董事长 Barsanti 先生

自有磨削软件技术完美匹配 NUMROTO 基础架构



德国哈姆斯溪畔策 (Zell am Harmersbach), 美丽的黑森林 (Black Forest), 坐落着瓦尔特股份公司 (Walter AG) 的生产基地 Prototyp-Werke GmbH。自 2007 年起, Prototyp-Werke 就已被整合到瓦尔特 (Walter), 作为螺纹加工和铣削刀具领域的核心品牌 “Walter Prototyp”。2019 年, 瓦尔特成功举办了 100 周年庆。瓦尔特最初由 Richard Walter 在杜塞尔多夫创立, 从事于烧结碳化物合金和新冶金工艺的研发。如今, 生产基地厂区面积约为 8,000 平方米, 约 450 名工人轮班进行螺纹加工和铣削刀具工作。

瓦尔特集团的其他核心品牌包括 “Walter Titex” (钻头), “Walter Multiply” (数字解决方案, 刀具管理、培训和生产过程计划) 和 “Walter” (硬质合金刀头, 铣削、刀头钻孔、车削和开槽刀具系统)。这些都体现在瓦尔特徽标的垂直线条中, “黄色” 代表 Walter Prototyp 核心品牌。瓦尔特全球员工约 3500 名, 总部位于斯图加特南部的图宾根。瓦尔特拥有众多子公司和销售合作伙伴, 为 80 多个国家的客户提供服务和支持。公司专注于汽车和铁路行业、航空航天、能源部门和通用机械工程领域。

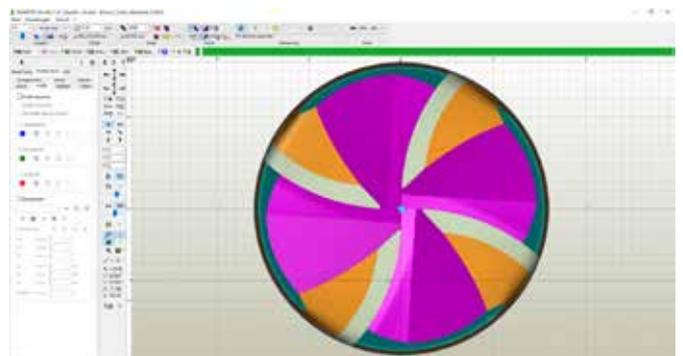
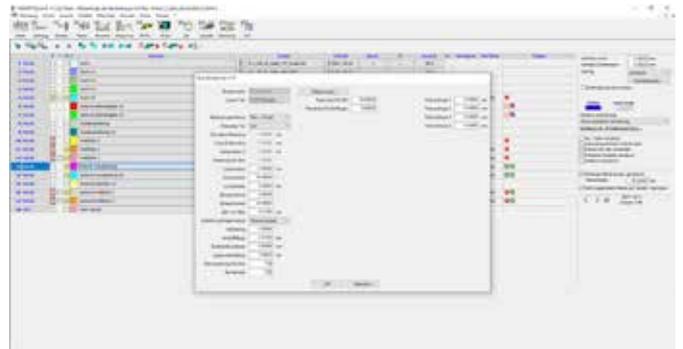
位于哈姆斯溪畔策的生产基地与 NUM 已经成功合作了近三十年。1993 年关于 NUMROT 的客户报告可以佐证, 报告标题格外醒目——“Farewell to black art (告别黑魔法)”, 如下文所示。



自 1982 年以来, TEWL 的软件开发人员 Martin Marx 先生就一直为 Prototyp-Werke 提供服务。Martin Marx 先生和 NUM 的 Jörg Federer 先生一同出现在 1993 年的报告中。他们之间建立了长期而富有成果的业务关系。

过去的几十年中, 位于黑森林的瓦尔特生产基地已经掌握了全面的刀具磨削技术。多年来, 其在配备 NUM 控制器的刀具磨床上使用专有软件, 并结合 NUMROTO, 为客户实现了许多复杂的刀具形状。公司拥有一百

多年的历史, 因此, 内部知识的转化迁移至关重要, 必须予以确保。此时, NUMROTO 发挥了重要作用。借助 “外部计算” 功能, 可以将公司自有的算法和路径计算以及其专有技术, 与全面的 NUMROTO 软件解决方案集成和合并。



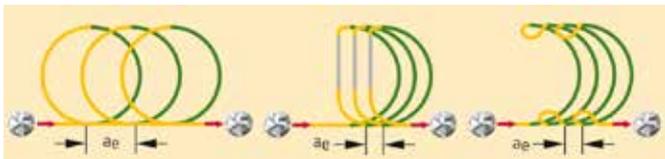
NUMROTOplus® 用户界面内的 “外部计算” 截图

Prototyp 使用了很大一部分 NUMROTO 基础架构，包括高精度和全面的 3D 仿真、后处理程序（特定于机床的五轴路径计算）、数据库、砂轮管理、多语言支持以及 x- 加工。Prototyp 的路径计算已作为“外部计算”集成到 NUMROTO 中。由于公司仅在内部使用自有的路径计算，其他客户无法访问，刀具制造商的专有技术得到了充分保护！这种灵活的概念使内部开发团队积累的知识得以传承，并在几代人之间得以持续开发，而编程系统的其余基础架构则由 NUMROTO 维护并迁移扩展。Martin Marx 说道：“外部计算功能使我们能够生产 NUMROTO 标准功能无法提供的刀具”，随后他又补充道，“久经验证的 NUMROTO 平台拥有卓越的性能，从开发的角度来说，这极具价值——使用 3D 仿真可对内部开发成果快速、轻松地进行几何测试，然后通过碰撞检测功能在机床上自动磨削。”



这种知识融合的一个典型例子是“Flash”高进给铣刀（巧合的是，铣刀的名称和我们的期刊杂志名称相同）。特定的表面刃磨和双半径刀槽被设计为“外部计算”，其余采用 NUMROTO 标准。

其中，新型 MD133 Supreme 整体硬质合金铣刀在技术上堪称一流。由于它遵循铣床上的加工路径，高速进行圆周运动，因此需要定制的齿形。这可以通过编程系统的最佳交互来实现。



具有不同涂层的 MD133 Supreme 整体硬质合金铣刀，应用范围广泛。该系列刀具专为动态铣削的要求而设计，其特点是具有高切屑体积，同时可实现较大的切削深度

德国哈姆斯溪畔策技术开发团队负责人 Fabian Lehmann 表示：“NUMROTO 通过‘外部计算’提供了跨平台的优势，据我们所知，这是任何其他提供商都无法提供的。” Martin Marx 在执行工作的质量方面看到了 NUMROTO 的其他优势，“即使开发时间有时比预期要长一点，但更新从来没有出现问题，它们始终能够经过测试。即使多年后，现有功能也始终向上兼容。”



Walter Prototyp 的整体硬质合金铣刀 MD133 Supreme 正在使用中



ConeFit 可换头式铣刀示例：于 2009 年面市，丰富了 Walter Prototyp 产品的多样性

其他服务包括刀具的涂层、标记、清洁和表面处理。位于哈姆斯溪畔策的瓦尔特生产基地已通过 DIN EN ISO 9001、14001、45001 和 50001 认证。此外，瓦尔特股份公司内部还设有瓦尔特学院，致力于持续的职业资格认证以及员工个人技能的进一步发展。



左起：Fabian Lehmann 先生（瓦尔特技术开发团队负责人），Martin Marx 先生（瓦尔特 TEWL 软件开发人员），Jörg Federer 先生（NUM AG 的 NUMROTO 应用技术经理）

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