



**NUM** 年刊

## CNC-全面解決方案

- 04 工程亮點
- 16 **Revoc AG** — Revoc 提供 Kellenberger 外圓磨床專業改造
- 18 **SOS Elektronik** — 成功改造讓機床重喚新生
- 20 **McQuade Industries, Inc.** — CNC 程式升級為美國切削刀具製造商提供重要生產優勢
- 22 **Grupo Plasma Automation** — 高速雷射切割機採用新型 CNC 技術，加速產出
- 24 **APTE/Mécanuméric** — Flexium<sup>+</sup>：高性能和耐用性
- 26 **Prototyp-Werke GmbH** — 自有磨削軟體技術完美搭配 NUMROTO 基礎架構

# 主編

## Peter von Rüti, NUM 集團首席執行長



親愛的讀者：

心理學家說：「很少有什麼能比得上不確定性那樣令人難以忍受。」不知道明天會發生什麼讓我們感到恐懼，即使這其實每天都在發生。我們藉由例行安排讓自己得到可預測性和安全性的感覺。所以，在不確定的時期我們可以信任什麼呢？從根本而言，那就是良好堅實的價值觀。在 NUM，我們長期堅守公司既定價值觀和原則，為客戶提供全面的建議和服務，在生產機器的自動化方面提供面面俱到的專業知識。您的要求和需求是我們關注的核心。我們的專業知識——也就是不斷根據客戶需求所開發的產品功能和應用——體現了堅如磐石的價值，值得您信賴。

和過去相比，經驗愈來愈重要。長久以來，我們有很多員工持續將他們的技能應用在軟體、硬體和應用程式的開發中。我們為員工歷久彌新的專業知識和對 NUM 的長久貢獻感到自豪，也希望您的公司業務發展從中受益。

虛擬世界中的發展：數位分身讓我們得以應用尖端技術，在現實世界和虛擬世界之間架起一座橋樑。數位分身以資料和演算法為基礎，可以在虛擬環境中（亦即，在功能或機器實際問世之前）測試功能、工具機甚

至整條產線。這是個重要的技術趨勢，在某些情況下，可以縮短「上市時間」，從而節省開發成本。

我們用於水刀、雷射或等離子切割機的新型 NUMcut HMI 具有整合的 CAM / 後處理器模組。該 HMI 允許客戶在網站上輸入的幾何資訊直接傳送到機器。也就是說，無需另加有後處理器的 CAD/CAM 系統。此應用程式非常適合工業 4.0，而且 CNC 控制系統還有許多支援性和提高效率的功能，例如 AFC（自動進給控制）和 VOC（可變負載控制）。

「據心理學家研究，很少有什麼能比得上不確定性那樣令人難以忍受。有了 NUM 做為您可信賴的合作夥伴，您再也不會有此煩惱。」

*Peter von Rüti, NUM 集團首席執行長*

針對異形研磨，最新版 NUMgrind HMI 增添了異形研磨。此次升級讓所有偏心和異形工件，可以只需簡單的在對話框輸入資訊即可完成。

在本期 NUMinformation 中，我們的全球客戶報告將帶您遨遊德國、瑞士、法國、墨西哥和美國的合作夥伴公司。我們與這些合作夥伴一起實施了節約成本和時間的機器自動化專案。例如，CNC 雷射切割機、5 軸龍門去毛刺機、刀具磨床等。請見證我們的成功案例，讓這些案例啟發您的未來投資。

希望您暢享本期 NUMinformation，期待在下次展覽上與您會面。

彼得·馮·魯蒂 (Peter von Rüti)  
NUM 集團首席執行長

## 出版資訊

出版方

NUM AG  
Battenhusstrasse 16  
CH-9053 Teufen

電話 +41 71 335 04 11

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

編輯和排版

Jacqueline Böni  
Andreas Hahne

© NUM AG 版權所有

允許轉用，但須註明出處，  
歡迎提供樣本。

NUMinformation 每年出版一次，  
發行語言包括：英文、德文、法文、  
義大利文和中文。

## NUM 進軍印度

2019 年 11 月，NUM AG 在班加羅爾開設分公司。隨著本次進軍亞洲，總部位於瑞士圖芬的國際公司進一步鞏固了其在 CNC 控制領域作為技術領導者的地位。藉由本次擴張進入印度市場，NUM 擴大了其在印度的本地業務，以及客戶導向的銷售和服務。

「班加羅爾的地理位置有助於我們更快地回應客戶的諮詢，並進一步提升我們在該地區的品牌知名度。多年來，我們在中國和台灣的發展良好，現在，我們希望進一步加強我們在亞洲的地位」，印度 NUM 總經理拉傑什·納特 (Rajesh Nath) 表示。這一最新的擴張不僅在印度創造了新的就業機會，還確保全球範圍內的布局。



開幕式當天由管理層舉行傳統的印度燈光儀式

## NUMROTO 軟體在中國的版權保護

我們非常高興宣佈正式擁有 NUMROTO 軟體的中國版權。

我們和我們的律師將更容易針對世界範圍內使用和銷售非授權版本 NUMROTO 的行為採取行動，並相應地追究非法使用者和供應商的責任。

您如何識別非法版本的 NUMROTO ？

如果您的機床沒有 NUM CNC 控制器，但仍然使用 NUMROTO，則表示其肯定是未經許可的，因此，屬於非法版本的 NUMROTO。

如果您想驗證 NUMROTO 的真偽，只需將副檔名為 .nky 或 .nk4 的授權檔案 (keyfile) 連同您的公司名稱一起傳送給我們。如果您發現您使用非法版本的 NUMROTO，請與我們聯絡。我們會盡力一起尋求解決問題的辦法。



活動

## NUM 2020/2021 參展日曆

### GrindTec 2020

11 月 10 日 - 13 日，德國奧格斯堡  
7 號廳，7100 號展位

### IMTEX 2021

1 月 23 日 - 28 日，印度班加羅爾

### Grinding Technology 2021

3 月 2 日 - 4 日，日本東京

### TIMTOS 2021

3 月 15 日 - 20 日，台灣台北

### CIMT 2021

4 月 12 日 - 17 日，中國北京



# NUMgear 系列 茁壯成長

軟體精靈，專為  
探針量身客製

## NUMgear 家族技術成長茁壯中

Flexium CAM, NUM 的人性化介面開發環境, 和超精確、靈活可擴展的電子變速箱 MLEGB 是 NUMgear 家族引以為傲的核心技術。

### NUMgear 滾齒機

年齡最大的子級產品是 NUMgear 滾齒, 這是新機和舊機改造的滾齒解決方案。它已經多年摸索和測試, 無論身處何處, 總給人品質一流的印象。滾齒仍然是生產漸開線外齒輪最快的方法。

### NUMgear 插齒機

NUMgear 插齒機是滾齒機的兄弟, 用於漸開線內齒輪 (即齒環)。齒輪越緊湊, 就越有可能使用內齒環。

### NUMgear 螺紋 (創成) 研磨機

NUMgear 螺紋研磨機可以在漸開線外齒輪上產生高精度表面, 使變速箱使用壽命比汽車其它部件更長, 在行駛時幾乎感覺不到它的存在。有了 MLEGB, NUMgear 螺紋研磨機可達到 DIN 1 的表面品質, 甚至比 DIN 1 更高。齒輪快速對齒, 以及蝸桿的精確修砂, 這都使加工可以快速可靠的進行。

### NUMgear 成形輪廓研磨機

NUMgear 成形輪廓研磨機是家中最全能子級產品。每個齒溝都一一磨削, 將砂輪精確研磨成所需齒形和齒溝。這種方式可以生產各種各樣的齒形, 從修改的漸開線到擺線, 無所不能。NUM 的成形輪廓研磨機能夠計算和校正漸開線輪廓和擺線輪廓。模組會計算修整器路徑, 並控制從修整到研磨的過程。成形輪廓研磨機內外齒輪均適用。

### NUMgear 刮齒機

NUMgear 刮齒機是家中老么。雖然刮齒不是新技術, 但直到專利申請百年後, 它才真正有生產效率。這其中最重要的因素, 是刀具和工件的連結。速度 16000 rpm 的 MLEGB 和奈米級精度的 NUM 馬達和驅動器都可以保證這一點。刮齒機也是內外齒輪均適用。

NUMgear 家族將會繼續成長茁壯、跨足新技術。在此細分市場中, NUM 專案有著最大的靈活性和開放性, 每個模組都可根據客戶要求調整其功能和操作。



## 軟體精靈提供工件探針圖形指導

現在，CNC 機床操作人員可在製造現場輕鬆地進行零件和刀具的探針測量。

NUM 的新 CNC 專業軟體選項大大簡化了 CNC 加工處理的測量加工程式。

本軟體專門為使用便捷而設計，採用圖形化教導技術，CNC 機床操作人員完全不必有任何 G 代碼程式設計經驗。對於尋求增強工藝驗證或提高精密零件產量的加工廠而言，這可能具有重要意義。



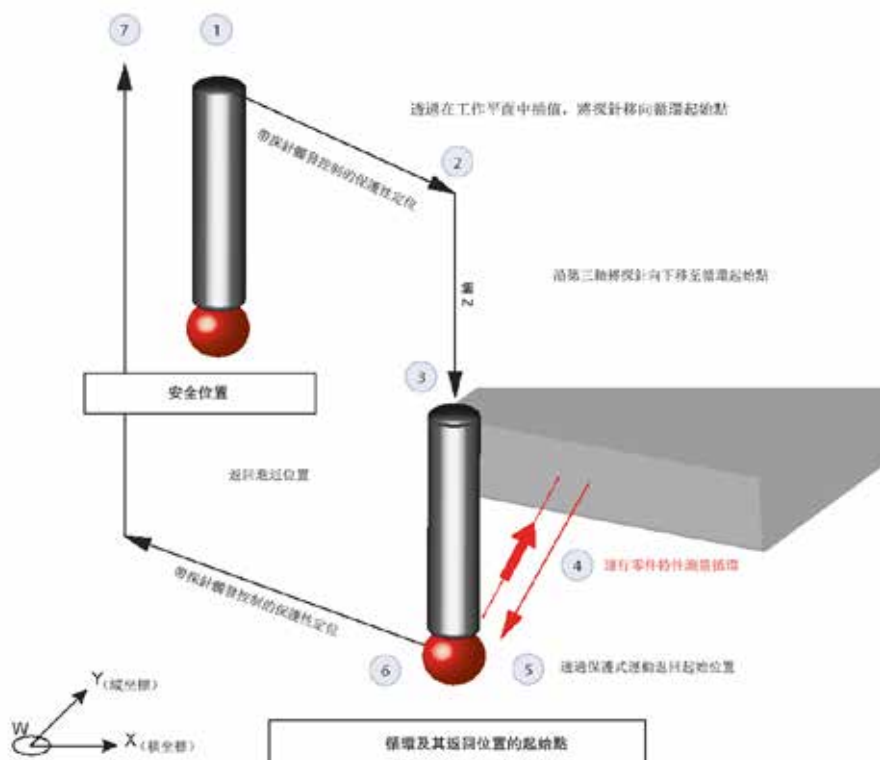
NUM 的新軟體精靈讓 CNC 機床操作人員便於處理零件和刀具的探針測量。

此新選項以軟體精靈的形式提供，可用於 NUM 所有新一代的 Flexium+ CNC 系統，可與所有零件和工具標準探針的測量循環相容。為達最大通用性，有 17 種不同的工件測量程序和 4 種探針校準程序，再加上 2 種固定的探針校準和刀具長度預設程序。該系統還提供了六個專門用於銑床的測量程序。

每一程序在各自的測量循環中均提供清楚明確的指導，使加工處理有效地自動化。首先提示使用者指定用於測量的工藝資料，例如進給速度和探測速度，然後是諸如逼近和起始位置的資料準備，以及用於所選循環的輸入和輸出資料。

操作人員一啟動測量循環，所有探針定位即可由 CNC 機床全自動處理。在工作狀態下，探針完全受到保護，不會與零件碰撞，所有錯誤都會以信號向 CNC 系統發出通知，運行會因而立刻停止。本軟體有 RTCP（旋轉工具中心點）全方位管理功能，可處理測量循環的傾斜坐標。

NUM 探針測量指導選項將 CNC 機床的應用範圍帶入全新境界。它的進階功能納入複雜任務的處理，例如測量肋骨 / 梁腹板的寬度和近軸探測運動的中點，透過四個點來測量孔或凸台的直徑和中心，沿著第三軸探測斜面角度，以及透過三個點對孔或凸台進行向量測量。



NUM 的新探測軟體選項使 CNC 加工過程中的測量循環更為自動化

# CNC 切割機新軟體

## CNC 切割機新軟體特點：整合 CAM/後處理器模組，簡化加工程式的生成

功能齊全，水刀、雷射及等離子切割應用都囊括在內。

CNC 專家 NUM 推出新的 HMI（人機介面）套裝軟體，整合了 CAM/後處理器模組，可進一步簡化和加速 CNC 切割機加工程式的生成。為提高切割精度和品質，此軟體還具有兩個全新實時分析功能，可用於水刀切割應用程式。

如今，許多居於全球領先地位的水刀、雷射及等離子切割機製造商，選擇以 NUM CNC 系統為基礎的產品，其主要原因在於該公司 Flexium 平台一如既往的強大功能和可控性。Flexium 於 2012 年推出，憑藉其可控性和使用便捷性，倍受機器製造商和終端用戶推崇，聲名遠播。NUM 不遺餘力地增強平台功能，滿足使用者對於切割機技術求新求變的需求。

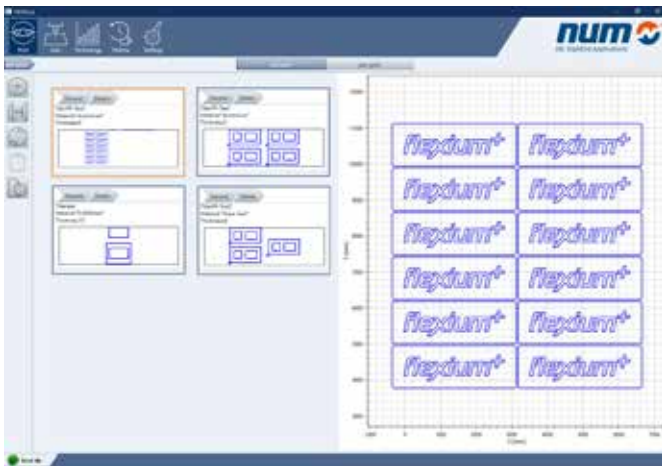


圖 1：現有文件池

NUM 最新版 CNC 切割機軟體是大量研發工作的成果。它體現了工業 4.0 的連結性原則，具有全新的 HMI（稱之為 NUMcut），以前需要另增 CAD/CAM 後處理器計算功能，此 HMI 則將該功能納入其中。

使用者通常以某種 CAD/CAM 系統，為生產流程前端的 CNC 切割應用準備加工程式。這項工作的關鍵在於對 ISO 檔進行後處理，以將某機器的切割資訊整合。這是高度重工的過程，可能導致加工問題誤判和耗時的結果。

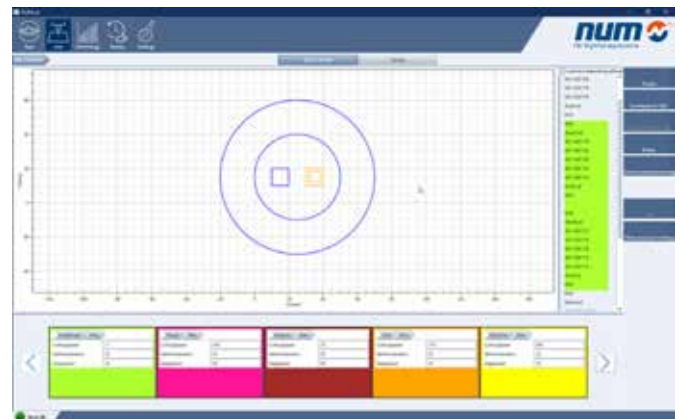


圖 2：建立工作清單

為了縮短路徑，NUMcut 納入功能強大的 CAM/後處理器模組。在開始切割操作之前，唯一需要傳輸到機床的資料，是加工形狀和每次切割的品質。這些資料基本上可以從所有 CAD/CAM 軟體類型導入，例如在一般電腦所使用的軟體。



圖 3: 輸入遮罩技術資料庫

其它所需資料，例如切割速度、取決於切割材料的磨料量等，都是由控制系統本身計算的。CAM/ 後處理器模組使用技術資料庫進行運算，該資料庫有控制系統所需的所有相關資訊，可自動創建可執行的加工程式。資料庫中的數值由機器製造商事先設定，使用者有需要時，可以進行修改或添加，以應用在，比如說，新材料上。

該資料庫本身擁有製造商十分完備的專業資料，可配置在各別切割機上，也可儲存在雲端上，讓多台機器共同使用。

NUMcut HMI 以清晰明確的樣式，顯示機床操作員可以使用的所有檔案。操作員只需在 CNC 系統觸控螢幕上的檔案總管，點選檔案並將其拖曳到「作業列表」中，即可確定機床一連串的動作。機床加工中以及處理該加工所用刀具的當前位置均以圖形表示。如有需要，操作員可在加工進行中更改作業列表，以因應不同生產需求，例如加快製作速度。

NUMcut 還為水刀切割的應用提供兩種實時分析功能。水刀切割時，需要在轉彎之前降低加工速度，以減少切割射流的尾流，維持切割品質。NUMcut 的自動進給控制 (AFC) 功能使用技術資料庫中的資料分析路徑的幾何形狀，並自動優化切割速度，以最適合曲線半徑或角度進行切割。

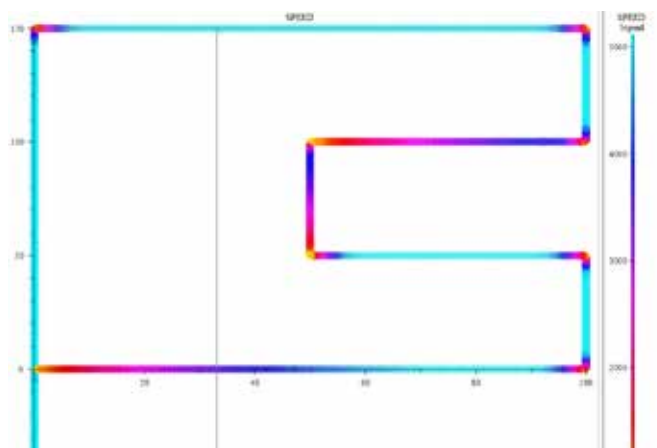


圖 4: 自行調整切割速度

水刀切割所存在的另一個特點是，切口形狀會隨著切割條件的變化而變化，所以說，縫隙寬度會隨著速度不同產生顯著變化。如果這種精度誤差需要補償，NUMcut 有可變偏移控制 (VOC) 功能可用。這功能讓切割路徑可以自動改變，但雖然切割射流的半徑改變，加工最終輪廓依然是原本的尺寸，保有每個切割加工的尺寸精度。

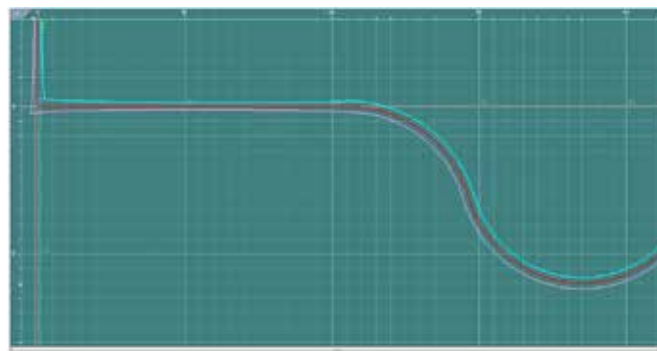


圖 5: 與速度相關的切口寬度

# 人工智慧應用大展拳腳， 全面預防故障

# 異形研磨 輕而易舉



## 應用人工智慧的 NUM 診斷和故障預防功能

在機床的使用壽命中，不同的故障可導致數小時到數天的中斷。停機意味著延遲交貨，會對服務品質和成本產生重大影響（在某些情況下會導致罰款）。

為減輕停機的影響，故障預測非常重要，以便事先備好零件，在故障發生前的最佳時機計劃好預防措施。NUM 以兩種不同概念，提供兩種不同的診斷和故障預防方案：一個是稱為 NUMmonitor 的軟體應用程式，另一個是使用人工智慧的診斷和預防方案。

這兩種方案的目標，都是預測機床的機械問題，例如摩擦增加、背隙、振動、不穩定等，以及諸如馬達效率降低（比如由磁體降額所引起）、編碼器偏移錯誤、相位缺失、主驅動器問題等的電氣問題。

這兩種方案採用不同的方法：

- NUMmonitor 創建機器「指紋」；定期檢查機器指紋，可以預測降額和潛在故障
- 使用人工智慧進行診斷和預防，可監控「在線」機床的行為，在出現異常現象（故障、老化、潤滑問題等）時報警提示。

我們來進一步了解 NUMmonitor 的工作方式：以測試加工程式運行機床，可以自動創建某軸變量（例如，軸電流或負載）的平均曲線。得出平均曲線後，最小和最大包絡曲線（使用者可自行定義規則）便會創建。這些包絡定義了某變量的最大偏差。

以相同的測試程式定期檢查機床，可以確定偏差和降額。NUMmonitor 如與 NUM Flexium+ 系統結合使用，則不需要任何其它設備或感應器，而且還可以自動執行檢查的完全過程。除指紋功能外，NUMmonitor 也可用於過程（加工）監控。另一種方法是人工智慧執行診斷和故障預防功能。一旦機床調試完畢且生產準備就緒，機床學習過程就會開始。

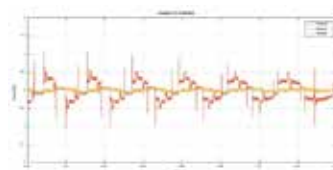


7 軸機床監控範例。

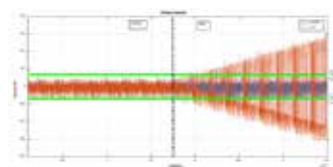
藍線：機床全新且經測試時，所測得的平均軸電流值  
紅線：最小和最大包絡曲線

在自動模式下（例如在標準加工情況下）使用機器，可以收集各種變量，藉由這些資料來設計和調整類神經網路。NUMai 軟體應用程式實現了經設計和調整的類神經網路。它可以在機床的工業電腦（用於機床 HMI 的同一電腦）上運行，以在線模式連續模擬機床的正常行為。

經過一段時間後，如果機床性能因老化、故障、潤滑問題等而發生變化，NUMai 軟體會判斷偏差、發出警告！原理小結：類神經網路學習機床在正常條件下的工作方式，如果出現偏差（例如機械問題），則可判斷情況！此外，對於這種情況，已完全整合到解決方案中，無需增設其它感應器。



此例顯示類神經網路變量預測（藍線）與變量測量值（紅線）的比較。殘餘誤差以黃線顯示



此例顯示估測變量的殘餘誤差，而後發生故障（右側），殘餘誤差增加且發出警告



## 異形研磨

舉例來說，如果看一眼凸輪，就會發現，異形工件也必須研磨。使用外圓研磨時，應該要能磨出完美的圓形；而使用異形研磨時，我們則希望所定義的異形形狀，其表面能達到所要求的品質。

NUM 在研磨應用方面擁有豐富的經驗。除刀具研磨外，NUM 還提供外圓研磨、內圓研磨、表面研磨、無心圓研磨，為各種應用專業客製 CNC 系統。

異形研磨是 NUM CNC 系統中圓筒研磨的一大特色。C 軸與 X 軸和 Z 軸進行插入或同步處理，可以研磨傳統圓筒磨床所無法生產的形狀。

以下圖片顯示一些可研磨的形狀或工件。凸形（向外彎曲）表面沒有形狀限制；凹形（向內彎曲）表面存在與加工相關的幾何限制。



凸輪軸

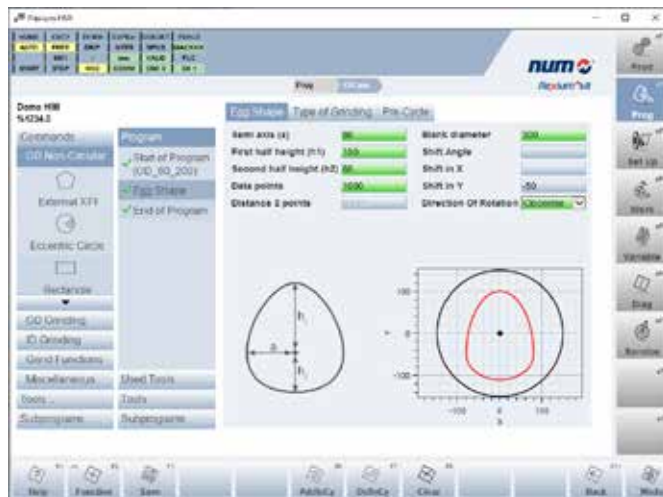


中心之間支撐的曲軸

### 功能

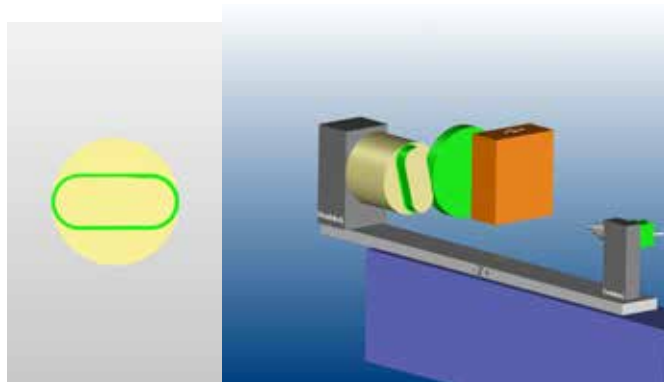
異形研磨是極其複雜的研磨應用，因為異形輪廓待磨工件的嚙合和運動條件不斷變化，所以需有特殊軟體，以確保異形研磨可以成功。使用 NUMgrind 時，「工件」的閉合形狀在 XY 平面中定義。然而，磨削是透過 X 軸隨著 C 軸（主軸）內插或同步完成的。這是透過擺動或多次開槽達成的。這透過振盪或多次開槽實現。輪廓在 Flexium<sup>+</sup> NCK 中從 XY 平面轉換到 XC 平面，依據砂輪直徑計算相應的補償和進給運動。可以給輪廓提供速度曲線（這當然也經過轉換），控制系統會自動以設定的最大速度和加速度為依據。異形研磨循環包含在 Flexium<sup>+</sup> 的 NUMgrind 異形研磨軟體套件中，可以立即使用。

相關的 HMI 有大量預設形狀，工件的程式設計更加容易。也可導入和修改圖形。在對話框頁面填寫完成且確定加工順序後，NUMgrind HMI 會創建工件加工所需程式，然後便可在機器上執行該程式。



蛋形輸入頁面剖面圖

使用 Flexium 3D，研磨運動和材料去除都可以模擬。範例：

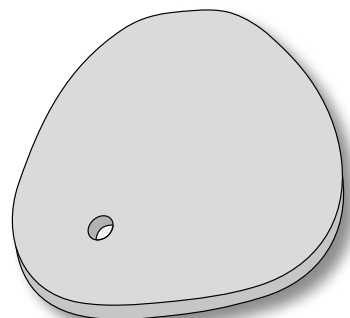


異形研磨 3D 模擬

NUMgrind 軟體套件有全方位的研磨循環，可用於外圓或內圓研磨，還有異形研磨可選。它以完整的一站式方案形式提供，但可以獨立擴展，附加循環和功能。

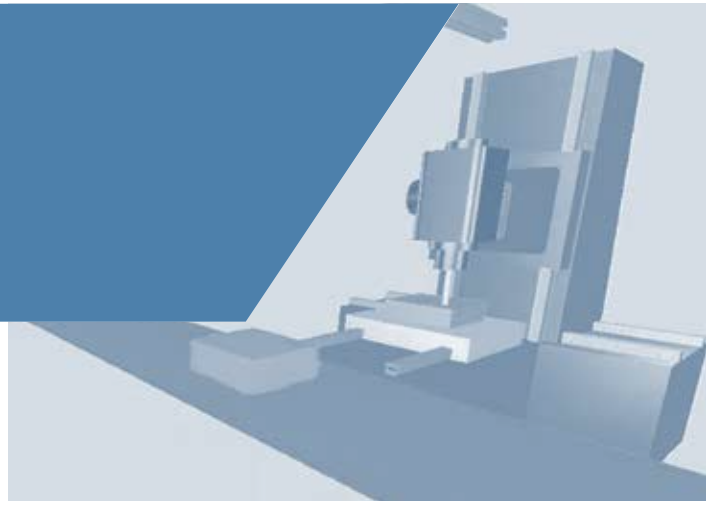


衝孔



凸輪盤

# 數位分身 (Digital Twin)



## 數位分身 (Digital Twin)

數位分身的發展是當前最熱門的技術趨勢之一，也是工業 4.0 的支柱之一，其目的是在數位世界中盡可能接近 1:1 地複製實物。

數位分身包含資料和演算，以及將它與現實世界連接的感應器。數位分身是虛擬的模型，例如

- 產品的虛擬模型
- 製程的虛擬模型（機械、工廠、生產）
- 服務的虛擬模型（交貨時間控制、品質控制）

這些物件、過程或服務尚不需要存在於現實世界中。他們也還處於開發階段。

連結現實世界和虛擬世界有什麼好處？連結可以實現機電一體化的同步開發、系統監控（在問題出現之前預判並處理問題；避免停機）以及資料分析。如果使用得當，可以降低成本、縮短上市時間。

### 產品分身

做為控制系統製造商，我們希望為客戶的機器生產和維護提供完善的支援。因此，本文的重點是，建立其產品的數位分身，產品分身。其在開發階段開始時建立，並逐步擴展，直到真正的產品存在。它由產品結構以及其它資訊（例如，M-CAD 檔的幾何形狀、E-CAD 檔的電氣原理圖、軟體等）組成。這使團隊可以同步、高效地進行開發。

如果沒有數位分身，機械部件和控制器要到調機的時候才會配置在一起，問題要到最後一刻才會發現，不僅耗費時間，風險和成本也都較高。實際調機要有真實的機器，但機器在開發階段卻尚不存在，需等到日後才行。而數位分身早期階段就可存在，可以在第一批機械零件實際製造出來之前，先在開發階段用於虛擬調機。數位分身取代了日後真實機器的機構、致動器和感應器，以 3D 機器模擬提供虛擬實物。這為控制軟體的開發開闢了新的可能性，因為數位分身可以在早期就進行測試和優化。

### 結構

具有數位分身的系統包含三個元素：

- 實物
- 在（部分）虛擬空間中進行數位分身
- 將兩個物體連接在一起的資訊

數位分身基本上有兩種類型：

- 硬體迴路 (Hardware in the Loop, HiL)
- 軟體迴路 (Software in the Loop, SiL)

在硬體迴路中，數位分身有一個真實的控制器。這表示，安裝有數位分身軟體的電腦透過傳輸線連接到控制器。在控制器上，當前軟體版本與數位分身的模擬模型交互執行。訊號在兩個系統之間交換，數位分身中的 3D 視覺化真實顯示程式順序。

在「軟體位於回路中」的情況下，數位分身與虛擬控制器通信。整個功能均位於電腦上。這種可能性在早期開發階段極為有利，因為那時，尚沒有真正的控制器。

### 虛擬調機

虛擬調機可以提高效率、縮短開發時間。同樣地，在實際機器上開始調機之前，可以達到更高水準的軟體開發。因此，機器調機可以在更短的時間內、更具成本效益且具有較小潛在風險中進行。

虛擬調機的進一步應用涉及對機器的改造，例如其它下載系統。如果數位分身能夠很好地反映現實情況（包括時序參數），則無需實際製造就可以評估不同版本機械裝置的優劣。

數位分身也可用於培訓，這是另一個好處。這意味著可以在實際控制系統上，以虛擬方式培訓操作人員。

在機器陳列室中，可以顯示目前無法展示的實體機器或其它款型。

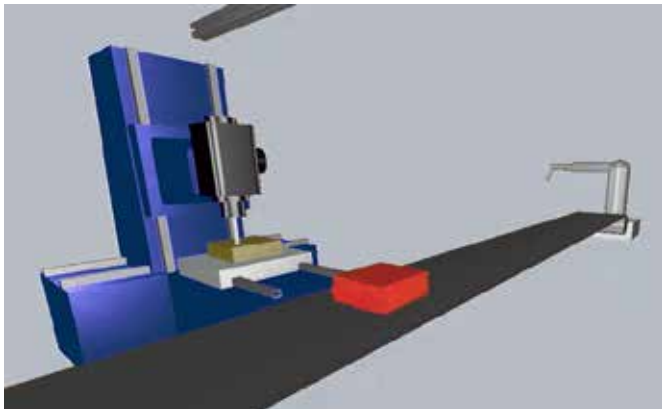
## NUM 控制器的數位分身

我們提供兩種控制用的數位分身版本。一種是軟、硬體迴路的混合，另一種是經典的硬體迴路方案。

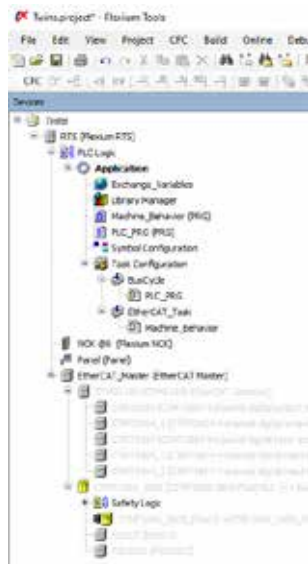
第一個版本有 Flexium+ 控制器整合式 PLC 中的一個機器模型。該模型是一個獨立的 PLC 程式，使用預設組件模擬單個機器元件，例如，感應器、主軸、氣缸等。Flexium NCK 執行 NC 程式並模擬機器軸各種運動的位置數值。為更好地了解整體行為，視覺化該過程很有幫助。CODESYS Depictor 就用於此目的，用於對機器進行建模和動畫處理。模型動畫的資訊來自 PLC 和 Flexium NCK 的模擬程式。

這種形式的數位分身需要：

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



我們還為迴路分身中的經典硬體迴路提供解決方案。為此，我們使用 ISG-virtuos，此軟體包含專門用於實時應用程式的軟體。此工具可使用實體控制器對自動化系統進行測試、調試和優化。ISG-virtuos 用電腦取代了機器，並透過乙太網與 Flexium+ 控制器進行即時通信。虛擬機器由虛擬元件構建而成，在介面、參數和操作模式方面，虛擬元件的行為與真實元件相似。因此，它詳細對應於實際系統的結構。機器的運動以 3D 模擬顯示，重要資訊透過 EtherCAT 在分身和 Flexium+ 控制器之間交換。



這種形式的數位分身需要：

- NUM iPC (例如 FS154i)
- Flexium NCK
- Flexium Tools
- 電腦
- ISG-virtuos
- Flexium+ 中的介面模組，用於與 ISG-virtuos 連接



數位分身

連接

Flexium+

虛擬機用於模擬實際測試和調機情況，包括順序 (PLC) 和運動控制 (CNC) 中的所有控制功能。這些系統測試也可以自動執行。然後，以這種方式開發和測試的功能相當容易就可轉化到實際系統中。

從這兩種方案中選擇哪一種需要考慮各種因素，並非是容易解決的問題。我們的工程師會很樂意為您提供專業知識，協助制定決策標準、甚至實現虛擬機。

# 加速器閃亮登場， 振動難題迎刃而解

# 全新 CNC 功能， 打造卓越加工過程

## NUM 加速器

現在市場上，有許多公司供應包括加速器在內的各種感測器，它們堅固耐用，品質優良。那麼，NUM 為何還要提出自己的解決方案？

當前市場上多數的加速器均無法以高頻率採樣，它們通常還需要有調節電子設備，然後才能以現場總線將其連接到 CNC / PLC 系統，最好的情況是每隔幾毫秒提供一次資料。

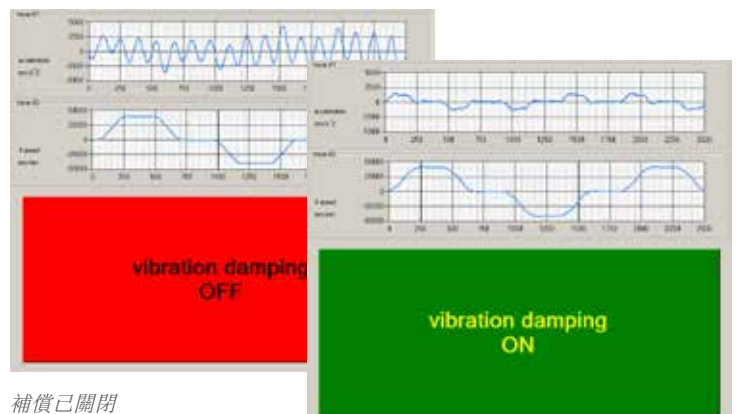
如果加速度值每隔幾毫秒才提供一次，是否可以減輕常見的機器振動？答案通常是：不能。因此，NUM 決定開發自己的加速器。此加速器可以直接連接到 NUM 的伺服驅動器，以 100 微秒間隔採樣，可用於頻寬高達數百赫茲的閉環控制配置中。

一項最有趣的應用是：機床的刀具中心點 (Tool Centre Point, TCP) 隨著機床機械結構的振動模式而振動；即使機器配備了高分辨率編碼器（整合在伺服馬達中），也無法減輕 TCP 振動，因為它沒有被測量到。複雜的系統建模和狀態空間控制可能會產生一些有效的結果，但是複雜度很高，而且堅固性的補償相當弱（例如，在參數變化較小的情況下，比如慣性，補償效用會喪失）。

將 NUM 加速器連接到 NUM 伺服驅動器，使用 DEM-X (Drive Embedded Macro) 和 NUM 主動式阻尼等進階功能，便可測量到 TCP 加速度（例如，在 X、Y 和 Z 主軸的每個方向上），因而，能精準和可靠地減輕 TCP 振動！請參看附圖範例。

在某些情況下，會使用精確的光學尺，讓 NUM 主動式阻尼用於減輕機構動態鏈振動，但這並不代表 TCP 振動也會減輕。

NUM 加速器可以解決許多問題，以上只是其中一項。加速度的資訊也可以數位循環方式傳輸到 Flexium+ NCK，儲存在 NCK 環形緩衝區中。



補償已關閉

追蹤 #2: X 軸速度

追蹤 #1: 末端以其自然頻率振動 (大約 3 Hz)

補償開啟，追蹤 #2: X 軸速度，追蹤 #1: 端點在移動，加速度僅由程式設定 (固有頻率完全補償)

然後，該資訊可循環上傳到 Windows，做進一步評估或與 NUMmonitor 一起使用。

加速度的資訊還可用於以下方面：優化加工過程（例如，避免抖動），檢測主軸振動（軸承問題），檢測機械降額定係數（摩擦 / 背隙），檢測和記錄當機，評估刀具壽命，檢測刀具損壞等。

NUM 的加速度計連接到 NUM Flexium+ CNC 系統，可用於解決諸多問題。歡迎與我們聯絡，以便我們為您解決問題提供支援。



# 新的 CNC 功能：擺線銑削程式 (G725) 和雕刻程式 (G730)

作為其軟體最新修訂版的一部分，NUM 推出了一套不同的 Flexium+ NCK 加工程式。其涉及到銑削應用中更高效、更快速的零件加工，並包括使用字母、數位和特殊字元的工業雕刻應用的必要擴展。

## FXS0000700 擺線銑削加工程式 (G725)

擺線運動是描述一個圓沿一條直線運動時，圓周上一個點的曲線。擺線銑削是一種特殊的銑削策略，其採用新的 CAM 程式設計系統和控制加工程式，實現一致的刀具嚙合、更高的材料去除率和一致的平均切屑厚度。因此，保證最佳和高效的加工過程。

對客戶而言，最重要的優勢包括：

- 降低切削力
- 減少熱量
- 提高加工精度
- 延長刀具壽命
- 更快的加工時間
- 一種刀具適用於多種插槽尺寸

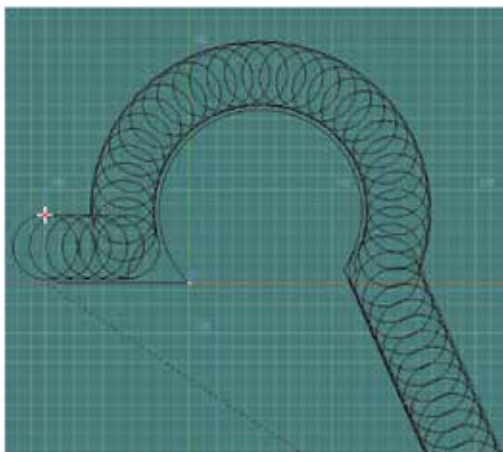
擺線銑削程式可透過 NUM ISO 程式設計中的 G725 以不同的參數（包括進給定義）開始。

句法極為簡單：

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

週期參數說明：

EL..	擺線加工的寬度
EF..	加工進給
ES..	返回路徑的進給率
ER..	刀具軸中的回退平面
EH..	開始加工的高度
EG..	順時針 (-1) 或逆時針 (1) 運動
H..	輪廓編程的檔案
N..N..	輪廓的第一個和最後一個程式區塊
Q..	前進路徑
EE..	如果編程代碼 O，則進行精加工



FXS0000700 擺線銑削週期 (G725)

## FXS0000701 雕刻加工程式 (G730)

G730 加工程式用於透過機床中的同動軸，從文本串中雕刻字元。可用的符號有大小寫字母 (a-z 和 A-Z)、0-9 之間的數位和一些特殊字元。可以沿直線、傾斜或沿半徑為 R 的圓周書寫文本。每個字母還可以額外旋轉一個角度（傾斜字元）。這一雕刻週期允許最終使用者在不使用 CAD/CAM 系統或任何其他軟體工具的情況下，在工件上書寫一些文字（如 ID、序號、工件編碼或日期和時間）。

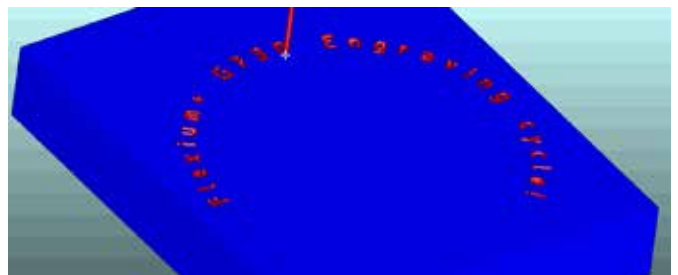
句法是：

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

G730 雕刻週期具有整套參數，用於確定文本的位置、佈局和圖案。

X..	包含第一個字母的矩形的 SE（東南，左下）角的 X 位置
Y..	包含第一個字母的矩形的 SE（東南，左下）角的 Y 位置
Z..	雕刻端的 Z 位置（深度）
EL..	字母的高度
F..	進給速度
ER..	刀具軸中的回退平面
EH..	開始加工和在字母間的所有移動的高度
R..	雕刻文字的圓的半徑
EA..	文本的傾斜角度（如果是直線或圓的起始角度）
EI..	字元間距（空隙）
EX..	每個字元的額外旋轉
EP..	軸向路徑

這些新功能最顯著的方面是，其採用使用者定義的 G 週期命令的形式。這不僅提供更多靈活性，還顯示這些類型的應用程式的 G 函數的性能。當然，Flexium+ CNC 具有集成功能所需的計算能力，但是，使用者定義的 G 功能與集成功能一樣高效，且提供更多客制選項。關於 G725 和 G730 或使用者定義的其他 G 函數的更多資訊，可在 Flexium+ 技術手冊中找到，也可從您的 NUM NTC 聯絡人處獲得，他將很樂意為您提供建議和解決方案支援。



FXS0000701 雕刻週期 (G730)

強力保護，使您的  
技術安全無憂

完美補償，  
縮減幾何誤差

## 技術保護

優良機床的特別之處在於具有獨一無二的賣點 (**Unique Selling Proposition, USP**)，所以能在競爭當中脫穎而出，在行銷上掌握優勢。如今，儘管 **USP** 大多聚焦於軟體功能或跨界結合，但其性質仍然各式各樣。**USP** 以及與之相隨的特定技術應該予以最大的保護，在這個點上的執著絕對是值得的。重要的是，別家機床無法僅靠複製就能擁有該 **USP**。因為如今多數 **USP** 都和軟體功能有關，所以各種系統都越來越需要合適的保護機制。

當然，保護軟體還有其它理由，例如防止意外變更，或是出於像安全 PLC 的安全方面因素。

**Flexium+** 系統提供多種技術保護功能。該系統可大致分為三個區域：PLC、CNC/ 驅動和 HMI 或在電腦上運行的軟體。每一區域的功能都有保護，不會未經允許被入侵或複製。

### SPS

我們先從 PLC 和防止意外變更這部份開始。**Flexium** 刀具功能 (**Flexium Tools**) 可用唯讀模式開啟方案，或者您也可在方案內設定只能以唯讀模式來開啟。

實際的複製保護或技術保護所採用的是加密方案文檔的方式，包括檔案密碼、CODESYS 安全密鑰、或憑證。假如只需對某個有運行優勢的 PLC 模塊進行保護，那麼可與受有保護的資料庫一起使用。PLC 資料庫的文件已不再有原始碼，而只有加密的預編譯代碼。

為方便日後運作，PLC 方案的原始碼須一直用在 PLC 上，無論是未加密的，使用加密資料庫或者完全加密的。

### CNC / 驅動器

在 CNC/ 驅動器上，**Flexium+** 提供可保護儲存和執行 CNC 程式 (M 和 G 功能、副程式、巨集程式以及實時程式) 的功能。為起到保護作用，程式會載入控制器特定儲存區中，而且如有需要會以密碼加密。進行保護

程式時，可選擇是否要於程式執行時顯示程式代碼。如果控制器做了備份，則這些程式會只以加密形式從控制器下載。為防止這些特殊程式在任何未經授權的 NUM 控制器上運行，可將程式代碼鏈接到控制器的序號。這樣，此程式便只能在該控制器上執行。另一方面，如果要在某一特定機床或同時在數台機床上釋放某一程式，則以查詢功能位元來完成。功能位元位於憑證檔案中，憑證檔案與 CNC 憑證密鑰一起加密。

### HMI / 軟體

至於本系統的其他部份，電腦上的標準人機介面大都未受保護。如果要保護電腦上專門開發的使用者介面或其它軟體模組，請根據保護的實際目的採用不同方法。使用 **Flexium CAM** 開發的 HMI 可用密碼保護和加密。如果要保護其它 HMI 元件或軟體，機床製造商可採用已用於此種應用的保護機制。如果機床製造商並無偏好，我們的工程師當然也很樂意分析相對應的保護機制並提出具體建議。因為 CNC 系統的高擴展性與高開放性，電腦軟體也可與 CNC 機器中的功能位元鏈接和加密。



技術保護與隨後的軟體加密日益重要。對此議題加以思索一定不會錯。我們的工程師會非常樂意將廣博的知識提供給您。

## 軸與軸之間的垂直度和偏心誤差補償

工具機幾何形狀的一個關鍵，是軸與軸之間直角的問題。兩個正交軸（移動工作台、滑軌）之間的安裝角度不完成  $90^\circ$ 。沿工具機軸線的運動方向，可能會因工件製造和組裝所造成的幾何偏差而偏斜。

直角誤差通常是由於機構變形或工件組裝過程中偏心所引起的，或者由於固定零件的加工表面不夠平滑、一些工件的相對位置不準確所造成。ISO-230 標準定義了位置誤差（即定位和定向誤差），以定值和正負號表示，易於模擬軸之間的垂直度和偏心誤差。

### 位置誤差：與垂直參考線相關的幾何誤差

滑動物件讓物體可以在空間向量中移動。在 ISO 230-1 中，3D 空間中的移動方向由兩個定向參數和一個原點參數定義。

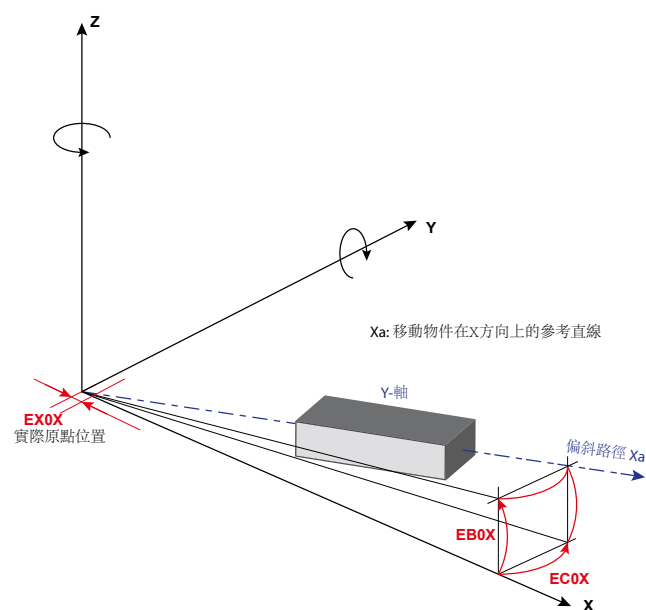


圖 1. X 軸的位置誤差

圖 1 顯示 X 軸的位置誤差：

$EBOx$  是 X 軸圍繞 Y 方向的方向誤差；

測量 X 相對於 Z 軸的垂直度；

$ECOx$  是 X 軸繞 Z 軸方向旋轉的定向誤差 測量 X 軸相對於 Y 軸的垂直度

$EXoX$ : X 軸的原點位置誤差。

### 應用於三軸機床 wXYZt 的位置誤差

我們按順序組裝機器構造的運動物件，在模型中插入每個軸的參考線，參考線以兩個向量為基準，相互參照而建立。

圖 2 說明三軸機床的一組位置誤差，第一軸的參考線與 X 軸重合，而且

- $EAoY$  和  $ECOy$  分別代表 Y 軸繞 X 軸方向旋轉和 Z 軸方向的方向
- $EAoZ$  和  $EBoZ$  是 Z 軸繞 X 軸方向旋轉和 Y 軸方向的定向誤差。

軸的原點定位誤差已忽略。

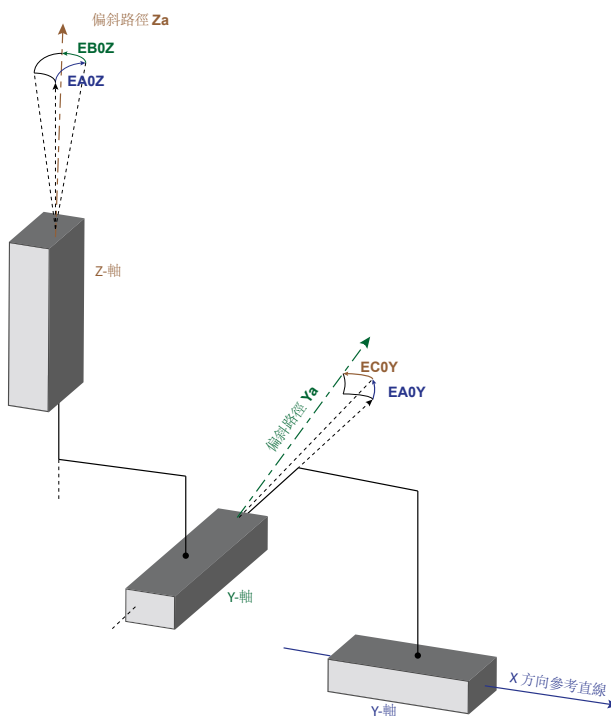


圖 2. 三軸機床 wXYZt 的一組位置誤差，用於垂直度補償

### 如何校正此類垂直度誤差？

補償此種誤差的方法有二：以昂貴費時的重工來校正機床的機械性能，或在 Flexium+ CNC 系統內實時量測並校正誤差。

到目前為止，Flexium+ CNC 系統多以 VECOMP（體積誤差補償）功能進行垂直度誤差的補償。從下一個軟體版本開始，將有更易於使用的標準功能來補償垂直度誤差！這項新功能將支援多達 5 軸的機床，包括帶有龍門架的機床。也就是說，比如，龍門機床旋轉工作台的角度的即使沒有精準安裝，也輕輕鬆鬆就可予以補償。如果垂直度誤差的補償不夠，需要完整的體積補償（以補償垂直和水平直線度之類的偏差，或諸如滾動、俯仰和偏斜之類的角度誤差），則 VECOMP 功能還可提供解決辦法。滾動、俯仰、偏斜角是描述 3D 空間向量的特定歐拉角（定向角）。

# Revoc 提供 Kellenberger 外圓磨床專業改造



位於瑞士羅曼斯霍恩 (Romanshorn) 康斯坦茲湖的 Revoc 是公認的專業公司，主要從事 Kellenberger 外圓磨床全面檢修和維修保養工作。公司成立於 1996 年，現已居於市場領先地位。羅蘭·布魯克曼 (Roland Brüllmann) 和湯瑪斯·澤勒 (Thomas Zeller) 兩位高階主管對於 Kellenberger 外圓磨床都十分了解。兩位都曾在機器製造商的客服、銷售及培訓領域服務數十年。

對 Kellenberger 機床進行改造時，Revoc 更換了整個電控箱（包括整個 CNC 控制系統）。Revoc 與 NUM 密切合作，為新的電控箱選擇適配塗料，安裝新的 CNC 控制器、新的 AC 伺服驅動器以及新的定位系統。全面翻新後，該機器在功能上、幾何形狀上以及外觀上都與新機器一樣優良。根據 Kellenberger 原廠檢驗報告，每台機器在幾何方面都達標。Kellenberger CNC 外圓磨床全面檢修大概需要 12 週的時間。Revoc 目前每年可進行 10~12 次這種檢修。當然，這可隨著需求增加而上調。

## 時代在變，品質不變

Kellenberger 機床享譽盛名，以改造方式來延長機床使用壽命，對客戶來說是需維持且吸引人的解決方案。本文介紹的改造主要針對 Kellenberger UR 175X1000 CNC 萬用外圓磨床（最大工件長度 1000 mm，中心高度 175 mm）。這種全面翻新的做法也為 Revoc 和 NUM 首次合作奠下基礎。

## Revoc 與 NUM 合作無間

本文的機器於 1992 年交付給客戶，此後僅進行定期維修。經過了 28 年，首次全面翻新已然來到。在這個專案中，基本功能和機構將予保留。翻新的進行從 Revoc 專家的拆卸開始。根據客戶要求，對機構和其它機器零件進行噴砂和重新噴漆。視機床狀況而定，約有 300 到 500 個零件需要大修或重新加工。儘管只是翻新，機床也須符合 CE 認證等現行規定。要有符合 CE 的電控箱、安全解決方案以及可監控的保護範圍首席執行長羅蘭·布魯克曼說：「我們與著名的控制器公司 NUM 一起討論整體方案，將整個 CNC 控制器及電控箱更換。我們與 NUM 一起調機，過程進行的非常完美。」湯瑪斯·澤勒補充說：「我由衷感謝能有這次合作，也對 NUM 表示謝意，他們的回覆一直都是高效、專業。雙方交流非常順暢。」

## GAP 感應器使砂輪可以快速進給

所用控制系統是配有 NUMgrind 外圓磨削軟體套裝的 NUM Flexium+ 8。軸由兩部 NUM BPX126 馬達和一部 BPG142 馬達移動。Elaso 公司的 GAP（研磨分析過程）感應器連接到橋接「氣動研磨」的 NUM 控制器。感應器的輸出完全整合到控制單元的 HMI 中，以圖形方式顯示在螢幕上，因此使用者還可以將這個信號用於其它活動，例如在修砂過程中開始修砂金剛石或校正砂輪。



NUM Flexium+ 8 控制系統與整合 GAP 感應器的畫面



### 研磨循環

NUMgrind 軟體套裝為內圓和外圓加工的圓筒磨削，提供特定研磨和修砂循環。控制器的程式設計無需 DIN-ISO 知識，圖形使用者介面會引導操作人員進行程式設計。砂輪資料管理功能有各種砂輪形狀、八個儲存設置，可快速創建研磨程式。可供操作人員使用的，還有自動模式中的交互修砂、緊急回退或錐度誤差校正等研磨功能。另有縱向測量設備以及用於加工中直徑監控的測量系統可供選擇。



1992 年的 Kellenberger UR 175X1000 機床



2020 年的 Revised Kellenberger UR 175X1000 機床

### 全方位服務讓您安心無憂

除了機床的全面翻新之外，Revoc 理所當然的提供其它必要服務。例如，完整的交付和運輸過程、機床調試、機床操作人員培訓等等。全面翻新的機床重新投入產線後，還會需要維修或擴增（如有需要）。Revoc 會根據客戶要求，在瑞士國內和世界各地提供服務。Revoc 為使用 Kellenberger 外圓磨床的各行各業提供服務，也為個人經營以及模具工具製造大廠提供服務。

完整服務，值得擁有！



從右至左：Revoc 副總湯瑪斯澤勒 (Thomas Zeller) 先生，Revoc 副總經理羅蘭·布魯克曼 (Roland Brüllmann) 先生，以及 NUM 區域銷售經理庫爾特·普呂斯 (Kurt Plüss) 先生

# 成功改造讓機床重喚新生



在德國瓦瑟堡 (Wasserburg) 的康士坦茲湖 (Lake Constance), SOS Elektronik 公司穩健的發展茁壯。公司由斯文黑格爾斯坦 (Sven Hagelstein) 經營, 他身兼負責人及總經理。公司專門從事舊機床改造與安全運行。一方面節約資源, 另一方面延長機器壽命。黑格爾斯坦先生經驗豐富的國際團隊對舊機進行全面翻修, 更換 CNC 控制系統, 並將電力電子技術推向新境界。他的團隊讓機床重獲新生。機床改造工作可在 SOS Elektronik 的瓦瑟堡工廠進行, 也可直接在客戶工廠進行。

SOS Elektronik 提供的改造方案成效卓越, 可為各種機床型號進行全面翻修, 包括 Walter Power、Hawemat 2000 和 3000, 以及 Schmitt Tempo ETC502。起初, 公司從為 Walter CNC 磨床提供全球現場服務的經營理念開始, 由於需求增加, 如今產品範圍已迅速擴大。值得一提的是, SOS Elektronik 的作業完全獨立自主。

## 現場改造節省三分之二的時間

為節約資源、能源和時間, SOS Elektronik 一般更傾向於現場進行改造工作。改造的準備工作在 SOS Elektronik 工廠進行, 這包括初步測試要更換的零件, 然後在客戶機床所在處進行所有改造工作。機床使用時間長久, 要檢修的機床通常放置在廠房後端難以進入的區域。機床拆裝和運輸常會需要更長停機時間, 導致銷售損失提升, 還要支付高昂的運輸費用和關稅。現場改造可避免關稅問題, 也可減少等待時間, 而且通常不需要暫時租賃機床。比起拆解和運輸機床, 現場改造的時間快了三倍。

關於改造理念的核心, 黑格爾斯坦總經理這麼說: 「機床須能再執行以前就能完成的工作, 而且希望往後幾年還能再多。」他還說: 「我總喜歡將它與老車相比: 客戶有輛 55 馬力的福斯 Golf 2, 希望能繼續保有它, 但是引擎和變速箱卻在拖後腿。SOS Elektronik 再次為他安裝了這種尺寸的引擎。這意味著, 他又有了 55 馬力, 但仍然駕駛 Golf 2。而且現在這輛車還增添了一些明顯優勢: 新引擎更經濟、安全、環保, 運行更安靜, 儘管它仍然是 Golf 2。」

## 互信合作

黑格爾斯坦的專業背景是 CNC 控制工程。正因此, 對他而言, 集成刀具研磨軟體至關重要, 這種軟體已在市場上廣泛使用, 業界視之為標準應用軟體。在確定專案和有意向的各方人馬之後, SOS Elektronik 與 NUM 攜手研擬機床重生的最佳方法。除了有名的 NUM Flexium+ CNC 系統, 成熟的 NUMROTOplus® 應用軟體依然用於「老」機床中。

NUMROTO 是用於生產和重新研磨各種刀具的綜合軟體套裝, 已有 30 多年的歷史。如今, 該軟體已被視為引領潮流的產品, 也是刀具研磨的世界龍頭。創新的高科技方案、靈活多樣的應用性、持續不斷的發展, 以及全方位的使用技術, 這些永遠保證了所有標準刀具和特殊刀具的品質和經濟效益。



SOS Elektronik 總經理斯文·黑格爾斯坦 (Sven Hagelstein) 與瑞士 NUM 銷售經理拉爾夫·雅各布斯 (Ralph Jacobs)

作為瑞士 NUM 的銷售經理，拉爾夫·雅各斯表示：「兩個平行的世界在這裡相遇，並完美地互補。SOS 和 NUM 的服務領域接近，很多事情可以快速進行，合作讓雙方都獲益良多。」因此，迅速建立了良好而堅實的合作基礎。首次改造了舊有刀具磨床，將原系統替換為 NUM CNC 控制系統，並在短時間內成功投入運行。據雅各布斯 (Jacobs) 說，這台刀具磨床改造完成後，首次的研磨測試顯示了出色的結果。NUM CNC 控制系統的全面改造，使用了最新的 NUM 安全架構，因此機床符合現行安全規範。除安裝 NUM CNC 和 NUMROTO 軟體，也安裝了其它刀具和盤形測頭，刀具磨床的功能和性能得到了顯著擴充，對日後的應用進行了優化。

#### 放眼未來

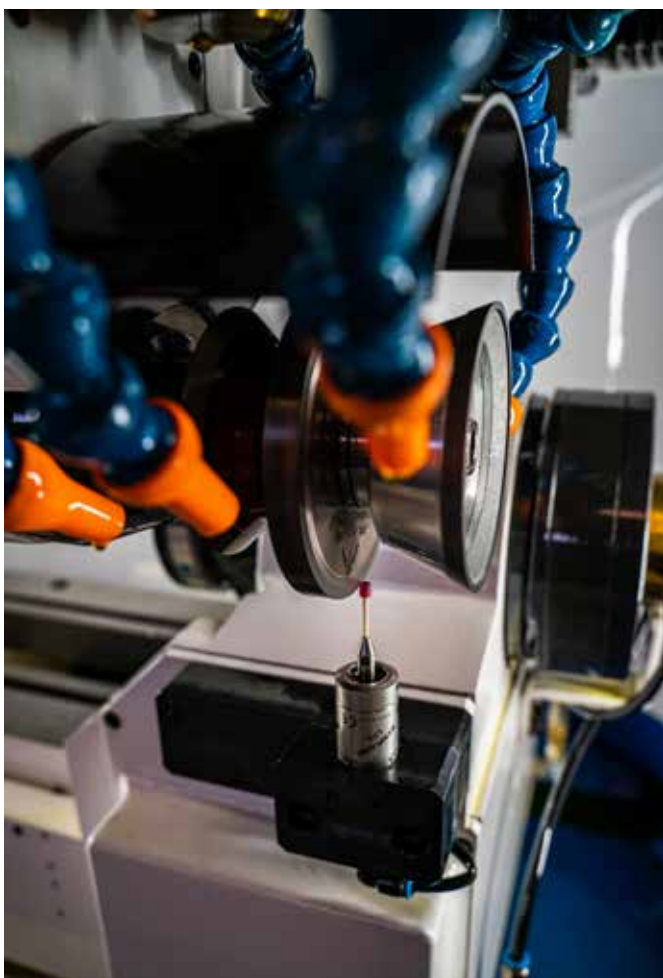
永續使用至關重要，現在是永續使用引領未來潮流的時代。這是 SOS Elektronik 致力發展的領域。機床重獲新生，終端客戶的生產可以照常進行，甚至可以增產。起初，是對廣泛使用的 Walter Power Re grinder 系列進行了改造，將來也計劃對 Walter Classic 和 Mini 系列進行改造，以及可選上下料功能或機器人系統。改造現有機床，將使用壽命延長幾年是有經濟意義的，尤其是在當今競爭激烈的市場中，生產成本變得越來越重要。



NUMROTO 擴展功能：盤形測針



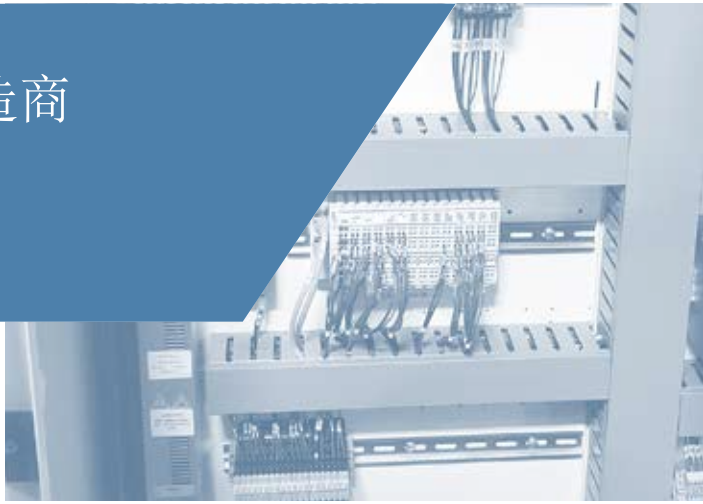
精磨專用刀具



重要刀具尺寸的鍵

NUMROTO 擴展功能：盤形測針

# CNC 程式升級為美國切削刀具製造商 提供重要生產優勢



刀片研磨機歷經 32 年之後，被賦予新生 —— 如今，每個部位的製造時間都縮減了 10 分鐘。美國刀具製造商 **McQuade Industries** 在實施一系列 5 軸刀片研磨機的 CNC 升級計劃後，取得了極具成本效益的生產優勢。升級後的機器更易於安裝和操作，公司複雜幾何刀具每個部位的製造時間都縮短了十多分鐘。

**McQuade Industries** 成立於 1978 年，以其高品質、高精密的捨棄式精密刀具，在金屬切削業界贏取了令人稱羨的美譽。該公司位於密歇根州的克林頓鎮，生產各種刀具，包括鏢桿、銑刀、生產頭、拉桿式刀具和刀具架，以及全面的一站式刀具組。它還在特殊硬質合金和精密成型刀片方面擁有全面的專業知識，能為客戶提供快速的刀具重新研磨和維修服務。

本次進行升級的機器是 RS-12 刀片研磨機，原由瑞士 **Ewag** 公司生產。早在 1988 年，**McQuade** 就安裝了許多此款備受推崇的精密研磨機，多年來，這些研磨機一直表現出色。然而，正如 **McQuade** 生產經理唐納德奧斯根 (**Donald Ostgen**) 所言，「歷經 30 多年後，再好的機器也會顯露出歲月的痕跡！儘管機械狀態依然良好，但研磨機的控制系統開始欠缺一些現今需要的靈活性，以用於更為複雜的幾何刀具，這使得設定和加工時間增加。」

除了刀片研磨機依然代表著寶貴資產這一事實之外，多年來，**McQuade** 還開發了許多加工程式，在理想情況下，這些加工程式可在任何新換的機器上運行，無需修改。因此，公司決定採行保留原有設備、升級機床 CNC 系統的方案，因而聘請 **Advanced Machine Technologies** 公司為其提供服務。**Advanced Machine Technologies** 是一家總部位於密歇根州奧沃索 (**Owosso**) 的 CNC 專業改造公司。



改裝前

原本的 RS-12 刀片研磨機配備 NUM 760 CNC 系統、NUM Güttinger NGS 610 伺服驅動器以及 NUM/SEM 有刷伺服馬達。

過去 22 年來，**Advanced Machine Technologies** 與 NUM 合作進行了許多自動化升級專案，在諸如此類的舊系統替換方面擁有豐富經驗。在本案中，**Advanced Machine Technologies** 建議升級到 NUM 的最新一代 **Flexium+** 68 CNC 系統，將所有五個軸上的驅動器和馬達替換為 **NUMDrive X** 數位伺服驅動器和新型 NUM 無刷伺服馬達。

轉換到 NUM 的 **Flexium+** CNC 平台，**McQuade** 可以確保研磨程式充分的靈活性，同時能繼續使用已經熟悉的 HMI (人機介面) 和機器操作設定。升級還提供了向後兼容，能與公司過去三十年來的加工程式



完全兼容。此外，Flexium+ 的嵌入式電腦適用於工業 4.0 的 IIoT 平台，為 McQuade 未來提高生產率提供了強大的連接優勢，使 NUM 或 Advanced Machine Technologies 能在需要時提供遠程支援服務。

McQuade 批准了這項工作，要求 Advanced Machine Technologies 先升級一台機床，經過性能評估後，再進行下一步。本次的升級內容，除了 CNC 系統、驅動器和馬達以外，刀片研磨機還配備新型 NUM FS122 觸控感應操作面板、MPo8 機床面板以及 HBA 系列便攜式手輪。也替換了



改造後

現有磨削主軸電機的變頻驅動，使用占地空間更小的 NUMDrive X 伺服驅動完成功能性。這種方法的優點是，現在所有的命令、回饋和狀態資訊均透過快速數位匯流排進行交換，這簡化了佈線，並提高了診斷能力。

本次的升級已證明圓滿成功。全數位驅動器和馬達的使用，大大提高了機床的整體速度和性能，從而提高了研磨進給速度、改善了表面光潔度。唐納德·奧斯根對 Advanced Machine Technologies 提供的服務水準和刀片研磨機重新煥發的新活力感到非常滿意。「如果有人懷疑 CNC 升級的好處，他們應該看看我們的安裝。做工品質極高，研磨機現在更易於設定，手持面板確實有助於簡化操作。以前我們只能在 EDM 機上放電加工，現在我們在這個機床便可製作工件，而且有更高的靈活性，與改造前的機型相比，我們現在每個部件都節省了十多分鐘的時間。」

第一部升級的 RS-12 刀片研磨機，現已在 McQuade 的生產線上全面運行，公司已經開始升級生產線的下一部機床。



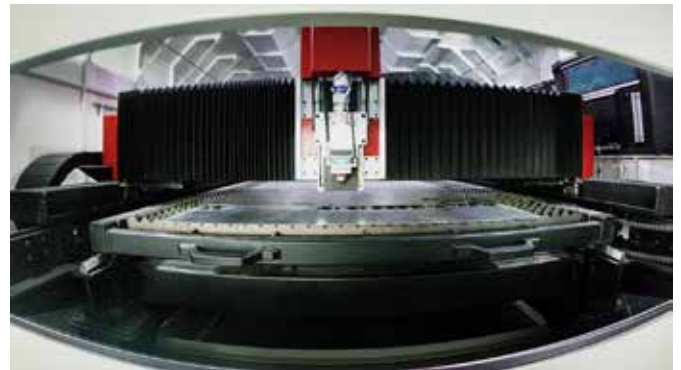
# 高速雷射切割機採用新型 CNC 技術， 加速產出



CNC 專家 NUM 正在助力 Grupo Plasma Automation —— 拉丁美洲頂級的製造設備製造商 —— 開發一種創新型的高速雷射切割機，其運用即時自我調整高度控制，加快產出。

Grupo Plasma Automation 由八家專門從事製造自動化設計和製造的公司組成。該集團生產各種等離子、雷射和水射流切割機。GPA 成立於 1991 年，多年來穩步發展，並建立了龐大且久負盛名的客戶群；僅在墨西哥的公司就安裝了 700 多套切割系統，如今廣泛服務於國內和國際市場。

GPA 最新的 CNC 雷射切割機旨在為鈹金製造商提供超靈活的精密切割解決方案。知名品牌 SPEED CUT 機床能夠切割各種不同密度的金屬，包括鍍鋅鐵、鋁、黃銅，不銹鋼和碳鋼。其工作面積為 1.5 x 3 公尺，最大切割速度為 120 公尺每分鐘，定位精度為 40 微米。即使在高速條件下，此系統也能提供極其平穩的運行。

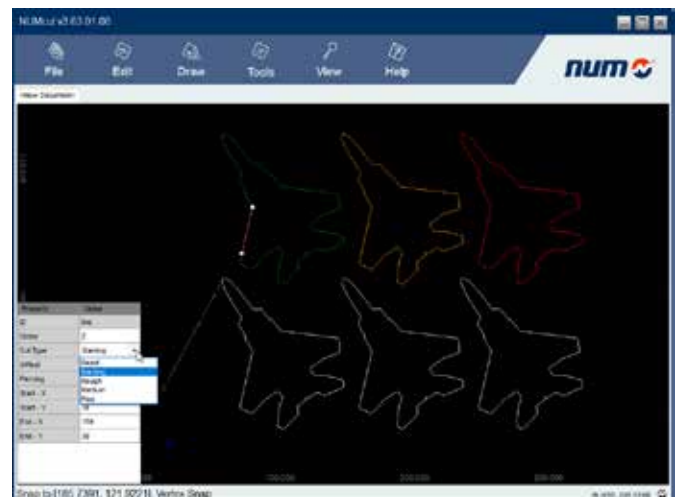


機床上的所有切割頭定位功能均由 NUM Flexium+ 8 CNC 系統控制。GPA 的所有者兼首席執行長奧馬爾桑多瓦爾 (Omar Sandoval) 表示，「我們選擇與 NUM 合作，主要是因為它的開放式 CNC 平台，以及 NUM 願意積極參與此類聯合開發專案。」

機床所有四個軸均由 NUM 高轉矩 BPX 伺服電機驅動，並由 NUMDrive X 數位伺服驅動器控制；Y1 和 Y2 機架軸配有強大的 9.8 Nm 電機，而 X 軸和 Z 軸分別配有較小的 2.7 Nm 和 1.4 Nm 電機。NUM 的 Flexium 刀具調試軟體允許在同步啟動時調整 Y1/Y2 軸，這為最大化性能和精度提供了一種非常強大的手段。



為最大限度地提高性能和可靠性，GPA 的新型切割機完全基於行業領先的雷射和控制技術。雷射源是 2 kW IPG 光學的固態鐳光纖系統，波長為 1.07 微米，而切割頭是 Precitec LightCutter 2.0 裝置。這一獨特的切割頭因其動態性能而聞名遐邇，其特點是，對軸向聚焦位置進行自動化的馬達驅動調整，可處理高達 3 g 的加速度，涵蓋 23 mm 的較大聚焦位置範圍。



Z 軸控制雷射切割頭在被切割金屬板上方的垂直高度。透過利用 NUM 的 Flexium 軟體獨特的「動態操作器」(DO) 功能（其可將事件驅動的機床週期整合到即時 CNC 內核中），高速切割機的使用者可受益於自動動態高度控制系統，可適應極快的切割速度。此系統詮釋機床切割頭高度感應器的資料，並用於快速調整 Z 軸伺服系統中的比例積分微分 (PID) 回路參數。也運用高度感應器，完成板材自動偵測程式：這將決定工件的尺寸、原點和角度偏移，進一步簡化機床操作。

伊利諾州內珀維爾的 NUM 公司總經理史蒂文·席林指出，「我們很高興能與 GPA 合作開發此款新機床。除即時自我調整高度控制和板材偵測系統，我們提供的客製化 NUMcut 軟體還具有材料切割條件的使用者函式庫。其由 GPA 預載最佳雷射功率水準、切割速度等，作為材料類型和厚度的函數。提供此函式庫將進一步提高機床的生產力和切割精度。



# Flexium+：高性能和耐用性



NUM 由衷希望與時並進，提供性能卓越、堅固耐用的產品，為使用者和製造商創造雙贏。以下所示為最佳佐證。

APTE 位於法國盧瓦雷 (Loiret) 的拉比西埃 (La Bussière)，從事設計和製造用於汽車、醫療、航空等產業的熱塑性工件。

在尺寸上，工件可超過兩公尺長；材料則包羅萬象，從經典的 ABS，到用於汽車內飾的最新柔軟觸感複合材料，都囊括其中。無論材料為何，成型都只是過程的一部份。成型之後，工件必須加工，去除毛刺、鑽孔以及裁切。在加工過程中，熱成型的應力會釋放出來，工件可能產生變形。雖然變形程度很小且可重塑，但這很難事先預估好。因此，能夠儘快便捷的調整加工程式非常重要。

當 APTE 首席執行長澤達 (Zedda) 先生決定增加機器設備以跟上公司的發展步伐時，NUM 控制系統顯然是不二之選，原因不只在於上述的 NUM 優勢，還在於 NUM 系統與公司現有設備相容、完全能達到令人滿意的效能。這次使用的是 Mécanuméric 的產品，其 Normaprofil T 系列型號符合所要求，已經入列 APTE 設備隊伍。

Mécanuméric 位於法國西南部的阿爾比 (Albi)，擁有的加工設備專門從事銑削、水刀、雷射、超聲波等創新加工科技。公司機床用於世界各地，數量數以萬計，客戶遍佈工業、牙科和教育領域。雖然 Mécanuméric 近來尚未有使用 NUM 設備（尤其是所建議的 Flexium+ 系統）的經驗，但總經理佩斯 (Païs) 先生迎向挑戰，對於本次專案充滿信心。因此，Mécanuméric 和 NUM 的技術團隊隨即進行合作，一起研擬最優方案。經過初步訓練，NUM 提供技術支援、解答疑惑，為特定事項提供現場支援，例如調整特定馬達的驅動器參數，這包括機床的 24000 rpm 電機主軸。事實證明，合作效率很高，Mécanuméric 能夠開發整體應用程式（包括整個安全功能），這是該機床的根本，因為它有兩個作業區。佩斯先生高度認可 NUM 無刻不在的支持，他對雙方團隊的出色表現表示滿意。

至於機床，它是龍門架型且搭配 RTCP 的 5 軸去毛刺機器。它有兩個固定的作業區，可以完全安全地以擺動方式作業。每個作業區在機板右側和左側都有自己的換刀裝置，有需要且安全無虞時，可以共用。位

置軸以 NUM 的 SPX 系列馬達為基礎，特點是一根電纜既可傳輸功率信號又可傳輸量測訊號和安全訊號，簡化了傳輸連接，最大程度地降低了移動重量。NUMDrive X 單軸或雙軸驅動器當然也配有 SAMX 安全功能，以確保安全運行。EtherCAT I/O 套件含有一個 MPO6 機床操作面板以及大約 30 個標準或安全模組，安全 PLC 本身和用於直接連接感應器和致動器的 I/O-Link 端子也包含在內。

自動化方案成功的重要因素，是將要使用的工具或工具組。在這方面，Flexium+ 僅需一個軟體套件：Flexium Tools。該軟體套件在 Windows 操作系統中執行，可以對機床進行整體開發——從對其結構的初始描述到對控制程式的全面維護。以圖形編輯器設置數控和驅動器參數，文字編輯器可支持圖形編輯器處理特定機器的特定情況。可使用 61131-3 標準的五種語言之一編寫 PLC 程式，同時使用經認證的功能區塊來配置安全 PLC。這些程式可以使用同一個介面進行除錯和調機，可以將不同的優先等級分配給不同的使用者群組，以防止非指定的更改。此外，Flexiumtool 可定義和控制圖形視覺化頁面，這些頁面可以整合到標準 HMI 中，以進行診斷或控制機器。



RTCP 頭和右側換刀裝置細節





機床及其兩個作業區的外觀

如附圖所示，這個強大易用的功能已在本方案中廣泛應用。最後，Flexiumtool 配有整合好的軟體「儀器」，例如時間或頻率示波器、Ball bar 功能等，簡化了驅動器的調整，有助於檢查設定的穩定性。

這次的合作關係再次凸顯了 NUM 的優勢以及與公司合作的獲益。Flexium+ 方案可滿足所有 CNC 要求，有先進強大的 CPU、功能強大且適用性高的軟體、各種 I/O 周邊設備，以及簡單易用的使用者介面。正如法國 NUM 總經理巴爾桑蒂 (Barsanti) 先生所說：「NUM 的目標是提供現代、高性能、靈活的解決方案，在多年以後，仍以合理的成本保持正常運行，這與 APTE 擁有不同世代設備的情況一樣」他還說：「APTE 所做出的選擇，讓 NUM 可以長期從高品質工作中獲益。」儘管如此，純技術並不是方案成功的唯一因素，我們更加看重的是合作的內涵。我們的商業和技術團隊隨時為您提供服務，增強您的競爭優勢，協助您做進一步開發。APTE 董事長暨首席執行長澤達先生表示肯定的說：「我們有幸請到 Mécanuméric，為我們提供配有 NUM 的 CNC 機床，對這兩家公司的合作感到特別滿意。」



自定義 HMI 頁面範例：探頭校準



從右至左：APTE FAO 生產經理加索 (Gassot) 先生和法國 NUM 總經理巴爾桑蒂 (Barsanti) 先生

# 自有研磨軟體技術完美搭配 NUMROTO 基礎架構



在德國美麗的黑森林中，在哈默斯溪畔的策爾鎮（Zell am Harmersbach）裡，坐落著瓦爾特公司（Walter AG）的生產基地原型機廠（Prototyp-Werke GmbH）。2007 年以後，原型機廠併入了瓦爾特，成為螺紋和銑削刀具領域的核心品牌「瓦爾特原型機」（Walter Prototyp）。瓦爾特於 2019 年慶祝成立 100 週年。起初，瓦爾特由理查·瓦爾特（Richard Walter）於杜塞爾道夫創立，從事燒結碳化物合金和新型冶金工藝的研發。如今，生產基地廠區面積達約 8,000 m<sup>2</sup>，有 450 名左右的員工輪班從事螺紋和銑削刀具的工作。

瓦爾特集團其它核心品牌包括「Walter Titex」（鑽頭），「Walter Multiply」（數位解決方案、刀具管理、培訓和生產過程規畫）和「瓦爾特」（硬質合金刀頭、銑削、刀頭鑽孔、車削和開槽刀具系統）。這些都體現在瓦爾特標誌的垂直元素上，「黃色」代表瓦爾特原型機此一核心品牌。瓦爾特在全球擁約有 3500 名員工，公司總部位於斯圖加特南部的圖賓根。瓦爾特擁有眾多子公司和銷售合作夥伴，為 80 多個國家的客戶提供服務和支援。核心業務領域遍佈汽車和鐵路行業、航太、能源以及通用機械工程。

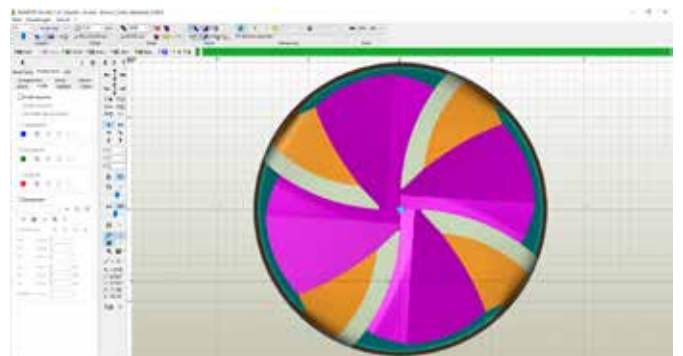
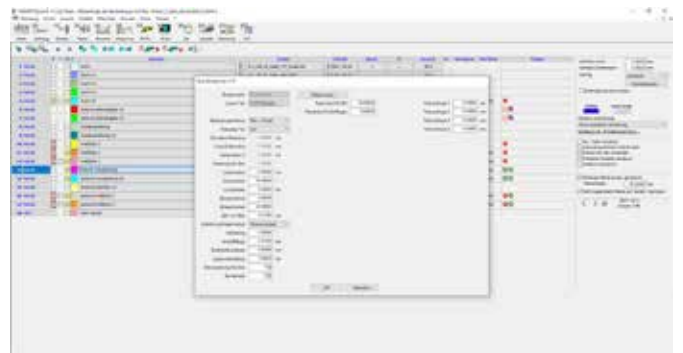
哈默斯溪畔策爾鎮的生產部門與 NUM 已經成功合作了近三十年。這有許多實例可以佐證，1993 年 NUMROTO 客戶報告的標題就格外醒目——「告別黑魔法」——文章如下所示。



TEWL 軟體開發人員馬丁·馬克思（Martin Marx）先生從 1982 年就一直服務於原型機廠。他出現在 1993 年這篇報告中，NUM 的約格費德勒（Jörg Federer）先生也是。這兩位從那時起就建立了長期且成果豐碩的業務關係。

在過去幾十年中，位於黑森林的瓦爾特生產基地已經全面掌握了刀具研磨技術。多年來，配備 NUM 控制器的刀具磨床一直是使用專用軟體，並且與 NUMROTO 相結合，為客戶許多複雜的刀具形狀得以成真。公司

擁有一百多年的歷史，因此我們毋庸置疑，內部的知識傳承至關重要，不容輕忽。這就是 NUMROTO 獨樹一幟之處。憑藉「外部計算」功能，將公司專有的演算法、路徑計算及技術與全方位的 NUMROTO 軟體解決方案整合起來。



NUMROTOplus® 使用者介面上外部計算的截圖

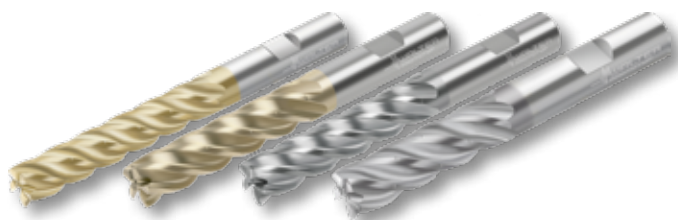
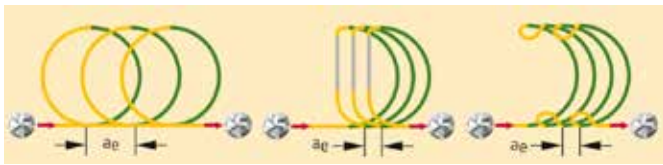
原型機使用了很大部分 NUMROTO 基礎架構，包括高精度和全方位的 3D 模擬、後處理器（5 軸路徑的機床特定計算）、資料庫、砂輪管理、多語言支援以及 X 加工法。原型機的路徑計算已做為「外部計算」整合到 NUMROTO 中。由於公司僅在內部使用自有的路徑計算，其他客戶無法使用，因此刀具製造商的專有技術得到了保護！這樣的變通讓內部開發團隊所累積的知識得以代代相傳，青出於藍而勝於藍，而程式設計系統的其餘基礎架構則由 NUMROTO 保留並加以擴展。馬丁·馬克思 (Martin Marx) 說道：「外部計算功能讓我們能生產 NUMROTO 標準功能所無法提供的刀具」，然後又說，「經驗豐富的 NUMROTO 平台擁有卓越的性能；從開發的角度來說，這極具價值——公司內的開發可使用 3D 模擬進行快捷的幾何測試，然後以碰撞檢測功能在機床上自動磨削。」



高進給銑刀 MD025 Supreme [Flash]

這種知識融合的一個典型例子是「Flash」高進給銑刀（巧合的是，銑刀的名稱和我們的客戶雜誌名稱完全相同）。特定的表面刃磨和雙半徑刀槽設計成外部計算，其餘則採用 NUMROTO 標準。

在技術上，堪稱一流的是新型 MD133 Supreme 整體硬質合金銑刀。它沿著銑床的加工路徑以圓周運動高速運行，因此需要有定制的齒形。有了最為優化的程式設計系統交互作用，這便可以達成。



MD133 Supreme 不同塗層的整体硬質合金銑刀，應用範圍廣泛。本刀具系列專為滿足動態銑削需求而設計，特點是具有高切屑體積並且可有較大的切削深度。

德國哈默斯溪畔策爾的技術開發團隊負責人法比安·萊曼 (Fabian Lehmann) 表示：「NUMROTO 藉由『外部計算』提供跨平台優勢，據我們所知，並無其他供應商能提供這種功能。」馬丁·馬克思在實際工作的品質上見識到了 NUMROTO 更進一步的優勢，「即使開發時間有時比預期的要長一些，但更新從未出現過問題，一直以來，都要先通過測試才行。此外，現有功能也一直都有兼容升級，無論多久，常年如此。」



使用中的瓦爾特原型機整體硬質合金銑刀 MD133 Supreme



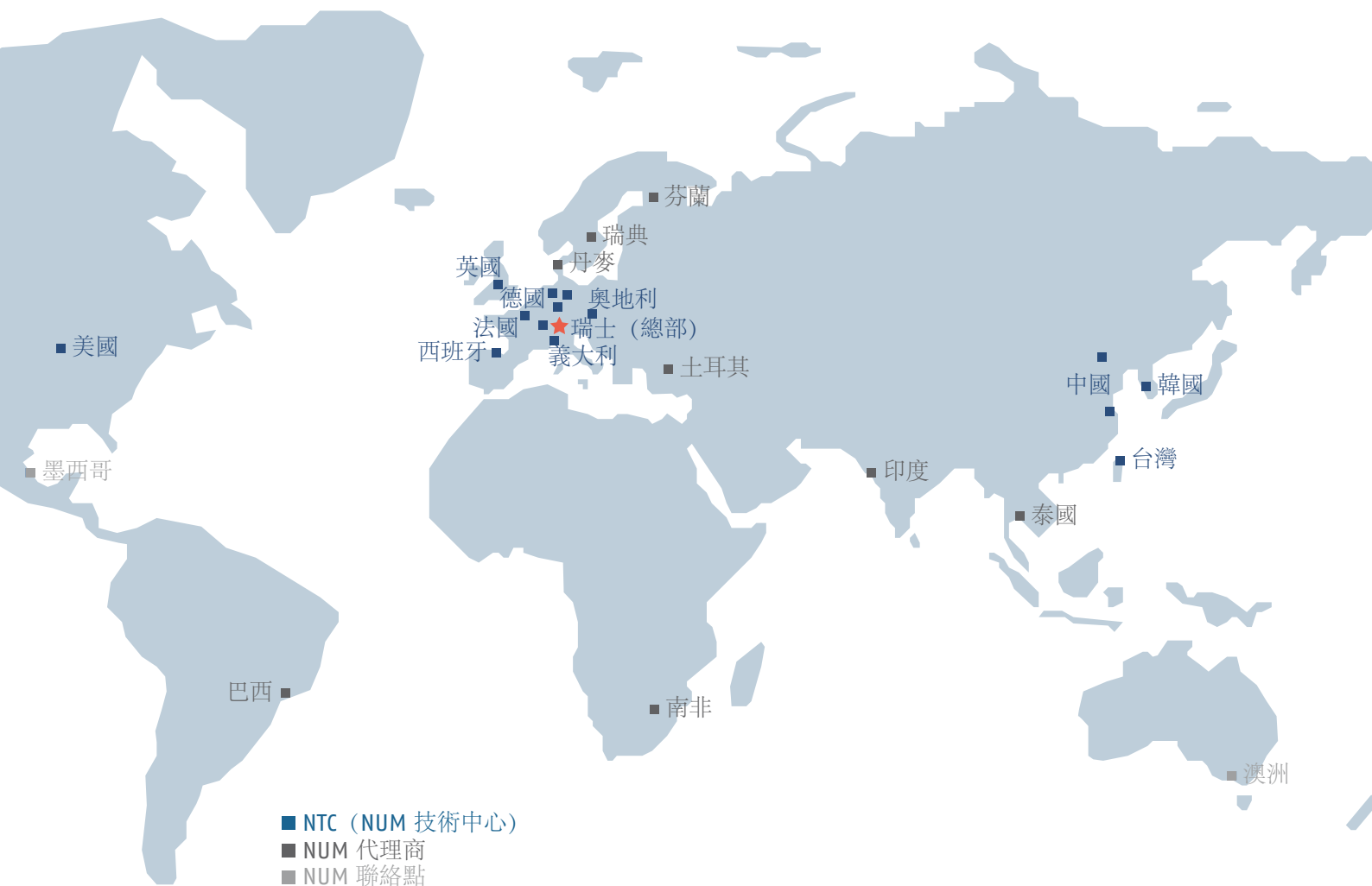
ConeFit 可換頭式銑刀範例：它們於 2009 年上市，讓瓦爾特原型機產品更加豐富多樣

其它服務還包含了刀具的塗層、標記、清潔和表面處理。哈默斯溪畔策爾的瓦爾特生產基地已通過 DIN EN ISO 9001、14001、45001 及 50001 認證。瓦爾特公司內設有瓦爾特學院 (Walter Academy)，致力於繼續教育的專業資格認證和員工個人技能的提升。



由左至右：法比安·萊曼 (Fabian Lehmann) 先生 (瓦爾特技術開發團隊負責人)，馬丁·馬克思 (Martin Marx) 先生 (瓦爾特 TEWL 軟體發展人員)，約格·費德勒 (Jörg Federer) (NUMROTO, NUM AG 應用技術經理)

# CNC 解決方案全球足跡



**NUM 系統和解決方案在全球範圍內使用。**

我們的銷售和服務網路遍佈世界各地，保證從專案開始到執行以及在機床的整個生命週期，提供專業的服務。

NUM 在世界各地均設有服務中心。請訪問我們的網站，查看當前位置清單。

敬請關注我們的社交媒體管道，獲取有關 NUM CNC 應用的最新資訊和新聞。

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



[linkedin.com/company/num-ag](https://www.linkedin.com/company/num-ag)  
微信帳號： NUM\_CNC\_CN  
[twitter.com/NUM\\_CNC](https://twitter.com/NUM_CNC)  
[facebook.com/NUM.CNC.Applications](https://facebook.com/NUM.CNC.Applications)