

# Klartext

HEIDENHAIN

## 智慧工廠 自動化以及 網路化製造



# 編者的話

## 親愛的讀者：

自動化和網路數位化正是時下媒體和展覽中最夯的題材。難道這只是一時流行嗎？或者您應該認真看待，因為或許您已經身處在這波未來的潮流中，或許您在不久將來的某個時刻中將追隨這股浪潮？掌握它需要什麼？

來自德國明斯特地區的Trimatec加工專家已經以智慧型自動化解決方案來回答了這個問題。從一個批量大小開始，該公司使用Connected Machining套裝軟體中的海德漢DNC介面進行全自動串聯製造。

在StateMonitor軟體和網路化生產的報告

中，我們將向您說明如何在這波網路與數位化的浪潮中，不隨波逐流，而是仍能掌握資料，並善加利用它。更重要的是，您還可找到相關信息，包括新的TNC功能、提供進一步的訓練以及關於創新思考者激勵人心的故事。

希望我們所選的主題選擇能讓您在有效率的工具幫助下，找到在競爭激烈的市場中的定位。閱讀愉快！

Trimatec在生產線中實現了小批量全自動六面銑削。



攤位號碼：南港二館 Q0124  
2019年3月4~9日

在任何配有HIT 3.0的平台上進行互動式學習

## 出版品資訊

### 出版者

DR.JOHANNES HEIDENHAIN GmbH  
Postfach 1260  
83292 Traunreut, Germany  
電話：+49 8669 31-0  
海德漢網站  
www.heidenhain.de

### 排版

Expert Communication GmbH  
Richard-Reitzner-Allee 1  
85540 Haar, Germany  
電子郵件：  
info@expert-communication.de  
www.expert-communication.de

### 編輯

Ulrich Poestgens (總編輯)、  
Judith Beck、Frank Muthmann  
Klartext的網站：  
www.klartext-portal.com

### 照片提供者

所有影像：  
© DR.JOHANNES HEIDENHAIN GmbH





04

# Klartext

68 + 03/2019

## 目錄



16



18

不用花費設定時間就能生產一系列單一零件  
Trimatec的智慧自動化

4

一窺工廠的奧祕  
StateMonitor：擷取並視覺化工具機資訊

8

正確的聯網方式  
Connected Machining的實際應用範例

10

進入第三維度  
3D資料的全新CAD檢視器

13

齒輪製造變得簡單  
克服複雜程序的新循環程式

14

新版HIT來了！  
含HIT 3.0的互動式學習

16

維修DIY  
不僅工具機製造商覺得有趣的售服培訓

18

創新思考家  
LTN Servotechnik將TNC 620使用在您難以想像的應用上

20

驅動力  
伺服馬達如何影響精度和表面品質

24

精準的傳統  
全閉迴路位置量測和新幹線列車

26

在海德漢的售服培訓課程中，維修技師正在學習如何使用數值控制器維修機器。



# 不用花費設定時間就能生產一系列單一零件

在Fastems和海德漢公司的幫助下，Trimatec實現了智慧自動化解決方案的生產環境。

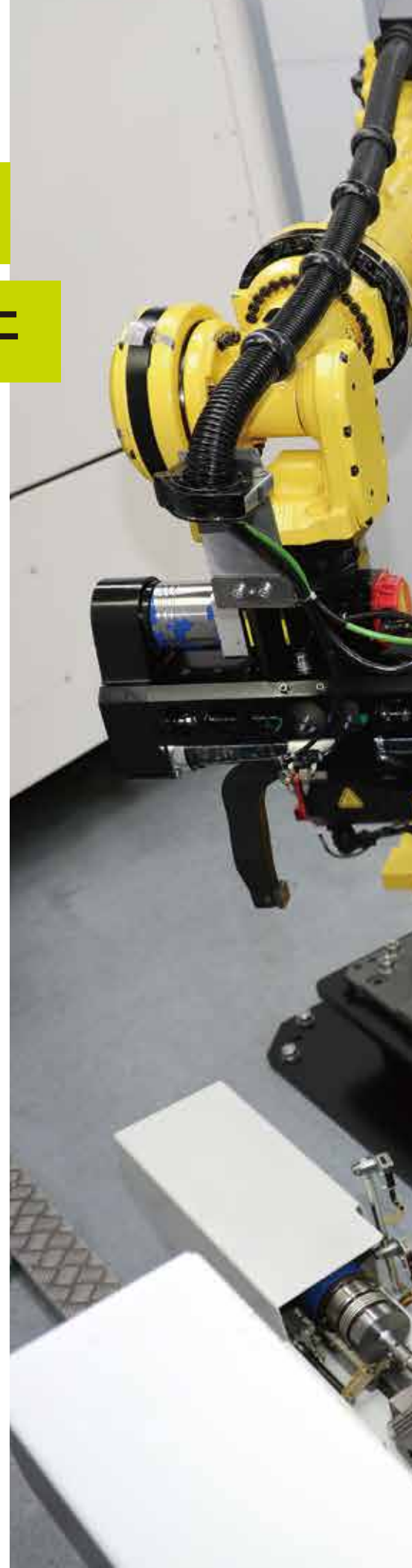
從批量大小開始進行全自動化的六面銑削，這就是Trimatec的未來生產過程。憑藉努力不懈的精神、豐富的實踐經驗以及自動化專家Fastems的支援，來自德國明斯特地區經驗豐富的機械師正在實現他們的願景：裝著最新海德漢TNC 640控制器的兩台DMC60H機台，搭配儲物升降系統的機器人，機器人還夾持著工件毛胚和半成品。


「我們的願景是創造一個不需要員工手動操作的生產環境，例如手動旋轉工件來加工六個面」Trimatec的生產經理Oliver Schöning說，這說明了公司自動化解決方案的背後理念。Trimatec的銷售經理Carlos Beja補充道：「我們現在可以在一夜之間批量處理各種工作；與此同時，我們甚至可為員工提供良好的工作時間而無需輪班工作。」這是製造業全新的世界！Trimatec是如何實現這個目標的？

## 自動化不是從機器人開始

「我們的系統並非兩三年前所創建—實際上從實施階段就開始了，我們很早就開始著手實現自動化」Carlos Beja描述著這個很長的過程。「自動化不是從機器人開始；而是自動化的最後一個工站」Beja說道，總結說明Trimatec在自動化項目中積累的經驗。他繼續說：「只有當你事先完成所有功課後，才能使用機器人。」

Trimatec的功課就是要完美地掌握生產過程。「在開始考慮自動化之前，就必須確定所有程序在正常手動操作中能順利進行、了解刀具並掌握刀具監控的過程、刀具夾緊功能完美、工件和托盤保持潔淨等等」，經過長時間學習的Beja說道。





我們用此系統和機器人進行20多年銑削加工，它實現了我們所有的專業知識。

佔據中央舞台：  
機器人的工作範圍，可用於儲物升降系統、老虎鉗架、老虎鉗台、定心站和緩衝站。



但是Trimatec的自動化系統會如何發揮作用呢？當站在系統前面時，主要可看見巨大的儲物升降系統，有17個抽屜可容納374個工件。抽屜本身進一步細分為數個工件區段，尺寸從110 mm x 120 mm到250 mm x 280mm，最大高度為80mm。儲物升降系統的左側是一台控制整個系統的主電腦。機器人位於儲物升降系統後面的中間。除了儲物升降系統外，還包括兩台DMC 60 H工具機，用於夾緊工件的老虎鉗台、一個老虎鉗架、一個定心站、一個翻轉站和兩個預夾工件的存放站 - 所有這些工站都在自動運作機器人可到的範圍之內。

## Trimatec一天當中擁有32個工時

「由於儲物升降系統有374個工件和兩部工具機中的243個刀具，我們可以在不斷的情況下進行72小時的六面加工 - 如果需要的話，可對374個工件加工」，Oliver Schöning列舉系統的事實和數據說道。

「在正常8小時輪班中，工具機的操作員可上、下料，以及輸入訂單，為兩部工具機提供

必要的刀具和冷卻潤滑油，並執行所需的保養工作」，Carlos Beja接著說「在這之後，或甚至在這些過程中，每部工具機都能仍高效運轉至少16個小時」。Beja繼續說：「運用我們的自動化系統，一個人可以在一天內完成32個工時的工作」。或者他可以在輕鬆享受周末的同時，保持高生產率。

自動化系統的主電腦用其有用的資訊和許多有用的刀具來支援操作工具機的員工，這是因為主電腦不僅僅是簡單地控制機器人和儲物升降系統。整個自動化系統設置形成公司網路之外的獨立網路，如此，主電腦使用循環請求，從網路資料夾中獲取作業資料以及NC程式。根據此數據封包，Fastems的FastWizard軟體可生成作業。然後，主電腦將重新檢查所需的刀具是否可用、是否具有足夠的刀具壽命，以及正確工件毛坯或半成品是否有足夠數量可用。此外，主電腦可預測工作將持續的時間以及預估開始時間。如果缺少任何資源，主電腦則不會啟動作業。相反，主電腦會自動移動到作業清單中的下一個項目，當然，還會提供工具機操作員有關為

什麼忽略該作業以及需要對其執行哪些操作的資訊。工具機操作員可隨時介入並手動修改優先順序。通過這種方式，可將像是替換零件訂單之類的緊急作業優先處理。

## 工具機之間的作業共享

兩部工具機中可用的標準工具允許一定程度的靈活性。如果容量和刀具允許，主電腦可通過工具機之間的標準加工操作來改變計劃以及拆分作業。工具機中的刀具資料來自專門為自動化系統設置的刀具量測系統，並直接轉發給主電腦和控制器。

為了使加工精度在所須的百分之一範圍內，使用接觸式探針量測工件，以便補償夾緊過程可能產生的不準確性。為此，Trimatec使用TNC控制器的接觸式探針循環程式。

系統的CAM程式來自生產計劃部門，在該部門中，程式在送出之前，會在CAM系統中的虛擬機上完整模擬。這項額外的工作使Trimatec能夠提前確保順利執行自動化系統中的工作步驟。理想情況下，一旦專案上傳到自動化系統，就不需要再介入。

除加工程式外，還包括具備機器人控制資料的編程標頭，此標頭包括總共27個參數，可以使系統無錯誤地處理工件。除了工件的尺寸和重量之外，還包括機器人的最大夾緊力和老虎鉗的最大張力。



創新自動化系統強大的合作夥伴：  
來自Trimatec的Oliver Schöning和Fastems專案經理Johannes Louven談到兩部自動化DMC工具機之一的TNC 640控制器。

## 在Trimatec，海德漢控制器是被肯定的

儘管系統的控制完全在主電腦上進行，並且沒有人直接在控制器上工作，但當被問到自動化系統的工具機要搭配何種控制器時，Trimatec能立刻肯定的回答。「事實上，從一開始就確認兩部DMC工具機要搭配TNC控制器」Carlos Beja說道。

Oliver Schöning接著說：「當談到銑削時，幾乎所有的程式都來自CAD / CAM系統，一致的控制設計為我們提供了標準化的介面優勢，因此只需要一個後處理器。這在NC程式的產生期間顯著提高了處理可靠性。在建立程式時，我們也使用到海德漢循環程式」。Carlos Beja提到另一個有趣的論點：「在尋找更多員工時，我們找到高素質人才相對容易，因為海德漢控制器被廣泛的應用，因此很多具有豐富專業知識的人員都接受過培訓或者對海德漢的控制器有經驗」。

在Fastems，專案經理Johannes Louven很高興能輕鬆就透過海德漢DNC介面將海德漢控制器連接到主電腦，並通過PROFINET連接到工具機；他從其它專案的經驗來講：「海德漢控制器的文件與介面說明非常值得信賴；該介面說明確實反映出實際可用的內容。不幸的是，其他產品往往不是這種情況」，從其他專案的經驗來講。Louven繼續說道：「更重要的是，海德漢在回應細節問題和特定應用調整方面，提供優秀出色的支援。我們能夠快速與研發部門取得聯繫，從而獲得最佳指導和全面的專業知識。使用我們的Fastems FastWizard軟體將與海德漢DNC介面的通信直接整合至主電腦，沒有任何的問題」。

同時，自2017年中期以來，自動化系統已全面投入生產。因此，Trimatec的成功方程式是這樣的：每天8小時的更高生產率+高度靈活的自動化製造能力，適用於需要批量生產的零件=滿足的客戶 + 輕鬆的員工。這就是成功的故事！



Trimatec生產經理OliverSchöning在主電腦螢幕上解釋作業管理流程。

**「我們所有機台上都加裝海德漢控制器，在銑削方面，沒有什麼比這更好的了，尤其是5軸同動加工。當談到車削時，操作以及程式的創建無比簡單並且人性化」。**

Trimatec銷售經理Carlos Beja





StateMonitor軟體讓您對工具機的狀態一目了然。

# 一窺工廠的奧祕

StateMonitor擷取來自工具機的重要訊息並呈現出來如今，也可透過遠端方式監控機台和控制器

時代在變化 - 「Window Shopping」曾經是了解新的發展和趨勢最好的選擇。如今，我們從PC、平板電腦或智慧型手機的螢幕就可獲取此資訊。線上也可以讓我們做評估以及比較，以便決定哪種報價最適合我們。這一切與您、您的工作以及海德漢有什麼關係？很多，其實...

在許多公司中，定時巡檢工具機廠仍是作為生產員工的任務之一。在廠內您可及時了解當前狀態：生產中的訂單、加工進度、任何必要的換刀、銑削累積的量和冷卻潤滑劑槽的填充量、毛坯庫存、工具機上成品工件的數量等。

儘管如此，大部分工作對您來說都是多餘的，因為所有資訊都可以在完全數位化的生產環境中直接傳達給您。除了將工具機整合至公司網路之外，例如，透過Connected Machining，您還需要一套智慧軟體，收集必要的數據、以圖形方式顯示，從而讓您一窺工廠的奧祕：StateMonitor。





StateMonitor主動通知您有關生產當中發生的事情。



**HEIDENHAIN**  
StateMonitor

+ 想了解更多StateMonitor, 請參閱  
[www.klartext-portal.de/statemonitor](http://www.klartext-portal.de/statemonitor)



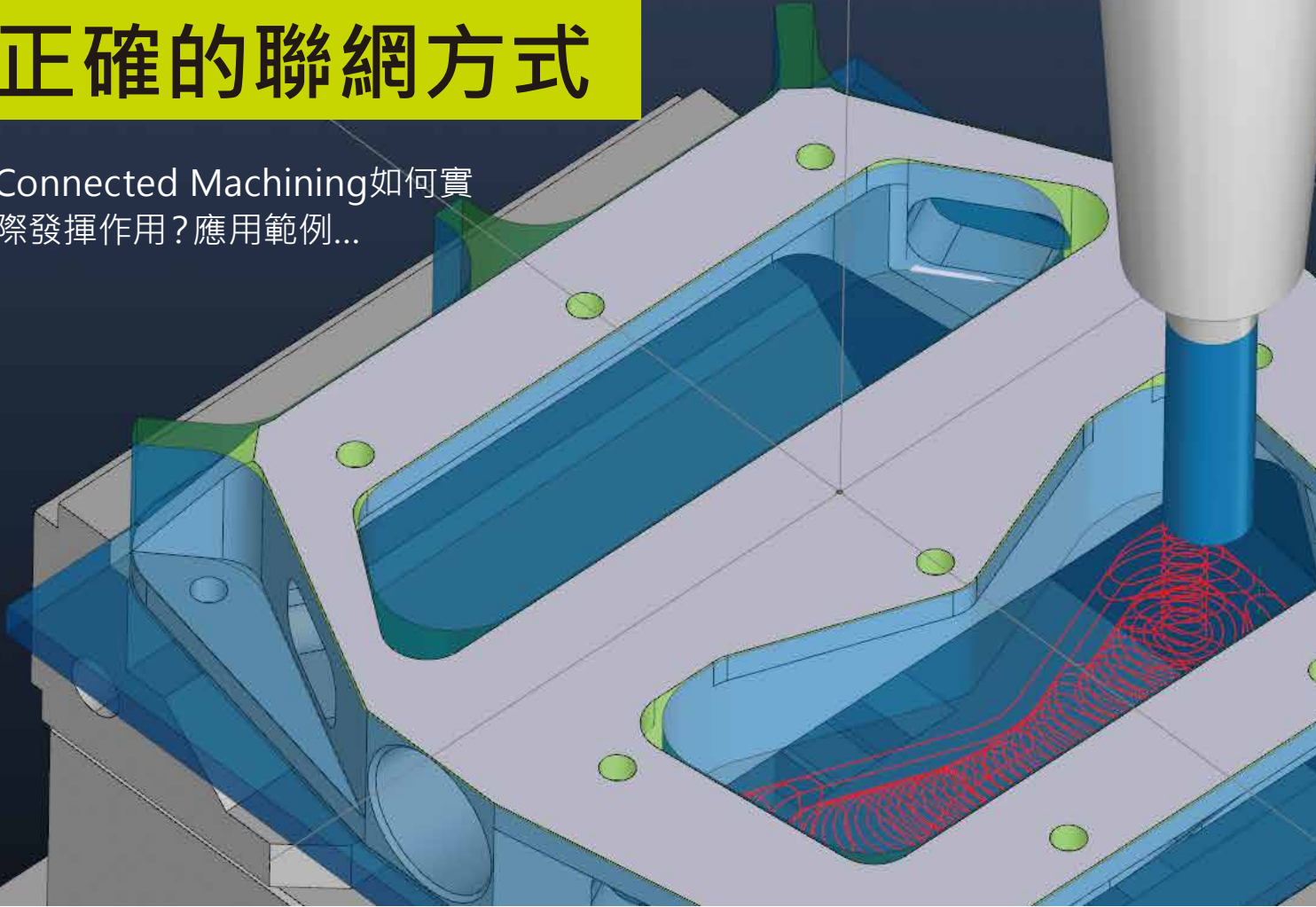
StateMonitor顯示出每台工具機的即時狀態，不過這並不僅適用配備海德漢控制器的工具機。您可連接任何工具機，只要其有下列介面之一：

HEIDENHAIN DNC、OPC UA、MTConnect或Modbus。根據介面以及工具機控制器，可顯示的資訊包括操作模式、程式、工具機訊息以及進給率。

然後，您可使用StateMonitor快速簡單地評估這些資料，從而提高效率和生產力。作業資料的擷取和反饋還可以對工具機資料進行與訂單相關的分析。重要的是，您仍然掌控著資料，因此可根據您的需求以及製造環境的需要，完全單獨設置StateMonitor軟體。由您來評估範圍。由您來授權對資料的存取權限。根據需要定義儲存位置。您還可提供資料給MES和ERP系統。由您來掌控StateMonitor，而非被StateMonitor掌控。

# 正確的聯網方式

Connected Machining如何實際發揮作用？應用範例...



數位化、網路化生產以及智慧型工廠 - 這些和其他幾個流行語正是時下製造業最熱門的主題。我們想透過一個例子 - 自行車踏板的生產，來解釋如何看待這些主題，以及透過Connected Machining能提供哪些解決方案。

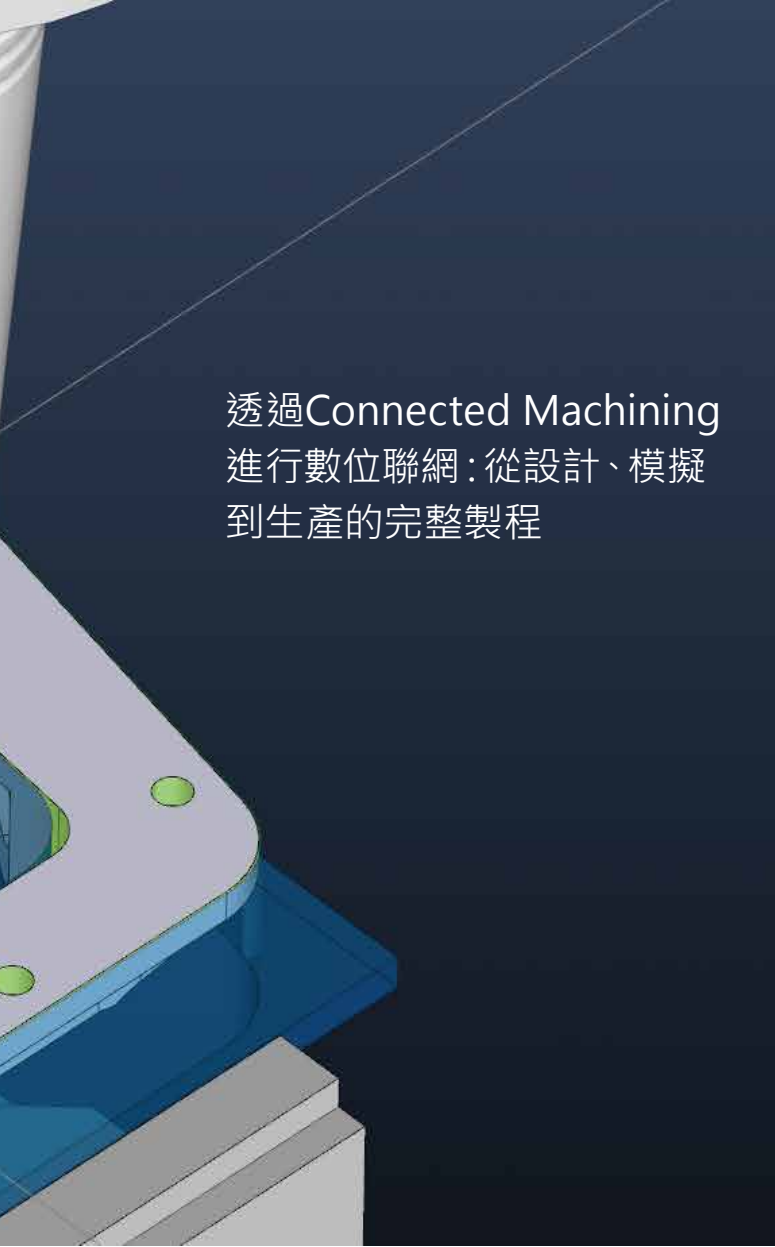
當所有工作流程都通過Connected Machining，生產設備會是什麼樣子呢？從一開始的建構到零件成品，實際上與傳統生產看起來沒有什麼不同，因為參與者都一樣，現在只有各個工作站之間的資料數位化，完全沒有紙張 - 在Connected Machining的案例中，廠區內的海德漢控制器成為通訊中心樞紐。

網路化的主角通常包括：

- CAM編程以及模擬
- 刀具準備和刀具供應
- 配備工具機和海德漢控制器的工廠
- 品質檢驗
- 胚料和刀具的採購物流
- 成品運送的供應物流
- 工作計畫與處理







## 透過Connected Machining 進行數位聯網：從設計、模擬 到生產的完整製程

### 數位化網路的中心：海德漢控制器

從廠區樓層這個實際產生價值的地方開始，做為我們的數位化網路生產的範例，將坯料固定在工作轉台上，等待加工。但是，作為工具機使用者，您要如何知道要做什麼？

通常您會獲得一個文件夾或訂單袋，其中包含記錄在一些(或有時很多)紙張上的所有相關的資訊：圖示、零件清單、刀具清單、截止日期等。然後您開始嘗試在文件中尋找您要的資料。因為只有極少數情況下這些文件會有規則的排序，讓您可快速了解與生產相關的資料。

但是，使用Connected Machining，將生產環境網路數位化之後，您就不再需要此文件夾了。透過TNC 640 控制器，您可直接從廠區連線存取公司所有生產相關資料。



**connected** + **machining**

## 資料和NC程式間的互通

使用海德漢的遠端桌面管理員 (Remote Desktop Manager) 選項，您可從海德漢控制器直接開啟CAM系統所需資料。換言之，CAM系統也可使用此功能匯出刀具資料作為程式設計用。

## 隨時掌握工作進度

使用TNC 640的Batch Process Manager，您可在工具機上排定生產作業的執行。NC程式與工作台上工件治具的位置根據特定作業連接。Batch Process Manager也提供有關加工持續時間的資訊。這也可用於安排訂單計畫排程，例如排定成品零件的物流或工具機的后續作業。

## 掌握所有刀具的資料:

已校正刀具已經裝入工具機的刀庫內，使用者可透過刀把上的代碼清楚辨識。在填充刀庫時，您可以很方便地使用掃描器讀取此代碼。因此，TNC 640立刻知道刀庫內有哪些刀具。這資料是透過網路連結直接管理刀具數據。

為了安全起見，控制器會自動將NC程式中使用的刀具與工具機上實際可用的刀具進行比對。然後控制器會回報遺失的刀具，並且顯示預估加工時間。控制器可輸出刀具差異清單，這份清單上亦會羅列您還需要準備的刀具。

加工完的工件：  
下坡自行車的自行車踏板



## 及時、可聯網:刀具重新訂購

工作計畫中的資料與刀具管理系統的資料是共用的，搭配來自刀具管理的資料，以訂購新刀具。然後刀具準備站立刻接收到所需刀具的訂單。根據刀具管理系統內儲存的資料，刀具準備站可立即在刀具預設器內準備新刀具以供校正。

在此情況下，正確刀具設定的資料也會回傳至刀具管理處。預設刀具在刀把上有自己的代碼，用於明確識別。CAM程式及其虛擬機器也可以存取這些資料。

## 不斷優化流程:品質保證

最後，在工具機上自動校準工件可為品質保證提供重要資料。在控制器的幫助之下，可簡單將資料歸檔或直接進行評估。當然，資料也可與其他系統共用，這意味著從NC程式到刀具，所有的環節都可以被優化。



# 進入第三維度

大約十年以來，操作員已經能夠直接在TNC控制器上打開DXF圖檔並將資料傳輸到NC程式。現在，新的CAD檢視器開啟了第三維度。

長期以來，DXF檔案格式是交換二維設計資料的既定方式。但正如3D電影現已成為電影院主流，現在的主要設計也是3D模型。畢竟，3D提升了我們想像複雜工件的能力。因此，海德漢TNC控制器在可使用立體CAD資料方面，也沒有缺席。

TNC控制器提供用於處理3D資料的CAD檢視器，這是TNC 640軟體版本05之後的標準功能。CAD檢視器可在控制器上開啟並檢視來自STEP、IGES和DXF檔案的資料。若不確定時，可查圖示內的尺寸，或在控制器上開啟修改的圖示來檢查資料。新軟體版本08的CAD匯入功能(選配42)為CAD檢視器的擴充功能，可方便地將來自上述格式的資料直接載入至NC程式中。

## CAD匯入選項支援工廠導向編程

CAD匯入可讓您在控制器或海德漢編程工作站上將3D資料模型中的輪廓和位置轉換至NC程式內。新的CAD匯入功能也支援受歡迎的STEP和IGES格式。不再需要從現有3D模型建立任何個別DXF檔案做為中間步驟。除了載入輪廓和位置之外，還可在CAD匯入功能中定義工件原點和傾斜的工作平面。在圖示與加工位置不匹配的情況下，能夠自由對齊座標系統也有助於車削輪廓。

CAD檢視器以及實踐其CAD匯入擴充功能是用於工廠導向編程上，是非常高效率的工具。由於CAD資料的直接轉換，編程不僅更快，而且更可靠。同時，工廠導向的編程，可直接將TNC使用者的Know-how寫入NC程式。



複雜組件的3D資料，例如這種登山自行車手把安裝座，可直接載入至NC程式中。





## 齒輪製造變得簡單

削齒，是當前內齒齒輪加工的趨勢。  
此時新循環程式讓複雜程序的編程變得更簡單。

許多技師仍然認為齒輪生產是一項困難的挑戰。TNC 640用於高品質內與外齒輪齒的三個全新循環程式戰勝了這一切。您可以透過削齒或滾齒在一個設定中簡單、有效率地加工直齒輪或螺旋齒輪，此軟體可以在銑削和車削模式下進行兩種形式的加工。

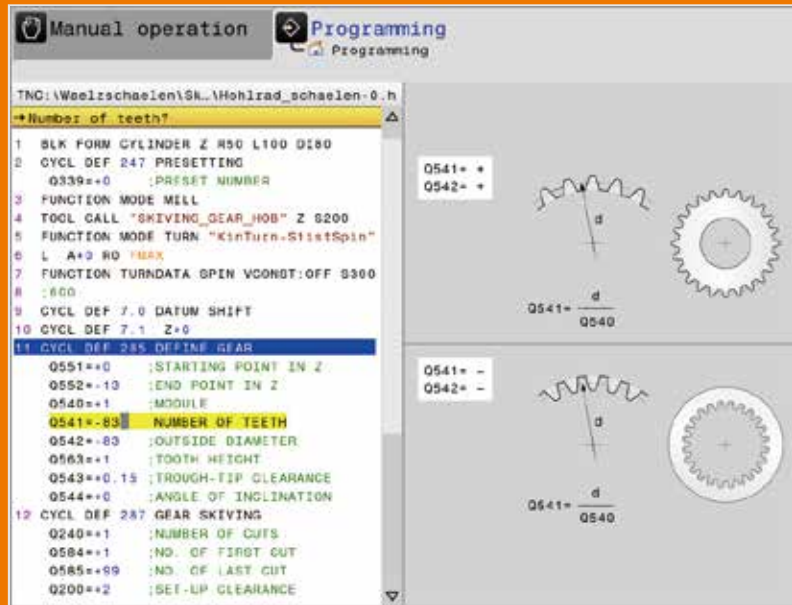
內部和外部齒輪無所不在，例如在所有自動車輛中。從自行車到工程機械，從電動踏板驅動器到液壓重型機械驅動器，輪轂和驅動器的齒輪必須精準的相互嚙合時才能運作。齒輪製作仍然需在特殊工具機上進行，因此工件需要費力地重新夾緊。傳統加工齒輪的程序是個相當耗時的程序。使用配備TNC控制器的工具機提供的動態齒輪循環程式在單一設定加工下，可節省大量時間、精力和成本。

### 簡化複雜動作的編程

全新循環程式287「齒輪削齒」可將複雜的削齒加工編程化繁為簡，您只需要定義齒輪幾何資料以及要使用的刀具即可。TNC 640會執行其他的計算，尤其是複雜的同動動作。內齒輪齒的加工即可變為可簡單掌握的標準。

目前削齒的成功是因為與傳統處理相比有更高的效率和生產力。新的刀具技術以及TNC 640在雙主軸模式下的動態動作控制使得複雜的削齒加工成為可能，唯一的要求是配備高速的工件主軸以及適當配置主軸同動的工具機。





編程只需要一些關於齒輪裝置和刀具的資訊。

## 滾齒加工變得容易

在與削齒加工一樣簡單的加工方式，透過齒輪幾何形狀和刀具定義的程式，TNC 640還可通過循環程式286「滾齒加工」使工作變得更輕鬆。滾齒主要適用於外齒輪加工。優點在於高生產率和各種齒形，可以用相較容易生產的刀具加工。

## 定義一次，重複使用

新齒輪循環程式的基礎為循環程式285「定義齒輪」。顧名思義，這個循環程式定義齒輪幾何形狀，操作員只需要定義幾何形狀一次即可。在生產程序中的所有必要加工步驟，例如粗銑和精銑，都回歸到這個定義。

## 最佳安全距離

除了簡單的編程外，安全是新循環程式的另一個優勢。為了避免程式意外中斷造成的損壞，例如由於電源故障，循環程式286和287可使刀具升高至安全的高度。這些循環程式將自動定義刀具從工件退回時的方向和路徑。

## ⚙️ 削齒

在搭配同動主軸的機台上，生產外齒輪和主要內齒輪的程序。

優勢：

- 在單一個設定內，即可加工完一個成品
- 不需要特殊工具機
- 不用更換工具機 — 節省時間並改善品質

## ⚙️ 滾齒

生產外齒輪的順序(例外情況下為內齒輪)。刀具主軸和工件主軸所需的同步運動可透過聯軸器以機械方式實現，也可透過控制器中的聯軸器以電子方式實現。

優勢：

- 可生產非常多樣化並且複雜的齒輪形狀
- 廣泛的標準刀具和簡單的生產特殊的刀具
- 高產量的加工過程

## ⚙️ 刀具遠離工件至安全的高度

在程式意外中斷時，刀具和刀具主軸遠離工件以防碰撞。

優勢：

- 避免工件、刀具以及主軸受損
- 重新啟動後無縫延續中斷的加工過程
- 自動程序—無需人工干預

+ 相關主題的更多資訊，請參閱：  
[amb.heidenhain.de](http://amb.heidenhain.de)





## 新版HIT來了！

### 新一代海德漢互動式訓練，HIT 3.0的互動式學習

HIT是Klartext中海德漢控制器NC編程的多媒體學習概念，是用於工廠的對話式TNC編程語言。HIT支援初學者、進階使用者和專業使用者參加資格培訓以及進階課程 - 包括自學和面授教學。新版本HIT使得學習也能在行動裝置上進行。

海德漢在2011年底推出第一版HIT，從那時起，超過20,000名使用者從互動式訓練中受益，並且熟悉Klartext對話式語言的編

程。新版本3.0現可用於辦公室、家中或遠端，安裝簡易，並且獨立於平台之外- PC、平板電腦以及含標準Web瀏覽器的智慧型手機上。

HIT學習套件「銑削3軸加工」，詳細說明各種學習模組中，CNC銑床和TNC控制器中最重要的元件，以及Klartext對話式引導TNC編程語言的基本功能。「ISO編程」學習模組解釋Klartext編程本質上的區別。

**HIT是根據以下成功的教學概念：**

- 影片與動畫清楚展示學習的內容。
- TNC編程工作站提供引導式的編程教學和實際演練。使用者能夠以實務的方式編程並操作搭配TNC控制器的工具機。
- 互動式測驗能不斷測試並反饋使用者的學習狀況。

## HIT

- HIT學習軟體提供所有會使用到的控制功能的說明。
- HIT指南為HIT學習軟體的操作手冊，是編程相關內容的摘要，並可在您完成學習套件後作為參考。
- 編程工作站就像工具機控制器的PC型版本，您可使用編程工作站的免費展示版來執行所有HIT編程任務，並以圖形方式模擬。借助虛擬鍵盤，可像使用真實控制器的鍵盤一樣，使用控制器專屬對話引導。

新海德漢學習平台啟用新HIT學習軟體的管理。該學習平台以許多學校和大學使用的Moodle學習平台為基礎，尤其是針對教師，提供各種非常有用的功能。例如，Premium版本，除了HIT學習軟體之外，還可儲存自己建立的內容並可供學生使用。如果學生已成功通過所有測驗，教師還可製作客製化證書給學生。

## 學習套件

- 在新版本3.0中，HIT學習套件「銑削3軸加工」取代之前的「HIT Klartext」和「HIT DIN/ISO」學習套件。
- 新的HIT學習套件「銑削5軸加工」將會取代之前的「HIT Tilting 3+2」套件。



✦ 有關HIT「銑削3軸加工」學習套件的詳細資訊以及各種不同版本，請參閱  
[www.klartext-portal.com/en/training/hit-learning-method](http://www.klartext-portal.com/en/training/hit-learning-method)



✦ HIT小冊子可線上訂購，網址為：  
[www.tnc-verlag.de](http://www.tnc-verlag.de)





培訓和進階課程

# 維修DIY

HEIDENHAIN也培訓控制器維修技師。  
不僅工具機製造商覺得有趣的售服主題。

參加「TNC 640維修」課程的Kenny Christoph一致認同海德漢的編程課程與服務課程不僅與實務貼近、資訊豐富，且以使用者為導向。

五個學員，五個完全不同的目標，但是參加同一個研討會。在「TNC 640維修」課程中，學員將了解如果工具機未達到預期效果時，應該怎麼做。更重要的是：控制器在此情況下扮演什麼角色？

從研討會指南可以看出很多理論：診斷可能性、錯誤消息、資料備份和編碼器介面 - 這對局外人來說並不令人興奮。不過學員對此有不同的看法。「講師在課程開始時詢問了所有學員的背景和對這堂課的期望，並列入考量」，在休息時間聊天聊天時，工具機製造商Grob的服務培訓師Kenny Magasiner透露道。奧地利射出成形工具專家ifw mold tec的維修部門員工Christoph Etzelsdorfer補充道：「對我來說將從理論應用到實務的過程特別有趣。在訓練教室中，最多兩個學員共享一個測試平台，因此可用實務方式強化剛剛學到的內容，然後進入工具機測試各種情況」。例如，高度理論的PLC故障排除成為海德漢培訓中心加工廠的一項有趣實務練習。

為自己的培訓任務進行密集準備：  
Kenny Magasiner將成為培訓  
Grob工具機的使用者。

Christoph Etzelsdorfer是一名銑削專家，曾經當了十年的技師。四年前，他轉向投入維修工作，現在主要在公司內安裝機器。「我絕對不是一個維修專家，但由於我的職業背景，在使用者和技術人員方面都具備良好的基礎知識。我發現培訓非常有趣，例如在備份工具機參數時，我也能收集到許多可用於下一次機台安裝的資訊」。

Kenny Magasiner本人也是一名講師，未來將在Grob為工具機使用者開設訓練課程。因此，當他讚揚課程導師時，他知道他在說什麼：「我需要豐富的技術背景知識，來處理日常工作中的問題，正是這些知識讓我可以站在這裡」。

幾個來自實務的例子：機台的主軸損壞，機台緊急停止，所有工作都停擺。然而，必須再次移動機台，以便可附掛主軸來在



起重吊車上拆卸。對於上過海德漢維修培訓課程的學員來說，這不是問題。將主軸切換到模擬模式，然後在緊急停止、機器停止時以及所有軸明顯堵塞時，可使用其餘軸將主軸移動到所需位置。如此較理論的維修培訓特別有助於學員的日常操作。





維修課程實習部門的良好工作環境 - 工具機電繼箱內的技術

「我認為，從理論到實務的轉變特別有趣。在訓練教室裡，最多兩位學員共享一個測試平台，因此可用實際方式強化剛剛學到的內容，然後應用到機台做各種情況的測試」。

Christof Etzelsdorfer ·  
ifw mold tec GmbH 維修部



+ 有關海德漢培訓課程上的最新資訊，請參閱：  
[training.heidenhain.com.tw](http://training.heidenhain.com.tw)





您難以相信LTN Servotechnik使用TNC 620的原因

# 創新思考家

您能相信運用創新的思維，竟然能使做銑削控制的TNC 620在對其改造後，應用在解角器繞線機上嗎？

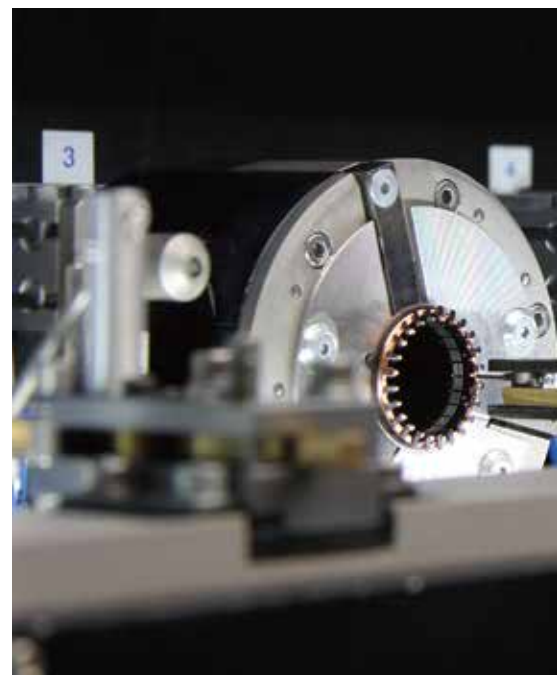
位於德國慕尼黑附近Otterfing的LTN Servotechnik解角器繞線機已經努力不懈地營運了20多年。這是很長的一段時間，歲月已在機台上留下了痕跡 - 機械磨損在日常生產中已無法忽視，舊的DOS控制器無法再編程。解決方案是什麼呢？徹底改造。三個月後，我們在第一台改造後的機器上看到許多顯著的效果。

LTN解角器的生產更像是一家紡織公司，而不是高科技電子產品。機器排列整齊，機器頂部上方帶有線圈的進料區吸引大家的目光。纏繞的線圈位於每台機器的工作空間中。每部機器通常都具有八個平行的繞線台。

然而，這些股線不是麻線，而是非常細的銅線。最薄的銅線直徑僅有50 $\mu\text{m}$ ，標準直徑為70 $\mu\text{m}$ 。銅線與人的頭髮一樣細 - 而且也很容易斷裂。銅線也不只是簡單的纏繞，而是在定子鐵芯上以複雜的方式纏繞。畢竟，它們隨後必須提供電壓，從該電壓可得出關於解角器所在軸角度位置的高精度資訊。

對於管理LTN轉換專案的製造設備設計師 Andreas Willerer而言，從一開始就很確定，如果舊的解角器繞線機全部升級，那麼改裝只有利，且一定會成功。「我們不希望只是表面上的結果，而是改裝後帶來的實際效益」。因此，技術人員對第一台要轉換的機器進行全面改造 - 新的傳動系統、新的伺服馬達代替過時的直流馬達、新的齒輪傳動、新的控制板以及配備序列EnDat介面的海德漢新型多圈絕對式編碼器。「我們想知道什麼是可以達成的以及我們如何繼續使用其他機器。畢竟，公司還有六台機器要改造」。同樣不容忽視的是控制器的問題。

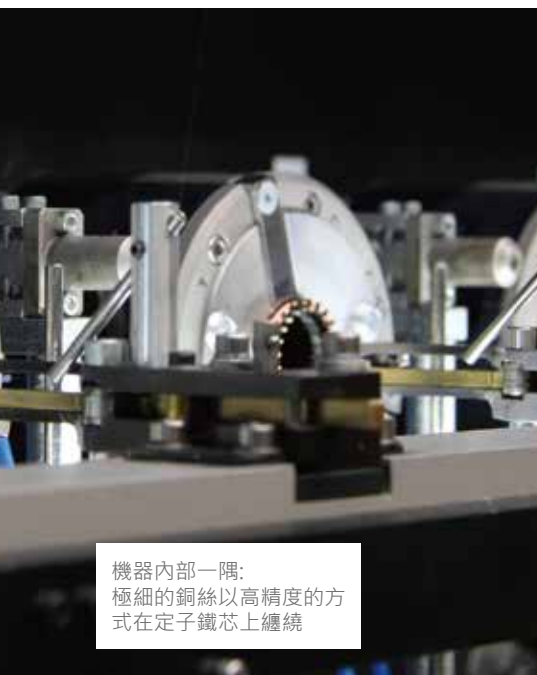
Andreas Willerer非常喜歡對使用者很友善的TNC 620觸控螢幕







不同的銑削操作類型：  
TNC 620精準地掌握解角器  
繞線機複雜的五軸移動



機器內部一隅：  
極細的銅絲以高精度的方式  
在定子鐵芯上纏繞

「繞線本身就是5軸加工，  
但是沒有用銑刀去除材料；  
而是用針將銅線纏繞在定子  
鐵芯上」。

LTN Servotechnik製造設備設計師Andreas Willerer



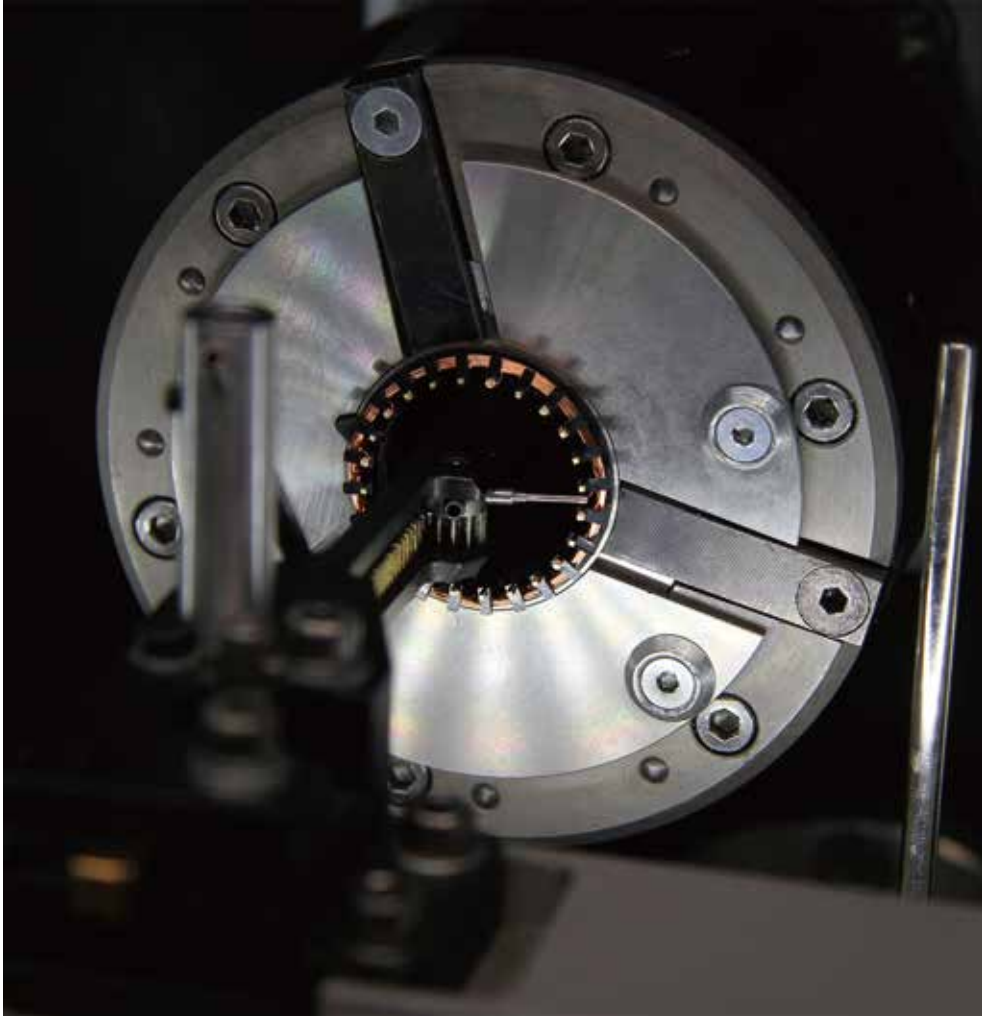
配備TNC 620控制器升級後的解角器繞線機位於後端，左側六個系統中的三個系統將在2019年底進行改裝。

解角器繞線機不需要特殊控制器。而是對於每種自動化解決方案，都有一系列控制器也可適應這種應用。為了選出適合的控制器，Andreas Willerer歸納了一些必要的條件。「這還包括用於線圈和送線動作控制的5軸座標結構配置，以及用於有意義的加工預覽3D圖形模擬」。由於他還負責管理LTN生產中的銑床，所以Andreas Willerer於是開始思考，這些是海德漢TNC控制器的兩個基本特色，但是如何將銑床的控制器運用在解角器繞線機上呢？

為了進一步的確認，Andreas Willerer諮詢了負責機構生產，使用海德漢控制器的使用者。「我主要想知道我的同事會對控制器上所需動作程序所做的編程」。當同事證實他的假設時，他有點驚訝：「繞線實際上與5軸加工沒有什麼不同，只是沒有用銑刀去除材料；而是用針將銅線纏繞在定子鐵芯上」。

LTN負責改造的員工也受益於海德漢NC編程服務熱線的支援，他們針對工具機的特殊特性，進行了控制器的調整和必要的座標結構配置調整。「A和C旋轉軸包含在座標結構配置中，但只考慮C軸進行動作控制」，Andreas Willerer解釋說。「A軸執行轉子的旋轉，C軸單獨負責補償移動，從而實現我們所需的動作控制」。





為了到達定子鐵芯的後側，導引線的針必須橫向纏繞，以引導線圈後面的銅線。



繞線前與後的比較：  
下面的是成品  
上面的則是半完成品

使用銑削控制器還有其他原因嗎？「最關鍵的原因就是機械生產中對TNC有豐富經驗的同事，他證實了用於生產繞線的Klartext程式可直接在控制器上編程，且我們已有建立這些程式的專業知識」。

### 簡單的編程和更多的優勢



現在只須輸入各種關鍵參數，無須修改編程，即可將所得到、合作開發的Klartext程式運用於各種繞線。現在，對於Klartext程式的任何調整，只須生產解角器技術人員直接在TNC 620上操作，同時無需藉助任何負責機械生產同事的幫忙。

自2018年5月中旬以來，第一台改造後的機器一直都以很高的效率運行著。改機只需要四週，不過先前需要近6個月的基本概念和規劃階段。所帶來的效益如下：

- 由於效率更高的馬達，現在加工變的動態性更高。繞線的時間減少了大約30%。
- 儘管具有更高的動態性，TNC 620一致的運動控制使繞線速度穩定。因此也具有穩定的線張力。這可減少因為斷線引起的廢料。最初考量的非常昂貴的線張力控制系統，現在也可以省略了。
- 由於馬達裡裝的是絕對式旋轉編碼器，可隨時停止和繼續繞線。
- 由於生產解角器的員工有手輪可以使用，如此能夠將導線器精確地定位在線圈前面，對設定幫助極大。



# 驅動力

精度和表面加工品質是卓越生產的目標。  
伺服馬達具有決定性的影響。



為了在生產品質方面處於領先地位，機械加工廠在工具機、具有特殊功能和選配功能的控制器、量測技術、刀具、當然還有員工技能方面投入大量時間和費用。不幸的是，在這種策略當中，伺服馬達卻很少受到重視。

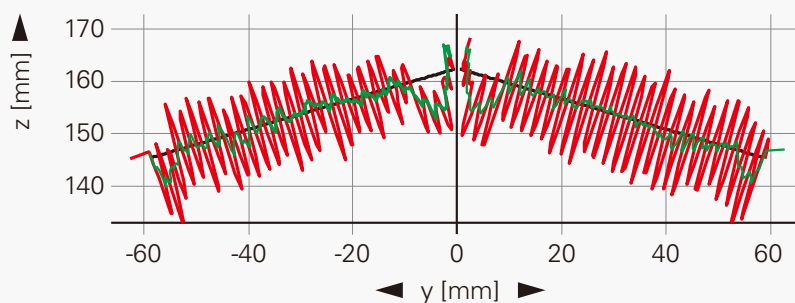
加工業卓越的成果來自工具機上所有零組件完美的搭配，這也包括伺服馬達。專為工具機設計的伺服馬達不僅具有平衡的剛性和良好的加速能力，而且還具有低扭矩漣波。高精度光學編碼器和高機械剛性也是工具機加工時，具優勢的特性。另一方面，為自動化技術製造的馬達往往在設計時考慮到整個系統的加速能力。這些馬達也可接受明顯更高的扭矩漣波。當應用在工具機時，這導致更差的表面品質。

## 對干擾不敏感

雖然照常理來說，較輕的拖車比重的拖車更容易受外力的影響，但是，一輛輕型的拖車掛在大馬力的車輛上，與一輛重型的拖車掛在小馬力的車輛上，兩者相較下，後者卻較易受到陣風與路面不平的影響。這意味著，對於工具機而言，大的馬達應移動最輕的轉台，以便減少對整個系統的干擾(例如銑削力或轉台上的振動)。

雖然馬達的慣性與負載之間存在顯著差異，但也需要降低迴路增益，這種縮減將導致較低的剛性，並導致整個系統在負載側上較遲緩的動態特性。此外，具有最高慣

性矩的馬達設計將與最高可能加速能力相矛盾。因為馬達本身的慣性越大，所必須產生的扭矩就越大，以便根據需求，加速整個系統，包括馬達和額定負載。然而，這對成本具有直接影響，因為由於需要更多或更好的磁性材料，所以最大扭矩越高，馬達就越昂貴。



加工樣品上量測到的輪廓誤差：  
海德漢軸馬達具有低扭矩波動(綠線)。  
調適過的馬達具有相當高的偏差(紅線)  
輪廓誤差的放大係數：1000

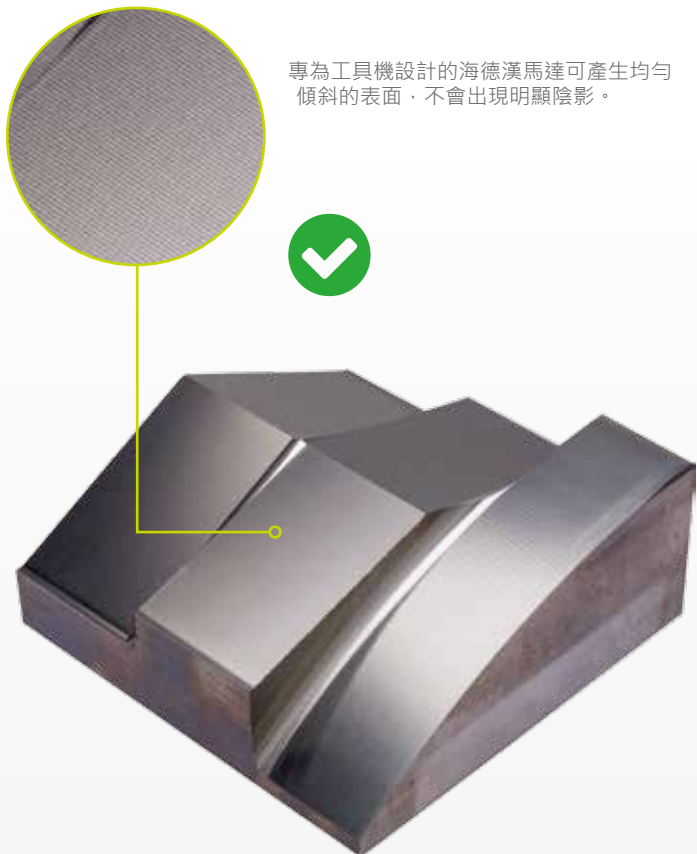
專門為工具機所設計：海德漢QSY系列軸馬達



## 馬達轉速穩定性

除了由外部影響引起的干擾之外，馬達本身還會在系統中產生干擾，影響工件的加工和表面品質。在這種情況下，原則上重點在於馬達的扭矩漣波，即在馬達轉軸的一次旋轉中所發出的馬達扭矩偏差。


測試確認扭矩漣波的影響 - 不僅取決於量測數據，還通過樣品工件表面上所呈現的效果。針對工具機優化的軸馬達可產生平整傾斜的表面，不會出現明顯的陰影。另一方面，對於來自自動化工業並適用於工具機的軸馬達，扭矩漣波的影響在傾斜表面上所產生的陰影清晰可見。



專為工具機設計的海德漢馬達可產生均勻傾斜的表面，不會出現明顯陰影。



工件在傾斜表面上具有清晰可見的陰影，採用自動化行業的馬達加工而未針對工具機進行優化



精準加工

## 精準的傳統

日本新幹線列車和海德漢全閉迴路位置量測的光學尺有什麼共同之處？兩者都是相當準確！

高動態工具機的精度是去年東京JIMTOF工具機展與今年台北TIMTOS工具機展的主題之一。海德漢將通過兩列銑削的新幹線模型，展示經由光學尺進行位置測量的重要性。畢竟，全球聞名的日本高鐵列車具備下列特性：準時 - 在這種情況下意味著精準性和動態性。

其中一列新幹線模型呈現著完美光亮的表面，另一個則顯示出明顯有形和可見的接合線。造成這種差異的原因在於生產過程中量測軸位置的方法。具有完美表面的模型，光學尺是透過全閉迴路系統中來量測的實際加工位置。另一方面，有「接合線」的模型是在通過伺服馬達的旋轉編碼器進行位置檢測之工具機台上所生成。

半封閉迴路控制系統，是使工具機加工產生定位誤差的一個重要原因：熱引起的偏差使得加工過程本身的影響分析由於滾動與滑動摩擦，滾珠螺桿的溫度顯著提高且不均勻，並且相對於進給速率，超過50°C。

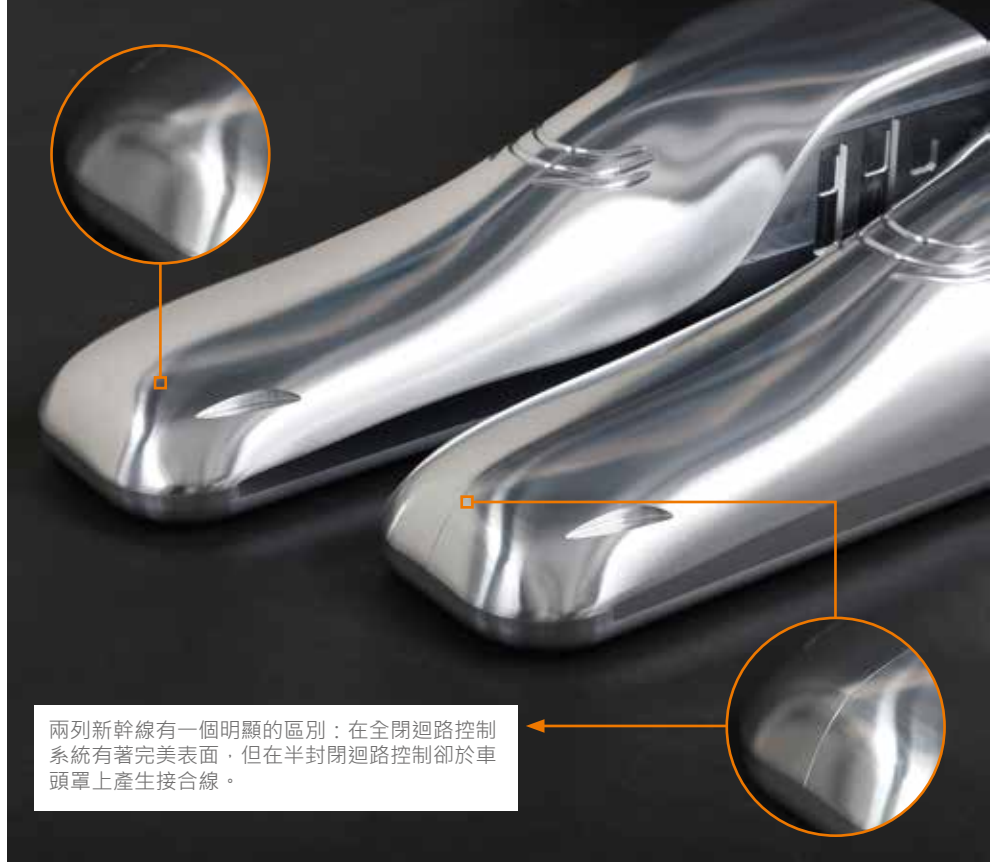
我們可在新幹線模型中清楚看到，由於工具機零組件因溫度的波動跟著膨脹或收縮，而沒有適當的誤差補償就會導致意外偏差。沒有光學尺，這些軸向發生的熱變化會導致最終工件形狀的偏差。

當然，在全閉迴路系統中使用高精度光學

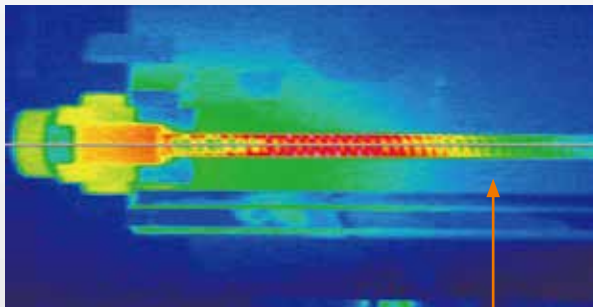
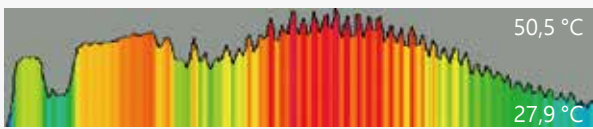
尺不會影響發熱本身，也不會影響進給零組件的軸向膨脹。光學尺不會隨著熱膨脹失真的因素來量測軸位置，相反，它測量實際軸位置，以便與軸反饋控制相結合，補償循環滾珠螺桿的熱致軸向漂移。

這自然適用於配備機械齒輪的旋轉軸。通過齒輪減速比進行位置量測，馬達上的旋轉編碼器(半封閉迴路)可以透過工具機軸(全閉迴路)上的角度編碼器，進行高精度、不受熱影響的位置量測。這種全閉迴路控制還可在旋轉軸上實現更高水準的精度和重現性。





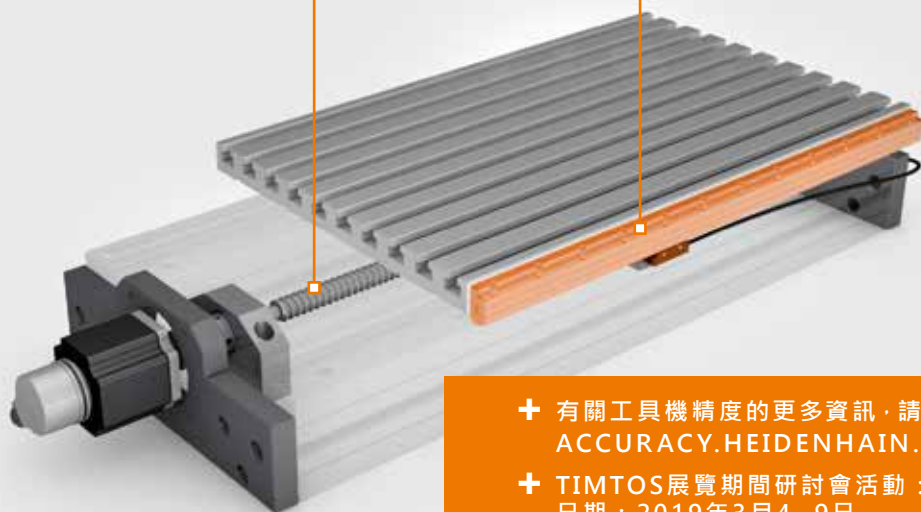
兩列新幹線有一個明顯的區別：在全閉迴路控制系統有著完美表面，但在半封閉迴路控制卻於車頭罩上產生接合線。




令人驚訝的偏差：  
循環滾珠螺桿在運轉期間顯著且非常不均勻地受熱。



補償熱偏差：  
用於全閉迴路系統中工具機的高精度光學尺



+ 有關工具機精度的更多資訊，請參閱：  
[ACCURACY.HEIDENHAIN.DE](http://ACCURACY.HEIDENHAIN.DE)  
 + TIMTOS展覽期間研討會活動：  
 日期：2019年3月4~9日  
 時間：14:00  
 地點：南港二館一樓 Q0124  
 主題：海德漢全閉迴路編碼器的工藝





## TNC 620

### 為精巧型加工中心機量身訂做的標準輪廓控制器

TNC 620提供您相當廣泛的應用實現經濟型的產品製造—從最簡單到最複雜的零件加工。TNC 620提供您優異且驗證過的對話式程式編程、提升效率的選配功能，以及創新的操作設計。全新海德漢TNC 620的觸控式螢幕能在當前的使用者操作模式下調整切換並顯示您目前狀況所需要的操作按鍵元素。這不僅方便操作，也節省了您的面板空間。因此，嶄新的TNC 620 是整合度相當高的銑削加工中心機標準輪廓控制器：操作簡單，使用可靠，外型典雅。