



# Klar text

海德漢控制器系列新聞

版本47 + 1/2008

每次開頭加工  
皆精確無誤



4

6

12

18

iTNC 530的創新功能

TNC 620為海德漢最新  
生產的  
輪廓控制器

MANUALplus 620為用於  
CNC以及循環程式車床  
的輪廓控制器

## 編者的話

### 親愛的 Klartext 讀者：

今年豎立在 EMO 展場上的標語為「HEIDENHAIN shows the way to precision (海德漢帶您邁向精準無誤的康莊大道)」。展示單元以及簡報將顯示配備光學尺的工具機之優點。

現場將提供由配備光學尺與未配備光學尺的工具機所加工之工件，讓您看見之間的差異。

當然，同樣會再次展現出許多產品創新，例如海德漢將於未來使用純數位即時乙太網路 HSCI 來連接其控制組件，這讓整個系統可完整進行診斷並且可用性更高。一般認為係用於中範圍處理功率區段的全新 TNC 620 以及已知、經過現場驗證的 iTNC 530 控制器將配備 HSCI 以及 EnDat 2.2，來應用高階應用。

MANUALplus 620 屬於一部全新控制器：可用於 CNC 以及循環車床。具備 B 軸的 CNC PILOT 4290 車床控制器可在傾斜表面上進行鑽孔、搪孔以及銑削。

在開發出 TS 740 之後，海德漢將推出用於需求度非常高的 3-D 量測工作之高精度紅外線接觸式探針。新型 TS 444 為第一款免電池紅外線接觸式探測系統。

所以享受吧！希望您一切順利。



光學尺改善了加工精確度

第 4 頁





全新 TNC 620 將具備數位伺服驅動  
控制器的小型控制器新增至海德漢  
產品系列內  
第 12 頁



開發出 MANUALplus 620 之後，  
海德漢推出用於 CNC 以及循環  
車床的全新控制器  
第 18 頁

|   |   |    |
|---|---|----|
|    | 對經濟重要的可行性：<br>每次開頭加工皆精確無誤                         | 4  |
|    | iTNC 530的創新功能<br>- 程式語言程式編輯的新功能<br>- smarT.NC的新功能 | 6  |
|   | 200,000部海德漢NC控制器                                  | 11 |
|  | TNC 620 - 海德漢<br>新型輪廓控制器                          | 12 |
|   | 一致化數位介面 - 海德漢控制器的<br>概念                           | 14 |
|   | 工具機的安全相關<br>控制技術                                  | 15 |
|  | 紅外線接觸式探針的創新                                       | 16 |
|  | MANUALplus 620，CNC和循環程式車床<br>的輪廓控制器               | 18 |
|   | 具備B軸的CNC PILOT 4290                               | 20 |
|  | CNC專業人員的線上學習<br>以及職業訓練                            | 22 |
|   | TTC Varelerhafen                                  | 23 |

## 出版

出版者  
DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH  
Postfach 1260  
83292 Traunreut, Germany  
電話：+49/86 69/31- 0  
HEIDENHAIN，網際網路網址：  
www.heidenhain.de

編輯者  
Frank Muthmann  
傳真：+49/86 69/31-18 88  
電子郵件：info@heidenhain.de  
  
Klartext 網址：  
www.heidenhain.de

版面與排字  
Expert Communication GmbH  
Richard-Reitzner-Allee 1  
85540 Haar, Germany  
電話：+49/89/66 63 75 0  
電子郵件：info@expert-communication.de  
www.expert-communication.de

## 對經濟重要的可行性： 每次開頭加工皆精確無誤

小生產批次與單一件

工具機上最大部分與熱相關的不精準絕大多數都來自於進給驅動器，高速與加速度繞球形導螺桿溫度上升，導致導螺桿膨脹。在沒有合適的位置量測技術時，在幾分鐘內就會造成高達 100  $\mu\text{m}$  的定位誤差。不過，公差不大的工件只能在即使加工操作大都不同，而還能維持熱穩定的工具機上生產。

### 進給驅動器的位置量測

理論上，透過與旋轉編碼器相連的進給螺桿之螺距或透過光學尺，都可量測直線 NC 軸的位置。

在進給螺桿/旋轉編碼器的情況下，球形螺桿具有雙重功能：當成驅動系統時必須傳遞強大力量，但是用於定位時則需要高精度度以及螺距重複性。

不過，定位規格的控制迴圈只包含旋轉編碼器，此編碼器傳送進給螺桿轉速除以每一迴轉之信號。此情況下並未將驅動機構的磨損以及溫度相關變化列入位置量測考量。

驅動器的定位誤差變成無可避免，並且對工件品質產生可觀的影響。

若將光學尺用在床台位置的量測，則位置控制迴圈包含完整的進給機器。在此情況中，機器傳輸元件內間隙與不精確對於位置量測的精確度並無影響。量測精確度幾乎只單獨取決於光學尺的精準度與安裝位置。

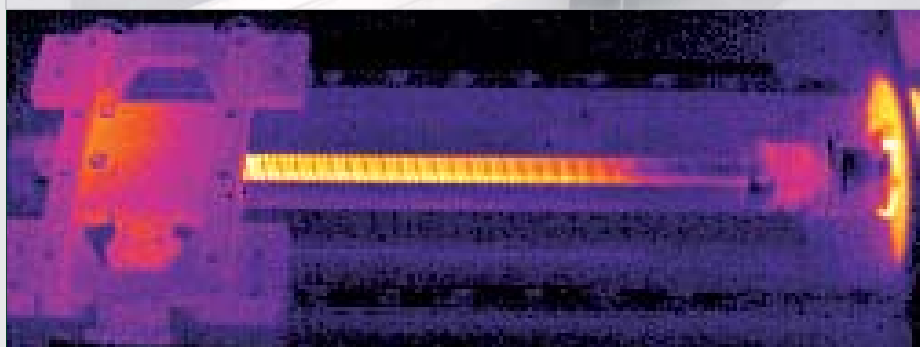
### 加工一體組件的範例

一般一體組件都在結合高進給速率與高切削速度的高性能 HSC 工具機上加工。粗銑與精銑期間不同的進給速率造成球形導螺桿的熱膨脹係數持續改變。若在無光學尺之下操作進給驅動器，則在短時間內少量生產當中每一製造的單一組件都具有不同的部件尺寸。因此會有熱膨脹讓規定製造公差無法達成的危險。

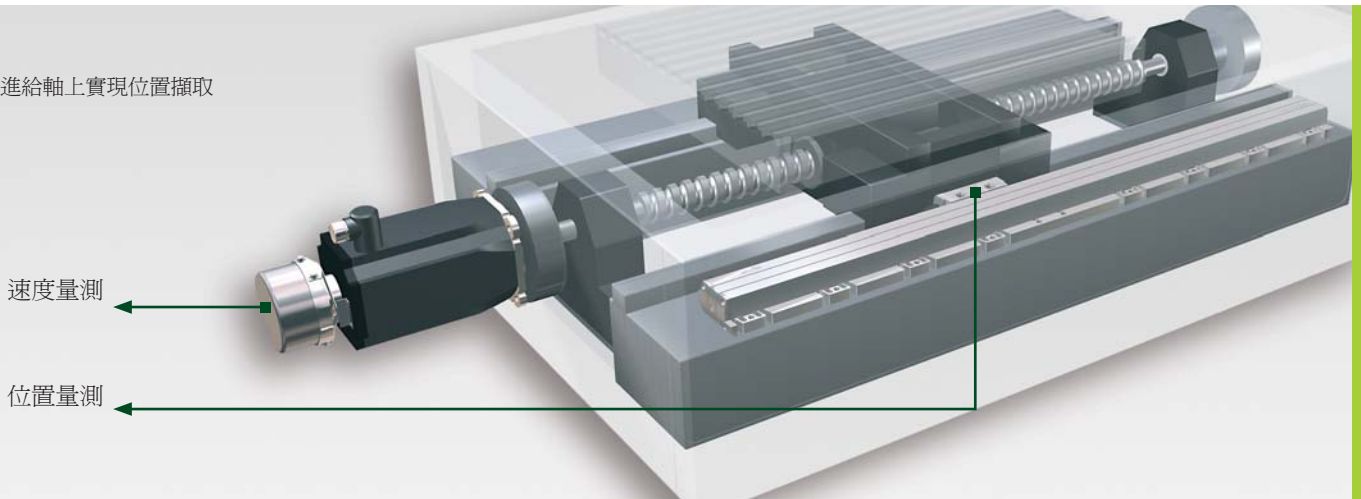


海德漢的光學尺改善了加工精確度

當以 10 m/min 速度進行表面銑削時，循環中的球形螺桿溫度會上升。在左邊為工作台，右邊為伺服馬達。  
熱圖形影像顯示溫度 25  $^{\circ}\text{C}$  (暗藍色) 至 40  $^{\circ}\text{C}$  (黃色)。



如何在進給軸上實現位置擷取

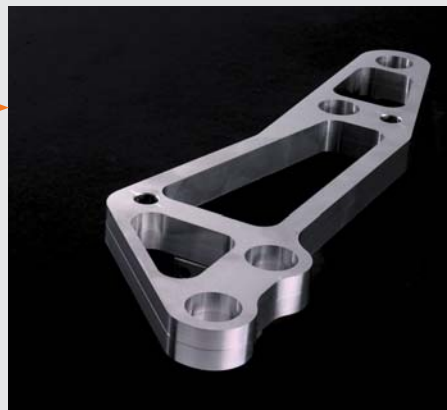


使用光學尺就可避免這種誤差來源，因為光學尺可以完全補償球形導螺桿的熱膨脹。

圖示內顯示的測試清楚說明無光學尺時加工的熱誤差。

來自航空科技的連桿會在鋁上銑削出 10 mm 的深度，而在工件上經過 20 次無切削之程式之後，將對連桿的下半部進行銑削。從工件側邊上的邊緣可看出進給軸的熱偏移。若工具機具備光學尺，則在本測試當中就不會有這種邊緣結果。

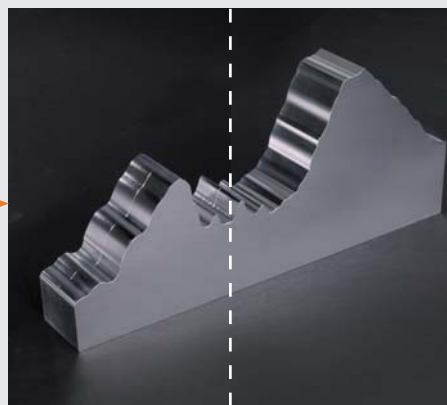
保證所有加工單元都具備一致的精確度！



連桿，兩次處理之後形成相同外型  
無光學尺 (左)：從邊緣上的偏移可看出熱飄移  
有光學尺 (右)：看不見熱飄移

### 模具與沖模製作上的效用

用於銑削的模具與沖模製作對於外型精確度有極高要求。同時，必須有高進給速率，以便縮短加工時間。第一與最後銑削路徑都必須吻合，否則之前爭取到的時間會因為重做而消失。範例顯示呈現出德國第二高峰-瓦茨曼峰外型的形狀加工。為了看出在無光學尺的操作中造成此模具組件上直線偏移，所以從工件中間開始加工。因此開始與結束路徑彼此並排，並且邊緣清楚顯示出熱飄移。若使用具備光學尺的工具機，則瓦茨曼峰外型上不會出現此邊緣。



具備自由形狀表面的瓦茨曼峰外型：左邊是無光學尺所做的加工，右邊為有光學尺所做的加工

結論：

若使用的工具機具備高度熱穩定性，則成功完成生產順序。在此情況下，進給軸即使在轉速以及加工力量變化頻繁的情況下，在整個移動範圍內都必須達到要求的精確度。使用工具機上的光學尺就可符合這些目標。

# iTNC 530的創新功能

動態碰撞監視可適化進給控制器  
DXF 轉換器  
KinematicsOpt  
KinematicsDesign

iTNC 530 專用的 NC 軟體 340 49x-04 包含一系列供工具機製造商與使用者使用的新功能，這些功能讓其更容易使用控制器，並且讓工具機的操作更安全。

## 動態碰撞監視 (DCM)

D(動態)C(碰撞)M(監視)幫助避免工具機與工件受損。雖然從 CAD/CAM 系統建立的 NC 程式會避免刀具與工件之間發生碰撞，不過並未將工作環境內的工具機組件列入考量。

這就是海德漢切入之處，讓控制器看見工具機製造商定義的工作環境。操作者可在畫面上看見有碰撞危險的工具機組件，然後將組件移出碰撞區域。分割畫面配置的可調整設定為新功能，例如：可在一個視窗內顯示程式單節，並且在另一個視窗內顯示工作環境。

若碰撞已經近在眼前，則控制器會中斷自動化加工。



## 可適化進給控制 (AFC)

A(可適化)F(進給)C(控制)根據刀具主軸效能以及其他處理資料，將輪廓進給速率最佳化。

狀態視窗內的動態長條圖為新功能，其顯示輪廓進給速率與主軸效能之間的關係。

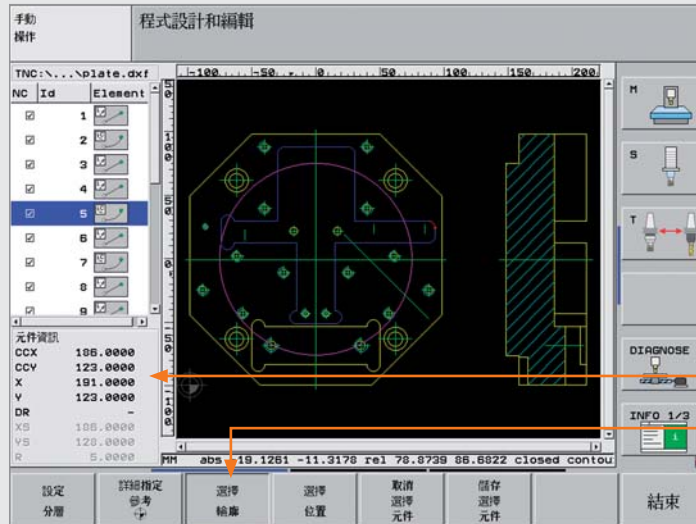
在學習階段期間，TNC 在突現式視窗內顯示目前儲存的參考功率。若有需要，您可使用軟鍵重設到此點所量測到的參考功率，並重新開始學習處理。

### DXF 轉換器 (選項)

您可使用 DXF 轉換器直接在 iTNC 530 上開啓 DXF 格式的 CAD 資料，以便擷取輪廓。方便擷取的輪廓不僅節省耗費在規劃與測試的時間，也可讓您確定完成的輪廓確實依照設計師的規格。

新版本內的管理已經有顯著改善：

- 最後選取的 DXF 檔案之變焦設定已儲存。
- 最後選取的 DXF 檔案之工件原點集已儲存。
- 此時可直接假設圓心點。



顯示所選元件中所有資料的新資訊方塊非常有幫助，對加工位置而言，您可看見 X/Y 座標、對輪廓元件而言，可看見起始與結束點，並且對圓而言，可看見圓心以及旋轉方向。

選擇輪廓  
輸入方塊

### KinematicsOpt (選項)

精確度需求一向是最熱門的主題，尤其是對於 5 軸加工而言。複雜工件加工需要複雜的刀具移動，這需要極高的精準度才能執行。全新 KinematicsOpt 功能確保即時經過長時間還是能夠產生一致的精確度。這保證能在連續生產當中維持極高品質。

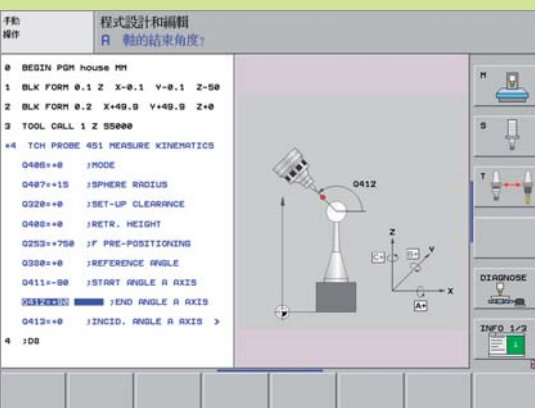
原理：

- 旋轉軸完全用 3-D 接觸式探針自動量測：

3-D 接觸式探針循環全自動量測工具機上的旋轉軸，而不管旋轉軸呈現為工作台或旋轉軸。校正球固定在工具機工作台上任意位置，並且以您定義的解析度來量測。將要量測的區域定義給每個旋轉軸。

- iTNC 530 由此決定統計傾斜精確度。
- 將傾斜動作產生的空間誤差降至最低。
- 工具機外型儲存在座標結構配置表中。

當然，廣泛的記錄檔中也儲存實際量測值以及量測與最佳化的散佈（統計傾斜精確度的量測），加上實際補償值。

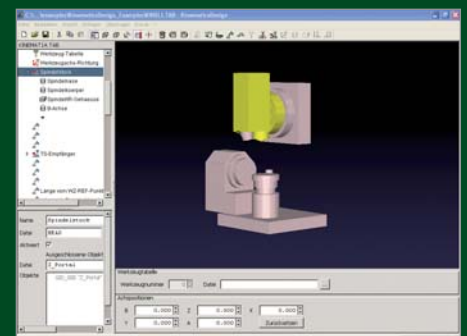


新 KinematicsOpt 功能：座標結構配置的自動量測以及工具機座標結構配置的自動校正

### PC 軟體 KinematicsDesign

此時工具機製造商也可更快速發展座標結構配置表，運用 KinematicsDesign，使用者可在定義座標結構配置時擁有賦予圖形支援的 PC 工具。

KinematicsDesign 可在概念階段模擬關鍵軸位置，並利用在工具機的正確位置上設定極限開關來避開這些軸。



新 KinematicsDesign PC 工具：發展與管理座標結構表

## 通用程式設定 (選項)

通用程式設定功能已經進行人性化改善。

若大型、外部建立的 NC 程式需要修改時要怎麼做？

定義具有通用效果並且覆蓋所選加工程式的座標轉換與設定，如此就不需要改變實際 NC 程式。

搭配使用工件原點位移、旋轉以及鏡射影像，軸可切換或停用，並且可設定手輪疊加功能。

新功能為虛擬軸 (VT) 啟用

例如：若您要固定過尺寸執行整個加工程式，您可使用手輪在目前啟用刀具軸方向內移動刀具（若「刀具中心點管理 (TCPM)」已啟動）。

運用 HR 420 手輪：然後您可透過手輪軟鍵直接選擇虛擬軸 (VT)。您可在手輪的顯示器上看見在虛擬軸方向內移動之距離值。

對於沒有整合位置顯示器的手輪而言：使用工具機製造商定義的工具機按鍵來選擇虛擬軸。移動距離則顯示在分開的位置顯示器內（也顯示在通用程式設定表單內）。該值會保存到您換刀或關閉此功能為止。

通用程式設定在大比例模具製作中特別有用。



## 3-D 基本旋轉，工具機特定 (升級功能)

此功能可用於修正 3-D 內的任何工件失準 (3-D 設定補償)。

準備：

- 工具機必須至少擁有兩個旋轉軸。
- 工具機製造商必須特別為工具機調整此功能。

## 新功能： 維修檔產生

在錯誤或不確定時通常需要用到好的錯誤記錄。現在有一項功能將所有重要資料收集在 ZIP 檔案內。

ZIP 檔案內含：

- 啟用的 NC 程式
- 刀具表 TOOL.T
- 任何啟用的工作座標資料表
- 重要的系統檔案

透過任一個資料介面下載 ZIP 檔案，並用電子郵件寄送至工具機製造商或海德漢維修部門。您將迅速獲得協助。

## 新的對話語言 (選項)

立即開始，對話語言中已經有土耳其文與羅馬尼亞文可供選擇。

## 新檔案管理

smarT.NC內的檔案管理已經可以用滑鼠以及軟鍵完整操作，您已經熟悉了嗎？

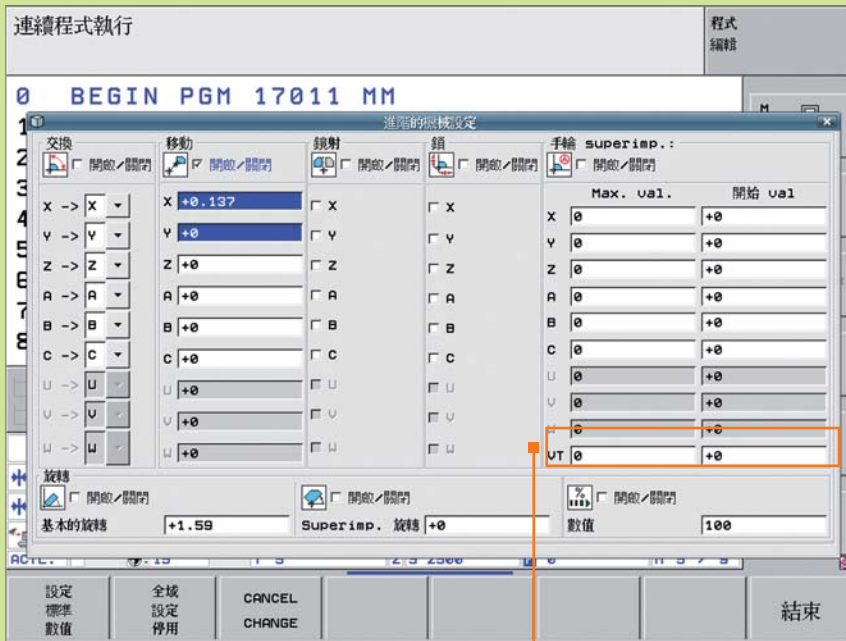
對話式程式編輯的檔案管理一致。

進一步精華：

- 此時可依照名稱、類型、大小、變更日期以及狀態來分類檔案。
- 可管理常用檔。
- 用鍵盤輸入檔名第一個字母時選擇檔案。
- 可設置檔案資訊的顯示。
- 可設置日期格式。







虛擬軸 (VT) 內值的顯示



### iTNC 530 新 340 49x-04 軟體的硬體需求

- MC 422 B 或 C 主電腦
- 512 MB RAM

## 程式語言程式編輯的新功能

### 全新： 樣板定義

smarT.NC上的點樣板產生器功能現在已經可用在程式語言程式編輯上。

新 PATTERN DEF 功能：

- 加工樣板的定義：
- 點 (最多可有 9 個個別位置)
  - 列
  - 框
  - 區域
  - 圓弧
  - 完整的圓

以此方式定義的加工樣板可用熟悉的 CYCL CALL PATTERN 功能呼叫。

### 全新： 通用效果的循環程式參數

GLOBAL DEF 循環程式： 您可在程式開頭上用通用效用定義各種循環程式參數。

共有下列群組可用：

- 一般循環程式參數，像是安全淨空或縮回進給速率
- 鑽孔特定循環程式參數，像是停留時間
- 銑削特定循環程式參數，像是進刀行為
- 接觸式探針特定循環程式參數，像是淨空高度

在循環程式定義當中，透過軟鍵就可連結至定義值。

然後 TNC 在循環程式定義內輸入文字 PREDEF (預定的)。GLOBAL DEF 循環程式內的任何變更都會影響參照個別 GLOBAL DEF 循環程式內 PREDEF 輸入的所有循環程式。

### 檔案功能

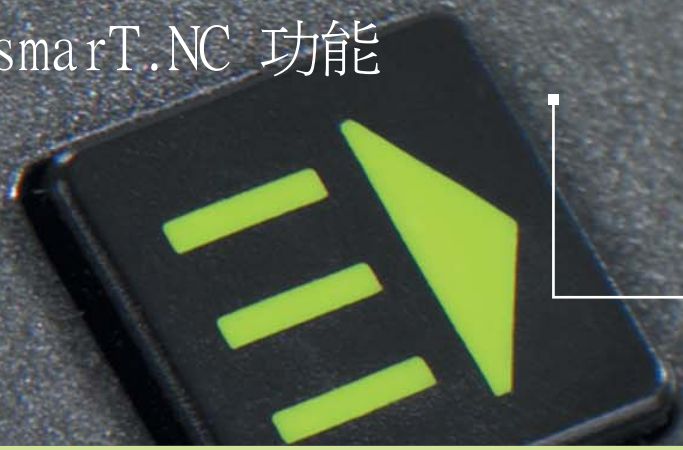
使用 FILE FUNCTION 功能，您可在加工程式內複製、移動以及刪除檔案。這可讓您，例如複製並開始已經存在外部磁碟機上的加工程式。

### 全新： 加工矩形柱以及圓柱

此時使用新循環程式 256 和 257 可更容易加工矩形柱與圓柱。當外型與完成零件的尺寸間之差異大於刀徑時，等切削分散就特別有用。當然，利用重疊因數可修改切削分散。

新的循環程式在結構上類似於已經有的銑削循環程式 251 和 254。

# 新 smarT.NC 功能



- 工件原點偏移
- 矩形柱以及圓柱
- 直線樣板定義
- 加工策略
- 程式結束單元

## 新工件原點偏移

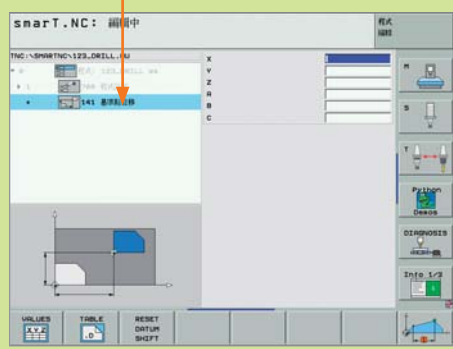
只能透過工作座標資料表單獨偏移工件原點已成過去，現在您也可在表單內定義特定軸的偏移。並且重設更容易：只要按下軟鍵，這樣就完成了！



smarT.NC 操作模式

## 全新：加工矩形柱以及圓柱

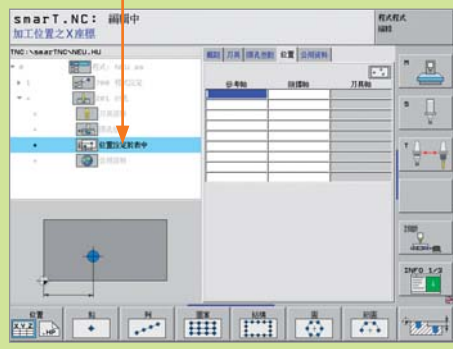
用於程式語言程式編輯的新循環程式 256 和 257 為 smarT.NC 操作模式內加工單元 256 和 257 的鏡射。



## 直線樣板定義保留

不用樣板產生器就可定義加工樣板：全新功能，直接在加工單元的總覽型態下完成。可用樣板：

- 點 (最多可有 9 個個別位置)
- 列
- 框
- 區域
- 圓弧
- 完整的圓



## 載入之前單元的值

經常重覆發生，並且加工單元通常只有小細節不同。例如：當不同刀具或過尺寸用於粗銑與精銑定義時。

這用 smarT.NC 坐起來非常簡單：您可使用早先加工單元內定義的值當成新加工單元的預設值 (在相同的 smarT.NC 程式內)。這省下許多程式編輯時間。

## 全新：設定圓的探測點數

像以前使用 4 個探測點來量測圓，或只要使用 3 點？

您可在接觸式探針加工單元 412、413、421 和 422 內選擇。

## 全新：定義用於清潔的加工策略

TNC 在清潔期間應該如何移動刀具？

在加工單元 22 內選擇：

- 縮回整個輪廓  
TNC 以等高移動至要清潔的區域，而不用從完成的零件輪廓上移除刀具。當要清潔的區域之間距離不大並且細粗銑刀具大到足夠以一個步驟加工剩餘材料時，此策略就能確實運作。
- 或分別加工個別區域  
在細粗銑要清潔的每個區域之後，TNC 以快速移動方式將刀具移動至安全淨空處。此策略在區域之間距離不短時很有用。

## 200,000部海德漢NC控制器

### 攻牙時快速縮回

這樣仍舊有可能減少加工時間：例如：可從鑽孔中以大於係數 X 的軸轉速縮回，您可在用於攻牙的加工單元 209 內指定此係數。

### 也算是 smarT.NC 內的新功能： KinematicsOpt (選項)

此刻已經說明用於程式語言程式編輯的工具機座標結構配置量測這項新功能，可透過加工單元 450 和 451 運用在 smarT.NC 內。

### 全新：程式結束單元

在程式結束單元內可做下列設定：

- M 功能的定義，例如 M5、M30
- 接近刀具軸內的安全位置  
(在工件或工具機座標系統內)
- 接近工作平面內的安全位置  
(在工件或工具機座標系統內)

在 2007 年中，海德漢售出第 200,000 部 NC 控制器，並且慶祝在 30 年設廠歷史中達成新記錄。在出貨超過 30,000 部之後，iTNC 530 已接替 TNC 426 成為海德漢超過 50 種機型中最暢銷的機種。此機種中有超過 10,000 部是在 2007 年中由 Traunreut 廠售出一這是 NC 控制市場內可接受的最大量。

這些 TNC 控制器在工廠中立下根基，讓頑固的技師逐漸接受新科技。今日，其人性化的對話指南確保海德漢在需要現場程式編輯的應用程式當中有極高的市佔率。

在海德漢控制器運用問題與提示來指引使用者，並且自動產生程式之下，程式語言、對談式程式編輯已經在金屬加工工業中佔有一席之地。從 2004 年開始，“smarT.NC”操作模式以簡單填寫的表單、互動式圖形以及快速了解的使用者輔助，讓操作更便利。

海德漢控制器已經廣泛用於可製造高品質零件的工具機上。在高階上一在用於 5 軸加工的加工中心機以及複雜銑床上一iTNC 530 標榜短加工時間、高輪廓精確度以及最佳表面品質。在中階範圍內，TNC 320 在最多四個控制軸的工具機上提供精準與有效率的製造方式。屬於用在簡單工具機的優良直切控制器 TNC 124 符合客戶對於最低控制工作之需求。而車床的控制器，像是 MANUALplus 4110 則讓產品線更形完善。



# TNC 620 – 全新海德漢輪廓控制器

工廠導向、小型並且趨勢設定的  
數位化



全新 TNC 620 將具備數位伺服驅動控制器的小型控制器新增至海德漢產品系列內，海德漢已於 2005 年 EMO 展推出用於簡單 3 軸工具機的類比控制器 TNC 320，並且從每天的操作當中證明其價值。這兩款控制器都以來自海德漢的全新、趨勢設定軟體概念為基礎，並且使用相同的軟體平台。

## 持續學習取代重複學習

海德漢控制器還在持續不斷改良，但是基本操作技術仍舊相同。「持續學習取代重複學習」這具標語古今通用。這個基本前提自然已經列入 TNC 620 的考量：有經驗的 TNC 程式設計師使用起 TNC 620 絕對沒有什麼問題。

感謝運用幫助對話與圖形支援的工廠導向程式編輯風格，新手很快就可上手。清晰的軟鍵結構經常能給予您必要功能的概觀，如此可立即找到所要的功能。初始的一般 TNC 對話之按鍵都包含在小型鍵盤上，所以可快速進入所有 TNC 功能。此外，工具機製造商可在垂直軟鍵列上製作工具機特定的功能。

## 循環程式簡化程式建立步驟

TNC 620 具備許多循環程式，這些程式設計用於發生在加工場地上的大多數加工工作。除了鑽孔、攻牙（含或不合浮動絲攻筒夾）、螺紋切削、鉸孔與搪孔的加工循環程式以外，還具備用於孔樣板（圓與直線）的循環程式。銑削循環程式包含平坦表面切削，粗銑與精銑口袋、溝槽與立柱。

接觸式探針循環程式可用於工件的自動量測與檢視。當工具機操作者輸入加工資訊或接觸式探針循環程式時，TNC 620 會提供有意義的支援圖形與對話文字。

當使用來自海德漢的嘗試與真實對話程式編輯語言來建立工廠導向程式時，程式編輯圖形互動逐步顯示目前程式編輯的東西。這在當使用強大免輪廓程式編輯功能來建立尺寸不用於 NC 的零件時特別有用。

## 預知加工成品—由於精確的圖形模擬器

在完成 NC 程式之後，程式模擬圖形可在加工開始之前產生零件完成後的影像。TNC 也執行內部程式模擬，來檢查 NC 程式是否有邏輯錯誤，就在工件放入工具機之前。這樣可輕易避免停機時間。關於錯誤原因的提示，以及疑難排解的可能性，如此簡化了錯誤的搜尋。



### 簡化複雜操作的處理

TNC 620 係配備用於處理非常複雜的工作，即使其中包含使用搖擺與旋轉軸。例如：工作平面可繞著一或多個旋轉軸傾斜。然後在主平面（通常是 X/Y）內簡單建立加工程式。特殊循環程式甚至可用於加工圓柱上的輪廓、溝槽或脊部（若只在兩軸內）。

TNC 620 也具備特殊功能來模擬最多五軸的加工：輪廓的動態前進計算、急衝度限制的演算以及智慧路徑控制，滿足對工件表面品質的高度要求。

### 選擇您的功能

您可決定 TNC 620 的功能範圍來符合您的需求與願望。您選擇許多選項，以對您最有用的方式，以及控制器在每天操作當中所需做的事情，來配置您的控制器。但是當然，此配置並不是固定於出廠時。若在未來您需要一項一開始沒有選取的功能，可要求工具機製造商為您啟動該項功能。

### 硬體設計：小型並且現代化

在過去，數位海德漢控制器的 MC 主電腦以及 CC 控制器單元總是安裝在電氣機櫃內。現在主電腦收納在操作面板內，直接位於 TNC 鍵盤以及大型、清晰的 15 吋 XGA 解析度 (1024 x 768 像素) TFT 平板顯示器後面。複雜的配線現在已成過去。

CC 控制器單元仍舊在電氣機櫃內，並且透過通過考驗的 PWM 介面與電源階相連。

### HSCI - 新模組硬體概念

TNC 620 的新硬體概念也確保未來控制器個別組件的連接連小孩都能辦到。

海德漢控制系統的主電腦、控制器單元以及其他組件具備新式、強大的介面：HSCI。整個 TNC 620 系統傑出的一致化數位介面設計特質保證不僅有非常高的精確度與表面品質，也有快速移動速度以及可用度極高的完整系統（有關更多資訊，請參閱第 14 頁）。

### 裡面有什麼？許多處理能力以及記憶體空間！

TNC 620 配備時脈頻率 400 MHz 的強大 Intel 處理器。此外，512 MB RAM 確保可迅速處理複雜的圖形模擬。

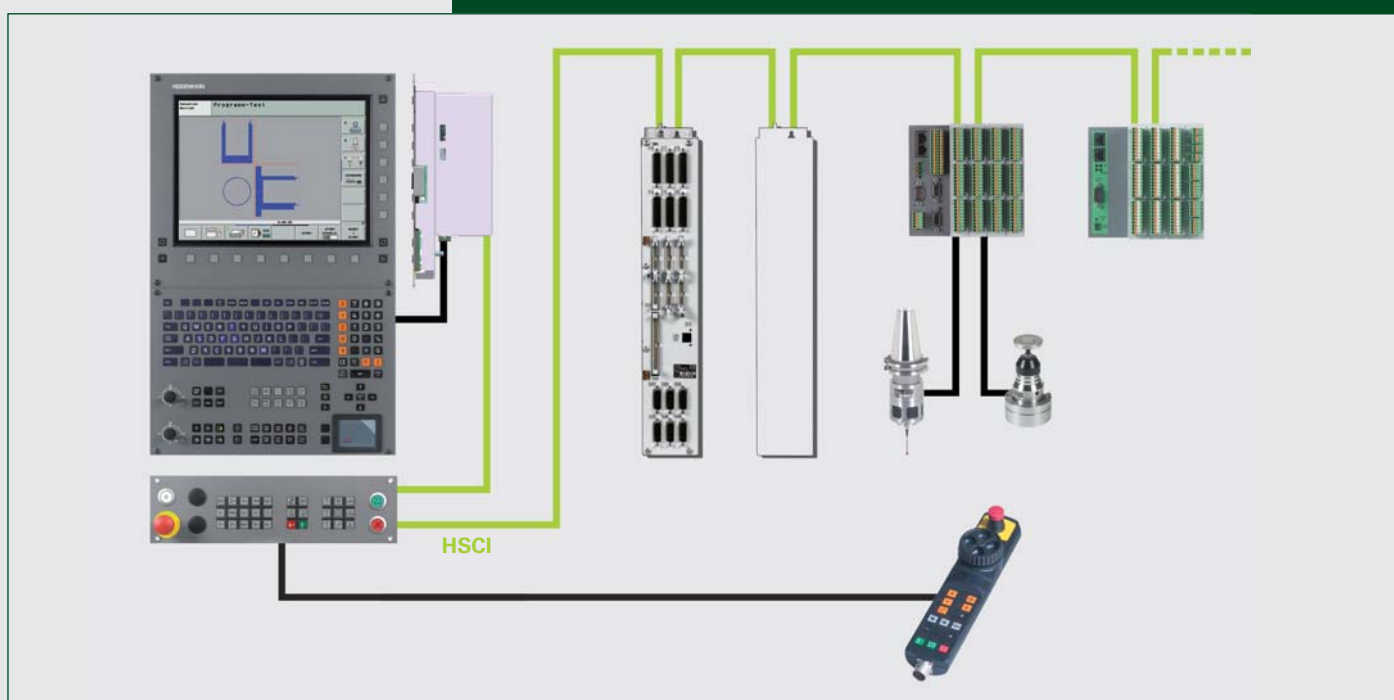
NC 和 PLC 程式都使用 CF 記憶卡，這種記憶卡可承受機械衝擊，因此對您的資料有最佳保障。

TNC 620 為您在資料傳輸方面的可靠夥伴，由高速乙太網路介面來負責傳輸，並整合為標準功能，這樣毫不費力就可將 TNC 連接至公司網路。

輸入與標示裝置以及外部媒體（像是 USB 隨身碟或外部硬碟）都透過 USB 連接埠連接至 TNC 620。

TNC 620 提供三個控制軸以及一個控制主軸，另外可再增加兩個控制軸。（軟體選項可針對個別需求與應用來調整 NC 軟體的功能範圍）

## 一致化數位介面 – 來自海德漢的 控制器之全新硬體設計



未來的硬體設計：  
許多控制器組件一致化數位介面的連接

HSCI：海德漢  
序列控制器介面

一致化數位介面不僅只是一句專業術語：所有組件都透過純數位介面彼此相連。控制組件透過 HSCI（海德漢序列控制器介面）這項海德漢用於高速乙太網路的全新即時通訊協定來相連，並且編碼器透過 EnDat 2.2 這項海德漢雙向介面來相連。

這樣工具機製造商以及末端使用者都從這些優點中獲得利益：整個系統對於雜訊的忍受度提高了、可進行全面診斷並且確定可用度極高。

### 之前經過證實的硬體設計

MC 主電腦以及 CC 控制器單元全都在電氣機櫃內，操作面板只包含螢幕與鍵盤。操作面板的組件透過許多纜線連接至 MC 主電腦。

### 新硬體設計

MC 和 CC 透過即時乙太網路纜線相連，尤其是 100BaseT 乙太網路實體層裝置。通訊協定由海德漢制定，並且承載指定 HSCI。搭配純數位 EnDat 2.2 編碼器介面，這樣從主電腦至編碼器都是一致化數位介面的設計。

這項新設計的主要優點：

- 配線更簡化
- 商轉更簡化
- 可進行全面性的診斷
- 改善雜訊免疫力

這項新科技確保在高速移動時還能有最高精確度以及表面品質。



# 工具機的安全相關控制技術

在機械與工廠構造當中，安全性已經變的日益重要。這些措施主要用於保護人，但是材料資產以及環境也多少受到保護。

功能安全性的目標在於將在工具機或設備正常或不正常操作期間發生的危險最至最低或至少降低。第一個步驟就是備援系統。例如：在安全導向應用當中移動的軸需要有備援位置資訊，以便執行對應的安全功能。

## 基本原理

海德漢控制器以及位置編碼器的功能安全性符合 IEC 61 508 標準的安全整體性第 2 級 (SIL 2)，以及 ISO 13 849-1 (取代 ISO 954-1) 的效能等級“d”。這些標準說明安全導向系統的評估，例如根據整合組件與子系統的故障可能性。此模組方式對於安全導向系統製造商實施其系統時有所幫助，因為可用預先合格的子系統作為開始。具備功能安全性的位置編碼器以及具有 HSCI 控制器的 iTNC 530 都納入此概念。

## 工具機上的功能安全性

海德漢計畫在 2008 年中開始提供具備功能安全性的 HSCI 控制器。彼此獨立運作的兩個備援安全通道就是具有功能安全性的控制器之基礎，所有安全相關信號都會擷取、處理並且透過兩通道輸出。利用相互比較兩通道內的狀態與資料來偵測出錯誤。如此，控制器內只發生一個錯誤時並不會造成安全功能喪失。

其目標為在自動生產運轉期間由位於加工中心的工具機操作者採取行動，所以即使保護措施未生效（像是保護門未關閉），也不會危害到操作者：

- 設定
- 手動介入
- 處理監控

## 安全相關操作模式

具備功能安全性的海德漢控制器依照 EN 12 417 標準提供四種安全相關操作模式（工具機 - 安全性 - 加工中心）。

### 操作模式 1

#### 自動或生產模式

- 只有保護門關上時才會運作
- 若保護門開啓時不會有機械動作

### 操作模式 2

#### 設定模式

- 只有保護門開啓時才會運作
- 軸動作最高 2 m/min
- 主軸在 2 次迴轉之內停止
- 一次只能移動一軸（無補間動作）
- 只有主軸可以旋轉  
使用許可按鈕

### 操作模式 3

#### 手動介入

- 只有保護門開啓時才會運作
- 軸動作最高 5 m/min
- 主軸在 5 次迴轉之內停止
- 一次可移動超過一軸（補間動作）
- 只有使用許可按鈕可讓主軸旋轉

### 操作模式 4

#### 進階手動介入，處理監控

- 只有保護門開啓時才會運作
- 軸動作最高 5 m/min
- 主軸在 5 次迴轉之內停止
- 一次可移動超過一軸（補間動作）
- 必須只有按下許可按鈕才能讓主軸旋轉



# 創新的紅外線接觸式探針



TS 740  
非常精確

TS 444  
不需要電池

TS 640 與 TS 440  
嘗試並為真

TS 740 與 TS 444 工件接觸式探針為海德漢最新研發的兩樣產品。

## TS 740 高精確度接觸式探針

TS 740 為特別需要有關探測精確度與重複性的量測工作之首選，儘管其探測力量非常低，不過 TS 740 在高加速度與快速探測當中並不會產生無法控制的觸發信號。

探測程序：  
接觸工件讓探針偏移，施力至壓力元件，就是全新發展感應器的核心。電子設備計算出力量的差異，並且產生觸發信號。



| 接觸式探針         | 探針精確度                 | 探針可重複性<br>(從一個方向重複探測)                    |
|---------------|-----------------------|--|
| TS 440/TS 640 | ≤ ± 5 μm<br>(使用標準探針時) | 2 σ ≤ 1 μm<br>在 3 m/min 的<br>探測速度上       |
| TS 740        | ≤ ± 1 μm              | 2 σ ≤ 0.25 μm<br>在 0.25 m/min 的<br>探測速度上 |



## 海德漢 TS 接觸式探針

經常要求的就是要減少設定時間，使用我們的工件接觸式探針直接在工具機上執行設定、量測以及檢查功能。

利用海德漢接觸式探針您可：

- 量測工件，
- 對準工件，
- 設定工件原點，
- 以及將3-D 外型數位化。

海德漢提供利用纜線或紅外線傳輸來傳遞觸發信號的接觸式探針。



## TS 444

### 免電池的接觸式探針

TS 444 為使用電池的接觸式探針之外創新與現代的另一種選擇。電池的處理、處理與拋棄完全不用費心，唯一需求就是透過主軸供應壓縮空氣。

清潔工件要量測位置的動作會順便替接觸式探針充氣。

能量供應背後的原理：

將壓縮空氣推送過刀柄進入接觸式探針，以便在探針之前清潔量測點，並在此推動渦輪。磁場改變會產生電能，然後儲存在高功率電容內。排出的空氣用來清潔探測點。壓縮空氣不需要特別清潔。

充氣時間取決於壓力：壓力越高，充氣時間越短。為了確定在合理的時間內完成充氣，供應壓力應至少 5 bar。

例如：5.5 bar 大約要花 3 秒來使接觸式探針完全充電。這對兩分鐘量測循環程式來說已經足夠。



## TS 640 與 TS 440 - 貨真價實的接觸式探針

我們經證實的 TS 640 與 TS 440 接觸式探針也具備新功能。

全新：  
較長的操作時間

每組電池都可以有兩倍以上的操作時間。藉由修改電子設備，TS 640 的操作時間可提升至大約 800 小時，並且 TS 440 提升至 200 小時。

範例：

若接觸式探針啟動 5% 的操作時間，則 TS 640 必須在三年後更換電池，並且 TS 440 在九個月後更換電池（3 軸操作，220 工作天/年，鋰電池）。

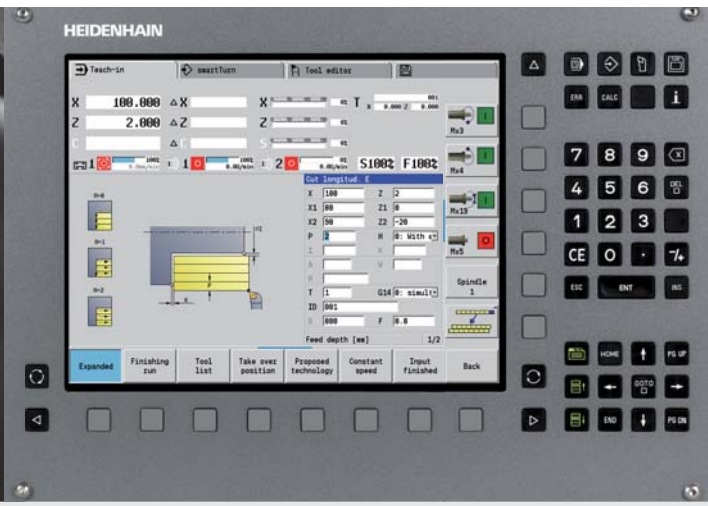
全新：  
不同種類的電池

目前可使用鹼性電池或可充電電池。請記住，高品質鋰電池的壽命比較長。

全新：  
光學指示器

小知識：現在操作者可看見接觸式探針開啓或關閉。新的指示器也會發出探針偏移的信號。

# MANUALplus 620 為用於 CNC 以及循環程式車床的輪廓控制器



畫面：結構清晰並且人性化  
操作面板：一些按鍵，可識別的功能

幾年來，MANUALplus 4110 已經在動作導向車床上獲得證實。現在海德漢介紹 MANUALplus 的更新改良版。MANUALplus 620 具備改良的循環程式編輯，以及全新的 smartTurn 程式編輯操作模式。此為海德漢的最新控制器：用於 CNC 以及循環程式車床。

## MANUALplus 620 為用於 CNC 以及循環程式車床的控制器

MANUALplus 620 設計用於具備主軸、一個床台 (X 和 Z 軸)、C 軸或可定位主軸與從動刀具之車床，其適用於具有簡單刀具夾或刀具塔的水平與垂直車床。循環程式車床通常用於較小與中規模批次生產。MANUALplus 620 的操作者從快速學習循環程式編輯當中得利，如此可快速、有效率地加工工件。並且當需求增加並且用車床加工複雜工作時，則使用新的 smartTurn 程式編輯模式建立您的 NC 程式。smartTurn 程式編輯操作模式為在 CNC 車床上進行 NC 程式編輯的基礎。

此新的 NC 程式編輯類型也可快速上手，因為技師並不需要處理 G 或 M 功能，或建構加工單節。smartTurn 使用容易學習的程式編輯表單輸入方法。

## 循環程式加工

使用 G 和 M 功能進行「即時」NC 程式的寫入與測試對於較小與中規模批次生產而言花費太多時間。MANUALplus 的循環程式編輯為理想的解決方案，因為循環程式為預先編輯的加工步驟，因此只需要一些輸入即可。

技師可將精神集中在其工件的加工上，決定加工步驟的刀具、選擇循環程式、定義所需的參數、使用圖形模擬功能以及執行循環程式。在動作導向的方式中，這種方式可同時建立第一個工件以及循環程式。然後儲存此循環程式。這樣技師可讓程式自動執行，並且每一額外加工部分都能節省時間與成本。

您可在 MANUALplus 上的循環程式內直接定義簡單車床與銑削輪廓。並且若輪廓變成更複雜時會發生什麼事？沒問題！當使用 ICP 輪廓程式編輯時，即使複雜工件都可快速描述並且不需要額外計算。

## smartTurn - 新程式編輯操作模式

已經正確輸入安全淨空？將速度限制列入考量？過尺寸如何定義？初學者不僅需要考慮這些全部，有經驗的 NC 程式設計師在建立傳統 DIN/ISO 程式時也需要考慮。smartTurn 讓許多事變簡單：工作單節當成一個單元，在 smartTurn 程式中扮演中間角色。單元清楚並完整地說明加工步驟。該包含包含刀具呼叫、技術資料、循環程式呼叫、接近與離開策略以及通訊資料，像是安全淨空等等。所有這些參數都匯總在單一表單內一簡單並且明瞭。

為了簡化操作，您只需要輸入一些參數。使用 smartTurn 就可在單一概觀視窗內迅速定義這種加工步驟。若有需要，您可定義額外加工選項。這些選項可用在子表單內，在其中使用一些額外按鍵輸入來輸入加工選項的資料。

smartTurn 的原理讓您有信心該工作單節定義正確並且完整。在 NC 程式內，smartTurn 列出單元的 DIN PLUS 指令。這不僅賦予您所有工作單節細節的概觀，但您也還保有清楚易讀並且結構良好的 NC 程式。

### 使用 ICP 說明輪廓

您可使用 ICP 輪廓編輯器的互動圖形來說明工件或輪廓，利用逐步輸入元件來建立輪廓。當選擇輪廓元件時，您已經指定直線方向或圓弧旋轉方向。如此，MANUALplus 非常少關於輪廓元件的資訊。MANUALplus 計算遺失的座標、交叉點、圓心點等等。在大多數情況下，您可用生產圖內給的尺寸來描述工件。若有多種解決方案，ICP 會顯示算術可能的變化，讓您可選擇正確的解決方案。

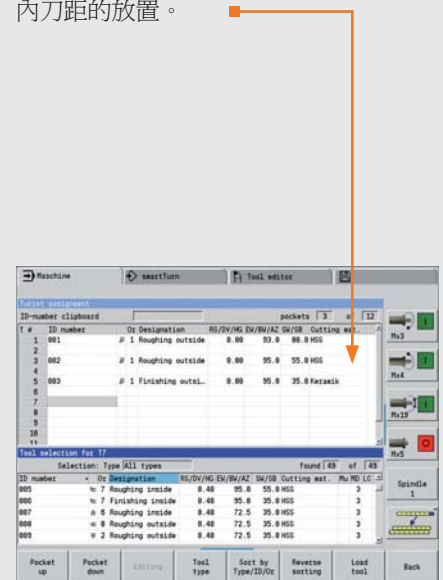
匯入 DXF：

當工件圖已經是 DXF 格式時就更簡單了，因為使用 ICP 就可匯入 DXF 格式的輪廓。這樣不僅節省耗費測試時間，也可讓您確定完成的輪廓確實依照設計師的規格。

### 刀具與技術資料庫

MANUALplus 的嘗試並為真功能包含刀具與切削資料的儲存，以及設定尺寸的簡單決定。

MANUALplus 620 的刀具資料庫不僅提供較大容量以及容易了解的資料輸入對話，但是 MANUALplus 620 也支援刀塔內刀距的放置。



若要更換刀具指派或刀塔內的刀具，可在上半部視窗內額外顯示目前刀塔內的刀具，並且在下半部視窗內顯示刀具資料庫的記錄。此時您只需要選擇刀塔刀庫，並從資料庫內選擇正確刀具。使用簡單的按鍵就可將刀具資料傳輸至刀塔指派記錄。

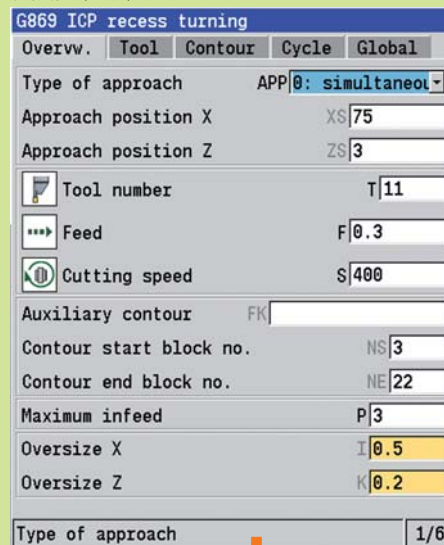
運用 MANUALplus 620，您也只需要輸入切削資料一次。技術資料庫根據工件材料、切削材料以及加工模式的條件來儲存切削資料。感謝此 3D 資料表，控制器一定知道適當進給速率以及正確切削速度。MANUALplus 620 從循環程式或從單元中使用 smartTurn 來決定加工模式。切削材料定義在刀具描述中，您只需要在循環程式開始時或在 smartTurn 上定義工件材料，並且技術資料庫將提出正確值給您的加工操作。您可使用建議的切削參數，若有需要，可調整該參數。

### 輪廓追隨：

MANUALplus 620 的其他精華為輪廓追隨功能。若您在 smartTurn 程式的開頭上定義工件外型，然後控制器會計算每一追隨循環程式的新外型。加工循環程式會自動針對目前的工件外型進行調適，這些程式相當智慧，如此可避免空切並且讓接近路徑最佳化，即使之前已經移除工件材料也一樣。

您可使用 smartTurn 單元實現整個車床加工操作，以及具備 C 軸的鑽孔與銑削操作。不過，若要控制特殊工具機組件或使用許多程式編輯，則 DIN PLUS 程式編輯就是您要的答案。您可使用 DIN PLUS 來實現 smartTurn 未提供的功能。MANUALplus 620 的顯著優點在於其可讓您在 NC 程式內的 smartTurn 與 DIN PLUS 程式編輯模式之間切換。

當成表單的單元：



當成 NC 程式的單元：

```

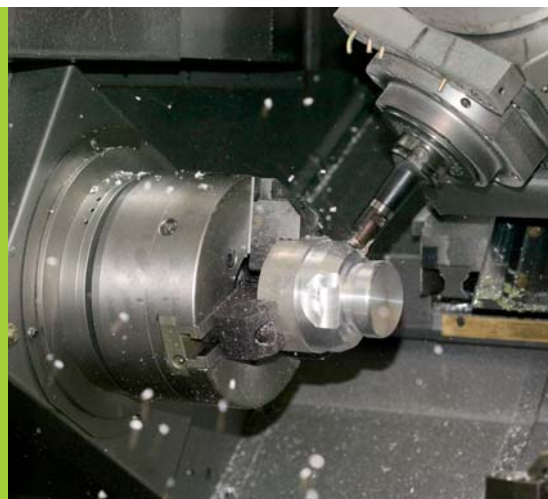
N 400 UNIT ID"G869_ICP" [G869 ICP recess turning]
N 402 T11
N 403 G96 S400 G95 F0.3 M3
N 404 M8
N 405 G0 X75 Z3
N 406 G47 P3
N 407 G869 NS3 NE22 P3 I0.8 K1 Q0 U0 H0 V0
N 408 G14 Q0
N 409 G47 M9
N 410 END_OF_UNIT
    
```

### 單元選擇：

smartTurn 也提供特殊加工單元來進行車銑、鑽孔以及銑削加工。您在開始單元內定義通用程式參數，像是過尺寸、安全淨空、冷卻水等等，然後 smartTurn 將這些參數傳送給其他單元。

## 具備 B 軸的 CNC PILOT 4290

海德漢在 2007 年的 EMO 展上第一次推出具備 B 軸的 CNC PILOT 4290。B 軸使其可在傾斜表面上進行鑽孔、搪孔以及銑削。但是車床加工也從 B 軸顯著獲利：利用將軸傾斜並且旋轉刀具，您可將其帶至可使用單一刀具在主要與相對主軸上縱向與橫向內加工之位置。



### CNC PILOT 4290

CNC PILOT 4290 車床控制器可用於小型與複雜 CNC 車床。此控制器可用於最多六個床台、四個主軸以及兩個 C 軸（最多總共 12 個控制迴圈）的工具機。您不僅可從控制器的彈性中獲利，程式編輯本身也非常容易，即使具有多重床台的複雜工具機也一樣。當使用 TURN PLUS 建立程式時，則使用互動圖形描述工件，然後用一個按鍵動作自動產生 NC 程式。TURN PLUS 的自動工作平面產生功能建立工作平面、選擇工作策略、決定刀具與切削資料以及產生 NC 單節，即使對使用反向主軸加工的 NC 程式也一樣。

CNC PILOT 協助您使用 DIN PLUS 建立結構清晰並且易讀的 NC 程式。在 DIN PLUS 內，先描述工件的輪廓，然後編輯加工步驟。在具備多重床台的工具機上加工工件已經編輯進入 CNC PILOT 4290 的指令集內。特殊四軸循環程式、同步指令等等幫助建立用於具備多重床台的工具機之程式。

### B 軸

一開始，在歪斜平面內鑽孔、搪孔以及銑削操作的程式編輯似乎非常複雜並且耗時。不過在 CNC PILOT 上，利用座標轉換進行程式編輯，這樣就像在主平面內工作一樣容易。

輪廓描述的一般分離以及在 CNC PILOT 上加工也適用於傾斜平面上的銑削、鑽孔以及搪孔操作。首先旋轉並偏移座標系統，如此位於傾斜平面內。然後如同在 Y/Z 平面內一般來描述孔樣板或銑削輪廓，在此您可使用 CNC PILOT 的孔樣板以及圖形定義。這表示對於直線或圓形樣板以及簡單圖形（圓、矩形、正多邊形等等）而言，您只需要一些輸入來描述傾斜平面上的樣板或圖形。

對於搪孔與銑削而言，將刀具移動至與傾斜平面垂直的位置。然後用循環程式，使用與用於 Y/Z 平面相同的鑽孔、搪孔與銑削循環程式開始切削。CNC PILOT 已經從輪廓描述中獲得所需的傾斜平面參數。

CNC PILOT 4290 的模擬功能顯示用於與傾斜平面垂直的 B 軸之孔樣板與銑削輪廓—沒有扭曲。這確保程式編輯樣板與輪廓的簡單確認。在模擬功能的位置顯示當中，CNC PILOT 顯示傾斜平面的角度以及 B 軸內的傾角。





### 具備 B 軸的刀具之彈性用途

如果工具機具備 B 軸，則可比以前更有效率地運用刀具。在傳統車床上，需要四把不同的刀具在反向主軸上進行縱向與橫向車銑。有了 B 軸之後，使用一把刀具就可辦到。

簡單傾斜 B 軸並旋轉刀具至正常位置或從工件背後加工—隨在主要或相反主軸上進行縱向或橫向車銑之需。您所需的只是單一次呼叫。CNC PILOT 替您計算刀長；刀具角度以及其他刀具資料。

當許多刀具固定在單一筒夾上時就顯著增加彈性化刀具應用。例如：運用粗銑、精銑以及凹銑刀具，您可在主要與相反主軸上執行可觀的車銑與凹銑部分—不用換刀。並且程式編輯相當容易。只要簡單指出要使用哪個刀刀，然後定義傾斜角以及刀具位置即可。也就是，因為 CNC PILOT 已經在其資料庫內擁有坐落位置以及每一刀刀的資料。

這種彈性減少刀具數量，並且藉由減少換刀次數來節省可觀的加工時間。

### 具有多個床台以及 B 軸的車床

B 軸不僅顯著增加可在車床上生產的零件範圍，也由於刀具的彈性用途而改善工具機生產力。因為 B 軸通常用於具有多個床台與主軸的車床上，NC 程式設計師要面對在許多可用床台與主軸上最佳分配加工工作的挑戰。

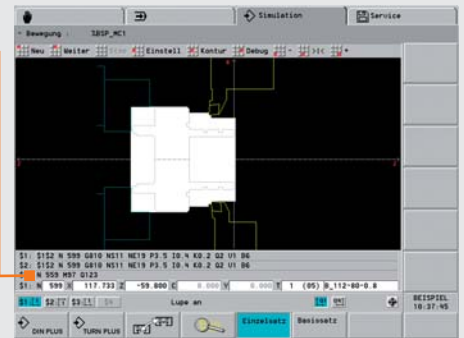
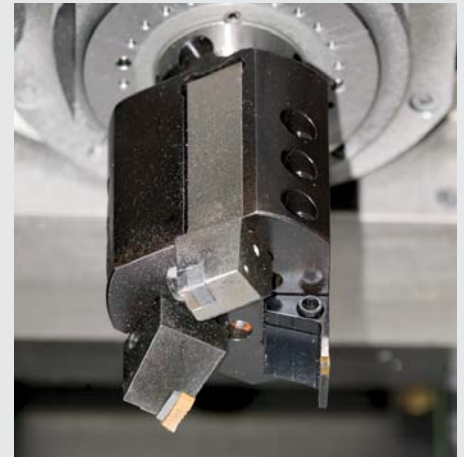
CNC PILOT 提供許多程式編輯與監控功能的支援。例如：利用鏡射以及/或位移輪廓，以及利用轉換用相反主軸加工的特定 NC 指令，就可輕易建立加工後側的程式。此外，程式段落指派給床台或主軸也幫助讓賦予加工程式一個乾淨的結構。

### 模擬

CNC PILOT 4290 的圖形模擬功能支援複雜工具機與設備的監控。控制器在模擬視窗內顯示所有工件以及所有床台的刀具移動，CNC PILOT 4290 將整個加工區列入考量。刀具與夾頭設備都依照比例顯示。

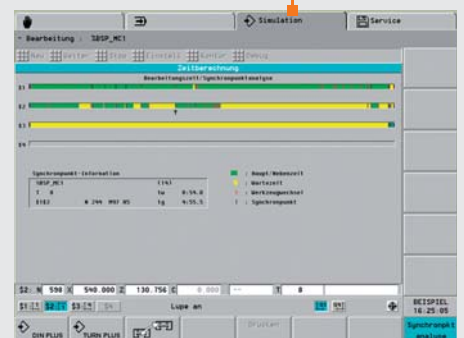
圖形模擬的特徵為具有極高彈性。您可定義模擬視窗內要顯示什麼，您可指定是否顯示車床加工的視窗、末端面或橫向表面的視窗、具備 B 軸加工的側面視圖或這些視窗的組合。

在此支援的幫助之下，您可有效並全面程式編輯與檢查複雜、多床台程式—即使在進行第一次切削之前。



### 同步點分析

在模擬期間，CNC PILOT 4290 儲存生產、非生產與怠機時間，以及換刀與同步點。根據此資訊，同步點分析顯示加工的時間發生順序，以及床台的相互依賴關係。這讓工件加工步驟的順序更加透明，這讓 NC 程式設計師有良好基礎可以分析工件的加工並將之最佳化。



# CNC 專業人員以及職業訓練的線上學習

CNC 程式編輯基本知識  
 在傾斜工作平面內加工的基本知識  
 全新：接觸式探針應用的基本知識

## MITS 專案

身為“Leonardo da Vinci” \* 計畫的一部分，並且與比利時、盧森堡、匈牙利與西班牙的夥伴合作，我們技術訓練部門的成員已於 2004 年為機械電子工程師發展出一套 M(模組化) I(互動) T(訓練) S(系統)，並且已經為特定用途實施一套 CNC 基礎知識訓練課程。

### 模組化

由個別單元構成線上學習系統，每個單元都有自己的目標。

模組化結構使其可根據學生的特定需求來設計課程。

### 互動

其允許學員控制動畫的互動 Flash 模擬用於順序與動畫圖形。

### 實務導向的線上學習內容

用互動的場景（圖形、影片、動畫）說明真實世界情況。這包含「傳承」學習經驗，因為其也允許學員犯錯，並且從中學習。

### 從線上學習單元到線上學習課程

課程可從線上資料庫或包含所有線上學習單元的倉儲中組合，然後得出的課程就可用於任何學習環境中。

\* “Leonardo da Vinci” 為歐盟提倡職業訓練的計畫。

## TNC 訓練，第 3 版

全新海德漢線上學習「TNC 訓練」第 3 版包含 CNC 世界內接觸式探針應用的基本原理。

現在完整的計畫包含下列單元：

### NC 程式編輯的基本原理：

- 座標系統
- NC 軸
- 刀具
- TNC
- 程式編輯基礎
- 常用功能

### 在傾斜加工平面內加工的基本原理：

- 程式編輯基礎
- 刀具補償
- 運用在刀具與模具製作

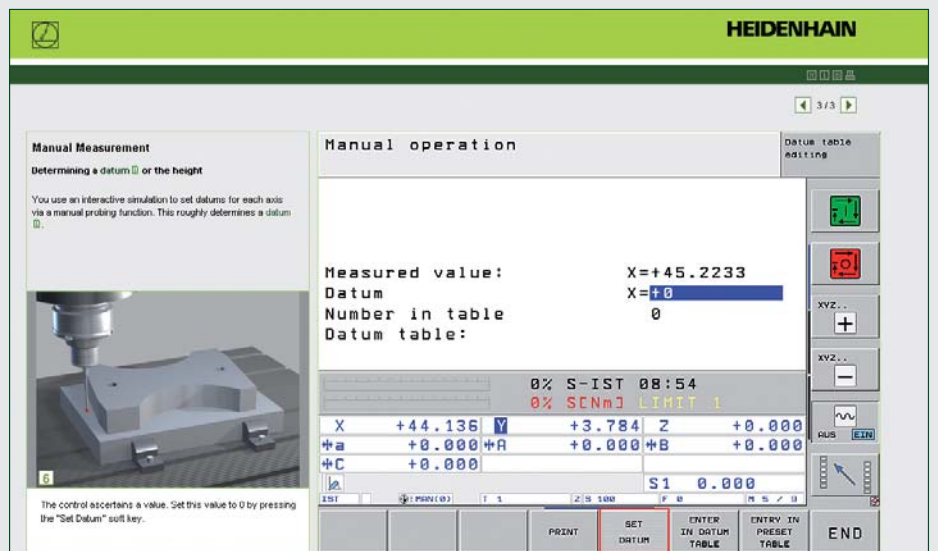
### 全新：接觸式探針應用

- 量測工件
- 刀具量測

使用者可從下列語言當中選擇：德文、英文、法文、義大利文、西班牙文、荷蘭文、捷克文、匈牙利文以及中文。

線上學習計畫也可透過 Services -> Training area 內的網際網路來執行。

當然，您也可向海德漢要求免費 DVD。



# TTC Varelerhafen

技術轉移中心 Varelerhafen 為從 2004 年開始德國海德漢在最北方的授權訓練夥伴。今天參加人員遠從 500 公里以外的地方趕來參加在 TTC 舉辦的 TNC 程式編輯課程，主要是因為提供實務導向的資格測驗所致。

## TTC 成功來自於其訓練概念

TTC 的構思來自於 Deharde Maschinenbau 公司，其在實際與理論方面有效提供基本與進階訓練給符合需求的學徒與專家。自從 2003 年 12 月成立以來，技術轉移中心 Varelerhafen (隸屬於許多公司的私有訓練中心) 已經變成德國國內實務導向課程的翹楚。TTC Varelerhafen 為最活躍的海德漢授權訓練夥伴。

## 專家增長專業知識

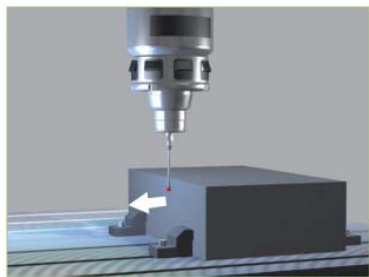
TTC 的管理執行長 Holger Hoffmann 說：「我們知道上進並且有競爭力的員工是最重要的資源，尤其是在生產與處理貿易當中。」

TTC 提供廣泛的課程，從一天的研討會到整週的課程，地點在 Varelerhafen 內或客戶所在地。所有重要領域，從 CNC 銑削到 CAD/CAM 到控制器技術與氣動力學，都涵蓋。與真實世界工作場所的關係是 TTC 最重要的資產，訓練員都擁有多年的實務經驗，使用最新的工具機與設備來培訓。而 Deharde Maschinenbau 公司擁有的各種工具機就是這項承諾的後盾。

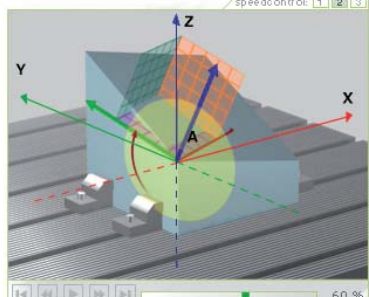
彙總來說，TTC 的訓練概念如下：

- 彈性上課時間 - 上課時間可隨時調整
- 品質取代數量 - 一班最多 4 名學員
- 訓練地點完全由您決定：「您來我們這裡或我們到您那裡」
- 專家傳授專家
- 專業訓練員都是多年經驗的大師級工匠與工程師
- 現在擁有眾多工具機，例如三部 DMG 生產的 5 軸 CNC 中心機
- 統一的知識 - 學員都可收到容易了解的課程文件

進一步資訊以及課程總覽，請洽本公司網站，網址為 [www.tectransfer.de](http://www.tectransfer.de)。當然，TTC 上的團隊將非常樂意回答您的問題，電話號碼為 +49/4451/9133550。



You can probe a workpiece from the side or from above with the touch probe. This leads to a horizontal or vertical deflection of the stylus. *senkung des Tastsifts.*



Nutation angle: Rotation of the coordinate system about the X axis that was rotated by the precession angle.

在確認註冊之後，這張 DVD 會自動發送給 iTNC 530 基礎、傾斜加工與接觸式探針循環課程的參加人員，如此每個參加人員都可自行準備個別課程。



HEIDENHAIN

## 調整去除堆積的速度—並且顯著加快？

鏟過雪的人都知道：量多速度慢，量少速度快。清除積雪的速率也決定工具機可運作多快。有一項差異：到目前工具機都只用一種速度銑削—由輪廓上的最慢點所決定。不過海德漢的可適化進給控制 (AFC) 可不是這樣：其根據堆積去除率自動調適工具機的進給速率。要去除的東西越少，銑削的速度越快—反之亦然。可適化進給控制顯著減少加工時間，並且可更快完成加工。HEIDENHAIN (海德漢股份有限公司) 台中市台中工業區33路12-5號，電話：0423588977，傳真：0423588978，網址：<http://www.heidenhain.tw>，電子郵件：[sales@heidenhain.tw](mailto:sales@heidenhain.tw)