國產控制器自主 共創加工產業新紀元

智慧化軟硬兼施 工具機再升級

臺北國際工具機展吸引來自全球各地廠商參展，工研院發表國人研發的高階工具機及智慧化控制技術，協助工具機業者往高階、航太級設備邁進，填補產業缺口，加速推動工具機產業升級。

撰文／施祖琪　攝影／邱如仁

臺灣工具機實力世界聞名，即便在全球不景氣下，2013 年出口值仍有 35 億美元、為全球第四大出口國。正因為如此雄厚的技術深度和產業能力，兩年一度的臺北國際工具機展已成為全球工具機技術群英薈萃的平臺。

值此盛會，工研院發表國人研發的高階工具機及智慧化控制技術，透過高階 CNC 控制器的自主研發結合應用軟體技術導入加值，期望提供國產高階控制器解決方案協助國內工具機業者往高階及航太級設備邁進，填補產業缺口。此次發表的國產高階工具機包括五軸加工中心機與車銑複合加工機，該相關技術已技轉友嘉、慶鴻及奕達等公司。

智慧化技術提升航太加工效率和良率

此外，搭配尖端設備的展示，工研院亦針對航太加工的需求，於現場展出可提升工具機效能之切削製程優化軟體、智能化防碰撞、切削顫振抑制系統等相關智慧化技術成果。對加工廠商來說，由於高階工具機（如航太件加工所需的五軸以上機臺）及工件的成本高昂，這些軟體和服務可即時偵測機構碰撞和提前防護，另外，透過優化等相關軟體提升加工效率。

線上顫振抑制（on-line chatter avoidance）是一套先進監測系統，主要的功能為保護加工機臺。透過安裝在機臺加工區（如主軸板金上）的微型麥克風，設於後端的分析軟體可偵測加工時的振動頻率。使用起來非常簡便，使用者只需輸入刀刃數，系統即可算出刀具通過工件時的正常頻率，並即時比對從麥克風感測器傳來的頻率。在線上作業時，若系統偵測到雜音或不同的頻率時，便表示出現顫振，續而即時在線上調整主軸的轉速，以迴避顫振。若連續偵測和改變 3 次轉速後仍發生顫振，便會強制停機，且通知使用者機台出現顫振問題。

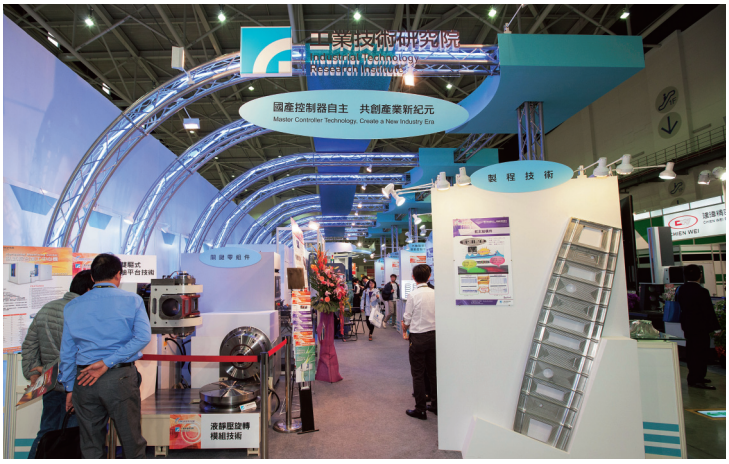
高階設備常為了提升加工效率，而會切削得特別快和深，所以容易產生顫振。航太設備因為結構要更輕薄，相對地要移除更大量的材料，也更易導致薄壁工件和刀具的顫振。這一套軟體可即時且持續地偵測、顯示和調整切削的狀態，並在線上改變轉速及進給。此外，調整之後的參數還會被保留下來，用於後續的工件加工過程，進而把工件物料的浪費降到最低，也可避免傷害刀具。

振動監測記錄系統（vibration monitor and logger system）一樣是保護工具機的監測系統，利用安裝於工具機主軸上的加速規，蒐集、記錄和顯示主軸振動的訊號。主軸進行切削作業時會產生振動，使用者可事先設定主軸振動訊號的最高門檻值，當振動超過門檻時，系統便會把該振動資料記錄下來，包括發生的時間及超額的資料值，從而幫助使用者盡早評估和解決問題。

線上防碰撞與切削模擬系統（on-line collision avoidance and simulation）可以保護工具機物件和工件的安全。廠商可把所需處理物件的圖樣 CAD 檔交

與工研院團隊建模，工研院會建立起虛擬機臺模型、進行碰撞偵測和切削模擬，並設定工件上哪些區域不能被刀具碰到，如：刀子可碰到工件、但刀把不可碰撞到工件，在確保工件安全外，還可保護包括刀具、刀把、夾具和機構件等機臺物件的安全。在工研院建模完成，這套系統便會於機臺作業時運用設定好的機械座標，在要保護的物件快被碰撞前及時自動停機。

五軸以上及複合加工機由於軸向較多，切削作業過程較為複雜，容易發生碰撞，因此也格外需要這套系統的保護。此外，此系統還可用於新師傅的教育訓練，避免師傅因不熟悉操作而傷害物件，並盡早熟悉機臺操作。



臺北國際工具機展日前於展開，工研院發表國人研發的高階工具機及智慧化控制技術，協助業者往高階、航太級設備邁進。

智能化製程診斷及最佳化軟體（intelligent process diagnosis and optimization）可補足一般 CAD／CAM 只做刀具路徑規劃的不足，可在實際加工前自動優化進給的參數，包括主軸接觸到工件時的轉矩（torque）、切削厚度、主軸的負載和切削力的變化等。過去，在刀具路徑規劃完成後，師傅得等實切、打樣後才知道製程的問題點，有時還得重複打樣和實切幾次，才能規劃出適當路徑。在採用這套軟體後，操作者可事前評估各個參數是否會超過機臺的負荷，還可針對各參數調整最高限額，再交由系統優化，進而降低生產時間及成本。

智慧化製程優化服務

除了智慧軟體之外，工研院還開發出加工製程的優化服務。加工廠提供加工程式（NC codes）後，工研院團隊會運用軟體技術和硬體工具來進行優化，藉此幫助廠商縮短加工的時間。

在硬體方面，優化團隊會利用可量測機臺和物件加工性能極限的設備，找出有助於達成最佳化的切削深度，或直接提供可達到最高加工效率的製程解答。在軟體方面，則包括運用一套自行開發的軟體來根據切削力設定進給速度。傳統上，加工廠由老師傅憑經驗寫出加工程式，會全程以定速進給。因為同一塊工件上的不同區塊需要不同的切削力，如角落無法承受過大的力量，所以為了避免產生顫振，師傅只得把程式上的進給速度都設為最小的承受值。但是，工研院的軟體則可依據工件上不同區塊來設定切削力，如在工件角落處降速、而在其他區塊採高速，以達成更穩定的切削力並加快整體速度。

值得強調的是，臺灣工具機業者長期以來在高階工具機控制器受制於歐日，價格及交期難以完全掌控，更遑論業者能於控制器上增加智慧化或客製化軟體機能。為了解決此產業問題並提升產業的整體價值，工研院投入極大的資源於工具機控制器的自主與提升。經過這些年的努力，工研院推出的國產高階工具機控制器已能滿足國內業者需求。工研院工具機科技中心主任陳來勝表示，工研院開發的國產高階智能化五軸加工中心控制器，具有刀具中心點控制 (TCP)、傾斜面加工、機構誤差補償等真正五軸控制器機能，並整合 3D 模擬與防碰撞機能和顫振預測建議等智能化功能；而智慧化雙主軸雙刀塔車銑複合控制器，則具備全數位十軸伺服控制功能，最高可提升兩倍加工效率。

工研院為了推動工具機產業升級不遺餘力，除了積極開發智慧化軟體、硬體與服務之外，亦致力於廠商輔導和技術移轉，相關技術現已獲不少領導廠商採用。工研院期待在更多業者投入下，可加速推動工具機產業升級，搶攻未來巨大商機！