



控制器技術專輯

主編前言

Editor's Notes for the Special Issue
on Technologies of Controller Technology

蘇興川

工研院機械所
智慧機械技術組
組長

長期關注工具機控制器發展趨勢的讀者，對控制系統從訴求切削機能走向製程智慧化的進化歷程應不陌生，DMG、Mazak、Okuma 是三個值得學習的公司，近日來也剛好有具突破性的新產品發表，包括 DMG 的 CELOS 人機界面，12 個實用的應用軟體(APP)讓使用者從訂單管理、加工流程、機台資訊、加工監控等做友善系統化的整合應用；Mazak 的 SmoothXCNC 控制系統，強調更高運算速度的軟硬體平台，讓使用者能進行即時擬真式的模擬與調整，達到自調式最佳化切削的目的，讓加工時間能大幅縮短，並能支援工廠營運的系統整合；還有 Okuma 發表的 ThinC 控制系統，在習知的智慧模組外，導入夥伴解決方案及提供加工製程知識庫，訴求製程的簡便及提高生產力；這三家公司皆非控制器專業廠，控制器平台的選擇也有採用商用控制器模組及自行發展的

不同策略，但是對智慧製程軟體的開發皆有絕對的主導權，並長期投入大量的資源及人力，因此才能在高階產品建立差異化及高附加價值，無論是前端的製程規畫與即時模擬，還是後段的切削最佳化及知識庫專家系統，皆已能讓使用者安心、友善、高效率的操作高階機台，並能滿足未來數位智能工廠的需求，值得借鏡。

台灣工具機要擺脫同質化的競爭，高階客製化是必然的走向，因此發展高階製程軟體及建立高階加工應用技術是關鍵策略，要能掌握智慧軟體開發的主導權，並能長期投入研發資源，DMG、Mazak、Okuma 等三種不同的控制平台策略值得參考。工研院機械所在經濟部技術處的大力支持下，成立「新世代智能工廠控制系統技術發展計畫」，目的是開發開放式全數位的多軸控制平台，協助產業突破壟斷掌握核心競爭力及自主



性，共完成 3D 防碰撞檢測模擬模組、跨設備智慧人機與元件庫、高速高精前饋控制模組、五軸精微插補控制模組、全數位整合伺服控制模組、高響應主軸驅動模組技術等；並針對綜合加工中心、車削中心、鑽削中心等三項關鍵機型導入八家專業工具機廠進行終端驗證，今年更針對業者

最關注的性能及可靠度成立製程加工驗證示範運行實驗室(如圖 1 所示)，由使用者提供高階加工工件進行小量生產的驗證工作，以強化大家對國產控制器的信心。另外，在開放式架構下，本系統也結合廠商開發系列智慧製程應用軟體(如圖 2 所示)，協助廠商提升產品的競爭力。

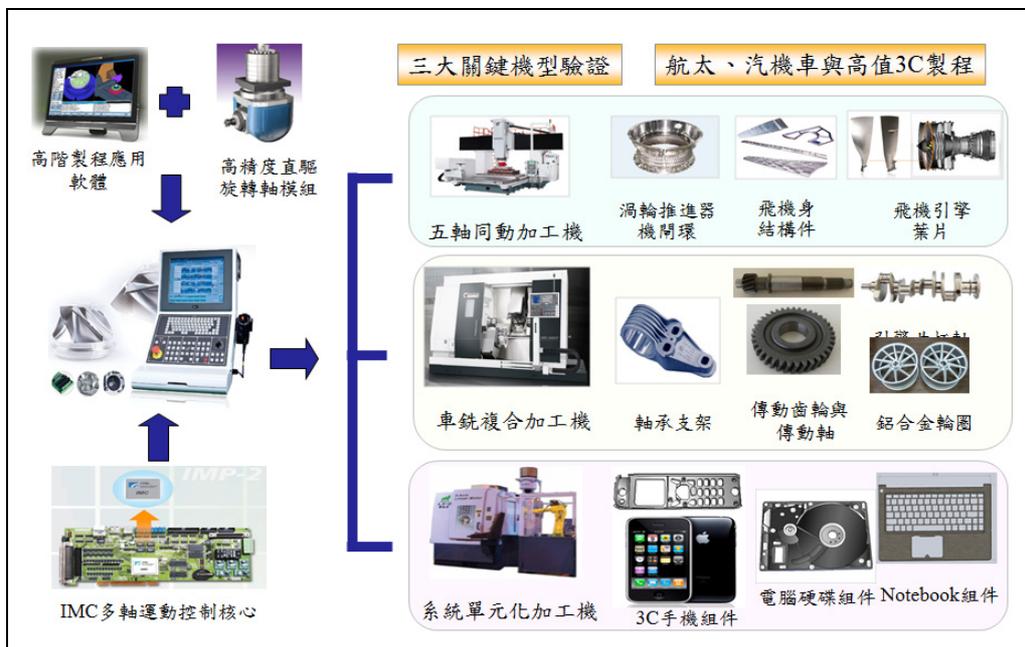


圖 1
三大關鍵機型製程加工驗證示範運行

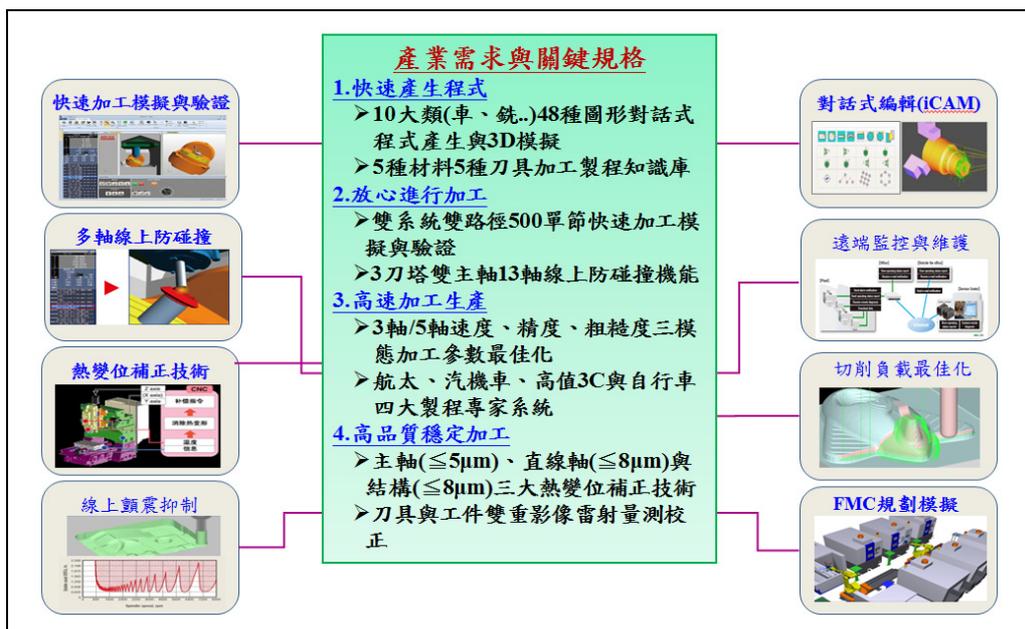


圖 2
高階工具機製程加值軟體 APP



聚落、技術、人才是產業的競爭力核心，而從硬體價值走向軟實力，高階人才的培育導入更是關鍵，因此，科技部成立「工具機控制系統自主化前瞻技術與加值軟體研發專案計畫」導引學界能量加入，由工具機業者提供機台搭配國產控制器進行製程軟體的研發，並已有多項成果發表，本專輯將針對產學研在控制系統相關技術成果進行邀稿，共收錄 11 篇，分別由中興大學林俊良教授介紹 CNC 之網路即時線性馬達動態模式鑑別及智慧型伺服調機技術，說明如何透過網路即時地執行 CNC 線性馬達動態模式鑑別以及智慧型 Fuzzy-PID 伺服調機技術，來開發一智慧型伺服調機與碰撞偵測加值軟體，並應用五軸 CNC 工具機於精密機械元件、精密模具與醫療器材之精密加工驗證。中興大學陳政雄教授介紹工具機主軸質量偏心偵測與平衡技術，藉由一單晶片的主軸質量偏心自動偵測技術，以協助技術人員進行主軸平衡之調整，經由實驗得到結果，能夠有效的量測工具機車床主軸與綜合加工機主軸的質量偏心位置與數值。中正大學蔡孟勳教授的五應用曲線擬合技術於轉角線段之插補器設計，本文對於轉角擬合提供如圓插補及 NURBS 曲線等方法，轉角擬合是可在一定的路徑誤差成本下解決速度不連貫所造成的問題。北科大葉賜旭教授介紹應用多軸工具機於切削 NURBS 曲面之刀具路徑選擇技術，探討 Nurbs 曲面於五軸及六軸工具機的切削路徑相關研究，為多軸工具機中相當重要且易引發讀者興趣的內容，相關 Nurbs 數學公式及模擬結果也相當完整，極具參考價值。南台科大龔應時教授的以 FPGA 為基礎多軸伺服及運動控制器研製，本文探討多合一伺服驅動模組，

在單一顆 FPGA 晶片實現的可行性，並成功完成設計與驗證。

虎尾科大林明宗教授的五軸同動路徑之輪廓誤差量測與補償，針對 ISO 規範的五軸同動量測路徑求出五軸追蹤誤差，進而推導五軸輪廓誤差模型，並以伺服觀點以速度參數相關增益進行誤差補償，得到明確改善。台達電公司陳志豪介紹 CNC 控制器與伺服驅動器在切削路徑的分工及相關應用技術，本文提供一種 CNC 調機的新想法，從伺服驅動器增益最佳化，去除共振，最後檢視 CNC 控制器的插補、加減速是否合適。再來介紹 CNC 控制器跟伺服驅動器，如何靈活運用兩者之間的特性，達到更好的性能，更精細品質。工研院鄭志平介紹智能化車銑複合控制器之發展現況，文中充分點出目前國際知名智能化工具機及控制器相關機能及發展，有助讀者了解智能工具機現況與趨勢。工研院許哲瑋的五軸控制器多面加工方法與分析；本文扼要介紹五軸加工方法與五軸加工機的動靜態誤差來源與校正方法，以及加工法與五軸誤差的關連性，五軸加工因可一次夾持多工序加工，同時提昇加工的精度與速度，已成為未來工具機業發展應用的主要趨勢。工研院林依穎介紹控制器遠端連線技術；內容聚焦在遠端監控軟體的發展現況及應用實務，針對現有的遠端網路技術與技術的開發流程作解析，並介紹工研院機械所開發的遠端網路連線軟體。工研院李坤穎的工具機結合介面特性對機械接觸熱阻影響之研究，針對工具機主要使用的鑄鐵及碳鋼材料，利用實驗的方式量測在不同螺絲鎖合應力與不同表面粗糙度下的接觸熱阻，目標是為超高精度的工具機建立一接觸熱阻資料庫，介面參數



未來可成爲發展智慧機械控制系統的基礎。

發展高階客製化工具機是業界提升競爭力的關鍵，國產控制器已在高階多軸控制核心、智慧製程應用軟體模組、全數位整合伺服控制模組等建立良好基礎，產學研的同步投入相當重要；未來，彈性、效能、友善，將成爲精密機械的重要訴求，掌握軟實力的控制器與軟體技術也將成爲價值核心。

