

工具機與控制器技術專輯主編前言

Editor's Preface for the Special Issue on Machine Tool Technology

蘇興川

工研院智慧機械科技中心 副主任

— 檢視、聚焦、落實、提升，打造 IoT 聯結下的生產現場體驗 —

2019 年將會是產業嚴峻的一年，也是檢視過去轉型升級是否有具體成效的一年，更是加速聚焦、提升研發的驅動年。過去幾年，工具機業者因應智慧製造的趨勢，莫不積極投入發展智能化、系統化的軟硬體整合技術，希望能提升在高階應用的加值解決方案，提高終端客戶的產品附加價值。二年一次的台北國際工具機展即將在本月展出（108/03/04-03/09），相信大家可以共同檢視具體的落實成效。

工研院智慧機械科技中心在經濟部技術處科技專案的支持下，除了在高速、高精、複合化等核心技術持續深化之外，更積極針對智慧製造及高階航太應用兩項主題，建構產業發展平台，協助廠商開發高值化解決方案。成果包括了：

- (1) 完成五軸加工機及航太應用研發聯盟的推動，11 台機型開發完成、並完成航太元件終端廠驗證、以及 80 台機型銷售，將單價提升至千萬等級。
- (2) 完成智慧製造示範場域的建置，推動智慧製程軟體、高階工具機、高荷重機器人、車銑控制器自主外，更針對航太、汽機車、自行車與精密機械零組件等產業，建立示範加工示範產

線，推動整合應用服務平台。

- (3) 中心持續針對「高階工具機設計」、「控制器與關鍵組件」及「智能製造軟體」需求，以三項數位發展平台，協助業者開發高階設備及智能製程軟體，其中虛實整合設計平台能協助設備開發的機電整合模擬設計，並進行目標導向結構拓樸優化，對輕量化及切削性能解析等有實質的助益。製程軟體平台則提供跨控制器平台的製程軟體開發機能，針對防碰撞、顫振抑制、預測保養、排程檢測及稼動率等應用 APP 皆已完成研發。開放式控制器平台則針對國產控制器高階五軸、車銑複合及機器人，提供全數位多軸控制器及加值軟體。

以上各相關技術，皆有階段成果，將於今年三月的台北國際工具機展中展出。

此外，漢諾威工業展 (Hannover Messe) 及日本工具機展 (JIMTOF) 是工業 4.0 及智能工具機的指標展覽，針對智能製造展出趨勢，近兩年來的參觀心得簡要整理如下：

- (1) 從技術展示轉為生產現場的體驗展演：IoT 聯結下的生產現場體驗是 JIMTOF 2018 的展示重點，製程加值軟體對客戶的實用性，被務實嚴謹的檢視，工具機廠產品的附加價值提升、客戶的忠誠度提升、應用服務平台的商業模式（如何收費？），是業者現階段的挑戰

- 重點。而 IoT 導入的第一步：稼動率、生產可視化監控、生產履歷管理、故障預測維護等，需具體落實；才能進一步導入 AI 及大數據應用。讓終端客戶看懂技術的價值（尤其是軟體）未來將成為展覽的挑戰及主軸。
- (2) 從單打獨鬥走向整合產業、創造價值：2016 年漢諾威工業展的主題是「整合產業、發現方案」，2017 年則是「整合產業、創造價值」，具延續性及很深的使用者內涵。主要是過去在推動工業 4.0 遇到的關鍵問題有二：首先，終端使用者針對自動化業者所提出的軟硬體功能及高科技解決方案，看不懂它的具體價值為何？其次，關鍵指標產出及投入成本的相對關係無法估測？因此，主辦單位希望本次的展出內容，能從使用者的觀點及價值出發，在技術及案例呈現中，能讓大家感受到導入全數位工業 4.0 的好處及永續性。而整合產業的意涵有兩項，其一是技術標準平台的整合建構，例如 EtherCAT、OPC-UA 及 IO-LINK 等平台的合作，讓技術的分享更加友善，企業整合在全數位的架構下，無論是自動化、軟硬體、SI 廠商，皆能進行資訊流及平台的整合。其次是針對客戶解決方案的應用整合，從行銷、生產到維護的整合，提供產業更優質有效率的平台。例如，Siemens（自動化）結合 SAP（ERP 及 SI）、微軟（雲端）、Amazon（網路商務）建構一個全數位智能雲端服務系統，讓客戶可以在預測診斷、維修服務等，得到即時可視化的服務。總之，走進工業展會場，「整合產業、創造價值」的全數位企業思維，即能深刻感受。
- (3) 聚焦效能、彈性、智能化的數位企業轉型：歐盟 FP7 計畫定義了工業 4.0 的三個方向：以使用者為中心能夠快速地自我調整、靈活度高且能自我組織的價值鏈、具備持續發展的能力。因此，質變成數位企業是工業 4.0 的終極目標，成本及時間的降低是導入的階段實質效益，高效能彈性的自我決策及優化能力，及對應高速客製化的市場變異才是企業永續成長的關鍵目標。所以建構核心技術，並聚焦高值化核心應用，兩者持續反饋進化，才能讓企業競爭力持續成長。以 Siemens 為例，選擇工業軟體、自動化組合、工業通訊、工業資訊安全與服務作為核心要素，發展出新工具、新產品及新的解決方案，並聚焦在工業能源、積層製造、汽車、纖維產業及食品等領域，務實的深化累積案例及價值成效，這是全球在建構智慧製造值得參考的模式。當然，工業 4.0 是終極目標，而以中小企業為主的台灣企業，現階段會以工業 3.5 作為務實的努力目標（天下雜誌 665 期中，針對企業現況有深入檢視及分析，566 家問卷分析平均為 2.22，200 人以上企業平均為 2.41），針對製造策略、組織變革、數位化聯結、數位化服務、數位化工廠等項目，依個別企業需求投入數位企業升級轉型工程。
- 本期針對智能機械及智能製造技術，共收錄有九篇文章。首先，「基於智動化應用模組之齒輪邊角研磨系統」一文，提出了一種智動化應用模組規格，用以解決自動化應用問題，達到加工品質預測、路徑生成、隨意擺放工件之上下料及誤差自動校正，並將各模組整合開發齒輪邊角自動研磨系統，以此解決目前齒輪加工後需人工研

磨之問題並提升加工效率，減少自動化工序規劃之耗時問題。在「國產 IoT 嵌入式模組於關燈工廠之解決方案 - 刀具篇」中，則提出以主動式感知與信號處理之晶片之方案植入加工刀具中，透過主動式交握系統自主，進行標準化、系列化管理，建立智能化工具機的相關關鍵模組及技術，奠定智慧製造基礎並予以實現。在金屬加工產業面臨轉型，少量多樣的生產模式需要具備快速打樣能力，才能提升製程效率，「切削製程優化與加工輔助應用軟體」一文，針對金屬切削時之 CPS 軟體整合方案提出一套針對打樣與生產效率的製程優化輔助應用系統，可協助加工業者快速得到最佳的加工參數，並降低除錯與試誤的時間，提升打樣效率與生產效率，對於薄壁加工有明顯效益。

「高荷重工業機器人研發與設計」一文，則提供一種針對高荷重工業機器人的結構材質的選擇與分配的新想法，在第二軸的關節設計中開發一個負載平衡裝置，是一種雙腔體串聯式氣動拉桿裝置，用來補償扭力不足的部分；如此設計著重在精度與剛性的提升，目的是可以取代傳統工具機進行金屬的粗加工。過去工具機的冷卻系統大多無法針對主軸的變動負載來提供適合的冷卻能力來控制機台的熱變形穩定，在「智能化適應性冷卻控制於工具機加工精度之提昇」一文中，採用主軸冷卻機適應性冷卻控制，針對主軸變動的發熱量提供不同的冷卻能力，可快速進行熱抑制的目標，有效的降低主軸熱伸長、提昇加工精度。

「應用影像疊圖技術之刀具磨耗檢測」本文提供了一種以機械視覺為基礎的線上刀具磨耗檢測方法，實際在工具機上進行刀具拍攝與檢測，已獲得成功驗證，可提供產業開發線上監控刀具磨耗技術時的重要參考依據。另外，在「全數位

高響應主軸馬達驅動技術」一文中所述的開發成果已整合國產主軸馬達、提供最佳轉速 - 扭力控制、達成高響應高扭力輸出效能，結合國產全數位車銑複合控制器，可提供國內工具機廠商具高 C/P 值之完整全數位控制系統配套解決方案，預期可提升國產車削中心以及車銑複合加工機的技术水準與競爭力。「五軸線上即時刀具路徑轉角平滑控制」文中對工研院控制器平滑化控制技術進行流程性解說甚細，相信能使讀者理解研發平滑化控制需要處理的演算技術與流程，將有助於對學生或控制器業者有意進行平滑化控制的研發時，能有基本的參考依據。最後，「銑床控制器線上 CAD/CAM 技術」一文則介紹國內外商用銑床控制器上之嵌入式 CAD/CAM 技術，包括 SIEMENS、HEIDENHAIN、MITSUBISHI、研華寶元以及新代科技等的嵌入式 CAD/CAM，相信可讓讀者對於控制器內嵌 CAD/CAM 技術的發展及應用，能有更深入的了解。

以上，敬請讀者參考指正。