



工具機技術專輯

主編前言

Editor's Notes for the Special Issue
on Technologies of Machine Tool

蘇興川

工研院
智慧機械科技中心
副主任

打造全數位智慧機械開放式研發平台，協助產業推動軟硬體整合，提昇產品附加價值

研發智慧機械並與智慧製造進行融合，是台灣產業現階段的推動重點。製造業面對未來嚴峻的競爭，彈性與效能化的提昇已是刻不容緩的課題，工業 4.0 的內涵如何取捨推動，對業者是一項考驗。以外銷為主的工具機業，面對全球化的需求，更需要將設備提昇到智能化的架構及內容。此外，面對台灣具群聚特色的製造業型態，政府更希望能搭起橋樑，讓工具機與製造業能進一步深化合作，在智慧化的題材上，形成夥伴關係，同步提昇，相輔相成。

不同的企業、不同的需求、不同的人力規模、以及成本結構，如何將有限的資源做出具體的提昇，是一件務實的工程，多數廠商認為與其追求工

業 4.0 偉大的「形」，不如回歸開發具實用價值軟體的「神」，更為實際。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，針對工具機產業往高階客製化及軟硬體整合發展努力推動，未來也將進一步推展到智慧製造的合作融合，建構系列具群聚特色的示範線。為此，中心建構三項發展平台(如圖 1 所示)，協助產業開發智慧機械及智能工廠的製程軟體，其中 CPS 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。VMX 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。Open NC 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智慧人機軟體。希望以上三個平台，能提供產業打造新一



圖 1 工研院智慧機械科技中心建構全數位智慧機械開放式研發平台

代智能工廠設備及製程加值。

本期出刊適逢台北國際工具機展時間，相信各家廠商皆有智慧化設備、系統、以及整合應用推出，值得期待。本專輯也針對智慧化主題進行邀稿，總共收錄 11 篇專業文章。

首先，在工具機產業應用在航太製造領域部份，「由國際航太製造工具機技術發展趨勢分析國內未來產業發展方向」一文，從航太鋁合金、鈦鎳基金以及複合材料等，提供並對準目前國際航太製造之工具機相關應用，內文整合各國航太先進製造研討會的重要資訊，匯集國際航太指標性設備商的技術發展及目前國內投入航太加工設備廠商的發展現況，對國內工具機業者未來在航太設備領域的研發課題及技術規劃，有很詳盡的說

明。「航太薄件加工虛擬製程預測技術」一文，則建構了一套薄壁工件加工過程的動態特性與切削穩態預測方法，透過較符合實際的模擬模型來提升切削穩態預測的準確性，進而避免過去薄壁工件切削過程因為結構輕薄誘發顫振的缺點，並且得到最佳的加工效率達到更好的性能，更精細品質，極具實施潛力。

在智慧製造部份，「切削進給率優化軟體」一文提供一種利用切削模型與材料移除的力學基礎產生的創新加工程式優化技術，透過與控制器通訊的整合，可以實施在各式控制器中，並對主軸負載、切削力、切屑厚度做限制與優化，足以提升加工效率與薄壁加工品質。

此外，智慧量測技術在智慧機械產業也扮演



著關鍵技術與不可或缺的要項，線上量測結合即時補償之功能已經是目前技術發展的主流。「智慧量測趨勢發展與產業應用」一文，發表了工研院目前線上量測之工件量測資訊管理系統以及無人自動化製造與量測系統整合技術現況，已可達到自主量測檢驗及即時管控的智慧製造應用情境，以及相關應用智能軟體在國際上的發展趨勢，值得參考。

在國產控制器發展與智能控制技術應用部份，「智能 CNC 控制器技術介紹」一文，針對商用控制器智能化控制技術進行功能介紹，以智能化加工、智能化機器手臂與 CNC 控制器整合、智能化操作管理和智能化監控防護等四大面向進行智能控制機能詳細介紹，是本項技術的重要參考依據。「高階五軸控制器案例」一文，則針對全球三大高階五軸控制器重要功能進行介紹，德國 HEIDENHAIN 特殊的車銑模式切換、SIEMENS 空間誤差補償、日本 FANUC 刀具中心點控制機能等，皆有易懂的概念性介紹。除此之外，針對輔助五軸加工效能與精度提升的機能亦有所著墨，例如，傾斜平面命令、刀具姿態控制、3D 刀具半徑補償等，供讀者對五軸高階機能與效果有概略性的了解。「CNC 控制器參數對實際加工路徑的影響分析」一文，深入探討工具機高速度高精度切削控制機能的參數設定，以國產台達電子的 CNC 控制器為例，深入淺出介紹工件程式在控制器的處理流程以及各控制參數的物理意義，並以實際案例解說各參數的調整與應用。對於想依據加工需求，調校出最佳化加工參數的操作者，提供很好的參考資料。「機械手臂路徑最佳化之研究」一文，提出機械手臂固定軌跡運動時，插補點最佳化方案。

可於給定機械手臂路徑允許誤差下，求出對應的最小插值點數，以有效減少機械手臂控制器的運算量，同時以目標函數最佳化方法找出插值誤差均勻化的方案，讓機械手臂有效同時減少運算負載並提升軌跡精度；而本文所提出的方法，亦可求出機器機械手臂安裝位置與待組裝物件間的最佳相對位置，相當值得探討。

在工具機技術部份，「工具機次系統可靠度研究」一文從全球市場來看國內工具機在可靠度的發展，並探討工具機可靠度的重要性。透過設計案例導入可靠度工程說明，將工具機次系統的可靠度分析、預估等具體的做法詳實解析，提供設計開發人員有價值的參考，藉以提升工具機品質水準、增加競爭力。「分度盤之可靠度分析與精度壽命計算」一文，則蒐集了目前市場上常見旋轉工作台模組的失效模式，並利用 FMEA 分析表來詳細列出各種造成失效、無法運轉的原因及可行解決方法；其中文內所提及的方法主要應用於後端檢測，對現有產品進行背隙生估測，透過分析輸入的應力以及嚙合面積檢驗預每次運轉後所產生磨耗深度，透過深度的累積來預估背隙產生時機磨模型建立則有利於進行其他產品設計模擬時的磨耗預估輔助工具，未來可發展為前端設計人員預估的依據。最後，「工具機恆溫流場模擬分析」一文，使用了熱場模擬方式，可以在機台設計階段得知工具機在動態加工時的環境溫度分佈，並且透過空調系統調整送風口溫度與流量、回風口設計，有效的控制機台環境溫度變化量，提供給未來高精度加工環境之使用，敬請讀者參考指正。

■