



控制、感測、雲平台

# 機械與工具機產業 關鍵技術到位

不畏疫情衝擊，臺灣工具機產業2021年表現突出，產值年增28%，2022年可望維持2位數成長。在2月下旬舉辦的「TIMTOS x TMTS 2022工具機展」中，工研院與經濟部多家法人聯合參展，展出包括國產化五軸控制器、感測器、智慧機械雲等28項技術成果，已技轉超過30家工具機廠商，創造逾50億元的產業效益。

撰文／林玉圓

儘管2021年全球仍受新冠疫情變種病毒威脅，國內工具機業的外銷訂單卻一路暢旺。根據工研院IEK Consulting的統計，2021年工具機產值約1,350億元，較上年度成長28%，優於全球工具機產值增幅的7%；預估2022年我國工具機產業前景持續看好，全年產值可望成長15%至1,496億美元。

## 智慧製造展成果 關鍵技術國產化

過去一年在缺料、缺櫃、缺工的諸多挑戰下，工具機產業展現韌性，主要原因就是智慧製造能力提升、高階關鍵技術自主，以及產業鏈的軟硬整合。「TIMTOS x TMTS 2022工具機展」中，經濟部整合工研院、精密機械發展中心、金屬中心等法人單位，以「智慧工具機產業主題館」參展，展現臺灣高階工具機自主技術以及智慧製造數位轉型的研發成果。

經濟部技術處處長邱求慧指出，工具機控制器好比工具機的大腦，過去國內長期仰賴德國日本進口，自主能力偏低，在經濟部技術處支持下，由工研院開發出的國產高階控制器，已有30家國內工具機業者導入，逾500部機台完成終端加工驗證，

應用範圍從二軸車床及三軸銑床到造價千萬元等級的大型五軸同動及多軸車銑複合加工機。國內3家控制器大廠也接受工研院的技轉，成功量產高階控制器，目前年產量約8~10萬套，產值逾50億元。

## 高階控制器與感測器 兩大升級關鍵

智慧製造的另一個關鍵在於感測能力，臺灣高階感測元件9成以上為外購；為提升國內自主能力，經濟部以科專計畫大力投入，研發工業用高精度的感測方案，不僅可即時收集應力、振動等加工資訊，進行智慧分析，還能反饋系統，優化製程及管理。

工研院智慧機械科技中心執行長陳來勝表示，關鍵技術國產化，一直是工研院努力的方向，今年工具機展發表的解決方案，從控制器、減速機、感測方案到雲平台，都已導入國內業界，不僅硬體能力提升、更整合軟體能量，促成「製造業服務化」。此次展示的5項亮點技術包括：高智能國產五軸加工控制解決方案、五軸加工機主軸動態負載感測方案、智慧機械雲、減速機智慧化動力組件與先進雷射應用技術，可望協助臺灣工具機產業技術自主，朝智慧製造向前邁進。

## 高智能國產五軸加工控制解決方案 高階零件國產化

五軸加工機可針對3D空間的任一平面和曲面進行複合加工，比起其他加工機加工樣態多、加工效率更高，但五軸加工機的控制器等關鍵零組件技術，掌握在歐日大廠手上，現在，由工研院開發的全國產控制器可提升國內控制器技術自主能力，節省廠商5成的電控組件成本，大幅縮短交貨時間，有助工具機產業提升競爭力。

工研院開發的「高智能國產五軸加工控制解決方案」主要效益有三：首先是促進產業鏈的整合。以往國內控制器產業高度分工，主軸、馬達、光學尺等元件製造商各自接單，未能有效整合進行國內自製高階控制器的開發。透過工研院此一軟硬整合平台，串連國內供應鏈，達成高階零件國產化的目標；二是技術突破：控制器的精度提升，可加工任意自由曲面，適用航太、醫療、車用等高價值



產業。三是全數位化國際標準通訊協定，快速連結機械雲，並從單一機台的控制擴充至產線整合及供應鏈資料串接。此項技術現已技轉國內控制器大廠，從原本僅具二到三軸標準機台的控制能力，邁向五軸控制器的國產化。

## 五軸加工機主軸動態負載感測方案 工具機的健檢醫生

工研院智慧感測與系統科技中心執行長朱俊勳表示，此方案將體積輕薄的高強度感測器內建於工具機主軸，量測受力特性，在加工當下就可以得知切削狀態、切削力道大小、加工精準度等資訊。取得數據後，再搭配邊緣運算模組，立刻診斷異常並即時調整，優化加工品質。已有國內業者採以此方案應用於歐美航太業的渦輪葉片加工。

以往感測器多仰賴國外進口，國內廠商在導入時遇到不少困難，一是昂貴，二是感測器尺寸與機台不符、三是各項加工資訊掌握在設備商手上，安全性與自主性不足。工研院投入感測器研發，已協助國內五軸工具機業者取得歐美航太業一線客戶。此外，電動車關鍵零組件也屬於材料成本高、加工損壞容忍度低的產業，此一感測方案有助國內廠商接單。



「五軸加工機主軸動態負載感測方案」猶如工具機的健檢醫生，可即時反饋加工狀態，例如五軸加工機進行切削時，感測器取得的資訊可立即回傳給控制器，下達指令進行補償，減少不良工件的發生率；其次是預防性維修保養，了解機台的健康趨勢、零組件有否出現損耗等，在故障前預先採取行動，提升機台的穩定性及可靠度。

### 智慧機械雲 工業版軟體商店

工研院與機械公會合作，號召國內眾多廠商參與的智慧機械雲，被喻為「工業版APP Store」，即設備業的軟體商店，只要搭配符合標準的工業數位機上盒（SMB），即可下載不同品牌軟體，協助中小企業快速數位轉型。

工研院機械與機電系統研究所所長胡竹生表示，智慧製造場域因數據量龐大，需與雲端鏈結，但不同品牌的數位機上盒、電腦數值控制加工機（CNC）及程式化邏輯控制器（PLC）、甚至功能相似卻廠牌不同的設備，其軟體和數據都無法互通。為了解決這個問題，機械雲透過國際共通的通訊協定及資訊模型，打造標準化環境，符合標準的SMB即可至雲端下載APP。目前機械雲已有超過150個APP，適用金屬加工、金屬成形、塑膠、紡織、電子、扣件等六大產業。

機械雲平台上的軟體，多與基礎資料可視化相關，例如稼動率、機台異常通報；更進階的APP則導入資料分析或AI深度學習模組，可診斷製程問題，進行事前模擬及事後優化。目前機械雲開放免費註冊，吸引會員達1,179家，廠商運用機械雲服務，可提升產業設備附加價值、增進產能效率、減少生產成本。在東南亞等新南向市場反應良好，有機會成為全球第一個共通智慧製造雲平台。

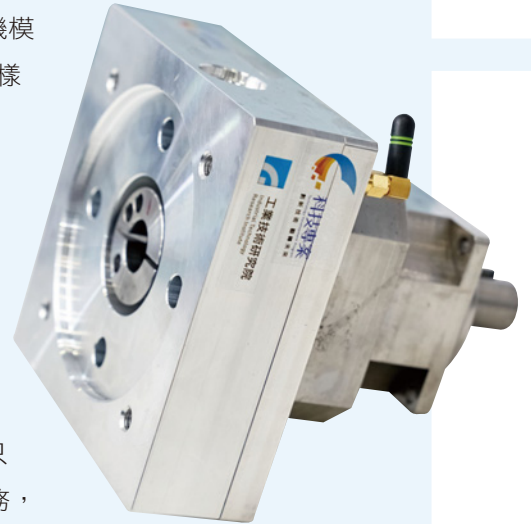




## 減速機智慧化動力組件 助廠商提高附加價值

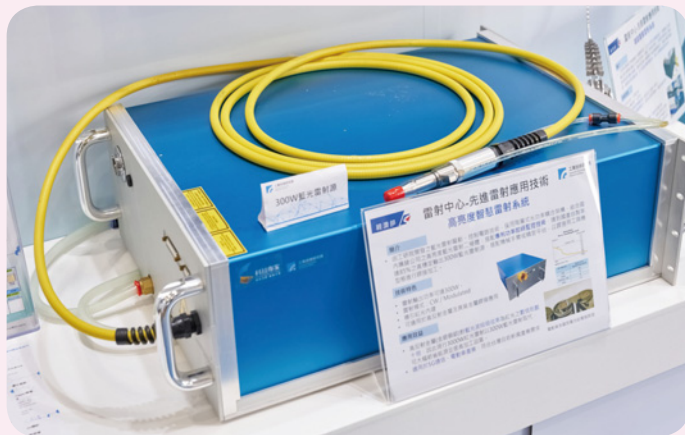
工研院結合自行開發的迴轉機械設備預兆診斷演算法，在減速機模組中發展內嵌式振動感測及分析能力，可分析齒輪磨耗與斷齒等故障樣態，實現監測即時化、維護預測化、診斷智能化；另分析使用紀錄，可協助優化齒輪設計，提升傳動效率達98%以上。

此一減速機智慧模組，具有國產化、設計優化、智慧化、共通平台等特性。國產化效益上，估計每顆減速機造價可望降低3成；在設計優化方面，背隙（Backlash，指工件與工件結合時的間隙）更小、精度提升且剛性更強，適合大酬載（Payload）應用情境；智慧化平台可將振動資訊以無線傳輸送達，增加便利與即時性；共通平台則整合工業物聯網（IIoT）相關協定，如OPC UA等，只要接上系統，立即了解機台重要資訊，對於設備輸出後提供遠端服務，有很大助益。



## 先進雷射應用技術 加工狀況可視化

工研院南分院執行長曹芳海表示，近年來雷射加工逐步導入板金、異質材料等多樣化製程上，主因是雷射加工較傳統CNC鑽頭或刀具加工，可提供更高之精準度及效率，由於雷射加工普及率愈來愈高，針對其效能進行智慧化診斷為產業發展趨勢。



工研院最新自主開發的雷射光路量化模組，便是透過數位機上盒，收集雷射使用狀況、光路資訊、雷射能量等數據，經過分析後產出視覺化結果，上傳至智慧機械雲，透過手持裝置即可監控並掌握系統狀況。工研院於六甲院區已完整建置應用場域，並可拓展應用於半導體或5G晶片加工等高階應用市場上。

以近年熱門應用電動車為例，由於其電池芯數量大因此銲接點多，採用雷射加工可提供高速精準銲接需求，同時改善傳統電銲面積較大不美觀之缺點，更能節省銲接材料。同時，在雷射加工所需之關鍵模組雷射源上，工研院也與國內雷射源廠商合作，開發多款特規高階雷射源系統，搭配光路模組可落實製程監控，縮短異質金屬銲接時間一半以上，除可有助電動車電池組裝業者改善加工品質，也可同步提高國產雷射源的附加價值。■