

## 工業4.0技術大展示

# 智慧製造盡現眼前

智慧製造究竟是怎麼一回事？涵蓋機器人、自動化、模具等領域的「亞洲工業4.0暨智慧製造系列展」日前登場，世界級大廠齊聚，智慧製造遠景盡現眼前。工研院在機器人、感測技術上持續精進。包括拋光檢測一站完成的智慧砂帶機、靈活可抓握的仿生手爪、國產第一顆微型多軸振動感測器等，引起業界高度矚目。

撰文／唐祖湘

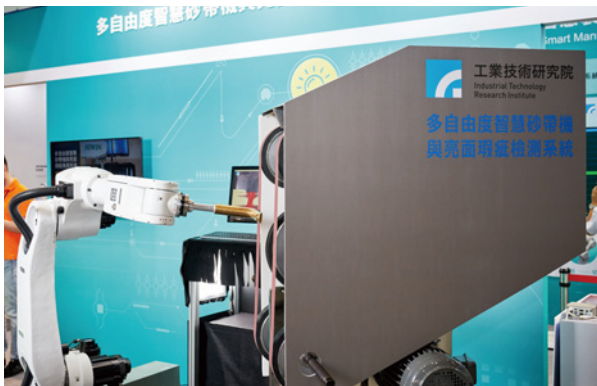
工業4.0在全球捲起智慧旋風，機器人、機器手臂、智慧物流與物聯網等發展成為全球矚目焦點。根據國際機器人聯合會（International Federation of Robotics；IFR）統計，2018年全球工業機器人出貨量達38.4萬套，再攀歷史新高，包括汽車、電子、食品和飲料、製藥、塑膠和金屬等行業，機器人應用都有增長；在全球個人與家用機器人市場，預估2019年到2021年銷售量將逾4,000萬台、銷售額達121億美元，顯示智慧製造所帶來的龐大商機。

工研院機械與機電系統研究所所長胡竹生表示，因應少量多樣的生產挑戰，全球機械產業面對

新生產模式，需要智慧製造技術，來提升生產效率和品質。工研院的創新機器人技術，如整合多功能的機器人與檢測系統、機器人聯網標準等，無異是台灣產業最佳後盾，讓工廠製造流程更自動化、更有彈性，突破產業升級智慧製造的瓶頸。

工研院機械所智慧機器人技術組組長黃甦進一步補充，國內機器人與機械手臂製造廠商數量眾多，機器人生態系已然成形，現正邁入以機器人為基礎的周邊應用階段，像是軟體設計、人機協作、人工智慧深度學習等，都是亟待開發的方向。工研院在展中也以此為亮點，展示涵蓋航太、汽機車、精密機械零組件等領域，與產業攜手研發的成果。

### 1 智慧砂帶機與亮面瑕疵檢測系統 多項功能一站完成



泛著閃亮色澤的五金製品，在砂帶機拋光洗禮後更加吸睛，令人愛不釋手。然而，傳統砂帶機僅有單一寬度與角度，且位置固定，須靠人工手持一件件拋光打磨，耗力費時。

工研院研發的「智慧砂帶機」，將老師傅絕學工藝轉換為智慧製造。智慧砂帶機能改變砂帶寬度、角度以適應不同工件，同時配合機器手臂，減少研磨死角，就算形狀、曲面再複雜設計的工件也難不倒。完成拋光後，結合人工智慧影像辨識技術的「亮面瑕疵

檢測系統」，可判斷工件是否有瑕疵並標示瑕疵位置，減少人員檢查時間，提升檢測效率。智慧砂帶機除可應用於水五金產業，今年更跨足葉片研磨製程，協助全球市占率逾9成的水上摩托車螺旋槳大王般若科技，研磨螺旋槳葉片及分析葉片品質，提高良率與效率，為國際競爭力加分。

## 2 線上即時3D視覺檢測系統 瑕疵偵測鉅細靡遺



生產製程的穩定對產品良率影響甚深，過去要等整個製程結束才能檢查品質，往往有不夠即時、徒然浪費成本的問題。工研院研發「線上即時3D視覺品質檢測系統」，可同時進行2D與3D檢測，適用於航太、運輸產業零組件、模具，以及沖壓成型產品，目前已與漢翔航空合作開發加工量測系統。

該系統特色有三，一是機械手臂運作角度廣至360度，突破傳統檢測儀器範圍的限制，可執行大範圍、高曲度的任務。小至幾公分的手機零組件、大至3公尺的工程物件檢測皆游刃有餘；二是結合2D及3D視覺檢測模組，3D鏡頭可針對加工產品尺寸、孔洞與精度等加以檢測，2D掃描則可檢查外觀反光處理與刮痕等，兩模組可視需求更換，應用上相當有彈性；三是單站即可完成產品多樣化檢測與量測，檢測結果會直接顯示在螢幕介面上，「OK」或「NG」一目了然，大幅提升生產管理效率。

檢測結果會直接顯示在螢幕介面上，「OK」或「NG」一目了然，大幅提升生產管理效率。

## 3 多自由度仿生機械手爪 五指靈活力道足

機器手臂已普遍導入自動化生產流程，但大多是以夾具來抓取，通常只能抓取特定外型或是較高硬度的物件，以致在使用上有所限制。工研院研發的「多自由度仿生機械手爪」直接模擬人類真實手掌結構進行設計，重量輕巧，5根手指可彎曲抓取形狀不規則與軟性物件，動作更細膩。另以金屬連桿材質提升抓取力道，可抓握約5公斤左右物體，可用作零件組裝、加工、鑽孔等夾具，搭配行動裝置，亦適用於工廠上下物料、賣場貨品與牲畜飼養場巡檢等用途。

此仿生手爪還可作為義肢，協助身障人士抓握、拿杯子喝水等動作，無須假手他人；此外運用機械控制與彈簧設計技術，讓手指在碰撞硬物時能反彈，降低義肢毀損機率，且指尖已預留感測元件的位置，可望協助身障者作更多感知動作。未來若結合人工智慧與影像辨識系統，打造出可抓握取物的萬能機器人將不再只是科幻小說的情節。

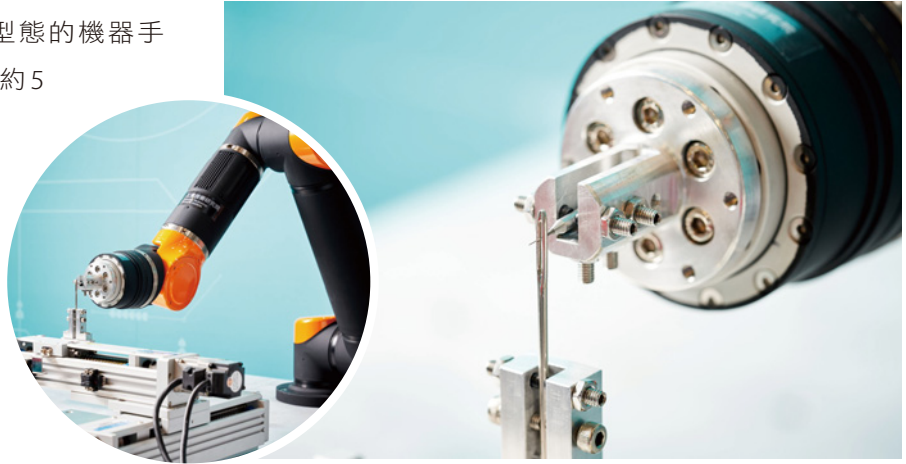




#### 4 驅控整合式關節機器手臂 彈性組裝精度高

傳統機器手臂體積龐大，搭配電控箱重量可達3、40公斤，臂長與構型也不能彈性調整，面對少量多樣或急單需求，得頻繁變換產線，相當耗時。工研院開發出小型輕量化的「驅控整合式關節機器手臂」，整顆模組化的關節整合了馬達、驅動器、電源轉換器等元件，結合小型控制器即可運作，總重僅12公斤，體積小便於移動，操作上更具彈性。

此驅控整合關節模組也解決了機械手臂結構無法變化的缺點，打造直線式、彎曲式、擺動式3款模組，可以像組合積木一樣，按照不同需求，快速組出不同使用型態的機器手臂；另外，該手臂荷重約5公斤，擺動幅度廣達360度，同時具有高精度效能，重複精度可達 $\pm 0.02\text{mm}$ ，穿針引線也OK。更可應用於工業生產，包括機器人教育訓練、DIY市場等領域皆適用，用途相當廣泛。



#### 5 製程優化智慧決策系統 即時監控製程可視

「成品變形了，究竟哪裡出問題？」製程變數太多、大量機台控管不易，導致良率降低，是塑膠射出成型工廠經常遇到的難題。

工研院與射出機專業製造廠富強鑫攜手，打造「製程優化智慧決策系統」，將壓力感測器安裝於模具內，好比為塑膠射出機及模具加裝專用聽診器，即時將機台及模具數據回傳到後端系統。富強鑫董事長王伯堯指出，塑膠成形過程中，產品不良與模具的模穴受壓有絕對關係，工研院在模穴內裝置壓力感測器，即時監控產品生產，還能建構產品生產履歷。

工研院智慧微系統科技中心執行長朱俊勳指出，感測器是邁向智慧製造的重要關鍵，唯有收集生產數據，才能做後續優化進而準確預測。製程優化智慧決策系統可遠端掌控現場產能狀況，協助降低人力品檢成本，隨時保持最佳生產力。

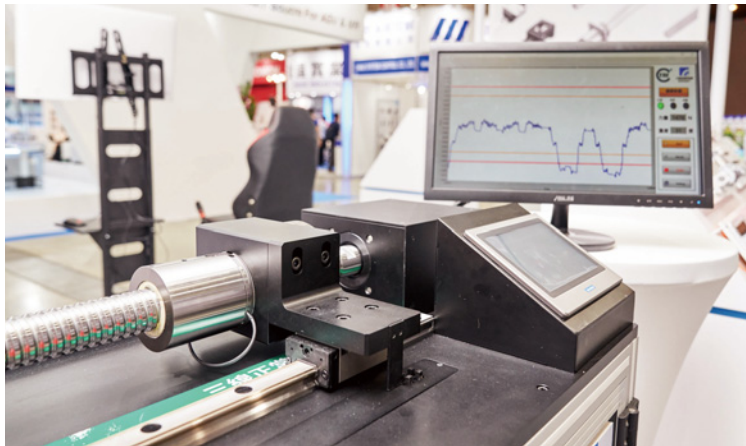




## 6 智慧滾珠螺桿進給系統 時時刻刻保持精準

滾珠螺桿是工具機與自動化設備最重要的關鍵零組件之一，無論傳產製造、半導體設備或航太產業，都看得到相關應用。滾珠螺桿將鋼珠置於螺帽與螺桿間，減少摩擦係數並提升定位精度。但在長時間使用後，滾珠螺桿的磨耗程度與效能如何？憑外觀很難分辨，也為加工品質增添變數。

實務上常見的作法是在螺桿上加裝振動感測器，透過演算法反推預壓力的變化。工研院另闢蹊徑，與全球傳動科技合作，開發出全球第一套內建於滾珠螺桿內部的「具超薄型複合式感測模組」，直接偵



測螺帽與螺桿間的預壓力與溫度，即時監控滾珠螺桿運作狀態，進一步判斷是否老化，推估剩餘壽命等；此外，此智慧螺桿更進一步整合工具機進給系統，估測預壓力與溫度對定位精度的影響，如果發現溫度上升，螺桿軸因熱伸長使定位精度下降，即連動到控制器，透過位移補正技術進行補償，維持加工品質與效率。

## 7 微型多軸振動感測器 設備健康由我掌握

振動對於精密機械的影響，可說茲事體大，長久以來，台灣的振動感測器多仰賴國外進口，但外國製造的感測器不見得適用規格多樣的設備，更不用說後續的校正調整、維修保養等，事事必須假手他人。面對製造業走向智慧化趨勢，工研院與建佳科技發表國產第一顆「微型多軸振動感測器」，將感測器晶片化，用於量測設備運作與加工過程產生的振動，判斷設備狀態是否健康並即時補償。

微型多軸振動感測器從感測晶片、模組到訊號處理軟體，全由工研院自主研發，輕巧的感測器可直接外掛於設備，3軸寬頻振動感測及溫度感測

的設計機制，讓使用廠商可依狀況設定X、Y、Z軸頻率、強度以及溫度的正常範圍。

例如當馬達運作時，感測器可即時呈現前後、上下、左右振動的感測數值，判斷是否落於正常值間、溫度有無過熱等，管理者可遠端掌握機台狀況作出因應，有助於提升加工穩定度與精度，也可計畫性做機台維護，減少緊急停機所造成的損失。■

