

無關規模大小！爲工廠注入智慧，一切只爲求生

■文：任茲萍

為什麼要轉型智慧工廠？簡單來說，就是期望在充滿不確定的今天，多爭取一分「靈活應變」的機會——透過振動(Vibration)預知機器健康；借助機器視覺(Machine Vision)改善生產效率與產能或強化客製化接單能力；最迫切的是，在關鍵時刻做出正確決策！這是一場無關生產規模、只有能否安然存續的淘汰賽。

振動，危害工程及機器運作的大敵

精亞科技副總經理雲逸仙表示，「振動」在我們的生活中無所不在；除了顯而易見的地震外，交通工具、機器運轉、環境背景音訊，乃至於口語交談、氣流擾動、光波電磁波等皆會引發強度不一的振動，對工程可能具有破壞力——吊橋因共振崩塌、水力發電機因失衡共振損壞、渦輪葉片因不平衡振動破損、軸承因振動疲勞破裂或內環出現顫痕、齒輪因長期振動以致金屬疲勞缺損或因共振全面破損……。如何抑制振動與共振，對維護智慧工廠的機器資產及生產效率極重要。



照片人物：精亞科技副總經理雲逸仙

「有 80% 的旋轉問題是由不對心或不平衡所引起，20% 的機器問題都是軸承或齒輪缺陷所造成」，他進一步指出。常見的機器預防性檢查方法有：振動監測、噪音監聽、潤滑油分析觀察、磨耗金屬屑觀察、腐蝕檢測、溫度變化趨勢監測、運轉效能監測等；雖然用手持簡易振動計可作初步檢查，但若要進一步區別、判斷故障點或元件，解決軸承安裝不良、轉軸不對心、不平衡等問題，「振動頻譜分析」可監測振動趨勢、增加長期運轉可靠度，會是較好的選擇。

雲逸仙觀察，傳統的振動量

測，感測、訊號處理與通訊分頭行事，但目前已有許多創新整合應用出現，將振動監測廣泛應用於汽車、航太工業的避震器／撞擊／引擎／結構測試等。英國勞斯萊斯公司在自家產品安裝振動感測器、推出引擎健康監測系統；以飛機引擎為例，在擷取飛行運轉的即時數據後，會以無線傳輸將資料送至运算平台做分析，爾後將經過分析的訊息同時傳給雲端資料庫、操控者和監控中心，適時由監控中心發號施令、提出操作建議或維護請求，成功從單純製造商轉型為服務供應商，獲利因而提升。

差異化才能突圍而出，觸類旁通為生存之道

友士公司中區機電部視覺產品課主任鐘正宜從工具機產業的角度分析，台灣工具機產業因同質性太高，前兩年過得非常辛苦；要突圍而出，就必須思考如何做出差異化。他強調，工業 4.0 應涵蓋 S、T、E、M 四大面向：科學、技術、工程與數學，其中，軟體編程將是第一道門檻。然而，會寫程式不代表有能力開發產品；在專精某項領域之外，



照片人物：友士公司中區機電部視覺產品課主任鐘正宜

亦須觸類旁通、對實際應用多用心了解，並以論語中的名言「君子不器」與大家共勉。他直指，隨著人工智慧(AI)時代來臨，未來懂得建立或維護系統的人才將是搶手貨。

鐘正宜回顧，前兩年運動品牌大廠 Nike 就是由於找不到有能力承接複雜製鞋的代工廠、轉而跨界轉單給緯創力(Flextronics)一事，對於保守的製鞋設備業者明顯帶來成長壓力。他高爾夫球鞋的「窄內腰」高難度設計為例，以往 PLC 運作控制油壓式膠合容易塗膠不到位；加入機器視覺路徑後，便可精準塗佈並依據速度快慢控制膠量大小，避免殘膠而導致穿著不舒適。「外界可能很難想像，早期在導入智慧化系統前，光為鏟除鞋緣溢膠，每條生產線就需派駐 4、5 個人專職負責」，鐘正宜說。

更大的好處是：鞋子的國際尺碼有一定縮放公式，只要完成一隻鞋樣，就能在兩分鐘內自動完成

左、右腳的所有尺寸。不過，鐘正宜提到，用二維陣列取像會有馬賽克現象——膠水流動會讓影像隨之抖動，此時，伺服工程師通常須手動調整驅動器以消除；面對此類非由機台振動所引發的抖動、不存在機器視覺函式中的問題，就須依靠「曲線擬合」(Curve Fitting)修正。他打趣說，電子專家關心的是如何監控，但機械人才關切的是怎麼致動；而機械的幾何誤差，通常也無法單就電子齒輪比克服，畫地自限於單一領域很難綜觀全貌。

「單是如何利用曲線補償計算幾何和塗膠路徑就是一大學問，絕非單純等比例外擴或內縮，需要現場試誤經驗與數理基礎相輔相成，否則無法取得『以此類推』捷徑」，鐘正宜直切要點。他建議，要創造電腦數值控制工具機(CNC)的附加價值，可從系統整合著手。百雲科技總經理袁高雲則分享親身參與「紅領西服」的個性化訂製平台，以及碳纖維自行車智慧生產案例。

客製化生產不再是特例，混線生產挑戰大

「紅領西服」將設計與生產自動化結合，從消費者到店那一刻起，店員即利用 APP 將客戶資料、選定款式與布料後傳，並將訂單內容轉為各加工站對應的標準作業流程(SOP)。之後廠內人員便可依單進行電腦輔助設計(CAD)排版、斷布、利用 CNC 切割機台裁切、熱壓貼襯，最後將裁片吊掛分送到各工作站做縫合。導入智慧化不



照片人物：百雲科技總經理袁高雲

到兩年時間，單日收單量已從 300 套西服躍升至 1,000 套！關鍵在於：如何快速高效地裁切布料？如何把每塊布料與 CAD 排版正確對應連結？如果製造過程有問題，如何修補？

「導入網路資料庫後，可將 RFID 卡號對應到訂單號，各加工站可根據訂單號調出對應的作業流程」，袁高雲說。至於碳纖維最難的工序是模具定型，費用極為驚人，每副熱壓模具費用約 100 萬台幣；因一個循環周期約需兩小時，故八小時的工作時間只能做出四輛車。另為了維持碳纖維材料上的覆蓋膠特性，必須冷凍保存、並在解凍後 48 小時內製作成品，故需混線生產。此時，問題就來了！

1. 在混線裁切下，如何分料與標定？
2. 一輛自行車約 570 片裁片，如何確保物料的正確性和有效性？
3. 如何在預成型貼合過程中正確拿取並貼合？

「採用 CNC 切割機可因應少

量多樣訂單、降低模具成本並配合做智慧化生產」，袁高雲說。他認為，工業 4.0 適用對象應是製造商，設備商只是輔助角色；智慧化機台須具備與公司資料庫溝通的能力，連同企業 ERP 系統也需適當客製化，而國際資訊大廠對此收費即高、或根本無意沾手，反而是本土廠商的利基所在。

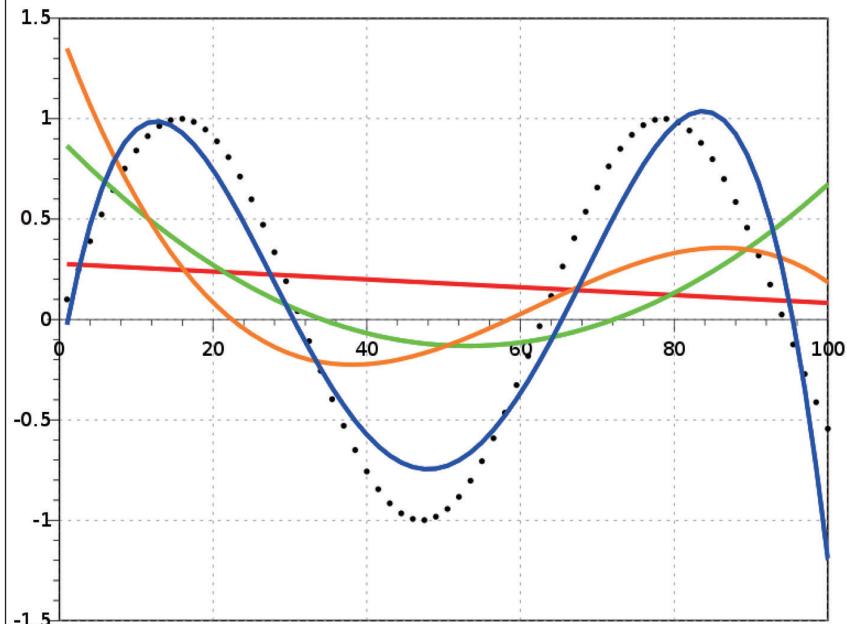
偵測電流變化，不用感測器也能探知設備活動



照片人物：昆山鑫宏仁精密機械總經理陳彥宏

偵測智慧工廠的馬達電流變化，也是工業 4.0 的重要一環。昆山鑫宏仁精密機械總經理陳彥宏說明：一般馬達在規劃功率時，基於溫升和反覆啟動管理考量，通常會以 1.5 ~ 2 倍的目標功率估算；而異步馬達處於空載時會有「無用功」(虛功)，造成能源浪費且無法正確偵測電流變化；只有「永磁同步馬達」(PMSM) 最省電、且最能反映真實負載狀態，並可從轉矩和轉速做線性分析——同步馬達的

圖 1：「曲線擬合」俗稱拉曲線，是資料分析的重要步驟；目的是經由有限取樣點 (Sample Points) 建立數學模型，做進一步預測與分析



資料來源：commons.wikimedia.org

轉矩不會因低速而產生差異，但異步馬達有額定轉速的限制。

「過去需要多個感測器才能得到資料，現在只要透過電流、時間和電壓便可準確監測、推估設備的使用情況，據以提供最優的方案設計及預防性通知」，陳彥宏說。借道 Wi-Fi 讓受控設備與既有區域網路 (LAN) 或廣域網路 (WAN) 連結，可即時遠端監控影像、找出異常機台位置、進行遠端維修／故障排除或語音聲控等；拜 Android 開源系統之賜，任何 Android 裝置都可成為中控主機、創建「私有雲」以管理連線授權，無須另購昂貴的伺服器，且可將管理介面依管理需求做成手機客製化 APP。

藉由收集馬達數據與其他資料融合比對，有許多創新應用。例如，將馬達運轉時間和負載率導入 ERP 系統，可推估實際運作數量、

優化設備稼動率；另有食品業者用餅乾銷售資料反推原料備貨量，也有大賣場用定位系統分析櫃位以決定儲位的上架費用。「結合物聯網 (IoT) 概念的智慧工廠，是為了讓訊息傳遞更透明，避免企業因片面訊息誤導而做出錯誤決策，走冤枉路！」陳彥宏說。

工業 4.0 創新整合系統、商業模式和價值鏈

曾在福特汽車公司任職、現投身創新育成與物聯網場域規劃工作的林均輝博士總結，工業 4.0 的靈魂是智慧化的豐田生產系統——「現今市場波動速度快，一旦銷售中斷，業者常被迫自行吸收庫存；唯有讓生產流水線越精實，才能釋放龐大的倉儲空間和資金壓力」。其次，是依生產整線規劃導入所需

照片人物：創新育成與物聯網場域規劃專家林均輝

設備，決定什麼時間點該用感測器擷取訊號並透過物聯網傳遞？最後才是結合 ERP 和具備預測性決策訊息的資訊管理系統，旨在第一時間就把產品做好，杜絕不良品往後流動的可能。推動工業 4.0，其實有先後順序、輕重緩急之分。

從經驗到數據，從預測到設備管理，工業 4.0 也是一種集結感測器、物聯網和大數據等既有技術的融合型創新，進而催生新的整合系統、商業模式和價值鏈。例如，美國 NEST 公司開發出智能溫控系統後，由電力公司採購、將溫控器送給用戶以推行節能政策。這便是著名「羊毛出在狗身上，由豬買

圖 2：NEST 溫控器



資料來源：NEST 官網

單」的經典案例。電力公司因為能清楚掌握用戶的電力消耗狀況，可將電力做更有效率的分配，故樂於自掏腰包。林均輝語重心長地說，即使是少量多樣化的生產，在提高效率的同時也要設法降低成本，才能存活！

何況最新趨勢是：「大量個人化」(Mass Customization)和「按需生產」(Customer-to-Manufacturer, C2M)，連結工業 4.0 和 O2O 線上／線下營運即成

為一個完整的企業循環。當全世界的遊戲規則都在改變，故步自封是非常危險的心態與舉動。在變化快速的今天，「創新」是逃脫被時代洪流淘汰、持續往上走的唯一途徑。那麼，台灣未來的路在哪裡？林均輝建議兩個方向：一是廣積糧，發展最高效率、最低成本的精實組織；二是高築牆，著力於微笑曲線兩端，從自主研發走向自有品牌，隱形冠軍企業正是此類代表。

CTA

「智慧應用開發論壇」 敬邀入座

詳情：

<http://www.facebook.com/lookcompotech>