

工業 4.0 盲點一：好高騷遠，不切實際

千里之行始於足下 先從解決眼下問題開始！

■文：任茲萍



照片人物：叡揚資訊高級解決方案架構師
錢鉅津

歷經機械生產、製造標準化、電腦化及自動化革命，在比拼整體設備效率(OEE)和設備綜合生產力(TEEP)指標、快速量產之後，時至工業 4.0，等同砸大錢新購昂貴設備、將所有設備聯網？叡揚資訊(GSS)高級解決方案架構師錢鉅津直指，第四次工業革命的核心精神在於「智慧化及價值創造」；惟對於中小企業而言，如果連現有瑕疵都管理不好，又遑論智慧製造？不如從「解決問題」切入時弊，以「如質、如期、如成本」為首要目標更接地氣。換個角度，中小企業更見商業潛力，尤其是面臨夕陽西下危機的產業，更有「救危

扶傾」的迫切需求。

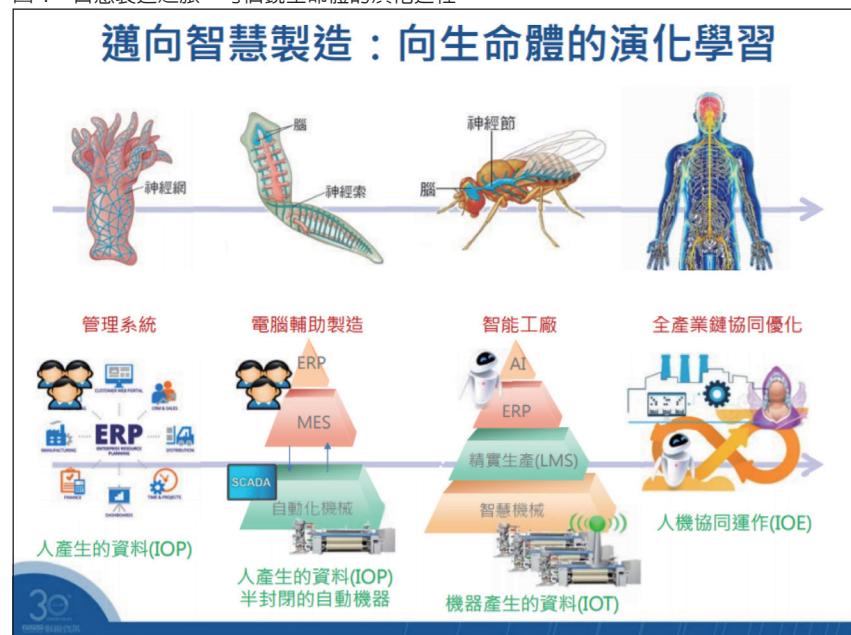
智慧製造時代，價值認定由市場說了算！

錢鉅津說明，中小型工廠不像大企業可讓耗資數億元台幣的生產設備一次到位，但強在柔性生產、靈活，反而是新契機。他表示，智慧製造的價值鏈是由工廠(機械)和產品(服務)兩個環狀結構組成，須留意的是：價值的認定來自於市

場，非生產者的主觀思維，有賴數位供應鏈串流與數位客戶關係鏈的協同合作，讓生產者不必再瞎子摸象、憑空臆測。將「協同」概念延伸至下游客戶端做智慧拓銷，可發展智慧型產品與服務，例如，智慧孕婦裝可感測腹中胎兒生長情形；而邁向智慧製造的旅途，可借鏡生命體的演化進程(如圖 1 所示)。

錢鉅津認為，智慧製造應按部就班推動管理創新、重新定義所有價值主張。首先，要有整廠

圖 1：智慧製造之旅，可借鏡生命體的演化進程



資料來源：錢鉅津提供

思維，將企業資源規劃(ERP)、製造執行系統(MES)與底層設備資料整合、串接並回饋到上層系統；其次是跨廠管理——包括源頭供應到市場銷售、甚至往前追溯到設計端，改善延遲交貨、品質不良等缺失，而非一味強迫機器不停大量生產；再者，是導入物聯網(IoT)和人工智慧(AI)，落實精實生產(LMS)、提升品管並節約能源；最後是全產業的協同優化與人機協作，以便因應需求快速轉換與少量多樣的客製化生產。

AIoT 解析現在，探索未來

錢鉅津指出，早期工廠多是以手工記錄片段資料，一旦設備故障僅能概略描述過程、無法獲悉當下機台參數；但要確實找到根源，勢必考慮事發前後的背景因素，人工智慧+物聯網(AIoT = AI + IoT)可助一臂之力。隨著感測觸角越來越多，需要大腦中控；與此同時，長期累積下來的資料經由AI進行相關演算、分析，以達到預防、預測、優化建議到全廠高度自動化，工廠環境惡劣、招工不易的紡織業就是經典教案。以染整為例，化驗室配方到生產端的「一次對色率」極其重要；當中任一環節稍有差池就會拖累整個工序，而高度智慧化利於知識經驗傳承。

目前紡織所正攜手叢揚資訊嘗試以400多個參數做高維運算，冀將一次對色率從60%提升至80%。另一方面，借助異質資料處

理與高度運算能力可探索從前沒發現的新大陸，激發創新靈感。例如「循環經濟」興起，研發新織法典範、定義新的製程參數／添加物／配方，以便舊衣可被拆解回收。不過如前所述，規模不大的工廠要大舉更張並非易事，錢鉅津建議，從最迫切處切入是最好的方式，並提出「1/3月台」構想——失效預防與問題解決、智慧型全面品質保證、數據輔助品質管制，以及「切、望、聞三感AI」三種級別解方——內嵌或接觸式機台感應器、CCD光學攝影機做色彩空間處理、收音式麥克風做聲音訊號處理。

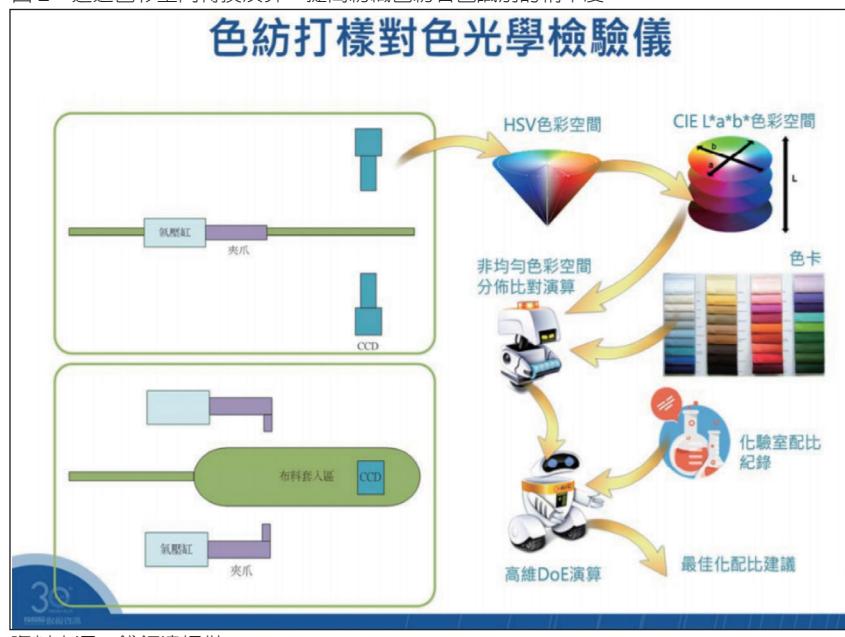
無聯網功能的老舊設備，也能產業升級

秉持「不必汰換無聯網功能的老舊設備」理念，第一種「切」是在每台織機加裝訊號擷取卡與訊號傳輸設備、收集織機資料，再將

生產相關訊號整合至伺服端以監控織機即時運轉狀態。第二種「望」是藉由CCD將控制台儀表數字拍攝下來，再利用雙方共同開發的光學IoT系統、以機器視覺及AI演算採擷機台數據——CCD容易晃動，且織布是非均勻表面、易受光線影響，導致拍攝影像色彩不是點狀、而是團狀不規則分佈，須以演算法校正並將原始影像進行色彩空間轉換。

錢鉅津另舉一例解釋：透過CCD採擷多採用HSV橢圓錐體空間，但紡織染整是以分光儀量測而採CIE L*a*b*四色維度，所以須先經過轉換，再依序做顏色篩選、雜訊消除、影像重建、偏心尺碼偵測和影像瑕疵過濾後轉成「二元影像」(Binary image)，繼而將這些數值分群、比對(委託中原大學機械系所執行)；他並透露，為紡織色紡著色識別的精準度，中原機械

圖2：透過色彩空間轉換演算，提高紡織色紡著色識別的精準度



資料來源：錢鉅津提供

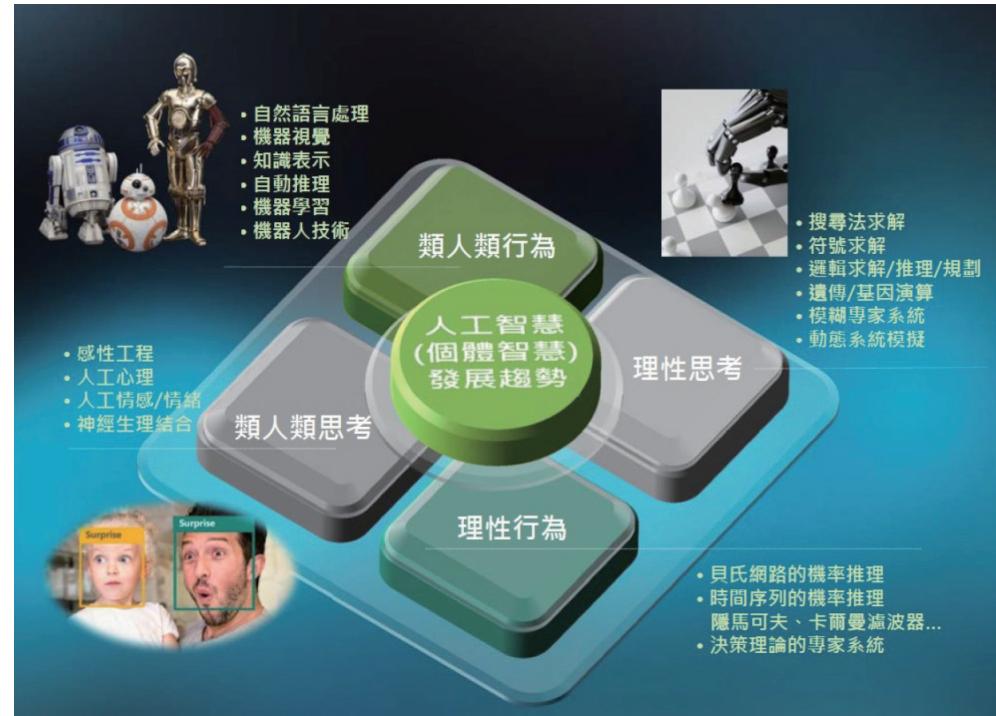
正為色紗取樣設計「抓爪」機構。第三種「聞」是基於機台內部本是一種黑箱狀態，可將機台運轉聲音轉換成音高等特徵來自動判斷是否有「水錘現象」——染料液體因管路閥門受阻、流體壓力急升而損傷機台（運轉馬達的共振亦可用麥克風收音監測）。

「精實生產」深化上、下游合作，AI 向大自然取經

另錢鈺津提到對「物聯網交換平台」的看法：美系多有商業考量、費用動輒上看幾千萬台幣，小工廠難以負擔，故特別推薦歐洲「Tango Controls」開源平台；透過統計製程管制 (SPC) 運算得出六個標準差，針對可靠穩健原則訂出 10 個規則加以過濾，員工只需在中控台工作、搭配走動式現場管理即可，不必整天待在令人不適的生產線。智慧中控台還可清楚呈現完整製程價值圖，找出價值流的貢獻度、問題環節與浪費根源予以模擬、預測，實現「精實生產」——平準化生產、改善換模時間、提高工作效率，進而建立「超級市場」，讓上、下游生產不間斷。

錢鈺津預期，自然語言處理／機器視覺／知識表示／自動推理／機器學習／機器人技術等「類人類行為」，與感性工程／人工心理／人工情感／神經生理結合等「類人類思考」，將是 AI 未來趨勢，而向大自然學習的「群體智慧」(Swarm Intelligence) 演算法——又稱為仿

圖 3：「類人類」行為+思考，是 AI 未來趨勢



資料來源：錢鈺津提供

生計算 (bio-inspired computation) 或自然計算 (natural computation)，有助於求得各類問題的最佳解；依循機率轉移規則，由個體的適應值引導搜尋，且群體中單一個體可從空間中不同初始位置 (隨機多點) 同時搜尋，效率較佳且不易陷入局部最佳解錯覺。

(Job-shop Scheduling Problem, JSSP) 與二次分配問題 (Quadratic Assignment Problem, QAP)，減少無謂的浪費。錢鈺津強調，智慧製造是從定義生產規範、轉變成定義價值，藉由深度學習／機器學習運算提供建議給工廠 (樣本數／資料量) 是關鍵，且此一智慧供應鏈最終將串連成「生產同盟」。 

「群體智慧」減少無謂浪費，智慧供應鏈最終成「生產同盟」

「群體智慧」是一種「去中心控制」方式，蟻群 (ant colony)、粒子群 (particle swarm)、蜂群 (bee colony)、人工魚群 (artificial fish swarm) 等演算法，是近年研究熱點；分散處理、多重演算／互動「大動員」，可應對零工排程問題