



實踐中國製造2025

—蘇州勝利精密的智慧製造示範工廠



巫 茂 熾
(Mao-Chih Wu)

東海大學精實系統團隊核心成員、資深顧問。歷任連豐機械設計工程師，友嘉實業研發部課員、課長、經理、協理，事業部副總經理等職務。大型研發專案的FMS主導性新產品、五軸加工技術暨加工機業界科專計劃主持人。近年積極致力於工具機業、精實製造管理、產品開發管理與電腦系統導入之實踐與輔導。

蘇州勝利精密製造科技有限公司，是製造消費性電子產品機殼的領跑者。作者在華中數控陳吉紅董事長的協助下，有幸於2019年9月18日前往實地參訪。

蘇州勝利精密推動智慧製造，以實現「勝利智造未來」為戰略。在中國工程院及各級政府支持下，2016年向工信部申請「便攜式電子產品結構模組精密加工智能製造新模式」並通過審核，目前為國家級的智慧製造示範工廠。

智慧工廠佔地7000平方公尺，20條產線設置在兩個樓層，設備超過4百台，包括加工機、機器人、各類型自動物流、檢測設備、清洗機等。不含廠房，機器設備、相關軟硬體以及水電設施等，投資總金額人民幣2.5億元。從數據採集到智慧決策，共有五層架構的示範工廠，用大數據雲平台的核心，將三大類國產的設備與管理軟體產品整合起來，達成六化功能與五個創新點。

設立初期自動化的效益非常顯著，2019年初就超越省人增效的目標，數據採集的資料，應用在斷刀檢知、加工優化、刀具管理等。接待者表示，示範工廠內收集到的數據多又細，讓數據發揮更大價值，未來還有很大的成長空間。

新模式要解決「人太多、不穩定、不透明」的痛點

在設立示範工廠前，蘇州勝利在蘇州附近的加工廠區，總數大約有4千台的加工設備。這些加工廠，採用一人操作2到3台機器

的方式，若示範廠也採用相同的操作方式，每一班至少需要60個操作人員。在中國製造2025的政策鼓勵，以及提升產能的需要，新模式用關節機器人完全取代操作人員。

人工上下料百密仍會有一疏，人的疏忽就會衍生加工不良的問題。由機器人與加工機組成的彈性化自動加工線，機器人上下料的時間、動作順序每次一致，百依百順、穩定可靠，可以提升加工品質、產出穩定，提高產線的有效產出。

因應3C行業快速變化需要，產線的加工訊息需要更透明、可視、即時，才能提升製造決策的反應能力。新模式可以，充分掌握設備運轉狀態，縮短製造週期。

「三國六化一核心」與「五大創新」的示範工廠

示範工廠從設備到決策，共有五個層級。由下而上分別為，(1)智慧設備層，包括高速高精鑽攻中心機、關節機器人、自動夾具、CCD與雷射檢測設備、AGV等，透過數據採集與監控系統(SCADA)，搭配植入RFID的刀具、料盤，將設備訊息與生產協同層交換。(2)生產協同層，從下層取得運轉數據、

並下達指令。(3)業務系統層，包括製造執行系統(MES)、產銷管理(ERP)、工藝設計(CAPP)、三維仿真三大功能。(4)數據中心層，由雲數據中心和決策分析平台組成。(5)智慧決策層，則包含工廠內的生產控制中心，以及在廠區外部的移動終端應用，兩大功能。

「三國六化一核心」是智慧工廠落實自主研發、國產化的目標。三國是指「智慧設備、數控系統、工業控制軟體」這三項都是中國製造的產品。「加工過程自動化、製造資源物聯化、製造系統數字化、品質控制即時化、製造環境綠色化」是示範工廠的六大功能。「大數據雲平台」則是將智慧工廠內，由189台鑽孔攻牙機、106台關節機器人、20台CCD與線上雷射檢測設備、8台AGV、清洗烘乾機，組成的19條彈性加工線，1條機器人自動拋光打磨線，以及兩座合計3200庫位的自動倉儲，整合與串連設備訊息到數據應用的核心。

作者與接待者以及華數機器人公司黃彤軍副總經理、專案核心成員蘇州勝利集團的富強科技韓龍經理，交流分享的資料整理，蘇州勝利精密的智慧製造示範工廠有五大創新。

1 通用性與適應性：

以標準周轉箱為工件載具，載具直接進入生產線、立體倉庫，並自動碼垛包裝出庫。

2 加工補償智慧化：

應用CCD與雷射檢測設備，即時檢測加工精度並修正補償，實現生產線智慧化的加工補償。

3 具管理智慧化：

刀柄都植入RFID晶片，將刀片、刀桿與刀柄結合後綁定為一體的加工刀具。將刀具量測儀量測的精準資料、刀具倉位置、機器刀庫位置、使用狀態等存在RFID紀錄，每一支刀具的資料都可以傳到每台機器的CNC刀具庫。

4 數控系統智慧化：

即時的對每台機器進行運轉狀態監控，可以對機器設備提供，健康紀錄、異常提醒、加工工程優化、遠端診斷的加值服務。

5 大數據共享與應用：

每天24小時、每週7天，對機器設備提供連續監控，為智慧化應用整合提供基礎訊息，實現數據請求、指令下達，與MES、ERP等系統共享數據。

超過400台機器設備的智慧工廠，營運人員總數合計50人，包括軟體系統維護6人(12%)、生產管理7人(14%)、產線設備維護7人(14%)、生產技術25人(50%)，以及佔比最少的管理幹部5人(10%)。

新模式新產線的建構要素與條件

在工信部智慧製造試點示範政策專案支持下，「便攜式電子產品結構模組精密加工智能製造產線」，成為華東地區第一條3C行業智慧製造示範線。

新模式的推動組織，除了蘇州勝利本身，還有負責國產控制器的武漢華中數控、蘇州華數機器人、自動化設備製造與整合專業的富強科技，艾普工華科技、創景公司、蘇州誠峰機電、蘇州匯天河、昆山蓋比等九家企業組成團隊，共同完成3D CAPP、PLM、APS、MES、SCADA、雲控制系統等工業軟體、集中切削液與切屑處理等，以及具彈性的產線自動化整合、大數據雲平台等。

加工線是智慧工廠的基礎，它的產效也是成敗的關鍵指標。示範工廠的主要客戶有聯想、華為、三星等知名品牌大廠的鋁、鋁鎂合金筆電與手機機殼。最大加工尺寸限定在13.5英寸內的筆記型電腦外殼，重量不超過1公斤。機殼以群組技術分類，設置機殼的群組產線，同群的機殼夾具、機器人夾爪可以



共用，降低更換治具與首件加工調整機器的換線次數，在事先規劃並落實的情況下，同款不同樣式的同群零件不需要換線。但高度自動化無人操作的自動化產線仍有限制，經過計算目前最少的加工批量，必須可以滿足48小時連續加工的數量，因為每次換款換線的停線時間需要4小時。

自動化產線的設備配置，有「地軌型產線」和「桁架型產線」。地軌型產線就是，機器人在有軌道的地面行走，對兩側的加工機器與檢測、清洗設備，提供自動上下料的服務，這種配置從機器正面上下物料，且機器設備的中間有軌道與機器人和物料輸送線，維修或人工進入產線排除異常時空間過於狹小。後來設置的產線改良為「桁架型產線」，物料輸送線維持在機器設備的中央，而關節機器人，移到機器設備的上方，在上面移動，機器人從機器設備的側邊進行換料，讓異常排除的作業空間加大。

保證加工完成都是良品、加工品質是自動產線的另一個挑戰。加工品質，又以刀具折斷和磨損的影響最大。電流型的斷刀自動檢測，遇損壞自動換上備份刀具；線上非接觸自動量測加工尺寸，發現加工刀具磨耗的問題，自動執行刀具補正。刀具品質決定加工品質，所以需要刀具管理智慧化。

政策的鼓勵、跨領域結合的組織、定位明

確的產線，以及保證良品與產能的系統整合技術，是建構智慧製造產線的重要條件。

自動化價值效果顯著 數據創造新價值仍需努力

蘇州勝利精密結合另外八家企業，共同完成的智慧製造示範工廠，目前上線量產有15款每款有4樣，共60種零件。在2019年初，檢視五項計畫指標和實際達成，分別是(1)生產效率提升25%以上(實際45.38%)，節省人力60%以上的自動化率，(2)產品研製週期縮短30%(實際39%)，(3)能源利用率提升15%以上(實際23.01%)，(4)不良率降低20%以上(實際37.5%)，(5)營運成本降低20%以上(實際24.59%)。

參觀工廠後交流時，接待者表示：「從機器設備收集到的數據量非常龐大，比規劃時預估的量還大。現在有很多的數據，但是數據應該要發揮的價值仍待努力，簡單的講這些數據能做什麼用？」以上的現身說法，呼應了作者在本專欄112期(2019/7)：自動化的投資效益顯著，和109期(2019/4)：智慧化的價值，投資效益較不顯著，數據創造新價值還需要摸索與努力。^{M4}