

透視 AI 之二

商業模式變了！ 智慧製造只得亦步亦趨

■文：任苙萍

最快發酵 AI 的傳產業典範，還有世人口中的「夕陽工業」——紡織業。殊不知，它其實是最早邁入資訊化者。「工業革命就是始於紡織。論傳統，沒有比紡織更傳統的，但論機械設備的精密度亦無出其右者；最初意在運用設備增加生產，今後則希望它有思考能力，涵蓋生產到銷售端，複雜度更甚以往」，紡織產業綜合研究所 (TTRI，以下簡稱「紡綜所」) 雲林分部主任黃慶堂說。紡織總能成為產業智慧化寵兒的另一個原因是：即使單機聯網就能集結資訊、堆疊、優化而獲得自動回饋，但是單機作業對紡織業是無用的，它需要製程、乃至跨製程的智慧化。



照片人物：紡織產業綜合研究所雲林分部主任黃慶堂

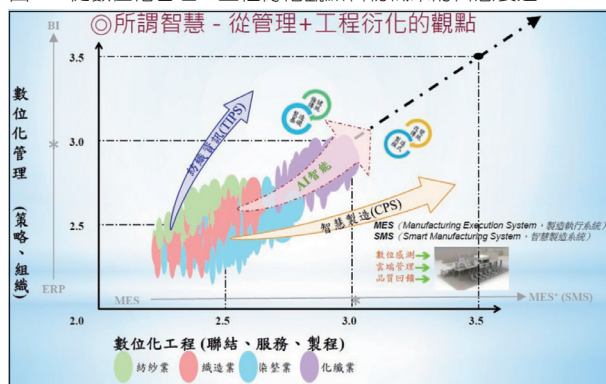
小數據、大任務，短鏈革命+數位經濟帶來震撼教育

黃慶堂拆解紡織業的四大製程：化纖 (將塑膠粒變成塑膠繩，外徑是頭髮的 1/4)、紡紗 (變成舒

服的紗線)、織造 (將紗線變成平面) 以及染整 (顏色、印花)，之後才是成衣。製造流程的智能決策著重的是「小數據、大任務」，與圍棋大戰邏輯完全相反，且具有開放環境、不完備、不確定規則的特性，難以建立模型動態系統。他以染色工序為例，是物理和化學系統同時進行，目前還無人能單純就物理定律推展，只能仰賴「資料驅動」(Data Driven)；另一方面，多衝突目標、質量、效率、能源消耗等指標亦盡皆充斥挑戰，而智慧化就是「數位化工程」。

黃慶堂表示，雖被稱作夕陽工業多年，但它卻一直是台灣的經濟要角；早年是以成衣為最大宗，當下則是布料——年產值仍有新台幣 4,000 億元水準，是台灣第三大產業，全球有 50～70% 的機能布都是出於台灣。然須留意的是，產業危機似乎正在浮現：受到品牌通路商「零庫存」政策壓抑，交期驟減與大量客製化已然衝擊供應鏈。他回顧說，

圖 1：從數位化管理 & 工程衍化觀點看紡織業的智慧製造



資料來源：紡綜所提供

以前都是由品牌商的原材料部門決定用什麼布料；為掌握上游需求變化，台商精於製作各種不同布料、有能力生產各式布種，只要抓對品牌商的胃口，再不濟都能接到訂單。

「不幸的是，傳統時尚在上世紀九〇年代大吹「快時尚」風，2005 年再變本加厲邁入超快時尚，2015 年更徹底轉變為「逆商業時尚」——從消費者需求回推，使原本長達 40 週的計劃生產週期，大幅縮水至 48 小時。影響所及，造成供應商工作排程的困難，且賺不到什麼錢，獲利全進了品牌商的口袋；且如今在「短鏈革命」與數位經濟的商業模式催化下，品牌商轉而授權成衣廠自行採購布料，加上快時尚「可以看就好」，不一定要用很好的布料裁製，對台廠並非好消息——過去有 93% 是由品牌商的原材料部門下單，現在只剩 63%。

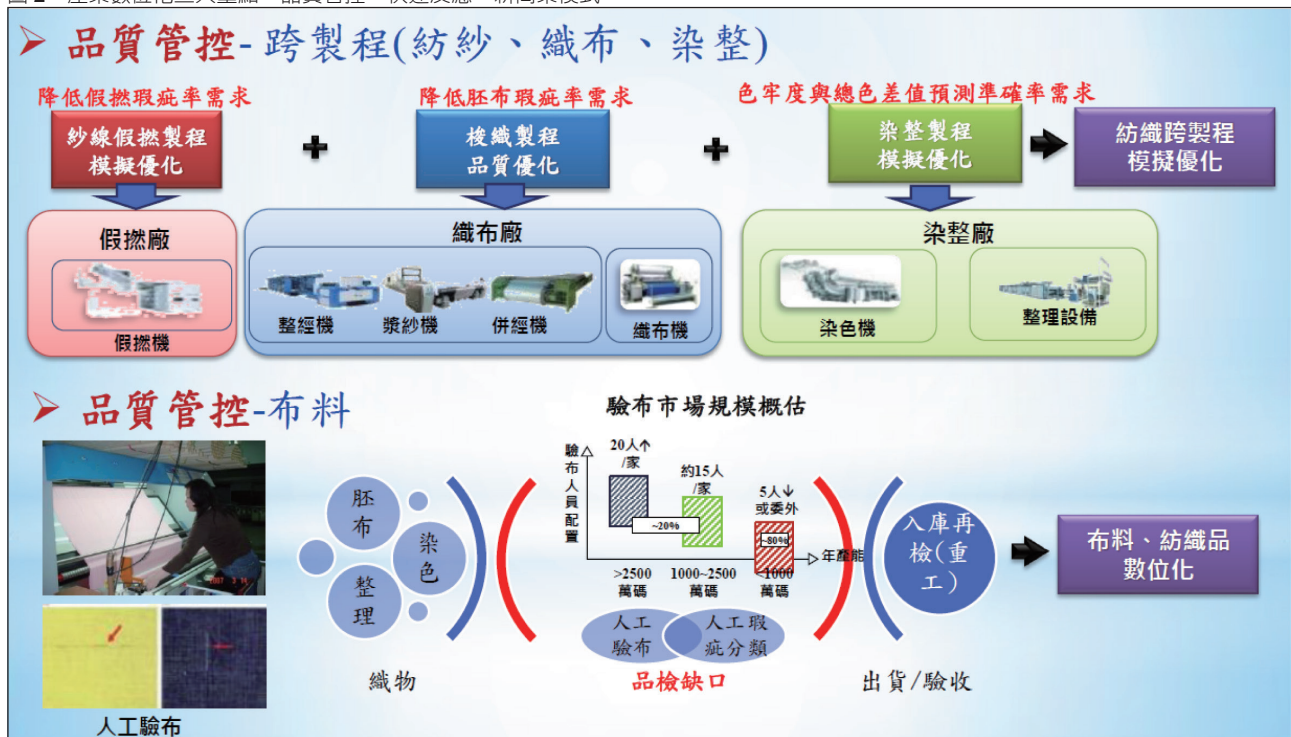
AI 僅作為人類決策支援，未到自主決策時

「如今，差異化並不吃香，因為市場不再需要；

在布料和成衣斷開後，台灣只能退居單純布料供應商，但至少這方面還是有快速供貨的底氣」，黃慶堂說。他斷言，現階段 AI 是協助人類做決策、還不到 AI 本身做決策的時候。以「假撚」工序為例，延伸、定型的品質瑕疵主要源自於張力，也是決定紗線落於 A 級貨或 B 級貨的關鍵；一分鐘最多可做 1,000 筆紗線、化纖更上看 6,000 筆，中間不能有任何一根斷絲。所以，必須監控設備的連續張力數值，經由時域、頻域判斷瑕疵以便分級。之後織造的整經、上漿、併經，亦須靠可視化做噪音挖掘。

其次，染整布料的水洗色牢度和顏色標準是沒得商量的鐵律，且所謂的顏色要求往往會超出尋常肉眼所見，得在一定環境和燈光下判定才算，否則可能被客訴。除了顏色合成的化學反應，欲使藥劑均勻又得回頭探討物理作用，如：熱源交換系統，必須詳加記錄時間、溫度、壓力，以實施資料驅動及預測。原料種類已夠繁多、又可各自混料，交織成非常複雜的局面；且前端瑕疵會擴及後端，環環相扣，例如，烘乾過頭，化纖布料會回到硬質塑料

圖 2：產業數位化三大重點：品質管控、快速反應、新商業模式



資料來源：紡綜所提供

質感而根本無法穿著；更別說還要兼顧最低能量和時間的消耗，以符合水足跡、碳足跡規範。

黃慶堂總結，台灣紡織業一路從 OEM 進擊到 ODM，仍備受挑戰。紡織業雖有近五十年的資料累積，但粗篩只有三成資料可用；而 AI 能看到的視野雖廣，亦未必能解決業者問題，至今尚無通用解方。於是，紡綜所特於雲林斗六設立示範場域，期找出關於配方、染程、染料助劑、控制水壓和溫度等關鍵變數的建議方案，同時做到「設備維護預知保養」。響應政府 AI 產業升級政策主導，紡綜所亦參與叡揚資訊 (GSS)、流亞科技和亞機工業執行經濟部科技發展專案之智慧城鄉生活應用補助計畫 (創新服務類)——「智慧染整產業示範計畫」。

兆元產業趨勢向上，「智機化」勢在必行

叡揚資訊董事長張培鏞期許，這項由經濟部工業局民生化工所指導的專案不只是片段式的宣示動作，而是在計畫結束後能持續外溢，對社會產生正向影響。身為計畫主持人的流亞科技副總胡守忠接棒介紹，紡織業是民生必需品，舉凡衣物鞋帽和地毯用品等都得經過這關，在境內產值有新台幣 4,000 億元、境外有 6,000 億元，合併計算也可堪稱「兆元產業」；根據紡綜所的資料粗估，全球紡織產業一年有 7,000 億美元的產值，更重要的是：這股勢頭曲線仍往上！機能性紡織品尤為出色，世界盃運動服有一半以上都是台灣製造。

更有趣的是，台灣紡織產量減少、但產值卻能保持水準，這意味著附加價值提高了，高值化策略奏效。胡守忠以日前萬眾矚目的天文奇景「懸日」，妙喻紡織的燦爛時刻未過：「夕陽可以是朝陽，有人落下、也有人升起」。流亞在染整業已有 25 年基礎、亞機更有行銷全世界 50 年歷史，發現紡織業的共同難處如下：人工操作誤差、仰賴經驗累積、技術傳承困難、環境不友善、年輕人不願進工廠等，亟需借助自動化以減少人力負擔；特別是染整過程，機器多半須經過 3～5 小時開啓後才能看到成果，



照片人物：流亞科技副總胡守忠

若當中環境因子有變，對時間和成本都是一大浪費。

偏偏干擾「一次對色率」的變數多、導致良率不到 60%，遠遜於一般機械加工的 99.9%；因此，推動「智機化」勢在必行，「老子說了算」、老師傅一人獨斷的模式已成過去，而這樣的設備通常以百萬美元起跳。貫徹物質流無人化，從化驗室測色、秤料開始就數位化，即時監控氧化還原電位、化纖、色差、色牢度等表現，並透過設備聯網收集數據、串連資訊流、AI 演算法減少人為判讀誤差才是王道。另一個考量是：資料從哪裡來？一台染色機有上百個 I/O 點，每分鐘都會變化，須匯集大數據送到戰情室判讀，以即時調整、避免不必要的損失。

「機器學習」好處：解釋現在、預測未來

例如，染色機中的導布輪每兩分鐘就會經過噴嘴一次、一小時要經過 30 次，若噴嘴沒定期清理、保養、更換而損壞零件會發生勾紗，做越多賠越多。為展示雲端智慧服務及整合累積經驗，他們攜手紡綜所位於斗六的雲林分部建立國際級示範場域。紡綜所雲林分部智動化組葉明憲博士進一步指出，「一次對色率」最直接衝擊到的就是成本和交期，今天客戶多將交期壓縮到以前的 2/3；而工廠人員老化、接班人和本土員工難尋，熟工與化驗室人員訓練尤其不易，很難一年內就上手。想爭取訂單，必須開發新的染色方法，如：雙染，但吃色製程更為嚴苛。

葉明憲主張，電腦未必較聰明，但勝在速度快、



照片人物：紡綜所雲林分部智動化組葉明憲博士

資料多，弱 AI 擅長將某件事做得特別好，有利於重複操作；只要教一次即可、出錯率低、且不用休息。善用人工機分工，將 AI 導入數據分析，是最好的手段。智慧化之於自動化的優勢在於：1. 可分析染料相容性及吸收率，還能設定排程規則做染色品質預測；2. 做預知保養及異常偵測，有時肇因並不是單點，而是多條件綜合而成，將染程曲線與以往成功曲線自我比對，可更全面解決非單一決策點或臨界值的問題；3. 機器對話也要 AI 協助，若 IT 不了解 OT 製程，恐落得「Garbage In, Garbage Out」下場。

葉明憲就資料科學剖析，設備數據或物聯網 (IoT) 製程資料雖然多有和 ER/MES 介接，可惜資料多很「dirty」，須費心清理、前處理耗時，資料採礦 (Data Mining) 也是如此。機器學習 (ML)、類神經網路的好處是：解釋現在、預測未來，可將新製程開發時程從三個月縮短至兩週，缺點是要學很久，因而促成遷移式 (轉換) 學習興起。統整設備、製程和運行資料，前、後段工作串接越完善，越有利於做能耗和廠區環境等分析。綜合法則旨在將已知的東西法則化，再予以學習、運算、評估、整合、模擬、優化；而 AI 適合處理未知，帶出新的研究方向。

線性經濟觸頂，「循環經濟」應蘊而生

紡綜所製程技術開發部主任虞達關注到「循環經濟」表示，種棉花相當耗水，一公斤棉花平均要用掉 8,506 公升的水，一條牛仔褲大約就是一公斤棉花用量，加上織、染的水電耗能可觀。再者，染

整會用到 72 種有毒化學物，其中 30 種無法排除，無論從能源管理、配料、成本或對色率的角度，皆須靠智慧製造實現。他還提及，紡織業廢水排放嚴重，又以染整為最；壓克力、聚脂和 TC 混紡 (特多龍 Teton 與棉花 Cotton) 最易微纖化，近五成會因無法處理而進入下水道、污染海洋，推廣對的洗衣方式並拉長衣物生命週期，也是一種環保。



照片人物：紡綜所製程技術開發部主任虞達

「線性經濟追求的是附加價值，已然觸頂，價值逐步衰減；在資源有限與環境壓力下，未來將演進成循環經濟，藉由不同手段再利用、翻新，再製造、回收」，虞達說。現在的品牌商，會要求高機能纖維且在意社會責任與環境友善議題，愛迪達 (Adidas) 要求 75% 採回用纖維、耐吉 (NIKE) 則計劃於 2024 年全部採改此類原料，忽略此風向者將拿不到訂單。他建議，廠商不妨利用這樣的社會氛圍，消耗十多年前一股腦投入發展而殘存的百噸生質塑膠聚乳酸 (PLA) 庫存原料，加入設計和再製造元素，降低回收製程壓力，簡化循環過程以提高可行性。

虞達提醒，不只衣物本身，縫線、釦子同質將易於回收，物質流分析助益良多，追求輸入、輸出平衡，循環經濟應從製造之前的備料就開始；技術源頭到末端，還須考慮以超濾膜 (UF) 處理廢水。搭配品牌更可創造價值，例如，本身沒有棉田的瑞士，在西非承租棉田標榜不用農藥、遠東紡織販售海洋紗／咖啡紗、紡綜所與 Timberland 合作有機棉襪……，打著「85% 回用」的環保旗號也是價值展

現——外循環可奠基消費者行為創造新產業，內循環則從廠內管理著手。資訊串流標準化有助於符合品牌商期待，通過驗證利於爭取訂單，搶賺概念財、時機財。

工業革命興之於紡織，亦將達之於此！

叡揚資訊高級解決方案架構師錢鈺津博士斬釘截鐵地說：「工業革命興之於紡織，亦將達之於紡



照片人物：叡揚資訊高級解決方案架構師錢鈺津博士

織」。他闡述，紡紗機最早出現在歐洲，進而形成工廠制度；從人力、風力、水力等天然動力進階到蒸氣，展開第一次工業革命（早於蒸氣火車）。隨著工廠規模擴大，為快速而廉價地延展動力使用、讓紡織機不再受限於皮帶傳動的距離限制，遂有了以電力促使自機稼動的第二次工業革命。為因應多種織布樣式，1725 年開始使用孔卡操控織布機，三年後進展至半自動機械，影響至今，電腦數值控制 (CNC) 工具機的紙帶就是出自於此。

1801 年正式運用 0101 二進位制度，由 2 的 8 次方構成一個位元組 (byte) 做 80 位元擴充，可用於更高階的緹花。錢鈺津認為，工業 4.0 最大機會也在紡織；一是因為柔性生產和小批量當道，有剛性需求；二是從既有錯誤控制再升級，最容易成功。叡揚從工廠的虛實整合和 IoT 切入智慧染整、染劑智機化和物質流無人化等基礎並往上堆疊，下一步是智慧驗布的自動光學檢測 (AOI)。叡揚擬將製程和設備的大數據匯整成 AI 平台、虛實整合系統 (CPS) 和 IoT 資料倉儲，做視覺化呈現，啟發描述、診斷、預防、預測、優化等五項價值創新。CTA

Microchip 宣佈推出全新碳化矽 (SiC) 產品，開啓了可靠的高壓電力設備

日前，Microchip 透過其子公司 Microsemi (美高森美) 宣佈推出一系列 SiC 功率元件。該系列元件具有良好的耐用性，以及寬能隙 (wide-bandgap) 半導體技術優勢。它們將與 Microchip 各類微控制器和類比解決方案形成產品的互補優勢，加入 Microchip 不斷壯大的 SiC 產品組合，滿足了電動汽車和其它大功率應用領域迅速發展的市場需求。

Microchip 的 700V SiC MOSFET 和 700V、1200V SiC 蕭特基二極體 (SBD) 將加入公司現有的 SiC 功率模組產品系列。該系列新增的超過 35 款分離元件產品均已實現量產，並通過了嚴格的耐用性測試，Microchip 可提供全面的開發服務、工具和參考設計支援。Microchip 目前提供額定電壓、額定電流和各類包裝的 SiC 晶粒、分離元件和功率模組。

Microchip 的 SiC MOSFET 和 SBD 在更高頻率下提供更高效率的切換操作，並通過各級別的耐用性測試，這對於保障產品的長期可靠性至關重要。電感性切換 (UIS) 耐用性測試該項測試旨在衡量崩潰情形下，即電壓峰值超過元件的擊穿電壓 (breakdown voltage)，元件的退化和提早失效性能表明，Microchip SiC SBD 性能比其他 SiC 二極體高出 20% 左右。另外，Microchip 的 SiC MOSFET 在效能方面同樣優於同類產品，其具有良好的柵氧化層防護能力和通道完整性，即使在經歷 10 萬次重複電感性切換測試 (RUIS) 後，其參數仍能維持在正常水準。

