

## 工業 4.0 之應用篇

# 自動化 ≠ 智慧化 創建跨界價值網路是關鍵

■文：任苙萍

消費端勢力崛起，促使製造業者不得不正視以下情境：一是供貨以「少量多樣」為依歸，產品生命週期大幅縮短；二是消費傾向多變，訂單可能瞬間湧入、但也可能迅速進入真空，市場起落劇烈。這些，都讓工廠智慧化如箭在弦，更被德國視為國家級戰略目標（為 Smart Product 的一環），尤以 IoT 與服務範疇為重，不只希望將智慧工廠（Smart Factory）打造成一個會持續自動優化的「有機體」，更把觸角延伸至上、下游，將所有價值系統橫向水平串聯，同時就特定領域做縱向垂直連結，雙主軸並進、精密控管進料到交貨的 end-to-end 數位資訊。

以為電子商務正夯，製造業已是過去式？那可大錯特錯！美國為創造就業機會並重返製造領先榮耀，自 2011 年就力挺製造再起，陸續發佈先進製造國家戰略計畫、先進製造夥伴計畫（AMP）與國家製造創新網絡（NNMI）等框架；其中新近出爐的 AMP 2.0，特意將「製造業資源如何有效匯集」列為重中之重。無獨有偶，中國製造

2025 亦放眼產品生命週期、系統架構和價值鏈三大面向，除試圖制訂機台互連協定，亦積極擘劃基礎通用、工業軟體、工業大數據、工業雲服務、服務型製造、工業物聯網及工控安全等國際標準，待具體成果問世，勢將舉足輕重。

## 西門子：設計、製造到售服，全程數位化

身為工業 4.0 發起者之一的西門子（Siemens），對此議題無疑有最切身的體會。Siemens PLM Software 全球副總裁兼大中華區董事總經理梁乃明表示，德國普遍認為工業 4.0 是由「智慧製造」主導的第四次工業革命，旨在利用資通訊技術和「資訊物理系統」（Cyber-Physical System, CPS）等手段，讓製造業朝智慧化轉型；新時代工廠將能自行運轉、零件與機器可相互交流，主要體現在「智慧工廠」和「智慧生產系統」兩方面；前者著重生產系統、過程和網路化分散式生產設施，後者講究整個生產物流管理、人機互動及其他技術

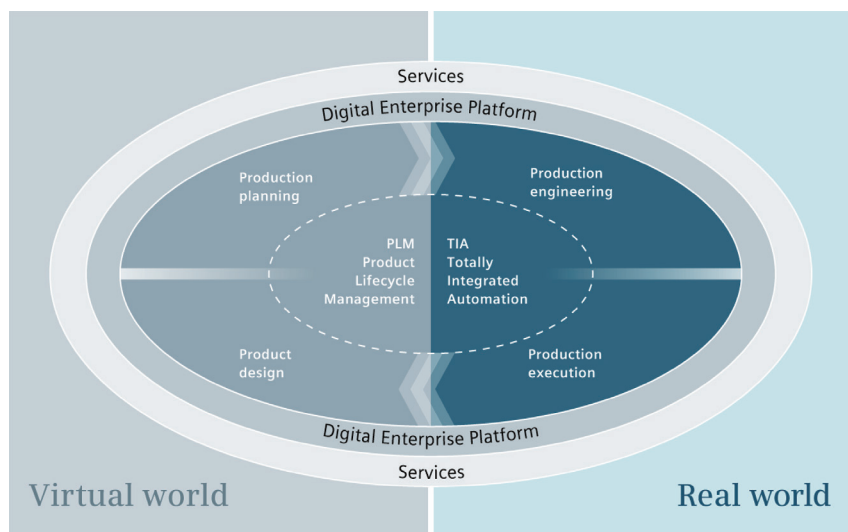


照片人物：Siemens PLM Software 全球副總裁兼大中華區董事總經理梁乃明

在製程中的應用。

工業 4.0 涵蓋產品設計、生產規劃／工程／執行、售後服務等所有製造環節。梁乃明指出，透過建構 CPS，產品生命週期中的全部資訊、製程每個步驟所需資訊都可輸入系統，不僅顯著提升生產效率，還能實現更靈活、智慧的製造，並節約能耗物耗，迎合環保要求。他特別強調產品從設計到製造「全程數位化」的重要，意在貫

圖 1：西門子提供的是智慧化的產品／生產生命週期，包括：合併虛擬世界和現實世界、為產品的生命週期建立數位化平台、在產品的生命週期之間共用知識



資料來源：西門子網站

穿企業研發管理和車間廠房的資訊流，讓研發、測試、模擬到組裝一體化，避免淪為資訊「孤島」。在數位化基礎上，引進其他新思維和高科技到生產過程中，例如：柔性製造、互聯網+、3D 列印、工業機器人、物聯網等。

梁乃明認為，工業 4.0 不一定會為消費大眾帶來更便宜的產品，卻可買到更好的品質和服務；而製造業者亦需提高產品研發能量、加速產品上市。在此變革下，對「設計創新」的重視將超越生產流程，另上下游供應商也須具備研發創新能力，以及與領先企業對接的數位化水準；甚至在生產過程可借助數位化平台全球協作，生產高複雜度產品。今後消費者與企業之間的溝通更加高效，消費者決策將決定企業動向、甚至參與新產品設計；透過數位化方式，客製化產品與規模經濟不再互斥，同時滿足消費者的特性需求與企業的快速生產。

梁乃明相信，這將為未來產業帶來更多靈活性和豐富性，有助拉抬整體產業水準，產業生態系統亦將更加完善。他指出，現今很多企業雖然已經模組化，但各自還是獨立體系，沒有很好的承載平台共享資料，尚未全面智慧化；西門子基於自有 Teamcenter 軟體的產品生命週期管理 (PLM) 系統——「數位化企業軟體套件」(Digital Enterprise Software Suite, DESS)，作為製造業數位化的基石，協助企業搭建「製造資源平台庫」，匯整所有工序並建立模擬體系——小到零件加工的類比模擬、大到機器人融合模擬。

工業 4.0 的願景是在數位化企業平台進行縱向和橫向全面整合，工廠、材料、產品全面智慧化，形成一個自組織、自運轉的 CPS 與「機器社群」，當中成員能自動交換資訊、談判、優化。西門子集團憑藉雄厚的工業自動化和驅

動技術基礎，借助 Siemens PLM Software、MES(製造執行系統)和 TIA(全整合自動化)產品，可築夢踏實：以 PLM 實現設計和製造融合、MES 實現拉式生產和準時生產、TIA 實現看板生產／混線生產／快速換模／連續流生產等，是少數有能力全方位整合工業軟體的供應商。

## 鼎新：工業 4.0 是一個「疊加」的過程

同樣看重 CPS、曾輔導無數製造業落實智慧生產的 ERP 資訊服務商「鼎新」則認為，工業 4.0 關注的不僅企業內部的設備自動化，更擴及企業間價值網絡的智慧製造、消費和服務互聯網、乃至人際網絡大範圍整合。這是一場由消費者所趨動的產業革命，而非由新技術發明而催生，因此整合現有物聯網、智慧機器人、大數據及雲端技術等成熟應用，讓「大規模個性化商品」得以現代生產技術問市，才是工業 4.0 真義。它非單指工具、產品或技術，而是一個「疊加」過程、一種具體實踐手段。在互聯網競爭態勢下，無法互聯重組的企業，將成生態圈的孤兒！

鼎新 E 電子事業部總經理潘泰猷揭示「智慧工廠」願景在於：  
1. 隨需而製——少量多樣、零庫存、快速達交；2. 智慧製造——創新營運智慧排程、零停機待料，從規劃、投產、監控、品質驗收及出貨，減少營運成本浪費；3. 增強營運核心——若無法產生利潤或具體



照片人物：鼎新 E 電子事業部總經理潘泰蘇

圖 2：鼎新累積三十年成功運作案例，轉化成智慧製造的一體化價值服務模式

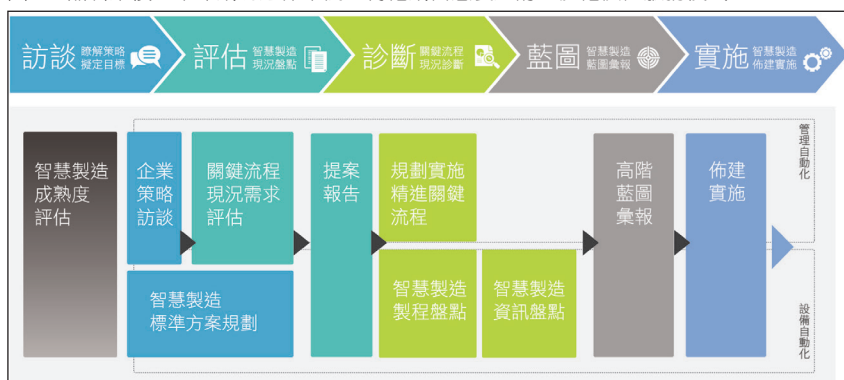
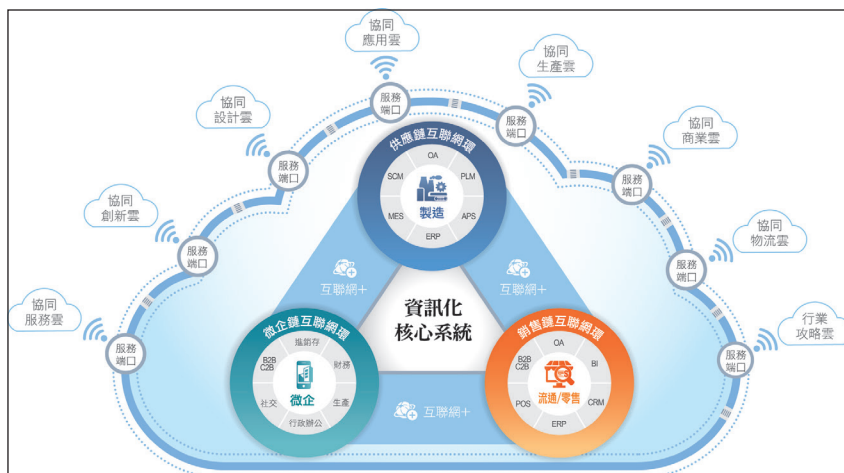


圖 3：鼎新實現「智通天下」的發展路徑：一線、三環、互聯



提升競爭力，則是無效措施；4. 節品。他進一步說明，要穩住和開拓能永續——製造理念被認同的產市場競爭力，必須發揮  $1+1>2$  的

跨界融合「綜效」，包括與電商全通路接軌，以掌握創新商業模式契機；未來具備「隨需而至、隨需而製」能力者，最終將擁有消費者。

潘泰蘇指出，互聯網運作顛覆原先商業運行秩序，若能借助網路連結、組合企業碎片化資源，運用各種技術與平台串接生產、消費兩端，縮短供需距離並重構雙方關係，將是決定企業重生的關鍵時刻。真正的智慧生產有賴銷售端資料準確性，以及生產資源的即時供應；欲達成「提升營運核心競爭力」，必須回歸如何精進營運本質。工業 4.0 是一條漫長的革新之路，企業不太可能在初期就投注大量資金在新廠建置；但傳統工廠欲尋求升級，在設備自動化、數位化、聯網化的整合過程將充滿挑戰。實體生產速度越快，更需要精密的運籌計畫。

資源分配的優先排序、資訊串流、生產排程、工程變更等問題，皆需全面規劃以優化產銷流程。因此導入前，鼎新強調須對業者進行需求盤點，了解缺口為何？營運重點是否與缺口一致？與競爭對手是否存在落差？後依其營運流程及智慧化程度分成 L1 人工電子化、L2 半自動化、L3 全自動化、L4 智能化等四等級，就評量結果解讀需求者的領先／落後項目，給予建議、並確立目標達成指標和監控預期成效，提供「智慧製造一體化價值服務」；讓企業在轉型自動化、智慧生產到智慧互聯的同時，建立找瓶頸、尋原因、給建議、建衡量、續追蹤的系統方法。



面向互聯網+工業 4.0 新時代，鼎新 2014 年就開始佈局「智慧製造、全通路零售、微企互聯網」三大戰略方向，協助用戶創造「應用價值」；並於 2015 年升級成「一線、三環、互聯」戰略——「一線」指透過資訊化系統，設定智慧化成熟度模型，增進企業內部資訊的通透度與效益，以「通企業之能」；「三環」指構建供應鏈互聯網環、銷售鏈互聯網環、微企鏈互聯網環三大環，向外拓展雲端應用；最後經由「互聯」，實現產業資源分享與協同。該公司 T100 企業智慧雲平台即為代表作之一。

## 研華：呼朋引伴，結盟構築生態圈

有別於平台供應商的 Application Ready 準系統策略，主張「智聯工廠、智能設備為工業 4.0 雙引擎」的研華科技，挾著擁有逾 6,000 種廣泛產品優勢，在 2010 年便立志成為「智能地球的推手」；近年更不斷強打 SRP (Solution-Ready Package) 意象，直搗用戶端「最後一哩」的實務應用。該公司工業自動化事業群大中華區副總蔡奇男以「順勢而為、大勢不可違」來形容工業 4.0 的義無反顧，因為若無法全程嚴格把關，其間一旦出問題，企業必須付出更大代價來解決；加上網路推波助瀾，「互聯網+」的客製型態蓬勃，全面感知、可靠傳遞、智能運算已勢在必行。

比較不同地理區的工業 4.0



照片人物：研華工業自動化事業群大中華區副總蔡奇男

概念，蔡奇男歸納出幾項共通點：

1. 涵蓋現場 OT、IT 到 DT(Data Technology) 的數據整合與關聯分析；2. 技術只是手段或過程，競爭力才是最終聖杯——這點與前述資訊服務商的觀點不謀而合，品牌企業和大規模生產的代工廠為市場兩大推力；前者基於品質和交期考量，後者需要精準數字化管理及計

算以彰顯效能，而如何將現有設備升級並改造，並提煉數據價值和分析將是首要課題。為此，研華提出六大模組因應：設備自動化、設備監診與效益優化、機台監診與預防保養、MES 整合及生產履歷、廠務能源管理、廠務環境監控。

蔡奇男解釋，具備自我管理、學習和連網能力的設備，才稱得上「智能」二字；他建議設備廠能主動關懷、協助老客戶佈署連網，甚至新闢設備服務的營運模式。研華冀藉由開放多元智能控制系統、組織 WebAccess+ 會員聯盟、產學合作與培育人才，協助產業無痛升級；因為工業 4.0 牽涉到許多技術融合，需要群聚效應共襄盛舉。但它並非大廠專屬品，經由共享經濟，即使是資源相對缺乏的鐵皮工廠也能參與。當務之急是釐清為什麼要做？從何處著手？蔡奇男分享，最好先找出關鍵問題及根源，並設法解決，不要急於東拼西湊，以免形成另一困擾。

從自有 WebAccess 監控軟體

圖 4：研華相信，儀表板是最佳可視化呈現方式



資料來源：研華網站

出發，研華據以擴增智能儀表板、開放式介面等功能，再予以標準化打包成中間件，慢慢形成物聯網應用平台，可提供超過 150 個開放介面供聯盟夥伴使用，只要將設備連上網路，該平台馬上可自動偵測、展開溝通，並將設備配置、資料庫主動上傳雲端。目前繼續朝與大數據資料庫整合、分析的方向前進，為商業用途及機器學習暖身，希望協助系統整合商將營運模式從「專案式」轉為「常態服務」。該平台內建多項應用程式介面 (API)，方便整合外部軟體，另有整合開發環境 (IDE) 工具，可拖拉式簡易操作，降低開發障礙。

## Universal Robots：專注本業，整合交由第三方加值

有標榜整合服務、相對就有選擇專注技術本業者。於 2005 年創立、為「協作型機器人」先驅的 Universal Robots (UR)，致力讓機器人技術走進中小企業。該公司亞太區總經理 Shermine Gotfredsen 表示，工業 4.0 說穿了，就是推行「智慧工廠」，透過物聯網和服務網路，模擬人們與系統在實體世界的工作狀況；理念雖好，但如何落實？要花多久時間？才是重點。他指出，在亞洲往往始於自動化（特別是東南亞），與工業機器人的協同工作已成普遍共識，不過仍在「學習階段」。

UR 相信，要成功導入工業 4.0，必須先從積極佈署機器人和



照片人物：Universal Robots 亞太區總經理 Shermine Gotfredsen

自動化製程開始。就他們觀察，相較於歐美工業 4.0 已起跑，亞洲有待急起直追、讓製造業者願意邁開自動化的第一步。隨著科技推陳出新，Gotfredsen 主張製造業應重新視人力與機器之間的關係，兩者並非對立取代、而是可協同作業；尤其是符合 ISO/TS15066 安全規範的設備，更容易與人們在同一個工作空間中共處。該規範為 2011

年公佈的 ISO 10218「工業機器人安全要求」標準補充，聚焦於「協作型」機器人，協助系統整合商在安裝時進行設計與風險評估，包括分析身體各部位在機器人速度、壓力及衝擊下的疼痛門檻，找出人類與機器人的安全互動方式。

UR 是 ISO/TS15066 安全規範的起草者之一，強調產品具備八項可調式安全功能：關節位置與速度、TCP 位置、方位、速度與力道，以及動力和機器的電力，符合該規範四大要求：1. 安全等級的受控制動；2. 可由人直接操作引導動作；3. 警戒區域動作調控、自動減速；4. 在一定範圍內，機器人的力道和功率應設限。Gotfredsen 說明，機器人只是協同應用之一；從社會效應思考，UR 協作型機器人可承擔風險且容易掌控，尤其適用於智慧工廠，可與人類工作環境互補。這些輕量級的小型機器人為工作者提供彈性，易於在短時間內移動與重置。

圖 5：UR 協作機器人手臂沒有惱人噪音，且無需安全防護裝置



UR 主要產品為六軸關節機器人手臂，依負重及工作半徑不同，共有 UR3、UR5、UR10 三款，具備多個 I/O，易於與外部機械無縫整合，填補全手動裝配與全自動生產線中間的空白。操作簡單且無需編程經驗，一般技術人員均可操作，特別適合小規模生產，或工業大廠導入先進製程前的試產作業。此外，UR 機器人可全天候在沒有燈光的生產環境中獨立工作，過程中無需人力監管。問及跨平台溝通問題，UR 表示他們只專心於開發、製造機器人工作，至於系統整合工作，則交由經銷商提供加值服務。

## 結論

「製造業服務化」已是眾望

所歸，與通訊網路結合、打通產銷經脈的「系統式」解決方案各據山頭、雄霸一方，「製造資訊可視化」地位日隆。過去，要改善工廠製程，多仰賴人力觀察和分析，如今則是倡導將自動感測資料以類似汽車儀表板的圖像呈現，讓所有資訊一覽無遺，便於管控。於是，把製造的物理現象變成 IT 行為的 CPS 正大行其道，但如何將亂無章法的分散資料，經過適當組織 (organize) 成有用資訊才是精髓所在；單是把一堆不明究理的龐雜資料丟到終端，若輸入的是垃圾數據，也只能獲得 Garbage in, garbage out 結果。

以前要接取網路資訊只能枯守在電腦單機前，現在已能透過手

機等行動裝置遠端管理；而物聯網的來臨，更進一步將網路的單一節點推向異質技術整合，也讓資安和隱私備受關切。在享有便利的同時，是否也意味著商機將失之毫釐、差之千里，甚或分秒必爭？工業 4.0 非一蹴可幾，從本期一系列專題訪談發現，各家大廠不約而同將幾個關鍵字掛在嘴邊：客製化、即時性、物聯網、生態圈、跨平台、異質整合與全流程數位化，或許正為工業 4.0 給了精闢註解。至於要選用元件、平台或直接從「幾近成品」切入，端視個別需求和資源秉賦而定。CTA