

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：任莖萍

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

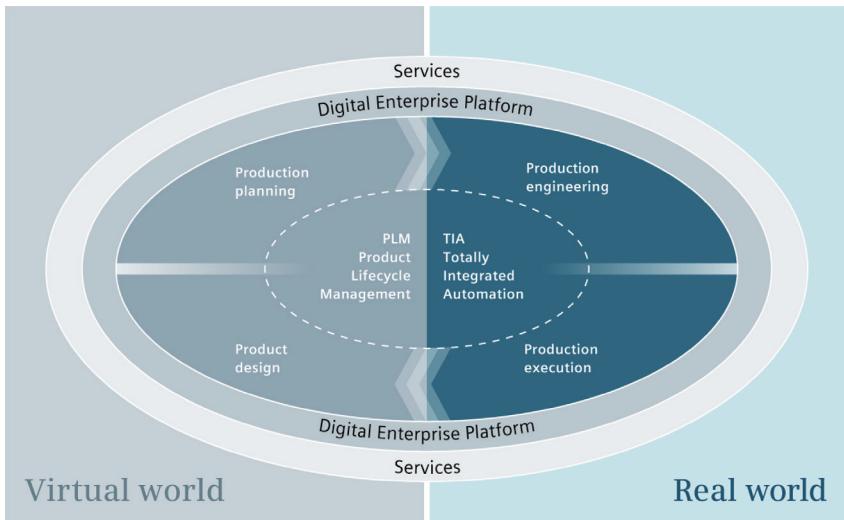


照片人物：Siemens PLM Software 全球副總裁兼大中華區董事總經理梁乃明

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龢揭示「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獻

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

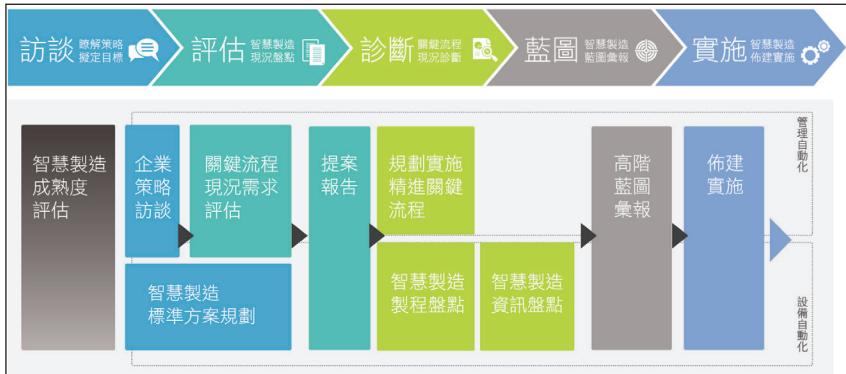
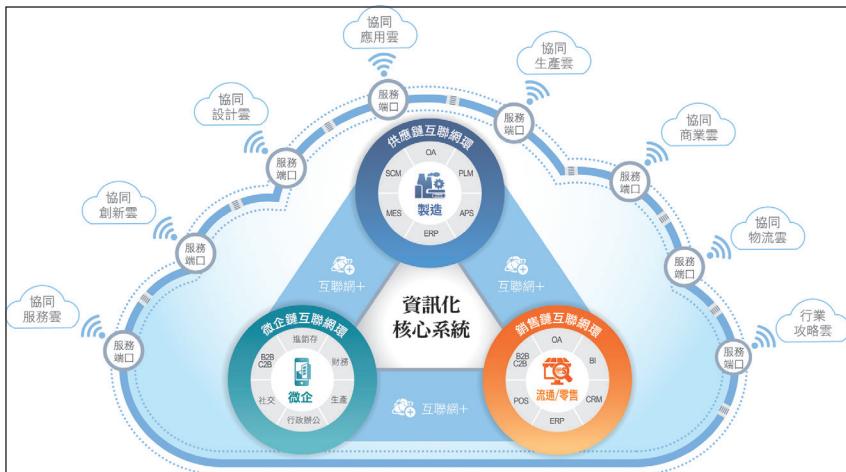


圖 3：鼎新實現「智通天下」的發展路徑：一線、三環、互聯



提升競爭力，則是無效措施；4. 節能永續——製造理念被認同的產

品。他進一步說明，要穩住和開拓市場競爭力，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。

潘泰獻指出，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 奉涉到許多技術融合，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

Evolving Data Control Software to HTML5 Business Intelligence Dashboard

The advertisement features the title "Evolving Data Control Software to HTML5 Business Intelligence Dashboard". Below the title, there are three images of different devices: a large computer monitor, a tablet, and a smartphone, all displaying the same industrial data visualization. The monitor shows various graphs and charts, while the tablet and smartphone show more simplified versions of the same data. The WebAccess logo is prominently displayed in the center.

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」已是衆望

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 紿上了精闢註解。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