

生產力4.0

台灣產業轉型升級的契機

文 / 王興毅

一、強化製造業競爭力已成為主要國家重要經濟政策

面對全球製造業環境變化，以及個別國家本身的製造業外移、工作職缺大量減少，人口老化使勞動人口數銳減，產業面臨其他國家競爭等諸多因素，美國、日本、德國、中國大陸、韓國等國家在近幾年都開始擬定、實施新的製造技術發展政策，以期維持或提升國家製造業競爭力。

(一) 美國

美國在2011年啓動先進製造夥伴計畫（AMP），希望透過在產、官、學、研界之間建立緊密合作關係與網絡，加速先進技術研發與提高商業化成功機率，並配合其他製造業回流政策，重新建立美國國內製造業能量，以及創造更多優質工作機會。AMP以智慧製造、數位製造、積層製造（3D列印）、產業機器人等11個主要技術領域作為跨領域技術研發項目。美國後續在2014年底推出新的產業推動政策（AMP 2.0），將促進創新、保障人才供給與改善商業環境列為後續三大重要策略。

(二) 德國

德國產學界在2013年4月正式提出工業4.0

（Industry 4.0）執行建議報告，期望德國透過創造新的工業4.0技術與應用市場的雙主軸策略，成為智慧製造領域的全球領導國家，以維持德國在未來20年內的製造業競爭優勢。工業4.0希望透過融合資通訊技術應用，持續增加製造業在水平整合與垂直整合兩方面的數位化程度。工業4.0涉及先進製造技術包括智慧感測技術、先進製造系統、能與人協同合作的機器人、自動載具、積層製造（3D列印）、先進材料、物聯網、巨量資料、雲端運算、網路安全等；其具體應用是以網宇實體系統（Cyber-Physical System, CPS）為核心的智慧工廠（Smart Factory），並結合服務網際網路（Internet of Service），協助德國製造業達成智慧生產、綠色生產、都市生產的永續生產願景。

(三) 英國

英國技術策略委員會（TSB）在2012年提出「英國高值製造未來景象」策略報告。為推動高值製造發展，英國選擇與資源效率、製造系統、製造程序、材料整合與商業模式有關的22個核心競爭技術作為投資標的，以確保能在橫跨多重全球市場區塊中獲得促進高值經濟影響的最大潛力。英國政府的具體措施包括成立高值製造推進中心（High Value

Manufacturing Catapult），使產業界在新技術商業化過程中，能在先進設備與人員技能資源方面獲得支持。

(四) 日本

日本在2014年公布「新策略性工業基礎技術升級支援計畫」，內容包括：鼓勵中小企業積極投入技術研發及有效利用其產出成果，促進中小企業、微型企業、終端產品製造商，及學、研單位等進行從研發到試作流程的合作，協助基礎工業技術升級。同年公布的「3D列印製造革命計畫（2014~2019）」、「製造業白皮書（2014年版）」與「機器人開發五年期計畫（2015~2019）」等，則將發展3D列印、智慧機器人、環保車輛與再生醫療等領域技術列為重點。2015年6月9日，日本經產省在2015年版製造白皮書中特別指出，為因應德國工業4.0與美國AMP，日本企業必須跨越企業和行業的壁壘，強化『橫向合作』，並加強利用巨量資料分析、人工智慧和物聯網等技術來改革產業結構。

(五) 韓國

韓國政府在2014年7月提出「製造業創新3.0政策」，以創造整合型新製造業、加強主力產業核心能量、製造業創新基礎高度化作為政策目標。韓國計畫投入1兆韓元（約9.86億美元）預算（政府投資30%，民間投資70%），組成智慧工廠推動團，在中小企業與中堅企業製造現場，建構融合IT、軟體、物聯網的訂製型生產系統，並在2020年前協助1萬家工廠「智慧化」。將工程、設計、嵌入式軟體等製造業三大軟實力與材料零組件產業連結，以育成全新的創新產業。

(六) 中國大陸

中國大陸在2015年5月公布「中國製造2025」規劃，期望在2025年成為全球「製造強國」之一。規劃中提出九項戰略任務，聚焦新一代資訊技術、航太航空設備、高端船舶和海洋工程等十大產業，並主攻

「智慧製造」，實施國家製造業創新中心建設等五項重大工程，以期讓技術創新成為裝備製造業發展核心。大陸期望透過10年的發展，達到：由製造轉為創造；由速度轉向品質；由產品轉向品牌等三大轉變。而達成此一目標的主要途徑，就是透過資訊技術與製造技術深度融合，實現數位化、網路化、智慧化製造。

二、台灣需要提振製造業生產力與企業競爭力

為因應國內製造業發展面臨的諸多問題，以及國際製造環境變化所帶來的挑戰，同時也要確保台灣未來能在各國新一波製造業競爭力發展競賽中能立於不敗之地，行政院科技會報辦公室結合經濟部、科技部、教育部、農委會等單位，在2015年6月4、5日舉辦「行政院生產力4.0科技發展策略會議」，並邀請國內產、學、研界人士與海外專家共同參與。生產力4.0在製造業發展上的願景是推動台灣成為亞太優質生產力典範。具體目標則是提高製造業人均生產總額。2013年台灣製造業人均生產總額為新幣611萬元，希望2020年能達到新幣800萬元，2024年提升60%達到新幣1,000萬元。

生產力4.0核心技術願景為：結合網宇實體系統（CPS）、機器人、巨量資料及智慧聯網技術，打造產業發展全方位系統整合解決方案。未來的發展目標包括：深耕感知、網路、應用三層架構之生產力4.0關鍵核心技術，建立開放式之生產力4.0應用服務平台，聚焦製造業、商業服務業、農業三大應用領域，發展完整智慧化解決方案，培養具國際競爭力之系統整合產業能量。

在與製造業有關的生產力4.0技術發展政策方面，經濟部提出的主軸策略與具體行動措施包括：

- (一) 鏈結先進工業國家：辦理各種國際技術交流活動，促成國內外業者合作；規劃留才配套措施，引進國外專家，累積台灣廠商能量。
- (二) 健全產業發展環境：運用政策工具，引導廠商投資相關設備及技術；強化產學連結機制，培育跨

領域專業人才；建構人與機器、環境及資訊的網路通訊安全環境。

(三) 催生產業跨域服務團：聚焦台灣重點產業為試練場域，提升關鍵設備、零組件、軟體及系統整合服務之自主能量；建立整體解決方案，提供諮詢診斷服務。

(四) 發展產業創新營運模式：選定重點產業之中堅企業及其供應鏈，建置創新製造服務示範案；發展生產力4.0永續及創新營運模式。

(五) 促成產業典範移轉：辦理示範案觀摩與推廣，形成典範擴散移轉；串聯供應鏈、系統與服務廠商，提供全方位服務。

在生產力4.0相關的技術領域中，主要包括物聯網、巨量資料分析與智慧型機器人（圖1）。而這些技術在製造業上的應用平台則是以網宇實體系統

（CPS）為核心的網宇實體製造系統（CPPS）。

三、德國工業4.0應用方案與台灣智慧製造商機

(一) 德國工業4.0應用方案

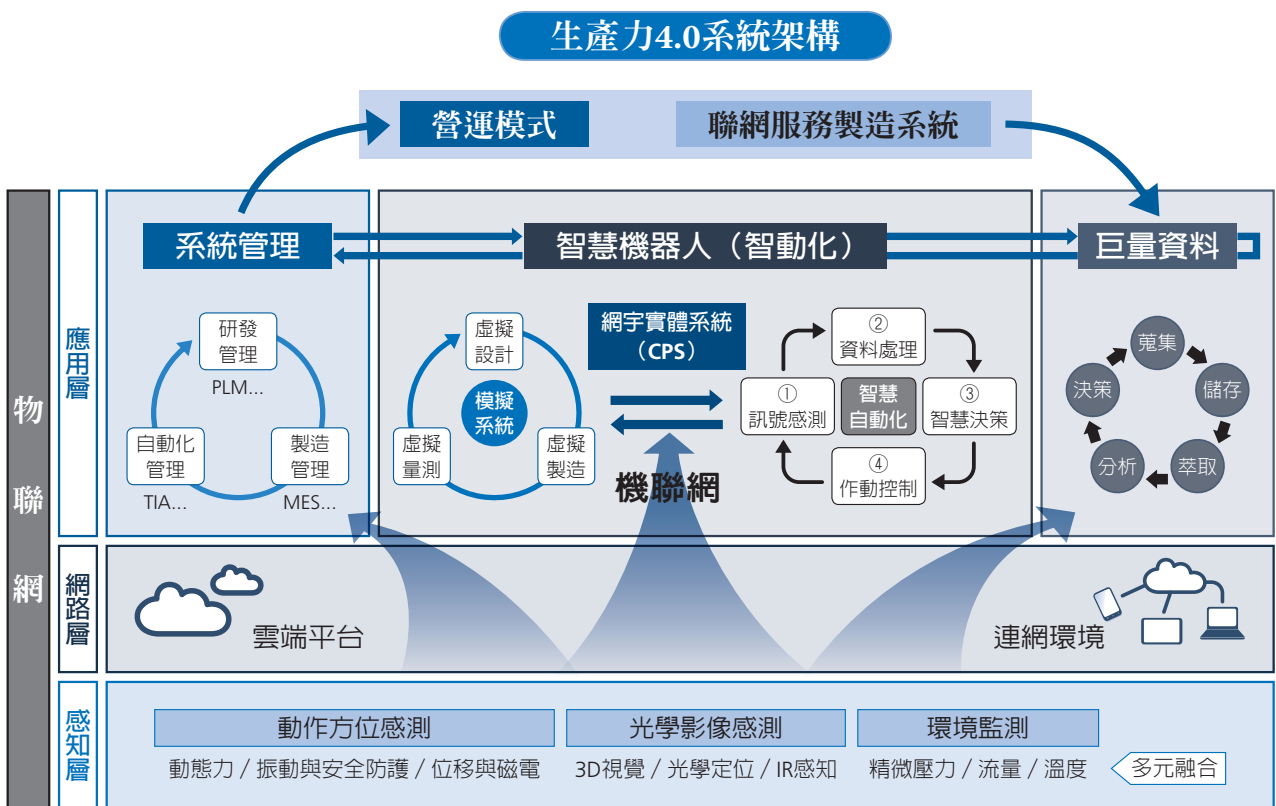
德國產研界目前正在積極發展多種創新的智慧製造技術與系統，以因應工業4.0時代的新製造模式需求。以下是兩個案例介紹：

1. SmartFactory

SmartFactory是德國一個智慧工廠技術研發與系統展示平台組織，成員包括Festo、Rexroth（Bosch group）、IBM、Cisco、ePlan等多家自動化軟體廠商。在2014及2015年4月的漢諾威工業展中曾展出智慧工廠模組。SmartFactory展出的示範製造系統包括：點對點有線與無線通訊架構，個人化產品加工資

圖1 生產力4.0在製造業領域應用架構

資料來源：經濟部工業局（2015年5月）



備註：PLM（Product Lifecycle Management）；MES（Manufacturing Execution System）；TIA（Totally Integrated Automation）

訊傳輸應用，資通訊界面安全，製造模組品質控制，企業資源規劃（ERP）系統應用，產品生命週期管理（PLM）（圖2）。

2. 德國Festo公司

Festo是全球知名的自動化零組件與系統整合廠商。在2015年漢諾威工業展中，Festo展出一套智慧工廠示範系統，包括：模組化產線包括機器人上下料、自動組裝、自動檢驗等功能，並使用裝設RFID資料傳輸與讀取及光學ID辨識裝置的零件傳送盒，形成智慧設備、智慧產品與智慧製造流程（圖3）。

(二) 台灣在智慧製造領域發展機會

智慧製造應用在逐漸發展與擴散過程中，將可為台灣相關設備與系統領域廠商帶來多種層面的新商機：

1. 零組件廠

- (1) 關鍵零組件
- (2) 整合感測器與通訊元件之智慧化零組件
- (3) 協助建構智慧產品之零組件
- (4) 智慧控制系統
- (5) 智慧感測器 / 模組

2. 整機廠

- (1) 監控、智慧健康診斷、智慧能源管理之設備與系統
- (2) 直接數位製造設備
- (3) 結合自動化上下料、加工（或組裝）、精密量測之彈性化生產單元
- (4) 隨插即用設備
- (5) 多元化人機介面

圖2 SmartFactory展出各成員公司智慧工廠應用技術與系統



資料來源：工研院IEK（2015年4月）

- (6) 智慧加工app
- ### 3. 整機廠及自動化系統整合公司
- (1) 智慧自動化系統整合
 - (2) 數位設計與製程模擬系統
 - (3) 虛擬真實系統開發
 - (4) 製程知識庫建構
 - (5) 網宇實體系統（CPS）建構



圖3 德國Festo公司工業4.0智慧生產線展示機台

裝設RFID的零件傳送盒



資料來源：工研院IEK（2015年4月）

四、台商需掌握智慧製造發展契機

- (一) 台灣製造業有堅實的基礎，但是受到產業別、核心製程、企業規模、營運策略等因素影響，各企業在自動化、智慧化及資通訊技術應用層次與領域方面有相當大的差異。未來在推動生產力4.0過程時，也必須考量這些差異，依個別產業與企業特性，擬定循序漸進的技術發展與應用方案。
- (二) 面臨工業4.0帶來的智慧製造、智慧工廠發展趨勢，台灣需要依據業界需求與實際研發能量，擬定適當的技術、產品、系統及服務發展策略規劃，同時藉由明確的成功應用典範與可執行的技術、產品、系統、服務、商業模式引入與建置方案，使國內企業加速使用新興資訊化與數位化工具的意願能獲得提高，並進一步促使生產力與競爭力提升。
- (三) 工具機與零組件、自動化零組件與系統整合、製造能量建構、供應鏈整合管理是目前支持台灣製造業的核心能力。未來需要進一步結合台灣在IC設計與製造、微機電元件製造封裝、資通訊元件製造與軟/硬系統整合等方面的技術能量，讓產業界在智慧感測器、智慧機器人、數位製造與模

擬、智慧工廠、物聯網硬體與軟體、物聯網製造服務應用平台等智慧製造技術與產品領域，建立市場競爭力並成為促進台灣整體製造業發展與成長的新一波驅動力。

- (四) 目前台灣製造業廠商在中國大陸的經營正面臨薪資快速調漲、缺工、產業結構調整、優惠待遇取消等不利因素。而面對這一波智慧製造風潮，中國大陸也已推出諸多相應措施。因此台商未來除了基於本身產業別與經營策略，進行適度的投資區域調整外，也應該掌握外部的兩岸政策性資源，從智慧機台、工業機器人與自動化周邊、物聯網、巨量資料分析、雲端運算等智慧製造技術領域中選擇能提振競爭力的項目，積極投入，透過建立自動化、數位化、智慧化製造能力與環境來建立獨特的競爭優勢。🌀

（本文作者為工研院產業與經濟趨勢研究中心機械與系統研究組組長）