

工業 4.0 使製造業升級

劉瑞隆

邁入 21 世紀後，人類的社會產生了結構性的改變，少子化和工資大幅提升的趨勢使得工廠自動化，以機器人取代工人投入生產，成為產業勢在必行的策略。

人類從早期的原生群居進展到農業社會，是史上的「第一波產業革命」。那什麼是第二波的產業革命呢？答案是：工業革命！1840 年，蒸氣機的發明帶來了全新的動力，讓過去認為不可能的事情變得可能，因而引爆了工業革命，工廠型態的大量生產變成了產業主流。

過去農村裡，在家織布，做帽子、衣服的人，如今都成為投入生產的工人，集中到工廠一起生產，相關的工廠管理

理論與實務也應運而生，最著名的就是泰勒（Frederick Taylor, 1856-1915）。泰勒在伯利恆鋼鐵工廠擔任工頭時，因指揮工人改變鑄煤的方法，使生產力大幅提升，讓他發現工作方法與生產力是有關係的，便提出相關的理論，奠定了在管理學界的地位，並被尊稱為「科學管理之父」。這一歷史故事至今仍為人所津津樂道，並被引為經典教材。

之後，就是著名的第三波產業革命。Alvin Toffler 曾提到「未來不是過去的延續」，其意是說過去習以為常，總認為是該這樣的事情，未來並不一定會如此，原因是事情發生的要素正在不斷地改變中。當生產要素改變了，結果當然就會不一樣。觀察 20 世紀發生的種種事件，在在印證了第三波的預言。另外，自工業革命後，因為有動力，且在工廠集中生產，大量生產使得產品的價格大幅下降，一般人都買得起，直接提升了人類生活的水平，讓人類的文明往前邁進了一大步。



自工業革命後，因為有動力，且在工廠集中生產，大量生產使得產品的價格大幅下降，直接提升了人類生活的水平。

邁入 21 世紀後，人類的社會發生了結構性的變化。一方面是工人的工資大幅提升，另一方面是在文明的國家裡，人們對生育養育下一代變得更加保守，也就是少子化和工資大幅提升的趨勢，使得工廠自動化，用機器人取代工人投入生產成為產業勢在必行的策略。因此，德國這個老牌的工業國家就推行了本文要談的主題—工業 4.0。

工業 4.0，或稱為「第四次工業革命」（我國稱之為「生產力 4.0」），是德國於 2013 年在其《高技術戰略 2020》中擬定的十大未來專案之一，投資金額預計 2 億歐元，用以促進德國製造業的電腦化、數位化和智慧化，最終目標是德國製造業的再升級。德國製造業原本就已領先全球，惟其資訊網路的發展卻總不如美國，這一專案的執行使其產業實力更如虎添翼。

以世界經濟論壇（World Economic Forum, WEF）出版的《The Global Information Technology Report 2016》為例，WEF 每年都會依據種種指標，針對全球各國（經濟體）的網路整備度進行評比與排序。在 2016 年的報告中，德國居全球排名第 15，美國則是全球第 5 名，差距仍大。因此德國希望能透過工業 4.0 的完整措施，在製造業裡加入資訊科技的因子，期能超越美國，擠身全球前 5 強。

其實自 2011 年起，全球各國相繼制定了各式的製造業升級計畫，包括：美國於 2011 年提出的「先進製造伙伴計畫」（Advanced Manufacturing Partnership, AMP 計畫），日本於 2013 年提出的「日本產業重振計畫」與 2015 年的「機器人新戰略」，以及中國大陸於 2015 年公布的「中國製造

2025」。台灣不遑多讓，也於 2015 年施行了「行政院生產力 4.0 發展方案」。諸多例子都彰顯了各國對製造業升級的重視，以及其對國家經濟的重要性。

美國於 2011 年提出包括「先進製造伙伴計畫（AMP 計畫）」等一系列相關政策，目的在促使製造業回流，振興美國的製造業，以及使海外投資能回流美國。藉由 AMP 計畫，政府結合產官學界，投資在能創造高素質製造業的職缺，並提升美國製造業國際競爭力的新興技術，投入的重點領域包括資訊、生技、奈米技術、醫療、航空等。這項計畫在美國總統川普當選後，益發堅定「美國製造業回流」的政策路線。

日本於 2013 年提出「日本產業重振計畫」，利用設備和研發的促進投資來重振製造業。2015 年又提出「機器人新戰略」，著重於人機共存的未來工廠，技術策略是發展感測器、控制與驅動系統、雲端運算、人工智慧等機器人，且讓機器人相互聯網，以因應日本高齡化社會的需求，期許重振日本經濟支柱的製造業，積極推動中小企業採用，最終目的在建立機器人普及的社會。

甚至，可能是日本永遠都不服輸的民族性使然，日本製造業組成 Virtual Engineering Community 與 NTT Communications 公司在 2015 年 3 月合作啟動一項工業 4.0 的研究，又稱為「日本版工業 4.1J」計畫，研究成果將向民眾公開。

談到製造業，當然不能不提到「世界工廠」—中國大陸。對岸於察覺全球資通訊產業的變革後，在 2015 年 5 月頒行了「中國製造 2025」方案，主管機關是工信

部，另由國務院相關部門組成「國家製造強國建設領導小組」，負責相關決策與統籌協調工作，其目標是到 2025 年，中國要擠身世界製造業強國。具體實施內容有：二化、創新並以人才為本、五大工程、十大重點領域等。

再看看台灣製造業的另一個競爭者——韓國。韓國於 2014 年 6 月發表「邁向實現創造經濟的製造業創新 3.0 策略」，提出三大策略、六大議題以促進產官學界的合作，強化製造業創新的腳步。

台灣的工業 4.0 政策相當務實，行政院於 2015 年 7 月正式提出「行政院生產力 4.0 發展方案」，鎖定台灣製造業十年產業轉型願景，等於是台灣版的「工業 4.0 政策」。這個方案以行政院推動的「智慧型自動化產業發展方案」為基礎，整合商業自動化、農業科技化發展進程，提出「生產力 4.0 發展規畫」。期能開發智慧機械、物聯網、巨量資料、雲端運算等技術來引領製造業、商業服務業、農業產品與服務的附加價值提升，同時發展人機協同工作的智慧工作環境，以因應高齡化社會工作人口遞減的勞動需求。

台灣的生產力 4.0 方案鎖定製造業的電子資訊、金屬運具、機械設備、食品、紡織，商業服務業的智慧零售、智慧物流及整合型服務，農業的生技農產業、精緻農產業與精準農產業等，共分 3 大領域推動生產力 4.0，利用智慧機器人鏈結物聯網及巨量資料技術推動產業轉型。這項計畫也包括人才的培育。值得一提的是，這是從產業需求作整體考量，著眼跨領域實務人才的培育，對產業應可發揮實質助益！

台灣的工業 4.0 政策相當務實，行政院於 2015 年 7 月提出「行政院生產力 4.0 發展方案」，鎖定台灣製造業十年產業轉型願景。

解決新世代工廠生產線多元性的做法

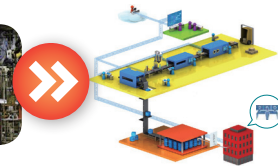
Technical Assistant 集中在控制室

1986



日本某公司就有機器人工廠，僅有少數人力負責處理例外事件

TODAY



Technical Assistant 都集中在控制室，配合相關管理制度

管理人員集中在控制室，提高生產效率及員工健康。（圖片來源：DFKI GmbH，凌群電腦整理，2017 年 1 月。）

解決新世代人機互動的做法

操作介面固定

BEFORE



由機台服務中心提供適用於不同習性使用者的 APP

TODAY



使用者導向，方便操作且提高生產流程的機動性。（圖片來源：DFKI GmbH，凌群電腦整理，2017 年 1 月。）

為什麼說工業 4.0 除了協助產業升級外，還可以對整體社會結構和人口轉變有所幫助？舉例來說，1986 年開始，日本一家公司就採用了「無人工廠」的生產方式，但是如果有例外事件，人員仍然需要進生

若能成功地把「自動化」的概念從小學就內化到教材中，讓國家未來的棟梁從小就思考、面對並掌握這個概念，其製造業必會成為全球的翹楚。

產線做現場處理。導入「智慧製造」概念的工廠後，所有作業員（或者應稱為「管理人員」）只需集中在服務中心或控制室監控，不用忍耐三急之苦，也不需吸入可能對人體有害的機台廢氣。

另一個例子是智慧製造採用了使用者導向的操作介面，由機台服務中心提供適用於不同習性使用者的 APP，管理人員或操作人員拿著行動載具，在一定距離內便可操控管理機台，不用再費時穿脫無塵衣便可管理、使用機台。從以往的「以人就機」，轉變成「以機就人」，方便性遠甚於從前。

無論是「工業 4.0」或「生產力 4.0」，因為全球人口少子化的趨勢是不會回頭的，全球化競爭的態勢也將更趨劇烈，我國產業升級的壓力和需求自然也迫在眉睫。面對未來如此高度自動化的社會，應抱持

何種態度與生活方式去迎接呢？筆者以為當務之急應是以教育為發展礎石！

全世界若有哪一國的政府能成功地把「自動化」的概念從小學就內化到教材中，讓國家未來的棟梁從小就思考、面對並掌握這個概念，這個國家的製造業必會成為全球的翹楚。很高興看到我國政府能大力推動生產力 4.0（工業 4.0），也嘗試向下扎根，在基礎人才培訓之餘，也能著眼於跨領域的實務人才養成方案，相信將嘉惠產業甚多。讓我們一起攜手共同參與台灣製造業升級大計，迎接台灣經濟的下一波巔峰！

劉瑞隆

凌羣電腦股份有限公司

