精明與聰明
– 人性化的工業 4.0

文/總編輯　陽毅平

精明(smart)和聰明(intelligent)意思相近，但仍有點差異，聰明是與生俱來的，精明是經過學習所獲得的能力，而聰明的人較有機會經過學習變得精明。工業 4.0 著重在精明的產品(products)、流程(procedures)與製程(processes)。其中的主角當然是最終的產品，工業 4.0 的產品特色是具有人性化的特質，如同一個人會問：人是怎麼來的? 人被造的目的是甚麼? 人活在世上，有沒有生命使用手冊? 人老了可以重生嗎? 人離開世界後，會到哪裡去? 工業 4.0 產出的產品，也會問類似的問題，因為它除了具有先天被造的聰明本質，也有後天學習獲得的精明才幹。

精明的工廠(smart factories)是構成工業 4.0 的關鍵，他必須具備處理複雜流程、高靈活度、及高效率的製造能力；在精明的工廠中，人員、機器、和資源之間的溝通，應該像社群網一樣的自然流暢。精明的工廠生產精明的產品，精明的產品知道他自己是怎麼被造的、他被造的目的是甚麼；精明的產品也會主導製程，例如它可以回答出「我是何時被造的?」、「 我的製程參數是甚麼? 」、「我應在何時出貨?要到哪裡去?」、「我何時需要維修?」等問題；精明的產品能夠有效銜接精明的運送方式(mobility)、精明的後勤補給(logistics)、精明的能源電網(grids)、精明的建築(buildings)，這些單元都以精明的工廠為中心，建構成未來工業 4.0 精明的基礎建設，形成整個物聯服務網(internet of things and services)，如圖 1 所示。

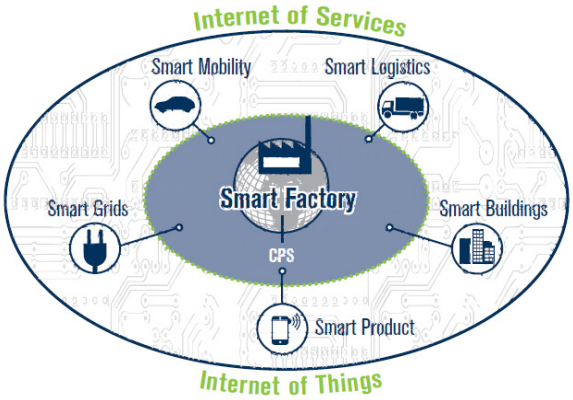

圖 1　物聯服務網中的工業 4.0 與精明工廠的角色 [1]

編/者/的/話

德國為了要維持他在全球的工業競爭優勢，因此啟動了工業 4.0 的革命，其願景有下列特徵：

- 製造的互動性：工業 4.0 將建立製造人員與製造資源間的互動，其中各地的精明工廠扮演關鍵角色，藉著網路連結數位和實體的世界，幫助工廠人員有效管理複雜的製程，使產品同時對顧客具有吸引力，又能獲利。
- 產品的自知性：工業 4.0 產出的是精明的產品，他們可以在任何地方與時間表明自己的身分，甚至在製造過程，他們就可以知道他們如何被造、為何被造、主要特徵、與健康狀態。
- 顧客的主導性：未來顧客對產品特殊的要求，都能匯入設計、造型、採購、製程、操作、與回收的過程中。未來的產品將是多樣少量，但仍能獲利。
- 員工的靈活性：員工將不再從事一成不變的工作，而會專注在具有創意與加值的生產活動，這些生產活動將會非常有彈性，直接依據不同客戶的需求而變化。
- 網路的擴充性：由於大數據的需求，網路頻寬和速度必須進一步擴充。

由上述的特徵，我們發現在工業 4.0 的網路架構中，使未來的商業模式具有高動態特性，然而，有許多問題需要思考與協調，例如在不同的公司中間會有財務、經營理念、可靠度、風險、權利義務、智慧財產權、關鍵技術保密等問題。德國在 2013 年對於 278 家公司做了一項調查，大部分是機械與製造產業，其中有 205 家員工少於 500 人。調查結果有 47 %的公司已經得知工業 4.0 的訊息，18 %的公司已經在規劃研究中，12 %已經開始執行。對於實施工業 4.0 最大挑戰的調查結果，147 家認為是標準化(standardization)，129 家認為是程序與工作組織規劃(work organization)，98 家認為是產品的可完成性，85 家認為是新的市場模式，78 家認為是機密技術的安全與保護，70 家認為缺乏技術人員，64 家認為是研究開發，42 家認為是訓練與持續的專業發展，30 家認為是規章制度。

由於挑戰性高，工業 4.0 的推動與執行將是一個長期的工作，其中最重要的產出當然是「精明的產品」，它在被造之前，工程師早已藉著數位模擬，看見他成形的體質，知道它被造的目的，並為它寫下操作手冊，而且將這些訊息，在製造過程中就告訴「產品」，好像將「產品」訓練成一個有生命的個體。更有趣的是，整個工業 4.0 的成功關鍵是「人」，古書對「人」的描述也像極了工業 4.0「精明的產品」：我未成形的體質，你的眼早已看見了。你所定的日子，我尚未度一日，你都寫在你的冊上了。在工業 4.0 架構下，若有「精明的人」，必能做成「精明的產品」。

【工業 4.0 小檔案】

工業 4.0 是德國政府的策略型計畫(strategic initiative)，屬於 2011 年 11 月公布的 2020 策略行動綱領的一部分，次年 1 月啟動。事實上，自 2006 年起，德國政府就在各部會間推動高科技研究與創新策略，目的是要穩固德國的競爭力，形成了目前的「2020 高科技策略」(High-Tech Strategy 2020)，這個策略集中在 5 個領域：氣候/能源(climate/energy)、健康/食物(health/food)、行動(mobility)、安全(security)、與通訊(communication)科技，由工業科學研究聯盟(Industry-Science Research Alliance)提出一個十年到十五年的中程科技發展目標，使德國在國際競爭下，仍可成為解決問題的領導者。

參考資料

[1] H. Kagermann, W. Wahlster, and J. Helbig, *Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0*, Final report of the Industrie 4.0 Working Group, National Academy of Science and Engineering, 2013.

■