

不經數位轉型 哪來智慧製造？

■文：任莖萍

自從德國於 2011 年喊出工業 4.0 一詞後，引發全球「智慧製造」追逐跟風。一路參與多項數位轉型工程的鼎新電腦觀察到：不少立志轉型的企業，意在透過自動化和數位化加強速度和彈性，好把失去的訂單再找回來。但他們不禁反思：像德國這樣的國家級戰略，是否真適合台灣？對此，受邀解題的清華大學講座教授簡禎富直言，台灣不適合一味追求無人工廠，而應聚焦於數位決策和人機協作，從簡單處做起、打好基礎再朝智慧化轉型；「高大上」的目標對資源有限的中小企業無疑是難以承受之重，故提出「工業 3.5」的混合策略與破壞性創新概念。

摒除形似而神非的仿效， 正視「公司治理」

簡禎富闡述，第一次工業革命的蒸氣機發明讓功率增加；第二次屠宰場的流水線啟發福特汽車將歐洲手工車轉為標準作業程序 (SOP) 組裝，進而提升規模報酬及產出率，並均攤、降低成本且讓品質更加穩定。就在這個時期，隨著規模變大、產業問題趨於複雜，



照片人物：清華大學講座教授簡禎富

1911 年，工業工程始祖之一的泰勒主張以科學管理方法解決。此外，嫻熟歷史的他留意到更深層的文化意涵：二次工業革命是因飽嘗前次成果的工業列強有向外拓展市場的需求，催生帝國主義興起、由戰爭作為序曲及謝幕——1840 年鴉片戰爭、1860 年英法聯軍，直至一次世界大戰爆發。

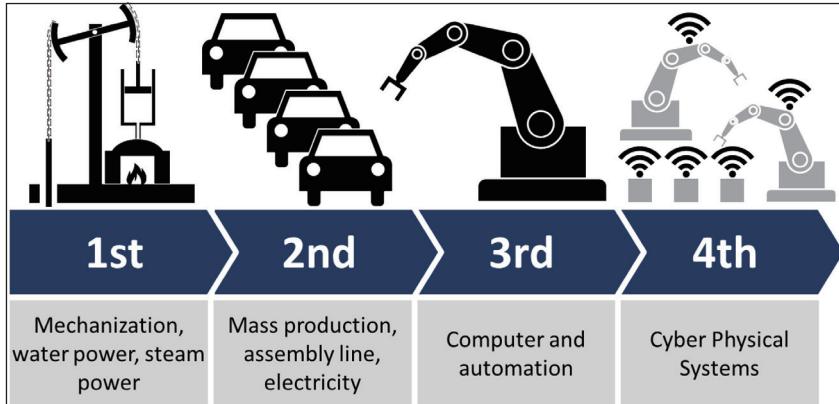
這段歷史有何啓示？簡禎富認為，一戰後掀起的五四運動之所以會推崇「德先生 & 賽先生」，已明確顯示「徒具其形、未得其神」的東施效顰是無效的，要發奮圖強依恃的不只是船堅炮利，更要緊的是

根本上的維新。如今的企業也需要推行新五四運動，形塑公司治理精神；全世界的硬體設備其實大同小異，「形而上」的軟實力才是決勝關鍵，包括控管數據流向。台灣沒有在產業源頭做莊的能力，「後端」才是價值所在，但在利用大數據做應用的同時，須留意「間接使用數據」之風險，前幾年曾有軟體大廠對上述行為追究責任的殷鑑不遠。

與其妄想一步到位，不如量力而為、出奇制勝

「科技越進步，意味著工作

圖 1：四次工業革命的精髓



資料來源：Christoph Roser at AllAboutLean.com：https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Industry_4.0.png

機會越來越少、產業型態也在改變，但製造業仍是先進國家堅守的領地」，簡禎富說。據估計，從中獲取的直接報酬率就有 2.5 倍，還有帶動週邊服務業的擴散效應。不過，歷史上每一次的工業革命都不是連續的，如今當紅的工業 4.0 也不可能一步到位、在 2025 年或某個時間點就鳴金收工，而是必須持續推動；尤其各地基礎建設與自動化程度不一，缺乏階段性策略就空談虛實整合系統 (CPS) 顯得不切實際，不如在現有基礎上先滿足部分智慧製造目標，例如，當初在 2G 架構下實現部分 3G 特性、曾盛行一時的「功能機」。

簡禎富評論，以前批量生產，換批只需重新設置即可，即使毛利低、但只要規模大，整體獲利仍很可觀；但演進至少量化的此刻，就未必有優勢。「短鏈革命」影響所及，量大適合水平分工、量少便輕裝上陣，一旦過剩都是負擔；基於總成本考量，「在地化」生產有其必要，而非將生產基地放在特定區域、以規模取勝。台灣應走

混合策略、做破壞式創新，新南向國家更需要「台灣工業 3.5」；先做轉換價值收割、向前走半步，就像當年聯發科技 (MediaTek) 憑藉「2.75G」—— $(2.5+3)/2$ 的 turn-key solution 參考設計及創建生態系，就順利降低研發成本。

工業 3.5：分散、開放、協作，「人」依然是主角

具體而言，工業 3.5 與 4.0 有哪些區別？簡禎富比喻，工業 4.0 猶如機器人，著重虛實整合、屬「集權式封閉系統製造平台」，最終目標是以機器人取代人的工作；但他力倡的工業 3.5，核心在於人和智慧機械的互動，屬「分散式開放系統協同合作」，旨在以人工智能 (AI) 強化人的機能，就像鋼鐵人一般。「智慧製造雖是機會之窗，但它十分講究實務操作 (hands-on)，沒那麼容易，且能搶佔先機的時間不多」，簡禎富疾呼。他指出，人才流失、教育機制失衡加上替代工具越來越強，我們只能揀擇

「容易摘的先摘」，再循序漸進。

今天，需求端少量多樣變動大、供給端資本支出高，為維持產銷平衡，不得不對價格、產量和營收做整體考量，企業應將心力放在「牽一髮而動全身」之處。曾借調到台積電擔任工業工程處副處長的簡禎富還強調「防微杜漸」比事後諸葛、亡羊補牢有用；諸如非流水線的半導體製程，特別需要借助大數據分析找出曝光顯影、蝕刻與變異的最適狀況。另一方面，不能只專注於抓問題，也要用心在取長補短與協作上，否則就如同身體內白血球過多，只知過度防禦卻無法再造新血，同樣不利企業健康發展，應秉持「大德不逾矩，小德出入可也」原則即可。

「數位原生」是最直接的手段，傳統產業受益尤大

鼎新電腦智能 + 研究中心專家蘇斌雄分析，科技、人文、社會變局，使每個板塊的角色都有重新競逐和爭取紅利的機會，而 AI 是以數據為基礎的統計分析應用，結合數據和創意會有加乘效果，前提是企業營運過程中，核心環節是否已被數位化記錄？「數位原生」是最直接的手段，因為時間是最寶貴的資源、也是最重要的資產；企業存在是為將本求利，數位轉型可分為四大軸線進行：1. 將主營業務線上化，並以 AI 突顯競爭優勢或創造服務差異；2. 將產品／服務置入新的元素；3. 連結生態系、增加黏



照片人物：鼎新電腦智能+研究中心專家蘇斌雄

著度；4. 資源匹配、智慧排程與閉環現場的智慧營運串聯。

伯鑫手工具特助、也是第二代接班人吳昌旻分享自身轉型經驗：對於一家成立於 1984 年的金屬加工老廠來說，工廠環境真的不是太友善，單是鍛造車間就得承受 1,200°C 的餘威；於是，他們很早就將人工拋光工序轉到越南。然

而因中美貿易戰的緣故，當地薪資福利上漲趨勢明顯，預估這種人力優勢頂多可能只有五、六年的好光景。吳昌旻表示，二十年前西進大陸產業已經歷過一波清洗，只剩利基型產品有能力留在台灣，伯鑫所生產的扳手就是具有全球第一的實力。他自評，伯鑫的成績是建立在產品特色、成本改善（精實生產）

與系統整合上。

向傳產推廣工業 4.0？事實是：許多業者都還停留在 2.5！

為精益求精，內部自 2016 年開始祭出獎勵措施做提案改善，三年間已達兩百多件，成功帶動正向的企業文化。在少量多樣趨勢下，公司來料有上萬個料號，故非常重視先進規劃排程系統 (APS)，以便隨時動態修正；除了物料清單 (BOM)，也要納入製程設定、標準工時和產線，才能使排程準確率達 85% 以上。之後再連結製造執行系統 (MES) 和 ERP 精算成本，回饋到訂價策略。「最初原本使用美國 ERP 系統，但缺點是只能就既有工單排程，且成本結算邏輯不符合台灣稅法，終於決定改換本土系統，近五年來獲利已成長 50～60%」，吳昌旻親揭內幕。

他並透露，其實許多傳產業者都還停留在工業 2.5，尚未做到全自動化；偏偏加工良率與人工使用量規的正確性有關，人為落差使報廢品的改善有限，以致延誤交期及增加重工成本。最好的方式是從源頭解決：1. 生產、檢測自動化；2. 寫入 MES 的統計製程控制 (SPC) 記錄；3. 即時回饋與調整。吳昌旻舉例，他們無意間察覺：輪班作業時常發生撞擊。細究原因發現：機械手臂夾取工件因重力關係，偶爾會因姿態不正而滑動、導致放到銑床時出狀況；加工若有毛邊，放到治具還會發生干涉。然



照片人物：伯鑫手工具特助吳昌旻

圖 2：鼎新智慧工廠解決方案



資料來源：鼎新電腦：<http://industry4.digiwin.com/>

而，這些問題一旦被克服，就會成為專有且可被複製的領域知識。

勇敢迎向轉型升級，後福無窮

更大的效益是，如此一來，亦可降低接單的「最少訂購量」

(Minimum Order Quantity, MOQ)

門檻，且自動化有助於「模組化生產」，便於在銷售市場就地供應，厚植搶單實力，相當值得投資。至於以哪裡為起點？吳昌旻建議，可從日常數據找出人力成本最高的部分下手。當地球上再也找不到廉

價勞力的地方，游牧式的供應鏈或將消亡；連番上陣的貿易戰，亦將打破生態成員的原有競合關係。為求生存，產業的轉型升級似乎已避無可避！與此同時，智慧機械也正全速前進，迎接屬於它們的光輝歲月。 

下期預告

Embedded Computing