

產業焦點評論

決戰東南亞！新加坡如何借力使力協助產業轉型

前言

新加坡即便在疫情打擊下導致出口衰退嚴重，但該國政府非但未退縮，還加緊腳步推動全產業數位轉型；鑑於其國土面積狹小、企業設廠空間有限，新加坡掌握製造業區域化的趨勢，透過完備的政策規劃、豐沛的數位人才，以及強大的投資基金，聚焦於建立全球技術研發中心，吸引國際科技大廠進駐，同時協助中小企業轉型。本篇介紹新加坡製造業數位轉型新做法，包含東南亞製造聯盟（Southeast Asia Manufacturing Alliance, SMA）、流程建立與維護計畫（Process Construction & Maintenance, PCM），以及企業啟動加速計畫（Corporate Launchpad Program, CLP）。

蘇翰揚

目錄

區域製造將成為國際製造業發展主軸	1
新加坡正成為亞洲智慧製造樞紐	3
結論	8
附錄	9

表目錄

表一、企業導入預測性維護五大瓶頸	5
表二、參與企業創新發展平台的國際創業工作室	6
表三、企業創新發展平臺成功案例	7

區域製造將成為國際製造業發展主軸

以戰養戰，還是以小博大？

「筍因落籜方成竹，魚為奔波始化龍」足以描述新加坡在產業數位轉型的投入。與以色列同為夾在大國中的國家，將自身打造為國際創新中心與技術重鎮為兩國共通生存方式。全國僅有 800 多萬人口的以色列，幾乎每日都必須應對駭客侵入，該國透過成立「電腦應急應變小組 (Computer Emergency Response Team, CERT) 應對 e 各種網路攻擊，豐富的實戰經驗使國防工業結合民用網路安全領域，帶動以色列資安產業蓬勃發展，其資安產業產值占全球 10%，在物聯網、雲端運算、人工智慧蓬勃發展的現在，以色列的資安新創正成為各種先進技術背後的守門員。

同為小國的新加坡，雖然不若以色列具備以戰養戰的經驗，但其特殊且多元文化的歷史背景，促使該國致力發展成為技術強國，以在東南亞建立可立足之基礎。雖然新加坡服務業產值占全國 GDP 七成，貿易、金融、資通訊產業相當發達；但事實上，佔整體經濟結構高達 20% 之製造業，近年來卻開始受到新加坡政府重視。新加坡的製造業以電子製造為主，以半導體、電腦周邊、數據儲存，以及消費性電子產品等為其產值重心。自 2018 年開始，製造業如何透過工業 4.0 轉型為高附加價值產業，成為該國重點產業政策。

區域製造中心正成為全球製造業發展趨勢

自 2017 年美中貿易衝突開始，全球供應鏈的快速解構及重組，已成為不可逆轉的趨勢。2021 年國際局勢面臨更大的震盪，美中衝突已轉為聯盟圍堵，預期將有更多國家無法置身事外；全球航運因疫情影響，調漲運費成為業界共識，連帶影響大宗貨物與商品價格；加上新興產業如：電動車、自駕車、5G 產業鏈，乃至太空產業鏈的興起，勢必加速供應鏈重塑。區域化製造中心逐漸成型，在製造業保護主義與疫情的作用下，未來可能形成以北美、東南亞、中國大陸與歐洲四大區域製造中心，每個製造中心將有其自身特色。其中，以勞動力充沛、數位基礎建設興起，以及市場巨大的東南亞區域製造中心將扮演數位經濟成長的重要推手。

不過，區域製造中心強調的是中游至下游的生產製造，而非上游材料供應；由於許多材料供應地有其不可取代性，因此要實現「在地化」或「區域化」生產較困難。因此，由長鏈變短鏈的「去節點化，以降低市場風險」成為區域製造中心的核心思維，對供應鏈而言，過多的節點代表只要有一個生產環節中斷，則後端流程可能被迫停擺，甚至造成供貨停止，就地生產、在地供應市場成為產業佈局新常態。

各國產業保護政策出台迫使供應鏈轉型

2021 年 4 月，美國白宮辦公室召開「全球供應鏈韌性會議」，將供應鏈列入美國國安議題，會議中強調提升製造業供應鏈透明度、改善各級 (tier) 供應鏈需求預測的重要性，前者能協助緩解當前短缺問題，後者則能協助業者面對未來挑戰。2021 年 6 月，白宮正式發布長達 250 頁的供應鏈報告，報告中針對半導體、大容量電池、關鍵礦產與材料、藥品等領域的供應鏈透明度。美國其中應對措施之一為成立貿易糾察隊，調查損害美國供應鏈的業者；同時成立「供應鏈干擾任務小組」，該小組由美國商務部、交通部和農業部為首，聚焦於供需不平衡的產業，如營建、半導體、運輸，以及農業和食品製造，處理近期供應鏈波動危機，並以數據中心持續監控供應鏈結構較弱地區。

由於供應鏈安全已成為國安議題，政府與產業界的合作預期將更緊密，訂定更多產業規範或籌組供應鏈聯盟將為常態。上述美國白宮行動預期會對全球製造業者將造成重大影響，基於當前製造業者生產要素繁多，產業與地理區域連動性高，加上地緣政治因素，預期有更多措施將陸續推出；這同時也代表美國對於亞洲供應商有所警戒，爾後亞洲供應商可能被迫直接供應美國市場，甚至必須要在美國製造，過往美國白宮不干預市場的態度逐漸轉為強硬干涉，全球製造業者可能被迫重新佈局，以因應日益提高的供應鏈風險。

東南亞市場成為兵家必爭之地

2021 年 8 月，美國副總統賀錦麗 (Kamala Harris) 前往新加坡，就印太地區與東南亞的公共政策發表言論，在 Covid-19 疫情、資訊安全，以及供應鏈議題簽署多項合作協議；同時就半導體晶片、醫療設備，以及車用零組件等項目舉行企業圓桌會議，與會企業包含新加坡主權基金淡馬錫 (Temasek Holdings)、貝萊德資產管理公司 (BlackRock)、優比速 (UPS)、寶僑 (Procter & Gamble)、格羅方德 (GlobalFoundries)。再者，由於東南亞市場相當具吸引力，根據 Google、淡馬錫、貝恩管理顧問 (Bain & Company) 聯合發表的《2019 東南亞數位經濟》指出，2025 年東南亞數位經濟規模將達 3,000 億美元。而許多國際大廠亞洲總部皆設在新加坡，因此能否在東南亞設立供應鏈，供應在地市場，已使許多跨國企業展開佈局。

新加坡正成為亞洲智慧製造樞紐

跨區域合作的「東南亞製造聯盟」

新加坡致力於推動「智慧製造 2030」，利用新加坡生態系統、產業人脈網路、資金、高階人才和智財保護等優勢，建立智慧製造中心。2021 年 2 月，新加坡協同馬來西亞與印尼，共同打造新柔成長三角區域製造中心，以建立東南亞製造聯盟(Southeast Asia Manufacturing Alliance, SMA)，透過結合精密製造、工具機，以及電子製造業者，與國際大廠合作，打造研發、生產、物流配送的分散式供應鏈，帶動東南亞製造業數位轉型。東南亞製造聯盟由新加坡經濟發展局 (Economic Development Board, EDB) 與新加坡企業發展局 (Enterprise Singapore, ESG) 共同推出，該計畫以外國大型製造業者為目標，結合當地房地產集團 CapitaLand、能源解決方案商 Sembcorp Development，以及產業投資公司 Gallant Venture，協助業者在 10 多個工業區中打造數位供應鏈並提高市佔率。

同時，為能使所有參與企業在數位轉型評估上能具備共同評估標準，新加坡經濟發展局推出「智慧製造成熟度評量」(Smart Industry Readiness Index)。該評量指數將智慧製造分成流程、技術，與組織，連結企業供應鏈與價值鏈各端點；此外，為有效衡量轉型成效，新加坡經濟發展局也推出成本效益 (Revenue & Cost Profile)，分為售後服務、折舊攤提、人力成本、設備維護成本、原物料採購、租賃成本、研發成本、營運成本、資產採購成本、稅前息前盈餘，逐步打造一致性轉型標準。

在環境與轉型標準完備後，對新加坡中小製造業而言，參與聯盟一大誘因是提高本身技術位階，由國外大廠如：IKEA、Dyson、西門子、施耐德等大廠進駐新加坡，設立研發中心或帶來技術投資，對於尚在數位化或數位優化階段的當地業者而言提供合作可能性。雖然新加坡先前推出「SME Go Digital」計畫，但該措施著重在工廠內部營運效率的提升，而非協助業者進入國際供應鏈。

但由於當前製造業區域化的趨勢下，供應商間的合作由鬆散轉為緊密，從工作車間、生產方式、生產線佈置到產品生命週期管理等議題都是區域製造的佈局重點，因此是否以資料串連或交換部分營運資訊以提升供應鏈透明度成為重要關鍵。中小企業可從聯盟中建立從概念驗證(PoC)到提升整體企業投資報酬率數位轉型，成為區域製造重要成員。

提供後勤補給與維護的「PCM計畫」

雖然針對中小企業數位轉型的「SME Go Digital」並無直接協助業者參與供應鏈，但完善的後勤維修為供應鏈不可或缺的元素。故此，由「SME Go Digital」衍生出來的流程建立與維護計畫 (Process Construction & Maintenance, PCM) 成為化工業、煉油業、食品製造、半導體產業達到智慧製造的路徑之一。以石化業而言，壓縮機是石化製程中最關鍵的設備，上游煉油製程壓縮機的跳機將使產能完全中斷；中下游石化業若發生壓縮機跳機，由於壓縮機一般對中下游業者而言，屬於高資本支出設備，較無備機的因應措施，一旦跳機容易造成污染與工安問題。因此藉由機器人、3D 列印技術、生產設備數據整合、廠區模擬，以及預測性維護的方式協助降低業者維護成本。

傳統企業所使用的為計畫性維護 (Schedule-Based Maintenance, SCM) 用於減少設備故障，以延長機器的使用壽命，其重心在於計算折舊年限與最大使用率，這種物盡其用的方式雖然符合成本考量，但歷經長久使用的機器卻因容易出現停機風險，而導致更大的成本代價，因此需要更換維護方式的思維。

因此當前許多製造業者改以依賴預測性維護(Predictive Maintenance, PdM) 偵測機器是否故障，預測性維護可偵測機器或設備的狀況，並判斷機器是否即將發生錯誤或故障。然而，導入預測性維護並不容易，根據麥肯錫 2021 年調查指出，企業導入預測性維護常見的五大瓶頸如表一所示。

表一、企業導入預測性維護五大瓶頸

IT 系統笨重	IT 系統過度老舊，傳統架構無法應對新的算力與算法需求，使用者介面不易操作，降低運作效率。
缺乏清晰藍圖	在 PdM 專案中沒有設定階段性任務，難以定義預測性維護的優先順序，不知道從哪種設備的維護開始，造成資源錯置。
數位人才匱乏	缺乏資料科學人才，或是資料科學人才對領域知識不熟，無法建立出符合需求的預測模型。
經濟報酬率低	由於使用情境確認、資料分析到每一次模型部署上線，企業內部就需花費大量的時間溝通，而等到模型上線後，又因為使用情境需求改變，甚至是日益增長的資料而讓模型執行環境變得不堪使用。
規模化能力不足	規模化時容易遇到「模型數量暴增」、「機器學習團隊溝通協作不易」，和「模型準確率隨時間下降」。一個模型開發時程可能需要一年，維護校正時間需要半年，如果同時超過 1,000 個模型要維護，對企業負擔非常龐大。

資料來源：麥肯錫，MIC 整理，2021 年 9 月

PCM 以協助業者評估維護需求與數位解決方案導入為主，新加坡經濟發展局認為該計畫將使超過 500 家企業與 30,000 名員工受益。以新加坡原油儲存設備清潔方案商 CYC International 而言，原先儲存槽的清潔與維護動輒需要數十甚至上百位維護團隊執行油槽清洗，在引進 PCM 相關機器人解決方案後，減少 20% 鷹架使用率，同時降低 60% 維護團隊成本與人員工安問題。疫情期間下由機器人執行維護工作，或從遠端遙控自動光學檢查系統進行產線檢測成為企業必要配備。與其他國際大廠技術解決方案商不同的是，PCM 的解決方案提供者主要由當地軟體業所組成，如工業 4.0 解決方案商 Arcstone、物聯網新創 Auk Industry 等，PCM 提供新加坡資服業者與新創良好的試驗場域，加速新創企業商業軟體落地能力。

促進大企業內部創新的「企業創新發展平台」

生態系的崛起迫使許多大型製造業者轉向與新創企業合作，當然也有不少業者成立內部創新機制，建立技術與商業模式的護城河。2021 年 5 月，新加坡經濟發展局推出「企業創新發展平臺」(Corporate Venture Launchpad, CVL)，透過 EDB 旗下投資單位資助 50 萬星元的技術開發成本，協助以新加坡為營運基地為主的大型公司開

發原有核心業務以外的創新業務；。在數位轉型的風潮下，雖然許多成熟的大型業者具備創新能力，但多數應用於核心業務上。

有鑑於此，企業創新發展平台計畫以四大國際創業工作室 (venture studio) 與企業合作，在 3-6 個月內以概念驗證衝刺 (concept validation sprint) 方式建立新技術與商業模式雛形。四家國際創業工作室為 Leap by McKinsey、BCG Digital Ventures、FutureLabs Ventures，以及 Rainmaking，四家各有特色，整理如下。

表二、參與企業創新發展平台的國際創業工作室

名稱	說明
Leap by McKinsey	具備強大全球連結能力，提供商業模式設計藍圖、創新營運評估、製造業服務化諮詢，專精以數位服務協助企業內部營運優化。
BCG Digital Ventures	為顧問公司 BCG 所屬的創新機構，專精於企業數位產品規劃、數據分析，以及商業概念驗證。
FutureLabs Ventures	著重於消費者服務流程設計與規模化 (Scale-Up)，知名合作案例包含馬來西亞通訊業者 Maxis、物流業者 DHL、印尼 Sinarmas 集團。
Rainmaking	重視創新風險管理，同協助業者募資。製造業相關合作案例包含西門子、Cisco、Keppel、IKEA、Bosch。

資料來源：EDB，MIC 整理，2021 年 9 月

作為新加坡創新能量來源之一，企業創新發展平臺著重在國內外大型企業技術所能創造的新商業模式或新技術，並由新加坡淡馬錫投資局與其他創投提供資金支持。

在智慧製造領域，新加坡以成為東南亞前瞻技術研發中心為目標，運用企業原有技術建立新創公司加以分拆 (spin-off)，並替公司創造第二金流為當前數位轉型趨勢之一。目前有相當國際知名業者參與其中，如 Schneider Electric、Procter & Gamble、Bosch、ENGIE，以及 ING，分述如下。

表三、企業創新發展平臺成功案例

企業	說明
Schneider Electric	與 EDB 旗下創投 EDB New Ventures 合作，成立新創 NaviX Solutions，該新創提供電力與冷卻基礎設施即服務 (Infrastructure-as-a-Service) 服務。
Procter & Gamble	設立新加坡創新研發中心 (Singapore Innovation Center, SgIC)，研究領域為先進材料科學、仿生材料、3D 列印包裝技術。SgIC 為新加坡最大之外國企業研發中心，擁有 500 名研發人員。
Bosch	分拆出水產養殖 IoT 新創公司 AquaEasy·Bosch 為最早導入工業 4.0 的德國企業之一，其物聯網與智慧工廠技術相當成熟。AquaEasy 為運用物聯網、雲端與 AI 技術協助水養殖業者水質監測、飼養流程與遠端監控。
ING Labs	分拆出供應鏈優化新創 Stemly·Stemly 以 AI 與數據分析技術協助製造業者預測上游原物料供需波動價格，替業者節省 10%-40% 人力預測成本，獲得 EDB New Ventures，以及 Elev8 投資 2,500 萬美元。

資料來源：EDB，MIC 整理，2021 年 9 月

結論

由內到外打造區域供應體系帶動製造業轉型

「任憑風浪起，穩坐釣魚台」為新加坡在疫情與美中貿易衝突下的最佳寫照。縱使地狹人稠，星國仍槓桿自身地理位置以及國際企業成立區域總部的優勢，大力發展智慧製造。由於勞動力不足，星國透過各種措施將自身打造成先進技術中心，並協助當地中小企業集體數位轉型。東南製造聯盟可視為東協區域製造中心的代名詞，在供應鏈縮短、市場就近供應的趨勢下，新柔成長三角區域製造中心為許多國際企業與當地企業帶來工業區聚落效應。

同時，由於星國鮮少廠商生產重工業設備、欠缺自給自足的條件，預測性維護成為業者保護資產，並持續維持產能的顯學，PCM 計畫補足了預測性維護的需求，透過多種先進技術提高設備數位化能力。企業創新發展平台借國際技術的力量，分拆出可協助當地產業數位化的新創公司，一方面提供研發與製造的正向循環，一方面也透過轉型替國外業者帶來第二金流，星國正逐步建立涵蓋技術發展至市場准入的區域製造中心。

提高從廠到供應鏈的技術位階爭取加入聯盟

對台灣業者而言，國際局勢不明的情形下許多製造業開始採取短鏈策略，甚至部分國內業者也看準製造區域化的趨勢，提早在新加坡超前佈局研發與生產據點。由於東南亞經濟體相當龐大，因此若業者已透過智慧製造達到營運優化，則可以考慮佈局數位供應鏈，若上中下游之間願意共享部分裝置資料，分享原物料預測、存貨供需、進出貨時間，與市場資訊，應可能更有效率調控產能與服務產品終端使用者，提高整體供應鏈的運作效率。

全球許多企業正在重組其人員配置、廠房設立，以及組織供應鏈布局，如漢高 (Henkel) 和英飛凌 (Infineon) 等先進製造業者在新加坡設立了供應鏈營運樞紐與物流配送中心，並與第三方物流供應商組成生態系，快速建立與東南亞、甚至全球市場的新鏈結。未來可預見的是，越晚參與區域經濟體的業者將有可能被市場孤立，

附錄

英文名詞縮寫對照表

SMA	Southeast Asia Manufacturing Alliance
PCM	Process Construction & Maintenance
CLP	Corporate Launchpad Program
CERT	Computer Emergency Response Team
EDB	Economic Development Board
ESG	Enterprise Singapore
SIRI	Smart Industry Readiness Index
SBM	Schedule-Based Maintenance
CVL	Corporate Venture Launchpad
SgIC	Singapore Innovation Center



發行所	財團法人資訊工業策進會 產業情報研究所(MIC)
地址	台北市 106 敦化南路二段 216 號 19 樓
電話	(02)2735-6070
傳真	(02)2732-1353
全球資訊網	https://mic.iii.org.tw
會員服務專線	(02)2378-2306
會員傳真專線	(02)2732-8943
E-mail	members@micmail.iii.org.tw
AISP 會員網站	https://mic.iii.org.tw/aisp

以上研究報告經 MIC 整理分析所得，由於產業變動快速，並不保證上述報告於未來仍維持正確與完整，引用時請注意發佈日期，及立論之假設或當時情境。
著作權所有，非經 MIC 書面同意，不得翻印或轉載