

從精實生產 談預見未來 智造

2021年中國生產力中心出版了日本能率協會顧問公司生產工程創新中心的著作，『預見未來智造：活用工業4.0暨IoT驅動次世代製造與商業模式』，由林信帆翻譯。該書以工廠自動化，電腦整合製造（**Computer Integrated Manufacturing, CIM**）到工業4.0的路徑發展，說明當今工業4.0所帶動的產業製造體系的變革。不可諱言，物聯網（**Internet of Things, IoT**）與虛實系統（**Cyber-Physical System, CPS**）或數位雙生（**Digital Twins**）是工業4.0的二項最重要的技術。

在該書中，作者直言工業4.0化的生產系統面對七大障礙。我們檢視國內在政府推動的產業精進計畫，相關重要的障礙仍有三項如下：A.兼具產品架構與商品化的新產品研發、B.活用IoT在變動因應、C.維持工廠基礎與遵守運用規範。

IoT在智慧製造/工業4.0所扮演的角色就是提供製造體系內的多個種類感測的應用可能，讓過去諸如訂單、物料、設備，與人員等的狀態得以揭露其狀態。這也是過去幾年來政府力推的Smart Machine Box（SMB）的成果之一，讓設備的加工狀態可以揭露。IoT的定義與應用應該是多元的而非僅限於傳感器類的應用，例如生產現場的工單報工系統中以條碼掃描、電腦key in都可視為IoT的應用。新近的影像科技更是提供更多有關QR code掃描、影像辨識、影像分類等多種應用。

另一方面，虛實系統在數位世界建立一個與實體世界相仿的模擬器，透過IoT傳入當前實體系統狀態給數位系統進行同步，並透過模擬器進行必要的決策建議給實體系統。典型的範例就是以Google Map作為行車路線規劃，駕駛人將汽車的實體定位傳給Google雲端系統，Google Map即會在汽車行進中，根據當前的路況建議給駕駛人最佳的行車路線，以便能在最佳條件（如最短時間）下抵達目的地。



黃 欽 印
(Huang, Qin-yin)

黃欽印是東海大學工業工程與經營資訊學系教授，自美國普度大學取得工業工程碩博士學位後即應聘返回母校擔任教職，自助理教授升等副教授，至正教授。黃欽印教授的國際學產經驗豐富，是國際生產研究基金會（會員涵蓋三十餘國）的副董事長，也是亞太工業工程管理學會理事。同時，負責我國工業工程學會國際產學，亦擔任中華萃思學會與醫療系統聯盟理事。黃欽印教授的主要專長與研究領域在智慧自動化，對於企業AI數位轉型議題有其獨到見解。多年來協助機械公會、PMC、CPC、中衛發展中心，與中科管理局推動企業精實生產與製造智慧化不遺餘力。黃欽印教授亦有醫療管理領域的專長，是東海醫務工程與管理碩專班的創班主任。

然而，不論IoT或虛實系統，對於生產製造現場的指導仍然有限。也正因為如此，前言的三項障礙，讓生產系統進入工業4.0仍有著無法跨越的鴻溝。其中一項主要原因是，不論IoT或虛實系統，都是技術本位，對於製造系統的造物流程與其持續改善的要義並不理解。換言之，是一個德系與日系製造系統的先天差異。本文即企盼透過精實生產來協助理解如何將上述的障礙解除。

許多有關精實生產數化化的作法都過於直觀，例如JIT delivery直接對應Automated JIT delivery。具體的適用理由並不清晰。承如前言，因為工業4.0是以技術為推廣的重點，對於生產製程所需關注的重點主要以單機效能與科技應用為思考。相較於精實生產，以流程浪費最小化和訂單滿足為思考，二者之間其實有整合的必要。在前述的三個障礙中，本文以下僅針對B與C項障礙提供一些精實生產可以如何利用智造的相關技術來強化。

從精實流程浪費最小化來看，我們可以看到智造技術可以有以下的協助：

(1)製造過度的浪費：IoT可以提供前後製程的店面（在製品/Kanban）給予數位化。倘若前製程有一個數位面板呈現後製程真實

需求品項，如此，前製程就能夠真正因應後製程的確實需求規格與數量來生產。同時，因為店面的資訊對業務與生管透明，特定客戶的急單需求也可做對應的處理。

(2)等待的浪費：在設備的入口加入一個報工系統用以收集開始加工/組裝時間，出口再加入一個報工系統用以收集結束加工/組裝時間。如此一來，把出口減去入口的時間即可得到工單在設備的總體時間。將總體時間扣除設備的稼動時間，即為無效的等待時間。簡易的IoT可以提供報工功能，對於產線的無效等待時間可以提供數據化的製程檢討依據。當然，單一設備的等待浪費其實是目視可以得到，只要有決心改善，沒有報工系統的數據仍然可以進行等待時間的改善。相同的做法可以用在一整條生產線，若再搭配設備的報工，則可以對於標準工時與成本估算提供更精細的數字，而不只侷限於等待浪費的改善。

(3)庫存的浪費：即時庫存資訊會讓採購、物管、業務，與生管單位對於原物料倉與成品倉的庫存有更精確的掌握。然而，只要有心，很容易從庫存資料庫調出呆料（原物料或成品）的品項，更可以據此檢討呆料發生的原因。

從精實訂單滿足，我們可以看到智造技術可以有以下的協助：

- (1)客製件的單件流完善程度：單件流的基本工在於換模換線時間的最小化。透過報工系統或影像攝影，可以拆解換模換線的動作，提供改善的可能。
- (2)製程完工的追蹤：由於製造流程已被數位化所監測，公司很容易從訂單的交貨日，與產線上待完工時間得知訂單是否能如期完工，並提出必要的處置作為。
- (3)外包管理：數位化的優點在於能整體性地確保生產要素如期如數到位。外包的不確定性常是訂單無法如期完成的主要因素之一。大型的委外公司（如鍛造，熱處理等）已經提供API（Application Program Interface）讓客戶的系統程式可以串接，使客戶了解受委託訂單的加工進度狀況。此外，數位的訂單追蹤也可以協助企業累積相關的委外件的狀況，從而評估是否應該以內製取代委外。

另一方面，就數位雙生的應用來看，以擴增實境（Augmented Reality, AR）來協助檢測設備的妥善狀況，與產品的品質良窳是另一個使用智造技術的案例。擴增實境可以幫助作業人員自虛擬系統獲得更高階與即時的知識協助，促使自工程完結能完整落實。例如，作業人員使用AR眼鏡來檢測肉眼極不容易辨識的品檢項目，如此一來，品質與效率就能夠同時提升。

在數位與AI等智造技術當道的今日，提醒產業先進，技術的本身無法提升企業的競爭力。引進智造技術之先應先對製造系統的精實化有通盤的理解，如此精實生產與智造技術才能整合思考，避免單純只為引進智造技術。一個完美圖像是，地面的精實製造現場有虛擬即時的空中智造技術予以輔助地面運補決策之進行，達成陸空聯合作戰。如此，精實智造成為企業大利器。*MA*

