

## 從機聯網到智慧製造的 必經之路與挑戰

近來因擔任智慧製造輔導團的顧問，以及參與智慧機上盒（SMB）輔導計畫與製造業智慧應用升級輔導計畫（SMU）審查工作的緣故，並有機會到工廠訪視輔導，觀察到國內的中小企業和系統整合廠商大力投入製造數位化及智慧化生產以提升台灣智慧製造水平，並致力於促進精密機械升級為智慧機械，看到各方的努力，實在令人相當敬佩。

智慧機上盒可以說是數位轉型的起點，當然還有很多要努力的地方才能達到智慧製造的境界。就個人觀察，從機聯網到智慧製造有一條必經的道路，便是實踐精實管理之路。

### 初見SMB成果與各界期待

自107年開始由精機中心執行推動智慧機上盒（SMB）迄今，四年來已累積不錯的成果。至今年底將促成超過7800台設備聯網，原先預計會以汽車及其零件製造業、機械設備製造業、金屬製品製造業、塑膠製品製造業為主。其實，還包含電腦電子產品及光學製品製造業、電子零組件製造業、其他運輸工具及零件製造業、紡織業、基本金屬製造業、乃至食品及飼品加工製造業。可見各產業對發展工業4.0與追求智慧製造的殷切期待。

### 藉由精實管理支持智慧製造

目前設備機聯網建構，像是讓機器可以說話。運用IoT技術便可即時自動地將設備生產資料擷取、儲存與呈現，讓機台狀況（稼動率、妥善率、故障原因）、效能、產量、加工參數變得可視化，機台亦可即時主動警示，以利做應對調整。因此，受輔導業者對於生產履歷紀錄，提升設備稼動率及節省生產數量紀錄時間等均表示滿意。然而，SMB和SMU僅解決「人、機、料、法、環」中有關機器設備部分，其餘「人、料、法、環」等功能尚需要有對應的數位解決方案工具。而精實管理正是改善人、機、



邱 創 鈞  
( Chiu, Chuang-Chun )

東海大學工學博士，現任東海大學工業工程與經營資訊學系暨研究所教授、東海大學精實系統團隊核心成員。具多年實務管理及擔任企業訓練與輔導顧問經驗，曾赴美國Texas A&M大學、加州大學Irvine分校、英國愛丁堡Napier大學進修與研習，並受邀至中國大陸多所名校授課與交流。近年經常擔任公部門專案審查與經濟部工具機整合行銷案之審查委員。期刊、研討會及專書論文等研究著作逾百篇。研究主題涵蓋管理科學、精實管理、供應鏈管理與服務科學。聯絡信箱：cjchiou@thu.edu.tw

料、法、環的基本方法，以下將舉例說明為何精實管理是通往智慧製造的必經之路，數位化工具如何與精實管理相輔相成，攜手邁向工業4.0。

在機器監控管理上，藉由SMB等數位化工具讓機器設備運作及製程訊息可視化後，除記錄生產過程中的浪費Muda（如：機台閒置時間、在製品過多數量等），確實有利進行機器故障原因分析，透過預警提醒的縮短維修時間並可有效制定預防保養，如此以來便可提升稼動率與妥善率。

有關物料的智慧化升級方面，相較製造現場中移動性較低的機台與設施佈置，移動性較高的物料就更容易隱藏了很多浪費。資訊透明化有助於呈現物料在不同工作站流動情形，或是在製品堆積的水準與周轉率數據等即時呈現出來。當發生了生產過多(overproduction)或呆滯(idle)的浪費，可以透過看板管理立即呈現，但若不經精實管理，例如降低批量大小，運用刪除浪費的方法加以改進，其效果僅止於資訊透明而已，唯有透過精實管理的方法去改善，才能根本解決浪費的問題。

在流程方法方面，尤其在組立工廠，有智慧的自動機器顯然是不夠的，還需要運用TPS手法建立配套供料機制與人機協作的標準作業，縮短組裝的週期時間，並結合物料儲位管理，以節省備料時間的浪費，如此才可以真正效能提升。從東海大學劉仁傑教授所教授的TPS課程的學生研究案例中即可發現，透過產線平衡的方法，可能只要修訂批量的大小，或稍微調整副線作業，讓主線更加平衡流暢，便可大大降低前置時間。

在環境方面，目前各產業智慧化的層次不同。若以中小企業而言，扎實地運用5S改善環境，刪除浪費，所得的效益不見得比加裝SMB的效益低。但若是透過精實的基本功刪除八大浪費，再加上應用整體安全的考量即可在硬體外觀上營造一個良好的工作環境，而在內在方面，落實精實改善追求完美的理念，更可深植於組織(physical non-physical)企業文化之中。

最後一點必須強調的是人員精實管理的訓練的重要性，正因智慧製造的前提要件是將「人、機、料、法、環」透過精實管理建立作業標準，若無標準，即無法辨識差異，若

無差異，則系統亦無法進行優化。因此員工精實管理的訓練將是成就智慧製造以達到彈性的**重要基礎**。

## 通往智慧製造的精實基本功夫

通往智慧製造的道路當中，當然不會偏離一般製造業所追求的效益，例如，提升生產力、縮短前置時間、減少不良品與降低庫存等等。因此運用數位化與ICT科技時提升製造能力時，更應該運用精實管理加以檢視每一個流程。用基本功夫，諸如5W2H，審視每一項動作流程的價值，並以精實五原則：確立流程價值，以下游客戶拉式帶動生產，平衡產線流暢，持續改善追求完美，必可在人、機、料、法、環的環節上奏效。

隨著SMB計畫的推動，似乎各企業都越來越能夠看到問題點，也能列出執行優先順序。至於要如何落地導入「精實管理」？在SMB/SMU計畫之外，經濟部工業局也於109年度起推出「機械產業精實管理/TPS補助計畫」，與導入系統整合之資訊管理系統(SI)相輔相成，目標是可以更進一步推行至供應商，促使母廠帶動上遊供應商一起投入精實管理，以提升準交率及生產效率與信任度與合作強度。個人覺得這是一個相當好的促進智慧製造的模式。

機聯網只是通往智慧製造的一個起點，過程中一定離不開精實管理，如此才能更有系

統的聚焦整體價值，乃至每一道細微流程的價值。

## 以精實管理理念回應智慧製造的挑戰

台灣製造業面臨缺工的問題將日趨嚴重，正是推動智慧工廠與智慧製造的良好契機；但目前在台灣特別仰賴人力，或許因自動化、數位化、智慧化相關設備的經濟效益不明而裹足尚未投入智慧製造的公司應該也不少。企業除了經濟效益的考量之外，未來在推行智慧製造的挑戰還相當多。在此，個人提出三點挑戰供邁向智慧製造進程的參考，同時也可以凸顯精實管理的重要性與必要性。

### 挑戰1：未來環境將會更加多變，智慧製造需更具備彈性的挑戰

台灣的製造業因少量多樣已經練就不錯的彈性與回應力，但綜觀自2021年初以來，外在環境巨大衝擊似乎接踵而至。除了COVID19持續在各地肆虐之外，2月暴雪引發德州大規模停電，造成美國德州奧斯丁晶圓廠和汽車晶片大廠相繼停產。8月馬來西亞實施國家封鎖後，當地的工廠已被迫關閉。Delta 造成的新一波疫情、中國港口相繼關閉、中國、德國遭遇洪災、南非港口網路攻擊，塞港、缺櫃問題等種種供應鏈鍛鍊的問題。大環境快速變遷，更應該從基本功做好打底的工作，要實現工業4.0，絕不是單純導

入資訊系統即可，透過數位化與精實管理雙管齊下，才能提供快速回應的客戶價值。

### **挑戰2：與現有系統進行無縫式智慧化整合**

唯有將智慧化系統發展到智慧決策與控制狀態，否則空有數位化工具並沒有辦法思考或協助運行中的系統進行改善。因各企業工業4.0的準備度不同，已建置的數位系統如MES、ERP乃至SCM與CRM，彼此整合介面，怕是疊床架屋。當建置SMB取得現場即時生產資料，就必須考量後續與MES系統連結。將配方、投料、工序、生產、品質等，都建立系統化標準作業流程。啟動一系列的智慧化規劃，從設備連線自動收集訊息，到生產工站紀錄生產數據，完整掌握生產動態與品質，藉由累積工廠大數據分析改善異常，及應用大數據導入AI模組改善製程條件降低成本，並整合至ERP系統。如此產能規劃以滿足快速變動的急單或差單的交期、依訂單做成本計算分析，更有效分析訂單與產品別的獲利率，再擴充整合至SCM 與CRM系統。一定要系統性規劃，採分階段逐步實施。

### **挑戰3：避免陷入僵化缺乏TPS持續改善的挑戰**

數位化轉型投資成本不低，唯有先經由精實化先行改善，可具體預見其效益，企業才有勇氣投入數位化轉型。新科技的確可以

強化製造效率，讓資訊透明化，藉由大數據分析，有利於更加精準分析問題所在，方面提出正確的對策。儘管人工智慧其在診斷失誤、監控預警、模擬優化等功能有不錯的績效。然而，人工智慧AI等技術畢竟缺乏像人類一般可以不斷追求創新突破與的能耐。因此，當企業追求智慧製造時需要注意避免因科技的建置投資，而限制了精實管理所強調的追求完美(perfection)的動力。

通往智慧製造的成功之路，絕非一蹴可幾，一定會面臨諸多的挑戰，透過精實管理的正道可以讓企業更加聚焦價值，通往實現智慧製造的成功境界。MA

