

## 中小製造企業的 精實智慧製造經驗

MA第138期本欄《精實水準與智慧製造》一文，提出智慧科技應用的三個盲點，亦即忽略標準化的基礎建設、自動化掩蓋改善機會、活用AI治標不治本。我們提出的精實系統實踐與智慧科技活用，以及兩者的相互拉抬模式，感謝各界的肯定與指正。

正好東海大學舉辦的「2022年TPS課程產學合作研討會」，邀請TPS課程合作企業代表：榮富工業林奕杰總經理與台灣引興王佳惠總經理，以及致力於精實智慧製造輔導的精勁李朝森總經理，分享精實智慧製造的實踐經驗，被認為是近年最為樸實無華的智慧饗宴。(參閱<http://lean.thu.edu.tw/>活動紀錄)

### 樸實無華的精實智慧製造

與會人士的回饋包括：學生成果報告與專家經驗分享相互呼應、三位專家從個別企業變革出發將TPS實踐連貫得非常好、容層次豐富能夠滿足不同階層的成員需求…。這是本研討會第二次探討智慧製造，從QA的豐富與熱烈，我們感受到精實學習風潮結合智慧製造運用的重要，在人才市場空前缺乏的情況下，中小製造企業的變革將首當其衝。

精實智慧製造(Lean Smart Manufacturing, LSM) 的目的在於透過製造流程的精實化與智慧化，達成消除浪費與創造價值。精實系統以突顯問題與穩定製程作為主軸，邁向連結製程與配套供料；智慧化則囊括數位資訊共享與流程自動化，提升可視化與管控能力。

製造現場的新近案例顯示，盡管現場智慧化設備水準大幅提升，包括導入智慧排程軟體、機器手臂、SMB(機上盒)，卻無法解決配套供料問題，在降低在製品庫存、提升產效或縮短交期上仍乏善可陳。這個智慧化過程，呈現了欠缺目的與不重視製程標



劉仁傑  
(Ren-Jye Liu)

日本神戶大學經營學博士，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。曾任日本大阪市立大學商學部客座教授、美國賓州大學華頓商學院訪問學者。中文及外文著作十分豐富，著書五度獲得經濟部金書獎，包括《日本企業的兩岸投資策略》(聯經)、《重建台灣產業競爭力》(遠流)、《企業改造》(中衛)、《共創》(主編，遠流)、《世界工廠大移轉》(共著，大寫)。新書《面對未來的智造者》(共著，大寫)則收錄本欄關於智慧製造之精華。長期致力於精實系統推動、台灣製造產業體系變革暨台日商策略聯盟研究，經常應邀到國內外大學、大型企業，講授追求物質文明與精神文明的製造管理理論與實務洞察心得。

準等問題，這正是精實系統的強項。因此，歷經PDCA的合理流程，結合資訊的傳達、運算，以及因應流程的設備最佳化，有機會形成精實結合智慧的全新競爭力。

最近五年，全球製造回流(Global Reshoring)、美中貿易紛爭、新冠疫情的推波助瀾，工具機、手工具、自行車、健身器材等群聚在中台灣的產業，呈現了巨大的波動。如何掌握急單商機？如何避免訂單波動造成大量庫存？使得許多中小製造企業面臨著前所未有的嚴峻挑戰。業界人士十分好奇，如果方法得當，精實系統與智慧製造的導入，又會扮演何種角色？

東海大學的TPS(豐田生產體系)課程，每年約與8家企業合作。以2018-22年的41家次為例，除了上銀科技、矽品等少數大型企業之外，多數是中小企業，甚至是僅有十數人的小型企業。本文以其中約佔60%、未滿100人的中小企業，作為分類解析的對象。

我們按照學生在這些中小企業現場，掌握現況、突顯浪費，以及提出解決方案的頻度，區分為三群。亦即精實改善類(A)、數位化自動化類(B)、先精實化再智慧化類(AB)。

### 精實化的挑戰與智慧化的限制

A群是傳統的中小企業學習精實系統，改善案例眾多。典型改善案例大多來自機械加工與產品組裝。機械加工包括製程的合併或連結、換模改善，其中用人機組合圖提升人均效率，達成為後製程製造的配套率提升，讓人印象最為深刻。產品組裝則是以單件流、節拍組裝、平行作業、配套供料、橫向水蜘蛛應用最為常見，展現多能工對提高作業平衡率的貢獻。從宏觀看，精實改善是一種從傳統的批量生產邁向能夠調適多樣少量需求的小批量模式，是支持台灣產業升級與轉型的必然變革。我們用兩家企業，說明其改善內容、成果與挑戰。

A1約20人，機械加工、搬運與組裝，都採取單能工與批量方式。譬如：塑膠護蓋分別由兩人各自用單機製造本體與上蓋，再由搬運人員送到組裝區，組裝後放入租來的成品倉庫。學生指出人員等待、庫存與搬運的龐大浪費，建議將兩項加工與組裝合併為1人，亦即運用數控設備人可離機的特質，讓作業員同時製造本體與上蓋，並連貫完成組裝，結果不僅效率提高了一倍，LT(製程時間,Lead Time)縮短為十分之一。

經過一年的後續追蹤發現，A1因為老員工不願意改變既有作業模式，無意願成為能夠兼做組裝的多能工，企業僅勉強落實了一人兩機的改善。被問及是否進一步活用人機組合圖到其他產品的計劃？董事長特助(第二代)說：老員工管理不易，需要時間。

A2約70人，改善對象是小型木工機的組裝，正努力從批量組裝朝向單件流。學生選定一個機種進行VSM(價值流程圖，Value Stream Mapping)分析，指出了現場半成品堆積多、人員走動多、製程不穩定、重工多等問題。經過對現有組裝作業與工時的綿密分析，改善前線平衡率僅62%，證實浪費嚴重。學生運用標準化與平準化的原理，提出SOP與分站改善，以及馬達裝配等兩個不穩定製程的重新訓練，繳出了平衡率提升至82%、人均產值提升42%的成績。

兩年後，A2的新任總經理(第二代)聯絡劉老師，尋求輔導的可能性。他認同學生所提出的節拍組裝設計，但是，在將精實手法扎根與向其他產品展開的過程，由於缺乏製程分析與改善的人才，面臨很大瓶頸。

整體而言，A類企業雖然非常多，但持續改善的卻很少，關鍵在於精實改善的兩大課題：提升改善能力與培育多能工。檢視這兩項能力的提升，又要追溯到讓從業員擁有持續改善或學習意願的領導、授權與激勵制度的同步變革。

相對於A類，過去5年參與TPS課程合作、

致力於數位化自動化的B類企業，只有兩家。B1想用智慧化追趕已經實施精實改善的同行，被總經理與學生聯手模擬證實「完敗」，可改善的空間非常有限(詳情請參閱MA138期《精實水準與智慧製造》p.105)。

B2約50人，表面上有相當的管理制度，採取分工與批量生產，半成品暨成品庫存非常多，惟運用一人多機等配置，個別人員效率不錯。幹部認為產品的種類多、流程長、部分製程需要外包，製程連結的推動困難，否決了學生改善批量生產的建議。在老闆的強烈期待與學生協助下，將部份作業困難或模式固定的製程，導入了機器手臂，有效減少對人力的依賴。老闆得意的說，招募作業員愈來愈困難，自動化是必然道路。

整體而言，B1與B2雖然導入了最新銳的數位工具或自動化設備，製造現場卻仍然停留在非常傳統的批量生產，半成品暨成品庫存的浪費依舊，工廠宛如大型倉庫。

### 精實智慧製造的理想模式

基於先精實化再智慧化的AB類企業，是精實智慧製造的理想模式，我們特別列舉久揚塑膠與台灣托納斯的案例，分享讀者。

久揚塑膠位於台中大里區，員工15人，連續兩年與東海大學合作。2021年初期成果類似A類企業，他們進一步掌握製程時間、解決品質等不穩定因素，實施按照需求製造，成品庫存降成原來的五分之一，整個現場士氣

高昂。2022年學生聚焦在更複雜的把手，改善前是三人各用一台塑膠機分別生產把手的內襯、外殼與蓋子，一人搬運，一人組裝，LT超過100小時。學生著眼於製程合併後的人機互動流程改善，在兼顧精實流程與自動化，亦即使用符合新流程需求的客製化機器手臂，朝向精實智慧目標邁進。總體而言，精實改善的一人多工程成果最為驚人，3人整合成為1人；聚焦在組裝機器手臂，相較於尚未接受精實洗禮的規劃，生產力與LT分別提高了30%與36%。

台灣托納斯位於台中神岡區，員工50人，產銷瑞士Tornos的走心式車床與多軸機。學生透過訪廠及VSM分析發現，預組裝與主線組裝的銜接存在製造過多過早、欠缺配套觀念等浪費，造成平均2,400分鐘的等待時間。他們提出搭配主線需求的副線組裝模式，排除上述浪費，達成LT縮短32%、消除半成品庫存浪費的效果。台灣托納斯在逐步實踐精實改善的同時，正將精實組裝結合國內客製化產品的銷售。以2022年6月出貨的某客製機台為例，是因應汽車零組件廠生產流程的TT(節拍時間)需求，取代了舊有產線的日系機台。台灣托納斯提出的解決方案，包括結合「產線自動上下料高度」的護蓋設計、連結前後製程的省力作業、交期縮短30%等。何世維總經理說，除了精實系統達成的品質與交期之外，瑞士總公司的計畫單可隨時轉成客製單，也是客製訂單準時交貨的基礎。

很多人認為，結合自動化與數位轉型的

智慧製造，只有大企業才能做到，久揚塑膠與台灣托納斯推翻了這個偏見。兩個案例顯示，老闆直接主導的中小企業，在結合精實化與智慧化過程，具備更為雄厚的潛力。

陳振益董事長與何世維總經理2020年才開始參加東海大學的TPS演講會，兩年間的銳意變革，讓我們非常敬佩。他們不僅積極學習精實系統，耐心地與員工對話，對導入智慧製造與活用產學合作資源，也不遺餘力。我們認為，精實化的製程連結與消除浪費，以及智慧化的管控能力與最佳解追求，不僅證明精實系統與智慧製造的相輔相成，也說明支持中小製造企業迎接全新挑戰的關鍵要因。MA

#### 預告：

基於篇幅，本文最後提及的先精實化再智慧化案例，意猶未盡。本欄下一期將聚焦在「精實基礎的自動化與客製化」，敬請期待。