

精實基礎的自動化與客製化

精實系統與智慧科技如何融合？如何互助？如何透過兩者的拉抬與整合對製造現場做出實質的貢獻，被認為是近期最接地氣的熱門話題。

本文延續本專欄第143期《中小製造企業的精實智慧製造經驗》的兩家企業：久揚塑膠和台灣托納斯(Tornos)，說明先精實化再智慧化的竅門。首先，我們主張到顧客現場觀察，運用精實工具，如人機組合圖、VSM（Value Stream Mapping，價值流圖），將製造現況可視化，從現況檢視問題、挖掘痛點。其次，用精實製造的思維，擬定應有之姿，諸如穩定產出的裝配節拍化、配套供料的加工流程化。最後，落實應有之姿的製造流程與工具應用，縮短LT(Lead Time)、實踐按時配套產出，或者提供客製的自動化產線。

縮短LT、追求有效配套，是這兩家企業對顧客提供的解決方案。久揚塑膠是零組件企業，在廠內建置精實產線，將小批量加工與自動裝配製程連起來，達成對顧客JIT(Just In Time)供料。台灣托納斯是工具機整機企業，協助汽車零組件供應商(顧客)，儘早取得汽車廠(顧客的顧客)認證，並以提供三種零件台份配套供料的單機自動化產線，解決顧客痛點。

非常有趣的是，零組件企業一方面是機械整機企業的供應商，另一方面又是整機企業的使用顧客。因此，精密機械整機企業在抱怨零組件企業LT冗長、無法配套供料之際，似乎應該自省：如何透過關注顧客流程，提供客製解決方案。

顧客最大痛點：LT冗長

觀察製造產業的現場，插單、缺料被列為兩大痛點。問題在於現場流程的可視化偏低、批量掛帥，無法因應環境的劇烈變化。插單與缺料是結果，也是進一步惡化的原因，不是真正的痛點。插單與缺料的真正問題在於製程LT冗長，這是製造商本身，也是需求顧客的最大痛點。檢視製造商流程，或者顧客現場使用流



巫 茂 熾
(Mao-Chih Wu)

東海大學精實系統團隊核心成員、資深顧問。歷任連豐機械設計工程師，友嘉實業研發部課員、課長、經理、協理、事業部副總經理等職務。彈性製造系統的主導性新產品、五軸加工技術暨加工機業界科專等專案計劃主持人。近年積極致力於精實製造與客製化管理、精實智慧製造、產品開發管理與電腦系統導入之實踐研究。



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。

程，欠缺追求穩定品質(Q)與有效配套(D)的精實思維，是真正的問題。精實系統是全球公認解決這個痛點的最佳方案。

久揚塑膠製造的把手是由內襯、外殼與蓋子三種零件組成，改善前每種零件都各自一台射出機生產，累積一定的批量後再將這三種零件，從加工區送料到裝配區，由一個人組裝為成品出貨。久揚運用VSM檢視把手的加工現場，發現加工中的WIP(Work In Process)有大量的存貨，這是典型的加工產出過多、過早的浪費。加工完成的零件再大批量送料到組裝線，加工和組裝的製程不連貫，從零件加工到組裝完成出貨的LT很長。再用人機組合圖檢視現況發現人力分配不均、加工人員閒置、送料人力等浪費。

久揚塑膠在2021年推動TPS，繳出了亮麗的成績單。製程連結不僅大幅提升了生產效

率，其中LT的縮短，讓現場能夠按照顧客使用需求進行生產，並即時出貨，讓成品庫存減少了80%。

同樣的邏輯，如果整機企業能夠精實連結零組件企業，就能快速調適環境變化，甚至有效地提供使用顧客理想的客製化解決方案。

一家知名的汽車零組件供應商，原有設備的加工精度和加工時間無法滿足新興車廠的需求，故要尋求新的設備供應商，且為了要盡快通過汽車廠的認證，顧客要求設備的交貨期越快越好。台灣托納斯一方面結合精實系統與瑞士預購單優勢，在交期上滿足顧客的需求，另一方面積極提供客製化解決方案，滿足三種零件配套供料到車廠組裝線。客製化方案還包括24小時連續加工、省人化、加工精度要求。最終方案將三種零件的

加工時間從1:2:4.7，縮小到1:2:3，大幅提升了配套能力。

台灣托納斯不僅用短交期取得訂單，進一步透過客製整機實踐精實流程，幫助顧客現場對整車廠保證品質與配套供料。

精實流程讓智慧科技用在刀口

檢視既有的製造程序看到問題、挖到痛點，活用ECRS(刪除、合併、重組、簡化)得到的解決方案，包括消除浪費提升價值的精實流程，以及實踐流程的生產設備。設備的功能規格源自精實流程的需要，才能真正解決顧客痛點，創造生產價值。

三種零件用一組模具在一台塑膠射出機生產，則每次產出的配套率是100%，三種零件用無動力機構直送自動組裝機，加工到組裝製程連起來，沒有等待、沒有多餘物料，是久揚塑膠以精實思維，重新擬定把手製造產線的最佳方案，也是精實系統追求的應有之姿。然而既有設備、模具已經投資，且一模三種零件的生產技術提升需要時間，故將最佳解決方案微調，保留三種零件用三台機器生產，將大批量改為三件三套的小批量，由人配套送到組裝，再增購人與機械手互助的自動組裝機，以更省力、更少人完成組裝，達成縮短LT、降低WIP的目的，是目前最適當的解決方案。

久揚塑膠負責把手製造的高階主管表示，未來規劃新產線時，會從配套率高、製程連貫的思維，擬訂符合顧客目的的精實流程產

線，再搭配可以創造價值的精實自動化方案。久揚塑膠的經驗說明，人與機械手互助的自動組裝機，在開發與試做前經過精實系統的洗禮，可以取得更好的效率與效果。從現場流程觀察，能夠自動化、取代人工不是重點，關鍵在於對縮短LT、消除浪費與堅持品質做出貢獻。

台灣托納斯分三個階段來解決顧客的痛點。首先是完成加工方案，協助客戶盡快取得車廠認證，調整廠內出貨順序，將未出貨的機器在廠內加工驗證加工精度、加工時間，過程中為了達到以上要求，修改了高壓系統的出水口數量，不讓切屑停留在工件內部，保證加工精度的夾具排屑處理，達到加工精度與時間要求後，以單機方式交貨，滿足客戶認證與初期量產的需要。其次，客戶的素材是鍛件，故將廠內搭配自動棒材送料機(automatic bar feeder)的標準機改裝，用振動整列送料機搭配桁架機械手組成的自動上下料機，以及變更整機左上護罩的設計，取代標準機的設計，在廠內通過加工精度、加工時間、單機自動化、省人化驗證後，出貨交機到客戶加入量產產線。第三階段，將已經出貨在客戶廠內的單機，加裝自動送料方案、修改護罩及控制整合，完成24小時省人的自動化產線。

久揚塑膠和台灣托納斯的案例說明，衡量自動化科技或客製化方案的可行性，精實系統提供了關鍵的思維。智慧科技讓能夠滿足顧客需要的精實流程，在解決顧客痛點上發揮了進一步的綜效。

精實變革帶動生態系統創新

精實系統為個別企業注入全新活力，固然讓我們欣慰，我們更期待如同自行車A-Team的故事，精實變革能夠帶動產業生態系統的創新。

零組件企業久揚塑膠的精實變革與自動化摸索，讓我們印象深刻。從改善前的孤島林立，物料配套低、人力不均、在製品存貨高、製程間等待時間長，朝向製程連結、單件或小批量的精實加工暨自動化產線邁進，滿足健身器材供應商客戶，即時配套供料的需要，追求雙贏。將來可能進一步聯手顧客，從滿足顧客的顧客(品牌企業)需求之觀點，致力於生產技術創新的模組供料，發展潛力雄厚。

工具機整機企業台灣托納斯的精實客製化摸索，堪稱是台灣工具機廠的一個里程碑。台灣托納斯站在客戶的立場，用精實客製化思維，調整出貨順序、協助客戶取得品牌車廠的認證、修改部分設計，分三階段解決顧客痛點，提供品質與交期穩定的自動化產線，解決汽車廠零組件供應商的痛點。

兩個案例也提供了全新的啟發，亦即設備整機企業與零組件企業之間，恰似製造產業組織間關係的縮影。零組件企業提供整機企業零組件的同時，生產設備卻仰賴整機企業，亦即同時扮演著供應商與顧客的雙重角色，整機企業也一樣。零組件企業理解LT冗長之痛、因應顧客企業配套供料的期待與需求，致力於即時供貨；整機企業則理解零組

件生產顧客加工製程連結上的困難、提供具備精實流程思維的客製化設備。正因為雙方都身受其痛，容易產生同理心，不論是整機企業或零組件企業，都願意積極學習精實系統，解決顧客不配套缺料的痛點。(圖1)

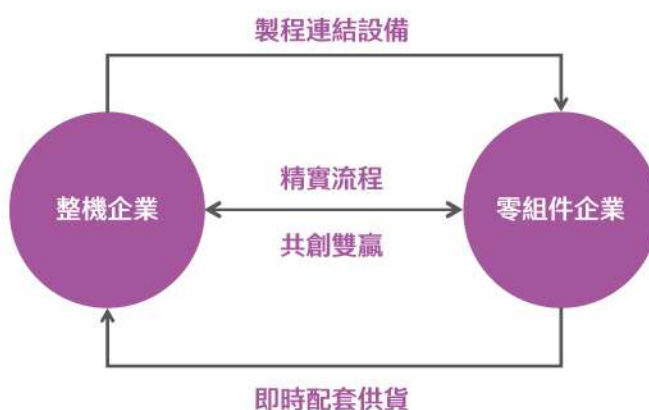


圖1 整機與零組件企業的產業生態系統圖

產業生態系統透過參與成員間的競爭、合作與互補，追求生存、發展與創新。企業與供應商、顧客之間，形成了兼具競合共生的價值網絡。精實流程的品質與交期，是對顧客的最佳保證；精實流程讓智慧科技用在刀口，不僅解決了顧客痛點，甚至讓顧客的顧客(包括自己)真正受惠，促成整個產業生態的根深葉茂。一種能夠解決顧客痛點、實踐顧客價值創造的產業生態系統創新，已經隱然若現。MA