

台灣工具機整機廠最終組裝製程的精實設計

本專欄以促進精實知識的學習與實踐為目的，由東海大學精實系統團隊成員執筆。東海大學精實系統團隊成立於1992年，目前以劉仁傑教授與張書文副教授為中心，成員包括國內外產學界人士，2006年從自行車A-Team研究成果出發，促成工具機M-Team的設立。2012年在東海大學取得40坪空間，結合產業界資金與實物捐助，設立精實系統實驗室。精實系統團隊以邁向全球精實系統研究重鎮自許，試圖透過精實系統實驗室這個教學、研究和產學互動平台，貢獻台灣產業社會。

文 / 東海大學工業工程與經營資訊系 張書文副教授



張 書 文
(Chang, Shu-Wen)

日本東京大學工學博士，現任東海大學工業工程與經營資訊學系專任副教授。東海大學精實系統團隊核心成員。留學時期曾於日本三協精機、日產協力廠 Calsonic 實習。目前從事中部產業產品開發和生產系統升級轉型相關研究和活動。譯有《產品設計與開發(2版~5版)》(麥格羅希爾)、《實踐FMEA手法》與《設計開發的品質管理》(中衛)等書。在自行車產業A-Team組織間學習機制的研究基礎下(《共創》(遠流))，2006年暑假期間與中衛中心共同遊說兩家整機廠，於同年9月成立「台灣工具機產業雙核心協同合作團隊(M-Team)」(機械工業雜誌288期)，並長期參與和協助日籍顧問在M-Team廠商引進日式生產系統的過程。

前言

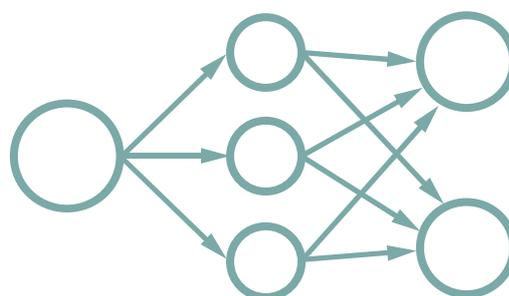
在自行車產業A-Team成功引進精實生產系統的激勵下，台灣工具機產業也於2006年9月啟動了雙核心協同合作計畫(俗稱M-Team)(張書文, 2007)。由於成效顯著，引起廠商效法學習，M-Team也因而擴大為「M-Team聯盟」。同時，我們也看到許多非M-Team聯盟的廠商積極地引進精實生產的思想，並且開始體會到精實改善的效益。

俗話說凡事起頭難！！引進新的生產系統猶如「改變信仰」。如同要讓平常信仰媽祖的人，改信耶穌基督一樣，相當不容易！！畢竟台灣工具機產業發展已經超過50年，生產系統也彼此複製擴散，形成了一種不容易改變且根深蒂固的信仰。因此「意識改革」便成為「精實信仰」的首要重點。人如果因信仰而改變(或俗稱的“有拜有保庇”)，信仰就會更虔誠。精實信仰也是如此。即便是舉世公認的優秀生產系統，想要普及這個信仰需要很多「成功事蹟」來協助意識改革，同時也需要進一步剖析其背後的「思想」作為理解成功事蹟的根據。首先，筆者將簡介日式精實生產系統中的“整流”與美式大量生產系統中“亂流”思想的差異。然後簡述M-Team兩家整機廠新的最終組裝線的精實設計事蹟。



製程1 製程2 製程3

圖1a. 「整流」的概念圖



製程1 製程2 製程3

圖1b. 「亂流」的概念圖

流程設計思想比較：

大量生產的「亂流」 vs. 精實生產的「整流」

如果把工具機的製造過程視為一種流程，則精實系統中的「整流」思想必須滿足以下兩大條件：①前後製程/工程，具有明確的對應關係；②從最初的製程投入到最終製程的產品產出為止，製造對象物的流動順序不會改變（如圖1a）。此外，整流思想具有三項特點或前提：(1)並非單一品種生產，而是可以透過換模換線，進行複數品種產品生產；(2)整流的概念具有手工生產—「單品生產」的特質；(3)同期化：工程之間不管是否相連，讓其加工的技术條件和加工環境（批量大小、加工場所、時間點、搬運手段）進行共同化。而整流思想背後則有兩大目的：①容易追查品質不良原因或進行品質保證；②確立製程之間彼此的對應關係，以便確立「生產lead time」，進而可促進縮短lead time的改善。

整流思想產生的時代背景可以追溯到1950年代中期，當時豐田汽車工廠製程和組織仍然以「功能別」設計為主。這是早期美式大量生產系統常見的模式。例如，設置車床區、銑床區。由於還沒有建立「依照工件加工順序，安排製程」的流程式生產概念，每部機器配置相關職能的作業員，形成所謂的「島」。在某個製程加工完成後，就看哪個島的作業員和機器空著，就搬運那個島加工。然而一旦發生品質不良，很難追查是哪位作業員、哪台機

器加工的，此種流動方式稱為「亂流」（參考圖1b）。台灣工具機產業的零組件加工製程，也可以觀察到類似「亂流」的流動方式。根據上述整流思想，整流的極致是單品流動。

以往台灣工具機廠商的組裝模式和盲點

台灣工具機廠商最常見組裝模式是「定點式組裝」。定點式組裝是將所需的零組件搬到組裝區域後，進行組裝的方式。1914年Ford汽車流動組裝模式出現之前，汽車的組裝方式也是定點式的手工生產方式。在日本或台灣的工具機產品，也大多採用定點式組裝的手工生產方式。有些廠商為了確立品質責任，甚至由一位全能的作業員，從頭到尾組裝一部機器。但是，在台灣的工具機廠人員流動率高，不易在短期內培養全能的作業員，因此大多採用分工方式。

傳統定點式組裝的最大缺點之一是不易掌握組裝進度，所以無法確立產品的組裝lead time。此外，當本身或供應商管理能力不佳導致缺料時（零組件未在規定時間到達組裝區，或者送到線上的料被發現品質不良等），為了不讓作業員沒事做，會另尋空間開始組裝其他機台。所以廠內總是塞滿“未完成的機台”。此外，作業所需的治工具或量具等往往散居各處，造成無謂的動作浪費。

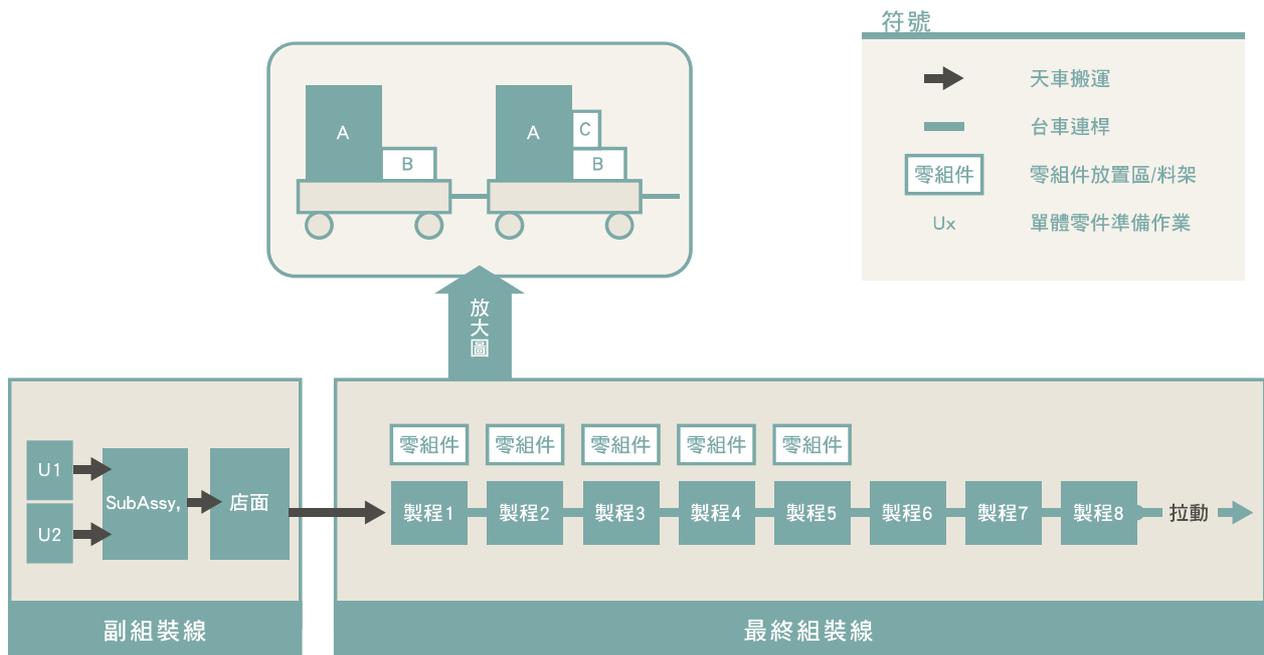


圖2. M-Team廠商新組裝線概念圖（引自張書文, 2011）

M-Team廠商的新組裝線設計概要

為了改善定點式組裝模式的缺點，並凸顯本身和供應商管理的問題，台中精機和永進兩家整機廠都成立了研究會，建立了移動式的最終組裝線，並於2008年底開始運作。隨後，也建立了各單體模組的副線（參考圖2）。最終組裝線由8個製程構成，每個製程均設置一部台車，各台車有連桿相連，並在最終的第8製程設計拉動裝置。各製程的目標時間設計成一致，以便達到同期化目標。組裝時產品機台的模組或單體，依照生產計畫進度被搬到台車上組裝，當設計的takt time（生產節拍時間）一到，則拉動台車前進。如果每個製程時間設定為4小時，則每部機器的從製程1到製程8的總組裝lead time可以控制在4日內完成。相對地，引進精實生產之前，組裝lead time不確定，且往往高達1~1.5個月。設計產線時應儘量讓副線、各製程所需零組件的供應與最終組裝線同期化。此外，組裝所需的工具車、料架也應該設計成容易快速地取用。

討論

儘管台中精機和永進成功地建立了流動式最終組裝線，並持續運作。然而設計最終組裝線時，最常面臨的爭議就是「組裝精度」確保的問題，而這也影響了是否讓機台流動的設計。筆者認為，如果無法妥善處理移動過程的組裝精度確保問題或受限於場地和台車投資等，仍然可以採用傳統的定點式組裝，但是必須對其進行改善。改善的重點包括(1)明確的製程分割；(2)製程時間確立和同期化；(3)生產進度目視化；(4)如果以多位作業員分工方式組裝，則各作業員必須依照(2)設定的製程時間，同期化移動。另一方面，實施同期化的過程中，一定會凸顯廠商內部和供應商管理的各種問題，此時的態度應該是積極地去克服問題，尋求本身和供應商體質的改善，而非懷念以往生產模式的美好時光，而掉回到原點。這樣台灣工具機廠商和整個產業才有機會進一步升級和轉型。

參考文獻

- 張書文, 2007. “台灣工具機產業雙核心協同合作團隊成立經緯”, 機械工業雜誌, 288期, pp.151-154.
 張書文, 2011. “台灣工作機械產業における生システム革新”, 工業經營研究, vol.25, pp.55-63.