

推動小批量生產 展現工廠應有的產能狀態

想想在每家公司產銷協調會議中的常見場景……

營業經理：「為什麼製造就是沒辦法依照交期完成生產出貨？每次都害我們被客戶叮得滿頭包？不是都有排出生產計畫嗎？依照計畫很難嗎？」

製造經理：「營業每次都說是客戶要求，這邊要調整那邊要修改，一直打亂生產排程，每次插單都說是大客戶緊急下的，生管單位就要配合重新排程！好不容易趕出貨了，就又回來追其它訂單怎麼延誤了！！」

總經理：「好了大家不要再抱怨…好好一起想辦法看怎麼達成目標。明明不缺料、設備機台、人員都夠，為什麼相同的情況重複發生？」

總經理：「現在展現出來的產能跟當初建廠時的產能設定怎麼落差這麼大？問題到底在哪裡？」……………

以上場景的對話是否很熟悉？

筆者也常碰到業者在詢問這個問題，到底問題是出在哪裡？為何一家工廠無法穩定保持應有的產能狀態水準？

工廠產能理論推估方法

首先從建廠規劃來進行討論。一般工廠規劃建廠時，會針對未來的市場做深入的研究與探討，擬定出多種可能的產品組合，再依不同的產品組合估算未來的生產能力、設備機種、以及生產線的設計和佈置等，最終決定最佳的產品組合，進而制定出工廠的最佳產能規劃。其中最常用的3種產能估算方法，說明如下：



謝 佳 宏
(Xie, Jiahong)

謝佳宏自從東海大學工業工程與經營資訊碩士畢業後，已在產業服務領域擁有超過二十年的豐富經驗。產業服務範圍從協助企業精實改善到應用數位工具提升競爭力，同時積累了豐富的政府和業界委託計畫執行經驗。之後，進一步攻讀中山大學電機工程學系博士班，並成功取得該學位。現專任於南臺科技大學資訊管理學系。近年來，自身對極端氣候對全球的影響感到深切，陸續取得了溫室氣體盤查、產品碳足跡、能源管理系統等相關資格。同時，運用自己的跨領域專長，為企業提供服務。個人研究專注於應用精實方法促使企業實現永續減碳，並滿足國際ESG (Environmental, Social, and Governance) 要求的標準。

1. 標準產能法

標準產能推估法是以單一產品的標準生產時間作為基礎，計算在一定時間內（如每小時、每天或每月）能夠生產的產品數量。此方法適用於產品大量少樣的生產模式且在較為穩定的生產環境中。

2. 情境模擬法

利用數位工具，先建立工廠數位化模型，包含設備配置、生產流程、資源規劃等數據，估算各種不同產品組合下的產能表現，找出最佳配置。此方法適用於複雜且需要高度彈性的生產系統，特別是在多樣少量的市場需求環境。

3. 瓶頸分析法

基於 TOC 限制理論，通過鑑別生產流程中的瓶頸站來估算產能，估算出在多種產品組合下的總產能。此方法適用於多產品共用部分生產資源的情況，特別是當生產流程中存在明顯瓶頸時。

以上不論是哪種推估方法，最終都會估算出一個工廠最佳的產能規劃。然而實務上，卻鮮少有工廠能夠隨時維持在此狀態。

主因在於工廠每天都面臨著來自不同挑戰與壓力，筆者詢問過許多工廠的負責人、廠長、

製造經理、現場課長等人員，有相當大的比重都認為最大的問題在於「插單」過多，進一步追問造成「插單」的主要原因，大多認為是因為外部環境因素影響所導致，像是突發的市場需求、客戶訂單變更、供應鏈供貨問題等，當然也有部分認為是高層決策導致。不論造成的原因來自外部或內部，筆者認為工廠有「插單」並不可怕，可怕的是「習慣」插單就是工廠管理的日常，消極被動的接受其合理存在。

插單的成因與分類

插單的原因可簡單區分內部與外部兩大類別，以下分述其可能的成因：

1. 外部因素造成插單的可能原因：

- 突發的市場需求：當市場趨勢改變或客戶舉辦促銷活動、節慶假日需求等發生時，客戶會要求追加訂單或提前交貨。
- 客戶訂單變更：客戶臨時修改訂單內容，如變更規格、數量或交期等，導致需緊急插單以滿足新需求。
- 供應鏈供貨問題：供應鏈出現問題，例如原材料短缺、供應商交付延遲、極端氣候衝擊等，打亂原本的生產管制計劃，從而需要插單來補足缺口。

2. 內部因素造成插單的可能原因：

- 新產品上市：當企業推出新產品，市場反應超出預期，原本的生產計劃無法滿足需求，需要緊急插單來滿足市場需求。
- 設備臨時故障：內部生產線的突發性停機或異常故障，可能導致訂單無法按時完成，修復後需要重新插單以追上生產計畫。
- 生產計畫有誤：如果生產計劃制定時未能充分考慮可能的變數或突發情況，導致管制計劃過於樂觀，需要插單來修正計劃。

以上的外部與內部原因可能獨自或聯動發生，導致企業在原定生產計畫之外需要進行插單。而插單可能造成的影響可歸納為生產力下降、營運成本上升、以及交期不穩定等三個主要因素。以下進一步說明：

1. 生產力下降：插單會打亂原有的生產計劃，導致生產流程中斷，增加生產過程中的等待時間和停機時間，從而降低整體生產力。甚至加重生產過程中既有的瓶頸效應發酵。

2. 營運成本上升：為了因應插單工廠需要臨時加班，緊急採購原物料或支付額外的運輸費用等，這些都會導致營運成本上升。此外，插單可能導致工廠推遲或放棄其他訂單，從而損失原本可能獲得的收益，長期來看，頻繁插單會使企業的獲利能力受損。

3. 交期不穩定：插單通常優先於現有訂單，可能導致其他客戶訂單延遲交付，從而引發客戶

不滿。特別是當插單頻繁發生時，客戶會對企業的準時達交率產生質疑，嚴重時可能流失訂單。

以上三大影響因素雖然各有側重，但它們共同指向一個核心問題，工廠損失了應有的產能表現。整合來看，這三大類別的影響實際上都是因插單而導致的產能損失所引發的現象。無論是生產效率的降低、成本的上升，還是交期延誤，其根本問題都源於插單對工廠正常產能發揮的干擾。因此，我們可以推導出「插單帶來的最大影響，其實是損失了工廠應有的產能表現」，長期來看勢必會對企業應有的獲利能力造成深遠的影響。到底可以如何改善，讓我們來進一步探討可能作法。

妥善識別「插單」並最小化產能影響

1. 對於插單應該予以識別

可將其區分為「天災」或是「人為」。所謂「天災」指的是非工廠有能力預測或掌握的部分，像是極端氣候造成災害損失、戰爭導致運輸時間拉長或疫情導致全球性的癱瘓等；「人為」則是指由於人為因素所引起的插單，像是產銷協調不順暢、生產計畫缺乏彈性或高層礙於人情請託等。可以使用根本原因分析工具（RCA）來確定插單的主要成因，識別出「人為」的部分。

2. 建立插單資料庫隨時監控

記錄每次「人為」插單的具體資訊，包含插單決策者、插單時間點、訂單內容、生產線的

調度、交期衝擊影響等，建立一個插單事件的資料庫。分析找出共通的插單模式，例如特定客戶習慣性插單、特定產品頻繁性插單、特定季節性插單等，並透過關鍵指標進行監控於固定產銷會議上提出檢討。

3. 制定全廠統一的插單政策

當插單不可避免時，首先要先檢視現有的產能情況，一般來說有三個情形：

- 訂單量小於產能：當產能有閒置時可允許插單，藉此提高產能利用率。在這種情況下，插單往往不會對原有生產計畫造成太大的負擔。
- 訂單量等於產能：當訂單需求與目前產能相等時，插單可以進行，但要確保不影響既有訂單的交期或品質，並考量是否需以其他方式來完成。
- 訂單量大於產能：當產能無法滿足插單需求時，需進一步檢視現有生產排程內是否有非緊急訂單可以調整。若無法及時應對，應考慮與客戶溝通，延長插單訂單的交付時間。

確認完產能現況後，工廠應再根據客戶重要性、訂單利潤率、戰略考量等因素決定插單的優先順序，譬如提供重要或長期合作客戶優先插單權，以維護關係並確保未來訂單。或是針對高利潤或具備特殊戰略意義的訂單，給予優先插單權。此外，應該要設定「凍結時段」禁止插單。設定凍結時段是為了避免插單干擾，特別是對插單非常敏感或變更成本極高的瓶頸

製程。此做法不僅能夠減少生產計畫變動帶來的額外風險，確保產能穩定運行，工廠還可以平衡生產靈活性與穩定性。

精實製造的「小批量生產模式」是應對插單的有效做法

平準化 (Heijunka) 是精實生產中的重要概念之一，目的在消除生產波動。平準化的核心在於將每日的生產需求分散為穩定的產出目標，而非為了生產效率而批量生產某一產品再轉換生產線。小批量生產的目標是減少庫存和製造過剩的浪費，以最少的批量來滿足訂單需求。藉由縮短換線時間、加快物料流動，工廠可以有節奏的生產不同的產品，可以迅速因應插單或突發需求，且不會造成大量庫存壓力或生產延誤。然而要達成小批量生產有嚴格的條件要求與限制，以下從人機料三方面說明達成小批量生產的基本要求。

1. 多能工訓練機制

小批量生產要求員工具備多種技能，以便能夠根據需求在不同製程工序間切換。這樣的靈活性有助於生產效率的提升，並降低插單對生產流程的影響。

2. 優化機台設備彈性與縮短換模換線時間

小批量生產需要頻繁地在不同產品之間轉換生產，因此機台設備的彈性以及快速換模換線技術是關鍵。彈性高的機台設備往往具備多功能，能夠執行多種製程工序；換模換線時間是指從停止生產某一產品到重新開始生產另一產

品所需的準備時間，包括設備清潔、模具安裝、調整設備參數等過程，此整備時間越短，工廠的靈活性和生產效率就越高。

3. 即時供料

小批量生產要求供應鏈具備高度協同能力。原材料跟零組件的供應必須能夠及時、依照訂單需求提供，避免庫存或短缺浪費。如果供應鏈無法進行協同作業，將無法達成小批量生產的目標。

小批量生產並無法一蹴而就，應該是一個反覆努力的過程，所以我們必須要有明確的「指標」確保工廠朝向目標持續前進，常用的指標包括但不限於，庫存週轉率、換模換線時間、訂單達交率、前置時間 (LT)、週期時間 (CT)、配套率等，如今更可應用物聯網技術即時收集相關參數，再透過計算轉換成各項指標，透過可視化來加速達成。

將「插單」轉變成「訂單」 實現戰略目標

隨著科技進步和全球化推動下，市場需求日益多樣化，消費者越來越傾向於個性化產品或快速更新的商品品項。導致品牌和下游客戶將壓力轉嫁到上游供應商，要求更短的交期和更多元的產品規格，但每種產品的訂單數量卻持續降低。多樣少量的訂單型態已是台灣企業的日常，過往以增加人力或加班治標不治本的應對作法，已面臨極嚴峻的挑戰。藉由推動精實

生產逐步優化工廠體質，朝向小批量生產模式甚至是「一件流」持續精進，如此一來原本視為「插單的訂單」將不再是插單，企業也能有更多的籌碼和底氣實現戰略目標，搶攻下更多的市場。^{M4}

