



MASTER SPEAKS

# 精實生產的實踐

## ——運用「價值溪流圖」找出浪費根源

精實生產的目的在於消除浪費，舉凡生產過剩、不良品、加工、等待、搬運、庫存、多餘的動作等，都是生產過程中可能造成浪費的地方。而想要實現精實生產，必須藉助「價值溪流圖」(Value Stream Mapping)，透過將工廠內部生產過程繪製成一幅可以表現出「物流」「資訊流」與「生產作業時間」的圖表，分析產品生產流程，從中發現浪費的根源，並加以改善。

- 1。 杜絕過量生產  
**消除一切浪費，只生產顧客想要的**
- 2。 價值溪流圖  
**依顧客實際需求，重新界定既有生產方式**
- 3。 描繪「現狀圖」  
**畫出完整生產流程，揪出浪費、加以改善**
- 4。 描繪「未來圖」  
**產量平準化，避免過多備料與人力**
- 5。 課程結論  
**揚棄大量生產、導入精實生產，提高生產效率**



## Professor Profile 教授簡介

### 郭倉義

國立中山大學企管系副教授，美國辛辛那提大學 (University of Cincinnati) 工業工程博士。曾獲中華民國品質學會99年度品質論文獎、86學年度國科會甲等獎助、國立中山大學98學年度第二學期教學優良課程：「生產與作業管理」等。專長研究領域為品質管理 (Quality Management)、作業管理 (Operations Management)、電子化企業 (eBusiness)。

「大量生產」(mass production)是20世紀中葉，由福特汽車公司(Ford)創辦人亨利·福特(Henry Ford)所發展出來的生產模式，強調的是標準化大規模生產，採用專職分工方式，生產線上工人只做同一動作……以達到降低成本、快速生產的目的。直到今日，「大量生產、成本低廉」的觀念仍深植人心。

然而，隨著顧客需求「少量多樣化」的潮流興起，過去生產者不考慮顧客實際需求的大量生產方式，將產品向顧客「推去」(push)的模式，已無法符合市場需求，平白造成大量的浪費(產品並非顧客想要的，因而造成庫存)，取而代之的是依顧客實際需求再生產的「拉動」(pull)模式。由日本豐田汽車(Toyota)所發展出來的「精實生產」(Lean Production)，便是依顧客實際需求再進行生產的模式，不僅徹底改變了汽車產業競爭生態(2008年，豐田以241萬輛的產量打敗通用汽車的225萬輛，成為世界第一)，同時還成為其他產業競相模仿的標竿。

精實生產是一套由「豐田生產模式」(TPS, Toyota Production System)發展出來的觀念，不但可以提高企業生產彈性、減少庫存，還能避免製造大量不良品，因而成為日本豐田汽車在1980年代，透過低成本高品質的產品成功進入國際市場的基礎思維。1990年代後，全球汽車工業無不以精實生產做為競爭的入場券，而在汽車工業之外的其他製造業乃至於服務業，也相繼投入應用精實生產，以減少組織內不必要的浪費。

### 杜絕過量生產

## 消除一切浪費，只生產顧客想要的

精實生產的目的在於「消除各種浪費」，舉凡生產過剩、不良品、加工、等待、搬運、庫存、多餘的動作等，都是生產過程中可能造成浪費的地方。

長期研究精實生產的麥克·魯斯(Mike Rother)與約翰·舒克(John Shook)，在《學習觀察》(Learning to See)書中指出，過量生產是浪費最主要的根源，造成上游工程生產得比下一道工程所需的更多、更早或更快，不僅會導致多餘庫存，更會造成其他所有類型的浪費。比如說，過量生產的產品需要儲存空間、額外的人工與設備進行處理、分類；品質若有缺陷，還必須重工；忙於製造現在不需要的產品，可能導致不能準時為客戶供貨……

反觀**精實生產與大量生產最大的不同之處在於，將注意力放在杜絕過量生產上**。大量生產的思維主張生產愈多、愈快，成本就愈低，但這種看法只適用於計算單一件產品的直接成本，卻忽略了所有由過量生產所造成的浪費與其他成本。

### 價值溪流圖

## 依顧客實際需求，重新界定既有生產方式

想要實現精實生產，必須藉助「價值溪流圖」(Value Stream Mapping, 簡稱VSM或「價值流」)，透過將工廠內部生產過程繪製成一幅可以表現出「物流」「資訊流」與「生產作業時間」的圖表，做為分析產品生產流程的共通語言，從中發現浪費的根源，並加以改善。

# section 1

# section 2

過量生產是浪費最主要的根源，造成上游工程生產得比下一道工序所需的更多、更早或更快，不僅僅會導致多餘庫存，更會造成其他所有類型的浪費。

《精實革命》(Lean Thinking) 作者詹姆斯·沃馬克 (James Womack) 與丹尼爾·瓊斯 (Daniel Jones) 指出，善用精實系統思考的企業，可用更少的努力、更少的設備、更少的時間與空間，使產出愈接近顧客所要的。為協助企業引進精實生產以消除浪費、創造獲利，沃馬克與瓊斯提出「價值溪流圖解分析法」，共包括5個基本原則：

**1.重新確認產品「價值」(value)：**唯有顧客才能界定價值所在，因此企業必須以全新的角度與顧客對話，並與顧客主張的價值相吻合，如此才能吸引更多的顧客。

採取精實生產的企業，必須不斷地對各產品團隊進行質問，以取得產品最佳的應用，並在產品開發、接單過程與生產活動中不斷改善，以穩定地邁向完善。只有就某特定產品，在某特定時間，以特定價值來滿足顧客需求時，才能彰顯出價值所在。

**2.確認每一產品的「價值溪流」(value stream)：**企業必須畫出一份「價值溪流圖」，用以確認某一產品的設計、銷售、製造等各項措施，並且將之分為3類以進一步消除浪費：(1) 實際創造出顧客感受得到的價值，例如銲接自行車架；(2) 並未創造出價值，在目前生產作業系統下尚不能排除的浪費，例如檢驗銲接自行車架的品質；(3) 顧客認為沒價值的，可立即去除的多餘步驟，例如去除自行車架生產過程中多餘的移動動作。

**3.力求價值活動暢通無阻 (flow)：**在確認價值，並畫出某產品價值溪流圖、去除浪費後，接著重新思考特定工作方法與工具，消除各種回流、報廢、停工等浪費，促使某特定產品的設計、銷售、生產等環節，能像溪流般以連續暢流化方式進行。

比如說，開創出一次只生產小批量 (數百個或數十個產品)，而不是動輒上百萬個數量才划得來的生產方式；不再採用大批量生產的裝配線方式，而採取快速轉換用以生產不同產品的工具、模具；用大小適中的設備，進行小批量連續暢流的生產；將以往「部門化、分批化」生產模式，轉換為「產品團隊、暢流化」的生產方式。

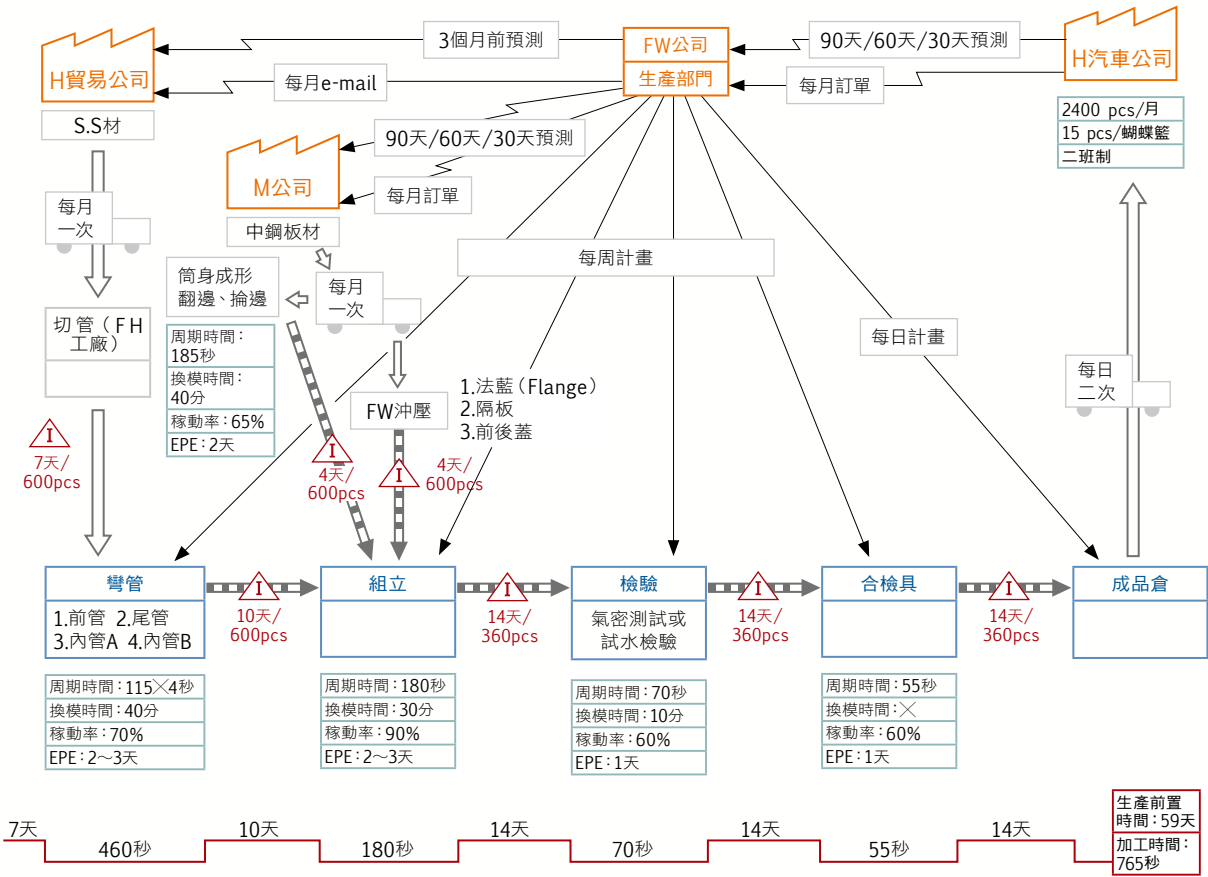
**4.由顧客需求驅動生產的「拉式管理」(pull)：**只在下游顧客 (或下一道工程) 需要某產品或服務時，上游工廠 (或上一道工程) 才進行生產。拉式管理最大的好處在於，企業可以在顧客有需求時，給他們所想要的產品或服務，一旦顧客知道不管他們要什麼，都可以很快獲得時，顧客的需求就會趨於平穩，企業也可省下因銷售預估錯誤所造成的庫存損失。

**5.追求無止境的完善 (perfection)：**追求「完全消除浪費」，需要無止境的努力。從產品開發、排程和生產系統上著手，從小規模改善開始，有效率地追求突破 (革命) 式及漸進式改善，才能達到「止於完善」的境界。

除上述五大基本原則外，企業在實施精實生產時，也必須依循5個改善步驟：1.首先選定一個產品線做為繪製價值溪流圖的標的，並依該產品線現有的「物流」「資訊流」與「生產作業時間」等資訊，繪製成「現狀圖」(current state drawing)；2.分析現狀圖中的生產流程，是否有可以改變成流線生產 (flow production)、超市拉動 (supermarket pull)、看板拉動 (Kanban pull)，或是「先進先出」列 (FIFO) 的生產方式，以減少成品及在製品 (WIP，半成品和成品之間的製品) 庫存；3.繪製「未來理想狀態的價值溪流圖」(future state drawing，簡稱「未來圖」)；4.實施改善以達成未來價值溪流圖中的目標；5.將改善標準化。

## 現狀圖：畫出既有生產流程，找出浪費根源【圖1】

將工廠內部生產過程繪製成一幅可以表現出「物流」、「資訊流」與「生產作業時間」的圖表，再從中發掘造成浪費的根源，加以改善。



描繪「現狀圖」

### 檢驗生產流程各環節，揪出浪費、加以改善

接著本文就以價值溪流圖中的「現狀圖」與「未來圖」，觀察比較企業進行精實生產前後所產生的效益，並將它應用在汽車零件製造公司的消音器生產上（由於實際實施改善牽涉到企業經營決策，本文僅介紹可能對工廠營運進行的改善）。

在本案例中，FW公司消音器現狀圖如【圖1】所示，H汽車公司每月4種車型消音器的需求數量為2400pcs（2400台），每一蝴蝶籃（tray，生產線上用於裝載零件或產品的容器）可容納15pcs，生

# section 3

大量生產的思維主張生產愈多、愈快，成本就愈低，但這種看法只適用於計算單一產品的直接成本，卻忽略了所有由過量生產所造成的浪費與其他成本。

section

## 4

產線為兩班制。除了每月下訂單給FW公司外，並提供「90天/60天/30天」預示生產數量給FW公司準備不鏽鋼材。FW公司生管部門收到訂單之後展開下列作業。

**1.排定生產計畫：**依H汽車公司訂單排定各工程站每周生產計畫、成品倉每日交貨計畫。

**2.向不鏽鋼材供應商下訂單：**消音器是由S304與S436兩種不鏽鋼材所組成，由於國內材料供應商無法供應S436等級不鏽鋼材，所以FW公司必須以電子訂單方式，分別向H貿易公司採購由日本進口的S436不鏽鋼材、向M公司採購由中鋼生產的S304不鏽鋼材。

**(2-1) 向H貿易公司採購S436不鏽鋼材：**因為進口不鏽鋼材加載卸貨(L/D)時間為90天，所以FW公司必須在90天前，下訂單給H貿易公司，若H汽車公司生產計畫有所變動，就必須再從後續的訂單調整。S436材料抵達台灣報關之後，FW公司委由H貿易公司將不鏽鋼材、鋼卷運送到FH工廠，進行捲管及切管工程，完成後再送到FW公司屏東廠，庫存量為7天/600pcs(指這個工程站有600個庫存，可供應7天)。

**(2-2) 向M公司採購S304不鏽鋼材：**M公司轉向中鋼採購後，將鋼卷送到自有裁切廠，並依據FW公司訂單內容進行裁切後，再送到桃園廠加工，包括(1)筒身成型、翻邊、捲邊工程；(2)法藍(Flange)、隔板、前後蓋沖壓工程，此工程站有4天/600pcs庫存量。

而FW公司的消音器生產線依序包含彎管、組立、檢驗、合檢具、成品倉等5個工程站：

**1.彎管：**FW公司屏東廠收到FH工廠半成品後，在廠內進行前管、尾管、內管A及內管B等4種零件的彎管工程，該工程站的周期時間(每隔多久時間可生產一個產品)為460秒，換模時間(從生產一種產品轉換到另一種產品的時間)為40分鐘，稼動率(生產設備可使用的最大時間)為70%，EPE為2~3天(every part every, 生產批量大小。指的是該項零件連續生產2~3天，才會換模生產其他產品)，此工程站有10天/600pcs庫存量。

**2.組立：**將FW桃園廠生產的零件(法藍、隔板、前後蓋)運到FW公司屏東廠與4管(前管、尾管、內管A、內管B)組成完成品。該工程站周期時間為180秒，換模時間為30分，稼動率為90%，EPE為2~3天，此工程站有14天/360pcs庫存量。

**3.檢驗：**組立工程站之後為氣密(試水)測試工程站。該工程站周期時間為70秒，換模時間為10分鐘，稼動率為60%，EPE為1天，此工程站有14天/360pcs庫存量。

**4.合檢具：**通過氣密測試後的消音器必須再合檢具，以確保消音器沒有變形。該工程站周期時間為55秒，稼動率為60%，EPE為1天，此工程站亦有14天/360pcs庫存量。

**5.成品倉：**檢驗合格的完成品送到成品倉暫時存放，該成品倉中保有14天/360pcs庫存量，然後依照FW公司生產部門每日兩次交貨計畫，以貨車將消音器送達H汽車公司。

從現狀圖分析發現，消音器「前置時間」(一個零件從開始生產到完成所需時間)需要59天(7+10+14+14+14)，但實際加工時間卻僅需765秒(460+180+70+55)，明顯存在極大改善空間。

描繪「未來圖」

## 產量平準化，避免過多備料與人力

接下來，怎麼讓FW公司的價值流變得「精實」呢？FW公司現有消音器生產線是很典型的

一旦顧客知道不管他們要什麼，都可以很快獲得時，顧客的需求就會趨於平穩，企業也可省下因銷售預估錯誤所造成的庫存損失。

批量與推式的生產方式，價值流的各個工程就像一座座孤島，不管下游工程的實際需要，只是按照生管部門計畫生產，並推向後工程，而非根據下游工程的顧客需求來生產，造成各工程站間庫存的浪費。

由於產品沒有立即的需要，因此當它們被搬運、點收、儲存等，都會造成浪費。而且若其中某一個工程站生產的零件有問題時，往往要到最後的氣密測試工程站或合檢具工程站才會被發現，整批成品有可能得報廢重新生產，這也是一種浪費。上述FW公司消音器生產時，增加價值的時間非常短(765秒)，但產品經過工廠所花費的總合時間卻非常長(59天)。

在精實生產中，企業必須努力做到讓各工程僅在下一個工程有需要時，才生產下一工程需要的產品。以FW公司為例，可從以下4個步驟進行改善：

**步驟1：依據「節拍時間」(takt time)進行生產。**節拍時間是指要用什麼速度來製造一個零件或一個製品，其目的在於配合販賣速度，以符合顧客的需求進行生產。節拍時間可以用每班定時的「稼動時間」(扣除休息可用於實際生產的時間，以秒計算)，除以每班顧客的需求量來計算。因此，FW公司的節拍時間為27600秒(一天8小時工作時間，扣除20分鐘休息時間)/190 pcs (FW公司每班顧客需求數量)=145秒。

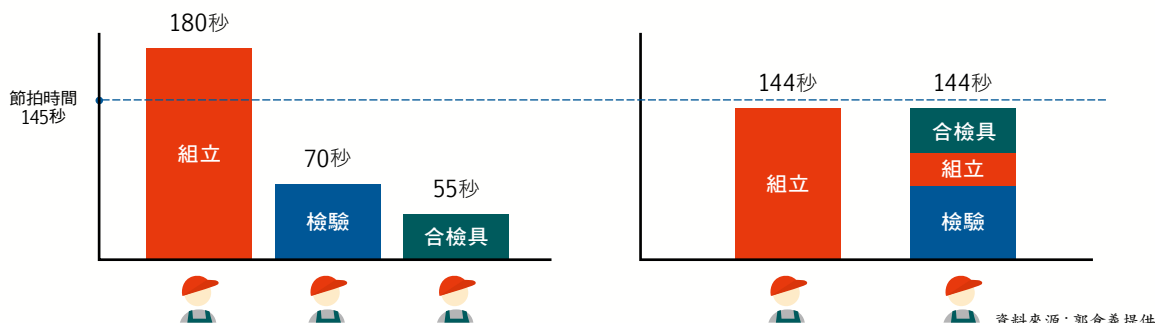
**步驟2：讓生產過程連續流動。**連續流動是指每生產一件產品時，立即從這一個工程傳到下一個工程，工程與工程之間沒有停滯。在FW公司消音器的價值流(詳見【圖2】)中，組立、檢驗、合檢具工程的周期時間分別為180秒、70秒、55秒，各有一名作業員負責。由於這3個工程具有關連性，因此可將這3個工程建立連續流動生產。

這3個工程加總作業時間為305秒(180+70+55)，除以節拍時間145秒，結果是2.10名作業員。這說明只要按照生產節拍，在一個連續流動中完成組立、檢驗及合檢具工作，只需要2.10名作業員，因此目前的3名作業員實在太浪費了，應該透過作業改善來消除浪費，以便讓兩位作業員的工作時間都降到節拍時間以下，若能如此安排的話，第三名作業員與在這3個工程站間的物流人員，都將會被節省下來，安排到其他創造價值的工作崗位上。(詳見【圖3】)

### 建立連續流動生產，節省不必要的人力【圖2】【圖3】

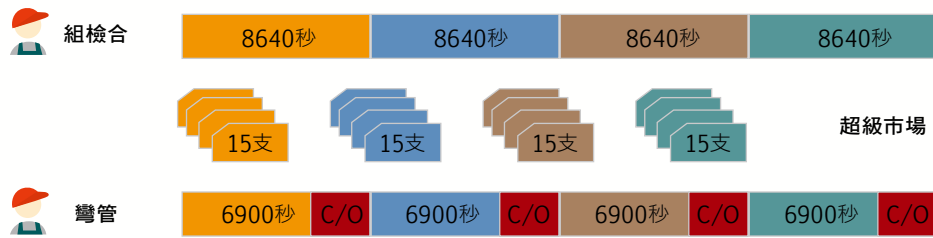
**改善前的周期時間【圖2】：**在尚未實施精實生產前，組立、檢驗、合檢具3個工程站各有一名作業員負責，作業員的工作時間與節拍時間差距甚大，形成人力上的浪費。

**改善後的周期時間【圖3】：**將具有關聯性的組立、檢驗、合檢具合併成一個工程站，建立連續流動生產，同時節省一名作業員人力，並讓作業員的工作時間都降到節拍時間以下。



### 前後工程無縫隙銜接，提高生產效率【圖4】

為讓「彎管」與「組立+檢驗+合檢具」兩道工程能連續流動，彼此間沒有時間停滯浪費，因此需改善彎管換模時間；介於兩道工程間的超級市場，則可讓兩道工程順利銜接；圖中4個顏色則代表4種消音器的生產。



換模時間 (C/O)  $8640\text{秒} - 6900\text{秒} = 1760\text{秒}$  (29分鐘)

**組檢合：8640秒**

由於節拍時間為145秒，所以組立、檢驗、合檢具這三個工程連續流動後，必須控制在144秒，而每一批共有60支，因此所需總時間為： $144\text{秒} \times 60\text{支} = 8640\text{秒}$ 。

**超級市場：15支**

每一批生產60支，每15支裝盛在蝴蝶籃 (tray，指生產線上用於裝載零件的容器) 中，所以共有4個蝴蝶籃。

**彎管：6900秒**

完成每支彎管所需時間為115秒，而每一批共有60支，因此所需總時間為： $115\text{秒} \times 60\text{支} = 6900\text{秒}$ 。但為與下一道工程組檢合達成流動生產，因此需將原本40分鐘的換模時間調整成29分鐘，讓兩道工程節拍時間一致，沒有任何時間停滯浪費。

資料來源：郭倉義提供

**步驟3：無法連續流動時，使用「超級市場」控制生產。**所謂超級市場，就是仿效超級市場作業模式，針對每項產品只維持相當少量存貨，根據顧客實際從貨架上取走的數量，補充貨架上的產品。由於在價值流中常有些地方不一定能夠形成連續流動，因而必須使用批量生產，例如該生產工程的周期時間很長或很短，而且需要換模來生產不同的產品時；有些工程必須外包，距離遠不可能每次只運送一件；有些工程前置時間太長，無法以連續流動直接與其他工程匹配相連。

因此當FW公司面臨無法形成連續流動時，可採用以下兩個方法：1.在下游顧客工程中設置超級市場，在需要的時候可在超級市場領取產品；2.在上游的供應工程亦設置超級市場，在材料或零件被領走時，依據被領取的情報立即下單訂購材料或生產零件，以補充被領走的部分。設置超級市場最主要的目的在於，不必按照生產計畫也可控制上游供應工程的生產。

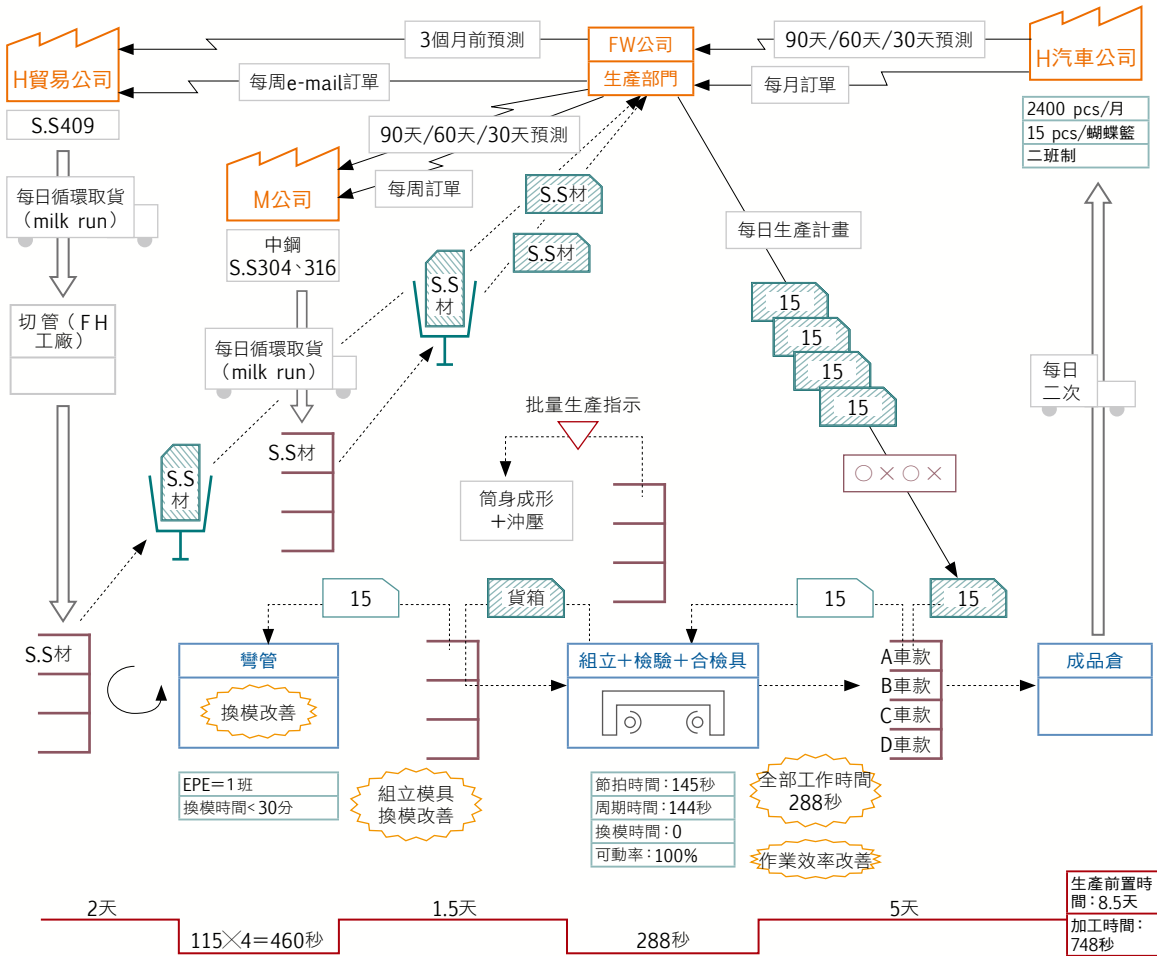
**步驟4：將顧客訂單只下給一個生產工程。**在應用超級市場拉動生產時，只需將生產計畫下達給價值流中的某一個點，而這一個點就稱為「基準節拍工程」，其目的在於透過控制這個工程的生產，設定所有上游工程的節奏。例如，將訂單下給生產某項產品的第二個工程站，則上游的第一個工程站就必須依照下游的需求生產。

此外，為了讓FW公司的價值流能依據節拍時間連續流動，在「彎管」工程中的換模時間也必須由40分鐘改善至29分鐘，才能配合價值流中的連續流動。(詳見【圖4】)

歷經上述改善步驟後，如「未來圖」所示(詳見【圖5】)，FW公司依據基準節拍，平準化(在一段時間內，均勻地生產不同的產品)地生產4種車型的消音器，不但上游超級市場庫存和成品倉的庫存變少；生產前置時間由原來的59天下降至8.5天；生產工時由765秒下降至748秒；生產所需人工也由3人減少至2人。

## 未來圖：依下游實際需求，再進行生產【圖5】

透過平準化生產，讓產量平均化；改善換模時間，提高工作效率；建立超級市場，讓上下游工程形成連續流動生產等措施，讓生產效率大幅提升。



物流記號說明：

- 改善：為能實現按照節拍時間平準化生產所需進行的改善
- 操作：代表作業人員操作機具
- 超級市場：開口向左對著供應工程，代表為此工程生產計畫而成立
- 領取：表示領取材料或半成品

- 信號看板：啟動零件的生產
- 領取看板：為一採購單，告知物流人員去領取並運送零件
- 生產看板：啟動零件的生產
- 看板架：放置領取看板的的地方
- 平準化生產：將產量平均化，保持每天製作量或工作量大致一致，以生產多種零件或產品

資料來源：郭倉義提供

### 課程結論

## 揚棄大量生產、導入精實生產，提高生產效率

大多數的企業可能會認為，安排生產同一種產品大量生產，成本會比較低，因為這樣做可以減少換模時間與產生規模經濟 (economies of scale)。但透過上述個案，以精實生產模式進行改善後，可以發現企業不但能擁有更低的生產周期、更少的前置時間、更少的庫存，人力資源也得以更有效率的運用。



# section 5