

第一章 緒論

1-1 研究背景與動機

筆記型電腦由於本身產品的生命週期短、技術淘汰率高、製程組裝不易、市場反應快速、原料價值變動大以及競爭性高的特性，故無論從設計、生產、行銷到後勤運送，企業講究的都是效率和成本。隨著產業全球化及產業微利時代的來臨，為降低產品成本以提升產品競爭力，廠商無不亟思簡化供應鏈流程、縮短交貨期，以強化全球生產體系。台灣擁有的完整運籌架構促使台灣成為國際大廠在運作考量下的重要選擇，並成為台灣爭取訂單的有利因素。

傳統的供應鏈運作模式，是由最終端的零售商以預測方式下單，各個區域的經銷商或配銷中心再將訂單彙整以後，轉變成對工廠的需求預測，工廠依需求製造後再配送至各個區域或配銷中心，再轉配送至零售商，此為『推』式(push)的運作模式。然而如我們所知，需求預測通常是不準確的，再加上價格的變化、原料市場的短缺、生產和補貨前置時間過久等因素更加深了需求的波動。企業內總是會面臨材料庫存水準過高、材料庫存跌價損失的風險，或是因為材料供應量不足，造成訂單流失與客戶的不滿。究其原因，就是沒能在「確保銷售需求」與「降低庫存成本」這兩點之間取得平衡。

在供應鏈不可靠、需求預測又不準確的狀況下，企業為了能確保銷售需求，必須建立較高的材料庫存水準來應因可能的變動；但是越高的材料庫存，代表企業必須投入更多的資金並且還要承擔將來可能面臨的材料跌價損失，為了要讓企業賺錢，應該要設法降低材料庫存、減少庫存成本。這時我們便落入了應該建立高材料庫存或是低庫存的衝突中（如圖 1-1 所示）。為什麼要提供好的顧客服務、賣出更多的產品，就必須備高庫存呢？

仔細思考，我們會發現，是因為我們認為供應商不可靠、補貨時間太長、需求預測不準確等。當筆記型電腦在市場上的銷售生命週期越來越短、售價持續下跌、代工廠毛利率越來越低的狀況下，筆記型電腦代工廠如何在滿足客戶需求的同時、又不會有太多的材

料庫存發生，是否能找到一個好的解決方案？引起本研究的動機。

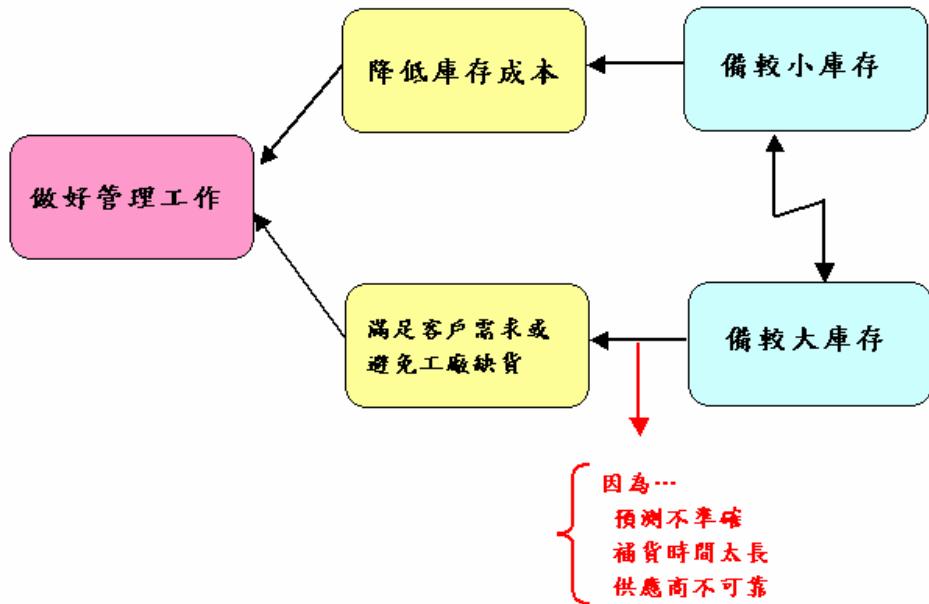


圖 1-1 配銷衝突圖



1-2 研究目的

限制理論(Theory of Constraints)是由 Dr. Goldratt 在 1984 年所提出，他認為要解決以上的配銷衝突圖，必需從庫存管理著手，將以往傳統的『推』(push) 式運作模式改為『拉』(pull)式，即所謂的 Demand-Pull 的管理模式。TOC 已經掘起一段時間，相關實證的研究也相當地多，但是針對筆記型電腦代工產業的研究尚無人著墨。

本研究以專業筆記型電腦代工企業『W 公司』為研究對象，運用 TOC 中的 Demand-Pull 的管理模式，建構一個新的需求和庫存管理方法，以達到材料庫存水準降低，並同時確保銷售需求，進而提升企業的彈性應變能力，提高獲利。

1-3 研究限制

本研究以個案公司的例子做驗證，由於個案公司服務的客戶以及製造代工的產品種

類非常多，因此做了如下的限制：

1. 本研究範圍僅限於筆記型電腦代工產業，其他行業的應用不在本研究範圍內。
2. 本研究對象為個案 W 公司，並不與其他同業公司做差異比較。
3. 個案 W 公司擁有數個知名品牌的客戶群與產品線，本研究以 L 客戶委託代工的一款 12 吋螢幕的輕薄機台(以下簡稱 S 系列)為實證分析的例子。數據來源為 S 系列在 2005 年一整年的實際出貨量與來自 L 客戶的需求預測值。
4. 本研究旨在評估限制理論在筆記型電腦代工產業的可行性，研究範圍並不涉及相關實施細節。

1-4 研究架構

本研究架構分為五章，第一章闡述本研究的背景、動機、目的、限制與架構；第二章為文獻探討，搜集並回顧 TOC 的基本理論與存補貨政策；第三章為筆記型電腦代工產業的概況分析；第四章為實證分析，以個案 W 公司的現況與實際數據去做模擬和比對，比較個案公司的實際現況和採用 TOC 中 Demand-pull 方法的模擬之後，在存貨管理上的變化與改善；第五章為結論與建議。

第二章 文獻探討

2-1 限制理論(Theory of Constraints)之源起

限制理論是由以色列物理學家 Dr. Goldratt 在 1984 年發展出來的一套管理模式，強調企業持續改善的方法，落實企業永續經營的理念，更是讓企業經營最佳化的管理哲學。透過 Dr. Goldratt 的企管小說『目標』(The Goal)，使 TOC 管理理論因而暢銷全球，並為企業帶來一個全新的管理思維。Dr. Goldratt 用一個簡單的比喻來闡述企業經營，他把企業比作一條需要承載負荷的鏈條，每個環節象徵各個部門，而鏈條連結在一起時象徵企業完整的團隊營運系統，必須能夠承受巨大的衝擊力量才能創造價值，當有任何一個環節因為承受不了負荷時，整個鏈條便會斷裂。在這個鏈條比喻中，最弱的環節就是限制因子；一個系統的績效表現該由系統中最弱的一環所決定，該最弱的一環即是系統中的限制因子。他更進一步地定義何謂系統和限制因子，系統是構成一個單位或組織內所有相關連的事物；而凡是限制系統達成該目標的任何因子都稱為該系統的限制因子【4】。



2-2 限制理論的思考分析架構

TOC 限制理論是一種企業持續改善的方法，實際改善的過程即是一連串的循環。不斷地重複提出三個問題來進行持續的改善，以及利用五個實際改善步驟。其中一再重複提出的問題如下：

1. 要改變什麼? What to change?
2. 要改變成什麼? To what to change?
3. 如何做改變? How to cause a change?

以下是五個實際改善步驟：

1. 找出系統中存在有哪些限制條件。
2. 決定如何充份利用系統限制。
3. 所有非限制全力配合步驟二所作的決策。
4. 打破系統限制。
5. 如果系統限制在步驟四被打破，回到步驟一。

2-3 限制理論對企業獲利的看法

限制理論認為企業的最終目標就是要在「現在和未來賺更多的錢」，要有效達成此目標，有三個重要的衡量指標：有效產出(Throughput ; T)、存貨(Inventory ; I)、營運費用(Operating Expense ; OE)。有效產出是整個系統透過銷售而獲得金錢的速度，存貨是指系統投資在採購上的金額，營運費用指的是系統為了把存貨轉為有效產出而花的錢。

$$\text{淨利}(NP) = T - OE$$

$$\text{投資報酬率}(ROI) = (T - OE)/I$$

$$\text{生產力}(Productivity) = T/OE$$

限制理論認為，管理者可以利用有效產出、投資與營運費用，來評估其行動與決策對組織目標的達成是否有效；並認為這三項指標是管理者目標與企業目標連結的指南針。



2-4 限制理論的存貨管理政策

為了因應前一章所提到的配銷衝突，解決供應商不可靠、補貨時間太長、需求預測不準確的問題，限制理論提出了 Demand-Pull 的觀念來取代一般企業的傳統作法。

限制理論認為由統計變異的計算可知，個別計算的變異一定遠高於整體計算的變異，因此若越往上游的需求匯集處作預測，則其準確率就遠高於散佈各處銷售點所作預

測的總合。因此我們應該將主要的庫存放在預測最正確的地方(匯集源頭處)，將供應鏈的運作模式由傳統的『推』式(push)改為『拉』(pull)式，下游消耗多少再跟上游拉多少。此作法不但有利於分配滿足下游最迫切需求點的需求，同時可將不穩定的獨立需求從供應系統中分離出來。限制理論將這種『拉』(pull)的方法稱為 Demand-Pull 供應鏈管理模式，運作方式如下：(1)下游廠商備足庫存涵蓋可靠補貨期間內的需求，下游廠商用掉多少就對上游(區域倉庫或發貨中心)訂購多少。(2)區域倉庫或發貨中心備足庫存涵蓋可靠補貨期間內的需求，當運送多少數量到下游廠商，就再對其上游(工廠倉庫)訂購多少。(3)工廠倉庫備足庫存涵蓋可靠補貨期間內的需求，當運送多少數量到區域倉庫或發貨中心，就生產多少。Demand-Pull 的補貨方式如下圖 2-1 所示。

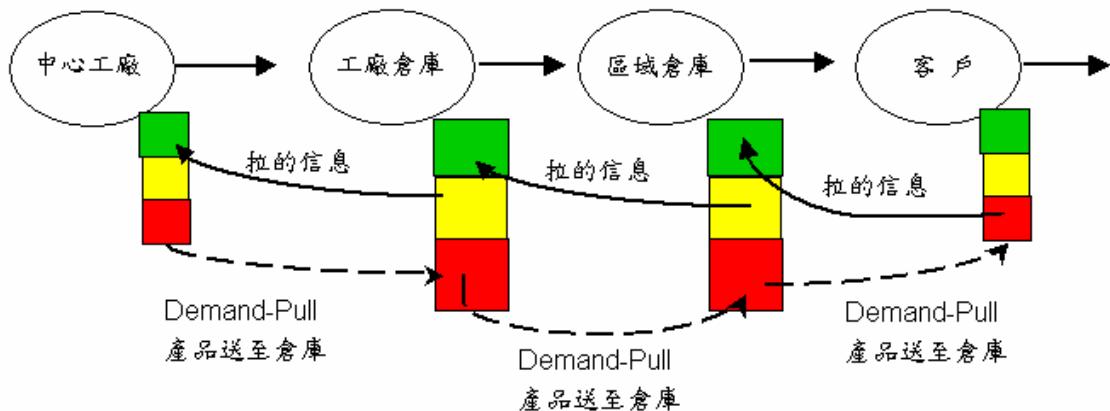


圖 2-1 Demand-Pull 補貨方式示意圖

2-5 限制理論在組織的應用領域

我們如何應用限制理論的思維程序、有效產出、投資與營運費用，以及產出觀的五個管理專注步驟來管理不同的限制呢？讓我們從企業經營管理的八個要素來看。企業經營管理的八個要素如下，前三項為組織的內部因素，市場與銷售或業務則為組織的外部因素，後三項則跟組織本身的政策、績效評估、管理者思維、組織結構有關【3】。

1. 生產管理 (Production Operation)

Dr. Goldratt 認為傳統營運觀念最主要的假設在於：「任何資源閒置即是浪費。」但就製造生產而言，實際上最大產出應決定於瓶頸資源。非瓶頸資源為了追求其個別效率而全力生產，只會製造出更多的在製品，對整體最大有效產出，非但沒有幫助，甚至有破壞性。因此，TOC 提出一套解決辦法稱為 DBR (Drum-Buffer-Rope)，DBR 實行步驟首先確認瓶頸資源所在，決定如何充份利用瓶頸資源，其他非瓶頸資源全力配合瓶頸資源運用。也就是將瓶頸資源當做鼓(Drum)，在瓶頸資源的鼓敲響一次時，整個系統便隨鼓聲做前進一步的動作。Buffer 是以適當之原物料置於瓶頸資源的前方，使系統有緩衝的餘地，讓系統得以穩健地依照規則運行。Rope 是一個介於瓶頸資源與下料源頭之間的運作機制，確保銷貨速度較緩慢的成品庫存維持在一定的數量之內，使該系統確實保護到市場消費需求。

2. 工程與專案管理(Project Management)

傳統專案管理通常以時間、金錢及規格來作為績效衡量的指標，然而大部份人的經驗是，最終進度總是落後、預算超支、以及無法完全按照規格完成專案。傳統專案管理的主要錯誤假設為：「要準時完成專案計劃，必須要求專案內每一作業任務(Tasks)在其時限內準時完成」。事實上在多重專案中，共同資源競爭以及其變異性為其主要問題；更由於人的惰性使然，每一個工作都多加了許多保護時間，但不管要求多長時限均會拖至最後一刻才動工，導致大部份的情況下無法準時完工。專案網路通常只考慮作業間的相依性，但是資源的可用性與網路的佈置並非單獨決定而須同時考慮，在管理上要決定的不再只是「要徑，Critical Path」，而是「關鍵鏈，Critical Chain」。解決之道必須將由各個作業組成的專案視為一個整體，錯開各別的專案避免多重作業，將每一作業的緩衝濃縮為一個專案整體的安全緩衝(Safety Buffer)，並運用緩衝管理(Buffer Management)設定優先權。

3. 配銷與供應鏈管理(Distribution and Supply Chain)

傳統的配銷與供應鏈的管理認為：「為了提供較佳的供貨服務品質，須將庫存據點設置得靠近客戶」。但是若庫存補貨是依照需求的平均量來決定，則在現實上將由於統計

波動而面臨需求與平均值有極大的差異，因而導致缺貨頻繁。於是採取高庫存來加以保護，但是區域倉庫間的調度卻越加頻繁。結果，每個區域倉庫都堆積著大量的存貨，卻總是短缺客戶所要的種類。因此根本的解決之道，必須改變以往貨品送達至經銷商即視為出貨的觀念和作法。也就是將原本『推』式(Push)的作法，改成以客戶需求為主導的『拉』式(Pull)作法。其推行的首要在於將庫存回到源頭管理(即 Central Warehouse)，並與配銷通路的每一配銷點建立互信補貨系統，量身訂作適合自身企業的配銷管理系統。在這個新的配銷系統中，衡量指標應修正為以下兩種：訂單交期延誤天數(TDD)，Throughput Dollar Day) 與庫存週轉天數(IDD，Inventory Dollar Day)。設法達成零 TDD、低 IDD 的目標。

4. 市場(Marketing)

市場行銷的問題通常存在於對產品價值的看法，市場上總是存在著兩種不同的認知：一是供應商對於產品價值的認知是基於其成本的考量，因為如此才能符合生產成本及公司獲利的基本要求；二是客戶對產品價值之認知，是該產品是否能對其產生幫助或解決其問題。縱然是相同的產品，對於不同的客戶，則可能產生不同的價值。唯有當客戶對產品的價值認知超過其價格時，客戶才有可能滿意。Dr. Goldratt 認為行銷除了是要瞭解客戶的需求外，更應該知道公司的產品可以為客戶解決哪些問題？以此觀點出發，行銷要做到的是充分瞭解市場需求並且讓客戶可以很快地看到該產品能給予他的利益、可以真正為他解決問題。

5. 銷售或業務(Buy-In and Sales)

許多銷售人員經常犯的錯誤，就是直接向客戶宣揚自己產品的優點。但事實上，在做銷售和說服時，客戶總是抱著抗拒的預設心態，一味地強調產或服務有多好只會引起更多的抗拒。解決之道應該克服每一階段的層層阻力，突破客戶抗拒的心態。限制理論主張企業應以一套說服和銷售的程序(The Buy-In Process)來做改變，這套程序如下：

- 首先將焦點放在問題所在。
- 接著解釋解答的方向。
- 說明實施此可行解可以消除現存的不良效應。

- 說明實施此可行解不會產生新的不良效應。
- 說明推行此可行解期間將會產生的阻礙均能加以克服。

6. 財務與績效評估 (Finance and Measurements)

過去傳統的接單模式，對於產品組合的計算方式，是依照產品的邊際利潤大小作為選擇之主要參考。關於自製或外購的議題，常常以部門的設備使用率及效率作為主要的績效衡量指標，以達到局部績效最大化。然而以傳統方式選擇產品組合、自製或外購的過程中，忽略了生產中的重要限制因子 -- 生產瓶頸。TOC 不再以產品成本及其邊際利潤作為各項決策之主要依據，提出「每分鐘限制資源所得到的有效產出 Throughput per Constraints Minute (T/Cm)」作為主要之決策變數，應用在如何決定產品組合、自製或外包的問題、及產品銷售佣金的議題上。另外又提出以 T(Through-put，有效產出)、I(Inventory，存貨)、OE(Operation Expend，營運費用)，作為企業整體營運之指標。推動方式乃是利用 T、I、OE 的觀念重新評估公司的投資、產品與服務，並解決衡量指標上的衝突部份。目標則是以增加 T(有效產出)，減少 I(存貨)與降低 OE(營運費用)，三者不可偏廢。



7. 人的管理(Managing People)

人的管理的最主要錯誤假設為：「成功管理人的關鍵在於權位與權力」。其實成功管理人的關鍵在於互敬與互信。TOC 運用或提供日常可用之管理工具，如衝突管理、授權與團隊合作等方式，來激發員工的潛能，使管理效率更具彈性與效率。

8. 策略與戰術(Strategy and Tactics)

一般的企業營運總是會認為：「經由降低營運費用(OE)，來達到最高純益(Net Profit)即是好的管理策略」。例如：裁員，短期來看或許可以立即降低營運費用，股價也因而上揚，但事實上員工的 Know-How 與其職務上的實務經驗是公司的無形資產。裁員就長期而言可能造成員工的不信任與不穩定感，與職缺空懸造成的工作混亂，這些或許不是裁員所節省下來的營運費用可以彌補的。解決之道應是為企業打造決定性的優勢條件，創造出決定性的主宰角色。推行之道則是公司能以永續經營與未來之展望為考量，發展出能讓企業未來更光明而健康的策略與行動方案。

2-6 長鞭效應

在供應鏈管理中有一著名的理論，『長鞭效應』(bull whip)，長鞭效應是將供應鏈視為一條長鞭，需求端在鞭柄，而供應端在鞭稍，當需求端有些微變動時，好像輕輕甩動鞭柄，就會造成鞭子末梢巨幅擺動。這樣的例子在日常生活中履見不鮮，不論是行軍隊伍越拖越長、塞車等紅綠燈時輪到自己啟動卻又變成紅燈等，這些都是長鞭效應

在一個具有上、中、下游的供應鏈體系中，下游需求端的輕微變動會造成中游經銷商的大幅波動，進而造成最上游供應業者巨額的需求變動。換言之，上游廠商面對的訂單變異會遠大於實際的需求變異，因而導致存貨成本激增，整個供應鏈的總成本也因而提高，這是一種典型的供應鏈上、下游資訊交流時的需求扭曲所造成。一個企業若要要提高經營效率，勢必要設法降低長鞭效應帶來的影響或是擬定因應之道。關於長鞭效應的形成原因，各家的說法略有不同。Forrester (1961) 認為供應鏈中各層廠商間，由於資訊回饋的失真且前置時間的延遲，使各訂單之負責人員產生重複訂購及臨時取消訂單的決策，而造成需求逐層放大的現象；而 Kelle (1999) 等人則提出需求不確定才是影響長鞭效應最直接的影響因素；另外根據 Hau L. Lee (1997) 等學者的看法，則認為長鞭效應的形成原因分別為產品價格變動、訂購批量大小、需求預測不一致、發生缺貨等，尤其是愈到上游，擴大的情形愈大【5】，形成如下圖 2-1 所示的惡性循環。

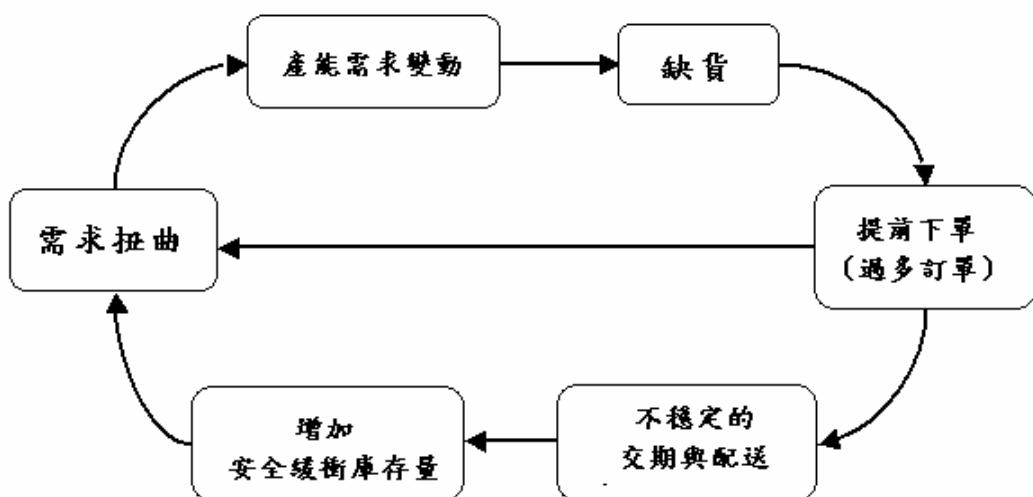


圖 2-2 需求擴大惡性循環圖

2-7 供應商管理存貨(VMI)

VMI 是目前企業提昇組織之間供應鏈效率的議題之一，由於不正確的需求預測資訊、價格競爭、供應商不可靠等眾多的因素，如何在存貨成本和滿足客戶需求之間找到一個平衡，是現今企業面臨的挑戰。許多企業與其生意夥伴緊密的結合、分享資訊，共同參與規劃來減少存貨的膨脹，藉由這樣的合作與事情資訊的取得，降低不確定性。

研究 VMI 的學者相當多，其研究對象和目的也不盡相同，因此對 VMI 的定義也不完全一致。本研究採用盧舜年等(2002)的定義：「透過共用零售商與供應商(或供應商與供應商)間的庫存資訊，由供應商負責控制零售商的庫存水準，避免零售商的庫存太高或庫存不足造成缺料，來達到降低庫存提供服務水準的目的」。

企業透過建立 VMI 可以得到有形與無形的效益，分述如下：

- 有形的效益：

- (1) 提高平均存貨周轉率、減少資金積壓。
- (2) 減少製造商的倉庫費用支出。
- (3) 減少因缺貨而導致的銷售損失。
- (4) 減少因需求預測不準所產生的材料庫存過高。



- 無形的效益：

- (1) 創造競爭優勢，強化供應鏈的夥伴關係。
- (2) 提升成品達交率，即時滿足客戶需求，有助於拓展業績。
- (3) 縮短採購前置時間，提升材料或原物料準時達交率。
- (4) 提升供應鏈的接單彈性，即時回應市場變化。

就台灣筆記型電腦代工產業而言，已走向國際化、且擁有許多重量級的國際知名品牌客戶，因此欲滿足這些客戶對降低存貨量與縮短訂單前時間的嚴苛要求，VMI 提供了國內企業一個解決存貨的管理方案。善用這個管理模式可以得到上述的效益，有助於代工產業在競爭的環境中生存。

第三章 產業概況與簡介

3-1 全球產業概況與分析

筆記型電腦產業因受行動無線趨勢帶動，以及與桌上型電腦在運算功能上的差距不斷縮小，再加上國際知名品牌大廠如 Dell、HP、acer 近年來頻頻針對新興國家及開發中國家等新市場，祭出低單價及超低價的筆記型電腦產品策略，加速取代桌上型電腦之換機，並帶動全球筆記型電腦出貨量持續往上走高。根據電子時報的調查，全球筆記型電腦市場，最近兩年的年成長幅度皆超過 20%，2005 年更達近 30%，達 5,820 萬台。Intel 推出雙核心處理器(Santa Rosa)、微軟預將大力推動新一代作業系統 Vista，未來兩年 2007、2008 年可望成為全球筆記型電腦市場的黃金成長期，可望帶動整體高科技產業、代工產業的另一波強勁成長力道。



表 3-1 全球前五大品牌 NB 廠市占率變化表

廠商	2001年	2002年	2003年	2004年	2005 1Q	2005 2Q	2005 3Q
戴爾	13.5%	14.3%	15.1%	16.2%	16.5%	18.5%	17.4%
惠普	4.8%	12.3%	16.7%	15.2%	14.0%	15.5%	16.6%
東芝	12.5%	13.6%	12.4%	11.9%	11.8%	10.5%	11.4%
宏碁	4.1%	4.6%	6.3%	8.0%	9.0%	9.6%	10.2%
聯想	10.2%	9.0%	8.7%	8.8%	8.2%	8.8%	8.2%

註: 2002年起惠普總量含康柏，聯想部份已含 IBM

【資料來源：電子時報】

自 1995 年起，台灣筆記型電腦業者在全球筆記型電腦產業分工體系中即扮演不可或缺的重要供應鏈角色。2000 年起，台灣筆記型電腦產業全球市占率便突破 50%。台灣筆記型電腦代工廠憑藉著大陸提供的低成本資源，以及強大與彈性化的運籌管理能力，成為國際品牌大廠降低製造成本與產品低價化的最佳臂助。台灣筆記型電腦代工廠也因此打遍天下無敵手，使得他國競爭對手紛紛倒地、退出市場，幾乎獨佔全球筆

記型電腦代工市場。受惠於品牌大廠訂單不斷地挹注，台灣筆記型電腦產業在 2005 年全球佔有率已突破八成。如圖：

台廠及全球 NB 年出貨量成長趨勢

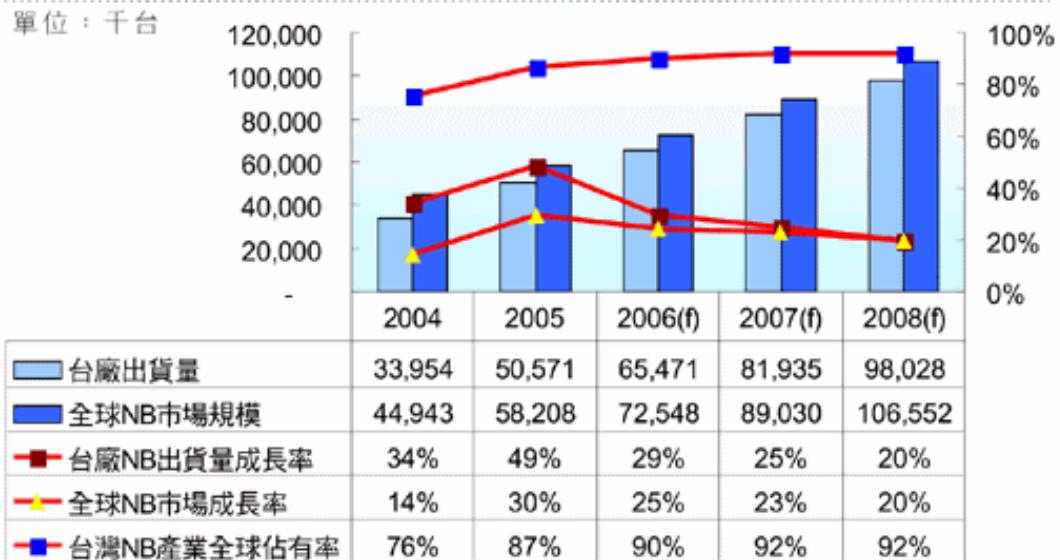


圖 3-1 台廠及全球 NB 年出貨量成長趨勢圖

【資料來源：電子時報】

台灣的筆記型電腦代工產業為了尋求更多的獲利空間，於全球尋找更低廉的製造成本並移居，自是時勢所趨。在大中國的華東地區建立完整的生產供應鏈體系，現在甚至朝越南、東歐等較大陸成本更低廉的區域移動，「逐水草而居」的台灣代工產業已大部份移往大陸或其他地區。台灣筆記型電腦代工產業真的只能靠著管理與降低成本能力生存嗎？相信答案在各個代工大廠的經營層心中並不這樣認為，許多國際級大廠多積極加強創新研發精神，並表示研發基地會根留台灣。由此可見，這些全球重要的代工大廠已意識到，代工產業的利基已越來越為薄弱，需要加入更多元素，讓純製造產業可以走得更長遠。首先創新研發自是讓產品增加附加價值與差異化的最重要元素，任何大企業無不將研發視為企業最重要的工作。全球產業跨國分工是 21 世紀必然趨勢，台灣科技產業在全球分工角色，必須由過去主要聚焦於代工製造，轉型為以創新研發為核心的知識產業，這是台灣筆記型電腦廠商亟待卡位的新契機，也是避免產業空洞化的根本之道。

3-2 筆記型電腦產業的特性與生產流程

筆記型電腦產業的特性如下：

- (1) 相關產業關聯性高
- (2) 產業集中度高
- (3) 產品生命週期短
- (4) 生產以 ODE/OEM 為主
- (5) 獲利率降低
- (6) 彈性而有效率的生產管理
- (7) 製程組裝不易、技術門檻較高
- (8) 消費者屬性

筆記型電腦的製程主要分為電路板組裝 (Printed Circuit Board As-sembly, PCBA) 及系統組裝 (System Assembly) 兩大部份。製造流程如圖：

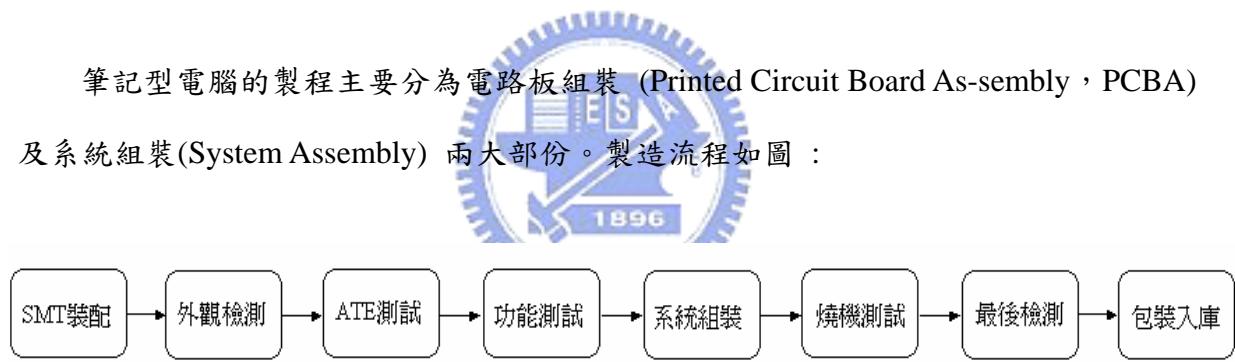


圖 3-2 筆記型電腦製造流程圖

【資料來源：本論文整理】

1. SMT 裝配階段：電路板組裝係依設計部門所提供的電路板設計圖，將印刷電路板上所需要的電子元件固定在電路板上所指的位置，其本身主要包括表面黏著(Surface Mount Technology, SMT)、補件後焊、功能測試等三大部份。在這個階段中，組裝的材料有 PCB、被動元件、主動元件、連接器等、CPU、Chipset 、Memory 。

2. 系統組裝階段：在這個階段中主要是將筆記型電腦所需的週邊設備和相關模組化元件組成一台筆記型電腦。而最主要的零組件有硬碟、光碟機、面板、鍵盤、電池模組、以及鎂鋁或塑膠外殼的組裝等。在系統組裝的部份，國內目前的廠商都還是使用了相當大的比例的人力進行生產組裝。在系統組裝完成後即進行相關的系統組裝測試、燒機測試、最後測試，若是沒有問題即可包裝入庫，等待出貨給客戶。

3-3 一般筆記型電腦代工廠的需求預測與接單管理模式

在運籌管理與供應鏈管理的觀念普及之下，國內各大筆記型電腦代工廠紛紛由以往的「預測生產」(Build to Forecast) 轉換成「接單式生產」(Build to Order)以及「客製化生產」(Configuration to Order)的模式。目的是希望依照最終使用者的訂單來生產，以期降低需求預測與實際出貨之間的落差，減少庫存的產生。在全球有潛力的市場設立組裝廠，就近進行生產、銷售與供貨，這就是「接單式生產」(Build to Order) 與「客製化生產」(Configuration to Order)。在 BTO 或 CTO 中，有些時後是製造商接獲客戶訂單後，才開始將主機板、LCD 面板、電源、機殼等零件從頭組裝起；但是大部份的情況是從半成品(Bare-Bone:主機板+電源+機殼)組裝起，即製造商事先將半成品在工資較低廉的東南亞、大陸或南美組裝好，利用海運運送到離客戶最近的組裝廠，一旦接獲訂單，在最短的時間內，將需要的組態組裝完畢，送到客戶手中。

BTO 與 CTO 的差異在於，BTO 是代工廠依客戶的訂單，生產製造某幾樣特定組態的筆記型電腦，組合少但是訂單數量大，在備料、生產、出貨上較易掌控。而 CTO 是客戶根據 end user 的需求，直接轉單要求代工廠生產，在組態上是由 end user 任意組合，對代工廠而言，備料、排程與組裝都是極大的挑戰。用個簡單的例子，BTO 就好比到麥當勞點套餐，客戶依據現成的幾種套餐去選擇出一個最接近自己想要的產品；而 CTO 就像是點自助餐，菜色相當多且任由客戶自行搭配組合。

第四章 個案研究與分析

4-1 個案公司介紹

個案 W 公司定位為一個 ODM 專業代工商，也是國內第三大筆記型電腦代工大廠。主要代工、組裝業務包括：筆記型電腦、桌上型電腦系統、伺服器及儲存設備、液晶電視、手持式裝置與當紅的 XBOX 遊戲機。其中以筆記型電腦代工業務佔營收比重最高，占了七成，其客戶基礎多為全球知名品牌的資訊高科技公司（見表 4-1、表 4-2、圖 4-1）。以下附表是台灣前五大筆記型電腦代工廠的排名順序：

表 4-1 台灣前五大 PC 製造商

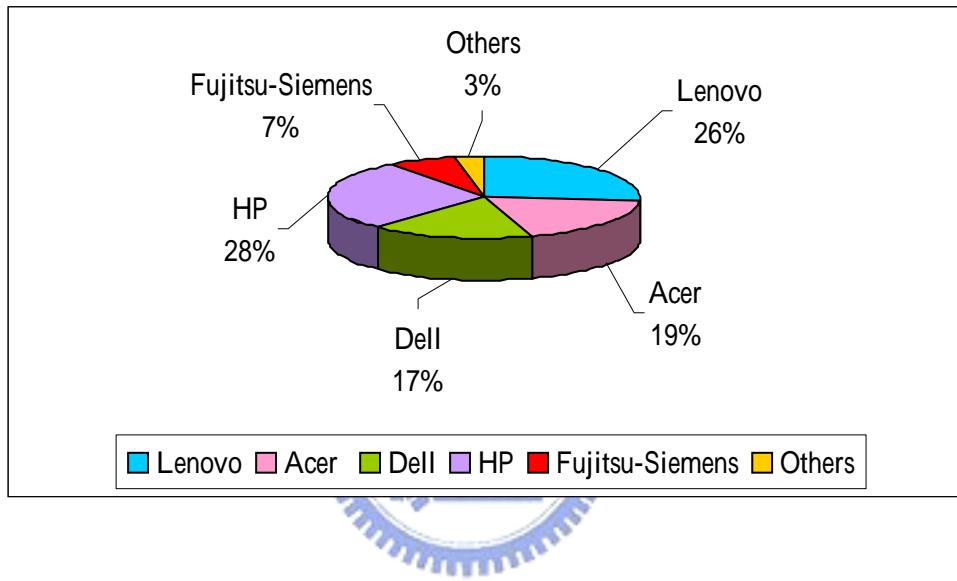
	1Q04	2Q04	3Q04	4Q04	1Q05	2Q05	3Q05	4Q05	1Q06	2Q06	3Q06(e)
1	Quanta										
2	Compal										
3	Wistron	Asus	Wistron								
4	Asus	Wistron	Inventec	Asus	Inventec						
5	Inventec	Inventec	Asus	Inventec	Asus						
6	FIC	Mitac	Mitac	Mitac	Uniwill	Uniwill	Uniwill	Uniwill	Uniwill	Uniwill	ECS
7	Mitac	Uniwill	Uniwill	Uniwill	Mitac						
8	Uniwill	FIC	Arima								
9	Arima	Arima	FIC								

【資料來源：MIC】

W 公司的營運總部設在台灣台北，而新竹廠為全球製造技術支援中心，肩負人才培育、先進技術製程及測試等重責大任。製造據點更是遍佈全球，在中國昆山地區、中國中山市、菲律賓蘇比克灣、墨西哥皆有製造工廠，而台灣這樣的全球佈局使得 W 公司在不同的產品以及產能上的規劃配置更具彈性，且可以因應不同地點的客戶需求，就近提供製造與服務。在本研究中，以個案公司的筆記型電腦代工事業群為主，選定一世界知名品牌客戶(L 客戶)之 S 產品線，並佐以 2005 年整年度的出貨量為研究探討的範圍。

表 4-2 W 公司之代工產品營收比重分析

產 品	營收比重
筆記型電腦	71.98%
伺服器	9.09%
遊戲機	8.12%
桌上型電腦	8.53%
液晶電視	1.07%
手持式裝置	1.21%

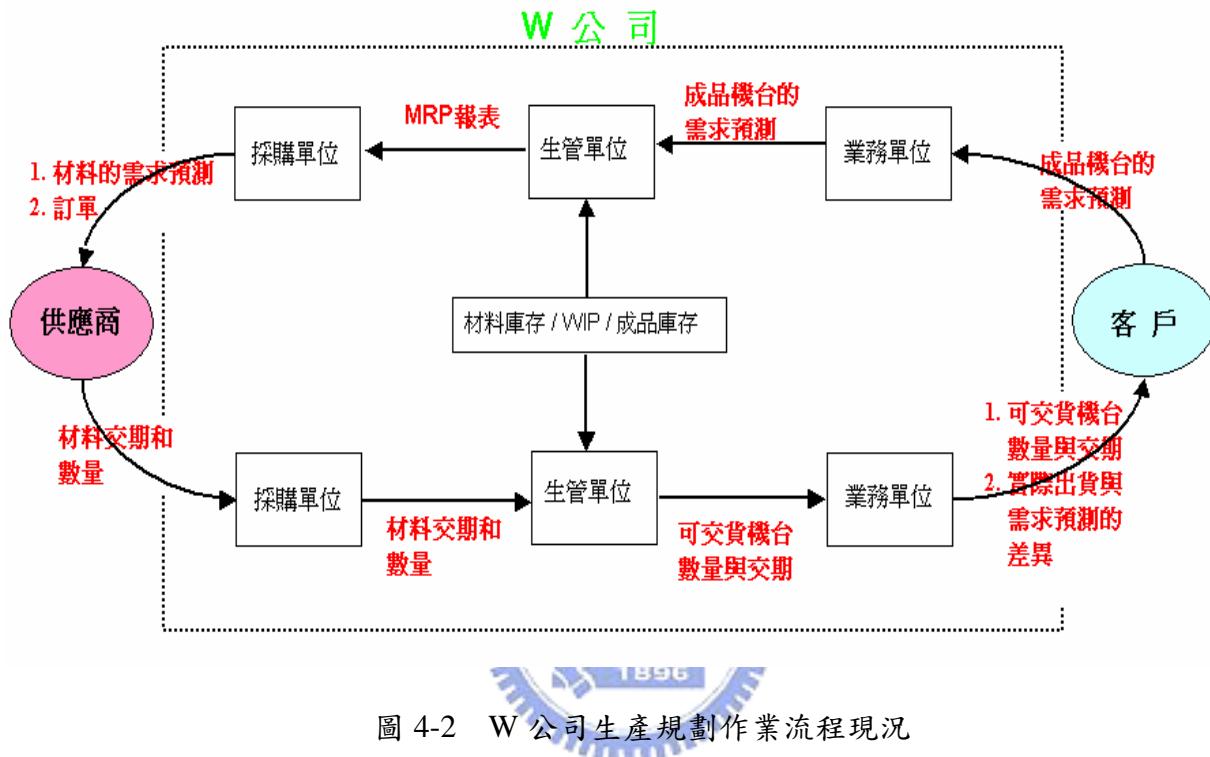


【表 4-2 & 圖 4-1 資料來源：本論文整理】

4-2 個案公司目前的庫存管理方式與面臨的問題

W 公司的生產流程規劃是依照客戶對筆記型電腦的需求預測數量和需求時間點做為材料準備與存貨管理的依據，並且先安排模組化半成品的製作，在接到客戶的確定訂單之後才進行最後的機台組裝並安排出貨。業務單位每個星期會提供來自客戶的未來四到十二個月的可能需求，讓工廠做大方向的產能規劃；並提供包含當月未來三個月的需求預測與實際出貨量做為工廠調節庫存與備材料的依據。客戶每週會提供一

版新的筆記型電腦需求預測，W 公司的生管單位也是每週依據客戶需求預測做出 MRP 報表給採購單位，MRP 報表會依照成品機台的數量往下展 BOM、並列出組成這個機台所需要的各種原材料的需求量，採購單位就照著 MRP 報表每週提供材料的需求預測和訂單給供應商。其作業流程可以以下圖來表達：



這樣的流程和運作模式看似合理，在 W 公司也行之有年，整個筆記型電腦代工業中，幾乎大家也都是循著這樣的方式，照著客戶的需求預測做整體產能和製造的規劃。就是因為與一般企業無異的作法，先前討論過的配銷衝突的幾個問題：不準確的需求預測、供應商不可靠、補貨時間太長等，在個案公司中皆有出現，成為系統中不穩定的因素。因此以個案 W 公司的實際狀況，針對這三個問題點分述如下：

1. 不準確的需求預測

W 公司的筆記型電腦代工業群的客戶多，產品線種類也多，再加上市場有季節性需求波動的情況，因此常常造成實際出貨量與需求預測有相當大的差異。當客戶的實際需求高於當初的預測值時，客戶就會下緊急訂單；相反地，如果客戶的實際需求低於當初的預測值，便會拖很久才下一次訂單，甚至再也不下單了。

以 L 客戶的 S 產品線 (12 吋輕薄型的筆記型電腦) 為例，在 2005 年度一整年的實際出貨數量只占了客戶在每個月初所做的需求預測的 62%。換句話說，客戶的需求預測高達 48 萬台，但實際出貨量卻只剩 30 萬台。

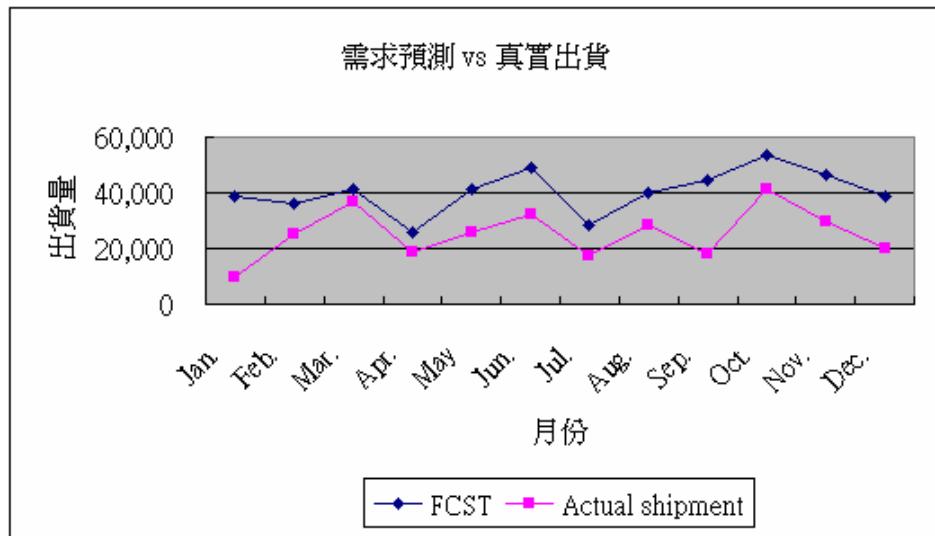


圖 4-3 2005 年度 S 產品線的實際出貨數量與需求預測比較



2. 供應商不可靠

雖個案公司是全台灣第三大的筆記型電腦代工業者，但是仍然有少數的材料會有供應不穩定的狀況，例如 LCD 和 CPU。Intel CPU 屬於賣方市場，其操控權在強勢的 Intel 手中，當 Intel 有新產品上市或產能供貨吃緊時，個案公司不免也會遇到有錢卻買不到 CPU 的窘境、或是得坐等 Intel 供給數量上的分配。至於 LCD，在筆記型電腦剛掘起的早期，筆記型電腦代工業者常常面臨有錢卻買不到 LCD 的狀況，但隨著各家供應商擴充產能與第七代線的啟用，筆記型電腦所用的 LCD 供應量漸漸趨穩，但是供貨數量和價格仍然與產業淡、旺季以及 LCD-TV 的需求有密切的關係。

3. 太長的補貨時間

組成一台筆記型電腦需要上千種的材料，每種材料的生產前置時間都隨材料特性、製作流程、與供應商的不同而各異。為了讓材料即時送達 W 公司、生管單位可以按照計劃準時開線生產，採購人員需依據不同材料的生產前置時間，來決定下單

的時間點。舉例來說，CPU 的生產前置時間為 12 週、電源供應器的生產前置時間為 4 週。目前我們遇過生產前置時間最長的是 Broadcom 的 IC，需要四個月；換句話說，在 12 月初需要用到的數量，採購人員必需在 8 月初就將訂單下出去給供應商。

由於公司內存在著以上所述的不穩定因素，我們常可以看到以下的情景不斷地在各單位上演：生管單位每天開產銷會議，不斷地與業務單位確認需求數量，以修正調整生產數量；業務單位常常為了緊急訂單，必須要求工廠的生管人員重新調整生產線或假日加班生產；採購人員往往為了需求的驟降或驟升，而緊急砍單或拼命追料，累了採購人員也苦了供應商；供應商不定時就會向採購人員抱怨自家的庫存量太高，希望可以多交一點貨以疏解自身的庫存壓力；生產線往往短缺急著需要用的材料、但不需要的材料卻庫存一堆；每當一個專案結束時，業務單位必須為了廠內過多的呆滯料和客戶談判，採購人員也得與供應商談判放置在供應商端的呆滯料。



4-3 限制理論的解決方案應用在個案公司之評估

由前一章節的文獻探討與產業分析的資料，我們可以發現需求預測的本質是在上游的需求匯集處做預測是最準確的，也就是說彙總性的需求會比單點預測來得更準確。而且當預測的時間期拉得越長，就越不可能正確。筆記型電腦的需求具有明顯的淡、旺季差別，再加上現今科技不斷推陳出新，筆記型電腦的生命週期也越來越短。如果無法克服上述的問題點，將很難在激烈的競爭下生存。讓我們不禁思考，有沒有辦法在不尋找更正確的預測系統、不投入更多的資本與不更換供應商的狀況下，來改善補貨時間、供應商可靠度、預測準確度並對庫存做良好的控管呢？面對這些問題，身為台灣第三大筆記型電腦代工廠，W 公司的管理階層和各單位不斷地試著提出各種解決方案來因應。我們現在就針對 W 公司所面臨的問題，去探討目前的解決方案成效，並試著將限制理論的管理概念移植應用到現況中，比較其與目前的解決方案有何不同？

問題 1：來自客戶的筆記型電腦需求預測不準確，常常讓 W 公司備錯原材料、或是多備了沒有需求的材料、或是有需求的原材料卻沒有準備到造成缺料。要如何解決這個問題？

W 公司的作法：

1. W 公司的業務單位不再百分之百信任來自客戶的需求預測，在接到每週更新的需求預測之後，會和生管單位一起討論，針對預測數量、產能規劃以及原材料市場是否即將缺料等狀況，做出一份經過「二度猜測」的需求預測報表。「二度猜測」(second guess)來自於業務單位的職場經驗以及對市場的敏銳度，並不是依循一個可靠的作業方式；如果是由一個沒有經驗的業務人員來做「二度猜測」，往往會造成整個需求規劃大亂。
2. 每個產品線結束(EOL) 之後，業務單位會與客戶協調談判如何處理因為需求預測不準確所造成的呆滯料庫存。經過談判，W 公司往往可以得到一些補貼。但缺點是要耗費額外的人力去搜集相關的資料並與客戶談判；對客戶而言，他們也會將這個成本損失反應在下一個案子的詢價上。

TOC 的想法：

將傳統的「推」(push)式運作模式改為「拉」(pull)式。以往的做法，生管單位以客戶的需求預測為依據，再搭配工廠內的原物料庫存、WIP、成品筆記型電腦庫存、採購單位的所下訂單數量來做出 MRP 報表以及決定工廠的缺料數字。但是需求預測在本質上具有不確定性，拿一個不準確、且隨時會變動的資料來做生產規劃時，一定會造成庫存管理中的不穩定。

(材料庫存 + WIP + 成品庫存 + 已下出訂單數量) - 未來幾週的需求預測 < 0 , 缺料! 下急單! 進料!

(材料庫存 + WIP + 成品庫存 + 已下出訂單數量) - 未來幾週的需求預測 $= 0$, OK

(材料庫存 + WIP + 成品庫存 + 已下出訂單數量) - 未來幾週的需求預測 > 0 , 料太多! 破壞!

$\underbrace{\qquad\qquad\qquad}_{\text{不準確, 隨時變動}}$

圖 4-4 傳統決定採購量與缺料數量的方法

限制理論中「用多少補多少」的概念，就是要捨棄需求預測，先決定一個合適的庫存目標水準當做安全庫存，再以每星期或每天成品機台的實際出貨量，當做原材料的耗用量，依此實際耗用量當作每種原材料的下單、補貨依據。「拉」(pull) 式做法的好處在於，剔除了需求預測的不準確性，減少庫存管理中的不穩定因素，讓庫存一直維持在一個合理的水準。以下面的示意圖舉例，當我們要維持目標庫存為 5K 數量時：

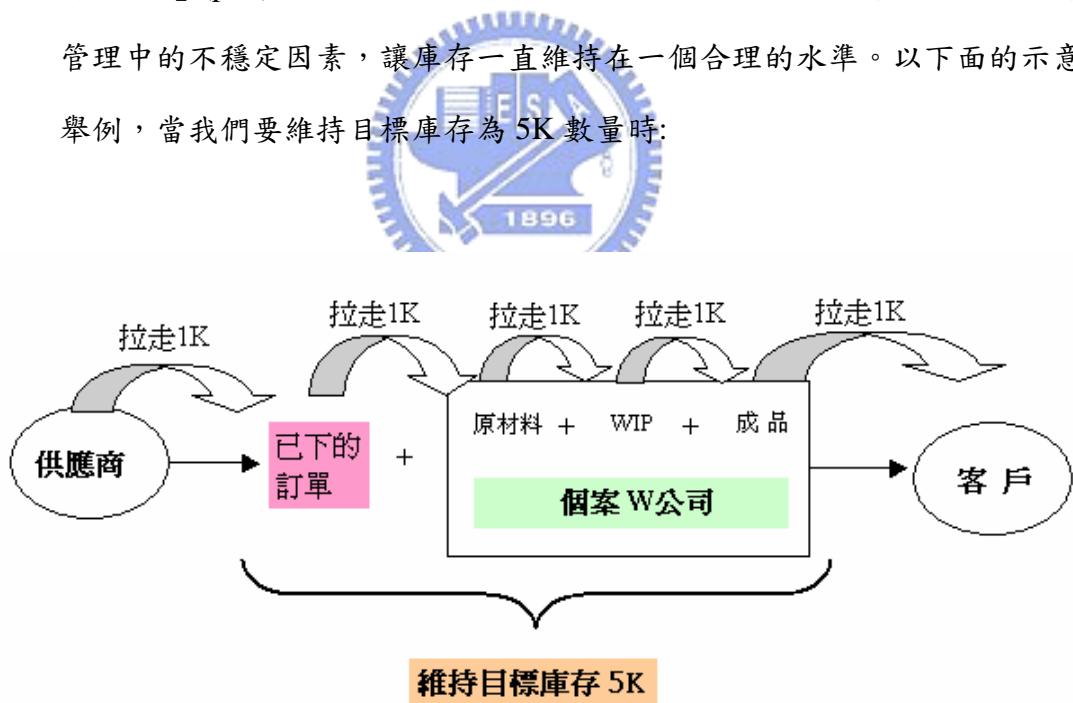


圖 4-5 Demand-Pull 中的「拉」(pull) 式做法

問題 2：是否可以縮短材料的補貨時間？

W 公司的作法：

補貨時間相當於「訂單前置時間」加上「生產前置時間」再加上「運輸時間」。目前公司在這三個方面的作法如下：

1. 運輸時間，隨著中國大陸成為世界工廠，筆記型電腦產業的供應鏈上下游幾乎都已在中國大陸設有生產基地或經銷據點。W 公司的筆記型電腦代工廠設在江蘇省昆山市，亦有不少供應商在昆山地區或臨近的省份設立工廠，陸運時間皆在四、五個小時內，甚至某些供應商直接在昆山市加工出口區內設立 VMI Hub (Vendor Managed Inventory)。至於沒有在大陸設廠的廠商，W 公司的採購單位與供應商所談定的採購合約皆以空運的運輸方式，因此在運輸時間的部份較無改善的空間。
2. 生產前置時間，則是決定於材料特性的不同，有一定的製造流程，故我們不易去改變供應商的生產前置時間。
3. 訂單前置時間，客戶每星期提供需求預測，W 公司的生管單位按照這個週期，每週提供 MRP 報表，採購單位每週下單。所以訂單前置時間是一週。

TOC 的想法：

補貨頻率(訂單的前置時間，採購單位多久下一次訂單)的高低，會影響庫存點的庫存目標設定，補貨頻率越高則目標庫存量越低。補貨頻率每天一次的目標庫存量會比每週一次來得低。如果可以說服採購單位做到補貨頻率為每天一次或每週多次，目標庫存量也會較低。

問題 3：自 2006 年度開始，陸續有供應商設立 VMI，不論是在供應商端或 W 公司內部的材料庫存仍然很高，為什麼沒有看到 VMI 在供應鏈管理中帶來的好處？

W 公司的作法：

在 W 公司採購單位的努力之下，部份供應商陸續自 2006 年度開始設立 VMI。但是 W 公司內部的生產規劃與運作流程卻還是依照需求預測，供應商

也是依據需求預測準備 VMI 內的庫存水準。在需求預測根本就不可能準確的大前提之下，W 公司只是透過 VMI 的運作將庫存壓力轉嫁材料供應商身上，這樣一個我贏你輸的局面，完全沒有達到改善供應鏈中存貨管理的效益，長久下來，供應商的配合度會降低。

以 LCD 為例，由 2006 年度開始，面板供應商開始在昆山加工出口區內設立 VMI，距離 W 公司僅十分鐘的車程；至於 VMI 內的 LCD 庫存水準，面板供應商是依據 W 公司採購人員所提供的需求預測來準備的。W 公司的生管人員會以廠內的庫存(raw material + WIP + FG) 扣掉未來幾天預計的成品機台出貨數量(即客人的確定訂單數量)，求算出預估的 LCD 缺料量，接著再由採購人員不定時地向供應商的 VMI 叫貨進來。如果客戶對 W 公司的下單速度變慢、或訂單數量比預期的少或是要求延後交貨時間，則 W 公司向 VMI 叫貨的速度也會變慢、數量也會減少；但如果客人下緊急訂單，W 公司向 VMI 叫貨次數就會變得很頻繁，甚至一天多次，一旦緊急訂單的數量太大，超過當初的需求預測時，則不論是供應商或 W 公司都會陷入缺料的窘境。

透過 VMI 的運作，W 公司內部的 LCD 庫存水準的確開始下降，這是因為大部份的 LCD 都堆放在供應商的 VMI Hub。需求預測的不準確、客戶訂單達成率太低或是下緊急訂單的行為等，所造成的不良效應幾乎都轉嫁到供應商端。因此面板供應商會開始向 W 公司的採購人員抱怨：我們總是依照你們的需求預測，準備這麼多貨在 VMI 中，為什麼你們都沒有如期將這些 LCD 提走，使得 VMI 中的庫存過多？

TOC 的想法：

這個問題的癥結點在於 W 公司始終沒有跳脫需求預測的做法，設立 VMI，只是單方面地解決了 W 公司長久以來的高庫存現象，需求預測造成的存貨管理問題卻轉嫁到供應商身上。所以要捨棄傳統的需求預測作法，回歸到限制理論中 Demand -Pull 的觀念，再結合 VMI 的特性和優點，才有機會讓 VMI 的設立達到其效益。

VMI 是供應鏈管理中為了解決長鞭效應的改善方案，由供應商透過本身所擁有的資訊來判斷客戶的需求，做為補貨的依據，在 VMI 的模式中是沒有訂單機制的，為了物料供應無虞，供應商必須做到即時交貨，以提升存貨管理的成效；換言之，我們可以把 VMI 視為 W 公司的一個外部庫房，將 W 公司和供應商 VMI 當成同一個系統，訂出系統中適當的材料目標庫存量，捨棄傳統的需求預測作法，回歸到 Demand –Pull 中「用多少補多少」的觀念，依據 W 公司每天或每週實際出貨給客人的筆記型電腦數量，向供應商的 VMI Hub 拉相同數量的材料進來，供應商再向其上游工廠拉進同等數量的材料。唯有採行限制理論的觀念之後，才有機會讓 VMI 的設立達到其效益。

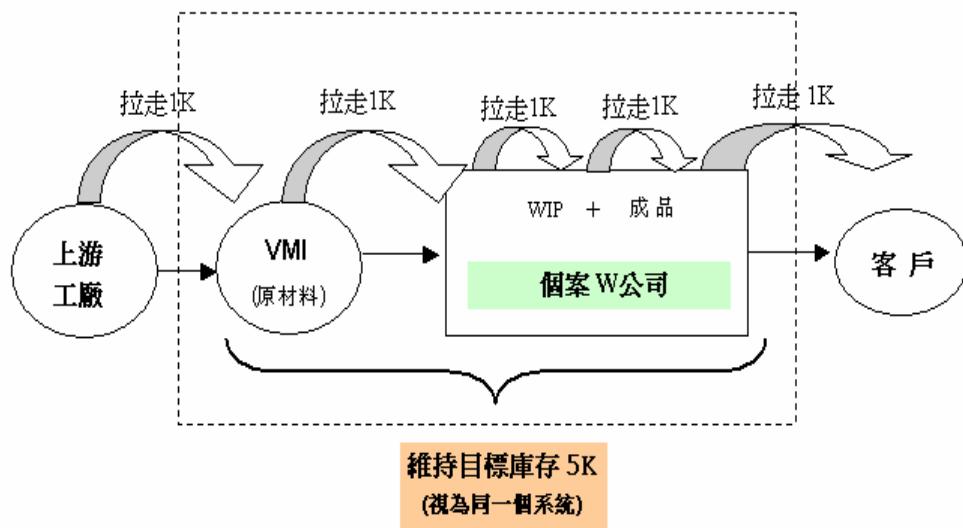


圖 4-6 VMI 結合 Demand-Pull 中的「拉」(pull) 式做法

問題 4：為什麼某些供應商可以縮短補貨時間、甚至每天交貨一次，但是 W 公司內的材料庫存量總是高於一週的使用量？

W 公司的作法：

以機構外殼材料為例，因為其體積大、占空間，相較於其他高單價體積小的材料，在 W 公司內堆放機構外殼的庫存價值相當低，因此公司的政策不希望備太多庫存，機構外殼的供應商也配合地做到每天交貨。目前的作法是，採購人員先在每個月初下一個 blanket order，方便讓供應商每天交貨時沖帳使用；

生管人員根據來自客戶的需求預測與確定訂單數量，計算出缺料量，再由採購人員通知供應商交貨。再加上機構外殼是屬於外觀比重很重的材料，很容易因為一點點的外觀瑕疵造成整批貨被禁用或退貨，所以對 W 公司的採購和生管人員來說，往往很害怕因為品質不良而發生缺料，所以總是會預先多準備庫存在手上。

TOC 的想法：

即使供應商可以做到每天交貨、使補貨期間縮短，但是其與上述第三個問題的共同點是 W 公司始終沒有跳脫需求預測的做法，因此存貨管理問題仍然存在、平均庫存量也沒有顯著的改善。所以要捨棄傳統的需求預測作法，回歸到限制理論中 Demand -Pull 的觀念，因為補貨頻率是一天，所以 W 公司的鎂鋁機殼目標庫存量設定為一天的最大耗用量，再依照 Demand-Pull 中「用多少補多少」的概念，依據筆記型電腦每天實際出貨給客人的數量，通知供應商交貨。至於外觀的品質不良，造成生管或採購人員擔心缺料而習慣抓 buffer 的問題，可以先請品管人評估出材料的平均不良率，再將不良率計算出來的材料耗用量加到目標庫存量上。

縱合以上的想法，我們可以簡單歸納出幾項建議，應用在 W 公司：(1)對於一直以需求預測做生產規劃的 W 公司而言，要由「推」(push)式運作模式改為「拉」(pull)，是一個很大的挑戰與改變，但是其有助於降低系統中的庫存時常變動的不穩定性；(2)縮短補貨時間，除了訂單前置時間之外，可以再改善的空間不大；(3)增加補貨頻率，也就是將訂單前置時間由一週一次增加到一週多次，有助於使目標庫存量再降低；(4)VMI 的善加利用，可以讓 W 公司更有彈性地滿足客戶需求又能做好存貨管理。

限制理論不僅有機會改善問題、甚至可以表現得比公司目前的解決方案更好。在下一節，以 W 公司 2005 年度的實際數據資料，搭配『找出合適之目標庫存水準，以拉式生產取代需求預測，配合 VMI 優點，增加補貨頻率』的改變，來試著模擬如果 W 公司採取這些改變，結果是否不同。

4-4 歷史資料與模擬對象的選取

如前一節問題點的討論與分析，我們打算將限制理論中「用多少補多少」的概念，運用到筆記型電腦的製造上，依照每星期或每天的筆記型電腦實際出貨量，並依照 BOM 表上對應的組成材料和用量，求算出每種原材料的實際耗用量，並依此實際材料耗用量作為每種原材料下單採購的依據。但是組成一台筆記型電腦需要上千種材料，小從螺絲、大致 LCD 液晶面板，我們無法在本論文中逐一研究探討將每樣材料，故只挑出四種具代表性的材料。至於如何設定這四種原材料的安全庫存量，則是根據補貨前置時間內的最大耗用量來估算。以 L 客戶一款 12 吋輕薄型的筆記型電腦(S 系列)在 2005 年度的實際出貨量、需求預測量、以及所挑選的四種原材料的每月庫存量來驗證限制理論中用多少補多少的觀念的確可行，並且可以有效地降低庫存，達到個案 W 公司與客戶間的雙贏。

1. 模擬資料的挑選：

在構成筆記型電腦的眾多材料中，本論文研究試著挑出四個具代表性的材料，分別為 PCB、CPU、LCD、鋁鎂合金機殼。以下是挑選這四個材料的原因：

(1) 就製造流程：

在筆記型電腦的製造流程中，PCB 與 CPU 屬於筆記型電腦製造的 SMT 階段，而 LCD 和鋁鎂合金機殼則屬於系統組裝階段。PCB 是製造流程中的第一站，沒有 PCB，所有的筆記型電腦組裝就沒辦法開始，而鋁鎂合金機殼的組裝可說是製造流程中的最後一站，最後就進入檢測與入庫。

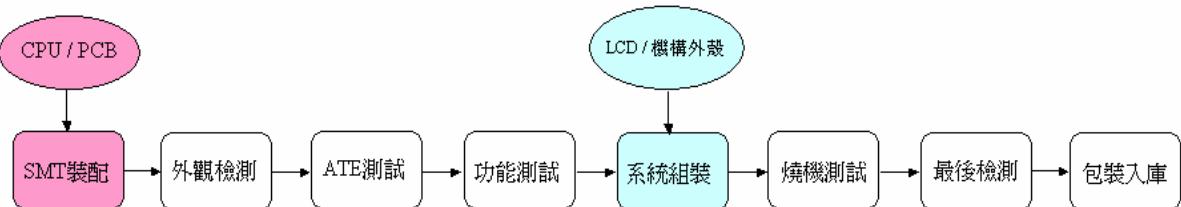


圖 4-7 四種材料所屬的製造階段

【資料來源：本論文整理】

(2) 就補貨時間而言：

LCD 的供應商設立 VMI、鋁鎂合金機殼供應商可以做到每天交貨，故補貨時間相當地短。PCB 和 CPU 的供應商並未設立 VMI，PCB 的平均生產前置時間為 4 週再加上 1 週的訂單前置時間相當於補貨時間為 5 週；Intel CPU 平均生產前置時間則為 12 週再加上 1 週的訂單前置時間相當於補貨時間為 13 週。

(3) 就供應商品牌而言：

Intel 是國際知名大廠，一面倒的賣方市場。液晶面板(LCD)則以韓、日為大，台灣目前只有友達和奇美規模較大能與其相抗衡。PCB 和鋁鎂合金機殼多半由台商供應，在供貨彈性和價格上較好掌控。

(4) 就供貨穩定度而言：

就 Intel CPU 而言，屬於強勢的賣方市場，當遇到新產品上市或 Intel 產能不足時，就只能等 Intel 做數量上的安排(allocation)。液晶面板(LCD)隨著各家供應商擴充產能與第七代線的啟用，在供應面漸漸趨穩，但是供貨數量仍然還是會隨著產業的淡、旺季而波動。相較於以上兩種材料，PCB 和鋁鎂合金機殼是相對供應較穩定的材料。

(5) 就材料成本而言：

CPU 和 LCD 的採購價格將近是一台筆記型電腦材料成本的 50%，單價之高更顯出庫存管理的重要性。

(6) 就出貨比例而言：

在 S 產品線中，只有一種規格的 PCB 板、LCD、與鋁鎂合金機殼，但是 CPU 的規格種類卻有很多，可供客戶選擇其所需，如 1.1G、1.2G、1.4G、1.5G、1.6G 等五種規格可供選擇，在本研究中以 1.5G CPU 做為探討的對象，因為其出貨比例是這五種規格中最高的。S 產品線的筆記型電腦在 2005 年度的總出貨總量為 302,229 台，代表 PCB 板、LCD、與鋁鎂合金機殼也都各用掉了 302,229 套；但是 1.5G 的 CPU 出貨比例僅占全年出貨量的 38%，亦即用掉了 114,097 片的 1.5G CPU。像 CPU 這樣具有多種規格可供客戶選擇的材料，還包括了鍵盤(各國不同的語言版本)、硬碟、光碟機等。

下表是這四種材料的整理：

表 4-3 四種具代表性的材料

(2005年度的資料)

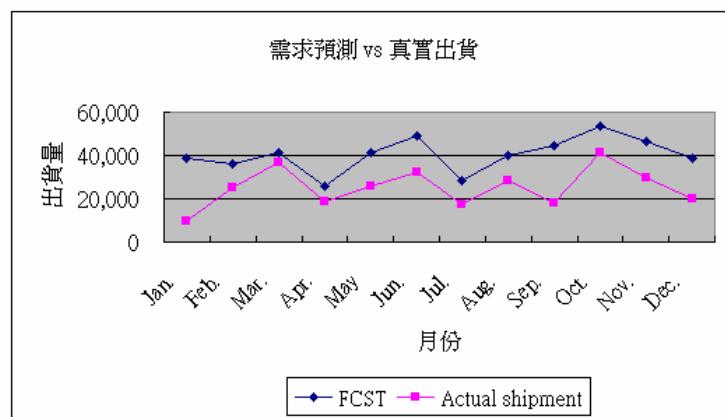
	CPU	PCB	LCD	鋁鎂合金機殼
製作流程	SMT階	SMT階	組裝階	組裝階
出貨比例	38%	100%	100%	100%
供應商	Intel	Hannstar	Samsung	可成
供應商所屬國	美國	台灣	韓國	台灣
供應商製造地	馬來西亞	中國	中國/韓國	中國
是否有設立VMI	N	N	Y (自2006年開始設立)	N
生產前置時間	12 week	4 week	X	X
訂單前置時間	1 week	1 week	X	X
補貨前置時間	13 week	5 week	VMI運作	每天交貨
供貨穩定度	決定於Intel的產能	穩定	季節性缺料	穩定
價格分析 (占一台NB cost %)	28%	1%	17%	3%

【資料來源：本論文整理】

2. S 產品線(L 客戶的 12 吋輕薄機種)2005 年度的實際出貨量與需求預測的比對：

表 4-4 W 公司 2005 年度 S 產品的需求預測與實際出貨比較

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	TTL
需求預測	38,602	36,179	41,548	25,609	41,410	48,999	28,662	39916	44636	53591	46497	38752	484,401
實際出貨量	9,702	25,203	36,746	18,454	26,058	31,937	17,370	28078	18034	41165	29738	19744	302,229



3. 所挑選的四種材料的每月實際庫存值：

表 4-5 四種材料的每月實際庫存值

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
CPU 1.5G	543	1491	3472	7824	12474	13181	14435	13601	20446	25511	19409	18018
PCB	24424	29325	30192	31566	44583	50563	43823	43552	53659	49131	45846	56159
LCD	9399	12498	7795	8721	9462	10778	20173	22776	31403	29276	12723	10849
鍍鋁上蓋	2924	4844	7148	8084	6359	3148	2868	3795	4357	4898	6223	6993

材料的每月實際庫存值 = 原材料的庫存數量 + WIP(半成品中含有原材料的數量) + 成品機台(成品幾台含有原材料的數量)

4-5 以個案公司之歷史資料來驗證 TOC 理論的有效性

根據上一節所搜集的資料和選定的分析對象，搭配『找出合適之目標庫存水準，以拉式生產取代需求預測，配合 VMI 優點，增加補貨頻率』的改變，來試著模擬如果 W 公司採取這些改變，結果是否不同。在此要先做一個假設前提，原材料市場價格的波動不影響『拉』式生產的運作，我們遵循『用多少補多少』的概念，不因為材料價格即將上漲而提前堆放庫存，也不因為價格即將下跌而選擇延遲進貨。

1. LCD :

<模擬 1> 採行 VMI 並配合 Demand-Pull 的運作，設定一種目標庫存量。

如上一節所述，如果要獲得 VMI 在供應鏈管理中帶來的好處，必須將傳統的「推」式生產改為「拉」式生產，把 W 公司與面板供應商所設立的 VMI hub 視為同一個系統，替這個系統找出合適的 LCD 目標庫存量，接著就利用「用多少補多少」的觀念，當客人由這個系統(W 公司+VMI hub)中拉走多少數量的筆記型電腦，這個系統會再向 LCD 供應商的上游工廠拉相同數量的 LCD。(W 公司+VMI hub)這個系統中 LCD 的目標庫存量的決定，取決於 LCD 供應商的上游工廠對 VMI hub 的補貨時間；在本研究中，補貨時間是兩週，也就是說(W 公司+VMI hub) 所要持有的目標庫存量必須訂為每兩週內最大的筆記型電腦出貨量，即 33088 台。由下面的曲線圖，我們會發現前六個月的平均庫

存量並沒有比未設立 VMI 的舊方法少，但要特別注意的是：

(1)我們是將 W 公司和 VMI hub 視為一個系統來決定目標庫存量並衡量補貨數量，所以在模擬 1 中所得到的平均庫存是來自於 W 公司與 VMI hub 的庫存量加總，也就是說 W 公司庫存量是要更少的；而未設立 VMI 的舊方法的平均庫存量則完全都是在 W 公司內部。

(2)模擬一的月平均庫存波動幅度較原來的方法要平穩，有利於庫存和成本的管控。而且可以隨著客人的消耗量很簡單地去調整目標庫存量，做好緩衝管理。

<模擬 2>採行 VMI 並配合 Demand-Pull 的運作，設定淡、旺季兩種目標庫存。因為筆記型電腦的市場需求是有季節性的，並非一整年需求都很暢旺，因此在計算目標庫存值時也分為淡、旺季兩種。在本例中，淡季月份為當年度的第三季，即七月到九月，因此淡季目標庫存量選自這三個月中，每兩週內最大的筆記型電腦出貨量，即 19178 台；旺季月份為當年度的第四季，即十月到十二月，因此旺季目標庫存量選自這三個月中，每兩週內最大的筆記型電腦出貨量，即 33088 台。因為第一季和第二季出貨量介於淡、旺季之間，為了避免有缺料的狀況發生，故第一季和第二季的目標庫存量也訂為 33088 台。因為採行兩種目標庫存量的緣故，模擬 2 在淡季月份的庫存量會比模擬 1 來得更少。

(見表 4-6 與下頁圖 4-8)

表 4-6 LCD 的模擬條件表

LCD	上游工廠對 VMI 的補貨時間	模擬條件	意義
W 公司原來的作法	(2005 年度還未設立 VMI)	X	依照需求預測備料，每月平均庫存量波動幅度很大
TOC 模擬 1	2 週	將 W 公司和 VMI 視為一個系統，設定一個合適的目標庫存量	平均庫存量波動較平緩，可以隨客戶的消耗用量很簡易地去調整目標庫存量做好緩衝管理
TOC 模擬 2	2 週	將 W 公司和 VMI 視為一個系統，設定一個淡、旺季兩種目標庫存量	除了具有模擬 1 的好處，淡季的庫存水準比模擬 1 還要更低

LCD	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	TTL
實際每月庫存	9399	12498	7795	8721	9462	10778	20173	22776	31403	29276	12723	10849	185850
TOC 模擬1	9825	19809	13917	14555	20690	10756	15850	15414	19857	12289	8292	14416	175670
TOC 模擬2	9825	19809	13917	14555	20690	10756	7078	1504	5947	9507	8292	14416	136296

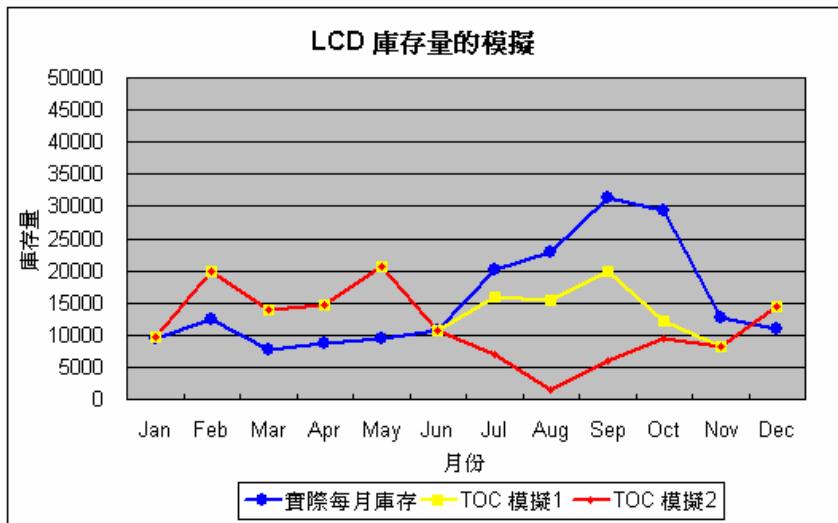


圖 4-8 LCD 之”實際庫存值”與”限制理論模擬庫存值”的比較圖



2. 鋁鎂合金機殼:

<模擬 1> 單純的 Demand-pull 方式，設定一個目標庫存量，做為補貨調整的依據。目標庫存量是補貨期間的最大用量，鋁鎂合金機殼供應商的補貨頻率是一天一次，也就是說材料的目標庫存量，要能足夠應付一天對客戶的成品機台最大出貨量。而供應商每天的交貨數量依據，是來自於 W 公司在前一天對客戶的實際機台出貨量。在本研究中，鋁鎂合金機殼的材料目標庫存量，是以 2005 年度中單一天筆記型電腦出貨量最高的數字，即 2700 台；客戶每天拉走多少筆記型電腦，W 公司再向供應商訂購相同數量的材料。在此模擬中，我們可以發現整個 W 公司系統中，平均持有的鋁鎂合金機殼庫存數量絕對不會超過 2700 台，明顯地比公司原本的實際庫存值還要低。

<模擬 2> Demand-Pull 模式，並且設定淡、旺季兩種目標庫存。操作方法與上述模擬一相同，唯一不同點在於設定兩種目標庫存量。因為筆記型電腦的市場需求是有季節性的，並非一整年的需求都很暢旺，因此在計算目標庫存值時也要分為淡、旺季兩種，需求淡季月份所備的目標庫存會比需求旺季月份來的少。在本研究中，淡季月份為 2005

年度的第三季，即七月到九月，因此淡季目標庫存量選自這三個月中，筆記型電腦出貨量最高的那一天的數量，即 1900 台；旺季月份為 2005 年度的第四季，即十月到十二月，因此旺季目標庫存量選自這三個月中，筆記型電腦出貨量出貨量最高的那一天的數量，即 2700 台。因為第一季和第二季出貨量介於淡、旺季之間，為了避免有缺料的狀況發生，故第一季和第二季的目標庫存量比照旺季目標庫存量，也訂為 2700 台。由下圖 4-7 可以發現，因為採行兩種目標庫存量的緣故，模擬 2 在淡季月份的庫存量會比模擬 1 來得更少。(見表 4-7 與圖 4-9)

表 4-7 鋁鎂合金機殼的模擬條件表

MgAl	補貨頻率	模擬條件	意義
實際每月庫存			
TOC 模擬1	每天	設定一個合適的目標庫存量	相較於 W 公司傳統的作法，平均庫存水準明顯降低
TOC 模擬2	每天	設定淡、旺季兩種目標庫存量	淡季的庫存水準比模擬一還要更低



MgAl	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	TTL
實際每月庫存	2924	4844	7148	8084	6359	3148	2868	3795	4357	4898	6223	6993	61638
TOC 模擬1	2371	1462	1270	1743	1679	1122	1797	1569	1820	1027	1224	1686	18770
TOC 模擬2	2371	1462	1270	1743	1679	1122	1037	769	1020	995	1224	1686	16378

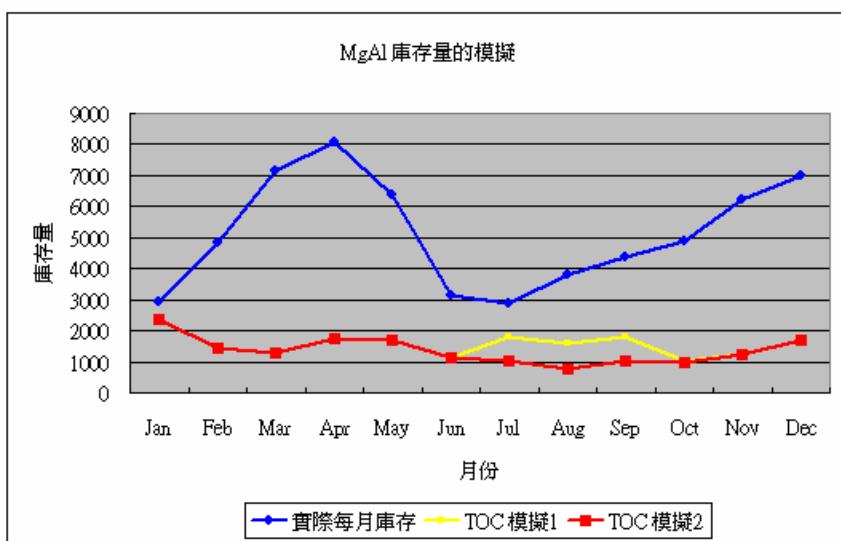


圖 4-9 鋁鎂合金機殼之”實際庫存值”與”限制理論模擬庫存值”的比較圖

3. PCB :

<模擬 1>單純的 Demand-pull 方式，設定一個目標庫存量，做為補貨調整的依據。PCB 的補貨時間為五週，相當於「訂單前置時間」一週再加上「生產前置時間」四週，所以目標庫存量要訂為每五週內的最大筆記型電腦出貨量，即 55855 台，客戶每天拉走多少筆記型電腦，W 公司再向供應商訂購相同數量的材料。所模擬出來的庫存值比公司的實際庫存量來得少。

<模擬 2> Demand-Pull 模式，並且設定淡、旺季兩種目標庫存。操作方法與上述模擬一相同，唯一不同點在於設定兩種目標庫存量。因為筆記型電腦的市場需求是有季節性的，並非一整年需求都很暢旺，因此在計算目標庫存值時也分為淡、旺季兩種，需求淡季月份所備的目標庫存會比需求旺季月份來的少。淡季月份為當年度的第三季，即七月到九月，因此淡季目標庫存量選自這三個月中，目標庫存量要訂為每五週內最大的筆記型電腦出貨量，即 36330 台；旺季月份為當年度的第四季，即十月到十二月，因此旺季目標庫存量選自這三個月中，目標庫存量要訂為每五週內最大的筆記型電腦出貨量，即 55855 台。因為第一季和第二季出貨量介於淡、旺季之間，為了避免有缺料的狀況發生，故第一季和第二季的目標庫存量也訂為 55855 片。因為 PCB 的補貨時間為五週，因此調整淡、旺季的目標庫存量必須提早五週，也就是五月底必須將目標庫存量由旺季的庫存量調降為淡季庫存量；同樣的，八月底必須將目標庫存量由淡季的庫存量調升為旺季庫存量。模擬 3 採行淡、旺季兩種目標庫存，可以讓 W 公司以較低的平均庫存量去滿足客戶的需求。（見表 4-8 與圖 4-10）

表 4-8 PCB 的模擬條件表

PCB	補貨頻率	模擬條件	意義
W 公司原來的作法	5 週		月平均庫存量比月出貨量還高
TOC 模擬 1	5 週	設定一個合適的目標庫存量	相較於 W 公司傳統的作法，平均庫存水準明顯降低
TOC 模擬 2	5 週	設定淡、旺季兩種目標庫存量	不僅可以適時地對市場的季節性需求做出反應，且在淡季的庫存水準比模擬一還要更低

PCB	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	TTL
實際每月庫存	24424	29325	30192	31566	44583	50563	43823	43552	53659	49131	45846	56159	502821
TOC 模擬1	22023	27085	20234	16063	28678	18476	15783	22671	25064	22152	4483	13830	236542
TOC 模擬2	22023	27085	20234	16063	28678	18476	5047	3146	5539	18247	4483	13830	182851

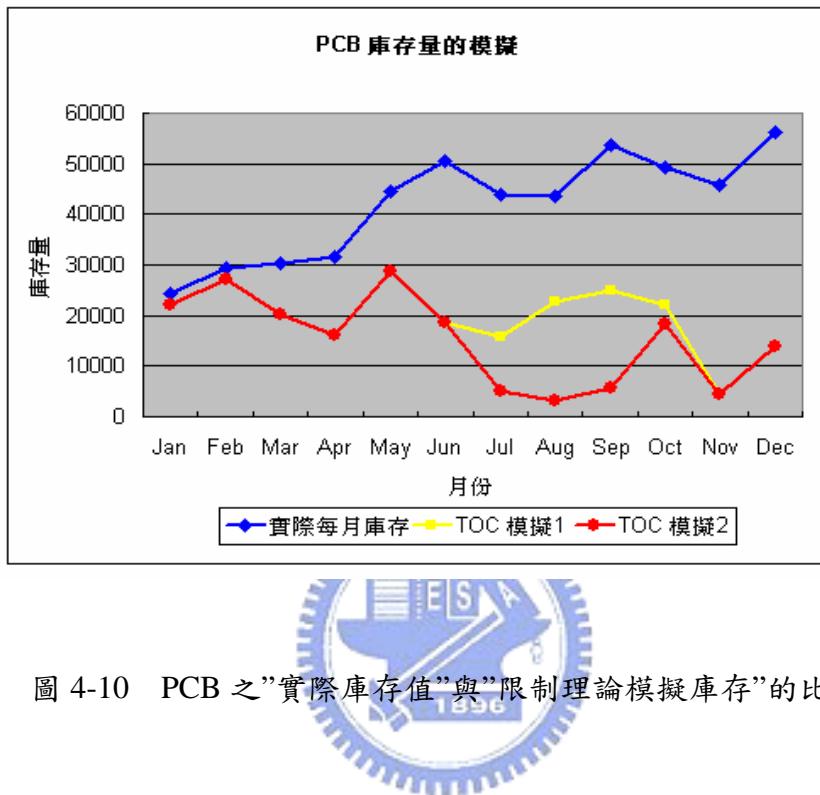


圖 4-10 PCB 之”實際庫存值”與”限制理論模擬庫存”的比較圖

4. CPU :

<模擬 1> Demand-Pull 模式，並且設定淡、旺季兩種目標庫存。因為筆記型電腦的市場需求是有季節性的，並非一整年需求都很暢旺，因此在計算目標庫存值時也分為淡、旺季兩種，需求淡季月份所備的目標庫存會比需求旺季月份來的少。CPU 的補貨時間為 13 週，相當於「訂單前置時間」1 週再加上「生產前置時間」12 週。CPU 是屬於客戶隨選性的材料，有好幾種規格可以選擇(如 1.2G、1.4G、1.5G、1.6G)，所以 CPU 在出貨量上的數字與前述三種材料不同。在本研究中以出貨比例較大的 1.5G CPU 為研究對象，此款 CPU 是從三月份開始被應用到 S 系列筆記型電腦中、並從四月份量產，淡季月份為上半年度，即一月到六月，因此淡季目標庫存量選自於這六個月中，目標庫存量要訂為每 13 週內最大的筆記型電腦出貨量，即 31197 台；旺季月份為當年度的下半年度，即七月到十二月，因此旺季目標庫存量選自於這六個月中，目標庫存量要訂為每

13 週內最大的筆記型電腦出貨量，即 51234 台。客戶每週拉走多少筆記型電腦，W 公司再向供應商訂購相同數量的材料。因為 CPU 前置時間為 13 週，因此調整淡、旺季的目標庫存量也必須提早 13 週，也就是九月底必須將目標庫存量由旺季的庫存量調降為淡季庫存量；同樣的，三月底必須將目標庫存量由淡季的庫存量調升為旺季庫存量。見下頁圖 4-10，我們可以發現在模擬 1 中，為了要達到設定的目標庫存量，在三月份到五月份之間有比較大量的 CPU 進貨，造成初期的庫存水準攀高；但隨著 1.5G CPU 筆記型電腦開始量產、出貨量增加之後，設定目標庫存的優勢就漸漸出現了，自六月份開始，模擬所得的庫存水準都比 W 公司的實際狀況來得低。

<模擬 2> 為了解決模擬 1 中遇到庫存會一時之間攀升的問題，除了設定淡、旺季兩種目標庫存，並配合分批下單與進貨的方式，以達到庫存量較為和緩、減少波動的目標，但是又不影響系統中的目標庫存量。舉例來說，在三月底時就必須將目標庫存量由淡季的庫存量調升為旺季庫存量，為了達到旺季 CPU 目標庫存量 51234 片，扣掉當時庫存量和已下訂單的數量，還需要再下 21230 片的新訂單給供應商。將這 21230 片均分成五等分得 4246 片，除了原本用多少補多少、將當週實際出貨的筆記型電腦數量補足之外，還要多下 4246 片給供應商，直到把 21230 片的訂單都下完。透過分批進貨的方式，可以減緩庫存量波動，維持較低的平均庫存水準。

(見下頁表 4-9 與下頁圖 4-11)

表 4-9 CPU 的模擬條件表

1.5G CPU	補貨頻率	模擬條件	意義
W 公司原來的作法	13 週		1.5G CPU 是由當年度的三月開始大量出貨，所以平均庫存量從三月份開始節節上升
TOC 模擬 1	13 週	設定淡、旺季兩種目標庫存量	為了達到設定的目標庫存量，前幾個月的庫存量有劇增的狀況，但隨著出貨量的成長，庫存水準的表現優於原來的作法
TOC 模擬 2	13 週	設定淡、旺季兩種，並配合分批進貨	可以減緩在達到目標庫存量時所造成的波動

1.5G CPU	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	TTL
實際每月庫存	543	1491	3472	7824	12474	13181	14435	13601	20446	25511	19409	18018	150403
TOC 模擬1	484	1703	4537	22242	21057	9913	11829	7914	2600	4452	1484	5833	94048
TOC 模擬2	484	1703	4537	10706	13509	9925	609	568	2600	4452	1484	5833	56410

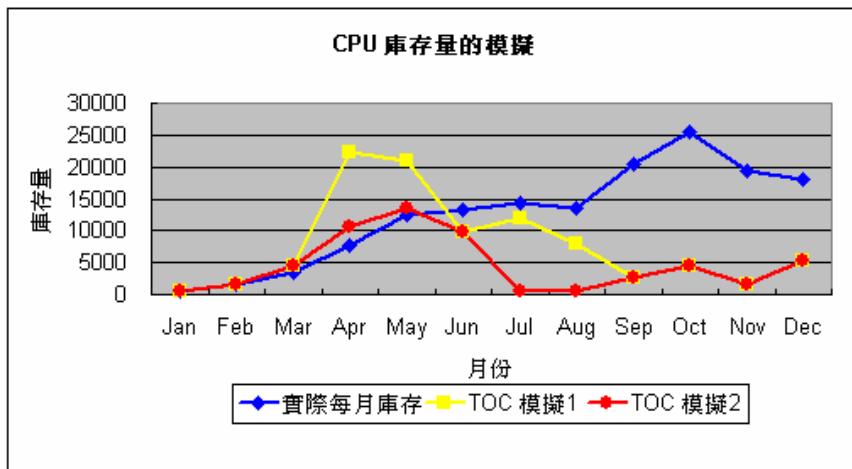


圖 4-11 CPU 之”實際庫存值”與”限制理論模擬庫存值”的比較圖



以上四種材料各具有其特性，由模擬結果，我們得到以下幾個初步的推論，可供筆記型電腦代工廠往後在針對不同屬性的材料做需求規劃、庫存管理時參考的依據：

1. 具有淡、旺季需求變化的產業，如筆記型電腦代工業，在應用限制理論中的 Demand-Pull 模式時，建議其依照市場需求的趨勢訂定淡、旺季兩種不同的目標庫存量來運作，其相較於只設定一種目標庫存量，不僅可以維持較低的年度平均庫存量、且在需求規劃與管理上較能即時反應市場的變化。
2. 雖然限制理論不主張需求預測，但是需求預測仍有其存在的價值。我們可以利用需求預測的趨勢走向，推估出淡、旺季的分佈情形，有助於我們決定使用哪幾個月份的資料來求算淡、旺季目標庫存量。
3. 運用 Demand-Pull 模式時，可以配合現實狀況做變型或調整。例如一次性的進貨可能會造成庫存量在一時之間爆增，採購人員可以以分批進貨的方式降低庫存一下子過高的壓力，但又仍能維持系統中的目標庫存量。
4. 沒有設立 VMI 系統的材料，透過限制理論中「用多少補多少」的概念，一樣可以達

到存貨管理上的改善，如鎂鋁機構外殼、PCB 與 CPU。

5. 補貨時間短的材料比補貨時間長的材料，更能快速地反應出「拉」(pull)式生產的效益。因此當我們想在個案公司引進「拉」(pull)式的管理方式、並且說服管理階層接納這個新觀念時，可以先從補貨時間在四到六週的材料著手試驗，通常在一個月後就可以看到成效、庫存量也開始降低。



第五章 結論與未來研究方向

本研究主要的目的，在於要驗證限制理論對供應鏈管理中所提出的 Demand-pull 方法，在現實環境中的可行性。以真實的個案，台灣第三大筆記型電腦代工業大廠的實際管理數據做為基礎，利用模擬的方式證明 Demand-pull 的觀念，的確在庫存管理、生產規劃的表現上優於個案公司的現行運作方式，並且「用多少補多少」的概念也能使 VMI 的運作達到其優點。筆記型電腦代工產業的競爭相當激烈，不能容許一分一毫的浪費，成本和庫存的控管決定利潤的多寡，因此本研究得到的結論，可供同業在做整體供應鏈規劃與材料存貨管理時的參考。

限制理論以常識做管理，Demand-pull 的模式也簡單易行，但往往不被產業界的管理人士所採納，這不僅只是因為大家根深蒂固的想法和觀念一時很難被改變，也來自於限制理論看似太理想化、太美好的結論。唯有靠實證可以說服個案公司的管理階層，因此本研究建議先從補貨期間較短的一、兩樣材料著手試行 Demand-pull 方法，大約在一個月後即可看到成效、庫存量開始降低。以這樣漸進式且成效易見的方式，不失為一個將限制理論拓展到筆記型電腦代工產業的方法。

縱觀本研究的假設條件與模擬驗證過程，仍有其不足之處，可供有興趣的人士做後續的研究：

1. 在本案例中，我們將限制理論中「用多少補多少」的觀念應用在上游材料供應鏈，如何將這個概念向下拓展到客戶端，也說服他們放棄需求預測，改採「用多少補多少」的做法，降低整個筆記型電腦產業供應鏈的庫存？
2. 本研究針對筆記型電腦淡、旺季的特性，設定了兩種目標庫存量的模擬方式。但實際上，有些材料不僅具有淡、旺季需求不同的特性，而且會隨著市場需求變動、供應商產能多寡而價格大幅波動。如何針對這些材料找出適合的存貨管理策略，將有助於公司在採購原材料獲取更大的效益、提升競爭力。
3. 新技術、新配備的不斷被引進，使得筆記型電腦在市場上銷售的生命週期越來越短，每個機種在市面上的銷售期通常不超過一年，如何在生命週期接近尾聲時，改變目

標庫存量、決定停止生產的時間點，對筆記型電腦代工產業來說是一個很大的課題。



參考文獻

1. 李榮貴(2003)「製造管理專題上課講議」。國立交通大學工業工程與管理學系課程。
2. 翁立宇(2004)「限制理論應用在配銷管理之實證研究」。國立交通大學工業工程與管理學系碩士論文。
3. 李榮貴、張盛鴻(2005)「TOC 限制理論，從有限走向無限」。中國生產力。
4. 洪立衡(2001)「台灣地區製造業之限制理論管理知識實證研究」。國立交通大學工業工程與管理學系碩士論文。
5. 黃庭鍾(2003)「企業因應長鞭效應之存貨政策研究--以我國主機板製造廠商為例」。國立東華大學企業管理研究所碩士論文。
6. 傅豪(2005)「IC Design House 之庫存管理改善---試行限制理論於 M 公司之研究」。國立交通大學工程與管理學系碩士論文。
7. 何琇雯(2003)「影響企業採用供應商管理存貨因素之探討---以資訊電子業為例」。中原大學資訊管理學系碩士學位論文。
8. 盧舜年、鄒坤霖(2002)「供應鏈管理的第一本書」。商周出版。
9. 電子時報科技網，筆記型電腦品牌出貨量分析報告。
10. 資策會資訊市場情報中心(MIC)，2006 年 10 份出版通告。
11. Eliyahu M. & Avraham Goldratt(2004) 「TOC Insight into Distribution and Supply Chain」

附 錄

<LCD 模擬一>

採行 VMI 並配合 Demand-Pull 的運作，設定一種目標庫存量。

補貨時間為兩週，目標庫存量為 33088pcs LCD。

VMI 對上游工廠的補貨時間 = 生產製造時間 + 訂單前置時間 + 運輸時間 = 2 週

期間	A 期初庫存量	B 本期入庫量	C 本期訂單量	D 本期出貨量	E 生產/採購量	期末庫存 (=A+B-D)	目標庫存	W公司 實際庫存	模擬後的 庫存	2週補貨時間內的 最大使用量時間 內的需求量
Jan	2961	2177	1320	1320	19430	3818	33088	9939	9825	
	3818	6600	2639	2639	2639	7779				
	7779	3240	1976	1976	1976	9043				5935
	9043	19430	2947	2947	2947	25526				7562
	25526	2639	820	820	820	27345				5743
Feb	27345	1976	8091	8091	8091	21230		12498	19809	11858
	21230	2947	4482	4482	4482	19695				13393
	19695	820	9550	9550	9550	10965				22123
	10965	8091	3080	3080	3080	15976				17112
Mar	15976	4482	5137	5137	5137	15321		7795	13917	17767
	15321	9550	7545	7545	7545	17326				15762
	17326	3080	9002	9002	9002	11404				21684
	11404	5137	6982	6982	6982	9559				23529
	9559	7545	8080	8080	8080	9024				24064
Apr	9024	9002	4566	4566	4566	13460		8721	14555	19628
	13460	6982	3974	3974	3974	16468				16620
	16468	8080	5279	5279	5279	19269				13819
	19269	4566	4635	4635	4635	19200				13888
May	19200	3974	28	28	28	23146		9462	20690	9942
	23146	5279	3999	3999	3999	24426				8662
	24426	4635	6754	6754	6754	22307				10781
	22307	28	7963	7963	7963	14372				18716
	14372	3999	7314	7314	7314	11057				22031
Jun	11057	6754	7720	7720	7720	10091		10778	10756	22997
	10091	7963	7267	7267	7267	10787				22301
	10787	7314	7012	7012	7012	11089				21999
	11089	7720	9938	9938	9938	8871				24217
Jul	8871	7267	1947	1947	1947	14191		20173	15850	18897
	14191	7012	2373	2373	2373	18830				14258
	18830	9938	7262	7262	7262	21506				11582
	21506	1947	5788	5788	5788	17665				15423
Aug	17665	2373	4341	4341	4341	15697		22776	15414	17391
	15697	7262	9049	9049	9049	13910				19178
	13910	5788	4048	4048	4048	15650				17438
	15650	4341	5842	5842	5842	14149				18939
	14149	9049	4798	4798	4798	18400				14688
Sep	18400	4048	4652	4652	4652	17796		31403	19857	15292
	17796	5842	2429	2429	2429	21209				11679
	21209	4798	3983	3983	3983	22024				11064
	22024	4652	6970	6970	6970	19706				13382
Oct	19706	2429	1950	1950	1950	20185		29276	12289	12903
	20185	3983	10620	10620	10620	13548				19540
	13548	6970	12512	12512	12512	8006				25082
	8006	1950	9956	9956	9956	0				33088
	0	10620	6127	6127	6127	4493				28595
Nov	4493	12512	6916	6916	6916	10089		12723	8292	22999
	10089	9956	9724	9724	9724	10321				22767
	10321	6127	8184	8184	8184	8264				24824
	8264	6916	4914	4914	4914	10266				22822
Dec	10266	9724	5823	5823	5823	14167		10849	14416	18921
	14167	8184	4715	4715	4715	17636				15452
	17636	4914	6956	6956	6956	15594				17494
	15594	5823	2250	2250	2250	19167				13921

<LCD 模擬二>

採行 VMI 並配合 Demand-Pull 的運作，設定淡、旺季兩種目標庫存。

補貨時間為兩週，淡季目標庫存量為 19170pcs LCD，旺季目標庫存量為 33088pcs LCD。

VMI 對上游工廠的補貨時間 = 生產製造時間 + 訂單前置時間 + 運輸時間 = 2 週

期間	A 期初庫存量	B 本期入庫量	C 本期訂單量	D 本期出貨量	E 生產/採購量	期末庫存 (=A+B-D)	目標庫存	W公司 實際庫存	模擬後的 庫存	2週補貨時間內的 最大使用量時間內 的需求量
Jan	2961	2177	1320	1320	19430	3818	33088	9939	9825	
	3818	6600	2639	2639	2639	7779				
	7779	3240	1976	1976	1976	9043				
	9043	19430	2947	2947	2947	25526				5935
	25526	2639	820	820	820	27345				7562
Feb	27345	1976	8091	8091	8091	21230		12498	19809	5743
	21230	2947	4482	4482	4482	19695				11858
	19695	820	9550	9550	9550	10965				13393
	10965	8091	3080	3080	3080	15976				22123
Mar	15976	4482	5137	5137	5137	15321		7795	13917	17112
	15321	9550	7545	7545	7545	17326				17767
	17326	3080	9002	9002	9002	11404				15762
	11404	5137	6982	6982	6982	9559				21684
	9559	7545	8080	8080	8080	9024				23529
Apr	9024	9002	4566	4566	4566	13460		8721	14555	24064
	13460	6982	3974	3974	3974	16468				19628
	16468	8080	5279	5279	5279	19269				16620
	19269	4566	4635	4635	4635	19200				13819
May	19200	3974	28	28	28	23146		9462	20690	13888
	23146	5279	3999	3999	3999	24426				9942
	24426	4635	6754	6754	6754	22307				8662
	22307	28	7963	7963	7963	14372				10781
	14372	3999	7314	7314	7314	11057				18716
Jun	11057	6754	7720	7720	7720	10091		10778	10756	22031
	10091	7963	7267	7267	0	10787	19178			22997
	10787	7314	7012	7012	369	11089				22301
	11089	7720	9938	9938	9938	8871				21999
Jul	8871		1947	1947	1947	6924		20173	7078	24217
	6924	369	2373	2373	2373	4920				18897
	4920	9938	7262	7262	7262	7595				14258
	7595	1947	5788	5788	5788	3755				11582
Aug	3755	2373	4341	4341	4341	1787		22776	1504	15423
	1787	7262	9049	9049	9049	0				17391
	0	5788	4048	4048	4048	1740				19178
	1740	4341	5842	5842	5842	239				17438
	239	9049	4798	4798	4798	4490				18939
Sep	4490	4048	4652	4652	4652	3886		31403	5947	14688
	3886	5842	2429	2429	16339	7299	33088			15292
	7299	4798	3983	3983	3983	8114				11879
	8114	4652	6970	6970	6970	5795				11064
Oct	5796	16339	1950	1950	1950	20185		29276	9507	13382
	20185	3983	10620	10620	10620	13548				12903
	13548	6970	12512	12512	12512	8006				19540
	8006	1950	9956	9956	9956	0				25082
	0	10620	6127	6127	6127	4493				33098
Nov	4493	12512	6916	6916	6916	10089		12723	8292	28595
	10089	9956	9724	9724	9724	10321				22999
	10321	6127	8184	8184	8184	8264				22767
	8264	6916	4914	4914	4914	10266				24824
Dec	10266	9724	5823	5823	5823	14167		10849	14416	22822
	14167	8184	4715	4715	4715	17636				18921
	17636	4914	6956	6956	6956	15594				15452
	15594	5823	2250	2250	2250	19167				17494

〈鎂鋁機殼 模擬一〉

單純的 Demand-pull 方式，設定一個目標庫存量，做為補貨調整的依據。

補貨頻率為 1 天，目標庫存量為 2700pcs 的鎂鋁機殼。

(原實際值為 2622pcs，取一個整數 2700pcs)

(因為鎂鋁機殼的補貨頻率為每天，因此原始資料量太大，故只節錄部份)

揀貨時間 = 生產製造時間 + 訂單前置時間 + 運輸時間 = 每天揀貨 (一週只計算五天的working day)

期間	A 期初庫存量	B 本期入庫量	C 本期訂單量	D 本期出貨量	E 生產/採購量	期末庫存 (=A+B-D)	目標庫存	W公司 實際庫存	模擬後的 庫存	每天補貨時間內 的最大使用量時 間內的需求量
Jan	3225		264	264		2961		2924	2371	
	2961		264	264		2697				
	2697		264	264	267	2433	2700			
	2433	267	264	264	264	2436				
	2436	264	264	264	264	2436				
	2436	264	527	527	527	2173				
	2173	527	527	527	527	2173				
	2173	527	527	527	527	2173				
	2173	527	527	527	527	2173				
	2173	527	527	527	527	2173				
	2173	527	395	395	395	2305				
	2305	395	395	395	395	2305				
	2305	395	395	395	395	2305				
	2305	395	395	395	395	2305				
	2305	395	395	395	395	2305				
	2305	395	590	590	590	2110				
	2110	590	590	590	590	2110				
	2110	590	590	590	590	2110				
	2110	590	590	590	590	2110				
	2110	590	590	590	590	2110				
	2110	590	164	164	164	2536				
	2536	164	164	164	164	2536				
	2536	164	164	164	164	2536				
	2536	164	164	164	164	2536				
	2536	164	164	164	164	2536				
Feb	2536	164	1618	1618	1618	1082		4844	1462	

	1306	1394	1394	1394	1394	1306			
Oct	1306	1394	510	510	510	2190		4898	1027
	2190	510	510	510	510	2190			
	2190	510	510	510	510	2190			
	2190	510	510	510	510	2190			
	2190	510	510	510	510	2190			
	2190	510	510	510	510	2190			
	2190	510	2244	2244	2244	456			
	456	2244	2244	2244	2244	456			
	456	2244	2244	2244	2244	456			
	456	2244	2244	2244	2244	456			
	456	2244	2244	2244	2244	456			
	456	2244	2622	2622	2622	78			2700
	78	2622	2622	2622	2622	78			
	78	2622	2622	2622	2622	78			
	78	2622	2622	2622	2622	78			
	78	2622	2622	2622	2622	78			
	78	2622	2111	2111	2111	589			
	589	2111	2111	2111	2111	589			
	589	2111	2111	2111	2111	589			
	589	2111	2111	2111	2111	589			
	589	2111	2111	2111	2111	589			
	589	2111	746	746	746	1954			
	1954	746	746	746	746	1954			
	1954	746	746	746	746	1954			
	1954	746	746	746	746	1954			
	1954	746	746	746	746	1954			
Nnw	1954	746	1383	1383	1383	1317		6223	1224

<鎂鋁機殼 模擬二>

Demand-Pull 模式，並設定淡、旺季兩種目標庫存，做為補貨調整的依據。補貨頻率為 1 天，旺季目標庫存量為 2700pcs；淡季目標庫存量為 1900pcs。

(旺季目標庫存實際值為 2622pcs，取一個整數 2700pcs；淡季目標庫存為 1810pcs，取一個整數 2700pcs)

(因為鎂鋁機殼的補貨頻率為每天，因此原始資料量太大，故只節錄部份)

補貨時間 = 生產製造時間 + 訂單前置時間 + 運輸時間 = 每天補貨 (一週只計算五天的working day)

期間	A 期初庫存量	B 本期入庫量	C 本期訂單量	D 本期出貨量	E 生產/採購量	期末庫存 (=A+B-D)	目標庫存	VW公司 實際庫存	模擬後的 庫存	每天補貨時間內 的最大使用量時 間內的需求量
Jan	3225		264	264		2961		2924	2371	
	2961		264	264		2697				
	2697		264	264	267	2433	2700			
	2433	267	264	264	264	2436				
	2436	264	264	264	264	2436				
	2436	264	527	527	527	2173				
	2173	527	527	527	527	2173				



	142	1150	1150	1150	1150	142			
Aug	742	1158	868	868	868	1032		3795	769
	1032	868	868	868	868	1032			
	1032	868	868	868	868	1032			
	1032	868	868	868	868	1032			
	1032	868	868	868	868	1032			
	1032	868	1810	1810	1810	90			1900.00
	90	1810	1810	1810	1810	90			
	90	1810	1810	1810	1810	90			
	90	1810	1810	1810	1810	90			
	90	1810	1810	1810	1810	90			
	90	1810	810	810	810	1090			
	1090	810	810	810	810	1090			
	1090	810	810	810	810	1090			
	4000	0400	0400	0400	0400	4000			

	506	1394	1394	1394	2194	506	2700		
Oct	506	2194	510	510	510	2190		4898	995
	2190	510	510	510	510	2190			
	2190	510	510	510	510	2190			
	2190	510	510	510	510	2190			
	2190	510	510	510	510	2190			
	2190	510	2244	2244	2244	456			
	456	2244	2244	2244	2244	456			
	456	2244	2244	2244	2244	456			
	456	2244	2244	2244	2244	456			
	456	2244	2244	2244	2244	456			
	456	2244	2622	2622	2622	78			2700
	78	2622	2622	2622	2622	78			
	78	2622	2622	2622	2622	78			
	78	2622	2622	2622	2622	78			
	78	2622	2111	2111	2111	589			
	589	2111	2111	2111	2111	589			

<PCB 模擬一>

單純的 Demand-pull 方式，設定一個目標庫存量，做為補貨調整的依據。PCB 的補貨時間為五週，目標庫存量為 55855pcs PCB。

補貨時間 = 生產製造時間 + 訂單前置時間 + 運輸時間 = 5週

期間	A 期初庫存量	B 本期入庫量	C 本期訂單量	D 本期出貨量	E 生產/採購量	期末庫存 (=A+B-D)	目標庫存	W公司 實際庫存	模擬後的 庫存	5週補貨時間內 的最大使用量時間內的需求量
Jan	20621		1320	1320	19702	19301	55855	24424	22023	
	19301	3677	2639	2639	2639	20339				
	20339	7900	1976	1976	1976	26263				
	26263	275	2947	2947	2947	23591				
	23591	3000	820	820	820	25771				
Feb	25771	2000	8091	8091	8091	19680		29325	27085	17793
	19680	19702	4482	4482	4482	34900				20955
	34900	2639	9550	9550	9550	27989				27866
	27989	1976	3080	3080	3080	26885				28970
Mar	26885	2947	5137	5137	5137	24695		30192	20234	31160
	24695	820	7545	7545	7545	17970				37885
	17970	8091	9002	9002	9002	17059				38796
	17059	4482	6982	6982	6982	14559				41296
	14559	9550	8080	8080	8080	16029				39826
Apr	16029	3080	4566	4566	4566	14543		31566	16063	41312
	14543	5137	3974	3974	3974	15706				40149
	15706	7545	5279	5279	5279	17972				37883
	17972	9002	4635	4635	4635	22339				33516
May	22339	6982	28	28	28	29293		44583	28678	26562
	29293	8080	3999	3999	3999	33374				22481
	33374	4566	6754	6754	6754	31186				24669
	31186	3974	7963	7963	7963	27197				28658
	27197	5279	7314	7314	7314	25162				30693
Jun	25162	4635	7720	7720	7720	22077		50563	18476	33778
	22077	28	7267	7267	7267	14838				41017
	14838	3999	7012	7012	7012	11825				44030
	11825	6754	9938	9938	9938	8641				47214
Jul	8641	7963	1947	1947	1947	14657		43823	15738	41198
	14657	7314	2373	2373	2373	19598				36257
	19598	7720	7262	7262	7262	20056				35799
	20056	7267	5788	5788	5788	21535				34320
Aug	21535	7012	4341	4341	4341	24206		43552	22671	31649
	24206	9938	9049	9049	9049	25095				30760
	25095	1947	4048	4048	4048	22994				32861
	22994	2373	5842	5842	5842	19525				36330
	19525	7262	4798	4798	4798	21989				33866
Sep	21989	5788	4652	4652	4652	23125		53659	26064	32730
	23125	4341	2429	2429	2429	25037				30818
	25037	9049	3983	3983	3983	30103				25752
	30103	4048	6970	6970	6970	27181				28674
Oct	27181	5842	1950	1950	1950	31073		49131	22152	24782
	31073	4798	10620	10620	10620	25251				30604
	25251	4652	12512	12512	12512	17391				38464
	17391	2429	9956	9956	9956	9864				45991
	9864	3983	6127	6127	6127	7720				48135
Nov	7720	6970	6916	6916	6916	7774		45846	4483	48081
	7774	1950	9724	9724	9724	0				55855
	0	10620	8184	8184	8184	2436				53419
	2436	12512	4914	4914	4914	10034				45821
Dec	10034	9956	5823	5823	5823	14167		56159	13830	41688
	14167	6127	4715	4715	4715	15579				40276
	15579	6916	6956	6956	6956	15539				40316
	15539	9724	2250	2250	2250	23013				32842

<PCB 模擬二>

Demand-Pull 模式，並設定淡、旺季兩種目標庫存，做為補貨調整的依據。PCB 的補貨時間為五週，旺季目標庫存量為 55855pcs PCB；淡季目標庫存量為 36330pcs PCB。

補貨時間 = 生產製造時間 + 訂單前置時間 + 運輸時間 = 5週

期間	A 期初庫存量	B 本期入庫量	C 本期訂單量	D 本期出貨量	E 生產/採購量	期末庫存 (=A+B-D)	目標庫存	W公司實際庫存	模擬後的庫存	5週補貨時間內的最大使用量時間內的需求量
Jan	20621		1320	1320	19702	19301	55855	24424	22023	
	19301	3677	2639	2639	2639	20339				
	20339	7900	1976	1976	1976	26263				
	26263	275	2947	2947	2947	23591				
	23591	3000	820	820	820	25771				
Feb	25771	2000	8091	8091	8091	19680		29325	27085	17793
	19680	19702	4482	4482	4482	34900				20955
	34900	2639	9550	9550	9550	27989				27866
	27989	1976	3080	3080	3080	26885				28970
Mar	26885	2947	5137	5137	5137	24695		30192	20234	31160
	24695	820	7546	7545	7545	17970				37885
	17970	8091	9002	9002	9002	17059				38796
	17059	4482	6982	6982	6982	14559				41296
	14559	9550	8080	8080	8080	16029				39826
Apr	16029	3080	4666	4566	4566	14543		31566	16063	41312
	14543	5137	3974	3974	3974	15706				40149
	15706	7545	5279	5279	5279	17972				37883
	17972	9002	4635	4635	4635	22339				33516
May	22339	6982	28	28	28	29293		44583	28678	26562
	29293	8080	3999	3999	3999	33374				22481
	33374	4566	6754	6754	6754	31186				24669
	31186	3974	7963	7963		27197	36330			28658
	27197	5279	7314	7314		25162				30693
Jun	25162	4635	7720	7720	3472	22077		50563	18476	33778
	22077	28	7267	7267	7267	14838				41017
	14838	3999	7012	7012	7012	11825				44030
	11825	6754	9938	9938	9938	8641				47214
Jul	8641		1947	1947	1947	6694		43823	5047	41198
	6694		2373	2373	2373	4321				36257
	4321	3472	7262	7262	7262	531				35799
	531	7267	5788	5788	5788	2010				34320
Aug	2010	7012	4341	4341	4341	4681		43552	3146	31649
	4681	9938	9049	9049	9049	5570				30760
	5570	1947	4048	4048	4048	3469				32861
	3469	2373	5842	5842	25367	0	55855			36330
	0	7262	4798	4798	4798	2464				33866
Sep	2464	5788	4652	4652	4652	3600		53659	5539	32730
	3600	4341	2429	2429	2429	5512				30818
	5512	9049	3983	3983	3983	10578				25752
	10578	4048	6970	6970	6970	7656				28674
Oct	7656	25367	1950	1950	1950	31073		49131	18247	24782
	31073	4798	10620	10620	10620	25251				30604
	25251	4652	12512	12512	12512	17391				38464
	17391	2429	9956	9956	9956	9864				45991
	9864	3983	6127	6127	6127	7720				48135
Nov	7720	6970	6916	6916	6916	7774		45846	4483	48081
	7774	1950	9724	9724	9724	0				55855
	0	10620	8184	8184	8184	2436				53419
	2436	12512	4914	4914	4914	10034				45821
Dec	10034	9956	5823	5823	5823	14167		56159	13830	41688
	14167	6127	4715	4715	4715	15579				40276
	15579	6916	6956	6956	6956	15539				40316
	15539	9724	2260	2260	2260	23013				32842

<CPU 模擬一>

Demand-Pull 模式，並且設定淡、旺季兩種目標庫存。CPU 的補貨時間為 13 週，旺季目標庫存量為 51234pcs CPU；淡季目標庫存量為 31197pcs CPU。

補貨時間 = 生產製造時間 + 訂單前置時間 + 運輸時間 = 13 週

期間	A 期初庫存量	B 本期入庫量	C 本期訂單量	D 本期出貨量	E 生產/採購量	期末庫存 (=A+B-D)	目標庫存	W公司 實際庫存	模擬後的 庫存	13週補貨時間內 的最大使用量時 間內的需求量
Jan	324		6	6	20979	318	31197	543	484	
	318		6	6	6	312				
	312		6	6	6	306				
	306	860	6	6	6	1160				
	1160		6	6	6	1154				
Feb	1154		1	1	1	1153		1491	1703	
	1153	840	0	0	0	1993				
	1993	520	0	0	0	2513				
	2513	360	0	0	0	2873				
Mar	2873	1360	380	380	380	3853		3472	4637	
	3853	1160	380	380	380	4633				
	4633	880	380	380	380	5133				
	5133	1440	380	380	380	6193				
	6193	2480	380	380	20417	8293	51234			1931
Apr	8293	20979	1193	1193	1193	26079		7824	22242	3118
	28079	6	1193	1193	1193	26892				4305
	26892	6	1193	1193	1193	25705				5492
	25705	6	1193	1193	1193	24518				6679
May	24518	6	1733	1733	1733	22791		12474	21057	8406
	22791	1	1733	1733	1733	21059				10138
	21059	1733	1733	1733	1733	19326				11871
	19326	1733	1733	1733	1733	17593				13604
	17593		1733	1733	1733	15660				15337
Jun	15860	380	4345	4345	4345	11895		13181	9913	19302
	11895	380	4345	4345	4345	7930				23267
	7930	380	4345	4345	4345	3965				27232
	3965	380	4345	4345	4345	0				31197
Jul	0	20417	2919	2919	2919	17498		14435	11829	
	17498	1193	2919	2919	2919	15772				
	15772	1193	2919	2919	2919	14046				
	14046	1193	2919	2919	2919	12320				
Aug	12320	1193	3720	3720	3720	9793		13601	7914	
	9793	1733	3720	3720	3720	7806				
	7806	1733	3720	3720	3720	5819				
	5819	1733	3720	3720	3720	3832				
	3832	1733	3720	3720	3720	1845				
Sep	1845	1733	2536	2536	2536	1042		20446	2600	
	1042	4345	2536	2536	2536	2851				
	2851	4345	2536	2536	2536	4660				
	4660	4345	2536	2536		6469	31197			
Oct	6469	4345	4498	4498		6316		26511	4452	44918
	6316	2919	4498	4498		4737				46497
	4737	2919	4498	4498		3158				48076
	3158	2919	4498	4498	491	1579				49655
	1579	2919	4498	4498	4498	0				51234
Nov	0	3720	2731	2731	2731	989		10409	1484	50245
	989	3720	2731	2731	2731	1978				49256
	1978	3720	2731	2731	2731	2967				48267
	2967	3720	2731	2731	2731	3956				47278
Dec	3956	3720	1877	1877	1877	5799		18010	5833	45435
	5799	2536	1877	1877	1877	6458				44776
	6458	2536	1877	1877	1877	7117				44117
	7117	2536	1877	1877	1877	7776				43458

<CPU 模擬二>

為了解決模擬 1 中遇到庫存會一時之間攀升的問題，除了設定淡、旺季兩種目標庫存，並配合分批下單與進貨的方式。每隔兩週進一次貨，在十週內進貨完畢。

補貨時間 = 生產製造時間 + 訂單前置時間 + 運輸時間 = 13週

期間	A 期初庫存量	B 本期入庫量	C 本期訂單量	D 本期出貨量	E 生產/採購量 (=A+B-D)	期末庫存 (=A+B-D)	目標庫存	W公司 實際庫存	模擬後的 庫存	13週補貨時間內 的最大使用量時 間內的需求量
Jan	324		6	6	4199	318	31197	543	484	
	318		6	6	6	312				
	312		6	6	4201	306				
	306	860	6	6	6	1160				
	1160		6	6	4201	1154				
Feb	1154		1	1	1	1153		1491	1703	
	1153	840	0	0	4201	1993				
	1993	520	0	0	0	2513				
	2513	360	0	0	4201	2873				
Mar	2873	1360	380	380	380	3653		3472	4537	
	3853	1160	380	380	380	4633				
	4633	880	380	380	380	5133				
	5133	1440	380	380	380	6193				
	6193	2480	380	380	4081	8293	51234			1931
Apr	8293	4799	1193	1193	1193	11299		7824	10706	3118
	11299	6	1193	1193	5274	10112				4305
	10112	4201	1193	1193	1193	13120				5492
	13120	6	1193	1193	5274	11933				6679
May	11933	4201	1733	1733	1733	14401		12474	13509	8406
	14401	1	1733	1733	5814	12669				10138
	12669	4201	1733	1733	1733	15137				11871
	15137		1733	1733	5814	13404				13604
	13404	4201	1733	1733	1733	15872				15337
Jun	15872	380	4345	4345	4345	11907		13181	9925	19302
	11907	380	4345	4345	4345	7942				23267
	7942	380	4345	4345	4345	3977				27232
	3977	380	4345	4345	4345	12				34457
	3977	380	4345	4345	4345	12				31137
Jul	12	4081	2919	2919	2919	1174		14435	609	
	1174	1193	2919	2919	2919	(552)				
	(552)	5274	2919	2919	2919	1803				
	1803	1193	2919	2919	2919	77				
Aug	77	5274	3720	3720	3720	1631		13601	568	
	1631	1733	3720	3720	3720	(356)				
	(356)	5814	3720	3720	3720	1738				
	1738	1733	3720	3720	3720	(249)				
	(249)	5814	3720	3720	3720	1845				
Sep	1845	1733	2536	2536	2536	1042		20446	2600	
	1042	4345	2536	2536	2536	2651				
	2851	4345	2536	2536	2536	4660				
	4660	4345	2536	2536	2536	6469	31197			
Oct	6469	4345	4498	4498		6316		25511	4462	44918
	6316	2919	4498	4498		4737				46497
	4737	2919	4498	4498		3158				48076
	3158	2919	4498	4498	491	1579				49655
	1579	2919	4498	4498	4498	0				51234
Nov	0	3720	2731	2731	2731	989		10409	1484	50245
	989	3720	2731	2731	2731	1978				49256
	1978	3720	2731	2731	2731	2967				48267
	2967	3720	2731	2731	2731	3956				47278
Dec	3956	3720	1877	1877	1877	5799		18010	5833	45435
	5799	2536	1877	1877	1877	6458				44776
	6458	2536	1877	1877	1877	7117				44117
	7117	2536	1877	1877	1877	7776				43458