

國立交通大學

管理學院(工業工程與管理學程)碩士班

碩士論文

限制理論應用在晶圓廠晶圓母體

庫存建立之實證研究

The Application of TOC Demand-Pull and Buffer
Management To The FAB Wafer Bank Build Up

研究生：林金生

指導教授：李榮貴教授

中華民國九十五年六月

限制理論應用在晶圓廠晶圓母體
庫存建立之實證研究

研究生：林金生

Student : Jin-Sheng Lin

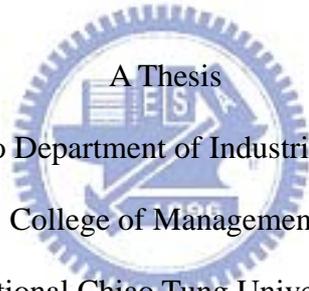
指導教授：李榮貴 博士

Advisor : Dr. Rong-Kwei Li

國立交通大學

管理學院(工業工程與管理學程)碩士班

碩士論文



Submitted To Department of Industrial Engineering

College of Management

National Chiao Tung University

In Partial Fulfillment of The Requirements

For The Degree of

Master

In

Industrial Engineering

June 2006

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國 九十五年 六月

限制理論應用在晶圓廠晶圓母體 庫存建立之實證研究

研究生：林金生

指導教授：李榮貴 博士

國立交通大學管理學院(工業工程與管理學程)碩士班

摘要

在半導體供應鏈管理系統中，企業仍依循傳統以預測的方式決定庫存量水準與生產安排。由於市場需求改變之不可預測性，也就常造成所謂預測之高度不準，導致依預測方式生產時，不是產生過高之庫存，就是缺貨連連造成顧客抱怨與公司損失。本研究即應用限制理論之拉式供應鏈配銷管理觀念與方法於晶圓廠晶圓母體庫存之生產，驗證限制理論拉式的緩衝庫存管理方式可以幫助公司降低整體的庫存水準或缺貨次數以及滿足客戶的需要。實際驗證結果顯示，限制理論拉式的緩衝庫存管理方式在有效產出天·元 (Throughput-Dollar-Days ; TDD) 與存貨天·元 (Inventory- Dollar - Days ; IDD) 的績效之整體衡量結果，優於驗證前之表現。

關鍵字：供應鏈、限制理論、需求-拉式、緩衝管理

The Application of TOC Demand-Pull and Buffer Management To The FAB Wafer Bank Build Up

Student : Jin-Sheng Lin

Advisor : Dr. Rong-Kwei Li

Department of Master Program of Industrial Engineering and Management
National Chiao Tung University

Abstarct

In semi-conductor industry supply chain and distribution management system , the enterprises still follow the traditional sales forecast to determine inventory level and production arrangement. However, the market demand is variable and unpredictable; the sales forecast can never be accurate. To use the unreliable sales forecast to plan the production, the enterprises usually have high inventory on slow moving parts, or supply shortage. The enterprises are suffered by the customer complaints and losses from the inefficient production plan. The study of supply chain and distribution management system, Dr. Goldratt starts the theory of constraints (TOC), and develops a demand-pull and buffer management model which can solve this kind of problems. This research is trying to apply this solution plus TOC performance measurement index TDD(Throughput-Dollar-Days) and IDD (Inventory-Dollar-Days) to the case study of FAB wafer bank build up. The result has proved the method is valid.

Keywords: Supply Chain, TOC Demand-Pull, Buffer Management,
TDD (Throughput-Dollar-Days),
IDD (Inventory-Dollar-Days)

誌謝

時間飛逝，應於兩年前就該完成之學業，由於近年來面對工作上接腫而來之新挑戰，加上人之惰性，讓論文進度近乎半牛步狀態。本論文於最後一刻得以順利完成，首先要感謝恩師 李榮貴教授，感謝您悉心加耐心的指導與鼓舞。再者要感謝工作上長官之關心支持，年邁雙親與家人之期盼，還有羅文明同學不斷的給我加油打氣，給我很大動力。感謝 張盛鴻與 蔡志弘老師百忙中，抽空擔任口試評鑑委員，給我很多寶貴建議與論文缺失之指正，使我獲益良多。還有要特別感謝堤歐西管理顧問公司顧問 王勇華先生在論文撰寫之初給與之提攜指引與建議。最後也非常感謝同事們的協助，提供我寶貴資料，讓我能順利完成論文。

在此感謝指導過我的所有師長與一起學習成長的同學，讓我得到很多有益於工作與人生之新知與觀念，還有要感謝賢內助—美足，任勞任怨對家庭默默的付出與對我全心全力的支持，讓我能繁忙工作之餘，家庭得以妥善照顧與個人學業得以順利完成。

畢業了，心喜完成了人生中一新的里程碑。然而在面對未來更多新的挑戰時，也同樣要秉持著 ”積極主動”， ”全力以赴”， ”團隊合作”， ”雙贏思維”與 ”持續成長” 之原則，像時代的巨輪一樣，不停往前邁進。

林金生 謹誌
于交大工工管碩士專班
中華民國九十五年六月

目錄

摘要	I
Abstract	II
誌謝	III
目錄	IV
圖目錄	V
表目錄	VI
第一章 緒論	1
1-1 研究背景與動機	1
1-2 研究目的與方向	2
1-3 研究架構與方法	2
1-4 研究範圍與限制	3
第二章 文獻探討	5
2-1 供應鏈管理	5
2-2 限制理論	12
2-3 限制理論Demand-Pull緩衝管理模式	14
第三章 個案研究與分析	21
3-1 現行作業	21
3-2 依現行作業銷售預測與Demand-Pull緩衝模式不同銷售情境探討	23
3-3 現行作業與Demand-Pull緩衝模式結果與分析	35
3-4 停售產品的運作模式	43
第四章 結論與建議	44
4-1 結論	44
4-2 建議	45
參考文獻	47

圖目錄

圖1-1 研究架構圖	2
圖2-1 供應鏈管理五大驅動元素	6
圖2-2 將資料分享於整條供應鏈的好處	8
圖2-3 同步化供應鏈之存貨流程	8
圖2-4 限制理論架構圖	14
圖2-5 典型供應鏈管理衝突圖	15
圖2-6 Demand-Pull 補貨模式圖	17
圖2-7 統計變異示意圖	19
圖2-8 緩衝管理示意圖	19
圖3-1 產品銷售比例	21
圖3-2 Code轉子體產品客戶下單到出貨之作業流程圖	22
圖3-3 產品AA5794緩衝庫存圖	34
圖3-4 產品AA5794 修正銷售需求後緩衝庫存圖	35
圖3-5 現行作業TDD與TOC Demand-Pull TDD月分佈圖	38
圖3-6 現行作業IDD與TOC Demand-Pull IDD月分佈圖(在庫庫存)	38
圖3-7 現行作業IDD與TOC Demand-Pull IDD月分佈圖(在庫+在途庫存)	39
圖3-8 在庫庫存—現行作業與TOC Demand-Pull月分佈圖	40
圖3-9 在途庫存—現行作業與TOC Demand-Pull月分佈圖	40
圖3-10 在庫/在途庫存—現行作業與TOC Demand-Pull月分佈圖	41
圖3-11 晶圓投片—現行作業與TOC Demand-Pull月分佈圖	41
圖3-12 整廠晶圓投片與產能比較之月分佈圖	42
圖3-13 TOC Demand-Pull 研究品項之每日晶圓投片之日分佈圖	42
圖4-1 銷售需求曲線加入緩衝管理圖	45

表目錄

表2-1 預測方法使用的比例表	10
表2-2 傳統補貨系統之優缺點比較彙整表	12
表3-1 模擬依銷售預測與Demand-Pull方式下之晶圓補貨與庫存比較	25
表3-2 模擬依銷售預測與Demand-Pull方式下之晶圓補貨與庫存比較	26
表3-3 模擬依銷售預測與Demand-Pull方式下之晶圓補貨與庫存比較	27
表3-4 模擬依銷售預測與Demand-Pull方式下之晶圓補貨與庫存比較	27
表3-5 模擬依銷售預測與Demand-Pull方式下之晶圓補貨與庫存比較	28
表3-6 模擬依銷售預測與Demand-Pull方式下之晶圓補貨與庫存比較	29
表3-7 情境討論彙整表	29
表3-8 調節緩衝庫存作業	31
表3-9 調節緩衝庫存作業	32
表3-10 現行實際作業與模擬TOC Demand-Pull緩衝庫存生產值比較(在庫庫存)	36
表3-11 現行實際作業與模擬TOC Demand-Pull緩衝庫存生產值比較(在途庫存)	37
表3-12 個別品項IDD/TDD改善情形	37



第一章 緒論

1.1 研究背景動與動機

俗話說：「水能載舟，亦能覆舟」，存貨對一企業如同水之於舟。存貨建立能有助於企業應付生產與市場需求之不確定，或因產能固定，以此來調節淡旺季生產，確保交貨順暢與客戶需求能有效被滿足。適當合理之存貨建立有助於公司營運，提升競爭優勢，然而存貨管理不善導致交貨不順，也會而此造成企業之停工缺貨，進而客戶報怨與訂單流失而造成公司損失。或者企業基於對於市場過度憧憬而盲目的建立庫存，造成資金成本積壓，當市場需求改變往往造成呆滯報廢損失，嚴重者恐影響公司資金週轉，甚至會招來公司營運危機。

近年來因美國安隆事件喚起主管機關與企業對公司治理之重視，而存貨管理亦是公司治理重視之一環。從各報章雜誌報導上可知，專業投資法人在投資標的選擇上，供應鏈體系或個別企業之存貨水準已成為一重要投資參考指標。故公司經營階層莫敢輕忽存貨水準之控管。在以顧客優先的今日，企業也普遍存在「以客為尊」理念，要傾聽客戶聲音，並充份滿足「顧客需求」已成為企業經營之首要經營指導原則。存貨的供應力是顧客服務中最重要的一環，而實體的存貨很難轉換成流動資產，因此存貨是一種非常高風險之投資，故如何在存貨水準與顧客服務水準間拿捏，也正考驗企業經營者之智慧。

在半導體供應鏈系統中，傳統上仍依循以銷售需求預測—推式(Push)的方式來決定生產與庫存量水準，不可避免也陷入供應鏈中所謂長鞭效應(Bull Whip Effect)之泥沼中，導致常有庫存過高或者缺貨產生，造成顧客抱怨與公司損失。而消費性電子 IC 普遍存在著消費性產品之特有特性，對產品價格敏感度相對高，產品與競爭對手相互替代性高，客戶要求短生產週期，終端銷售產品生命週期短，自然的要做銷售需求預測也就不容易。而通常生產預測又以銷售需求預測為依據，也普遍假設著銷售需求預測是精準的，幻想著依之以求得擁有較低庫存水準確享有高客戶服務水準。運氣好當然如願以償，運氣不好，前述之高庫存或缺貨也就不斷發生。何以常感慨後者之機率

較高呢？因為架構在一高度不確定之基礎上做生產安排，自然險象環生，前述之高庫存或缺貨如何能不發生呢？

一般人皆認為造成上述供應鏈問題最大核心原因是預測不準、供應商不可靠與補貨時間太長所致，同時不易克服。高德瑞特博士(Dr. Eliyahu M. Goldratt) 所倡導的限制理論(Theory of Constraints ; TOC)卻不以為然，認為現實生活中，衝突其時是不存在的，存在的是我們對衝途有錯誤之認知和假設。限制理論以科學之方法，確近乎常識管理思維程序，發展出一套 Demand-Pull 拉式的緩衝管理模式來有效的解決上述供應鏈上配銷管理上所遇到之問題，基於此而產生研究之動機。

1-2 研究目的與方向

半導體產業發展已愈趨成熟且競爭愈趨激烈，是投資報酬起伏劇烈或形容成燒錢之產業也不為過。面對高投資高風險低微利時代，如何透過好的之管理方法與策略，以降低營運風險與成本，同時強化競爭優勢，適時滿足顧客需求與提升獲利已成經營者一重要課題。限制理論以嚴謹之因果邏輯關係之思維程序(Thinking Process)，發展出系列的企業管理應用解決方案且已被廣範而有效的應用在生產管理、專案管理、財務管理、配銷管理、市場行銷與人的管理上，讓企業組織得到顯著的改善與巨大利益。

W公司訂單式轉子體生產模式之消費性IC產品，正面對高度市場需求不確定之生產模式下，顧客要求短生產週期，工廠必須事先備足晶圓母體，以隨時滿足顧客。一來要避免接到訂單無法交貨窘境，同時避免需求不確定而產生過高存貨甚至造成呆滯。此研究目的希望能以限制理論 Demand-Pull 拉式庫存緩衝管理模式為基礎，來提高顧客服務水準同時又兼顧合理庫存水準，以提升企業之彈性應變能力與達成生產管理目標——短生產週期、低庫存與準時交貨以滿足顧客需求，提高企業獲利。

1-3 研究架構與方法

茲將資料蒐集與研究架構圖分述如下：

(1) 蒐集W公司消費性接單轉子體產品，自2003年到2004年在晶圓母體站”7919”平

均存貨佔前80%產品之銷售資料與晶圓投片、晶圓母體庫存相關生產資料。

- (2) 統計現行作業模式下之晶圓母體庫存水準，缺貨狀況與 IDD/TDD 值。
- (3) 模擬限制理論 Demand-Pull 之緩衝庫存生產方式建立晶圓母體庫存，並統計晶圓母體庫存水準、缺貨狀況與 IDD/TDD 值。
- (4) 透過現行作業模式與應用限制理論 Demand-Pull 兩者做TDD/IDD值比較，驗證後者生產方法整體而言有較佳結果。
- (5) 研究架構圖說明如圖 1-1 所示

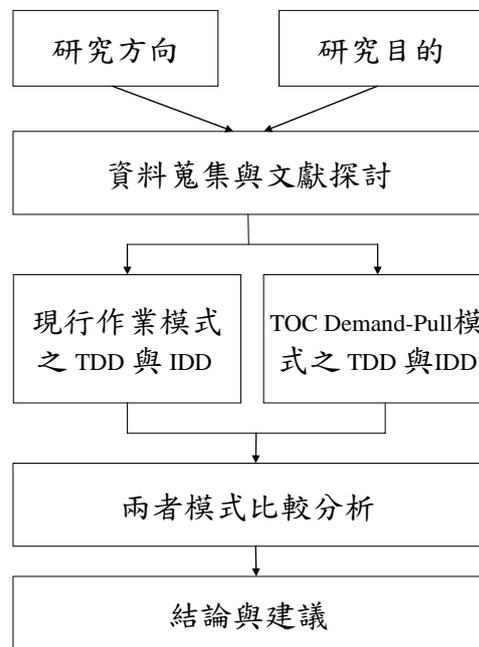


圖 1-1 研究架構圖

1-4 研究範圍與限制

本研究的範圍與限制說明如下：

- (1) 僅限於以“W”公司半導體消費性IC產品—訂單式接單轉子體生產模式，必須事先依於晶圓廠建立晶圓母體之產品做研究。
- (2) 晶圓針測良率是變動的，為便於研究採預測固定值。
- (3) 晶圓廠製程複雜，每批晶圓之生產週期會有長有短，便於研究採預測固定值。

- (4) 晶圓或粒銷售價格會隨時空改變而變動，為易於研究，採用2003年到2004年產品品項之總銷售平均價為一固定值。
- (5) 為易於研究不考慮晶圓投片日產能上限。



第二章 文獻探討

2.1 供應鏈管理

根據美國生產與存貨管理學會（APCIS）對供應鏈與配銷的定義：供應鏈是從原料端到最終端的產品使用者的一種程序，供應鏈整合與同步化此鏈中所有參與之程序、人員與組織。而配銷是將物料成品或零件，從製造商送到客戶間的有關活動。基本上有三種成員參與供應鏈與配銷的活動—產品製造者（例如生產工廠）、配銷通路內成員（例如區域發貨倉庫）、最終尾端客戶（例如零售商）。這些成員可能屬於同一公司，也可能分屬不同公司。[8]

供應鏈管理是一種追求最佳組合的協調工作，意圖將供應鏈上所有生產、存貨、地點和運輸等活動的參與者結合在一起，以便對服務的市場做出最適的回應，並能兼顧企業利益。市場變遷的節奏和產業不確定，逼迫著企業不得不去明瞭自己所處在的供應鏈和自己所扮演的角色，企業如果知道如何去建構強勢優良的供應鏈並參與其中，將使自己擁有超群的競爭優勢。今天這快速變化的市場和科技環境裏，企業唯有專注改善自己的核心競爭力，才是生存發展正途。有效供應鏈的管理必須能改善顧客服務水平，同時又能促進各公司之內部營運效率。顧客服務最基本的定義就是訂單出貨率高，準時交貨率高，退貨率低（不管任何原因）各公司的內部營運效率則是這些組織在存貨和其他資產上面的投資可以得到較高之報酬，並找到降低營運成本和銷售費用的方法。供應鏈管理是參與其中的企業進行生產、存貨、地點和運輸之協調，以便在”回應能力”和”營運效率”上取得最佳組合來服務市場(如圖 2-1)。其目的或使命，可以引用高德瑞特的話：「增加產出同時減少存貨和營運費用」來加以定義。[1]

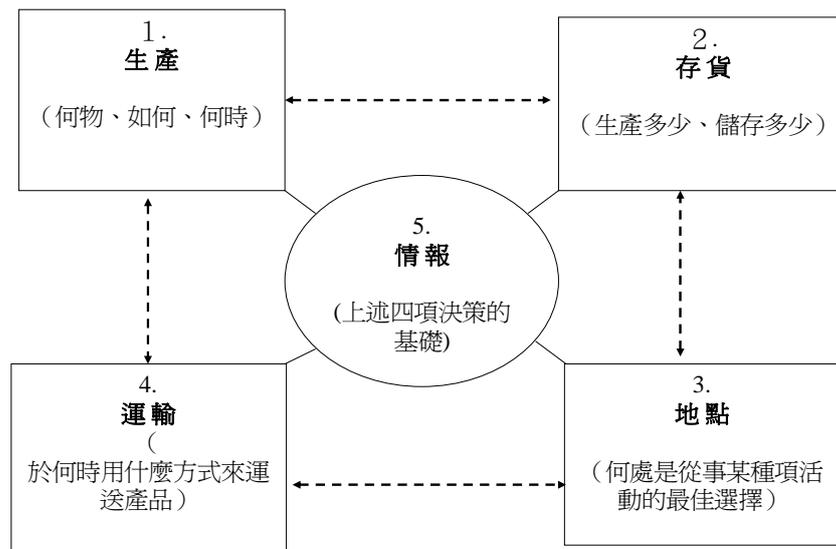


圖 2-1 供應鏈管理五大驅動元素圖

(資料來源:Michael Hugos [1])

早期供應鏈是企業主導它要提供什麼樣的商品給客戶，非真正以客戶需求為核心。因此供應鏈管理的再好，也僅能儘量減少因客戶需求變動所造成的影響。以顧客優先的今日，如何以顧客為主軸創造顧客的價值，就成為下一階段企業競爭力強弱的關鍵。誰能愈快掌握這種新的商業模式型，誰就能更快主宰市場。而所謂的以顧客為主軸，就是以顧客的需求為出發點，依其需求之種類，快速的拉動整個供應鏈，提供顧客需求的產品。[4]

2.1.1 長鞭效應

今日供應鏈的挑戰與日俱增，主要在於需求端的改變，帶動整個供應鏈體系的變動，談到客戶需求難測，善變及沒耐心的特性，就不得不談起供應鏈管理中著名的「長鞭效應」。長鞭效應是將供應鏈視為一條長鞭，需求端在鞭柄，而供應端在鞭梢，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。供應鏈中越往上游走，訂單數量變異性越增大的現象就是所謂由於下游需求資訊之誤差，造成越往上游的需求變異數變動過大，形成長鞭效應，導致供應鏈之無效率。如剩餘或不

足之產能、產品預測品質低、存貨過高、過多待補訂單、無效運輸、客戶服務品質低落、過高的修正成本、不確定之生產規劃及延誤生產時程等無效率之營運。

長鞭效應之所以會被引發，都因為資料的傳遞有時間差，而大家對市場需求又缺乏總體大圖像，形成長鞭效應之成因眾多，根據張福榮[5]可歸納 5 點如下：

1. 需求預測之不易
2. 前置時間不易掌握
3. 批次訂單
4. 價格變動
5. 誇大的訂單

而克服長鞭效應之 4 要點作法如下：

1. 降低不確定性
2. 降低變異性
3. 減少前置時間
4. 建立略聯盟關係



供應鏈在不同階段或位置的企業對市場需求有不同見解而導致供應鏈協調中斷，也因此常造成企業一開始是應付產品短缺，後來應付的卻是產品供應過剩。而企業又普遍存在著此為無可避免的事，而單打獨鬥以強化自身能力方式來因應需求波動，其實倘佯企業能聯合起來交換市場情報，從需求波動者本身著力的話，效果可能更好更快。事實上雖然我們知道企業間分享情報有其困難與顧忌，但我們也知道假如無法準時交貨的原因是其供應商遲交，顧客可能調頭走人，跑去向你的競爭者買貨，因為那邊的供應商準時交貨，所以這已不是公司對公司之競爭了，而我們可看到供應鏈對供應鏈之競爭會愈來愈普遍。能合作共創有效供應鏈的企業將是未來大贏，而能想出好辦法效分享資料的企業能創造最有力之供應鏈，顧客會被吸引到有效率之供應鏈，因此有效率者終將瓜分效率較差者之市場。將資料分享於整條供應鏈的好處，使

整條供應鏈可以變的更有效率。說明如圖 2-2 所示[1]:

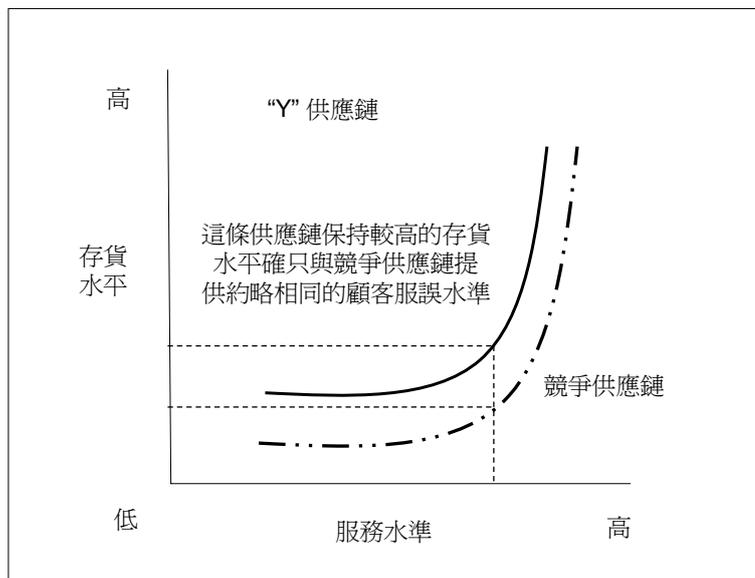


圖 2-2 將資料分享於整條供應鏈的好處圖

(資料來源:Michael Hugos [1])

對抗長鞭效應有效方法即將整個供應鏈視為一體，並將它的作業步調調整到與實際市場需求同步。說明如圖 2-3 所示[1]:

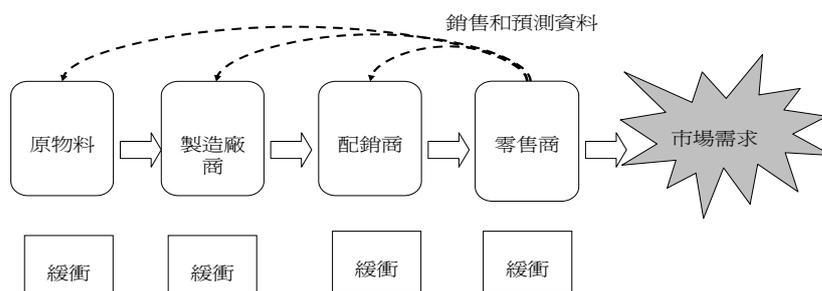


圖 2-3 同步化供應鏈之存貨流程

(資料來源:Michael Hugos [1])

2.1.2 需求預測

供應鏈管理決策的根基是預測，預測那種產品將為市場所需，需要多量，什麼時候需要，需求預測也因此變成了許多公司制定內部作業計劃和彼此合作以滿足市場需求之基礎，依 Michael Hugos[1] 所言，所有需求預測都是在處理四項重要變數，以判定市場情況此四項變數為：

1. 需求 (Demand)
2. 供給 (Supply)
3. 產品特殊 (Product Characteristics)
4. 競爭環境 (Competitive Environment)

需求預測指的是整個市場對某一種產品群或服務的需求量而銷售預測是預測某個特定企業之產品在其所屬市場範圍內的需求，另列出四種基本預測方法：

1. 定性分析 (Qualitative)
2. 因果分析 (Causal)
3. 時間序列 (Time Series)
4. 模擬 (Simulation)



定性分析依賴個人對市場的直覺或主觀判斷，因果分析法假設需求與某特定環境或市場因素有密切關係，時間序列是最普遍用來做預測，其基本假設是歷史會重演，過去型態是未來型態很好指標，諸如：移動平均法和指數平滑法，模擬法則是因果分析和時間序列之組合，用以模擬在不同情境下消費者可能行為。大多企業使用幾種方法來做預測，然後再將這些預測結果結合起來，寫成自己真正的預測。需求管理所探討之內容包括需求規劃與需求履行甚至包含客戶關係管理之探討，企業推動需求規劃之主要目的在於找出一套有效的市場需求計劃，以了解產品之銷售與需求預測，其基本內容包含[4]：

1. 需求預測 〈Demand Forecasting〉
 - (1) 由上而下預測法 〈Top Down Forecasting〉。

- (2) 由下而上預測法 〈Bottom-Up Forecasting〉。
 - (3) 生命週期規劃法 〈Life Cycle Planning〉。
 - (4) 行銷事件規劃法 〈Event Planning〉。
 - (5) 相依需求預測法 〈Dependent Demand Forecasting〉。
 - (6) 共識預測法 〈Consensus Forecast〉。
2. 需求協同作業 〈Demand Collaboration〉。
 3. 彈性限制規劃 〈Flex Limit Planning〉。
 4. 淨預算值之計算。

在 J. Scott Armstrong 所編的 *Principles of Forecasting* 一書中提到幾種方法被使用的比例，如表 2-1 所示 [17]：

表 2-1 預測方法使用的比例表(資料來源: Armstrong [17])

Regular used (Percentage)		Regular used (Percentage)	
Expert opinions		Extrapolation	
<i>Internal</i>		Naï ve	30.6
Sales force	44.8	Moving Average	20.9
Executives	37.3	Rate of change(percentage)	19.4
<i>External</i>		Rate of change(units)	15.7
Industry survey	14.9	Exponential smoothing	11.2
Analogies		Regression against time	6.0
Leading indicators	18.7	Box-Jenkins	3.7
Econometric			
Multiple regression	12.7		
Econometric	11.9		

在上表中可以發現，專家意見的預測方式佔較高使用比重，而在 Armstrong 的書中也列舉了相當多的問卷調查結果，顯示大多數的企業對於銷售預測方法的選擇上，儘管越來越進步的預測工具不斷出現，企業似乎還是選擇用專家意見來作預測，如業務人員或專業經理的預估為準，甚至有些調查結果中顯示還高達 87% 的受訪企業是運用專家意見來作銷售（需求）預測的。然而，雖然專家意見佔了舉足輕重的角色，量

化的工具也不可忽視，因為大多數專家意見的基礎是來自一些量化工具分析的結果，如移動平均預測法（Moving Average Forecast）或指數平滑預測法（Exponential Smoothing Forecast）來計算歷史銷售資料，推導出對未來的需求期望值，然後再將這些預測結果結合起來，寫成自己真正的預測。

2.1.3 存貨管理

傳統上存貨管理的目標是將存貨儘量降低增加存貨之財務報酬，同時卻仍然維持良好的顧客服務水準。依 Michael Hugos[1]之存貨可分三種：

1. 週期存貨：兩次訂同一種貨品之間隔期間裏，所必須保持足以應付需求之貨品數量，經濟訂購量即為一例
2. 季節性存貨：當企業或供應鏈決定以固定產能來生產產品並將當期賣不掉之產品累積起來時季節性存貨就會發生，假如未來的需求會超過現有之產能，那當然作法是在需求低時多製造一些產品，以備未來高需求時出售。
3. 安全存貨：用來應付存在供應鏈中之不確定因素

每家企業都會依據自己的成本結構來訂定最適之存貨水準，而任何企業或供應鏈存貨管理作業也都是上述三種存貨之管理活動混合而成。限制理論將存貨視為一種緩衝，目的為保護瓶頸增加有效產出。存貨短缺會造成顧客需求未被滿足，結果會造成顧客延遲訂單，尋求替代品或是找其它供應商而致公司訂單流失。

傳統上業界一般使用之基本補貨系統大致可分為四類 [2]：

1. 使用經濟訂購量的再訂購點：在持續檢視下，當庫存量降低至再訂購點之下時，訂購一固定的數量（經濟訂購量），安全庫存加補貨前置時間之預測需求為再訂購點。
2. 使用最大存貨水準的再訂購點：在持續檢視下，當庫存量降低至再訂購點之下時進行補貨，每次訂購數量不同，以將存貨水準補足到最大存貨水準為原則。
3. 使用最大存貨水準的定期檢視：定期檢視時點固定下進行補貨，補足到最大

存貨水準。

4. 定期檢視再訂購點及最大存貨水準：定期檢視下，當庫存量降低至再訂購點之下時進行補貨，補足到最大存貨水準。

上述四種補貨系統之優缺點比較彙整如表 2-2：

表 2-2 補貨系統之優缺點比較彙整表(資料來源: Edward [2])

控制政策	優點	缺點	說明
再訂購點 / 經濟訂購量	系統簡單、訂購量固定	無法處理需求大幅變動	經濟訂購量計算可能不可靠
再訂購點 / 最大存貨水準	維持最大存貨水準的再訂購點與EOQ 相同	需過多計算除了A級品項均不值得投入心力進行複雜計算	最普遍的控制政策，但其中可能會有變動的參數
定期檢視 / 最大存貨水準	需要協調相關品項的補貨、有定期機會修正最大存貨水準	存貨持有成本比連續檢視系統來得高	適用於需求型態有固定變化型態的品項
定期檢視 / 再訂購點 / 最大存貨水準	整體所需的控制成本最低	需要過多計算不易瞭解	對於B、C 級品項的計算成本過高



2. 2 限制理論

限制理論是由高德瑞特博士所倡導，以科學方法之思維程序為基礎來解決組的經營管理問題。認為每個企業體都是一個有機的系統並對組織做如下之基本假設:(李榮貴/張盛鴻 [8])

1. 一個組織最少有一個目標要達成。
2. 組織是由許多部門或單位組成彼此相互依賴(Interdependence)的系統。
3. 任何組織皆有限制，阻礙組織得到更好的目標績效的事情即為限制。
4. 莫非(Murphy)或不確定性行為(Uncertainty)因素是存在的。

限制理論是一種企業持續改善之方法，其強調的是一個系統的績效表現由該系統中最弱之一環所決定，該最弱之一環則為系統之限制因子—瓶頸。只要找到最弱一環並增加它的強度而非重量，就可強化整條鏈的強度(整個系統或組織的產出)。企業要加速組織目標的達成，要著重環之間的鏈結，也就是整條鏈的改善，而不是專注於

鏈條的每一環或每單位的改善。即組織要著重整體的最佳化(Global Optimum)取代傳統上強調局部最佳化(Local Optimum)的績效評估。

限制理論從瓶頸管理出發，透過持續性地去除瓶頸與限制，達到全面營運的改善與最大利益的追求，其最重要的貢獻在於指導企業如何集中利用系統中有限的資源，把有限資源用中最重要的地方，解決整個系統的重要的資源限制因素，以求達到系統最大的效益與目標。而企業的目標則是現在及未來均能持續的賺錢。以下是限制理論提出產出觀管理之持續改善五個專注步驟：

1. 指出系統限制：找出系統中最弱之一環。
2. 決定如何充份利用系統限制：使系統中最弱之一環得到最大產出。
3. 所有非限制充份支援步驟二所作的決策：要著重整體的最佳化取代傳統上強調局部最佳化的績效評估。
4. 打破系統限制：對限制做改善提升系統的限制。
5. 如果系統限制在步驟四被打破，回到步驟一。警告：不要讓惰性(典範)成為系統限制。

限制理論很重要的觀念之一即在關鍵點導入適當保護措施的機制稱為緩衝管理(Buffer Management)，以做到對不確定因素做有效控管，以防莫非隨時來敲門，確保預訂目標如期達成。

限制理論以其嚴謹思維程序，分別產闡述企業遭遇核心問題與並以嶄新觀念與穩健的解決方案突破瓶頸，為企業帶來巨大利益，而獲不凡回響—如推行鼓-緩衝-繩(Drum-Buffer-Rope; DBR) 解決方案於生產管理應用上、以專案緩衝與匯流緩衝之關鍵鏈(Critical Chain)排程方法解決方案於專案管理應用上。以有效產出(Throughput；T= 整個系統透過銷售之賺錢速率)、投資(Investment；I=組織為了增加有效產出而投資的錢—如廠房、機器設備、存貨)、營運費用(Operation Expense；OE=將投資轉變成有效產出所需費用—如整備成本) 三項績效評估指標為羅盤，五個專注步驟為指導方針應用在財務與績效評估。拉式配銷管理思維與IDD/TDD 績效衡量指標應用在配銷與供應鏈管理。另外也包含以思維程序(Thinking Process)之三個重要思考步驟：

1. 要改變甚麼?(What to Change?)

2. 要改變成甚麼?(What to Change to?)

3. 要如何造成改變?(How to Cause the Change?)

利用構建現況圖(Current Reality Tree ; CRT)找到核心衝途圖(Core Conflict)，再以未來圖 (Future Reality Tree ; FRT)、負面分歧圖(Negative Branch Reservations ; NBR)與條件圖(Prerequisite Tree ; PRT)、行動圖(Transition Tree ; TRT)交替運用解決方案應用在市場行銷與業務管理,人的管理與策略與戰術管理上。總結限制理論架構如圖 2-4 所示：

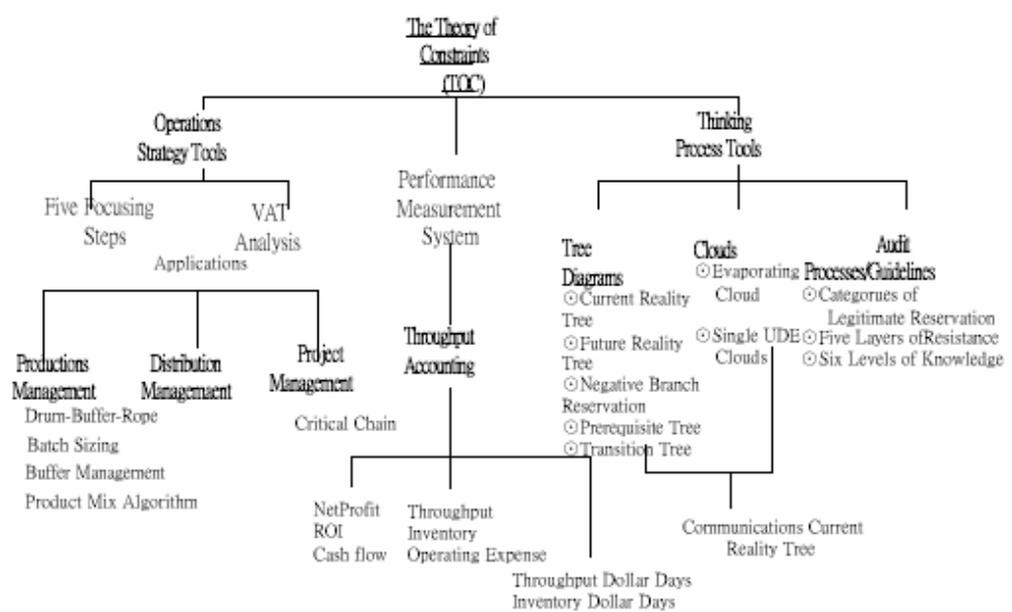


圖 2-4 限制理論架構圖

(資料來源: The World of Theory of Constraints [18])

2.3 限制理論 Demand-Pull 緩衝管理模式

每企業經理人的目標都是要做好供應鏈管理,卻常落入又要馬兒好又要馬兒不吃草或魚與熊掌不可兼得之典型供應鏈管理衝突。限制理論以衝突圖來闡釋—如圖2-5 所示：

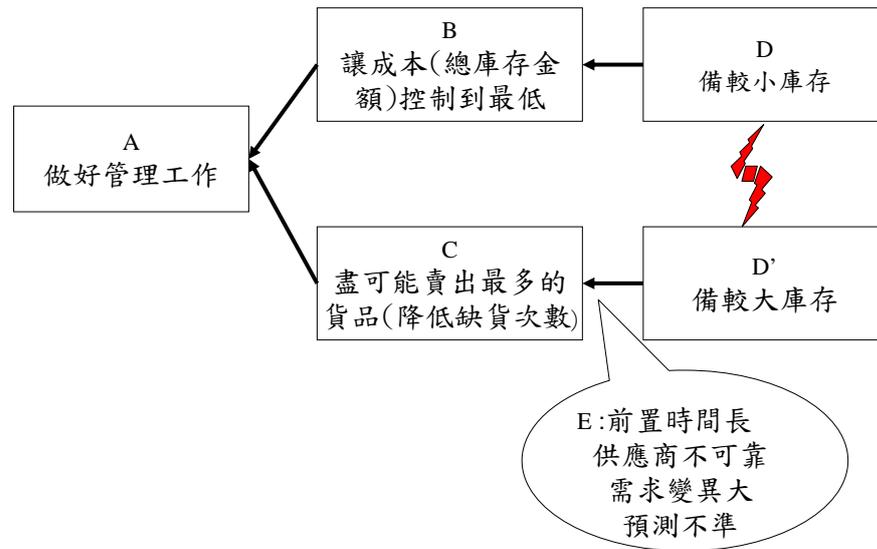


圖2-5 典型供應鏈管理衝突

為了想做好管理工作常為了讓成本控制到最低，故要備較小庫存，然而又想備較大的庫存以儘可能賣出最多的貨品或是降低缺貨次數而陷入衝突。限制理論認為衝突產生時，不是在兩個方案中尋找妥協方案，而是去尋找方案背後所提的假設，並設法打破假設使得其中一個方案獲得解決，不至於產生衝突。檢視此衝突發現，要(C)盡可能賣出最多的貨品或是降低缺貨次數，就必須(D')備較大的庫存所做的假設是(E)補貨時間長、供應商不可靠以及預測不準確。但是這假設是對的嗎？我們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之下，改善補貨時間、供應商可靠度與預測準確度呢？資料來源：[12]

由上圖的衝突圖可以了解要打破此衝突圖，首先要改變的是前置時間長、供應商不可靠，需求變異大以及預測不準確，茲說明如下：

1. 前置時間長：從供應鏈的庫存做考量，通常我們可以發現庫存都在供應鏈的末端，也就是在零售商或批發商的手上，而零售商或批發商往往以補貨時間的長短作為備庫存的依據，因此有效的縮短補貨時間也就可以減少供應鏈中的存貨量。補貨時間是由訂單前置時間、生產前置時間以及運輸前置時間所

構成，在不增加成本的情況下，最有效縮短補貨時間的方法就是從訂單前置時間與生產前置時間著手，目前造成補貨時間長的主要原因是因為許多的企業都習慣以批量的方式做管理，以訂單前置時間而言，因為大批量可以獲得較多的折扣以及不需花費太多的時間決定訂購數量，所以企業往往等存貨到達訂購點時才發出訂單，以致於補貨時間拉長；另外在生產前置時間方面，工廠為了追求作業效率及節省準備時間，在生產時也以批量生產方式進行，這些都是造成補貨時間拉長的原因。

2. 供應商不可靠：對於供應商不可靠，企業可以選擇更換供應商或是對現有供應商做訓練，以提升供應商的可靠度，但是這些方法對於企業有時可能緩不濟急，所以企業面臨供應商不可靠時，往往用最直接的方式去解決，也就是先備大量的庫存或建立更多供應商管道以因應。
3. 需求變異大：前後預測差異懸殊造成無所適從或說客戶因預期心理而累積需求而延緩或提前下單情形，造成不同區間之需求差異很大，此會造成工廠端對需求端之誤判而造成備太多之庫存積壓或太少庫存而缺貨趕工。若能充份的分享上下游端之實既銷售或生產資訊能有效減少需求之變異。
4. 預測的不準確：預測系統只能預測趨勢，並不能精準預測實際的銷受需求。當預測值高於實際需求時會造成庫存的現象，反之則會造成缺貨。而企業的認知為缺貨比庫存嚴重，因此企業往往寧可備較高的庫存，以避免缺貨的發生。但往往依預測備貨不是顧客不要的庫存過高，就是顧客要的確缺貨，要解決上述的問題必須把過去的作業模式加以改變。

典型的供應鏈與配銷系統以推式的作業模式—以平均需求當預測，且只為了盡力做好猜測而已。為了方便省事或節省成本與減少生產換線時間，以批次作業處理訂單或生產產品，使整個系統處於不穩定狀態。另以互信觀點來看，推式供應鏈與配銷管理模式成員彼此不互信、保護自己、追求局部最佳。限制理論認為以拉式供應鏈與配銷管理模式，將生產時間與補貨時間分離，降低批量與增大補貨頻率可以使補貨時間縮短、且降低庫存、提高補貨可靠度。客戶與區域發貨倉庫與工廠倉庫間可彼此互信

而減少以往不互信而造成之大量存貨。茲將限制理論拉式的運作模式茲說明如下：

1. TOC Demand –Pull 運作模式

TOC 打破過去公司將產品放在離消費者最近地方的觀念，將大部分的產品回流至源頭也就是工廠內，而區域倉庫只需持有補貨前置時間內所要的需求量，當客戶向區域倉庫下訂單的同時區域倉庫再向工廠訂購其所銷售的數量，而工廠則以最迅速的方式將產品送至區域倉庫。方式說明如下：

- (1) 下游商儲存足夠庫存涵蓋可靠補貨期間內的需求，下游商用掉多少就對上游（區域發貨中心/倉庫）訂購多少。
- (2) 上游（區域發貨中心/倉庫）儲存足夠庫存涵蓋可靠補貨期間內的需求，上游運送多少到下游商，就對上游（工廠倉庫）訂購多少。
- (3) 工廠倉庫儲存足夠庫存涵蓋可靠補貨期間內的需求，工廠倉庫運送多少到區域發貨中心/倉庫，就生產多少。「Demand-Pull」補貨方式如圖2-6所示：

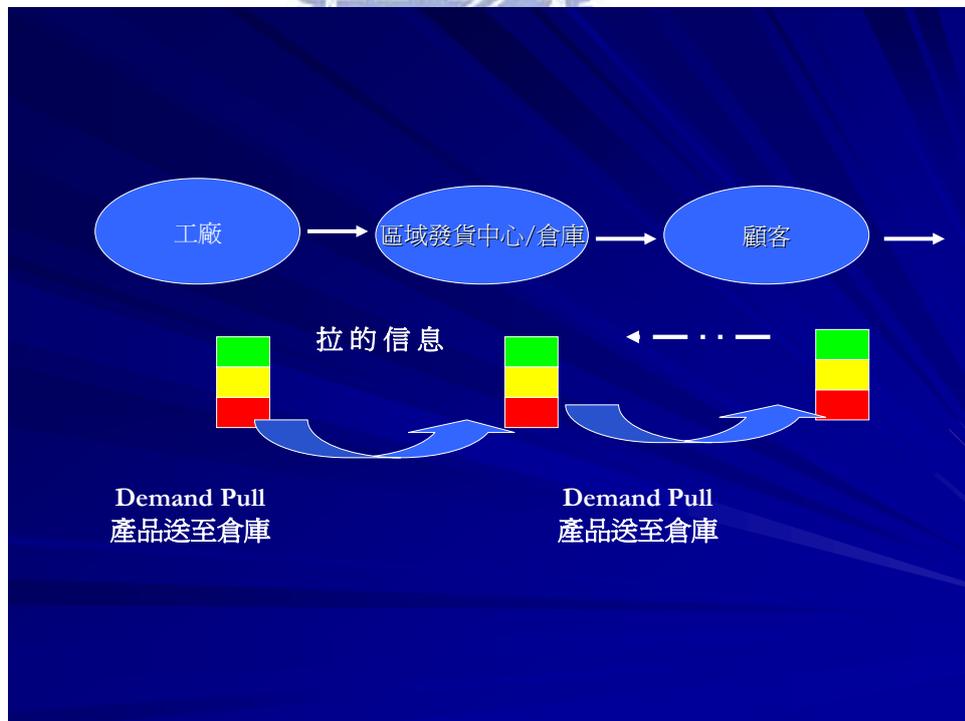


圖2-6 Demand-Pull 補貨模式

在限制理論 Demand-Pull 運作模式下，如何做好緩衝管理四要素，是此模式成功與否的關鍵，此四要素即是：

- (1) 在何處是備庫存點？
- (2) 如何決定每個緩衝管理點的目標庫存量（緩衝存貨大小）？
- (3) 如何補貨？補貨的頻率與數量如何決定？
- (4) 如何監控緩衝？需求改變時如何調整目標庫存量？

2. 緩衝管理模式

TOC 在 “專案管理” 提到之 Buffer 共管觀念，為何 Buffer 要共管，就是大家都在抓 Buffer 而造成 Buffer 過多而讓一個專案原本可快速完成的，最後在怕金氏症與學生症後群的作用下而造成專案之拖長甚至嚴重延誤。其實以此觀念應用在生管在回覆訂單交期時有異取同工之妙。例：一個產品自生產到交貨共歷經 5 個生產站為 7 天，每一個生產站均抓 10% 之 Buffer，則總共要花 $(7 \times 1.1) \times 5 = 38.5$ 天(A)，而若以 Buffer 共管之觀念，僅用單一生產站之 20% (二倍於先前單一生產站) 為總 Buffer，則總共要花 $7 \times 5 + 7 \times 0.25 = 35 + 1.4 = 36.4$ 天(B)。很明顯 (B) 值小於 (A) 值，因為 Buffer 目的是保護莫非定律中所認為之不確定因子，但基本上 5 個生產站同時都延誤之機率太小，故取單一生產站 2 倍之 Buffer 做為共管 Buffer 目標，實務上也證實，實際生產週期亦接近上述方法(B)。同樣的，TOC 發展出 Demand-Pull Buffer Management 觀念時，提及愈往上游端做預測或備庫存會愈準—其實也是 Buffer 共管觀念之延伸。就如同上游直接對終端市場(客戶)做需求預測，絕對會比自零售商給經銷商再給代理商然後供應商，因為避掉了所謂的長鞭效應。

TOC 認為由於統計變異的計算上可知，個別計算的變異一定遠高於整體計算的變異，因此若愈往上游的需求匯集處(Aggregation)作預測，則其準確率就遠高於散佈各處銷售點所做預測的總和(如圖2-7所示)，Fisher(1994)亦在其研究中印證了此點 [13]。

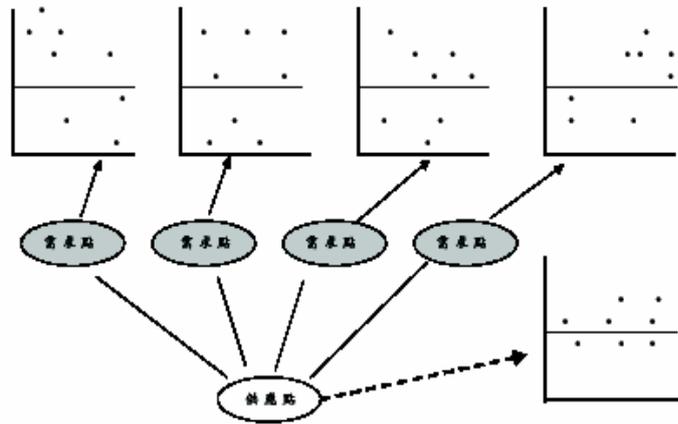


圖2-7 統計變異示意圖

TOC Demand-Pull 緩衝管理模式是一種監控工場及區域倉庫庫存量的方法。此模式以補貨前置時間內之最大需求量視為其目標緩衝庫存量，當目標緩衝庫存量決定之後將其分成三部份，分別為：(緩衝管理示意圖如圖2-8所示)

- (1) 忽略區(綠色線至黃色線) — 不採取行動並視狀況於必要時調降緩衝目標。
- (2) 警告區(黃色線至紅色線) — 仍採取正常補貨行動並持續觀察監控。
- (3) 趕工區(紅色線以下) — 採取緊急趕工以免緩衝庫存不夠造成缺貨並視狀況於必要時調升緩衝目標。

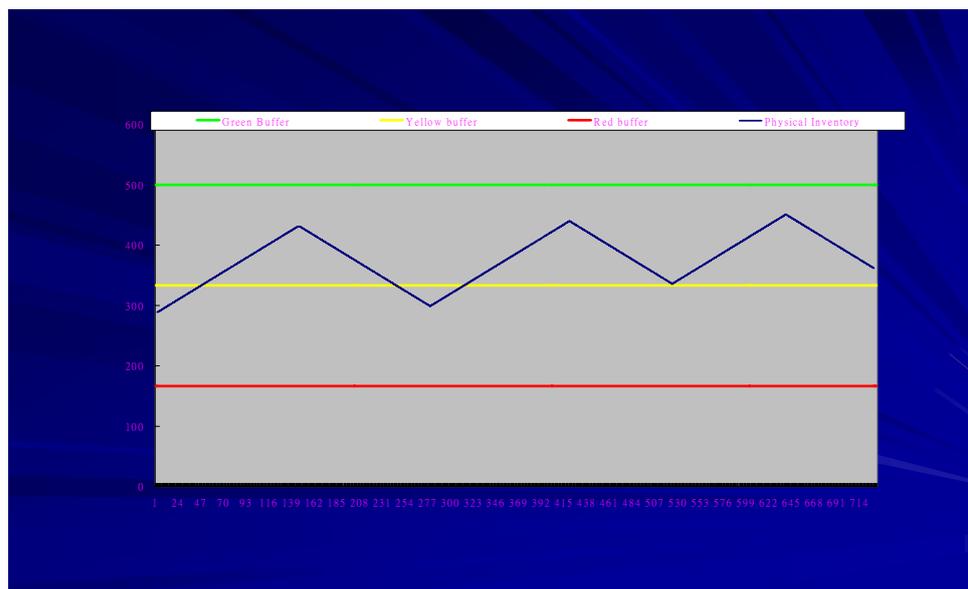


圖2-8 緩衝管理示意圖

當庫存水準一直在忽略區時就要適時的調降庫存量，相反的當庫存水準一直在趕工區時要適時的調高庫存量，藉由緩衝管理的方法可以讓庫存維持在一定的水準下而不發生缺貨的情形。

TOC 強調經反覆的調整即可得到符合需求情境的緩衝大小設定。TOC 所主張的緩衝管理也是降低營業費用的工具，若落在紅色管制區的次數太多，則必須增加緩衝量以減少緊急訂單的行動，因為緊急訂單的交貨成本大於正常的交貨成本。

3. TDD 與 IDD 績效衡量指標探討：

如何讓次系統做對的事，限制理論提出兩個績效評估指標確保「該做得很好的一定做得很好」，同時不會造成「不該做得很好的一定做得很好」。TOC 將過去配銷常用的績效衡量指標如存貨週轉率、缺貨率等等，修正為有效產出天·元(Throughput-Dollar-Days ; TDD)與存貨天·元(Inventory-Dollar-Days ; IDD)，其基本定義如下：

- (1) 有效產出天·元(TDD)：此指標主要是考慮到可靠度，其表示事情應該做的很好但是卻沒有。所以當公司或部門對顧客訂單所承諾交貨日期無法達成時便開使計算 TDD 值來顯示沒有達成之程度。計算方式： $(\text{有效產出之價值}) \times (\text{訂單延誤天數之總和})$ 。當 TDD 值愈大表示訂單延遲過久，相對會對企業造成潛在損失，企業可利用此指標，找出延遲交貨原因對症下藥，以確保滿足顧客的要求。

目標：追求 TDD 值為零

- (2) 存貨天·元(IDD)：此指標主要是考慮到效率，其表示事情不應該做的很好但是卻做的很好。所以當企業或部門生產過多的存貨就是沒有效率，因為這不僅造成潛在原物料的浪費，同時也使存貨成本提高。計算方式： $(\text{庫存之價值}) \times (\text{在倉庫停留天數之總和})$ 。當 IDD 值愈大表示企業或部門累積了愈多的庫存，造成庫存成本大幅增加，也可能暗示著其他物品可能沒有原物料或產能進行生產而產生延遲交貨情形，利用此指標監控讓組織有效提生產的效率，同時減少不必要之存貨成本。

目標：降低 IDD 值

第三章個案研究與分析

W 公司是一專注於超大型積體電路設計、製造、行銷的高科技領域公司，秉持著「正派經營、積極創新、滿足顧客、團隊合作」的理念，積極參與台灣科技島的建設。目前產品類別概分為邏輯產品記憶體產品，前者可再細分為消費性語音、影像、微控 IC、電腦與週邊相關 IC、網路通訊 IC 為主。後者為非揮發性記憶 IC，DRAM 與 Pseudo SRAM 記憶晶片為主。2003 與 2004 年產品銷售比例概略如圖 3-1 所示：

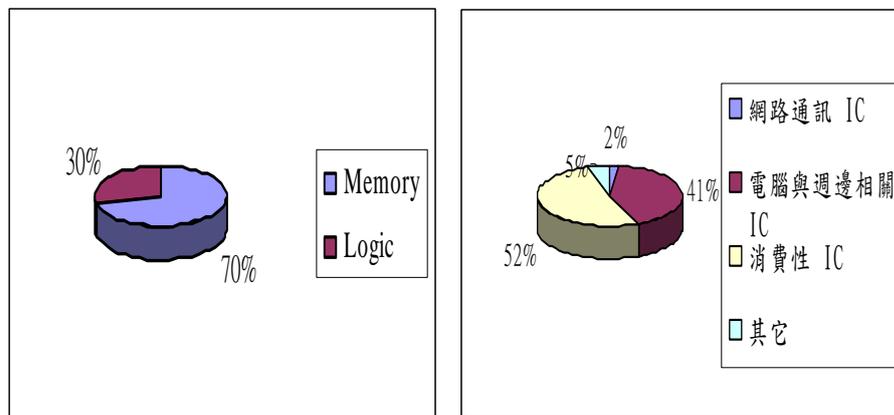


圖 3-1 產品銷售比例

3.1 W 公司現行作業模式

現行 Code 轉子體產品是屬於訂單式生產之消費性 IC，即收到客戶之訂單後才啟動生產，此類產品內含客戶客製規格，啟動生產之後，只有客製規格下單客戶可使用。W 公司 Code 轉子體產品一般用於消費性之電子產品如手機、電話、遊戲機、玩具、禮物上之語音 IC 或電話之來電顯示 IC……等等，應用範圍很廣。圖 3-2 是 Code 轉子體產品客戶下單到交貨之作業流程之簡易圖示：

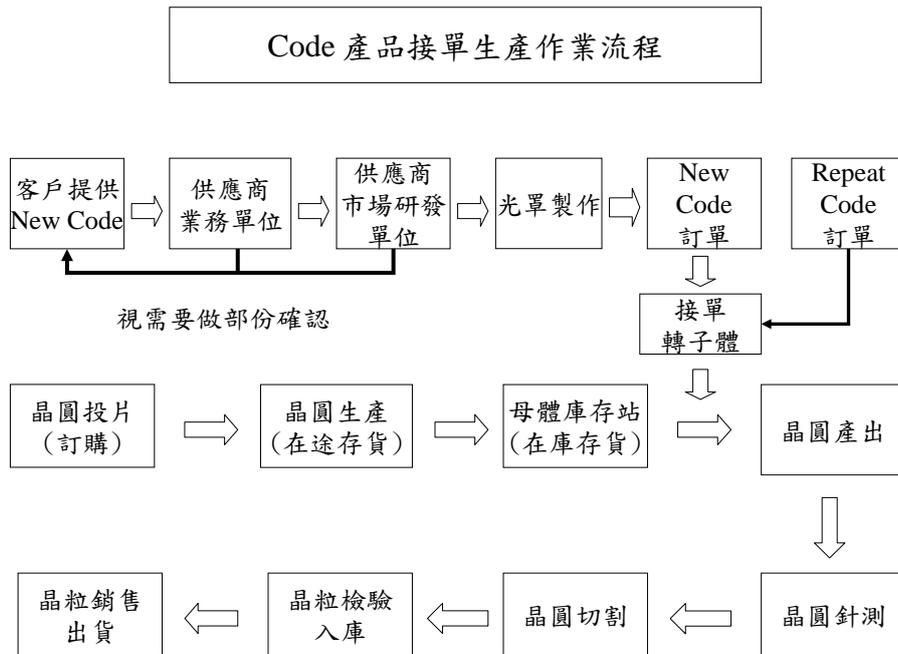


圖 3-2 Code 轉子體產品客戶下單到出貨之作業流程圖

自晶圓投片到晶粒銷售之生產週期約略一個半月：為縮短生產週期，增加供貨之彈性，研發人員充份應用供應鏈中”延遲差異化”之觀念，將 Family Product 晶圓先行製造到一特定生產站停住，我們稱為晶圓母體庫存或 Wafer Bank，當客戶下單時即可自母體庫存站之存貨往下一站繼續生產，生產週期約略可縮短 25 天以達快速交貨滿足客戶需求。顧客服務水準之高低，悠關晶圓母體準備。通常備愈高之晶圓母體，相對的擁有較高之顧客服務水準，但同時也隱含著高存貨成本之風險，最差狀況即市場不再有需求時，會有呆滯存貨產生之風險。故如何備到恰到好處成為一重要課題。W 公司對於如何建立晶圓母體之時機如下：

1. 依據銷售預測。
2. 依據公司政策於晶圓廠產能利用率較低時，建立較高水平之晶圓母體。

依據銷售預測之作法說明如下：

1. 銷售與市場部人員會提供客戶未來半年銷售需求預測（以月為基準）。
2. 計算每週之平均晶圓投片淨需求（考慮扣除製程品與在製品之庫存狀況）。

3. 生管人員依據晶圓廠之生產週期 25 天（每 Layer 2.5 天）與晶圓投片流程卡製作 3 天為生產前置時間內，提出晶圓投片需求工單給生產製造單位。
4. 每週定期給晶圓廠 2 次晶圓投片需求工單，可安排每天晶圓投片生產。
5. 若有緊急突發狀況，視情況需求另作安排處理。
6. 考慮安全庫存（15 天之預測銷售量）。

3-2 現行作業與 Demand-Pull 緩衝模式於預測與實際銷售不同情境探討

在預測與實際銷售不同情境下，用簡單範例分述如下：（含 TOC Demand-Pull Model 之比較）。表 3-1 之各欄位說明：

1. 敘述區間為 10 月~12 月，以一週為其日期單位。
2. 項次 1 為銷售需求預測值（將月銷售預測平均攤在每週）。
3. 項次 2 ” BOH” 欄位之值為期初庫存值。
 晶圓母體 (b)：晶圓母體站之在庫庫存。
 晶圓母體之前 (a)：晶圓投片尚未 run 至晶圓母體站之在途庫存。
 Total WIP (c = a + b)：晶圓母體在庫庫存加晶圓母體站前之在途庫存。
4. 項次 3 為銷售訂單（或說市場實際之潛在需求行為）。
5. 項次 4 為現行作業，依據平均銷售預測所需之晶圓投片。
6. 項次 4' 為依 TOC Demand-Pull 方式所需之晶圓投片。
7. 項次 2' 與項次 2 在日期欄下之數值，分別為依 TOC Demand-Pull 方式與現行依預測生產方式下之在庫庫存與在途庫存值。
8. 項次 5 Buffer Inventory 為 TOC Demand-Pull 之緩衝庫存。
9. 項次 6 為生產週期內之累計需求用於 TOC Demand-Pull 建立緩衝庫存為參考依據。

自晶圓投片到晶圓母體站之生產週期估 4 週（28 天），相關數值計算範例說明如下：（本表模擬狀況未完全考慮晶圓生產每批 24 片之限制）

- (1) 晶圓母體 (b) 10/30 WK45 值 354 “等於” 晶圓母體 (b) 10/23 WK44 值 350 “加” 項次 4 依據銷售預測所需之晶圓投片 10/2 WK41 值 144（生產

週期為 4 週後入庫) “減” 項次 3 銷售訂單 10/30 WK45 值 140。

(2) 晶圓母體之前 (a) 10/30 WK45 值 480 “等於” 晶圓母體之前 (a) 10/23 WK44 值 504 “加” 項次 4 依據銷售預測所需之晶圓投片 10/30 WK45 值 120 “減” 項次 4 依據銷售預測所需之晶圓投片 10/2 WK41 值 144 (生產週期為 4 週後入庫)

(3) 項次 4 晶圓投片 “等於” 第一個月總投片需求 [式(1)+ 式(2)+ 式

(3) “減” BOH wip] “除以” 4 週，再依晶圓最小批量 24 片微調平均每週投片需求即 “等於” [560+ 560+ 280 “減” 910] “除以” 4 “等於” 123，再將投片計劃概略微調成 WK41 144，WK42 120，WK43 120，WK44 120

WK41~WK44 累計銷售預測需求 560 ……………式(1)

WK45~WK48 累計銷售預測需求 560 ……………式(2)

15 days 安全庫存 “等於” 式(2) X 0.5 “等於” 280 ……………式(3)

(4) 晶圓母體之前 (a) 之 BOH 值 630，分 4 次 140，140，140，210 各別依次分成 4 週入庫於 10/2 WK41，10/9 WK42，10/16 WK43，10/23 WK44 中。

3.2.1 預測與實際銷售在不同情境下探討

情境(一) — 為實際銷售需求與平均銷售預測需求值完全一樣的情況下，所作現行作業 (簡稱甲方法) 與 TOC Demand-Pull (簡稱乙方法) 之分析，從表 3-1 之數字上可知：

1. 甲、乙二方法無缺貨情形，也正如我們所預期一樣。
2. 甲方法之平均庫存 744 片較乙方法之 533 片多出 211 片，也正如我們所預期— 乙方法在維持相同之服務水準下，能有效降低存貨。

表 3-1 模擬依銷售預測與 Demand-Pull 方式下之晶圓補貨與庫存比較

		10/2	10/9	10/16	10/23	10/30	11/6	11/13	11/20	11/27	12/4	12/11	12/18	12/25	1/1	平均庫存	
		BOH	WK41	WK42	WK43	WK44	WK45	WK46	WK47	WK48	WK49	WK50	WK51	WK52	WK53	WK01	
1. 銷售需求預測			140	140	140	140	140	140	140	140	105	105	105	105	105		
2. 未測晶圓在製品存貨	Total WIP(c=a+b)	910	914	894	874	854	834	790	746	702	658	649	640	631	622	613	744
	晶圓母體之前(a)	630	634	614	594	504	480	456	432	408	384	384	384	384	384	384	459
	晶圓母體(b)	280	280	280	280	350	354	334	314	294	274	265	256	247	238	229	285
	缺貨(D)→																
3. 銷售訂單		140	140	140	140	140	140	140	140	140	105	105	105	105	105		
4. 晶圓投片	依據 Sale Forecast (e)	144	120	120	120	120	96	96	96	96	96	96	96	96	96		
4'. 晶圓投片	依據 TOC Demand-Pull (f)	0	0	70	140	140	140	140	140	140	0	70	105	105	105		
	WIP大於 Buffer,有銷售而不需投片→	140	140	70							105	35					
	WIP大於Buffer,額外晶圓投片→																
2'. 未測晶圓在製品存貨	Total WIP(c'=a'+b')	910	770	630	560	560	560	560	560	560	455	420	420	420	420	420	533
	晶圓母體之前(a')	630	490	350	280	210	350	490	560	560	420	350	315	280	385		400
	晶圓母體(b')	280	280	280	280	350	210	70	0	0	0	35	70	105	140	35	133
	缺貨(D')→																
5. Buffer Inventory		560	560	560	560	560	560	560	560	560	420	420	420	420	420		
6. 生產週期內之累計需求		560	560	560	560	560	560	525	490	455	420	420	315	210	105		



情境(二) — 實際月銷售需求與預測值一樣，但假定實際銷售需求不平均的分佈在每週，其結果為表 3-2：

1. 甲方式在 11/6 WK46 週有缺貨 86 片情形發生，而乙方式沒有缺貨情形發生，因為甲方式依平均銷售預測值投片，有其缺點即實際銷售值不同於預測值時，並未能即時反應到晶圓投片計劃中，以致在某幾個區間內之總實際需求已侵蝕預測值需求所建立之安全庫存而沒能即時反應導致有缺貨情形發生。乙方式是依實際銷售多少而生產多少，故當某區間內需求增加時能即時反應，而減少缺貨情形發生
2. 甲方式平均庫存 703 片，乙方式 529 片，故乙方式仍然較優

表 3-2 模擬依銷售預測與 Demand-Pull 方式下之晶圓補貨與庫存比較

		10/2	10/9	10/16	10/23	10/30	11/6	11/13	11/20	11/27	12/4	12/11	12/18	12/25	1/1	平均庫存	
		BOH	WK41	WK42	WK43	WK44	WK45	WK46	WK47	WK48	WK49	WK50	WK51	WK52	WK53	WK50	
1. 銷售需求預測		140	140	140	140	140	140	140	140	140	105	105	105	105	105		
2. 未測晶圓在製品存貨	Total WIP(c=a+b)	910	914	614	734	854	694	480	600	720	840	597	669	741	708	675	703
	晶圓母體之前(a)	630	634	614	594	504	480	480	480	480	432	384	336	288	288		462
	晶圓母體(b)	280	280	0	140	350	214	0	120	240	360	165	285	405	420	387	240
	缺貨(D)→						0										
3. 銷售訂單			140	420	0	0	280	420	0	0	0	315	0	0	105	105	
4. 晶圓投片	依據 Sale Forecast (e)		144	120	120	120	120	120	120	120	72	72	72	72	72		
4'. 晶圓投片	依據 TOC Demand-Pull (f)		0	370	0	0	260	140	0	0	0	315	0	0	105	105	
	WIP大於 Buffer,有銷售而不需投片→		140	50		20	280										
	WIP大於 Buffer,額外晶圓投片→																
2'. 未測晶圓在製品存貨	Total WIP(c'=a'+b')	910	770	720	720	720	700	420	420	420	420	420	420	420	420		529
	晶圓母體之前(a')	630	490	720	580	370	630	400	400	400	140	315	315	315	420	210	408
	晶圓母體(b')	280	280	0	140	350	70	20	20	20	280	105	105	105	0	210	122
	缺貨(D')→																
5. Buffer Inventory			700	700	700	700	700	420	420	420	420	420	420	420	420		
6. 生產週期內之累計需求			560	700	700	700	700	420	315	315	315	420	210	210	210	105	

情境(三) — 實際月銷售訂單大於銷售預測值而能掌握到需求潛在性增加，但銷售預測卻未即時更正時如表 3-3：

1. 從表 3-3 中得知甲方式同樣有缺貨情形發生，而且為連續缺貨，而乙方式亦有小幅缺貨情形。
2. 在平均存貨方面，甲方式 655 片仍高於乙方式之 612 片，但差距已大符縮小，且不明顯。乙方在情境(三)平均庫存 612 明顯高於情境(一)平均庫存 533 片與情境(二)平均庫存 529 片，主要因其緩衝庫存目標因應需求增加而提高之故。
3. 甲方式在情境(三)平均庫存 655 片不但未高於情境(一)744 片與情境(二)703 片，反而下降，主要因為晶圓生產依據預測，若預測不準而未即時更新，即有可能維持相同水準之投片計劃，但在實際銷售需求增加情形，存貨已銷售但未有效增加投料生產，自然存貨水位會降低，但因未控制得宜，即出現缺貨情形。

或許我們會認為只要甲方式能即時修正預測能解決問題，這是當然的且從下表 3-4 得知缺貨情形明顯改善，但 11/6 WK46 仍有小幅度缺貨且平均庫存 771 片較修正前提高了且還是高於乙方式 667 片。

表 3-3 模擬依銷售預測與 Demand-Pull 方式下之晶圓補貨與庫存比較

		10/2	10/9	10/16	10/23	10/30	11/6	11/13	11/20	11/27	12/4	12/11	12/18	12/25	1/1	平均庫存	
		BOH	WK41	WK42	WK43	WK44	WK45	WK46	WK47	WK48	WK49	WK50	WK51	WK52	WK53	WK01	
1. 銷售需求預測		140	140	140	140	140	140	140	140	140	105	105	105	105	105		
2. 未測晶圓在製品存貨	Total WIP(c = a+b)	910	914	824	734	644	484	532	584	612	640	659	650	641	632	623	655
	晶圓母體之前(a)	630	634	614	594	504	480	532	584	612	640	592	516	464	412	384	540
	晶圓母體(b)	280	280	210	140	140	4	0	0	0	0	67	134	177	220	239	115
	缺貨(d)→						(16)	(20)	(20)	(20)							
3. 銷售訂單			140	210	210	210	280	140	140	140	140	105	105	105	105		
4. 晶圓投片	依據 Sale Forecast (e)		144	120	120	120	172	172	148	148	124	96	96	96	96		
4'. 晶圓投片	依據 TOC Demand-Pull (f)		140	210	140	210	140	140	0	105	65	105	75	105	105	105	
	WIP大於Buffer,有銷售而不需投片→				70	140	140	35	80	30							
	WIP大於Buffer,額外晶圓投片→																
2'. 未測晶圓在製品存貨	Total WIP(c' = a' + b')	910	910	910	840	840	700	700	560	525	450	450	420	420	420	420	612
	晶圓母體之前(a')	630	630	700	700	700	630	490	385	310	275	350	350	390	390		500
	晶圓母體(b')	280	280	210	140	140	0	70	70	140	140	175	70	70	30	30	112
	缺貨(d')→																
5. Buffer Inventory			910	910	840	840	700	700	525	525	450	450	420	420	420	420	
6. 生產週期內之累計需求			770	910	840	770	700	560	525	490	455	420	420	315	210	105	



表 3-4 模擬依銷售預測與 Demand-Pull 方式下之晶圓補貨與庫存比較

		10/2	10/9	10/16	10/23	10/30	11/6	11/13	11/20	11/27	12/4	12/11	12/18	12/25	1/1	平均庫存	
		BOH	WK41	WK42	WK43	WK44	WK45	WK46	WK47	WK48	WK49	WK50	WK51	WK52	WK53	WK01	
1. 銷售需求預測		140	140	140	210	210	210	280	140	140	140	105	105	105	105		
2. 未測晶圓在製品存貨	Total WIP(c = a+b)	910	914	824	838	828	748	824	780	736	692	788	755	722	689	656	771
	晶圓母體之前(a)	630	634	614	698	688	744	824	696	592	488	384	360	336	312	288	547
	晶圓母體(b)	280	280	210	140	140	4	0	84	144	204	404	395	386	377	368	224
	缺貨(d)→						(16)										
3. 銷售訂單			140	210	210	210	280	140	140	140	140	105	105	105	105		
4. 晶圓投片	依據 Sale Forecast (e)		144	120	224	200	200	200	96	96	96	96	72	72	72	72	
4'. 晶圓投片	依據 TOC Demand-Pull (f)		140	210	140	210	140	140	0	105	65	105	75	105	105	105	
	WIP大於Buffer,有銷售而不需投片→				70	140	140	35	80	30							
	WIP大於Buffer,額外晶圓投片→																
2'. 未測晶圓在製品存貨	Total WIP(c' = a' + b')	910	910	910	840	840	700	700	560	525	450	450	420	420	420	420	612
	晶圓母體之前(a')	630	630	700	700	700	630	490	385	310	275	350	350	390	390		500
	晶圓母體(b')	280	280	210	140	140	0	70	70	140	140	175	70	70	30	30	112
	缺貨(d')→																
5. Buffer Inventory			910	910	840	840	700	700	525	525	450	450	420	420	420	420	
6. 生產週期內之累計需求			770	910	840	770	700	560	525	490	455	420	420	315	210	105	

情境(四) — 實際月銷售訂單大於銷售預測值，而於初期未能掌握需求潛在趨勢

時：

1. 從表 3-5 中得知甲方式同樣有缺貨情形發生，而且為連續 4 週缺貨，而乙方

式也有嚴重缺貨，但適時調高換緩衝後缺貨兩週即停止情形。

- 基本上乙方式於 10/16 WK43 時母體庫存已低於緩衝的三分之一即紅色趕工區，若能確時落時趕工，相信嚴重缺貨情形能有效改善。
- 由此觀之，在此情境下對銷售趨勢看錯以至緩衝值設錯會有不良後果，但有警告機制適時提醒。
- 從此情境(四)中可學到可另建一機制控管緩衝目標— 即三分之一補貨期間內之實際累計需求若大於紅色緩衝線時，應考慮是否該適時的調高緩衝目標。

表 3-5 模擬依銷售預測與 Demand-Pull 方式下之晶圓補貨與庫存比較

		10/2	10/9	10/16	10/23	10/30	11/6	11/13	11/20	11/27	12/4	12/11	12/18	12/25	1/1	平均庫存	
		BOH	WK41	WK42	WK43	WK44	WK45	WK46	WK47	WK48	WK49	WK50	WK51	WK52	WK53	WK01	
1. 銷售需求預測		140	140	140	140	140	140	140	140	140	105	105	105	105	105		
2. 未測晶圓在製品存貨	Total WIP(c=a+b)	910	914	824	734	644	484	532	584	612	640	631	622	613	604	595	645
	晶圓母體之前(a)	630	634	614	594	504	480	532	584	612	640	564	488	436	384	384	532
	晶圓母體(b)	280	280	210	140	140	4	0	0	0	0	67	134	177	220	211	113
	缺貨(D)→							100	200	200	200						
3. 銷售訂單		140	210	210	210	280	140	140	140	140	105	105	105	105	105		
4. 晶圓投片	依據 Sale Forecast (e)	144	120	120	120	120	172	172	148	148	96	96	96	96	96		
4'. 晶圓投片	依據 TOC Demand-Pull (f)	0	0	490	210	0	0	0	105	65	105	75	105	105	105		
	WIP大於Buffer,有銷售而不需投片→	140	210			280	140	140	35	30	31						
	WIP大於Buffer,額外晶圓投片→			280													
2'. 未測晶圓在製品存貨	Total WIP(c'=a'+b')	910	770	560	840	840	700	700	560	525	450	420	420	420	420		577
	晶圓母體之前(a')	630	490	350	700	700	700	700	210	105	170	275	350	350	390	390	420
	晶圓母體(b')	280	280	210	140	140	0	0	350	420	280	175	70	70	30	30	157
	缺貨(D')→								100	100							
5. Buffer Inventory		560	560	840	840	700	700	525	525	450	450	420	420	420	420		
6. 生產週期內之累計需求		770	910	840	770	700	560	525	490	455	420	420	315	210	105		

情境(五) — 為當實際銷售低於預測，即便不用表列即可推知如下之結果：

- 甲方式之庫存水準較乙方式來得高，因晶圓投片依據預測值之故，且甲式庫存水準較前 4 種情境高。但是乙方式之庫存水準卻低於前 4 種情境，因 TOC 強調的是“賣多少補多少”。
- 兩者不會有缺貨情形。

表 3-6 模擬依銷售預測與 Demand-Pull 方式下之晶圓補貨與庫存比較

		10/2	10/9	10/16	10/23	10/30	11/6	11/13	11/20	11/27	12/4	12/11	12/18	12/25	1/1	平均庫存	
		BOH	WK41	WK42	WK43	WK44	WK45	WK46	WK47	WK48	WK49	WK50	WK51	WK52	WK53	WK01	
1. 銷售需求預測		140	140	140	140	140	140	140	140	140	105	105	105	105	105		
2. 未測晶圓在製品存貨	Total WIP(c=a+b)	910	954	954	974	1024	1074	982	890	798	682	673	664	655	646	625	828
	晶圓母體之前(a)	630	634	614	594	504	480	408	336	264	168	216	264	312	384	372	396
	晶圓母體(b)	280	320	340	380	520	594	574	554	534	514	457	400	343	262	253	432
	缺貨(d)→																
3. 銷售訂單			100	120	100	70	70	140	140	140	140	105	105	105	105	105	
4. 晶圓投片	依據 Sale Forecast (e)		144	120	120	120	120	48	48	48	24	96	96	96	96	84	
4'. 晶圓投片	依據 TOC Demand-Pull (f)		0	0	0	40	70	140	105	105	100	105	75	105	105	105	
	WIP大於Buffer,有銷售而不需投片→		100	120	100	30			35	35	40		30				
	WIP大於Buffer,額外晶圓投片→																
2'. 未測晶圓在製品存貨	Total WIP(c'=a'+b')	910	810	690	590	560	560	525	490	450	450	420	420	420	420	420	526
	晶圓母體之前(a')	630	490	350	210	40	110	250	355	420	450	415	385	385	390	390	331
	晶圓母體(b')	280	320	340	380	520	450	310	170	70	0	35	35	35	30	30	195
	缺貨(d')→																
5. Buffer Inventory			560	560	560	560	560	525	525	450	450	420	420	420	420		
6. 生產週期內之累計需求			390	360	380	420	490	560	525	490	455	420	420	315	210	105	



茲將尚述情靜討論彙整如表 3-7：

表 3-7 情境討論彙整表

情境	描述	甲方式(單位:片晶圓)		乙方式(單位:片晶圓)		結論
		平均總庫存	缺貨	平均總庫存	缺貨	
(一)	實際銷售需求與平均銷售預測需求值完全一樣的情況下	744	0	533	0	乙方式為佳
(二)	實際月銷售需求與預測值一樣，但假定實際銷售需求不平均的分佈在每週	703	86	529	0	乙方式為佳
(三)	實際月銷售訂單大於銷售預測值而能掌握到需求潛在性增加，但銷售預測卻未即時更正時	655	76	612	0	乙方式為佳
(三)'	情境(三)之銷售預測於一週後做更正	771	16	612	0	乙方式為佳
(四)	實際月銷售訂單大於銷售預測值，而於初期未能掌握需求潛在趨勢時	645	76	577	280	乙方式為劣，但緩衝監控系統之趕工機制，可降低缺貨
(五)	為當實際銷售低於預測	645	0	577	0	乙方式為佳

3.2.2 緩衝庫存調整作業

TOC Demend-pull 緩衝庫存生產方式是應用了一種簡單而可行之邏輯觀念，即”有需求才生產”，需求多少生產多少，沒有需求則不生產，也就是沒事不要找事做，有事趕緊做。另一觀念即”緩衝”即”保護”之觀念，讓緩衝庫存能保護瓶頸不受不確定因素之干擾，以達最大產出。

以 W 公司為例，回應 Demand-Pull 緩衝庫存生產之四個基本要素分述如下：

1. 在晶圓母體站備庫存。
2. 依據顧客服務水準高低決定，原則上以生產週期內之最大需求作為緩衝庫存值。但因公司產能有限，不同時期產品為了因應不同市場變化會有不同配額考量，有了此配額再依產品事業中心之不同策略考量分配到各產品型號上或以預建庫存方式調節緩衝庫存目標。
3. 現行作業是每週給生產工單 2 次，可每天生產，每批生產最小批量為 24 片晶圓，若有特殊狀況再視情況調整，可依 TOC 不累積需求觀念與縮短前置時間而改變成，每天給工單，但給的是第三天下線之工單。
4. 緩衝庫存高低之調整是此方法生產之一關鍵因子。

調高緩衝庫存之時機：

1. 當需求持續強勁，造成庫存低處於紅色趕工區間，而非生產因延遲造成的時候。
2. 季節性需求明顯之產品，預計旺季需求到來前之一個以上生產週期以上。
3. 當生產週期變長時。

調降緩衝庫存之時機：

1. 當需求趨緩，庫存長時間處於綠色忽略區時段。
2. 季節性需求明顯之產品，預計淡季來臨前之一個以上生產週期以上。
3. 當產品面臨生命週期結束時。
4. 當生產週期縮短時。

在現行產能有限情況下，如何建立緩衝目標之參考做法如下：

1. 可將一年可分成 4 個或適當個區間。
2. 將每個產品在不同區間內生產週期之最大需求量列出在一試算表中並在區間下做小計。
3. 將此需求量視為要建立之緩衝庫存。
4. 比較緩衝庫存目標是否在可供給之產能範圍內。
5. 調節個別產品緩衝庫存目標值使其可在產能之內，如表 3-8。
6. 調節標準產品使可供給產能滿足緩衝庫存目標值，如表 3-9。
7. 依需求與產能滿足狀況採取適當因應對策。

表 3-8 調節緩衝庫存作業

Case1--調節緩衝庫存								
產品	區間 1	區間 2	區間 3	區間 4	區間 5	區間 6	小計	
調節前	A	300	600	800	500	400	700	3300
緩衝庫存	B	200	500	800	400	300	400	2600
目標	C	800	500	400	700	300	600	3300
	D	900	400	300	400	200	500	2700
緩衝庫存 小計		2200	2000	2300	2000	1200	2200	11900
可供給產能		2300	2200	2000	2200	1800	1800	12300
產品	區間 1	區間 2	區間 3	區間 4	區間 5	區間 6	小計	
調節後	A	300	600	800	500	800	300	3300
緩衝庫存	B	300	700	500	400	300	400	2600
目標	C	800	500	400	700	300	600	3300
	D	900	400	300	400	200	500	2700
緩衝庫存 小計		2300	2200	2000	2000	1600	1800	11900
可供給產能		2300	2200	2000	2200	1800	1800	12300
產品	區間 1	區間 2	區間 3	區間 4	區間 5	區間 6	小計	
調節後	A	0	0	0	0	400	-400	0
緩衝庫存	B	100	200	-300	0	0	0	0
差異	C	0	0	0	0	0	0	0
	D	0	0	0	0	0	0	0
緩衝庫存 小計		100	200	-300	0	400	-400	0

表 3-9 調節緩衝庫存作業

Case2---調節可供給產能

產品	區間 1	區間 2	區間 3	區間 4	區間 5	區間 6	小計
A	300	600	800	500	400	700	3300
B	200	500	800	400	300	400	2600
C	800	500	400	700	300	600	3300
D	900	400	300	400	200	500	2700
緩衝庫存 小計	2200	2000	2300	2000	1200	2200	11900
可供給產能(初始)	2300	2200	2000	2200	1800	1800	12300
可供給產能(調節後)	2200	2000	2300	2200	1400	2200	12300

產品	區間 1	區間 2	區間 3	區間 4	區間 5	區間 6	小計
E (被調節之標準產品)	100	200	-300		400	-400	0

有了上述之緩衝庫存目標決定後(若遇產能瓶頸，可利用 TOC 法決定產品組合)，各個產品以此做為 TOC Demand-Pull 生產依據並適當時機做調整。基本上 TOC Demend-Pull 緩衝庫存生產為一動態監控機制，是隨時隨著市場脈動，貼近市場之一種生產方式，而其緩衝庫存管制圖示法亦是一個生產與市場銷售人員溝通之共通平台。只要市場銷售人員能告訴工廠未來在生產週期內之最大需求，則工廠保證讓市場不缺貨之互信基礎下，就能讓此方式功效發揮到最大，如前述圖 2-2 可知，相同之顧客服務水準卻以較少之庫存水準達成或相同之庫存水準確有較高之顧客服務水準。同時工廠端也要改變作法，產品落入紅色趕工區即為急件，想辦法減少庫存水準停在趕工區。而市場銷售人員則想辦法針對庫存落於綠色忽略區或以上者努力向顧客催單。相關單位行為與觀念要做改變，工廠急件趕工之依據是以庫存值是否落在紅色趕工區而急件趕工，不再是依長官或銷售人員說急件趕工。好處是有明確共同之語言，而市場銷售人員要確實掌握市場與產品銷售需求趨勢狀況，告知未來生產週期內客戶之最大銷售需求，(當然工廠生產週期之變化要即時告知市場銷售人員以利計算緩衝庫存目標)以利能更正確的建立緩衝庫存，不再需要去猜測遙不可及之未來六個月之每月銷售預測。

然而當所建立之緩衝庫存水準不能滿足市場需求時，亦要即時告知客戶讓其有所因應以降低不必要之損失。拜科技之賜，IT 人員之支援建立緩衝庫存監控管制圖示

表與相關管制資訊程式化已非難事，此更能強化 TOC 之應用並達成其預期之效果。

TOC 方法也將可促使銷售人員與客戶聯絡，以簡單之方法了解其需求趨勢，而非苦苦追求精準之銷售預測，進而拉近與客戶之距離，加上生產能即時滿足客戶需求，相信此舉能建立起與客戶長期友好關係，進而有利業務推廣與市場之擴大而增加公司收益，藉由將生產資訊公開給市場銷售人員亦有助於工廠人員努力表現，力求生產交貨順暢，同時庫存過高時亦會給市場銷售人員壓力，努力接單並同達成滿足市場需求降低庫存使公司朝向增加獲利之共同目標前進。

3.2.3 產品舉例說明 TOC Demand-Pull 方式

W 公司現行作業實際情形類似上述之情境(二)與(三)，即庫存相對低，但有缺貨情形發生，茲舉一產品 AA5794 以 TOC Demand-Pull 方式作做比較，在讓缺貨情形變零之情境下列(100% 顧客服務水準)，在庫庫存水準約略增加約四分之一，說明如下表：



1. 現行作業 — IDD 值 \$NT 2.48M，TDD 值 \$NT 38.4M
2. 模擬 TOC Demand-Pull (1) — IDD 值 \$NT 3.32M，TDD 值 \$NT 0M

圖 3-3 為產品型號 AA5794 之緩衝庫存圖表：

1. 日期區間為 1/1/2003~12/31/2004 Q4 為旺季，Q2 為淡季，Buffer 值以每季前後一個月區間之補貨週期內之最大銷售需求值。
2. 若遇特定事件，則以不影響緩衝之設定下，可酌情與以扣除。
3. 2003/Q1,Q2,Q3,Q4 緩衝庫存依序設為 413, 612, 1306, 1377
4. 2004/Q1,Q2,Q3,Q4 緩衝庫存依序設為 1377, 657, 511, 464

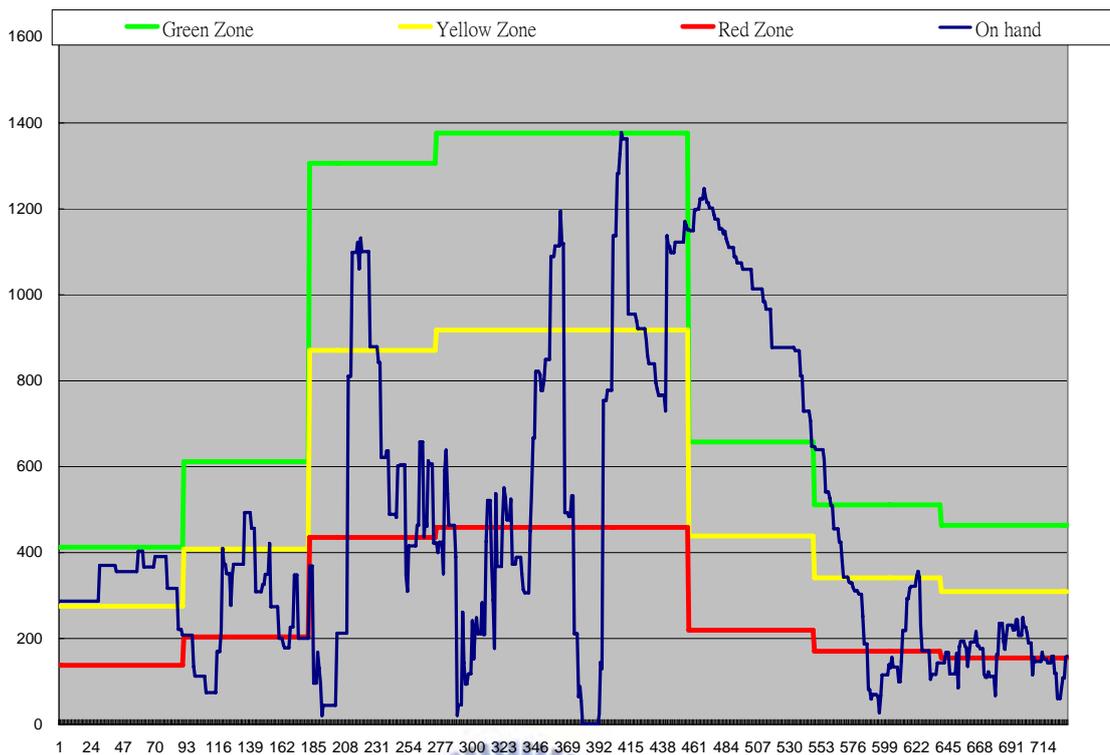


圖 3-3 產品 AA5794 緩衝庫存圖

另從現行作業下之訂單情形，我們不難發現需求有累積下單情形，也就是我們猜測客戶並非依其工廠實際生產需求下單，這種情形表示供應鏈並未建立在互信基礎下，也因此容易造成供應端之誤判而提高緩衝庫存值，會有建立過高之庫存以求滿足累計之極端值。我們若作個假設，客戶端工廠之實際生產平順，每三天取貨一次，則原客戶需求重新予以平均化、理想化後，我們可發現庫存水準相對低很多，也不需較高之緩衝之庫存以保護不確定因素，說明如下：

模擬 TOC Demand-Pull (2)---- IDD 值 \$NT 1.89M，TDD 值 \$NT 0 M 較 TOC Demand-Pull (1) IDD 值 \$NT 3.32M 少 \$NT 1.43 M 也低於現行作業之 IDD 值 \$NT 2.48M。

圖 3-4 為修正之產品型號 AA5794 之緩衝庫存圖表：

1. 日期區間為 1/1/2003 ~ 12/31/2004
2. Q4 為旺季，Q2 為淡季
3. 2003/Q1,Q2,Q3,Q4 緩衝庫存依序設為 238, 480, 1180, 1180
4. 2004/Q1,Q2,Q3,Q4 緩衝庫存依序設為 880, 536, 420, 416

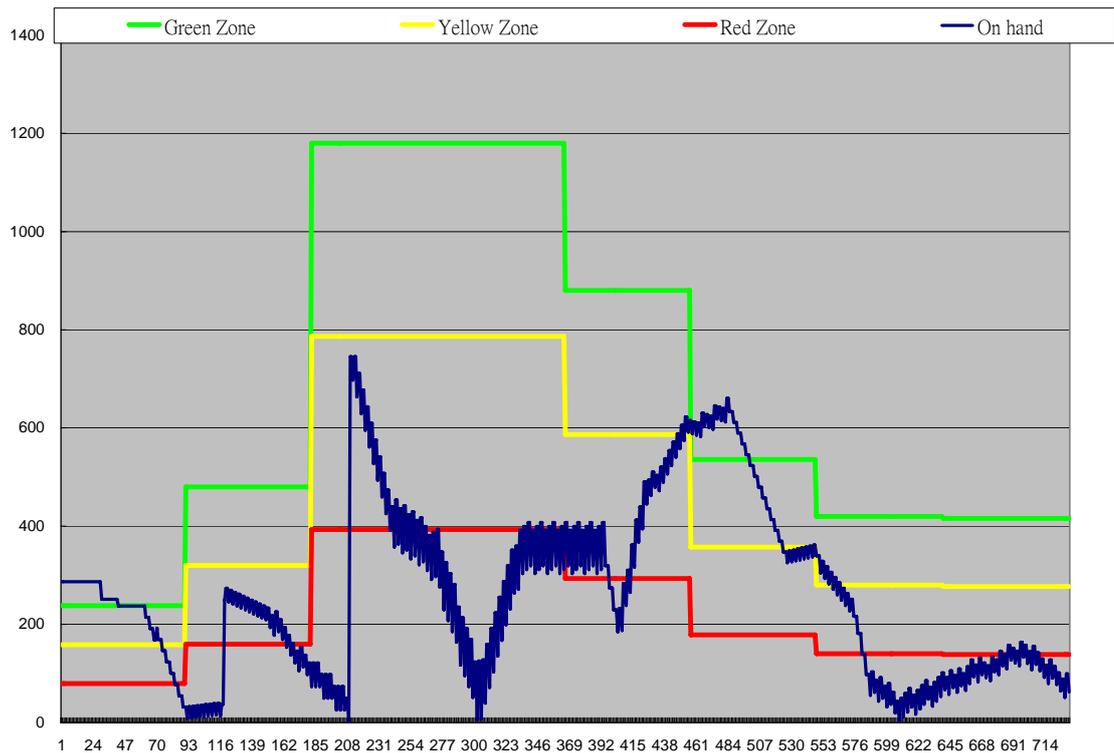


圖 3-4 產品 AA5794 修正銷售需求後緩衝庫存圖

3.3 個案研究分析資料彙整

經過上述之各種情境探討後，模擬所有產品以 TOC Demand-Pull 緩衝庫存生產與現行實際作業之彙總資料說明如下：

表 3-10 為現行實際作業與模擬 TOC Demand-Pull 緩衝庫存生產值對在庫庫存之 IDD 與 TDD 值之比較。從資料顯示，個別產品品項之 IDD 值各有高低之差異，但整體而言 TOC Demand-Pull 之 IDD \$ NT 114. 2M，優於現行作業之 IDD \$ NT 133. 9M。

而 TOC Demand-Pull 之 TDD \$NT 0M 也優於現行作業之 TDD \$NT 1037.3M (2003 與 2004 年總計)。

表 3-10 現行實際作業與模擬 TOC Demand-Pull 緩衝庫存生產值比較(在庫庫存)
(平均庫存與缺貨單位：片晶圓); (IDD/TDD 單位：\$ NT 元)

型號	現行作業實際值				模擬限制理論 (TOC) Demand -pull 緩衝生產值			
	平均庫存	缺貨	IDD	TDD	平均庫存	缺貨	IDD	TDD
AA5794	354	5492	\$2,478,404	\$38,457,791	475	0	\$3,322,805	\$0
AA5800	289	9015	\$3,155,530	\$98,252,428	365	0	\$3,972,655	\$0
AA5802	345	29	\$3,928,641	\$330,397	214	0	\$2,440,314	\$0
AA5810	320	5721	\$3,169,070	\$56,630,012	262	0	\$2,595,440	\$0
AA5815	319	4279	\$3,654,756	\$49,030,176	406	0	\$4,647,748	\$0
AA5835	168	6372	\$1,188,280	\$45,004,152	220	0	\$1,554,502	\$0
AA5859	302	7993	\$2,592,885	\$68,533,361	513	0	\$4,400,976	\$0
AB5799	327	16348	\$3,090,915	\$154,184,862	516	0	\$4,864,564	\$0
RC5298	328	294	\$3,153,867	\$2,824,504	337	0	\$3,239,483	\$0
RC5315	361	227	\$4,278,032	\$2,683,514	298	0	\$3,525,732	\$0
SA5535	279	136	\$3,021,826	\$1,469,963	168	0	\$1,816,591	\$0
SA5577	627	19	\$5,714,864	\$173,132	505	0	\$4,605,364	\$0
SA5578	360	36	\$3,389,020	\$339,346	204	0	\$1,922,378	\$0
SA5591	529	14352	\$3,892,799	\$106,324,170	791	0	\$5,860,634	\$0
SA5606	371	0	\$3,873,711	\$0	245	0	\$2,415,661	\$0
SA5621	313	1316	\$3,957,737	\$16,632,201	307	0	\$3,874,420	\$0
SA5623	171	1823	\$1,669,701	\$17,767,827	276	0	\$2,688,708	\$0
SA5624	317	8447	\$3,215,489	\$85,634,434	414	0	\$4,201,577	\$0
SA5742	507	116	\$13,447,092	\$3,077,640	267	0	\$7,082,355	\$0
SA5767	381	4577	\$6,704,586	\$80,550,541	384	0	\$6,756,516	\$0
SA5768	228	606	\$4,256,547	\$11,314,880	169	0	\$3,149,442	\$0
SA5774	331	1004	\$5,674,091	\$17,226,001	328	0	\$5,626,444	\$0
SA5775	410	4487	\$4,963,266	\$54,294,672	316	0	\$3,825,129	\$0
SA5776	690	632	\$15,171,794	\$13,900,424	525	0	\$11,547,481	\$0
SB5761	1005	375	\$16,268,768	\$6,062,291	219	0	\$3,536,995	\$0
UA5817	469	3038	\$3,577,331	\$23,160,160	761	0	\$5,799,418	\$0
UA5887	233	11769	\$1,618,827	\$81,716,800	324	0	\$2,252,965	\$0
UB5826	460	287	\$2,880,807	\$1,793,080	442	0	\$2,763,323	\$0
Summary	10796	108791	\$133,988,634	\$1,037,368,762	10251	0	\$114,289,619	\$0

表 3-11 為現行實際作業與模擬 TOC Demand-Pull 緩衝庫存生產值對在途庫存之
IDD 值之比較。從資料顯示，個別產品品項之 IDD 值各有高低之差異，但整體而言
TOC Demand-Pull 之 IDD \$ NT 35.8M，高於現行作業之 IDD \$NT 26.8M。正如預期
的一樣，在庫庫存減少而在途庫存相對提高。若將在庫庫存與在途庫庫存合計則 TOC
Demand-Pull 之 IDD 值 NT\$ 150.0M 仍低於現行實際作業 IDD 值\$NT 160.8M

表 3-11 現行實際作業與模擬 TOC Demand-Pull 緩衝庫存生產值比較(在途庫存)

(在途庫存單位：片晶圓)；(在途庫存 IDD 單位：\$ NT 元)

型號	現行作業與TOC實際值			
	在途庫存(act)	在途庫存(toc)	在途庫存IDD(act)	在途庫存IDD(toc)
AA5794	374	409	\$1,308,026	\$1,431,232
AA5800	231	233	\$1,261,969	\$1,268,061
AA5802	205	199	\$1,169,466	\$1,131,909
AA5810	263	260	\$1,305,151	\$1,285,891
AA5815	246	232	\$1,411,585	\$1,329,535
AA5835	210	196	\$742,048	\$693,900
AA5859	280	252	\$1,202,090	\$1,081,139
AB5799	272	224	\$1,283,777	\$1,054,520
RC5298	202	317	\$970,566	\$1,521,503
RC5315	102	179	\$604,334	\$1,058,414
SA5535	121	159	\$653,034	\$860,509
SA5577	268	436	\$1,219,376	\$1,984,479
SA5578	105	169	\$493,473	\$794,272
SA5591	187	364	\$687,549	\$1,348,162
SA5606	119	183	\$618,270	\$901,667
SA5621	138	222	\$874,974	\$1,405,519
SA5623	81	140	\$394,985	\$682,265
SA5624	101	218	\$511,940	\$1,102,903
SA5742	74	141	\$986,028	\$1,872,203
SA5767	227	339	\$1,995,612	\$2,985,959
SA5768	100	158	\$937,190	\$1,479,141
SA5774	105	174	\$902,067	\$1,490,360
SA5775	112	168	\$675,978	\$1,014,332
SA5776	167	253	\$1,832,687	\$2,784,780
SB5761	102	63	\$822,039	\$511,135
UA5817	388	563	\$1,482,403	\$2,147,094
UA5887	80	79	\$277,617	\$272,992
UB5826	80	99	\$250,569	\$308,531
Summary	4940	6428	\$26,874,802	\$35,802,408

表 3-12 為個別品項比較，於 28 個產品品項中，總計有 15 個產品品項 IDD 值有改善，27 個產品品項之 TDD 有改善，14 個產品品項同時 IDD/TDD 值有改善。(平均庫存單位：片晶圓；IDD/TDD 單位：\$ NT 元)

表 3-12: 個別品項 IDD/TDD 改善情形

型號	TOC Data 有改善			平均庫存 (TOC > 現行作業)			平均庫存 (TOC < 現行作業)		
	IDD	TDD	Both	平均庫存	IDD	TDD	平均庫存	IDD	TDD
AA5794		Y		121	\$844,401	\$38,457,791			
AA5800		Y		75	\$817,125	\$98,252,428			
AA5802	Y	Y	Y				130	\$1,488,328	\$330,397
AA5810	Y	Y	Y				58	\$573,630	\$56,630,012
AA5815		Y		87	\$992,992	\$49,030,176			
AA5835		Y		52	\$366,222	\$45,004,152			
AA5859		Y		211	\$1,922,572	\$68,533,361			
AB5799		Y		189	\$1,773,649	\$154,184,862			
RC5298		Y		9	\$85,616	\$2,824,504			
RC5315	Y	Y	Y				64	\$752,299	\$2,683,514
SA5535	Y	Y	Y				111	\$1,205,235	\$1,469,963
SA5577	Y	Y	Y				122	\$1,109,500	\$173,132
SA5578	Y	Y	Y				156	\$1,466,642	\$339,346
SA5591		Y		262	\$1,967,835	\$106,324,170			
SA5606	Y						126	\$1,458,050	\$0
SA5621	Y	Y	Y				7	\$83,317	\$16,632,201
SA5623		Y		105	\$1,019,007	\$17,767,827			
SA5624		Y		97	\$986,088	\$85,634,434			
SA5742	Y	Y	Y				240	\$6,364,737	\$3,077,640
SA5767	Y	Y	Y	3	\$51,930	\$80,550,541			
SA5768	Y	Y	Y				59	\$1,107,105	\$11,314,880
SA5774	Y	Y	Y				3	\$47,646	\$17,226,001
SA5775	Y	Y	Y				94	\$1,138,137	\$54,294,672
SA5776	Y	Y	Y				165	\$3,624,313	\$13,900,424
SB5761	Y	Y	Y				786	\$12,731,774	\$6,062,291
UA5817		Y		292	\$2,222,087	\$23,160,160			
UA5887		Y		92	\$634,138	\$81,716,800			
UB5826	Y	Y	Y				18	\$117,483	\$1,793,080
Summary	15	27	14	1594	\$13,683,661	\$851,441,207	2139	\$33,268,195	\$185,927,555

圖3-5 為現行實際作業(TTL_act)與模擬TOC Demand-Pull 緩衝庫存生產值(TTL_toc)對在途庫存之TDD值之月分佈比較圖

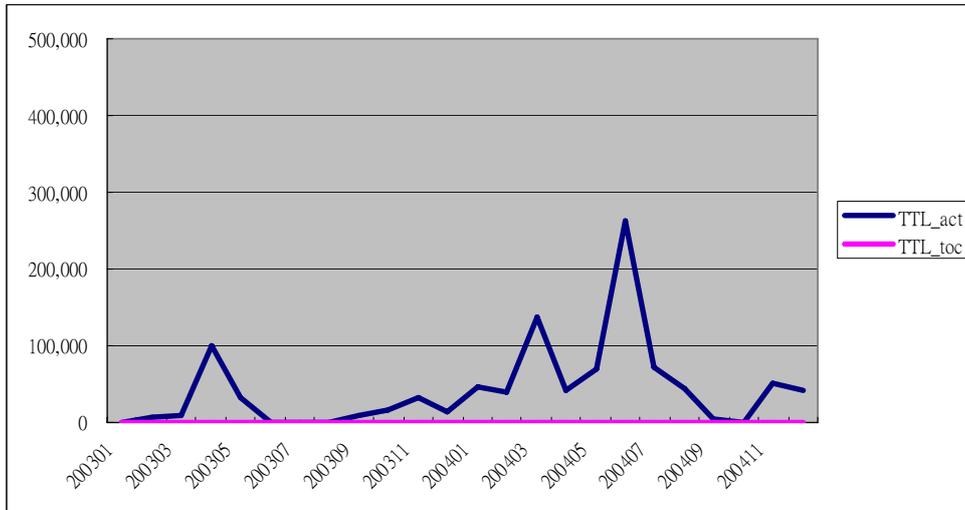


圖3-5 現行作業TDD (TTL_act) 與TOC Demand-Pull TDD (TTL_toc) 月分佈圖 (單位：\$ NT 千元)

圖3-6為現行作業在庫庫存IDD與TOC Demand-Pull 在庫庫存IDD月分佈圖，從圖中可看出TOC方法之IDD值較現行作業值相對為低且平穩，因為TOC方法是貼近市場脈動生產。而現行作業依銷售預測之故，庫存因預測值之波動而起伏較劇烈，自然的較易產生較高之庫存與在較低庫存區間缺貨，也正呼應上圖3-5於相同區間有較高之TDD值。

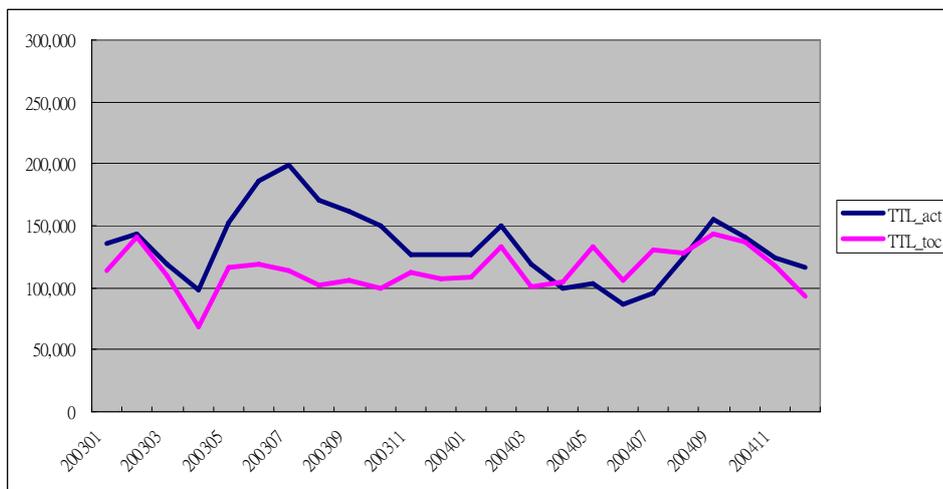


圖3-6 現行作業IDD (TTL_act) 與TOC Demand-Pull IDD (TTL_toc) 月分佈圖(在庫庫存) 單位:(\$ NT千元)

圖3-7為現行作業(在庫庫存+在途庫存)之IDD與TOC Demand-Pull (在庫庫存+在途庫存)之IDD月分佈圖，設在途庫存之銷售價格為在庫庫存之一半。與圖3-6類似，從圖中可看出 TOC方法之 IDD 值較現行作業值相對為低且平穩，因為TOC方法是貼近市場脈動生產。而現行作業依銷售預測之故，庫存因預測值之波動而起伏較劇烈，自然的較易產生較高之庫存與在較低庫存區間缺貨，也正呼應上圖3-5 於相同區間有較高之TDD值。

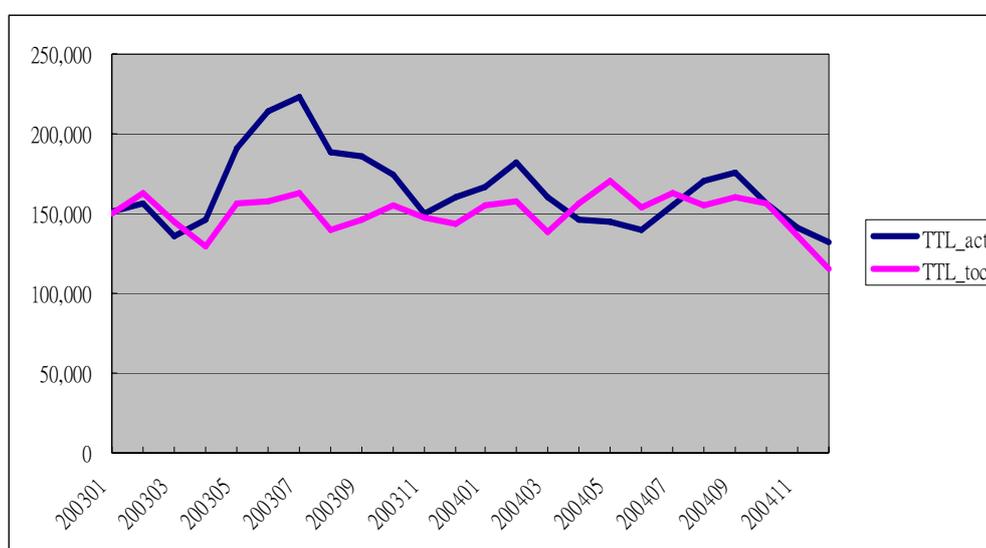


圖3-7 現行作業IDD (TTL_act) 與 TOC Demand-Pull IDD (TTL_toc) 月分佈圖(在庫庫存+在途庫存) 單位:(\$ NT千元)

圖3-8為現行作業在庫庫存實體晶圓與TOC Demand-Pull在庫庫存實體晶圓月分佈圖。從圖中可看出 TOC方法較佳在於其適時調整緩衝貼近市場脈動生產，即不該生產時不生產，該生產時快速生產。現行作業依銷售預測之故，其庫存值恰與TOC方法庫存成相反之走勢，自然的在較低庫存區間缺貨，也正呼應圖3-5於相同區間有較高之TDD值與較較高之庫存區間呼應圖3-6於相同區間有較高之IDD值。

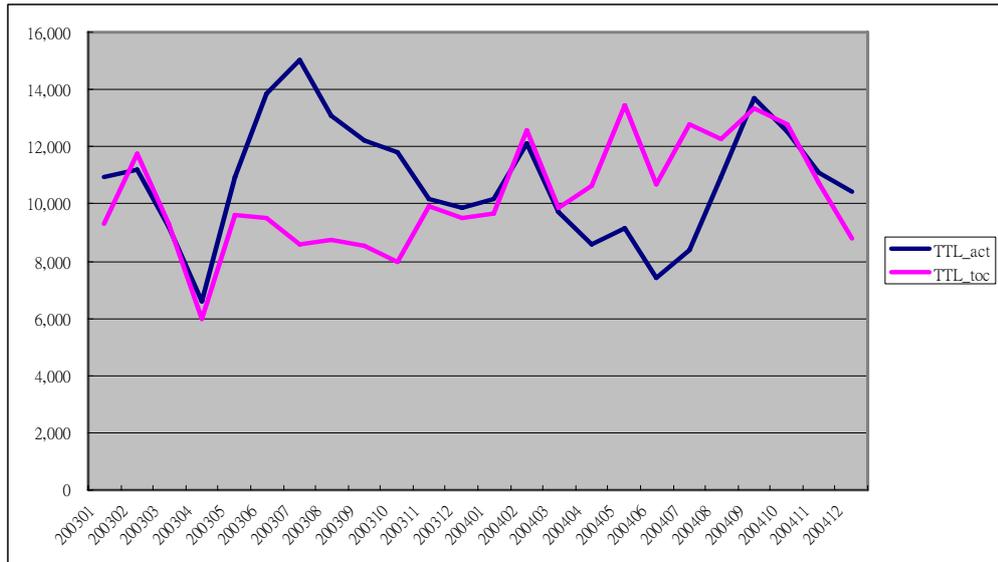


圖3-8 在庫庫存—現行作業與TOC Demand-Pull 月分佈圖(單位:片晶圓)

圖3-9為現行作業在途庫存實體晶圓與TOC Demand-Pull 在途庫存實體晶圓月分佈圖。

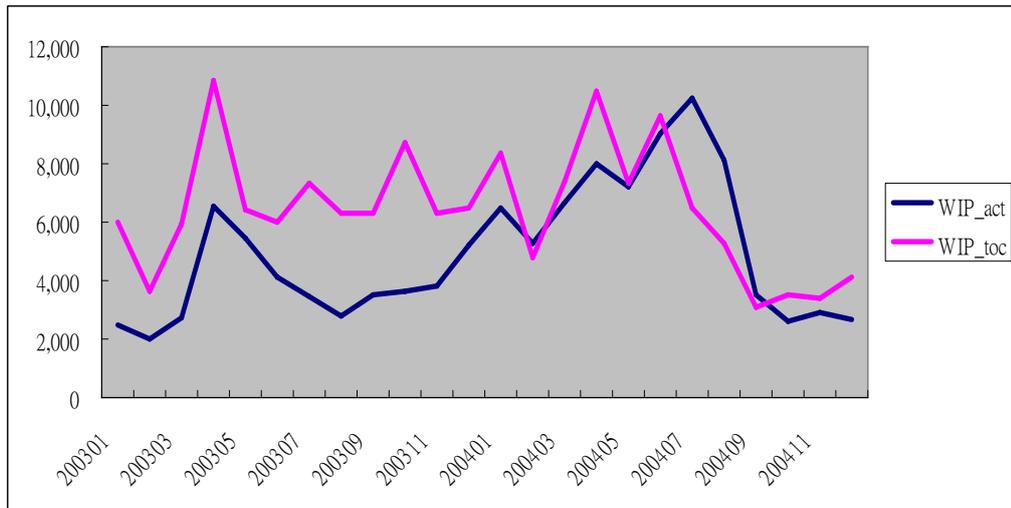


圖3-9 在途庫存—現行作業與TOC Demand-Pull月分佈圖 (單位:片晶圓)

圖3-10為現行作業(在庫庫存+在途庫存)實體晶圓與TOC Demand-Pull(在庫庫存+在途庫存)實體晶圓月分佈圖。從圖中可看出TOC方法在旺季來臨前明顯調高緩衝因應。

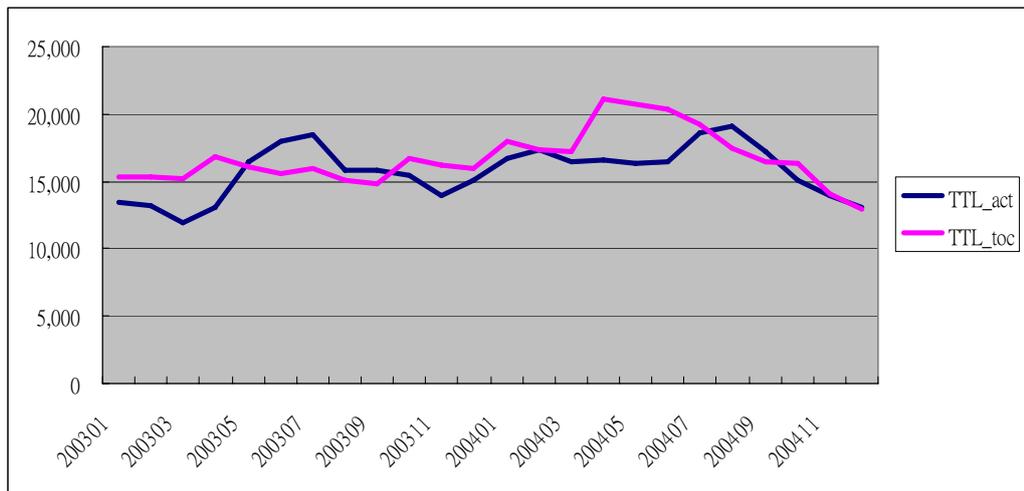


圖3-10在庫/在途庫存—現行作業與TOC Demand-Pull月分佈圖（單位：片晶圓）

圖3-11為現行作業晶圓投片與TOC Demand-Pull晶圓投片月分佈圖。從圖中可看出兩者均有類似之曲線，但TOC方法總是早一步且投對的產品。

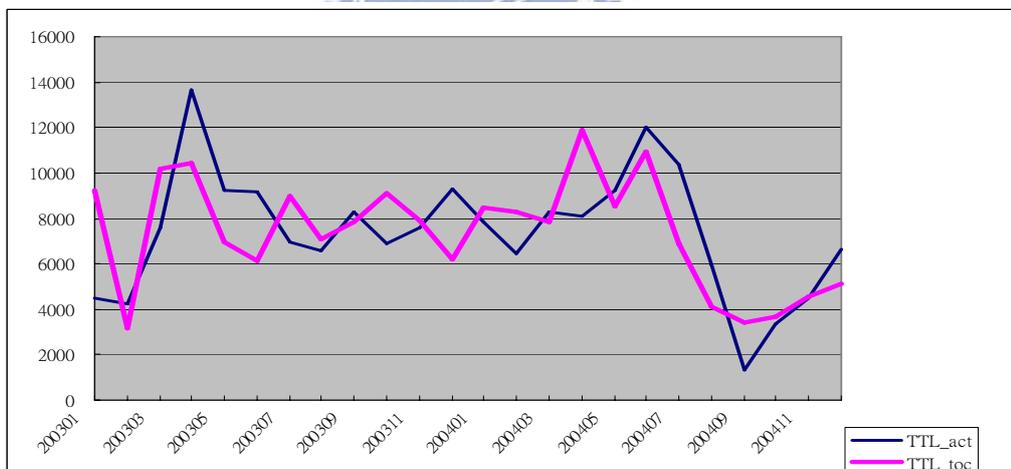


圖3-11 晶圓投片—現行作業與TOC Demand-Pull月分佈圖（單位：片晶圓）

圖3-12 為整廠晶圓投片(Code產品採現行作業晶圓投片—Total Wafer Start與Code產品採TOC Demand-Pull晶圓投片—Total Wafer Start-Toc)與晶圓投片總產能比較。從圖中可看出採現行作業與採TOC Demand-Pull兩者之晶圓投片均有類似之曲線，但 TOC Demand-Pull 方法擁有較佳之IDD與TDD值，表示投對的產品。

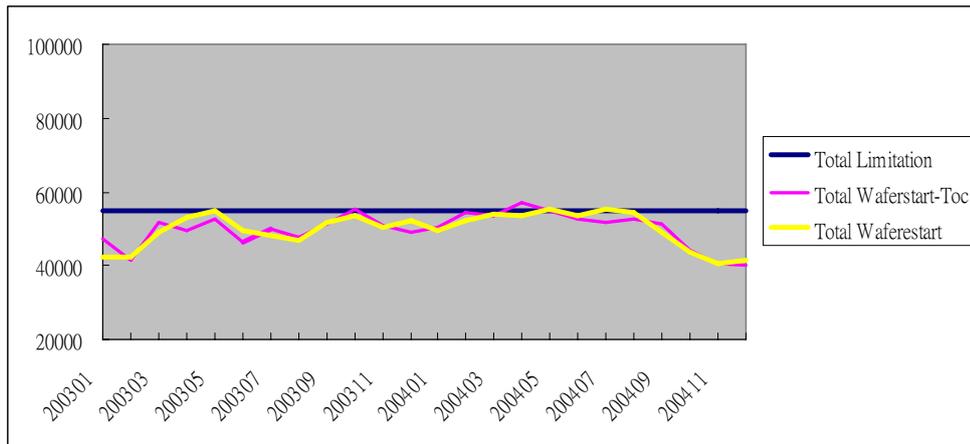


圖3-12 整廠晶圓投片與產能比較之月分佈圖（單位:片晶圓）

圖3-13 為TOC Demand-Pull 研究品項之每日晶圓投片之日分佈圖。為易於探討，未考慮日產能上限。從圖中得知共八個點之每日晶圓投片超過日產能上限，此乃因為易於研究，將所有產品之調整緩衝庫存時點設定在同一天之故，解決方法可將大於產能之投片需求攤在未來兩天內投片即可或是措開每個產品之緩衝調高時點於四至六天內亦可。

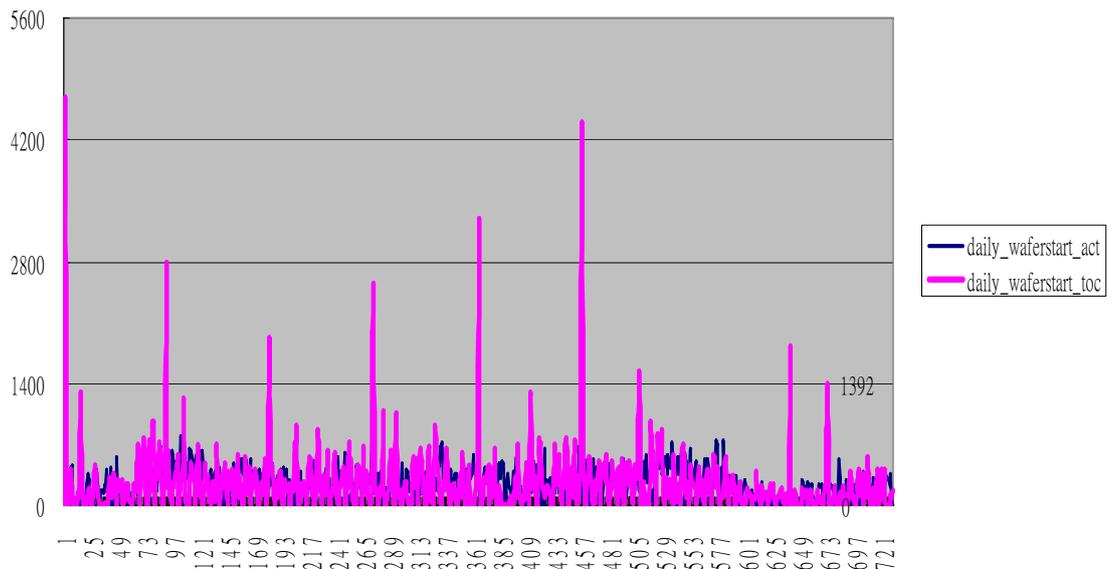


圖3-13 TOC Demand-Pull 研究品項之每日晶圓投片之日分佈圖
（單位:片晶圓）

3-4 停售產品的運作模式

於W公司內，當產品因成本不再具競爭力或品質功能應用上不合客戶需求時，產品會面臨被停售情形(End of Life ; EOL)。不管是來自企業端主動停售或迫於市場端之淘汰而不得不停售，一般而言產品停售必須於半年(六個月)前通知顧客，並給予顧客於此緩衝期內可做最後採購之選擇。且不再依銷售預測備貨而改以實際訂單為備貨依據。故會通知客戶供貨前置時間會加長方式因應，亦即需新投料生產之訂單，其供貨前置時間會較原供貨前置時間多加一段投料到庫存點之生產週期，以確保可能呆滯降到最低。

當遇有停售產品時，以TOC Demand-Pull模式為基礎的情境下的緩衝量的管制，建議於停售通知日之一個補貨週期外加一個月前，即應留意先再一次對未來銷售需求趨勢做調查以做為緩衝目標之設定。並於停售通知日起，仍一樣依補貨時間內之最大需求做緩衝目標(此時補貨時間已變長)並改成將在途存貨視同在庫存貨方式處理。且當有實際銷售需求時，採不再補貨原則方式並改成以特定時點通知客戶提醒其下單。即當庫存落於黃區時，開始告知客戶剩下存貨，提醒客戶有需求儘早下單，並適時調整緩衝庫存目標。當存貨低落於紅線區時，請客戶再確認，再一次適時調整緩衝庫存目標，最後並於缺貨時投料。

第四章結論與建議

4.1 結論

針對 28 個型號，依 TOC Demand-Pull 緩衝庫存模擬生產：

1. 15 個型號在庫庫存降低，平均在庫庫存降低共 2139 片，降幅比率 19.8 %，IDD 值降低\$ NT 13.6M，降幅比率 24.8 %，TDD 值降低\$ NT 851.4M，降幅比率 17.9 %。
2. 13 個型號在庫庫存上升，平均在庫庫存上升共 1594 片，升幅比率 14.7%，IDD 值上升 \$ NT 33.2M，升幅比率 10.2%，但 TDD 值降低\$ NT 185.9M，降幅比率 82.1 %。
3. 14 個型號 IDD 值與 TDD 值同時下降。
4. 28 個型號平均在庫庫存下降共 545 片，降幅比率 5.1 %，IDD 值下降\$ NT 19.6M，降幅比率 14.6 %，TDD 值降低\$ NT 133.9M，降幅比率 100 %。
5. 28 個型號平均在途庫存 IDD 值上升\$NT 8.9M，升幅比率 6.6%，平均在途庫存上升 1488 片，升幅比率 13.8%。
6. 28 個型號平均在庫庫存加在途庫存之 IDD 值下降\$ NT 10.7M，降幅比率 8.0%。(在途庫存之銷售價採在庫庫存之 50%)
7. 兩者方法之總晶圓投片量相近且在產能容忍範圍內。

模擬 TOC Demand-Pull 緩衝庫存作業方式生產，結果平均在庫庫存降低，在途庫存上升，但缺貨情形大幅改善。若以 IDD/TDD 值作衡量，於 2003 與 2004 兩年內 IDD 降低\$NT 10.7M，降幅比率 8.0% (含在途庫存值, 另在途庫存之銷售價採在庫庫存之 50%)，TDD 值降低\$NT 1,037.3M，降幅比率 100 %。結論是 TOC Demand-Pull 緩衝庫存作業方式較現行作業具較佳之結果，且可有效應用執行在晶圓廠晶圓母體之建立。

4.2 建議

經此個案研究分析結果，有三點建議如下：

1. TOC Demand-Pull 之用多少補多少之補貨原則，當遇產品品項有一定補貨成本或採購數量之價格優惠之產品，於緩衝 Buffer 設定時，也應一併考慮於補貨週期內之最大需求。
2. 研究發現，若能將過去實際補貨週期內之累計銷售需求曲線加入緩衝管理圖中(如圖 4-1)，雖較複雜點，但對何時調節緩衝目標值時更有助益。亦即當存貨低於紅線有一段時間，理應考慮加大緩衝目標，但圖中若銷售曲線接近黃線或之下時，可能是緩衝庫存訂太高而訂單需求弱導致庫存曲線低於紅線，此時或許應考慮調降緩衝庫存而非調升，因紅線區設為綠線值之三分之一故。反之若銷售曲線接近綠線或之上時庫存貨低於紅線有一段時間，理應考慮加大緩衝目標，即使庫存接近綠線亦應考慮加大緩衝目標，除非此為已知之特殊訂單，僅此乙次造成而無持續性。

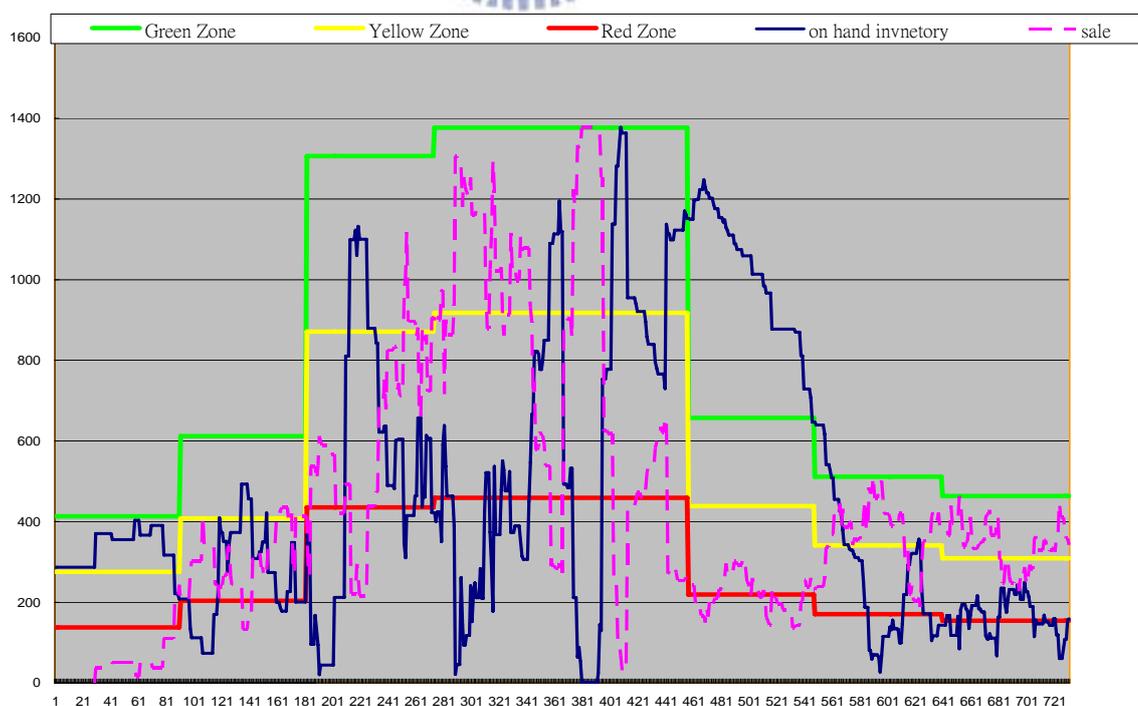


圖 4-1 銷售需求曲線加入緩衝管理圖

3. 未來研究方向可考慮：

- (1) 朝向內部供應鏈直向整合，讓 TOC Demand-Pull 延伸應用到原物料：如裸晶圓(Raw Wafer)之補貨。
- (2) 朝向內部供應鏈橫向整合，延伸到所有產品之補貨或生產。
- (3) 如何讓整條外部供應鏈，同步以 TOC Demand-Pull 方式生產。
- (4) 實體上會遇到各種狀況同時發生，未來可能要思考整併 TOC 瓶頸解決方案與 TOC Demand-Pull 緩衝管理解決方案與 TOC 產品組合解決方案來解決。



參考文獻

- 【1】麥克·修葛斯(Michael Hugos)著，蔡宏明譯(民93)，從供應鏈看管理—創造快速的營運效率與服務能力全面提升企業競爭力，台北市，梅林文化出版。
- 【2】愛得華·弗列佐(Edward H. Frazelle)著，林宜萱譯(2002)，供應鏈高績效管理—改善生產服務流程、提升企業績效的物流策略，美商麥格羅希爾，台灣分公司，台北。
- 【3】蔡翠旭譯(1998)，強勢供應鏈，書華出版事業有限公司，台北。
- 【4】盧舜年、鄒坤霖著(2002)，供應鏈管理的第一本書，台北市，商周出版：城邦文化。
- 【5】張福榮著(2004)，電子化供應鏈管理，台北市，五南圖書出版。
- 【6】高德拉特著/周伶利譯(1997)，「絕不是靠運氣」—創造事業與人生的雙贏—It's Not Luck，天下遠見出版。
- 【7】高德拉特著/周羅嘉穎譯(1997)，「關鍵鏈」—TOC 式專案管理-Critical Chain，力天香港有限公司出版。
- 【8】李榮貴、張盛鴻著(2005)，TOC限制理論 (Theory of Constraints)—從有「限」走向無限，台北，中國生產力中心。
- 【9】李榮貴，「製造管理專題上課講義」，(2002，國立交通大學工業工程與管理學系課程)。
- 【10】黃子逸(2003)，「TDD 與IDD 應用研究—以半導體產業為例」，國立交通大學工業工程與管理學系碩士論文。
- 【11】賴士葆(1991)，生產/作業管理-理論與實務，台北，華泰書局。
- 【12】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。
- 【13】袁國榮(2004)，強化限制理論 Demand-Pull 補貨模式之研究，國立交通大學工業工程與管理學系博士論文。
- 【14】陳德政(2002)，利用PDA行動業務系統降低需求預測誤差之研究—以一民生消費用品為例，國立臺灣大學商學研究所碩士論文。

- 【15】 Avraham Y. Goldratt Institute (2002), A GI Goldratt Institute .
- 【16】 Eliyahu M. Goldratt & Jeff Cox (1992), The Goal — A Process of Ongoing Improvement, The North River Press Publishing Corporation .
- 【17】 Armstrong, J. Scott (2003) , Principles of Forecasting — A Handbook for Researchers and Practitioners, Kluwer Academic Publisher, Third Printing .
- 【18】 Victoria J. Mabin & Steven J. Balderstone (2000), The World of the Theory of Constraints, The ST. Lucie Press.

