

國立交通大學

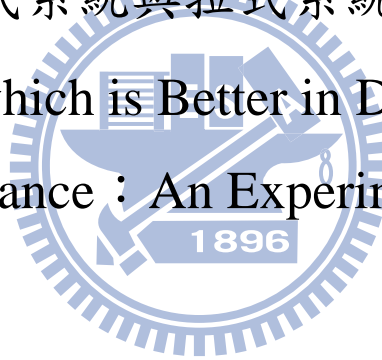
工業工程與管理學系碩士班

碩士論文

以實驗比較推式系統與拉式系統在配銷環境之績效

Pull or Push which is Better in Distribution System

Performance : An Experimental Study



研究生：林杰運

指導教授：李榮貴 博士

彭文理 博士

中華民國九十九年七月

# 以實驗比較推式系統與拉式系統在配銷環境之績效

## Pull or Push which is Better in Distribution System Performance : An Experimental Study

研究生：林杰運

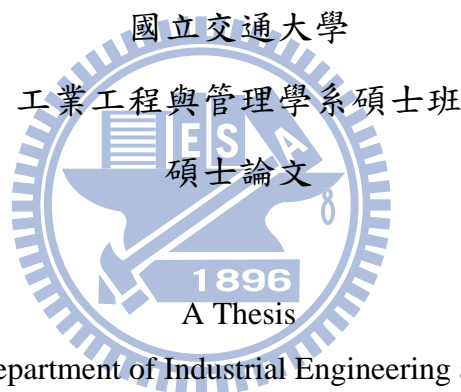
Student : Chieh-Yun Lin

指導教授：李榮貴

Advisor : Dr. Rong-Kwei Li

彭文理

Dr. Wen-Lea Pearn



Submitted to Department of Industrial Engineering and Management

College of Management

National Chiao Tung University

In Partial Fulfillment of the Requirements

For the Degree of Master of Science

In

Industrial Engineering

June 2010

Hsin-Chu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十九年七月

# 以實驗比較推式系統與拉式系統在配銷環境之績效

研究生：林杰運

指導教授：李榮貴 博士

彭文理 博士

國立交通大學工業工程與管理學系碩士班

## 摘要

傳統的配銷管理其補貨模式都是以 Push 推式管理的模式來運作，導致暢銷品缺貨，產品無法在對的時間運送到對的地點，而上述這些現象都是因為；預測不準確、供應商不可靠、以及補貨時間太長等等原因所造成的，但是 Goldratt 博士認為這是因為供應鏈配銷的結構上有問題，應該把 Push 補貨模式改成 Demand Pull 補貨模式。所以本研究藉由 Avraham Goldratt Institute(AGI)所開發出來的模擬軟體來驗證產能不足、預測不準確並不是影響傳統供應鏈配銷績效不好的主要原因，而是 Goldratt 博士所提出的供應鏈配銷結構出錯。並驗證出透過限制理論可以有效改善傳統供應鏈配銷的結構問題。



**【關鍵詞】**：限制理論、拉式生產、緩衝管理

# Pull or Push which is Better in Distribution System Performance : An Experimental Study

Student : Chieh-Yun Lin

Advisor : Dr. Rong-Kwei Li

Dr. Wen-Lea Pearn

Department of Industrial Engineering and Management  
National Chiao Tung University

## Abstract

"Push replenishment" is the traditional mode of distribution management, leading to selling goods out of stock or the product can not be transported at the right time to the right place. The cause of these phenomena are: inaccurate forecasts, unreliable suppliers and the replenishment time is too long, etc. But Dr. Goldratt considers those phenomena are due to the structure of supply-chain distribution. Managers should change Push replenishment to Pull replenishment. This study use simulation game to verify the arguments of Dr. Goldratt are correct or not.

This study use AGI's simulation game to verify that lack of capacity and inaccurate forecasts are not main reasons for leading to poor performance in the traditional mode of distribution management ,it should be incorrect in structure of supply-chain distribution, and Proved that the use of "Theory of Constraints" (TOC) can improve the problem of structure of supply-chain distribution.

**【Keywords】** : Theory of constraint 、 Demand Pull 、 Buffer Management

## 誌謝

終於要畢業了，在此特別表達對恩師李榮貴教授最崇高的敬意，在這兩年的碩士學習期間，李老師在學術研究上總是以簡單扼要的邏輯觀念給我許多建議與指導並協助我順利完成碩士的學業。若非恩師之激勵與關懷，實難以完成，由衷感謝恩師的悉心指導，另外謝謝張盛鴻教授以及蔡志弘教授對於口試審查時給予寶貴的修正建議，使本論文更加完善，由衷感謝你們給予我的意見讓我受益良多。

這兩年不論是上課內容的討論、作業之間的交流以及論文難題的討論，都是身旁007研究室的同學給我最大的依靠與幫助，還有平時一起運動、出遊、唱歌、聚餐更是讓我珍惜這些美好的時光，因為這些友誼真的得來不易，希望在往後的時間我們能像現在一樣互相幫忙、互相勉勵以及能一起開開心心的出遊、唱歌、聚餐。

最後我要把這篇論文獻給我最親愛的家人，因為你們的支持才能使我無後顧之憂的完成我的學業，也因為有你們的鼓勵我才會有今天的成就，僅以此篇論文表達內心最誠摯的感激。



僅誌於  
交通大學工業工程與管理學系  
中華民國九十九年七月

# 目錄

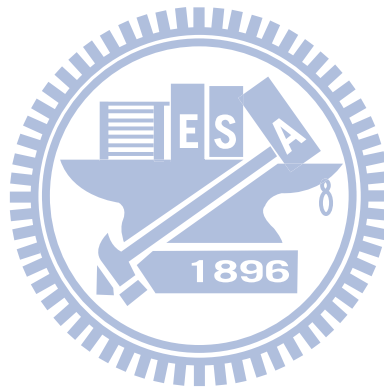
中文摘要 .....	i
英文摘要 .....	ii
誌謝 .....	iii
目錄 .....	iv
表目錄 .....	v
圖目錄 .....	vi
第一章 研究動機與目的 .....	1
第二章 文獻探討 .....	3
2.1 TOC 的存貨管理模式 .....	3
2.2 Demand-pull 模式 .....	4
第三章 研究方法 .....	8
3.1 模擬遊戲說明與整體架構 .....	8
3.2 模擬遊戲情境介紹 .....	10
3.3 選擇下單方式 .....	12
3.3.1 平準化下單 .....	13
第四章 實驗結果分析 .....	15
4.1 數據結果分析 .....	15
4.2 Model 結果分析 .....	21
第五章 結論與未來研究方向 .....	23
5.1 結論 .....	23
5.2 未來研究方向 .....	23
-附錄 .....	25
1.1 三種 Client Behavior(顧客行為)的補貨方式 .....	25
1.2 模擬遊戲的績效指標 .....	27

## 表目錄

表 1 財務資料表.....	10
表 2 MODEL 之目的與情境示意表.....	10
表 3 A 公司遊戲模擬之績效指標表.....	13
表 4 平均績效指標示意表(52 週).....	15
表 5 : 各 MODEL 的 MISS TO CLIENT 檢驗結果.....	16
表 6 : FISHER LSD 法檢驗各 MODEL 的 MISS TO CLIENT.....	16
表 7 : 各 MODEL 的 MISS TO MARKET 檢驗結果.....	16
表 8 : FISHER LSD 法檢驗各 MODEL 的 MISS TO MARKET.....	17
表 9 : 各 MODEL 的 RETURN 檢驗結果.....	17
表 10 : FISHER LSD 法檢驗各 MODEL 的 RETURN.....	17
表 11 : 各 MODEL 的 NET PROFIT 檢驗結果.....	18
表 12 : FISHER LSD 法檢驗各 MODEL 的 NET PROFIT.....	18
表 13 : 各 MODEL 的 CURRENT SYSTEM INVENTORY 檢驗結果.....	18
表 14 : FISHER LSD 法檢驗各 MODEL 的 CURRENT SYSTEM INVENTORY.....	18
表 15 : 各 MODEL 的 SOLD TO MARKET 檢驗結果.....	19
表 16 : FISHER LSD 法檢驗各 MODEL 的 SOLD TO MARKET.....	19
表 17 : 各 MODEL 的 THROUGHPUT 檢驗結果.....	19
表 18 : FISHER LSD 法檢驗各 MODEL 的 SOLD TO MARKET.....	20
表 19 : 各 MODEL 的 OPERATING-EXPENSES 檢驗結果.....	20
表 20 : FISHER LSD 法檢驗各 MODEL 的 OPERATING-EXPENSES.....	20
表 21 CLIENT BEHAVIOR 關係表.....	25
表 22 績效指標示意圖.....	27

## 圖目錄

圖 1 傳統配銷系統的惡性循環關係圖 .....	1
圖 2 配銷衝突圖[10] .....	2
圖 3 供應源頭需求預測變異較小[11] .....	4
圖 4 補貨頻率增加可以降低在庫庫存[3] .....	5
圖 5 DEMAND PULL 模式示意圖 .....	6
圖 6 緩衝管理示意圖 .....	7
圖 7 調整目標庫存機制之示意圖 .....	7
圖 8 配銷模擬遊戲架構圖 .....	8
圖 9 生產訂單生產順序示意圖 .....	14
圖 10 中央倉庫生產示意圖 .....	14
圖 11 NORMAL CLIENT 流程圖 .....	26





# 第一章 研究動機與目的

在傳統配銷供應鏈的運作模式中，為了避免補貨時間超越顧客(零售商)可忍耐的時間，企業往往會在接近顧客的地區建立一個區域配銷中心或區域倉庫(Regional warehouse)，並依據顧客過去需求的歷史資料來預測並建立庫存水位，區域倉庫再彙整客戶預測需求對工廠下生產訂單，工廠則依區域倉庫的訂單生產，之後再將產品送到各個區域倉庫來滿足顧客的需求，此種方式稱之為「推式生產」(Push)的補貨觀念[2]。

傳統供應鏈配銷的運作模式由於採用 Push 補貨所以常因預測需求不準確、供給變異大以及資訊沒有透明化，造成越往上游其需求扭曲越大，最後形成所謂的「長鞭效應」[6]，導致供應鏈配銷系統運作不斷出現惡性循環，如圖 1 所示，其惡性循環主要有三個缺失現象：工廠產能規劃總是處於不穩定、配銷商暢銷產品總是缺貨以及零售商存貨總是不符合市場需求[12]。

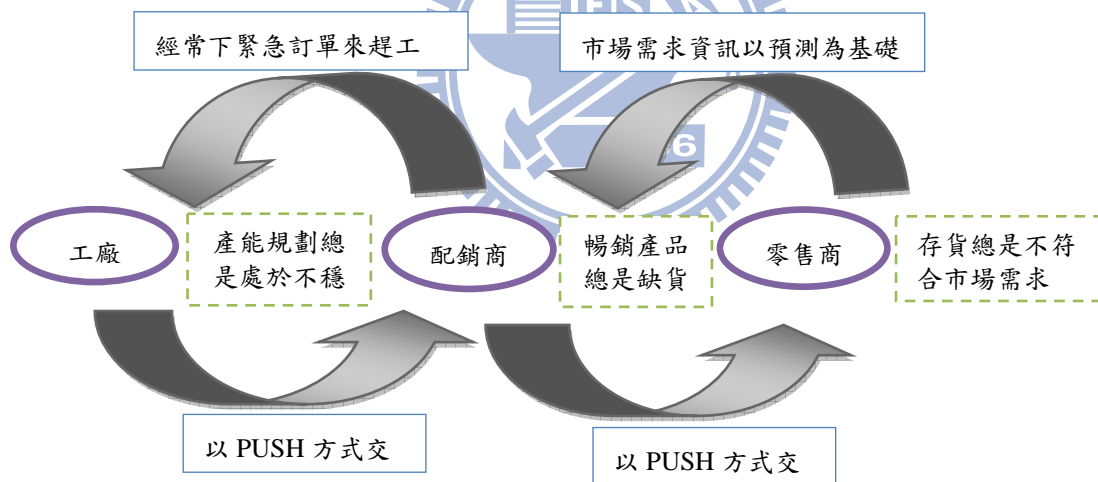


圖 1 傳統配銷系統的惡性循環關係圖

在長鞭效應的影響下，各個區域倉庫與零售商為了能百分之百確保市場之需求，必須建立較高的庫存水準來因應可能的需求變動；但庫存越高意味著企業必須投入更多的資金，而企業為了賺錢，應該設法降低庫存成本，維持較低的庫存水位，這時便落入備較大庫存或者備較小庫存的衝突，如圖 2 所示。

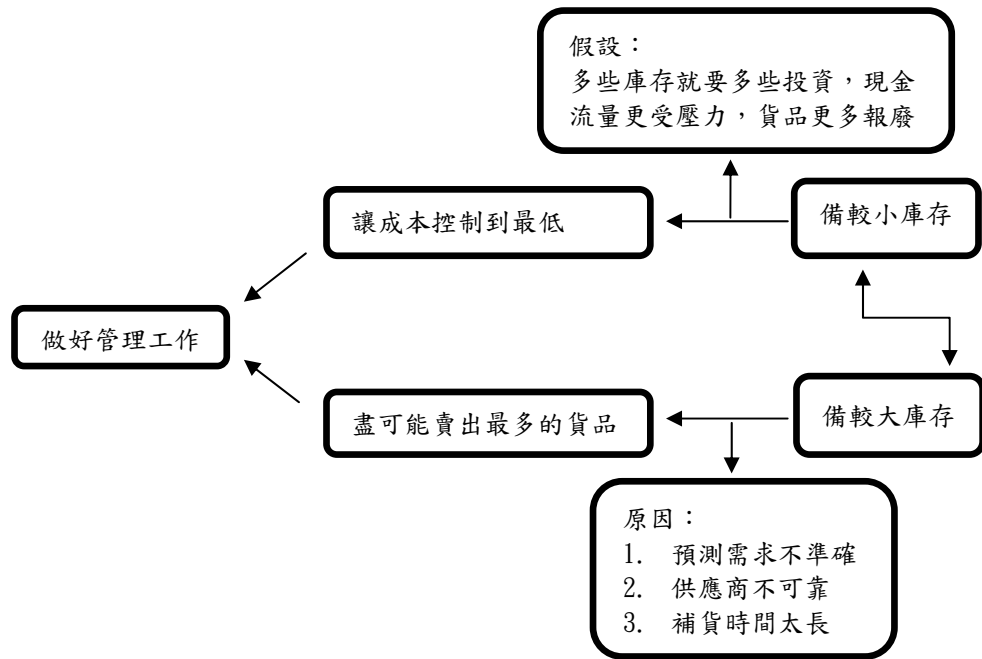


圖 2 配銷衝突圖[10]

然而為了解決上述的衝突，管理者認為只要增加產能，或是做更多的市場資料分析使預測需求更準確這兩個方向思考，但 Goldratt 博士卻認為是供應鏈配銷的結構上有問題，應該把 Push 補貨模式改成 Pull 補貨模式，於是提出了限制理論(Theory of Constraints, TOC)的管理思維來解決其缺失。

過去的文獻都以點對點（一個零售商對一個區域倉庫或者一個工廠對一個工廠等等）的方式來探討 TOC 管理的有效性[9][12]，本研究情境則擴展為一個供應鏈配銷的情境，並透過模擬遊戲去驗證 TOC 管理是可以運用在供應鏈配銷環境的優良管理手法。模擬遊戲中建構出五種不同的 Model 來模擬配銷情境，分別為 101、102、104、106、108。其中 Model 101 為 Push 補貨模式與傳統供應鏈配銷情境相同所以視為對照組，Model 102 和 Model 101 情境一樣但多 10% 產能，用來驗證增加產能是否能改善績效，Model 104 與 Model 106 則是只把 Demand pull 運用在局部的供應鏈配銷環境，用來驗證局不改善的效力，Model 108 則是把 Demand pull 運用在整體的供應鏈配銷環境與 TOC 管理思維相同。透過 Model 之間相互比較來分析供應鏈配銷運作上缺失的主因為何？進而驗證 Goldratt 博士所提出的 TOC 管理思維是否能有效改善傳統供應鏈配銷結構的缺失。

## 第二章 文獻探討

### 2.1 TOC 的存貨管理模式

限制理論 (Theory of Constraints, TOC) 的起源可追溯到1970 年代晚期，由其創立者以色列物理學家Goldratt 博士所提出的最佳生產技術 (OPT; Optimized Production Technology)。Goldratt 博士主張任何組織系統在發展過程中，均普遍存在有阻礙其發展之限制因素。因此應將企業視為一個系統，管理行為應依整體系統的效益做考量。在系統中，局部效益最佳不等於整體最佳，而整體的績效並不是來自最強的部門，反而受限於最弱的部份。

限制理論為一管理哲學，包含了一系列的應用解決方案與主張一套解決問題的思考程序 (TP; Thinking Process) [7][8]。組織系統透過運用科學邏輯的驗證技術，分析其因果關係，憑藉著對系統邏輯性的描述與呈現，能提供管理者清晰的思維，透過近乎常識 (Common Sense) 的方式來解決複雜的問題。基本上Goldratt 博士認為，要讓企業不斷持續改善，不能一味依循舊有經驗典範，必須以嶄新、科學的態度來看待企業的現象。其運用常識所挑戰的傳統經營管理假設主要涵蓋下列幾個常見原則[10][4]：

- 1、局部最佳化的總和效益不等於整體最佳化效益 (The System Optima is not the Sum of the Local Optima)：因變動、相互依存、政策和衡量指標等因素，系統整體的最佳績效並不等於所有部門最佳績效的總和，所以導致各自部門為了爭取其個別效益的提升，但卻不一定能為企業有效提升整體效益的狀況不斷發生，甚至可能造成部門間利益衝突對立，而阻礙公司整體的利益。
- 2、平衡的系統並不是好的系統 (Balanced System is not a Optima System)：現在的競爭環境分工越來越專精、變化越來越頻繁，系統是不可能平衡的，所以傳統上儘可能追求平衡的系統會因為統計波動 (Statistical Fluctuations) [5]等因素而導至無法達成平衡。
- 3、系統的總產出應等於系統中最弱一環的產出 (The Weakest Link Ultimately Limits the Success of the Entire System)：也就是說系統的總產出應由系統中最弱一環來決定，而不是最強的部份。例如系統之最大有效產出其決定於瓶頸資源或產能受限資源。

4、系統的許多不良效應只根源於少數核心問題上（Most of the Undesirable Effects within a System are Caused by a few Core Problems）：絕大部份系統出現的不良效應大都只是不受歡迎的指標或現象，而非真正的問題，它們是潛伏於系統下之病因所造成的效應，所以確認並根除核心問題不僅可減少不良效應的衝擊，更重要的是可防範不良效應的再發生。

5、空有想法不能解答問題（Ideas are not Solutions）：坐而思不如起而行。好的想法必須經過系統驗證，否則都無法瞭解其效益；況且許多好的想法都在執行階段胎死腹中。

## 2.2 Demand-pull 模式

TOC理論中提到的Demand-pull運作模式主要有四個重點[1]:分別為庫存拉回源頭，增加補貨的頻率，用Pull取代Push生產以及利用緩衝管理(Buffer Management)的模式來管理存貨，其基本定義如下：

### 1. 庫存拉回源頭(建立中央倉庫)

Demand Pull模式打破了過去傳統企業將大部分的庫存放在最接近消費者的觀念，反而盡量將大部份產品拉回到上游的工廠內，也就是所謂的源頭，如圖3所示，因為在上游的儲存點做需求匯集的預測，一定會比在下游的儲存點做需求匯集的預測加總來的準確，所以一旦將大部分的庫存放在供應的源頭，各區域倉庫只需要持有補貨時間內的需求量即可，如此一來便可大幅縮減個區域倉庫的庫存。且將生產時間與運送時間分開，補貨時間則只剩下運送時間，大大縮短了補貨時間以及補提高補貨的可靠度。

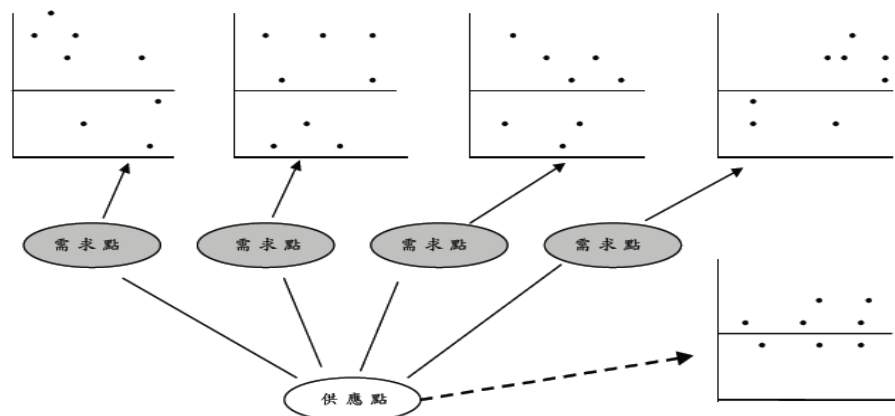


圖 3 供應源頭需求預測變異較小[11]

## 2. 增加補貨的頻率

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[3]，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。如圖4所示，如果每個月需求量是12單位，且每個月下一次訂單的話，則最大在庫庫存量為12單位；另一方面，若是增加訂貨的頻率改成每星期定一次貨，每次訂3個，如此一來在庫庫存最多為3單位，比起每一個月下一次訂單可以降低許多在庫存並且可以縮短訂單前置時間。所以TOC認為降低批量與增加補貨的頻率可以縮短補貨時間，降低庫存，提高補貨可靠度。

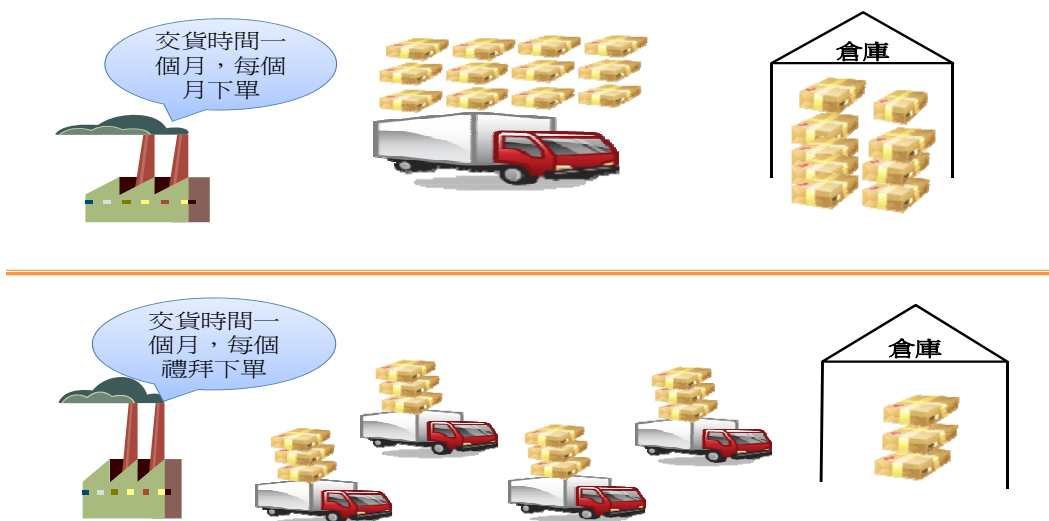


圖 4 補貨頻率增加可以降低在庫存[3]

## 3. 拉式(Pull)生產

補貨的數量是由顧客在補貨時間內所消耗的數量來決定，也就是TOC「用多少補多少」Pull生產的觀念。舉例來說，若兩天補一次貨，第一天顧客需求六個產品，第二天顧客需求10個產品，則我們會向上游下單補貨量為 $6+10=16$ 個，如此一來就可以避免傳



統存貨管理模式用預測的方式來決定補貨數量，並且可以降低各區域倉庫的庫存量，其運作方式如圖5所示。

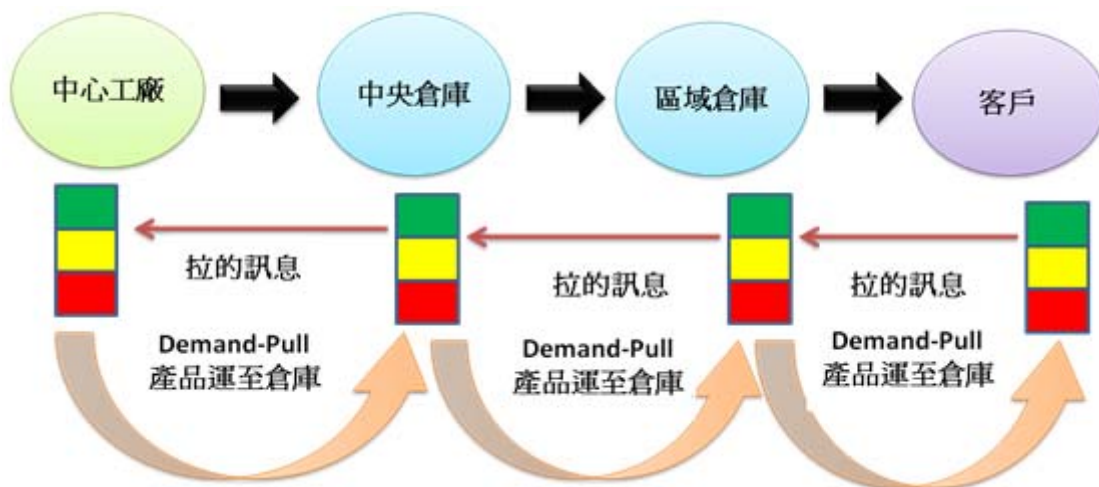


圖 5 Demand Pull 模式示意圖

#### 4. 緩衝管理(Buffer Management)

緩衝管理在限制理論中是一個監控工廠及區域倉庫存量的一種手法，它在運作之前，會先設定一個目標庫存量，而在限制理論定義裡，目標庫存量等於補貨時間，管理人預期的最大需求量。目標庫存決定後再將其一比例分成三等份，分別為紅色緩衝區，黃色緩衝區，綠色緩衝區，其緩衝區大小皆為目標庫存量的三分之一，如圖6所示，當緩衝區在綠色管制區則不採取任何行動，但若降到黃色區則必須發出警告以及規畫行動，然而降到紅色區則必須採取立即的行動；另外若最大緩衝設定太大時則大部分時間將落在綠色管制區，此表示可降低緩衝存量，反之若最大緩衝設定太小則緩衝水準降到紅色管制區的次數太多，表示必須增加緩衝存量來減少緊急訂單的情況發生，如圖7所示。

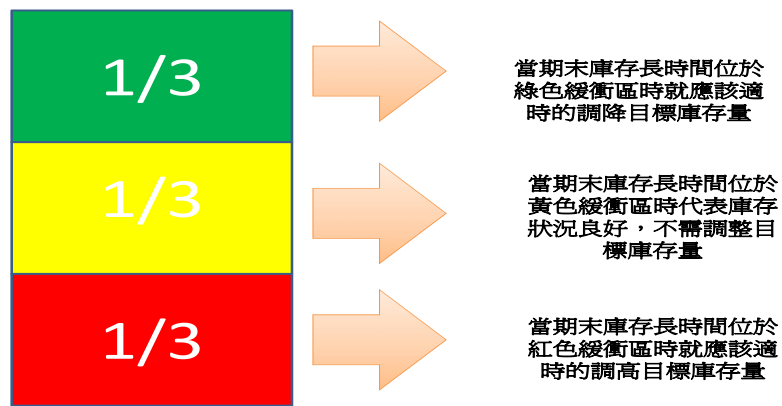


圖 6 緩衝管理示意圖

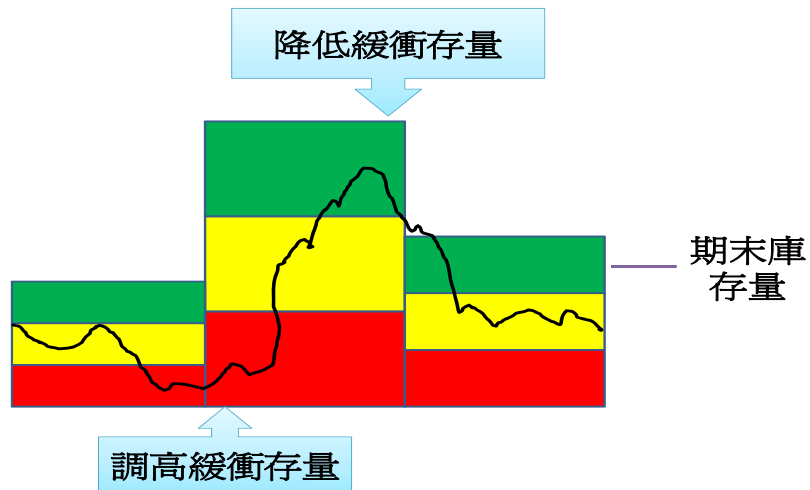


圖 7 調整目標庫存機制之示意圖

# 第三章 研究方法

## 3.1 模擬遊戲說明與整體架構

模擬遊戲是由Avraham Goldratt Institute(AGI)所開發，遊戲整體架構是由一個工廠、一個中央倉庫(Model 106與Model 108才有)，五個區域倉庫，二十個零售商倉庫所組成，如圖8所示，其架構從上游到下游來看，工廠(只有一條生產線)供應六種產品給五個區域倉庫，而每一個區域倉庫都服務四個零售商。每星期零售商会跟區域倉庫下訂單，區域倉庫於一星期內送達。各區域倉庫匯總其零售商下單的數量並依據各自的目標庫存水位，將其下單數量匯總轉給工廠成為生產訂單。

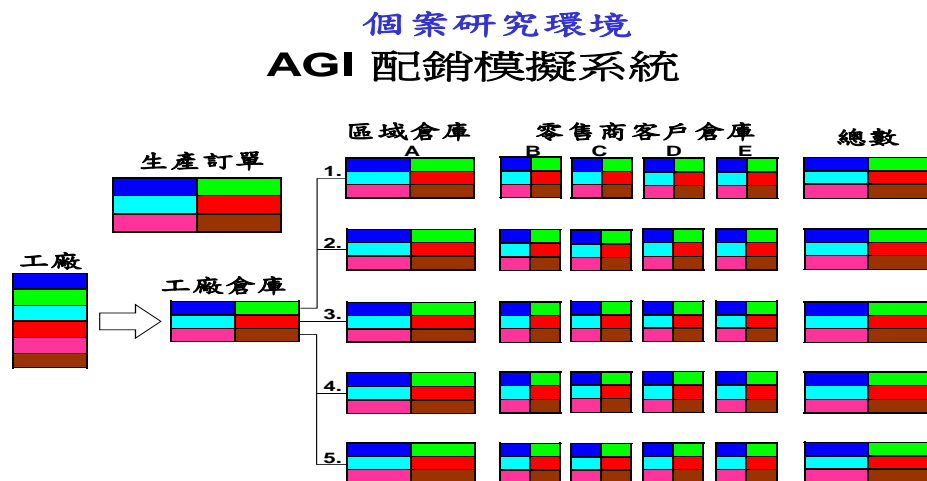


圖 8 配銷模擬遊戲架構圖

零售商每種產品一星期的平均需求為6個，最高需求可高到平均需求的6.5倍，也就是說每種產品最高需求為39個。區域倉庫每種產品每星期平均會銷售24個(有四個零售商， $(6 \times 4 = 24)$ )，最高需求可高到平均需求的2.5倍(區域倉庫)，也就是說每個產品最高需求60個。工廠每種產品每星期的平均生產需求則為120個(6種產品 $\times$ 4個零售商 $\times$ 5個區域倉庫 = 120)。

庫存方面，Model 101、102、106的零售商每一種產品最多有10週平均需求，該目標庫存水位為60個( $6 \times 10$ 週 = 60)，而Model 104與108則因為使用Demand pull的關係所以目標庫存水位降低為36個( $6 \times 6$ 週 = 36)，而各Model最低庫存水位皆為4週平均需求



的庫存為24個( $6 \times 4 \text{週} = 24$ )，各區域倉庫的庫存水位也以此類推，Model 101、102、106其目標庫存水位為240個( $60 \times 4 = 240$ )，而Model 104與108為( $36 \times 4 = 144$ )，各Model最低庫存水位則為96個( $24 \times 4 = 96$ )。

在產能方面，工廠每小時可生產一種產品6個，而生產一種產品後需要24小時的換線時間才能生產另外一種產品，工廠每天營運24小時，每星期7天，同時假設機器不會壞與不會缺料且員工不會罷工，為了避免工廠產能不足，我們計算出生產週期時間與建議的生產批量如下：

$$\text{總生產時間需求} : \frac{120 \text{個} \times 6 \text{種產品}}{\text{每小時生產六個}} = 120 (\text{一星期銷售量的需求小時}) \quad (1)$$

$$\text{每星期產能可用時間} : 24 \text{小時} \times 7 \text{天} = 168 \text{小時} \quad (2)$$

$$\text{可換線(Setup)的時間} : 168 \text{小時} - 120 \text{小時} = 48 \text{小時} \quad (3)$$

$$\text{每星期可換現的次數} : \frac{48 \text{小時}}{\text{換一次線需24小時}} = 2 (\text{次}) \quad (4)$$

因為每星期只能換線兩次，所以每星期只能生產兩種產品，否則產能會因會換線而導致產能不足，而生產六種產品需要三星期的週期(每種產品需要隔三週的時間才能再生產)，換句話說每次生產每種產品數量為該產品三個星期的平均需求量360個。

在運輸政策方面，每天從工廠皆有卡車可以運貨至區域倉庫，但需滿載才會運送，而每台車滿載為6個，但可以搭載不同種類的產品，而從工廠至區域倉庫每卡車每一天路程運送成本為\$5，並根據下列規則，自動調整卡車運送模式：

1. 假如工廠有足夠的庫存，則所有區域倉庫的需求皆被運送出去。
2. 假如工廠沒有足夠的庫存，則每一個區域倉庫只得到其所下訂單數量的1/2，依運送距離決定優先順序(以較遠的優先)。
3. 假如還有剩餘庫存，以6個為單位輪流分配給每一個區域倉庫，直到分完為止。計算每一區域倉庫現有存貨(含運送中)與最高存貨的差額，差額越大的區域倉庫優先運送。

在產品退貨政策方面，產品出廠30週若尚未售出將會退回工廠，工廠會退款\$35的售價，而財務資料方面，整理如表1所示。

表 1 財務資料表

名稱	單位金額
產品售價	\$35 每單位
材料成本	\$20 每單位
有效產出(Throughput)	\$15 每單位
固定費用	每星期\$8000
每星期利息大約金額	\$600

### 3.2 模擬遊戲情境介紹

本研究在模擬遊戲裡各探討五種 Model 如表 2 所示，其特性詳述分別如下：

表 2 Model 之目的與情境示意表

Model	目的	情境
101	視為對照，驗證其他Model的改善手法是否有效	傳統供應鏈的運作模式，Push補貨模式 Max=60(10週)，Min=24
102	驗證產能不足是否為主因	比Model 101多了10%產能 Max=60(10週)，Min=24
104	探討Demand pull能帶來何種的好處，以及驗證供應鏈只做局部改善是否能解決傳統供應鏈配銷問題	只有區域倉庫與零售商之間以Demand pull模式補貨，其餘仍然用Push模式補貨 Max=36(6週)，Min=24
106	探討建造中央倉庫能帶來何種好處，以及驗證供應鏈只做局部改善是否能解決傳統供應鏈配銷問題	建立中央倉庫，工廠與區域倉庫之間變成Demand pull來補貨，其餘仍然用Push模式補貨 Max=60(10週)，Min=24
108	驗證TOC管理手法是否能有效解決傳統供應鏈配銷的缺失	中央倉庫，所有的供應鏈的成員皆採用Demand pull 補貨模式，以及緩衝管理來監控庫存水位 Max=36(6週)，Min=24

#### 1. Model 101

Model 101的Client Behavior(顧客行為)是Normal Client(附錄)的補貨方式，其補貨時間與頻率較長，以及採用推式Push的補貨模式，與傳統供應鏈配銷存貨管理模式相同，所以Model 101是對照組，進而探討管理手法改變後是否能有效解決傳統配銷管理所造成的缺失。

## 2. Model 102

Model 102 與 Model 101 情境相同，其 Client Behavior(顧客行為)一樣是 Normal Client(附錄)的補貨方式，只有在產能部分比 Model 101 多 10%，目的是因為現今業界的 管理者往往認為工廠是因為產能不足，導致產品交期延誤或者缺貨，所以 Model 102 把 產能提高 10% 來驗證「產能不足」是否為供應鏈配銷管理績效不好的主要的原因。

## 3. Model 104

由於 Model 101 是採用推式 Push 的補貨方式不同，造成了預測需求不準確，以及 補貨時間太長等缺失，所以 Model 104 增加了 Demand pull 補貨模式，其 Client Behavior(顧客行為)變成是 Good Client(附錄)的補貨方式，其補貨時間與頻率較 Normal Client 短，進而降低庫存水位與縮短補貨時間，並且把區域倉庫與零售商之間的補貨模 式改成 Demand Pull 的方式來補貨，但工廠與區域倉庫之間仍然是 Push 的模式，目的是 驗證 Demand Pull 是否能改善 Push 所造成的預測需求不準確的缺失，並且探討在供應鏈 配銷的情境下，只做局部供應鏈配銷管理的改善是否有顯著的成效。

## 4. Model 106

根據統計學的原理，讓源頭聚集庫存，可以比放在不同消費點來得更加穩定，所以 Model 106 和 Model 101 唯一不同的地方是多建造了中央倉庫(Central warehouse)，也就 是說工廠與區域倉庫之間補貨模式變成 Demand pull，其 Client Behavior(顧客行為)和 Model 101 一樣是 Normal Client(附錄)的補貨方式，目的是驗證建立中央倉庫是否讓各配 銷商的庫存水位更加穩定，並且探討只做局部供應鏈配銷管理的改善是否有顯著的成 效。

## 5. Model 108

此研究認為改善傳統供應鏈配銷管理缺失的原因是「補貨時間太長」、「預測需求不 準確」與「供應商不可靠」這三個部分[10]，Goldratt 博士則認為是供應鏈配銷的結構 上有問題，而Model 108便是Goldratt 博士所提出的TOC管理思維，其Client Behavior(顧 客行為)是Subordinate Client(附錄)的補貨方式，其補貨頻率是一天一次，以用多少補多 少為原則，把零售商、區域倉庫、工廠區間的下單方式全部變成Demand Pull模式補貨，

下游實際需求多少便向上游補貨多少，並建造中央倉庫以及緩衝管理來監控庫存水位，目的是驗證TOC管理思維是否能改善傳統供應鏈配銷管理結構上的缺失。

既然有了Model 108但是為何還要多出只有把Demand pull用在零售商與區域倉庫之間的Model 104，以及只有建造中央倉庫而零售商與區域倉庫卻還是用Push補貨的Model 106呢？為什麼不直接用Model 108來做整體供應鏈配銷的改善呢？其主因是因為工廠或者區域倉庫認為只要零售商與區域倉庫這一端能解決預測需求不準確的問題，則整個供應鏈配銷管理的缺失便迎刃而解，相反地零售商認為只要工廠與區域倉庫之間建立一個中央倉庫，便可以改善各配銷商產品缺貨的現象，這便是現在大部分管理者的思維，認為問題出錯都不是在自己身上而是供應鏈上其他的成員出錯，所以此研究設計了Model 104 and Model 106來驗證供應鏈配銷管理是否只要做好局部的改善便可，而不必像Model 108花費那麼多時間與人力來做整體供應鏈配銷管理的改善。

### 3.3 選擇下單方式

由於每個人下單方式不盡相同，所以在最初執行遊戲模擬的時候，找來業界的管理者來執行遊戲，認為儘管遊戲者的下單方法不一，其數據結果一樣可以證明 TOC 的管理思維是有效用的，於是我們找了 A 公司來操作模擬遊戲並且蒐集數據。如表 3 所示，我們可以看到 Model 108(TOC 管理方法績效是最優的)，但是看其它的績效指標，如 Model 101 與 Model 104 的 Miss to client 會發現兩組的績效數據差距過大，其原因是下單的方式倘若錯誤，將導致換線次數增加，使產能無法滿足需求，最後落入缺貨後補的惡性循環，造成績效指標全數變差，而無法驗證管理手法改變後所造成的差異，甚至導致分析結果的誤判，所以本研究採用平準化的方式來生產，並依據庫存訂單的數量以及中央倉庫的庫存量下訂單。

表 3 A 公司遊戲模擬之績效指標表

組數	36 週	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Miss to Client	101	9459	873	1351	38	0	231	40	737	0	1531	493	530	379	420	64	1416	2599
	104	31333	3537	957	15305	23029	1540	2257	1881	517	1097	557	1791	2085	1583	1151	4541	15255
	106	0	0	0	6	0	0	0	486	0	0	111	0	0	0	14	35	0
	108	0	0	0	200	0	0	0	0	0	0	0	37	0	0	0	193	0
Miss to Market	101	1549	958	1051	899	776	670	655	813	644	738	752	975	1013	661	743	940	1109
	104	2451	469	144	1207	1469	2978	404	351	109	231	162	140	220	322	190	516	1275
	106	798	728	867	847	612	738	746	721	820	856	798	604	814	808	796	998	856
	108	22	83	1	143	2	3	7	76	1	5	3	103	5	7	3	177	19
Net Profit	101	-2598	-812	-3845	-550	3579	9143	-20646	546	7466	16777	-2598	7143	3588	5230	2231	-2494	18629
	104	65000	51527	47510	70759	51824	91506	40183	46512	47724	44359	65000	39739	48283	52952	46230	36971	62697
	106	28830	26489	26629	34655	28149	30157	27809	34202	28097	27616	28830	25062	26572	28830	33252	23951	24609
	108	48883	51888	48131	50664	44635	456888	46356	53751	46614	49	45031	51212	48314	45332	44391	48812	47872

### 3.3.1 平準化下單

為了避免測試者下單錯誤而造成產能不足的現象，本研究讓工廠依平準化下單的方式來生產，並在各個 Model 的總需求都相同的條件下，依據模擬遊戲的平均需求量來設定工廠每週生產兩種產品分別為 360 個，另外根據每週需求量的變化去調整工廠生產產品種類的優先順序，其決定優先順序有兩種方式，第一種是依據生產訂單(Inventory order)的數量來決定產品生產的順序，另一種下單的方式是依據中央倉庫的庫存量來決定產品的生產順序如圖 9 與圖 10 所示，目的是讓各 Model 都是先生產最迫切的產品，如此一來便能避免工廠陷入產能不足的惡性循環，使績效指標更具有指標性。

#### 1. 依據「生產訂單」的數量下單

在 Model 101、Model 102、Mode 104 它們在模擬遊戲介面裡有一個 Inventory order，如圖 9 紅圈所示，其意義為每一個 Client 會依據其市場的實際需求再參考自己庫存水準來決定對上游 Warehouse(區域倉庫)補多少貨，而區域倉庫再匯總所有零售商客戶補貨的數量，並將匯總數量向上傳給工廠成為「生產訂單」，此模擬遊戲有缺貨後補的機制，所以「生產訂單」數量越大代表其產品需求越迫切，所以我們會選大的優先生產。如圖



9 中，可以看到咖啡色與紅色的庫存訂單比較多，所以第一週先生產咖啡色產品 360 個，之後再換線在生產紅色產品 360 個。



圖 9 生產訂單生產順序示意圖

## 2. 依據「中央倉庫」的庫存量下單

在 Model 106、Mode 108 它們在模擬遊戲介面裡有一個中央倉庫如圖 10 紅圈所示，其下單的方式是依據中央倉庫的庫存量來決定產品的生產順序，也就是看哪一種產品目前的存貨較少則優先生產該產品，例如綠色與藍色的庫存量比較少，所以第一週先生產綠色產品 360 個，再換線在生產藍色產品 360 個。



圖 10 中央倉庫生產示意圖

## 第四章 實驗結果分析

### 4.1 數據結果分析

由於模擬遊戲有季節性變動需求，因此本研究蒐集為期一年(52 週) 模擬時間的三十筆數據資料，並用 Statistica 軟體去分析這五個 Model 是否有顯著的差異，表 4 是各個 Model 依據平準化下單，透過事後比較法 Fisher LSD 得到的三十組的累積平均績效指標以及特性總整理。

表 4 平均績效指標示意表(52 週)

Model	101	102	104	106	108
情境模式(與 101 相較)	預測需求、Push 補貨	比 Model 101 多 10% 產能	零售商與市場之間用 Demand Pull	建立中央倉庫	Demand pull 中央倉庫緩衝管理
情境結果(與 101 相較)	各種績效表現差勁(對照組)	庫存增加，NP 虧損更多	只有 MC 提高，其餘皆改善	MC 改善為 0	所有績效皆改善
Miss to client	117.63	2.43	1018.9	0	0
Miss to market	1020.1	960.1	253.8	1032.3	4.9
Return	2525.4	2946.9	813.73	1284.5	16.17
NP	-9577	-34127.2	39504.03	20433.87	56611.23
Throughput	587305	595593	580165	566885	561647
Operating-expenses	596882	629720	540661	546451	505036
Inventory	233582.7	303380.7	190384	209912.7	128625.3

本研究先用 ANOVA 來分析 Miss to client、Miss to market、Return、Net Profit、Throughput、Operating-expenses、Inventory 以及 Sold to market 的績效指標是否有顯著差異，發現有差異之後再用事後檢定 Fisher LSD 法來檢驗，目的是要比較各個績效指標差異的程度，其結果如下所示：

#### Miss to client

由表 5 可知，在 5% 的顯著水準之下， $p=0.00 < 0.05$ ，各 Model 的 Miss to client 有顯著差異。並用事後檢定 Fisher LSD 法來檢定各 Model 中 Miss to client 差異的情況，如表 6 所示 102、106 與 108 的次數接近 0，只有 104 的次數較高為 1018.9。

表 5：各 Model 的 Miss to client 檢驗結果

Univariate Tests of Significance for Miss to client Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	8625126	1	8625126	141.8531	0.00
MODEL	23466376	4	5866594	96.4849	0.00
Error	8816471	145	60803		

表 6：Fisher LSD 法檢驗各 Model 的 Miss to client

LSD test; variable Miss to client (Spreadsheet1) Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = 60803., df = 145.00						
Cell No.	MODEL	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		177.63	2.4333	1018.9	0.0000	0.0000
1	101		0.006684	0.00	0.005980	0.005980
2	102	0.006684		0.00	0.969565	0.969565
3	104	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000
4	106	0.005980	0.969565	0.00		1.000000
5	108	0.005980	0.969565	0.00	1.000000	

### Miss to market

由表 7 可知，在 5% 的顯著水準之下， $p=0.00 < 0.05$ ，各 Model 的 Miss to market 有顯著差異。並用事後檢定 Fisher LSD 法來檢定各 Model 中 Miss to market 差異的情況，如表 8 所示 108 與 104 的次數是相對較低的。

表 7：各 Model 的 Miss to market 檢驗結果

Univariate Tests of Significance for Miss to market Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	64205805	1	64205805	4206.082	0.00
MODEL	28570568	4	7142642	467.910	0.00
Error	2213424	145	15265		



表 8 : Fisher LSD 法檢驗各 Model 的 Miss to market

LSD test; variable Miss to market (Spreadsheet1)						
Probabilities for Post Hoc Tests						
Error: Between MS = 15265., df = 145.00						
Cell No.	MODEL	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		1020.1	960.10	253.80	1032.3	4.9000
1	101		0.061858	0.000000	0.703472	0.000000
2	102	0.061858		0.000000	0.025104	0.000000
3	104	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000
4	106	0.703472	0.025104	0.000000		0.000000
5	108	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	

### Return

由表 9 可知，在 5% 的顯著水準之下， $p=0.00 < 0.05$ ，各 Model 的 Return 有顯著差異。並用事後檢定 Fisher LSD 法來檢定 Return 差異的情況，如表 10 所示 108 是最少的，104 與 106 則排行第二與第三。

表 9 : 各 Model 的 Return 檢驗結果

Univariate Tests of Significance for Return (Spreads					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	345351136	1	345351136	5255.738	0.00
Model	175877440	4	43969360	669.149	0.00
Error	9527856	145	65709		

表 10 : Fisher LSD 法檢驗各 Model 的 Return

LSD test; variable Return (Spreadsheet1)						
Probabilities for Post Hoc Tests						
Error: Between MS = 65709., df = 145.00						
Cell No.	Model	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		2525.4	2946.9	813.73	1284.5	16.167
1	101		0.000000	0.000000	0.000000	0.00
2	102	0.000000		0.000000	0.000000	0.00
3	104	0.000000	0.000000		0.000000	0.00
4	106	0.000000	0.000000	0.000000		0.00
5	108	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	

### Net Profit

由表 11 可知，在 5% 的顯著水準之下， $p=0.00 < 0.05$ ，各 Model 的 Net Profit 有顯著差異。並用事後檢定 Fisher LSD 法來檢定 Net Profit 差異的情況，如表 12 所示 108 是賺最多錢的，104 與 106 則排行第二與第三，而 102 則是最虧錢的。

表 11：各 Model 的 Net Profit 檢驗結果

Univariate Tests of Significance for Net Profit (Spreadsheet1) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	3.183825E+10	1	3.183825E+10	885.686	0.00
Model	1.613416E+11	4	4.033541E+10	1122.062	0.00
Error	5.212397E+09	145	3.594756E+07		

表 12：Fisher LSD 法檢驗各 Model 的 Net Profit

LSD test; variable Net Profit (Spreadsheet1) Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = 3595E4, df = 145.00						
Cell No.	Model	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		-9577.	.34127.	39504.	20434.	56611.
1	101		0.00	0.00	0.00	0.00
2	102	0.00		0.00	0.00	0.00
3	104	0.00	0.00		0.00	0.00
4	106	0.00	0.00	0.00		0.00
5	108	0.00	0.00	0.00	0.00	

## Inventory

由表 13 可知，在 5% 的顯著水準之下， $p=0.00 < 0.05$ ，各 Model 的 Current System Inventory 有顯著差異。並用事後檢定 Fisher LSD 法來檢定 Current System Inventory 差異的情況，如表 14 所示 108 是庫存最低的，而 102 則是庫存最高的。

表 13：各 Model 的 Current System Inventory 檢驗結果

Univariate Tests of Significance for Current System Invent Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	6.816669E+12	1	6.816669E+12	129285.2	0.00
Model	4.869676E+11	4	1.217419E+11	2309.0	0.00
Error	7.645247E+09	145	5.272584E+07		

表 14：Fisher LSD 法檢驗各 Model 的 Current System Inventory

LSD test; variable Current System Inventory (Spreadsheet1) Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = 5273E4, df = 145.00						
Cell No.	Model	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		233582.7	303380.7	190384	209912.7	128625.3
1	101		0.00	0.00	0.00	0.00
2	102	0.00		0.00	0.00	0.00
3	104	0.00	0.00		0.00	0.00
4	106	0.00	0.00	0.00		0.00
5	108	0.00	0.00	0.00	0.00	

## Sold to market

由表 15 可知，在 5% 的顯著水準之下，各 Model 的 Sold to market 有顯著差異。並用事後檢定 Fisher LSD 法來檢定 Sold to market 差異的情況，如表 16 所示，雖然 102 增加產能 10% 但是 Sold to market 個數並沒有比較多。

表 15：各 Model 的 Sold to market 檢驗結果

Univariate Tests of Significance for Sold to market (Sold to market)					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	2.064947E+11	1	2.064947E+11	1366832	0.00
Model	2.828542E+07	4	7.071355E+06	47	0.00
Error	2.190595E+07	145	1.510755E+05		

表 16：Fisher LSD 法檢驗各 Model 的 Sold to market

LSD test; variable Sold to market (Sold to market)						
Probabilities for Post Hoc Tests						
Error: Between MS = 1511E2. df = 145.00						
Cell No.	Model	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		36748.	36793.	37490.	36727.	37758.
1	101		0.655255	0.000000	0.836099	0.000000
2	102	0.655255		0.000000	0.513726	0.000000
3	104	0.000000	0.000000		0.000000	0.008488
4	106	0.836099	0.513726	0.000000		0.000000
5	108	0.000000	0.000000	0.008488	0.000000	

## Throughput

由表 17 可知，在 5% 的顯著水準之下，各 Model 的 Throughput 有顯著差異。並用事後檢定 Fisher LSD 法來檢定 Throughput 差異的情況，如表 18 所示，102 增加產能 10% 所以 Throughput 是最多的。

表 17：各 Model 的 Throughput 檢驗結果

Univariate Tests of Significance for Throughput (Sold to market)					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	5.016793E+13	1	5.016793E+13	835790.2	0.00
Model	2.373717E+10	4	5.934292E+09	98.9	0.00
Error	8.703559E+09	145	6.002455E+07		

表 18：Fisher LSD 法檢驗各 Model 的 Sold to market

LSD test; variable Throughput (Sold to market)						
Probabilities for Post Hoc Tests						
Error: Between MS = 6002E4, df = 145.00						
Cell No.	Model	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		587305	595593	580165	566885	561647
1	101		0.000058	0.000486	0.000000	0.000000
2	102	0.000058		0.000000	0.000000	0.000000
3	104	0.000486	0.000000		0.000000	0.000000
4	106	0.000000	0.000000	0.000000		0.009771
5	108	0.000000	0.000000	0.000000	0.009771	

### Operating-expenses

由表 19 可知，在 5% 的顯著水準之下，各 Model 的 Operating-expenses 有顯著差異。並用事後檢定 Fisher LSD 法來檢定 Operating-expenses 差異的情況，如表 20 所示，102 的 Operating-expenses 是最多的。

表 19：各 Model 的 Operating-expenses 檢驗結果

Univariate Tests of Significance for Operating-expenses (Sigma-restricted parameterization)					
Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	4.767211E+13	1	4.767211E+13	421825.6	0.00
Model	2.918855E+11	4	7.297137E+10	645.7	0.00
Error	1.638700E+10	145	1.130138E+08		

表 20：Fisher LSD 法檢驗各 Model 的 Operating-expenses

LSD test; variable Operating-expenses (Sold to market)						
Probabilities for Post Hoc Tests						
Error: Between MS = 1130E5, df = 145.00						
Cell No.	Model	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		596882	529720	540661	546451	505036
1	101		0.00	0.000000	0.000000	0.00
2	102	0.00		0.000000	0.000000	0.00
3	104	0.00	0.00		0.036623	0.00
4	106	0.00	0.00	0.036623		0.00
5	108	0.00	0.00	0.000000	0.000000	

從上面 ANOVA 分析得知各 Model 的績效指標皆有顯著差異，至於導致差異程度多寡的原因將在下節 Model 結果分析裡詳述。

## 4.2 Model 結果分析

### Model 101

如表 4 所示 Miss to market、Miss to client 與 Return 次數都相對的比較高，導致其 NP 績效也相對較少，原因是由於補貨方式為 Push 導致預測需求不準確以及補貨時間太長等等，所以工廠常生產出不是顧客所要的產品，區域倉庫與零售商的庫存水位也都無法掌控，加上產品壽命有限導致產品滯銷或退貨，這便是傳統供應鏈配銷的缺失。

### Model 102 & Model 101

Model 102 雖然產能提升了 10%，但績效指標相較於 Model 101 並沒有好轉反而更差，其原因是產能雖然增加，但預測需求依然不準確且補貨時間還是太長所以工廠生產出來的產品一樣不是顧客所需求的，所以 Miss to market 與 Miss to client 依然過高如表 4 所示，產能增加反而造成庫存成本增加(表 14)以及產品 Return 更多導致 Net Profit(表 12)更少，所以驗證「產能不足」不是傳統供應鏈配銷管理缺失的主要原因，而是供應鏈配銷的結構上有錯。

### Model 104 & Model 101 & Model 102

Model 104 導入了 Demand pull 就不再有錯估需求的現象出現，加上其 Client Behavior(顧客行為)變成是 Good Client(附錄)的補貨方式，其補貨時間與頻率較短，可以降低庫存水位與縮短補貨時間，所以 Miss to Market、Return 以及 Inventory 都大幅地降低，而導致 Net Profit 大幅提升，進而驗證 Demand pull 運用在零售商與區域倉庫之間確實能改善預測需求不準確以及補貨時間太長的缺失。

由表 6 驗證 Fisher LSD 法驗證出 Model 104 的 Miss to client 的次數增加，是因為 Model 104 零售商目標庫存水位為 36(附錄)比 Model 101 的 60 還低，加上工廠與配銷商這一端還是使用 Push 模式來補貨，所以使零售商相較於 Model 101 更容易缺貨，導致 Miss to client 情況增加。

Model 104 與 Model 102 比較可發現，增加產能所帶來的效益遠遠不及把 Demand pull 運用在零售商與區域倉庫之間，並且更進一步驗證傳統供應鏈配銷的結構上有錯，

應該讓 Demand pull 取代 Pull。

### **Model 106 & Model 101**

由表 4 所示 Model 106 的 Miss to client 為 0，是因為建構一個中央倉庫，可以準確了解各區域倉庫的庫存並且進行協調補貨的動作，解決傳統供應鏈配銷在各區域倉庫無法進行補貨協調的缺失，所以建造中央倉庫可以有效改善 Miss to client，但即使工廠與區域倉庫之間管理很好，而零售商與區域倉庫這一端仍然採用 Push 補貨模式導致無法改善市場「預測不準確」的缺失，一樣還是會有 Miss to market 的現象發生，所以驗證供應鏈上若只有部分採用 Demand pull 其效用有限，都只能解決供應鏈配銷部分的缺失。

### **Model 108 & Model 101 & Model 102 & Model 104 & Model 106**

如表 16 的 Fisher LSD 法可以檢驗出 Model 102 賣出產品的數量比 Model 108 的少，雖然 Model 102 產能比其他 Model 多了 10%，但賣出的產品數量卻比採用 Demand pull 的來的少，其原因為傳統配銷管理的缺失不是產能不足的問題，而是管理的結構上出錯，應該採用 Pull 模式補貨。

如表 4 所示，Model 104 和 Model 106 都只有局部採用 Demand pull，其績效指標都只有局部的改善，只有改善局部供應鏈配銷系統的缺失，而 Model 108 則把零售商、區域倉庫、工廠區間的下單方式全部變成 Demand Pull 模式補貨，以用多少補多少為原則，下游實際需求多少便向上游補貨多少，並建造中央倉庫以及緩衝管理來監控庫存水位，幾乎沒有 Miss to market 與 Miss to client 以及 Return 的現象，且 NP 值也是最高的，於是我們可以得到兩個個結論，第一個是運用 TOC 的管理手法確實能解決供應鏈配銷結構上「供應商不可靠」、「預測需求不準確」以及「補貨時間太長」的缺失，第二個是做整體供應鏈配銷管理的改善會比局部改善來的有成效。

# 第五章 結論與未來研究方向

## 5.1 結論

本研究是在一個供應鏈配銷的情境下去驗證拉式(Demand pull)補貨模式的管理績效相對優於推式(Push)補貨模式，並搭配配銷模擬遊戲來探討傳統配銷管理的缺失該如何解決，從實驗結果分析可得下列幾個結論。

1. 造成傳統供應鏈配銷績效不好的主要原因是供應鏈的結構上有問題，應該把 Push 補貨模式改變成 Demand pull 補貨模式，且將生產時間與運送時間分開，補貨時間則只剩下運送時間，便可縮短補貨時間。
2. 倘若供應鏈配銷仍然是以 Push 模式運作，即使產能增加零售商還是無法滿足市場需求，反而造成庫存變多以及產品滯銷與退貨情況增加導致淨利降低。
3. 供應鏈如果只做局部的改善，其改善的效果有限，應該是要做整體供應鏈的改善才有其效果。
4. 建立中央倉庫把大部分的庫存放置在供應的源頭，各區域倉庫只持有補貨時間內的需求量，可大幅降低各區域倉庫的庫存量 and 補提高補貨的可靠度。
5. TOC 拉式補貨模式的操作方式不需要對員工做長時間的教育訓練就能運作，尤其在供應鏈配銷的大環境下更能顯現其簡單以及有效性。

## 5.2 未來研究方向

雖然本研究驗證若把供應鏈配銷的 Push 模式補貨改變成 Demand pull 模式補貨則可以解決績效不佳的現象，但不代表 Demand pull 模式補貨可以運用在任何環境，且現今許多產品的生命週期都十分短暫，至於 TOC 的 Demand pull 模式補貨是否能有效運用在產品生命週期短的環境下將是未來值得研究的方向。



## 參考文獻

- [1] Amir Schragenheim, Managing Distribution According to TOC Principles, Inherent Simplicity, 2007.
- [2] Chase, Richard B. and Aquilano, Nicholas J. and Jacobs F. Robert, Operations Management for Competitive Advantage, the McGraw-Hill Companies, 2006.
- [3] Goldratt, E. M., & Goldratt, A. R. TOC Insights,  
<http://toc-goldratt.com/store/product.php?productid=16270>, 2003.
- [4] Goldratt, E.M., “Theory Of Constraints”, North River Press, Croton-on-Hudson, NY, 1990.
- [5] Goldratt, E.M., Cox, J., “The Goal: A Process of Ongoing Improvement”, North River Press, 1992
- [6] Lummus, R.R. and ALber, K.L., Supply Chain Management: Balancing the Supply Chain with Customer Demand, The Educational and Resource Foundation of APICS falls Church, VA, 1997.
- [7] Scheinkopf, L.J., “Thinking for a Change: Putting the TOC Thinking Processes to use”, CRC press, St. Lucie press, 1999.
- [8] Smith, D., “The Measurement Nightmare How the Theory of Constraints Can Resolve Conflicting Strategies, Policies, and Measures”, CRC Press, St .Lucie Press, 1999.
- [9] 江志緯，「以實驗比較推式系統與拉式系統在供應鏈之績效」，國立交通大學，碩士論文，民國98年。
- [10] 李榮貴、張盛鴻，TOC限制理論：從有限走向無限，中國生產力中心，民國94。
- [11] 袁國榮，「強化限制理論Demand pull補貨模式之研究」，國立交通大學，博士論文，2004。
- [12] 蔡佳玲，「TOC 配銷管理模擬器之開發」，國立交通大學，碩士論文，民國 97。



# -附錄

## 1.1 三種 Client Behavior(顧客行為)的補貨方式

模擬遊戲各Model其零售商都有一個Client Behavior(顧客行為)的補貨方式，Client Behavior總共有三種，分別為Normal Client、Good Client、Subordinate Client，其補貨頻率、下單以及庫存水準皆不相同，如下表1-1所示。

表 21 Client Behavior 關係表

特性\Client Behavior	Normal	Good	Subordinate
Model	Model 101 Model 102 Model 106	Model 104	Model 108
目標庫存水位	Max=60(10週) Min=24	Max=36(6週) Min=24	Max=36(6週) Min=24

### 1. Normal Client

Normal Client的Order time為1週，庫存方法是Max-MIN，其最高庫存水準為MAX=60(10週)，MIN=24(4週)，而新的平均需求公式如下：

$$\text{New average} = \frac{(2 \text{倍舊的平均需求} + \text{最後一期賣的數量})}{3}$$

Normal Client補貨的機制表示如圖1所示，其中圖裡的A代表New average，因為隨著季節性的需求改變，得算出新的平均需求量以避免產品缺貨的現象發生。

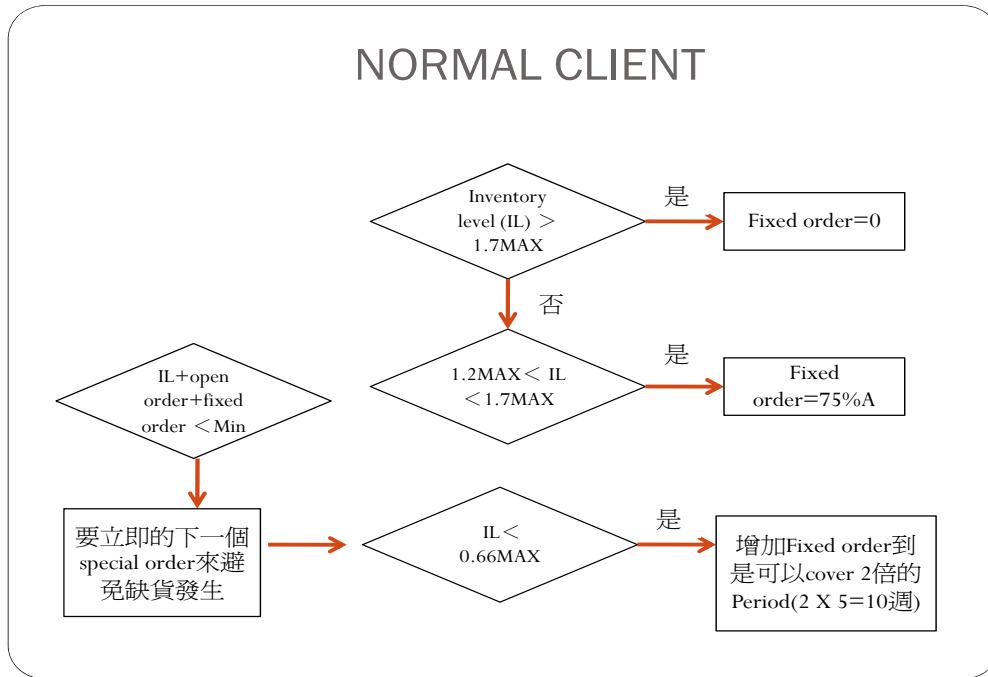


圖 11 Normal Client 流程圖

## 2. Good Client

Good Client 的 Order time 為 1 週，庫存方法是 Max-Min，其最高庫存水準為 MAX=36 天(6 週)，MIN=24 天(4 週)，而新的平均需求公式如下：

$$\text{New average} = \frac{(5 \text{ 倍舊的平均需求} + \text{最後一期賣的數量})}{6}$$

Good Client 補貨的機制分成兩種：

- Weekly decision=Max - (IL + open order)，也就是說把庫存補到 Max 庫存水位〔但得扣掉在途庫存(open order)〕
- Daily decision：若 current level + open order < Min 則會提出一個緊急訂單(Urgent order)，在此情況下如果有 Miss to market 事件發生則
  - 1 把 Miss to Market 個數總合加到 Max
  - 2 把  $\frac{\text{Miss to market 各數總和}}{2}$  加到 Min

此兩種機制平常都是以 Weekly decision 為主，除非有 current level + open order < Min 的情況發生則改採用 Daily decision。

### 3. Subordinate Client

Subordinate Client的補貨機制都跟Good Client補貨機制一樣，只有Weekly decision和Daily decision不同。

- Weekly decision：沒有Weekly decision
- Daily decision：如果current level < Min，則open order要立即履行，讓reign(區域倉庫)有足夠的庫存，而且這邊的order是每天下單，都把庫存水位補到Max(安全庫存)，即TOC『用多少，補多少』。而透過緩衝管理的手法來調整最高與最低庫存水位的方式如下：
  1. 倘若IL低於Min兩次則提高Max-Min最高庫存水位10%。
  2. 若上述事件沒有發生，且Max是average的三倍，則降低Max-Min的最低庫存水位5%。

#### 1.2 模擬遊戲的績效指標

為了比較配銷模式的改變所帶來的影響，本研究需要績效指標來衡量，表2是遊戲裡每週的報表指標整理以及各指標的意義與公式。

表 22 績效指標示意圖

績效指標	
Miss Clients (零售商客戶缺交)	區域倉庫在每週結束前缺交零售商客戶下的訂單數量
Miss Market (市場缺交)	市場要的產品數量，但是零售商客戶貨架上確是缺貨
Returns(退貨)	售給零售商客戶貨品過時退回金額(以實際售價計算)
NP(淨利)	公式：T - OE (請參考表Throughput與Operating Expense的定義)
ROI(投資報酬率)	公式： $NP/I$ I 是公司被綁在存貨與實體設備上的總投資
Cash(淨現金)	公式：期初現金 + 收益 - 費用
Throughput (有效產出)	公式： $\$15 \times$ 銷售給零售商數量 (請參考銷售給零售商數量)
Inventory	公式：(廠內，運輸中與區域倉庫總數量) $\times$ \$20

(存貨)	
<b>Operating Expense</b> (營運費用)	公式：運輸總成本，存貨利息，退貨，工廠與區域倉庫營運成本總和(請參考下列名稱的定義)
<b>Sales to Clients</b> (售予零售商金額)	公式：售予零售商數量×\$35
<b>Transport Expenses</b> (運輸費用)	從工廠運送至區域倉庫所花的金額
<b>Interest Expenses</b> (利息)	庫存持有成本 公式：存貨數量×\$20×5%
<b>Returns Expenses</b> (退貨費用)	退回給零售商的金額 公式：退貨數量×\$35
<b>Fixed Expenses</b> (固定費用)	工廠與區域倉庫的營運費用 固定為每週 \$8,000
<b>RM Purchased</b> (材料購入)	公式：\$20×購入數量
<b>Pieces Produced</b> (生產數量)	公式：工廠已生產數量
<b>Sold to Client</b> (售予零售商客戶數量)	公式：區域倉庫依零售商客戶下的訂單且已運送給零售商客戶的數量
<b>Sold to Market</b> (售予市場的數量)	公式：零售商售出的數量 從零售商客戶貨架上售出
<b>Line Utilization</b> (生產線的使用率)	生產，公式：工廠生產時間百分比 換線，公式：供廠換線時間百分比
<b>Line Utilization</b> (生產線的使用率)	$100\% - (\text{生產百分比} + \text{換線百分比}) = \text{工廠停線百分比}$
<b>Current System Inventory</b> (目前的系統存貨)	所有在工廠，在運輸中，在區域倉庫與在零售商客戶倉庫與貨架上所有的存貨總和
<b>Starting System Inventory</b> (期初系統的存貨)	模擬一開始所有在工廠，在運輸中，在區域倉庫與在零售商客戶倉庫與貨架上所有的存貨總和