

國立交通大學
工業工程與管理學系

碩士論文

限制理論應用在配銷管理之實證研究

The Application of TOC Demand-Pull Management



研究生：翁立宇

指導教授：李榮貴 教授

中華民國九十三年六月

限制理論應用在配銷管理之實證研究

The Application of TOC Demand-Pull Management

研究生：翁立宇

Student :Li-Yu Weng

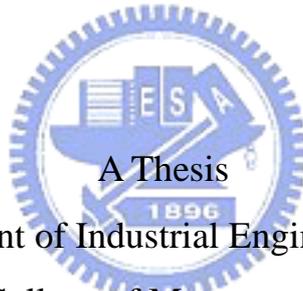
指導教授：李榮貴 博士

Advisor : Dr. Rong-Kwei Lee

國立交通大學

工業工程與管理學系碩士班

碩士論文



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 2004

Hsin-Chu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十三年六月

限制理論應用在配銷管理之實證研究

研究生：翁立宇

指導教授：李榮貴 博士

國立交通大學工業工程與管理學系碩士班

摘要

在供應鏈中傳統以預測的方式決定區域倉庫的庫存量，造成區域倉庫堆積著大量的存貨卻總是短缺客戶所要的種類的問題。為了解決此問題，本研究將應用限制理論(Theory of Constraints, TOC)觀念，使用其發展出來的 Demand-pull 與 Buffer management 方式，並以一家健康器材公司的案例驗證限制理論的庫存管理方式可以幫助公司降低整體的庫存水準以及滿足客戶的需要。實際驗證結果顯示，以限制理論的庫存管理方式運作在平均庫存、有效產出天·元(Throughput-Dollar-Days, TDD)及存貨天·元(Inventory-Dollar-Days, IDD)的績效表現皆優於驗證前之表現。

關鍵詞：供應鏈、限制理論、需求-拉、緩衝管理

The Application of TOC Demand-Pull Management

Student : Li-Yu Weng

Advisor : Dr. Rong-Kwei Lee

Department of Industrial Engineering and Management
National Chiao Tung University

Abstract

Traditionally, inventory of the regional warehouse is determined by forecasting, this always lead to the problems such as too much inventory or too little inventory. TOC demand-pull and buffer management has claimed a good solution to solve the problems. Therefore, in this research, a case is developed to test the feasibility and validity of the solution. The results shown that TOC demand-pull and buffer management outperform the other solutions such as (s,Q), (s,S), (R,S), (R,s,S) and (s,Q,R).

Keywords: Supply chain, TOC, Demand- pull, Buffer management

誌謝

本論文得以順利完成首先感謝李榮貴教授這兩年來的細心指導和教誨，讓學生對限制理論有了更深一層的認識，在此致上最崇高的敬意。同時，在口試期間承蒙張盛鴻與杜瑩美老師提供許多寶貴的建議，令我獲益良多，於此一併致謝。

在這段日子裡，有幸得到研究室的運金學長、志翰同學提供許多寶貴的經驗與意見，讓論文增色不少，此外特別要感謝喬山科技公司的勇華學長在論文撰寫的過程中給予大力的協助及指導，使本文更臻完善，同時也感激曾經一起渡過徬徨、一起聊天玩樂、和一起上課日子的同學及學弟們，以及女友麗萍的鼓勵與支持，沒有你們的協助本論文是無法形成的。

最後，由衷感謝我的父母及家人在這些日子來的體諒與支持。在此感謝所有曾經幫忙與協助我的人，在我成長的日子裡，謝謝你們的鼓勵、幫助與支持。



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.....	1
1-3 研究限制.....	2
1-4 研究架構.....	2
第二章 存貨管理方式之探討.....	3
2-1 傳統的存貨管理政策.....	3
2-2 TOC的存貨管理政策.....	4
第三章 實例驗證.....	11
3-1 參數設定.....	11
3-2 結果與分析.....	12
3-2-1 公司運作模式與Demand-Pull模式之探討.....	12
3-2-2 緩衝庫存的建構模式.....	14
3-2-3 緩衝庫存的調整模式.....	16
3-2-4 Demand-Pull模式與傳統存貨補貨模式的比較.....	17
3-2-5 停售產品的運作模式.....	20
第四章 結論.....	22
參考文獻.....	24

圖目錄

圖 2-1 (s, Q)存貨系統	3
圖 2-2 (s, S)存貨系統.....	4
圖 2-3 典型的供應鏈衝突	5
圖 2-4 Demand-pull模式示意圖	7
圖 2-5 Buffer Management示意圖	8
圖 2-6 Buffer Management運作結果.....	9
圖 3-1 緩衝庫存調整之模式	16



表目錄

表 2-1 產品銷售	7
表 2-2 Demand-pull方式運作結果	7
表 2-3 產品銷售累積量	9
表 3-1 公司運作模式與Demand-Pull模式	13
表 3-2 目標緩衝庫存量	15
表 3-3 緩衝庫存水準 100%、服務水準 99.99%與服務水準 90%	15
表 3-4 緩衝庫存量調整方式之比較	17
表 3-5 傳統存貨補貨之參數值	18
表 3-6 Demand-Pull模式與傳統存貨補貨模式之比較	18
表 3-7 停售產品運作模式	21



第一章 緒論

1-1 研究背景與動機

二十一世紀是全球化經營的時代，企業的經營版圖將不再侷限於同一地區，而是在全球各地設立其營運中心、工廠以及倉庫，然而在策略的考量下並非每個地區都會設立工廠，當客戶在離工廠較遠的地方，且能夠容忍的時間比工廠生產加運送的時間短時，企業會在接近客戶的地區備庫存，建構區域發貨倉庫以滿足客戶的需求。但是由現實中發現每個區域倉庫的經理人都面臨同一個問題，就是區域倉庫堆積著大量的存貨卻總是短缺客戶所要的種類，而造成此問題是源自於企業對供應鏈管理做了錯誤的假設：「為了提供更佳的供貨服務品質，必須將大部分的庫存盡量靠近客戶」，因為當大部分的庫存放在離客戶較近的地方時，企業為了滿足客戶的需求會以過去的平均需求量作為區域倉庫的庫存量，然而需求量的變動是不可預測的所以會造成實際與平均值有極大的差異，而導致缺貨頻繁於是企業以增高庫存量的方式加以保護，但此方法只會提高整體庫存並沒有解決真正的問題。

Dr. Goldratt 認為要解決上述的問題必須先改變過去對庫存管理的方式，將原本“推”(Push)的做法改成以客戶需求為主“拉”(Pull)的觀念，以及將庫存從靠近客戶的地方回流到源頭【3】，經由此觀念的轉移真的可以讓企業整體的庫存降低以及滿足客戶的需求嗎？引起本研究探討的動機。

1-2 研究目的

本研究的目的主要是透過一家健康器材公司的個案驗證限制理論的方式可以真正的落實在存貨管理上，並且在平均庫存、TDD 及 IDD 此三項績效衡量指標上所得到的結果能優於目前公司的存貨政策，同時進一步探討所衍生出的相關

問題，如：限制理論的緩衝庫存量對庫存之影響、緩衝庫存調整的大小對庫存之影響、Demand-Pull 方式在庫存上是否較傳統的存貨補貨政策好及停售產品的運作模式。

1-3 研究限制

本研究以個案公司的例子做驗證，由於個案的產品種類非常多、產品壽命週期短以及產品多屬於客製化產品，因此對研究的產品基本上有下列各項因素限制：

1. 一年內產品銷售數量不及 1000 個以上將不納入考量。
2. 產品銷售數據不足一年，不納入考量。
3. 個案的運輸方式是採用海運的方式，因此在不增加成本的情形之下，個案所需的前置時間不能縮短。
4. 個案的運輸方式是採用海運的方式，即使每天訂貨也至少需要一周時間才可出貨。



1-4 研究架構

本研究架構分為五章，第一章敘述研究的背景、動機、目的、限制與架構；第二章為文獻探討，主要在蒐集與彙整與本研究主題相關的文獻，分為傳統的存貨補貨政策以及 TOC 存貨補貨政策；第三章為實證分析，將本研究所探討的情境以個案公司的資料進行結果的分析與比較，情境包括了公司運作模式與 Demand-Pull 模式之探討、緩衝庫存的建構模式、緩衝庫存的調整模式、Demand-Pull 模式與傳統存貨補貨模式的比較及停售產品的運作模式；第五章為結論。

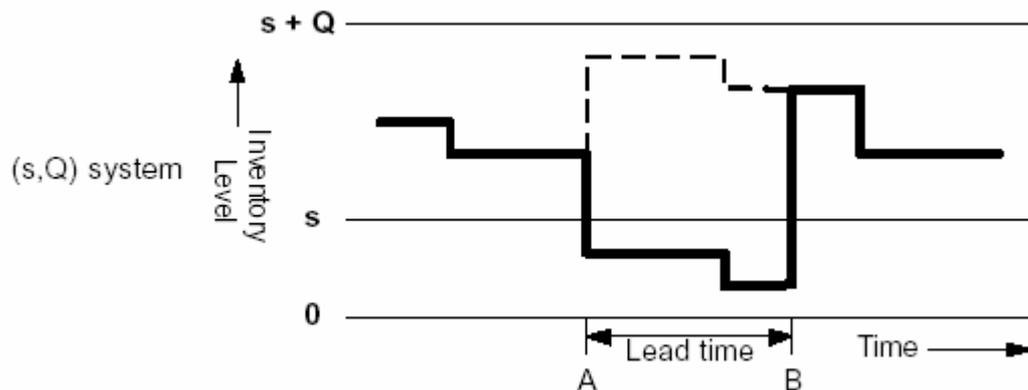
第二章 存貨管理方式之探討

2-1 傳統的存貨管理政策

傳統上學者一般將存貨管制分為兩類：一類為永續盤存制；另一類為定期盤存制，本研究將此兩類分別敘述如下：

永續盤存制必須經常檢查存貨紀錄，當存貨水準抵於訂購點時，則將存貨補充一固定數量亦或是補充至最高上限，因此永續盤存制可分為兩項：

1. (s, Q) 存貨政策：當庫存量降低至再訂購點 s 時，訂購一固定的數量 Q ，如圖 2-1 所示。通常 Q 可視為經濟訂購量，而 s 則依設定的服務水準而定，此系統的優點為相當簡單且不易發生錯誤，而缺點為當需求量大於訂購量 Q 時，將無法有效的處理。

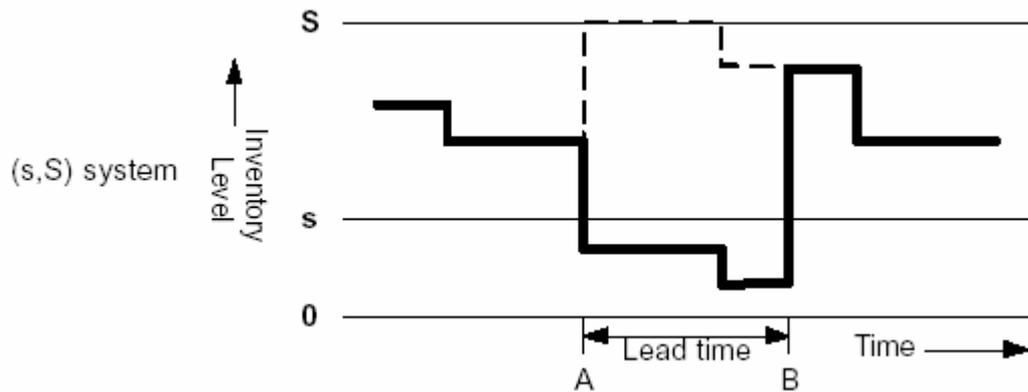


資料來源：【5】

圖 2-1 (s, Q) 存貨系統

2. (s, S) 存貨政策：當庫存量降低至再訂購點 s 時，訂購一不定的數量 Q 使存貨增加至 S ，如圖 2-2 所示。 (s, S) 系統與 (s, Q) 系統的差異在於 (s, S) 系統每次的訂購數量為變動的，但若是每次訂購的數量為一固定的量時，則 (s, S) 系統與 (s, Q) 系統是相同的。此系統的優點為 (s, S) 系統所計算的總成本較 (s, Q) 系統

小，而缺點為訂購量為一變動的數，容易使供應商預測錯誤。



資料來源：【5】

圖 2-2 (s, S)存貨系統

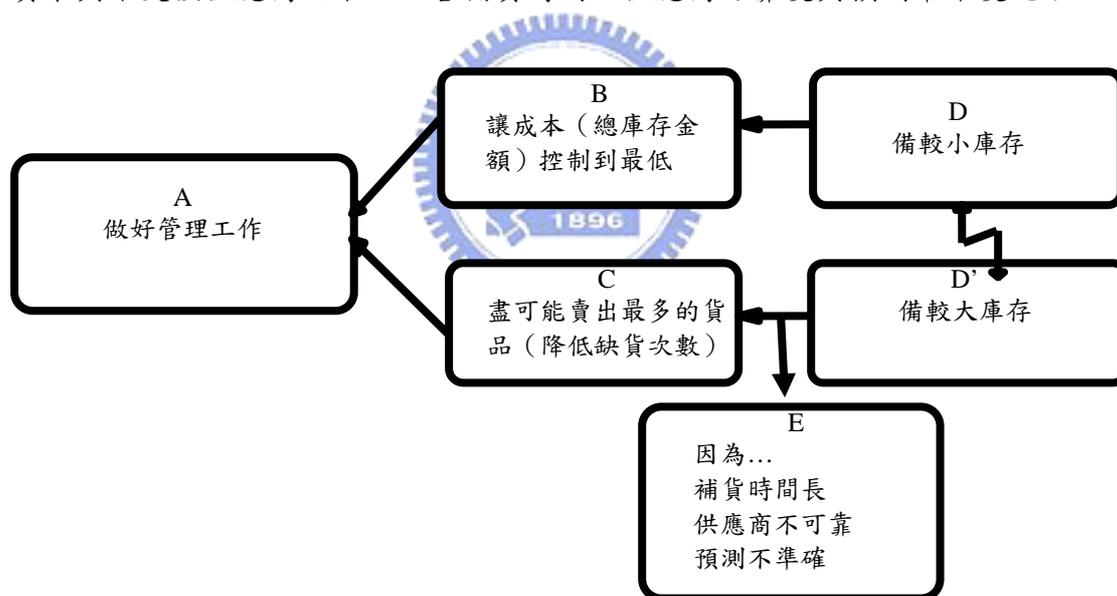
定期盤存制是每隔一段時間 R 檢查存貨紀錄，在檢查後將存貨數量補充一固定數量亦或是補充至最高上限，因此定期盤存制可分為兩項：

1. (R, S) 存貨政策：每隔一段時間 R ，訂購一不定的數量 Q 使存貨增加至 S 。此系統的優點為需求是隨著時間改變的，而缺點為存貨成本較永續盤存制高。
2. (s, Q, R) 存貨政策：此系統為 (s, Q) 存貨系統的修正形式，每隔一段時間 R 檢查庫存量，當存貨低於再訂購點 s 時，訂購一固定數量 Q ；若存貨未低於再訂購點 s 則不訂購。
3. (R, s, S) 存貨政策：此系統結合了 (s, S) 系統與 (R, S) 系統，每隔一段時間 R 檢查庫存量，當存貨低於再訂購點 s 時，訂購一不定的數量 Q 使存貨增加至 S 。此系統的優點為總成本較其他系統低，而缺點為不容易了解使用。【4】【5】【6】【9】

2-2 TOC 的存貨管理政策

限制理論是以色列的物理學家及企管顧問 Dr. Goldratt 於 80 年代初創【2】，其原本主要是應用於生產方面，而現今限制理論已經擴展到其他層面，包括作業管理、財務管理與績效評估、專案管理、配銷與供應鏈管理、行銷、銷售、人員管理及公司策略和戰略等八個層面。

在配銷與供應鏈管理方面 Dr. Goldratt 認為存在著一個衝突，如圖 2-3 所示。每一位經理人的目標都是要做好供應鏈管理。而做好管理必須要能做到(B)成本或是總庫存金額控制到最低以及(C)盡可能賣出最多的貨品或是降低缺貨次數，但是為了讓成本控制到最低，就必須(D)備較小的庫存；同時，為了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，因此產生了衝突。Dr. Goldratt 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：【7】

圖 2-3 典型的供應鏈衝突

由圖 2-3 的衝突圖可以了解要打破此衝突圖，首先要改變的是補貨時間長、供應商不可靠以及預測不準確，茲說明如下：

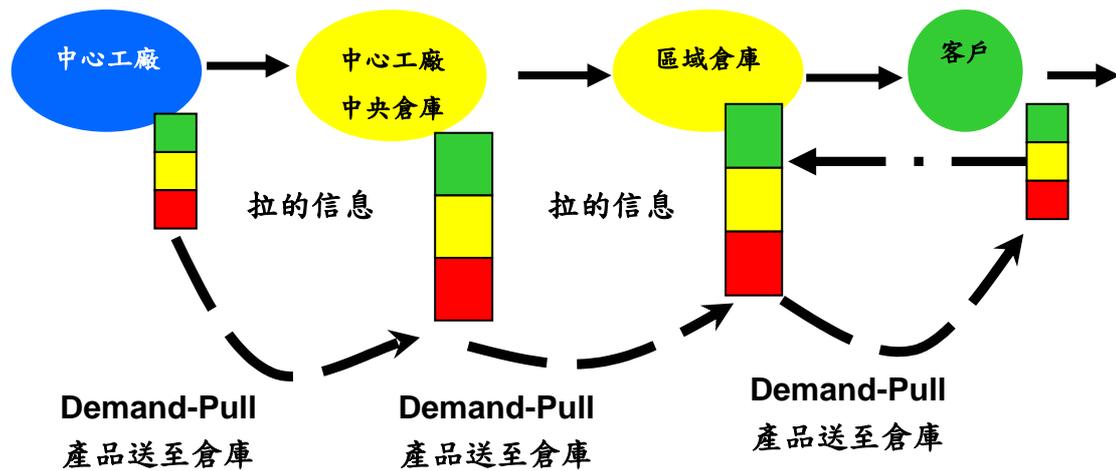
1. 補貨時間長：從供應鏈的庫存做考量，通常我們可以發現庫存都在供應鏈的末端，也就是在零售商或批發商的手上，而零售商或批發商往往以補貨時間

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作為應付。
3. 預測的不準確：預測系統只能預測趨勢，並不能預測實際的需求量。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。

要解決上述的問題必須把過去的作業模式加以改變，因此限制理論提出以 Demand-pull 及 Buffer Management 方式取代公司過去的作業模式，Demand-pull 及 Buffer Management 的運作方式茲說明如下：【1】

1. Demand-pull：此方法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，如圖 2-4 所示。例如，產品的一個月銷售數量如表 2-1 所示，當公司採取兩天訂購一次以及訂單的補貨前置時間為 4 天，以 Demand-pull 方式運作時第 2 天需訂購 9 個，第 4 天訂購需訂購 4 個，以此類推結果如表 2-2 所示。



資料來源：【7】

圖 2-4 Demand-pull 模式示意圖

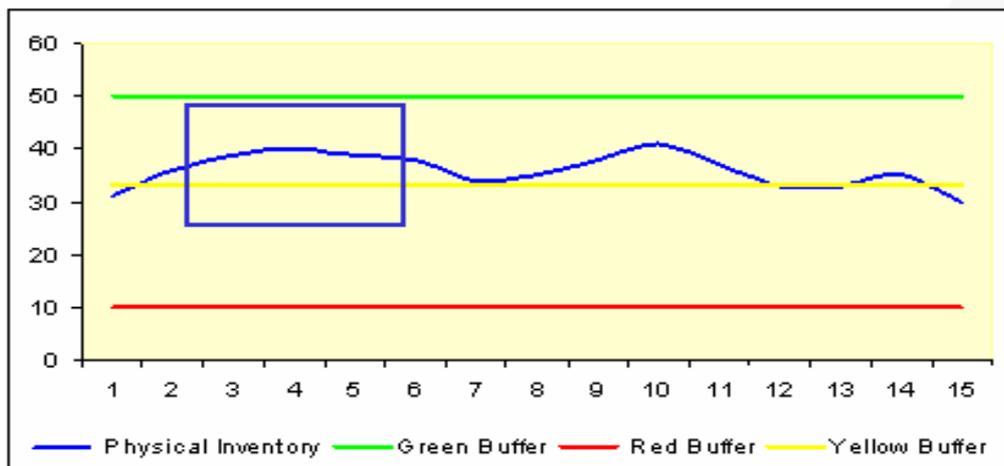
表 2-1 產品銷售

日期	銷售量	日期	銷售量	日期	銷售量
1	4	11	6	21	2
2	5	12	3	22	6
3	1	13	5	23	6
4	3	14	3	24	3
5	4	15	6	25	2
6	5	16	3	26	6
7	3	17	4	27	2
8	5	18	1	28	1
9	3	19	3	29	3
10	1	20	2	30	5

表 2-2 Demand-pull 方式運作結果

日期	銷售量	訂購量	日期	銷售量	訂購量	日期	銷售量	訂購量
1	4		11	6		21	2	
2	5	9	12	3	9	22	6	8
3	1		13	5		23	6	
4	3	4	14	3	8	24	3	9
5	4		15	6		25	2	
6	5	9	16	3	9	26	6	8
7	3		17	4		27	2	
8	5	8	18	1	5	28	1	3
9	3		19	3		29	3	
10	1	4	20	2	5	30	5	8

2. Buffer Management：緩衝管理是一種監控工廠及區域倉庫庫存量的方法，在限制理論中以補貨前置時間內的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為三部分，分別為忽略區(綠色線至黃色線)、警告區(黃色線至紅色線)以及趕工區(紅色線以下)，如圖 2-5 所示。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就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。例如，產品的一個月銷售數量如表 2-1 所示，當補貨前置時間為 4 天的情形下，產品每 4 天的銷售累積量如表 2-3 所示，因此將產品的目標緩衝庫存量設定為 17 個。當目標緩衝庫存量設定為 17 個之後將其分成三等份，分別為庫存量 14 個以上為忽略區、庫存量在 4 至 14 之間為警告區以及庫存量 4 個以下為趕工區。經由上述步驟之後發現在第 4 天庫存量降為 4 個時，將目標緩衝庫存量調高為 21 個，以此類推結果如圖 2-6 所示。



資料來源：【7】

圖 2-5 Buffer Management 示意圖

表 2-3 產品銷售累積量

日期	銷售量	累積銷售量	日期	銷售量	累積銷售量	日期	銷售量	累積銷售量
1	4		11	6	15	21	2	8
2	5		12	3	13	22	6	13
3	1		13	5	15	23	6	16
4	3	13	14	3	17	24	3	17
5	4	13	15	6	17	25	2	17
6	5	13	16	3	17	26	6	17
7	3	15	17	4	16	27	2	13
8	5	17	18	1	14	28	1	11
9	3	16	19	3	11	29	3	12
10	1	12	20	2	10	30	5	11

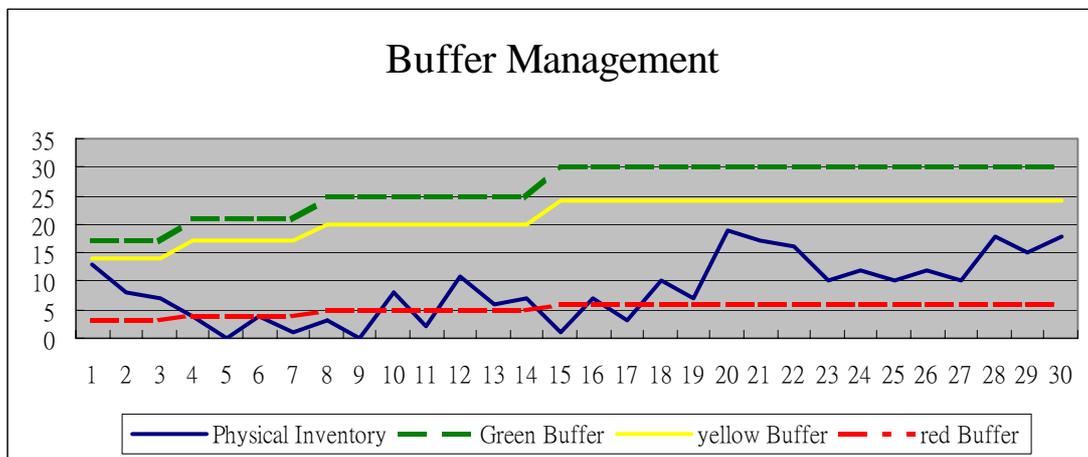


圖 2-6 Buffer Management 運作結果

在績效衡量方面 Dr. Goldratt 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：【8】

1. 有效產出天·元(Throughput-Dollar-Days, TDD)：主要是考慮可靠度，也就是事情應該做的很好但是卻沒有，因此當公司或部門間對顧客訂單所承諾的交期無法達成時，便開始計算 TDD 的值來顯示沒有達成的程度。計算的方式為有效產出的價值乘上訂單延誤天數的總和，當 TDD 值愈大時表示訂單延遲過久，對公司會造成嚴重的損失，因此公司或部門必須追求 TDD 的值為零。
2. 存貨天·元(Inventory-Dollar-Days, IDD)：主要是考慮效率，也就是事情不需

做的很好但是卻做的很好，因此當公司生產過多的存貨就是沒有效率，因為這樣不僅造成原物料的浪費，同時使得存貨費用提升。計算的方式為存貨的價值乘上在倉庫停留時間的總和，當 IDD 值愈大時表示該部門或公司堆積了過多的存貨，造成存貨費用的增加以及造成其他產品因為沒有原物料可供生產而產生延遲交貨的情形，所以公司或部門必須降低 IDD 的值。



第三章 實例驗證

3-1 參數設定

傳統的存貨補貨方面有 5 種模式，分別為永續盤存制的(s,Q)與(s,S)以及定期盤存制的(R,S)、(R,s,S)與(s,Q,R)。在設定各種模式的參數之前，首先需要下列的資訊：【5】

1. AVG = 產品的平均每日需求。
2. STD = 產品每日需求的標準差。
3. L = 從工廠到區域發貨倉庫的補貨前置時間。
4. S = 每次訂購之固定成本。
5. H = 持有一單位產品一天的成本。
6. α = 服務水準。

永續盤存制的(s,Q)與(s,S)方面所要設定的參數為說明如下：

1. s ：再訂購點，公式為 $L \times AVG + z \times STD \times \sqrt{L}$ 。
2. Q ：經濟訂購量，公式為 $\sqrt{\frac{2 \times AVG \times S}{H}}$ 。
3. S ：訂購上限，公式為 $\max\{Q, L \times AVG\} + z \times STD \times \sqrt{L}$ 。

在定期盤存制方面，本研究是每兩星期($R = 14$)去檢視存貨的情況，但所驗證的個案公司其每樣產品從下單開始需經過 30 天的生產時間以及 30 天的海運時間，在不考量延遲的狀況下，將所有訂單的補貨時間統一設定為 60 天，意即今天的訂單在 60 天後將運送至區域發貨倉庫，由於檢視週期較補貨時間短，因此原本定期盤存制 $S = AVG \times (L + R) + z \times STD \times \sqrt{(L + R)}$ 中的 R 將不計算在內，所以定期盤存制中所使用的參數 s 、 Q 與 S 與永續盤存制相同。

在 Demand-pull 模式中所要設定的參數為目標緩衝庫存量，其設定的方式為

累積補貨前置時間內的最大需求量，所以本研究將目標緩衝庫存量設定為每 60 天內的最大需求量。

3-2 結果與分析

目前公司銷售的產品種類多達一百多種，但由於其大多數的產品屬於客製化的產品，所以有大部分的產品在一年內其銷售數量未及 1000 個，而本研究所探討的產品皆限制其每年的銷售數量需達 1000 個以上，因此本研究將在其一百多種產品當中選擇其中的 15 種產品做探討，其中包含了 10 種明年繼續銷售的產品，以及 5 種銷售至 2003 年的產品。

本研究主要是探討將目前公司運作的方式改為用 Demand-pull 的方式之後公司的庫存水準是否有明顯的降低，以證明 Demand-pull 模式是個可行的方式，此外在探討的過程中也延伸出一些相關的問題，就是目標緩衝庫存量多少才合理、對庫存水準監控時如何有效的調整目標緩衝庫存量、Demand-pull 模式是否較目前廣泛使用的傳統存貨補貨政策來的優異以及面對停售產品 Demand-pull 模式的運作機制，茲說明如下：

3-2-1 公司運作模式與 Demand-Pull 模式之探討

本節主要是將個案公司實際的數據資料套用在 Demand-Pull 模式中，然後將其所得的結果與目前公司運作的結果做個比較分析。公司目前的運作模式是預測各種不同產品的需求量，區域倉庫則依據此預測量做下訂單的依據，而工廠的生產方式則是以批量的方式進行；Demand-pull 模式則是依據銷售的數量向工廠下訂單，而工廠依據訂購量做生產補貨。Demand-pull 模式的操作步驟說明如下：

1. 由於個案公司的產品有明顯的淡、旺季之分，因此在計算目標緩衝庫存量時，也將目標緩衝庫存量分為淡季的目標緩衝庫存量與旺季的目標緩衝庫存量兩種。個案公司產品的淡季大約是 4 月至 10 月，而旺季大約是 11 月至 3 月，因此分別累積淡、旺季每 60 天內的需求量，經由 Excel 的樞紐分析表可得到

淡、旺季每 60 天內的最大需求量，再將此淡、旺季每 60 天內的最大需求量分別為淡、旺季的目標緩衝量。

2. 訂單從訂購至入庫需花費 60 天的時間，因此在淡、旺季的目標緩衝量之設定上，必須提早兩個月的時間，意謂每年的 2 月必須將目標緩衝庫存量從旺季的目標緩衝量調降為淡季的目標緩衝量，同樣每年的 9 月必須將目標緩衝庫存量從淡季的目標緩衝量調降為旺季的目標緩衝量。
3. 每隔兩個星期發一次訂單，訂單的量等於兩個星期內的需求量，而訂單將於 60 天後入區域倉庫。
4. 將目標庫存量分為 5 等份，如圖 3-1 所示。緩衝管理就是當目前的庫存量上升至目標庫存量的 4/5 以上時，將目標庫存量調降 1/5；同樣的，當庫存量下降至目標庫存量的 1/5 以下時，將目標庫存量調升 1/5。
5. 計算平均庫存、TDD 與 IDD 值，並與公司目前運作模式所得到的平均庫存、TDD 與 IDD 值做比較。

經由上述步驟，每種產品的平均庫存、TDD 與 IDD 結果如表 3-1 所示。

表 3-1 公司運作模式與 Demand-Pull 模式

	公司運作模式			Demand-pull 模式		
	平均庫存	TDD	IDD	平均庫存	TDD	IDD
E3200	352.547	\$0.0	\$14,039,437,970.0	126.521	\$0.0	\$2,161,621,785.0
E3600HRT3	508.279	\$0.0	\$9,874,986,295.0	328.771	\$0.0	\$6,569,586,945.0
E4000	714.603	\$0.0	\$16,124,773,070.0	397.527	\$0.0	\$7,476,614,255.0
E31003	621.462	\$0.0	\$7,960,076,445.0	182.402	\$0.0	\$906,791,040.0
R2600HRT3	654.244	\$0.0	\$12,510,547,880.0	409.215	\$0.0	\$6,448,659,130.0
R20003	874.046	\$0.0	\$4,065,107,205.0	729.721	\$0.0	\$2,630,326,005.0
R21003	1266.77	\$0.0	\$11,903,324,250.0	522.303	\$0.0	\$2,764,412,085.0
R22003	1234.32	\$0.0	\$45,760,230,000.0	443.572	\$0.0	\$10,193,242,000.0
T9500HRT	496.579	\$0.0	\$43,738,868,505.0	475.704	\$0.0	\$40,703,203,425.0
X6600HRT3	296.003	\$0.0	\$3,397,464,290.0	274.381	\$0.0	\$2,973,025,070.0

由表 3-1 的結果可歸納下列幾點：

1. 公司運作模式與 Demand-Pull 模式都沒有發生缺貨的情形，但在相同不缺貨

的情況下 Demand-Pull 模式卻可以以較低的平均庫存量滿足顧客的需求，因此驗證了以賣多少補多少的觀念是可行的且可以為公司降低高庫存的風險及減少成本的付出。

2. Demand-Pull 模式是累積兩個星期的需求量之後，以賣多少補多少的方式運作，而公司目前運作模式以預測的方式下訂單及以批量的生產，因此在平均庫存的表現上 Demand-Pull 模式較公司目前運作模式來的低。
3. 由 IDD 的值可以了解公司目前運作模式較 Demand-Pull 模式來的高，是因為以預測的方式運作時，當預測比實際需求高時容易堆積過多的存貨，以至於存貨放在倉庫的時間過長，所以 IDD 值也隨著上升。

3-2-2 緩衝庫存的建構模式

緩衝庫存的大小對於公司的庫存有很大的影響，當緩衝庫存設定過高時，公司必須付出更多的成本及積壓過多庫存的風險；當緩衝庫存設定過低時，公司或許無法應付緊急的需求而造成缺貨的發生，因此本模式主要目的在探討多少的目標緩衝庫存量才是合適的緩衝庫存量。在本模式中會使用 3 種情境做分析比較，3 種情境分別為情境一為緩衝庫存水準 100%；情境二為服務水準為 99.99%；情境三為服務水準 90%，在情境一中所設定的目標緩衝庫存量為每 60 天內的最大需求量，而情境二與情境三所設定的目標緩衝庫存量與傳統存貨補貨政策中的再訂購點 s 相同，如表 3-2 所示。每種產品的平均庫存、TDD 與 IDD 結果如表 3-3 所示。

表 3-2 目標緩衝庫存量

	緩衝庫存水準 100%		服務水準 99.99%		服務水準 90%	
	淡季	旺季	淡季	旺季	淡季	旺季
E3200	129	180	112	150	87	122
E3600HRT3	264	434	253	336	209	278
E4000	348	592	281	415	229	348
E31003	217	422	218	311	178	256
R2600HRT3	473	723	481	616	395	514
R20003	984	1786	961	1333	799	1133
R21003	664	1000	644	853	536	719
R22003	261	454	227	322	186	264
T9500HRT	307	448	350	282	259	226
X6600HRT3	499	684	560	553	456	451

表 3-3 緩衝庫存水準 100%、服務水準 99.99%與服務水準 90%

	緩衝庫存水準 100%			服務水準 99.99%			服務水準 90%		
	平均	TDD	IDD	平均	TDD	IDD	平均	TDD	IDD
E3200	126.521	\$0.0	\$2,161,621,785.0	117.58	\$0.0	\$2,084,096,305.0	92.893	\$868,655.0	\$1,655,534,090.0
E3600HRT3	328.771	\$0.0	\$6,569,586,945.0	313.8	\$0.0	\$6,483,023,505.0	298.07	\$157,505.0	\$6,413,934,945.0
E4000	397.527	\$0.0	\$7,476,614,255.0	334.59	\$0.0	\$6,656,174,880.0	290.31	\$16,374,960.0	\$6,205,030,210.0
E31003	182.402	\$0.0	\$906,791,040.0	133.72	\$0.0	\$569,940,115.0	90.065	\$12,820,320.0	\$400,457,135.0
R2600HRT3	409.215	\$0.0	\$6,448,659,130.0	395.7	\$0.0	\$6,349,431,550.0	345.62	\$0.0	\$5,890,471,555.0
R20003	729.721	\$0.0	\$2,630,326,005.0	548.51	\$0.0	\$1,594,046,950.0	413.53	\$0.0	\$1,143,931,425.0
R21003	522.303	\$0.0	\$2,764,412,085.0	477.04	\$0.0	\$2,528,468,250.0	401.06	\$3,600.0	\$2,226,910,830.0
R22003	443.572	\$0.0	\$10,193,242,000.0	434	\$0.0	\$10,146,414,400.0	420.24	\$0.0	\$10,071,705,600.0
T9500HRT	475.704	\$0.0	\$40,703,203,425.0	464.12	\$0.0	\$40,762,754,750.0	430.02	\$3,074,480.0	\$39,226,711,560.0
X6600HRT3	274.381	\$0.0	\$2,973,025,070.0	263.39	\$0.0	\$2,701,970,290.0	179.43	\$0.0	\$1,484,367,210.0

當設定的目標緩衝庫存量愈少時，其平均庫存也愈低，但過低的目標緩衝庫存量卻會導致缺貨的情形發生，而過多的目標緩衝庫存量也會造成存貨的堆積，因此由表 3-3 可知，將目標緩衝庫存量設定為每 60 天內的最大需求量，也就是意謂即使大量需求時存貨可以完全的應付，而這樣過度的保護也就造成倉庫堆積了過多的存貨；將目標緩衝庫存量設定為服務水準為 90%時，雖然可以用較少的庫存量來滿足顧客的需求，但卻會造成缺貨的風險。因此將目標緩衝量設定為服務水準 99.99%時，雖然無法保證其可以滿足最大的需求，但可以運用緩衝管理

的觀念，當庫存過高(過低)時適時的調整目標緩衝庫存量，由結果顯示服務水準為 99.99%時也是可以滿足顧客的需求且不缺貨。

3-2-3 緩衝庫存的調整模式

依據限制理論所言，當緩衝庫存降低至趕工區時要將緩衝庫存適當的調升；當緩衝庫存升高至忽略區時要將緩衝庫存適當的調降，然而調升或調降的量為多少卻無實際的做法，當調整的幅度過大時，是否會因為過度反應而造成存貨過多或缺貨的發生；然而調整的幅度過小時，是否會造成過度頻繁的調整呢？在本研究中緩衝庫存的調整將以兩種模式做為探討，如圖 3-1 所示，其一是將緩衝庫存量分為三等份，分別為忽略區、警告區及趕工區，當庫存升至忽略區或是降至趕工區時，將緩衝庫存調整為原先的三分之一；另外是將緩衝庫存分為五等分，當庫存過多或過少時緩衝庫存調整為原先的五分之一，藉由此兩種模式去驗證調整的幅度為多少時對公司整體較有利，結果如表 3-4 所示。

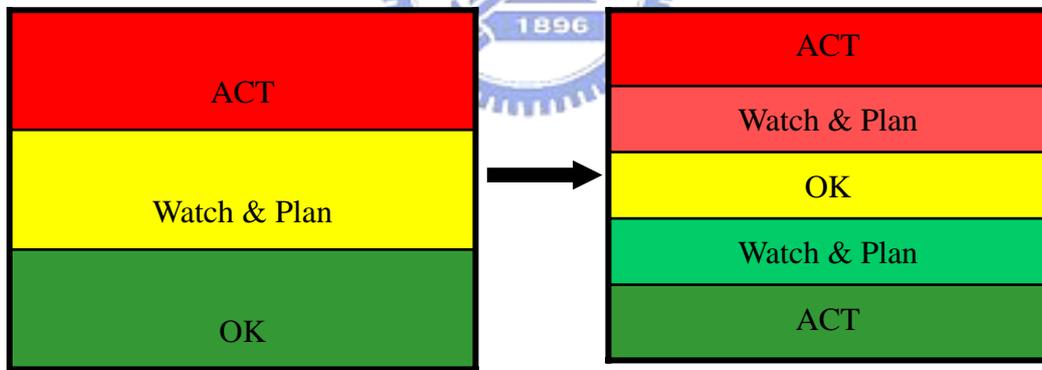


圖 3-1 緩衝庫存調整之模式

表 3-4 緩衝庫存量調整方式之比較

	1/3			1/5		
	平均庫存	TDD	IDD	平均庫存	TDD	IDD
E3200	132.66	\$0.0	\$2,410,252,110.0	126.521	\$0.0	\$2,161,621,785.0
E3600HRT3	328.77	\$0.0	\$6,569,173,835.0	328.771	\$0.0	\$6,569,586,945.0
E4000	398.43	\$0.0	\$7,501,986,560.0	397.527	\$0.0	\$7,476,614,255.0
E31003	219.8	\$0.0	\$1,414,070,990.0	182.402	\$0.0	\$906,791,040.0
R2600HRT3	409.22	\$0.0	\$6,482,140,225.0	409.215	\$0.0	\$6,448,659,130.0
R20003	882.78	\$0.0	\$4,347,537,960.0	729.721	\$0.0	\$2,630,326,005.0
R21003	522.3	\$0.0	\$2,764,412,085.0	522.303	\$0.0	\$2,764,412,085.0
R22003	454.96	\$0.0	\$10,287,512,400.0	443.572	\$0.0	\$10,193,242,000.0
T9500HRT	475.7	\$0.0	\$40,703,203,425.0	475.704	\$0.0	\$40,703,203,425.0
X6600HRT3	274.38	\$0.0	\$2,973,025,070.0	274.381	\$0.0	\$2,973,025,070.0

由表 3-4 可知當對目標緩衝庫存量有所調整時，調整 1/3 的方式在平均庫存及 IDD 上相對於調整 1/5 的方式都要來的高，並且由於一次調整目標緩衝庫存 1/3 的量對於整體庫存會有較大的波動，因此當調降庫存時調整 1/3 的方式相對於調整 1/5 的方式會有更大缺貨的風險。

3-2-4 Demand-Pull 模式與傳統存貨補貨模式的比較

在 3-2-1 節當中已驗證 Demand-Pull 模式可以以較低的平均庫存量滿足顧客的需求，且不會有缺貨的情形發生，但是在存貨補貨方面有許多的方法，是否其他的補貨方式會比 Demand-Pull 來的好呢？因此本研究中用傳統常用的 5 種存貨補貨方式，分別為(s,Q)、(s,S)、(R,S)、(R,s,S)與(s,Q,R)，其參數值的設定如表 3-5 所示。本節中的 6 種模式都是以服務水準為 100%的情況下做探討，結果如表 3-6 所示。

表 3-5 傳統存貨補貨之參數值

	s		S		Q		R
	淡季	旺季	淡季	旺季	淡季	旺季	
E3200	113	151	158	196	120	153	14
E3600HRT3	253	336	274	336	163	188	14
E4000	281	415	344	444	217	276	14
E31003	218	311	325	409	225	273	14
R2600HRT3	481	616	481	616	196	228	14
R20003	961	1333	961	1333	461	564	14
R21003	644	853	644	853	357	420	14
R22003	227	322	279	357	177	211	14
T9500HRT	350	282	350	282	119	127	14
X6600HRT3	560	553	560	553	180	179	14

表 3-6 Demand-Pull 模式與傳統存貨補貨模式之比較

產品	模式	平均庫存	TDD	IDD
E3200	Demand-Pull	117.58	\$0.0	\$2,084,096,305.0
	(s,Q)	165.67	\$0.0	\$3,000,345,270.0
	(s,S)	135.57	\$0.0	\$2,276,915,360.0
	(R,S)	155.53	\$0.0	\$2,727,921,290.0
	(R,s,S)	168.9	\$0.0	\$3,316,514,210.0
	(s,Q,R)	160.58	\$0.0	\$2,898,294,930.0
E3600HRT3	Demand-Pull	313.8	\$0.0	\$6,483,023,505.0
	(s,Q)	338.78	\$0.0	\$6,743,093,690.0
	(s,S)	300.08	\$4,925,710.0	\$6,439,424,050.0
	(R,S)	318.25	\$0.0	\$6,514,718,525.0
	(R,s,S)	352.56	\$0.0	\$6,992,451,900.0
	(s,Q,R)	348.32	\$0.0	\$6,754,995,400.0
E4000	Demand-Pull	334.59	\$0.0	\$6,656,174,880.0
	(s,Q)	375.2	\$33,705.0	\$7,052,229,560.0
	(s,S)	331.24	\$91,008,855.0	\$7,269,027,325.0
	(R,S)	334.23	\$630,315.0	\$6,549,744,820.0
	(R,s,S)	325.86	\$445,785.0	\$6,659,465,660.0
	(s,Q,R)	381.88	\$42,900.0	\$7,206,743,170.0
E31003	Demand-Pull	133.72	\$0.0	\$569,940,115.0
	(s,Q)	237.5	\$0.0	\$1,375,186,165.0
	(s,S)	157.78	\$67,130.0	\$762,226,705.0
	(R,S)	211.6	\$0.0	\$1,143,083,245.0
	(R,s,S)	185.09	\$0.0	\$918,257,525.0
	(s,Q,R)	223.17	\$0.0	\$1,342,076,015.0

產品	模式	平均庫存	TDD	IDD
R2600HRT3	Demand-Pull	395.7	\$0.0	\$6,349,431,550.0
	(s,Q)	415.57	\$0.0	\$6,788,223,365.0
	(s,S)	336.01	\$12,307,890.0	\$5,919,225,945.0
	(R,S)	395.7	\$0.0	\$6,349,431,550.0
	(R,s,S)	395.7	\$0.0	\$6,349,431,550.0
	(s,Q,R)	415.79	\$0.0	\$6,621,871,125.0
R20003	Demand-Pull	548.51	\$0.0	\$1,594,046,950.0
	(s,Q)	523.28	\$5,233,680.0	\$1,630,500,935.0
	(s,S)	350.39	\$64,447,435.0	\$1,146,945,840.0
	(R,S)	548.51	\$0.0	\$1,591,468,130.0
	(R,s,S)	548.51	\$0.0	\$1,591,468,130.0
	(s,Q,R)	735.68	\$0.0	\$2,625,827,650.0
R21003	Demand-Pull	477.04	\$0.0	\$2,528,468,250.0
	(s,Q)	649.05	\$0.0	\$3,803,677,820.0
	(s,S)	387.7	\$15,229,220.0	\$2,257,714,940.0
	(R,S)	477.04	\$0.0	\$2,528,547,350.0
	(R,s,S)	477.04	\$0.0	\$2,528,547,350.0
	(s,Q,R)	624.52	\$0.0	\$3,591,338,720.0
R22003	Demand-Pull	434	\$0.0	\$10,146,414,400.0
	(s,Q)	472.47	\$0.0	\$10,530,417,200.0
	(s,S)	436.17	\$0.0	\$10,193,638,800.0
	(R,S)	449.8	\$0.0	\$10,287,332,800.0
	(R,s,S)	444.4	\$0.0	\$10,232,954,000.0
	(s,Q,R)	469.03	\$0.0	\$10,484,307,200.0
T9500HRT	Demand-Pull	464.12	\$0.0	\$40,762,754,750.0
	(s,Q)	423.87	\$2,230,340.0	\$38,832,676,675.0
	(s,S)	432.63	\$65,434,160.0	\$39,681,779,105.0
	(R,S)	460.6	\$1,953,600.0	\$40,597,223,360.0
	(R,s,S)	460.6	\$1,953,600.0	\$40,597,223,360.0
	(s,Q,R)	485.84	\$10,919,040.0	\$41,803,467,675.0
X6600HRT3	Demand-Pull	263.39	\$0.0	\$2,701,970,290.0
	(s,Q)	116.29	\$431,136,235.0	\$1,579,291,525.0
	(s,S)	182.27	\$5,922,090.0	\$1,686,838,995.0
	(R,S)	263.39	\$0.0	\$2,684,051,620.0
	(R,s,S)	263.39	\$0.0	\$2,684,051,620.0
	(s,Q,R)	326.03	\$0.0	\$4,019,108,890.0

由表 3-6 的結果可以歸納下列幾點：

1. 在服務水準為 100% 的情形下，Demand-Pull 不會有缺貨的情形發生，而傳統存貨補貨政策卻會產生缺貨的情形，並且在不缺貨的情形之下 Demand-Pull 在平均庫存、TDD 與 IDD 方面的結果都比其他 5 種傳統存貨補貨政策來的優異。
2. Demand-Pull 模式所使用的目標緩衝庫存量是用服務水準為 100% 所訂定的，也就相同於 (R,s,S) 模式中的再訂購點 s ，當 $s = S$ 時 Demand-Pull 模式所得到的結果會與 (R,s,S) 與 (R,S) 模式相同，這表示 (R,s,S) 與 (R,S) 模式的觀念與 Demand-Pull 相符，但是卻沒有 Demand-Pull 中對存貨的監控調整方式，也就是在 Demand-Pull 模式裡當存貨降至紅色區時，目標緩衝庫存量會隨著提高，不會導致缺貨的情形發生。

3-2-5 停售產品的運作模式



公司產品擁有大量客製化及產品生命週期時間短的特性，並且公司的研發快速，因此公司的產品幾乎只有一至兩年的壽命，當產品面臨要下架時，公司必須停止生產該產品，但是過早的停止生產會造成未來的銷售損失；而過慢的停止生產會造成公司堆積過時的產品，所以如何決定停止生產的時間點對於公司是一個很大的課題，因此本研究針對停售產品的運作步驟說明如下：

1. 在最後一年的 9 月不將目標緩衝庫存量調高為旺季的緩衝庫存量。
2. 由後倒推三個月，開始停止發出訂單，例：若是 12 月為銷售的最後一個月，則從 10 月開始停止訂購。
3. 由後倒推五個月，將目標緩衝庫存量調降原有目標緩衝庫存量的 1/5。

經由上述步驟，每種產品的平均庫存、TDD 與 IDD 結果如表 3-7 所示。

表 3-7 停售產品運作模式

	公司運作模式				Demand-pull 模式			
	期末庫存	平均庫存	TDD	IDD	期末庫存	平均庫存	TDD	IDD
T9250	98	1134.3	\$0.0	\$58,456,113,495.0	60	990.96	\$0.0	\$454,467,255.0
T9300	42	498	\$0.0	\$26,004,805,360.0	72	394.23	\$0.0	\$21,390,843,780.0
T9450HRT	36	866.59	\$0.0	\$58,117,942,770.0	58	599.96	\$0.0	\$41,270,538,995.0
T9600HRT	100	1358.8	\$0.0	\$114,866,771,835.0	141	1037	\$0.0	\$80,380,170,185.0
X6200HRT3	126	659.13	\$0.0	\$5,266,995,810.0	13	443.24	\$0.0	\$2,418,541,225.0

由表 3-7 的結果可知，在 Demand-Pull 模式較頻繁的訂購方式下，透過目標緩衝庫存量適時的調降以及掌握停止訂購的時機，在期末的庫存量上與公司目前的運作模式差異不大，而在平均庫存及 IDD 兩項績效指標上 Demand-Pull 模式較公司目前的運作模式優異，因此驗證了上述步驟的可行性。



第四章 結論

本研究主要的目的在於驗證限制理論對於供應鏈管理所提出的 Demand-pull 方法是否可以應用在現實環境中，因此本研究以真實個案公司在供應鏈中存貨管理的數據做基礎，首先與個案公司目前的運作模式做比較，證明 Demand-pull 方法在存貨管理上要比個案公司還要好。此外，本研究也將個案公司的數據應用在傳統普遍常用的存貨管理方法上，並將結果與 Demand-pull 方法做比較，也發現 Demand-pull 比傳統的存貨管理方法來的好，因此綜合本研究的實驗分析，可歸納下列幾點：

1. 不論是公司運作的模式或是傳統的存貨管理方法，都是採用預測的方式做生產補貨的基礎，也就是在目前的時間點上去假設未來的銷售情況，但是未來的改變卻是現在無法掌握的，即使設定了一個庫存水準來保護自己及滿足顧客的需求，但卻還是造成了存貨過多或是缺貨的情形產生，而 Demand-pull 方法是以賣多少補多少做基礎，其並不去預測未來會銷售多少的產品，而是以設定一個合適的緩衝庫存水準去保護，只需要每個時間點將緩衝庫存水準維持住就可以保證不會發生缺貨的情形。
2. 本研究並不是完全否定預測的方式完全不可行，因為預測可以讓公司了解未來產品的趨勢情況，經由預測方式所獲得的資訊可以與 Demand-pull 方法做一個良好的結合，也就是預測未來的需求上升時，可以適時的調高目標緩衝庫存量以確保不會發生缺貨的情形，相反的當未來的需求下降時，適時的調降目標緩衝庫存量讓庫存不至於過多。因此以 Demand-pull 方法做基礎再配合預測所獲的趨勢情形，更可以讓存貨控管得宜。
3. 目前大部分的公司還是以預測的方法做存貨管理，並且管理者對其公司在存貨水準上也認為可以接受，但往往只要管理者的觀念改變，可以讓目前的表現更上一層樓，因此本研究想藉由驗證的結果讓企業對限制理論的

Demand-pull 方法更具信心，讓公司可以用較低的庫存來滿足顧客的需求。



參考文獻

- 【1】 Avraham Y. Goldratt Institute (2002), AGI Goldratt institute.
- 【2】 Eliyahu M. Goldratt & Jeff Cox (1992), The Goal — A Process of Ongoing Improvement, The North River Press Publishing Corporation.
- 【3】 Eliyahu M. Goldratt (1994), It's Not Luck, The North River Press Publishing Corporation.
- 【4】 Kim J. S. and W. C. Benton (1995), “Lot size dependent lead time in a Q,R inventory system,” International Journal of Production, Volume: 33, No: 1, pp. 41-58
- 【5】 Simchi-Levi et al. (2001), Designing and Managing the Supply Chain, the McGraw -Hill Companies
- 【6】 Urban, Timothy L. (1995), “Inventory models with the demand rate dependent on stock and shortage levels”, International Journal of Production Economics Volume: 40, Issue: 1, June, pp. 21-28
- 【7】 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)
- 【8】 黃子逸 (2003)，「TDD 與 IDD 應用研究—以半導體產業為例」
- 【9】 賴士葆 (1991)，生產/作業管理-理論與實務，台北：華泰書局