

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IC設計公司存貨管理改善之實證研究

— 以記憶體IC產品公司之實證研究

The study of the inventory management improvement in IC Design House
-- Approach TOC method in memory IC product company

研究生：陳奕錡

指導教授：李榮貴 博士

中華民國一百年一月

限制理論應用在 IC 設計公司存貨管理改善之實證研究

— 以記憶體 IC 產品公司之實證研究

研究生：陳奕錡

Student：Yi-Chi Chen

指導教授：李榮貴 博士

Advisor：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

A Thesis

Submitted to Department of Industrial Engineering & Management

College of Management

National Chiao Tung University

in partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Master

in

Industrial Engineering & Management

Jan 2011

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國 一 百 年 一 月

限制理論應用在 IC 設計公司存貨管理改善之實證研究
—以記憶體 IC 產品公司之實證研究

學生：陳奕錡

指導教授：李榮貴 教授

國立交通大學

管理學院(工業工程與管理組)碩士班

碩士論文

摘要

台灣IC設計產業在世界上舉足輕重，包含邏輯產品，記憶體產品等，已成為世界上僅次於美國矽谷之外的第二大IC設計公司區域國家，如聯發科的手機晶片在全球已經是第二大領導廠商，可見台灣的設計實力與人才培養的能力，已經是全球領先者。然而也因為無自有工廠委外代工的情況下，如何做好內部風險管理，確保晶圓廠產能與做好產品庫存管理，變成是企業生存的要素之一，遇到如2008全球金融海嘯，需求的變化起伏超乎想像，可以快速衰退也可以快速復甦，造成庫存急速增加，但當需求快速復甦時，又造成庫存不足，無法滿足客戶需要，要確保公司可以生存，必須避免不適當的庫存管理造成損失以及缺貨侵蝕企業獲利水準。本研究以限制理論為基礎，討論對記憶體IC設計公司面對如金融海嘯事件發生時，生產規劃與庫存管理方法的改變，透過理論的探討與實際資料的驗證，希望能找出一些有助於公司因應市場景氣變動之對策。

關鍵字：限制理論、拉式需求、動態庫存管理、金融海嘯

The study of the inventory management improvement in IC Design House
- Approach TOC method in memory IC product company

Student : Yi-Chi Chen

Advisor : Dr. Rong-Kwuei Li

Department of Industrial Engineering & Management
College of Management
National Chiao Tung University

Abstract

Taiwan is already the 2nd large area country for the fabless IC design houses in the world. Include the logic and memory IC product, etc. And some of the leading enterprise like Mediatek. Ink which has even dominated the mobile phone market ranking is number two in world-wide market share. It can show the Taiwan's company outstanding capability and quality in designer. However, as a "fabless" IC design house, how to make sure the foundry's capacity and company external inventory management will be the key factor for the survival of the IC design house company. As suffered the financial tsunami in 2008, the demand change obviously. It is not only recession but also recovery quickly. Once the market demand turn up, the IC design house will face the lack of production and cause the complain form customers. But once the market demand turn down, the IC design house will suffer higher inventory which will affect to profit margin. Based on the Theory of Constraint (TOC), this paper is trying to study if there are other alternatives to get better result in the memory IC design house's production plan and inventory management while the market change like in the financial tsunami. Reduce the memory company's inventory loss and increase its profit as well.

Keywords: Theory of Constraint, Demand-pull, Real-time inventory level monitoring, financial tsunami

目 錄

摘 要.....	II
ABSTRACT.....	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.....	1
1.3、研究範圍與限制.....	2
第二章 文獻探討.....	3
2.1 供應鏈的管理問題.....	3
2.2 需求預測模式.....	4
2.3 限制理論概念(TOC).....	6
第三章 IC 設計產業概況.....	9
3.1 IC 產業概況.....	9
3.2 IC 製造流程.....	10
3.3 IC 設計產業特性.....	11
3.4 IC 設計公司在產銷上面臨的問題.....	12
第四章 個案公司分析與模擬驗證.....	13
4.1 個案公司介紹.....	13
4.2 個案公司現行之產銷模式.....	13
4.3 限制理論對於庫存管理提出之解決方法.....	16
4.4 限制理論應用於個案公司之改善評估.....	18
4.5 以歷史資料驗證 DEMAND-PULL 在個案公司之可行性.....	20
第五章 結論與建議.....	25
5.1 結論.....	25
5.2 未來研究建議.....	25
參考文獻.....	26

圖目錄

圖 1：2004 年到 2010 年台灣 IC 產業年產值	9
圖 2：台灣 IC 產業供應鏈	10
圖 3：晶片設計製造流程圖	10
圖 4：E 公司產銷運作流程圖	13
圖 5：E 公司內部作業流程圖	14
圖 6：E 公司生產補貨時間	16



表目錄

表 1：E 公司三項產品之預測與實際出貨比較表.....	15
表 2：E 公司三項產品之歷史資料.....	21
表 3：E 公司三項產品庫存情況.....	21
表 4：模擬方式.....	22
表 5：E 公司三項產品模擬結果.....	23
表 6：產品 A 模擬一結果.....	27
表 7：產品 A 模擬二結果.....	28
表 8：產品 B 模擬一結果.....	29
表 9：產品 B 模擬二結果.....	30
表 10：產品 C 模擬一結果.....	31
表 11：產品 C 模擬二結果.....	32



第一章 緒論

1.1 研究背景與動機

IC design house 是指專注於積體電路功能應用設計，而將其它生產製造與封裝測試等工作，外包於其它專業代工的公司。台灣的 IC 設計產業實力已經在世界上佔有舉足輕重的地位，未來的競爭優勢除了研發與製程能力提昇之外，更重要的是如何管理並建立良好的生產控管，確實掌握顧客的需求與市場變動，增加生產彈性及降低庫存成本，並解決嚴苛的產業條件限制如：(1)製程產能受制於外包廠；(2)市場景氣循環反向大於外包廠商可供應量；(3)高度市場競爭、產品跌價速度快；(4)生產 lead time 長；(5)產品生命週期短〔1〕。如無法有效管理，將造成庫存水準過高，或是供應量不足而缺貨，造成無法滿足客戶需求造成客戶流失。2008 年秋季爆發震驚全球的金融海嘯，以迅雷不及掩耳的延燒速度，一波波連環的金融危機炸彈陸續引爆，銀行破產、股票暴跌、失業率攀升、企業倒閉，導致全球性的經濟衰退〔2〕。造成出口衰退、投資劇減、成長萎縮、失業率攀升接踵而來，企業面臨著嚴峻困境。但是金融海嘯結束後，景氣復甦的速度又更快，在此同時 IC 設計公司所面對的挑戰不但是突如其來的需求大減，造成庫存大增，也可能因為景氣快速復甦而造成無法滿足客戶急單需求，故本研究方向，將探討 IC 設計公司，如何在未來面臨金融海嘯當中生存下去。期望本研究結果能為 IC 設計公司提供解決方法，便成了本研究之動機。

1.2 研究目的與方向

Eliyahu M. Goldratt 博士自 1986 年提出了限制理論 (TOC; Theory of Constraints) 以來，在面對目前產業的惡劣競爭態勢，指導如何利用此限制理論的思維程序，從一堆問題當中找出系統限制，再針對這些發現找出其解決方法，強化當中最弱的一環，進而降低企業營運成本與風險，提昇企業整體競爭力與滿足客戶需求，以提升公司整體獲利。限制理論思維模式被廣泛地應用於各領域，如生產管理、專案管理及庫存管理，甚至是財務管理等各個專業領域〔3〕。本研究希望能以限制理論為基礎，將記憶體 IC 設計公司供應鏈庫存管理運作模式，由推式(Push)改為拉式(Demand-Pull)，就是需要多少數量產品就跟晶圓廠下多少數量，使得補貨時間只剩下運輸時間，縮短補貨時間並提高補貨可靠度，希望建立一個可能的銷售-庫存控管模式。應用於本身工作所服務的“E”

公司實際狀況為例，以其歷史資料來進行模擬評估，分析記憶體 IC 設計公司在面臨金融海嘯條件過後，是否可以獲得更好的結果，找出一些有助於公司因應市場景氣波動之對策，避免產生大量的庫存損失以提高公司獲利。

1.3 研究範圍與限制

本研究的限制如下：(1) 本研究範圍僅限於以記憶體相關 IC 設計公司，其他行業的應用則不在本研究範圍內；(2) 本研究之對象為“E”公司，並不向其他同業進行差異比較；(3) 本研究利用『限制理論』的思維程序做為研究方法，並不採用其他理論來做比較之用；(4) 本研究目的在於分析理論在研究對象公司的可行性評估，研究範圍不涉及相關實施細節。



第二章 文獻探討

2.1 供應鏈的管理問題

傳統供應鏈遇到的問題是當供應商接到客戶的訂單後，在作業完成運交給客戶後，此時原先的供應商對於交付訂單的實際銷售是否符合當初所下訂單數量並無法得知，此訂單的後續責任將轉由此客戶負責在售出給其下層客戶〔9〕。供應商在此扮演著供給者的角色，對於實際市場上的銷售資訊與趨勢全由需求端掌握，因為無法有時效性掌握市場銷售與趨勢，導致供給與需求出現落差，衍生出供應鏈管理許多問題。

供應鏈管理是為了追求所有供應鏈環節上的生產、存貨、地點、運輸等相關活動資訊可以相互連結在一起，讓各環節都能快速面對市場變動做出最適切反應，以維持本身利益。在供應鏈中，下游層級可視為上游供應商的客戶，必須仰賴上游的準確交期，但由於市場的善變、交期不定、數量更改以及訂單內容臨時變更，都造成整個供應鏈是動態變動，這造成所有環節在生產規劃時的不確定性高，這也造成每一個層節在預測時都會將上層誤差計算進去，而誤差越大，造成預測與實際需求往往有很大落差，就造成供應鏈的長鞭效應產生。現代供應鏈管理是在以顧客需求為出發點，依照需求種類，快速整合整個供應鏈反應，以滿足客戶的需求為最終結果〔3〕。

2.1.1 長鞭效應

企業身處於供應鏈體系當中，面臨到許多的難題與挑戰，最主要是客戶端的問題，常常是最難解決的，如客戶需求不穩定、沒耐性、善變等，常造成整個供應鏈的變動，將供應鏈視為一條長鞭，需求端是鞭柄，而供應端是鞭稍，當需求端有些許的變動，就好像鞭柄輕輕甩動，會造成鞭稍巨大的擺動也就是供應端的巨大變動，這就是所謂的「長鞭效應」〔10〕。另外以三階供應鏈研究指出，由於資訊回饋的失真且前置時間的延遲，使各訂單之負責人員產生重複訂購及臨時取消訂單的決策，即使是零誤差預測，結果也會造成各層廠商之間兩個星期的時間延遲，使兩星期後訂單在工廠足足增加 50% 比率，系統則持續 15 個月的振盪(oscillation)，使得系統變異放大，此振盪效應又稱為「長鞭效應」(Bullwhip Effect)〔11〕，主要是因為資訊傳遞誤差或延誤，其需求變異會逐級放大，下游需求的輕微變動會造成中游經銷商大幅波動，最上游供應者又比中游經銷商更加劇烈的變動，上游供應者所接收到的需求變異會遠大於實際需求之變異，造成供應鏈

無效率、存貨增加、產能過剩或不足、客戶不滿意等，而要降低此影響，勢必要設法降低長鞭效應，整個供應鏈的各項成本才有機會下降，增加在市場上的競爭力。

而對於如何降低長鞭效應的發生，可以歸納以下四個重點〔3〕：

(1).如何降低不確定性(Reducing uncertainty)?

(2).如何減少價格波動(Reducing variability)?

(3).如何降低前置時間(Reducing Lead-Time)?

(4).建立策略夥伴關係(Strategic partnerships)。

要如何降低不確定性，主要方法是供應鏈中成員廠商可相互運用獲得完整相同的銷售資料作預測，消除過去以下游訂單來預測最終需求的不確定性方法。而減少不必要的價格波動，以採取每天低價，短期低價或長期價格契約等，取代降價促銷，減少客戶的需求波動太大，以降低突發性訂貨的增加機率。而降低前置時間，主要先以降低訂單處理時間，進而減少下游廠商的訂購前置時間，並執行小批量或經常性補貨，協調各階層廠商間的訂購頻率，以增加預測準確性。而建立夥伴關係，可以從如供應商庫存管理系統(VMI, Vendor Management Inventory)，或連續補貨系統(CRP, Continuous Replenishment Planning)等的系統建立，解決需求預測、批量訂購、價格變動，以及訂單缺貨等情形，作為對需求預測及庫存管理的依據。

2.2 需求預測模式

對於目前許多企業組織來說，要如何做好生產規劃，是很重要也很欠缺的一門學問，大多是用預測來估計得到未來的需求量，藉此需求量來安排最佳的生產規劃，以達到生產交期準確以及庫存量降低的目標，而現今公司所常用的需求預測模式可分為四種基本類型:定性、時間序列、因果關係與模擬〔4〕。

1. 定性預測法：屬於主觀判斷仰賴估計與個人觀點。

預測方法	方法描述
草根法	藉由組織中直接處理被預測產品之人員所搜集的資料來做預測。例如整體銷售預測是整合自每一個銷售點的資料，因為他們是最接近所負責市場的人。
市調法	以同樣的方式(普查、訪問)收集資料以測試對市場的假設，這種方式可用於長期預測及新產品銷售。
群體意見法	在會議中自由開放交換意見，此觀點是基於藉由群體的討論將比個人產生更好的預測，參與者可能是經理人、銷售業務或是消費者。
歷史類推法	以類似產品為預測的基礎，當規劃新產品時，可藉著類似產品的經驗來產生預測值是相當重要方法之一。
Delphi法	由一組專家回答問券，主持人收集結果後，形成一份新問卷在請專家們填答。當這個群體收到新的訊息將產一段學習過程，且可以避免受到群體的壓力及具支配性個體的影響。

2. 時間序列分析：此乃基於歷史資料可以用來預測未來的觀點。

預測方法	方法描述
簡單移動平均	一段時間內包含許多資料數值，由加總數值除以資料比數，每一筆資料具有相同影響力。
加權移動平均	依經驗來決定每個資料權重。
指數平滑	最近資料數值可以給與較重權重，當資料漸漸變舊，權數成指數倍下降。
迴歸分析	找出一條適合的直線來描繪過去的資料，一般資料數值與時間有關，最常見的尋找方法是最小平方法。
Box Jenkins法	非常複雜但顯然是最準確的統計預測技巧。
Shiskin時間序列	也稱為X-11，由人口普查局Julius Shiskin所發展，是一個將時間序列分解成季節性，趨勢及不規則成分的有效方法，其至少需要三年的歷史資料，在認定轉折點時非常好用，可用於如公司的銷售預測。
趨勢預測	針對資料尋找數學上的趨勢線，再依據趨勢線投射到未來。

3. 因果法：試著去了解被預測事件有關的系統，如銷售可能會受廣告、品質及競爭者所影響。

預測方法	方法描述
迴歸分析	類似時間序列最小平方法，但可能包含多個變數，其乃基於預測的對象是其他事件的發生所產生。
經濟模型	藉由一系列的獨立方程式，企圖去描述特定的經濟區域。
投入/產出模型	若重於一個產業對其他公司和政府的銷售，顯示因其他產業的改變，生產者對於銷售改變的預期。
領先指標	統計量與被預測的序列同方向移動，但移動在被預測序列之先，正如石油價格上漲，顯示在未來大型汽車銷售會下滑。

4. 模擬模型：動態模型，通常以電腦為基礎，允許預測者對模型的內部變數和外部環境做假設。

各種預測模式的應用，普遍在企業中的到驗證於實行。而最常見的使用方式還是定性預測法，其中收集業務人員以及高階主管意見的專家預測方法還是企業較常用的方法。而要進行任何需求預測之前，數據還是有其參考的必要，主要是要量化預測值。在統計或迴歸的預測方法當中，都需大量的數據，才能夠較準確的判斷出預測值。在將量化數據與專家預測值做相互比較，得到一個符合企業真正的預測。而對於目前所遇到的問題，看到了如長鞭效應的存在與不可避免、供應鏈系統的難以整合、預測的困難及其難以準確的本質，在庫存管理上面顯然有不足的地方，我們必須探討其他的可能方式。

2.3 限制理論概念(TOC)

限制理論是由以色列的物理學家及企業顧問高德拉特(Eliyahu M. Goldratt) 博士於1986年所提出，主要運用在生產方面，專注於持續改善的方法研究，認為每個企業體組織內各有其追求的目標，而組織系統中存在著影響其達成目標之限制。限制理論從系統中的瓶頸管理出發，即是系統中最弱的一環決定系統的績效表現，透過持續找出瓶頸與解除最弱環節限制，達到增加此最弱環節系統績效的改善，也就是增加整個組織產出，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。而限制理論將系統或組織比喻為一許多個環所組成的鏈狀結構，整個系統的強弱應該是決定於最弱的一環，而不是最強的一環，任何的改善應該從最弱的一環下手，其餘環節的改善對整個鏈或組織的強度及其最後的產出並沒有幫助，找到最弱一環並增加它的強度，就可強化整條鏈的強度，強調局部最佳化(Local Optimum)並無助於組織整體的最佳化(Global Optimum)。限制理論的思維模式是分析表面問題與隱藏問題之間的邏輯關係，進而找出問題的根本原因並尋求可能的解決方案，其思維模式可以下列五大步驟來描述〔5〕：

- (1) 找出限制 (Identify the constraint)；
- (2) 充份利用限制資源 (Exploit the constraint)；
- (3) 其它資源充份配合限制資源之所需 (Subordinate the constraint)；
- (4) 打破資源限制 (Elevate the constraint)；
- (5) 若限制被打破，則回步驟 (1)。

除了生產作業應用外，限制理論也擴展到其他層面，包括作業研究、財務管理與績效評估、專案管理、配銷與供應鏈管理等，其主要介紹如下〔1〕：

1. 生產作業 (Operation)

過去傳統上皆比較重視各個生產單位的效率，如此造成鼓勵各生產單位或工作站為了提昇其效率而努力生產，忽略整體的效率，結果並不能提昇真正的整體有效產出。針對此現象制理論提出了「非瓶頸之局部資源的閒置並非是產能的浪費」的概念。而造成系統浪費真正問題在於瓶頸單位資源浪費，將瓶頸的產能利用率最大化，搭配緩衝管理 (Buffer Management) 應用來保護瓶頸資源才能真正提昇有效產出。應用 DBR (Drum-Buffer-Rope, Drum：瓶頸設備的排程；Buffer：為了瓶頸設備受到莫非效應「Murphy」的影響而做的緩衝；Rope：依照瓶頸設備的步調做生產排程)的方法來管理生產作業。

2. 財務與績效評估 (Financial and Measurement)

為了要達到組織全面改善，依限制理論來看必須能設法找到組織最弱的環節並改善它，如此在績效評估上也必須做相對的調整，避免造成每一環節都追求最高績效，限制理論的績效評量是利用有效產出 (Throughput； T = 組織針對目標而產出的速度)、作業費用 (Operation Expense； OE = 要產生有效產出所需費用)、與投資 (Investment； I = 將作業費用轉成有效產出所投資的錢) 這三項指標，做為財務及績效評估的依據。

$$\text{淨收入：Net Profit} = T - OE$$

$$\text{投資報酬率：ROI (Return on Investment)} = (T - OE) / I$$

3. 專案管理 (Project Management)

限制理論中的「關鍵鏈管理」 (CCM；Critical Chain Management) 即為專案管理，認為一個專案都會有許多不確定因素來造成專案的延遲，因此在規劃專案的時候，運用「緩衝管理 (Buffer Management)」是十分重要且必要的觀念。關鍵鏈管理也認為要使專案能準時完成，事實上並不需要確保專案中每個工作 (Task) 都能夠準時完成，認為只需要在關鍵鏈上加以專案緩衝 (Project Buffer) 以及在非關鍵鏈與關鍵鏈的接駁點加入接駁緩衝 (Feeding Buffer) 即可。另外，傳統上的管理觀念認為一個專案如能愈早開始，則應該愈早完成的機會也就會愈大，但限制理論的關鍵鏈管理卻認為這樣的做法反而容易造成多工以及內部資源衝突的情形，更不容易讓專案準時完成。

4. 配銷與供應鏈管理 (Distribution and supply chain management)

限制理論認為傳統上將存貨，盡可能放置在靠近客戶端的區域倉庫來因應市場需求變動的做法，容易使企業產生更高的成品庫存，因此限制理論建議將庫存放在供給的源頭，並以「拉」的方式取代傳統上「推」的配銷方式。並且建議區域倉庫的庫存量應等於物料由中心倉庫到區域倉庫的配送時間的平均需求+安全庫存；而中心倉庫的庫存量應等於物料製造時間內的需求量+安全庫存。如此做法更容易對市場需求之變動有因應的彈性，不但能滿足客戶的需求也更能減少不必要的庫存。此外對於生產單位以及配銷單位的績效評量可分別用 TDD (Throughput Dollar Days)：產出乘以接到定單到出貨天數總和，以及 IDD (Inventory Dollar Days)：庫存總值乘以在倉庫停留時間總和；以這兩個具體的數字來做為管理指標，更容易掌握重點管理項目。



第三章 IC 設計產業概況

3.1 IC 產業概況

從 2004 年到 2010 年全球的半導體晶片需求穩健，主要受惠於台灣 IC 業者強項的筆記型電腦、手機、PND、數位相機、LCD TV 等消費電子產品，加上 Set-Top-Box 和觸控商品等明星產品持續發酵，帶動台灣相關 IC 晶片的需求。2008 年台灣 IC 產值占全球約 23%，近四分之一，亦即每 4 個 IC 產品就有 1 個來自台灣廠商生產製造。

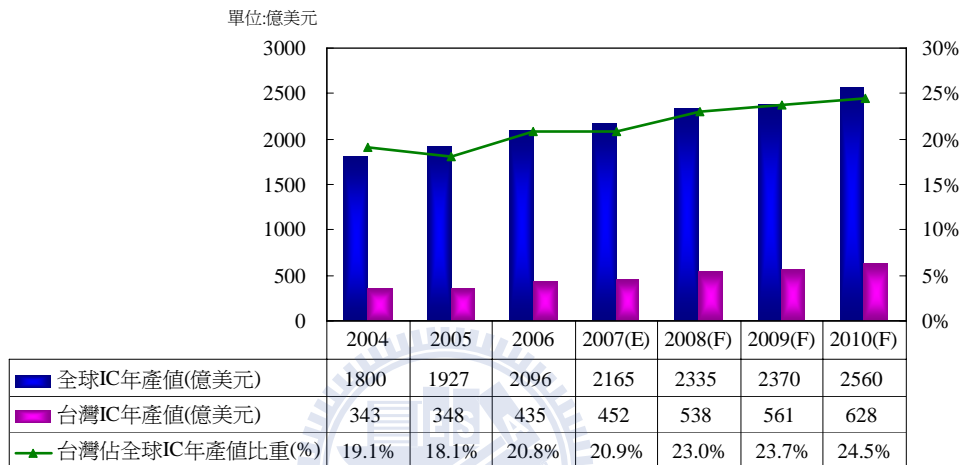


圖 1：2004 年到 2010 年台灣 IC 產業年產值 [6]

台灣擁有全球最完整的半導體產業聚落，從 IC 設計、製造到封測端皆有國際級廠商，以全球第一大的晶圓代工及封測實力形成一條完整的供應鏈。其中 IC 設計 262 家廠商、IC 製造 13 家廠商、IC 封裝 34 家廠商、IC 測試 36 家，顯見台灣在半導體產業充分展現垂直分工優勢。以半導體產業群聚形成的矽島台灣，IC 設計業多分佈於新竹、大台北地區，新竹地區約佔 2/3，大台北地區約佔 1/3 [7]。

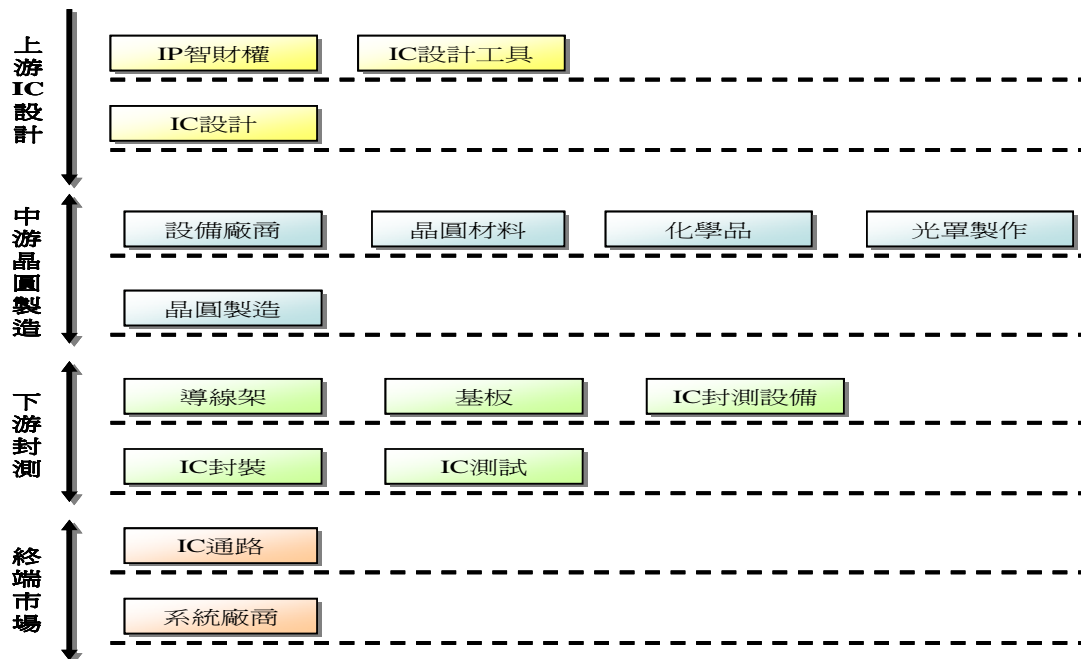


圖 2：台灣 IC 產業供應鏈

3.2 IC 製造流程

IC 的製造流程十分複雜且涉及不同供應鏈之間的水平與垂直關係。若以生產流程分類，可分為 IC 設計、晶圓製造、晶圓測試、封裝與最終測試等五大步驟〔11〕。晶片從設計開發到最後的成品支流程如圖 3 所示。

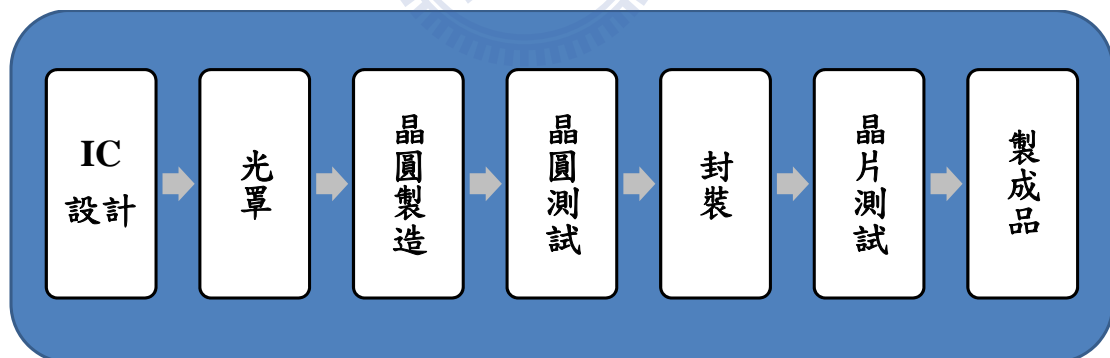


圖 3：晶片設計製造流程圖

製造流程始自 IC 設計，負責 IC 設計的單位有 IC 設計公司（無晶圓廠，Fabless）及整合型半導體廠（Integrated Device Manufacturer，IDM 廠，從設計、製造、封裝測試到銷售都一手包辦）的 IC 設計部門。IC 設計完成後，再按照預定的晶片製造步驟，將 IC 的電路佈局圖轉製於平坦的玻璃表面上，這塊玻璃就是光罩。以照相為例，光罩與 IC 的關係正如底片與相片，故光照就如同製造 IC 的模具。IC 光罩完成後，運用微影成像的技術，以光阻劑等化學品為材料，將光罩上極細的線路圖一層層複製在矽晶圓

上，再運用化學品清洗、蝕刻，完成晶圓的製造。接下來是測試晶圓步驟，在將合格的晶片自晶圓上切割下來，接著再進行封裝、測試，即完成 IC 的製造。

3.3 IC 設計產業特性

1. 半導體產業的最上游

IC 設計公司在整個半導體產業最上游，將設計出來的產品線路，製造光罩後交給後續的晶圓加工製造、封裝、測試（包括晶圓針測和最後測試）等加工廠生產。因此半導體產業的源頭來自於 IC 設計。

2. 生產尋求委外加工

生產上尋求委外加工，少有自己的生產設備是其生產的特色。IC 設計公司為了生產目標能確實達成，即使不是內部負責完成的加工，也希望都能掌握到每個加工程序的生產資源，因此 IC 設計公司的產能計畫仍需按照各個加工程序制定。

3. 加工程序種類繁多

IC 設計公司裡有許多不同種類的 IC 產品，其生產過程中所需的程序也不盡相同，生產時物流經過的產業也有極大的差異。因此一般 IC 設計公司的產能計畫只針對主要產業的加工程序制定。

4. 與代工廠的關係為獲利關鍵

因 IC 設計公司無自有工廠之產業特性，在產品開發過程中必須與晶圓廠及封測廠相互配合，因此在產品開發中是否能獲得上下游廠商在技術及產能的配合，亦是影響研發成功與否的重要因素。在開發完成導入量產之後，生產活動完全交由各專業的代工廠，因此在安排生產計畫時除了需確定各代工廠所能提供的產能、生產週期時間、良率以及批量限制等資料之外，並且需時常與各代工廠協調，以修正並確定可行的生產計畫及對已下線產品做線上生產的追蹤與紀錄。在整個半導體產業中，存在著極複雜之競合關係與快速的變化特性。所以，即便 IC 設計公司之生產規劃人員做了最好的準備工作，結果還是可能讓人不滿意。不是在景氣好時搶不到產能，造成訂單流失，就是備了過多的庫存。

3.4 IC 設計公司在產銷上面臨的問題

目前 IC 設計公司在產銷的運作模式上是依據客戶或 IC 通路商所給的未來需求預測進行生產，但時常發生預測不準的情況，使得 IC 設計公司面臨以下問題。

1. 預測量小於實際需求，造成訂單流失

IC 通路商所給的預測量小於實際需求，造成 IC 設計公司無庫存給通路商與客戶，而此種情形是帳面上看不出來的銷售損失。

2. 預測量大於實際需求，造成過多庫存

IC 通路商所給的預測量大於實際需求，造成 IC 設計公司庫存過剩，太多的庫存造成資金的積壓、過多的庫存成本，而 IC 通路商甚至還要背負幫 IC 設計公司清庫存的責任，最後造成雙輸的局面。

雖然所有 IC 設計公司希望能對此情形加以改善，但目前這種推式補貨的運作方式始終無法克服預測不準的情況，加上不幸遇到如 2008 金融海嘯對全球景氣產生劇烈變動，如果還是依照推式補貨來因應，許多企業在此時就會因為庫存太多或客戶流失而倒閉，因此本研究希望能利用限制理論 Demand-Pull 的運作方式，模擬個案公司代表性產品的在金融海嘯期間之歷史資料，驗證 Demand-Pull 的產銷運作模式是否能改善像金融海嘯發生時的極端情況。

第四章 個案公司分析與模擬驗證

4.1 個案公司介紹

E 公司為一家專業的 IC 設計公司，主要產品線為 512Kbit~256Mbit 之 Nor type 快閃記憶體產品(Nor Flash)。公司長期穩定地與國際晶圓代工大廠密切合作，並全線量產 90nm 製程技術，目前正進行 65nm 製程技術之開發，並持續擴展產品線的廣度和應用深度。客戶與經銷商遍及於台灣、日本、韓國、中國大陸、新加坡、美國、歐洲等世界各地，產品廣泛應用於 Mother board、DVD player、Wireless Router、Digital TV、Blue tooth、VGA、Cell phone、Set Top Box...等電子產品。

4.2 個案公司現行之產銷模式

E 公司現行與上下游之產銷模式可由圖 4 表示，下游客戶所能忍受的補貨時間約 1~2 週，所以 E 公司與其通路商必須準備相對數量庫存來因應客戶突發需求，而 IC 的製造程序從投片(Wafer Start)到最終測試(Final Test)的時間長達 2~3 個月，所以 E 公司必須備庫存來滿足 IC 通路商與客戶需求。同時終端客戶也會提供未來幾周的需求預測，而 IC 通路商則根據此預測需求加以調整再提供其未來需求預測給 E 公司。

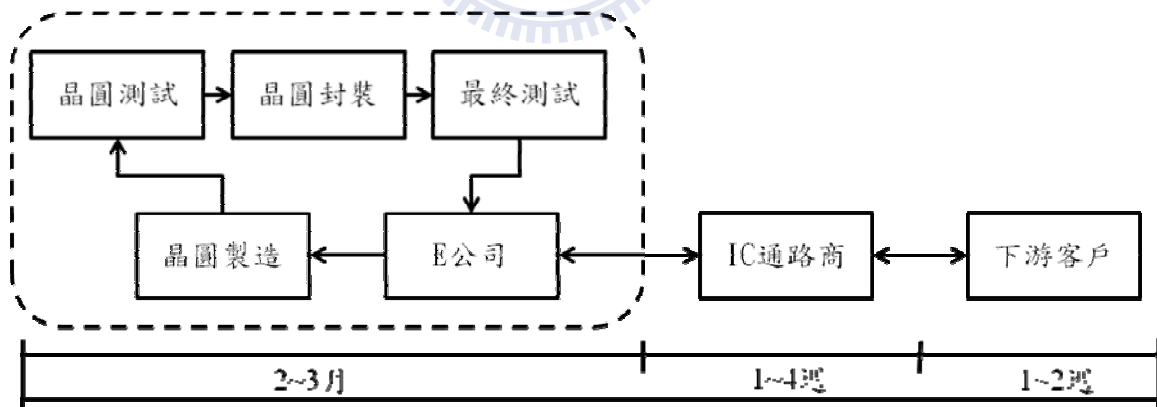


圖 4: E 公司產銷運作流程圖

E 公司目前還是以業務單位的銷售預測做為生產依據。業務單位依據各通路商及終端客戶對未來三到六個月之需求預測，做為公司未來產能準備之概估參考數量，並提供未來二個月之預測量給生管，做為 Wafer 投片與封測之數量依據。而生管單位則依據此預測量設定庫存水準，扣掉目前庫存後再將需生產的數量下單給代工廠。

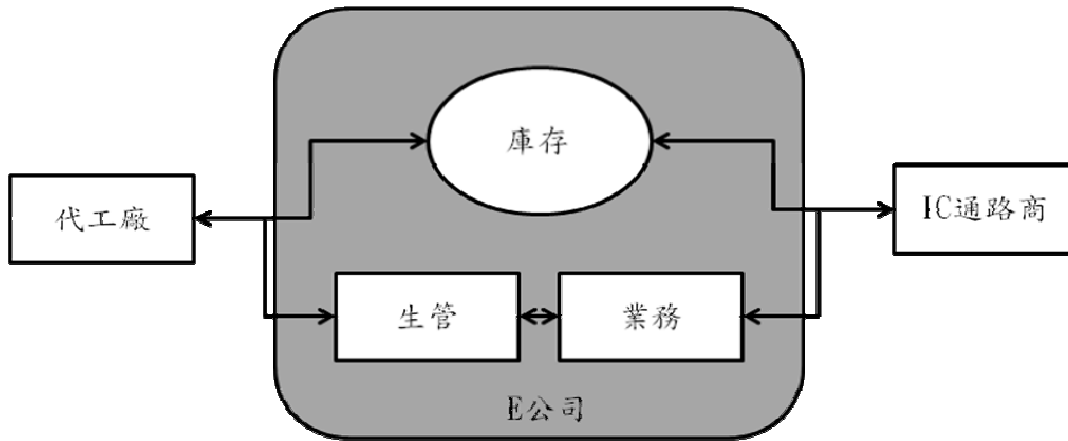


圖 5：E 公司內部作業流程圖

這樣的作法也已經在 E 公司行之有年，常見現象：不準確的預測、不可靠的供應鏈與太長的補貨時間也是一樣發生，也都成為了公司對於庫存中的不穩定因素，依 E 公司之實際情況分述如下：

1. 不準確的預測

因為客戶家數多、業務人員認知差異、市場景氣波動大等因素，常常造成實際出貨數與預測數有相當的差異。下表為 E 公司三項主力產品在 2009 年 7 月到 12 月的統計表，三項產品的預測量與實際出貨量存在一定的誤差，進而造成 E 公司庫存過高或是訂單流失的狀況。產品 A 為記憶體容量 8Mbit，產品 B 為記憶體容量 16Mbit，產品 C 為記憶體容量 32Mbit。

表 1：E 公司三項產品之預測與實際出貨比較表

2009年	產品A					產品B					產品C					
	庫存量	下單量	出貨量(週)	預測量(月)	預測誤差	庫存量	下單量	出貨量(週)	預測量(月)	預測誤差	庫存量	下單量	出貨量(週)	預測量(月)	預測誤差	
七月	第一週	1,300,000	470,000	100,910	1,945,200	382%	1,750,000	340,000	44,200	1,244,340	604%	1,430,000	450,000	3,850	1,042,400	6669%
	第二週	1,685,390	140,000	717,580	1,945,200	32%	1,705,800	0	424,212	1,244,340	27%	1,426,150	0	462,738	1,042,400	44%
	第三週	1,454,110	490,000	488,598	1,945,200	0%	1,281,588	300,000	267,890	1,244,340	16%	1,224,012	235,000	169,338	1,042,400	54%
	第四週	1,451,812	350,000	386,892	1,945,200	26%	1,013,698	220,000	300,040	1,244,340	4%	1,315,274	175,000	118,032	1,042,400	121%
八月	第一週	1,462,078	670,000	178,702	1,588,632	122%	713,658	720,000	671,742	925,300	66%	1,422,454	195,000	14,845	900,848	1417%
	第二週	1,283,376	0	328,594	1,588,632	21%	621,916	56,000	271,432	925,300	15%	1,407,609	130,000	122,800	900,848	83%
	第三週	1,351,940	105,000	399,547	1,588,632	1%	350,484	44,000	374,577	925,300	38%	1,284,809	160,000	348,455	900,848	35%
	第四週	1,349,551	350,000	470,500	1,588,632	16%	207,232	200,000	477,722	925,300	52%	1,161,566	50,000	574,110	900,848	61%
九月	第一週	1,312,409	585,000	175,207	1,733,432	147%	0	295,000	124,644	1,044,274	109%	792,070	535,000	82,668	818,454	148%
	第二週	1,570,560	78,000	237,046	1,733,432	83%	127,003	140,000	168,636	1,044,274	55%	914,015	250,000	111,846	818,454	83%
	第三週	1,333,514	467,000	589,915	1,733,432	27%	219,436	215,000	124,824	1,044,274	109%	1,006,783	200,000	83,135	818,454	146%
	第四週	1,176,957	270,000	826,585	1,733,432	48%	355,680	200,000	581,608	1,044,274	55%	1,128,261	180,000	69,559	818,454	194%
十月	第一週	651,580	1,162,000	381,930	1,204,832	21%	52,207	60,000	359,850	586,300	59%	1,207,042	120,000	51,940	593,360	186%
	第二週	570,858	0	185,550	1,204,832	62%	0	110,000	95,790	586,300	53%	1,303,442	100,000	62,150	593,360	139%
	第三週	686,516	305,000	235,550	1,204,832	28%	11,417	35,000	287,210	586,300	49%	1,241,292	0	112,150	593,360	32%
	第四週	752,174	385,000	522,220	1,204,832	42%	2,342	122,000	200,466	586,300	27%	1,277,482	175,000	499,278	593,360	70%
十一月	第一週	566,064	775,000	263,170	1,344,440	28%	0	55,000	144,138	1,610,040	179%	987,454	120,000	39,362	837,000	432%
	第二週	639,004	650,000	394,756	1,344,440	15%	0	400,000	216,207	1,610,040	86%	1,157,342	250,000	54,544	837,000	284%
	第三週	580,358	750,000	328,964	1,344,440	2%	419,958	350,000	180,173	1,610,040	123%	1,312,048	200,000	48,954	837,000	327%
	第四週	587,504	850,000	1,155,685	1,344,440	71%	239,785	500,000	239,785	1,610,040	68%	1,263,094	350,000	161,130	837,000	30%
十二月	第一週	0	700,000	150,808	1,635,100	171%	0	450,000	25,600	1,474,812	1340%	1,297,204	320,000	55,540	780,960	252%
	第二週	98,561	880,000	204,035	1,635,100	100%	0	350,000	35,400	1,474,812	942%	1,241,664	270,000	75,142	780,960	160%
	第三週	303,300	890,000	177,422	1,635,100	130%	0	400,000	120,340	1,474,812	206%	1,361,763	400,000	65,341	780,960	199%
	第四週	534,654	950,000	543,090	1,635,100	25%	0	430,000	54,310	1,474,812	579%	1,296,422	350,000	184,601	780,960	6%

2. 不可靠的供應商

E 公司無自有的生產設備，其產能完全來自於代工廠，因此時常發生代工廠產能在景氣迅速恢復時供應不足的情況，使預估生產的產能無法滿足手上訂單與未來預測的數量，造成公司很大的傷害。

3. 太長的補貨時間

從晶圓製造到完成封裝測試最少約需兩個月的時間。如果再加上前後下單與出貨運輸的時間，E 公司產品的補貨時間約為 2~3 個月，這是 IC 設計公司皆存在的問題。

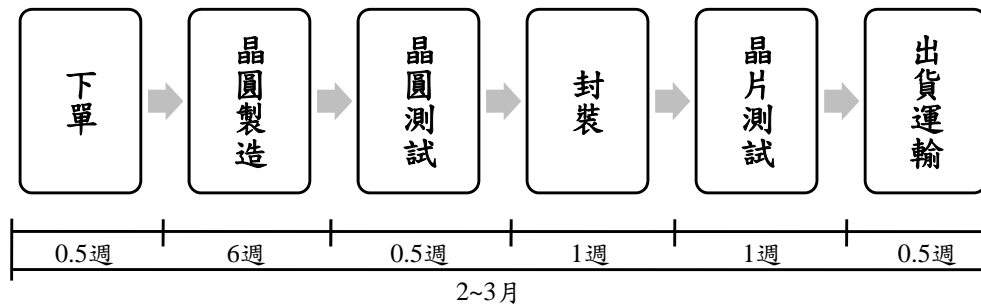


圖 6：E 公司生產補貨時間

因為有上述這些不穩定的因素，加上 E 公司與 IC 通路商各自決定要備多少庫存，所以時常發生兩種情況：(1).若 E 公司庫存過高而 IC 通路商與客戶需求下降時就會產生過多的庫存；(2).若 E 公司庫存較低但 IC 通路商與客戶需求突然大量增加時就有缺貨情況。

公司內部必須不斷地做溝通、不斷地修正預測值、不斷地修改生產計劃。但產品種類又多，常常是已經大量投單的產品，實際需求遠小於預測，但小量投片的產品又缺貨，造成存貨金額過高與客戶掉單狀況始終發生，而這也是本研究期望解決的問題。

4.3 限制理論對於庫存管理提出之解決方法

Dr. Goldratt 認為企業的目標就是要獲利。而要有效達成此目標，有三個重要的衡量指標：分別是有有效產出 (Throughput)、存貨 (Inventory) 與營運費用 (Operational Expense)。有效產出指的是整個系統透過銷售所獲得金錢的速率；存貨則泛指整個系統投資在採購上的金錢，採購的是打算賣出去的東西；營運費用則是系統為了把存貨轉為有效產出所花費的錢。要達到賺錢的目標，就要增加有效產出，同時減少存貨及營運費用。而本節將利用限制理論所提出解決辦法，並由 Dr. Goldratt 的三個重要思考步驟 (What to change? ; What to change to? ; How to cause the change?) 來探討。

4.3.1 要改變甚麼？

在目前企業的經營上，產銷一直就不是容易的事。一方面要確保銷售不會短缺，企業必須建立高庫存來保護銷售；另一方面又認為要減低成本來增加獲利，企業必須減低

庫存。相關人員也都知道，理想上是希望能在正確的時間與地點建立正確的庫存量。面對如金融海嘯事件的發生，發現運用目前的方法來面對庫存問題，常常會是第一個陣亡的公司，而且實務上我們知道，不準確的預測、不可靠的供應鏈與太長的補貨時間造成企業必須建立高庫存來保護銷售，當需求急速下降，庫存會變成拖垮公司最後一根稻草，況且這幾個因素可能改善的機會與空間非常小。想要改變現況勢必要跳脫舊有的思考方式，不能再執著於這幾個因素有限的改善空間，而必須尋求新的做法。

4.3.2 要變成什麼？

傳統上為了接近客戶並直接服務其需求，許多企業會設立一些區域倉庫來就近提供。但也因為每個區域倉庫之狀況不同以及先前所提過的長鞭效應之末端變異更大的效應，所以為了要滿足各個區域倉庫之所需，反而造成源頭之生產困擾與整體庫存水準大幅度提高之後果，客戶端之服務也不見得能讓客戶滿意。Dr. Goldratt 提出了以下幾個重要的改變做法 [8]：

1. 以建立工廠中央倉庫來供應各區域倉庫所需，取代了原先由工廠分別供應給各區域倉庫的做法。由於補貨所需時間 (Replenishment time) 等於訂單時間(Order lead time) + 生產時間(Production lead time) + 運輸時間(Transportation lead time)。這麼做之後，各區域倉庫補貨所需時間將只剩運輸時間，而工廠中央倉庫所面對之變異也會更小。

2. 以拉式(Pull)取代推式(Push)供給，只有在區域倉庫真正消耗掉該產品時才依實際消耗量補貨。並且讓區域倉庫每天回報銷耗量，並由工廠中央倉庫實施頻繁密集的補貨。如此做法，可使工廠不再需要不準確的預測生產。

3. 設定各產品之應有之庫存量，並以實際需求消耗量來監控庫存量是否在合適區間或者已經過高或過低了，並以動態緩衝管理(Dynamic Buffer Management)來調整庫存水位。TOC 將庫存緩衝分為三個控制管理區—綠色、黃色、紅色，每一區的大小約為緩衝大小的三分之一。當緩衝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及規劃行動，然而若降到紅色區則必須採取立即的行動。

4.3.3 要如何造成改變？

找出 E 公司數個顯著且有代表性的產品來做改變實施的目標，然後觀察其結果，一般應該在三個月內可以看到存貨減少或銷售增加等顯著效果。如果在六個月內還不見成效，則應該找限制理論的專家來檢討，是否所處產業有其特殊性或是在實施這些方法時犯了甚麼錯誤。

4.4 限制理論應用於個案公司之改善評估

由前章節相關文獻、產業特性與個案公司分析之探討，我們可以了解到預測始終是不準確的，且 IC 設計公司所處的全球半導體市場景氣變化劇烈且產品生命週期短。加上市場對半導體產品景氣及需求，在金融海嘯發生而各國政府開始保護政策之下，開始出現瞬間暴落又暴特殊經濟現象，不穩定的程度比以前所面對的狀況，更加難以掌握與應變，因此如果 E 公司再依循過去的運作方式來作為公司庫存管理與銷售成長的主要方式，有可能因此在市場上消失。本研究將利限制理論的方法為基礎，並與 E 公司在金融海嘯時期之實際情況結合，逐一討論相關做法在 E 公司之可行性。

改善一：縮短補貨時間

可行性評估：由於晶圓代工產業已經做到極致化，E 公司的下單頻率相當頻繁且產品皆以空運，其訂單時間與運輸時間都已經是最佳化，佔整體補貨時間的比例也是相對的小，再做改善的空間相當有限。而至於主要的生產時間（晶圓製造、晶圓測試、封裝與最終測試）也因是交給晶圓與封裝代工廠製造，再大幅度降低可能以低。所以從 E 公司目前的情況補貨時間可以再縮短機會比較困難。

改善二：建立中央倉庫來供應各區域倉庫所需，將大部分庫存放中央倉庫，取代一般由工廠分別供應給各區域倉庫的做法。

可行性評估：目前 E 公司的做法是在各個測試廠及本身庫房設置成品倉，然後依據訂單出貨需求日，由 E 公司業務部門直接下出貨通知，透過貨運公司出貨至客戶端或代理商。雖然是設有不同之倉庫點，但各點所儲存的是該廠所生產

之最終成品，而且各倉庫點彼此間貨品要調動的話也在一天內皆可完成、加上所有產品也都是由 E 公司統一調度，所以其本質上已經是一虛擬的中央倉庫。但下游之 IC 通路商是自己決定庫存水位再向 E 公司下單，若能改變其模式，將大部分庫存存放在 E 公司，IC 通路商只要準備運輸時間內庫存量，每日回報實際出貨量給 E 公司進行補貨，或許可避免雙方產銷上的問題。

改善三：決定合適之庫存目標水準，並以拉式補貨生產代替推式補貨

可行性評估：E 公司目前都是以未來的預測數量來決定庫存水準，而下單生產的數量就是以預測的庫存水位扣掉目前的成品庫存量，其中的差額就是需要生產的數量。然而，這樣的做法只要預測不準確，庫存水準便會隨之暴增暴減。所以目標庫存水位不應該依照預測來決定，而下單方式也應該由推式補貨改為拉式補貨，消耗多少量就生產多少數量。

改善四：以動態緩衝管理或預測資料來調整目標庫存

可行性評估：目前 E 公司是以各業務所給的預測量加總作為目標庫存量，調整目標庫存也是依據預測數量來調整，而限制理論調整目標庫存的方式為動態緩衝管理。若實行用多少補多少的補貨方式後哪一種調整目標庫存的方法會適合 E 公司呢？因此本研究將模擬 E 公司產品的歷史資料，驗證哪一個方式對 E 公司的庫存管理績效較好。

總結上述四個改善的可行性評估：(1).縮短補貨時間之空間不大。(2).建立中央倉庫的做法難以從模擬方式看出成效。(3).決定合適之庫存目標水準，並以拉式補貨生產代替推式補貨，對還是習慣以預測來進行生產規劃的 E 公司而言是很大的改變，但實務上是可行的做法。(4).以動態緩衝管理來調整目標庫存，比較哪此方法對 E 公司是否有利。

4.5 以歷史資料驗證 Demand-Pull 在個案公司之可行性

上一小節衡量 E 公司之實際情況後，本研究決定將對 E 公司作以下改變：

1. 決定合適之庫存目標水準，並以拉式補貨代替推式補貨
2. 以動態庫存緩衝管理調整目標庫存

收集 E 公司的歷史資料進行模擬，探討 E 公司採取這些改變的話，其結果是否會有所不同。模擬項目為 E 公司之三項主要產品在 2009 年 7 月至 2009 年 12 月之預測資料、實際出貨量與庫存量等歷史資料（表 2、表 3）。



表 2：E 公司三項產品之歷史資料

		產品A					產品B					產品C				
2009年		庫存量	下單量	出貨量(週)	預測量(月)	預測誤差	庫存量	下單量	出貨量(週)	預測量(月)	預測誤差	庫存量	下單量	出貨量(週)	預測量(月)	預測誤差
七月	第一週	1,300,000	470,000	100,910	1,945,200	382%	1,750,000	340,000	44,200	1,244,340	604%	1,430,000	450,000	3,850	1,042,400	6669%
	第二週	1,685,390	140,000	717,580	1,945,200	32%	1,705,800	0	424,212	1,244,340	27%	1,426,150	0	462,738	1,042,400	44%
	第三週	1,454,110	490,000	488,598	1,945,200	0%	1,281,588	300,000	267,890	1,244,340	16%	1,224,012	235,000	169,338	1,042,400	54%
	第四週	1,451,812	350,000	386,892	1,945,200	26%	1,013,698	220,000	300,040	1,244,340	4%	1,315,274	175,000	118,032	1,042,400	121%
八月	第一週	1,462,078	670,000	178,702	1,588,632	122%	713,658	720,000	671,742	925,300	66%	1,422,454	195,000	14,845	900,848	1417%
	第二週	1,283,376	0	328,594	1,588,632	21%	621,916	56,000	271,432	925,300	15%	1,407,609	130,000	122,800	900,848	83%
	第三週	1,351,940	105,000	399,547	1,588,632	1%	350,484	44,000	374,577	925,300	38%	1,284,809	160,000	348,455	900,848	35%
	第四週	1,349,551	350,000	470,500	1,588,632	16%	207,232	200,000	477,722	925,300	52%	1,161,566	50,000	574,110	900,848	61%
九月	第一週	1,312,409	585,000	175,207	1,733,432	147%	0	295,000	124,644	1,044,274	109%	792,070	535,000	82,668	818,454	148%
	第二週	1,570,560	78,000	237,046	1,733,432	83%	127,003	140,000	168,636	1,044,274	55%	914,015	250,000	111,846	818,454	83%
	第三週	1,333,514	467,000	589,915	1,733,432	27%	219,436	215,000	124,824	1,044,274	109%	1,006,783	200,000	83,135	818,454	146%
	第四週	1,176,957	270,000	826,585	1,733,432	48%	355,680	200,000	581,608	1,044,274	55%	1,128,261	180,000	69,559	818,454	194%
十月	第一週	651,580	1,162,000	381,930	1,204,832	21%	52,207	60,000	359,850	586,300	59%	1,207,042	120,000	51,940	593,360	186%
	第二週	570,858	0	185,550	1,204,832	62%	0	110,000	95,790	586,300	53%	1,303,442	100,000	62,150	593,360	139%
	第三週	686,516	305,000	235,550	1,204,832	28%	11,417	35,000	287,210	586,300	49%	1,241,292	0	112,150	593,360	32%
	第四週	752,174	385,000	522,220	1,204,832	42%	2,342	122,000	200,466	586,300	27%	1,277,482	175,000	499,278	593,360	70%
十一月	第一週	566,064	775,000	263,170	1,344,440	28%	0	55,000	144,138	1,610,040	179%	987,454	120,000	39,362	837,000	432%
	第二週	639,004	650,000	394,756	1,344,440	15%	0	400,000	216,207	1,610,040	86%	1,157,342	250,000	54,544	837,000	284%
	第三週	580,358	750,000	328,964	1,344,440	2%	419,958	350,000	180,173	1,610,040	123%	1,312,048	200,000	48,954	837,000	327%
	第四週	587,504	850,000	1,155,685	1,344,440	71%	239,785	500,000	239,785	1,610,040	68%	1,263,094	350,000	161,130	837,000	30%
十二月	第一週	0	700,000	150,808	1,635,100	171%	0	450,000	25,600	1,474,812	1340%	1,297,204	320,000	55,540	780,960	252%
	第二週	98,561	880,000	204,035	1,635,100	100%	0	350,000	35,400	1,474,812	942%	1,241,664	270,000	75,142	780,960	160%
	第三週	303,300	890,000	177,422	1,635,100	130%	0	400,000	120,340	1,474,812	206%	1,361,763	400,000	65,341	780,960	199%
	第四週	534,654	950,000	543,090	1,635,100	25%	0	430,000	54,310	1,474,812	579%	1,296,422	350,000	184,601	780,960	6%

表 3：E 公司三項產品庫存情況

	總出貨量	平均庫存	庫存週轉率	存貨週轉天數
產品 A	9,443,256	945,928	9.98	18
產品 B	5,790,796	378,009	15.32	12
產品 C	3,571,508	1,227,469	2.91	63

由歷史資料可以看出 E 公司的預測量只是大略的估計出一個未來的需求
量，且下單量並不是如預測量可以完全滿足，每一個月修正一次預測，但預測量
與實際需求始終有一定的誤差，造成某些產品存貨過高而某些產品缺貨嚴重。產
品 A 與產品 C 的庫存週轉率分別為 9.98 及 2.91，代表這兩項產品平均要待在倉

庫 36 天與 126 天才會銷售出去，庫存積壓狀況嚴重，而產品 B 的存貨週轉率為 15.32，平均要在倉庫 24 天，看似此產品的庫存並不嚴重，但實際上是因為此產品有大幅掉單的情況，也就是產品 B 庫存備的太少，導致許多訂單無法完全滿足而流失。因此本研究將對上述之個案資料進行模擬，為了方便模擬，本研究採取了以下幾個假設條件：(1).從下單到入庫的補貨時間為 8 週。(2).供應商無產能限制且如期交貨(3).模擬將以週為單位來進行，每月為 4 週，模擬 6 個月。(4).為了不讓模擬時出現缺貨的情況，因此期初庫存量為各產品歷史資料之補貨時間內的最大需求量。而模擬的方式將採取下列兩種：

表 4：模擬方式

		操作說明
模擬一	用多少補多少	期初庫存為補貨時間內的最大需求量，以實際需求量為下單數量，不調整目標庫存。
模擬二	用多少補多少+ 動態緩衝管理 調整目標庫存	期初庫存為補貨時間內的最大需求量，以實際需求量為下單數量，當庫存侵蝕紅區或綠區連續 2 週時，調高或調低目標庫存 1/3。

4.5.1 模擬結果

表 5 為 E 公司三項產品的模擬結果總表，而詳細的模擬結果如附件表 6 至表 11，接續將針對各產品的不同模擬方式進行探討。

表 5：E 公司三項產品模擬結果

產品A	總出貨量	平均庫存	缺貨量	缺貨次數	庫存週轉率	存貨週轉天數
Original	9,443,256	945,928	157,374	1	9.98	18
S-1	9,600,630	418,074	0	0	22.58	8
S-2	9,600,630	1,118,074	0	0	8.58	21.3
產品B	總出貨量	平均庫存	缺貨量	缺貨次數	庫存週轉率	存貨週轉天數
Original	5,790,796	378,009	1,326,123	8	15.32	12
S-1	7,038,892	574,124	78,024	1	12.2	14.9
S-2	7,038,892	915,771	78,024	1	7.69	23.7
產品C	總出貨量	平均庫存	缺貨量	缺貨次數	庫存週轉率	存貨週轉天數
Original	3,571,507	1,227,469	0	0	2.91	63
S-1	3,571,507	697,746	0	0	5.12	36
S-2	3,571,507	1,047,746	0	0	3.41	53.5

1. 產品 A：

E 公司原本的存貨週轉率為 9.98，週轉天數為 18 天，而模擬的結果以模擬一最好，庫存週轉率為 22.58，週轉天數降為 8 天，平均庫存量減少 56.7%（大約 537K 顆），結果卻可獲得相同的出貨量，產出增加 157K，缺貨次數減為零。模擬二與 E 公司沒有太大差異，平均庫存量增加 18%（大約 172K 顆），主要是調高目標庫存 1/3，但模擬只有 6 個月造成庫存量偏高。但產出增加 157K 顆，缺貨次數減為零。

2. 產品 B：

此產品原本就有大量缺貨的情況，平均庫存偏低，是由於賣到零庫存缺貨，缺貨八次造成顧客取消訂單約 1326K 顆，使得許多期間的庫存都是 0，因此降低了平均庫存，存貨週轉率為 15.32。兩種模擬的庫存都比 E 公司原本的庫存量高，模擬一可以讓出貨量增加 21%（大約 1248K 顆），平均庫存量雖增加

196K 顆，但缺貨次數卻減少為一次，此平均庫存應該是比較接近合理庫存量。模擬二出貨量增加 21%(大約 1248K 顆)，平均庫存量增加 537K 顆，主要是調高目標庫存 1/3，使得存貨水位快速增加，一樣的模擬時間只有 6 個月，無法看出實際成果，但缺貨次數減少為一次。但本研究認為若實行用多少補多少的補貨方式將可以有效減少訂單流失的情況，增加出貨數量。

3. 產品 C：

E 公司原本的存貨週轉率為 2.91，週轉天數為 63 天，而模擬的結果中，模擬一平均庫存量減少 43%(大約 530K 顆)，即可滿足所有需求，模擬二平均庫存量減少 14.5%(大約 180K 顆)，以前兩個產品經驗，在調高目標庫存 1/3 後，由於只有 6 個月模擬期間，幾乎一定會比原來平均庫存多才合理，但是模擬二結果卻是平均庫存減少，可以確定的是產品 C 的平均庫存真的太高了。由上述各產品模擬結果可以得到以下初步結論：

1. E 公司的產銷運作方式存在著很大的改善空間，產品 A 與產品 C 積壓過多的存貨但產品 B 卻是因為庫存太低導致許多訂單流失，追究其原因是因為預測量與實際需求的誤差所造成。
2. 用多少補多少的拉式補貨方法避免了因預測誤差所造成的不良狀況，產品 A 與產品 C 的庫存幾乎減少了一半，這代表 E 公司其實減少一半的庫存就能滿足需求。而產品 B 若能用拉式補貨來操作，也可以將缺貨次數大大減少，增加出貨數量。並可以將平均庫存回補到合理水位，本研究認為能避免因預測誤差所造成的訂單流失，進而增加出貨量。
3. 使用動態緩衝管理調整目標庫存沒有得到較好的結果，此乃因為產品的補貨時間為 8 週，而模擬的時間長度只有 6 個月（24 週），使得調整的效益無法充分反映在這 6 個月的績效上，未來可以進一步增加模擬的時間來觀察動態緩衝管理是否適合運用在 E 公司。

第五章 結論與建議

5.1 結論

公司成立的目的是要獲利，在電子業低毛利的時代，又面臨過去幾年中，金融市場劇烈的變化，造成景氣變化劇烈，台灣的 IC 設計公司，是否可以續成長茁壯的發展，有來自內部以及外來的挑戰，其中包括了：大陸業者的崛起，市場更低的價格戰、產品重疊性甚高等。而在這樣的市場競爭當中，IC 設計公司除了優秀的設計、快速的新產品導入市場之外，面對全球的競爭挑戰，我們是否可能找出其他的部份，藉由管理方法的改善，加強本身競爭力？限制理論中所提出“配銷庫存管理”是有機會改善庫存水準並使 IC 設計公司能對市場變化有更好的反應。而本研究便是以本人所服務的公司為例，探討其原有之產銷庫存的管理方法，並嘗試透過限制理論的建議找出更好的方法、以其歷史資料做驗證，看看是否可能有更好的結果，提供給相關公司作為管理改善的參考。

在此研究中，透過文獻探討、分析公司產業特性、與案例公司之歷史資料，驗證出預測並不可能完全準確。所以照著目前的預測方法來進行未來生產規劃，一但遇上景氣翻轉上下波動與預測有很大落差時，就會發生庫存量變多或缺貨的情況。造成公司虧損嚴重甚至倒閉發生。而經由實際案例公司的驗證，如果我們能利用 TOC Demand-Pull 的觀念並適當地考慮庫存量的變動，透過限制理論確實是可以用來改善 E 公司之庫存狀況以及缺貨情形。

5.2 未來研究建議

1. 整合 E 公司所有產品，延伸所有產品之庫存管理與生產。
2. 利用 Demand-pull 整合 E 公司對晶圓廠與封裝測試廠生產。
3. 建議補貨週期可以從 8 週再降低，配合與前段生產合作，找出最小生產量與最佳庫存量。

參考文獻

1. 傅豪，「IC Design House 之庫存管理改善 ~ 試行限制理論於 M 公司之研究」，國立交通大學工業工程與管理研究所，碩士論文，1995。
2. 孟筱倩，「金融海嘯衝擊對消費者行為之影響-「宅經濟」熱潮」，彰化師範大學商業教育研究所，碩士論文，2009。
3. 袁國榮，「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研究所，博士論文，1994。
4. 鍾淑馨，生管-作業管理課堂講義，國立交通大學工業工程與管理學系生管作業管理課程，2007。
5. 李榮貴，製造管理專題課堂講義，國立交通大學工業工程與管理學系製造管理專題課程，2006。
6. 拓璞產業研究所，2004 年到 2010 年台灣 IC 產業年產值 (2005)。
7. 台灣 IC 產業未來之星-IC 設計業現況與特性 (2006)。
8. 財訊出版社 (2007)。IC 設計產業版圖。
9. Robert, B., Handfield, E. L. and Nichols, J. R., (1999), " Introduction to Supply Chain Management" , Prentice-Hall, Inc.
10. Lee H. L., Pamanabhan, V, Whang, S., (1997b), " The Bullwhip Effect in Supply Chains," Sloan Management Review/Spring, 93-102。
11. Forrester, J. Industrial Dynamics, (1961), MIT Press, and John Wiley & Sons, Inc., New York。

表 6：產品 A 模擬一結果

產品 A		S-1						
2009年		期初庫存	到貨量	出貨量(週)	期末庫存量	下單量	缺貨量	目標庫存
七月	第一週	400,000	400,000	100,910	699,090	100,910	0	3,600,000
	第二週	699,090	400,000	717,580	381,510	717,580	0	3,600,000
	第三週	381,510	400,000	488,598	292,912	488,598	0	3,600,000
	第四週	292,912	400,000	386,892	306,020	386,892	0	3,600,000
八月	第一週	306,020	400,000	178,702	527,318	178,702	0	3,600,000
	第二週	527,318	400,000	328,594	598,724	328,594	0	3,600,000
	第三週	598,724	400,000	399,547	599,177	399,547	0	3,600,000
	第四週	599,177	400,000	470,500	528,677	470,500	0	3,600,000
九月	第一週	528,677	100,910	175,207	454,380	175,207	0	3,600,000
	第二週	454,380	717,580	237,046	934,914	237,046	0	3,600,000
	第三週	934,914	488,598	589,915	833,597	589,915	0	3,600,000
	第四週	833,597	386,892	826,585	393,904	826,585	0	3,600,000
十月	第一週	393,904	178,702	381,930	190,676	381,930	0	3,600,000
	第二週	190,676	328,594	185,550	333,720	185,550	0	3,600,000
	第三週	333,720	399,547	235,550	497,717	235,550	0	3,600,000
	第四週	497,717	470,500	522,220	445,997	522,220	0	3,600,000
十一月	第一週	445,997	175,207	263,170	358,034	263,170	0	3,600,000
	第二週	358,034	237,046	394,756	200,324	394,756	0	3,600,000
	第三週	200,324	589,915	328,964	461,275	328,964	0	3,600,000
	第四週	461,275	826,585	1,155,685	132,175	1,155,685	0	3,600,000
十二月	第一週	132,175	381,930	308,182	205,923	308,182	0	3,600,000
	第二週	205,923	185,550	204,035	187,438	204,035	0	3,600,000
	第三週	187,438	235,550	177,422	245,566	177,422	0	3,600,000
	第四週	245,566	522,220	543,090	224,696	543,090	0	3,600,000

表 7：產品 A 模擬二結果

產品A		S-2						
2009年		期初庫存	到貨量	出貨量(週)	期末庫存量	下單量	缺貨量	目標庫存
七月	第一週	400,000	400,000	100,910	699,090	100,910	0	3,600,000
	第二週	699,090	400,000	717,580	381,510	717,580	0	3,600,000
	第三週	381,510	400,000	488,598	292,912	1,688,598	0	4,800,000
	第四週	292,912	400,000	386,892	306,020	386,892	0	4,800,000
八月	第一週	306,020	400,000	178,702	527,318	178,702	0	4,800,000
	第二週	527,318	400,000	328,594	598,724	328,594	0	4,800,000
	第三週	598,724	400,000	399,547	599,177	399,547	0	4,800,000
	第四週	599,177	400,000	470,500	528,677	470,500	0	4,800,000
九月	第一週	528,677	100,910	175,207	454,380	175,207	0	4,800,000
	第二週	454,380	717,580	237,046	934,914	237,046	0	4,800,000
	第三週	934,914	1,688,598	589,915	2,033,597	589,915	0	4,800,000
	第四週	2,033,597	386,892	826,585	1,593,904	826,585	0	4,800,000
十月	第一週	1,593,904	178,702	381,930	1,390,676	381,930	0	4,800,000
	第二週	1,390,676	328,594	185,550	1,533,720	185,550	0	4,800,000
	第三週	1,533,720	399,547	235,550	1,697,717	235,550	0	4,800,000
	第四週	1,697,717	470,500	522,220	1,645,997	522,220	0	4,800,000
十一月	第一週	1,645,997	175,207	263,170	1,558,034	263,170	0	4,800,000
	第二週	1,558,034	237,046	394,756	1,400,324	394,756	0	4,800,000
	第三週	1,400,324	589,915	328,964	1,661,275	328,964	0	4,800,000
	第四週	1,661,275	826,585	1,155,685	1,332,175	1,155,685	0	4,800,000
十二月	第一週	1,332,175	381,930	308,182	1,405,923	308,182	0	4,800,000
	第二週	1,405,923	185,550	204,035	1,387,438	204,035	0	4,800,000
	第三週	1,387,438	235,550	177,422	1,445,566	177,422	0	4,800,000
	第四週	1,445,566	522,220	543,090	1,424,696	543,090	0	4,800,000

表 8：產品 B 模擬一結果

產品B		S-1						
2009年		期初庫存	到貨量	出貨量(週)	期末庫存量	下單量	缺貨量	目標庫存
七月	第一週	600,000	300,000	44,200	855,800	44,200	0	3,000,000
	第二週	855,800	300,000	424,212	731,588	424,212	0	3,000,000
	第三週	731,588	300,000	267,890	763,698	267,890	0	3,000,000
	第四週	763,698	300,000	300,040	763,658	300,040	0	3,000,000
八月	第一週	763,658	300,000	671,742	391,916	671,742	0	3,000,000
	第二週	391,916	300,000	271,432	420,484	271,432	0	3,000,000
	第三週	420,484	300,000	374,577	345,907	374,577	0	3,000,000
	第四週	345,907	300,000	477,722	168,185	477,722	0	3,000,000
九月	第一週	168,185	44,200	212,385	0	212,385	78,024	3,000,000
	第二週	0	424,212	168,636	255,576	168,636	0	3,000,000
	第三週	255,576	267,890	124,824	398,642	124,824	0	3,000,000
	第四週	398,642	300,040	581,608	117,074	581,608	0	3,000,000
十月	第一週	117,074	671,742	359,850	428,966	359,850	0	3,000,000
	第二週	428,966	271,432	261,555	438,843	261,555	0	3,000,000
	第三週	438,843	374,577	287,210	526,210	287,210	0	3,000,000
	第四週	526,210	477,722	200,466	803,466	200,466	0	3,000,000
十一月	第一週	803,466	212,385	309,903	705,948	309,903	0	3,000,000
	第二週	705,948	168,636	381,972	492,612	381,972	0	3,000,000
	第三週	492,612	124,824	180,173	437,263	180,173	0	3,000,000
	第四週	437,263	581,608	239,785	779,086	239,785	0	3,000,000
十二月	第一週	779,086	359,850	191,365	947,571	191,365	0	3,000,000
	第二週	947,571	261,555	201,165	1,007,961	201,165	0	3,000,000
	第三週	1,007,961	287,210	286,105	1,009,066	286,105	0	3,000,000
	第四週	1,009,066	200,466	220,075	989,457	220,075	0	3,000,000

表 9：產品 B 模擬二結果

產品B		S-2						
2009年		期初庫存	到貨量	出貨量(週)	期末庫存量	下單量	缺貨量	目標庫存
七月	第一週	600,000	300,000	44,200	855,800	44,200	0	3,000,000
	第二週	855,800	300,000	424,212	731,588	424,212	0	3,000,000
	第三週	731,588	300,000	267,890	763,698	567,890	0	3,300,000
	第四週	763,698	300,000	300,040	763,658	300,040	0	3,300,000
八月	第一週	763,658	300,000	671,742	391,916	671,742	0	3,300,000
	第二週	391,916	300,000	271,432	420,484	271,432	0	3,300,000
	第三週	420,484	300,000	374,577	345,907	374,577	0	3,300,000
	第四週	345,907	300,000	477,722	168,185	477,722	0	3,300,000
九月	第一週	168,185	44,200	212,385	0	212,385	78,024	3,300,000
	第二週	0	424,212	168,636	255,576	168,636	0	3,300,000
	第三週	255,576	567,890	124,824	698,642	824,824	0	4,000,000
	第四週	698,642	300,040	581,608	417,074	581,608	0	4,000,000
十月	第一週	417,074	671,742	359,850	728,966	359,850	0	4,000,000
	第二週	728,966	271,432	261,555	738,843	261,555	0	4,000,000
	第三週	738,843	374,577	287,210	826,210	287,210	0	4,000,000
	第四週	826,210	477,722	200,466	1,103,466	0	0	2,800,000
十一月	第一週	1,103,466	212,385	309,903	1,005,948	0	0	2,800,000
	第二週	1,005,948	168,636	381,972	792,612	0	0	2,800,000
	第三週	792,612	824,824	180,173	1,437,263	0	0	2,800,000
	第四週	1,437,263	581,608	239,785	1,779,086	127,785	0	2,800,000
十二月	第一週	1,779,086	359,850	191,365	1,947,571	191,365	0	2,800,000
	第二週	1,947,571	261,555	201,165	2,007,961	201,165	0	2,800,000
	第三週	2,007,961	287,210	286,105	2,009,066	286,105	0	2,800,000
	第四週	2,009,066	0	220,075	1,788,991	220,075	0	2,800,000

表 10：產品 C 模擬一結果

產品C		S-1						
2009年		期初庫存	到貨量	出貨量(週)	期末庫存量	下單量	缺貨量	目標庫存
七月	第一週	400,000	200,000	3,850	596,150	3,850	0	2,000,000
	第二週	596,150	200,000	462,738	333,412	462,738	0	2,000,000
	第三週	333,412	200,000	169,338	364,074	169,338	0	2,000,000
	第四週	364,074	200,000	118,032	446,042	118,032	0	2,000,000
八月	第一週	446,042	200,000	14,845	631,197	14,845	0	2,000,000
	第二週	631,197	200,000	122,800	708,397	122,800	0	2,000,000
	第三週	708,397	200,000	348,455	559,942	348,455	0	2,000,000
	第四週	559,942	200,000	574,110	185,832	574,110	0	2,000,000
九月	第一週	185,832	3,850	82,668	107,014	82,668	0	2,000,000
	第二週	107,014	462,738	111,846	457,906	111,846	0	2,000,000
	第三週	457,906	169,338	83,135	544,109	83,135	0	2,000,000
	第四週	544,109	118,032	69,559	592,582	69,559	0	2,000,000
十月	第一週	592,582	14,845	51,940	555,487	51,940	0	2,000,000
	第二週	555,487	122,800	62,150	616,137	62,150	0	2,000,000
	第三週	616,137	348,455	112,150	852,442	112,150	0	2,000,000
	第四週	852,442	574,110	499,278	927,274	499,278	0	2,000,000
十一月	第一週	927,274	82,668	39,362	970,580	39,362	0	2,000,000
	第二週	970,580	111,846	54,544	1,027,882	54,544	0	2,000,000
	第三週	1,027,882	83,135	48,954	1,062,063	48,954	0	2,000,000
	第四週	1,062,063	69,559	161,130	970,492	161,130	0	2,000,000
十二月	第一週	970,492	51,940	55,540	966,892	55,540	0	2,000,000
	第二週	966,892	62,150	75,142	953,901	75,142	0	2,000,000
	第三週	953,901	112,150	65,341	1,000,710	65,341	0	2,000,000
	第四週	1,000,710	499,278	184,601	1,315,387	184,601	0	2,000,000

表 11：產品 C 模擬二結果

產品C		S-2						
2009年		期初庫存	到貨量	出貨量(週)	期末庫存量	下單量	缺貨量	目標庫存
七月	第一週	400,000	200,000	3,850	596,150	3,850	0	2,000,000
	第二週	596,150	200,000	462,738	333,412	462,738	0	2,000,000
	第三週	333,412	200,000	169,338	364,074	769,338	0	2,600,000
	第四週	364,074	200,000	118,032	446,042	118,032	0	2,600,000
八月	第一週	446,042	200,000	14,845	631,197	14,845	0	2,600,000
	第二週	631,197	200,000	122,800	708,397	122,800	0	2,600,000
	第三週	708,397	200,000	348,455	559,942	348,455	0	2,600,000
	第四週	559,942	200,000	574,110	185,832	574,110	0	2,600,000
九月	第一週	185,832	3,850	82,668	107,014	82,668	0	2,600,000
	第二週	107,014	462,738	111,846	457,906	111,846	0	2,600,000
	第三週	1,057,906	769,338	83,135	1,144,109	83,135	0	2,600,000
	第四週	1,144,109	118,032	69,559	1,192,582	69,559	0	2,600,000
十月	第一週	1,192,582	14,845	51,940	1,155,487	51,940	0	2,600,000
	第二週	1,155,487	122,800	62,150	1,216,137	62,150	0	2,600,000
	第三週	1,216,137	348,455	112,150	1,452,442	112,150	0	2,600,000
	第四週	1,452,442	574,110	499,278	1,527,274	499,278	0	2,600,000
十一月	第一週	1,527,274	82,668	39,362	1,570,580	39,362	0	2,600,000
	第二週	1,570,580	111,846	54,544	1,627,882	54,544	0	2,600,000
	第三週	1,627,882	83,135	48,954	1,662,063	48,954	0	2,600,000
	第四週	1,662,063	69,559	161,130	1,570,492	161,130	0	2,600,000
十二月	第一週	1,570,492	51,940	55,540	1,566,892	55,540	0	2,600,000
	第二週	1,566,892	62,150	75,142	1,553,901	75,142	0	2,600,000
	第三週	1,553,901	112,150	65,341	1,600,710	65,341	0	2,600,000
	第四週	1,600,710	499,278	184,601	1,915,387	184,601	0	2,600,000