

國立交通大學

資訊管理研究所

碩士論文

以即時產業指標於最佳化安全庫存量研究

Using Real Time Industrial Index to Optimize Inventory Level



研究生：羅荻凱

指導教授：陳安斌 教授

中華民國九十八年六月

以即時產業指標於最佳化安全庫存量研究

Using Real Time Industrial Index to Optimize Inventory Level

研 究 生：羅荻凱

Student : Lo, Ti-Kai

指導教授：陳安斌

Advisor : Chen, An-Pind

國立交通大學
資訊管理學系
碩士論文



中華民國九十八年六月

以即時產業指標於最佳化安全庫存量研究

學生：羅荻凱

指導教授：陳安斌

摘要

長鞭效應讓需求的變異程度越往上游月被放大，而此肇因於需求資訊的遲滯與不協調也就是前置時間的冗長及缺乏彈性，而本研究即意圖導入產業指標整合技術分析工具解決這樣的需求不確定性問題。尤其是 2008 年的金融海嘯之後，更可發現海嘯橫掃時讓需求急凍、海嘯過後突然湧現大量的訂單，讓許多企業的產能與庫存，就在這波海嘯的前仆後繼之下即產生庫存過多與產能不足的問題，讓企業窮於應付，造成龐大的損失。許多企業雖然用裁員、放無薪假，讓產能、營運成本減至最低，但可能依舊有龐大庫存的羈押，造成庫存成本的提高；更出乎意料的，是大陸訂單的湧現，讓沒有庫存、沒有人力的企業，驚慌失措、無以為繼。為了解決前述問題，本研究的產業指標整合技術分析模型將利用費城半導體指數做為產業指標、做為觀察景氣循環的依據，並整合傳統股市中的 MACD 技術分析工具，讓產業的庫存水準調整可以跳脫純以歷史訂單做為預測依據傳統被動預測模式，進而改以產業指標在技術分析的模型下，能夠主動且動態地進行前置時間與庫存水準的調整，讓景氣熱絡的時期能夠不斷的補足需求而不發生缺貨；讓需求減縮、降低的時期能夠持續消化庫存，不讓存貨增加額外的庫存成本，甚至是停止新一批訂單的產生，以達到供應鏈成本降低、企業營運成本下降與服務水準提高的目的。

關鍵字：金融海嘯、長鞭效應、費城半導體指數、MACD、前置時間

Using Real Time Industrial Index to Optimize Inventory Level

Student : Lo, Ti-kai

Advisors : Dr. Chen, An-Pin

Institute of Information Management

National Chiao Tung University

ABSTRACT

Bullwhip effect is always the key problem that supply chain management want to handle. But the uncertainty of demand even worse the bullwhip effect. Especially during the financial tsunami in 2008, the uncertainty had frustrated all kinds of industry. Many enterprises didn't slow down the production speed in the first time that cause a high inventory level and high inventory cost. Some enterprises lay off employees and compel employees to have no paid holiday. But when the order arrived suddenly, they still had no resources to fulfill the orders. The research introduce the Philadelphia Semiconductor Index to help to observe the business cycle. Then, using the technical analysis tool used in stock market to analysis the demand cycle and forecast the future demands. All of above is going to reduce the impact of bullwhip effect and adjust the inventory level by adjust the lead time.

Keywords: Financial Tsunami, Bullwhip Effect, The Philadelphia Semiconductor Index, MACD, Lead Time

致謝

幾年前，好不容易考上了交大資管所，幾年之後終於好不容易要從資管所畢業，這都要感謝陳安斌老師對學生的盡心盡力。

研究生涯，可以說是相當短暫的，但是自己歷經各種起起伏伏，而讓自己比別人多花了一些時間才完成了這份學業。學業上，一開始有承希學長的帶領，讓我在研究所的學業奠定相當的基礎，學長所指導的讀書方法，至今依舊受用。研究所的最後一段，論文的完成則全賴文智學長的耐心與堅持，讓時而充滿信心、時而士氣低迷的，可以苦撐過最後口試前的日子；好幾個在研究室迎接晨曦、鳥鳴的刻苦日子，都由文智學長陪伴，苦心盡力地指導我論文的發展，心中滿滿的感謝，溢於言表。

默默在我身後不斷地支持我的家人，也因我的不懂事辛苦了好長一段時間，如今我終於畢業了，爸爸、媽媽養育的辛勞，在此我多少可以有一番回報，但我知道我還必須做的更多、更好。此外，珮瑩的陪伴與鼓舞，也是讓我得以完成學業的一大功臣，她的聰慧與照料，讓我比以前更加有勇氣面對各種迎面而來的挑戰。

最後，要在這裡再一次地強調，陳老師的對我的愛護與付出，才不讓我成為學業上的迷途羔羊。陳老師，謝謝您！

羅荻凱 謹誌于

國立交通大學資訊管理研究所

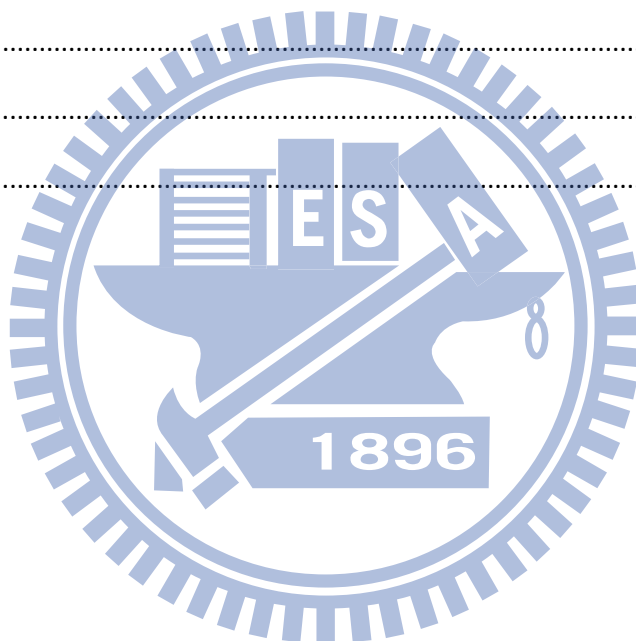
2009 年 7 月

目錄

摘要.....	i
ABSTRACT	ii
致謝.....	iii
目錄.....	iv
表目錄.....	vii
圖目錄.....	viii
符號表.....	ix
一、緒論.....	1
1.1 研究背景.....	1
1.2 研究動機與目的.....	1
1.3 研究對象與期間.....	1
1.4 研究價值與重要性.....	2
1.5 研究流程.....	3
二、文獻探討.....	5
2.1 供應鏈.....	6
2.2 供應鏈管理.....	7
2.3 長鞭效應.....	9
2.4 供應鏈裂結效應.....	11
2.5 平滑異同平均線（MACD）.....	11
2.6 費城半導體指數.....	12
2.7 前置時間.....	13
三、建構分析模型.....	14
3.1 產業指標分析階段.....	15
3.1.1 研究期間與研究資料.....	15
3.1.2 MACD 圖表繪製.....	17

3.1.3 技術分析.....	20
3.1.4 回歸機制.....	20
3.2 存貨政策.....	20
3.2.1 需求的產生.....	20
3.2.2 需求預測過程.....	21
3.2.3 庫存水準設定.....	21
3.3 成本模式.....	22
3.3.1 訂購量計算.....	22
3.3.2 計算採購成本.....	23
3.3.3 計算庫存成本.....	24
3.3.4 計算缺貨成本.....	26
3.3.5 總成本計算.....	26
3.3.6 成本模式小結.....	26
3.4 服務水準.....	27
3.5 本章小結.....	28
四、模擬與實證.....	29
4.1 產業指標分析階段.....	29
4.1.1 研究期間與研究資料.....	29
4.1.2 MACD 圖表繪製.....	31
4.1.3 技術分析.....	34
4.1.4 回歸機制.....	36
4.2 存貨政策.....	38
4.2.1 需求的產生.....	38
4.2.2 需求預測過程.....	38
4.2.3 庫存水準設定.....	39
4.3 成本模式.....	40
4.3.1 訂購量計算.....	40

4.3.2 計算採購成本.....	41
4.3.3 計算庫存成本.....	42
4.3.4 計算缺貨成本.....	43
4.3.5 總成本計算.....	44
4.4 服務水準.....	44
4.5 本章小結.....	46
五、結論與未來發展.....	48
5.1 結論.....	48
5.2 研究貢獻.....	48
5.2 未來發展.....	49
參考文獻.....	51
附錄 一.....	55



表目錄

表 1.1 研究流程表.....	3
表 2.1 供應鏈文獻整理.....	7
表 2.2 供應鏈管理文獻整理.....	8
表 2.3 費城半導體指數成分股.....	12
表 4.1 黃金交叉發生點.....	34
表 4.2 死亡交叉發生時點.....	36
表 4.3 總訂購量差異.....	40
表 4.4 總採購成本差異.....	42
表 4.5 總庫存成本差異.....	43
表 4.6 總缺貨成本差異.....	43
表 4.7 總成本差異.....	44
表 4.8 服務水準差異.....	45
表 4.9 總成本與服務水準比較表.....	46
表 4.10 不同前置時間與服務水準、供應鏈總成本比較表.....	46
附表一 費城半導體指數資料表.....	55

圖目錄

圖 1.1 研究流程圖.....	4
圖 2.1 本研究之知識地圖.....	5
圖 2.2 供應鏈的形成.....	6
圖 2.3 供應鏈上下游之訂單變異程度.....	10
圖 2.4 前置時間各成分關係圖.....	13
圖 3.1 實驗流程圖.....	14
圖 3.2 供應鏈模擬流程.....	15
圖 3.3 費城半導體指數日線、5 日均線、15 日均線圖.....	16
圖 3.4 費城半導體指數之 MACD 線圖.....	19
圖 3.5 庫存水準.....	22
圖 3.6 訂購量和單位成本之關係.....	24
圖 3.7 未發生缺貨之存貨成本.....	25
圖 3.8 發生缺貨之存貨成本.....	25
圖 3.9 供應鏈系統流程圖.....	27
圖 3.10 供應鏈成本計算之流程圖.....	27
圖 4.1 費城半導體指數日線、5 日均線、15 日均線圖.....	30
圖 4.2 費城半導體指數 MACD 線圖.....	33
圖 4.3 黃金交叉發生時點.....	35
圖 4.4 死亡交叉發生時點.....	37
圖 4.5 服務水準、前置時間與總成本關係圖.....	47

符號表

DI	需求指數
EMA	指數平滑移動平均線
DIF	差離值
DEM	差離值平均
$\hat{\mu}_{t+1}$	利用平均移動法預測 t+1 期之預測需求
$\hat{\sigma}_{t+1}$	利用平均移動法預測 t+1 期之預測變異
d_i	第 t 期之需求量
μ_t	需求週期之需求平均
σ^2	需求週期之需求標準差
n	移動平均法之預測期數
L	以需求週期為單位之前置時間
S_t	第 t 期之目標庫存水準
q_t	第 t 期之訂購量
PC	採購成本
HC	庫存成本

SC	缺貨成本
TC	總成本
f_q	數量單位成本
$upCost_q$	最小數量之單位成本
$lowCost_q$	最大數量之單位成本
Q_{\min}	最小訂購批量
Q_{\max}	最大訂購批量
K	訂購成本常數
h	庫存成本係數
b	缺貨成本係數
z	服務水準係數
Q_A	n 期需求量總合
Q_B	n 期庫存水準總合
S. L.	服務水準

一、緒論

1.1 研究背景

長鞭效應讓需求的變異程度越往上游越被放大，而此肇因於需求資訊的遲滯與不協調，也就是前置時間的冗長及缺乏彈性；換句話說，長鞭效應越往上游變異程度越大的癥結所在就是需求的不確定性[25、29]。2008 年金融海嘯的發生，更讓供應鏈的效應在個產業間擴大，讓企業蒙受龐大損失。就另一個角度而言，金融海嘯也透露了金融市場各類指標、指數的起落，也將會帶領產業界需求的起落；換句話說，金融市場是各產業界的風向球，有強烈的指標作用，企業若能詳加研究金融市場的動向，或可對現實還就需求的消長、起落，做即時的反應。

1.2 研究動機與目的

未能消化的庫存，會不斷增加供應鏈的成本，造成企業營運的損失；另一方面，缺貨的發生也將引發供應鏈裂結效應，造成整體供應鏈上、下游的損失[14]。未能消化的庫存多半來自於預測變異性大與固定前置週期未能迎合市場多變的特性。2008 年金融海嘯席捲全世界，突顯供應鏈管理上長鞭效應這樣一個問題，也就是說許多企業沒有在這波來的急且快的海嘯當中作好必要的因應措施，讓庫存水準無端地升高，因沒有需求能消化庫存，而產生大量貨品的積壓，即便穩健經營如 TOYOTA 一般，也無法倖免。所以本研究試圖利用產業指標整合技術分析此一研究模型，即時掌握市場的脈動、縮短前置時間，供不應求時期可以迅速補貨、存貨過多時可以消化庫存，降低供應鏈成本。

1.3 研究對象與期間

因此本研究希望藉由產業指標整合技術分析的研究模型，可以分析真實環境的資料，以期能得到貼近事實與實用的結果。所以本研究將使用費城半導體指數以及台灣半導體產業 T 公司的出貨量資料進行研究與實驗。研究資料期間為 2008 年 1 月 1 日至 2009 年 3 月 18 日為止，資料的型態為日資料，出貨量資料總計有 443 筆，費城半導體

指數則有 305 筆。

1.4 研究價值與重要性

以往各企業對庫存水準的訂定，多半是以銷售上的經驗並參考過去一至三年的營運狀況而定出新一年的目標，即使近年來資訊技術（Information Technology）不斷進步，多了許多對市場不確定性的分析模型與方法，仍不盡是最佳的方法。舉例來說，就曾有不少研究團隊試著以人工智慧方法學(Artificial Intelligence Methodology)角度嘗試開發有用的決策支援系統(Decision Support System)，意圖掌握市場的變化，但是截至目前為止仍舊難有突破性的發展。本研究以解決不確定性與提出創新的分析預測方法為目標，嘗試使用費城半導體指數這類的即時產業指標，進行即時的庫存水準調整。

本研究之價值與重要性分列如下：

- 本研究有別於傳統採用季報表、貨物進出口數據等資料，而是以費城半導體指數這類每天會更新的財務指標做為庫存水準分析的依據，在掌握半導體產業景氣循環的行為模式後，以期能提出貼合實際情況的預測數據。
- 嘗試利用技術分析工具中的 MACD (Moving Average Convergence-Divergence，平滑異同平均線) 做為庫存即時調整的依據，讓庫存調整可以著眼於即時與動態的環境之下，而不僅止於歷史訂單資料。
- 對於分析與預測模型提供合適「技術指標(Technical Indicator)」以利往後更進一步研究的參考。

1.5 研究流程

表 1.1 研究流程表

第一章 緒論	依序以研究背景、研究動機與目的、研究價值與重要性、研究期間與研究流程，簡單扼要地描述本篇論文的内容與概觀，以及主要的研究理念。
第二章 文獻探討	將本篇論文所提及的各種重要概念及方法學，做簡單而詳細的探討。其中包括供應鏈、供應鏈管理、長鞭效應、技術分析工具、產業指標、前置時間....等議題。
第三章 模擬環境建立	建立供應鏈模擬環境，並導入產業指標資料，以技術分析工具分析、訂定庫存水準調整策略，以期能動態調整庫存、降低供應鏈成本、提高服務水準。
第四章 實例驗證	將第三章所提出的實驗模型以實際資料進行流程展示與實證，利用對產業指標的觀察進行技術分析，隨後調整前置時間與庫存水準，最後再對實驗結果進行比較與分析。
第五章 結論與未來發展	總結本研究，並提出本研究的核心價值與貢獻，並針對未來發展提供建議，以利後續的發展與研究。

而本研究之流程圖如圖所示：

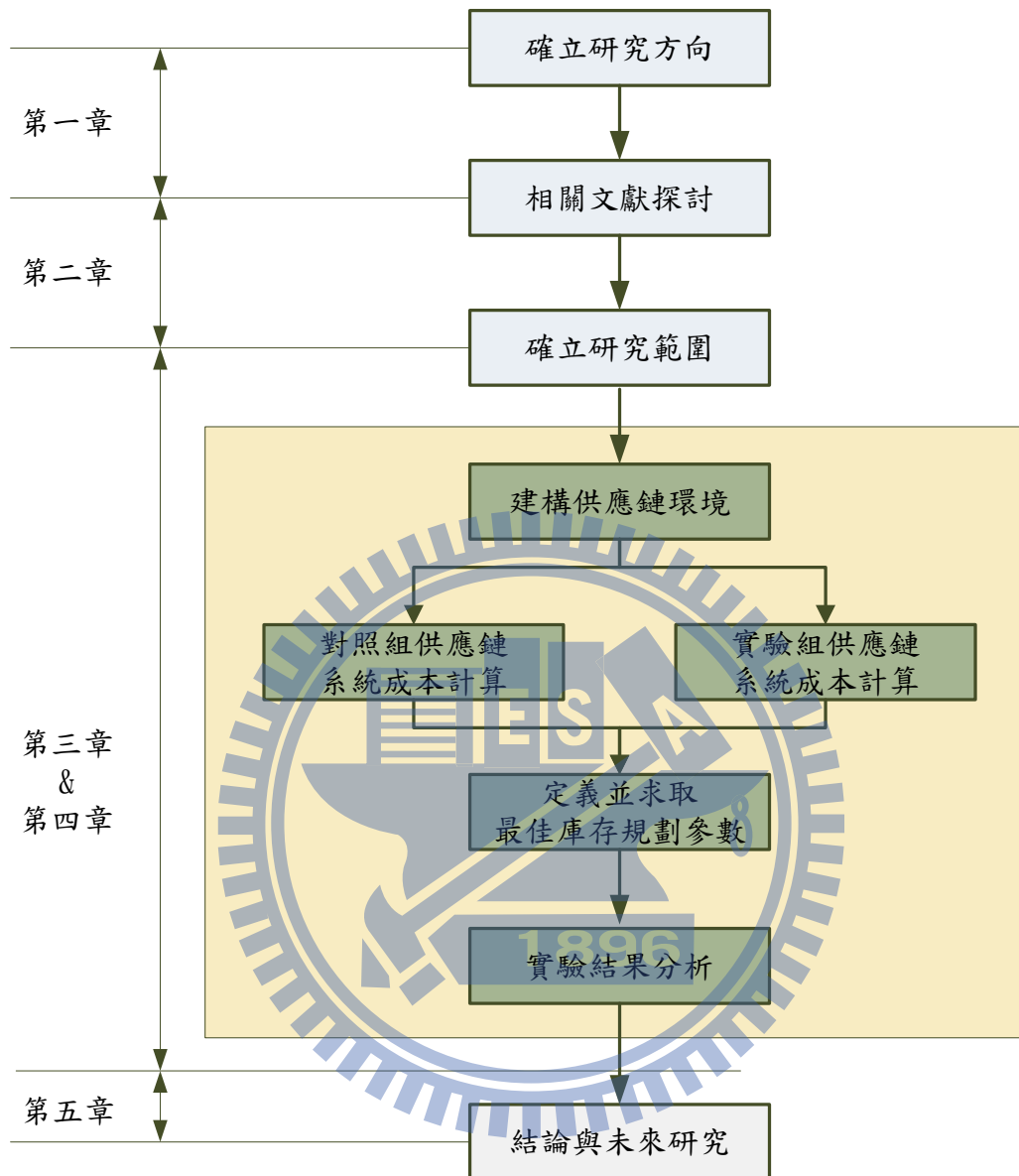


圖 1.1 研究流程圖

二、文獻探討

本研究將在第三章模擬供應鏈的環境，隨後導入產業指標，以技術分析方式訂定調整前置時間、調整庫存水準的策略。而在此先將相關文獻做一整理與探討，期能釐清各種必要觀念，以利接下來能夠對問題範圍能有清楚的定義，並對分析模型能有清楚認識。

以下是本研究的知識地圖，可以幫助瞭解有關本章文獻探討的內容梗概與思考脈絡，幫助釐清與界定本研究的研究範圍以及研究主題。

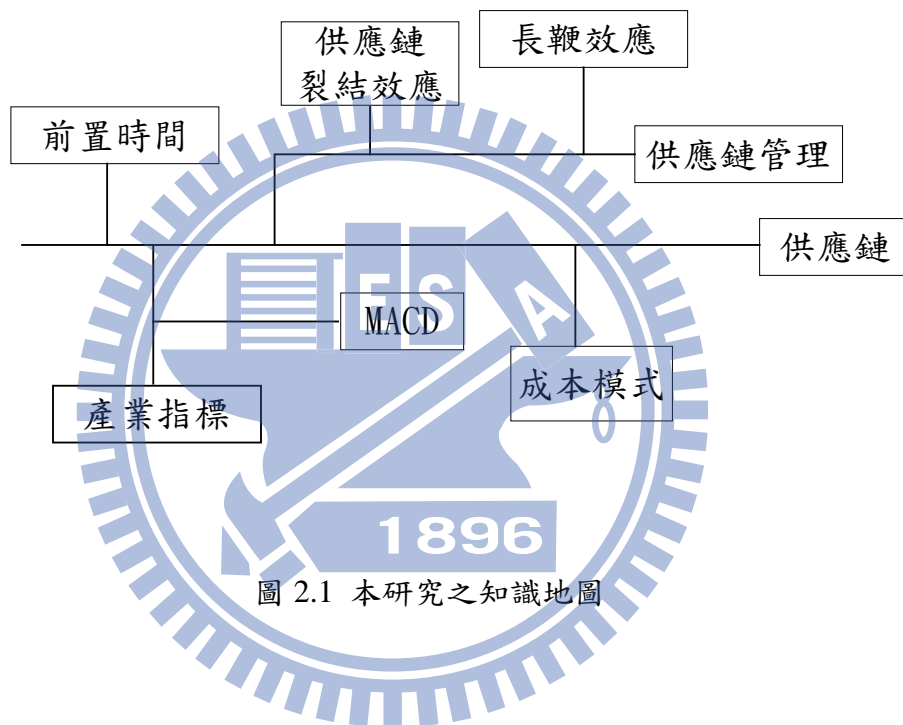


圖 2.1 本研究之知識地圖

2.1 供應鏈

供應鏈的形成可以透過以下這張圖進行瞭解。長長的供應鏈也就代表著產業的價值鏈，期中包含原物料採購、產品製造、通路配送、產品銷售甚至是將貨品運送至目標市場這一長串的活動，目的在於讓供應鏈上的每個企業都能得到獲利、產品可以滿足消費者的需求。而本研究主要探討的範圍主要是包括原物料採購、送達與產品製造這一部份，換句話說前至時間的影響範圍，集中在前述的三項要點之內。

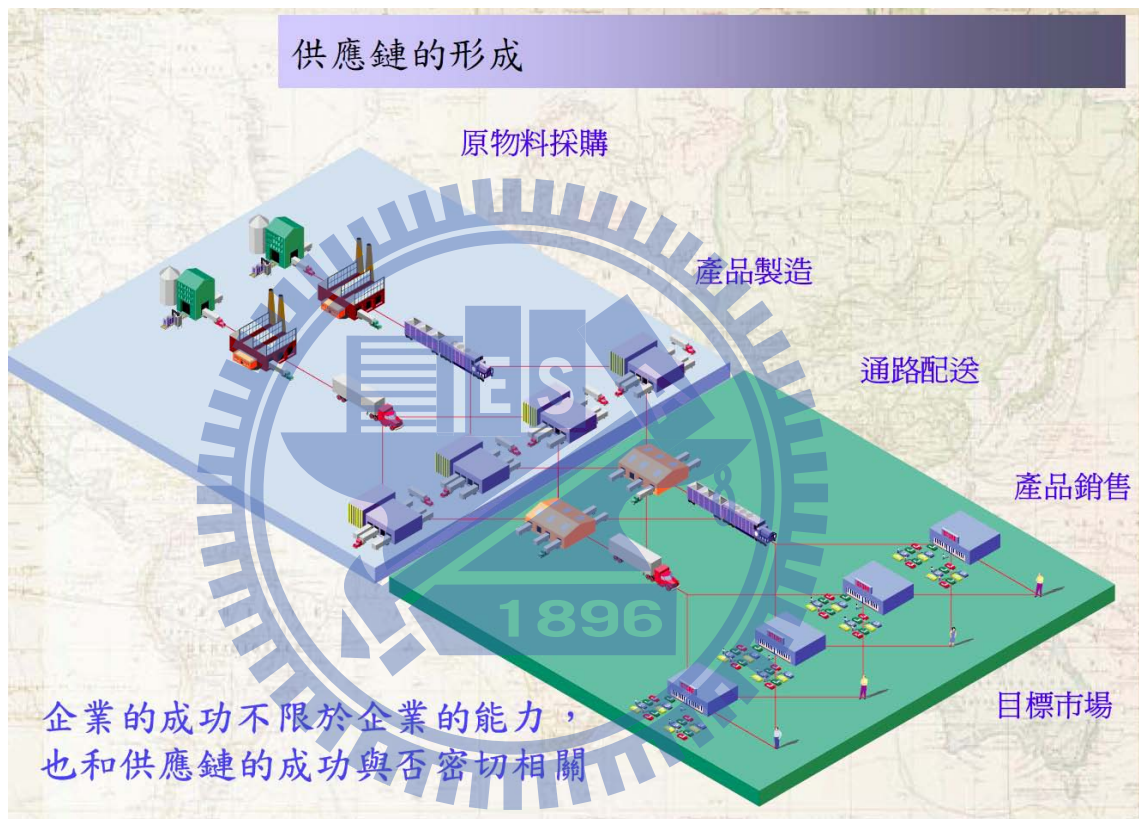


圖 2.2 供應鏈的形成[8]

供應鏈的概念已有數十年的演進，下表則是針對供應鏈的相關內容進行整理，以利對供應鏈有進一步的瞭解。

表 2.1 供應鏈文獻整理

作者	內容
Chopra & Meindl (2002) [15]	供應鏈泛指為滿足顧客需求所進行的一連串生產作業，從上游到下游，可以分成供應商；製造商、配銷商與零售商等四個生產階段。
Handfield & Nichols(1999) [20]	一連串的供應商與客戶關係組成供應鏈，換句話說，供應商的客戶也有可能是再往下一層客戶的供應商。
Harrington(1997) [21]	利用虛擬的企業集合體的概念，將採購、製造、分配產品與服務的活動連結起來，也就是說利用此概念將上、下游所有成員連結起來，組成供應鏈；此外，供應鏈也包括產品流與資訊流這兩項雙向流程。
Strader et al.(1998) [34]	供應鏈是一種虛擬整合，其特徵是以策略聯盟的方式共同取得市場競爭優勢，聯繫一連串的價值活動，這包括從供應商到顧客間所有活動之規劃、組織、協調與控制，內含物流與資訊。
Charles & Stephen (1996) [13]	供應鏈是組織將所屬產品、服務遞送給顧客的系統化方式，而供應鏈的網路體系包含供應商、製造商、配銷商、零售賣場、消費者。

本研究的範圍依據以上文獻所述，供應鏈的主要目的是希望透過成員間的有效整合，以提昇供應鏈的績效以及服務水準，每個企業都可以為主體組成其供應鏈，也可為其他企業之上下游，除了考慮主體的生產規劃外，也需以夥伴關係來探討上下游之間的整合。

2.2 供應鏈管理

供應鏈管理等的相關議題，分述如下方的表格：

表 2.2 供應鏈管理文獻整理

作者	內容
胡國仁(2005) [3]	供應鏈管理是可促進企業間協同作業，透過新產品研發協同流程、訂單的需求協同預測、訂單履行的協同管理流程以及電子採購來提升企業本深的績效。
Stein & Voehl (1998) [32]	以滿足顧客需要與期望為目標，系統化地對供應價值鏈中提供了從原物料供應商到末端顧客的進行整合管理。
Lambert et al. (1998) [24]	自最初的供應商至最終使用者之間企業流程之整合，以提供產品、服務及資訊，進而增加消費者之附加價值。
David et al. (1997) [17]	供應鏈管理哲學隨時代演進，其精神在於連結企業內部與外部聯盟企業夥伴，進行集體的生產能力與資源的整合，致力於發展創新方法，並使市場產品、服務、資訊同步化，進而創造獨特而客制化的顧客價值。
Scott & Westbrook(1991) [30]	供應像是一條長鏈，之中有許多節點，其中的節點包含了從原料製造商與供應商一直延續至末端客戶；供應鏈管理可視為物流和資訊流的價值鏈管理，重視整體供應鏈及物料管理的績效表現。

總結以上文獻，供應鏈管理可廣泛定義為利用系統化的方法，整合供應商、製造商、倉庫和商店，使得商品可以生產正確數量、可在正確的時間配送至正確的地點，如此就可以壓縮各層級間的前至時間，降低長鞭效應的影響。

2.3 長鞭效應

長鞭效應的最直接影響因素則來自於需求的不確定性[29]，伴隨著需求資訊的延遲、不通透，讓需求的資訊月往上游，產生越大的變異。Kelle[29]也明確地指出，需求不確定才是影響長鞭效應最直接的影響因素。而需求的不確定性部分原因則是來自於供應鏈各環節之間各有不同的前置時間，各環節的前置時間加總起來，可能就產生了相當長的時間間隔，這將讓最上游的製造商，總是生產製造計畫，最與眼前的現實環境脫節。

Hau L. Lee[22]認為長鞭效應的形成原因分別為“產品價格變動”、“訂購批量大小”、“需求預測不一致”，與“發生缺貨”等主要原因。為了解釋長鞭效應 Sterman[33]以課堂上的遊戲模擬啤酒供應鏈上的零售商、批發商、配銷商以及啤酒製造商四個節點，遊戲的過程即是不斷地模擬改變零售商的需求資訊，而上游的批發商、配銷商、製造商也會進行相應的需求預測。遊戲結果反應了真實的供需狀況，也就是供應鏈越往上游，需求資訊的變異程度會越大，就如下頁圖所示。到了2004年，Lee, et al.[27]直接將長鞭效應稱為啤酒遊戲效應，並且指出此效應對供應鏈的效率影響最大。

前置時間過長助長長鞭效應的發生，長鞭效應的問題也普遍存在於供應鏈之中，Kahn[23]與Naish[28]兩位學者提出，企業忽略下游客戶行為的改變，以致於增加供應鏈網絡變異的增加。Naish更進一步地說明，若能盡可能取得有關市場的資訊，或是以資訊系統輔助管理階層制訂管理決策，將有助於降低長鞭效應對整體供應鏈的影響。

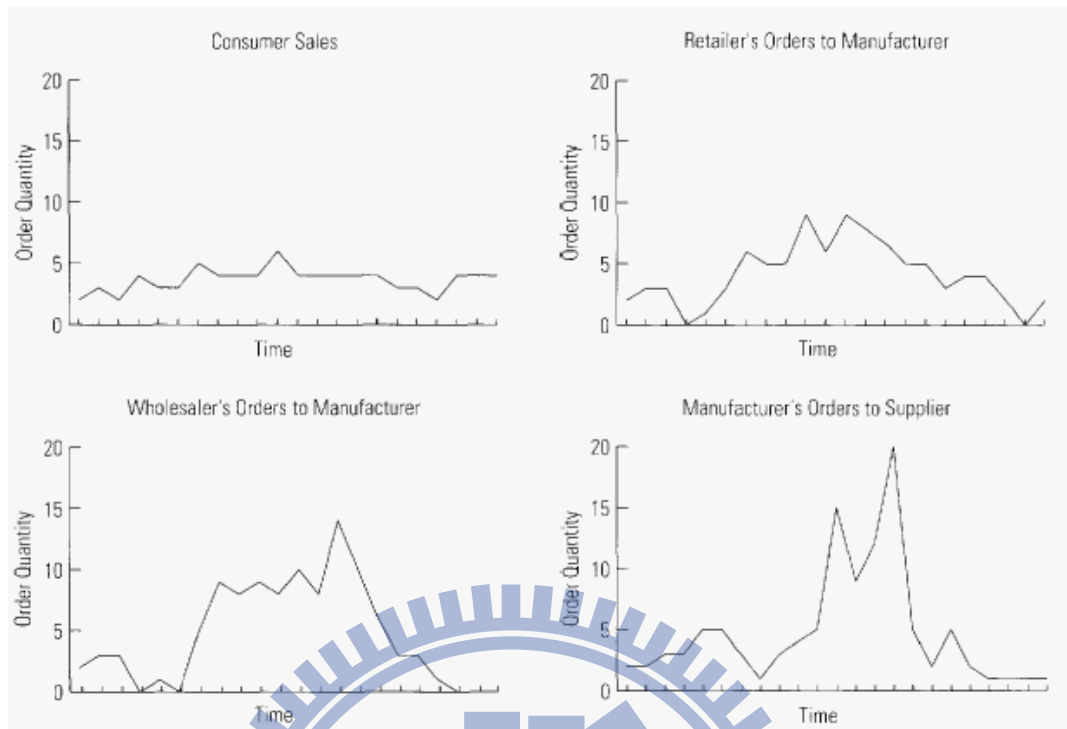


圖 2.3 供應鏈上下游之訂單變異程度[26]

「長鞭效應」就意味著資訊交換的遲滯、不協調與通透性不佳，這將造成生產成本的增加與消費者滿意度的降低；換句話說，在消費者預期心裡下，會產生預先購買與儲存或是延遲購買的行為，供應鏈上的各階層也是如此，甚至會因供應鏈上每一階層各以前一階的需求資訊進行需求預測，預測誤差也將層層被放大[26、6]，最後則造成整體供應鏈的效率不彰，導致供應鏈的合作關係破裂。

總結前述所言，前置時間的縮短將有助於長鞭效應的改善，因前置時間的縮短即代表企業縮短對市場的觀察週期，進行相應的計畫調整，得以盡可能制訂符合市場需求的生產政策，以避免不必要的存貨囤積以及代價高昂的缺貨情形發生。

2.4 供應鏈裂結效應

缺貨情形是本研究希望盡可能避免發的情況之一，因為一旦發生缺貨，即表示供應鏈的系統成本將會增加，而發生缺貨也將可能引發供應鏈裂結效應(Breakage effect)。供應鏈裂結效應首先由 Chen & Liao[14]於 2003 年所提出，其定義為：供應鏈上的每個成員環環相扣，一旦某個節點發生重大問題，將會導致整個供應鏈整體失衡，導致該問題節點以下的成員都遭受影響，從時程的延遲到金錢的損失，影響範圍不容小覷。最簡單的例子即是缺貨情形的發生，一旦供應鏈上某個成員無法及時完成訂單、造成缺貨，供應裂結效應就回從這裡產生，擴及下游各成員。

2.5 平滑異同平均線 (MACD)

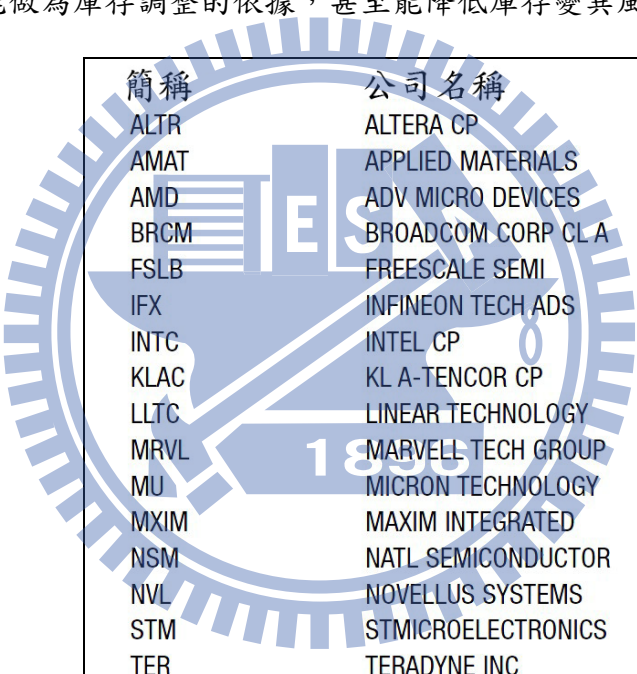
本研究試圖以平滑異同移動平均線(Moving Average Convergence Divergence，簡稱 MACD)分析費城半導體指數，是以在此對探討 MACD 相關文獻。平滑異同平均線也稱移動平均聚散指標是 Geral Appel[19] 於 1979 年所著的股市交易系統 (Stock Market Trading System)一書中提出的，其利用短天期移動平均線與長天期移動平均線之間的聚合與分離狀況，對股市買進、賣出時機作出研判的技術指標。Bill Huang & Yong Soo Kim[12]於 2006 年指出，MACD 所顯示的交易訊號是明確的，而這讓 MACD 成為比起其他技術分析工具，擁有更高的接受度。

MACD 在本論文當中，最重要的任務是在找出有關費城半導體指數的死亡交叉與黃金交叉（第三章當中有詳細介紹），以作為改變前置時間的關鍵時點，以作為動態調整庫存的重要依據。

2.6 費城半導體指數

費城半導體指數(Philadelphia Semiconductor Index)創立於 1993 年，由美國費城證券交易所編製，成分股包含半導體設計、製造與銷售，以 1993 年 12 月 1 日為基期，以價格加權方式計算。

Damir Tokic[17]於 2007 年時指出，利用費城半導體指數（可以有效地掌握半導體產業的動向，而且費城半導體指數也是金融市場的領先指標。而姚志泯[2]於 2000 年指出，費城半導體指數對台灣電子股的影響力遠較一般人所認知的 NASDAQ 指數為大，要瞭解半導體產業的景氣動向，可以利用費城半導體指數進行觀察。此外，金融市場的各類指標，也確實能做為庫存調整的依據，甚至能降低庫存變異風險[10]。



簡稱	公司名稱
ALTR	ALTERA CP
AMAT	APPLIED MATERIALS
AMD	ADV MICRO DEVICES
BRCM	BROADCOM CORP CL A
FSLB	FREESCALE SEMI
IFX	INFINEON TECH ADS
INTC	INTEL CP
KLAC	KL A-TENCOR CP
LLTC	LINEAR TECHNOLOGY
MRVL	MARVELL TECH GROUP
MU	MICRON TECHNOLOGY
MXIM	MAXIM INTEGRATED
NSM	NATL SEMICONDUCTOR
NVL	NOVELLUS SYSTEMS
STM	STMICROELECTRONICS
TER	TERADYNE INC
TSM	TAIWAN SEMICOND ADS
TXN	TEXAS INSTRUMENTS
XLNL	XILINX INC

表 2.3 費城半導體指數成分股[16]

由上述可知，想在恰當的時間點改變前置時間，就要抓住電子產業的景氣循環，費城半導體指數即是相當好的一項觀察重點，再配合 MACD 的使用，將有利於本文對於動態調整庫存的研究。

2.7 前置時間

本論文的其中一個研究重點在於前置時間，前置時間根據 Sliver[31]1998 年的定義，前置時間是指從開始下訂單，一直到取貨並且完成上架的這一段期間。可以分為五項：

1. 訂購準備時間
2. 訂單傳送時間
3. 供給作業時間
4. 配送時間以
5. 商品上架時間。

Tersine[35]表示，前置時間是由下圖中的：

1. 訂單準備時間
2. 訂單遞送時間
3. 供應商之前置時間
4. 貨品運送時間
5. 貨品整備時間

五項成分所構成，與 Sliver 的定義可說是相當的近似。

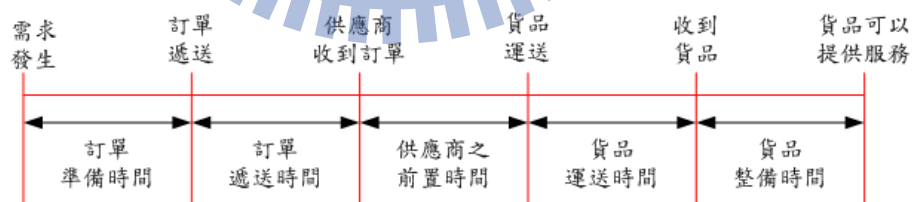


圖 2.4 前置時間各成分關係圖[31]

而近來也有學者意圖利用同步方法[5]或是同步供應鏈管理架構[9, 14]，縮短供應鏈的週期或前置時間，以降低供應管理當中長鞭效應的影響，期能達到降低成本與庫存的變異風險[10]。

三、建構分析模型

本章將進行供應鏈系統流程的展示和模擬實證，在傳統需求的不確定性與固定前置時間下，加入費城半導體指數做為觀察指標，接著導入 MACD 技術分析工具尋求改變前置時間的關鍵點，進行前置時間的調整，以尋求服務水準的提升、整體成本的下降。

以下將分成三個部分，逐步建構本研究的分析模型與分析方法。首先對費城半導體指數資料進行 MACD 分析以制訂前置時間轉變的策略，接著建立供應鏈系統流程和供應鏈成本計算規則，隨後計算服務水準與總體成本，最後對本研究的實驗結果進行分析、比較。圖 3.1 即是本研究主要的實驗流程圖。

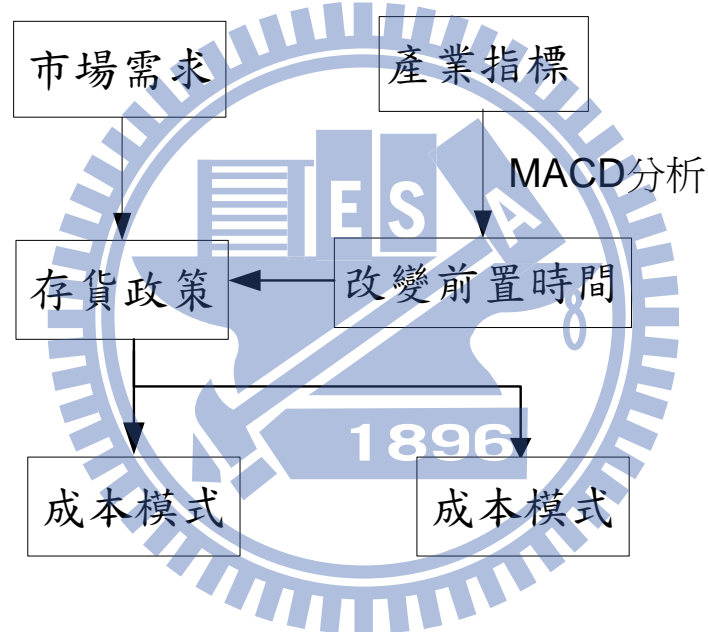


圖 3.1 實驗流程圖

而本研究將以簡化的供應鏈作業流程[1][7][11]，突顯產業指標與需求間的關係，以利模擬環境的建立與模擬的進行，。

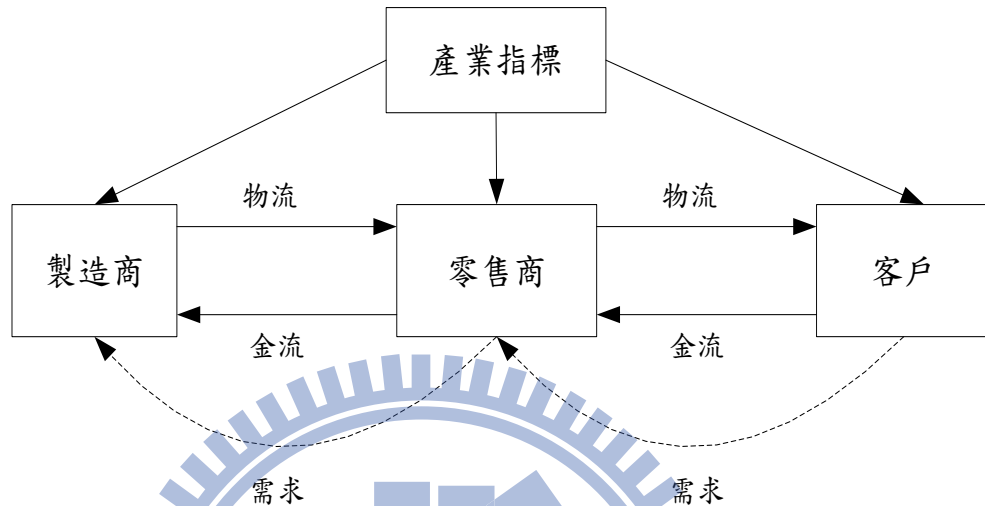


圖 3.2 供應鏈模擬流程[1]

3.1 產業指標分析階段

此階段需先取得費城半導體指數，再利用技術分析工具—MACD 對費城半導體指數進行分析，以取得調整前置時間的決策時間點。

3.1.1 研究期間與研究資料

本研究所使用的費城半導體指數的研究期間為 2008 年 1 月 2(星期一)日至 2009 年 3 月 18 日(星期三)為止的每日收盤指數，總計有 305 筆，詳細數據可以參考附表一，而原始資料經整理後可以畫出如下頁圖 3.3。

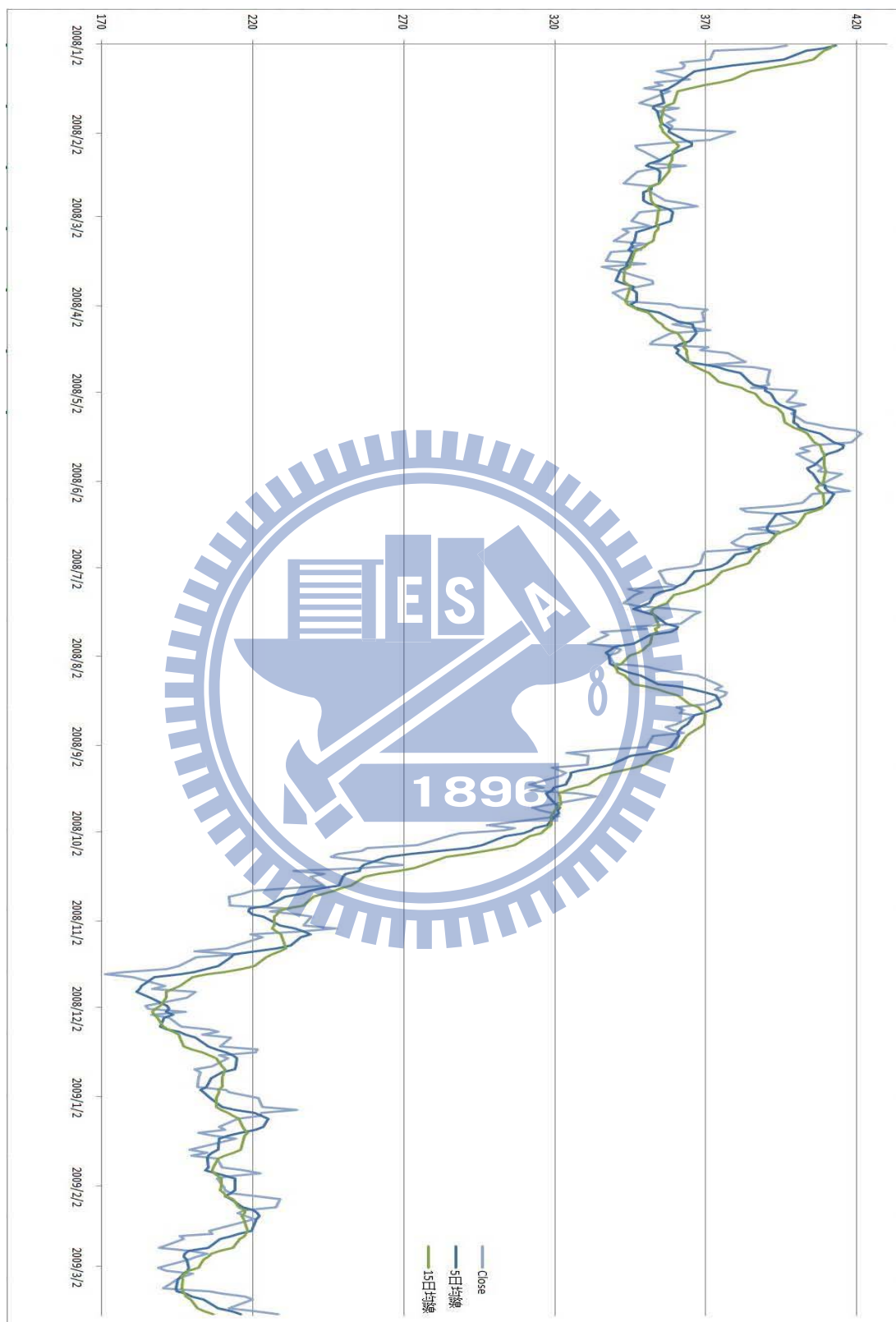


圖 3.3 費城半導體指數日線、5 日均線、15 日均線圖

3.1.2 MACD 圖表繪製

取得費城半導體指數資料後，接著進行指數的技術分析，以判定轉換前置時間的時間點，進行前置時間的轉換，進而調整庫存水準，而本研究採用「平滑異同移動平均線（簡稱 MACD）」做為技術分析的工具。為了進行 MACD 技術分析，第一步要先計算需求指數（Demand Index，DI）[19]，公式如下所示：

$$DI = \frac{H + L + 2C}{4}$$

公式中的 H 為當日指數最高點，L 為當日指數的最低點，C 為當日收盤價，所以這道公式已經包含了最高點與最低點的概念，收盤指數較高的權重。

第二步是計算指數平滑移動平均線（Exponential Moving Average，簡稱 EMA）。傳統上利用 MACD 分析股市所計算的 EMA 包括短天期 12 日 EMA 及長天期 26 日 EMA，但是為了讓 EMA 更敏捷地反應需求的變動，在此將計算短天期 3 日以及長天期 9 日的 EMA[11]，公式如下：

$$EMA(t) = EMA(t-1) + \alpha(DI(t) - EMA(t-1))$$

$$\alpha = \frac{2}{(1 + \text{移動平均天數})}$$

其中 t 表示當日，t-1 表示前一日， α 表示平滑常數，這裡用的是時間序列的一階指數平滑法，目的就是將過去所有數值都納進計算，但是會給予不同的權重，理論上時間越近的數值權重越高。

第三步是計算差離值(DIF)跟差離值的平均值(DEM, 又稱 MACD), DIF 的算法為 EMA (短天期) - EMA (長天期), 而 DEM 則是計算 DIF 9 日的 EMA 。計算結果即是 MACD 的兩條線, 而 $DIF - DEM$ 就是 MACD 圖表上的柱狀圖, 它代表短期與長期趨勢的差異, 傳統上判斷買賣點就是根據 MACD 圖表上 DIF 與 DEM 兩條線以及柱狀圖的變化。DIF、DEM 計算公式如下:

$$DIF = EMA(\text{短天期}) - EMA(\text{長天期})$$

$$DEM(t) = DEM(t-1) + \alpha \times (DIF(t) - DEM(t-1))$$

$$\alpha = \frac{2}{1 + (\text{移動平均天數})}$$

利用以上公式計算 2008 年 1 月 2 日至 2009 年 3 月 18 日, 共 305 個交易日的資料後, 即可得到一張完整的 MACD 圖表, 如下頁圖 3.4 所示。

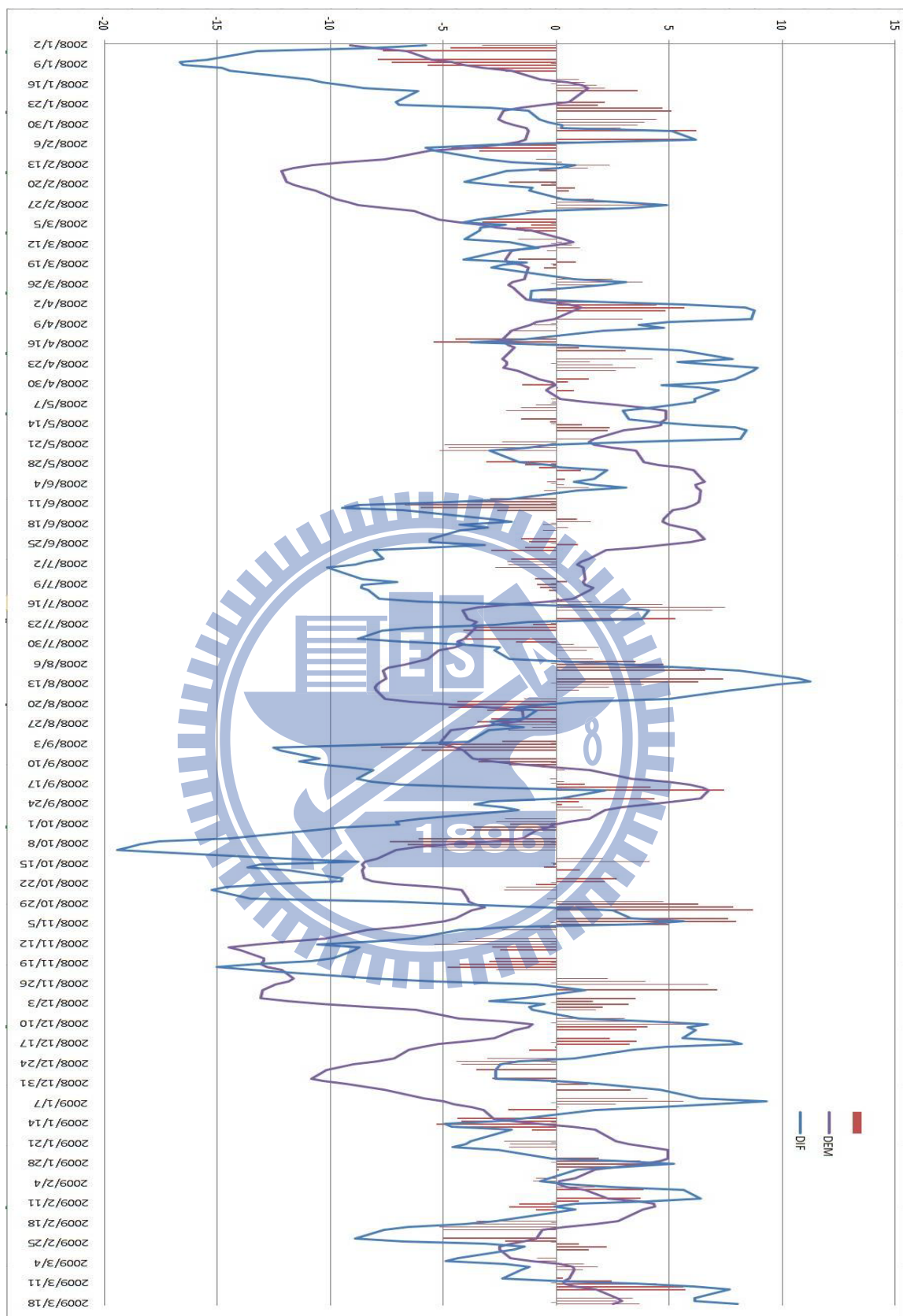


圖 3.4 費城半導體指數之 MACD 線圖

3.1.3 技術分析

在此階段要進行 MACD 線型的技術分析，以取得改變前置時間的決策時點，而在此將使用傳統上 MACD 技術分析中的「黃金交叉」與「死亡交叉」做為判斷依據。MACD 中所謂的黃金交叉是指 DIF、DEM 都為 0 以下的負值時，DIF 由下向上穿過 DEM 線，其意義是買訊出現、建議買進；死亡交叉則是指 DIF、DEM 都為 0 以上的正值時，DIF 由上向下穿過 DEM 線，其意義是賣訊出現、建議賣出。依照前面所述的邏輯作推演，買訊出現可以類比為需求即將到來，需縮短前置時間、提高庫存，以應付將要到來的需求，避免缺貨的產生；而賣訊出現可以類比為需求逐漸趨緩、降低，需調降庫存水準、消化庫存，延長前置時間以降低採購以及庫存的成本。所以，本研究將在此階段進行市場動態的研判，當訊號出現時立即做反應，立即縮短前置時間，即時動態調整庫存。

3.1.4 回歸機制

本研究試圖讓需求波動較大的時期，採行較短的前置時間以因應市場變化，但是波動較大的時期過後，就需恢復原來的前置時間，以應付的平日和緩的變動，避免過於頻繁的訂購讓營運成本增加。

本研究試圖讓需求波動較大的時期，採行較短的前置時間以達成存化水準的設定目標，在需求強勁時期不斷補足市場需求，避免缺貨發生，讓供應鏈成本增加；在需求減緩、凍結時期，可以讓已有的存貨可以不斷地消耗。

3.2 存貨政策

此小節的目標，是要訂定庫存水準的設定方法，隨後並計算供應鏈的成本與服務水準，讓本研究的分析模型可以開始進行量化的分析。

3.2.1 需求的產生

在客戶需求的部分，在本研究將使用台灣 T 公司的出貨量資料，研究期間為 2008 年 1 月 1 日至 2009 年 3 月 18 日為止，資料的型態為日資料，計有 443 筆。

3.2.2 需求預測過程

由於需求的不確定性，零售商對庫存水準的管控也就變得相當不容易，例如 2008 年金融海嘯的發生讓汽車、半導體等產業的需求瞬間凍結，而後 2009 年中國大陸湧現大量需求讓許多企業來不及消化訂單，這讓零售商不但可能增加存貨成本，也可能失去銷售機會，準確預測需求的重要性在此即不言而喻。

本研究採用簡易與常見的 n 天移動平均法[35]進行未來需求的預測，而在此也將同時取得過去 n 天的需求標準差，計算公式如下：

$$\hat{\mu}_{t+1} = \sum_{i=t-n+1}^t \frac{d_i}{n}$$

$$\hat{\sigma}_{t+1} = \sqrt{\sum_{i=t-n+1}^t \frac{(d_i - \mu_i)^2}{n-1}}$$

需求預測結果即是移動平均的計算結果。

n 為計算需求移動平均之天數，而 n 也是移動平均貼近現實所需與否的主要變因，當長期需求穩定、每日變動幅度小時，可使用較大的 n 進行預測；若需求在短時間內有劇烈的波動，需不斷進行採樣時，則可使用較小的 n 進行短期移動平均預測。而無論 n 值的大、小，在每個需求發生後，零售商也將以新評估量預測下一期需求[1]，以符合移動平均的精神。

3.2.3 庫存水準設定

服務水準與庫存成本是彼此衝突的，一味提高服務水準往往造成高的庫存成本，一味降低成本也可能導致服務水準的下降，所以良好的庫存水準設定政策，即是要同時達到服務水準最高、庫存成本最低的目標。

本研究採用簡明的目標庫存政策，在指定的需求週期下，零售商會根據歷史需求，對下一個需求週期進行預測，決定下一需求週期的目標存貨水準[1]，如下圖所示：

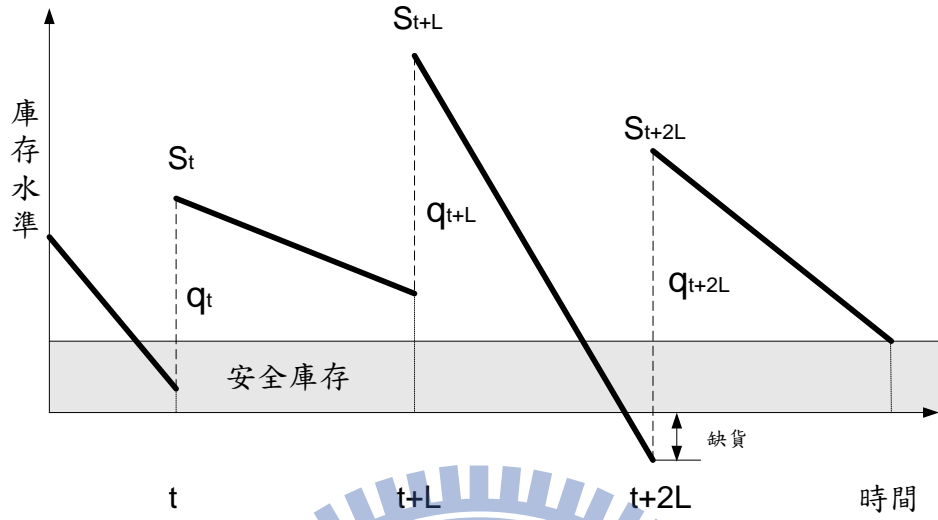


圖 3.5 庫存水準[35]

目標庫存水準的計算須考量下一需求週期的需求以及額外用量以備妥安全庫存，所以零售商會在時間 t 計算前 n 期的移動平均需求，再乘上前置時間的間隔，最後加上安全庫存，可得目標存貨水準之值，公式如下所示[7]：

$$S_{t+L} = L \hat{\mu}_{t+1} + z \sqrt{L} \hat{\sigma}_{t+1}$$

3.3 成本模式

在此小節將逐步計算訂目標庫存水準後，即將產生的訂購量、訂購成本、庫存成本與缺貨成本，以利進一步的供應鏈成本評估。

3.3.1 訂購量計算

零售商制訂了下一個需求週期的目標庫存水準後，即可求得訂購量 q_{t+L} ，以滿足下一個需求週期的目標庫存水準。公式如下[7]：

$$q_{t+L} = S_{t+L} - S_t + d_t$$

前述訂購量將以 L 個需求週期為前置時間之後送達零售商，若遞送延遲、且庫存量不足而導致缺貨的發生，零售商採取缺貨後補的策略，給顧客合理的缺貨折扣，補償顧客因交貨延遲所造成的損失，也避免信譽受損或流失顧客。

此外，這類的缺貨事件即為供應鏈裂結效應的主因，上游缺貨即勢必影響下游的正常運作，造成損失。為避免產生供應鏈裂結效應，就需要設定適恰的庫存水準，以期減少損失、提高服務水準[1]。

3.3.2 計算採購成本

價、量關係常互為因果，超標的數量往往可以取得最低價格，而不具規模的數量，就會有最高的採購成本。簡而言之，數量越多折扣越多，數量越少越難享有折扣，所以不同的訂購量下所產生的不同單位成本折扣可以表示為：

$$\left[\frac{(lowCost_Q - upCost_Q) \cdot (q - Q_{\min})}{Q_{\max} - Q_{\min}} + upCost_Q \right]$$

其中 $upCost_Q$ 和 $lowCost_Q$ 是配銷商在訂購量大於 Q_{\max} 時，給予零售商最低單位成本 $lowCost_Q$ ；訂購量小於 Q_{\min} 時，配銷商將給予零售商最高的單位成本 $upCost_Q$ ，而訂購量與單位成本之間的關係如下：

$$f_Q(q) = \min \left\{ \max \left[\left(\frac{(lowCost_Q - upCost_Q) \cdot (q - Q_{\min})}{Q_{\max} - Q_{\min}} + upCost_Q \right), lowCost_Q \right], upCost_Q \right\}$$

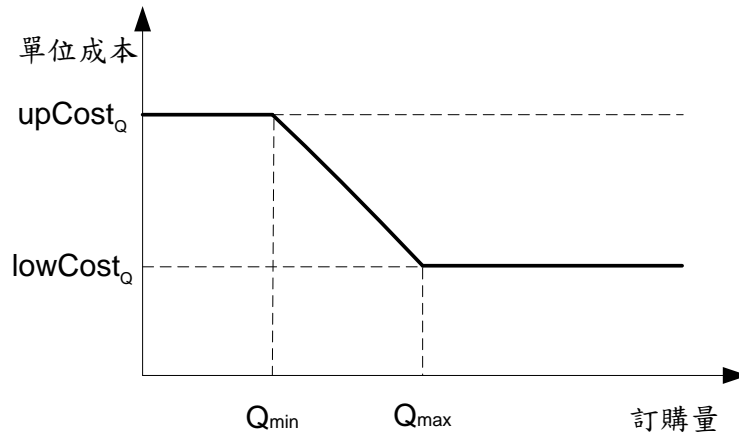


圖 3.6 訂購量和單位成本之關係[1]

零售商之總採購成本(PC)包含購買成本($q \cdot f_Q(q)$)及每次採購固定發生的訂購成本(K)，如下式：

$$PC = K + q \cdot \left[\min \left\{ \max \left[\left(\frac{(lowCost_Q - upCost_Q) \cdot (q - Q_{min})}{Q_{max} - Q_{min}} + upCost_Q \right), lowCost_Q \right], upCost_Q \right\} \right]$$

3.3.3 計算庫存成本

持有貨品的期間所產生的成本，通常包含了以下項目[7]：

機會成本：即購置該貨品之後，無法再購置其他貨品所產生的損失。

庫存成本：即貨品存放時所使用的空間成本。

資金成本：即購置該貨品之後，資金積壓所產生的成本。

保險費用：即為了防止貨品損壞或遺失，對貨品進行保險所產生的成本。

折舊成本：當貨品損壞或已陳舊過時，無法銷售時所產生的成本。

存貨成本會依照單位平均存貨成本係數(h)進行計算，存貨量通常與存貨成本正向

的線性關係，而缺貨與否也會也將影響存貨成本的計算方式。

未發生缺貨時的存貨成本：

$$HC_{S \geq d} = h \cdot \left[\frac{d}{2} + (S - d) \right]$$

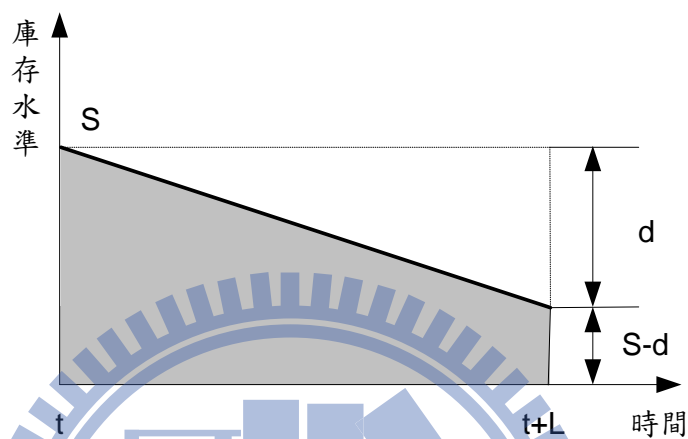


圖 3.7 未發生缺貨之存貨成本[1]

發生缺貨時的存貨成本為：

$$HC_{S < d} = h \cdot \left[\frac{S}{2} \right]$$

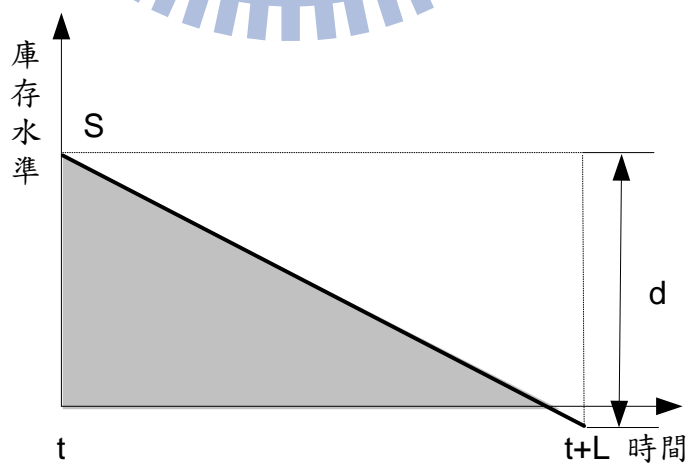


圖 3.8 發生缺貨之存貨成本[1]

3.3.4 計算缺貨成本

供應鏈裂結效應產生時，將產生龐大缺貨成本[9]，而本研究假設零售商發生貨品短缺的情形時，允許進行缺貨後補的處置，而此時零售商將給予顧客相應的折扣（b），補償顧客因缺貨而產生的損失。當貨品短缺時，零售商的缺貨成本即為缺貨後補折扣與缺貨量的乘積，而缺貨量則是當期需求大於庫存水準的差額量，如下所示：

$$BC = b \cdot (d - S)$$

3.3.5 總成本計算

以上各項成本計算完成後，即可加總取得總體成本：

$$PC + HC + BC$$

3.3.6 成本模式小結

總結本節所計算的成本，可以利用以下兩圖表示：

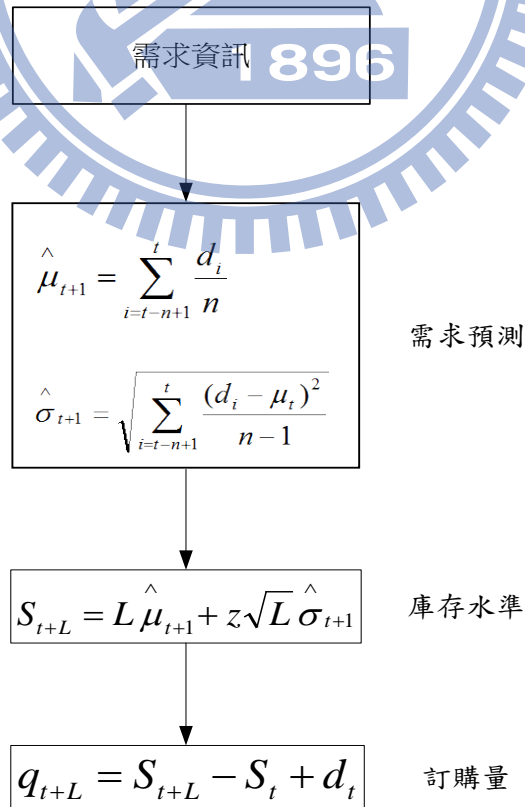


圖 3.9 供應鏈系統流程圖

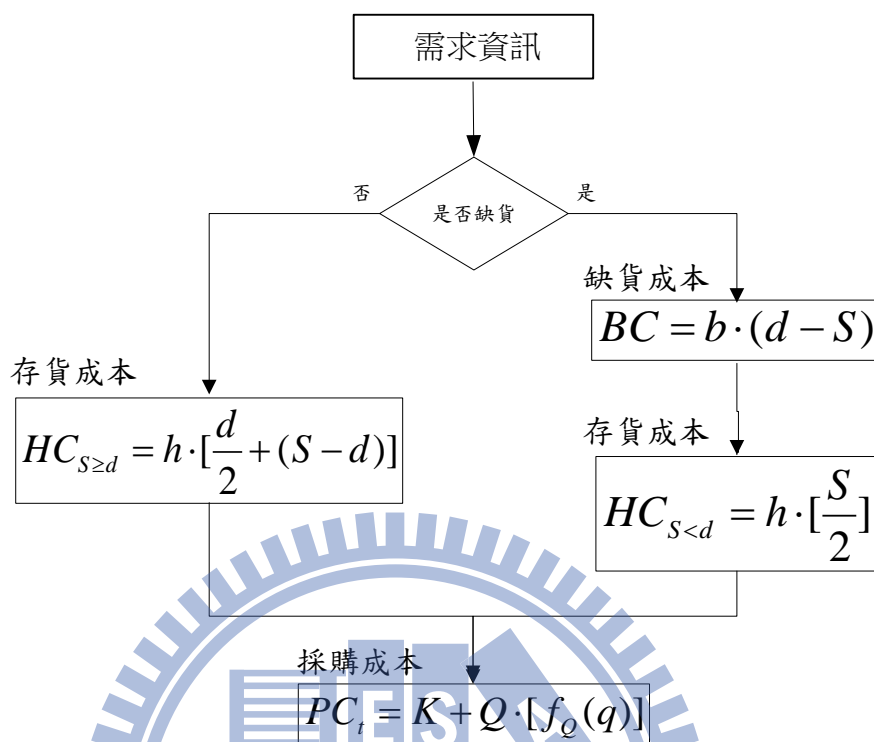


圖 3.10 供應鏈成本計算之流程圖

3.4 服務水準

經過以上計算，已能得出研究期間的總需求量 Q_A 以及各期庫存目標減去各期需求量後所得到的缺貨額加總 Q_B ，如此即能求取整體供應鏈的服務水準（Service Level, S.L.）：

$$S.L. = \frac{Q_A - Q_B}{Q_A}$$

3.5 本章小結

總結本章主要目的在於建立一供應鏈系統模擬流程環境，整合 MACD 技術分析的概念，動態調整前置時間。本章前半部在費城半導體指數的資訊剖析，以及 MACD 技術分析的引入，以求得改變前置時間的決策時間點；後半部份則是進行目標庫存水準設定準則，並求取供應鏈成本以及服務水準。分析模型的建立，即是為了讓重統上的固定前置時間的庫存水準設定模式，可以改以動態的產業指標做為調整依據，再利用 MACD 技術分析求取轉變前置時間的市場動態訊號，試圖讓整體供應鏈成本可以因為動態的前置時間調整、庫存水準設定，而能最大化服務水準、最小化整體成本。



四、模擬與實證

本章主要針對第三章所建立之供應鏈模擬流程環境，進行供應鏈系統流程的展示和模擬實證，利用產業指標搭配 MACD 技術分析工具求取前置時間轉換點，改善傳統固定的前置時，無法隨市場動態調整的問題。

以下將分成三個部分，逐步建構本研究和分析模型與分析方法。首先對費城半導體指數資料進行 MACD 分析以制訂前置時間轉變的政策，隨後於 4.2 節開始直至 4.4 節，會將實驗分為實驗組以及對照組，分別求取前置時間固定與變動的庫存調整策略下的供應鏈總成本與服務水準，最後對本研究的實驗結果進行分析、比較。

4.1 產業指標分析階段

此階段需先取得費城半導體指數，再利用技術分析工具—MACD 對費城半導體指數進行分析，以取得調整前置時間的決策時間點。

4.1.1 研究期間與研究資料

本研究所使用的費城半導體指數的研究期間為 2008 年 1 月 2(星期一)日至 2009 年 3 月 18 日(星期三)為止的每日收盤指數，總計有 305 筆，詳細數據可以參考附表一，而原始資料經整理後可以畫出如下頁的線圖。

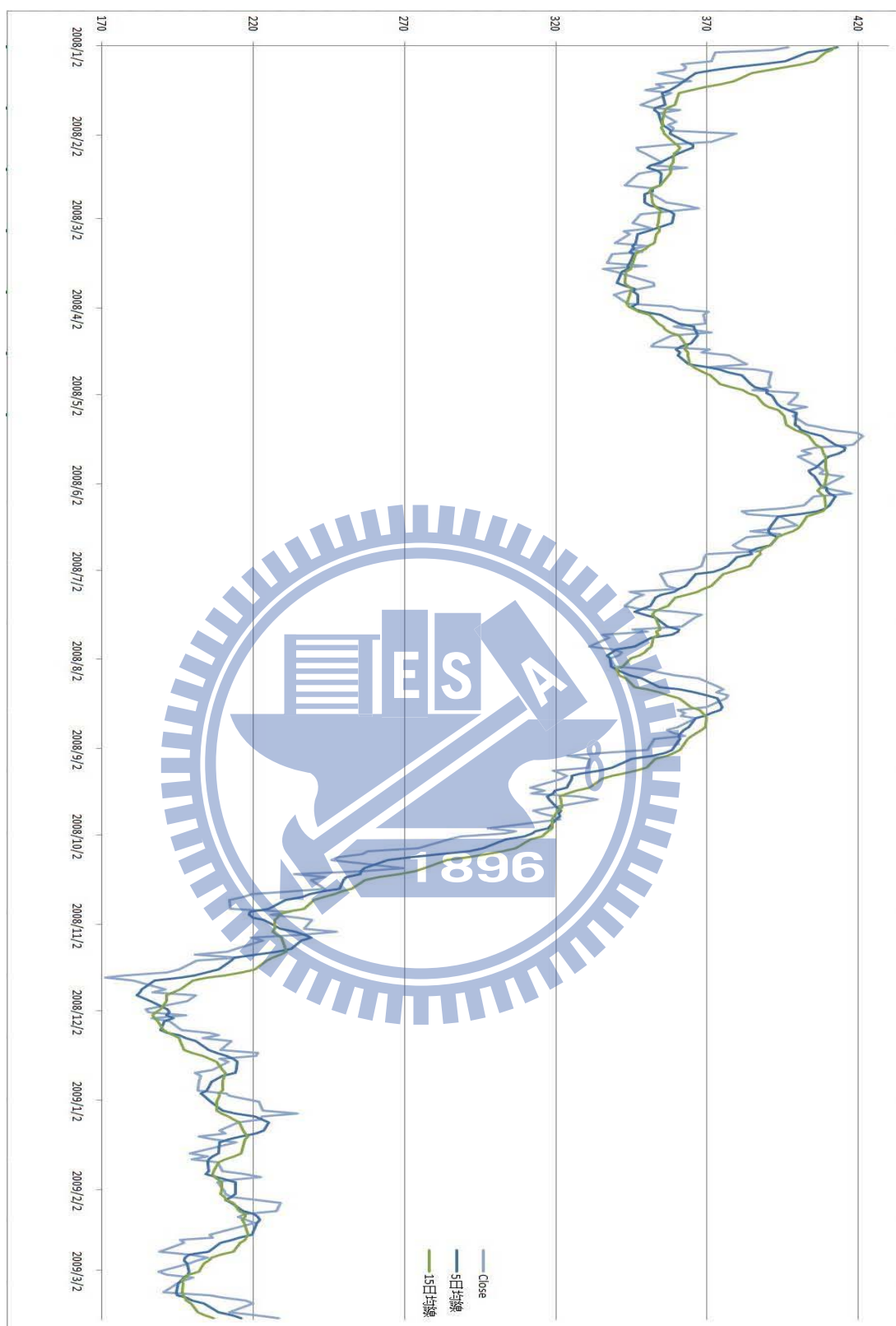


圖 4.1 費城半導體指數日線、5 日均線、15 日均線圖

4.1.2 MACD 圖表繪製

取得費城半導體指數資料後，接著進行指數的技術分析，以判定轉換前置時間的時間點，進行前置時間的轉換，進而調整庫存水準。為了進行 MACD 技術分析，第一步要先計算需求指數 DI，公式如下所示：

$$DI = \frac{H + L + 2C}{4}$$

公式中的 H 為當日指數最高點，L 為當日指數的最低點，C 為當日收盤價。

第二步是計算指數平滑移動平均線 EMA，在此將計算短天期 3 日以及長天期 9 日的 EMA[2]，公式如下：

$$EMA(t) = EMA(t-1) + \alpha(DI(t) - EMA(t-1))$$

$$\alpha = \frac{2}{(1 + \text{移動平均天數})}$$

其中 t 表示當日，t-1 表示前一日， α 表示平滑常數。

第三步是計算差離值(DIF)跟差離值的平均值(DEM，又稱 MACD)，DIF 的算法為 EMA (短天期) - EMA (長天期)，而 DEM 則是計算 DIF 9 日的 EMA。計算結果即是 MACD 的兩條線，而 DIF - DEM 就是 MACD 圖表上的柱狀圖，它代表短期與長期趨勢的差異，傳統上判斷買賣點就是根據 MACD 圖表上 DIF 與 DEM 兩條線以及柱狀圖的變化。DIF、DEM 計算公式如下：

$$DIF = EMA(\text{短天期}) - EMA(\text{長天期})$$

$$DEM(t) = DEM(t-1) + \alpha \times (DIF(t) - DEM(t-1))$$

$$\alpha = \frac{2}{1 + (\text{移動平均天數})}$$

利用以上公式計算 2008 年 1 月 2 日至 2009 年 3 月 18 日，共 305 個交易日的資料後，即可得到一張完整的 MACD 圖表，如下頁圖 4.2 所示。



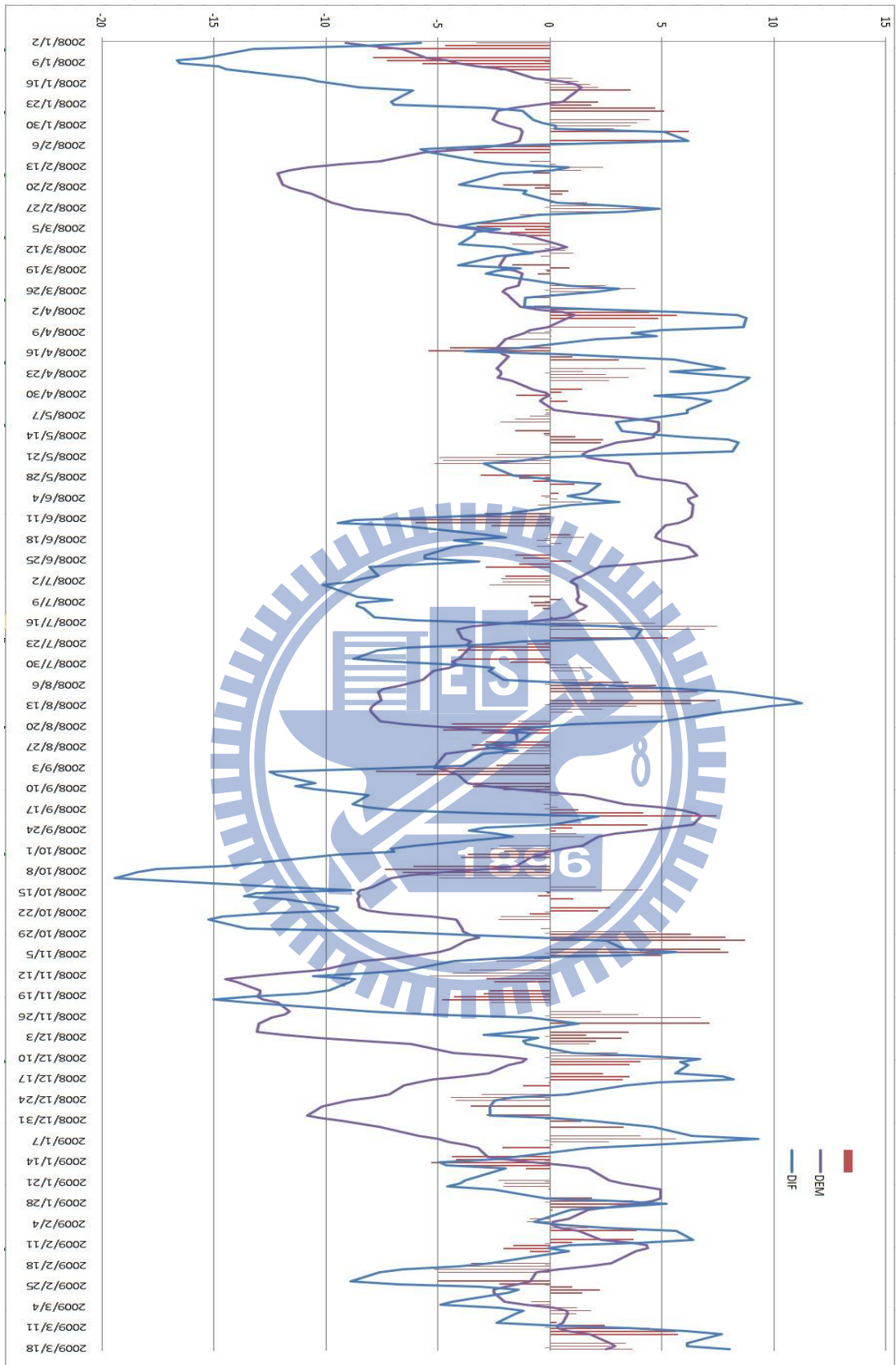


圖 4.2 費城半導體指數 MACD 線圖

4.1.3 技術分析

在此階段要進行 MACD 線型的技術分析，以找出關鍵的「黃金交叉」與「死亡交叉」點，做為前置時間變的決策依據，而當「黃金交叉」、「死亡交叉」的訊號出現實，立刻將前置時間改變為 2，且維持兩週相同的短週期。

黃金交叉是指 DIF、DEM 都為 0 以下的負值時，DIF 由下向上穿過 DEM 線，其意義是買訊出現、建議買進，即需求即將到來，需縮短前置時間、提高庫存，以應付將要到來的需求，避免缺貨的產生。由下頁圖可知，研究資料中的黃金交叉發生在下表各時點：

表 4.1 黃金交叉發生點

日期	黃金交叉發生時點									
	1 月 25 日	2 月 8 日	3 月 24 日	4 月 16 日	7 月 16 日	7 月 30 日	8 月 27 日	10 月 30 日	11 月 24 日	2 月 26 日

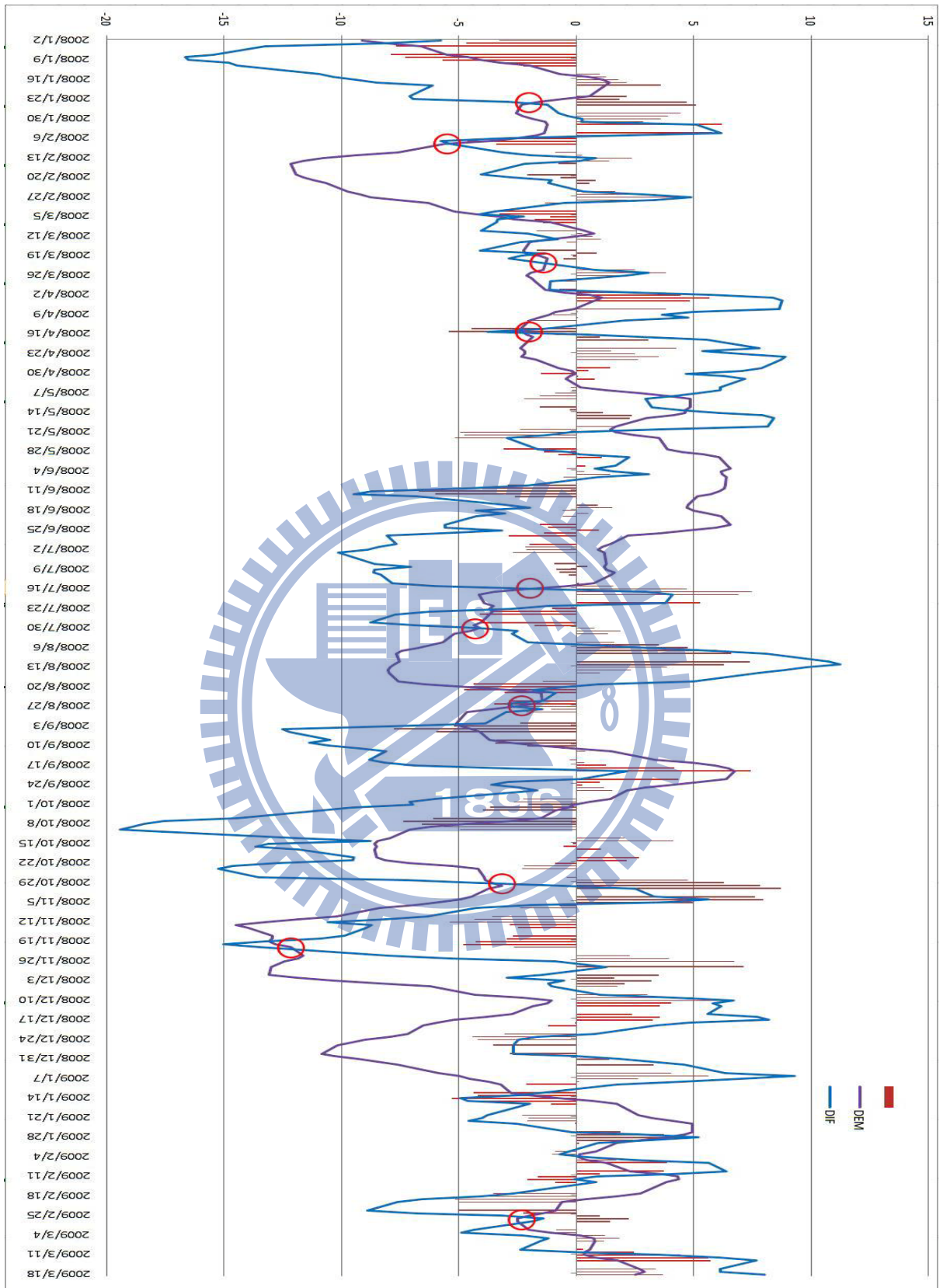


圖 4.3 黃金交叉發生時點

死亡交叉則是指 DIF、DEM 都為 0 以上的正值時，DIF 由上向下穿過 DEM 線，其意義是賣訊出現、建議賣出，即需求逐漸趨緩、降低，需調降庫存水準、消化庫存，延長前置時間以降低採購以及庫存的成本。由下頁圖可知，研究資料中的黃金交叉發生在下表各時點：

表 4.2 死亡交叉發生時點

	死亡交叉發生時點			
日期	5 月 9 日	5 月 21 日	1 月 30 日	2 月 10 日

本研究將在此階段進行市場動態的研判，當訊號出現時立即做反應，立即縮短前置時間，即時動態調整庫存。

4.1.4 回歸機制

本研究試圖讓需求波動較大的時期，採行較短的前置時間以因應市場變化，但是波動較大的時期過後，就需恢復原來的前置時間，以應付的平日和緩的變動，避免過於頻繁的訂購讓營運成本增加，也讓需求趨緩時期可以持續不斷消耗庫存，不再增加額外的訂購、存貨成本。

而本研究則設定在黃金交叉、死亡交叉發生的時間點，即刻將前置時間改為 2 天，且持續兩週，若此過程再發生其他的黃金交叉或是死亡交叉，則繼續向後延長兩週。若兩週的時間經過，未再發生其他的黃金交叉或是死亡交叉，則將前置時間改回 14 天。為何訂定通常的前置時間，將在下一節進行討論。

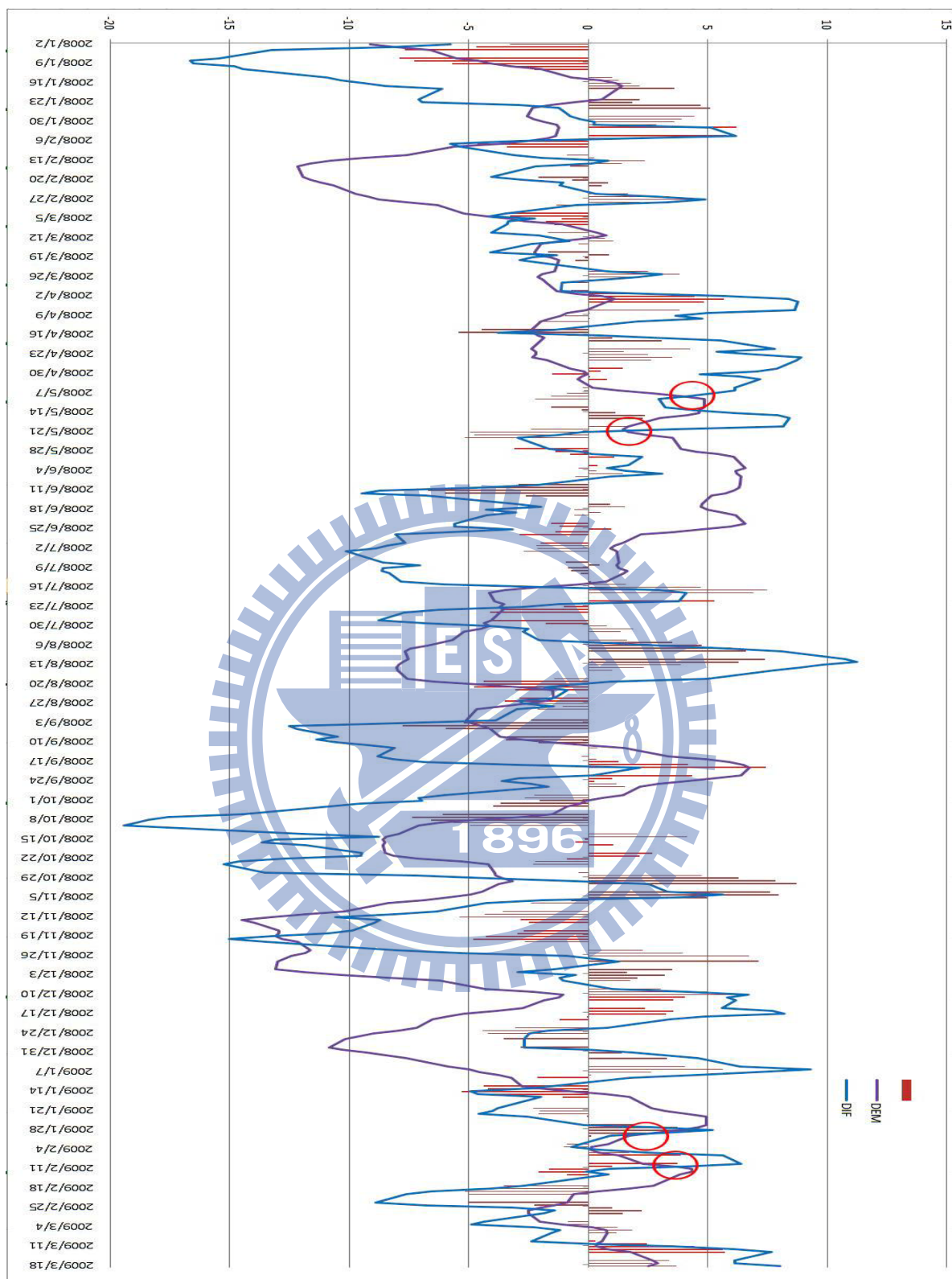


圖 4.4 死亡交叉發生時點

4.2 存貨政策

此小節的目標，是要訂定庫存水準的設定方法，隨後並計算供應鏈的成本與服務水準，讓本研究的分析模型可以開始進行量化的分析。

而從本節開始，將分實驗組以及對照組，訂定不同的庫存目標，對實驗模型進行比較與分析。

4.2.1 需求的產生

在客戶需求的部分，在本研究將使用台灣 T 公司的出貨量資料，研究期間為 2008 年 1 月 1 日至 2009 年 3 月 18 日為止，資料的型態為日資料，計有 443 筆。

4.2.2 需求預測過程

本研究採用簡易與常見的 n 期移動平均法[35]進行未來需求的預測，而在此也將同時取得過去 n 期的需求平均與標準差，計算公式如下：

$$\hat{\mu}_{t+1} = \sum_{i=t-n+1}^t \frac{d_i}{n}$$
$$\hat{\sigma}_{t+1} = \sqrt{\sum_{i=t-n+1}^t \frac{(d_i - \mu_t)^2}{n-1}}$$

而需求預測結果即是移動平均的計算結果。

對照組：

對照組的 n 一樣為 4，每 14 天為一週期，所以需計算過去 4 期的移動平均以及標準差。

實驗組：

實驗組的 n 一樣為 4，但每期的天數可能因為黃金交叉、死亡交叉而受調整，4 期最短天數為 8 天（2 天 X 4 期 = 8 天），最長可能為 56 天（14 天 X 4 期 = 56 天）。以此方法計算而得的結果為以日為單位的移動平均與標準差，若遇上以 2 天期的前置時間，則需將移動平均乘上 2 做為預測結果；若是遇上 14 天期的前置時間，則需將移動平均乘上 2 做為預測結果。

4.2.3 庫存水準設定

目標庫存水準的計算須考量下一需求週期的需求以及額外用量以備妥安全庫存，所以零售商會在時間 t 計算前 4 期的移動平均需求，再乘上前置時間的間隔，最後加上安全庫存，可得目標存貨水準之值，公式如下所示：

$$S_{t+L} = L\hat{\mu}_{t+1} + z\sqrt{L}\hat{\sigma}_{t+1}$$

對照組：

對照組則依照傳統的研究，以 14 天為預測週期訂定目標存貨水準。

實驗組：

實驗組需依照前置時間的不同，隨時修改 L，使其等於 2 或 14，也需修改隨時修改 $\hat{\mu}_{t+1}$ 、 $\hat{\sigma}_{t+1}$ 以符合不同天期的前置時間。

4.3 成本模式

在此小節將逐步計算訂目標庫存水準後，即將產生的訂購量、訂購成本、庫存成本與缺貨成本，以利進一步的供應鏈成本評估。

4.3.1 訂購量計算

零售商制訂了下一個需求週期的目標庫存水準後，即可求得訂購量 q_{t+L} ，以滿足下一個需求週期的目標庫存水準。公式如下：

$$q_{t+L} = S_{t+L} - S_t + d_t$$

對照組：

對照組將依照以上公式直接進行各期訂購量的計算。

實驗組：

實驗組需考量預測週期轉換時期，庫存水準是不是達到預期的水準，也就是說若由預測的長天期 14 天轉換為短天期的 2 天，那就表示已在上一期制訂了一個可能較高的存貨水準，若在轉換為短天期的預測週期時，新制訂的庫存水準低於已有庫存數量，那麼就需要以消化庫存為主要方針，不再進行訂購，所以實驗組可能有不進行訂購的時期出現。

對照組與實驗組的訂購量加總如下：

表 4.3 總訂購量差異

	對照組	實驗組
總訂購量	3550190	3498358

4.3.2 計算採購成本

採購成本的公式如下：

$$PC = K + q \cdot \left[\min \left\{ \max \left[\left(\frac{(lowCost_Q - upCost_Q) \cdot (q - Q_{\min})}{Q_{\max} - Q_{\min}} + upCost_Q \right), lowCost_Q \right], upCost_Q \right\} \right]$$

本研設定在採購數量大於 $Q_{\max}=25000$ 時，配銷商給予最低的單位成本 $lowCost_Q=50$ ，數量低於 $Q_{\min}=400$ 時給予最高的單位成本 $upCost_Q=150$ ，而每次採購都會發生固定的成本 K ，本研究則假設 $K=5000$ [1]。

零售商之總採購成本（PC）即可改寫如下：

$$\begin{aligned} PC &= K + q \cdot f_Q(q) \\ &= 5000 + q \cdot \left[\min \left\{ \max \left[\left(\frac{-100 \cdot (q - 400)}{2100} + 150 \right), 50 \right], 150 \right\} \right] \end{aligned}$$

對照組：

每次採購發生時，即遵照上述公式進行採購成本的計算。

實驗組：

實驗組也需在每次採購時，遵照上述公式進行計算。

對照組與實驗組的採購成本加總如下表：

表 4.4 總採購成本差異

	對照組	實驗組
總採購成本	170435400	175377900

4.3.3 計算庫存成本

存貨成本會依照單位平均存貨成本係數(h)進行計算，而本研究給定 $h = 20$ ，庫存整本計算如下：

$$HC_{S \geq d} = h \cdot \left[\frac{d}{2} + (S - d) \right] = 20 \cdot \left[\frac{d}{2} + (S - d) \right]$$

發生缺貨時的庫存成本為：

$$HC_{S < d} = h \cdot \left[\frac{S}{2} \right] = 20 \cdot \left[\frac{S}{2} \right]$$

對照組：

庫存成本遵照上述公式進行計算即可。

實驗組：

實驗組對庫存成本的計算方式也相同，遵照上式計算即可。

對照組與實驗組的採購成本加總如下表：

表 4.5 總庫存成本差異

	對照組	實驗組
總庫存成本	47186230	51836230

4.3.4 計算缺貨成本

供應鏈裂結效應產生時，將產生龐大缺貨成本，而本研究假設零售商發生貨品短缺的情形時，允許進行缺貨後補的處置，而此時零售商將給予顧客相應的折扣（b），補償顧客因缺貨而產生的損失。本研究給定折扣係數 $b = 200$ ，計算缺貨成本的方式如下：

$$BC = b \cdot (d - S) = 200 \cdot (d - S)$$

對照組：

缺貨成本遵照上述公式進行計算即可。

實驗組：

實驗組對缺貨成本的計算方式也相同，遵照上式計算即可。

對照組與實驗組的採購成本加總如下：

表 4.6 總缺貨成本差異

	對照組	實驗組
總缺貨成本	41014400	19651600

4.3.5 總成本計算

以上各項成本計算完成後，即可加總取得種體成本：

$$PC + HC + BC$$

對照組：

總成本的計算遵照上述公式即可。

實驗組：

實驗組對總成本的計算方式也相同，遵照上式計算即可。

對照組與實驗組的採購成本加總如下：

表 4.7 總成本差異

	對照組	實驗組
總成本	265870220	246865730

4.4 服務水準

經過以上計算，已能得出研究期間的總需求量 Q_A 以及各期庫存目標減去各期需求量後所得到的缺貨額加總 Q_B ，如此即能求取整體供應鏈的服務水準：

$$S.L. = \frac{Q_A - Q_B}{Q_A}$$

對照組：

服務水準遵照上述公式進行計算即可。

實驗組：

實驗組對服務水準的計算方式也相同，遵照上式計算即可。

對照組與實驗組的服務水準差異如下：

表 4.8 服務水準差異

	對照組	實驗組
服務水準	94.04%	97.15%

4.5 本章小結

總結本章實驗，引入費城半導體指數進行 MACD 技術分析進行前置時間調整的實驗組，擁有較好的服務水準與較低的總成本如下表：

表 4.9 總成本與服務水準比較表

	對照組	實驗組
總成本	265870220	246865730
服務水準	94.04%	97.15%

此外，本研究也發現，傳統固定前置時間的目標庫存設定策略，在比較過以 2、3、4、5、6、7、8、10、14、21 為週期的實驗結果之後，發現以 8 天期擁有最好的表現，能達到高達 95% 的服務水準與最低的總成本，但是仍略遜於本研究所提出的利用產業指標經 MACD 分析所做的動態前置週期目標庫存設定策略。

表 4.10 不同前置時間與服務水準、供應鏈總成本比較表

前置時間	服務水準%	總成本 (萬)
2	93.08%	27132
3	93.17%	26868
4	93.59%	26360
5	93.78%	26367
6	94.34%	26080
7	94.48%	25868
8	94.96%	25789
10	94.54%	26147
*14	94.04%	26587
21	91.21%	27993
**2+14	97.15%	24687

*：表對照組

**：表實驗組

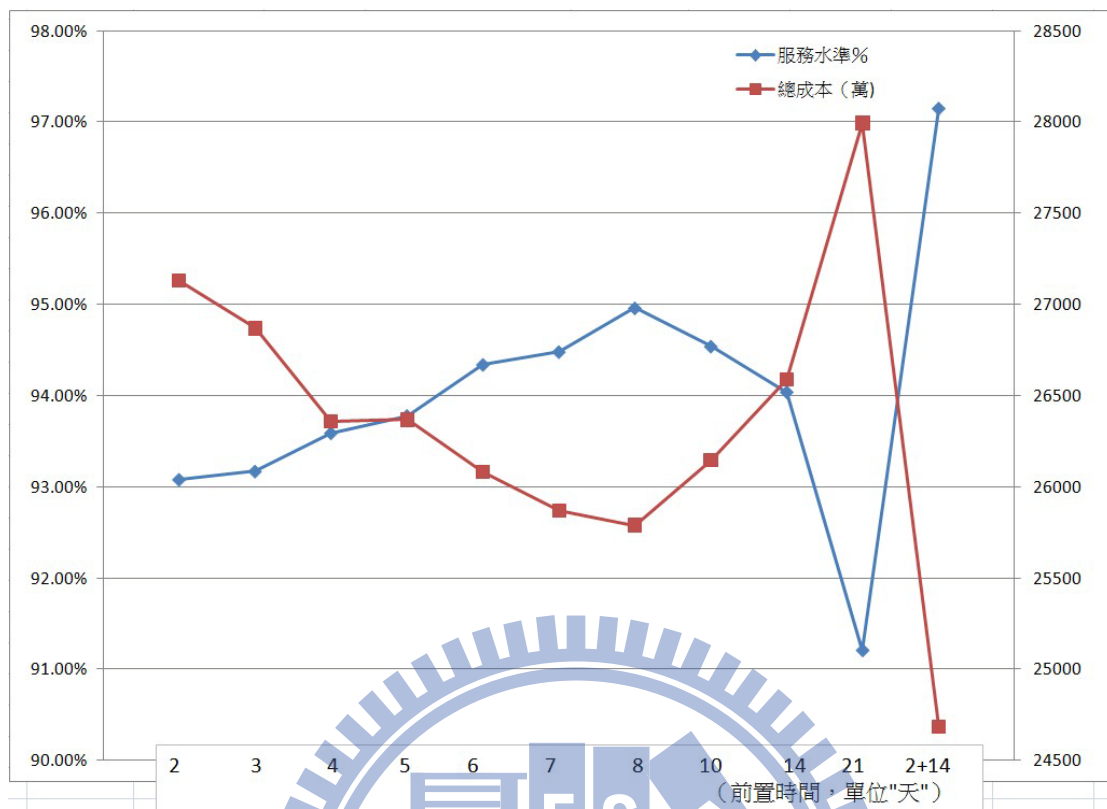


圖 4.5 服務水準、前置時間與總成本關係圖

五、結論與未來發展

5.1 結論

本論文的費城半導體指數整合 MACD 技術分析之模型，針對傳統供應鏈中，因前置時間引發的需求資訊遲滯、不協調所導致的長鞭效應，提出改善的方案。利用 MACD 技術分析當中的「黃金交叉」以及「死亡交叉」做為市場需求動態的研判訊號，以期能獲得相較於傳統的固定前置時間的存、補貨與庫存水準模式，較高的服務水準以及較低的供應鏈成本。

實驗方式是利用半導體產 T 公司的出貨量資料做為市場需求資料，在需求的預測過程中導入費城半導體指數整合 MACD 技術分析模型，逐步規劃實驗期間各期的前置時間與庫存水準，以決定是否進行採購或是持續消化庫存，最後進行總體供應鏈成本與服務水準的計算。

實驗結果顯示，以相同的市場需求資料為原始資料，本研究所提出的費城半導體指數整合 MACD 技術分析之模型，相較傳統的固定前置時間與預測週期的模式，在供應鏈總成本以及服務水準，都有效能上的提升。尤其是，本研究的研究資料期間，適逢金融海嘯的發生，費城半導體指數整合 MACD 技術分析之模型展現出具體的成果，即使是在 2008 金融海嘯發生以致於 2009 急單效應出現的時期，仍然能夠獲得成本的降低與服務水準的提升，所以本研究所提之創新概念值得進行進一步探討。

本論文提出的費城半導體指數整合 MACD 技術分析之模型，讓前置時間的調整可以因技術分析結果動態調整，以達到降低生產時程、縮短交期、降低供應鏈成本與提高服務水準等目的，以改善過往固定前置時間對於現實環境應變力不足的缺點。

5.2 研究貢獻

本論文提出的費城半導體指數整合 MACD 技術分析之模型，應用在供應鏈管理領域，其貢獻如下：

1. 提供即時產業指標之整合模式，讓需求的預測不再只是靠歷史訂單資料，而能

以即時的產業指標做動態調整。

2. 本論文提出以利用費城半導體指數進行 MACD 技術分析，以參照傳統股市技術分析的買、賣訊號，做為市場波動即將到來的依據，即時縮短前置時間或是市場觀測時間，以利景氣熱絡時即時調高庫存水準、需求緊縮時期能消化庫存。
3. 改正過往對庫存水準調節之研究，讓費城導體之數這類擁有時間序列性質的現實資訊能夠做為前置時間、庫存水準動態調整的依據，讓需求的不確定性、長鞭效應等的影響降至最低。

本研究的實驗架構已有明顯成效，也可進一步證明金融市場、產業指標是產業的風向球，極具指標效力，所以本研究所提出的以產業指標進行 MACD 分析做為前置時間、庫存水準的調整的概念，可以緊抓市場動向、即時調整企業對市場的預測與產能的調節。

5.2 未來發展

本研究嘗試利用 MACD 技術分析的方式，動態調整目標庫存的前置時間已有初步成果，不過仍屬相當新穎的創新概念，仍有許多值得改進與加強的各種議題值得後續的研究與探討，以下詳列各項不同研究建議與概念，以利往後學者進行相關的研究：

- ▶ 未來可以利用台灣股市加權指數進行 MACD 技術分析，不僅可以用來調節各產業的前置週期，也能繼續進行股市的投資決策分析
- ▶ MACD 技術分析擁有多種應用方式，本研究僅利用「黃金交叉」與「死亡交叉」做為動態調整依據，未來仍可繼續利用如「熊市背離」、「牛市背離」等概念，解析市場需求。
- ▶ MACD 是眾多技術分析的工具之一，未來仍可嘗試利用例如隨機指標(KD)、相對強弱指標 (RSI) 等指標進行前置時間調整的研究。
- ▶ 可以進一步利用不同的指標，例如 S&P500、電子期貨…等，進行各產業的供應

鏈修正

- ▶ 因市場需求與產業指標的正相關，未來可以進一步探討股票操作策略在產業需求預測方面的相關性與決策輔助適切性



參考文獻

中文部分

1. 李岳軒，「利用資產配置方法於庫存不確定性之研究」，國立交通大學，碩士論文，民國 93 年。
2. 姚志汎，「費城半導體指數與美光股價對台灣電子股的影響」，淡江大學，碩士論文，民國 89 年。
3. 胡國仁，電子製造業供應鏈協同作業流程模式之研究，碩士論文，國立中央大學工業管理研究所，桃園，2005。
4. 馬向前，任若恩，「上海股市對技術信號的價格反應模型」，北京航空航天大學學報（社會科學版），Vol.16，NO.2，2003 年
5. 徐永芳，「在不明確資訊環境下建構模糊穩健存貨策略模式之供應鏈系統」，逢甲大學，碩士論文，民國 90 年。
6. 徐壽政，「長鞭效應之情境分析模式」，國立交通大學，工業工程與管理學系，碩士論文，(1998)。
7. 張有恆， 物流管理，華泰，台北市，民國 87 年。
8. 張育仁，先進規劃與排程系統之介紹，http://www.ebrc.ie.fcu.edu.tw/ebrc/edu/period2/plan1/download/APS_Introduce.pdf, 2005
9. 陳安斌，「解決供應鏈裂結效應-同步管理架構研究與實證」，國立交通大學，國科會專題計劃，民國 92 年。
10. 陳安斌，羅荻凱，「以即時金融指標於最佳化安全庫存量研究」，2009 產業全球化運籌管理學術與實務研討會，401~412 頁，高雄，民國 98 年 5 月 22 日
11. 陳家芳，「前置時間變動下供應鏈系統成本與長鞭效應之關係」，國立成功大學，碩士論文，民國 91 年。

英文部分

12. Bill H.; Yong S. K., “A Test of MACD Trading Strategy”, Simon Fraser University, 2006
13. Charles C. P.; Stephen E. R., Supply Chain Optimization, Apple Tuttle Mori Agency Inc., 1996
14. An Pin.C.; August L., “Reengineering supply chain management architecture - for the collaboration of marketing dynamics and manufacturing strategy Semiconductor Manufacturing”, 2003 IEEE International Symposium on , Pages:81 – 83, 2003
15. Sunil C., Peter. M., “*Supply Chain Management: Strategy, Planning*”, Operation. Prentice Hall, New Jersey, 2001.
16. Damir T., “Semiconductor Stocks: Signaling a Bear Market?”, The Journal of Corporate Accounting & Finance, Pages 3-7, July/August 2007
17. David F. R., Competing Through Supply Chain Management: Creating Market—Winning Strategies Through Supply Chain Partnership, London: Chapman & Hall., 1997
18. Forrester, J.W., ” Industrial Dynamics”, MIT Press, Cambridge, MA, 1961
19. Gerald A., W. Frederick Hirschler, Stock Market Trading Systems: A Guide to Investment Strategy, Traders Press. Inc., 1979.
20. Handfield, Robert B.; Nichols, Ernest L., Jr., Introduction to Supply Chain Management, Prentice-Hall, 1999
21. Harrington, L.H., “Supply chain integration from the inside”, Transportation and Distribution, Vol. 38, Iss. 3, pp.35- 38., 1997
22. Hau L. Lee, V. Padamanabhan, "The Bullwhip Effect in Supply Chains," Sloan Management Review, 93-101(Spring,1997).
23. Kahn, J.A., “Inventories and the volatility of production”, American Economic

Review, vol. 77, Iss. 4, pp.667-679., 1987

24. Lambert, Douglas M.; James R. Stock; Lisa M. Ellram, *Fundamentals of Logistics Management*, Boston: Irwin/McGram-Hill, 1998.
25. Lee, H.L.; Billington, C., "Material management in de-centralized supply chains", *Operations Research*, Vol. 41, No. 5, pp.835-847., 1993
26. Lee, H.L.; Padmanabhan, V.; Whang, S., "The Bullwhip Effect in Supply Chains", *Sloan Management Review*, pages 93--102, 1997
27. Lee, H. L., Padmanabhan, V., & Whang, S. (2004). Comments on information distortion in a supply chain: the bullwhip effect. *Management Science*, 50, 1887-1893.
28. Naish, H.F., "Pocution smoothing in the linear quadratic inventory model", *Economic Journal*, vol. 104, Iss. 425, pp. 864-875, 1994
29. Peter K., Alistair M., "The effect of (s, S) ordering policy on the supply chain", *International Journal of Production Economics*, Vol 59, Iss. 1-3, pp. 113-122, 1999
30. Scott, C.; Westbrook, R., "New strategic tools for supply chain management.", *International Journal of Physical Distribution and Logistics*, vol.21 (1), 23-33. 1991
31. Sliver, E. A., D. F. Pyke, and R. Peterson, *Inventory Management and Production Planning and Scheduling*, 3rd, NY, John Wiley & Sons. Inc., 1998.
32. Martin S., Frank V., "Macrologistics Management: A Catalyst for Organizational Change", Saint Lucie Press, p.263., 1997
33. Sterman, J.D., "The beer distribution game", Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, , pp. 101-112., 1995.
34. Strader, T.J.; Lin, F.R.; Shaw, M.J., "Information infrastructure for electronic virtual organization," *Decision Support Systems*, Vol. 23, pp.75-94. , 1998
35. Tony W., "Best Practice in Inventory Management", Elsevier Science Ltd., 2002

36. Tersine, R. J., Principle of Inventory and Materials Management, North Holland, New York (1982).



附錄 一

附表一 費城半導體指數資料表

編號	日期	收盤指數	編號	日期	收盤指數	編號	日期	收盤指數
1	2008/1/2	396.73	41	2008/2/29	348.05	81	2008/4/28	390.3
2	2008/1/3	391.29	42	2008/3/3	345.5	82	2008/4/29	391.04
3	2008/1/4	372.85	43	2008/3/4	348.29	83	2008/4/30	385.16
4	2008/1/7	371.61	44	2008/3/5	351.83	84	2008/5/1	400.29
5	2008/1/8	361.71	45	2008/3/6	342.56	85	2008/5/2	399.85
6	2008/1/9	362.94	46	2008/3/7	344.62	86	2008/5/5	396.86
7	2008/1/10	362.55	47	2008/3/10	339.73	87	2008/5/6	403.01
8	2008/1/11	353.89	48	2008/3/11	350.54	88	2008/5/7	397.51
9	2008/1/14	364.65	49	2008/3/12	345.13	89	2008/5/8	399.76
10	2008/1/15	353.17	50	2008/3/13	348.92	90	2008/5/9	398.5
11	2008/1/16	355.52	51	2008/3/14	338.58	91	2008/5/12	403.12
12	2008/1/17	349.85	52	2008/3/17	337.06	92	2008/5/13	407.19
13	2008/1/18	358.27	53	2008/3/18	349.96	93	2008/5/14	411.29
14	2008/1/22	347.98	54	2008/3/19	335.75	94	2008/5/15	419.72
15	2008/1/23	352.26	55	2008/3/20	339.89	95	2008/5/16	421.67
16	2008/1/24	361.06	56	2008/3/24	352.5	96	2008/5/19	418.35
17	2008/1/25	354.5	57	2008/3/25	352.72	97	2008/5/20	405.53
18	2008/1/28	359.74	58	2008/3/26	347.74	98	2008/5/21	401.57
19	2008/1/29	357.27	59	2008/3/27	342.74	99	2008/5/22	404.48
20	2008/1/30	358.81	60	2008/3/28	339.28	100	2008/5/23	400.15
21	2008/1/31	359	61	2008/3/31	343.94	101	2008/5/27	407.19
22	2008/2/1	379.73	62	2008/4/1	358.46	102	2008/5/28	408.5
23	2008/2/4	371.48	63	2008/4/2	361.22	103	2008/5/29	407.19
24	2008/2/5	357.11	64	2008/4/3	370.49	104	2008/5/30	415.2
25	2008/2/6	346.91	65	2008/4/4	369.07	105	2008/6/2	409.31
26	2008/2/7	347.39	66	2008/4/7	369.55	106	2008/6/3	407.8
27	2008/2/8	349.74	67	2008/4/8	359.31	107	2008/6/4	413.18
28	2008/2/11	355.33	68	2008/4/9	364.84	108	2008/6/5	417.53
29	2008/2/12	352.82	69	2008/4/10	371.36	109	2008/6/6	405.48
30	2008/2/13	363.49	70	2008/4/11	358.68	110	2008/6/9	402.09
31	2008/2/14	353.26	71	2008/4/14	352.56	111	2008/6/10	395.26
32	2008/2/15	347.56	72	2008/4/15	351.84	112	2008/6/11	381.7
33	2008/2/19	343.01	73	2008/4/16	371.02	113	2008/6/12	383.59
34	2008/2/20	352.42	74	2008/4/17	368.28	114	2008/6/13	393.81
35	2008/2/21	351.53	75	2008/4/18	377.34	115	2008/6/16	399.74
36	2008/2/22	351.88	76	2008/4/21	383.08	116	2008/6/17	393.6
37	2008/2/25	356.57	77	2008/4/22	370.58	117	2008/6/18	384.47
38	2008/2/26	362.86	78	2008/4/23	385.83	118	2008/6/19	394.43
39	2008/2/27	367.26	79	2008/4/24	391.43	119	2008/6/20	383.11
40	2008/2/28	357.82	80	2008/4/25	391.17	120	2008/6/23	378.71

編號	2008/6/24	收盤指數	編號	日期	收盤指數	編號	日期	收盤指數
121	2008/6/25	380.32	161	2008/8/20	362.67	201	2008/10/16	243.89
122	2008/6/26	387.44	162	2008/8/21	361.45	202	2008/10/17	239.13
123	2008/6/27	370	163	2008/8/22	366.2	203	2008/10/20	243.92
124	2008/6/30	369.09	164	2008/8/25	360.5	204	2008/10/21	234.09
125	2008/7/1	368.18	165	2008/8/26	356.98	205	2008/10/22	219.7
126	2008/7/2	366.04	166	2008/8/27	358.81	206	2008/10/23	216.72
127	2008/7/3	358.01	167	2008/8/28	362.83	207	2008/10/24	212.33
128	2008/7/7	354.62	168	2008/8/29	352.82	208	2008/10/27	212.57
129	2008/7/8	356.84	169	2008/9/2	350.37	209	2008/10/28	232.41
130	2008/7/9	360.01	170	2008/9/3	335.54	210	2008/10/29	225.94
131	2008/7/10	344.5	171	2008/9/4	324.08	211	2008/10/30	235.06
132	2008/7/11	349.18	172	2008/9/5	331.29	212	2008/10/31	239.47
133	2008/7/14	346.64	173	2008/9/8	330.84	213	2008/11/3	237.1
134	2008/7/15	343	174	2008/9/9	319.3	214	2008/11/4	247.71
135	2008/7/16	347.4	175	2008/9/10	321.94	215	2008/11/5	236.25
136	2008/7/17	360.08	176	2008/9/11	323.89	216	2008/11/6	219.44
137	2008/7/18	368.36	177	2008/9/12	322.13	217	2008/11/7	223.19
138	2008/7/21	365.89	178	2008/9/15	311.76	218	2008/11/10	214.48
139	2008/7/22	361.89	179	2008/9/16	316.36	219	2008/11/11	211.43
140	2008/7/23	345.45	180	2008/9/17	312.07	220	2008/11/12	200.79
141	2008/7/24	350.38	181	2008/9/18	327.71	221	2008/11/13	215.15
142	2008/7/25	335.59	182	2008/9/19	333.91	222	2008/11/14	201.38
143	2008/7/28	337.63	183	2008/9/22	318.52	223	2008/11/17	195.72
144	2008/7/29	331.32	184	2008/9/23	312.67	224	2008/11/18	191.89
145	2008/7/30	339.12	185	2008/9/24	315.14	225	2008/11/19	178.05
146	2008/7/31	341.91	186	2008/9/25	319.89	226	2008/11/20	171.32
147	2008/8/1	340.86	187	2008/9/26	321.62	227	2008/11/21	180.22
148	2008/8/4	338.19	188	2008/9/29	297.61	228	2008/11/24	191.2
149	2008/8/5	339.7	189	2008/9/30	306.89	229	2008/11/25	187.02
150	2008/8/6	350.33	190	2008/10/1	303.23	230	2008/11/26	201.3
151	2008/8/7	354.2	191	2008/10/2	288.55	231	2008/11/28	198.24
152	2008/8/8	359.65	192	2008/10/3	284.74	232	2008/12/1	184.75
153	2008/8/11	367.19	193	2008/10/6	274.77	233	2008/12/2	185.69
154	2008/8/12	374.14	194	2008/10/7	257.96	234	2008/12/3	198.07
155	2008/8/13	375.28	195	2008/10/8	256.17	235	2008/12/4	186.64
156	2008/8/14	373.09	196	2008/10/9	248.43	236	2008/12/5	192.56
157	2008/8/15	377.09	197	2008/10/10	246.11	237	2008/12/8	196.15
158	2008/8/18	376.43	198	2008/10/13	269.91	238	2008/12/9	205.65
159	2008/8/19	369.94	199	2008/10/14	256.4	239	2008/12/10	208.57
160	2008/6/24	360.57	200	2008/10/15	233.59	240	2008/12/11	203.37

編號	日期	收盤指數	編號	日期	收盤指數
241	2008/12/12	212.94	281	2009/2/11	215.11
242	2008/12/15	209.22	282	2009/2/12	217.9
243	2008/12/16	221.52	283	2009/2/13	220.55
244	2008/12/17	221.16	284	2009/2/17	205.87
245	2008/12/18	208.95	285	2009/2/18	206.86
246	2008/12/19	211.84	286	2009/2/19	196.09
247	2008/12/22	206.66	287	2009/2/20	197.28
248	2008/12/23	200.87	288	2009/2/23	189.11
249	2008/12/24	202.89	289	2009/2/24	199.1
250	2008/12/26	202	290	2009/2/25	205.07
251	2008/12/29	201.95	291	2009/2/26	201.47
252	2008/12/30	211.26	292	2009/2/27	199
253	2008/12/31	212.17	293	2009/3/2	188.97
254	2009/1/2	221.91	294	2009/3/3	191.49
255	2009/1/5	223.29	295	2009/3/4	200.27
256	2009/1/6	234.56	296	2009/3/5	197.25
257	2009/1/7	223.12	297	2009/3/6	195.01
258	2009/1/8	222.54	298	2009/3/9	190.47
259	2009/1/9	215.28	299	2009/3/10	205.84
260	2009/1/12	209.08	300	2009/3/11	210.02
261	2009/1/13	210.79	301	2009/3/12	217.37
262	2009/1/14	202.01	302	2009/3/13	220.11
263	2009/1/15	207.07	303	2009/3/16	212.16
264	2009/1/16	214.42	304	2009/3/17	220.91
265	2009/1/20	199.07	305	2009/3/18	228.52
266	2009/1/21	205.18			
267	2009/1/22	199.99			
268	2009/1/23	208.28			
269	2009/1/26	209.89			
270	2009/1/27	217.28			
271	2009/1/28	222.59			
272	2009/1/29	212.33			
273	2009/1/30	208.26			
274	2009/2/2	210.52			
275	2009/2/3	210.83			
276	2009/2/4	212.75			
277	2009/2/5	221.31			
278	2009/2/6	229.18			
279	2009/2/9	227.81			
280	2009/2/10	217.33			