

基因分群之經濟訂購量模式—多物料及多分公司存貨管理

研究生：徐皓庭

指導教授：藍武王 教授
邱裕鈞 教授

國立交通大學交通運輸研究所

摘 要

傳統經濟訂購量 (Economic Order Quantity, EOQ) 模型旨在探討單一廠商訂購處理單一物料的最佳化行爲。然在實務應用上，許多廠商擁有多家分公司，而其所訂購處理之物料也都非僅有一種，不同分公司針對各種物料雖可利用 EOQ 模型分別計算各分公司各種物料之最佳訂購量及頻次，但若能針對同一種物料採取聯合訂購以享受數量折扣，並將不同種類物料進行集中倉儲，以發揮倉儲及運輸之經濟規模特性，將可使總成本有效降低。基此，本文建立多物料多分公司之最佳存貨模型，以求解使總成本（包含訂購、倉儲、配送及購買等四項成本）最低之各種物料最佳訂購比例，以及各種物料的訂購與倉儲方式。

基於訂購及倉儲兩個層面，本文研擬四種存貨策略，分別為「獨立訂購分散倉儲」（方式一）、「獨立訂購集中倉儲」（方式二）、「聯合訂購分散倉儲」（方式三），以及「聯合訂購集中倉儲」（方式四），並推導此四種方式下總成本最低時之各項物料訂購量，及進行四種存貨方式之比較分析與成本相關參數之敏感度分析。之後，利用分群方式將物料予以分群之後，就各群採取適用之存貨方式。分群方式主要有兩種，一為傳統統計分群方式，另一為基因演算法分群方式。

本研究利用一簡例及案例分別進行存貨模式之驗證。結果發現，若統一利用同一存貨方式，採用方式四的情況下，在訂購、倉儲及運送成本方面最低；而方式三則在購買成本上最低。若採取分群方式，統計分群的方式與不予分群的方式相差 39,776,908 元，差異為 0.68%。基因分群與不予分群方式相差 41,091,964 元，差異為 0.71%。故利用基因分群的方式可較統計分群方式容易研擬出最佳之存貨策略。

關鍵字：經濟訂購量模型、聯合訂購、集中倉儲、遺傳演算法

Economic Ordering Quantity models with Genetic clustering- Multi-item and Multi-branch Inventory Management

Student: Tony Shyu

**Advisors: Dr. Lawrence W. Lan
Dr. Yu-Chiun Chiou**

Institute of Traffic and Transportation
National Chiao Tung University

Abstract

In solving the single material and single firm inventory problem, many researches often use the traditional economic ordering quantity (EOQ) models to compute the optimal solution. In practice, however, many firms or industrials have its own branches, and also order many materials. We can compute the ordering quantity and ordering rate of each branch for each material individually by EOQ models. However, if we take jointly ordering for single material, we can have the benefit of quality discounts. And that, if we store many materials at the same time, we can develop the economies of scale of warehousing and distributing, so that we can effectively decrease the inventory cost. In this paper, we propose multi-item and multi-branch inventory models. The objective of the model is to find out the optimal ordering rate with the minimum inventory cost and individual inventory alternative of each material.

Base on two aspects of ordering and warehousing, we propose four alternatives. They are separated ordering and decentralized warehousing, separated ordering and centralized warehousing, joint ordering and decentralized warehousing, joint ordering and centralized warehousing alternative, and we use them to compute the ordering rate of materials and the inventory cost. The result of tested example indicates that it is better adopting joint ordering than separated ordering. And we also find out that centralized warehousing is better than decentralized warehousing when the warehousing coefficient is less than 0.83.

Due to different price, volume, and total demand of materials, it doesn't necessary to unite the inventory alternative to any material or branch. Therefore, we integrate genetic clustering algorithm and EOQ models. We use genetic clustering algorithm to cluster all the materials, and find the best inventory alternative to each group. The result of case study (50 materials, 4 branches) indicates that adopting genetic clustering algorithm is better than traditional clustering method or non-clustering.

Key words: EOQ models; joint ordering; centralized warehousing; genetic algorithm

誌謝

從靜態的土地，到動態的交通，兩年前，我，來到交研。

不知是一時衝動，還是意氣用事，我用報考的方式，與交研結下了緣份，而如今再回首時，已是一位身穿碩士服的畢業生，想不到，真的意想不到。這代表的是我在交研學而有成，並即將跨入下一個階段。

兩年的研究所生涯，與大學生涯相比，感覺上獲得的更多，我想是因為研究所真的需要比較拼的關係吧（哈哈）！說真的，研究所讀起來感覺還真不一樣，也許是這裡匯集了來自各地的菁英，再加上所上教授們的高度專業程度，讓我這兩年來真的獲得了好多好多，關於這一點，我自己也是相當欣慰的。

抱歉，還是不能免俗的跟許多恩人道謝。首先，承蒙恩師藍武王教授及邱裕鈞教授在本論文製作中給予許多寶貴的意見及看法，我從藍老師的等候中找到題目，從邱老師的思路中找到靈感；兩位恩師熱情的付出，讓我能夠順利完成論文；此外，藍老師與邱老師對論文的高要求與熱情的指導態度，在此，學生謹致上最誠摯的謝意及敬意。

在論文口試期間，感謝賈教授凱傑及許教授鉅秉給予殷切的指正，讓我的論文研究更能注意到理論及應用，對我而言更是思想上的啟發。對於兩位老師的細心，學生在此致上由衷的感謝。

而在論文研討期間，黃台生教授、徐淵靜教授與汪進財教授，每每對我的論文提出質疑與修正，也讓我瞭解到如何讓實務與理論更加接近，並非一直待在象牙塔中；平日，馮正民教授、黃承傳教授及許鉅秉教授於課堂上的教導，開啟我對交通各領域的視野，也增廣了我對於『運輸』的知識。以上各位師長之恩，在此感謝萬分。

博士班銘德、益三、雲霄、奕妘、彥衡、世昌、嘉新學長姐，碩士班建華、豐舉學長無論在論文指導、課業及做人處事上都給我許多的幫助，我從各位身上也學到了不少東西。學弟在此對於各位的不吝教導致上無限的感激。

這兩年來與各位同學的互動關係，相當的多元，印象也相當深刻。厚淳、永祥、昆達、孝猷、宏達、騰偉及力銘，不論是打球還是許多研究課題討論，我都能從中獲得許多，也能夠讓我領會『我思，故我在』的道理；蕙怡與經管所的佩君，辦公室系列的問題問妳們就可以了！榮顯與正斌豐富的資訊知識，至少讓我對電腦這玩意兒建立了不少正確觀念。

垃圾幫中，啟超於程式語言及演算法的瞭解，讓我望塵莫及；信陽於作業研究方面的高程度，使我佩服萬分；世偉對鐵路及航空的透徹瞭解，也讓我增加了運輸界中許多常識；仁志的幽默及高度敏感性，是聊八卦的最佳伙伴。我們垃圾幫的友誼，我絕對不會忘記；大學同學國安、文中屢屢找我打球，並且與我研究所同學相識，這緣分難得，會格外珍惜。

最後，對我有廿四年養育之恩的父母，在此將這篇研究論文的成果獻給你們。沒有你們長期並無私的付出，及無時無刻的照顧，將沒有我現在如此可貴的成就。在往後的日子中，我一定會延續做這篇論文的精神，更加努力打拼，以報答養育之恩。還有我最

摯愛的芳宜，謝謝妳能夠給我兩年來溫暖的陪伴，往往在我沮喪時，為我加油打氣，是這兩年來努力的原動力。謝謝你們！

研究所生涯結束，但我的人生並未結束呢！加油！

徐皓庭 謹誌
九十三年 夏



目 錄

中文摘要	.....	i
英文摘要	.....	ii
誌謝	.....	iii
目錄	.....	v
表目錄	.....	vii
i 圖目錄	.....	ix
第一章	緒論.....	1
1.1	研究動機與背景.....	1
1.2	研究目的.....	2
1.3	研究對象與範圍.....	3
1.4	研究方法與架構.....	3
1.5	研究內容與流程.....	7
第二章	文獻回顧.....	9
2.1	存貨模式分類之相關文獻.....	9
2.2	經濟訂購量 (EOQ) 基本假設及模式建構之相關文獻.....	13
2.3	數量折扣或價格變動對於 EOQ 模式之建構之相關文獻.....	16
2.4	多物料或多分公司存貨模式之相關文獻.....	19
2.5	基因演算法分群方式之相關文獻.....	22
第三章	存貨方式研擬與模式構建.....	25
3.1	問題說明.....	25
3.2	名詞定義與基本假設.....	25
3.2.1	名詞定義.....	26
3.2.2	基本設定與假設.....	27
3.3	物料之訂購倉儲方式及成本模式.....	29
3.3.1	存貨方式組合.....	29
3.3.2	成本模式構建.....	32

3.4	簡例說明.....	39
3.4.1	簡例介紹.....	39
3.4.2	成本計算方式結果.....	41
3.4.3	敏感度分析.....	47
第四章	分群模式構建.....	61
4.1	問題說明.....	61
4.2	分群方式介紹.....	61
4.2.1	統計集群分析理論.....	61
4.2.2	基因演算法分群方法理論.....	63
4.3	簡例分析.....	64
4.3.1	分群結果.....	64
4.3.2	分群結果成本計算.....	64
4.3.3	敏感度分析.....	69
第五章	模式驗證與應用.....	76
5.1	資料收集.....	76
5.2	成本計算.....	79
5.2.1	不予分群.....	79
5.2.2	統計分群.....	79
5.2.3	逐步分群.....	81
5.3	結果比較.....	81
第六章	結論與建議.....	83
6.1	結論.....	83
6.2	建議.....	84
參考文獻	.....	86
簡歷	.....	90

表目錄

表 2-1	可能存貨情境分類表.....	11
表 2-2	存貨模式分類文獻回顧表.....	12
表 2-3	數量折扣與價格變動對於 EOQ 模式影響文獻回顧表.....	19
表 2-4	多物料或多分公司 EOQ 模式文獻回顧表.....	22
表 3-1	經濟訂購量基本設定比較.....	29
表 3-2	存貨方式組合.....	32
表 3-3	存貨成本模式參數介紹.....	32
表 3-4	存貨成本模式決策變數介紹.....	33
表 3-5	示意圖符號意義表.....	33
表 3-6	物料—分公司年需求量表（個數/年）.....	39
表 3-7	物料供應商—分公司距離表（公里）.....	40
表 3-8	物料相關屬性表.....	40
表 3-9	分公司之間距離表.....	40
表 3-10	其他參數表.....	41
表 3-11	獨立訂購分散倉儲之經濟訂購量（經濟訂購比例）.....	42
表 3-12	獨立訂購分散倉儲之計算結果.....	42
表 3-13	獨立訂購集中倉儲之經濟訂購量（經濟訂購比例）.....	43
表 3-14	獨立訂購集中倉儲之計算結果.....	43
表 3-15	聯合訂購分散倉儲之經濟訂購量（經濟訂購比例）.....	44
表 3-16	聯合訂購分散倉儲之計算結果.....	44
表 3-17	聯合訂購集中倉儲之經濟訂購量（經濟訂購比例）.....	45
表 3-18	聯合訂購集中倉儲之計算結果.....	45
表 3-19	四種存貨方式成本比較.....	46
表 3-20	敏感度分析參數及調整範圍.....	47
表 3-21	訂購比例之敏感度分析（單位訂購成本）.....	48
表 3-22	存貨成本之敏感度分析（單位訂購成本）.....	48
表 3-23	訂購比例之敏感度分析（單位倉儲成本）.....	48
表 3-24	存貨成本之敏感度分析（單位倉儲成本）.....	49
表 3-25	訂購比例之敏感度分析（外部單位配送成本）.....	49
表 3-26	存貨成本之敏感度分析（外部單位配送成本）.....	49
表 3-27	訂購比例之敏感度分析（內部單位配送成本）.....	50
表 3-28	存貨成本之敏感度分析（內部單位配送成本）.....	50
表 3-29	訂購比例之敏感度分析（車容量）.....	51
表 3-30	存貨成本之敏感度分析（車容量）.....	51

表 3-31	訂購比例之敏感度分析（年利率）	51
表 3-32	存貨成本之敏感度分析（年利率）	52
表 3-33	訂購比例之敏感度分析（倉儲規模係數）	52
表 3-34	存貨成本之敏感度分析（倉儲規模係數）	52
表 3-35	訂購比例之敏感度分析（配送規模係數）	53
表 3-36	存貨成本之敏感度分析（配送規模係數）	53
表 3-37	訂購比例之敏感度分析（購買規模係數）	54
表 3-38	存貨成本之敏感度分析（購買規模係數）	54
表 3-39	各項參數與存貨成本暨訂購比例關聯表.....	55
表 3-40	各參數與各存貨方式影響關係表.....	60
表 4-1	簡例物料分群結果表.....	64
表 4-2	分四群之各群存貨成本.....	65
表 4-3	分五群之各群存貨成本.....	65
表 4-4	分六群之各群存貨成本.....	65
表 4-5	分七群之各群存貨成本.....	66
表 4-6	不同分群方式之存貨成本比較（統計分群）	66
表 4-7	逐步分群之存貨成本.....	68
表 4-8	各種分群方式之存貨成本比較.....	68
表 4-9	敏感度分析參數及調整範圍.....	69
表 4-10	單位訂購成本之分群敏感度分析.....	70
表 4-11	單位倉儲成本之分群敏感度分析.....	70
表 4-12	外部單位配送成本之分群敏感度分析.....	71
表 4-13	內部單位配送成本之分群敏感度分析.....	71
表 4-14	車容量之分群敏感度分析.....	72
表 4-15	年利率之分群敏感度分析.....	72
表 4-16	倉儲規模係數之分群敏感度分析.....	73
表 4-17	配送規模係數之分群敏感度分析.....	73
表 4-18	購買規模係數之分群敏感度分析.....	74
表 5-1	物料體積表（公升）	76
表 5-2	物料年需求量.....	77
表 5-3	物料價格表（\$）	78
表 5-4	其他參數表.....	78
表 5-5	50 種物料不予分群之各種存貨方式成本比較.....	79
表 5-6	50 種物料統計分群結果（存貨方式及存貨成本）	80
表 5-7	50 種物料逐步分群結果（存貨方式及存貨成本）	80
表 5-8	50 種物料逐步分群結果（存貨方式及存貨成本）	81
表 5-9	模式驗證下各分群方式存貨成本比較.....	81

圖目錄

圖 1-1	EOQ 模式下的平均存貨圖.....	3
圖 1-2	蒙地卡羅轉盤選擇示意圖.....	5
圖 1-3	三種交配方式示意圖 (a) 單點交配 ; (b) 雙點交配 ; (c) 均勻交配...	5
圖 1-4	兩種突變方式示意圖.....	6
圖 1-5	研究架構.....	6
圖 1-6	研究流程.....	8
圖 2-1	單一機器生產多種產品之存貨圖.....	11
圖 2-2	存貨持有成本與訂購成本關係圖.....	13
圖 2-3	存貨水準變化圖.....	14
圖 2-4	EOQ 配合 JIT 系統的存貨變化.....	14
圖 2-5	一般情形下綜合性 EOQ 模式存貨水準變化圖.....	17
圖 3-1	獨立訂購分散倉儲示意圖.....	34
圖 3-2	獨立訂購集中倉儲示意圖.....	35
圖 3-3	聯合訂購分散倉儲示意圖.....	36
圖 3-4	聯合訂購集中倉儲示意圖.....	38
圖 3-5	各存貨方式之敏感度分析 (單位訂購成本)	55
圖 3-6	各存貨方式之敏感度分析 (單位倉儲成本)	56
圖 3-7	各存貨方式之敏感度分析 (外部單位配送成本)	56
圖 3-8	各存貨方式之敏感度分析 (內部單位配送成本)	57
圖 3-9	各存貨方式之敏感度分析 (車容量)	57
圖 3-10	各存貨方式之敏感度分析 (年利率)	58
圖 3-11	各存貨方式之敏感度分析 (倉儲規模係數)	58
圖 3-12	各存貨方式之敏感度分析 (配送規模係數)	59
圖 3-13	各存貨方式之敏感度分析 (購買規模係數)	59
圖 4-1	分群樹狀示意圖.....	63
圖 4-2	逐步分群示意圖.....	63
圖 4-3	本研究逐步分群流程圖.....	67

第一章 緒論

1.1 研究背景與動機

自九〇年代以降，對於製造業管理而言，一個最大的衝擊為供應鍊管理（Supply Chain Management, SCM）的應用。而 SCM 探討的範圍甚廣，自起始供應商至最終消費者之間皆是其討論的對象，探討的議題也是包羅萬象；從單一角色內部實體物流管理，到多層次之間商業過程之整合；從單純的產品流動，延伸出較複雜的金流及資訊流；從各項成本的最佳化，至顧客端需求量的預測，換言之，SCM 的應用是非常廣泛的。SCM 對於產品製造而言，是使上下游各廠商運作系統之間作一完善的整合管理。現今工商業環境競爭更甚激烈，加上經濟不景氣的影響，使得企業必須以降低成本的方式來追求最大利潤及維持競爭力，之後也發展了許多 SCM 相關研究，使得 SCM 不再只是教科書中的一個理想，而是走進實務領域並提供企業有效降低成本的好幫手，運用至今廿一世紀，以一整合生產過程至配送的 SCM 確實也發揮它應有的功效。

存貨控制在 SCM 中，著實扮演著重要的角色。一般而言，存貨乃指為維持業務之進行而應儲存之物品，是為因應需求而存在的。相對地，我們可視存貨為具有經濟價值的閒置資源，以等待未來被利用的機會。存貨管理的理由十分多元，比如防止缺貨情況發生、因應需求不確定及品質不穩定等，也因為對於產品需求面的不瞭解，為求能在適當的時機供應適當的產品及數量，故需以存貨來因應。然而，若無完善之存貨管理，常會形成存貨過多或不足的情形；存貨不足則容易產生缺貨情形，造成顧客不滿意、生產瓶頸及企業形象受損等現象；存貨過多則必須要支付預期之外的存貨成本，造成營運資金的積壓，並會阻礙企業的經營與發展。因此，在一優良的 SCM 中，首重完善的存貨管理。

經濟訂購量（Economic Order Quantity, EOQ）模式已經實行多年，對於不同情境下的問題，會形成不同的 EOQ 模式。傳統 EOQ 模式總是以單一廠商及單一物料為討論標的，為在單一倉儲及單一物料下，以存貨成本最小為目標，找出最佳的物料訂購量。EOQ 模式的發展與工業生產有關，早期工業生產需要龐大的需求量，廠商無法輕易決定訂購量。由於訂購量過多造成存貨成本上升，過少會發生機器停擺，產生設施停滯上的浪費。面臨如此大規模且穩定的需求，故發展 EOQ 模式進行存貨控制，同時，也以 EOQ 模式明白指出各種相關存貨成本項目及項目間彼此關係。

就生產面而言，也許只生產一種產品，但進貨之物料決不僅止一樣。換言之，多物料之存貨控制模式是絕對必要的。面臨到不同物料的需求率，並配合存貨設施的成本計算，在存放大量物料時應該會發生存放上的經濟規模，並降低平均存貨成本。但集中物料存放時會使得原有的存貨方式改變。以物料分散或集中倉儲的構想建立存貨方式，為此研究動機之一。

就整體產業而言，也許不僅止一家公司或工廠從事製造。為求整體企業競爭力的提升，必須要以全部分公司為考量，降低整體存貨成本，由此可延伸出物料聯合訂購的構想。在若干分公司採取物料聯合訂購時，往往會有價格上的優惠，或者可認同為購買上

的規模，並且整合各分公司的資訊也是整合供應鍊管理的重要關鍵。以多家分公司為考量，採取聯合或獨立訂購的方式，為此次研究動機之二。

本研究總體來說，是就物料集中或分散倉儲，與分公司間聯合或獨立訂購兩個層面，並以多種物料及多家廠商之間，探討最佳存貨方式及存貨成本，並且加入了規模經濟的概念，使得數量大小有決定性的影響。但不同物料有著其獨特的屬性，是否在採取存貨方式前，對於不同屬性之物料先進行某種方式的處理或分類，在依其狀況挑選適當的存貨方式，為此次研究動機之三。

1.2 研究目的

此次研究，是針對企業或多分公司擬要採購多種物料，或分公司欲補充物料時應該要採取何種存貨方式為題，找出不同存貨方式對於存貨成本及存貨型態的變化，存貨成本與相關變數的敏感度與關係，以及利用經濟訂購量（EOQ）模式擬訂出相關方案等目的。而研究目的之詳細內容分述如下：

1. 藉由閱讀相關文獻，了解經濟訂購量（EOQ）模式基本理論、建構方式、既定假設、應用特點及範圍限制等，並瞭解物料採購情形，以方便往後研究建構 EOQ 模式。
2. 針對多種物料管理發展多物料 EOQ 模式，研擬多物料集中倉儲的方式。分別計算不同倉儲方式下，各種物料的經濟訂購量、訂購週期與成本，並探討不同倉儲方式對於存貨成本的影響。
3. 針對分公司管理發展聯合 EOQ 模式，研擬分公司聯合訂購物料的方式。分別計算不同訂購方式下，各分公司之於其物料的經濟訂購量、訂購週期與成本，同樣探討不同訂購方式對於存貨成本的影響，且配合多物料 EOQ 模式建構出多物料多分公司之 EOQ 模式及存貨方式。
4. 利用基因演算法（GAs）來進行物料分群的工作，對於多物料及多分公司的情況下，盡可能歸類出同樣性質的物料，並配合本研究發展出之 EOQ 模式，找出最佳的存貨策略，達到最佳存貨控制之目的。

1.3 研究對象與範圍

本研究旨在建立多物料及多分公司最佳存貨模式，並以 EOQ 為計算存貨成本之主要方式，有鑑於此，必須針對適合的對象方能採取 EOQ 模式。主要研究對象為：

1. 以原物料為研究對象。因原物料之進貨方式多為大宗型態，規模較大，較適用於 EOQ 模式，且依據生產目標的作業方式，使得原物料之需求較為穩定，所以多物料之存貨方式具有探討價值。
2. 以企業整體為研究對象。企業為多家分公司之集合，就單一商業階層而言，就有許多同樣性質或功能的公司，同時進行同一目的之生產或服務。本研究以企業為研究對象，探討同一生產階層下，多分公司之存貨控制方式。

簡言之，本研究之探討對象為多分公司之原物料存貨管理管理模式。同時，針對研

究對象的性質，本研究也有下列研究範圍：

1. 物料需求必須要穩定且已知。因為 EOQ 模式的計算概念是在已知的需求量下做訂購量之計算，若物料需求不穩定，則無法算出長期下確定之訂購量。因此，必須要有明確的需求量。
2. 因為是以微分方式進行計算，所以對於影響存貨的其他因素或價格，必須也要穩定且已知。
3. 對於從供應商到倉儲部門到分公司之間，因處理作業所產生之成本及時間，在本研究中不予以討論。

1.4 研究方法與架構

本文採用之研究方法主要有二，茲簡要敘述如下：

(一) 經濟訂購量模式 (Economic Order Quantity Model, EOQ Model)

本研究欲以經濟訂購量 (EOQ) 模式來找出不同存貨情境及方案下之最佳訂購量及存貨成本。而 EOQ 模式為一定量訂購存貨模式，是以既有的存貨中相關成本參數為分析資料背景 (如需求率、訂購價格等)，以一皆導數的計算方式，求取訂購量對於存貨成本的影響，進而計算出不同背景之下最佳訂購量及該成本。

基本上，基本經濟訂購量模式的管理概念可如圖 1-1 所示：

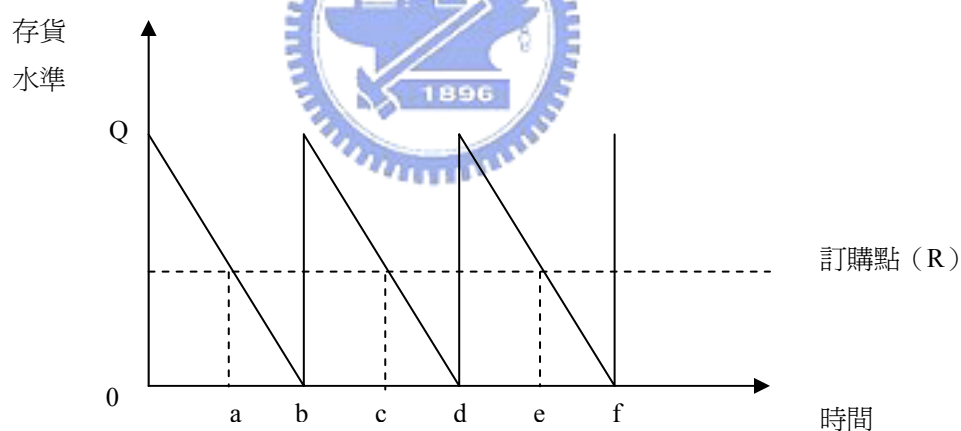


圖 1-1 EOQ 模式下的平均存貨圖

圖 1-1 中顯示出，在單一週期中，開始存貨水準為 Q，而以一固定的消耗率 (產品需求率) 下降，當存貨水準降至 R 點時，即進行補訂，然後經過 ab 前置時間後，在存貨降至零時立即補貨，又恢復至 Q 的水準。而單一期間的平均存貨水準為 Q/2。

而在不允許缺貨的情形下，總存貨成本可以下列公式表示：

總成本=購買成本+訂貨成本+存貨持有成本，即

$$TC=R \cdot P + R \cdot D / Q + Q \cdot C / 2 \dots \dots \dots (1-1)$$

其中，TC：年度總存貨成本

R：年度產品需求量

- P：每單位產品購買成本
- D：每次訂貨之訂購成本
- C=P*F：每年單位存貨持有成本
- F：存貨持有成本占產品成本之百分比
- Q：單次訂購量

把 TC 對 Q 做一階微分，並令其為零，即可算出經濟訂購量，列式如下：

$$Q_0 = \sqrt{\frac{2DR}{C}} = \sqrt{\frac{2DR}{PF}} = \text{經濟訂購量} \dots\dots\dots (1-2)$$

並可依據算出之經濟訂購量計算訂貨次數〈n〉及單一週期長度〈T〉

$$n = \frac{R}{Q_0} = \sqrt{\frac{CR}{2D}} \dots\dots\dots (1-3)$$

$$T = \frac{1}{n} = \frac{Q_0}{R} = \sqrt{\frac{2D}{CR}} \dots\dots\dots (1-4)$$

若前置時間假設為 L，則可計算出補貨點（假設為 B），為：

$$B = \frac{R}{365} * L \dots\dots\dots (1.5)$$

(二) 基因演算法

基因演算法為一函數最佳化演算法，此演算法已被廣泛的運用在各領域，並且有相當研究證實此法有不錯的效果，當然，對於存貨管理中成本函數的演算也有所應用。本研究利用基因演算法將物料加以分群，並以同一組物料採取相同之存貨方式，達到最佳化存貨管理。而基因演算法以遺傳基因 (genes) 為基礎，利用三個基本運算元 (operator) 來運作，即複製 (reproduction)、交配 (crossover) 以及突變 (mutation) 三個運算元，茲簡要敘述如下：

1. 複製 (reproduction)

複製係依據每一染色體 (chromosome) 之適合度高低，決定其繁衍子代多寡之機制。其處理方式多以蒙地卡羅轉盤 (Monte Carlo wheel) 之概念加以篩選，即每一染色體被選中進行繁衍後代之機率為該染色體之適合度值占族群每一染色體之適合度值總和之比例，因此，適合度高之染色體被選中，用以產生下一代之機率亦較高，使得較『優良』之遺傳因子得以流傳與繼承。圖 1-2 為蒙地卡羅轉盤示意圖。

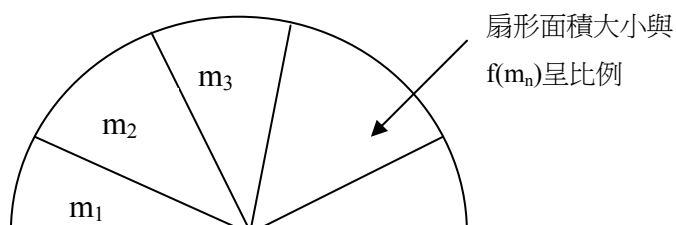


圖 1-2 蒙地卡羅轉盤選擇示意圖

2. 交配 (crossover)

交配乃是將經過複製過程篩選出之成對染色體以一定機率 (即交配率) 決定是否進行配對, 再經由彼此間所進行之基因交換行為產生子代。以隨機方式產生的 0-1 均勻分配 (uniform distribution) 亂數值若低於交配率, 則進行交配, 以新的子代取代母代。反之, 則被挑選的母代不進行交配, 直接置入新的族群中。藉由交配機制, 子代可同時具有母代雙方的優良基因, 合組成更具適應能力之染色體。交配的方法亦有數種, 較常採用的方法有三: 單點交配 (one-point crossover)、雙點交配 (two-point crossover) 以及均勻交配 (uniform crossover) 三種。圖 1-3 為交配方式的示意圖。

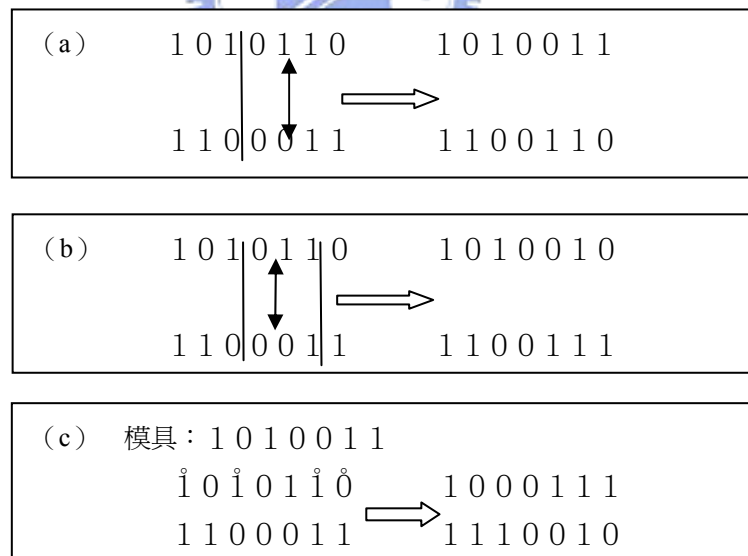


圖 1-3 三種交配方式示意圖 (a) 單點交配; (b) 雙點交配; (c) 均勻交配

3. 突變 (mutation)

突變乃是針對子代之遺傳基因以一定機率 (通常很低), 更動某一基因值 (0→1 或 1→0), 以防止染色體於複製及交配過程中, 遺漏重要訊息或落入局部最佳解, 亦即預

防族群內各染色體之僵化。以隨機方式產生的 0-1 均勻分配亂數值若低於突變率，則該子代進行突變。反之，則子代不進行突變，可保留其交配結果的基因組合。一般而言，突變的處理方式有二：(1) 基因突變 (gene mutation)，即當產生之亂數低於設定之突變率時，即隨機更動某一基因值；(2) 移轉突變 (shift mutation)，即變動同一染色體內各基因之位置，而不改變其值。突變率之設定影響尋優甚鉅，該值過小，將無法發揮突變之功能，可能發生族群僵化現象，反之將破壞子代繼承母代之優良基因。圖 1-4 為基因突變示意圖。

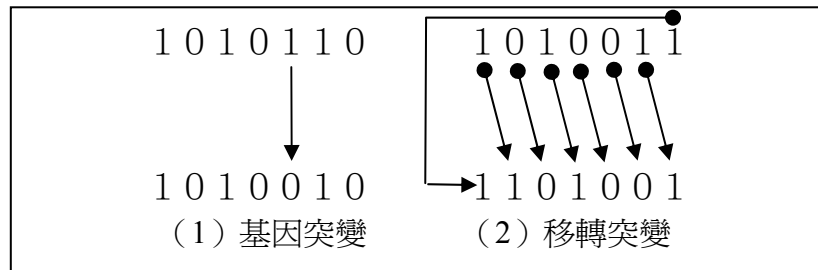


圖 1-4 兩種突變方式示意圖

而本研究之研究架構如圖 1.5 所示：

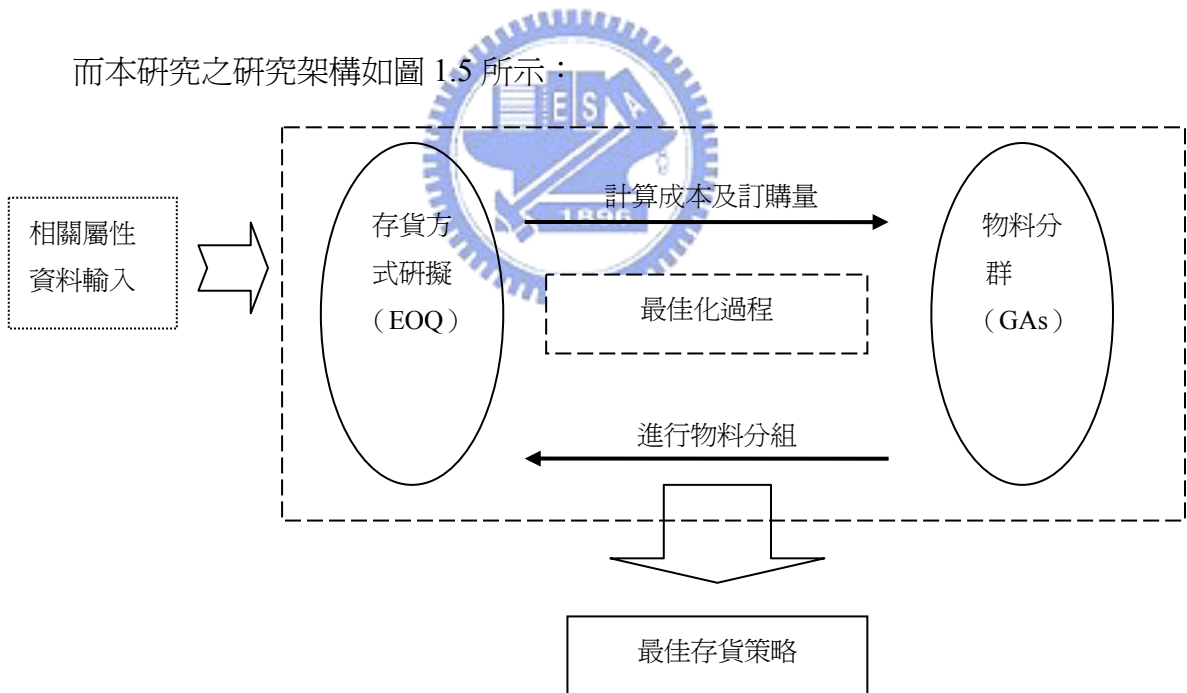


圖 1-5 研究架構

1.5 研究內容與流程

本研究內容主要分為下列七個部份，茲敘述如下：

1. 相關文獻回顧評析

此次研究要回顧之文獻主要分為下列三部份：

(1) 經濟訂購量 (EOQ) 模式理論及應用部份文獻評析

彙整相關運用 EOQ 模式之相關文獻，找出不同考量層面、成本結構及環境條件下模式運作方式及結果，用以瞭解 EOQ 基本理論、相關假設、應用限制及後續發展等相關方面，除瞭解於實務上應用之優缺點外，並極力探討其運用在多物料訂購上之適用性及限制。

(2) 基因演算法理論及操作部份文獻評析

彙析基因演算法基本理論、運作方式及相關優缺點，並探討其如何以編解碼與運算元運作方式應用於存貨成本函數演算最佳化中。

2. 物料種類與存貨成本及設施資料蒐集

本研究蒐集國內某家廠商之物料訂購相關資料，其中包括了物料種類、各物料價格、不同物料使用率、存貨空間規模及數量、訂購成本、各物料持有成本、物料運送成本以及他項存貨相關成本等，並調查出運送車輛大小、各倉儲點進出物料狀況及可集中物料項等，以作為實例應用時之依據。

3. 建構多種物料與多分公司之 EOQ 模式

在此階段必須要針對不同物料之價格、需求率等相關屬性，並搭配物料集中倉儲程度與各廠房間相依性來建構模式，企圖建立出完整存貨成本函數，唯要詳加注意的為成本參數的納入考量及存在方式，並要強調多物料集中倉儲與多分公司聯合訂購的影響。在確認有效的成本參數及參數影響方式之後，即可完成模式建構部份。

4. 基因演算法物料分群之運用

本研究將藉由基因演算法之演算特性研擬出最佳化存貨方式。本研究主要分為集中倉儲與聯合訂購兩課題，針對不同的物料是否能予以集中，廠房間是否能聯合訂購，欲以函數的方式表達。藉基因演算法來進行物料分群，並與上述發展之 EOQ 模式進行反覆運算，找出最佳化成本函數為演算目的。本研究嘗試以更有效率之編解碼技術與運算元操作來研擬出最佳訂購方案，以配合實際情形。

5. 簡例驗證

本研究將設計一簡單實例用以測試模式之操作方式及準確度，作為模式檢討分析與改進方向。除此，尚進行相關成本參數之敏感度分析，探討主要成本參數變動時對於整體模式及成本之影響程度，並作為日後參數設定之依據，亦會進行一系列之情境分析用

以探討與分析各情境下之存貨型態與成本。

6. 實例應用

於此方面本研究將採用上述各研究內容之結果，配合實際情形來做存貨成本比較分析，透過最佳化之演算過程研擬最適方案。並找出模式於計算訂購量與成本上之優缺點及實務適用性，以建構出較佳之物料訂購模式。

而研究流程配合研究內容如圖 1-6 所示：

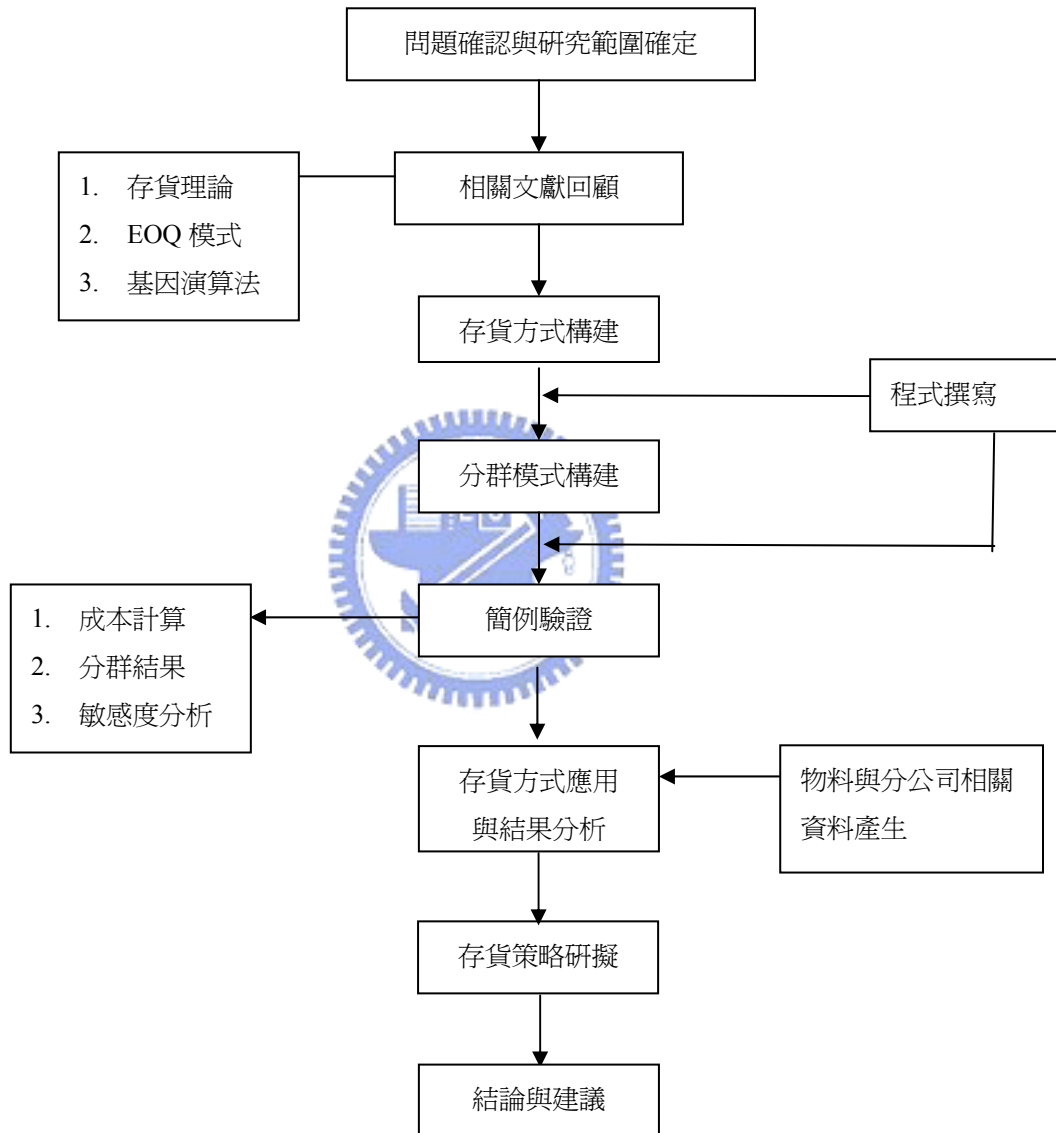


圖 1-6 研究流程

第二章 文獻回顧

本章主要做多物料及多分公司存貨管理相關文獻評析，目的為在進行存貨相關模式研擬之前，了解在面臨不同課題或情境下，對於存貨管理方法的研擬及觀念。主要內容分為對於存貨模式分類、經濟訂購量（EOQ）之基本假設及模式建構、價格變動及數量折扣下之 EOQ 模式、多物料或多分公司存貨模式相關文獻以及基因演算分群方法等五個方面進行文獻回顧及評析，以下為本章內容：

2.1 存貨模式分類之相關文獻

對於存貨模式類型分類，基本上以探討的因素為主，有許多學者對於以存貨類型進行分類，而發表的文獻也不少。由於在存貨問題上考量的因素相當多，本段將以各研究不同考量加以區分，將其考量到之存貨模式予以整理，而整理內容如下：

（一）基本條件考量

這裡以 Silver【1981】及 Raafat【1991】兩位學者的分類方式最為關鍵，並且可以瞭解到依照產品生產及需求的不同，對於存貨的影響也會有所不同，兩位作者的分類方式整理如下：

1. Silver 的分類方式

- （1）單一或多種生產項目。
- （2）確定性需求或隨機性需求。
- （3）單期或多期。
- （4）各項成本參數是否穩定或隨時間變動。
- （5）產品補充過程之特性。
- （6）發生缺貨時之處理方式及成本計算。
- （7）儲存期限之考量。
- （8）取得成本之結構。

2. Raafat 的分類方式

- （1）單一或多樣項目。
- （2）考慮前置時間下，確定性或隨機性需求。
- （3）需求變化遵循方式之模式。
- （4）單一期間或多個期間。
- （5）採購或生產模式。
- （6）缺貨允許與否。
- （7）訂購數量折扣之考量。
- （8）折損率變化之模式。

從這兩位作者分別整理的項目中可以看出，考量存貨型態主要的因素在於產品種類數、期數、缺貨情形考量及產品需求率性質兩項，其餘的分類方式皆為符合實務操作而衍生出的分類方式。



(二) 供需兩端考量

而考量到供需兩端存貨型態的情形，也有相當的研究。其中以 Blumenfeld、Burns 及 Hahm 及 Yano 這三篇研究較為系統，以下先就這三篇分別敘述：

1. Blumenfeld【1985】【1991】存貨型態應用

(1) 要考慮配送兩端的存貨量，並就傳統的模式予以些微的調整。而他以計算出存貨水準的方式來表現出存貨型態及規模，其平均存貨水準是起點訂貨量的一半，同時也為終點訂貨量的一半。

(2) 研究中有發現到若存貨增加一單位，成本就會增加 $\sqrt{2}$ 倍，而最佳訂購量減少 $\sqrt{2}$ 倍。

(3) 考慮到了同時性及非同時性生產排程，以及大宗生產及配送的考量。

2. Burns【1985】存貨型態應用

(1) 則進行繞逕問題中多點取貨及配送的最佳化訂購量。

(2) 計算出該配送路徑長度下，近似旅行時間的最佳配送時間。

3. Hahm 及 Yano【1992】存貨型態應用

(1) 對於每個生產週期而言，生產的產品都要經由大宗配送的方式運送，而每宗的數量皆相同。

(2) 多次配送顯然會減少存貨，但會導致較高的運輸成本。

而 Randolph【1996】整理上述各研究，同樣也以傳統的 EOQ 模式假設及相關條件，針對製造商及顧客兩端，配合找出不同情境，建立相關存貨模式，並找出最佳的訂購量與相對的存貨成本，並考量到與運送成本的整合，其中以『存貨特性曲線』的表達方式進行不同情境存貨模式比較最為直接，作者把存貨情境分為兩個層次，並加以綜合討論，而兩層次及綜合討論之整理如下：

(1) 高層次屬性

- a. 單一顧客對於單一廠房。
- b. 多數顧客對於單一廠房。
- c. 單一顧客對於多數廠房。
- d. 多數顧客對於多數廠房。

(2) 低層次屬性

- a. 單一機器對於單一產品。
- b. 多數機器對於多數產品（每臺機器生產一種產品）。
- c. 單一機器對於多數產品。
- d. 多數機器對於多數產品（每臺機器生產多種產品）。

而表 2-1 為綜合整理之後可能發生之存貨情境：

表 2-1 可能存貨情境分類表

情境	顧客	廠房	機器	產品
甲	1	1	1	1
乙	1	1	多數	每臺機器一種
丙	多數	多數	多數	多數
丁	多數	1	1	1
戊	1	1	1	多數
己	多數	1	1	每個顧客一種

而以單一機器、多重產品及單一顧客為例，Randolph 以存貨特性曲線（即圖 2-1）為例，表示其存貨情境及模式：

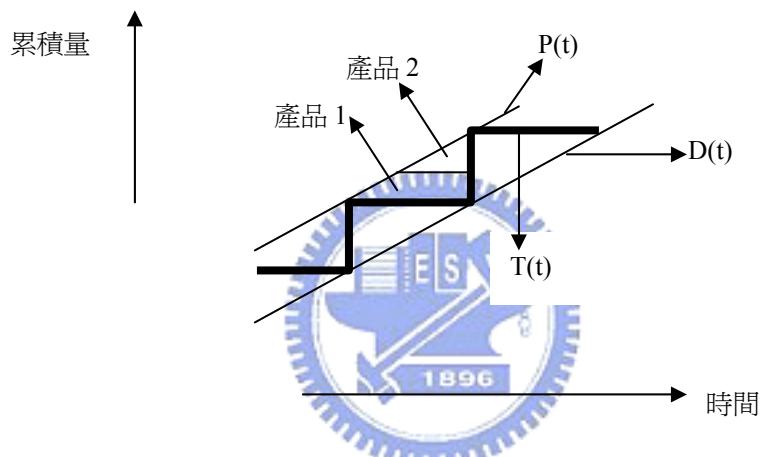


圖 2-1 單一機器生產多種產品之存貨圖

圖 2.1 中， $P(t)$ 為累積生產函數， $D(t)$ 為累積需求函數， $T(t)$ 為累積配送函數。由圖 2.1 我們可以發現到，此模型把不同的產品放在同一個生產週期中，並且照生產排程依序生產（因為只有一台機器）成爲一個循環。同時也可以發現到，圖中的生產率及需求率爲相等，所以在一個生產周期結束之後，對於這期間中所有產品的需求皆可以滿足並立即配送。

由此可知，對於存貨類型的分類方式是相當多元的。由上述中可知，第一層面主要是由產品本身爲主要考量，亦即代表以供給廠商與顧客對於產品的關係建立相關之存貨型態，通常這樣的存貨型態考慮的關鍵爲產品的種類數及需求性質，因爲瞭解需求性質才能擬訂出良好的存貨方案；而第二層面是以考慮到存貨發生的位置及時間，亦即考慮到製造商及倉儲點的存貨性質，利用配送的方式把存貨型態清楚表達出來，也把產配兩端的存貨關係釐清，而本研究的問題重心恰好可以分別從這兩種存貨模式分類方式中找出應有的存貨型態，建立起多元且周詳的存貨模式。而表 2-2 爲本段文獻回顧做一簡要的分類：

表 2-2 存貨模式分類文獻回顧表

作者	年代	分類方式	考量特點	其他
Silver	1981	(1) 單一或多種生產項目。 (2) 確定性需求或隨機性需求。 (3) 單期或多期。 (4) 各項成本參數是否穩定或隨時間變動。 (5) 產品補充過程之特性。 (6) 發生缺貨時之處理方式及成本計算。 (7) 儲存期限之考量。 (8) 取得成本之結構。	重視產品數目、產品需求特性與存貨情形（儲存方式、缺貨及相關成本等）。	
Raafat	1991	(1) 單一或多樣項目。 (2) 考慮前置時間下，確定性或隨機性需求。 (3) 需求率變化遵循方式之模式。 (4) 單一期間或多個期間。 (5) 採購或生產模式。 (6) 缺貨允許與否。 (7) 訂購數量折扣之考量。 (8) 折損率變化之模式。	除了產品數量及需求特性外，尚考慮到數量折扣與折損率等因素。	基本上與 Silver 考量點相似。
Blumenfeld	1985	(1) 考量到存貨發生在製造商及供給商兩端。 (2) 單一製造商對於單一供給商。 (3) 考慮到了同時性及非同時性生產排程，以及大宗生產及配送的考量。	主要為考量到供需兩端的存貨型態，但也只僅考慮到單一供需點的情況。	
Burns	1985	(1) 考量到存貨發生在製造商及供給商兩端。 (2) 單一製造商對於多數供給商。	主要為考量到供需兩端的存貨型態，不過已經進行多點配送的考量研究。	
Hahm 及 Yano	1992	(1) 考量到存貨發生在製造商及供給商兩端。 (2) 就生產週期而言，大宗配送的規模與次數為其主要分類方式。	主要為考量到供需兩端的存貨型態，但主要重點為配送次數與規模的關係。	
Randolph	1996	(1) 考量到存貨發生在製造商及供給商兩端。 (2) 以上下兩層次組合探討存貨情境。	主要為考量到供需兩端的存貨型態，尚加上生產效能及產品數量對於存貨型態的影響。	利用存貨特性曲線來簡單表達不同情境下之存貨型態。

2.2 經濟訂購量（EOQ）基本假設及模式建構之相關文獻

就存貨的成本影響因素中，訂購量往往是一關鍵因素，在需求不變或變動不大時，若訂購量數量大時，會因為分攤的緣故，較容易降低訂購成本，而在同一段時期內訂購次數也會相對減少，但是卻相對增加了存貨持有成本；相反地，若降低訂購數量，雖然可以降低存貨持有成本，但是隨著訂購次數的增加，訂購成本卻有增加的趨勢，依 Mohamad Y. J. 及 Maurice 【1992】相關研究中顯示，訂購量與存貨成本的關係應如圖 2-2 所示：

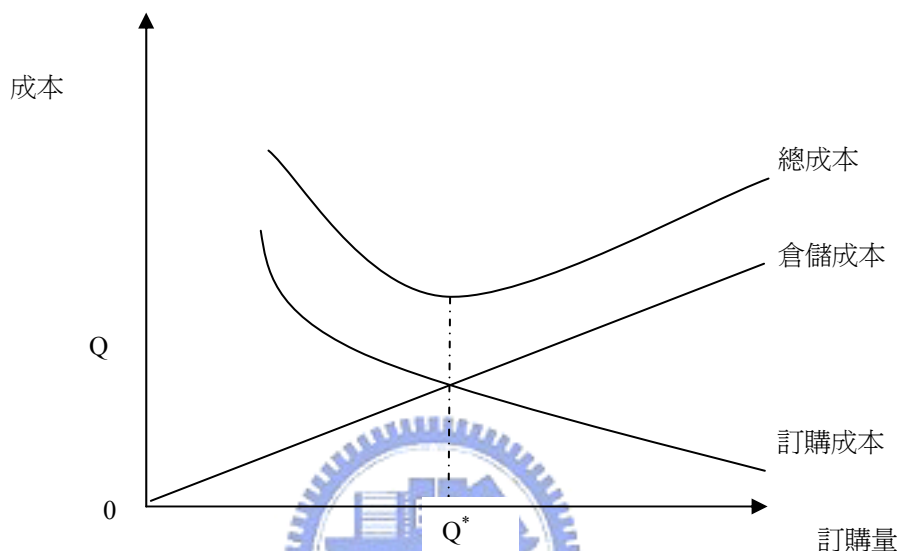


圖 2-2 存貨持有成本與訂購成本關係圖

由圖中得知，圖中總成本曲線由存貨持有成本與訂購成本兩曲線垂直加總構成，而與總成本曲線的最低點相對應的訂購量即為所謂之經濟訂購量（EOQ）。而其建立模式的基本假設條件如下：

1. 需求率、前置時間與供應量皆為確定且固定常數。
2. 訂貨後，貨物將等生產完到規定數量後一次送達。
3. 每種產品之間互相獨立，即各產品之間補貨不受彼此影響。

根據上述假設存貨水準的變化會如圖 2-3 所示：

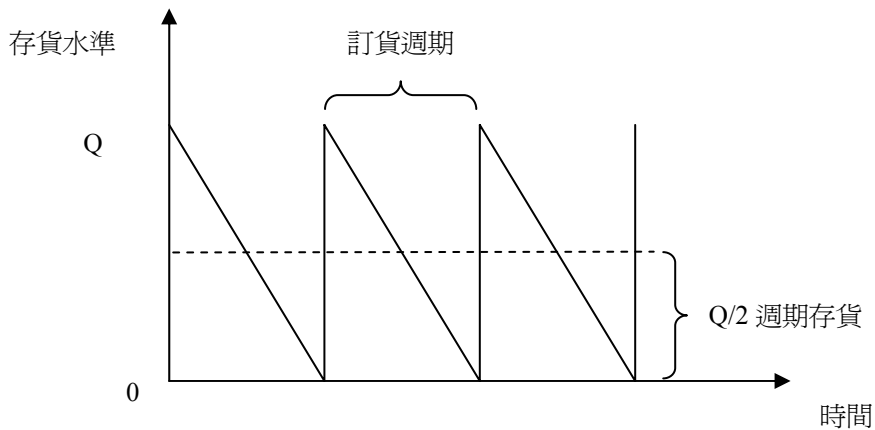


圖 2-3 存貨水準變化圖

而在單一週期內，存貨的消耗是呈線性的，而當存貨降至零時，則下一批存貨馬上補充，並使存貨水準提高到相同數量，此一工作反覆循環，形成年度存貨週期，並可計算出存貨總成本，即存貨總成本=訂購成本+存貨持有成本。模式表示如下：

$$TC=D \cdot F/Q+Q \cdot H/2$$

其中，TC：年度總成本

D：年度需求量

Q：訂購量

F：單位訂購成本

H：單位存貨於一年內之持有成本

而 Pan 及 Liao【1989】提出將傳統 EOQ 模式概念加入至及時採購(Just-In-Time, JIT)環境中，將單筆訂購量由一次運輸轉變為多次運輸，而訂購及運輸關係可由圖 2-4 所示：

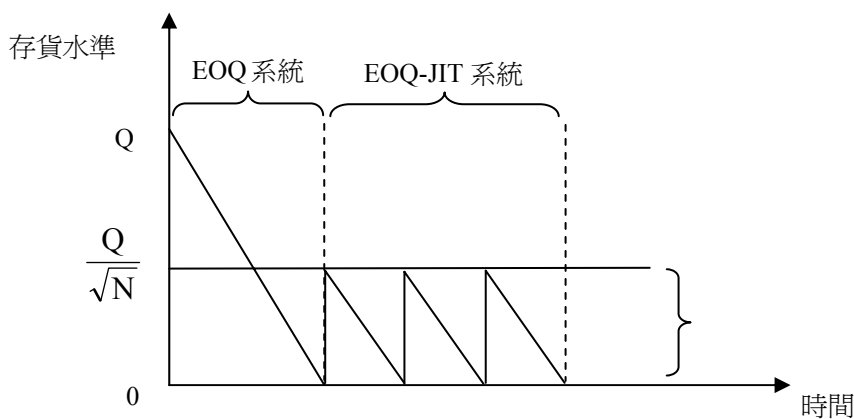


圖 2-4 EOQ 配合 JIT 系統的存貨變化

其總成本為： $TC=D \cdot F/Q+Q \cdot H/2N$(2-1)

圖中顯示出，由於進貨量少，造成存貨大幅降低，故可增加每次訂購數量，以實現在成本上有效率的運輸次數。

但，Ramasesh【1990】則認為少量進貨會造成運輸成本的上升，然而在 Pan 及 Liao 的模型中卻沒有考慮到運輸成本，故據此提出一包含多次運輸費用的總成本模式，欲使 EOQ 模式能實現 JIT 採購的需求。而模式如下：

$$TC=D*F/Q+D*N*K/Q+Q*H/2N.....(2-2)$$

其中，N：單次訂購下之運輸次數

K：單次運輸成本

由於日後發展出供應鏈管理體系，必須要整合製造商及供應商的存貨成本，方能產生競爭力，由 Ha 及 Kim【1997】提供之供應鏈體系，所以在實施 JIT 採購時，必須要同時考慮到製造商及供應商的存貨型態，而最佳的訂購量與運輸次數決定，必須要以雙方的總成本最小，所以發展出一整合成本模式，算式如下：

1. 製造商之總成本：為訂購成本、運輸成本與存貨持有成本之總和

$$TC(Q,N)_{buyer}=D*F/Q+D*N*K/Q+Q*H_a/2N(N\geq 2時).....(2-3)$$

2. 供應商之總成本：為設置成本與存貨持有成本之總和

$$TC(Q,N)_{supplier}=D*E/Q+Q*H_s*[(2-N)*D/P+N-1]/2N(N\geq 2時).....(2-4)$$

3. 整合之總成本

$$TC(Q,N)_{integrated}=D*(F+E+N*K)/Q+Q*\{H_a+H_s*[(2-N)*D/P+N-1]\}/2N(N\geq 2時).....(2-5)$$

其中，P：工廠年生產量

H_a：單位存貨於製造商一年內之存貨持有成本

H_s：單位存貨於供應商一年內之存貨持有成本

因為上述模式皆傳統的 EOQ 模式中，對於許多輸入資料的有許多基本假設，其中包括了需求、成本等。但是在現實的生活中，於傳統 EOQ 的基本假設都是不確定的，不論是受景氣因素、社會政治等影響，就一實際的存貨廠商而言，顧客的需求及存貨相關成本其實皆為不固定。Gang Yu【1997】運用強韌法（Robust Model）來描述這些不確定性，並在各種不同的方案中找到適合的存貨策略。而運用此法有兩個準則，第一是在全部的方案中，最大總存貨成本最小化；第二為從最佳方案的角度，與其他各方案的最大百分比差異最小。

強韌法會針對不同的情況給予不同的訂購量等相關參數值，即不會侷限於固定的數值當中，研究中把傳統 EOQ 模式延伸出去，加入了資料輸入不確定性的觀念，並配合兩種準則來建構出強力法，配合不同的狀況來算出合適的存貨策略。在以下的情況下，建議使用強韌 EOQ 模型：

1. 雖然知道輸入資料的數據及模型，但對於機率型的分配卻不知道者。
2. 當模式決策的方式並非重複時。
3. 當規劃時間短，且機率分配影響不大時。
4. 當決策者是較為保守並且對於最差情況會採取補償者。

在介紹了以上不同 EOQ 模式下的基本假設之後，可以發現到，EOQ 模式對於存貨管理確實有它優秀的地方，而主要有兩方面，第一、較久之前的 EOQ 會因為其假設太

多而失去其實務適用性，但會經由不斷的發展至今衍生出較佳的 EOQ 模式如強韌法 (Robust) 來針對不同的需求情形、產品數量及其他成本參數的不同計算訂購量、補貨點及訂購週期等；第二、針對於企業界日益重視的供應鍊管理 (SCM)，EOQ 模式也可以整合於製造商及供應商中，根據產品需求、製造排程、配送方式等資料，即可找出供需兩端的存貨型態及成本，進而以計算整體最佳的訂購量為主，整合上下遊廠商，達到 SCM 的目標。

2.3 數量折扣或價格變動對於 EOQ 模式之建構之相關文獻

一般而言，企業訂購物料皆會考慮到是否會有數量上折扣的問題，因為若能夠以足夠的數量享受折扣，對於廠商而言，不僅可以享受訂購上的規模經濟，更可以增加訂量來製造更多商品，降低單位成本。茲簡要敘述彙整如下列所述：

Grant【1993】就以一廠商為例發展出考慮到折扣的 EOQ 模式，並配合 JIT 採購及 MRP (Material Require Plan，物料需求計畫) 製造排程，並撰寫程式進行計算。而研究中也計算出訂購量及次數、配送次數及規模及成本結構，並輸入不同的情境資料來找出成本參數之敏感度，文章中結論出利用其發展出之有數量折扣 EOQ 模式可以比一般 JIT 採購更能節省運送成本，並且對於實務上不同狀況下亦有適用性。

而除了訂購方面的折扣之外，在配送方面也會發生折扣，其中 Aucamp【1982】在固定的裝載限制及整數的車輛下，針對配送折扣發展了 EOQ 模式，並計算出訂購量及訂購次數對於整體存貨成本的影響；而於配送折扣中主要的發展是以 Tersine 及 Barman【1991】為主，其運用傳統 EOQ 模式的假設，加入了折扣帶來的價格特性，計算出最佳的訂購量及總成本，其模式假設如下：

1. 討論單一產品且需求不受任何因素影響。
2. 需求率為一確定且固定常數，在分析期間內不會改變。
3. 不考慮缺貨情形。
4. 除了考慮折扣因素之外，啟動成本及訂購成本為固定且為獨立因素，而存貨持有成本為一以存貨水準下的線性函數。
5. 運送成本通常由終點端廠商負擔。
6. 持有成本的發生為在終點端廠商，其補貨變為存貨時開始計算。
7. 補貨率是無限的。
8. 不論是補貨的或是內部運送的前置時間都為已知且固定常數。
9. 運送重量與單位數量呈一定比率。
10. 有足夠的空間，資本及容量來放置存貨。

而根據上述假設，僅針對數量折扣進行 EQO 模式計算，並考慮到兩種面向：

1. 折扣發生在超過一定數量並於整體購買量下享有折扣優惠。
2. 折扣發生在超過一定數量並於超出之部分享有個別折扣優惠。

相對於以上的 EOQ 模式，Woolsey【1988】對於傳統 EOQ 模式的假設提出了強烈質疑，主要分為三點：

1. 對於得到適當的估計參數如：需求、訂購成本及存貨持有成本是非常困難的。
2. 提出了對於模式有效性的必要假設反對論調。
3. 提出對於培養一連續改善操作的企業心態的不可行性。

也就是說，傳統 EOQ 模式對於應用上可能沒有如此高的適用性，因為現實中會有許多突發狀況影響訂購量，進而形成不同的成本結構，有鑑於此，Tersine，Barman 及 Morris【1992】發展出一可於不同狀況下應用之綜合性（Composite）EOQ 模式，其假設條件與先前針對配送數量折扣的假設相似，只是不考慮配送折扣的影響，所以仍為一確定型 EOQ 模式。綜合性 EOQ 模式主要探討三個方面：一般情形、價格較貴之特殊訂購造成及特價銷售的影響。模式的建構主要是以其參數的影響為主，形成不同的存貨週期圖形，就以一般情形為例，其方式如圖 2-5 顯示：

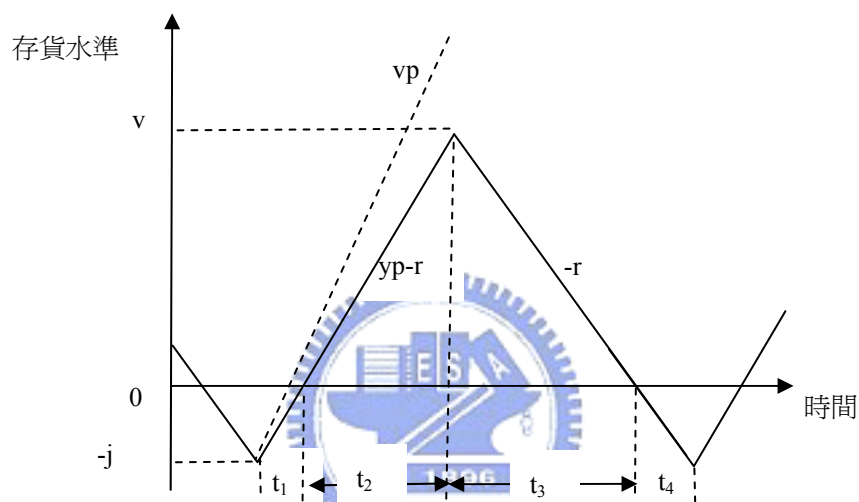


圖 2-5 一般情形下綜合性 EOQ 模式存貨水準變化圖

圖中可以看出存貨水準的變化方式，其應用斜率相減的概念把存貨的消長表示出來，圖中 $yp-r$ 的部份意指補貨過程仍然有需求存在，而 $-j$ 是指缺貨到 j 的量時要進行補貨，而更加要注意的，其圖形並非如同傳統 EOQ 模式為鋸齒狀，原因在於其考量到連續需求發生的情況，所以圖形才會形成連續的三角形；再來由圖形的方式也較容易找出補貨點及存貨週期，方便存貨成本的分析。

針對不同的折扣，Tersine，Barman 及 Toelle【1994】以先前發展之綜合性 EOQ 模式為基礎，另外發展出針對數量折扣及配送折扣的 EOQ 模式。其發展原因為：

1. 就 EOQ 模式而言，雖然發展出綜合性 EOQ 模式，並找出價格變動對於訂購量及成本的影響，但依舊鮮少考慮到數量折扣及配送折扣影響因素。
2. 雖然對於這兩種折扣已有發展出 EOQ 模式，但是尚未把這兩種因素整合於綜合性 EOQ 模式中。

而其模式基本假設與先前假設相同，也是針對確定性需求及其他影響參數建構出一確定型 EOQ 模式，當然還是考量到是否為整體折扣或增量折扣。這項研究針對於折扣部份整合於 EOQ 模式中，著實地向前邁進一大步。

而 JIT 採購對於 EOQ 模式的影響也日漸重要，主要還是在價格層面。Rao 及 Scheraga 【1988】提到運用 JIT 的好處有下列幾點：

1. 節省存貨持有成本。
2. 節省製造成本。
3. 降低訂貨成本。
4. 改善物品品質。
5. 消除浪費情形。
6. 簡化生產過程。
7. 減少製造過程中發生的瓶頸。

當然，JIT 能運作成功的關鍵因素在於零件、備件及原料的購買上有降低成本的優勢。而 Joshi 及 Campbell 【1991】也提到，雖然無法對於全部的物料建構出管制上的購買型式，但對於購買的物料若能給予相當控制，也會對於購買成本及存貨成本造成重大影響，當然，EOQ 模式的運用目的是以計算出最佳訂購量與訂購週期降低存貨成本，並非降低存貨規模。而 JIT 則是以降低製造成本的方式來降低存貨成本，同時也會降低存貨規模。而在兩者比較下的存貨模式中，以 Fazel, Fischer 及 Gilbert 【1998】針對訂購折扣而發展出的 EOQ 模式最為詳細，其假設條件為：

1. 每次訂貨之訂貨成本固定。
2. 每單位存貨持有成本固定。
3. 總運送成本與存貨中平均持有量成線性關係。
4. 年度需求量已知且固定。

研究中，對於 EOQ 模式及 JIT 採購進行成本比較分析，計算出無異需求量 (Indifferent Demand) 做為判斷依據。在求得年度無異需求量之後，研究中發現到若廠商的需求量大於無異需求量時，運用 EOQ 模式成本會較低；反之，則運用 JIT 模式成本較低。同時不難看出，無異需求量為兩種模式配送價格、折扣率、持有及訂購成本所構成的函數。而需求量大會導致發生訂購上會發生折扣現象，採用 EOQ 模式較能夠享受折扣。

Güder 及 Zydiak 【1997】探討多產品在訂購時，面臨到僅有單一倉儲資源下，該如何決定其訂購量，以降低存貨成本。同時也考量到購買上發生的數量折扣，在如此的考量下，作者研擬出非固定性訂購策略，以因應不同的折扣優惠及倉儲資源限制，資源限制是以物料體積為討論重點，不同物料佔倉儲空間多寡也是影響訂購量的關鍵因素。

由於訂購數量可能會有所變動，故在研究中建構出啟發式解法。主要考量的成本項目為購買成本、存貨持有成本與訂購成本三種，並且以固定的產品需求為討論對象。在單一倉儲點下進行存貨成本最佳化作業。研究中先建構出存貨成本模式，然後發展出倉儲容量限制式，並用拉格蘭日方法對訂購量進行微分求解。研究內參考 Pirkul 及 Omer 的概念也將整體作業研究分為整體成本最佳及個體成本最佳兩個階段。

此研究對於面臨各期需求與折扣資訊不穩定的情形下，仍然可以運用此種方式進行訂購量求解有不錯的發現，並且加入了倉儲容量限制，使得產品體積的概念被納入於存貨成本模式中。

折扣對於 EOQ 模式建構的影響相當大，茲以表 2-3 整理上述各研究方向及模式特性：

表 2-3 數量折扣與價格變動對於 EOQ 模式影響文獻回顧表

作者	年代	EOQ 模式	考慮折扣部份	其他
Aucamp	1982	確定型。	配送面。	已考慮裝載限制與車輛數。
Michael R. Grant	1993	確定型。	訂購面。	寫出相關程式語言建構模式方便企業計算成本。
Tersine , Larson 及 Barman	1991	確定型。	配送面。	建構出相關模式，並對整體折扣及增量折扣皆有討論。
Tersine , Barman 及 Morris	1991	確定型。	僅於特殊訂購造成之價格變動。	發展出綜合性 EOQ 模式，並建立相關圖表以顯示不同狀況下存貨週期與型態。
Tersine , Barman 及 Toelle	1994	確定型。	訂購面與配送面 雙重考量。	將兩種折扣融入綜合性 EOQ 模式中。
Güder 及 Zydiak	1997	確定型。	訂購面	對象為多物料及單一倉儲。
Fazel , Fischer 及 Gilbert	1998	確定型	訂購面	比較 JIT 採購並找出實際需求量大小為方案選取重要準則。

2.4 多物料或多分公司存貨模式之相關文獻

本研究主要探討範圍為多物料及多分公司存貨管理系統，面臨到多物料或多分公司的的情況下，不能只用單一物料、單一倉儲點的角度考量整體存貨，應該另外發展屬於多物料及多分公司的存貨方式及理念。茲簡要敘述彙整如下列所述：

Shu【1971】 首先對於多物料最佳聯合補貨次數做了相關研究。所謂共同補貨的定義為：將同一種貨物分別利用不同的方式或貨櫃裝櫃之後進行配送，即為共同補貨。由於不同的時期中，因為生產的產品數量不同，所以其生產的前置時間與裝櫃的前置時間也不同，以致於求取最佳的配送量大小上有困難。有鑑於此，對於單一需求而言，配合當下生產量的不同，必須要計算出最佳的補貨次數，才能有效降低存貨成本。

研究中考量了兩大成本：前置時間成本（set-up cost）以及存貨持有成本（inventory holding cost），以最佳補貨次數（k）為決策變數，並以總成本最低為考量，找出最佳補貨次數。利用微分的方式求得最佳補貨次數，並發現到，最佳補貨次數與單次補貨導致之存貨持有成本成正比，與單次補貨導致之生產前置成本成反比，也找出總成本與單次補貨導致的各成本有直接的關係。

此研究的主要貢獻在於，在存貨成本的考量中，以計算最佳配送次數的方式，降低存貨成本。其考量的角度包括存貨持有成本及各種作業下發生之前置成本，並找出前置成本與存貨持有成本之間也有取捨的關係。而其以微分計算最佳補貨次數的方式，與一般計算經濟訂購量的方式相同，雖然計算的結果不同，但仍然應用的經濟訂購量存貨成本最佳化的概念。

Silver【1975】 對於生產或訂購所產生的成本則有所討論。廠商生產或訂購時，也許會包括了每種產品皆會發生之主要生產前置成本，以及不同產品在生產時，對於自身而

言發生之生產前置成本，若要對多樣產品進行聯合補貨時，勢必會發現不同物料其不同生產前置時間對於整體存貨系統將有重大影響。研究中一樣運用 EOQ 的概念，計算出不同物料每次補貨時之最佳補貨時段（interval）。研究中指出，對多樣產品採取聯合補貨時，會發生下列特點：

1. 增加平均存貨成本。
2. 增加系統控制成本。
3. 減少系統運作彈性。

由於會發生上述情形，所以求取各種產品之最佳訂購時段即為研究重心，並以微分的方式求取最佳訂購時段。在成本考量方面，此研究主要考量主要生產前置成本、個別產品生產前置成本及存貨持有成本。在計算出最佳訂購時段之後，在利用訂購時段與期間總需求的關係求取最佳訂購量。

研究中對於降低生產前置成本方面有相關貢獻，並對於聯合補貨形成的特性皆有所考量，並以加總的方式呈現於模式當中。對於多產品或多物料進行訂購或存貨時給予考量的方向。

Page 及 Paul【1976】對於多物料的存貨方式也有研究。不同的物料有著不同的存貨性質，從物料本身不同的屬性即可看出端倪，如購買價格、需求量、單位存貨成本……等。在不考慮倉儲空間的影響之下，針對於不同物料但又穩定的需求，建構一經濟訂購量模式。其考慮的限制為資本額度有限，必須做最有效的購買，而對於經濟訂購量的計算，主要運用兩種方法，第一種方式為利用拉格蘭日的計算方法，對多物料進行微分計算，在有限的資本額下，進行經濟訂購量的計算。第二種方式即固定其訂購區間，亦即統一訂購時間點，在每一期的某幾個時間下進行物料訂購。

兩種方法主要的差異在於拉格蘭日的計算會算出個別物料的訂購量，但是其依據的是資本額的上限，換句話說，是由最終資本額的限制直接影響訂購量的計算；而固定訂購區間則需要將不同物料進行分群，換句話說，採取同一訂購區間的物料在時間上有著一致性，所以就要先對於不同的物料進行分群的工作，才能夠採取這種方式。

研究中顯示出，利用固定訂購時區會比利用拉格蘭日的方法更加有效率，且在計算訂購量及存貨成本上，也有較佳的表現；研究同時也結論出，在面臨到多物料的存貨問題的時候，適當地將物料分群將會讓固定區間法更有效果，換句話說，對於存貨控管也將更有幫助。

Pirkul 及 Omer【1985】對於多項產品在面臨到有訂購上數量折扣時，利用 EOQ 模式，求取最佳的訂購量以降低存貨成本。作者建構一數學規劃模式，並利用拉格蘭日的方式，同時考量存貨成本目標式以及數量折扣限制式，進行最佳訂購量的計算。折扣的表現方式是給予整體折扣，意即整體達到固定數量即能享有該數量下規定之折扣。

研究中把 EOQ 模式分成兩部分，第一部分為在整體角度下，把各種需要計算的產品一舉考量，並以加總的方式表達其整體存貨成本模式；第二部分將各種物料分開來計算，就單一產品自身建構成本模式。存貨成本模式中對於成本的考量，主要是存貨持有成本及購買成本，與存貨過程中，對各產品相對的資源限制。計算最佳訂購量的方式，主要為利用拉格蘭日法，結合各項成本及資源限制式，進行微分計算的工作。

此研究以最多一百個產品為例進行存貨成本與最佳訂購量為計算，並且對於資源限制及各項單位成本進行相關敏感度分析。對於在處理多產品訂購時，面臨到購買數量折扣及存貨資源限制等問題，提供計算訂購量上之思考方向。

Güder 及 Zydiak 【1999】提出對於在多樣倉儲資源限制下，多產品的訂購策略。其參考先前對於單一倉儲限制下所建構的成本模式，再予以部分的修改。針對產品獨立週期、固定週期及非固定週期進行訂購量求解。研究直覺地將產品存放時會運用到的資源納入成本考量，同樣也是利用啟發式演算來建構成本模式及相關限制式。

研究中成本模式主要包含了訂購成本及存貨持有成本，主要求解最佳訂購量，求解方式為採用拉格蘭日微分，把成本目標式及資源限制式共同考慮以求得最佳解。考量到多產品的訂購方式，也就是訂購週期的影響，研究中主要分為三個部分探討，分別是產品獨立週期 (Independence cycle)、固定週期 (Fixed cycle)、非固定週期 (Non-stationary) 三種。研究發現到，採取固定週期的方式，在資源限制較低的情況下，成本會最低，然而提升資源的限制程度之後，非固定週期的方式成本較低。

研究中顯示，在倉儲資源某種程度的限制下，對於多產品的訂購，必須要考量到訂購週期的長短，以有所因應。固定週期與非固定週期訂購方式，對於不同的倉儲限制下有著不同的效果。研究中也指出在面臨倉儲資源限制與購買數量折扣兩者，對於存貨管理而言，彼此之間有取捨關係。

Mondal 及 Maiti 【2002】的研究中，探討多種物品之下，利用 GAs 來建構模糊 EOQ 模式。對於處理多產品的 EOQ 模式，其將各產品的個數化為一 $1*N$ 的向量並當成染色體，向量裡的變數即為基因，透過適合度測試之後找尋出較佳的染色體以繁衍後代，經由交配與突變的過程，在設定相當的世代數及停止運算。

研究之存貨成本模式中包括產品生產啟動成本及存貨持有成本，對於相關限制則包括了該期最大預算及該期最多訂購次數。研究中以 GAs 配合卡方分配 (Chi-square) 及爾蘭分配 (Erland) 發展出兩個模糊 EOQ 模式，並與原本之模糊非線性問題 (Fuzzy Non-Linear Problem) 模式相比較。作者先建構一模糊隸屬目標式及限制式，再分別利用上述三種方式做訂購量計算。

研究結果發現，運用 GAs 所發展出的模式比模糊非線性規劃模式更能找出最佳訂購量；此外，對於進行最佳解的過程之中，GAs 所發展出的模式給予決策者一連串的最佳方案的選擇；而在模糊的參數下，決策者可能只進行單一資源的最佳化策略，這方面運用 GAs 所發展出的模式也比較能夠找尋到最佳解。研究中僅對於傳統 EOQ 模式進行 GAs 的應用，若能把 GAs 應用更詳細的 EOQ 模式 (如綜合性 EOQ 模式) 中，相信更能夠找出對於企業更有利的存貨方案。

多物料對於 EOQ 模式建構的影響相當大，茲以表 2-4 整理上述各研究方向及模式特性：

表 2-4 多物料或多分公司 EOQ 模式文獻回顧表

作者	年代	物料數	分公司數	其他
Shu	1971	單	多	(1) 考量不同地點生產力。 (2) 前置成本影響。
Silver	1975	多	多	(1) 前置成本影響。 (2) 統一訂購周期。
Page 及 Paul	1976	多	單	(1) 資本額限制。 (2) 訂購時區（周期）方式。
Pirkul 及 Omer	1985	多	單	單種倉儲資源限制及折扣共同考量。
Güder 及 Zydiak	1999	多	單	多樣倉儲限制。
Mondal 及 Maiti	2002	多	單	與模糊非線性規劃模式相比較。

2.5 基因演算法分群方式之相關文獻

本研究對於多物料的存貨方式為先將物料進行分群工作，然後再將同一群的物料採取較為合適的存貨方式，換句話說，即先對物料的屬性或相關特質做一調查及處理，然後給予適當的分群方式將其分群之後，再運用研究中發展之存貨模式，進行存貨管理的工作。基因演算法為一種較新的演算發式，最早由 Holland 於 1975 年提出，係基於「物競天擇」及「遺傳法則」構建而成的尋優理論。所謂「物競天擇」是指 GAs 會在尋優過程中去蕪存菁，剔除較差的成員，保留較優良的成員。而「物競天擇」的操作方式則是模仿遺傳學複製、交配及突變等三大法則，故稱之為遺傳演算法。為近年來最被普遍使用的演算方法之一，就基因演算法而言，其他的方法則有下列缺點：

1. 起始解並非一獨立解。
2. 容易造成次佳解即結束運算的情形。
3. 對於不連續變數的計算是沒有效率的。
4. 無法運用在平行生產的機器上。
5. 對於一些問題的適用性不夠高。

其運用的領域相當廣泛，對於分群工作而言，也是貢獻頗多。茲簡要敘述彙整如下列所述：

Conway 及 Venkataramanan 【1994】在動態設施規劃問題（dynamic facility layout problem）上也有相關研究。作者主要用基因演算法來進行在規劃成本最低的前提下，廠房內最佳的設施規劃。動態設施規劃問題向來包含了設施配置成本問題與物料流動問題，並且要考慮到計劃時期，其限制包括位置設置限制、部門或設施設置限制、物料流動限制與各種預算限制，決策變數包括了設置位置個數及物料流動大小。

研究中主要仍是先建立出一般的設施規劃問題，包括目標式與限制式。而在演算過程中，利用基因編碼的方式，並決定目標式中的決策變數為何。研究主要針對兩個案例

做探討：一是五期內，兩個設施與三個位置的設施規劃問題；一是同樣五期內，三個設施與三個位置的設施規劃問題。在演算過程中，作者還比較了隨機產生世代與從上次較佳的世代中挑選若干染色體為初始值計算結果。

研究中顯示利用基因演算法的計算結果及計算效率皆相當不錯，與啓發式演算法建構出來的計算方式相比，較不複雜且計算結果亦可以接受。研究中也結論出基因演算法對於非線性及非凸性關係的函數，在計算上也有其方便之處，概念上也容易被瞭解。

Murthy 及 Chowdhury【1996】對於分群方式有了新的發現，他們主要利用基因演算法來進行分群工作。主要他們認為，以往的分群方式必須要做整個母體的搜尋，才能開始進行分群工作，且找出各樣本之間的距離，做最短距離的比較，然後才開始分群，且分群群數的設定是最關鍵的因素，往往因為組數太多或太少，造成組間變異相似或分群結果不夠細膩。有鑑於此，研究中以分群問題中的目標值函數為主，以最佳化目標值為依據，進行分群的工作。

研究中也對基因演算法進行步驟說明，主要分為染色體產生、交配、突變，目標值計算及停止準則設定。研究中進行了三種案例分析，第一種案例為針對不同的資料進行分群工作，並給予最大交配世代 50 次，若染色體個數為 5，則進行運算的步驟不用太多即可找出最佳解。第二種主要是利用基因演算法進行大規模資料的計算，且比較不同染色體個數下的運算次數，發現到運算次數與染色體個數並無太大的關係，並且在不同個數下，皆能夠找到最佳解。第三種則是比較統計分群中，K 平均數 (K-Means) 與基因演算法兩者間之不同。由於統計分群並不會直接求解出最佳分群，並且不同的分群組數會有不同的計算結果，故在相互比較之下，可以看出利用基因演算法的分群結果比統計分群還要好，原因在於基因演算法是經由目標值計算做為分群依據。

此研究對於分群工作而言有蠻重大的發現，利用基因演算法並對於目標值的計算來分群，就概念上是較為直接，與一般先就某種項目分類下再行計算目標值的間接方式有所區別，對於分群工作的改進也跨出一大步。

Tseng 及 Yang【2001】對於基因演算法對於分群問題的解決能力也有所探討。傳統的分群方式，必須要先指定群數，再開始分群工作。換言之，不同的組數下，其分群結果也不一定相同。研究中提出以基因演算法來進行分群工作，其基因演算法運算的方式有兩種，第一種為使用者控制 (user-controlled)，主要給予一定的分群群數範圍，然後以此演算法進行分群工作；第二種為自動分群，直接以基因演算法進行分群工作，其分群結果不受使用者事先控制。

分群的主要依據，仍然為被分群項目的數值之間的距離，其利用距離平方和開根號後之數值，若彼此之間較為接近，則較易成為同一群，並在其計算出之距離數值中，加入權重的觀念，以決定分群的關鍵因素。研究中設定染色體為 50 條，交配率 80%，突變率為 5%。主要利用不同的權重值來決定分群的關鍵。若權重值較大，則代表以較低的分群組數來進行分群；若權重值較小，則代表以分較多群數的方式進行分群。

此研究發展基因演算法分群模式，但仍然利用變數之間的數值距離來做分群標準。雖然與一般統計分群方式無異，利用基因演算法計算的方式，可以直接分出群數及各群內組成要素。就分群方式而言，提供了快速之分群方式。

Chiou 及 Lan 對於基因演算法分群方式的建構也有很大的貢獻。研究中主要運用基因演算法的概念建構出三種分群方式，分別為立即分群（Simultaneously clustering method, SICM）、逐步分群（Stepwise clustering method, STCM）以及種子分群（Cluster seed points method, CSPM）三種。研究中將這三種分群方式與統計方法之階層性分群共同比較，欲圖找出最有效率的方式。基因演算之分群方法的特性在於分群的依據並非欲分群對象的屬性或準則，而是分群結果是否能夠使得目標值最佳。其中，三種基因演算法之分群方式的概念大致如下：

1. 立即分群

立即分群的概念是將欲分群之對象，直接以編碼的方式分群，換言之，每個欲被分群之實體在演算中都會直接被分到某群中，經過不斷的代換及演算，得到分群結果。而立即分群會因為實體數目規模變大，而在基因編碼上有染色體長度的限制，所以大規模變數的問題將會增加演算的複雜程度。

2. 逐步分群

此種分群方式是先將整體對象分為兩群，然後再視各群中是否還能再予分群，直到無法分群（或稱探測到底）為止。換言之，此種方式的分群方法是階段式分群，在每一階段，先將上一階段分群結果中，每一群再分成兩群，若無法繼續分群，則可將那一群視為同一群並停止分群，不斷重覆此一步驟，直到各群皆探測到底。此種分群方式的編碼步驟較立即分群簡單許多。

3. 種子分群

此一分群方式的概念在於先將實體中適合當做分群種子的樣本挑出，然後再將剩餘的實體分入種子群中。其挑出分群種子的意圖在於決定分群組數及分群點，然後可以依照各實體之間的相似度或距離遠近進行分群，而後代入目標函數，判斷其是否為最佳分群結果。而不斷的重覆分群種子的選取、其餘實體的分群與目標函數的代入，進而找出最佳的分群結果。

研究中將四種分群方式，分別以 50 個樣本及 200 個樣本為試驗，欲圖找出最有分群效率及效果的分群方式。效率指求得最佳解的運算次數，而效果為目標值的是否為最佳。而研究中發現到，種子分群的效果最佳，但是其分群效率最低；逐步分群的效果及效率皆為第二；立即分群在樣本較少時有較佳的效率，但面臨到大樣本則因編碼問題無法進行演算，統計分群雖然有最佳的效率，但在分群效果表現上卻遠遠不及基因演算法之各種分群方式。

第三章 存貨模式構建

本章主要分為四節來說明：第一節為存貨問題說明，目的在於詳細陳述各項課題，並對於模式建構給予事先說明。第二節為模式的名詞定義與基本假設，對於模式的內部項目、操作及適用範圍給予清楚說明。第三節為物料之採購方式及成本模式，提供相關之概念與數學模式，透過圖表及公式的表達，瞭解多物料存貨成本之組成，同時也為本章之核心所在。第四節為簡例說明，經由自行設計之簡例，進行模式的操作及經濟訂購量的計算，並對於部份參數進行敏感度分析。

3.1 存貨問題說明

本研究主要為建立最佳多物料訂購及倉儲之成本模式，並延伸出不同成本策略，而不同訂購倉儲方式皆同時考量到多種物料及多家分公司，模式中也同時包含了訂購、倉儲、配送及購買四項成本。配合傳統之經濟訂購量模式理論及假設，以及實際情形及相關成本組成，必須分別建立相對之成本模式，以因應不同狀況下的訂購倉儲型態。因此，所需之研究課題主要可分為下列四個部份：

第一部份針對多家公司之訂購方式加以探討。在面臨訂購多物料的問題，採用獨立或聯合訂購，對於整體存貨成本的影響程度。同時也找出何種物料適合獨立或聯合訂購的方式。

第二部份針對多種物料之倉儲方式加以探討。倉儲會直接面臨到配送及物料的使用狀況，而倉儲的方式主要分為集中及分散倉儲兩種。換句話說，物料的屬性對於其適合之倉儲方式有著決定性的因素，進而影響之後的配送方式。同時也找出多物料下不同倉儲方式對於整體存貨成本的影響程度。

第三部份將上述兩部份加以整合，並建構出 EOQ 模式。若考量到整體存貨成本，則必須把倉儲、訂購及配送成本全部考量，並建構出總體成本模式。從成本模式概念模式的提出，加上數學模式的建構，可找出存貨成本中各成本項目之關聯性。而為突顯物料之價格屬性，在數學模式中加入購買成本，使模式更趨完善。

第四部門則考量到經濟規模的發生。在不同的成本項目中，皆會因為數量會次數的增加進而產生出經濟規模，故訂購比例的大小是易受經濟規模的影響。在不同的成本項目下，若發生經濟規模，其對於訂購比例的影響也會有所不同。故由此考量下，發展出之 EOQ 模式將更能接近實際情形。

3.2 名詞定義與基本假設

在建構相關成本模式前，必須瞭解各成本項目及營運方式，其中包括不同成本項目之內部組成及不同策略對於整體成本之影響方式及程度，之後方能建立不同方式下之成本項目及型態。在進行模式建構之前，必先予以釐清模式中各項名詞及符號定義，及模式之前提假設，方不會造成認知上的混淆。此外，對於模式內之相關參數設定，與內部

各項成本組成方式之呈現皆要有清楚之交代，除了確保整體模式之完整性，也必須要接近實際情形。

本節主要分為兩部份，第一部份對於相關名詞給予定義，以免產生模式使用及陳述上定義混淆的情形，也強調模式的重心所在。第二部份則為基本設定與假設，對於模式的適用範圍給予明確的界限，並對於模式中各項目之作用及意義加以說明，以瞭解模式運作情形。

3.2.1 名詞定義

本小節將介紹本研究建構之成本模式及營運方式底下之相關名詞定義，主要並列點分述如下：

1. 『訂購成本』(Ordering Cost)：指分公司對於其所需要的物料，向供應商或上遊廠商進行物料種類與數量的訂購，為在資訊傳達的過程中所產生的成本。
2. 『倉儲成本』(Warehousing Cost)：指物料於場站未面臨使用的狀態，乃儲存物料之行爲，為物料在整體製造過程中形成等待被利用的型態所產生的成本。
3. 『配送成本』(Distribution Cost)：指物料在從供應商送至分公司的過程，其訂購物料之種類及數量皆透過運具裝載，為在實體傳送的过程所產生的成本。
4. 『購買成本』(Purchasing Cost)：指分公司對於其需要的物料種類與數量，在供應商或上遊廠商交付至分公司之後，給予供應商或上遊廠商相當購買金額，為一金錢流通的過程，也同時為整體成本中最直接的成本。
5. 『存貨成本』(Inventory Cost)：指從訂購物料、購買物料、儲存物料至配送物料所發生的成本，亦即訂購成本、購買成本、倉儲成本及配送成本的總和，本研究中視存貨成本為一總體上整合之成本。
6. 『分散倉儲』(Separated Warehousing)：指分公司放置其所需物料於自行設立之倉儲地點，而配送方式為供應商或上遊廠商直接運送物料至分公司。
7. 『集中倉儲』(Centralized Warehousing)：指將單一或多種物料放置在同一倉儲地點，亦即從供應商或上遊廠商將分公司之所需數量皆配送至單一倉儲地點，然後對於各分公司所需之不同物料共同配送。
8. 『獨立訂購』(Independent Ordering)：指分公司自行與供應商或上遊廠商訂購物料，而供應商或上遊廠商對於各分公司的訂單各別處理。
9. 『聯合訂購』(Joint Ordering)：指整合分公司所需物料之總類與數量，向供應商或上遊廠商統一訂購物料，而供應商或上遊廠商也可對於大量訂購之訂單一同處理。
10. 『倉儲規模』(Warehousing Scale)：指物料在儲存方面，當儲存量過大或超過一定規模數量時，會形成經濟規模，造成平均倉儲成本下降的情形。
11. 『配送規模』(Distribution Scale)：指物料在配送方面，當配送車次過大或超過一定的次數時，會形成經濟規模，造成平均配送成本下降的情形。
12. 『購買規模』(Purchasing Scale)：指物料在購買方面，當購買量過大或超過一定規模數量時，會形成經濟規模，造成平均購買成本下降的情形。

3.2.2 基本設定與假設

本小節主要介紹本模式之基本設定與假設，主要為解釋模式內部各項目組成及定義與模式使用的範圍，並介紹模式的特性。在基本設定中，主要分為兩部份，第一部份為解釋模式本身的運算方式與探討重點，以及策略形成之特性；第二部份為解釋模式內各成本之建構及與傳統 EOQ 的比較，分述如下：

一、模式方面

1. 本研究建構之模式包含四種成本，分別是：購買成本、訂購成本、倉儲成本與配送成本，模式內各成本加總後即為總存貨成本。模式內部各成本相互獨立，互不影響。
2. 研究主要以總成本最小為探討目的，即為加總各分公司訂購之物料產生的成本，為由單一物料及單一廠商擴充至多物料及多廠商之巨觀模式。
3. 研究中模式不以傳統求取最佳經濟訂購量為解，並以求取最佳經濟訂購比例方式求解，但觀念與求解出最佳經濟訂購量相同，即依據該期之需求量為訂購之依據，而訂購量與需求量本身即隱含著比例關係，經過多次訂購之後即能滿足該其需求。換句話說，為需求量，訂購量與訂購比例的關係如下：

$$\text{訂購量 (Q)} = \text{需求量 (D)} * \text{訂購比例 (R)}$$

4. 倉儲方式與配送方式有直接的關係，亦即配送的方式取決於倉儲的方式。在模式中，若採取物料分散倉儲，則配送方式為直接配送至分公司；若採取物料集中倉儲，則配送方式為先配送至倉儲中心，在配送至分公司，為間接配送，此一設定也較能反應實際情形。



二、成本方面

1. 訂購成本

傳統經濟訂購量模式中，訂購成本主要為計算該期內進行幾次訂購，其表達方式如下：

$$\text{單次訂購成本 } \langle \alpha \rangle * \frac{\text{該期需求量 } \langle D \rangle}{\text{訂購量 } \langle Q \rangle} \dots\dots\dots (3-1)$$

本模式利用上述訂購比例與需求量與訂購量的關係，對於訂購成本的表達方式做了些許修改，表達方式如下：

$$\text{單次訂購成本} * \frac{1}{\text{訂購比例 } \langle R \rangle} \dots\dots\dots (3-2)$$

根據 (3-2) 式，可以瞭解單次訂購比例之倒數則為該期之訂購次數。

2. 倉儲成本

傳統經濟訂購量模式中，倉儲成本為存貨水準的一半乘上該期之單位倉儲成本，其表達方式如下：

$$\text{該期下單位倉儲成本 } \langle \beta \rangle * \frac{\text{訂購量}}{2} \dots\dots\dots (3-3)$$

本模式主要仍以存貨水準的一半做為倉儲成本之計算考量，但為配合實際情形，在

倉儲成本項目中，加入物料體積做為計算概念，並考量到倉儲體積本身有規模經濟的產生，而將倉儲成本修改如下：

$$\text{該期下單位體積倉儲成本 } \langle \beta' \rangle * \frac{(\text{物料單位體積 } \langle V \rangle * \text{該期需求量} * \text{訂購比例})^{\text{規模係數 } \langle \lambda \rangle}}{2} \dots\dots\dots (3-4)$$

3. 配送成本

傳統經濟訂購量模式中，該期之配送成本主要取決於訂購量需要配送的次數，即為單次配送成本乘以配送次數再乘以該期次數，表達方式如下：

$$\text{單次配送成本 } \langle \delta \rangle * \frac{\text{單次訂購配送次數 } \langle N \rangle * \text{該期需求量}}{\text{訂購量}} \dots\dots\dots (3-5)$$

本模式在計算配送成本上概念與傳統經濟訂購量相同，但為配合實際情形，新加入了物料體積、配送距離及車容量三個參數，並考慮實際情形，以車次次數作為規模經濟的考量，再配合之前的假設，將模式中配送成本修改如下：

$$\text{單位配送成本 } \langle \delta' \rangle * \text{距離 } \langle L \rangle * \frac{1}{\text{訂購比例}} * \frac{(\text{物料體積} * \text{該其需求量} * \text{訂購比例})^{\text{規模係數 } \langle \lambda_2 \rangle}}{\text{車容量 } \langle C \rangle} \dots\dots\dots (3-6)$$

4. 購買成本

傳統經濟訂購量模式中，購買成本即為物料價格與該期需求量之乘積，換句話說，即利用一次付清該期需求量的概念，其表達方向如下：

$$\text{物料單位價格 } \langle P \rangle * \text{該期需求量} \dots\dots\dots (3-7)$$

本模式對於購買成本的定義與傳統經濟訂購量模式不甚相同。第一、雖然仍使用物料單位價格，但付款的方式則為繳付貨款的方式，即根據訂購量支付金額，故其中會因次數先後而產生利息成本；第二、為符合實際情形，考量可能發生折扣下，本研究以購買量過多會產生規模經濟的情形為表現折扣的方式；而若以單利計算的觀念，再將各次物料購買下之成本加總之後，可將式（3-7）修改方式如下：

$$\text{物料單位價格} * \text{折扣係數}(G)^{(\text{該期需求量} * \text{訂購比例})^{\text{規模係數 } \langle \lambda \rangle}} * \frac{1}{\text{訂購比例}} * (2 + \text{利率}(\epsilon) + \text{利率} * \text{訂購比例}) \dots\dots\dots (3-8)$$

茲將模式中成本方面之基本設定與傳統經濟訂購量模式相比較，並配合各項成本項目中相關代表之參數，簡列於表 3-1：

表 3-1 經濟訂購量基本設定比較

經濟訂購量模式 成本項目	傳統經濟訂購量模式	本研究經濟訂購量模式
訂購成本	$\alpha * \frac{D}{Q}$	$\alpha * \frac{1}{R}$
倉儲成本	$\beta * \frac{Q}{2}$	$\beta' * \frac{(V * D * R)^{\lambda_1}}{2}$
配送成本	$\delta * \frac{N * D}{Q}$	$\delta' * \frac{1}{R} * \left(\frac{V * D * R}{C} \right)^{\lambda_2}$
購買成本	$P * D$	$P * G^{(D * R)^{\lambda_3}} * \frac{1}{R} * (2 + \varepsilon + \varepsilon * R)$

本研究是針對多物料及多分公司進行經濟訂購量的計算，並以求出最佳經濟訂購比例為目標，使總存貨成本最小化。而模式進行中，為求能突顯出多物料及多分公司下之存貨成本，必須透過部份假設排除影響多物料及多分公司存貨決策的因素。模式假設分述如下：

1. 各分公司對於各種物料之需求量在該期為一固定常數。
2. 各種物料之間於生產、倉儲及配送方面並無關聯性。
3. 不考慮在分公司內部各種物料的缺貨情形。
4. 不考慮物料腐敗問題。
5. 各項單位成本，包括訂購、倉儲、配送及購買成本皆固定。
6. 以規模係數的方式代替一般折扣情形。
7. 不考慮物料生產之前置時間，亦即上游廠商可隨時供應物料。
8. 不考慮上游廠商之存貨成本。
9. 物料在配送旅途上不受地理之阻礙。
10. 配送之運具皆統一。

3.3 物料之訂購倉儲方式及成本模式

本節主要介紹本研究對於不同訂購倉儲配送方式下之成本模式。本節內容分為兩個部份，第一部份針對倉儲及訂購的不同方式，探討各成本模式下之訂購倉儲方式，進而形成不同的存貨方案。第二部份則對於之處在於是否採取相關策略，並且針對多物料及多家分公司建構成本模式，模式部份則包括概念模式及數學模式。

3.3.1 存貨方式組合

儘管不同存貨方式中各內部成本項目相同，但不同之存貨方式呈現出不同型態之存

貨成本，而物料倉儲方式的選擇會直接決定物料配送方式，也是值得觀察之重點。以下對不同存貨方式給予定義，分述如下：

1. 獨立訂購分散倉儲（形成直接配送）

即分公司自行訂購物料，不去與其他分公司一起訂購，而物料供應商對於訂單處理也為各別處理，並直接配送至各分公司，而倉儲的地點為各分公司所在地或是其指定之倉儲地點。

(1) 存貨方式特性

- a. 物料的訂購方式為分公司自行與原料廠商訂購，其訂購量互不受影響。
- b. 物料的運送自原料產地按個別之訂購量進行配送。
- c. 物料的倉儲則發生在各分公司內。
- d. 物料配送的路線則為各原料產地至分公司之距離。

(2) 成本性質

- a. 訂購成本為各分公司獨立訂購成本之加總。
- b. 倉儲成本按其配送量的多寡而決定。
- c. 配送成本按其配送量的多寡以及產地與分公司之間的距離而決定。

2. 獨立訂購集中倉儲（形成間接配送）

即分公司自行訂購物料，不去與其他分公司一起訂購，而物料供應商對於訂單處理雖為各別處理，但對於物料之配送則統一送至各分公司集中之倉儲中心，而在依各分公司需要之物料種類及數量，做另一次配送，為兩階段之配送方式。

(1) 存貨方式特性

- a. 物料的訂購方式為分公司自行與原料廠商訂購，其訂購量互不受影響。
- b. 物料的運送自原料產地按個別之訂購量進行配送。
- c. 物料的倉儲則發生在倉儲中心內，且不同物料共同存放時會產生規模經濟。
- d. 物料配送的路線有二，一為各原料產地至倉儲中心之距離，一為倉儲中心至各分公司之距離。

(2) 成本性質

- a. 訂購成本為各分公司獨立對物料訂購成本之加總。
- b. 倉儲成本因多種物料共同存放而產生倉儲上之規模經濟。
- c. 外部配送成本為個別訂購量以及原料產地與倉儲中心之距離有關；內部配送成本則與共同配送單一公司所需之各種物料與倉儲中心至分公司之距離有關。

3. 聯合訂購分散倉儲（形成直接配送）

即考量各分公司間對於物料之需求，一同對物料供應商訂購物料，而物料供應商也可一同處理加總各分公司的訂單，但對於分公司的需求量則分散配送，並直接配送至分公司所在地。

(1) 存貨方式特性

- a. 物料的訂購方式為分公司聯合與原料廠商訂購，其個別訂購量會受總體需求量之

影響。

- b. 物料的運送自原料產地按整體之訂購量進行配送。
- c. 物料的倉儲則發生在倉儲中心內。
- d. 物料配送的路線有二，一為各原料產地至倉儲中心之距離，一為倉儲中心至各分公司之距離。

(2) 成本性質

- a. 訂購成本為各分公司聯合對各物料訂購所發生之成本。
- b. 倉儲成本因大量單一物料存放而產生倉儲上之規模經濟。
- c. 配送成本雖以整體訂購量為計算單位，但實際上仍按照各家分公司的需求來進行配送。內部運送成本則為單一物料運輸之成本。

4. 聯合訂購集中倉儲（形成間接配送）

即考量各分公司間對於物料之需求，一同對物料供應商訂購物料，而物料供應商也可一同處理加總各分公司的訂單，但對於物料之配送則統一送至各分公司集中之倉儲中心，而在依各分公司需要之物料種類及數量，做另一次配送，同樣為兩階段之配送方式。

(1) 存貨方式特性

- a. 物料的訂購方式為分公司聯合與原料廠商訂購，其個別訂購量會受總體需求量之影響。
- b. 物料的運送自原料產地按整體之訂購量進行配送。
- c. 物料的倉儲則發生在倉儲中心內，且因不同物料與大量數量共同存放而產生規模經濟。
- d. 物料配送的路線有二，一為各原料產地至倉儲中心之距離，一為倉儲中心至各分公司之距離。

(2) 成本性質

- a. 訂購成本為各分公司聯合對各物料訂購所發生之成本。
- b. 倉儲成本因不同物料並加總各分公司的緣故，採取大量存放並產生倉儲上之規模經濟。
- c. 外部配送成本為整體訂購量之多寡及產地與倉儲中心之間的距離有關；內部配送成本為多種物料共同運輸而產生之。

在倉儲及訂購方式上面，會因為採取的方式不同，直接形成成本模式的不同。而在存貨的方式必須同時考量訂購及倉儲方式的情況下，可以衍生出不同的存貨方式組合，如表 3-2 所示：

表 3-2 存貨方式組合

		倉儲策略	
		分散倉儲	集中倉儲
訂購策略	獨立訂購	分散+獨立	集中+獨立
	聯合訂購	分散+聯合	集中+聯合

3.3.2 成本模式構建

本小節主要目的在於針對 3.3.1 小節所研擬出來的存貨方式進行概念上及數學上的成本模式構建，內容分為兩部份，第一部份為給予模式中各變數及參數定義，目的在於清楚瞭解各變數及參數的影響及重要性。第二部份將呈現存貨成本模式，以圖形表達各種存貨方式的概念，並加以完整之數學模式。以下先對於模式中所使用的變數及參數予以介紹：

表 3-3 存貨成本模式參數介紹

變數	意義（單位）
d_{ij}	第 i 種原料於第 j 家分公司的年需求量（個數/期）
d_i	第 i 種原料的總需求量（個數/期）
v_i	第 i 種原料的單位體積（ cm^3 ）
l_{ij}	第 i 種原料產地至第 j 家分公司之距離（公里）
l_{i0}	第 i 種原料產地至倉儲中心之距離（公里）
l_{0j}	倉儲中心至第 j 家分公司之距離（公里）
y_{ij}	第 i 種物料於第 j 家分公司的需求比率（ $=d_{ij}/d_i$ ）
p_i	第 i 種物料的購買價格
α	單次訂購成本（元/次）
β	每年單位存貨成本（元/ cm^3 /期）
δ_1	外部單位運送成本（元/車公里）
δ_2	內部單位運送成本（元/車公里）
ε	單期利率
λ_1	倉儲規模指數
λ_2	運輸規模指數
λ_3	購買規模指數
g	雙指數函數係數，且 $0 < g < 1$
N	物料種類個數
M	分公司總數

表 3-4 存貨成本模式決策變數介紹

變數	意義
r_{ij}	第 i 種原料於第 j 家分公司的單次訂購比例
r_i	第 i 種原料的單次訂購比例
r_j	第 j 家分公司對於其所需之物料的單次訂購比例
r	全體分公司對於所需物料之單次訂購比例

針對 3.3.1 的存貨方式組合，可以衍生出四種成本模式，以下藉由文字、圖形及數學公式為各成本模式之介紹：

表 3-5 示意圖符號意義表

圖示	意義
○	供給點表示。
□	需求點表示。
△	倉儲點表示，為倉儲成本發生之地點。
----->	訂購表示，為訂購成本發生之地點。
——>	配送單一物料方式表示，為配送成本發生因素之一。
====>	配送多種物料方式表示，為配送成本發生因素之一。

1. 獨立訂購分散倉儲（形成直接配送）

即分公司自行訂購物料，圖 3-1 中之虛線部份代表資訊傳達或下訂單的行為。物料供應商對於訂單處理也為各別處理，並直接配送至各分公司，以實線部份代表。倉儲的地點為各分公司所在地或是其指定之倉儲地點，其倉儲成本也發生在三角形之處。

針對訂購比例的求取，因為各分公司對於各物料之訂購為獨立，且採取分散倉儲方式，所以於建構出總存貨成本公式之後，對 r_{ij} 微分，所以微分後之結果為第 i 種物料於第 j 家分公司的訂購比例。式 (3-9) 及式 (3-10) 分別為此種存貨方式下之存貨成本及各分公司對於各物料之訂購比例計算。

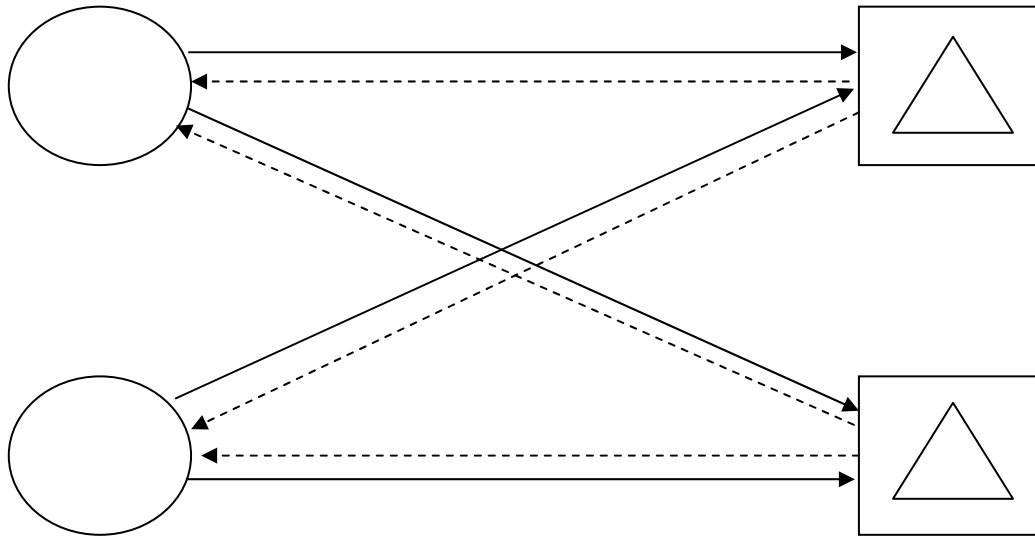


圖 3-1 獨立訂購分散倉儲示意圖

存貨成本公式為：

$$\begin{aligned}
 TC = & \alpha * \sum_i \sum_j \frac{1}{r_{ij}} + \frac{1}{2} * \beta * \sum_i \sum_j (v_i * d_{ij} * r_{ij})^{\lambda_1} + \delta_1 * \sum_i \sum_j \frac{1}{r_{ij}} * \left(\frac{v_i * d_{ij} * r_{ij} * l_{i0}}{c} \right)^{\lambda_2} \\
 & + \frac{1}{2} * \sum_i \sum_j p_i * d_{ij} * \left(1 - \frac{1}{2} * g^{(d_{ij} * r_{ij})^{\lambda_3}} \right) * (2 + \varepsilon + \varepsilon * r_{ij})
 \end{aligned}
 \tag{3-9}$$

對 r_{ij} 微分後結果為：

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial TC}{\partial r_{ij}} = & -\frac{\alpha}{r_{ij}^2} + \frac{1}{2} * \beta * \lambda_1 * (v_i * d_{ij})^{\lambda_1} * r_{ij}^{\lambda_1-1} + \delta_1 * (\lambda_2 - 1) * \left(\frac{v_i * d_{ij} * l_{i0}}{c} \right)^{\lambda_2} * r_{ij}^{\lambda_2-2} \\
 & + \frac{1}{2} * \varepsilon * p_i * d_{ij} * \left(1 - \frac{1}{2} * g^{(d_{ij} * r_{ij})^{\lambda_3}} \right) \\
 & - \frac{1}{4} * p_i * d_{ij}^2 * \ln g * g^{(d_{ij} * r_{ij})^{\lambda_3}} * (-\lambda_3) * (d_{ij} * r_{ij})^{(-\lambda_3-1)} * (2 + \varepsilon + \varepsilon * r_{ij})
 \end{aligned}
 \tag{3-10}$$

2. 獨立訂購集中倉儲（形成間接配送）

即分公司自行訂購物料，以圖 3-2 所示，與圖 3-1 相同。雖然物料供應商對於訂單處理雖為各別處理，但與圖 3-1 不同的是，對於物料之配送則統一送至欲集中各分公司物料之倉儲中心，以粗實線代表之。集中倉儲之特性在於將所有物料共同存放後再集中配送，故在存貨成本中之倉儲成本項目中，以加總後再針對整體物料進行規模係數之調

整。倉儲中心在接受全部的物料之後，依各分公司需要之物料種類及數量，再做另一次配送，以雙實線代表之。整體而言為兩階段之配送方式，歸類為間接配送。

針對訂購比例的求取，因為要達成集中倉儲的目的，所以在必須統一物料的訂購時間，換句話說，亦希望單一公司的各種物料到達倉儲中心的時間一致，所以於建構出總存貨成本公式之後，對 r_j 微分，所以微分後之結果為第 j 家分公司對於其全部物料的訂購比例。式 (3-11) 及式 (3-12) 分別為此種存貨方式下之存貨成本及各分公司對於各物料之訂購比例計算。

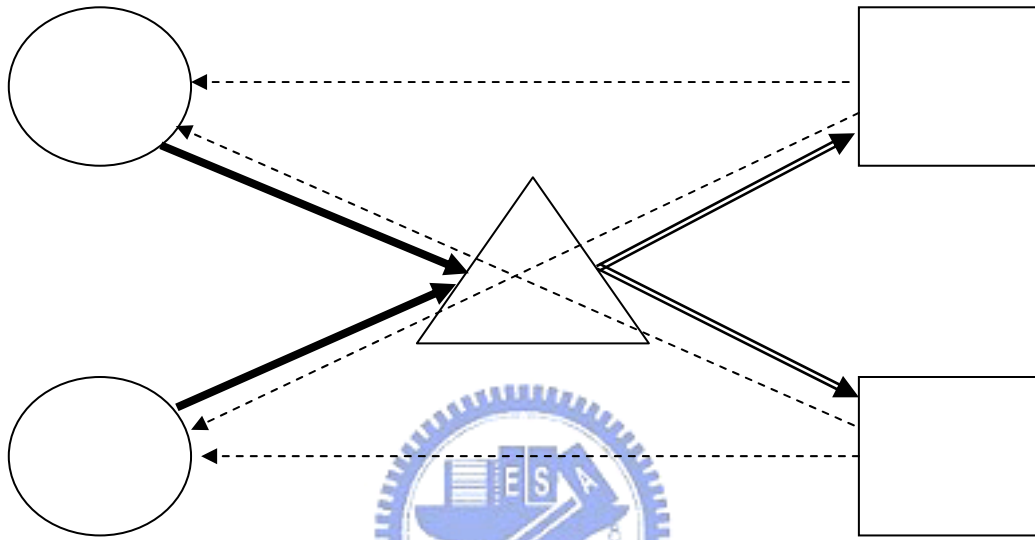


圖 3-2 獨立訂購集中倉儲示意圖

存貨成本公式為：

$$\begin{aligned}
 TC = & \alpha * \sum_i \sum_j \frac{1}{r_j} + \frac{1}{2} * \beta * \sum_j r_j^{\lambda_1} * \left(\sum_i v_i * d_{ij} \right)^{\lambda_1} + \delta_1 * \sum_i \sum_j \frac{1}{r_j} * \left(\frac{v_i * d_{ij} * r_j * l_{i0}}{c} \right)^{\lambda_2} \\
 & + \delta_2 * \sum_i \sum_j \frac{1}{r_j} * \left(\frac{v_i * d_{ij} * r_j * l_{0j}}{c} \right)^{\lambda_2} + \frac{1}{2} * \sum_i \sum_j p_i * d_{ij} * \left(1 - \frac{1}{2} * g^{d_{ij} * r_j^{\lambda_3}} \right) * (2 + \varepsilon + \varepsilon * r_j)
 \end{aligned}$$

..... (3-11)

對 r_j 微分後結果為：

$$\begin{aligned} \frac{\partial TC}{\partial r_j} = & -\frac{N * \alpha}{r_j^2} + \frac{1}{2} * \beta * \lambda_1 * \left(\sum_i v_i * d_{ij} \right)^{\lambda_1} * r_j^{\lambda_1 - 1} \\ & + \delta_1 * (\lambda_2 - 1) * \left(\sum_i \frac{v_i * d_{ij} * l_{i0}}{c} \right)^{\lambda_2} * r_j^{\lambda_2 - 2} + \delta_2 * (\lambda_2 - 1) * \left(\sum_i \frac{v_i * d_{ij} * l_{0j}}{c} \right)^{\lambda_2} * r_j^{\lambda_2 - 2} \\ & + \frac{1}{2} * \varepsilon * \left\{ \sum_i p_i * d_{ij} * \left[1 - \frac{1}{2} * g^{(d_{ij} * r_j)^{\lambda_3}} \right] \right\} \\ & - \frac{1}{4} * \ln g * (-\lambda_3) * (2 + \varepsilon + \varepsilon * r_j) * \left[\sum_i p_i * d_{ij}^2 * g^{(d_{ij} * r_j)^{\lambda_3}} * (d_{ij} * r_j)^{(-\lambda_3 - 1)} \right] \end{aligned} \quad (3-12)$$

3. 聯合訂購分散倉儲（形成直接配送）

即分公司共同訂購物料，圖 3-3 中之虛線方塊部份代表聯合資訊傳達或下訂單的行為，而粗虛線則代表聯合訂購下之資訊傳達方式。物料供應商對於訂單處理也從各別處理的方式改為共同處理，但依舊直接配送至各分公司，同樣以實線部份代表。而倉儲的地點同樣為各分公司所在地或是其指定之倉儲地點，倉儲成本也發生在三角形之處。

針對訂購比例的求取，特點在於採取聯合訂購的方式下，會考量到各分公司對於單一物料需求的加總，亦即針對整體物料需求對上游供應商做訂購，所以於建構出總存貨成本公式之後，對 r_i 微分，所以微分後之結果為整體企業或聯合訂購下針對第 i 種物料的訂購比例。式 (3-13) 及式 (3-14) 分別為此種存貨方式下之存貨成本及各分公司對於各物料之訂購比例計算。

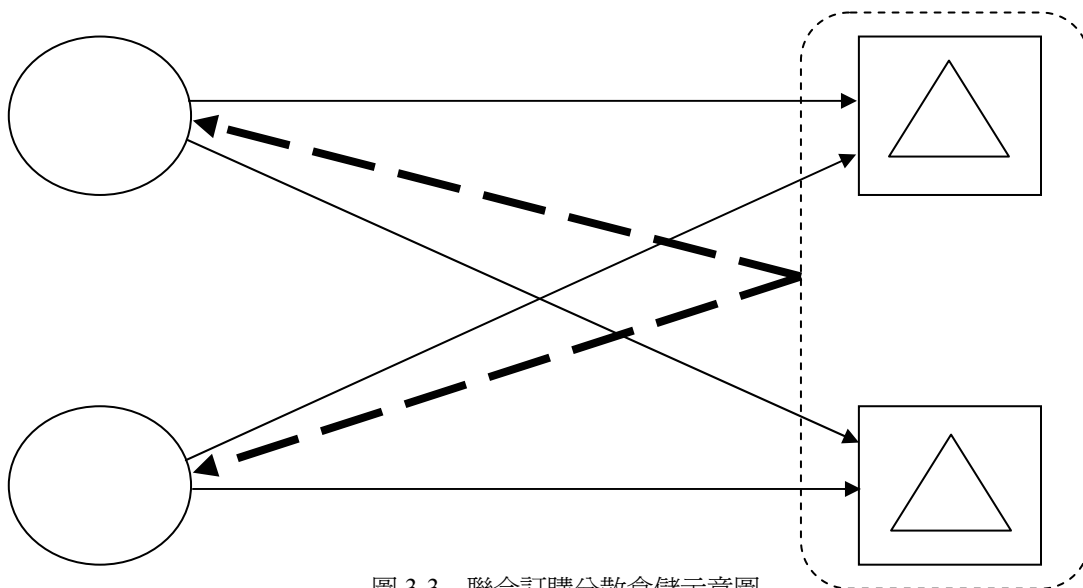


圖 3-3 聯合訂購分散倉儲示意圖

存貨成本公式爲：

$$\begin{aligned}
 TC = & \alpha * \sum_i \frac{1}{r_i} + \frac{1}{2} * \beta * \sum_i (v_i * d_i * r)^{\lambda_1} + \delta_1 * \sum_i \frac{1}{r_i} * \sum_j \left(\frac{v_i * d_i * y_{ij} * r_i * l_{ij}}{c} \right)^{\lambda_2} \\
 & + \frac{1}{2} * \sum_i p_i * \left[1 - \frac{1}{2} * g^{(d_i * r_i)^{\lambda_3}} \right] * d_i * (2 + \varepsilon + \varepsilon * r_i)
 \end{aligned}$$

..... (3-13)

對 r_i 微分後結果爲：

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial TC}{\partial r_i} = & -\frac{\alpha}{r_i^2} + \frac{1}{2} * \beta * \lambda_1 * (v_i * d_i)^{\lambda_1} * r_i^{\lambda_1-1} + \delta_1 * (\lambda_2 - 1) * \left(\sum_j \frac{v_i * d_i * y_{ij} * l_{ij}}{c} \right)^{\lambda_2} * r_i^{\lambda_2-2} \\
 & + \frac{1}{2} * p_i * d_i * \varepsilon * \left(1 - \frac{1}{2} * g^{(d_i * r_i)^{\lambda_3}} \right) \\
 & - \frac{1}{4} * p_i * d_i^2 * \ln g * g^{(d_i * r_i)^{\lambda_3}} * (-\lambda_3) * (d_i * r_i)^{(-\lambda_3-1)} * (2 + \varepsilon + \varepsilon * r_i)
 \end{aligned}$$

..... (3-14)

4. 聯合訂購集中倉儲（形成間接配送）

即分公司共同訂購物料，圖 3-4 中之虛線方塊部份代表聯合資訊傳達或下訂單的行爲，而粗虛線則代表聯合訂購下之資訊傳達方式，物料供應商對於訂單處理同樣爲共同處理。但對於物料之配送，如圖 3-2 般，統一送至欲集中各分公司物料之倉儲中心，並以粗實線代表之。同樣在數學模式中保有集中倉儲之特性。倉儲中心在接受全部的物料之後，依各分公司需要之物料種類及數量，再做另一次配送，以雙實線代表之。整體而言爲兩階段之配送方式，爲間接配送。

針對訂購比例的求取，特點在於採取聯合訂購且集中倉儲的方式下，不僅要考量到各分公司對於單一物料需求的加總，並希望能統一各分公司對於各物料到達倉儲中心的時間能夠一致，有鑑於此，於建構出總存貨成本公式之後，必須對 r 微分，微分後之結果爲整體企業或聯合訂購下針對全體物料的訂購比例。而式 (3-15) 及式 (3-16) 分別爲此種存貨方式下之存貨成本及各分公司對於各物料之訂購比例計算。

圖 3-4 聯合訂購集中倉儲示意圖

存貨成本公式爲：

$$\begin{aligned}
 TC = & \alpha * \sum_i \frac{1}{r} + \frac{1}{2} * \beta * \left(\sum_i v_i * d_i * r \right)^{\lambda_1} + \delta_1 * \frac{1}{r} * \sum_i \left(\frac{v_i * d_i * r * l_{i0}}{c} \right)^{\lambda_2} \\
 & + \delta_1 * \frac{1}{r} * \sum_j \left(\sum_i \frac{v_i * d_i * r * l_{0j} * y_{ij}}{c} \right)^{\lambda_2} + \frac{1}{2} * \sum_i p_i * \left(1 - \frac{1}{2} * g^{(d_i * r)^{\lambda_3}} \right) * d_i * (2 + \varepsilon + \varepsilon * r)
 \end{aligned}$$

..... (3-15)

對 r 微分後結果爲：

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial TC}{\partial r} = & -\frac{N * \alpha}{r^2} + \frac{1}{2} * \beta * \lambda_1 * \left(\sum_i v_i * d_i \right)^{\lambda_1} * r^{\lambda_1 - 1} \\
 & + \delta_1 * (\lambda_2 - 1) * \left(\sum_i \frac{v_i * d_i * l_{i0}}{c} \right)^{\lambda_2} * r^{\lambda_2 - 2} + \delta_2 * (\lambda_2 - 1) * \sum_j \left(\sum_i \frac{v_i * d_i * y_{ij} * l_{0j}}{c} \right)^{\lambda_2} * r^{\lambda_2 - 2} \\
 & + \frac{1}{2} * \varepsilon * \left\{ \sum_i p_i * d_i * \left[1 - \frac{1}{2} * g^{(d_i * r)^{\lambda_3}} \right] \right\} \\
 & - \frac{1}{4} * \ln g * (-\lambda_3) * (2 + \varepsilon + \varepsilon * r) * \left[\sum_i p_i * d_i^2 * g^{(d_i * r)^{\lambda_3}} * (d_i * r)^{(-\lambda_3 - 1)} \right]
 \end{aligned}$$

..... (3-16)

3.4 簡例說明

本節主要以一簡單例子說明 3.3 節中建構之存貨成本方式及其成本，目的在於透過資料的分析，可以了解在不同存貨方式之下，成本項目彼此之間的關係，以及各變數及參數之間之關聯性。在最佳經濟訂購比例的求解方面，將透過程式撰寫及執行，進行模式中決策變數的最佳化。本節主要分為兩個部份，第一部份以一簡例來進行在不同存貨方式下，存貨成本及內部各細項成本的計算；第二部份將以模式內各關鍵參數為主，進行敏感度分析，以期找出模式中影響較鉅之參數。

3.4.1 簡例介紹

先將簡例之環境做一詳細介紹：

1. 分公司之各物料年需求量、供應商與分公司距離與物料價格及體積列表如下：

表 3-6 物料—分公司年需求量表（個數/年）

分公司 物料編號	A	B	C	D
1	20,000	16,000	19,500	22,500
2	600	250	340	800
3	17,800	13,600	15,500	19,800
4	2,000	1,500	1,800	2,600
5	12,000	8,000	9,300	16,500
6	190	140	170	220
7	42,000	36,000	39,500	45,500
8	3,600	2,400	2,800	3,900
9	32,500	28,500	30,000	36,500
10	5,500	4,000	4,800	6,700

表 3-7 物料供應商—分公司距離表 (公里)

分公司 物料編號	A	B	C	D
1	108	103	110	125
2	38	47	33	55
3	79	86	81	76
4	66	60	70	83
5	25	34	22	43
6	123	130	128	116
7	88	84	92	106
8	47	58	42	68
9	105	113	108	105
10	74	70	78	86

表 3-8 物料相關屬性表

物料編號	單位價格 (\$)	單位體積 (公升)
1	50,000	250.0
2	80,000	150.0
3	35,000	2.0
4	100,000	3.2
5	400	98.0
6	1,200	120.0
7	2,500	1.2
8	900	1.5
9	48,000	12.0
10	600	2.8

表 3-9 分公司之間距離表

分公司	A	B	C	D
與 A 之距離 (公里)	0	15	8	24

2. 其他參數設定如表 3-10：

表 3-10 其他參數表

參數（單位）	數值
單位訂購成本（元/次）	10,000
單位倉儲成本（元/公升一年）	10
外部單位配送成本（元/車公里）	100
外部單位配送成本（元/車公里）	50
運具容量（公升）	3,000
年利率（%）	5
倉儲規模係數	0.9
配送規模係數	0.9
購買規模係數	0.1
g	0.01

3. 其他假設

- (1) 成本模式按照 3.3 節建構之模式計算。
- (2) 若採取集中倉儲，則以第一家分公司為倉儲中心。

3.4.2 成本計算方式結果

在本小節中將以 3.3 節介紹之四種存貨方式為主並分別進行計算，就上面各項資料分別計算各種存貨方式下之存貨成本。計算之經濟訂購比例準確至小數點後第五位，於各存貨方式之成本計算中，主要包括了各物料配合各分公司之經濟訂購比例、經濟訂購量（為經濟訂購比例與年需求量之乘積）、成本項目（包括訂購成本、倉儲成本、配送成本、購買成本及總存貨成本共五項）等數據，要注意的是，部份計算出來的項目會因為採取存貨方式的不同而有所不同。各存貨方式之計算結果如下：

(1) 獨立訂購分散倉儲（形成直接配送）

表 3-11 獨立訂購分散倉儲之經濟訂購量（經濟訂購比例）

分公司 物料編號	A	B	C	D
1	5,321 (0.26607)	4,105 (0.25654)	5,203 (0.26683)	6,334 (0.28149)
2	189 (0.31496)	99 (0.39753)	122 (0.35796)	246 (0.30790)
3	11,770 (0.66123)	8,780 (0.64559)	10,122 (0.65304)	13,218 (0.65304)
4	1,067 (0.53334)	788 (0.53334)	954 (0.52998)	1,416 (0.52998)
5	1,150 (0.09582)	941 (0.11757)	962 (0.10341)	1,619 (0.09814)
6	25,808 (0.56602)	17,999 (0.64605)	24,299 (0.59519)	28,188 (0.52942)
7	10026 (0.61448)	8405 (0.61311)	9349 (0.61517)	10999 (0.61951)
8	3,234 (0.89838)	2,400 (1.00000)	2,765 (0.98742)	3,430 (0.87951)
9	20,758 (0.63872)	17,999 (0.63156)	19,023 (0.63411)	23,578 (0.64596)
10	3,497 (0.63590)	2,869 (0.71733)	3,224 (0.67170)	3,996 (0.59649)

表 3-12 獨立訂購分散倉儲之計算結果

成本項目	金額（\$）	占總成本百分比
訂購成本	1,091,339	0.08%
倉儲成本	9,319,119	0.69%
配送成本	30,405,222	2.25%
購買成本	1,312,886,800	96.98%
總成本	1,353,702,480	100.00%

由表 3-11 及表 3-12 可以發現到，訂購比例各分公司之於各物料皆不同。上面各計算結果可知，採用此種存貨方式的情況下，總成本大致為 13.5 億元左右，其中以購買成本為最高，金額大致為 13.1 億元，占總成本 96.98%；其次為配送成本，金額為 3 千多萬元，占總成本 2.25%，第三及第四分別為倉儲成本與訂購成本，各占總成本 0.69%與 0.08%。

(2) 獨立訂購集中倉儲（形成間接配送）

表 3-13 獨立訂購集中倉儲之經濟訂購量（經濟訂購比例）

分公司 物料編號	A	B	C	D
1	5,037 (0.25183)	4,172 (0.26075)	4,920 (0.25233)	5,700 (0.25332)
2	151 (0.25183)	65 (0.26075)	86 (0.25233)	203 (0.25332)
3	4,483 (0.25183)	3,546 (0.26075)	3,911 (0.25233)	5,016 (0.25332)
4	504 (0.25183)	391 (0.26075)	454 (0.25233)	659 (0.25332)
5	3,022 (0.25183)	2,086 (0.26075)	2,347 (0.25233)	4,180 (0.25332)
6	48 (0.25183)	37 (0.26075)	43 (0.25233)	56 (0.25332)
7	10,577 (0.25183)	9,387 (0.26075)	9,967 (0.25233)	11,526 (0.25332)
8	907 (0.25183)	626 (0.26075)	707 (0.25233)	988 (0.25332)
9	8,184 (0.25183)	7,431 (0.26075)	7,570 (0.25233)	9,246 (0.25332)
10	1,385 (0.25183)	1,043 (0.26075)	1,211 (0.25233)	1,697 (0.25332)

表 3-14 獨立訂購集中倉儲之計算結果

成本項目	金額（\$）	占總成本百分比
訂購成本	1,571,678	0.11%
倉儲成本	8,737,280	0.60%
配送成本	31,555,875	2.16%
購買成本	1,418,570,800	97.13%
總成本	1,460,435,633	100.00%

由表 3-13 及表 3-14 可以發現到，各分公司之於各物料採取相同的訂購比例，但是各分公司之間的訂購比仍不同。上面各計算結果可知，採用此種存貨方式的情況下，總成本大致為 14.6 億元左右，其中以購買成本為最高，金額大致為 14.1 億元，占總成本 97.13%；其次為配送成本，金額為 3 千 1 百多萬元，占總成本 2.16%，第三及第四分別為倉儲成本與訂購成本，各占總成本 0.60%與 0.11%。

(3) 聯合訂購分散倉儲（形成直接配送）

表 3-15 聯合訂購分散倉儲之經濟訂購量（經濟訂購比例）

分公司 物料編號	A	B	C	D
1	6,218 (0.31091)	4,975 (0.31091)	6,063 (0.31091)	6,995 (0.31091)
2	171 (0.28493)	71 (0.28493)	97 (0.28493)	228 (0.28493)
3	13,213 (0.74233)	10,096 (0.74233)	11,506 (0.74233)	14,698 (0.74233)
4	1,220 (0.60999)	915 (0.60999)	1,098 (0.60999)	1,586 (0.60999)
5	810 (0.06751)	540 (0.06751)	628 (0.06751)	1,114 (0.06751)
6	64 (0.33892)	47 (0.33892)	58 (0.33892)	75 (0.33892)
7	27,416 (0.65275)	23,499 (0.65275)	25,784 (0.65275)	29,700 (0.65275)
8	2,145 (0.59592)	1,430 (0.59592)	1,669 (0.59592)	2,324 (0.59592)
9	23,433 (0.72103)	20,549 (0.72103)	21,631 (0.72103)	26,318 (0.72103)
10	2,250 (0.40902)	1,636 (0.40902)	1,963 (0.40902)	2,740 (0.40902)

表 3-16 聯合訂購分散倉儲之計算結果

成本項目	金額（\$）	占總成本百分比
訂購成本	345,166	0.03%
倉儲成本	8,797,893	0.67%
配送成本	30,136,324	2.28%
購買成本	1,281,866,200	97.03%
總成本	1,321,145,583	100.00%

由表 3-15 及表 3-16 可以發現到，各物料對應到各分公司皆為同樣之訂購比例，但物料之間的訂購比例卻不同。上面各計算結果可知，採用此種存貨方式的情況下，總成本大致為 13.2 億元左右，其中以購買成本為最高，金額大致為 12.8 億元，占總成本 97.03%；其次為配送成本，金額為 3 千多萬元，占總成本 2.28%，第三及第四分別為倉儲成本與訂購成本，各占總成本 0.67%與 0.03%。

(4) 聯合訂購集中倉儲（形成間接配送）

表 3-17 聯合訂購集中倉儲之經濟訂購量（經濟訂購比例）

分公司 物料編號	A	B	C	D
1	5,885 (0.29423)	4,708 (0.29423)	5,737 (0.29423)	6,620 (0.29423)
2	177 (0.29423)	74 (0.29423)	100 (0.29423)	235 (0.29423)
3	5,237 (0.29423)	4,002 (0.29423)	4,561 (0.29423)	5,826 (0.29423)
4	588 (0.29423)	441 (0.29423)	530 (0.29423)	765 (0.29423)
5	3,531 (0.29423)	2,354 (0.29423)	2,736 (0.29423)	4,855 (0.29423)
6	56 (0.29423)	41 (0.29423)	50 (0.29423)	65 (0.29423)
7	12,358 (0.29423)	10,592 (0.29423)	11,622 (0.29423)	13,387 (0.29423)
8	1,059 (0.29423)	706 (0.29423)	824 (0.29423)	1,147 (0.29423)
9	9,562 (0.29423)	8,386 (0.29423)	8,827 (0.29423)	10,739 (0.29423)
10	1,618 (0.29423)	1,177 (0.29423)	1,412 (0.29423)	1,971 (0.29423)

表 3-18 聯合訂購集中倉儲之計算結果

成本項目	金額（\$）	占總成本百分比
訂購成本	339,871	0.03%
倉儲成本	8,687,139	0.65%
配送成本	27,390,954	2.07%
購買成本	1,287,273,600	97.25%
總成本	1,323,691,500	100.00%

由表 3-17 及表 3-18 可以發現到，不論針對各分公司或針對各物料皆採用統一之訂購比例。上面各計算結果可知，採用此種存貨方式的情況下，總成本大致為 13.2 億元左右，其中以購買成本為最高，金額大致為 13.2 億元，占總成本的 97.25%；其次為配送成本，金額為 2 千 7 百多萬元，占總成本 2.07%，第三及第四分別為倉儲成本與訂購成本，各占總成本 0.65%與 0.03%。

上述四種存貨方之成本已分別計算出來，不難發現到在各項成本與總成本的關係中，雖然會因採取存貨方式之不同而有所變動，尤以採用第三種存貨方式時，配送成本的金額明顯比採取其他存貨方式為高，表示聯合訂購的存貨方式較重視配送面。不同的存貨方式仍然對不同成本項目產生影響。針對上述四種存貨方式之成本計算結果，為比較各方式的成本金額多少，以表 3-19 做一簡單排名比較，括弧內為各項成本排名：

表 3-19 四種存貨方式成本比較

存貨方式 比較項目	獨立訂購 分散倉儲	獨立訂購 集中倉儲	聯合訂購 分散倉儲	聯合訂購 集中倉儲
訂購成本	1,091,339 (3)	1,571,678 (4)	345,166 (2)	339,871 (1)
倉儲成本	9,319,119 (4)	8,737,280 (2)	8,797,893 (3)	8,687,139 (1)
配送成本	30,405,222 (2)	31,555,875 (4)	30,136,324 (3)	27,390,954 (1)
購買成本	1,312,886,800 (3)	1,418,570,800 (4)	1,281,866,200 (1)	1,287,273,600 (2)
購買節省效果	120,165,940 (3)	14,481,940 (4)	151,186,540 (1)	145,779,140 (2)
存貨成本	1,353,702,480	1,460,435,633	1,321,145,583	1,323,691,500
總排名	3	4	1	2

由上表數據所示，有下列主要發現，說明如下：

1. 在訂購成本方面，若採取分公司聯合訂購方式，其訂購成本會比採取分散訂購的方式為低，但若配合集中倉儲，因要使各分公司對於各項物料的訂購比例統一，會發生不同物料彼此影響的情形，加上不同分公司必須同時訂購，所以訂購成本上升極為顯著；而採取集中倉儲會使得訂購成本會比在採取分散倉儲時還高，原因同樣出自於同時進貨形成訂購次數必須統一，為配合低訂購比例的物料，所以必須增加訂購次數，故訂購成本會同時增加。
2. 在倉儲成本方面，不論採取何種訂購方式，集中倉儲的成本較分散倉儲為低，原因應出自於多物料同時儲存共同創造出之規模經濟較單一物料為大；而不論採取何種倉儲方式，獨立訂購較能造成倉儲成本下降，原因應出自於聯合訂購使得訂購比例必須統一，並且有上升的現象，獨立訂購對於物料的訂購比例則因應各分公司需求為主，所以倉儲成本較低。
3. 在配送成本方面，採取聯合訂購且分散倉儲方式下的配送成本較其他方式高出許多，原因在於聯合訂購下之配送量相當大，並且要進行多點配送，故配送成本明顯上升許多；就集中倉儲而言，在一定的車容量下，訂購比例若不大，則配送次數則會降低許多，故配送成本也會降低。
4. 在購買成本方面，由公式中就可瞭解到單次訂購量若大，則較易享受到較優惠的折扣。由此可知，在採取聯合訂購下，訂購比例較高，故訂購量也高，較採取獨立訂購更能享受到價格的折扣優惠；而集中倉儲通常會降低訂購比例，所以採取分散倉儲較採取集中倉儲更能享受價格折扣。也可以從表 3-19 中看出購買節省效果。
5. 就表 3-19 內容顯示，聯合訂購分散倉儲的存貨成本最低，所以就採取單一方式而言，聯合訂購分散倉儲將是此簡例中最佳的存貨策略。
6. 不同存貨方式會計算出不同的物料訂購比例，也象徵不同的存貨方式對於存貨成本的影响項目，及各成本項目的影响程度並不相同。
7. 本研究建構之存貨模式，基於不同方式的採用，在各成本中也存在著取舍關係。例如就集中倉儲而言，雖然會造成倉儲成本與配送成本的降低，但對於訂購成本及購

買成本而言，卻有上升的現象；聯合訂購則對於購買成本而言有很強的優勢。

對於上述七點，除了可以看出各種存貨方式的特點及相關比較，在各項單位成本及倉儲規模係數發生變動的情況下，對於存貨成本的影響也是相當關鍵的。

3.4.3 敏感度分析

本小節的主要目的為針對簡例中部份參數，其數值在產生變化時，對於存貨成本的影響，為一敏感度分析。本小節進行方式主要為改變各單位成本的數據，找出其在該成本項目及總成本項目的變化情形為何，並進而比較出不同單位成本於變動時的影響程度。調整數據的方式得視該參數於簡例中原本規模而決定，成本計算比較的方式則以各項成本占總成本百分比之變動情形為主，數據調整之主要範圍以該參數的性質與規模為調整考量，並就四種存貨方式分開計算各項參數。而表 3-20 為本小節敏感度分析之主要參數及調整範圍。

表 3-20 敏感度分析參數及調整範圍

調整參數（單位）	數值範圍	備註
單位訂購成本（元/次）	8,000 至 12,000	以千為調整單位。
單位倉儲成本（元/公升--年）	8 至 12	以 1 為調整單位。
外部單位配送成本（元/車公里）	80 至 120	以十為調整單位。
內部單位配送成本（元/車公里）	40 至 60	以五為調整單位。
年利率（%）	0.03 至 0.07	以 0.01 為調整單位。
車容量（公升）	2400 至 3600	以 300 為調整單位。
倉儲規模係數	0.80 至 1	以 0.5 為調整單位。
配送規模係數	0.80 至 1	以 0.5 為調整單位。
購買規模係數	0.08 至 0.12	以 0.01 為調整單位。

本小節主要分為兩部份，第一部份針對四種存貨方式，分別進行敏感度分析，其探討方式為就每一種參數而言，在不同存貨方式下分別討論其對於影響成本數值，找出影響成本之關鍵參數；第二部份為綜合比較各存貨方式下，不同參數的影響情形，找出對於不同存貨方式的主要影響參數。

一、各存貨方式之敏感度分析

以下將進行成本模式中各參數對於存貨成本的影響。由於本研究利用 EOQ 模式進行訂購比例求解，換言之即利用微分找出最佳解，故一參數的變動將會造成訂購比例的變動，而訂購比例的變動隨即對存貨成本造成影響。在以下部份將從訂購比例與存貨成本雙方面探討參數之敏感度分析，除了看出參數對於存貨成本的影響，也可以知道參數變化與訂購比例的變動之關聯性。而因存貨方式多樣，加上有許多物料進行訂購，故在此對於訂購比例方式進行抽樣調查，以 1 號及 2 號物料為代表；同時，因為 3.4.2 中各存貨方式比較下，以聯合訂購分散倉儲最佳，故此部份分析將以此存貨方式為分析對

象。從表 3-21 至表 3-38 為敏感度分析下的計算結果。

表 3-21 訂購比例之敏感度分析（單位訂購成本）

比較項目（物料編號） 調整數據	(1)	(2)
8000	0.31065	0.27595
9000	0.31078	0.28051
10000	0.31091	0.28493
11000	0.31104	0.28925
12000	0.31117	0.29345

表 3-22 存貨成本之敏感度分析（單位訂購成本）

比較項目 調整數據	訂購成本	倉儲成本	配送成本	購買成本	存貨成本	存貨成本變動百分比
8000	289,411	8,756,516	30,157,158	1,281,874,300	1,321,077,385	-0.00516%
9000	317,714	8,777,599	30,146,384	1,281,870,200	1,321,111,897	-0.00255%
10000	345,166	8,797,893	30,136,324	1,281,866,200	1,321,145,583	0.00000%
11000	371,867	8,817,488	30,126,870	1,281,862,500	1,321,178,725	0.00251%
12000	397,898	8,836,464	30,117,946	1,281,858,600	1,321,210,908	0.00494%

從表 3-21 及表 3-22 中可以發現到，單位訂購成本與訂購比例之間呈一正向關係，即單位訂購成本增加，訂購比例上升。訂購比例上代表減少訂購次數，故避免支付較昂貴之訂購成本，故採取增加訂購比例方式。而單位訂購成本的變動對於整體存貨成本的變動而言，影響程度相當小，由此看來，其存貨成本變動的幅度遠小於單位訂購成本的變動幅度，而彼此之間為正向關係。

表 3-23 訂購比例之敏感度分析（單位倉儲成本）

比較項目（物料編號） 調整數據	(1)	(2)
8	0.36509	0.31935
9	0.33599	0.30114
10	0.31091	0.28493
11	0.28908	0.27043
12	0.26993	0.25737

表 3-24 存貨成本之敏感度分析（單位倉儲成本）

比較項目 調整數據	訂購成本	倉儲成本	配送成本	購買成本	存貨成本	存貨成本變動百分比
8	304,206	7,942,046	29,692,320	1,281,283,200	1,319,221,772	-0.1456%
9	324,972	8,391,055	29,921,480	1,281,575,200	1,320,212,707	-0.0706%
10	345,166	8,797,893	30,136,324	1,281,866,200	1,321,145,583	0.0000%
11	364,852	9,169,907	30,338,676	1,282,154,100	1,322,027,535	0.0668%
12	384,081	9,512,768	30,530,020	1,282,437,900	1,322,864,769	0.1301%

從表 3-23 及表 3-24 中可以發現到，單位倉儲成本與訂購比例之間呈一負向關係，即單位訂購成本增加，訂購比例下降。訂購比例下降代表降低存貨水準，避免支付倉儲成本，故降低訂購比例，以降低存貨。而單位倉儲成本的變動對於整體存貨成本的變動而言，影響程度雖較單位訂購成本大，但實際上仍相當小，而存貨成本與單位倉儲成本之間為正向關係。

表 3-25 訂購比例之敏感度分析（外部單位配送成本）

比較項目 調整數據	比較項目（物料編號）	(1)	(2)
	80	0.29347	0.27947
	90	0.30221	0.28220
	100	0.31091	0.28493
	110	0.31957	0.28767
	120	0.32820	0.29040

表 3-26 存貨成本之敏感度分析（外部單位配送成本）

比較項目 調整數據	訂購成本	倉儲成本	配送成本	購買成本	存貨成本	存貨成本變動百分比
80	363,289	8,432,495	24,241,110	1,282,084,000	1,315,120,894	-0.45602%
90	353,971	8,615,643	27,195,690	1,281,972,500	1,318,137,804	-0.22766%
100	345,166	8,797,893	30,136,324	1,281,866,200	1,321,145,583	0.00000%
110	336,842	8,979,291	33,063,648	1,281,765,100	1,324,144,881	0.22702%
120	328,967	9,159,870	35,978,284	1,281,668,600	1,327,135,721	0.45340%

從表 3-25 及表 3-26 中可以發現到，外部單位配送成本與訂購比例之間呈一正向關

係，即單位訂購成本增加，訂購比例上升。訂購比例上升代表減少訂購次數，減少訂購次數即為減少配送次數，故可避免支付較昂貴之配送成本。而外部單位訂購成本的變動對於整體存貨成本的變動而言，影響程度較單位倉儲為大，但變動幅度僅為 1/50，由此看來，其存貨成本變動的幅度遠小於外部單位配送成本的變動幅度，而彼此之間為正向關係。

表 3-27 訂購比例之敏感度分析（內部單位配送成本）

比較項目（物料編號） 調整數據	(1)	(2)
40	0.29373	0.29373
45	0.29398	0.29398
50	0.29423	0.29423
55	0.29448	0.29448
60	0.29473	0.29473

表 3-28 存貨成本之敏感度分析（內部單位配送成本）

比較項目 調整數據	訂購成本	倉儲成本	配送成本	購買成本	存貨成本	存貨成本變動百分比
40	3,404,517	8,673,794	26,937,810	1,287,295,700	1,326,311,821	-0.03306%
45	3,401,609	8,680,467	27,164,400	1,287,284,600	1,326,531,076	-0.01653%
50	3,398,706	8,687,139	27,390,954	1,287,273,600	1,326,750,399	0.00000%
55	3,395,808	8,693,811	27,617,474	1,287,262,500	1,326,969,593	0.01652%
60	3,392,917	8,700,479	27,843,956	1,287,251,600	1,327,188,952	0.03305%

由於內部單位配送成本對於分散倉儲沒有影響，故於此以集中倉儲聯合訂購為分析對象進行討論。從表 3-27 及表 3-28 中可以發現到，內部單位配送成本與訂購比例之間呈一正向關係，其理由與外部單位配送成本相同，可以避免支付較昂貴之配送成本。而內部單位訂購成本的變動對於整體存貨成本的變動而言，影響程度非常小，由此看來，其存貨成本變動的幅度遠小於內部單位配送成本的變動幅度，而彼此之間為正向關係。

表 3-29 訂購比例之敏感度分析（車容量）

比較項目（物料編號） 調整數據	(1)	(2)
2400	0.33013	0.29101
2700	0.31953	0.28765
3000	0.31091	0.28493
3300	0.30376	0.28269
3600	0.29773	0.28080

表 3-30 存貨成本之敏感度分析（車容量）

比較項目 調整數據	訂購成本	倉儲成本	配送成本	購買成本	存貨成本	存貨成本變動百分比
2400	327,261	9,200,241	36,629,936	1,281,647,600	1,327,805,038	0.50407%
2700	336,885	8,978,324	33,048,044	1,281,765,600	1,324,128,853	0.22581%
3000	345,166	8,797,893	30,136,324	1,281,866,200	1,321,145,583	0.00000%
3300	352,367	8,648,141	27,720,030	1,281,953,200	1,318,673,738	-0.18710%
3600	358,688	8,521,739	25,680,776	1,282,028,900	1,316,590,103	-0.34481%

從表 3-29 及表 3-30 中可以發現到，車容量與訂購比例之間呈一負向關係，即車容量增加，訂購比例會下降。由於車容量增加，產生配送次數的直接減少，因而可以降低訂購比例。而車容量的變動對於整體存貨成本的變動而言，影響程度大致為 1/40，影響範圍不甚大，由此看來，其存貨成本變動的幅度遠小於外部單位配送成本的變動幅度，而彼此之間呈負向關係。

表 3-31 訂購比例之敏感度分析（年利率）

比較項目（物料編號） 調整數據	(1)	(2)
0.03	0.35937	0.34972
0.04	0.33329	0.31356
0.05	0.31091	0.28493
0.06	0.29149	0.26169
0.07	0.27449	0.24242

表 3-32 存貨成本之敏感度分析（年利率）

比較項目 調整數據	訂購成本	倉儲成本	配送成本	購買成本	存貨成本	存貨成本變動百分比
0.03	311,601	10,332,475	29,689,910	1,259,703,700	1,300,037,686	-1.59770%
0.04	326,607	9,577,279	29,909,626	1,271,151,500	1,310,965,012	-0.77059%
0.05	345,166	8,797,893	30,136,324	1,281,866,200	1,321,145,583	0.00000%
0.06	363,603	8,178,248	30,343,264	1,291,832,100	1,330,717,215	0.72449%
0.07	381,906	7,667,052	30,534,172	1,301,271,800	1,339,854,930	1.41615%

從表 3-31 及表 3-32 中可以發現到，年利率與訂購比例之間呈一負向關係，即年利率增加，訂購比例會下降。由於年利率增加，購買成本將會上升，故降低訂購比例以較多次購買的方式分攤成本。而年利率的變動對於整體存貨成本的變動而言，影響程度皆較前面參數為大，由此看來，其影響力對於存貨成本而言較為關鍵，而彼此之間由於支付利息的緣故，仍呈正向關係。

表 3-33 訂購比例之敏感度分析（倉儲規模係數）

比較項目 調整數據	比較項目（物料編號）	(1)	(2)
	0.8	0.75052	0.46909
	0.85	0.53436	0.38246
	0.9	0.31091	0.28493
	0.95	0.15752	0.19832
	1	0.07685	0.13473

表 3-34 存貨成本之敏感度分析（倉儲規模係數）

比較項目 調整數據	訂購成本	倉儲成本	配送成本	購買成本	存貨成本	存貨成本變動百分比
0.8	172,143	3,658,569	27,737,462	1,279,851,500	1,311,419,674	-0.73617%
0.85	237,817	6,128,019	28,680,728	1,280,252,400	1,315,298,964	-0.44254%
0.9	345,166	8,797,893	30,136,324	1,281,866,200	1,321,145,583	0.00000%
0.95	513,802	11,149,035	32,028,296	1,284,972,500	1,328,663,633	0.56906%
1	772,364	13,276,904	34,162,504	1,289,217,400	1,337,429,172	1.23254%

從表 3-33 及表 3-34 中可以發現到，倉儲規模係數與訂購比例之間呈一負向關係，

即倉儲規模係數增加，訂購比例會下降。倉儲規模係數降低代表對存放物料有利，故規模係數降低，訂購比例將會上升，以在倉儲方面取得節省成本的利益。其變動對於整體存貨成本的變動而言，影響程度也不小，且在倉儲成本方面有極大的影響，由此看來，其影響力對於存貨成本而言較為關鍵，而彼此之間由於倉儲成本的節省緣故，仍呈正向關係。

表 3-35 訂購比例之敏感度分析（配送規模係數）

比較項目（物料編號） 調整數據	(1)	(2)
0.8	0.27496	0.29434
0.85	0.29450	0.28626
0.9	0.31091	0.28493
0.95	0.30442	0.27713
1	0.22177	0.25771

表 3-36 存貨成本之敏感度分析（配送規模係數）

比較項目 調整數據	訂購成本	倉儲成本	配送成本	購買成本	存貨成本	存貨成本變動百分比
0.8	356,222	8,107,237	11,082,474	1,282,327,800	1,301,873,733	-1.45872%
0.85	346,083	8,494,124	18,155,488	1,282,064,500	1,309,060,195	-0.91477%
0.9	345,166	8,797,893	30,136,324	1,281,866,200	1,321,145,583	0.00000%
0.95	367,393	8,624,632	50,679,540	1,281,950,700	1,341,622,265	1.54992%
1	460,596	6,927,645	85,397,248	1,283,226,600	1,376,012,089	4.15295%

從表 3-35 及表 3-36 中可以發現到，配送規模係數與訂購比例之間呈一負向關係，即配送規模係數增加，訂購比例會下降。配送規模係數降低代表對配送物料有利，故係數降低，訂購比例將會上升，雖增加倉儲成本，但可在配送方面取得節省成本的利益。其變動對於整體存貨成本的變動而言，影響程度較大，並且在配送成本方面有極大的影響，由此看來，其影響力對於存貨成本而言較為關鍵，而彼此之間由於配送成本的節省緣故，仍呈正向關係。

表 3-37 訂購比例之敏感度分析（購買規模係數）

比較項目（物料編號） 調整數據	(1)	(2)
0.08	0.22591	0.21468
0.09	0.26671	0.24617
0.1	0.31091	0.28493
0.11	0.35673	0.33122
0.12	0.40228	0.38470

表 3-38 存貨成本之敏感度分析（購買規模係數）

比較項目 調整數據	訂購成本	倉儲成本	配送成本	購買成本	存貨成本	存貨成本變動百分比
0.08	409,330	6,591,632	31,062,858	1,328,154,800	1,366,218,620	3.41166%
0.09	373,400	7,661,925	30,575,370	1,306,380,500	1,344,991,195	1.80492%
0.1	345,166	8,797,893	30,136,324	1,281,866,200	1,321,145,583	0.00000%
0.11	322,728	9,954,418	29,750,554	1,255,065,900	1,295,093,600	-1.97192%
0.12	305,109	11,079,670	29,419,418	1,226,542,200	1,267,346,397	-4.07216%

從表 3-37 及表 3-38 中可以發現到，購買規模係數與訂購比例之間呈一正向關係，即購買規模係數增加，訂購比例會上升。由模式中可得知，購買規模係數降低代表易享有價格上的折扣，換句話說，可用較低的數量享受相同的折扣，對購買物料有利，故訂購比例會下降。其變動對於整體存貨成本的變動而言，影響程度大，並且在購買成本方面有極大的影響，由此看來，其影響力對於存貨成本非常關鍵，而彼此之間由於購買成本的節省緣故，呈負向關係。

經由上述計算結果，對於不同參數對於存貨成本及訂購比例的影響程度及關聯性，以下由表 3-39 表示，表中存貨成本欄之變動程度，變動微小代表參數對於存貨成本的影響十分微小，變動頗小代表參數對於存貨成本的影響不大，變動頗大代表存貨成本易受參數變動影響，會產生較大的變動，變動大則代表參數不僅易受參數變動的影響，並且參數變動到調整範圍內一定數值時，還會產生存貨方式採用上的改變。

表 3-39 各項參數與存貨成本暨訂購比例關聯表

參數	訂購比例	存貨成本	參數	訂購比例	存貨成本
單位訂購成本	正	正，變動微小	年利率	負	正，變動頗大
單位倉儲成本	負	正，變動頗小	倉儲規模係數	負	正，變動頗大
外部單位配送成本	正	正，變動頗小	配送規模係數	負	正，變動頗大
內部單位配送成本	正	正，變動小	購買規模係數	正	負，變動大
車容量	負	負，變動較大			

二、不同存貨方式之比較

不同的參數對於不同的存貨方式不盡相同，以下就以相關之關係圖來表示各參數變動下對於各存貨方式及各項成本的影響。由於變動的數值對於總成本而言影響並不大，所以就各參數直接影響到的參數進行比較。圖 3-5 至圖 3-13 為各參數與其相關成本之間的關係：

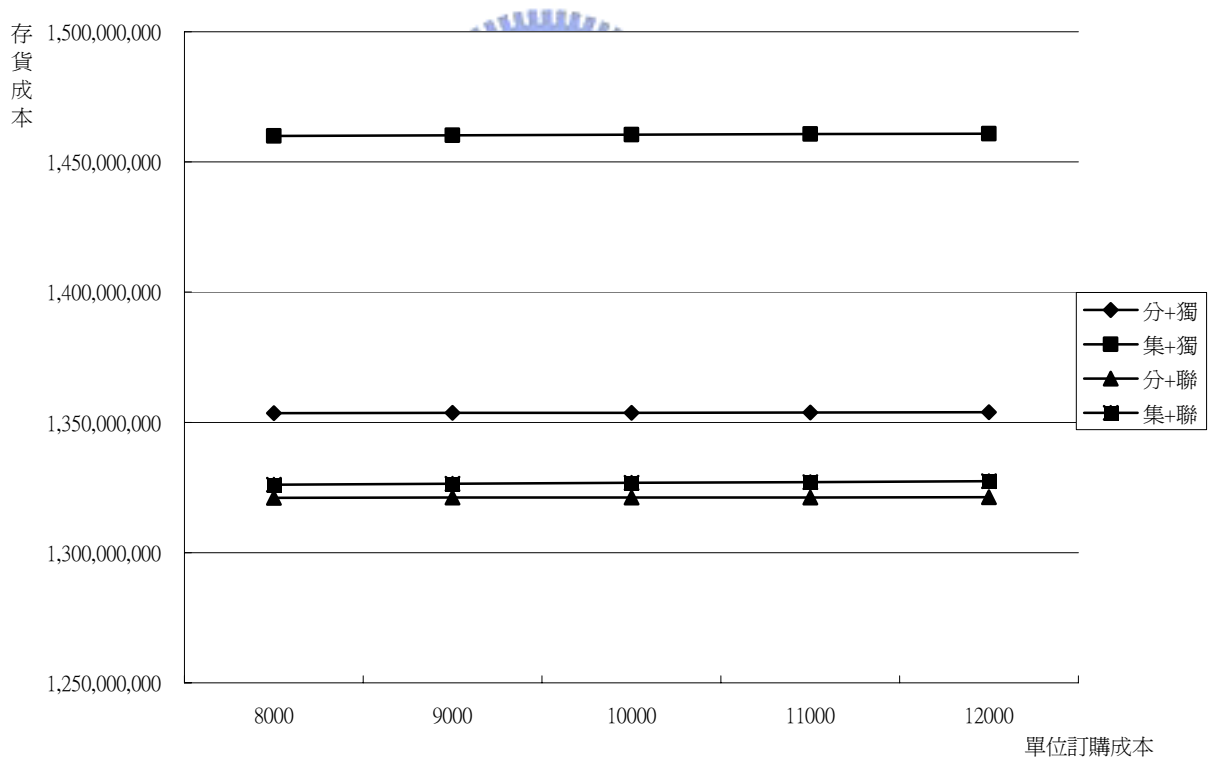


圖 3-5 各存貨方式之敏感度分析（單位訂購成本）

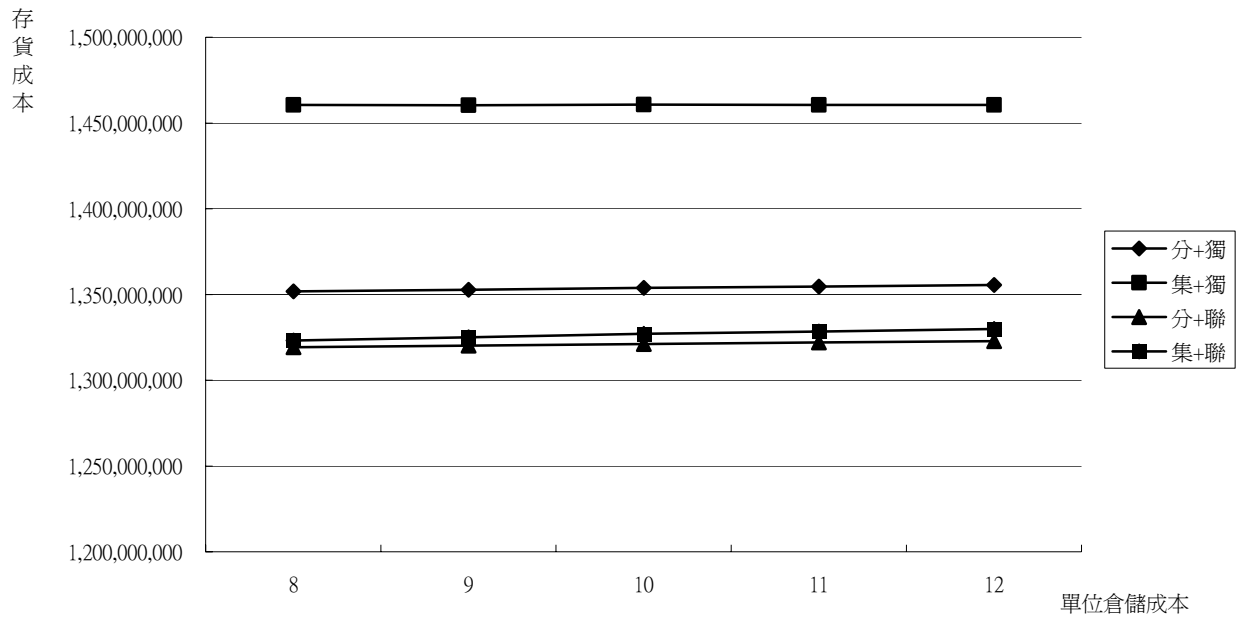


圖 3-6 各存貨方式之敏感度分析 (單位倉儲成本)

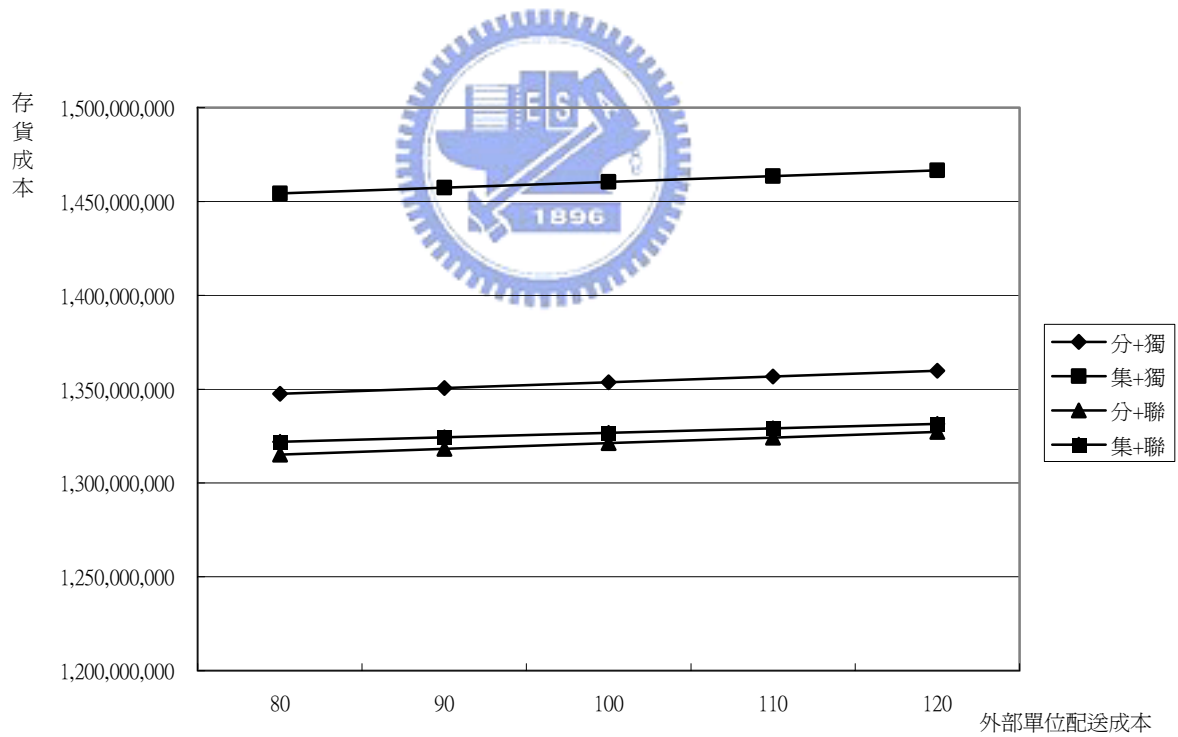


圖 3-7 各存貨方式之敏感度分析 (外部單位配送成本)

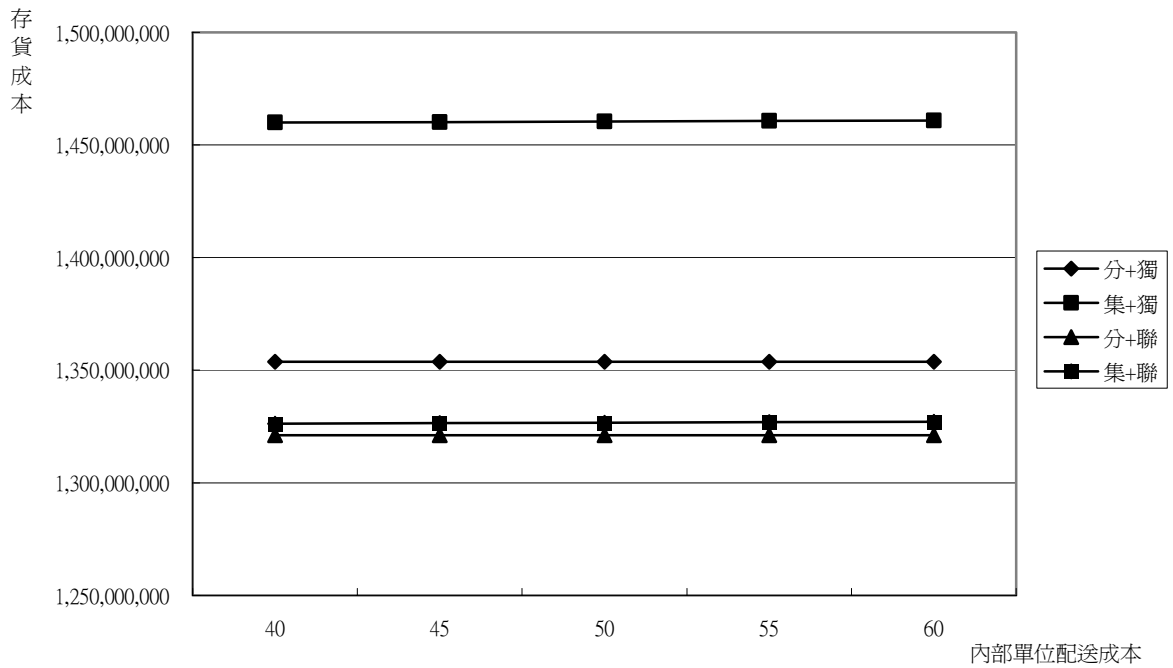


圖 3-8 各存貨方式之敏感度分析 (內部單位配送成本)

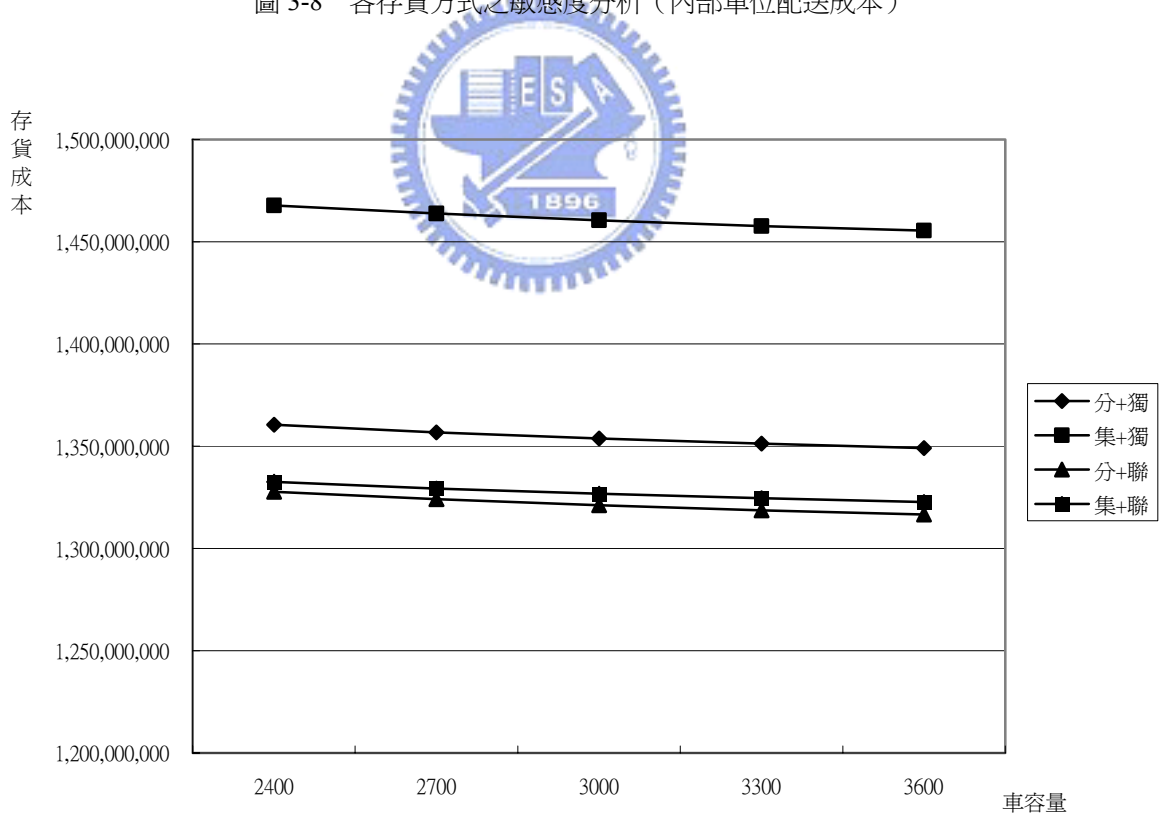


圖 3-9 各存貨方式之敏感度分析 (車容量)

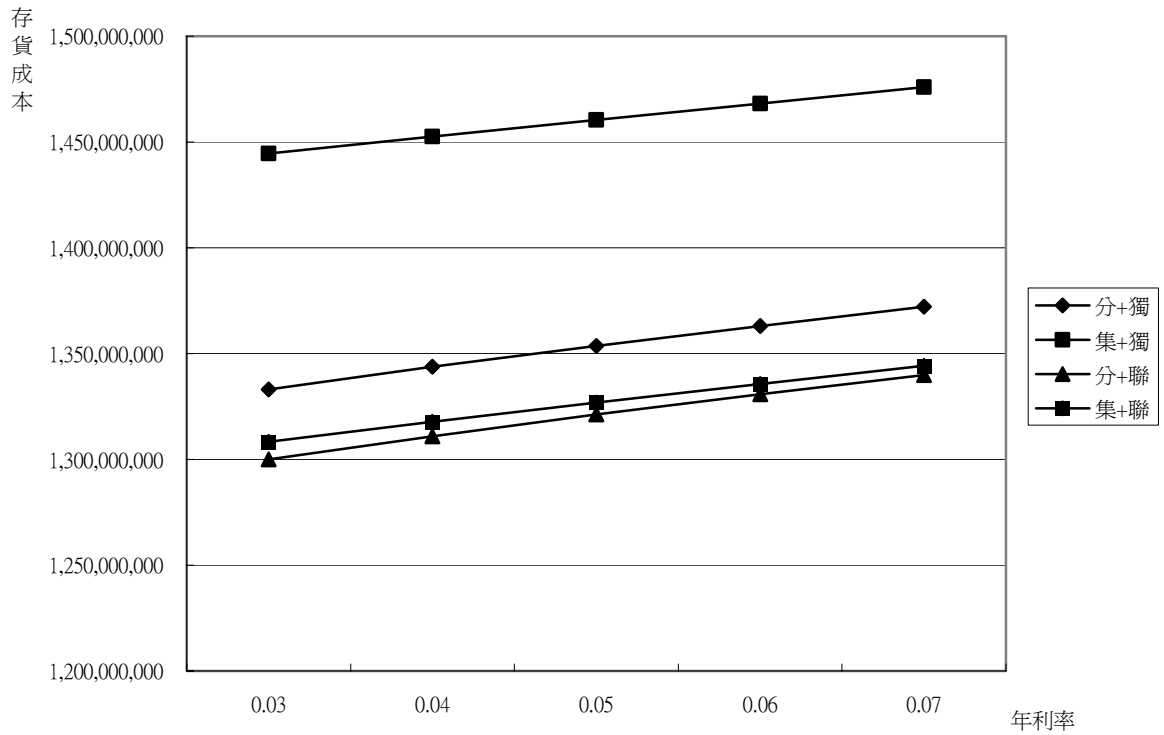


圖 3-10 各存貨方式之敏感度分析 (年利率)

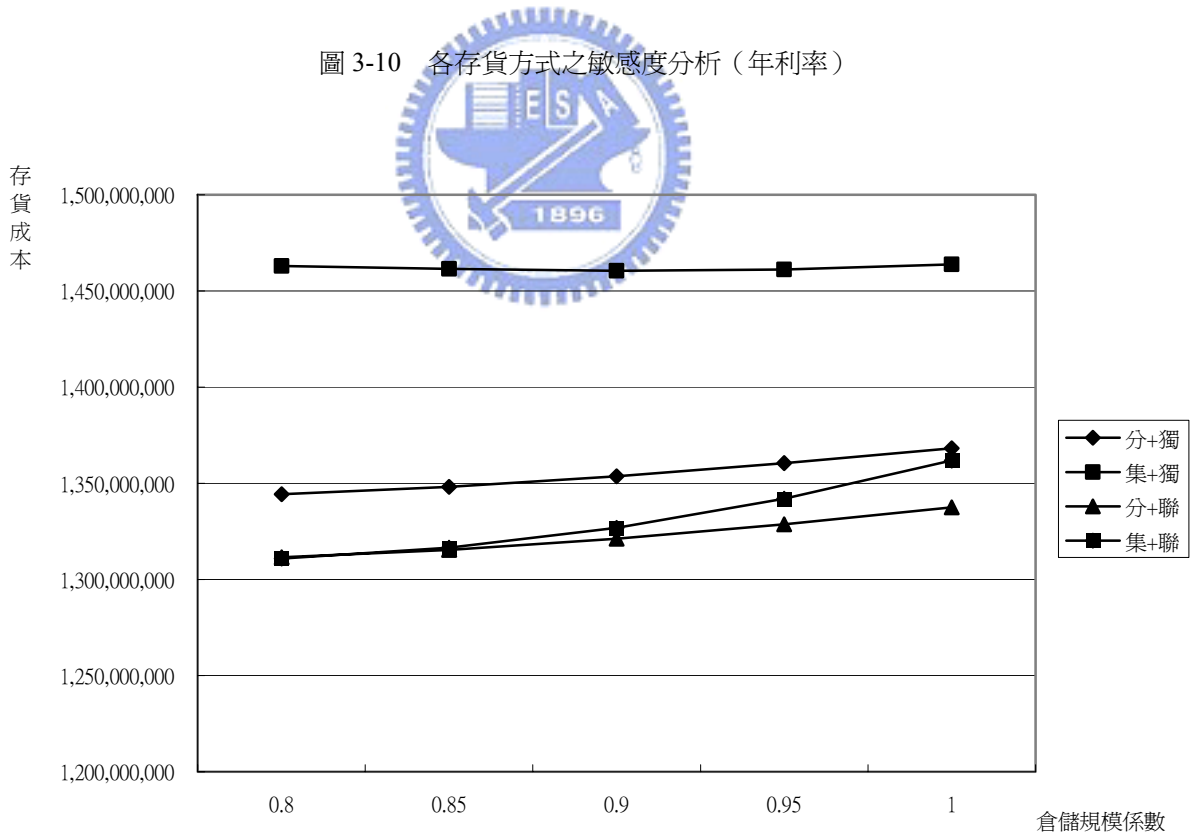


圖 3-11 各存貨方式之敏感度分析 (倉儲規模係數)

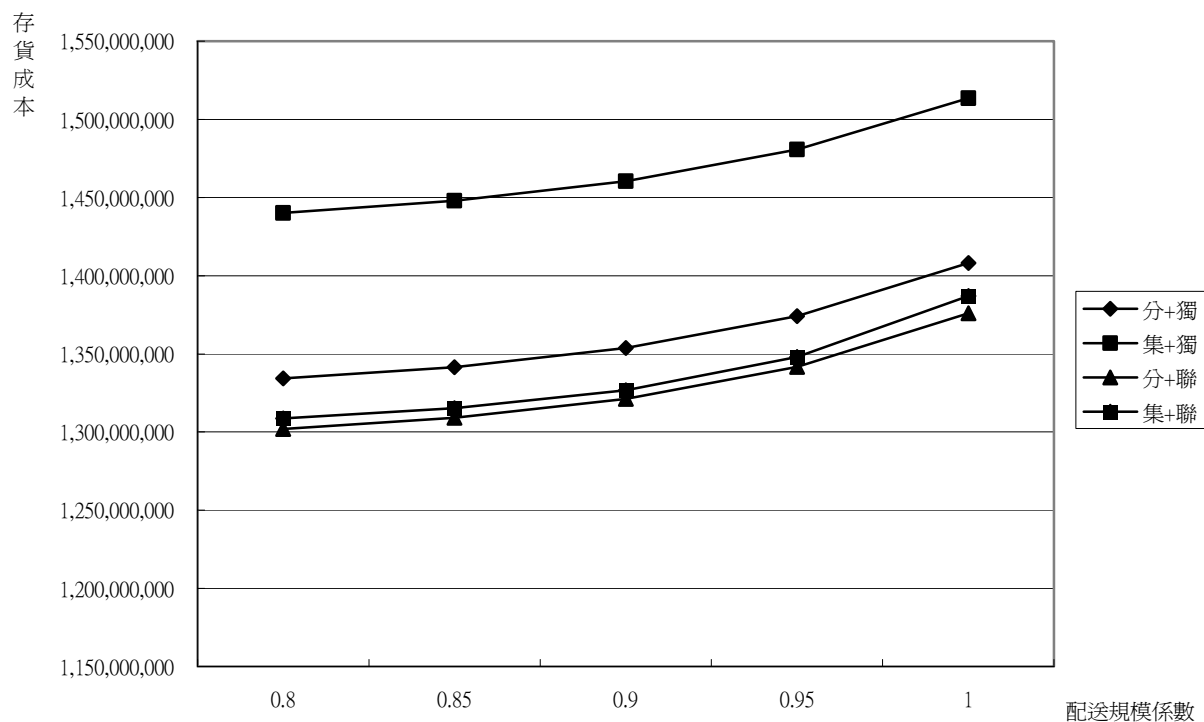


圖 3-12 各存貨方式之敏感度分析 (配送規模係數)

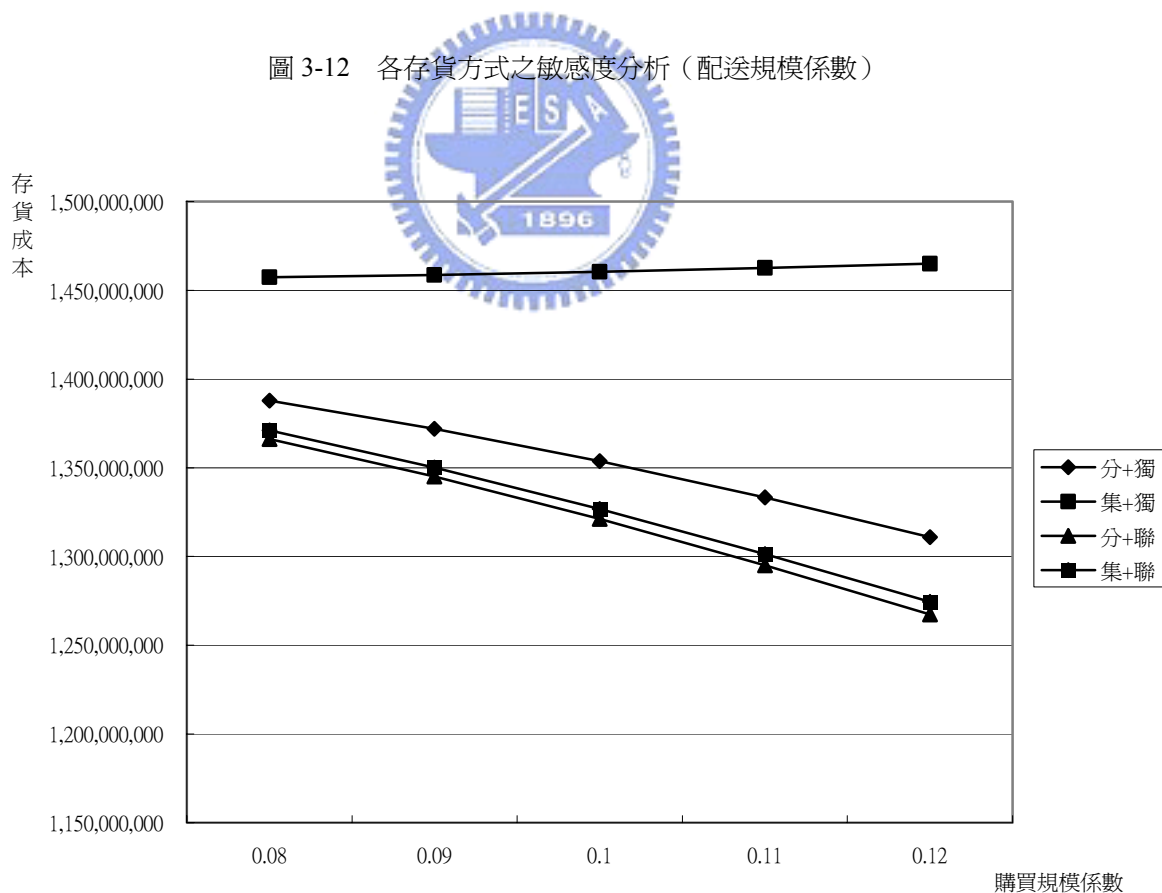


圖 3-13 各存貨方式之敏感度分析 (購買規模係數)

由上述各圖所示，對於存貨模式中各項參數對不同存貨方式的影響程度，做出以下討論：

1. 就不同參數對於存貨成本的影響方式及關聯性而言，雖然不同存貨方式有著影響規模上的大小，但總的來說，與表 3.38 的方式大致相同。
2. 從存貨方式來看，聯合訂購的存貨方式較獨立訂購便宜，集中與分散倉儲下之存貨成本也相當接近，換言之，存貨方式的決定與影響較鉅之參數著絕對的關係。
3. 對於存貨成本的影響而言，各項單位成本的影響相當小，原因出自於存貨模式中包含了物料的購買，即使影響小，但仍然占有一定的金額。
4. 年利率與車容量對於存貨的影響，因為影響層面的相關成本占存貨成本的大部份，故較為顯著，也許對於存貨方式的決定，在此兩參數數據變化較大時，會有較決定性的影響。
5. 倉儲規模係數對於存貨方式的決策有關鍵性的決定，若倉儲規模係數降至 0.83 左右，採用聯合訂購集中倉儲方式會比採用聯合訂購分散倉儲方式來的有成本節省上的利益。
6. 配送規模係數對於存貨成本的影響方式，於每一種存貨方式中大致相同。
7. 購買規模係數對於存貨方式的決定也有相當程度的影響，但對於獨立訂購集中倉儲的影響似乎不大，原因應與訂購比例低，無法產生購買規模有關。

由以上幾點，不難看出各成本皆受到訂購比例計算的影響；通常若計算出之訂購比例較高，則對於參數的變動較為敏感，成本模式中各參數與各存貨方式之關係，影響的方式及程度大小，可以由表 3-40 來表示：

表 3-40 各參數與各存貨方式影響關係表

參數 \ 存貨方式	獨立訂購		聯合訂購	
	分散倉儲	集中倉儲	分散倉儲	集中倉儲
單位訂購成本	影響較小	影響較小	影響較小	影響較小
單位倉儲成本	影響較小	影響較小	影響較小	影響較小
外部單位配送成本	影響較小	影響較小	影響較小	影響較小
內部單位配送成本	無影響	影響較小	無影響	影響較小
車容量	影響較大	影響較大	影響較大	影響較大
年利率	影響較大	影響較大	影響較大	影響較大
倉儲規模係數	影響較大	影響較小	影響頗大	影響頗大
配送規模係數	影響較大	影響較大	影響較大	影響較大
購買規模係數	影響較大	影響較小	影響頗大	影響頗大

第四章 基因分群模式構建

本章主要分為四節來說明：第一節為分群問題說明，目的在於銜接上一章研擬出之存貨方式，並說明不同物料屬性及各分公司需求分群的原因及步驟。第二節為分群模式的名詞定義與基本假設，並對於模式的內部項目、操作及適用範圍給予清楚說明。第三節為簡例說明，仍以 3.4 節之簡例來說明分群模式的操作，並配合先前之存貨成本模式進行經濟訂購比例的計算。

4.1 分群問題說明

透過第三章提出之成本模式中，瞭解到不同存貨方式對於不同成本項目會享有優勢或劣勢，但因為各存貨方式中，對於同一項目的成本有此消彼漲的情形，舉例而言，集中倉儲的方式對於倉儲成本而言有大量減少的趨勢，分散倉儲的方式則無，且倉儲成本也高出許多。有鑑於此，必須善用前述之各種存貨方式，找出適合該物料之存貨方式，進行物料採購、倉儲及配送，方能達到最佳化控制。因此，本章將要討論下列課題，主要分為三部份：

第一部份即為針對不同物料進行分群工作，於分群之後再進行存貨成本之計算。本研究欲以兩種方式進行物料分群，一為統計學之集群分析〈Cluster Analysis〉，另一為基因演算法〈GAs〉。除了比較兩者的分群演算方式及分群結果，尚可以比較其分群之效果及效率。

第二部份為則延續第一部份之分群結果，分別代入第三章之個別存貨公式，進行成本計算。分群的結果將套入不同的存貨方式並進行比較，以存貨成本最低為前提，進行存貨方式的採用，如此方能達到最佳化存貨控制的目標。

第三部份乃比較不同分群方式，其分群結果與各存貨方式相配合之情況下，是否有其群集之特性。雖然物料種類繁多，但基於某些相似之特性，其適用之存貨方式也許相同。就分群方式可以看出存有某些特性之物料必有其相對適合之存貨方式，但針對不同的分群方式，仍有比較分析之必要。

4.2 分群方式介紹

本小節主要在於介紹統計集群分析的方法與基因演算法的分群方式，並對於這兩種分群的方式做一比較。研究中以較普遍的集群分析來凸顯基因演算法操作上的特點，並且針對結果加以討論。

本小節內容主要分為兩個部份做探討。第一部份介紹統計學之統計學之集群分析〈Cluster Analysis〉方法，第二部份為介紹利用基因演算法的分群方式。

4.2.1 統計集群分析理論

集群分析是一種用來將屬量的觀測點分群或分類的分析方式。在經過集群分析後，

資料會被分為若干群，而在同一群中，針對某些特性而言，每個觀測點會具有一致性；而不同群之間，針對某些特性而言，則會有明顯的不同。集群分析的應用相當廣泛，基本上，利用集群分析可以在大量資料中找出相類似屬性的資料，也可以清楚分辨不同集群之間的差異為何，為一有效的分類方法。

在進行集群分析時通常會按照下列步驟進行：

- (1) 選擇衡量相似性之方式。
- (2) 選擇分群的原則。
- (3) 選擇分群的方法。
- (4) 決定分群的組數。
- (5) 解釋分群的結果。

以下將逐項介紹各步驟的操作內容：

1. 選擇衡量相似性之方式

衡量相似性的方式大致分為三類：距離、關聯係數及相關係數。對於每一個觀測點而言，使用距離來衡量相似性為最普遍的方式，本研究也以距離為主要衡量依據，在此僅介紹距離相似性。

利用距離來衡量相似性意指依據任兩個觀測點或是兩群體間，在座標空間中的距離來判斷哪些觀測點應該歸屬同一類。最常用的方式為歐幾里得距離（Euclidean distance）。兩個點 i 與 j 在 K 維空間中的歐幾里得距離定義為：

$$D_{ij} = \left(\sum_{k=1}^K (X_{ik} - X_{jk})^2 \right)^{0.5} \quad \text{..... (4-1)}$$

式 (4-1) 中， D_{ij} 為 i 與 j 之間的距離， X_{ik} 及 X_{jk} 分別為 i 與 j 在 k 變數上的數值。

2. 選擇分群的原則與方法

在面臨到如何衡量『群與觀測點』或『群與群』之間相似性的問題。舉例而言，對一組觀測點而言，我們先根據分群的變數計算兩兩觀測點的距離，然後將距離近的歸為一類；但在此之後，我們仍需要額外分在同一群之觀測值，與其他未分群的每一觀測點的距離。

通常處理這問題的方法，主要分為層級（hierarchical）與非層級（non-hierarchical）兩種分群原則，以及將兩種原則合併使用的兩階段法。本研究欲採用層級分群原則來進行集群分析，故僅介紹層級原則。所謂層級分群指的是在將觀測點分群時，群數不是從最多逐步減少，就是從最少逐步增加。當然，使用不同的分群原則將會對應到不同的集群方法。

3. 決定分群的組數

採用集群方法分群時，最重要的問題就是決定分群群數。通常電腦軟體如 SPSS 都會產生樹狀圖，呈現分群狀況，如圖 4-1 所示：

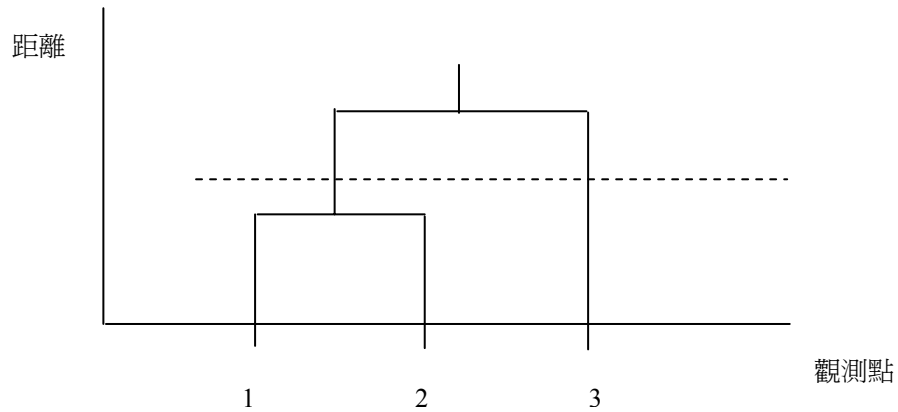


圖 4-1 分群樹狀示意圖

圖 4-1 中，虛線切過的部份，代表這三個觀測點被分為兩組，其中 1 與 2 一組，而 3 自己一組。若距離近，代表組內各觀測點距離近，但觀測點少；距離遠，代表組內各觀測點距離遠，但包含之觀測點多。

4.2.2 基因演算法分群方法理論

由基因演算法發展的分群方法相當多，對於本研究而言，主要是利用逐步分群方法，此模式為一次針對一集合進行最佳化之二元分組，直到所有的集合都無法再進行二元分組則停止分組，並已提高目標值為前提。在運作上，先將所有觀測點當做同一組，然後依目標值最大，進行二元分組。每進行一個階段之後，在對每一組再進行二元分組，同樣以目標值最大為目標，待無法再進一步進行二元分組以改善目標值時，亦即已探測到底 (fathomed)，就完成分組工作。運作流程可以圖 4-2 表示。

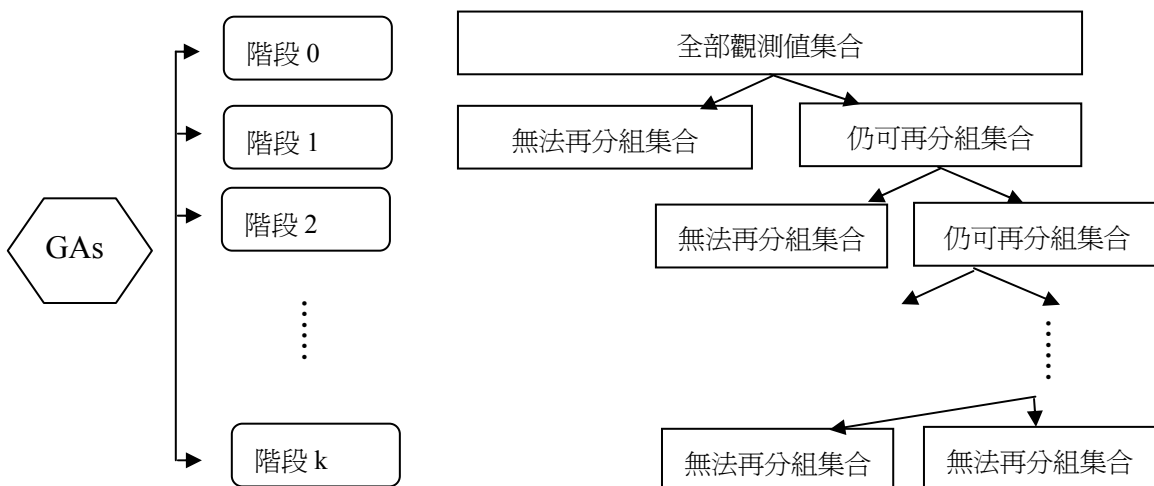


圖 4-2 逐步分群示意圖

4.3 簡例分析

本小節將進行簡例分析，主要目的在於透過一簡例表達出本研究最佳化存貨模式之概念。進行方式是先將簡例中各物料分群之後，再進行選取存貨模式的步驟，計算存貨成本並做相關比較分析。主要分為三部份：第一部份為分群方式的研擬，分群數目的不同將會直接影響到之後存貨模式的應用。第二部份為各分群數目下，其該採用的存貨方式為何，同時決定最後該採取之存貨策略，並計算出存貨成本。第三部份為找出各群為何採用該存貨方式的原因，也結論出物料的特性與其配合的存貨方式之間的關係。

4.3.1 分群結果

同樣以 3.4 節為例，並先進行物料分群。本研究將物料分為四至七群，分成不同群數採取的策略也許不同，故本小節以統計集群分析之階層法進行物料分群。分群的依據為物料之需求、體積與價格。表 4-1 為針對簡例並以物料為主，以統計分群方式及遺傳演算分群方式計算出來之物料分群結果：

表 4-1 簡例物料分群結果表

分群數 群組	分四群 (編號)	分五群 (編號)	分六群 (編號)	分七群 (編號)	遺傳演算分群 (編號)
第一群	1, 3, 5	1, 3	1, 3	1	1, 3, 9, 10
第二群	2, 4, 6, 8, 10	2, 4, 6, 8, 10	2, 4, 6	2, 4, 6	2
第三群	7	5	5	3	4, 6
第四群	9	7	7	5	5
第五群	--	9	8, 10	7	7
第六群	--	--	9	8, 10	8
第七群	--	--	--	9	--

4.3.2 分群結果成本計算

本小節就表 4-1 之分群內容，分別進行存貨成本分析。主要分為兩種方式，一為統計分群分析，一為基因演算法之逐步分群。每一種分群組數的分群結果不盡相同，連帶影響之後決定之存貨方式及存貨成本。以下就各種分群組數進行分群存貨成本計算，並以不同成本項目分別探討。

一、統計分群分析

由於統計分群方式必須要先給予分群數，才能開始進行分群工作，換言之，必須要进行多次分群，才能清楚瞭解何種組數下的分群方式為最佳的方式，研究中發現到利用基因演算法的方式，將簡例的物料分為六群。有鑑於此，再加上分群組數不宜太多的情況下，本研究利用統計分群方式將物料分為四至七群，並相互比較，故表 4-1 中可以發

現到統計分群有四種方式。目的在於瞭解到統計分群的特性及找出最佳的分群組數及個別群組下所採用的存貨方式。

表 4-2 至表 4-5 為利用統計分群方式下，各群採取之存貨方式及存貨成本。表 4-6 則對於不同分群方式做物料存貨成本之比較。各表中最後一欄最佳方式的意義在於比較四種不同的存貨方式下，最佳的存貨方式。一代表獨立訂購分散倉儲，二代表獨立訂購集中倉儲，三代表聯合訂購分散倉儲，四代表聯合訂購集中倉儲。

表 4-2 分四群之各群存貨成本

群組	存貨方式	獨立訂購	獨立訂購	聯合訂購	聯合訂購	最佳方式
		分散倉儲	集中倉儲	分散倉儲	集中倉儲	
集群一 (1, 3, 5)		634,148,540	678,635,460	619,195,710	620,155,070	三
集群二 (2, 4, 6, 8, 10)		97,599,832	102,320,690	95,576,120	95,629,288	三
集群三 (7)		38,997,368	42,821,308	37,959,808	37,954,860	四
集群四 (9)		582,956,930	639,274,110	568,413,950	568,335,940	四

表 4-3 分五群之各群存貨成本

群組	存貨方式	獨立訂購	獨立訂購	聯合訂購	聯合訂購	最佳方式
		分散倉儲	集中倉儲	分散倉儲	集中倉儲	
集群一 (1, 3)		628,908,290	673,577,660	614,403,520	614,518,590	三
集群二 (2, 4, 6, 8, 10)		97,599,832	102,320,690	95,576,120	95,629,288	三
集群三 (5)		5,240,276	5,465,906	4,792,200	4,644,891	四
集群四 (7)		38,997,368	42,821,308	37,959,808	37,954,860	四
集群五 (9)		582,956,930	639,274,110	568,413,950	568,335,940	四

表 4-4 分六群之各群存貨成本

群組	存貨方式	獨立訂購	獨立訂購	聯合訂購	聯合訂購	最佳方式
		分散倉儲	集中倉儲	分散倉儲	集中倉儲	
集群一 (1, 3)		628,908,290	673,577,660	614,403,520	614,518,590	三
集群二 (2, 4, 6)		94,922,576	99,390,248	93,052,192	93,108,504	三
集群三 (5)		5,240,276	5,465,906	4,792,200	4,644,891	四
集群四 (7)		38,997,368	42,821,308	37,959,808	37,954,860	四
集群五 (8, 10)		2,677,255	2,848,700	2,523,926	2,526,114	三
集群六 (9)		582,956,930	639,274,110	568,413,950	568,335,940	四

表 4-5 分七群之各群存貨成本

群組	存貨方式	獨立訂購 分散倉儲	獨立訂購 集中倉儲	聯合訂購 分散倉儲	聯合訂購 集中倉儲	最佳 方式
	集群一 (1)		405,177,150	432,145,660	395,965,760	395,106,020	四
集群二 (2, 4, 6)		94,922,576	99,390,248	93,052,192	93,108,504	三
集群三 (3)		223,731,140	243,353,280	218,437,730	218,432,000	四
集群四 (5)		5,240,276	5,465,906	4,792,200	4,644,891	四
集群五 (7)		38,997,368	42,821,308	37,959,808	37,954,860	四
集群六 (8, 10)		2,677,255	2,848,700	2,523,926	2,526,114	三
集群七 (9)		582,956,930	639,274,110	568,413,950	568,335,940	四

表 4-6 不同分群方式之存貨成本比較 (統計分群)

分群方式	比較項目	存貨成本
分四群		1,321,062,630
分五群		1,320,915,331
分六群		1,320,915,329
分七群		1,320,049,829

從上述各表中可以發現到不同分群方式對於存貨方式及成本的影響也不盡相同。主要發現如下：

1. 單獨處理的物料（即一群內僅包含一種），其存貨方式較傾向於採用聯合訂購集中倉儲的方式，而共同處理的物料（即一群內包含數種），其存貨方式較傾向於採用聯合訂購分散倉儲的方式。主要原因在於不同物料之間，因為需求量大小的不同，會手彼此之間的影响，訂購比例必須要統一的情況下，易增加存貨成本。
2. 單就物料單位價格來看，單位價格較高的物料，較適用聯合訂購集中倉儲方式進行存貨管理。
3. 單就物料體積來看，體積較小的物料，較適用聯合訂購分散倉儲方式進行存貨管理；體積較大的物料則較適合聯合訂購集中倉儲的方式。
4. 單就需求量來看，需求量較低的物料，較適用分散倉儲方式；反之，需求量較高的物料，則適用集中倉儲的方式管理。
5. 聯合訂購仍然占有一定的優勢，主要原因在於採用聯合訂購的方式下，易產生購買上的規模經濟，較易享受價格上的折扣，此點與實務上情形相似。
6. 利用統計分群的方式，在簡例中最佳的存貨策略為先分成七群，然後就各群採用個別適當之存貨方式。
7. 由於各分公司需求量的變異不大，故對於最佳存貨策略之研擬仍有討論空間。

二、基因演算法逐步分群

運用基因演算法逐步分群方式進行物料分群，除了可以直接以找尋最佳目標值為尋優條件，並且可同時進行物料分群的工作。本研究主要是以逐步分群的方式進行物料分群，主要演算過程以圖 4-3 表示：

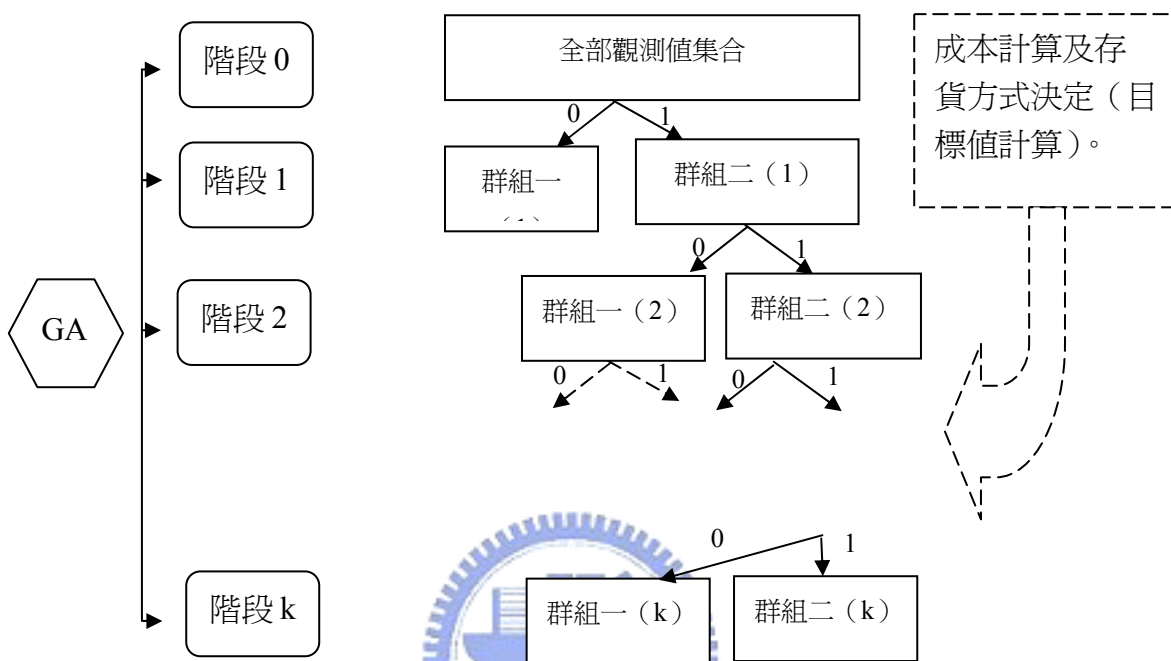


圖 4-3 本研究逐步分群流程圖

本研究是以二元編碼為主要編碼方式，其編碼數字為 0 或 1，並以一個數字代表一個基因，有眾多數字組成染色體並進行世代交配演算。每一階段先就其單一集合進行分組，其依據即為將編碼數字將 0、1 分組，做為下一階段的待分群集合，如此反覆演算過程，直到無法再進行分組（即物料已經找到適當的集合及存貨方式）為止；與先前方式不同的地方，在於每一次分組後，對於新的群組仍要持續分群，如此才能夠對於各物料進行完全分群。而決定最佳染色體的依據即為將染色體代入各方式下之成本公式中，進而決定該集群適合之存貨方式及存貨成本，換句話說，計算出來之存貨成本即為演算法中的目標值。表 4-7 為採用逐步分群方法下，各集群採取各存貨方式之各項成本及存貨成本，表 4-8 為對於各分群方式而言，討論其存貨成本的差異。與之前相同，存貨方式一欄中，一代表獨立訂購分散倉儲，二代表獨立訂購集中倉儲，三代表聯合訂購分散倉儲，四代表聯合訂購集中倉儲。

表 4-7 逐步分群之存貨成本

群組 \ 項目	存貨方式	存貨成本
集群一 (1, 3, 9, 10)	三	1,182,906,809
集群二 (2)	三	16,083,522
集群三 (4, 6)	三	76,782,037
集群四 (5)	四	4,447,264
集群五 (7)	四	37,901,576
集群六 (8)	四	1,137,308
整體	(三, 三, 三, 四, 四, 四)	1,319,258,517

表 4-8 各種分群方式之存貨成本比較

分群方式	存貨成本
不分群	1,321,145,583
分七群 (統計分群)	1,320,049,829
逐步分群 (基因演算法)	1,319,258,517

針對以上的計算過程與結果，研究中發現到下列幾點：

1. 由於存貨成本模式中在設計本身，於訂購成本與購買成本方面，聯合訂購較獨立訂購擁有較強烈的優勢，故不論是採用何種倉儲，各群組都採用聯合訂購的方式進行訂購。
2. 物料屬性對於逐步分群與統計分群的影響方式及程度大致相同，但逐步分群會因為以計算目標值最佳化的關係，會將物料各種屬性以數學的方式結合，故同種物料於兩種分群方式間結果不同。
3. 不管採取哪一種存貨方式，其內部各項成本與第三章簡例驗證有相同的性質，換句話說，即是存貨方式影響各項成本的程度及性質皆相同，不會因進行分群工作而有所不同。
4. 就逐步分群方式來看，其分群完後各群組之間採取存貨方式的原理，基本上與統計分群的方式相似，即單獨處理的物料（即一群內僅包含一種），其存貨方式較傾向於採用聯合訂購集中倉儲的方式，而共同處理的物料（即一群內包含數種），其存貨方式較傾向於採用聯合訂購分散倉儲的方式。
5. 以簡例而言，使用逐步分群的方式，其存貨成本最低，但與統計分群中之分四群結果相近，推估應與物料各屬性的數字以及問題規模較小有關。但無論如何，逐步分群的效益仍然不可忽視。
6. 雖然基因演算法較統計群落分析有效，但是對於變數規模較大的問題，也許會有運算時間上的問題，故可以推論出基因演算法分群方式效率較統計群落分析方法為低，但效果較高（存貨成本較低）。

4.3.3 敏感度分析

本小節的主要目的為針對簡例中部份參數，其數值在產生變化時，對於逐步分群結果的影響，為一敏感度分析。本小節進行方式主要為改變各單位成本的數據，找出其在該成本項目及總成本項目的變化情形為何，並進而比較出不同單位成本於變動時對於逐步分群結果的影響程度。調整數據的方式得視該參數於簡例中原本規模而決定，並找出調整數據下之分群結果。數據調整之主要範圍以該參數的性質與規模為調整考量。而表 4-9 為本小節敏感度分析之主要參數及調整範圍。

表 4-9 敏感度分析參數及調整範圍

調整參數（單位）	數值範圍	備註
單位訂購成本（元/次）	9,000 至 11,000	以千為調整單位。
單位倉儲成本（元/公升一年）	9 至 11	以 0.1 為調整單位。
外部單位配送成本（元/車公里）	90 至 110	以十為調整單位。
內部單位配送成本（元/車公里）	45 至 55	以五為調整單位。
年利率（%）	0.04 至 0.06	以 0.01 為調整單位。
車容量（公升）	2700 至 3300	以 300 為調整單位。
倉儲規模係數	0.85 至 0.95	以 0.05 為調整單位。
配送規模係數	0.85 至 0.95	以 0.05 為調整單位。
購買規模係數	0.09 至 0.11	以 0.01 為調整單位。

本節主要分為兩部份，第一部份針對分群結果，分別進行敏感度分析，其探討方式為就每一種參數而言，其數值的變動下，會形成如何的分群策略。；第二部份為綜合比較各分群方式下，不同參數的影響情形，並找出影響分群結果與模式內各係數之間的關係。表 4-10 至表 4-18 為各參數調整下，對於分群影響的結果，並且還進行參數調整下的成本差異，不僅可以看出不同的分群結果，還可以看出各參數變動下，分別對於存貨成本的變動及影響程度。與之前相同，在不同數字調整欄位中，內部括弧內的文字，代表不同的存貨方式，其中，一代表獨立訂購分散倉儲，二代表獨立訂購集中倉儲，三代表聯合訂購分散倉儲，四代表聯合訂購集中倉儲。

表 4-10 單位訂購成本之分群敏感度分析

數字調整 群組	9000 (存貨方式)	10000 (存貨方式)	11000 (存貨方式)
第一群	1, 5 (四)	1, 3, 9, 10 (三)	1, 3, 4 (三)
第二群	2 (三)	2 (三)	2, 9 (三)
第三群	3, 6, 9 (四)	4, 6 (三)	5 (四)
第四群	4, 8 (三)	5 (四)	6, 7, 8 (三)
第五群	7 (四)	7 (四)	10 (四)
第六群	10 (四)	8 (四)	--
存貨成本 (\$)	1,319,147,582	1,319,258,517	1,319,261,760
成本變動百分比	-0.0084%	0.0%	0.0002%

由表 4-10 中可以發現到不同的單位訂購成本下，對於分群的方式會有所影響。基本上單獨處理的物料還是較適用於聯合訂購集合倉儲的方式，多物料較適用集中倉儲的方式。單位訂購成本下降，對於較多物料採取集中倉儲是較有幫助的。而就存貨成本來看，單位訂購成本的變動對於存貨成本的影響不甚大，就整體而言，在單位成本變動上下百分之十之間，大概只有幾萬元的差距。

表 4-11 單位倉儲成本之分群敏感度分析

數字調整 群組	9 (存貨方式)	10 (存貨方式)	11 (存貨方式)
第一群	1, 3, 4, 5, 6, 7 (三)	1, 3, 9, 10 (三)	1, 8, 9 (三)
第二群	2, 8 (四)	2 (三)	2 (三)
第三群	9, 10 (四)	4, 6 (三)	3 (四)
第四群	--	5 (四)	4, 6 (三)
第五群	--	7 (四)	5 (四)
第六群	--	8 (四)	7 (四)
存貨成本 (\$)	1,318,457,996	1,319,258,517	1,319,944,762
成本變動百分比	-0.0607%	0.0000%	0.0520%

由表 4-11 中可以發現到不同的單位倉儲成本下，對於分群的方式會有所影響。基本上單獨處理的物料還是較適用於聯合訂購集合倉儲的方式，但是單位倉儲成本的下降，對於較多物料同時採取集中倉儲是較有幫助的。而就存貨成本來看，單位倉儲成本的變動對於存貨成本的影響較單位訂購成本為大，但整體來說仍算微小，在單位成本變動上下百分之十之間，大概有幾十萬元的差距。

表 4-12 外部單位配送成本之分群敏感度分析

數字調整 群組	90 (存貨方式)	100 (存貨方式)	110 (存貨方式)
第一群	1, 3, 8, 9, 10 (三)	1, 3, 9, 10 (三)	1, 8, 10 (四)
第二群	2 (三)	2 (三)	2 (四)
第三群	4, 5, 6 (三)	4, 6 (三)	3, 5, 7 (三)
第四群	7 (三)	5 (四)	4, 9 (四)
第五群	--	7 (四)	6 (四)
第六群	--	8 (四)	--
存貨成本 (\$)	1,317,733,991	1,319,258,517	1,322,428,850
成本變動百分比	-0.1156%	0.0000%	0.2403%

由表 4-12 中可以發現到不同的外部單位配送成本下，對於分群的方式也會有所影響。外部單位配送成本的下降，反而對於分散倉儲是較有幫助的，反之，則對於集中倉儲較為有利。而就存貨成本來看，外部單位配送成本的變動對於存貨成本的影響較大，整體來說，在單位成本變動上下百分之十之間，大概有兩、三百萬元的差距。

表 4-13 內部單位配送成本之分群敏感度分析

數字調整 群組	45 (存貨方式)	50 (存貨方式)	55 (存貨方式)
第一群	1, 3, 9, 10 (三)	1, 3, 9, 10 (三)	1, 3, 9, 10 (三)
第二群	2 (四)	2 (三)	2 (三)
第三群	4, 6 (三)	4, 6 (三)	4, 6 (三)
第四群	5 (四)	5 (四)	5 (四)
第五群	7 (四)	7 (四)	7 (四)
第六群	8 (四)	8 (四)	8 (三)
存貨成本 (\$)	1,319,199,497	1,319,258,517	1,319,316,314
成本變動百分比	-0.0045%	0.0000%	0.0044%

由表 4-13 中可以發現到不同的內部單位配送成本下，對於分群的方式也會有所影響。內部單位配送成本的下降，對於集中倉儲是較有幫助的。而就存貨成本來看，內部單位配送成本的變動對於存貨成本的影響十分微小，僅比單位訂購成本大，而就整體來說，在單位成本變動上下百分之十之間，大概也只有幾萬元的差距。

表 4-14 車容量之分群敏感度分析

數字調整 群組	2700 (存貨方式)	3000 (存貨方式)	3300 (存貨方式)
第一群	1, 7 (三)	1, 3, 9, 10 (三)	1, 9 (三)
第二群	2, 5, 10 (三)	2 (三)	2, 3, 5 (三)
第三群	3 (三)	4, 6 (三)	4, 8 (三)
第四群	4, 9 (三)	5 (四)	6 (四)
第五群	6, 8 (三)	7 (四)	7 (四)
第六群	--	8 (四)	10 (四)
存貨成本 (\$)	1,322,672,788	1,319,258,517	1,318,259,106
成本變動百分比	0.2588%	0.0000%	-0.0758%

由表 4-14 中可以發現到不同的車容量下，對於分群的方式也會有所影響。車容量的下降，會增加物料配送次數，對於分散倉儲是較有幫助的；反之，則對集中倉儲較有幫助。而就存貨成本來看，車容量的變動對於存貨成本的影響較大，影響程度與外部單位配送成本相當，而就整體來說，在車容量變動上下百分之十之間，大概有一、兩百萬元的差距。

表 4-15 年利率之分群敏感度分析

數字調整 群組	0.04 (存貨方式)	0.05 (存貨方式)	0.06 (存貨方式)
第一群	1 (四)	1, 3, 9, 10 (三)	1, 8 (三)
第二群	2, 3 (三)	2 (三)	2 (三)
第三群	4 (四)	4, 6 (三)	3, 5, 10 (三)
第四群	5, 8 (四)	5 (四)	4 (四)
第五群	6 (四)	7 (四)	6 (四)
第六群	7, 9 (四)	8 (四)	7, 9 (四)
第七群	10 (四)	--	--
存貨成本 (\$)	1,309,618,863	1,319,258,517	1,329,180,093
成本變動百分比	-0.7307%	0.0000%	0.7521%

由表 4-15 中可以發現到不同的年利率下，對於分群的方式也會有所影響。年利率的下降，因為會降低物料購買成本，對於集中倉儲是較有幫助的。而就存貨成本來看，年利率的變動對於存貨成本的影響頗大，影響程度較之前任一參數皆高出許多，而就整體來說，在年利率變動大約上下百分之十之間，大概有一、兩千萬元的差距。

表 4-16 倉儲規模係數之分群敏感度分析

數字調整 群組	0.85 (存貨方式)	0.9 (存貨方式)	0.95 (存貨方式)
第一群	1 (四)	1, 3, 9, 10 (三)	1 (四)
第二群	2, 9 (四)	2 (三)	2, 8, 10 (三)
第三群	3, 6 (四)	4, 6 (三)	3 (三)
第四群	4, 7 (四)	5 (四)	4 (三)
第五群	5 (四)	7 (四)	5, 9 (三)
第六群	8 (四)	8 (四)	6 (四)
第七群	10 (四)	--	7 (三)
存貨成本 (\$)	1,314,418,197	1,319,258,517	1,327,135,098
成本變動百分比	-0.3669%	0.0000%	0.5970%

由表 4-16 中可以發現到不同的倉儲規模係數下，對於分群的方式也會有所影響。倉儲規模係數的下降，會降低物料倉儲成本，對於集中倉儲是較有幫助的。而就存貨成本來看，倉儲規模係數的變動對於存貨成本的影響頗大，影響程度僅較年利率為低，而就整體來說，在倉儲規模係數變動大約上下百分之十之間，大概有五百萬至八百萬元的差距。

表 4-17 配送規模係數之分群敏感度分析

數字調整 群組	0.85 (存貨方式)	0.9 (存貨方式)	0.95 (存貨方式)
第一群	1 (三)	1, 3, 9, 10 (三)	1, 10 (四)
第二群	2 (三)	2 (三)	2, 5 (四)
第三群	3 (四)	4, 6 (三)	3 (三)
第四群	4, 9, 10 (三)	5 (四)	4, 6 (三)
第五群	5 (四)	7 (四)	7 (三)
第六群	6, 7 (三)	8 (四)	8 (三)
第七群	8 (三)	--	9 (三)
存貨成本 (\$)	1,308,515,875	1,319,258,517	1,340,783,059
成本變動百分比	-0.8143%	0.0000%	1.6316%

由表 4-17 中可以發現到不同的配送規模係數下，對於分群的方式也會有所影響。配送規模係數的下降，會降低物料配送成本，對於分散倉儲是較有幫助的；反之，對集中倉儲較為有利，然而配送規模係數上升也有可能對於內部配送而言產生負擔，所以單一處理物料下也有可能採取分散倉儲。而就存貨成本來看，配送規模係數的變動對於

存貨成本的影響頗大，影響程度較先前任一參數為大。而就整體來說，在配送規模係數變動大約上下百分之十之間，大概有一千多萬至兩千多萬元的差距。

表 4-18 購買規模係數之分群敏感度分析

數字調整 群組	0.09 (存貨方式)	0.10 (存貨方式)	0.11 (存貨方式)
第一群	1 (四)	1, 3, 9, 10 (三)	1, 7, 8, 10 (四)
第二群	2, 10 (三)	2 (三)	2, 5 (三)
第三群	3, 6 (三)	4, 6 (三)	3 (四)
第四群	4, 5 (三)	5 (四)	4 (四)
第五群	7 (四)	7 (四)	6 (四)
第六群	8 (四)	8 (四)	9 (四)
第七群	9 (三)	--	--
存貨成本 (\$)	1,343,380,421	1,319,258,517	1,294,231,782
成本變動百分比	1.8284%	0.0000%	-1.8970%

由表 4-18 中可以發現到不同的購買規模係數下，對於分群的方式也會有所影響。購買規模係數的下降，會減緩購買規模經濟效果，增加購買成本，對於分散倉儲是較為有利。而就存貨成本來看，購買規模係數的變動對於存貨成本的影響頗大，影響程度為模式內各參數中最大的。而就整體來說，在購買規模係數變動大約上下百分之十之間，大概有兩千多萬至三千多萬元的差距。

由上面計算成果，主要發現如下：

1. 就各參數而言，參數的變動實際上對於存貨成本的影響不大，並且各參數變化的趨勢大致上與 3.4 節之計算結果相同。但就分群結果來看，數據的變動仍然會造成分群的結果不同，但無法從物料屬性中找到導致分群結果的原因。雖然無法完全歸類物料性質，但就基因演算法的特質來看，此種分類方式也確實以各物料之最低存貨成本為分群依據，進行分群工作。
2. 由於成本模式的設計，所以聯合訂購仍占有相當之優勢，幾乎所有分群結果都會選擇聯合訂購的存貨方式，且計算過程中可以發現到，在某些群組中，第四種存貨方式在成本表現上與第三種存貨方式相當接近，也許物料需求量差異較大時，則採取集中倉儲會較為適合。
3. 就存貨成本而言，其受不同參數的影響大小亦不同。整體來說，其受各種單位成本的影響著實不大，但受到車容量、年利率等其他參數時，影響就非常龐大。並且，而就物料屬性而言，若數據調整到一定程度時，需求量較高的物料較容易改變存貨方式，其次是物料單位體積，最後才是單位價格。
4. 與 3.4 節不同的是，在部分參數調整之下，某些含有較多物料的群組也開始適用於聯合訂購集中倉儲的存貨方式。但可能是物料種類仍不夠多，較無法推斷具備何種屬

性的物料可能歸為一群並進行聯合訂購集中倉儲之存貨方式。

5. 不同參數調整下之分群結果所形成之存貨成本，與未分群的存貨成本相比，數據上都顯示分群的成本較低，又再一次證明先進行物料分群工作再進行存貨方式研擬對於存貨控管而言是相當有幫助的。



第五章 模式驗證及應用

本章主要目的在於透過一較大且較為符合實際情形的例子，以進行模式的驗證及應用，除了以證明模式對於問題規模的應用能力，還要在進一步比較不同分群方式下，本研究發展之存貨模式的優勢。本章主要分為三部份，第一部份為資料收集，其待求解的變數規模遠大於第三、四章的簡例，在成本計算及分群處理上將要花更多的時間；第二部份為成本計算，分別計算三種分群方式下之存貨成本；第三部份為結果比較，除了將各分群方式計算出來之存貨成本相互比較，以擬定出最佳的存貨策略之外，再回過頭檢視不同的物料屬性是否與特定存貨方式有關聯性，同時也看出三種分群方式對於物料各屬性的處理方式為何，並對於研擬存貨策略做出結論。

5.1 資料收集

本小節主要介紹即將要分析的資料及背景。欲分析對象之相關資料及背景如下：

一、背景資料

- (一) 物料數：50 種。
- (二) 分公司數：4 家。
- (三) 倉儲中心：以 A 分公司為倉儲中心，不另設。
- (四) 成本模式採 3.3 節之存貨方式。
- (五) 分群方式分為不分群，統計分群及逐步分群三種。

二、物料屬性（體積、年需求量、價格）資料

以下就由表 5-1 至表 5-3 分別介紹物料的各项屬性：

表 5-1 物料體積表（公升）

物料編號	體積	物料編號	體積	物料編號	體積	物料編號	體積	物料編號	體積
1	250.00	11	113.50	21	142.00	31	3.20	41	94.50
2	150.00	12	218.00	22	8.00	32	98.00	42	42.00
3	2.00	13	288.50	23	6.20	33	120.00	43	58.00
4	3.20	14	26.50	24	78.00	34	31.30	44	86.20
5	98.00	15	12.50	25	105.00	35	51.50	45	78.00
6	120.00	16	24.00	26	41.20	36	72.50	46	228.80
7	1.20	17	186.00	27	21.50	37	112.00	47	138.00
8	1.50	18	201.50	28	12.00	38	7.80	48	2.40
9	12.00	19	335.00	29	32.80	39	113.50	49	23.20
10	2.80	20	94.50	30	126.50	40	218.00	50	93.30

表 5-2 物料年需求量

分公司 物料編號	A	B	C	D	分公司 物料編號	A	B	C	D
1	20,000	16,000	19,500	22,500	26	190	140	170	220
2	600	250	340	800	27	40,000	35,000	37,300	39,500
3	17,800	13,600	15,500	19,800	28	600	400	800	900
4	2,000	1,500	1,800	2,600	29	35,500	25,500	30,500	36,000
5	12,000	8,000	9,300	16,500	30	2,500	3,000	5,800	6,600
6	280	340	230	420	31	3,800	1,050	2,900	2,390
7	42,000	36,000	39,500	45,500	32	880	650	1,440	300
8	3,600	2,400	2,800	3,900	33	17,700	3,500	8,500	6,900
9	32,500	28,500	30,000	36,500	34	6,100	13,500	3,800	4,600
10	5,500	4,000	4,800	6,700	35	2,000	1,000	7,300	6,500
11	2,000	1,000	1,900	2,500	36	1,390	1,940	3,670	4,220
12	680	550	440	700	37	5,200	8,600	3,500	6,500
13	27,800	3,600	5,500	9,800	38	1,600	300	850	700
14	6,000	3,500	3,800	4,600	39	13,030	18,000	12,800	13,600
15	12,000	7,000	7,300	16,500	40	3,600	4,050	4,800	7,330
16	390	940	670	1,220	41	6,500	3,100	5,200	6,900
17	4,200	3,600	9,500	5,500	42	3,000	1,050	1,980	1,500
18	1,600	1,400	1,800	900	43	650	450	540	300
19	13,500	18,500	10,000	16,500	44	7,800	3,600	5,500	9,800
20	3,500	4,200	4,800	6,500	45	8,200	8,500	9,800	4,600
21	18,500	14,500	16,300	21,000	46	1,200	7,000	7,300	6,500
22	990	1,250	740	850	47	90	3,940	670	2,220
23	18,500	12,600	11,000	21,000	48	4,000	2,600	7,500	8,500
24	2,300	1,400	2,500	1,200	49	700	1,400	2,800	1,900
25	11,000	7,500	6,800	12,000	50	12,500	15,500	13,000	6,500

表 5-3 物料價格表（\$）

物料編號	價格	物料編號	價格	物料編號	價格	物料編號	價格	物料編號	價格
1	5000	11	5000	21	7800	31	8000	41	3500
2	8000	12	6600	22	3800	32	3550	42	12600
3	3500	13	3500	23	12000	33	8500	43	10300
4	10000	14	12000	24	440	34	240	44	720
5	40	15	14000	25	720	35	1120	45	2850
6	120	16	120	26	5200	36	14300	46	3500
7	250	17	250	27	3600	37	120	47	10800
8	90	18	5090	28	4500	38	2530	48	340
9	4800	19	480	29	12500	39	5090	49	7120
10	60	20	160	30	13700	40	460	50	2250

此處資料的產生是透過變數產生器產生出來的。變數產生器提供由 0 到 1 之間各式各樣的數值，其最多到小數第三位，再加上該屬性數值範圍的給定，很容易產生出相關資料。由於變數產生器的數值給定相當隨機，故其單一資料彼此之間並無關聯性。資料範圍的限定根據不同屬性其表達如下：

1. 體積部份為 0 到 350，並四捨五入取到小數點第一位。
2. 年需求量部份為 0 到 80000，並四捨五入取到十位數。
3. 價格部份為 0 到 15000，並四捨五入取到十位數。

三、其他參數資料

表 5-4 其他參數表

參數（單位）	數值
單位訂購成本（元/次）	10,000
單位倉儲成本（元/公升一年）	10
外部單位配送成本（元/車公里）	100
內部單位配送成本（元/車公里）	50
運具容量（公升）	3,000
年利率（%）	5
倉儲規模係數	0.9
配送規模係數	0.9
購買規模係數	0.1
g	0.01
交配率	0.9
突變率	0.01

對於成本模式中各項參數，為了單純的顯示不同存貨方式的基本上與 3.4 節之簡例大致相同。

5.2 成本計算

本節主要目的在於計算各分群方式下，整體之存貨成本大小。本節首先將各分群方式之存貨成本，依照 5.1 節之資料及數據，進行成本計算，並就不同分群方式進行整體存貨策略研擬說明，分群方式有三：不予分群，統計分群及逐步分群。以下為各分群方式下存貨成本計算結果：

5.2.1 不予分群

不予分群的存貨策略研擬主要為視各分公司及各物料皆採取相同之策略，故必須將各種存貨方式之成本計算之後，利用窮舉法找出存貨成本最低的存貨方式，即為最佳的存貨策略。以下為此分群方式的存貨成本計算結果：

表 5-5 50 種物料不予分群之各種存貨方式成本比較

存貨方式 比較項目	獨立訂購 分散倉儲	獨立訂購 集中倉儲	聯合訂購 分散倉儲	聯合訂購 集中倉儲
訂購成本	4,949,149	5,475,264	1,464,634	1,184,844
倉儲成本	26,864,272	30,029,668	24,970,818	29,891,206
配送成本	68,119,096	69,873,406	67,833,696	60,818,892
購買成本	5,809,251,800	6,264,620,000	5,679,327,200	5,687,869,400
存貨成本	5,909,184,500	6,369,998,300	5,773,596,200	5,779,764,200
排名	3	4	1	2

由表 5-5 中可以發現，依據之前的參數數值及資料，可以發現到若採取不予分群，統一採取單一存貨方式下，聯合訂購分散倉儲是存貨成本最低的存貨方式，但要注意的是，聯合訂購集中倉儲的方式僅與聯合訂購分散倉儲相差數百萬元。以上計算結果，主要的原因在於聯合訂購可以提高訂購比例，降低訂購成本，並且聯合訂購可以獲得較大的購買規模，可用較便宜的價格購買物料。

5.2.2 統計分群

統計分群的存貨策略主要內涵為在計算存貨成本之前，先將物料進行分群，其依據乃按照物料的屬性（如體積、價格等）來分群。而重點在於分群的群數及各群內部的物料組成特性，採取適當的存貨方式。而各群存貨方式的集合，即可成為此種分群方式的最佳存貨策略。表 5-6 為利用兩種分群方式的分群結果。

表 5-6 兩種分群方式之分群結果

分群結果	統計分群	逐步分群
群組一	1	1, 6, 7, 11, 16, 25, 29, 36, 45
群組二	2, 11, 12, 31	2, 12, 14, 15, 17, 22, 26, 31, 37, 42, 47
群組三	3, 13, 19, 23, 33	3, 10, 13, 19, 24, 32, 40, 43, 48, 49, 50
群組四	4, 14, 24, 26, 43	4, 5, 9, 21, 23, 27, 28, 30, 41, 46
群組五	5, 15, 21, 25, 45	8, 33
群組六	6, 16, 32, 36	18, 35
群組七	7, 9, 27, 29	20
群組八	8, 10, 17, 18, 20, 28, 30, 35, 37, 38, 40, 42, 44, 46, 47, 49	34, 39, 44
群組九	22, 34, 39, 41, 48, 50	38

表 5-6 中主要的分群組數是以基因演算法逐步分群的方式所分出來的組數為依據，目的是在於以相同的組數，來比較兩種方式分群結果的不同，以及其採用存貨方式與最後存貨成本的差異。

表 5-7 50 種物料統計分群結果（存貨方式及存貨成本）

分群結果	物料（方式）	存貨成本
群組一	1（四）	395,106,020
群組二	2, 11, 12, 31（四）	122,404,580
群組三	3, 13, 19, 23, 33（三）	1,009,164,900
群組四	4, 14, 24, 26, 43（三）	439,630,880
群組五	5, 15, 21, 25, 45（三）	407,519,870
群組六	6, 16, 32, 36（四）	23,666,228
群組七	7, 9, 27, 29（四）	1,716,356,600
群組八	8, 10, 17, 18, 20, 28, 30, 35, 37, 38, 40, 42, 44, 46, 47, 49（三）	133,165,970
群組九	22, 34, 39, 41, 48, 50（三）	1,525,412,200
總計		5,772,427,248

由表 5-7 可以發現到利用統計分群的方式，其各群所選擇的存貨方式多為聯合訂購分散倉儲或聯合訂購集中倉儲為主，原因與先前簡例分析相同，主要原因在於聯合訂購對於訂購成本及購買成本上有較高的節省利益，並且要避免不同物料在訂購比例上，對於彼此之間的影响。而在統計分群的方式下，總存貨成本為 5,772,427,248 元。

5.2.3 逐步分群

逐步分群的存貨策略研擬同樣為先將物料進行分類，然後進行存貨成本的計算。但與統計分群不同的地方，在於其分群方式運用遺傳演算法，透過目標值的計算與比較，以產生最佳染色體（最佳可行解）。與先依物料屬性分群再行計算成本之統計分群方式不同，以下則為此種分群方式的存貨成本計算結果：

表 5-8 50 種物料逐步分群結果（存貨方式及存貨成本）

分群結果	物料（方式）	存貨成本
群組一	1, 6, 7, 11, 16, 25, 29, 36, 45（四）	672,845,700
群組二	2, 12, 14, 15, 17, 22, 26, 31, 37, 42, 47（三）	449,855,490
群組三	3, 10, 13, 19, 24, 32, 40, 43, 48, 49, 50（三）	1,430,087,300
群組四	4, 5, 9, 21, 23, 27, 28, 30, 41, 46（三）	2,374,861,300
群組五	8, 33（四）	153,861,810
群組六	18, 35（三）	2,775,092
群組七	20（三）	1,609,256
群組八	34, 39, 44（三）	684,605,700
群組九	38（三）	610,544
總計		5,771,112,192

由表 5-8 可以發現到利用逐步分群的方式，其各群所選擇的存貨方式多為聯合訂購分散倉儲或聯合訂購集中倉儲為主。對於各群組在物料上的屬性，大致上可以看出，若群組中僅包含單一物料，則大多採用聯合訂購集中倉儲，若包含較兩種以上的物料，則會採取聯合訂購分散倉儲的方式。而在逐步分群的方式下，總存貨成本為 5,771,112,192 元。

5.3 結果比較

本節主要目的在於比較各分群方式下整體之存貨成本大小。本節首先將各分群方式之存貨成本進行比較，進而擬訂最佳之存貨策略。而找出最佳存貨策略之後，繼而進行物料屬性對於存貨模式影響的探討，並比較三種分群方式的應用方式，且對於本案例做一相關總結。以下為本研究各分群方式下存貨成本比較分析：

表 5-9 模式驗證下各分群方式存貨成本比較

分群方式	存貨成本	排名
不予分群	5,812,204,156	3
統計分群（9 群）	5,772,427,248	2
逐步分群（9 群）	5,771,112,192	1

從表 5-9 中可以看出，對於此案例，也就是 50 種物料而言，最好的分群方式為基因演算法逐步分群的方式。不予分群的方式則為最差，與逐步分群的方式相差 41,091,964 元，差異為 0.71%。而統計分群的方式與不予分群的方式相差 39,776,908 元，差異為 0.68%。而統計分群與基因分群相差 1,315,056 元，差異為 0.02%，並較不予分群接近許多。而針對本次案例，也有一些發現，簡述如後：

1. 從三者結果中發現到，若先將物料分群，再擬訂其存貨方式，會較直接將所有物料統一採取存貨方式為佳。
2. 與 4.3 相同，聯合訂購仍然會較獨立訂購為佳。原因在於聯合訂購會在購買成本上有較為顯著的節省效果。
3. 就被分群的物料中，若單一群組中僅包含單一物料，則最有機會採取聯合訂購集中倉儲的方式，並可以直接降低存貨水準；而若單一群組包括了較多物料，通常會採取聯合訂購分散倉儲的方式，原因可能為在群組內物料之間的彼此影響下，其訂購比例也會互相影響，但無法找到對群組內各物料較合適的訂購比例，倘若物料之間各屬性皆相似，那集中倉儲就能發揮其功效。
4. 就統計分群而言，採取集中倉儲的群組，其包含的物料中，大多為體積較大的物料，原因在於倉儲成本的計算方式是用物料體積來計算，故在採取集中倉儲時有相當高之優勢。
5. 同樣就統計分群而言，若各分公司之物料需求量較大，且彼此之間差異不大時，大多也較適合採取集中倉儲的方式，原因在於若彼此需求量差異不大，則可以用較為接近的訂購比例來進行訂購，故採取集中倉儲的方式較為有利，再加上集中倉儲對於倉儲成本的節省較為顯著，更能顯示出需求量大且穩定的時候，採取集中倉儲的方式會更有優勢。反之，則採取分散倉儲較佳。
6. 就基因分群而言，各群組內的各物料屬性反而較不統一，換言之，即同群組內的各物料在需求量、體積或價格上，較看不出一穩定趨勢。由此可以看出，利用基因演算法逐步分群的方式下，可將不同性質的物料採取相同的存貨方式，可能達到不同性質物料但可互補的情形，但也有可能是同一群組內各物料本身之訂購比例就較為接近所致。
7. 兩種不同的分群方式比較下，逐步分群與統計分群的差異其實不甚大，若增加物料規模，在存貨方式的選擇與存貨成本上應該有更大的差異。
8. 就各種分群方式所花的時間，由於統計分群為一兩階段式作業，其花的時間最久，其次為逐步分群方式；不予分群則可直接進行存貨方式選擇及經濟訂購比例計算，故所花時間最少。

第六章 結論與建議

本研究主要探討同時考量多物料與多分公司下，利用經濟訂購量模式，對於整體物料之存貨控制，給予最適當的存貨策略。並以物料屬性為出發點，藉由分群的方式，找尋該物料最適合的存貨方式，以瞭解物料的屬性與存貨方式之間的關係，也找出在進行存貨控管中，應該要考量的關鍵因素。本章將本研究分析結果所獲得之結論與建議分述如後，希望能給予往後進行相關研究者一些思考方向及研究方式。

6.1 結論

從本研究之研究成果中，可以獲得以下結論：

(一) 存貨理論方面

1. 過去對於經濟訂購量模式的研究，大部份是以計算出訂購量的方式，做為最後決策的依據，換句話說，以往的研究大多僅重視訂購量的大小，較為忽略訂購時間的長短與訂購次數的多寡。本研究在模式建構中，直接以經濟訂購比例 (Economic Order Rate) 的方式取代以往經濟訂購量的表達方式，此種表達方式一方面可以表達出原始經濟訂購量的觀念，同時也可立即提供了最佳補貨點及訂購次數的概念。若能求出訂購比例，則在存貨管理中重要的訂購量，補貨點及訂購次數則可以馬上求解。
2. 過去相關文獻中，對於多物料之存貨方式，大多直接利用同一訂購區間求解，雖然會先進行分群的工作，但分群方式較無考量物料本身之性質，以致於無法找到某種物料相對合適的存貨方式。本研究就物料之價格、體積及需求量三種屬性做為考量因素，做為分群的考量，並且考量的因素是從成本模式中的參數引出，雖然皆以數值的高地做為將物料分類的依據，仍可直接看出物料屬性對於存貨成本的影響程度及趨勢，且價格、體積及需求量三者都是直接影響到存貨成本的重要因素，故如此的考量是相當直接且能立即看出其對分群結果的影響。

(二) 存貨成本方面

3. 不同存貨方式其存貨管理的性質也不相同。本研究針對物料的訂購、倉儲及配送研擬出四種存貨方式，也是根據傳統經濟訂購量模式延伸而出，並且在多物料及多分公司的處理方面以加總的方式處理，對於經濟訂購比例的計算仍然是以採用微分求解。加入規模係數無非是想表現出經濟規模的特性，這對於常運用於需求量規模大的經濟訂購量問題，概念上也較為接近。
4. 在簡例計算中，不難發現到不同存貨方式的特性會影響其存貨成本。本研究為接近實際，在聯合訂購的優勢表現上給予加總訂購的效果，並且在購買成本上也有較高的優勢，如此設計也較符合實際。而不同參數的變動對於經濟訂購比例及存貨成本的影響也有所不同，但單位成本的影響較不及規模係數的影響。
5. 從簡例及驗證中可以看出，不管採用何種存貨方式，在倉儲成本與配送成本上有一定的取捨關係，換言之，若在倉儲（配送）方面花下較多的成本，則在配送（倉儲）方

面則會有所節省。節省的度則依據訂購比例而定，也就是說，要視採取該方式下，物料的屬性為主。

(三) 存貨策略研擬方面

1. 本研究對於最佳存貨策略的定義為：必須要先將物料進行分群之後，再採行合適的存貨模式，方能稱為最佳存貨策略研擬。本研究利用統計分群及逐步分群的方式進行物料分群的工作，兩種分群方式理論及運用上不盡相同，故物料分群的結果與被分群物料採用何種存貨方式，此兩者也有顯然不同的結果。由於分群方式必須要依據物料的屬性，參數上的變異往往會有不同的分群結果。參數的變動可以視為某種成本較為有利，故存貨方式的採行就要重新評估，故分群結果對於某些參數也是相當敏感。
2. 從第五章可以發現到，不同分群方式會對整體存貨管理有不同的結果，且差異頗大，雖然可直接從存貨成本中看出不同分群方式的優劣，但不同方式所花的時間也是注意的焦點之一。本研究發現到逐步分群的方式對於規模較小的問題有較佳的求解結果及效率；而統計分群雖效率不佳，且計算過程繁瑣，但對於較大規模問題的有較佳的計算結果。

6.2 建議

針對本研究相關結果，於此提出相關研究建議，內容如下：

(一) 模式設計方面

1. 由於本研究並無考量到任何外在限制對於存貨的影響，基於存貨管理也是一作業研究的概念，若產生相關限制，則將無法進行微分求解，故強烈建議以作業研究的方式進行存貨管理，但仍可將本研究研擬出之模式考量其中，並且在限制容許範圍內，仍可進行微分計算。
2. 本研究的分群的屬性依據是以成本考量為出發點，對於許多物料固有的基本性質卻無法加以考量。由於最佳存貨策略研擬在於視物料的屬性找尋合適的存貨方式，故對於物料的許多基本性質都必須加以瞭解，方能設計出較佳的存貨方式，並擬出對整體而言最佳的存貨策略。若能把物料在存貨管理中大部份基本性質利用模式的方式表現出來或在分群方式中予以考量，對於接近最佳存貨策略之研擬必能再跨一大步。

(二) 資料與數據處理方面

1. 本研究並無提供一確切實例進行模式驗證，雖用變數產生器進行資料產生，但實務情形則較無法掌握，建議往後相關研究可以原物料為主，進行資料收集之工作。
2. 本研究在單位倉儲成本設定上較為單純，是以存放體積大小來做為計算的標準，但就一般存貨理論中，對於單位倉儲成本的設定，多半會考慮到物料的體積、市場價格、保險、折舊等詳細項目，也由於設定上較為單純，研究中倉儲成本占存貨成本的比例十分小，若能妥善考量到較為主要的影響因素，進而建立良好的參數，對於存貨模式的構建與存貨策略的研擬皆相當有幫助。

3. 規模係數的訂定較為固定，原因在於想降低各規模係數對於在存貨方式選擇上的影響程度，但是就也許規模係數也會隨著倉儲量或配送量的改變而變動，故建議往後相關研究，必須要先就規模係數進行校估的工作。

(三) 分群方式的配合

1. 基因演算法逐步分群方式有處理變數規模上的限制，在變數超過相當數量時，分群模式將無法進行分群及計算出經濟訂購比例，但逐步分群方式的優勢卻不容忽視。建議日後對於逐步分群方式，研擬出更有效率的編碼及運算方式，以解決運算時間過長及處理規模限制等問題。
2. 統計分群的方式雖然較逐步分群方式為差，但對於供應鍊管理而言，統計分群的方式對於物料處理來說較易建立管理上的理論，換言之即較為找出何種物料適用於何種存貨管理方式或系統，故也建議往後相關之存貨研究，可運用統計分群的方式進行較準確或詳細的物料分類，使得供應鍊的功能更能發揮。



參考文獻

(一) 專書部分

1. 張有恆，物流管理，華泰文化事業公司，台北市，民國八十七年。
2. 張有恆，運輸學二版，華泰文化事業公司，台北市，民國八十八年。
3. Mohamad, Y. J. and Maurice, B., The economic manufacture/order quantity (EMQ/EOQ) & the learning curve: Past, present, & future, New York, 1999.

(二) 期刊論文部分

1. Aucamp, D. C., "Nonlinear freight costs in the EOQ problem", European Journal of Operational Research, Vol. 9, pp. 61-63, 1982.
2. Blumenfeld, D. E., Burns, L. D. & Daganzo, C. F., "Synchronizing production & transportation schedules," Transportation Research Part B, Vol. 25B, pp. 23-27, 1991.
3. Blumenfeld, D. E., Burns, L. D., Diltz, J. D. & Daganzo, C. F., "Analyzing trade-offs between transportation, inventory & production costs on freight networks," Transportation Research Part: B, Vol. 19B, pp. 361-380, 1985.
4. Burns, L. D., Hall, R. W., Blumenfeld, D. E. & Daganzo, C. F., "Distribution strategies that minimize transportation & inventory costs," Operational Research, Vol. 33, pp. 469-490, 1985.
5. Chiou, Yu-Chiun and Lan, Lawrence W., "Genetic clustering algorithm," European Journal of Operational Research, Vol. 135, pp. 413-427, 2001.
6. Conway, D. G. and Venkataramanan, M. A., "Genetic search and the dynamic facility layout problem," Computer and Operation Research, Vol. 21, No.8, pp. 955-960, 1994.
7. Fazel, Farzaneh, Fischer, Klaus P. and Gilbert, Erika W., "JIT purchasing vs. EOQ with a price discount: An analytical comparison of inventory costs," International Journal of Production Economics, Vol. 54, pp.101-109, 1998.
8. Grant, Michael R., "EOQ & price break analysis in a JIT environment," Production and Inventory Management, Vol. 34, pp. 64-69, 1993.
9. Güder, faruk and Zydiak, James L., "Non-stationary ordering policies for multi-item inventory system subject to a single resource constraint and quantity discounts," Computer and Operation Research, Vol. 24, No. 1, pp. 61-71, 1997.
10. Güder, faruk and Zydiak, James L., "Ordering policies for multi-item inventory system subject to multiple resource constraints," Computer and Operation Research, Vol. 26, pp. 583-597, 1999.
11. Goyal, S. K., and Gupta, B. R., "Integrated inventory models: the buyer-vendor coordination," European Journal of Operational Research, Vol. 41, pp. 261-269, 1989.
12. HA, D. and KIM, S.L., "Implementation of JIT purchasing: an. integrated approach," Production Planning Control, Vol. 8, No. 2, pp. 152-157, 1997.
13. Hahm, J. and Yano, C. A., "The economic lot & delivery scheduling problem: the single

- item case,” International Journal of Production Economics, Vol. 28, pp. 235-252, 1992.
14. Hall, Randolph W., “On the Integration of Production & Distribution: Economic Order & Production Quantity Implication,” Transportation Research Part: B, Vol. 30, No. 5, pp. 387-403, 1996.
 15. Joshi, K. and Campbell, J. F., “Managing inventories in a JIT environment,” International Journal of Purchasing and Materials. Management, Vol. 27, pp. 32-36, 1991.
 16. Larson, P. D., “An inventory model which assumes the problem away: a note on Pan & Liao,” Production and Inventory Management, Vol. 30, pp. 73-74, 1989.
 17. Mondal, S. and Maiti, M., “Multi-item fuzzy EOQ models using genetic algorithm,” Computers and Industrial Engineering, Vol. 44, pp.105–117, 2002.
 18. Murthy, C. A. and Chowdhury, Nirmalya, “In search of optimal cluster using genetic algorithms,” Pattern Recognition Letters, Vol. 17, pp. 825-832, 1996.
 19. Page, E. and Paul, R. J., ”Multi-product inventory situation with one restriction,” Operational Research Quarterly, Vol. 27, No. 4, i ,pp. 815-834, 1976.
 20. Pan, A. C. and Liao, C. J., “An inventory model under Just-In-Time Purchasing Agreement,” Production and Inventory Management, Vol. 20, pp.71-75, 1989.
 21. Pirkul, Hasan and Aras, Omer A., “Capacitated multiple item ordering problem with quantity discounts,” IIE Transactions, Vol. 17, No. 3, pp. 206-211, 1985.
 22. Prasad, S., “Classification of inventory models and systems,” International Journal of Production Economics, Vol. 34, pp. 209-222, 1994.
 23. Raafat, F., “Survey of literature on continuously deteriorating, inventory models,” Journal of Operational Research Society, Vol. 42, No.1, pp. 27-37, 1991.
 24. Ramasesh, R V., “Recasting the traditional inventory model to implement just-in-time purchasing,” Production and Inventory Management, Vol. 31, pp. 71-75, 1990.
 25. Rao, A. and Scherage, D., “Moving from manufacturing resource planning to just-in-time manufacturing,” Production and Inventory Management, Vol. 18, pp. 44-49, 1988.
 26. Shu, Frank T., “Economic Ordering Frequency for two items jointly replenished,” Management Science, Vol. 17, No. 6, pp. B-406-B-410, 1971.
 27. Silver, Edward A., “Modifying the economic order quantity (EOQ) to handle coordinated replenishment of two or more items,” Production and Inventory Management 3rd Qtr., pp. 26-38, 1975.
 28. Silver, Edward A., “Operations research in inventory management: a review and critique,” Operational Research, Vol. 29, No. 4, pp. 628-645, 1981.
 29. Tersine, Richard J. and Berman, Samir, “Economic inventory/transport lot sizing with quantity and freight rate discounts,” Decision Science, Vol. 22, pp. 1171-1179, 1991.
 30. Tersine, Richard J. and Berman, Samir, “Economic purchasing strategies for temporary price discounts,” European Journal of Operational Research, Vol. 80, pp.328-343, 1995.

31. Tersine, Richard J., Berman, Samir, and Morris, John S, "A composite EOQ model for Situational decomposition," Computers Industry Engineering, Vol. 22, pp. 283-295, 1992.
32. Tersine, Richard J., Berman, Samir, and Toelle, R. A., "Composite lot sizing with quantity & freight discounts," Computers Industry Engineering, Vol. 28, pp. 107-122, 1995.
33. Tseng, Lin Yu and Yang, Shiueng Bien, "A genetic approach to the automatic clustering problem," Pattern Recognition, Vol. 34, pp. 415-424, 2001.
34. Woolsey, G., "A requiem for the EOQ: an editorial," Production and Inventory Management, Vol. 18, No. 3, pp. 68-72, 1988.
35. Yeralan, S. and Lin, C.-S., "Genetic search with dynamic operating disciplines," Computer Operation Research Vol. 21, No.8, pp. 941-954, 1994.
36. Yu, Gang, "Robust economic order quantity models," European Journal of Operational Research, Vol. 100, pp. 482-493, 1997.

(三) 碩士論文部分

1. 谷可道，JIT 採購應用於鋼筋供應鍊之研究，國立台灣科技大學營建工程系，民國九十年。
2. 陳偉台，整合多供應商之三階損耗性商品存貨模式，私立中原大學工業工程學系，民國九十年。



簡 歷

姓名：徐皓庭

籍貫：台灣省高雄縣

生日：民國 69 年 2 月 2 日

學歷：民國 93 年 6 月國立交通大學交通運輸研究所畢業

民國 91 年 6 月國立台北大學地政學系畢業

民國 87 年 6 月台北市立建國高級中學畢業

電子郵件：shyu007@ms27.hinet.net