

國立交通大學  
工業工程與管理學系

博士論文

二階存貨配銷系統轉運之研究

The Study of Lateral Transshipment In A  
Two-Echelon Inventory Distribution System



研究生：黃俊寧

指導教授：李慶恩 博士

唐麗英 博士

中華民國九十三年五月

# 二階存貨配銷系統轉運之研究

## The Study of Lateral Transshipment In A Two-Echelon Inventory Distribution System

研究生：黃俊寧

導教授：李慶恩 博士

唐麗英 博士

Student: Junne-Ning Hwang

Advisor: Dr. Ching-En Lee  
Dr. Lee-Ing Tong



A Dissertation

Submitted to Institute of Industrial Engineering and Management  
College of Management

National Chiao Tung University

in Partial Fulfillment of the Requirements

for the degree of

Doctor of Philosophy

in

Industrial Engineering and Management

May 2004

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國 九十三年五月

# 二階存貨配銷系統轉運之研究

學生：黃俊寧

指導教授：李慶恩 博士

唐麗英 博士

## 摘要

風險共擔觀念應用於配銷系統是供應鏈管理的重要應用。配銷中心在整個供應鏈體系中扮演重要的角色，而風險共擔與轉運觀念則是系統提高顧客服務水準及降低運作成本的有效工具。本論文主要在研究二階存貨配銷系統中單一品項配銷之風險共擔與轉運的問題。

研究首先分析影響轉運的因素及其間的因果關係，而後予以分類並界定研究範圍；其次，本研究提出以「整合採購與比例配送」的觀念來操作二階存貨配銷系統、以應用此觀念建立的配銷系統模式比較不同配銷環境的差異，並證明此觀念的優越性；最後，本論文提出多種轉運法則，並應用本研究證明過的模式來比較、確認出比較理想的轉運法則，以及說明轉運法則的相對優劣性在不同環境下具有一致性。

重要研究結果有：1. 「整合採購與比例配送」的觀念可以用來建構優越的二階存貨配銷系統；2. 配銷系統中，將單期多次的顧客需求簡化為單期單次的顧客需求時，會高估顧客服務水準；3. 當配銷中心扮演協調者的角色時，「整合採購與比例配送」的觀念結合轉運而運作的二階存貨配銷系統，的確能以較低的成本達到更高的服務水準；4. 依據轉運發生當時零售商的能力而設計的轉運法則有最好的表現，其次是依據零售商的預估期末能力所設計的轉運法則，表現較差的轉運法則是依據零售商已經展現出的能力所設計的法則；5. 表現較優的轉運法則，在由不同的零售商個數組成的二階存貨配銷系統下，其優異表現具有一致性。

**關鍵詞：**二階存貨配銷系統，風險共擔，轉運法則，單期多次需求

# The Study of Lateral Transshipment In A Two-Echelon Inventory Distribution System

**Student: Junne-Ning Hwang**

**Advisor: Dr. Ching-En Lee**

**Dr. Lee-Ing Tong**

## Abstract

Risk pooling is an important application in supply chain management. It is an effective means in improving customer service and reducing total system costs. This thesis concentrates on the problems of lateral transshipment and risk pooling in a two-echelon distribution system in which only one item is considered.

We firstly analyze the factors that affect transshipment. Then, we propose a concept called “integrated purchasing and rationalized distributing” to operate a two-echelon distribution system, compare the difference among various distribution systems, and illustrate the excellence of this concept; Finally, we propose nine transshipment rules and evaluate their performances under emergent and complete transshipment environments, and verify whether these transshipment rules perform the same under the condition of a distribution system consisting of different numbers of retailers.

The research result shows that: 1.The concept of “integrated purchasing and rationalized distributing” could be used to construct an excellent two-echelon inventory distribution system; 2.The service level obtained based on the assumption of single demand within one period is higher than that of multiple demands within one period. The performance of transshipment is overestimated if we simplify multiple demands within one period to a single demand within one period; 3.When the distribution center acts as a coordinator in the distribution system, the total quantity be ordered can be reduced, and the system performance can be improved by lateral transshipment at lower cost; 4.The transshipment rules that perform the best are designed by considering the ability of retailers in terms of the time needed to transshipt. These rules are followed by those which are designed by considering the predicted ability of retailers in the end of a certain period. The transshipment rules which are designed according to the past ability of retailers perform the worst; 5.No matter whether the system consist of 5, 10, or 20 retailers, the transshipment rules which are designed based on the ability of retailers on the time to transship always perform the best, this is valuable information in designing transshipment rules.

**Key Words:** Two-echelon Distribution System, Risk Pooling, Lateral Transshipment, Multiple Demands within One Period

## 誌 謝

畢業在即，深深覺得要感謝的人好多！

感謝恩師李慶恩博士、唐麗英博士在我修讀博士期間的悉心教導與鼓勵，幾次面臨挫折，準備放棄時，恩師的鼓勵使我仍能往前邁進，並順利取得博士學位。

論文審查過程中，感謝劉志明教授、王偉華教授，以及沙永傑教授的關懷與指正，讓我在即將取得博士學位之際，上了寶貴的一課。

系上師長的教導與關懷一直是令人感念的，同窗、同學，尤其是同門師兄弟的切磋砥礪、噓寒問暖，在此一併致上深深的謝忱。

感謝個人任職單位長官及同仁們的關心，在我進修期間給予的協助與包容，讓我無後顧之憂，謝謝您們。

最後，謹以本論文獻給我最摯愛的家人，尤其是內人，謝謝您們的關愛、體諒與支持。



# 目 錄

中文摘要.....	I
英文摘要.....	II
誌謝.....	III
目錄.....	IV
圖目錄.....	VII
表目錄.....	VIII
符號說明.....	IX
第一章 緒論.....	1
1.1 研究背景.....	1
1.2 研究動機.....	2
1.3 研究目的.....	3
1.4 研究限制與研究架構.....	4
第二章 文獻探討.....	6
2.1 顧客需求.....	6
2.2 風險共擔.....	7
2.3 多階存貨配銷系統.....	10
2.4 轉運.....	11
2.4.1 緊急轉運與預防轉運.....	12
2.4.2 完全轉運與部分轉運.....	12
2.4.3 轉運法則.....	13
2.5 配銷中心扮演的角色.....	16
2.6 轉運問題分類.....	17

2.6.1 影響轉運因素 .....	18
2.6.2 轉運問題分類 .....	24
第三章 模式發展 .....	27
3.1 假設條件 .....	27
3.2 系統運作 .....	28
3.3 模式運作概念 .....	29
3.4 模式運作 .....	30
3.5 模式設計 .....	38
第四章 不同配銷情境比較與模式優越性驗證 .....	45
4.1 基本模擬結果 .....	45
4.2 研究結果 .....	47
4.3 因子影響度分析 .....	51
4.4 整合採購及比例配送模式之優越性驗證 .....	52
第五章 轉運法則比較與一致性驗證 .....	58
5.1 轉運法則比較之模擬情境及設計 .....	59
5.2 轉運法則 .....	61
5.3 轉運法則評估方法 .....	64
5.3.1 相對法 .....	64
5.3.2 比值法 .....	66
5.4 研究結果 .....	67
5.4.1 以相對法評估轉運法則 .....	67
5.4.2 以比值法評估轉運法則 .....	70
5.4.3 二種評估法則的比較 .....	71
5.5 不同轉運法則變異分析 .....	74
第六章 結論與建議 .....	77

6.1 結論 .....	77
6.2 建議 .....	79
參考文獻 .....	81
附錄一：五個零售商之配銷系統的基本模擬結果 .....	86
附錄二：轉運法則成效-相對法一 .....	88
附錄三：轉運法則成效-相對法二 .....	92
附錄四：正規化值-比值法 .....	95
附錄五：變異分析 .....	97





## 圖目錄

圖 1.1 研究架構.....	5
圖 2.1 影響配銷系統因素之因果關係圖 .....	19
圖 2.2 轉運問題研究之分類 .....	24
圖 3.1 系統運作概念圖.....	29
圖 3.2 需求整合圖.....	30
圖 3.3 整合採購與比例配送觀念示意圖 .....	37
圖 3.4 單一轉運法則轉運運作邏輯 .....	40
圖 4.1 乘數與成本在不同顧客到達率下之關係 .....	54
圖 4.2 乘數與服務水準在不同顧客到達率下之關係 .....	54
圖 4.3 採購量乘數與系統成本之關係 .....	55
圖 4.4 採購量乘數與系統服務水準及成本比值間之關係 .....	56
圖 4.5 乘數與系統整體效益間的關係 .....	57
圖 5.1 多種零售商構成之配銷系統運作示意圖 .....	58
圖 5.2 多種轉運法則轉運運作邏輯 .....	60

## 表目錄

表 3.1 零售商面對的顧客需求期望值與預設服務水準 .....	39
表 3.2 成本結構.....	39
表 3.3 六種模擬情境.....	41
表 3.4 參數、水準組合.....	41
表 3.5 求算 S 及 Pi 的基本數據表 .....	43
表 3.6 由不同參數計算出來之 S 值 .....	44
表 3.7 由不同參數計算出來之 Pi 值 .....	44
表 4.1 以缺貨數量衡量之缺貨率 .....	46
表 4.2 不同情境-模擬設計組合下之績效分析 .....	48
表 4.3 變異分析(五個零售商的配銷系統).....	52
表 5.1 轉運法則之模擬情境及模擬組合 .....	59
表 5.2 轉運法則內容.....	62
表 5.3 轉運法則模擬設計 .....	66
表 5.4 不同衡量方式及轉運情境下之轉運法則相對優劣 .....	68
表 5.5 總體考量之不同法則位置量數 .....	69
表 5.6 相對法轉運法則位置量數合計 .....	70
表 5.7 比值法個轉運法則正規化值之平均值 .....	72
表 5.8 二種法則評估方法評估結果比較 .....	72
表 5.9 法則優劣與法則設計依據間的關係 .....	73

## 符號說明

已知變數：

DC:配銷中心(Distribution Center)

$R_i$ : Retailer  $i$ ; 第  $i$  個零售商

$u_i$ : 零售商  $i$  面對之客戶的需求期望值

$S_i$ : 零售商  $i$  預設之顧客服務水準,本研究中的零售商服務水準為預設值

$U_i$ : 零售商  $i$  之單期期望顧客需求量

$C_{tij}$ : 由零售商  $i$  到零售商  $j$  的單位轉運成本

$C_{st}$ : 單位缺貨成本,指期末仍無法滿足顧客需求時,每單位存貨必須負擔的成本

$C_h$ : 單位存貨持有成本,指期末零售商仍保有存貨時,每單位必須負擔的成本

決策變數：

$\sigma_{ic}$ : 零售商  $i$  面對之客戶的需求標準差

L.T.: 零售商訂單前置時間,此時間為從零售商下單開始至零售商接收到該訂單的存貨為止

$\lambda_i$ : 零售商  $i$  面對之單期顧客期望到達率

$p_i$ : 風險量分配給每一個零售商的參考比例;此比例可以由相關參數計算而得

c.v.  $i$ : 零售商  $i$  面對之客戶需求的變異係數,本研究以變異係數代替標準差來變化不同程度的顧客需求變異

輔助變數：

$U$ : 配銷中心單期需求量期望值,此值為零售商單期需求量期望值

之加總

$\sigma$ : 配銷中心單期需求量標準差；此值是在假設零售商之間的需求為獨立的前提下，經由統計公式計算而得

$\sigma_i$ : 零售商  $i$  之單期需求量標準差

$\text{Max}_i$ : 滿足零售商  $i$  預設服務水準的最高存貨量

$Z_i$ : 零售商  $i$  在預設服務水準  $S_i$  下之安全係數

$S$ : 配銷中心經計算所得之服務水準，可以經由多種方式計算得到

$Z$ : 配銷中心之安全係數，當配銷中心的服務水準  $S$  決定後  $Z$  值即可查表得到，其主要是應用於決定零售商整合採購之數量

OR: 配銷中心每期收到來自各零售商的訂單量總和

$BQ_i$ : 零售商  $i$  基本需求量；基本需求量與期望需求量、顧客已訂未  
成交量及期末存貨數量有關

$OQ_i$ : 零售商  $i$  的期末下單量

$EQ_i$ : 零售商  $i$  的期末存貨水準

$PQ_i$ : 零售商  $i$  任一時間之存貨水準

$BO_i$ : 零售商  $i$  之缺貨數量

$OQ$ : 每期配銷中心向供應商的下單量

$DQ_i$ : DC 到貨後，零售商  $i$  的分配量

$NI_i$ : 零售商  $i$  之期末淨存量

$BO$ : 系統總缺貨量

$RQ_i$ : 零售商  $i$  分配到的風險需求量

$RQ$ : 配銷中心向供應商訂購及收到的風險需求量

$CQ_{ij}$ : 零售商  $i$  之客戶  $j$  的需求量； $CQ_{ij} \sim N(u_i, \sigma_{ic}^2)$

$CD_i$ : 零售商  $i$  在任一時點已實現之顧客需求量

NUM<sub>i</sub>: 零售商 i 在任一時點已實現之顧客需求次數

Q\_Left<sub>i</sub>: 轉運法則指標，指零售商 i 在轉運發生時，預期期末存貨  
剩餘數量

Q\_Ratio1<sub>i</sub>: 轉運法則指標，指零售商 i 在轉運發生時，已實現之需  
求量比例

Q\_Ratio2<sub>i</sub>: 轉運法則指標，指零售商 i 在轉運發生時已執行數量佔  
滿足零售商服務水準需求量比例

Q\_Ratio3<sub>i</sub>: 轉運法則指標，指零售商 i 在轉運發生時已執行量佔風  
險量比例

Num\_Left<sub>i</sub>: 轉運法則指標，指零售商 i 在轉運發生時，預期期末剩  
餘可執行次數

Num\_Avail<sub>i</sub>: 轉運法則指標，指零售商 i 在轉運發生時，剩餘存貨  
可再實現顧客需求之次數

Num\_Doneratio<sub>i</sub>: 轉運法則指標，指零售商 i 在轉運發生時，已執行  
顧客需求次數比例

Time\_Left<sub>i</sub>: 轉運法則指標，指零售商 i 在轉運發生時，剩餘存量可再  
執行顧客需求之時間比例

說明：

- 1、單期是指零售商的下單週期長度，本研究的下單週期為 10 天。
- 2、單次需求是指零售商面對的顧客期望到達次數在單期中指發生一次。
- 3、固定多次需求是指零售商面對的顧客期望到達次數在單期中有多次(大於 1 次)，且次數固定不變。
- 4、變動多次需求是指零售商面對的顧客期望到達次數在單期中有多次(大於 1 次)，且此次數非固定不變。

# 第一章 緒論

## 1.1 研究背景

隨著全球競爭的白熱化，供應鏈管理無疑地是業界當今最熱門的課題之一。在供應鏈管理架構下發展出的觀念或工具，如持續補貨 (Continuous Replenishment)、供應商代管存貨 (Vendor Managed Inventory)、越庫作業 (Cross Dock) 等，莫不是在追求以最低系統運作成本來提供客戶最高的服務水準。風險共擔與轉運的觀念雖然提出的時間很早，但是在供應鏈管理觀念興起，以及全球化生產、全球佈局逐漸普及後，風險共擔的觀念以及轉運的作法才逐漸具體，引起產業界的注意。

顧客服務水準與成本之間的關係傳統上被視為是相互消長的，認為顧客服務水準的提高必定伴隨著成本的增加。拜資訊科技之賜，以及追求供應鏈整合的驅動，往日的不可能變成今日求生存的必備技能，而且已經發展出許多方法或觀念來協助達成此原本互相衝突的目標。達成風險共擔的作法有多種，包括使用共用零件、推遲 (Postponement) 觀念的使用、以配銷中心 (Distribution Center) 扮演協調者的角色以及轉運等。影響轉運的因素有多個，單純地由轉運的動機以及考慮轉運過程是否保留存貨就可以構成多種的配銷情境組合；而在不同的配銷情境下也可以探討各自適用的轉運法則，期使系統獲致最大效益。

以往雖有研究探討有關風險共擔效益及轉運的問題，但多缺乏系統化的討論，且多是在特定的情形下研究相關的做法。大部分有關配銷、轉運的研究假設零售商的一個補貨週期內，顧客需求次數僅發生一次(單期單次需求)，此法雖然可以降低求解的複雜度，並在此前提下求得最佳

解或是最適解，但也降低了實務上的可用性；因為實務上零售商不僅面對的顧客零求是單期多次(零售商的一個補貨週期內，顧客需求有多次)，顧客需求量與顧客需求次數通常也多是未知數。至於轉運法則的研究，相關文獻不多，雖偶有提到，卻多是在相當特定的環境下適用，缺乏比較廣泛性的研究。

## 1.2 研究動機

基於 1.1 節之說明，本研究基本上認為配銷系統中有關風險共擔及轉運的研究應該考慮：

- 1.允許配銷系統中，零售商面對的客戶需求是單期多次。
- 2.以配銷中心扮演整合者的角色，協調系統對存貨的需求量，以減少系統所需的存貨，進一步降低系統與存貨相關的成本。
- 3.以配銷中心扮演協調者的角色來運作轉運機制，使零售商之間的存貨不均衡降至最低，藉此提高顧客服務水準或降低系統運作成本。
- 4.不同的配銷情境其運作方式應不盡相同，且應各自發展適用的運作模式。例如預防性轉運與緊急轉運決定轉運量及轉運時機的運作方式就相差很多，必須分開發展運作模式。
- 5.針對不同的配銷系統情境發展轉運法則，作為轉運確定執行後，決定轉運優先次序以及轉量的依據。尤其在無法求得最佳解的情形下，應發展適當的轉運法則供實務運作參考。

因此，本論文的研究動機主要是與風險共擔相關。除了企圖以風險共擔的觀念建立配銷系統運作模式外，也希望在轉運方面進行較廣泛且系統化的研究。

### 1.3 研究目的

本論文期望研究後能達到以下幾個目的：

#### 1.分析影響轉運因素間的因果關係

根據文獻，影響轉運的因素有許多，彼此間存在著因果關係。分析因素間的因果關係有助於界定轉運問題的範圍，並進一步在界定的範圍內研究相關議題。

#### 2.發展單期多次顧客需求的配銷系統運作模式

與單期多次顧客需求的配銷系統運作模式及轉運相關的文獻不多，原因之一是此模式很難求得最佳解。基於此模式為較接近實務的運作方式，本論文擬提出一運作模式；若此模式可以進一步被證明具有相對優越性，則本論文中的其他相關研究將以此模式來發展。

#### 3.比較不同配銷系統的差異及瞭解單期多次配銷系統模式運作的效果

傳統對配銷系統轉運模式的研究多侷限於單期單次需求。為了比較不同配銷系統間績效的差異並瞭解本論文所提出的單期多次運作模式之效果，本研究將設計三大類的配銷及轉運模式，分別為單期單次需求、單期固定多次需求與單期變動多次需求。同時，本研究也期望能經由模擬結果瞭解到將單期多次顧客需求簡化為單期單次需求所會產生什麼樣的影響。

#### 4.分析影響配銷系統運作績效的因素

文獻探討過程中，本研究將收集、參考學者提到的影響轉運之因素，然後在這些影響因素中選擇較重要的作為模式設計的控制變數。模式中加入多個控制變數的原因一方面是使模式更接近真實環境，其次是希望經由這種設計，研究一些變數對配銷轉運系統多個績效



觀測值的影響。

#### 5.提出及比較不同的轉運法則

轉運法則主要在決定轉運的優先次序與轉運量，而且轉運法則與系統績效有密切的關係。本論文在緊急轉運與完全轉運的範圍內將提出九種轉運法則，並擬就模擬結果對轉運法則進行比較分析。

#### 6.轉運法則驗證

轉運法則在同一環境下有其相對優劣性，此相對優劣性若在不同環境下仍具有一致性，則區別法則的優劣性質才有意義。本論文將在構成配銷系統的零售商個數為 5、10 及 20 的情形下，測試本研究提出的九種轉運法則，其相對優劣性是否具有一致性。

綜言之，本研究的目的旨在以風險共擔觀念，發展在緊急且完全轉運前提下的二階存貨配銷系統運作模式，並以此模式探討不同情境的配銷系之間的差異。研究也將證明模式的優越性，若模式被證明具有優越性，本論文將進一步以此模式來研究與轉運法則相關的議題，此類議題主要是探討轉運法則孰優孰劣，以及探討轉運法則的優劣性質在不同零售商組成的配銷系統中是否具有一致性。

### 1.4 研究限制與研究架構

由於轉運問題相當廣泛，不同性質的轉運問題，其解決方法差異頗大。本研究將研究範圍限制在緊急轉運與完全轉運，在此範圍內提出單一期間允許多次顧客需求的二階配銷系統運作模式，以及提出並比較在此範圍內發展的轉運法則。本論文的研究架構如圖 1.1 所示。

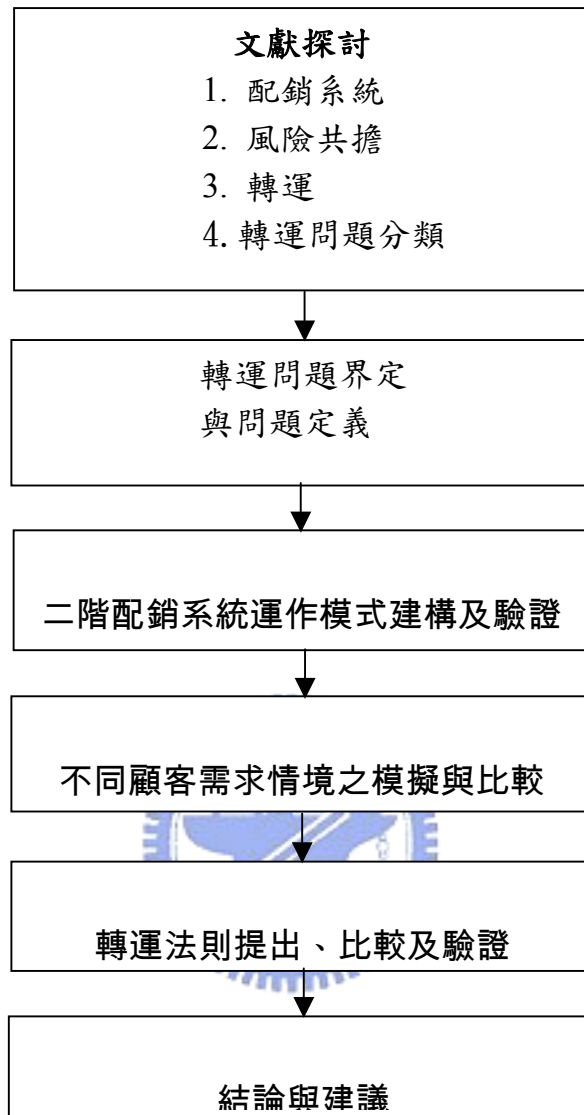


圖 1.1 研究架構

## 第二章 文獻探討

為了提高供應鏈物料供需的精確性及運作效率，許多學者曾經建構量化的模型進行研究。Lee 及 Billington [26] 曾對這些量化模型進行深入的分析。由於整個供應鏈的行為相當複雜，想要藉由模擬方式來呈現具體的過程，並進一步分析出整體最佳化，在實質上有其困難；因此，比較常用的方法是專注於系統的某一部分，藉由瞭解局部系統的運作，進而探討有關此局部系統的特性、衡量系統相關績效及評估系統內因素之間的交互作用[35]。

風險共擔應用於配銷系統是供應鏈管理的重要觀念，配銷中心在整個系統中扮演重要的角色，而風險共擔與轉運觀念則是系統提高顧客服務水準及降低運作成本的有效工具。本論文著重於單期多次需求的配銷系統，由於與本論文所探討的問題之相關文獻較少，因此，本章僅就與研究類似或相關的部分分項進行陳述。

### 2.1 顧客需求

Fisher [19] 曾指出，在美國的食品產業，新食品的引介近年來有爆炸性的成長；在 1981 年有 2000 種，但到了 1991 年高達 18000 種。產品的多樣化對管理形成強烈的挑戰，由此也可以了解到消費者需求的多樣化。網路化與供應鏈整合迫使廠商面臨全球化競爭，產品交期不斷被壓縮。如同 80 年代的品質運動一般，不斷縮短交期已是今日企業求生存的必備能力。此外，顧客權力的提昇也令企業備感壓力；曾幾何時，生產情景已悄然由生產導向演進成今日之顧客導向。在顧客需求愈來愈多樣化的同時，企業也思索如何提高對顧客的服務過程品質，藉此留住顧客，甚至使顧客變成商品的擁護者[5]。簡言之，今日之企業必須以更高的服

務水準(如短交期、高品質、高達交率、低價位等)來提供顧客產品及服務，但同時必須壓低成本，才能在激烈的競爭環境中受益。

## 2.2 風險共擔

配銷體系最理想的情形是任一零售商事前的預測總是正確的，在此情形下將不會發生缺貨成本、持有成本及轉運成本。但在真實世界中，零售商面對的顧客需求卻是充滿變數；尤有甚者，顧客需求變異很難正確地預測，致使相關經理或從業人員莫不為了降低因顧客需求變異帶來的不確定性而絞盡腦汁。為了降低顧客需求變異帶來的衝擊，使用的方法有許多種，其中之一是風險共擔(Risk Pooling)，也就是利用存貨集中化或是轉運方式來降低顧客需求變異造成之不確定影響的方法[33]。

「風險共擔」是供應鏈管理最重要的觀念之一。風險共擔涉及存貨集中化的應用，以利用當某些零售商的需求高於平均值時，其他零售商之需求可能低於平均值之現象。因為，如果各零售商持有各自的存貨及安全庫存，所需之存貨總合往往高於存貨及安全庫存共有的情況。因此，有風險共擔的系統可以減少整體存貨，同時以較低廉的成本提供相同的服務水準[10]。


Eppen and Schrage [15]指出，在供應鏈中使用供應點來強化存貨供應的作法，可以使存貨系統利用「規模的統計經濟(Statistical Economics of Scale)」來降低系統對存貨的需求量。不過，在他們的模式中並不允許不同存貨點之間存貨的相互轉運。至於「規模的統計經濟」則是被定義為由“共擔不確定性(Pooling of Uncertainty)而獲致的利益 [16]”。Evers 曾檢視存貨強化的方法，並且發現缺貨的風險可以藉由強化存貨以克服顧客需求變異而獲得改善，該研究也回顧了一些存貨強化帶來的

衝擊及效益。

因應不同的環境而衍生出來的風險共擔作法有多種，有許多的研究者曾經研究分處於各處的零售商分享共用存貨資源的風險共擔。Eppen [14]以及 Eppen and Schrage [15]曾檢視將分散各地的存貨集中於一個倉庫的效果。Krishnan and Rao [24]及 Robison [30]曾檢視當不同存貨儲存點允許彼此轉運時的訂貨政策；Bassok, Anupindi and Akela [3]則考慮以優代劣(Downward Substitution)，在該研究中，績效較高的產品可以滿足績效較低的產品。

供應鏈管理範疇中，風險共擔觀念的應用是很重要的一部分，針對業界的實際應用，可以將風險共擔的作法作以下分類[33]：

#### 1.集中化(Centralization)



以一個集中化的倉儲點來服務幾個消費市場，藉由整合不同消費市場對產品的需求，可以獲得風險共擔的效益。Eppen [14]曾研究以存貨集中化的方式來運作系統的確能藉由風險共擔而受惠。Anupindi and Bassok [1] 從事二家汽車代理商共用零件的研究，並將研究結果與單獨運作時比較，證明了零件共用存貨儲存點的風險共擔方式的確能降低存貨相關成本。

#### 2.延遲差異化(Delayed Differentiation)

供應鏈管理中，有關延遲差異化最受推崇的案例之一是 Benetton 改變製程的例子[4]。該企業為縮短交貨時間，以及因應需求不確定性而導致的大量存貨，大幅調整了製造流程，調整製程的先後次序；結果不僅大幅縮短訂單的交貨前置時間，也因為能迅速反應市場需求的變化而降低存貨成本及呆廢料。

### 3. 差異點的選擇(Choice of Point of Differentiation)

與延遲差異化相關的是在產品的提供過程中，決定在哪一階段設置分流點(Decoupling Points)。同樣的，經由分流點的設計也可以使產品在差異化的同時，縮短訂單的前置時間，此分流點的選擇在產品提供過程的愈末端(愈接近市場)愈好；Lee and Tang [28,29]曾對此類議題進行廣泛的討論。實務上，分流點的決策也被應用於供應源的選擇；例如，Ulrich, Randall, Fisher and Reibstein [36]曾以腳踏車工業的相關製程及料件、組裝工程之供應源進行研究。捷安特(Giant)在 80 年代，在面臨競爭壓力時亦曾做過相同抉擇[5]，選擇在工資高於台灣 50% (1986)的荷蘭成立組裝廠，以接近市場的地方作為產品的差異點，期能以最短的交期提供多樣化的產品至歐洲市場。

### 4. 以共用件為基礎的延遲變異化(Delayed Differentiation Based on Component Commonality)

另一種減少產品多樣化造成衝擊的風險共擔方式是共用件的使用。由於共用件的使用，可以使組裝工作在收到顧客訂單後，依需求選取共用件，再經由組裝而構成多種不同的產品。以分類而言，共用件的使用其實是延遲差異化類型的一種。

### 5. 轉運(Lateral Transshipment)

在全球化、地球村的觀念下，講求的是全球佈局及全球外包(Global Outsourcing)。因此，在存貨集中供應(Centralization)的觀念下，以合理的成本提供顧客快速的服務變得不可能，顧客經常在付款予零售商後希望能迅速對存貨具有掌控權。在中央存貨點供應不及的情形下，轉運是另一種可行方案。轉運的觀念中，零售商各自保有存貨，當零售商有些有多餘存貨，同時有些存貨不足時，有多餘存貨

者可以將存貨轉運給存貨不足者。在此情形下，顧客可以較快獲得存貨，而且轉運所需的成本通常低於向上游重新訂貨所需的成本。

有關風險共擔的研究，文獻多集中於探討零售商間的存貨如何相互調節或轉運(Lateral Transshipment)，以降低總成本或提高顧客的服務水準。Tagaras [35] 彙整這方面的研究後指出，有關零售商間存貨相互運補的風險共擔研究，可以依據配銷網路結構、模式特性及假設等幾個構面，區分出六種系統化研究此類議題應該考慮的因素：1.風險共擔系統中零售商的數量； 2.中央倉庫的補貨時間； 3.顧客需求過程； 4.時程及轉運的目的； 5.存貨的可修復性，及 6.績效的衡量。

### 2.3 多階存貨配銷系統

有關多階配銷系統研究，最早是研究樹狀(Arborescent)的配銷系統，Clark[6]應該是最早研究這類議題的學者之一。在樹狀的配銷系統中，物流由較高階的層級直接運送到多個較低的階層。在樹狀的配銷系統研究中並不允許同階層成員間的轉運，以及物流由低階反向向高階運行。

第二類有關配銷系統的研究是決定系統內物流的時間與數量。自1950' MRP (Material Requirement Planning)發展以來，在製造業風行的由交貨期根據 MRP 展開倒推，以確立最終料項開工日期的觀念也擴展到配銷系統，此觀念是由 Whybark 於 1975 年所發展。

第三類有關配銷系統的研究是將研究配銷通路中，組成成員間功能間的關係，並假設配銷系統是一個經過整合過的系統，系統必須體認到成員間資訊及資源共享的重要性。也就是說，配銷通路中的成員追求的是總體系統的最佳化，而不是個別的最佳化。

第四種有關多階配銷系統的研究是系統對於物料的所有權是從倉庫接收開始到零售端產生需求為止。因此，通路中所有成員的物料採購成本是相同的，唯一的不同是存貨成本，這是由於運輸成本使然。真正的配銷系統通常是具有多種的品項以及多個供應的來源點，多品項與多個供應源並不影響問題不確定性的本質，而且在多階配銷系統中也不會影響有關安全存貨分配方面的問題。在本研究中，吾人假設僅有一種料項以及只有一個供應源。

有關多階配銷系統的第五種研究是，構成通路的成員運送產品，不同的產品在系統中能經由不同的通路成員來完成，此稱之為不同的配銷網路(Different Distribution Networks)。例如，產品 A 是由多個供應商送到倉庫，再由倉庫送到二個配銷中心，配銷中心再將產品 A 送到零售商處。產品 B 則是由外部供應商送到倉庫，再由倉庫直接運送到零售商處，此稱之為“配銷網路交換 (Distribution Network Change)”。

第六種多階配銷系統的研究，包括了零售商端顧客需求之間的相關性。該類研究主要是利用顧客對於需求間具有互補作用，此互補作用可能是來自不同品項間的消長，也可以是同一零售商面對的顧客對同一品項需求量的變化，需求多與需求少二者之間也可以形成互補作用。一旦形成互補作用，則系統可以藉由資訊分享或其他方式降低系統內的存貨數量。

## 2.4 轉運

當有某些零售商保有多餘的存貨，而有些零售商卻面臨缺貨的窘境時，轉運是相當普通的降低缺貨發生的方式。因此，在衡量轉運所引起的各種成本變化後，轉運不失為一種可以同時降低存貨量、降低缺貨情



形以及提高系統服務水準的方法。除了降低存貨水準之外，轉運也可以降低系統的不平衡；系統的不平衡可以視為某零售商的存貨水準與系統中零售商平均存貨水準的差異[13]。

#### 2.4.1 緊急轉運與預防轉運

Krishnang and Rao [24]是最早提出緊急轉運模式觀念者，彼等曾導出在補貨前置時間為零，以及每一個零售商的成本結構皆相同的假設前提下的最佳訂貨上限(Order-Up-To Level)。Tagaras [35] 延續 Krishnang 及 Rao [24] 發展之二個零售商配銷系統的模式，模式中條件放寬為允許零售商具有不同的成本結構，並考慮顧客服務水準。Cohen [7], Lee [27], Axsater [2], Dada [8] 及 Sherbrooke [32] 等則提出需求為 Poisson 分配的假設下，少量需求及 (或)允許補貨的緊急轉運模式。

有關預防性轉運模式的研究主要在於求得各零售商間可用存貨的較佳分配方式 [9, 13,20, 22]。Robison [30] 在補貨及轉運時間為零的假設下，檢視具不同成本參數之多個零售商的一般情形。其研究結果證明最佳的訂貨上限只有在每一個零售商的成本結構都相同或是零售商只有二個的前提下才存在。

#### 2.4.2 完全轉運與部分轉運

完全轉運與部分轉運的差別在於，當轉運發生且已經決定存貨的提供者之後，該存貨提供者提供存貨的方式。完全轉運是指提供者無條件地供給所有的存貨，只要需求者有需要，本身毫不保留。部分轉運是指轉運發生當時，供應者提供存貨的同時會先考慮本身未來的需求，在考量本身未來不會缺貨的前提下決定提供的存貨量。

### 2.4.3 轉運法則

轉運法則指的是轉運發生時決定轉運優先順序、轉運量以及終止轉運時機的規則。影響此規則的因素很多，可能考慮成本、顧客服務水準，也可能考慮轉運的性質等。一般而言，轉運法則的設計有其目的性，系統追求的目標不同，轉運法則的設計的出發點也不同。例如，緊急轉運的目的旨在減少系統成本，而預防轉運的轉運法則設計著眼於提高顧客服務水準。

Diks 及 De Kok [13]曾在一個二階配銷系統中，以「一致性比例 (Consistent Appropriate Share Rationing)」的存貨政策來分配存貨，每個零售商依相關因素計算出存貨比例當配銷中心收到存貨時依此比例配送。當存貨配送到各零售商時，則系統內的總淨存貨再進行一次重調整 (Complete Rebalance)，此時零售商之間進行存貨轉運以使各零售商的存貨符合最經濟的比例。該研究只提及轉運後各零售商存貨應佔的比例(按一致性比例原則)，並未提到如何決定轉運的來源與去處。

Tagaras 等[34]研究在補貨前置時間不可忽視前提下，由一個配銷中心及二個零售商構成的配銷系統的風險共擔問題，並以模擬方式求出滿足假設條件下的最佳訂購上限水準(Order-Up-To Level)政策。該研究在緊急轉運前提下提出四種轉運法則，二種是依據零售商的淨存貨量  $IN_i$  (淨存貨量 = 在手量 - 已訂未交量) 為基礎來判斷轉運時機與轉運量；另二種轉運法則是以存貨水準  $IP_i$  (存貨水準 = 在手量 + 在途量 - 已訂未交量) 來設計。討論轉運法則時，Tagaras 設計二個參數  $t_j$  及  $r_i$ ， $t_j$  表示零售點在轉運後願意保有的存量水準， $r_i$  表示零售點在轉運實施前企圖保有的存貨水準。法則內容簡單陳述如下：

1. 依據淨存貨量(Net Inventory)設計之轉運法則。若  $IN_i > r_i$  且  $IN_j < t_j$ ，則轉運量為  $\text{Min} \{IN_i - r_i, t_j - IN_j\}$ ，此情形下的二種可能轉運法則為：

A.  $t_1 = t_2 = 0$

表示只有在缺貨發生時才會實施轉運。

B.  $t_i = r_j; i = 1, 2$

表示只要存貨量少的那一端之淨存貨量低於目標存貨水準  $t_i = r_i$ ，不管其是否缺貨，都實施轉運。

當  $r_1 = r_2 = 0$  時， $t_1 = t_2 = 0$ ，此時轉運情境變成完全轉運，也就是在有零售點有缺貨時實施轉運，此時提供端將毫不保留地提供存貨。

2. 依據存貨水準(Inventory Position)設計之轉運法則。若  $IP_i > r_i$  且  $IP_j < r_j$ ，則轉運量為  $\text{Min} \{IP_i - r_i, r_j - IP_j, IN_i, t_j - IN_j\}$ ，當此值小於 0 時則以 0 表示。此情形下的二種可能轉運法則為：

A. 一零售點之存貨水準  $IP$  大於  $r_i$ ，另一零售點之存貨水準小於  $r_i$  且缺貨時

B. 一零售點存量水準大於  $r_i$ ，另一零售點存量小於  $r_j$ ，此時不缺貨也實施轉運

Tagaras [35]其後又提出在週期檢視，由一個配銷中心及三個零售商組成的配銷系統的風險共擔問題。文中提到二種轉運法則，其一為隨機選擇(Random)，也就是有零售商面臨缺貨時，以隨機方式選擇提供存貨的零售商，然後決定轉運量。另一為風險平衡(Risk Balancing)，此觀念下轉運法則的設計是考量實施轉運後，在次一期每個零售商面對的缺貨風險是必須相同的。

1.隨機選擇(Random)：不考慮安全存量，先計算每個零售點的存量，檢查缺量及可提供量。當有零售商面臨缺貨時，以隨機方式選擇提供轉運的零售商，然後決定轉運量。隨機選擇有下列二種情形：

A.單一零售點缺貨

由可以提供存貨的零售點中隨機挑選一零售點儘可能轉運；若仍不足時再由另一零售點儘可能轉運。

B.二個零售點缺貨

由二個缺貨的零售點中隨機挑一零售點儘可能轉運；當供應的零售點有剩餘存貨時再向另一零售點儘可能轉運。

2.風險平衡(Risk Balancing)：不考慮安全存量，轉運量的決定是基於下一期的缺貨風險，期望實施轉運後二個供貨點或二個接收點的缺貨風險是相同的。其轉運法內容如下：

A.單一零售點缺貨

- (1)若二供應點可供應量總和小於需求點缺貨量，則全數供應。
- (2)若二供應點可供應量總和大於需求點缺貨量，則在考慮在下一期缺貨風險相同的前提下，分別提供不同的量。

B.二個零售點缺貨

- (1)若單一供應點可供應量總和小於二需求點缺量，則在考慮下一期缺貨風險相同前提下，提供二需求點不同的量。
- (2)若單一供應點可供應量總和大於需求點缺量，則全數供應。

該研究中另外提到優先法則(Priority Policy)觀念，但是此觀念僅在文中提到而沒有實際應用，此法則的內容為：

1.單一零售點缺貨時

二供應點中存貨量較大者先儘可能地提供存貨，不足的部分再由另一供應點儘可能供應。

## 2. 二個零售點缺貨時

先儘可能提供存貨給缺貨量較大者，剩餘部分再儘可能提供給另一缺貨者。

Data [8]提出一個在二階存貨系統下備用零件的存貨轉運方式，其觀念是為每一個零售商事先建立轉運優先名單(Priority List)。每個零售商的優先名單除了本身外，其他的零售商皆註明優先次序。每個零售商的名單排列次序不盡相同。當有缺貨發生時，則按名單上零售商排列的優先次序依序請求轉運。平行之間先調貨，若平行間無存貨可供調度時則使用配銷中心的存貨，配銷中心無存貨則考慮在途存貨，若在途存貨仍不能滿足，則視為缺貨。

## 2.5 配銷中心扮演的角色

配銷系統以及系統中個別的零售商皆可能透過配銷中心的運作而獲益，因為配銷中心的許多措施所產生的效益通常是個別零售商靠自己的努力所無法達到的。De Kok [12]及 Lagodimos [25]曾提出一個與服務相關性更高的方法來決定存貨水準，該方法曾提及一個針對二階、定期檢視存貨模式的規劃程序。在該模式中，配銷中心並不保有存貨，因此，配銷中心在系統中僅是扮演協調者的角色，該模式經由 Seidel, De KoK [11,31]等擴充而允許配銷中心保有存貨。在 Verrijdt 等[37]的模式中，許多缺點已經應用 De Kok [12]提出的邏輯修正過。

探討與配銷商相關的文獻後，整理得到配銷商存在的價值有：

### 1、縮短從供應商到零售商所需的前置時間

由於配銷中心對供應商的下單量遠大於單一零售商對供應商的下單量，因此供應商給配銷中心的優先權經常優於給予個別零售商的優先權。因此，零售商向配銷中心訂購的前置時間通常較親自向供應商訂貨的前置時間短。

## 2、配銷中心可以在存貨運輸過程中提供具有附加價值的服務

當存貨由供應商，經由配銷中心向零售商移動的過程中，配銷中心可以提供許多具有附加價值的服務。例如，某個在台灣的半導體元件供應商就為零售商提供諸如替半導體元件編號以及打印日期(為了某些理由，半導體工業所使用的元件通常必須打上日期，例如控制元件先進先出...)等具附加價值的服務。

## 3、減少運輸成本

由於配銷中心替多個零售商服務，實現整車運送(Full-Truck-Load)的機會較多，也因此每單位存貨分擔的運輸成本相對較低。

## 4、以較低的價格提供存貨

由於配銷中心的採購量大，供應商給配銷中心的折扣往往大於給單一零售商的折扣。因此，配銷中心經常可以以低於供應商的價格提供貨品給零售商。

## 5、配銷中心可以扮演協調者的角色

配銷系統若允許零售商之間彼此轉運存貨，則配銷中心可以扮演協調者的角色；藉由重新分配零售商所擁有的存貨，可以降低系統中缺貨發生的機率。

## 2.6 轉運問題分類

本研究在文獻探討過程中發覺，研究轉運問題必須先界定清楚轉運

的性質，否則許多議題探討起來將混淆不清。例如，緊急轉運與預防轉運在轉運時點的決定上就極不相同，前者觸發於缺貨情形發生後，後者觸發於察覺到有可能會發生缺貨時。

再如完全轉運與部分轉運，前者是存貨提供者傾全力地提供存貨支援，而後者是在考量本身無缺貨之虞的前提下決定願意提供的轉運數量。若不確定研究的轉運是哪一種性質，則針對轉運提出的對策，其合理性就值得商榷。本節主要在彙整影響轉運的因素，並以因果分析方式說明這些因素間的關係，最後確認出可以用於分類不同轉運性質的因素，並用這些因素界定轉運問題。

### 2.6.1 影響轉運因素

經由探討與配銷轉運相關的文獻後，本研究收集整理得到一些與轉運相關且較常被提及的要素。要素彼此間有相關性，有些是因，有些是果(參考圖 2.1)，如能瞭解其間的因果關係將有助於對不同性質的轉運問題進行分類。本研究整理出較常被提到之共同要素列示如下：

- 1.轉運前置時間
- 2.零售商預設服務水準
- 3.轉運整備成本
- 4.顧客需求(頻率、變異)
- 5.轉運性質
- 6.轉運時點
- 7.績效指標
- 8.成本結構

- 9.零售商數量
- 10.需求相關性
- 11.轉運法則
- 12.系統績效衡量

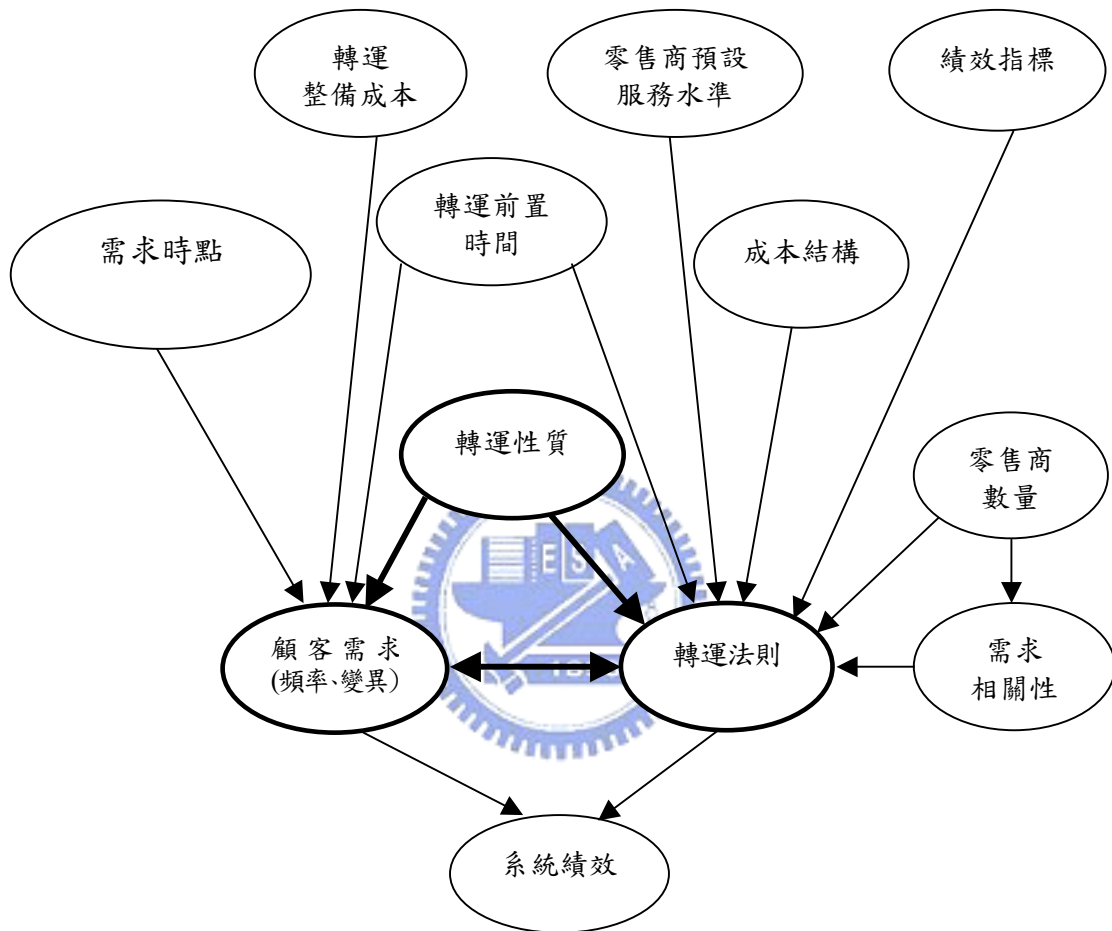


圖 2.1 影響配銷系統因素之因果關係圖

以下就 12 項要素說明其間的因果關係。

### 1.轉運前置時間：

轉運前置時間對轉運時點的影響相當大；當假設轉運前置時間為 0 時，表示零售商之間的存貨轉運以無限大的速率進行。在此情形下，緊急轉運實施的可能性較高，因為缺貨時可以從其他保有存貨的零售商處得到立即的補充；同時，零售商保有存貨以備不時之需的



企圖將降低。

當轉運前置時間不為 0 時，零售商除了想要保有存貨以避免缺貨外，需要轉運時，也會影響願意提供的轉運量。在預防轉運前提下，轉運前置時間也會影響轉運的時機。轉運前置時間愈長，轉運時點將提早得愈多。此外，轉運前置時期也會影響到轉運進行與否；在預防轉運前提下，若週期剩餘時間小於轉運前置時間時，且缺貨數量小於下一期的到貨量時，在無特殊的要求下，轉運將不會進行。但是在週期剩餘時間大於轉運前置時間時，轉運機制必須啟動以提高顧客服務水準或降低系統成本。

## 2. 零售商預設服務水準

當轉運發生時，零售商預設的服務水準對轉運法則的影響是，零售商願意轉出的量與其能否達到預設服務水準有關。雖然在完全轉運要求下，轉出的零售商將儘可能轉出存貨；但若是部分轉運時，轉出的零售商將考慮一些因素，如週期剩餘時間，轉運當時的存貨數量等，在確定本身的服務水準能達到的前提下來決定可以釋出的存貨數量，也因此影響到轉運法則的設計。

## 3. 轉運整備成本

若轉運時將轉運整備成本考慮進去，則以成本當績效指標時，轉運的時點將不會是假設轉運成本為 0 的時點，必須先求得最佳的轉運批量，在轉運量達到經濟轉運批量時再進行轉運。但是，考慮轉運整備成本時除了影響轉運的時點外，轉運時點又與轉運前置時間及週期剩餘時間關聯，情形將會複雜化。

## 4. 顧客需求

顧客需求包括需求變異與顧客需求頻率。顧客求變異指的是零售商面對的顧客訂單量的變化情形，研究中假設顧客需求服從常態分配，模擬過程則是以變異係數取代標準差，以方便控制模擬的變化。

需求頻率指的是一個週期內，一個零售商面對的顧客需求次數，此次數可能為一次、固定多次以及變動多次。顧客需求頻率不同，除了影響零售商面對的期望需求以及訂購數量外，也影響轉運執行的時間點。若顧客需求簡化為每一週期只有一次，則轉運時點為期間結束時。若允許顧客需求在單一期間內有多次需求，則固定多次需求與變動多次需求又不同。在緊急轉運前提下，前者轉運時點為固定多次而且轉運的時間點固定；後者轉運的時點不一定，因為每一期顧客需求次數、時點不盡相同，不管是緊急轉運或是預防轉運，轉運時點是多次，但是時間點不見得會相同。

## 5. 轉運性質

轉運性質可以分成緊急轉運與預防轉運二種；緊急轉運係指在有零售商實際發生缺貨時才實施轉運，目的以降低整體系統的成本為主。而預防轉運係指零售商在期間內有可能缺貨時則實施轉運，因此轉運實施之當時，要求轉運的零售商並未真正缺貨，其目的以避免缺貨、提高顧客服務率為主。當轉運性質為預防轉運時，必須決定適當的轉運時點，此時點很明顯地與轉運前置時間、剩餘週期時間、以及零售商本身面對的需求型態有關。儘管如此，轉運性質仍只是一種策略或是做法，不同轉運性質影響著轉運法則的設計。

## 6. 轉運時點

是指系統內零售商間平衡存貨的時間點。在這個時間點，零售商之間進行存貨的相互運補作業。此時點除了受到轉運前置時間、零售

商預設服務水準、轉運整備成本、顧客需求之時點及頻率、以及轉運性質等因素影響外，也與轉運法則間互有影響。例如，當轉運法則以最小化成本為導向，以及以最小化延遲時間為導向，二者對轉運時點的決策標準將不相同。

## 7. 績效指標

供應鏈中顧客服務水準的績效衡量指標中，較常見到的是以數量(達交數量)及次數(達交次數)來衡量，延遲時間也可以作為績效衡量的指標。轉運法則的設計有其目的性，不同的績效指標將直接影響到轉運法則的設計及選擇。

## 8. 成本結構

一般研究配銷系統會考慮的成本結構包括物料成本、缺貨成本、存貨持有成本及轉運相關成本等。若系統績效以成本來衡量，則轉運法則的設計及選取必須考慮以降低成本為導向，此時各類成本的相對大小將會影響轉運的動機及時機。例如，轉運成本及缺貨成本就是二種影響轉運動機的不同力量，前者與轉運動機成反向作用，後者則與轉運動機成正向關係。

## 9. 零售商數量

零售商數量對於轉運法則的影響主要在於是否需要選擇零售商。當零售商數量僅有二個時，轉運時將不涉及優先次序選擇的問題。當零售商的個數大於二個後，轉運時必須考慮提供轉運的優先次序。此外，當零售商不只有一個時，零售商面對的需求還要考慮彼此間是否具有相關性、相關性質(正相關或是負相關)以及相關性的大小。

## 10. 需求相關性

需求相關性是指零售商所面對之顧客需求之間的相關性。若相關性存在，表示某零售商所面對的顧客需求量會增加或減少其他零售商面對的顧客需求量。需求間若無相關性，表示需求之間是獨立的，轉運量的決定不必考慮未來需求受需求相關性的影響。若需求間具有相關性，則轉運量的決定必須考慮相關性的大小，因為需求相關性的存在會影響零售商面對之顧客未來需求量，連帶的也影響到轉運法則的設計。

## 11.轉運法則

轉運法則包含決定提供轉運的優先次序、轉運量，轉運的終止時機。此三者分別受轉運前置時間、零售商預設服務水準、成本結構、績效指標、零售商數量、以及需求相關性的影響。例如，轉運前置時間愈長，則轉運終止的時機將愈早發生(來不及轉運)、成本結構中若缺貨處罰成本愈高，則轉運量會提高...等。此外，如第(6)點所述，轉運法則與轉運時點之間也存在互動關係。

## 12.系統績效

衡量系統績效的指標有許多種，可以用達交數量、達交次數衡量，也可以用延遲時間來衡量。影響績效衡量指標的因素雖多，但最直接、最密切的影響源為轉運時點與轉運法則，其他因素對系統績效的影響比較間接。一般在研究有關轉運的研究中亦經常以此二者當做控制變數進行系統的績效分析。

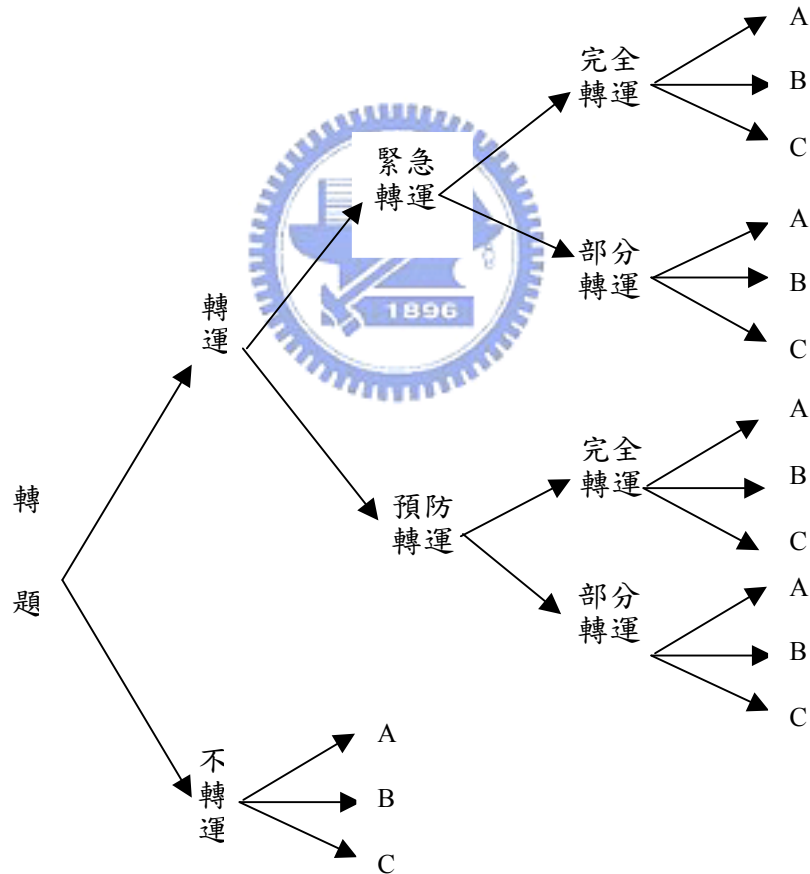
大部分的研究係就圖 2.1 中的幾項因素進行探討，例如，在相同的成本結構，固定的零售商數目，不考慮需求相關性以及僅考慮緊急轉運等前提下，研究不同轉運法則對系統績效的影響；或是在追求系統績效最佳化的前提下，發展相關的轉運法則。

## 2.6.2 轉運問題分類

若再進一步分析與配銷轉運相關的因素，可將其分成三大類，本論文稱之為界定因素、共同因素及績效因素。

### 1. 界定因素

此類因素界定了轉運系統的性質或類型，包括轉運性質、顧客需求頻率與轉運法則。經由這些因素界定出來的轉運（廣義的轉運包括不轉運）類別如圖 2.2 所示。以本論文所探討的文獻而言，所有轉運問題均可以將其歸於其中的某一類。



說明：

A 表示單次需求/期

B 表示固定多次需求/期

C 表示變動多次需求/期

圖 2.2 轉運問題研究之分類

## 2.共同因素

是指研究轉運問題共同會涉及到的因素，這些因素在任一類的轉運系統分類中都可以是構成系統的因素。例如成本結構、零售商數量、轉運前置時間及轉運整備成本等。

## 3.與系統績效相關的因素

係指在任一種轉運情境下與系統績效衡量相關的因素。例如缺貨次數比例、缺貨數量比例，訂單延遲時間比例、以及達交率等。

大部分的研究集中於單期單次需求的研究，此類研究比較容易求得最佳解或最適解；單期多次需求方面的研究則較少見。本論文有關轉運的部分僅考慮緊急轉運(當有零售商發生缺貨時才啟動轉運機制)中的完全轉運(轉運發生時提供存貨的一方毫不保留地提供存貨)，同時也設計不考慮轉運的情境，以便進行有關轉運效益之比較分析。至於需求型態則是三種都考慮，目的在驗證本論文提出之「整合採購與比例配送」模式的效果。

此後各章的內容概要說明如下：第三章陳述本論文所提出之「整合採購與比例配送」二階存貨配銷系統運作模式以及模擬模式的建構過程，該模式雖然是針對單期多次顧客需求發展，但稍加修改後亦可應用於單期單次的顧客需求環境；第四章以第三章建構的模式，以五個零售商構成的二階存貨配銷系統為對象，就不同顧客需求型態進行模擬，並依模擬結果進行分析比較，說明其間的差異，並證明該模式的優越性；在第五章，本研究提出九種轉運法則、說明法則提出的依據、以三種不同零售商個數組成的二階存貨配銷系統為對象進行模擬，並就模擬結果分析法則的相對優劣性以及說明此相對優劣性在不同環境下具有一致

性；第六章就本論文的研究結果說明重要的結論，以及針對可以再進行的後續研究提出簡單說明及建議，提供後續有意深入研究者參考。



### 第三章 模式發展

本論文主要是研究二階存貨配銷系統(Two-Echelon Inventory Distribution System)，其中又以單期多次需求為主要研究對象。本章主要在敘述本論文提出之「整合採購與比例配送」觀念；依據此觀念構建的二階存貨配銷系統雖然是應用於操作單期多次的顧客需求環境，但稍加修改後亦可應用於操作單次的顧客需求環境。在第二章的文獻探討中Robison [30]曾經提到，對於一個多階的配銷系統，除非所有零售商的成本結構皆相同，或是系統只由二個零售商組成，否則無法求得配銷系統訂購上限(Order-Up-To)存貨政策的最佳解。儘管如此，Robison 所指的環境是補貨及轉運前置時間皆為 0，而且是在單期單次需求的情形下所得到的研究結果。

本研究關切的主題是單期多次的需求，零售商補貨前置時間不為 0，就目前文獻探討所得，並無方法可以求得最佳解。因此，本論文是以模擬方式來求解。至於模式的運作方式，則提出「整合採購與比例配送」的觀念，以下就模式的構建過程進行說明。

#### 3.1 假設條件


為了達成上述的研究目的，本章對配銷系統作如下的假設：

1. 僅考慮一個由單一配銷中心及五個零售商組成的配銷系統（觀念的應用可以擴充至更多個零售商組成的配銷系統）。
2. 系統中僅零售商面對外界顧客需求，零售商的存貨以固定週期補充。
3. 資訊的傳遞由零售商➡配銷中心➡供應商。物料的流動由供應商➡配銷中心➡零售商；或是零售商➡零售商(指零售商之間轉運)。



- 4.配銷中心不保有存貨，在收到存貨時將其全部分配給零售商。
- 5.假設零售商的產能無限，因此配銷中心不考慮缺貨情形。
- 6.每一個零售商面對的顧客需求有自己的分配，亦即同一零售商面對的顧客需求分配是相同的。
- 7.顧客需求間是獨立的。
- 8.零售商間的需求是獨立的。
- 9.每一零售商的顧客到達率服從 Poisson 分配。
- 10.配銷中心與零售商的補貨週期、檢視週期及檢視時點是相同的。

### 3.2 系統運作



系統運作過程如圖 3.1 所示。虛線代表的是資訊傳遞過程，實線代表的是存貨流動的方向；存貨除了由上游向下游移動（粗實線）外，也允許任二個零售商之間的存貨轉運（細實線）。在每一個期間結束時，每一個零售商向配銷中心發出訂單以提升本身的存貨水準。發出的訂單在經過  $l$  週期後到達各零售商處。

配銷中心收到來自零售商的訂單後，並不會立即依據零售商的需求量向供應商訂貨，而是先經過整合，以小於零售商總訂購量的訂單量向供應商下訂單。配銷中心收到供應商的存貨後，必須先決定分配到各個零售商的存貨量，之後立即配送到各個零售商處。

配銷中心向供應商的下單量區分成二部分，分別為基本需求量及風險需求量，二者皆整合自零售商的訂單。基本需求量考慮零售商的期望需求量與缺貨數量；風險需求量是參考相關因子計算而得，是系統降低

總訂單量的關鍵觀念。配銷中心對於存貨的配送也是根據存貨性質區分：基本需求量部分直接以各零售商要求的基本需求量配送，風險需求量部分則先依據相關因子計算出之各零售商的分配比例，然後進行分配。系統在運作過程中，當有缺貨產生時，允許藉轉運來平衡存貨，也就是以轉運的方式減少缺貨情形發生。此部份的轉運，本論文假設是採取緊急轉運，以及完全轉運的方式進行，也就是當有零售商缺貨時才進行轉運，而且轉運發生時是儘可能地轉運。期末時仍然無法滿足的訂單將會被登錄，並在未來的期間滿足之。

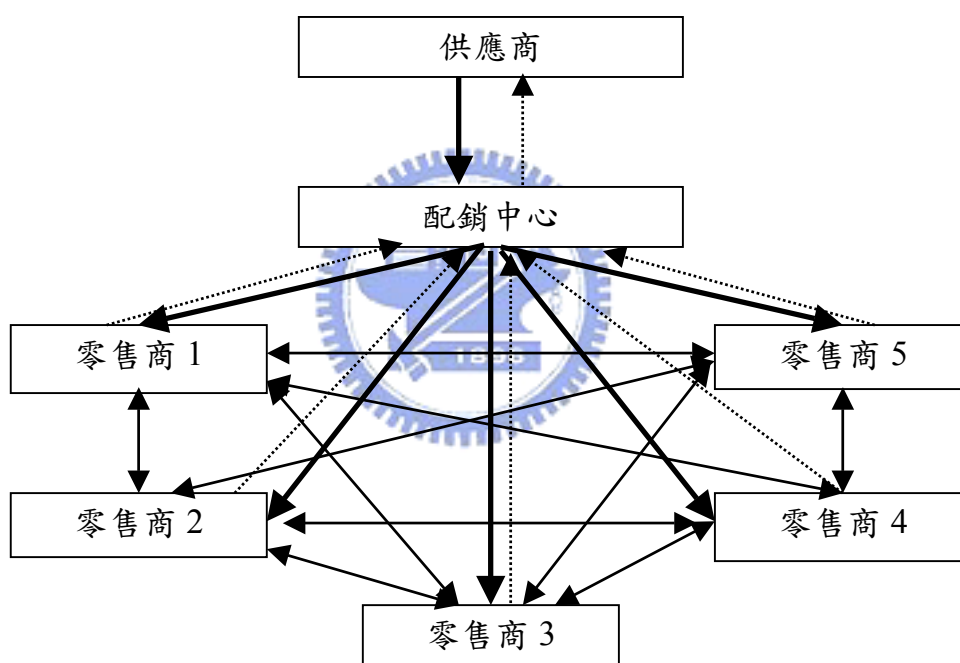


圖 3.1 系統運作概念圖

### 3.3 模式運作概念

為了一般化配銷系統單期多次的顧客需求，本論文提出「配銷商向供應商下單時，以風險需求量降低系統總需求；以及配銷商收到存貨後，風險需求量按比例分配至零售商」的觀念及做法。本論文假設與求算此二者相關的因素包括各零售商要求的服務水準、顧客需求過程、顧客需

求的期望值與變異數、顧客到達率以及特定服務水準下顧客的最大需求量。

圖 3.2 表達了本論文進行分析的配銷系統需求整合的過程。假設每一個零售商面對的顧客需求服從常態分配，顧客需求的期望值與變異數分別為  $\mu_i$  及  $\sigma_{ic}^2$ ，個別零售商面對的顧客需求分配加總變成該供應商面對的需求分配。由於顧客需求服從常態分配，故單一零售商面對的需求總合亦服從常態分配，而任一零售商面對的顧客需求到來則服從期望值為  $\lambda_i$  的 Poisson 分配。

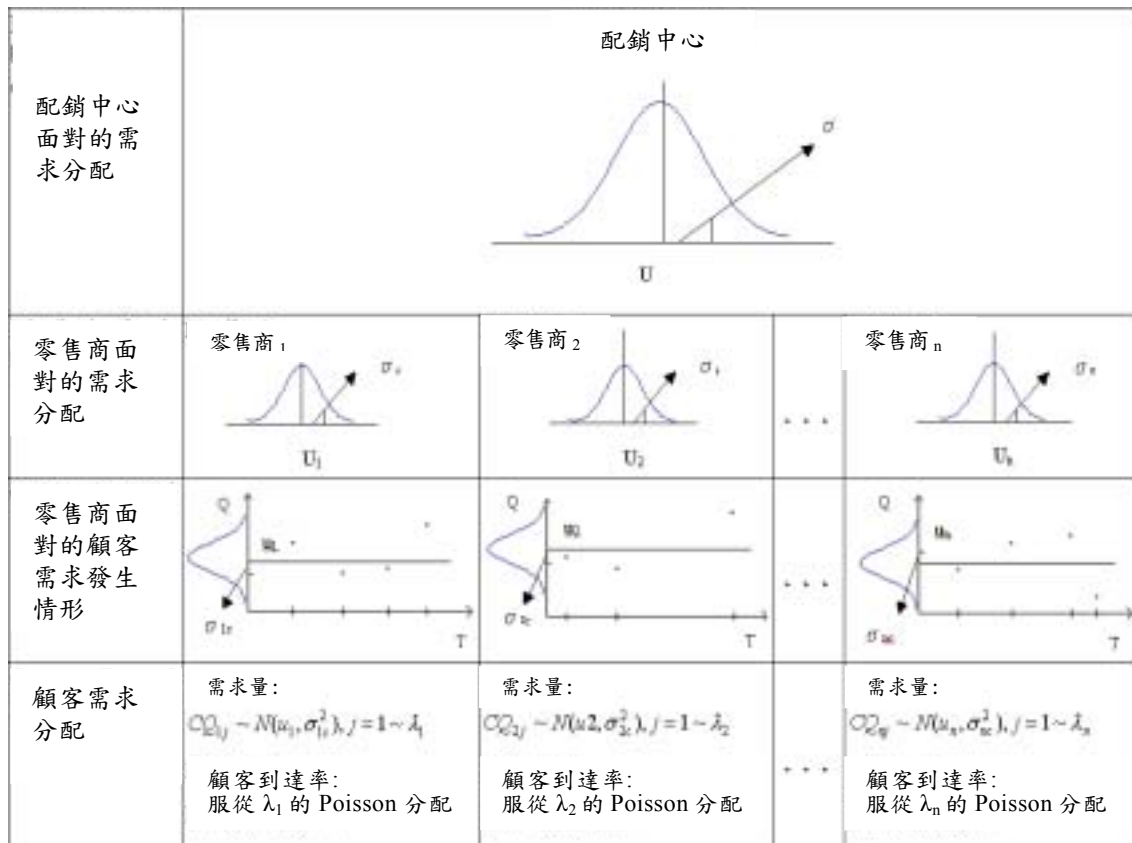


圖 3.2 需求整合圖 (符號參考“符號說明”)

### 3.4 模式運作

本節使用的符號參考「符號說明」，以下分成七個步驟說明模式運

作步驟。

### 步驟 1：計算各零售商的下單量

在任一個檢視週期的期末，各零售商必須決定其下單量。如先前的假設，同一個零售商所面對的顧客需求服從  $N(\mu_i, \sigma_{ic}^2)$ ，而且每一個零售商面對的顧客到來次數為期望值為  $\lambda_i$  的 Poisson 分配。為了要決定零售商的訂單量，必須先計算零售商在服務水準  $S_i$  下的最高參考庫存量  $Max_i$ ：

$$\begin{aligned} Max_i &= U_i + RQ_i \\ &= U_i + Z_i \sigma_i \\ &= \lambda_i \mu_i + Z_i \times \sqrt{\lambda_i \sigma_{ic}^2} \dots\dots\dots(1) \end{aligned}$$

然後，計算零售商  $i$  的下單量  $OQ_i$ ：

$$OQ_i = Max_i - EQ_i + BO_i \dots\dots\dots(2)$$

若  $EQ_i$  為正表示零售商  $i$  在期末時有期末存量，此時零售商  $i$  的缺貨數量  $BO_i$  必須為 0。若  $BO_i$  大於 0，表示期末時零售商  $i$  在本期有無法實現的顧客需求，這些在本期無法實現的顧客需求必須在未來的期間實現，此時  $EQ_i$  為 0。

### 步驟 2：計算配銷中心收到的總訂單量

由於零售商的訂單內容可以分為基本需求量與風險需求量，當配銷中心收到零售商的訂單後，也可以把來自零售商的訂單區分成二部分：基本量為各零售商訂單基本量的總合；風險量是零售商風險需求量的總合。配銷中心收到的訂單數量  $OR$  可以表示如下：

$$\begin{aligned} OR &= \sum OQ_i \\ &= \sum [Max_i - EQ_i + BO_i] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \sum [U_i + Z_i \sigma_i - EQ_i + BO_i] \\
&= U + \sum [BO_i - EQ_i] + \sum Z_i \sigma_i \dots\dots\dots(3)
\end{aligned}$$

步驟 3：計算配銷中心對供應商的下單量

在配銷系統中，最理想的情形是，縱然配銷系統由許多不同的零售商組成，任一個零售商在任一個期間，其由配銷中心收到的存貨數量恰好等於其所面對的顧客需求量總合，此時每期期末之存貨持有成本、轉運成本以及缺貨成本皆等於 0。然而，實際上零售商面對的是一個動態變化的環境，不論是每一期顧客到來的次數，或是每次顧客的需求量都是不確定的，配銷系統內極有可能某些零售商缺貨，同時卻有某些零售商有剩餘的存貨。



如果理想的情形無法達到，可以嘗試次佳的情形，也就是說，從系統的角度觀之，系統整體的供給量等於系統面對的整體需求量。如果此境界能夠達到，則系統不會發生存貨持有成本及缺貨成本，只有發生轉運成本發生而已。此觀念也是本研究計算配銷中心下單數量的依據；本研究將配銷中心收到來自零售商的訂單區為二部分，其一為基本需求數量，另一稱之為風險需求數量。

同先前所假設，零售商間的需求以及各個顧客間的需求是獨立的，在某一期間顧客的需求情形也不會影響到次一期的需求。在此假設前提下，配銷中心向供應商下單的基本需求量(BQ)以及風險需求量(RQ)可以計算如下：

$$\begin{aligned}
BQ &= \sum [U_i + BO_i - EQ_i] \\
&= U + \sum BO_i - \sum EQ_i \dots\dots\dots(4)
\end{aligned}$$

$$RQ = Z \times \sigma \dots\dots\dots(5)$$

上式中，U 表示配銷中心單一期間面對的期望需求量，σ 表示配銷中心單一期間面對的需求量的標準差，而 Z 表示的是在整體服務水準 S 要求下所需的安全係數，S 得到後，Z 值可以查常態分配表而得。至於整體的服務水準 S，計算過程如下：

$$Z = \frac{S - U}{\sigma}, U = \sum U_i$$

$$S = \sum \text{Weight of Retailer}_i \times S_i$$

$$= \sum (W_i \times S_i) \dots\dots\dots(6)$$

本研究提出下列可以作為計算S的參考計算式。

1.  $S = \sum \frac{\lambda_i \times S_i}{\sum \lambda_i}$  , λ<sub>i</sub> 表零售商 i 面對的顧客期望到達率。

2.  $S = \sum \frac{U_i \times S_i}{\sum U_i}$  , U<sub>i</sub> 表零售商 i 面對的期望需求量。

3.  $S = \sum \frac{\sigma_i \times S_i}{\sum \sigma_i}$  , σ<sub>i</sub> 表零售商 i 面對之需求量的標準差。

4.  $S = \sum \frac{\text{c.v.}_i \times S_i}{\sum \text{c.v.}_i} = \sum \frac{\frac{\sigma_i}{U_i} \times S_i}{\sum \frac{\sigma_i}{U_i}}$  , c.v.<sub>i</sub> 表示零售商 i 面對之需求變異係數。

5.  $S = \sum \frac{\sum S_i}{n}$  , S<sub>i</sub> 表示零售商 i 的預設服務水準。

6.  $S = \sum \frac{(U_i + Z_i \times \sigma_i) \times S_i}{\sum (U_i + Z_i \times \sigma_i)} = \sum \frac{\text{Max}_i \times S_i}{\sum \text{Max}_i}$  , Max<sub>i</sub> 表示零售商 i 之最大存貨水準參考值。

7.  $S = \sum \frac{Z_i \times S_i}{\sum Z_i}$ ， $Z_i$  表示零售商  $i$  在預設服務水準  $S_i$  下之安全係數。

當整體服務水準得知後， $Z$  值即可求得。

由於考慮零售商間的需求是獨立的，也因此配銷中心向供應商發出的訂單量可以經由以下的計算得知：

$$\begin{aligned} OQ &= BQ + RQ \\ &= \sum U_i + \sum BO_i + Z\sigma - \sum EQ_i \\ &= U + \sum BO_i + Z\sigma - \sum EQ_i \dots\dots\dots(7) \end{aligned}$$

步驟 4：計算各零售商存貨的分配量

當配銷中心收到來自供應商的存貨後立即將其分配到零售商處。根據本研究的觀念，配銷中心向供應商的下單量與其收到來自零售商的訂單總量將不相等，前者小於後者，在供給小於需求的情形下，配銷中心必須決定如何將存貨分配給零售商。首先，將配銷中心的下單量分解如下：

$$\begin{aligned} OQ &= U + Z\sigma + \sum (BO_i - EQ_i) \\ &= (U_i + BO_i - EQ_i) + Z\sigma \dots\dots\dots(8) \end{aligned}$$

由上式可以了解到，配銷中心的下單量可以區分為括弧內的基本需求量，以及括弧外的風險需求量。基本需求量的部分依據各個零售商的要求很明確的表示出來，而風險量的部分則看不出來與任一個零售商有任何關聯，此部分的存貨就是配銷中心必須決定各零售商的分配比例而分配出去的量。本研究建議利用一些因子來計算各零售商的風險需求量

分配比例  $p_i$ ，以下列出各種考慮下  $p_i$  之計算式，以及概略說明建議該計算式之理由：

1. 服務水準：
$$p_i = \frac{S_i}{\sum S_i}$$
；考慮要求的服務水準愈高，則對存貨需求量愈大。

2. 風險需求量：
$$p_i = \frac{Z_i \sigma_i}{\sum Z_i \sigma_i}$$
 或 
$$p_i = \frac{(U_i + Z_i \sigma_i)}{\sum (U_i + Z_i \sigma_i)}$$
；考慮零售商的參考最高存貨水準越高，對存貨需求量愈大。

3. 期望訂單數：
$$p_i = \frac{\lambda_i}{\sum \lambda_i}$$
；考慮零售商面對的顧客需求次數愈多，對存貨需求量愈大。

4. 變異係數：
$$p_i = \frac{cv_i}{\sum cv_i} = \frac{\frac{\sigma_i}{U_i}}{\sum \frac{\sigma_i}{U_i}}$$
；考慮顧客需求變異愈大，需要的存貨量愈大。

5. Z 比值：
$$p_i = \frac{Z_i}{\sum Z_i}$$
；考慮零售商對存量預設安全係數愈高，需要的存貨量愈大。

6. 變異比例：
$$p_i = \frac{\sigma_i}{\sum \sigma_i}$$
；與(4)相同，但是是以需求標準差來表示。

7. 平均：
$$p_i = \frac{1}{n}$$
；最簡單的分配方式，將風險需求量平均分配予各零售商。

當  $p_i$  計算出來後，風險需求量即可按該比例分配給各零售商。

步驟 5：計算各零售商的風險需求量分配量  $RQ_i$



$$RQ_i = p_i \times Z\sigma \dots\dots\dots(9)$$

步驟 6：計算各零售商的分配量  $DQ_i$

$$DQ_i = U_i + BO_i - EQ_i + p_i \times Z\sigma \dots\dots\dots(10)$$

步驟 7：計算各零售商收到貨品後的存貨水準  $PQ_i$

$$PQ_i = PQ_i + DQ_i \dots\dots\dots(11)$$

以下以進一步以圖 3.3 說明「整合採購與比例配送」的觀念：

- 1、零售商有各自的  $Z_i$  (服務水準)， $U_i$ (望需求量)與  $\sigma_i$ (需求標準差)，此三變數決定了各自的最高存量  $Max_i$  與風險量  $RQ_i$

$$Max_i = U_i + Z_i \times \sigma_i$$

$$RQ_i = Z_i \times \sigma_i$$



- 2、各零售商之期末存(缺)貨狀況決定期末該發出的訂單量( $OQ_i$ )；可能的情形有：

A.無存貨亦無缺貨

$$OQ_i = Max_i \text{ (如零售商 1 及零售商 3)}$$

B.有期末存貨

$$OQ_i = Max_i - EQ_i \text{ (如零售商 2 及零售商 5)}$$

C.有期末缺貨

$$OQ_i = Max_i + BO_i \text{ (如零售商 4)}$$

(A)(B)(C)之通式可寫成：

$$OQ_i = Max_i - EQ_i + BO_i; EQ > 0 \text{ 或 } = 0, BO_i > 0 \text{ 或 } = 0,$$

且  $EQ_i$  與  $BO_i$  不同時  $> 0$

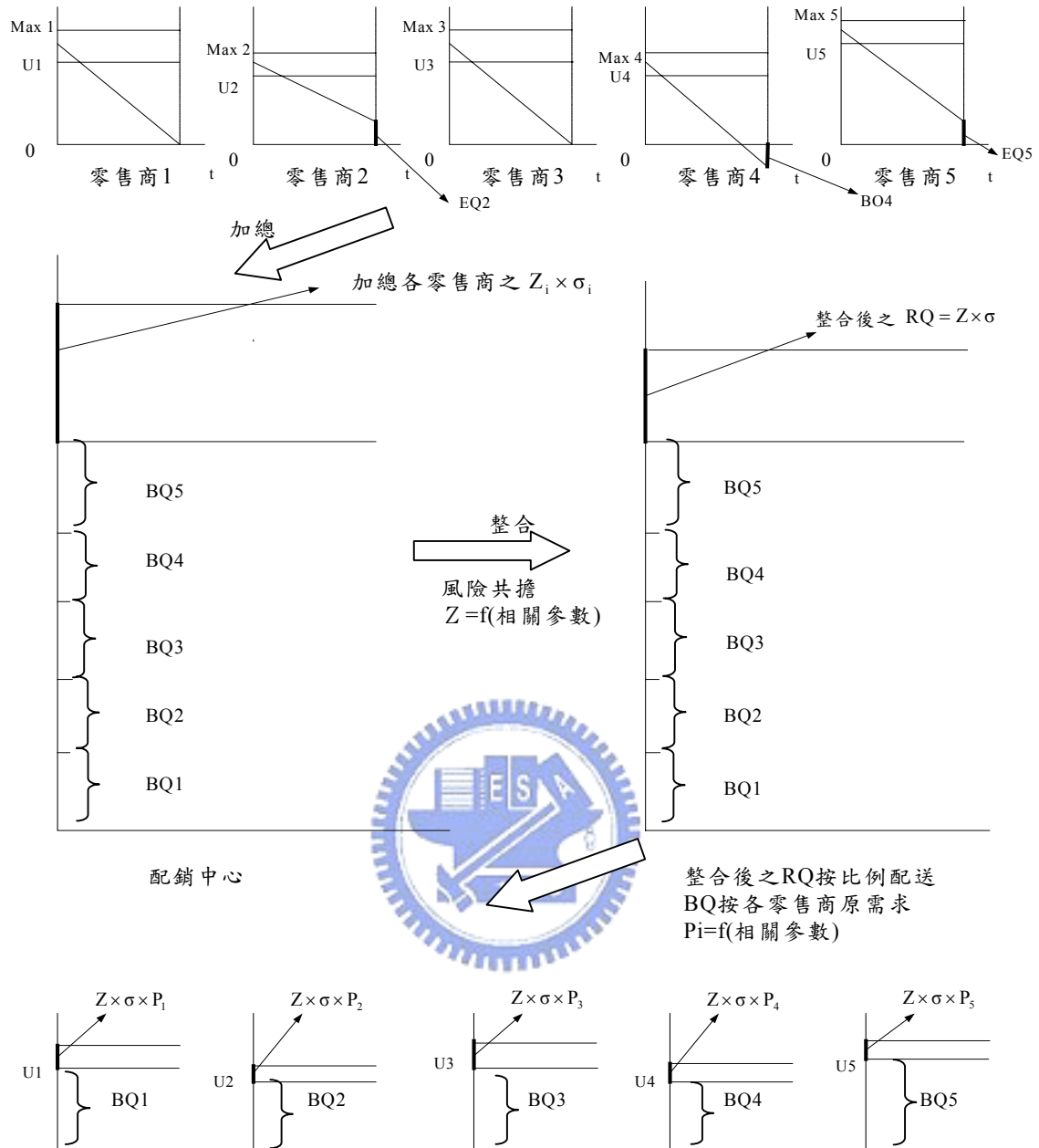


圖 3.3 整合採購與比例配送觀念示意圖

3、配銷中心收到來自零售商訂單量分成二部分：

A. 基本需求量

$$BQ = \sum U_i + \sum BO_i - \sum EQ_i$$

B. 風險需求量 =  $\sum RQ_i$

4、配銷中心向供應商的下單量也分成二部分：

### A. 基本需求

與收到的基本需求量相同

$$BQ = \sum U_i + \sum BO_i - \sum EQ_i$$

### B. 訂購風險需求量

$$RQ = Z \times \sigma$$

Z 由相關參數計算而得； $\sigma = \sqrt{\sum \sigma_i^2}$

## 5、配銷中心將收到來自供應商的存貨分配給零售商

$$\begin{aligned} \text{配銷中心收到的存貨量} &= BQ + RQ \\ &= \sum BQ_i + Z\sigma \\ &= [U_i + \sum BQ_i - \sum EQ_i] + Z \times \sigma \end{aligned}$$

存貨分配到各零售商的量(DQ<sub>i</sub>)

$$DQ_1 = [U_1 + BO_1 - EQ_1] + Z \times \sigma \times p_1$$

$$DQ_2 = [U_2 + BO_2 - EQ_2] + Z \times \sigma \times p_2$$

$$DQ_3 = [U_3 + BO_3 - EQ_3] + Z \times \sigma \times p_3$$

$$DQ_4 = [U_4 + BO_4 - EQ_4] + Z \times \sigma \times p_4$$

$$DQ_5 = [U_5 + BO_5 - EQ_5] + Z \times \sigma \times p_5$$

p<sub>i</sub> 由相關參數計算而得。

每次零售商到貨後，希望將零售商 i 的存貨水準提升至

$$U_i + Z \times \sigma \times p_i。$$

## 3.5 模式設計

影響配銷系統運作的因素很多，為了簡化模擬的複雜性與所需的模擬次數，一些因子在本研究中是設計成固定值。零售商面對顧客需求分配不盡相同，但在本研究中，吾人設計只要是同一個零售商，其在不同

的模擬情境中面對的顧客需求分配具有相同的期望值，至於顧客需求標準差，則以變異係數之方式呈現當作是控制參數。

本研究中有二類參數是固定不變的，第一類是各個零售商面對的顧客需求期望值及零售商預設的服務水準(包括以達交次數及以達交數量衡量)，其內容參考表 3.1。第二類是成本；本研究考慮三種成本，分別為存貨持有成本、轉運成本及缺貨處罰成本，在所有的模擬組合中，其值皆如表 3.2 之設定。

表 3.1 零售商面對的顧客需求期望值與預設服務水準

零售商	1	2	3	4	5
顧客需求期望值	200	250	180	210	230
預設服務水準	85%	85%	90%	90%	95%

表 3.2 成本結構

成本種類	存貨持有成本 (元/單位.期)	轉運成本 (元/單位)	缺貨處罰成本 (元/單位.期)
設定值	1	2	8

當系統運作過程中有零售商無法滿足顧客之需求時，轉運機制開始啟動，以系統中有剩餘存貨的零售商轉運存貨支援，藉此來降低缺貨的情形並提高服務水準。圖 3.4 所示為轉運的邏輯，如先前所述由於系統是採用完全轉運的觀念，因此轉運機制啟動後，是儘可能地轉運，也就是轉運量的決定是採用：

$$\text{Min [缺貨數量, 供給端之剩餘存貨]}$$

來決定。至於轉運過程，該由哪一個零售商先行轉運，本章採用的邏輯是，在轉運的當時，有最大存貨剩餘量的零售商先行轉運。若具有最大剩餘存量的零售商之存量不足時，接著由具有第二大存量之零售商

繼續轉運，以此類推，一直到缺貨被滿足，或是系統內所有的零售商均無剩餘存貨可供轉運為止。期末仍不足之部分則保留至未來的期間，直到缺貨補足為止。

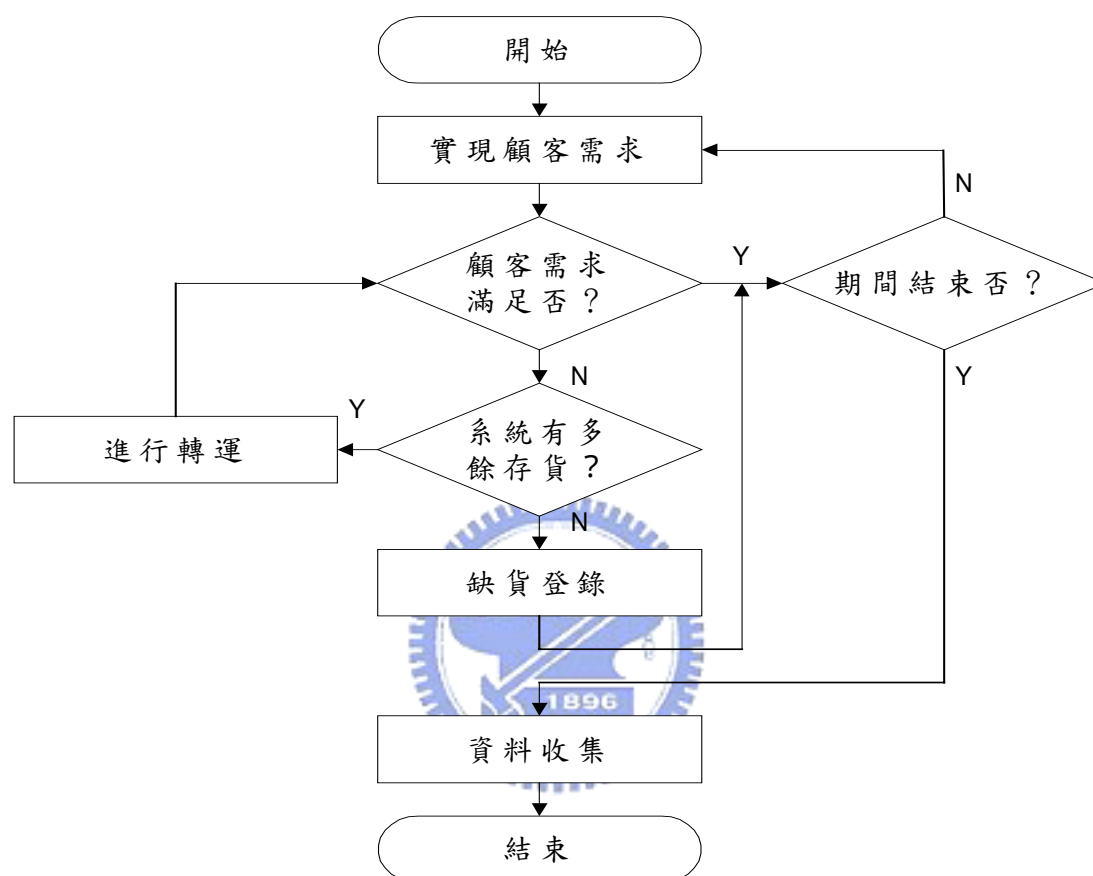


圖 3.4 單一轉運法則轉運運作邏輯

其他與模擬相關的資料敘述如下：

### 1. 模擬情境：

本研究考慮六種模擬情境(如表 3.3 所示)，並以此做為大分類，每一種實驗(模擬)再針對零售商，配銷中心等收集相關資料，經由此六種分類，吾人可以研究以下差異：

- A. 單期單次需求，單期多次需求之間的差異、
- B. 單期多次時，需求次數是固定多次與變動多次之間的差異，

C.有無轉運之間的差異。

表 3.3 六種模擬情境

情境	零售商面對之每期訂單數	轉運情形
S1	單期多次需求，訂單到來次數服從卜氏分配	不轉運
S2	單期多次需求，訂單到來次數固定	不轉運
S3	單期單次需求	不轉運
S4	單期多次需求，訂單到來次數服從卜氏分配	緊急，完全轉運
S5	單期多次需求，訂單到來次數固定	緊急，完全轉運
S6	單期單次需求	緊急，完全轉運

2.模擬設計：

每個情境的設計考慮 4 個控制變數，每個變數衡量三個水準的效果，故採  $L^9$  型實驗設計配置(參考表 3.4)。每個情境執行九種組合，每種組合模擬 300 期，而後計算出一組數據；每種組合收集 150 組數據後再計算出一組平均值成為該情境之一組模擬設計的觀測值。

表 3.4 參數、水準組合

模擬設計	控制變數			
	訂單到達率 ( $\lambda_i$ )	顧客需求變異 (c.v.)	存貨分配比例 ( $p_i$ )	零售商訂貨前置時間 (L.T.)
G1	3,4,5,6,7	0.1	$Z_i \sigma_i$	1
G2	3,4,5,6,8	0.2	$\lambda_i$	2
G3	3,4,5,6,9	0.3	$U_i+Z_i \sigma_i$	3
G4	13,14,15,16,17	0.1	$\lambda_i$	3
G5	13,14,15,16,18	0.2	$U_i+Z_i \sigma_i$	1
G6	13,14,15,16,19	0.3	$Z_i \sigma_i$	2
G7	23,24,25,26,27	0.1	$U_i+Z_i \sigma_i$	2
G8	23,24,25,26,28	0.2	$Z_i \sigma_i$	3
G9	23,24,25,26,29	0.3	$\lambda_i$	1

( $Z_i$ 表示零售商*i*對應於服務水準之安全係數; $\sigma_i$ 表零售商*i*需求標準差,  $U_i$ 表示零售商*i*需求期望值)

本研究考慮的四個控制變數分別為顧客需求頻率(顧客到達率)、顧客需求變異、風險需求量分配比例以及零售商訂貨前置時間。選擇此四個因素做為控制變數的理由簡單說明如下：1.顧客需求頻率：這是本研究的重心之一，過去的研究多為單期單次需求，甚少涉及單期多次的需求，為了瞭解不同顧客需求頻率產生的差異，因此將其視為控制變數；2.前置時間與顧客需求變異：這是文獻中最常提到影響系統績效的二個因素，本研究將其視為控制變數的理由是想瞭解這二個眾所皆知之影響系統的重要因素，其值的改變對系統的影響；3.風險需求量分配比例：這個因素沒有在圖 2.1 中出現，因為收集的文獻中沒有學者的研究與本研究相似；將風險需求量分配比例列為控制變數的理由是因為它是本研究提出之模式的運作機制之一，本研究想瞭解由不同參數計算得到的風險需求量分配比例對系統有何影響。

此外，到達率  $\lambda_i$  之設計，主要是想區辨出三種程度到達率之間的差異(組間差異)，至於組內  $\lambda_i$  之差異非本研究關切的主題，因此  $\lambda_i$  在設計時，組間有明顯的差異，組內則取連續的數值。至於顧客需求變異的設計，本研究是以變異係數來控制，並以 0.1 做為一個水準差距；由於變異係數超過 0.3 時不能忽略負的需求，儘管模擬過程可以控制需求為正，但在研究中仍假設變異係數不大於 0.3。

### 3.績效評估方式

本研究的績效評估方式是服務水準(達交率)來衡量。達交率的計算又分為達交次數及達交數量二種。前者是準時交貨次數佔總顧客需求次數的比率，後者是準時交貨數量佔總顧客下單量的比率。

4.本研究使用的軟體為 eM-Plant，該軟體為一知名且已經商業化的軟體。選擇該軟體的主要理由是以其來構建模組會比較嚴謹，模組的擴充以及模擬過程的追蹤、驗證皆容易操作。尤其是其在資料收集方面的功能強大，與本研究相關的數據可以經由該軟體提供的指令發展完成，而且資料儲存的格式與 Excel 相仿，轉成 Excel 格式後即可提供大量的運算與分析。

#### 5.模擬參數 S 及 $p_i$

在模式建構的步驟 3 及步驟 4 中曾提及，系統運作過程需要求算二個參數 S 及  $p_i$ ，本論文亦曾分別就 S 及  $p_i$  的計算提出參考計算式以及概略說明理由。有關 S 及  $p_i$  之求得過程例子參考表 3.5 至表 3.7。首先由 Excel 軟體中輸入表 3.5 之「預設」欄部分，其他「計算」欄則分別建入計算式而自動計算得到。根據表 3.5，再代入步驟 3 及步驟 4 建議的計算式即可求得表 3.6 及表 3.7。模擬進行時，則選取表 3.6 及表 3.7 中相關欄的數值輸入到模擬模式中進行模擬。

表 3.5 求算 S 及  $p_i$  的基本數據表

零售 商	預 設	預 設	預 設	計 算	預 設	查 表	計 算	計 算	計 算	計 算	計 算
	$\lambda_i$	$\mu_i$	$\sigma_{ic}$	$\sigma_{ic}^2$	$S_i$	$Z_i$	$U_i$	$\sigma_i$	$U_i+Z_i\sigma_i$	$\sigma_i^2$	cv
1	8	100	20	400	90%	1.281	800	57	872	3200	0.071
2	5	200	30	900	99%	2.326	1000	67	1156	4500	0.067
3	4	300	40	1600	95%	1.644	1200	80	1332	6400	0.067
4	2	250	25	625	97%	1.880	500	35	566	1250	0.071
5	5	400	40	1600	94%	1.554	2000	89	2139	8000	0.045

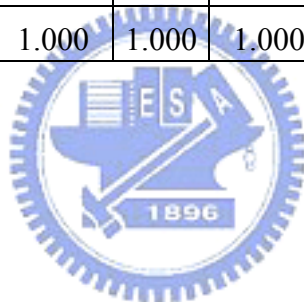


表 3.6 由不同參數計算出來之 S 值

S							
$\lambda$	U	$\sigma_i$	cv	$S_i$	$Z_i$	$U_i+Z_i\sigma_i$	$\sigma_i^2$
0.941	0.948	0.949	0.950	0.951	0.956	0.949	0.949

表 3.7 由不同參數計算出來之  $p_i$  值

$p_i$								
零售商	$S_i$	$Z_i\sigma_i$	$\lambda_i$	$cv_i$	$Z_i$	$\sigma_i$	$U_i+Z_i*\sigma_i$	$\sigma_i^2$
1	0.189	0.128	0.333	0.221	0.148	0.172	0.144	0.137
2	0.208	0.276	0.208	0.210	0.268	0.204	0.191	0.193
3	0.200	0.233	0.167	0.208	0.189	0.244	0.220	0.274
4	0.204	0.118	0.083	0.221	0.216	0.108	0.093	0.054
5	0.198	0.246	0.208	0.140	0.179	0.272	0.353	0.343
$\Sigma$	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000



## 第四章 不同配銷情境比較與模式優越性驗證

本章主要是應用第三章提出的模式，以一個由單一配銷中心及五個零售商組成的存貨配銷系統為對象，研究在緊急-完全轉運的環境下，實務上可能發生的配銷情境(顧客需求為單期單次、單期固定多次，以及單期變動多次)之間的差異。首先說明基本的模擬結果，接著陳述不同配銷情境間的差異及其代表的意義，然後分析影響配銷系統的重要因子，最後驗證第三章發展的模式之優越性。

### 4.1 基本模擬結果

附錄一是由一個配銷中心及五個零售商組成之配銷系統的模擬結果，本章後續的研究結果分析可以由此表推導出來。本論文的九種模擬設計是依顧客到達率區分為三群，分別為 G1~G3、G4~G6、以及 G7~G9 等三群。由附錄一可以觀察出同一群設計的下單量幾乎相同。另外，本研究共設計六種情境，此六種情境可以用三種配對表示，分別為(S1, S4)、(S2, S5)、以及(S3, S6)，括弧內前者表示不考慮轉運的設計，後者表示考慮轉運的設計。由附錄一也可以觀察到，模擬過程中，相同的模擬設計內(G1~G9)，每一組配對產生的基本結果相當接近(如零售商下單量、顧客平均下單次數及每期顧客下單量)。以上說明本研究針對不同情境的分析比較，觀測值之間的差異可以說完全來自控制變數的差異。

表 4.1 為不同零售商在六種情境(S1~S6)搭配九種模擬設計(G1~G9)下，以缺貨數量衡量缺貨率的模擬結果，表中之粗體字表示有達到預設服務水準的情境—模擬設計組合(系統部份經整合計算後之整體服務水準為 0.892)。

表 4.1 以缺貨數量衡量之缺貨率(服務水準)

零售商 (系統)	預設 服務水準	模擬 情境	模擬設計(編號)								
			G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9
零售商 1	0.85	S1	0.365	0.499	0.584	0.584	0.257	0.492	0.468	0.582	0.241
		S2	<b>0.113</b>	0.428	0.547	0.539	<b>0.129</b>	0.407	0.425	0.504	<b>0.068</b>
		S3	<b>0.100</b>	0.429	0.548	0.543	<b>0.135</b>	0.410	0.427	0.502	<b>0.073</b>
		S4	0.223	0.385	0.480	0.482	0.164	0.409	0.394	0.476	<b>0.145</b>
		S5	<b>0.036</b>	0.402	0.494	0.473	<b>0.067</b>	0.379	0.389	0.436	<b>0.035</b>
		S6	<b>0.022</b>	<b>0.060</b>	<b>0.107</b>	<b>0.034</b>	<b>0.036</b>	<b>0.015</b>	<b>0.036</b>	<b>0.013</b>	<b>0.019</b>
零售商 2	0.85	S1	0.339	0.493	0.576	0.582	0.249	0.494	0.468	0.578	0.244
		S2	<b>0.090</b>	0.426	0.547	0.547	<b>0.125</b>	0.408	0.427	0.498	<b>0.072</b>
		S3	<b>0.084</b>	0.428	0.548	0.546	<b>0.127</b>	0.406	0.423	0.501	<b>0.068</b>
		S4	0.234	0.380	0.448	0.479	0.171	0.418	0.397	0.462	<b>0.151</b>
		S5	<b>0.034</b>	0.381	0.461	0.470	<b>0.074</b>	0.369	0.378	0.446	<b>0.038</b>
		S6	<b>0.021</b>	<b>0.055</b>	<b>0.114</b>	<b>0.037</b>	<b>0.035</b>	<b>0.015</b>	<b>0.035</b>	<b>0.013</b>	<b>0.019</b>
零售商 3	0.9	S1	0.324	0.483	0.571	0.575	0.239	0.486	0.460	0.583	0.231
		S2	<b>0.076</b>	0.423	0.544	0.542	0.116	0.408	0.423	0.510	<b>0.064</b>
		S3	<b>0.075</b>	0.426	0.548	0.548	0.122	0.408	0.423	0.511	<b>0.067</b>
		S4	0.216	0.390	0.453	0.456	0.170	0.405	0.417	0.484	0.158
		S5	<b>0.045</b>	0.435	0.480	0.496	<b>0.081</b>	0.414	0.423	0.481	<b>0.045</b>
		S6	<b>0.022</b>	<b>0.063</b>	0.157	<b>0.059</b>	<b>0.039</b>	<b>0.018</b>	<b>0.043</b>	<b>0.022</b>	<b>0.020</b>
零售商 4	0.9	S1	0.318	0.491	0.582	0.584	0.252	0.495	0.475	0.580	0.239
		S2	<b>0.072</b>	0.442	0.562	0.541	0.133	0.407	0.000	0.497	<b>0.073</b>
		S3	<b>0.073</b>	0.439	0.558	0.540	0.122	0.411	0.428	0.495	<b>0.066</b>
		S4	0.213	0.385	0.438	0.454	0.172	0.403	0.411	0.502	0.152
		S5	<b>0.046</b>	0.407	0.421	0.509	<b>0.087</b>	0.423	0.397	0.483	<b>0.041</b>
		S6	0.182	0.649	0.857	0.818	0.252	0.551	0.629	0.718	0.181
零售商 5	0.95	S1	0.301	0.465	0.555	0.569	0.217	0.478	0.454	0.580	0.226
		S2	0.060	0.421	0.549	0.546	0.099	0.408	0.422	0.511	<b>0.062</b>
		S3	0.060	0.420	0.545	0.546	0.109	0.410	0.421	0.515	<b>0.061</b>
		S4	0.197	0.357	0.386	0.431	0.165	0.399	0.362	0.458	0.135
		S5	<b>0.050</b>	0.359	0.362	0.452	0.090	0.398	0.370	0.436	<b>0.043</b>
		S6	<b>0.017</b>	0.129	0.304	0.221	<b>0.032</b>	<b>0.045</b>	0.105	0.163	<b>0.015</b>
系統	0.892	S1	0.324	0.484	0.571	0.579	0.242	0.489	0.465	0.580	0.236
		S2	<b>0.077</b>	0.428	0.551	0.543	<b>0.119</b>	0.408	0.420	0.504	<b>0.068</b>
		S3	<b>0.075</b>	0.428	0.550	0.545	0.122	0.409	0.424	0.505	<b>0.067</b>
		S4	0.214	0.376	0.432	0.459	0.168	0.407	0.394	0.475	0.147
		S5	<b>0.044</b>	0.392	0.429	0.478	<b>0.081</b>	0.397	0.389	0.456	<b>0.041</b>
		S6	<b>0.058</b>	0.218	0.352	0.248	<b>0.080</b>	0.135	0.174	0.193	<b>0.051</b>

## 4.2 研究結果

1. 單期單次需求情境的績效 (達到預設服務水準的次數或是服務水準) 比單期多次需求情境的績效高

傳統上，針對配銷系統的研究，絕大部分是集中於情境 3 (S3) 以及情境 6 (S6)。不管有無涉及轉運，皆假設一個週期的顧客需求頻率為一次。經由本研究的模擬結果可以得知，這二種情形的績效是相對較好的。尤其是情境 6，其達到預設服務水準的比率最高；但一旦考慮一個期間內有多次的顧客需求時，服務水準立即產生下降的情形(例如 S1、S2 與 S3 皆為不轉運，S3 為單期單次需求，其缺貨比率較低；而 S4、S5 與 S6 為考慮轉運的情形，S6 為單期單次需求，其缺貨比率也較低)。

2. 允許轉運的配銷系統其績效 (服務水準) 較不允許轉運的配銷系統的績效 (服務水準) 為高

各個零售商在九種不同的設計下，(S1,S4)、(S2,S5)、(S3,S6) 分別表示所有條件相同，只是差在 S1、S2、S3 不考慮轉運，而 S4、S5、S6 是考慮轉運的情形；兩兩比較結果可知絕大部分情形下，有轉運情形之服務水準優於無轉運的服務水準，這也表示著配銷系統中，以服務水準而言，轉運確有其效益。

3. 單期多次需求且需求次數不定之配銷情境不易達到預設服務水準

情境 1 (S1) 在所有零售商之九種模擬設計中沒有一次符合預設服務水準的要求，這與本研究原先的設想相差甚多。經追蹤模擬過程後，了解到產生此結果的主要因為：零售商在此情形下，其實是面對二種不確定性，分別為單一顧客需求量的不確定性，以及期間

內顧客需求到來次數的不確定性。縱然本研究以單次期望需求量與標準差及期望需求次數來估計零售商單期面對的期望需求量與變異數，然而次數變化引起的期望需求量與變異數的變化相當大，導致服務水準遠低於原先設想的水準。

#### 4. 配銷中心扮演協調者角色可以同時減少整體系統訂購量及提供較好的服務水準

本研究假設配銷中心扮演協調者角色可以減少系統訂購量，並透過轉運提高績效。本章的績效衡量採用缺貨比例及單期平均成本，計算結果如表 4.2 所示。

表 4.2 不同情境—模擬設計組合下之績效分析

模擬設計	需求情形	情境	配銷中心 接單量	下單 量	下單 量差	下單 量差 %	缺貨情形		成本		
							缺貨 比例	比例 差	單期 成本	成本 差距	成本降低 百分比
G1	單期多次需求 需求次數不定	S4	5552	5382	170	0.0315	0.214	0.110	12259	4298	0.260
		S1	---	5386			0.324		16557		
	單期多次需求 需求次數固定	S5	5535	5365	170	0.0317	0.044	0.033	2424.8	1576	0.394
		S2	---	5367			0.077		4001		
	單期單次需求	S6	5532	5362	170	0.0317	0.058	0.017	3011	878	0.226
		S3	---	5363			0.075		3890		
G2	單期多次需求 需求次數不定	S4	5734	5395	339	0.0626	0.376	0.108	22332	6271	0.219
		S1	---	5415			0.484		28603		
	單期多次需求 需求次數固定	S5	5689	5351	339	0.0633	0.392	0.036	22426	2135	0.087
		S2	---	5349			0.428		24561		
	單期單次需求	S6	5702	5363	339	0.0634	0.218	0.210	12459	12082	0.492
		S3	---	5347			0.428		24541		
G3	單期多次需求 需求次數不定	S4	5919	5412	508	0.0925	0.432	0.140	29483	11288	0.277
		S1	---	5486			0.571		40770		
	單期多次需求 需求次數固定	S5	5777	5270	508	0.0906	0.429	0.122	28942	8186	0.220
		S2	---	5603			0.551		37128		
	單期單次需求	S6	5903	5396	508	0.0907	0.352	0.198	23630	13420	0.362
		S3	---	5598			0.550		37050		
G4	單期多次需求 需求次數不定	S4	16734	16148	586	0.0356	0.459	0.120	90973	25334	0.218
		S1	---	16476			0.579		116308		
	單期多次需求 需求次數固定	S5	16496	15910	586	0.0354	0.478	0.221	95763	11950	0.418
		S2	---	16530			0.543		107713		

模擬設計	需求情形	情境	配銷中心 接單量	下單量	下單量差	下單量差 %	缺貨情形		成本		
							缺貨比例	比例差	單期成本	成本差距	成本降低百分比
	單期單次需求	S6	16787	16208	579	0.0349	0.248	0.297	47316	60522	0.561
		S3	---	16568			0.545		107838		
G5	單期多次需求 需求次數不定	S4	16954	16074	879	0.0547	0.168	0.073	27762	9287	0.251
		S1	---	16088			0.242		37050		
	單期多次需求 需求次數固定	S5	16909	16029	879	0.0548	0.081	0.039	12945	5831	0.311
		S2	---	16036			0.119		18776		
	單期單次需求	S6	16904	16039	865	0.0540	0.080	0.042	12790	6379	0.333
		S3	---	16038			0.122		19168		
G6	單期多次需求 需求次數不定	S4	16383	16090	293	0.0181	0.407	0.082	69363	13041	0.158
		S1	---	16242			0.489		82404		
	單期多次需求 需求次數固定	S5	16394	16100	293	0.0184	0.397	0.011	66402	1780	0.026
		S2	---	15931			0.408		68182		
	單期單次需求	S6	16400	16107	293	0.0184	0.135	0.274	22433	46041	0.672
		S3	---	15923			0.409		68474		
G7	單期多次需求 需求次數不定	S4	27905	26775	1131	0.0420	0.394	0.071	112458	19106	0.145
		S1	---	26953			0.465		131564		
	單期多次需求 需求次數固定	S5	28368	27237	1131	0.0532	0.389	0.031	115193	-10678	-0.102
		S2	---	21235			0.420		104515		
	單期單次需求	S6	27788	26677	1111	0.0418	0.174	0.251	48901	71197	0.593
		S3	---	26563			0.424		120098		
G8	單期多次需求 需求次數不定	S4	27533	27157	376	0.0137	0.475	0.105	153940	37291	0.195
		S1	---	27414			0.580		191231		
	單期多次需求 需求次數固定	S5	26668	26291	376	0.0140	0.456	0.048	150717	16346	0.098
		S2	---	26890			0.504		167063		
	單期單次需求	S6	27203	26830	373	0.0139	0.193	0.312	61079	106176	0.635
		S3	---	26938			0.505		167254		
G9	單期多次需求 需求次數不定	S4	27503	26749	753	0.0281	0.147	0.089	39525	19274	0.328
		S1	---	26772			0.236		58799		
	單期多次需求 需求次數固定	S5	27486	26732	753	0.0282	0.041	0.027	10905	6762.7	0.383
		S2	---	26743			0.068		17668		
	單期單次需求	S6	27483	26735	748	0.0280	0.051	0.016	13295	4148	0.238
		S3	---	26739			0.067		17443		

(“---”表示在該情境下無觀測值)

由表 4.2 可以了解到，由於有了配銷中心擔任協調者的角色，系統的總訂貨量降低比率由 1%到 9%不等。系統總訂單量降的比例最多的前四者分別是 G3、G2、G5、G7 等幾個模擬設計，G3、G5 及 G7 相同的特性在於這三者的存貨分配比例都是採取  $(U + Z\sigma)$  的計

算方式。儘管如此，從滿足訂單的角度來看，四者中除了 G5 以外，其餘三者的服務水準皆不高；G5 所以不同於其他三者，是因為 G5 的前置時間為一期。

以缺貨比例看，由表 4.2 中也可以看出，在相同的條件下，允許轉運的缺貨比例均較不允許轉運的缺貨比例低(缺貨比例差之欄位值皆大於 0)。這說明了配銷系統中有協調者存在時，是可以以較少量的系統總需求量提供更高的顧客服務水準。若以成本來分析績效，必須將附錄一分成三組來討論，分別是 G1~G3、G4~G6 以及 G7~G9，因為三組在設計上分別代表不同的訂單到達率。除了 G7 的一組數據外，其餘所有的成本差皆大於 0，表示允許轉運的單期平均成本小於不允許轉運的單期平均成本，也表示轉運可以以較低的成本提供更佳的服務水準。由三組數據也可以觀察到，前置時間愈長，單期平均成本也愈高；一般而言，成本降低的幅度均相當明顯。

#### 5. 將單期多次的顧客需求簡化成為單期單次的顧客需求後服務水準明顯偏高

由表 4.2 還可以觀察到，簡化單期多次需求成為單期單次的需求後，服務水準明顯的提高。在單期單次需求下，不允許轉運(S3)與允許轉運(S6)間的改善情形在九種模擬設計的缺貨情形比例中，有六種設計的單期單次需求比例差是最大的(G2、G3、G4、G6、G7、G8)，有七種單期單次需求成本降低%是最大的(G2、G3、G4、G5、G6、G7、G8)，這些都表示若將期間內的多次需求假設成只有一次需求時，系統的績效可能被高估。

表 4.1 也可以體會到一般所知的前置時間是如何影響服務水準。九

種模擬設計中，G1、G5 及 G9 達到預設服務水準的比例是最高的，這三種設計的前置時間都是一期。G2、G6、G7 的前置時間為 2 個週期時間，G3、G4、G8 的前置時間為 3 個週期時間，由表 4.1 可知此六種設計滿足服務水準的情形是較差的。如果比較缺貨率，也可以發現前置時間為 3 的設計，其缺貨比率又比前置時間為 2 的設計高得多；前置時間增長，服務水準下降，足見服務水準與前置時間的長短有絕對關係。

### 4.3 因子影響度分析

本研究四個控制變數分別為顧客需求頻率(顧客到達率)、顧客需求變異、風險需求量分配比例以及零售商訂貨前置時間。此四個因子在模擬設計的過程中分別設計成具有三個水準。為了瞭解每一個因子對績效的影響程度，本研究分別就四種因子對服務水準及成本等多個績效指標產生的影響計算列表如表 4.3。由表 4.3 可以觀察到，不同的因子對於績效指標有不同的影響程度。在服務水準(以缺貨次數衡量)方面，如果需求情形為單期多次且需求次數固定時(S2,S5)，前置時間具有決定性的影響力。但是，若需求情形為單期多次且需求次數不定時，顧客到達次數及顧客需求變異對績效的影響不可忽視。若以缺貨數量來衡量服務水準，在各種情形下，前置時間均具有絕對的影響力。

在成本績效方面，顧客到達次數及前置時間二個因子，不論在存貨持有成本，缺貨處罰成本、轉運成本或是單期平均成本皆是影響變異的主要因素，超過 80% 的變異是來自此二種因素，但是此二種因素對於不同成本的影響有些微的差異。至於本研究所提出的比例配送觀念，就設計的例子而言，其所佔的影響程度均不超過 10%。



表 4.3 變異分析(五個零售商的配銷系統)

情境	變異源	服務水準		成本			
		以缺貨次數衡量	以缺貨數量衡量	存貨持有成本	缺貨成本	轉運成本	單期平均成本
S4	到達率	0.1135	0.0004	0.3226	0.5889	0.9492	0.5221
	需求變異	0.1442	0.0194	0.0775	0.0651	0.0083	0.0682
	分配比例	0.0628	0.0083	0.0825	0.0529	0.0195	0.0620
	前置時間	0.6795	0.9719	0.5175	0.2931	0.0229	0.3476
S1	到達率	0.2839	0.0108	0.3017	0.6653	-----	0.5432
	需求變異	0.1798	0.0162	0.0683	0.0504	-----	0.0582
	分配比例	0.1101	0.0063	0.0758	0.0390	-----	0.0516
	前置時間	0.4261	0.9667	0.5542	0.2452	-----	0.3470
S5	到達率	0.0027	0.0054	0.2754	0.4255	0.3973	0.3979
	需求變異	0.0096	0.0184	0.0779	0.1554	0.0245	0.1202
	分配比例	0.0095	0.0206	0.0936	0.0436	0.1337	0.0625
	前置時間	0.9782	0.9556	0.5531	0.3754	0.4445	0.4193
S2	到達率	0.0265	0.0036	0.2883	0.3788	-----	0.3471
	需求變異	0.0091	0.0053	0.0531	0.0723	-----	0.0657
	分配比例	0.0073	0.0003	0.0980	0.0625	-----	0.0752
	前置時間	0.9572	0.9908	0.5606	0.4863	-----	0.5119
S6	到達率	-----	0.1042	0.2092	0.4291	0.2469	0.3621
	需求變異	-----	0.1049	0.0156	0.0137	0.0234	0.0113
	分配比例	-----	0.0081	0.0615	0.0888	0.1693	0.0846
	前置時間	-----	0.7828	0.7136	0.4684	0.5603	0.5420
S3	到達率	-----	0.0034	0.2722	0.4122	-----	0.3707
	需求變異	-----	0.0059	0.0605	0.0546	-----	0.0550
	分配比例	-----	0.0004	0.0921	0.0828	-----	0.0862
	前置時間	-----	0.9902	0.5752	0.4505	-----	0.4881

(表中數值表示百分比；“---”表在該情形下無觀測值)

#### 4.4 整合採購及比例配送模式之優越性驗證

前述「整合採購與比例配送」觀念提供解決單期多次需求運作的方法，本節進一步以參數模擬的方式證明此觀念確實具有優越性。

本論文提出方法的依據是，在動態的環境中，每個零售商面對的是不確定的顧客需求，因此每期期末的存貨數量也是動態的。期末有多餘

存貨表示必須負擔存貨持有成本，而期間發生存貨不足時則會引發缺貨成本。除此之外，相關的成本還包括期間零售商間存貨相互轉運所引發的成本。以上所述成本與零售商所擁有的存貨數量有直接的關係，且這些成本之間是彼此互有消長的；至於存貨數量，則決定於每個零售商每一期的採購數量。

因為零售商的採購數量是影響成本的主要因素，本節以不同的乘數來調整零售商的採購數量，藉此來變化零售商每一期的存貨數量。本節僅取允許轉運、允許單期多次需求、前置時間為 1，以及表現較佳的轉運法則等之情境組合進行模擬。零售商採購量的乘數則取 0.5 到 4，二端間隔較疏(間隔 0.1)，中間部分考慮到最佳值的存在，間隔較密(間隔 0.05)。

由於單期單次需求、單期固定多次需求以及單期變動多次需求三種情境的成本差異大，為了方便比較，本研究對於成本的處理，採用成本比值的方式來做；也就是不同乘數下發生的成本是以個別的成本除以所有成本中最大者，因此最大的比值為 1，可以將系統服務水準與成本相對大小繪製於同一個座標系統上。

以實驗設計的方法考慮三種需求型態、四種控制變數，每個變數有三個水準時的組合有 27 種。若再考慮每一種組合有九種轉運法則，則所得到的模擬結果資料量相當龐大，因此本研究不列出模擬結果，僅就最終分析出之圖形化結果進行說明。

首先，將每一種模擬結果繪製成圖形後，可以發現到儘管模擬在不同大小的參數值下，彼此間的模擬結果存在或多或少的差異，但是隨著採購量乘數而變化的趨勢是大同小異(例如，圖 4.1 所示為不同顧客到達

率( $\lambda$ )下乘數與成本的關係；圖 4.2 所示為不同顧客到達率( $\lambda$ )下乘數與服務水準的關係)。因此本研究僅就其中某種組合得到的結果(圖 4.3 至圖 4.5)進行說明。圖 4.1 至圖 4.5 中，乘數 1 表示其為「整合採購與比例配送」觀念的訂購量，本節以此為基礎來測試不同乘數之採購量對於系統績效的影響。

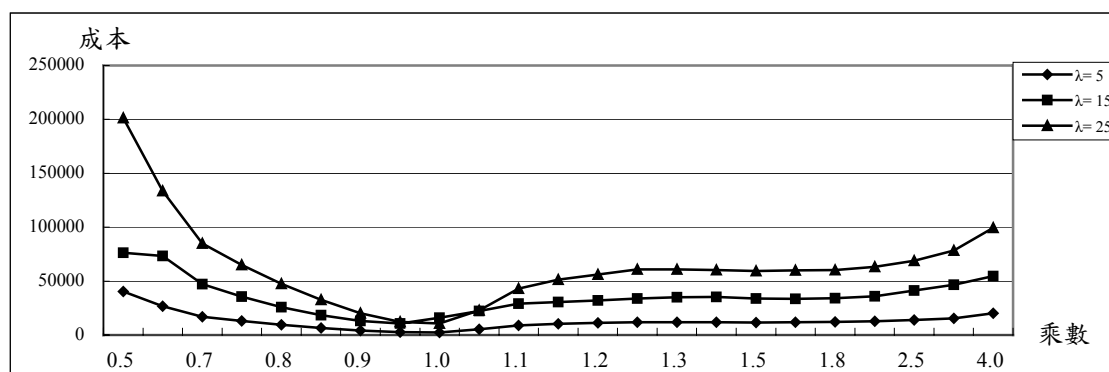


圖 4.1 乘數與成本在不同顧客到達率下之關係

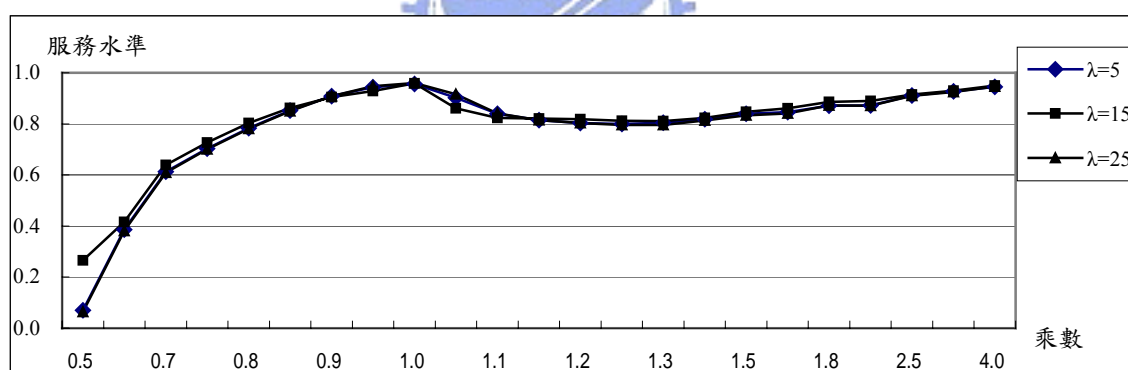


圖 4.2 乘數與服務水準在不同顧客到達率下之關係

圖 4.3 所表示的是不同採購量乘數與系統成本間的關係。系統運作考慮三種成本，因為轉運成本所佔比重相當小，在此予以省略，僅繪出存貨持有成本、缺貨成本，以及系統總成本之間的關係。由圖 4.3 可以了解到，每一種模擬組合在採購量乘數小於 1 時，存貨持有成本變化不大。隨著乘數增加，缺貨成本急速下降，因此系統總成本是呈現下降的走勢。當採購量乘數大於 1 後，缺貨成本先小幅上升，而後隨著乘數增

加又再降下來。此情形的產生，推測原因可能是因為乘數大於 1 後，零售商因為保有期末存量的機率增加，會減少其向配銷中心的採購量，在前置時間的作用下，導致週期性的缺貨情形發生而使缺貨成本增加，但在乘數愈來愈大後，因缺貨機率再降低而使缺貨成本逐漸下降。

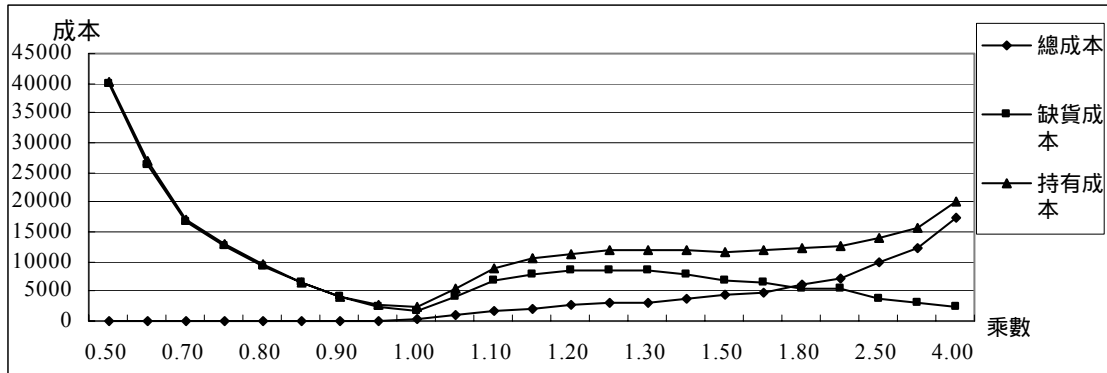


圖 4.3 採購量乘數與系統成本之關係

至於存貨持有成本，則是在乘數大於 1 後有較明顯的上升趨勢，而在乘數大於 2 以後大幅揚升，也因此帶動系統總成本以較大的幅度上揚。整體而言，當乘數小於 1 時，缺貨成本是主要的影響因素；乘數大於 2 時，存貨持有成本是主要的影響因素。當乘數介於 1 與 2 之間，在乘數小於 1.25 時，二種成本皆開始微幅上揚，也因此形成了總成本曲線在乘數等於 1 時是處於波谷的狀態。乘數大於 1.25 後，由於零售商擁有較多的存貨數量，缺貨情形由此逐漸下降。在乘數介於 1.25 與 1.8 之間時，二者消長情形相當，總成本變化不大，但在乘數大於 1.8 以後，因為期末存貨數量開始增加，使得總成本也開始以較大幅度上升。

圖 4.4 所示是乘數與顧客服務水準及成本比值之間的關係。由圖 4.4 可以很清楚地了解到，當乘數小於 1 的時候，隨著乘數增大，成本比值劇烈下降，顧客服務水準則是呈現上升的情形，上升趨勢持續到乘數等於 1 的時候達到相對高點。乘數大於 1 以後，服務水準開始小幅下降。下降的原因如前段所述，可能是因為週期性缺貨的關係。雖然服務水準

隨著乘數的增加而再次地上揚，甚至超越乘數為 1 時的最高點，但是此時的成本比值也已經開始巨幅上揚。整體而言，當乘數等於 1 時的系統成本是相對最低點，此時的服務水準雖是相對高點，但是隨著乘數以及成本不斷增加，服務水準有可能超越乘數等於 1 時的水準。

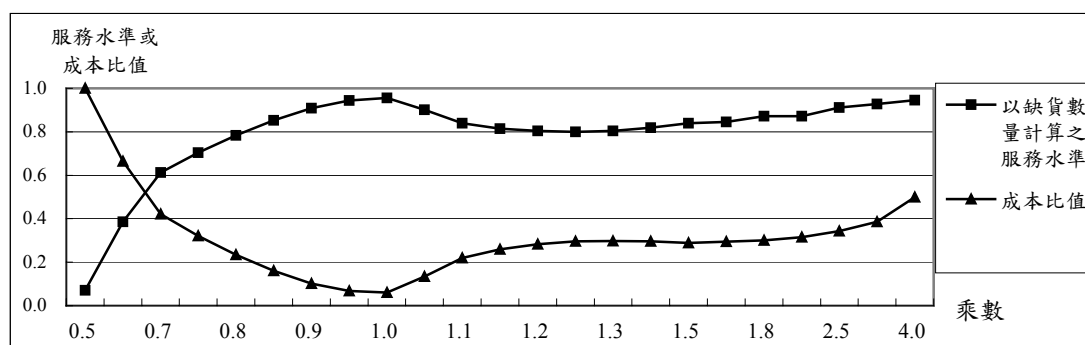


圖 4.4 採購量乘數與系統服務水準及成本比值間之關係

為了說明成本效益關係，在此以每期間的服務水準除以成本比值來表示每一期間的成本效益，所得結果如圖 4.5 所示。由圖 4.5 可以更明確地了解到，在同時考慮服務水準與系統成本的情形下，成本效益最佳的時候是當採購量的乘數等於 1 時。藉由以上之分析，可以說明以本論文所提出的「整合採購與比例配送觀念」來運作允許單期多次顧客需求的二階存貨配銷系統的確具有其優越性；在單一期間允許多次需求的情形下，系統的成本效益確實是最佳的。

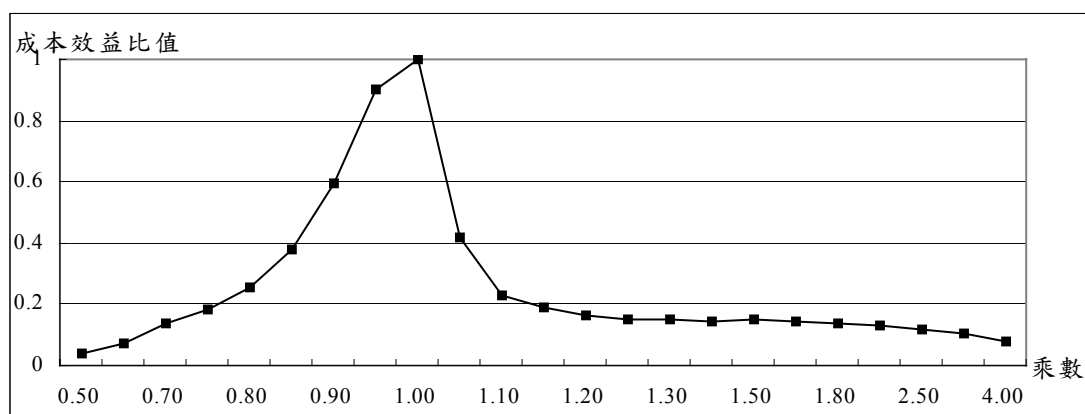


圖 4.5 乘數與系統整體效益間的關係



## 第五章 轉運法則比較與一致性驗證

本章先提出九種轉運法則，而後探討不同轉運法則的相對優劣性，以及此相對優劣性在不同零售商個數組成的配銷系統中，其表現是否具有 consistency。配銷系統只考慮一個配銷中心，至於零售商的個數，由於要驗證轉運法則在不同的零售商個數下是否具有 consistency，因此分別考慮 5、10 及 20 個零售商。轉運的時機及轉運量的決定分別採取緊急轉運及完全轉運的觀念，其架構如圖 5.1 所示。圖 5.1 中的虛線表示資訊傳遞的過程，各零售商將需求資訊傳遞給配銷中心，配銷中心整合採購量後向供應商下訂單。實線表示存貨配送的過程，供應商按照配銷中心的下單量出貨給配銷中心，配銷中心再將存貨分成二部分：基本需求量係依照零售商要求如數分配，風險需求量部分則依據各零售商應分配的比例配送。零售商之間的實線表示存貨的轉運，任二個零售商之間皆允許存貨相互轉運。模式詳細的運作原理參考第三章。

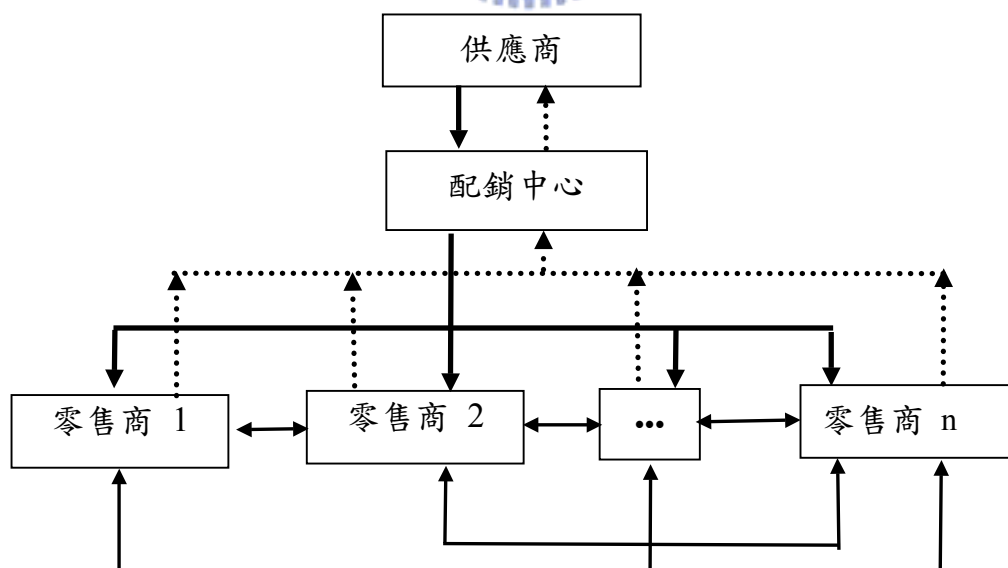


圖 5.1 多種零售商構成之配銷系統運作示意圖

## 5.1 轉運法則比較之模擬情境及設計

轉運法則的分析及驗證考慮九種模擬情境(參考表 5.1)，依據零售商個數分成三大類，每類皆考慮三種顧客需求型態，共可組成九種模擬情境。系統考慮 4 個控制變數，每個控制變數衡量三個水準的效果，故採  $L^9$  型實驗設計配置(參考表 3.4)。九種模擬情境各有九種實驗配置，每種實驗配置再針對九種轉運法則進行模擬，因此共有 729 種模擬組合。每一種模擬組合以運作 300 期為一觀測期間，觀測時間結束後可以計算出一組觀測值。相同組合模擬 150 次後，再由 150 組數據計算出一組平均值，成為該模擬組合下的代表值。

表 5.1 轉運法則之模擬情境及模擬組合

九種模擬情境		實驗設計及模擬組合	
零售商個數	零售商面對之每期訂單數	控制變數	轉運法則
5	單期多次需求，訂單到來次數服從卜氏分配	系統共有四種控制變數，每個變數具三水準，故採 $L^9$ 型實驗設計配置(參考表 3.4)。九種情境搭配九個實驗設計組，合計 81 組。	81 組皆以九種轉運法則運作，計有 729 種模擬組合。
	單期多次需求，訂單到來次數固定		
	單期單次需求		
10	單期多次需求，訂單到來次數服從卜氏分配		
	單期多次需求，訂單到來次數固定		
	單期單次需求		
20	單期多次需求，訂單到來次數服從卜氏分配		
	單期多次需求，訂單到來次數固定		
	單期單次需求		

當系統運作過程中有零售商無法滿足顧客的需求時，轉運機制開始啟動，以系統中有剩餘存貨的零售商轉運存貨支援，藉此來降低缺貨的



情形或提高服務水準。轉運邏輯如圖 5.2 所示。如先前所述，由於系統是採用完全轉運的觀念，因此轉運機制啟動後，存貨提供端是依據下式提供轉運數量：

$$\text{轉運數量} = \text{Min}[\text{缺貨數量}, \text{供給端之剩餘存貨}]$$

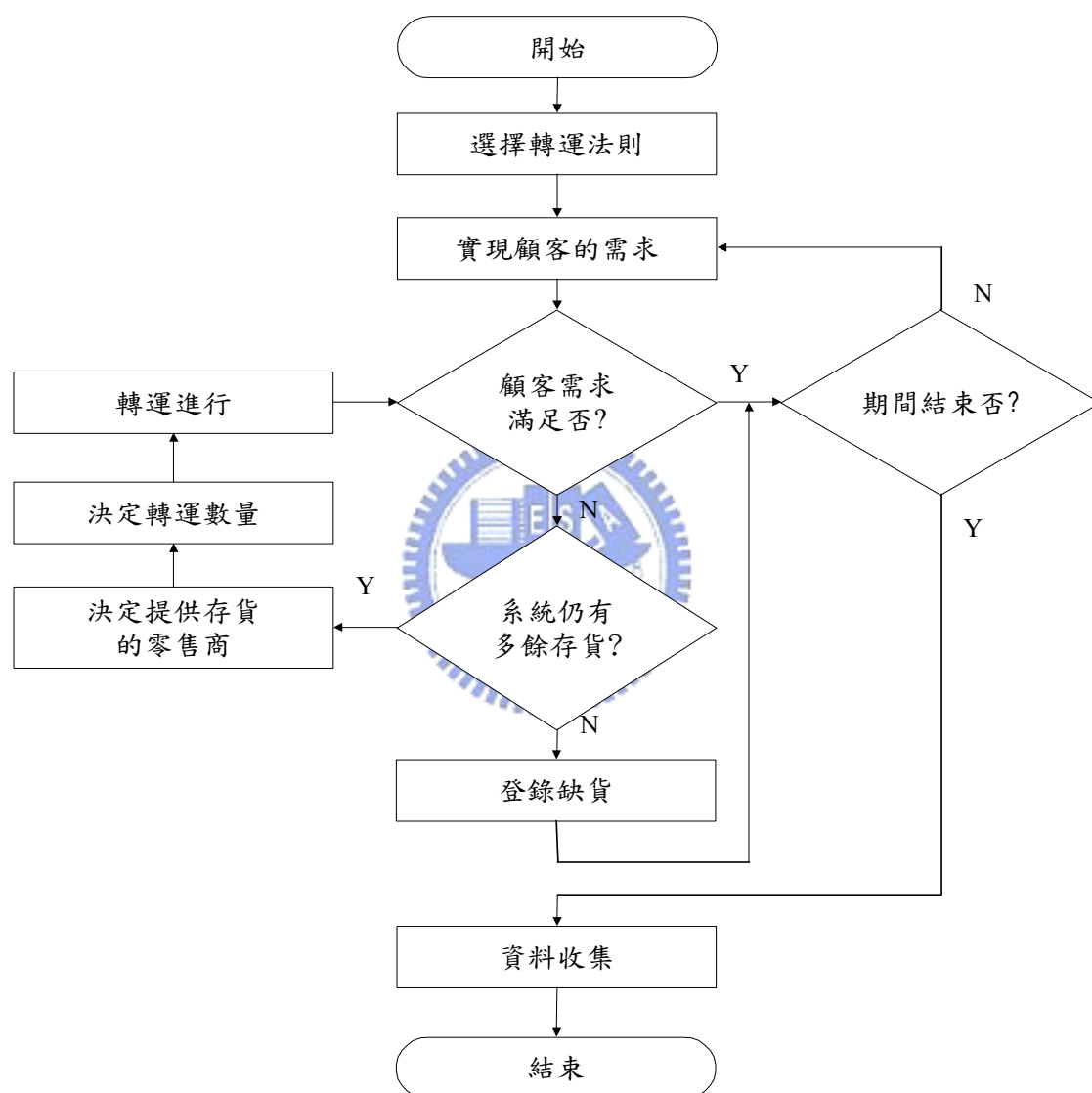


圖 5.2 多種轉運法則轉運運作邏輯

轉運機制啟動後，必須決定該由哪一個零售商先行轉運。本論文提出九種轉運法則來決定當有多個存貨提供端時，提供存貨的優先順序。由於假設顧客需求到來服從 Poisson 分配，因此零售商同時發生缺貨的

情形不予考慮。選擇特定的轉運法則後，當每一次轉運執行完畢，若顧客需求仍無法滿足，而且系統中仍有其他零售商擁有存貨，則再重新決定轉運的優先次序，直到顧客需求已經滿足或系統已無存貨為止。期末無法滿足的顧客需求量將轉成下次訂購量中基本需求量的一部分，於未來的期間實現，直到完全滿足為止。

## 5.2 轉運法則

針對緊急轉運與完全轉運的配銷轉運系統，本論文研究提出九種轉運法則。緊急轉運且完全轉運轉運量的決定在前文已經陳述，接下來要說明的是如何決定轉運的優先順序。

轉運法則的設計基本上是要朝可以讓系統成本降低或是提高顧客服務水準的方向考慮。在假設每個零售商的成本結構皆相同前提下，減少系統整體的缺貨數量是降低系統總成本或提高顧客服務水準的關鍵，因此本論文設計轉運法則的著眼點主要是考量零售商的能力，能力較強的供應商理論上應該優先執行轉運的動作。評估零售商能力的方法有許多種，本論文提出九種方法來決定零售商相對能力的大小。為方便說明，將此九種法則的意義列示如表 5.2。

以下轉運法則運算時使用到的符號，其意義參考「符號說明」，接著陳述各法則的詳細計算式及說明。

### 1. 法則 1 (轉運發生時剩餘數量最大者優先轉運)

剩餘量數 = 轉運發生當時零售商持有的存貨數量

轉運發生時，由剩餘量最大之零售商先轉運，不足時再由剩餘量次多者進行轉運，直到所有的零售商的存貨量耗盡，或缺貨已經補足為止。

表 5.2 轉運法則內容

轉運法則	法則內容
法則 1	以轉運當時之剩餘數量多寡決定轉運優先次序；最多者優先
法則 2	以預期期末剩餘數量決定轉運優先次序；最多者優先
法則 3	以已執行數量比例決定轉運優先次序；最大者優先
法則 4	以預期期末剩餘可執行次數決定轉運優先次序；最多者優先
法則 5	以轉運當時之剩餘可再執行次數決定轉運優先次序；最多者優先
法則 6	以已執行次數比例決定轉運優先次序；最大者優先
法則 7	以轉運當時剩餘可再執行時間比例決定轉運優先次序；最大者優先
法則 8	以已執行量佔滿足零售商服務水準需求量比例決定轉運優先次序；最多者優先
法則 9	以已執行量佔風險量比例決定轉運優先次序；最多者優先

2. 法則 2 (預期期末剩餘數量最多者優先)

$$Q\_Left_i = PQ_i - u_i \times (\lambda_i - NUM_i)$$

轉運發生時，由期望剩餘數量最大之零售商  $Q\_Left_i$  先轉運，不足時再由預期期末剩餘數量次多者進行轉運，直到所有零售商的存貨量耗盡，或缺貨已經補足為止。

3. 法則 3 (已執行數量比例較多者優先)

$$Q\_Ratio1_i = \frac{CD_i}{u_i \times \lambda_i}$$

轉運發生時，由已執行數量比例最大之零售商  $Q\_Ratio1_i$  先轉運，不足時再由已執行數量比例次多者進行轉運，直到所有零售商的存貨量耗盡，或缺貨已經補足為止。

4. 法則 4 (預期期末剩餘次數最多者優先)

$$\text{Num\_Left}_i = \frac{PQ_i}{u_i} - (\lambda_i - \text{NUM}_i)$$

轉運發生時，由預期期末剩餘次數最大之零售商  $\text{Num\_Left}_i$  先轉運，不足時再由期末預期剩餘次數次多者進行轉運，直到所有零售商的存貨量耗盡，或缺貨已經補足為止。

5. 法則 5 (轉運發生時剩餘可以再執行次數較多者優先)

$$\text{Num\_Avail}_i = \frac{PQ_i}{u_i}$$

轉運發生時，由轉運發生當時剩餘可以再執行次數最大之零售商  $\text{Num\_Avail}_i$  先轉運，不足時再由剩餘可以再執行次數次多者進行轉運，直到所有零售商的存貨量耗盡，或缺貨已經補足為止。

6. 法則 6 (已執行次數比例大者優先)

$$\text{Num\_Doneratio}_i = \frac{\text{NUM}_i}{\lambda_i}$$

轉運發生時，由已執行次數比例最大之零售商  $\text{Num\_Doneratio}_i$  先轉運，不足時再由已執行次數比例次多者進行轉運，直到所有零售商的存貨量耗盡，或缺貨已經補足為止。

7. 法則 7 (轉運發生時剩餘可執行時間比例最長者優先)

$$\text{Time\_Left}_i = \frac{PQ_i}{\lambda_i \times u_i}$$

轉運發生時，由剩餘量可供再執行時間比例最大之零售商  $\text{Time\_Left}_i$  先轉運，不足時再由剩餘量可供再執行時間比例次多者進行轉運，直到所有零售商的存貨量耗盡，或缺貨已經補足為止。

8. 法則 8 (已執行量佔滿足零售商服務水準需求量比例最大者優先者優先)

$$Q\_Ratio2_i = \frac{CD_i}{R\_max_i} = \frac{CD_i}{R\_mean_i + Z_i * R\_std_i}$$

轉運發生時，由已執行量佔滿足零售商服務水準需求量( $R\_max$ )比例最大者  $Q\_Ratio2_i$  優先轉運，不足時再由已執行量佔滿足零售商服務水準需求量比例次多者進行轉運，直到所有零售商的存貨量耗盡，或缺貨已經補足為止。

#### 9. 法則 9 (已執行量佔風險量比例最大者優先)

$$Q\_Ratio3_i = \frac{CD_i}{Z_i * R\_std_i}$$

轉運發生時，由已執行量佔風險量比例最大者  $Q\_Ratio3_i$  優先轉運，不足時再由已執行量佔風險量比例比例次多者進行轉運，直到所有零售商的存貨量耗盡，或缺貨已經補足為止。

以上有些計算式看似不合理，如法則 2 及法則 4，當  $(\lambda_i - NUM_i)$  為負數表示次數為負數，此情形不合邏輯。其實  $(\lambda_i - NUM_i)$  為負數不會影響法則的精神，因為各法則的指標值旨在符合該法則的精神下判斷相對優序，並不是用來做其他運算。

### 5.3 轉運法則評估方法

本論文提出二種方法來評估轉運法則的相對優劣性，稱之為“相對法”及“比值法”。以下說明二種評估方法的意義及評估程序。

#### 5.3.1 相對法

相對法主要是在相同環境下比較不同轉運法則表現的相對優劣性，表現的優劣性是以達到預設服務水準的次數來衡量。相對法比較的環境有二種，一是在九種情境(參考表 5.1)下比較零售商以及配銷中心在

九種法則下達到預設服務水準的次數(以下稱相對法一)；另一是在不同的零售商個數搭配不同的實驗設計組合情形下，以系統的角度統計九種法則達到預設服務水準的次數(以下稱相對法二)。當次數統計出來後，再根據此數據作後續運算。進行步驟如下：

步驟一：統計達到預設服務水準的次數

1-1.以相對法一統計不同轉運法則下，各零售商及系統達到預設服務水準(服務水準又以次數及數量衡量)之次數。

1-2.加總相對法一在相同轉運法則下，達到預設服務水準的次數。

2.以顧客需求型態及實驗設計組別為分類依據，統計系統在相同轉運法則下，達到預設服務水準的次數。

步驟二：依據轉運法則達到預設服務水準次數的多寡，由優到劣依序列出法則

步驟三：依據轉運法則所處的排序給予位置量數

由於有九種轉運法則，因此最多有九個排列位置。本論文將每個位置指定一個位置權數，最佳位置給予位置權數 9，其次為 8, 7, ... 以此類推。如果有二個或二個以上的法則其達到預設服務水準的次數相同，則將這些位置權數相加後取其平均，相同次數的法則因此給予相同的位置權數。法則在適當位置上所得到的位置權數，本論文稱之為位置量數。

步驟四：轉運法則相對優劣綜合計算

步驟三雖能概略判斷轉在各種不同情形下運法則的相對優劣情形，但對於法則整體的表現仍欠缺完整的瞭解。本步驟以零售商個數為分類依據，將各種不同情形下，相同法則的位置量數加總，可以得到轉運法則在不同零售商個數組成的配銷系統的相對優劣情形。

### 5.3.2 比值法

此法主要是針對轉運法則計算出一個效益/成本比值指標來判斷轉運法則的相對優劣性。本法提出的理由是基於預設法沒有將系統的成本考慮進去，有可能發生服務水準較高且系統成本也相對較高的情形。為了解決此一問題，比值法在評估轉運法則相對優劣性的過中將系統成本也納入考慮，提高評估的完整性。比值法的評估過程如下：

步驟一：計算“服務水準/成本”比值

1. 以零售商個數(三種)、顧客需求型態(三種)，以及九種實驗設計組別組合成 81 種情形。
2. (1) 之 81 種情形皆執行 9 種轉運法則 (參考表 5.3)。

表 5.3 轉運法則模擬設計

(1)	(2)	(3)	(4)
零售商個數	需求型態	實驗設計組	轉運法則
5、10、20	F、V、S	G1、G2...G9 (參考表 3.4)	81 種組合皆必須執行此九種轉運法則；合計執行 729 次模擬。
(1)、(2)、(3)欄共有 81 種組合			

(F 表示固定多次需求；V 表示變動多次需求；S 表示單次需求)

3. 由模擬結果可以收集到系統成本、以達交次數衡量的服務水準，以及以達交數量衡量的服務水準。由此三項數據可以計算出：
  - A. 以達交次數衡量的效益成本比值 = (平均達交次數比例/系統成本)
  - B. 以達交數量衡量的效益成本比值 = (平均達交數衡量比例/系統成本)

步驟二：效益成本比值正規化

基於零售商個數不同，而且需求頻率也不盡相同，本步驟針對 81 種組合所屬的九組法則，分別計算正規化後的效益成本比值。該比

值的計算是將個別的效益成本比值除以各組最大的效益成本比值而得，此值介於 0 與 1 之間。

步驟三：以轉運法則為分類依據，統計在各種不同情形下不同法則的平均值，作為判斷轉運法則表現相對優劣的依據。

## 5.4 研究結果

由於原始模擬結果及計算過程的數據量太大，文中將省略模擬結果數據，僅以整理分析過的最終數據來說明九種轉運法則的相對優劣性，其他較重要的計算過程數據則以附錄的方式呈現以供參考、核對。

### 5.4.1 以相對法評估轉運法則

步驟一：統計達到預設服務水準的次數

本論文設計的模式中，每一個零售商皆有其預設的服務水準；而服務水準是以平均缺貨次數比例及平均缺貨數量比例來衡量。模擬結果統計出相對法一之九種轉運法則在各種不同的轉運情境下，以缺貨次數及缺貨數量衡量達到預設服務水準的次數(參考附錄二)。由附錄二的「合計」列可以概略看出在不同情形下轉運法則的相對優劣性，但無法針對整體有具體的瞭解。

相對法二由於數據相當龐雜，在整理過程中本論文直接就排序的結果，以位置權術代表該法則達到預設服務水準次數的相對多寡，結果如附錄三所示。

步驟二：依據轉運法則達到預設服務水準次數的多寡，由優到劣依序列出法則

由附錄二、附錄三之「合計」列中達到預設服務水準次數，可以判



斷在各特定情形下轉運法則的相對優劣。若將之圖形化，優者置左邊，以箭頭代表次數的落差，則附錄二及附錄三中合計列可以用表 5.4 的方式來呈現。

表 5.4 不同衡量方式及轉運情境下之轉運法則相對優劣

零售 商 個數	衡量方式		需求 形態	轉運法則相對優劣	
	方法	衡量對象		優	差
5	相對法一	缺貨次數	F	1, 2, 4, 5, 7, 9 → 8 → 3, 6	
			V	5 → 1, 2, 4, 7 → 3, 6, 8, 9	
			S	1, 2, 5, 7 → 4 → 3, 6, 8, 9	
		缺貨數量	F	2, 4, 5, 7, 9 → 1 → 3, 8 → 6	
	V		5 → 1, 2, 4 → 3, 6, 7, 8, 9		
	S		2 → 1, 4, 7 → 5 → 3, 8 → 9, 6		
	相對法二	缺貨次數	F	1 → 5 → 7 → 2 → 4 → 9 → 3 → 8, 6	
			V	5 → 1, 7 → 4 → 2 → 9 → 8 → 6 → 3	
S			5 → 7 → 2 → 1 → 4 → 3 → 8 → 9 → 6		
缺貨數量		F	5 → 7 → 1 → 6 → 8 → 9 → 3 → 2 → 4		
	V	2 → 3 → 8 → 1, 9 → 7 → 4 → 5 → 6			
	S	1, 8 → 5 → 2 → 4 → 3 → 9 → 7, 10			
10	相對法一	缺貨次數	F	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9 → 7	
			V	1, 5, 7 → 3 → 2 → 4 → 6 → 9 → 8	
			S	1, 5, 7 → 2, 4 → 6 → 3, 8, 9	
		缺貨數量	F	4 → 2, 7, 9 → 1, 3, 5, 8 → 6	
	V		7 → 1, 3, 5 → 4 → 2 → 6 → 9 → 8		
	S		2 → 4 → 1, 7 → 5 → 3, 8 → 9 → 7		
	相對法二	缺貨次數	F	7 → 5 → 1 → 4 → 2 → 6 → 3 → 9 → 8	
			V	5 → 1, 7 → 4 → 2 → 6 → 9 → 3 → 8	
S			1 → 7 → 5 → 2 → 4 → 3 → 8 → 6 → 9		
缺貨數量		F	3 → 5 → 8 → 7 → 2 → 1, 9 → 4 → 6		
	V	5 → 7 → 1 → 3 → 9 → 2 → 4 → 8 → 6			
	S	1 → 7 → 5 → 2, 4 → 3 → 8 → 6 → 9			
20	相對法一	缺貨次數	F	1 → 2, 5 → 3, 4, 6, 7, 8, 9	
			V	1, 2, 5, 7 → 4 → 6 → 8 → 3, 9	
			S	1 → 2, 4, 5, 7 → 6 → 3, 8, 9	
		缺貨數量	F	5 → 2, 4, 7 → 1 → 9 → 8 → 3, 6	
	V		1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9		
	S		4, 5, 7 → 1, 2 → 6 → 8 → 3, 9		
	相對法二	缺貨次數	F	1 → 7 → 4 → 5 → 2 → 3 → 9 → 6 → 8	
			V	5 → 7 → 1 → 2 → 4 → 6 → 8 → 3 → 9	
S			1 → 7 → 5 → 4 → 2 → 6 → 3 → 8 → 9		
缺貨數量		F	2 → 4 → 1, 7 → 5 → 3 → 8 → 9 → 6		
	V	7 → 5 → 1 → 2 → 4 → 8 → 9 → 3 → 6			
	S	7 → 2 → 1 → 5 → 4 → 6 → 3 → 8 → 9			

(轉運情境之 F 表示固定多次；V 表示變動多次；S 表示單次)

步驟三：依據轉運法則所處的排序給予位置量數

針對表 5.4 的相對優劣次序，分別給予符合該排序位置的權數後，得到個轉運法則在各種不同情形下的位置量數，如表 5.5 所示。

表 5.5 總體考量之不同法則位置量數

零售 商個 數	衡量方式		需求 型態	轉 運 法 則								
	方法	衡量 對象		法則1	法則2	法則3	法則4	法則5	法則6	法則7	法則8	法則9
5	相對法 一	缺貨 次數	F	6.5	6.5	1.5	6.5	6.5	1.5	6.5	3	6.5
			V	6.5	6.5	2.5	6.5	9	2.5	6.5	2.5	2.5
			S	7.5	7.5	2.5	5	7.5	2.5	7.5	2.5	2.5
		缺貨 數量	F	4	7	2.5	7	7	1	7	2.5	7
			V	7	7	3	7	9	3	3	3	3
			S	7	9	3.5	7	5	1.5	7	3.5	1.5
	相對法 二	缺貨 次數	F	9	6	3	5	8	1.5	7	1.5	4
			V	7.5	5	1	6	9	2	7.5	3	4
			S	6	7	4	5	9	1	8	3	2
		缺貨 數量	F	7	2	3	1	9	6	8	5	4
			V	5.5	9	8	3	2	1	4	7	5.5
			S	8.5	6	4	5	7	1.5	8.5	3	1.5
10	相對法 一	缺貨 次數	F	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	1	5.5	5.5	5.5
			V	8	5	6	4	8	3	8	12	2
			S	8	5.5	2	5.5	8	4	8	2	2
		缺貨 數量	F	3.5	7	3.5	9	3.5	1	7	3.5	7
			V	7	4	7	5	7	3	9	1	2
			S	6.5	9	3.5	8	5	1	6.5	3.5	2
	相對法 二	缺貨 次數	F	7	5	3	6	8	4	9	1	2
			V	7.5	5	2	6	8	4	7.5	1	3
			S	9	6	4	5	8	2	7	3	1
		缺貨 數量	F	3.5	5	9	2	8	1	6	7	3.5
			V	7	4	6	3	9	1	8	2	5
			S	9	5.5	4	5.5	7	2	8	3	1
20	相對法 一	缺貨 次數	F	9	7.5	3.5	3.5	7.5	3.5	3.5	3.5	3.5
			V	7	7	1.5	5	7	4	7	3	1.5
			S	9	6.5	2	6.5	6.5	4	6.5	2	2
		缺貨 數量	F	5	7	1.5	7	9	1.5	7	3	4
			V	5	5	5	5	5	5	5	5	5
			S	5.5	5.5	1.5	8	8	4	8	3	1.5
	相對法 二	缺貨 次數	F	9	5	4	7	6	2	8	1	3
			V	7	6	2	5	9	4	8	3	1
			S	9	5	3	6	7	4	8	2	1
		缺貨 數量	F	6.5	9	4	8	5	1	6.5	3	2
			V	7	6	2	5	8	1	9	4	3
			S	7	8	3	5	6	4	9	2	1

由表 5.5 可以看出，不同的轉運法則在不同情形下，其表現或許稍

有差異，但有某些轉運法則表現較好(位置量數合計值較高)，如法則 1、法則 5 及法則 7；另外，也有些法則表現總是較差(位置量數合計值較低)，如法則 3 及法則 6。但是，表 5.5 的資訊很難讓我們對轉運法則的整體性有具體的瞭解。

#### 步驟四：相對法轉運法則優劣綜合計算

為了對轉運法則的整體相對優劣性有具體的表示，本步驟以組成系統的零售商個數來綜合計算總體轉運法則的位置量數和，計算結果如表 5.6 所示。由表 5.6 可以看出不同的轉運法則在不同的配銷系統(零售商個數)的表現，相對優劣情形相當明顯。基本上都是法則 1、法則 5 及法則 7 表現較佳，其次是法則 2 及法則 4，其他的表現顯得較差。

表 5.6 相對法轉運法則位置量數合計

零售商個數	法則及位置量數和								
	法則 1	法則 2	法則 3	法則 4	法則 5	法則 6	法則 7	法則 8	法則 9
5	82	78.5	38.5	64	88	25	80.5	39.5	44
10	81.5	66.5	55.5	64.5	85	27	89.5	44.5	36
20	86	77.5	33	71	84	38	85.5	34.5	28.5

#### 5.4.2 以比值法評估轉運法則

##### 步驟一：計算“服務水準/成本”比值

針對表 5.3 之 729 種模擬結果得到的系統成本、以達交次數衡量的服務水準，以及以達交數衡量的服務水準，可以計算出以次數衡量的效益成本比值及以達交數量衡量的效益成本比值。

##### 步驟二：效益成本比值正規化

由步驟一得到的 729 個效益-成本比值，可以表 5.3 之 81 種組合歸

類，每一組皆包括九組法則。針對每一組計算正規化後的效益成本比值，該比值的計算是將個別的效益成本比值除以各組最大的效益成本比值而得，結果參考附錄四。

步驟三：以轉運法則為分類依據，統計在各種不同情形下不同法則的平均值

正規化比值計算出來後，可以就各種參數、變項，針對轉運法則做有意義的分類，進行統計分析，以研究、解釋轉運法則在各種不同情境下的表現。

本論文僅列出以零售商個數分類、包括九組實驗設計，以不同參數統計的正規化數值之平均值(參考表 5.7)。表 5.7 中，F、V、S 表示三種顧客需求型態，N 表示以達交次數比例來衡量系統績效，Q 表示以達交數量來衡量系統績效。由表 5.7 中依據各變項統計出的轉運法則正規化平均值已經可以明顯地看出轉運法則在不同參數下的相對優劣性，在此僅以總平均欄說明。

由表 5.7 的總平均欄可以瞭解到，九種轉運法則在三種不同零售商的表現似有某種現象存在，法則 1、法則 5 及法則 7 是表現相對較好的法則，其次是法則 2 與法則 4，其他法則的表現就相對較差。這種情形與用相對法評估的結果相差不多。

#### 5.4.3 二種評估法則的比較

為了比較二種評估方法對於九種轉運法則的評估結果，將不同的零售商個數下，二種評估方法評估的結果由優到劣排列，其結果如表 5.8。由表 5.8 可以看出，儘管九種轉運法則在不同的環境下，表現的相對優劣性或稍有差異，但是變化不大。法則 1、法則 5 及法則 7 總是居於

表 5.7 比值法個轉運法則正規化值之平均值

法則	F-N			F-Q			V-N			V-Q			S-N			S-Q		
	5	10	20	5	10	20	5	10	20	5	10	20	5	10	20	5	10	20
1	0.948	0.981	0.989	0.928	0.981	0.983	0.990	0.982	0.991	0.976	0.975	0.986	0.960	0.994	0.978	0.967	0.993	0.978
2	0.965	0.921	0.992	0.948	0.923	0.988	0.937	0.929	0.960	0.925	0.923	0.949	0.969	0.963	0.980	0.981	0.965	0.977
3	0.895	0.800	0.951	0.898	0.823	0.951	0.864	0.818	0.833	0.890	0.851	0.859	0.595	0.578	0.702	0.607	0.612	0.707
4	0.954	0.924	0.989	0.936	0.925	0.983	0.947	0.934	0.955	0.930	0.926	0.943	0.956	0.948	0.972	0.949	0.947	0.969
5	0.954	0.982	0.986	0.934	0.982	0.980	0.999	0.999	0.995	0.983	0.991	0.988	0.955	0.975	0.978	0.960	0.973	0.974
6	0.713	0.777	0.914	0.663	0.772	0.894	0.870	0.832	0.844	0.895	0.856	0.862	0.493	0.544	0.750	0.480	0.565	0.750
7	0.956	0.989	0.987	0.937	0.989	0.981	0.994	0.983	0.996	0.980	0.975	0.991	0.969	0.982	0.979	0.965	0.981	0.975
8	0.890	0.812	0.949	0.892	0.838	0.950	0.864	0.805	0.838	0.891	0.848	0.867	0.592	0.571	0.699	0.592	0.603	0.703
9	0.899	0.815	0.945	0.899	0.830	0.940	0.876	0.818	0.838	0.900	0.861	0.866	0.527	0.524	0.671	0.520	0.549	0.672
法則	F-平均			V-平均			S-平均			N-平均			Q-平均			總平均		
	5	10	20	5	10	20	5	10	20	5	10	20	5	10	20	5	10	20
1	0.938	0.981	0.986	0.983	0.979	0.988	0.963	0.993	0.978	0.966	0.986	0.986	0.957	0.983	0.982	0.961	0.984	0.984
2	0.956	0.922	0.990	0.931	0.926	0.954	0.975	0.964	0.979	0.957	0.938	0.977	0.951	0.937	0.971	0.954	0.937	0.974
3	0.896	0.812	0.951	0.877	0.834	0.846	0.601	0.595	0.704	0.785	0.732	0.829	0.798	0.762	0.839	0.791	0.747	0.834
4	0.945	0.925	0.986	0.939	0.930	0.949	0.953	0.947	0.970	0.952	0.936	0.972	0.939	0.933	0.965	0.945	0.934	0.968
5	0.944	0.982	0.983	0.991	0.995	0.991	0.957	0.974	0.976	0.969	0.985	0.987	0.959	0.982	0.980	0.964	0.984	0.983
6	0.688	0.775	0.904	0.883	0.844	0.853	0.487	0.554	0.750	0.692	0.718	0.836	0.680	0.731	0.835	0.686	0.724	0.836
7	0.946	0.989	0.984	0.987	0.979	0.993	0.967	0.981	0.977	0.973	0.985	0.987	0.961	0.981	0.982	0.967	0.983	0.985
8	0.891	0.874	0.949	0.877	0.874	0.853	0.592	0.578	0.701	0.782	0.769	0.829	0.791	0.782	0.840	0.787	0.776	0.834
9	0.899	0.859	0.942	0.888	0.859	0.852	0.523	0.532	0.671	0.768	0.748	0.818	0.773	0.752	0.826	0.770	0.750	0.822

表 5.8 二種法則評估方法評估結果比較

法則 優劣 群 排序	零售商個數 = 5				零售商個數 = 10				零售商個數 = 20			
	比值法		相對法		比值法		相對法		比值法		相對法	
	法則	比值	法則	位置量數和	法則	比值	法則	位置量數和	法則	比值	法則	位置量數和
1	7	0.967	5	88	1	0.984	7	89.5	7	0.985	1	86
2	5	0.964	1	82	5	0.984	5	85	1	0.984	7	85.5
3	1	0.961	7	80.5	7	0.983	1	81.5	5	0.983	5	84
4	2	0.954	2	78.5	2	0.937	2	66.5	2	0.974	2	75.5
5	4	0.945	4	64	4	0.934	4	64.5	4	0.968	4	71
6	3	0.791	9	44	8	0.776	3	55.5	6	0.836	6	38
7	8	0.787	8	39.5	9	0.752	8	44.5	8	0.834	8	34.5
8	9	0.771	6	38.5	3	0.747	9	36	3	0.834	3	33
9	6	0.686	3	25	6	0.724	6	27	9	0.822	9	28.5

前面的三個順位內；法則 2 及法則 4 總是居第四及第五順位；其餘法

則的優劣排序雖然變化較為劇烈，但總是在第六到第九順位之間徘徊。

由表 5.8 還可以觀察到，表現最佳之前三順位，轉運法則的特徵是以「轉運發生當時的能力」來設計；第 4 與第 5 順位轉運法則的特徵是以預估零售商的「期末能力」來設計；最後四個順位轉運法則的特徵是用零售商「已執行」之相關數據，也就是「過去的能力」來設計。

必須說明一點，本研究在提出轉運法則時，僅就可以用來決定轉運優先順序的邏輯進行研究，事先並未將轉運法則加以分類。經過大量而且有系統的模擬，以及以多種方法整合衡量後，發現轉運法則的相對優劣性與法則設計是與零售商被參考的能力種類有關(參考表 5.9)。轉運發生時，依據零售商在轉運發生當時的能力設計的轉運法則表現最好；其次是依據預期零售商期末能力設計的轉運法；以零售商已經表現出的能力為依據設計的轉運法則相對表現最差。

以上結果之獲得是經由多種指標運算及不同評估方法所得到的有規律的群聚現象，因此，本論文將提出的九種轉運法則歸類成此三群。以本論文而言，此三群的相對優劣性質，在不同的配銷環境下仍然具有一致性，這種有規律的群聚現象及一致性可供實務運作及後續有關轉運法則研究之參考。

表 5.9 法則優劣與法則設計依據間的關係

法則優序	法則種類	法則設計依據
1	法則 1、法則 5、法則 7	依據轉運發生當時零售商的 能力
2	法則 2、法則 4	依據零售商預估之期末能力
3	法則 3、法則 6、法則 8、 法則 9	依據零售商已經表現的能力

## 5.5 不同轉運法則變異分析

本論文針對設定的幾個控制變數，研究其在不同的零售商個數組成的配銷系統及不同的轉運法則下對系統諸項觀測值的影響。本研究收集了許多與系統相關的觀測值，在此僅提出與轉運相關略加說明，其變異分析的結果如附錄五所示。雖然附錄五的表都是表達控制變數對系統觀測值的影響，但為了解釋方便，因此將其以不相同的方式彙整。以下扼要說明控制變數對系統觀測值的影響。

### 1. 服務水準 (以達交次數衡量)

由 10 個及 20 個零售商組成的配銷系統，以達交次數衡量的服務水準受前置時間的影響很大，在顧客需求型態為固定多次的環境下，九種法則之此項變異來源皆佔了 99% 以上。在單次顧客需求的環境下，法則 3、法則 6、法則 8 及法則 9 在三種零售商個數組成的配銷系統中受前置時間的影響都相對較小。其他控制變數對 10 個及 20 個零售商組成的配銷系統，在以達交次數衡量的服務水準方面的影響則微乎其微。

由 5 個零售商組成的系統中，在顧客需求型態為固定多次及單次需求的環境下，前置時間的影響與 10 個及 20 個零售商組成的系統類似。但是當顧客需求型態為變動多次時，前置時間對法則 1、法則 5 及法則 7 的影響最大，其次是法則 2 及法則 4，對法則 3、法則 6、法則 8 及法則 9 的影響最小。分配比例在 5 個零售商組成的系統及顧客需求為變動多次的環境下，其產生的變異亦不能忽視。

### 2. 效益成本比值 (以達交次數衡量)

(1) 沒有考慮成本因素，若將(1)的結果除以成本後進行變異數分析，則結果即為以達交次數衡量的效益成本比值。由該表可以明確的看到，當服務水準 (以達交次數衡量) 考慮將成本因素納入後，前置時間的影響

迅速降低，尤其在系統由 10 個零售商組成及變動多次需求的環境下，其影響力下降更多。(1)中所述，由 5 個零售商組成的系統中，在顧客需求型態為變動多次時，前置時間對法則 1、法則 5 及法則 7 的影響最大，其次是法則 2 及法則 4，對法則 3、法則 6、法則 8 及法則 9 的影響最小的情形依然存在。

### 3. 服務水準 (以達交數量衡量)

與服務水準 (以達交數量衡量)，前置時間對於服務水準 (以達交數量衡量)的影響佔有絕大部分的影響來源。(1)中當系統由 5 個零售商組成，在顧客需求型態為變動多次需求的環境下，前置時間的影響例外的情形在此不復見；其他控制變數的影響在此顯得微不足道。

在由 5 個零售商組成的系統及顧客需求型態為變動多次的環境下，儘管前置時間在九種轉運法則下，前置時間對服務水準有相當大(幾乎均佔 90%以上)的影響，但是對法則 1、法則 5 及法則 7 的影響最大，其次是法則 2 及法則 4，對法則 3、法則 6、法則 8 及法則 9 影響最小的現象依然存在。

### 4. 效益成本比值(以達交數量衡量)

與(2)相同，當考慮成本因素時，前置時間對效益成本比值的影響迅速下降。同樣地，也是由 10 個零售商組成及變動多次需求的環境下，其影響力下降最多。

### 5. 轉運次數

影響轉運次數的因素主要是前置時間與需求次數，此二因子對於轉運次數的影響在不同的零售商個數及顧客需求型態組合下雖各有大小，但有規律可尋。例如，前置時間對於轉運次數的影響，最小的總是顧客需求型態為變動多次需求時，其次大多是固定多次需求，影響最大的是



在單次需求的環境下。由於分配比例及需求變異二因子的影響相當小，故需求次數對轉運次數的影響方式與前置時間相反。

## 6. 缺貨次數

與轉運次數相同，影響缺貨次數較大的因子是前置時間與需求次數，分配比例及需求變異對缺貨次數的影響相當小。前置時間與需求次數對缺貨次數的影響方式也與轉運次數類似，是對變動多次的影響最小，其次大多是固定多次，影響最大的是單次需求。雖然此現象與影響轉運次數的現象相同，但是影響力差距有加大的情形。



## 第六章 結論與建議

### 6.1 結論

將風險共擔觀念應用於配銷系統，配合轉運以降低系統存貨及系統運作成本，能實現以往認為不可能同時達成的目標。瞭解到此種發展的重要性，以及以轉運觀念實現風險共擔的複雜性後，本論文因此以配銷系統運作模式及轉運做為研究範圍，研究結果也獲得許多重要的結論。

在論文設定的緊急與完全轉運的範圍內，本研究提出以「整合採購與比例配送」的觀念建立操作二階存貨配銷系統的模式，以此觀念建立的模式比較不同環境下配銷系統的差異，並證明此觀念的優越性。最後，本論文提出九種轉運法則，以本研究提出而且經過證明的模式確認出比較理想的轉運法則，以及以模擬的方式證明轉運法則的相對優劣性在不同環境下具有一致性。

本研究對於二階存貨配銷系統及轉運的探討，綜合整理出幾個重要的結論，並將其列示如下：

1. 以「整合採購與比例配送」的觀念建構的二階存貨配銷系統運作模式具有優越性

本研究提出以「整合採購與比例配送」的觀念來操作一個二階存貨配銷系統；此觀念的可行性經本研究以「改變不同的零售商訂購量乘數」方法測試後，可以證明依據此觀念建立的操作模式的確具有優越性。

2. 配銷系統中，將單期多次的顧客需求(零售商的一個補貨週期內有多次的顧客需求)簡化為單期單次的顧客需求(零售商的一個補貨週期內有僅有一次的顧客需求)時，會高估顧客服務水準。

以往對於配銷系統的研究，或為了簡化過程，或為了求得在特定情形下的最佳解，經常假設配銷系統在一個週期內只有單一的顧客需求，或總合一個期間的顧客需求為單一需求。經由本研究可以瞭解到，此種簡化顧客需求的假設將高估顧客服務水準，尤其是顧客需求頻率為變動多次的情形下，此種假設的結果，使得簡化顧客需求與不簡化顧客需求之間的服务水準差距更大。

3. 當配銷中心扮演協調者的角色時，「整合採購與比例配送」的觀念結合轉運而運作的二階存貨配銷系統，的確能以較低的成本達到更高的服務水準。

本研究以模擬方式證明，在相同的條件下，允許轉運的配銷系統，其服務水準比不允許轉運的配銷系統高。同時，如果配銷中心扮演協調者的角色，則系統可以以本研究提出的「整合採購與比例配送」的觀念運作，在比較低的系統成本下獲得較高的顧客服務水準。若進一步結合二者，也就是以配銷中心扮演協調者的角色，整合系統的採購量，並且透過適當的轉運政策實施轉運，則績效更明顯。

4. 依據轉運當時零售商的能力而設計的轉運法則有最好的表現，其次是依據零售商的預估期末能力所設計的轉運法則，表現較差的轉運法則是依據零售商已展現出的能力所設計的法則。

轉運發生當時，決定存貨供應者的邏輯可以考慮根據三種零售商的能力來設計，第一種是根據轉運發生當時，零售商已經呈現出來的績效；其次是根據從轉運發生當時到周期結束這段期間，零售商的預估能力或表現；第三種是根據零售商在周期結束後預估仍保有的能力。這三種能力都可以找到適當的指標來表示。經研究結果發現，以代表「根據從轉運發生當時到周期結束這段期間，零售商的預估能力或表

現」的指標來決定轉運的優先次序時，系統績效總是較好。

5. 表現較優的轉運法則，在由不同的零售商個數組成的二階存貨配銷系統下，其優異表現具有一致性。

考慮到轉運法則的相對優劣性質，是否只有在特定的情形下才存在，本研究以三種配銷系統進行測試，三種配銷系統的唯一差異是組成配銷系統的零售商個數。研究結果可以明確地瞭解到，在本研究設定的條件下，轉運法則的相對優劣性在不同零售商組成的配銷系統環境下具有一致性。

## 6.2 建議

對於配銷系統及轉運方面的問題有更多的認識後，深深覺得此一領域還可以發揮的空間很大，在此簡單陳述可供繼續研究的課題，除了給自己一個方向，也期望能提供有興趣研究者一些有用資訊。

### 1. 單期多次需求預防轉運模式建構

預防轉運較緊急轉運複雜；在緊急轉運的環境中，轉運時機的判斷為有零售商發生缺貨時，但在預防轉運時，轉運時機依據對系統的要求不同而有所差異。預防轉運的實施旨在預防缺貨，在單期單次顧客需求環境中，預防轉運目的在防止未來的一期發生缺貨。至於在單期固定多次與單期變動多次的需求環境中，仍有很大的研究空間。

轉運問題旨在擬定一轉運政策，包括決定轉運啟動的時機與啟動轉運後，轉運量與轉運優先次序的決定。如第三章所言，預防轉運牽涉的因素有許多，列出重要的三項說明如下：

#### A. 週期剩餘時間

當週期剩餘時間愈長，表示供應源願意提供的存貨愈少，因為預留以避免缺貨的存貨與剩餘時間長度成正比。

#### B.轉運前置時間

轉運前置時間與零售商計畫保留的存貨數量有關，計畫保留的存貨數量與轉運前置時間成正比；同理，會與願意提供的轉運量成反比。

#### C.顧客需求的分配與需求率

顧客需求的分配與需求率影響存貨的消耗速率以及存貨所能提供服務的時間。期望需求量與期望到達率的乘積愈高，表消耗率愈大，能提供服務的時間愈短；以此類推，顧客需求的變異則影響著消耗率及提供服務時間的變化。

### 2. 發展以延遲時間來衡量服務水準的績效指標

根據供應鏈作業參考模式(Supply Chain Operation Reference Model, SCOR)的定義，衡量供應鏈績效指標有多種；由文獻探討的結果也得知，研究轉運的文獻中多是以成本及數量來衡量服務水準或系統績效，以延遲交貨時間來衡量者則較少見到。實務上以延遲時間來衡量績效或作為缺貨處罰成本計算依據者卻相當普通。也因此，發展以延遲時間來衡量績效的指標也是一個研究方向。

## 參考文獻

1. Anupindi, R. and Y. Bassok, “Centralization of stocks: manufacturer vs. retailers”, *Management Science*, No. 2, Vol. 45, 1999.
2. Axsater, “Modeling emergency lateral transshipments in inventory systems,” *Management Science*, Vol.36, pp.1329-1338, 1990.
3. Bassok, Y., R. Anupindi and R. Akella, “Single-period multiproduct inventory models with substitution”, *Operations Research*, No. 4, Vol. 47, pp. 632-642 1999.
4. Bruce, L., “The bright new worlds of Benetton”, *International Management*, November, pp. 24-35, 1987.
5. Stephen P., *Business Today: The New World of Business*, Harcourt Inc. 2001.
6. Clark, A.J. and H. Scarf, “Optimal policies for a multi-echelon inventory problem”, *Management Science*, Vol. 6, pp. 475-490, 1960.
7. Cohen, M.A., P.R. Kleindorfer and H.L. Lee, “Optimal stocking policies for low usage items in multi-echelon inventory systems” , *Naval Research Logistics Quarterly*, Vol.33, pp. 17-38, 1986.
8. Dada, M., “A two-echelon inventory system with priority shipments”, *Management Science*, Vol.38, pp. 1140–1153, 1992.
9. Das, C., “Supply and redistribution rule for two-location inventory systems: one period analysis”, *Management Science*, Vol.21, pp. 765-776, 1975.
10. Simchi-Lev D., P. Kaminsky, and E. Simchi-Levi, *Designing and managing the supply chain concepts, strategies, and case studies*, Mc Graw Hill, 2000.

11. De Kok, A.G., A.G. Lagodimos, and H.P. Seidel, "Stock allocation in a 2-echelon distribution network under service-constraints", *Int. J. Prod. Economic*, 1994.
12. De Kok, A.G., "Hierarchical production planning for consumer goods", *Eur. J. Oper. Res.*, Vol.45, pp. 55-69, 1990.
13. Diks, E.B. and A.G. De Kok, "Controlling a divergent two-echelon network with transshipments using the consistent appropriate share rationing policy", *International Journal of Production and Economics*, Vol.45, pp. 369-379, 1996.
14. Eppen, G., "Effects of centralization on expected costs on multi-location newsboy problem", *Management Science*, No. 5, Vol. 25, pp. 498-501, 1979.
15. Eppen, G. and L. Schrage, Centralized ordering policies in a multiwarehouse system with lead-times and random demand, in Multi-level production/inventory control systems: theory and practice, L. Schwarz (ed.), North-Holland, Amsterdam, 1981.
16. Evers, P.T., "The impact of transshipments on safety stock requirements", *Journal of Business Logistics*, Vol.17, pp. 109-133, 1996,
17. Federgruen, A. and P. Zipkin, "Approximations of dynamic, multi-location production and inventory problems," *Mgmt. Sci.*, Vol.30, pp. 69-84, 1984.
18. Federgruen, A., "Centralized planning models for multi-echelon inventory systems under uncertainty," in: S.C. Graves et al. (Eds.), Handbooks in OR and MS Chapter 3, Vol. 4. Elsevier, Amsterdam, pp. 133-173, 1993.

19. Fisher, M. and A. Raman, "Reducing the cost of demand uncertainty through accurate response to early sales", *Operations Research*, Vol. 44, No. 1, pp. 87-99, 1996.
20. Gross, D., *Centralized inventory control in multi-location supply systems*, Stanford University Press, Stanford, C.A., pp. 47-84, 1963.
21. Hoadey, H. and D.P. Heyman, "A two-echelon inventory model with purchases dispositions shipments, returns and transshipments", *Naval Research Logistics. Quart.*, 24, pp. 1-19, 1997.
22. Josson, H. and E. A. Silver, "Analysis of a two-echelon inventory control system with complete redistribution", *Management Science*, Vol.33, pp. 215-217, 1987.
23. Karmarker, U.S. and N.R. Patel, , "The one-period, n-location distribution problem", *Naval Research Logistics. Quart.*, 24, pp. 559-575, 1997.
24. Krishnan, K.S. and V.R.K. Rao, "Inventory control in N warehouses", *Journal of Industrial Engineering*, Vol.16, pp. 212-215, 1965.
25. Lagodimos, A.G., "Multi- echelon service models for inventory systems under different rationing policies", *Int. J. Prod. Res.*, Vol.30, pp. 939-958, 1992.
26. Lee, H.L. and C. Billington, "Material in decentralized supply chains", *Operations Research*, Vol.41, pp. 835 – 847, 1993.
27. Lee, H.L., "A multi-echelon inventory model for repairable items with emergency lateral transshipments", *Management Science*, Vol.33, pp. 1302–1316, 1987.



28. Lee, H.L. and C. Tang, "Modeling the cost and benefits of delayed product differentiation", *Management Science*, Vol. 43, No. 1, pp. 40-53, 1997.
29. Lee, H.L. and C.S. Tang, "Variability reduction through operations reversal", *Management Science*, Vol. 44, pp. 162-172, 1998.
30. Robinson, L.W., "Optimal and approximate in multi-period, multi-echelon inventory models with transshipment", *Operations Research*, Vol.38, pp. 278-295, 1990.
31. Seidel, H.P. and A.G. De Kok, "Analysis of stock allocation in a 2-echelon distribution system", *Technical Report 098, CPM, Philips Electronics*, 1990.
32. Sherbrooke, C.C., "Multi-echelon Inventory systems with lateral supply", *Naval Research Logistics*, Vol.39, pp. 29-40, 1992.
33. Rudi, N., "SOME MODELS OF RISK POOLING", Dissertation of Management Science and Applied Economics, University of Pennsylvania.
34. Tagaras, G., "Effects of pooling on the optimization and service levels of two-location inventory systems", *IEEE Tran.*, Vol.21, pp.250-257, 1989.
35. Tagaras, G, "Polling in multi-location periodic inventory distribution system," *The international journal of Management Science*, pp.39-59, 1999.
36. Ulrich, K., T. Randall, M. Fisher and D. Reibstein, "Managing product variety", in *Product variety management, Research Advances*, Ho, T.-H. and C.S. Tang (eds.), Kluwer, pp. 177-206. 1999.
37. Verrijdt, J.H. and A.G. Dde Kok, "Distribution planning for a divergent

depot less two-echelon network under service constraints”, *Eur. J. Oper. Res.*, pp.341-354, 1989.



## 附錄一：五個零售商之配銷系統的基本模擬結果

模擬設計編號 (1)	情境 (2)	零售商下單量 (3)	顧客平均下單次數 (4)	每期顧客下單量 (5)	每期平均下單次數 (6)	每期平均缺貨數量 (7)	每期平均持有成本 (8)	每期平均缺貨成本 (9)	每期平均成本 (10)	缺貨率 (缺貨次數) (11)	缺貨率 (缺貨數量) (12)
G1	S1	5386	24.56	5385	8.29	1745	2599	13958	16557	0.3373	0.3239
	S2	5367	25.00	5372	3.03	414	693	3308	4001	0.1214	0.0770
	S3	5363	1.00	5370	4.99	401	684	3206	3890	---	0.0746
	S4	5382	25.06	5384	6.53	1151	1441	9207	12259	0.2602	0.2135
	S5	5365	25.01	5372	0.49	235	376	1884	2425	0.0197	0.0438
	S6	5362	1.00	5370	0.00	310	456	2481	3011	---	0.0578
G2	S1	5415	24.53	5379	8.35	2603	7781	20823	28603	0.3403	0.4838
	S2	5349	25.00	5372	7.80	2299	6171	18391	24561	0.3120	0.4279
	S3	5347	1.00	5369	3.01	2297	6165	18376	24541	---	0.4278
	S4	5395	25.04	5379	7.59	2025	4961	16198	22332	0.3030	0.3762
	S5	5351	25.01	5372	6.69	2103	5058	16828	22426	0.2677	0.3916
	S6	5363	1.00	5369	0.16	1171	2329	9371	12459	---	0.2182
G3	S1	5486	24.53	5379	7.35	3075	16171	24599	40770	0.2995	0.5715
	S2	5603	25.00	5372	7.35	2959	13458	23669	37128	0.2939	0.5508
	S3	5598	1.00	5369	2.45	2951	13441	23609	37050	---	0.5496
	S4	5412	25.04	5378	6.65	2323	9795	18584	29483	0.2656	0.4317
	S5	5270	24.86	5336	5.98	2301	9808	18404	28942	0.2391	0.4292
	S6	5396	1.00	5369	0.35	1889	7340	15110	23630	---	0.3519
G4	S1	16476	74.69	16098	21.96	9315	41789	74519	116308	0.2939	0.5786
	S2	16530	75.00	16068	20.93	8728	37886	69827	107713	0.2790	0.5432
	S3	16568	1.00	16069	2.61	8751	37831	70007	107838	---	0.5446
	S4	16148	75.15	16098	20.23	7383	29472	59061	90973	0.2692	0.4586
	S5	15910	75.01	16068	18.93	7685	33016	61482	95763	0.2523	0.4783
	S6	16208	1.00	16069	0.28	3985	12986	31883	47316	---	0.2480
G5	S1	16088	74.69	16095	18.42	3890	5931	31118	37050	0.2466	0.2416
	S2	16036	75.00	16065	9.75	1917	3441	15335	18776	0.1300	0.1193
	S3	16038	1.00	16069	4.88	1960	3485	15684	19168	---	0.1220
	S4	16074	75.15	16095	10.20	2711	3574	21689	27762	0.1358	0.1684
	S5	16029	75.01	16065	2.40	1294	2030	10350	12945	0.0320	0.0805
	S6	16039	1.00	16070	0.00	1291	2062	10330	12790	---	0.0804
G6	S1	16242	74.69	16100	24.76	7874	19415	62990	82404	0.3314	0.4890
	S2	15931	75.00	16069	21.18	6548	15798	52384	68182	0.2824	0.4075
	S3	15923	1.00	16070	3.24	6575	15873	52601	68474	---	0.4092
	S4	16090	75.15	16100	22.92	6545	14890	52363	69363	0.3049	0.4065
	S5	16100	75.01	16070	20.40	6373	14450	50987	66402	0.2719	0.3966
	S6	16107	1.00	16070	0.10	2169	4179	17348	22433	---	0.1349

模擬設計編號 (1)	情境 (2)	零售商下單量 (3)	顧客平均下單次數 (4)	每期顧客下單量 (5)	每期平均下單次數 (6)	每期平均缺貨數量 (7)	每期平均持有成本 (8)	每期平均缺貨成本 (9)	每期平均成本 (10)	缺貨率 (缺貨次數) (11)	缺貨率 (缺貨數量) (12)
G7	S1	26953	124.64	26782	39.51	12452	31952	99612	131564	0.3170	0.4649
	S2	21235	125.25	21523	29.24	9042	32183	72333	104515	0.2924	0.4201
	S3	26563	1.00	26769	3.09	11357	29243	90856	120098	---	0.4243
	S4	26775	125.13	26781	34.73	10561	24791	84489	112458	0.2775	0.3943
	S5	27237	125.00	26758	35.61	11050	24720	88401	115193	0.2651	0.3894
	S6	26677	1.00	26663	0.14	4634	8984	37074	48901	---	0.1737
G8	S1	27414	124.63	26788	36.53	15550	66833	124399	191231	0.2931	0.5804
	S2	26890	125.00	26765	32.38	13488	59156	107907	167063	0.2590	0.5040
	S3	26938	1.00	26770	2.78	13516	59126	108129	167254	---	0.5049
	S4	27157	125.13	26788	34.42	12729	48502	101835	153940	0.2751	0.4751
	S5	26291	125.00	26766	31.01	12193	51417	97544	150717	0.2481	0.4555
	S6	26830	1.00	26663	0.25	5147	17474	41176	61079	---	0.1931
G9	S1	26772	124.63	26784	29.86	6332	8147	50652	58799	0.2396	0.2364
	S2	26743	125.00	26763	9.31	1819	3119	14549	17668	0.0745	0.0680
	S3	26739	1.00	26769	5.00	1793	3098	14345	17443	---	0.0670
	S4	26749	125.12	26786	16.53	3949	4662	31589	39525	0.1321	0.1474
	S5	26732	125.00	26763	1.90	1086	1721	8689	10905	0.0152	0.0406
	S6	26735	1.00	26770	0.00	1368	2022	10944	13295	---	0.0511

## 附錄二：轉運法則成效-相對法一

N 欄：以達交次數衡量

Q 欄：以達交數量衡量

F 列：固定多次需求/期

V 列：變動多次需求/期

S 列：單次需求/期

### 1. 5 個零售商

零售商 及 配銷中心	顧客 需求 型態	次 數																	
		法則 1		法則 2		法則 3		法則 4		法則 5		法則 6		法則 7		法則 8		法則 9	
		N	Q	N	Q	N	Q	N	Q	N	Q	N	Q	N	Q	N	Q	N	Q
1	F	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	V	1	0	1	0	0	0	1	0	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0
	S	1	3	1	3	0	3	1	3	1	3	0	3	1	3	0	3	0	3
2	F	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	V	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
	S	2	3	2	3	0	3	2	3	2	3	0	3	2	3	0	3	0	3
3	F	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3
	V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	0	1	3	3	0	3	0	3
4	F	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3
	V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	4	5	4	6	0	3	3	5	3	5	0	2	4	5	0	3	0	1
5	F	3	1	3	2	0	0	3	2	3	2	0	0	3	2	2	0	3	2
	V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	4	6	4	6	0	0	4	6	4	5	0	1	4	6	0	0	0	1
配銷 中心	F	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3
	V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	2	3	2	3	0	2	2	3	2	3	0	2	2	3	0	2	0	2
合計	F	18	16	18	17	15	15	18	17	18	17	15	10	18	17	17	15	18	17
	V	2	1	2	1	0	0	2	1	3	2	0	0	2	0	0	0	0	0
	S	16	23	16	24	0	14	15	23	16	22	0	12	16	23	0	14	0	13

2.10 個零售商

零售商 及 配銷中心	顧客 需求 型態	次 數																	
		法則 1		法則 2		法則 3		法則 4		法則 5		法則 6		法則 7		法則 8		法則 9	
		N	Q	N	Q	N	Q	N	Q	N	Q	N	Q	N	Q	N	Q	N	Q
1	F	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	V	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3	1	1	3	3	1	1	1	1
	S	3	3	2	3	0	3	3	3	3	3	0	2	3	3	0	3	0	3
2	F	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	V	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3	1	1	3	3	1	1	1	1
	S	3	3	3	4	0	3	3	3	3	3	0	3	3	3	0	3	0	3
3	F	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3
	V	2	1	1	1	2	2	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1
	S	3	4	4	4	0	3	3	4	3	4	0	1	3	4	0	3	0	3
4	F	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3
	V	2	1	1	1	2	2	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1
	S	5	5	6	6	0	3	5	5	5	5	0	1	5	5	0	3	0	3
5	F	3	0	3	0	3	0	3	1	3	0	1	0	3	0	3	0	3	0
	V	1	0	1	0	2	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
	S	6	2	6	5	0	0	6	3	6	2	0	0	6	2	0	0	0	0
6	F	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	V	3	3	3	2	2	2	2	3	3	2	2	3	3	1	1	1	1	1
	S	3	3	1	3	0	3	3	3	3	3	0	3	3	3	0	3	0	3
7	F	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	V	3	3	3	2	2	2	2	3	3	2	2	3	3	1	1	1	1	1
	S	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	0	3	3	3	0	3	0	3
8	F	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	V	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1
	S	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	0	3	3	3	0	3	0	3
9	F	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	V	2	1	1	1	2	2	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1
	S	6	4	6	6	0	3	5	5	6	4	1	3	6	4	0	3	0	1
10	F	3	0	3	1	3	0	3	1	3	0	3	1	3	1	3	0	3	1
	V	1	0	1	1	2	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1
	S	4	3	4	5	0	0	4	2	4	2	2	2	4	3	0	0	0	0
配銷 中心	F	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	V	2	1	2	1	2	2	2	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1
	S	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	0	3	3	3	0	3	0	3
合計	F	33	27	33	28	33	27	33	29	33	27	31	24	33	28	33	27	33	28
	V	24	17	20	14	22	17	16	15	24	17	13	12	24	18	10	9	11	10
	S	42	36	41	45	0	27	41	37	42	35	3	24	42	36	0	27	0	25

3. 20 個零售商

零售商 及 配銷中心	顧客 需求 型態	次 數																	
		法則 1		法則 2		法則 3		法則 4		法則 5		法則 6		法則 7		法則 8		法則 9	
		N	Q	N	Q	N	Q	N	Q	N	Q	N	Q	N	Q	N	Q	N	Q
1	F	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3
	V	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	S	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	0	0	3	0	3	0	3
2	F	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	V	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
	S	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3
3	F	3	2	3	1	3	1	3	1	3	2	3	1	3	2	3	1	3	2
	V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	2	3	2	3	0	3	2	3	2	3	0	2	2	3	0	3	0	3
4	F	3	2	3	2	3	1	3	2	3	2	3	1	3	2	3	2	3	1
	V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	3	0	3	0	2	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3
5	F	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	3	4	3	4	0	0	3	4	3	4	0	0	3	4	0	0	0	0
6	F	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	V	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	S	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3
7	F	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	V	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0
	S	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3
8	F	3	1	3	2	3	1	3	2	3	2	3	1	3	2	3	1	3	1
	V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	0	3	3	3	0	3	0	3
9	F	3	2	3	2	3	1	3	2	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1
	V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	3	5	3	5	0	3	3	5	3	5	0	3	3	5	0	3	0	3
10	F	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	3	4	3	4	0	0	3	4	3	4	0	0	3	4	0	0	0	0
11	F	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	V	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
	S	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3
12	F	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	V	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	S	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3
13	F	3	1	3	2	3	1	3	2	3	2	3	1	3	2	3	1	3	2
	V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	1	3	1	2	0	2	1	3	1	3	0	3	1	3	0	2	0	3
14	F	3	2	3	2	3	1	3	2	3	2	3	1	3	2	3	1	3	1
	V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

零售商 及 配銷中心	顧客 需求 型態	次 數																	
		法則 1		法則 2		法則 3		法則 4		法則 5		法則 6		法則 7		法則 8		法則 9	
		N	Q	N	Q	N	Q	N	Q	N	Q	N	Q	N	Q	N	Q	N	Q
	S	3	6	3	6	0	3	3	6	3	6	0	3	3	6	0	3	0	1
15	F	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	6	4	6	4	0	0	6	4	6	4	3	4	6	4	0	0	0	0
16	F	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	V	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	S	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3
17	F	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	V	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	S	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3
18	F	3	2	3	2	3	1	3	2	3	2	3	1	3	2	3	2	3	1
	V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	0	3	3	3	0	3	0	3
19	F	3	2	3	2	3	1	3	2	3	3	3	2	3	2	3	1	3	2
	V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	3	4	3	5	0	3	3	5	3	5	0	3	3	5	0	3	0	3
20	F	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	4	4	3	4	0	0	3	4	3	4	3	3	3	4	0	0	0	0
配銷 中心	F	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	2	
	V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3
合計	F	55	41	52	42	51	34	51	42	52	43	51	34	51	42	51	36	51	37
	V	8	0	8	0	0	0	7	0	8	0	2	0	8	0	1	0	0	0
	S	34	73	33	73	0	49	33	74	33	74	6	54	33	74	0	50	0	49



### 附錄三：轉運法則成效-相對法二

F：固定多次需求/期  
 V：變動多次需求/期  
 S：單次需求/期  
 Group 欄：參考表 3.4  
 N 欄：以達交次數衡量  
 Q 欄：以達交數量衡量

#### 1.5 個零售商

顧客 需求 型態	Group	次 數																	
		法則 1		法則 2		法則 3		法則 4		法則 5		法則 6		法則 7		法則 8		法則 9	
		N	Q	N	Q	N	Q	N	Q	N	Q	N	Q	N	Q	N	Q	N	Q
F	G1	8	6.5	6	9	2	3	5	8	7	5	1	1	9	6.5	3	4	4	2
	G2	8	6	5	3	4	9	6	4	9	2	1	1	7	5	3	8	2	7
	G3	9	8.5	5	8.5	4	4	6	7	8	6	1	1	7	5	3	2	2	3
	G4	7	2	9	6	3	7	6	3	5	4	1	1	8	5	2	8	4	9
	G5	5	5	8	7	2	2	7	8	9	9	1	1	6	6	3	3	4	4
	G6	9	6	7	5	3	9	5	4	8	2	1	1	6	3	2	8	4	7
	G7	6	5	4	6	8	8	2	4	7	3	1	1	3	2	5	7	9	9
	G8	8	5	5	2	3	9	7	3	6	4	2	1	9	6	1	8	4	7
	G9	8	7	7	8	2	2	5	5	6	6	1	1	9	9	4	4	3	3
	Total	68	51	56	54.5	31	53	49	46	65	41	10	9	64	47.5	26	52	36	51
V	G1	7	7	5	6	1	2	6	5	9	8	4	3	8	9	3	1	2	4
	G2	7	7	5	6	1	2	6	5	9	8	4	3	8	9	3	4	2	1
	G3	7	7	5	5	2	3	6	1	9	8	4	4	8	9	3	6	1	2
	G4	9	5	5	1	2	7	6	2	7	3	3	9	8	4	1	8	4	6
	G5	7	7	5	5	2	2	6	6	9	9	3	3	8	8	1	1	4	4
	G6	7	5	5	2	2	8	6	1	9	6	3	4	8	3	1	9	4	7
	G7	9	5	5	2	2	7	6	1	8	6	1	9	7	4	4	8	3	3
	G8	8	5	5	1	1	6	6	2	9	7	2	8	7	3	3	4	4	9
	G9	8	8	5	5	2	2	6	6	9	7	3	3	7	9	1	1	4	4
	Total	69	56	45	33	15	39	54	29	78	62	27	46	69	58	20	42	28	40
S	G1	6	6	5	5	3	4	9	9	8	8	4	2	7	7	2	3	1	1
	G2	7	9	5	6	4	4	6	5	8	7	1	1	9	8	3	3	2	2
	G3	7	9	5	5	4	4	6	6	8	7	1	1	9	8	3	3	2	2
	G4	5	6	9	9	4	4	6	5	8	8	1	1	7	7	3	3	2	2
	G5	7	6	5	5	4	4	9	9	8	8	1	1	6	7	3	3	2	2
	G6	7	9	5	6	4	4	6	5	8	7	1	1	9	8	3	3	2	2
	G7	8	8	9	9	4	3	5	5	7	7	1	1	6	6	3	4	2	2
	G8	5	8	9	9	4	3	6	5	7	6	1	1	8	7	3	4	2	2
	G9	4	6	5	5	6	4	2	8	3	7	9	1	1	9	7	3	8	2
	Total	56	67	57	59	37	34	55	57	65	65	20	10	62	67	30	29	23	17

2. 10 個零售商

顧客需求型態	Group	次 數																	
		法則 1		法則 2		法則 3		法則 4		法則 5		法則 6		法則 7		法則 8		法則 9	
		N	Q	N	Q	N	Q	N	Q	N	Q	N	Q	N	Q	N	Q	N	Q
F	G1	8	8	5	5	2	3	6	7	9	9	1	1	7	6	3	2	4	4
	G2	7	4	5	2	3	8	6	3	9	5	4	1	8	6	2	9	1	7
	G3	8	9	6	8	3	3	5	6	7	5	4	1	9	7	2	4	1	2
	G4	7	4	6	6	3	8	5	2	9	5	4	1	8	3	1	9	2	7
	G5	7	5	6	7	4	3	5	8	9	9	1	1	8	6	2	2	3	4
	G6	8	1	4	5	3	9	5	2	6	3	9	7	7	4	2	8	1	6
	G7	1	1	2	5	7	9	3	3	5	4	9	8	4	2	6	7	8	6
	G8	9	7	5	2	2	9	6	3	4	4	3	1	8	6	1	8	7	5
	G9	5	5	7	7	4	4	6	6	8	9	1	1	9	8	3	2	2	3
	Total	60	44	46	47	31	56	47	40	66	53	36	22	68	48	22	51	29	44
V	G1	8	8	5	5	2	3	6	7	9	9	1	1	7	6	3	2	4	4
	G2	7	4	5	2	3	9	6	3	9	5	4	1	8	6	2	7.5	1	7.5
	G3	9	9	6	5	1	6	5	4	8	8	4	1	7	7	2	2	3	3
	G4	7	5	6	2	1	6	5	1	8	8	4	3	9	7	2	4	3	9
	G5	7	7	5	5	9	9	4	4	8	8	3	3	6	6	1	1	2	2
	G6	8	8	5	3	1	1	6	2	9	9	4	6	7	7	2	5	3	4
	G7	8	6	5	1	1	4	6	2	9	8	4	9	7	7	3	3	2	5
	G8	7	7	5	5	2	2	6	3	8	8	4	1	9	9	1	6	3	4
	G9	7	7	5	5	2	2	6	6	9	9	4	4	8	8	1	1	3	3
	Total	68	61	47	33	22	42	50	32	77	72	32	29	68	63	17	31.5	24	41.5
S	G1	8	7	5	5	3	4	9	9	6	6	4	2	7	8	2	3	1	1
	G2	9	7	5	5	4	3	6	6	8	9	1	1	7	8	3	4	2	2
	G3	9	9	5	5	3	4	6	6	8	8	2	1	7	7	4	3	1	2
	G4	8	8	9	9	2	3	5	5	6	6	4	4	7	7	3	2	1	1
	G5	8	8	5	5	4	4	9	9	6	6	2	2	7	7	3	3	1	1
	G6	8	8	9	9	3	4	5	5	7	7	2	2	6	6	4	3	1	1
	G7	6	6	9	9	4	4	5	5	7	7	2.5	1.5	8	8	2.5	3	1	1.5
	G8	8	9	9	7	4	4	6	8	7	6	2	2	5	5	3	3	1	1
	G9	8	5	5	6	4	4	6	7	7	8	2	2	9	9	3	3	1	1
	Total	72	67	61	60	31	34	57	60	62	63	21.5	17.5	63	65	27.5	27	10	11.5

### 3.20 個零售商

顧客需求型態	Group	次 數																	
		法則 1		法則 2		法則 3		法則 4		法則 5		法則 6		法則 7		法則 8		法則 9	
		N	Q	N	Q	N	Q	N	Q	N	Q	N	Q	N	Q	N	Q	N	Q
F	G1	8	7	7	9	3	3	5	5	6	8	2	1	9	6	1	2	4	4
	G2	8	3	2	5	4	9	9	7	6	4	2	1	7	6	3	8	1	2
	G3	8	8	9	9	3	3	6	7	7	6	2	1	5	5	4	4	1	2
	G4	5	5	9	9	3	3	7	7	6	6	4	1	8	8	1	4	2	2
	G5	6	6	9	9	3	3	8	8	5	5	2	2	7	7	1	1	4	4
	G6	9	4	7	6	4	8	5	2	6	3	1	1	8	5	2	7	3	9
	G7	7	4	5	2	3	9	6	3	8	5	1	1	9	6	2	8	4	7
	G8	8	8	6	7	3	4	9	9	7	6	4	1	5	5	2	3	1	2
	G9	8	9	5	5	2	2	6	8	9	7	3	3	7	6	1	1	4	4
	Total	67	54	59	61	28	44	61	56	60	50	21	12	65	54	17	38	24	36
V	G1	7	8	6	5	1	1	5	6	9	7	4	4	8	9	3	3	2	2
	G2	7	8	5	6	1	4	6	5	8	7	4	2	9	9	3	1	2	3
	G3	7	9	6	6	2	2	5	5	9	7	4	1	8	8	3	3	1	4
	G4	7	7	6	3	2	4	5	2	9	9	1	1	8	8	3	6	4	5
	G5	8	6	6	9	3	1	5	5	9	8	4	4	7	7	1	2	2	3
	G6	7	4	6	2	4	8	5	1	9	5	2	3	8	6	1	9	3	7
	G7	9	5	5	1	2	6	6	2	7	3	4	4	8	7	3	9	1	8
	G8	8	9	6	6	4	4	5	5	7	7	2	1	9	8	3	3	1	2
	G9	7	5	6	7	1	1	5	8	9	9	4	4	8	6	2	2	3	3
	Total	67	61	52	45	20	31	47	39	76	62	29	24	73	68	22	38	19	37
S	G1	5	5	7	9	3	3	6	6	8	7	4	4	9	8	2	2	1	1
	G2	6	5	5	6	2	3	9	9	8	7	4	4	7	8	3	2	1	1
	G3	9	9	8	8	2	2	6	5	7	6	4	4	5	7	3	3	1	1
	G4	9	9	6	8	3	2	7	7	8	6	4	0	5	5	2	3	1	1
	G5	5	5	9	9	2	3	8	8	6	6	4	4	7	7	3	2	1	1
	G6	9	6	5	5	2	2	7	8	6	7	4	4	8	9	3	3	1	1
	G7	9	9	6	5	3	3	5	6	7	7	4	4	8	8	2	2	1	1
	G8	9	9	8	8	3	3	6	5	5	6	4	4	7	7	2	2	1	1
	G9	7	5	5	7	3	3	6	6	8	9	4	4	9	8	2	2	1	1
	Total	68	62	59	65	23	24	60	60	63	61	36	32	65	67	22	21	9	9

## 附錄四：正規化值-比值法

Group：參考表 3.4

F,V,S 為顧客需求型態。 F:固定多次求/期; V:變動多次求/期; S:單次需求/期

N,Q 為績效衡量方式。 N:以達交次數衡量; Q:以達交數量衡量

Group 法則	5 個零售商						10 個零售商						20 個零售商						
	F-N	F-Q	V-N	V-Q	S-N	S-Q	F-N	F-Q	V-N	V-Q	S-N	S-Q	F-N	F-Q	V-N	V-Q	S-N	S-Q	
1	1	0.952	0.945	0.982	0.994	0.961	0.962	0.974	0.969	0.974	0.969	0.932	0.931	0.994	0.994	0.985	0.985	0.909	0.915
	2	1.000	1.000	0.828	0.849	0.951	0.961	0.956	0.957	0.956	0.957	0.935	0.938	1.000	1.000	0.897	0.879	1.000	1.000
	3	0.676	0.689	0.637	0.678	0.603	0.759	0.623	0.635	0.623	0.635	0.509	0.624	0.925	0.926	0.616	0.614	0.591	0.658
	4	0.979	0.978	0.837	0.843	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.989	0.988	0.894	0.881	0.954	0.961
	5	0.925	0.918	1.000	1.000	0.990	0.990	0.976	0.972	0.976	0.972	0.933	0.933	0.999	0.999	0.998	0.986	0.989	0.988
	6	0.471	0.484	0.649	0.687	0.601	0.750	0.578	0.590	0.578	0.590	0.463	0.557	0.912	0.911	0.658	0.661	0.655	0.695
	7	0.951	0.944	0.987	1.000	0.974	0.974	0.929	0.924	0.929	0.924	0.956	0.956	0.992	0.991	1.000	1.000	0.994	0.993
	8	0.677	0.690	0.637	0.674	0.600	0.755	0.611	0.621	0.611	0.621	0.499	0.612	0.923	0.924	0.625	0.620	0.574	0.643
	9	0.664	0.673	0.650	0.693	0.566	0.716	0.650	0.661	0.650	0.661	0.429	0.541	0.932	0.933	0.619	0.617	0.543	0.617
2	1	0.973	0.951	0.982	0.978	1.000	1.000	0.982	0.955	0.987	0.962	1.000	1.000	0.996	0.988	0.989	0.991	0.995	0.992
	2	0.966	0.948	0.934	0.930	0.961	0.962	0.974	0.951	0.979	0.958	0.947	0.952	0.997	0.993	0.943	0.931	0.993	0.991
	3	1.000	1.000	0.881	0.916	0.651	0.672	0.995	0.992	1.000	1.000	0.647	0.680	1.000	1.000	0.843	0.882	0.801	0.802
	4	0.967	0.948	0.941	0.928	0.956	0.952	0.978	0.954	0.983	0.961	0.959	0.962	0.999	0.993	0.942	0.925	1.000	1.000
	5	0.971	0.946	0.997	0.990	0.988	0.982	0.986	0.958	0.992	0.965	0.995	0.999	0.998	0.993	0.992	0.992	0.993	0.992
	6	0.850	0.813	0.888	0.918	0.558	0.561	0.971	0.950	0.976	0.957	0.609	0.629	0.977	0.966	0.860	0.886	0.836	0.828
	7	0.971	0.948	1.000	1.000	0.997	0.995	0.987	0.959	0.992	0.967	0.995	0.999	0.998	0.992	1.000	1.000	0.997	0.999
	8	0.983	0.982	0.894	0.932	0.644	0.664	1.000	1.000	0.859	0.958	0.647	0.681	0.996	0.996	0.844	0.876	0.802	0.801
	9	0.977	0.978	0.877	0.908	0.589	0.596	0.992	0.992	0.856	0.961	0.618	0.645	0.990	0.987	0.847	0.881	0.772	0.767
3	1	1.000	0.993	0.989	0.984	0.998	1.000	1.000	0.996	1.000	1.000	1.000	0.995	0.991	1.000	1.000	1.000	1.000	
	2	0.999	0.994	0.944	0.930	0.967	0.962	0.999	0.995	0.949	0.934	0.971	0.963	1.000	1.000	0.960	0.937	0.999	0.999
	3	0.997	1.000	0.917	0.954	0.778	0.748	0.978	0.982	0.902	0.957	0.795	0.778	0.956	0.947	0.881	0.906	0.883	0.856
	4	0.997	0.991	0.947	0.925	0.979	0.969	0.996	0.990	0.940	0.922	0.974	0.967	0.991	0.987	0.951	0.926	0.990	0.987
	5	0.996	0.986	0.993	0.988	1.000	0.995	0.996	0.990	0.997	0.997	0.985	0.978	0.988	0.982	0.996	0.989	0.990	0.987
	6	0.770	0.653	0.922	0.953	0.626	0.543	0.892	0.831	0.911	0.941	0.754	0.710	0.899	0.856	0.883	0.892	0.922	0.901
	7	0.995	0.986	1.000	1.000	0.998	0.993	0.998	0.992	0.992	0.993	0.979	0.968	0.983	0.977	0.999	0.998	0.992	0.991
	8	0.975	0.973	0.920	0.958	0.762	0.727	0.988	1.000	0.901	0.947	0.787	0.765	0.962	0.958	0.890	0.920	0.884	0.856
	9	0.975	0.979	0.912	0.949	0.700	0.641	0.961	0.965	0.904	0.949	0.757	0.724	0.944	0.931	0.889	0.921	0.871	0.842
4	1	0.940	0.907	0.999	0.945	0.938	0.930	0.943	0.891	0.994	0.954	0.966	0.961	0.984	0.981	0.981	0.972	1.000	1.000
	2	0.948	0.920	0.975	0.915	1.000	1.000	0.946	0.897	0.961	0.914	1.000	1.000	1.000	1.000	0.951	0.930	0.970	0.958
	3	0.980	0.980	0.976	0.985	0.533	0.475	0.996	0.989	0.957	0.997	0.537	0.489	0.923	0.918	0.924	0.981	0.701	0.639
	4	0.942	0.912	0.982	0.924	0.936	0.925	0.933	0.878	0.955	0.905	0.933	0.924	0.986	0.983	0.950	0.929	0.965	0.951
	5	0.943	0.914	1.000	0.944	0.953	0.942	0.948	0.898	1.000	0.961	0.945	0.937	0.985	0.983	1.000	0.992	0.963	0.948
	6	0.804	0.697	0.987	1.000	0.441	0.355	0.925	0.855	0.956	0.971	0.552	0.500	0.835	0.778	0.913	0.954	0.767	0.720
	7	0.949	0.921	0.999	0.944	0.952	0.942	0.942	0.889	0.999	0.957	0.954	0.948	0.993	0.992	0.989	0.982	0.960	0.945
	8	0.989	0.996	0.980	1.000	0.519	0.458	1.000	1.000	0.954	0.991	0.529	0.478	0.925	0.923	0.934	0.999	0.701	0.640
	9	1.000	1.000	0.981	0.984	0.465	0.386	0.971	0.949	0.965	1.000	0.488	0.423	0.894	0.869	0.937	1.000	0.664	0.588
5	1	0.886	0.884	0.969	0.974	0.967	0.969	0.966	0.964	0.396	0.399	0.936	0.934	0.981	0.981	0.995	0.997	0.944	0.947
	2	0.991	0.991	0.883	0.892	0.955	0.966	0.988	0.988	0.343	0.346	0.932	0.935	1.000	1.000	0.989	0.998	1.000	1.000

Group 法則	5 個零售商						10 個零售商						20 個零售商							
	F-N	F-Q	V-N	V-Q	S-N	S-Q	F-N	F-Q	V-N	V-Q	S-N	S-Q	F-N	F-Q	V-N	V-Q	S-N	S-Q		
5	3	0.705	0.708	0.706	0.733	0.589	0.733	0.667	0.668	1.000	1.000	0.537	0.656	0.906	0.906	0.684	0.695	0.584	0.651	
	4	0.992	0.993	0.897	0.899	1.000	1.000	0.991	0.991	0.336	0.341	1.000	1.000	0.999	0.999	0.976	0.984	0.990	0.992	
	5	1.000	1.000	1.000	1.000	0.989	0.989	1.000	1.000	0.404	0.408	0.933	0.933	0.966	0.965	1.000	1.000	0.980	0.981	
	6	0.481	0.484	0.710	0.738	0.379	0.514	0.535	0.536	0.254	0.266	0.463	0.575	0.906	0.905	0.721	0.741	0.625	0.672	
	7	0.941	0.940	0.986	0.986	0.976	0.978	0.967	0.966	0.395	0.398	0.947	0.945	0.981	0.981	0.996	0.998	0.982	0.984	
	8	0.728	0.731	0.697	0.728	0.549	0.694	0.651	0.652	0.237	0.248	0.504	0.617	0.894	0.893	0.681	0.700	0.582	0.646	
	9	0.746	0.750	0.737	0.765	0.458	0.594	0.676	0.678	0.244	0.256	0.453	0.574	0.909	0.908	0.686	0.703	0.562	0.633	
	6	1	0.986	0.970	0.996	0.983	1.000	1.000	0.960	0.947	0.994	0.994	0.985	0.984	0.984	0.967	0.995	0.970	0.999	0.996
		2	0.986	0.969	0.982	0.975	0.976	0.974	0.961	0.954	0.965	0.975	1.000	1.000	0.983	0.967	0.984	0.961	0.993	0.991
3		1.000	1.000	0.971	0.997	0.640	0.659	0.988	1.000	0.932	0.981	0.643	0.670	0.996	0.991	0.967	0.982	0.789	0.788	
4		0.982	0.966	0.985	0.973	0.967	0.960	0.959	0.948	0.965	0.972	0.962	0.959	0.975	0.957	0.976	0.949	0.999	0.998	
5		0.981	0.963	1.000	0.985	0.983	0.977	0.959	0.948	1.000	1.000	0.981	0.978	0.977	0.959	0.997	0.970	0.995	0.994	
6		0.891	0.848	0.971	0.993	0.548	0.549	1.000	0.987	0.960	0.999	0.625	0.639	0.955	0.941	0.959	0.969	0.829	0.821	
7		0.982	0.964	0.991	0.973	0.987	0.981	0.960	0.949	0.986	0.984	0.972	0.968	0.984	0.967	1.000	0.976	1.000	1.000	
8		0.995	0.996	0.969	1.000	0.623	0.638	0.982	0.994	0.942	0.989	0.642	0.666	0.991	0.988	0.975	1.000	0.794	0.792	
9		0.996	0.991	0.979	0.999	0.578	0.582	0.967	0.971	0.946	0.992	0.604	0.618	1.000	1.000	0.962	0.977	0.759	0.751	
7	1	0.877	0.843	1.000	0.977	0.834	0.903	0.903	0.877	0.995	0.974	0.898	0.895	0.971	0.948	0.996	0.981	1.000	1.000	
	2	0.882	0.852	0.979	0.958	0.973	1.069	0.915	0.895	0.969	0.951	1.000	1.000	0.969	0.946	0.969	0.959	0.927	0.920	
	3	0.969	0.972	0.975	0.993	0.392	0.394	0.987	1.000	0.947	0.975	0.380	0.394	1.000	1.000	0.951	0.986	0.611	0.605	
	4	0.873	0.841	0.977	0.956	0.802	0.788	0.907	0.883	0.972	0.954	0.876	0.873	0.969	0.946	0.970	0.959	0.928	0.923	
	5	0.875	0.841	1.000	0.978	0.842	0.826	0.910	0.885	1.000	0.981	0.901	0.898	0.975	0.954	0.989	0.974	0.929	0.924	
	6	0.845	0.802	0.975	1.000	0.349	0.343	1.000	0.993	0.972	1.000	0.365	0.372	0.957	0.936	0.953	0.984	0.668	0.663	
	7	0.872	0.838	0.994	0.969	0.833	0.820	0.905	0.879	0.998	0.979	0.908	0.904	0.977	0.956	1.000	0.989	0.930	0.925	
	8	0.937	0.935	0.980	0.999	0.392	0.396	0.982	0.995	0.947	0.974	0.373	0.384	0.998	0.998	0.960	1.000	0.609	0.602	
	9	1.000	1.000	0.967	0.976	0.361	0.357	0.982	0.989	0.949	0.977	0.352	0.358	0.993	0.986	0.958	0.998	0.578	0.563	
8	1	0.940	0.886	0.992	0.954	0.984	0.982	0.926	0.858	0.994	0.974	1.000	1.000	0.998	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
	2	0.933	0.874	0.979	0.943	1.000	1.000	0.918	0.847	0.974	0.954	0.994	0.994	0.992	0.994	0.967	0.960	0.985	0.979	
	3	1.000	1.000	0.970	0.988	0.568	0.502	1.000	1.000	0.952	0.989	0.587	0.529	0.955	0.974	0.923	0.966	0.762	0.707	
	4	0.938	0.884	0.985	0.950	0.979	0.974	0.922	0.852	0.973	0.950	0.995	0.997	1.000	1.000	0.955	0.943	0.965	0.953	
	5	0.939	0.885	1.000	0.963	0.979	0.972	0.923	0.856	0.996	0.976	0.988	0.988	0.989	0.989	0.985	0.984	0.966	0.954	
	6	0.828	0.709	0.977	0.998	0.483	0.391	0.929	0.854	0.960	0.985	0.550	0.475	0.882	0.844	0.892	0.905	0.811	0.768	
	7	0.942	0.888	0.988	0.951	1.000	1.000	0.925	0.857	1.000	0.982	0.987	0.986	0.982	0.979	0.993	0.989	0.968	0.956	
	8	0.971	0.961	0.965	0.976	0.572	0.511	0.996	0.996	0.957	1.000	0.580	0.519	0.953	0.971	0.923	0.967	0.758	0.701	
	9	0.982	0.961	0.983	1.000	0.507	0.422	0.925	0.857	0.961	0.996	0.536	0.459	0.932	0.938	0.918	0.960	0.725	0.653	
9	1	0.976	0.974	0.999	0.997	0.954	0.937	0.898	0.895	0.874	0.872	0.938	0.937	1.000	1.000	0.977	0.975	0.953	0.951	
	2	0.982	0.982	0.930	0.936	0.947	0.947	0.964	0.963	0.815	0.818	0.962	0.966	0.990	0.990	0.979	0.986	0.955	0.958	
	3	0.729	0.731	0.748	0.767	0.583	0.583	0.649	0.647	0.573	0.588	0.517	0.622	0.897	0.896	0.711	0.721	0.596	0.653	
	4	0.914	0.913	0.971	0.976	0.976	0.976	0.948	0.946	0.843	0.847	0.955	0.955	0.997	0.997	0.979	0.987	0.954	0.956	
	5	0.950	0.949	1.000	0.996	0.969	0.969	1.000	1.000	1.000	1.000	0.960	0.960	0.996	0.995	1.000	1.000	1.000	1.000	
	6	0.478	0.478	0.753	0.771	0.364	0.364	0.533	0.532	0.625	0.641	0.469	0.569	0.908	0.906	0.758	0.768	0.635	0.677	
	7	1.000	1.000	0.997	1.000	1.000	1.000	0.984	0.983	0.934	0.933	1.000	1.000	0.995	0.995	0.984	0.982	0.982	0.980	
	8	0.758	0.760	0.730	0.748	0.548	0.548	0.636	0.634	0.570	0.585	0.505	0.616	0.896	0.895	0.714	0.722	0.587	0.646	
	9	0.755	0.758	0.799	0.823	0.439	0.439	0.641	0.640	0.597	0.608	0.439	0.556	0.910	0.909	0.723	0.733	0.565	0.631	

## 附錄五：變異分析

附錄五之表格中，R 欄表示組成系統的零售商個數；D 欄表示顧客需求型態

### 1、系統觀測值：服務水準(以達交次數衡量)

控制變數	R	D	法則 1	法則 2	法則 3	法則 4	法則 5	法則 6	法則 7	法則 8	法則 9
前置時間	5	F	0.9979	0.9985	0.9963	0.9983	0.9978	0.9942	0.9980	0.9960	0.9961
		V	0.6264	0.4741	0.2092	0.5154	0.6669	0.2285	0.6340	0.2103	0.2247
		S	0.9984	0.9854	0.8998	0.9995	0.9989	0.6246	0.9993	0.8923	0.8470
	10	F	0.9963	0.9968	0.9957	0.9968	0.9963	0.9983	0.9961	0.9963	0.9974
		V	0.9018	0.8691	0.8740	0.8564	0.9108	0.7579	0.9046	0.7447	0.7579
		S	0.9933	0.9796	0.9263	0.9932	0.9929	0.9204	0.9918	0.9151	0.8754
	20	F	0.9940	0.9948	0.9924	0.9940	0.9946	0.9950	0.9951	0.9921	0.9926
		V	0.9808	0.9681	0.8981	0.9698	0.9800	0.9242	0.9826	0.8968	0.8957
		S	0.9935	0.9951	0.8695	0.9925	0.9954	0.9062	0.9958	0.8495	0.8340
分配比例	5	F	0.0006	0.0006	0.0010	0.0006	0.0005	0.0002	0.0005	0.0014	0.0000
		V	0.1895	0.2408	0.3163	0.2343	0.1815	0.3298	0.1890	0.3236	0.3030
		S	0.0001	0.0062	0.0649	0.0000	0.0003	0.0396	0.0000	0.0505	0.0113
	10	F	0.0010	0.0014	0.0023	0.0014	0.0009	0.0006	0.0012	0.0020	0.0014
		V	0.0099	0.0145	0.0526	0.0165	0.0094	0.0254	0.0101	0.0798	0.0792
		S	0.0022	0.0098	0.0395	0.0025	0.0019	0.0204	0.0024	0.0385	0.0416
	20	F	0.0050	0.0037	0.0053	0.0048	0.0041	0.0033	0.0035	0.0054	0.0048
		V	0.0094	0.0136	0.0261	0.0112	0.0084	0.0191	0.0077	0.0251	0.0236
		S	0.0021	0.0008	0.0766	0.0025	0.0013	0.0336	0.0016	0.0932	0.1045
需求次數	5	F	0.0015	0.0006	0.0001	0.0009	0.0015	0.0053	0.0014	0.0002	0.0017
		V	0.1040	0.1807	0.3309	0.1517	0.0832	0.2989	0.0929	0.3254	0.3438
		S	0.0009	0.0067	0.0332	0.0003	0.0004	0.2220	0.0006	0.0556	0.1256
	10	F	0.0027	0.0013	0.0000	0.0016	0.0025	0.0008	0.0024	0.0000	0.0008
		V	0.0525	0.0690	0.0519	0.0733	0.0461	0.1262	0.0491	0.0590	0.0489
		S	0.0017	0.0057	0.0342	0.0018	0.0022	0.0529	0.0023	0.0458	0.0818
	20	F	0.0005	0.0005	0.0000	0.0006	0.0004	0.0001	0.0006	0.0001	0.0000
		V	0.0037	0.0110	0.0526	0.0111	0.0037	0.0339	0.0032	0.0553	0.0523
		S	0.0001	0.0032	0.0519	0.0022	0.0020	0.0598	0.0017	0.0560	0.0598
需求變異	5	F	0.0001	0.0002	0.0026	0.0002	0.0001	0.0004	0.0001	0.0025	0.0022
		V	0.0800	0.1044	0.1437	0.0986	0.0685	0.1428	0.0841	0.1406	0.1284
		S	0.0006	0.0018	0.0021	0.0002	0.0004	0.1138	0.0001	0.0015	0.0161
	10	F	0.0001	0.0005	0.0019	0.0002	0.0002	0.0004	0.0002	0.0017	0.0004
		V	0.0358	0.0475	0.0214	0.0538	0.0337	0.0905	0.0363	0.1165	0.1140
		S	0.0029	0.0050	0.0001	0.0025	0.0029	0.0063	0.0035	0.0006	0.0013
	20	F	0.0005	0.0010	0.0022	0.0006	0.0009	0.0016	0.0008	0.0025	0.0025
		V	0.0062	0.0072	0.0233	0.0078	0.0079	0.0228	0.0065	0.0229	0.0283
		S	0.0043	0.0009	0.0020	0.0028	0.0013	0.0004	0.0009	0.0013	0.0017

2、系統觀測值：效益成本比值(以達交次數衡量)

D	R	控制變數	法則 1	法則 2	法則 3	法則 4	法則 5	法則 6	法則 7	法則 8	法則 9
F	5	需求次數	0.2255	0.2194	0.2456	0.2214	0.2169	0.2678	0.2201	0.2392	0.2359
		需求變異	0.1500	0.1487	0.1365	0.1489	0.1413	0.1378	0.1457	0.1338	0.1303
		分配比例	0.1500	0.1492	0.1385	0.1494	0.1419	0.1399	0.1461	0.1359	0.1336
		前置時間	0.4745	0.4826	0.4794	0.4802	0.4999	0.4545	0.4881	0.4911	0.5002
	10	需求次數	0.2179	0.2124	0.2392	0.2152	0.2116	0.2556	0.2120	0.2422	0.2393
		需求變異	0.1571	0.1519	0.1439	0.1566	0.1519	0.1558	0.1493	0.1435	0.1475
		分配比例	0.1574	0.1523	0.1454	0.1568	0.1523	0.1568	0.1496	0.1452	0.1497
		前置時間	0.4676	0.4834	0.4715	0.4713	0.4842	0.4318	0.4891	0.4691	0.4636
	20	需求次數	0.2719	0.2714	0.2826	0.2707	0.2731	0.2767	0.2715	0.2840	0.2799
		需求變異	0.1317	0.1313	0.1322	0.1298	0.1329	0.1308	0.1313	0.1326	0.1330
		分配比例	0.1337	0.1339	0.1340	0.1324	0.1354	0.1321	0.1341	0.1344	0.1339
		前置時間	0.4627	0.4634	0.4511	0.4671	0.4586	0.4603	0.4631	0.4490	0.4531
S	5	需求次數	0.2421	0.2372	0.2630	0.2363	0.2398	0.2852	0.2394	0.2691	0.2805
		需求變異	0.1387	0.1385	0.1392	0.1412	0.1400	0.1757	0.1379	0.1446	0.1564
		分配比例	0.1479	0.1530	0.1394	0.1493	0.1492	0.1754	0.1467	0.1448	0.1559
		前置時間	0.4713	0.4713	0.4585	0.4733	0.4710	0.3638	0.4761	0.4414	0.4071
	10	需求次數	0.2355	0.2299	0.2601	0.2299	0.2340	0.2674	0.2319	0.2649	0.2748
		需求變異	0.1542	0.1549	0.1482	0.1578	0.1539	0.1501	0.1540	0.1500	0.1449
		分配比例	0.1645	0.1673	0.1489	0.1669	0.1640	0.1520	0.1643	0.1503	0.1452
		前置時間	0.4458	0.4479	0.4428	0.4453	0.4481	0.4305	0.4497	0.4347	0.4351
	20	需求次數	0.2435	0.2418	0.2845	0.2416	0.2406	0.2798	0.2417	0.2864	0.2886
		需求變異	0.1372	0.1445	0.1365	0.1399	0.1429	0.1410	0.1439	0.1340	0.1313
		分配比例	0.1460	0.1510	0.1380	0.1469	0.1493	0.1438	0.1502	0.1355	0.1322
		前置時間	0.4732	0.4628	0.4410	0.4716	0.4673	0.4354	0.4642	0.4441	0.4480
V	5	需求次數	0.5386	0.5745	0.7059	0.5618	0.5333	0.7041	0.5428	0.7204	0.6701
		需求變異	0.0160	0.0069	0.0006	0.0063	0.0163	0.0009	0.0147	0.0006	0.0006
		分配比例	0.0155	0.0076	0.0036	0.0067	0.0169	0.0035	0.0156	0.0041	0.0033
		前置時間	0.4299	0.4110	0.2899	0.4252	0.4335	0.2915	0.4269	0.2748	0.3259
	10	需求次數	0.2839	0.2857	0.2668	0.2839	0.2819	0.3186	0.2848	0.3087	0.3038
		需求變異	0.2159	0.2183	0.1679	0.2197	0.2143	0.2061	0.2135	0.2130	0.2146
		分配比例	0.2137	0.2160	0.1696	0.2174	0.2121	0.2026	0.2113	0.2097	0.2115
		前置時間	0.2865	0.2800	0.3957	0.2790	0.2917	0.2727	0.2904	0.2686	0.2701
	20	需求次數	0.5662	0.5542	0.7371	0.5550	0.5585	0.6996	0.5654	0.7391	0.7360
		需求變異	0.0137	0.0075	0.0005	0.0075	0.0140	0.0011	0.0146	0.0007	0.0003
		分配比例	0.0165	0.0110	0.0035	0.0113	0.0168	0.0039	0.0176	0.0027	0.0031
		前置時間	0.4036	0.4272	0.2589	0.4263	0.4107	0.2955	0.4024	0.2575	0.2606

3、系統觀測值：服務水準(以達交數量衡量)

控制變數	R	D	法則 1	法則 2	法則 3	法則 4	法則 5	法則 6	法則 7	法則 8	法則 9
前置時間	5	F	0.9955	0.9950	0.9973	0.9954	0.9958	0.9969	0.9961	0.9979	0.9957
		V	0.9694	0.9548	0.9108	0.9510	0.9683	0.9140	0.9666	0.9107	0.9083
		S	0.9479	0.9040	0.9082	0.9494	0.9482	0.8364	0.9485	0.8954	0.8684
	10	F	0.9961	0.9959	0.9972	0.9965	0.9965	0.9942	0.9967	0.9971	0.9952
		V	0.9598	0.9503	0.9445	0.9501	0.9665	0.9221	0.9643	0.9006	0.9055
		S	0.9187	0.8890	0.9959	0.9181	0.9183	0.9891	0.9147	0.9965	0.9964
	20	F	0.9969	0.9965	0.9957	0.9967	0.9963	0.9978	0.9959	0.9959	0.9969
		V	0.9808	0.9681	0.8981	0.9698	0.9800	0.9242	0.9826	0.8968	0.8957
		S	0.9472	0.9603	0.9937	0.9606	0.9607	0.9883	0.9617	0.9940	0.9964
分配比例	5	F	0.0008	0.0008	0.0008	0.0004	0.0004	0.0029	0.0006	0.0009	0.0020
		V	0.0234	0.0333	0.0499	0.0341	0.0245	0.0456	0.0243	0.0484	0.0533
		S	0.0326	0.0551	0.0305	0.0251	0.0276	0.0667	0.0256	0.0390	0.0440
	10	F	0.0011	0.0015	0.0024	0.0010	0.0012	0.0053	0.0010	0.0024	0.0033
		V	0.0098	0.0119	0.0136	0.0119	0.0093	0.0270	0.0093	0.0295	0.0292
		S	0.0547	0.0702	0.0037	0.0531	0.0540	0.0090	0.0566	0.0032	0.0023
	20	F	0.0029	0.0033	0.0036	0.0031	0.0036	0.0019	0.0038	0.0035	0.0021
		V	0.0094	0.0136	0.0261	0.0112	0.0084	0.0191	0.0077	0.0251	0.0236
		S	0.0359	0.0282	0.0058	0.0279	0.0276	0.0102	0.0272	0.0055	0.0033
需求變異	5	F	0.0007	0.0012	0.0012	0.0010	0.0010	0.0002	0.0007	0.0008	0.0022
		V	0.0071	0.0088	0.0215	0.0098	0.0071	0.0223	0.0087	0.0251	0.0191
		S	0.0000	0.0007	0.0272	0.0009	0.0010	0.0497	0.0012	0.0332	0.0431
	10	F	0.0007	0.0010	0.0004	0.0008	0.0008	0.0004	0.0007	0.0004	0.0011
		V	0.0142	0.0191	0.0200	0.0190	0.0111	0.0280	0.0119	0.0351	0.0325
		S	0.0002	0.0003	0.0002	0.0001	0.0002	0.0003	0.0003	0.0001	0.0005
	20	F	0.0001	0.0000	0.0005	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000	0.0005	0.0008
		V	0.0062	0.0072	0.0233	0.0078	0.0079	0.0228	0.0065	0.0229	0.0283
		S	0.0004	0.0002	0.0000	0.0004	0.0004	0.0001	0.0003	0.0000	0.0002
需求次數	5	F	0.0030	0.0030	0.0006	0.0032	0.0027	0.0000	0.0026	0.0004	0.0001
		V	0.0001	0.0031	0.0177	0.0050	0.0001	0.0181	0.0003	0.0158	0.0193
		S	0.0194	0.0402	0.0342	0.0246	0.0232	0.0472	0.0246	0.0324	0.0445
	10	F	0.0021	0.0015	0.0000	0.0017	0.0016	0.0000	0.0016	0.0000	0.0005
		V	0.0162	0.0187	0.0218	0.0189	0.0131	0.0229	0.0145	0.0348	0.0329
		S	0.0264	0.0405	0.0001	0.0287	0.0274	0.0016	0.0284	0.0002	0.0008
	20	F	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0001	0.0000	0.0003	0.0002	0.0001
		V	0.0037	0.0110	0.0526	0.0111	0.0037	0.0339	0.0032	0.0553	0.0523
		S	0.0164	0.0113	0.0005	0.0111	0.0113	0.0014	0.0108	0.0005	0.0001



4、系統觀測值：效益成本比值(以達交數量衡量)

D	R	控制變數	法則 1	法則 2	法則 3	法則 4	法則 5	法則 6	法則 7	法則 8	法則 9
F	5	需求次數	0.2135	0.2088	0.2290	0.2103	0.2046	0.2387	0.2081	0.2232	0.2200
		需求變異	0.1529	0.1520	0.1425	0.1523	0.1441	0.1465	0.1486	0.1398	0.1354
		分配比例	0.1530	0.1526	0.1447	0.1528	0.1449	0.1488	0.1490	0.1422	0.1390
		前置時間	0.4805	0.4866	0.4837	0.4846	0.5064	0.4660	0.4943	0.4948	0.5056
	10	需求次數	0.2074	0.2022	0.2232	0.2052	0.2010	0.2354	0.2010	0.2259	0.2243
		需求變異	0.1601	0.1552	0.1502	0.1598	0.1548	0.1623	0.1523	0.1496	0.1528
		分配比例	0.1606	0.1559	0.1523	0.1602	0.1554	0.1638	0.1529	0.1519	0.1556
		前置時間	0.4719	0.4867	0.4743	0.4747	0.4888	0.4385	0.4938	0.4726	0.4673
	20	需求次數	0.2443	0.2442	0.2526	0.2431	0.2457	0.2459	0.2440	0.2540	0.2504
		需求變異	0.1402	0.1397	0.1414	0.1383	0.1415	0.1401	0.1397	0.1419	0.1423
		分配比例	0.1431	0.1432	0.1443	0.1418	0.1449	0.1420	0.1435	0.1447	0.1438
		前置時間	0.4725	0.4729	0.4616	0.4768	0.4679	0.4719	0.4728	0.4594	0.4635
V	5	需求次數	0.4366	0.4553	0.5752	0.4439	0.4347	0.5714	0.4428	0.5902	0.5422
		需求變異	0.0347	0.0242	0.0123	0.0220	0.0335	0.0131	0.0328	0.0115	0.0122
		分配比例	0.0340	0.0236	0.0135	0.0210	0.0342	0.0147	0.0335	0.0145	0.0121
		前置時間	0.4947	0.4968	0.3990	0.5131	0.4975	0.4008	0.4908	0.3838	0.4334
	10	需求次數	0.2721	0.2735	0.2523	0.2722	0.2701	0.2973	0.2724	0.2973	0.2936
		需求變異	0.2186	0.2212	0.1733	0.2223	0.2169	0.2107	0.2162	0.2146	0.2159
		分配比例	0.2164	0.2188	0.1742	0.2200	0.2148	0.2076	0.2141	0.2116	0.2132
		前置時間	0.2929	0.2866	0.4002	0.2855	0.2982	0.2844	0.2973	0.2766	0.2773
	20	需求次數	0.4477	0.4258	0.5977	0.4244	0.4414	0.5515	0.4466	0.5967	0.5961
		需求變異	0.0393	0.0278	0.0134	0.0288	0.0384	0.0166	0.0408	0.0140	0.0119
		分配比例	0.0437	0.0330	0.0180	0.0341	0.0432	0.0220	0.0454	0.0176	0.0172
		前置時間	0.4692	0.5133	0.3709	0.5128	0.4770	0.4099	0.4672	0.3718	0.3747
S	5	需求次數	0.2277	0.2219	0.2352	0.2217	0.2247	0.2512	0.2240	0.2394	0.2462
		需求變異	0.1417	0.1411	0.1533	0.1434	0.1423	0.1829	0.1402	0.1577	0.1678
		分配比例	0.1528	0.1578	0.1553	0.1533	0.1533	0.1841	0.1508	0.1598	0.1692
		前置時間	0.4778	0.4791	0.4562	0.4816	0.4796	0.3817	0.4851	0.4432	0.4168
	10	需求次數	0.2231	0.2180	0.2292	0.2188	0.2217	0.2311	0.2200	0.2326	0.2341
		需求變異	0.1575	0.1579	0.1553	0.1607	0.1571	0.1549	0.1572	0.1570	0.1525
		分配比例	0.1696	0.1721	0.1576	0.1714	0.1689	0.1586	0.1692	0.1589	0.1545
		前置時間	0.4499	0.4520	0.4578	0.4490	0.4523	0.4554	0.4535	0.4515	0.4589
	20	需求次數	0.2172	0.2177	0.2361	0.2167	0.2164	0.2365	0.2177	0.2364	0.2352
		需求變異	0.1440	0.1500	0.1468	0.1463	0.1484	0.1488	0.1494	0.1453	0.1433
		分配比例	0.1544	0.1579	0.1504	0.1547	0.1562	0.1538	0.1571	0.1489	0.1462
		前置時間	0.4845	0.4744	0.4667	0.4823	0.4791	0.4609	0.4757	0.4694	0.4753

5、系統觀測值：轉運次數

R	D	控制變數	法則 1	法則 2	法則 3	法則 4	法則 5	法則 6	法則 7	法則 8	法則 9
5	F	需求次數	0.4424	0.5710	0.5835	0.5763	0.5694	0.5917	0.5699	0.5930	0.5175
		需求變異	0.0795	0.0631	0.0385	0.0760	0.0942	0.0273	0.0927	0.0367	0.0385
		分配比例	0.0003	0.0030	0.0156	0.0007	0.0080	0.0142	0.0096	0.0099	0.0574
		前置時間	0.4778	0.3629	0.3623	0.3470	0.3285	0.3668	0.3278	0.3603	0.3867
	V	需求次數	0.7752	0.8772	0.9526	0.8920	0.7898	0.9610	0.7829	0.9581	0.9586
		需求變異	0.0054	0.0087	0.0017	0.0088	0.0087	0.0028	0.0063	0.0030	0.0030
		分配比例	0.0147	0.0226	0.0169	0.0205	0.0167	0.0108	0.0162	0.0120	0.0117
		前置時間	0.2047	0.0915	0.0289	0.0788	0.1849	0.0254	0.1946	0.0269	0.0266
	S	需求次數	0.0963	0.2337	0.2262	0.1611	0.1340	0.2500	0.0980	0.2361	0.5337
		需求變異	0.0026	0.0024	0.0856	0.0060	0.0080	0.2500	0.0017	0.0819	0.1526
		分配比例	0.1179	0.1673	0.1606	0.1595	0.1572	0.2500	0.1733	0.0196	0.1366
		前置時間	0.7832	0.5966	0.5276	0.6734	0.7007	0.2500	0.7270	0.6625	0.1772
10	F	需求次數	0.5029	0.4993	0.5595	0.5005	0.4745	0.3699	0.4610	0.5509	0.4974
		需求變異	0.0843	0.0758	0.0535	0.0869	0.0872	0.0903	0.1028	0.0515	0.0837
		分配比例	0.0066	0.0053	0.0158	0.0010	0.0061	0.0368	0.0072	0.0139	0.0367
		前置時間	0.4063	0.4197	0.3712	0.4116	0.4323	0.5030	0.4291	0.3837	0.3822
	V	需求次數	0.9215	0.9461	0.8121	0.9443	0.9207	0.9480	0.9187	0.9313	0.9344
		需求變異	0.0222	0.0132	0.0414	0.0137	0.0234	0.0068	0.0242	0.0135	0.0092
		分配比例	0.0311	0.0226	0.0414	0.0256	0.0306	0.0132	0.0297	0.0302	0.0323
		前置時間	0.0252	0.0181	0.1051	0.0165	0.0253	0.0320	0.0274	0.0250	0.0241
	S	需求次數	0.2139	0.3789	0.1255	0.3580	0.2143	0.3226	0.1976	0.1461	0.6110
		需求變異	0.0172	0.0096	0.0341	0.0144	0.0069	0.0495	0.0043	0.0319	0.0836
		分配比例	0.2202	0.2697	0.0405	0.1780	0.2113	0.3409	0.2904	0.0576	0.2250
		前置時間	0.5486	0.3418	0.7999	0.4495	0.5675	0.2870	0.5078	0.7644	0.0804
20	F	需求次數	0.2500	0.2406	0.2941	0.2428	0.2489	0.3482	0.2492	0.2981	0.2826
		需求變異	0.0668	0.0727	0.0961	0.0734	0.0653	0.0918	0.0600	0.0879	0.1113
		分配比例	0.0631	0.0616	0.0335	0.0587	0.0665	0.0291	0.0685	0.0384	0.0125
		前置時間	0.6200	0.6252	0.5764	0.6252	0.6193	0.5310	0.6223	0.5756	0.5936
	V	需求次數	0.5177	0.5886	0.8102	0.5949	0.5125	0.9219	0.5130	0.8148	0.8318
		需求變異	0.1010	0.1068	0.0211	0.0999	0.0967	0.0146	0.0899	0.0199	0.0171
		分配比例	0.1274	0.1270	0.0198	0.1329	0.1285	0.0048	0.1366	0.0175	0.0173
		前置時間	0.2539	0.1775	0.1490	0.1722	0.2623	0.0587	0.2605	0.1478	0.1339
	S	需求次數	0.0585	0.0368	0.1266	0.0301	0.0310	0.0404	0.0250	0.1047	0.1736
		需求變異	0.0181	0.0199	0.0420	0.0233	0.0195	0.0254	0.0142	0.0619	0.1175
		分配比例	0.0877	0.0547	0.1475	0.0543	0.0458	0.0096	0.0475	0.1482	0.2996
		前置時間	0.8358	0.8886	0.6838	0.8923	0.9037	0.9247	0.9133	0.6852	0.4094

6、系統觀測值：缺貨次數

D	R	控制變數	法則 1	法則 2	法則 3	法則 4	法則 5	法則 6	法則 7	法則 8	法則 9
F	5	需求次數	0.3766	0.3744	0.4396	0.3840	0.3779	0.5504	0.3742	0.4263	0.4284
		需求變異	0.0725	0.0728	0.0696	0.0697	0.0705	0.0541	0.0722	0.0729	0.0728
		分配比例	0.0772	0.0766	0.0649	0.0751	0.0760	0.0467	0.0768	0.0686	0.0587
		前置時間	0.4737	0.4762	0.4258	0.4712	0.4756	0.3488	0.4768	0.4323	0.4401
	10	需求次數	0.3568	0.3503	0.4114	0.3512	0.3498	0.4780	0.3486	0.4169	0.4095
		需求變異	0.0723	0.0761	0.0699	0.0739	0.0762	0.0584	0.0756	0.0683	0.0596
		分配比例	0.0812	0.0817	0.0738	0.0827	0.0811	0.0617	0.0826	0.0725	0.0740
		前置時間	0.4896	0.4919	0.4449	0.4922	0.4929	0.4019	0.4931	0.4423	0.4569
	20	需求次數	0.4910	0.4969	0.5170	0.4901	0.4915	0.5137	0.4927	0.5183	0.5133
		需求變異	0.0549	0.0574	0.0552	0.0546	0.0573	0.0570	0.0582	0.0549	0.0567
		分配比例	0.0718	0.0676	0.0657	0.0711	0.0692	0.0635	0.0682	0.0654	0.0650
		前置時間	0.3823	0.3781	0.3621	0.3842	0.3819	0.3658	0.3808	0.3614	0.3649
V	5	需求次數	0.6686	0.7129	0.8199	0.6901	0.6615	0.8150	0.6777	0.8297	0.8005
		需求變異	0.0538	0.0482	0.0344	0.0515	0.0506	0.0352	0.0505	0.0319	0.0367
		分配比例	0.0838	0.0799	0.0608	0.0851	0.0852	0.0627	0.0801	0.0581	0.0673
		前置時間	0.1938	0.1590	0.0849	0.1733	0.2027	0.0872	0.1917	0.0803	0.0956
	10	需求次數	0.6257	0.6679	0.7010	0.6599	0.5802	0.8066	0.6046	0.8210	0.7976
		需求變異	0.0329	0.0331	0.0149	0.0367	0.0433	0.0218	0.0403	0.0135	0.0169
		分配比例	0.0499	0.0424	0.0351	0.0455	0.0608	0.0277	0.0539	0.0254	0.0295
		前置時間	0.2916	0.2566	0.2491	0.2579	0.3156	0.1439	0.3013	0.1400	0.1560
	20	需求次數	0.7150	0.7250	0.8345	0.7283	0.7108	0.8094	0.7148	0.8342	0.8297
		需求變異	0.0474	0.0437	0.0266	0.0445	0.0511	0.0333	0.0487	0.0288	0.0305
		分配比例	0.0822	0.0816	0.0633	0.0803	0.0794	0.0694	0.0815	0.0628	0.0635
		前置時間	0.1553	0.1497	0.0757	0.1470	0.1586	0.0880	0.1550	0.0742	0.0763
S	5	需求次數	0.0009	0.0067	0.0332	0.0003	0.0004	0.2220	0.0006	0.0556	0.1256
		需求變異	0.0006	0.0018	0.0021	0.0002	0.0004	0.1138	0.0001	0.0015	0.0161
		分配比例	0.0001	0.0062	0.0649	0.0000	0.0003	0.0396	0.0000	0.0505	0.0113
		前置時間	0.9984	0.9854	0.8998	0.9995	0.9989	0.6246	0.9993	0.8923	0.8470
	10	需求次數	0.0017	0.0057	0.0342	0.0018	0.0022	0.0529	0.0023	0.0529	0.0818
		需求變異	0.0029	0.0050	0.0001	0.0025	0.0029	0.0063	0.0035	0.0063	0.0013
		分配比例	0.0022	0.0098	0.0395	0.0025	0.0019	0.0204	0.0024	0.0204	0.0416
		前置時間	0.9933	0.9796	0.9263	0.9932	0.9929	0.9204	0.9918	0.9204	0.8754
	20	需求次數	0.0001	0.0032	0.0519	0.0022	0.0020	0.0598	0.0017	0.0560	0.0598
		需求變異	0.0043	0.0009	0.0020	0.0028	0.0013	0.0004	0.0009	0.0013	0.0017
		分配比例	0.0021	0.0008	0.0766	0.0025	0.0013	0.0336	0.0016	0.0932	0.1045
		前置時間	0.9935	0.9951	0.8695	0.9925	0.9954	0.9062	0.9958	0.8495	0.8340

7、系統觀測值：缺貨數量

控制變數	R	D	法則 1	法則 2	法則 3	法則 4	法則 5	法則 6	法則 7	法則 8	法則 9
前置時間	5	F	0.4459	0.4476	0.4340	0.4449	0.4475	0.4069	0.4481	0.4327	0.4375
		V	0.2845	0.2714	0.2132	0.2769	0.2866	0.2134	0.2849	0.2070	0.2271
		S	0.4831	0.4918	0.4272	0.4856	0.4812	0.4089	0.4822	0.4286	0.4152
	10	F	0.4554	0.4589	0.4402	0.4597	0.4612	0.4261	0.4596	0.4359	0.4353
		V	0.3363	0.3218	0.3070	0.3269	0.3551	0.2586	0.3457	0.2338	0.2422
		S	0.5021	0.5089	0.4306	0.5123	0.5063	0.4134	0.5085	0.4269	0.4182
	20	F	0.3971	0.3938	0.3921	0.3977	0.3961	0.3995	0.3954	0.3902	0.3960
		V	0.2615	0.2719	0.1852	0.2728	0.2642	0.2096	0.2622	0.1842	0.1875
		S	0.4620	0.4614	0.4144	0.4594	0.4632	0.4171	0.4618	0.4116	0.4096
需求次數	5	F	0.4144	0.4123	0.4412	0.4190	0.4144	0.4825	0.4116	0.4383	0.4326
		V	0.6021	0.6160	0.6880	0.6054	0.6011	0.6883	0.6013	0.6967	0.6665
		S	0.3926	0.3675	0.4476	0.3941	0.3937	0.4844	0.3918	0.4510	0.4684
	10	F	0.4060	0.3986	0.4377	0.3998	0.3959	0.4575	0.3979	0.4420	0.4366
		V	0.5815	0.6002	0.6396	0.5920	0.5505	0.6801	0.5665	0.7140	0.7026
		S	0.3595	0.3395	0.4499	0.3550	0.3554	0.4634	0.3496	0.4532	0.4616
	20	F	0.4955	0.4983	0.5054	0.4951	0.4960	0.4926	0.4959	0.5066	0.4990
		V	0.6455	0.6290	0.7340	0.6273	0.6387	0.7000	0.6442	0.7348	0.7286
		S	0.4091	0.4149	0.4734	0.4140	0.4080	0.4697	0.4111	0.4760	0.4764
分配比例	5	F	0.0667	0.0644	0.0535	0.0637	0.0645	0.0469	0.0659	0.0552	0.0509
		V	0.0654	0.0672	0.0574	0.0699	0.0653	0.0558	0.0649	0.0543	0.0635
		S	0.0267	0.0191	0.0556	0.0267	0.0258	0.0451	0.0269	0.0530	0.0510
	10	F	0.0628	0.0631	0.0517	0.0639	0.0639	0.0480	0.0647	0.0511	0.0504
		V	0.0478	0.0464	0.0228	0.0483	0.0544	0.0363	0.0501	0.0312	0.0322
		S	0.0209	0.0220	0.0490	0.0197	0.0209	0.0448	0.0208	0.0504	0.0504
	20	F	0.0463	0.0450	0.0434	0.0454	0.0449	0.0480	0.0445	0.0436	0.0474
		V	0.0483	0.0530	0.0416	0.0518	0.0489	0.0443	0.0473	0.0415	0.0409
		S	0.0265	0.0296	0.0436	0.0305	0.0317	0.0392	0.0315	0.0441	0.0467
需求變異	5	F	0.0731	0.0757	0.0713	0.0725	0.0735	0.0638	0.0745	0.0738	0.0791
		V	0.0479	0.0454	0.0414	0.0478	0.0469	0.0424	0.0489	0.0420	0.0429
		S	0.0976	0.1217	0.0697	0.0936	0.0993	0.0616	0.0991	0.0673	0.0653
	10	F	0.0758	0.0795	0.0704	0.0766	0.0790	0.0684	0.0778	0.0710	0.0777
		V	0.0344	0.0316	0.0306	0.0327	0.0400	0.0249	0.0377	0.0210	0.0230
		S	0.1175	0.1296	0.0706	0.1130	0.1174	0.0785	0.1211	0.0695	0.0698
	20	F	0.0611	0.0628	0.0591	0.0617	0.0631	0.0598	0.0642	0.0596	0.0576
		V	0.0448	0.0461	0.0393	0.0480	0.0482	0.0461	0.0462	0.0396	0.0430
		S	0.1024	0.0941	0.0685	0.0961	0.0971	0.0739	0.0956	0.0684	0.0674