

國立交通大學

運輸科技與管理學系

碩士論文

構建決策支援系統模擬物流派車策略

之研究：以王屋科技為例

Simulation Analysis of Vehicle Dispatching Strategies Using
Decision Support Models: A Case Study of Wang-House

研究生：徐國慶

指導教授：韓復華

中華民國九十一年六月

構建決策支援系統模擬物流派車策略之研究：以王屋科技為例

研究生：徐國慶

指導教授：韓復華

國立交通大學運輸科技與管理學系

摘要

近年來由於全球化的競爭日趨明顯，許多企業皆把全球化佈局列為企業發展重點，並積極改善整個企業流程相關的成本。企業的供應鏈包括產品設計、採購、倉儲、生產、運輸配送、行銷及售後服務等，如何在滿足顧客需求的前提下，以最低的成本，將產品有效率地配送至顧客的運輸問題是供應鏈中一個重要的課題。有鑑於運輸配送對於供應鏈的重要性，本研究以一個案公司為實例對象，針對物流系統中貨物配送的時機與配送路線的最佳化為目標來設計一套決策支援系統 (DSS)，並利用現有的資料來模擬訂單的發生，用以測試本研究所設計的配送策略的績效，包括配送的運輸成本與服務水準。

本研究的個案對象為王屋科技公司，主要的產品為燈俱用的變壓器，其位於廣東省珠江三角洲內，因河川眾多，收費站林立，致使運輸配送成本高居不下。本研究針對物流配送的議題，設計一套決策支援系統，包括四項模組：人機界面模組、派車排程決策模組、車輛路線決策模組與資料庫模組。其中，派車排程決策模組是用來決定各訂單的派車交貨日期；車輛路線決策模組是用來計算派車的最短路徑。

本研究以蒙地卡羅演算法來模擬訂單的發生，並以延遲(Postponement)的概念設計三項派車策略：併裝(Consolidation)、延遲(Postponement, 90%)與快速回應(Quick Responsive)，之後再以之前所設計的 DSS 模組來模擬求解這三項策略的績效，並分析其在成本與服務水準的得失(trade off)變化。

模擬分析後發現：✎快速回應的策略有最好的回應能力，服務水準最高，但是因為配送次數頻繁，所以造成其運輸成本最高；✎併裝的策略也就是完全延遲的策略有最低的運輸成本，因為此策略的重點為降低配送次數、增加承載率，但是其服務水準為最低；✎延遲加上一經濟配送容量限制的策略的績效介於上述兩者中間。在需求小時，延遲策略會降低配送次數，使得運輸成本下降；在需求大時，延遲策略會適當的提前配送，使得服務水準增加。

與現況作比較時，採用延遲(90%)的策略可降低運輸成本 61%，將使運輸成本由佔總成本的 8%降至 3.2%。

關鍵詞：供應鏈管理、物流、配送策略、蒙地卡羅模擬

Simulation Analysis of Vehicle Dispatching Strategies Using Decision Support Models: A Case Study of Wang-House

Student: Kuo-Ching Shu

Advisor: Anthony Fu-Wah Han

Institute of Transportation Technology and Management
National Chiao Tung University

Abstract

This research attempts to design the logistic dispatching strategies of supply chain, and discusses the trade-off between the transportation cost and the level of service. The analytical framework of this research is based on the decision support system and Monte Carlo simulation. In this thesis, we take Wang-House as the case for our study. This company's main products are the transformer of lamps and lanterns. The half of its customers locate in China, and the others locate in Europe and America. It faces a problem of high transportation cost in China.

First, we construct a decision support system (DSS). The DSS includes four main models: dialog interface/system control model, dispatching scheduling decision model, vehicle routing decision model and database management model. The dispatching scheduling decision model is to determine the dispatching date of each order. And the vehicle routing decision model is to determine the shortest path of dispatching.

Second, we use the Monte Carlo simulation to simulate the real orders, and take advantage of these orders to test the performance of our dispatching strategies.

Third, we use the concept of postponement to design three dispatching strategies: consolidation, postponement (90%) and quick response. After we have the simulate orders and making strategies, we can use the DSS models to test the results of different strategies.

Finally, through the simulate tests, we have conclusions: 1. For the quick response strategy, it has the highest level of service. But it also has the highest transportation cost because the high frequency dispatching. 2. For the consolidation strategy, it has the lowest transportation cost, but it also has the lowest level of service. 3. For the postponement (90%) strategy, the results of this strategy are between quick response and consolidation. When the demands are low, this strategy can lower the transportation cost by reducing the dispatching frequency. When the demands are high, this strategy will dispatch in advance to increase the level of service.

And the postponement (90%) strategy can reduce the transportation cost from 8% to 3.2%.

keywords : Supply Chain Management、Logistics、Dispatching Strategy、
Monte Carlo Simulation

致 謝

本碩士論文得以順利完成，首先要感謝恩師 韓復華教授兩年來之悉心指導與教誨，無論在研究方法論之啟迪、研究方向之指引以及嚴謹之治學態度，均讓學生受益匪淺，師恩浩蕩、永銘在心！

論文口試期間，承蒙 中華大學 張靖教授、以及系上 黃寬丞 助理教授不吝指教與斧正，所提供的種種寶貴意見使得本論文能夠更臻完備充實。此外，論文寫作期間，中華大學 卓裕仁助理教授所給予之指導與建議，以及王屋科技王董事長所提供的資料與贊助前往大陸廣東省進行實況調查，均使本研究更加嚴謹充實。在此由衷地表示謝忱！

在兩年的碩士生活中，感謝學長 ddc, sigma 與隱居中的 kevin 對我的教導與指教，也感謝國琛、柏榮、怡宏與學弟妹志仁、10 與 47，謝謝你們讓我的碩士生活中充滿了快樂與回憶。回顧在學期間之點點滴滴，由衷地感謝所上諸位師長們的循循善誘、學長姐的提攜與照顧、同儕的切磋與砥礪、學弟妹的同甘共苦、朋友們的精神鼓勵，這些回憶都將會是我未來持續進步的動力。

最後，我要將此論文獻給我最摯愛的雙親、哥哥與女朋友曉琪，感謝你們在我求學過程中持續不斷的給予支持與鼓勵，使我能克服種種困難並完成碩士學位。未來我將持續地向前邁進，希望能不辜負你們對我的期望。

能完成此篇論文，要感謝的人實在很多，在此僅將這份榮耀與你們一起分享。

謹誌

記于 2002.6 新竹交大

目 錄

中文摘要.....	
英文摘要.....	
致謝.....	III
目錄.....	IV
表目錄.....	VI
圖目錄.....	VII
第一章 緒論.....	1
1.1 問題背景概述.....	1
1.2 研究動機與目的.....	2
1.3 研究架構與內容.....	2
1.4 研究方法與流程.....	4
第二章 文獻回顧.....	7
2.1 物流與供應鏈管理.....	7
2.1.1 供應鏈管理的起源.....	7
2.1.2 供應鏈管理的定義.....	10
2.1.3 供應鏈相關理論與原則.....	11
2.2 決策支援系統在物流配送上之應用.....	15
2.2.1 資料庫管理模組.....	16
2.2.2 模式庫管理模組.....	16
2.2.3 人機交談界面/系統控制模組.....	16
2.3 數學分析模式在物流配送上的應用.....	17
第三章 個案分析與 DSS 功能架構.....	19
3.1 王屋科技個案現況與問題分析.....	19
3.1.1 產業概況與公司簡介.....	19
3.1.2 王屋科技供應鏈現況分析.....	22
3.1.3 王屋科技問題分析.....	28
3.2 DSS 之功能架構與流程.....	29
3.3 資料庫/模式庫/使用者介面之設計.....	29

3.2.1 資料庫子系統之功能規劃與設計	29
3.2.2 模式庫子系統之功能規劃與設計	30
3.2.3 系統控制與人機界面之功能規劃與設計	32
第四章 DSS 資料庫之建立.....	34
4.1 配送道路地圖資料蒐集與道路實況調查	34
4.1.1 配送道路地圖資料蒐集與整理	34
4.1.2 王屋科技路網結構分析	35
4.1.3 王屋科技運輸相關成本分析	37
4.2 配送道路資料庫檔案建立	38
4.3 客戶訂單資料庫檔案格式	38
第五章 個案模式庫之建立	40
5.1 排程決策模組	40
5.1.1 王屋科技作業流程分析	40
5.1.2 貨物排程模組規劃設計與流程	41
5.2 路線決策模組	42
5.2.1 路線決策模組求解步驟與方法	42
5.2.2 配送路線結果	43
第六章 物流派車策略模擬分析	46
6.1 需求訂單序列的產生	46
6.2 派車策略分析	56
6.3 模擬輸出項目	57
6.4 模擬結果分析	59
6.4.1 承載率分析	59
6.4.2 運輸成本分析	60
6.4.3 遲交訂單比率分析	62
6.4.4 服務水準分析	63
6.4.5 配送次數分析	65
6.4.6 交貨時間分析	66
6.5 敏感度分析	68
6.6 小結	72
第七章 結論與建議	74
參考文獻	76

表 目 錄

表 3.1 王屋科技公司歷史沿革.....	20
表 3.2 王屋主要產品.....	21
表 3.3 王屋供應鏈成本結構表(單位：台幣).....	26
表 3.4 配送路線與成本(2001/8/8).....	28
表 4.1 客戶與供應商編碼表.....	35
表 4.2 節線與節點編碼表.....	35
表 4.3 中山與東莞的分區表.....	36
表 4.4 中山與東莞節點表.....	36
表 4.5 成本分析表.....	37
表 5.1 四點配送路線與成本.....	43
表 5.2 五點配送路線與成本.....	44
表 5.3 六點配送路線與成本.....	44
表 6.1 產品項目.....	49
表 6.2 客戶資料.....	51
表 6.3 模擬需求訂單(部分).....	55
表 6.4 配送策略列表.....	57
表 6.5 三種策略在不同需求強度下的承載率.....	60
表 6.6 三種策略在不同需求強度下的平均運輸成本(單位：人民幣).....	61
表 6.7 三種策略在不同需求強度下的平均遲交訂單比率.....	63
表 6.8 三種策略在不同需求強度下的平均服務水準(準時交貨率).....	64
表 6.9 三種策略在不同需求強度下的平均配送次數.....	66
表 6.10 三種策略在不同需求強度下的平均交貨時間.....	67
表 6.11 成本效率相關指標與顧客滿意度指標.....	72

圖 目 錄

圖 1.1 王屋科技供應鏈結構圖.....	1
圖 1.2 車輛排程與派遣架構.....	3
圖 1.3 研究流程圖.....	6
圖 2.1 廣義、狹義的物流領域範圍.....	8
圖 2.2 物流機能所含六項活動.....	9
圖 2.3 物流管理演進過程.....	10
圖 2.4 供應鏈成本-回應的效率前緣.....	14
圖 2.5 製造與物流的延遲策略(Pagh & Cooper 1999)	15
圖 2.6 決策支援系統流程圖.....	17
圖 3.1 珠江三角洲.....	19
圖 3.2 王屋科技台灣 / 大陸廠區生產比重 (單位：件)	22
圖 3.3 王屋科技全年訂貨 / 出貨狀況.....	23
圖 3.4 王屋接單流程.....	24
圖 3.5 王屋科技供應鏈結構圖.....	27
圖 3.6 王屋出貨作業流程.....	27
圖 3.7 決策支援系統流程圖.....	29
圖 3.8 王屋科技物流配送決策支援系統功能整體架構.....	33
圖 4.1 王屋科技配送道路路網範圍.....	34
圖 5.1 王屋科技作業流程時間圖.....	40
圖 5.2 派車排程模組流程圖.....	42
圖 5.3 四點配送路線圖.....	43
圖 5.4 五點配送路線圖.....	44
圖 5.5 六點配送路線圖.....	45
圖 6.1 模擬流程圖.....	46
圖 6.2 每日訂單數機率分配圖.....	47
圖 6.3 每日訂單數累積機率分配圖.....	48
圖 6.4 產品機率分配圖.....	49
圖 6.5 產品累積機率分配圖.....	49
圖 6.6 訂貨數量機率分配圖.....	50
圖 6.7 訂貨數量累積機率分配圖.....	51
圖 6.8 完成訂單所需時間的機率分配圖.....	53
圖 6.9 完成訂單所需時間的累積機率分配圖.....	53
圖 6.10 模擬需求訂單流程圖.....	54
圖 6.11 三種策略在不同需求強度下的承載率.....	60
圖 6.12 三種策略在不同需求強度下的平均運輸成本.....	61
圖 6.13 三種策略在不同需求強度下的平均遲交訂單比率.....	63

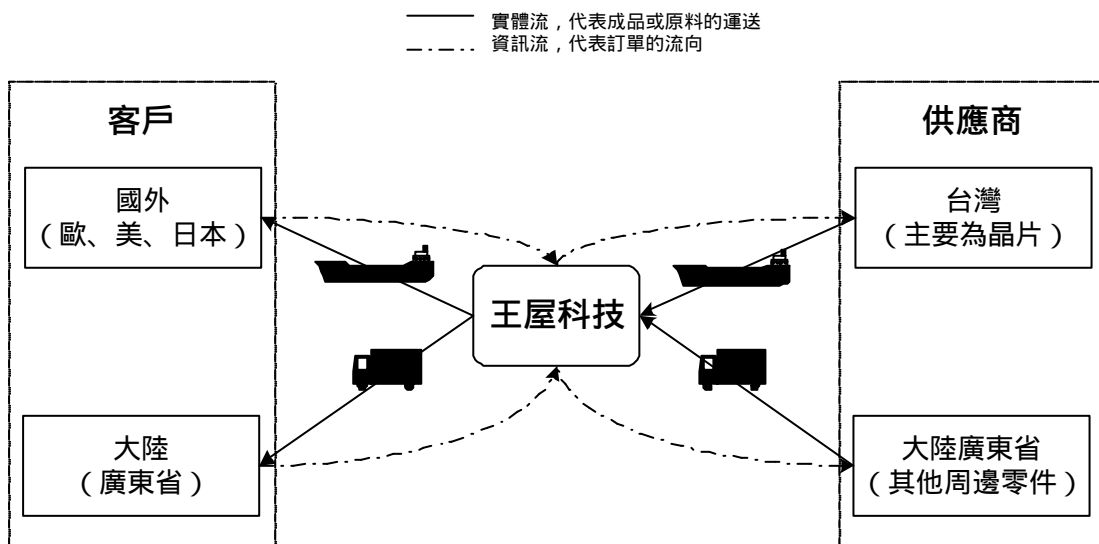
圖 6.14 三種策略在不同需求強度下的平均服務水準(準時交貨率).....	64
圖 6.15 三種策略在不同需求強度下的平均配送次數.....	65
圖 6.16 三種策略在不同需求強度下的平均交貨時間.....	67
圖 6.17 承載率敏感度分析.....	68
圖 6.18 運輸成本敏感度分析.....	69
圖 6.19 配送次數敏感度分析.....	69
圖 6.20 服務水準(準時交貨率)敏感度分析	70
圖 6.21 平均運輸成本與平均交貨時間的綜合分析圖.....	71

第一章 緒論

1.1 問題背景概述

近年來由於全球化的競爭日趨明顯，許多企業皆把全球化佈局列為企業發展重點，並積極改善整個企業流程相關的成本。許多企業為了降低勞工成本紛紛於勞工成本較低的區域如大陸、越南、菲律賓等地設廠製造，並引進資訊相關技術以縮短企業內或企業間的資訊交換時間，以增進本身對於變化快速的市場需求的反應速度。而台商也同樣著眼於大陸的廣大市場與廉價的勞工，紛紛大膽西進，大陸廣東省的中山與東莞附近是台商密集設廠的其中一個區域，但因其地處珠江三角洲，河川林立，自然有許多的橋樑，而幾乎是每座橋樑皆有收費站的設立，再加上一些鄉市邊界與高速公路的收費站，致使這個區域的運輸成本居高不下，據實地訪查的結果顯示：平均每配送一趟所需的花費就相當於一位司機一整個月所得的三分之一以上。所以採用適當的策略來減少配送次數與選擇較佳的配送路線，絕對是欲提升競爭力的當地台商最先需考量的一項要素。

而本研究的實例對象為王屋科技公司，其廠房基地設立於廣東省中山市的火炬開發區內，主要是燈具相關的變壓器的生產。其同樣也面臨了運輸成本高居不下的困境，何時該派車配送？配送時該走何條路線？這些問題目前都完全依賴主管人員與司機的經驗與直覺來派斷，而無一套可評估的有效決策方法。



資料來源：[本研究整理]

圖 1.1 王屋科技供應鏈結構圖

1.2 研究動機與目的

近年來不論是傳統產業或高科技產業，均面臨著前所未有的嚴厲考驗：產品生命週期短，利潤趨薄；原料來源與製造的全球化，使得補給線拉長，需要更多時間整合，而消費者則無耐心等待。為此，考慮產品自原料、製造至銷售整個流程以最低成本、最高品質及效率完成之物流管理概念孕育而生。物流管理整合了物流、金流與資訊流，使企業的產品供應鏈環環相扣，有效率地達成企業的目標。企業的產品供應鏈包括產品的原始構想、研發設計、原料取得、設備、生產、運輸、行銷及售後服務等，可知如何將原料或產品有效率地配送至目的地的運輸問題亦為企業產品供應鏈中一個重要環節。

運輸配送作業效率的重點之一在於如何有效率的使用車輛以及決定其經濟行駛路線。影響成本的因素可分為兩部分，一為所需的車輛數，另一為車輛行駛距離之長短。若能以較少的車輛與較少的配送次數，經由較經濟的路線，在指定時間內配送原料或產品到各個目的地，對企業供應鏈中之運輸環節而言，已達成有效率的貢獻。因此，如何找出有效率的派車路線，成為企業運輸配送問題中一個重要課題。

本研究著眼於運輸配送對於企業的重要性與目前大陸台商普遍面臨的問題，擬以大陸王屋科技公司為實例應用之對象，針對物流系統中貨物配送的時機與配送路線的最佳化為目標來設計一套決策支援系統（DSS），並利用現有的資料來模擬訂單的發生，用以測試本研究所設計的配送策略的績效，包括配送的運輸成本與服務水準的績效。

1.3 研究架構與內容

本研究之研究範圍主要為王屋科技公司的車輛路線與貨物排程問題。王屋科技因企業成本與全球運籌的考量，於 1997 年前往大陸廣東省設立了王屋中山廠，其各項成本與環境皆優於台灣，但唯獨運輸成本居高不下，其主要原因為珠江三角洲的河川眾多，導致有許多大小不一的橋樑，而大陸當局著眼於使用者付費的關係，使得收費站眾多，其過路費介於人民幣 5~40 元不等。自然而然，運輸成本中收費站的支出佔了運輸成本中的絕大部分。

關於研究內容方面，主要為決策支援系統的構建與模擬物流派送的策略分析，其架構與說明如下：

在決策支援系統的構建上，主要的運算模組有以下三項：

1. 派車排程(Scheduling)模組

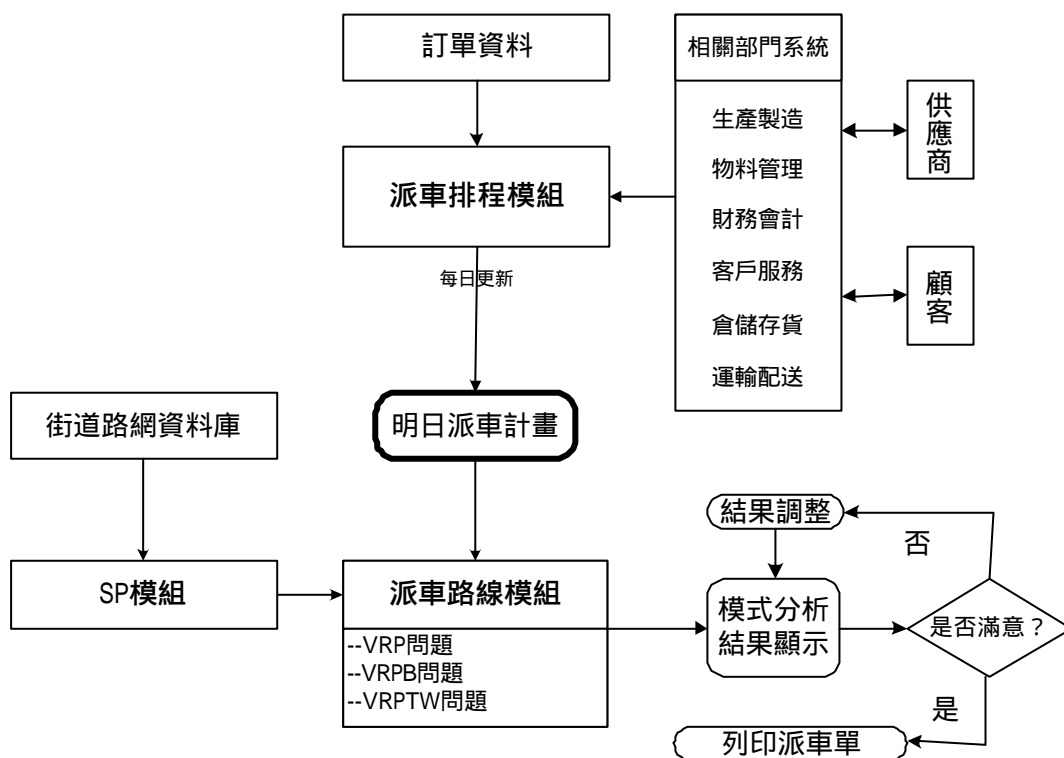
將彙整而來的資料依其交貨期限日與產品完工日來做全面性的排程，每日會根據預定的原則(如快速回應或延遲)並考量後日的容量問題來排訂明日的排程結果。原則是於每日下班後根據目前資料庫中的訂單、完成品資訊等資料來進行明日欲送的貨物的篩選，並將配送點資訊送交派車路線模組以選擇最佳的配送路線。

2. 最短路徑(SP, Shortest Path)模組

依據街道資料庫來產生最短路徑的 all-to-all 矩陣，以方便下一階段車輛路線(VRP)模組的整合利用。

3. 派車路線(Routing)模組

根據派車排程模組排出的派車點，結合 SP 模組的最短路徑資料，產生一最佳的配送路線。其牽涉的問題因有關於交貨時間的限制，所以是屬於一時間窗車輛路線問題 (Vehicle Routing Problem with Time Windows, VRPTW)，其相關著作有很多，如 Potvin et al.[30]與 Solomon[33]等。



資料來源：本研究整理

圖 1.2 車輛排程與派遣架構

1.4 研究方法與流程

本研究之研究方法執行步驟與流程如圖 1.3 所示，茲簡略說明如下：

一、 相關文獻蒐集與回顧

蒐集國內外關於物流(Logistic)、供應鏈管理(Supply Chain Management)、車輛路線問題(VRP)與決策支援系統(DSS)之文獻，分析並整理相關研究的理論基礎與精神，並思考如何應用到此研究當中。

二、 王屋科技相關資料蒐集與整理

蒐集中山與東莞的路網結構資料以建置路網資料庫；蒐集王屋科技的供應商與客戶的資料以建置供應商與客戶的資料庫；蒐集人員勤務的相關資料；蒐集產品與原料的相關資料；蒐集生產排程相關資料。

三、 王屋供應鏈相關資料分析

分析王屋所處的照明燈具產業與王屋供應鏈的上、下游廠商的特性與現況。

四、 物流排程與車輛路線之決策支援分析

分析王屋供應鏈現況，與配送相關作業，瞭解目前面臨的困境與解決方法。

五、 配送策略分析與擬定

分析不同的配送策略對成本、績效的影響，並擬定適當的策略以供後續章節測試與模擬。

六、 模擬資料產生與測試

根據王屋的歷史資料，對各項資料如訂單量、下單週期等設定合適的分配，並以蒙地卡羅模擬法來模擬訂單的發生，並應用之前所擬訂的配送策略來分析各種策略的優劣與適用的情況。

七、 決策支援系統建置

(1)資料庫模組建立

建立路網、供應商、客戶、生產排程等資料庫，以做為模式庫模組的入向資料。

(2)模式庫模組建立

建立排程模式庫：根據訂單產品資料（如產品完工日、交貨期限日等）與配送策略，排出明日配送點與配送商品內容，以利派車模式庫進一步運

算。建立派車模式庫：包含最短路徑搜尋，TSP、VRP 相關演算模組。

(3)人機介面模組建立

建立友善的人機操作介面，可用以輸入訂單等變動的需求，並將每日的派車路線，以圖形顯示於電腦螢幕上。

八、 DSS 雛形

根據前面所訂立的目標與設定建立一套輔助王屋科技有關配送時機與配送路線的決策支援系統。

九、 系統測試與績效評估

運用上述步驟所建立的決策支援模組與模擬的訂單資料來分析不同配送策略的績效，並對各策略的適用時機進行探討。

本研究所建立的決策支援系統，其目標為使總成本最低，不光只是考慮路線成本的最小化，並同時考慮上、下游供應鏈的整合與金流的相關議題。

在績效衡量方面，系統的目標不光為配送路線成本的最小化，並進一步探討在路線成本改善有限的情況下，不同的配送策略對於配送成本的節省。

十、 結論與建議

根據前述各步驟所得結果，提出具體結論與建議，供國內學術界、政府當局及民間企業參考，並建議未來後序之研究方向。

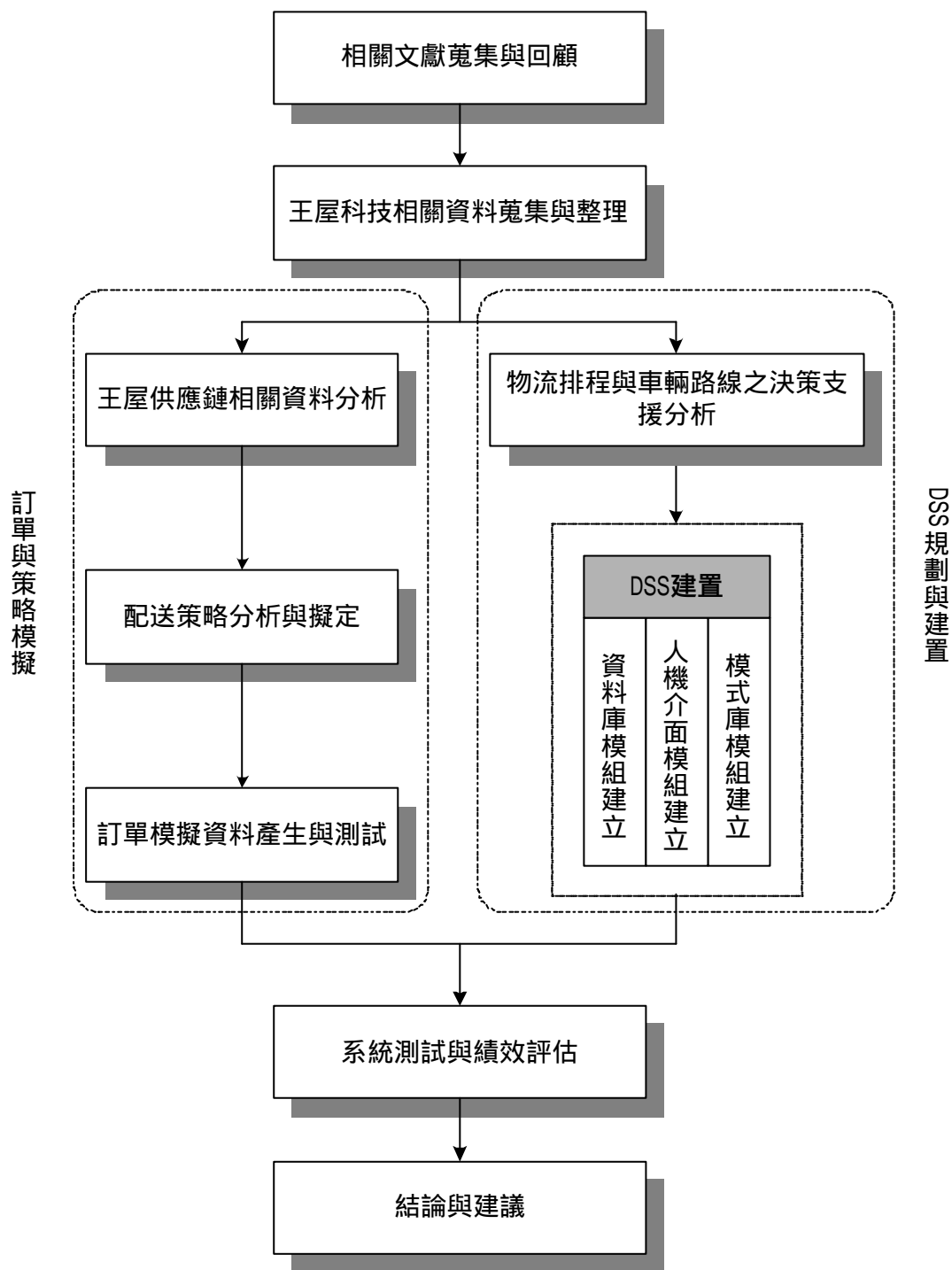


圖 1.3 研究流程圖

第二章 文獻回顧

本研究文獻回顧的目的在於彙整相關文獻之理論與精神，形成一個思考架構，後續章節將根據文獻回顧之相關理論作為分析之依據。2.1 節將探討物流與供應鏈管理相關的課題，包括物流與供應鏈管理的起源、定義、領域、機能與相關的應用。2.2 節將探討物流在決策支援系統上的應用。2.3 節將探討數學分析模式在決策支援系統上的應用。

2.1 物流與供應鏈管理

2.1.1 供應鏈管理的起源

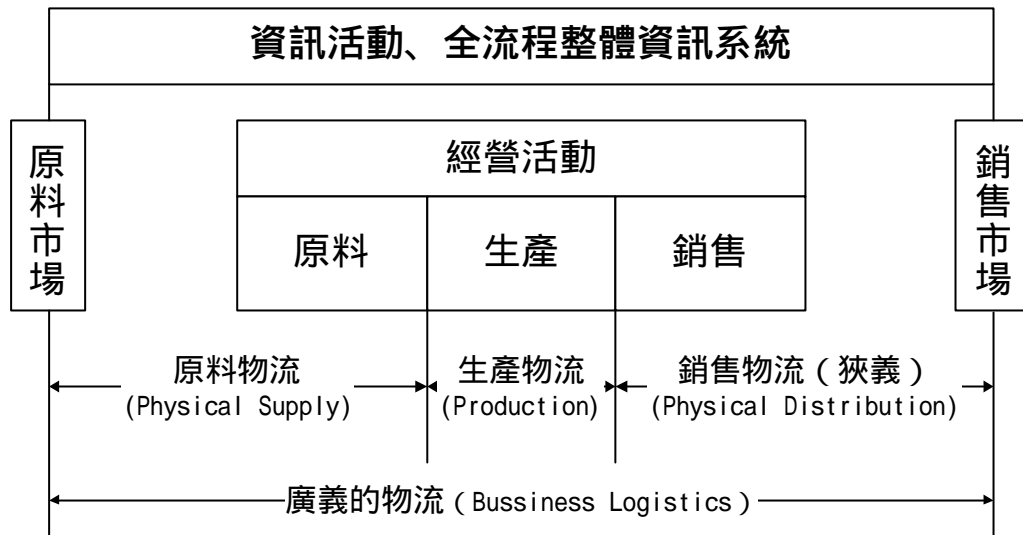
供應鏈管理(Supply Chain Management, SCM)的觀念，係由 Houlihan (1985) 首先提出的概念，是企業物流領域內一項重要的發展。物流與供應鏈管理有密不可分的關係，依據中華民國物流協會的詮釋：「物流是一種物品的實體流通活動的行為，在流通過程中，透過管理程序有效結合運輸、倉儲、裝卸、包裝、流通加工、資訊等相關物流機能性活動，以創造價值、滿足顧客及社會需求」；簡單的說：「物流是物品從生產地至消費者或使用地點的整個流通過程」。

美國的物流管理協會(Council of Logistics Management)在 1986 年對物流管理做了以下的定義：「針對顧客需求，有效且經濟的規劃、執行與控制一消費品從原料、再製品存貨乃至成品及相關資訊之流動與儲存的整體管理流程」，而其目標則為：「在最低的成本下，提供顧客最佳的服務」。

物流的領域，可分成：原材物流、生產物流、銷售物流。狹義的物流，乃專指製成品的銷售物流，亦即：Physical Distribution；而廣義的物流（Business Logistics）則統括上述三領域。

由於產品一旦被製造出來以後，其物流改善的空間有限，必須從實際銷售（實銷）資訊的及時把握，把此資訊透過電腦與通訊科技的處理，逆流傳到生產單位、原材調度機構，做同步化的應變、調整。

Business Logistics 與 Physical Distribution 最大的不同，在於前者的資訊系統乃貫穿於不同的企業間，藉由資訊的一體化，強化整個上、中、下游的供應鏈（Supply Chain）；而後者則因資訊在不同的企業間被阻斷，往往因為牛鞭效應（Bullwhip Effect）的影響，而造成預測偏差。詳細的解說如圖 2.1 所示。



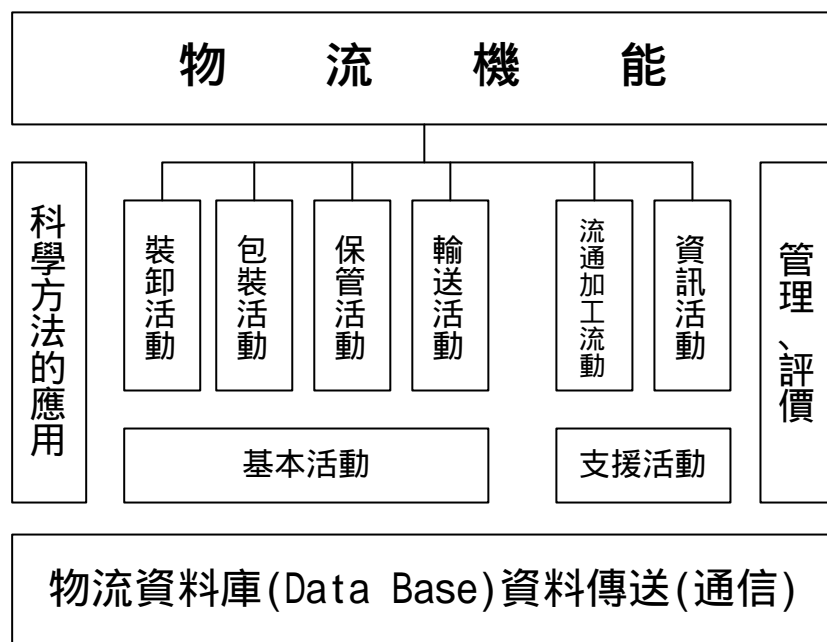
資料來源：[9]

圖 2.1 廣義、狹義的物流領域範圍

而物流的機能，是由裝卸、包裝、保管、輸送等四基本活動，與流通加工、資訊等二支援活動所構成。其內容含括[9]：

1. 物品的移動，需使用搬運的工具、設備，而有裝載、卸貨的活動。
2. 在裝載之前，需有集貨、李或、包裝的活動。
3. 在移動之前，可能需有暫時停留、儲存，即保管的活動。
4. 輸送是指大量運輸（Transportation）或少量配送（Distribution）兩活動。
5. 流通加工是指依照客戶的要求，對製成品的包裝狀態加以改變，例如：替客戶標價、依客戶指定的個數重新包裝等作業。
6. 物流與資訊可謂是一體的兩面，密不可分，因此資訊乃物流機能最重要的支援活動。

物流機能所包括的六項活動，必須藉著物流資料庫的建立與資料傳送，導入科學方法的應用，以進行管理、評價，追求效率改善，如圖 2.2 所示。



資料來源：[9]

圖 2.2 物流機能所含六項活動

依上所述，狹義的物流(Physical Logistics)定義指的是實體配送的部分，也就是如何將產品以最有效率的方式由工廠送到消費者的手中；廣義而言，整合的物流管理(Business Logistics)即為供應鏈管理，國外部分學者並認為「物流」一詞與「供應鏈管理」同義[32]。本研究也將物流與供應鏈管理當作同義來解釋。

一般而言，物流與供應鏈管理的關係代表一連串的演進過程。Ross 認為[32]：過去三十年來，物流已經從單純的作業功能演變成今日主要的製造及配銷公司的基本策略要素。他也進一步將供應鏈管理的發展沿革分成四個階段：

第一階段(1960s 以前)：此階段為倉儲與運輸階段(主要是對下游的實體配送)，組織採分散式功能，物流功能包含於其他企業流程中。管理焦點著重於作業績效。

第二階段(1970s ~ 1980s)：全面成本管理階段，功能集中化，管理焦點著重於作業最佳化，並強調成本與顧客服務。

第三階段(1980s ~ 1990s)：整合物流管理階段，將相關的物流功能(如物料管理、採購、生產計畫)整合。管理焦點著重於戰術性/策略性物流規劃。

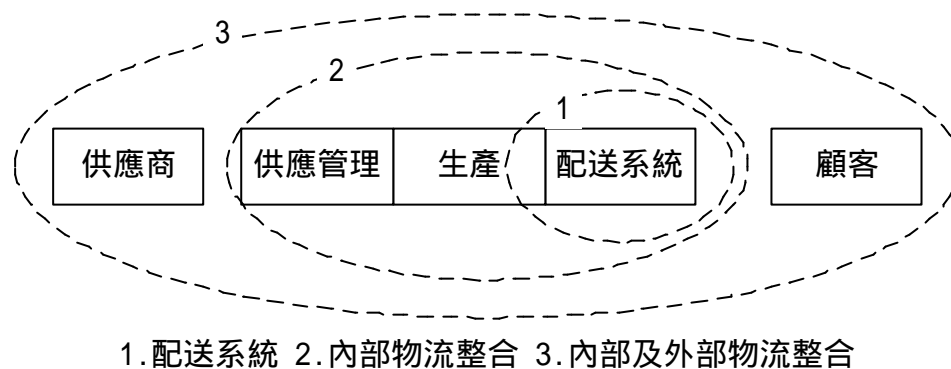
第四階段(1990s ~ 2000+)：供應鏈管理階段，主要根據供應商、製造商、物流商與顧客，發展伙伴關係或虛擬組織設計以成為聯盟關係。管理焦點著重整體供應鏈的願景及目標。

Prida[31]認為供應鏈管理的演進過程已經從傳統單純的原物料管理演進至企業內部的物流整合，更達到企業與企業間的內外部物流整合，並提出物流革新的三個階段。

第一階段(配送系統)：隨著顧客服務需求的增加，物流概念被強調在實體的配送上，並開始發展顧客化的產品與服務，並將此概念迅速傳達至製造廠商。

第二階段(內部物流整合)：公司為了提高服務品質，往往面臨成本逐漸提高的壓力，因此在此階段物流被延伸至內部物料活動的整合，以縮減存貨水準、降低物流成本。

第三階段(內部及外部物流整合)：開始衡量組織的需求，強調內外部資源的整合，以符合市場的要求。物流革新階段如圖2.3所示。



資料來源：[31]

圖 2.3 物流管理演進過程

2.1.2 供應鏈管理的定義

供應鏈管理相關的用語繁多，各個學者的定義也不盡相同，以下將列舉數位學者對於供應鏈管理所下的註解：

David 等學者(2000)[24]：「供應鏈管理為一連串整合的方法，用以有效率的整合供應商、製造商、倉儲業與零售業，並使得商品在適當的數量、地點與時間被生產與配送，且在滿足服務水準的前提下，使得整個系統的成本最小。」

Mabert 和 Venkataramanan[28]認為在今日全球經濟競爭的影響下，供應鏈所扮演的角色越來越重要，而且供應鏈將會構成一個動態且複雜的管理程序。供應鏈的產品流，必須透過價值鏈（value chain）來完成顧客所需的產品與服務。供應鏈就是利用整合的方式使得製造更有彈性、配送更有效率以及提高資訊的可用性，同時避免傳統上只追求各別活動績效而忽略整體系統活動績效的弊病。他們

並指出供應鏈是一流動的網路架構，其內容活動包含有：產品發展的執行、供應商物料的採購、設備間物料的流動、產品的製造、完成品的配銷、售後服務的支援和保證等功能。而供應鏈強調的是一個有效整合的過程，整合對象包括產品流、資訊流、以及市場銷售服務功能。供應鏈的作業架構可分為五大階段，此五個階段說明了一件產品從原物料到顧客手中的所有程序，分別是蒐源（sourcing）、入向物流（inbound logistics）、製造（manufacturing）、出向物流（outbound logistics）、售後服務（after-market service）等階段。每一階段的決策，所要考慮的因素很多，而且一旦作出決策將會影響其他層級的績效和成敗，所以如何將供應鏈中每一層級的決策作有效的鏈結，將是管理上的一大挑戰。

Lambert 和 Cooper[26]則引用了 GSCF(Global Supply Chain Forum)的定義：「從提供產品、服務及資訊(可為顧客或公司股東加值)的原始供應商直到最終使用者之間所有核心企業流程的整合，稱之為供應鏈管理。」他們並進一步指出：「嚴格來說，供應鏈並非企業與企業間一對一所形成的長鏈，而是由多個企業以網路結構的關係呈現；而供應鏈所提供的就是公司內與跨公司間整合與管理所發揮出來的綜效」。

Ross[32]認為：「供應鏈管理是一個連續演進的管理哲學，其目的在尋求企業內部及所有通路中的合作伙伴之間生產性的能力及資源結合一致，使進入一具高度競爭力，豐富化顧客的供應系統。其焦點在發展創新的解決方案並且將產品、服務及資訊的流動同步化以創造獨一無二的、個人化的顧客價值」。

Beamon[18]所提出的供應鏈管理流程中，所包含的複雜功能，可分為兩大部分：(1) 生產與存貨計畫：在這個部分，主要包含了三個供應鏈的基本功能，也就是從產品製造至上游產業，其中包含了供應商、製造工廠及儲存工廠等三大組成。(2) 物流與運輸配送：這部分的功能主要是在強調企業物流管理的重要性，也就是如何於運輸配送的過程中達到空間最佳化的效果，這裡則包含了轉運配送、經銷商或物流中心等機能。

Abrahamsson 和 Brege[13]對於目前供應鏈的架構改變有其獨到的見解，強調物流業者不應只著重在成本的減少和服務品質的改善，更應該注意到整個供應鏈架構的改變，以及如何使本身的組織更加有效率和效能。

2.1.3 供應鏈相關理論與原則

(1) 重要原則

供應鏈管理與一般的管理理論類似，具有共通性的原理原則[14][16][25]，然而這些原理原則只是一種靜態的「必要條件」，有效的供應鏈管理必須隨時因應市場變動才能發揮這些原則的功效，以下列出九項重要的原則[1]：

1. 七適原則(7 Right's)：正確的產品(Right Product)、 正確的數量(Right Quantity)、 正確的狀況(Right Condition)、 正確的地點(Right Place)、 正確的時間(Right Time)、 正確的客戶(Right Customer)、 正確的成本(Right Cost)。
2. 形成一個獨特的供應鏈策略。
3. 精簡供應鏈體系並慎選供應鏈伙伴(partners)，使供應鏈發揮綜效(synergy)。
4. 傾聽市場需求信號並做出適當的計畫。
5. 在接近客戶的地方區隔產品，並透過延遲策略的操弄實施大量客製化。
6. 保留本身核心技術，將不具競爭力的流程外包(out-sourcing)給較擅長的企業。
7. 慎選生產與倉儲據點，「成本」與「服務水準」的取舍應是企業目標而定。
8. 應用資訊系統輔助決策，並強化供應鏈伙伴間的資訊傳遞與資訊分享。
9. 思考全球化、行動地區化。

(2) 長鞭效應(Bullwhip Effect)

所謂長鞭效應是指訂單需求變動愈往供應鏈上游傳遞，將導致需求量被放大的現象，寶鹼公司(P&G)最早稱此現象為長鞭效應。Lee 等認為，發生長鞭效應的原因主要有四點[27]：1. 需求預測更新(demand forecast)；2. 批次訂單(order batching)；3. 價格變動(price fluctuation)；4. 短缺遊戲(shortage gaming)。

Fine(1998)提出兩項供應鏈動態法則(laws of supply chain dynamics)[25]，其中法則一是指變動放大(volatility amplification)，也就是一般所稱的長鞭效應；而法則二是指生理節奏放大(clocks speed amplification)，也就是「愈接近客戶端的供應鏈環節，其產業時鐘愈快」。

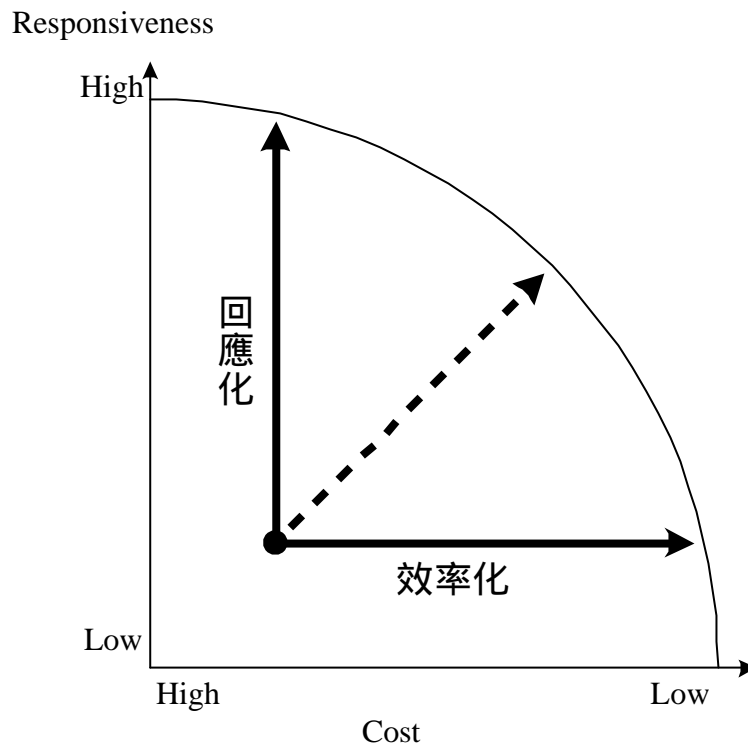
過去學者大多認為發生長鞭效應的源頭在供應鏈末端，使得產銷失調的狀況從下游到上游不斷被放大，但是如果對一個需求大於供給的熱門產品(如數位相機)，只要上游發生關鍵零組件缺貨，或是製造商產能不足，很可能使缺貨的效應逐漸往下游傳遞，迫使製造商必須採取「配額」方式滿足經銷商需求；而經銷商為了確保自己的需求能被滿足，有可能會誇大其實際需求數量，使得末端需求膨脹的現象往上游放大，此現象林沛傑[1]稱之為「逆向長鞭效應(Reverse Bullwhip Effect)」。

(3) 供應鏈的回應能力(Responsiveness)與效率(Efficiency)

與供應鏈回應能力有關的特性包括：1. 能夠回應大範圍的需求變動；2. 較短的前置時間(Lead Time)；3. 能處理大量不同的產品；4. 建立高創新性的產品；5. 能有高的服務水準。供應鏈擁有愈多上述的特性，則回應的能力越強。

然而，要得到越高的回應能力則必須付出越多的成本(Cost)，例如，要能處理越大範圍的需求，則必須要有越大的產能，而擴充產能會增加整體成本。而跟成本有關的還有供應鏈效率(Supply Chain Efficiency)，此為製造及配送給客戶的成本，越高的成本則會造成越低的供應鏈效率，也就是說要增進供應鏈的回應能力，勢必將會造成供應鏈效率的低落。

成本-回應的效率前緣(cost-responsiveness efficient frontier)如圖 2.4 所示，其上的曲線表示在目前的科技水準下，在不同的回應能力下所需的最少成本的組合。並不是每一個公司都可以達到此效率前緣的效率，只有最佳的供應鏈才能有此成本-回應的表現。沒有在此效率前緣上的公司可以藉由改善本身的回應能力與成本控制來達到此境界。而已經在效率前緣上的公司，其在回應與成本上的表現已經是最好的，在科技水準不變的情況下，想要增進本身的回應能力勢必得付出較高的成本，也就是成本與回應之間有一種替換(trade-off)的關係，而企業必須要針對其本身的企業目標來訂立適當的成本-回應的策略。而增進本身企業的科技水準也可以讓成本-回應的效率前緣往外位移，使得能在較少的成本下達到同樣的回應能力。例如，Dell 電腦公司容許顧客可以指定所欲購買的 PC 的零組件，並在幾天內就送到客戶手中，由此可知 Dell 公司必定為一反應快速的公司，也就是其必須比別的公司付出較多的成本來使得本身的回應能力較高，但 Dell 就是靠此大量客製化與快速回應的策略贏得大量的市場佔有率。



資料來源：[22]

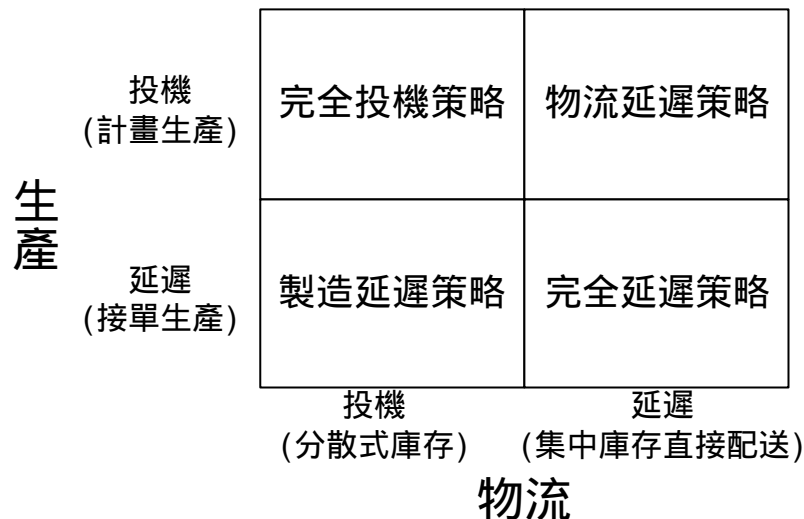
圖 2.4 供應鏈成本-回應的效率前緣

(4) 延遲(Postponement)與投機(Speculation)

所謂延遲(Postponement)是指在未獲得明確訂單資料之前，延緩資源的作業與流動，以降低不必要的成本，目前延遲策略已在企業間獲得普遍使用[23]。Alderson(1950)最早提出延遲的觀念[15]，之後有 Bucklin(1965)探討配銷通路與延遲/投機的關係[20]。Zinn 與 Bowersox(1988)認為，延遲的型態大致有五種，分別是標籤(labeling)延遲、包裝(packaging)延遲、組裝(assembly)延遲、製造(manufacturing)延遲與時間(time)延遲[35]。

而投機(speculation)策略與延遲恰好相反，投機策略是在最接近消費者的地方部屬庫存，以便在最短時間內反映市場需求，減少供應鏈中的製造與運輸成本，因此使用投機策略可以達成生產與配送的規模經濟。

Pagh 與 Cooper(1999)認為[29]，企業產用延遲/投機策略的情形大致有四種，如圖 2.5 所示。以下本研究將說明這四種策略的意義。



資料來源：[29]

圖 2.5 製造與物流的延遲策略(Pagh & Cooper 1999)

1. 完全投機策略(full speculation)：製造與物流活動主要是依據需求預測，零售訂單點或客戶訂單點(retailer/customer order point)位於供應鏈的最下游，因為短配送週期是贏取訂單的關鍵要素，因此產品庫存非常接近客戶，並透過分散式配送系統配送給所需要的客戶。由於產品是大批量的製造及配送，因此可以達到規模經濟，但由於存貨分散庫存，因此存貨投資是四種策略中最大的，且產品較容易過期(obsolete)或是需要轉運(transshipment)。
2. 製造延遲策略(manufacturing postponement)：最後階段的製造(如組裝、包裝、標示)是接到訂單後才在供應鏈末端進行，使得產品有些許差異。此策略又可稱為後工廠製造策略(post-factory manufacturing strategy)。
3. 物流延遲策略(logistics postponement)：產品是計畫性生產，並採集中庫存，因此不需維持高存貨水準，而物流配送是接到客戶訂單後直接從工廠配送給零售端或顧客，配送成本因為批量便小而增加。
4. 完全延遲策略(full postponement)：採用此策略表示製造活動與物流活動都是接到客戶訂單才進行，有時候為了達到製造的規模經濟或是縮短配送時間，某些製造活動可能還是會依預測狀況進行。

2.2 決策支援系統在物流配送上之應用

最早應用電腦在管理決策上的工具是電子資料處理(EDP, Electronic Data Processing)，其功能僅在於內部資料之儲存、整理；然後是管理資訊系統(MIS, Management Information System)，係從管理者的觀點來看資料的蒐集、處理與應

用，並為提供管理者所需要的資訊而建置之系統。由於 MIS 是以資訊的觀點出發，並未考慮管理者所面臨的決策需求，因此遂有決策支援系統(DSS, Decision Support System)的產生。

決策支援系統的觀念最早是由 Scott Morton 於 1974 年正式提出。廣義的說，凡是「能支援決策的系統」均可稱為決策支援系統。隨著電腦的迅速發展，DSS 已有更明確的定義：「運用分析模式進行資料處理，以輔助（而非取代）管理者解決半結構化決策問題之人機交談式電腦系統」，此所謂半結構化問題係指：「當環境、情勢、目標、處理態度等主客關因素改變時，會影響解決方案之決策問題」。例如，當有訂單時，要使用多少原料、生產多少成品等係屬於結構化的問題；但是員工的排班系統、生產線時程的分配等則是半結構化的問題。一般的決策支援系統架構主要包括：

2.2.1 資料庫管理模組

係用以儲存、管理資料。決策過程中必須使用大量的內部或外部資料，因此資料庫是 DSS 的一個重要組件。資料庫管理模組的功能包括：(1)簡化資料蒐集、處理工作，(2)簡化 DSS 之設計工具，(3)改善資料共用程度，(4)協助萃取資料，(5)兼顧資料績效與安全，及(6)提供與其他模組間資料傳輸的介面。

2.2.2 模式庫管理模組

所謂「模式」，即是利用資源間的數量關係來表達實際現象的一種表示方式，可用以分析、計算資料，以得出管理者所需之有效資訊。因此模式庫管理模組應具備：(1)提供各式分析模式，(2)提供各種模式求解工具，(3)模式產生、重組、更新、查詢等功能之管理，(4)問題求解，(5)問題整和，(6)決策分析、及(7)提供與其他模組間之介面等功能。

2.2.3 人機交談界面/系統控制模組

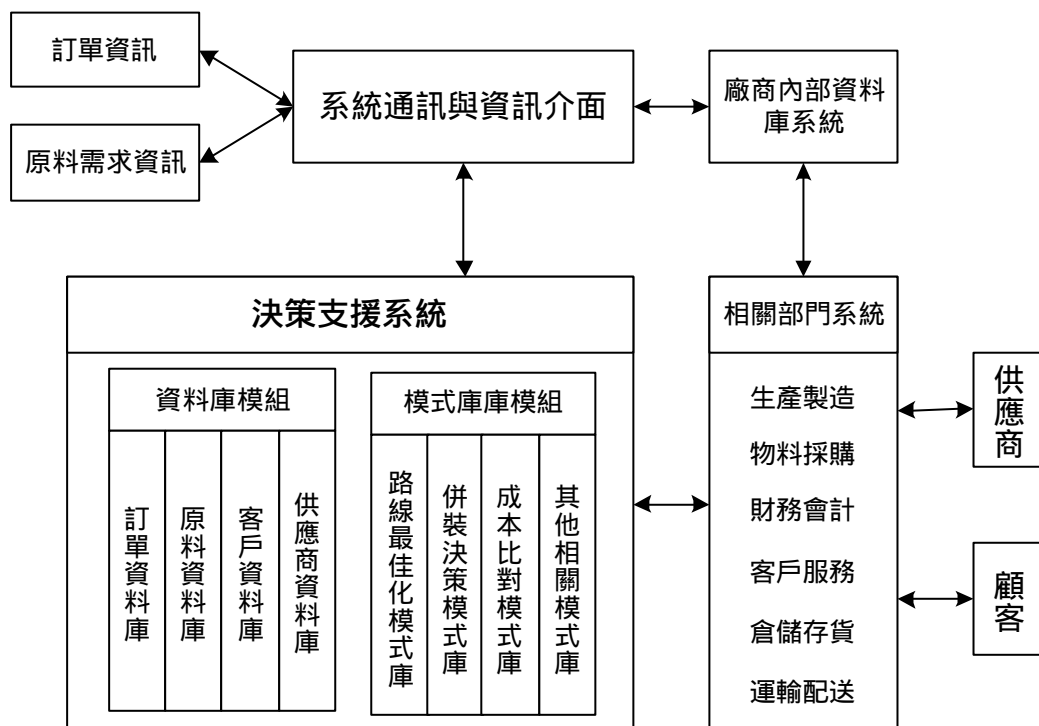
所謂「交談」係指讓使用者操作、控制 DSS 功能，以及與系統溝通的各項軟、硬體設施。即用以即時（Real-Time）溝通使用者與 DSS，並藉以指揮系統工作之電腦界面。目前常用的人機交談方式有：(1)問答式：採一問一答方式進行作業，(2)指令式：以指令(Command)控制系統運作，(3)視窗式：用下拉式視窗(Menu，功能表)選擇功能，(4)I/O 表式：用表格來執行指令、資料之輸入、輸出作業，及(5)I/O 關連表：操作方式與 I/O 表式相同，但使用者的輸入資料乃取決於前次的輸出。

決策支援系統在實務上的應用相當廣泛，尤其針對具有半結構化特性的問題

時特別有效。商品物流配送問題即具有半結構化的特質，因此頗適用決策支援系統來輔助決策。以下為一些國內外應用情形的部分回顧：

(1) 1987 年 Carlisle 等人[21]發展以物流規劃為目的的電腦化決策支援系統。該系統應用有效率的網路演算法，可處理內部資源、外部運送及市場服務中心區位等貨物流動問題。其系統資料庫包括「需求資料管理」與「路網資料管理」兩個子系統，經由網路最佳化分析模式運算後，以事後分析程序顯示規劃結果。

(2) 民國 83 年謝浩民、曾國雄、蕭再安等人[8]進行整和性貨物流通運銷資訊系統之研究。該研究將目前發展有關運銷過程中所遭遇之貨物裝載、車輛巡行及排程等問題之研究成果，予以整和分析，並初步探討運銷體系和物流中心績效指標構建的方式，提出一整合性運銷資訊系統。其中，「空間知識庫」包含資料庫、決策模式及評估分析模組，為該系統之核心。此系統之使用者介面係架構在地理資訊系統之上，可顯示貨物配送路線及排程與裝載計畫等相關資訊。



資料來源：[6]

圖 2.6 決策支援系統流程圖

2.3 數學分析模式在物流配送上的應用

商品配送的效率首重於運輸時間和成本之降低，而數學分析模式應用於商品物流配送之目的即在輔助研擬最佳的配送路線(Routing) 人車排班(Scheduling) 及貨車裝載(Loading) 等方案，以降低倉儲與運輸成本，提高資源使用效率與企業競爭力。

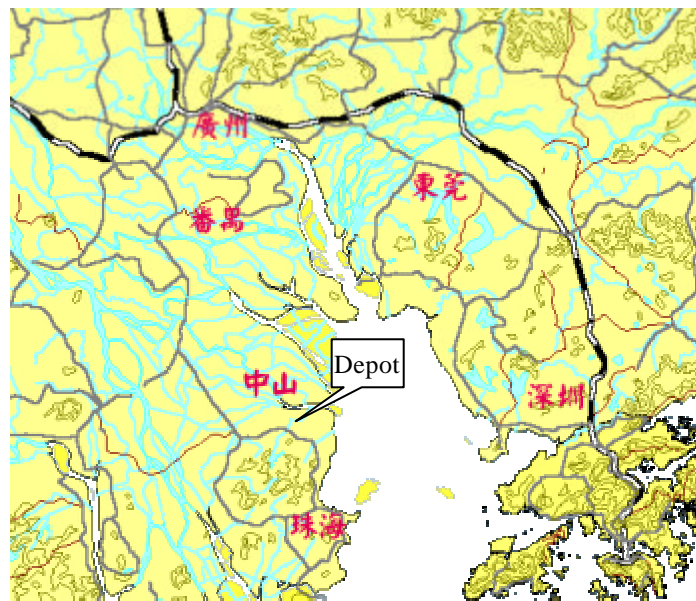
在學理及應用上，商品物流配送的問題係屬於作業研究(O.R.)與後勤運籌(Logistics)之領域。傳統的「旅行推銷員問題(TSP, Traveling Salesman Problem)」及「車輛路線問題(VRP, Vehicle Routing Problem)」是商品配送數學分析模式的基本問題形式。所謂旅行推銷員問題或車輛排程問題就是在討論：「在考慮有(無)車輛容量或時間等限制，同時每部車必須從配送中心(Depot)出發並回到配送中心之情況下，如何有效地安排每部車的行駛路線，使得所有顧客的需求能夠被滿足，且其總成本最小」。商品配送問題常因實際運用的狀況及需求各異而有不同的問題型態和決策模式，其考慮因素包括[6][7]：

- (1)網路型態：將實際的道路路網轉換成模式求解的 OR 網路，其型態有完全性/不完全性、對稱性/不對稱性、有方向性/無方向性及混合式網路等。
- (2)場站(Depot)數：場站即指物流中心等商品配送之出發點，其數量將影響模式計算的複雜度，分為單一場站及多場站兩類。
- (3)車隊(Fleet)型態及大小：指各場站擁有的車種數(大貨車、小貨車)與該車種之車輛數，有單車種、多車種及混合車種等型態。
- (4)車輛容量限制：指每一種車輛之裝載容積與重量限制，並受裝卸順序、堆疊方式和商品種類等因素之影響。
- (5)行駛時程與里程限制：考慮勞基法及車輛保養因素，需有最大值限制。
- (6)時間窗(Time Window)限制：指商品配送需於某一時段內完成之限制，如顧客要求在 10 點至 11 點之時間內來取貨或送貨。
- (7)裝卸型態：指貨車作業方式，分成僅裝貨、僅卸貨、裝卸貨混合等型態。
- (8)配送順序限制：配送對象有先後順序之限制，如先至甲地取貨後送至乙地。
- (9)模式目標：模式求解時，其目標為運輸時間最小、運輸成本最小、所需車輛數最少，抑或服務水準最高等。

第三章 個案分析與 DSS 功能架構

3.1 王屋科技個案現況與問題分析

王屋科技位於廣東省中山市的火炬開發工業區內，其地理位置處於珠江三角洲中，其優勢為靠近港口(中山港)，方便出口；其劣勢為因河流眾多，致使有許多橋樑設施，使其收費站比其他地方為多，每個收費站的收費介於 5-40 人民幣之間，致使其運輸成本居高不下。其地理位置如圖 3.1 所示。



資料來源：中國地圖網 <http://www.hua2.com>

圖 3.1 珠江三角洲

3.1.1 產業概況與公司簡介

(1) 產業概況

台灣照明燈具的生產始於民國 50 年左右，發展初期原以內銷為主，但由於美術燈飾產品樣式繁複，一般的下游廠只負責裝配，大部分的零配件生產則交由協力廠負責，由於生產規模不需太大，在民國 60 年、70 年代蓬勃發展，成為照明產業的出口主力。並於民國 78 年成立台灣區照明燈具輸出業同業公會。

我國照明產業中，出口導向的照明燈飾燈具業 90% 以上為資本額在六千萬以下的中小企業，其中 85% 以上員工人數在百人以下。民國 80 年以來，我國照明燈飾各項產品的製造商家數呈減少的趨勢，這主要是由於照明產業屬於勞力密集

產業，在國內生產優勢不再，業者將生產外移至中國大陸、泰國及菲律賓等勞工、原料成本較低的地區。然而，業者雖大幅外移，但會員數不減，主要是業者仍需倚賴公會提供聯繫產業互動與資訊的功能。

另外，更值得重視的是根留台灣的照明燈具業的產業型態的策略轉換，以內需市場為導向，未來結合省能趨勢以及台灣光環境品質的經營意識，發展高效率螢光燈具、商業照明、景觀照明，將會是產業專注的重點。

(2) 公司簡介

王屋成立於民國 77 年，資本額新台幣一千萬元，主要產品為電子式變壓器、電子式安定器及調光器，屬於照明產業的「上游產業」，目前員工人數台灣平鎮廠共有 20 餘人，大陸中山廠共有 80 名員工。王屋所生產之『燈具用電子式變壓器』為第一家榮獲德國 TUV 規格認證許可，產品主要外銷至歐美燈具廠，並在 1998 年通過 ISO9002 品保認證。其歷史沿革如下：

表 3.1 王屋科技公司歷史沿革

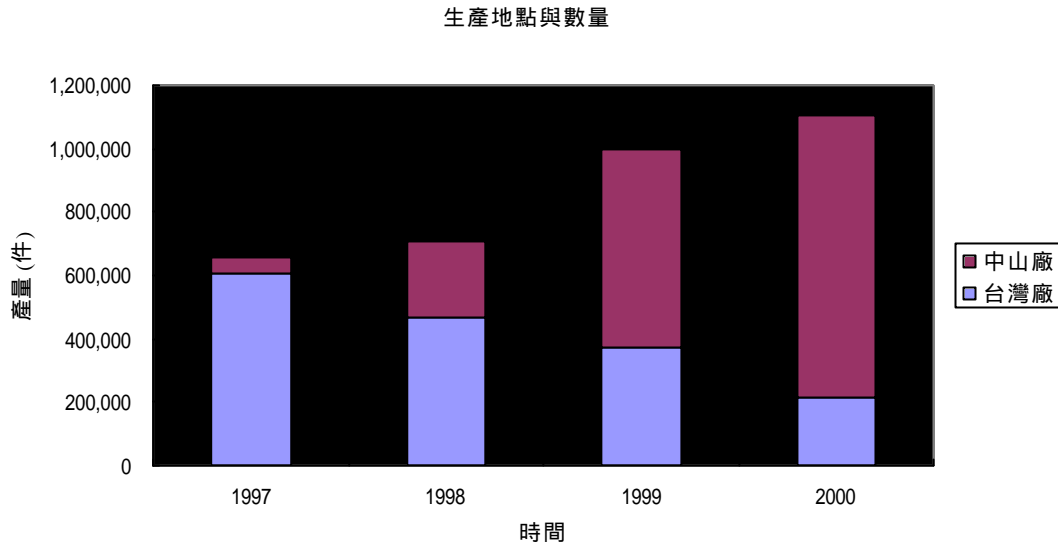
年份	事項
1988	成立王屋電器有限公司，生產變壓器與調光器
1990	腳踏式調光器獲得內政部專利
1991	獲經濟部產業升級計畫貸款 插牆分離式變壓器獲得經濟部專利
1992	第一家生產電子變壓器廠商通過 UL、CSA、YUV 認證 工研院電子安定器技術移轉
1994	設新廠於平鎮工業區
1997	設立王屋大陸中山廠
1998	通過 ISO-9002 國際品保認證 設立澳洲分公司進口燈飾產品
2000	產量突破 100 萬件

王屋科技的變壓器跟隨時代潮流發展與創新，由原本簡單型變壓器，增加了可控制電流、調節亮度、短路保護、熱保護及防電波干擾等多樣化的功能；在規格與外觀上也朝向以研發體積最小、功率最高的變壓器為目標。主要產品列表如表 3.2 所示。

表 3.2 王屋主要產品

產品外觀	產品名稱	用途說明
	嵌燈用電子式變壓器 輸入：230V 輸出：12V60W 具有短路及過載保護功能， TUV/EMC/CE 認證通過	適用於嵌燈、壁燈、 圖書燈及櫥櫃燈
	插牆式電子變壓器 輸入：230V 輸出：12V60W 具有短路及過載保護功能， TUV/EMC/CE 認證通過	適用於嵌燈、壁燈、 圖書燈
	嵌燈用電子式變壓器 輸入：230V 輸出：12V150W 具有短路及過載保護功能， TUV/EMC/CE 認證通過	適用於嵌燈、壁燈、 圖書燈及櫥櫃燈

王屋將產品定位在高品質但中等級的價位。以製造高品質電子變壓器讓客戶滿意來自我期許，新產品以合理價位推出，使產品維持在銷售高原期，使王屋有足夠的時間研發新產品。基於成本考量，近年來王屋逐漸將生產重心移至大陸(詳見圖 3.2)。



資料來源：王屋科技

圖 3.2 王屋科技台灣 / 大陸廠區生產比重 (單位：件)

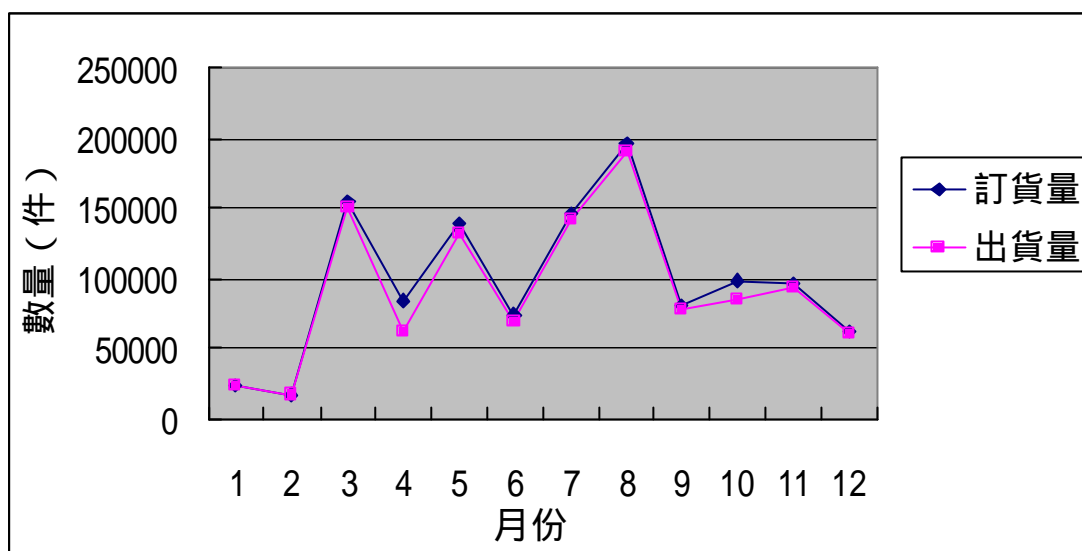
3.1.2 王屋科技供應鏈現況分析

管理學大師波特(M. Porter)在其「國家競爭力」一書中，曾以「群聚效果(Clustering effect)」的概念來詮釋。而什麼是群聚效果？當某一特定產業上、中、下游的發展有著地域性的關連傾向，而逐漸演化成具有經濟效率的互動結構，企業彼此之間存在著高度競爭卻又相互依賴、互利共享的關係。因此，若企業間形成群聚，則其產業可藉由內在動力進行自我發展、建構與彈性調整，而大幅提升整體產業的競爭力。

王屋之所以前進大陸設置生產基地，除了因為生產成本考量，更重要的是整個產業的下游客戶大部分都已移至大陸地區，如果不能配合客戶的需求就近供貨，將難以確保日後訂單來源。王屋將主力工廠移至大陸之後，雖然在材料取得、人工、製造方面的成本得以顯著降低，不過在內陸運輸成本上卻提高許多，加上產品屬於成熟的間接產品，從產品本身降低成本的空間不大，而透過供應鏈管理能夠找出更多的改善契機。

(一) 訂單處理

由於王屋係採接單生產方式，所以全年訂貨量及出貨量幾乎一致，由圖 3.3 可知第一季為傳統上在聖誕節與新年後的淡季，第二季隨著四月 Trade Show 的舉行出貨量開始攀升並於第三季達到出貨的高峰，以配合燈具業於第四季的出貨旺季，接著於第四季出貨量逐漸下降。

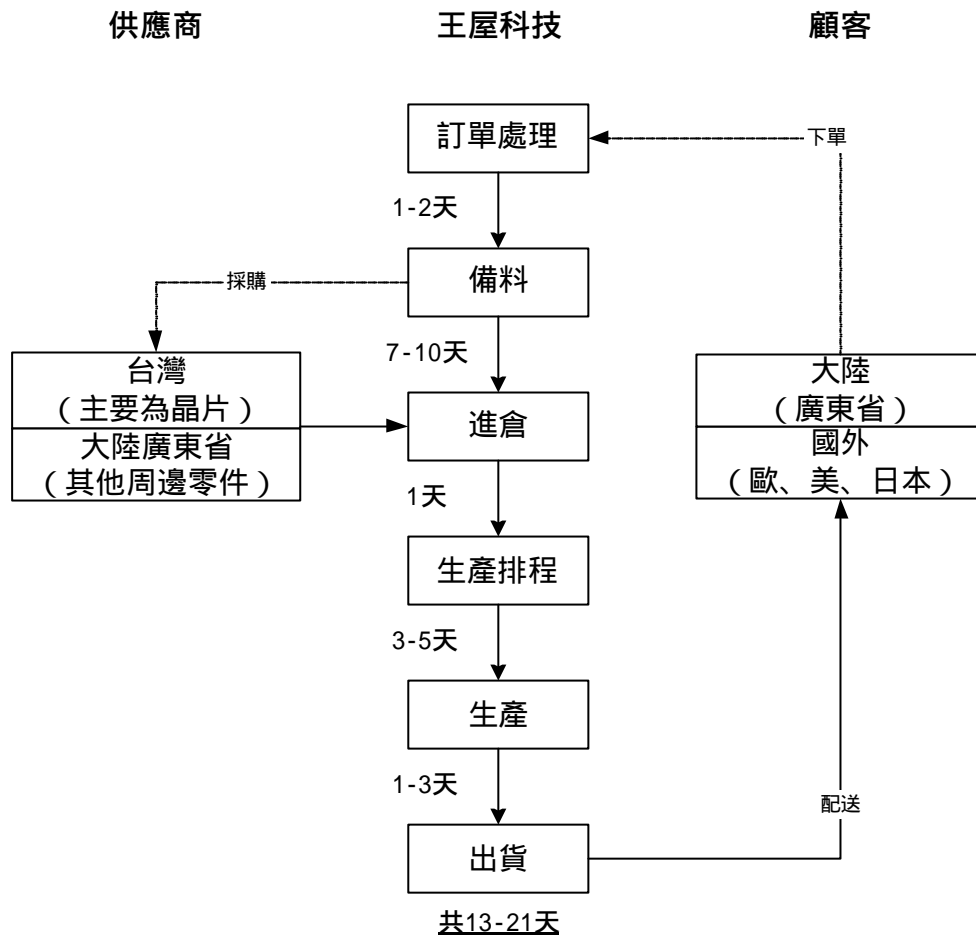


資料來源：王屋科技

圖 3.3 王屋科技全年訂貨 / 出貨狀況

(1) 接單與出貨流程

1. 由於業務接單，且經業務主管確認其內容、規格無誤後，成為正式訂單，登錄於訂單明細表上，並發出生產製作單。
2. 生管課接收生產製作單進行核對後，確認材料、交期及其它工程站之製程能力狀況，排定並填寫生產管理週報表。
3. 排程進度經權責主管確認後，發放相關各單位，必要時生管得主動與現場各單位主管協調，以促進度控制及派工，根據排程各單位作數量、品質、進度之控制。
4. 採購課接到生產製作單及生產管理週報表後，須檢視材物料庫存狀況後，經採購課應用 BOM 展開並製作訂購單進行購料作業供生產領料用。
5. 各工程得視產能及設備負荷，以決定外包或廠內生產，若屬外包，則有關外包事項依據「半成品外包作業管理程序」。
6. 從接單到出貨總共約需 13 到 21 日，其詳細流程如圖 3.4 所示。



資料來源：本研究整理

圖 3.4 王屋接單流程

(2) 管制與跟催

生營課依據生產單位生產日報表之生產批數，若生產進度落後預定交期時，應協調現場加班或知會有關單位協調更改交期，並要求努力挽回進度，若進度嚴重遲延無法如期交貨，則生管單位應進行差異性分析及對策說明，並記錄在生產日報表上，以降低遲延再發生比例。生管課核對業務單位之出貨需求日期，若交貨無法依預定日期完成，應提早和業務部協調是否可延期或採急件插單方式處理之。

(3) 急件插單

若生產過程中有急件插單時，則視同特殊訂單(急件)，由業務單位依特殊訂單審查方式處理，並依據合約審查程序實施，再交由生管安排生產計畫，若影響其他排程，必須先知會業務單位經處理後，再進行安排變更生產計畫。

(二) 供應鏈成本分析

(1) 人工成本

這是現在台灣廠商漸漸往大陸發展的主要原因之一，王屋也不例外，展業重心移往大陸之後，在人工成本上將由 10 元大幅減為 2 元。

(2) 材料成本

最初中山廠僅以生產簡單機型或半成品回台，所以其材料成本僅限於少數零件的成本而已。

自 1998 年開始台灣慢慢將複雜機型移轉大陸生產，中山廠除了生產半成品回台之外，亦開始生產成品直接出貨給國外客戶及大陸當地的燈飾工廠，因零件數量增加再加上各種不同的電線/包裝規格，故材料成本比重開始有增加的趨勢。但是因其供應商都在其附近，故就近就能取得材料，所以材料成本還是較台灣便宜 10 元。

(3) 製造成本

王屋在製程上非常有彈性，不論是大小訂單都接。比較大量且規格統一的訂單，主要放在大陸的中山廠，中山廠的產能較大，可以應付較大批量的訂單。至於小訂單方面，因應各個客戶需求不同，規格較不統一且量也不多，由台灣廠負責。如此的生產運作模式可以應付各種不同的需求，顧客不致於因為某些需求無法滿足而改換別家廠商。這種彈性的運用，使王屋可以接到各樣的訂單，產量大而達到經濟規模，降低成本的優勢。當然這也是為何大陸中山廠的製造成本較台灣的製造成本低主要原因。

(3) 運輸成本

因從中山至香港的運費極高，除出口運費之外，在大陸內陸將付出不少的過路費，其大約五分鐘有一個站，所以將此訊息告知國外客戶，請客戶提高訂購量以分攤運費。對於內銷的部份，則儘量做到集中運送，以減少大陸內陸運輸及過路費用。由上可知在台灣的運費是王屋的成本中唯一比大陸便宜的。

(4) 毛利

由王屋的成本分析的表中可以得知，雖然大陸生產出來的成品價格為 80 元，較台灣 100 元低，但其毛利還是較台灣高 5 元。

表 3.3 王屋供應鏈成本結構表(單位：台幣)

地點		人工	材料	製造	運費	毛利	總合
台灣	比例(%)	10%	60%	10%	5%	15%	100%
	產品價格(台幣)	10	60	10	5	15	100
大陸	比例(%)	3%	62%	2%	8%	25%	100%
	產品價格(台幣)	2	50	1.6	6.4	20	80

資料來源：王屋科技

(二) 王屋科技供應鏈現況

王屋科技係提供照明燈具廠商組裝零件 - 變壓器，如果以整個燈具產業來說，王屋位於產業上游，因此這個環節的產業脈動(clock speed)並沒有下游燈具製造商那麼快。在王屋的供應鏈中，資訊流部分大部分仍採傳統的傳真或是以電子郵件下訂單，比較先進的電子訂購系統目前並非這個產業的主流，而且王屋的下游客戶目前也沒有要求採用電子交易。

在實體流方面，王屋科技目前的客戶大都在中山與東莞，其原料的取得相當方便，但因為大陸的晶片品質不良且容易有假貨，所以王屋科技的晶片是經由台灣向代理商購買後再船運到大陸的王屋廠裝配，對於外銷商品則是採 FOB 報價方式（也就是王屋必須把貨物裝到買方指定的船上，並及時向買方發出裝船通知，王屋並需負責貨物在裝運港有效地越過船舷之前的一切費用和風險。賣方負責在指定的裝運港將貨物裝到買方指定船上的價格）。在原料採購方面，王屋部分原料是透過 Agent 間接採購，部分則是王屋直接向供應商訂貨。王屋的供應鏈示意圖如圖 3.5。

在出貨配送作業上，原則上當貨品完成後會先堆置於出貨區，當交貨期限或貨量達一定程度時，即進行配送。一般而言，配送皆由自有車隊進行配送，而配送路線的決定，也完全由司機自行決定。若顧客所在區域太遠，如上海等地，或貨量太大時，即會考慮委託專業物流公司來幫忙配送作業。出貨作業流程如圖 3.6 所示。

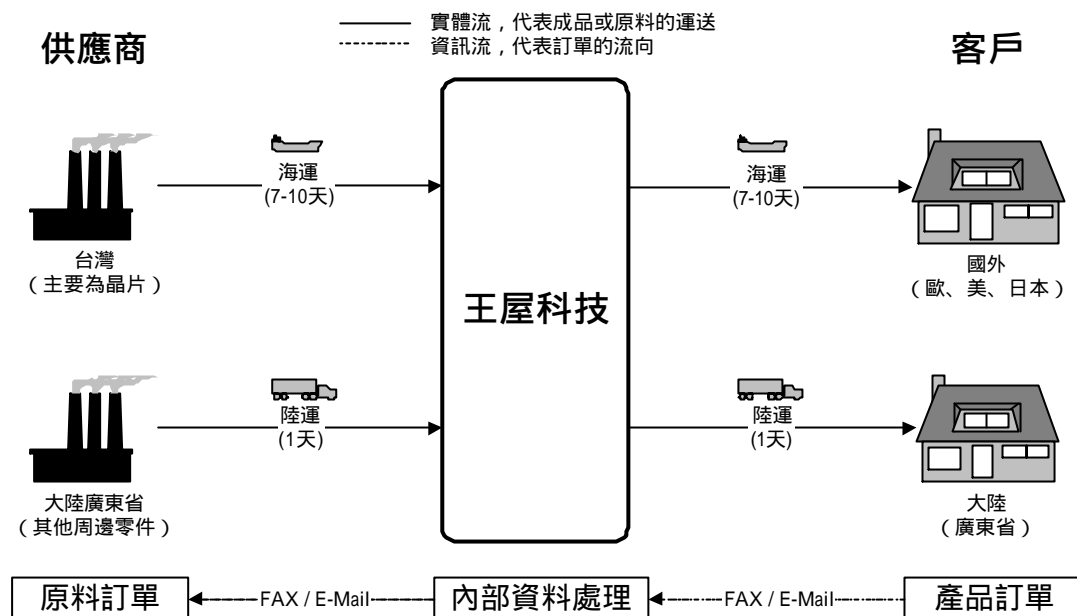


圖 3.5 王屋科技供應鏈結構圖

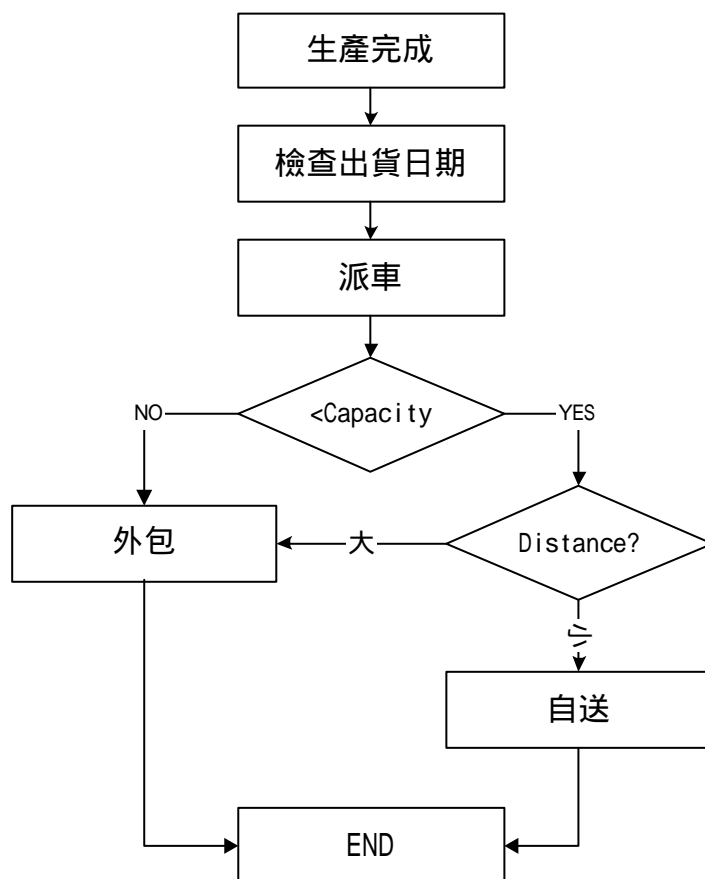


圖 3.6 王屋出貨作業流程

3.1.3 王屋科技問題分析

王屋科技由台灣部分轉移到大陸中山設廠生產後，各項生產成本皆有所下降，唯獨運輸成本較台灣為高，其原因為大陸幅原廣大，配送的距離增加，而且收費站林立，對於運輸配送的作業上相當不利。以王屋目前配送作業的其中一天為例：早上 8:30 從中山廠出發前往位於東莞市虎尾鎮的精藝集團公司送貨，之後轉往位於深圳寶安區福永鎮的輕子製品送貨，之後再轉往位於深圳寶安區龍華鎮的立大公司送貨，最後於 17:30 返回中山廠。總共送了三家公司的貨，其間共經過 14 個收費站，歷經 9 個小時，過路費 178 元人民幣(台幣 890 元)，餐費 40 元人民幣(台幣 200 元)，加油費 130 元人民幣(台幣 650 元)，共計 348 元人民幣(台幣 1740 元)，其中，若配送點在東莞或深圳，則一定要經過虎門大橋，其收費的價格為人民幣 40 元，來回則為人民幣 80 元。也就是說配送一次最少都要花費人民幣 80 元(台幣 400 元)的運輸成本。其詳細資料如表 3.4。

表 3.4 配送路線與成本(2001/8/8)

日期	配送點	成本
2001/8/8	精藝集團(東莞市虎尾鎮)、輕子製品	過路費 178 元人民幣(台幣 890 元)
	(深圳寶安區福永鎮) 立大公司(深圳	餐費 40 元人民幣(台幣 200 元)
	寶安區龍華鎮)	加油費 130 元人民幣(台幣 650 元)
		共計 348 元人民幣(台幣 1740 元)

由上所述，王屋科技公司確實面臨了配送作業成本過高的問題，本研究遂根據王屋科技的各項資料，分析其供應鏈與配送流程，並提出改善的方法與建議，並設計一套決策支援系統來輔助其配送時機與配送路線的決策。其具體作法如下：

- (1) 設計幾種配送方法，並根據王屋科技的訂單資料來模擬需求訂單的產生，並測試各種配送策略的優劣，並提出最佳的配送策略，以期能減少配送次數，增加車輛承載率。
- (2) 根據手邊的資料建置中山與東莞的路網資料，並以最短路徑演算法(SP)與車輛路線演算法(VRP)來求出較經濟的配送路線，以改善配送路線成本。

3.2 DSS 之功能架構與流程

王屋科技決策支援系統主要是由系統控制/人機操作界面、模式庫、資料庫三者所組成。其中模式庫方面分為排程模式庫與派車決策模式庫分別解決貨物排程與車輛路線的問題；資料庫方面有街道路網資料庫、客戶資料庫、物料成品資料庫與供應商資料庫等。其功能架構與流程詳細資料如圖 3.7 所示。

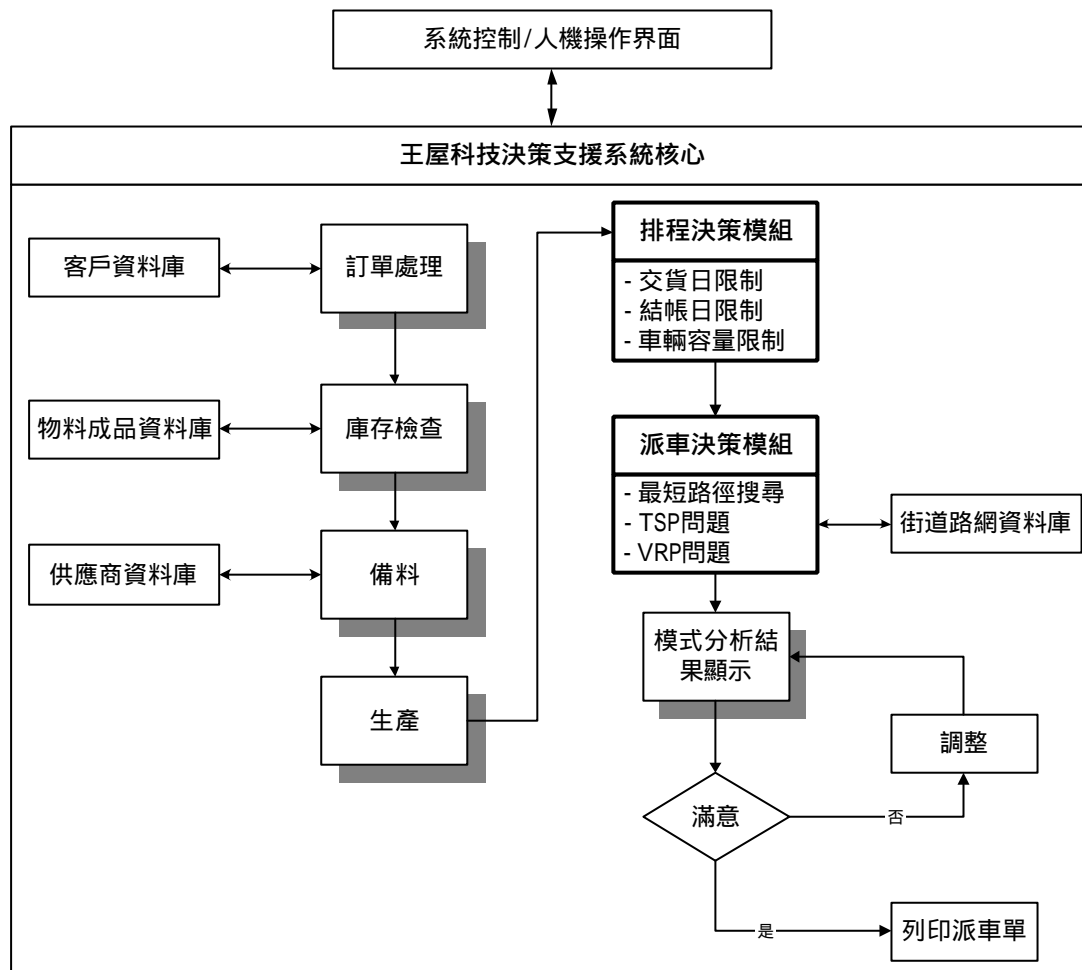


圖 3.7 決策支援系統流程圖

3.3 資料庫/模式庫/使用者介面之設計

3.2.1 資料庫子系統之功能規劃與設計

物流配送決策過程中所需的相關資料有：(1)客戶/廠商基本資料，(2)商品基本資料，(3)訂單需求/處理資料，(4)車隊/駕駛基本資料，及(5)道路路網/運輸成本資料等五種。

其中客戶/廠商基本資料，商品基本資料，訂單需求/處理資料等項，由於性質相似，作業流程相關，故可予以整合成「客戶訂單處理資料庫」。其他兩項資料，因資料格式與處理方式不同，所以仍應分別建構「配送車隊資料庫」與「配送道路資料庫」。

一 客戶訂單處理資料庫

客戶訂單處理資料庫所包含的資料檔案如下：

- (1) 客戶/廠商基本資料檔：紀錄客戶/廠商的基本資料，如電話、住址等。
- (2) 商品基本資料檔：紀錄商品的基本資料，包括品項、價格等。
- (3) 訂單需求資料檔：紀錄訂單需求的基本資料，如下單日、交貨日期等。
- (4) 訂單處理資料檔：紀錄訂單處理的基本資料，如目前狀況等。

二 配送車隊資料庫

配送車隊資料庫所包含的資料檔案如下：

- (1) 車輛/駕駛員基本資料檔：紀錄車輛/駕駛員的基本資料，如車牌號碼等。
- (2) 車隊定義資料檔：紀錄車隊的基本資料，如購買日期、噸數、車禍記錄等。

三 配送道路資料庫

- (1) 道路路網基本資料檔：紀錄道路路網的基本資料。
- (2) 節點屬性資料檔：紀錄節點屬性的基本資料，如座標、屬性等。
- (3) 節線屬性資料檔：紀錄節線屬性的基本資料，如組成節點、距離等。

3.2.2 模式庫子系統之功能規劃與設計

本研究所構建的決策支援系統之模式庫子系統，主要包含兩個模組：排程決策模組與路線決策模組。(1)排程決策模組的功能與目的為處理成品的運送排程相關問題，在使每件貨物皆在交貨期前送交到顧客與考慮每月 25 日為結帳日的前提下，將貨物依照一些準則，使期能儘量一起運送，減少運送次數，降低運輸成本。(2)路線決策模組主要在配送點已決定時，決定最經濟的運送路線。也就是說，本決策支援系統同時考量時間上的貨物排程問題與空間上的路線問題，以期能有效率的降低整個物流系統的運輸成本。

一. 排程決策模組

排程決策模組主要依據以下準則：

- (1)當明日有貨物到達交貨期時，在車輛容量限制下，將可配送的貨送交給客戶。
- (2)當明日無貨物到達交貨期時，若可配送的貨物達到經濟配送規模(設定為車輛容量的 90%，在模擬測試的章節還會對此參數作測試)，則將可配送的貨送交給客戶。
- (3)當交貨日在每月 25 日之後，則建議配送區間為 $[\text{MAX}(\text{生產完成日}, 25 \text{ 日}), \text{交貨日}]$ 。
- (4)當交貨日在每月 25 日之前，則建議配送區間為 $[\text{生產完成日}, \text{交貨日}]$ 。
- (5)檢查若明日不配送，是否會造成後日必須配送的貨物超過車輛容量。因若發生必須配送的貨物超過車輛容量的事件，其處理成本將升高，且若造成無法於交貨期限內將貨送達客戶手中，將嚴重影響公司的信譽，所以必須儘量避免此情形發生。

二. 路線決策模組

在設計配送車輛之送貨路線時，常需要求解「最短路徑問題 (SPP)」、「旅行推銷員問題 (TSP)」及「車輛路線問題 (VRP)」等，而對於不同的車隊型態與規模也有不同的求解模式，因本研究將針對王屋科技公司作研究，而其公司目前只有一輛貨車，故在車種問題方面只考慮單車種的車輛路線問題。故本研究的物流配送決策模式庫將包括有：(1) 最短路徑問題求解模組，(2) 旅行推銷員問題求解模組，(3) 單車種車輛路線問題求解模組。各模組之功能與內容說明如下：

(1) 最短路徑問題(SPP)求解模組

係用以估算路網各節點之間的最短路徑。此所謂最短路徑，可以道路實際距離，或行駛時間，或考慮時間、油耗等因素之一般化成本為衡量依據。在問題型態上，最短路徑問題又可分為「一點至多點」、「多點至多點」及「多條最短路徑」等三種。SPP 模組為求解所有車輛路線問題的基礎工具。

(2) 旅行推銷員問題(TSP)求解模組

為最基本的車輛路線問題，係提供各種車輛路線問題一個可行的起始路線，以便進一步求得符合實際情況要求與限制的建議配送路線。在解法上，可分成「路線建構法」、「路線改善法」和「綜合法」三種；運算時，必須使用到最短路徑搜尋模式的結果（成本矩陣）。TSP 模組常用來作為求解車輛路線問題起始解的工具。

(3) 單車種車輛路線問題(VRP)求解模組

係處理僅有一車種的情形，在該車種的承載容量限制下，求得總運送成本最小的配送路線及所需車輛數。在解法策略上，可分為「先分群再排路線」、「先排路線再分群」、「節省法/插入法」和「改善法/交換法」等四種方式。

因本研究主要為分析實際的案例-王屋科技公司的物流與配送作業流程，並以數學規劃的模式來設計建置一套決策支援系統，以輔助管理者下決策。而且就王屋科技的路網結構看來，其配送的點數不多，所以本研究並不發展一套新的 VRP 求解模組，將採用簡單的 VRP 解題模組來求解。

3.2.3 系統控制與人機界面之功能規劃與設計

系統控制為管理、協調整個決策支援系統之核心部分，負責連結系統資料庫與模式庫之運作與資料傳遞；而人機界面則提供使用者與系統控制之間的溝通管道。一個設計良好的界面將有助於使用者瞭解決策模式所提供之訊息，並可適時藉由參數之調整與控制，讓使用者能夠及時處理各種狀況。由於系統控制與人機界面的關係相當密切，在實際應用時，皆一併規劃設計。

本研究發展的王屋科技物流配送決策支援系統，係採用「功能表式」之視窗人機界面來處理系統控制的各項功能。在系統控制的主功能表下，共分成「客戶訂單資料處理」、「派車決策支援運算」、「資料庫管理」及「系統資訊」等四項子功能。其整體功能架構如圖 3.6 所示。各項功能之內容說明如下：

一 客戶訂單資料處理：

(1) 訂單輸入

處理管理者將訂單輸入系統的界面。

(2) 訂單完成輸入

將確定的資料存進訂單資料庫中等待後續程序處理。

二 派車決策支援運算

(1) 顯示道路路網

用來顯示路網的圖示資料，以幫助使用者瞭解配送的範圍。

(2) 配送點顯示與調整

顯示經由決策支援系統計算出來的配送結果，並可讓管理者依實際情況調整配送點順序，或剔除某些配送點。

(3) 派車結果顯示與調整

顯示最後的配送點與運送路線，司機需遵守配送的路線與順序。

三 資料庫管理：管理系統內的各項資料庫，包括新增、刪除與修改等功能。

- (1) 客戶資料庫管理：用來儲存客戶的各種資訊，包括地址、電話等。
- (2) 供應商資料庫管理：用來儲存供應商的各種資訊，包括地址、電話等。
- (3) 商品資料庫管理：用來儲存商品的各種資訊，包括品名、價格等。
- (4) 車隊資料庫管理：用來儲存車隊的各種資訊，包括司機、承載量等。
- (5) 路網資料庫管理：用來儲存路網的各種資訊，包括節點/線、成本等。

四 系統資訊：介紹本系統之相關資訊。

- (1) 系統簡介：簡介本系統的各項資訊。
- (2) 路網資料檔：可用來檢視路網的各項資料，包括節點數、節線數等資料。
- (3) 配送點資料檔：可用來檢視配送點的資料，此即為客戶或供應商的地點。
- (4) 成本矩陣檔：可用來檢視路網結構的成本結構。
- (5) 車隊資料檔：可用來檢視車隊的詳細狀況。

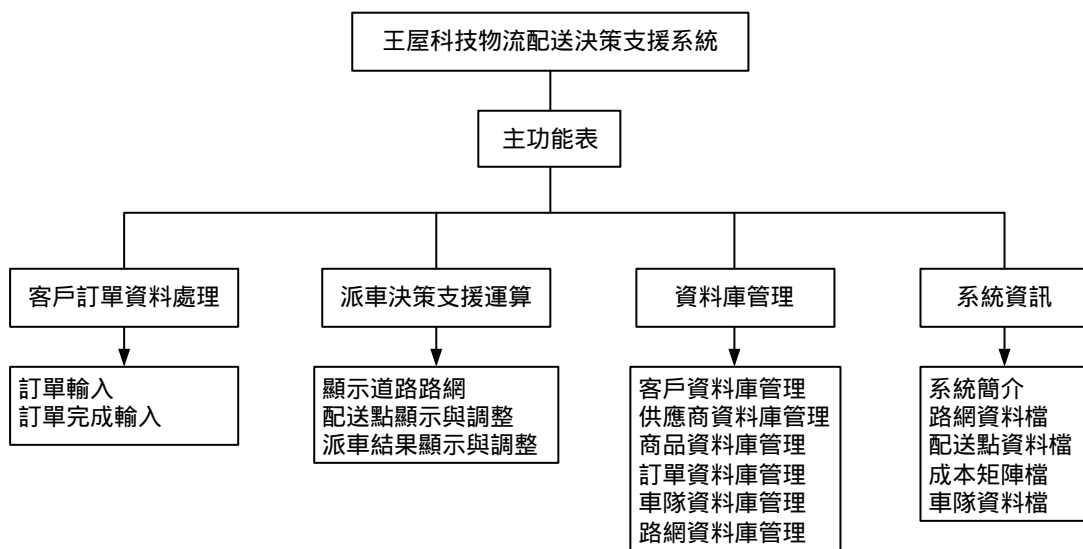


圖 3.8 王屋科技物流配送決策支援系統功能整體架構

第四章 DSS 資料庫之建立

本章依據 3.2 節之資料庫子系統之功能規劃與設計要點，藉以實際建立相關資料庫檔案。4.1 節敘述配送道路的相關地圖蒐集與實況調查狀況；4.2 節為路網相關資料之構建細節及檔案格式；4.3 節則是客戶訂單資料相關檔案之構建說明。

4.1 配送道路地圖資料蒐集與道路實況調查

由於目前大陸廣東地區並無一套完整的電子地圖圖檔及相關資料檔，再加上大陸當局近幾年來積極興建地方基礎建設，致使道路系統之變化一日千里，常常沒幾個月就新建了一條公路。有鑑於此，本研究將只針對較大的道路系統：高速公路、國道及省道作路網建構的目標。

4.1.1 配送道路地圖資料蒐集與整理

- 一. 地圖蒐集：以廣東省公安廳交通警察總隊主編的廣東司機手冊、廣東省地圖出版社出版的廣東省交通地圖冊、政區圖冊與交通遊覽圖等資料 [10][11] 進行基礎地圖繪製，並進行實地訪查，以更正地圖上的錯誤。
- 二. 範圍選定：以廣東省的中山與東莞為主要調查區域。
- 三. 路網編碼：因較小的街道巷弄的資料不易處理，所以將鄉鎮視為一個 node，以簡化整個路網資料，經簡化與編碼後，共有節點 253 點，節線 284 條。其路網圖如圖 4.1 所示。

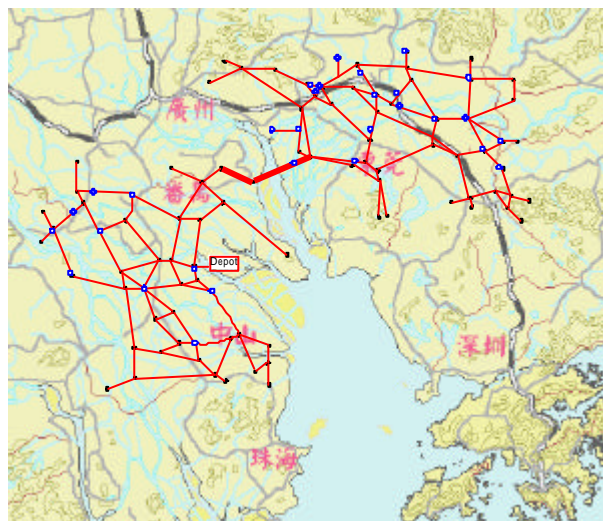


圖 4.1 王屋科技配送道路路網範圍

4.1.2 王屋科技路網結構分析

表 4.1 為王屋於廣東省的客戶與供應商的分佈資料。客戶的編號為 Czzxxx，C 表示類別碼，zz 為區域編碼，如中山為 01，xxx 為流水號。供應商的編碼也相同，只是類別碼為 S。本研究因資料取得問題，遂只針對中山與東莞的客戶作分析，其顧客分佈如圖 4.1 中空心圓點所示所示。

表 4.1 客戶與供應商編碼表

	客戶數	Code	供應商數	Code	Total
中山(01)	13	C01xxx	18	S01xxx	31
珠海(02)	0	C02xxx	2	S02xxx	2
惠陽(03)	1	C03xxx	3	S03xxx	4
東莞(04)	42	C04xxx	12	S04xxx	54
深圳(05)	21	C05xxx	5	S05xxx	26
江門(06)	1	C06xxx	2	S06xxx	3
其他(07)	17	C07xxx	6	S07xxx	23
Total	95		48		143

表 4.2 為節線與節點的編碼表，節點以 N 開頭為識別碼，且不同節點間皆保留一些空間以留待後續增加之用，共分為端點、閘道收費站、閘道收費站、交叉路口四種節點。節線以 L 開頭為識別碼，且不同節線間皆保留一些空間以留待後續增加之用，共分為高速公路、國道、省道、連接線、虛擬節線等五種節線。

表 4.2 節線與節點編碼表

名稱	細目	Code
Node	端點	N110xx0
	閘道收費站	N120xx0
	閘道收費站	N130xx0
	交叉路口	N140xx0
Link	高速公路	L210xx0
	國道	L220xx0
	省道	L230xx0
	連接線(線道以下等級)	L240xx0
	虛擬節線	L250xx0

表 4.3 表示中山與東莞的分區表，各分區皆代表一個配送點，而分區內的路網因過於複雜，且資料取得不易，故分區內的路線交由司機自行判斷。中山共分為 5 街 20 鎮再加上王屋的中山廠位址，共 26 個配送點。東莞分為 5 街 28 鎮，共 33 個配送點。

表 4.3 中山與東莞的分區表

市	分區	節點
中山(Z01)	三角鎮、黃圃鎮、浪網鎮、民眾鎮、東鳳鎮、小欖鎮、阜沙鎮、港口鎮、東昇鎮、南朗鎮、沙溪鎮、橫欖鎮、古鎮鎮、大涌鎮、板芙鎮、五桂山鎮、神灣鎮、坦洲鎮、三鄉鎮、南頭鎮、中山火炬、中山市東區街、中山市西區街、中山市石岐街、中山市環城街、中山市中山港街	5 街 20 鎮+Depot (26)
東莞(Z04)	麻涌鎮、中堂鎮、望牛墩鎮、洪梅鎮、沙田鎮、高涉鎮、石碣鎮、東莞市萬江區街、東莞市篁村區、東莞市附城街、厚街鎮、虎門鎮、長安鎮、大嶺山鎮、寮步鎮、茶山鎮、石龍鎮、石排鎮、橫瀝鎮、東坑鎮、大朗鎮、企石鎮、橋頭鎮、常平鎮、黃江鎮、謝崗鎮、樟木頭鎮、塘廈鎮、清溪鎮、鳳崗鎮、到滘鎮、東莞市城內街、東莞市城外街	5 街 28 鎮 (33)

資料來源：[12]

路網中的 Node 分為近似節點與實點。近似節點代表不是一個確定的點，其可能代表一個區域；實點代表依實際上的點，如交叉路口等。因主要調查的對象為東莞與中山，所以表 4.4 只列出其包括的資料，若有需要，可將此法應用於整個廣東省或華東、華南區域。

表 4.4 中山與東莞節點表

節點名稱	節點類別	東莞	中山	Total
近似節點	分區	33	26	59
	顧客	42	13	55
	供應商	12	18	30
實點	交叉路口	20	13	33
	收費站(高速公路開道)	11	6	17
	收費站(一般道路)	33	26	59
		151	102	253

4.1.3 王屋科技運輸相關成本分析

在運輸成本上包含了固定成本與變動成本。固定成本包含車輛折舊、司機薪資、其他等項目；變動成本包含油耗成本、維修成本、過路費、其他等項目。為簡化計算複雜度，本研究於計算路線成本時，將只考慮油耗成本與過路費此兩項成本。其詳細成本相關資料如表 4.5 所示。

表 4.5 成本分析表

	項目	定義	金額（單位：人民幣）
固定成本	車輛折舊	購置成本以直線分攤方式計算每年折舊（殘值為 0，年限 10 年）	N/A
	司機薪資	司機每月薪資、獎金。	1000 元
	其他	餐費	40 元/日
變動成本	油耗成本	車輛行駛每公里之油耗成本。	0.3 元/公里
	維修成本	車輛行駛每公里之維修費用（定期、不定期保養、輪胎等）。	N/A
	過路費	高速公路：依行駛距離分段式收費。 一般公路：定點式收費（包含過橋費）。	- 依地點、路線不同，收費不同。 - 高速公路依里程計算費率。 - 一般公路的收費介於 5~10 元間，且有些路段為單向收費。 - 虎門大橋為連接中山與東莞的重要橋樑，其收費為 40 元。
	其他	其他非預期的成本，如車禍	N/A

由表 4.5 可知收費站的收費遠比油耗成本高很多，因此我們可以說如何有效的減少派車次數的策略是比路線成本節省的決策要重要的多。

4.2 配送道路資料庫檔案建立

本節根據前節所述之路網資料結果，構建相關之道路圖形檔案及配送道路屬性等相關檔案。

一. 道路圖形檔案建立

根據地圖蒐集的結果繪製成路線的示意圖形，並給定座標點，撰寫一程式以顯示此道路圖形，目的為將派車結果以圖形的方式顯示，使駕駛更容易瞭解所欲配送的路線。

二. 配送道路屬性檔案建立

根據所繪製的路網，建立其相關的成本矩陣與前置點矩陣，以利派車路線決策模組計算之用。

4.3 客戶訂單資料庫檔案格式

一. 客戶/供應商基本資料檔

紀錄客戶與供應商的資本資料，可於需要時隨時更動、查閱。與本研究路線決策較有關的資料為客戶的送貨地點，此為運算求解最短路徑所需，但實際上的資料還是依據路網結構資料檔來進行計算。

欄位名稱	欄位型態	欄位長度	內容說明
CUS_ID	Character	6	客戶/供應商編號
NAME_A	Character	40	客戶/供應商全名
NAME_C	Character	10	客戶/供應商簡稱
ADDRESS	Character	60	送貨地址
TEL	Character	20	送貨電話
FAX	Character	12	送貨傳真
NO	Integer	8	統一編號
LICENCE	Integer	9	營利事業登記證號
BOSS	Character	10	公司負責人
SALESMAN	Character	10	公司聯絡人
AREA_ID	Character	4	區域編號
R_TEL	Character	20	登記電話

R_ADDRESS	Character	60	登記地址
MAX_ORDER	Character	10	信用狀況與額度
CONDITIONS	Character	60	交易條件備註
CAR_LIMIT	Character	10	配送車輛限制
DEL_TIME	Character	10	配送時段

二. 商品基本資料檔

紀錄商品的商品編號、商品名稱、商品規格、計量單位、材積當量等資料，不過每一位客戶的訂單皆不可被切割，配送的基本單位為箱，而每箱可裝載 80 件的貨品。因為王屋的產品其大小皆相差不大，故材積當量此項可不考慮。

欄位名稱	欄位型態	欄位長度	內容說明
GOOD_ID	Integer	14	商品編號
GOOD_NAME	Character	40	商品名稱
GOOD_SPEC	Character	20	商品規格
UNIT	Character	4	計量單位
PGU	Float	4.1	材積當量

三. 訂單資料檔

用來記錄客戶所下的訂單，此項資料庫為決策支援系統中常用到的資料庫，貨物排程模組會根據產品的交貨期限來判斷貨物是否應進行配送，並考量可配送貨物的總量是否值得配送。

欄位名稱	欄位型態	欄位長度	內容說明
ORDER_ID	Character	6	訂單編號
ORDER_DATE	Integer	6	訂單日期
CUS_ID	Character	6	客戶編號
AREA_ID	Character	4	區域編號
GOOD_NAME	Character	40	商品名稱
GOOD_ID	Integer	14	商品編號
QUALITY	Integer	6	訂購數量
FINISH_DATE	Integer	8	訂單完成日
OUT_DATE	Integer	8	出貨日期
DUE_DATE	Integer	8	交貨期限

第五章 個案模式庫之建立

本章根據 3.2 節之模式庫規劃與設計要點，藉以實際建立決策模組的模式。5.1 節說明排程模組的模組細節與解題流程；5.2 節說明派車路線模組的設計與考量。

5.1 排程決策模組

5.1.1 王屋科技作業流程分析

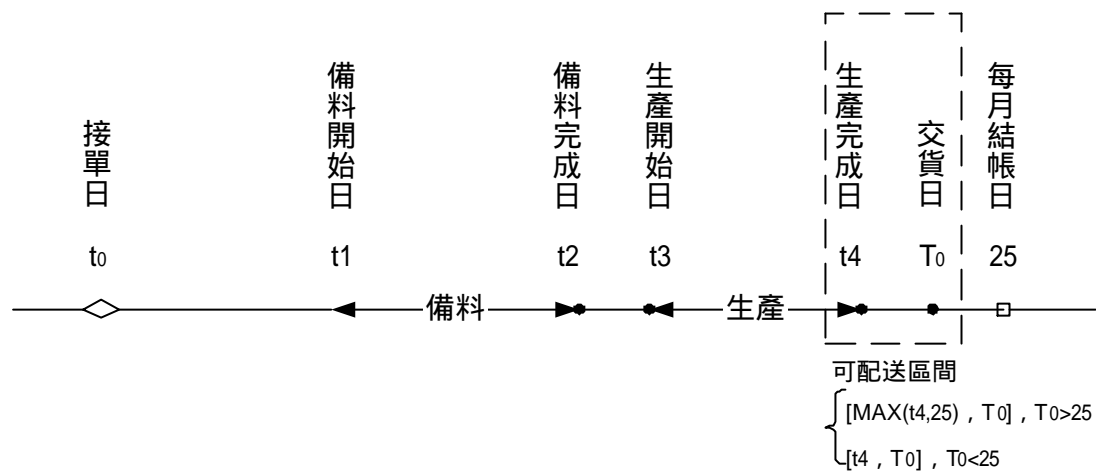


圖 5.1 王屋科技作業流程時間圖

王屋科技公司的作業流程由接到客戶訂單開始(t_0)，分別經過備料(t_1 - t_2)、生產(t_3 - t_4)與交貨(T_0)的過程，以下說明各作業階段的細節。

1. 接單：當接到客戶訂單時會告知對方交貨的日期，而根據各種不同的商品，有其不同的平均備料、生產時間，因此就可概略的推估最晚於何時前必須要開始進行備料的動作。接單日就是圖 5.1 的 t_0 點。
2. 備料：不同的商品根據其 BOM，首先檢查庫存是否足夠，若不夠則須於最晚備料日前跟廠商訂料，考量延遲的策略時，則建議晚點訂料，可使付款日期延後，減輕付款壓力。備料時間就是圖 5.1 的 t_1 到 t_2 的時間。
3. 生產：當備料完成時則進入生產階段，根據不同的商品會有不同的生產時間，而在產能固定的情況下，若有太多產品需生產時，會造成生產延滯，並可能使得商品無法在交貨日前送達。生產時間就是圖 5.1 的 t_3 到 t_4 的時間。
4. 當生產完成時，就可進行貨物的配送，而配送的區間因考量到每月 25 日為結

帳日，所以有兩種情況：

- A. 當交貨日在每月 25 日之後，則可配送區間為 $[\text{MAX}(\text{生產完成日}, 25 \text{ 日}), \text{交貨日}]$ 。就是圖 5.1 的 t_4 到 25 日的時間。
- B. 當交貨日在每月 25 日之前，則可配送區間為 $[\text{生產完成日}, \text{交貨日}]$ 。就是圖 5.1 的 t_4 到 T_0 的時間。

5.1.2 貨物排程模組規劃設計與流程

一. 目標：(1) 降低配送次數與平均配送成本 (2) 貨款儘早收到(考量金流問題)

二. 準則：

- (1)當明日有貨物到達交貨期時，在車輛容量限制下，將可配送的貨送交給客戶。
- (2)當明日無貨物到達交貨期時，若可配送的貨物達到經濟配送規模(設定為車輛容量的 80%，在績效測試的章節還會對此參數作測試)，則將可配送的貨送交給客戶。
- (3)當交貨日在每月 25 日之後，則配送區間為 $[\text{MAX}(\text{生產完成日}, 25 \text{ 日}), \text{交貨日}]$ 。
- (4)當交貨日在每月 25 日之前，則配送區間為 $[\text{生產完成日}, \text{交貨日}]$ 。
- (5)檢查若明日不配送，是否會造成後日必須配送的貨物超過車輛容量。因若發生必須配送的貨物超過車輛容量的事件，其處理成本將升高，所以必須儘量避免此情形發生。

三. 流程：

每日下班後執行貨物排程，根據排程模組的準則來判斷有哪些貨是明天需要配送的。若需要配送，再將配送點交由路線模組根據街道路網資料進行最佳路線的計算，並列印派車單交由司機進行配送相關作業。其流程圖如圖 5.2。 D_t 為在 t 日時已達到交貨期限的貨物的總和； S_t 為已完成的貨品的總和，包括已達交貨期限(D_t)和未達交貨期限(Y_t)的貨物； Cap 為車隊的容量。

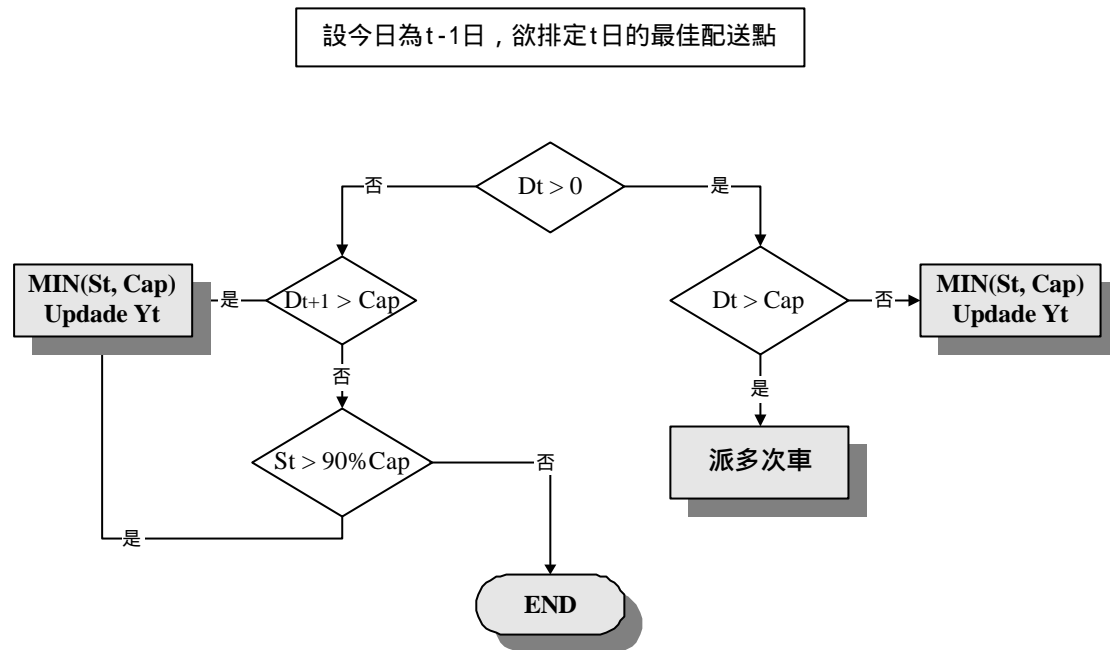


圖 5.2 派車排程模組流程圖

5.2 路線決策模組

5.2.1 路線決策模組求解步驟與方法

本研究的路線決策模組將直接採用陳國清[2]所提出與設計的求解方法求解，其求解的原理主要為先以貪心法則產生一組初始解，之後再運用 2-exch、1-0 交換、1-1 交換與 1-2 交換法的交換方法來改善求解的路線，其求解步驟如下：

- (1) 以貪心法則產生初始解。
- (2) 以 2-exch 來做路線內改善，以 1-0 交換法、1-1 交換法與 1-2 交換法來做路線間交換改善。
- (3) 因為本研究的路網規模不大且每次的配送點也不多，所以停止的機制採用傳統解 VRP 方法的停止機制：當所有路線組合皆已考慮時才停止。

5.2.2 配送路線結果

本節將分別用亂數選出 4、5、6 個配送點，並以 5.2.1 節設計的路線決策模組來求解，以驗證演算法的正確性。

(1) 配送四個顧客點

經亂數選取出四點配送點 13,28,28,40，經路線決策模式求解後，其配送順序為 13-38-28-40，配送成本為 205.6 元人民幣，共經過 14 個收費站，其詳細資料如表 5.1 所示。

表 5.1 四點配送路線與成本

配送點	配送成本
精芝(東莞虎門鎮)(13)、火輝(東莞長安鎮)(38)、利華(東莞寮步鎮)(28)、永隆(東莞篁村鎮)(40)	205.6 元人民幣(經過 14 個收費站)

圖 5.3 為配送的路線圖，由圖上顯示模組求解所得的路線應屬合理。

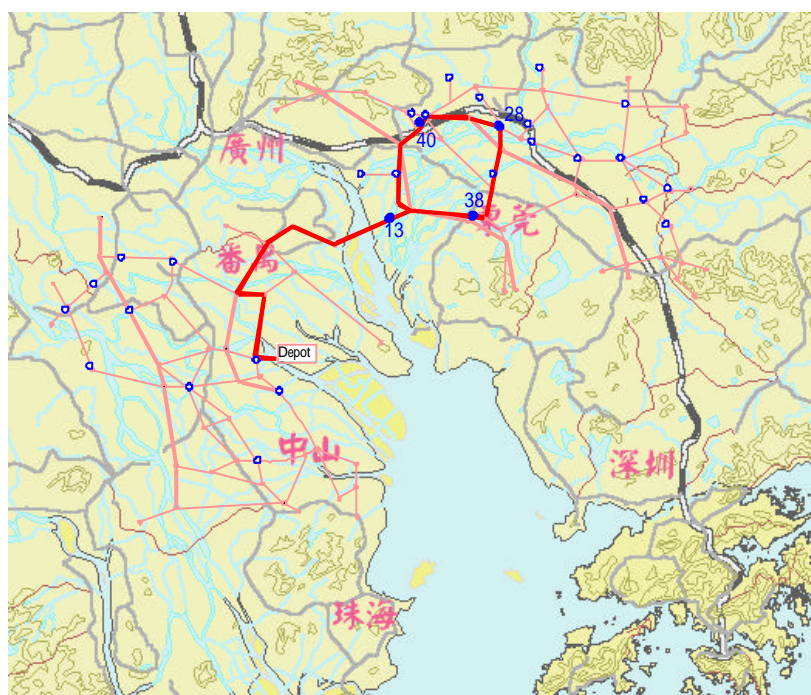


圖 5.3 四點配送路線圖

(2) 配送五個配送點

經亂數選取出五點配送點 41,37,19,23,38，經路線決策模式求解後，其配送順序為 38-41-23-19-37，配送成本為 246.2 元人民幣，共經過 19 個收費站，其詳細資料如表 5.2 所示。

表 5.2 五點配送路線與成本

配送點	配送成本
火輝(東莞長安鎮)(38)、泰昌(東莞塘廈鎮)(41)、森鑫(東莞黃江鎮)(23)、天合(東莞大朗鎮)(19)、堅志(東莞附城街)(37)	246.2 元人民幣(經過 19 個收費站)

圖 5.4 為配送的路線圖，由圖上顯示模組求解所得的路線應屬合理。



圖 5.4 五點配送路線圖

(3) 配送六個配送點

經亂數選取出六點配送點 18,46,22,41,43,13，經路線決策模式求解後，其配送順序為 46-43-13-41-22-18，配送成本為 351.4 元人民幣，共經過 30 個收費站，其詳細資料如表 5.3 所示。

表 5.3 六點配送路線與成本

配送點	配送成本
華裕(中山古鎮鎮)(46)、江城(中山小欖鎮)(43)、精芝(東莞虎門鎮)(13)、泰昌(東莞塘廈鎮)(41)、名辰(東莞黃江鎮)(22)、喜得(東莞寮步鎮)(18)	351.4 元人民幣(經過 30 個收費站)

圖 5.4 為配送的路線圖，由圖上顯示模組求解所得的路線應屬合理。

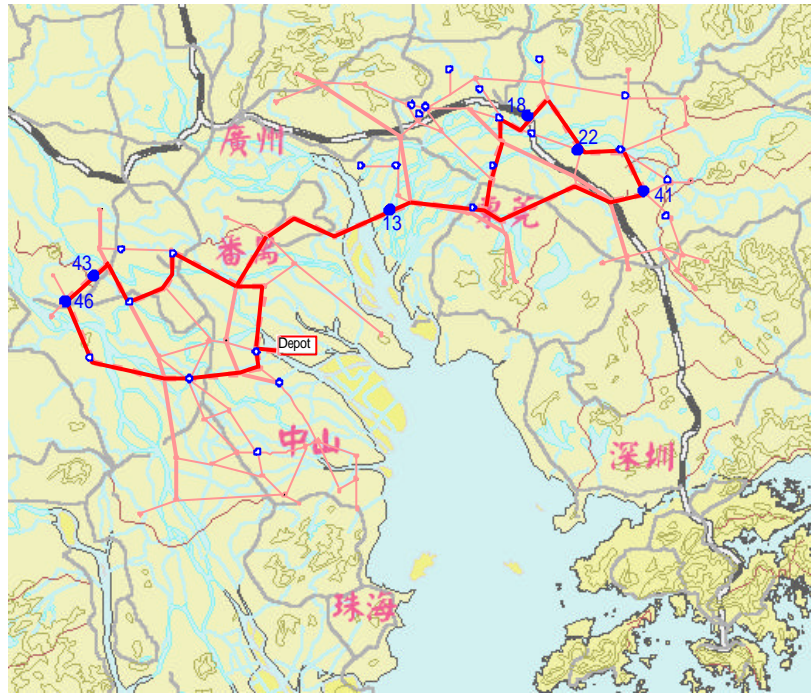


圖 5.5 六點配送路線圖

由以上路線求解的結果顯示路線決策模組的求解結果應無問題，但可以發現派車的成本從配送給四個客戶時就已經很高(人民幣 205.6 元，相當於台幣 1028 元)，可知配送路線的改善空間有限。因此，本研究後續將針對配送策略的擬定和測試做進一步的探討，並以減少派車次數來降低運輸成本為策略的中心思想，以期能將整體配送的成本做進一步的降低。

第六章 物流派車策略模擬分析

本研究將採用機率分配函數與蒙地卡羅演算法(Monde Carlo Algorithm)【K. Binder 1983】[19]來模擬適當的需求訂單序列，以摩納哥賭城為名的蒙地卡羅演算法，已被廣泛應用在統計抽樣，如民意調查等。

本研究的模擬期間訂為 6 個月，並假設每月工作日為 20 日，所以共有 120 日。整個系統的模擬為先模擬訂單的產生，再根據本研究所設計的配送策略來模擬實際的配送作業，最後再針對個別策略的總成本作討論與分析。

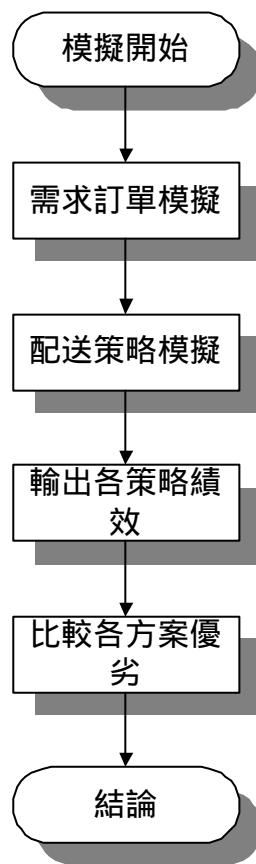


圖 6.1 模擬流程圖

6.1 需求訂單序列的產生

與本研究有關的訂單資訊主要包含「訂單發生日 OD_k 」、「產品項目 P_k 」、「訂購數量 Q_k 」、「顧客 C_k 」、「交貨期限日 DD_k 」、「產品完工日 FD 」等要素。訂單模擬的程序分為兩部分，第一部份為產生前 5 項基本資訊，此第一部分的資料為固定，然後產生 100 分不同的產品完工日，也就是會有 100 分需求訂單序列，其前

五項資料都相同，只有產品完工日不同。之後，將此 100 份資料套用於本研究所設定的運送策略，求出其平均成本，並以此成本判斷不同配送策略之優劣，以減少誤差。

(1) 訂單發生日(Order Date, OD)

本實驗訂單產生的原則採用 Time Scanning 的方式進行，也就是從第一天開始，每天根據每日訂單數的機率產生訂單，一直到模擬結束的 120 日。根據王屋科技其每月的平均訂單為 40 筆，而本研究假設其每月工作日為 20 日，故平均每日訂單為 2 筆。本研究依此假設其每日訂單介於 0 到 4 筆之間，其發生機率為：有 2 筆訂單的機率為 0.4, 1 筆和 3 筆的機率為 0.2, 0 筆和 4 筆的機率為 0.1，其機率分配圖與累積機率分配圖如下所示：

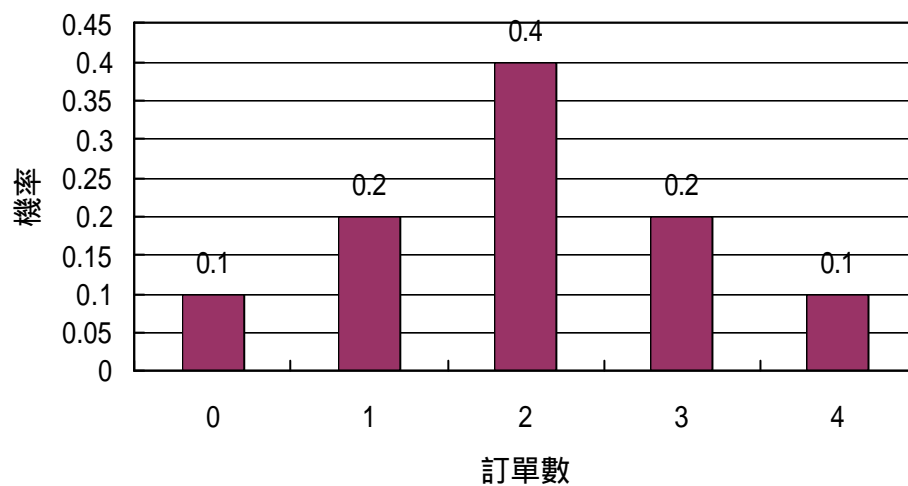


圖 6.2 每日訂單數機率分配圖

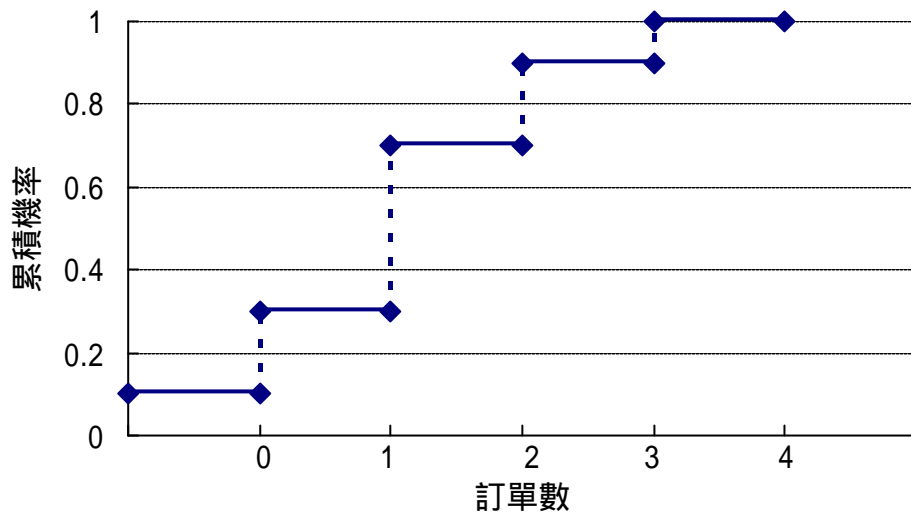


圖 6.3 每日訂單數累積機率分配圖

決定其 t 日的訂單數 x 可由亂數產生器來處理，亂數產生器會在 0 與 1 之間產生均勻的亂數序列 r ，而根據累積機率，可將其分為五個區間， r 必定符合以下其中之一的情况：

$$x = \begin{cases} 0 & \text{if } 0 \leq r < 0.1 \\ 1 & \text{if } 0.1 \leq r < 0.3 \\ 2 & \text{if } 0.3 \leq r < 0.7 \\ 3 & \text{if } 0.7 \leq r < 0.9 \\ 4 & \text{if } 0.9 \leq r < 1 \end{cases} \quad (6-1 \text{ 式})$$

也就是經由亂數產生器產生的隨機亂數 r 介於 0 與 0.1 之間時，訂單的數量為 0 筆；隨機亂數 r 介於 0.1 與 0.3 之間時，訂單的數量為 1；隨機亂數 r 介於 0.3 與 0.7 之間時，訂單的數量為 2；隨機亂數 r 介於 0.7 與 0.9 之間時，訂單的數量為 3；隨機亂數 r 介於 0.9 與 1 之間時，訂單的數量為 4。由此，每日訂單的模擬數量即可符合本研究所假設的每日訂單數目的分配。

(2) 產品項目(Product, P)

王屋科技公司的產品主要為燈俱用的變壓器，其產品的種類雖多，但其構造與功能皆非常類似，為簡化模擬程序，本研究選定其三項主力產品來作為模擬的要素。

表 6.1 產品項目

產品名稱	單價	成本	機率
插牆式電子變壓器 12V 60W (P1)	20	12	0.25
嵌燈用電子式變壓器 12V 60W (P2)	27	16	0.4
嵌燈用電子式變壓器 12V 150W (P3)	50	30	0.35

產生每筆訂單中的產品名稱的原則與上述相同，也是根據所假設的機率分配配合蒙地卡羅模擬的分法來亂數選出產品，其機率分配與累積機率分配圖形如圖 6.3 與圖 6.4 所示：

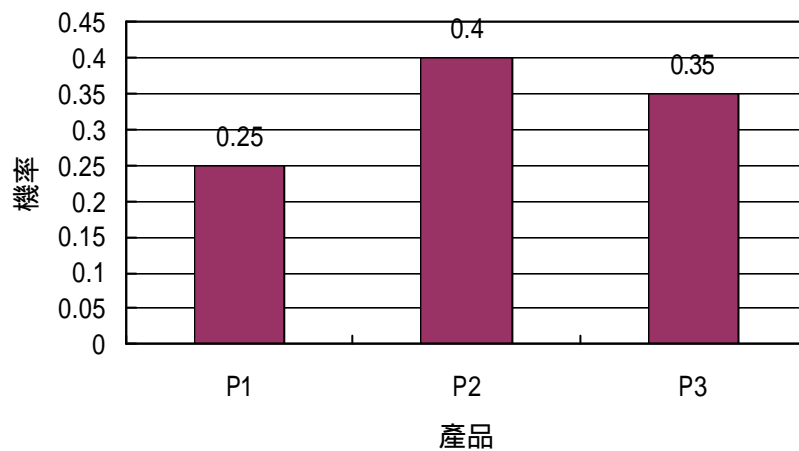


圖 6.4 產品機率分配圖

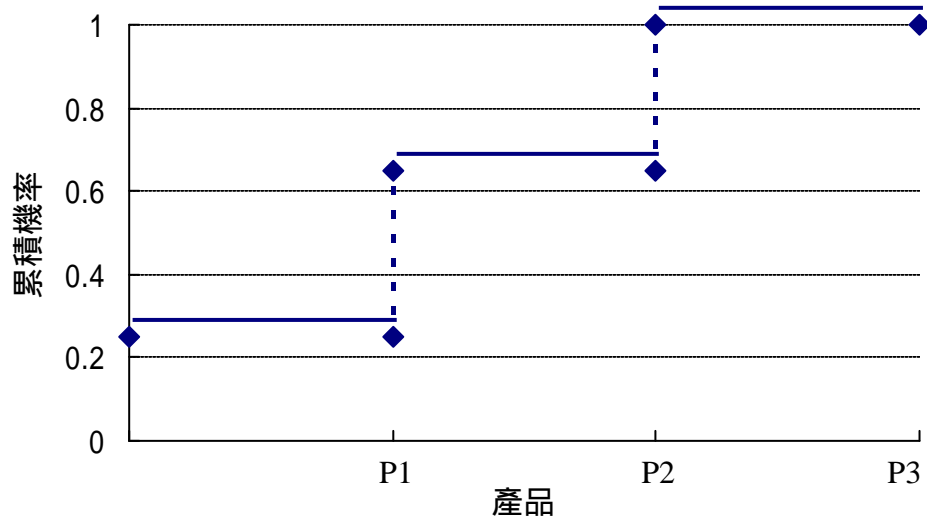


圖 6.5 產品累積機率分配圖

經由亂數產生器產生的亂數 r ，必定可符合(6-2 式)中的一項而選出一項產品。

$$P = \begin{cases} P1 & \text{if } 0 < r < 0.25 \\ P2 & \text{if } 0.25 < r < 0.65 \\ P3 & \text{if } 0.65 < r < 1 \end{cases} \quad (6-2 \text{ 式})$$

(3) 訂購數量(Quantity, Q)

王屋科技公司平均每筆訂單的訂貨量為 4000 個，相當於 8 大箱，為了簡化模擬流程，本實驗所模擬產生的訂貨量皆以箱為單位。圖 6.5 為本實驗根據平均訂貨量所假設的訂貨數量機率分配。其模擬產生的方法與考量與上述相同。

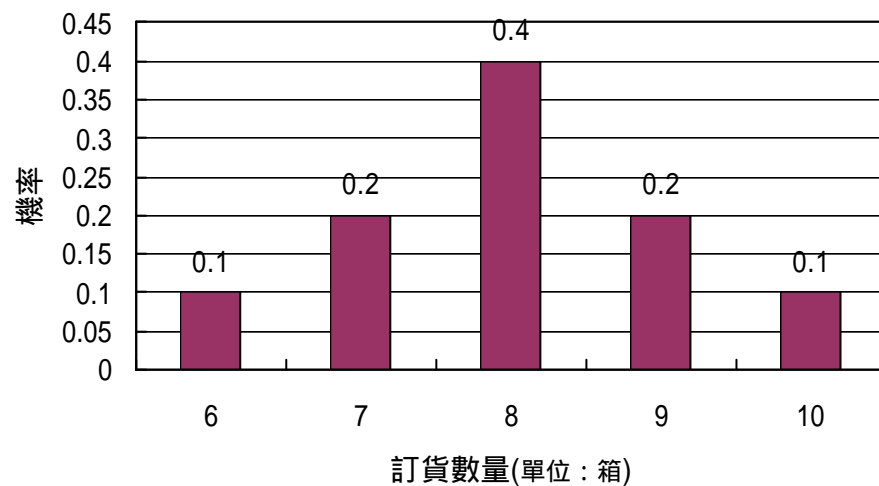


圖 6.6 訂貨數量機率分配圖

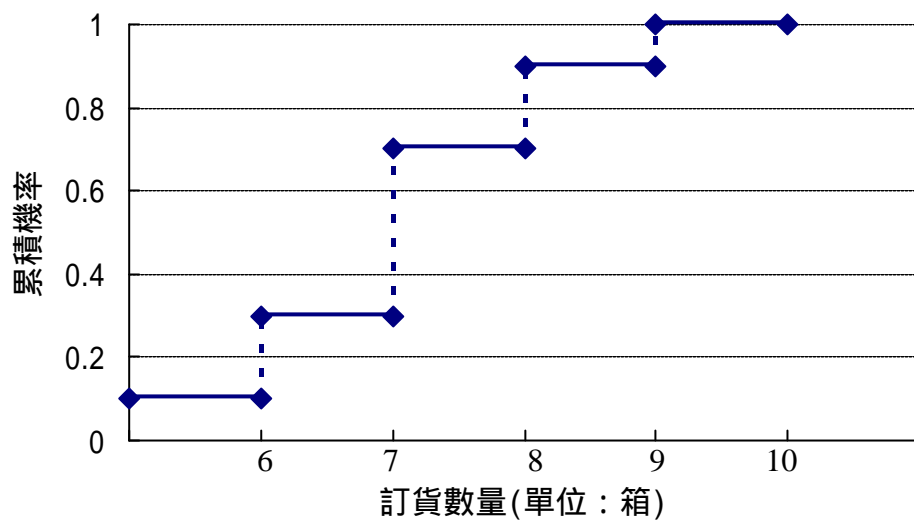


圖 6.7 訂貨數量累積機率分配圖

經由亂數產生器產生的亂數 r ，必定可符合(6-3 式)中的一項而選出訂貨數量。

$$Q = \begin{cases} 6 & \text{if } 0 < r < 0.1 \\ 7 & \text{if } 0.1 \leq r < 0.3 \\ 8 & \text{if } 0.3 \leq r < 0.7 \\ 9 & \text{if } 0.7 \leq r < 0.9 \\ 10 & \text{if } 0.9 \leq r < 1 \end{cases} \quad (6-3 \text{ 式})$$

(4) 顧客(Customer, C)

王屋科技公司的顧客數分散於大陸廣東省，主要集中於中山與東莞，本研究將針對於此兩地的客戶作分析，合計共約 50 位客戶。同時，顧客所在的地點也表示在配送階段的派遣點。因無法蒐集到王屋科技公司的顧客歷史資料，故假設顧客下單的機率相等，呈現均等機率分配。也就是當有訂單發生時，屬於任一顧客的機率相等。

表 6.2 客戶資料

區域	編號	名稱	地點	區域	編號	名稱	地點
東莞	1	大盛	東莞鳳岡	東莞	29	長輝	東莞寮布
	2	佑荏	東莞厚街		30	矽臺	東莞清溪
	3	高敬	東莞厚街		31	建達	東莞清溪
	4	新仁凱	東莞厚街		32	龍照明	東莞清溪

	5	瑞宏	東莞厚街		33	三立	東莞石碣
	6	信輝	東莞厚街		34	東協	東莞石碣
	7	泰菱	東莞厚街		35	大薪	東莞石排
	8	驥威	東莞厚街		36	新樺	東莞石排
	9	廣照	東莞厚街		37	堅志	東莞附城
	10	寶芝	東莞厚街		38	火輝	東莞長安
	11	吉歐	東莞厚街		39	盛東	東莞長安
	12	維好一	東莞樟木頭		40	永隆	東莞篁村
	13	精芝	東莞虎門		41	泰昌	東莞塘廈
	14	隆寶	東莞虎門		42	合盛	東莞塘廈
	15	東莞照明	東莞虎門	中山	43	江城	中山小欖
	16	瑩輝	東莞虎門		44	鼎輝	中山小欖
	17	火得	東莞東坑		45	新特麗	中山古鎮
	18	喜得	東莞東坑		46	華裕	中山古鎮
	19	天合	東莞大朗		47	得寶	中山埠沙
	20	精工	東莞大嶺山		48	奧喜郎	中山海洲
	21	橘升	東莞黃江		49	金威	中山南頭
	22	名辰	東莞黃江		50	明旺	中山橫欄
	23	森鑫	東莞黃江		51	琪郎	中山東昇
	24	王霖	東莞橋頭		52	昱榮	中山東昇
	25	虹凌	東莞萬江		53	捷輝	中山東昇
	26	達明	東莞萬江		54	駿材	中山東昇
	27	巨冠	東莞沙田		55	普爾	中山東昇
	28	利華	東莞寮布				

(5) 交貨期限日(Due Date, DD)

根據王屋科技公司的資料，平均備料時間為 7-10 日，平均製造時間為 3-6 日，也就是從接單後，約 10-16 日可交貨，為保證交貨期限日在產品完工日之後，本研究遂令交貨期限日 $DD = t+17$ 。

(6) 產品完工日(Finish Date, FD)

產品由下單到交貨主要經過訂單處理、備料、製造與配送等流程，對於王屋科技公司而言，備料與製造所花的時間最久，約 10-16 日，本研究根據此假設其完成訂單所需時間的機率分配如圖 6.7 所示。其模擬程序與上述相同。

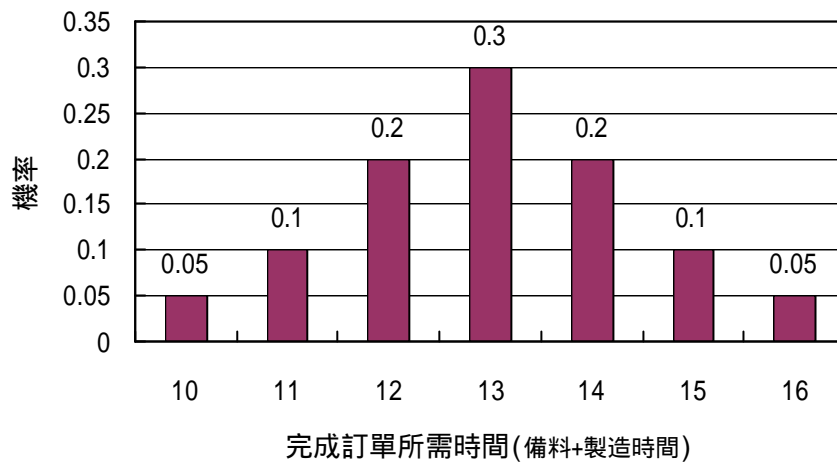


圖 6.8 完成訂單所需時間的機率分配圖

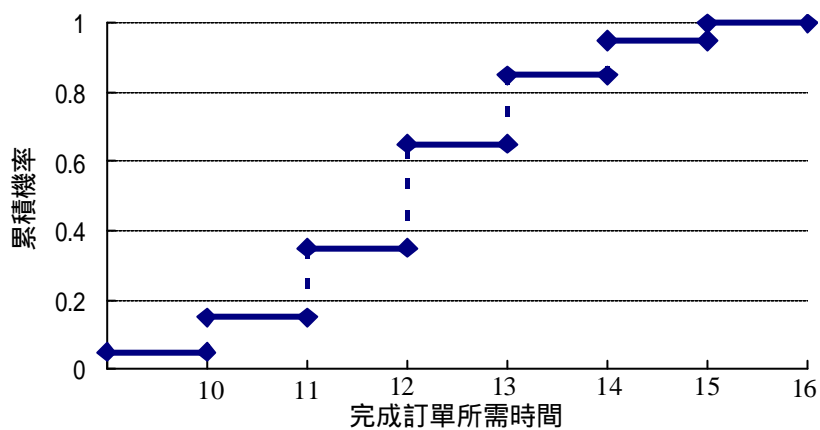


圖 6.9 完成訂單所需時間的累積機率分配圖

經由亂數產生器產生的亂數 r ，必定可符合(6-4 式)中的一項而選出完成訂單所需時間，進而決定產品完工日。

$$FD = \begin{cases} t+10 & \text{if } 0 < r < 0.05 \\ t+11 & \text{if } 0.05 \leq r < 0.15 \\ t+12 & \text{if } 0.15 \leq r < 0.35 \\ t+13 & \text{if } 0.35 \leq r < 0.65 \\ t+14 & \text{if } 0.65 \leq r < 0.85 \\ t+15 & \text{if } 0.85 \leq r < 0.95 \\ t+16 & \text{if } 0.95 \leq r < 1 \end{cases} \quad (6-4 \text{ 式})$$

需求訂單序列的產生即是根據上述各項敘述要點產生，主要包含 (OD,P,Q,C,DD,FD)，其流程圖如圖 6.10 所示：

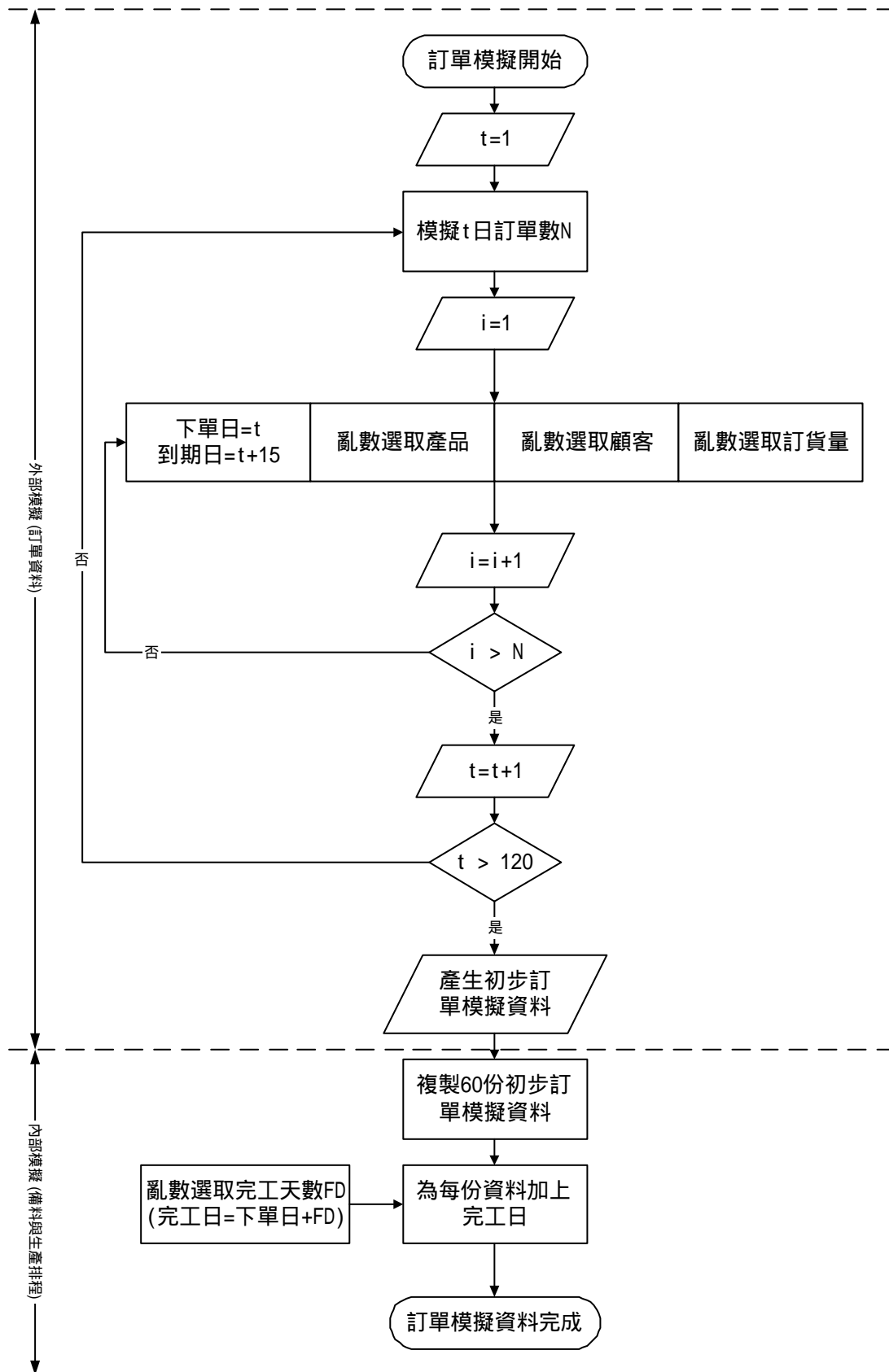


圖 6.10 模擬需求訂單流程圖

根據上述要點產生的模擬需求訂單如表 6.3 所示：

表 6.3 模擬需求訂單(部分)

下單日	產品	訂貨量	顧客	產品完成日	交貨期限
1	3	8	50	13	18
1	3	10	46	11	18
2	3	8	38	13	19
3	3	8	13	17	20
4	1	9	19	14	21
4	2	6	43	14	21
5	1	8	50	19	22
5	3	7	47	19	22
5	1	8	33	17	22
6	2	9	38	21	23
6	2	6	9	16	23
7	1	9	7	21	24
7	1	7	19	19	24
9	2	9	9	19	26
9	1	9	39	22	26
10	1	8	38	23	27
10	2	9	15	22	27
10	3	9	10	23	27
11	3	8	22	22	28
12	2	8	44	24	29
12	3	8	10	24	29
13	3	8	47	29	30
13	3	8	35	27	30
14	2	8	44	28	31
15	2	10	38	28	32
15	2	8	33	31	32
15	2	10	1	27	32
15	2	8	48	28	32
15	2	8	19	28	32
16	3	8	15	28	33
16	1	7	12	28	33

6.2 派車策略分析

在需求訂單模擬完成後，本研究將套用幾套不同的配送方案，測試何種方案的配送方案較有效率，以做為實際運作時的配送策略參考。各配送方案的原則為在交貨期限與車輛容量的限制下，組合不同的配送策略來進行配送。

(1) 併裝(Consolidation)

此策略主要以延遲的策略為主，盡量延遲貨物的配送，以提高貨物承載率，但會避免必須一天進行多車次配送的事件發生。其作法為考量最近的交貨期限日，若其總貨量大於容量限制，則提前一天先配送一部分的商品，原則為使承載率最高。

此策略優點為可使配送頻率降低，增加車輛承載率，預期運輸費用較低且較經濟，但因為避免了需進行多車次的配送事件，其承載率預期將會更高。缺點為雖然交貨時間未超過交貨期限，但使得顧客最慢收到貨品，顧客滿意度為最低，而且貨物堆在倉庫裡會增加存貨風險(如被竊、火災等)。

(2) 延遲(Postponement)與經濟配送容量設定

此策略主要為(1)的延伸，但考量到需求遽增時可能會造成策略不適用，本研究遂增加一經濟配送容量設定，即是當可配送的貨量達到管理者所設定的容量界線時，即進行配送。本研究於測試時將設定其經濟配送容量限制為 90%，也就是只有在可配送的貨物到達交貨期限或總貨物達配送車輛容量的 90% 時，才進行配送。

(3) 快速回應(Quick Responsive)

當有貨物完成時，就進行配送的作業，當貨物總和大於容量限制時，則優先選取交貨期限較為急迫的貨品。

此策略可使顧客最快收到貨品，創造最高的顧客滿意度；但缺點為配送頻率高，車輛承載率低，運輸費用較高且不經濟。

綜合以上所述，本研究針對上述策略作配送策略的模擬與分析，並以平均運輸成本、平均承載率、準時交貨率、平均遲交訂單數與平均配送次數為績效指標來分析其優劣，其要策略點列表如表 6.4 所示。

表 6.4 配送策略列表

策略	要點	說明
策略一	併裝(Consolidation)	考量最近的交貨期限日，若其總貨量大於容量限制，則提前一天先配送一部分的商品。
策略二	延遲(Postponement)(90%)	當可配送的貨量達到管理者所設定的經濟配送容量或有貨物到達交貨期限時，即進行配送。若其總貨量大於容量限制，則提前一天先配送一部分的商品。
策略三	快速回應(Quick Responsive)	當有貨物完成時，就進行配送的作業，當貨物總和大於容量限制時，則優先選取交貨期限較為急迫的貨品。

6.3 模擬輸出項目

本研究根據 6.1 與 6.2 節模擬訂單原則與之後的配送策略擬定，測試訂單需求分別成長 1.5 倍、2 倍到 5 倍九種情形，分析若需求成長時，不同策略間的績效變化。

根據調查分析，其車輛容量為 80 箱貨物，每筆訂單平均為 8 箱貨物，假設每日只配送一車次，因此 6 個月(120 日)的模擬測試，其車輛的總容量為 $(80/8) \times 120 = 1200$ 筆訂單量。本研究為方便分析，將測試的訂單規模轉成需求強度(Demand Intensity)，也就是在目前的訂單水準下，其需求強度為 $240/1200 = 0.2$ ；當需求成長到 5 倍時，其需求強度為 $1200/1200 = 1$ 。本研究隨後的分析都將以需求強度來替代訂單數量。

在不同的需求強度下，為了減少各別模擬的變異量，都會分別測試 100 次，使其變異量減少為原來的 1/10，之後求出其平均的績效指標。本研究模擬程序的績效衡量指標共有五項，分別為平均運輸成本、平均乘載率、平均總遲交訂單數、平均服務水準與平均配送次數，其說明如下：

(1) 平均運輸成本(Average Transportation Cost, ATC)

當配送策略模組決定了配送點後，交由車輛路線模組求出最佳的配送路線，即可得出此趟配送的運輸成本，而在 100 次的測試後即可求出其平均運輸成本(ATC)。平均運輸成本與總配送次數成正比，也就是若能減少配送次數，其運輸成本也就會較少。

(2) 平均承載率(Average Loading Factor, ALF)

不同的配送策略會導致不同的承載率，承載率高則配送較有效率，也可使總成本降低，但載送的貨多，配送的點也就會相對的增加，每一趟的運輸成本預期將會高一些。

(3) 平均總遲交訂單數

當貨物無法於交貨期限前交到客戶手裡，則視為遲交的訂單，對公司的信譽影響極大，而預期當配送採用延遲(Postponement)的策略時，較易發生有遲交訂單的情況。此指標的計算為求出模擬過程中的遲交訂單總數，並求出其總平均。

(4) 平均服務水準(Level Of Service, LOS)

本研究模擬策略的服務水準之衡量是以準時交貨率來計算，其計算方式為： $(\text{訂單數} - \text{遲交訂單}) / \text{訂單數}$ ，以此可得到一個 0 到 1 的指標值。本研究將此指標當作訂單滿足(Fulfillment)的服務水準，服務水準高代表遲交的訂單數少，顧客的滿意度較高，公司的配送排程也較有效率。

(5) 平均配送次數(Average Delivery Times, ADT)

此指標為模擬的配送次數的總平均，用來衡量配送策略的效率，其也與平均運輸成本相關，大致呈現正比的關係。

6.4 模擬結果分析

本小節將進行模擬結果分析，6.4.1 節分析在不同需求強度下的承載率；6.4.2 節分析在不同需求強度下的運輸成本。

6.4.1 承載率分析

如前所述，車輛的容量限制為 80 大箱，而且每一位客戶的需求不能被切割，也就是若客戶的訂單總數為 10 大箱，則不能今天送 5 大箱，剩餘的明日再送。圖 6.11 表示在不同需求強度下，運用不同策略所得出的承載率。

策略一(併裝, Consolidation)在目前的需求強度下，承載率已能達到 0.594。當訂單成長到目前需求的 2.5 倍時，其承載率已為 0.924。當需求強度在 0.5 到 1 之間時，其承載率一直維持在 0.95 上下，非常接近滿載。而在測試階段內，策略一的承載率皆為最高，表示在三個策略中，策略一在承載率的提升上最顯著。這也顯示了延遲的策略確實能迅速的提高承載率。

策略二(延遲, Postponement(90%))的目的為當可配送貨物達到管理者所設定的經濟配送容量時，即應立即採取配送，避免影響之後的配送作業，造成無法準時交貨的情況。所模擬出的承載率的結果，其承載率與訂單規模成正比。以目前的需求強度為 0.2 而言，其承載率為 0.589，當訂單成長到目前需求的 2.5 倍時，其承載率為 0.873。其承載率雖不及策略一，但只稍遜一點，為可接受的範圍，且仍然遠優於策略三的承載率。

策略三(快速回應, Quick Responsive)在目前的需求強度下，承載率只有 0.23，與王屋科技目前的情況相似。當訂單成長到目前需求的 2.5 倍時，其承載率才能接近 0.5，為三個策略中承載率表現最差者。

由以上說明可發現，在需求強度為目前的 5 倍以內時，策略一的在承載率上的表現皆優於策略二與策略三。但隨著需求強度的增加，各策略的承載率也逐漸的攀升，在需求強度為 1 時，三個策略的承載率皆能達到九成以上，但預期此時容量已不足以供給這樣的需求，而容易造成訂單無法於交貨期限內送達的比率增高。

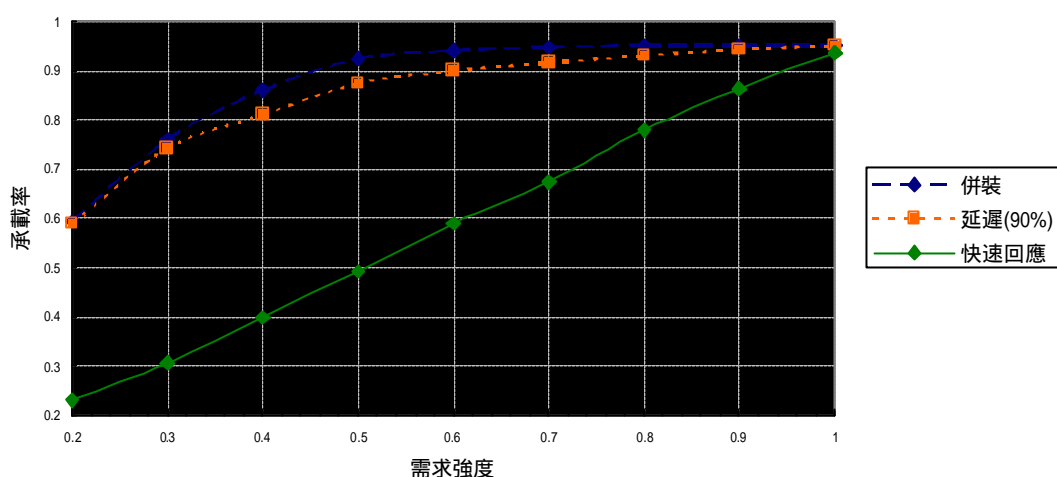


圖 6.11 三種策略在不同需求強度下的承載率

表 6.5 三種策略在不同需求強度下的承載率

需求強度	併裝	延遲(90%)	快速回應
0.2	0.593596	0.589045	0.22967
0.3	0.759954	0.742494	0.306229
0.4	0.860977	0.810714	0.398684
0.5	0.924141	0.873438	0.492207
0.6	0.94119	0.89997	0.589071
0.7	0.947964	0.915758	0.674103
0.8	0.95162	0.931006	0.78006
0.9	0.950885	0.943632	0.863922
1	0.951796	0.951193	0.936022

6.4.2 運輸成本分析

圖 6.12 表示在不同的需求強度下，運用不同的配送策略所得到運輸成本，其詳細的數據如表 6.6 所示。

策略一在目前的需求強度下，其運輸成本平均只有人民幣 10075 元，遠低於策略三的運輸成本，約只有策略三的運輸成本的二分之一不到。隨著需求強度的增大，其運輸成本也相對的增大，但是依然比策略三要佳。當需求強度為 1 時，其運輸成本才與策略一相近。

策略二在目前的需求強度下，其運輸成本平均只有人民幣 10153 元，與策略

一的運輸成本相近，表示其在需求小時，有不錯的表現。在整個測試的期間，其成本一直與策略一的運輸成本相近，表示延遲的策略有效的降低配送次數，使運輸成本能被有效的降低，且策略二的經濟配送容量設定為 90%，為接近滿載的情形，其運輸成本降低為可預期的。

策略三在目前的需求強度下，其運輸成本約為人民幣 25985 元，隨著需求強度的增加，其運輸成本依然固定在人民幣 25000 到 33000 元之間，因為其配送次數多，造成運輸成本高居不下，在訂單規模小的情況下，其配送相當的沒有效率，此種策略只有在訂單規模大，承載率高時，才會有效率。

在現況下(需求強度為 0.2)，延遲(90%)的策略比快速回應(目前個案所採的策略)在運輸成本上節省了約 61%，可使總成本節省 4.8%。

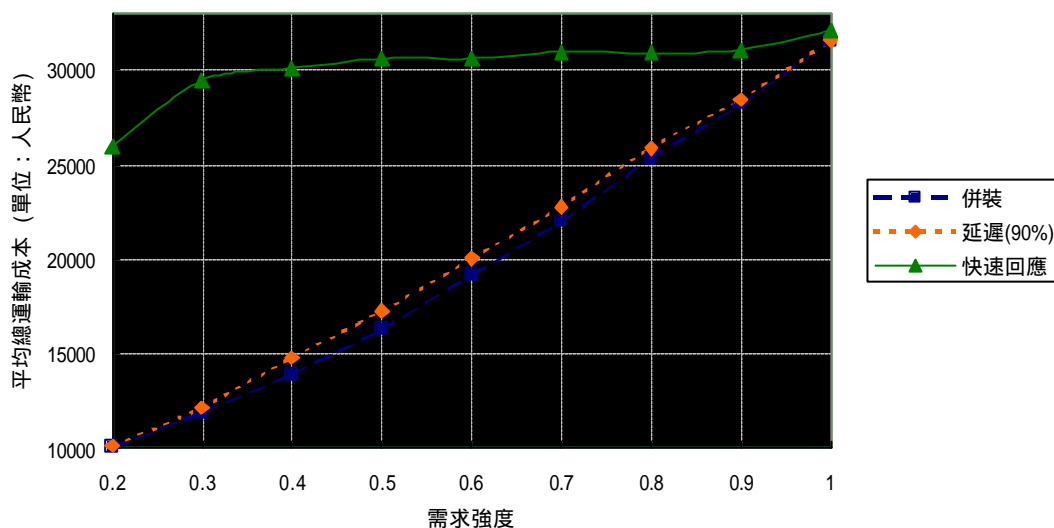


圖 6.12 三種策略在不同需求強度下的平均運輸成本

表 6.6 三種策略在不同需求強度下的平均運輸成本(單位：人民幣)

需求強度	併裝	延遲(90%)	快速回應
0.2	10075	10152.5	25985
0.3	11887.5	12167.5	29462.5
0.4	13950	14815	30097.5
0.5	16310	17260	30617.5
0.6	19170	20052.5	30627.5
0.7	22015	22792.5	30960
0.8	25332.5	25895	30905
0.9	28227.5	28445	31070
1	31562.5	31582.5	32095

6.4.3 遲交訂單比率分析

圖 6.13 表示在不同的需求強度下，運用不同的配送策略所得到的平均遲交訂單比率，其詳細的數據如表 6.7 所示。

策略一在目前的需求強度下，未能於交貨期限前將貨品送達的訂單比率為 0。在需求強度為 0.6 時，開始出現訂單遲交的現象。當需求強度為 0.9 時，其遲交的訂單比率已達 0.152；而在需求強度為 1 時，其遲交率已達 0.876，顯示在此需求強度下，此策略已不適用。

策略二在目前的需求強度下，未能於交貨期限前將貨品送達的訂單比率為 0。在需求強度在 1 以下時，運用此策略皆不會造成訂單有遲交的現象發生。而當需求強度為 1 時，其遲交率已超過五成達到 0.518，顯示在此需求強度下，運用此策略所造成的缺貨率太高，已不適合使用。

策略三在目前的需求強度下，未能於交貨期限前將貨品送達的訂單比率為 0。在需求強度在 1 以下時，運用此策略皆不會造成訂單有遲交的現象發生。而當需求強度為 1 時，其遲交率已達到 0.466，雖然此策略的遲交率為最低，但接近五成的遲交率實在很難讓管理者接受，且公司因此而損失的信譽也不可忽視。

由以上分析可得以下結論：

- (1) 在遲交率這項指標上，其各項策略的績效為：策略三 > 策略二 > 策略一。也就是策略一的遲交率為最低，顯示了快速回應的策略能有效的降低遲交的事件發生。
- (2) 在需求強度增加時，因需求變大，延遲的策略反而使得後面的貨物無法準時出貨，造成無法於交貨期限前將貨物送達客戶手裡，因此策略一是首先出現遲交訂單的策略。而當需求強度為 1 時，三個策略皆沒有令人可接受的遲交率，因此當需求成長到此階段時，應考慮擴充配送車隊，以增進配送的容量。

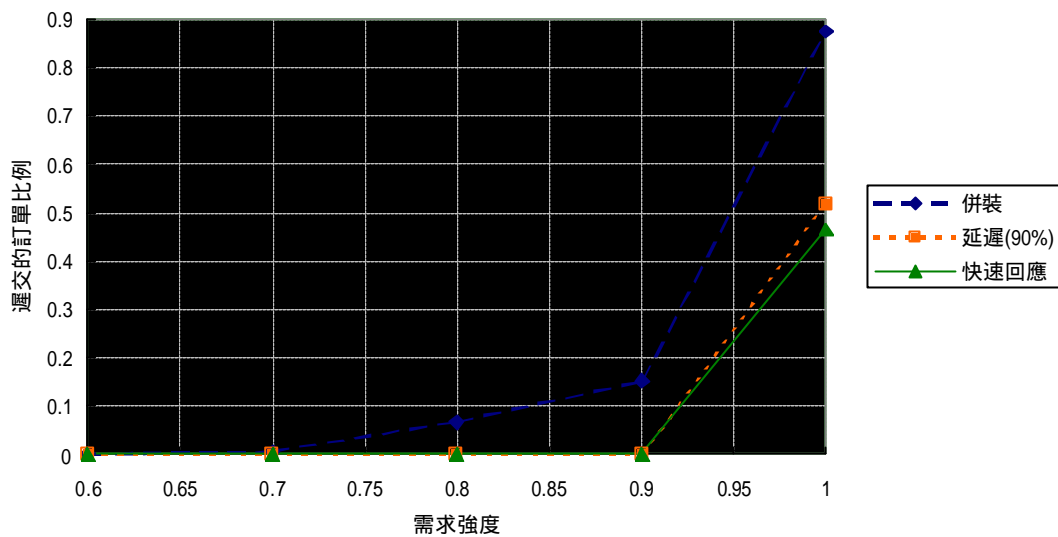


圖 6.13 三種策略在不同需求強度下的平均遲交訂單比率

表 6.7 三種策略在不同需求強度下的平均遲交訂單比率

需求強度	併裝	延遲(90%)	快速回應
0.2	0	0	0
0.3	0	0	0
0.4	0	0	0
0.5	0	0	0
0.6	0.000458	0	0
0.7	0.00619	0	0
0.8	0.067708	0	0
0.9	0.152259	0	0
1	0.875783	0.518	0.465683

6.4.4 服務水準分析

圖 6.14 表示在不同的需求強度下，運用不同的配送策略所得到的平均服務水準(準時交貨率, Order Fill Rate)，其詳細的數據如表 6.8 所示。

策略一在目前的需求強度 0.2 到需求強度為 0.5 之間，其服務水準皆為 1。隨著需求強度的增加，其服務水準也跟著下降，當需求強度為 1 時，其服務水準只有 0.124，顯示在需求強度為 1 時，此策略已不適用。

策略二在目前的需求強度 0.2 到需求強度為 0.9 之間，其服務水準皆為 1。

當需求強度為 1 時，其服務水準只剩 0.482。

策略三在目前的需求強度 0.2 到需求強度為 0.9 之間，其服務水準皆為 1。
當需求強度為 1 時，其服務水準為 0.534。

由以上分析可知，策略三的服務水準最高，顯示快速回應的策略可有效提高服務水準。在需求強度為 1 時，三個策略的服務水準皆不超過 6 成，表示應考慮擴充配送車隊，以增進配送的容量，提高服務水準。

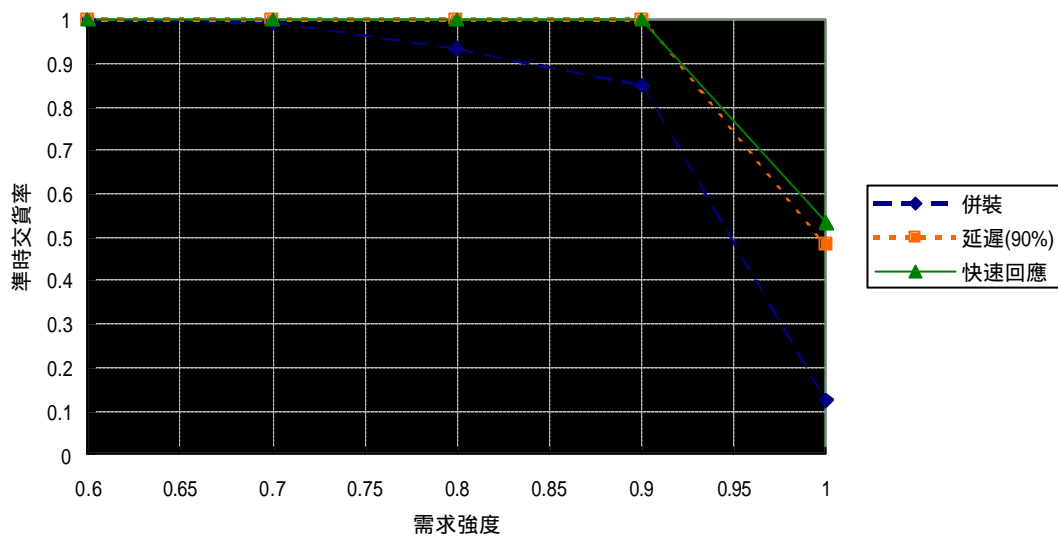


圖 6.14 三種策略在不同需求強度下的平均服務水準(準時交貨率)

表 6.8 三種策略在不同需求強度下的平均服務水準(準時交貨率)

需求強度	併裝	延遲(90%)	快速回應
0.2	1	1	1
0.3	1	1	1
0.4	1	1	1
0.5	1	1	1
0.6	0.9995417	1	1
0.7	0.9938095	1	1
0.8	0.9322917	1	1
0.9	0.8477407	1	1
1	0.1242167	0.482	0.5343167

6.4.5 配送次數分析

圖 6.15 表示在不同的需求強度下，運用不同的配送策略所得到的平均配送次數，其詳細的數據如表 6.9 所示。

策略一在目前的需求強度 0.2 下，平均配送次數為 40.3。隨著需求強度的增加，配送次數也呈現正比的關係增加，當需求強度為 1 時，平均配送次數為 126.25。

策略二在目前的需求強度 0.2 下，平均配送次數為 40.61，與策略一相近。在不同的需求強度下，策略二的配送次數也都只比策略一多一點點。

策略三在目前的需求強度 0.2 下，平均配送次數為 103.94，遠遠大於策略一與策略二。在不同的需求強度下，策略三的配送次數皆維持在 100~130 之間。

由以上分析可知，延遲的策略能有效地降低配送次數，達到降低運輸成本的效益；而快速回應的策略則無法將配送次數降低。

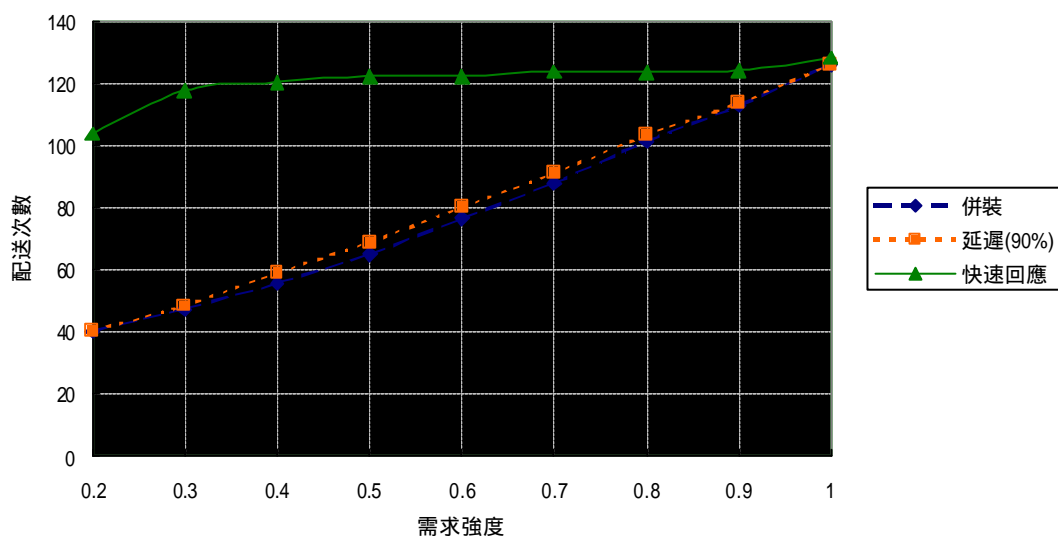


圖 6.15 三種策略在不同需求強度下的平均配送次數

表 6.9 三種策略在不同需求強度下的平均配送次數

需求強度	併裝	延遲(90%)	快速回應
0.2	40.3	40.61	103.94
0.3	47.55	48.67	117.85
0.4	55.8	59.26	120.39
0.5	65.24	69.04	122.47
0.6	76.68	80.21	122.51
0.7	88.06	91.17	123.84
0.8	101.33	103.58	123.62
0.9	112.91	113.78	124.28
1	126.25	126.33	128.38

6.4.6 交貨時間分析

圖 6.16 表示在不同的需求強度下，運用不同的配送策略所得到的平均交貨時間，其詳細的數據如表 6.10 所示。

策略一在目前的需求強度 0.2 下，平均交貨時間為 15.15 天。隨著需求強度的增加，交貨時間也呈現逐步增加的趨勢，當需求強度為 1 時，平均交貨時間由 16.86 遽增為 19.59 天。

策略二在目前的需求強度 0.2 下，平均交貨時間為 15.08 天，與策略一相近。之後隨著需求強度的增加呈現稍微減少的趨勢，此現象為當需求少時，延遲的策略會使得交貨時間較長，而隨著需求增加，經濟配送容量限制的效益就漸漸顯現，於貨量達 90%Capacity 時，即刻進行配送作業，因此可降低配送的時間。當需求強度為 1 時，平均交貨時間由 14.92 天大幅增加為 17.74 天。

策略三在目前的需求強度 0.2 下，平均交貨時間為 14 天，為三個策略中交貨時間最短者。在需求強度 0.9 以下時，策略一的交貨時間皆維持在 14 天左右，當需求強度為 1 時，平均交貨時間由 14.49 天增加為 17.35 天。

由以上分析可知，快速回應的策略能有效地降低交貨時間，達到提高服務水準的效益；而延遲的策略則會使交貨時間偏高。而交貨時間在需求強度為 1 時的大幅增加的現象，顯示此階段的運輸能量已不足以支撐這樣的需求量。

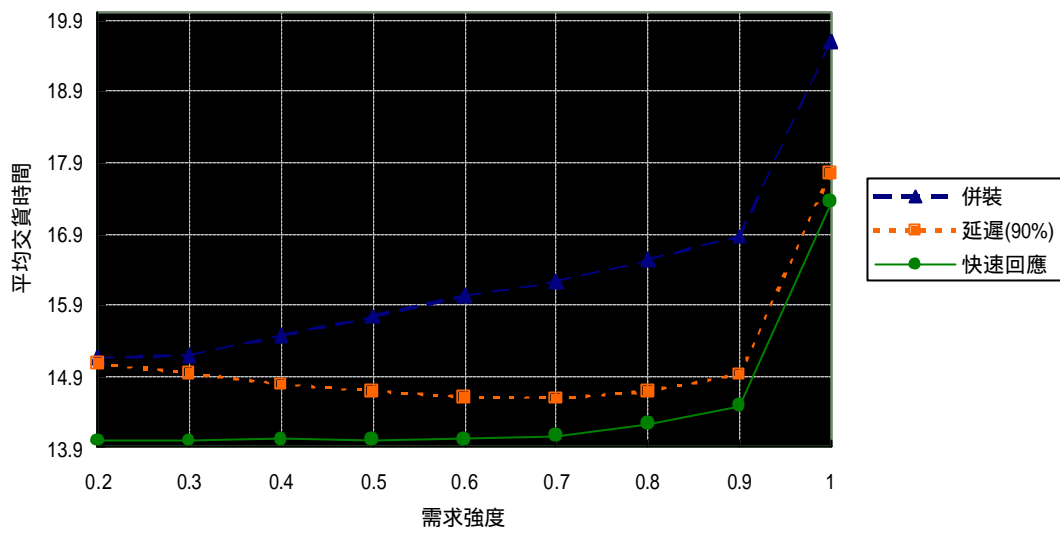


圖 6.16 三種策略在不同需求強度下的平均交貨時間

表 6.10 三種策略在不同需求強度下的平均交貨時間

需求強度	併裝	延遲(90%)	快速回應
0.2	15.15170833	15.07758333	13.99808333
0.3	15.19652778	14.94052778	14.00036111
0.4	15.468625	14.7850625	14.01035417
0.5	15.73725	14.6919	14.00156667
0.6	16.02622222	14.60943056	14.01897222
0.7	16.22271429	14.58727381	14.06228571
0.8	16.53170833	14.68489583	14.2285
0.9	16.86242593	14.92235185	14.48882407
1	19.590675	17.74248333	17.34590833

6.5 敏感度分析

以下將探討在設定不同比例的經濟配送容量時，承載率、運輸成本、服務水準(準時交貨率)與配送次數等相關指標的變化。將比較的方案包含之前的三個策略再加上經濟配送容量設定為 20% 到 80% 等十個項目。

(1) 承載率敏感度分析

在不同的容量限制下，承載率的表現以策略一最好，其一定會等到有貨物達交貨期限時才進行配送，而快速回應的策略是不管有多少貨物就立即配送，所以承載率為最低，而設定了經濟配送容量後，就可以保證承載率至少在所設定的比率之上。因此，承載率的表現為設定的經濟配送容量越高越好，其詳細圖示如圖 6.17 所示。

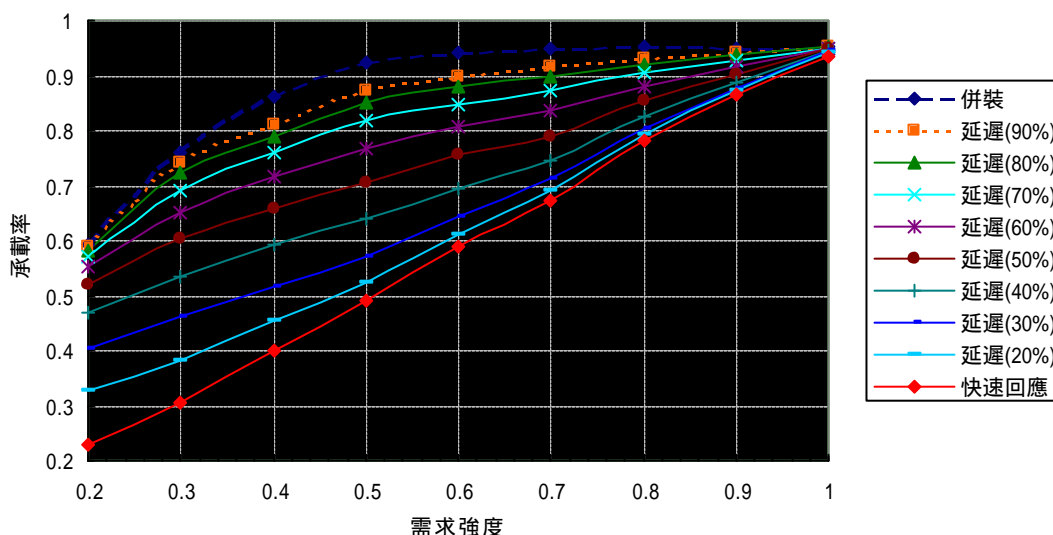


圖 6.17 承載率敏感度分析

(2) 運輸成本與配送次數敏感度分析

在不同的經濟配送容量限制下，運輸成本以策略一最低，其一定會等到有貨物達交貨期限時才進行配送，所以配送次數為最低，運輸成本為快速回應的 1/2 不到。而快速回應的策略是不管有多少貨物就立即配送，所以承載率為最低，運輸成本最高。而設定了經濟配送容量後，根據其所設定的比率的不同，在運輸成本與配送次數上會有相對應的效率，也就是經濟配送容量設定為 60% 的策略在運輸成本與配送次數上都會比設定為 50% 的好。因此，運輸成本與配送次數的表現為設定的經濟配送容量越高越好，而完全沒設的快速回應策略則最差。其詳細圖示如圖 6.18 與圖 6.19 所示。

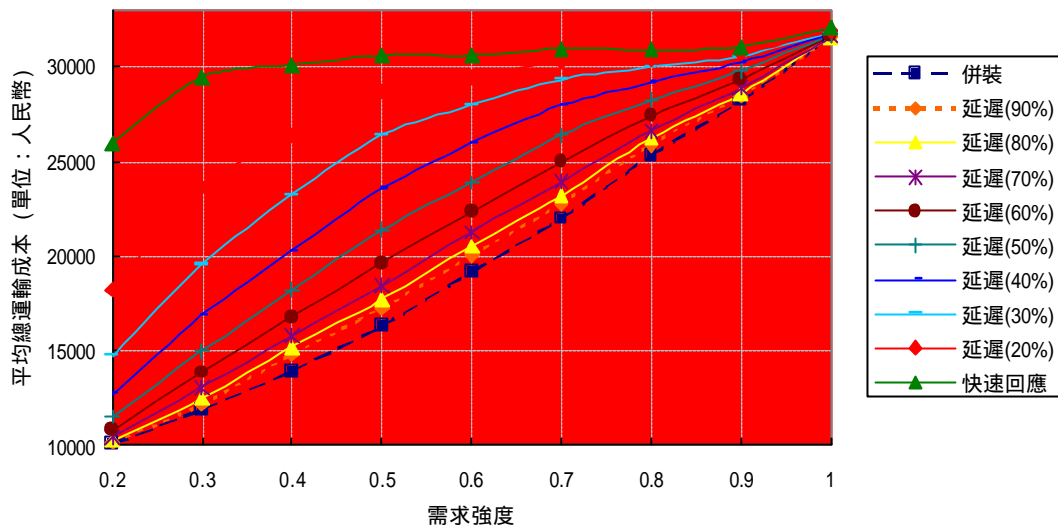


圖 6.18 運輸成本敏感度分析

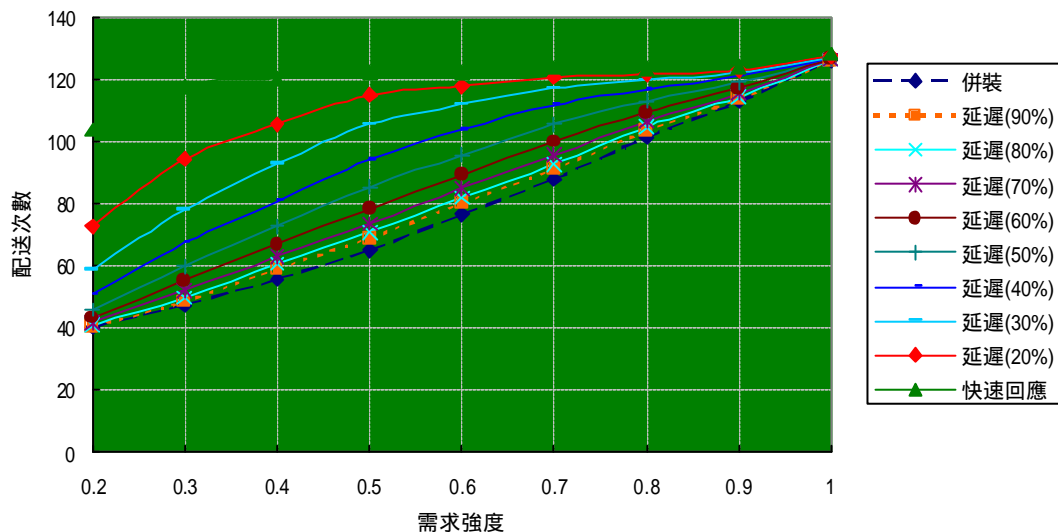


圖 6.19 配送次數敏感度分析

(3) 服務水準(準時交貨率)敏感度分析

本研究將準時交貨率視為服務水準的指標，而在不同的經濟配送容量限制下，準時交貨率以快速回應的策略最高，因為此策略完全不考慮延遲的作法，以快速配送為目標，也就是完全以客戶的滿意度為優先，因此能達成最高的服務水準。除了沒有設定經濟配送容量的策略，因為延遲使得服務水準偏低外，其餘的策略因為設定了經濟配送容量的關係，使得或多或少會在某個貨量水準時，就進行配送，因此其服務水準的表現雖沒有快速回應的策略那麼好，但也相距不遠，

其詳細圖示如圖 6.20 所示。

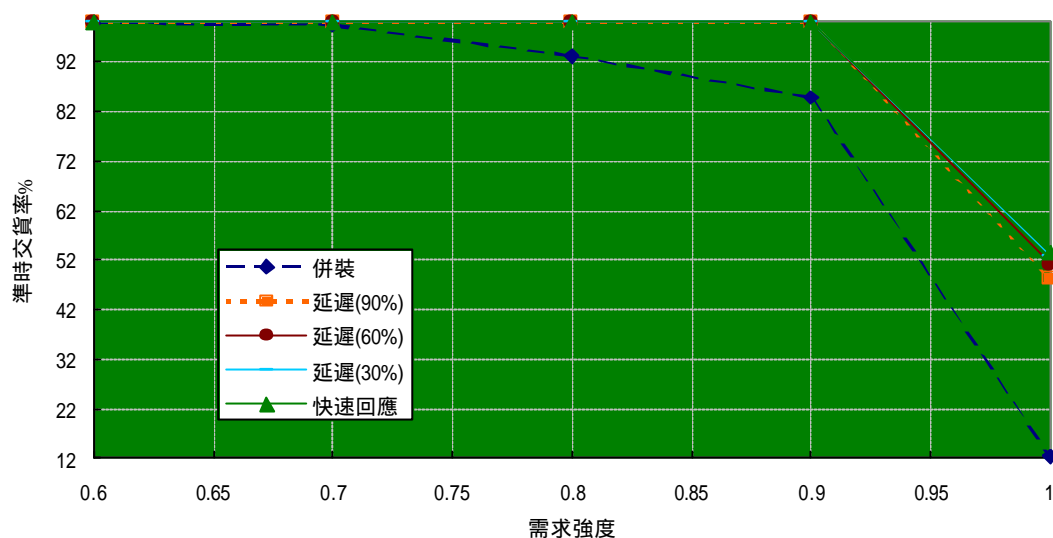


圖 6.20 服務水準(準時交貨率)敏感度分析

(4) 平均運輸成本與平均交貨時間的綜合分析

以下將進行綜合比較：在不同的需求強度下，平均運輸成本與平均交貨時間的變化。

圖 6.21 為在不同的需求強度下，運用不同的策略時，平均運輸成本與平均交貨時間的變化。

圖中每一條曲線皆代表在某一需求強度下，運用各種策略所得出的結果。以需求強度為 0.2 時來說，當管理者欲使運輸成本最小時，其採取的策略應是以延遲為主的策略，若不設定經濟運送容量時，其運輸成本將可降至最低，但是卻會使平均交貨時間最長，顧客的滿意度最低；相反的，若欲達到顧客滿意度最高，以增進顧客忠誠度，勢必採取快速回應的策略，而其代價為運輸成本最高。

由上可知，每一種策略皆有其優缺點，要採用何種策略端視管理者的偏好或企業本身的目標而定。但是，當需求強度變大時，其策略間的差異性會相對的變小，如需求強度為 0.9 時，除了完全採用延遲策略的點外，其餘策略的服務水準與運輸成本皆差異不大，也就是策略間的彈性已變小，選擇何種策略對於整體成本來說影響不大。

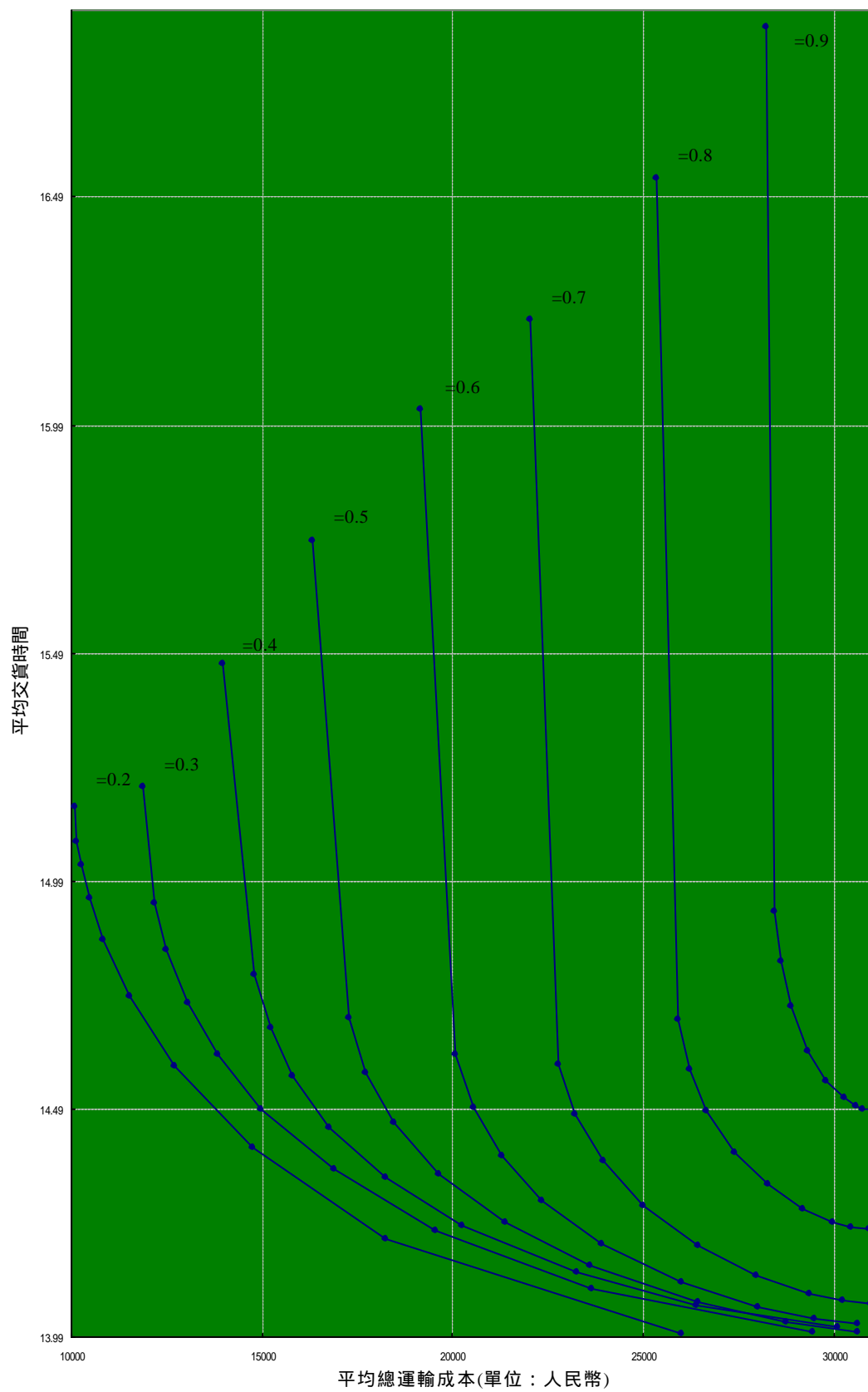


圖 6.21 平均運輸成本與平均交貨時間的綜合分析圖

(5) 效率前緣分析

圖 6.22 為需求強度為 0.2 時的效率前緣圖，線上的點表示採用不同的策略所得的結果。由圖上可之，若公司追求顧客滿意度最高，勢必得提升本身的回應能力，但是相對的必須要付出較多的運輸配送成本；若公司追求效率化，則必須要降低運輸配送的成本，如此將會使交貨時間較長，服務水準較差。企業必須要權衡本身的需求，採取不同的策略以得到所需的目標。

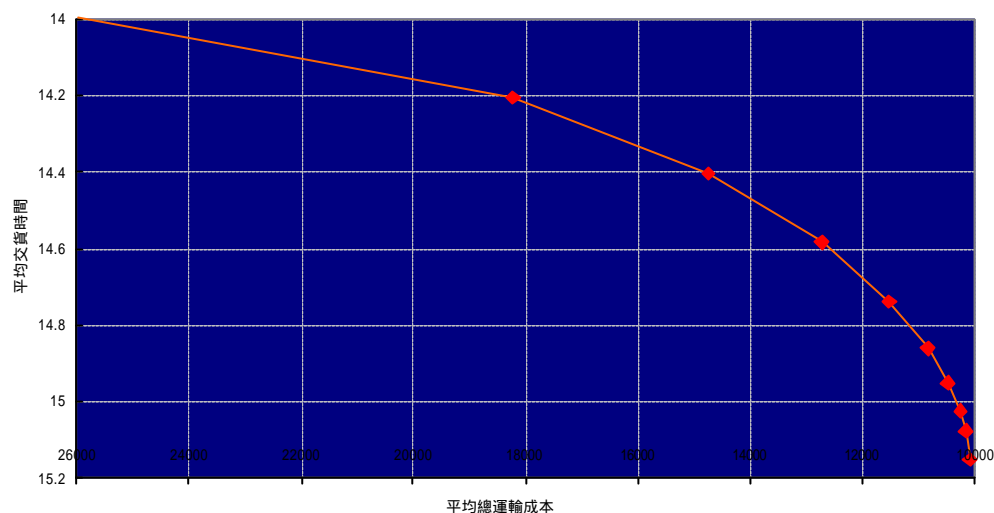


圖 6.22 效率前緣圖($\alpha=0.2$)

6.6 小結

根據 6.4.1 節與 6.4.8 節所述，本研究用來評估配送策略的指標主要分為兩類：成本效率相關指標與顧客滿意度指標。本研究將之整理成表 6.11。

表 6.11 成本效率相關指標與顧客滿意度指標

成本效率相關指標	顧客滿意度指標
承載率	遲交訂單率
運輸成本	準時交貨率
配送次數	

成本效率相關指標有：平均承載率、平均運輸成本與配送次數。承載率越高，運輸成本越低，配送次數越少，則整體的成本就會降低，而且三者也有相當密切的關係，當承載率高時，配送次數就可減少，減少了配送次數，運輸成本當然就可節省。

而在顧客滿意度指標上，包含的有：遲交訂單率與準時交貨率。當遲交訂單率越低，準時交貨率越高時，顧客的滿意度越高，可提高公司信譽，增進顧客忠誠度。

在成本效益與顧客滿意度兩方面上，其有一定程度的替換(trade-off)，也就是要獲得較好的顧客滿意度，就要付出較多的成本；相對的，要降低配送成本，就會降低顧客的滿意度。管理者應根據企業的目標與現實的狀況，適時的調整策略，權衡配送成本與顧客滿意度的輕重，例如對於重要的客戶，寧願提高配送成本也要使其顧客滿意度最高。

第七章 結論與建議

在全球化競爭的 21 世紀裡，企業必須充分利用科技創新的效果，提升本身與企業間的資訊傳遞，並注重產品與服務的創新，提升本身供應鏈的效率，如此才能有較高的競爭力。其中，屬於實體配送的部分中，適當的配送時機與經濟的配送路線是此項的關鍵因素，本研究對此有深入的探討與分析。具體而言，本研究有下列數項研究成果：

1. 分析一實際產業的供應鏈，並探討其所遭遇到的運輸配送問題。本研究首先針對個案的路線問題作分析與研究，發現其路線問題的改善空間有限，於是進一步對於配送的時機與策略做探討，以降低配送次數的方法來降低運輸的成本。發現使用延遲配送的策略並加上一經濟配送容量的設定可以有最好的表現。
2. 本研究同時考量最佳配送路線與最適配送策略，相信可以讓成本-回應的曲線接近效率前緣，能夠在現有的科技水準下達到最佳的表現。
2. 建構貨物排程模式。利用不同的策略，根據交貨限制與容量限制來分析何時應該要配送何客戶的貨物，並以服務水準與運輸成本為績效指標，而且此兩項指標有相當程度的替換(trade-off)。
3. 完成王屋科技物流配送決策支援系統的設計與規劃：本研究依據第三章與第四章所制訂的物流配送決策支援系統功能規格與系統構件，進一步完成王屋科技物流配送與決策支援系統之功能設計與規劃。整個決策支援系統係由三個構件所組成：資料庫、決策模式庫及系統控制與人機界面。

本研究雖有上述各項研究成果，但值得進一步繼續研究事項頗多，主要包括下輛各項：

1. 缺乏實際訂單與貨物排程資料：因為王屋科技公司的訂單資料與貨物排程資料，目前都是以紙本手抄為主，缺乏電腦化的歷史資料，無法進行實際資料來模擬，日後若公司電腦化的體系完成後，即可應用於分析模擬。
2. 車輛路線之規劃：因廣東地區各種的道路系統都還在持續的建設中，去年所調查的路網資料，現在可能已經不適合使用，若要實際應用，其路網有再更仔細調查過的必要。其次，因本研究未考慮回頭空車的問題，若能與供應商協商，利用回頭車的容量來載運原料，將可更進一步減少成本。
3. 未考慮排程作業的其他成本：本研究還未將貨物的存貨成本、產能等要素放入分析，若能考慮更廣些，其實用性將更高。
4. 本研究在排程配送方面為先決定要配送的點之後（考慮交貨期限），再計算其

最短路徑。若在決定配送點時能一起考慮其路徑問題，也就是排程與最短路徑一起考慮來決定配送點，相信能夠使成本更進一步的節省。

參考文獻

1. 林沛傑 (2000), (指導教授：韓復華), 「由供應鏈結構探討產業電子化需求-以機電產業為例」, 國立交通大學, 運輸工程與管理研究所碩士論文。
2. 陳國清 (1998), (指導教授：韓復華), 「GDA 與 RRT 啟發式解法在 VRP 問題上之應用」, 國立交通大學, 交通運輸研究所碩士論文。
3. 陳國清、盧嘉棟 (1996), (指導教授：韓復華), 「TA 在 TSP 問題執行應用之研究」, 國立交通大學, 運輸工程與管理學系畢業專題研究報告。
4. 楊智凱 (1995), (指導教授：韓復華), 「以門檻接受法改善 TSP 與 VRP 路網成本之研究」, 國立交通大學, 土木研究所運工管組碩士論文。
5. 韓復華、楊智凱、卓裕仁 (1997), 「應用門檻接受法求解車輛路線問題之研究」, 運輸計劃季刊, 第 26 卷, 第 2 期, 頁 253-280。
6. 韓復華 (1994), 「全國商品配送資訊系統規劃」, 經濟部商業司委託國立交通大學運輸工程與管理學系之商業現代化專案年度計畫執行報告。
7. 韓復華 (1995), 「全國商品物流配送決策支援系統發展」, 經濟部商業司委託國立交通大學運輸工程與管理學系之商業現代化專案年度計畫執行報告。
8. 謝浩明、曾國雄、蕭再安 (1994), 「整合性貨物流通運銷資訊系統之研究」, 國立中央大學資訊管理學系, 國科會專題研究計畫。
9. 經濟部商業司 (1996), *物流經營管理實務*。
10. 廣東省公安廳交通警察總隊 (1998), *廣東司機手冊*。
11. 廣東省地圖出版社 (2000), *廣東省地圖冊*。
12. 廣東省地圖出版社 (2000), *廣東省政區圖冊*。
13. Abrahamsson, M. and Brege, S. (1997), "Structural Changes in the Supply Chain," *The International Journal of Logistics Management*, Vol.8, No.1, pp.35-43.
14. Anderson, D. L., Britt, F.F. and Favre D.J. (1996), "The Seven Principles of Supply Chain Management," *Supply Chain Management Review*, Summer, pp.19-29.
15. Aderson, W. (1950), "Marketing Efficiency and the Principle of Postponement," *Cost and Profit Outlook*, vol.3, pp.15-18.

16. Anonymous (1999), "Principles for Supply Chain Excellence," *Chief Executive*, iss.136, pp.41.
17. Balsmeier, P. W. and Voisin, W. J. (1996), "Supply Chain Management: A Time-Based Strategy," *Industrial Management*, Sep-Oct, pp.24-27.
18. Beamon, B. M. (1998), "Supply Chain Design and Analysis: Models and Methods," *International Journal of Production Economics*, Vol.55, pp.281-294.
19. Binder, K., and Heerman, D.W. (1988), *Monte Carlo Simulation in Statistical Physics*, Springer-Verlag.
20. Bucklin, L. P. (1965), "Postponement, Speculation and the Structure of Distribution Channels," *Journal of Marketing Research*, vol.2, pp.26-32.
21. Carlisle, D. P., et al. (1987), "A Turnkey, Microcomputer-Based Logistics Planning System," *Interfaces*, Vol.17 No.4, pp.16-26.
22. Chopra, S. and Meindl P. (2001), *Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operation*, Prentice Hall.
23. Council of Logistics Management (1995), *World Class Logistics: The Challenge of Managing Continuous Change*, Oak Brook.
24. David, S. L., Philip, K., Edith, S. L. (2000), *Designing and Managing the Supply Chain: Concepts, Strategies, and Case Studies*, McGraw-Hill International Education.
25. Fine, C.H. (1999), *Clock Speed: Winning Industry Control in the Age of Temporary Advantage*, Persus Books.
26. Lambert, D. M., et al. (1998), "Supply Chain Management: Implementation Issues and Research Opportunities," *The International Journal of Logistics Management*, Vol.9, No.2.
27. Lee, H.L., Padmanabhan, V. and Whang, S., "The Bullwhip Effect in Supply Chains," *Sloan Management Review*, Spring, pp.93-102.
28. Mabert, V. A. and Venkataramanan, M. A. (1998), "Special Research Focus on Supply Chain Linkages: Challenges for Design and Management in the 21st Century," *Decision Sciences*, Vol.3, Iss.29, pp.537-552.
29. Pagh, J. D. and Cooper, M. C. (1999), "Supply Chain Postponement and Speculation Strategies: How to Choose the Right Strategy," *Journal of Business*

Logistics, vol.19, no.2, pp.13-33.

30. Potvin, J.Y., Kervahut, T., Garcia, B.L., and Rousseau, J.M.(1996), "The Vehicle Routing Problem with Time Windows Part I: Tabu Search," *Inform Journal on Computing*, Vol. 8, No. 2, pp.158-164.
31. Prida, B. and Gutierrez, Gil. (1996), "Supply management: From purchasing to external factory management," *Production and Inventory Management Journal*, Vol.37, Iss. 4, pp.38-43.
32. Ross, D. F. (1998), *Competing Through Supply Chain Management : Creating Market-Winning Strategies through Supply Chain Partnerships*, Chapman & Hall.
33. Solomon, M.M. (1988), "Time Window Constrained Routing and Scheduling Problems," *Transportation Science*, Vol.31, No.2.
34. Thomas, D. J., Griffin, P. M. (1996), "Coordinated supply chain management," *European Journal of Operational Research*, Vol.94, Iss.1, pp.1-15.
35. Zinn, W. and Bowersox, D. J. (1988), "Planning Physical Distribution with the Principle of Postponement," *Journal of Business Logistics*, vol.9, no.2, pp.117-136.