

國立交通大學

交通運輸研究所

碩士論文



國際物流營運之動態複合運輸資源配置模式
**Dynamic Intermodal Resources Allocation Modeling for
International Logistics Operations**

研究生：林永祥

指導教授：許鉅秉 教授

中華民國九十四年六月

國際物流營運之動態複合運輸資源配置模式
**Dynamic Intermodal Resources Allocation Modeling for
International Logistics Operations**

研究生：林永祥

Student : Yung-Hsiang Lin

指導教授：許鈺秉

Advisor : Dr. Jiuh-Biing Sheu

國立交通大學

交通運輸研究所



Submitted to Institute of Traffic and Transportation

College of Management

National Chiao Tung University

In Partial Fulfillment of the Requirements

For the Degree of Master

In

Traffic and Transportation

June 2005

Taipei, Taiwan, Republic of China

中華民國九十四年六月

國際物流營運之動態複合運輸資源配置模式


研究生：林永祥

指導教授：許鉅秉

國立交通大學交通運輸研究所

摘要

在面對全球化競爭的壓力下，且近幾年來由於資訊科技的發達，國際間孕運出許多物流相關業者，他們是在提供國與國間的戶對戶既快速又便捷的國際物流服務。在跨國中的物流配送，運具轉換與運具選擇是一項重要的問題，因此複合運輸就此產生，但在選擇運具的同時往往忽略到時間的動態問題，也就是說時間的因素會影響到資源的多寡，畢竟資源有限且也會隨時間改變而有所不同，因此如何利用陸海空的運具加以整合，使資源配置能夠達到最適，是我們所關心的。



本研究以一個案例來分析供應鏈配送過程中所發生的情況，並利用相關的數學規劃法，如運具選擇、路線、轉運點等三個決策變數利用數學規劃法中的 0-1 整數規劃，目標式中的成本項與時間項兩項目標以數學規劃法中的多目標規劃來構建一般化的數學模式，然後利用 Lingo8.0 版的套裝軟體來求解。

結果發現以天津為配送起點的話，其最佳運輸組合為海公路聯運，以上海與廣州為配送起點時，最佳運具組合為海鐵路聯運，當調整目標式權重時其最佳運具組合會有所改變。因此，本研究之複合運輸模式具一般性，期望能運用此一模式及方法提供相關人士在營運與管理策略之參考，以提昇其全球化的競爭能力。

關鍵字：國際物流、複合運輸、動態、資源配置、0-1 整數規劃、多目標規劃

Dynamic Intermodal Resources Allocation Modeling for International Logistics Operations

Student: Yung-Hsiang Lin

Advisor: Jiu-Biing Sheu

Institute of Traffic and Transportation
National Chaio Tung University

Abstract

Under the pressure of international competition and the prosperity of information technology, many logistical companies have produced. They offer quick and convenient service of International Logistics directly among countries. During the process of transportation among countries, the vehicle transition and the vehicle choice is a very important problem, so intermodal appears. However, the factor of dynamic is usually ignored while choosing transportation vehicles. Actually, time does have effects on the adequacy of resources, since resources change with time and are limited. How to integrate land, sea, and air transportation vehicles to attain the utmost of resource allocation is what we care about.

This research is to analyze what happens during the process of among supply chain and also applying related mathematic programming to construct a generalized model, such as 0-1 integrate programming, which takes transportation vehicles, routes, and transfer posts three decision variable into consideration, and multi-objective programming, which contains two objective. Then, use Lingo8.0 software to find out the answer.

The following are the two consequences: If we take Tianjin as the start of transportation, to combine sea and highway two transportation would be the best resolution. If we take Shanghai and Guangzhou as two starts, the best transportation combination is sea and railway. While adjustments ratio of cost objective and time objective, the best transportation combination would change with it. Thus, the intermodal model of this research has generality, which means it can apply to most of situations and hope to utilize this model to supply as a resource of operation and management strategies and to promote the ability of competition internationally.

Keywords: International logistics; Intermodal; Dynamic; Resource allocation; 0-1 integer programming; Multi-objective programming.

誌謝

受業這三年期間，感謝所上各位老師、所辦行政人員與學長姐、學弟妹的不吝賜教，使我受益良多，不勝感激。

在論文撰寫期間，承蒙恩師許教授鉅秉細心指導，從開始的上課觀念啟發、相關研究方法、重要資料蒐集、論文撰寫技巧訓練，及至最後內容的修訂等各方面，均受到恩師的殷切教誨與鼓勵，感激之心，實是無法喻於顏表的，在此致上由衷的謝意。

論文口試期間，亦蒙陳教授春益及郭教授人介的懇切批評與指正，提供諸多寶貴的意見使得本論文能更加的臻於完善，在此也至上由衷的謝意。

原本去年口試通過之後可以順利畢業，但是博士班考試成績雖然榜上有名，但不幸無緣錄取，因此向指導教授提請自願多念一年，繼續準備博士班考試，一年過後，也如願以償的考上博士班，研究所三年期間，感謝所上每一位職員在學務方面的幫助，還有學長、學姊、各位同學及學弟妹的諸多幫助、支持與鼓勵，大家一起相處的美好時光、一起討論的情景，對我來說都是非常甜蜜的回憶，碩士班階段隨著誌謝的撰寫，即將告一個段落，我想考上博士班固然高興，但卻也是一個責任的開始，希望在四年或五年後的此時此刻，我能夠在撰寫屬於下一個階段的誌謝。

最後，也要感謝我的家人與所有親屬，有了你們的支持與支柱，才讓我能夠在求學階段能夠無憂無慮的盡情揮灑，謹將此一論文獻給你們，謝謝。

林 永 祥 謹誌

中華民國九十四年七月於台北三重

目錄

	Page
中文摘要.....	I
英文摘要.....	II
誌謝.....	III
目錄.....	IV
圖目錄.....	VIII
表目錄.....	X
符號說明.....	XIII
第一章 緒論	1
1.1 研究背景與動機.....	1
1.2 研究目的.....	3
1.3 研究範圍與問題.....	6
1.3.1 研究範圍.....	6
1.3.2 研究問題.....	8
1.4 研究架構與方法.....	10
1.4.1 研究架構.....	10
1.4.2 研究方法.....	11
1.5 研究內容與流程.....	13
1.5.1 研究內容.....	13
1.5.2 研究流程.....	14
第二章 文獻回顧	15

2.1	各類運具型態與其貨物運輸業.....	15
2.1.1	鐵路.....	15
2.1.2	公路.....	16
2.1.3	海運.....	18
2.1.4	空運.....	19
2.1.5	各類運具與其貨物運輸業之比較.....	21
2.2	國際物流.....	23
2.2.1	國際物流簡介.....	23
2.2.2	國際物流與國內物流.....	24
2.2.3	國際物流成員.....	28
2.3	複合運輸.....	31
2.3.1	複合運輸簡介.....	31
2.3.2	複合運輸種類.....	31
2.3.3	轉運問題.....	33
2.3.4	鐵公路複合運輸.....	34
2.4	0-1 整數規劃.....	36
2.5	多目標決策.....	39
第三章	模式構建.....	45
3.1	貨物分類.....	45
3.2	動態與資源變數.....	49
3.2.1	動態的意義.....	49
3.2.2	動態資源變數.....	50
3.3	模式架構.....	51

3.4	成本目標式.....	55
3.4.1	運輸成本.....	55
3.4.2	存貨成本.....	56
3.4.3	轉運處理成本.....	58
3.4.4	總成本.....	59
3.5	時間目標式.....	60
3.5.1	運輸時間.....	60
3.5.2	等待時間.....	61
3.5.3	裝卸轉運時間.....	62
3.5.4	總時間.....	63
3.6	複合運輸模式.....	64
3.6.1	模式之基本假設與說明.....	64
3.6.2	複合運輸模式.....	65
第四章	案例探討.....	68
4.1	案例背景描述.....	68
4.2	輸入資料.....	72
4.2.1	距離參數.....	72
4.2.2	運具相關參數.....	73
4.2.3	成本相關參數.....	73
4.2.4	時間相關參數.....	74
4.2.5	目標式權重與時間價值參數.....	78
4.3	輸出數據.....	79
4.3.1	天津.....	79

4.3.2 上海.....	81
4.3.3 廣州.....	83
第五章 敏感度分析.....	86
5.1 目標式權重與時間價值分析.....	86
5.1.1 ($\lambda_1=0.1, \lambda_2=0.9, \alpha=50,000$)	86
5.1.2 ($\lambda_1=0.9, \lambda_2=0.1, \alpha=5$).....	91
5.2 成本類參數敏感度分析.....	93
5.2.1 運具平均單位配送成本.....	93
5.2.2 運具平均單位轉運成本.....	96
5.3 時間類參數敏感度分析.....	99
5.3.1 運具平均轉運時間.....	99
5.3.2 平均等待時間.....	101
第六章 結論與建議.....	104
6.1 結論.....	104
6.2 建議.....	106
參考文獻.....	107
1. 中文部分.....	107
2. 英文部分.....	109
簡歷.....	111

圖目錄

	Page
圖 1-1 物流(運籌)管理示意圖.....	1
圖 1-2 跨國公司產品供應鏈架構圖.....	4
圖 1-3 物流輸配送概念圖.....	6
圖 1-4 國際物流貨物聯運系統圖.....	7
圖 1-5 運送流程圖.....	9
圖 1-6 研究架構圖.....	12
圖 1-7 研究流程圖.....	14
圖 2-1 複合運輸型態.....	33
圖 3-1 成本項樹枝圖.....	51
圖 3-2 時間項樹枝圖.....	51
圖 3-3 研究方法架構圖.....	53
圖 3-4 運輸轉運時空圖.....	54
圖 3-5 運輸轉運時空對照圖.....	54
圖 3-6 貨物倉儲數量與運送時間關係圖.....	56
圖 4-1 多階層供應鏈體系圖.....	68
圖 4-2 供應鏈體系成員結構圖.....	69
圖 4-3 案例成員示意圖.....	69
圖 4-4 配送成本與物流時間示意圖.....	70
圖 4-5 天津之配送路線與選擇運具圖.....	79
圖 4-6 上海之配送路線與選擇運具圖.....	81

圖 4-7 廣州之配送路線與選擇運具圖.....	83
圖 5-1 配送路線與選擇運具圖（一）.....	86
圖 5-2 成本項增減圖（一）.....	90
圖 5-3 時間項增減圖（一）.....	90
圖 5-4 總成本增減圖（一）.....	91
圖 5-5 配送路線與選擇運具圖（二）.....	91
圖 5-6 總成本增減圖（二）.....	92
圖 5-7 運具平均單位配送成本敏感度後相關成本趨勢圖...	95
圖 5-8 運具平均單位轉運成本敏感度後相關成本趨勢圖...	97
圖 5-9 運具平均轉運時間敏感度後相關時間趨勢圖.....	101
圖 5-10 運具平均等待時間敏感度後相關時間趨勢圖.....	103

表目錄

	Page
表 2-1 各類型運具之比較表.....	21
表 2-2 各類型運輸業之比較表.....	22
表 2-3 國際物流與國內物流差異表.....	25
表 2-4 國際物流與國內物流三種流動比較表.....	27
表 2-5 國際與國內貨物轉運中心之方式.....	34
表 3-1 貨運貨物貨種分類對照表.....	46
表 3-2 公路貨種分類方式.....	46
表 3-3 海運貨種分類方式.....	47
表 3-4 鐵路貨種分類方式.....	47
表 3-5 空運貨種分類方式.....	48
表 3-6 資源變數表.....	50
表 4-1 供應商數量表.....	71
表 4-2 運具數量表.....	71
表 4-3 越庫區數量與容納噸數表.....	71
表 4-4 台灣三地與大陸三地之直線距離表.....	72
表 4-5 科學園區與台灣三地之距離表.....	72
表 4-6 美國西岸城市與台灣三地之距離表.....	72
表 4-7 運具相關參數值表.....	73
表 4-8 成本相關參數值表.....	73
表 4-9 各地單位時間費用表.....	74

表 4-10 運具轉運時間表.....	74
表 4-11 台灣三地與大陸三地之旅行時間表.....	75
表 4-12 新竹科學園區與台灣三地之旅行時間表.....	76
表 4-13 美國西岸三城市與台灣三地之旅行時間表.....	77
表 4-14 各地轉運站平均等待時間表.....	78
表 4-15 權重與時間價值成本表.....	78
表 4-16 天津貨物配送次數與數量表（一）.....	80
表 4-17 天津成本與時間表（一）.....	81
表 4-18 上海貨物配送次數與數量表（一）.....	82
表 4-19 上海成本與時間表（一）.....	83
表 4-20 廣州貨物配送次數與數量表（一）.....	84
表 4-21 廣州成本與時間表（一）.....	85
表 4-22 成本與時間表（一）.....	85
表 5-1 天津貨物配送次數與數量表（二）.....	87
表 5-2 天津成本與時間表（二）.....	87
表 5-3 上海貨物配送次數與數量表（二）.....	88
表 5-4 上海成本與時間表（二）.....	88
表 5-5 廣州貨物配送次數與數量表（二）.....	89
表 5-6 廣州成本與時間表（二）.....	89
表 5-7 成本與時間表（二）.....	90

表 5-8 成本與時間表 (三)	92
表 5-9 運具平均單位配送成本增減表.....	93
表 5-10 運具平均單位配送成本敏感度後相關成本變動表.....	94
表 5-11 運具平均單位配送成本敏感度後相關成本增減表.....	95
表 5-12 運具平均單位配送成本敏感度後相關成本百分比表...	94
表 5-13 運具平均單位轉運成本增減表.....	96
表 5-14 運具平均單位轉運成本敏感度後相關成本變動表.....	98
表 5-15 運具平均單位轉運成本敏感度後相關成本增減表.....	97
表 5-16 運具平均單位轉運成本敏感度後相關成本百分比表...	96
表 5-17 運具平均轉運時間增減表.....	99
表 5-18 運具平均轉運時間敏感度後相關時間與成本變動表...	100
表 5-19 運具平均轉運時間敏感度後相關時間與成本增減表...	100
表 5-20 運具平均轉運時間敏感度後相關時間與成本百分比表	100
表 5-21 平均等待時間增減表.....	101
表 5-22 平均等待時間敏感度後相關時間與成本變動表.....	102
表 5-23 平均等待時間敏感度後相關時間與成本增減表.....	102
表 5-24 平均等待時間敏感度後相關時間與成本百分比表...	103

符號說明

變數	說明
a	選擇空運運輸
h	選擇公路運輸
r	選擇鐵路運輸
s	選擇海運運輸
K	運具種類集合
c_1	貨物屬性為腐敗程度
c_2	貨物屬性為貨物體積
c_3	貨物屬性為易燃程度
c_4	貨物屬性為貨物重量
c_5	貨物屬性為不屬於以上各類
c_6	貨物屬性為時效性
C	貨物種類集合
i	起始層數
j	起始點數
I	路網總層數
J	路網總點數
k	到達層數
l	到達點數
t	時間
d	運送距離
q	配送數量
Q	貨物總數量

f	運具單位運價
g	存放在倉庫的單位時間費用
u	運具轉運成本
v	運具平均行駛速率
w	等待運送時間
T	運具轉運時間
V	運具容量
X	路線與轉運點選擇決策變數
Y	運具選擇決策變數
Γ	運具數量
Θ	轉運站中越庫區數量
TC	運輸成本
IC	存貨成本
PC	轉運處理成本
TT	運輸時間
WT	等待時間
PT	裝卸轉運時間



第一章 緒論

1.1 研究背景與動機

「國際物流」是一種貨物實體全球流通的行為，包括原物料從原料供應商到工廠，製成品從工廠到消費地或裝配地的一個流程，如圖 1-1，在全球的流通過程中，透過管理程序有效結合運輸（海、陸、空單一或複合交叉運用）、倉儲、裝卸、報關、流通配送、搬運、簡單物流所需加工、重整、分裝、加裝、存貨控管、訂單處理等多元化機能性共同體活動，以創造高附加產值為目標，做全球配送的及時供貨，以降低庫存，來滿足顧客需求。

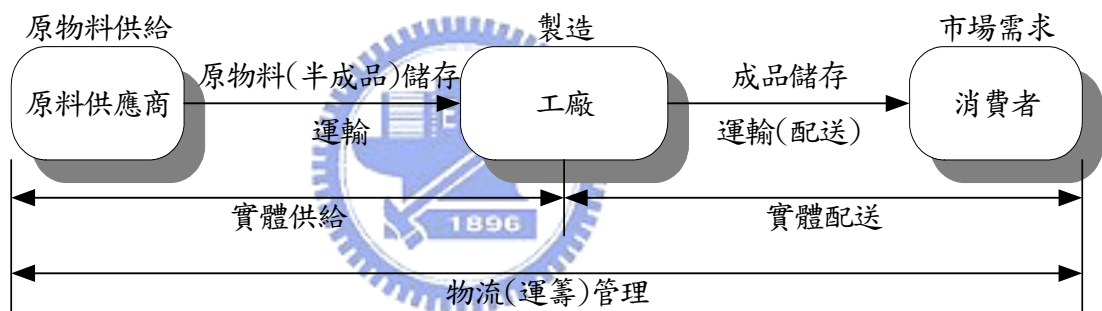


圖 1-1 物流(運籌)管理示意圖

然而國際物流存在已久，國與國之間的貿易或贈與，在物品實體的移動，除了雙邊的內陸運輸段外，就是依賴海運或空運來加以連結國與國之間的運輸，也就是透過所謂的複合運輸（Intermodal），而構成一條國際物流供應鏈。而複合運輸又稱為「聯合運輸」，貨物由寄運人至收貨人的運輸過程中，採用兩種或兩種以上的運輸工具來承運，並以單一費率或聯合計算的收費方式，共同擔負運送責任的運輸服務系統。其最終的目的除了克服空間限制外，還需縮短運輸時間、減少貨物損毀並降低運輸成本。這其中的成員有貿易業者、陸運業者、海空運承攬業者、貨櫃業者、報關業者、航空公司及船運公司，彼此透過共同化來達成國與國間物

品交互流通的目的。

未來國際運輸服務的對象除了傳統的起迄（Origin-Destination）運輸需求之外，還將含括大量的轉運（Transfer）需求，服務的對象不僅只是從事進出口的廠商，還包括跨國原物料商、跨國製造商等，並且考量滿足經濟全球化發展的需求，深入的分析廠商跨國運作的供應鏈作業模式以及營運模式，以便得以掌握全球化作業模式下的運輸需求特性，進而將廠商跨國作業對運輸服務的需求納入其中，使得運輸服務發揮其本身的特點，使其更切合經濟發展的需求。

整體來說，在經濟全球化的發展趨勢下，貨物運輸的需求者（尤其是跨國的製造商、貿易商）已逐步打破過去政治國界的藩籬，其對運輸的需求已非過去以「國際」運輸、「國內」運輸就可以清楚劃分的。尤其，近年來由於全球經濟環境變化快速，廠商面對的競爭愈來愈激烈，每一個廠商都希望藉由適切調整其供應鏈的流程（processes）與作業活動（activities），以強化競爭力，在這過程中運輸所扮演的角色就顯得非常的重要。在此一情形下，不但個別運輸需求的起迄點（Origin-Destination）以及對不同型態運具運輸服務的選擇將會改變，也將進一步影響國際貨物運輸的流向與特性。

隨著國際分工以及企業全球化、國際化的發展，加上網際網路的發明及應用，國際物流（International Logistics）活動對一個全球化的企業來說是不可缺的，對於國際化的企業來說，由於國際分工的關係，在不同的國家依據比較利益原則生產不同的零組配件，再匯集在某一國度的轉運中心內從事組裝工作，以利他日再輸往他國或國內銷售，此一活動正是國際物流營運的精義所在，而在這一連串的過程中運輸活動是少不了的一項重要工作，本研究基於此背景深感興趣，因此想要瞭解這運輸過程中所會發生的問題，然後利用相關的規劃分析模式來解決。

1.2 研究目的

近幾年來由於資訊科技 (Information Technique) 的發達以及國際貿易競爭白熱化，國際間孕育出以航空快遞業務為主的整合型國際物流業者，如美商優比速公司(UPS)、美國聯邦快遞(FedEx)、洋基通運公司(DHL)、荷商源威國際通運公司(TNT)，他們是在提供國與國間的戶對戶(Door To Door)既快速又便捷的國際空運運輸服務。但這只算是單純的運輸，這其中如何與各國本身內陸的運具，或是再與其他的海運業者，如長榮海運 (EVERGREEN)、陽明海運 (YMI)、Maersk sealand 等海運公司利用陸海空的運具加以整合，使人力 (labor source)、行程 (scheduling)、運具管理 (vehicle management) 等資源配置 (Resources Allocation) 能夠達到最適，是我們所關心的。

再者複合運輸是根據各種運輸工具的經濟功能，互相配合，使各個運輸系統能發揮最高度的經濟價值。至於複合運輸的經濟效益，可分為兩方面來看：

1. 總體效益：

- (1) 降低單一運具的通路負荷
- (2) 降低政府對公營交通單位的補貼
- (3) 節省能源，提高運輸工具的利用率
- (4) 使加入的運輸事業均能獲得利益

2. 個體效益：

- (1) 貨物的聯運運價比單一運具收費低
- (2) 減少搬運成本和貨物損失
- (3) 節省中途轉運，降低運輸時間
- (4) 提供較完整的戶對戶運輸服務

而且全球化是現今企業發展的策略之一，主要著眼於單一的國家、地區並跨越地域限制，成為無國界的企業。在過去，跨越地域限制的企業發展，需要在各地建立綿密銷售網絡，以滿足來自世界各地客戶的需求。然而在新經濟時代的策略，則是如何利用國際物流解決方案（International Logistics），來滿足客戶的即時需求，提高物流管理的效率並降低運輸成本，增加貨品運送的時間可靠度和企業在全球各地的競爭力，是本研究的目的。

國際物流管理並不是把貨物交由專業的物流服務業者（LSPs, Logistics Service Providers）就可以搞定一切，而是要利用具有全球網絡架構的物流解決方案，也就是將物流供應鏈中，上游到下游分成數層，其中的每一層有好幾個據點，如圖 1-2，並考慮每一層中的起始點，將貨品的運送主控權（delivery domination）交給企業，加速產品到位的時效性，提升客戶對企業的滿意程度，同時還可以降低企業營運成本。

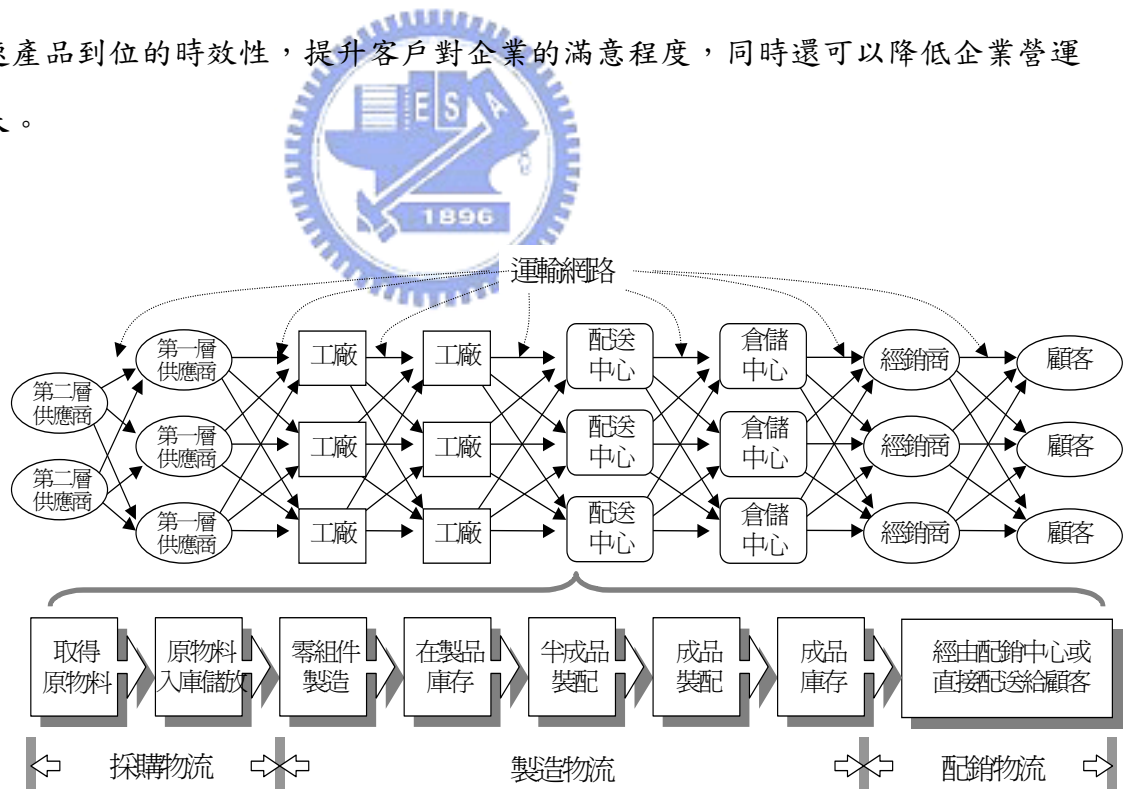


圖1-2 跨國公司產品供應鏈架構圖

完整的國際物流解決方案，必須提供無國界、零時差的全方位物流服務，並且以單一窗口橫跨多種語言障礙、解決不同國家地區在法律規章方面的問題，同時滿足倉儲、陸、海、空運等不同運輸需求。從基本的物流執行艙位預訂、貨物追蹤、路線或航線最佳化選擇、運具最佳化組合、運輸載具規劃，都是國際物流解決方案所必須具備的基本功能。

而本研究國際物流資源配置有以下三個目的：

1. 及時安排以減少成本

在既有的模式中，貨主對貨物運送過程或處理方式，經常所知有限，只能被動的等待通知，完全無法掌握訊息或進行即時管理。如果在配送流程之前能夠得知整個配送流程的所有運輸時間，企業可以即時有效的掌控運籌的全盤成本、遞送狀態、運送方式等資訊，則可將運籌的主控權，重新交還給貨主，作貨物的真正主人。

2. 及時交貨且提高可靠度

企業的競爭力不僅是在產品及服務的本質，同時取決於如何將產品快速的運到客戶手中，滿足客戶對時效上的需求，並且能夠把在運送過程中損毀的貨品降到最低。新經濟時代的特質之一，在於透過網際網路而來的全球各地的客戶與商機，但是如何能提供快速的服務，將完好的產品即時送達客戶手上，便成為企業競爭力的重大考驗。

3. 提升客戶滿意度且降低延滯時間

物流管理的重點不再只是貨物有沒有送達，而是在於提升客戶的滿意程度，特別是在經濟衰退時期更是為重點。對於客戶而言，關心的重點在於：貨準時到了沒有？客戶不會耐心的接受因為運籌失誤所發生的問題，而掌握全球運籌策略的關鍵，就是為了完全掌握即時訊息，即時面對並解決因為貨品運送延遲所發生的問題。

1.3 研究範圍與問題

1.3.1 研究範圍

運具選擇又可稱為「運輸系統的選擇」。某一種運輸系統對於某一種商品的重要性，主要取決於該商品的特性，如管線運輸對於汽油、瓦斯等液態類產品從事長距離的運輸最為有效；航空運輸最適用於高價值、質輕且具有時效性的商品；水道運輸係散裝貨物的主要運輸方式，物品質量重而價值較低；公路運輸則是最有彈性的運輸系統；鐵路運輸的重要性雖然沒有以前來的重要，但也是使用廣泛的運輸方式之一。但本研究在此方面不把商品做複雜的分類，而會把商品的種類固定並且單純化，至於貨物的分類只是一個歸類的動作而已。

本研究的路網假設有 I 個分層 (layer)，且在每個分層 (layer) 中有 n 個節點 (node)，一開始先選定幾個起點，然後考慮節點中運具轉換時會產生的問題，畢竟貨物在運送的節線 (link) 中，不可能有運具轉換的情況發生然後進行貨物的配送。而透過運具的不同、路線的不同，以及每次配送量的多寡，如何使得運輸的成本最小和運送的時間最少，來達到企業本身的利潤最大與顧客滿意度最高是我們所關心的，如圖 1-3，給定一起點，然後根據成本與時間的最小化來選擇配送至下一層的據點，一直到配送完畢為止。

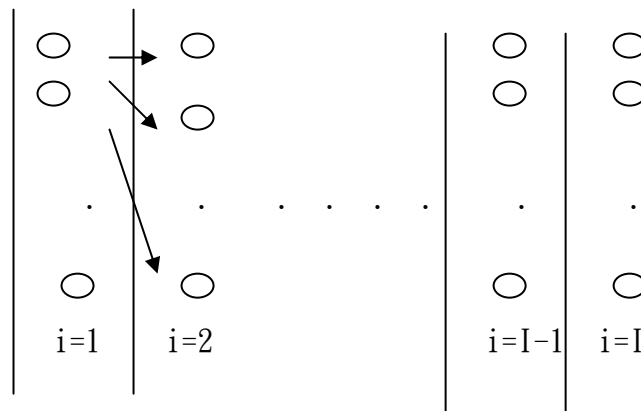


圖 1-3 物流輸配送概念圖

國際物流配送的過程中，包含了兩大項，一項為具有跨國行為的國際運輸，這其中的配送方式主要包含兩種，分別為空運運輸及海運運輸，另一項為該國內本身的國內運輸，這也包含了兩種配送方式，分別為公路運輸及鐵路運輸兩種，如圖 1-4 所示，一貨品從出貨地出發，先經由該國國內的公路運輸或者鐵路運輸到達該國的港口或機場，之後再選擇由空運或是海運配送到達進貨地國的港口或機場，最後再由該機場與港口選擇公路運輸或是鐵路運輸配送至進貨地，完成一連串的國際物流行為，或者有些配送會先把貨物運送到配送中心，然後再由配送中心將貨物送到進貨地，總之這一連串的運輸行為中間產生了許多成本與時間項，如運輸成本、存貨成本、轉運成本、運輸時間、貨物等待運具時間、轉運時間等等，本研究所探討的範圍與內容就是瞭解成本與時間的權衡關係，並找出最合適的運具組合、轉運點與配送路線。

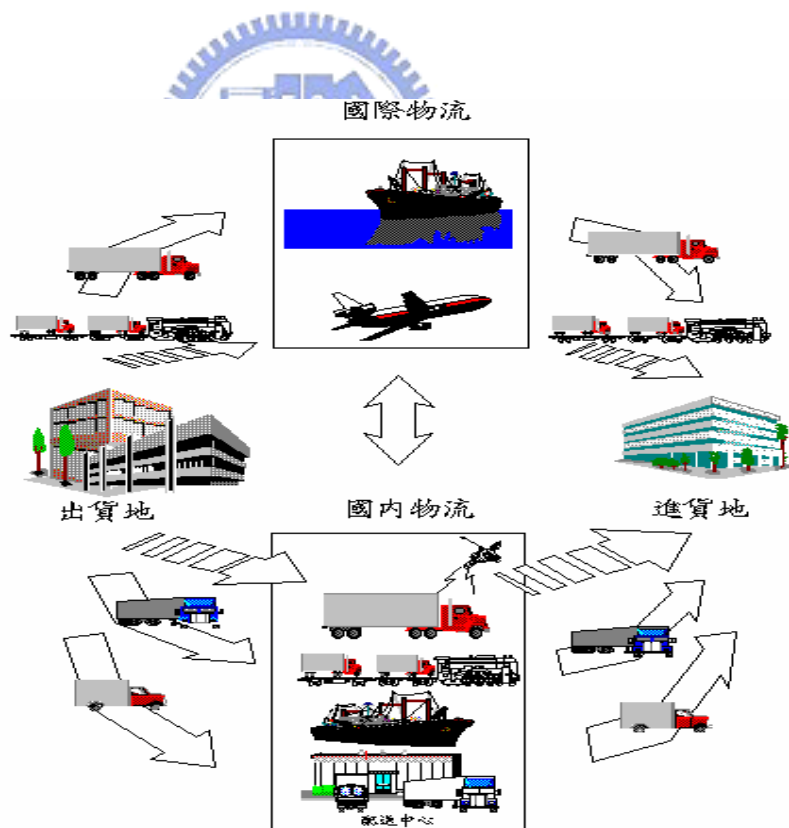


圖 1-4 國際物流貨物聯運系統圖

1.3.2 研究問題

在節點 (node) 中運具轉換常見的問題有：

1. 旅行時間 (Travel Time)
2. 可及性 (Accessibility)
3. 可靠性 (Reliability)
4. 運能 (Quantity of transportation)
5. 班次 (Schedules)
6. 費率 (Rates)
7. 便利性 (Convenience)

此外，依據美國的調查，顯示企業在選擇運輸方式所考慮的因素排名如下：

1. 運輸時間的可靠度 (Transit Time Reliability)
2. 及門的運輸成本 (Transportation Costs)
3. 總及門運輸時間 (Total Door-to-Door Transit-Time)
4. 運輸業願意協商改變費率的意願 (Voluntarinee of changing rate)
5. 運輸業財務的穩定度 (Financial Stability)
6. 設備的可用性 (Equipment Availability)
7. 運輸服務頻率 (Frequency of Service)
8. 貨物接送服務 (Pickup and Delivery Service)
9. 貨物損毀程度 (Freight Loss and Damage)
10. 急件貨物處理能力 (Shipment Expediting)
11. 操作人員的品質 (Quality of Operating Personnel)
12. 貨物追蹤能力 (Shipment Tracing)
13. 運輸業願意協商改變服務的意願 (Voluntarinee of changing service)
14. 排班彈性 (Scheduling Flexibility)

15. 運載服務 (Line-haul Service)
16. 索賠處理 (Claims Processing)
17. 運輸業銷售能力的品質 (Quality of sale ability)
18. 特殊設備 (Special equipment)

由以上調查可以看出，運輸時間跟運輸成本因素仍然是企業選擇運輸業最先優先考慮的項目。

因此，在運送流程中，本研究分為內陸階段和連接兩內陸階段的跨國運輸階段（如圖 1-5），在內陸階段方面，主要以鐵路跟公路兩種運輸型態為主，而在連接兩內陸的跨國運輸階段，則以海運跟空運兩種型態為主。而該貨物在起點時就要先確定貨物的數量與種類，當貨物裝載上了運具後，中途不會有新的貨物加入，也就是沒有補貨的問題發生，整個配送當中屬於同一類型的貨種，且在整個貨物運送的過程中，運具沒有故障或損壞的問題產生，簡單來說，例如：體積小且具有時間性的貨物，在內陸階段建議可以利用貨車運送，到了跨國運輸階段時就換成空運，若體積大且不具有時間性的貨物，在內陸階段則建議可以使用鐵路運輸，到了跨國運輸階段時，可改成海運運輸。

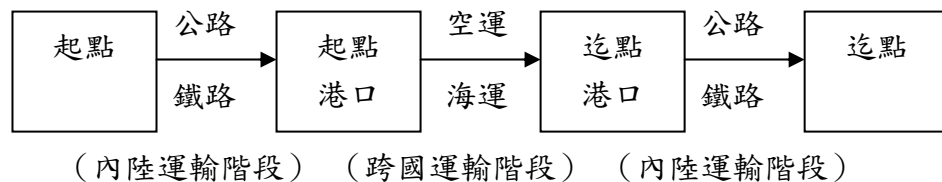


圖 1-5 運送流程圖

本研究討論的複合運輸，指整合陸海空三方面的運具，在這過程中，我們考慮以成本最小和時間最短兩原則來規劃最佳的載運組合。

1.4 研究方法與架構

1.4.1 研究方法

本研究方法涵蓋許多層面，舉凡運具轉換、運具選擇、運輸成本、運輸時間等，都需要不同的研究方法來加以配合。本研究主要分為兩方面，一方面探討貨物從起運點開始，一直到目的地這整個過程當中所牽涉的運具轉換問題，以及運具選擇問題，另一方面則是由運具的轉換和選擇所衍生出來的運輸成本與運輸時間問題，總而言之，本研究背景以整條供應鏈的角度，來探討這整個運輸過程中的問題。以下是本研究預計應用的方法與軟體：

1.0-1 整數規劃：

在這個階段，利用 0-1 整數規劃方法，來構建貨主選擇的運具、路線與轉運點等的相關成本與時間，然後再把這些相關成本與時間全部加總起來。

2. 多目標規劃：

本研究因為要求解最小的成本和最短的時間，所以把此兩項當成目標式，然後利用多目標規劃的方法來求解出最適的數值。

3. Lingo8.0：

LINGO (Linear Interactive and General Optimizer)可視為 LINDO 的改版，除具有原來的功能外，更能求解非線性的數學規劃問題。

LINGO 之特色在於：

- (1) 利用巨集指令來編寫程式。
- (2) 可利用矩陣方式來表達多維度資料，除了大幅縮減程式撰寫的長度資料，表達的方式亦較使人能理解，方便操作。
- (3) 能評估程式撰寫中之錯誤地方，快速反應讓使用者知其問題所在。

1.4.2 研究架構

本研究的架構主要分為三部分，第一部份為文獻評析，第二部份為數學規劃，第三部分為案例探討，在文獻評析方面分為兩類，第一類探討物流營運、國際物流與複合運輸，其中物流營運包含了各類運具與其運輸業的相關文獻等，第二類探討數量方法相關文獻，包含了 0-1 整數規劃與多目標規劃，這一部份的內容在本研究中的第二章部分；在數學規劃方面，本研究以成本最小與時間最短兩項目標式來構建整個模式，然後構建完成後配合案例探討來求解模式的可行性，如果可行的話就進行分析的階段，不可行的話再進行模式的修改然後再測試，而數學規劃模式構建的內容在本研究的第三章中有詳盡的介紹，之後的案例探討則在本研究的第四章中，模式中相關參數的分析，如目標式權重、成本參數與時間參數的敏感度分析則在本研究的第五章，最後的結論與建議則在本研究的第六章，相關的研究架構圖如圖 1-6 所示。



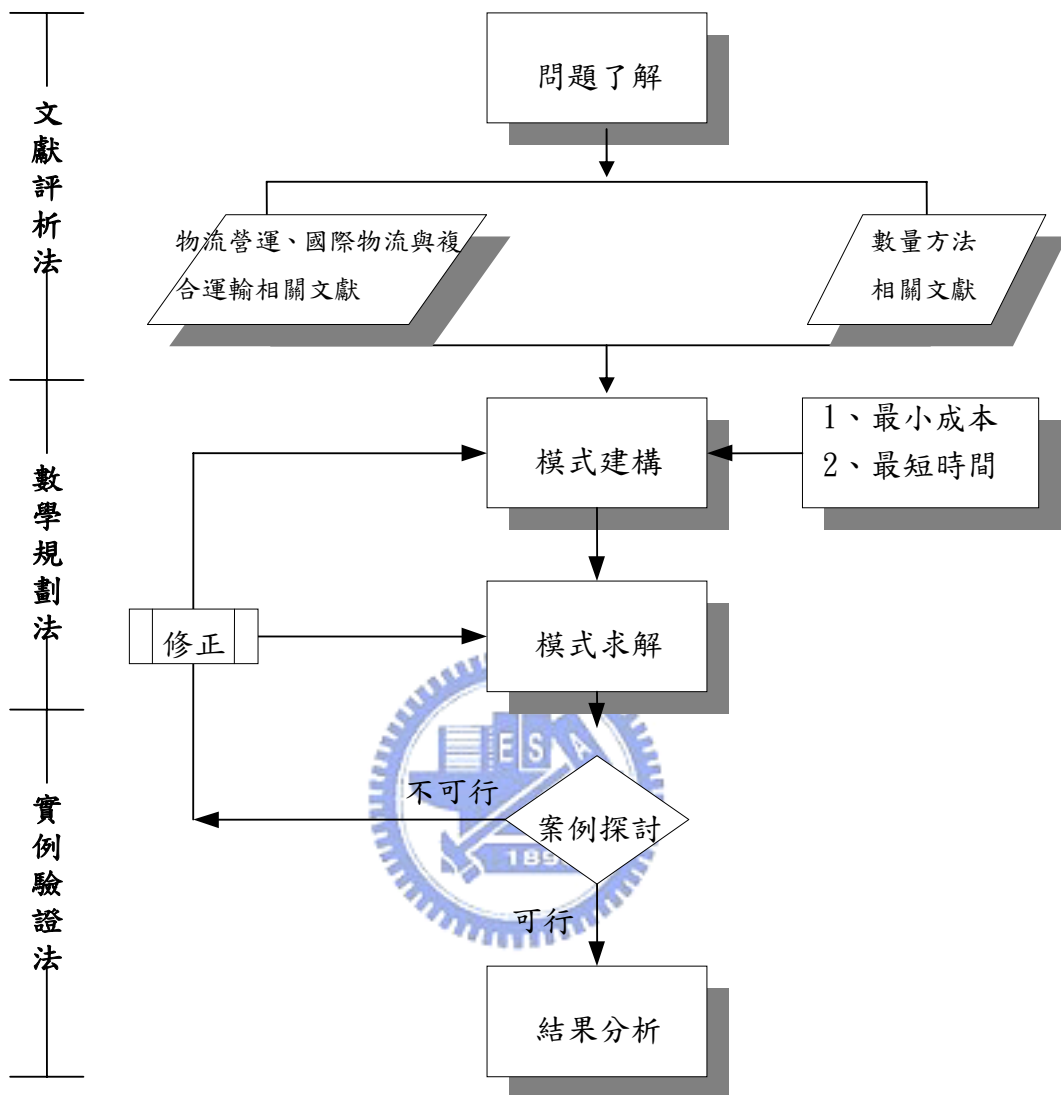


圖 1-6 研究架構圖

1.5 研究內容與流程

1.5.1 研究內容

1. 研究背景與動機：全球經濟發展與國際貿易的熱絡，使得貨主為了提高貨物在國際的競爭力，除了生產技術的提升外，接下來就是透過快速的運送方式來降低貨物的運輸時間與運輸成本，所以如果有良好的運輸流程，將可有效的控制營運成本。
2. 研究目的：透過運具最適的組合以及資源最佳的配置，使配送過程以最小的成本和最短的時間讓整個物流系統能在全球化的時代具有競爭力。
3. 研究範圍與問題：本研究所要瞭解的問題為，對於運輸的過程中，所牽涉到的運具也會不同，在那麼多的運具組合當中，如何能夠利用最適的資源配置和最佳的運具組合，來將貨物從起運點送到目的地，至於一開始貨物的種類，本研究將貨物定量且單純化，重點在於運具轉換時的資源配置問題與配送的次數與數量問題。
4. 相關文獻回顧：收集國內外並回顧本研究會用到的所有相關文獻，在文獻從兩方面去回顧，在方法論的文獻上包括 0-1 整數規劃、多目標規劃，在物流營運的文獻上則包含各類運具型態與其運輸業、國際物流、複合運輸等。
5. 建構數學模式：以最少的成本和最短的時間為目標式，以及相關的資源資料當作限制式，構建出本研究的數學模式。
6. 實例探討：選定一個個案實例，套入本研究所建構的模式中，進行相關的數據探討。
7. 分析結果：把案例的結果作一個有系統的分析，透過主要參數的變化，來瞭解利用何種運具組合來轉運貨物和資源相關的最適配置最為恰當。
8. 研究結論與建議：對本研究的結果做出結論，並對後續研究人員提出建議。

1.5.2 研究流程

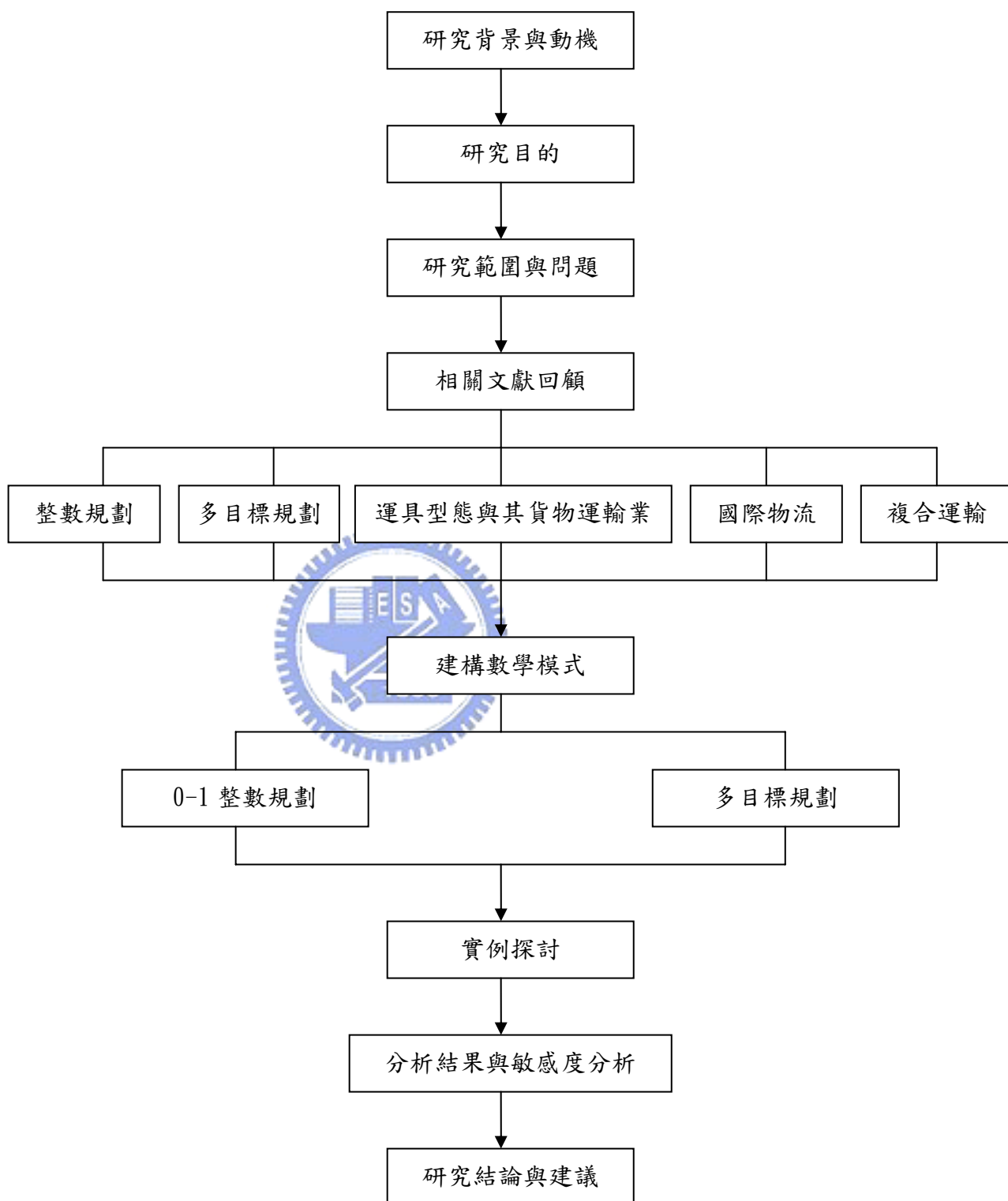


圖 1-7 研究流程圖

第二章 文獻回顧

2.1 各類運具型態與其貨物運輸業

2.1.1 鐵路

1. 鐵路運輸之優點：

- (1) 長途拖運量大：鐵路運輸因具有編組列車的固有特徵，機車拖力大，載重力亦大，能發揮大量運輸的能力，故有長途運量大的優點。
- (2) 行進速度均勻：鐵路運輸因具有自動控制的固有特徵，火車於動力發動開車後，行車速度均勻，因此行程可以預計，準時到達。
- (3) 運價低廉：鐵路運輸的行車成本，是用經濟學上的成本遞減法則，運程愈長，成本愈低，故為長途運輸較為經濟的工具，最適於大量原料及材料的長途運輸。
- (4) 受氣候限制小：鐵路運輸其具有導向原理的固有特徵，正常行車，較不受氣候的限制，故鐵路行車穩妥可靠。

2. 鐵路運輸的缺點：

- (1) 投資成本高，且不易保養：鐵路道路、橋樑及車輛維護，須有完善的路工及機廠設備，維修不易且投資成本很高。
- (2) 運輸缺乏彈性：大量運輸，因為鐵路運輸之優點，但遇緊急小量零擔運輸，即不能隨時機動運輸，且路線較缺乏彈性。
- (3) 目標顯著易遭破壞：鐵路運輸因係編組列車，一列車長達十幾輛以上，目標顯著，戰時易遭破壞。

而在鐵路貨物運輸業方面，大眾運輸車站成為都會區之重要商圈，且大都建築完善、兼具視覺美感，再加上人潮不斷，有利於各式賣場之進駐。鐵路由於具有快速及大量運送之特性，因此常常成為內陸交通之重要運輸工具。物流業為一新興行業，業界普遍缺乏良好場站土地等設施，而鐵路擁有優良場站、倉庫與路

線等優勢，並擁有快速及大量運送之特性，故深具發展物流之潛力。

鐵路貨運具有運輸量大與運輸成本較低等特性，但因鐵路運輸網路有限，故其及門性較低；因此耐儲存、價值低、搬運過程不易損毀之大宗貨物（如礦砂、稻穀、水泥）較適合由鐵路運輸。就不同運具在不同貨種的市場佔有率而論，鐵路貨運現階段雖以大宗散裝及原料貨種市場為主力，至於具較高貨運價值的貨櫃物品，則僅佔少部分，顯示鐵路運輸主要仍應用於低品質需求之貨品。

在鐵路複合運輸方面，主要針對設置於港口附近之場站而言，屬委託性轉運中心，承運貨種為貨櫃，隨著世界貿易的自由化，此類貨種將有成長之趨勢。在加工型物流方面，主要針對規模足夠、交通便利、方便公路貨車裝卸貨之場站，進行保管、配送、包裝、加工、裝卸與資訊系統如線上追蹤等功能活動，並結合公路貨運業者進行及門服務或宅配，提升服務之便利性。



2.1.2 公路

1. 公路運輸的優點：

- (1) 整個運程速度快：公路運輸因可擔任及門運輸，故對於限時運送貨物，或為適應市場臨時急需貨物，公路運輸服務優於其他運具，尤以短程運輸，其整個運輸過程的速度，較任何其他運具要快。
- (2) 運用靈活：公路運輸因富於活動性，可隨時調撥，不受時間限制，且到處可停，富於彈性及適應性，運用靈活。
- (3) 受地形氣候限制小：汽車之行駛，只要有公路可達山過山，不受地形限制，且車輛目標微小，即使遇惡劣氣候，較不受其影響。
- (4) 使用普遍：卡車價格有限，並可採分期付款辦法，人人可購，不論工農商各界，使用普遍。

2·公路運輸的缺點：

- (1) 運載量小：卡車運載量，普通二或五噸，若使用全拖車，亦不過數十噸，不能與火車或輪船相比。
- (2) 安全效率較低：公路運輸，由於車種複雜，道路不良，駕駛人員疏忽等因素，交通事故較多，故安全效率較低。

一般而言，在公路運輸的汽車貨物運輸業因貨物運送型態不同可區分為整車貨運業及零擔貨運業。其中整車貨運業係指「汽車貨運業」與「汽車貨櫃貨運業」；而零擔貨運業則係指「路線貨運業」。整車貨運業之收費價格一般係按車輛之載重量收費，路線貨運業則按車輛所載貨物之件數及每件貨物之重量來計算運費。

貨物運輸主要可分為公路、海運、空運及鐵路運輸等四種方式，公路貨運因公路網綿密之因素，佔九成之內陸運輸，成為內陸主要的貨運方式。近幾年來，由於人力短缺、大宗物品棧板化運送等趨勢，致使長途行駛於高速公路上之車輛，逐漸改以聯結車、拖引車及拖車運輸，以節省運送成本。

此外，汽車路線貨運業必須向公路主管機關申請固定運送路線，並以較具規模與紀律的車隊進行排班，其運送標的物則以零擔、包裹等雜貨為主。在服務對象方面，由於競爭激烈，零擔貨運業者一般不會拒絕客戶或產業，且其主要客源以中小企業為主。由於其承攬數量較少，可預測性低。所以，目前的零擔貨運業者，在場站作業效率提升方面遭受極大困難。

以貨櫃運輸與客戶類型區分，則可將貨櫃運輸型態分為「C Y運輸(Container Yard)」、「船邊運輸」與「轉運運輸」三種。目前經營C Y運輸的貨櫃運輸公司，因進出口廠商與客戶報關行眾多，所以此市場競爭者眾多，且每家市場佔有率均不高，以致於市場型態近乎於完全競爭。對於經營船邊與轉運運輸的貨櫃運輸公

司而言，因其客戶為船公司，所以要進入市場經營的困難度相形較高。

汽車貨運運輸業者無法針對日漸增加的貨件處理量進行拓展。另一方面，其車輛路線以沿途載運為主，由於批發與零售管道的擴張與現代化，造成汽車路線營運網路日趨複雜，此乃為業者無法有效經營之最大主因。因此，部分業者擬改變其營運網路，以提高運送效率。至於中小型路線貨運公司，由於貨件處理量較少，沿途載運所造成之網路複雜化較小，因此，業者尚無改變其內部營運網路之計畫，其經營所面臨之最大課題乃在於如何因應業務量增加，進行增設或擴建場站。所以，大型貨運業未來營運網路將朝向軸幅式（hub-and-spoke）網路的型態發展，而小型營業站則可收送貨物再配送予地區性的大型集貨站。

2.1.3 海運



1. 海運運輸的優點：

- (1) 運量大：海洋之大油輪，最近已超過四十萬噸，其運輸量實較其他運輸工具遠過之。
- (2) 調度方便容易：日前各種輪船依規定均須架設無線電報機，呼應迅速，不但船主在營運上指揮便利，且動員調度集中容易。
- (3) 運價低廉：各種運輸工具，以成本而言，低廉莫過於船舶，對於貿易商運銷貨物，極為有利。
- (4) 續航力大：一艘商船出航，攜行燃料、糧食及淡水，可歷經數十日，殊非其他任何運具可比。且商船具有獨立生活的種種設備，如發電、製造淡水、儲藏大量糧食的糧艙、油櫃等，能獨立生活。

2. 海運運輸的缺點：

- (1) 受天候及商港限制：商船航行海上，遇暴風須及時躲避；遇大霧需按相關規定辦理，以防損害，此為天候對水道運輸的限制。另外商船到達商

港，當因港灣水深或起卸設備的缺乏，會限制商船的入港與作業。

- (2) 速度慢且可及性低：水道運輸之平均航速不過 20 浬時或 30 節 (knots) 之多，因此，水道運輸的速度是在所有運具中最低的。此外，水道運輸的可及性並不高，因此需要許多地面運輸系統的配合。

海運貨物運輸業係以承攬進出口貿易載貨為主要業務。若以服務形式及市場觀點來區分，通常分為定期船及不定期船業務。目前世界海運貨物在定期船（貨櫃）裝運總噸量大約佔三分之一，但其價值卻佔百分之七十以上，是經營海運貨運業之重要業務之一。進出口貨物的國際運輸方式，經由海運運送的比率較高，乃因其具有載運量大、單位運送成本低等優勢，其餘具有時效性的貨物，則經由空運運送。不定期海運業又可稱之為散裝海運業（包括油輪），載運貨品多為工業原料與民生必需物資為主，因其船期與停靠港口不固定，故運價隨市場波動，無固定之運價表。



2.1.4 空運

1. 空運運輸的優點：

- (1) 速率高：可於三小時內從紐約飛達巴黎，飛機速度之快，非其他運具所能及。
- (2) 不受地形限制：波音 747 噴射機可飛達 45000 英尺的高度，將不受任何高山的地形限制。
- (3) 航行線選擇自由：航空運輸由於大環航線的原理，選擇航線可較水運自由的多，故可縮短航程。

2. 空運運輸的缺點：

- (1) 運費高：飛機購置費昂貴，載量小，開支大，故收費昂貴。
- (2) 運量受限制：一般飛機運載量有限，如全貨機(all-cargo)僅能載運 90-100

噸的貨物，與火車或輪船相比，相距甚遠。

(3) 可及性較差：飛機須在機場才能提供服務，因此需其他運輸的配合。

(4) 受天候影響：氣候惡劣，常影響飛機的航期與安全。但由於近年來飛機技術的進步，已降低此項影響。

一般而言，採用空運運送之貨物具有以下特性：

1. 可負擔較高運送成本的高價值產品，例如貴金屬、電器電子產品等。
2. 易腐壞需要在短時間內運抵市場的產品，例如鮮花、水果等。
3. 有時間性、季節性、或須利用高速度擴展市場的產品，例如報紙、郵件等。
4. 包裝及保險成本過高的產品，例如汽車零件、科學儀器等。

以下為空運貨運之優勢：

1. 空運之運送速度及可靠性高，可迅速補充貨品、降低安全存量、減低庫存壓力，減少運輸存貨及安全存貨數量。
2. 空運之環境狀況可減少對包裝之需求，使貨物所佔之體積及重量皆降至最底，可節省運輸及搬運成本。
3. 空運比地面運輸可降低意外的損失、傷害及偷竊風險。
4. 空運之機場稅一般低於港口捐，可降低間接附加成本。一般而言，機場位置比港口更接近起運地及目的地，亦可減少運輸成本。
5. 空運運送時間短，使交易提早完成，增加資金周轉速度。

以貨運成長與服務型態轉變而言，目前全球航空貨運中以亞太地區航空貨運量的成長率最高，並由多項研究預測，未來航空貨運量之成長率將會高於客運量之成長率。

2.1.5 各類運具與其貨物運輸業之比較

本小節將上述的各小節中的運具與貨物運輸業做個比較，探討其不同之地方，在各類運具方面，我們可以由運具的速度、可及性、可靠度、配送能力、班次、運費等準則來做比較，如下表 2-1 所示，在速度方面：空運的速度是最快的，海運的速度是最慢的；可及性方面：因為海運與空運的場站相對比鐵路與公路來的少，所以其運送的可及性就相對的低；可靠度方面：因為空運所受到的干擾較小，且大部分都是載運高科技貨物或者是昂貴的貨物，所以其必須要有最高的可靠度，而海運其可靠度相對的低；在配送能力方面：海運所能配送的貨運量是最多的，而空運則就相對的少了很多，在鐵路與公路的配送能力方面，鐵路的配送量會比公路還要來的多；在班次方面：海運的班次相對於空運，一般來說會比較多，鐵路與公路的話，公路的班次則會比鐵路還要來的多；最後在運費方面，空運運輸是所有配送中運費最昂貴的一種，而海運最便宜，至於鐵路與公路的話，鐵路會比公路還要來的便宜，運費的高低其實是跟配送的量與配送的速度有關的，空運之所以會是最昂貴的是因為其配送的量少，而且配送時間又是最快速的，所以其運費就會來的高，海運剛好跟空運相反，配送量海運是最多的，但其因為配送的速度最慢，所以運費是最便宜，那麼在選擇運具配送時，要考慮貨物本身的特性與其對運輸服務的基本需求，然後再針對一些比較重要的準則來選擇所需的運具，以免浪費了許多時間與成本。

表 2-1 各類型運具之比較表

類別	速度	可及性	可靠度	配送能力	班次	運費
鐵路	慢	佳	佳	多	少	便宜
公路	快	最佳	差	最少	多	貴
海運	最慢	最差	最差	最多	最多	最便宜
空運	最快	差	最佳	少	最少	最貴

接下來將針對各類型運輸業的市場佔有率、競爭優勢、運送時間、運費成本及市場區隔做整理，如下表 2-2 所示，在市場佔有率方面：公路運輸佔了國內運輸的大部分，而海運在國際運輸則有較高的佔有率，空運的佔有率相對較低；競爭優勢方面：公路運輸的公路網相當綿密，海運運輸載貨量大、單位運送成本低、消耗能源少，空運運輸運送速度及可靠性高，鐵路運輸擁有優良場站、倉庫與路線等優勢；運費成本方面：公路運輸中，整車貨運業以車輛的載重量來計費，零擔貨運業以貨物的件數和每件重量來計費，海運運輸運費不論利用何種運輸，相對於空運運輸運費來看，海運都是比較便宜，鐵路運輸的話不管是整車還是貨櫃都是以每噸公里來計算運費；在市場區隔方面：鐵路運輸的貨物耐儲存、價值低、搬運過程不易損毀之大宗貨物，公路運輸的貨物偏重於雜貨、原料等，海運運輸則以工業原料與不具時間性的民生必需物資為主，空運運輸則以較高運送成本的高價值產品、易腐壞需短時間內運抵市場的產品為主。這也再次的告訴我們，在配送之前貨物分類的重要性，以免造成不必要的損失。

表 2-2 各類型運輸業之比較表

類別		市場佔有率	競爭優勢	運送時間(天)	運費成本	市場區隔
鐵路	整車		擁有優良場站、倉庫與路線等優勢		1.2285 (元/每噸公里)	耐儲存、價值低、搬運過程不易損毀之大宗貨物(如礦砂、稻穀、水泥)
	貨櫃				0.9286 (元/每噸公里)	
公路	整車貨運業	國內運輸方面佔 90%	國內公路網相當綿密		車輛之載重量	整車、原料
	零擔貨運業				貨物之件數及每件重量	零擔、雜貨
海運	傳統貨櫃船	國際運輸方面佔有率高	載貨量大、單位運送成本低、消耗能源少	17~28	0.21 (US\$/公斤)	工業原料與民生必需物資
	超高速貨櫃船			7	0.40 (US\$/公斤)	
空運	一般航空	國際運輸方面佔有率低	運送速度及可靠性高	5	2.00 (US\$/公斤)	較高運送成本的高價值產品、易腐壞需短時間內運抵市場的產品
	優先航空			2.5	20.00 (US\$/公斤)	

2.2 國際物流

2.2.1 國際物流簡介

隨著運輸系統及通訊設備越來越進步，許多企業、廠商已經能輕易和世界各地的消費者進行貿易交易往來，因此，國際物流的興起，越來越受到大家的重視。而且企業本身受到國內市場規模及區域資源的限制，為了進一步獲得廣大的業務及國外資源比較成本的利益考量下和有效的統合各地區的優勢資源，則國際物流必須在有成本考量及效率評估的要求下，來增加企業的整體競爭力。根據相關文獻指出，促進國際物流的驅策力有以下五大點：

(一)經濟成長

工業國家的經濟成長雖然曾經有過高度的成長，然而目前正處於經濟趨緩，同時在技術不斷的進步之際，使得製造及物流能力增強，造成超額產能。許多企業為了追求利潤極大且降低成本，必須將其生產線及產品移往開發中國家，以獲取更高額的利潤，這樣的拓展造成全球製造及行銷的整合，也是成了實行全球物流的必要支撐力。

(二)供應鏈觀點

當大型製造商與運輸業者的供應鏈整合國際化時，如果要迅速的反應顧客需求，並將貨物快速正確地運往世界各地，公司勢必透過全球專業物流服務商以降低公司財務負擔。

(三)地域化

全球化的同時，大型企業勢必要進入海外市場以拓展其業務，然而在區域化之前，這樣的工作必然會面臨到當地政府法令及關稅的限制，通關的時間及關稅的成本都必須由消費者來承擔。而這些並不能對產品或顧客創造出任何的附加價值。所以今天許多地域性的同盟組織成立，這些區域雖然不隸屬於同一個國家，但是彼此間的關稅同盟協定或自由貿易區，都讓國與國之間的交易更加的便利。因此類似北美自由貿易協定及歐盟這種區域化過程也就會帶動整個國際物流的興盛。

(四)科技的進步

由於科技的發達，使公司可以瞭解各地方消費者的需求與偏好，同時，訂單的處理、生產規劃、運輸規劃週期縮短，即便是外國供應商或是分公司也都能清楚的知道整個供應鏈成員的需求及工作情況。

(五)管制消除

某些產業的管制消除是促進國際物流的要素之一，而主要的撤除管制是在財務及運輸上的管制。

綜合以上，雖然有許多驅動力使得無國界的商務更加普及，但仍然還有一些無法克服的障礙阻撓了全球物流的推行。所以接下來國際物流必須要在成本的障礙和潛在利益間獲得平衡。

(一)市場與競爭

這類的障礙最主要在於市場進入的障礙、資訊的獲得及當地政府對於進口品的法令限制與關稅。



(二)金融障礙

當物品的流動與交易牽涉到跨國際時，金融問題也會造成國際物流運作時的風險與不便。例如，外匯交換、海關限制及政府金融政策。

(三)物流管道標準化不佳

各國的物流設施與交通基礎建設各不相同，或是貨運、產品包裝的規格不一，造成國際物流作業的效率大打折扣。

2.2.2 國際物流與國內物流

在瞭解了國際物流的相關資訊後，接著跟國內物流做個比較，看觀看在這兩個方面有什麼不一樣的地方，國際物流與國內物流的差異通常可分為三方面：

(一)國外市場之物流

國內外市場的物流在基本作業上，沒有太大差異。國際物流在文件上、匯率變換、市場大小、交通運輸基本設備上甚至產品包裝上，也比傳統的國內物流複雜許多。

(二)國際多市場之物流

目前全球的各個市場皆由獨立自主的政府所控管，而各國在基於國內經濟環境、社會文化的利益考量常會對外國廠商設立某種障礙，常見的有：

- (1)關稅障礙與進口配額
- (2)不同的課稅系統與稅率
- (3)不同的運輸政策
- (4)不同的產品法律(包裝規定、食品、藥物、標籤、產品成分)
- (5)貨幣系統以及外匯政策

以上這幾點便是國際物流在行銷策略與作業營運上所要考慮的地方，因此管理者必須將這些外部因素考慮在內，而這些都鮮少出現在國內物流的管理上。

(三)全球性的物流

全球性的市場是由世界各國的市場所組成的，因此，在物品流通的過程中，所要涉及的組織及所需設備就遠比國內物流來得多。例如，交通運輸公司與貨運承攬運送業等服務性組織；自由貿易區、公共倉儲、港埠與航空站等公共設施；而電腦、貨櫃、電傳及巨型噴射機等硬體設備。

所以，在國際物流方面因為考慮的層面廣泛，所以接下來我們將由國內物流的差異處來討論比較，如表2-3所示，國內物流因為相對於國際物流來看比較單純，所以國內物流的規模比國際物流小、配送的距離時間也比國際物流短，計價的方式、配送的種類與配送的方式也比國際物流單純許多。

表2-3 國際物流與國內物流差異表

	規模	配送距離	配送時間	計價方式	配送種類	配送方式
國內物流	小	短	短	單純	單純	單一運輸
國際物流	大	長	長	複雜	複雜	複合運輸

由於國際物流與國內物流二者有截然不同之經營環境，因此，我們利用物流所含蓋的三種流動行為來比較兩者的差異，如表2-4所示。

(1) 物流

國內物流配送的距離與時間相對較短也單純，所以利用單一運輸工具進行配送，國際物流則因為配送距離與時間相對較長也複雜，所以大都利用複合運輸的方式來完成，而這兩者間貨物自供應點到消費點間之實體流動，主要包括貨物之輸送、配送、倉儲、與流通加工(貼標、包裝)等。

(2) 金流

國內物流因為屬於一個國家內部的配送，所以牽涉到的資金只有該國的貨幣，而國際物流因為屬於跨國行為的活動，所以牽涉到的資金最少會有兩種以上的貨幣，因此，國際物流在金流方面多了一個匯率的風險，而兩者皆為處理與收支相關之事宜，主要包括市場調查、交易條件協議、報價與詢價、交易價格、押匯與貨款交付等。



(3) 資訊流

在國內物流方面，僅涉及買賣雙方之資訊交換；而國際物流方面，買賣雙方資訊交換外，還包括與海關間通關文件之往來。國內物流與國際物流都指處理買賣雙方之資訊、文件等相關事宜，尤其在國際物流的文件方面，由於貨物在國際間移動時，必須接受各國主權管轄。因此貨物在進出各國時，必須具備海關規定之相關文件，如艙單、准單等，向海關申請出口或進口。

所以國際物流運作能否成功之關鍵因素在於貨物是否可以自由與快速的流動。以物流而言，因為國際運輸的發達與港埠作業效率提升，直接使得貨物運輸與裝卸速度大為提高。而金流多透過銀行進行交易與聯紫，資訊傳遞也非常快速。唯有資訊流，涉及到各國海關作業，有時貨物已抵達目的地，應可立即送至顧客處，或可讓顧客自行提領，但因為文件之通關程序尚未完成，貨物無法立即放行，此對國際物流業之效率與顧客滿意度影響甚鉅。

表 2-4 國際物流與國內物流三種流動比較表

	物流	金流	資訊流
國內物流	運輸距離與時間短 單一運輸工具	單一貨幣	僅涉及買賣雙方之資訊交換
國際物流	運輸距離與時間長 利用複合運輸	多種貨幣 需考量匯兌風險	買賣雙方資訊交換外，還包括與海關間通關文件之往來

而有學者則指出國際物流與國內物流最主要的差別便是在4D，所謂的4D包括了距離(distance)、需求(demand)、差異化(diversity)、文件(documentation)，分別將這4D 說明如下：

(1)距離

在國際物流中，由於在運送的距離上大致而言都比國內物流來得遠，因此在設計國際物流系統時，距離成為最主要的因素。在國內的物流系統中，經由充分的控制運輸、存貨、倉儲、顧客服務等變數就能掌握距離因素的最佳化。然而在國際的舞台時，距離因素所構成的運輸問題則成為整體作業流程能否是否具彈性及是否可信賴的關鍵。但這樣的問題透過物流網路的結盟聯繫與現代科技的輔助就能夠克服。

(2)需求

當企業把營運的觸角延伸至國外時，面對不同市場需求的喜好不同與文化上的差異。這些變項常會使國內外物流營運模式產生差異，並造成管理上的複雜性與衝擊。這包括了四個部分：不確定性、控制程度、所需的存貨數量與彈性。因此，在國際物流上，應盡量利用延後組裝(Postponement)的方式，來管理市場上的差異，盡量在確定市場的喜好之後在進行產品的組裝與生產，以降低此不確定性。

(3)差異化

差異化主要係指國際與國內市場文化的差異。管理者在建構物流系統時，必須將海關差異、基礎建設、產品差異等導致國際物流複雜的因素考慮在內。

(4)文件

國際物流與國內物流還有一項差異就是文件格式。當貨物在不同的國界中移動，文件會變得相當的複雜、耗費時間與處理成本。每個國家在關鍵通關的文件上都會有不同的考量：銷售條件與信用狀態、責任歸屬、報關、關稅、禁止輸入品、包裝等要求。許多業者便提供這樣的服務來幫助國際物流業者處理這些複雜的文件問題。

2.2.3 國際物流成員

在瞭解了國際物流與國內物流的差異之後，接下來來探討國際物流參與成員，我們可以清楚的知道整個國際物流作業所包含的參與者很多，各成員之作業內容分述如下：

(1)國際運輸運送人

國際運輸運送人是指自有或租賃運具，提供貨物運送服務的公司。在此的運具包括海運、陸運、空運等等。近年來國際運輸強調戶對戶(Door To Door)直接運送服務，所以業者已發展到國際複合運輸或聯合運輸等方式來提供服務。

(2)貨運承攬業者

貨物承攬業者本身不經營運具，主要是幫助廠商選擇運輸公司、運輸工具，並代辦貨運之相關文件手續。因國際物流強調「少量、多樣」的配送服務，承攬業可針對客戶的貨量，有效的進行拆櫃與併櫃，以降低運輸成本。

(3)報關行

報關行代辦進出口廠商之報關、貨物檢查等工作，有時亦負責協調貨物進口後之貨物集散、或目的地之貨物運輸安排等，從中收取報關費及服務費者。

(4)內陸運輸運送業者

提供本國內陸運輸服務業者，此類業者具有數輛拖車，或著與其他拖車公司結盟，負責廠商與貨櫃場間以及港口與貨櫃集散站間之內陸運輸。

(5) 物流中心或內陸倉儲

指在買賣雙方之間，提供物流服務之公司。近年來許多國內第三方物流公司，將其服務範圍擴展至全球，結合運輸業者、承攬業者、倉儲業者等相關行業，提供整體運輸服務。

(6) 貨櫃集散站

貨櫃集散站是貨櫃存放與管理的地點，使貨櫃船本身只需負責貨櫃的裝卸與載運，事前及事後的手續，均留待貨櫃集散站辦理，使船舶滯港時間減到最低。

而國際物流的運作須包括陸、海、空結合的運送與倉儲內的運作二部分。海空運承攬運送業者結合此二部份，達到將貨物從製造商的手中，依買方的要求，運到最終消費者手上，甚或包含廢料的回收處理，產品外包裝的更改重包或退貨的回收或運回等的運作。其主要實際的運作範圍包含以下幾點：

(1) 可節省運送時間的轉口服務

國外產品先由原製造商所委託的承攬運送業者，以較低廉的海運做較大量的運送至保稅倉庫存放。當原製造商接到其他國家的訂單時即可立即要求其承攬運送業者將所需產品由保稅倉庫以海運或空運運至買方，以節省由原產地到下訂單國家的耗時運送時間。

(2) 國內交貨服務

將上述暫存保稅倉庫的產品，其原製造商亦可應買方的訂單，由買方付完進口稅捐後，由承攬運送業者將貨送到買方指定的地點。

(3) 製造商多國零組件的存儲與轉運

具全球性或多國性行銷的製造商，可將其所生產的零組件，由其委託的承攬運送業者自生產零組件地區先行運到保稅倉中。再依該成品製造商的指示將此些零組件重新分類、包裝運至指示的國內或國外的目的地。

(4) 倉儲內的增值(value-added)服務

承攬運送業者可依委託客戶的要求，將存儲在保稅倉的貨物做檢驗、測試、整理(如

更換包裝或加貼標籤等)、分類、分割、重新包裝或產品維修再出口等服務。

(5) 加工性的加值服務

承攬業者依國外委託的製造商指示，安排儲存的零組件，配送到保稅工廠加工之後再出口。

(6) 多國性貨物的分類併裝

承攬運送業者，可以以某地為併櫃貨(Consolidation)中心，將國外各地的併櫃(即俗稱 LCL 或 CFS)，不分其目的地先併入一個貨櫃中，運至某地由業者再依其內各不同目的地的貨與本地出口貨重新組合後再送至相關地區。

(7) 以轉運點做海/空或空/海的聯運安排

(8) 買賣雙方的出/納人

買賣雙方因處在不同的國家，當買賣雙方達成協議時，必有即將提貨與須即時付款的情況。但買(賣)方可透過賣(買)方所委託的本業業者，在提(交)貨與付(收)款上，達金錢與貨物兩訖的目的。



在硬體建設上，國際物流需要有完善設施的港口、航空站、保稅區、鐵／公路系統、通訊系統及各行各業與政府各部門的高度電腦化；在人才上，也需要有世界一流水準的國際性海空承攬運送業者，即目前所謂「國際物流業者」或「國際物流運籌」，只要提供一貫作業與無滯礙的環境，配合法令法規的修正，將有利於提昇國家的經濟發展，促成國際地位的鞏固。

2.3 複合運輸

2.3.1 複合運輸簡介

複合運輸最初發展是因為在基本的運輸方式受到地理環境的限制與硬體設備的原因，無法單獨完成運輸任務，且之後為了使貨物能在最短的時間以內，以最經濟、最有效、最便宜的方式來完成起迄點的運送，所以才會有複合運輸發展的產生。

複合運輸又稱為聯合運輸，貨物由寄運人到收貨人的運輸過程中，採用兩種或兩種以上的運輸工具來運送，並且以單一的費率或是聯合計費的方式，共同負擔運送責任的運輸系統，其目的除了克服空間限制外，最主要還是要縮點運輸時間與降低運輸成本，



2.3.2 複合運輸種類

運輸型態也只有四大類，空運、海運鐵路與公路，所以複合運輸種類不外乎以下幾

種，而各類的關係，如圖 2-1 所示。

1、鐵路與公路複合運輸 (Rail-Truck)

鐵路與公路複合運輸即是所謂的「背載運輸」(Piggy-back)，亦可稱為「駝背運輸」，最常見的運載方式有二：(1)平車載運拖車 (TOFC)，將卡車駛於火車平車上，藉由火車運至某處後，再經公路運輸送達目的地的運輸方式；(2)平車載運貨櫃 (COFC)。將貨櫃置於火車平車上，藉由火車運至某處後，再經公路運輸送達目的地的運輸方式。

2、鐵路與海運複合運輸 (Rail-Water)

鐵路與海運複合運輸又稱「車船運輸」(Train-Ship)，最常見的運載方式有二：(1)駛進駛出 (RO-RO)，即在陸地上採行鐵路運輸，若遇到無法跨越的天然水

域，則在碼頭上將火車直接駛入特別建造的船艙內，到達目的地港後，火車亦直接駛出船艙，繼續駛往內陸目的地；(2)陸橋作業 (Land Bridge Service)，貨櫃船在港口卸下貨櫃後，藉由鐵路橫越大陸，將貨櫃運至對岸港口，再交由另一貨櫃船運至目的地。

3、公路與海運複合運輸 (Truck-Water)

也稱「船背運輸」(Fishyback)，最常見的運載方式有二：(1)駛進駛出，在陸地上採公路運輸，若遇到無法跨越的天然水域，則利用碼頭上所架設的踏板將公路運具直接駛入船艙，越過江海後，公路運具亦利用踏板直接駛出船艙。「駛進駛出貨櫃船」為這種聯運系統最具代表性的方式；(2)吊上吊下 (LO-LO)，「吊上吊下貨櫃船」又稱「艙格式貨櫃船」，即在碼頭上利用起重機將拖車上的貨櫃吊入船艙，到達目的地港卸貨時，亦利用碼頭上的起重機將船艙內的貨櫃吊出，置於在一旁等待的拖車上，利用公路運輸送達目的地。

4、公路與航空複合運輸 (Truck-Air)

又稱「鳥背運輸」(Birdyback)或「陸空聯運」，其常見的運載方式與前述之「船背運輸」相類似，亦有駛進駛出與吊上吊下兩種，不再描述。

5、空橋作業 (Airbridge)

此一多種運具之聯運系統主要歸屬海運與空運複合運輸 (Sea-Air)，在起運點將貨櫃裝船，以水道運輸運至中途港口卸貨，藉由公路運輸運至附近機場，透過航空運輸送至目的地機場，最後再由短程公路運輸運抵終點。

6、子母船 (Lighters-Aboard Ship, LASH)

或稱貨船與駁船聯運系統 (Ship-Barge)，又可稱為浮入浮出船 (Float-on/Float-off Ship)，子船為實際載運貨物的貨艙，先將子船裝滿貨物，在港外以起重機將子船吊入母船，由母船航向目的地港，在其港口外以起重機將子船吊下水面，利用拖船將子船拖進港口，至貨物裝卸處裝卸貨品，一般用水深較淺之港口。

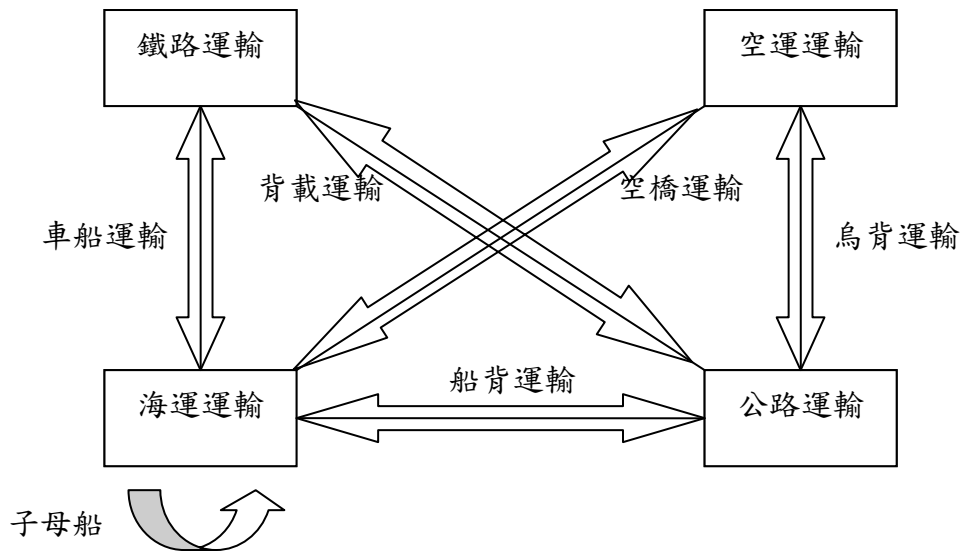


圖 2-1 複合運輸型態

2.3.3 轉運問題

國內外學者對貨物轉運中心並無統一的定義，學者因分析觀點相異而有不同的定義。舉凡可供貨物集散、轉運之場站皆可稱之為轉運中心，若從企業儲運的觀點而言，可稱之為貨物流通中心，若從貨物輸送時運具轉換的觀點，則稱之為轉運中心，若從作業之觀點，則稱之為併裝中心，此外貨物轉運中心可以區分為狹義的定義與廣義的定義，狹義的轉運中心為數個貨車場站共同設置於同一區域；而廣義的轉運中心除貨車場站外，還應包括其他與流通運輸業相關的行業與設施。

轉運中心轉運主要分為國際貨物運輸與國內貨物運輸兩種，在國際運輸方面包含了空運加公路、海運加公路、海運加鐵路等，在國內運輸方面包含了空運加公路、海運加公路、鐵路加公路等，國際運輸與國內運輸大部分都差不多，最大差別在於國內運輸為鐵公路複合運輸，國際運輸為海鐵路複合運輸，如表 2-5 所示。

表 2-5 國際與國內貨物轉運中心之方式

	國際貨物運輸	國內貨物運輸
不同運具間	空／公 海／公 海／鐵	空／公 海／公 鐵／公

貨運業者為提高運送效率與服務品質，其對貨運場站的規劃與設置也日趨重視，面對交通環境的改變，貨物運輸業者無不對運送網路加以重新衡量，各類型之轉運場站的設置更是其考量重點，而貨物轉運中心之設置將有助於因應此環境之變遷，所以對貨物轉運中心設置之必要性如下：

- 1、能有效提升貨運效率
- 2、可健全貨物運輸系統，並配合都市計畫
- 3、有助於企業之物流部門朝向專業化方向發展
- 4、有助貨物運輸產業朝整合化、國際化、智慧化方向發展
- 5、建構高營運效能及高服務品質的物流配送增值體系，以促使國內製造商、銷售商及國際營運夥伴間的經銷並提供需配送更為準確、順暢、快速

2.3.4 鐵公路複合運輸

Nozick and Morlok (1997) 構建鐵路複合運輸服務的營運規劃模式，此模式可使運送服務較具有可靠性，並且可以提供不同等級的服務。模式中考慮的因素包括列車長度、資源分配問題、佈線政策、設備共用場站評估等，模式的輸入因子有起迄點車道預期處理的貨櫃量、設備型態、車隊可用性、場站容量等，其模式以追求運送成本最小為目標。

Nierat (1997) 構建一鐵路複合運輸與公路運輸在場站市場範圍的模式，此模式在鐵路與公路複合運輸的部分，考慮了公路空車托運率的因素。模式中反映出當鐵公路複合運輸之空車托運率為零時，鐵公路複合運輸的鐵路場站市場範圍為一個單葉雙曲線。如果空車托運率為 50% 時，鐵公路聯運後鐵路場站的市場範圍，就變成為一個趨近圓形的範圍。研究結果顯示，當迄點的分佈狀況越分散時，越不利於鐵公路聯運的方式，相反的，若迄點的分佈越集中時，則採用鐵公路複合運輸越有利。

Bookbinder, and Fox, (1998) 的研究是針對加拿大到墨西哥貨櫃貨物複合運輸之最適路線選擇。其中複合運輸的方式包括鐵路、公路及海運等兩種或三種的聯運方式。研究中將各城市對較不經濟的運送方式，先加以排除不納入考慮的路線。之後再將較經濟的各種不同運送組合，分別以其運送成本多寡及運送時間的長短來評比，選出各城市中最適合的複合運送方式。



2.4 0-1 整數規劃

在處理 0-1 整數規劃問題，當決策變數很多時，該問題可能無法於可容忍時間內求得最佳解，一般會針對問題之特性，開發合理且有效率的啟發式演算法，以增進求解效率，因此，對於該類問題的求解方法，許多文獻均有提及。

在 0-1 規劃中，它的變數只取 0 或 1 兩個數值，也就是 $x=0$ ，或 $x=1$ ，兩者之中取其一，其意義表示某一項工作要做，做或不做，如 $x=0$ 表示不要做，那 $x=1$ 就表示要做。0-1 規劃的模式基本上與線性規劃相同，但它的決策變數 x 限於 0 或 1，以下是整數規劃的一般式：

$$\text{Min } Z = \sum_{j=1}^n c_j x_j$$

$$\text{st } \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = b_j$$

$$x_j = \{0,1\}$$

其中，

c_j ：j 的單位成本

a_{ij} ：第 i 個項目的參數

b_j ：j 的資源

x_j ：若是 1 表示有執行，否則為 0



Beaseley and Cao、廖學昌將文獻上的人員排班問題分為下列幾類來討論。

(1) 運具的排班問題

a. 航空排班問題

文獻上求解航空公司人員排班大多先以某種方法產生許多較佳的可行班次組合，再依據所獲得之班次組合，配合公司規定與法規限制，將人員排班問題以數學規劃方法構建成數學模式，再以適當之演算法加以求解。通常航空公司的人員


排班問題是要構建一組最小的成本的班次組合以滿足航空公司所排定的既定班表。

b. 大眾運輸排班

經由分解各個車旅次為人員工作量的最小單位的任務組合問題，即為求解大眾運輸人員排班的問題。實際上要考慮人員中午的休息以及勞基法規定的工作時數限制。一般而言來對於這些限制會有不同的處理方式，有些會直接在模式中加上嚴格的限制，而有些則會加上一個較大的處罰值來處理類似的問題。

(2) 非運具的排班問題

一般非運具排班則泛指上述運具排班之外的排班問題，如警察人員排班、服務業等等。由於此類問題屬於中、小型之人員排班問題，在求解上較少利用上述兩類排班問題，解題程序需配合一些策略的選擇及複雜的啟發式解法，大多直接使用一些較簡單的啟發式解法或是其他適合的演算法直接求解。



Anbil (1992) 針對飛航人員排班問題，建構一集合分割問題。該研究首先利用 IBM 公司所發展之數學規劃軟體 OSL 剔除重複的變數 (duplicate columns)，接著使用變數產生法求解鬆弛整數限制式後的線性規劃問題，其利用變數產生法求解時，係先將變數分成幾個群集，再分別從每個群集中，選取出減成本 (reduced cost) 最小的變數，供最佳化模式進行求解，以增快求解的速度與效率。最後，利用自行開發之演算方法，從事變數之整數化工作，以求得局部最佳之人員排班結果。

Barnhart (1995) 曾針對大型整數規劃問題的求解，發展出一套混合變數產生法與分枝定限法的 Branch-and-Price 演算法。(Branch-and-Price) 演算法的求解過程，係利用變數產生法求解 LP 子問題 (LP subproblem)，當 LP 子問題求得非整數解時，再針對該變數進行分枝，以便求得整數解。

Powell and Sheffi (1989) 首先對一般不具時效性貨物運輸問題進行研究，由於模式為大型混合整數規劃問題，因此作者將模式層次性分解為站所服務設計問題、貨物路徑排程問題，以及單一型態貨櫃平衡問題。該研究以最短路徑演算法求解具樹狀結構之貨物排程問題，而單一型態貨櫃平衡問題則為單純之交通指派問題。陳春益、李宇欣、葉進福 (民86) 曾以航線組合 (飛航路徑) 為決策變數，探討航空公司飛機排程問題，並將模式構建為一集合涵蓋問題處理。該研究首先利用深度優先搜尋法 (Depth First Search)，將航班接續成一連串的航線組合，再依據飛機飛航限制、機場作業情況與航空公司規定等特性，從事航線組合的規則篩選，以篩選後之航線組合做為模式之決策變數。最後，利用自行發展之啟發式演算法求解飛機排程問題。該研究考慮實際飛航排程限制，進行航線組合的篩選，不僅能減少決策變數的數目，增加求解效率，而且更符合實際狀況，實為一值得效法之變數篩選技巧。



2.5 多目標決策

由於本研究所要考慮的將包含了貨主之運輸總成本最小，以及貨主的運輸時間最短，因此我們將引入多目標決策的方法，以便獲得能同時滿足這兩個準則之最適解。因此以下將針對多目標決策之理論與一般化模式作一回顧。

決策問題是吾人日常生活經常碰到的課題。以決策主體而言，小至個人，大至社會團體、國家政府機構，隨時都會面臨各式各樣的決策問題；以處理問題的技巧而言，則包括傳統的單目標決策方法，以及多目標決策方法。

隨著社會系統的複雜化，特別是在大規模系統的（Large-Scale Systems）研究領域裡，多目標決策方法秉其合理化的觀念與分析技巧，不僅考慮層面較為周延而較能符合實際問題狀況，而且在規劃與決策過程中，參與者一包括規劃者與決策者，均能扮演更為適任的角色。因此，多目標決策方法已廣泛應用於複雜的資源分配問題，如公共投資問題、經濟活動的管制與控制，以及計畫的擬訂與政策的研議等。



隨著作業研究(Operations Research)在第二次世界大戰期間以科學方法的姿態興起，一系列的數學分析技巧已被廣泛應用於自然科學和社會科學，如工程、企業、經濟與政府部門，這些問題的共通特性是如何分配有限資源，如存貨控制(Inventory Control)、等候分析(Queueing Analysis)、投資組合分析(Portfolio Analysis)、網路分析(Network Analysis)、排班調度(Scheduling)、能源的生產與分配，以及水資源管理等。解決此等問題的分析方法，如線性規劃(Linear Programming)、非線性規劃(Nonlinear Programming)、動態規劃(Dynamic Programming)、貝氏分析(Bayesian Analysis)、模擬(Simulation)等，也存在一共通特性，那就是一單目標最適化，如成本極小化或利潤極大化等。

近三十年來，由於社會大眾普遍體認多目標問題同時處理的必要性，多目標決策理論已發展成為作業研究的另一新領域。若追溯其理論發展，從 Kuhn-Tucker (1951) 的向量最適化，(Vector optimization) 以及 koopmans (1951) 的有效資源

分配的早期研究，直至 1972 年在美國南卡羅萊那州(South Carolina) 舉辦第一次的研討會後，才大放異采，備受矚目。該研討會論文集則在次年(1973) 印行。晚近的發展更為迅速，使得該領域益趨完備；1984 年在管理科學期刊 (Management Science)印行的專論，1986 年在歐洲作業研究期刊 (European Journal of Operation Research) 印行的四期專論，以及 1988 年在規劃的演進期刊 (Progress in Planning) 印行的專論可為代表。

最近，多目標決策理論主要朝兩個方向發展，一是結合電腦輔助系統，如決策支援系統 (Decision Support System，簡稱 DSS)、人工智慧 (Artificial Intelligence，簡稱 AI) 等；另一個方向則是以處理偏好資訊 (Preferences Information) 為主流，如結合模糊理論 (Fuzzy Theory)，以及構建人類行為決策模式和習慣領域分析 (Habitual Domain Analysis) 等。

廣義的多目標決策理論，包括多屬性效用理論 (Multiple Attribute Utility Theory)、多目標規劃 (Multiple Objective Programming)、標的規劃 (Goal Programming)，以及多評準決策 (Multiple Criteria Decision Making) 等。其中相關名詞定義如下：

1. 屬性 (Attributes)

根據 Hwang (1979)的定義，屬性是替代方案(Alternatives)的特性 (Characteristics)、特質(Qualities)或績效參數(Performance Parameters)。他們可能是實際的客觀特性，也可能是主觀評定的特性。舉例來說，選美大會的審美觀可以分成兩部份，一部份是客觀的屬性，如身高、體重、三圍和年齡等；另一部份是主觀的屬性，如儀態、外表、氣質和機智等。

2. 目標(Objectives)

根據 Hwang (1979) 的定義，目標乃是決策者所感認的「較佳的」方向。由此觀之，目標的訂定只是提供一個遵循的方向：較多或較少，也就是極大化或極小化，並沒有提供一個特定值。舉例來說，當我們購買汽車時，汽車的馬力、能源效率、價格、廢氣排放係數是我們考慮的客觀屬性，主觀屬性則包括顏色、外觀、安全、舒適等。「價格極小化」或「能源效率極大化」均提供一個選擇的方向，也就構成了所謂的「目標」。換句話說，當屬性賦予需求或改善的方

向後，就變成了目標。在階層結構裡，較低層次的目標（次目標）是較高層次目標的屬性。

3. 標的(Goals)

根據 Zeleny (1982)的定義，標的是依屬性或目標事先決定的特定值，而能完全符合決策者的需求。舉例來說，「廢氣排放係數極小化」，是汽車製造廠商追求的「目標」；而「低於民國 79 年之空氣污染排放標準」，則是為達到環保署所要求的管制標準而訂定的「標的」。

4 準則(Criteria)

根據 Zeleny (1982)的定義，準則是輔助決策的衡量標準。因為決策是由不同的屬性、目標與標的所引導，因此屬性、目標與標的均屬於準則的一種；換句話說，凡是在已知的決策狀態下，由特定的決策者所判斷，所有相關的屬性、目標與標的均可視為準則。根據上述定義得知，「多屬性效用理論」以如何依據屬性來構建超目標(Super objective)為第一要務，並以效用極大化為遵循的方向；「多目標規劃」的重點，在於同時處理多個不同的目標，而不把這些目標形成較高層次之目標函數；「標的規劃」所關心的是達到預定水準的條件。廣義的「多評準決策」則涵蓋上述所有一般化問題。

為了分析上的方便，吾人把多目標決策理論分為三大類：(1)多評準決策，(2)多目標規劃，(3)多屬性效用理論。

「多評準決策」，係指替代方案為已知的條件下，存在一組準則做為評估替代方案的依據；由替代方案在各個準則下所構成的評估矩陣(Evaluation Matrix)，結合決策者的偏好結構(Preferences Structure)，以決定替代方案之間的優劣順序(Outranking)的分析方法。

「多目標規劃」所關聯的是設計問題(Design Problem)，係指一組可量化的目標，在一組定義清楚的限制下，以數學規劃(Mathematical Programming)的技巧，求解一組非劣解(Non-inferior Solution)或折衷解(Compromise Solution)，然後結合決策者的偏好資訊（顯示性或隱含性），最後求得偏好解(Preferred Solution)的分

析方法。依此定義，「標的規劃」與「多目標規劃」主要不同點，在於前者係事先結合決策者偏好，直接求得偏好解，其他特性則大致上相同。因此，可將「標的規劃」歸類於「多目標規劃」的範疇。

「多屬性效用理論」則是強調以效用分解(Utility Decomposition)的方式，由一組單屬性效用函數，構建多屬性效用數，並假設決策者的選擇，是基於「效用極大化」的原則下求解。Chankong & Haimes (1983)所論，多目標決策問題的要素並沒有一般化的定義，不過從問題求解過程，也就是多目標決策過程加以分析，將可獲得原則性的結果。多目標決策過程可以五個階段加以剖析。

在第一階段裡，決策者經由價值觀的判斷，感認到改變其相關系統的需要，然後經過診斷而引發整個需求與目標的界定，此時決策過程進入第二階段「問題形成」；這個階段的工作項目包括：(1)將所有不明確的目標轉換成可以運算的一組特定目標，(2)釐清系統裡的所有基本要素、系統界限與系統環境。當所有目標、系統與其環境界定清楚之後，決策過程進入第三階段「構建模式」，以找出關鍵變數及其邏輯關係。這個階段的功能之一是為了產生可行的替代方案。為了評估替代方案的優劣，必須建立評估矩陣，然後根據某些預定的決策規則(Decision Rules)加以運算，以評定替代方案，這是決策過程的第四階段「分析與評估」。

決策者在當時的決策環境與自然狀態(State of Nature)下，經由價值觀的判斷，根據第四階段評估的結果，選擇方案付諸執行，決策過程也就進入最後階段「執行」。至此為止，決策過程業已結束，我們稱之為開放迴路過程(Open-Loop Process)。假如目前結果未臻理想，我們可以重新評估，回到問題形成階段，這種情形，我們稱之為封閉迴路過程(Closed-Loop Process)。

從多目標決策過程，可以歸納多目標決策問題的四個關鍵要素；(1)決策單位(Decision-Making Unit)，(2)決策狀態，(3)目標、屬性或準則集合，(4)決策規則。決策單位是由決策者所組成，也可能是由人機所構成的資訊處理系統，其功能包括：(1)接收輸入資訊，(2)產生資訊，(3)處理資訊，(4)做成決策。因此，最小的決策單位就是決策者本身；較大的決策單位，則有可能係由決策者、系統分析師與電腦設備所組成。

決策問題的結構與決策環境係由決策狀態所決定。為了描述決策狀態，決策問題的界限與基本要素必須要清楚地定義，特別是輸入資訊的型式與數量，決策變數，目標、屬性或準則集合，衡量尺度，要素之間的關係，以及決策環境。

多目標決策方法 (Multiple Objective Decision Making) 是由單一準則之賽局理論發展而來，廣義的多目標決策應指多評估準則決策 (Multiple Criteria Decision Making, MCDM)，而其中包括多目標規劃 (Multiple Objective Programming, MOP) 與多屬性規劃 (Multiple Attribute Marking, MADA)。而多目標規劃與多屬性決策之間的差異，主要如下：

- (1) 多屬性決策適用於有限個替選方案，通常為離散 (discrete) 且已知的情況；而多目標規劃則適用於替選方案為無限多個且為連續的 (continuous) 情形，亦即多目標規劃適用於僅知目標式及限制式，卻未知替選方案的狀態。
- (2) 多目標規劃的主要方法是透過數理規劃模式，以求得替選方案。而多屬性決策的主要方法則是透過評估各屬性的相對重要性，然後界定出各替選方案的最佳方案。
- (3) 多目標規劃之目的通常是求出若干組非劣解集合所代表的替選方案，供決策者作最後的選擇；而多屬性決策之目的通常試圖界定出決策者的偏好，再篩選出一個最適解。

多目標決策方法之一般模式，可以數學模式表示如下：

$$\text{目標式： } \text{Max(or Min)} \quad Z = [Z_1, Z_2, \dots, Z_k]$$

$$Z_1 = Z_1(X_1, X_2, \dots, X_n)$$

$$Z_2 = Z_2(X_1, X_2, \dots, X_n)$$

$$Z_k = Z_k(X_1, X_2, \dots, X_n)$$

$$\text{限制式： } G_i(X_1, X_2, \dots, X_n) \leq b_i, \quad i = 1, 2, 3, \dots, n$$

$$X_i \geq 0 \quad i = 1, 2, \dots, n$$

其中，

Z ：多目標函數

Z_k ：第 k 種目標函數

X_i : 第 i 種決策變數

G_i : 第 i 種限制式

b_i : 第 i 種資源限制

多目標決策方法在求解時，由於各目標間的衝突性，往往無法同時考慮各個目標使其極大，因此於數學求解過程中將多目標轉換成單一目標的形式求解，將多目標轉換成單一目標求解時主要有三種作法：

- (1) 可將所有目標式加權後加總為新的目標式求解。
- (2) 選擇最重要的目標為目標式，並將其他目標轉換成限制式求解。
- (3) 選定某一基準求各目標偏離值加總為最小的情況下求解。



第三章 模式構建

本研究在規劃選擇運具運送服務策略之模式時，即以成本和時間兩項為主要的考量影響因素。故本研究著重於整條供應鏈中配送部分的成本最小與時間最短為目標，來規劃整條供應鏈配送的最佳化。

3.1 貨物分類

貨物運輸的起迄點、流動型態、貨物類別和運具選擇等資料，對貨物運輸來說是很重要的一部份，其中貨物的種類很雜亂，所以在運送之前，貨物的分類是首要步驟。貨物主要可以分為最初貨品 (Initial Goods)、中間貨品 (Intermediate Goods)、以及最終貨品 (Final Goods) 等三大類。最初貨品指的是提供上游工廠作為生產的原料，是考慮由原料生產地運送到上游工廠。然後，中間貨品指的是經過上游工廠加工的成品或是半成品，但仍然需要供給最末端下游廠商製造，在這過程中主要考慮由上游工廠配送到製造工廠。再來，最終貨品指的是可以直接供給消費者的貨品，考慮的是由製造的工廠配送到末端的零售業者或是消費者。

目前政府各部門依各自需要而使用許多不同貨物分類方式。以下分別就鐵路、公路、海運與空運作的貨物分類。依據交通部「中華民國台灣地區貨運調查報告」，共分為六大類，如表 3-1 所示，而根據調查報告共分為六類：第一類為農牧漁產及其加工品貨物的貨物，第二類為林礦產及其加工品貨物，第三類為化工製品貨物，第四類為金屬性機電製品貨物，第五類為其他貨品貨物，第六類為貨櫃貨物。本研究將貨物種類之集合定義為 C ，依照上面六大類的貨物，再將六大類貨物分別定義以下六種屬性的貨物，分別是

C_1 ：腐敗程度， C_2 ：貨物體積， C_3 ：易燃程度， C_4 ：貨物重量， C_5 ：不屬於以上各類， C_6 ：時效性等六種。

表 3-1 貨運貨物貨種分類對照表

貨種分類			貨物種類
分類	屬性	名稱	
第一類	C ₁	農牧漁產及其加工品	穀類、其他農產品及加工品、畜產、漁產、罐頭及其他食品類
第二類	C ₂	林礦產及其加工品	林產、製材、合板、紙漿、紙製品、煤、砂石、水泥
第三類	C ₃	化工製品	石化製品、紡織品、塑膠及其製品、橡膠及其製品、化學肥料、化工原料、石油
第四類	C ₄	金屬性機電製品	鋼鐵製品、家電用品、鋁及銅製品、機械製品
第五類	C ₅	其他貨品	非第一、二、三、四及六類之貨品
第六類	C ₆	貨櫃貨	貨櫃裝載之貨品

而在公路運輸方面，交通部統計處再將此項貨物就行業性質較接近者加以歸併成 26 項分類，如表 3-2 所示。

表 3-2 公路貨種分類方式

公路貨種分類		
1 稻米	10 食品罐頭	19 石油製品
2 穀類	11 飲料	20 貨工原料
3 其他農作物	12 其他食品	21 水泥
4 林產品	13 紡織品	22 各種金屬製品
5 畜產	14 製材	23 機械
6 漁產	15 合板	24 電機及電器
7 煤	16 紙漿、紙、紙製品	25 其他
8 砂石	17 塑膠、橡膠	26 貨櫃貨及其製品
9 糖	18 化學肥料	

海運部分則根據各行業類別將貨物分為 28 種，此 28 種貨種與公路運輸之 26 種分類方式有甚多雷同之處，如表 3-3 所示。

表 3-3 海運貨種分類方式

海運貨種分類		
1. 農業品	10. 加工食品	19. 橡膠及塑膠製品
2. 林產品	11. 飲料及菸酒	20. 非金屬礦物製品
3. 禽畜產品	12. 紡織品	21. 基本金屬
4. 水產品	13. 紡織衣著裝服飾品	22. 金屬製品
5. 狩獵品	14. 皮革、毛皮及其製品	23. 機械
6. 能源礦產品	15. 木竹藤製材及其製品	24. 電機及電器
7. 金屬礦產	16. 紙漿、紙、紙製品、印刷	25. 運輸工具
8. 非金屬礦產	17. 化學材料	26. 精密儀器設備
9. 寶石原石	18. 化學製品	27. 其他製品
		28. 藝術品、珍藏品及古董

鐵路運輸部分之分類方式，則因鐵路運輸本身承運之貨物多屬低價值與大宗貨物，並且有部分是軍事裝備運輸，致使其分類方式較為特殊。以台灣鐵路管理局之分類來看，可以看出其與公路、海運分類之差異，如表 3-4 所示。

表 3-4 鐵路貨種分類方式

鐵路貨種分類		
1 穀物	10 水泥熟料	19 氯乙烯
2 甘蔗	11 電石	20 肥料
3 木材	12 菸酒	21 空瓶
4 甘蔗渣	13 糖	22 貨櫃
5 煤焦炭	14 鹽	23 特種品
6 礦油	15 飼料	24 路用品
7 水泥	16 鹼	25 零擔
8 石灰石	17 液氮	26 其他
9 砂石	18 甲苯	

在空運方面將貨物分為 36 種，分類項目大都與海運相同，但是空運貨物比海運多了一些需要快速配送即具有時效性的貨物，還有一些對於私人來說是相對貴重的貨物，如表 3-5 所示。

表 3-5 空運貨種分類方式

空運貨種分類		
1. 農業品	13. 紡織衣著裝服飾品	25. 精密儀器設備
2. 林產品	14. 皮革、毛皮及其製品	26. 其他製品
3. 禽畜產品	15. 木竹藤製材及其製品	27. 藝術品珍藏品及古董
4. 水產品	16. 紙漿、紙、紙製品、印刷	28. 特殊商品
5. 狩獵品	17. 化學材料	29. 私人後送行李
6. 能源礦產品	18. 化學製品	30. 外交郵件
7. 金屬礦產	19. 橡膠及塑膠製品	31. 金銀寶飾貴重品
8. 非金屬礦產	20. 非金屬礦物製品	32. 玩具類
9. 寶石原石	21. 基本金屬	33. 文教器材
10. 加工食品	22. 機械	34. 運動休閒器材
11. 飲料及菸酒	23. 電機及電器	35. 航空公司貨
12. 紡織品	24. 運輸工具	36. 軍用物品


所以，本研究中貨物的分類會根據以上各種運輸方式而來選定其貨物的屬性，舉例來說：有一稻米貨物選擇空運的時候，因為該稻米貨物在空運貨種分類中為農業品，然後再根據分類對照表得知此稻米貨物為第一類的農牧漁產及其加工品貨物，所以在本研究中，對於這個稻米貨物，其貨物屬性為腐敗程度(C_1)的貨物。

本研究中貨物的分類是以貨物的屬性來確認，在確定完貨物屬性後就開始進行配送的動作，雖然研究一開始先進行貨物分類的動作，而貨物也會給一定量來進行配送，但是之後的配送在本研究中就不會再有貨物分類的情況發生，因為本研究主要探討的是供應鏈配送流程中的成本與時間問題，以及貨物該如何配送或是配送幾次等問題，所以貨物分類在本研究中只是一個歸類的動作而已，模式中並不會出現貨物種類的相關變數，而本研究在模式中的目標式權重中會反應出相關的貨物屬性。例如：在時間目標式的權重為 0.6 到 0.9 時，表示該批貨物可能為具時效性貨物，待案例探討與敏感度分析章節會再說明。

3.2 動態與資源變數

3.2.1 動態的意義

動態的觀念應用於交通運輸與物流方面，近年來才慢慢的被重視，而扮演的角色也越來越重要，國外有闡述關於動態模式應用於交通運輸領域方面的文獻，分別為 Powell 等人。Powell 等人(1995)指出所謂「動態問題」，為具有一個或一個以上的參數是時間的函數，如具有時窗限制或者是具有變動旅行時間的車輛繞徑問題均為動態的問題。而這類動態問題主要包含兩種類型，第一類為具有動態資料的問題，其問題資訊是不斷改變，動態的資料可能包含即時的顧客需求、交通狀況或車輛與駕駛員的狀態，第二種類型是指具有時間相依性的資料問題，資料在事前為已知的，本研究即屬於第二類型的動態問題。



相較於 Powell 等人對於「動態」顯得較為廣義的解釋，Psaraftis 則提出較為嚴謹的定義。當問題的資訊或輸入項，是在決定路徑時才告知決策者，或是在做判斷時才同步更新，則稱車輛繞徑問題為「動態的」，或是「即時的」(Real-time)、 「線上的」(On-line)。相較之下，當所有的資訊或輸入項在決定路徑之前就為已知，且不再改變，則此問題為靜態的。

換句話說 Powell 等人認為只要有參數為時間的函數，即為動態問題。而 Psaraftis 則強調資訊出現的時機來判斷是否為動態問題。本研究主要探討整條供應鏈下物流配送時資源的配置情況，利用資源的配置來使整條供應鏈的運輸成本達到最小與運輸時間降到最短，而本研究中資源的變化會隨時間改變而有所不同，所以比較起來本研究當中的資源屬於時間的一個函數，不同的時間下資源的數量就會不同，換句話說資源是隨著時間的改變而產生變化，所以本研究中的動態比較接近 Powell 等人的定義，屬於廣義的動態問題。

3.2.2 動態資源變數

本研究中將資源主要分為兩大類，第一類為運具的部分，第二類為轉運站的部分，在第一類運具方面包含了四種運輸方式運具的數量，第二類轉運站方面則包含了轉運站中存放貨物越庫區的數量。

首先在運具部分，本研究將運具的數量定義為 Γ'_k ，其中 K 為運具種類的集合，而運具種類 k 包含了空運（a）、海運（s）、公路（h）和鐵路（r）等四種運輸方式，接下來在轉運站部分，本研究將轉運站中存放貨物的越庫區數量變數定義為 Θ'_{ij} ，且每個越庫區可以裝卸貨物的多寡視該階層而定。

所以在資源變數方面，本研究中運具的部分定義了 Γ'_a 、 Γ'_s 、 Γ'_h 和 Γ'_r 共四個變數，和轉運站部分定義了 Θ'_{ij} 一個變數，因此本研究中總共有五個資源變數，如表3-6所示。

表 3-6 資源變數表

資源變數	
運具	轉運站
Γ'_a ：時間 t 空運運具數量	Θ'_{ij} ：在第 i 層第 j 點且時間 t 轉運站中越庫區數量
Γ'_s ：時間 t 海運運具數量	
Γ'_h ：時間 t 公路運具數量	
Γ'_r ：時間 t 鐵路運具數量	

3.3 模式架構

在一開始配送產生的時候，先確定貨物的種類與形式，本研究中總共把貨物分成六大類，分別為 C_1 的腐敗程度， C_2 的貨物體積， C_3 的易燃程度， C_4 的貨物重量， C_5 的不屬於以上各類， C_6 的時效性等六種，這六大類貨物只是一個歸類的項目。

然後再考量配送到下一層的成本與時間，在成本當中包含了在配送結線上的運輸成本，及在轉運站中的轉運處理成本，以及暫時存放於轉運站中的存貨成本，總共三項成本，如圖 3-1 所示，時間也包含了在運輸結線上的運輸時間，與在轉運站中的裝卸轉運時間和等候運具配送的等待時間，三項時間，如圖 3-2 所示。

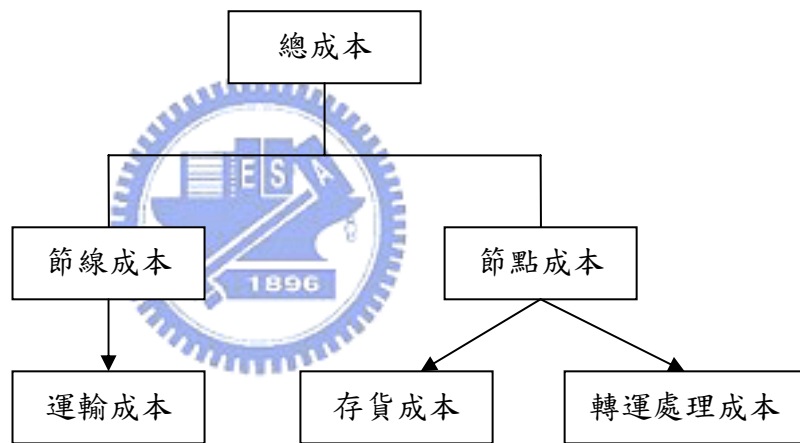


圖 3-1 成本項樹枝圖

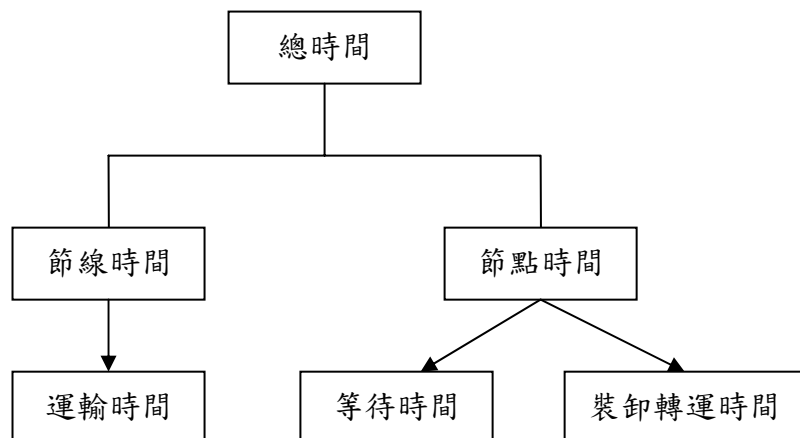


圖 3-2 時間項樹枝圖

在考量成本與時間的同時，資源的配置會影響成本與時間的多寡，然而資源是屬於動態的，也就是時間的函數，會隨著時間的變化而有所改變，此時如何配置才能使得成本與時間都能達到最佳化，而在此資源包含了運具和轉運站兩部分，其中運具部分包含了運具種類的數量，如空運運具的數量、海運運具的數量、公路運具的數量和鐵路運具的數量等；轉運站的部分則包含了轉運站中越庫區的數量，這些資源都會隨時間的變化而改變。

然後在考量成本與時間之後，就配送到下一層的據點，此時的動作又開始考慮到配送到下一層的成本與時間，如此反覆直到此據點為迄點為止，就會結束整個配送的流程。而在配送的過程中，起點和迄點的部分與其他轉運點的時間項與成本項會有所不同。本研究中起點只考慮存貨成本，至於轉運處理成本與裝卸轉運時間在起迄點時都不考慮，而迄點不考慮存貨成本與等待時間，其他中間各轉運點考慮存貨成本、轉運處理成本、等待時間、裝卸轉運時間，研究方法如下圖 3-3 所示。



而本研究中運輸轉運時空圖，如圖 3-4、圖 3-5 所示，當時間為 T_1 在起點準備進行配送，剩下的貨物就會有存貨成本的產生，時間到了 T_2 時依舊還是會有存貨成本，所以在時間為 T_1 、 T_2 時，起點的成本項為存貨成本，到了時間為 T_3 時，全部的貨物來到了轉運站進行轉運的動作，此時的轉運處理成本就在此時間點發生，且貨物也不可能一次全部配送完畢，而剩下的貨物又會有存貨成本產生，因此在該時間點 T_3 同時有這兩項成本發生，之後時間點 T_4 、 T_5 、 T_6 的成本項則為存貨成本而已，如此反覆的配送直到迄點，當時間點為 T_m 時貨物全部配送完畢。

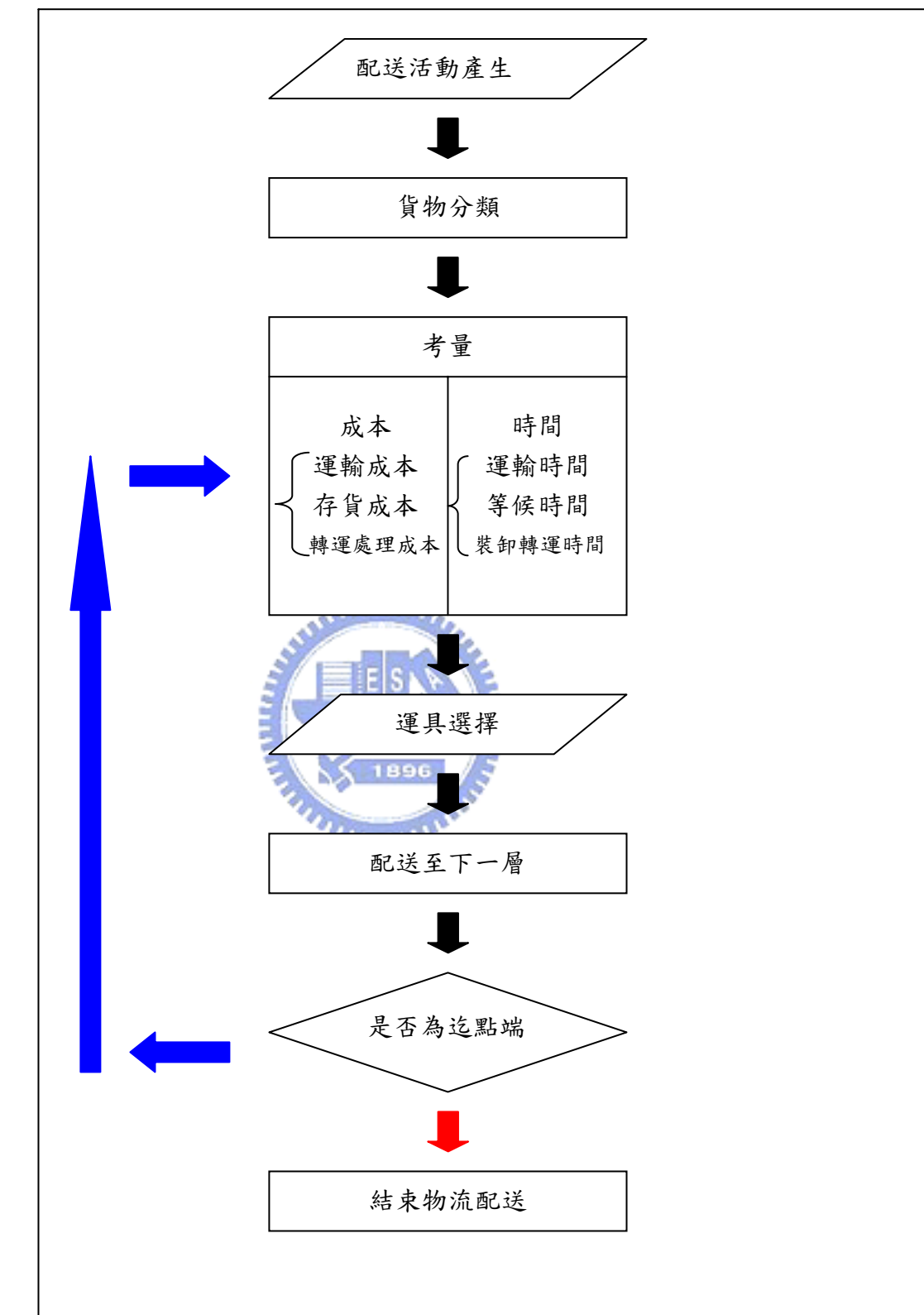


圖 3-3 研究方法架構圖

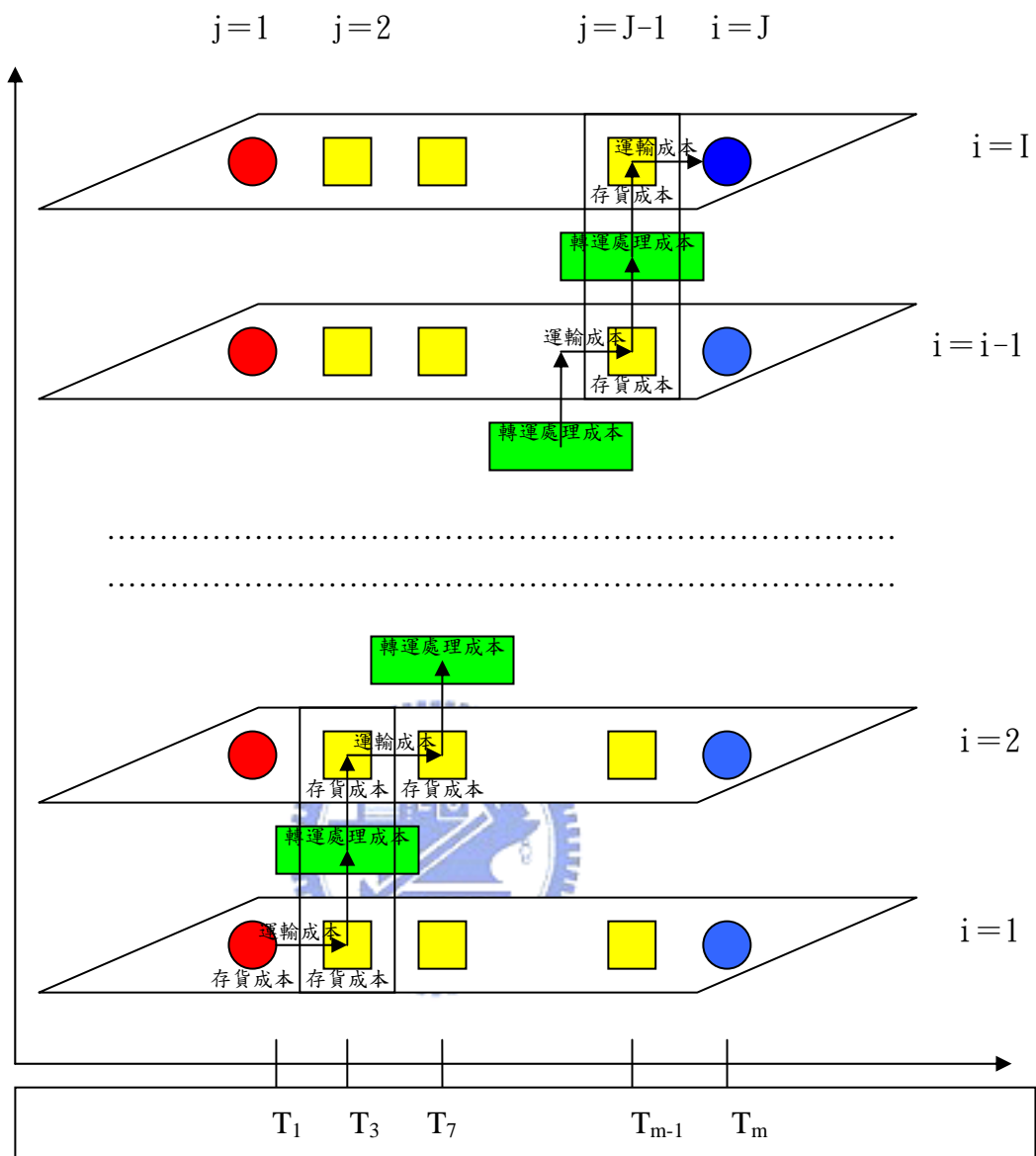


圖 3-4 運輸轉運時空圖

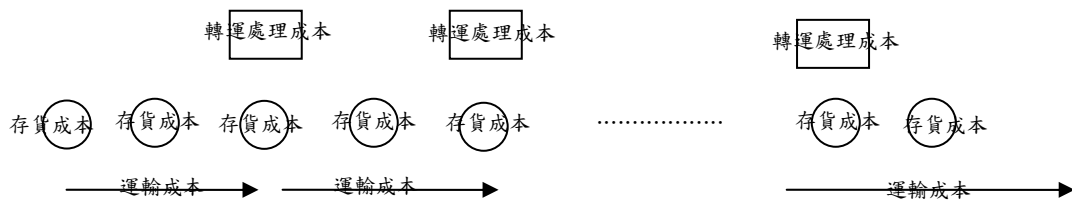


圖 3-5 運輸轉運時空對照圖

3.4 成本目標式

3.4.1 運輸成本

運輸成本為使產品運送至目的地所須負擔之運費，這部份成本與運送貨物的種類、貨物的數量、運送的距離和運具的種類等有關係，當運送貨物的數量、里程增加時，運輸成本也會增加。而貨物的種類和運輸成本的關係主要是透過運具的種類，也就是因為不同貨物的配送，所使用不同的運具配送，因此其所產生的運輸成本也會不同。但本模式中貨物種類不做詳細分類，本模式只考慮單純的一批貨物的配送所產生的運輸成本，所以只跟數量與距離有關。

所以運輸成本 ($TC^{ij,kl}$) 為單位貨物的運費 (f_K) 乘上貨物的數量 (q_{ij}^t) 乘上從第i層第j個點運送到第k層第l個點的運送距離 ($d_{ij,kl}$)，然後再乘上選擇下一個據點 (X_{ij}) (3-1)。因此可以得到下式：

$$TC^{ij,kl} = q_{ij}^t \times (f_K \times Y_{ij}^K) \times (d_{ij,kl} \times X_{ij,kl}) \times X_{ij} \times X_{kl} \quad (3-1)$$

其中： $TC^{ij,kl}$ ：從第i層第j個點運送到第k層第l個點運輸成本

q_{ij}^t ：第i層第j個點貨物在時間t的配送數量

f_K ：k運具的單位運價

$d_{ij,kl}$ ：從第i層第j個點運送到第k層第l個點的運送距離

$X_{ij,kl}$ ：若等於1表示通過此運輸節線上；等於0則否

X_{ij} ：若等於1表示通過此運輸節點上；等於0則否

Y_{ij}^K ：節點上所派遣之K型的運具，有派遣該運具為1，否則為0

3.4.2 存貨成本

存貨成本可視為貨物在運送過程及等待運送期間，因延遲所遭受的損失，或所需承擔的機會成本。存貨成本與存貨時間及存貨方式、與貨物的數量有關。而存貨方式有先進先出（FIFO）、後進先出（LIFO）或隨機拿取等方式。一般來說，採用先進先出的方式來進出貨物的狀況較多，因此本研究也採用先進先出法，此種方式貨物進出的時間與數量關係，如圖3-6所示，貨物倉儲的數量會隨著時間的增加而增加，本研究一開始給定一定量的貨物（ Q ），當時間為 T_1 時貨物全部配送到達該倉庫，然後 T_1 到 T_5 為此批貨物等待運具配送的時間，當時間為 T_5 時倉庫中的貨物量又開始減少，直到時間為 T_7 的時候該倉庫的貨物量全部配送完畢，而在 T_1 時間內為本研究的運輸時間，之後 T_5 到 T_7 時間內也是運輸時間，所以本研究中存貨成本則包含了兩段的運輸時間與一段等待時間倉儲的成本。

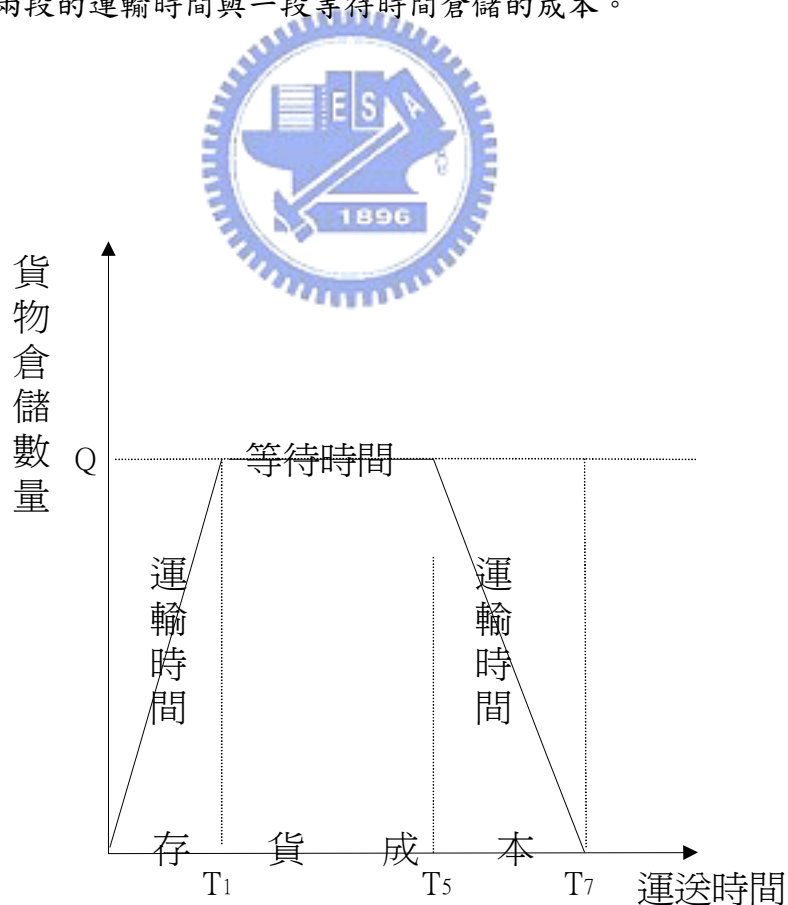


圖3-6 貨物倉儲數量與運送時間關係圖

因此貨物運送之存貨成本 (IC^{ij}) 本研究中分為兩項，一項為貨物配送時剩餘貨物在原地倉儲的成本，另一項為先配送到目的地的貨物在該目的地等待剩餘貨物配送過來的倉儲成本。所以，本研究的存貨成本為總貨物量 (Q) 先減去貨物的配送數量 (q_{ij}^t) 然後乘上存放在該地倉庫的單位時間費用 (g_{ij})，最後再加上先配送的貨物數量 (q_{ij}^t) 乘上在目的地倉儲的單位時間費用 (g_{kl}) (3-2)。因此可以得到下式：

$$IC^{ij} = (Q - q_{ij}^t) \times g_{ij} \times X_{ij} + q_{ij}^t \times g_{kl} \times X_{kl} \quad (3-2)$$

其中： IC^{ij} ：第i層第j個點的存貨成本

Q ：貨物的總量

q_{ij}^t ：第i層第j個點的貨物在時間t的配送數量

g_{ij} ：第i層第j點存放在倉庫的單位時間費用

g_{kl} ：第k層第l點存放在倉庫的單位時間費用

X_{ij} ：若等於1表示通過此運輸節點上；等於0則否

X_{kl} ：若等於1表示通過此運輸節點上；等於0則否

3.4.3 轉運處理成本

轉運成本 PC^{ij} 是指貨物裝卸、包裝所花費的成本。一般來說，轉運成本的高低與貨物的數量成正比關係，而且也與轉運到哪一種運具有關，本研究當中轉運成本不考慮貨物的數量，單純的考慮運具的轉運處理成本 (u_k)，然後再乘上節點上所派遣之K型的運具 (Y_{ij}^k) (3-3)。因此可以得到下式：

$$PC^{ij} = u_k \times Y_{ij}^k \times X_{ij} \quad (3-3)$$

其中： PC^{ij} ：第i層第j個點的轉運成本

X_{ij} ：若等於1表示通過此運輸節點上；等於0則否

u_k ：運具的轉運成本

Y_{ij}^k ：節點上所派遣之K型的運具，有派遣該運具為1，否則為0



3.4.4 總成本

本研究中總成本項包含了節線 (link) 上的運輸成本 $TC^{ij,kl}$ ，和節點 (node) 上的存貨成本 IC^{ij} 與轉運處理成本 PC^{ij} 共三項成本，所以我們可以得到整個網路的成本目標式為 A_1 (3-4)。因此可以得到下式：

$$\begin{aligned}
 A_1 = & \sum_{\forall(i,j)} \sum_{\forall(k,l)} \sum_{\forall t} \sum_{\forall K} [q_{ij}^t \times (f_K \times Y_{ij}^K) \times (d_{ij,kl} \times X_{ij,kl}) \times X_{ij} \times X_{kl}] + \\
 & \sum_{\forall(i,j)} \sum_{\forall(k,l)} \sum_{\forall t} [(Q - q_{ij}^t) \times g_{ij} \times X_{ij} + q_{ij}^t \times g_{kl} \times X_{kl}] + \\
 & \sum_{\forall(i,j)} \sum_{\forall K} [u_K \times Y_{ij}^K \times X_{ij}] \quad (3-4)
 \end{aligned}$$



3.5 時間目標式

3.5.1 運輸時間

在貨運作業方面在乎的僅是貨物運輸的迅速與安全，在安全運送的條件下，迅速則為貨物運輸過程中所要達成的目標。而在運輸時間（ $TT^{ij,kl}$ ）中為運具每次運送的時間乘上從第i層第j個點運送到第k層第l個點所需要的配送次數，然後再乘上是否選擇該路線（ $X_{ij,kl}$ ），而每次運送的時間為第i層第j個點到第k層第l個點的距離（ $d_{ij,kl}$ ）除上使用運具的平均速率（ \bar{v}_K ），然後所需的配送次數則是貨物的總數量（ Q ）除上第i層第j個點貨物在時間t的配送數量（ q_{ij}^t ）（3-5）。因此可以得到下式：

$$TT^{ij,kl} = (Q \div q_{ij}^t) \times (d_{ij,kl} \div \bar{v}_K) \times X_{ij,kl} \times X_{ij} \times X_{kl} \quad (3-5)$$

其中： $TT^{ij,kl}$ ：從第i層第j個點運送到第k層第l個點運輸時間

Q ：貨物的總數量

q_{ij}^t ：第i層第j個點貨物在時間t的配送數量

$d_{ij,kl}$ ：從第i層第j個點運送到第k層第l個點的運送距離

\bar{v}_K ：使用運具平均行駛速率

$X_{ij,kl}$ ：若等於1表示通過此運輸節線上；等於0則否

X_{ij} ：若等於1表示通過此運輸節點上；等於0則否

X_{kl} ：若等於1表示通過此運輸節點上；等於0則否

3.5.2 等待時間

當貨物運送到轉運站的時候，不太可能馬上透過另一運具又轉換出去，因此就會在轉運站中來等待運具的時間 (WT^{ij})，貨物在轉運站等待運具的時間本研究以平均等待時間 (w_{ij}) 來看，而平均等待時間參數為一個給定的數值，然後再乘上是否選擇該節點 (X_{ij}) (3-6)。因此可以得到下式：

$$WT^{ij} = w_{ij} \times X_{ij} \quad (3-6)$$

其中： WT^{ij} ：從第i層第j個點等待運具配送的時間

w_{ij} ：第i層第j個點的貨物平均等待運具運送時間

X_{ij} ：若等於1表示通過此運輸節點上；等於0則否



3.5.3 裝卸轉運時間

除了運輸過程時間減少外，貨物停留轉運站的時間也應該越短越好，同時，隨貨物停留貨運站時間的減少，相對的也可提高轉運站的倉儲處理容量，本研究中裝卸轉運時間 PT^{ij} 是指貨物裝卸與包裝所花費的時間。一般來說，轉運時間的多寡與貨物的數量成正比關係，但本研究以裝卸次數來代替貨物的數量，所以本研究當中轉運時間為貨物的總數量 (Q) 除上第 i 層第 j 個點貨物在時間 t 的配送數量 (q_{ij}^t) 然後再乘上每次使用該運具轉運的時間 (T_K)，最後再乘上節點上所派遣之 K 型的運具 (Y_{ij}^K) (3-7)。因此可以得到下式：

$$PT^{ij} = (Q \div q_{ij}^t) \times T_K \times Y_{ij}^K \times X_{ij} \quad (3-7)$$

其中： PT^{ij} ：從第 i 層第 j 個點等待運具配送的時間

Q ：貨物的總數量

q_{ij}^t ：第 i 層第 j 個點貨物在時間 t 的配送數量

T_K ：使用該運具轉運的時間

Y_{ij}^K ：節點上所派遣之 K 型的運具，有派遣該運具為 1，否則為 0

X_{ij} ：若等於 1 表示通過此運輸節點上；等於 0 則否

3.5.4 總時間

本研究中總時間項包含了節線 (link) 上的運輸時間 $TT^{ij,kl}$ ，和節點 (node) 上的等待時間 WT^{ij} 與轉運時間 PT^{ij} 共三項時間，所以我們可以得到整個網路的時間項目標式為 B_2 (3-8)。在得到時間項目標式 B_2 之後，再乘上一個時間的單位成本項 α ，所以可以得到 A_2 (3-9)，因此可以得到下式：

$$B_2 = \sum_{\forall(i,j)} \sum_{\forall(k,l)} \sum_{\forall K} \sum_{\forall t} \{ (Q \div q_{ij}^t) \times (d_{ij,kl} \div \bar{v}_K) \times X_{ij,kl} \times X_{ij} \times X_{kl} \} + \sum_{\forall(i,j)} [w_{ij} \times X_{ij}] + \sum_{\forall(i,j)} \sum_{\forall K} \sum_{\forall t} \{ (Q \div q_{ij}^t) \times T_K \times Y_{ij}^K \times X_{ij} \} \quad (3-8)$$

$$A_2 = \alpha \times B_2 \quad (3-9)$$



3.6 複合運輸模式

3.6.1 模式之基本假設與說明

本研究之基本假設如下：

- 1、本研究模式只考慮單純配送問題與運具、路線等選擇問題。
- 2、假設轉運中心，貨物需要全部到齊後，才會進行下一階層配送行為產生。
- 3、營運網路之營運運具在空運、海運、鐵路和公路方面各只包含一種類型的運具。
- 4、營運路線距離只考慮兩點間的直線距離，司機或是駕駛員行駛之營運路線為固定，且司機或是駕駛員無法自行變更行駛路線。
- 5、研究中起點的部分只考慮節線上的運輸成本與運輸時間，和節點的存貨成本，至於轉運處理成本、裝卸轉運時間皆不考慮；而在迄點的部分不考慮存貨成本與等待時間，而貨物的配送在四次內要配送完畢，且配送的最大服務時間為一個月。
- 6、本研究中的貨物從起點開始到迄點為止，中途貨物經過轉運站時，貨物量不會有所改變，也不會有貨物損失或者是補貨的情況，中間轉運站貨物的體積型態等實體也不改變。
- 7、本研究中不考慮其他特殊會影響到運輸過程的因素，如天候不佳、人為因素或是運具故障等，純粹以正常情況來配送。
- 8、本研究中的各種運具容量、各種運具配送成本、各種運具的行駛速率等相關資料皆以平均的概念來求得。

因此本研究中問題的架構如下：

輸入：路網基本資料（距離、時間）、相關參數數值。

目標：總運送成本最小化與總運送時間最短化。

限制：相關資源限制、路網基本條件。

輸出：最佳的配送路線、最佳的轉運點、最佳的運具選擇、最佳的配送量。

3.6.2 複合運輸模式

目標式：

$$\begin{aligned} \min A_1 = & \sum_{\forall(i,j)} \sum_{\forall(k,l)} \sum_{\forall t} \sum_{\forall K} [q_{ij}^t \times (f_K \times Y_{ij}^K) \times (d_{ij,kl} \times X_{ij,kl}) \times X_{ij} \times X_{kl}] + \\ & \sum_{\forall(i,j)} \sum_{\forall(k,l)} \sum_{\forall t} [(Q - q_{ij}^t) \times g_{ij} \times X_{ij} + q_{ij}^t \times g_{kl} \times X_{kl}] + \\ & \sum_{\forall(i,j)} \sum_{\forall K} [u_K \times Y_{ij}^K \times X_{ij}] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \min B_2 = & \sum_{\forall(i,j)} \sum_{\forall(k,l)} \sum_{\forall K} \sum_{\forall t} \{ (Q \div q_{ij}^t) \times (d_{ij,kl} \div \bar{v}_K) \times X_{ij,kl} \times X_{ij} \times X_{kl} \} + \\ & \sum_{\forall(i,j)} [w_{ij} \times X_{ij}] + \\ & \sum_{\forall(i,j)} \sum_{\forall K} \sum_{\forall t} \{ (Q \div q_{ij}^t) \times T_K \times Y_{ij}^K \times X_{ij} \} \end{aligned}$$

$$A_2 = \alpha \times B_2$$



總目標式：

$$\min Z = \lambda_1 A_1 + \lambda_2 A_2$$

限制式：

1、貨物進出流限制式：表示貨物量進出同一據點時不會改變且等於總量。

$$\sum_{\forall(i,j)} \sum_{\forall t} q_{ij}^t X_{ij} \leq Q$$

2、服務時效限制式：表示該據點的等待時間加上運輸時間要小於給定的服務時間。

$$w_{ij} + \sum_{\forall K} \sum_{\forall(i,j)} \sum_{\forall(k,l)} \frac{d_{ij,kl}}{v_K} X_{ij} \leq \hat{T}_{\max}$$

3、站所容量限制：表示該據點越庫區的存放量要大於貨物量。

$$\sum_{\forall(i,j)} \sum_{\forall t} q_{ij}^t X_{ij} \leq \Theta^t$$

4、運具容量限制：表示運具載運該批貨物時，其貨物量不可以大於載運量。

$$\sum_{\forall(i,j)} \sum_{\forall K} V_K Y_{ij}^K \geq q_{ij}^t$$

5、流量守衡限制：表示都有通過據點相減為 0，通過前者且沒通過後者為 1，通過後者且沒通過前者為-1。

$$\sum_{\forall(i,j)} X_{ij} - \sum_{\forall(k,l)} X_{kl} = \begin{cases} 1, & \text{if } j = o \\ 0, & \text{if } o.w \\ -1, & \text{if } j = d \end{cases}$$

6、資源限制：表示在該據點選擇該運具，運具數量具有動態性且小於該運具總量，越庫區的數量在該據點也具有動態性，且小於該據點越庫區總數量。

$$\sum_{\forall(i,j)} \sum_{\forall K} \sum_{\forall t} \Gamma_K^t X_{ij} Y_{ij}^K \leq \hat{\Gamma}_{K,\max}$$

$$\sum_{\forall(i,j)} \sum_{\forall t} \Theta_{ij}^t X_{ij} \leq \hat{\Theta}_{ij,\max}$$

7、運輸方式限制：表示跨國運輸只能選擇利用海運或空運，國內運輸只能選擇公路或鐵路。

$$\begin{cases} \text{國際運輸：} Y_{ij}^a + Y_{ij}^s = 1 \\ \text{國內運輸：} Y_{ij}^h + Y_{ij}^r = 1 \end{cases}$$

8、整數限制式：表示該決策變數為 0 的話，則沒有經過或是沒有選擇該路線與運具，為 1 的話則有經過或有選擇該路線與運具。

$$X_{ij,kl} \in \{0,1\}$$

$$X_{ij} \in \{0,1\}$$

$$Y_{ij}^K \in \{0,1\}, \forall K$$

其中

已知參數：

f_K : K運具的單位運價

$d_{ij,kl}$: 從第i層第j個點運送到第k層第l個點的運送距離

g_{ij} : 第i層第j個點存放在倉庫的單位時間費用

g_{kl} : 第k層第l個點存放在倉庫的單位時間費用

w_{ij} : 第i層第j個點貨物等待運送的時間

u_K : K運具的轉運成本

Q : 貨物的總數量

\bar{v}_K : 使用K運具平均行駛速率

T_K : 使用 K 運具轉運的時間

\hat{T}_{\max} : 起迄點最大運輸時窗

Γ_K^t : 時間t時K運具的數量

$\hat{\Gamma}_{K,\max}$: K運具的最大數量

Θ_{ij}^t : 第 i 層第 j 個點且時間 t 時存放貨物的越庫區數量

$\hat{\Theta}_{ij,\max}$: 越庫區的最大數量

決策變數：

$X_{ij,kl}$: 若等於1表示通過此運輸節線上；等於0則否

X_{ij} : 若等於1表示通過此運輸路線上；等於0則否

Y_{ij}^K : 節點上所派遣之K型的運具，有派遣該運具為1，否則為0

q_{ij}^t : 第i層第j個點貨物在時間t的配送數量

第四章 案例探討

針對上一章所構建的複合運輸模式，本章將用一個例題來說明整個模式求解的流程，並藉此例題的求解來驗證模式的正確性。接著再探討不同階層下的運輸成本與運輸時間，最後配合 Lingo 執行模式，作為本研究求解的工具。

4.1 案例背景描述

本研究的實例是採取科技產業的供應鏈通路，科技產業之特性之一在於很多零組件需要拼裝，因此其供應鏈體系相當長，而為簡化本模式之複雜度及模式分析之便，在不失其供應鏈整體架構之下，本研究將供應鏈之結構設定在科技原物料配送至製造商的簡單加工，如加印商標，之後再配送至顧客，而在製造商加工所花費的成本與時間，本研究皆不考慮，只考慮整條配送流程的運具選擇及每次配送量等等，而在這整個供應鏈流程當中，本研究第一層為物料供給商、第二層為機場與港口，第三層為製造商，第四層為機場與港口，第五層為顧客等五個階層的供應鏈，如下圖 4-1 所示。

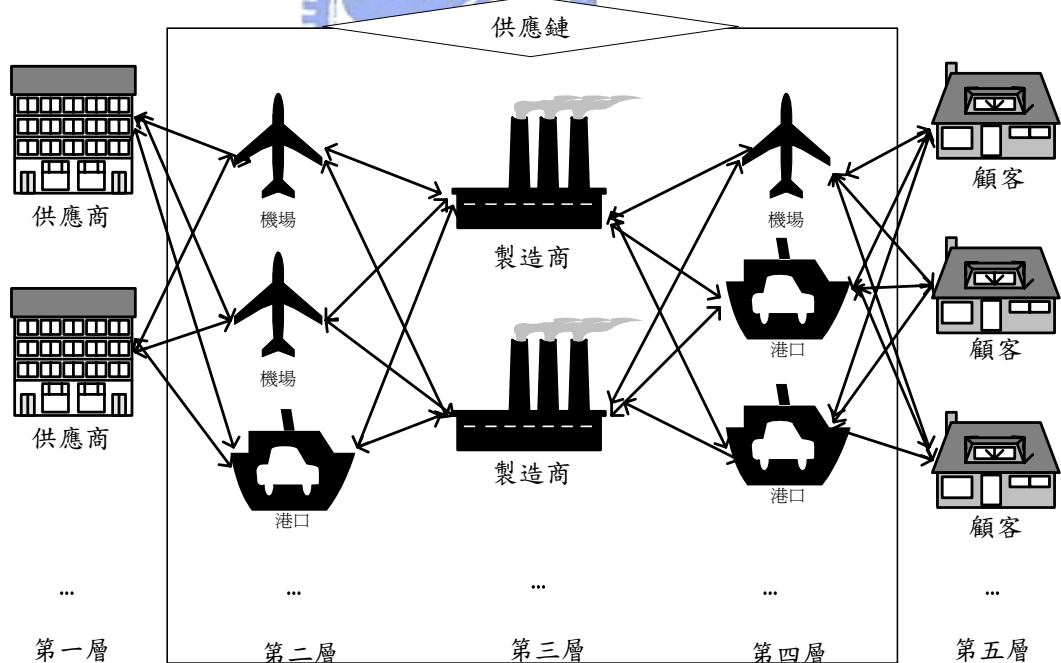


圖 4-1 多階層供應鏈體系圖

而本研究中供應鏈成員體系的成員包含了在亞洲大陸的中國物料供應商，台灣機場港口與製造商，以及美洲大陸的美國西岸顧客端，如下圖 4-2。

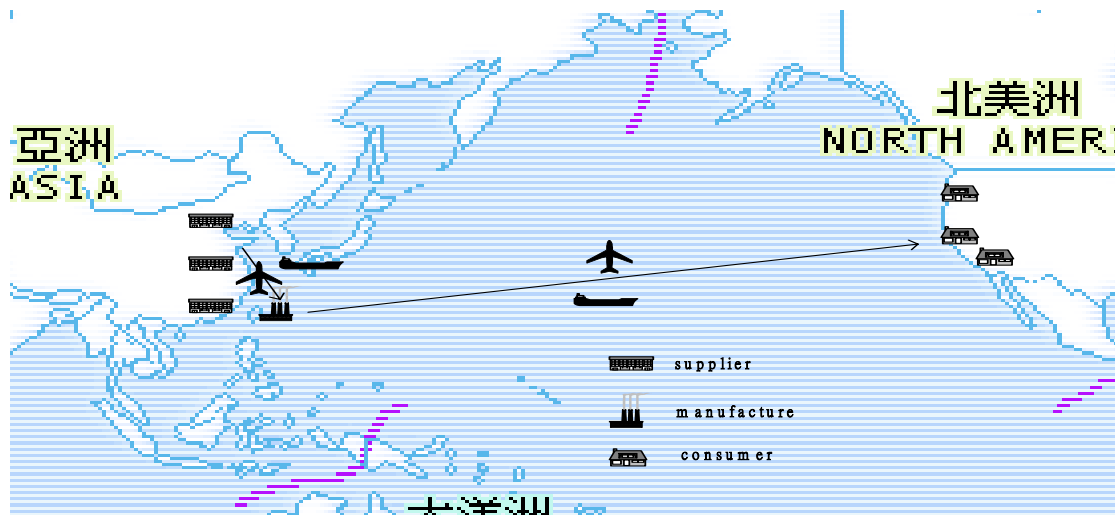


圖 4-2 供應鏈體系成員結構圖

在本研究建構的供應鏈模型中，假設第一層供應商($i=1$)，包括大陸的三個據點($j=1\sim 3$)，分別為天津、上海、廣州，第二層機場與港口($i=2$)，包括台灣的基隆與桃園、台中、高雄($j=1\sim 3$)，其中北部的桃園與基隆在本研究中視為一個據點，第三層製造商($i=3$)，為新竹科學園區與台南科學園區($j=1\sim 2$)，第四層機場與港口($i=4$)，包含了桃園與基隆、台中、高雄($j=1\sim 3$)，第五層顧客($i=5$)，包含了美國西岸主要城市($j=1\sim 3$)，分別為西雅圖、舊金山與洛杉磯。如下圖 4-3。

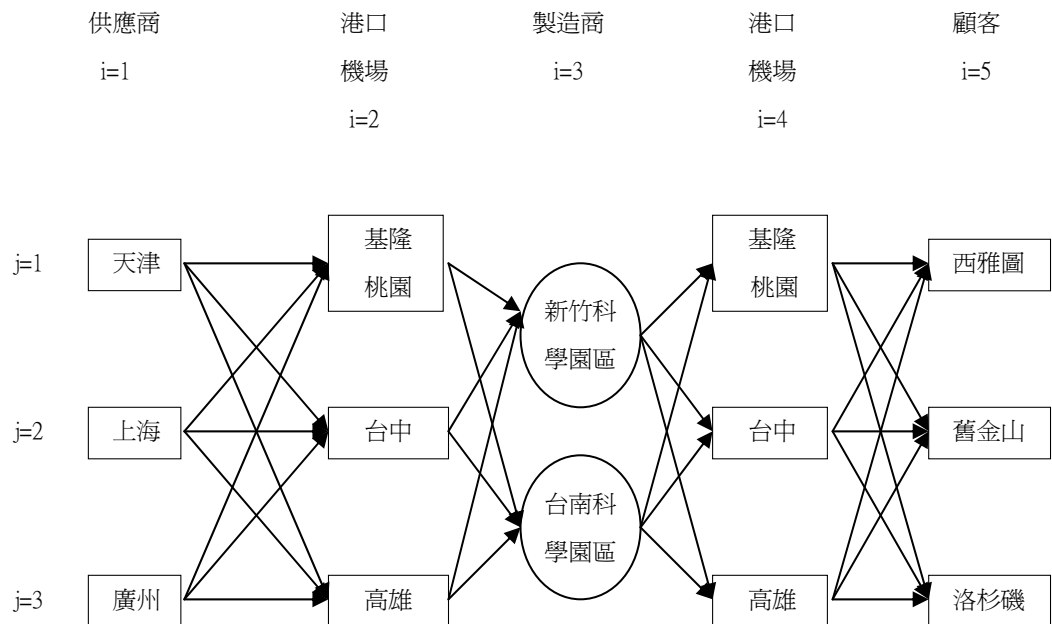


圖 4-3 案例成員示意圖

因此在本研究中台灣進出口以基隆與桃園、台中與高雄為主，大陸則以天津、上海與廣州為主要出口地，研究前提為兩岸各港口均無政治、社會或經濟等壓力，能夠順利進行兩岸直航作業，顧客據點為美國西岸西雅圖、舊金山和洛杉磯等主要城市。

本研究中貨物一開始給定一定量，在三個起點供應商中分別有一批貨物要送到新竹科學園區或台南科學園區加工製造後，再分別送到美國西岸的顧客中。供應商一開始可以選擇基隆與桃園、台中、高雄等三個地點，這三個地點中各有海運與空運兩種選擇，之後再從此層選擇配送至新竹科學園區或台南科學園區，這其中包含了鐵路與公路兩種運輸方式，經過新竹科學園區與台南科學園區加工製造之後，再選擇基隆與桃園、台中、高雄等其中一地，最後再選擇運送到美國西岸顧客的運送方式。

本研究中成本與時間為重要的兩項目標式，每個成本項與時間項相對於整條供應鏈的位置如圖 4-4 中，供應商端只會有存貨成本發生，而第二層到第四層包含了等待時間、轉運時間、存貨成本與轉運成本，而在每一配送的過程則包含了運輸成本與運輸時間，到了顧客端後不會有存貨成本與等待時間發生。

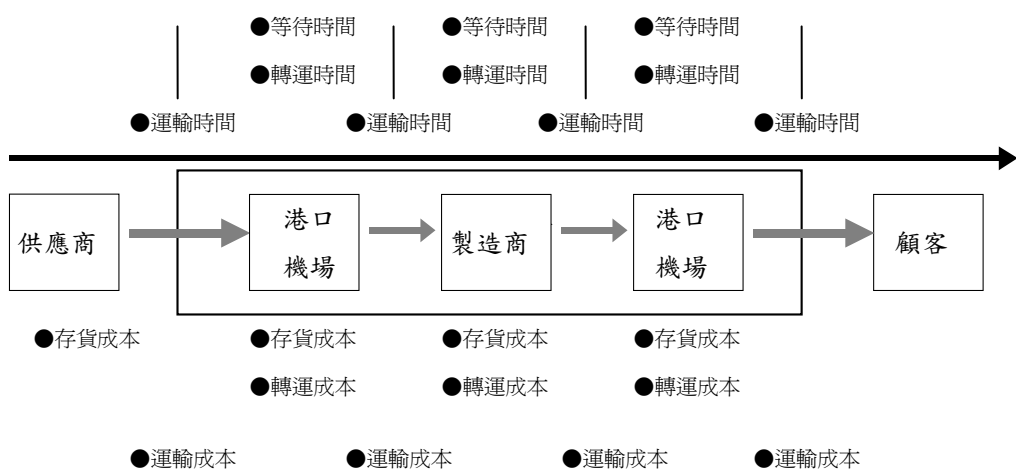


圖 4-4 配送成本與物流時間示意圖

本研究中在供應商的部分中，天津有 10,000 噸的貨物，上海有 15,000 噸的貨物，廣州有 13,000 噸的貨物要準備進行配送，如下表 4-1 所示。

表 4-1 供應商數量表

	天津	上海	廣州
供應商	10,000 噸	15,000 噸	13,000 噸

在本研究當中資源數量中，運具的營運數量方面，空運的部分計有 5 架貨機，海運部分計有 5 艘貨輪，鐵路運輸方面計有 35 列貨物列車，公路運輸方面計有 100 輛卡車，如下表 4-2。

表 4-2 運具數量表

	空運	海運	鐵路	公路
運具數量	5 架貨機	5 艘貨輪	35 列貨物列車	100 輛卡車

在第二層與第四層的機場與港口轉運站中，基隆與桃園有 5 個越庫區，且每個越庫區可以容納 6,000 噸的貨物，台中有 3 個越庫區，且每個越庫區可以容納 4,000 噸的貨物，高雄有 5 個越庫區，且每個越庫區可以容納 5,000 噸的貨物，第三層新竹科學園區中有 10 個越庫區，且每個越庫區可以容納 3,000 噸的貨物，台南科學園區有 8 個越庫區，且每個越庫區可以容納 2,000 噸的貨物，如表 4-3 所示。

表 4-3 越庫區數量與容納噸數表

	基隆、桃園	台中	高雄	竹科	南科
越庫區數量	5 個	3 個	5 個	10 個	8 個
越庫區容納噸數	6,000 噸	4,000 噸	5,000 噸	3,000 噸	2,000 噸

4.2 輸入資料

4.2.1 距離參數

第一層大陸供應商三個據點與第二層台灣三地的機場與港口據點的距離如表 4-4 所示，在大陸供應商包含了天津、上海與廣州，在台灣三地中包含了基隆與桃園、台中與高雄，其中基隆與桃園為一個據點，其距離取大陸各地到該二地兩者之平均值，然後第二層的機場與港口跟第三層的製造商的距離如表 4-5，製造商包含了新竹科學園區與台南科學園區，最後第四層機場與港口跟第五層美國西岸顧客三個據點的距離，而美國西岸包含了西雅圖、舊金山與洛杉磯，如表 4-6，本研究中的據點皆以地圖上的該地的中心位置為準，然後兩點間的距離以直線距離為首要考量。

表 4-4 台灣三地與大陸三地之直線距離表

	天津	上海	廣州
基隆與桃園	1,647 公里	705 公里	871 公里
台中	1,724 公里	805 公里	770 公里
高雄	1,889 公里	990 公里	715 公里

表 4-5 科學園區與台灣三地之距離表

	基隆與桃園	台中	高雄
新竹科學園區	72 公里	97 公里	286 公里
台南科學園區	302 公里	150 公里	45 公里

表 4-6 美國西岸城市與台灣三地之距離表

	基隆與桃園	台中	高雄
西雅圖	13,652 公里	13,803 公里	13,846 公里
舊金山	13,373 公里	13,502 公里	13,502 公里
洛杉磯	13,835 公里	13,953 公里	13,975 公里

4.2.2 運具相關參數

在運具相關參數方面，包含了運具平均載運量與運具平均旅行速率兩項，本研究中空運部分，運具平均載運量為 7,826 噸，其運具平均旅行速率為 600 公里/小時，在海運部分，運具平均載運量為 17,445 噸，其運具平均旅行速率為 37 公里/小時，在鐵路部分，運具平均載運量為 207 噸，其運具平均旅行速率為 32 公里/小時，最後在公路部分，運具平均載運量為 26 噸，其運具平均旅行速率為 70 公里/小時，相關資料如表 4-7 所示。

表 4-7 運具相關參數值表

	運具平均載運量	運具平均旅行速率
飛機 (a)	7,826 噸	600 公里/小時
輪船 (s)	17,445 噸	37 公里/小時
火車 (r)	207 噸	32 公里/小時
卡車 (h)	26 噸	70 公里/小時

4.2.3 成本相關參數

在成本相關參數方面，包含了運具平均配送成本與運具平均單位轉運成本兩項。空運部分，運具平均單位配送成本為 7.5 元/噸-公里，運具平均單位轉運成本為 1,100 元/噸；而海運部分，運具平均單位配送成本為 5.5 元/噸-公里，運具平均單位轉運成本為 800 元/噸；在鐵路部分，運具平均單位配送成本為 7.8 元/噸-公里，運具平均單位轉運成本為 350 元/噸；最後在公路部分，運具平均單位配送成本為 6.6 元/噸-公里，運具平均單位轉運成本為 200 元/噸。

表 4-8 成本相關參數值表

	運具平均單位配送成本	運具平均單位轉運成本
飛機 (a)	7.5 元/噸 公里	1,100 元/噸
輪船 (s)	5.5 元/噸 公里	800 元/噸
火車 (r)	7.8 元/噸 公里	350 元/噸
卡車 (h)	6.6 元/噸 公里	200 元/噸

而在各地的倉儲單位時間費用會因不同地點而有所不同，在天津、上海、廣州三個起點的費用為 10 元/噸；在第二層與第四層的機場港口據點，基隆與桃園的費用為 25 元/噸，台中的費用為 15 元/噸，高雄的費用為 20 元/噸；在第三層製造商的部分，新竹科學園區的費用為 30 元/噸，台南科學園區的費用為 25 元/噸，相關資料如表 4-9 所示。

表 4-9 各地單位時間費用表

	單位時間費用
天津	10 元/噸
上海	10 元/噸
廣州	10 元/噸
基隆與桃園	25 元/噸
台中	15 元/噸
高雄	20 元/噸
新竹科學園區	30 元/噸
台南科學園區	25 元/噸

4.2.4 時間相關參數

在時間相關參數方面：包含了運具轉運時間與各階層據點間的旅行時間，在各運具轉運時間方面：空運的轉運時間為 3 小時，海運的轉運時間為 5 小時，鐵路的轉運時間為 2 小時，最後公路的轉運時間為 1 小時，如表 4-10 所示。

表 4-10 運具轉運時間表

	運具平均轉運時間
空運 (a)	3 小時
海運 (s)	5 小時
鐵路 (r)	2 小時
公路 (h)	1 小時

而在各階層據點的旅行時間方面：本資料以該兩點的直線距離除上使用該運具的平均行駛速率所得，如在台灣三地與大陸三地的旅行時間方面，若天津到基隆與桃園的旅行時間選擇空運時為 2.75 小時，選擇海運時為 44.51 小時；若天津到台中的旅行時間若選擇空運時為 2.87 小時，選擇海運時為 46.6 小時；若天津到高雄的旅行時間選擇空運時為 3.15 小時，選擇海運時為 51.05 小時。

起點若為上海時，上海到基隆與桃園的旅行時間選擇空運時為 1.18 小時，選擇海運時為 19.05 小時；若上海到台中的旅行時間選擇空運時為 1.34 小時，選擇海運時為 21.76 小時；若上海到高雄的旅行時間選擇空運時為 1.65 小時，選擇海運時為 26.76 小時。

若廣州到基隆與桃園的旅行時間選擇空運時為 1.45 小時，選擇海運時為 23.54 小時；若廣州到台中的旅行時間選擇空運時為 1.28 小時，選擇海運時為 20.81 小時；若廣州到高雄的旅行時間選擇空運時為 1.19 小時，選擇海運時為 19.32 小時，所得資料如表 4-11 所示。

表 4-11 台灣三地與大陸三地之旅行時間表

	基隆與桃園		台中		高雄	
	空運	海運	空運	海運	空運	海運
天津	2.75	44.51	2.87	46.6	3.15	51.05
	小時	小時	小時	小時	小時	小時
上海	1.18	19.05	1.34	21.76	1.65	26.76
	小時	小時	小時	小時	小時	小時
廣州	1.45	23.54	1.28	20.81	1.19	19.32
	小時	小時	小時	小時	小時	小時

接下來從新竹科學園區、台南科學園區與台灣三地的旅行時間方面會依使用運具的不同而其旅行時間也會有所不同。如基隆與桃園到新竹科學園區，如果使用鐵路運輸的話，其旅行時間為 2.25 小時，若改用公路運輸的話，其旅行時間為 1.03 小時；基隆與桃園到台南科學園區，如果使用鐵路運輸的話，其旅行時間為 9.44 小時，若改用公路運輸的話，其旅行時間為 4.31 小時。

台中到新竹科學園區，如果使用鐵路運輸的話，其旅行時間為 3.03 小時，若改用公路運輸的話，其旅行時間為 1.39 小時；台中到台南科學園區，如果使用鐵路運輸的話，其旅行時間為 4.69 小時，若改用公路運輸的話，其旅行時間為 2.14 小時。

高雄到新竹科學園區，如果使用鐵路運輸的話其旅行時間為 8.94 小時，若改用公路運輸的話，其旅行時間為 4.09 小時；高雄到台南科學園區，如果使用鐵路運輸的話，其旅行時間為 1.41 小時，若改用公路運輸的話，其旅行時間為 0.64 小時，所得資料如表 4-12 所示。

表 4-12 新竹科學園區與台灣三地之旅行時間表

	基隆與桃園		台中		高雄	
	鐵路	公路	鐵路	公路	鐵路	公路
新竹科學園區	2.25	1.03	3.03	1.39	8.94	4.09
	小時	小時	小時	小時	小時	小時
台南科學園區	9.44	4.31	4.69	2.14	1.41	0.64
	小時	小時	小時	小時	小時	小時

最後在美國西岸三個城市與台灣三地的旅行時間方面，從基隆與桃園到西雅圖如果選擇空運，旅行時間 22.75 小時，如果選擇海運，旅行時間為 368.97 小時；基隆與桃園到舊金山，如果選擇空運，旅行時間為 22.29 小時，如果選擇海運，

旅行時間為 361.43 小時；基隆與桃園到洛杉磯，如果選擇空運，旅行時間為 23.06 小時，如果選擇海運，旅行時間為 373.92 小時。

接下來，從台中到西雅圖，如果選擇空運，旅行時間為 23 小時，如果選擇海運，旅行時間為 364.92 小時；台中到舊金山，如果選擇空運，旅行時間為 22.5 小時，如果選擇海運，旅行時間為 364.92 小時；台中到洛杉磯如果選擇空運，旅行時間為 23.26 小時，如果選擇海運，旅行時間為 377.11 小時。

最後，從高雄到西雅圖，如果選擇空運，旅行時間為 23.08 小時，如果選擇海運，旅行時間為 374.22 小時；高雄到舊金山，如果選擇空運，旅行時間為 22.5 小時，如果選擇海運，旅行時間為 364.92 小時；高雄到洛杉磯，如果選擇空運，旅行時間為 23.29 小時，如果選擇海運，旅行時間為 377.7 小時。如表 4-13 所示。

4-13 美國西岸三城市與台灣三地之旅行時間表

	基隆與桃園		台中		高雄	
	空運	海運	空運	海運	空運	海運
西雅圖	22.75	368.97	23	364.92	23.08	374.22
	小時	小時	小時	小時	小時	小時
舊金山	22.29	361.43	22.5	364.92	22.5	364.92
	小時	小時	小時	小時	小時	小時
洛杉磯	23.06	373.92	23.26	377.11	23.29	377.7
	小時	小時	小時	小時	小時	小時

在等待時間方面，會因每個不同的轉運點而其所等待的時間也會有所不同，在本研究中，把等待時間取平均值來看。如基隆與桃園平均等待時間為 2 小時，台中平均等待時間為 5 小時，高雄平均等待時間為 2 小時，新竹科學園區平均等

待時間為 1 小時，台南科學園區平均等待時間為 2 小時，相關數據如表 4-14 所示。

4-14 各地轉運站平均等待時間表

	平均等待時間
基隆與桃園	2 小時
台中	5 小時
高雄	2 小時
新竹科學園區	1 小時
台南科學園區	2 小時

4.2.5 目標式權重與時間價值參數

本研究中目標式權重，一開始根據相關文獻將成本項的權重設定為 0.6，時間項的權重設定為 0.4，且時間項的時間價值成本為每單位小時 500 元，相關數據如表 4-15 所示。下一章節在敏感度分析時，會針對目標式的權重來探討，藉由調整目標式的權重大小，瞭解選擇的運具、路線或是配送的貨物量是否有改變。

4-15 權重與時間價值成本表

權重與時間價值	數值
λ_1	0.6
λ_2	0.4
α	500 元/小時

4.3 輸出數據

經過 Lingo 軟體驗證之後，得到三條路徑與選擇的運具，以及每次配送的貨物量，以下分別就三個起點來說明。

4.3.1 天津

起點為天津時，所選擇的路線為台灣北部的基隆與桃園，然後再運送到新竹科學園區簡單加工後，接著再運到基隆與桃園出口配送到美國西岸的舊金山。在這過程中，國際運輸的部分都選擇了海運運輸，在國內運輸的部分則選擇了公路運輸，所以在天津為起點的配送過程則採取海公路聯運，如圖 4-5 所示。

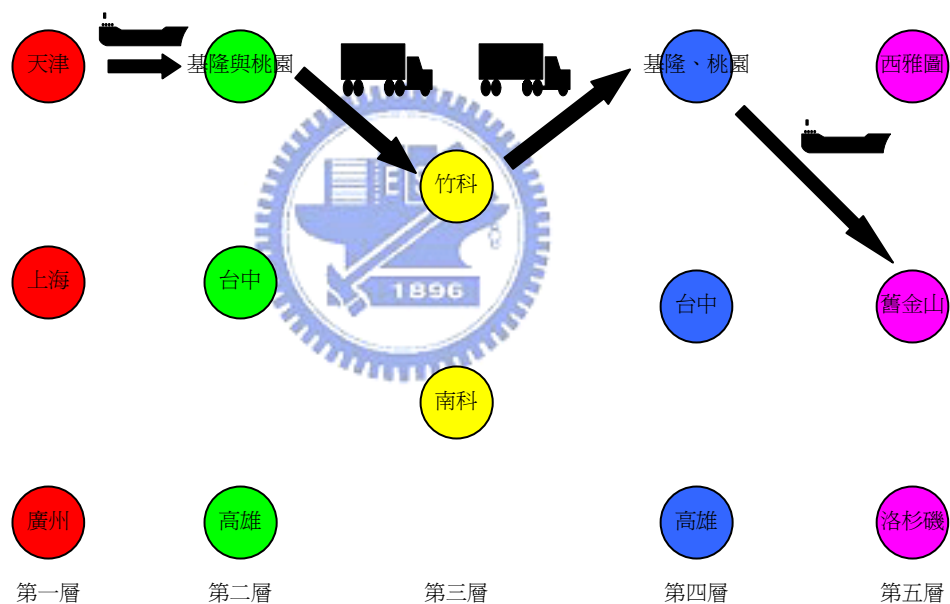


圖 4-5 天津之配送路線與選擇運具圖

在此配送的過程中，在第一層起點時一次全部運送完成，即貨物量一次利用海運運輸全部配送到第二層機場與港口的基隆與桃園，在此過程中利用了一艘輪船來運送。當貨物到了第二層的基隆與桃園時，貨物分四次運送至第三層的新竹科學園區，第一次到第三次運送的量為 2,600 噸，第四次的運送量為 2,200 噸，過程中利用了 100 輛卡車來配送，且利用了 2 個越庫區來存放貨物。接下來在第三層製造商的部分，在新竹科學園區簡單加工完成後，以同樣的方式，分四次運

送至第四層的機場與港口的基隆與桃園，且同樣的第一次到第三次運送的貨物量為 2,600 噸。第四次的運送量為 2,200 噸，而在此過程中，也利用了 100 輛卡車來運送至下一層，且利用了 4 個越庫區來存放貨物，當貨物到達第四層的基隆與桃園時，最後選擇利用一艘輪船海運，一次將貨物全部運送至美國西岸的舊金山，如表 4-16 所示。

表 4-16 天津貨物配送次數與數量表（一）

第一層 t=1~5	第二層 t=6~10	第三層 t=11~15	第四層 t=16~20
t=1 q=10000	t=6 q=2600	t=11 q=2600	t=16 q=10000
t=2 q=0	t=7 q=2600	t=12 q=2600	t=17 q=0
t=3 q=0	t=8 q=2600	t=13 q=2600	t=18 q=0
t=4 q=0	t=9 q=2200	t=14 q=2200	t=19 q=0
1 艘輪船	100 輛卡車	100 輛卡車	1 艘輪船
0 個越庫區	2 個越庫區	4 個越庫區	2 個越庫區

選擇了路線、運具與每次配送的貨物量以後，接下來要分析成本與時間的部分，以天津為起點的成本項方面，總共為 850,054,000 元，其中包含了運輸成本共 835,604,000 元，存貨成本共 2,450,000 元，以及轉運處理成本共 12,000,000 元，運輸成本佔了該成本的 98.3%，比例非常高，而存貨成本與轉運處理成本兩者分別佔該成本的 0.29% 和 1.41%；在時間項方面，總共花費了 426.17 小時，其中包含了運輸時間共 414.17 小時，等待時間共 5 小時，以及裝卸轉運時間共 7 小時，運輸時間也佔了該時間項的 97.18%，其他兩項時間，則還不到 5%，等待時間與裝卸轉運時間分別佔時間項的 1.17% 和 1.65%。由此可知，運輸佔了大部分的成本與時間，相關數據如表 4-17 所示。

表 4-17 天津成本與時間表 (一)

成本=850,054,000 元 (100%)			時間=426.17 小時 (100%)		
運輸成本	存貨成本	轉運處理成本	運輸時間	等待時間	裝卸轉運時間
835,604,000 元 (98.3%)	2,450,000 元 (0.29%)	12,000,000 元 (1.41%)	414.17 小時 (97.18%)	5 小時 (1.17%)	7 小時 (1.65%)

4.3.2 上海

起點為上海時，所選擇的路線與起點為天津是一樣的，都為台灣北部的基隆與桃園，然後再運送到新竹科學園區簡單加工後，再運到基隆與桃園出口配送到美國西岸的舊金山，而在這過程中，國際運輸的部分也都選擇了海運運輸，在國內運輸的部分則選擇了鐵路運輸，運輸過程採用海鐵路運輸，如圖 4-6 所示。

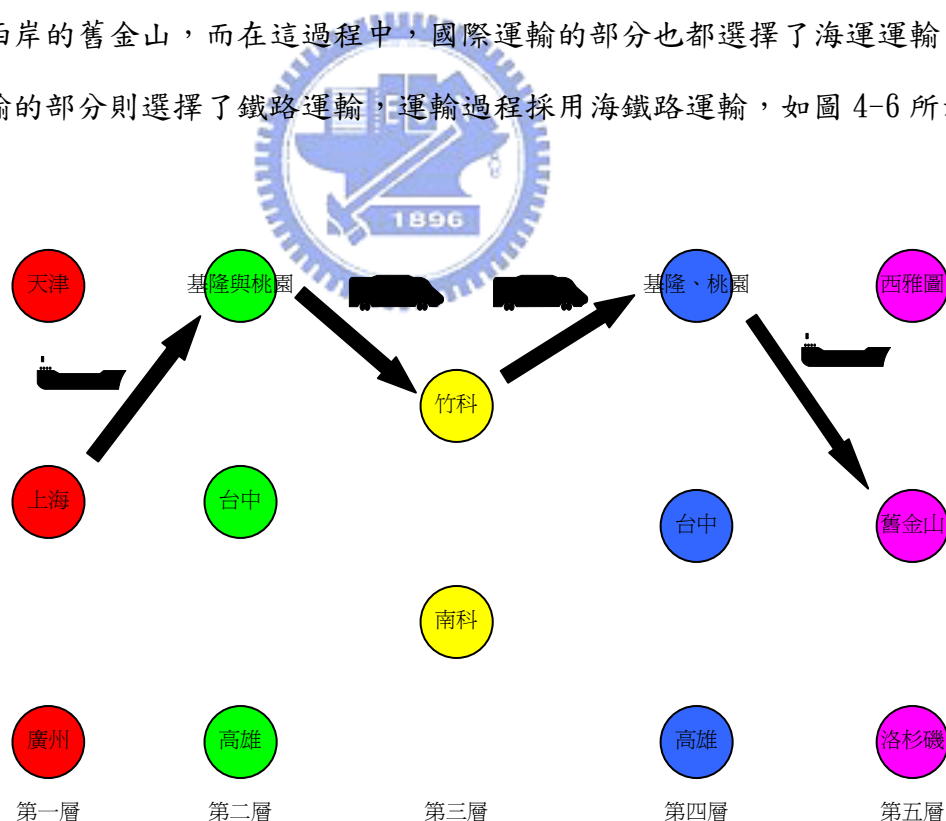


圖 4-6 上海之配送路線與選擇運具圖

在此配送的過程中，在第一層起點時也是一次全部運送完成，即貨物量一次利用海運運輸全部配送到第二層機場與港口的基隆與桃園，在此過程中同樣利用

了一艘輪船來運送，當貨物到了第二層的基隆與桃園時，貨物分四次運送至第三層的新竹科學園區，第一次到第三次運送的量為3,933噸，第四次的運送量為3,201噸，過程中利用了19列火車來配送，且利用到2個越庫區來存放貨物，之後在新竹科學園區簡單加工完成後，以同樣的方式，分四次運送至第四層的機場與港口的基隆與桃園，且同樣的第一次到第三次運送的貨物量為3,933噸，第四次的運送量為3,201噸，而在此過程中，也利用了19列火車來運送至下一層，並且也利用了5個越庫區來存放貨物，當貨物到達第四層的基隆與桃園時，最後選擇利用一艘輪船海運，一次將貨物全部運送至美國西岸的舊金山，在此層也利用到了2個越庫區來存放貨物，如表4-18所示。

表 4-18 上海貨物配送次數與數量表（一）

第一層 t=1~5	第二層 t=6~10	第三層 t=11~15	第四層 t=16~20
t=1 q=15000	t=6 q=3933	t=11 q=3933	t=16 q=15000
t=2 q=0	t=7 q=3933	t=12 q=3933	t=17 q=0
t=3 q=0	t=8 q=3933	t=13 q=3933	t=18 q=0
t=4 q=0	t=9 q=3201	t=14 q=3201	t=19 q=0
1 艘輪船	19 列火車	19 列火車	1 艘輪船
0 個越庫區	2 個越庫區	5 個越庫區	2 個越庫區

同樣的，在選擇完路線、運具與每次配送的貨物量以後，接下來要分析成本與時間的部分。以上海為起點的成本項方面總共為1,204,458,000元，其中包含了運輸成本共1,178,283,000元，存貨成本共3,675,000元，以及轉運處理成本共22,500,000元。運輸成本佔了該成本的97.83%，比例非常高，而存貨成本與轉運處理成本兩者成本所佔比例分別為0.31%和1.86%，兩者加起來才佔該成本不到5%；在時間項方面，總共花費了412.49小時，其中包含了運輸時間共398.49小時，等待時間共5小時，以及裝卸轉運時間共9小時。運輸時間也佔了該時間項超過95%的比例，所佔比例為96.61%，其他兩項時間，所佔比例分別為1.21%和2.18%，同樣也還不到5%。相關數據如表4-19所示。

表 4-19 上海成本與時間表 (一)

成本=1,204,458,000 元 (100%)			時間=412.49 小時(100%)		
運輸成本	存貨成本	轉運處理成本	運輸時間	等待時間	裝卸轉運時間
1,178,283,000	3,675,000	22,500,000	398.49	5	9
元	元	元	小時	小時	小時
(97.83%)	(0.31%)	(1.86%)	(96.61%)	(1.21%)	(2.18%)

4.3.3 廣州

起點為廣州時，所選擇的路線與另外其他兩個起點天津與上海都不同。起點為廣州時選擇南台灣的高雄，然後再運送到南台灣的台南科學園區簡單加工後，再運到高雄出口配送到美國西岸的舊金山，而在這過程中，國際運輸的部分也都選擇了海運運輸，在國內運輸的部分則選擇了鐵路運輸，所以整個運輸過程採用海鐵路運輸，如圖 4-7 所示。

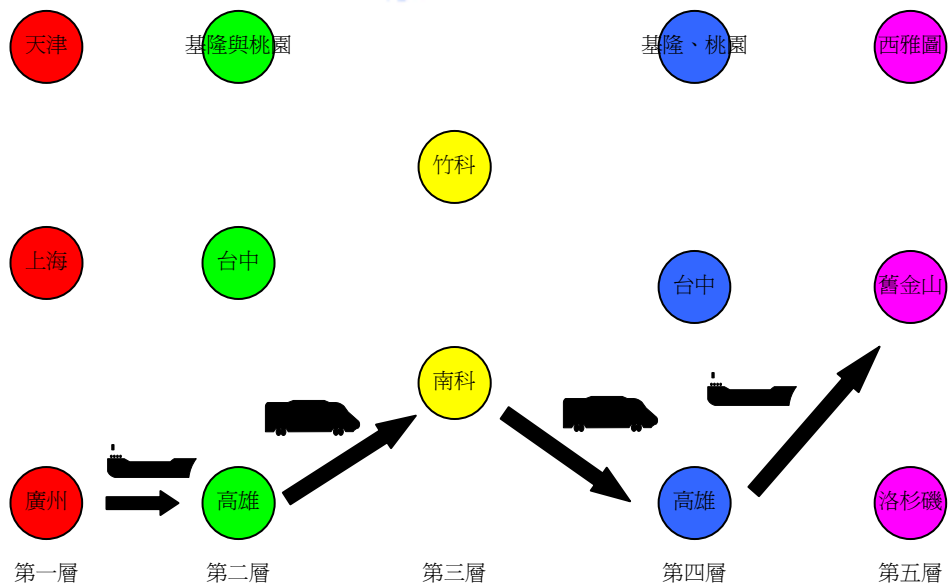


圖 4-7 廣州之配送路線與選擇運具圖

在此配送的過程中，在第一層起點時一次全部運送完成，即貨物量一次利用海運運輸全部配送到第二層機場與港口的高雄，在此過程中利用了一艘輪船來運送，當貨物到了第二層的高雄時，貨物分四次運送至第三層的台南科學園區，第一次到第三次運送的量為 3,312 噸，第四次的運送量為 3,064 噸，過程中利用了 16 列火車來配送，且利用了 3 個越庫區來存放貨物，接下來在第三層製造商的部分，在台南科學園區簡單加工完成後，以同樣的方式，分四次運送至第四層的機場與港口的基隆與桃園，且同樣的第一次到第三次運送的貨物量為 3,312 噸，第四次的運送量為 3,064 噸，而在此過程中，也利用了 16 列火車來運送至下一層，且利用了 7 個越庫區來存放貨物，當貨物到達第四層的基隆與桃園時，最後選擇利用一艘輪船海運，一次將貨物全部運送至美國西岸的舊金山，如表 4-20 所示。

表 4-20 廣州貨物配送次數與數量表（一）

第一層 t=1~5	第二層 t=6~10	第三層 t=11~15	第四層 t=16~20
t=1 q=13000	t=6 q=3312	t=11 q=3312	t=16 q=13000
t=2 q=0	t=7 q=3312	t=12 q=3312	t=17 q=0
t=3 q=0	t=8 q=3312	t=13 q=3312	t=18 q=0
t=4 q=0	t=9 q=3064	t=14 q=3064	t=19 q=0
1 艘輪船	16 列火車	16 列火車	1 艘輪船
0 個越庫區	3 個越庫區	7 個越庫區	0 個越庫區

接下來要分析成本與時間的部分，以廣州為起點的成本項方面，總共為 1,038,518,000 元，其中包含了運輸成本共 1,016,418,000 元，存貨成本共 2,600,000 元，以及轉運處理成本共 19,500,000 元。運輸成本佔了該成本的 97.87%，比例也很高，而存貨成本與轉運處理成本兩者分別佔該成本比例為 0.25% 和 1.88%，兩者加起來佔該成本不到 5%；在時間項方面總共花費了 406.74 小時，其中包含了運輸時間共 391.74 小時，等待時間共 6 小時，以及裝卸轉運時間共 9 小時。運輸時間也佔了該時間項超過 95% 的比例，等待時間與裝卸轉運時間，分別佔時間的比例為 1.48% 和 2.21%，這兩項時間加起來，則佔該時間還不到 5%，

相關數據如表 4-21 所示。

表 4-21 廣州成本與時間表（一）

成本=1,038,518,000 元 (100%)			時間=406.74 小時 (100%)		
運輸成本	存貨成本	轉運處理成本	運輸時間	等待時間	裝卸轉運時間
1,016,418,000 元 (97.88%)	2,600,000 元 (0.25%)	19,500,000 元 (1.87%)	391.74 小時 (96.31%)	6 小時 (1.48%)	9 小時 (2.21%)

最後把三者的成本項與時間項加總起來，得到成本項為 3,093,030,000 元，時間項為 1,245.4 小時，目標式權重分別為成本項 0.6，時間項 0.4，時間價值成本為 500 元/小時，所以最後總成本為 1,856,067,080 元，如表 4-22 所示。

表 4-22 成本與時間表（一）

$\lambda_1 = 0.6$	$\lambda_2 = 0.4$
	$\alpha = 500$ 元/小時
3,093,030,000 元	1,245.4 小時
1,856,067,080 元	

第五章 數值分析

本章將針對目標式權重與時間價值、成本類參數、時間類參數等相關數值來作數值變動分析，探討當這些數值增加 25%、減少 25%、增加 50%、減少 50%、增加 75% 與減少 75% 的時候，成本項與時間項和最後的總成本的變動為何。

5.1 目標式權重與時間價值分析

本研究依目標式的權重與時間價值部分區分為兩個部分，前一章節本研究以 ($\lambda_1=0.6, \lambda_2=0.4, \alpha=500$) 這一組數據套入模式時，經過求算經過得到了一組 (成本=3,093,030,000 元，時間=1,245.4 小時，總成本=1,856,067,080 元) 數據。接下來設定兩個極端的現象，來探討這兩組數值會產生的成本項、時間項與總成本變動的幅度有多大，且會不會造成運具選擇或是路線選擇的改變。

5.1.1 ($\lambda_1=0.1, \lambda_2=0.9, \alpha=50,000$)

當權重改為 $\lambda_1=0.1, \lambda_2=0.9$ 且時間價值改為 $\alpha=50,000$ 時，不管起點為何，都改成空運運輸配送到台灣，相關資料如圖 5-1 所示。

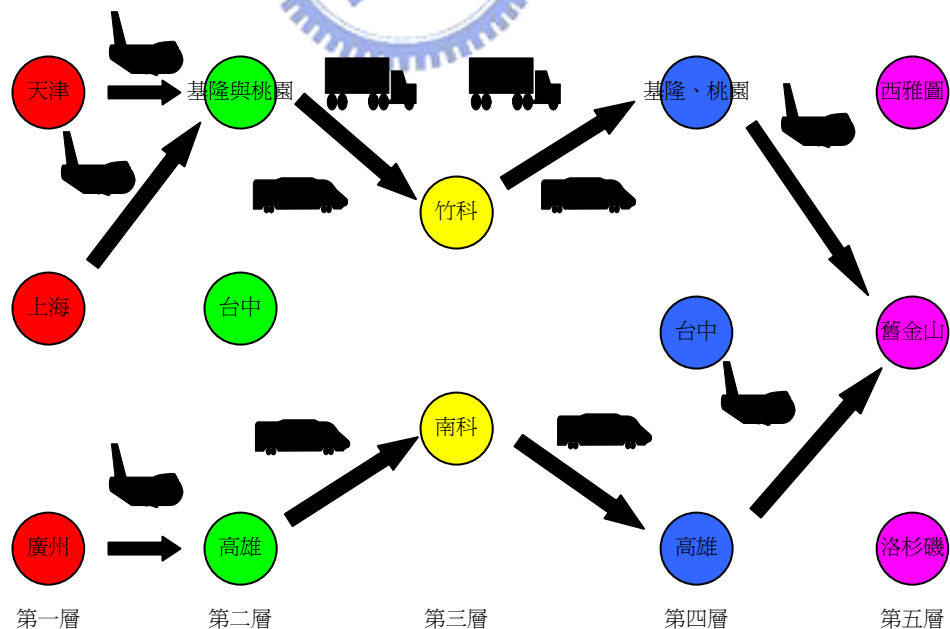


圖 5-1 配送路線與選擇運具圖 (一)

- 1、起點為天津時，所選擇的路線一樣為台灣北部的基隆與桃園，然後再運送到新竹科學園區簡單加工後，再運到基隆與桃園出口配送到美國西岸的舊金山，在

這過程中，國際運輸的部分改成選擇了空運運輸，在國內運輸的部分一樣選擇了公路運輸，所以從天津為起點的配送過程改成採取空公路聯運。

在此配送的過程中，在第一層起點時一次全部運送完成，即貨物量一次利用空運運輸全部配送到第二層機場與港口的基隆與桃園，在此過程中利用了 2 架飛機來運送，之後的配送跟之前都一樣，最後則改成選擇利用兩架飛機空運，一次將貨物全部運送至美國西岸的舊金山，如表 5-1 所示。

表 5-1 天津貨物配送次數與數量表 (二)

第一層 t=1~5	第二層 t=6~10	第三層 t=11~15	第四層 t=16~20
t=1 q=10000	t=6 q=2600	t=11 q=2600	t=16 q=10000
t=2 q=0	t=7 q=2600	t=12 q=2600	t=17 q=0
t=3 q=0	t=8 q=2600	t=13 q=2600	t=18 q=0
t=4 q=0	t=9 q=2200	t=14 q=2200	t=19 q=0
2 架飛機	100 輛卡車	100 輛卡車	2 架飛機
0 個越庫區	2 個越庫區	4 個越庫區	2 個越庫區

接下來要分析成本與時間的部分，以天津為起點的成本項方面總共為 1,153,454,000 元；在時間項方面總共花費了 43.26 小時，相關數據如表 5-2 所示。

表 5-2 天津成本與時間表 (二)

成本=1,153,454,000 元			時間=43.26 小時		
運輸成本	存貨成本	轉運處理成本	運輸時間	等待時間	裝卸轉運時間
1,136,004,000	2,450,000	15,000,000	33.26	5	5
元	元	元	小時	小時	小時

2、起點為上海時，所選擇的路線一樣為台灣北部的基隆與桃園，然後再運送到新竹科學園區簡單加工後，再運到基隆與桃園出口配送到美國西岸的舊金山，在這過程中，國際運輸的部分一樣改成選擇了空運運輸，在國內運輸的部分一樣

選擇了鐵路運輸，所以從上海為起點的配送過程採取空鐵路聯運。

在此配送的過程中，在第一層起點時一次全部運送完成，即貨物量一次利用空運運輸全部配送到第二層機場與港口的基隆與桃園，在此過程中利用了 2 架飛機來運送，之後的配送跟之前都一樣，最後則改成選擇利用兩架飛機空運，一次將貨物全部運送至美國西岸的舊金山，如表 5-3 所示。

表 5-3 上海貨物配送次數與數量表 (二)

第一層 T=1~5	第二層 t=6~10	第三層 t=11~15	第四層 t=16~20
t=1 q=15000	t=6 q=3933	t=11 q=3933	t=16 q=15000
t=2 q=0	t=7 q=3933	t=12 q=3933	t=17 q=0
t=3 q=0	t=8 q=3933	t=13 q=3933	t=18 q=0
t=4 q=0	t=9 q=3201	t=14 q=3201	t=19 q=0
2 架飛機	19 列火車	19 列火車	2 架飛機
0 個越庫區	2 個越庫區	5 個越庫區	2 個越庫區

接下來要分析成本與時間的部分，以上海為起點的成本項方面總共為 1,631,298,000 元；在時間項方面總共花費了 53.46 小時，相關數據如表 5-4 所示。

表 5-4 上海成本與時間表 (二)

成本=1,631,298,000 元			時間=53.46 小時		
運輸成本	存貨成本	轉運處理成本	運輸時間	等待時間	裝卸轉運時間
1,600,623,000	3,675,000	27,000,000	41.46	5	7
元	元	元	小時	小時	小時

3、起點為廣州時，所選擇的路線為台灣南部的高雄，然後再運送到台南科學園區簡單加工後，再運到高雄出口配送到美國西岸的舊金山，在這過程中，國際運輸的部分依然改成選擇了空運運輸，在國內運輸的部分一樣選擇了鐵路運輸，所以以廣州為起點的配送過程採取空鐵路聯運。

在此配送的過程中，在第一層起點時一次全部運送完成，即貨物量一次利用空運運輸全部配送到第二層機場與港口的高雄，在此過程中利用了 2 架飛機來運送，之後的配送跟之前都一樣，最後則改成選擇利用兩架飛機空運，一次將貨物全部運送至美國西岸的舊金山，如表 5-5 所示。

表 5-5 廣州貨物配送次數與數量表 (二)

第一層 t=1~5	第二層 t=6~10	第三層 t=11~15	第四層 t=16~20
t=1 q=13000	t=6 q=3312	t=11 q=3312	t=16 q=13000
t=2 q=0	t=7 q=3312	t=12 q=3312	t=17 q=0
t=3 q=0	t=8 q=3312	t=13 q=3312	t=18 q=0
t=4 q=0	t=9 q=3064	t=14 q=3064	t=19 q=0
2 架飛機	16 列火車	16 列火車	2 架飛機
0 個越庫區	3 個越庫區	7 個越庫區	0 個越庫區

接下來要分析成本與時間的部分，以廣州為起點的成本項方面總共為 1,408,706,000 元；在時間項方面總共花費了 47.71 小時，相關數據如表 5-6 所示。

表 5-6 廣州成本與時間表 (二)

成本=1,408,706,000 元			時間=47.71 小時		
運輸成本	存貨成本	轉運處理成本	運輸時間	等待時間	裝卸轉運時間
1,382,706,000	2,600,000	23,400,000	34.71	6	7
元	元	元	小時	小時	小時

最後把三者的成本項與時間項加總起來，得到成本項為 4,193,458,000 元，時間項為 144.44 小時，目標式權重分別為成本項 0.1，時間項 0.9，時間價值成本為 50,000 元/小時，所以最後總成本為 425,845,535 元，如表 5-7 所示。

表 5-7 成本與時間表 (二)

$\lambda_1 = 0.1$	$\lambda_2 = 0.9$ $\alpha = 50,000$ 元/小時
4,193,458,000 元	144.44 小時
425,845,535 元	

在經過權重與時間價值的調整以後，我們發現成本項稍微的增加，但時間項明顯的減少，總成本也因為權重的關係，減少幅度很大，相關資料如圖 5-2、圖 5-3、圖 5-4 所示。

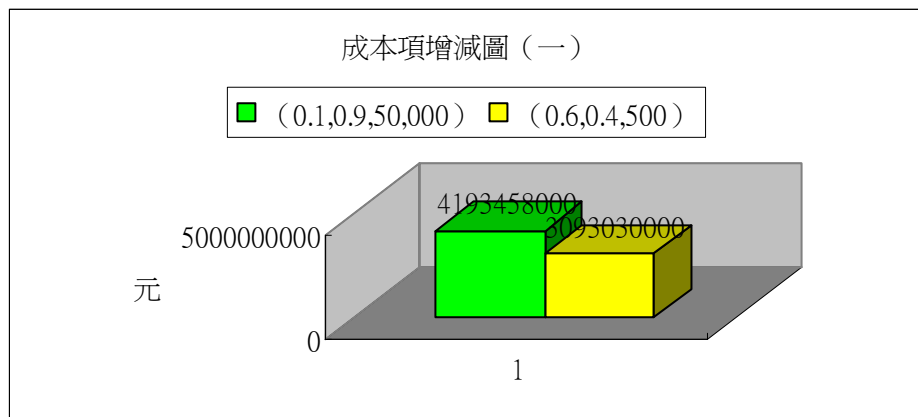


圖 5-2 成本項增減圖 (一)

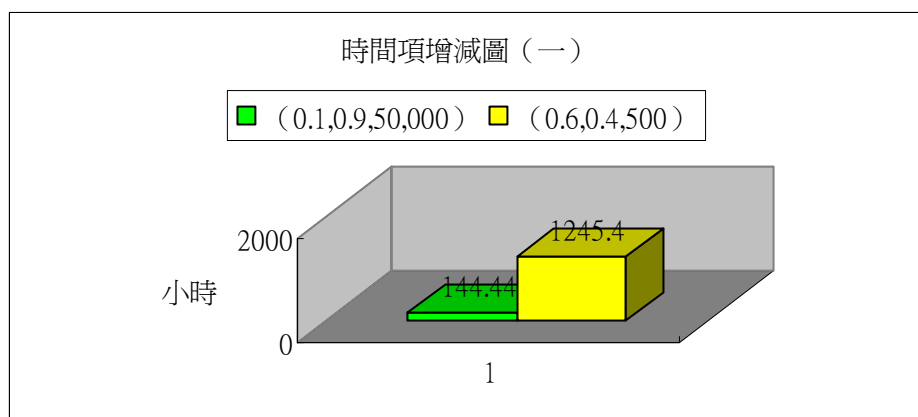


圖 5-3 時間項增減圖 (一)

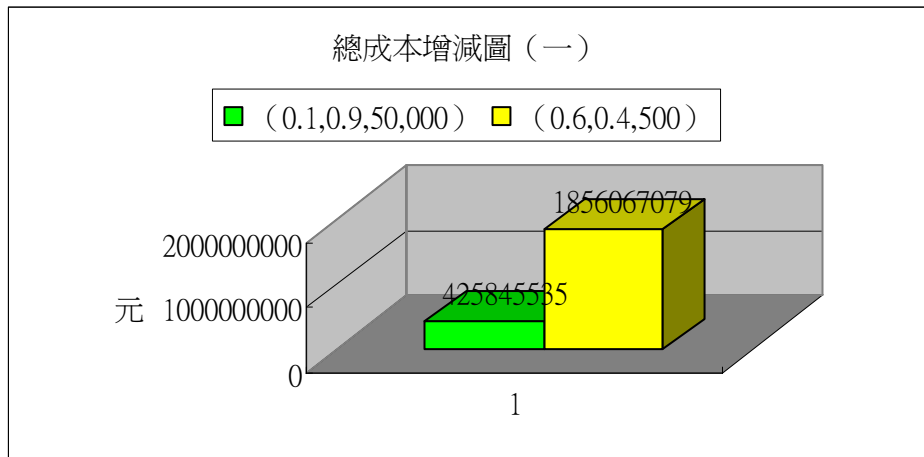


圖 5-4 總成本增減圖 (一)

5.1.2 ($\lambda_1 = 0.9$, $\lambda_2 = 0.1$, $\alpha = 5$)

當權重改為 $\lambda_1 = 0.9$, $\lambda_2 = 0.1$ 且時間價值改為 $\alpha = 5$ 時, 不管起點為何, 與之前的路線、選擇的運具、每次配送的貨物量都相同, 但是因為權重不一樣且時間價值成本也改變, 所以之後的總成本會有所不同, 不過這是可以預期的, 相關資料如圖 5-5 所示。

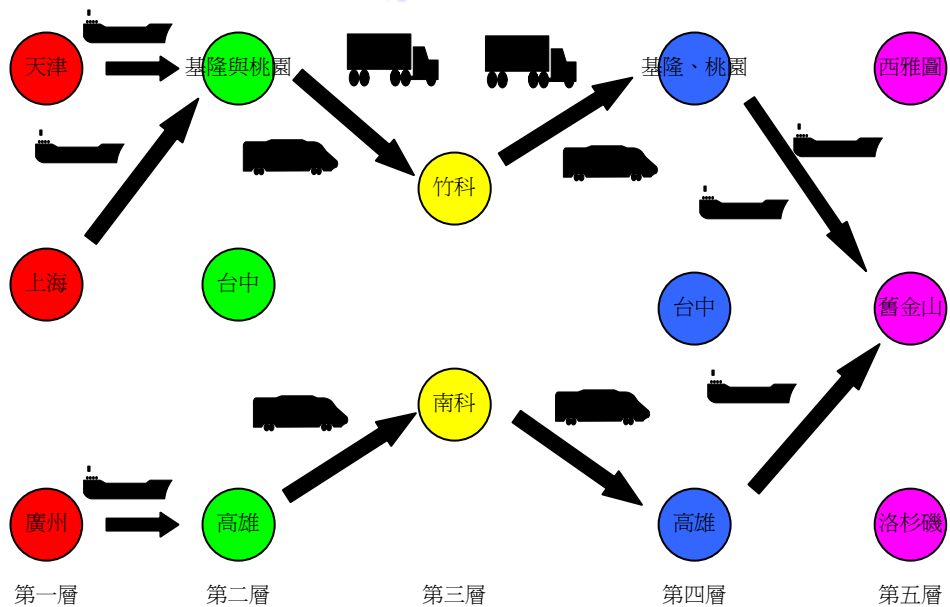


圖 5-5 配送路線與選擇運具圖 (二)

因為選擇後的結果與之前相同，所以不再說明，只針對不一樣的結果來分析，與之前最大不同之處為時間價值成本變成 5 元/小時，所以最後總成本變成 2,783,727,622 元，相關資料如表 5-8 與圖 5-6 所示。

表 5-8 成本與時間表 (三)

$\lambda_1 = 0.9$	$\lambda_2 = 0.1$ $\alpha = 5$ 元/小時
3,093,030,000 元	1,245.4 小時
2,783,727,622 元	

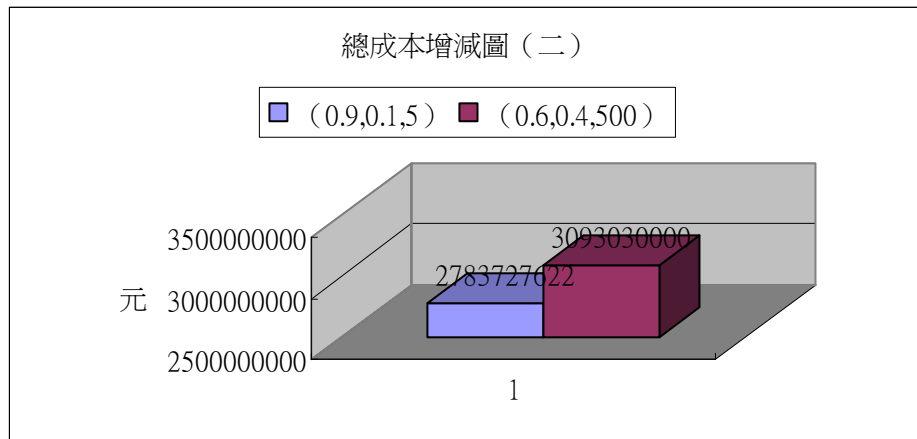


圖 5-6 總成本增減圖 (二)

5.2 成本類參數數值分析

本小節探討成本類參數對於成本項、時間項與總成本的影響。在成本類參數方面，本研究調整運具平均單位配送成本、運具平均單位轉運成本兩項，分別針對這兩項參數上下各調整 25%、50%與 75%，來探討對於結果是否有明顯的改變。

5.2.1 運具平均單位配送成本

在運具平均單位配送成本方面，本研究以原運具平均單位配送成本為中心，上下各調整 25%、50%與 75%，相關數據如表 5-9 所示。

表 5-9 運具平均單位配送成本增減表

	運具平均單位配送成本	減少 75%	減少 50%	減少 25%	增加 25%	增加 50%	增加 75%
飛機 (a)	7.5 元/噸 公里	1.875 元	3.75 元	5.625 元	9.375 元	11.25 元	13.125 元
輪船 (s)	5.5 元/噸 公里	1.375 元	2.75 元	4.125 元	6.875 元	8.25 元	9.625 元
火車 (r)	7.8 元/噸 公里	1.95 元	3.9 元	5.85 元	9.75 元	11.7 元	13.65 元
卡車 (h)	6.6 元/噸 公里	1.65 元	3.3 元	4.95 元	8.25 元	9.9 元	11.55 元

在調整運具平均單位配送成本以後，在運輸成本、成本項與總成本方面也隨著參數的變化幅度而有所改變，變動後的數據如表 5-10 所示，增減的幅度如表 5-11 所示，變動的百分比幅度如表 5-12 所示。比較值得注意的是，在參數變動正負 25%、正負 50%與正負 75%的時候，運輸成本、成本項與總成本變動的幅度會慢慢的縮小，例如：當參數變動 25%的時候，運輸成本也相對變動 25%，但成本項卻沒有相對變動 25%，反而只有變動 24.493%，因為成本項還包含了存貨成本與轉運處理成本的原因所致，到了總成本的時候，又加入了時間方面的考慮，所以變動幅度為 24.4897%，變動幅度又比成本項來的小，其他幅度的參數變動也是如此，推得敏感度會隨包含項目的增多而減少，如圖 5-7 所示。

表 5-10 運具平均單位配送成本數值變動後相關成本變動表

參數變化幅度	運輸成本	成本項	總成本
減少 75%	757,576,250 元	820,301,250 元	492,429,830 元
減少 50%	1,515,152,500 元	1,577,877,500 元	946,975,580 元
減少 25%	2,272,728,750 元	2,335,453,750 元	1,401,521,329 元
原參數	3,030,305,000 元	3,093,030,000 元	1,856,067,079 元
增加 25%	3,787,881,250 元	3,850,606,250 元	2,310,612,829 元
增加 50%	4,545,457,500 元	4,608,182,500 元	2,765,158,579 元
增加 75%	5,303,033,750 元	5,365,758,750 元	3,219,704,329 元

表 5-12 運具平均單位配送成本數值變動相關成本百分比表

參數變化幅度	減少 75%	減少 50%	減少 25%	增加 25%	增加 50%	增加 75%
運輸成本	-75%	-50%	-25%	+25%	+50%	+75%
成本項	-73.479%	-48.986%	-24.493%	+24.493%	+48.986%	+73.479%
總成本	-73.4691%	-48.9794%	-24.4897%	+24.4897%	+48.9794%	+73.4691%

表 5-11 運具平均單位配送成本數值變動後相關成本增減表

參數變化幅度	運輸成本	成本項	總成本
減少 75%	-2, 272, 728, 750 元	-2, 272, 728, 750 元	-1, 363, 637, 250 元
減少 50%	-1, 515, 152, 500 元	-1, 515, 152, 500 元	-3, 035, 780, 600 元
減少 25%	-757, 576, 250 元	-757, 576, 250 元	-454, 545, 750 元
原參數	0 元	0 元	0 元
增加 25%	757, 576, 250 元	757, 576, 250 元	454, 545, 750 元
增加 50%	1, 515, 152, 500 元	1, 515, 152, 500 元	3, 035, 780, 600 元
增加 75%	2, 272, 728, 750 元	2, 272, 728, 750 元	1, 363, 637, 250 元

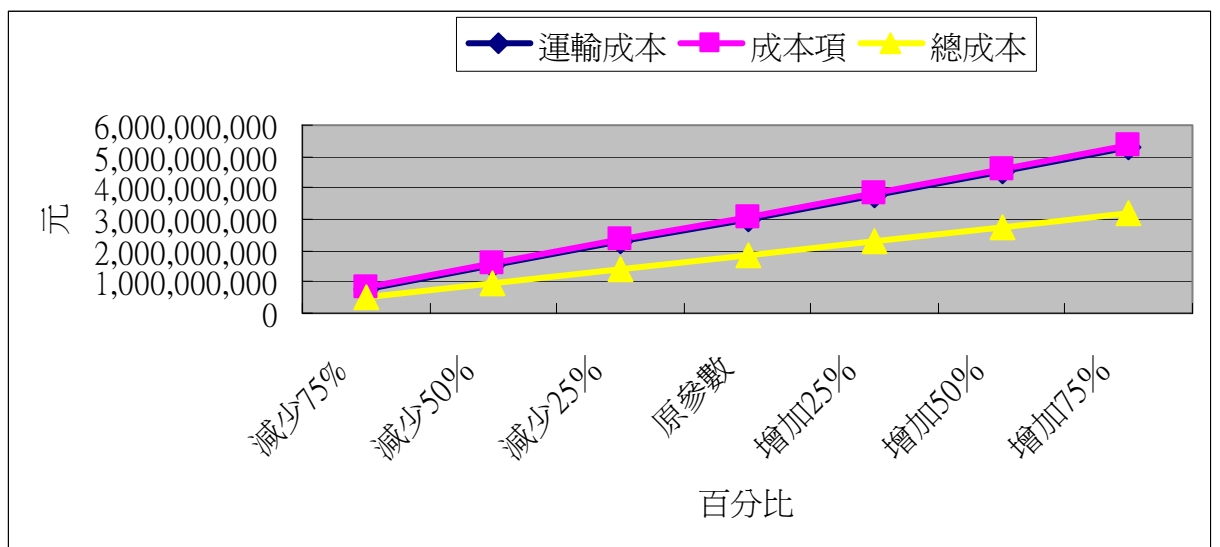


圖 5-7 運具平均單位配送成本數值變動後相關成本趨勢圖

5.2.2 運具平均單位轉運成本

在運具平均單位轉運成本方面，本研究以原運具平均單位轉運成本為中心，上下各調整 25%、50%與 75%，相關數據如表 5-13 所示。

表 5-13 運具平均單位轉運成本增減表

	運具平均單位 轉運成本	減少 75%	減少 50%	減少 25%	增加 25%	增加 50%	增加 75%
飛機 (a)	1,100 元/噸	275 元	550 元	825 元	1,375 元	1,650 元	1,925 元
輪船 (s)	800 元/噸	200 元	400 元	600 元	1,000 元	1,200 元	1,400 元
火車 (r)	350 元/噸	87.5 元	175 元	262.5 元	437.5 元	525 元	612.5 元
卡車 (h)	200 元/噸	50 元	100 元	150 元	250 元	300 元	350 元

在調整運具平均單位轉運成本以後，在轉運處理成本、成本項與總成本方面也隨著參數的變化幅度而有所改變，變動後的數據如表 5-14 所示，增減的幅度如表 5-15 所示，變動的百分比幅度如表 5-16 所示，其中比較值得注意的是，在參數變動正負 25%、正負 50%與正負 75%的時候，轉運處理成本也相對的變動正負 25%、正負 50%與正負 75%，但因為轉運處理成本佔成本項的比例很低，所以成本項變動幅度不明顯，成本項變動幅度也只有正負 0.4365%、正負 0.8729%與正負 1.3095%，總成本項變動的幅度比成本項變動幅度還要來的小，其數值分別為正負 0.4364%、正負 0.8729%與正負 1.3092%，至於轉運處理成本、成本項與總成本的趨勢，三者也都呈現緩慢成長的趨勢，相關資料如圖 5-8 所示。

表 5-16 運具平均單位轉運成本敏感度後相關成本百分比表

參數變化幅度	減少 75%	減少 50%	減少 25%	增加 25%	增加 50%	增加 75%
轉運處理成本	-75%	-50%	-25%	+25%	+50%	+75%
成本項	-1.3095%	-0.8729%	-0.4365%	+0.4365%	+0.8729%	+1.3095%
總成本	-1.3092%	-0.8728%	-0.4364%	+0.4364%	+0.8728%	+1.3092%

表 5-15 運具平均單位轉運成本敏感度後相關成本增減表

參數變化幅度	轉運處理成本	成本項	總成本
減少 75%	-40,500,000 元	-40,500,000 元	-24,300,000 元
減少 50%	-27,000,000 元	-27,000,000 元	-16,200,000 元
減少 25%	-13,500,000 元	-13,500,000 元	-8,100,000 元
原參數	0 元	0 元	0 元
增加 25%	13,500,000 元	13,500,000 元	8,100,000 元
增加 50%	27,000,000 元	27,000,000 元	16,200,000 元
增加 75%	40,500,000 元	40,500,000 元	24,300,000 元

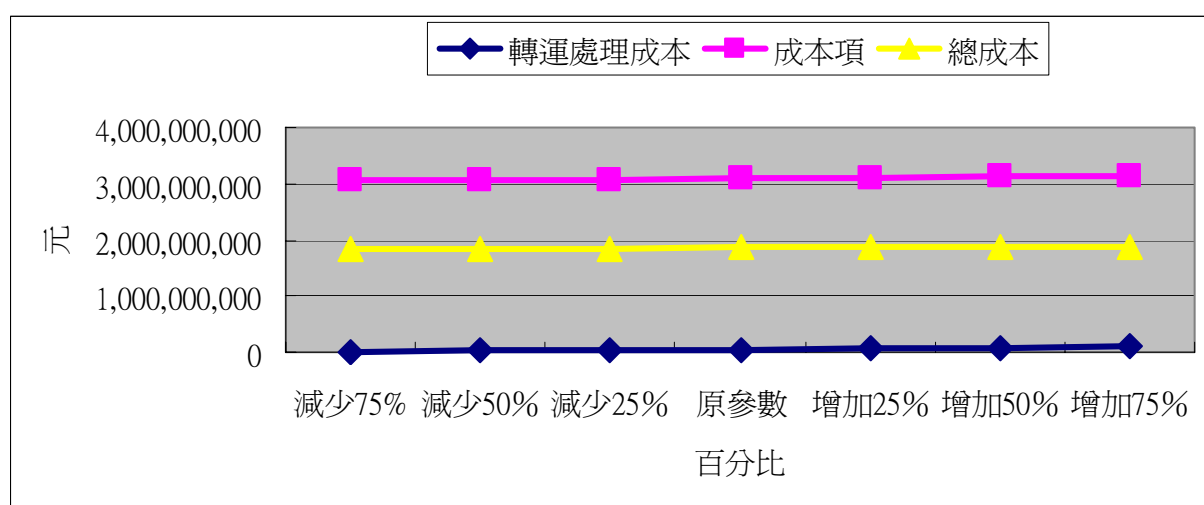


圖 5-8 運具平均單位轉運成本數值變動後相關成本趨勢圖

表 5-14 運具平均單位轉運成本敏感度後相關成本變動表

參數變化幅度	轉運處理成本	成本項	總成本
減少 75%	13,500,000 元	3,052,530,000 元	1,831,767,079 元
減少 50%	27,000,000 元	3,066,030,000 元	1,839,867,079 元
減少 25%	40,500,000 元	3,079,530,000 元	1,847,967,079 元
原參數	54,000,000 元	3,093,030,000 元	1,856,067,079 元
增加 25%	67,500,000 元	3,106,530,000 元	1,864,167,079 元
增加 50%	81,000,000 元	3,120,030,000 元	1,872,267,079 元
增加 75%	94,500,000 元	3,133,530,000 元	1,880,367,079 元

5.3 時間類參數數值分析

本小節探討時間類參數對於成本項、時間項與總成本的影響，在時間類參數方面本研究調整運具平均轉運時間與平均等待時間兩項，分別針對這兩項參數上下個調整 25%、50%與 75%，來探討對於結果是否有明顯的改變。

5.3.1 運具平均轉運時間

在運具平均轉運時間方面，本研究以原運具平均轉運時間為中心，上下各調整 25%、50%與 75%，相關數據如表 5-17 所示。

表 5-17 運具平均轉運時間增減表

	運具平均轉運時間	減少 75%	減少 50%	減少 25%	增加 25%	增加 50%	增加 75%
空運 (a)	3 小時	0.75 小時	1.5 小時	2.25 小時	3.75 小時	4.5 小時	5.25 小時
海運 (s)	5 小時	1.25 小時	2.5 小時	3.75 小時	6.25 小時	7.5 小時	8.75 小時
鐵路 (r)	2 小時	0.5 小時	1 小時	1.5 小時	2.5 小時	3 小時	3.5 小時
公路 (h)	1 小時	0.25 小時	0.5 小時	0.75 小時	1.25 小時	1.5 小時	1.75 小時

在調整運具平均轉運時間以後，在裝卸轉運時間、時間項與總成本方面也隨著參數的變化幅度而有所改變，變動後的數據如表 5-18 所示，增減的幅度如表 5-19 所示，變動的百分比幅度如表 5-20 所示。比較值得注意的是，在參數變動正負 25%、正負 50%與正負 75%的時候，裝卸轉運時間也相對變動正負 25%、正負 50%與正負 75%，但是時間項幅度變動沒有如此的劇烈，其變動幅度分別為正負 0.5018%、正負 1.004%與正負 1.505%，因為在時間項中，裝卸轉運時間所佔的比例極低，所以時間項的變動就不會很明顯，而在總成本方面，變動的幅度更是不明顯，幾乎沒有變動，可能的原因包括裝卸轉運時間所佔時間項比例低以外，另一個原因就是時間項的權重不高，由於此兩個主要原因，所以才造成如此現象，相關資料如圖 5-9 所示。

表 5-18 運具平均轉運時間敏感度後相關時間與成本變動表

參數變化幅度	裝卸轉運時間	時間項	總成本
減少 75%	6.25 小時	1,226.647 小時	1,856,063,329 元
減少 50%	12.5 小時	1,232.897 小時	1,856,064,579 元
減少 25%	18.75 小時	1,239.147 小時	1,856,065,829 元
原參數	25 小時	1,245.397 小時	1,856,067,079 元
增加 25%	31.25 小時	1,251.647 小時	1,856,068,329 元
增加 50%	37.5 小時	1,257.897 小時	1,856,069,579 元
增加 75%	43.75 小時	1,264.147 小時	1,856,070,829 元

表 5-19 運具平均轉運時間敏感度後相關時間與成本增減表

參數變化幅度	減少 75%	減少 50%	減少 25%	原參數	增加 25%	增加 50%	增加 75%
裝卸轉運時間	-18.75 小時	-12.5 小時	-6.25 小時	0 小時	6.25 小時	12.5 小時	18.75 小時
時間項	-18.75 小時	-12.5 小時	6.25 小時	0 小時	6.25 小時	12.5 小時	18.75 小時
總成本	-3,750 元	-2,500 元	-1,250 元	0 元	1,250 元	2,500 元	3,750 元

表 5-20 運具平均轉運時間敏感度後相關時間與成本百分比表

參數變化幅度	減少 75%	減少 50%	減少 25%	增加 25%	增加 50%	增加 75%
裝卸轉運時間	減少 75%	減少 50%	減少 25%	增加 25%	增加 50%	增加 75%
時間項	減少 1.505%	減少 1.004%	減少 0.5018%	增加 0.5018%	增加 1.004%	增加 1.505%
總成本	變動不明顯	變動不明顯	變動不明顯	變動不明顯	變動不明顯	變動不明顯

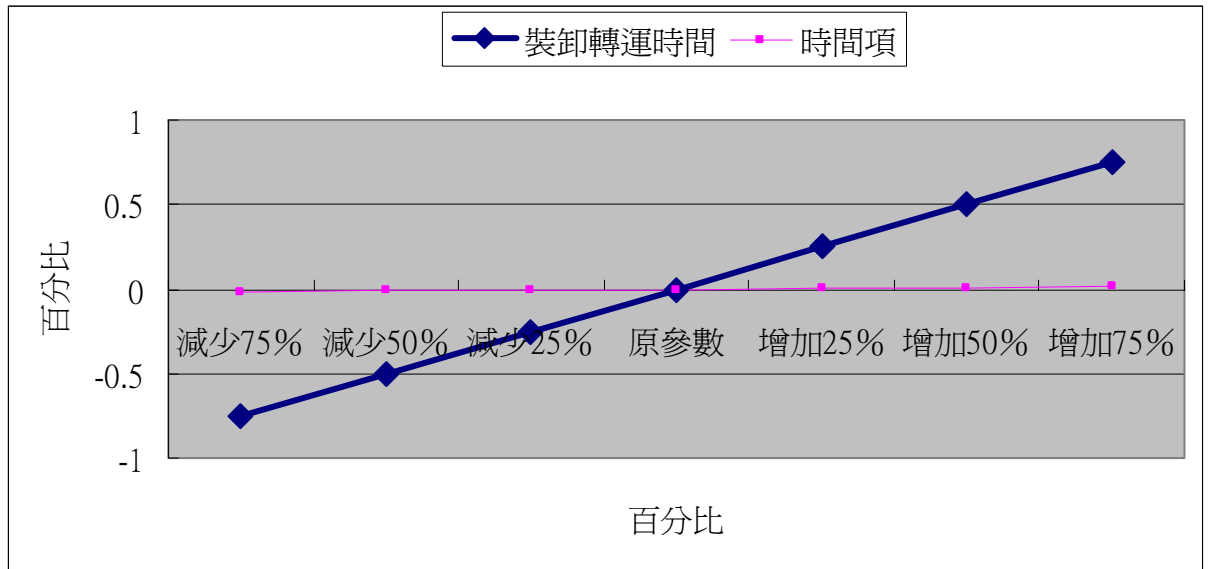


圖 5-9 運具平均轉運時間敏感度後相關時間趨勢圖

5.3.2 平均等待時間

在運具平均等待時間方面，本研究以原運具平均等待時間為中心，上下各調整 25%、50%與 75%，相關數據如表 5-21 所示。

表 5-21 平均等待時間增減表

	平均等待時間	減少 75%	減少 50%	減少 25%	增加 25%	增加 50%	增加 75%
基隆、桃園	2 小時	0.5 小時	1 小時	1.5 小時	2.5 小時	3 小時	3.5 小時
台中	5 小時	1.25 小時	2.5 小時	3.75 小時	6.25 小時	7.5 小時	8.75 小時
高雄	2 小時	0.5 小時	1 小時	1.5 小時	2.5 小時	3 小時	3.5 小時
新竹科學園區	1 小時	0.25 小時	0.5 小時	0.75 小時	1.25 小時	1.5 小時	1.75 小時
台南科學園區	2 小時	0.5 小時	1 小時	1.5 小時	2.5 小時	3 小時	3.5 小時

在調整運具平均等待時間以後，在等待時間、時間項與總成本方面也隨著參數的變化幅度而有所改變，變動後的數據如表 5-22 所示，增減的幅度如表 5-23 所示，變動的百分比幅度如表 5-24 所示。其中比較值得注意的是，在參數變動正

負 25%、正負 50%與正負 75%的時候，等待時間一樣也相對變動正負 25%、正負 50%與正負 75%，但是時間項變動幅度一樣沒有很劇烈，其變動幅度分別為正負 0.3212%、正負 0.6424%與正負 0.9636%，可能原因跟上述的裝卸轉運時間一樣，因為在時間項中，等待時間所佔的比例極低，所以時間項的變動就不會很明顯，而在總成本方面，變動的幅度更是不明顯，幾乎沒有變動，造成原因也與裝卸轉運時間相同，所以才造成如此現象，相關資料如圖 5-10 所示。

表 5-22 平均等待時間敏感度後相關時間與成本變動表

參數變化幅度	等待時間	時間項	總成本
減少 75%	4 小時	1,233.397 小時	1,856,064,679 元
減少 50%	8 小時	1,237.397 小時	1,856,065,479 元
減少 25%	12 小時	1,241.397 小時	1,856,066,279 元
原參數	16 小時	1,245.397 小時	1,856,067,079 元
增加 25%	20 小時	1,249.397 小時	1,856,067,879 元
增加 50%	24 小時	1,253.397 小時	1,856,068,679 元
增加 75%	28 小時	1,257.397 小時	1,856,069,479 元

表 5-23 平均等待時間敏感度後相關時間與成本增減表

參數變化幅度	減少 75%	減少 50%	減少 25%	原參數	增加 25%	增加 50%	增加 75%
等待時間	-16 小時	-8 小時	-4 小時	0 小時	4 小時	8 小時	16 小時
時間項	-16 小時	-8 小時	-4 小時	0 小時	4 小時	8 小時	16 小時
總成本	-2,400 元	-1,600 元	-800 元	0 元	800 元	1,600 元	2,400 元

表 5-24 平均等待時間敏感度後相關時間與成本百分比表

參數變化幅度	減少 75%	減少 50%	減少 25%	增加 25%	增加 50%	增加 75%
等待時間	-75%	-50%	-25%	+25%	+50%	+75%
時間項	-0.9636%	-0.6424%	-0.3212%	+0.3212%	+0.6424%	+0.9636%
總成本	變動不明顯	變動不明顯	變動不明顯	變動不明顯	變動不明顯	變動不明顯

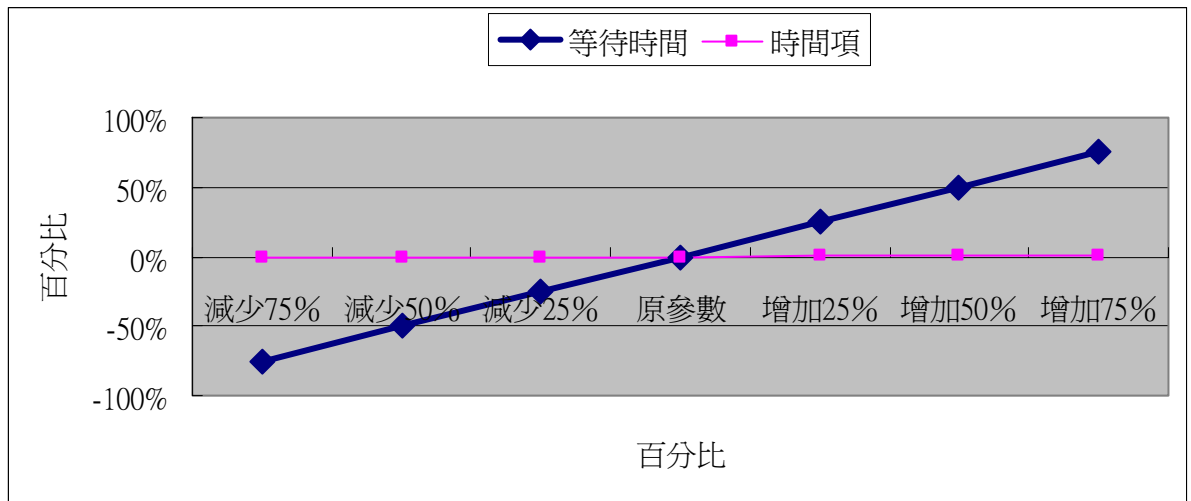


圖 5-10 運具平均等待時間敏感度後相關時間趨勢圖

第六章 結論與建議

6.1 結論

本研究之結論有下列幾點：

- 1、本研究建構之複合運輸模式為一配送、運具選擇及轉運點選擇之模式，可充分描述供應鏈路網中配送的貨物量、選擇的運輸工具與轉運點的最佳組合，在相關有限資源如運具數量、轉運站中越庫區數量等的限制下，來追求成本最少化與時間最小化兩項目標，此兩項目標式在沒有任何系統化規劃下將具有 trade-off 問題。
- 2、本研究因為屬於多層網路架構，所以模式構建的思維建立在每階層的最佳化，當各階層都達到最佳化的同時，也是整個配送路線的最佳化。
- 3、在本研究中貨物分類並非重點，本研究主要在探討一批貨物配送的過程中，因為相關資源的限制，造成該選擇何種運具、路線與配送多少量，雖然貨物特性有時會影響配送運具的選擇，但本研究把貨物一般化，視為單純的貨種，到後面章節針對目標式權重做敏感度分析時，再把先前貨物分類的類別歸類看哪種目標式權重比較適合那些貨種，結果發現當 λ_1 越大且 λ_2 越小的時候， c_2 ：貨物體積、 c_3 ：易燃程度、 c_4 ：貨物重量、 c_5 ：不屬於以上各類，比較適合該模式中的相關運具與路線組合，當 λ_1 越小且 λ_2 越大的時候， c_1 ：腐敗程度、 c_6 ：時效性，兩類就比較適合此模式中相關運具與路線組合。
- 4、科技業為台灣經濟發展之重要產業，具有完整的上、中、下游供應鏈體系，在面對全球性不景氣、市場環境改變與科技日新月異的進步下，其配送組合的規劃及管理方式上必須有些改變，因此，本研究將科技業中簡單加工（如加印商標或製造地）作為案例探討對象。
- 5、在面對各類運輸工具多元化、配送路線不確定的環境下，本研究中相關參數皆採用平均的概念，然後運用多目標規劃與整數規劃，將之帶入模式中並利用相關套裝軟體 Lingo 求解，以求得最佳化的組合。
- 6、依據案例探討的結果，在目標式權重與時間價值成本分別為 $\lambda_1 = 0.6$ 、 $\lambda_2 = 0.4$ 、 $\alpha = 500$ 元/小時下，起點為天津時最佳運具與路線的組合為天津、海運、基隆

與桃園、公路、新竹科學園區、公路、基隆與桃園、海運、舊金山；當起點為上海時最佳運具與路線的組合為上海、海運、基隆與桃園、鐵路、新竹科學園區、鐵路、基隆與桃園、海運、舊金山；當起點為廣州時最佳運具與路線的組合為廣州、海運、高雄、鐵路、台南科學園區、鐵路、高雄、海運、舊金山，此時總成本為 1,856,067,080 元。

- 7、當改為 $\lambda_1=0.1$ 、 $\lambda_2=0.9$ 、 $\alpha=50,000$ 元/小時，所有跨國配送皆改為空運配送，內陸的配送運具選擇路線皆不變，此時總成本為 425,845,535 元；若將上述參數改為改為 $\lambda_1=0.9$ 、 $\lambda_2=0.1$ 、 $\alpha=5$ 元/小時，所有配送路線與運具選擇皆與未調整之前相同，此時總成本為 2,783,727,622 元。
- 8、經由本研究針對模式中參數做敏感度分析以後，發現成本項與時間項中，因為運輸成本與運輸時間各佔其比例很高，所以總成本變動幅度也相對較大，反之轉運處理成本、等待時間與裝卸轉運時間佔成本項與時間項的比例相對較小，所以當其變動時，總成本變動幅度不明顯。
- 9、本研究可以提供給一個跨國的運輸業者做為相關資料的參考，本研究中主要站在通式化的角度來思考，或許對於實際情況有時候實行有其困難度，但這不表示就無法達成，可能因為相關的限制或法令等人為的因素所造成，所以本研究可以讓使用者站在更高的角度與層面來思考如何經營。
- 10、本研究認為供應鏈中運具選擇與路線規劃實為一種可降低成本與時間並提高收益的有效決策方式或手段，在全球化競爭激烈的環境下，企業為提昇本身的競爭能力，強化供應鏈管理將是一種必要的發展趨勢。

6.2 建議

供應鏈規劃中因為資源限制造成追求目標有問題時，是一個值得繼續深入研究之課題，在本研究中尚有許多不足或可以繼續研究發展的地方，在此提出幾項建議：

- 1、除了可考量其他的目標式外，決策者或規劃者對於目標式間的偏好可能有不同的比重，即權重的比例不一樣，因此探討目標間不同的權重比例對於規劃結果的影響程度亦是值得研究的問題。
- 2、對於模式中的參數受限於資料取得的困難及時間因素，因此，在某些參數值乃採用平均值推估設定，但參數值的設定可能會導致整個規劃有不同的變動結果，例如本模式中單位時間費用的設定會對存貨水準有重大的影響，和單位運具配送成本不僅對於運輸成本有重大影響，也有可能因此造成運具選擇的不同，因此若能在參數的設定上更加嚴謹的研究探討，會使複合運輸最佳組合規劃的結果更符合實際狀況。
- 3、本研究模式中沒有針對不同種類貨物的配送來構建，只是先貨物分類，然後依照模式中目標式的權重來區分，爾後若有後進有興趣針對複合運輸運具選擇的部分來繼續研究的話，可以試著將各種不同的貨種考慮到模式中，促使複合運輸模式更加趨於完整，實務上貨物分類在配送前是必須要做的一件工作，但本研究重點主要在於配送的次數與每次配送的量還有配送時運具、路線等的選擇，暫時先將貨物分類的部分擱置一邊，只考慮貨物種類的通式化、一般化。
- 4、本研究中對於存貨成本這項，是假設當一批貨物來到此據點時，需要等另幾批貨全部到達後，才能進行下一階層的配送，對於此點的動態性可能沒有很明顯的顯現出來，若有相關的研究可針對此點假設再給予更嚴格的限制，即某一批貨物可以不需要等其他批相同的貨物全部到達再進行下一階層的配送，時間允許、資源配置得當，馬上進行下一層的配送，使得動態性更加的顯著，且本研究中資源的部分只考慮運具數量與轉運站中越庫區的數量，沒有考慮到裝貨的容器，日後在相關的資源變數可以考慮將裝貨的容器，如貨櫃大小尺寸的數量或人力資源等加入到模式中。
- 6、最後本研究單純考慮國際物流配送，沒有生成、製造、包裝等行為，日後可針對這部分加以探討，使國際物流變成全球運籌，以達到真正全球化的績效。

參考文獻

1. 中文部份

- 【1】蘇雄義，企業物流導論，華泰文化事業公司，民國 87 年。
- 【2】張有恆，物流管理，華泰事業有限公司，民國 87 年 9 月。
- 【3】張有恆，運輸管理，華泰文化事業公司，民國 87 年。
- 【4】張淳智、顏憶如，物流管理原理、方法與實例，前程企業有限公司，民國 90 年。
- 【5】傅和彥譯，生產管理，前程企業有限公司，民國 88 年。
- 【6】陳國惠、林正章、汪進財、卓訓榮、顏尚堯、林宗儒、許巧鶯、韓復華、李治綱、蘇雄義、陳春益合著，運輸網路分析，五南圖書出版有限公司，民國 90 年。
- 【7】劉浚明，數學規劃：理論與實務，宏明圖書有限公司，民國 84 年。
- 【8】潘昭賢、葉端徽譯，作業研究（上），滄海書局，民國 91 年。
- 【9】徐淵靜，場站規劃與設計上課講義，國立交通大學交通運輸研究所，民國 91 年。
- 【10】徐淵靜，都市運輸規劃上課講義，國立交通大學交通運輸研究所，民國 92 年。
- 【11】馮正民，林貞家，都市及區域分析方法，建都文化股份有限公司，民國 89 年。
- 【12】王慶瑞，運輸系統規劃，正揚出版社，民國 90 年 2 月。
- 【13】行政院經建會，全球運籌與案例探討，民國 90 年。
- 【14】經濟部商業司，2001 中華民國物流年鑑，民國 90 年。
- 【15】經濟部商業司，2002 中華民國物流年鑑，民國 91 年。
- 【16】經濟部商業司，2003 中華民國物流年鑑，民國 92 年。
- 【17】中華民國物流協會，物流新世紀 2002 特輯，民國 91 年。
- 【18】中華民國物流協會，物流新世紀 2003 特輯，民國 92 年。
- 【19】中華民國物流協會，物流新世紀 2004 特輯，民國 93 年。
- 【20】中華民國物流協會，物流新世紀 2005 特輯，民國 94 年。
- 【21】物流技術與戰略第 26 期 2002 年秋季號，物流技術與戰略雜誌社，民國 91

年。

- 【22】物流技術與戰略第 27 期 2002 年冬季號，物流技術與戰略雜誌社，民國 91 年。
- 【23】物流技術與戰略第 1 期 2003 年 2、3 月，物流技術與戰略雜誌社，民國 92 年。
- 【24】物流技術與戰略第 2 期 2003 年 4、5 月，物流技術與戰略雜誌社，民國 92 年。
- 【25】物流技術與戰略第 12 期 2004 年 12 月，物流技術與戰略雜誌社，民國 93 年。
- 【26】陳春益，「國內物流中心配送系統之探討」，運輸學刊，第九卷第一期，民國 85 年。
- 【27】馮正民、黃新薰，「城際物流複合運輸模式之研究」，交通運輸，第二十一期，民國 91 年。
- 【28】許巧鶯、彭美珠，「海運公司之複合快速運送營運策略分析」，運輸計畫季刊，第三十二卷第四期，民國 92 年。
- 【29】劉彥緯，「轉運中心車輛與貨櫃配置之規劃」，國立雲林科技大學工業工程與管理研究所碩士論文，民國 90 年。
- 【30】彭美珠，「海運複合運輸公司提供快速運送之服務策略與市場分析」，國立交通大學運輸工程與管理系碩士論文，民國 90 年。
- 【31】林裕人，「國際快遞業航空網路設計之研究」，國立成功大學交通管理系碩士論文，民國 89 年。
- 【32】林鼎傑，「全籌運籌模式下物流忠心之選擇與最佳運輸工具之組合」，大葉大學事業經營研究所碩士論文，民國 87 年。
- 【33】朱文正，「考量旅行時間可靠度之車輛途程問題—螞蟻族群演算法之應用」，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文，民國 92 年。
- 【34】何家豪，「有害廢棄物逆向物流聯合處理營運模式之研究」，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文，民國 92 年。
- 【35】賈凱傑，「跨國公司供應鏈調整模式及其對運輸服務型態之影響以資訊電子業跨國公司為例」，國立交通大學交通運輸研究所博士論文，民國 91 年。
- 【36】張閔嵐，「模糊多階層多目標供應鏈規劃-以紡織業為例」，國立交通大學交

通運輸研究所碩士論文，民國 90 年。

【37】賴惠君，「都市貨運分類之研究」，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文，民國 88 年。

【38】張世峰，「即時訂貨資訊下物流配送作業規劃之研究」，淡江大學運輸管理學系運輸科學碩士班碩士論文，民國 91 年。

2. 英文部份

【1】Martin Christopher，1998，Logistics and supply chain management，Financial Times Prentice Hall，2nd edition.

【2】Hu, Tung-Lai and Sheu, Jiuh-Biing，2002，A Fuzzy-based Customer Classification Method for Advanced Demand-Responsive Logistical Distribution Operations，Fuzzy Sets and Systems.

【3】Warren B. Powell，Tassio A. Carvalho，1997，Dynamic control of multicommodity fleet management problems，European Journal of Operational Research 98，p522-p541.

【4】E.G. Gol'stejin，S. Dempe，2002，A minimax resource allocation problem with variable resources，European Journal of Operational Research 136，p46-p56，

【5】Thomas L. Saaty，Luis G. Vargas，Klaus Dellmann，2003，The allocation of intangible resources：the analytic hierarchy process and linear programming，Socio-Economic Planning Sciences 37，p169-p184.

【6】Kurt M. Bretthauer，Bala Shetty，2002，A pegging algorithm for the nonlinear resource allocation problem，Computers & Operations Research 29

【7】Warren B. Powell，Joel A. Shapiro，Hugo P. Simao，2002，An Adaptive Dynamic Programming Algorithm for the Heterogeneous Resource Allocation Problem，Transportation Science Vol. 36 No. 2，p231-p249.

【8】Binoy Ravindran and Ravi K. Devarasetty，2002，Adaptive Resource Management Algorithms for Periodic Tasks in Dynamic Real-Time Distributed Systems，Journal of Parallel and Distributed Computing 62，p1527-p1547

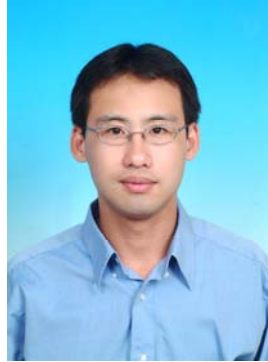
【9】Andrea E. Rizzoli，Nicoletta Fornara and Luca Maria Gambardella，2002，A

simulation tool for combined rail / road transport in intermodal terminals ,

Mathematics and computers in simulation , p57-p71

- 【10】** Sheu Jiuh-Biing , 2003 , A Demand-Responsive Logistical Distribution Approach for Time-Based Logistical Control and Management , Transportation Research Part E.
- 【11】** Nalin Shinghal and Tony Fowkes , 2002 , Freight Mode Choice and Adaptive Stated Preferences , Transportation Research Part E , p367-p378.
- 【12】** Thomas F. Golob , Amelia C. Regan , 2002 , Trucking industry adoption of information technology : a multivariate discrete choice model , Transportation Research Part C , p205-p228.
- 【13】** Amelia C. Regan , Thomas F. Golob , 2000 , Trucking industry perceptions of congestion problems and potential solutions in maritime intermodal operations in California , Transportation Research Part A , p587-p605.
- 【14】** Jose Holguin-Veras and Ellen Thorson , 2003 , Modeling commercial vehicle empty trips with a first order trip chain model , Transportation Research Part B , p129-p148.
- 【15】** James H . Bookbinder and Neil S . Fox , 1998 , Intermodal Routing of Canada-Mexico Shipments under NAFTA , Transportation Research Part E , p289-p303.
- 【16】** Tillman, F. A., The multiple Terminal Delivery problem with probabilistic demands, Transportation Science (1969), 3, 192-204.

簡歷



姓名：林永祥

籍貫：台灣省台南市

出生：民國 69 年 2 月 18 日

學歷：國立交通大學交通運輸研究所（民國 91 年 9 月~94 年 6 月）

私立東吳大學商用數學系（民國 87 年 9 月~91 年 6 月）

高雄市立瑞祥高級中學(民國 84 年 9 月~87 年 6 月)

高雄市立瑞祥國民中學(民國 81 年 9 月~84 年 6 月)

高雄縣立新甲國民小學(民國 75 年 9 月~81 年 6 月)

地址：高雄縣鳳山市漢慶街 138 巷 5 號

電話：07-7226216

電子信箱：ant.tt91g@nctu.edu.tw