

ISSN 1022-7571

# 海 運 學 報

*Journal of Maritime Science*

第十九卷 第一期

Vol.19, No.1

中華民國九十九年 月

December 2010

國立臺灣海洋大學海運暨管理學院

College of Maritime Science and Management  
National Taiwan Ocean University

# 海運學報

出版機關：國立臺灣海洋大學

地 址：基隆市 202 北寧路二號

發行人：張志清

編輯者：海運學報編輯委員會

主 編：余坤東

編輯委員：周和平、李台生、張文哲、顏進儒、黃承傳、汪進財、呂錦山  
陳春益、桑國忠、韓子健、邱榮和、李選士

執行編輯：國立臺灣海洋大學海運暨管理學院

幹 事：賴惠玲

展售處：國立臺灣海洋大學海運暨管理學院

電 話：(02)24622192 轉 3000、3001、3002

網 址：<http://www.ntou.edu.tw>

刊期頻率：一年二期

出版年月：中華民國九十九年月

創刊年月：中華民國八十一年十一月

工 本 費：新臺幣壹佰陸拾元

印 刷 者：人祥印刷文具股份有限公司

地 址：基隆市孝二路 93 巷 11 號

電 話：02-24226438

GPN：2008100058

ISSN：1022-7571

ISSN 1022-7571

# 海 運 學 報

*Journal of Maritime Science*

第十九卷 第一期

Vol.19, No.1

中華民國九十九年十二月

December 2010

國立臺灣海洋大學海運暨管理學院

College of Maritime Science and Management  
National Taiwan Ocean University

# 目 錄

貨櫃碼頭岸肩與儲區間運輸模式選擇之研究

Selecting Transportation Modes between the Apron and Yard in A Container Terminal

..... 趙時樑、趙文邦..... 1

國際快遞業運務員最適取件路線規劃問題

Route Design of International Express Couriers..... 林振榮、桑國忠、郭秋泔.. 31

台灣地區國際物流中心安全氣候與安全績效關聯性之研究

The Effects of Safety Climate on Safety Performance in International Logistics Center

..... 林曉雯、桑國忠、呂錦山.. 49

兩岸直航港埠貨櫃量預測與分配之研究

Analyzing and Forecasting Port Container Transportation in Cross- Strait Direct Shipping

..... 倪安順、吳雨菁..... 69

提升基隆港競爭力之策略

Strategies for Upgrading Keelung Port's Competitiveness ards

..... 張國忠、張志清、林財生.. 91

# 貨櫃碼頭岸肩與儲區間運輸模式選擇之研究

趙時樑<sup>1</sup>      趙文邦<sup>2</sup>

## 摘要

岸肩與儲區間之貨櫃運輸屬於船邊裝卸作業的一環，選擇適當的運輸模式不僅可以有效疏解船邊貨櫃擁塞狀況，更可與儲區起重機具充分搭配，提升整體作業效率。實務上可用於岸肩與儲區間之貨櫃運輸模式相當多元，各具不同的作業特性與建置成本。決策者必須權衡若干相互衝突的準則選擇最適方案，故此問題本質上屬於一多準則決策問題。有別於以往針對特定運輸模式作業進行最佳化的研究，本研究嘗試建立客觀的分析層級架構，據以評選各項貨櫃運輸模式。為驗證分析層級架構之實用性與合理性，本研究以高雄港某一新建之貨櫃碼頭為對象，以模糊分析層級程序法進行實證研究。研究結果顯示，拖車搭配儲區門型機為最適合該貨櫃碼頭之方案合。

**關鍵字：**多準則決策問題、模糊分析層級程序法、貨櫃碼頭管理、貨櫃運輸

## 壹、緒言

貨櫃因具備於海、陸、空各種運具間直接轉運的便利性，易於滿足貨主戶到港(door to port)或戶到戶(door to door)的運輸服務需求，已成為當前國際貨物運輸的主要方式。實務上，提供貨櫃運輸服務的航商常被稱為定期船航商(liner)，原因在於航商會依據事先排定之時間與港口泊靠順序，定時指派船舶依序繞行各港進行貨櫃裝卸。從系統性的角度而言，船舶與港埠可謂構成此貨櫃運輸系統的兩大基本要素(Ashar, 1999；Ashar, 2000)，隨著船舶逐漸朝大型化發展，港口亦需隨之提升船舶與貨櫃之處理能力。趙時樑(2004)曾將港區貨櫃場分為開口、儲區與船邊作業區等三個主要設施(如圖1)，各有其主要業務：例如開口控管人、車、貨櫃(物)之進出；儲區是用以暫時儲放貨櫃，以等候裝船或貨主提領；岸

---

<sup>1</sup> 國立台灣海洋大學航運管理學系助理教授(電話：02-24622192 轉 3422，E-mail: alexchao@mail.ntou.edu.tw)

<sup>2</sup> 國立台灣海洋大學航運管理學系碩士(聯絡地址：基隆市中正區北寧路2號)

肩則是用於儘速將貨櫃裝船與卸船，以利船舶準時開航。必須注意的是，由於貨櫃體積與重量均十分龐大，必須仰賴拖車或起重機具始能吊卸移動，因此在開口、儲區與船邊作業區等三個主要設施之間，存在著貨櫃水平運輸之需求。其中開口與儲區間最常見的貨櫃運輸模式為拖車，原因在於貨主交付出口櫃或提領進口櫃時，常會以自行安排之拖車(external truck)通過開口進入儲區進行貨櫃交提；至於船邊作業區與儲區間因重視安全與效率等課題，常會由碼頭營運者自行選擇運輸模式。目前實務上可用於岸肩與儲區間之貨櫃運輸模式有很多，各具不同的作業特性與建置成本。以高雄港為例，由於採用將貨櫃碼頭長期租賃予航商的經營策略，各碼頭之作業模式與機具係由承租航商決定，故各碼頭在各個作業環節上所採行之作業模式不盡相同。就岸肩與儲區間之貨櫃運輸模式而言，某些碼頭捨棄傳統拖車而大量採用可逕行吊櫃移動的跨載機作為運具，藉由減少橋式機下方運具停等之延誤來提升貨櫃運輸之效率；有些碼頭則是以拖車將貨櫃直接載入儲區，到達定位後拖車逕行駛離，留下貨櫃與車架一同停放於儲區中。此方式因儲區中無需仰賴起重機作業，拖車調度效率相當高；而傳統的拖車搭配門型機作業模式因具成本低與儲量高等優勢，亦是許多碼頭採行的作業模式。由上述分析可知，單是一個港口就可能採行多種作業模式，若就全球貨櫃碼頭而言，岸肩與儲區間之貨櫃運輸模式則更為多元，故如何根據需求選擇適當之運輸模式，實為一值得深入探討之課題。因此，本研究透過客觀的分析層級程序方法釐清此決策問題，並建立分析架構協助選擇最適之運具與作業模式。

本質上，岸肩與儲區間之貨櫃運輸模式選擇屬於多準則決策(Multi-Criteria Decision Making, MCDM)問題，決策者需於若干準則中權衡取捨，據以決定最適方案。因此，本研究先藉由文獻回顧與專家訪談，瞭解貨櫃碼頭船邊裝卸作業之流程，並針對其中岸肩與儲區間水平運輸作業之主要作業模式進行歸納與分析；接著就不同運輸作業模式之特性及主要差異進行探討，並嘗試釐清影響碼頭營運商選擇岸肩與儲區間之水平運輸模式之因素，據以建立方案評選層級架構；最後以高雄港某一新建貨櫃中心為例，利用專家問卷調查與模糊分析層級法(Fuzzy Analytic Hierarchy Process, FAHP)進行實例研究。本文以下共分為四節，第二節首先探討岸肩與儲區間貨櫃運輸問題，並回顧相關文獻；接著於第三節中詳細說明本研究之方法與進行步驟；為驗證本研究所建立之分析層級架構模式，第四節以高雄港一新規劃設立之貨櫃中心為例，進行實證研究；有關本研究之結論與建議則整理於最後一節。

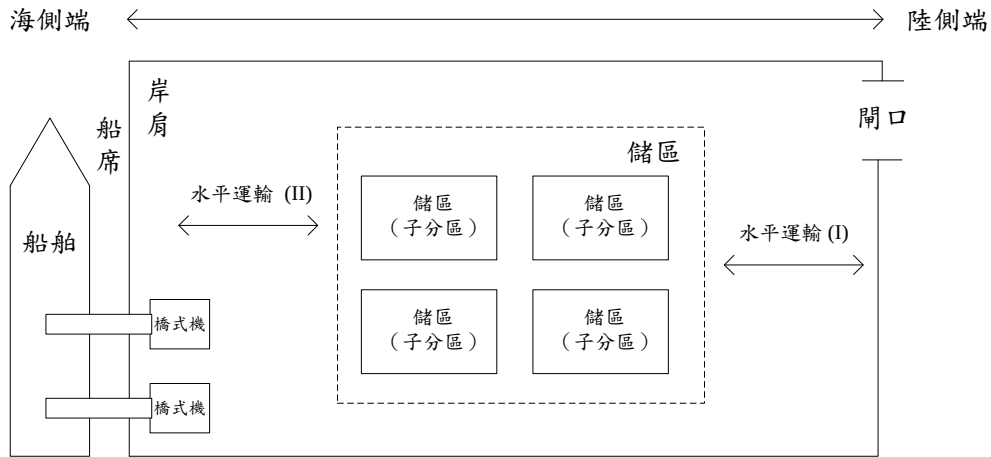


圖 1 貨櫃碼頭水平運輸問題示意

資料來源：趙時樑(2004)

## 貳、問題分析與文獻回顧

貨櫃碼頭內部存在著數種貨櫃運輸問題，各具不同的作業特性。本節首先釐清碼頭貨櫃運輸問題之類別，據以界定本研究之範圍，接著探討碼頭貨櫃搬運與吊卸作業模式與研究方法等相關文獻，作為研擬分析層級架構與替選方案之依據。

### 一、碼頭貨櫃運輸問題分類

因涉及貨物關稅、人員入出境、動植物檢疫與國土安全等事宜，絕大多數的國家均將貨櫃碼頭劃設為一封閉型的系統，而以閘口與岸肩分別作為海側與陸側之分界端點（如圖 1）以利控管。為進行海陸兩側貨櫃交換，出口貨櫃會由閘口運往岸肩裝上船舶，但由於需進行報關與配艙等業務，整個運程通常會分為兩階段：第一階段先由閘口運往儲區分類暫存，俟船舶抵達時，再進行第二階段的水平運輸，將貨櫃由儲區運往岸肩裝船；進口貨櫃則同樣以兩階段的方式由岸肩運往閘口離開碼頭：第一階段是先將進口貨櫃批次由船舶卸下運往儲區存放，以爭取岸肩作業時效，第二階段則是在儲區中將貨櫃交由貨主拖車經閘口駛離碼頭。此外，因貨櫃具有可堆疊性，船邊橋式機與儲區起重機常需進行貨櫃的垂直運輸（實務常稱為吊卸）。由於各種運輸之目的不同，所對應之運具選擇問題亦有很大差異。以下先就碼頭內部之貨櫃運輸問題加以釐清，並界定本研究之範圍：

1. **岸肩與儲區間之水平貨櫃運輸：**當船席有船舶泊靠進行裝卸作業時，便會衍生出此類運輸需求，其目的在於完成儲區與船舶間貨櫃之交換。以出口貨櫃為例，貨櫃必須由儲區中取出，運至岸肩指定橋式機下方，交由橋式機吊上船舶；進口貨櫃則是由橋式機卸下後，運往儲區暫存等候提領。實務上可用於岸肩與儲區間貨櫃運輸之運具相當多元，由於此類運輸屬碼頭內部作業，故營運者有權選擇適當的運具與作業模式，本研究亦以此部分之水平貨櫃運輸作為研究主題。
2. **開口與儲區間之水平貨櫃運輸：**此類運輸之目的在於進行櫃場與貨主間貨櫃的交換，包括內含貨物的貨櫃（實務常稱重櫃或實櫃）以及空櫃之運交與提領。以出口貨櫃為例，貨櫃車於開口完成報到相關手續後，開口人員會指示司機將貨櫃運往儲區內特定位置儲放。貨櫃車依指示到達定位後，藉由起重機協助卸下貨櫃，完成交付任務；進口貨櫃則是由拖車司機依開口人員之指示駛往儲區指定位置，由起重機將指定貨櫃裝上拖車，完成提領任務；空櫃的歸還與提領與重櫃類似，但因空櫃儲區位置固定，故作業模式較為單純。值得注意的是，此類運輸因涉及貨主，故大多數由貨主雇用之拖車執行，並無運具選擇之問題。
3. **起重機具所執行之貨櫃水平與垂直移動：**除上述兩種主要的水平運輸之外，尚有兩種因起重機具堆疊貨櫃時所發生的局部貨櫃水平與垂直移動：其一為儲區起重機執行貨櫃置入或取出工作時，因存取不同儲位之貨櫃所造成之貨櫃移動，其二為岸肩橋式機為存取船舶不同艙位之貨櫃所造成之貨櫃水平移動。此類移動源自於起重機具為存取三度空間貨櫃儲位所衍生的局部小範圍貨櫃移動，並無涉及運具選擇問題，故本研究暫不予以討論。

## 二、岸肩與儲區間貨櫃運輸模式選擇問題

如圖 1 所述，由於岸肩面積狹長且需供拖車或跨載機等運具穿梭迴轉，不適於直接儲放大量貨櫃，因此大型貨櫃儲區常會設於岸肩後端，藉由運具之穿梭接駁，將進口貨櫃由岸肩運往儲區暫存，並將出口貨櫃由儲區運往岸肩裝船。嚴格而言，岸肩與儲區間之貨櫃運輸屬於貨櫃裝卸船作業的一環，若運輸效率不佳，則儲區出口貨櫃無法送至岸肩裝船，而岸肩卸下的進口貨櫃也會因為無法紓解而



造成擁塞與延滯。因此，如何選擇適當的貨櫃運輸模式對於碼頭營運者而言相當重要。然而，實務上可用的作業模式與運具相當多元，決策者必須於若干具有衝突性的準則間進行取捨，據以選擇最適方案。故岸肩與儲區間之貨櫃運輸問題在本質上應為一多準則決策問題。為釐清影響決策過程之重要準則作為實證研究之基礎，本研究根據文獻探討與專家訪談的結果，歸納出四個主要的衡量構面，分別詳述如後：

1. **成本**：在建置碼頭作業系統時，成本是購置運具或起重機具之重要考量因素 (Atkins(1983)；Kozan(2000))。就成本而言，運具成本的考量可從長期與短期兩個層面來分析：前者是指運具之購買、作業系統之建置等。尤其是較先進的自動化運輸模式因採無人化操控 (automation) 運具，需投入相當高昂之建造成本，而拖車或跨載機等一般性運具之建置成本則相對較低；後者是指日常運作及維修等成本，拖車與跨載機等運具需消耗輪胎與油料等運作成本，且因需荷重穿梭行駛，維修成本亦相當可觀，而自動化運輸模式因採鋼軌與電力驅動，日常運作成本相對稍低，其中自動裝卸車(Automated Lifting Vehicle, ALV)之購買成本低於自動導引車(Automated Guided Vehicle, AGV )(Vis and Harika, 2004)。
2. **效率**：邱晶瑩(2006)曾指出「櫃場連結」為影響船邊裝卸效率的重要因素之一，因此在選擇運具時，應納入效率之考量。由於貨櫃體積與重量均十分龐大，在岸肩與儲區兩個端點須由起重機具協助，才能將貨櫃吊上運具或由運具卸下。因此，效率的考量需包含兩端貨櫃吊卸與水平運輸等三部分(2005)。以最常見的拖車為例，雖然機動性高，但於儲區與岸肩均需等待起重機吊卸貨櫃，常會因此造成停等之延誤。有鑑於此，跨載機或跨運車等可直接吊起貨櫃行走之運具遂成為某些重視效率的碼頭所偏好之作業模式，原因在於此類運具在岸肩與儲區兩個端點無須等候起重機吊卸貨櫃，可逕行穿梭搬運貨櫃。然因跨載機或跨運車之購買成本高出拖車甚多，決策者必須視需要進行取捨。
3. **安全**：林清發(1987)曾針對商港貨櫃碼頭之規劃及機具配置高度進行綜合性之探討，並指出在影響碼頭機具選擇之九大考量因素中，安全是必須考量的

因素之一；陳坤宏(2001)以港埠貨櫃作業安全為主題進行探討，該研究指出貨櫃作業安全由機具安全、貨物安全、人員安全三方面所構成，機具安全因素需考量貨櫃強度與裝卸機具之安全。由於船邊機具裝卸係搭配運具作業，故安全亦為運具選擇之重要因素；范聿壯(2007)探討基隆港裝卸作業安全，並透過文獻與資料之蒐集，歸納出影響基隆港貨櫃碼頭裝卸作業肇生意外之關鍵因素。該研究指出貨櫃碼頭裝卸作業為高危險性工作，應將貨櫃場作業安全當成追求效率的基本前提。實務上貨櫃裝卸船為一持續性動態作業，為爭取時效，常指派多部橋式機同時執行裝卸工作。又每部橋式機必須配置若干部運具，才能及時將卸下的進口貨櫃運往儲區，並將出口貨櫃由儲區運往岸肩。因此，作業現場會產生多部運具攜櫃穿梭往返之現象，故如何保持貨櫃、運具及人員安全是必須考量的因素。例如，跨載機因機型瘦高且橫向攜櫃移動，在行駛與迴轉時需相當謹慎；多部拖車穿梭行駛時，則需考量貨櫃長度與視線死角等問題；至於自動化或無人化系統則於設計時已納入避碰之功能，安全性相對較高。

4. 應用：雖然貨櫃裝卸船為碼頭首要工作，然由於船期安排等因素，碼頭船席並非持續有船隻泊靠裝卸貨櫃。故於前艘船舶駛離至次艘船舶抵港間之空檔，水平運具會因無運輸任務而閒置。為避免浪費，某些碼頭會將閒置運具調派執行其他工作：如拖車可支援儲區間甚至碼頭外部之運輸任務，而跨載機可用於儲區貨櫃之整理或進出口貨櫃交提等作業((Kim and Kim(1999); Steenken et al. (1993))。但運具多元運用的前提為該運具本身具有多種用途。較先進或無人化的水平運具因運作範圍固定，難以調度執行其他工作。

上述四項衡量構面為實務上選擇岸肩與儲區間之貨櫃運送系統時之主要考慮因素，彼此間有某些程度上的衝突存在。為求嚴謹與客觀，本研究乃採用處理多準則決策問題之方法進行實證研究。

### 三、模糊分析層級程序法

可處理多準則決策問題之方法有很多，其中 Saaty(1980)所提出之分析層級程序法(Analytical Hierarchy Process, AHP)因具有將複雜的問題進行系統化分解的能力，已成為許多探討多準則決策問題文獻所採用的研究方法之一。其基本概念為將複雜且非結構化的問題系統化，由最高層級之目標依序向下系統性的分解

成若干子層級，再透過量化的比較計算，以求得各層級內各評估構面或準則之相對權重，以供決策者參考。值得注意的是，使用 AHP 法時必須建立成對比較矩陣，據以衡量各要素之相對權重。然而由於語意表達含糊或衡量尺度混淆等因素，傳統 AHP 法在取得受訪者主觀認知與判斷上較易產生不精準的情形。有鑑於此，遂有學者在計算相對權重時納入模糊理論的觀念，以改善此類問題。

模糊集合的概念乃由 Zadeh(1965)首先導入，用以處理語意含糊與表達不精確的問題，而 Laarhoven and Pedrycz(1983)，首先將傳統 AHP 法中成對比較之明確值以三角隸屬函數取代，並據以進行模糊比率之比較，為最早採用 FAHP 之研究；Buckley(1985) 則是以梯形隸屬函數之觀念來建立模糊正倒值矩陣並進行模糊數之比較，再以幾何平均數方法與隸屬函數圖形來決定各替選方案的順序；Chang(1996)說明如何先以三角隸屬函數建立模糊正倒值矩陣，再以範圍分析法(extent analysis method, EAM)解算每個要素之模糊綜合範圍值(value of fuzzy synthetic extent)，並進行成對之可能度(degree of possibility)比較。再對每個要素之可能度取成對比較之最低值作為其非模糊之權重，最後再以正規化求得各要素之權重；Kahraman *et al.*(2003)建立包含供應商基本準則、產品績效與服務績效等三個構面之分析層級架構據以探討供應商選擇問題，並以 EAM 法計算各評估準則與替選方案之模糊權重；Cheng(1996)以 FAHP 法評估海軍戰術飛彈系統，並提出以隸屬函數級距值為基準的演算法；Bilsel *et al.*(2006)以 AHP 之觀念建立探討醫院網站的服務品質之層級架構，再用模糊偏好序列組織法(Fuzzy Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation, PROMETHEE)進行替選方案之排序；Csutora and Buckley(2001)提出一個直接將傳統 AHP 法的最大特徵值( $\lambda_{\max}$ )予以模糊化的方法。該法除可處理各種型式用於成對比較的模糊數外，並具有計算簡單與降低最終權重模糊程度之優點。

國內相關研究方面，徐村和(2003)使用模糊決策理論來處理模糊環境下的大眾運輸營運計劃決策問題；粘淑惠(2005)以 Buckley(1985)之方法為基礎，設計一套計算過程較為簡單的群體決策 FAHP 模式，以改善其計算過程太過複雜之缺點；楊明芳(2004)與盧淵源(2005)以工廠自動化導入無人搬運車系統為主題，以 FAHP 法建構無人搬運車系統之設置評估模式，該研究同樣以採用重心法進行權重解模糊化(defuzzification)之計算；陳建宏(2008)與張美娟(2003)均以國內有線電

視發展加值服務為主題，建立分析層級架構進行探討，以三角隸屬函數進行成對比較矩陣權重之計算，最後再用重心法予以解模糊化；賀志豪(2004)指出軍事採購執执行程序有異於一般性的政府採購程序，其績效衡量常具多準則的特性，且許多績效指標具有相當程度的模糊性，因此建立分析層級架構並納入模糊集合之觀念加以探討。該研究採用 Buckley(1985)的近似法來進行模糊權重的計算，並以採用 Teng and Tzeng(1993)所提出之重心法進行權重解模糊化之計算；邱莊磊(2005) 探討製造業廠商產銷流程導入高新科技之決策與程序。該研究以某製紙業公司決策是否導入無線射頻辨識系統以取代原有的條碼系統作為案例，先以模糊德菲法(fuzzy Delphi method, FDM)建立評估準則，再以 FAHP 法計算各準則之相對權重；業光堯(2005)以咖啡連鎖加盟為例，運用 FAHP 法評選連鎖加盟總部。該研究係以修正之 Buckley(1985)所提之方法計算各準則之相對權重，再以重心法進行解模糊化之計算；吳惠純(2005) 以遠翔航空貨運園區為例，以 FDM 法與 FAHP 法探討國際海空港設置自由貿易港區之經營策略；高士峰(2006)以 FAHP 法探討製造業導入無線射頻辨識系統之關鍵因素；許啟裕(2007)以兩岸自行車產業供應鏈為例，建立分析層級架構探討組車廠對供應商評選的問題，該研究係以修正之 Buckley(1985)所提之方法計算各準則之相對權重，並以凸集合組合方式進行解模糊化之計算；廖尹華(2008) 以 FAHP 法探討大學運動設施社區化休閒服務績效評估之研究；楊莉理(2008)以社區開業醫師為研究對象，先以 FDM 法對受轉醫院高階主管及社區開業醫師發出專家問卷，建立開業醫師評選轉介醫院之主要評選準則。再以 FAHP 求算各準則之權重，據以建立開業醫師評選轉介醫院之決策程序。

由上述探討可知，因兼具分解複雜實務問題與處理受訪者語意表達程度等優點，FAHP 已廣泛被運用於各領域多準則決策問題的研究，用以探討決策因素與替選方案之相對重要性。值得一提的是，因操作 FAHP 法時需進行模糊權重之排序與計算，以及最後將模糊權重轉換為明確值的所謂解模糊化等步驟。相關文獻於各步驟所採用的方法不盡相同且各有優點。為顧及計算效率與降低最終權重模糊程度，本研究採用 Csutora and Buckley(2006)所提出之直接將最大特徵值  $\lambda_{\max}$  予以模糊化的方法進行。該法除可處理各種型式用於成對比較的模糊數外，並具有計算簡單與降低最終權重模糊程度之優點；在解模糊化方面，本研究則是採用 Chen(2000)所提出的相對距離公式將模糊數轉換為明確值。

## 參、研究方法

本研究之研究方法與進程序如圖 2 所示：首先探討國內外貨櫃儲區作業相關文獻，並與從事碼頭業務之專家進行訪談，據以建立本研究評估貨櫃運輸作業模式選擇的構面、準則與層級架構，再由建立之評估準則搭配替選方案進行問卷設計與調查。完成之後，將調查結果利用 FAHP 法計算評估準則以及方案的相對權重，據以進行碼頭岸肩與儲區間貨櫃運輸作業模式之評選。具體而言，本研究之方法與操作步驟詳述如後：

1. **建立評估架構：**為評選儲區岸肩與船席間之運輸模式，本研究將以 AHP 法作為基礎，建立包含多個準則的評估架構。鄧振源與曾國雄(1989)指出，AHP 可探討階層中各要素的交互影響，以及對整個系統的衝擊。因此本研究首先將以評選儲區岸肩與船席間之運輸模式為最高目標，再逐步向下建構影響決策問題之主準則、次準則及各項替代方案等，據以建立整個決策系統的層級架構。必須注意的是，在建立分析層級架構時各個層級內的要素數目最多不宜超過七個，倘若超出者應再予分層以免影響一致性(1985)。



圖 2 本研究之方法與操作程序

2. **研擬替選方案：**本研究係以岸肩與儲區間貨櫃運輸作業模式為探討主題，然因實務上用於全球碼頭之可行方案頗多，並非每種方案皆適用於本研究之實證對象。故本研究將以文獻探討以及業界專家訪談的結果為基礎，根據實證對象之特性挑擇若干主流運具與作業模式作為合適之替選方案。基本上某些成本極高或僅具實驗性質的方案將予排除，而以國內外現行主流作業方案為主。
  
3. **問卷設計與前測：**整體層級架構建立完成之後，將據以設計問卷，使受訪者能逐步進行每一層級內要素間之成對比較，並以表 1 所示之比例表達其偏好。Saaty(1980)建議成對比較是以九個評比尺度來表示；評比尺度劃分成絕對重要、頗為重要、稍微重要、同等重要，其餘之評比尺度則介於這五個尺度之間。問卷初稿完成之後，本研究將藉由前測結果進行文句與問項表達之修正，據以增進內容效度。

表 1 AHP 之評估尺度意義及說明

| 評估尺度    | 定義                                | 說明               |
|---------|-----------------------------------|------------------|
| 1       | 同等重要<br>(Equal Importance)        | 兩比較方案的貢獻度具同等重要性  |
| 3       | 稍微重要<br>(Weak Importance)         | 經驗與判斷稍微傾向喜好某一方案  |
| 5       | 頗為重要<br>(Essential Importance)    | 經驗與判斷強烈傾向喜好某一方案  |
| 7       | 極為重要<br>(Very Importance)         | 實際顯示非常強烈傾向喜好某一方案 |
| 9       | 絕對重要<br>(Absolute Importance)     | 有足夠證據肯定絕對喜好某一方案  |
| 2,4,6,8 | 相鄰尺度之中間值<br>(Intermediate values) | 需要折衷值時           |

資料來源：鄧振源與曾國雄(19889)。

1. **樣本資料蒐集：**本研究係採專家問卷的方式蒐集受訪者對於各層級評估準則與替選方案間的成對比較資料，因此受訪者必須具備相當程度之專業知識，

始能提供合理且具參考價值之意見。具體而言，本研究實證分析之主題涉及碼頭營運專業，且與高雄港新建之貨櫃中心有關，故國內港務主管單位、碼頭營運商與航商運務部門為適合之抽樣母體。

2. **一致性檢定：**因本研究問卷係以 AHP 為基礎架構，故需進行多次成對比較，據以衡量要素間之相對重要性。為檢驗受訪者在評估過程中之意見是否前後一致，每份問卷回收之後必須進行一致性檢定，通過檢定者始可視為有效問卷。一致性檢定的方法分為兩步驟：第一個步驟先檢定各成對比較矩陣之一致性。即針對每一矩陣先計算其最大特徵向量  $\lambda_{\max}$ ，並以式(1)計算出該矩陣之一致性指標(Consistency Index, C.I.)，接著再將 C.I.值與查表（如附錄 A）所得之隨機指標(Random Index, R.I.)帶入式(2)求出該矩陣之一致性比率(Consistency Ratio, C.R.)。當 C.R.=0 時表示受訪者前後判斷具一致性，C.R.愈大表示不一致性愈高，根據 Satty(1980)建議可以 C.R.  $\leq 0.1$  做為容許的偏誤值；第二個步驟為檢定問卷整體之一致性，即以式(3)計算問卷中所有層級矩陣之 C.I.與 R.I.以特徵向量加權計算之比值(Consistency Ratio of Hierarchy, C.R.H.)，若 C.R.H.  $\leq 0.1$  始可視為具有問卷整體之一致性。

$$C.I. = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1} \quad (1)$$

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.} \quad (2)$$

$$C.R.H. = \frac{C.I.H.}{R.I.H.} = \frac{\sum_{i \in H} \lambda_i(C.I.)_i}{\sum_{i \in H} \lambda_i(R.I.)_i} \quad (3)$$

其中， $\lambda_i$  為各矩陣之特徵向量，而  $H$  為層級中所有矩陣所成集合。

3. **建立模糊正倒值矩陣：**經由問卷蒐集之成對比較矩陣  $A$  為一正倒矩陣。將正倒矩陣  $A$  利用表 2 與圖 3 的層級分析評估尺度，用模糊概念表達兩兩衡量因素相對重要程度，即可建立  $A$  所對應之模糊正倒值矩陣，其定義如下：

$$\tilde{A}^k = [\tilde{A}_{ij}^k] = \begin{bmatrix} \tilde{a}_{11} & \tilde{a}_{12} & \cdots & \tilde{a}_{1n} \\ \tilde{a}_{21} & \tilde{a}_{22} & \cdots & \tilde{a}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ \tilde{a}_{n1} & \tilde{a}_{n2} & \cdots & \tilde{a}_{nn} \end{bmatrix}$$

其中， $\tilde{A}^k$ ：第  $k$  位評估成員的模糊正倒值矩陣

$\tilde{A}_{ij}^k$ ：第  $k$  位評估成員對第  $i$  個衡量因素相對於第  $j$  個衡量因素的重要性比較值

$$\tilde{A}_{ij}^k = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij}), \tilde{A}_{ij}^k = \frac{1}{\tilde{A}_{ji}^k} \quad \forall i, j = 1, 2, \dots, n$$

$$\tilde{A}_{ij}^k = 1 \quad \forall i = j$$

除採用上述 AHP 方法之基本步驟之外，因本研究於計算層級與方案權重時係採用模糊數的概念，以下分別就模糊數、 $\alpha$  截集與模糊運算等觀念與方法進行說明：

- (1) **模糊數**：Dubois and Prade(1980)認為模糊數需具備以實數的集合為全集合、是正規化的模糊子集、必須為凸集合，並具有區段性連續的隸屬函數的集合等條件。茲以常見的三角形模糊數(triangular fuzzy number：TFN)為例，說明如下：

三角模糊數以  $\tilde{T}(l, m, u)$  表示，且  $l \leq m \leq u$ 。其隸屬函數定義如下：

$$u_{\tilde{T}}(X) = \begin{cases} \frac{x-l}{m-l} & , \quad l \leq x \leq m \\ \frac{u-x}{u-m} & , \quad m \leq x \leq u \\ 0 & , \quad otherwise \end{cases}$$

如圖4所述，三角模糊數  $\tilde{T}$  在參數  $m$ （稱為峰值）有最大的隸屬度，即  $u_{\tilde{T}}(m) = 1$ ，代表評估資料之最可能值。 $l$  和  $u$  是評估資料的上界及下界，用以反應評估資料的模糊性。區間  $[l, u]$  愈大，則表示資料之模糊性愈高；反之則表精確性愈高。

表 2 層級分析評估尺度

| 語意變數   | 模糊數     |
|--------|---------|
| 絕對同等重要 | (1,1,1) |
| 同等重要   | (1,1,3) |
| 介於兩者之間 | (1,2,3) |
| 稍重要    | (1,3,5) |
| 介於兩者之間 | (3,4,5) |
| 頗重要    | (3,5,7) |
| 介於兩者之間 | (5,6,7) |



|        |         |
|--------|---------|
| 極重要    | (5,7,9) |
| 介於兩者之間 | (7,8,9) |
| 絕對重要   | (7,9,9) |

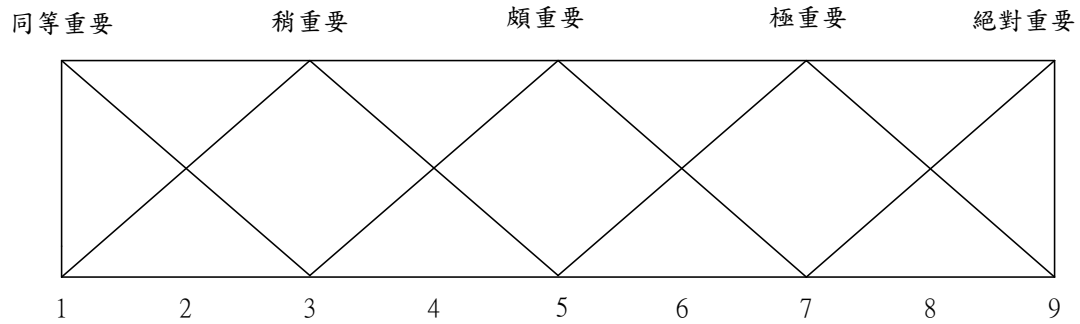


圖3 模糊語意隸屬函數

(2)  **$\alpha$ 截集 ( $\alpha$ -cut)**： $\alpha$ 截集是將模糊集合轉換為明確集合的方法(1991)。三角模糊數 $\tilde{T}$ 的 $\alpha$ 截集定義如下：

$$\tilde{T}^{\alpha} = [(m-1)\alpha + l, u - (u-m)\alpha], \quad 0 \leq \alpha \leq 1 \quad (4)$$

其中 $\tilde{T}^{\alpha}$ 表示當模糊隸屬度為 $\alpha$ 時， $\tilde{T}$ 所包含的所有區間集合(詳如圖4)。

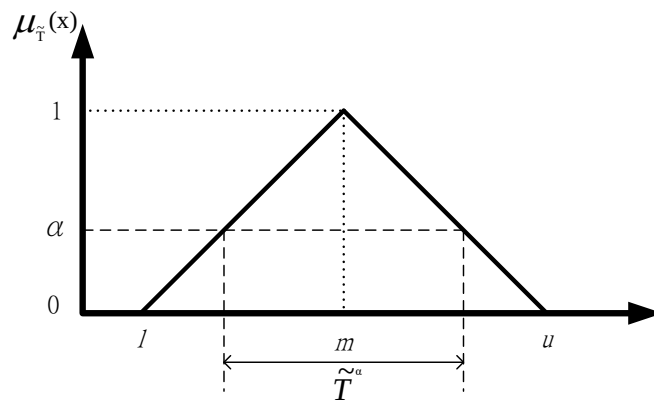


圖4 三角模糊數 $\tilde{T}$ 與其 $\alpha$ 截集

(3) **模糊運算**：依據三角模糊數的性質，Zadeh(1965)提出其擴張原理 (Extension principle)，即兩個三角模糊數可進行代數運算。若兩個三角模糊數 $\tilde{T}_1 = (l_1, m_1,$

$u_1)$  和  $\tilde{T}_2=(l_2, m_2, u_2)$  欲進行運算時，其代數運算可表示如下：

$$\tilde{T}_1 \oplus \tilde{T}_2 = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2) \quad (5)$$

$$\tilde{T}_1 \otimes \tilde{T}_2 \approx (l_1 l_2, m_1 m_2, u_1 u_2) \quad (6)$$

$$(\lambda, \lambda, \lambda) \otimes (l_1, m_1, u_1) = (\lambda l_1, \lambda m_1, \lambda u_1) \quad \lambda > 0, \lambda \in R \quad (7)$$

**4. 計算模糊權重：**根據模糊正倒值矩陣  $\tilde{A}^k$ ，利用 Csutora and Buckley(2001)所提出的 Lambda-Max 方法，計算模糊層級分析的衡量構面模糊權重值。計算步驟如下：

(1) 令  $\alpha=1$ ，利用  $\alpha$  截集求得第  $k$  位評估成員的中間正倒值矩陣  $\tilde{A}_m^k = [a_{ijm}]_{n \times n}$ 。再利用 AHP 法計算權重之方式，求取中間權重矩陣。

$$W_m^k = [w_{im}^k]_{n \times n}, i=1,2,\dots,n \quad (8)$$

(2) 令  $\alpha=0$ ，利用  $\alpha$  截集求得第  $k$  位評估成員的下限正倒值矩陣  $\tilde{A}_l^k = [a_{ijl}]_{n \times n}$  及上限正倒值矩陣  $\tilde{A}_u^k = [a_{iju}]_{n \times n}$ 。再利 AHP 法計算模糊權重方式，分別求取下限與上限權重矩陣  $W_l^k$  及  $W_u^k$ ，其中

$$W_l^k = [w_{il}^k] \quad i=1,2,\dots,n \quad (9)$$

$$W_u^k = [w_{iu}^k] \quad i=1,2,\dots,n \quad (10)$$

(3) 為確保所計算的權重值為一模糊數，應求取調整係數：

$$S_l^k = \min \left\{ \frac{w_{im}^k}{w_{il}^k} \mid 1 \leq i \leq n \right\} \quad (11)$$

$$S_u^k = \max \left\{ \frac{w_{im}^k}{w_{iu}^k} \mid 1 \leq i \leq n \right\} \quad (12)$$

(4) 求得調整係數後，再計算每個衡量構面調整後之下限正倒值權重矩陣( $W_l^{k*}$ )

與上限正倒值權重矩陣( $W_u^{k*}$ )：

$$W_l^{k*} = \begin{bmatrix} W_{il}^{k*} \end{bmatrix}, \text{ 其中 } W_{il}^{k*} = S_l^k W_{il}^k, i=1,2,\dots,n \quad (13)$$

$$W_u^{k*} = \begin{bmatrix} W_{iu}^{k*} \end{bmatrix}, \text{ 其中 } W_{iu}^{k*} = S_u^k W_{iu}^k, i=1,2,\dots,n \quad (14)$$

(5) 結合  $W_l^{k*}$ 、 $W_m^k$ 、 $W_u^{k*}$ ，可得出第  $k$  位評估成員對於第  $i$  個衡量構面的模糊

$$\text{權重值 } \tilde{W}_i^{k*} = (w_{il}^{k*}, w_{im}^k, w_{iu}^{k*}), i=1,2,\dots,n \quad (15)$$

(6) 利用平均數方法，整合  $K$  位評估成員對各衡量構面的模糊權重值：

$$\tilde{\bar{W}}_i = \frac{1}{K} (\tilde{W}_i^1 \oplus \tilde{W}_i^2 \oplus \dots \oplus \tilde{W}_i^K) \quad (16)$$

其中， $\tilde{\bar{W}}_i$ ：整合  $K$  位評估成員對第  $i$  個衡量構面的模糊權重值

$\tilde{W}_i^k$ ：第  $k$  位評估成員對第  $i$  個衡量構面的模糊權重值

$K$ ：評估成員的總數

5. **解模糊化**：將模糊數轉換成明確值的過程稱為解模糊化，其計算方法有許多不同的模式，常用的方法包括：距離測量法(Distance Measurement)、中心值法(Center Value Method)、重心法(Center of gravity method)等。Klir and Yuan(1995)指出距離測量法在計算效率與合理性方面，皆優於重心法與中心值法，而且在許多模糊理論及其應用中，已普遍使用距離測量法進行解模糊化(2000)。因此，本研究亦採距離測量法求算模糊權重之解模糊化值。其概念為：假設  $\tilde{T}_1 = (l_1, m_1, u_1)$  和  $\tilde{T}_2 = (l_2, m_2, u_2)$  分別為三角模糊數，其則兩模糊數間距離  $d(\tilde{T}_1, \tilde{T}_2)$  的運算式如下(Chen, 2000)：

$$d(\tilde{T}_1, \tilde{T}_2) = \sqrt{\frac{1}{3} [(l_1 - l_2)^2 + (m_1 - m_2)^2 + (u_1 - u_2)^2]} \quad (17)$$

針對任一模糊數  $\tilde{T}$ ，定義其解模糊化計算方式如下：

$$R_{\tilde{T}} = \frac{d^-}{d^- + d^*} \quad (18)$$

令  $\tilde{T}^*$  為模糊最佳評估值，且  $d^*$  為模糊數  $\tilde{T}$  與  $\tilde{T}^*$  之間的距離(即

$d^* = d(\tilde{T}, \tilde{T}^*)$ )；又令  $\tilde{T}^-$  為模糊最差評估值，且  $d^-$  為模糊數  $\tilde{T}$  與  $\tilde{T}^-$  之間的距離(即  $d^- = d(\tilde{T}, \tilde{T}^-)$ )。依據式(18)，若  $R_{\tilde{T}} = 1$  則表示  $d^* = 0$ ，代表模糊數  $\tilde{T}$  與  $\tilde{T}^*$  之間的距離等於0，亦即模糊數  $\tilde{T}$  為最佳評估值。反之，若  $R_{\tilde{T}} = 0$  則表示  $d^* = 1$ ，代表模糊數  $\tilde{T}$  與  $\tilde{T}^-$  之間的距離等於0，亦即模糊數  $\tilde{T}$  為最差評估值。因此，利用式(18)，可將模糊數評估值  $\tilde{T}_i = (l_i, m_i, u_i)$  解模糊化。若設定模糊最佳評估值  $\tilde{T}^* = (1, 1, 1)$ ，模糊最差評估值  $\tilde{T}^- = (0, 0, 0)$ ，則  $\tilde{T}_i$  與  $\tilde{T}^*$  間之距離  $d_i^*$ 、 $\tilde{T}_i$  與  $\tilde{T}^-$  間之距離  $d_i^-$  以及  $\tilde{T}_i$  的解模糊化值  $R_{\tilde{T}_i}$  可利用式(19)至(21)計算求出。由式(21)可得知  $0 \leq R_{\tilde{T}_i} \leq 1$ 。

$$d_i^- = \sqrt{\frac{1}{3}[(l_i - 0)^2 + (m_i - 0)^2 + (u_i - 0)^2]} \quad (19)$$

$$d_i^+ = \sqrt{\frac{1}{3}[(1 - l_i)^2 + (1 - m_i)^2 + (1 - u_i)^2]} \quad (20)$$

$$R_{\tilde{T}_i} = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+} \quad (21)$$

6. **選擇最佳方案：**經由上述步驟，可求得最高目標下次一層級衡量構面  $i$  之權重  $R_{\bar{W}_i}$ ，以及衡量構面  $i$  下評估準則  $j$  之權重  $R_{\bar{W}_{ij}}$ 。因此，評估準則  $j$  佔整個層級之權重  $R_{\bar{W}_j}$  可由  $R_{\bar{W}_i} \times R_{\bar{W}_{ij}}$  而得。以此方式可計算出各替選方案之權重，其中所佔權重最大者為最適方案。

## 肆、實證分析

本節說明本研究以高雄港某一新建貨櫃中心(以下簡稱貨櫃中心 A)為對象所進行之實證研究程序與結果。主要內容包括分析層級架構構面及準則之建立、運輸模式替選方案之研提，以及利用問卷調查與 FAHP 法計算層級架構權重等，分別詳述如後：

### 一、分析層級架構之建立

本研究以貨櫃中心 A 為案例，進行岸肩與儲區間貨櫃運輸模式選擇之實證

研究。貨櫃中心 A 為高雄港新規劃興建的貨櫃中心，其碼頭岸線長 1,500 公尺，共劃分為四座貨櫃船專用碼頭；船席水深達 16 公尺，可供大型化貨櫃船舶停靠。為增加船席指泊彈性，碼頭採直線方式設計，並配備 15 部前臂伸距超過 18 排貨櫃寬之橋式機，可視作業狀況靈活調度運用。在營運規劃方面，貨櫃中心 A 以服務遠洋航線船舶之貨櫃裝卸轉運為主，未來之貨載結構將著重於轉口貨櫃，每年碼頭貨櫃作業量估計約為 300 萬 TEU\*。為達成營運目標，其後線規劃有縱深達 500 公尺，寬約 2,000 公尺之長方形儲區用以儲放貨櫃，儲區與岸肩之距離約為 50 公尺。為選擇貨櫃中心 A 之岸肩與儲區間最適貨櫃運輸模式，本研究根據 2.2 節之探討建立分析層級架構，並依其交互影響關係劃分為四個層級（詳如圖 5）：第一層級為最終目標；第二層級為四個運輸模式之衡量構面；第三層級共分為 12 項評估準則，用以衡量第二層級之四個構面；第四層級則為替選方案。有關各層級之內容分述如下：

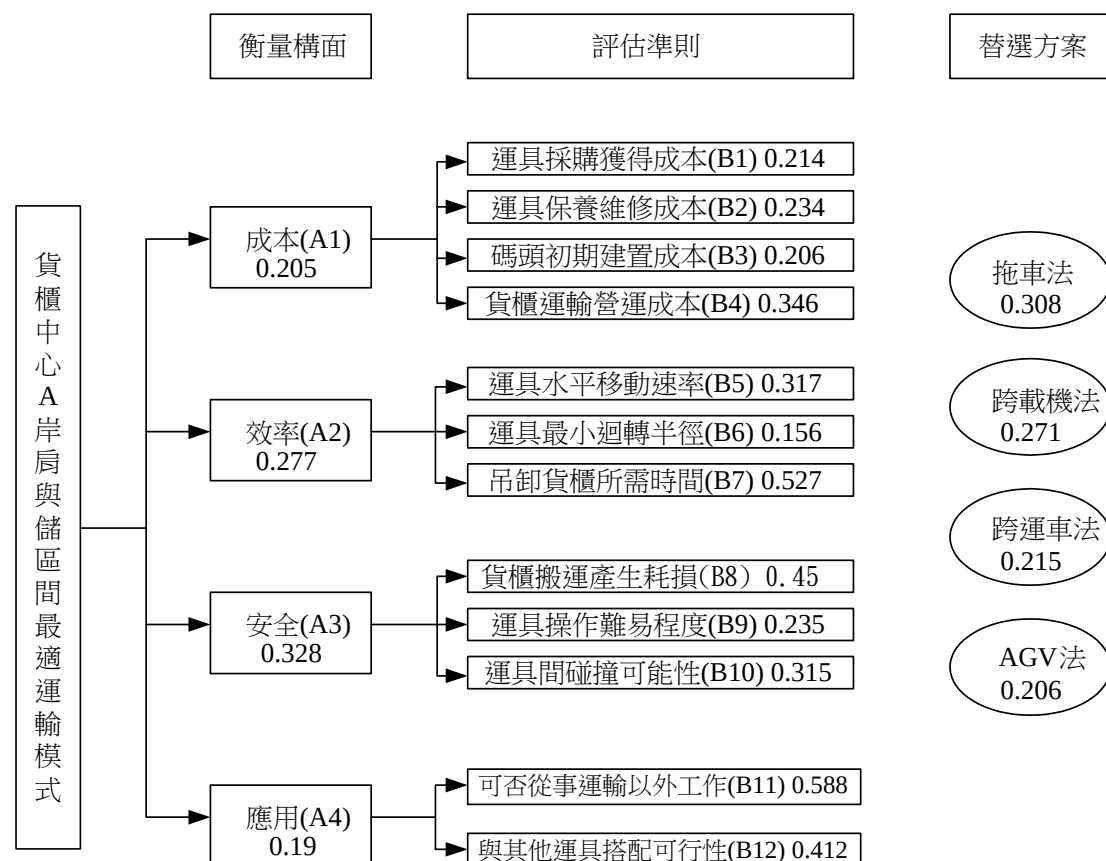


圖 5 本研究分析層級架構

\* TEU 為 Twenty-foot Equivalent Unit 之縮寫，代表 20 呎貨櫃當量。

首先將選擇貨櫃中心 A 岸肩與儲區間之最適貨櫃運輸模式設定為第一層級之最高目標；第二層級根據 2.2 節之分析，以「成本」、「效率」、「安全」及「運用」等四個構面來進行各項運輸模式之比較：在「成本」方面，主要考量採用某種運具時之主要相關成本，包括購置、維修、營運等項目；在「效率」方面，因整個運程包含岸肩端與儲區端之貨櫃吊卸及兩端間之運輸等三部份，因此考量兩端貨櫃吊卸時間、運具水平速率等因素，此外，因岸肩縱深有限，運具迴轉半徑對效率有所影響，故亦予納入考量；在「安全」方面，因整個運輸過程需以多部運具同時作業，故運具之操作與運具間之碰撞機率為主要考慮因素。此外運具在搬運、存取貨櫃時是否容易發生碰撞耗損也是決策時必須考量的因素；在「運用」方面，運具除了在岸肩與儲區間使用外，若可在貨櫃量少或閒置時，派遣執行其他用途或搭配其他機械設備共同使用，則對運具本身有更高之附加價值。故於「運用」構面中，將考量運具使用的多元性；第三層級之評估準則是依據第二層級之構面分別予以展開之具體可衡量比較項目，其操作性定義整理如表 3。

表3 評估準則操作性定義

| 衡量構面       | 評估準則             | 說明                 |
|------------|------------------|--------------------|
| 成本<br>(A1) | 運具採購獲得成本 (B1)    | 取得運具所需之採購成本。       |
|            | 運具保養維修成本 (B2)    | 運具保養維修所需花費的成本。     |
|            | 系統初期建置成本 (B3)    | 建置運具系統所需投入成本。      |
|            | 運輸系統營運成本 (B4)    | 日常營運成本，如勞資、油耗等。    |
| 效率<br>(A2) | 運具水平移動速率 (B5)    | 運具水平移動平均速率。        |
|            | 運具最小迴轉半徑 (B6)    | 運具最小迴轉半徑。          |
|            | 吊卸貨櫃所需時間 (B7)    | 運具於岸肩與儲區端存取貨櫃所需時間。 |
| 安全<br>(A3) | 貨櫃搬運產生耗損 (B8)    | 貨櫃於運輸期間因碰撞所產生之耗損率。 |
|            | 運具操作難易程度 (B9)    | 運具本身操作之複雜程度。       |
|            | 運具間碰撞可能性(B10)    | 因移動或迴轉所產生碰撞之可能性。   |
| 運用<br>(A4) | 可否從事運輸以外工作 (B11) | 運具可否派至他處執行運輸或吊卸作業。 |
|            | 與其他運具搭配可行性 (B12) | 可否與其他運具搭配，以增加調度彈性。 |

## 二、運輸模式替選方案之研提

在替選方案方面，由於實務上可行之貨櫃運輸模式與運具相當多，為顧及研究實用價值，本研究排除某些成本高昂的實驗性系統，而以現行主流運具為基礎，研提五種可行替選方案（詳如表 4）：其中方案一是以拖車作為運具，在儲

區端則須配合起重機吊卸貨櫃，此模式中拖車常會因等候起重機移動或翻櫃\*而產生排隊停等的情形；方案二是利用兼具起重機與運具功能之跨載機(straddle carrier, S/C)作為運具，因其於儲區端與岸肩端均無須等候起重機，可自行攜櫃長距離移動並堆疊存取貨櫃，故作業效率相當高，惟成本也高出拖車頗多；方案三是方案二的折衷方案，即將跨載機之結構予以簡化，設計出成本較低的跨運車(container carrier, C/C)。跨運車保留了攜櫃長距離移動的特性，免除了對儲區端與岸肩端起起重機之依賴，惟其堆疊貨櫃的能力因成本考量已被取消，故於閒置時無法調派至儲區執行其他貨櫃吊卸工作；方案四是使用先進的 AGV 為運具，此類運具可依程式指派儲區端與岸肩運輸貨櫃，具有自動避碰的功能，安全性較高。值得一提的是由於 AGV 不需駕駛員，可減少駕駛員管理的問題，在歐洲等勞工成本高昂的碼頭已逐步被採用（如鹿特丹三角洲碼頭(ECT delta terminal)）。此外，新加坡最新啟用的巴西班讓碼頭(Pasir Panjan Terminal)亦採用 AGV 作為儲區與岸肩間之貨櫃運具，由此可知 AGV 已受到新規劃成立碼頭的青睞，故本研究亦將之納入替選方案。然由於採無駕駛員操控模式運作，系統整體建置成本相當高，而每部 AGV 之購置成本則與跨載機類似。

### 三、層級架構權重之計算

因本研究係針對貨櫃中心 A 進行實證研究，故問卷對象挑選原則為具從事實務碼頭工作經驗，並熟悉貨櫃中心 A 之規劃方向與狀況之業界人士。為求嚴謹，問卷初稿曾由四位航港實務界專家與三位航管領域學者進行前測，並根據前測結果與受訪者意見加以修改，使其具備一定之內容效度。實證問卷共發放 17 份，回收 13 份，其中通過一致性指標與一致性比率檢定的問卷共有 5 份，有效樣本回收率為 38%。以下詳述層級架構權重之計算程序：

1. **一致性檢定**：利用式(1)至(3)進行回收樣本一致性檢定，由計算結果可知（詳見附錄B），五份問卷中每一成對比較矩陣的一致性比率C.R.，以及整份問卷之一致性比率C.R.H.均小於0.1，代表五位受訪者之表達意見均具一致性。
2. **建立衡量構面模糊成對比較矩陣**：首先需將評估者問卷之填答結果經由表2轉換為三角模糊數，以建立評估成員之模糊成對比較矩陣。
3. **計算模糊權重**：將步驟1所建立之模糊正倒值矩陣，利用FAHP法計算五位評

---

\* 「翻櫃」係指欲取出的特定貨櫃上方堆疊著其他貨櫃時，須先吊離其上方貨櫃之作業。

估成員對各成對比較矩陣之模糊權重。以下以衡量構面為例說明模糊權重計算過程：

- (1) 令 $\alpha=1$ ，利用 $\alpha$ 截集與式(8)，求得每位評估成員中間正倒值矩陣 $\tilde{A}_m^k$ 與權重矩陣 $W_m^k$ ， $k=1,2,\dots,5$ 。
- (2) 令 $\alpha=0$ ，利用 $\alpha$ 截集、式(9)與(10)求得每位評估成員下限正倒值矩陣 $\tilde{A}_l^k$ 與權重矩陣 $W_l^k$ 、上限正倒值矩陣 $\tilde{A}_u^k$ 與權重矩陣 $W_u^k$ 。
- (3) 分別利用式(11)與(12)計算各評估成員之上、下限權重調整係數。
- (4) 再利用式(13)與(14)計算各評估成員調整後的權重矩陣 $W_l^{k*}$ 及 $W_u^{k*}$ 。
- (5) 利用式(15)計算各評估成員對各個衡量構面的模糊權重值 $\tilde{W}_i^{k*}$ 。
4. 利用式(16)，整合所有評估成員對各衡量構面的模糊權重值 $\tilde{W}_i$ ，再利用式(19)至(21)計算其解模糊化值。續以同樣方式，繼續計算各評估準則之模糊權重值 $\tilde{W}_i$ 與解模糊化值 $R_{\tilde{W}_i}$ 。

表 4 本研究岸肩與儲區間貨櫃運輸替選方案

| 替選方案  | 說明                                    | 主要優點                                                                                                                                                  | 主要缺點                                                                                                                                    |
|-------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 拖車法   | 以拖車為運具，於岸肩與儲區間運輸貨櫃。儲區端搭配門型機作業，進行貨櫃存取。 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 運具購置成本較低。</li> <li>2. 運輸系統設置成本較低。</li> <li>3. 運輸速率高。</li> <li>4. 儲區可堆疊貨櫃。</li> </ol>                        | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 於岸肩與儲區兩端均需等候起重機吊卸貨櫃，可能造成拖車停等。</li> </ol>                                                      |
| 跨載機法  | 以兼具吊卸與運輸貨櫃功能之跨載機為運具，於岸肩與儲區間運輸貨櫃。      | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 於岸肩與儲區兩端均可自行吊卸貨櫃，無須等待，周轉效率高。</li> <li>2. 無岸肩運輸任務時，跨載機可調派至儲區處理其他貨櫃吊卸工作。</li> <li>3. 運具可原地迴轉，移動靈活。</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 運具購置成本高昂。</li> <li>2. 運具機型高瘦且常攜櫃橫向移動，需格外注意避碰、迴旋角度等安全性。</li> <li>3. 為顧及安全，運輸速率不能太高。</li> </ol> |
| 跨運車法  | 以簡化跨載機結構與功能的跨運車為運具，於岸肩與儲區間運輸貨櫃。       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 運具購置成本介於拖車與跨載機之間。</li> <li>2. 於岸肩與儲區兩端均可自行吊卸貨櫃，無須等待，周轉效率高。</li> </ol>                                       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 無岸肩運輸任務時，跨運車不可調派至儲區處理其他貨櫃吊卸工作。</li> <li>2. 為顧及安全，運輸速率不能太高。</li> </ol>                         |
| AGV 法 | 以無人駕駛之 AGV 為運具，於岸肩與儲區間運輸貨櫃。           | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 無須駕駛員，可節省勞工成本與減少工人管理問題。</li> <li>2. 易於搭配自動化的橋式機或門型機作業，發展更先進的整體運作系統。</li> </ol>                              | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 運具購置成本高昂(與跨載機相近)。</li> <li>2. 運輸系統設置成本高昂。</li> <li>3. 為顧及安全，運輸速率不能太高。</li> </ol>              |



|  |  |                  |  |
|--|--|------------------|--|
|  |  | 3. 具自動避碰功能，安全性高。 |  |
|--|--|------------------|--|

資料來源：本研究訪談結果。

5. 計算替選方案權重：將替選方案在各評估準則下之權重與該評估準則之權重相乘，可得五種替選方案在各評估準則下之權重。再透過層級串聯，可計算出各替選方案之最終權重，詳如表5。

表 5 衡量構面與替選方案之權重

| 評估構面<br>與權重<br>替選方案 | 成本<br>(0.205) | 效率<br>(0.277) | 安全<br>(0.328) | 運用<br>(0.19) | 權重    |
|---------------------|---------------|---------------|---------------|--------------|-------|
| 拖車法                 | 0.282         | 0.18          | 0.22          | 0.289        | 0.308 |
| 跨載機法                | 0.177         | 0.284         | 0.14          | 0.232        | 0.271 |
| 跨運車法                | 0.174         | 0.243         | 0.116         | 0.148        | 0.215 |
| AGV 法               | 0.157         | 0.082         | 0.29          | 0.071        | 0.206 |

#### 四、實證結果分析

由實證研究結果（詳如表 5）可知：就成本而言，以拖車配合儲區門型機之作業方式（拖車法）最佳，跨載機法次之，而跨運車及 AGV 兩種作業模式則較不為受訪者所青睞。主要原因在於採用拖車法時，雖然碼頭初期建置成本稍高，但由門式機性能穩定，維修費用低，且不需大量採購車架，使得在保養維修及營運成本上保有優勢；就效率而言，以跨載機及跨運車表現較為搶眼，因其本身具有吊卸貨櫃之功能，可節省等待橋式機與儲區起重機吊卸貨櫃所需時間，在吊卸貨櫃所需時間上之權重遠比運具水平移動速率及回轉半徑要高。採用跨載機或跨運車時，實務上一部橋式起重機會配置若干部運具同時作業，效率相當高；就安全而言，由於工安意識逐漸抬頭，在增進港埠作業效率的同時，亦必須兼顧作業安全。由表 5 可知，跨載機及跨運車在安全構面下之權重值相對較低，原因在於兩者機型高瘦，駕駛員須垂直攀爬上下駕駛室於高空操作機具，且攜櫃橫向移動，危險性相對較高，故須格外注意避碰、迴旋角度等安全。而 AGV 因具自動化避碰的功能，可降低碰撞風險，故就安全而言權重值相對較高；就應用而言，評估重點在於考量運具可否派遣至他處執行其他任務。因拖車之調度彈性高，故拖車法在應用方面之權重值最高，而跨載機可調至儲區處理貨櫃，故權重值次於拖車，而跨運車與 AGV 因屬岸肩與儲區間貨櫃運輸所專用，故運用彈性最差。

計算各替選方案在各衡量構面項下之權重與衡量構面本身之權重之加權總和，可得五種替選方案作業模式之最後權重（如表 5），依序為拖車法(0.308)、跨載機法(0.271)、跨運車法 (0.215)及 AGV 法(0.206)，顯示拖車法為最適合貨櫃中心 A 岸肩與儲區間的貨櫃運輸模式。就實務角度而言，發展 AGV 的全自動無人貨櫃碼頭，所需之岸肩空間與儲區面積較大，機具之購置及維護成本亦相當昂貴，就港口地理條件以及資金成本的考量，台灣的港口目前並不適合採用；而跨運車屬新興的碼頭裝卸運輸機具，雖同樣有類似跨載機兼具裝卸與運輸的優點，但因僅能單層作業，無法像跨載機可堆疊三至四層貨櫃高度，使用功能受限；跨載機運輸模式在運具調派上較為靈活，且因具備吊運貨櫃的功能，所需車輛並不如拖車來得多，只是由於堆疊高度最多達四層，若僅單採用跨載機而未於後線儲區部署門型起重機配合作業，在有限的土地下難以充分利用儲放空間，因此不適合儲區面積較小的貨櫃基地。另就成本效益層面來看，跨載機雖具較佳的機動性，但在資金投入及維護成本亦較拖車來得昂貴，且常須在事前針對裝卸順序進行妥善的貨櫃存取規劃與安排，才能獲得較佳的效率。根據本研究之實際訪談，目前台灣的港口貨櫃基地仍以使用以拖車法為主流，即以拖車穿梭岸肩與儲區間運輸貨櫃，而儲區端搭配門型機作業將貨櫃進行高度堆疊以提升儲量。使用拖車不僅保養維修容易，可有效降低營運成本，且因其操作複雜度低，可降低運具碰撞與貨櫃耗損的風險。另於船邊無裝卸作業時，可將拖車派遣至其他區域執行其他任務，管理與調度的彈性甚高，唯如何縮減拖車於橋式機與儲區起重機下方之停等時間，是採用拖車法之業者必須面對並處理的重要課題。

## 伍、結論與建議

岸肩與儲區間之運輸為船邊貨櫃裝卸作業的一環，為貨櫃碼頭最重要的工作項目之一。碼頭營運商會基於若干因素之考量，選擇最適的模式來進行貨櫃的運輸工作。實務上影響碼頭岸肩與儲區間貨櫃運輸模式選擇的因素很多，本研究以文獻探討與訪談結果為依據，建立層級架構協助分析此一多準則決策問題，並以貨櫃中心 A 為例，利用 FAHP 方法進行實證研究。有關本研究之結論與建議整理分述如下：

1. 實務上用於碼頭岸肩與儲區間之運輸模式相當多元，亦為許多文獻進行短期運作模式最佳化之主題。至於中長期之運輸模式選擇的問題仍未見文獻探

討。本質上，碼頭岸肩與儲區間運輸模式選擇問題屬於多準則決策問題，本研究提出以成本、效率、安全及應用四個衡量構面為基礎的分析層級架構，並研擬評估準則據以衡量替選方案在各構面之相對重要性。經由實證分析結果可知，本研究所研提之評估架構具有相當的合理性，可作為港務單位、碼頭營運商及航商等規劃發展貨櫃碼頭之參考。其中安全與效率所佔之權重較高，顯示受訪者認為兼顧安全與效率是規劃岸肩與儲區間運輸模式時較重要之考慮因素；在替選方案方面，拖車搭配門型機被認為是最適合貨櫃中心A之作業模式，此結果與實際之規劃相符合，亦為國內貨櫃碼頭之主流作業模式，顯示此兼具運輸效率與儲區容量之傳統方式仍為國內業者所青睞。

2. 在研擬替選方案時，本研究針對拖車僅提出一種運輸模式，然為因應大型化船舶裝卸時貨櫃量之驟增，國外許多碼頭已發展出可同時運送多個貨櫃的拖車作業模式，如新加坡港之拖車搭配特製車架可一次載運四個貨櫃，而鹿特丹港之拖車搭配特製串連車架可一次拖運多個串接之車架與貨櫃。因此，建議後續研究在探討碼頭內運輸時，可考量納入新的拖車作業模式，以符合船舶大型化運輸需求增加之趨勢；而AGV雖然在本研究中未被認為是貨櫃中心A之最適作業模式，但它卻是最容易搭配自動化橋式機與儲區起重機之運具。在全球碼頭朝向自動化與無人化系統發展的潮流下，AGV具有進一步探討的研究價值。
3. 在實證研究方面，本研究是以貨櫃中心A為對象，採AHP問卷方式蒐集受訪者意見，再以FAHP法計算各層級與替選方案之相對權重。由於受訪者多為業界實務人員，在填答需進行多次成對重要性比較之AHP問卷時，可能會因意見前後稍有差距而未能通過一致性檢定的門檻，不利於有效樣本之取得。因此，建議後續擬以AHP相關研究方法蒐集樣本資料時，最好採取個別說明或用訪談方式進行，以提高有效樣本之比例。

## 參考文獻

- 邱莊磊 (2005)，「製造業廠商產銷流程導入高新科技決策與程序之研究」，東吳大學企業管理學系碩士論文。

- 邱晶瑩 (2006)，「影響貨櫃碼頭作業效率相關因素重要性與滿意度之探討-以高雄港為例」，開南管理學院航運與物流管理研究所碩士論文。
- 吳惠純 (2005)，「國際海空港設置自由貿易港區經營策略之研究-以遠翔 FTZ 航空貨運園區為例」，大葉大學事業經營研究所碩士論文。
- 林清發 (1987)，「商港貨櫃基地之規劃及機具配置之研究」，中華港埠，第六十八期，第1-27頁。
- 范聿壯 (2007)，「基隆港貨櫃裝卸作業安全管理研究」，國立臺灣海洋大學航運管理學系碩士論文。
- 徐村和 (2003)，「模糊決策理論應用在大眾捷運系統與公車整合營運計劃之研究」，國立成功大學交通管理科學系博士論文。
- 高士峰 (2006)，「以模糊分析層級程序法探討製造業導入 RFID 之關鍵因素」，國立臺北科技大學工業工程與管理系所碩士論文。
- 陳坤宏 (2001)，「港埠貨櫃作業安全之研究」，國立臺灣海洋大學航運技術研究所碩士論文。
- 陳建宏 (2008)，「台灣有線電視寬頻網路之經營策略研究—應用模糊層級分析法」，銘傳大學傳播管理研究所碩士論文。
- 許啟裕 (2007)，「組車廠對供應商評選之模糊多準則評估研究—以兩岸自行車產業供應鏈為例」，雲林科技大學資訊管理系碩士班碩士論文。
- 粘淑惠 (2005)，「模糊 AHP 法應用在交通運輸計劃評估之研究」，義守大學管理科學研究所碩士論文。
- 賀志豪 (2004)，「運用模糊分析層級程序法評估軍事採購績效之研究」，世新大學資訊管理研究所碩士論文。
- 張美娟 (2003)，「國內有線電視發展數位電視服務經營策略之研究」，師範大學圖文傳播學系研究所碩士論文。
- 楊明芳 (2004)，「國內無人搬運車使用現況及關鍵因素之探討」，國立中山大學企業管理研究所碩士論文。
- 楊莉理 (2008)，「應用模糊多準則方法探討開業醫師評選轉介醫院準則之研究—以南投縣為例」，雲林科技大學資訊管理系碩士論文。
- 廖尹華 (2008)，「大學運動設施社區化休閒服務績效評估之研究」，國立臺灣師範大學體育學系博士論文。
- 業光堯 (2005)，「運用模糊分析層級程序法評選連鎖加盟總部之研究—以咖啡連鎖加盟為例」，世新大學資訊管理學研究所碩士論文。

- 鄧振源、曾國雄 (1989), 「層級分析法的內涵特性與應用 (上)」, *中國統計學報*, 第 13 卷, 第 6 期, 第 13707-13724 頁。
- 趙時樑 (2004), 「港區貨櫃場營運作業問題之探討」, *2004 年兩岸航運與物流研討會論文集*, 第 199-208 頁。
- 盧淵源 (2005), 「以模糊多準則決策方法建立無人搬運車系統之設置評估模式」, *國科會論文集*, 第 134-138 頁。
- Ashar, A. (2000), *2020 vision*, Containerization International January 2000, Informa, London.
- Ashar, A. (2005), *The forth revolution*, Containerization International December 1999, Informa, London.
- Atkins, W. H. (1983), *Modern Marine Terminal Operations and Management*, Port of Oakland, Oakland.
- Buckley, J. J. (1985), "Fuzzy Hierarchical Analysis," *Fuzzy Sets and Systems*, 17(3), 233-247.
- Chang, D. Y. (1996), "Theory and Methodology Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP," *European Journal of Operational Research*, 95(3), 649-655.
- Chen, C. T. (2000), "Extensions of TOPSIS for Group Decision-making under Fuzzy Environment," *Fuzzy Sets and Systems*, 114(1), 1-9.
- Cheng, C. H. (1996), "Evaluating naval tactical missile systems by fuzzy AHP based on the grade value of membership function," *European Journal of Operational Research*, 96(2), 343-350.
- Csutora, R. and Buckley, J. J. (2001), "Fuzzy hierarchical analysis: the Lambda-Max Method," *Fuzzy Sets and Systems*, 120(2), 181-195.
- Dubois, D. and Prade, H. (1980), "Operations on Fuzzy Number," *International Journal of System Science*, 9(3), 229-241.
- Kahraman, C., Cebeci, U. and Ulukan, Z. (2003), "Multi-criteria supplier selection using fuzzy AHP," *Logistics Information Management*, 16(6), 382-394.
- Kim, K. H. and Kim, K. Y. (1999), "Routing straddle carriers for the loading operation of containers using a beam search algorithm," *Computers and Industrial Engineering*, 36(1), 109-136.

- Kim, K. Y. and Kim, K. H. (1999), "A routing algorithm for a single straddle carrier to load export containers onto containership," *International journal of production economics*, 59(1-3), 425-433.
- Klir, G. J. and Yuan, B. (1995), "*Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications*," Prentice Hall, New Jersey.
- Kozan, E. (2000), "Optimising Container Transfers at Multimodal Terminals," *Mathematical and Computer Modeling*, 31, 235-243.
- Saaty, T. L. (1980), "*The Analytic Hierarchy Process*," McGraw-Hill, New York.
- Laarhoven, P. J. M and Pedrycz, W.(1983), "A Fuzzy Extension of Saaty's Priority Theory," *Fuzzy Sets System*, 11(3), 229-241.
- Steenken, D., Henning A., Freigang, S. and Voss, S. (1993), "Routing of straddle carriers at a container terminal with the special aspect of internal moves," *OR Spectrum*, 15(3), 167-172.
- Teng, J. Y. and Tzeng, G. H. (1993), "Transportation investment project selection with fuzzy multiobjectives," *Transportation Planning and Technology*, 17(2),91-112.
- Vis, I. F. A. and Harika I. (2004), "Comparison of vehicle types at an automated container terminal," *OR Spectrum*,26(1),117 -143.
- Vis, I. F. A., De Koster, R. B. M., Savelsbergh, M. W. P. (2005), "Minimum Vehicle Fleet Size Under Time-Window Constraints at a Container Terminal," *Transportation Science*, 39(2), 249-260.
- Zadeh, L. A.(1965), "Fuzzy Sets," *Information and Control*, 8, 338-353.
- Zimmerman, H. J. (1991), "*Fuzzy Set Theory and Its Application*,"2<sup>nd</sup> Edition, Kluwer Academic Publishers, Boston.

附錄 A 不同階數隨機指標表

|      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|
| 階數   | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    |
| R.I. | 0.00 | 0.00 | 0.58 | 0.90 | 1.12 |
| 階數   | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
| R.I. | 1.24 | 1.32 | 1.41 | 1.45 | 1.49 |
| 階數   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   |
| R.I. | 1.51 | 1.48 | 1.56 | 1.57 | 1.59 |

資料來源：Saaty

附錄B樣本一致性檢定結果

| 矩陣 \ 樣本    |                  | 1        | 2        | 3        | 4        | 5        |
|------------|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 衡量構面       | $\lambda_{\max}$ | 4        | 4.03817  | 4.125812 | 4        | 4        |
|            | CI=              | 0        | 0.012723 | 0.041937 | 0        | 0        |
|            | CR=              | 0        | 0.014137 | 0.046597 | 0        | 0        |
| 成本構面       | $\lambda_{\max}$ | 4.043381 | 4.002971 | 4.214836 | 4        | 4        |
|            | CI=              | 0.01446  | 0.00099  | 0.071612 | 0        | 0        |
|            | CR=              | 0.016067 | 0.0011   | 0.079569 | 0        | 0        |
| 效率構面       | $\lambda_{\max}$ | 3.029064 | 3        | 3.064888 | 3        | 3        |
|            | CI=              | 0.014532 | 0        | 0.032444 | 0        | 0        |
|            | CR=              | 0.025055 | 0        | 0.055938 | 0        | 0        |
| 安全構面       | $\lambda_{\max}$ | 3        | 3.018295 | 3        | 3        | 3        |
|            | CI=              | 0        | 0.009147 | 0        | 0        | 0        |
|            | CR=              | 0        | 0.015771 | 0        | 0        | 0        |
| 運用構面       | $\lambda_{\max}$ | 2        | 2        | 2        | 2        | 2        |
|            | CI=              | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
|            | CR=              | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 運具採購獲得成本   | $\lambda_{\max}$ | 5.124221 | 5.005321 | 5.176292 | 5.205014 | 5.205014 |
|            | CI=              | 0.031055 | 0.00133  | 0.044073 | 0.051253 | 0.051253 |
|            | CR=              | 0.027728 | 0.001188 | 0.039351 | 0.045762 | 0.045762 |
| 運具保養維修成本   | $\lambda_{\max}$ | 5.087449 | 5.337287 | 5.176292 | 5.186975 | 5.186975 |
|            | CI=              | 0.021862 | 0.084322 | 0.044073 | 0.046744 | 0.046744 |
|            | CR=              | 0.01952  | 0.075287 | 0.039351 | 0.041736 | 0.041736 |
| 系統初期建置成本   | $\lambda_{\max}$ | 5        | 5.326863 | 5.384098 | 5.186975 | 5.186975 |
|            | CI=              | 0        | 0.081716 | 0.096024 | 0.046744 | 0.046744 |
|            | CR=              | 0        | 0.07296  | 0.085736 | 0.041736 | 0.041736 |
| 水平運輸營運成本   | $\lambda_{\max}$ | 5.055496 | 5.189752 | 5.36727  | 5.396923 | 5.019791 |
|            | CI=              | 0.013874 | 0.047438 | 0.091818 | 0.099231 | 0.004948 |
|            | CR=              | 0.012387 | 0.042355 | 0.08198  | 0.088599 | 0.004418 |
| 運具水平移動速率   | $\lambda_{\max}$ | 5.175069 | 5.157052 | 5.093551 | 5.235767 | 5.072141 |
|            | CI=              | 0.043767 | 0.039263 | 0.023388 | 0.058942 | 0.018035 |
|            | CR=              | 0.039078 | 0.035056 | 0.020882 | 0.052626 | 0.016103 |
| 運具通道回轉半徑   | $\lambda_{\max}$ | 5.19577  | 5.062938 | 5.312676 | 5.135931 | 5.135931 |
|            | CI=              | 0.048942 | 0.015735 | 0.078169 | 0.033983 | 0.033983 |
|            | CR=              | 0.043699 | 0.014049 | 0.069794 | 0.030342 | 0.030342 |
| 吊卸貨櫃所需時間   | $\lambda_{\max}$ | 5.094423 | 5.147855 | 5.076678 | 5.342416 | 5.041874 |
|            | CI=              | 0.023606 | 0.036964 | 0.01917  | 0.085604 | 0.010469 |
|            | CR=              | 0.021077 | 0.033003 | 0.017116 | 0.076432 | 0.009347 |
| 貨櫃搬運產生耗損   | $\lambda_{\max}$ | 5        | 5.163413 | 5.255414 | 5.370794 | 5.199788 |
|            | CI=              | 0        | 0.040853 | 0.063854 | 0.092699 | 0.049947 |
|            | CR=              | 0        | 0.036476 | 0.057012 | 0.082767 | 0.044595 |
| 運具操作難易程度   | $\lambda_{\max}$ | 5.055496 | 5.174205 | 5.00543  | 5.143471 | 5.013254 |
|            | CI=              | 0.013874 | 0.043551 | 0.001357 | 0.035868 | 0.003314 |
|            | CR=              | 0.012387 | 0.038885 | 0.001212 | 0.032025 | 0.002959 |
| 運具相互碰撞可能性  | $\lambda_{\max}$ | 5.05845  | 5.002853 | 5.33624  | 5.261636 | 5.163413 |
|            | CI=              | 0.014612 | 0.000713 | 0.08406  | 0.065409 | 0.040853 |
|            | CR=              | 0.013047 | 0.000637 | 0.075053 | 0.058401 | 0.036476 |
| 可否從事運輸以外工作 | $\lambda_{\max}$ | 5.204562 | 5.266397 | 5.153746 | 5.077292 | 5.071524 |
|            | CI=              | 0.051141 | 0.066599 | 0.038436 | 0.019323 | 0.017881 |
|            | CR=              | 0.045661 | 0.059464 | 0.034318 | 0.017253 | 0.015965 |
| 與其他運具搭配可行性 | $\lambda_{\max}$ | 5.055496 | 5.37802  | 5.379829 | 5.126697 | 5.135931 |
|            | CI=              | 0.013874 | 0.094505 | 0.094957 | 0.031674 | 0.033983 |
|            | CR=              | 0.012387 | 0.08438  | 0.084783 | 0.028281 | 0.030342 |
|            | C.I.H.           | 0.010872 | 0.013339 | 0.052465 | 0        | 0        |
|            | R.I.H.           | 0.6275   | 0.385421 | 0.584793 | 0.515    | 0.515    |
|            | C.R.H.           | 0.017326 | 0.034609 | 0.089716 | 0        | 0        |



# Selecting Transportation Modes between the Apron and Yard in A Container Terminal

Shih-Liang Chao

Wen-Bang Chao

## ABSTRACT

Moving containers between the apron and yard is an important job for terminal operators as it is a part of the shipside operation, which is the critical performance index of a terminal. Practically, there are many transportation modes could be used to move containers between the apron and yard. Decision makers must make trade-offs among suitable alternatives. In this study, a structure was hierarchically constructed to analyze the transportation mode selecting problem and the Fuzzy Analytic Hierarchy Process (Fuzzy AHP) was applied to calculate the relative weights. A newly-build terminal in the port of Kaohsiung was empirically studied. The result reveals that the combination of trailer and transfer cranes was the preferred alternative.

**Keywords:** Multi-Criteria Decision Making, Fuzzy AHP, Container terminal management, Liner shipping



# 國際快遞業運務員最適取件路線規劃問題

林振榮<sup>1</sup>      桑國忠<sup>2</sup>      郭秋泔<sup>3</sup>

## 摘要

國際快遞業首重遞送物品的「時效性」，對快遞業者而言，延後截件時間及提早送達的服務承諾，即是時效性的表現，惟有高效率的取件作業，才能實現這樣的服務承諾；取件作業效率取決於運務員取件路線規劃之良莠。因此，本研究探討國際快遞業者面對顧客需求不確定因素下，如何就固定責任區域取件的運送方式，規劃出運務員最適取件路線，降低延遲送達率，實現服務承諾。本研究對具總路徑旅行時間限制之運務員隨機取件路線規劃問題，提出明確的定義，並建構其數學模式，同時利用基因演算法求解，及以蒙地卡羅模擬計算模式目標值之近似值，並以系列測試問題探討求解品質及時間，最後依個案實際資料規劃運務員最適取件路線。

**關鍵詞：**國際快遞、隨機旅行銷售員問題、旅行時間限制、基因演算法、模擬

## 壹、緒言

國際快遞服務業，係指由航空公司、貨物承攬、報關、倉儲及陸地運送等五項活動集合而成的「整合型國際航空貨運業」(Integrated Express Service)，以時效性需求高的國際快遞貨物為主，一般國際貨物承攬為輔；主要經營業務可概分為商業文件及貨樣小包兩大項。國際快遞是為滿足國際間商業文件、貨樣包裹緊急遞送需求的服務，因此服務講求「時效性」，採戶對戶(door to door)的方式，透過專業的收取、遞送，在最短的時間將貨件送達指定地點。主要作業流程為：訂單(Order)、取件(Pickup)、分類(Sort)、通關(Clearance)、轉運(Transport)、送件(Delivery)及收款(Collection)。

---

<sup>1</sup>國立臺灣海洋大學運輸與航海科學系助理教授(電話：02-24622192 轉 7016，E-mail: jrlin@mail.ntou.edu.tw)

<sup>2</sup>國立臺灣海洋大學運輸與航海科學系副教授(電話：02-24622192 轉 7022，E-mail: gordon@mail.ntou.edu.tw)

<sup>3</sup>國立高雄第一科技大學運籌管理學系碩士

國際快遞服務首重遞送物品的「時效性」，對快遞業者而言，延長取件時間及提早送達貨件的服務承諾，即是時效性的表現；以國內著名的三家國際快遞業者為例，均致力於提供顧客更便捷的「延後收件」、「提早送達」或「保證送達」等服務經營策略：

1. **DHL (洋基通運股份有限公司)**：於 2002 年 10 月 21 日推出「限時快遞」(Time Definite Delivery, TDD)服務，較一般快遞更早送達，以送達時間分為清晨件 (StartDay Express, 取件隔日清晨 9 點前送達) 及早安件 (MidDay Express, 取件隔日中午 12 點前送達)，提供客戶最晚的截件時間，並於隔日一早送達的服務。(DHL 網站：<http://www.dhl.com.tw>)。
2. **FedEx (美商聯邦快遞)**：自 2003 年 7 月 21 日起，將大台北地區截件時間延長至晚上七點，並提倡「保證準時，否則退錢」的優質服務(FedEx 網站：<http://www.fedex.com/tw/services/>)。
3. **UPS(美商優比速)**：提供全球特急快遞服務，當日下午 5:30 前交件，保證於次營業日早上 8:30 前送達目的地；以及保證早上 10:30 前準時送達美國主要城市與週六送達美國所有區域的全球快遞服務，(UPS 網站：<http://www.ups.com>)。

上述服務承諾，能提供客戶較彈性之服務，給予客戶寬裕的截件時間，減少收件人等待時間，但快遞業者卻必須壓縮自身處理貨件的時間，於是如何有效規劃運務員最適取件路線，使運務員能夠在最短時間內，完成負責區域內所有取件需求，及時返回服務中心，不擔誤截止收件後到班機起飛前的各項理單、分裝作業，是快遞公司能否履行晚截件、早送達服務承諾的重要關鍵。進一步舉例說明：如圖 1 所示，若運務員於 1:30pm 由服務中心出發，花費 30 分鐘後到達該服務區，服務有需求的顧客，滿足所有顧客需求後，返回服務中心需花費 45 分鐘，依規定必須在 6:15pm 時抵達服務中心，則實際服務顧客旅程限制時間為 3.5 小時，即運務員必須在 3.5 小時內完成取件服務；若運務員無法於規定時限內完成取件服務，該次取件之信件即無法依承諾按時遞送，則該快遞業者須退還運費或依與顧客訂定之契約賠償顧客無法依承諾按時遞送之損失，並喪失信譽及顧客信任。因此，運務員最適取件路線規劃，須考量如何將延誤送達率降至最低，以維持一定之服務水準及商譽。

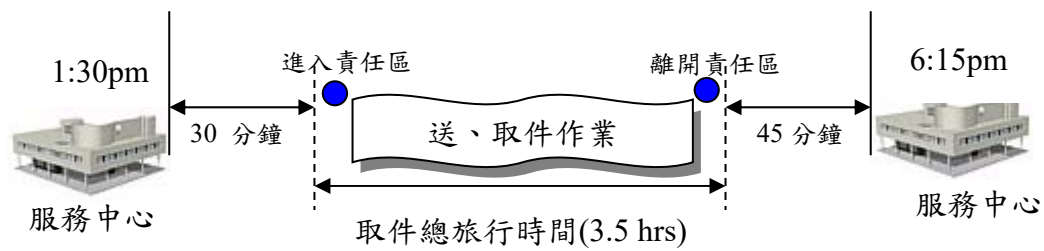


圖 1 快遞業取件作業時間圖

此外，顧客的取件需求點並非每天固定不變，理論上，可依每日實際即時顧客需求排定最適取件路線；但就實務而言，提供定時服務亦是一項重要服務指標，每天依顧客需求排定最適取件路線，因不能提供定時服務，並不可行；另就經濟效益而言，公司亦可能無法負擔每天依顧客需求重新排定最適取件路線之成本，或無分析能力每天重新排定路線。因此，有必要事先規劃一條最適路線，以滿足各種不同顧客需求呈現時，都能維持取件服務水準。綜上所述，本研究係探討國際快遞業者面對顧客需求不確定因素下，如何就固定責任區域取件的運送方式，規劃出運務員最適取件路線，將延誤送達率降至最低。其餘各節內容如下，第二節回顧國際快遞服務相關研究、旅行銷售員問題、隨機旅行銷售員問題等議題；第三節為問題描述與模式建構；第四節則探討基因演算法應用於求解本研究模式之設計；第五節探討求解品質；第六節以實際資料進行求解與相關分析；最後為結論與未來研究方向。

## 貳、文獻回顧

國內針對國際快遞業為研究議題的文獻相當多，其研究範圍涵蓋也十分廣泛，包括競爭優勢、市場定位研究、網路設計(林正章，1999)、快遞業專屬資訊技術等等，與運務員服務路線規劃有關的研究；邱佩諄(1991)探討在固定責任區劃分下，如何運用動態調派運務員跨區支援的方式，來改善取件作業效率；趙庭賢(2002)以「快遞業之複數型限時收件路徑規劃」為主題，探討快遞業兼顧其營運成本及限時送達承諾下，如何規劃出最佳的每日常規收件路徑，達到在限定時間內以最少車輛，耗費最少汽油，收齊郵件並順利轉運境外，並指出國際快遞服務業之路徑規劃為旅行銷售員問題。

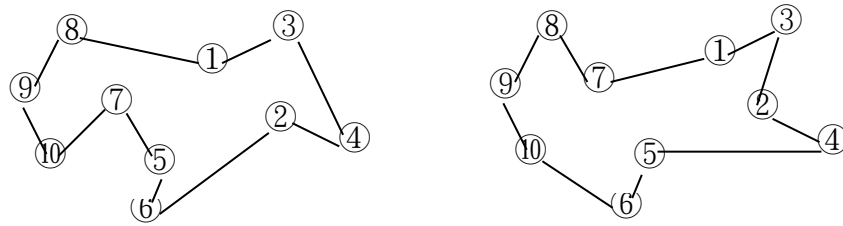
旅行銷售員問題(Traveling Salesman Problem, TSP)為組合最佳化問題中著

名的經典問題 (Bellmore and Nemhauser, 1968)，TSP 的命名是由 Hassler Whitney 於 1934 年在普林斯頓大學的一個研討會中提出(Flood, 1956)。最早出現大模規求解 TSP 的學者為 Dantzig, Fulkerson 及 Johnson(1954)，於 1954 年利用線性規劃方法求解 49 個城市的旅行銷售員問題。這類問題的特點在於問題定義雖然簡單，但求解卻相當困難，已被證明為 NP-hard 問題 (Karp, 1972)，故實務上多採用啟發式演算來求解此類問題。

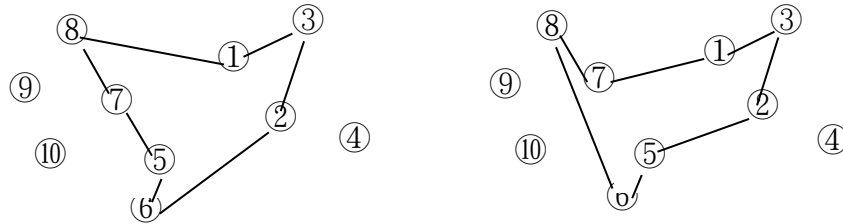
Laporte(1992)將 TSP 的求解方法可區分為確切法(Exact Algorithm)與近似解法 (Approximation Algorithm) 或稱啟發式解法(Heuristic Algorithm)，並回顧相關求解之研究，歸納如下：確切法可以求得最佳解，包括：窮舉法(Enumerative Approach)、分枝界限法(Branch and Bound Method)、動態規劃法(Dynamic Programming)等，但隨著問題的節點增加，其求解時間也隨之呈指數增加；而啟發式解法得以在求解品質與速度上做一權衡，即快速求解品質佳的近似解。Bodin et al. (1983) 將 TSP 傳統的啟發式方法解題架構歸納為以下三種：途程建構法(Tour Construction)、途程改善法(Tour Improvement)及綜合法(Composite Algorithm)。

國內針對 TSP 的相關研究及求解文獻也相當多，且從事 TSP 的學術研究有益增多趨勢，早期研究著重於求解法設計，自 1993 年起，著重在相關衍生問題類型、巨集啟發式方法應用及實務問題解決等三方面(韓復華及卓裕仁，1999)。韓復華及楊智凱(1996)利用門檻接受法(TA)求解 TSP 測試例題，並指出其解法精確度優於大部份傳統的交換型啟發式解法。徐為元(2000) 提出「自我學習基因演算法」(Hybrid Self Learning Genetic Algorithm, HLGA)應用於 TSP 求解，其證明 HLGA 能夠移除基因演算法中提前收斂的特性。

Gendreau et al.(1996)指出為滿足各種實務應用之要求，TSP 常會變化成許多種型式，如依路網特性不同區分成對稱(Symmetric)/非對稱路網；依路線數目多寡區分成單一路線與多路線(m-)TSP；考慮時間限制衍生的最大途程時間限制(Duration Constraints)TSP 與時窗限制(Time Windows)TSP；依目標函數不同區分成最大長度(Maximum Length)TSP 與最小成本(Minimum Cost)TSP。另外尚有依顧客需求隨機出現之特性，衍生之隨機旅行銷售員問題(Probabilistic TSP, PTSP)，由於本研究屬於 PTSP 範疇，故回顧此一問題有關研究如下。



a. 兩條事先排定路線，經過相同的需求點集合(10 個節點)



b. 當需求點 4、9、10 不需被服務時的行走路線

圖 2 PTSP 路線示意圖(Jaillet, 1985)

PTSP 是由 Jaillet 於 1985 年提出。Jaillet(1985)指出 PTSP 為考慮一行經  $n$  節點集合的途程問題中，其中各節點並非一定需要被服務，如何事先排定一條可以繞徑所有節點  $n$  的途程，以滿足當只有  $k$  節點 ( $0 \leq k \leq n$ ) 需要被服務時，仍依原規劃路線行駛，唯跳過不需被服務的需求點，依序服務需被服務的需求點，能最小化平均途程總行駛成本。簡單的示意圖如圖 2 所示。研究 PTSP 之文章相當多，其中 Bertsimas et al. (1990)及 Powell et al.(1995)回顧整理相關研究，並針對理論解、近似解、及問題複雜度深入探討；Gendreau et al.(1996)就歷往學者所做與 PTSP 相關研究整理列表，並比較其差異。求解方法之探討有 Laporte et al. (1994)提出 L-Shaped 方法正確求解 50 個節點以上的 PTSP，及 Bianchi et al.(2002)以隨機式蟻蟲拓荒法求解。國內針對 PTSP 的相關研究有劉佑興等(2005)以演化式演算法結合近似推估期望旅行時間求解 PTSP。

## 參、問題定義

本研究之問題為：單一運務員責任區中，有  $n$  位顧客（節點），但顧客（節點）的需求是隨一已知機率出現。我們希望事先設計出一條最適取件路線可以繞徑所有顧客點的途程，以滿足當只有  $k$  位顧客( $0 \leq k \leq n$ )有被服務的需求時，

仍依原規劃路線行駛，唯跳過不需被服務的需求點，依序服務有需求的  $k$  位顧客，能最小化期望總旅程時間超出總旅程時間限制（旅程失敗）之機率。

根據上述之問題描述，我們參考傳統 PTSP 的數學規劃模式(Laporte, Louveaux, and Mercure) 及 Dantzig et al.(1954)之 TSP 數學規劃模式，建構此最小化旅程失敗之機率隨機旅行銷售員問題模式(以下簡稱為 PTSP-DC)如下：

$$\underset{x}{Min} \quad \Pr\{T(x, \tau) > D\} \quad (1)$$

Subject to

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad (j = 1, \dots, n) \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \quad (i = 1, \dots, n) \quad (3)$$

$$\sum_{i,j \in S} x_{ij} \leq |S| - 1 \quad (S \subset V, 2 \leq |S| \leq n - 2) \quad (4)$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\} \quad (i, j = 1, \dots, n, i \neq j) \quad (5)$$

其中路網  $G = (V, E, C, \tau)$ ， $V$  為節點(node)的集合( $V = \{v_1, \dots, v_n\}$ )， $E$  為節線(arc)集合( $E = \{(v_i, v_j)\}$ )，而  $C = [c_{ij}]$  為一成本矩陣，表是由節點  $i$  到節點  $j$  的旅行時間； $\tau$  為需求集合， $\tau = (\tau_i)$  為 Bernouilli 隨機變數之向量，當  $\tau_i = 1$  時表示節點  $v_i$  需要被服務（機率值為  $p_i$ ）； $x_{ij}$  為決策變數，當  $x_{ij} = 1$  時，表示事先設計的途程(priori tour)使用節線( $v_i, v_j$ )，反之則  $x_{ij} = 0$ ， $x = (x_{ij})$  為事先設計的途程(priori tour)； $T(x, \tau)$  為各需求情況下實際總旅程時間長度；而  $D$  為一定值，代表總旅程時間限制。

目標式(1)表示最小化總旅程時間超出總旅程時間限制（旅程失敗）之機率；限制式(2)到(5)為一般求解 TSP 之限制式。限制式(2)及(3)限制每一節點僅能被經過一次；限制式(4)避免產生子迴路；限制式(5)為二元整數限制式。

## 肆、求解方法

由於此問題屬於 NP-hard 問題，因此本研究採用基因演算法(Genetic Algorithms)求解。基因演算法乃是取法於大自然的一種演算法，思想源於達爾文的「進化論」，主要模仿生物遺傳學中「物競天擇，適者生存」的自然演進。此法則是 Holland 於 1960 年代建立發展，他利用電腦程式模擬自然界生物經由複製(Reproduction)、交配(Crossover)、及突變(Mutation)產生新一代的演化過



程，用以解決最佳化問題。

GAs 有別於傳統演算法，它具有平行搜尋的能力，能夠同時針對解答空間中不同的區域進行搜尋，因此有更多的機會能夠跳脫空間中局部最佳解(Local optimum)的陷阱，進一步朝全域最佳解(Global optimum)逼近。相較於傳統演算法，GAs 主要的優點分述如後(Goldberg 及 Reeves)：

1. GAs 的運算，主要在參數集合經過編碼後的位元字串上，而非參數本身，因此求解搜尋時，不受參數連續性的限制。
2. GAs 考慮同時搜尋解答空間上的多個點，而非傳統的單點搜尋，故其可以快速獲得全域最佳解，同時避免落入局部最佳解之陷阱。
3. 運用 GAs 時，只需適應度函數資訊而不用藉助其它輔助資訊，故任何問題只要能明確的轉換成 GAs 形式，即可利用此演算法求出最佳解。
4. GAs 採用隨機的方式引導搜尋方向，而非明確的搜尋規則。

採用基因演算法搜尋可行解時，須計算每一搜尋可行解之目標值，因此先於下一小節說明近似目標函數值之計算，再說明基因演算法應用於此問題之演算機制及參數設定。

### 一、近似目標函數值計算

目標式旅程失敗之機率可依公式 (6) 計算，但須考慮  $2^n$  呈現與否的組合情況，當顧客數目相當大時，則無法在有限時間內列出所有的顧客需求情況，依公式 (6) 計算並不可行。因此須發展一在計算上可行之方法推估旅程失敗之機率。

$$\begin{aligned} \Pr\{T(x, \tau) > D\} &= \sum p(\tau) * I(x, \tau) \\ I(x, \tau) &= 1 \quad \text{if } T(x, \tau) > D \\ &= 0 \quad \text{otherwise} \end{aligned} \quad (6)$$

假使能推估  $T(x, \tau)$  之變異數 (variance)，即能推估近似之旅程失敗之機率。然而至今尚未有學者能推估  $T(x, \tau)$  之變異數，亦無學者探討  $T(x, \tau)$  之分佈。因此本研究以 Monte Carlo 模擬抽樣法推估旅程失敗之機率。其流程如下：

步驟 1：隨機產生  $m$  種顧客需求分佈情況。

步驟 2：計算  $m$  組取樣顧客需求分佈情況之實際旅行時間的平均值 ( $\mu_m$ ) 與變異數 ( $v_m$ )。並以此  $m$  組取樣顧客需求分佈情況之實際旅行時間的平均

值與變異數，近似  $T(x, \tau)$  之平均值與變異數。

其中  $m$  值的大小(取樣的多寡)影響  $v_m$  近似  $T(x, \tau)$  變異數之好壞甚巨，本研究以  $(1 - \alpha)\%$  信賴區間之相對誤差  $\delta$  推算  $m$ 。在系列的測試問題中，我們發現當可能發生之顧客需求情況總數較少時，需取樣本數佔可能發生之顧客需求情況總數之比例較大，推估之目標值與正確之目標值之誤差亦較大；隨可能發生之顧客需求情況總數漸增時，需取樣本數佔可能發生之顧客需求情況總數之比例漸減，推估之目標值與正確之目標值之誤差亦漸縮小。

## 二、基因演算法設計

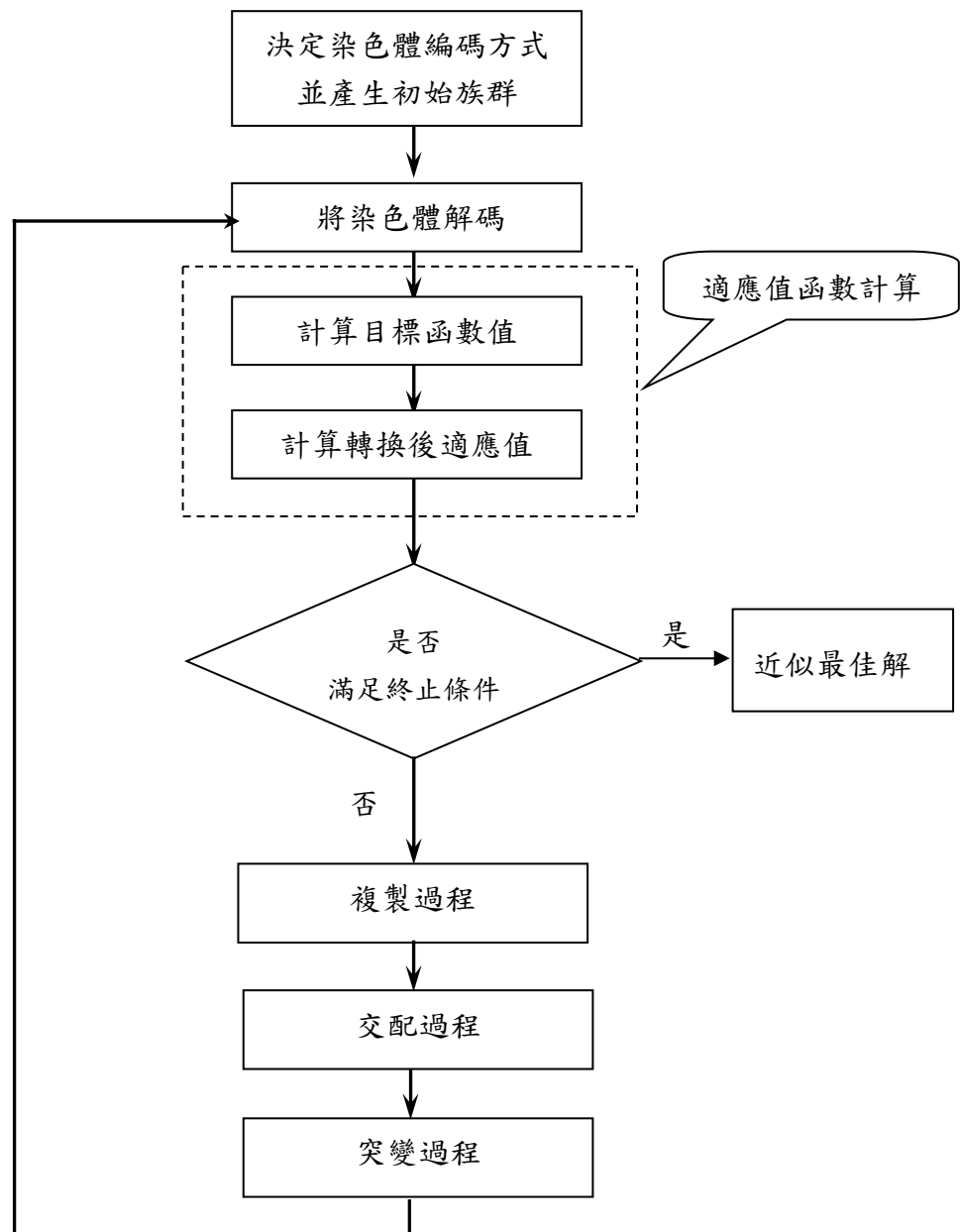


圖 3 基因演算法流程圖

詳細演算機制說明如下：

1. **編碼**：利用 GAs 求解問題前，必須先將問題的解進行編碼，常見的編碼方式有二元(Binary)編碼、整數編碼及實數(Real-number)編碼。二元編碼係指以一組 (0,1) 二進位數字表示染色體；整數編碼則直接以整數數字的排列來表示染色體，常用在順序型的組合問題中；實數編碼則直接以實數數字的排列來表示染色體。PTSP-DC 係探討運務員服務路線順序，故直接以節點編號進行基因編碼，如染色體 (1,8,4,7,9,6,3,2,10,5)表示運務員服務顧客節點的

順序，依序為顧客 1、顧客 8、顧客 4、顧客 7、顧客 9、顧客 6、顧客 3、顧客 2、顧客 10、顧客 5、最後再返回顧客 1。

2. **產生初始群體 (Initial population)**：初始群體係指第一代的染色體群體，代表問題的初始解，產生初始解的方式有兩種：一為隨機產生，另一種則是根據問題特性配合啟發式程序而產生。族群中所包含的染色體數目即是所謂的群體數目，根據 Grefenstette (1986) 文獻中指出群體數目的多寡對於演算的速度及求解效益具直接影響力。本研究之初始群體係以隨機方式產生，為避免初始解的好壞影響求解品質，本研究將 TSP 最佳解視為一優質的初始解，直接令其為初始群體中的第一條染色體；群體數目，則視求解問題大小決定，採用 20~50 組路線。
3. **定義適應度函數 (Fitness function)**：基因演算法之核心精神在於「適者生存」的觀念，亦即染色體越佳，其適應值就越高，且在演化過程中就越容易存活。為使得基因演算法能應用在各種不同的最佳化問題上，必須設計適當之適應度函數對映目標函數。對於最大化問題，一般是以目標式來做為適應度函數或者藉由函數的轉換來達成求取最大化的目的；而最小化問題，一般是以目標函數的倒數或者藉由函數的轉換來達成求取最小化的目的。PTSP-DC 為一最小化問題，其目標值為介於 0 與 1 之間的機率值，因此本研究將適應度函數定義為：染色體之適應度函數值等與目前群體中最大的目標函數值減去染色體之目標函數值。其意義為相對於目前群體中最差規劃路線之改善值。
4. **複製 (Reproduction)**：複製運算機制乃是應用自然界中「適者生存」的概念，旨在選擇族群中優質的染色體，使其得以保留並繁衍優良的後代；文獻中已開發之複製運算機制非常的多，一般常用有輪盤式與競爭式選擇兩種，本研究採輪盤式選擇(Roulette wheel selection)，其精神為母代中每一染色體被選中為複製染色體之機率，為其適應度函數值除以群體適應度函數值總和之比值，適應度函數值大之染色體被選中機率相對較大。
5. **交配 (Crossover)**：交配的過程主要是提供染色體中基因的交換的一種機制。主要的方式是將從母代複製的染色體，兩兩配對，並透過交配點的選擇進行基因之交換，產生新的子代，以創造出適應能力更強的子代。目前常用

順序型的組合問題之交配策略有順序交配(Order Crossover, OX)、部份相對交配(Partial Mapped Crossover, PMX)、選擇交配運算子(r-OPT Crossover)等；本研究使用的交配策略為部份相對交配法，其交配流程如下：部份相對交配法採用雙交配交換點界定基因交換對映之區域，以下例說明：

P1 76,543,12 01 5372614

P2 51,726,34 02 7154362

兩交配交換點界定基因交換對映為{5,7}互換，{4,2}互換及{3,6}互換。

**6. 突變 (Mutation)：**突變是為了避免在演算過程中落入局部最佳解，它雖然會破壞演化過程中染色體的穩定性，但卻能夠增加母體內的變異程度，以擴大問題的搜尋空間，進一步逼近全域最佳解；其運作機制是由一突變率 (Mutation rate) 所控制，一般而言在自然界中，基因突變率很低，約為百萬分之一，但在基因演算法求解時為增加變異多會提高此一機率，一般採染色體位元數之倒數。排序問題常使用的突變方式有前後突變法 (Last-well-be-First) 及互換突變法 (Swap mutation)。本研究採用互換突變法，其流程如下：先隨機選取二個突變點，再將所二個突變點代表的位元資訊互換。

**7. 終止條件(Termination criteria)：**以上由複製、交配與突變的機制構成了基因演算法主要的演化機能，經過世代交替的演算過程中，當符合終止條件時，即結束演算；常見幾個終止搜尋的條件的判斷法則如下：

- (1) 當演算世代數已達到預設的最大世代數；
- (2) 各世代所求的解已持續沒有改進，或其改變率未達一定值，達到收斂的情形；
- (3) 執行演算時間已達預設時間。

## 伍、求解品質

為了評估求解之品質，本研究依據 Jaillet 的文獻中八個需求點範例增加需求點設計三組測試題並挑選九家位於高雄市之郵局設計一組測試題，每個測試題之需求點數量及需求點需要被服務之機率不盡相同，如表 1 所示。對於這 4

個測試題，本研究分別以窮舉法及基因演算法求解，實驗結果顯示基因演算法搜尋之近似最佳解的解，與窮舉法解得最佳解差距相當小，如表 2 所示。因此，本研究的求解步驟應可以應用到更大的實例問題上。

表 1 測試例資料彙整

| 測試題         | 黑點數 | 白點數 | 白點需求發生機率 |
|-------------|-----|-----|----------|
| 測試題一        | 1   | 7   | 0.3      |
| 測試題二        | 1   | 8   | 0.3      |
| 測試題三        | 0   | 8   | 0.3      |
| 測試題四 (高雄郵局) | 1   | 8   | 0.3      |

表 2 測試例求解品質及求解時間比較

| 測試題         | 求解品質      |         |         | 求解時間      |        |
|-------------|-----------|---------|---------|-----------|--------|
|             | 基因演算法 (%) | 窮舉法 (%) | GAP (%) | 基因演算法 (秒) | 窮舉法(秒) |
| 測試題一        | 21.1      | 21.1    | 0       | 2         | 16     |
| 測試題二        | 27.7      | 27.7    | 0       | 2         | 254    |
| 測試題三        | 19.5      | 19.5    | 0       | 2         | 200    |
| 測試題四 (高雄郵局) | 1.0       | 1.0     | 0       | 10        | 250    |

\*求解時間為以測試電腦為 3.2 GHz Pentium 4 PC with 768 MB of memory

## 陸、實例求解

本研究的實例資料取自國內某一知名國際快遞業者，該公司目前的快遞服務網路，是依據地理位置、交通情況、顧客需求分佈與需求特性，將全省劃分成四大服務區域：大台北地區、北區、中區、南區，每個服務區再依照行政區域與地理特性(河川、橋樑、高速公路、重要道路)，劃分成數個服務中心(Service Center)，同時利用距離與路程時間來決定服務中心的服務範圍，整個服務區域範圍內，又細分成各個運務員責任區，本研究係以該公司大台北服務區中的 W 服務中心為主要研究對象，針對此一服務區域內編號 W07 的運務員責任區，設計最適運務員取件服務路線。

W07 責任區服務範圍如圖 4 所示，目前該責任區內總共有 28 個顧客點，各顧客點間的實際路網距離列於附表一中。另外，責任區內的每位顧客並非每天都有需求，故本研究依該公司一年 260 天(一週 5 天，共 52 週)的工作天為基

準，針對 W07 內各顧客的需求進行統計，以計算出每位顧客產生需求的機率值，如表 3 所示。

表 3 各顧客點需求發生機率

| 顧客編號 | 出現機率 | 顧客編號 | 出現機率 | 顧客編號 | 出現機率 | 顧客編號 | 出現機率 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1    | 0.09 | 8    | 0.39 | 15   | 0.61 | 22   | 0.26 |
| 2    | 1.00 | 9    | 0.70 | 16   | 0.26 | 23   | 0.22 |
| 3    | 0.30 | 10   | 0.35 | 17   | 0.04 | 24   | 0.78 |
| 4    | 0.35 | 11   | 0.39 | 18   | 0.39 | 25   | 0.04 |
| 5    | 0.30 | 12   | 0.87 | 19   | 0.04 | 26   | 0.83 |
| 6    | 1.00 | 13   | 0.48 | 20   | 0.09 | 27   | 0.22 |
| 7    | 0.61 | 14   | 0.04 | 21   | 0.17 | 28   | 0.09 |

表 4 GAs 求解實例之相關參數設定

| 參數名稱 | 參數值 | 參數名稱    | 參數值          |
|------|-----|---------|--------------|
| 群體大小 | 40  | 字串長度    | 28           |
| 執行世代 | 700 | 顧客需求情況  | 1000         |
| 突變機率 | 0.2 | 總旅行時間限制 | 9000m/3.5hrs |

首先，將整個求解運算中，所有的參數設定作一說明，如表 4 所示，其中群體大小、執行世代、突變機率及字串長度為一般進行 GAs 演算時的參數設定；而顧客需求情況抽樣數及總旅行時間限制，則是本研究建構之 PTSP-DC 重要的參數設定。顧客需求情況抽樣數，由第 4.1 節中所介紹的抽樣模擬方式決定，但在模擬的時間成本許可下，本研究採用稍為較大的抽樣數 1000，期望能求得更佳的最適解；總旅行時間限制一值，為 3.5 小時，根據實際資料計算總時間限制內，可旅行的總長度，約為 9,000 公尺。

表 5 實例求解結果比較

| 求解問題    | 旅行順序                                                                       | 期望旅行時間    | 超出機率 (%) |
|---------|----------------------------------------------------------------------------|-----------|----------|
| PTSP-DC | 28-20-18-1-11-12-6-13-5-23-22-14-15-27-19-4-3-25-24-17-26-7-9-8-16-2-10-21 | 8100.5493 | 16.0     |
| PTSP    | 28-20-18-1-11-12-22-13-15-14-6-23-5-27-19-4-3-25-24-17-26-7-9-8-16-2-10-21 | 8029.5915 | 17.4     |
| TSP     | 28-20-18-1-11-12-19-15-5-23-22-14-13-27-6-4-3-25-24-17-26-7-9-8-16-2-10-21 | 8138.2676 | 18.8     |

經由上述各步驟的演算，其求解結果列於表 5 中。如表 5 所示，雖然 PTSP

所規劃取件路線的平均旅行距離最短，但本研究建構的 PTSP-DC 模式，所規劃取件路線，其超出總取件時間限制的機率為 16.0%，相較於 PTSP 的 17.4% 來的低；正意謂著本研究提出的路線設計模式，有助於提昇運務員的取件效率，使運務員在常規的取件作業下，能及時返回服務中心機率較高，擔誤截止收件後到班機起飛前的各項作業時間機率較低，如此較能履行國際快遞業者提供顧客「延後收件」及「提早送達」的服務承諾。此外雖然有研究指出，TSP 最佳解在某些情況下，也會是 PTSP 的最佳解，但就本研究求解結果顯示若將 TSP 最佳解視為一規劃取件路線時，其取件路線的平均旅行距離及旅程失敗的機率均較 PTSP 及 PTSP-DC 模式所規劃取件路線高。

## 柒、結論與建議

本研究係探討現行快遞業採用運務員個人責任區域劃分制的情況下，當面臨責任區內顧客需求不確定時，如何規劃最適取件路線，使運務員在限定時間內得以完成取件作業並返回服務中心機率最大。經由前面各章節的探討，茲將本研究之結論歸納如下：明確定義出具旅行時間限制之運務員隨機旅行路線問題，並驗證此一模式之目標函數，確實不同於傳統的隨機旅行銷售員問題 (PTSP)；本研究所建構的 PTSP-DC 模式，對國際快遞業者追求時效性服務的目標而言，更能符合實際情況；隨機旅行銷售員問題本屬 NP-Hard 問題，而本研究以基因演算法做為可行解的搜尋法則，透過其強大的平行搜尋能力，能在合理的時間內求出一近似最佳解之可行解。

本研究雖然針對運務員隨機旅行問題求解出最佳近似解，但整個研究仍有不足之處，在此提出一些建議以供後續研究參考。本研究模式係以運務員服務水準為主要考量，故所建構之模式固然得以改善運務員的取件效率，提高顧客滿意度，但其平均的取件路線距離較長，相對而言服務成本也提高，因此，未來可針對服務水準與服務成本兩者間的權衡加以考量，做進一步的研究。研究實例求解的範圍，僅針對單一運務員責任區，未來可擴大至整個外部服務網路，進行每一個責任區的路線規劃，甚至朝運務員個人責任區劃分的課題進行研究。本研究採用近似目標值的模擬方式，來推論顧客需求分佈的情況，其所求得的解，在某些情況下，仍然會產生誤差，後續研究可針對此一部份進行深入探討。至今尚未有學者能推估 PTSP 期望總旅總旅程時間之變異數，亦無學者探討其之分佈，後續研究可針對此一部份進行深入探討。



## 參考文獻

- 林正章(1999)，「貨物運輸網路研究之回顧與展望」，運輸網路分析，五南圖書出版公司，2，35-65。
- 邱佩諄(1991)，「快遞運務員動態調派模擬分析」，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文。
- 趙庭賢(2002)，「快遞業之複數型限時收件路徑規劃」，東吳大學商用數學系碩士論文。
- 韓復華、卓裕仁(1999)，「網路節點服務 TSP 與 VRP 問題回顧」，運輸網路分析，五南圖書出版公司。8，201-223。
- 韓復華、楊智凱 (1996)，「門檻接受法在 TSP 問題上之應用」，運輸計劃季刊，25(2)，163-188。
- 徐為元(2000)，「複合式自我學習之基因演算法應用於旅行推銷員問題」，國立台灣大學資訊工程學研究所碩士論文。
- 劉佑興、周榮昌、王正傑、馬凱賢 (2005)，”結合近似估算之演化式演算法求解機率旅行推銷員問題”，中華民國運輸學會第 20 屆論文研討會。1657-1664。
- Bellmore, M., and Nemhauser, G.L. (1968), “The Traveling Salesman Problem: A Survey”, *Operations Research*, 16(3), 538-558.
- Bertsimas, D.J., Jaillet, P. and Odoni, A.R. (1990), “A Priori Optimization”, *Operations Research*, 38(6), 1019-1033.
- Bianchi, L., Gambardella, L. M. and Dorigo, M. (2002), “Solving the Homogeneous Probabilistic Traveling Salesman Problem by the ACO Metaheuristic”, *Ant Colonies to Artificial Ants: Third International Workshop on Ant Algorithms*, 2463 of Lecture Notes in Computer Science, 176-187.
- Bodin, L., Golden, B., Assad, A. and Ball M. (1983), “Routing and Scheduling of Vehicle and Crews”, *The state of the art, Computers and Operations Research*, 10(2), 63-211.
- Colin R. Reeves (1995), *Modern heuristic Techniques for combinatorial problems*, McGRAW-HILL, London.
- Dantzig, G.B., Fulkerson, D.R. and Johnson S.M. (1954), “Solution of a large-scale Traveling Salesman problem”, *Operations Research*, 2(4), 393-410.

- Flood, M. (1956), "The Traveling Salesman Problem", *Operations Research*, 4, 61-75.
- Gendreau, M., Laporte G. and Seguin, R. (1996), "Invited Review: Stochastic Vehicle Routing", *European Journal of Operational Research*, 88, 3-12.
- Goldberg D. E., (1989), *Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning*, Reading, Mass Addison-Wesley Pub.
- Holland, J.H. (1975), "Adaptation in Neural and Artificial Systems", Ann Arbor, MI: Univ. Michigan Press.
- Jaillet, P. (1988), "A Priori Solution of a Traveling Salesman Problem in which a Random Subset of The Customers Are Visited", *Operations Research*, 36(6), 929-936.
- Karp, R. (1972), "Reducibility among Combinatorial Problems, Complexity of Computer Computations", *Plenum Press*, 85-104.
- Laporte, G. (1992), "The Traveling Salesman Problem: An Overview of Exact and Approximate Algorithms", *European Journal of Operational Research*, 59, 231-247.
- Laporte, G., Louveaux, F.V. and Mercure, H. (1994), "A Priori Optimization of the Probabilistic Traveling Salesman Problem", *Operations Research*, 42(3), 543-549.
- Powell, W., Jaillet, P. and Odoni, A. (1995), Stochastic and Dynamic Networks and Routing, Chapter 3 in Ball, M. Magnanti, T. Monma, C. and Nemhauser, G. (eds.) *Network Routing, Handbooks in Operations Research and Management Science* 8, 141-295.

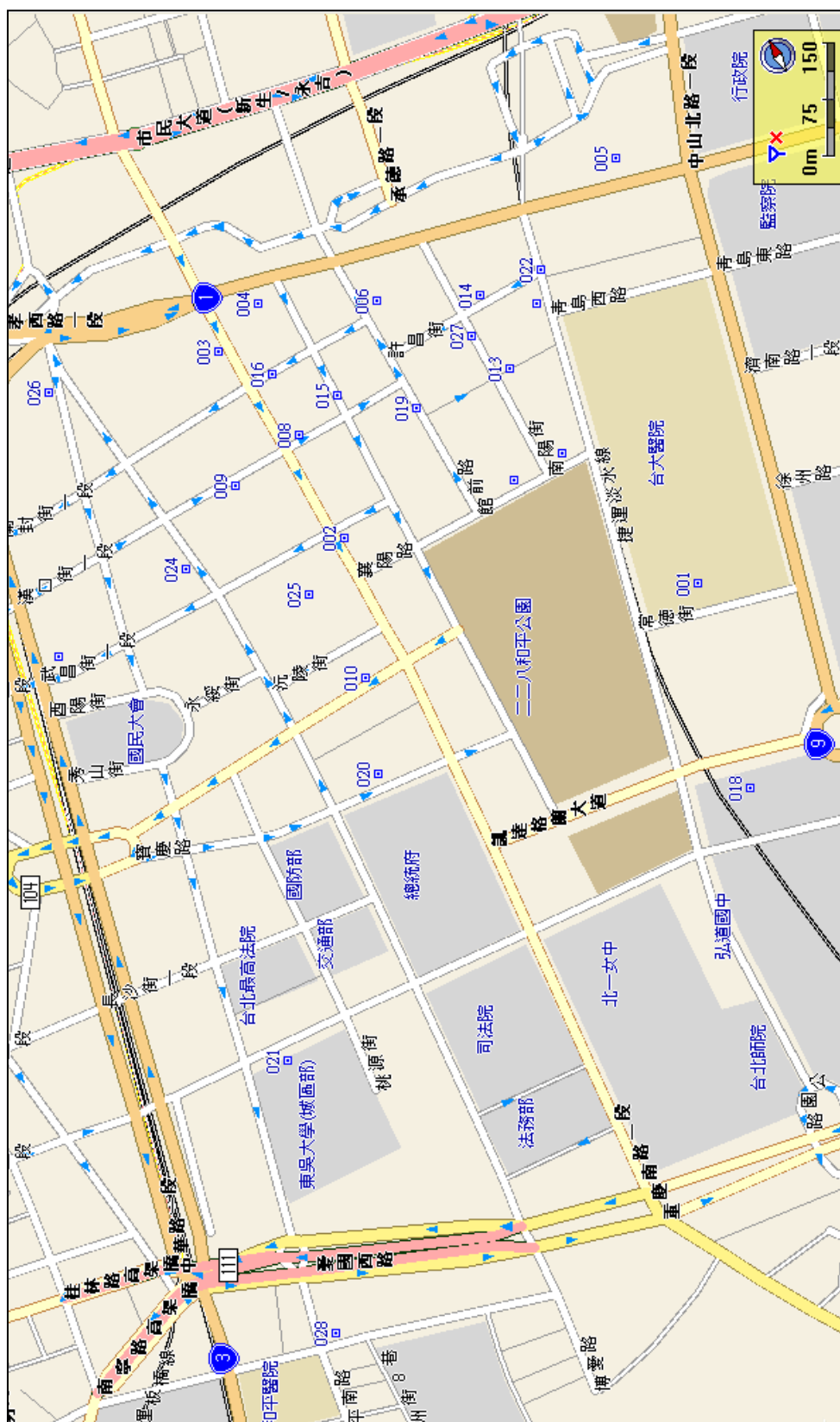


圖 4 W07 責任區之服務範圍

# Route Design of International Express Couriers

Jenn-Rong Lin

Kuo-Chung Shang

Chiu-Kan Kuo

## ABSTRACT

For the international express service industry, it is very important to deliver goods or provide services efficiently. The efficiency of pick-up service is mainly influenced by the courier route design. The presence of uncertain customer demands creates the need to design a priori tour instead of finding an optimal tour everyday. We formulate and analyze a probabilistic traveling salesman problem (PTSP) with route length restrictions. The classical PTSP is defined as a problem of finding a prior tour of expected minimum length, with the strategy of visiting a random set of customers in the same order as they appear in the prior tour. Instead of finding a prior tour of expected minimum length as the classical PTSP does, we wish to find a prior tour of minimum probability of that the route length exceeds a given threshold. An evolution heuristic solution method is developed to find a near-optimal solution. The approximation of objective function is estimated by means of Monte Carlo sampling. In test problems for which exact solutions created by enumeration are available, the heuristic solution produces good solutions. The computation procedure appears to hold substantial promise for effective solution of practical applications.

**Keywords:** International express service, Probabilistic traveling salesman problem, Route duration restrictions; Genetic Algorithms; simulation

# 台灣地區國際物流中心安全氣候與安全績效關聯性之研究\*

林曉雯<sup>1</sup>      桑國忠<sup>2</sup>      呂錦山<sup>3</sup>

## 摘要

本研究採用問卷調查法，針對台灣地區三家共190位國際物流中心從業人員為調查對象，在探討其安全氣候與安全績效之關聯性。經由因素分析，本研究共可萃取出五個安全氣候因素，分別為主管對安全的認知、安全訓練的認知、工作伙伴對安全的認知、安全管理認知、安全態度對風險績效之影響。而安全績效則萃取出二個構面，分別為風險績效及意外績效。經由迴歸分析僅得到工作伙伴安全認知會與風險績效成負向的關係。結果建議提高工作伙伴安全認知能降低傷害與意外。

**關鍵詞：** 安全氣候、安全績效、國際物流中心

## 壹、緒言

近年來國內經濟情勢遭受愈來愈多的內外環境變數的衝擊，諸如兩岸加入世貿組織、油價上漲、台商大陸業務發展的成長、國際恐怖主義的盛行、及亞太各國積極發展經濟與運籌基礎環境建設，促使台灣政府與企業無不絞盡心思，構思因應之道。國內企業開始引進供應鏈管理的觀念與模式，期望在企業發展上，可以結合供應鏈上下游關鍵成員的力量，共同建構更強大的競爭力，以降低經營管理上的成本及風險。在如此的產業趨勢下，製造業、零售業與貿易商便開始將運籌活動委外，交由第三方物流公司（Third party logistics, 3PL）來執行與管理，以便將重要的資源投入在公司的核心競爭力上，而其中最具有代表性的產業之一便是國際物流中心。

---

\*本研究承蒙行政院國家科學委員會獎助(NSC 97-2415-H-019-009-SSS)，特此致謝。並已於長榮大學舉辦之 2010 年海空運論文研討會中發表，但並未收錄於其論文集集中。

<sup>1</sup>國立政治大學企業管理研究所博士生(E-mail: 96355506@nccu.edu.tw)

<sup>2</sup>國立台灣海洋大學運輸科學系(所)副教授(E-mail: gordon@mail.ntou.edu.tw)

<sup>3</sup>國立成功大學交通管理科學系(所)副教授(E-mail: lucas@mail.ncku.edu.tw)

目前政府規劃之海關監管國際物流中心是為配合亞太營運中心政策之一環，為配合國際化及爭取亞太轉運中心之競爭力，國際物流中心必須達到電腦軟體、資訊管理及進儲配銷服務之國際化水平；如果只是為了國內配銷之進儲轉送，則以成立保稅倉庫經營即可。國際物流中心主要提供的服務包括國際海空運輸安排、報關、保稅、提貨、理貨、入庫、庫存管理、訂單處理、檢貨、裝箱、物流加工、JIT及時配送和退貨的逆物流處理等「一站式」及「客制化」的整合型物流服務，在全球供應鏈管理中扮演一個重要的角色。

然而在整個國際物流中心處理相關貨品的過程中，除了將貨物準時送達目的地之外，貨物的安全性亦是託運人及收貨人最關注的焦點。當託運人將貨物交國際物流中心處理時，所有現場的理貨作業人員即為維護貨物安全最重要的把關者，然因在整個貨物的作業過程中又需要各種不同的機具設備來輔助作業，如作業人員操作機具不當或溝通不良時，隨時都可能導致貨物損害、或甚至造成人員傷亡等。

根據民國 95 年行政院勞委會(2007)的勞動檢查年報中有關之職業災害統計數據顯示，就已結案之失能傷害次數而言，運輸、倉儲及通信產業職災發生的比率位居所有產業的第二名，約佔 11%，僅次於製造業的 60%，但遠高於第三名之批發零售業的 5%。而運輸、倉儲業與通信業發生職災的媒介物以裝卸搬運機械(含起重機械、動力搬運機械與交通工具)發生次數為最高，共有 485 人次。

由此可知，運輸、倉儲及通信產業是個意外事故發生率頗高的場所，對同屬本產業的國際物流中心經營業來講，更需要去避免任何意外事故的發生，若因人為疏失而造成任何意外事故發生，不論是發生在人或是貨物上，對該國際物流中心整體營運及信譽都將有一定程度的影響。

有鑑於此，本研究將針對台灣地區國際物流中心，以人為疏失為重點的安全氣候來研究，企圖了解國際物流中心的安全氣候的構面有那些，並試圖了解這些構面與安全績效之關係，期望藉由研究之結果對國際物流中心提出安全管理的相關建議，供業者或政府做為制定政策的參考。

根據前述之研究背景與動機，本研究目的分述如下：

- 一、分析國際物流中心安全氣候及安全績效重要之構面。
- 二、試建立一模式，探討國際物流中心安全氣候與安全績效之關係。
- 三、根據研究結果，提出國際物流中心安全管理決策上之建議。

## 貳、文獻回顧與假設

### 一、安全氣候

最近十年間，安全文化與安全氣候的相關研究已漸漸在討論安全或意外的文獻中扮演一個重要的角色 (Diaz and Cabrera, 1997)。安全氣候就是「..員工對分享安全認知的總和」，能夠影響公司安全的行為 (Zohar, 1980: 96)。安全氣候也是「...個人對工作環境安全的價值的描述」(Neal et al., 2000: 100)。雖然研究者常常將「安全氣候」與「安全文化」兩個專有名詞交替來使用，但一般而言，「安全文化」的領域較「安全氣候」來的大 (Neal and Griffin, 2002)，且「知覺 (perceptions) 是較與安全氣候連結，而態度 (attitudes ) 是視為文化的一部份」(Guldenmund, 2000: 229)。此外，「傳統上研究文化比較採用質性研究的方法；而氣候的研究則較採用量化研究的方式」(Håvold, 2000: 81)。本研究焦點放在國際物流中心現場作業人員的對工作環境的「知覺」，且採用「定量」的研究方法，因此，本研究將以安全氣候做為主要的研究名稱。

雖然有些研究者企圖去找出一致的安全氣候因素，但由於研究的國家及產業不同，因此會有不同的國家文化及產業特性(Cox and Flin, 1998; Glendon and Litherland, 2001; Guldenmund, 2000, Merritt and Helmreich, 1998)，即使構面相同，也可能因為研究者的命名或解釋的不同，而有者不同的構面存在(Flin, et al., 2000; Guldenmund, 2000; Zohar, 2002)。也造成研究者對於安全氣候的構面並沒有一定的答案存在 (Flin et al., 2000; Coyle et al., 1995; Neal and Griffin, 2002; Mearns et al., 2003)。如 Zohar (1980) 針對以色列工業組織的勞工從事安全氣候之研究，使用因素分析方法萃取出 8 個安全氣候構面如安全訓練方案之重要性、管理階層安全態度、安全行為對升遷的影響、工作場所風險水準、要求工作場所安全的效果、安全人員之地位、安全行為對社會地位的影響、及安全委員會之地位。Cohen and Cleveland (1983) 認為管理者的承諾是安全氣候研究中最主要的因素。而 Flin et al. (2000) and Marsh et al. (1995) 在其研究中也認同這樣的說法。Hayes et al. (1998) 評估員工對安全的知覺得到五個因素包括工作安全、同事安全、督導安全、管理安全實務及安全規範等。

國內在交通運輸領域也有許多以安全氣候當作主要的研究主題，如曹湘雲 (2007) 針對航空公司(國泰與華航)運務人員來探討安全氣候及安全績效間的關係，結果顯示安全氣候包括管理價值、安全相關教育與訓練、安全溝通與安全系

統。盧競嫻(2007) 則從航空公司空服員的角度來探討安全氣候，結果顯示安全氣候包括、主管對企業資源管理(CRM)的支持、主管對飛安的支持、對未來飛安的看法、標準作業程序、資訊傳遞與訓練。林蘭雀(2003) 則針對高雄港貨櫃碼頭裝卸從業人員的角度來觀察安全氣候，結果顯示安全氣候包括安全管理、個人對安全態度與風險知覺等構面。

## 二、安全績效

績效的衡量對研究者而言，常常是個挑戰，因為組織有多重且常是衝突的目標。績效一般可區分為結果導向的績效 (outcome-based performance) 與行為導向的績效 (behaviour-based performance) (Haytko, 1994)。結果導向的績效常被使用在實證研究上，但因僅能衡量過去的成功或失敗，且不能解釋為何此結果發生及未來要如何去做，因此常被學者批評(Haytko, 1994; Spriggs, 1994)。然而，行為導向的績效指標可提供一些補充的資訊(Roger et al., 1996; Stank and Lackey, 1997)，因而，學者推薦在績效衡量上，採用兩種混合的績效指標較為合適 (Haytko, 1994)。

績效從其測量方式而言，又可分為硬式(客觀)的績效與軟式(知覺或回應)的績效 (Dalton et al., 1980; Chow et al., 1994; Maltz, A. and Maltz, E., 1998)。硬式績效包含原始的財務統計、成本統計、佣金等；而軟式績效包括組織主管的評估及自我知覺相對於其競爭對手等質性的衡量。雖然軟性指標不像硬性指標一樣客觀、易於量化，但是其重要性，不小於財務性指標。尤其是這些軟性績效指標深深影響著組織長期營運的優劣、關係著企業是否能永續發展與經營；因此軟性指標對組織有其重要性。

就安全領域的研究，評估安全績效是一個不容易的任務。傳統的安全績效測量常從意外或傷害的實際資料 (硬式績效) 來著手 (Glendon and McKenna, 1995)，但卻有「...敏感度不夠、質疑其正確性、已過時的與忽視風險暴露問題」(Glendon and Litherland, 2001: 161)。此外，Arezes and Miguel (2003:22) 提出採用實際安全績效當作測量指標的問題，「...即使測量安全績效的結果為較低的意外發生率，也無法保證所有的風險已被控制」。因此，許多學者推薦知覺性的測量較意外或傷害實際資料較能反應出個人的風險知覺 (Neal et al. 2000; Lu and Shang, 2005)，本研究將以知覺性的測量(軟式指標)來做為主要的安全績效測量方



式。

### 三、安全氣候與安全績效之關係

許多先前的研究已經證實了安全氣候會正向的影響安全績效在不同的個人、群體或組織層級中，如 Smith et al. (1978)認為有安全概念的員工與安全承諾會與產生較低的意外率；Guastello and Guastello (1988)與 Harrell (1990) 則提出若員工認為他們的工作是安全的則較認為工作是危險的員工傾向會有較少的意外發生的概念；Tomás et al. (1992)認為工作者的態度、同事反應、安全行為、危險及督導安全與安全的行為有關。Smith et al. (1978) 則提出重視安全的員工、安全承諾及安全的訓練常會導致較低的意外發生率。Hayes et al. (1998) 發現督導安全與管理安全實務最能預測工作滿足，而同事安全和督導安全與員工的安全行為有關。Lu and Shang (2005) 從貨櫃碼頭作業人員的角度來評估安全氣候，結果顯示安全訓練及安全管理群的碼頭人員會有較好的安全績效；Varonen and Mattila (2000) 證實了公司若有較正面的安全氣候則相對的會產生較低的意外發生率；Siu et al. (2004) 採用 SEM 來評估安全氣候、心理壓力與安全績效間的關係，結果認定安全態度與職業傷害有正向的影響關係存在。Huang et al. (2007) 證實了安全氣候能預測個人的工作傷害風險。

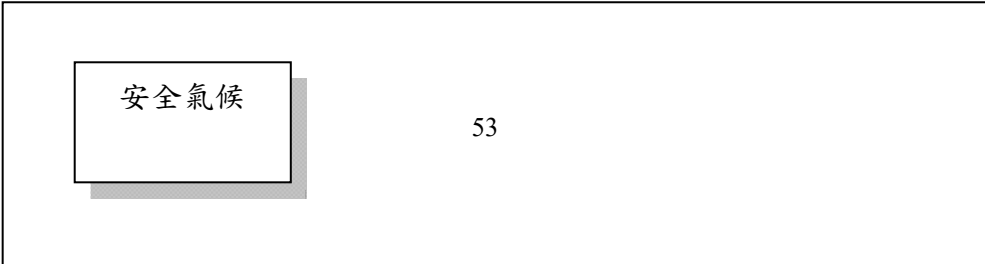
就以上研究結論所述，安全氣候均與安全績效有正向的影響關係。因此，提出以下的假設：

**H1：台灣地區國際物流中心的安全氣候會正向的影響安全績效。**

## 參、研究方法

### 一、研究架構

本研究根據先前研究目的與所回顧相關文獻，來建立概念性的架構圖(如圖1)。首先根據文獻與業者訪談後的問項，提出安全氣候及安全績效的構面，並探究其彼此間的關係。並且依國際物流中心背景變項(員工特性、組織特性)探討對此安全氣候構面是否有顯著差異，以瞭解國際物流中心作業安全氣候型態與安全績效的成效情形。

A conceptual framework diagram showing a box labeled '安全氣候' (Safety Climate) on the left, with a shaded rectangular area extending to the right, indicating a relationship or flow towards the next concept in the framework.

安全氣候

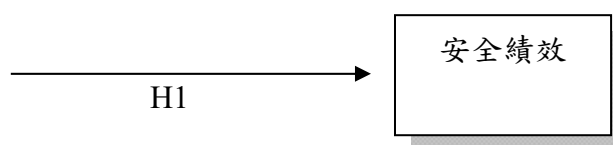


圖 1 本研究概念性架構圖

## 二、研究變項之操作性定義及構面

本研究所探討的構面分別為安全氣候與安全績效等二大構面，參考以往文獻資料，並配合本研究之需要而決定以下各構面因素之衡量變數與操作性定義，為使意義明確，茲將各變項之定義及構面分述如下：

1. **安全氣候**：本研究將以國際物流中心現場從業人員對於組織內部安全管理、個人對安全態度與風險知覺等相關構面來衡量安全氣候。其中所謂的安全管理是指公司上層主管透過各種管道或方式，表達其對員工工作安全支持與關心的程度；風險知覺即是員工本身對其所從事的工作性質與工作場所安全性的感受與看法；安全態度則是員工對工作安全所抱持之想法與行為表現。
2. **安全績效**：所謂安全績效乃是指「組織安全管理系統在安全運作上的整體表現」(吳聰智, 2001)。藉由對安全績效的評估與衡量，可促使公司改善組織安全績效表現不佳之處，增強員工工作安全水準，進而提升公司營運績效。故本研究擬以安全績效構面探討其與組織安全氣候之關係，藉由填答者對其所服務公司之安全氣候的同意程度與安全績效表現成果的優劣，瞭解目前國際物流中心現場作業工作安全方面的運作情形。

## 三、問卷與抽樣設計

本節將檢視問卷設計之方式，依據這些標準作為本研究問卷設計之準則，此外，並也針對調查樣本抽樣與選取加以討論。

本研究主要採用問卷調查來從事資料蒐集，資料蒐集的方法有許多種，舉例來說深入訪談、郵寄問卷及觀察法等(Babbie, 1998)。然而，並沒有一種最好的蒐集資料的方法存在；每一種方法均有它的優缺點，必需視研究的目的而定(Brenner et al., 1985; Hussey, J. and Hussey, R., 1997; Saunders et al., 2000)。本計畫資料的蒐集則以量化的問卷調查法為主，並輔以質化的深入訪談法。問卷的形成是以深入的文獻回顧，整理出主要的問卷題項，再輔以國際物流中心業界的意見，以反應台灣目前對國際物流中心安全氣候的現況。

在問卷問項設計方面，主要依據 Hayes et al., 1998、Flin et al., 2000、Mearns et al., 2003、Dedobbeleer & Beland(1991)、Williamson et al. (1997)及 Lu and Shang (2005) 等人之文獻，將安全氣候以 45 個問項來予以衡量，對於安全績效構面方面，基於若單以事故率作為安全績效衡量準則有失偏頗情況，決定以 20 個安全績效相關問項予以衡量。

#### 四、樣本回收狀況與樣本結構分析

##### 1.樣本回收狀況：

研究問卷經過數位國際物流中心現場作業督導或課長修正後，開始進行問卷發放及管理程序，分別將問卷交給三家國際物流中心之聯絡人，再由他們去做問卷發放及回收的動作。問卷發放時間 98 年 8 月 20 日 5 起至 9 月 10 止，共寄發 190 份問卷，最後總共回收 156 份，其中無效問卷為 16 份。在回收率方面，有效回收率為 73.68%（140/190），其問卷回收概況如表 1 所示。由於問項 E 部份為反項題，故再進行分析之前已先進行調整，反轉其反向的因素。

表 1 問卷回收概況

| 國際物流中心 | 發放問卷<br>(1) | 回收問卷<br>(2) | 無效樣本<br>(3) | 有效樣本<br>(7)=(5)-(6) | 有效回收率<br>(8)=(7)/(5) |
|--------|-------------|-------------|-------------|---------------------|----------------------|
| A      | 60          | 45          | 5           | 40                  | 66.67%               |
| B      | 100         | 90          | 8           | 82                  | 82.00%               |
| C      | 30          | 21          | 3           | 18                  | 60.00%               |
| 總份數    | 190         | 156         | 16          | 140                 | 73.68%               |

##### 2.樣本結構分析：

以樣本基本資料之次數與比重分析(如表2) 我們可以得知受測者，以30-39歲者居多，工作職位為現場工作人員較多，佔了46.4%，在教育程度方面以大學(專)以上居多，佔77.1%；在公司服務年資方面，5年內最多佔42.9%；在公司一年內參與安全教育訓練的次數以1-2次最多，佔54.3%；約有27.8%因公受傷最多。另外在庫區內作業環境中最容易發生的災害風險前二名為被撞及物體飛落。

表 2 樣本結構次數分配表

| 基本資料              |          | 次數/人數 | 百分比  |
|-------------------|----------|-------|------|
| 年齡                | 30歲以下    | 37    | 26.4 |
|                   | 30-39歲   | 64    | 45.7 |
|                   | 40-49歲   | 25    | 17.9 |
|                   | 50-59歲   | 14    | 10.0 |
| 職稱                | 非現場人員    | 47    | 33.6 |
|                   | 現場督導     | 28    | 20.0 |
|                   | 現場工作員    | 64    | 46.4 |
| 教育程度              | 高中職      | 28    | 20.0 |
|                   | 大學（含專科）  | 108   | 77.1 |
|                   | 研究所以上    | 4     | 2.9  |
| 目前公司服務年資          | 5 年以內    | 60    | 42.9 |
|                   | 6~10 年   | 50    | 35.7 |
|                   | 11~15 年  | 17    | 12.1 |
|                   | 16~20 年  | 11    | 7.9  |
|                   | 20 年以上   | 2     | 1.4  |
| 過去一年參加教育<br>與訓練次數 | 未曾       | 8     | 5.7  |
|                   | 1 次~2 次  | 76    | 54.3 |
|                   | 3 次~5 次  | 39    | 27.9 |
|                   | 6 次~10 次 | 13    | 9.3  |
|                   | 10 次以上   | 4     | 2.9  |

表 2 樣本結構次數分配表 (續)

| 基本資料                                     |          | 次數/人數 | 百分比  |
|------------------------------------------|----------|-------|------|
| 過去一年參加教育<br>與訓練次數                        | 未曾       | 8     | 5.7  |
|                                          | 1 次~2 次  | 76    | 54.3 |
|                                          | 3 次~5 次  | 39    | 27.9 |
|                                          | 6 次~10 次 | 13    | 9.3  |
|                                          | 10 次以上   | 4     | 2.9  |
| 因工作出事/受傷<br>次數                           | 未曾       | 101   | 72.1 |
|                                          | 1次~2次    | 31    | 22.1 |
|                                          | 3次~5次    | 8     | 5.7  |
| 公司名稱                                     | A        | 40    | 28.6 |
|                                          | B        | 82    | 58.6 |
|                                          | C        | 18    | 12.9 |
| 場區內作業環境容<br>易發生那些職災<br>(複選題，限選三項<br>/每人) | 墜落       | 48    | —    |
|                                          | 被撞       | 89    | —    |
|                                          | 跌倒       | 47    | —    |
|                                          | 物體飛落     | 82    | —    |
|                                          | 物體倒塌     | 63    | —    |
|                                          | 被夾       | 58    | —    |
|                                          | 觸電       | 6     | —    |
|                                          | 高溫有害物體   | 23    | —    |
|                                          | 火災       | 11    | —    |
|                                          | 其他       | 1     | —    |

## 肆、研究結果與分析

### 一、安全氣候因素分析及信度分析

本節針對國際物流中心對安全氣候所認同程度進行因素分析，從 45 個問項中萃取重要獨立因素，再對因素命名，加以分析。因素萃取與評估適合度之萃取方法是以主成份分析法(Principal Components Analysis)，萃取標準是採特徵值(Eigenvalue)大於 1 以上，選取因素負荷量的標準是以回收樣本數決定，Hair et al (2006)所建議的因素負荷量，採因素負荷量 0.5 以上。而因素轉軸是採用最大變

異法(Varimax)。再根據每一項萃取的因素做整體構面的命名，Hair, et al.(2006)認為，命名可以用負荷值越高的做為重要考量，而命名的結果也會對整個因素更具影響力。本研究對於安全氣候的 33 項構面中，其結果有 31 個因素負荷量值大於 0.5 以上；特徵值皆大於 1 以上，總累積變異量為 71.73%，分析結果如表 3。

表3 安全氣候因素分析表

| 安全氣候                                     | 因素一          | 因素二          | 因素三          | 因素四          | 因素五          |
|------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| A6 我的主管會與員工討論日常的作業安全問題                   | <b>0.801</b> | 0.134        | 0.351        | -0.025       | 0.126        |
| A7 我的主管會提供員工有關在現場工作安全的規定                 | <b>0.749</b> | 0.166        | 0.227        | -0.088       | 0.250        |
| A5 我的主管會參與員工安全目標的設定                      | <b>0.746</b> | 0.272        | 0.361        | -0.106       | 0.139        |
| A2 我的主管會關注員工的安全                          | <b>0.744</b> | 0.165        | 0.020        | -0.123       | 0.375        |
| A4 我的主管會稱讚員工的安全行為                        | <b>0.742</b> | 0.123        | 0.400        | -0.075       | 0.213        |
| A3 我的主管會督促員工遵守安全工作守則                     | <b>0.731</b> | 0.115        | -0.050       | -0.181       | 0.357        |
| C3 我的工作夥伴很重視工作安全                         | 0.176        | <b>0.872</b> | 0.197        | -0.169       | 0.098        |
| C2 我的工作夥伴會保持工作場所的安全                      | 0.149        | <b>0.859</b> | 0.113        | -0.081       | 0.188        |
| C5 我的工作夥伴會注意他人的安全                        | 0.090        | <b>0.844</b> | 0.167        | -0.197       | 0.232        |
| C1 我的工作夥伴會鼓勵他人遵守安全工作守則                   | 0.243        | <b>0.833</b> | 0.172        | -0.060       | 0.023        |
| C4 我的工作夥伴會遵守公司的安全規則                      | 0.112        | <b>0.798</b> | 0.199        | -0.198       | 0.238        |
| D5 我的公司會提供良好的安全設備                        | 0.141        | 0.211        | <b>0.828</b> | -0.106       | 0.238        |
| D6 我的公司會提供足夠的安全設備                        | 0.055        | 0.136        | <b>0.805</b> | -0.226       | 0.272        |
| D8 我的公司會儘速回覆安全相關問題                       | 0.281        | 0.108        | <b>0.805</b> | -0.065       | 0.065        |
| D7 我的公司會注重安全的作業環境                        | 0.215        | 0.215        | <b>0.741</b> | -0.213       | 0.211        |
| D4 我的公司會鼓勵績優的安全人員                        | 0.289        | 0.270        | <b>0.724</b> | -0.091       | 0.227        |
| E8 我認為防護設備的使用不會減少工作意外的發生                 | -0.228       | -0.119       | -0.081       | <b>0.848</b> | -0.075       |
| E7 我認為安全的操作方式不會減少工作意外的發生                 | -0.080       | -0.086       | -0.073       | <b>0.847</b> | -0.075       |
| E11 我認為配帶個人安全護具(安全帽、手套...)使人感覺不舒適，可以不必使用 | -0.068       | -0.105       | -0.119       | <b>0.838</b> | -0.113       |
| E10 我會接受別人對我在工作安全上的建議                    | -0.143       | -0.170       | -0.122       | <b>0.833</b> | -0.157       |
| E9 為了趕出貨，我會違反作業安全規定                      | 0.063        | -0.135       | -0.180       | <b>0.786</b> | -0.191       |
| B4 我認為公司的安全教育訓練對預防意外有幫助                  | 0.240        | 0.205        | 0.249        | -0.181       | <b>0.783</b> |
| B3 我認為公司的安全教育訓練是值得實施                     | 0.389        | 0.157        | 0.032        | -0.196       | <b>0.747</b> |
| B5 我認為公司的安全教育訓練是容易瞭解的                    | 0.279        | 0.169        | 0.278        | -0.134       | <b>0.746</b> |
| B6 我認為公司的安全教育訓練可以發揮好的作用                  | 0.226        | 0.131        | 0.380        | -0.189       | <b>0.727</b> |
| B2 我認為公司的安全教育訓練可應用在我的工作上                 | 0.270        | 0.221        | 0.288        | -0.094       | <b>0.708</b> |
| 特徵值                                      | 11.37        | 2.92         | 2.40         | 1.96         | 1.41         |
| 變異百分比 (%)                                | 43.74        | 11.23        | 9.22         | 7.53         | 5.44         |
| Cronbach's Alpha                         | 0.92         | 0.94         | 0.92         | 0.91         | 0.92         |

本研究整理將安全氣候整理成因素分析表，且將安全氣候分成了 6 個構面說明如下：

1. 因素一：包含六個因素，命名為『主管對安全的認知』。Cronbach's Alpha 值

為0.92，表示各因素之衡量變數的內部一致性程度很高。

2. 因素二：包含五個因素，命名為『安全訓練的認知』。Cronbach's Alpha 值為0.94，表示各因素之衡量變數的內部一致性程度很高。
3. 因素三：包含五個因素，命名為『工作伙伴對安全的認知』。Cronbach's Alpha 值為0.92，表示各因素之衡量變數的內部一致性程度很高。
4. 因素四：包含五個因素，命名為『安全管理認知』。Cronbach's Alpha 值為0.91，表示各因素之衡量變數的內部一致性程度很高。
5. 因素五：包含五個因素，命名為『安全態度』。Cronbach's Alpha 值為0.92，表示各因素之衡量變數的內部一致性程度很高。

## 二、安全績效因素分析及信度分析

本研究整理將安全氣候整理成因素分析表，且將安全氣候分成了6個構面說明如下：

1. 因素一：包含六個因素，命名為『風險績效』。Cronbach's Alpha 值為0.95，表示各因素之衡量變數的內部一致性程度很高。
2. 因素二：包含五個因素，命名為『意外績效』。Cronbach's Alpha 值為0.93，表示各因素之衡量變數的內部一致性程度很高。

表3 安全績效因素分析表

| 安全績效                                         | 因素一          | 因素二          |
|----------------------------------------------|--------------|--------------|
| P5 我覺得在此工作是充滿風險的                             | <b>0.879</b> | 0.269        |
| P4 我覺得在此工作是不安全的                              | <b>0.878</b> | 0.300        |
| P1 我覺得我的工作是有危險性的                             | <b>0.844</b> | 0.318        |
| P3 我覺得此工作是很容易受傷的                             | <b>0.844</b> | 0.337        |
| P6 我覺得在此工作是令人提心吊膽的                           | <b>0.815</b> | 0.355        |
| P2 我覺得在此工作對健康有害                              | <b>0.810</b> | 0.279        |
| P10 就我所知，與這二年相比，公司發生工安意外的嚴重程度(如重殘或死亡等)有增加的趨勢 | 0.269        | <b>0.914</b> |
| P8 就我所知，與這二年相比，公司發生工安意外的次數有增加的趨勢             | 0.284        | <b>0.902</b> |
| P9 就我所知，與這二年相比，公司發生工安意外的損失金額有增加的趨勢           | 0.479        | <b>0.799</b> |
| 特徵值                                          | <b>6.38</b>  | <b>1.16</b>  |
| 變異百分比 (%)                                    | <b>70.93</b> | <b>12.85</b> |
| Cronbach's Alpha                             | <b>0.95</b>  | <b>0.93</b>  |

## 三、安全氣候與安全績效相關研究變項之迴歸分析

本節採用迴歸分析，以探討由特定變項預測另一變項的預測力大小，共為兩部分，第一部份探討安全氣候與風險績效的預測力；第二部分安全氣候對意外績效的預測力。本研究採用逐步迴歸分析法(Stepwise Regression)來分析。

(一) 主管對安全的認知、安全訓練的認知、工作伙伴對安全的認知、安全管理認知、安全態度對風險績效之影響

從表 4 中得知，此項分析中對風險績效的 F 值為 28.60，達顯著水準；而調整後的  $R^2$  為 0.17。這五個安全氣候的因素僅有工作伙伴對安全的認知有達到顯著水準且是負向相關。

(二) 主管對安全的認知、安全訓練的認知、工作伙伴對安全的認知、安全管理認知、安全態度對意外績效之影響

由於逐步迴歸分析法(Stepwise Regression)來分析並無法達成顯著水準，表示此條方程式並不成立。

表4 安全氣候對安全績效之影響分析表

| 自變數 \ 依變數      |                             | 安全績效                  |                       |
|----------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|
|                |                             | 工作風險(Y <sub>1</sub> ) | 工安意外(Y <sub>2</sub> ) |
| 標準迴歸係數 $\beta$ | 主管對安全的認知(X <sub>1</sub> )   | -0.05                 | —                     |
|                | 安全訓練的認知(X <sub>2</sub> )    | -0.13                 | —                     |
|                | 工作伙伴對安全的認知(X <sub>3</sub> ) | -0.41***              | —                     |
|                | 安全管理認知(X <sub>4</sub> )     | -0.04                 | —                     |
|                | 安全態度(X <sub>5</sub> )       | 0.01                  | —                     |
| F 值            |                             | 28.59                 | —                     |
| P 值            |                             | 0.00                  | —                     |
| $R^2$          |                             | 0.17                  | —                     |
| 調整後 $R^2$      |                             | 0.17                  | —                     |

註：\*\*\* $p < 0.001$ 、\*\* $p < 0.01$ 、\* $p < 0.05$

而在共線性檢定部分，允差(Tolerance)為：1，而在 VIF (variance inflation factor)為 1，故本研究之自變數並無嚴重的共線性存在。

從迴歸分析我們可以得知，安全氣候與安全績效存在因果關係。所以 H1：台灣地區國際物流中心之安全氣候與安全績效有顯著的負向影響關係存在之假設部份成立；也就是當工作伙伴對安全的認知增加時，風險績效的認知會降低。

## 伍、結論與建議



在國際物流中心的現場作業環境中較易發生災害風險的前二項為：被撞及物體飛落。而經由對安全氣候及安全績效兩大變項作因素分析後，安全氣候可以萃取出五個構面，包括主管對安全的認知、安全訓練的認知、工作伙伴對安全的認知、安全管理認知、安全態度對風險績效之影響。而安全績效則萃取出二個構面，分別為風險績效及意外績效。

經由迴歸分析僅得到工作伙伴安全認知會與風險績效成負向的關係，工作伙伴安全認知包括我的工作夥伴很重視工作安全、我的工作夥伴會保持工作場所的安全、我的工作夥伴會注意他人的安全、我的工作夥伴會鼓勵他人遵守安全工作守則、與我的工作夥伴會遵守公司的安全規則。

由本研究結果可知，夥伴安全可透過由下而上的人性化、自主性安全管理，提供工作人員參與的機會，建議國際物流公司唯有讓基層員工關心自己的安全，自發性地執行改善工作，安全才會落實，零災害才能實踐。例如公司可舉辦各種安全活動並廣邀一般員工及其家屬朋友參加，利用安全獎頒獎或假期舉辦各種安全園遊會、安全郊遊等活動，可凝聚每個人對安全的共識。

## 參考文獻

行政院勞委會(2005) <http://www.cla.gov.tw/>

吳聰智(2001) 「台灣中部四類型製造業安全氣候與安全績效之相關研究」，國立彰化師範大學工業教育學系博士論文。

呂錦山、楊清喬 (2007)，「物流潛能、競爭優勢與組織績效關係之探討-以國際物流中心業者為例」，*運輸計劃季刊*，第 36 卷第 2 期，頁 253-277，交通部運輸研究所

邢治宇、蘇慧倚(2006) 「由職災數字統計分析談工安問題」，*工業安全衛生月刊*，9 月號，頁 7-15。

林蘭雀(2003) 「安全氣候對安全績效影響之探討-以高雄港貨櫃碼頭經營業為例」，國立成功大學交管所碩士論文。

曹湘雲(2007) 「組織氣候對安全氣候及安全績效之影響-以航空公司運務人員為例」，開南大學空運管理研究所碩士論文。

盧競嫻 (2007) 「組織氣候、安全氣候、人格特質與空服員資源管理關聯性研究-以某國籍航空公司為例」, 開南大學空運管理研究所碩士論文。

Ahire, S. L., Golhar, D. Y., and Waller, M. A., (1996) , “Development and validation of TQM implementation constructs,” *Decision Sciences*, 27(1), 23-56.

Anderson, J. C., (1987),” An approach for confirmatory measurement and structural equation modeling of organizational properties”, *Management Science*, 33 (4), 525-541.

Anderson, J. C., Gerbing, D. W. and Hunter, J. E. (1987),” On the assessment of unidimensional measurement: internal and external consistency, and overall consistency criteria”, *Journal of Marketing Research*, 24(4), 432-437.

Arezes, P. M. and Miguel, A. S. (2003), “ The role of safety culture in safety performance measurement”, *Measuring Business Excellence*, 7 (4), 20-28.

Babbie, E. (1998), *The Practice of Social Research*. 8<sup>th</sup> Edition. London: International Thomson Publishing.

Brenner, M., Brown, J., and Canter, D. (1985), *The Research Interview: Uses and Approaches*, Academic Press, New York.

Chin-Shan Lu and Ching-Chiao Yang (2006), “Evaluating key logistics capabilities for international distribution center in Taiwan”, *Transportation Journal*, 45(4), Fall, 9-27.

Chow, G., Heaver, T. D., and Henriksson, L.E., (1994), “Logistics performance: definition and measurement”, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 24, 17-28.

Churchill, G. A., (1991), *Marketing research: methodological foundation*, 5<sup>th</sup> ed., The Dryden Press, New York.

Churchill, Jr., G. A. (1992), “Better measurement practices are critical to better understanding of sales management issues”, *Journal of Personal Selling and Sales Management*, 7(2), 73-80.

Cohen, H.H., and Cleveland, R.J., (1983), “Safety programs practices in recording holding plants”, *Professional Safety*, 28, 26-33.

Cox, S., and Flin, R. (1998), “Safety culture: philosopher’s stone or man of straw? *Work and Stress*”, 12, 189-201.

Coyle, I.R., Sleeman, S.D., and Adams, N., (1995), “Safety climate”, *Journal of*

- Safety Research*, 26 (4), 247-254.
- Dalton, D.R., Todor, W.D., Spendolini, M.J., Fielding, and G. J., Porter, L.W., (1980), "Organization structure and performance: a critical review", *Academy of Management Review*, 5, 49-64.
- Dedobbeleer, N., and Beland, F., (1991), "A safety climate measure for construction sites", *Journal of Safety Research*, 22, 97-103.
- Diaz, R.I., and Cabrera, D.D., (1997), "Safety climate and attitude as evaluation measures of organizational safety", *Accident Analysis and Prevention*, 29, 643-650.
- Dunn, S. C., Seaker, R. F., and Waller, M. A. (1994), "Latent variables in business logistics research: scale development and validation", *Journal of Business Logistics*, 15(2), 145-172.
- Flin, R., Mearns, K., O'Connor, P., and Bryden, R., (2000), "Measuring safety climate: identifying the common features", *Safety Science*, 34 , 177-192.
- Garver, M. S. and Mentzer, J. T. (1999), "Logistics research methods: employing structural equation modelling to test for construct validity", *Journal of Business Logistics*, 20(1), 33-58.
- Garver, M.S., and Mentzer, J.T., (1999), "Logistics research methods: employing structural equation modelling to test for construct validity", *Journal of Business Logistics*, 20, 33-58.
- Gerbing, D.W., and Anderson, J.C., (1988), "An updated paradigm for scale development incorporating unidimensionality and its assessment", *Journal of Marketing Research*, 25, 186-192.
- Glendon, A.I., and Litherland, D.K., (2001), "Safety climate factors, group differences and safety behaviour in road construction", *Safety Science*, 39, 157-188.
- Glendon, A.I., and McKenna, E.F., (1995), "*Human Safety and Risk Management*", Chapman and Hall, London.
- Guastello, S.J., and Guastello, D.D., (1988), *The Occupational Hazards Survey*. 2<sup>nd</sup> edition Manual and Case Report. Milwaukee, WI: Guastello & Guastello.
- Guldenmund, F.W., (2000), "The nature of safety culture: a review of theory and research", *Safety Science*, 34, 215-257.
- Hair, J.F., Anderson, R.E., Tatham, R.L., and Black, W.C., (1998), *Multivariate Data*

- Analysis*, 5<sup>th</sup> edition, Prentice-Hall.
- Harrell, W.A., (1990), "Perceived risk of occupational injury: control over pace of work and blue-collar versus white collar work", *Perceptual and Motor Skills*, 70, 1351-1359.
- Håvold, J.I., (2000), "Culture in maritime safety", *Maritime Policy and Management*, 27, 79-88.
- Hayes, B.E., Perander, J., Smecjo, T., and Trask, J, (1998), "Measuring Perceptions of Workplace Safety: Development and Validation of the Work Safety Scale", *Journal of Safety Research*, 29, 145-161.
- Haytko, D. L. (1994), "The performance construct in channels of distribution: a review and synthesis", *Proceeding of The American Marketing Association*. Winter, 262-271.
- Huang, Y. H., Chen, J. C., DeArmond, S., Cigularov, K. and Chen. (2007), "Roles of safety climate and shift work on perceived injury risk: a multi-level analysis", *Accident Analysis and Prevention*, 39, 1088-1096.
- Hussey, J. and Hussey, R. (1997), *Business research: a practical guide for undergraduate and postgraduate students*, Hampshire: PALGRAVE.
- Koufteros, X.A., (1999), "Testing a model of pull production: a paradigm for manufacturing research using structural equation modeling", *Journal of Operations Management*, 17, 467-488.
- Lu, C. S. and Shang, K. C., (2005), "An empirical investigation of safety climate in container terminal operators", *Journal of Safety Research*, 36, 297-308.
- Maltz, A., and Maltz, E.,(1998), "Customer service in the distributor channel empirical findings", *Journal of Business Logistics*, 19, 103-130.
- Marsh, S., and Simpson, G., (1995), "Measuring safety attitudes to target management actions", *The Safety and Health Practitioner*, Nov: 17-20.
- McDaniel, Jr. C. and Gates, R. (1999), *Contemporary Marketing Research*. 4<sup>th</sup> Edition. South-Western College publishing.
- Mearns, K., Whitaker, S.M., and Flin, R., (2003), "Safety climate, safety management practice and safety performance in offshore environments", *Safety Science*, 41, 641-680.
- Merritt, A., and Helmreich, R.L., (1998), *Culture in the cockpit: a multi-airline study*

- of pilot attitudes and values. In *Proceedings of the Eighth International Symposium on Aviation Psychology* (Columbus, OH: Ohio State University, USA).
- Neal, A., and Griffin, M.A., (2002), "Safety climate and safety behaviour", *Australian Journal of Management*, 27, 67-75.
- Neal, A., Griffin, M.A., and Hart., P.M., (2000), "The impact of organizational climate on safety climate and individual behavior", *Safety Science*, 34, 99-109.
- O'Leary-Kelly, S. W. and Vokurka, R. J., (1998), "The empirical assessment of construct validity", *Journal of Operations Management*, 16(4), 387-405.
- Peter, J. P. (1979), "Reliability: a review of psychometric basics and recent marketing practices", *Journal of Marketing Research*. 16(1), 6-17.
- Rigdon, E. E. (1998), Structural equation modeling. In Marcoulides, G. A. (Ed.) *Modern Methods for Business Research*. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Rogers, D. S., Daugherty, P. J. and Ellinger, A. E. (1996), "The relationship between information technology and warehousing performance", *Logistics and Transportation Review*, 32(4), 409-421.
- Saunders, M. N. K., Lewis, P., and Thornhill, A. (2000), *Research Methods for Business Students*. 2<sup>nd</sup> Edition. London: Person Education Limited.
- Scandura, T. A. and Williams, E. A. (2000), "Research methodology in management: current practices, trends, and implications for future research", *Academy of Management Journal*, 43(6), 1248-1264.
- Segars, A., (1997), "Assessing the unidimensionality of measurement: a paradigm and illustration within the context of information systems research", *Omega*, 25(1), 107-121.
- Siu, O.L., Phillips, D.R., and Leung, T.W., (2004), "Safety climate and safety performance among construction workers in Hong Kong: the role of psychological strains as mediators", *Accident Analysis and Prevention*, 36, 359-366.
- Smith, M.J., Cohen, H.H., Cohen., A., and Cleveland, R.J., (1978), "Characteristics of successful safety programs", *Journal of Safety Research*, 10, 5-15.
- Spriggs, M. T. (1994), "A framework for more valid measures of channel member

- performance”, *Journal of Retailing*, 70(4), 327-343.
- Stank, T. P. and Lackey. Jr, C. W. (1997), “Enhancing performance through logistical capabilities in Mexican maquiladora firms”, *Journal of Business Logistics*, 18(1), 91-123.
- Tomás, J.M., Meliá, J.L., and Oliver, A., (1992), “A cross-validation of a structural equation model of accidents: organization and psychological variables as predictors of work safety”, *Work and Stress*, 13, 49-58.
- Varonen, U. and Mattila, M., (2000), ”The safety climate and its relationship to safety practices, safety of the work environment and occupational accidents in eight wood-processing companies”, *Accident Analysis and Prevention*, 32, 761-769.
- Williamson, A. M., Feyer, A. M., Cairns, D., and Biancotti, D. (1997), ” The development of a measure of safety climate: the role of safety perceptions and attitudes”, *Safety Science*, 25, 1(3), 12-27.
- Zohar, D., (1980), “Safety climate in industrial organizations: theoretical and applied implications”, *Journal of Applied Psychology*, 65, 96-102.
- Zohar, D., (2002), “The effects of leadership dimensions, safety climate, and assigned priorities on minor injuries in work groups”, *Journal of Organizational Behavior*, 23, 75-92.

# **The Effects of Safety Climate on Safety Performance in International Logistics Center**

**Hwiao-Wen Lin**

**Kuo-Chung Shang**

**Chin-Shan Lu**

## **ABSTRACT**

This study empirically examined the effects of safety climate on international logistics center employees' perceptions of safety performance in Taiwan using the regression technique. Factor analysis and a series of validity and reliability tests were conducted, which resulted in the identification of five critical safety climate dimensions, namely, supervisor safety behavior management, safety training programs, co-workers' safety behavior, safety management, and safety attitude. There was a negative significant relationship between co-workers' safety behavior dimension and safety performance. Results suggest that international logistics center' management can enhance and refine these firms' safety climate by focusing especially on co-workers' safety behavior, thereby reducing injuries and accidents.





# 台灣地區國際物流中心安全氣候與安全績效關聯性之研究\*

林曉雯<sup>1</sup> 桑國忠<sup>2</sup> 呂錦山<sup>3</sup>

## 摘要

本研究採用問卷調查法，針對台灣地區三家共190位國際物流中心從業人員為調查對象，在探討其安全氣候與安全績效之關聯性。經由因素分析，本研究共可萃取出五個安全氣候因素，分別為主管對安全的認知、安全訓練的認知、工作伙伴對安全的認知、安全管理認知、安全態度對風險績效之影響。而安全績效則萃取出二個構面，分別為風險績效及意外績效。經由迴歸分析僅得到工作伙伴安全認知會與風險績效成負向的關係。結果建議提高工作伙伴安全認知能降低傷害與意外。

**關鍵詞：** 安全氣候、安全績效、國際物流中心

## 壹、緒言

近年來國內經濟情勢遭受愈來愈多的內外環境變數的衝擊，諸如兩岸加入世貿組織、油價上漲、台商大陸業務發展的成長、國際恐怖主義的盛行、及亞太各國積極發展經濟與運籌基礎環境建設，促使台灣政府與企業無不絞盡心思，構思因應之道。國內企業開始引進供應鏈管理的觀念與模式，期望在企業發展上，可以結合供應鏈上下游關鍵成員的力量，共同建構更強大的競爭力，以降低經營管理上的成本及風險。在如此的產業趨勢下，製造業、零售業與貿易商便開始將運籌活動委外，交由第三方物流公司（Third party logistics, 3PL）來執行與管理，以便將重要的資源投入在公司的核心競爭力上，而其中最具有代表性的產業

---

\*本研究承蒙行政院國家科學委員會獎助(NSC 97-2415-H-019-009-SSS)，特此致謝。並已於長榮大學舉辦之2010年海空運論文研討會中發表，但並未收錄於其論文集。

<sup>1</sup>國立政治大學企業管理研究所博士生(E-mail: 96355506@nccu.edu.tw)

<sup>2</sup>國立台灣海洋大學運輸科學系(所)副教授(E-mail: gordon@mail.ntou.edu.tw)

<sup>3</sup>國立成功大學交通管理科學系(所)副教授(E-mail: lucas@mail.ncku.edu.tw)

之一便是國際物流中心。

目前政府規劃之海關監管國際物流中心是為配合亞太營運中心政策之一環，為配合國際化及爭取亞太轉運中心之競爭力，國際物流中心必須達到電腦軟體、資訊管理及進儲配銷服務之國際化水平；如果只是為了國內配銷之進儲轉送，則以成立保稅倉庫經營即可。國際物流中心主要提供的服務包括國際海空運輸安排、報關、保稅、提貨、理貨、入庫、庫存管理、訂單處理、檢貨、裝箱、物流加工、JIT及時配送和退貨的逆物流處理等「一站式」及「客制化」的整合型物流服務，在全球供應鏈管理中扮演一個重要的角色。

然而在整個國際物流中心處理相關貨品的過程中，除了將貨物準時送達目的地之外，貨物的安全性亦是託運人及收貨人最關注的焦點。當託運人將貨物交國際物流中心處理時，所有現場的理貨作業人員即為維護貨物安全最重要的把關者，然因在整個貨物的作業過程中又需要各種不同的機具設備來輔助作業，如作業人員操作機具不當或溝通不良時，隨時都可能導致貨物損害、或甚至造成人員傷亡等。

根據民國 95 年行政院勞委會(2007)的勞動檢查年報中有關之職業災害統計數據顯示，就已結案之失能傷害次數而言，運輸、倉儲及通信產業職災發生的比率位居所有產業的第二名，約佔 11%，僅次於製造業的 60%，但遠高於第三名之批發零售業的 5%。而運輸、倉儲業與通信業發生職災的媒介物以裝卸搬運機械(含起重機械、動力搬運機械與交通工具)發生次數為最高，共有 485 人次。

由此可知，運輸、倉儲及通信產業是個意外事故發生率頗高的場所，對同屬本產業的國際物流中心經營業來講，更需要去避免任何意外事故的發生，若因人為疏失而造成任何意外事故發生，不論是發生在人或是貨物上，對該國際物流中心整體營運及信譽都將有一定程度的影響。

有鑑於此，本研究將針對台灣地區國際物流中心，以人為疏失為重點的安全氣候來研究，企圖了解國際物流中心的安全氣候的構面有那些，並試圖了解這些構面與安全績效之關係，期望藉由研究之結果對國際物流中心提出安全管理的相關建議，供業者或政府做為制定政策的參考。

根據前述之研究背景與動機，本研究目的分述如下：

- 一、分析國際物流中心安全氣候及安全績效重要之構面。
- 二、試建立一模式，探討國際物流中心安全氣候與安全績效之關係。
- 三、根據研究結果，提出國際物流中心安全管理決策上之建議。

## 貳、文獻回顧與假設

### 一、安全氣候

最近十年間，安全文化與安全氣候的相關研究已漸漸在討論安全或意外的文獻中扮演一個重要的角色 (Diaz and Cabrera, 1997)。安全氣候就是「..員工對分享安全認知的總和」，能夠影響公司安全的行為 (Zohar, 1980: 96)。安全氣候也是「...個人對工作環境安全的價值的描述」(Neal et al., 2000: 100)。雖然研究者常常將「安全氣候」與「安全文化」兩個專有名詞交替來使用，但一般而言，「安全文化」的領域較「安全氣候」來的大 (Neal and Griffin, 2002)，且「知覺 (perceptions) 是較與安全氣候連結，而態度 (attitudes) 是視為文化的一部份」(Guldenmund, 2000: 229)。此外，「傳統上研究文化比較採用質性研究的方法；而氣候的研究則較採用量化研究的方式」(Håvold, 2000: 81)。本研究焦點放在國際物流中心現場作業人員的對工作環境的「知覺」，且採用「定量」的研究方法，因此，本研究將以安全氣候做為主要的研究名稱。

雖然有些研究者企圖去找出一致的安全氣候因素，但由於研究的國家及產業不同，因此會有不同的國家文化及產業特性 (Cox and Flin, 1998; Glendon and Litherland, 2001; Guldenmund, 2000, Merritt and Helmreich, 1998)，即使構面相同，也可能因為研究者的命名或解釋的不同，而有者不同的構面存在 (Flin, et al., 2000; Guldenmund, 2000; Zohar, 2002)。也造成研究者對於安全氣候的構面並沒有一定的答案存在 (Flin et al., 2000; Coyle et al., 1995; Neal and Griffin, 2002; Mearns et al., 2003)。如 Zohar (1980) 針對以色列工業組織的勞工從事安全氣候之研究，使用因素分析方法萃取出 8 個安全氣候構面如安全訓練方案之重要性、管理階層安全態度、安全行為對升遷的影響、工作場所風險水準、要求工作場所安全的效果、安全人員之地位、安全行為對社會地位的影響、及安全委員會之地位。Cohen and Cleveland (1983) 認為管理者的承諾是安全氣候研究中最主要的因素。而 Flin et al. (2000) and Marsh et al. (1995) 在其研究中也認同這樣的說法。Hayes et al. (1998) 評估員工對安全的知覺得到五個因素包括工作安全、同事安全、督導安全、管理安全實務及安全規範等。

國內在交通運輸領域也有許多以安全氣候當作主要的研究主題，如曹湘雲

(2007)針對航空公司(國泰與華航)運務人員來探討安全氣候及安全績效間的關係，結果顯示安全氣候包括管理價值、安全相關教育與訓練、安全溝通與安全系統。盧競嫻(2007)則從航空公司空服員的角度來探討安全氣候，結果顯示安全氣候包括、主管對企業資源管理(CRM)的支持、主管對飛安的支持、對未來飛安的看法、標準作業程序、資訊傳遞與訓練。林蘭雀(2003)則針對高雄港貨櫃碼頭裝卸從業人員的角度來觀察安全氣候，結果顯示安全氣候包括安全管理、個人對安全態度與風險知覺等構面。

## 二、安全績效

績效的衡量對研究者而言，常常是個挑戰，因為組織有多重且常是衝突的目標。績效一般可區分為結果導向的績效(outcome-based performance)與行為導向的績效(behaviour-based performance)(Haytko, 1994)。結果導向的績效常被使用在實證研究上，但因僅能衡量過去的成功或失敗，且不能解釋為何此結果發生及未來要如何去做，因此常被學者批評(Haytko, 1994; Spriggs, 1994)。然而，行為導向的績效指標可提供一些補充的資訊(Roger et al., 1996; Stank and Lackey, 1997)，因而，學者推薦在績效衡量上，採用兩種混合的績效指標較為合適(Haytko, 1994)。

績效從其測量方式而言，又可分為硬式(客觀)的績效與軟式(知覺或回應)的績效(Dalton et al., 1980; Chow et al., 1994; Maltz, A. and Maltz, E., 1998)。硬式績效包含原始的財務統計、成本統計、佣金等；而軟式績效包括組織主管的評估及自我知覺相對於其競爭對手等質性的衡量。雖然軟性指標不像硬性指標一樣客觀、易於量化，但是其重要性，不小於財務性指標。尤其是這些軟性績效指標深深影響著組織長期營運的優劣、關係著企業是否能永續發展與經營；因此軟性指標對組織有其重要性。

就安全領域的研究，評估安全績效是一個不容易的任務。傳統的安全績效測量常從意外或傷害的實際資料(硬式績效)來著手(Glendon and McKenna, 1995)，但卻有「…敏感度不夠、質疑其正確性、已過時的與忽視風險暴露問題」(Glendon and Litherland, 2001: 161)。此外，Arezes and Miguel (2003:22)提出採用實際安全績效當作測量指標的問題，「…即使測量安全績效的結果為較低的意外發生率，也無法保證所有的風險已被控制」。因此，許多學者推薦知覺性的測量較意外或傷害實際資料較能反應出個人的風險知覺(Neal et al. 2000;

Lu and Shang, 2005)，本研究將以知覺性的測量(軟式指標)來做為主要的安全績效測量方式。

### 三、安全氣候與安全績效之關係

許多先前的研究已經證實了安全氣候會正向的影響安全績效在不同的個人、群體或組織層級中，如 Smith et al. (1978)認為有安全概念的員工與安全承諾會與產生較低的意外率；Guastello and Guastello (1988)與 Harrell (1990)則提出若員工認為他們的工作是安全的則較認為工作是危險的員工傾向會有較少的意外發生的概念；Tomás et al. (1992)認為工作者的態度、同事反應、安全行為、危險及督導安全與安全的行為有關。Smith et al. (1978) 則提出重視安全的員工、安全承諾及安全的訓練常會導致較低的意外發生率。Hayes et al. (1998) 發現督導安全與管理安全實務最能預測工作滿足，而同事安全和督導安全與員工的安全行為有關。Lu and Shang (2005) 從貨櫃碼頭作業人員的角度來評估安全氣候，結果顯示安全訓練及安全管理群的碼頭人員會有較好的安全績效；Varonen and Mattila (2000) 證實了公司若有較正面的安全氣候則相對的會產生較低的意外發生率；Siu et al. (2004) 採用 SEM 來評估安全氣候、心理壓力與安全績效間的關係，結果認定安全態度與職業傷害有正向的影響關係存在。Huang et al. (2007) 證實了安全氣候能預測個人的工作傷害風險。

就以上研究結論所述，安全氣候均與安全績效有正向的影響關係。因此，提出以下的假設：

H1：台灣地區國際物流中心的安全氣候會正向的影響安全績效。

## 參、研究方法

### 一、研究架構

本研究根據先前研究目的與所回顧相關文獻，來建立概念性的架構圖(如圖1)。首先根據文獻與業者訪談後的問項，提出安全氣候及安全績效的構面，並探究其彼此間的關係。並且依國際物流中心背景變項(員工特性、組織特性)探討對此安全氣候構面是否有顯著差異，以瞭解國際物流中心作業安全氣候型態與安全績效的成效情形。

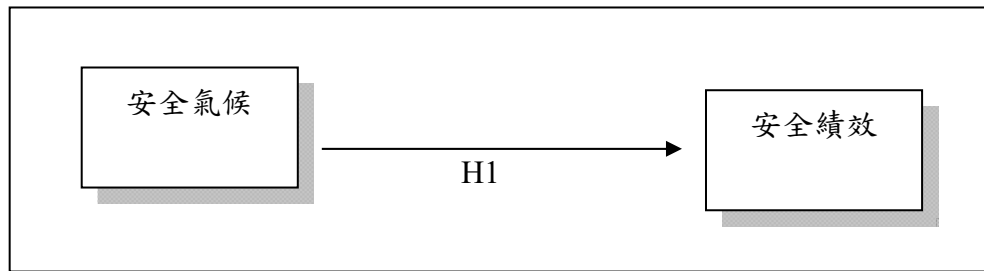


圖 1 本研究概念性架構圖

## 二、研究變項之操作性定義及構面

本研究所探討的構面分別為安全氣候與安全績效等二大構面，參考以往文獻資料，並配合本研究之需要而決定以下各構面因素之衡量變數與操作性定義，為使意義明確，茲將各變項之定義及構面分述如下：

### 1. 安全氣候

本研究將以國際物流中心現場從業人員對於組織內部安全管理、個人對安全態度與風險知覺等相關構面來衡量安全氣候。其中所謂的安全管理是指公司上層主管透過各種管道或方式，表達其對員工工作安全支持與關心的程度；風險知覺即是員工本身對其所從事的工作性質與工作場所安全性的感受與看法；安全態度則是員工對工作安全所抱持之想法與行為表現。

### 2. 安全績效

所謂安全績效乃是指「組織安全管理系統在安全運作上的整體表現」(吳聰智, 2001)。藉由對安全績效的評估與衡量，可促使公司改善組織安全績效表現不佳之處，增強員工工作安全水準，進而提升公司營運績效。故本研究擬以安全績效構面探討其與組織安全氣候之關係，藉由填答者對其所服務公司之安全氣候的同意程度與安全績效表現成果的優劣，瞭解目前國際物流中心現場作業工作安全方面的運作情形。

## 三、問卷與抽樣設計

本節將檢視問卷設計之方式，依據這些標準作為本研究問卷設計之準則，此外，並也針對調查樣本抽樣與選取加以討論。

本研究主要採用問卷調查來從事資料蒐集，資料蒐集的方法有許多種，舉例來說深入訪談、郵寄問卷及觀察法等(Babbie, 1998)。然而，並沒有一種最

好的蒐集資料的方法存在；每一種方法均有它的優缺點，必需視研究的目的而定(Brenner et al., 1985; Hussey, J. and Hussey, R., 1997; Saunders et al., 2000)。本計畫資料的蒐集則以量化的問卷調查法為主，並輔以質化的深入訪談法。問卷的形成是以深入的文獻回顧，整理出主要的問卷題項，再輔以國際物流中心業界的意見，以反應台灣目前對國際物流中心安全氣候的現況。

在問卷問項設計方面，主要依據 Hayes et al., 1998、Flin et al., 2000、Mearns et al., 2003、Dedobbeleer & Beland(1991)、Williamson et al. (1997) 及 Lu and Shang (2005) 等人之文獻，將安全氣候以 45 個問項來予以衡量，對於安全績效構面方面，基於若單以事故率作為安全績效衡量準則有失偏頗情況，決定以 20 個安全績效相關問項予以衡量。

#### 四、樣本回收狀況與樣本結構分析

##### 1. 樣本回收狀況

研究問卷經過數位國際物流中心現場作業督導或課長修正後，開始進行問卷發放及管理程序，分別將問卷交給三家國際物流中心之聯絡人，再由他們去做問卷發放及回收的動作。問卷發放時間 98 年 8 月 20 日 5 起至 9 月 10 止，共寄發 190 份問卷，最後總共回收 156 份，其中無效問卷為 16 份。在回收率方面，有效回收率為 73.68% (140/190)，其問卷回收概況如表 1 所示。由於問項 E 部份為反項題，故再進行分析之前已先進行調整，反轉其反向的因素。

表 1 問卷回收概況

| 國際物流中心 | 發放問卷<br>(1) | 回收問卷<br>(2) | 無效樣本<br>(3) | 有效樣本<br>(7)=(5)-(6) | 有效回收率<br>(8)=(7)/(5) |
|--------|-------------|-------------|-------------|---------------------|----------------------|
| A      | 60          | 45          | 5           | 40                  | 66.67%               |
| B      | 100         | 90          | 8           | 82                  | 82.00%               |
| C      | 30          | 21          | 3           | 18                  | 60.00%               |
| 總份數    | 190         | 156         | 16          | 140                 | 73.68%               |

##### 2. 樣本結構分析

以樣本基本資料之次數與比重分析(如表2)我們可以得知受測者，以30-39歲者居多，工作職位為現場工作人員較多，佔了46.4%，在教育程度方面以大學(專)

以上居多，佔77.1%；在公司服務年資方面，5年內最多佔42.9%；在公司一年內參與安全教育訓練的次數以1-2次最多，佔54.3%；約有27.8%因公受傷最多。另外在庫區內作業環境中最容易發生的災害風險前二名為被撞及物體飛落。

表 2 樣本結構次數分配表

| 基本資料              |         | 次數/人數 | 百分比  |
|-------------------|---------|-------|------|
| 年齡                | 30歲以下   | 37    | 26.4 |
|                   | 30-39歲  | 64    | 45.7 |
|                   | 40-49歲  | 25    | 17.9 |
|                   | 50-59歲  | 14    | 10.0 |
| 職稱                | 非現場人員   | 47    | 33.6 |
|                   | 現場督導    | 28    | 20.0 |
|                   | 現場工作人員  | 64    | 46.4 |
| 教育程度              | 高中職     | 28    | 20.0 |
|                   | 大學（含專科） | 108   | 77.1 |
|                   | 研究所以上   | 4     | 2.9  |
| 目前公司服務年資          | 5年以內    | 60    | 42.9 |
|                   | 6~10年   | 50    | 35.7 |
|                   | 11~15年  | 17    | 12.1 |
|                   | 16~20年  | 11    | 7.9  |
|                   | 20年以上   | 2     | 1.4  |
| 過去一年參加教育<br>與訓練次數 | 未曾      | 8     | 5.7  |
|                   | 1次~2次   | 76    | 54.3 |
|                   | 3次~5次   | 39    | 27.9 |
|                   | 6次~10次  | 13    | 9.3  |
|                   | 10次以上   | 4     | 2.9  |



表 2 樣本結構次數分配表（續）

| 基本資料                                      |          | 次數/人數 | 百分比  |
|-------------------------------------------|----------|-------|------|
| 過去一年參加教育<br>與訓練次數                         | 未曾       | 8     | 5.7  |
|                                           | 1 次~2 次  | 76    | 54.3 |
|                                           | 3 次~5 次  | 39    | 27.9 |
|                                           | 6 次~10 次 | 13    | 9.3  |
|                                           | 10 次以上   | 4     | 2.9  |
| 因工作出事/受傷<br>次數                            | 未曾       | 101   | 72.1 |
|                                           | 1 次~2 次  | 31    | 22.1 |
|                                           | 3 次~5 次  | 8     | 5.7  |
| 公司名稱                                      | A        | 40    | 28.6 |
|                                           | B        | 82    | 58.6 |
|                                           | C        | 18    | 12.9 |
| 場區內作業環境容<br>易發生那些職災<br>(複選題, 限選三項<br>/每人) | 墜落       | 48    | —    |
|                                           | 被撞       | 89    | —    |
|                                           | 跌倒       | 47    | —    |
|                                           | 物體飛落     | 82    | —    |
|                                           | 物體倒塌     | 63    | —    |
|                                           | 被夾       | 58    | —    |
|                                           | 觸電       | 6     | —    |
|                                           | 高溫有害物體   | 23    | —    |
|                                           | 火災       | 11    | —    |
|                                           | 其他       | 1     | —    |

## 肆、研究結果與分析

### 一、安全氣候因素分析及信度分析

本節針對國際物流中心對安全氣候所認同程度進行因素分析，從 45 個問項中萃取重要獨立因素，再對因素命名，加以分析。因素萃取與評估適合度之萃取方法是以主成份分析法(Principal Components Analysis)，萃取標準是採特徵值(Eigenvalue)大於 1 以上，選取因素負荷量的標準是以回收樣本數決定，Hair

et al (2006)所建議的因素負荷量，採因素負荷量 0.5 以上。而因素轉軸是採用最大變異法(Varimax)。

再根據每一項萃取的因素做整體構面的命名，Hair, et al.(2006)認為，命名可以用負荷值越高的做為重要考量，而命名的結果也會對整個因素更具影響力。本研究對於安全氣候的 33 項構面中，其結果有 31 個因素負荷量值大於 0.5 以上；特徵值皆大於 1 以上，總累積變異量為 71.73%，分析結果如表 3。

表3 安全氣候因素分析表

| 安全氣候                                   | 因素<br>一      | 因素<br>二      | 因素<br>三      | 因素<br>四      | 因素<br>五 |
|----------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------|
| A6 我的主管會與員工討論日常的作業安全問題                 | <u>0.801</u> | 0.134        | 0.351        | -0.025       | 0.126   |
| A7 我的主管會提供員工有關在現場工作安全的規定               | <u>0.749</u> | 0.166        | 0.227        | -0.088       | 0.250   |
| A5 我的主管會參與員工安全目標的設定                    | <u>0.746</u> | 0.272        | 0.361        | -0.106       | 0.139   |
| A2 我的主管會關注員工的安全                        | <u>0.744</u> | 0.165        | 0.020        | -0.123       | 0.375   |
| A4 我的主管會稱讚員工的安全行為                      | <u>0.742</u> | 0.123        | 0.400        | -0.075       | 0.213   |
| A3 我的主管會督促員工遵守安全工作守則                   | <u>0.731</u> | 0.115        | -0.050       | -0.181       | 0.357   |
| C3 我的工作夥伴很重視工作安全                       | 0.176        | <u>0.872</u> | 0.197        | -0.169       | 0.098   |
| C2 我的工作夥伴會保持工作場所的安全                    | 0.149        | <u>0.859</u> | 0.113        | -0.081       | 0.188   |
| C5 我的工作夥伴會注意他人的安全                      | 0.090        | <u>0.844</u> | 0.167        | -0.197       | 0.232   |
| C1 我的工作夥伴會鼓勵他人遵守安全工作守則                 | 0.243        | <u>0.833</u> | 0.172        | -0.060       | 0.023   |
| C4 我的工作夥伴會遵守公司的安全規則                    | 0.112        | <u>0.798</u> | 0.199        | -0.198       | 0.238   |
| D5 我的公司會提供良好的安全設備                      | 0.141        | 0.211        | <u>0.828</u> | -0.106       | 0.238   |
| D6 我的公司會提供足夠的安全設備                      | 0.055        | 0.136        | <u>0.805</u> | -0.226       | 0.272   |
| D8 我的公司會儘速回覆安全相關問題                     | 0.281        | 0.108        | <u>0.805</u> | -0.065       | 0.065   |
| D7 我的公司會注重安全的作業環境                      | 0.215        | 0.215        | <u>0.741</u> | -0.213       | 0.211   |
| D4 我的公司會鼓勵績優的安全人員                      | 0.289        | 0.270        | <u>0.724</u> | -0.091       | 0.227   |
| E8 我認為防護設備的使用不會減少工作意外的發生               | -0.228       | -0.119       | -0.081       | <u>0.848</u> | -0.075  |
| E7 我認為安全的操作方式不會減少工作意外的發生               | -0.080       | -0.086       | -0.073       | <u>0.847</u> | -0.075  |
| E11 我認為配帶個人安全護具(安全帽、手套…)使人感覺不舒適，可以不必使用 | -0.068       | -0.105       | -0.119       | <u>0.838</u> | -0.113  |

|                          |            |            |            |              |              |
|--------------------------|------------|------------|------------|--------------|--------------|
| E10 我會接受別人對我在工作安全上的建議    | -0.14<br>3 | -0.17<br>0 | -0.12<br>2 | <u>0.833</u> | -0.15<br>7   |
| E9 為了趕出貨，我會違反作業安全規定      | 0.063      | -0.13<br>5 | -0.18<br>0 | <u>0.786</u> | -0.19<br>1   |
| B4 我認為公司的安全教育訓練對預防意外有幫助  | 0.240      | 0.205      | 0.249      | -0.181       | <u>0.783</u> |
| B3 我認為公司的安全教育訓練是值得實施     | 0.389      | 0.157      | 0.032      | -0.196       | <u>0.747</u> |
| B5 我認為公司的安全教育訓練是容易瞭解的    | 0.279      | 0.169      | 0.278      | -0.134       | <u>0.746</u> |
| B6 我認為公司的安全教育訓練可以發揮好的作用  | 0.226      | 0.131      | 0.380      | -0.189       | <u>0.727</u> |
| B2 我認為公司的安全教育訓練可應用在我的工作上 | 0.270      | 0.221      | 0.288      | -0.094       | <u>0.708</u> |
| 特徵值                      | 11.37      | 2.92       | 2.40       | 1.96         | 1.41         |
| 變異百分比 (%)                | 43.74      | 11.23      | 9.22       | 7.53         | 5.44         |
| Cronbach's Alpha         | 0.92       | 0.94       | 0.92       | 0.91         | 0.92         |

本研究整理將安全氣候整理成因素分析表，且將安全氣候分成了 6 個構面說明如下：

1. 因素一：包含六個因素，命名為『**主管對安全的認知**』。Cronbach's Alpha 值為 0.92，表示各因素之衡量變數的內部一致性程度很高。
2. 因素二：包含五個因素，命名為『**安全訓練的認知**』。Cronbach's Alpha 值為 0.94，表示各因素之衡量變數的內部一致性程度很高。
3. 因素三：包含五個因素，命名為『**工作伙伴對安全的認知**』。Cronbach's Alpha 值為 0.92，表示各因素之衡量變數的內部一致性程度很高。
4. 因素四：包含五個因素，命名為『**安全管理認知**』。Cronbach's Alpha 值為 0.91，表示各因素之衡量變數的內部一致性程度很高。
5. 因素五：包含五個因素，命名為『**安全態度**』。Cronbach's Alpha 值為 0.92，表示各因素之衡量變數的內部一致性程度很高。

## 二、安全績效因素分析及信度分析

本研究整理將安全氣候整理成因素分析表，且將安全氣候分成了 6 個構面說明如下：

1. 因素一：包含六個因素，命名為『**風險績效**』。Cronbach's Alpha 值為 0.95，

表示各因素之衡量變數的內部一致性程度很高。

2. 因素二：包含五個因素，命名為『意外績效』。Cronbach's Alpha 值為0.93，表示各因素之衡量變數的內部一致性程度很高。

表3 安全績效因素分析表

| 安全績效                                         | 因素一          | 因素二          |
|----------------------------------------------|--------------|--------------|
| P5 我覺得在此工作是充滿風險的                             | <u>0.879</u> | 0.269        |
| P4 我覺得在此工作是不安全的                              | <u>0.878</u> | 0.300        |
| P1 我覺得我的工作是有危險性的                             | <u>0.844</u> | 0.318        |
| P3 我覺得此工作是很容易受傷的                             | <u>0.844</u> | 0.337        |
| P6 我覺得在此工作是令人提心吊膽的                           | <u>0.815</u> | 0.355        |
| P2 我覺得在此工作對健康有害                              | <u>0.810</u> | 0.279        |
| P10 就我所知，與這二年相比，公司發生工安意外的嚴重程度(如重殘或死亡等)有增加的趨勢 | 0.269        | <u>0.914</u> |
| P8 就我所知，與這二年相比，公司發生工安意外的次數有增加的趨勢             | 0.284        | <u>0.902</u> |
| P9 就我所知，與這二年相比，公司發生工安意外的損失金額有增加的趨勢           | 0.479        | <u>0.799</u> |
| 特徵值                                          | 6.38         | 1.16         |
| 變異百分比 (%)                                    | 70.93        | 12.85        |
| Cronbach's Alpha                             | 0.95         | 0.93         |

### 三、安全氣候與安全績效相關研究變項之迴歸分析

本節採用迴歸分析，以探討由特定變項預測另一變項的預測力大小，共為兩部分，第一部份探討安全氣候與風險績效的預測力；第二部分安全氣候對意外績效的預測力。本研究採用逐步迴歸分析法(Stepwise Regression)來分析。

- (一) 主管對安全的認知、安全訓練的認知、工作伙伴對安全的認知、安全管理認知、安全態度對風險績效之影響

從表4中得知，此項分析中對風險績效的F值為28.60，達顯著水準；而調整後的 $R^2$ 為0.17。這五個安全氣候的因素僅有工作伙伴對安全的認知有達到顯著水準且是負向相關。

- (二) 主管對安全的認知、安全訓練的認知、工作伙伴對安全的認知、安全管理認知、安全態度對意外績效之影響

由於逐步迴歸分析法(Stepwise Regression)來分析並無法達成顯著水準，表示此條方程式並不成立。

表4 安全氣候對安全績效之影響分析表

| 自變數 \ 依變數          |                             | 安全績效                  |                       |
|--------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|
|                    |                             | 工作風險(Y <sub>1</sub> ) | 工安意外(Y <sub>2</sub> ) |
| 標準迴歸係數 $\beta$     | 主管對安全的認知(X <sub>1</sub> )   | -0.05                 | —                     |
|                    | 安全訓練的認知(X <sub>2</sub> )    | -0.13                 | —                     |
|                    | 工作伙伴對安全的認知(X <sub>3</sub> ) | -0.41***              | —                     |
|                    | 安全管理認知(X <sub>4</sub> )     | -0.04                 | —                     |
|                    | 安全態度(X <sub>5</sub> )       | 0.01                  | —                     |
| F 值                |                             | 28.59                 | —                     |
| P 值                |                             | 0.00                  | —                     |
| R <sup>2</sup>     |                             | 0.17                  | —                     |
| 調整後 R <sup>2</sup> |                             | 0.17                  | —                     |

註：\*\*\*p<0.001、\*\*p<0.01、\*p<0.05

而在共線性檢定部分，允差(Tolerance)為：1，而在 VIF (variance inflation factor)為1，故本研究之自變數並無嚴重的共線性存在。

從迴歸分析我們可以得知，安全氣候與安全績效存在因果關係。所以 H1：台灣地區國際物流中心之安全氣候與安全績效有顯著的負向影響關係存在之假設部份成立；也就是當工作伙伴對安全的認知增加時，風險績效的認知會降低。

## 伍、結論與建議

在國際物流中心的現場作業環境中較易發生災害風險的前二項為：被撞及物體飛落。而經由對安全氣候及安全績效兩大變項作因素分析後，安全氣候可以萃取出五個構面，包括主管對安全的認知、安全訓練的認知、工作伙伴對安全的認知、安全管理認知、安全態度對風險績效之影響。而安全績效則萃取出二個構面，分別為風險績效及意外績效。

經由迴歸分析僅得到工作伙伴安全認知會與風險績效成負向的關係，工作伙伴安全認知包括我的工作夥伴很重視工作安全、我的工作夥伴會保持工作場所的安全、我的工作夥伴會注意他人的安全、我的工作夥伴會鼓勵他人遵守安全工作守則、與我的工作夥伴會遵守公司的安全規則。

由本研究結果可知，夥伴安全可透過由下而上的人性化、自主性安全管理，提供工作人員參與的機會，建議國際物流公司唯有讓基層員工關心自己的安全，自發性地執行改善工作，安全才會落實，零災害才能實踐。例如公司可舉辦各種安全活動並廣邀一般員工及其家屬朋友參加，利用安全獎頒獎或假期舉辦各種安全園遊會、安全郊遊等活動，可凝聚每個人對安全的共識。

## 參考文獻

行政院勞委會(2005) <http://www.cla.gov.tw/>

邢治宇、蘇慧倚(2006)「由職災數字統計分析談工安問題」，*工業安全衛生月刊*，9月號，頁7-15。

吳聰智(2001)「台灣中部四類型製造業安全氣候與安全績效之相關研究」，國立彰化師範大學工業教育學系博士論文。

呂錦山、楊清喬(2007)，「物流潛能、競爭優勢與組織績效關係之探討-以國際物流中心業者為例」，*運輸計劃季刊*，第36卷第2期，頁253-277，交通部運輸研究所

林蘭雀(2003)「安全氣候對安全績效影響之探討-以高雄港貨櫃碼頭經營業為例」，國立成功大學交管所碩士論文。

曹湘雲(2007)「組織氣候對安全氣候及安全績效之影響-以航空公司運務人員為例」，開南大學空運管理研究所碩士論文。

盧競嫻 (2007) 「組織氣候、安全氣候、人格特質與空服員資源管理關聯性研究-以某國籍航空公司為例」, 開南大學空運管理研究所碩士論文。

Ahire, S. L., Golhar, D. Y., and Waller, M. A., (1996), "Development and validation of TQM implementation constructs," *Decision Sciences*, 27(1), 23-56.

Anderson, J. C., (1987), "An approach for confirmatory measurement and structural equation modeling of organizational properties", *Management Science*, 33 (4), 525-541.

Anderson, J. C., Gerbing, D. W. and Hunter, J. E. (1987), "On the assessment of unidimensional measurement: internal and external consistency, and overall consistency criteria", *Journal of Marketing Research*, 24(4), 432-437.

Arezes, P. M. and Miguel, A. S. (2003), "The role of safety culture in safety performance measurement", *Measuring Business Excellence*, 7 (4), 20-28.

Babbie, E. (1998), *The Practice of Social Research*, London: International Thomson Publishing.

Brenner, M., Brown, J., and Canter, D. (1985), *The Research Interview: Uses and Approaches*, Academic Press, New York.

Chin-Shan Lu and Ching-Chiao Yang (2006), "Evaluating key logistics capabilities for international distribution center in Taiwan," *Transportation Journal*, 45(4), Fall, 9-27.

Chow, G., Heaver, T. D., and Henriksson, L.E., (1994), "Logistics performance: definition and measurement," *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 24, 17-28.

Churchill, G. A., (1991), *Marketing Research: Methodological Foundation*, The Dryden Press, New York.

Churchill, Jr., G. A. (1992), "Better measurement practices are critical to better understanding of sales management issues," *Journal of Personal Selling and Sales Management*, 7(2), 73-80.

Cohen, H.H., and Cleveland, R. J., (1983), "Safety programs practices in

- recording holding plants,” *Professional Safety*, 28, 26–33.
- Cox, S., and Flin, R. (1998), “Safety culture: philosopher’s stone or man of straw?” *Work and Stress*, 12, 189–201.
- Coyle, I.R., Sleeman, S.D., and Adams, N., (1995), “Safety climate,” *Journal of Safety Research*, 26 (4), 247–254.
- Dalton, D.R., Todor, W.D., Spendolini, M.J., Fielding, and G.. J., Porter, L.W., (1980), “Organization structure and performance: a critical review” , *Academy of Management Review*, 5, 49–64.
- Dedobbeleer, N., and Beland, F., (1991), “A safety climate measure for construction sites,” *Journal of Safety Research*, 22, 97–103.
- Diaz, R.I., and Cabrera, D.D., (1997), “Safety climate and attitude as evaluation measures of organizational safety,” *Accident Analysis and Prevention*, 29, 643–650.
- Dunn, S. C., Seaker, R. F., and Waller, M. A. (1994), “Latent variables in business logistics research: scale development and validation,” *Journal of Business Logistics*, 15(2), 145–172.
- Flin, R., Mearns, K., O’ Connor, P., and Bryden, R., (2000), “Measuring safety climate: identifying the common features,” *Safety Science*, 34 , 177–192.
- Garver, M. S. and Mentzer, J. T. (1999), “Logistics research methods: employing structural equation modelling to test for construct validity,” *Journal of Business Logistics*, 20(1), 33–58.
- Garver, M.S., and Mentzer, J.T., (1999), “Logistics research methods: employing structural equation modelling to test for construct validity,” *Journal of Business Logistics*, 20, 33–58.
- Gerbing, D.W., and Anderson, J.C., (1988), “An updated paradigm for scale development incorporating unidimensionality and its assessment,” *Journal of Marketing Research*, 25, 186–192.
- Glendon, A.I., and Litherland, D.K., (2001), “Safety climate factors, group differences and safety behaviour in road construction,” *Safety Science*, 39, 157–188.



- Glendon, A. I., and McKenna, E. F., (1995), "*Human Safety and Risk Management*," Chapman and Hall, London.
- Guastello, S. J., and Guastello, D. D., (1988), *The Occupational Hazards Survey*, Manual and Case Report. Milwaukee, WI: Guastello & Guastello.
- Guldenmund, F. W., (2000), "The nature of safety culture: a review of theory and research," *Safety Science*, 34, 215-257.
- Hair, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L., and Black, W. C., (1998), *Multivariate Data Analysis*, Prentice-Hall.
- Harrell, W. A., (1990), "Perceived risk of occupational injury: control over pace of work and blue-collar versus white collar work," *Perceptual and Motor Skills*, 70, 1351-1359.
- Håvold, J. I., (2000), "Culture in maritime safety," *Maritime Policy and Management*, 27, 79-88.
- Hayes, B. E., Perander, J., Smecjo, T., and Trask, J., (1998), "Measuring Perceptions of Workplace Safety: Development and Validation of the Work Safety Scale," *Journal of Safety Research*, 29, 145-161.
- Haytko, D. L. (1994), "The performance construct in channels of distribution: a review and synthesis," *Proceeding of The American Marketing Association*. Winter, 262-271.
- Huang, Y. H., Chen, J. C., DeArmond, S., Cigularov, K. and Chen. (2007), "Roles of safety climate and shift work on perceived injury risk: a multi-level analysis," *Accident Analysis and Prevention*, 39, 1088-1096.
- Hussey, J. and Hussey, R. (1997), *Business Research: A Practical Guide for Undergraduate and Postgraduate Students*, Hampshire: PALGRAVE.
- Koufteros, X. A., (1999), "Testing a model of pull production: a paradigm for manufacturing research using structural equation modeling," *Journal of Operations Management*, 17, 467-488.
- Lu, C. S. and Shang, K. C., (2005), "An empirical investigation of safety climate in container terminal operators," *Journal of Safety Research*, 36, 297-308.

- Maltz, A., and Maltz, E., (1998), "Customer service in the distributor channel empirical findings," *Journal of Business Logistics*, 19, 103-130.
- Marsh, S., and Simpson, G., (1995), "Measuring safety attitudes to target management actions," *The Safety and Health Practitioner*, Nov: 17-20.
- McDaniel, Jr. C. and Gates, R. (1999), *Contemporary Marketing Research*, South-Western College publishing.
- Mearns, K., Whitaker, S.M., and Flin, R., (2003), "Safety climate, safety management practice and safety performance in offshore environments," *Safety Science*, 41, 641-680.
- Merritt, A., and Helmreich, R.L., (1998), "Culture in the cockpit: a multi-airline study of pilot attitudes and values," In *Proceedings of the Eighth International Symposium on Aviation Psychology* (Columbus, OH: Ohio State University, USA).
- Neal, A., and Griffin, M.A., (2002), "Safety climate and safety behaviour," *Australian Journal of Management*, 27, 67-75.
- Neal, A., Griffin, M.A., and Hart., P.M., (2000), "The impact of organizational climate on safety climate and individual behavior," *Safety Science*, 34, 99-109.
- O' Leary-Kelly, S. W. and Vokurka, R. J., (1998), "The empirical assessment of construct validity," *Journal of Operations Management*, 16(4), 387-405.
- Peter, J. P. (1979), "Reliability: a review of psychometric basics and recent marketing practices," *Journal of Marketing Research*. 16(1), 6-17.
- Rigdon, E. E. (1998), "Structural Equation Modeling," In Marcoulides, G. A. (Ed.) *Modern Methods for Business Research*, Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Rogers, D. S., Daugherty, P. J. and Ellinger, A. E. (1996), "The relationship between information technology and warehousing

- performance,” *Logistics and Transportation Review*, 32(4), 409-421.
- Saunders, M. N. K., Lewis, P., and Thornhill, A. (2000), *Research Methods for Business Students*, London: Person Education Limited.
- Scandura, T. A. and Williams, E. A. (2000), “Research methodology in management: current practices, trends, and implications for future research” , *Academy of Management Journal*, 43(6), 1248-1264.
- Segars, A., (1997), “Assessing the unidimensionality of measurement: a paradigm and illustration within the context of information systems research,” *Omega*, 25(1), 107-121.
- Siu, O.L., Phillips, D.R., and Leung, T.W., (2004), “Safety climate and safety performance among construction workers in Hong Kong: the role of psychological strains as mediators,” *Accident Analysis and Prevention*, 36, 359-366.
- Smith, M.J., Cohen, H.H., Cohen., A., and Cleveland, R.J., (1978), “Characteristics of successful safety programs” , *Journal of Safety Research*, 10, 5-15.
- Spriggs, M. T. (1994), “A framework for more valid measures of channel member performance” , *Journal of Retailing*, 70(4), 327-343.
- Stank, T. P. and Lackey. Jr, C. W. (1997), “Enhancing performance through logistical capabilities in Mexican maquiladora firms,” *Journal of Business Logistics*, 18(1), 91-123.
- Tomás, J.M., Meliá, J.L., and Oliver, A., (1992), “A cross-validation of a structural equation model of accidents: organization and psychological variables as predictors of work safety,” *Work and Stress*, 13, 49-58.
- Varonen, U. and Mattila, M., (2000), ” The safety climate and its relationship to safety practices, safety of the work environment and occupational accidents in eight wood-processing companies,” *Accident Analysis and Prevention*, 32, 761-769.
- Williamson, A.M., Feyer, A. M., Cairns, D., and Biancotti, D. (1997),” The development of a measure of safety climate: the role of safety

- perceptions and attitudes,” *Safety Science*, 25, 1(3), 12-27.
- Zohar, D., (1980), “Safety climate in industrial organizations: theoretical and applied implications,” *Journal of Applied Psychology*, 65, 96-102.
- Zohar, D., (2002), “The effects of leadership dimensions, safety climate, and assigned priorities on minor injuries in work groups,” *Journal of Organizational Behavior*, 23, 75-92.

# **The Effects of Safety Climate on Safety Performance in International Logistics Center**

**Hwiao-Wen Lin**

**Kuo-Chung Shang**

**Chin-Shan Lu**

## **ABSTRACT**

This study empirically examined the effects of safety climate on international logistics center employees' perceptions of safety performance in Taiwan using the regression technique. Factor analysis and a series of validity and reliability tests were conducted, which resulted in the identification of five critical safety climate dimensions, namely, supervisor safety behavior management, safety training programs, co-workers' safety behavior, safety management, and safety attitude. There was a negative significant relationship between co-workers' safety behavior dimension and safety performance. Results suggest that international logistics center' management can enhance and refine these firms' safety climate by focusing especially on co-workers' safety behavior, thereby reducing injuries and accidents.

# 兩岸直航港埠貨櫃量預測與分配之研究

倪安順<sup>1</sup> 吳雨菁<sup>2</sup>

## 摘要

兩岸在經過多次協商下，於 2008 年 12 月終於開放海運直航，過去許多研究皆指出直航可降低運輸成本，帶來無窮商機，因此本研究預測兩岸直航貨櫃運量與港埠貨櫃量分配，為期能了解兩岸港埠貨櫃運量變化趨勢。本文透過灰色理論預測兩岸貨櫃運量，資料來源包括境外航運中心貨櫃運量、兩岸三地彎靠航線貨櫃運量、兩岸經香港中轉貨櫃運量；經由資料蒐集與分析，接著建立模型進行目標年貨櫃運量預測，並再進行誤差值檢驗。另外，根據 GM(1,1)預測兩岸貨櫃總量資料，透過重力模式來構建兩岸港口間之貨櫃運量，求得 2012 年兩岸直航港對港貨櫃運量估計。根據研究結果顯示，直航前由於只開放廈門、福州為境外航運中心，所以運量集中分佈於上海、深圳、廈門、福州；直航後無須繞道而行，運輸行為改變，運量集中分佈於上海、深圳、青島、廣州。因此兩岸直航後，廈門港及福州港的地理位置將不再那麼重要，貨櫃運量將會呈現緩慢成長。

**關鍵字：**兩岸直航、灰色理論、重力模式、貨櫃量預測

## 壹、緒言

臺灣地區與中國大陸之間的貨物運輸，因為政治因素於 1949 年中斷後，直到 1970 年代末期，隨著兩岸貿易的恢復與發展，始重新開啟兩岸間之航運。1988 年臺灣開放對大陸轉口貿易後，兩岸間經貿關係日趨密切，兩岸產業分工的結構產生兩岸間大量的人流、物流及金流。1997 年境外航運中心實施，開放廈門、福州與高雄港試點直航。2008 年 12 月兩岸開放直航，過去許多研究皆指出直航可大幅降低運輸成本，無論海運或空運、人或物的運輸，都將因直航而有正面效益，將帶來無窮商機。考量兩岸港埠貨櫃運量市場可能變化，本研究預測兩岸直

<sup>1</sup> 國立臺灣海洋大學航運管理學系助理教授（聯絡地址：基隆市中正區北寧路 2 號，電話：02-24622192 轉 3432，E-mail：anthony@mail.ntou.edu.tw）

<sup>2</sup> 國立臺灣海洋大學航運管理學系研究生（E-mail：ugi0928@yahoo.com.tw）

航港口貨櫃運量，為期能了解兩岸港埠貨櫃運量變化趨勢，提供廠商及航運業者在研擬對策參考。

兩岸交流由於政治因素而受限，關於貨櫃量資料取得相當有限，且影響運量之可能因素亦由於政治因素而分析困難，甚或無從得知。在有限基本資料限制條件下，非常適用灰理論進行預測分析，灰色理論基本特性為數學模式簡單，至少只須四筆資料，且不需要豐富的統計知識，僅須將資料適當處理即可。灰色理論應用普及社會科學領域，包含經濟管理、未來學術研究、社會系統、生態系統、農業系統等領域，故本研究在兩岸貨櫃運量使用灰色理論來預測未來發展狀況。

為能了解兩岸港埠貨櫃運量分配，以臺灣地區各國際商港對中國大陸主要港口貨櫃運量起迄市場（O-D market）為分析對象，採運量分配比例及重力模式方法來構建模式，探討兩岸港對港間運輸之需求情形，以瞭解兩岸直航後運量分佈之可能變化及其含意。

## 貳、文獻回顧

關於現階段兩岸通航之研究，就各界在最近幾年所發表相關的文獻及研究回顧，可概略分為三大部分進行分析：

### 一、兩岸三通對貨櫃海運運輸的影響之相關文獻探討

交通部運輸研究所(運研所，1998)針對航商進行兩岸航運相關問題意見調查，結果顯示在「維持現況」、「擴大境外轉運中心」、「兩岸直航」等三種情境下，兩岸間運量均有成長，且歸納出「不論貨櫃貨或散雜貨，大陸至臺灣之貨運量均大於臺灣至大陸」、「貨櫃貨之成長率大於散雜貨」、「兩岸航運愈開放，成長率愈高」等項趨勢。

翁永和等人(2001)以經濟的角度利用GTAP模型來探討兩岸三通對臺灣與亞太地區經貿的影響。研究結果發現，兩岸三通將對臺灣與中國大陸之經貿是正面的，但對其他亞太地區的國家來說，則顯示不利的情況，此由於兩岸資金流通下，雙方貿易量增加所致，其中又以韓國與越南之貿易條件惡化較為明顯。

倪安順(2004)透過問卷調查取得基本資料，並以灰理論建立兩岸航線航隊需求模型，再採寡占市場經濟分析法探討兩岸船隊規劃經濟效益。其研究結果顯示，航商反應兩岸直航確有需要，兩岸直航貨櫃船最適停靠港口為高雄港與上海港，兩岸船隊總規模以中國大陸較大，航商以高雄港為空櫃調度中心，臺灣對大

陸外貿依存度漸深，臺灣經香港轉運中國大陸貨櫃運量遠高於中國大陸經香港轉運臺灣的運量，兩岸合組策略聯盟船隊經濟效益較雙方無限制各組船隊為高。

## 二、兩岸經由第三地區轉運作業之相關文獻及研究

兩岸在未開放直航前，因貨物種類不同而有不同的運送方式，各航線之經營情形分別說明如下：

### （一）兩岸三地航線

所謂兩岸三地係指兩岸間貿易貨物，必須繞經第三地區港口才能運往兩岸的航線。此種航線有彎靠與中轉兩種模式，分述於下（吳榮貴等,2005）。

#### 1. 彎靠模式：

此模式指貨物雖繞經第三地區港口，但不用卸下，可原船來往於兩岸間港口。最常為兩岸航商所利用的第三地區港口有香港、日本石垣、韓國墨浦及濟州島。有關此種模式的航線經營權，臺灣方面採取開放經營的方式，業者不需經過批准即可經營此種航線；大陸方面則規定僅能由兩岸航商經營，而且必需經過大陸交通部審批始可經營此種航線。

#### 2. 中轉模式：

此模式指貨物需於第三地區港口卸下，再轉車、船來往於兩岸間。最常被做為中轉的第三地區港口是香港及韓國釜山。因為此模式並非原船來往於兩岸間，而是經過第三地區港口，故兩岸均視此種模式的航線為國際航線，也因此經營的航商眾多。

### （二）境外航運中心

境外航運中心實際運作於1997年4月19日開始，大陸方面稱為「試點直航」，惟因兩岸規範不同，僅有兩岸權宜船得以航行此航線，經兩岸政府核准經營該一航線的航商得以船舶直接通航於大陸的福州、廈門及高雄港境外航運中心。

2004年5月臺灣推動兩岸海運貨物便捷化措施，擴大「境外航運中心」範圍，不再侷限轉口業務，可載運兩岸與第三地區國家間之進出口貨物。臺灣指定增加臺中港與基隆港為境外航運中心適用港口，將業務範圍從經營轉運貨擴大至可載運臺灣與其他地區或國家之進出口貨，以促進兩岸海運便捷化（葉梅村,2007）。



### (三) 小三通

小三通航線主要以定期客運及部份不定期貨物運送為主，臺灣方面著重於客運的經營，而大陸方面則是偏原物料，兩岸直航未開放前無貨櫃船運送（張淑滿等,2006）。

### 三、運量預測之相關文獻探討

林光及吳榮貴(1993)以香港船務統計為資料來源，以1992年兩岸經香港「轉船」的運量為基準，採重力模式估計兩岸間「港對港」的起迄運量表。該研究以1992年兩岸經香港進口卸貨總運量為基準，分別計算兩岸經香港的總進出口量，得出臺灣經香港轉至大陸的運量有46.1萬噸，大陸經香港轉進臺灣的貨量將近21.1萬噸。將上述兩數據乘上兩岸各主要港口經香港轉口之運量的分配比重，再乘上兩岸經香港進出口之貨櫃化比例得出各港運量分配，最後加總所計算之兩岸各主要港口之進出口量，即得兩岸港埠經香港轉口的運量。

陳垂彥(1997)利用灰色理論及重力模式預測 1999 年臺灣出口至大陸之直航貨運總噸數，不區分貨櫃貨及非貨櫃貨，採用重力模式以兩岸港口間之直航費率函數取代了空間距離，估算兩岸港埠間之運量。假設兩岸開放直航與否兩種情境進行預測，並對臺灣與大陸進出口運量進行估計。

戴輝煌(2006)應用灰色理論GM(1,1)方法對大陸各大樞紐港口進行三種情境之總櫃量預測，再應用灰關聯分析得出不同因素的權重值。結果顯示，以保守之預測結果為例，未來五年內之總櫃量成長以上海港最高，鹽田港將會超越香港，而高雄港之總櫃量將會達到1千萬TEU以上。比較各大港口之樂觀與保守間的可預測幅度顯示，上海與鹽田港的未來總櫃量可能成長的空間變化甚大，而香港之可能成長幅度為最小。由於櫃量多寡係港口之貨源因素所呈現的現象，亦為航商擇港之重要考量因素。

### 參、研究方法

本研究之研究方法可分兩部份來說明，首先為建構灰色理論預測方法，並再探討誤差值檢驗與模式精確度檢驗。接著應用重力模式來構建兩岸港對港間之運量分配。

## 一、灰色理論

### (一) 灰色系統理論

灰色系統理論是源自於中國大陸華中理工大學鄧聚龍(1999)提出，主要是針對系統模式之不明確、資訊之不完整性下，進行系統之模式構建，藉預測及決策的方法來探討及對系統之瞭解。自然界紛繁浩大，人類社會錯綜複雜，整個世界給人以灰色與朦朧的感覺，即使在科學技術高度發展的今天，人類面臨的眾多問題，也還包含有大量未知的、不確定的、訊息不完全的自然因素和社會因素。所以說自然界對人類不全部是白的（一切皆知），也不全是黑的（一無所知），大部分的情況是灰色的（半知半解）。因此，常用「黑」來表示資訊缺乏，「白」來表示資訊完全，「灰」來表示系統的資訊部份已知、部份未知。所以灰色系統是指相對於一定的認知層次，當系統內部的資訊部份已知、部份未知，這類系統稱為灰色系統（溫坤禮等,2002）。

灰預測是以GM(1,1)模型為基礎對現有數據所進行的預測方法，實際上則是找出某一數列中間各元素之未來動態狀況，主要的優點為所需的數據不用太多且數學基礎較為簡單。

### (二) 灰色模型建構—GM(1,1)

灰色模型是利用系統歷史行為所建立的一種預測模型，是經由對少量且不確定的資料進行灰生成來降低數據的隨機性，以尋找出內在規律性，並經由處理過後之數列轉化為微分方程建構一個灰色系統模型，來推知系統未來狀態以達近似預測的功能（鄧聚龍,1999）。GM(1,1)模型之一階微分方程為：

$$\frac{dx^{(1)}}{dt} + ax^{(0)} = b \quad (1)$$

式中  $t$  為系統之自變數， $a$  為發展係數， $b$  為灰色控制變數， $a$  與  $b$  為模式之待定參數。假設原始數列如下所示：

$$x^{(0)} = (x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(n)) \quad (2)$$

灰色系統在建模時，需先對原始數列作一次累加生成（accumulated generating operation; AGO），作為提供建模中間信息，弱化原數列的隨機性。此處定義  $x^{(1)}$  為  $x^{(0)}$  的一次AGO數列，即：

$$\begin{aligned} x^{(1)} &= (x^{(1)}(1), x^{(1)}(2), \dots, x^{(1)}(n)) \\ &= \left( \sum_{k=1}^1 x^{(0)}(k), \sum_{k=1}^2 x^{(0)}(k), \dots, \sum_{k=1}^n x^{(0)}(k) \right) \end{aligned} \quad (3)$$

由(1)式、(3)式及最小平方法，求得係數  $p$  為：

$$p = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = (B^T B)^{-1} B^T y_n \quad (4)$$

式中累加矩陣  $B$  為：

$$B = \begin{bmatrix} -\frac{1}{2} [x^{(1)}(1) + x^{(1)}(2)], 1 \\ -\frac{1}{2} [x^{(1)}(2) + x^{(1)}(3)], 1 \\ \dots\dots\dots \\ -\frac{1}{2} [x^{(1)}(n-1) + x^{(1)}(n)], 1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

常數項向量  $y_n$  為：

$$y_n = \{x_1^{(0)}(2), x_1^{(0)}(3), \dots, x_1^{(0)}(n)\}^T \quad (6)$$

將所求出係數  $p$  代入微分方程，求解(1)式後可得近似關係為：

$$\hat{x}^{(1)}(k+1) = \left[ x^{(0)}(1) - \frac{b}{a} \right] e^{-ak} + \frac{b}{a} \quad (7)$$

式中  $\hat{x}^{(0)}(1) = x^{(0)}(1)$ ，參數列  $[a, b]^T$  以最小平方法求得。再以累減生成函數 (IAGO) 還原，得運量預測模式為：

$$\hat{x}^{(1)}(k) = \left[ x^{(0)}(1) - \frac{b}{a} \right] (1 - e^{-a}) e^{-a(k-1)} \quad (8)$$

式中  $\hat{x}^{(0)}(1) = x^{(0)}(1)$ ，而  $\hat{x}_1^{(0)}(1), \hat{x}_1^{(0)}(2), \dots, \hat{x}_1^{(0)}(n)$  為原始運量資料數據之模式值， $\hat{x}_1^{(0)}(n+1), \hat{x}_1^{(0)}(n+2), \dots$ ，為未來運量之預測值。

### (三) 後驗差檢驗

GM預測模式本身之擬合能力，尚須進一步進行精度檢驗。本研究應用灰色後驗差精度檢驗，後驗差精度檢驗為根據模式值與實際值間的統計情況進行檢驗，以分析模式在建模上之精確準度。首先，定義殘差數據  $q^{(0)}(k)$ ，其中  $x^{(0)}k$  為原始數列， $\hat{x}^{(0)}(k)$  為預測數列，如(9)式。

$$q^{(0)}(k) = x^{(0)}k - \hat{x}^{(0)}(k), \quad k = 2, 3, \dots, n \quad (9)$$

原始數列  $x^{(0)}$  之平均值為

$$\bar{m} = \sum_{k=1}^n \frac{x^{(0)}(k)}{n} \quad (10)$$

原始數列  $x^{(0)}$  之標準差 (standard deviation) 為

$$S_1 = \sqrt{\sum_{k=1}^n \frac{(x^{(0)}(k) - \bar{m})^2}{n-1}} \quad (11)$$

預測誤差數列  $q^{(0)}(k)$  之平均值為  $\bar{q}$ ，預測誤差之標準差 (standard deviation) 為

$$S_2 = \sqrt{\sum_{k=1}^n \frac{(q^{(0)}(k) - \bar{q})^2}{n-1}} \quad (12)$$

$S_1$  是原始數列之標準差， $S_2$  是預測誤差之標準差，定義  $S_1$  與  $S_2$  之比為後驗差比 (poster error ratio)  $C$ ，即

$$C = \frac{S_2}{S_1} \quad (13)$$

後驗差比  $C$  愈小愈好，表示預測誤差之變動率小，好 (Good) 的預測精度等級要求  $C < 0.35$ 。定義小誤差機率 (probability of small error)  $P$  為

$$P = \text{prob} \{ |q^{(0)}(k) - \bar{q}| \leq 0.6745 S_1 \} , \quad k=2,3,\dots, n \quad (14)$$

按照  $C$  與  $P$  計算結果對照模式預測精度指標等級表，評定模式精度等級。後驗差比  $C$  越小越好，因此代表  $S_1$  越大而  $S_2$  越小，即  $S_1$  大代表原始運量數據標準差大，離散程度高，而  $S_2$  小殘差標準差小，離散程度低。亦即  $C$  小表示儘管原始數據很離散，而模式所得之模式值與實際值之差不會太離散。指標  $P$  越大越好，表示殘差與殘差平均值之差小於給定  $0.6745 S_1$  之點較多，預測精度指標等級表如表 1 所示。

#### (四) 模式檢驗

在建立需求模式後，為求需求模式之準確性，需對所建立的需求模式進行檢驗評估，較常用的檢驗評估指標為平均絕對誤差百分比 (mean absolute percentage error, MAPE)，其中：

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n \left| \frac{X_1^{(0)}(i) - \hat{X}_1^{(0)}(i)}{X_1^{(0)}(i)} \right|}{n} * 100\% \quad (15)$$

表1 預測精度指標等級表

| 等 級                 | 小誤差機率P               | 後驗差比C                |
|---------------------|----------------------|----------------------|
| 一級：好(Good)          | $0.95 \leq p$        | $c \leq 0.35$        |
| 二級：合格(Qualified)    | $0.80 \leq p < 0.95$ | $0.35 < c \leq 0.50$ |
| 三級：勉強(Just)         | $0.70 \leq p < 0.80$ | $0.50 < c \leq 0.65$ |
| 四級：不合格(Unqualified) | $p < 0.70$           | $0.65 < c$           |

資料來源：鄧聚龍(1999)。

MAPE主要在衡量模式中未被解釋部份之百分比。MAPE之值愈小，表示模型正確預測能力愈強，預測模式估計結果與歷史資料吻合精確度愈大。Lewis（1982）依據MAPE值之大小，將模式預測能力分為四種等級，如表2所示，當MAPE小於10% 時，表示模型之預測能力優良。

表2 MAPE預測能力之等級

| MAPE 值  | 預測能力 |
|---------|------|
| <10%    | 高精確度 |
| 10%~20% | 良好   |
| 20%~50% | 合理   |
| >50%    | 不正確  |

資料來源：Lewis(1982)。

## 二、重力模式

重力模式乃是計算區間往返旅次的一個被廣泛應用之方法，其構想來自牛頓萬有引力定律（Kanafani,1983），應用其基本觀念至運輸需求上，以表示兩地間旅次活動的交互吸引情形，亦即假定兩地間來往之旅次數，取決於兩地間之吸引力及兩地間之距離函數，吸引力越大，兩地間來往之旅次數就越多，距離越遠，兩地間來往之旅次數就越少（李克聰,1995）。

旅次起迄表涵蓋了某時段內往來於特定區域間的交通量，在傳統的運輸規劃過程中，旅次起迄分佈資料係交通量指派模式之輸入資料，用以預估未來各路段之交通流量。預估未來的旅次起迄分佈須仰賴未來旅次產生量、吸引量以及目前

起迄分佈狀況。

### (一) 重力模式方法說明

運輸規劃過程中，我們可由實際調查值或經由旅次產生步驟，得到*i*分區的旅次產生數及*j*分區的旅次吸引數，透過下式(16)可得到*i*區到*j*區的旅次數：

$$T_{ij} = p_i \times \frac{A_j F_{ij}}{\sum_j A_k F_{ij}} \quad \text{式中} \quad F_{ij} = \frac{1}{t^n} \quad (16)$$

$T_{ij}$  = 旅次分佈量       $F_{ij}$  = 阻力因素       $P_i$  = 旅次產生量  
 $A_j$  = 旅次吸引量       $t^n$  = 調整因子，如距離、時間

但是僅賴時間因素仍不能完全說明兩地間的旅次往來現象，此因旅次的分佈型態，除時間因素外，還受起迄兩地社會經濟因素的影響。在考慮社經因素之影響，可將社經因素*K*納入模式中加以反映：

$$T_{ij} = p_i \times \frac{A_j F_{ij} K_{ij}}{\sum_j A_k F_{ij} K_{ij}} \quad \text{式中} \quad F_{ij} = \frac{1}{t^n} \quad (17)$$

$K_{ij}$  = 社經修正因素

式中  $K_{ij}$  即是社經修正因素，用以反映社經特性對旅次分佈之影響，其他變數之定義同上。

### (二) 運量分配步驟

Step1：構建兩岸港間運量分配之重力模式

透過交通統計要覽及國際貨櫃化雜誌可得臺灣與大陸地區的運量資料。利用運量分配比例建立臺灣各國際港及大陸主要港口間之 O-D 矩陣資料，由於缺乏兩岸港間運輸成本資料，因此採兩岸直航運輸距離為阻力因素，可校估港間運量分配之重力模式。

Step 2：利用灰色理論預測未來運量

利用灰色理論構建臺灣與大陸間之運量，以所構建之模式預測兩岸未來運量。

Step3：求取臺灣地區國際港及大陸主要港口運量分配之狀況

以第一階段所建立之臺灣地區國際港及大陸主要港口間之 O-D 資料帶入重力模式中，再以兩岸直航距離所計算之阻力函數，求得 2009 年至 2012 年兩岸港間直航之運量預測。重力模式表之如下：

$$T_{ij} = P_i \frac{A_j F_{ij}}{\sum_k A_k F_{ik}} \quad (18)$$

式中：

$P_i$ ：臺灣地區國際商港總量

$A_j$ ：大陸主要港口總量

$T_{ij}$ ：臺灣地區各港與大陸主要港口間之運量

$F_{ij}$ ：阻抗函數，設為直航距離之函數

## 肆、兩岸貨櫃運量預測與分配

### 一、兩岸定期航線運量分析

由於受到兩岸微妙關係之影響，中國大陸港口運量資料蒐集不易，兩岸港埠間運量統計一直都比较欠缺官方的數據可資參考。因此本研究乃從文獻回顧、現成相關兩岸三地官方統計資料的蒐集，分別討論兩岸港口運量分析、境外航運航線運量分析以及兩岸三地航線運量分析。

#### （一）兩岸港口運量分析

兩岸各個主要貨櫃港的營運量在近幾年來已有了重要的轉變，因該一轉變對於航商選靠各個港口之決策有重大之影響，也關係兩岸直航對於兩岸各別之影響程度的大小，因此本研究將兩岸主要港口之貨櫃裝卸量進行統計與比較。兩岸各主要港口 2001-2007 年之貨櫃運量統計，如表 3 及表 4 所示。在臺灣地區，包括基隆港、臺中港及高雄港；在大陸地區則包括青島、天津、上海、廈門、深圳、廣州、福州等主要沿岸港口。

表3 臺灣地區主要港口貨櫃裝卸量

單位：千TEU

| 年 度 | 2001   | 2002   | 2003   | 2004   | 2005   | 2006   | 2007   | 總 計    |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 基隆港 | 1,816  | 1,919  | 2,001  | 2,070  | 2,091  | 2,128  | 2,215  | 14,240 |
| 臺中港 | 1,070  | 1,194  | 1,246  | 1,245  | 1,229  | 1,198  | 1,248  | 8,430  |
| 高雄港 | 7,540  | 8,493  | 8,843  | 9,714  | 9,471  | 9,774  | 10,257 | 64,092 |
| 合 計 | 10,426 | 11,606 | 12,090 | 13,029 | 12,791 | 13,100 | 13,720 | 86,762 |

資料來源：交通統計要覽，交通部統計處，歷年資料(2008)

表4 大陸主要港口貨櫃裝卸量

單位：千TEU

| 年 度 | 2001   | 2002   | 2003   | 2004   | 2005   | 2006   | 2007   | 總 計     |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| 上海港 | 6,340  | 8,610  | 11,280 | 14,655 | 18,084 | 21,710 | 26,152 | 106,831 |
| 深圳港 | 5,076  | 7,610  | 10,610 | 13,657 | 16,197 | 18,470 | 21,099 | 92,719  |
| 青島港 | 2,639  | 3,410  | 4,240  | 5,140  | 6,307  | 7,700  | 9,466  | 38,902  |
| 廣州港 | 1,738  | 2,180  | 2,770  | 3,327  | 4,683  | 6,600  | 9,200  | 30,498  |
| 天津港 | 2,011  | 2,410  | 3,000  | 3,816  | 4,801  | 5,950  | 7,100  | 29,088  |
| 廈門港 | 1,293  | 1,750  | 2,330  | 2,872  | 3,342  | 4,020  | 4,630  | 20,237  |
| 福州港 | 418    | 481    | 599    | 708    | 803    | 1,011  | 1,132  | 5,152   |
| 合 計 | 19,515 | 26,451 | 34,829 | 44,715 | 54,217 | 65,461 | 78,779 | 323,427 |

資料來源：中國交通部統計及國際貨櫃化雜誌（Containerization International）

2001-2006

由表3可知，在2001年臺灣地區三個國際貨櫃商港運量約10,426千TEU，至2007年達13,720千TEU，六年間約成長31%。其中在2007年，以高雄港之裝卸量10,257千TEU為最高，基隆港2,215千TEU次之，臺中港1,248千TEU最低。

而在大陸方面，由表4可知，在2001年中國大陸主要國際商港貨櫃運量約19,515千TEU，至2007年達78,779千TEU，六年間約成長4倍。其中在2007年，以上海港26,152千TEU、深圳港21,099千TEU裝卸量居多。

## （二）境外航運航線運量分析

歷年試點直航廈門港及福州港貨櫃運量如表5所示，2001年高雄港50.8萬TEU的境外轉運量約有68%（34.5萬TEU）是源自於廈門港，其他來自於福州港



為32% (16.2萬TEU)。至2007年高雄港57.8萬TEU，境外轉運量約有42% (24.5萬TEU) 是源自於廈門港，其他來自於福州港為58% (33.2萬TEU)，顯示廈門港貨櫃量近年逐漸減少。在廈門港快速國際化後，國際航線已直接拉到廈門港，不需再經由高雄港轉運。未來更會把福州港納入國際航線，境外航運中心將可能名存實亡。

表5 廈門港及福州港至高雄境外航運中心航線之營運量 單位：TEU

| 年 度  | 廈門港貨櫃量  | 福州港貨櫃量  | 營運量總計   | 成長率  |
|------|---------|---------|---------|------|
| 2001 | 345,457 | 162,787 | 508,244 | -    |
| 2002 | 380,841 | 193,610 | 574,451 | 13 % |
| 2003 | 403,636 | 226,700 | 630,337 | 10 % |
| 2004 | 431,038 | 243,736 | 674,774 | 7 %  |
| 2005 | 399,726 | 262,100 | 661,826 | -2 % |
| 2006 | 292,099 | 324,046 | 616,145 | -7 % |
| 2007 | 245,930 | 332,800 | 578,730 | -6 % |

資料來源：福州統計年鑑，歷年資料(2008)。

註：廈門港貨櫃量係根據高雄港務局統計減福州港務局統計推算而得。

### (三) 兩岸三地航線運量分析

表6為近七年臺灣地區自大陸及香港進出口貨櫃運量之統計，臺灣自大陸進出港貨櫃數量逐年增加，但是臺灣自香港進出港貨櫃數量逐年減少。2001年臺灣自大陸與香港進出港貨櫃總量為1,198,112 TEU，至民國2007年增加為1,431,067 TEU；而且其進、出口量占臺灣進、出口總量的比量愈來愈大。其中自大陸進出口貨櫃總量有逐年增加之趨勢，由2001年235,971 TEU，至2007年增加為862,984 TEU，期間成長約3.7倍；而香港的進出口貨櫃總量卻有減少的趨勢，由2001年962,151 TEU，至2007年減少為568,083 TEU，期間減少約41%。

### (四) 兩岸三地中轉航線運量分析

就經香港轉運進出臺灣及大陸地區港口之「兩岸三地中轉航線」貨櫃運量分析，如表7所示臺灣地區三大貨櫃港經香港中轉的運量在2007年共有38.8萬TEU，其中臺灣出口在香港中轉為30.1萬TEU，經香港中轉到臺灣各港的共8.7萬TEU，可看出由臺灣出口轉至大陸較大陸出口轉至臺灣多21.4萬TEU。

表6 臺灣地區對大陸及香港進出口貨櫃運量

單位：TEU

| 來源地   | 中國大陸    |         |         | 香港      |         |           |
|-------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| 進出口別  | 進口量     | 出口量     | 總量      | 進口量     | 出口量     | 總量        |
| 2001年 | 68,229  | 167,671 | 235,971 | 350,010 | 612,141 | 962,151   |
| 2002年 | 60,813  | 226,205 | 287,018 | 394,667 | 649,971 | 1,044,638 |
| 2003年 | 84,365  | 409,367 | 493,731 | 396,173 | 466,125 | 862,298   |
| 2004年 | 121,268 | 541,648 | 662,916 | 332,318 | 368,117 | 700,434   |
| 2005年 | 153,804 | 534,141 | 687,945 | 360,667 | 346,170 | 680,357   |
| 2006年 | 207,172 | 578,802 | 785,974 | 323,886 | 307,062 | 596,926   |
| 2007年 | 262,317 | 600,667 | 862,984 | 329,421 | 261,850 | 568,083   |

資料來源：1.交通統計要覽，交通部統計處，歷年資料。

2.基隆港務局、臺中港務局、高雄港務局。

表7 兩岸經香港中轉之貨櫃運量統計

單位：千TEU

| 起 迄   | 臺灣→香港→中國內地 | 中國內地→香港→臺灣 | 合 計   |
|-------|------------|------------|-------|
| 2001年 | 348        | 110        | 458   |
| 2002年 | 374        | 142        | 516   |
| 2003年 | 358        | 149        | 507   |
| 2004年 | 322        | 133        | 455   |
| 2005年 | 315        | 148        | 463   |
| 2006年 | 295        | 86         | 381   |
| 2007年 | 301        | 87         | 388   |
| 總 計   | 2,313      | 855        | 3,168 |

資料來源：香港船務季刊，香港特別行政區政府統計處，歷年資料(2008)。

## 二、兩岸貨櫃運量GM(1,1)預測

本研究以灰色理論GM(1,1)構建兩岸貨櫃運量預測模式，資料時間由2003年至2007年的年櫃量資料，預測2008年至2012年貨櫃量的變動，資料來源為境外航運中心貨櫃運量、兩岸三地彎靠航線貨櫃運量、兩岸經香港中轉貨櫃運量。

### (一) 境外航運中心貨櫃運量預測分析

境外航運中心貨櫃運量資料根據表5，將基年資料帶入公式(1)~(8)，即可構建年運量預測模式如式(19)所示，其中， $\hat{x}_{(k+1)}^{(0)}$  為運量預測值。

$$\hat{X}_{(k+1)}^{(0)} = 719,923.987 \times e^{-0.0523k} \quad (19)$$

由表8可看出預測量在未來五年有逐漸下滑之趨勢，運量預測模式之精度評定等級為第一級，即Good，其C值為 $0.2534 < 0.35$ ，且P值為 $1 > 0.95$ ，故模式可供本研究使用，並進行下一步重力模式分配。

表8 境外航運中心貨櫃運量之預測結果、精度評定表

| 年    | 實際值<br>(TEU) | 預測值(TEU) | MAPE(%) | 精度評定運算                                                                                                                                                                                           |
|------|--------------|----------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2003 | 630,337      | 630,337  | 0.00 %  | $a = 0.05230779$<br>$b = 734230.84769444$<br>$b/a = 14036739.53405386$<br>$S_1 = 38112.95$<br>$S_2 = 9658.54$<br>$0.6745 \times S_1 = 25707.19$<br>$C = 0.253418841$<br>$P = 1$<br>精度評定等級 = Good |
| 2004 | 674,774      | 683,234  | -1.25 % |                                                                                                                                                                                                  |
| 2005 | 661,826      | 648,414  | 2.03 %  |                                                                                                                                                                                                  |
| 2006 | 616,145      | 615,369  | 0.13 %  |                                                                                                                                                                                                  |
| 2007 | 578,730      | 584,008  | -0.91 % |                                                                                                                                                                                                  |
| 2008 |              | 554,245  |         |                                                                                                                                                                                                  |
| 2009 |              | 526,023  |         |                                                                                                                                                                                                  |
| 2010 |              | 499,219  |         |                                                                                                                                                                                                  |
| 2011 |              | 473,781  |         |                                                                                                                                                                                                  |
| 2012 |              | 449,639  |         |                                                                                                                                                                                                  |
| MAPE |              |          | 1.08 %  |                                                                                                                                                                                                  |

表9 兩岸三地彎靠航線貨櫃運量之預測結果、精度評定表

| 年    | 實際值(TEU) | 預測值(TEU)  | MAPE(%) | 精度評定運算                                                                                                                                                                                         |
|------|----------|-----------|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2003 | 493,731  | 493,731   | 0.00 %  | $a = -0.0942177047$<br>$b = 570341.756929$<br>$b/a = -277086.17444447$<br>$S_1 = 139655.3$<br>$S_2 = 16578.98$<br>$0.6745 \times S_1 = 94197.52$<br>$C = 0.118714$<br>$P = 1$<br>精度評定等級 = Good |
| 2004 | 662,916  | 646,854   | 2.42 %  |                                                                                                                                                                                                |
| 2005 | 687,945  | 710,763   | -3.32 % |                                                                                                                                                                                                |
| 2006 | 785,974  | 780,985   | 0.63 %  |                                                                                                                                                                                                |
| 2007 | 862,984  | 858,146   | 0.56 %  |                                                                                                                                                                                                |
| 2008 |          | 942,930   |         |                                                                                                                                                                                                |
| 2009 |          | 1,036,106 |         |                                                                                                                                                                                                |
| 2010 |          | 1,138,475 |         |                                                                                                                                                                                                |
| 2011 |          | 1,250,958 |         |                                                                                                                                                                                                |
| 2012 |          | 1,374,554 |         |                                                                                                                                                                                                |
| MAPE |          |           | 1.73 %  |                                                                                                                                                                                                |

## (二) 兩岸三地彎靠航線貨櫃運量預測分析

兩岸三地彎靠航線貨櫃運量資料根據表六，構建所得之年運量預測模式如式(20)所示。

$$\hat{X}_{(k+1)}^{(0)} = 588,692.938 \times e^{0.09422k} \quad (20)$$

由表9可看出預測量在未來五年呈現穩定的成長，運量預測模式之精度評定等級為第一級，即Good，其C值為 $0.1187 < 0.35$ ，且P值為 $1 > 0.95$ ，故模式可供本研究使用，並進行下一步重力模式分配。

### (三) 兩岸經香港中轉貨櫃運量預測分析

兩岸經香港中轉貨櫃運量資料根據表七，構建年運量預測模式如式(21)所示。

$$\hat{X}_{(k+1)}^{(0)} = 497,061.1532 \times e^{-0.067k} \quad (21)$$

由表10可看出預測量在未來五年有逐漸減少之趨勢，運量預測模式之精度評定等級為第二級，即Qualified，其C值0.4336，介於0.35與0.5之間，且P值為 $1 > 0.95$ ，故模式可供本研究使用，並進行下一步重力模式分配。

表10 兩岸經香港中轉貨櫃運量之預測結果、精度評定表

| 年    | 實際值(TEU) | 預測值(TEU) | MAPE(%) | 精度評定運算                                                                 |
|------|----------|----------|---------|------------------------------------------------------------------------|
| 2003 | 507,000  | 507,000  | 0.00 %  | a = 0.06696513<br>b = 514555.29362755<br>b/a = 7683929.33260105        |
| 2004 | 455,000  | 464,865  | -2.17 % |                                                                        |
| 2005 | 463,000  | 434,755  | 6.10 %  |                                                                        |
| 2006 | 381,000  | 406,595  | -6.72 % |                                                                        |
| 2007 | 388,000  | 380,259  | 2.00 %  | $S_1 = 53434.07$<br>$S_2 = 23166.47$<br>$0.6745 \times S_1 = 36041.28$ |
| 2008 |          | 355,629  |         |                                                                        |
| 2009 |          | 312,520  |         |                                                                        |
| 2010 |          | 292,278  |         |                                                                        |
| 2011 |          | 273,346  |         | C = 0.433552<br>P = 1                                                  |
| 2012 |          | 255,640  |         |                                                                        |
| MAPE |          |          | 4.25 %  | 精度評定等級 = Qualified                                                     |

### 三、兩岸貨櫃運量比例分配

由於兩岸間港對港的貨櫃運量無官方統計資料，因此本研究應用運量分配比例，進行兩岸港口貨櫃運量之估測。根據交通統計要覽，2007 年臺灣基隆、臺中、高雄三個貨櫃港的貨櫃量分別為 2,215 千 TEU、1,248 千 TEU 及 10,257 千

TEU，所佔比例分別為 16.14%、9.11%及 74.75%。2007 年中國大陸主要港口上海、深圳、青島、天津、廣州、廈門、福州貨櫃量分別為 26,152 千 TEU、21,099 千 TEU、9,466 千 TEU、9,200 千 TEU、7,100 千 TEU、4,630 千 TEU、1,132 千 TEU，所佔比例分別為 33.2%、26.78%、12.02%、11.68%、9.01%、5.87%、1.44%。

依據兩岸運量統計，2007 年境外航運中心之營運量、兩岸三地彎靠航線貨櫃運量、兩岸三地中轉貨櫃運量分別為 578,730TEU、862,984TEU、388,000TEU，因此兩岸間之貨櫃運量總合為 1,829,714 TEU。假設兩岸間採取上述比例分別為臺灣各國際商港與中國大陸主要港口間之貨櫃分配比重，按照臺灣及大陸主要港口所佔比例重新分配，即得臺灣各國際商港與大陸主要港口之貨櫃起迄運量矩陣估計，如表 11。由表 11 得知，2007 年臺灣各國際商港與大陸主要港口間總計 1,829 千 TEU 的貨櫃量中，基隆港有 201,908TEU、臺中港 113,965TEU、高雄港 1,513,841TEU。

從上述推估結果可知臺灣與上海總計 415,284TEU，其中基隆與上海 67,027 TEU、臺中與上海 37,832TEU、高雄與上海 310,425 TEU；臺灣與深圳總計 335,045TEU，其中基隆與深圳 54,076 TEU、臺中與深圳 30,523TEU、高雄與深圳 250,446 TEU；臺灣與青島總計 150,317TEU，其中基隆與青島 24,261 TEU、臺中與青島 13,694TEU、高雄與青島 112,362 TEU；臺灣與廣州總計 146,093TEU，其中基隆與廣州 23,579TEU、臺中與廣州 13,309TEU、高雄與廣州 109,205 TEU；臺灣與天津總計 112,746TEU，其中基隆與天津 18,197 TEU、臺中與天津 10,271TEU、高雄與天津 84,278TEU；臺灣與廈門總計 319,453TEU，其中基隆與廈門 11,867 TEU、臺中與廈門 6,698TEU、高雄與廈門 300,888 TEU；臺灣與福州總計 350,776TEU，其中基隆與福州 2,901 TEU、臺中與福州 1,638TEU、高雄與福州 346,237 TEU。

表 11 2007 年兩岸主要港口之貨櫃起迄運量矩陣估計表

單位：

| TEU |         |         |         |         |         |         |         |           |
|-----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| 港別  | 上海      | 深圳      | 青島      | 廣州      | 天津      | 廈門      | 福州      | 合計        |
| 基隆  | 67,027  | 54,076  | 24,261  | 23,579  | 18,197  | 11,867  | 2,901   | 201,908   |
| 臺中  | 37,832  | 30,523  | 13,694  | 13,309  | 10,271  | 6,698   | 1,638   | 113,965   |
| 高雄  | 310,425 | 250,446 | 112,362 | 109,205 | 84,278  | 300,888 | 346,237 | 1,513,841 |
| 合計  | 415,284 | 335,045 | 150,317 | 146,093 | 112,746 | 319,453 | 350,776 | 1,829,714 |

#### 四、構建兩岸港間運量分配重力模式之預測

根據一般的重力模式，假設兩岸各港間之貨櫃運量與兩岸各港的總櫃量的乘積成正比，而與運輸距離的平方成反比，在此運輸距離也可反映航商成本及運費。2009 年兩岸政府在通航已達到一共識點，允許船舶可直接通航於兩岸港口間，且無需繞道而行，因此設兩岸直航距離為阻力函數，則可預測得兩岸間貨櫃貨在兩岸各港之流向與流量。其中臺灣各國際商港與大陸主要港口未直航前之貨櫃量，係採用前述運量分配比例所求算出之數量，而臺灣各國際商港與大陸主要港口之距離則如表 12 所示。茲將依該一模式推估的結果說明如下：

表 12 臺灣各國際商港與大陸主要港口之距離表 單位：海浬

| 港別 | 上海  | 深圳  | 青島  | 廣州  | 天津    | 廈門  | 福州  |
|----|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|
| 基隆 | 428 | 502 | 684 | 551 | 995   | 219 | 152 |
| 臺中 | 463 | 407 | 740 | 457 | 1,060 | 137 | 143 |
| 高雄 | 571 | 373 | 848 | 423 | 1,168 | 163 | 240 |

資料來源：參考 Searates 網站 <http://www.searates.com/> (2008/11/10)

根據上述結果，兩岸貨櫃運量GM(1,1)預測資料利用運量分配比例，求得臺灣各國際商港與大陸主要港口2012年之貨櫃運量，再將此三種數據代入重力模式，即可求得2012年兩岸直航之貨櫃起迄運量矩陣估計，如表13所示。

由表 13 得知，GM(1,1)模式預估 2012 年兩岸貨櫃運量 2,079,833TEU，基隆港、臺中港、高雄港運量比例分配，各估計約有 335,705TEU、189,483TEU、1,554,644 TEU。在港對港的運量部分，經過重力模式重新校估，臺灣與上海總計 690,574TEU，其中基隆與上海 115,439TEU、臺中與上海 67,174TEU、高雄與上海 507,961TEU；臺灣與深圳總計 557,034TEU，其中基隆與深圳 93,116 TEU、臺中與深圳 54,186TEU、高雄與深圳 409,733TEU；臺灣與青島總計 250,021TEU，其中基隆與青島 41,794TEU、臺中與青島 24,322TEU、高雄與青島 183,906TEU；臺灣與廣州總計 242,948TEU，其中基隆與廣州 40,611TEU、臺中與廣州 23,632TEU、高雄與廣州 178,705TEU；臺灣與天津總計 187,489TEU，其中基隆與天津 39,739TEU、臺中與天津 17,256TEU、高雄與天津 130,494TEU；臺灣與廈門總計 121,880TEU，其中基隆與廈門 4,747TEU、臺中與廈門 2,763TEU、高雄與廈門 114,370TEU；臺灣與福州總計 29,887TEU，其中基隆與福州 260TEU、

臺中與福州 151TEU、高雄與福州 29,476TEU。

表 13 2012 年兩岸港間直航之貨櫃起迄運量分配表

單位：TEU

| 港別 | 上海      | 深圳      | 青島      | 廣州      | 天津      | 廈門      | 福州     | 合計        |
|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|-----------|
| 基隆 | 115,439 | 93,116  | 41,794  | 40,611  | 39,739  | 4,747   | 260    | 335,705   |
| 臺中 | 67,174  | 54,186  | 24,322  | 23,632  | 17,256  | 2,763   | 151    | 189,483   |
| 高雄 | 507,961 | 409,733 | 183,906 | 178,705 | 130,494 | 114,370 | 29,476 | 1,554,644 |
| 合計 | 690,574 | 557,034 | 250,021 | 242,948 | 187,489 | 121,880 | 29,887 | 2,079,833 |

## 伍、結論與建議

本研究經對兩岸的相關貨櫃運量進行統計資料分析，透過灰色理論構建運量預測模式，再利用重力模式求得未來兩岸直航運量分配之狀況。茲將研究觀察與所得到的主要結論及建議分述如下：

### 一、灰預測方法在本研究適用良好

本研究利用灰預測的特性，以灰預測模式建構兩岸貨櫃量預測模型，資料來源分成三種形式：境外航運中心之貨櫃運量、兩岸三地彎靠航線貨櫃運量、兩岸經香港中轉之貨櫃運量。資料時間由 2003 年至 2007 年的年櫃量資料，預測 2008 年至 2012 年貨櫃量的變動。為了比對預測模型的準確性，本文採用三種檢驗方式，後驗差比 C、誤差機率 P 與平均絕對誤差百分比 MAPE。結果顯示 MAPE 評定為優，精度評定為 Qualified 以上，可做未來兩岸貨櫃運量之參考。

### 二、兩岸直航後預測港間運量具轉移效果

分析直航前與直航後之運量分佈狀況，直航前由於只開放廈門、福州為境外航運中心，推估運量分佈較集中於上海、深圳、廈門、福州；直航後無須繞道而行，運輸行為改變，運量集中分佈於上海、深圳、青島、廣州。因此兩岸直航後，廈門港及福州港的地理位置將不再那麼重要，臺灣地區與廈門港及福州港貨櫃量將會呈現緩慢成長。

### 三、分析結果顯示短期兩岸貨櫃運量改變不大

就兩岸是否開放直航的議題上，本研究發現若不包括兩岸境外航運中心 2007 年約 58 萬 TEU，兩岸間貨櫃運量一年約僅有 125 萬 TEU 左右，其中包括兩岸三地彎靠及經香港中轉的運量。2007 年大陸進出約 9 千萬 TEU 及臺灣進出與轉運共約 1,372 萬 TEU 的貨櫃運量，並配合本研究預測，發現就短期而言，兩岸船運貨櫃運量其實不大。儘管兩岸貨櫃運量在大陸與臺灣整體貨櫃總運量之比重不大，而有隱含開放直航影響不大之意旨，但這並不代表兩岸開放直航之總體影響會很小。對於臺灣方面而言，這主要是因為兩岸是否直航，會影響國際大型航商在全球航線佈局，是否仍然會以高雄港為其轉運基地之決策。

#### 四、加強正式統計工作及兩岸研究交流

由於兩岸統計資料有許多不相符與矛盾之現象，本研究建議各港之電腦資料格式應考量加以統一，可由交通部邀請各港務局、相關單位及學者專家共同討論，來研議統一的格式及納入相關研究單位所需之內容。另建議各港在鍵入資料之同時，系統應建立即時檢核其正確性之功能，以強化資料可用程度。此外，為使兩岸海運持續發展與成長，應加強兩岸研究交流活動，俾利建立健全與完整的資料庫。

#### 五、其他後續研究

在應用重力模式分析兩岸間之港對港的運量時，本研究只探討兩岸港口間貨櫃總運量，並未分析臺灣出口至中國大陸及中國大陸出口至臺灣的貨櫃量，未來亦可將其納入研究中，以利兩岸間雙向貿易往來之參考。

### 參考文獻

- 交通部運輸研究所(1998)，兩岸未來直航貨物預測分析。
- 交通部統計處(2008)，交通統計要覽。
- 李克聰(1995)，運輸規劃，鼎漢國際工程顧問股份有限公司，臺北。
- 林光及吳榮貴(1993)，臺灣海峽兩岸港埠運量之研究，交通部運輸研究所。
- 吳榮貴、童裕民、孫儷芳、鄭永福、張淑滿及傅衡宇(2005)，從兩岸產業結構化探討我國航運發展策略之研究，交通部委託研究計劃報告。
- 香港政府特別行政區統計處(2008)，香港船務季刊。
- 倪安順(2004)，台灣海峽兩岸船隊規劃經濟效益研究，交通部運輸研究所。



陳垂彥(1997)，「兩岸海運直航貨櫃量預測與分佈之研究」，成功大學交通管理研究所碩士論文。

翁永和、許光中、徐世勳、杜芳秋(2001)，兩岸開放全面三通對亞太地區經貿之影響，臺灣經濟學會年會論文集。

張淑滿、林光(2006)，「兩岸直航對定期海運運輸成本之影響」，航運季刊，第15卷，第2期，第1-19頁。

溫坤禮(2002)、黃宜豐、陳繁雄、李元秉、連志峰、賴家瑞，灰預測原理與應用，全華科技圖書公司，臺北。

鄧聚龍(1999)，灰色系統理論與應用，高立圖書公司，臺北。

葉梅村(2007)，「境外營運中心業務實施後營運分析與研究」，國立臺灣海洋大學商船研究所碩士論文。

福州市統計局編(2008)，福州統計年鑑，北京市。

戴輝煌(2006)，「越洋航商在兩岸三地擇港因素與港口競爭力之評估」，交通大學交通運輸研究所博士論文。

Containerization International Year Book (2001-2006), *The Part of Editorial Reviews*, and *The Sections of Port and Terminals*.

Kanafani, A (1983), *Transportation Demand Analysis*, McGraw-hill, Inc.

Lewis (1982), C.D, *Industrial and Business Forecasting Method*, London, Butterworths.

# Analyzing and Forecasting Port Container Transportation in Cross- Strait Direct Shipping

An-Shuen Nir

Yu-Ching Wu

## ABSTRACT

After several times of negotiations, the government of Taiwan and China declared cross-strait direct shipping in December of 2008. Many studies have pointed out that direct shipping reduce transportation costs and bring business opportunities. Therefore we exploit grey theory to forecast container throughput between Taiwan and China then by gravity model to distribution. The data source included container throughput of Offshore Transshipment Center, transferred through a third port and transferred through Hong Kong. First, we will use GM(1,1) to forecast container throughput. Next, we use gravity model to distribute the shipping movement among Taiwan's and China's seaports in 2012. The results indicated that the container throughput concentrate in Shanghai, Shenzhen, Xiamen and Fuzhou currently. After direct shipping, it will concentrate in Shanghai, Shenzhen, Qingdao and Guangzhou. The behavior of transportation will be changed and the geographical position of Xiamen' and Fuzhou' ports will not be so important anymore, and the container throughput will be grown slowly.

**Keywords:** cross-strait direct shipping; grey theory; gravity model; container throughput forecast



# 提升基隆港競爭力之策略

張國中<sup>1</sup>      張志清<sup>2</sup>      林財生<sup>3</sup>

## 摘要

基隆港為過去臺灣經濟成長扮演重要的角色，然而，近年來也面對鄰近港口的強烈競爭與中國大陸經濟成長的快速崛起所帶來的挑戰，包括臺北港、高雄港以及中國大陸的港口，例如：廈門、福州。尤其是臺北港貨櫃中心已從 2009 年 3 月開始正式營運，將逐漸影響基隆港的貨櫃吞吐量和收益。基隆港必須思考各項挑戰與及可以克服困難的發展策略。又因兩岸間海運直航禁令解除，亦有必要探討能為基隆港能否因此而有新發展、新契機，以及基隆港未來的經營策略。本研究以港埠經營者的立場，透過專家訪談、尋找發展港埠的重要依據，研擬符合客製化需求之港埠競爭策略，再審視航線組合，以近洋航線為主搭配少數之洲際航線，強化硬體設施，增加遠洋航線之彎靠機會。提高碼頭裝卸效率，並配合近洋航線滯港時間較短之特性，降低航商成本，減少北櫃南運之內陸拖運成本，機動調整轉口櫃費率等，以增加基隆港的競爭力。

**關鍵字：**基隆港、港埠經營、港埠競爭策略、定期航運

## 壹、緒言

基隆港因本身條件的限制如：水深、碼頭長度、面臨貨櫃船舶大型化趨勢，而發展困難。加以基隆港土地面積狹小、後線作業空間不足、腹地缺乏等原因，亦限制自由貿易港區之發展。又因人力老化，組織缺乏彈性等因素，基隆港貨櫃碼頭之經營確屬不易。

又因中國港口崛起，貨櫃轉運業務在亞太地區間之競爭態勢已然成形，加以航運船舶大型化，航線軸心化與航商間聯營化的趨勢，使區域性樞紐港之競爭地位，益形激烈，對臺灣港埠之發展形成嚴厲之挑戰。面對中國港埠之崛起及強烈

---

<sup>1</sup>國立臺灣海洋大學航運管理學系碩士，聯興國際通運公司常務董事。

<sup>2</sup>國立臺灣海洋大學航運管理學系教授兼海運暨管理學院院長(本文部分改為自作者接受國科會專題研究案結案報告，編號 NSC96-2415-H-019-005-MY3)。

<sup>3</sup>國立臺灣海洋大學航運管理學系兼任助理教授。

競爭，且臺灣地區產業轉型，傳統勞力密集產業外移，腹地貨源成長趨緩，再加上深水碼頭不足，港埠運量成長已趨緩。因此如何因應港埠「中國效應」的環境變化及航運市場變遷，以增加貨源，提昇競爭力，乃是臺灣地區國際港埠必須面對的重要課題。

本研究探討提升基隆港競爭力之策略，進一步藉由專家訪談意見，尋求基隆港經營上之具體建議。本研究以港埠經營者立場，藉由客源分析、航線組成與特性分析，以發掘客戶特性，進而研擬符合客製化需求之港埠競爭策略。本研究探討基隆港如何以近洋航線為主，並搭配少數之洲際航線，強化硬體設施，俾增加遠洋航線之灣靠機會，同時提高碼頭裝卸效率。並以配合近洋航線滯港時間較短之特性，並利用降低航商成本，減少內陸拖運機會，與彈性調整費率鼓勵航商等競爭策略，以提升基隆港競爭力。

## 貳、基隆港經營現況及未來挑戰

現階段，基隆港所面臨之挑戰如下：

### 一、兩岸海運直航對基隆港之影響

#### (一)兩岸海運直航對貨量及臺灣經濟之影響

兩岸直航之迫切性乃基於經貿需求，以目前亞洲貨源超過三分之一來自大陸，往來兩岸船舶需彎靠第三地，費時費力，不僅增加運送成本及時間，間接影響航商競爭力，降低航商靠泊臺灣意願，更使臺灣港口貨櫃裝卸量下滑，影響臺灣在亞洲海運地位排名<sup>4</sup>。

兩岸海運直航將促使兩岸間貨物、人員、資金流通等經濟活動與運作模式，產生極大變化，衍生各層面的衝擊與影響，包括：

1. **對整體經濟之影響：**直航縮短時間與運輸距離，成本減少，有利於企業經營及總體資源運用效率，對經濟應屬正面影響，但限於制度差異，加大陸方面之政策干預等因素，若不能矯正失衡問題，可能會造成更多國內產業衝擊，加速資金、技術、人才流向大陸，並導致經濟衰退等問題。

---

<sup>4</sup>行政院大陸委員會(2008)「海峽兩岸海運協議」相關說明。

2. **對經貿之效應：**短期直接反應在貨物運輸及人員旅行成本的降低，企業經營效率提高，進而對國內金融市場有刺激作用。中長期「直航」及「三通」可提昇資源流通及運作效率，促進兩岸產業分工，擴大雙邊貿易。
3. **對負面衝擊之影響：**大陸物品進口增加及大陸產品回銷，衝擊國內產業，導致關廠及失業增加，造成通貨緊縮問題。臺商擴大赴大陸投資，造成資金流向大陸，產業技術及高科技人才外流，排擠國內投資及減緩國內產業升級。

## (二)兩岸直航基隆港的商機

兩岸直航大陸開放 67 個港口，直航所帶來的商機，包括航商會開闢兩岸間的新航線，有新航線的開闢，貨櫃會跟著進來。此外，遠洋航線之航商可因減少停靠第三地（例如香港、石垣島及釜山），航線縮短、成本節省，而可能加靠基隆港，帶來轉口櫃來基隆港轉運。在貨物種類方面，未來可能包括生鮮貨、冷凍櫃、高科技產品，具有時效性貨物，皆可透過兩岸直航快速運輸可以運抵目的地。

在臺北港貨櫃中心開始營運後，基隆港要獲得從大陸來臺灣轉運的貨櫃機會恐怕不多。但基隆港可發展快遞業務及客貨多用途船市場；亦可發展觀光客輪，但需再加強廣告，包括營運、服務、通關等流程應該更完整。根據交通部運輸研究所的預測，兩岸直航之後，大概可以增加臺灣整體的貨櫃運輸量為 30 萬 TEU(表 3-5)，如果將此一數值由高雄、臺中、基隆、臺北四個國際商港來平分，基隆港大概可以增加 7.5 萬 TEU 的貨櫃運能<sup>5</sup>。

兩岸航線屬於近海航線，通航之後可能會吸引小型航商的加入，以低價搶食直航商機，這將會改變近海航運市場結構，而港埠的地理位置與營運體制，也將會是影響小型航商運輸成本的關鍵因素。基隆港位居臺灣北部，在成本上將有較佳的優勢，如果營運體制與費率可以更有彈性，應該有機會吸引小型航商船靠。海運直航後，亦可能引發臺商回流，進一步促進兩岸的產業分工，同時也產生更多的運輸需求。各港埠所經營的自由貿易港區，以及鄰近的工業區，將會是臺商回流的設廠目標，以基隆港而言，如果可以發展出具有特色的自由貿易港區，在

---

<sup>5</sup>交通部運輸研究所(2006)。

配合基隆市附近工業區的招商，將可以帶來商機。

兩岸直航對基隆港是新挑戰與新機會，可帶給基隆港新的策略。港口是不能移動，但策略可以改變。例如：可找廈門港成為基隆港的策略聯盟；可提供基隆港的腹地成為物流園區，吸引臺商可以回流，在物流園區裡減少 20% 的成本。目前基隆港務局受限於經營體制，甚難採主導地位採各項經營策略，但是改公司化後，應可改觀。

在另一方面，兩岸直航後，各港都希望發展自己的港口成為轉運中心。基隆港受到天然環境的限制，並非定位於遠洋航線。基隆港有十五個碼頭，水深適合近洋航線，大陸有很多港口很適合和基隆港對接。有些至大陸小港，由內陸運輸轉運，不如到臺灣轉口。海運轉空運經臺灣的機會也很多，這是基隆港的契機。利用小三通在金門馬祖轉運之貨量亦多，已發揮它的優勢。小型船舶要求的貨櫃橋式機之數量不多，經營的彈性會比較大，船期的要求比較有彈性。近洋線航商要求的費率低，基隆港吸引近洋航線的貨源，就必須配合這種特性。聯興、中櫃公司之經營就是具有這樣的特性，其定價策略甚具彈性，以民營碼頭而言是正確的策略。

## 二、基隆港之營運設施檢討分析

### (一)貨櫃碼頭及設施

基隆港貨櫃碼頭主要分為東、西岸貨櫃場區，東岸貨櫃中心包括東 8~11 號 4 座碼頭，目前租予民間經營之碼頭裝卸公司。東岸貨櫃碼頭設施機具詳如表 1 所示：

表 1 基隆港東岸貨櫃碼頭設施機具表

| 編號 | 長度<br>(公尺) | 寬度<br>(公尺) | 岸邊水深<br>(公尺) | 泊船噸位<br>(公噸) | 門式機<br>(臺) | 起重機<br>(臺) | 水栓<br>(具) |
|----|------------|------------|--------------|--------------|------------|------------|-----------|
| 8  | 240        | 47         | -12          | 30,000       | 3          | 2          | 2         |
| 9  | 220        | 76         | -12          | 30,000       | 3          | 2          | 2         |
| 10 | 200        | 76         | -12          | 30,000       | 2          | 2          | 5         |
| 11 | 200        | 76         | -13          | 30,000       | 2          | 1          | 1         |
| 合計 | 860        | 47-76      | -12~-13      | 120,000      | 10         | 7          | 10        |

資料來源：基隆港務局網站(2009)

西岸貨櫃碼頭共計 11 座，包括西 16~18 及西 19~26 號碼頭，主要分布於西碼頭區之第一、第二突堤，以及西 18B 號碼頭船渠以南。基隆港西岸貨櫃碼頭設施機具表詳如表 2 所示。

表 2 基隆港西岸貨櫃碼頭設施機具表

| 編號 | 長度<br>(公尺) | 寬度<br>(公尺) | 岸邊水深<br>(公尺) | 泊船總噸<br>(公噸) | 繫船樁<br>(個) | 起重機<br>(臺) | 水栓<br>(具) |
|----|------------|------------|--------------|--------------|------------|------------|-----------|
| 16 | 156.50     | 34.00      | -12.00       | 20,000       | 6          | 2          | 2         |
| 17 | 207.00     | 34.00      | -13.00       | 20,000       | 8          | 1          | 2         |
| 18 | 256.50     | 34.00      | -13.00       | 20,000       | 10         | 3          | 2         |
| 19 | 324.32     | 120.00     | -14.00       | 20,000       | 10         | 3          | 1         |
| 20 | 325.62     | 120.00     | -10.50       | 30,000       | 9          | 3          | 1         |
| 21 | 236.60     | 120.00     | -10.00       | 20,000       | 8          | 1          | 2         |
| 22 | 190.00     | 120.00     | -11.00       | 30,000       | 8          | 1          | 3         |
| 23 | 210.00     | 120.00     | -11.00       | 30,000       | 7          | 2          | 3         |
| 24 | 240.00     | 120.00     | -13.00       | 30,000       | 9          | 2          | 4         |
| 25 | 300.00     | 120.00     | -13.00       | 30,000       | 10         | 2          | 4         |
| 26 | 210.00     | 120.00     | -11.00       | 30,000       | 11         | 2          | 4         |
| 合計 | 2,656.45   | 34~120     | -10~-14.5    | 280,000      | 96         | 22         | 28        |

資料來源：基隆港務局網站(2009)、本研究整理

## (二)貨櫃運量分析

### 1.貨櫃總裝卸量分析

基隆港 2002 年至 2009 年間船舶進入艘次、總噸位、貨物裝卸量、貨櫃裝卸量及貨櫃裝卸成長率，詳如表 3。

表 3 基隆港營運實績表(2002~2009)

| 年度   | 進港船舶  |             | 貨物裝卸量      | 貨櫃裝卸個數       | 貨櫃裝卸成長率 |
|------|-------|-------------|------------|--------------|---------|
|      | 艘次    | 總噸位         | (公噸)       | (TEU)        |         |
| 2002 | 9,085 | 119,010,618 | 88,911,035 | 1,918,579.50 | -       |
| 2003 | 9,119 | 111,404,297 | 93,103,938 | 2,000,706.50 | 4.28%   |
| 2004 | 9,494 | 108,071,319 | 97,765,969 | 2,070,192.00 | 3.47%   |
| 2005 | 9,456 | 107,487,156 | 99,166,647 | 2,091,457.75 | 1.03%   |
| 2006 | 9,181 | 103,571,694 | 99,479,400 | 2,128,851.25 | 1.79%   |
| 2007 | 8,633 | 97,836,015  | 97,209,941 | 2,215,482.75 | 4.07%   |
| 2008 | 8,053 | 95,151,106  | 91,261,274 | 2,055,258.00 | -7.23%  |
| 2009 | 7,023 | 89,600,749  | 69,991,448 | 1,577,824.50 | -23.22  |

資料來源：基隆港務局網站(2010)



近年來基隆港貨櫃運量受到經濟不景氣與臺北港貨櫃中心開始營運的影響，將使其貨櫃裝卸成長更增困難。基隆港貨櫃運量成長空間應以轉口櫃為主，港務局可將發展集中於轉口櫃市場之開發，以強化基隆港貨櫃運輸之競爭力。

## 2. 貨櫃裝卸效率分析

貨櫃裝卸效率高低，影響貨櫃船停靠碼頭及作業時間長短，並影響靠港意願。但裝卸作業效率已非全是技術問題，而與腹地空間，協力單位配合與否關係最大。提高裝卸效率對港埠而言，則可靈活調度船席，增加營收。基隆港貨櫃裝卸效率分析，如表 4 所示。

表 4 基隆港橋式機貨櫃裝卸效率表

單位：個/機具小時

| 年 度  | 裝 櫃   | 卸 櫃   | 總 計   | 提 升 率  |
|------|-------|-------|-------|--------|
| 2000 | 26.06 | 26.15 | 26.11 | -      |
| 2001 | 26.84 | 26.79 | 26.81 | 2.68%  |
| 2002 | 27.12 | 27.20 | 27.16 | 1.31%  |
| 2003 | 26.91 | 27.16 | 27.04 | -0.44% |
| 2004 | 27.34 | 27.56 | 27.45 | 1.52%  |
| 2005 | 27.53 | 27.51 | 27.52 | 0.26%  |
| 2006 | 29.81 | 29.63 | 29.72 | 7.99%  |
| 2007 | 29.39 | 28.86 | 29.12 | -2.02% |

資料來源：交通部基隆港務局網站 (2009)

## 3. 作業成本分析

基隆港務局自行估算基隆港內屬於官方之貨櫃作業平均每 TEU 約花費新臺幣 1,520 元，若加上業者自僱之拖車、理貨及繫解纜之費用約新臺幣 1,164 元，則在基隆港平均每 TEU 之費用約為新臺幣 2,684 元，若換算為美金則約為 83.9 美元(以匯率 1：32 換算)。若再加上基隆港務局現行之各項優惠之折扣，則在基隆港之航商實際上每 TEU 之成本趨近 70 美元，與臺中港每 TEU 75 美元相當，但高於高雄港之 50 美元。也因後線作業空間不足，土地與工資偏高等不利的條件，才創造出北櫃南運的市場需求，而在時間與運輸成本等不利因素下，北櫃南

運仍有市場，顯示基隆港在後線空間與成本方面，仍無法滿足航商的需求。

### 三、基隆港之經營體制分析

#### (一)基隆港的經營體制現況

我國現今港埠管理與經營體制仍是採用三機一體的模式，也就是行政、港政、營運統由港埠當局經營。此經營管理模式不但有公平性之問題，也讓人衍生出營運效率上的疑慮。航港管理可區分為行政業務與港務二大部分。行政業務包括航政建設、航政監理二大部分，而港務可區分為港政與港埠經營二項業務。

##### 1. 航港行政業務

因為港務局也從事港埠業務的經營，在經營目標上比較不易將航政業務列為業務重點。而目前各港務局航政組的人力十分有限，比較不容易發揮航政業務應有的功能。港務局航政監督與經營的雙重角色，往往引發「球員兼裁判」的問題。

##### 2. 港務經營業務

就棧埠業務而言，基隆港務局雖然已將碼頭裝卸業務開放民營，但碼頭本身還是有大部份是自營碼頭，只有東岸貨櫃碼頭租予聯興公司經營，西岸西 19 至西 21 碼頭租予中櫃公司。

#### (二)我國經營體制所面臨的挑戰

我國港務機關組織所面臨之挑戰如下：

1. **營運與決策的機動和彈性不足：**我國現行的港埠組織屬行政機關。在營運及決策方面，常需循行政機關之決議程序及法令，才能執行。故無法有效率的符合市場之快速變遷，往往在最佳時間點上，正確的決策或營運方式已被冗長的行政作業流程所耽擱，嚴重影響港埠競爭力。
2. **人事任用的自主性不夠：**現今的港務局的人事甄選與任用與其他政府機關一致，受到嚴謹的考試、考核、升遷、獎懲制度所掌控。無法依其需求徵才，也不能因組織的變革而解聘。財務上無法採取人事成本節省策略，而人事考核單位不能妥善的利用人才，也無法適時的補進人才，不適任人員的淘汰機制也不佳，形成人事方面的缺陷。

3. **財務使用權限不靈活：**港務局的財務，受到預算審核控制及政府的掌控，缺乏自主性。遇到較龐大的支出，常需要政府特別預算編列，而冗長的行政流程，也會影響策略的實行效果。港務局的盈餘，並不能擁有自主權無法做其他有利的運用，例如資金的轉投資、靈活運用等，也不能以投資其他相關產業及非相關產業的多角化經營來拓展財源。
4. **經營模式不能客制化：**在政府管控下的港埠，不能配合商業模式，隨著客戶要求做改變。其組織、制度、財務等必須依賴法規制度的規範下行事。此制度較難達到持續成長、永續經營的目標。

### **(三)基隆港經營體制所面臨挑戰**

1. **員工年齡老化：**基隆港務局之員工年齡老化(平均年齡約 54 歲)，且員工數達 1,400 人左右。因業務量之萎縮，使其薪資成本與生產力間未取得平衡，對基隆港之未來發展有不利影響。而因員工專長及配置未能配合未來業務發展，又無法招聘員工。常使新業務無法順利推行，甚或阻礙新業務發展計畫之推行。雖在十年後，大部分員工可達屆齡退休，可使基隆港組織自然改善。然在十年內，因未能招聘新員工，且外在環境變化甚大，將有無法調適本身組織以因應競爭之虞。且十年後亦將有人才斷層之憂。對基隆港之永續經營有不利之影響。
2. **在公營體制下，基隆港無法採有彈性及多角化之經營方式：**包括在商港法、港務局組織條例、人事法規、預算法規、採購法規等法規限制下，許多可行方案或業務常有窒礙難行之困難，故有必要檢討相關法規之適切性，提供港務經營之基礎法規。

### **(四)基隆港經營體制的改進目標**

由葉俊榮(2002)之研究分析，我國之中央政府組織有五大重大缺失：

1. **水平政府組織太多：**水平組織幅寬過大，產生控管不易，溝通遲緩，並且僱用龐大數量的人員，增加務負擔。基隆港務局的一級單位便有十三個，再加上附屬機構，任務編組及配屬機關等等，所以有很大的改善空間。

2. **政策統合組織機制薄弱：**若無完善的整合機制，各單位首長將會以本位主義之觀點，只重視所屬單位之績效成績。因而忽略了整體組織的效能，並可能造成組織單位間的衝突。
3. **組織未能適切對應政府核心職能的轉變：**在經營環境不斷變化下，若組織體制仍沿用過去的模式，自然無法擁有高競爭力。基隆港在人事上，不能以組織精簡來達到支出的節省，並因應環境變遷所推出的新策略。若無法彈性改變組織結構，都將阻礙基隆港的成長。
4. **合議制組織過多，混淆部與會的功能分際：**對基隆港而言，其組織在未來改制成公司或民營化後，組織之下的各單位功能及職掌應謹慎明訂，避免不同層級的單位間產生功能的重疊或執行上之衝突。
5. **獨立機關的設計原理不彰：**臺灣各國際商港現今「三機一體」中的航政業務，應獨立運作，不應歸於兼營港政、營運的港務局之下。

對於上述之缺失，可以下列五項措施作為改進目標，以期徹底去除當前政府組織的弊病，提高港埠作業效率及營收之成長：

1. **規模精簡化：**基隆港可對各單位之業務內容作相關的重新配置與挪動，以最精簡的單位與人力，發揮最大的功效。才能提高效能並且降低成本。
2. **建制合理化：**在組織單位的建制上，必須要適當的分配各單位之業務內容型態，清楚的制定工作內容，不能讓各層級單位性質互相混淆，以避免工作上的推卸。
3. **強化政策的領導與統合：**組織的適當精簡，單位間的摩擦與溝通將會較為緩和，領導階層的指揮與命令可以正確且迅速的傳達到接收單位，政策才能快速的被執行，進而提昇組織的效率。
4. **落實業務與組織的合理劃分：**組織內各單位的主要職掌，應該要有明確的劃分，避免重複及性質混淆，以求確實的歸屬權利及責任。業務方面有高度的相似性，專業領域有相關，要求及擁有的人才也都近似，在整併後沒有其他

不利因素，則此單位是屬於適於合併。業務內容與功能和其他機關有重疊或業務萎縮者，其業務得委託民間經營。

5. **組織彈性化**：在體制上改制成公司化或民營化，才能藉由董事會之決議，在組織模式上做改變，增加組織的彈性，較能因應環境的變遷。

## 參、基隆港之競爭策略

本研究依據專家訪談意見，彙整出基隆港經營策略如下：

### 一、港埠設施改善策略

基隆港的經營環境，可從下列改進的方向擬訂各項策略，期望能達到全方位的效率與服務品質的提升，強化基隆港之競爭力。

#### (一)商港設施的改良

基隆港可從以下策略來改良商港設施。

##### 1. 設置港內貨櫃集散站

目前東西岸共 15 座貨櫃碼頭，一年可裝卸 350 萬 TEU，但目前只做到 210 萬 TEU。可將閒置之貨櫃儲區改用來做為設置港內貨櫃拆併及通關作業之空間，提供內陸貨櫃集散站之服務內容。使貨主能於港區內辦理通關及拆併櫃業務，而不須負擔港區至內陸的運輸成本。此方式可提升貨主與航商選擇基隆港裝卸貨物的意願，增加基隆港貨櫃運量。

##### 2. 基隆港東岸防波堤延伸

此計畫自目前基隆港東岸防波堤堤頭，順沿著原方向往外海持續延伸 200 公尺，直至水深為-42 公尺處止。其所能達成之效益為：

- a. 提昇大型船舶之進出港操作安全。
- b. 提高基隆港區內之水域靜穩度。
- c. 降低航商海運成本
- d. 提高碼頭營運效率

##### 3. 西 18、19 號貨櫃碼頭延伸工程

此工程主要目的在因應船舶大型化發展之趨勢，並吸引 8,000 TEU 貨櫃船靠泊基隆港作業，同時提高西岸南北櫃場的使用效率，與接續推動民營化政策。基隆港西 19 號貨櫃碼頭延伸 40 公尺，總長增為 364.4 公尺，水深-14.5 公尺，可提供 8,000 TEU 貨櫃船出入基隆港靠泊作業；而西 18 號碼頭延伸 147 公尺後，西 16~18 號碼頭總長度將達 767.4 公尺，更有利於貨櫃船席的調配。

#### 4. 浚深碼頭及航道水深

應浚深者包括航道水深，迴船池水深及船席水深之浚深，以基隆港港區目前狀況，主航道水深為-15 公尺~-15.5 公尺，迴船池水深為-15.5 公尺，貨櫃碼頭船席水深由-10~-14.5 公尺不等。若以 8,000 TEU 級貨櫃船停靠，航道及迴船池深度尚足夠應付，但貨櫃碼頭船席水深，除了西 19 號貨櫃碼頭外，東 11 號貨櫃碼頭可浚深至-15.5 公尺。東岸為 860 公尺的直線碼頭，沒有船席長短的問題，尤其東岸已民營化，可利用獎勵投資方式，徹底解決基隆港不能停靠大船的問題。

##### (一) 機具設施的改善

因 8,000 TEU 級貨櫃船需 18 排貨櫃作業能力之橋式起重機才能作業，但安裝大型橋式起重機前，應先考量碼頭的基樁承载力，基隆港碼頭基礎較老舊，且目前只有西 19 號碼頭 1 臺橋式起重機具有 18 排貨櫃作業能力。港務局原有橋式機老舊、故障率高(1.98%)，影響裝卸作業效率及作業安全。除加強平時維修保養，應逐年編列預算，進行汰舊換新的工程。得以獎勵民間投資採購，換新碼頭基礎，購置具 18 排作業能力之橋式起重機。

此外以基隆港碼頭作業環境而言，可增加跨載機，直接船邊作業，並重新規劃後線場地之配置方式，採高空跨載機作業，利用畸零地作為空櫃儲放場，以提升港區貨櫃場之儲存量。

##### (二) 改善碼頭腹地不足

基隆港務局可參考高雄港興建第 6 貨櫃中心徵收紅毛港周邊民地的模式，將基隆港外港區周邊的民地納入貨櫃儲放場，例如仙洞里、太白莊等住戶辦理補償遷移，可增加儲櫃量及儲轉空間，以提高基隆港貨櫃業務競爭力。就短期而言，基隆港可適時將西 21 碼頭至西 23 碼頭予以填平，使第一及第二突堤合併，不但可有效的管理儲位，更可提高機具作業效率。

### (三) 爭取新設施

填平突堤水域將非直線貨櫃碼頭拉直，第一突堤西 22 與西 23 碼頭及第二突堤西 20 與西 21 碼頭間之水域填平，使西 19 與西 24 碼頭能成一直線，將可增加 7 公頃的後線土地。其他方案包括：

1. 將附近的漁港擴充建設，並將港區內的雜貨碼頭轉移出去，將基隆港建設成貨櫃專用港。
2. 就基隆港外港興建深水碼頭，再行評估，以提高基隆港貨櫃碼頭之競爭力。
3. 聯外道路之基礎建設及爭取臺北捷運延伸至基隆，或輕軌運輸等接駁系統直接到達客運碼頭。
4. 興建倉儲及物流園區，並可考慮以立體高樓層建築之倉庫或物流中心，以提升土地利用率。

## 二、基隆港之組織變革策略

港埠體制的改革，主要仍圍繞在提升港埠當局的自主性，不受內外制度或法規的箝制，並且把港埠屬於商業行為的部份，轉由民間企業來經營，而關於國家公權力的監管或執行，則盡量整合成集中單位，以避免繁複的流程影響作業效率。

### (一)組織變革方向

1. **棧埠民營化：**基隆港之碼頭及後線倉庫，已部分租予民營業者營運，未來仍應逐漸出租，藉由民間業者的力量來提升基隆港營運的競爭力。
2. **港務局公司化：**公司化是以國營公司為第一步，在改制為公司化的過程中，現有員工仍保有公務人員的資格與福利，並不因改制後而受到影響，對現有員工有充分的保障，以避免員工的反彈和抗爭，這是組織改制能否成功的重要關鍵；新進人員的聘用，會另訂新進人員人事規章，不再適用公務人員的身分資格，以降低人事成本及提高人力彈性。
3. **政企分離的經營模式：**成立公司化之原則，便是要脫離行政，公權力的角色，因此港警局、消防隊，還有港務組、航政組、船舶交通管制組等執行商港法、航業法等和營運無關的公權力單位，都應歸由中央主管。

## (二)組織變革之挑戰及優勢

1. **工會抵制的挑戰：**在組織變革過程中最大的困難必定還是員工認同及工會抵制的問題。此政策的推動需要雙方溝通取得共識，免除員工的疑慮。員工的疑慮主要在於其本身權益是否受損，薪資、福利、休假是否會因公司化而影響，如果這些福利措施能確保，達到員工認同，則制度推行上將容易許多。基隆港屬於國營單位，其人力的招募、優退等等有固定之詳細辦法，全國國營事業皆適用，而國家也不可能為了便於港務局的改制，單獨提高港務局人員優退的福利，但若未來改制成公司後，退休辦法及制度將由董事會決議即可，不再受制於國家的行政體系，並且公司化後也較容易募集更多的資金，對於提高退休福利將有更大的能力，以便於往後可能的民營化或其他發展之方向。可採用比較溫和的時程辦理退休，員工退休人數與民營化程度有關。可鼓勵員工進修，培養第二專長，增加再就業的機會。在組織變革方面，要適合自己的文化。對內要合作，對外要競爭。
2. **組織變革後的優勢：**公司化後效率隨之提高，經營成本也會下降。大略可分為以下幾點的優勢：
  - (1) **營運的彈性：**基隆港改制成公司化後，會先以國營公司為起點，享有公司制度下所帶來的彈性，董事會的成立將可如何解決隨時所遭遇的困境。
  - (2) **人力資源的彈性運用：**公司化後，人力的使用將更有彈性，不單是人力成本會下降，整體員工的制度、福利、薪資等等也都經由董事會決議後，迅速的執行與生效。
  - (3) **行政流程的縮短：**行政作業上，可依照公司的營運模式，決策迅速有效，以此提高效率。
  - (4) **報備審驗的效率：**雖然國營公司仍有向上級單位報備的必要，但在未來勢必會對國營公司釋放相當的權限，使其營運上能先進行計畫或對策，事後再對主管機關報備審查，爭取時間。
  - (5) **資金的活用：**資金方面，對於盈餘或是固有的資本，可進行各方面的投資，



例如投資周邊相關產業，甚至國內外其他行業等等，藉此靈活資本的調動與應用，達到更高的績效。

**(6) 效率的提升：**以公司化而言，會有股份的釋出，在眾多股東之下，追求公司利潤是必然的現象，因此可藉此能提升公司經營上的成果。

**(7) 多角化經營：**公司化後，投資將會是更多元，資金將不只利用在本身的碼頭事業上，藉此也可以分散市場的風險。

現今基隆港由於仍是屬於公營單位，在人事的退休制度上比較沒有彈性，所以目前採取的作法仍是以勞基法鼓勵優退 6+1 的方式，也就是提早在規定的歲數內退休，政府會多給予 7 個月的退休獎勵金，但這優退方式必須在每年提出優退，員工數達到總員工數的 4% 以上才能執行，所以並非每年都能成功推行優退措施。

### **(三)組織變革之短期與長期規劃**

完善的港口並非短期內便能達成，故在組織規劃上可採長短期規劃：

1. **短期性規劃：**在短期之內，基隆港為了因應挑戰與競爭，可原有的體制內改變。如專戶經理人，優惠措施、提高效率、降低航商靠港成本等，以來穩住固有的貨源，開闢新貨源。此外，即使組織未改，態度亦可積極，例如以良好的招商態度，積極的尋找市場上能成為基隆港貨源的客戶，以專業、親切的招商形象，替基隆港開拓更寬廣的路。
2. **長期性規劃：**在長期而言，以持續推動港務局公司化之目標下，逐漸出租碼頭給予民營業者經營。既能節省港務局的營運人力，也能藉由民營業者的高彈性，高效率經營，帶給基隆港更大的營運利基。改制成公司化後，應多加注重公司的員工產值、獲利率。而不只是營運量，因不斷要求營運量增加或許有很大的困難。港務公司應轉移重心於獲利方面，營業量高，不代表獲利率高。公司化後經營彈性的增加，應採多元投資、多角化經營策略，提升公司的獲利。變革是必須循序漸進是的，在未來公司化推行下，仍著重在人事成本的再下降及人力斷層的解決，且適度補進新人。

#### (四)未來目標與組織型態

目前公司化的規劃是屬於公營的公司、純公股的公司，與民營的公司比較仍有不同。但就質而言，它透過教育訓練去調整因應改變。在法規上，應配合修正行政院組織法及商港法。在人事法規方面，可因應調整組織規程、相關的配套措施，以及未來的分工。對組織策略上，應以透過公司化的方式，掌握核心的能力，以創造機會。

港埠公司化、民營化，不論在營運彈性、效率、成本種種因素下皆對港埠有正面的幫助與影響，而歸納港埠之民營化大致上可分為下列幾種：

1. 港埠股份公開上市
2. 港埠資產出售
3. 港埠業務合作
4. 港埠業務長期契約
5. 港埠租賃

港埠體制的變革，先由傳統的國家機關改制成國營公司，由政府握有大部分股權，可在效率的改善、利潤提昇方面和內部反彈上取得平衡點。而其財務上及營運上議題轉由董事會決議，並且在公平公開的原則上執行。在運作順暢後，把公司股份公開釋出於市場上，藉由民間慢慢掌握港埠之股權，進而達到港埠完全的民營化。

目前最重要的策略是合作，利用民間公司的彈性和港埠的資源，採用共存雙贏的策略，例如外包、出租也是經常採行的合作策略。基隆港在轉型中，有些業務已由民間經營，有些行銷策略因為政府的法規限制，公營的身份無法施展，交給民營業者反而能夠發揮，彌補基隆港務局在貨櫃碼頭行銷上的不足。如中國貨櫃攬貨，公營碼頭予以支援，雖然無法直接面對客戶，至少發揮輔助的功能，協助業者行銷產生整體利益，是行政者應該做的。

公司化以後可以採用新的人事規章，用比較低價的費用聘到比較高素質的人力。可以用新的人事規章來經營。現有員工應該鼓勵優退，盡量讓新血進來。並應該從廣大市場中挑選優秀民營機構以投資合作的方式參與經營，一來可降低航

商租金，二來可分享利潤。

### 三、基隆港之經營策略分析

#### (一)提升基隆港埠的附加價值

港埠是航運業的一環，如何提升港埠在物流過程中的附加價值，就成為港埠吸引航商的重要思考方向。在附加價值提升方面，大致可包括：國際物流中心、自由貿易港區等幾種作法。

#### 1. 建立國際物流中心

現代物流港所提供的服務必須多元化，所以港埠物流中心除了傳統物流中心所具有的倉儲、分貨、配送等功能外，還應該具有簡易加工、提單轉換、通關服務、檢測等高附加價值的功能。要邁向一流國際港埠中心，各國際商港立在基礎設施、通關作業、電子商務、租稅條件、物流業者、專業物流人才、國際行銷等方面加強。

由於貨櫃集散業務與基隆港棧埠業務的部分業務相同，因此在相關技術的轉移上並無太大的困難，在營運範圍上，基隆港初步可以考慮以進出口 CY 櫃業務為核心，進一步整合儲轉及物流業務，以及基隆港公營貨櫃碼頭為初步的目標市場，如此就可與基隆港的碼頭裝卸業務高度配合，形成訂價與作業方面的彈性。

物流中心的業務可以配合基隆港自由貿易港區的推動，主要功能可以界定在提供特定進出口貨品的加值服務，由於港區土地空間有限，宜採行專業化經營，來化解面積、規模不足之無經濟規模的劣勢。基隆港務局可從小範圍之物流項目(諸如：檢貨與分類)開始，將該區之倉庫整建為配置有，訂單維護管理、倉儲、管理、存貨管理，電子線上追蹤監督貨流現況，多國拆併櫃條碼印刷功能的自動化大型物流倉庫，專業化的方向包括：電子零件發貨中心、汽車零件、機械零件、3C 產品等各類產品業者，提供便利多國併櫃配送與高附加價值之流通加工作業流程，專營某種產業的進口或出口的物流，特定航線的轉口等，引進外資及相關的技術，創造高的附加價值。

#### 2. 深耕自由貿易港區

依我國自由貿易港區設置管理條例，我國自由貿易港區是以境內關外的觀念設計，港區內的營運採取低度行政管理與高度自主管理，國外貨物可與自由港區

內，自由港區之間的貨物自由流通，並提供各種優惠措施及簡化行政手續，排除商務活動障礙。雖然自由貿易港區的設置及招商涉及政府法規、相關單位的協調，其服務的對象從航商擴及至貨主，在運作及管理上，都屬於高難度的挑戰性。就目前基隆港在自由貿易港區的招商重點，仍是以吸引現有業者進駐為主。但可進一步發展深層加工，國際金融功能等。基隆港在推動自由貿易港區時，有以下問題必須克服：

- (1) **港區面積受限制，不易發展加工製造之自由貿易港區：**較有可能的投資業務仍以傳統倉儲、物流、貨櫃集散、轉口、轉運為主。
- (2) **可能產生一區兩制的困擾：**目前規劃的自由貿易港區內已經有部分廠商營運，若某些廠商無意申請成為自由貿易港區企業，可能形成一區兩制的現象，增加管理上的複雜性。
- (3) **海關管制並未鬆綁，貨主無法真正自由流通：**海關賦予不定時現場查核盤點的權力，勢必影響通關效率，增加物流成本。
- (4) **港區鄰近基隆市區，聯外道路不足將影響物流作業。**
- (5) **勞工雇用限制，影響廠商進駐之意願：**港區內僱用的勞工中，本國勞工所佔比例不得低於 60%，原住民勞工比例不得低於 5%，且薪資水準亦比照勞基法的最低工資，勞工成本無法有效降低。
- (6) **傳統之碼頭經營管理模式，對營運航商缺乏轉型之誘因：**部分碼頭前線的裝卸仍由基隆港之棧埠處負責，航商在整體貨櫃裝卸並無絕對主控權。
- (7) **土地租金過高，廠商營運成本過重：**基隆港的土地公告現值約每平方公尺 15,000 元左右，較高雄貨櫃中心的 2,000 元左右高出甚多。

## **(二)吸引民間參與投資**

港埠建設在自由化、民營化之思潮下，開放民間參與已成為一種趨勢，經由民間資金與管理技術的引進，不僅可以克服政府部門建設經費不足的問題，也可

以因為民間的投資，使得港埠的經營管理更具有彈性。但所涉及法規、技術等都十分複雜，如何建立一個可行的民間參與投資模式，也是在設計相關措施推動時，所必須考慮的問題。

港埠經營與建設中，適合民間參與的項目很多，至於投資興建與營運方式，雖然在興建(Build)、營運(Operate)、轉移(Transfer)可衍生出不同的組合模式，但有些模式之間的差異不大，因此，較主要的投資模式，大致上仍以 BOT、BT、OT、商港法約定興建、商港法租賃經營等五種方式較具代表，在五種民間投資模式當中，民間業者對於參與港埠投資的模式，仍以商港法約定興建及商港法租賃經營兩者為主。不過，不論是何種參與投資模式，在推動時必須考慮民間業者的需求，提高其投資的誘因，才能夠吸引民間業者參與投資，而民間參與投資較重要的考慮因素，大致可以歸納為：投資報酬率、政府協助及優惠措施、風險及不確定性、本身的財務結構以及計畫執行能力等五大類如表 5 所示：

表 5 民間參與港埠建設的考慮因素分析表

| 因素        | 說明                                           |
|-----------|----------------------------------------------|
| 投資報酬率     | 投資報酬率高低、投資金額與規模、經濟環境評估、投資計畫可行性、各項指數上漲率       |
| 政府協助及優惠措施 | 土地徵收、銀行貸款保證、費率彈性、營運補助、政策持續性、法規修訂、融資優惠、稅捐減免   |
| 風險及不確定性   | 興建風險、營運風險、財務風險、回收期限、回收成本、利率變動、通貨膨脹           |
| 財務結構      | 業者風險；公司稅負、財務彈性、資本負擔、股東權益、資金籌措、專案融資、現金流量、償債能力 |
| 計畫執行力     | 工程品質、興建能力、環保要求、事先規劃、專業設計                     |

資料來源：李嘉華(2005)

### (三)港埠行銷

港埠行銷可定義為「如何滿足現在與未來市場需求，以達到港埠經營目標之整體思維」。因此，港埠行銷追求的目標包括：強化競爭力、提高營運量、發展

產業、增加收入與促進就業等。港埠經營已經從過去被動的等待客戶上門，轉變成為主動的吸引顧客上門，更加積極地針對特定顧客與貨源，而發展配套服務，以配合顧客需求，建立長期合作關係。港埠競爭策略也轉型為爭取特定顧客與貨源。甚至於針對特定競爭對手，所發展出的競爭策略。亦須整合各方面的資源，提出顧客滿足的「整體解決方案」，而無法單靠一個部門或組織的單打獨鬥。

#### (四)多角化經營

面對海運業經營型態的變化，基隆港為能維持競爭優勢，除傳統的港埠作業之外，亦有必要從事各種新事業的投資。除可重新建立核心競爭力外，亦可作為提升財務營運績效的手段，並充分利用現有人力資源。在多角化的投資決策中，除考量投資產業與市場吸引力之外，還是要評估本身的環境與資源。余坤東、梁金樹、張志清(2001)指出，港埠的多角化投資必須評估本身的資源、核心能力特色與限制條件，才能夠客觀的決定特定多角化決策的可行性，如 6 所示。

表 6 多角化投資的相關因素評估表

| 考慮因素  | 評估或考慮的內容                                                                           |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 投資的內容 | 1.是否能與現有業務整合，產生互補性綜效<br>2.是否能利用現有的資產或設備，以提高資產利用率<br>3.是否能發揮規模經濟或範疇經濟的效用<br>4.產業或市場 |
| 資金因素  | 1.資金是否充裕？會不會影響正常營運的現金流量<br>2.資金的運用是否受到相關法規的限制或規劃                                   |
| 資產因素  | 1.能否發展出以固定資產為標的之投資模式(如 BOT)<br>2.資金的運用是否受到相關法規的限制或規劃                               |
| 人力    | 1.是否具備多角化投資業務的相關性<br>2.是否具投入或參與多角化業務的誘因                                            |
| 核心能力  | 1.既有的核心能力能否延伸到多角化業務<br>2.既有的核心能力是否會因為多角化投資而耗損<br>3.多角化投資是否有助於蓄積或提升既有或相關的核心能力       |

資料來源：余坤東、梁金樹、張志清(2001)

基隆港務局可以考慮多角化投資的業務範圍，大致上可以分為：與競爭力的維持與強化有直接關聯的多角化投資，有助於核心能力蓄積與擴充的多角化投資，以及能使剩餘產能有效利用的多角化投資三大部分，投資的內容可如表 7 所示。

表 7 基隆港務局多角化投資機會分析表

|            | 港埠經營                                                   | 棧埠經營                             |
|------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 競爭力的維持與強化  | 資訊及電子商務                                                | 貨櫃集散站的經驗<br>國際物流中心的投資<br>資訊及電子商務 |
| 核心能力的蓄積與擴充 | 港埠經營管理顧問與投資<br>資訊及電子商務                                 | 棧埠作業電腦化及電子商務                     |
| 剩餘產能的有效利用  | 遊憩事業與其他觀光事業、大型購物中心<br>加油站、環境工程與服務、船舶以及相關機具維修<br>港埠工程顧問 |                                  |

資料來源：余坤東、梁金樹、張志清(2001)

#### 四、基隆港之競爭策略

##### (一)基隆港的競爭策略

基隆港可採之競爭策略有二大方向，一為提升經由基隆港進出口貨櫃的附加價值，以強化基隆港的競爭力；另一方面，則為加強基隆港的遠洋航線，以周延的產品線，吸引遠洋航線的貨源。

1. **以提高物流附加價值為競爭利基：**基隆港如果定位為「利基型」的國際商港，就應該突顯基隆港對於北部地區進出口貨櫃所能創造的附加價值。以港埠為物流鏈的一環觀之，港埠可以創造的價值包括：時間價值(更省時間)、便利價值(更為便利)、成本價值(運輸成本的節省)、產品本身的價值(分類、檢驗、標籤等)。基隆港宜結合現有的可能資源，經由有效的資源整合與系統整合，來創造上述的價值。基隆港的資源雖然較為有限，但可以集中於特定目標市場區隔，而形成自己獨特的競爭優勢。
2. **基本遠洋航線的建立：**維持一定程度的遠洋航線，讓基隆港的航線更加完整，不會因部分航線的缺失，而使得目標市場的貨源流失。只要北櫃南運的現象存在，就代表臺灣北部對遠洋航線的需求尚未被滿足。為能爭取遠洋航線灣靠的機會，基隆港應策略性地擴充港區硬體設施，包括下列措施：

- (1) 東岸聯外道路之興建。
- (2) 濬深航道及東西岸貨櫃船席，以吸引 6000TEU 以上之船舶停靠。
- (3) 增加貨櫃碼頭機具配置。汰換老式貨櫃起重機。

- (4) 在西岸興建倉儲及物流園區。並可考慮興建立體高樓層建築之倉庫或物流中心，以提升土地利用率。
- (5) 善加規劃後線場地之配置方式、採高空跨載機作業、利用畸零地做為空櫃儲放場，以提升港區貨櫃場之儲存量。

## **(二)執行競爭策略的落實方案**

競爭策略貴在落實，否則淪為空談，其可行方案有：

### **1.提高物流附加價值的落實方案**

港埠經營者可結合其他周邊的業者，創造出更高的時間價值、成本價值、便利價值及產品加值。

#### **(1)提高時間價值的相關建議**

- ①**擴大裝卸效率保證計畫：**基隆港以近洋航線客戶居多，航班密集、滯港時間短、運費低廉，對於時間成本的敏感性較高。可經推出裝卸效率服務保證計畫，以保證效率之方式強化作業效率。
- ②**改變作業流程：**從顧客第一與服務品質的觀點，重新分析船舶從入港到離港的主要作業流程，考慮是否可以經由流程的創新，達到省時間或省成本的效果。可成立數個品管圈，每一個品管圈由相關的員工組成，負責特定目的之流程的創新與改善。

### **2.提高成本價值的相關建議**

港埠當局的收益來自費率、土地租賃、與相關產業設施的出租。在港埠費率的訂定，應考量下列因素：

**(1)成本基礎的費率用於達成港口服務最大化的行銷目標：**應考量回收變動成本的財務目標；達成設施最大化產出的營運目標；應就整體性與全面性考量競爭費率的訂定。具體的建議如下：

- ①**彈性調整轉口轉運櫃費、提供優惠費率以及彈性費率等。**例如可就現有 MY 業務，積極開發轉口、轉運貨櫃業務，以有效利用儲位及作業機具作業能力，降低單位作業成本，並透過彈性優惠費率，吸引轉口貨源。
- ②**對於約定興建、租賃經營及以 BOT 等方式由民間參予經營商港設施，**可考慮以權利金為競標或其他績效衡量指標，作為競標之標的，放棄以保證運量的合作方式，一方面表示對合作夥伴的信任，另一面也避免雙方利益衝突問題。
- ③**在出租碼頭時，**可考慮以碼頭服務協議書，採利潤分享制。當航商運量達到協



議書所訂標準，即給予優惠折扣，以吸引及激勵航商多利用基隆港。全面檢討港埠租金及費率結構，向交通部爭取更大的費率自主權，讓費率可以有彈性的反映成本結構。應該就航商的角度，提出具有競爭力的成本估算。

## **(2)擴大後線作業範圍**

受限於港區腹地有限，開辦進出口整裝貨櫃查驗業務，讓航商之貨櫃能在港區結關，有效節省航商將貨櫃拖往內陸結關之運輸成本。擴大辦理冷凍 CY 櫃，針對航商夜間提領轉運櫃，提供彈性作業時間與降低提櫃費用，均有助於降低託運成本與增加使用效益，達到雙贏之目的。

## **(3)降低成本**

基隆港在其網站的「輿情交流」網頁中，基隆港內屬於官方之貨櫃作業費平均每 TEU 約花費新臺幣 1,520 元，加上業者自僱之拖車、理貨及繫解纜之費用，平均每 TEU 如果獲得各項優惠則可能降至 70 美元。基隆港務局應就此一數據做更深入的檢視，是否可能透過彈性費率，創造出下降的空間。高雄港平均僅 50 美元，如果要吸引北櫃南運貨源回流，降低成本是努力的目標。

## **(4) 擴大開放民營**

基隆港碼頭裝卸作業，民營化深度不足，尤其是散雜貨碼頭，需前後線碼頭作業全部開放民營，逐漸開放船舶帶解纜、港勤拖船、碼頭後線倉儲等業務，由民間業者經營。在貨櫃碼頭部分，基隆港西岸碼頭有必要考慮逐步開放由民間業者經營，在碼頭出租上，可以利用以下三種方式，來強化碼頭的經營效率。

- ①多座碼頭(建議三座碼頭以上)，以碼頭區域出租的方式，出租民間經營。
- ②新建的碼頭要以 BOT 方式來吸引航商投資。
- ③提供優惠措施鼓勵航商簽定長期租約，以各種獎勵措施，例如以船舶大小、灣靠的頻率，來作為獎勵的方向，為提升效率。

**(5) 發展多國拆併櫃業務(multiple-countries consolidation):**基隆港除可發展海運轉口之多國拆併櫃業務外，亦以其地理之便利，發展海空聯運之多國拆併櫃業務。經營此等業務之關鍵成功因素包括：

- ①加強港埠行銷之努力，以爭取可經營此等業務航商或物流業者進駐。
- ②港區聯外道路之擴建，以利海陸聯運業務。
- ③與關務及稅務主管機關協商，簡化通關手續並降低轉口貨物及相關業務之稅率。
- ④港區後線土地及倉儲區之取得，以及物流專業區之規劃。

## **3.提高便利價值的相關建議**

為提升港埠行政效能，必須加強港埠資訊系統範圍，可由交通部統籌進一步整合與航政及港務、棧埠作業相關業務之網路系統，包括港埠、海關、航商、船

務代理業、貨主、報關行及金融機構等之資訊傳輸系統。包括：

- (1) 加速基隆港貨櫃基地資訊作業整合：目前尚存在許多人工處理作業方式，故應使貨櫃自進站至船邊裝卸之整體服務，改以全新資訊作業流程。配合船公司及相關作業單位之需求，以穩固貨源。並以現行港埠營運作業模式轉型至電子商務運作模式。針對港務及棧埠作業階段：船舶進出港、港灣作業、船舶動態、一般貨物裝卸倉儲、貨櫃裝卸儲轉，分別擬定其電子商務運作模式。
- (2) 配合兩岸直航之軟硬體設施規劃與投資：重新配置專業區、碼頭作業區、考量碼頭設施作業之便利性與裝卸效率之提升，同種貨所需碼頭盡可能計畫在一起構成一區，供航商聯合承租，俾使區內機具相互支援，提升使用效率。

#### 4.提高產品加值的相關建議

基隆港自由貿易港區的重要問題是土地不夠，無法提供深層加工的土地給業者，更不可能提供給其中一兩家業者。碼頭之稀有土地應該是快速週轉區，而不是生產製造區。每個港口資源需求不同，臺灣四個國際港口在發展自由貿易港區之策略應有差異，否則對某些港是有利的，對某些港不一定有利。設立管理營運倉儲中心，貨進貨出的專業物流管理，與製造業不同。貨主併櫃，一裝一卸比CY賺更多，貨櫃拆下來放在倉庫，再做存貨管理，訂單管理，買賣交易的金融管理，這些利潤在產值裡是看不到的因為同時會產生金流，有附加價值。

基隆港的腹地面積有限，在港區中經營深層加工，雖能夠提高物流的價值，但不適合基隆港發展。基隆港應該先主動規劃自由貿易港區的土地用途，不應為業績，盲目拉攏現有的業者進駐。應該考慮引進可以創造物流價值的增值型物流業者，對於提升基隆港競爭優勢的幫助最大。可以考慮吸引第三方物流業者進駐，提供進出口貨物(尤其是進口商品)分類、標示、包裝等附加價值，引進物流業者包括：農產品、生鮮食品、藥妝產品等，都可以進一步評估。

土地與倉庫不夠的問題的解決方案是重新去審視所有的港區目前現有的用地，例如：

- ①對一些使用率不高或者是倉庫的使用率不高的倉庫，再作整併及清理。將比較不是屬於營運或者是周轉率比較差的倉庫，其貨物移到港區外或自由貿易港區外，把這些倉庫留下來給自由貿易港區使用。
- ②對一部份的老舊的倉庫比較沒有使用價值的設施予以拆除整建，鼓勵合作的民間投資的方式來興建新的港埠設施
- ③對於港區土地的使用上之限制，可透過交通部及內政部的協調。以在整個港區的土地使用上、在都市計畫的通盤檢討上，去爭取較大的彈性，讓港區的土地能夠執行製造加工的用途，對於自由貿易港區就有比較多的彈性去使用港埠設

施，包括以港埠用地做製造與展覽的用途、將港埠用地的部分能夠申請多目標的使用，使簡易加工可帶到港區

④在關務的系統方面，基隆港務局可透過與海關成立各自成立的單一窗口做完全的溝通及對話，減少雙方在整個問題溝通上問題。

在採取因應策略方面，則可參訪其他國家自由貿易港區或經貿特區如何運作。如大陸的區港聯動。亦可尋求其他支援腹地，如大武崙、瑞芳、五堵工業區或內陸貨櫃集散站，進一步整合與港內自由貿易港區連接，將可帶動區港更大效益。但仍受到自由貿易港區設置管理條例限制，需土地面積 30 公頃，1 公里之內專用道路等。因此，要先分析那些項目可以發展，在限制條件下，港市共同思考解決。與廠商協議簽定優惠措施，才能吸引廠商入主。招商問題，可以提出港區特性、優惠條件，如其他港口提出相同優惠措施如何處理因應，並深入瞭解自由貿易港區廠商要發展的物流業務，是否與簽約時的內容有違？進一步促使廠商更努力推動相關業務。

財政部對不同企業採不同之優惠或措施。例如關務的部份，以保稅的心態來管自由貿易港區，而不是以自由的心態來管自由貿易港區，難免有很多管制措施，必須報備。在自由貿易港區條例仍有很多關務管理法令，做了很多約束，為自由貿易港區最大的障礙。應從法令的修改，才有辦法解決問題。

由於基隆港經營自由貿易港區的目的，在於提高物流的附加價值，乃至於獲得產品本身的加值，所以自由貿易港區應該積極引進具有特色的物流業者，以符合基隆港的定位。引進物流加值型業務，擴大貨源。基隆港區內之物流園區適合發展進出口拆併櫃、加工再出口及轉口型之國際物流業務。而基隆港之潛在貨源包括北部地區之民生用品、機械、家電、資訊及農產品(冷凍或冷藏貨櫃)。

基隆港可利用良好之區位、人力、建立北臺灣之進出口物流中心，善加利用促參法提供之優惠，吸引廠商投資，藉以減輕政府財政困難及提高港埠經營效率。建議基隆港主動積極進行國際招商，將招商作為評估績效的重要指標，邀請國外的物流業者，到基隆港設立物流中心，建立國內物流業者與國際物流業者三方策略聯盟，尋求各種可能的支援，建立以服務北部地區消費與服務業市場為主的國際物流據點。

## 肆、結論與建議

### 一、結論

本研究透過有關競爭策略及創新管理的文獻回顧及專家訪談，提出本研究的結論，以作為實務界及後續研究的參考。

### (一)兩岸直航基隆港應掌握的契機

對兩岸直航帶來的效益就是讓航商節省航運成本，在整個航線上的布局會有不同的思考方向，航商在設計航線時可能就會考慮過去彎靠第三地的部分改成直航。在第三地的部分，過去彎靠第三地的部分可能因為航線改變就不來了，對港務局來說，仍有整個航線的契機，它的經營型態過去是採取境外航運中心的直航的方式，現在是可以採取直接航行的方式不需要透過境外航運中心或兩岸三地的方式，時間成本節省之下，對航商來說應該是會有新的航線或新的貨源被帶進來。但是事實上整個航線的佈局。基本兩岸直航是有正面的效益。但是注意貨源的流向、種類及需求。譬如對一般的進出口貨物來說，應了解兩邊的貨源狀況是不是有不平衡？如果說有不平衡時，航商會做甚麼樣的調整？

除了進出口貨源外，最重要的是吸引的是轉口的貨源。應如何吸引這些轉口貨源應視配套做法而定。譬如說在整個轉口匯率優惠，及轉口貨物的配套服務上是不是能夠提供更完整的服務，包括以比較完整的主航線的連接，讓轉口貨能拉到基隆來，過去基隆進出口貨源佔 90%以上，很少有轉口貨，基隆港要成長或增加貨源其實要靠轉口貨源，過去的轉口貨源也是整櫃的來整櫃的轉。透過基隆港這邊拆櫃、然後分裝，甚至做一些加工，再併櫃然後再出口，利用這種轉口的作為或著是加值的作為，讓貨來基隆有更大的誘因及更大的附加價值。

基隆港應採下列策略：

1. 有利於航程的縮短，可促進大陸中、小型貨櫃船的靠泊。
2. 基隆港可爭取成為兩岸三通口岸，成為原物料的配銷中心。
3. 兩岸直航有利於臺灣出口技術層次高的工業原料，及關鍵零組件，我對大陸物品進口設限終須取消，基隆港可發展倉儲型供應鏈物流。
4. 貨櫃船、客輪、客貨兩用船，皆是發展的機會。
5. 貨物方面，包括生鮮貨，冷凍櫃、高科技產品，具有時效性的貨物。
6. 基隆對華中、北地區，優於中、高兩港，應以亞太地區內航線為主要發展目標。
7. 貨櫃或貨物運輸，可能變成另一種思考模式，類似快遞運輸方式。
8. 基隆港的港埠費用低於鄰近日本、韓國，兩岸直航後可吸引部份大陸港口的轉口貨，成為東北亞、東南亞與華東地區，近洋航線轉運的樞紐港。
9. 臺灣港口及機場的航班安排，穩定度高，結合海空聯運的複合運送模式，可

與大陸港口競爭。

10. 基隆港可繼續爭取近洋航商的支持，並吸引遠洋航商多利用海上藍色公路，來取代傳統陸路運送。
11. 大陸內貿需求，陸上運輸成本昂貴，可經由海運，由臺灣再轉至大陸。

## **(二)基礎設施發展策略**

基隆港雖由於硬體基礎建設、土地等的限制，仍可朝下列之策略發展：

1. 設置港內貨櫃集散站，增加港內貨櫃拆併櫃及通關作業之空間。
2. 建造東西岸連接道路，興建東岸聯外道路。
3. 延伸基隆港東岸防波堤，西 18、19 號貨櫃碼頭延伸工程。
4. 浚深碼頭水深，包括東西兩岸航道、回船池、船席水深。
5. 加強碼頭基樁承载力，換新碼頭基礎，引進新機具。
6. 改善後線機具，增加跨載機，提升門式機高度。
7. 將基隆港外周邊民地納入貨櫃儲放場，以提高基隆港貨櫃業務競爭力。
8. 將第一突堤與第二突堤添平，可有效的管理儲位，提高機具效率。
9. 建立立體高樓層之倉庫或物流中心，以提升土地利用率。
10. 興建旅客大樓，貿易展覽館及美食街。

## **(三)自由貿易港區之發展策略**

自由貿易港區可能為基隆港帶來另一個 30 年的繁榮，自貿本身就會為基隆港產生一個新的生態，港口如果沒有貨櫃量，就是一個死港，如何造量是港口最大的課題，周邊的貨櫃場如果變成自由貿易港區的一部分，整個自貿區就可以跟其他的國際商港競爭，只要經過修法就可以達到這樣的目的。大陸港口目前就是這樣做，從生產端到消費端的過程中，自由度越高，越有利益，才能成功；與腹地結合擴大版圖，是最好的競爭策略，也是唯一的出路。基隆港為發展自由貿易港區，可採下列之發展策略：

1. 積極引進具有特色的物流業著，擴大貨源，發展進出口拆併櫃、加工再出口、轉口型之國際物流業務。
2. 積極爭取潛在貨源，包括北部地區之民生用品、機械、家電、資訊等。
3. 掌握現有機會及優勢，吸引廠商及航商投資，利用良好之區位、人力建立北臺灣之進出口物流中心。

4. 善加利用促參法提供之優惠，吸引廠商投資，藉以減輕政府財政困難，及提高港埠經營效率。
5. 發展多國拆併櫃業務 (multiple-countries consolidation.M.C.C.)，以地利之便，發展海空聯運之多國拆併櫃業務。
6. 加強境外航運中心之功能，使之結合物流園區及自由貿易港區，整合大陸市場之貨源，提升廠商投資意願。
7. 尋求其他支援腹地，大武崙、瑞芳、五堵工業區或內陸貨櫃集散站，整合與港區內自由貿易港區連結，將可帶動港區更大效益。

#### **(四)港埠經營者的建議：**

1. 若可朝委外加工著力，在整個產業效益更能顯現出來，除了港區事業獲益，實際上對整個產業鏈來講，人才需求、工作都能受惠，亦較具彈性化。
2. 鼓勵承攬運送業或有物流需求業者轉型為自由貿易港區業者，並藉由現有土地充分利用再與外界搭配，不需大量開發。
3. 港區內可藉由拆併櫃業務方向發展，目前也希望在這一塊，因為這一塊阻力較小，等於傳統運輸功能往上提昇，即是物流上所講的多國拆併櫃(M.C.C)。
4. 利用內陸工業區如瑞芳、五堵、大武崙，但因區內土地可出售，目前已部分出售民間，所以無法有效共同開發。
5. 可朝無線射頻辨識系統〈R.F.I.D〉發展並配合門禁管制系統，只要貨物運輸安全控管，不管區位在哪好像都不重要。
6. 內陸貨櫃集散站，因鄰近新臺五線，可能會土地使用變更或轉型發展，所以不見得廠商願意投資於自由貿易港區的事業。
7. 目前經濟部在推動「國際運銷中心」，基隆市政府提出以五堵工業區為主的計畫。以關稅的看法它也是保稅區，而任何保稅區在廣義上也算是自由貿易港區，未來運銷中心業務可能與自由貿易港區相近，所以對基隆港是一個機會。貨物用海運來運送，將會帶動商機。

#### **(五)組織策略**

基隆港公司化後之組織策略：

1. 基隆港未來應朝向航政監督，與港埠經營分離的方式。
2. 藉由變革後所帶來的營運彈性，應利用基隆港本身的資產，投入相關的產業，以賺取更大的利潤。

3. 在公司化的體制下，對業務與建設的推動，能更有效的執行，不再需要政府部門過長的決策與審核，避免時效性流失。
4. 組織的變動最終仍是隨著策略做改變，對於組織的單位編組將會更具彈性，在組織體制的變革上，也將更有制度與能力。

#### (六)行銷策略

1. 因基隆港營運屬於區域型近洋的航線，且吃水淺、腹地小、後線不足、限制多，或許兩岸直航可促進大陸中型貨櫃船的靠泊，相信對基隆港有利。
2. 行銷策略可能需考慮基隆港本身的基本特質，包括價格、通路、產品、促銷，可考慮有何吸引的地方。可將碼頭裝卸特性提出來討論，或許可以用碼頭民營化，由貨櫃裝卸公司營運較有彈性，對港口行銷較有幫助。例如：兩岸直航客運由基隆港這裡先發展，主要是離臺北較近，另外是高雄港區位的政治因素〈大陸不願靠〉。推廣行銷方式很多，如：網路、電子資訊系統、組團去大陸推廣、與大陸港口簽定合約、邀請航商至臺灣參訪及舉行國際會議等。
3. 港埠是物流的一環，由港埠經營者結合周邊業者，以提高物流附加價值為競爭利基：時間價值、便利價值、成本價值、產品加值等。
4. 兩岸海運直航後基本上運輸成本減少、時間節省，加上臺商受到大陸政策的轉型，臺商原先整廠過去，現在可能會做供應鏈分工評估，如此一來除了兩岸貿易外，還可利用此管道進行其他工作。
  - (1)利用貨載能力承攬其他貨做轉口業務，如日本之前所做的分裝動作。
  - (2)中國大陸內貿需求，因陸上運輸成本可能高於海上運輸，所以可能利用海運往來大陸→基隆→大陸來運送。
  - (3)分析費率、成本、航商需求，做一個費率更彈性的做法，並利用自由貿易港區〈如拆併櫃等〉，就不用直接進港，另外也鼓勵轉口櫃。
  - (4)假如不去做自由貿易港區及轉口的思考，兩岸直航在貨櫃量的增加不會太多，基隆港務局曾委託顧問公司研究，大約多 50,000TEU 左右的貨櫃量，因為如果兩岸間貿易量沒有增加，當然櫃量就沒有增加。

新龜兔哲學就是複合運輸，大部分是指客運模式，貨櫃或貨物運輸未來也有可能朝此方向，好比是海空聯運操作模式，大陸貨物經由海運運至基隆港或臺北港，再經由陸運運至桃園機場，透過空運載運至目的地。最主要採此原因是貨主趕貨需要節省時間及成本，而選擇臺灣港口及機場的原因是大陸貨運航班，貨

運設施安排上不穩定因素高，臺灣較可靠，且大陸內陸運輸成本高。

在港區的策略來吸引貨源部分，就現有的倉庫，希望有一些大型的廠商進駐到港區來從事它的物流作業。事實上基隆小的土地，大型的廠商根本進不來，在這種情況之下，在策略上只有做了些調整，第一個調整就是在整個宣傳文宣上，把相關的土地及相關的設施透過各種不同的管道讓很多國內外的廠商知道，然後參加各種的展覽，提高港區的知名度。第二個調整就是廠商來申請希望能承租港區的土地或設施時，往往會因為土地的面積不夠或租金費用太高，而放棄這個地點或這個計畫。可會透過第二階段的行銷，可以將這個廠商引介給現有的港區事業包括聯興、永塑、臺基等公司，將相關的案源直接引介給這些公司，透過這些公司再去做第二階段接觸，因為可以不用自己來租一個完整的倉庫，它可以透過這些現有的港區事業做分租，由這些港區事業去做二房東，提供更完整的服務，來滿足這個業者的需求。第三種作業就是廠商在整個投資上有很大的風險時，它也可以考慮先暫時不要租，透過目前的港區事業的服務，達到目前物流的目的，一方面達到物流目的，一方面他也透過這樣去測試基隆港的作業。所以基本上，目前對一些新進廠商，就是利用此一策略來吸引新廠商來到港區；另外第二部分就是對於現有的港區事業來說，過去現有港區事業就讓他自己經營，很少再做進一步的輔導或客戶的引介，亦可透過輔導跟客戶的引介，甚至去了解很多的廠商過去一直都沒有實質的業績，也可透過這樣的方式了解客戶的癥結，協助去解決問題，以提升業績。

## (七)多角化投資

基隆港進行多角化投資的目的有三個

1. 為填補因臺北港營運所造成的營收與獲利的流失。
2. 多角化可以有效提高基隆港的資產使用效率。
3. 也可以藉由多角化的投資，強化基隆港的競爭目的，基隆港的多角化投資方向，可以考慮配合基隆港的營運，將多角化的觸角延伸到：
  - ①貨櫃集散業務。
  - ②物流中心。

一方面可與基隆港的核心業務形成垂直整合的綜效。

## 二、建議

本研究的經營策略，有可能因成本過高、資源缺乏及條件不足等因素，致使



實際執行時可能成效不彰，未能達到預期結果，港務局與航商間之經營角度與立場，及現行法規改革的不確定性等，是最無法掌握的變化因素。

在專家訪談過程中，對基隆港內在經營環境的逐漸惡化，外在競爭者的紛紛崛起，使得基隆港在貨櫃碼頭經營的發展上，更顯得不易，遂提出轉型之議，對於基隆港的發展，或許是另一個轉機，值得港務當局深思。

## 參考文獻

- 包嘉源、張志清、林光(2007)，影響兩岸海運通航之關鍵因素，兩岸三地航運與物流的新發展與研究，頁 39-48。
- [交通部基隆港務局網站 \(2009\)](#)。
- 交通部運輸研究所(2006)，臺灣地區商港整體發展規劃(96-100 年)，臺北，交通部運輸研究所。
- 行政院大陸委員會(2008)，「海峽兩岸海運協議」相關說明，行政院大陸委員會。
- [余坤東、梁金樹、張志清\(2001\)，基隆港務局轉投資與多角化經營，基隆港務局委託研究計畫結案報告。](#)
- 李宗勳(2009)，現階段基隆港的營運策略，國立臺灣海洋大學航運管理學系碩士論文。
- [李嘉華 \(2005\)，港埠建設 BOT 專案計畫合理風險承擔機制之研究，長榮大學經營管理研究所碩士論文。](#)
- 林光、張志清(2007)，兩岸三地航運與物流的新發展與研究，中華航運學會。
- 林光、張志清等(2007)，從兩岸港口發展探討基隆港競爭策略，基隆港務局委託研究計畫。
- 林美利(2008)，港區貨櫃場儲區作業模式評選之研究，國立臺灣海洋大學航運管理研究所碩士論文。
- 長榮大學國際運輸研究中心(2008)，臺中港貨櫃營運競爭力與未來經營策略之研究。
- 倪安順、孫允儀(2007)，亞太地區港埠競爭力與臺灣地區港埠經營策略之研究，2007 年兩岸三地航運與物流研討會論文集。
- 翁博志(2009)，我國自由貿易港區之發展問題分析，國立臺灣海洋大學國際物流管理研究所碩士論文。
- 張貞德(2009)，運用資料包絡分析法評估兩岸三地國際貨櫃場經營績效之研究，國立臺灣海洋大學航運管理研究所碩士論文。
- 張琰恩(2008)，國際港埠物流中心關鍵能力評估之研究，國立臺灣海洋大學航運管理研究所碩士論文。

- 連淑君、曾世隆、桑國忠(2008)，臺灣地區貨櫃集散站利益區隔之研究，航運季刊第十七卷第四期，頁 55-74。
- 郭維達(2009)，基隆港貨櫃碼頭經營策略之研究，國立臺灣海洋大學航運管理學系碩士論文。
- 陳建豪(2008)，促進臺灣四大國際商港郵輪觀光之策略研究，國立臺灣海洋大學商船研究所碩士論文。
- 陳春益、張雅富(2007)，臺海兩岸航運方式之演變，兩岸三地航運與物流研討會論文集。
- 曾志煌、王慶福、林美霞(2006)，貨櫃裝卸量減少原因探討與未來港埠發展對策建議，基隆港建港 120 週年論文。
- 黃獻治(2009)，港埠貨櫃裝卸作業效率分析與探討，國立臺灣海洋大學航運管理研究所碩士論文。
- 楊文賢(2007)，國際港埠物流中心創新管理的競爭優勢-以臺灣港埠為例，兩岸三地航運與物流的新發展與研究，頁 543-562。
- 楊素勤(2004)，基隆港自由貿易港區現況及未來發展，基隆港務局 93 年自行研究報告。
- 葉俊榮 (2002)，行政院組織改造的目標、原則及推動機制，國家政策季刊，第一期，頁 1-22。
- 葉家宏(2009)，基隆港組織變革與未來發展之研究，國立臺灣海洋大學航運管理學系碩士論文。
- 魯炳炎(2007)，政策倡導聯盟架構之研究：以我國自由貿易港區政策為例，航運季刊第十六卷第三期，頁 75-102。
- 蕭丁訓(2007)，創新管理下基隆港之核心競爭策略，國立臺灣海洋大學航運管理學系博士論文。
- 蕭丁訓、張志清、林光、陳基國(2007)，臺灣港埠發展加值型服務港埠之省思，航運季刊第十六卷第四期，頁 61-80。
- 蕭丁訓、盧展猷、曹至宏(2006)，從港埠客戶結構論碼頭經營者的
- 謝明輝、陳基國(2005)，基隆港裝卸作業民營化對裝卸效率影響之證實研究，運輸學刊第十七卷第四期，頁 359-392。
- 蘇育玲(2004)，從策略與制度面探討基隆港提升競爭力之研究，國立臺灣海洋大學航運管理學系博士論文。
- Glueck, W. F. (1984), *Business Policy and Strategy Management*, 3rd Ed., New York: McGraw-Hill.
- Jose L. T. (2006), *Privatization: The Port of Singapore Experience*.
- Murphy, P. R. and Daley, J. M. (1994), "A Comparative Analysis of Port Selection Factors," *Transportation Journal*, Fall, 15-21.
- Murphy, P. R., Dalenberg, D. R., and Daley, J. M. (1992), "Port Selection Criteria: An Application of a Transportation Research Framework," *Logistics and Transportation Review*, 28(3), 237-255.

- Slack, B. (1985), "Containerization, Inter-Port Competition and Port Selection," *Maritime Policy Management*, 12(4), 293-303.
- Song, D. W. (2001), "Port Co-petition as a New Strategic Option," *Seaview*, 56, 2-8.
- Thomas (1997), Structural Changes in Maritime Transport, Port Policy Seminar.
- The Ministry of Maritime Affairs and Fisheries( MOMAF )(2003), Trend and analysis of large container vessels , KOREA.
- UNCTAD (1999), "Technical Note: Fourth-Generation Port," *UNCTAD Ports Newsletter*, 19, 9-12.
- United Nations(2009), United Nations Conference on Trade and Development, Review of Maritime Transport 2009.
- UNCTAD (1992), *Port Marketing and The Challenge of the Third Generation Ports*, New York: United Nations Conference on Trade and Development.

# Strategies for Upgrading Keelung Port's Competitiveness

## ABSTRACT

Keelung Port has been acted as an important role in Taiwan's economic development in past decades. However, Keelung Port faces keen competition among neighboring ports and challenges arising from rapid economic growth of mainland China, including Taipei and Kaohsiung port, as well as mainland China's port, such as Xiamen and Fuchow Ports. Especially, Taipei port's container terminals start operation since March of 2009. It might cause decrease of container throughput and revenues of Keelung Port. Keelung Port needs to consider its challenges and the future strategies which can be adopted for overcome the above difficulties. In consideration that the ban of direct shipping links across Taiwan Strait has eventually lifted, it is necessary, for Keelung Port, to take this chance for future development. Keelung Port needs to figure out some strategies in coping with the challenges in the future. Based on the viewpoints of terminal operators, this study explores important issues relating to how to adopt port competition strategies in order to meet customerized demand in shipping markets. It also examines the formation of shipping lines connected with Keelung Port, and provides suggestions as to how to adopt marketing measures, including how to focus on short-sea shipping lines, and to be supported by some intercontinental shipping lines. This study suggests to enhance infrastructure of Keelng Port for inducing more intercontinental shipping lines calling at Keelung Port. It also also suggests certain measures to upgrade operational efficiency in container whaves in order to meet the requirements of short-sea shipping lines, of which the vessels is required to stay in port shorter than other vessels, and reduce their operational costs, and save the costs in inland haulage. Keelung Port is also suggested to adopt flexible tariff rates in order to improve its competitiveness.

**Keywords:** Keelung Port, port operation, port competition strategy, liner shipping.

ISSN 1022-7571  
ISSN 1022-7571

GPN:2008100058

工本費：160 元