

ISSN 1022-7571

海 運 學 報

Journal of Maritime Science

第十九卷 第二期

Vol.19, No.2

中華民國九十九年十二月

Dec 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

波羅地海乾散貨運價指數預測模型績效之研究—時間序列與灰色預測模型之應用 The Performance of Baltic Dry Index Forecasting Model:An Application of Time Series and Grey Forecasting Model.....	梁金樹、鍾政棋、陳桓毅..... 1
散裝航運巴拿馬極限型船運價指數趨勢之分析 An Analysis of the Baltic Panamax Index in the Bulk Shipping Sectors	鍾政棋、徐嘉陽、黃崑山..... 19
RFID 在臺灣港口應用..... The Application of RFID in Ports of Taiwan	蕭再安、林麗美、高傳凱、蕭丁訓..... 37
基於模糊層級分析法的供應商選擇評估模式 Evaluation model of Supplier Selection Based on Fuzzy Analytic Hierarchy Process	王敏華、李選士..... 53
船舶融資風險辨識與風險評估.....	王肖卿、婁顏斌..... 67

波羅地海乾散貨運價指數預測模型績效之研究 ——時間序列與灰色預測模型之應用¹

梁金樹² 鍾政棋³ 陳恒毅⁴

摘要

散裝航運市場接近於完全競爭市場，運費與租金易受不確定的因素而影響，導致船東與僱船人面臨極高市場風險。波羅地海 BDI 運價指數為全球散裝航運經營的總體指標，如能有效掌握運價波動，必能降低船東與僱船人之風險。因此本文旨在預測並分析 BDI 運價指數，研究方法採用灰色理論的灰預測 GM(1,1) 模型與時間序列自我迴歸整合移動平均(ARIMA)模型，分別構建 BDI 運價指數的預測模型，並進行實證分析及其模型精確度之探討。研究結果可以提供船東與僱船人作為僱船決策之參考。

關鍵詞：灰預測、散裝航運、自我迴歸整合移動平均、波羅地海乾散貨運價指數

壹、前言

由於我國天然資源缺乏，致使鐵礦砂、煤炭、穀類等大宗物資均須仰賴國外進口，可見散裝航運對我國經濟的重要性。散裝航運具有高風險與資本密集的特性，貨源不易掌握，且易受國際政商強烈影響的不確定性，使船東面臨近似於完全競爭的航運市場(鍾政棋，2009; Veenstra, 1999)，更加凸顯散裝航運經營之困難。波羅地海交易中心(Baltic exchange)發布的指數，自 1999 年 11 月 1 日起更改為波羅地海乾散貨運價指數(Baltic Dry Index, BDI)，其係由波羅地海海岬型船指數(Baltic Capesize Index, BCI)、波羅地海巴拿馬極限型船指數(Baltic Panamax Index, BPI)、波羅地海超輕便極限型船指數(Baltic Supramax Index, BSI)及波羅地海輕便型船指數(Baltic Handy Size Index, BHSI)四種主要船型的運價指數計算而來，以期真實反映整體散裝航運市場運費或租金之變動。

航運市場短期景氣循環週期僅二至四年，並考量研究期間過長，將無法排除航運市場受重大事件之影響。本文以四年資料進行波羅地海乾散貨 BDI 運價指數之預測，歸納運價指數波動的區間範圍，以預測波羅地海 BDI 運價指數未來

¹ 本文部份為國科會研究計畫 NSC94-2416-H-019-011-CC3 之研究成果，感謝行政院國家科學委員會之經費補助。

² 國立台灣海洋大學航運管理學系暨研究所教授(E-mail: gслиang@mail.ntou.edu.tw)。

³ 國立台灣海洋大學航運管理學系暨研究所副教授。

⁴ 國立台灣海洋大學航運管理學研究所碩士。

的發展趨勢。研究方法採用灰預測與時間序列 ARIMA 構建波羅地海 BDI 運價指數的預測模型，以預測波羅地海 BDI 運價指數的發展趨勢。本文研究結果能提供船東與傭船人作為傭船決策(Chartering decisions)之參考。

貳、文獻探討

一、海運市場與運價

海上貿易即期市場(Spot market)中，論程傭船(Voyage charter, V/C)逐船逐貨的承攬與運送，乃高風險高報酬的商業行為。於船東市場中，運費上揚船東可獲致高額報酬；相反地，於傭船人市場中，或將導致巨額損失。根據 Chung *et al.* (2009) 研究指出，於散裝傭船決策情境，若某一特定時點的實際值高於當時歷史平均數，即論時傭船(Time charter, T/C)租金與 V/C 運費相距甚遠，且有相互接近時，應選擇從事 T/C；反之宜從事 V/C 運務。Veenstra (1999)與 Berg-Andreassen (1997) 皆認為，V/C 運費的改變，乃 T/C 租金預期形成之基礎。因此，散裝船舶傭船策略(Chartering strategy)應用，為船舶調配重要的考量因素。

散裝航運之營運，運費與租金受航運市場船貨供需之影響，極度不易掌握。Alizadeh-M and Nomikos (2003)探討散裝二手船買賣價格與數量認為，市場價格改變與買賣船市場交易活動量有明顯正相關，交易數量與價格波動呈現負相關。於不同市場情況下，運費受季節性波動呈不對稱型態，乃因個別市場預期供給彈性高低造成。然而 Cullinane (1995)指出，航運市場風險管理中收益的不確定性最重要。因此航運公司面對高度競爭環境，有必要作好策略性規劃，以利不確定情況下之決策(Bendall and Stent, 2003)。

二、預測方法比較

本文主要為採用灰預測 GM(1,1)與時間序列 ARIMA 兩種預測方法，針對波羅地海 BDI 運價指數進行預測，並比較其預測精準度之差異。表 1 為本文與過去學者所採用的研究方法與優缺點分析。

表 1 各種預測方法比較

預測方法	內涵	優點	缺點	相關文獻
計量經濟模型	以有關數據表示事實，以計量經濟理論及方法測量與檢定經濟變數關係，提供經濟分析實證背景	1.具經濟理論基礎，易解釋自變數與因變數關係 2.對趨勢變化能有效分析與解釋	1.係數固定，對外在因素改變缺乏反應彈性 2.參數推估費時且成本高	蔡靜瑩(1997) 郭忠義與黃璋如(1983)
時間序列分析	基本上只採用過去資料構建預測模型，對中長期預測仍有很大效果	1.週期性、季節性及循環性趨勢易掌握 2.純以歷史數據作預測基礎，資料蒐集容易且成本低	1.模型選擇需高度技巧與經驗 2.缺乏經濟理論基礎，造成模型解釋不易	雷立芬(1995) 陳宗玄(1994) 魏啟林(1988)
灰預測	先將原始數據經過累加生成數，尋找資料的內在規律，具有數據量較少之特性	1.模型操作簡單 2.不需事前假設序列分布情形，且所需原始數目要求少	1.模型參數採最小平方方法推估 2.在系統受干擾時會產生偏誤估計	許巧鶯與溫裕弘(1997) 田自力(1996)

資料來源：本文自行整理。

三、預測方法文獻

(一)灰預測方法

於社會科學研究上，經常利用過去資料構建模型以預測未來。鄧聚龍(2000)於1982年提出灰色系統理論，主要以不需大量數據之灰色模型作預測與決策分析。王淑滿與鍾政棋(2001)應用灰色理論GM(1,1)模型，對我國航行員與輪機員每年總供給量與國輪總艘數預測航行員與輪機員每年總需求量，並作交叉分析，探討我國海上人力供需之問題。許巧鶯與溫裕弘(1997)利用灰預測GM(1,1)及GM(1,N)模型，構建我國國際航空運量、來台旅客與國人出國的預測模型，並與ARIMA預測模型比較顯示，就預測能力而言，以灰預測模型相對較傳統迴歸模型與ARIMA模型為佳。陳榮方與楊敏里(1997)以灰預測與迴歸預測對短期財務資料進行比較發現，GM(1,1)模型與迴歸預測的平均殘差，結果以灰預測模型有較佳預測結果。Chang and Wu (1998)建立灰色時間序列模型，探討農曆年前後股市交易，證實確有農曆新年效應，且灰預測所得績效優於移動平均法及最小平方方法。施能仁與劉定焜(1998)應用灰色理論於股價指數之模擬避險行為，結果顯示灰預測具有相當高精確度，且預測結果優於時間序列的預測模型。

就預測效能而言，當樣本期間愈短，灰預測模型的預測績效愈佳，顯示灰預測不需大量數據即有高精確度之特性。莊昆益(2002)以灰預測GM(1,1)模型預測遊戲市場產值顯示，GM(1,1)模型四期預測結果最佳。詹志明與鄭美幸(2002)利

用隨機漫步模型、GARCH 模型及灰預測 GM(1,1)模型，針對每月新台幣對美元匯率的預測發現，在一至三個月的預測中，灰預測模型最佳，GARCH 模型次之，隨機漫步模型最差；在六個月的長期預測中則相反。Chang and Chang (1996)透過統計迴歸分析預測波羅地海指數發現，就預測精確度而言，一個月內可達 90%，但六個月僅有 23%，即其精確度將隨預測期間遞增而大幅遞減。

(二)時間序列分析

時間序列分析自 1970 年 Box-Jenkins 發展自我迴歸整合移動平均模型 (ARIMA(p, d, q)) 之後，便普遍地應用於經濟、企管、工程及物理等相關領域上(徐瑞玲，1988)。邱雅苓(2001)利用臺灣 1954-1999 年國民醫療保健資料，構建總體時間序列及門檻模型，探討決定長期醫療支出成長因素，發現各變數間在長期間有一穩定之關係。ARIMA 模型也應用在國防預算與財務規劃上，陳貴強(1998)透過時間序列預測模型發現，以 ARIMA(1, 1, 1)進行預測，單變量的平均預測效度為 95.5%。楊志清(1999)運用 ARIMA 模型探討國民生產毛額、經濟成長率、國民所得的影響發現，臺灣國防預算之估計，以單變量時間序列的預測比轉換函數模型準確。

叁、運價指數發展與計算

本節說明波羅地海指數由 BFI 至 BDI 指數的發展過程，及 BDI 指數之計算，並表列 BDI 指數現行組成路線。

一、發展過程與計算公式

波羅地海交易中心於 1985 年 1 月 4 日開始發布每日運費指數(Baltic Freight Index, BFI)，當時 BFI 由全球主要十三條 V/C 路線組成，並未包含 T/C 路線，全球航運業界普遍接受 BFI 指數作為乾散貨市場最可靠的總體指標，其基準設定為 1,000 點。其後歷經數十次試行與調整，1990 年 8 月 6 日引入 T/C 路線；1997 年 1 月 7 日發布 BHI 指數；1998 年 12 月 21 日發布 BPI 指數；1999 年 4 月 26 日發布 BCI 指數；1999 年 10 月 29 日終止 BFI 的發布，並於 1999 年 11 月 1 日由 BDI 指數所取代。2000 年 10 月 2 日引入 BHMI 指數；BHI 於 2000 年 12 月 31 日終止，2001 年 1 月 2 日由 BHMI 取代 BHI。BDI 指數演進過程整理，如圖 1 所示

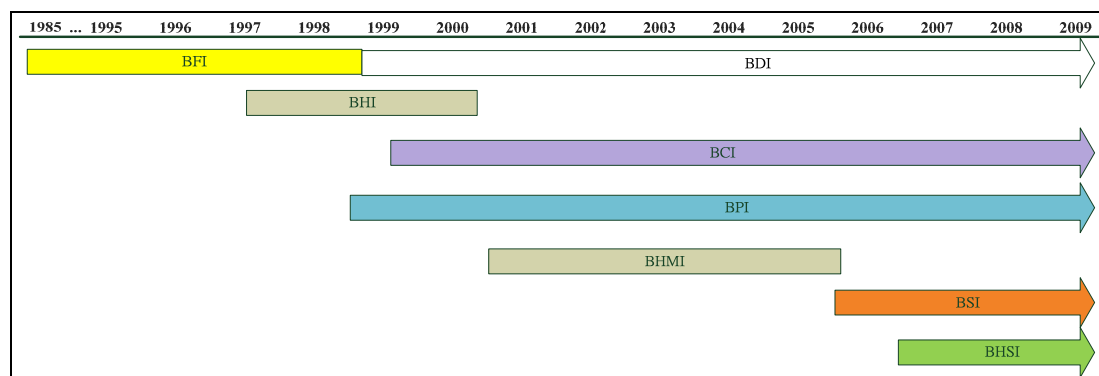


圖 1 BDI 指數演進過程

資料來源：黃鈺堯(2010)。

有關 BDI 指數之計算，因 1999 年 11 月 1 日起由 BDI 取代 BFI，波羅地海交易中心為確保由 BFI 轉換為 BDI 的連續性，遂構建 BDI 乘數予以調整；於 2009 年 7 月 1 日由四個子指數 T/C 租金計算而成，因此其計算公式如下：

$$BDI = (BCI \text{ T/C Average} + BPI \text{ T/C Average} + BSI \text{ T/C Average} + BHSI \text{ T/C Average}) / 4 * 0.113473601$$

基於此，目前 BDI 指數計算僅考慮各子市場的 T/C 租金，不考慮 V/C 運費。

二、現行組成路線

現行 BDI 指數之組成，以各船型 T/C 租金平均價格(各四分之一)權重計算組成綜合性指數(Composite index)，作為全球乾散貨市場運費或租金之指標(Indicator)。散裝運輸四種船型運價指數現行組成路線，如表 2 所示。

肆、研究方法

散裝航運市場中，船東與傭船人若未能有效預測市場與運價之變化，或將蒙受投資上或營運上之損失。應用於市場預測的方法種類繁多，如迴歸預測分析、時間序列分析、指數平滑法或定性分析法等，皆須蒐集長期足夠的歷史資料，方能獲致較精確的預測結果。航運市場船貨供需不斷地改變，僅依據散裝運價的長期明細資料，並無法改善短期或長期預測的精確性(Veenstra and Franses, 1997)。因此，若直接預測與分析運價的可能變化，將可獲得未來的趨勢。

本文為預測 BDI 指數，期能掌握散裝航運市場運價之趨勢，以有效降低市場風險。依據灰色理論相關研究顯示，灰預測模型適合應用於短期或無法取得完整訊息之分析。由於 BDI 指數易受國際政治、經濟、社會等因素的影響而變動，具有高度的不確定性，符合灰色理論「訊息不完整的系統環境」之特性。因此，本文採用灰色理論的灰預測最常被使用的四點建模，以構建 BDI 指數的預測模型，進行 BDI 指數的實證研究，並檢驗模型之精確度。本節說明灰預測 GM(1,1)與時間序列 ARIMA(p, d, q)兩種方法特性及其模型構建之步驟。

表 2 波羅地海四種船型運價指數現行組成路線

Route	Vessels size	Cargo	Route descriptions	Weightings
Capesize Market				
C2	160,000	Iron ore	Tubarao to Rotterdam	10%
C3	150,000	Iron ore	Tubarao to Beilun / Baoshan	15%
C4	150,000	Coal	Richard's Bay to Rotterdam	5%
C5	150,000	Iron ore	West Australia to Beilun / Baoshan	15%
C7	150,000	Coal	Bolivar to Rotterdam	5%
C8	172,000	Del. Gibraltar / Hamburg trans Atlantic RV, Redel. Gibraltar/Hamburg, 30-45 days		10%
C9	172,000	Del. ARA or passing Passero, Redel. China / Japan, about 65 days		5%
C10	172,000	Del. China / Japan, trans Pacific RV, Redel. China / Japan, 30-40 days		20%
C11	172,000	Del. China / Japan, Redel. ARA or passing Passero, about 65 days		15%
Panamax Market				
P1A_03	74,000	Delivery and redelivery Skaw-Gib. range, Transatlantic RV, duration 50-60 days		25%
P2A_03	74,000	Delivery Skaw- Gib. range, for a trip to FarEaet, Redelivery Taiwan-Japan range, duration 60-65 days		25%
P3A_03	74,000	Transpacific round voyage, duration 35-50 days, delivery and redelivery Japan-S. Korea range.		25%
P4A_03	74,000	Delivery Japan-South Korea range for a trip via US West Coast-British Columbia range or Australia, redelivery Skaw-Passero range, duration 50/60 days		25%
Supramax Market				
S1A	52,454	Delivery Antwerp-Skaw range , a trip of 60/65 days		12.5%
S1B	52,454	Del. passing Canakkale for a trip of 50/55 days		12.5%
S2	52,454	Del. South Korea-Japan range for 1 Australian or trans Pacific round voyage, for a 35/40 day		25%
S3	52,454	Del. South Korea-Japan, for a trip of 60/65 days		25%
S4A	52,454	Del. US Gulf for a trip of about 30 days		12.5%
S4B	52,454	Del. Skaw/Passero range for a trip of about 30days		12.5
Handy Size Market				
HS1	28,000	Del. Skaw-Passero for a trip about 35/45 days, redelivery Recalada-Rio de janeiro range.		12.5%
HS2	28,000	Del. Skaw-Passero range for a trip about 35/45 days.		12.5%
HS3	28,000	Del. Recalada-Rio de janeiro for a trip about 35/45 days, redelivery Skaw/ Passero range.		12.5%
HS4	28,000	Del. US Gulf for a trip about 35/45 days, via US Gulf or NC South America, redelivery Skaw/ Passero range.		12.5%
HS5	28,000	Del. SE Asia for a trip via Australia, about 25/30 days, redelivery Singapore - Japan range including China.		25%
HS6	28,000	Del. S Korea - Japan range for a trip via Nopac of about 40/45 days, redelivery Singapore-Japan range including China.		25%

資料來源：本文整理自 The Baltic Exchange (2010)。

一、灰預測方法

灰色模型是灰色系統之基礎，也是灰色系統理論之核心。灰色系統理論將一切隨機變量看成是一定範圍內變化之灰色量，及與時間相關之灰過程。對灰色量的處理並非藉尋找統計規律之方法達成，而是將雜亂無章的原始數據經過處理後，來尋找數據的內在規律性，經由處理過後的序列轉化為微分方程，建立灰預測 GM 模型。

本文使用序列一階線性動態灰色模型 GM(1,1)的建模方法(鄧聚龍，2000)來構建 BDI 運價指數的預測模型。假設原始序列如下所示。

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

首先，對此一原始序列作一次累加生成(Accumulated Generating Operation, AGO)。於此定義 $x^{(1)}$ 為 $x^{(0)}$ 的一次 AGO 序列，即

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

接著，利用下列式子求係數向量 A ：

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

式中之累加矩陣 B 為：

$$B = \begin{bmatrix} -\frac{1}{2}[x^{(1)}(1) + x^{(1)}(2)] & 1 \\ -\frac{1}{2}[x^{(1)}(2) + x^{(1)}(3)] & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -\frac{1}{2}[x^{(1)}(n-1) + x^{(1)}(n)] & 1 \end{bmatrix};$$

常數項向量 y_n 為：

$$y_n = [x^{(0)}(2), x^{(0)}(3), \dots, x^{(0)}(n)]^T$$

將經由(1)式所求出的係數 a 與 b 代入 GM(1,1)模型的一階微分方程式(2)：

$$\frac{dx^{(1)}}{dt} + ax^{(1)} = b \quad (2)$$

即可求得下列近似關係式：

$$\hat{x}^{(1)}(k+1) = \left[x^{(0)}(1) - \frac{b}{a} \right] e^{-ak} + \frac{b}{a} \quad (3)$$

其中 $x^{(1)}(1) = x^{(0)}(1)$ ，將(3)式所求得的序列進行一次累減生成(Inversed-Accumulated Generating Operation, IAGO)，則可求得擬還原之序列：

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

令 $k=1, 2, \dots, n$ ，則可得還原之序列：

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

經過上述生成及構建模型後，須進一步檢驗模型之精確度，以了解實際值和估計值間之誤差 $e(k)$ ，本文使用殘差檢驗法，根據實際值與估計值作殘差比較，公式如下(鄧聚龍，2000)：

$$e(k) = \left| \frac{x^{(0)}(k) - \hat{x}^{(0)}(k)}{x^{(0)}(k)} \right| \times 100\% , k = 2, 3, \dots, n.$$

精確度為 $1 - e(k)$ ，若平均精確度大於 90%，則此模型的預測效能良好。

二、時間序列 ARIMA 模型

通常研究單變量時間序列時，最常使用的方法是 Box and Jenkins (1976) 提出的自我迴歸整合移動平均模型(Auto Regressive Integrated Moving Average of order (p,d,q) 簡稱為 ARIMA(p,d,q) 模型，其一般表示如下：

$$\Psi_p(B)(1-B)^d X_t = \theta_q(B)V_t, \quad t = 1, \dots, T$$

式中 $\Psi_p(B) = 1 - \Psi_1 B - \dots - \Psi_p B^p$ ； $\theta_q(B) = 1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q$ ； B 稱為後移運算因子(Backshift operation factor)； $BX_t = X_{t-1}$ ； d 則代表差分的次數； X_t 為擬研究的時間序列的第 t 筆觀察值； T 為觀察值之總筆數； V_t 為誤差項。在實務運用上，一般假設 V_t 的平均數為 0，變異數為常數，以 σ_v^2 表之， X_t 為來自同一個母體且相互獨立的常態隨機變數。

在為研究議題配適時間序列模型時，常見的作法是當序列呈現不平穩或有存在某種趨勢時，先對其取差分直到序列平穩，接著才以 ARMA(p,q) 模型

$$\Psi_p(B)Y_t = \theta(B)V_t \quad (4)$$

來配適序列 Y_t ，其中 $Y_t = (1-B)^d X_t$ 為對 X_t 取 d 次差分後的值，接著決定 p 、 q 值，如此便可求得所要的預測模型。一個共變異數呈現平穩(Covariance stationary)的序列，在任何時間點，變數的期望值皆相同，而不同時間點的變數之共變異數，雖因時間間隔的不同而有所不同，但它卻不會因為時間點的不同而不同。若令此序列為 $Y_1, Y_2, \dots$ ，則它會滿足

$$E(Y_t) = E(Y_{t-s}) = \mu, \forall t, s;$$

針對此序列，可分別定義 Y_t 與 Y_{t-s} 的自我相關函數(Auto Correlation Function, ACF) 和偏自我相關函數(Partial ACF, PACF)如下：

$$\rho_s = \frac{\text{Cov}(Y_t, Y_{t-s})}{\text{Var}(Y_t)} = \frac{\gamma_s}{\gamma_0}$$

ACF 只與落後的期數 s 有關；

$$\varphi_{ss} = \frac{\begin{vmatrix} 1 & \rho_1 & \rho_2 & \cdots & \rho_s \\ \rho_1 & 1 & \rho_1 & \cdots & \rho_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \rho_{s-1} & \rho_{s-2} & \rho_{s-3} & \cdots & \rho_s \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & \rho_1 & \rho_2 & \cdots & \rho_{s-1} \\ \rho_1 & 1 & \rho_1 & \cdots & \rho_{s-2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \rho_{s-1} & \rho_{s-2} & \rho_{s-3} & \cdots & 1 \end{vmatrix}} \quad (5)$$

PACF 為 $\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_s$ 的函數。可利用 $\hat{\rho}(j) = \frac{\sum_{t=1+j}^T (Y_t - \bar{Y})(Y_{t-j} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^T (Y_t - \bar{Y})^2}$ 來估計

ρ_j ；由於 φ_{ss} 是 $\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_s$ 的函數，故可將式(5)中的 ρ_j 全以其估計值 $\hat{\rho}(j)$ 取代，如此便可求得 φ_{ss} 的估計值 $\hat{\varphi}_{ss}$ 。Wei (1990)提到 $\hat{\rho}(s)$ 的變異數可以用下列的式子來估計

$$\begin{aligned} \hat{Var}(\hat{\rho}(s)) &= \frac{1}{T}, s = 1; \\ &= \frac{1 + 2 \sum_{j=1}^{s-1} \hat{\rho}(j)^2}{T}, s > 1. \end{aligned}$$

至於 $\hat{\varphi}_{ss}$ 的變異數，則可以採用 $\hat{Var}(\hat{\varphi}_{ss}) = \frac{1}{T}, \forall s$ 來估計。

假若 $\hat{\rho}(s)$ 、 $\hat{\varphi}_{ss}$ 分別大於其兩倍標準差(即 $\sqrt{\hat{Var}(\hat{\rho}(s))}$ 與 $\sqrt{\hat{Var}(\hat{\varphi}_{ss})}$)的估計值，則可認定 ρ_s 、 φ_{ss} 不為 0。

理論上，在 AR(p)模型 $\Psi_p(B)Y_t = V_t$ 下， $\varphi_{pp} \neq 0$ 且 $\varphi_{ss} = 0, \forall s \geq p+1$ ；而在 MA(q)模型下 $Y_t = \theta_q(B)V_t$ 下， $\rho_q \neq 0$ 且 $\rho_s = 0, \forall s \geq q+1$ 。而 ARMA(p, q)相當於是 AR(p)和 MA(q)的綜合，一般是先配適 AR(p)，之後再以殘差來配適 MA(q)，於是便可決定 p、q。當 p、q 被決定後，可能會產生數個不同模型的建議，此時，可利用條件最小平方估計法(Conditional least square estimator, CLSE)來估計模型參數。將式(4)展開為

$$Y_t = \Psi_1 Y_{t-1} + \dots + \Psi_p Y_{t-p} + V_t - \theta_1 V_{t-1} - \dots - \theta_q V_{t-q}$$

如此，便可得 $V_t = Y_t - \Psi_1 Y_{t-1} - \dots - \Psi_p Y_{t-p} + \theta_1 V_{t-1} + \dots + \theta_q V_{t-q}$ ，能使 $\sum_{t=1}^T V_t^2$ 最小之參數 Ψ_i 與 θ_j 即為 CLSE。此處所謂的「條件」LSE 實乃因當 $t-j < 1$ 時， V_{t-j} 不存在，所以其值要事先給定，一般都是令其為 0。估計後的模型將觀測值代入，可得其殘差。而殘差間的相關性程度，則可作為此模型配適好壞的主要依據。本文擬以上述介紹的 $\hat{\rho}(s)$ 與 $\hat{\varphi}_{ss}$ 來判斷：假若在任何間隔 s 期，殘差的 ρ_s 、 φ_{ss} 皆為 0，則稱殘差間無相關；否則，便認為殘差間有相關。殘差若有相關，則代表時

間序列 Y_t 中尚有系統的波動並未被放入模型中，因此此模型便不理想，此時應考慮其它模型。殘差若無關，代表數據符合此模型，因此可用此模型預測未來之觀測值。在預測方面， Y_t 的預測值 $\hat{Y}_t$ 是以 CLSE 估計出來的參數值乘以相對應的解釋變數來求得，即

$$\hat{Y}_t = \hat{\phi}_1 Y_{t-1} - \dots - \hat{\phi}_p Y_{t-p} + \theta_1 V_{t-1} + \dots + \theta_q V_{t-q}$$

其中 $t = T+1, T+2, \dots$ ，在時間 t 時，其落後期數的解釋變數值皆為已知。又

$Y_t = (1-B)^d X_t$ ，利用二項式展開，可得

$Y_t = (1-B)^d X_t = \sum_{i=0}^d C_i^d (-B)^i X_t = \sum_{i=0}^d C_i^d (-1)^i X_{t-i} = X_t + \sum_{i=1}^d C_i^d (-1)^i X_{t-i}$ ，經移項可得 $X_t = Y_t - \sum_{i=1}^d C_i^d (-1)^i X_{t-i}$ ，因此 X_t 之預測值可用下列式子求得：

$$\hat{X}_t = \hat{Y}_t - \sum_{i=1}^d C_i^d (-1)^i \hat{X}_{t-i}, \quad t = T+1, T+2, \dots$$

三、平均絕對百分比誤差

$$\text{MAPE} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \frac{|\hat{x}^{(0)}(k) - x^{(0)}(k)|}{x^{(0)}(k)} \times 100\%$$

平均絕對百分比誤差(Mean absolute percentage error, MAPE)主要係衡量模型中未被解釋部分之百分比。其值愈小，表示模型正確預測能力愈強，預測模型估計結果與歷史資料吻合精確度愈大。MAPE 值的大小將模型預測能力區分為四種等級，如表 3 所示。

表 3 平均絕對百分比誤差預測能力之等級

MAPE 值	預測能力
$\text{MAPE} < 10\%$	高度精確
$10\% \leq \text{MAPE} \leq 20\%$	良好
$20\% < \text{MAPE} \leq 50\%$	合理
$\text{MAPE} > 50\%$	不正確

資料來源：Chung *et al.* (2009).

伍、實證研究與驗證

本文 BDI 指數資料選取日資料、週資料、月資料及季資料。首先將 BDI 指數的日、週、月及季資料透過灰預測 GM(1,1) 模型分別進行預測；因資料範圍限制，

僅將日、週及月資料分別利用時間序列 ARIMA(p, d, q)模型進行實證，並分析其預測之結果。最後採用 MAPE 值作為預測精確度評估標準，以選取 BDI 指數最適的預測模型。

一、GM(1,1)結果分析

本文以 2007 年 9 月 30 日為基準，就 BDI 日、週(平均數)、月(平均數)與季(平均數)的指數往前推四期，進行 BDI 指數預測實證分析，以預測未來三期(含日、週、月、季)指數趨勢。過去相關指數資料如附件一所示。灰預測 BDI 指數的日、週、月、季的實際值、預測值和殘差，如表 4 可知，就預測平均精確度而言，BDI 指數的日、週、月、季指數依序為 99.96%、99.56%、98.35%、94.87%，平均值為 98.19%。因此，本文灰模型預測 BDI 指數為一效能良好的預測模型。

表 4 灰預測 BDI 指數日、週、月、季的實際值、預測值和殘差

K 值	日指數			週指數			月指數			季指數		
	實際值	預測值	殘差(%)	實際值	預測值	殘差(%)	實際值	預測值	殘差(%)	實際值	預測值	殘差(%)
1	3,703	3,703	0	3,536	3,536	0	1,958	1,958	0	7,123	7,123	0
2	3,703	3,704	0.03	3,777	3,793	0.42	1,658	1,640	1.09	1,164	1,038	10.82
3	3,734	3,731	0.08	3,812	3,778	0.89	2,540	2,469	2.80	1,574	1,633	3.75
4	3,757	3,758	0.03	3,746	3,763	0.45	3,823	3,719	2.72	2,731	2,569	5.93
5		3,786			3,747			5,601			4,043	
6		3,813			3,732			8,345			6,362	
7		3,841			3,717			12,703			10,010	
平均精確度(%)			99.96				99.56				98.35	94.87
MAPE			0.04%				0.59%				2.20%	6.84%

附註：實際值與預測值均以四捨五入的整數表示。

二、ARIMA 結果分析

本文利用 2004-2007 年 60 筆 BDI 指數的日、週及月資料估計未來七期預測值。過去相關 BDI 指數資料，如附件二所示。根據 SAS 軟體運算，最適預測模型，「日資料」與「週資料」為 ARIMA(1,0,1)；「月資料」為 ARIMA(1,0,2)。ARIMA 預測 BDI 日資料的實際值、預測值和殘差，如表 5 所示。經模型估計，日、週、月資料的平均精確度分別為 91.81%、63.00%、32.75%，其平均值為 62.52%。因此，本文 ARIMA 模型預測 BDI 指數，實際值的資料期間愈長，預測效能則較差。

表 5 ARIMA 預測 BDI 日、週、月指數的實際值、預測值和殘差

K 值	日指數				
	實際值	預測值	殘差(%)	95%下界	95%上界
1	3,703	4,029	8.80	3,800	4,258
2	3,703	4,029	8.80	3,577	4,480
3	3,734	4,029	7.90	3,433	4,624
4	3,757	4,029	7.24	3,317	4,740
5		4,029		3,218	4,839
6		4,029		3,129	4,928
7		4,029		3,049	5,008
MAPE			7.98%		
	週指數				
1	3,536	2,415	39	1,845	2,986
2	3,977	2,430	39	1,460	3,399
3	3,812	2,444	36	1,209	3,678
4	3,746	2,457	34	1,015	3,899
5		2,471		855	4,086
6		2,484		719	4,248
7		2,497		601	4,392
MAPE			36.40%		
	月指數				
1	1,958	790	60%	1,475	3,056
2	4,658	916	80%	3,008	4,841
3	2,540	1,035	59%	3,906	5,976
4	3,823	1,146	70%	4,538	6,830
5		1,250		5,014	7,514
6		1,347		5,384	8,078
7		1,438		5,678	8,554
MAPE			69.87%		

附註：實際值與預測值均以四捨五入的整數表示。

三、預測精確度比較

為進一步評估灰預測 GM(1, 1) 模型與時間序列 ARIMA 應用於 BDI 指數變化趨勢，本文以 MAPE 評估其預測精確度，如表 6 所示。

表 6 預測模型評估結果分析

預測期間	MAPE		
	GM(1,1)	ARIMA(1,0,1)	ARIMA(1,0,2)
日指數	0.04%	7.98%	-
週指數	0.59%	36.40%	-
月指數	2.20%	-	69.87%
季指數	6.84%	-	-

由表 6 可知，於預測效能方面不論在日、週或月指數皆為 GM(1, 1) 優於 ARIMA 模型，且 MAPE 值皆小於 10%。由此顯示，本文 GM(1, 1) 模型相對較適合應用於 BDI 指數之預測。

陸、結論與建議

為探求波羅地海運價數未來發展趨勢，本文採用灰預測 GM(1,1) 與時間序列 ARIMA，進行波羅地海 BDI 運價數分析，提出下列結論與建議。

1. 2008 年 5 月 20 日 BDI 達到歷史新高為 11,793 點，但於 2008 年 12 月 5 日暴跌至 663 點，在半年期間降幅高達 94.4%。由此顯示，散裝航運市場與運價變動劇烈，使船東與傭船人不易掌握市場變化，凸顯散裝航運經營的困難。本文希冀透過 BDI 指數預測，使航運公司掌握散裝航運市場之趨勢。
2. 本文採用灰 GM(1,1) 模型進行 BDI 指數的日、週、月與季指數之預測，預測精確度分別為 99.96%、99.56%、98.35% 與 94.87%，平均精確度為 98.19%。又採用時間序列 ARIMA 模型進行 BDI 指數的日、週與月指數之預測，預測精確度分別為 91.81%、63.00% 與 32.75%，平均精確度為 62.52%。由此可知，灰預測 GM(1,1) 模型相對較為適用於 BDI 指數之預測；而 ARIMA 模型應用於資料期間較長之結果，其預測效能較差。
3. 就船東立場而言，面對 BDI 指數劇烈變動時，應進行短期傭船決策，避免資產損失；航運市場穩定時，若預期 BDI 指數上漲，應為 V/C 決策，以期獲取較高利潤；反之，應為 T/C 決策，以獲取較有利的租金收入。相對地，以傭船人立場，則應進行相對應的傭船決策。掌握 BDI 指數之變動，可進一步掌握散裝航運市場整體發展趨勢，以利彈性調整傭船策略，增加航運公司利潤。

參考文獻

- 王淑滿、鍾政棋(2001)，「現階段台灣地區國輪海上人力供需問題之研究」，*中國海事商業專科學校學報*，九十學年度，頁 35-47。
- 田自力(1996)，「灰色理論在預測與決策之研究」，國立成功大學機械研究所博士論文。
- 詹志明、鄭美幸(2002)，「灰色理論與時間序列模型在匯率預測績效上之比較」，*臺灣金融財務季刊*，第三卷，第二期，頁 95-104。
- 邱雅苓(2001)，「台灣醫療保健支出成長因素之探討—時間序列及門檻模型之應用」，世新大學經濟研究所碩士論文。
- 施能仁、劉定焜(1998)，「台灣股價指數之避險操作—灰色滾動模式預測」，*灰色系統學刊*，第一卷，第二期，頁 101-121。
- 徐瑞玲(1988)，「時間序列模型建立之各種分析方法之比較與實證研究」，國立政

- 治大學統計研究所碩士論文。
- 郭忠義、黃璋如，(1983)，「台灣稻米供需預測模式之研究」，*農業與經濟*，第三十三期，頁 33-84。
- 許巧鶯、溫裕弘(1997)，「台灣地區國際航空客運量之預測－灰色預測模式之應用」，*運輸計劃季刊*，第二十六卷，第三期，頁 525-556。
- 莊昆益(2002)，「灰色預測理論應用於電子遊戲產業預測之研究－以台灣市場為例」，朝陽科技大學企業管理研究所碩士論文。
- 陳宗玄(1994)，「台灣六種主要畜品產地價格預測分析」，*台灣銀行季刊*，第四十五卷，第三期，頁 297-327。
- 陳榮方、楊敏里(1997)，「灰色理論與迴歸預測應用於短期預測之探討」，*高雄科學技術學院學報*，第二十七期，頁 263-277。
- 陳貴強(1998)，「國防財務規劃之研究－時間序列預測模式與財務決策支援系統的建立」，國防管理學院資源管理研究所碩士論文。
- 黃鈺堯(2010)，「以 Fuzzy Delphi 與 DEMATEL 應用於散裝航運論時傭船營運關鍵影響因素之認知分析」，國立台灣海洋大學航運管理所碩士論文。
- 雷立芬(1995)，「ARCH/GARCH 模式之運用：蔬菜批發價格分析」，*農業與經濟*，第十六期，頁 13-30。
- 楊志清(1999)，「時間序列模型在國防預算編列上之應用」，淡江大學統計研究所碩士論文。
- 鄧聚龍(2000)，*灰色系統理論與應用*，台北市：高立圖書公司。
- 蔡靜瑩(1997)，「台灣蔬菜三級市場價格長期動態及價格傳遞關係之研究」，國立台灣大學農業經濟研究所碩士論文。
- 鍾政棋(2009)，*航業經營政策*，複合文具印刷有限公司，台北。
- 魏啟林(1988)，「台灣生鮮雞肉市場潛在需求的實證分析」，*台灣銀行季刊*，第三十九卷，第二期，頁 345-356。
- Alizadeh-M, A. H. and Nomikos, K. N. (2003), "The Price-volume Relationship in the Sale and Purchase Market for Dry Bulk Vessels," *Maritime Policy and Management*, 30(4). 4, pp. 321-337.
- Baltic Exchange (2010), "A History of the Baltic Indices," Working Paper, The Baltic Exchange, London, U.K.
- Baltic Exchange (2010), "Manual for Panellists – A Guide to Freight Reporting and Index Production," Working Paper, the Baltic Exchange, London, U.K.
- Bendall, H. and Stent, A. F. (2003), "Investment Strategy in Market Uncertainty," *Maritime Policy and Management*, 30(4), pp. 293-303.
- Berg-Andreassen, J. A. (1997), "The Relationship Between Period and Spot Rates in

- International Maritime Markets,” *Maritime Policy and Management*, 24(4), pp. 335-350.
- Box, G. E. and Jenkins, G. M. (1976), *Time Series Analysis: Forecasting and Control*, Revised Ed., San Francisco: Holden-Day.
- Chang, Y. T. and Chang, H. B. (1996), “Predictability of the Dry Bulk Shipping Market by BIFFEX,” *Maritime Policy and Management*, 23(2), pp. 103-114.
- Chang, K. H. and Wu, C. S. (1998), “A Gray Time Series Model on Forecasting the Chinese New Year Effect in the Taiwan Stock Market,” *Journal of Grey System*, 1(1), pp. 55-63.
- Chung, C. C., Hsu, C. Y., and Hwnag, C. C. (2009), “The Vessel Tonnage Supply and Developmental Trends of China, Hong Kong, Singapore and Taiwan,” *The Journal of Grey System*, 21(2), pp. 137-148.
- Cullinane, K. (1995), “A Portfolio Analysis of Market Investments in Dry Bulk Shipping,” *Transportation Research Part B*, 29(3), pp. 181-200.
- Veenstra, A. W. (1999), “The Term Structure of Ocean Freight Rates,” *Maritime Policy and Management*, 26(3), pp. 279-293.
- Veenstra, A. W. and Franses, P. H. (1997), “A Co-integration Approach to Forecasting Freight Rates in the Dry Bulk Shipping Sector,” *Transportation Research Part A*, 31(6), pp. 447-458.
- Wei, W. W. S. (1990), *Time Series Analysis*, New York: Addison-Wesley Publishing Company.

【附件一】

預測 BDI 指數日、週、月、季之指數

日指數		週指數		月指數		季指數	
期間	指數	期間	指數	期間	指數	期間	指數
2009/06/25	3,703	2009/06/8-12	3,536.40	2009/03 月	1,957.82	2008/7-9 月	7,123.45
2009/06/26	3,703	2009/06/15-19	3,776.60	2009/04 月	1,657.95	2008/10-12 月	1,163.53
2009/06/29	3,734	2009/06/22-26	3,812.00	2009/05 月	2,539.84	2009/1-3 月	1,574.37
2009/06/30	3,757	2009/06/29-30	3,754.50	2009/06 月	3,822.55	2009/4-6 月	2,730.90

【附件二】

ARIMA 選取 BDI 日、週、月資料期間之指數

日指數					
期間	指數	期間	指數	期間	指數
2009/05/11 日	2,215	2009/05/26 日	2,942	2009/06/09 日	3,583
2009/05/12 日	2,253	2009/05/27 日	3,164	2009/06/10 日	3,452
2009/05/13 日	2,332	2009/05/28 日	3,298	2009/06/11 日	4,383
2009/05/14 日	2,432	2009/05/29 日	3,494	2009/06/12 日	3,583
2009/05/15 日	2,544	2009/06/01 日	3,681	2009/06/15 日	3,783
2009/05/18 日	2,605	2009/06/02 日	4,106	2009/06/16 日	3,951
2009/05/19 日	2,644	2009/06/03 日	4,291	2009/06/17 日	4,026
2009/05/20 日	2,665	2009/06/04 日	4,093	2009/06/18 日	4,073
2009/05/21 日	2,707	2009/06/05 日	3,809	2009/06/19 日	4,070
2009/05/22 日	2,786	2009/06/08 日	3,646	2009/06/25 日	3,703
週指數					
期間	指數	期間	指數	期間	指數
2008/10/20-24 日	1,223.8	2009/01/05-09 日	805.80	2009/03/16-20 日	1,894.00
2008/10/27-31 日	938.2	2009/01/12-16 日	901.80	2009/03/23-27 日	1,732.60
2008/11/13-07 日	827.2	2009/01/19-23 日	913.00	2009/03/30-04/3 日	1,592.83
2008/11/10-14 日	828.20	2009/01/26-30 日	1,023.80	2009/04/06-09 日	1,473.25
2008/11/17-21 日	852.60	2009/02/02-06 日	1,340.60	2009/04/14-16 日	1,543.33
2008/11/24-28 日	757.80	2009/02/09-13 日	1,948.20	2009/04/20-24 日	1,834.60
2008/12/01-05 日	677.00	2009/02/16-20 日	1,976.60	2009/04/27-05/01 日	1,798.60
2008/12/08-12 日	703.20	2009/02/23-27 日	1,998.00	2009/05/05-08 日	2,092.50
2008/12/15-19 日	822.80	2009/03/02-06 日	2104.80	2009/05/11-15 日	2,355.20
2008/12/22-31 日	783.00	2009/03/09-13 日	2,230.80	2009/06/08-12 日	3,536.40
月指數					
期間	指數	期間	指數	期間	指數
2006/09 月	4,039.14	2007/07 月	6,572.14	2008/05 月	10,843.65
2006/10 月	4,027.64	2007/08 月	7,195.09	2008/06 月	10,245.10
2006/12 月	4,189.73	2007/09 月	8,574.05	2008/07 月	8,935.74
2009/01 月	4,335.81	2007/10 月	10,425.91	2008/08 月	7,402.50
2007/02 月	4,461.68	2007/11 月	10,542.58	2008/09 月	4,975.09
2007/02 月	4,398.75	2007/12 月	9,854.13	2008/10 月	1,807.52
2007/03 月	5,118.45	2008/01 月	7,171.95	2008/11 月	820.95
2007/04 月	5,726.22	2008/02 月	6,874.24	2008/12 月	744.58
2007/05 月	6,393.62	2008/03 月	8,083.61	2009/01 月	911.10
2007/06 月	5,772.14	2008/04 月	8,286.86	2009/02 月	1,815.85

The Performance of Baltic Dry Index Forecasting Model: An Application of Time Series and Grey Forecasting Models

Gin-Shuh Liang Cheng-Chi Chung Huan-Yi Chen

ABSTRACT

Bulk shipping markets are close to a perfect competitive market that is influenced by many unpredictable factors. Freight rate and charter hire fluctuate unexpectedly so that owners and charterers encounter extreme high investment risks. The purpose of this paper is to forecast and analyze the Baltic Dry Index in order to effectively reduce shipping market risks. This paper applied Grey Model (1,1) and ARIMA (p,d,q) Model to construct BDI forecasting model for bulk shipping service, and to discuss its accuracy. The results of this paper will provide owners and charterers as a good reference for chartering decision-making.

Key words: Grey forecasting, Auto-Regressive Integrated Moving Average, Baltic Dry Index, Bulk shipping transportation

散裝航運巴拿馬極限型船運價指數趨勢之分析¹

鍾政棋² 徐嘉陽³ 黃崑山⁴

摘要

散裝航運市場趨近於完全競爭市場，市場運價高低主要取決於船貨供需，同時亦將影響船東收益與傭船人成本支出。依船舶載重噸不同，散裝船主要區分為海岬型(Cape size)、巴拿馬極限型(Panamax size)、超輕便極限型(Supramax size)與輕便型(Handy size)四種。於不同市場環境下，巴拿馬極限型船不僅可與海岬型船亦可與超輕便極限型船進行部分運務競爭。BPI 指數之波動，顯示巴拿馬極限型市場運價之漲跌。過去研究大部分探討衍生性金融商品與船舶價格，並未針對特定船型市場進行市場與運價指數之分析。本文利用巴拿馬極限型船噸供給與市場貨源需求進行分析，採用灰色理論(Grey Theory)之灰預測 GM(1,1)殘差修正模式，針對不同期間 BPI 指數趨勢進行預測，並進行模式評估與區間預測之討論。研究顯示，以市場供需而言，船噸供給與貨源需求近年均有成長；BPI 指數趨勢方面，短期內雖呈現上漲趨勢，然就中長期而言，則會呈現下跌趨勢發展。研究結果可提供船東或傭船人，依其風險偏好程度，作為制定傭船決策之參考。

關鍵詞：乾散貨、BPI 指數、灰色理論、巴拿馬極限型船

壹、前言

航運事業與經濟成長息息相關，船貨供需將直接影響航運市場運價，亦即運費與租金之決定。於景氣繁榮時，運費與租金會連帶上升；反之，航運公司須面對運費與租金下跌局面。航運事業之經營，有必要作好策略性規劃。航運公司若能有效預測市場運價之變化，將能減低投資上或營運上之風險。因此於散裝航運市場中，船東或傭船人若能確實掌握目標市場之船貨供需現況，進而精準預測其運價指數發展趨勢，預先規劃特定船型之運務，於素有高度不確定性的航運市場中，俾能提升傭船營運績效。

影響航運市場運價高低之關鍵因素，常繫於全球經濟發展情況。Veenstra (1999)研究指出，散裝航運市場接近於完全競爭市場。以船舶載重噸(Deadweight tonnage)而言，主要區分為海岬型(Capesize)、巴拿馬極限型(Panamax)、超輕便極限型(Supramax)與輕便型(Handysize)四種船型。以乾散貨而言，有鐵礦砂、煤炭、穀物、磷礦石、鋁土等五種主要乾散貨，以及肥料、廢鐵、水泥、木材等次要乾散貨。於乾散貨航運市場中，船舶與貨物之組合，基本上較為固定。相較於海岬型船而言，巴拿馬極限型船承運之貨種較為多樣化(Alizadeh-M and Nomikos, 2002)。申言之，於煤炭與鐵礦砂貨源需求增加時，巴拿馬極限型船可投入海岬

¹本文作者非常感謝審查委員所提供的寶貴意見；同時感謝行政院國家科學委員會產學合作計畫 NSC 97-2622-H-019-001-CC3 的經費補助。

²國立臺灣海洋大學航運管理學系暨研究所副教授，(聯絡地址：基隆市 202 中正區北寧路二號，電話：02-2462-2192 轉 3421，E-mail: jackie@mail.ntou.edu.tw)。

³國立交通大學交通運輸研究所博士生。

⁴中國天津南開大學世界經濟經濟學院國際經濟研究所博士生，台灣合格證券分析師(CSIA)。

型船市場與之進行運務競爭；相反地，亦可投入超輕便極限型船市場，以承運部分次要乾散貨運務。由此可知，除顧及船舶大型化發展趨勢，又考量貨運市場運價波動因素，擁有與配置巴拿馬極限型船實為散裝航運公司應予重視之課題。

波羅地海交易中心(Baltic Exchange)為反映各子市場(Submarkets)不同船型市場運價之變化，將波羅地海乾散貨 BDI (Baltic dry index)綜合運價指數，主要依船噸大小，區分為波羅地海海岬型船指數(Baltic Capesize Index, BCI)、波羅地海巴拿馬極限型船指數(Baltic Panamax Index, BPI)、波羅地海超輕便極限型船指數(Baltic Supramax Index, BSI)與波羅地海輕便型船指數(Baltic Handy Size Index, BHSI)等四種運價指數。國際散裝航運市場中，不同船型市場運價變化有明顯差異。根據 Lu *et al.* (2006)研究指出，以市場運價波動而言，海岬型船大於巴拿馬極限型船，巴拿馬極限型船又大於輕便型船。近年波羅地海 BDI 綜合運價指數與各子市場不同指數之變化趨勢，如圖 1 所示。

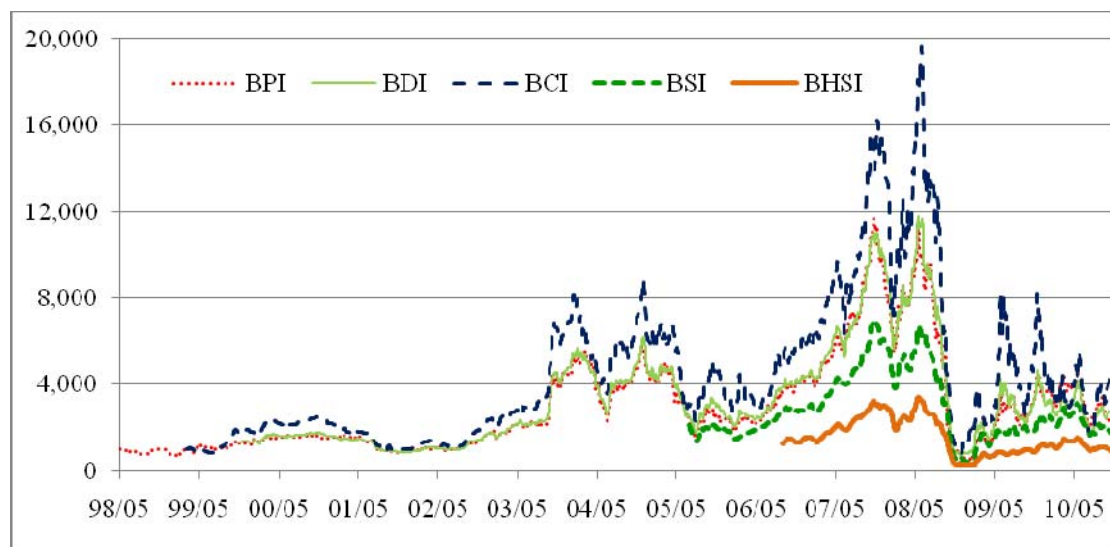


圖 1 波羅地海 BDI 綜合運價指數與各子市場不同指數之變化趨勢

由圖 1 可知，依過去趨勢而言，以 BPI 指數與 BDI 綜合運價指數最為近似。茲因巴拿馬極限型船可承運之貨物，含蓋五種主要乾散貨，且均占有一定比率 (Alizadeh-M and Nomikos, 2002)。換言之，可藉由 BPI 指數之波動，間接了解整體乾散貨航運市場運價之波動。因此，散裝航運公司若能確實掌握巴拿馬極限型船市場變化，進而精準預測其運價指數發展趨勢，不但能有效掌握市場運價之變化，亦能間接了解整體乾散貨市場運價的發展趨勢，進而預先安排特定船型相關運務，以期有效提升航運公司之營運績效。

過去文獻對此課題研究有限，主要探討相關衍生性金融商品(Kavussanos and Visvikis, 2004)與船舶價格(Alizadeh-M and Nomikos, 2003)為主，鮮少針對特定船型市場運價指數之預測為研究目的，且大部分研究直接以大筆資料進行統計預測。根據 Veenstra and Franses (1997)研究指出，散裝運價之長期資料，無法改善短期或長期預測之精確度，且運價變動在本質上大部分具有隨機性，相當不易精確預測。為解決此問題，本文主要以波羅地海交易中心公布之 BPI 指數，採用灰色理論(Grey theory)的灰預測 GM(1,1)殘差修正(Recursive residual)模式，以構建 BPI 指數預測模式，並進行預測模式精確度之比較。散裝航運公司可配合 BPI 指數預測，作為船東或僱船人經營巴拿馬極限型船僱船決策(Chartering decision)之

依據，將有助於船東增加收益或僱船人節省成本。

貳、文獻回顧與評析

本節將引為研究基礎之文獻加以回顧，包括散裝航運市場運價、波羅地海運價指數、及預測分析方法等相關文獻，並提出綜合評析。

2.1 散裝航運市場運價

散裝航運市場，受到全球政治、經濟、軍事、氣候影響，單一或少部分船東或僱船人，無法影響市場運費與租金之變動，使船東或僱船人通常面臨接近於完全競爭市場(Veenstra, 1999)。散裝航運之營運乃介於從事貨物運送或船舶租傭之選擇，亦即以貨物承攬運送之論程傭船，抑或以船舶使用收益與船員勞務供給之論時傭船為選擇。前者船東向僱船人收取運費(Freight)；後者向租船人收取租金(Charter hire)為報酬(鍾政棋，2009；Adland and Jia, 2008)。

航運市場運價主要受船噸供給與貨源需求影響，Kavussanos and Alizadeh-M (2001)指出，即期市場(Spot market)主要為了滿足季節性與循環性需求，因此論程傭船(Voyage charter)受市場景氣波動影響極大。Dikos and Papapostolou (2002)認為，於市場運價波動方面，論程傭船市場大於論時傭船(Time charter)市場。Grammenos and Marcoulis (1996)認為，基於海商景氣循環特性，航運公司以論時傭船方式營運，不僅能分散風險，亦能提高營收穩定性。Bendall and Stent (2003)研究指出，船東與其他營運人(Operators)進行長期決策時，須考量商業景氣循環影響。散裝航運市場中，商業景氣循環影響市場運價變化，散裝航運市場運價高低是船東進行船舶買賣或傭船營運的重要依據(Scaris, 2007)。鍾政棋(2004)研究指出，當運價較低，而預期未來會上漲時，船東應締結論程傭船以獲取較有利之運費收入；反之，船東應締結論時傭船以獲取較高之租金收入。

2.2 波羅地海運價指數

1985 年 1 月 4 日波羅地海交易中心提出波羅地海運費指數(Baltic freight index, BFI)，當時由十三條論程傭船路線組成。其後歷經數十次調整，演變至今由 BDI 指數取代。過去研究多以 BFI 運費指數或 BDI 運價指數與實際市場價格進行探討，例如李正宏與袁紹宏(2004)以船貨供需角度，分析 BFI 指數與乾散貨船噸之關係，認為 BFI 指數之變化，與船舶閒置數量呈現負相關。申言之，於航運市場景氣時，對船舶有較大需求；反之，存有船噸過剩情況。根據 Chen and Wang (2004)研究發現，大型船舶報酬率變動比率較高，因為船型愈大，承運貨物集中度愈大；相反地，小型船舶則較靈活。以乾散貨市場需求而言，主要受全球鐵礦砂、煤炭與穀物三大乾散貨之影響(Tvedt, 2003)。根據 Alizadeh-M and Nomikos (2002)研究指出，不同船型對各主要散裝貨載承運比率不同。其中承運鐵礦砂運務海岬型船占 70%、巴拿馬極限型船占 22%；承運煤炭運務海岬型船占 45%、巴拿馬極限型船占 40%；承運穀物運務巴拿馬極限型船占 45%、輕便型船占 50%。換言之，散裝航運大宗物資運輸，不同船型承運的主要貨載有明顯差異。

過去文獻對散裝航運市場運價之研究，大部分著重於 BDI 指數整體性之探

討。鍾政棋等人(2006)採用灰預測 GM(1,1)模式，構建波羅地海乾散貨 BDI 運價指數預測模式，以期掌握運費與租金發展趨勢，俾能有效降低航運市場風險。根據 Lu *et al.* (2006)研究，波羅地海運價指數區分為多個子市場，然不同船舶承運不同貨載，其船貨供需市場結構不同。因此若欲精確預測不同船型於不同市場變化，應針對特定船型市場進行深入分析，蓋 BDI 綜合運價指數僅是整體性指標。根據陳永順(2004)研究，船型愈大須面臨運價波動愈大，反之亦然。各船型之報酬，呈現高波動伴著高波動，低波動隨著低波動現象。換言之，散裝航運市場中，船型大小將影響航運收入穩定度。根據 Dikos and Papapostolou (2002)研究，大型船舶運價波動高於小型船舶，現貨論程傭船市場運價波動大於論時傭船市場。

2.3 預測分析方法

於預測分析方法中，最常使用的定量分析包括移動平均法、指數平滑法、時間數列及迴歸分析等(Hanke and Reitsch, 1998)。鄧聚龍教授 1982 年提出灰色系統理論，主要是構建灰色模式進行預測與決策(鄧聚龍，2000)。近年灰預測受廣泛採用，已有相當豐碩成果。施能仁與劉定焜(1998)應用灰色理論於我國發行量加權股價指數之預測，並將結果導入股價指數期貨市場進行模擬避險操作顯示，灰預測具有相當高精確度。Lin and Yang (2003)採用灰預測針對光電產業產值構建預測模式發現，其預測誤差相當小。根據 Tseng and Tzeng (1999)研究指出，灰預測模式資料量僅四筆或以上即可獲得良好預測結果，能有效降低預測誤差。

於航運相關產業方面，Chung *et al.* (2009)採用灰預測 GM(1,1)殘差修正模式，預測中國、香港、新加坡與台灣的船噸發展趨勢，同時比較 GM(1,1)殘差修正模式與原灰預測 GM(1,1)模式，結果發現 GM(1,1)殘差修正模式較為精確。王淑滿(2005)採用灰預測 GM(1,1)模式，進行我國航行員與輪機員每年總供給量之預測，同時運用國輪總艘數預測航行員與輪機員每年總需求量，並作交叉分析探討我國海上船員人力供需問題。馬豐源(2005)採用灰預測 GM(1,1)模式，應用於經濟與運量、船舶進出艘數、貨櫃裝卸及貨物吞吐量等成長率之估算顯示，灰預測模式具有可靠性與合理性。吳漢雄等人(1996)指出，灰預測不需太多關聯因素、不需大量歷史數據，甚至以四筆或以上資料即可建模進行預測，且在相同少量樣本數下，灰預測比其它方法模式誤差還小等特性。

2.4 綜合評析

散裝航運市場接近於完全競爭市場(Kavussanos, 1996)，航運市場風險是風險最重要的部分，運費與租金暴漲暴跌，導致無所依循之結果，隱含著極高市場風險。由於市場不確定性，航運間或取決於不可預知之變動因素，對航運收益必有重大影響(Bendall and Stent, 2003)。於規避風險考量，有必要針對不同船型市場進行風險管理。其中巴拿馬極限型船不僅可與海岬型船，亦可與超輕便極限型船進行部分運務競爭。因此對 BPI 指數趨勢掌握，於素有高度不確定性的航運市場，將能提升航運公司營運績效，甚至作為競爭其它船型市場風險之最佳利器。

航運產業具有景氣循環特性，與全球經濟及氣候等息息相關。灰預測模式適合應用於短期或無法取得完整訊息之分析。而航運市場船貨供需素有高度不確定性，符合灰色理論「訊息不完整的系統環境」之特性。根據吳漢雄等人(1996)研

究指出，僅需四筆或以上資料即可構建灰預測模式。因此本文應用灰色理論(Grey theory)之灰預測 GM(1,1)殘差修正模式，構建 BPI 指數預測模式，並進行模式精確度分析。研究結果可以提供船東或傭船人作為傭船決策之參考。

參、散裝航運市場分析

本節分析散裝航運市場，首先說明波羅地海巴拿馬極限型船指數現行組成路線、權重及其運價指數波動，其次分析散裝市場船噸供給，最後討論散裝市場貨物運輸需求。

3.1 現行 BPI 組成路線與權重

1998 年 11 月 23 日英國波羅地海交易中心提出 BPI 指數試行路線，由三條論程傭船與四條論時傭船路線組成。1998 年 12 月 21 日首次發布 BPI 指數迄今，歷經多次修正與調整。2007 年 1 月 2 日停止發布論程傭船路線指數，經將四條論時傭船路線權重調整為 25%。2010 年波羅地海巴拿馬極限型船指數現行組成路線與權重，如表 1 所示。

表 1 波羅地海巴拿馬極限型船指數現行組成路線

航行路線	船舶噸位	論時	航行路線描述	權重
P1A_03	74,000	T/C	Skaw-Gib to Skaw-Gib, Transatlantic RV, duration 50-60 days	25%
P2A_03	74,000	T/C	Skaw- Gibraltar via US Gulf to Taiwan-Japan, duration 50-60 days	25%
P3A_03	74,000	T/C	Transpacific round voyage, duration 35-50 days	25%
P4A_03	74,000	T/C	Delivery Japan-South Korea range for a trip via US West Coast-British Columbia range or Australia, redelivery Skaw-Passero range, duration 50/60 days	25%

資料來源：本文整理自 The Baltic Exchange (2010)。

由表 1 可知，現行巴拿馬極限型船運價指數以四條論時傭船路線組成，航行路線全為跨洋運輸。為了真實反映不同船型市場運費與租金之變化，當前波羅地海乾散貨 BDI 綜合運價指數，依船型大小區分為波羅地海 BCI、BPI、BSI 與 BHSI 四種指數。近年波羅地海 BDI 綜合運價指數與各子市場不同指數的變化趨勢，分別如表 2 所示。

表 2 1999-2009 年波羅地海 BDI 運價指數與各子市場不同指數之變化

時間	BDI 指數	BCI 指數	BPI 指數	BSI 指數	BHSI 指數
1999	1,338 (-)	1,252 (-)	1,065 (-)		
2000	1,608 (20.16)	2,187 (74.71)	1,540 (44.63)		
2001	1,217 (-24.33)	1,473 (-32.66)	1,248 (-18.96)		
2002	1,137 (-6.51)	1,394 (-5.32)	1,130 (-9.47)		
2003	2,617 (130.11)	3,663 (162.66)	2,544 (125.14)		
2004	4,510 (72.30)	6,011 (64.11)	4,383 (72.29)		
2005	3,371 (-25.26)	4,603 (-23.42)	3,128 (-28.63)	1,869 (-)	
2006	3,180 (-5.67)	4,289 (-6.82)	3,021 (-3.43)	2,248 (20.29)	1,402 (-)
2007	7,071 (122.39)	9,922 (131.35)	7,033 (132.81)	4,538 (101.82)	2,219 (58.32)
2008	6,390 (-9.63)	9,363 (-5.63)	6,090 (-13.41)	3,973 (-12.44)	2,006 (-9.61)
2009	2,617 (-59.05)	4,104 (-56.17)	2,405 (-60.51)	1,658 (-58.27)	788 (-60.72)

平均變動率(%)					
2005-2009	44.40	44.68	47.76	48.21	42.88
1999-2009	47.54	56.29	50.93	48.21	42.88

附註：() 表示成長率；BSI/BHSI 分別於 2005 年 7 月 1 日/2006 年 9 月 5 日發布。
資料來源：本文整理自 Clarkson (2010)。

由表 2 可知，根據英國波羅地海交易中心發布的運價指數，BDI 綜合運價指數由 1999 年 1,338 點上漲至 2009 年 2,617 點，漲幅達 95.59%，平均波動達 47.54%；BCI 運價指數由 1999 年 1,252 點上漲至 2009 年 4,104 點，漲幅達 227.80%，平均波動達 56.29%；BPI 運價指數由 1999 年 1,065 點上漲至 2009 年 2,405 點，漲幅達 125.82%，平均波動達 50.93%；BSI 運價指數由 2005 年 1,869 點下跌至 2009 年 1,658 點，跌幅達 11.29%，平均波動達 48.21%；BHSI 運價指數由 2006 年 1,402 點下跌至 2009 年 788 點，跌幅達 43.79%，平均波動達 42.88%。整體而言，不論是近五年或過去十年的變動率，平均而言更達 42% 以上之波動。

3.2 散裝市場船噸供給

以船噸供給而言，散裝航運市場係由多個子市場組成，依照船噸大小，主要區分為海岬型、巴拿馬極限型、超輕便極限型、輕便型等四種船型。而船舶營運效率受諸多因素影響，如裝卸港壅塞、碼頭工人罷工、運河封閉事件等，將直接或間接降低船舶使用率，進而影響船噸供給。根據 Clarkson (2010) 資料可知，2000-2009 年全球散裝船噸供給量，如表 3 所示。

表 3 全球散裝船噸供給量

時間	海岬型		巴拿馬極限型		超輕便極限型		輕便極限型		合計	
	艘數	百萬載重噸	艘數	百萬載重噸	艘數	百萬載重噸	艘數	百萬載重噸	艘數	百萬載重噸
2000	512	83.41	994	69.77	1,017	46.29	2,846	75.41	5,369	275
2001	532	87.05	1,074	76.01	1,101	50.56	2,770	73.33	5,477	287
2002	542	89.39	1,108	78.85	1,179	54.55	2,718	71.96	5,547	295
2003	564	93.6	1,123	80.07	1,231	57.29	2,685	71.11	5,603	302
2004	610	102.33	1,205	86.36	1,308	61.3	2,726	72.5	5,849	322
2005	657	110.99	1,299	93.69	1,410	66.82	2,758	73.52	6,124	345
2006	713	121.11	1,399	101.75	1,501	71.7	2,768	73.82	6,381	368
2007	768	131.46	1,479	108.23	1,599	77.01	2,839	75.68	6,685	392
2008	822	143.3	1,558	114.75	1,709	83.1	2,888	76.98	6,977	418
2009	954	169.83	1,631	121.1	1,866	92	2,857	76.44	7,308	459
平均成長率(%)										
2005-2009	9.41	10.73	6.25	7.00	7.37	8.47	0.95	1.07	4.55	7.34
2000-2009	7.23	8.30	5.68	6.34	6.98	7.94	0.06	0.17	3.50	5.89

資料來源：本文整理自 Clarkson (2010)。

就 2000-2009 年及 2005-2009 年平均載重噸成長率而言，全球散裝船噸達 7.34% 與 5.39%。換言之，近年因即期市場運費不斷攀升，在船東預期心理下，使全球散裝船噸供給量顯著增加。就不同船型成長率而言，2005-2009 年以海岬型船載重噸增加最多，依次為超輕便極限型、巴拿馬極限型與輕便極限型。

3.3 散裝市場貨源需求

貨物運輸需求易受諸多不確定因素影響，長期而言有全球經濟成長條件、新興工業國家發展、新礦區開發及主要原物料供應國政策等結構性影響；短期而言

則易受季節性淡旺季或偶發事件，如礦災、碼頭工人罷工、港埠基礎設施不足等影響。加上因素間重疊或交互影響，是故貨源需求變動較船噸供給複雜。散裝航運市場主要區分為主要與次要乾散貨兩大市場。根據 Clarkson (2010)統計，全球五大主要與次要乾散貨之需求統計，如表 4 所示。整體而言，2005-2009 年五大乾散貨平均成長率為 5.74%，次要乾散貨為 1.61%；市場整體乾散貨成長率為 4.56%。與 2000-2009 年平均成長率比較可知，僅鐵礦砂與穀物之需求明顯成長，其中以鐵礦砂之成長最多，若就需求量而言，整體乾散貨需求量仍持續成長。

表 4 全球五大主要乾散貨與次要乾散貨需求統計 單位：百萬噸

貨種 時間(年)	五大主要乾散貨						次要 乾散貨	總 計
	鐵礦砂	煤 炭	穀 物	鋁 土	磷礦石	小 計		
2000	447(11.47)	516(12.91)	264(6.88)	54(0)	30(-9.09)	1311(9.98)	749(3.03)	2060(7.35)
2001	450(0.67)	550(6.59)	260(-1.52)	52(-3.70)	31(3.33)	1343(2.44)	765(2.14)	2108(2.33)
2002	480(6.67)	573(4.18)	271(4.23)	55(5.77)	30(-3.23)	1409(4.91)	776(1.44)	2185(3.65)
2003	515(7.29)	619(8.03)	264(-2.57)	60(9.09)	29(-3.33)	1487(5.57)	815(5.03)	2302(5.35)
2004	586(13.79)	660(6.62)	275(4.17)	68(13.33)	31(6.90)	1620(8.94)	873(7.12)	2493(8.30)
2005	658(12.29)	688(4.24)	272(-1.09)	78(14.71)	31(0)	1727(6.60)	900(3.09)	2627(5.39)
2006	722(9.73)	729(5.96)	291(6.99)	79(1.28)	30(-3.23)	1851(7.18)	956(6.22)	2807(6.85)
2007	782(8.31)	772(5.90)	304(4.47)	84(6.33)	32(6.67)	1974(6.65)	986(3.14)	2960(6.45)
2008	843(7.80)	793(2.72)	314(3.29)	86(2.38)	33(3.13)	2069(4.81)	997(1.12)	3066(3.58)
2009	907(7.59)	822(3.66)	312(-0.64)	79(-8.14)	21(-36.36)	2141(3.48)	942(-5.52)	3083(0.55)
平均成長率(%)								
2005-2009	9.14	4.50	2.60	3.31	-5.99	5.74	1.61	4.56
2000-2009	8.56	6.08	2.42	4.10	-3.53	6.06	2.68	4.98

附註：()表示為成長率。

資料來源：本文整理自 Clarkson (2010)。

有關全球鐵礦砂市場之發展，明顯受中國、日本與英國之需求影響，主要生產地為澳洲、南美到大西洋與亞洲。全球煤炭市場受日本、英國與南美洲需求影響，主要生產地為澳洲、東歐與北美洲。穀物市場則是受美國、非洲與印度洋等國家之需求影響，主要生產地為美國、南美洲與加拿大。依據 ISL (2009)統計，鐵礦砂、煤炭與穀物主要進出口國家或地區，如表 5 所示。

表 5 全球三大乾散貨主要進出口國家或地區

貨物 地區	鐵礦砂	煤 炭	穀 物
出口國家 或地區	1.澳洲(278.5) 2.南美到大西洋(250.9) 3.亞洲(115.3)	1.澳洲(250.5) 2.東歐(85.2) 3.北美洲(66.2)	1.美國(133.4) 2.南美洲(116.8) 3.加拿大(20.8)
進口國家 或地區	1.中國(379.0) 2.日本(138.9) 3.英國(106.2)	1.日本(186.5) 2.英國(131.2) 3.南美洲(30.9)	1.美國(62.5) 2.非洲(49.7) 3.印度洋(29.2)

附註：()為百萬噸。

資料來源：本文整理自 ISL (2009)。

由表 5 可知，全球主要三大乾散貨進出口國家或地區，鐵礦砂最大出口國為澳洲，其次為南美到大西洋與亞洲，出口總量為 644.7 百萬噸；最大進口地區為中國、日本與英國。煤炭最大出口國為澳洲，其次為東歐與北美洲，出口總量為

401.9 百萬噸；進口國家為日本、英國與南美洲。穀物最大出口國為美國，其次為南美洲與加拿大；最大進口為美國，其次為非洲與印度洋。由此可知，亞洲地區對鐵礦砂、煤炭之需求量較大，澳洲為鐵礦砂、煤炭主要生產地，美國為穀物主要生產地，亦為主要進口地。

3.4 綜合評析

散裝航運市場規模龐大，船貨供需隨時變動，而運價受到船噸供給與貨源需求之影響。根據 Tvedt (2003)研究指出，船噸供給無法隨運價起伏而增減，高運價引發大量造船，因造船前置時間較長，無法及時反映市場變化，因此船噸供給短期缺乏彈性；貨源需求亦類似船噸供給，對主要貨源不會巨幅增減，造成短期需求亦缺乏彈性。就船噸供給而言，2009 年全球散裝船舶有 459 百萬噸，2000-2009 年之平均成長率為 5.89%，近五年平均成長率高達 7.34%。以貨源需求而言，2009 年全球乾散貨貿易量為 30.83 億噸，其中五大乾散貨占 69.45%，近十年乾散貨貿易量呈逐年增加之趨勢，以五大乾散貨成長幅度相對較大。散裝航運運價指數不論是 BCI、BPI、BSI、BHSI，過去十年平均變動率而言高達 42% 以上之波動。基於船貨供需存在高度之不確定性，因此，若能有效掌握 BPI 指數趨勢發展，作為船東或傭船人經營巴拿馬極限型船傭船決策之依據，將有助於船東增加收益或傭船人節省成本。

肆、研究分析方法

本節說明預測波羅地海巴拿馬極限型船指數趨勢分析方法之內容，包括灰預測之特性、模式構建步驟與模式評估之工具。

4.1 灰預測方法

灰色模式(Grey Model, GM)是灰色系統之基礎，也是灰色系統理論之核心。灰色系統理論將一切隨機變量看成是一定範圍內變化之灰色量，及與時間相關之灰過程。對灰色量之處理並非藉尋找統計規律之方法達成，而是將雜亂無章之原始數據經過處理後，來尋找數的內在規律性，經由處理過後之數列轉化為微分方程，建立灰預測 GM 模式。為了提高 GM(1,1)模式精確度，可以利用殘差建立 GM(1,1)，以修正原模式，亦即 GM(1,1)殘差修正模式。

以下說明本文所使用數列一階線性動態灰色模式 GM(1,1)之建模方法(鄧聚龍，2000)。灰預測 GM(1,1)模式之一階微分方程為：

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

其中 t 為系統之自變數， a 為發展係數， b 為灰色控制變數， a 、 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，須先對原始數列作一次累加生成(Accumulated Generating Operation, AGO)，作為提供建模之中間信息，以弱化原始數列之隨機性。於此定義 $x^{(1)}$ 為 $x^{(0)}$ 的一次 AGO 數列，即

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

由(1)、(3)式及最小平方法，求得係數向量 $\hat{a}$ 為：

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

其中累加矩陣 B 為：

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

常數項向量 y_n 為：

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

將所求出係數向量 $\hat{a}$ 之內含係數 a 與 b 分別代入微分方程，求解(1)式後可得近似關係為：

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

將(7)式所得到之數列做一次累減生成(Inversed-Accumulated Generating Operation, IAGO)，可求得所要還原之數列如下所示：

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

令 $k=1, 2, \dots, n$ ，得還原數列為：

$$\hat{x}^{(0)} = (\hat{x}^{(0)}(1), \hat{x}^{(0)}(2), \dots, \hat{x}^{(0)}(n)) \quad (9)$$

利用(9)式減(2)式之殘差建立殘差數列，如(10)式所示：

$$\begin{aligned} \varepsilon^{(0)} &= (\varepsilon^{(0)}(1), \varepsilon^{(0)}(2), \dots, \varepsilon^{(0)}(n)) \\ &= (x^{(0)}(1) - \hat{x}^{(0)}(1), x^{(0)}(2) - \hat{x}^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(n) - \hat{x}^{(0)}(n)) \end{aligned} \quad (10)$$

將殘差數列依(4)式至(9)式，進行殘差數列預測，可得殘差數列預測值 $\hat{\varepsilon}^{(0)}$ ：

$$\hat{\varepsilon}^{(0)} = (\hat{\varepsilon}^{(0)}(1), \hat{\varepsilon}^{(0)}(2), \dots, \hat{\varepsilon}^{(0)}(n)) \quad (11)$$

以殘差數列預測值 $\hat{\varepsilon}^{(0)}$ 修正原始數列預測值 $\hat{x}^{(0)}$ ，可得 GM(1,1) 殘差修正模式之預測序列 $\hat{x}'^{(0)}$ 。

$$\hat{x}'^{(0)} = (\hat{x}^{(0)}(1) + \hat{\varepsilon}^{(0)}(1), \hat{x}^{(0)}(2) + \hat{\varepsilon}^{(0)}(2), \dots, \hat{x}^{(0)}(n) + \hat{\varepsilon}^{(0)}(n)) \quad (12)$$

4.2 模式評估與檢驗

經過上述生成及構建模式後，須進一步檢驗預測結果之精確度與適用性，以了解實際值和估計值間之誤差^e。本文採用平均絕對百分比誤差(Mean absolute percentage error, MAPE)與均方差(Mean square error, MSE)對預測結果進行檢驗，並以 U 統計量判定其預測價值，其計算方式說明如下。

一、平均絕對百分比誤差(MAPE)

$$\text{MAPE} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \frac{|\hat{x}'^{(0)}(k) - x^{(0)}(k)|}{x^{(0)}(k)} \times 100\% \quad (13)$$

平均絕對百分比誤差(MAPE)主要係衡量模式中未被解釋部分之百分比。MAPE 值愈小，表示模式正確預測能力愈強，預測模式估計結果與歷史資料吻合精確度愈大。MAPE 值之大小將模式預測能力區分為四種等級，如表 6 所示，當 MAPE 值小於 10% 時，表示預測能力為高度精確。

表 6 平均絕對百分比誤差預測能力之等級

MAPE 值	預測能力
MAPE < 10%	高度精確
10% ≤ MAPE ≤ 20%	良好
20% < MAPE ≤ 50%	合理
MAPE > 50%	不正確

資料來源：Chung *et al.* (2009).

二、均方差(MSE)

$$\text{MSE} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (\hat{x}'^{(0)}(k) - x^{(0)}(k))^2 \quad (14)$$

均方差(MSE)為實際值 $x^{(0)}(k)$ 與預測值 $\hat{x}'^{(0)}(k)$ 差異平方的平均， n 為預測值個數。於此情況下，若實際值與預測值差異愈小則預測值愈精確。

三、 U 統計量

$$U = \sqrt{\frac{\sum_{k=2}^n (FPE_k - APE_k)^2 / n - 1}{\sum_{k=2}^n (APE_k)^2 / n - 1}} \quad (15)$$

其中， $FPE_k = \frac{\hat{x}^{(0)}(k) - x^{(0)}(k-1)}{x^{(0)}(k-1)}$ 為預期相對變化率；

$APE_k = \frac{x^{(0)}(k) - x^{(0)}(k-1)}{x^{(0)}(k-1)}$ 為實際相對變化率。

U 統計量不僅考慮相對誤差之懲罰(平方項)，且直接以本期觀測值來預測下一期之相對比較。由 U 統計量之判斷，如表 7 所示，亦可決定預測模式之適用機會，如此便能降低模式預測不佳致影響系統運作之風險，是故為一良好之預測誤差評估指標(黃泰林等人，1997)。

表7 U 統計量之採用判定

U 統計量	預測模式之採用
$U > 1$	較不做預測之方法為劣
$U = 1$	與不做預測之結果完全相同
$U < 1$	較不做預測之方法為優
$U = 0$	完美之預測

五、實證應用與分析

以下依據最新發布 BPI 指數，採用灰預測模式進行預測，並進一步檢驗預測精確度與適用性，又以區間預測進行討論。

5.1 灰預測結果分析

本文依據波羅地海交易中心發布之指數，作為構建 BPI 指數預測模式之原始資料。於散裝航運市場中，傭船運務之締結，一般常在 30-50 天前洽定完成。因此本文首先根據灰預測 GM(1,1)殘差修正模式，以及 2009 年 7 月 1 日至 2010 年 9 月 30 日 BPI 指數，分別就 BPI 指數之月、雙月與季等指數之平均數，分別進行四筆至十五筆資料，以探求 BPI 指數樣本大小及灰預測建模應用於 BPI 指數預測之適用性。灰預測滾動建模預測 BPI 指數精確度綜整如表 8 所示。

表 8 灰預測滾動建模預測 BPI 指數精確度綜整 單位：%

樣本數 期間	四筆	五筆	六筆	七筆	八筆	九筆
月	94.46	93.69	90.58	87.73	84.36	81.36
雙月	93.39	88.49	86.61	85.27	83.72	84.36
季	93.05	92.27	92.03	90.94	90.20	87.61
平均精確度	93.63	91.48	89.74	87.98	86.09	84.44
樣本數 期間	十筆	十一筆	十二筆	十三筆	十四筆	十五筆
月	87.18	87.91	88.78	85.78	82.55	81.44
雙月	80.53	78.11	62.55	64.76	40.40	11.52

季	38.51	16.85	21.76	25.53	27.76	29.58
平均精確度	59.80	53.55	51.96	53.77	48.38	42.17

由表 8 可知，以平均精確度而言，隨實際值樣本數增加，其精確度逐漸遞減。而且隨預測期間增長，精確度下跌幅度亦和實際值樣本數成正比。其中以四筆樣本數之預測最為精確，BPI 指數之月、雙月與季之預測精確度分別為 94.46%、93.39%、93.05%，其平均精確度達 93.63%。由此可知，BPI 指數之預測，就灰預測之應用而言，應以少樣本數進行預測，以確保其預測能力。因此本文以四筆資料進行 BPI 指數之預測。為進一步掌握 BPI 指數漲跌趨勢，以下採用 MAPE、MSE 與 U 統計量作為評估標準。由 MAPE、MSE 來判定精確度檢定評定等級，並藉由 U 統計量來決定模式適用機會與降低不適之模式所帶來的預測風險。茲將灰預測 BPI 指數之實際值、預測值和殘差綜整預測結果，如表 9 所示。

表 9 BPI 指數月、雙月、季之實際值、預測值和殘差

K 值	月指數			雙月指數			季指數		
	實際值	預測值	殘差(%)	實際值	預測值	殘差(%)	實際值	預測值	殘差(%)
1	3,342			3,590			3,443		
2	2,242	2,343	4.51	4,095	4,564	11.45	3,667	4,379	19.40
3	2,857	2,691	5.81	2,792	3,891	39.36	3,844	3,872	0.73
4	2,994	3,088	3.14	2,926	3,352	14.57	2,698	3,427	27.03
MAPE			95.51						
MSE			15560.5						
U 統計量			0.170						

附註：實際值與預測值均以四捨五入之整數表示。

由表 9 可知，以灰預測 GM(1,1)殘差修正模式之結果，就 MAPE 平均精確度而言，月、雙月與季分別為 95.51%、78.21%與 84.28%。MSE 評定等級之結果，月指數之預測為最佳，其次為季指數之預測，而雙月最低。就 U 統計量而言，月、雙月與季指數預測皆小於 1。因此就本文所採資料發現，灰預測 GM(1,1)殘差修正模式適合應用於月指數、雙月指數與季指數之預測。

5.2 區間預測值分析

為進一步掌握 BPI 指數漲跌趨勢，以下以區間預測值替代單一預測值進行討論。即從「悲觀」與「樂觀」不同角度，將灰預測之預測值增減不同比率，以探求預測之可能結果。對區間預測值之範圍，除考量樂觀與悲觀不同程度，又將不同時間因素納入，給定不同區間預測調整值。申言之，當 k 值愈大，則區間預測調整值亦愈大(或愈小)。例如樂觀、較樂觀與最樂觀分別給予 2.5%、5%與 7.5%之調整；而當 $k=5、6、7$ 時，其預測「樂觀」調整值亦分別給予 2.5%、5%與 7.5%之調整。本文根據 Berg-Andreassen (1998)之分類，將「最悲觀」和「較悲觀」歸類為風險趨避者；將「悲觀」和「樂觀」歸類為風險中立者；將「較樂觀」和「最樂觀」歸類為風險愛好者，以提供不同風險偏好者參考。BPI 指數不同風險偏好之區間預測值，如表 10 所示。

表10 BPI指數不同風險偏好區間預測值

風險偏好		風險趨避者		風險中立者			風險偏好者	
k 值	指數	最悲觀	較悲觀	悲觀	預測值	樂觀	較樂觀	最樂觀
5	預測調整值	-7.5%	-5%	-2.5%	100%	+2.5%	+5%	+7.5%

	月指數	3,276	3,365	3,453	3,542	3,630	3,719	3,808
	雙月指數	2,709	2,782	2,855	2,928	3,002	3,075	3,148
	季指數	2,808	2,884	2,960	3,036	3,112	3,188	3,264
6	預測調整值	-10%	-7.5%	-5%	100%	+5%	+7.5%	+10%
	月指數	3,654	3,756	3,857	4,060	4,263	4,365	4,466
	雙月指數	2,343	2,408	2,473	2,603	2,734	2,799	2,864
	季指數	2,423	2,490	2,558	2,692	2,827	2,894	2,961
7	預測調整值	-12.5%	-10%	-7.5%	100%	+7.5%	+10%	+12.5%
	月指數	4,071	4,188	4,304	4,653	5,002	5,118	5,235
	雙月指數	2,069	2,128	2,187	2,365	2,542	2,601	2,660
	季指數	2,091	2,151	2,210	2,390	2,569	2,629	2,688

由表 10 單一預測值可知，「月指數」由 $k=5$ 時 3,542 點至 $k=7$ 時上漲至 4,653 點，漲幅約為 31.37%；「雙月指數」由 $k=5$ 時 2,928 點至 $k=7$ 時下跌至 2,365 點，跌幅約為 19.23%；「季指數」由 $k=5$ 時 3,036 點至 $k=7$ 時下跌至 2,390 點，跌幅約為 21.28%。由此可知，BPI 指數短期內受最近四期影響而呈現上漲趨勢，然就中長期趨勢而言，BPI 指數有下跌的趨勢發展。就區間預測值而言，以「月指數」為例，當 $k=5$ 時，灰預測 BPI 指數為 3,542 點，若預測值分別減少或增加 2.5%、5%與 7.5%時，則其區間預測值分別介於[3,453, 3,630]、[3,365, 3,719]與[3,276, 3,808]之間，其餘依此類推，如此便能進一步掌握 BPI 平均月指數之可能趨勢。船東或僱船人可依個人風險偏好，採取不同的僱船策略。然而，若將來實際值超過「最悲觀」或「最樂觀」之預測值時，表示 BPI 指數受軍事戰爭、恐怖攻擊、油價暴漲或需求大增等因素影響，使得 BPI 指數波動幅度激烈，則表示此預測模式與時間點有必要作適時調整。

5.3 綜合討論

本文以樂觀與悲觀之區間預測值，提供僱船決策者風險偏好之參考。若船東屬於風險愛好者，可參考 5% 至 12.5% 變動比率之預測值部分，於市場運價未上漲前將自有船舶投入現貨市場逐船逐貨方式進行，伺市場運價上漲，船東可選擇以論時僱船方式作為決策；就僱船人立場而言，則可預先締結遠期論程僱船契約或貨物長期運送契約(Contract of affreightment)，以避免運輸成本增加。相反地，若船東屬於風險趨避者，可參考 -5% 至 -12.5% 變動比率之預測值部分，於市場運價下跌前，將自有船舶以論時僱船方式，或將船噸以轉僱或轉租(Sublet)方式僱出船舶，以趨避市場風險(鍾政棋，2009)；就僱船人立場而言，於市場運價下跌前，宜先以論程僱船方式進行，待市場運價下跌，僱船人可選擇以簽訂長期論時僱船方式，以獲得較低之運輸成本。而船東屬風險中立者，則可參考 $\pm 2.5\%$ 至 $\pm 7.5\%$ 變動比率之預測值，進行風險評估與僱船運務之安排。

陸、結論與建議

本文利用船噸供給與貨源需求，分析散裝航運市場，並採用灰色理論之灰預測 GM(1,1)殘差修正模式，構建 BPI 指數預測模式，進行 BPI 指數預測與分析，以期掌握巴拿馬極限型船市場運價之趨勢。茲提出結論與建議如下。

6.1 結論

1. 散裝船舶市場供給方面，近年因即期市場運費不斷攀升，在船東預期心理下，使得全球散裝船噸供給量顯著增加，又以海岬型船舶載重噸增加最多，其次分別為超輕便極限型、巴拿馬極限型與輕便極限型。於貨源需求方面，以五大主要乾散貨而言，僅鐵礦砂與穀物之需求明顯成長，其中以鐵礦砂之成長最多。
2. 就 BPI 指數預測而言，BPI 月指數有上漲之趨勢；雙月指數與季指數則呈現下跌之趨勢。由此可知，波羅地海 BPI 指數短期內雖呈現上漲趨勢，然就中長期而言，卻為較悲觀的下跌趨勢。
3. 本文運用灰預測 GM(1,1)殘差修正模式，並經由 MAPE、MSE 與 U 統計量之比較發現，灰預測 GM(1,1)模式對於波羅地海 BPI 指數預測，就平均精確度而言，月、雙月、季分別為 95.51%、78.21%、84.28%。就預測精確度檢定評定等級之結果，以月指數之預測為最佳，其次為季指數，而雙月指數相對較低。就模式適用度而言，灰預測 GM(1,1)殘差修正模式適用於 BPI 指數之預測。
4. 針對本文之研究，巴拿馬極限型船經營業者可根據巴拿馬極限型船之船噸現況與發展趨勢，研擬船舶投資興建計畫與營運策略規劃，以降低市場經營風險，方能掌握營運最佳時點。並可根據決策者承擔風險能力參考不同預測值，適時締結論程或論時傭船契約，或藉由傭入與傭出之策略，或以轉傭或轉租之組合，或締結長期運送契約等傭船方式，有效掌握市場運價可能變化，進行最有利之傭船決策。

6.2 建議

1. 影響 BPI 指數波動因素甚多，本文僅就 BPI 指數資料進行分析，後續研究可考量承載貨物相關資訊配合各航行路線進行探討，如此或可更有效掌握航運市場運價之變化。若從悲觀與樂觀之角度，以區間預測值替代單一預測值之結果，雖可進一步掌握未來 BPI 指數之可能趨勢，惟悲觀與樂觀之不同程度，本文係主觀給定增減一定比率來表示，後續研究可針對區間預測進一步探討。
2. BPI 指數為波羅地海乾散貨 BDI 綜合運價指數之一環，本文僅就 BPI 指數波動進行趨勢分析，後續研究建議可將其不同指數間之交互影響因素納入考量，分析彼此間波動之影響，或可更有效掌握乾散貨航運市場運費與租金之整體變化，以提供散裝航運業者參考。

參考文獻

- 王淑滿(2005)，「海上船員人力供需模式之構建與應用」，銘傳大學管理研究所博士論文。
- 李正宏、袁紹宏(2004)，「波羅的海運價指數相關性分析」，*海運管理*，第二十六卷第八期，頁 24-27。

- 吳漢雄、鄧聚龍、溫坤禮(1996)，*灰色分析入門*，高立圖書有限公司，台北。
- 施能仁、劉定焜(1998)，「臺灣股價指數期貨之避險操作－灰色滾動模式預測」，*灰色系統學刊*，第一卷第二期，頁 101-121。
- 馬豐源(2005)，「以灰色系統論探討海運成長率預測與經濟成長率關聯性」，*石油季刊*，第四十一卷第四期，頁 71-80。
- 黃泰林、王小娥、陳垂彥(1997)，「灰色理論在兩岸海運貨櫃運量預測之研究」，*長榮學刊*，第二卷第一期，頁 103-124。
- 陳永順(2004)，「價格波動與最適避險模型之研究－以散裝乾貨船市場為例」，國立臺灣海洋大學航運管理研究所博士論文。
- 鄧聚龍(2000)，*灰色系統理論與應用*，高立圖書公司，台北。
- 鄧聚龍(1992)，*灰色預測與決策*，華中理工大學出版社，武昌，中國。
- 鍾政棋(2009)，*航業經營政策*，複合文具印刷有限公司，台北。
- 鍾政棋(2004)，「我國散裝航運公司船舶設籍與營運績效之分析」，國立交通大學交通運輸研究所博士論文。
- 鍾政棋、梁金樹、陳桓毅(2006)，「灰色理論應用於波羅地海運價指數之預測」，*海運學報*，第十五期，頁 49-70。
- Adland R. and Jia H. (2008), "Charter Market Default Risk: A Conceptual Approach," *Transportation Research Part E*, Vol. 44, pp. 152-163.
- Alizadeh-M, A. H. and Nomikos, N. K. (2003), "The Price-volume Relationship in the Sale and Purchase Market for Dry Bulk Vessels," *Maritime Policy and Management*, Vol. 30, No. 4, pp. 321-337.
- Alizadeh-M, A. H. and Nomikos, N. K. (2002), The Dry Bulk Shipping Market, In: *The Handbook of Maritime Economics and Business*, Edited by Grammenos, C. T. H., London: Lloyd's of London Press Ltd.
- Bendall, H. and Stent, A. F. (2003), "Investment Strategy in Market Uncertainty," *Maritime Policy and Management*, Vol. 30, No. 4, pp. 293-303.
- Berg-Andreassen, J. A. (1998), "A Portfolio Approach to Strategic Chartering Decisions," *Maritime Policy and Management*, Vol. 25, No. 4, pp. 375-389.
- Chen, Y. S. and Wang, S. T. (2004), "The Empirical Evidence of the Leverage Effect on Volatility in International Bulk Shipping Market," *Maritime Policy and Management*, Vol. 31, No. 2, pp. 109-124.
- Chung, C. C., Hsu, Chia-Yang, and Hwnag, C. C. (2009), "The Vessel Tonnage Supply and Developmental Trends of China, Hong Kong, Singapore and Taiwan," *The Journal of Grey System*, Vol. 21, No. 2, pp. 137-148.
- Clarkson (2010), Section 3: Clarkson Database, *Clarkson Research Services* (Spring).
- Dikos, G. and Papapostolou, N. (2002), "The Assessment of Market Efficiency in Shipping Sector: a New Approach," *Maritime Policy and Management*, Vol. 29, No. 2, pp. 79-181.
- Grammenos, C. Th. and Marcoulis, S. N. (1996), "A Cross-section Analysis of Stock

- Returns: the Case of Shipping Firms,” *Maritime Policy and Management*, Vol. 23, No. 1, pp. 67-80.
- Hanke, J. E. and Reitsch A. G. (1998), *Business Forecasting*, New Jersey: Prentice-Hall Inc., USA.
- ISL (2009), Shipping Statistics and Market Review (SSMR), *Institute of Shipping Economics and Logistics (ISL)*, Germany.
- Kavussanos, M. G. (1996), “Comparisons of Freight Market Volatility in the Dry-Cargo Ship Sector Spot vs. Time Charter and Smaller vs. Larger Vessels,” *Journal of Transport Economics and Policy*, XXX1, pp. 67-82.
- Kavussanos, M. G. and Alizadeh-M, A. H. (2001), “Seasonality Patterns in Dry Bulk Shipping Spot and Time Charter Freight Rates,” *Transportation Research Part E*, Vol. 37, pp. 443-467.
- Kavussanos, M. G. and Visvikis, I. D. (2004), “Market Interactions in Returns and Volatilities between Spot and Forward Shipping Markets,” *Journal of Banking and Finance*, Vol. 28, pp. 2015-2049.
- Lin, C. T. and Yang, S. Y. (2003), “Forecast of the Output Value of Taiwan’s Opto-electronics Industry Using the Grey Forecasting Model,” *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 70, No. 2, pp. 177-186.
- Lu, J. and Wei, F. and Chen, Q. (2006), “Study on the Fluctuant Characteristics of Freight Index in World Dry Bulk Shipping Market Subdivided with ARCH Model,” *International Conference on System of Systems Engineering*, Los Angeles, CA, USA, pp. 368-373.
- Scarsi, R. (2007), “The Bulk Shipping Business: Market Cycles and Shipowners’ Biases,” *Maritime Policy and Management*, Vol. 34, No. 6, pp. 577-590.
- The Baltic Exchange (2010), “*Baltic Index History*,” London: the Baltic Exchange.
- Tseng, F. M. and Tzeng, G. H. (1999), “Forecast Seasonal Time Series by Comparing Five Kinds of Hybrid Grey Models,” *International Journal of Fuzzy Systems*, Vol. 5, No. 2, pp. 45-55.
- Tvedt, J. (2003), “A New Perspective on Price Dynamics of the Dry Bulk Market,” *Maritime Policy and Management*, Vol. 30, No. 3, pp. 221-230.
- Veenstra, A. W. (1999), “The Term Structure of Ocean Freight Rates,” *Maritime Policy and Management*, Vol. 26, No. 3, pp. 279-293.

Veenstra, A. W. and Franses,
P. H. (1997), “A
Co-integration Approach to

Forecasting Freight Rates in the Dry Bulk Shipping Sector,” *Transportation Research Part A*, Vol. 31, No. 6, pp. 447-458.

An Analysis of the Baltic Panamax Index in the Bulk Shipping Sectors

Cheng-Chi Chung Chia-Yang Hsu Kuen-Shan Huang

Abstract

The bulk shipping market is almost a perfect competitive market. Since the market freight rates and charter hires are mainly decided by vessel tonnage supply and cargo source demand of the market; meanwhile, they affect owners' shipping revenues and charterers' operational costs. In the bulk shipping services, the vessels can be divided into four categories by the vessel's deadweight tonnages: Cape size, Panamax size, Supramax size and Handy size. Under certain market conditions, the Panamax vessel can compete with not only Cape size vessels but also Supramax vessels on partial transportation activities. Further, the swing of the BPI index directly indicated the price fluctuation of freight rates and charter hires in the Panamax market. Moreover, since most of the earlier researches only discussed related derivative instruments and vessel prices; they did not focus on the particular target for analysis of the market and its index. The vessel tonnage supplies and cargo source demands were used to analyze the present bulk shipping market. Besides, the Grey Model GM(1,1) of Grey Theory with the recursive residual model was applied to forecast the trends of BPI index in different periods, and then evaluated the models and discussed the results of the interval estimation. To conclude, these results showed that the vessel supply and cargo demand was getting increasing recently in terms of market supply and demand. In the future, the BPI index will take an upward turn in the short-term; however it may become downwards in the medium- and long-term. The findings of this research can be used as a good reference to owners and charterers when they are making chartering decisions, which differ from the degree of operational risks.

Key words: Dry bulk cargo, Baltic Panamax index, Grey theory, Panamax size vessel

RFID 在臺灣港口應用

蕭再安¹ 林麗美² 高傳凱³ 蕭丁訓⁴

摘要

近年來，臺灣鄰近的各主要國際港，除積極推動港埠軟硬體建設，提昇港口本身的經營效率，以爭取更多國際航商所屬船隊靠泊使用外，亦積極發展港埠物流，提昇其競爭力，以吸引國際物流業者進駐港區。臺灣港口為因應競爭對手全球化，除積極推動組織改造成為公司外，並以無線射頻辨識非接觸式讀取、大量讀取以及唯一識別性的特性，運用到國內物流作業與貨物運輸控管作業上，提升物流與港口自動化的程度，強化臺灣港口競爭優勢。

關鍵詞：無線射頻辨識系統、港口、自動化門哨管理系統

一、前言

國際市場競爭激烈，企業必須即時反應顧客需求，以確保穩固舊有的顧客並吸引新顧客，因此，供應鏈上各個節點，無不壓縮作業時間，以提高時效性及方便性，以利快速回應市場需求以及滿足顧客即時需要，而貨櫃運輸以其高效率、安全、便利、經濟等特點，在貨物運送供應鏈中扮演著非常重要的角色。

臺灣港口位居日本、韓國、東南亞地區間，與中國大陸隔臺灣海峽相對，為歐美企業進入亞洲市場的最佳入口，位於獨特且重要之經濟樞紐地位，其中基隆港在 1990 年以前，世界港口排名為前十大；高雄港世界排名則在 2000 年以前都是世界排名第三，2001 年世界排名第四，2002 年世界牌名第五。惟近年來，臺灣鄰近的各主要國際港，除積極推動港埠軟硬體建設，提昇港口本身的經營效

¹ 國立臺灣海洋大學副教授 (E-mail: sta@mail.ntou.edu.tw)

² 國立臺灣海洋大學博士班學生 (E-mail: Dttd02@klhb.gov.tw)

³ 交通部基隆港務局資訊室主任、國立臺灣海洋大學兼任助理教授 (E-mail: chwankai@klhb.gov.tw)

⁴ 交通部高雄港務局局長 (E-mail: director@mail.khb.gov.tw)

率，以爭取更多國際航商所屬船隊靠泊使用外，亦積極發展港埠物流，提昇其競爭力，以吸引國際物流業者進駐港區。尤其，中國大陸地區經濟蓬勃發展，使中國大陸成為「世界市場」，在「船隨貨走」的海運基本原則下，已對臺灣國際港埠產生一定程度影響，再加上大陸為加速其港埠發展，提出各項優惠措施，就長期而言，對台灣港口發展是項嚴峻挑戰。

臺灣港口為因應競爭對手全球化，積極推動組織改造成為公司，並運用科技資訊，縮短貨櫃運送作業時間。本文即探討台灣港口，運用無線射頻辨識(Radio Frequency Identification, RFID)，使貨櫃運輸更高效率、安全及便利，以利即時回應顧客需求。

二、無線射頻辨識系統

2.1 RFID 簡介

RFID Tag 是一種內建無線電技術的晶片，晶片可紀錄一系列資訊，如產品別、位置、日期等，並利用無線電波來傳送識別資料，經由 RFID Reader 讀取後，供後端系統進行辨識比對及後續處理。RFID 是近年來極為熱門的技術，其運作原理係由讀取器 (Transceiver，也稱為 RFID Reader) 與標籤 (RFID Tag) 兩部分所構成，透過無線傳輸，無須實體接觸即可進行資料交換，且資料交換時亦無方向性之要求。

1. 標籤的種類

- (1) 主、被動：被動標籤是藉由外部電磁感應產生電力來傳送資料，優點是內部無需任何電力，缺點是傳輸距離較短；主動標籤具備內部電力，缺點是體積大且須定期更換電池。
- (2) 讀寫方式：可分為唯讀 (R/O, Read Only)、可寫入一次讀取多次 (WORM, Write Once Read Many)、重覆讀寫 (R/W, Read/Write)。
- (3) 記憶體容量：視使用者需求而定，R/O 標籤大多僅具備 Tag ID，無多餘記憶容量，其他以 64 - 256bits 為主，但也有高達數 Kbits 容量產品。
- (4) 標籤型式：因應不同需求標籤可以製成多種型式，如與條碼整合之一般標籤，可嵌入物流箱及塑膠棧板之 PCB (印刷電路板) 型式，能耐酸鹼之陶瓷型式等。

2. RFID 的優點

- (1) 即時的物件追蹤：RFID 標籤可以每秒數百次的頻率與讀取器進行通信，所以只要 RFID 標籤所附著的物體出現在讀取器的有效識別範圍內，就可以對

其位置進行動態的追蹤和監控。

- (2) 無須操作人員隨侍在旁：RFID 係屬於非接觸式讀取技術，並且無方向性之限制，故只要目標在讀取之有效範圍內即可自行運作，不需如傳統條碼讀取般需人工進行操作。
- (3) 辨識速度快，可同時監護多個物件：RFID 辨識讀取速度每秒可達數百個標籤，澳洲的 Magellan Technology 甚至已開發出 1 秒內可處理 1200 個 RFID 標籤的設備，這種多工特性可使 RFID 技術達到同時監護多個物件讀取多個標籤之能力。
- (4) 使用壽命長，可重複讀、寫資料：RFID 因可內建記憶體，故其所儲存之資料可重複讀、寫，RFID 耐熱、耐水、耐衝擊、標籤壽命可維持 10 年以上、重覆讀寫的標籤可寫入數十萬甚至數百萬次以上。
- (5) 可與其他感測元件整合，如溫度、脈搏、血糖、壓力、重量、氣壓..等透過不同的封裝技術，RFID 可與各種感測元件整合，並即時傳送感測數據，以達到及時監控之目的。
- (6) 可辨識距離長、角度大：主動式 RFID 標籤，有效識別距離可達到 30 米以上，且辨識時無方向性限制，故其辨識角度甚大。
- (7) RFID 卡體積小、重量輕：目前日本日立製作已研發出稱為「 μ -Chip」的微小 RFID 晶片，其晶片大小只有 $0.4 \times 0.4 \times 0.06$ mm，幾接近粉末，在 1 片 8 吋的晶圓上，可以生產高達數十萬顆的晶片。
- (8) RFID 卡內資料安全性高：RFID 標籤讀取方面皆可加密保護，高度安全性的保護措施使之不易被偽造及變造。
- (9) 對嚴苛環境忍受度高：RFID 標籤可封裝成多種型式，以因應不同環境需求，例如與條碼整合之一般標籤，可嵌入物流箱及塑膠棧板之 PCB（印刷電路板）型式，可耐酸鹼之陶瓷型式等，因此可以在更惡劣的環境中使用。

2.2 RFID 在臺灣推動情形

經濟部技術處自 2003 年起，即透過工研院系統中心推動高頻 RFID 計畫，2004 年 3 月經濟部技術處宣布第一片由國內團隊自行設計之高頻 RFID 晶片研發成功，並同時推動成立 RFID 研發及產業應用聯盟，且即完成 RFID 標籤、讀取器雛形開發，並於當年下半年投入量產，進而帶動 RFID 系統服務產業國內每年 10-20 億元新台幣系統服務市場。

工研院系統中心自 2003 年開始在經濟部技術處科技研究專案計畫支持下，結合量測中心規劃成立 RFID 整合驗測實驗室，作為政府推動 RFID 軟硬體研究的一環，並將投入研發 RFID 相關硬體技術，以便協助搶食全球 RFID 讀取器等裝置的龐大商機。

2.3 RFID 應用實績

1. 工研院 1996 年投入研發寵物辨識晶片就是 RFID 的雛型，而汽車鑰匙、悠遊卡（臺北市捷運、公車及停車場收費的整合）等也是 RFID 的基本應用。
2. 臺灣首座航空貨運兼自由貿易港區「遠翔航空貨運園區」將建置 RFID 技術，遠翔航空貨運園區的 RFID 將不僅運用於貨物管理，由於該園區採境內關外設計，未來園區內將會有許多外籍人員，為了加強人員控管，也將運用 RFID 進行人、車辨識管理。
3. RFID 技術已獲中華、裕隆等臺灣汽車業者採用數年，由於汽車業組裝不但零件繁多，且步驟複雜，因此廠商運用 RFID 晶片標籤，來確認每一零件、步驟是否組裝完成。造紙業者永豐餘也計畫開發 RFID 紙箱，而臺灣部分高科技製造業者，如晶圓廠、封裝廠，也有以 RFID 追蹤晶圓及容易遺失物品的應用方式。
4. 2003 年，世界最大的物流公司 Wal-Mart 宣佈自 2005 年 1 月起，前 100 大供應商必須使用 RFID 在棧板/紙箱上，2006 年 12 月起全部供應商都須在棧板/紙箱上使用 RFID。2003 年 9 月，美國國防部宣佈，自 2005 年 1 月開始，所有軍品應盡可能使用 RFID 至零組件層次。
5. 惠普（HP）於 2004 年 4 月 13 日宣布在臺成立亞洲第一座 RFID 應用推廣中心。同時與工研院合作推動國際標準與技術交流。在 2002 年，惠普位於聖保羅（Sao Paulo）每月平均出貨量 130 萬台印表機的廠區，已在出貨程序中使用 RFID 追蹤。下一階段，惠普將要求印表機的關鍵零組件廠商在供貨時採用 RFID。
6. SARS 流行期間，工研院系統中心與竹北東元醫院試辦導入 RFID 管制系統，要求所有醫護人員隨身攜帶電子標籤，當人員通過重要出入口，例如電梯、病房時，讀取器便將位置與人員資料送回應用系統儲存。一旦發生可疑病例時，在追查與掌控感染源時，可由原來的二天大幅縮短到 20 分鐘以內。

三、RFID 在臺灣港口應用現況

RFID 在臺灣港口的運用可分成兩部分來說明，一為貨櫃電子封條，由財政部關稅局主導；另一部份為港區自動化門哨管理系統，由交通部所屬各港務局辦理。

3.1 貨櫃電子封條

傳統的封條屬機械式的封條，由鋼纜和插梢所組成，封條一旦被破壞，除非目視檢驗，否則無法發覺。美國遭受恐怖攻擊（911）事件後，CSI（Container Security Initiative）相關規範相繼的被提出，國際間積極重視全球物流供應鏈之安全管理機制與貨物快速通關等課題，對於貨櫃運輸的安全性要求愈加嚴格。在有效加強官方對貨物運輸監管、提高貨物安全防護水準的考量下，將 RFID 應用在貨櫃安全管理的觀念，因應而生。

貨櫃電子封條，是以電子方式取代傳統封條的裝置，將 RFID Tag 與傳統封條結合，不但可以透過讀取器讀取封條資訊，一旦遭到破壞，還可以主動發出訊號通知管理單位，且具有唯一性與難以偽造特性，可即時追蹤到貨櫃運送狀態，減少貨櫃被中途掉包、失竊等風險。

關稅局的電子封條計畫源自於經建會的「優質經貿網絡計畫」內的「貨物移動安全計畫」。該計畫由高雄關稅局於高雄港先行建置先導系統，由中山科學研究院以高雄港的貨櫃碼頭進出港區門哨，針對轉口押運貨櫃進行測試，電子封條讀取率達到 99% 以上，並於 98 年 2 月針對港區內轉口押運貨櫃進行正式啟用，對於進出港區門哨的轉口押運櫃進行電子封條的讀取。至於大量推廣到跨境安全移動作業，則分期分區建置。

1. 99 年 11 月，基隆港與臺北港間暫行機制啟用：建置基隆港與臺北港間電子封條暫行機制，以手持式 RFID 讀取器讀取電子封條進行貨物移動之控管，取代轉口轉運櫃的押運作業。
2. 99 年 12 月，臺中港電子封條系統正式啟用，建置固定式的 RFID 讀取器，搭配光學字元辨識系統（Optical Character Recognition, OCR），對進出港區的轉口押運櫃進行判讀與控管。
3. 預定 100 年 6 月及 12 月，完成臺北港與基隆港主動式及被動式 RFID 電子封條搭配 OCR 監控系統之建置，建立臺北港與基隆港之間的綠色通道。
4. 預定 101 年 6 月，完成高雄港被動式 RFID 電子封條搭配 OCR 之監控系統。

上述電子封條系統目前規劃僅運用在轉口轉運櫃之押運作業。其原因如下：

1. 成本考量，電子封條成本約為一般封條的 2 倍以上，而此增加的成本，可以由節省的押運人力費用所抵銷。
2. 關稅局在轉口貨櫃封條部分，有絕對的主導權，但一般進出口貨櫃的封條，不一定要由關稅局提供，可以由航商自行準備。

3.2 港區自動化門哨管理系統

1. 港區門哨管理控管的内容

港區門哨管理所需要控管的元素有 4，如圖 1，說明如下：

- (1) 人員：什麼人開的車？通常以貨櫃拖車駕駛人的身分為辨識標的。
- (2) 車輛：哪一部車通過門哨？（駕駛人開哪一部車？）通常以車輛的車牌號碼為辨識標的。
- (3) 貨櫃：駕駛人所開的車輛，載運哪一只貨櫃？通常以貨櫃號碼為辨識標的。
- (4) 封條：貨櫃上加封哪一支封條？通常比對封條號碼，並檢視封條本身是否完整？有無遭到破壞？

以上 4 種元素，在貨櫃通過港區門哨時，同時進行比對，亦即，哪一位駕駛人？開哪一部車？載運哪一只貨櫃？封條號碼為何？整個比對結果，必須和關稅局所記錄的內容完全相符，且該只貨櫃必須是經過關稅局放行，才能被允許通過港區門哨。

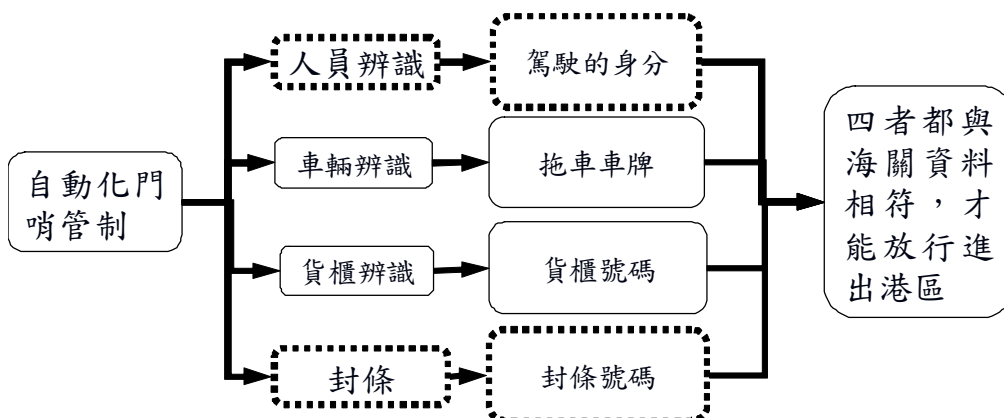


圖 1 港區門哨管理控管諸元

2. 港區自動化門哨管理系統的發展

台灣地區各港區自動化門哨管理系統自 2004 年起歷經多年的發展，逐步引進自動辨視的技術，至今已趨於完整。其發展的過程如下：

(1) 第一代的港區自動化門哨管理系統

第一代的港區自動化門哨管理系統係由基隆港務局於 2004 年所建置，建置目的係為了符合自由貿易港區申請及設置辦法第 6 條，對於載運入出自由港區的人員、車輛、貨櫃（物），以電子資料進行自動比對驗證的規定。該系統的驗證方式，係對於每只入出港區的貨櫃，均由理貨員列印運送單，拖車駕駛於入出港區時，以讀碼機（Scanner）讀取該運送單上的條碼，將系統後端所記錄的駕駛、貨櫃、車號、封條等資料，併同放行訊息顯示在門哨的 LED 看板。此方案後來亦為臺中港務局所採用（LED 看板改為 LCD 螢幕），所費不高，可視為第一代的自動化門哨管理系統，亦稱為臨時的替代方案。

此系統雖具有電子比對驗證的功能（與貨櫃物動態資料庫的放行訊息進行比對），惟必須列印紙本運送單送交值勤港警，且門哨值勤的港警仍須以人工逐一比對檢視 LED 上所顯示的各項資料，以確保顯示版上的資料與通過的實體貨櫃、車輛與駕駛一致。



圖 2 第一代港區自動化門哨管理系統作業方式示意圖

(2) 第二代的港區自動化門哨管理系統

第二代的港區自動化門哨管理系統由高雄港務局於 2005 年建置。採用光學字元辨視系統讀取車號與櫃號。拖車駕駛人部分，則採用車上單元（On Board Unit, OBU）承載自然人憑證，再由車道旁的讀取器讀取自然人憑證的資料，取得駕駛人身分。由於 OBU 價格需 550 元以上，故由高雄港務局採購配發給載運轉口押運櫃的車輛使用。亦即除了轉口押運櫃外，駕駛人的身分，並未在門哨讀取。

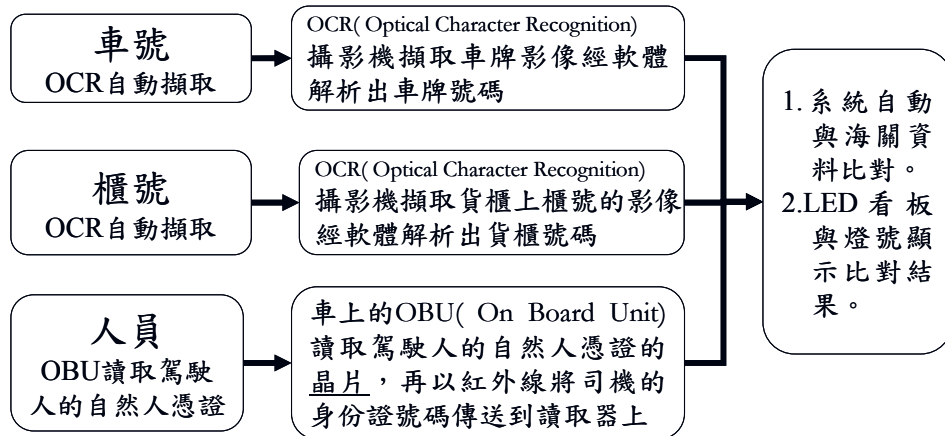


圖 3 第二代港區自動化門哨管理系統運作架構

解析系統運作的架構如圖 3，本系統較第一代的門哨管理系統更具自動化，可視為第二代的港區自動化門哨管理系統。系統雖然具有無紙化、自動讀取解析通過門哨車輛與貨櫃實體資訊的功能，但駕駛人資料讀取係採晶片式的自然人憑證，且僅限於轉口押運貨櫃，並未全面擴大到所有進出港區貨櫃車駕駛。

(3) 第三代的港區自動化門哨管理系統

由於第一代及第二代的港區自動化門哨管理系統，並未完全自動掌握通過港區門哨貨櫃車輛的所有資訊，且高雄港務局所採用的 OBU 技術係屬接觸式的讀取技術，車上單元價格高，難以推廣到全面應用。基隆港務局乃於 2009 年提出 OCR+RFID 的自動化門哨管理方案。

此方案除保留第二代系統，以 OCR 辨視車牌號碼及貨櫃號碼的機制外，並以 RFID 通行證作為駕駛人身分辨視的依據，達到人、車、貨皆以「非接觸式」讀取的方式，取得實體通過門哨載貨車輛相關的資訊，並自動與後端的資料庫進行比對結合放行訊息，達到完全無紙化及自動化的電子式驗證結果。交通部並透過「全國港區通用通行證系統」統一製發 RFID 通行證（含通行證置卡座成本 133 元），以確保該通行證得以通行交通部所屬各港區。上述系統運作的架構如圖 4。

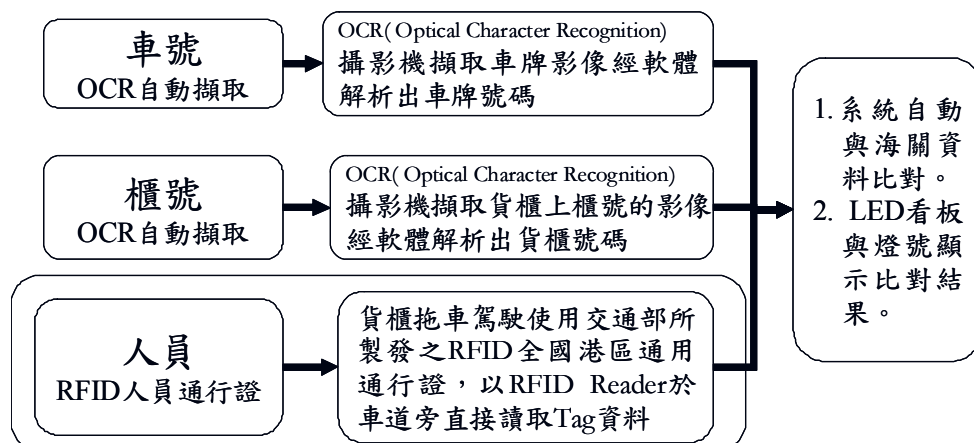


圖 4 第三代港區自動化門哨管理系統運作架構

該方案經交通部核定，基於「各港資訊共通分享、人車貨皆適用」的目標，責成基隆港務局主辦，於 2010 年聯合各港共同進行採購，並於同年 12 月完成臺北港、臺中港以及高雄港系統的建置，各港並配合關稅局電子封條系統的建置進度，結合 RFID 電子封條讀取結果，綜合進行比對驗證。各港建置的數量如表 1，由於基隆港港區後線狹窄，貨櫃碼頭內的貨櫃集散站門哨緊鄰港區門哨，與各港門哨作業有相當大的差異，因此基隆港務局在 2010 年僅針對臺北港 1 號管制哨進行 OCR+RFID 系統的建置。

由於第三代的自動化門哨管理系統已完全自動掌握港區門哨管理各元素，無須人工介入，故各港已計畫在 2011 年進行擴大的推廣運用，擴大運用的車道數量如表 2。由表中可看出，2011 年臺灣地區的國際商港將增加 36 個自動化車道，其中基隆港（含蘇澳及臺北港）的 12 個自動化車道建置工程，必需配合門哨作業流程改造，將貨櫃集散站與港區門哨的作業整合簡化，才能夠完整發揮自動化車道的效益；花蓮港預計建置的 6 個自動化車道，主要是針對一般車輛通行自動化預為規劃。

表 1 各港 99 年度第三代自動化車道數

港口	車道數
臺北港	4
臺中港	6
高雄港	20
合計	30

資料來源：各港務局，本研究整理。

表 2 2011 年各港第三代自動化門哨管理系統擴充車道數

港口	車道數
基隆港（含蘇澳及臺北港）	12
臺中港	6
高雄港	12
花蓮港	6
合計	36

資料來源：各港務局，本研究整理。

(4) 第三代自動化門哨管理系統的效益

- A. 一證通行全國各港：貨櫃拖車駕駛，只要申辦 1 張全國港區通用通行證，即可通行全國各國際商港，減少發證、製證時間、人力與成本，拖車駕駛，亦無須攜帶多張證件，減少資源之浪費，並簡化證件數量。
- B. 減少查驗時間：系統自動比對驗證，門哨值勤港警僅需進行例外管理，無須逐車查驗，車輛可以每小時 20 公里的車速通行，無須停等。估計每車次之通行時間可由 2 分鐘減少到 10 秒鐘以下。
- C. 減少押運人力：配合關稅局電子封條系統，每年至少可減少轉口轉運櫃之押運人力 1 萬人次以上。
- D. 降低錯誤率：由系統自動讀取實體通過門哨的載貨車輛資訊，並由系統進行自動比對作業，可將人為疏忽降至最低。
- E. 綠色港口效益：由於車輛無須停等，可減少車輛在港區門哨惰速運轉的時間，進而減少二氧化碳的排放量，對推動綠色港口與生態永續有相當大的助益。

四、RFID 應用在港口的障礙

4.1 成本問題

應用 RFID 技術，港口及相關企業必須投入購置 RFID 相關設備如標籤、讀取器等及基礎系統的改造和再投資。目前 RFID 晶片價格偏高，平均造價在 0.5 至 1 美元間，若要大量普及進而取代條碼（Barcode），價格將是第一個障礙。

RFID 技術可分為主動式與被動式二種，主動式允許的傳輸距離比被動式更長，可在移動狀況下接收訊號，適合大型貨物與開放空間使用，但價格相對昂貴，

可能比平均 0.5 至 1 美元的被動式標籤高上數十倍。目前晶片成本約在 10 美元左右，就晶圓製造技術演進而言，價格持續下滑的空間還很大。

4.2 系統標準問題

目前 RFID 標準存在 EPCglobal、ISO 兩大陣營，目前開發相關 RFID 技術軟硬體產品廠商，在製造貨櫃電子標籤、電子車牌、讀取器、海關電子封條及貨櫃集散站後端管理系統等，並無統一標準化，不過就目前趨勢，已顯示走向整合，未來走向應以 EPCglobal 為主流標準。

4.3 安全問題

首先是標籤內容的安全問題，其次是標籤的位置安全。貨櫃的標籤是多次重複的使用，在貨櫃整個運送過程中不能失效。貨櫃貼上標籤後，雖然在貨櫃運送過程中，相關業者間能夠加快資訊傳遞，提高貨物整體服務品質，但某些軟體程式(如 Grunwald 的 RFDump)可輕易重編 RFID，造成安全上問題。因此，用於貨櫃運輸系統中的 RFID 標籤要避免非系統內的讀取器閱讀，即標籤要能夠辨識閱讀器，從而決定是否將標籤內的資訊發送給該閱讀器。

雖然有些資訊系統可輕易重編 RFID，造成安全上問題，但加密技術可用來阻擋未授權的窺探者取得資料，在港區通行識別的應用上，個人資料係存於後端資料庫，應不致有個人隱私的問題。

4.4 觀念問題

RFID 技術應用在港口參與對象存在很大的差異，政府和 RFID 廠商是直接受益者，比較能夠以樂觀、積極的態度，將 RFID 技術推廣應用在港口作業上。但是，如貿易商、民營港口經營業者、航運等相關企業這些 RFID 的消費者，需要為應用此技術投入成本，這些業者，大部分在初期都比較不願意做領導者，先行投資建置，畢竟，這項技術，在臺灣港口作業上，是一項創新，而最重要的是，目前參與港區作業各業者，所賺取利潤幾乎是微薄利潤，在尚未體驗到創新所帶來利益前，就必須投入資金購建設備，將成為 RFID 發展的桎梏。

五、結論與建議

5.1 結論

1. 善用科技，強化競爭力

RFID 的運用已成為國際物流的重要技術，將 RFID 非接觸式讀取、大量讀取以及唯一識別性的特性，運用到國內物流作業與貨物運輸控管作業上，將可提升物流與港口自動化的程度，以強化競爭力。

2. 技術的演進瞬息萬變，適時適度引進新技術方能跟上世界潮流

臺灣地區各國際港口的自動化門哨管理系統，歷經多年的發展，逐步提高自動化程度，並引進 RFID 技術，不僅應用在港口管理單位的門哨管理，並與關稅局的電子封條結合，造就了各港完整的自動化門哨管理系統。此種發展過程雖不及世界主要港口，惟各港與關稅局合作的理念，並隨時關注技術發展狀況及時改變解決方案，應給予正面肯定。

3. 各港整合成功，交通部政策為關鍵因素

交通部捨棄 4 年前的 OBU 方案，改採 RFID 作為駕駛人身分辨識的技術，並以「各港資訊共通分享、人車貨皆適用」的目標進行整合，再加上建置「全國港區通用通行證系統」統一通行證製證窗口，消除各港通行證製發的差異，係系統成功的主要關鍵因素。

5.2 建議

為面臨世界國際港口激烈競爭，並即時反應顧客需求，以確保穩固舊有的顧客並吸引新顧客，臺灣港口將藉由 RFID 因具有非接觸性、無方向性且耐候性強等特性，並考量與全球主流技術之接軌，將 RFID 技術擴大應用，以提昇港口競爭力，茲說明如下：

1. 擴大全國港區通用通行證 RFID 之使用

逐步擴大運用到一般貨車、小客車及人員通行證，以對所有進出港區車輛與人員進行更嚴謹的控管。

2. 存倉貨物管理

比照在物流供應鏈的應用實例，對於存倉貨物在棧板上貼上 RFID 標籤，以提高盤點、提領貨物速度。

3. 作業機工具管理

於船機安裝 RFID 標籤，配合於各碼頭、重要工作場所出入口架設 RFID 讀取器，掌握作業機工具、港勤船舶之作業行駛路線，並自動運算出作業時間。

參考文獻

- 中科院電子系統研究所(2009)，「高港局貨車司機人/車通行證-採用被動式超高頻 RFID 技術測試報告」，經濟部技術處科技專案 RFID 研究團隊，文件編號 97 (技) RFID-MT021，桃園縣，中山科學研究院。
- 中華港埠(1995)，「港埠貨櫃終站作業電腦化-實例簡介」，第 24 卷，第 1 期，第 1-13 頁。
- 李明堂、溫家瑜，「運用 RFID 科技確保貨櫃運輸安全--電子封條國際標準的發展與應用現況 Using RFID」，取自
<http://adc-utt.unitech.com.tw/edm/download/GS1200906-2.pdf>
- 陳珮瑜(2008)，「RFID 應用於貨櫃規劃與其績效評估之研究-以開門作業為例」，國立交通大學運輸科技與管理學系碩士論文。
- 游張松、李慶長、沈煌斌(2005)，「射頻識別致能顧客服務系統之規劃與設計準則」，國際資訊管理學術研討會。
- 資策會(1999)，「航港 EDI 網路與其他相關網路整合建議研究報告」，交通部航政司。
- 經濟部商業司(2004)，電子商務導航，第 6 卷，第 13 期。
- 劉彥良(2007)，「智慧型派遣計程車隊營運績效評估」，台灣大學土木工程學系碩士論文。
- 戴重宏(2005)，「以無線射頻辨識(RFID)作為基隆自由貿易港區人、車通行認證機制之可行性評估」，載於交通部基隆港務局 94 年自行研究報告，(87-99)，基隆市。
- Accurrence (2001), "Radio Frequency Identification (RFID)", *Auto-ID Center White Paper*, 2-32.
- Boushka M., Ginsburg L., Haffey T., Richard J., & Tobolski, J.(2002),"Auto-ID on the Move: The Value of Auto-ID Technology in the Freight Transportation," *Auto-ID Center White Paper*, 4~18.
- Kampers, F. W. H., Rossing, W., & Eradus, W. J. (1999),"The ISO Standard for Radio

Frequency Identification of Animals,” *Computers and Electronics in Agriculture*,
24, 27-34.

The Application of RFID in Ports of Taiwan

Tzay-An Shiau Li-Mei Lin Chwan-kai Kao Ding-Hsun Hsiao

ABSTRACT

In recent years, the major international ports around Taiwan have not only vigorously boosted the development of software and hardware to promote the business efficiencies for inviting more fleet of international lines to call at the ports, but also actively developed their port logistics to improve the competitiveness for attracting international logistics enterprises to establish their business in the ports. To respond to the globalization of rival competition, the ports of Taiwan are under the corporatization reform and apply the technique of Radio Frequency Identification (RFID), with the features of contactless reading, massive reading and unique identification, to the domestic logistic operations and the control of cargo transportation in order to increase the automation of logistics operation and ports for strengthening the competitive advantages of Taiwan's ports.

Keywords: RFID, Harbor, Automatic Gateway Management System

基於模糊層級分析法的供應商選擇評估模式

王敏華¹ 李選士²

摘要

供應鏈管理促成供應商的合作關係，企業藉由尋找合適的供應商來提升競爭力。供應商在實踐企業的競爭和評估中扮演著關鍵作用，有效的供應商選擇評估需要較強的分析模式和工具。供應商選擇具有多準則的特性，包括定質與定量。如何去選擇一個合適的供應商，對製造業發展而言變成是一個重要的議題。本研究目的在於提出供應商選擇的評估方法，並結合質化與量化的分析，對供應商進行評估與排序。在決策過程中，人們的決策過程通常介入不確定性，並很難去表達決策者的意見強弱；要解決這個問題，本研究建立一個以模糊多層級分析(FAHP)的模式，去決定主觀的權重。研究結果顯示，決策者評選供應商時，會考量最重要的因素為服務水準，次之為交付，接著價格、品質、技術。本研究所建議的模式與方法，能有效率的整合意見做為決策者的參考。

關鍵詞：供應商選擇，模糊多層級分析。

壹、緒論

今日的消費者要求便宜、高品質的服務水準、準時交貨及完善的售後服務，影響到製造商在尋找上游供應商時，也會以此觀點來評選合作夥伴。在現今全球市場競爭的情況下，發展出節省原物料、降低成本來提高製造業競爭力，使得供應商管理成為基本要求，簡言之，選擇合適的供應商是公司成功的關鍵。企業的最終目標是透過供應鏈，管理他們的供應商 Ellram(1991)。而在評選過程中，發展一個有效率的模式亦是必須的。影響供應商選擇決策，取決於各種定性與定量的因素，是屬於多準則問題，具有在評估選擇過程中通常介入不精確和模糊性的

¹國立臺灣海洋大學航運管理系博士生、台北海洋技術學院旅運經營管理系講師
(E-mail: minwang@mail.tcmt.edu.tw, 聯絡地址：基隆市中正區北寧路 2 號)

²國立臺灣海洋大學航運管理系教授 (電話：02-24622192 轉 3411, E-mail: hslee@mail.ntou.edu.tw)

特性。有鑑於供應商在企業經營中扮演著關鍵性的角色，本研究運用模糊層級分析法幫助決策者在有限的可行方案中，根據每一方案的各屬性的特徵，做一優劣排序、評估和選擇，做為符合決策者理想方案的參考。本文組織架構如下：在緒論後第二部分文獻探討，第三部分研究方法，第四部分評估過程，第五部分結論。

貳、文獻探討

Boer et al.(1998) and Lee(2001) 將「供應商選擇」準則區分為價格、品質、交期、服務水準、能力、通信系統。Weber et al. (1991)以 Dickson 的 23 個評估準則為基礎，提出依序為價格、品質、交期、服務之重要準則。Dickson(1966), Dempsey(1978) 提出零售商選擇的準則，包括淨價、品質、交期、供應商績效的口碑、能力、通信系統、服務、地理位置。Mohanty & Deshmukh (1993), Donald and O'Shaughnessy(1982), Wilson(1994)則認為主要影響供應商評選決策的準則是價格、品質、交期與服務。

在評估方法方面，許多供應商選擇決策的模式是基於相當簡單的主觀決策問題，在層級分析法(AHP)文獻中，Chan and Chan(2004)在供應商選擇過程中採用 AHP 和質量管理體系，去證明一個創新模式。Narasimhan(1983), Yahya and Kingsman(1999)在供應商選擇中使用 Saaty's AHP 決定優勢。此外，Ghodsypour and O'Brien(1998)建議一個使用 AHP 及線性規劃整合方法去處理定性和定量準則，AHP 提供簡單且多層次評估的選擇。Zadeh (1965)於 1965 介紹模糊集合理論，其論點在於人類的感覺與推論是具相當程度的模糊與不確定性；他認為傳統數量方法已不能完全解決人類在評估時所面對的複雜思維。在全球供應商選擇過程中，為了改進 AHP，許多文獻探討一個擴展性的模糊 AHP，利用三角模糊數來表示決策者的評估和模糊綜合比較程度分析，如 Kahraman et al.(2003), Buckley (1985)運用模糊 AHP 去選擇最好的供應商企業，提供最滿意決定的準則。

參、研究方法

一、模糊理論 (Fuzzy set theory)

模糊集合理論始於美國加州大學自動控制學家 Zadeh(1965)於發表的「Fuzzy Sets」文中，提出人類的感覺與推論是具相當程度的模糊與不確定性，模糊集合

理論最大的貢獻是具有代表大量不確定資料的能力。模糊集合理論定義如下：

令模糊子集 $\tilde{A}$ 是指對於任意 $x, x \in X$ 都指定了一個實數 $u_{\tilde{A}}(x) \in [0,1]$ ，即

$$u_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} (x-l)/(m-l), & l \leq x \leq m, \\ (u-x)/(u-m), & m \leq x \leq u, \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

當 $-\infty < l \leq m \leq u < \infty$ ，三角模糊數 $\tilde{A}$ 以 (l, m, u) 表之 (圖 1)。

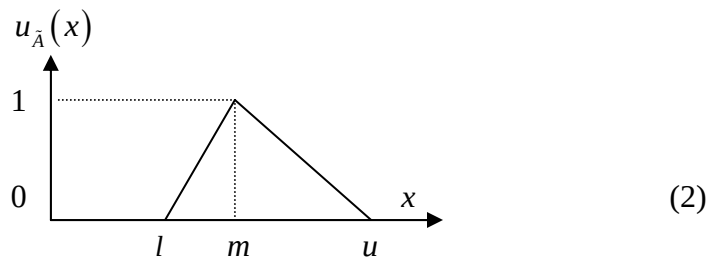


圖 1 三角模糊數 $\tilde{A} = (l, m, u)$ 之隸屬函數

設一個層級架構，在每個階層從一個整體目標到各種準則和替代方案(如圖 2)。下個步驟將確定每個階層因素的優先順序，決策者透過準則間的成對比較來決定準則權重，AHP 做成對比較及有助於確定哪個選擇方案較好。傳統 AHP 要求評估使用確實的數字 1-9 尺度如表 1。

表 1 AHP 評估尺度定義

語意尺度	正三角模糊數	正三角模糊數的倒數
絕對重要	(9,9,9)	(1/9,1/9,1/9)
相鄰尺度中間值	(7,8,9)	(1/9,1/8,1/7)
極重要	(6,7,8)	(1/8,1/7,1/6)
相鄰尺度中間值	(5,6,7)	(1/7,1/6,1/5)
頗重要	(4,5,6)	(1/6,1/5,1/4)
相鄰尺度中間值	(3,4,5)	(1/5,1/4,1/3)
稍重要	(2,3,4)	(1/4,1/3,1/2)
相鄰尺度中間值	(1,2,3)	(1/3,1/2,1)
同等重要	(1,1,1)	(1,1,1)

二、模糊層級分析法理論

由於 AHP 法在準則權重的計算上，往往無法適當的呈現評估者的主觀認知與判斷，且在實務上許多準則或權重的評估無法以明確值表示，如 Buckley(1985, Belton and Gear (1985)。因此本文採用 Chang's (1996)的模糊 AHP，來建構物流中心區位選擇的評估模式；並藉由 Fuzzy AHP 能解決人類主觀認知的模糊性，來改善傳統層級分析法所遭遇的問題。Chang's (1996)引入了一個新的處理模糊層級分析法，及使用兩兩相比綜合程度值的擴展性分析步驟可以分解如下：

定義 1. 令 $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ 是一個屬性集合且 $G = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$ 是一個目標集合。每個目標 x_i 的範圍值以 m 來表示，其定義如下：

$$M_{x_i}^{g_1}, \dots, M_{x_i}^{g_j}, \dots, M_{x_i}^{g_m}, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (3)$$

$M_{x_i}^{g_j} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$, ($j = 1, \dots, m$) 是三角模糊數(TFN)代表第 j 目標第 i 個屬性分析值。

定義 2. 使 $M_{x_i}^{g_1}, \dots, M_{x_i}^{g_j}, \dots, M_{x_i}^{g_m}$ 為 m 個目標集合的第 i 的範圍值，計算第 i 個目標的模糊綜合評估值，如式(4)：

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{x_i}^{g_j} \otimes \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{x_i}^{g_j} \right]^{-1} \quad (4)$$

以 $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{x_i}^{g_j}$ 去求得三角模糊數 TFN：

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{x_i}^{g_j} \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m u_{ij}}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m m_{ij}}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m l_{ij}} \right)$$

$$\text{其中 } \forall l_{ij}, m_{ij}, u_{ij} > 0 \quad (5)$$

定義 3. 三角模糊數(TFN)的可能性程度值(Possible Degree)為

$$\begin{aligned} M_1 = (l_1, m_1, u_1) \geq M_2 = (l_2, m_2, u_2) \\ V(M_1 \geq M_2) = \sup_{x \geq y} [\min(\mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(y))] \end{aligned} \quad (6)$$

因 M_1 and M_2 是凸模糊數，可透過三角隸屬函數的概念加以呈現，如式(7)。

$$V(M_1 \geq M_2) = \begin{cases} 1 & \text{if } m_1 > m_2 \\ 0 & \text{if } u_1 < l_2 \\ \text{hgt}(M_1 \cap M_2) = \frac{l_2 - u_1}{(m_1 - u_1) - (m_2 - l_2)} & \text{otherwise} \end{cases} \quad (7)$$

其中， d 為 μ_{M_1} and μ_{M_2} 兩隸屬函數相交的橫座標值，其所對應的縱座標值 D ，代表 $V(M_1 \geq M_2)$ ，亦即模糊數 $M_1 \geq M_2$ 的程度；故必須求得 $V(M_2 \geq M_1)$ 和 $V(M_1 \geq M_2)$ ，才能進行模糊數 M_1 和 M_2 的比較。

定義 4. 設 $M_i (i=1,2,\dots,k)$ 為某凸模糊數的可能性程度值大於 k 凸模糊數的可能性程度，如式(8)：

$$V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) = \min_{i=1, \dots, k} V(M \geq M_i) \quad (8)$$

$$\text{假定 } d(M_i) = \min_{\substack{j=1, \dots, k \\ \text{and} \\ j \neq i}} V(M_i \geq M_j) \quad (9)$$

則標準化程度可定義如式(10)：

$$ND(M_i) = \frac{d(M_i)}{\sum_{i=1}^k d(M_i)} \quad (10)$$

肆、評估過程

本研究基於目標層的供應商選擇是採用模糊層級分析法(FAHP)，建立層級架構共分四個層級，第一層為目標層，第二層為主準則層五個因素，第三層為子準則層十五個因素，第四層為三個方案層。

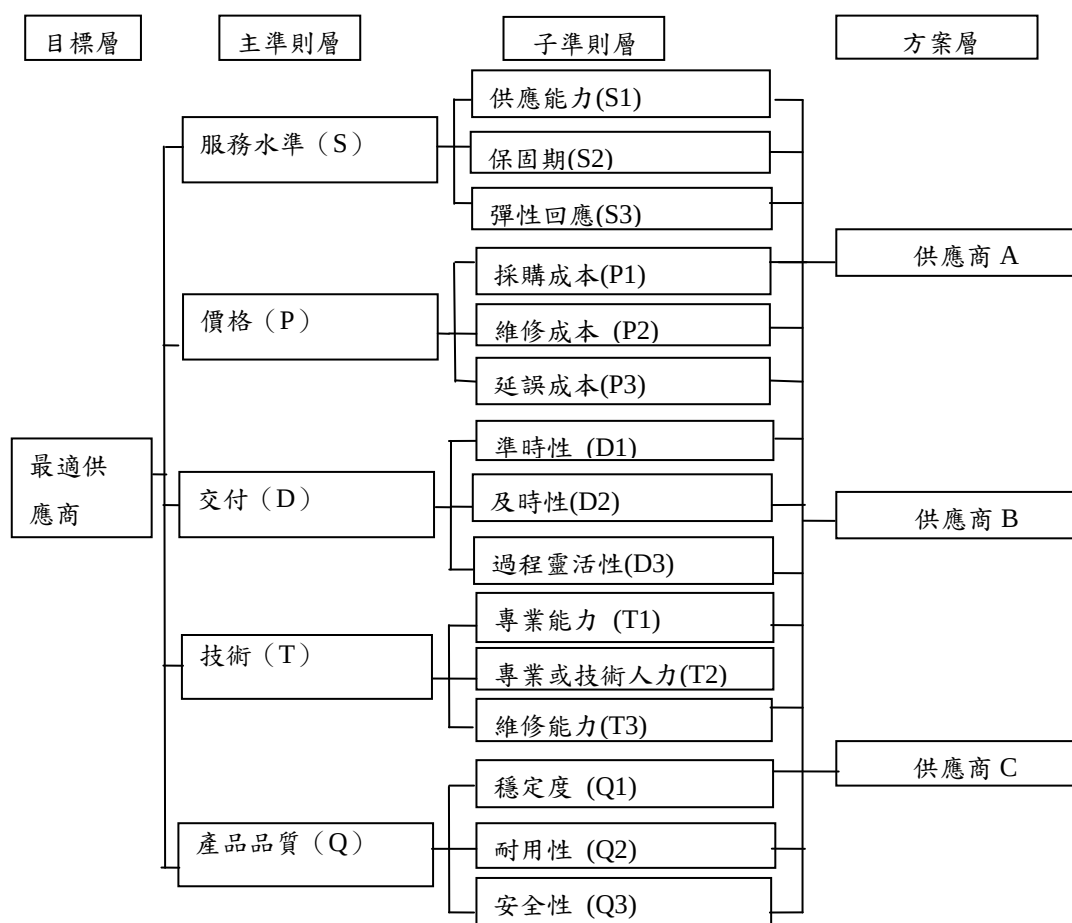


圖 2 供應商選擇層級架構

本研究運用一個舉證去證明所運用的模式。令一個企業要選擇合適的供應商，該評估團體是由三個決策者 D_1 、 D_2 及 D_3 組成並做進一步評估。該公司以五項主準則和十五項子準則，去評選最佳的供應商。層級架構如圖 2 所示。

一、模式評估過程

藉由評估者所認知的重要程度，按照表 1 比例尺度(數字 1~9)給予評分，得出表 2 主準則層模糊評估矩陣，再進行各準則兩兩成對比較重要性如下：

表 2 主準則層模糊評估矩陣

準則	S	P	D	T	Q
S	(1,1,1)	(1,2,3)	(2,3,4)	(3,4,5)	(2,3,4)
P	(1/3,1/2,1)	(1,1,1)	(1/4,1/3,1/2)	(1/3,1/2,1)	(3,4,5)
D	(1/4,1/3,1/2)	(2,3,4)	(1,1,1)	(1,2,3)	(2,3,4)
T	(1/5,1/4,1/3)	(1,2,3)	(1/3,1/2,1)	(1,1,1)	(1/5,1/4,1/3)
Q	(1/4,1/3,1/2)	(1/5,1/4,1/3)	(1/4,1/3,1/2)	(3,4,5)	(1,1,1)

從表 2 根據公式(4)，可得以下數值：

$$S_S=(0.179,0.335,0.616), S_P=(0.096,0.163,0.308), S_D=(0.123,0.240,0.453), \\ S_T=(0.054,0.109,0.205), S_Q=(0.092,0.152,0.266).$$

根據公式(5)~(7)，計算每個準則的優勢程度如下：

$$V(S_S, S_P)=1, V(S_S, S_D)=1, V(S_S, S_T)=1, V(S_S, S_Q)=1; V(S_P, S_S)=0.429, V(S_P, S_D)=0.615, V(S_P, \\ S_T)=1, V(S_P, S_Q)=1; V(S_D, S_S)=0.743, V(S_D, S_P)=1, V(S_D, S_T)=1, V(S_D, S_Q)=1; V(S_T, \\ S_S)=0.103, (S_T, S_P)=0.669, V(S_T, S_D)=0.358, V(S_T, S_Q)=0.724; V(S_Q, S_S)=0.322, V(S_Q, \\ S_P)=0.939, V(S_Q, S_D)=0.619, V(S_Q, S_T)=1.$$

接著透過兩兩相比評估各準則的相對重要程度(表 2)，透過求解特徵值的矩陣組成的兩兩成對比較，以求得評估準則的權重。根據公式(9)~(10)，可得優勢向量及最小可能 $d(S)=V(S_1 \geq S_2, S_3, S_4, S_5)=\min(1,1,1,1)=1$, $d(P)=V(S_2 \geq S_1, S_3, S_4, S_5)=\min(0.429, 0.615, 1, 1)=0.429$, $d(D)=V(S_3 \geq S_1, S_2, S_4, S_5)=\min(0.743, 1, 1, 1)=0.743$, $d(T)=V(S_4 \geq S_1, S_2, S_3, S_5)=0.103$, $d(Q)=V(S_5 \geq S_1, S_2, S_3, S_4)=\min(0.322, 0.939, 0.619, 1)=0.322$. 優勢向量為

$$W_{Goal} = (1, 0.429, 0.743, 0.103, 0.322)^T$$

依據公式(10)，可得到每個準則的標準化優勢權重

$$W_{Goal} = (0.385, 0.165, 0.286, 0.04, 0.124)^T$$

即 $ND(S_S)=0.385$, $ND(S_P)=0.165$, $ND(S_D)=0.286$, $ND(S_T)=0.04$, $ND(S_Q)=0.124$ 。每個準則的標準化權重是 $W_S=ND(S_S)=0.385$,

$$W_P=ND(S_P)=0.165, W_D=ND(S_D)=0.286, W_T=ND(S_T)=0.04,$$

$W_Q = ND(S_Q) = 0.124$. 此優勢權重代表決策者在評選供應商時，在主準則層構面會考量重要的因素為「服務水準 0.385」，次之為「交付 0.286」，接著「價格 0.165」、「品質 0.124」、「技術 0.04」。接著針對子準則層構面以相同的方法進行評估，在子準則層中包括十五個準則如圖 2，評估者對各準則的重要性給分及運算出各準則的優勢向量(權重)如表 3 至表 7。

表 3 子準則層模糊評估矩陣-服務水準

子準則	S_1	S_2	S_3	權重
S_1	$\tilde{1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{2}^{-1}$	0.414
S_2	$\tilde{1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{2}$	0.215
S_3	$\tilde{2}$	$\tilde{2}^{-1}$	$\tilde{1}$	0.371

表 4 子準則層模糊評估矩陣-價格

子準則	P_1	P_2	P_3	權重
P_1	$\tilde{1}$	$\tilde{2}$	$\tilde{2}$	0.451
P_2	$\tilde{2}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{2}$	0.351
P_3	$\tilde{2}^{-1}$	$\tilde{2}^{-1}$	$\tilde{1}$	0.199

表 5 子準則層模糊評估矩陣-交付

子準則	D_1	D_2	D_3	權重
D_1	$\tilde{1}$	$\tilde{2}$	$\tilde{2}$	0.491
D_2	$\tilde{2}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}$	0.342
D_3	$\tilde{2}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}$	0.168

表 6 子準則層模糊評估矩陣-技術

子準則	T_1	T_2	T_3	權重
T_1	$\tilde{1}$	$\tilde{4}$	$\tilde{5}$	0.553
T_2	$\tilde{4}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{4}^{-1}$	0.353
T_3	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{4}$	$\tilde{1}$	0.094

表 7 子準則層模糊評估矩陣-品質

子準則	Q_1	Q_2	Q_3	權重
Q_1	$\tilde{1}$	$\tilde{3}$	$\tilde{3}$	0.445
Q_2	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}$	0.363
Q_3	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}$	0.192

表 3 「服務水準」模糊綜合程度值 S_1, S_2, S_3 為 $S_{S_1} = (0.23, 0.40, 0.65)$, $S_{S_2} = (0.18, 0.25, 0.391)$, $S_{S_3} = (0.18, 0.351, 0.652)$ 。依據公式(7) (9) (10)可得到以下權重 $W_{S_1} = ND(S_{S_1}) = 0.414$, $W_{S_2} = ND(S_{S_2}) = 0.215$, $W_{S_3} = ND(S_{S_3}) = 0.371$. 此權重表示供應能力(S_1)是服務水準矩陣中最重要，彈性回應(S_3)第二，保固期(S_2)重要性較不受重視，究其原因保固期都有一定的期限，以 3C 電子產品為例都在一至三年間，但至少也有一年，因此在評選準則時較不受重視。

表 4 「價格」模糊綜合程度值 P_1, P_2, P_3 為 $S_{P_1} = (0.2, 0.48, 1)$, $S_{P_2} = (0.16, 0.33, 0.7)$, $S_{P_3} = (0.11, 0.19, 0.43)$ ，依據公式(7) (9) (10)可得到以下權重

$W_{P1} = ND(S_{P1}) = (0.451)$, $W_{P2} = ND(S_{P2}) = (0.351)$, $W_{P3} = ND(S_{P3}) = (0.199)$. 此權重代表的意涵為採購成本(P1)是價格矩陣中最重要，其次是維修成本(P2) 及最後的延誤成本(P3)。

表 5 「交付」模糊綜合程度值 D_1, D_2, D_3 為 $S_{D1}=(0.194, 0.442, 0.884)$, $S_{D2}=(0.215, 0.397, 0.758)$, $S_{D3}=(0.102, 0.161, 0.316)$, 其權重運算根據公式(7) (9) (10)可得 $W_{D1} = ND(S_{D1})=0.491$, $W_{D2} = ND(S_{D2})=0.342$, $W_{D3} = ND(S_{D3})=0.168$. 表示在「交付」模糊矩陣中，準時性 (D_1)最受重視，次之及時性 (D_2) 最後為過程靈活性 (D_3)。

表 6 「技術」模糊綜合程度值 T_1, T_2, T_3 為 $S_{T1}=(0.402, 0.599, 0.884)$, $S_{T2}=(0.070, 0.090, 0.123)$, $S_{T3}=(0.209, 0.311, 0.461)$ 。其權重運算得 $W_{T1} = ND(S_{T1})=0.553$, $W_{T2} = ND(S_{T2})=0.353$, $W_{T3} = ND(S_{T3})=0.094$. 表示在「技術」的考量模糊矩陣中，專業能力(T_1) 是最重要的影響因素，次之為專業或技術人力 (T_2) 及維修能力(T_3)。

表 7 「品質」模糊綜合程度值 Q_1, Q_2, Q_3 為 $S_{Q1}=(0.143, 0.539, 1.668)$, $S_{Q2}=(0.104, 0.333, 1.059)$, $S_{Q3}=(0.067, 0.127, 0.455)$. 其權重為 $W_{Q1} = ND(S_{Q1})=0.445$, $W_{Q2} = ND(S_{Q2})=0.363$, $W_{Q3} = ND(S_{Q3})=0.192$, 表示在「品質」模糊評估矩陣中穩定度(Q_1) 最為重要，次之為耐用性(Q_2) 最後為安全性(Q_3)。

二、在每個子準則下計算三個候選人的權重

依據同樣方法，在各子準則下能獲得三個候選人的重要值排序。表 8 為各評估者在「服務水準」中的供應能力給予 A, B, C 三個候選人的分數。

表 8 供應能力之兩兩成對比較矩陣

供應商	A	B	C
A	$\tilde{1}$	$\tilde{3}$	$\tilde{4}$
B	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{2}$
C	$\tilde{4}^{-1}$	$\tilde{2}^{-1}$	$\tilde{1}$

A, B and C 的模糊綜合值是 $S_{S1}^A = (0.357, 0.627, 1.106)$, $S_{S1}^B = (0.133, 0.261, .498)$, $S_{S1}^C = (0.046, 0.113, 0.259)$ 。其權重運算根據公式(7) (9) (10)可得 $P_{S1}^A = ND(S_{S1}^A) = 0.661$, $P_{S1}^B = ND(S_{S1}^B) = 0.184$, $P_{S1}^C = ND(S_{S1}^C) = 0.156$, 意即 A 在「服務水準」中的供應能力項下是最適合的供應商, B 是第二個適合的供應商, 最後是供應商 C。接著針對子準則層中的十五個準則, 以各評估者對三個候選人的給分, 依據公式(7) (9) (10)運算結果總結如表 9:

依據 $P_S^A = W_{S1} \times P_{S1}^A + W_{S2} \times P_{S2}^A + W_{S3} \times P_{S3}^A$ 計算每個候選人的優勢度, 再計算各準則下的每個候選人的權重, 如表 10。最後排名結果顯示, 供應商 A 是最適合的選擇, 供應商 B 次之, 供應商 C 為較差的選擇。再按相同方法, 分別計算子準則十五個因素的各候選人的權重, 評比出最後供應商選擇的優勢向量與排序 (參表 9-10)。

伍、結論

在現代複雜的企業營運環境中, 供應商選擇對製造業而言, 已佔重要地位。為了幫助決策者評估供應商選擇決策及發展一個較有效的決策過程, 本文建議一個模糊層級分析法可以用來解決模糊環境下群體決策問題, 藉由語意變數與模糊數的運算, 求解出各層級準則之權重, 再由這些權重去建構評選物流中心的優勢評估值, 並選出優勢排序。此法能較精確評估各層級準則間的影響程度或重要性大小, 有助於企業在供應商評選時之重要指標的參考。

表 9 三個候選人優勢向量

主準則	權重	子準則	權重	供應商 A	供應商 B	供應商 C
服務水準 (S)	0.385	供應能力(S1)	0.414	0.661	0.184	0.156
		保固期(S2)	0.215	0.262	0.674	0.063
		彈性回應(S3)	0.371	0.430	0.388	0.186
		綜合值		0.490	0.365	0.148
價格 (P)	0.165	採購成本(P1)	0.451	0.635	0.231	0.140
		維修成本(P2)	0.351	0.262	0.674	0.063
		延誤成本(P3)	0.199	0.431	0.366	0.203
		綜合值		0.464	0.414	0.125
交付 (D)	0.286	準時性(D1)	0.491	0.758	0.108	0.135
		及時性(D2)	0.342	0.521	0.465	0.015
		過程靈活性 (D3)	0.168	0.445	0.338	0.217
技術 (T)	0.040	綜合值		0.625	0.269	0.108
		專業能力(T1)	0.553	0.451	0.347	0.201
		專業或技術人力(T2)	0.353	0.432	0.357	0.211
		維修能力(T3)	0.094	0.497	0.304	0.199
品質 (Q)	0.124	綜合值		0.448	0.347	0.204
		穩定度(Q1)	0.445	0.521	0.465	0.015
		耐用性 (Q2)	0.363	0.085	0.476	0.440
		安全性(Q3)	0.192	0.550	0.402	0.048
		綜合值		0.369	0.457	0.176

表 10 三個供應商選擇之特徵向量、權重與排序

準則	權重	供應商 A	供應商 B	供應商 C
服務水準 (S)	0.385	0.490	0.365	0.148
價格 (P)	0.165	0.464	0.414	0.125
交付 (D)	0.286	0.625	0.269	0.108
技術 (T)	0.040	0.448	0.347	0.204
品質 (Q)	0.124	0.369	0.457	0.176
綜合值		0.508	0.357	0.139
排序		1	2	3

參考文獻

- Belton, V. and Gear, A. E. (1985), "The Legitimacy of Rank Reversal—A Comment," *Omega*, 13(3), 227-230.
- Boer, L. de., Wegen, L. van der., and Telgen, J. (1998), "Outranking methods in support of supplier selection," *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 4, 109-118.
- Buckley, J.J. (1985), "Fuzzy Hierarchical Analysis," *Fuzzy Sets and Systems*, 17, 343-350.
- Chan, F. T. S. and Chan, H. K. (2004), "Development of the supplier selection model- a case study in the advanced technology industry," *Journal of Engineering Manufacture*, 218, 1807-1823.
- Chang, D.Y. (1996), "Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP," *European Journal of Operational Research*, 95, 649-655.
- Dempsey, W.A. (1978), "Vendor selection and the buying process," *Ind Market Manage* 7(3), 257-267.
- Dickson, G.W. (1966), "An analysis of vendor selection system and decisions," *Journal of Purchasing*, 2(1), 5-17.
- Donald, R. and O'Shaughnessy, J.L. (1982), "Decision criteria used in buying different categories of products," *Journal of purchasing and Materials Management*, 18(1), 9-14.
- Ellram, L. (1991), "Supply chain management: The industrial organization perspective," *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 21, 12-22.
- Ghodsypour, S. H. and Brien O. C. (1998), "Decision support system for supplier selection using an integrated analytic hierarchy process and linear programming," *International Journal of Production Economics*, 56-57, 199-212.
- Kahraman, C., Cebeci U., and Ulukan, Z. (2003), "Multi-criteria supplier selection using fuzzy AHP," *Logistics Information Management*, 16(6), 382-394.
- Lee, E. K., Ha, S., Kim, S. K., and Delgado, M. (2001), "Supplier selection and management system considering relationships in supply chain management," *IEEE Transactions on Engineering Management*, 48 (3), 307-318.

- Mohanty, R. P. and Deshmukh, S. G. (1993), "Use of Analytic Hierarchic Process for Evaluating Sources of Supply", *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 23(3), 22-28.
- Narasimhan, R. (1983), "An analytic approach to supplier selection," *Journal of Purchasing and Supply Management*, 1, 27-32.
- Yahya, S. and Kingsman, B. (1999), "Vendor rating for an entrepreneur development programmed: A case study using the analytic hierarchy process method," *Journal of Operational Research Society*, 50, 916-930.
- Zadeh, L. A. (1965) , Fuzzy Sets. *Information and Contro*, 8, 338-353.
- Weber, C.A., Current, J.R., and Benton, W.C. (1991), "Vendor selection criteria and methods," *European Journal of Operational Research*, 50(1), 2-18.
- Wilson, E. J. (1994), "The Relative Importance of Supplier Selection Criteria: A Review and Update", *International Journal of Purchasing and Materials Management*, 30(3), 34-41.

Evaluation Model of Supplier Selection Based on Fuzzy Analytic Hierarchy Process

Min-Hua Wang

Hsuan-Shih Lee

ABSTRACT

Supply chain management can to promote cooperation relationship between suppliers, the enterprise by seeks for the appropriate supplier to enhance competitiveness. Suppliers play a key role in achieving corporate competition and evaluation. Effective supplier selection evaluation design calls for robust analytical models and design tools. The selection of supplier among alternative locations is a multicriteria decision-making problem including both quantitative and qualitative criteria. How to search and plan a well-arranged supplier selection has become an important issue for the manufacturing development. The aim of the paper is to linked qualitative and quantitative analysis to evaluate and rank the Supplier. In the decision-making process, the human preference model is usually uncertain and it is extremely difficult for decision makers to express the strengths of their preferences. To solve this problem, this paper establishes a structured model for evaluating Supplier selection using the Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP) to determine the weighting of subjective judgments. The results show that decision makers are most concerned with Service level, followed by Delivery, Price, Quality, and Technology. This supposes model and methods can effectively summarize the views of decision maker.

Keyword: Supplier selection, Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP).

船舶融資風險辨識與風險評估

王肖卿¹ 婁顏斌²

摘要

銀行融資貸款購船是融貸慣例，航運市場因受週期循環影響，融資風險務須依賴理解市場循環週期、運價與船價變化，始可穩定債信。本研究從銀行信用評估模式，探討銀行融資授信評估準則，以銀行對借款戶徵信資料為基礎，進行風險發現及風險評估，擬定授信條件及擔保條件，落實貸款契約。

本研究以船舶融資架構及契約為研究對象，個案探討對融資風險提出辨識及評估，並提出防範之道，以為銀行從業人員承辦類似業務之參考。

關鍵詞：船舶融資、風險評估、散裝航運、貨櫃航運

一、序論

臺灣缺乏能源，原油、液化石油、煤、鋁鐵礦砂、原木、硫磺、工業用鹽等原物料，及穀類（如大麥、小麥、玉米、高粱）、黃豆等民生必需品，皆仰賴進口。而為賺取可觀外匯的消費產品出口運送，亦須經由航商經營的亞、歐、美各大航線船隊往來於各國港埠運送，海運實承擔 90% 以上之貨物運輸，故航運業對台灣經濟成長的貢獻是毋庸置疑的。

航運產業之景氣榮枯，不論運送原物料民生必需品之散裝航運與消費性產品之貨櫃航運，均與全球經濟成長幅度、國際貿易量有關息息相關。

金融風暴前，全球景氣熱絡，中國飛速的經濟成長帶動對原物料之需求。歐美各國對消費商品之暢旺需求與全球對原油的強勁需求，相互呼應，使景氣熱絡到不僅支撐運輸費用之節節高升，亦帶動貨櫃輪、油輪、散裝輪造船需求，及運量之高成長。

¹ 開南大學物流與航運管理學系（所）教授（E-mail：christna@mail.knu.edu.tw）

² 開南大學物流與航運管理學系（所）碩專班研究生（E-mail：e09836039@ms.knu.edu.tw）

然之後金融危機造成航運業務萎縮，船舶運力自 2008 年起供給過剩(圖 1)，受金融風暴影響，全球貨櫃輪約有 500 艘停航，約佔總運能的 9.2%(康和證券，2010)；金融風暴也衝擊到世界的造船訂單量，金融機構間信用緊縮導致船廠難以籌款以支應造船款項。

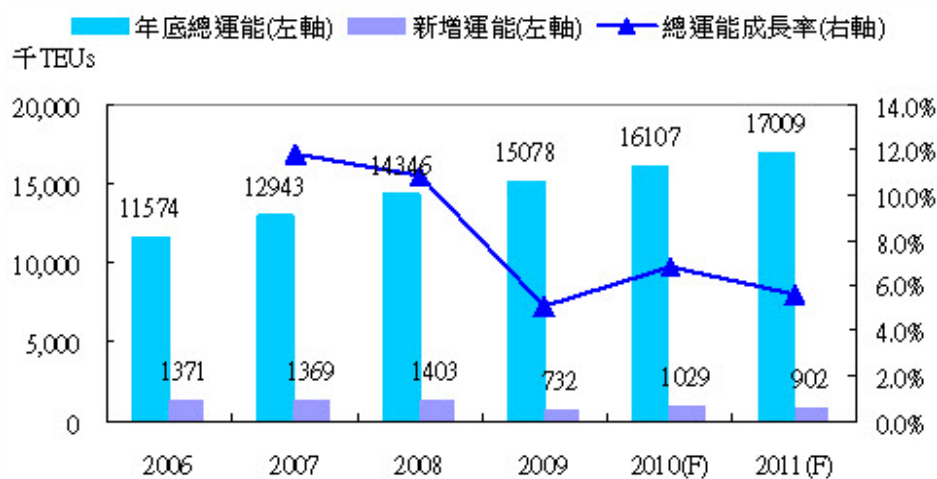


圖 1 全球貨櫃市場運能統計與預估

資料來源：Clarkson (2010)，康和證券整理

而金融風暴亦造成跨國處分抵押船舶資產的糾紛，以 2009 年 6 月 5 日賴比瑞亞外國船舶抵押權人破產法案(Insolvency of Foreign Mortgagee Act)正式生效為例，足以說明金融機構承作船舶融資的風險。身為全球最大的權宜船籍國，多數外國航商僅繳交船舶登記費即可在該國登記註冊，船舶承造資金來源多數係以船舶抵押給外國金融機構而得。因金融海嘯造成銀行信用緊縮，貸款銀行處分船舶擔保品的困難，亦造成經營的流動性風險；由於船舶已於權宜船國註冊登記，權宜船國對該抵押船舶有司法管轄權，該法案之實施，使有破產之虞的金融機構，得以越過權宜船國的司法管轄逕行處分該船舶擔保品。

航商購置船舶，其資金源自多種管道，小航商以私人累積資金創業，或集合數人資金購船。有規模的航商則向銀行貸款，或向租賃公司安排租買，或募股上市，或發行公司債券。新船之取得成本，包含船舶購價之頭期款支出，亦有以舉債方式籌募資金。

造船契約或船舶買賣契約通常與船舶融資契約均為申請船舶融資之徵信必要文件，船廠須確保造船買賣價金支付無虞，銀行須確保船舶能依計畫完成，作為債權確保；而船舶買賣多透過國際海運市場中之標準格式契約，就融資途徑、種類、條件多樣性，對其契約條款條件認知如稍有疏忽，即易造成交易一方違約

風險，並增加銀行逾期放款風險。是故船舶融資風險的辨識與評估是值得探討的課題。

船舶之市場運價與每日租金起伏變動相當大，對航商而言，代表所擁有的生財資產的時間價值變化，亦即營運帶進來之現金活水增減程度，這種市場的波動性，不僅影響航商的收益穩定性，且就高資本、高風險產業屬性而言，航運業為向來都不是銀行授信優先考慮的對象。

任何貸款均存在風險，船舶融資風險亦無時不在。事前的風險管理才是管理，事後只是損失的處理。囿於有關銀行業有關承作船舶融資風險論述之不足，因應航運產業發展資本密集及高風險的特性，船舶融資將隨景氣復甦造船訂單量增加而再度引起眾人的注意。本研究以銀行的角度，對有關船舶融資風險之辨識及風險評估探討，以供銀行授信決策參考，並提供有志之研究者建立風險評估模型基礎。

二、船舶融資風險分析

船舶融資可追溯至 16 世紀(Harwood, 2009)，船舶通常為資金充裕的金主所造，直到 19 世紀，方有因維修船隊需求，而以船舶抵押的貸款融資，貸款佔船價極小部分。至 1950 年代及 1960 年代，歐美及日本的產業經濟快速增長，各種物質資源及消費品的進出口需求暢旺，使各種不同大小及不同載運功能因船舶的供給也相應增加。航商亦朝高資本密集之趨勢發展，銀行承作態度相當保守，貸款期限頂多 3 至 5 年，且須以第一順位抵押船舶給銀行，借款戶需自備 50% 資金，並有與償還期間相當的租船合約。

最近 20 年船舶融資工具發展迅速，目前世界各國船舶融資市場的貸款方式，主要包括銀行貸款、融資租賃租購、公司上市和發行公債、造船信貸(圖 2)。

從圖中比例看來，債權融資仍然是航商融資主力，佔所有籌資工具比重 70% 以上。而這樣的比重在可預見將來變化有限。

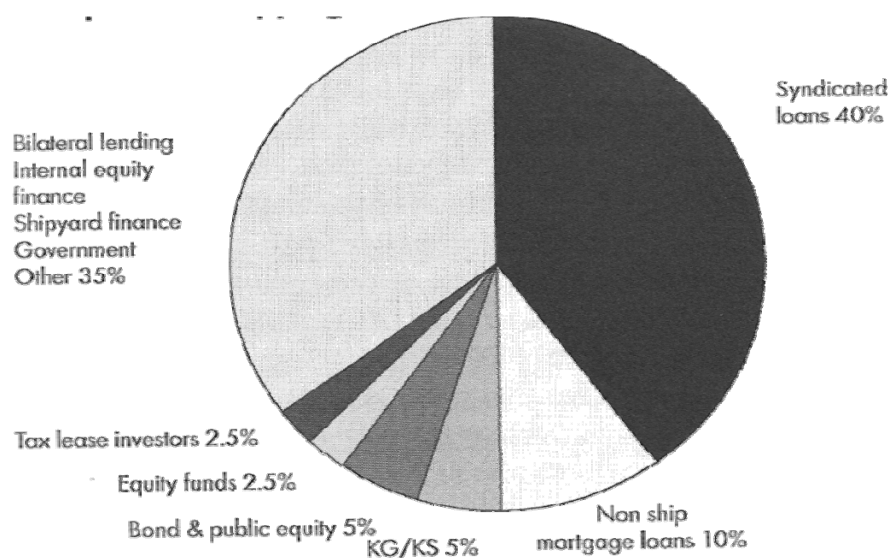


圖 2 船舶籌資來源

資料來源：Lloyd's Shipping Economist; DVB internal resources (2009)

林誠二、丁雲凱(2003)指出，航商委由造船廠建造新船或於市場上購置船隻，一般需自行負擔一至二成左右之船價，餘額由航商向金融業融資，以該船舶為擔保物，而由金融業者直接向造船廠或船舶出賣人付款，爾後再由航商以該船舶營運之收益償還貸款。

銀行融資除賺取利差，也是一項複雜的風險分析及管理活動，不論貸款或融資租賃形式，融資期限長短及額度大小，與借款人之投資決策有關，而經濟景氣循環也牽動其船舶營運之運費及租金收入；因此一個貸款週期長，投入資金大的案件，航商收益變化確也是其償還能力之主要影響因素。何況船舶營運航線遍及全球，因為船籍國的真實聯繫的關係，銀行是否對抵押擔保的船舶有優先處分權，涉及之權益競合程度遠超越單一國內、單純債權債務關係，對該種風險辨識之能力培養，應為銀行承辦船舶融資部門所重視。

銀行承辦船舶融資業務，除了借款人本身申請條件及公司經營能力，尚須對定期航運業務及不定期航運業務狀況進行了解(林光、張志清，2002)，憑藉對航運產業景氣消長判斷，將航運市場週期風險因子（表 1）列入船舶融資風險考量。

表 1 航運市場週期風險

風險因子	風險事件	影 響
船價波動	1. 主要原物料供需國家政策 2. 主要消費國家經濟成長 3. 短期間受季節性淡旺季 4. 突發事件如礦災、罷工、天候 5. 港口基礎設施功能不足 6. 年初船噸現存量+年度新船加入量-年度解體量	1. 航商資產價值 2. 銀行擔保品價值
利率變動	1. 國內外利率水準	1. 借貸利息

風險因子		風險事件	影 響
		2. 物價水準 3. 熱錢 4. 銀行資金拆借 5. 央行貨幣政策	2. 投資決策
匯率變動		1. 熱錢 2. 進出口貿易	1. 跨國造船、購船成本 2. 跨國勞務 3. 跨國設備採購
運價波動	散裝航運	1. 新造船價格 Panamax 船型（林成蔚、劉虹君 2006） 2. 二手船價格之 Capesize 船型 3. 論程傭船運費—煤炭 4. 論時傭船—Capesize 船型租金 5. 二手船價格之 Panamax 船型 6. 論程傭船運費—穀物 7. 利率 8. 油價	現金流入的穩定
	貨櫃航運	1. 全球 GDP 及貿易量成長狀況 2. 運費穩定協定或聯盟對基本運價訂價約制能力 3. 貨櫃航商運力調控能力，如採取停航、降低航素等手段 4. 航商對附加費調整能力，如幣值調整附加費、燃料附加費、旺季附加費、港口擁擠附加費等	

資料來源：本研究整理

2008 年全球金融海嘯引發銀行收縮信貸，航商向銀行借貸建造新船愈來愈難獲得核准。英國勞氏船級社稱在航商缺乏融資情況下，全球造船新訂單 2008 年 10 月單一月份比 2007 年同期暴跌 90%(大公報，2008)。經歷了金融風暴之肆虐，航商之貸款擔保資產價值減少，銀行對航運市場信心不足，對於未實際放款之業務，紛紛要求提高擔保等，這一連串的骨牌效應足以間接造成船舶建造買方或賣方之違約與毀約（表 2）。如沒有政府或銀行信貸的支持，船廠將倒閉，面對沉重的財務負擔，航商寧可付出違約金也要撤單，這也斷了造船廠的生路；而資金鍊斷裂的結果將使航運上下游產業，產生信用違約的骨牌效應。

表 2 融資之違約風險

風險因子		風險事件	影 響
融 資 船 廠	訂單毀約、違約	1.買方撤單 2.買方要求延後交船	1.銀行對船廠的債權 2.船廠缺乏資金而減緩擴張計劃，無法因應未來訂單增加
	訂單無着	1.成本無法降低 2.技術落差 3.金融風暴期間銀行收緊信貸	3.積壓的造船訂單融資壓縮了新訂單融資承作的空間，成本更高
融 資 航 商	1.履約能力降低 2.對銀行違約 3.對船廠違約 4.違反貸款契約的肯定承諾及否定承諾	1.債務融資比重高 2.運費收入偏低 3.營利能力不足 4.財務惡化無法支應造船後期分期款項 5.航商營業資產被第三人扣押，且未能在寬限期內排除第三人占有 6.解散、倒閉 7.破產重整	1.銀行對航商的債權無法回收 2.對船廠違約引發骨牌效應

資料來源：本研究整理

航商以船舶營運須遵守航行規則及海事公法及國際公約，在提供貨主運送服務時，其契約亦須符合海事私法規範。在船舶貸款業務中，借款人須繳交船籍證書，載明該船舶登記(中華航運學會，2006)註冊的國家，並以此視為該船籍國對該船舶擁有司法管轄權。茲將船舶融資期間可能發生船舶抵押權與其他權利之競合法律風險狀況如下表 3：

表 3 融資之法律風險

風險事件	影響層面
船舶之暫時登記	船舶暫時登記的效力(船舶登記法第 22 條)，因無正式登記效力，銀行的暫時登記抵押權並不能對抗第三人。
權宜輪之真實聯繫	航商的權宜輪須符合聯合國船舶登記公約要件，就權宜輪與船籍國間應具有真實連繫 (genuine link)。權宜輪制度存在造成諸多「一船一公司」現象，契約借款戶為船舶名義所有人，洽談者多為其經營管理的母公司。
與海事請求權、船舶留置權之競合	基於船舶所發生的特定債權，就該船舶、船舶設備、屬具及在航行期間內應得之運費、損害賠償及報酬等有先受償之物權(海商法第 24 條)。 建造或修繕船舶所生之債權，債權人留置船舶位次，在海事優先權之後、船舶抵押權之前(海商法第 25 條)。

資料來源：本研究整理

三、船舶融資風險評估

船舶融資案申請時，航商須就船舶貸款計劃與銀行業者先行洽商，銀行要形成最佳的授信決策，首先須蒐集相關的資訊，這可由企業的財務資料及非財務資料兩方面著手，再運用授信 5P 原則、償債能力分析、客戶毛利率貢獻分析等決策方法，從企業所提供表報加以分析研判，以作為授信案件准駁的依據。

銀行如對航商信用評估不當，非但影響銀行債權，亦將損及銀行之收益與流動性，對航商的信用實況，在貸放之前的徵信階段要透過直接調查，自航商取得財務性及非財務性各項資料分析，必要時請專業律師及會計師認證，甚且透過訪談及實地查勘公司營運及船舶是否具備完整營運條件。或透過間接調查，如向票交所(台灣票據交換所)或聯徵中心(財團法人金融聯合徵信中心)查詢，航商有無退票或其他不良紀錄。航商及其集團企業與銀行存放款業務往來情形，或向同業及同業公會查詢負責人之信譽、經營能力、業務概況等，或就報章、雜誌等媒體所報導之相關作整體分析研判。而研判的內容有品格、能力、資本、擔保品、營運狀況(以下稱 5C)及借款戶、資金用途、還款財源、債權保障、借款戶(以下稱 5P)未來展望。

授信決策人員除將前述 5P 或 5C 因素用於融資案件的信用評估方法外，另可善用內部或外部之標準化、制度化、數量化的信用評等方法，藉由簡捷明確的信用資訊，可節省決策人員大量時間，提升授信品質，並作為制定授信條件的參考。

目前銀行除參考國際信用評等機構之評等系統，國內尚有其他信用評等機構與評等系統可為銀行所引用（1）中華信用評等公司評等系統（2）TCRI 信用風險指標³（3）財團法人金融聯合徵信中心 JCIC Score 。

對企業金融授信亦有銀行以內部評等方式，針對企業之規模、業務成長、財務狀況、產業展望等因素歸納為財務面、經營管理面及展望面三大構面，得到加權計分的評等結果，並依信用計分結果分數個信用評級，供授信決策人員參考。

本文以「授信評估 5P」、「航商財務分析面」、「航運產業經營面」等三大要素作為航運產業授信決策與風險評估之主要構面（表 4、表 5、表 6），並列舉出有關之評估項目與關聯之風險類別，以形成授信評估層級架構。

銀行對航商船舶融資，首要留意借款戶資訊是否透明，「一船公司」、「個人化」、「家庭式」組合而成的「合夥性質」船公司如何評量是否值得融資；對航商借款用途如何在授信條件中規範，資金動用方式、動用期限及動用後如何查核，動用承諾費及承諾事項，包括正面及反面承諾等如何訂定，以防範違約風險發生。

可對財產船舶要求船舶保險賠付轉讓(王肖卿、柯秉輝，2010)、船舶收益轉讓保證契約，要求母公司、子公司或集團公司作為擔保人，傭船契約或運送契約所生的權利、利息及財產轉讓作為副擔保。船舶抵押外，對船籍國政經情勢穩定，是否容易處分註冊於該船籍國的抵押擔保品，均為銀行評估是否有融資法律風險產生可能性要項。

就借款人行業別的潛力與未來發展性，作進一步分析，再據以衡量貸放後的基本風險和預期報酬利益，作成准貸與否之決定。一般而言，銀行承做一筆授信，其利益不外是利息、手續費、保證費、承兌費等收入或借款戶能為銀行帶來多少其他額外的業務收益譬如說台幣、外匯存款、財富管理、薪資轉帳、應收帳款承購等。

表 4 「授信評估 5P」要素：

評估分類	授信風險評估項目	風險類別
借款戶	股東結構	違約風險
	經營團隊	
資金用途	資本支出	違約風險
	營運週轉	
還款財源	營業收入	市場週期風險

³台灣經濟新報社評分系統，採「台灣企業信用風險指標」(TCRI)，以財務指標中，選十項顯著財務比率綜合評分，決定信用等級，TCRI 共分 9 等級，最佳等級為 1，最差為 9。

評估分類	授信風險評估項目	風險類別
	設備折舊	
債權保障	擔保品	法律風險
	保證人	
授信展望	產業展望	市場週期風險
	衍生業務	

海運業成長動能主要來自於全球經濟景氣及貿易量，IMF 等各主要預測機構對 2010 年經濟成長率推估大多陸續修正前期所公布的數據，顯示景氣復甦所帶動對商品需求也維持了貨櫃航運的運能需求；而 Clarkson 的預測 2011 年全球主要原料除穀物運輸量微幅下滑外，鐵礦砂、煤炭、鋁土、磷酸鹽礦運輸量將較 2010 年成長，原物料運輸需求對各散裝船型運能需求的仍是有利支撐。

航商在船舶大型化及自動化的趨勢下，航商因應景氣週期變化為滿足運能需求，在經營規模、成本差異化、投資評估、資金籌措能力不同經營條件下，調配運力在多樣化網路航線，進行市場擴張與滲透，以爭取到各項消費商品或原物料運輸的貨源；景氣轉佳時可以租傭船舶彈性安排船期，並搭配自有船舶營運載貨，景氣趨惡時，可以停航、拆解船、慢速行駛以消化運能；而面對成本變動、運價波動之市場週期風險，航商是否採取諸如以原油期貨、運價指數衍生品、運費期貨、外匯衍生品等風險投資策略以規避景氣大幅波動時衝擊，均是評估航商是否能因應市場週期風險的要項。

表 5 「航運產業經營面」

評估分類	授信風險評估項目	風險類別
成本競爭	經濟規模	市場週期風險
	成本差異化	
市場供需	運能調配能力	市場週期風險
	市場擴張與滲透	
財務規劃	資金籌措能力	市場週期風險
	投資評估	
經營策略	多樣化網路航線	市場週期風險
	風險規避	

就航商之財務面評估著重在以財務比率為檢視航商能否因應市場週期風險，是否存在融資違約風險的可能，由於航商以船舶投入運輸服務，固定資產在財務結構中比重大（劉金鳳、陳昱達，2004），投資金額龐大，回收期限長，負債比例高，利息負擔重，獲利能力受經貿政治等環境變動影響，運價、船價、利率、匯率的變動對營運產生重大影響，在長期的融資期間評估其獲利能力、經營能力、償債能力、現金支付能力各項財務比率，以追蹤航商資金運用效率，確保能如期償還借貸本息。銀行可以觀察景氣週期循環下，各風險評估項目的變化，以累積歷史經驗，防範在景氣波動大的期間航商因財務比率惡化的違約風險發生。

表 6 「航商財務面」

評估分類	授信風險評估項目	風險類別
財務結構	固定資產對股東權益比	市場週期風險、違約風險
	固定資產對長期資本比	
	固定資產比	
	淨值成長率	
	權益比率	
	負債比率	
現金支付能力	現金流量比	市場週期風險
	現金在投資比率	
經營能力	總資產週轉率	市場週期風險
	固定資產週轉率	
	應收帳款週轉率	
獲利能力	營收成長率	市場週期風險
	資產成長率	
	每股盈餘	
	稅前純益占實收資本比率	
償債能力	流動比率	違約風險
	速動比率	
	利息保障倍數	
	長期負債對資產比	

資料來源：本研究整理

四、 結論與建議

從航運業發展軌跡來看，可知未來銀行仍然是航商籌資的首選，其他各類型的籌資工具，都未如銀行般，對船舶融資有一套完善授信決策的模式，並以兼具公益性、安全性、流動性、收益性及成長性的授信原則辦理，各項會影響到銀行對航商的信用評估因素，都會在銀行的審核過程中一一被檢視。

銀行對航運業大量資金需求除了以授信 5P 原則之標準評估外，亦須善用外部評等機構對航運業者的評等結果，例如定期公布的信用風險指標，借款戶在本國銀行所有往來授信資料及票信資訊，以全面掌握借款戶在融資案核准前的信用狀況。投資船舶從建造到一般平均耐用年限約 15 年的期間，銀行融資者要注意的是如何辨識與評估航運市場週期風險、融資違約風險、船舶法律風險，以避免逾期放款發生。

由於承作船舶融資的金融機構少，舉凡造新船融資、交船前船舶融資、船舶改裝融資、購買二手船舶融資、海運設備更新融資業務，對於國內銀行仍存在不少經驗與技術上的門檻，故常以聯貸的模式承作來分散授信風險。

銀行可藉由專業航運金融部門的設立，在徵信及授信風險評估時和(1)專業的船舶法律事務所(2)專業之船舶保險經紀人(3)專業之船舶經紀人（船舶買賣仲介、租賃仲介及船務代理業務）(4)專業的船舶安全管理顧問公司(5)專業驗船機構等航運產業專家合作，以強化徵信資料審查的能力，降低船舶融資個案風險；並善用產業的資源與經驗，經常交換船舶買賣、船舶建造市場有關資訊，參酌產業研究單位之專業意見，保持對市場風險高度警覺，並作好知識管理與經驗承傳。

本文以銀行業授信評估決策模式為基礎，並徵引散裝航商、貨櫃航商之營運特性進行船舶融資風險分析，透過歷史資料發掘、探討與比較，列出航運產業授信風險辨識與評估構面，並將風險因子、風險事件及其影響歸納列表，同時擇要列出各項風險評估要素，以供銀行業者承作船舶融資時納入授信決策參考範圍。

惟對航商之經營規模如資本大小，經營遠洋或近洋航線等條件，並未納入授信風險評估範疇。航運業經營風險直接衝擊到有借貸關係的銀行經營，是不爭的事實，在金融風暴期間更甚於以往。而航運關聯性產業如海運承攬、船務代理、貨櫃集散站場、報關、倉儲、國際物流等行業亦因航商營運風險的發生，

也連帶承受航商經營風險的衝擊，對該關聯性產業經營影響程度，則是本研究之外，另一項值得探討的課題。

參考文獻

大公報(2008)，B8 物流與航運版，2008 年 11 月 8 日。

<http://www.takungpao.com.hk/news/08/11/08/KE-987280.htm>

王肖卿、柯秉輝 (2010)，「船體險保單文字與保險理算之探討」，開南大學物流與航運學系研究所碩士論文。

中華航運學會(2006)，*船舶登記法及船舶規費之探討研究*，交通部委託研究報告(MOTC-DOAN-95-02)，台北市：交通部。

林光、張志清 (2002)，*航業經營與管理*，第二版，航貿文化，台北。

林成蔚、劉虹君 (2006)，「散裝航運運價指數之預測模糊分段迴歸」，開南大學物流與航運學系研究所碩士論文。

林誠二、丁雲凱 (2003)，「從船舶融資契約與一般貸款契約之比較論船舶融資契約之特殊性—兼論貸與人債權之確保」，東吳大學法律學系研究所碩士論文。

康和證券(2010)，「貨櫃航運產業現況與展望」，2010 年 07 月 01 日，MoneyD.J. 理財網財經知識庫。取自：

<http://www.funddj.com/KMDJ/Report/ReportViewer.aspx?a=be757b81-e026-4a70-9823-13f202684933>。

劉金鳳、陳昱達 (2004)，「應用財務比率評估航運業之獲利能力」，國立臺灣海洋大學航運管理學系研究所碩士論文。

Harwood, S. (2009), *Shipping Finance*, 3rd edition, Euromoney Institutional Investor PLC, London.