

# 灰色理論應用於兩岸三地貨櫃船 運能供給之預測

## The Grey Theory Approach to Forecasting Containership Capacity among China, Taiwan and Hong Kong

鍾啟棋 (Cheng-Chi Chung)<sup>①</sup>、徐穎珍 (Ying-Chen Hsu)<sup>②</sup>

### 摘要

**貨**櫃運輸發展深受全球經濟景氣榮枯之影響，兩岸三地（中國、臺灣、香港）為全球主要貨櫃船運能供給來源與主要貿易國家或地區，其貨櫃運能發展勢必對全球經貿造成重大影響。本文主要以德國航運物流與經濟研究中心 (ISL) 最近十五年(1995~2009) 資料，從船舶供給面著手，分析兩岸三地貨櫃航運發展現況，採用灰色理論 (Grey Theory) 之灰預測 GM(1,1) 基本模式、GM(1,1) Alpha 模式與 GM(1,1)循環式殘差修正法 (RRGM(1,1)) 等三種模式，分析兩岸三地貨櫃船運能成長之趨勢，並進行精確度之比較。研究結果發現，近年全球與兩岸三地貨櫃船運能供給均呈現逐年遞增趨勢，兩岸三地貨櫃船船齡均已高於全球平均值，全球貨櫃船隊現以 4,000 TEUs 以上較大船舶佔多數。於運能成長趨勢方面，未來三年中國與臺灣為正成長，香港為負成長。本文研究結果可提供貨櫃航商營運上建議，及政府研擬航運政策之參考。

**關鍵詞：**運能、貨櫃船、灰預測、航運政策

<sup>①</sup> 國立臺灣海洋大學航運管理學系所副教授，(聯絡地址：基隆市 20224 中正區北寧路 2 號，國立臺灣海洋大學航運管理學系所；電話：02-24622192 轉 3421；E-mail: jackie@mail.ntou.edu.tw)。

<sup>②</sup> 國立交通大學運輸科技與管理學系博士生 (E-mail: sasa\_sasa\_86@hotmail.com)。

## ABSTRACT

The development of container shipping was significantly affected by the prosperity and adversity of global economics. China, Taiwan, and Hong Kong are the main suppliers of global containership capacities, and also the main trading countries or areas of the world. Developments of capacities in these areas will definitely have significant influence on global trades. This study started with the supply side of vessels, and analyzed current developments of container shipping among China, Taiwan and Hong Kong by using the latest fifteen-year statistics from the Institute of Shipping Economics and Logistics (ISL). Furthermore, there are three GM(1,1) Models of Grey theory, Basic Model, Alpha Model and Recursive Residual GM(1,1), adopted to analyze growth trends of containership capacities, and the accuracy is also compared. The results showed that, not only the containership capacities of the world, but also the ones among China, Taiwan and Hong Kong are going to increase in the next few years. Secondly, the ages of containerships in China, Taiwan and Hong Kong are higher than world average. The major capacity of containership in the world is over 4,000 TEUs. As a result, it can be said that the containership capacities will be enlarged in China and Taiwan, but reduced in Hong Kong in the coming three years in terms of the growth trends. The forecasting results might be a good reference to container shipping corporations in operating suggestions, and government authorities in formulating supportive shipping policies.

**Key words:** Capacity; Containership; Grey prediction; Shipping policy

### 壹、前言

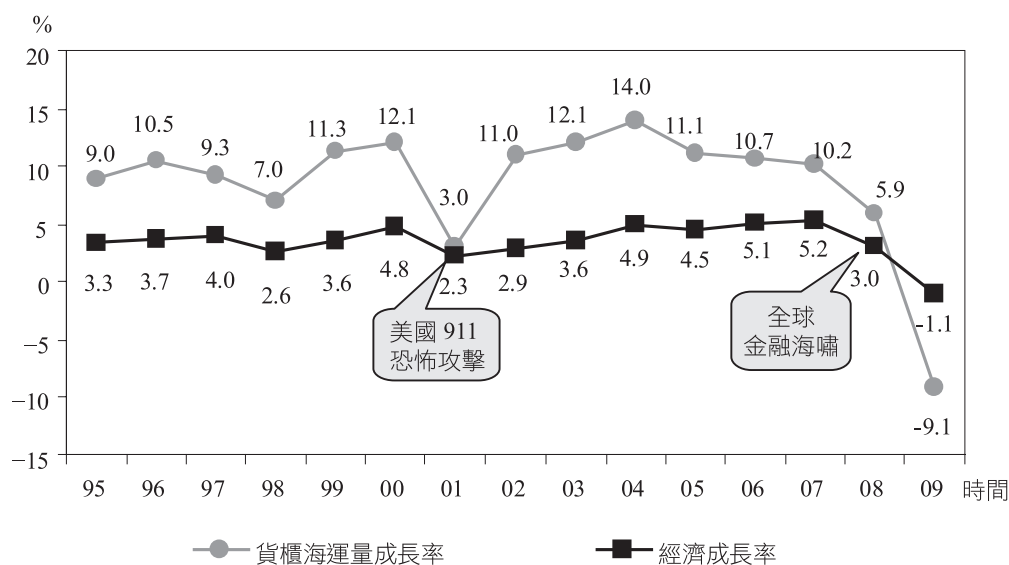
貨櫃運輸為國際貿易之命脈，對滿足全球民生需求甚為重要，其發展深受全球

經濟景氣榮枯之影響。隨著全球經濟蓬勃發展，貿易往來頻繁，促使海上貨櫃運輸需求大幅成長。根據 Clarkson (2009) 與國際貨幣基金會 (International Monetary Fund)

(2010) 資料可知，1995~2009 年全球貨櫃海運量成長率與經濟成長率之變動，如圖 1 所示，除了 2001 年美國遭受 911 恐怖攻擊，及 2008 年第三季金融海嘯之影響，使全球經濟景氣重挫，導致貿易量暴跌，近十五年來雖有高低起伏，但每年仍維持正成長，而且兩者變動趨勢近乎一致。要言之，海上貨櫃運輸深受全球經濟景氣之影響。近年來中國改革開放以致經濟急速發展，較低人力成本吸引國際企業投資設廠，龐大內需帶動景氣，引發全球航運市場欣逢空前榮景。依據臺灣經濟部 (2010a) 資料顯示，1995~2009 年中國工業生產平均年增率為 13.48%，高居全球之冠。綜言之，近年中國因素 (China factor)

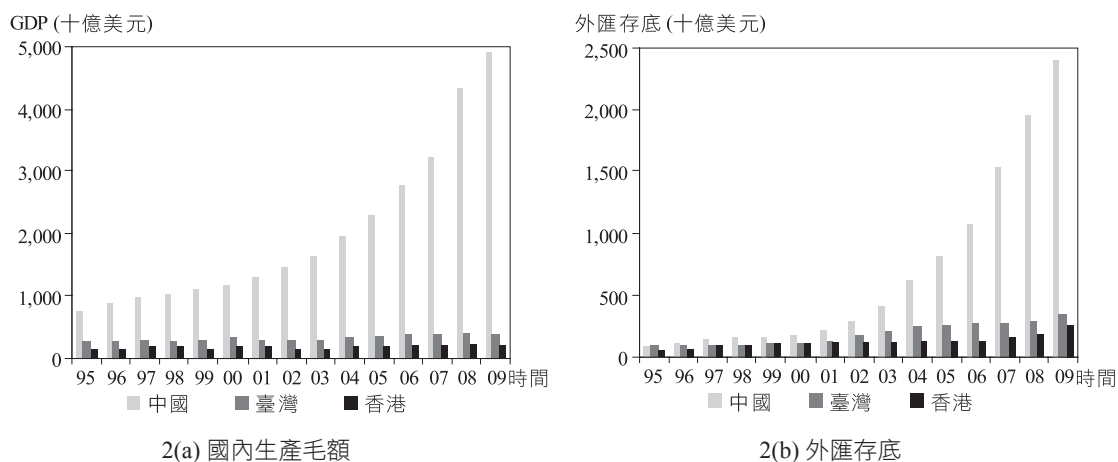
於全球貨櫃航運市場扮演著舉足輕重之角色。

一般經濟成長率係以固定期價格計算之國內生產毛額 (Gross Domestic Product, GDP) 年增率來表示。依據臺灣經濟部 (2010b) 統計，以 2001 年價格計算，自 2004 年起中國經濟成長率均維持 10% 以上，2009 年為 8.7%，遠高於全球 -1.9%、香港 -2.7% 與臺灣 -1.9%，為少數維持正成長之國家。基於此，兩岸三地同於 2008 年底遭逢全球金融海嘯，中國仍維持強勢成長態勢，顯見其經濟力量不容忽視。依據臺灣經濟部 (2010a, 2010b) 資料，1995~2009 年兩岸三地國內生產毛額與外匯存底之成長趨勢，如圖 2 所示。



資料來源：本文整理自 Clarkson (2009) 與 IMF (2010)。

圖 1 全球貨櫃海運量成長率與經濟成長率之變動



資料來源：臺灣經濟部 (2010a, 2010b)。

圖 2 兩岸三地國內生產毛額與外匯存底成長趨勢

由圖 2(a) 與 2(b) 可知，1995~2009 年間，中國 GDP 顯著成長，已攀升至 49,000 億美元以上；外匯存底亦自 2002 年起大幅增加，已超過 23,000 億美元。相對地，不論是 GDP 或外匯存底，臺灣與香港均呈現較平緩趨勢，且均呈現逐年上升趨勢。依據德國航運經濟與物流研究中心 (Institute of Shipping Economics and Logistics, ISL) (1995~2009) 資料顯示，以船舶運能 (capacity) 而言，全球前十大貨櫃船運能國家或地區，運能合計為 9,656 千 TEUs，佔全球 87.8%。中國、臺灣與香港分別位居第四、第六與第十三位，兩岸三地合計佔全球 12.5%。依據聯合國貿易暨發展委員會 (United Nations Conference on Trade and Development, UNCTAD) (2009) 最新統計，就全球貿易產值而言，中國、香港與臺灣分別佔 7.91%、2.32%

與 1.53%，分別位居第三、第十三與第十七位，兩岸三地合計佔全球 11.76%。換言之，兩岸三地不僅為全球主要貨櫃船運能供給來源，同時亦為主要貿易國家或地區。兩岸三地未來貨櫃船運能之發展，勢將對全球經貿產生重大影響。因此，兩岸三地貨櫃船運能未來發展趨勢，確實係值得深入探討之重要課題。

近年來國際間商務活動頻繁，依據臺灣財政部 (2010) 資料顯示，受全球金融海嘯之影響，臺灣 2009 年進出口貿易總額為 3,783.6 億美元，成長率為 -23.73%；兩岸三地貿易總額達 1,093.3 億美元，成長率為 -17.46%，所占比率則較 2008 年增加 2.2%，達到 28.9%。就臺灣主要貿易對象而言，中國與香港之重要性與日俱增，已逐漸取代美國與日本之地位。香港、中國與臺灣分別於 1995 年初、2001 年底與

2002 年初相繼加入世界貿易組織 (World Trade Organization, WTO)。2008 年 12 月中旬，中國與臺灣亦已達成兩岸通航協議。隨著與全球貿易交流增加，中國外貿快速成長，勢必引發大量之航運需求，兩岸三地航運發展將對全球航運業帶來新的挑戰。

臺灣近年來以發展高科技產業為主，貨櫃運輸對成品或半成品之進出口極為重要。依據 ISL (1995~2009) 統計顯示，臺灣貨櫃船運能佔全球 5.5%，排名第六位。依據 UNCTAD (2009) 資料可知，全球貨櫃船運能共計 1,443 萬 TEUs，前二十大貨櫃航商運能合計為 995 萬 TEUs，佔全球運能 68.97%。其中，長榮與陽明貨櫃航商分別排名第四與第十三名，合計約 95 萬 TEUs，於前二十大航商中佔 9.52%。要言之，臺灣貨櫃航運發展於全球佔有一席之地。近年來由於開放設籍 (open registry) 制度盛行，臺灣又非航商偏好設籍所在地，因此國輪艘數與噸位數逐年下降，船舶出籍 (flagging out) 問題嚴重 (鍾政棋，2004)，不僅使國家稅收與船員就業機會減少，亦會影響國家安全。因此本文主要研究問題為兩岸三地貨櫃航運發展現況為何？兩岸三地貨櫃船設籍情況如何？貨櫃船運能未來發展趨勢如何？基於此，本文主要研究目的為分析兩岸三地貨櫃航運發展現況，並與全球發展進行比較，以瞭解兩岸三地貨櫃航運對全球貨櫃航運市場之

影響，並構建兩岸三地貨櫃船運能發展預測模式，綜合比較兩岸三地貨櫃船運能之發展趨勢。

有關船舶供給相關研究，過去普遍著重於國家整體船噸之討論，並未就不同船舶市場進行分析，或僅針對特定國家船噸結構進行分析，例如 Meera (2005) 探討印度獨立後之船噸結構，Tenold (2003) 分析新加坡船噸擴張等，並未與其他國家或全球進行比較。然而航運產業漸趨專業化發展，航運公司通常僅選擇投入特定之目標市場，此係因航運市場結構不同，船貨供需情況差異所致。過去文獻缺乏對特定船舶市場之分析，且未有整體性比較及系統性量化分析船舶運能成長趨勢。本文主要以德國 ISL 最近十五年 (1995~2009) 資料，分析兩岸三地貨櫃船運能結構變化，包含船舶艘數、運能、設籍、船齡與船型等。本文所謂國輪係指設籍於特定國家或地區之船舶，外輪則為其國民所擁有之外籍船舶而言。

有關貨櫃船運能發展趨勢方面，根據灰色理論 (Grey Theory) 相關研究顯示，灰預測模式適用於短期、無法取得完整訊息或訊息不完整之系統環境。航運市場運能供給向來具有高度不確定性，符合灰色理論「訊息不完整之系統環境」之特性，因此本文採用灰色理論之灰預測 GM(1,1) 基本模式、GM(1,1) Alpha 模式與 GM(1,1) 循環式殘差修正法 (recursive residual



GM(1,1), RRRGM(1,1) 等三種模式，分別構建兩岸三地貨櫃船運能發展預測模式，預測貨櫃船運能成長趨勢及其對航運市場之影響，再利用平均絕對誤差 (mean absolute error, MAE)、平均絕對誤差百分比 (mean absolute percent error, MAPE) 進行精確度之衡量。本文研究結果將提出更具前瞻性之具體資料，以提供貨櫃航商加強未來船舶投資與營運上之運用，以及政府研擬航運政策 (shipping policy) 之參考。

本文第一節說明研究背景與問題，第二節回顧相關文獻，並提出綜合評析；第三節分析兩岸三地貨櫃航運發展現況；第四節說明預測方法，包括灰預測三種模式；第五節構建兩岸三地貨櫃船運能發展預測模式，並進行實證分析與深入討論；第六節提出結論與建議。

## 貳、文獻回顧與評析

本節回顧國內外相關文獻，包含航運政策與制度、船舶出籍與原因，以及研究方法等，並提出綜合評析。

### 2.1 航運政策與制度

航運是國家經濟之核心要素，能促進全面性之經濟成長 (Meera, 2005)。因此為了健全國家船隊，各國政府依不同環境需求，提供各種有利之航運政策，以協助

國家航運發展。通常傳統航運國為留住國輪，多採用航運補貼、降低港費或更改法令等策略，使之與各國立於較平等之基礎 (Haralambides and Yang, 2003)。以馬來西亞為例，根據 Osnin (2004) 研究指出，為了促進國家船隊成長，航運業享有國輪免所得稅、在國輪上工作人員免所得稅、政府提供十億馬幣作為航運準備基金等優惠。政策實施結果，馬來西亞船隊持續擴張，1999~2003 年艘數成長 18.1%。新加坡方面，非新加坡籍船舶營運所得包含租金收入，可享十年免稅優惠；符合之航運公司取得合乎規定之股利收入，亦可享十年免稅優惠，制度實施結果，新加坡船隊大幅成長，且多屬大型船舶 (楊鈺池，2000)。根據林繼國與陳一平 (2002) 指出，香港政府為鞏固國際航運中心之地位，並加強其區域內之競爭力，遂建議推行減低收費、精簡船舶入籍 (flagging in) 流程等措施。

開放船籍制度之存在，使傳統航運國家課徵航運稅捐產生困擾，部分國家遂改善稅制或設籍制度企圖扭轉困境。歐洲許多國家制定噸位稅 (tonnage tax)，以增加國家船噸為目標 (Leggate and McConville, 2005)。根據 Klikauer and Morris (2003) 於德國航運產業人力資源研究顯示，噸位稅之實施吸引船東將船舶回籍 (flagging back)。Prescott (2003) 研究指出，英國自 2000 年實施噸位稅制度以來，不僅解決

船舶嚴重出籍問題，同時增加政府稅收、改善船員雇用問題。以希臘為例，在實施噸位稅減免與解除船員國籍限制後，船噸出現明顯增加，且有效擴張船隊規模及增加海運群聚 (maritime cluster) 之影響力 (Marlow and Mitroussi, 2008)。基此，多數國家仰賴航運提供進出口運輸服務，以完成經貿商業活動。因此各國均致力於發展健全之航運政策，期能滿足國家貿易之需求。

## 2.2 船舶出籍與原因

於國際航運產業中，船舶出籍並非不尋常 (Guo et al., 2007)。隨著全球船舶出籍比率逐年增加，船旗國 (flag country) 對船舶和海員之控制權，嚴重威脅國際航運產業之安全與營運 (Kovats, 2006)。船舶出籍對航運產業造成影響，權宜籍船 (flag of convenience, FOC) 之發展，將不利於國籍船員之僱傭 (Goulielmos, 1998; Alderton and Winchester, 2002; Haralambides and Yang, 2003)。Alderton and Winchester (2002) 研究指出，權宜船籍之發展，對航運公司而言，主要為了從開發中國家取得較低成本之船員。根據馮正民等人 (2002) 成本分析發現，若臺灣之航運公司以低薪之外籍船員取代國籍船員，每年船員成本可節省 58.54%。

船舶出籍涉及許多因素，目前全球船舶設籍為 FOC 船之比率甚高，主因為

船員成本較低、稅捐負擔較輕以及政府管制較少 (Haralambides and Yang, 2003)。Goulielmos (1998) 以經濟理論分析指出，船舶出籍可降低航運公司平均營運成本，與國輪營運成本比較，FOC 船能以較低運價競爭，為船舶出籍主要誘因。不同地區船舶出籍原因不同，對歐盟航運公司而言，出籍主因為減少船員成本與稅捐負擔。對中國航運產業而言，資金成本是選擇船舶國籍之重要因素 (Haralambides and Yang, 2003)。黃承傳與鍾政棋 (2005) 及方福樑 (2006) 等指出，臺灣船舶出籍大部分受航行區域限制，即國輪無法進入中國航運市場。由於航運市場競爭日趨激烈，為了爭取更多利益與突破限制，傳統航運國家普遍將船舶設籍於開放設籍國家，臺灣亦面臨船舶出籍或不入籍之困境，不但使國家航運稅收減少，亦連帶造成國籍船員喪失工作機會。

## 2.3 研究方法相關文獻

鄧聚龍教授於 1982 年提出灰色系統理論 (Grey System Theory)，將每個隨機過程視為內部灰過程，僅須四筆或以上數據即可精確預測結果 (鄧聚龍, 1986)。以企業觀點而言，灰理論是一個有力且動態之評估方法 (Wu et al., 2005)。Hsu (2003) 比較灰預測模式與其他預測方法顯示，灰預測模式較時間序列及指數平滑法更精確。

灰預測模式是灰色系統理論之一，近年已被廣泛應用於運輸、人資、氣候、農業等領域，成果豐碩。在航運方面，Lin et al. (2001) 採用灰預測 GM(1,1) 模式預測船員年需求量，並運用交叉分析探討臺灣船員人力供需問題。Chung et al. (2009) 採用灰預測 GM(1,1) 模式與 RRGGM(1,1) 模式預測亞洲四小龍 (中國、香港、新加坡與臺灣) 整體之船隊發展趨勢，研究結果發現，預測精確度均大於 90%，且灰預測 RRGGM(1,1) 模式預測效能優於 GM(1,1) 模式。就管理方面，Kung and Chang (2004) 採用灰預測 GM(1,1) 模式，預測中國汽車市佔率與銷售量，以四至六期數據進行 GM(1,1) 估算顯示，數據愈少精確性愈高。因此，灰預測 GM(1,1) 模式為簡單預測模式，可應用於不同領域之短期預測，研究結果顯示，具有高度精確性，確實為良好之預測工具。

## 2.4 綜合評析

近來許多研究著重於探討單一國家航運政策，例如印度航運五年計畫 (Meera, 2005)、馬來西亞航運優惠政策 (Osnin, 2004) 等研究，並未與其他國家或全球進行比較，亦未有系統性量化分析。船舶設籍問題不僅影響國家船隊發展與航運稅收，甚至危及船員工作機會。過去文獻雖有針對兩岸三地各種船舶的船噸結構 (鍾政棋、徐嘉陽，2007)，或新加坡船噸成長

(Tenold, 2003) 等進行研究，並未就特定船舶市場進行分析。為進一步瞭解兩岸三地航運發展，本文針對「貨櫃船」市場為對象，從船舶供給面著手，剖析兩岸三地貨櫃航運發展現況，進行全球發展趨勢之比較，並進一步構建兩岸三地貨櫃船運能發展預測模式，進行貨櫃船運能發展趨勢分析，俾能掌握兩岸三地未來貨櫃航運市場之發展。

## 參、兩岸三地貨櫃航運之發展

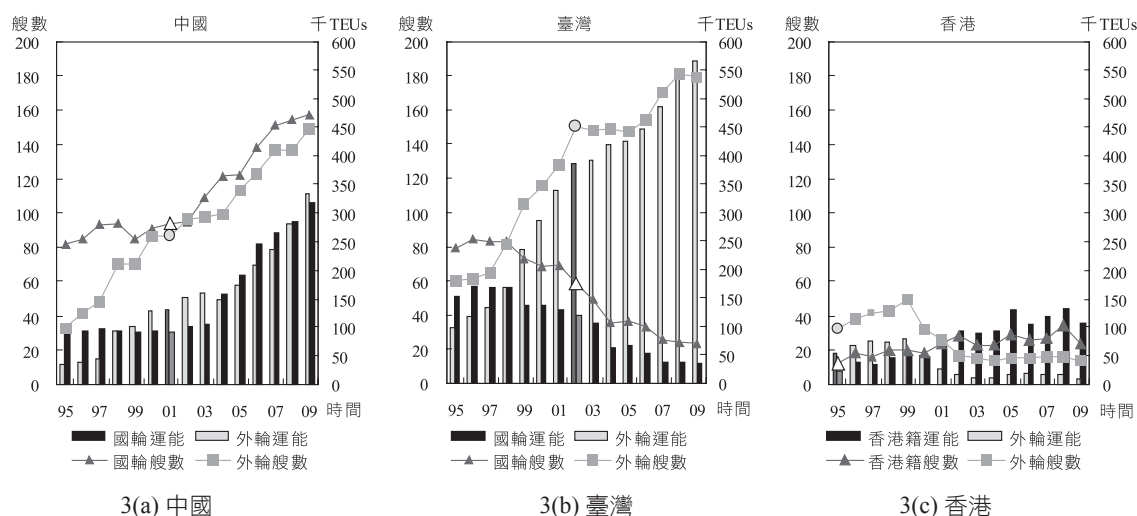
為深入瞭解兩岸三地貨櫃航運發展，本文從船舶供給面著手，進行貨櫃船運能結構之討論，深入分析兩岸三地貨櫃船之供給現況。

### 3.1 艘數與運能分析

為瞭解兩岸三地貨櫃船運能供給現況，本文依據德國 ISL 最近十五年 (1995~2009) 資料，包含國輪與外輪在內，將船舶總登記噸 (gross register tonnage) 1,000 噸或以上予以計入。1995~2009 年兩岸三地貨櫃船艘數與運能之變動，以兩岸三地加入 WTO 時間為分界，如圖 3 所示。

圖 3 縱軸左邊表示艘數，右邊表示運能。就艘數與運能而言，由圖 3(a) 可知，中國於 2001 年底加入 WTO，加入前國輪





附註：中國、臺灣與香港分別於 2001 年、2002 年與 1995 年加入 WTO。

圖 3 兩岸三地貨櫃船艘數與運能之變動

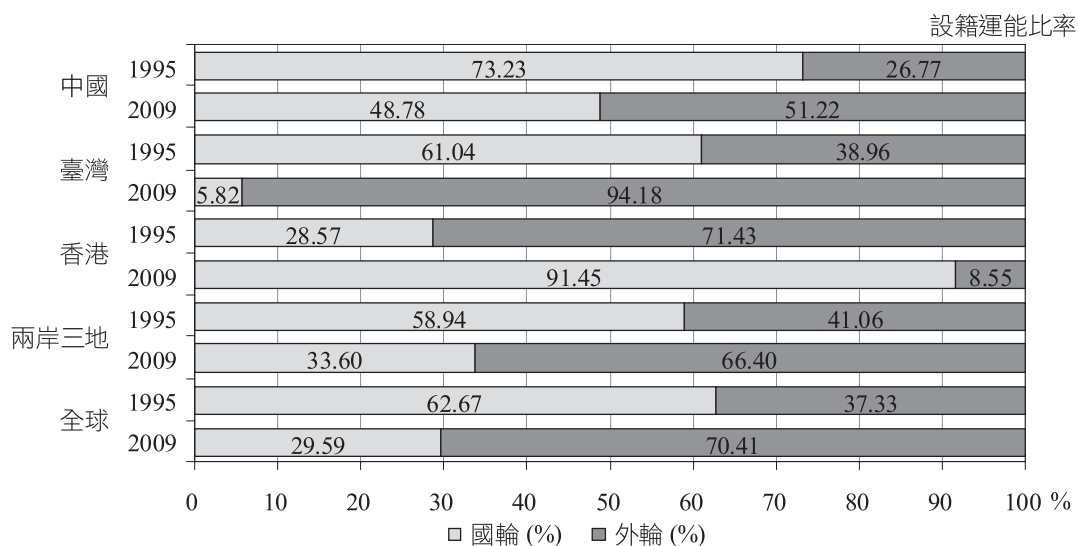
略為波動但無明顯增加，外輪呈現明顯增加；加入 WTO 以後國輪與外輪均持續成長，且外輪增幅高於國輪，兩者差距逐漸縮小趨勢。由圖 3(b) 可知，臺灣於 2002 年初加入 WTO，加入前國輪緩慢減少，外輪自 1998 年起已大幅增加；加入 WTO 以後國輪逐年減少，外輪持續成長，造成兩者差距日益擴大。由圖 3(c) 可知，香港自 1995 年加入 WTO，至 2000 年以前香港籍船略微波動但無明顯增加，外輪逐年成長，2000 年以後或因噸位稅制度實施，有效吸引船舶入籍或回籍，使香港籍船逐漸增加，外輪明顯減少。

### 3.2 貨櫃船設籍分析

為進一步瞭解兩岸三地貨櫃船設籍情況，本文依據德國 ISL (1995, 2009) 資料，

綜整兩岸三地與全球貨櫃船設籍運能比率，如圖 4 所示。

由圖 4 可知，以設籍運能比率而言，全球與兩岸三地整體一致，均呈現國輪比率減少與外輪增加之現象。中國與臺灣設籍情況與全球一致，呈現國輪比率減少與外輪增加之現象，其中臺灣為兩岸三地外輪成長幅度最高者。香港與中國、臺灣、全球情況相反，呈現香港籍船舶大幅成長與外輪減少，為兩岸三地唯一呈現外輪減少者。由此推知，近年開放船籍盛行，全球船舶出籍情況普遍，兩岸三地除了香港或因實施噸位稅使船舶回籍或入籍，中國與臺灣之貨櫃船出籍比率均不斷攀升，臺灣甚已超過全球船舶出籍比率。



資料來源：ISL (1995, 2009)。

圖 4 兩岸三地與全球貨櫃船設籍運能比率

### 3.3 貨櫃船船齡分析

為進一步瞭解兩岸三地貨櫃船之船齡變化，本文依據德國 ISL 近十五年 (1995~2009) 資料，綜整兩岸三地與全球貨櫃船之船齡變化，如圖 5 所示。

由圖 5(a) 可知，就 1995~2009 年國輪而言，近年全球貨櫃船船齡呈現逐年遞增趨勢；兩岸三地雖略有波動，但整體而言與全球趨勢一致，呈現逐年遞增現象，目前皆已超越全球平均值。以平均成長

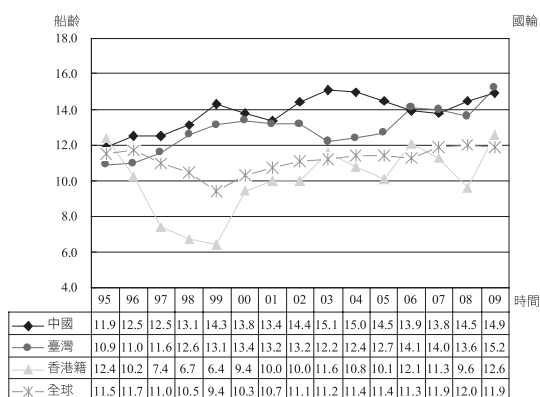


圖 5(a) 國輪

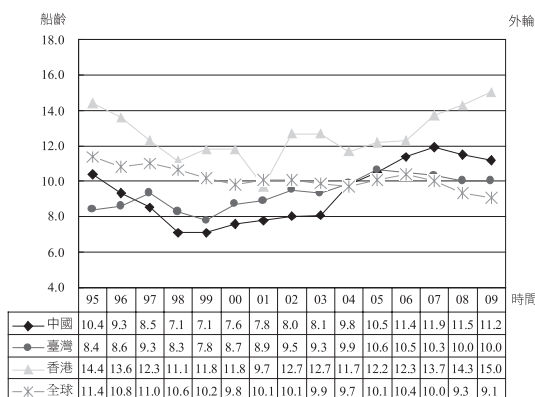


圖 5(b) 外輪

資料來源：ISL (1995~2009)。

圖 5 兩岸三地與全球貨櫃船之船齡變化

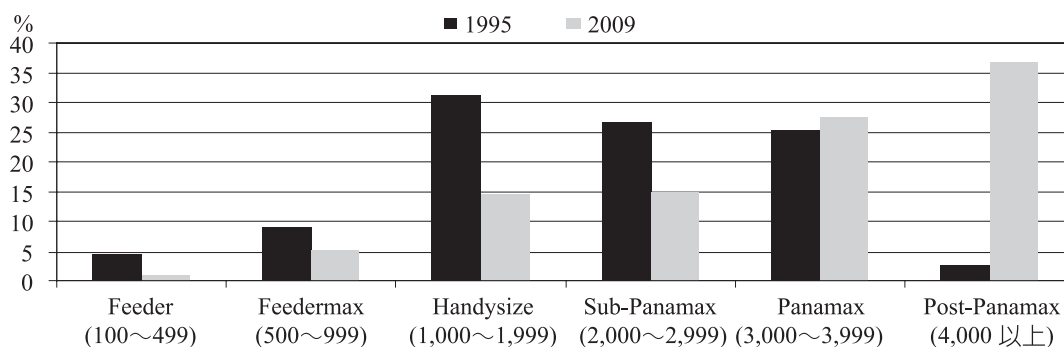
率而言，全球、中國、臺灣與香港分別為 0.4%、1.7%、2.5% 與 1.9%。其中，以中國平均船齡最高，臺灣次之，香港相對較低。由圖 5(b) 可知，就 1995~2009 年外輪而言，近年全球貨櫃船船齡呈現逐年遞減趨勢；兩岸三地與全球趨勢相反，呈現逐年遞增現象，目前皆已高於全球平均值。以平均成長率而言，全球、中國、臺灣與香港分別為 -1.5%、0.9%、1.4% 與 0.9%。其中，以臺灣平均船齡最低，中國次之，香港相對較高。

由上推知，因 2002~2008 年間海運榮景，全球貨櫃航商看好未來市場，大量投資建造新船，或延長船舶使用年期。不論設籍國輪或外輪，兩岸三地平均船齡均逐年遞增，且超過全球平均值。基於此，相較於全球，兩岸三地普遍延用老舊船舶，以致船齡較全球為高。

### 3.4 貨櫃船船型分析

有關全球貨櫃船隊之組成，依船舶運能而言，可區分為 Feeder, Feedermax, Handysize, Sub-Panamax, Panamax, Post-Panamax 六種船型。為進一步瞭解全球貨櫃船隊之船型組成，本文依據 Clarkson (2009) 資料，將 1995 年與 2009 年全球各類貨櫃船船型比率之變化，綜整如圖 6 所示。

由圖 6 可知，就 1995 年與 2009 年比較，以船型所佔比率而言，全球貨櫃船隊 1995 年以 Handysize, Sub-Panamax 與 Panamax 三種船型為主，分別佔 30.7%、28.8% 與 23.6%；至 2009 年則以 Post-Panamax 船型為主，Panamax 次之，分別佔 36.7% 與 27.5%。換言之，就全球貨櫃船隊現況而言，貨櫃船型愈大所佔比率亦



資料來源：Clarkson (2009)。

圖 6 全球各類貨櫃船船型比率之變化

愈大，目前以 4,000 TEUs 以上船舶為營運主力。要言之，為了降低單位運輸成本，全球貨櫃船隊之發展，明顯朝向大型化之趨勢發展。

### 3.5 綜合討論

以運能供給面而言，1995~2009 年間兩岸三地貨櫃船艘數與運能，中國呈現國輪與外輪均增加，外輪增幅較大，且兩者差距漸小。臺灣呈現國輪減少，外輪大幅增加。香港呈現香港籍船增加，外輪減少。中國、臺灣與全球貨櫃船設籍運能比率變化一致，呈現國輪減少，外輪增加，香港則呈現相反之趨勢。全球貨櫃船齡呈現國輪遞增、外輪遞減之現象，不論國輪或外輪，兩岸三地船齡均呈現逐年增加趨勢，且皆已高於全球平均船齡。全球貨櫃船隊朝向大型化發展，船型愈大所佔比率亦愈大，目前以 4,000 TEUs 以上貨櫃船所佔比率最高。

綜上可知，近年全球與兩岸三地貨櫃船運能供給逐年成長。然而 2008 年第三季遭受金融海嘯衝擊，導致全球貨源需求銳減，或將對兩岸三地與全球貨櫃航運市場造成影響。面對全球經濟環境不斷變動，航運市場資本密集與高度競爭壓力，如何制定適當決策降低不確定性，卻實值得關注。因此航運管理者須有健全可靠之工具，使投資決策風險降至最低。本文分析兩岸三地貨櫃船運能結構與成長趨勢，

對貨櫃航商而言，可提供投資與營運上之建議；對政府部門而言，可應用於國家航運政策制定之參考。

## 肆、研究方法

本文採用灰色理論之灰模式 (Grey Model, GM) 進行分析，以下分別說明所採用三種模式之特性與計算過程，並進行精確度之比較。

### 4.1 灰預測方法

#### 4.1.1 灰預測 GM(1,1) 基本模式

灰預測主要應用於系統模式訊息不完全、影響變數紛雜及行為模式不確定、運作機制不清楚之情況，進行系統關聯分析、模式構建、預測、決策與控制等。灰預測可對不確定因素之系統進行預測，系統內包含部分已知與部分未知之信息，各因素間具有不確定之關係。灰模式 (GM) 是灰預測理論之核心，不須對數據組合作嚴格假設，僅須四筆或以上資料即可應用。其中灰預測 GM(1,1) 基本模式是最簡單與最廣泛被使用之預測模式。灰系統理論將一切隨機變量視為一定範圍內變化之灰色量，及與時間相關之灰過程。對灰色量之處理則是透過對原始數據進行生成處理來尋找系統變動之規律，並建立相應之微分方程模式，從而預測事物未來之發展趨勢。

本文所採用之數列一階線性動態灰預測 GM(1,1) 基本模式建模，其演算過程(鄧聚龍，2000) 如下。假設原始數列如下所示：

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

對原始序列進行一次累加生成 (accumulated generating operation, AGO)，可得累加序列：

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

灰預測 GM(1,1) 模式之一階微分方程式為：

$$\frac{dx^{(1)}}{dt} + ax^{(1)} = b \quad (3)$$

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。

由 (2)、(3) 式及最小平方法，求得係數向量  $A$  為：

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

其中累加矩陣  $B$  為：

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

基本模式中取  $\alpha = 0.5$ 。

常數項向量  $Y_n$  為：

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

將所求出係數向量  $A$  之內含係數  $a$  與  $b$  分別代入微分方程，求解 (3) 式後可得近似關係為：

$$\hat{x}^{(1)}(k+1) = \left[ x^{(0)}(1) - \frac{b}{a} \right] e^{-ak} + \frac{b}{a} \quad (5)$$

將 (5) 式所得的數列作一次累減生成 (inversed-accumulated generating operation, IAGO)，可求得所要還原之數列如下：

$$\hat{x}^{(0)}(k) = \left[ x^{(0)}(1) - \frac{b}{a} \right] e^{-a(k-1)} (1 - e^{-a}) \quad (6)$$

令  $k = 1, 2, \dots, n$ ，得還原數列為：

$$\hat{x}^{(0)} = (\hat{x}^{(0)}(1), \hat{x}^{(0)}(2), \dots, \hat{x}^{(0)}(n)) \quad (7)$$

#### 4.1.2 灰預測 GM(1,1) Alpha 模式

在灰預測模式中， $\alpha$  值之大小會影響建模之誤差。依上述灰預測 GM(1,1) 建模演算過程可知，於灰預測 GM(1,1) 基本模式中係取  $\alpha = 0.5$ ，而灰預測 GM(1,1) Alpha 模式係依序將  $\alpha$  以微小間隔 (取 0.001) 逐量從 0 增加至 1，將可求得總誤差為最小之  $\alpha$  值，再代入灰預測 GM(1,1) Alpha 模式中，進行模式構建與預測。換言之，灰預測 GM(1,1) Alpha 模式係利用  $\alpha$  參數之改變，降低預測之誤差 (溫坤禮等人，2007)。



#### 4.1.3 灰預測 RRGGM(1,1) 模式

灰預測 RRGGM(1,1) 模式主要是對灰預測 GM(1,1) 模式進行循環式殘差 (recursive residual) 修正，藉以提高預測精確度，並透過反覆建立灰預測 GM(1,1) 模式來改善預測之精確度 (張廷政，2008)。其計算過程如下所示：

假設原始值為  $x^{(0)}$ ，經過灰預測 GM(1,1) 模式得到預測值  $\hat{x}^{(0)}$ ，將原始值減去預測值會得到一組殘差  $e_1^{(0)}$ ，若有負值之殘差則予以平移，以產生非負數據。

$$e_1^{(0)} = x^{(0)} - \hat{x}^{(0)} \quad (8)$$

再將殘差  $e_1^{(0)}$  作為灰預測 GM(1,1) 模式投入項進行運算，可得殘差預測值  $\hat{e}_1^{(0)}$ 。

將殘差預測值與原預測值相加，得到經一次殘差修正之新預測值  $\hat{x}_1^{(0)}$ 。

$$\hat{x}_1^{(0)} = \hat{x}^{(0)} + \hat{e}_1^{(0)} \quad (9)$$

進行第二次殘差修正，將原始值減去經一次殘差修正之新預測值，可得一組殘差  $e_2^{(0)}$ ，若有負值之殘差則予以平移，以產生非負數據。

$$e_2^{(0)} = x^{(0)} - \hat{x}_1^{(0)} \quad (10)$$

再將殘差  $e_2^{(0)}$  作為灰預測 GM(1,1) 模式投入項進行運算，可得殘差預測值，並對此殘差預測值進行調整。

$$\hat{e}_{2(adj)}^{(0)} = \hat{e}_2^{(0)} + \min(e_2^{(0)}) \quad (11)$$

將調整過後之殘差預測值  $\hat{e}_{2(adj)}^{(0)}$  與經一次殘差修正之新預測值  $\hat{x}_1^{(0)}$  相加，得到經二次殘差修正之預測值，即為最後之預測值。

$$\hat{x}_2^{(0)} = \hat{e}_{2(adj)}^{(0)} + \hat{x}_1^{(0)} \quad (12)$$

為了求強化估算之完整性，本文以四筆至十五筆資料進行灰預測三種模式之運算，並進行精確度之比較。

## 4.2 誤差分析

由於預測值與實際值間可能存在誤差，為進行下一點之預測，預測數據經前一小節之步驟進行生成及建模後，須進一步檢驗其預測結果之精確性與適用性。本文利用灰色理論中之兩種誤差量化方法，其計算方式說明如下：

### 4.2.1 殘差檢驗

殘差檢驗 (Residual check) 是將實際值與預測值進行殘差比較，公式如下：

$$e(k) = \frac{x^{(0)}(k) - \hat{x}^{(0)}(k)}{x^{(0)}(k)} \times 100\%$$

其中  $e(k)$  代表殘差大小， $x^{(0)}(k)$  代表原始序列數據， $\hat{x}^{(0)}(k)$  代表預測序列數據。為計算方便，可加上絕對值改寫如下：

$$e(k) = \left| \frac{x^{(0)}(k) - \hat{x}^{(0)}(k)}{x^{(0)}(k)} \right| \times 100\% \quad (13)$$

其中  $e(k)$  值愈小，表示預測結果愈精確。精確度為  $1 - e(k)$ ，如表 1 所示，若平均精確度大於 90%，表示此一模式之預測效能良好。

#### 4.2.2 後驗差檢驗

所謂後驗差檢驗 (post error check) 是利用傳統統計方法對預測值與實際值進行誤差分析，以下說明計算流程。於此殘差定義為：

$$q^{(0)}(k) = x^{(0)}(k) - \hat{x}^{(0)}(k)$$

假設  $S_1$  為原始數據之標準差， $S_2$  為殘差數據之標準差，並求後驗差比值  $C$  之大小。

$$C = \frac{S_2}{S_1} \quad (14)$$

最後求出小誤差機率  $P$ 。

$$P = \text{prob.} \{ |q^{(0)}(k) - \bar{q}| < 0.6745S_1 \} \quad (15)$$

其中

$$\bar{q} = \frac{1}{n-1} \sum_{k=2}^n q^{(0)}(k), \quad k = 2, 3, \dots, n$$

一般將模式精確度區分為四級，如表 1 所示。指標  $C$  值愈小愈好，代表  $S_1$  愈大而  $S_2$  愈小。 $S_1$  值愈大代表原始數據標準差大、離散程度高，而  $S_2$  值愈小代表殘差數據標準差小、離散程度低。換言之， $C$  值小代表原始數據很離散，但模式所得之預測值與實際值之差不會太離散。指標  $P$  值愈大愈好，表示殘差與殘差平均值之差小於給定  $0.6745S_1$  之點較多。模式精確度級別 =  $\text{MAX}\{P \text{ 所在的級別}, C \text{ 所在的級別}\}$ ，假設灰預測 GM(1,1) 模式，按  $P$  值，其精確度為 1 級；按  $C$  值，精確度為 3 級，則該模式精確度為  $\text{MAX}\{1,3\} = 3$ ，即為 3 級 (傅立，1992)。

#### 4.3 精確度之衡量

本文採用平均絕對誤差 (mean absolute error, MAE)、平均絕對誤差百分比 (mean absolute percent error, MAPE)，用以檢驗預測之精確度。其計算公式如下：

##### 4.3.1 平均絕對誤差

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^n |X_i - \hat{X}_i|}{n} \quad (16)$$

表 1 模式精確度等級綜合評定對照表

殘差檢驗		後驗差檢驗		
等級	$e(k)$	等級	$P$ 值	$C$ 值
有效	$1 - e(k) \geq 90\%$	1 級：好	$0.95 \leq P$	$C \leq 0.35$
		2 級：合格	$0.80 \leq P < 0.95$	$0.35 < C \leq 0.5$
無效	$1 - e(k) < 90\%$	3 級：勉強	$0.70 \leq P < 0.80$	$0.5 < C \leq 0.65$
		4 級：不合格	$P < 0.70$	$0.65 < C$

其中  $X_i$  為第  $i$  期之實際值， $\hat{X}_i$  為第  $i$  期之預測值， $n$  為期數。

平均絕對誤差 ( $MAE$ ) 可解釋為每期預測值與實際值間之平均誤差程度，若  $MAE$  值愈大，表示預測值與實際值差距愈大；反之則愈小。因此， $MAE$  值愈小愈好。

#### 4.3.2 平均絕對誤差百分比

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{X_i - \hat{X}_i}{X_i} \right| \times 100\% \quad (17)$$

其中  $X_i$  為第  $i$  期之實際值， $\hat{X}_i$  為第  $i$  期之預測值， $n$  為期數。

平均絕對誤差百分比 ( $MAPE$ ) 主要係衡量模式中未被解釋部分之百分比。 $MAPE$  值愈小，表示模式預測能力愈強，模式預測結果與歷史資料吻合精確度愈大。Lewis (1982) 根據  $MAPE$  值之大小，將模式預測能力區分為四種等級。本文加以修正，如表 2 所示，當  $MAPE$  值小於 10% 時，表示預測能力為高度精確。

表 2  $MAPE$  預測能力之等級

$MAPE$ 值	預測能力
$MAPE \leq 9.99\%$	高度精確
$10.00\% \leq MAPE \leq 19.99\%$	良好
$20.00\% \leq MAPE \leq 49.99\%$	合理
$MAPE \geq 50.00\%$	不正確

資料來源：Lewis (1982)。

## 伍、實證分析與討論

本文依據德國 ISL 最新資料，採用灰預測三種模式，進行兩岸三地貨櫃船運能成長趨勢分析，並進行精確度比較。

### 5.1 灰預測精確度分析

本文採用灰預測三種模式，分別構建兩岸三地貨櫃船運能預測模式，進行四筆至十五筆資料運算，比較不同資料型態是否會影響模式之精確度，找出最佳預測筆數，並比較三種模式之預測精確度。兩岸三地貨櫃船運能灰預測平均精確度比較，綜整如表 3 所示。

由表 3 可知，以平均精確度而言，於灰預測 GM(1,1) 基本模式，中國、臺灣與香港各以四筆、五筆與六筆之精確度最高，分別為 99.31%、98.36% 與 93.21%。於 GM(1,1) Alpha 模式，中國、臺灣與香港各以四筆、五筆、四筆之精確度最高，分別為 99.48%、98.42%、93.71%。於 RRGGM(1,1) 模式，中國、臺灣與香港各以四筆、五筆、六筆之精確度最高，分別為 99.38%、98.35%、93.23%。香港近五年貨櫃船運能起伏較大，其精確度相對較低。但以兩岸三地平均值而言，灰預測三種模式均以四筆之精確度為最高，其中以 GM(1,1) Alpha 模式最高，為 97.18%，其次依序為 RRGGM(1,1) 模式 (96.60%)，及

表 3 兩岸三地貨櫃船運能灰預測平均精確度比較

單位：%

兩岸三地	四筆	五筆	六筆	七筆	八筆	九筆	十筆	十一筆	十二筆	十三筆	十四筆	十五筆
<b>GM(1,1) 基本模式</b>												
中國	99.31	98.91	97.91	97.51	97.50	97.03	96.82	95.65	95.02	93.64	93.87	93.50
臺灣	97.89	98.36	97.92	97.82	96.50	95.40	95.72	95.53	95.04	94.45	93.71	93.32
香港	92.53	92.40	93.21	89.55	89.78	90.97	91.95	92.43	89.54	89.03	89.60	90.29
平均值	96.58	96.56	96.35	94.96	94.59	94.47	94.83	94.53	93.20	92.37	92.39	92.37
<b>GM(1,1) Alpha 模式</b>												
中國	99.48	98.92	97.93	97.65	97.79	97.12	96.82	95.82	95.23	93.83	94.12	93.88
臺灣	98.35	98.42	98.03	97.90	96.69	95.48	95.82	95.61	95.24	94.52	93.88	93.62
香港	93.71	92.45	93.22	89.68	89.79	91.11	91.96	92.44	89.87	89.18	89.62	90.30
平均值	97.18	96.59	96.39	95.08	94.76	94.57	94.87	94.62	93.45	92.51	92.54	92.60
<b>RRGM(1,1) 模式</b>												
中國	99.38	98.92	97.90	97.56	97.65	96.95	96.79	95.98	95.14	94.06	94.16	94.12
臺灣	97.88	98.35	97.92	97.84	96.50	95.43	95.76	95.53	95.05	94.49	93.80	93.54
香港	92.53	92.40	93.23	89.57	89.92	91.14	92.00	92.51	89.52	89.03	89.61	90.32
平均值	96.60	96.56	96.35	94.99	94.69	94.51	94.85	94.67	93.24	92.53	92.52	92.66

GM(1,1) 基本模式 (96.58%)。因此，本文以四筆資料進行殘差檢驗與後驗差檢驗。

兩岸三地貨櫃船運能灰預測三種模式之誤差分析，如表 4 所示。

表 4 兩岸三地貨櫃船運能灰預測之誤差分析

兩岸三地	殘差檢驗			後驗差檢驗			
	平均殘差	平均精確度	等級	C 值	等級	P 值	等級
<b>GM(1,1) 基本模式</b>							
中國	0.69	99.31	有效	0.05	好	1	好
臺灣	2.11	97.89	有效	0.32	好	1	好
香港	7.47	92.53	有效	0.99	不合格	0.67	不合格
<b>GM(1,1) Alpha 模式</b>							
中國	0.52	99.48	有效	0.05	好	1	好
臺灣	1.65	98.35	有效	0.32	好	1	好
香港	6.29	93.71	有效	0.99	不合格	0.67	不合格
<b>RRGM(1,1) 模式</b>							
中國	0.62	99.38	有效	0.05	好	1	好
臺灣	2.12	97.88	有效	0.32	好	1	好
香港	7.47	92.53	有效	0.99	不合格	0.67	不合格

由表 4 可知，以殘差檢驗而言，其平均精確度均大於 90%，顯示灰預測三種模式對兩岸三地貨櫃船運能發展預測，均為效能良好之預測模式。以  $C$  值與  $P$  值比較，灰預測 GM(1,1) 基本模式、GM(1,1) Alpha 模式與 RRGM(1,1) 模式相對較適合作為中國與臺灣未來運能發展之預測工具。

## 5.2 預測精確度比較

為進一步掌握兩岸三地貨櫃船運能發展趨勢，本文採用 MAE 值、MAPE 值作為

評估標準。兩岸三地貨櫃船運能發展預測模式預測精確度評估結果之比較，彙整如表 5 所示。

由表 5 可知，就 MAE 值而言，貨櫃船運能預測效能之比較，兩岸三地均以 GM(1,1) Alpha 模式較佳。且灰預測三種模式 MAPE 值皆小於 10%，表示三種模式預測績效均佳。整體言之，兩岸三地貨櫃船運能預測之績效，GM(1,1) Alpha 模式優於 RRGM(1,1) 模式，RRGM(1,1) 模式又優於 GM(1,1) 基本模式。

表 5 兩岸三地貨櫃船運能發展預測模式評估結果比較

兩岸三地	MAE			MAPE		
	GM(1,1) 基本模式	GM(1,1) Alpha 模式	RRGM(1,1) 模式	GM(1,1) 基本模式	GM(1,1) Alpha 模式	RRGM(1,1) 模式
中國	3.88	2.89	3.53	0.69	0.52	0.62
臺灣	12.06	9.59	12.13	2.11	1.65	2.12
香港	10.10	8.83	10.11	7.47	6.29	7.47
平均值	8.68	7.11	8.59	3.42	2.82	3.40

## 5.3 預測結果分析

為確實掌握兩岸三地貨櫃船運能之發展趨勢，本文進一步以區間預測值進行討論。從「悲觀」與「樂觀」不同角度，將灰預測 GM(1,1) Alpha 模式之預測值增減不同比率，並就不同預測時間給定不同區間預測調整值。當  $k$  值愈大，則其區間預測調整值亦愈大 (或愈小)。例如當  $k = 5$  時，樂觀、較樂觀與最樂觀分別給予 2.5%、5%、7.5% 之調整；當  $k = 5、6、7$

時，預測「樂觀」調整值則依序增加，分別給予 2.5%、5%、7.5% 之調整。2010~2012 年兩岸三地貨櫃船運能預測區間預測值，如表 6 所示。

由表 6 可知，當  $k = 5$  時，以中國為例，灰預測單一預測值為 748 千 TEUs，若預測值分別增減 2.5%、5% 與 7.5% 時，其區間預測值分別介於 [729, 767]、[711, 785] 與 [692, 804] 千 TEUs 間；其餘依此類推，即可進一步瞭解貨櫃船運能成長之



表 6 兩岸三地貨櫃船運能預測區間預測值

單位：千TEUs

k 值	兩岸三地	最悲觀	較悲觀	悲觀	預測值	樂觀	較樂觀	最樂觀
5	調整值	-7.5%	-5%	-2.5%	100%	+2.5%	+5%	+7.5%
	中國	692	711	729	748	767	785	804
	臺灣	594	610	626	642	658	674	690
	香港	105	108	111	114	117	120	123
6	調整值	-10%	-7.5%	-5%	100%	+5%	+7.5%	+10%
	中國	770	791	812	855	898	919	941
	臺灣	618	635	653	687	721	739	756
	香港	96	99	102	107	112	115	118
7	調整值	-12.5%	-10%	-7.5%	100%	+7.5%	+10%	+12.5%
	中國	855	879	904	977	1,050	1,075	1,099
	臺灣	642	661	679	734	789	807	826
	香港	88	90	93	100	108	110	113

附註：以上數字四捨五入後取整數。

可能趨勢。就貨櫃船運能成長預測而言，在未來經濟無重大變化前提下，預測至 2012 年，中國將大幅增加 323 千 TEUs，達 977 千 TEUs，增幅為 49.39%；臺灣將增加 133 千 TEUs，達 734 千 TEUs，增幅為 22.13%；香港將減少 17 千 TEUs，至 100 千 TEUs，減幅為 14.53%。綜言之，未來中國與臺灣之貨櫃船運能仍朝正成長之趨勢發展，且中國擴張迅速，香港則呈現負成長。

#### 5.4 討論與分析

航運市場歷經 2002~2008 年海運榮景，全球貨櫃航商對未來市場景氣多數抱持樂觀態度，紛紛投資建造新船或延長船舶使用年期。因此，全球貨櫃船運能供給近年呈現逐年遞增趨勢。孰料遭逢 2008 年第三季金融海嘯影響，導致經濟景氣一

落千丈，全球貿易量銳減，貨櫃船運能供給過剩，造成市場運價重挫，貨櫃航運市場陷入低迷。然而為確保船舶之載貨率，貨櫃航商間出現削價競爭，產生「零運費」甚至「負運費」之不尋常現象，以致貨櫃航運出現嚴重虧損，延續至 2009 年第二季。為了擺脫此惡性循環情況，全球貨櫃航商改採聯合漲價、進行策略聯盟、互換艙位等方式，企盼能促使航運景氣盡快復甦。

相較於全球，兩岸三地貨櫃船隊擴張幅度較小，且以延用老舊船舶為主，因此金融海嘯下營運損失亦相對較低。基本上，託運人於選擇貨櫃航商過程中，除了考量運費高低外，貨櫃航商提供之各項服務品質，例如船期、準確性、安全性、轉運安排、貨物追蹤等，亦會納入考慮。基於此，兩岸三地貨櫃航商可藉此時機汰換

老舊船舶，以及延後新船交付 (delivery)，減緩運能增加，並改採低速航行以節省燃料成本、增加現有船舶使用率，將有助於提高競爭力。若能於此艱困時期調整經營體質，待貨櫃航運市場景氣回暖之際，兩岸三地貨櫃航商已擁有船齡較低且性能與品質均較優越之船隊，此一顯著優勢將有助於掌握市場機會，強化與全球其他航商之競爭力。

面對激烈之市場競爭，基於營運成本等因素之考量，近年臺灣貨櫃航商船舶出籍屢創新高，貨櫃船運能出籍比率目前高達 94.18%。為了改善航運品質，除提升貨櫃航商營運競爭力，亦有賴政府政策提供正確之導引，以確保良好之經營環境。

## 陸、結論與建議

綜合以上分析，本文主要研究結論與後續研究建議如下：

### 6.1 結論

1. 以船舶供給而言，兩岸三地貨櫃船運能發展，加入 WTO 以後，中國與臺灣大致呈現外輪增幅超越國輪增幅之趨勢，香港或因 2000 年後實施噸位稅，目前呈現香港籍船成長高於外輪之趨勢。於船舶設籍方面，香港或因實施噸位稅有效吸引船舶回籍或入籍，目前出籍比率僅 8.55%；中國、臺灣與全球趨勢一致，船舶出籍比率均逐年攀升，目前分別為 51.22%、94.18% 與 70.41%，又以臺灣最為顯著。
2. 於貨櫃船齡方面，近年全球貨櫃船呈現國輪船齡遞增、外輪船齡遞減之趨勢。不論國輪或外輪，近十五年來兩岸三地貨櫃船均呈現高齡化發展，且皆已高於全球平均值。究其原因，相較於全球，兩岸三地普遍延用老舊船舶，遂造成船齡較全球為高。其中，國輪船齡以設籍中國最高，臺灣次之，香港最低；外輪船齡以設籍香港最高，中國次之，臺灣最低。
3. 於全球貨櫃船隊組成方面，近十五年全球貨櫃船隊各類船型比率變化，船型愈大所佔比率亦愈大，船隊組成現以 4,000 TEUs 以上為營運主力。換言之，面對競爭日益激烈之航運市場，為了降低單位運輸成本，全球貨櫃船舶朝向大型化發展。由此推知，近年全球與兩岸三地貨櫃船運能供給增加，然受 2008 年第三季金融海嘯影響，全球對貨櫃運輸需求大幅衰退，供需失衡勢將增加航運市場之競爭性，勢必對未來兩岸三地與全球貨櫃航運市場造成相當程度之影響。
4. 本文利用德國 ISL 最近十五年 (1995~2009) 資料，分析兩岸三地貨櫃航運發展現況，並採用灰色理論之灰預測三

種模式進行兩岸三地貨櫃船運能成長趨勢分析。以預測效能而言，針對兩岸三地貨櫃船運能之預測績效，灰預測 GM(1,1) Alpha 模式優於 RRGGM(1,1) 模式，RRGGM(1,1) 模式又優於灰預測 GM(1,1) 基本模式。兩岸三地貨櫃船運能發展趨勢，在未來經濟無重大變化前提下，預測至 2012 年，中國將增加至 977 千 TEUs，增幅為 49.39%，為兩岸三地增幅最大者；臺灣將增加至 734 千 TEUs，增幅為 22.13%；香港將減少至 100 千 TEUs，減幅為 14.53%，為兩岸三地唯一呈現負成長者。換言之，中國與臺灣貨櫃船運能將持續擴張，未來或將改變兩岸三地與全球貨櫃航運版圖。

## 6.2 建議

1. 近年全球貨櫃船運能供給持續增加，然而 2008 第三季後受金融海嘯之重創，貿易量銳減造成航運市場運能供過於求，導致市場運價暴跌。本文分析可知，兩岸三地近年多以延用老舊船舶為主，貨櫃船隊擴張幅度較全球為小，以致此波金融海嘯營運損失亦相對較低。因此，本文建議兩岸三地貨櫃航商可藉此時機汰換老舊船舶，以及延後新船交付時間，減緩運能增加情況，並改採低速航行以節省燃料成本、增加現有船舶使用率，將有助於提高競爭力。透過經營體質之調整，兩岸三地貨櫃航商未來於航運景氣回暖之際，將具有較全球其他航商更強之競爭力。
2. 臺灣近年以發展高科技產業為主，貨櫃運輸對成品與半成品進出口之重要性毋庸置疑。貨櫃航運市場受運能供給與貨源需求相互影響，本文建議後續研究可加入貨源需求面資料，進一步針對兩岸三地貨櫃運輸需求進行比較，以提供航運實務應用之參考。此外，我國立法院財政委員會已於 2009 年 12 月初審通過噸位稅相關條文，經立法後實施或有利於吸引船舶回籍或入籍，後續研究可進一步分析噸位稅與貨櫃船運能增減之關係。
3. 影響貨櫃船隊發展因素甚多，本文僅從供給面著手，就船隊發展現況進行討論，本文建議後續研究可納入貨櫃船隊發展影響因素，依供給面與需求面不同角度進行深入分析。有關區間預測值之討論，本文係主觀給定增減一定比率，藉以表示不同程度之樂觀與悲觀，利用區間預測值替代單一預測值之結果，以求進一步掌握未來貨櫃船運能成長之可能趨勢，後續研究可就區間預測值進行更深入之探討。

## 參考文獻

- 方福樑，2006，國際運輸工人聯盟與權宜船關係發展之研究，國立臺灣海洋大學商船學系碩士論文。
- 林繼國、陳一平，2002，國輪船隊整建問題之研究，交通部運輸研究所，臺北。
- 財政部，2010，中華民國財政部統計處，進出口貿易統計，<http://www.mof.gov.tw/ct.asp?xItem=55233&ctNode=1774&mp=6>。
- 張廷政，2008，Grey-Rough Set 與其應用，灰色系統學會研習會論文集，中華民國灰色系統學會，91-110。
- 傅立，1992，灰色系統理論及其應用，第一版，科學技術文獻出版社，北京。
- 馮正民、鍾政棋、袁劍雲，2002，船舶設籍對航商船員成本之影響，*運輸計劃季刊*，第三十一卷，第三期，663-678。
- 黃承傳、鍾政棋，2005，我國散裝船舶設籍關鍵影響因素之分析，*運輸計劃季刊*，第三十四卷，第一期，27-62。
- 溫坤禮、張簡士琨、葉鎮愷、王建文、林慧珊，2007，*MATLAB 在灰色系統理論之應用*，第二版，全華圖書股份有限公司，臺北。
- 楊鈺池，2000，我國國輪海運競爭力之發展問題與因應對策 (三)，*航貿週刊*，第十七期，50-53。
- 經濟部，2010a，中華民國經濟部投資業務處全球臺商服務網，經貿統計，<http://twbusiness.nat.gov.tw/page.do?id=15>。
- 經濟部，2010b，中華民國經濟部統計處，經濟統計指標，<http://2k3dmz2.moea.gov.tw/gnweb/Indicator/wFrmIndicator.aspx>。
- 鄧聚龍，1986，*灰色預測與決策*，華中理工大學出版社，中國，武昌。
- 鄧聚龍，2000，*灰色系統理論與應用*，高立圖書公司，臺北。
- 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、徐嘉陽，2007，兩岸三地整體船噸結構及其成長趨勢之分析，*運輸計劃季刊*，第三十六卷，第四期，425-450。
- Alderton, T. and Winchester, N., 2002. Globalisation and de-regulation in the maritime industry. *Marine Policy*, 26(1), 35-43.
- Chung, C.C., Hsu, C.Y. and Hwang, C.C., 2009. The vessel tonnage supply and developmental trends of China, Hong Kong, Singapore and Taiwan. *The Journal of Grey System*, 21(2), 137-148.
- Clarkson, 2009. Shipping Review Database. *Clarkson Research Services*, Spring, 101-117.

- Goulielmos, A.M., 1998. Flagging out and the need for a new Greek maritime policy. *Transport Policy*, 5(2), 115-125.
- Guo, J.L., Liang, G.S., Ye, K.D. and Wu, Y., 2007. Impact of special shipping across the Taiwan Straits on the employment of Taiwanese ship officers. *Maritime Policy and Management*, 34(1), 21-36.
- Haralambides, H.E. and Yang, J., 2003. A fuzzy set theory approach to flagging out: toward a new Chinese shipping policy. *Marine Policy*, 27(1), 13-22.
- Hsu, L.C., 2003. Applying the grey prediction model to the global integrated circuit industry. *Technological Forecasting and Social Change*, 70(6), 563-574.
- IMF, 2010. Data and Statistics, International Monetary Fund, <http://www.imf.org/external/datamapper/index.php>.
- ISL, 1995-2009. *Shipping Statistics and Market Review*, Institute of Shipping Economics and Logistics, ISL/SSMR, Germany.
- Klikauer, T. and Morris, R., 2003. Human resource in the German maritime industries: 'back-sourcing' and ship management. *The International Journal of Human Resource Management*, 14(4), 544-558.
- Kovats, L.J., 2006. How flag states lost the plot over shipping's governance. Does a ship need a sovereign? *Maritime Policy and Management*, 33(1), 75-81.
- Kung, C.Y. and Chang, C.P., 2004. Application of grey prediction model on China automobile industry. *The Journal of Grey System*, 16(2), 147-154.
- Leggate, H. and McConville, J., 2005. Tonnage tax: is it working? *Maritime Policy and Management*, 32(2), 177-186.
- Lewis, C.D., 1982. *International and Business Forecasting Method*, Butterworths Scientific: London.
- Lin, C.T., Wang, S.M. and Chiang, C.T., 2001. Manpower supply and demand of ocean deck officers in Taiwan. *Maritime Policy and Management*, 28(1), 91-102.
- Marlow, P. and Mitroussi, K., 2008. EU shipping taxation: the comparative position of Greek shipping. *Maritime Economics and Logistics*, 10(1-2), 185-207.
- Meera, S.N., 2005. Development of Indian shipping during five year plans. *Finance India*, 19(4), 1337-1364.
- Osnin, N.A., 2004. Malaysian seafarers: the need for policy review. *Maritime Economics and Logistics*, 6(4), 360-367.
- Prescott, J., 2003. Editorial: the UK shipping policy? *Maritime Policy and Management*, 30(4), 271-274.



Tenold, S., 2003. A most convenient flag - the basis for the expansion of the Singapore fleet, 1969-82. *Maritime Policy and Management*, 30(3), 255-268.

UNCTAD, 2009. *Review of Maritime Transport*, United Nations Conference on Trade and Development, United Nations, UNCTAD/RMT, New York and Geneva.

Wu, H.H., Liao, A.Y.H. and Wang, P.C., 2005. Using grey theory in quality function deployment to analyse dynamic customer requirements. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 25(11/12), 1241-1247.