

兩岸三地整體船噸結構及其 成長趨勢之分析¹

ANALYSES OF ENTIRE TONNAGE STRUCTURE AND ITS GROWTH TREND AMONG ROC, PRC AND HK

鍾政棋 Cheng-Chi Chung²

徐嘉陽 Chia-Yang Hsu³

(96 年 1 月 12 日收稿，96 年 6 月 17 第一次修改，96 年 8 月 15 日
第二次修改，96 年 11 月 28 日定稿)

摘 要

影響航運市場與運價波動因素眾多，根據經濟學供需原理，主要受船噸供給與貨源需求之直接影響。香港於 1995 年加入世界貿易組織 (WTO)，1997 年回歸中國，中國與臺灣亦相繼於 2001 年底與 2002 年初加入世界貿易組織。臺灣、中國、香港之經濟將更融入全球經濟體系，兩岸經貿互動將有共同基礎，對兩岸航運發展勢必產生影響。過去文獻大部分僅探討特定國家船噸結構，並未與其他國家或全球進行比較，且未見有系統加以量化分析成長趨勢。本文利用聯合國貿易暨發展委員會 (UNCTAD) 最近十年統計，深入分析兩岸三地 (臺灣、中國與香港) 之船噸結構，並採用灰色理論 (grey theory) 之灰預測 GM(1,1) 預測模式，進一步從供給面著手，比較兩岸三地與全球船噸之成長趨勢，並藉指數平滑法作精確度比較，又以區間預測結果進行討論。研究分析發

-
1. 本文係行政院國家科學委員會專題研究計畫 (編號 NSC 96-2416-H-019-009) 之部分研究成果，承蒙經費補助特此致謝。
 2. 國立臺灣海洋大學航運管理學系助理教授 (聯絡地址：20224 基隆市中正區北寧路 2 號臺灣海洋大學航運管理學系；電話：02-24622192 轉 3421；E-mail: jackie@mail.ntou.edu.tw)。
 3. 國立臺灣海洋大學航運管理研究所碩士生 (E-mail: kshs870806@yahoo.com.tw)。

現，於船噸結構方面，除了香港之外，臺灣和中國與全球一致，呈現國輪減少外輪增加趨勢。以載重噸而言，兩岸三地均呈現逐年增加趨勢；於成長趨勢方面，未來三年臺灣與香港船噸小幅成長，但中國將會呈現巨幅成長。研究結果可提供航運公司研擬營運策略，以及政府主管機關制定航運政策之參考。

關鍵詞：航運；預測；船噸結構；灰色理論

ABSTRACT

According to the economic principles of supply and demand, there are many factors that can influence shipping markets and fluctuations in transportation prices. They mainly result directly from the vessel supply tonnage and the cargo source demand. Hong Kong joined WTO in 1995, and returned to China in 1997. China and Taiwan also joined WTO in 2001 and 2002 respectively. The economies of Taiwan, China, and Hong Kong will be more integrated into the global economy system; hence, interactions of economies and business between China and Taiwan will share the same basis. As a result, there must be some effects upon the shipping industries in both China and Taiwan. Most of the earlier studies only discussed certain countries' tonnage structures; they neither performed comparative analyses of the tonnage structures between different countries or rest of the world nor provided any growth trends on the systematic quantification analysis. In this study, we used the latest ten-year statistics of UNCTAD to thoroughly analyze tonnage structures of Taiwan, China, and Hong Kong. We adopted Grey GM (1, 1) Model of Grey theory to forecast and smooth exponentials to have accurate comparisons. In respect to the supply side, we compared tonnage-structure growth trends of Taiwan, China, and Hong Kong with the global growth trend, and discussed the interval results. The Results showed that, in terms of the tonnage structure, except for Hong Kong, Taiwan and China are consistent with the global trend in the reduction of national flag vessels and the increase in foreign flag vessels. Furthermore, there is a rise in deadweight tonnage for Taiwan, China, and Hong Kong respectively. In the coming three years, the tonnage growth of Taiwan and Hong Kong will slightly increase; on the other hand, the tonnage growth of China will increase aggressively. The findings of this study will assist shipping companies in shipping management decision-making, and government agencies in formulating supportive shipping policies.

Key Words: Shipping; Forecast; Tonnage structures; Grey theory

一、前言

航運是服務性產業，會隨全球貿易需求與型態而變動。由於市場不確定性，航運間或取決於不可預知之變動因素，對航運公司之收益必有重大影響^[1]。於景氣繁榮時，運費與

租金會連帶上升；於景氣蕭條時，航運公司須面對運費與租金下挫局面。因此航運事業之經營，有必要作好策略性規劃。於航運市場中，運費與租金之高低主要取決於船貨供需，航運公司若未能有效預測市場運價，或將蒙受投資上或營運上之重大損失。因此，航運公司若能確實掌握目標市場之船噸結構現況，進而精準預測其未來成長趨勢，預先擬定投資計畫，於素有高度不確定航運市場中，俾能提升航運公司之營運績效。

根據聯合國貿易暨發展委員會 (United Nations Conference on Trade and Development; UNCTAD) 統計資料顯示，全球船噸大多數由歐洲及亞洲國家之船東掌控，而且集中於少數國家。就船舶載重噸 (deadweight tonnage) 而言，全球排名前十大航運國家 (或地區)，包含國輪與外輪在內，以希臘所擁有船噸占首位，其次依序為日本、德國、中國、美國、挪威、香港、南韓、英國與臺灣^[2]。換言之，全球前十大航運國家有五名坐落於亞洲，其中又以臺灣、中國與香港為華人地區。被譽為東方之珠的香港於 1995 年 1 月 1 日加入世界貿易組織 (World Trade Organization; WTO)，並於 1997 年回歸中國；中國於 2001 年 12 月 11 日加入 WTO；臺灣亦已於 2002 年 1 月 1 日加入 WTO。兩岸三地 (臺灣、中國與香港) 相繼加入 WTO 後，其經濟發展將更融入全球經濟體系，兩岸經貿互動也將有共同基礎，同時受 WTO 之規範，對兩岸未來航運發展勢必產生衝擊。兩岸三地近年來船噸成長趨勢為何？於不同時間加入 WTO 對船噸影響為何？本文研究動機基此背景，將以兩岸三地現階段船噸結構與成長趨勢進行深入分析。

於航運市場上，船噸供給與貨源需求將直接影響運價之決定。航運公司之經營，須面對高度競爭環境，且通常於不確定情況下進行策略性決策。基本上，航運產業為資本密集產業，加上艙位不可儲存之特性，因此須掌握核心能力，配合財務能力，發展船噸優勢。於此前提下，須了解兩岸三地現階段之船噸優勢，方能研擬最具競爭優勢之經營策略，以解決船貨供需之不平衡。因此，藉以前瞻性預測分析，提供航運公司研擬未來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。因此航運事業之經營，有必要作好策略性規劃。影響航運產業興盛與否之關鍵因素，常繫於全球經濟成長情況。兩岸三地船噸結構基於不同發展背景下，勢必產生不同結果。本文從供給面著手，首先深入分析兩岸三地與全球船噸結構，包括船舶艘數與載重噸、設籍國輪與外輪比率、設籍地及其主要船型分布等，其次預測其船噸之可能成長趨勢，並進行差異分析，俾能進一步掌握兩岸三地未來航運市場之發展。

臺灣屬於出口導向海島型經濟，由於缺乏天然資源，其經濟穩定與成長是維持居民生存之命脈^[3]。伴隨經濟成長所生之航運事業，則與經濟成長息息相關。臺灣國輪艘數與噸數逐年下降，雖然政府推動相關獎勵措施，仍然擋不住船舶出籍 (flagging out)^[4]。兩岸三地船舶主要設籍於何地？政府應提出何種政策以減緩船舶出籍？甚至吸引船舶回籍？本文將分析兩岸三地整體船噸結構現況，並進一步探討其船噸成長趨勢，亦即探討各自船舶載重噸數總和之成長趨勢。本文所謂「船噸結構」係指船舶艘數與載重噸、設籍國輪與外輪之比率、設籍所在地及主要船型與載重噸分布等。一國之國輪船噸結構與成長趨勢是該

國規劃最適航運政策以及分析航運競爭力之重要研究課題。尤其針對該國周邊具競爭態勢國家或地區之船噸結構與成長趨勢之研究更加重要。過去文獻對此課題研究有限，針對航運方面更是少見。大部分僅分析特定國家船噸結構，如 Tenold^[5] 探討新加坡船噸擴張之研究，並未與其他國家或全球進行比較，且未見有系統的加以量化分析成長趨勢。為解決此問題，本文主要以聯合國貿易暨發展委員會 (UNCTAD) 最近十年統計，深入分析兩岸三地船噸結構現況。兩岸三地未來船噸成長趨勢朝向何種方向？本文以灰色理論 (grey theory) 之灰預測 GM(1,1) 預測模式進行預測，構建兩岸三地船噸成長預測模式，預測船噸成長趨勢及其對航運市場之影響。於許多應用中，最靠近現在時間點之資料比過去歷史資料更能代表未來值，而指數平滑法係以最簡單且最具邏輯性方法處理時間性資料^[6]，因此本文藉指數平滑法進行精確度之比較。管理必須為未來而準備，以航政主管機關立場，可根據兩岸三地船噸結構與成長趨勢，制定有利國家航運政策；航運公司基於有利政策下，配合未來船噸結構成長預測，作為營運策略之考量，將有助於其航運收益。本文第一節說明研究背景與問題；第二節探討相關文獻並作簡要評析；第三節進行兩岸三地船噸結構現況分析；第四節闡述灰預測 GM(1,1) 模式與指數平滑法之內容；第五節構建兩岸三地船噸成長預測模式，並進行實證分析與比較；第六節提出結論與建議。

二、文獻回顧與評析

本節將相關文獻區分為船舶設籍、船噸成長與預測方法進行探討，並提出綜合評析。

2.1 船舶設籍相關文獻

Ding 與 Liang^[7] 採用二元羅吉特 (binary logit) 模式，分析臺灣船東選擇僱用船員之行為顯示，僱用決定明顯受船員薪津影響，而且航運公司偏好僱用薪津較低之外國甲級船員和其他船員。英國學者 Bergantino 與 Marlow^[8] 指出，船員成本、營運成本及財務成本將影響船舶出籍。換言之，此三項成本將影響一個國家船舶登記多寡，導致國家船噸結構有不同程度之影響。依據聯合國 UNCTAD^[2] 統計資料顯示，全球船舶有 78.84 % 設籍於十二大開放設籍 (open registries) 國家或地區，而成為權宜籍船 (flags of convenience ; FOC) 或準權宜籍船 (Quasi-FOC) 等。主要開發中國家和地區，包括臺灣、中國與韓國等，皆有一半以上船噸設籍為外輪。因為 FOC 船享有較低船員成本、較輕稅捐負擔與較少政府管制之優勢。Bergantino 與 O'Sullivan^[9] 認為，船東變更船籍主要企圖是為了追求營運活動自由化。為了提升競爭力，航運公司利用船舶出籍以克服各種限制^[10]。Alderton 與 Winchester^[11] 亦指出，船舶出籍可說是航運公司自我解除管制 (self-deregulations) 之途。船舶出籍乃是國際化與全球化之後果，為了資金取得、船舶管理及來自開發中國家較低之船員成本^[12]。

影響船舶出籍因素，黃承傳與鍾政棋^[13]採用層級分析法 (analytic hierarchy process)，深入探討臺灣散裝船舶設籍關鍵影響因素。實證分析顯示，以降低營運成本層面最為重要占 33.5%，其次為配合市場環境 26.0% 與改善經營條件 23.9%；評估準則以營運地區限制影響最大占 16.41%，其次為船員成本 11.39%、船員僱用來源 9.61%、國內市場開放 9.59%、資金籌措 8.21%、稅捐負擔 7.40%、免除 ITF 杯葛 7.39%、船舶維修場所 6.88% 等影響因素。楊鈺池^[4]研究指出，為減少營運成本與稅捐負擔，以維持全球競爭優勢，航運公司紛紛將船舶設籍為 FOC 船。並建議應根據長期國家船員人力資源發展計畫，逐漸開放對外籍船員限制。1980 年代中國發生嚴重船舶出籍，引發中國強烈開放動機。船舶出籍不僅對國輪船噸造成影響，也對國家整體經濟、航運稅收與船員僱用等產生負面效果。Haralambides 與 Yang^[14]指出，中國應參照他國經驗，早日調整航運政策，以因應政經與社會等不利因素對航運業造成衝擊。其航運政策應適時重新調整，如採用關稅優惠政策、有利之船舶建造條件、減免航運稅收及支持船員教育訓練，以維持船員技能與彈性等具體措施。

2.2 船噸成長相關文獻

Kite-Powell^[15]研究航運政策指出，隨著全球貿易量增加，於規模經濟驅使下，導致船舶朝向大型化發展。船舶大型化亦受限於船舶結構考量、吃水與船寬限制。而航運業補貼政策，通常是為了維持國家安全、國輪數量、船員僱用與增加貿易量。根據 Leggate 與 McConville^[16]研究顯示，英國制定噸位稅 (tonnage tax) 目標是為了增加國輪噸位。航運稅收之補助，可鼓勵國籍船員之訓練與徵募。而且實施噸位稅，不但擴展英國船噸，亦增加國籍船員之僱用。Coto-Millán^[17]研究指出，西班牙採取航運自由化 (maritime liberalization) 之結果，產生航運公司放棄入籍國輪採用 FOC 船、船員面臨失業、甚至逐漸放棄航運產業等問題。自二次世界大戰後，許多航運公司為減低或脫離母國政府監督與管制，或為尋求降低營運成本，或為追求更自由發揮營運空間，因而投入比較利益較高國家營運^[13]，選擇以權宜船籍方式入籍他國成為 FOC 船。

Tenold^[5]分析指出，新加坡 1969 年採開放船舶設籍制度後，船舶噸位明顯成長，船噸組成漸趨健全，船齡結構明顯年輕化，平均船噸十年間大幅成長 266%，奠定新加坡於全球航運中心之地位。Haralambides 與 Yang^[14]指出，1990 年代傳統設籍於歐洲國家之船舶大幅減少，政府開始重新評估航運政策，如船員訓練與僱用等。換言之，政府涉入船員培訓並提供協助，進而建立指導方針，以提高航運競爭力。楊鈺池^[18]研究認為，國輪航運競爭力提升，除與政府補助政策相關外，更有賴航運企業本身經營能力與完善競爭策略。邱榮和^[19]研究認為，臺灣加入 WTO 後，國內航運業者面臨組織再造壓力，有必要進行企業間整合，以擴大營業規模、增強資本與服務能力。楊鈺池^[4]研究指出，臺灣國輪艘數與噸數逐年下降，雖然政府推動相關獎勵措施，仍擋不住船舶出籍，以享有較低稅賦、僱用外籍船員、免被徵用及自由往來兩岸港口。

2.3 預測方法相關文獻

張義範^[20]採用指數平滑法與貝氏自迴歸分析顯示，為降低潛在存貨成本，指數平滑法優於貝氏自迴歸預測結果。陳思穎^[21]採用 ARIMA (auto regressive integrated moving average) 模式與指數平滑法，預測原油期貨價格與即期匯率變動發現，若以增加報酬為目標，則指數平滑法預測能力較優。Snyder 等人^[22]指出，指數平滑法普遍使用於存貨控制，能精確預測存貨量，進而預測前置時間需求，有效協助存貨管理，以制定最適訂購策略。Snyder 等人^[23]利用指數平滑法預測前置時間需求，求算安全存量，以調整商品季節性與尖峰期需求發現，季節需求安全存貨預測精準度高。鍾政棋與林宥勝^[24]，運用指數平滑法與灰預測模式，針對散裝航運波羅地海海岬型船運價指數進行預測，研究結果發現，指數平滑法亦有良好預測能力。陳桓毅^[25]採用指數平滑法、ARIMA 模式與灰色理論進行波羅地海乾散貨綜合運價指數 (Baltic dry index; BDI) 預測顯示，指數平滑法預測精確度達 90% 以上。

鄧聚龍教授於 1982 年提出灰色系統理論，主要是構建灰色模式來作預測及決策^[26]。近年來灰預測受廣泛採用，已有相當豐碩成果。黃泰林等人^[27]以灰色理論預測我國境外航運中心貨物需求，分析 1997 年 5 月至 1998 年 4 月每月及每季運量資料，運用灰色 GM(1,1) 模式分別預測每月及每季貨物之運量。鍾政棋等人^[28]採用灰預測 GM(1,1) 模式，構建散裝航運 BDI 綜合運價指數預測模式，以期掌握運費與租金之變動趨勢，俾能有效降低航運市場風險。黃文吉等人^[29]針對我國貨櫃進出口運量，以灰色理論建立灰色 GM(1,1) 預測模式，採用不同資料年期建模，進行模式精確度比較發現，灰色 GM(1,1) 模式適合於以四年至十年為資料年期之港埠貨櫃運量預測上。馬豐源^[3]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。灰色理論預測模式中，Tseng 與 Tzeng^[30]認為，模式資料量只要四筆即可獲得良好預測結果，能有效降低預測誤差。莊昆益^[31]以灰預測 GM(1,1) 模式，預測遊戲市場之產值與成長率顯示，以灰預測 GM(1,1) 模式四期預測結果最佳。

2.4 綜合評析

根據 Veenstra^[32]研究指出，散裝航運市場接近於完全競爭市場，隱含降低之成本會反映於運費減少。於航運市場競爭下，成本降低代表競爭力提升。在追求營運自由化趨勢下，各國政府為提高國輪競爭力、減少船舶出籍率，提出船噸成長相關政策，以維持國輪一定比率。全球航運業出現權宜船籍或第二船籍主因，Lee^[33]研究認為，是為了提供相對較低船員成本及有利稅制。由於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。從歷史資料觀之，其景氣循環週期短者約二至四年，長者約五至八年^[34]。有關兩岸三地船

噸結構分析，本文採用聯合國 UNCTAD 最近十年 (1996-2005) 資料進行分析；於船噸成長趨勢方面，由於灰色理論相關研究顯示，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「訊息不完整之系統環境」之特性。因此本文應用灰預測最常被使用之四點建模，以構建兩岸三地船噸成長預測模式，探討船噸成長趨勢，並藉指數平滑法進行精確度比較。研究結果可提供航運公司研擬營運策略，以及政府主管機關制定航運政策之參考。

三、兩岸三地船噸結構現況分析

本節主要分析兩岸三地船噸結構現況，包括船舶艘數與載重噸、設籍國輪與外輪之比率、設籍所在地及主要船型與載重噸分布等，並提出綜合討論。

3.1 船舶艘數與載重噸分析

依據聯合國 UNCTAD (1996-2005) 最近十年統計，包含國輪與外輪，將船舶總登記噸 (gross register tonnage ; GRT) 1,000 或以上予以計入，兩岸三地與全球船舶艘數與載重噸之統計，如表 1 所示。

由表 1 可知，最近十年間，臺灣 1996 年船舶有 432 艘載重噸為 14,369,696 噸，占全球 2.14% 排名第 11 位；至 2005 年艘數增加為 531 艘，載重噸大幅增加為 23,331,000 噸，占全球 2.78% 晉升為第 10 名。1996-2005 年臺灣船噸平均成長率為 6.15%，簡言之，不論是艘數或載重噸，均呈現逐年微幅遞增現象。中國 1996 年船舶有 1,914 艘載重噸為 35,246,725 噸，占全球 5.25% 排名第 5 位；至 2005 年艘數大幅增加為 2,612 艘，載重噸大幅增加為 56,812,000 噸，占全球 6.77% 晉升為第 4 位。1996-2005 年中國船噸平均成長率為 5.30%，簡言之，不論是艘數或載重噸，均呈現明顯遞增現象。香港 1996 年船舶有 647 艘載重噸為 31,331,286 噸，占全球 4.67% 排名第 6 位；至 2005 年艘數減少為 605 艘，但載重噸增加為 40,993,000 噸，占全球 4.88% 排名第 7 位。1996-2005 年香港船噸平均成長率為 4.06%，簡言之，雖艘數減少但載重噸呈現遞增現象。兩岸三地與全球國輪與外輪載重噸增減變化，分別如圖 1 與圖 2 所示。

由圖 1 與圖 2 可知，最近十年來，兩岸三地與全球設籍為國輪與外輪之載重噸變化。其中，臺灣於 2000 年以前國輪船噸比率高於全球比率，但其後外輪比率逐年高於全球比率。中國船噸與全球發展趨勢最為接近，呈現國輪逐年遞減外輪逐年遞增之發展趨勢。香港於 2003 年以前外輪船噸比率高於全球比率，但其後國輪比率高於全球比率。

表 1 兩岸三地與全球船舶艘數與載重噸之統計

年 度	船 舶 艘 數			載 重 噸			全球 %	全球 排名
	國輪 (%)	外輪 (%)	艘數	國輪 (%)	外輪 (%)	合計 (成長率%)		
臺 灣								
2005	112 (21.09)	419 (78.91)	531	5,297,000 (22.70)	18,034,000 (77.30)	23,331,000 (1.98)	2.78	10
2004	111 (20.67)	426 (79.33)	537	5,199,044 (22.73)	17,678,913 (77.27)	22,877,957 (2.46)	2.95	10
2003	133 (25.19)	395 (74.81)	528	6,313,645 (28.28)	16,014,886 (71.72)	22,328,531 (2.96)	2.91	9
2002	144 (26.57)	398 (73.43)	542	6,697,751 (30.87)	14,995,465 (69.13)	21,693,216 (14.98)	2.86	9
2001	162 (31.09)	359 (68.91)	521	7,205,099 (38.19)	11,662,034 (61.81)	18,867,133 (−4.19)	2.52	11
2000	163 (32.02)	346 (67.98)	509	7,603,196 (38.61)	12,088,206 (61.39)	19,691,402 (9.47)	2.69	9
1999	167 (34.79)	313 (65.21)	480	7,617,309 (42.35)	10,370,568 (57.65)	17,987,877 (11.71)	2.48	12
1998	179 (39.17)	278 (60.83)	457	7,862,811 (48.83)	8,239,598 (51.17)	16,102,409 (6.55)	2.29	11
1997	179 (41.34)	254 (58.66)	433	7,577,719 (50.14)	7,534,148 (49.86)	15,111,867 (5.16)	2.22	11
1996	183 (42.36)	249 (57.64)	432	7,613,348 (52.98)	6,756,348 (47.02)	14,369,696 (−)	2.14	11
中 國								
2005	1,695 (64.89)	917 (35.11)	2,612	27,110,000 (47.72)	29,703,000 (52.28)	56,812,000 (19.85)	6.77	4
2004	1,627 (67.37)	788 (32.63)	2,415	24,206,132 (51.07)	23,195,756 (48.93)	47,401,888 (6.99)	6.10	5
2003	1,617 (69.67)	704 (30.33)	2,321	22,680,169 (51.19)	21,623,434 (48.81)	44,303,603 (5.67)	5.77	4
2002	1,584 (70.84)	652 (29.16)	2,236	21,673,682 (51.70)	20,250,807 (48.30)	41,924,489 (2.92)	5.52	5
2001	1,617 (72.97)	599 (27.03)	2,216	22,340,944 (54.85)	18,392,826 (45.15)	40,733,770 (3.13)	5.43	5
2000	1,621 (74.63)	551 (25.37)	2,172	22,316,216 (56.50)	17,179,402 (43.50)	39,495,618 (2.99)	5.39	5
1999	1,592 (77.13)	472 (22.87)	2,064	21,978,708 (57.32)	16,367,886 (42.68)	38,346,594 (0.83)	5.29	5
1998	1,574 (78.46)	432 (21.54)	2,006	22,147,888 (58.24)	15,883,062 (41.76)	38,030,950 (4.89)	5.41	5
1997	1,594 (80.83)	378 (19.17)	1,972	23,162,264 (63.88)	13,095,430 (36.12)	36,257,694 (5.91)	5.33	5
1996	1,570 (82.03)	344 (17.97)	1,914	23,165,633 (65.72)	12,081,092 (34.28)	35,246,725 (−)	5.25	5
香 港								
2005	274 (45.29)	331 (54.71)	605	17,246,000 (42.07)	23,747,000 (57.93)	40,993,000 (32.73)	4.88	7
2004	254 (51.63)	238 (48.37)	492	15,375,679 (49.79)	15,507,833 (50.21)	30,883,512 (−18.15)	3.98	7
2003	235 (41.30)	234 (58.70)	509	13,206,714 (35.00)	24,527,094 (65.00)	37,733,808 (3.77)	4.92	7
2002	197 (35.37)	360 (64.63)	557	11,305,695 (31.09)	25,055,645 (68.91)	36,361,340 (1.85)	4.79	7
2001	166 (30.13)	385 (69.87)	551	9,075,158 (25.42)	26,626,413 (74.58)	35,701,571 (13.18)	4.96	6
2000	132 (23.74)	424 (76.26)	556	6,573,740 (20.84)	24,969,979 (79.16)	31,543,719 (−3.39)	4.31	6
1999	106 (18.50)	467 (81.50)	573	5,775,128 (17.69)	26,876,742 (82.31)	32,651,870 (−8.19)	4.5	6
1998	101 (16.64)	506 (83.36)	607	5,751,272 (16.17)	29,812,206 (83.83)	35,563,478 (6.22)	5.06	6
1997	104 (17.13)	503 (82.87)	607	5,401,167 (16.13)	28,079,400 (83.87)	33,480,507 (6.86)	4.92	6
1996	130 (20.09)	517 (79.91)	647	6,987,444 (22.30)	24,343,842 (77.70)	31,331,286 (−)	4.67	6
兩岸三地								
2005	2,081(55.52)	1,667 (44.48)	3,748	49,653,000 (40.99)	71,484,000 (59.01)	121,137,000 (19.74)	14.43	—
2004	1,992(57.84)	1,452 (42.16)	3,444	44,780,855 (44.27)	56,382,502 (55.73)	101,163,357 (−3.07)	13.02	—
2003	1,985 (58.07)	1,433 (41.93)	3,418	42,200,528 (40.44)	62,165,414 (59.56)	104,365,942 (4.39)	13.60	—

表 1 兩岸三地與全球船舶艘數與載重噸之統計 (續)

年 度	船 舶 艘 數			載 重 噸			全球 %	全球 排名
	國輪 (%)	外輪 (%)	艘數	國輪 (%)	外輪 (%)	合計 (成長率%)		
2002	1,925 (57.72)	1,410 (42.28)	3,335	39,677,074 (39.69)	60,301,917 (60.31)	99,978,991 (4.91)	13.17	—
2001	1,945 (59.15)	1,343 (40.85)	3,288	38,621,201 (40.52)	56,681,273 (59.48)	95,302,474 (5.04)	12.71	—
2000	1,916 (59.19)	1,321 (40.81)	3,237	36,493,152 (40.22)	54,237,587 (59.78)	90,730,739 (1.96)	12.39	—
1999	1,865 (59.83)	1,252 (40.17)	3,117	35,371,145 (39.75)	53,615,196 (60.25)	88,986,341 (-0.79)	12.27	—
1998	1,854 (60.39)	1,216 (39.61)	3,070	35,761,971 (39.87)	53,934,866 (60.13)	89,696,837 (5.71)	12.77	—
1997	1,877 (62.32)	1,135 (37.68)	3,012	36,141,150 (42.59)	48,708,978 (57.41)	84,850,128 (4.82)	12.48	—
1996	1,883 (62.91)	1,110 (37.09)	2,993	37,766,425 (46.66)	43,181,282 (53.34)	80,947,707 (-)	12.06	—
全 球								
2005	15,251 (49.04)	15,846 (50.96)	31,097	293,139,000 (34.91)	546,494,000 (65.09)	839,633,000 (8.10)	—	—
2004	14,840 (49.81)	14,951 (50.19)	29,791	276,166,653 (35.55)	500,564,528 (64.45)	776,731,181 (1.19)	—	—
2003	15,649 (51.77)	14,579 (48.23)	30,228	281,241,565 (36.64)	486,350,815 (63.36)	767,592,380 (1.09)	—	—
2002	16,044 (52.66)	14,421 (47.34)	30,465	279,375,666 (36.79)	479,926,099 (63.21)	759,301,765 (1.29)	—	—
2001	16,306 (53.45)	14,202 (46.55)	30,508	282,107,729 (37.63)	467,491,617 (62.37)	749,599,346 (2.33)	—	—
2000	16,359 (53.91)	13,985 (46.09)	30,344	281,458,796 (38.42)	451,076,290 (61.58)	732,535,086 (0.99)	—	—
1999	16,452 (55.41)	13,241 (44.59)	29,693	284,309,431 (39.19)	441,072,349 (60.81)	725,381,780 (3.27)	—	—
1998	16,772 (57.60)	12,347 (42.40)	29,119	295,035,670 (42.00)	407,349,399 (58.00)	702,385,069 (3.29)	—	—
1997	17,274 (60.08)	11,480 (39.92)	28,754	303,417,789 (44.62)	376,626,659 (55.38)	680,044,448 (2.69)	—	—
1996	17,757 (61.57)	11,084 (38.43)	28,841	313,306,736 (46.68)	357,877,214 (53.32)	671,183,950 (-)	—	—

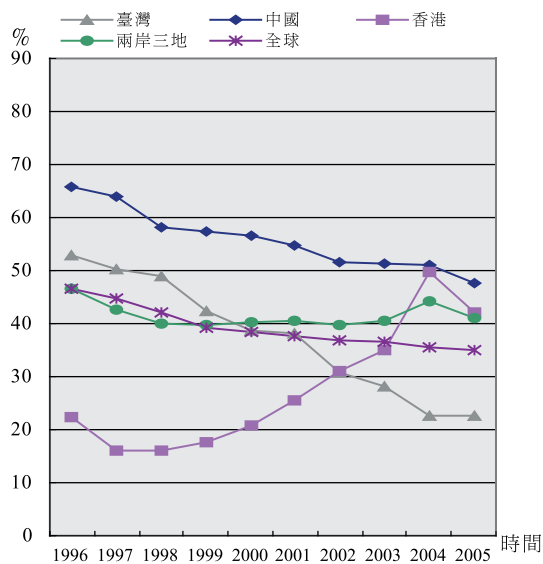
資料來源：本文整理自 UNCTAD, 1996-2005^[2]

圖 1 船舶設籍為國輪之載重噸變化

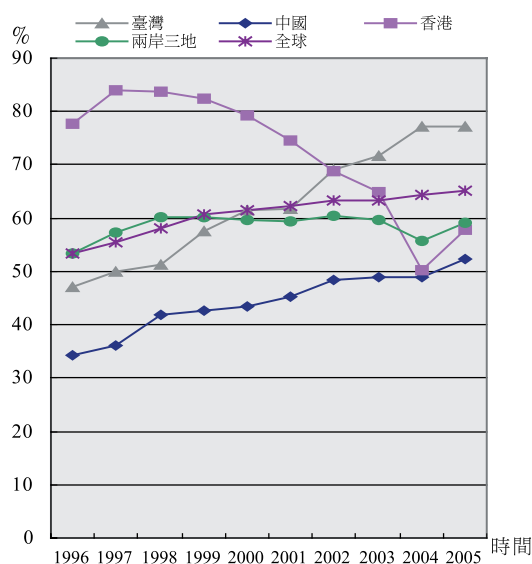


圖 2 船舶設籍為外輪之載重噸變化

有關國輪與外輪艘數與載重噸變化方面，由表 1 可知，最近十年間，臺灣船舶艘數增加 22.92%，其中國輪減少 38.80%，但外輪增加 68.27%；載重噸增加 62.36%，其中國輪減少 30.42%，但外輪增加 166.92%。中國船舶艘數增加 36.47%，其中國輪增加 7.96%，外輪大幅增加 166.57%；載重噸增加 61.17%，其中國輪增加 17.03%，外輪亦增加 61.17%。香港船舶艘數減少 6.49%，其中國輪大幅增加 110.77%，但外輪減少 35.98%；載重噸增加 30.84%，其中國輪大幅增加 146.81%，外輪微幅減少 2.45%。兩岸三地船舶艘數增加 25.23%，呈現國輪增加 10.52%，外輪亦增加 50.18%；載重噸增加 49.63%，呈現國輪增加 31.47%，外輪亦增加 65.54%。全球船舶艘數增加 7.82%，其中國輪減少 14.11%，但外輪增加 42.96%；載重噸增加 25.10%，其中國輪減少 6.44%，但外輪增加 52.70%。

綜上可知，不論兩岸三地或全球，船舶載重噸增加率大都約為船舶艘數增加率二至三倍。由此可知，全球船舶朝大型化趨勢發展。就船噸成長而言，兩岸三地整體船噸與全球船噸均呈現出籍率逐年遞增趨勢。就兩岸三地而言，以臺灣船舶出籍情況最為嚴重，中國次之，香港較緩和。若進一步以雙軸折線直條圖表示，最近十年兩岸三地船舶載重噸與成長率之趨勢，如圖 3 所示。

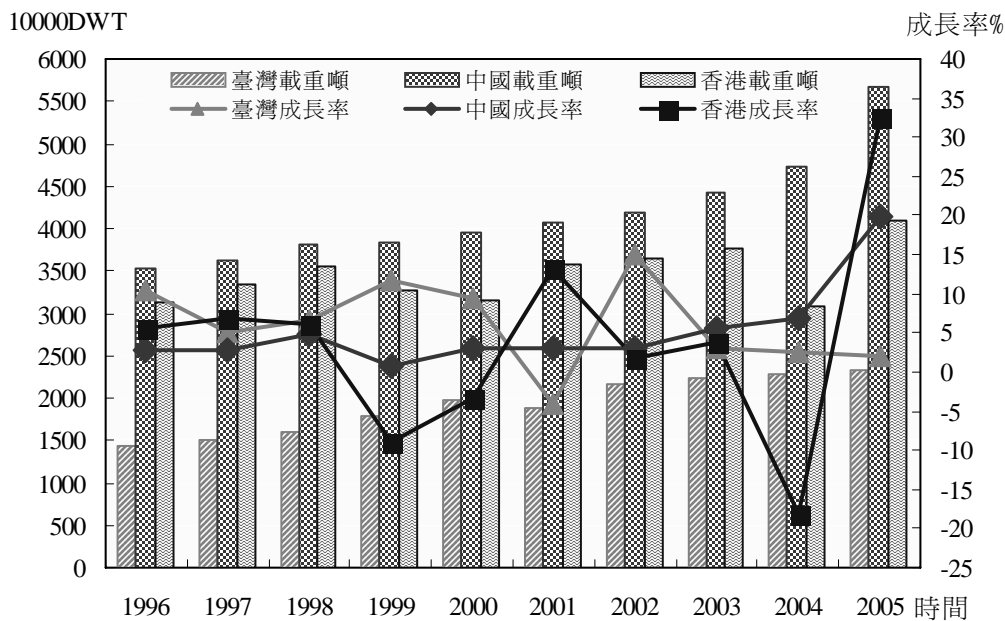


圖 3 兩岸三地船舶載重噸與成長率趨勢

由圖 3 可知，最近十年兩岸三地船噸成長方面，臺灣船噸雖然逐年成長，但成長率已明顯趨緩；中國船噸非但逐年大幅成長，尤其自加入 WTO 後，近年來成長率至為明顯；相對地，香港船噸變化最大，成長率亦巨幅震盪，尤以最近二年成長幅度最為凸出，整體船噸呈現成長趨勢。

3.2 船舶設籍與載重噸分析

有關船舶設籍為國輪與外輪載重噸方面，如表 1 所示。臺灣、中國、香港之船舶設籍外輪比率，1996 年分別為 47.02%、34.28%、77.70%；至 2005 年分別為 77.3%、52.28%、57.93%。而全球由 1996 年 55.38% 增加至 2005 年 65.09%。換言之，最近十年船舶出籍情況而言，以臺灣最為嚴重；中國與香港亦有一半以上船噸出籍，但香港明顯呈現負成長趨勢。1996 年與 2005 年兩岸三地與全球船舶設籍為國輪與外輪之載重噸比率，如圖 4 所示。

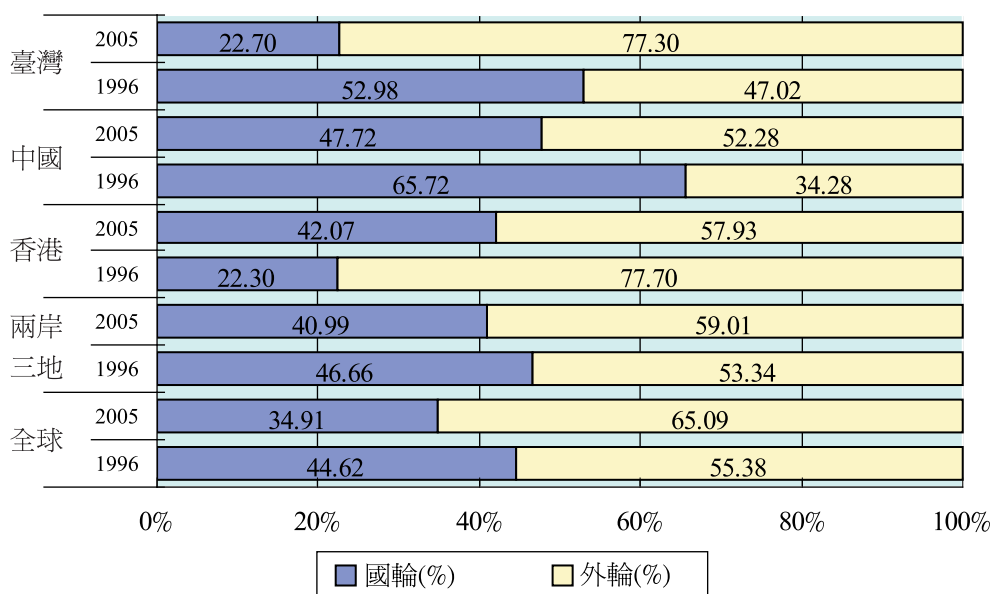


圖 4 兩岸三地與全球船舶設籍為國輪與外輪載重噸比率

由圖 4 可知，臺灣、中國、香港之船舶設籍國輪比率，1996 年分別為 52.98%、65.72%、22.30%；至 2005 年分別為 22.70%、47.72%、42.07%。而全球由 1996 年 44.62% 減少至 2005 年 34.91%。換言之，臺灣與中國呈現國輪減少外輪增加現象，與全球發展趨勢相符，但香港則呈現相反發展趨勢。

有關設籍所在地方面，就船舶載重噸而言，臺灣、中國、香港分別為 14,111、713、13,065 千載重噸設籍於開放設籍國。就主要設籍國而言，臺灣與中國相同，主要設籍於巴拿馬與賴比瑞亞；香港主要設籍於賴比瑞亞與塞普路斯。2005 年兩岸三地船舶設籍於開放設籍國艘數與載重噸之統計，如表 2 所示。

由表 2 可知，就載重噸而言，全球外輪有 35.73% 設籍於巴拿馬，15.30% 設籍於賴比瑞亞。換言之，設籍於巴賴二國之 FOC 船占全球一半以上。而全球外輪有 73.92% 設籍於

表 2 兩岸三地船舶設籍於開放設籍國艘數與載重噸統計

國家	船舶	臺灣	中國	香港	兩岸三地	其他	全球
巴拿馬 (Panama)	No. of vessel	289	9	139	437	5,036	5,473
	1000 dwt	9,554	261	9,440	19,255	176,031	195,286
	%	4.90	0.10	4.80	9.80	90.20	100
賴比瑞亞 (Liberia)	No. of vessel	54	4	27	85	1,361	1,446
	1000 dwt	4,505	294	1,791	6,590	77,002	83,592
	%	5.39	0.35	2.14	7.88	92.12	100
巴哈馬 (Bahamas)	No. of vessel	0	0	13	13	1,139	1,152
	1000 dwt	0	0	965	965	47,072	48,037
	%	0	0	2.01	2.01	97.99	100
馬爾他 (Malta)	No. of vessel	1	0	1	2	1,149	1,151
	1000 dwt	22	0	33	55	36,046	36,101
	%	0.06	0	0.09	0.15	99.85	100
賽普路斯 (Cyprus)	No. of vessel	0	2	2	4	974	978
	1000 dwt	0	72	37	109	34,072	34,181
	%	0	0.21	0.11	0.32	99.68	100
百慕達 (Bermuda)	No. of vessel	0	0	5	5	106	111
	1000 dwt	0	0	676	676	6,099	6,775
	%	0	0	9.98	9.98	90.02	100
六個次要 開放設籍國	No. of vessel	5	8	10	23	2,224	2,247
	1000 dwt	29	87	122	238	26,624	26,862
	%	0.11	0.32	0.45	0.88	99.12	100
小計 (Subtotal)	No. of vessel	349	23	197	569	11,989	12,558
	1000 dwt	14,111	713	13,065	27,889	402,945	430,834
	%	3.28	0.17	3.03	6.48	93.52	100
設籍於 其他國家	No. of vessel	70	10	134	214	3,074	3,288
	1000 dwt	3,923	268	10,682	14,873	100,787	115,660
	%	3.39	0.23	9.24	12.86	87.14	100
Total foreign flag fleet	No. of vessel	419	33	331	783	15,063	15,846
	1000 dwt	18,034	981	23,747	42,762	503,732	546,494

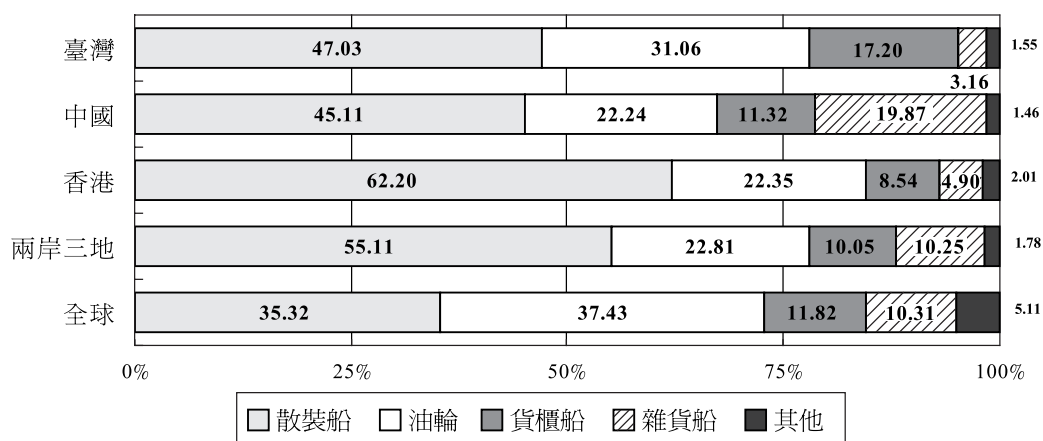
註：六個次要開放設籍國分別為聖文森 (Saint Vincent and the Grenadines)、安地卡及巴布達 (Antigua and Barbuda)、開曼群島 (Cayman Island)、盧森堡 (Luxembourg)、萬那杜 (Vanuatu)、直布羅陀 (Gibraltar)。

資料來源：本文整理自 UNCTAD, 2005^[2]。

上述六大主要開放設籍國。就開放設籍國設籍情況而言，兩岸三地外輪方面，不論是載重噸或艘數，均是以臺灣最多，香港次之，相對中國最少。要言之，開放設籍國船舶平均噸數部分，香港居冠，臺灣次之，中國最小，即臺灣與中國是以相對較小船隻設籍於開放設籍國居多。

3.3 主要船型與載重噸分布

為了深入分析兩岸三地主要船型與載重噸分布情形，以下根據 Heidehoff^[35] 於 2006 年德國航運經濟與物流研究中心 (Institute of Shipping Economics and Logistics; ISL) 之資料進行分析。設籍於臺灣、中國、香港分別有 5,029、31,936、50,713 千載重噸。就載重噸而言，兩岸三地所發展船型與全球發展一致，主要均以散裝船與油輪為主。兩岸三地與全球主要船型與載重噸分布之統計，如圖 5 所示。



資料來源：本文整理自 Heidehoff, 2006^[35]。

圖 5 兩岸三地與全球主要船型與載重噸之分布

由圖 5 可知，就船噸比率優勢方面，臺灣以油輪 (31.06%) 與貨櫃船 (17.20%) 所占整體船噸比率較中國與香港比率為高，中國則以雜貨船 (19.87%)，香港以散裝船 (62.20%) 所占比率相對較高。兩岸三地優於全球船噸比率者，臺灣有散裝船與貨櫃船，中國有散裝船與雜貨船，香港有散裝船。就船噸比率整體言之，兩岸三地與全球一致，主要發展散裝船與油輪船噸，其中全球船噸以油輪較具規模經濟；兩岸三地則是以散裝船較具競爭優勢。為深入了解兩岸三地船型相對優勢，兩岸三地主要船型艘數與載重噸占全球比率，如表 3 所示。

由表 3 可知，就船舶艘數而言，中國以油輪 (5.81%)、貨櫃船 (4.30%)、雜貨船 (6.17%)、其他船 (4.63%)，香港以散裝船 (7.55%) 艘數在全球占有一定之影響力，可見臺灣各船型艘數規模仍有發展空間。就載重噸而言，中國以雜貨船 (6.51%)，香港以油輪 (3.21%)、散

表 3 兩岸三地主要船型艘數與載重噸占全球比率

單位：%

兩岸三地	船 舶	油 輪	散裝船	貨櫃船	雜貨船	其他船
臺 灣	艘 數	0.37	0.62	0.94	0.33	0.13
	載重噸	0.44	0.71	0.77	0.16	0.16
中 國	艘 數	5.81	5.96	4.30	6.17	4.63
	載重噸	2.01	4.32	3.24	6.51	0.97
香 港	艘 數	1.70	7.55	3.47	0.87	1.84
	載重噸	3.21	9.46	3.88	2.55	2.11
合 計	艘 數	7.89	14.12	8.71	7.37	6.60
	載重噸	5.66	14.48	7.89	9.23	3.24

資料來源：本文整理自 Heideloff, 2006^[35]。

裝船 (9.46%)、貨櫃船 (3.88%)、其他船 (2.11%) 載重噸在全球占有一席之地，而臺灣則是處於船噸規模相對較小處境。就兩岸三地整體而言，以散裝船最具規模，船舶艘數與載重噸分別占全球 14.12 % 與 14.48 %，其次為貨櫃船與雜貨船，油輪則再次之。

3.4 綜合討論

於船舶艘數與載重噸方面，最近十年間，除了香港之外，臺灣和中國與全球發展相同，呈現國輪減少外輪增加趨勢。船舶艘數與載重噸成長率，臺灣為 22.92% 與 62.37%；中國為 26.72% 與 61.17%；香港為 -6.49% 與 30.84%；兩岸三地整體為 25.23% 與 49.65%；全球為 7.82% 與 25.10%。於船舶出籍方面，2005 年兩岸三地以臺灣為最高 77.30%，遠高於全球 65.59%，其次香港為 57.93%、中國為 52.28%。就主要設籍地而言，除設籍為國輪之外，臺灣與中國主要設籍於巴拿馬與賴比瑞亞；香港主要設籍於賴比瑞亞與塞普路斯為主。

於定期貨櫃航商運能 (capacity) 方面，依據 UNCTAD^[2] 統計資料顯示，名列全球前二十大航商中，臺灣有長榮集團 (Evergreen group) 有 151 艘，提供 437,618 TEUs 運能 (第 3 位)；陽明海運 (Yang Ming) 有 59 艘，提供 168,006 TEUs 運能 (第 18 位)。中國有中遠集團 (COSCO group) 有 125 艘，提供 253,007 TEUs 運能 (第 9 位)；中海集運 (China shipping) 有 106 艘，提供 236,079 TEUs 運能 (第 10 位)。香港有東方海外 (OOCL) 有 63 艘，提供 216,567 TEUs 運能 (第 11 位)。換言之，有關貨櫃運輸之發展，兩岸三地在全球占有重要一席之地。另外，依據聯合國 UNCTAD^[2] 統計資料可知，全球主要貿易國家亦是船噸主要國家。就全球貿易產值而言，兩岸三地以中國為最高，占 6.2% 全球排名第 3 位，香港與臺灣分別占 2.9% 與 1.9%，全球排名分別為第 11 位與第 15 位。就兩岸三地船噸而言，中國船舶載重噸有 56,812 千噸，全球排名第 4 位；香港與臺灣分別有 40,993 千噸與 23,331 千噸，全球排名分別為第 7 位與第 10 位。整體言之，全球從事航運主要貿易國家，貿易產值高低與船舶載重噸成正比。

四、預測方法

本節說明兩岸三地船噸成長趨勢預測方法採用理由及其內容，包括灰預測與指數平滑法之特性，及其模式構建步驟。

灰色系統理論 (grey system theory) 係鄧聚龍教授於 1982 年所提出，針對現有資訊不完整與系統因果關係不明確狀況，進行系統分析之方法。傳統預測方法皆需大量數據，及要求母體分配符合某些假設等限制。然灰色系統對上述限制都能克服，最大特色僅需四筆資料即可建模，且無須對研究樣本母體分配進行嚴格假設。而航運市場船貨供需素有高度不確定性，與灰色理論「訊息不完整之系統環境」之特性相符合。

時間數列 (time series) 以固定時間間隔為基礎，對檢測對象進行連續觀察，藉由時間變化而顯現之時間數列規則，來推算未來之時間數列。於許多應用中，最靠近現在時間點之資料比過去歷史資料更能代表未來值，而指數平滑法係以最簡單且最具邏輯性方法處理時間性資料。指數平滑法藉由 α 值變化，容易求算模式正確性。然觀察一個資料集之趨勢或變動，需歷經一段較長之觀測期，對於變化快速航運市場供給面常遭遇每年影響因素難以界定之困境。因此，對於景氣循環週期短之航運產業未來船噸供給之推估，應以短期供給之角度進行預測，則未來不確定性之影響或可大幅降低。

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 GM 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^[12]。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(1)式所得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：

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

經過上述生成及構建模式後，須進一步檢驗模式之精確度，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，依據實際值與估計值作殘差比較，公式如下^[23]：

$$e(k) = \left| \frac{x^{(0)}(k) - \hat{x}^{(0)}(k)}{x^{(0)}(k)} \right| \times 100\%, k = 2, 3, \dots, n. \quad (10)$$

4.2 指數平滑法

時間數列分析之平滑法包括移動平均法 (moving average)、加權移動平均法 (weighted moving average) 和指數平滑法 (exponential smoothing)。一般指數平滑法 α 值選取之參考準則，如表 4 所示。

表 4 指數平滑法 α 值選取參考準則

α 值	參考準則
0.05~0.20	時間數列呈現不規則變動，但接近較穩定之常數
0.10~0.40	時間數列波動不大，長期趨勢變動緩慢
0.60~0.90	時間數列波動較大，長期趨勢變動快速且明顯

資料來源：曹銳勤^[6]、方世榮^[36]。

於許多應用中，最靠近現在時間點之資料比過去歷史資料更能代表未來值，而指數平滑法係以最簡單且最具邏輯性方法處理時間性資料^[6]，其模式如 (11) 式：

$$y_{t+1}^* = \alpha y_t + (1 - \alpha) y_t^* \quad (11)$$

$$y_t^* = \alpha y_{t-1} + (1 - \alpha) y_{t-1}^* \quad (12)$$

其中 y_t^* 代表第 t 期的預測值， y_t 代表第 t 期的實際值， y_{t+1}^* 代表第 $t+1$ 期的預測值，而 α 為平滑化常數 (smoothing constant)。將 (12) 式合併入 (11) 式，並繼續擴展後，可得 (13) 式：

$$y_{t+1}^* = \alpha y_t + \alpha(1 - \alpha) y_{t-1} + \alpha(1 - \alpha)^2 y_{t-2} + \dots + \alpha(1 - \alpha)^{t-1} y_1 \quad (13)$$

y_{t+1}^* 是由 y_t^* 計算而來。此疊代方程式中，假設 $t+1$ 是真實資料，由 $t=1$ 開始估算，也就是 $y_2^* = y_1$ 。

一般而言，指數平滑法具備下列優點：(1) 模式計算容易，且預測準確度高；(2) 僅需最低的資料儲存；(3) 藉由 α 值之變化，容易求算模式之正確性^[6]。指數平滑法預測值是預測時點上一期之實際值和上一期預測值之加權平均，平滑指數 α 愈大，預測值愈不穩定，但對實際數據之變化反應愈敏感。相反地，平滑係數 α 愈小，則預測值愈穩定，但對實際數據之變化反應愈遲緩。因此，選擇平滑係數 α 對於預測結果至關重要。方世榮^[36] 指出，

在時間數列波動較大，長期趨勢變動快速且明顯情況下，作指數平滑預測時， α 值介於 0.6 至 0.9 為較佳範圍。

4.3 預測精確度之衡量

本文採用平均絕對百分比誤差 (mean absolute percentage error ; MAPE) 與 U 統計量，作為預測精確度之比較，其計算公式簡述如下。

(一) 平均絕對百分比誤差

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|F_t - A_t|}{A_t} \times 100\% \quad (14)$$

其中 F_t 為第 t 期之預測值； A_t 為第 t 期之實際值； n 為期數。

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。本文根據 Lewis^[37] 所提出預測能力等級加以修正，依照 MAPE 值之大小將模式預測能力區分為四種等級，如表 5 所示，當 MAPE 值小於 10% 時，表示預測能力為高度精確。

表 5 平均絕對百分比誤差 (MAPE) 預測能力之等級

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

(二) U 統計量

$$U = \sqrt{\frac{\sum_{i=2}^n (FPE_i - APE_i)^2 / n - 1}{\sum_{i=2}^n (APE_i)^2 / n - 1}} \quad (15)$$

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

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

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 6 所示，亦可決定預測模式之適用機會，如此應能降低模式預測不佳致影響系統運作之風險，故為一良好之預測誤差評估指標^[38]。

表 6 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、兩岸三地船噸成長趨勢分析

以下依據聯合國 UNCTAD^[2] 統計資料，採用灰預測 GM(1,1) 預測模式進行兩岸三地船噸成長趨勢分析，並藉指數平滑法進行精確度比較。為進一步掌握船噸成長趨勢，又以區間預測值替代單一預測值進行討論。

5.1 灰預測結果分析

灰色理論相關研究顯示，灰預測模式適合應用於短期或無法取得完整訊息之分析。航運市場船貨供需素有高度不確定性，符合灰色理論「訊息不完整之系統環境」之特性。藉由灰色理論之灰預測最常被使用之四點建模，以構建兩岸三地船噸成長預測模式，並檢驗模式之精確度。由於航運景氣循環週期短者約二至四年，而且 2002 年兩岸三地均已加入 WTO 基礎下，本文以 2005 年聯合國 UNCTAD 資料為基準，分別就其船舶載重噸數往前推四期進行預測。以四年資料建立之灰色模式預測過程為例，2000 年預測值係利用 1996-1999 年四筆原始資料進行建模與預測；2001 年預測值則利用 1997-2000 年四筆原始資料進行，其餘依此類推。茲將預測結果彙整，灰預測兩岸三地船舶載重噸之實際值、預測值和殘差，如表 7 所示。

以 2000-2005 年預測平均精確度而言，臺灣、中國、香港分別為 94.30%、96.33%、86.69%。主要由於 2004 年香港船噸驟降，導致其精確度下降。就平均值整體言之，灰預測結果仍維持 90% 以上精確度。

表 7 灰預測兩岸三地船舶載重噸之實際值、預測值和殘差

時間	K 值	臺 灣			中 國			香 港		
		實際值	預測值	殘差 (%)	實際值	預測值	殘差 (%)	實際值	預測值	殘差 (%)
1996	1	14,370,214			35,246,725			31,331,286		
1997	2	15,111,867			36,257,634			33,480,507		
1998	3	16,102,409			38,030,950			35,563,478		
1999	4	17,987,877			38,346,594			32,651,870		
2000	5	19,691,402	19,507,162	0.94	38,495,618	39,872,246	3.58	31,543,719	33,097,661	4.93
2001	6	18,867,133	21,796,668	15.53	40,733,770	40,116,498	1.52	35,701,571	29,390,121	17.68
2002	7	21,693,216	19,724,463	9.08	41,924,489	41,970,713	0.112	36,361,340	36,546,473	0.51
2003	8	22,328,531	22,230,964	0.44	44,303,603	43,203,900	2.482	37,733,808	39,534,292	4.77
2004	9	22,877,957	24,587,323	7.474	47,401,888	46,027,863	2.90	30,883,512	38,682,800	25.25
2005	10	23,331,000	23,508,853	0.76	56,812,000	50,305,007	11.45	40,993,000	30,037,962	26.72
2000-2005 年平均精準度				94.30			96.33			86.69

5.2 指數平滑法精確度分析

最近十年來，兩岸三地船噸結構呈現波動較大且明顯，與表 3 所述「在時間數列波動較大，長期趨勢變動快速且明顯情況」相似，故採用 α 值介於 0.6 到 0.9 為較佳範圍。因此本文分別假設 $\alpha=0.6$ 與 $\alpha=0.9$ 時，指數平滑法兩岸三地載重噸之實際值、預測值和殘差，如表 8 所示。

由表 8 可知，以 2002-2005 年預測平均精確度而言，臺灣、中國與香港，當 $\alpha=0.6$ 時，分別為 92.23%、91.80%、89.18%；當 $\alpha=0.9$ 時，分別為 94.19%、93.44%、88.80%。因此，兩岸三地船噸呈現逐年波動較大，長期趨勢變動快速且明顯情況下，運用指數平滑法對過去三年進行精確度分析，於 $\alpha=0.6$ 與 $\alpha=0.9$ 之區間內，平均可得 90% 以上之預測精準度。換言之，兩岸三地船噸成長趨勢預測，指數平滑法亦為良好預測方法之一。

5.3 預測精確度比較分析

為進一步掌握兩岸三地船噸成長趨勢，本文採用 MAPE 值與 U 統計量作為 2000-2005 年整體船噸預測精確度之衡量標準。若 MAPE 值小於 10%，表示模式預測績效優良。於 U 統計量方面，愈接近於零表示模式預測能力愈高。因此，於兩者皆為預測績效績優模式下，本文以 U 統計量最小模式，代表為兩岸三地船噸成長趨勢最適模式。兩岸三地船噸成長預測精確度比較，如表 9 所示。

表 8 指數平滑法兩岸三地載重噸之實際值、預測值和殘差

時間	臺 灣			中 國			香 港			
	實際值	預測值	殘差 (%)	實際值	預測值	殘差 (%)	實際值	預測值	殘差 (%)	
$(\alpha = 0.6)$										
1996	14,370,214			35,246,725			31,331,286			
1997	15,111,867	14,370,214	4.91	36,257,634	35,246,725	2.79	33,480,507	31,331,286	6.42	
1998	16,102,409	14,815,206	7.99	38,030,950	35,853,270	5.73	35,563,478	32,620,819	8.27	
1999	17,987,877	15,587,528	13.34	38,346,594	37,159,878	3.09	32,651,870	34,386,414	5.31	
2000	19,691,402	17,027,737	13.53	38,495,618	37,871,908	1.62	31,543,719	33,345,688	5.71	
2001	18,867,133	18,625,936	1.28	40,733,770	38,246,134	6.11	35,701,571	32,264,506	9.63	
2002	21,693,216	18,770,654	13.47	41,924,489	39,738,716	5.21	36,361,340	34,326,745	5.60	
2003	22,328,531	20,524,191	8.08	44,303,603	41,050,180	7.34	37,733,808	35,547,502	5.79	
2004	22,877,957	21,606,795	5.56	47,401,888	43,002,234	9.28	30,883,512	36,859,286	19.35	
2005	23,331,000	22,369,492	4.12	56,812,000	45,642,026	19.66	40,993,000	33,273,821	18.83	
2000-2005 年平均精準度			92.33				91.80			89.18
$(\alpha = 0.9)$										
1996	14,370,214			35,246,725			31,331,286			
1997	15,111,867	14,370,214	4.91	36,257,634	35,246,725	2.79	33,480,507	31,331,286	6.42	
1998	16,102,409	15,037,702	6.61	38,030,950	36,156,543	4.93	35,563,478	33,265,585	6.46	
1999	17,987,877	15,995,938	11.07	38,346,594	37,843,509	1.31	32,651,870	35,333,689	8.21	
2000	19,691,402	17,788,683	9.66	38,495,618	38,296,286	0.52	31,543,719	32,920,052	4.36	
2001	18,867,133	19,501,130	3.36	40,733,770	38,475,685	5.54	35,701,571	31,681,352	11.26	
2002	21,693,216	18,930,533	12.74	41,924,489	40,507,961	3.38	36,361,340	35,299,549	2.92	
2003	22,328,531	21,416,948	4.08	44,303,603	41,782,836	5.69	37,733,808	36,255,161	3.92	
2004	22,877,957	22,237,373	2.80	47,401,888	44,051,526	7.07	30,883,512	37,585,943	21.70	
2005	23,331,000	22,813,899	2.22	56,812,000	47,066,852	17.15	40,993,000	31,553,755	23.03	
2000-2005 年平均精準度			94.19				93.44			88.80

表 9 兩岸三地船噸成長預測精確度比較

兩岸三地	模式與比較	灰預測 GM(1,1) 預測模式	指數平滑法預測模式	
			$(\alpha = 0.6)$	$(\alpha = 0.9)$
臺 灣	MAPE 值	5.70%	7.67%	5.81%
	U 統計量	0.43	0.52	0.42
中 國	MAPE 值	3.67%	8.20%	6.56%
	U 統計量	0.27	0.50	0.43
香 港	MAPE 值	13.31%	10.82%	11.20%
	U 統計量	0.47	0.34	0.39
平均數	MAPE 值	7.56%	8.90%	7.86%
	U 統計量	0.39	0.45	0.41

由表 9 可知，於平均 MAPE 值部分，灰預測與指數平滑法兩種預測模式均小於 10%，分別為 7.56%、8.90% ($\alpha=0.6$)與 7.86% ($\alpha=0.9$)。因此，兩種模式預測績效均相當優良，其中灰預測精確度更高於指數平滑法之結果。於 U 統計量部分，兩種預測模式分別為 0.39、0.45 ($\alpha=0.6$)與 0.41 ($\alpha=0.9$)。換言之，針對 2002-2005 年船噸成長預測，灰預測 GM(1,1) 預測模式預測績效優於指數平滑法之預測結果。

5.4 區間預測值分析

為進一步掌握兩岸三地船噸成長趨勢，本文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。對於區間預測值之範圍，除了考量樂觀與悲觀不同程度，又將預測不同時間因素納入，給定不同區間預測調整值。申言之，當 k 值愈大，則其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；而且當 $k=5$ 、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。2006-2008 年兩岸三地船噸預測之區間預測值，如表 10 所示。

表 10 2006-2008 年兩岸三地船噸預測區間預測值

k 值	國家／地區	最悲觀	較悲觀	悲觀	預測值	樂觀	較樂觀	最樂觀
11	調整值	-7.5%	-5%	-2.5%	100%	+2.5%	+5%	+7.5%
	臺灣	22,075,156	22,671,782	23,268,408	23,865,034	24,461,660	25,058,286	25,654,912
	中國	58,818,017	60,407,693	61,997,369	63,587,045	65,176,721	66,766,397	68,356,073
	香港	37,179,444	38,184,293	39,189,143	40,193,993	41,198,843	42,203,693	43,208,542
12	調整值	-10%	-7.5%	-5%	100%	+5%	+7.5%	+10%
	臺灣	21,954,616	22,564,467	22,671,782	24,394,018	25,613,719	26,223,569	26,833,420
	中國	65,100,653	66,909,005	68,717,356	72,334,059	75,950,762	77,759,113	79,567,465
	香港	37,962,983	39,017,510	40,072,037	42,181,092	44,290,147	45,344,674	46,399,201
13	調整值	-12.5%	-10%	-7.5%	100%	+7.5%	+10%	+12.5%
	臺灣	21,817,887	22,441,255	23,064,623	24,934,728	26,804,833	27,428,201	28,051,569
	中國	71,998,770	74,055,878	76,112,986	82,284,309	88,455,632	90,512,740	92,569,848
	香港	38,733,124	39,839,784	40,946,445	44,266,427	47,586,409	48,693,070	49,799,730

以臺灣為例，當 k 值 = 11，灰預測之船噸單一預測值為 23,865,034，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 [23,268,408, 24,461,660]、[22,671,782, 25,058,286] 與 [22,075,156, 25,654,912] 之間，其餘依此類推，如此便能進

一步掌握其船噸成長之可能趨勢。若將來實際值超過「最悲觀」或「最樂觀」區間預測值時，表示其船噸成長波動幅度激烈，例如軍事戰爭、恐怖攻擊、油價暴漲或需求大增等因素造成，此則表示預測模式與時間點有必要作適時調整。

就未來船噸成長預測而言，2005 年全球船噸之排序，臺灣位居第十名，近年船噸雖持續遞增，但船噸增幅有限，預測至 2008 年將較目前增加 160 萬多載重噸，達 24,934,728 載重噸，增幅僅 6.87%。中國位居第四位，近年船噸明顯大幅增加，預測至 2008 年將較目前增加 2,547 萬多載重噸，達 82,284,309 載重噸，增幅為 44.84%，為兩岸三地增幅最大者。香港近年船噸增減變化最大，預測至 2008 年將較目前增加 327 萬載重噸，達 44,266,427 載重噸，增幅為 7.99%。換言之，未來兩岸三地仍朝向正成長之趨勢，顯示未來兩岸三地船噸成長對全球船噸增減之影響不減反增。

六、結論與建議

本文主要利用聯合國 UNCTAD 最近十年資料，分析兩岸三地船噸結構現況，並採用灰預測 GM(1,1) 預測模式，進行兩岸三地船噸成長趨勢分析。主要研究結論與建議如下。

6.1 結論

1. 臺灣船舶艘數與載重噸分別呈現 22.92% 與 62.36% 成長，顯示船舶朝向大型化發展趨勢。最近十年間，船舶載重噸雖逐年成長，但成長率已明顯趨緩。船舶設籍呈現國輪減少外輪增加，2005 年船舶出籍率 77.30%，為兩岸三地之冠。船舶主要設籍於巴拿馬與賴比瑞亞。船型與所占船噸比率，相對以貨櫃船較具優勢。就全球船噸排序而言，2005 年位居第十名。近年船噸雖持續遞增，但增幅有限，預測至 2008 年將較目前增加 160 萬多載重噸，達 24,934,728 載重噸，增幅僅 6.87%。
2. 中國船舶艘數與載重噸分別呈現 36.47% 與 61.17% 成長，顯示船舶亦朝向大型化發展。最近十年間，船舶載重噸逐年增加，尤其以最近兩年成長最為明顯。船舶設籍呈現國輪減少外輪增加，2005 年船舶出籍率 52.28%，為兩岸三地最低者。船舶主要設籍於巴拿馬與賴比瑞亞。船型與所占船噸比率，相對以雜貨船較具優勢。就全球船噸排序而言，2005 年位居第四位。近年船噸明顯大幅增加，預測至 2008 年將較目前增加 2,547 萬多載重噸，達 82,284,309 載重噸，增幅為 44.84%，為兩岸三地增幅最大者。換言之，中國船噸持續成長，勢必對未來兩岸三地航運業產生明顯之影響。
3. 香港船舶艘數與載重噸分別呈現 -6.49% 與 30.84% 成長，顯示船舶亦朝向大型化發展。最近十年間，船舶載重噸整體而言為成長趨勢，但船噸變化最大，成長率亦巨幅震盪。船舶設籍方面，2005 年船舶出籍率 57.92%，雖僅次於臺灣，但卻呈現國輪增加外輪減少趨勢。船舶主要設籍於賴比瑞亞與塞普路斯。船型與所占船噸比率，相對則以散裝船

較具優勢。就全球船噸排序而言，2005 年位居第七名。近年船噸增減變化最大，預測至 2008 年將較目前增加 327 萬載重噸，達 44,266,427 載重噸，增幅為 7.99%。

6.2 建議

1. 就船舶出籍情況而言，全球目前船噸出籍約占三分之二 (65.19%)。臺灣於 2000 年以前，國輪船噸比率高於全球比率；但 2000 年以後，外輪比率逐年高於全球比率，2005 年船舶出籍比率高達 77.30%，而且呈現逐年增加趨勢。此一發展情勢，國人不得不察。影響臺灣船舶設籍選擇之關鍵因素，不論是散裝船^[13]或貨櫃船^[39]，最新調查研究顯示，均是以「營運地區限制」最重要，因此如欲防止國輪船噸出籍，建議政府主管機關可仿效歐洲「第二船籍」或「噸位稅」制度，應積極研議適當因應對策，否則國輪出籍勢將愈形嚴重。
2. 影響船噸成長因素甚多，本文僅就船噸現況進行分析，後續研究建議將影響船噸成長因素納入考量，並加以量化分析，以提升預測能力。航運市場因所提供船舶服務特性區分為不同市場，如散裝船市場、貨櫃船市場、雜貨船市場、油輪市場等，本文僅就整體市場進行趨勢分析，後續研究亦可依前述主要船型分布比率配合各船型之船齡，進一步推估各種船型及國輪與外輪之成長趨勢，以供不同航運公司作為營運決策之參考依據。
3. 有關船噸成長趨勢方面，本文僅就供給面進行分析，後續研究亦可配合貨源需求面進行探討，如此或可更有效掌握航運市場與運價之變化。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，可進一步掌握未來兩岸三地船噸成長之可能趨勢，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，後續研究亦可針對區間預測進行進一步探討。

參考文獻

1. Bendall, H. and Stent, A. F., "Investment Strategy in Market Uncertainty", *Maritime Policy and Management*, Vol. 30, No. 4, 2003, pp. 293-303.
2. UNCTAD, *Review of Maritime Transport*, United Nations Conference on Trade and Development, United Nations, UNCTAD/RMT, New York and Geneva, 1996-2005.
3. 馬豐源，「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，民國九十四年，頁 71-80。
4. 楊鈺池，「我國對權宜船之海運政策分析」，*海運研究學刊*，第十五期，民國九十二年，頁 1-14。
5. Tenold, S., "A Most Convenient Flag—the Basis for the Expansion of the Singapore Fleet, 1969-82", *Maritime Policy and Management*, Vol. 30, No. 3, 2003, pp. 255-268.
6. 曹銳勤，「以灰色預測值建構模糊指數平滑模式」，*中國工程學刊*，第十八卷，第六期，

民國九十年，頁 95-103。

7. Ding, J. F. and Liang, G. S., "The Choices of Employing Seafarers for the National Shipowners in Taiwan: An Empirical Study", *Maritime Policy and Management*, Vol. 32, No. 2, 2005, pp. 123-137.
8. Bergantino, A. S. and Marlow, P. B., "Factors Influencing the Choice of Flag: Empirical Evidence", *Maritime Policy and Management*, Vol. 25, No. 2, 1998, pp. 157-174.
9. Bergantino, A. S. and O'Sullivan, P., "Flagging Out and International Registries: Main Developments and Policy Issues", *Journal of International Transport Economics*, Vol. 26, No. 3, 1999, pp. 447-472.
10. Llácer, F. J. M., "Open Registers: Past, Present and Future", *Marine Policy*, Vol. 27, 2003, pp. 513-523.
11. Alderton, A. and Winchester, N., "Globalisation and De-regulation in the Maritime Industry", *Marine Policy*, Vol. 26, 2000, pp. 35-43.
12. Goulielmos, A. M., "Flagging Out and the Need for a New Greek Maritime Policy", *Transport Policy*, Vol. 5, 1998, pp. 115-125.
13. 黃承傳、鍾政棋，「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，民國九十四年，頁 27-62。
14. Haralambides, H. E. and Yang, J., "A Fuzzy Set Theory Approach to Flagging Out: Towards a New Chinese Shipping Policy", *Marine Policy*, Vol. 27, No. 1, 2003, pp. 13-22.
15. Kite-Powell, H. L., *Encyclopedia of Marine Science*, Springer-Verlag, New York, 2001, pp. 2768-2776.
16. Leggate, H. and McConville, J., "Tonnage Tax: Is It Working?", *Maritime Policy and Management*, Vol. 32, No. 2, 2005, pp. 177-186.
17. Coto-Millán, P., "Maritime Transport Policy in Spain (1974-1995)", *Transport Policy*, Vol. 3, No. 1/2, 1996, pp. 37-41.
18. 楊鈺池，「我國海運競爭力與補助政策之相關性研究」，*航運季刊*，第十二卷，第一期，民國九十二年，頁 61-88。
19. 邱榮和，「加入 WTO 後對我國航運業可能之影響分析」，第四十九屆航海節學術研討會論文集，中華航運學會，民國九十二年，頁 42-51。
20. 張義範，「多模互動式醫院藥品存量控制決策支援之研究」，輔仁大學資訊管理研究所碩士論文，民國九十一年。
21. 陳思穎，「中油公司進口原油價格與匯率之選擇性避險研究」，國立臺北大學經濟學研究所碩士論文，民國八十九年。
22. Snyder, R. D., Koehler, A. B., and Ord, J. K., "Forecasting for Inventory Control with Exponential Smoothing", *International Journal of Forecasting*, Vol. 18, 2002, pp. 5-18.
23. Snyder, R. D., Koehler, A. B., Hyndman, R. J., and Ord, J. K., "Exponential Smoothing Models: Means and Variances for Lead-time Demand", *European Journal of Operational Research*, Vol. 158, 2004, pp. 444-455.

24. 鍾政棋、林宥勝，「波羅地海 BCI 運價指數預測之研究」，國際經貿與商務管理研討會論文集，聖約翰科技大學，臺北，民國九十六年，頁 116-123。
25. 陳桓毅，「散裝波羅地海運價指數預測之研究」，國立臺灣海洋大學航運管理學系碩士論文，民國九十五年。
26. 鄧聚龍，**灰色系統理論與應用**，高立圖書公司，臺北，民國八十九年。
27. 黃泰林、王小娥、鄭仲凱、陳垂彥，「應用灰色理論於境外航運中心貨物運輸需求之研究」，中華民國運輸學會第十三屆論文研討會論文集，中華民國運輸學會，民國八十七年，頁 137-146。
28. 鍾政棋、梁金樹、陳桓毅，「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，民國九十五年，頁 49-70。
29. 黃文吉、吳勝傑、程培倫、尤仁弘，「由生命週期觀點談灰色理論於運輸需求預測之應用－以臺灣地區港埠貨櫃運輸需求預測為例」，**海運學報**，第十二期，民國九十二年，頁 171-185。
30. Tseng, F. M. and Tzeng, G. H., "Forecast Seasonal Time Series by Comparing Five Kinds of Hybrid Grey Models", *International Journal of Fuzzy Systems*, Vol. 5, No. 2, 1999, pp. 45-55.
31. 莊昆益，「灰色預測理論應用於電子遊戲產業預測之研究－以臺灣市場為例」，朝陽科技大學企業管理研究所碩士論文，民國九十一年。
32. Veenstra, A. W., *Quantitative Analysis of Shipping Markets*, Delft University Press, Delft, 1999.
33. Lee, T. W., "Flagging Options for the Future: A Turning Point in Korean Shipping Policy ?", *Maritime Policy and Management*, Vol. 23, No. 2, 1996, pp. 177-186.
34. 鍾政棋，「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，民國九十三年。
35. Heideloff, C., "ISL Market Analysis 2005: Major Shipping Countries", *Shipping Statistics and Market Review*, Vol. 49, No. 9, Institute of Shipping Economics and Logistics (ISL), 2006, pp. 7-19.
36. 方世榮，**統計學導論**，華泰文化事業股份有限公司，臺北，民國九十年。
37. Lewis, C. D., *Industrial and Business Forecasting Method*, Butterworths, London, 1982.
38. 黃泰林、王小娥、陳垂彥，「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，民國八十六年，頁 103-124。
39. 鍾政棋、黃玉玲，「我國貨櫃船舶設籍關鍵影響因素之分析」，慶祝 2006 年航海節暨港埠管理研討會論文集，國立臺灣海洋大學，基隆，民國九十五年，頁 19-38。