

應用灰色理論於來臺郵輪客運量預測之研究

A Study on Predicting Taiwan Cruise Passenger Volume by Using Gray System Theory

蘇健民 (Chien-Min Su)^{①*}、馬譽庭 (Yu-Ting Ma)^{②*}

摘要

郵輪產業將臺灣帶入全球化之一環，郵輪經濟帶來可觀的效益，但同時也容易受國際情勢所影響，例如 COVID-19 疫情重創郵輪產業。因此本研究運用灰色理論中的灰色預測，透過取得臺灣港務公司提供之歷年來臺郵輪旅客人數短時間內之少量樣本，達到更準確之預測。此研究以預測民國 110、111 年之來臺郵輪旅客人數為目的，期待透過此預測研究方法，作為營運及規劃的參考，並提升我國整體郵輪產業品質，對未來因應突發事件時，也能做出準確的預測，以利未來政府及業者之決策參考。本研究採民國 105 年到 109 年共 5 筆作為樣本資料，藉由研究成果證實透過灰色預測模型，作為短期預測方法，除誤差較小外，在資料樣本不足的情況下，也可以達到方便、迅速、且績效相當好的結果。

關鍵詞：灰色理論、灰色預測、郵輪、客運量

Abstract

Taiwan has been part of globalization because of the cruise industry, and the cruise economy has brought considerable benefits. However, it is easily affected by international situations, such as COVID-19, which has had a tremendous impact

①* 通訊作者，國立臺灣海洋大學運輸科學系副教授；E-mail: cmsu@mail.ntou.edu.tw。

② 國立臺灣海洋大學運輸科學系碩士生；E-mail: s9355111@gmail.com。

on cruise industry. Based on the historical data, this study aims to predict the number of cruise passengers in Taiwan between 2021 and 2022 by using the Gray System Theory. It is hoped that this forecasting research technique can be used as a reference for stakeholders' operational planning, and improve the service quality of cruise industry in Taiwan by making accurate predictions. The data source is from Taiwan International Ports Corporation, Ltd. More specifically, this study takes the data from 2016 to 2020 as the input, applies rolling method for Gray Model, and predicts the future cruise passengers volume. This study verifies that when the number of sample is small, Gray Model Theory is an efficient and reliable technique to predict the short-term cruise passenger volume.

Keywords: Cruise Industry, Cruise Passengers, Gray Prediction, Gray System Theory

壹、前言

灰色理論 (Gray System Theory) 係由鄧聚龍在 1982 年提出，主要以不需大量數據之灰色模型做預測與決策分析，其中灰色預測 (Gray Prediction) 模型是根據現有資料及數據對未來將要發生或不確定的事件行為狀態做出主觀的判斷。換言之，透過以過去與現在所獲得的資料，根據一種邏輯推理之方法，來達到預測之目的。一般而言，灰色預測的種類可分為數列預測、異常質預測、圖形預測及系統預測。異常值預測即通過灰色模型預測異常值出現的時刻，預測異常值什麼時候出現在特定時區內，如：預測地震發生之年份。圖形預測係將原始數據作曲線，在曲線上按定值尋找該定值發生的所有時點，並以該定值為框架構成時點數列，然後建立模型

預測該定值所發生的時點，如：預測產品銷售之生命週期。系統預測通過對系統行為特徵指標建立一組相互關聯的灰色預測模型，預測系統中眾多變數間的相互協調關係的變化，如：預測確診者之重症比例與是否接種疫苗間關係。而本研究為對某現象隨時間的順延而發生的變化所做的預測，屬灰色預測中之數列預測。

交通部從 2017 年 5 月 20 日以來，積極發展高雄港和基隆港的所謂「國際郵輪雙母港」，在郵輪旅客於 2018 年 12 月突破百萬人次，相對於連續三年都有超過一千萬觀光客來臺的紀錄而言，同樣值得肯定。國際郵輪造訪高雄港 2019 年可望達到 72 艘次，預計將會有 10 萬的進出港旅客人次。如果未來能結合新南向國家相關航線的開闢，相信郵輪產業發展所帶來的觀光效益，一定有助於長期的經濟發

展。在郵輪經濟的發展上，2017 年全球的郵輪旅客將上看 2,530 萬人次，而亞洲的郵輪人口則可望突破 330 萬人次。此外，依據上海國際航運研究中心在 2016 年所公布「2030 中國航運發展展望」之預測，中國大陸在 2030 年的郵輪旅客數量將達到 800 萬到 1,000 萬人次，成為全球最大的郵輪旅遊市場。表 1 係臺灣港務股份有限公司統計臺灣地區郵輪旅客人數的資料。

國際郵輪的停靠帶動了外籍遊客來臺的觀光熱潮，操作的模式有 Fly-Cruise (搭機抵臺、續搭國際郵輪來回、再搭機返國) 及多邊母港策略等，這些模式在 2017 年為臺灣帶來近 15 萬其他國家上船的旅客人次 (黃家慧, 2017)；由臺灣港務公司的資料顯示，長期以基隆港為母港的麗星郵輪，每年原本 4 至 10 月經營基隆港往來沖繩與石垣島定期航線，隨著國人需求的日漸升高，自去年起延長為全年性定期航行，全年共有 156 個班次，較前年成長一倍。2018 年公主郵輪、歌詩達郵輪都以基隆港為母港，公主郵輪今年首次開關以

高雄港為母港的郵輪行程，是繼麗星郵輪之後第二家在臺灣擁有雙母港的國際郵輪業者。除了旅客帶來的直接觀光效益，還有郵輪所需的補給、加油、加水、食品、船舶維修等衍生商機，故臺灣港務公司評估 2017 年郵輪總產值將較 2016 年成長 25%，有機會達到 50 億新臺幣。

但由於民國 109 年 COVID-19 疫情肆虐，重創郵輪產業，許多對未來之統計迴歸方面之預測失效，故期望利用灰色預測 (Gray Prediction) 方法，透過取得短時間內之樣本與取代異常值，達到更準確之預測。本研究以預測民國 110 年及 111 年之來臺郵輪旅客人數為目的，期待透過此預測研究方法，作為營運及規劃的參考，並提升我國整體郵輪產業品質，對未來因應突發事件時，也能做出準確的研究，以利未來之決策。

貳、文獻回顧

2017 年國際郵輪協會 (Cruise Lines International Association, CLIA) 報告顯示，

表 1 臺灣地區郵輪旅客人數統計表

年份	單位 (人次)	國際郵輪	兩岸渡輪	國內航線
105	1,229,586	751,013	114,544	364,029
106	1,427,090	980,247	154,796	292,047
107	1,424,577	1,010,126	198,071	216,380
108	1,504,076	1,050,758	239,047	214,271
109	428,315	270,856	12,727	144,732

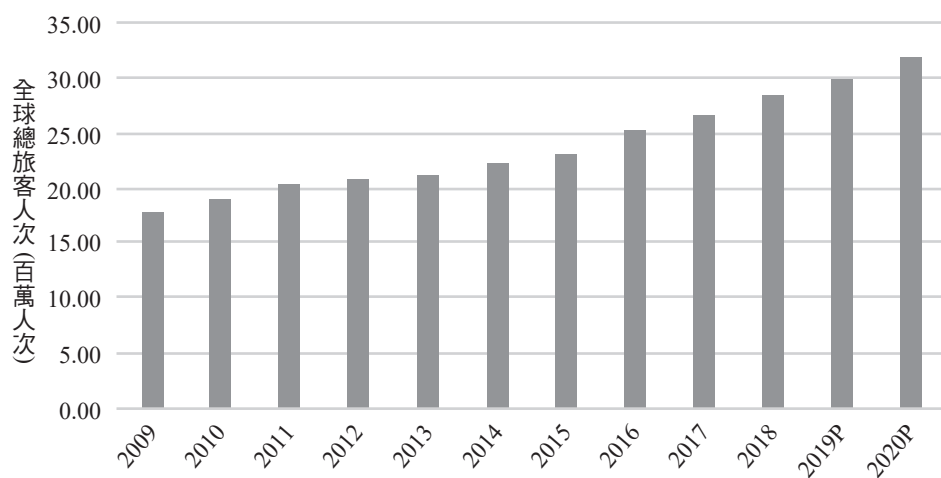
資料來源：臺灣港務股份有限公司。

2017 年全世界郵輪旅客量多寡的國籍依次是：北美 1,301.8 萬人次、歐洲 695.8 萬人次、亞洲 406 萬人、中南美洲 85 萬人次、其他 42.4 萬人次，全世界郵輪旅客數突破 2,500 萬人次，且均略有成長，其中以北美、歐洲、亞洲為郵輪主要旅客來源。同時，亞洲市場的快速成長也代表郵輪旅遊為消費者所接受程度大增，在 2010 年之前，亞太郵輪市場約僅占全球市場 3%，自 2011 年開始蓬勃發展，2013 年至 2015 年亞洲的郵輪旅客的年成長率均達 20%，在 2015 年亞洲的郵輪旅客有 220 萬人次，其中中國的郵輪旅客人次已如前述大幅成長，而澳洲自 2004 年到 2014 年間郵輪旅客由 15.8 萬人次增至 100 萬人次，成長幅度更高達 6 倍。

CLIA 在 2019 年公布的 2020 年郵輪產業前瞻報告 (2020 State of the Cruise

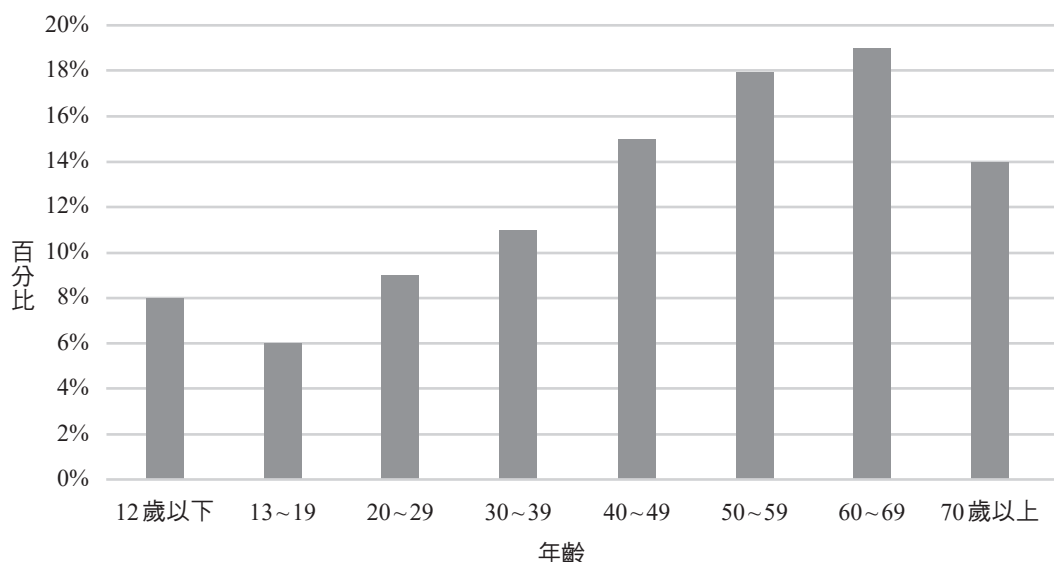
Industry Outlook) 顯示，全球郵輪旅客數自 2009 年的 1,780 萬人次攀升至 2018 年的 2,850 萬人次，旅客在 2005 年到 2015 年間對郵輪旅遊的需求提升了 62%。資料預估 2019 年將突破 3,000 萬人次，2020 年則預估可以來到 3,200 萬人次 (圖 1)。旅客量的增加，亦同步帶動經濟貢獻，CLIA 指出 2016 年全球有關郵輪產業的輸出值達 1,260 億美元，並提供超過 1 萬個工作機會，郵輪經濟正慢慢地在全球產生其影響力。

根據國際郵輪協會在 2019 Asia Deployment and Capacity - Cruise Industry Report 提到亞洲市場 2017 年旅客的成長率為 20.5%，遠高其他市場，旅客量達到 406 萬人次，其中中國旅客約占了 52%，臺灣旅客排名第二約 7.3%。亞洲旅客的郵輪旅遊特性異於歐美，約有 9 成旅程的



資料來源：CLIA。

圖 1 全球總旅客人次



資料來源：CLIA。

圖 2 平均搭乘郵輪旅客年齡分布

時間不會太長，郵輪旅程 6 天以下占了 74%；亞洲以外的目的地則為地中海、波羅的海、英國和愛爾蘭為主，搭乘旅客平均年齡約為 45 歲，各年齡層分布占比詳如圖 2 所示。

盧華安等人 (2012) 認為國際貿易為全球經濟之表徵，透過灰關聯值分析，求得貿易出口值之前 4 大港口，分別為布萊梅港、寧波港、新加坡港與天津港，然後運用灰色預測理論，建構預測模式。研究結果顯示，使用較少資料進行全球貿易之預測探討，只要數據有進行更新，適時進行預測推演程序，其精準度與便利性都是值得參考的。

楊生和 (2019) 認為郵輪產業有助於

在地經濟發展與增加就業機會，創造郵輪經濟效益。搭乘郵輪旅遊，近年已成為國際旅遊主要類型，尤其亞太郵輪市場更是蓬勃發展。臺灣的郵輪產業處於成長期，順應亞洲郵輪市場發展，郵輪旅客成長快速，各港口需能滿足大量客群。使用灰預測 GM(1,1) 模式與指數平滑法，預測臺灣國際商港旅客人數趨勢。研究發現得知灰預測 GM(1,1) 模式適合預測臺灣國際商港旅客人數。將預測結果做精確度分析後，發現 GM(1,1) 六期樣本模式為最佳之預測模式，精確度最佳的四種模式為灰預測四期～七期樣本模式，皆屬於短期樣本。基於此，就灰預測而言，以短期樣本進行預測，通常會有較佳的預測效能。

參、研究方法

灰色理論是針對一些不明確及資訊不完整之系統模型，進行系統的關聯分析 (Relational Analysis) 與模型建構 (Model Construction)，並藉著預測 (Prediction) 及決策 (Decision Making) 的方法來探討以及瞭解系統的情況。並能對事物的不確定性、多變量輸入、離散的數據及數據的不完整性做有效的處理。

當數據太少時，不能形成有規律地分布，概率統計不能研究。此外，數據太少也無法獲得有效的經驗訓練，模糊理論也不適用。因此在統計結果與經驗不足的處置都不理想時，就很適合運用灰色理論來處理數據。

一般數學模型通常利用數據序列來建立差分方程式，但是灰色預測模型 (Gray Prediction Model) 是使用原始數列透過累加生成運算 (Accumulated Generating Operation, AGO) 與均值生成 (Mean Generating) 來降低資料序列之雜訊影響，凸顯該數據序列之規律性。

3.1 灰色預測

本研究使用一階線性動態灰色預測模型 GM(1,1) 的建模方法 (鄧聚龍, 2000) 來建立交通量預測模型。假設原始序列如下：

假設 $x^{(0)}(i)$ 為第 1 筆原始數據到第 k

筆原始數據的時間序列，即

$$x^{(0)}(i) = (x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), x^{(0)}(3), \dots, x^{(0)}(k)) \quad (1)$$

GM(1,1) 之建立模式步驟如下：

步驟一：對此原始序列做一次累加生成運算 (AGO)，於此定義 $x^{(1)}(i)$ 為 $x^{(0)}(i)$ 的一次累加生成序列，即

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

步驟二：建立均值生成數列 (Mean Generating Sequence)

$$Z^{(1)}(i) = (Z^{(1)}(2), Z^{(1)}(3), \dots, Z^{(1)}(n)) \\ = \sum_i^k \frac{x^{(1)}(k) + x^{(1)}(k+1)}{2}, i = 2, 3, \dots, k \quad (3)$$

步驟三：利用下列式 (4) 求係數向量 A

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

式 (4) 中之 B 、 Y 矩陣分別為

$$B = \begin{bmatrix} -Z^{(1)}(2) & 1 \\ -Z^{(1)}(3) & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -Z^{(1)}(k) & 1 \end{bmatrix}, Y = \begin{bmatrix} x^{(0)}(2) & 1 \\ x^{(0)}(3) & 1 \\ \vdots & \vdots \\ x^{(0)}(k) & 1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

步驟四：經由代入式 (4) 所求出之參數 a ,

b 值導入 GM(1,1) 模型的一階微分方程式

$$\frac{dx^{(1)}}{dt} + ax^{(1)} = b \quad (6)$$

即可求得下列近似關係式：

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

步驟五：其中 $x^{(1)}(1) = x^{(0)}(1)$ ，將式 (7) 所求得之序列進行一次累減生成運算 (Inversed-Accumulated Generating Operation, IAGO)，則可求得還原序列，也就是預測值

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

3.2 研究流程

此研究資料取自臺灣港務公司之開放資料，採民國 105 年到 109 年共 5 筆資料作為樣本數據，圖 3 為本研究之流程圖。

3.2.1 資料整理

臺灣港務公司所提供之歷年來臺旅客人數，由圖 4 可清楚看出截至民國 108 年，郵輪旅客總人數是成長的，在民國 108 年更突破 150 萬人次，但圖 5 顯示民國 109 年來臺郵輪旅客人數驟減，主因 COVID-19 疫情爆發，重創郵輪產業，由民國 109 年 1 月到 12 月來臺郵輪旅客統計資料顯示，在 109 年 3 月到 6 月來臺郵輪旅客人次皆為零，如表 2 所示。109 年

之資料在數據上呈現明顯偏差與異常，因此為了提高預測之準確度，故本研究採用拉格朗日插值法 (Lagrange Polynomial)，將民國 109 年之異常值置換成新的數值，也就是透過拉格朗日插值法所輸出的值，透過此筆梳理過之樣本資料，再輸入灰色預測模型中進行運算。

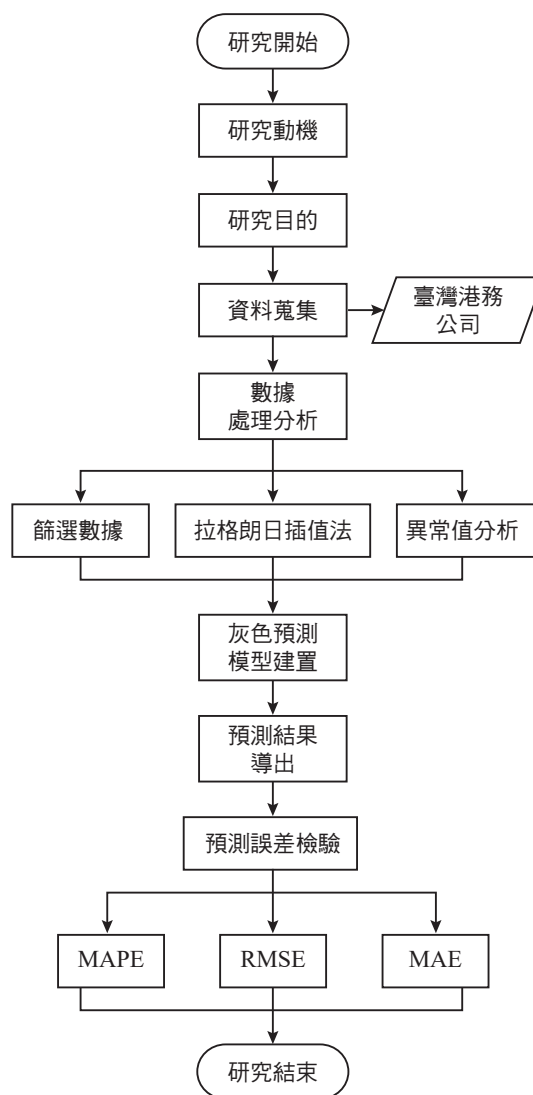
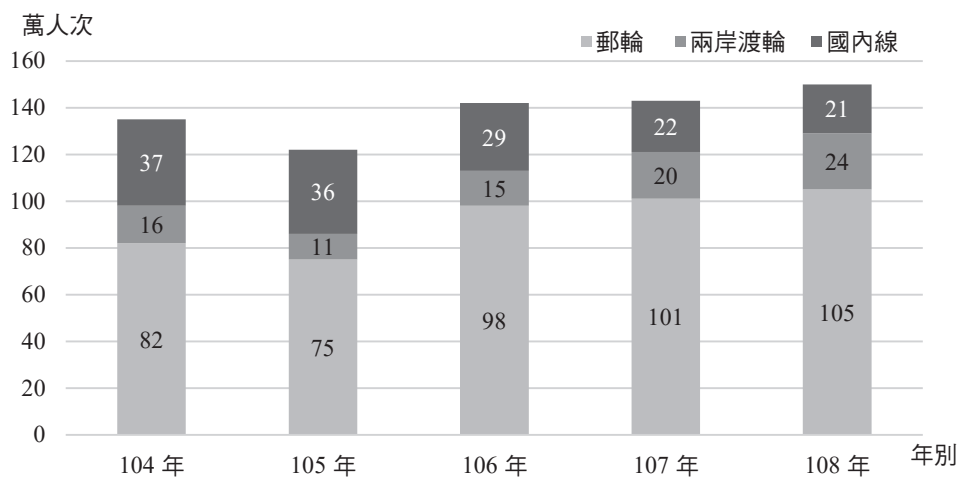
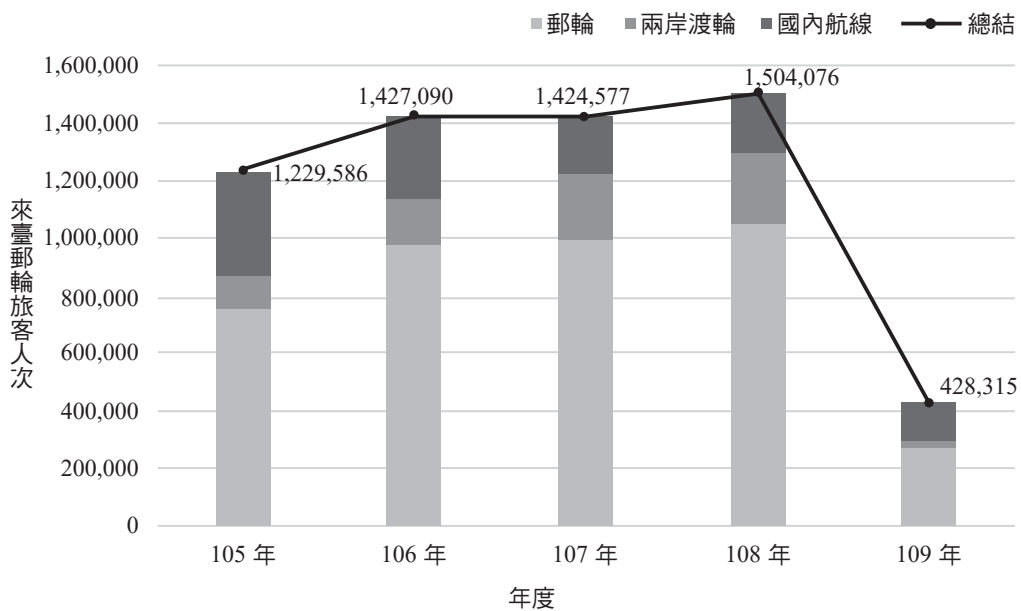


圖 3 研究流程圖



資料來源：臺灣港務股份有限公司。

圖 4 民國 104 ~ 108 年來臺郵輪旅客人數



資料來源：臺灣港務股份有限公司。

圖 5 民國 105 ~ 109 年來臺郵輪旅客人數

表 2 109 年 1 月到 12 月來臺郵輪旅客統計 單位：人次

109 年	總計	郵輪	兩岸渡輪	國內航線
1 月	73,731	47,930	11,363	14,438
2 月	22,471	14,169	1,364	6,938
3 月	6,995	0	0	6,995
4 月	6,554	0	0	6,554
5 月	8,021	0	0	8,021
6 月	16,463	0	0	16,463
7 月	28,120	2,862	0	25,258
8 月	54,659	33,860	0	20,799
9 月	59,617	40,994	0	18,623
10 月	81,533	72,396	0	9,137
11 月	40,754	32,595	0	8,159
12 月	29,397	26,050	0	3,347

資料來源：臺灣港務股份有限公司。

表 3 民國 105 年到 109 年樣本數據 單位：人次

年度	總計	郵輪	兩岸渡輪	國內航線
105 年	1,229,586	751,013	114,544	364,029
106 年	1,427,090	980,247	154,796	292,047
107 年	1,424,577	1,010,126	198,071	216,380
108 年	1,504,076	1,050,758	239,047	214,271
109 年	428,315	270,856	12,727	144,732

資料來源：臺灣港務股份有限公司。

由表 3 之 5 筆樣本數據，經拉格朗日插值法置換 109 年之異常值後，按照上述灰色預測之模型建構，將原始序列數據透過式 (2) 累加生成運算後，再以式 (3) 建立均值生成序列。最後利用最小平方法求得係數向量如下所示：

國際郵輪灰色預測之係數向量如式 (9)：

$$A = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.00546 \\ 991564.7 \end{bmatrix} \quad (9)$$

兩岸渡輪灰色預測之係數向量如式 (10)：

$$A = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.12385 \\ 144689.9 \end{bmatrix} \quad (10)$$

國際郵輪灰色預測之係數向量如式 (11)：

$$A = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.159086 \\ 361332.5 \end{bmatrix} \quad (11)$$

肆、研究結果

4.1 預測結果

透過臺灣港務公司公開網站資料，將 5 筆原始數據帶入灰色預測模型中，得出民國 110 年到 111 年共兩筆之預測資料，如表 4 所示。其中 109 年遭受 COVID-19 疫情影響，導致 109 年之實際值與預測值誤差過大屬於異常值，為了提升預測準確率，故採用拉格朗日插值法，取代 109 年之原始數據，即可縮小 109 年之實際值與預測值的誤差。

4.2 預測誤差

為探討本研究模型之準確度，本研究使用平均絕對誤差 (Mean Absolute Error, MAE)、均方根誤差 (Root Mean Square Error, RMSE)、平均絕對百分比誤差 (Mean Absolute Percent Error, MAPE) 此

三項指標來做評估，這三項評估指標的結果，數值越小代表誤差越小，預測的結果越準確。MAE 即平均每筆預測值與實際值的絕對殘差值，可以用來檢視本研究推估結果的誤差範圍。RMSE 為各次預測誤差平方和的平均值方根，可以瞭解模式估計的可靠性，若均方根誤差越小，表示估計可靠程度越高；相反地，若均方根誤差越大，則表示模式預測可靠程度越低，可藉由此方法瞭解本研究推估結果的可靠程度。由於 MAE 與 RMSE 計算誤差皆會有計算誤差值大小取決於預測項目衡量值大小的問題，在某些情況下，預測值與實際值的誤差比例遠比預測誤差的絕對數字更具參考價值，因此 MAPE 不僅僅考慮預測值與實際值的誤差，還考慮了誤差與實際值之間的比例。

因此，本研究案例將選用平均絕對百分比誤差 (MAPE) 為主要的指標來衡量誤差，以判斷預測值的準確程度，同時

表 4 預測結果輸出

單位：人次

年別	國際郵輪		兩岸渡輪		國內航線	
	實際值	預測值	實際值	預測值	實際值	預測值
105	751,013	—	114,544	—	364,029	—
106	980,247	998,393	154,796	169,133	292,047	280,516
107	1,010,126	1,003,862	198,071	191,432	216,380	239,259
108	1,050,758	1,009,362	239,047	216,671	214,271	204,070
109	270,856 插值法取代 →985,385	1,014,892	12,727 插值法取代 →230,708	245,237	144,732 插值法取代 →177,098	174,056
110	—	1,020,452	—	277,570	—	148,456
111	—	1,026,042	—	314,166	—	126,622

輔以平均絕對誤差 (MAE) 及均方根誤差 (RMSE) 作為比較誤差之準則，利用這些指標 (式 12~式 14)，找出較佳的預測模式。

$$MAE = \frac{\sum_{t=1}^n |e_t|}{n} \quad (12)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n e_t^2}{n}} \quad (13)$$

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|e_t|}{D_t}}{n} \quad (14)$$

學者 Lewis (1982) 認為，MAPE 是最有效的評估指標，並將 MAPE 分為四種等級，如表 5 所示。

表 6 到表 11 所示，為本研究比較有

表 5 MAPE 評估指標說明

MAPE (%)	說明
<10	高精準的預測
10-20	優良的預測
20-50	合理的預測
>50	不準確的預測

置換與沒置換 109 年之異常值所造成預測值誤差，資料顯示，透過置換異常值後，可以有效降低 MAPE 值。表 6 係預測國際郵輪旅客人次上，若直接代入原始樣本值 270,856，最大絕對誤差值為 119.35%，MAPE 值為 43.41%，經過拉格朗日插值法後，置換 109 年之資料為 985,384 人次後，由表 7 可得知 MAPE 值大幅降低為 2.3513%。

表 6 國際郵輪旅客人次 109 年數據置換前之誤差表

年別	實際值	預測值	殘差	誤差 (%)
105	751,013			
106	980,247	1,106,808	126,561	12.91
107	1,010,126	899,511	-110,615	10.95
108	1,050,758	731,039	-319,719	30.43
109	270,856	594,121	323,265	119.35
110		482,846		MAPE
111		392,412		43.41

表 7 國際郵輪旅客人次 109 年數據置換後之誤差表

年別	實際值	預測值	殘差	誤差 (%)
105	751,013			
106	980,247	998,393	18,145.7	1.8511
107	1,010,126	1,003,862	-6,263.68	0.6201
108	1,050,758	1,009,362	-41,396.1	3.9396
109	985,384	1,014,892	29,506.86	2.9945
110		1,020,452		MAPE
111		1,026,042		2.3513

在預測兩岸渡輪旅客人次上，表 8 顯示直接代入原始樣本值 12,727，最大絕對誤差值為 794.84%，MAPE 值為 220.48%，經過拉格朗日插值法後，置換 109 年之資料為 230,708 人次後，由表 9 可得知 MAPE 值大幅降低為 7.06%。

在預測國內航線旅客人次上，表 10 顯示直接代入原始樣本值 144,732，最大絕對誤差值為 7.18%，MAPE 值為 7.03%，經過拉格朗日插值法後，置換 109 年之資料為 177,098 人次後，由表 11 可得知 MAPE 值可降低為 5.25%。

表 8 兩岸渡輪旅客人次 109 年數據置換前之誤差表

年別	實際值	預測值	殘差	誤差 (%)
105	114,544			
106	154,796	196,469	41,673	26.92
107	198,071	163,815	-34,256	17.29
108	239,047	136,588	-102,459	42.86
109	12,727	113,886	101,159	794.84
110		94,957		MAPE
111		79,175		220.48

表 9 兩岸渡輪旅客人次 109 年數據置換後之誤差表

年別	實際值	預測值	殘差	誤差 (%)
105	114,544			
106	154,796	169,133	14,337	9.26
107	198,071	191,432	-6,639	3.35
108	239,047	216,671	-22,376	9.36
109	230,708	245,237	14,529	6.30
110		277,570		MAPE
111		314,166		7.06

表 10 國內航線旅客人次 109 年數據置換前之誤差表

年別	實際值	預測值	殘差	誤差 (%)
105	364,029			
106	292,047	286,663	-5,384	1.84
107	216,380	233,598	17,218	7.96
108	214,271	190,356	-23,915	11.16
109	144,732	155,118	10,386	7.18
110		126,403		MAPE
111		103,004		7.03

表 11 國內航線旅客人次 109 年數據置換後之誤差表

年別	實際值	預測值	殘差	誤差 (%)
105	364,029			
106	292,047	280,516	-11,531	3.95
107	216,380	239,259	22,879	10.57
108	214,271	204,070	-10,201	4.76
109	177,098	174,056	-3042	1.72
110		148,456		MAPE
111		126,622		5.25

整合最後預測結果之誤差 MAPE、RMSE、MAE 結果如表 12 所示，國際郵輪預測客運量之最小誤差為 0.6%，最大誤差為 3.9%。兩岸渡輪預測客運量之最小誤差 3.3%，最大誤差 9.4%。國內航線預測客運量之最小誤差 1.7%，最大誤差 10.6%。

伍、結論與建議

全球性方面，郵輪是跨區域性的產業，其跨國跨洋的特性使得國家邊界對郵輪無實質意義，郵輪上船員團隊亦往往不只由單一國家人民組成，郵輪上餐點也會因應目標客群口味喜好做出不同菜色調整，換句話說，郵輪業從裡到外均有十分

濃厚的全球化色彩郵輪帶動臺灣觀光產業，同時郵輪經濟也是容易受到國際型態局勢影響，當國際突發事件發生時，如 109 年之 COVID-19 疫情之影響，許多原始數據與統計預測方法可能因此失去準確度。

灰色預測之優點，就是可以透過少量原始樣本，至少 4 筆資料即可根據最新的現況局勢來做預測，此研究期望透過灰色預測模型，透過累加生成運算，動態的滾動生成，利用有限之資料為臺灣之郵輪旅客人次做預測。研究最後結果也顯示，國際郵輪旅客人次預測誤差 MAPE 值為 2.35%，兩岸渡輪旅客人次預測誤差 MAPE 值為 7.06%，國內航線之旅客人次預測誤差 MAPE 值為 5.25%，研究結果之誤差值皆小於 10%，比對上表之 MAPE

表 12 預測值誤差結果

	最小絕對誤差	最大絕對誤差	MAPE	RMSE	MAE
國際郵輪	0.6%	3.9%	2.35%	27169.7	23828.08
兩岸渡輪	3.3%	9.4%	7.06%	15503.3	14470.32
國內航線	1.7%	10.6%	5.25%	13871.9	11913.34

評估指標，顯示灰色預測在短期預測目標中，此方法是可行的。最後期望本研究之結果，可供相關政府單位及郵輪航商、旅行社業者，作為營運及規劃的參考，並提升我國整體郵輪產業品質。

參考文獻

黃家慧，2017，苦撐 20 年台灣郵輪掀史上最大爆發潮，<https://www.businesstoday.com.tw/article/category/80393/post/201703090014/%E8%8B%A6%E6%92%9020%E5%B9%B4%20%E5%8F%B0%E7%81%A3%E9%83%B5%E8%BC%AA%E6%8E%80%E5%8F%B2%E4%B8%8A%E6%9C%80%E5%A4%A7%E7%88%86%E7%99%BC%E6%BD%AE>，2021 年 3 月 18 日。

楊生和，2019，臺灣郵輪旅客市場分析與灰預測模型之應用，國立臺灣海洋大學航運管理學系碩士論文，基隆市。

臺灣港務股份有限公司統計資料，2020，臺灣地區國際商港旅客人數，<https://www.twport.com.tw/chinese/Form.aspx?n=4B8D11FC45D8106E>，2021 年 3 月 18 日。

鄧聚龍，2000，*灰色系統理論與應用*，高立出版，臺北市。

盧華安、陳秀育、尤郁晴，2012，應用灰色理論於港埠貨櫃吞吐量預測全球貿易之研究，*運輸計畫季刊*，41(2)，113-134。

Cruise Lines International Association, 2016. 2017 State of the Cruise Industry Outlook, <https://cruising.org/-/media/research-updates/research/featured/2017-clia-state-of-the-industry.pdf>, 2021 年 3 月 18 日。

Cruise Lines International Association, 2016. Asia Cruise Trends Report, <https://cruising.org/-/media/research-updates/research/asia-cruise-trends/asia-cruise-trends-2016.ashx>. 2021 年 3 月 18 日。

Cruise Lines International Association, 2018. 2018 CLIA State of the Industry, <https://cruising.org/en/news-and-research/research/2018/december/2018-clia-state-of-the-industry>, 2021 年 3 月 18 日。

Cruise Lines International Association, 2019. 2020 STATE OF the Cruise Industry Outlook, <https://cruising.org/en/news-and-research/research/2019/december/state-of-the-cruise-industry-outlook-2020>, 2021 年 3 月 18 日。

Cruise Lines International Association, 2019. Asia Deployment and Capacity-Cruise Industry Report, <https://cruising.org/en/news-and-research/research/2019/september/2019-asia-deployment-and-capacity---cruise-industry-report>, 2021 年 3 月 18 日。

Lewis, C.D., 1982. *Industrial and Business Forecasting Methods*, Butterworths, London.