

港埠運量預測模式之研究

執行單位：規劃設計組

計劃主持人：朱金元

報告撰寫：謝幼屏

台灣省政府交通處港灣技術研究所
中華民國八十七年六月三十日

摘 要

鑑於運量預測結果對於港埠規劃者之重要性，本文針對港埠運量預測模式做研究。首先回顧相關文獻，就港埠運量預測方法做一歸納整理，並就相關文獻做一比較說明，其次，構建一個以迴歸分析法為主要預測方法的港埠運量預測模式，實際進行台灣地區海運進出口貨物總量預測，除以迴歸模式進行港埠運量預測外，本文亦嘗試以時間序列模式進行港埠運量預測。歸納整理的相關文獻資料可提供港埠運量預測研究者之參考，蒐集的相關資料與建立之港埠運量預測模式將做為長期性、自主性的港埠運量預測研究之基礎，而港埠運量預測結果將可提供港埠規劃單位參考。

目 錄

摘要.....	I
目錄.....	II
第一章 前言.....	1- 1
1-1 研究動機.....	1- 1
1-2 研究目的.....	1- 1
1-3 研究內容與研究流程.....	1- 1
1-4 研究範圍.....	1- 2
第二章 港埠運量預測模式之回顧.....	2- 1
2-1 港埠運量預測方法之探討.....	2- 1
2-2 相關計畫之回顧與比較.....	2- 8
第三章 台灣地區海運進出口貨物總量預測.....	3- 1
3-1 海運進出口貨物總量預測模式.....	3- 1
3-2 進出口各貨種貨物總量預測.....	3- 3
3-1 貨櫃貨與一般散雜貨運量預測.....	3-35
第四章 時間序列模式應用於港埠運量預測.....	4- 1
4-1 理論基礎.....	4- 1
4-2 與迴歸模式做比較.....	4-14
4-3 時間序列模式之預測.....	4-35
第五章 結論與建議.....	5- 1
5-1 結論.....	5- 1
5-2 建議.....	5- 2
參考文獻.....	III

第一章 前言

1-1 研究動機

港埠各類貨種未來各年度運量預測結果，為從事未來港埠規模規劃所必先決定之最基本資料。各類物種未來年之船席數目夠不夠？是否需要擴建？擴建席數到底需要多少？擴建時程為何？都要配合運量預測之結果。以往，當需要運量預測數字時，都由各別計畫分別委託顧問公司或學術單位來從事研究，各計畫限於時間及經費，不但所應用之預測方法不盡相同，其預測出來之結果有時候差異也很大，而且原始基本資料與電腦檔案均在各委託單位那裡，本身無法更新資料，更新預測結果，造成預測工作無法持續修改更新。

鑑於運量預測結果對於港埠規劃者之重要性，因此有必要培養本所相關研究人員對於港埠運量預測之研究能力，從而建立運量預測模式，可以不斷進行修正，經常調整，進行長期性、自主性之研究。

1-2 研究目的

本研究之研究目的主要有三：

1. 研讀相關文獻，深入了解運量預測之方法，培養本所相關研究人員對於港埠運量預測之研究能力。
2. 蒐集相關資料，建立港埠運量預測模式，做為長期性、自主性的港埠運量預測研究之基礎。
3. 進行港埠運量預測以提供港埠規劃、設計之參考。

1-3 研究內容與研究流程

關於港埠運量預測，以往已有許多文獻做探討研究，本研究將研

讀相關文獻，就港埠運量預測之各種方法做一歸納整理，並就相關文獻做一比較說明，以期能深入了解各港埠運量預測方法之特性、體認各相關文獻預測方法之差異，增進本所相關研究人員對於港埠運量預測方法之認識，並提供未來從事港埠運量預測研究者之參考。

回顧相關文獻後，乃構建一個以迴歸分析法為主要預測方法的港埠運量預測模式，實際進行台灣地區海運進出口貨物總量預測，求得未來台灣地區海運進出口各類貨物的總量預測，以提供港埠規劃、決策之參考。

除以迴歸模式進行港埠運量預測外，本研究亦嘗試以時間序列模式進行港埠運量預測。首先就時間序列模式之理論基礎做一說明，然後比較時間序列模式與迴歸模式的預測能力，最後以時間序列模式預測台灣地區未來之港埠運量。

本研究之研究流程如圖1-1所示。

1-4 研究範圍

本研究主要針對台灣地區海運進出口貨物之運量作探討分析與預測，探討之貨物包括大宗散貨、貨櫃貨及其他散雜貨，而暫時不討論轉口貨櫃之運量。

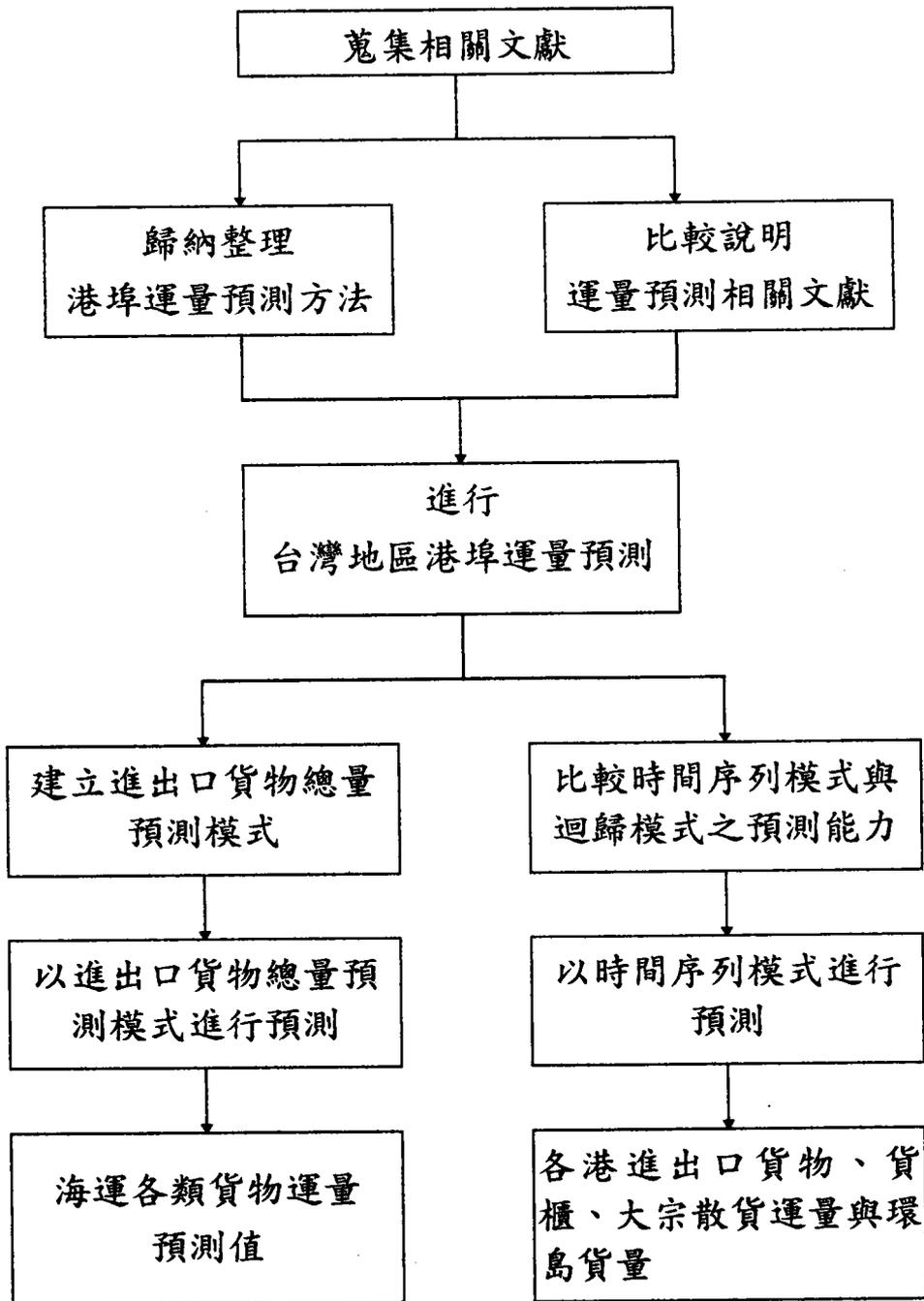


圖 1-1 研究流程圖

第二章 港埠運量預測模式之回顧

關於港埠的運量預測，過去已有許多文獻就此方面做探討，本研究研讀相關文獻後，在此將就港埠運量預模式做一回顧與探討。以下第一節就港埠運量預測之方法做一歸納整理，第二節就民國八十年以後之相關文獻做一比較說明。

2-1 港埠運量預測方法之探討

港埠進出口貨物運量預測的方法可概分為兩大類：其一為各港腹地區域單獨預測之模型；其二為從全國總量預測再分配至各港之模型。以下分別介紹此二模型。

(一)各港腹地區域單獨預測之模型

各港腹地區域單獨預測之模式乃根據擬預測運量之港口的服務腹地、區域發展趨勢進行預測，預測方法包括時間序列分析法、最小平方趨勢線法、計量經濟法與投入產出法等。

1. 時間序列分析法

時間序列分析是收集與整理擬預測事物(運量)之過去資料，從此等資料中找尋過去該事物隨時間而變之法則或趨勢，而把它以數學模式表出，然後用此模式從事預測工作。本預測方法係假設：「過去一種事物隨時間而變之型態(Pattern)，即為今後該種事物隨時間而變之型態。」

適用於運量預測之時間序列方法可分為以下數種：

- (1)簡單移動平均法
- (2)加權移動平均法
- (3)雙重移動平均法

- (4)時間數列線性迴歸法
- (5)簡單指數平滑法
- (6)趨勢指數平滑法
- (7)ARIMA模式

2. 最小平方趨勢線法

趨勢線係用於表示長期趨勢之線形，是與連結各時期所觀測值之觀測曲線最相近似之一種線形。趨勢線與觀測曲線間所有偏差之平方總和成為最小之特定線時，即為所求之趨勢線。

常被用來作需求預測之趨勢線依線型之不同，可分為：

- (1)直線趨勢
- (2)指數趨勢線
- (3)修正指數趨勢線
- (4)乘冪函數曲線
- (5)Logistic曲線(成長曲線)
- (6)Gompertz曲線

3. 計量經濟模式

計量經濟模式是一個方程式或一組聯立方程式構成。模式中的相依變數為擬研究的對象(營運量)，獨立變數為影響營運之各有關因素。通常，由於影響營運量之因素很多，且其相關程度不一。因此，必須分析出關係密切的主要因素，而建立計量經濟模式。由於這種模式可分析經濟活動的過去動態及預測它未來變化，因而形成一種實用的預測模式。

簡單的計量經濟模型是最常被採用的港埠營運量預測方法。這種方法是利用統計迴歸分析建立預測模式。一般是利用國內實質生產毛額來解釋港埠營運量，其計量模型若用直線式可以表示如下：

$$Q = \alpha + \beta \text{GDP} + E$$

Q為港埠運量(需區別為進港或出港運量)，GDP係國內實質生產毛額， α 為截距， β 為該變數的係數，E為殘差項。

在建立了上述計量模式之後，接下來的步驟便是利用該模式計算出預測營運量。在程序上是要先對解釋變數(如GDP，工業產值)加以預測。然後再將該預測值代入模式而得知預測營運量。通常國內生產毛額(GDP)的預測由於牽涉頗為廣泛，而且還包括政府的政策與計劃在內，因此UNCTAD(1985)建議，港埠管理者不需對其加以預測，而直接採用政府經濟計劃機構的預測結果即可。因此，祇要有這項預測資料可用，港埠營運量預測工作就較為簡單。

在求得預測營運後，便可利用一般用以計算最適港埠能量的方法求算所需碼頭數。最適碼頭數的計算係以滿足船舶等候成本及碼頭(閒置)成本之和為最低作準則。

4. 投入產出模型法

亦即產業關連分析法。將相關產業之間的各種投入與產出之相互關係，用多元一次聯立方程式表示(可視需要加上一個線型目標函數)並進行計量分析。利用矩陣之計算，研究某產業的產出(產品、財物)與相關產業的投入(勞力、時間、原料)間的影響與變化。其主要步驟為：

- (1)建立相關產業投入、產出表。
- (2)建立產關連模式。
- (3)求算總效果最大之最佳解。

(二)從全國總量預測再分配至各港之模型

此類模型須先預測全國總量，再分配至各港。預測全國總量之方法包括：時間序列分析法、最小平方趨勢線法、計量經濟法

及投入產出法等，在前面一小節已做介紹。而運量分配的方法包括分配係數模式、港埠運量分配模式與競爭性港埠運量模式。

1. 分配係數模式

「分配係數模式」之重點在計算全國總量分配於各港之係數。其內容包括現況(基準年)及未來(目標年)之分配係數。其程序係先由基準年之貨運起迄調查資料，整理分析並計算出各分區(Zone)及各港之分配係數。至於未來目標年之估算較為不易，較具體之作法為建立分配係數預測模式。

以台灣地區各港口為例，先將台灣本島劃分為數十個分區，分別推算各分區進出口貨櫃化雜貨佔全國貨櫃總進出口量之比率。這項比率利用交通部或經濟建設委員會對進出口貨物鐵公路運量調查資料加以估算。

次由各分區至各港之距離決定運輸方式及其運價，依總內陸運輸成本最低之準則將各分區之貨運量分配至各港，並求得各港之分配係數。

此模型只考慮貨物起訖分佈及各運輸方式之運輸成本，適用於短期、靜態之分析。其缺點為對未來年貨物起訖分佈不易掌握、估算。

2. 港埠運量分配模型

「港埠運量分配模型」(簡稱PTA模型)之建立與使用，在國內外已經相當普遍。它是由Gleave(1981)所發展出來，吳榮貴教授曾加以修正應用於台灣地區之港埠運量分配預測。其預測模型流程如圖2-1，首先預測全國進出港營運總量，再將此總營運量利用運量分配模型加以分配至各港而得。

各港埠運量分配時，係假定貨主會依循最低之運輸成本託運，貨主在決定選任一港埠時，將會考慮其託運路徑之總運輸

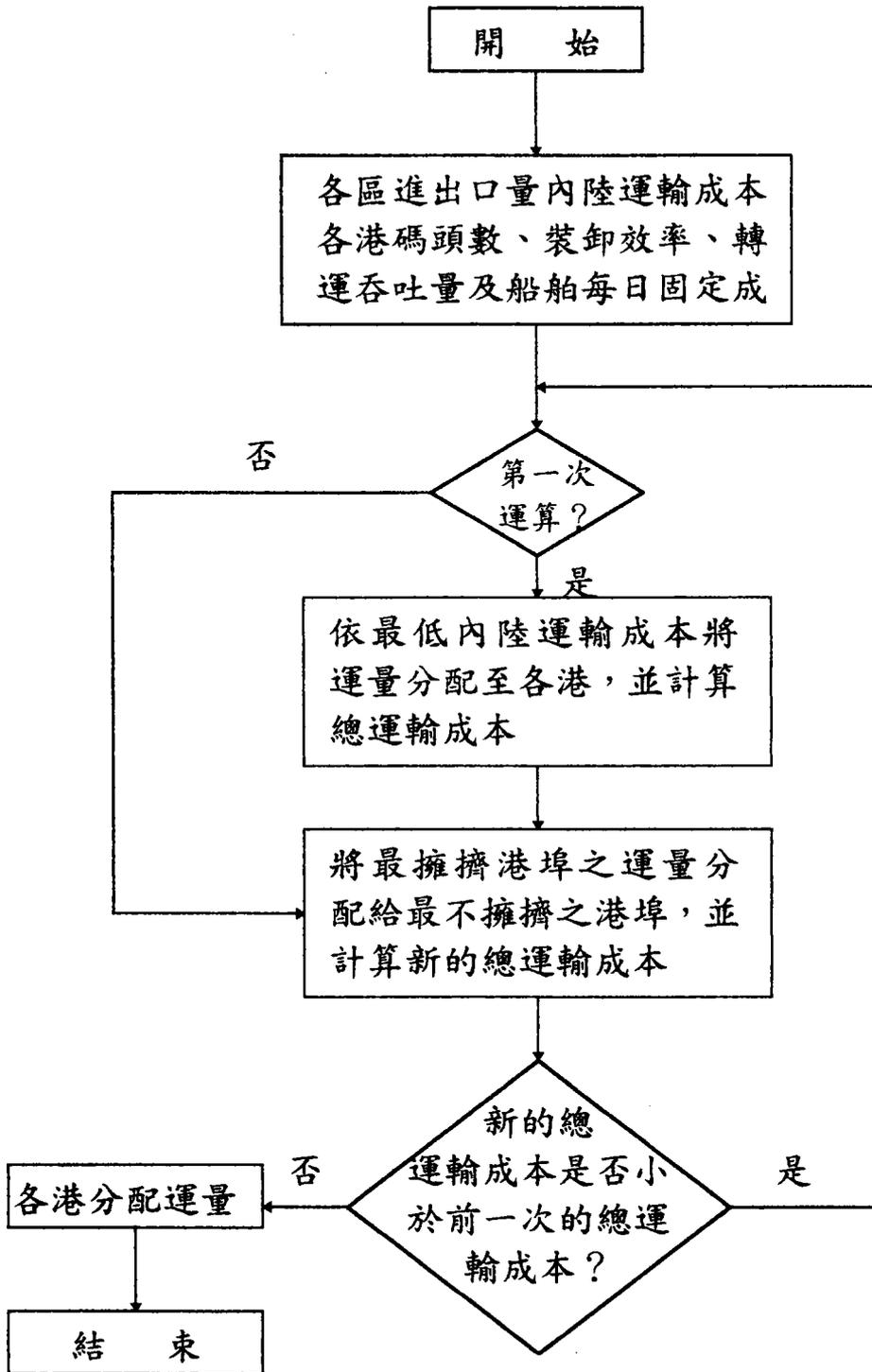


圖2-1 港埠運量分配 (PTA) 模型流程圖

成本，包括：(1)船舶在港時間成本，(2)港埠費用，(3)貨物裝卸成本(4)內陸運輸成本及(5)海上運輸成本等項。

依Gleave(1981)設定內陸擁擠成本不因港埠間運量重分配而有所變動。如此，便可將全國依工商業中心所在劃分為若干區，然後將預測得到之各區起訖運量依最低成本路徑分配予各個競爭港埠。

由於本模型係在既定之各港埠設施能量下，求得各港之分配運量。如果各港設施能量均可隨需要加以擴充，則自然無從了解運量分配之變化。因此，除非未來之各港能量已知，否則港埠運量分配模型是無法做到整體最適運量預測。而往往未來最適能量究應為若干，卻又是港埠管理者所欲知道之答案，因此自然無法求得港埠分配之運量。

3. 競爭性港埠運量模型

「競爭性港埠運量模型」流程圖如圖2-2所示，本模型可達成下列功能：

- (1)探討全國港埠現況之最適能量與最適運量分配。
- (2)探討全國港埠未來之最適能量與最適運量分配。
- (3)分析全國港埠之投資策略與方案。

本模型係由兩個程序來完成，一為「港埠運量分配模型」，即在已知全國各港之能量及其他特性變數之下，求得各港分配運量，因此屬於短期之均衡模型，詳參前述之模型。二為「最適港埠能量模型」(簡稱OPC模型)，此模型除容納了PTA模型為一個次系統外，再加上全國各港埠之投資準則而形成。可以依全國各港埠最適擴建之軌跡蒐尋出滿足預測全國總營運量之各港埠能量組合及在該最適能量下之運量分配結果。

OPC模型以滿足全國整體運輸系統本為最低之條件來決定全國各港之最適船席配置。其中總運輸系統成本包括：

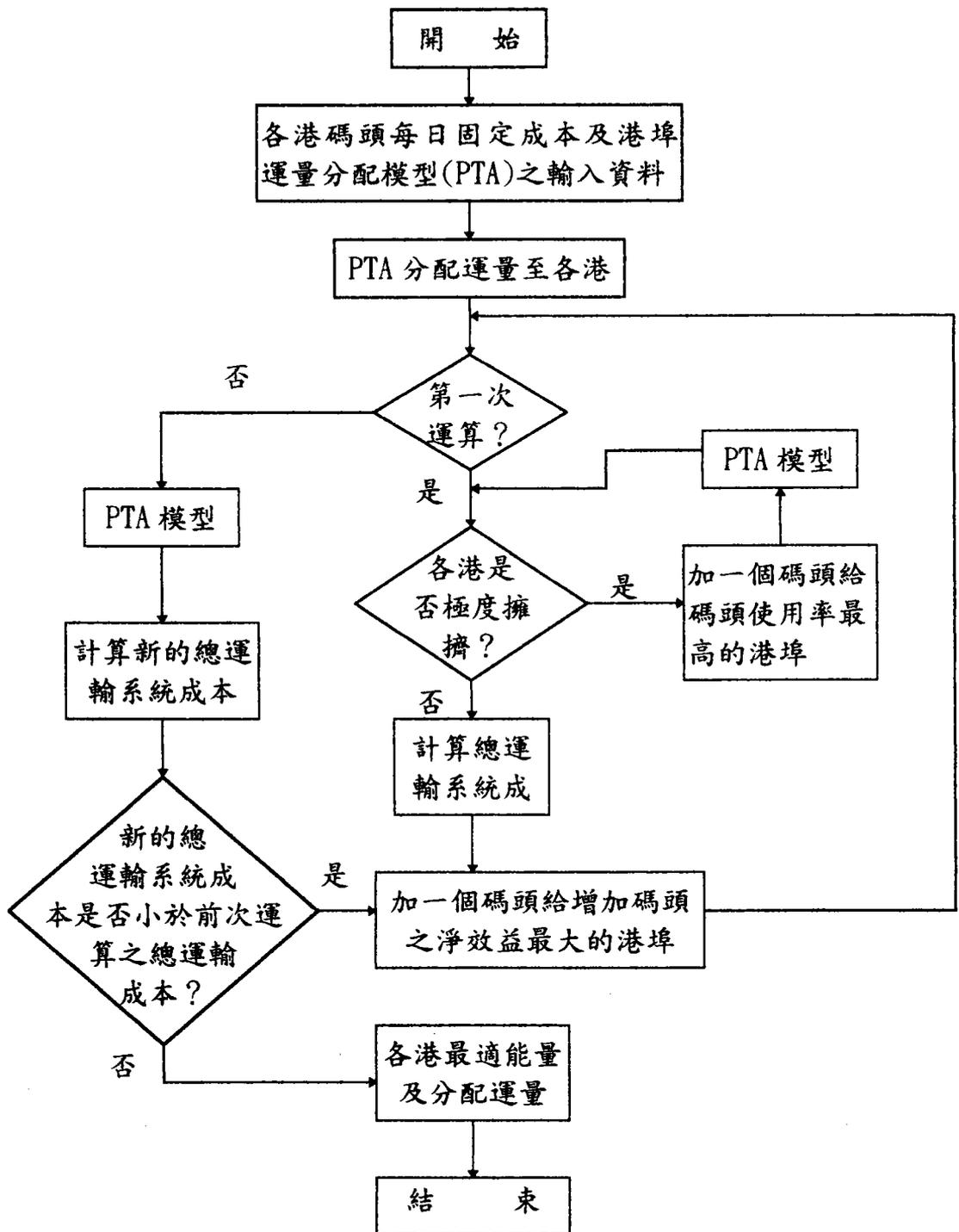


圖2-2 競爭性港埠運量模型流程圖

- (1)船舶在港本(含等候及碇泊裝卸作業時間)。
- (2)船席成本(含船席閒置及作業時間)。
- (3)所有港埠有關之內陸運輸成本等。

2-2 相關計畫之回顧與比較

民國八十年以來，對全國整體運量預測之研究主要有「基隆新港計畫施工可行性再研究暨執行計畫擬撰初步報告」、「台灣港埠整體發展及深水化之研究—基隆港之整體開發計畫」、「高雄港整體開發計畫(2020年)」、「北部地區港埠整體發展規劃」、「基隆、台中、高雄、花蓮港整體規劃及未來發展計畫」等五文獻，各文獻之研究單位與發表時間如表2-1所示。

表2-1 港埠運量預測文獻一覽表

編號	文獻名稱	作者或研究單位	發表時間
1	基隆新港計畫施工可行性再研究暨執行計畫擬撰初步報告	中華顧問工程司	民國 81 年 7 月
2	台灣港埠整體發展及深水化之研究—基隆港之整體開發計畫	交通部運輸研究所	民國 82 年 10 月
3	高雄港整體開發計畫(2020年)	交通部運輸研究所	民國 82 年 3 月
4	北部地區港埠整體發展規劃	宇泰工程顧問公司	民國 85 年 2 月
5	基隆、台中、高雄、花蓮港整體規劃及未來發展計畫	省交通處港灣技術研究所	民國 85 年 4 月

接下來概略介紹此五篇文獻的港埠運量預測方法與特質，並做一簡單之比較。

(一)「基隆新港計畫施工可行性再研究暨執行計畫擬撰初步報告」中
有關運量預測部份

該報告採用先預測台灣地區貨物總量，再分配至各港之二階段預測程序。其中總量預測部份以多元迴歸模式進行分析，採用逐步迴歸法；運量分配部份採競爭性港埠運量分配模式，包括PTA模式與OPC模式兩部份。

在總量預測部份，首先蒐集歷年裝卸量之統計資料，將貨物依裝卸作業特性分為貨櫃貨及非貨櫃貨。其中貨櫃貨再分為進口貨、出口貨與轉口貨；非貨櫃貨再分成木材、穀類、煤炭、其他散雜貨四類。貨物分類方式如圖2-3所示。裝卸資料來源乃引用各港務局歷年統計年報、統計要覽以及中華民國交通統計月報。單位為收費噸。歷年貨櫃貨資料引用自民國62年至78年，非貨櫃貨資料引用自民國52年至78年。

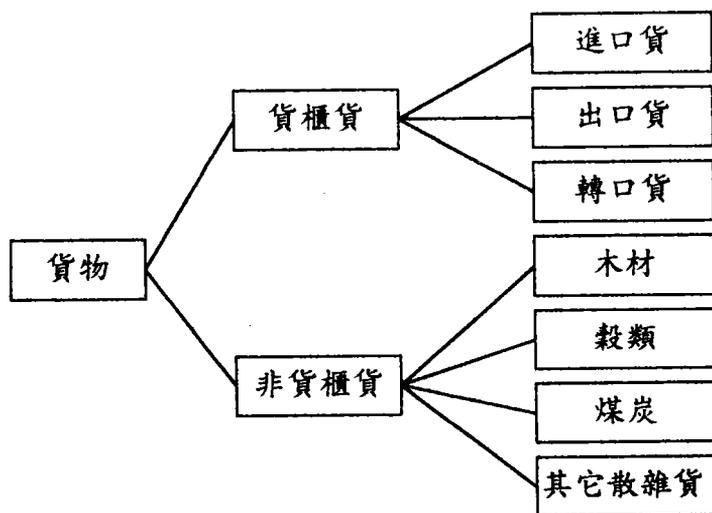


圖2-3 「基隆新港計畫施工可行性再研究暨執行計畫
擬撰初步報告」之貨物分類方式

其採用逐步迴歸法進行迴歸分析，在選取解釋變數時，考慮資料之可靠性及未來推計值取得之可用性以決定解釋變數，並在

迴歸分析前先進行相關分析，了解解釋變數與因變數之相關性，排除自我相關與共線性之問題。其選擇人口數、工業生產指數、躉售物價指數、平均每人GNP、實值GDP、GDPS、GDPI、GDPF等為解釋變數，解釋變數的預測採用既有資料而不另行預測；人口數之預測引用行政院經建會人力規劃處編印之「中華民國台灣地區民國79年至125年人口推估」；其它如工業生產指數、躉售物價指數、平均每人GNP、實值GDP、GDPS、GDPI、GDPF等則引用行政院經建會之「國建六年計畫(草案)」，應用模式加以延伸修正，預測至民國115年。

在建立預測模式部份，貨櫃貨分為進口貨櫃、出口貨櫃及轉口貨櫃分別建立迴歸模式進行預測，非貨櫃貨以歷年統計總量進行預測，此外，其中的煤炭貨量引用經濟部源委會75.3「長期煤炭供需計畫與卸運儲措施」之預測值(修正延伸)。經預測後得到各年期之貨量，預測貨櫃貨在民國115年總計1505萬TEU，其中出口550萬TEU，進口525萬TEU，轉口430萬TEU。非貨櫃貨在民國115年木材為495萬收費噸，穀類為1,549萬收費噸，煤炭為5,470萬收費噸，其它貨物為8,079萬收費噸，合計15,593萬收費噸。

在運量分配部份，先進行PTA運量分配模式。PTA運量分配模式根據基本假設：船公司或託運人運送貨物，會選擇使用總運輸成本最低的港埠。此一總運輸成本包括內陸運輸成本、港埠費用及貨物裝卸成本、...等等。構建PTA模式之目標函數如下：

$$\text{Min. } TC_s = \sum_i \sum_j q_{ij} (CI_{ij} + CP_j)$$

其中 TC_s ：總運輸成本

q_{ij} ：運量(由分區*i*至港口*j*)

CI_{ij} ：內陸運輸成本(由分區*i*至港口*j*)

CP_j ：單位貨物之船舶成本(由港口*j*進出口)

$$CP_j = C_{sj} T_j (n_{sj})_k / O_j$$

目標在求取總運輸成本最小時之各港分配運量。此外，PTA 模式中尚有二個次模式：(1)港埠船舶時間成本：採等候理論模式 $M/E_k/S(\infty)$ 計算。(2)內陸運輸成本：採逐步指派法，按行車時間 $T = T_0 [A+B(V/C)^n]$ 將交通量指派至各交通路線。在模式中並考慮各港自然條件、航線、船期等之差異，以增加阻抗值方式表示其有無顯著差異。

模式以民國78年資料為基年資料，輸入分析。分類貨物總量引用既有資料，但扣除原木、煤炭，整理成穀類、散雜貨及貨櫃三大類。分區貨運量引用民國77年12月運研所出版之「台灣地區深水港埠進出口貨物分佈運量模式之建立與運量分配」報告中各港口與各分區間運量比例，假設比例不變。接著，透過運具平均裝載量，將「各分區貨物量」轉換為「分區貨物交通量」。模式中的運具之時間成本引用民國69年運委會出版之「台灣公路車輛行車成本調查報告」，考慮物價波動、工資上漲等因素，轉換為78年現值。內陸運輸路網有關資料引用相關資料，以計算道路之容量與速限。碼頭作業能量以平均毛裝卸效率表示。將前述各相關資料分別輸入模式，即可求得各港之分配運量。若模式輸出結果與實際狀況不符處，加入港口阻抗係數以校核。

完成PTA模式後，考慮碼頭擴建成本，及毛裝卸率之變動，...，網路之變動等，將基本資料輸入OPC最適港埠能量模式

(二)「台灣港埠整體發展及深水化之研究—基隆港之整體開發計畫」 中有關運量預測部份

該報告亦採用先預測台灣地區貨物總量，再分配至各港之二階段預測程序。其中總量預測部份以迴歸模式進行分析，運量分配部份依基隆港承擔比率，分配至各港。

首先預測未來人口數與經濟變數GDP值、進口值、出口值。再以人口數、經濟變數為自變數，歷年各類貨物進出口量為因變數，建立迴歸模式，求得台灣地區各類貨物的總量預測。然後，將各類貨物依碼頭分類合併，並考量各類貨物貨櫃化比率，得到各類碼頭進出口貨物量預測。再考慮各類貨物經由基隆港進出比率，求得基隆港各類貨物進出口總量預測，與基隆港各類碼頭進出口貨物量預測。

關於人口與經濟變數之預測，經濟變數之預測人口之預測參考行政院經建會人力規劃處對台灣地區民國79至125年之人口預測，人口預測結果除本身做為解釋變數外，並做為經濟變數與進出港貨物量預測之基本變數。經濟變數之預測乃按下列各式推估，求得未來各年度的GDP值、進口值與出口值。

$$GDP_t = \text{人均GDP}_t * \text{人口數}_t$$

$$\text{進口值}_t = \text{人均GDP相應進口值}_t * \text{人均GDP}_t$$

$$\text{出口值}_t = \text{人均GDP相應出口值}_t * \text{人均GDP}_t$$

其中下標t表示時間(年期)，人均GDP、人均GDP相應進口值、人均GDP相應出口值等三項以時間(年期)t為變數構建成長趨勢線。

模式中各類貨物進出口量按交通部統計要覽貨物劃分方式，將貨物分為28類，分別建立進口與出口之簡單線性迴歸方程式，以人口、GDP、進(出)口值、 $\log(\text{GDP})$ 、年期等五個自變數進行迴歸分析，選擇其中最佳者為迴歸分析結果。若F檢定值在3.5以下，則不採用其迴歸方程式，而根據其平均數及標準誤，應用模擬方法預測其進出口量。如此可求得台灣地區各類貨物的進出口量。再將各類貨物進出口量加總，即得台灣地區各年度進出口貨物總量。其中中估量為迴歸模式之預測值，高低推估量是預測值±0.675標準差。所推算之進出口總量可進一步根據各類進出口貨物貨櫃化比率加以轉化成各類碼頭貨量。再根據各類貨物經由基隆

港進出之比率，以決定未來基隆港所承擔之進出口貨物量。

又原預測之貨櫃量係以重量噸為單位，為進一步做能量分析，乃將重量噸轉換為貨櫃個數。其方法為根據進出口貨櫃之基本資料，分別計算台灣地區與基隆港的進出口平均櫃重、空櫃比率、TEU/櫃比率等三項資料，以估計未來台灣地區與基隆港之進出口平均櫃重、空櫃比率、TEU/櫃比率，如此即可求得台灣地區與基隆港進出口的貨櫃數量預測值，包括低估值、中估值與高估值。

(三) 「高雄港整體開發計畫(2020年)」中有關運量預測部份

該報告亦採用先預測台灣地區貨物總量，再分配至各港之二階段預測程序。其中總量預測部份亦以迴歸模式進行分析，貨物運量資料引用自交通部統計處出版之「中華民國交通統計要覽」，將29類貨物合併為16種貨種，分別建立各貨種之貨量與社會經濟變數(人口、GDP)間之多元迴歸模式，其運量以重量噸為單位。在運量分配部份，以各貨種歷年各港承運比例平均值作為分配係數。預測得到民國109年之進口貨櫃954萬TEU，出口貨櫃954萬TEU，進出口散雜貨21,806萬公噸。

而在轉口貨櫃方面，考慮國際經濟發展與港口地理位置及其港埠作業效率等因素之影響，依據主要國際航線中可能彎靠高雄港之貨櫃運量推估未來轉運櫃之潛在運量。另外，就現有高雄港進出口櫃與轉口櫃之比率作分析，兩者取較大值，預測民國109年之轉口貨櫃量為969萬TEU。

(四) 「北部地區港埠整體發展規劃」中有關運量預測部份

該報告先預測非散裝貨之總量，再推估未來各貨種的貨櫃化比例，求得貨櫃化貨物量(進出口貨櫃量)，然後將非散裝貨物總量，扣除貨櫃化貨物後，即可得到各貨種之非貨櫃貨的量。

非散裝貨之總量預測方法乃以國內生產毛額(GDP)及人口為自變數，分別建立進口、出口之農產品等十五類貨種之迴歸方程式。其中未來的GDP根據主計處之資料及其研究者之客觀判斷。未來的人口則以時間序列分析法推估。

而貨櫃貨之運量預測，在進出口貨櫃方面以時間序列分析法推估未來各貨種之貨櫃化比例，求得各貨種之貨櫃化貨物量，然後以時間序列分析推估未來進出口之平均櫃重，可分別估算出進口實櫃數與出口實櫃數。而空櫃數量則以總週轉空櫃數佔進出口總實櫃之比例來推估。在轉口貨櫃方面引用HARRIS之研究方式。先根據目前世界海上貨櫃運輸資料，預測各經濟區域未來貨櫃運量之成長。進而以運輸經濟之觀點考量東亞區域之轉口櫃運輸需求。再依現有市場佔有率，分析預測未來台灣在東亞地區之潛在貨櫃轉口量。同時再考慮未來兩岸開放直航後，可能由香港轉移到台灣之貨櫃轉口量。預測民國109年轉口貨櫃有3,292萬TEU之市場潛力，但會競爭到多少百分比，端視台灣各港對外之競爭力而定。在環島貨櫃方面則依過去運輸比例加以估計。

非貨櫃貨運量預測則以非散裝貨量減去貨櫃貨量，即可得到非貨櫃貨量。

散貨大部份為大型工業用戶所需基本原料，欲預測未來運量，需先掌握大宗物資相關產業未來之變化。因此，該報告針對煤、油品及天然氣、化工原料等等關聯產業結構作深入探討，以瞭解海運市場可能發生之變化。其它零星散貨仍以過去歷史資料進行迴規預測分析。

(五)「基隆、台中、高雄、花蓮港整體規劃及未來發展計畫」中有關運量預測部份

該報告在海運貨物運量預測方面，分為進出口貨物、轉口貨櫃、環島離島貨物等三部份分別分析，另外並預測海運旅客運量。

1. 進出口貨物運量預測

預測方法採先預測全國總量，再分配至各港之方法。總量預測採用計量經濟模式預測，其中大宗物資參酌相關建設計畫或事業投資計畫之需求推測值加以修正。

(1) 總量預測

在物種分類方面，進口貨物分為穀類、糖蜜等十類，出口貨物分為紡織品、機械電器、塑膠橡膠、非金屬、其它貨物等五類。分別進行迴歸分析與預測。解釋變數選擇採用人口(POP)、國內實質生產毛額(GDP)、工業生產毛額(GDPI)、農業生產毛額(GDPF)等四項。

而貨櫃貨物之總量預測乃將各進出口雜貨之貨物總量乘以其貨櫃化比率，可得到貨櫃貨重量，再按平均櫃重換算成實櫃數，並估計空櫃數，即可得各年期之進出口貨櫃量。

(2) 運量分配

進出口貨物運量分配分為散雜貨運量預測與貨櫃運量預測二部份。進出口散雜貨運量預測採用分配係數模式進行預測。假設各港散雜貨承運比率已呈固定趨勢。故先計算各貨種各港過去之分配係數，並考慮各貨種成長因素、產業分佈因素，以調整分配係數。然後根據調整後的分配係數預測未來各港埠的散雜貨運量。結果可估計出民國110年各港之散雜貨運量。

在進出口貨櫃之運量預測亦採用分配係數模式。假設航商基於港埠條件、選擇偏好等因素之考量，對於進出口貨物選擇何港進出已有固定模式。故依過去分配狀況決定各港分配比例。並考慮相關因素如考慮未來遠近洋航線分佈改變，遠洋航線比率漸減，考慮台中港貨櫃碼頭出租，

將額外吸引北部地區貨櫃，將貨量修正後得到新的比例。
結果可求得到民國90年、100年、110年三港埠進口、出口
之貨櫃運量分配預測值。

2. 轉口貨櫃運量預測

轉口貨櫃運量預測的方法與進出口貨物預測方法一樣，亦
先預測全國總量再分配至各港。

(1) 總量預測

該報告採兩種方法做預測，航線分析法與比例法，依
航線分析法得到的預測結果為樂觀估計值，其內容主要參
考淡水港規劃報告，依比例法得到的預測結果為保守估計
值。

航線分析法(樂觀估計)假設台灣地區轉口貨櫃運量非
由台灣地區經貿發展所直接衍生而得，需視主要航運貿易
網路之轉運情況而定，並考慮台灣與其它國家競爭港埠之
潛在轉口運量。比例法(保守估計)假設轉口貨櫃係伴隨進
出口貨櫃量而來，轉口貨櫃運量以其佔進出口貨櫃的比例
來推估。其方法乃依歷年台灣地區轉口櫃佔吞吐櫃之比率
做分析，建立迴歸模式(時間序列法)求得未來各年期之轉
口運量。

(2) 運量分配

航線分析法(樂觀估計):1. 市場佔有率分配法—假設
航商配合航線安排，灣靠港口之選擇，已形成固定模式。
乃按各港歷年平均市場佔有率將貨櫃轉口量分配至各港。
2. 航線定位分配法—假設基隆港承運50%之東北亞轉東南
亞之貨櫃。台中港掌握大陸地區之寧波、廈門等港口之轉
口量。高雄港吸納歐美、東南亞、部份東北亞及上海之轉
口量。依航線定位市場區隔分配各港轉口貨櫃運量。

比例法(保守估計)：以歷年各港之佔有率趨勢，將轉口運量分配至各港。

3. 環島、離島貨物運量預測

環島、離島貨物主要包括大宗散貨與一般散雜貨，分別進行預測。

(1) 大宗散貨運量預測

大宗散貨包括燃油、水泥、煤、砂石、石料等。出港量佔環島海運量之95%左右。其預測方法為先預測各港出港總量，再依目前運送至各港之航線比例分配之，求得各港的進港量。

(2) 一般散雜貨運量預測

一般散雜貨多為國際港與國內商港或離島間運送物資。依據各港過去進出港之一般散雜貨量之變化趨勢，分別採比例法或成長率法推估之。

4. 旅客運量預測

旅客運量包括環島及離島航線運量，以及兩岸直航運量。

(1) 環島及離島航線運量

進行歷年趨勢分析：做進出港旅客運量分析，以及主要航線運量分析，以平均成長率法推估各航線未來旅客運量，加總得到各港離島海運旅客量。

(2) 兩岸直航運量

參考「中正機場主計畫修訂計畫」中所預測之兩岸直航人數。按海空運旅客比例分配旅客，若大陸僅開放沿海省份，則預估海運旅客量佔全部之5%，若沿海及內陸省份均開放，則預估海運旅客佔全部之1%。

(六)預測方法之比較

各報告之預測方法皆採用先預測全國進出口貨物總量，再將貨物分配至各港之方法。且皆以歷年進出口貨物總量與人口、國內生產毛額(GDP)等相關社經變數建立迴歸預測模式。預測之差異主要在貨物種類分類及貨運單位不同，造成預測結果也呈現不同幅度的成長。

在總量預測模式部份：文獻一以貨物裝卸特性之貨種分類進行運量預測，有可直接應用於各類型碼頭船席數之分配之優點。而文獻二、文獻三以及文獻五皆引用交通部統計處之貨物資料，但分類合併之貨物種類數目不同，文獻二分成28種貨物，文獻三分為16種貨物，而文獻五分成15種貨物，分別建立迴歸模式預測，有比較容易分析各主要貨種之未來成長趨勢之優點。

在運量分配部份：文獻一以運量分配模式(PTA)及最適港埠能量模式(OPC)求算各港各類貨物最適碼頭之運量分配。而其他各文獻均以比例法進行運量分配。

而關於轉口貨櫃之預測方式：各報告使用不同的預測方法。文獻一以多元迴歸模式預測；文獻二以歷年趨勢之迴歸模式預測；而文獻三以主要航線轉運市場佔有率及轉口櫃佔進出口量的比例來推估。

第三章 台灣地區海運進出口貨物總量預測

前面本研究回顧了港埠運量預測方法與數篇相關文獻，本章將構建一個以迴歸模式為主要預測方法的運量預測模式，進行台灣地區海運進出口貨物總量預測。第一節介紹該運量預測模式的方法與內容，第二、三節則實際以該運量預測模式預測民國86至90年之海運進出口貨物總量。

3-1 海運進出口貨物總量預測模式

由前一章的探討可知進出口貨物運量預測方法可概分為兩大類：其一為從全國進出口貨物總量預測再分配至各港之預測方法，其二為依各港服務腹地區域發展趨勢直接預測各港運量之預測方法；後者因以各港需求單獨預測，未考慮總體經濟、國際海運及其他港之發展條件等內外部環境變化之影響，較不適用港埠整體規劃，故一般較常採用從全國進出口貨物總量預測再分配至各港之預測方法。

海運進出口貨物總量預測的方法有時間序列法、最小平方趨勢線法、計量經濟法與投入產出法等。其中投入產出法所需之資料量龐大，並需要大量的時間、經費以構建產業關連表，預測工作不易進行，一般而言較少採用；計量經濟法當應變數超過二個時，模式亦趨複雜，一般亦僅用到單一應變數的迴歸模式；而迴歸模式與其他二方法相較，迴歸模式有考慮到進出口貨物運量受到相關社會經濟變數影響而變動，其理論基礎較強，是最常被採用的方法，過去之相關文獻大部份以此方法進行總量預測。在此，本章亦將以迴歸模式為主要之預測方法，進行台灣地區海運進出口貨物總量預測。

在進行進出口貨物總量預測時，考慮到貨櫃貨亦是由各類雜貨所構成，隨著時間的增加，未來雜貨之貨櫃化比例提高，將使得貨櫃貨的量增加，若視貨櫃貨為一種貨種直接進行迴歸分析，將無法考慮到

此一變動，因為這種轉變將不受社會經濟變數影響，迴歸模式無法預測此一轉變。為考慮此一變動，本研究採用在貨物分類時不將貨櫃貨視為單一類貨物，而先將貨櫃貨包含在各類貨物中，構建迴歸模式預測未來各貨種貨物運量，然後進行貨櫃化比例分析，預測未來各類貨物的貨櫃化比例，將貨櫃貨由各類貨物中分離出來，求得未來貨櫃貨的運量。

海運進出口貨物總量預測的模式主要包括兩部份：(一)各貨種貨物總量預測。(二)貨櫃貨與一般散雜貨運量預測。以下分別說明之。

(一)各貨種貨物總量預測

1. 首先蒐集進出口貨物的基本資料，進行資料的分類分析，將貨物資料歸併為數類貨物。貨物的分類不宜太細，以免工作過於繁雜而無實質意義，亦不宜太過粗略而無法掌握貨物運量的變動趨勢。
2. 其次，蒐集社會經濟資料如人口數、國民生產毛額等，做為迴歸模式的解釋變數。
3. 然後，以社會經濟變數為解釋變數，各貨種貨物為應變數，構建出各貨種貨物之迴歸模式。
4. 再進行社會經濟變數之預測。若已有政府機關之預測值，則直接引用；若無則自行預測。
5. 將社會經濟變數代入各貨種貨物之迴歸模式中，即可求得各貨種貨物未來各年期之運量預測值。

另外，在各類進出口貨物總量預測方面，除採用計量經濟模式進行預測外，對大宗物資之運量預測將再參酌相關建設計畫或事業投資計畫之需求推測值加以修正。

(二)貨櫃貨與一般散雜貨運量預測

運用迴歸模式預測得到各貨種貨物未來各年期運量後，接下

來把貨櫃貨的運量從其中分離出，並估計貨櫃貨的TEU數。預測的步驟為：

1. 先進行貨櫃化分析，求得未來各貨種貨物的貨櫃貨重量(噸數)。根據過去歷年各貨種(不含大宗散貨，因大宗散貨無法貨櫃化。)貨物之貨櫃化比例，用以預測未來各貨種貨物之貨櫃化比例，預測值乘以各貨種貨物之貨量(噸數)，即可求得各貨種貨物貨櫃貨之重量(噸數)。計算式為

$$\text{貨物噸數} \times \text{貨櫃貨比率} = \text{貨櫃貨噸數}$$

2. 進行平均櫃重分析，將貨櫃貨由重量轉換為TEU數。根據過去歷年進口、出口貨櫃之平均櫃重(公噸/TEU)，分別估計未來進口、出口貨櫃的平均櫃重，將貨櫃貨的重量除以平均櫃重，即可求得貨櫃貨的TEU數。計算式為

$$\frac{\text{貨櫃貨噸數}}{\text{平均櫃重(公噸/TEU)}} = \text{貨櫃 TEU 數}$$

3. 估計一般散雜貨的貨量。將進出口貨物總量預測值扣除貨櫃貨的運量，即可求得進出口一般散雜貨運量。

整個海運進出口貨物總量預測模式如圖3-1所示。

3-2 進出口各貨種貨物總量預測

(一)基本貨物資料蒐集分類

本計畫按目前港埠作業特性，將進口貨物分成大宗散貨(包括穀類、糖蜜、化學液散、燃油、水泥、煤、原油、金屬礦砂)及其他散雜貨(其他貨物合併)，分別進行迴歸分析與預測；在出口貨物方面，由於出口貨物之大宗散貨運量不大，故不特別將其分開預測，而考慮將出口貨物中貨櫃化比例變化較大者，如紡織品、

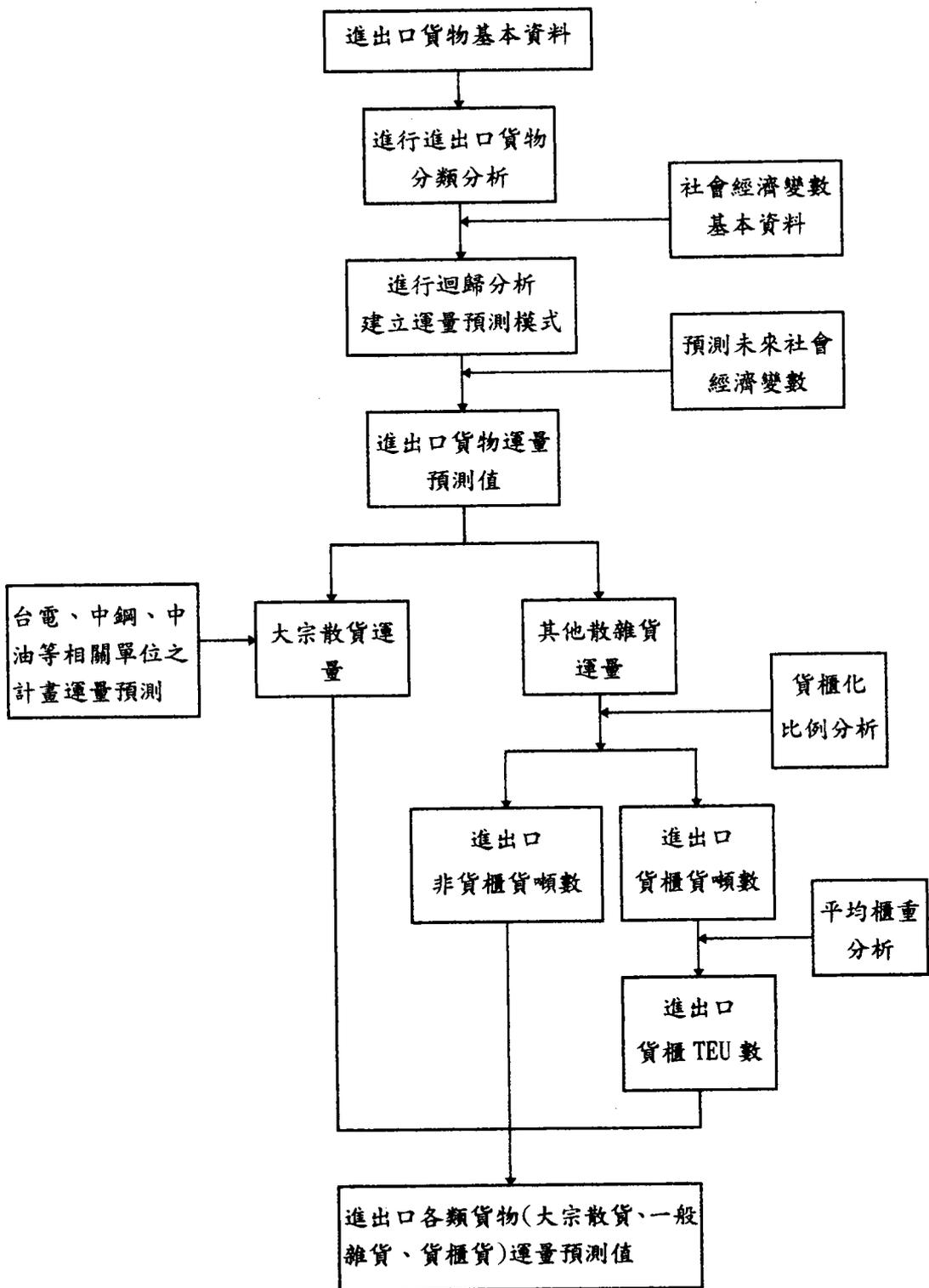


圖3-1 海運進出口貨物總量預測模式

機械及電器產品、塑膠及橡膠製品等分別預測，並將貨櫃化比例較小之非金屬礦物製品亦分別預測，其餘貨種則合併為“其他貨物”，共分為五項貨種進行迴歸預測。

貨物基本資料引用自「中華民國交通統計要覽」中的，“台灣地區各類進口貨物數量”、“台灣地區各類出口貨物數量”以及“台灣地區各港進港散裝大宗散貨物卸量”等的歷年資料，由於民國73年暨以前的大宗散貨貨物分類方式改變，因此本研究選擇採用民國74年至今(民國85年)之資料為基年資料，各分類貨物所包含之物種如表3-1所示。經貨物種類合併後，求得民國74年~85年之各貨種貨物的運量，如表3-2所示。此外，各貨種貨物運量的變動趨勢如圖3-2~圖3-15所示。

(二)基本社會經濟資料蒐集

台灣為一典型之海島經濟，對外貿易量約有99.5%仰賴海運，我國主要出口貨品以工業產品與農產加工品為主，進口品則以農工原料、消費品與資本設備為主，是以經貿發展、產業結構變遷等因素之變動將造成國內經貿環境之變化，促使進出口貨物運量發生變化，因此，進出口貨量之多寡應與台灣地區社會經濟情況相關，本研究選擇以“台灣地區的總人口數”、“國民實質生產毛額”或“工業生產毛額”等三項社會經濟變數為迴歸模式之可能解釋變數。資料引用自「台閩地區人口統計要覽」與「中華民國地區國民經濟動向統計季報」，歷年之社會經濟變數如表3-3所示，社會經濟變數變動趨勢如圖3-16~圖3-18所示。

(三)迴歸模式之構建

以各貨種進出口運量為應變數，社會經濟變數：總人口數、實質國內生產毛額與工業生產毛額(以下分以POP、GDP與GDPI表示)為可能之解釋變數，構建迴歸模式，模式的形式如下：

表 3-1 分類貨物包含物種對照表

進出口	分類貨物	包含之貨物種類	
進 口 貨 物	大 宗 散 貨	穀類	麥類、玉米、高粱、黃豆。
		糖蜜	糖蜜。
		化學液散	化工原料。
		油品	燃油。
		水泥	水泥。
		煤	煤。
		原油	原油。
	金屬礦砂	礦砂。	
	其他散雜貨	所有其他貨物。	
出 口 貨 物	紡織品	紡織品、紡織衣著及飾品、皮革毛皮及其製品。	
	機械電器	機械、電機及電器。	
	塑膠橡膠	橡膠及塑膠製品。	
	非金屬礦	非金屬礦產品、非金屬礦物製品。	
	其他貨物	所有其他貨物。	

基本資料來源：歷年「中華民國交通統計要覽」中的，“台灣地區各類進口貨物數量”、“台灣地區各類出口貨物數量”以及“台灣地區各港進港散裝大宗散貨物卸量”。

表3-2 歷年各貨種海運進出口運量統計

單位：公噸

進出口	年期	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
進	穀類	5,919,707	6,493,935	7,301,190	7,244,627	7,561,058	8,047,214	8,396,793	9,088,294	8,299,469	9,347,591	9,688,420	8,389,542
	大糖	284,365	432,743	446,125	400,488	382,421	561,370	628,490	532,004	507,766	558,216	657,131	564,439
	化學液散	2,366,587	3,088,535	4,354,336	4,745,902	3,835,707	6,341,032	9,566,589	6,347,930	7,659,789	6,508,167	6,783,906	5,797,752
	油	618,897	2,011,632	1,329,864	3,051,584	2,705,163	3,991,308	2,836,260	3,492,371	2,862,905	4,746,380	4,162,321	3,351,552
	水泥	0	0	12,547	137,840	88,351	259,219	865,959	2,741,415	4,646,986	4,777,652	4,653,229	2,898,996
	煤	10,346,069	11,109,648	14,491,807	17,575,765	16,023,218	17,258,924	14,775,712	18,169,091	22,048,296	23,623,821	25,423,905	28,759,864
	原油	14,251,321	13,553,338	14,778,403	15,774,466	17,304,641	15,573,718	13,398,768	14,058,269	14,427,433	16,063,865	13,746,947	21,784,830
	金屬礦砂	5,271,051	6,002,812	5,921,166	7,239,754	8,924,659	9,021,318	8,394,280	7,306,475	7,195,945	6,878,027	8,421,123	8,970,792
	其他散雜貨	21,438,391	28,088,155	34,378,391	40,616,019	40,879,890	41,364,667	44,537,205	50,803,631	47,880,162	46,613,780	48,838,789	44,218,678
	進口總量	60,496,388	70,780,798	83,013,829	96,786,445	97,705,108	102,418,770	103,400,056	112,539,480	115,528,751	119,117,499	122,375,771	124,736,445
出	紡織品	819,123	848,348	1,059,153	1,169,545	1,386,317	1,448,454	1,457,268	1,447,703	1,494,515	1,626,554	1,827,417	1,984,038
	機械電器	674,534	833,136	1,098,952	1,190,846	1,135,989	1,270,417	1,330,876	1,267,584	1,475,181	1,362,404	1,513,631	1,544,494
	塑膠橡膠	649,083	747,271	906,273	955,163	937,615	1,127,202	1,135,780	1,119,723	1,033,119	1,082,530	1,015,091	967,558
	非金屬礦	4,773,321	4,415,862	4,256,395	4,828,047	3,431,794	2,166,035	2,647,262	2,041,018	1,821,696	1,665,894	1,648,953	2,284,911
	其他貨物	9,183,222	9,455,627	10,765,340	10,553,269	9,646,181	9,427,019	11,282,372	10,825,501	11,098,564	11,003,472	12,770,679	14,188,332
	出口總量	16,099,283	16,300,244	18,086,113	18,696,870	16,537,896	15,439,127	17,853,558	16,701,529	16,923,075	16,740,854	18,775,771	20,969,333
	進出口總量	76,595,671	87,081,042	101,099,942	115,483,315	114,243,004	117,857,897	121,253,614	129,241,009	132,451,826	135,858,353	141,151,542	145,705,778

資料來源：根據歷年「中華民國交通統計要覽」整理。

圖3-2 歷年進口穀類貨物運量變動趨勢

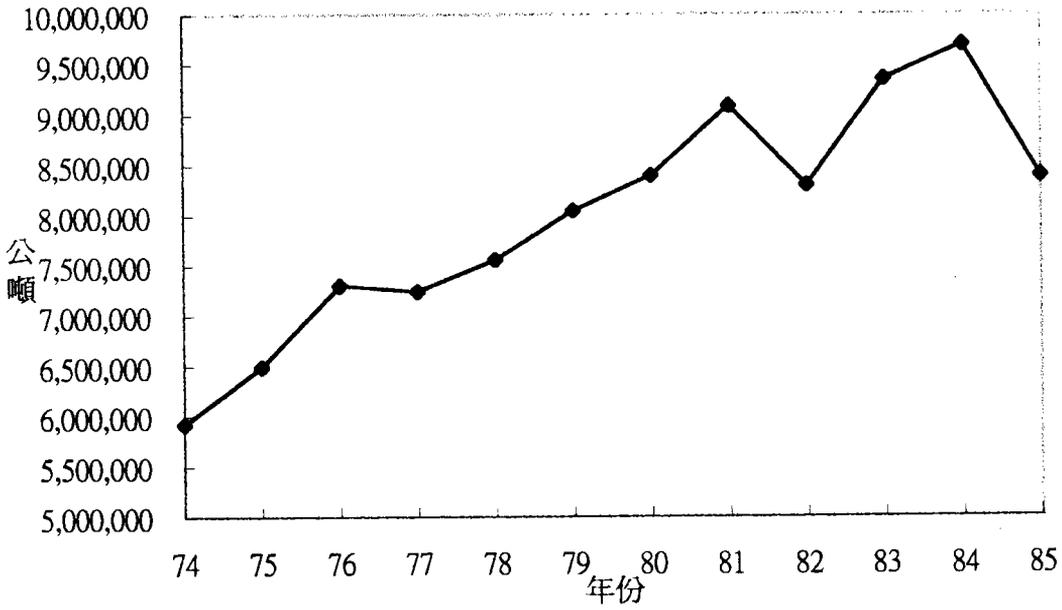


圖3-3 歷年進口糖蜜貨物運量變動趨勢

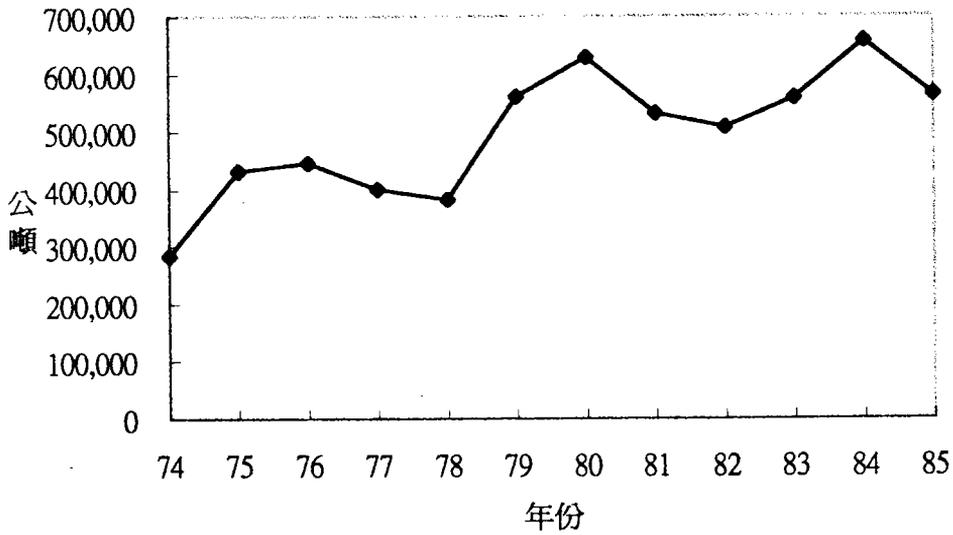


圖3-4 歷年進口化學液散貨物運量變動趨勢

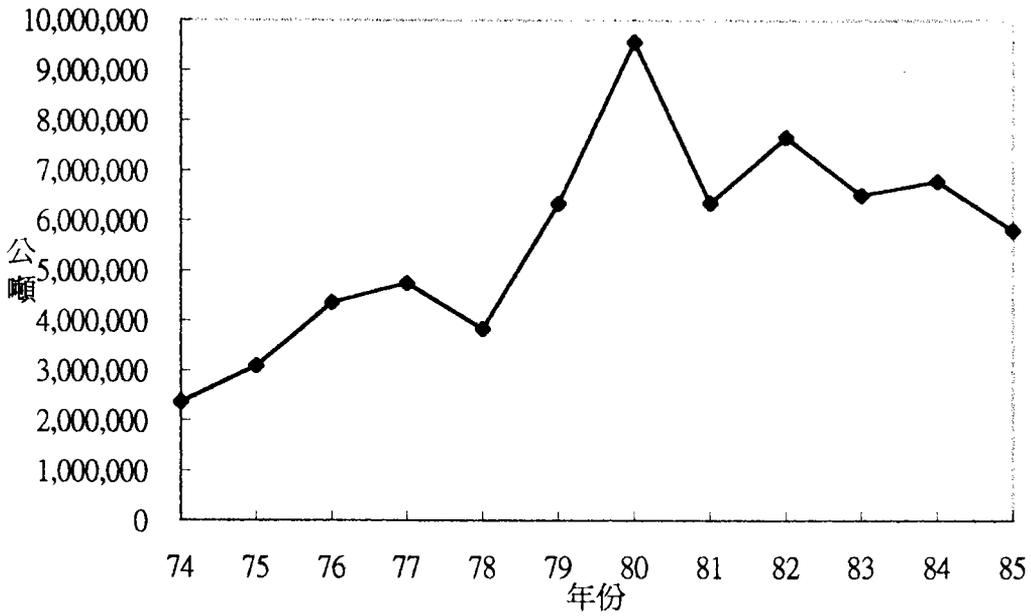


圖3-5 歷年進口油品貨物運量變動趨勢

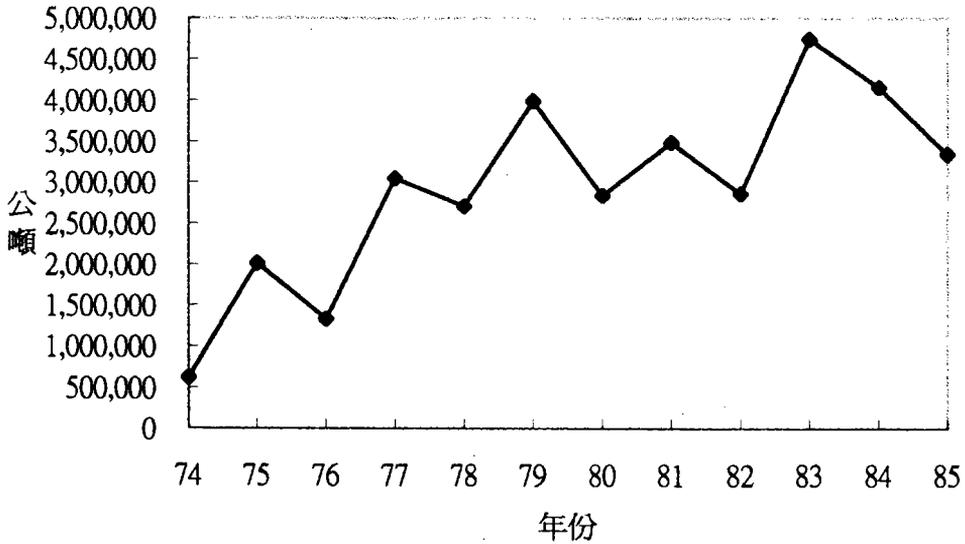


圖3-6 歷年進口水泥貨物運量變動趨勢

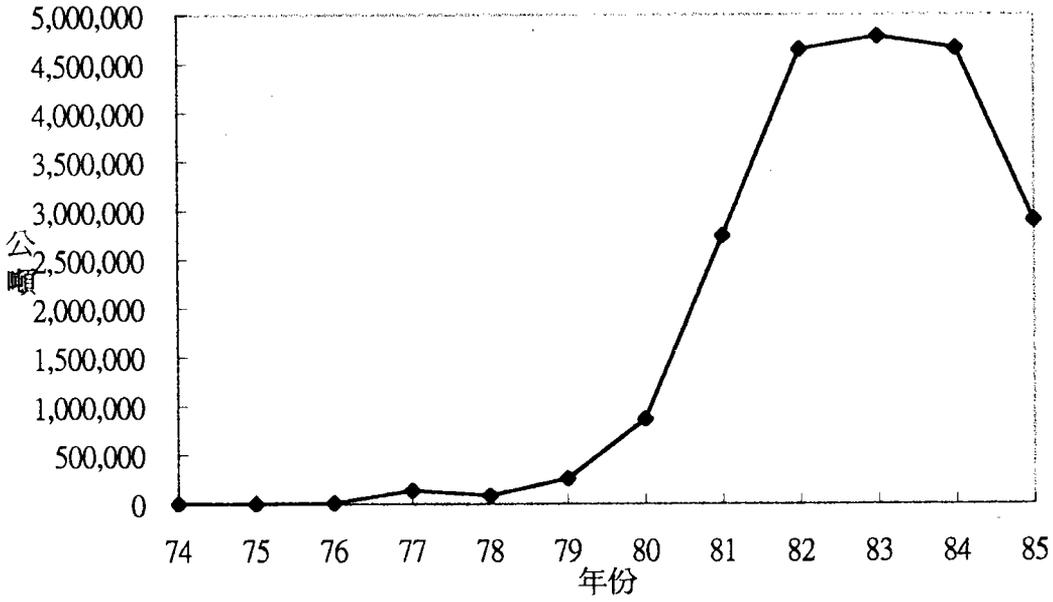


圖3-7 歷年進口煤貨物運量變動趨勢

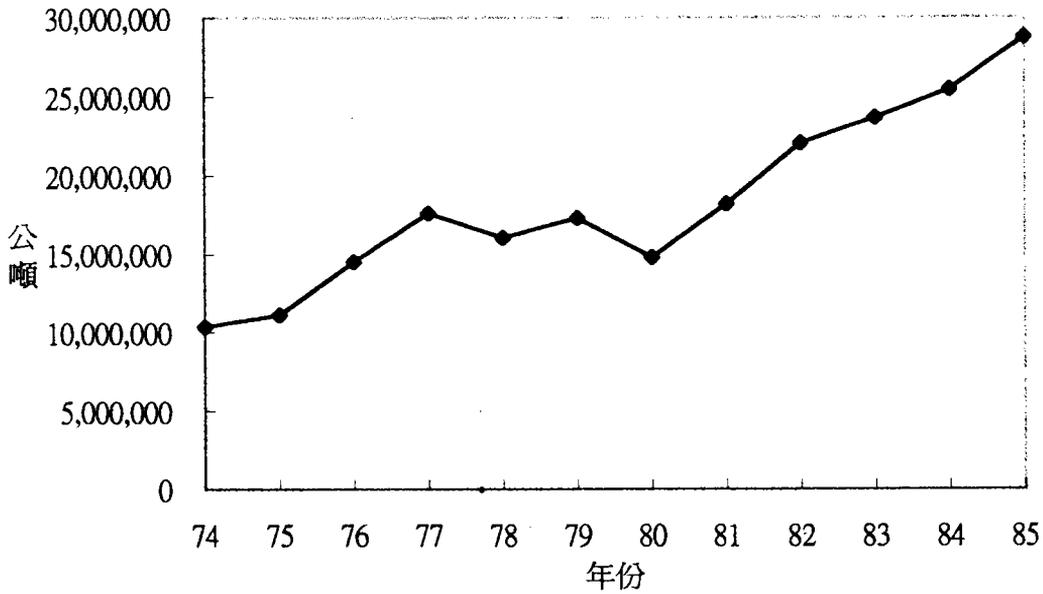


圖3-8 歷年進口原油貨物運量變動趨勢

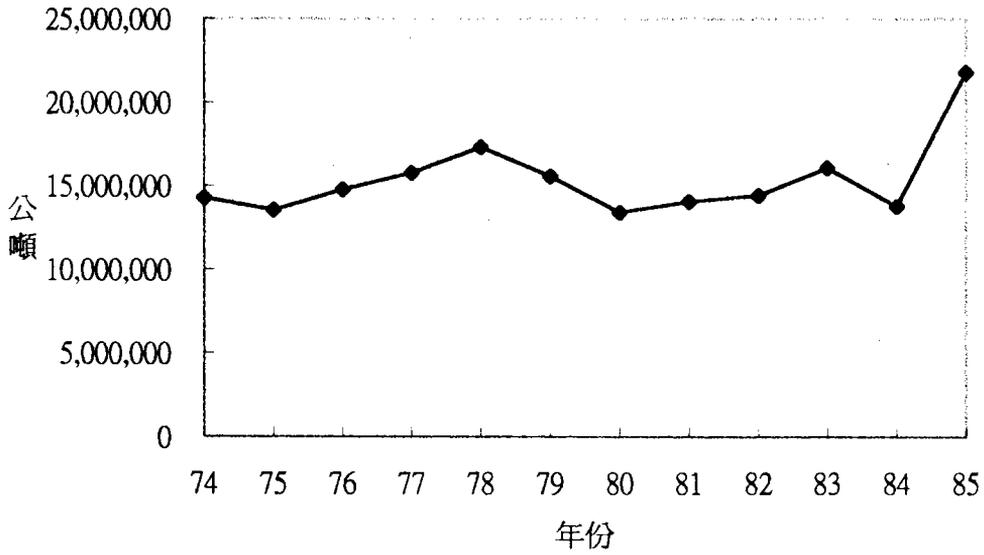


圖3-9 歷年進口金屬礦砂貨物運量變動趨勢

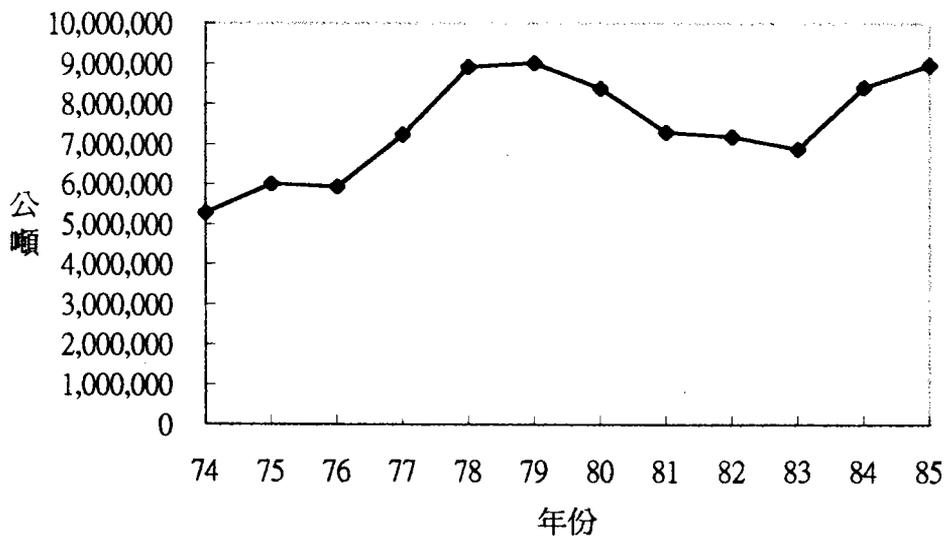


圖3-10 歷年進口其他散雜貨貨物運量變動趨勢

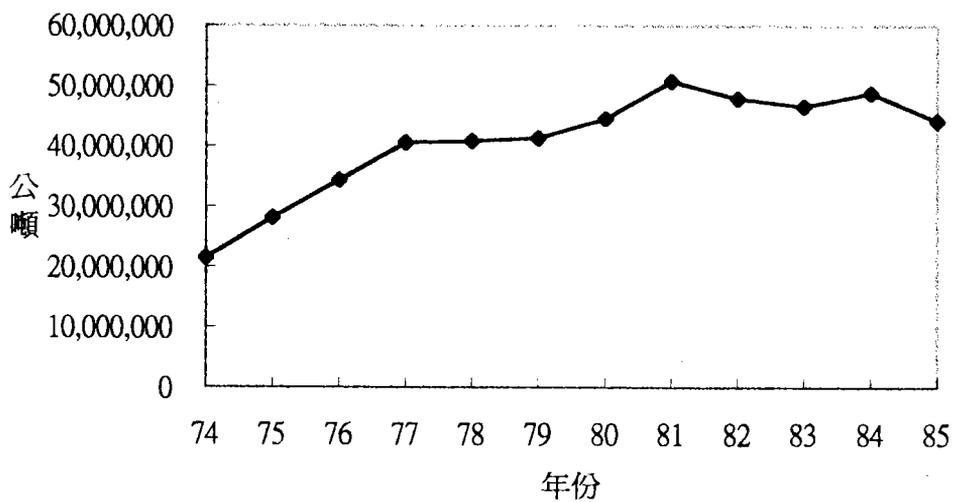


圖3-11 歷年出口紡織品貨物運量變動趨勢

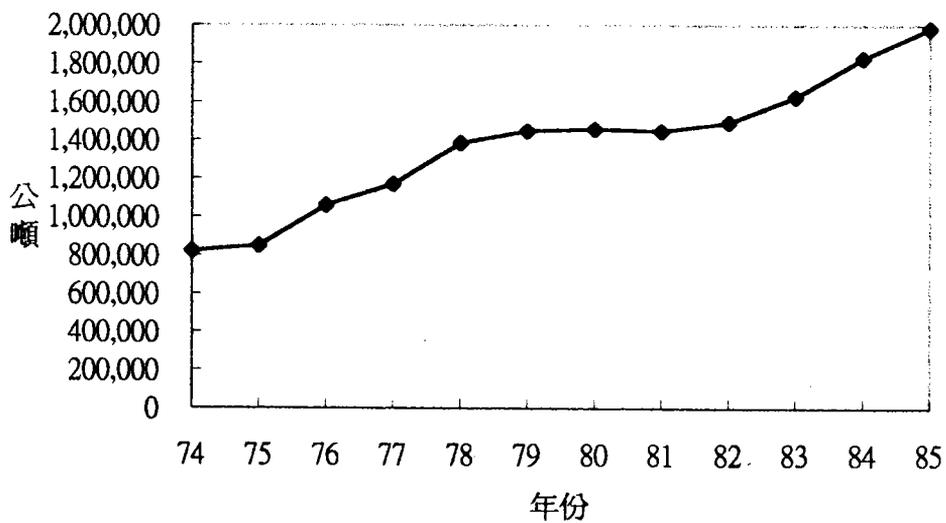


圖3-12 歷年出口機械電器貨物運量變動趨勢

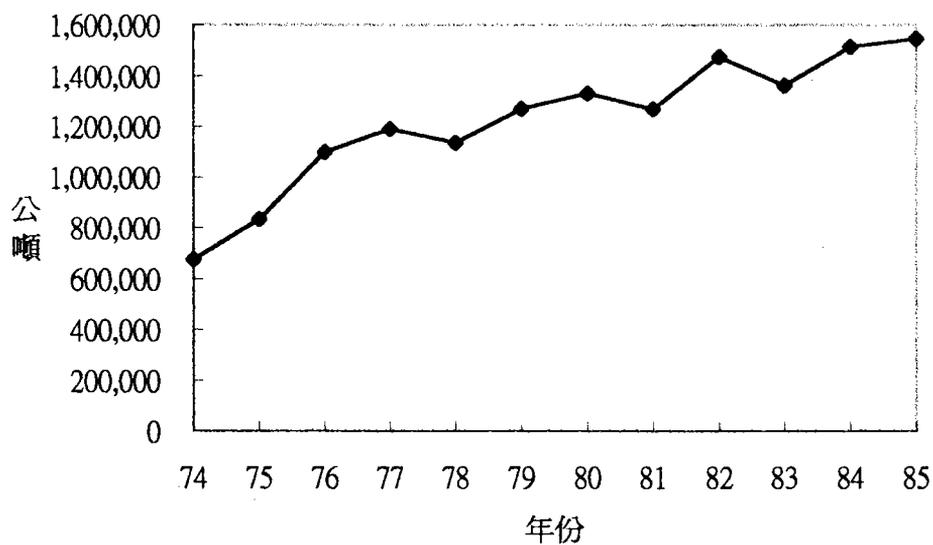


圖3-13 歷年出口塑膠橡膠貨物運量變動趨勢

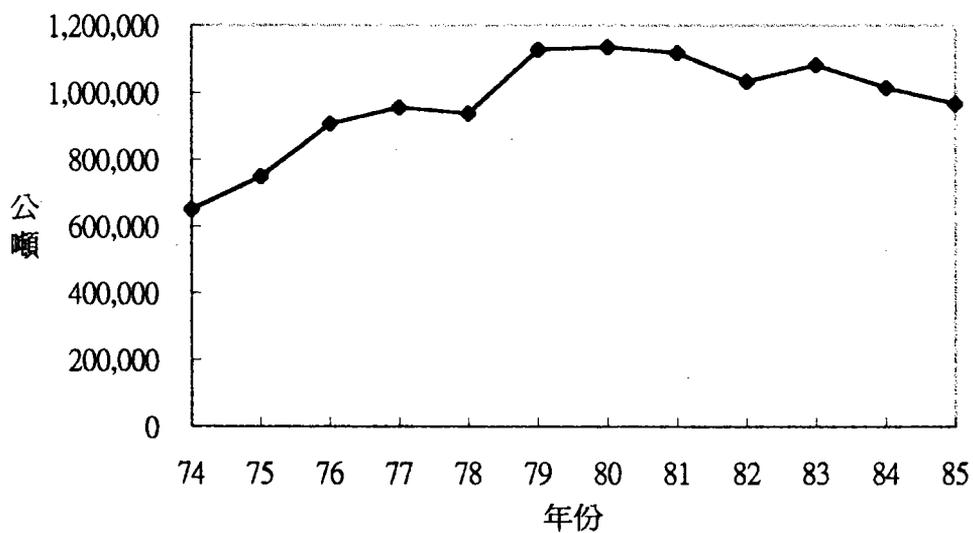


圖3-14 歷年出口非金屬礦貨物運量變動趨勢

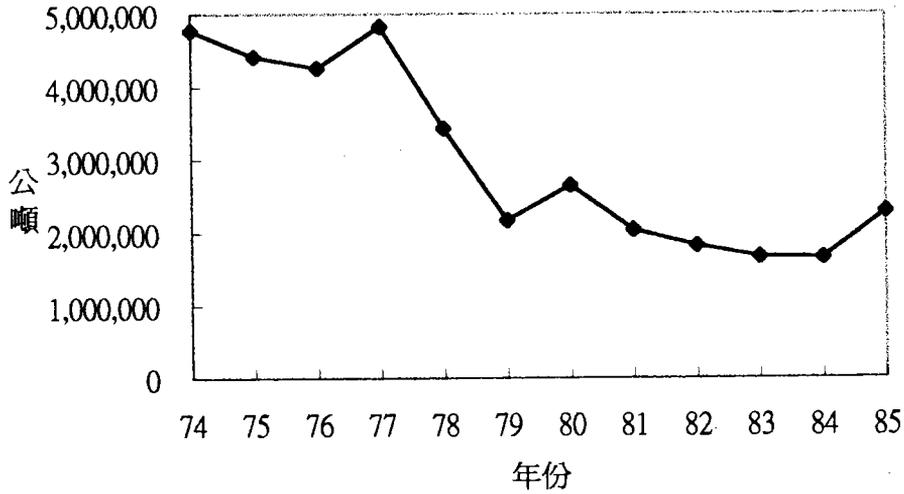


圖3-15 歷年出口其他貨物貨物運量變動趨勢

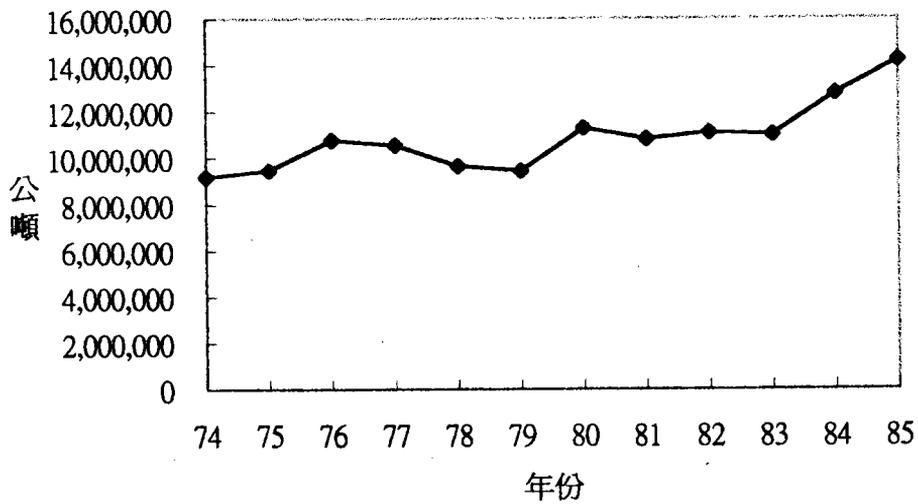


表 3-3 台灣地區重要社會經濟變數歷年資料

單位：人數、百萬元

年 期 (民 國)	總人口數 (POP)	實質國內生產毛額 (GDP)	實質工業生產毛額 (GDPI)
74	19,190,510	2,888,758	1,306,747
75	19,411,453	3,225,062	1,480,521
76	19,617,046	3,635,979	1,664,597
77	19,839,703	3,921,060	1,750,740
78	20,055,492	4,243,891	1,829,604
79	20,278,946	4,472,799	1,849,517
80	20,503,568	4,810,705	1,975,634
81	20,704,226	5,136,014	2,060,197
82	20,899,019	5,460,471	2,145,171
83	21,086,645	5,817,402	2,267,175
84	21,267,652	6,168,052	2,397,138
85	21,441,432	6,517,625	2,486,568

註：GDP 之幣值係按民國 80 年價格計算。

資料來源：「台灣地區人口統計要覽」與「中華民國地區國民經濟動向統計季報」。

圖3-16 總人口數 (POP) 成長趨勢與預測

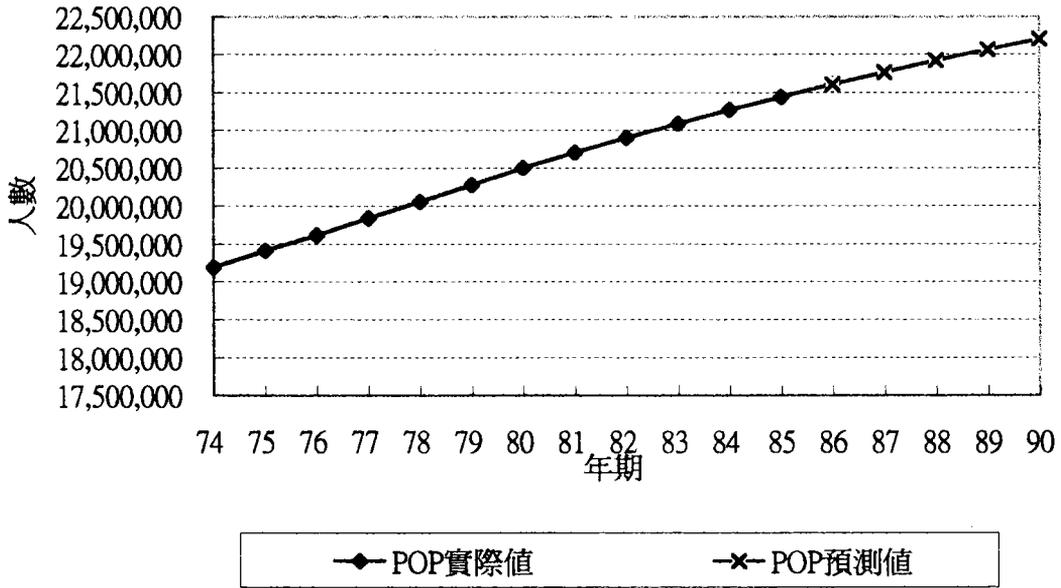


圖3-17 實質國內生產毛額 (GDP) 成長趨勢與預測

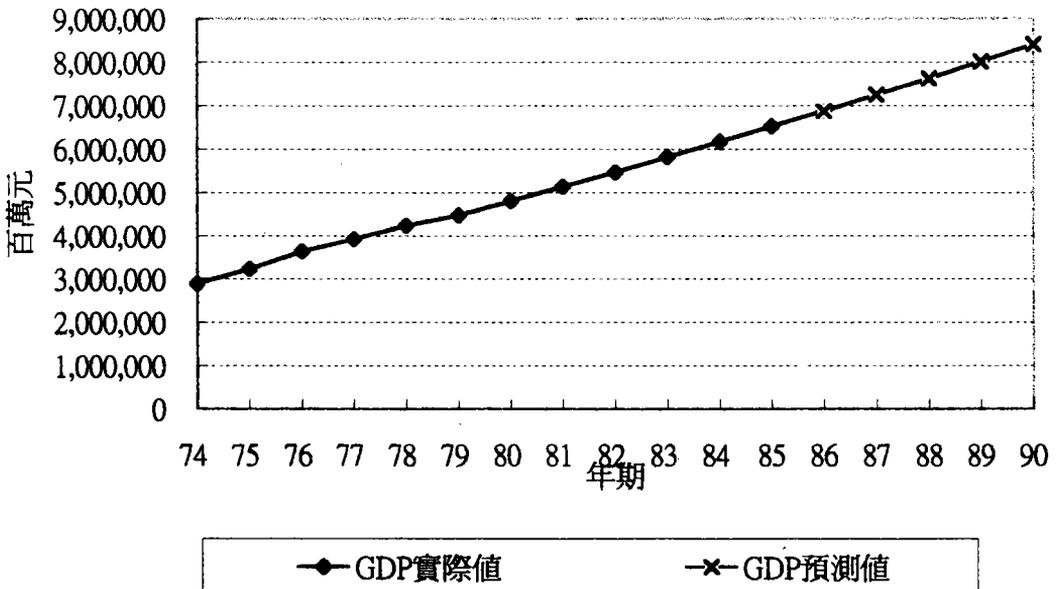
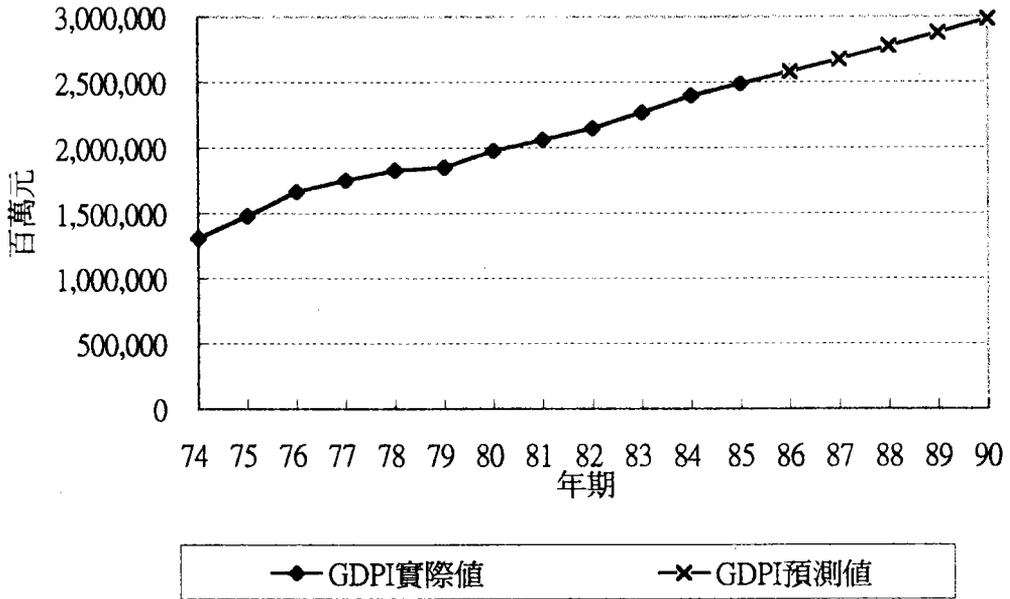


圖3-18 工業生產毛額(GDPI)成長趨勢與預測



$$Y=f(x)$$

其中Y=各貨種之進口或出口貨物運量，

x=選用相關性較高之POP、GDP或GDPI為解釋變數，

各貨種之進口、出口貨物總量迴歸模式構建如表3-4所示。進口貨物中的穀類、糖蜜、化學液散、油品與水泥以總人口數(POP)為解釋變數，煤、原油、金屬礦砂與其他進口散雜貨以工業生產毛額(GDPI)為解釋變數；出口貨物中的紡織品與機械電器以工業生產毛額(GDPI)為解釋變數，塑膠橡膠以總人口數(POP)、國內生產毛額(GDP)與工業生產毛額(GDPI)三項為解釋變數，非金屬礦以總人口數(POP)與工業生產毛額(GDPI)二項為解釋變數，其他貨物以總人口數(POP)與國內生產毛額(GDP)二項為解釋變數。大部份迴歸模式的判定係數或調整後R²值在0.6以上，解釋能力尚可接受；惟進口原油判定係數最低，說明能力不佳，金屬礦砂的判定係數亦較低。

(四)社會經濟變數的預測

總人口數(POP)近十二年來呈現一個成長的趨勢，由民國74年1,919萬人增至民國85年2,144萬人，不過人口的成長率有漸趨緩和的現象，由民國75年的1.15%降至民國85年的0.82%(如表3-5所示)，從民國82年以後，人口成長率每年降低0.04%，據此估計未來五年之成長率每年降低0.04%，則可求得未來五年之人口預測值如表3-6所示。

實質國內生產毛額(GDP)近十二年來亦呈現一個成長趨勢，由民國74年的2,888,758百萬元增至民國85年的6,517,625百萬元。其成長率的變動如表3-5所示，由民國75年的11.64%降至民國85年的5.67%，成長率呈現一個漸減的趨勢，近五年之成長率變動之平均值為-0.27%，預測未來五年之成長率變動值亦為-0.27

表3-4 海運各貨種進出口運量迴歸模式

進出口	貨種	迴歸模式	判定係數 或 調整後R ²	F 值
進 口	穀類	$Y = -462947304 + 27984229 * \text{LN}(\text{POP})$	0.83	47.85
	糖蜜	$Y = -40094758 + 2412061.84 * \text{LN}(\text{POP})$	0.66	19.09
	化學液散	$Y = -634732611 + 38035810.07 * \text{LN}(\text{POP})$	0.73	26.84
	油品	$Y = -429192030 + 25678197.29 * \text{LN}(\text{POP})$	0.64	18.03
	水泥	$Y = -45709501.23 + 2.331585154 * (\text{POP})$	0.73	26.88
	煤	$Y = -10675139.93 + 14.97861876 * (\text{GDPI})$	0.90	94.93
	原油	$Y = 9972281.703 + 2.802176024 * (\text{GDPI})$	0.19	2.29
	金屬礦砂	$Y = -57078867.06 + 4463804.092 * \text{LN}(\text{GDPI})$	0.44	7.93
	其他散雜貨	$Y = -556328565.8 + 41299022.36 * \text{LN}(\text{GDPI})$	0.82	45.13
出 口	紡織品	$Y = -491168.786 + 0.96764189 * (\text{GDPI})$	0.95	182.92
	機械電器	$Y = -17884730 + 1321658.53 * \text{LN}(\text{GDPI})$	0.94	146.10
	塑膠橡膠	$Y = 652493524.9 - 43817929.4 * \text{LN}(\text{POP}) +$ $10495406.3 * \text{LN}(\text{GDP}) - 5190396.36 * \text{LN}(\text{GDPI})$	0.67	10.34
	非金屬礦	$Y = 90830828 - 5.0111818 * (\text{POP})$ $+ 7.332827 * (\text{GDPI})$	0.83	38.62
	其他貨物	$Y = 201815634 - 11.2833 * (\text{POP})$ $+ 8.257218 * (\text{GDP})$	0.80	25.16

註：POP表示總人口數，GDP表示實質國內生產毛額，GDPI表示工業生產毛額。

表 3-5 台灣地區重要社會經濟變數變動率歷年資料

單位：%

年期	POP變動率	GDP變動率	GDPI變動率
75	1.15	11.64	13.30
76	1.06	12.74	12.43
77	1.14	7.84	5.18
78	1.09	8.23	4.50
79	1.11	5.39	1.09
80	1.11	7.55	6.82
81	0.98	6.76	4.28
82	0.94	6.32	4.12
83	0.90	6.54	5.69
84	0.86	6.03	5.73
85	0.82	5.67	3.73

資料來源：根據歷年資料整理。

表3-6 台灣地區重要社會經濟變數預測

(a)社會經濟變數變動率預測

單位：%

民國	POP變動率	GDP變動率	GDPI變動率
86	0.78	5.52	3.73
87	0.74	5.37	3.73
88	0.70	5.22	3.73
89	0.66	5.08	3.73
90	0.62	4.94	3.73

(b)社會經濟變數預測

單位：人,百萬元

民國	POP變動率	GDP變動率	GDPI變動率
86	21,608,675	6,877,197	2,579,317
87	21,768,579	7,246,361	2,675,526
88	21,920,959	7,624,840	2,775,323
89	22,065,638	8,012,334	2,878,842
90	22,202,445	8,408,527	2,986,223

%，則可求得民國86年~90年之GDP成長率與GDP預測值如表3-6所示。

工業生產毛額(GDPI)近十二年來亦呈現一個成長趨勢，由民國74年的1,306,747百萬元增至民國85年的2,486,568百萬元。其成長率的變動如表3-5所示，由民國75年的13.3%降至國85年的3.73%，成長率呈現一個漸漸下降的趨勢。由於這一、二年受到亞洲金融風暴的影響，預測未來五年的經貿情勢仍處於低點。預測未來五年的成長率為3.73%，則民國86~90年之工業生產毛額(GDPI)成長率與工業生產毛額(GDPI)預測值如表3-6所示。

(五)各貨種貨物總量預測結果

進出口貨物總量預測結果如表3-7所示，各貨種預測量說明如下：

1. 穀類進口量

歷年(民國74年~85年)穀類進口量約在600萬至1,000萬公噸之間，年平均成長率為2.79%，呈現一個逐漸增加的趨勢。以人口數(POP)為解釋變數，構建之迴歸模式如下：

$$Y = -462947304 + 27984229 * \ln(\text{POP}), r^2 = 0.83, F = 47.85,$$

迴歸曲線如圖3-19所示，預測未來民國90年的穀類進口量為1,043萬公噸，民國85~90年間的年平均成長率為2.07%。

2. 糖蜜進口量

糖蜜是製造味精之重要原料，為食品液散貨，主要由台中港進口。歷年(民國74年~85年)進口量約在25萬至66萬公噸之間，呈現一個波動逐漸上升的趨勢，年平均成長率為8.95%。以人口數(POP)為解釋變數，構建之迴歸模式如下：

表3-7 海運進出口貨物總量預測

單位：萬公噸

進出口	年期(民國)		86年	87年	88年	89年	90年
	物種						
進	大宗	穀類	966.73	987.36	1,006.88	1,025.29	1,042.59
		糖蜜	64.16	65.94	67.62	69.21	70.70
		化學液散	763.91	791.96	818.49	843.51	867.02
	宗	油品	447.69	466.62	484.54	501.43	517.30
		水泥	467.30	504.58	540.11	573.84	605.74
	散	煤	2,795.95	2,940.05	3,089.54	3,244.59	3,405.44
		原油	2,178.00	2,178.00	2,178.00	2,178.00	2,178.00
		金屬砂礦	967.66	1,038.25	1,108.83	1,179.42	1,250.00
	口	其他散雜貨	5,337.04	5,488.04	5,639.52	5,790.76	5,942.00
		進口總量	13,988.44	14,461.04	14,933.53	15,406.05	15,878.79
出	紡織品	200.47	209.78	219.44	229.45	239.84	
	機械電器	162.70	167.54	172.38	177.22	182.06	
	塑膠橡膠	108.06	111.62	115.48	119.68	124.24	
	非金屬礦	145.95	136.37	133.19	136.60	146.78	
	其他貨物	1,478.59	1,603.00	1,743.58	1,900.29	2,073.08	
	出口總量	2,095.76	2,228.30	2,384.06	2,563.23	2,766.00	
進出口總量		16,084.20	16,689.34	17,317.58	17,969.29	18,644.78	

圖3-19 進口穀類貨物運量預測

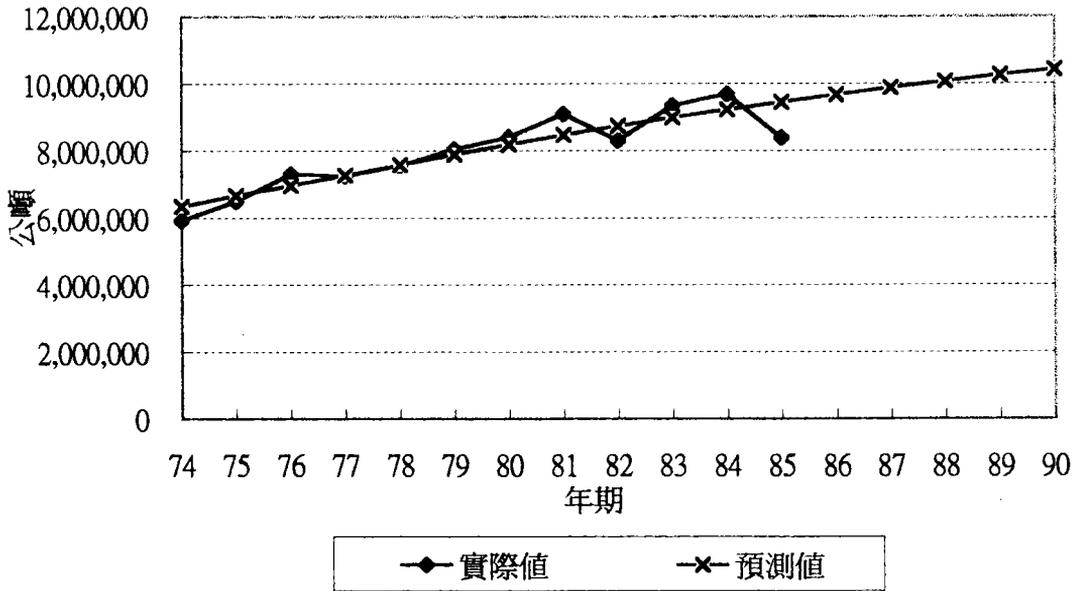
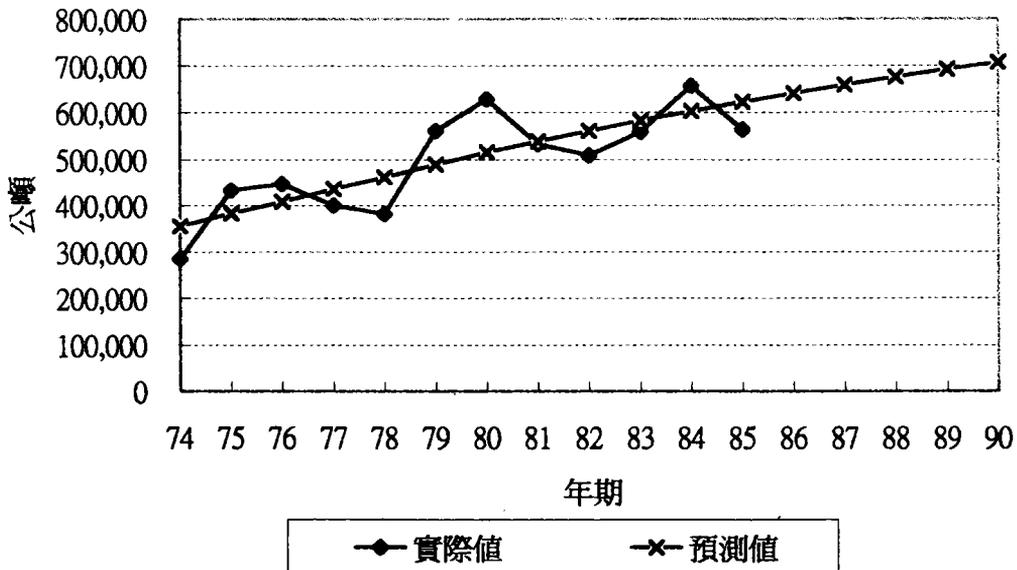


圖3-20 進口糖蜜貨物運量預測



$$Y = -40094758 + 2412061.84 * \text{LN}(\text{POP}), r^2 = 0.66, F = 19.09,$$

迴歸曲線如圖3-20所示，預測糖蜜在民國90年的進口量為71萬公噸，民國85~90年間的年平均成長率為2.70%。

3. 化學液散進口量

化學液散為石化業之基本原料。歷年(民國74~85年)進口量除民國80年之貨量急劇上升至957萬公噸外，其餘各年期貨量約在200萬至800萬公噸，呈現一個逐漸成長的趨勢，年平均成長率為13.18%，較穀類與糖蜜的成長率高，將民國80年之資料視為異常值，以民國79年與81年的平均值取代以進行迴歸分析，得到以人口數(POP)為解釋變數之迴歸模式：

$$Y = -634732611 + 38035810.07 * \text{LN}(\text{POP}), r^2 = 0.73, F = 26.84,$$

迴歸曲線如圖3-21所示，預測化學液散在民國90年的進口量為867萬公噸，民國85~90年間的年平均成長率為3.61%。

4. 油品進口量

油品主要由國內桃園及高雄兩煉油廠供給，部份不足之量才由國外進口，造成歷年油品進口量起伏頗大，不過其趨勢仍呈現一個成長之形式，年平均成長率為40.14%。以人口數(POP)為解釋變數，構建之迴歸模式如下：

$$Y = -429192030 + 25678197.29 * \text{LN}(\text{POP}), r^2 = 0.64, F = 18.03,$$

迴歸曲線如圖3-22所示，預測油品在民國90年的進口量為517萬公噸，民國85~90年間的年平均成長率為4.19%。

5. 水泥進口量

水泥為各公共工程及營建建設所需之原料，目前大部份由

圖3-21 進口化學液體貨物運量預測

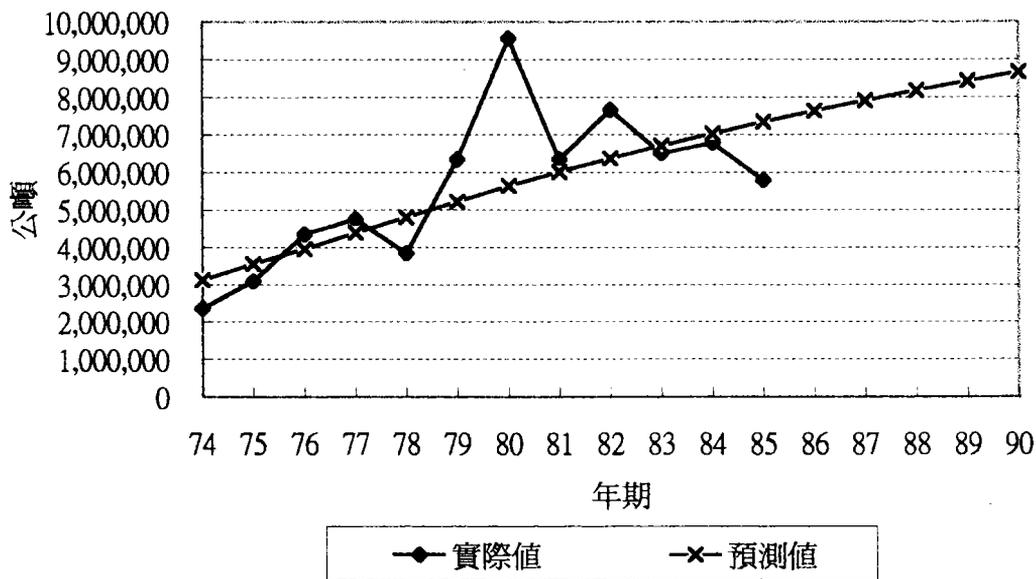
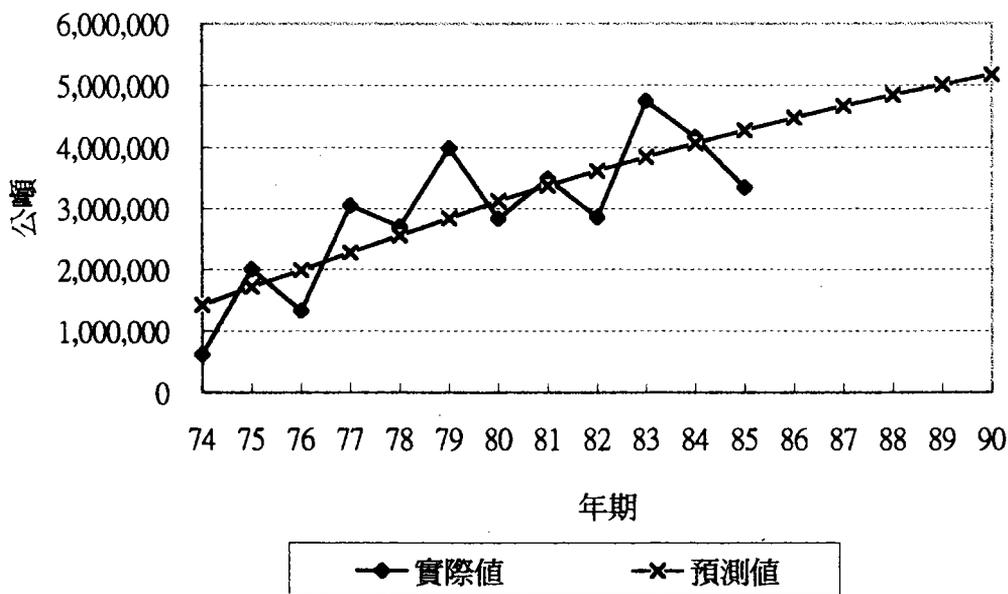


圖3-22 進口油品貨物運量預測



國內業者提供，少部份由進口來補足。近五年因重大工程建設較為集中，致水泥年耗用量激增，在民國82~84年最高達470萬公噸左右，而在民國85年又降至290萬公噸，其成長趨勢如圖3-6所示。以人口數(POP)為解釋變數，構建之迴歸模式如下：

$$Y = -45709501.23 + 2.331585154 * (\text{POP}), r^2 = 0.73, F = 26.88,$$

迴歸曲線如圖3-23所示，預測水泥在民國90年的進口量為606萬公噸，民國85~90年間的年平均成長率為8.29%。

6. 煤進口量

歷年(民國74年~85年)煤的進口量約在1,000萬至3,000萬公噸之間，年平均成長率為16.18%，呈現一個逐漸增加的趨勢，以工業生產毛額(GDPI)為解釋變數，構建之迴歸模式如下：

$$Y = -10675139.93 + 14.97861876 * (\text{GDPI}), r^2 = 0.90, F = 94.93,$$

迴歸曲線如圖3-24所示，預測煤在民國90年的進口量為3,405萬公噸，民國85~90年間的年平均成長率為5.63%。

7. 原油進口量

目前原油主要由高雄港進口。歷年(民國74~85年)原油進口量呈現上下波動的形式，各年期的貨量多介於1,300萬至1,800萬公噸之間，惟民國85年貨量劇升至2,178萬公噸。分別以人口數(POP)、國內生產毛額(GDP)、工業生產毛額(GDPI)為解釋變數以進行迴歸分析，但得到之迴歸曲線的判定係數或調整後 R^2 值均不佳，均在0.2以下，模式說明能力較差。因此改以未來發展趨勢來看，原油主要由中油公司進口，目前自高雄

圖3-23 進口水泥貨物運量預測

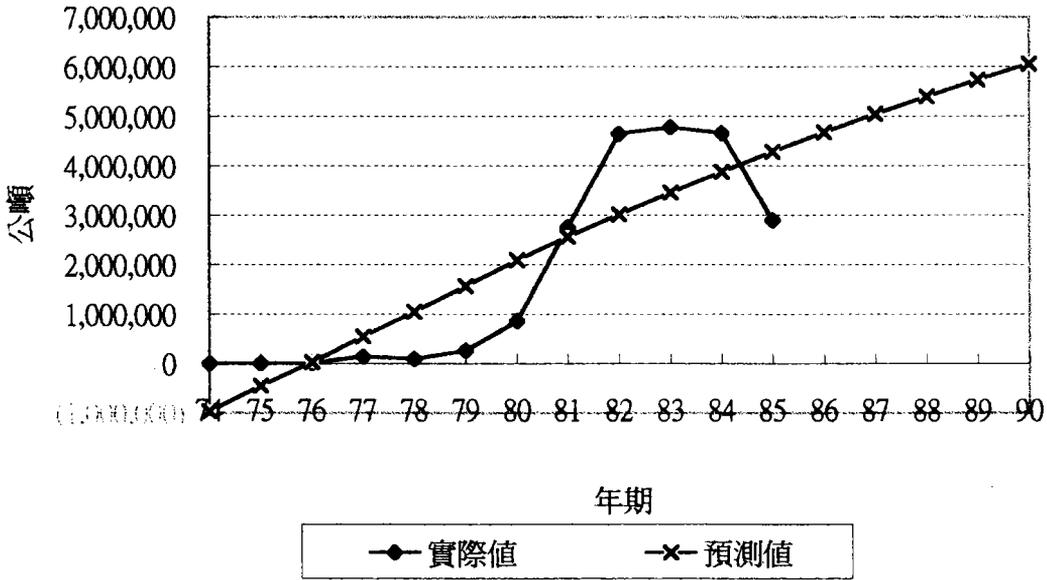
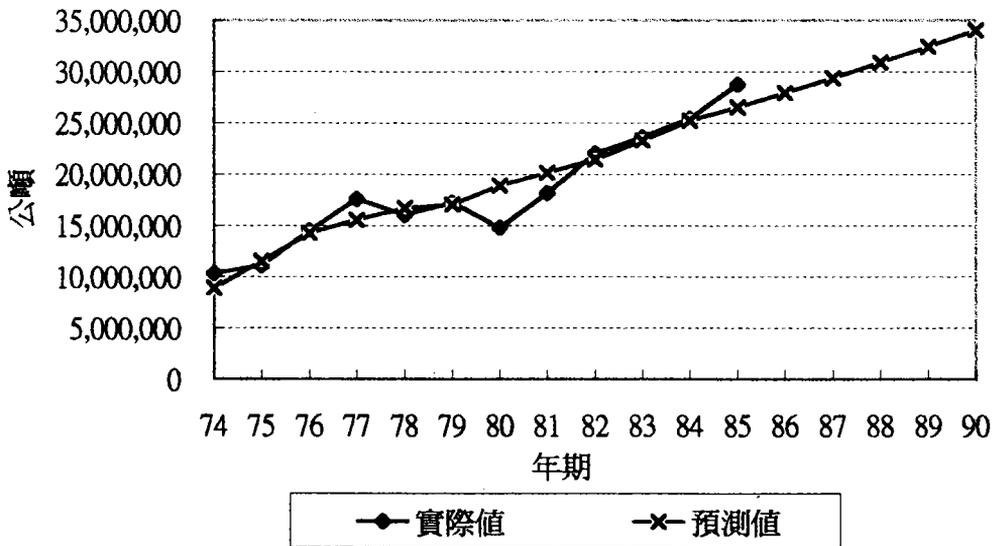


圖3-24 進口煤貨物運量預測



雄港進口，運至高雄煉油廠精煉，未來除非遷廠，否則原油需求量將維持平穩，不致再進一步增加，未來雖有中油觀音港計畫及六輕、七輕等計畫，但估計未來各年期原油進口量維持在2,178萬公噸。

8. 金屬礦砂進口量

歷年(民國74~85年)金屬礦砂的進口量約在500萬至900萬公噸之間，年平均成長率為6.38%，呈現一個上下波動成長之趨勢。由於金屬礦砂之進口量係以中鋼之煉鋼需求為主，而迴歸模式之預測值不能有效反應中鋼之煉鋼需求，故本計畫考慮以中鋼四期擴廠計畫完成後之礦砂需求量約1,250萬公噸，做為民國90年的推估值，民國86~89年之預測值則以內插法求得，年平均成長率為7.87%。

9. 其他散雜貨進口量

其他散雜貨係指進口貨物總量扣除穀類、糖蜜、化學液散、油品、水泥、煤、原油、金屬礦砂等大宗散貨量。歷年(民國74~85年)的進口量約在2,000萬至5,000萬公噸之間，年平均成長率為9.66%。以工業生產毛額(GDPI)為解釋變數，構建之迴歸模式如下：

$$Y = -556328565.8 + 41299022.36 * \ln(\text{GDPI}), r^2 = 0.82, F = 45.13,$$

迴歸曲線如圖3-25所示，預測未來其他散雜貨在民國90年的進口量為5,942萬公噸，民國85~90年間的年平均成長率為2.92%。

10. 紡織品出口量

歷年(民國74~85年)紡織品的出口量約在80萬至200萬公噸之間，年平均成長率為12.93%，呈現一個上升的趨勢。以

圖3-25 其他散雜貨進口量預測

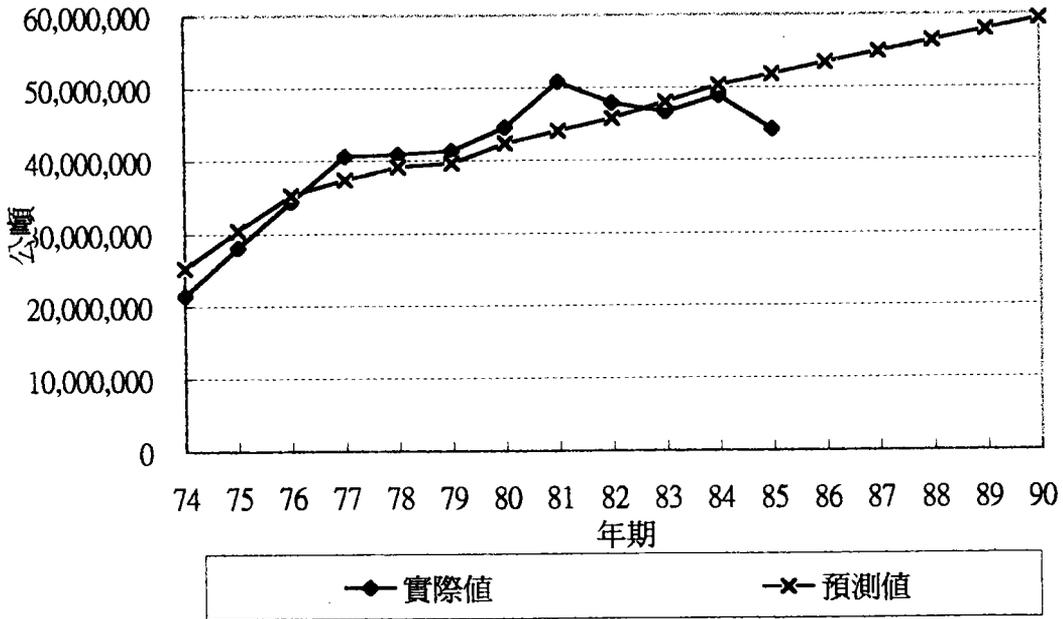
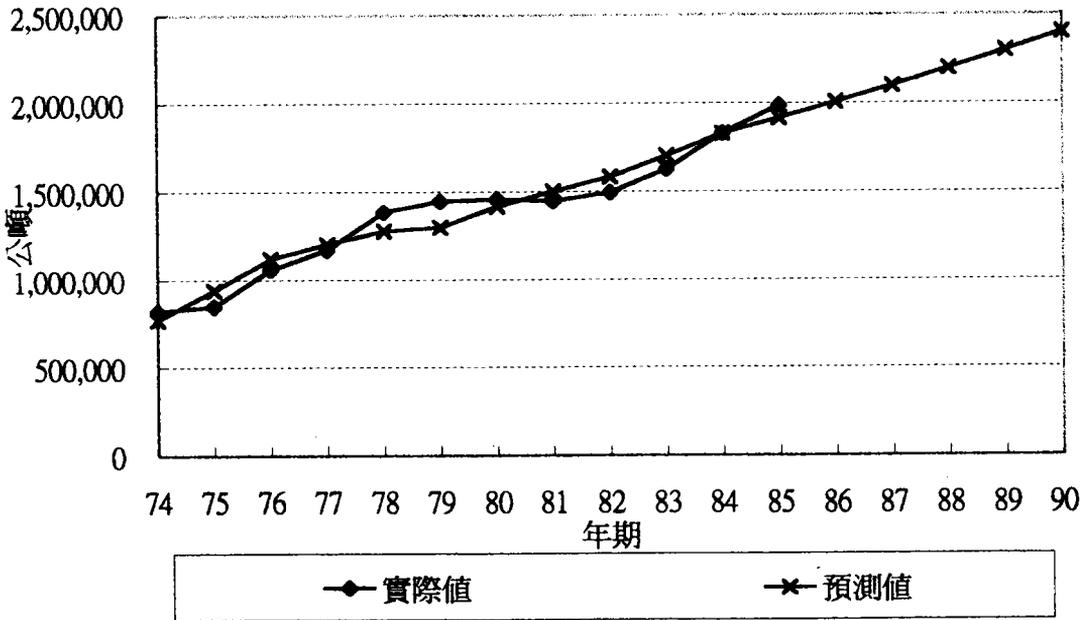


圖3-26 紡織品出口量預測



工業生產毛額(GDPI)為解釋變數，構建之迴歸模式如下：

$$Y = -491168.786 + 0.96764189 * (\text{GDPI}), r^2 = 0.95, F = 182.92,$$

迴歸曲線如圖3-26所示，預測未來紡織品在民國90年的出口量為240萬公噸，民國85~90年間的年平均成長率為5.05%。

11. 機械電器產品出口量

歷年(民國74~85年)機械電器產品的出口量約在60萬至160萬公噸之間，年平均成長率為11.72%，呈現一個上升的趨勢。以工業生產毛額(GDPI)為解釋變數，構建之迴歸模式如下：

$$Y = -17884730 + 1321658.53 * \text{LN}(\text{GDPI}), r^2 = 0.94, F = 146.10,$$

迴歸曲線如圖3-27所示，預測未來機械電器製品在民國90年的出口量為182萬公噸，民國85~90年間的年平均成長率為3.07%。

12. 塑膠橡膠製品出口量

歷年(民國74~85年)塑膠橡膠製品出口量約在60萬至120萬公噸之間，年平均成長率為4.46%，呈現一個上升的趨勢。以人口數(POP)、國民生產毛額(GDP)與工業生產毛額(GDPI)三項為解釋變數，構建之迴歸模式如下：

$$Y = 652493524.9 - 43817929.4 * \text{LN}(\text{POP}) + 10495406.3 * \text{LN}(\text{GDP}) - 5190396.36 * \text{LN}(\text{GDPI}), \quad \text{調整後的} R^2 = 0.67, F = 10.34,$$

迴歸曲線如圖3-28所示，預測未來塑膠橡膠製品在民國90年的出口量為124萬公噸，民國85~90年間的年平均成長率為

圖3-27 機械電器產品出口量預測

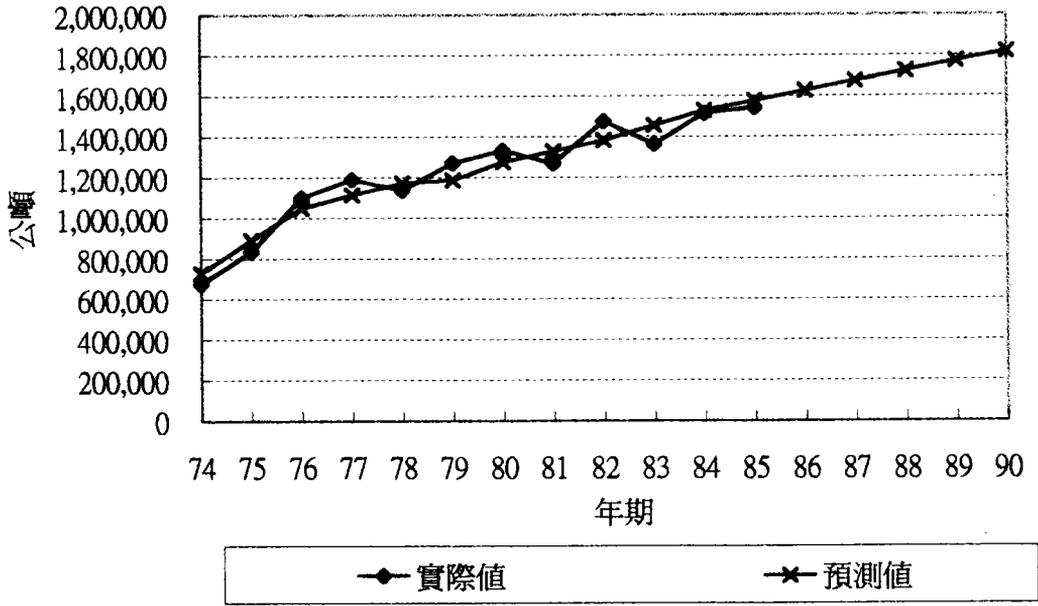
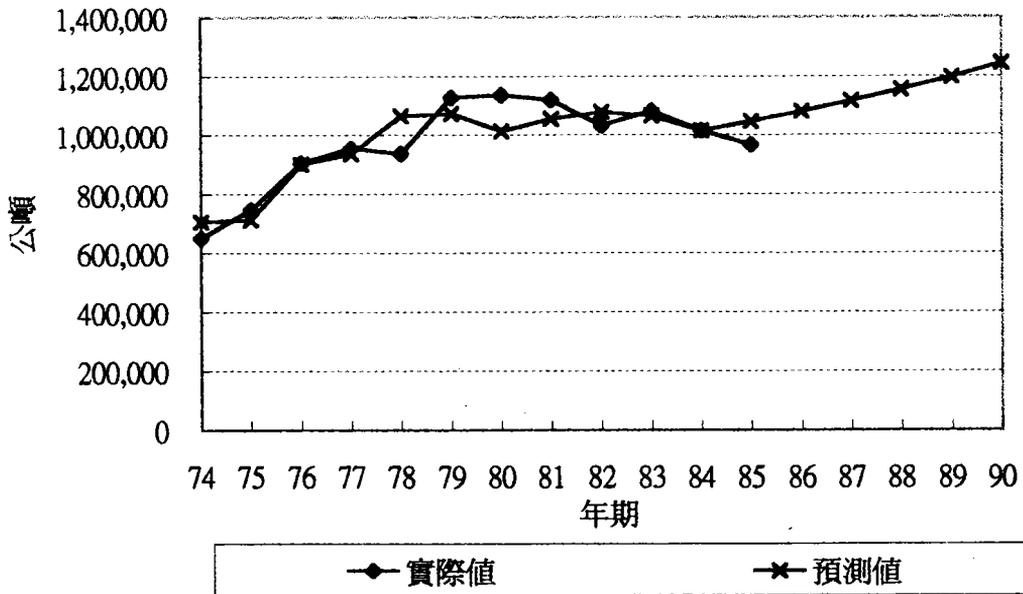


圖3-28 塑膠橡膠製品出口量預測



3.72%。

13. 非金屬礦出口量

歷年(民國74~85年)非金屬礦出口量約在150萬至500萬公噸之間,年平均成長率為-4.76%,呈現一個下降的趨勢。以人口數(POP)與工業生產毛額(GDPI)為解釋變數,構建之迴歸模式如下:

$$Y=90830828-5.0111818*(POP)+7.332827*LN(GDPI),$$

$$\text{調整後的}R^2=0.83, F=38.62,$$

迴歸曲線如圖3-29所示,預測未來非金屬礦在民國90年的出口量為147萬公噸,民國85~90年間的年平均成長率為-1.85%。

14. 其他貨物出口量

其他貨物係指出口貨物總量扣除紡織品、機械電器產品、塑膠橡膠製品、非金屬礦等貨量。歷年(民國74~85年)其他貨物約在900萬至1,500萬公噸之間,年平均成長率為4.95%,呈現一個上升的趨勢。以人口數(POP)與國民生產毛額(GDP)為解釋變數,構建之迴歸模式如下:

$$Y=201815634-11.2833*(POP)+8.257218*(GDP),$$

$$\text{調整後的}R^2=0.80, F=25.16,$$

迴歸曲線如圖3-30所示,預測未來其他貨物在民國90年的出口量為2,766萬公噸,民國85~90年間的年平均成長率為10.26%。

圖3-29 非金屬礦出口量預測

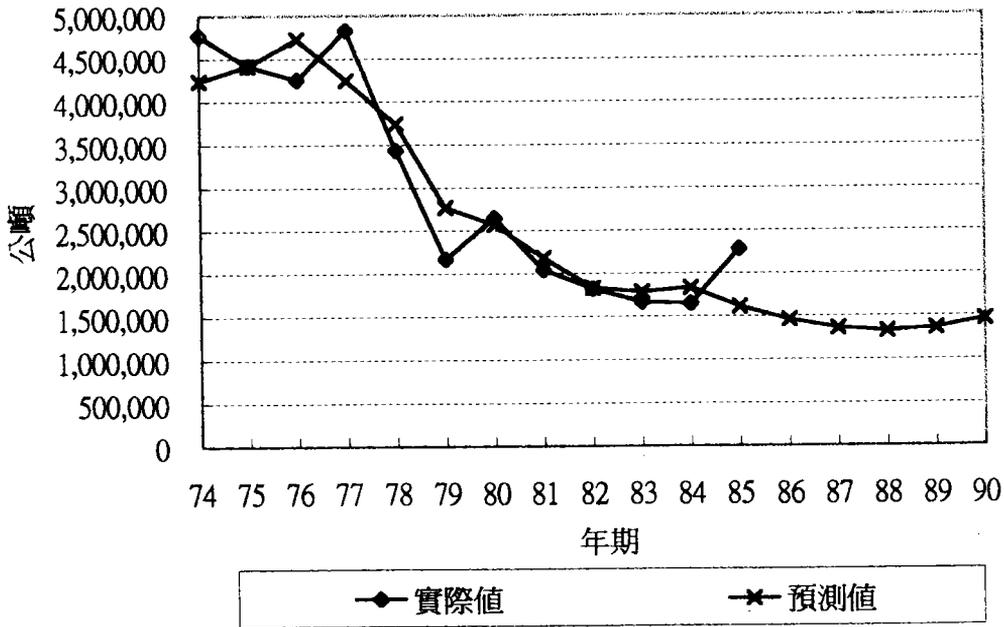
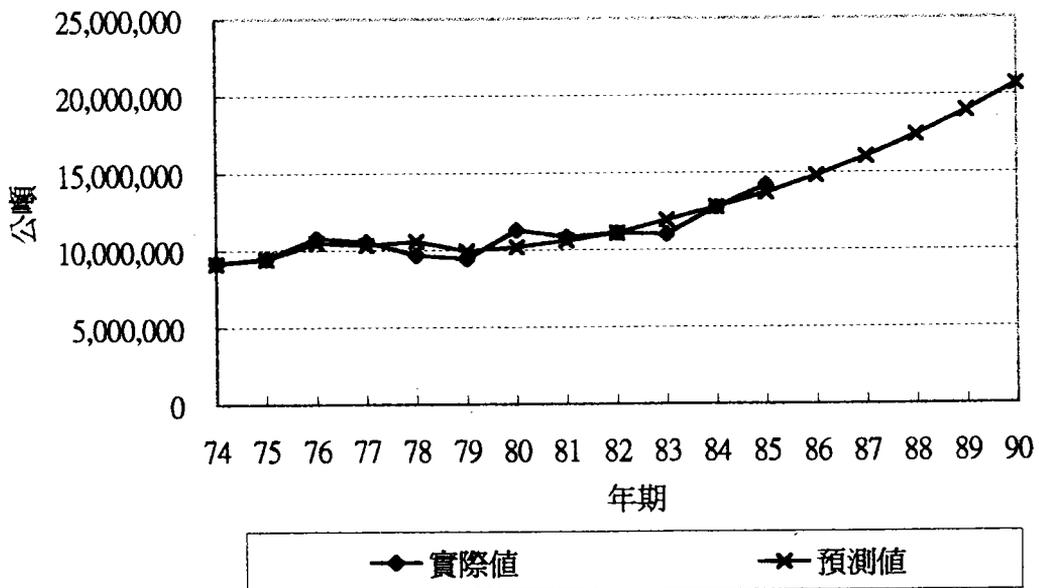


圖3-30 其他貨物出口量預測



3-3 貨櫃貨與一般散雜貨運量預測

運用迴歸模式預測得到各貨種貨物未來各年期運量後，接下來將貨櫃貨的運量由各貨種貨物中分離出來，並轉換為TEU數，再將各貨種貨物中的非貨櫃貨、非大宗散貨之貨量合併為一般散雜貨。

(一) 進行貨櫃化分析，預測貨櫃貨噸數

接下來進行貨櫃貨分析以求得未來各貨種貨物的貨櫃貨噸數。大宗散貨無法貨櫃化，不必考慮之，故在進口貨物方面僅考慮‘其他散雜貨’一貨種，而在出口貨物方面，則五貨種均加以考慮。歷年(民國74~85年)各貨種(不含大宗散貨)之貨櫃貨噸數如表3-8所示，經計算後可求海運進出口各貨種貨櫃化之比率趨勢如表3-9所示。以下分別就各貨種之貨櫃化比率趨勢做探討分析：

1. 進口散雜貨

進口散雜貨貨櫃化比率約在27%-35%之間，呈現一個上下波動的形式，並無明顯之成長的趨勢，如圖3-31所示。推測進口雜貨中仍有部份貨物為散貨，無法完全貨櫃化。預測未來五年內社會經濟形勢無重大變革，貨櫃化比率變動不大，根據過去十二年之平均值為31.49%，推測未來五年之貨櫃化比率為31.49%。

2. 出口紡織品

紡織品的貨櫃化比率極高，過去十二年的貨櫃化比率均在80%以上，且在民國80年以後，均在95%以上，民國84、85年達到99%，呈現一個成長的趨勢，如圖3-32a所示。預測未來五年(86-90)的貨櫃化比率仍保持一個成長的趨勢，但由於比率已接近100%，預估上升的趨勢會減緩。假設貨櫃化比率在民國90年達到100%，其間的五年為逐漸增加。

表3-8 歷年各貨種海運進出口貨櫃貨物運量統計

單位：公噸

進出口	年期	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
進口	其他散雜貨	6,770,459	9,831,706	11,610,253	12,063,100	11,987,197	12,607,201	14,491,401	14,192,366	14,503,631	14,683,141	15,272,711	15,254,064
	紡織品	659,567	773,621	1,006,190	1,043,137	1,258,396	1,379,867	1,401,792	1,393,069	1,453,990	1,594,190	1,809,332	1,971,028
	機械電器	603,014	766,540	1,027,191	1,125,316	1,074,167	1,209,068	1,250,543	1,199,269	1,330,379	1,263,329	1,431,279	1,477,988
	塑膠橡膠	624,522	724,381	886,937	931,095	922,046	1,108,006	1,110,641	1,075,606	1,024,788	1,078,119	956,465	942,724
	非金屬礦	238,765	261,099	313,112	328,558	277,340	315,206	380,459	323,136	285,017	272,034	327,105	328,000
	其他貨物	3,603,913	5,022,473	6,236,850	5,811,490	5,759,909	6,504,263	8,309,266	7,426,425	7,652,800	8,178,877	9,632,056	11,458,123
	出口總量	5,729,781	7,548,114	9,470,280	9,239,596	9,291,858	10,516,410	12,452,701	11,417,505	11,746,974	12,386,549	14,156,237	16,177,863
進出口總量		12,500,240	17,379,820	21,080,533	21,302,696	21,279,055	23,123,611	26,944,102	25,609,871	26,250,605	27,069,690	29,428,948	31,431,927

資料來源：根據歷年「中華民國交通統計要覽」整理。

表 3-9 海運進出口雜貨歷年貨櫃化比率統計

單位：%

年 期 (民 國)	進 口	出 口				
	雜 貨	紡 織 品	機 械 電 器	塑 膠 及 橡 膠	非 金 屬 礦	其 他 貨 物
74	31.58	80.52	89.40	96.22	5.00	39.24
75	35.00	91.19	92.01	96.94	5.91	53.12
76	33.77	95.00	93.47	97.87	7.36	57.93
77	29.70	89.19	94.50	97.48	6.81	55.07
78	29.32	90.77	94.56	98.34	8.08	59.71
79	30.48	95.26	95.17	98.30	14.55	69.00
80	32.54	96.19	93.96	97.79	14.37	73.65
81	27.94	96.23	94.61	96.06	15.83	68.60
82	30.29	97.29	90.18	99.19	15.65	68.95
83	31.50	98.01	92.73	99.59	16.33	74.33
84	31.27	99.01	94.56	94.22	19.84	75.42
85	34.50	99.34	95.69	97.43	14.36	80.76

資料來源：本研究整理。

表 3-10 未來海運進出口雜貨貨櫃化比率預測

單位：%

年 期 (民 國)	進 口	出 口				
	雜 貨	紡 織 品	機 械 電 器	塑 膠 及 橡 膠	非 金 屬 礦	其 他 貨 物
86	31.49	99.48	95.87	97.87	20.15	81.04
87	31.49	99.61	96.04	98.40	21.40	82.53
88	31.49	99.74	96.21	98.94	22.66	83.91
89	31.49	99.87	96.38	99.47	23.91	85.18
90	31.49	100.00	96.56	100.00	25.16	86.35

圖3-31 歷年進口雜貨貨櫃化比率變動趨勢

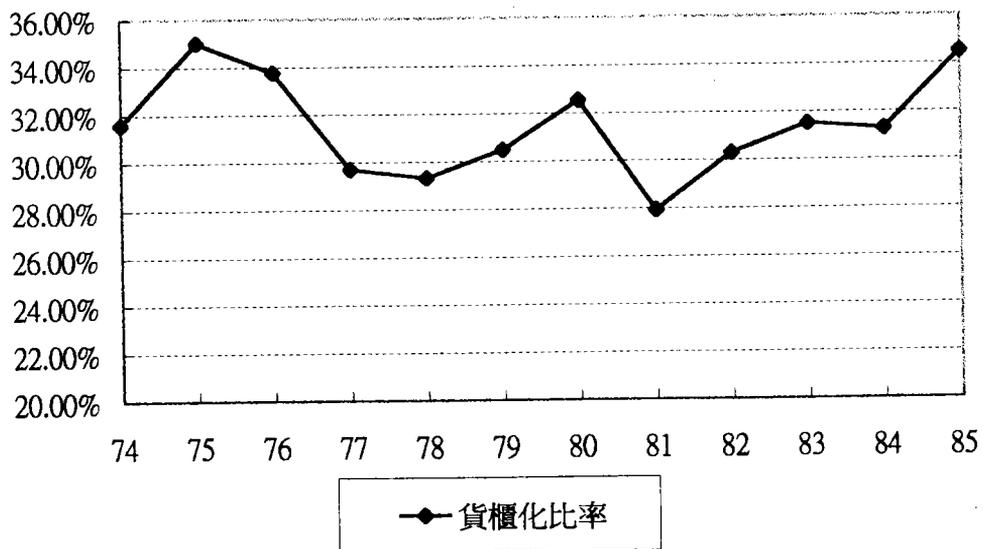


圖3-32a 歷年出口貨物貨櫃化比率變動趨勢

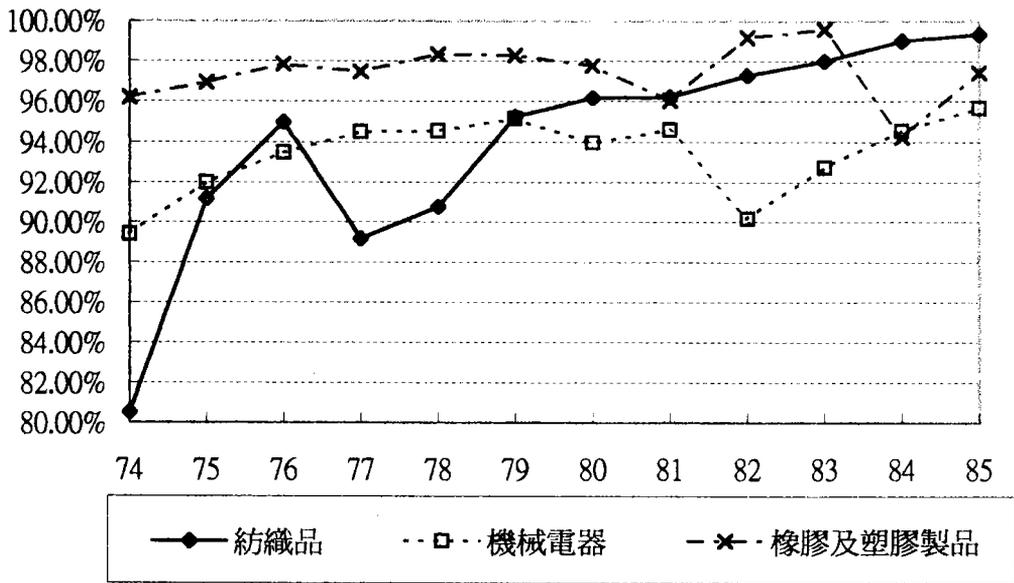
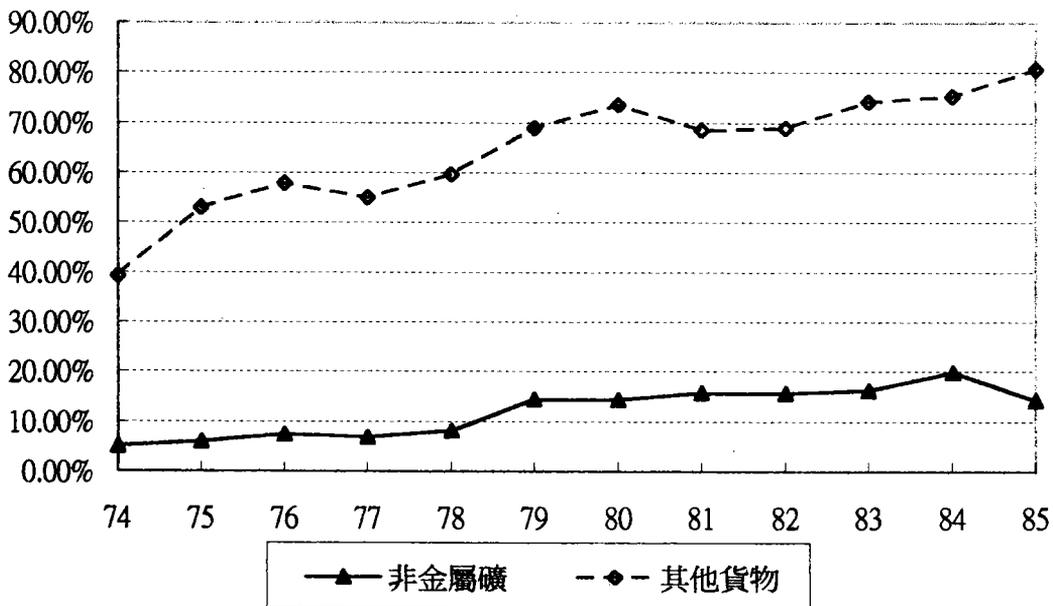


圖3-32b 歷年出口貨物貨櫃化比率變動趨勢



3. 出口機械電器產品

機械電器產品的貨櫃化比率極高，過去十二年之比率約在90%-95%之間，其曲線在民國74~81年間呈現成長的趨勢，然後在82年比率下跌至90%，然後再逐漸上升至95.69%，如圖3-32a所示。比率之平均值為93.4%，中位數為94.23%。預測未來五年的貨櫃化比率應較過去12年之中位數94.23%高，有可能再逐漸增加，但增至100%的可能性不高，應介於94%-100%之間。假設其比率會逐漸上升，在民國110年時達到100%，並依此推估其中間年期之貨櫃比率。

4. 出口橡膠及塑膠製品

除民國84年之比例為94.22%外，歷年之比率均大於95%，且民國82、83年達到99.19%與99.59%，其趨勢如圖3-32a所示。而民國85年之比率為97.43%。可知橡膠及塑膠製品之貨櫃化比率極高，有可能達到100%，假設其比率會逐漸上升，在民國90年時達到100%，並依此推估其中間年期之貨櫃比率。

5. 出口非金屬礦

非金屬礦的貨櫃化比率不高，過去12年之比率均在20%以下。比率略有上揚之趨勢，如圖3-32b所示。以年期為變數做迴歸分析，得到之迴歸模式為：

$$Y = -0.87587651 + 0.0125276X, \quad r^2 = 0.81, \quad F = 43.72,$$

故根據此迴歸模式進行預測。

6. 出口其他貨物

其他貨物的貨櫃化比率在近12年從民國74年之40%至民國85年之80%，成長極為快速，其趨勢如圖3-32b所示。以年期為變數做迴歸分析，得到之迴歸模式為：

$Y=1/(0.85429516+6.07489484/(X-70))$, $r^2=0.91$, $F=102.52$,
故根據此模式進行預測。

預測得到未來各年期之貨櫃化比率如表3-10所示。然後，將各進出口雜貨之貨物總量乘以其貨櫃化比率，可計算得到進出口雜貨各貨種之貨櫃貨噸數，計算過程與結果如表3-11所示。

(二)進行平均櫃重分析，將貨櫃貨噸數轉換為TEU數

以全年進口、出口貨櫃貨噸數除以貨櫃TEU數，即可求得平均櫃重，歷年進口、出口貨櫃資料如表3-12所示。歷年進口貨櫃的平均櫃重大約介於5至7公噸/TEU之間，基於本研究之預測年期不長，僅預測未來五年之運量，故以最近三年平均櫃重之平均值做為未來平均櫃重的預測值，預測未來進口貨櫃之平均櫃重為5.79公噸/TEU。歷年出口貨櫃之平均櫃重較進口貨櫃略輕，介於4至6公噸/TEU，同樣以最近三年出口貨櫃之平均櫃重做為未來平均櫃重的預測值，預測未來出口貨櫃之平均櫃重為5.29公噸/TEU。

然後將未來各年期之貨櫃貨噸數除以平均櫃重預測值，即可求得各年期進出口貨櫃的TEU數，計算過程如表3-12所示。歸納整理預測的結果如表3-13所示。

(三)估計一般散雜貨的貨量

將表3-7海運進出口貨物總量預測值中的進出口散雜貨扣除貨櫃貨的重量，即可求得進出口非貨櫃貨的重量。計算過程與結果如表3-14所示。

最後，可整理出台灣地區海運進出口貨物運量預測結果，如表3-15所示。預測民國90年台灣地區進口散雜貨14,008萬公噸，貨櫃貨323萬TEU，出口散雜貨399萬公噸，貨櫃貨447萬TEU，進出口合計為散雜貨14,407萬公噸，貨櫃貨771萬TEU。

表 3-11 進出口貨櫃 TEU 數之計算

(a) 民國八十六年

單位：萬公噸，萬 TEU

進出口	分類貨物	貨物總量(1)	貨櫃化比率(2)	貨櫃貨重量(3)	平均櫃重(4)	貨櫃數(5)
進口	其他散雜貨	5,337.04	31.49	1,680.63	5.79	290.26
出口	紡織品	200.47	99.48	199.43	5.29	37.70
	機械電器	162.70	95.87	155.98	5.29	29.49
	塑膠橡膠	108.06	97.87	105.76	5.29	19.99
	非金屬礦	145.95	20.15	29.41	5.29	5.56
	其他貨物	1,478.59	81.04	1,198.25	5.29	226.51
	出口總量	2,095.76	-	1,688.82	5.29	319.25
進出口總量		7,432.80	-	3,369.49	-	609.51

註：(1)*(2)=(3), (3)/(4)=(5)

表 3-11 進出口貨櫃 TEU 數之計算(續)

(b)民國八十七年

單位：萬公噸，萬 TEU

進出口	分類貨物	貨物總量(1)	貨櫃化比率(2)	貨櫃貨重量(3)	平均櫃重(4)	貨櫃數(5)
進口	其他散雜貨	5,488.04	31.49	1,728.18	5.79	298.48
出口	紡織品	209.78	99.61	208.96	5.29	39.50
	機械電器	167.54	96.04	160.91	5.29	30.42
	塑膠橡膠	111.62	98.40	109.83	5.29	20.76
	非金屬礦	136.37	21.40	29.18	5.29	5.52
	其他貨物	1,603.00	82.53	1,322.96	5.29	250.09
	出口總量	2,228.30	-	1,831.84	5.29	346.28
進出口總量		7,716.34	-	3,560.02	-	644.76

註：(1)*(2)=(3)，(3)/(4)=(5)

表 3-11 進出口貨櫃 TEU 數之計算(續)

(c) 民國八十八年

單位：萬公噸，萬 TEU

進出口	分類貨物	貨物總量(1)	貨櫃化比率(2)	貨櫃貨重量(3)	平均櫃重(4)	貨櫃數(5)
進口	其他散雜貨	5,639.52	31.49	1,775.88	5.79	306.72
出口	紡織品	219.44	99.74	218.87	5.29	41.37
	機械電器	172.38	96.21	165.85	5.29	31.35
	塑膠橡膠	115.48	98.94	114.26	5.29	21.60
	非金屬礦	133.19	22.66	30.18	5.29	5.71
	其他貨物	1,743.58	83.91	1,463.04	5.29	276.57
	出口總量	2,384.06	-	1,992.19	5.29	376.60
進出口總量		8,023.58	-	3,768.08	-	683.32

註：(1)*(2)=(3), (3)/(4)=(5)

表 3-11 進出口貨櫃 TEU 數之計算(續)

(d)民國八十九年

單位：萬公噸，萬 TEU

進出口	分類貨物	貨物總量(1)	貨櫃化比率(2)	貨櫃貨重量(3)	平均櫃重(4)	貨櫃數(5)
進口	其他散雜貨	5,790.76	31.49	1,823.51	5.79	314.94
出口	紡織品	229.45	99.87	229.15	5.29	43.32
	機械電器	177.22	96.38	170.80	5.29	32.29
	塑膠橡膠	119.68	99.47	119.05	5.29	22.50
	非金屬礦	136.60	23.91	32.66	5.29	6.17
	其他貨物	1,900.29	85.18	1,618.67	5.29	305.99
	出口總量	2,563.23	-	2,170.33	5.29	410.27
進出口	總量	8,353.99	-	3,993.84	-	725.21

註：(1)*(2)=(3)，(3)/(4)=(5)

表 3-11 進出口貨櫃 TEU 數之計算(續)

(e) 民國九十年

單位：萬公噸，萬 TEU

進出口	分類貨物	貨物總量(1)	貨櫃化比率(2)	貨櫃貨量(3)	平均櫃重(4)	貨櫃數(5)
進口	其他散雜貨	5,942.00	31.49	1,871.14	5.79	323.17
出口	紡織品	239.84	100.00	239.84	5.29	45.34
	機械電器	182.06	96.56	175.80	5.29	33.23
	塑膠橡膠	124.24	100.00	124.24	5.29	23.49
	非金屬礦	146.78	25.16	36.93	5.29	6.98
	其他貨物	2,073.08	86.35	1,790.10	5.29	338.39
	出口總量	2,766.00	-	2,366.91	5.29	447.43
進出口總量		8,708.00	-	4,238.05	-	770.60

註：(1)*(2)=(3), (3)/(4)=(5)

表 3-12 歷年海運進出口貨櫃平均櫃重分析

(a) 進口貨櫃

年期 (民國)	重量 (公噸)	貨櫃數 (TEU)	貨櫃數 (個數)	平均櫃重 (公噸/TEU)
74	6,770,459	1,220,918	801,073	5.55
75	9,831,706	1,678,039	1,089,491	5.86
76	11,610,253	1,804,252	1,180,771	6.43
77	12,063,100	1,835,163	1,210,750	6.57
78	11,987,197	1,926,606	1,260,022	6.22
79	12,607,201	1,967,353	1,289,528	6.41
80	14,491,401	2,199,180	1,452,965	6.59
81	14,192,366	2,276,654	1,505,860	6.23
82	14,503,631	2,408,120	1,595,653	6.02
83	14,683,141	2,506,296	1,672,417	5.86
84	15,272,711	2,617,001	1,760,046	5.84
85	15,254,064	2,695,984	1,811,404	5.66

資料來源：歷年「中華民國交通統計要覽」。

(b) 出口貨櫃

年期 (民國)	重量 (公噸)	貨櫃數 (TEU)	貨櫃數 (個數)	平均櫃重 (公噸/TEU)
74	5,729,781	1,282,570	845,164	4.47
75	7,548,114	1,693,666	1,105,484	4.46
76	9,470,280	1,895,114	1,238,800	5.00
77	9,239,596	1,917,669	1,267,220	4.82
78	9,291,858	1,984,480	1,308,817	4.68
79	10,516,410	2,046,723	1,353,355	5.14
80	12,452,701	2,278,071	1,498,807	5.47
81	11,417,505	2,359,292	1,557,037	4.84
82	11,746,974	2,516,344	1,660,913	4.67
83	12,386,549	2,601,236	1,733,210	4.76
84	14,156,237	2,677,799	1,797,819	5.29
85	16,177,863	2,779,356	1,872,120	5.82

資料來源：歷年「中華民國交通統計要覽」。

表 3-13 台灣地區海運進出口貨櫃數量預測

單位：萬 TEU

年期(民國)	86 年	87 年	88 年	89 年	90 年
進 口	290.26	296.48	306.72	314.94	323.17
出 口	319.25	346.28	376.60	410.27	447.43
進 出 口	609.51	644.76	683.32	725.21	770.60

表 3-14 估計進出口非貨櫃貨重量

單位：公噸

年 期	進出口	散雜貨物總量(1)	貨櫃貨重量(3)	非貨櫃貨重量(6)
86 年	進口	5,337.04	1,680.63	3,656.41
	出口	2,095.76	1,688.82	406.94
87 年	進口	5,448.04	1,728.18	3,759.86
	出口	2,228.30	1,831.84	396.46
88 年	進口	5,639.52	1,775.88	3,863.64
	出口	2,384.06	1,992.19	391.87
89 年	進口	5,790.76	1,823.51	3,967.25
	出口	2,563.23	2,170.33	392.90
90 年	進口	5,942.00	1,871.14	4,070.86
	出口	2,766.00	2,366.91	399.09

註：(1)-(3)=(6)

表3-15 台灣地區海運進出口貨物運量預測

單位：萬公噸、萬TEU

進出口	年期(民國)	86年	87年	88年	89年	90年	
	物種						
進口	大	穀類	966.73	987.36	1,006.88	1,025.29	1,042.59
		糖蜜	64.16	65.94	67.62	69.21	70.70
	宗	化學液散	763.91	791.96	818.49	843.51	867.02
		油品	447.69	466.62	484.54	501.43	517.30
		水泥	467.30	504.58	540.11	573.84	605.74
	散	煤	2,795.95	2,940.05	3,089.54	3,244.59	3,405.44
		原油	2,178.00	2,178.00	2,178.00	2,178.00	2,178.00
	貨	金屬砂礦	967.66	1,038.25	1,108.83	1,179.42	1,250.00
		一般散雜貨	3,656.41	3,759.86	3,863.64	3,967.25	4,070.86
		散雜貨合計	12,307.81	12,732.62	13,157.65	13,582.54	14,007.65
		貨櫃(萬TEU)	290.26	296.48	306.72	314.94	323.17
出口	散雜貨	406.94	396.46	391.87	392.90	399.09	
	貨櫃(萬TEU)	319.25	346.28	376.60	410.27	447.43	
進出口	散雜貨	12,714.75	13,129.08	13,549.52	13,975.44	14,406.74	
	貨櫃(萬TEU)	609.51	644.76	683.32	725.21	770.60	

第四章 時間序列ARIMA模式應用於港埠運量預測

本章將運用時間序列模式進行港埠運量預測。首先，在4-1節介紹時間序列模式的理論基礎，而在4-2節比較時間序列模式與迴歸模式預測能力之差異，並探討時間序列模式於港口運量預測之適用性，最後在4-3節運用時間序列分析法，預測各港口運量未來發展趨勢，以為未來決策之參考。

4-1 理論基礎

本研究以二次平滑模式 (Double Smoothing model) 為資料之前處理，共計建立自迴歸模式 (AR model) 及部份自迴歸模式 (SAR model) 等兩種時間序列模式，其中自迴歸平均模式之參數推估採用動差法及 Burg法，因此共計三種方式，其相關理論基礎說明如下。

(一) 資料轉換

貨運資料一般都具成長趨勢 (Trend)，其統計特性隨時間改變而有變化，以時間序列的觀點，此現象稱為非定常性時間序列 (NonStationary Time Series)。本研究所使用之自迴歸模式 (Autoregressive Model) 及部份自迴歸模式 (Subset Autoregressive Model) 為一定常性時間序列模式 (Stationary Time Series Model)，其假設為資料之統計特性不隨時間改變，因此須對資料進行轉換，以去除其趨勢。

本研究使用之二次平滑模式 (Double Smoothing Model)，為一成長趨勢模式，可用來模擬、預測成長趨勢。因此，本研究去除趨勢之方法為使用二次平滑模式模擬貨運資料隨時間成長之趨勢，而後加以去除。令 $\{Y_i\}$, $i=1, 2, \dots, n$ ，表各時間 $\{t_i\}$, $i=1, 2, \dots, n$ 之二次平滑模式模擬預測值； $\{X_i\}$, $i=1, 2, \dots, n$ ，表相對之運量資

料；而相減之結果 $\{Z_i=X_i-Y_i\}$, $i=1, 2, \dots, n$ ，即為用於自迴歸模式及部份自迴歸模式分析預測所需資料，再利用原二次平滑模式於各時間之模擬預測值進行回加的步驟，則可得最後之預測值。

(二) 資料處理及模式解析

1. 二次平滑模式(Double Smoothing Model)

二次平滑模式(Double smoothing model)為一應用於趨勢需求模式，其優越特性為只需很少的資料就可描述、建立系統。以站在時間 T 而言，只需要 X_T 、 \hat{a}_T 及 \hat{b}_T 等資料及平滑參數 α ，即可進行對下一個時間資料之預測，稱之為向前一步預測(one-period-ahead)，而二次平滑模式之向前一步預測模式如下所示：

$$\hat{X}_T(1) = \hat{a}_T + \hat{b}_T$$

其中：

$$\hat{a}_T = X_T + (1-\alpha)^2 e_T ;$$

$$\hat{b}_T = \hat{b}_{T-1} - \alpha^2 e_T ;$$

$$e_T = (\hat{X}_{T-1}(1) - X_T), \text{ 為上一時間之向前一步預測值與}$$

現在時間實際值之誤差，稱為一步預測誤差。

α ：表平滑參數，為現有資料加入與過去資料之權重分配，也就是說 α 值越大表示現有資料所佔之權重越大。

依照上述模式，只須給定初始值 \hat{a}_0 及 \hat{b}_0 ，可得 $\hat{X}_0(1)$ ，則一步預測誤差 e_1 可求得，代入模式即可求出向前一步預測值 $\hat{X}_0(1)$ ，而後就可依次進行預測。一般而言，初始值 \hat{a}_0 給定為 X_1 ， \hat{b}_0 為零。

至於在平滑參數 α 的決定上，本研究使用試誤法，分別以 $\alpha=0.1$ 至 0.9 ，依照模式預測出所有二次平滑模式之向前一步預測值，計算其結果與實際資料之均方差，取其值最小者即為最佳之 α 值。

以上所述為針對下一時間之向前一步預測模式，因此係數 \hat{a}_T 、 \hat{b}_T 及一步預測誤差 e_T ，均隨時間改變而有所更新。若欲直接預測將來 τ 個時期後之值，則須將預測模式修改如下：

$$\hat{X}_T(\tau) = \hat{a}_T + \hat{b}_T \tau。$$

即是在已知 \hat{a}_T 及 \hat{b}_T 之條件下，就可預測 τ 時期後之值 $\hat{X}_T(\tau)$ 。

2. 自迴歸模式 (Autoregressive Model, AR Model)

自迴歸模式意指 t 時期之觀測值 Z_t ，係由同一序列諸個前期觀測值 $\{Z_{t-1}, Z_{t-2}, \dots, Z_{t-p}\}$ 迴歸而得。

若 $\{X_t\}$ 滿足下式，則 $\{X_t\}$ 屬於 AR(p) 模式

假設 $Z_t = X_t - \mu$ ；

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + a_t$$

或可表示為

$$\phi(B) Z_t = a_t$$

其中：

μ = 歷程 X_t 之平均值；

$\{\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p\}$ = 自迴歸參數；

$\{a_t\}$ ：為模式之殘差項，平均值為零，變異數為 σ_a^2 之 IID

(Independent and Identical Distribution) 常態分布。

$$\phi(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p；$$

B =後移運算子(Backward shift Operator)，如 $B^k X_t = X_{t-k}$ 。

若令 $\psi(B) = \phi^{-1}(B)$ 則

$$\begin{aligned} Z_t &= \phi^{-1}(B)a_t \\ &= \psi(B)a_t \\ &= \sum_{j=0}^{\infty} \psi_j a_{t-j} \end{aligned}$$

因定常性條件 $\text{Var}[Z_t]$ 須存在，故 $\sum_{j=0}^{\infty} |\psi_j|$ 其值必須收斂。又AR(p)

模式中之 $\phi(B)$ 可以 $(1-G_1B)(1-G_2B)\dots(1-G_pB)$ 加以表示，再以部份分式展開，可得

$$\begin{aligned} Z_t &= \phi^{-1}(B)a_t \\ &= \psi(B)a_t \\ &= \frac{a_t}{\prod_{j=1}^p (1-G_jB)} \\ &= \sum_{j=1}^p \frac{K_j}{(1-G_jB)} a_t \end{aligned}$$

因此，當 $|G_j| < 1, \forall j=1,2,\dots,p$ ，可使 $\psi(B) = \phi^{-1}(B)$ 為收斂數列。換言之， $\phi(B) = 0$ 之特性方程式的根必須落在單位圓之外，此即為AR模式序列之定常性條件。

本研究採用兩種不同之參數推估方法，一為傳統之動差法，二為極大熵法，其理論基礎分述如下：

(1) 動差法

假設 $\{Z_t\}$ 滿足

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + a_t$$

則自共變異數(Autocovariance)， $E[Z_t Z_{t-k}]$ 為

$$C(k) = \phi_1 C(k-1) + \phi_2 C(k-2) + \dots + \phi_p C(k-p) \quad , k > 0$$

令 $k=1, 2, \dots, M$ ，將可產生 M 個線性方程式，即為

$$\begin{aligned} C(1) &= \phi_1 C(0) + \phi_2 C(1) + \dots + \phi_M C(M-1) \\ C(2) &= \phi_1 C(1) + \phi_2 C(0) + \dots + \phi_M C(M-2) \\ &\vdots \\ C(M) &= \phi_1 C(M-1) + \phi_2 C(M-2) + \dots + \phi_M C(0) \end{aligned} \quad \dots (1)$$

式(1)稱為 Yule-Walker 方程式。

自共變異數之推估值

$$\hat{C}(k) = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^{N-k} (X_{t+k} - \bar{X})(X_t - \bar{X}) \quad \dots (2)$$

$$\text{其中 } \bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N X_t$$

若將式(1)以矩陣型式表示，則可改為

$$\begin{bmatrix} \hat{C}(0) & \hat{C}(1) & \dots & \dots & \hat{C}(M-1) \\ \hat{C}(1) & \hat{C}(0) & \dots & \dots & \hat{C}(M-2) \\ \vdots & \vdots & \ddots & & \vdots \\ \vdots & \vdots & & \ddots & \vdots \\ \hat{C}(M-1) & \hat{C}(M-2) & \dots & \dots & \hat{C}(0) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{\phi}_{M1} \\ \hat{\phi}_{M2} \\ \vdots \\ \vdots \\ \hat{\phi}_{MM} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \hat{C}(1) \\ \hat{C}(2) \\ \vdots \\ \vdots \\ \hat{C}(M) \end{bmatrix} \quad (3)$$

其中 $\hat{\phi}_{Mj}$ ， $j=1, 2, \dots, M$ 為 AR(M) 之參數推估值，且殘差

$$\text{變異數推估值 } \hat{\sigma}_a^2 \text{ 為 } \hat{\sigma}_a^2 = \hat{C}(0) - \sum_{j=0}^M \hat{\phi}_{Mj} \hat{C}(j)。$$

(2) 極大熵法

假設 $\{Z_t\}$ 滿足

$$Z_t = X_t - \mu$$

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + a_t$$

則自共變異數， $E[Z_t \cdot Z_{t-k}]$ 為

$$C(k) = \phi_1 C(k-1) + \phi_2 C(k-2) + \dots + \phi_p C(k-p) + E[a_t \cdot Z_{t-k}] \quad (4)$$

$$\text{當 } k=0, E[a_t \cdot Z_t] = E[a_t^2] = \sigma_a^2$$

$$k > 0, E[a_t \cdot Z_{t-k}] = 0$$

故當 $k=0, 1, 2, \dots, M$ ，則式(4)將可產生 $M+1$ 個線性預測誤差濾波方程式(Prediction-error filter equations)，即為

$$\begin{bmatrix} C(0) & C(1) & \dots & \dots & C(M) \\ C(1) & C(0) & \dots & \dots & C(M-1) \\ \vdots & \vdots & \ddots & & \vdots \\ \vdots & \vdots & & \ddots & \vdots \\ C(M) & C(M-1) & \dots & \dots & C(0) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ -\phi_1 \\ \vdots \\ \vdots \\ -\phi_M \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sigma_a^2 \\ 0 \\ \vdots \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_M \\ 0 \\ \vdots \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix} \quad (5)$$

其中 P_M 為 M 階預測誤差強度(Prediction error power)。

根據 Burg(1968) 所提之理論，將式(5)改寫為

$$\begin{aligned} & \text{Co}(M) \left\{ \begin{bmatrix} 1 \\ -\phi_{M-1,1} \\ \vdots \\ -\phi_{M-1,M-1} \\ 0 \end{bmatrix} - \phi_{M,M} \begin{bmatrix} 0 \\ -\phi_{M-1,M-1} \\ \vdots \\ -\phi_{M-1,1} \\ 0 \end{bmatrix} \right\} \\ & = \left\{ \begin{bmatrix} P_{M-1} \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \\ * \end{bmatrix} - \phi_{M,M} \begin{bmatrix} * \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \\ P_{M-1} \end{bmatrix} \right\} = \begin{bmatrix} P_M \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

其中

$$\text{Co}(M) = \begin{bmatrix} C(0) & C(1) & \dots & C(M) \\ C(1) & C(0) & \dots & C(M-1) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ C(M) & C(M-1) & \dots & C(0) \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned} P_m &= \frac{1}{2(N-m)} \sum_{t=1}^{N-m} \left[\left(\sum_{k=0}^m \phi_{m,k} \cdot X_{t+k} \right)^2 + \left(\sum_{k=0}^m \phi_{m,k} \cdot X_{t+m-k} \right)^2 \right] \\ &= \frac{1}{2(N-m)} \sum_{t=1}^{N-m} \left[(b_{m,t} - \phi_{m,m} b'_{m,t})^2 + (b'_{m,t} - \phi_{m,m} b_{m,t})^2 \right] \end{aligned}$$

將 P_m 對 $\phi_{m,m}$ 取偏微，則

$$\phi_{m,m} = \frac{2 \sum_{t=1}^{N-m} b_{m,t} \cdot b'_{m,t}}{\sum_{t=1}^{N-m} b^2_{m,t} \cdot b'^2_{m,t}} \dots \dots \dots (6)$$

$$P_m = P_{m-1} (1 - \phi_{m,m}) \dots \dots \dots (7)$$

式(6)為模式之參數推估值

其中
$$b_{m,t} = \sum_{k=0}^m \phi_{m-1,k} \cdot Z_{t+k} = \sum_{k=0}^m \phi_{m-1,m-k} \cdot Z_{t+m-k}$$

$$b'_{m,t} = \sum_{k=0}^m \phi_{m-1,k} \cdot Z_{t+m-k} = \sum_{k=0}^m \phi_{m-1,m-k} \cdot Z_{t+k}$$

且
$$\phi_{m,k} = \phi_{m-1,k} - \phi_{m,m} \cdot \phi_{m-1,m-k}, k=1, 2, \dots, m-1 \dots (8)$$

在推求其自共變異數 $C(k), k=0, 1, 2, \dots, M$ ，則可由下列兩式得知：

$$\hat{C}(0) = P(0) = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N Z_t^2 \dots \dots \dots (9)$$

$$\hat{C}(\tau) = \sum_{k=1}^{\tau} \hat{C}(\tau-k) \cdot \phi_{\tau,k}, \tau = 1, 2, \dots, M \dots \dots \dots (10)$$

若當 $k > M$ 時，則自相關變異數推估值，如下式所示：

$$\hat{C}(M+k) = \sum_{m=1}^M \hat{C}(M-m+k) \hat{\phi}_m, k=1, 2, \dots, \infty \dots \dots \dots (11)$$

模式參數推估得知後，本研究利用AIC模式判斷準則選取模式階數，AIC定義如下：

$$AIC(p) = n \log \hat{\sigma}_a^2 + 2p$$

其中， n 為資料長度， $\hat{\sigma}_a^2$ 為模式殘差變異之推估值， p 為AR(p) 模式之階數。

而AR(p)的階數由 $p=0, 1, \dots, 3$ ，若選取之階數 $p=0$ ，本研究則進行 $\mu = 0$ 檢定，假設虛無假設 $H_0: \mu = 0$ ，則統計量

$\frac{\bar{X} - \mu}{s/\sqrt{n}}$ 滿足顯著水準為 α ，自由度 $n-1$ 之 t 分布，即為

$$t_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-1) < \frac{\bar{X} - \mu}{s/\sqrt{n}} < t_{\frac{\alpha}{2}}(n-1)$$

$$\text{或 } \bar{x} - t_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-1) \cdot \frac{s}{\sqrt{n}} < \mu < \bar{x} + t_{\frac{\alpha}{2}}(n-1) \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}$$

若 $\mu = 0$ 落於此範圍內，即接受 H_0 ，否則拒絕 H_0 。若選取之階數 $p > 0$ ，則進行 ϕ_p 檢定，假設虛無假設 $H_0: \phi_p = 0$ ，則

$$\hat{\phi}_p - 1.96\sqrt{\text{Var}(\hat{\phi}_p)} < \phi_p < \hat{\phi}_p + 1.96\sqrt{\text{Var}(\hat{\phi}_p)}$$

其中， $\text{Var}(\hat{\phi}_p) = n^{-1}(1 - r' \hat{\phi})R^{-1}$

$$R = \begin{bmatrix} 1 & r_1 & \cdots & r_{p-1} \\ r_1 & 1 & \cdots & r_{p-2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{p-1} & r_{p-2} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

$$r = \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \\ \vdots \\ r_p \end{bmatrix}$$

若 $\phi_p = 0$ 落於此範圍內，則接受 H_0 ，並重新推估模式參數係數 $\phi_i, i = 1, 2, \dots, p-1$ ，否則拒絕 H_0 ，即選取到正確階數。

當最佳模式得知後即可進行預測，假設 Z_1 為擬合模式之最後一個觀測值，欲預測 L 個時期後之數值 Z_{T+L} ，則時間 T 表示預測起點， L 個時期後之預測值以 $\hat{Z}_T(L)$ 表示，其期望值為受限於過去觀測值之一種條件期望值，表示如下：

$$\hat{Z}_T(L) = E[Z_{T+L} | Z_T, Z_{T-1}, \dots, Z_1]$$

並利用下列關係式，

$$E(Z_{T+j}) = \begin{cases} \hat{Z}_T(j) & , j > 0 \\ Z_{T+j} & , j \leq 0 \end{cases}$$

$$E(a_{T+j}) = \begin{cases} 0 & , j > 0 \\ a_{T+j} & , j \leq 0 \end{cases}$$

代入模式即可求得。然而，如在預測時得到新的觀測值，則可對舊的預測值進行修正(update)，以新的觀測值取代原預測值，其誤差值以觀測值與預測值之差代入，而後再進行下一時期之預測。

3. 部份自迴歸模式

部份自迴歸模式(Subset Autoregressive Model)為自迴歸模式AR(p)之特例，即其p個參數中有“部份”為零，故稱為部份自迴歸模式。例如：SAR(1, 3, 12)模式：

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_3 Z_{t-3} + \phi_{12} Z_{t-12} + a_t$$

即為AR(12)模式：

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \phi_3 Z_{t-3} + \phi_4 Z_{t-4} + \phi_5 Z_{t-5} + \phi_6 Z_{t-6} + \phi_7 Z_{t-7} \\ + \phi_8 Z_{t-8} + \phi_9 Z_{t-9} + \phi_{10} Z_{t-10} + \phi_{11} Z_{t-11} + \phi_{12} Z_{t-12} + a_t$$

之一特例，其中 $\phi_2, \phi_4, \phi_5, \phi_6, \phi_7, \phi_8, \phi_9, \phi_{10}, \phi_{11}$ 皆等於零。

本研究所採用部份自迴歸模式之建立方法，為 Yu 及 Lin (1988) 所提出，利用倒自相關函數(Inverse Autocorrelation Function, IACF)及交叉相關函數(Cross Correlation Function, CCF)來決定部份自迴歸模式的階數。其建立步驟概述如下：

(1) 選取第一階段模式：

第一階段模式是利用時間序列 $\{Z_t\}$ 的倒自相關函數(IACF)來選取。若倒自相關函數(ρ_{ik})絕對值之最大項在稽延 k_0 ，且為顯著($|\rho_{ik_0}| > 1.96 / \sqrt{(n - k_0)}$ ， n 為資料長度)，則

第一階段模式為：

$$\text{SAR}(k_0): Z_t = \phi_{k_0} Z_{t-k_0} + a_t$$

(2) 模式檢診：

- a) 檢驗階段模式之殘差 $\{a_t\}$ ，檢定其是否為相互獨立之序列。
- b) 檢驗階段模式之殘差 $\{a_t\}$ 與時間序列值 $\{Z_t\}$ 間之相關性。若模式正確則在 $k \geq 1$ 時， $\{a_t\}$ 與 $\{Z_t\}$ 為獨立 (Independent)，且 $\text{Cov}[a_t Z_{t-k}] = 0$ 。因此，若我們檢驗 $\{a_t\}$ 與 $\{Z_t\}$ 間之交叉相關函數 $\text{CCF}(S_k)$ ，於某一稽延 k_i 為 S_k 之絕對值最大者且該值顯著 ($|S_{k_i}| > 1.96 / \sqrt{(n - k_i)}$)，則表示該階段模式不適切，應修正為 $\text{SAR}(k_0, k_i)$ 。
- c) 同時計算該階段之 BIC 值，比較該階段之 BIC 值是否較前一階段小。若修正模式 $\text{SAR}(k_0, k_i)$ 之 BIC 值未較前一階段模式 $\text{SAR}(k_0)$ 小，則 k_i 項不予加入。BIC 準則定義如下：

$$\text{BIC} = n \cdot \ln \hat{\sigma}_a^2 + p \cdot \ln n$$

其中， n 為資料長度， $\hat{\sigma}_a^2$ 為模式殘差變異之推估值， p 為 $\text{AR}(p)$ 模式之參數個數。

- d) 反覆 a) 至 c) 程序，直到稽延 k_i 之交叉相關函數不顯著或該階段之 BIC 值未較前一階段小，則為最終模式。

(三) 本研究所採用之時序模式其優缺點探討

本研究所採用之時間序列模式有自迴歸及部份自迴歸模式兩種，其主要之優缺點分述如下：

1. 於線性時間序列模式中，自迴歸模式之物理意義較清楚，理論發展較完整，且其參數推估較簡單。
2. 『部份模式』(Subset Model) 能以較少之參數表現相當或較多之訊息，尤其當資料具週期時，若擬合全階 (Full Order) 模

式，常會有某些參數近乎或等於零，此時以部份模式表示將更適合。

3. Yu及Lin(1991)所提部份自迴歸模式模式選取方法可以自動建立最佳模式，不須經繁瑣之人工判斷。
4. 部份自迴歸模式其選取過程較自迴歸模式複雜。

(四) 模式預測之比較準則

本研究對於預測能力採用三種指標來比較其優劣，分別為MSE、MAPE及UI，分述如下：

$$MSE = \frac{1}{K} \sum_{t=T+1}^{T+K} \{\hat{X}_t - X_t\}^2 ;$$

$$MAPE = \frac{1}{K} \sum_{t=T+1}^{T+K} \frac{|\hat{X}_t - X_t|}{X_t} \times 100\% ;$$

$$UI = \left[\frac{\sum_{t=T+1}^{T+K} \{\hat{X}_t - X_t\}^2}{\sum_{t=T+1}^{T+K} \{X_t\}^2} \right]^{1/2} .$$

其中：

K ≡ 預測個數；

T ≡ 預測起點；

X_t ≡ 真值；

\hat{X}_t ≡ 預測值。

從MSE大小可了解預測值與真值之離散程度；從MAPE大小可了解預測值與真值的相對誤差百分比；而從UI大小是將預測值與真值的誤差無因次化。上述指標值愈小，表示預測能力愈佳。

(五) 模式獨立性檢定

時間序列模式之基本假設為殘差值之間相互獨立。因此，本研究對模式是否正確之判定，即根據此假設，做下述之檢定。

1. Portemanteau Test

因為基本假設上殘值序列 $\{a_t\}$ 應該是 $\text{IIDN}(0, \sigma_a^2)$ ，所以若模式正確，則 $\{a_t\}$ 為白噪音。因此，若模式 $\text{AR}(p)$ 正確，則 Portemanteau Test (簡稱 Q Test) 之統計量 Q 之分布近似於 $\chi^2(k-p)$ 。

$$Q = N \sum_{\tau=1}^k \gamma_a^2(\tau)$$

其中

γ_a = 模式殘差值之自相關函數

k = 自相關函數之時間稽延 (Time Lag)

N = 資料個數

2. Cumulative Preiodogram Test

分析週期性序列，還必須檢驗其殘差值是否依然存在著週期性，因此使用 Cumulative Periodogram test (簡稱 C-P Test) 來進行測試。

時間序列 $\{a_t\}, t=1, 2, \dots, n$ 之週期圖 (Periodogram) 為

$$I(f_i) = 2/n \left[\left(\sum_{t=1}^n a_t \cos 2\pi f_i t \right)^2 + \left(\sum_{t=1}^n a_t \sin 2\pi f_i t \right)^2 \right]$$

其中 $f_i = i/n$

正規化累積週期圖 (Normalized Cumulative Periodogram)

$$C(f_i) = \sum_{i=1}^j I(f_i) / (n\hat{\sigma}_a^2)$$

其詳細之理論，可參閱 Box and Jenkins (1994) 之 8.2.5 (pp. 321-324) 與 9.2.5 (pp. 349-351)。

(六) 預測區間

$\hat{Z}_T(L), L=1, 2, \dots$ 表示未來之預測值，然而僅給定此單一預測值

其較不具彈性，故需同時提供一預測區間供決策者依現實考量自行調整，而一般表示變異程度可以預測誤差之變異數來說明之。首先，定義預測誤差 $a_T(L)$ 為

$$a_T(L) = Z_{T+L} - \hat{Z}_T(L)$$

在預測起點為 T 時，因 Z_{T+L} 尚未發生無法獲知，故誤差 $a_T(L)$ 為一隨機變數。為了計算 $a_T(L)$ 之變異數，根據原模式可知

$$Z_t = a_t + \psi_1 a_{t-1} + \psi_2 a_{t-2} + \dots$$

假若令 $t=T+L$ ，上式改寫為

$$\hat{Z}_{T+L} = a_{T+L} + \psi_1 a_{T+L-1} + \psi_2 a_{T+L-2} + \dots + \psi_{L-1} a_{T+1} + \psi_L a_T + \dots$$

則 L 個時期後之預測值為

$$\begin{aligned} \hat{Z}_T(L) &= E[Z_{T+L} | Z_T, Z_{T-1}, \dots] \\ &= \psi_L a_T + \psi_{L+1} a_{T-1} + \psi_{L+2} a_{T-2} + \dots \end{aligned}$$

則可求得 L 個時期後之預測誤差為

$$a_T(L) = Z_{T+L} - \hat{Z}_T(L) = a_{T+L} + \psi_1 a_{T+L-1} + \psi_2 a_{T+L-2} + \dots + \psi_{L-1} a_{T+1}$$

其期望值與變異數分別為

$$E[a_T(L)] = 0$$

$$\text{Var}[a_T(L)] = [1 + \psi_1^2 + \psi_2^2 + \dots + \psi_{L-1}^2] \sigma_a^2$$

因 a_T 常態分布，則

$$a_T(L) \cong N(0, \text{Var}[a_T(L)])$$

或

$$(Z_{T+L} | Z_T, Z_{T-1}, \dots) \cong N\{\hat{Z}_T(L), \text{Var}[a_T(L)]\}$$

由此可知， Z_{T+L} 為常態分布，其期望值為 $\hat{Z}_T(L)$ 之變異數等於預測誤差之變異數，故未來預測值 Z_{T+L} 之 $(1-\alpha)$ 信賴區間可表示為

$$\hat{Z}_T(L) \pm \gamma_{\alpha/2} [1 + \psi_1^2 + \psi_2^2 + \dots + \psi_{L-1}^2]^{1/2} \sigma_a$$

式中 $\gamma_{\alpha/2}$ 為常態分配累積機率為 $1-\alpha/2$ 之反函數值，例如 α 為 0.05 時 $\gamma_{\alpha/2}$ 值為 1.96，則 Z_{T+L} 之 95% 信賴區間為

$$\hat{Z}_T(L) \pm 1.96[1 + \psi_1^2 + \psi_2^2 + \dots + \psi_{L-1}^2]^{1/2} \sigma_a。$$

如同預測值之推求方法，預測之信賴區間上下限同樣需再利用原二次平滑模式於各時間之模擬預測值進行回加的步驟，而可得最後之預測區間上下限。

4-2 與迴歸模式做比較

在這一節中將比較時間序列模式與迴歸模式兩模式預測能力的差異。比較方法是蒐集過去以迴歸模式預測港埠運量之相關文獻，然後運用與該文獻相同的基年資料構建時間序列模式，比較兩方法預測結果與實際運量之差異。基於資料取得之容易性與研究時間之有限，僅選擇「基隆新港計畫施工可行性再研究暨執行計畫擬撰初步報告」與「基隆、台中、高雄、花蓮港整體規劃及未來發展計畫」兩相關文獻進行比較。

時間序列模式將構建自迴歸模式(AR model)與部份自迴歸模式(SAR model)兩種，而其中自迴歸模式之參數推估分別採用動差法及Burg法推估，因此總共以三種方法進行預測。由於貨運資料一般都具有成長趨勢，故在進行自迴歸或部份自迴歸模式之前，先運用二次平滑模式(Double Smoothing Model)去除趨勢。

以時間序列模式與兩文獻迴歸模式之比較，分別說明如下：

(一)與「基隆新港計畫施工可行性再研究暨執行計畫擬撰初步報告」之迴歸模式做比較

「基隆新港計畫施工可行性再研究暨執行計畫擬撰初步報告」中以迴歸模式進行港埠運量預測，共計預測台灣地區貨櫃貨進出口總量、貨櫃貨進口總量、貨櫃貨出口總量、貨櫃貨轉口總量、非貨櫃貨裝卸總量、木材裝卸總量、穀類裝卸總量、煤炭裝卸總量及其他散雜貨裝卸總量等9項。其基年資料：在貨櫃貨方面

(包括貨櫃貨進出口總量、進口量、出口量與轉口量等4項)，資料的起訖時間自民國62年至民國78年；在非貨櫃貨方面(包括非貨櫃貨裝卸總量、木材裝卸量、穀類裝卸量、煤炭裝卸量及其他散雜貨裝卸量等5項)，資料的起訖時間自民國52年至民國78年。該報告預測得到未來民國79年至民國115年各貨種之運量預測值。

本研究運用相同的基年資料(貨櫃貨自民國62年至民國78年；非貨櫃貨自民國52年至民國78年。)構建時間序列模式預測未來各貨種之貨量，然後按模式預測之比率準則來探討迴歸模式與時間序列模式在民國79年至民國84年之預測值與實際值的差距。預測結果說明如下：

1. 貨櫃貨部份

(1) 貨櫃貨裝、卸總量

由民國62年至民國78年之貨櫃貨裝、卸總量資料，根據D-S model擬合後，選用最佳 α 值為0.6，去除資料趨勢後，採用AR(動差法)、AR(極大熵法)、SAR模式分析，得民國79年至民國85年之預測值。所有結果如表4-1所示，並可由表4-1顯示貨櫃貨裝、卸總量與迴歸模式、AR(動差法)、AR(極大熵法)、SAR模式之預測值之狀況。表4-2為根據模式預測比較準則MSE、MAPE及UI於貨櫃貨裝、卸總量上之比較結果，關於各時間序列之預測模式如表4-3所示。由表4-2可知，根據三種預測比較準則，結果顯示採用AR(動差法)、AR(極大熵法)、SAR模式預測均略優於迴歸模式之預測結果，且此三種時間序列模式之預測值相同，此乃由於各時間序列模式之係數經檢定後均不顯著，亦即表示此組序列彼此間相互獨立，故可表示為 $X_t = a_t$ ，因此其預測值即為D-S model之預測結果。以下各項之分析資料若其時間序列各模式預測結果均相同，及其模式表示

表 4-1 貨櫃貨部份迴歸模式與時間序列模式之預測結果

單位：TEU

類別	年次	記錄值	比較模式			
			迴歸模式 預測值	AR(動差法) 預測值	AR(極大熵法) 預測值	SAR 模式 預測值
裝、卸總量	79	5,463,566	5,437,350	5,695,825	5,695,825	5,695,825
	80	6,129,669	5,708,930	6,092,782	6,092,782	6,092,782
	81	6,178,870	6,118,130	6,489,739	6,489,739	6,489,739
	82	6,824,972	6,540,890	6,886,696	6,886,696	6,886,696
	83	7,307,304	6,958,090	7,283,653	7,283,653	7,283,653
	84	7,665,178	7,390,060	7,680,609	7,680,609	7,680,609
進口總量	79	1,967,353	1,965,620	2,078,298	2,078,298	2,078,298
	80	2,199,180	2,037,050	2,205,476	2,205,476	2,205,476
	81	2,276,654	2,173,730	2,332,653	2,332,653	2,332,653
	82	2,408,120	2,318,160	2,459,831	2,459,831	2,459,831
	83	2,506,296	2,459,930	2,587,009	2,587,009	2,587,009
	84	2,616,998	2,609,300	2,714,187	2,714,187	2,714,187
出口總量	79	2,046,726	2,041,500	2,114,851	2,114,851	2,114,851
	80	2,278,071	2,116,750	2,226,231	2,226,231	2,226,231
	81	2,359,292	2,260,790	2,337,612	2,337,612	2,337,611
	82	2,516,344	2,413,020	2,448,992	2,448,992	2,448,992
	83	2,601,238	2,562,490	2,560,372	2,560,372	2,560,372
	84	2,677,799	2,719,990	2,671,752	2,671,752	2,671,752
轉口總量	79	1,449,487	1,430,230	1,586,571	1,619,349	1,558,438
	80	1,652,418	1,555,130	1,727,193	1,758,201	1,718,404
	81	1,542,924	1,683,610	1,838,258	1,864,656	1,859,424
	82	1,900,508	1,809,710	2,041,009	2,070,601	2,040,220
	83	2,199,770	1,935,670	2,246,026	2,279,893	2,231,882
	84	2,370,381	2,060,770	2,396,504	2,426,382	2,400,733

註：資料來源「基隆新港計畫施工可行性再研究暨執行計畫擬撰」。

表 4-2 貨櫃貨部份迴歸模式與時間序列模式預測能力之比較結果

類別	比較準則	比較模式			
		迴歸模式	AR (動差法)	AR (極大熵法)	SAR 模式
裝、卸 總量	MSE	7.66E+10	2.61E+10	2.61E+10	2.61E+10
	MAPE	3.48	1.89	1.89	1.89
	UI	4.17E-02	2.43E-02	2.43E-02	2.43E-02
進口 總量	MSE	7.86E+09	5.69E+09	5.69E+09	5.69E+09
	MAPE	2.98	2.91	2.91	2.91
	UI	3.79E-02	3.22E-02	3.22E-02	3.22E-02
出口 總量	MSE	8.28E+09	2.34E+09	2.34E+09	2.34E+09
	MAPE	3.11	1.80	1.83	1.83
	UI	3.76E-02	2.00E-02	2.00E-02	2.00E-02
轉口 總量	MSE	3.39E+10	2.24E+10	3.03E+10	2.30E+10
	MAPE	7.70	7.30	8.99	7.02
	UI	9.78E-02	7.94E-02	9.25E-02	8.05E-02

表 4-3 貨櫃貨部份各時間序列模式

類別	模式種類	D-S α 值	模 式	Q-test	C-P test
裝、卸 總量	AR(動差法)	0.6	$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 7.463E+10$	Yes	Yes
	AR(極大熵法)		$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 7.463E+10$	Yes	Yes
	SAR 模式		$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 7.463E+10$	Yes	Yes
進口 總量	AR(動差法)	0.5	$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 1.224E+10$	Yes	Yes
	AR(極大熵法)		$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 1.224E+10$	Yes	Yes
	SAR 模式		$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 1.224E+10$	Yes	Yes
出口 總量	AR(動差法)	0.6	$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 1.205E+10$	Yes	Yes
	AR(極大熵法)		$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 1.205E+10$	Yes	Yes
	SAR 模式		$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 1.204E+10$	Yes	Yes
轉口 總量	AR(動差法)	0.6	$x_t = -0.166x_{t-1} - 0.591x_{t-2} + a_t, \sigma_a^2 = 6.289E+9$	Yes	Yes
	AR(極大熵法)		$x_t = -0.171x_{t-1} - 0.621x_{t-2} + a_t, \sigma_a^2 = 5.938E+9$	Yes	Yes
	SAR 模式		$x_t = -0.573x_{t-2} + a_t, \sigma_a^2 = 7.515E+9$	Yes	Yes

法同 $X_t = a_t$ ，表示其預測值為D-S model之預測結果。

(2) 貨櫃貨進口總量

由民國62年至民國78年之貨櫃貨進口總量資料，根據D-S model擬合後，選用最佳 α 值為0.5，去除資料趨勢後，採用AR（動差法）、AR（極大熵法）、SAR模式分析，得民國79年至民國85年之預測值。所有結果如表4-1所示，並可由表4-1顯示貨櫃貨進口總量與迴歸模式、AR（動差法）、AR（極大熵法）、SAR模式之預測值之狀況。表4-2為根據模式預測比較準則MSE、MAPE及UI於貨櫃貨進口總量上之比較結果，關於各時間序列之預測模式如表4-3所示。由表4-2可知，其結果皆顯示採用AR（動差法）、AR（極大熵法）、SAR模式預測均略優於採用迴歸模式之預測結果，而三種預測模式間並無差異。

(3) 貨櫃貨出口總量

由民國62年至民國78年之貨櫃貨出口總量資料，根據D-S model擬合後，選用最佳 α 值為0.6，去除資料趨勢後，採用AR（動差法）、AR（極大熵法）、SAR模式分析，得民國79年至民國85年之預測值。所有結果如表4-1所示，並可由表4-1顯示貨櫃貨出口總量與迴歸模式、AR（動差法）、AR（極大熵法）、SAR模式之預測值之狀況。表4-2為根據模式預測比較準則MSE、MAPE及UI於貨櫃貨出口總量上之比較結果，關於各時間序列之預測模式如表4-3所示。由表4-2可知，根據三種預測比較準則，其結果皆顯示採用AR（動差法）、AR（極大熵法）、SAR模式預測均略優於採用迴歸模式之預測結果，而三種預測模式間並無差異。

(4) 貨櫃貨轉口總量

民國62年至民國78年之貨櫃貨轉口總量資料，根據D-S

model擬合後，選用最佳 α 值為0.6，去除資料趨勢後，採用AR（動差法）、AR（極大熵法）、SAR模式分析，得民國79年至民國85年之預測值。所有結果如表4-1所示，並可由表4-1顯示貨櫃貨轉口總量與迴歸模式、AR（動差法）、AR（極大熵法）及SAR模式之預測值之狀況，關於各時間序列之預測模式如表4-3所示。表4-2為根據模式預測比較準則MSE、MAPE及UI於貨櫃貨轉口總量上之比較結果。由表4-2可知，根據三種預測比較準則，其結果皆顯示採用AR（動差法）、AR（極大熵法）、SAR模式預測均略優於迴歸模式之預測結果，其中MSE及UI顯示以採用AR（動差法）為最佳，以MAPE來看，顯示以SAR模式最佳。

2. 非貨櫃貨部份

(1) 非貨櫃貨裝、卸總量

由民國52年至民國78年之非貨櫃貨裝、卸總量資料，根據D-S model擬合後，選用最佳 α 值為0.5，去除資料趨勢後，採用AR（動差法）、AR（極大熵法）、SAR模式分析，得民國79年至民國85年之預測值。所有結果如表4-4所示，並可由表4-4顯示非貨櫃貨裝、卸總量與迴歸模式、AR（動差法）、AR（極大熵法）、SAR模式之預測值之狀況。表4-5為根據模式預測比較準則MSE、MAPE及UI於非貨櫃貨裝、卸總量上之比較結果，關於各時間序列之預測模式如表4-6所示。由表4-5可知，根據三種預測比較準則，其結果皆顯示採用AR（動差法）、AR（極大熵法）、SAR模式預測略優於迴歸模式之預測結果，其中又以採用AR（動差法）為最佳。

(2) 木材裝、卸總量

由民國52年至民國78年之木材裝、卸總量資料，根據

表 4-4 非貨櫃貨部份迴歸模式與時間序列模式之預測結果

單位：收貨噸

類別	年次	記錄值	比較模式			
			迴歸模式 預測值	AR(動差法) 預測值	AR(極大嫡法) 預測值	SAR 模式 預測值
裝、卸總量	79	67,266,686	68,055,090	73,387,821	69,544,568	73,387,821
	80	73,684,996	70,941,300	78,391,605	80,811,018	78,391,605
	81	81,582,280	73,577,050	83,395,389	86,705,361	83,395,389
	82	93,135,736	75,647,240	88,399,173	88,985,601	88,399,173
	83	91,942,298	78,419,430	93,402,957	92,941,956	93,402,957
	84	96,535,912	83,338,630	98,406,741	98,977,272	98,406,741
木材裝、卸量	79	5,110,027	5,214,430	5,513,783	5,513,783	5,513,783
	80	5,689,992	5,182,960	5,521,869	5,521,869	5,521,869
	81	5,742,130	5,156,410	5,529,955	5,529,955	5,529,955
	82	4,022,926	5,132,980	5,538,041	5,538,041	5,538,041
	83	3,989,878	5,112,070	5,546,128	5,546,128	5,546,127
	84	4,043,758	5,093,380	5,554,214	5,554,214	5,554,214
穀類裝、卸量	79	8,982,983	8,242,260	8,288,007	8,164,722	8,164,722
	80	8,672,160	8,516,040	8,657,118	8,458,603	8,458,603
	81	9,364,236	8,809,540	8,701,476	8,752,484	8,752,484
	82	9,241,194	9,105,560	8,969,614	9,046,364	9,046,364
	83	9,660,612	9,402,360	9,361,271	9,340,245	9,340,245
	84	10,485,222	9,700,950	9,663,781	9,634,126	9,634,126
煤炭裝、卸量	79	18,531,767	18,549,000	19,750,440	19,409,316	19,750,440
	80	18,551,277	20,011,000	21,508,545	23,467,884	21,508,545
	81	22,034,962	20,948,000	23,266,649	23,726,135	23,266,649
	82	24,482,329	21,259,000	25,024,754	24,554,338	25,024,754
	83	26,841,205	22,231,000	26,782,859	27,004,841	26,782,859
	84	29,177,226	25,309,000	28,540,964	29,134,913	28,540,964
其他散雜貨	79	34,641,909	36,049,400	38,989,704	40,352,375	40,352,375
	80	40,771,567	37,231,300	41,906,444	43,490,243	43,490,243
	81	44,440,952	38,663,100	47,522,485	46,628,111	46,628,111
	82	55,389,287	40,149,700	50,678,073	49,765,979	49,765,979
	83	51,450,603	41,674,000	53,334,666	52,903,847	52,903,847
	84	52,829,706	43,235,000	55,537,521	56,041,714	56,041,714

註：資料來源「基隆新港計畫施工可行性再研究暨執行計畫擬撰」。

表 4-5 非貨櫃貨部份迴歸模式與時間序列模式預測能力之比較結果

類別	比較準則	比較模式			
		迴歸模式	AR (動差法)	AR (極大熵法)	SAR 模式
裝、卸 總量	MSE	1.23E+14	1.52E+13	1.77E+13	1.52E+13
	MAPE	10.31	4.39	4.57	4.39
	UI	1.31E-01	4.60E-02	4.97E-02	4.60E-02
木材 裝、卸 量	MSE	7.01E+11	1.21E+12	1.21E+12	1.21E+12
	MAPE	17.14	21.40	21.43	21.43
	UI	1.73E-01	2.27E-01	2.27E-01	2.27E-01
穀類 裝、卸 量	MSE	2.63E+11	2.93E+11	3.26E+11	3.26E+11
	MAPE	4.60	4.80	5.27	5.27
	UI	5.45E-02	5.75E-02	6.06E-02	6.06E-02
煤炭 裝、卸 量	MSE	8.32E+12	2.08E+12	4.64E+12	2.08E+12
	MAPE	9.42	5.45	6.66	5.45
	UI	1.22E-01	6.10E-02	9.12E-02	6.10E-02
其他散 雜貨 裝、卸量	MSE	7.79E+13	1.05E+13	1.48E+13	1.48E+13
	MAPE	15.07	6.60	7.86	7.86
	UI	1.87E-01	6.86E-02	8.16E-02	8.16E-02

表 4-6 非貨櫃貨部份各時間序列模式

類別	模式種類	D-S α 值	模 式	Q-test	C-P test
裝、卸 總量	AR(動差法)	0.5	$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 8.946E+12$	Yes	Yes
	AR(極大熵法)		$x_t = 0.232x_{t-1} - 0.468x_{t-2} + a_t, \sigma_a^2 = 6.552E+12$	Yes	Yes
	SAR 模式		$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 8.946E+12$	Yes	Yes
木材 裝、卸 量	AR(動差法)	0.6	$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 4.379E+11$	Yes	Yes
	AR(極大熵法)		$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 4.379E+11$	Yes	Yes
	SAR 模式		$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 4.379E+11$	Yes	Yes
穀類 裝、卸 量	AR(動差法)	0.3	$x_t = -0.014x_{t-1} - 0.390x_{t-2} + a_t, \sigma_a^2 = 2.411E+11$	Yes	Yes
	AR(極大熵法)		$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 2.959E+11$	Yes	Yes
	SAR 模式		$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 2.959E+11$	Yes	Yes
煤炭 裝、卸 量	AR(動差法)	0.5	$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 1.684E+12$	Yes	Yes
	AR(極大熵法)		$x_t = -0.045x_{t-1} - 0.434x_{t-2} + a_t, \sigma_a^2 = 1.313E+12$	Yes	Yes
	SAR 模式		$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 1.684E+12$	Yes	Yes
其他散 雜貨 裝、卸量	AR(動差法)	0.6	$x_t = -0.064x_{t-1} - 0.227x_{t-2} - 0.363x_{t-3} + a_t,$ $\sigma_a^2 = 2.914E+12$	Yes	Yes
	AR(極大熵法)		$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 3.875E+12$	Yes	Yes
	SAR 模式		$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 3.875E+12$	Yes	Yes

D-S model 擬合後，選用最佳 α 值為 0.6，去除資料趨勢後，採用 AR（動差法）、AR（極大熵法）、SAR 模式分析，得民國 79 年至民國 85 年之預測值。所有結果如表 4-4 所示，並可由表 4-4 顯示木材裝、卸總量與迴歸模式、AR（動差法）、AR（極大熵法）、SAR 模式之預測值之狀況。表 4-5 為根據模式預測比較準則 MSE、MAPE 及 UI 於木材裝、卸總量上之比較結果，關於各時間序列之預測模式如表 4-6 所示。由表 4-5 可知，根據三種預測比較準則，其結果皆顯示採用 AR（動差法）、AR（極大熵法）、SAR 模式預測略差於迴歸模式之預測結果。

(3) 穀類裝、卸總量

由民國 52 年至民國 78 年之穀類裝、卸總量資料，根據 D-S model 擬合後，選用最佳 α 值為 0.3，去除資料趨勢後，採用 AR（動差法）、AR（極大熵法）、SAR 模式分析，得民國 79 年至民國 85 年之預測值。所有結果如表 4-4 所示，並可由表 4-4 顯示穀類裝、卸總量與迴歸模式、AR（動差法）、AR（極大熵法）、SAR 模式之預測值之狀況。表 4-5 為根據模式預測比較準則 MSE、MAPE 及 UI 於穀類裝、卸總量上之比較結果，關於各時間序列之預測模式如表 4-6 所示。由表 4-5 可知，根據三種預測比較準則，其結果顯示採用 AR（動差法）、AR（極大熵法）、SAR 模式預測略差於迴歸模式之預測結果。

(4) 煤炭裝、卸總量

由民國 52 年至民國 78 年之煤炭裝、卸總量資料，根據 D-S model 擬合後，選用最佳 α 值為 0.5，去除資料趨勢後，採用 AR（動差法）、AR（極大熵法）、SAR 模式分析，得民國 79 年至民國 85 年之預測值。所有結果如表 4-4 所示，並可

由表4-4看出煤炭裝、卸總量與迴歸模式、AR（動差法）、AR（極大熵法）、SAR模式之預測值之狀況。表4-5為根據模式預測比較準則MSE、MAPE及UI於煤炭裝、卸總量上之比較結果，關於各時間序列之預測模式如表4-6所示。由表4-5可知，根據三種預測比較準則，其結果顯示採用AR（動差法）、AR（極大熵法）、SAR模式預測均略優於迴歸模式之預測結果，其中以採用AR（動差法）及SAR模式最佳。

(5)其他散雜貨裝、卸總量

由民國52年至民國78年之其他散雜貨裝、卸總量資料，根據D-S model擬合後，選用最佳 α 值為0.6，去除資料趨勢後，採用AR（動差法）、AR（極大熵法）、SAR模式分析後，得民國79年至民國85年之預測值。所有結果如表4-4所示，並可由表4-4顯示其他散雜貨裝、卸總量與迴歸模式、AR（動差法）、AR（極大熵法）、SAR模式之預測值之狀況。表4-5為根據模式預測比較準則MSE、MAPE及UI於其他散雜貨裝、卸總量上之比較結果，關於各時間序列之預測模式如表4-6所示。由表4-5可知，根據三種預測比較準則，其結果顯示採用AR（動差法）、AR（極大熵法）、SAR模式預測均略優於迴歸模式之預測結果，其中以採用AR（動差法）最佳。

(二)與「基隆、台中、高雄、花蓮港整體規劃及未來發展計畫」之迴歸模式做比較

「基隆、台中、高雄、花蓮港整體規劃及未來發展計畫」中以迴歸模式進行港埠運量預測，進口貨物分為穀類、糖蜜、動植物性油脂、化學液散、燃油、水泥、煤、原油、金屬礦砂與其他散雜貨等十類，出口貨物分為紡織品、機械及電器產品、塑膠及橡膠製品、非金屬礦物製品與其他貨物等五類。各貨種之基年資

料起訖時間均為自民國72年至民國83年。不過由於該文獻部份貨種之貨量預測乃依據台電、中鋼、中油及相關單位之計畫做運量預測，非以迴歸模式進行運量預測，故在比較時僅比較部份貨種，包括進口部份的穀類、糖蜜及煤等三類，出口部份之紡織品、機械電器、塑膠橡膠、非金屬礦及其他貨物等五類，合計8項。

本研究運用相同的基年資料(自民國72年至民國83年)構建時間序列模式預測未來各貨種之貨量，然後按模式預測之比率準則來探討迴歸模式與時間序列模式在民國84年至民國85年之預測值與實際值的差距。預測結果說明如下：

1. 各貨種進口量部份

(1) 穀類

由民國72年至民國83年穀類進口量，根據D-S model擬合後，選用最佳 α 值為0.4，去除資料趨勢後，採用AR(動差法)、AR(極大熵法)、SAR模式分析，得民國84年及民國85年之預測值。所有結果如表4-7所示，並可由表4-7顯示穀類進口量與迴歸模式、AR(動差法)、AR(極大熵法)、SAR模式之預測值之狀況。表4-8為根據模式預測比較準則MSE、MAPE及UI於穀類進口量上之比較結果，關於各時間序列之預測模式如表4-9所示。由表4-8可知，根據三種預測比較準則，其結果顯示採用AR(動差法)、AR(極大熵法)、SAR模式預測略差於迴歸模式之預測結果。

(2) 糖蜜

由民國72年至民國83年糖蜜進口量，根據D-S model擬合後，選用最佳 α 值為0.3，去除資料趨勢後，採用AR(動差法)、AR(極大熵法)、SAR模式分析後，得民國84年及民國85年之預測值，關於各時間序列之預測模式如表4-9所示。所有結果如表4-7所示，並可由表4-7顯示糖蜜進口量

表 4-7 各貨種進口量迴歸模式與時間序列模式之預測結果

單位：萬公噸

類別	年次	記錄值	比較模式			
			迴歸模式 預測值	AR(動差法) 預測值	AR(極大熵法) 預測值	SAR 模式 預測值
穀類	84	969	918	948	948	948
	85	839	946	977	977	977
糖蜜	84	66	58	65	68	59
	85	56	61	66	68	61
煤	84	2,542	2,376	2,667	2,667	2,667
	85	2,880	2,506	2,906	2,906	2,906

註：資料來源交通處港灣技術研究所「基隆、台中、高雄、花蓮港整體規劃及未來發展計畫」

表 4-8 各貨種進口量迴歸模式與時間序列模式預測能力之比較結果

類別	比較準則	比較模式			
		迴歸模式	AR (動差法)	AR (極大熵法)	SAR 模式
穀類	MSE	6.99E+11	9.76E+11	9.76E+11	9.76E+11
	MAPE	8.99	9.35	9.35	9.35
類	UI	9.22E-02	1.09E-01	1.09E-01	1.09E-01
糖	MSE	4.07E+09	4.46E+09	7.42E+09	3.37E+09
	MAPE	10.11	9.00	12.05	9.13
蜜	UI	1.04E-01	1.09E-01	1.41E-01	9.47E-02
煤	MSE	8.38E+12	8.13E+11	8.13E+11	8.13E+11
	MAPE	9.77	2.90	2.90	2.90
	UI	1.06E-01	3.32E-02	3.32E-02	3.32E-02

表 4-9 各貨種進口量部份各時間序列模式

類別	模式種類	D-S α 值	模 式	Q-test	C-P test
穀類	AR(動差法)	0.4	$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 2.544E+11$	Yes	Yes
	AR(極大熵法)		$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 2.544E+11$	Yes	Yes
	SAR 模式		$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 2.544E+11$	Yes	Yes
糖蜜	AR(動差法)	0.3	$x_t = 0.409x_{t-1} - 0.670x_{t-2} + a_t, \sigma_a^2 = 3.700E+9$	Yes	Yes
	AR(極大熵法)		$x_t = 0.429x_{t-1} - 0.727x_{t-2} + a_t, \sigma_a^2 = 3.164E+9$	Yes	Yes
	SAR 模式		$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 7.863E+9$	Yes	Yes
煤	AR(動差法)	0.6	$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 6.205E+12$	Yes	Yes
	AR(極大熵法)		$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 6.205E+12$	Yes	Yes
	SAR 模式		$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 6.205E+12$	Yes	Yes

與迴歸模式、AR（動差法）、AR（極大熵法）、SAR模式之預測值之狀況。表4-8為根據模式預測比較準則MSE、MAPE及UI於糖蜜進口量上之比較結果。由表4-8可知，根據三種預測比較準則，其結果顯示採用AR（動差法）及SAR模式預測略優於迴歸模式之預測結果，而採用AR（極大熵法）預測糖蜜進口量略差於迴歸模式。

(3)煤

由民國72年至民國83年煤進口量，根據D-S model擬合後，選用最佳 α 值為0.6，去除資料趨勢，採用AR（動差法）、AR（極大熵法）、SAR模式分析後，得民國84年及民國85年之預測值。所有結果如表4-7所示，並可由表4-7顯示煤進口量與迴歸模式、AR（動差法）、AR（極大熵法）、SAR模式之預測值之狀況。表4-8為根據模式預測比較準則MSE、MAPE及UI於煤進口量上之比較結果，關於各時間序列之預測模式如表4-9所示。由表4-8可知，根據三種預測比較準則，其結果顯示採用AR（動差法）、AR（極大熵法）及SAR模式預測均略優於迴歸模式之預測結果，而三種預測模式間並無差異。

2. 各貨種出口量部份

(1)紡織品

由民國72年至民國83年紡織品出口量，根據D-S model擬合後，選用最佳 α 值為0.7，去除資料趨勢後，採用AR（動差法）、AR（極大熵法）、SAR模式分析，得民國84年及民國85年之預測值。所有結果如表4-10所示，並可由表4-10顯示紡織品出口量與迴歸模式、AR（動差法）、AR（極大熵法）、SAR模式之預測值之狀況。表4-11為根據模式預測比較準則MSE、MAPE及UI於紡織品出口量上之比較結果，關

表 4-10 各貨種出口量迴歸模式與時間序列模式之預測結果

單位：萬公噸

類別	年次	記錄值	比較模式			
			迴歸模式 預測值	AR(動差法) 預測值	AR(極大熵法) 預測值	SAR 模式 預測值
紡織品	84	183	188	170	170	170
	85	198	203	178	178	178
機械電器	84	151	167	144	144	144
	85	154	180	147	147	147
塑膠橡膠	84	102	119	109	109	109
	85	97	127	110	110	110
非金屬礦	84	165	201	126	126	126
	85	224	178	94	94	94
其他貨物	84	1,277	1,088	1,108	1,112	1,111
	85	1,424	1,109	1,141	1,124	1,124

註：資料來源交通處港灣技術研究所「基隆、台中、高雄、花蓮港整體規劃及未來發展計畫」

表 4-11 各貨種出口量迴歸模式與時間序列模式預測能力之比較結果

類別	比較準則	比較模式			
		迴歸模式	AR (動差法)	AR (極大熵法)	SAR 模式
紡織品	MSE	2.30E+09	2.93E+10	2.93E+10	2.93E+10
	MAPE	2.52	8.70	8.70	8.70
	UI	2.51E-02	8.98E-02	8.98E-02	8.98E-02
機械	MSE	4.32E+10	5.55E+09	5.55E+09	5.55E+09
	MAPE	13.18	4.87	4.87	4.87
電器	UI	1.36E-01	4.87E-02	4.87E-02	4.87E-02
塑膠	MSE	6.04E+10	1.11E+10	1.11E+10	1.11E+10
	MAPE	24.06	10.30	10.34	10.34
橡膠	UI	2.48E-01	1.06E-01	1.06E-01	1.06E-01
非金	MSE	1.68E+11	9.17E+11	9.17E+11	9.17E+11
	MAPE	21.05	40.80	40.78	40.78
屬礦	UI	2.08E-01	4.87E-01	4.87E-01	4.87E-01
其他貨物	MSE	6.73E+12	5.42E+12	5.86E+12	5.86E+12
	MAPE	18.45	16.50	17.00	17.01
	UI	1.92E-01	1.72E-01	1.79E-01	1.79E-01

於各時間序列之預測模式如表4-12所示。由表4-11可知，根據三種預測比較準則，其結果顯示採用AR（動差法）、AR（極大熵法）及SAR模式預測略差於迴歸模式之預測結果。

(2) 機械電器

由民國72年至民國83年機械電器出口量，根據D-S model擬合後，選用最佳 α 值為0.5，去除資料趨勢後，採用AR（動差法）、AR（極大熵法）、SAR模式分析，得民國84年及民國85年之預測值。所有結果如表4-10所示，並可由表4-10顯示機械電器出口量與迴歸模式、AR（動差法）、AR（極大熵法）、SAR模式之預測值之狀況。表4-11為根據模式預測比較準則MSE、MAPE及UI於機械電器出口量上之比較結果，關於各時間序列之預測模式如表4-12所示。由表4-11可知，根據三種預測比較準則，其結果顯示採用AR（動差法）、AR（極大熵法）及SAR模式預測均略優於迴歸模式之預測結果，而三種預測模式間並無差異。

(3) 塑膠橡膠

由民國72年至民國83年塑膠橡膠出口量，根據D-S model擬合後，選用最佳 α 值為0.5，去除資料趨勢後，採用AR（動差法）、AR（極大熵法）、SAR模式分析，得民國84年及民國85年之預測值。所有結果如表4-10所示，並可由表4-10顯示塑膠橡膠出口量與迴歸模式、AR（動差法）、AR（極大熵法）、SAR模式之預測值之狀況。表4-11為根據模式預測比較準則MSE、MAPE及UI於塑膠橡膠出口量上之比較結果，關於各時間序列之預測模式如表4-12所示。由表4-11可知，根據三種預測比較準則，其結果顯示採用AR（動差法）、AR（極大熵法）及SAR模式預測均略優於迴歸模式

表 4-12 各貨種出口量部份各時間序列模式

類別	模式種類	D-S α 值	模 式	Q-test	C-P test
紡織品	AR(動差法)	0.7	$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 9.990E+9$	Yes	Yes
	AR(極大熵法)		$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 9.990E+9$	Yes	Yes
	SAR 模式		$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 9.990E+9$	Yes	Yes
機械 電器	AR(動差法)	0.5	$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 2.072E+10$	Yes	Yes
	AR(極大熵法)		$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 2.072E+10$	Yes	Yes
	SAR 模式		$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 2.072E+10$	Yes	Yes
塑膠 橡膠	AR(動差法)	0.5	$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 1.025E+10$	Yes	Yes
	AR(極大熵法)		$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 1.025E+10$	Yes	Yes
	SAR 模式		$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 1.025E+10$	Yes	Yes
非金 屬礦	AR(動差法)	0.4	$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 4.425E+11$	Yes	Yes
	AR(極大熵法)		$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 4.425E+11$	Yes	Yes
	SAR 模式		$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 4.425E+11$	Yes	Yes
其他 貨物	AR(動差法)	0.2	$x_t = -0.094x_{t-1} - 0.625x_{t-2} + a_t, \sigma_a^2 = 1.909E+11$	Yes	Yes
	AR(極大熵法)		$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 4.625E+11$	Yes	Yes
	SAR 模式		$x_t = -0.058x_{t-1} + a_t, \sigma_a^2 = 5.041E+11$	Yes	Yes

之預測結果，而三種預測模式間並無差異。

(4)非金屬礦物

由民國72年至民國83年非金屬礦物出口量，根據D-S model擬合後，選用最佳 α 值為0.4，去除資料趨勢後，採用AR（動差法）、AR（極大熵法）、SAR模式分析，得民國84年及民國85年之預測值。所有結果如表4-10所示，並可由表4-10顯示非金屬礦物出口量與迴歸模式、AR（動差法）、AR（極大熵法）、SAR模式之預測值之狀況。表4-11為根據模式預測比較準則MSE、MAPE及UI於非金屬礦物出口量上之比較結果，關於各時間序列之預測模式如表4-12所示。由表4-11可知，根據三種預測比較準則，其結果顯示採用AR（動差法）及SAR模式預測略優於採用迴歸模式之預測結果，而採用AR（極大熵法）預測非金屬礦物出口量略差於採用迴歸模式預測非金屬礦物出口量。

(5)其他貨物

由民國72年至民國83年其他貨物出口量，根據D-S model擬合後，選用最佳 α 值為0.5，去除資料趨勢，採用AR（動差法）、AR（極大熵法）、SAR模式分析後，得民國84年及民國85年之預測值。所有結果如表4-10所示，並可由表4-10顯示其他貨物出口量與迴歸模式、AR（動差法）、AR（極大熵法）、SAR模式之預測值之狀況。表4-11為根據模式預測比較準則MSE、MAPE及UI於其他貨物出口量上之比較結果，關於各時間序列之預測模式如表4-12所示。由表4-11可知，根據三種預測比較準則，其結果顯示採用AR（動差法）、AR（極大熵法）及SAR模式預測均略優於迴歸模式之預測結果，其中以AR（動差法）最佳。

根據與「基隆新港計畫施工可行性再研究暨執行計畫擬撰初步報告」及「基隆、台中、高雄、花蓮港整體規劃及未來發展計畫」中各迴歸模式之比較結果，時間序列模式於17項資料之預測結果有12項優於迴歸模式，見表4-13。依據各模式預測比較準則之研究結果顯示以採用AR（動差法）預測結果最佳的組數最多，且AR（動差法）之參數推估方法最為簡易，因此在下一節本研究根據交通部統計月報所建立之各類港埠運量資料，構建時間序列模式，將選擇採用AR（動差法）來進行預測。

4-3 時間序列模式之預測

在此將實際建立時間序列模式預測民國86年及民國87年之港埠運量。基本資料引用自「中華民國交通統計月報」，預測之貨物分為台灣地區的各港船運進出口貨物資料（依港埠分）、各港進出港貨櫃運輸資料（依公噸計）、各港進出港貨櫃運輸資料（依貨櫃個數計）、各港進出港貨櫃運輸資料（依20呎貨櫃個數）、環島貨運量、各港進出港大宗散貨以及台灣地區的各港船運進出口貨物資料（依16類物種分）等七類，預測之結果分別說明如下：

（一）台灣地區各港船運進出口貨物資料（依港埠分）

所有資料分析時間均自民國63年至民國85年，關於各項資料AR（動差法）之預測模式如表4-14所示，民國86年及民國87年之預測結果及其上下限如表4-15及表4-16所示。

預測未來台灣地區船運進口量，基隆港及蘇澳港略有下降趨勢，而台灣地區、高雄港船運、花蓮港、台中港及其他各港則有略有上升，其中以台中港之成長比例最高。於台灣地區船運出口量部份，台灣地區及各港之船運出口量均有上升的現象。

表 4-13 各類資料之迴歸模式與時間序列模式預測能力比較一覽表

「基隆新港計畫施工可行性再研究暨執行計畫擬撰」之資料			
類別		迴歸模式	時間序列模式
貨櫃貨	裝、卸總量		✓
	進口總量		✓
	出口總量		✓
	轉口總量		✓
非貨櫃貨	裝、卸總量		✓
	木材裝、卸量	✓	
	穀類裝、卸量	✓	
	煤炭裝、卸量		✓
	其他散雜貨裝、卸量		✓
「基隆、台中、高雄、花蓮港整體規劃及未來發展計畫」之資料			
進口量	穀類	✓	
	糖蜜		✓
	煤		✓
出口量	紡織品	✓	
	機械電器		✓
	塑膠橡膠	✓	
	非金屬礦		✓
	其他貨物		✓

註：✓表示該類資料以該種模式預測能力較佳

表 4-14 台灣地區各港船運進出口量 AR (動差法) 模式

進出口	類別	D-S (α)	AR (動差法) 模式	Q-test	C-P test
進口	全台	0.7	$x_t = 0.066x_{t-1} + 0.084x_{t-2} - 0.492x_{t-3} + a_t, \sigma_a^2 = 1.282E+13$	Yes	Yes
	基隆港	0.8	$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 1.675E+12$	Yes	Yes
	高雄港	0.7	$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 1.391E+13$	Yes	Yes
	花蓮港	0.3	$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 6.117E+10$	Yes	Yes
	台中港	0.6	$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 2.045E+12$	Yes	Yes
	蘇澳港	0.6	$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 7.456E+10$	Yes	Yes
	其他港	0.2	$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 2.501E+12$	Yes	Yes
出口	全台	0.6	$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 2.538E+12$	Yes	Yes
	基隆港	0.4	$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 2.515E+11$	Yes	Yes
	高雄港	0.5	$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 1.002E+12$	Yes	Yes
	花蓮港	0.6	$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 7.793E+10$	Yes	Yes
	台中港	0.6	$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 4.853E+10$	Yes	Yes
	蘇澳港	0.7	$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 9.684E+10$	Yes	Yes

表 4-15 台灣地區各港船運進口量預測結果

單位：公噸

類別	年次	95%預測值下限	預測值	95%預測值上限
全台	86	121,330,050	128,346,740	135,363,430
	87	124,232,110	131,264,080	138,296,050
基隆港	86	14,353,652	14,927,523	15,501,394
	87	12,587,630	13,161,501	13,735,372
高雄港	86	65,345,556	66,998,934	68,652,313
	87	66,939,861	68,593,240	70,246,618
花蓮港	86	2,937,223	3,046,877	3,156,531
	87	3,120,404	3,230,058	3,339,712
台中港	86	30,164,252	30,798,279	31,432,306
	87	31,982,702	32,616,728	33,250,755
蘇澳港	86	2,832,107	2,953,176	3,074,244
	87	2,780,563	2,901,632	3,022,700
其他港	86	6,678,716	7,379,825	8,080,934
	87	6,988,564	7,689,673	8,390,781

表 4-16 台灣地區各港船運出口量預測結果

單位：公噸

類別	年次	95%預測值下限	預測值	95%預測值上限
全台	86	21,315,176	22,021,566	22,727,955
	87	22,661,877	23,368,267	24,074,656
基隆港	86	5,942,397	6,164,734	6,387,070
	87	6,053,609	6,275,946	6,498,283
高雄港	86	9,249,697	9,693,593	10,137,489
	87	9,723,809	10,167,705	10,611,601
花蓮港	86	1,359,321	1,483,090	1,606,859
	87	1,425,084	1,548,853	1,672,622
台中港	86	3,563,158	3,663,538	3,763,919
	87	3,983,301	4,083,681	4,184,062
蘇澳港	86	758,402	896,378	1,034,355
	87	979,930	1,117,906	1,255,883

(二)台灣地區各港進出港貨櫃運輸量（依公噸計）

所有資料分析時間均自民國63年至民國85年，關於各項資料AR（動差法）之預測模式如表4-17所示，民國86年及民國87年之預測結果及其上下限如表4-18及表4-19所示。

預測未來台灣地區各港進港貨櫃運輸量部份，台灣地區及各港進港貨櫃運輸量均略有上升，而各港成長的比例差異不大。而於台灣地區各港出港貨櫃運輸量部份，台灣地區及各港出港貨櫃運輸量亦略有上升，各港成長的比例差異不大。

(三)台灣地區各港進出港實空櫃量（依個數計）

除了台中港進出港實空櫃量資料分析時間自民國70年至民國85年以外，台灣地區進出港實空櫃量、基隆港進出港實空櫃量及高雄港進出港實空櫃量之資料分析時間均自民國63年至民國85年，關於各項資料AR（動差法）之預測模式如表4-20及表4-21所示，民國86年及民國87年之預測結果及其上下限如表4-22及表4-25所示。

預測未來台灣地區各港進港實櫃量部份，由表4-22看，台灣地區及高雄港進港實櫃量有下降的趨勢，而基隆港及台中港進港實櫃量則有上升的趨勢，各港成長及下降的比例差異不大。而台灣地區各港出港實櫃量部份，由表4-23來看，台灣地區、基隆港、高雄港及台中港出港實櫃量亦略有上升，各港成長比例差異不大。

預測未來台灣地區各港進港空櫃量部份，由表4-24來看，台灣地區及各港進港空櫃量均略有上升。而台灣地區各港出港空櫃量部份，由表4-25來看，基隆港及高雄港出港空櫃量有下降的趨勢，而台灣地區及台中港出港空櫃量則有上升的趨勢。

表 4-17 台灣地區各港進出港貨櫃運輸量 AR (動差法) 模式(依公噸計)

進出口	類別	D-S (α)	AR (動差法) 模式	Q-test	C-P test
進出口	全台	0.6	$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 7.549E+11$	Yes	Yes
	基隆港	0.5	$x_t = 0.370x_{t-1} - 0.458x_{t-2} + 0.417x_{t-3} + a_t, \sigma_a^2 = 1.524E+11$	Yes	Yes
	高雄港	0.5	$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 2.710E+11$	Yes	Yes
	台中港	0.7	$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 2.131E+9$	Yes	Yes
進出口	全台	0.4	$x_t = 0.143x_{t-1} - 0.439x_{t-2} + a_t, \sigma_a^2 = 6.011E+11$	Yes	Yes
	基隆港	0.4	$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 2.473E+11$	Yes	Yes
	高雄港	0.4	$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 2.636E+11$	Yes	Yes
	台中港	0.9	$x_t = a_t, \sigma_a^2 = 1.114E+10$	Yes	Yes

表 4-18 台灣地區各港進港貨櫃運輸量預測結果

單位：公噸

類別	年次	95%預測值下限	預測值	95%預測值上限
全台	86	16,200,800	16,586,038	16,971,276
	87	16,579,586	16,964,824	17,350,062
基隆港	86	7,781,876	8,546,981	9,312,086
	87	8,435,741	9,251,413	10,067,085
高雄港	86	6,435,486	6,666,297	6,897,108
	87	6,530,829	6,761,640	6,992,451
台中港	86	1,244,779	1,265,245	1,285,712
	87	1,429,480	1,449,947	1,470,413

表 4-19 台灣地區各港出港貨櫃運輸量預測結果

單位：公噸

類別	年次	95%預測值下限	預測值	95%預測值上限
全台	86	14,969,641	16,489,221	18,008,802
	87	15,410,474	16,945,568	18,480,662
基隆港	86	5,895,291	6,115,790	6,336,289
	87	6,018,123	6,238,622	6,459,121
高雄港	86	7,401,579	7,629,210	7,856,841
	87	7,945,536	8,173,167	8,400,798
台中港	86	3,320,221	3,367,025	3,413,830
	87	3,923,013	3,969,818	4,016,623

表 4-20 台灣地區各港進出港實櫃運輸量 AR(動差法)模式(依個數計)

進出口	類別	D-S (α)	AR(動差法)模式	Q-test	C-P test
進 港	全台	0.8	$X_t = a_t, \sigma_a^2 = 2.137E+9$	Yes	Yes
	基隆港	0.7	$X_t = 0.157X_{t-1} - 0.399X_{t-2} + a_t, \sigma_a^2 = 4.475E+8$	Yes	Yes
	高雄港	0.7	$X_t = a_t, \sigma_a^2 = 9.214E+8$	Yes	Yes
	台中港	0.7	$X_t = a_t, \sigma_a^2 = 9.379E+6$	Yes	Yes
出 港	全台	0.5	$X_t = a_t, \sigma_a^2 = 3.956E+9$	Yes	Yes
	基隆港	0.5	$X_t = a_t, \sigma_a^2 = 2.339E+9$	Yes	Yes
	高雄港	0.6	$X_t = a_t, \sigma_a^2 = 1.237E+9$	Yes	Yes
	台中港	0.9	$X_t = 0.028X_{t-1} - 0.559X_{t-2} + a_t, \sigma_a^2 = 4.708E+7$	Yes	Yes

表 4-21 台灣地區各港進出港空櫃運輸量 AR(動差法)模式(依個數計)

進出口	類別	D-S (α)	AR(動差法)模式	Q-test	C-P test
進 港	全台	0.5	$X_t = a_t, \sigma_a^2 = 3.049E+9$	Yes	Yes
	基隆港	0.5	$X_t = a_t, \sigma_a^2 = 1.181E+9$	Yes	Yes
	高雄港	0.4	$X_t = a_t, \sigma_a^2 = 8.206E+8$	Yes	Yes
	台中港	0.6	$X_t = -0.314X_{t-1} - 0.652X_{t-2} + a_t, \sigma_a^2 = 2.716E+7$	Yes	Yes
出 港	全台	0.6	$X_t = a_t, \sigma_a^2 = 3.990E+9$	Yes	Yes
	基隆港	0.8	$X_t = a_t, \sigma_a^2 = 3.202E+8$	Yes	Yes
	高雄港	0.7	$X_t = a_t, \sigma_a^2 = 3.848E+8$	Yes	Yes
	台中港	0.2	$X_t = a_t, \sigma_a^2 = 2.983E+5$	Yes	Yes

表 4-22 台灣地區各港進港實櫃量預測結果

單位：個數

類別	年次	95%預測值下限	預測值	95%預測值上限
全台	86	1,089,999	1,109,990	1,129,980
	87	1,079,098	1,099,089	1,119,079
基隆港	86	443,636	485,099	526,563
	87	457,424	499,397	541,371
高雄港	86	552,236	565,363	578,489
	87	551,038	564,164	577,290
台中港	86	74,953	76,649	78,344
	87	86,193	87,889	89,584

表 4-23 台灣地區各港出港實櫃量預測結果

單位：個數

類別	年次	95%預測值下限	預測值	95%預測值上限
全台	86	1,802,255	1,829,455	1,856,654
	87	1,878,932	1,906,132	1,933,332
基隆港	86	620,957	641,872	662,786
	87	626,439	647,353	668,268
高雄港	86	948,726	963,936	979,147
	87	990,849	1,006,059	1,021,270
台中港	86	219,443	232,890	246,338
	87	256,470	269,923	283,376

表 4-24 台灣地區各港進港空櫃量預測結果

單位：個數

類別	年次	95%預測值下限	預測值	95%預測值上限
全台	86	693,932	717,810	741,688
	87	737,779	761,657	785,534
基隆港	86	180,269	195,128	209,986
	87	188,103	202,962	217,821
高雄港	86	369,629	382,016	394,404
	87	386,595	398,982	411,369
台中港	86	115,308	125,522	135,736
	87	143,205	153,912	164,618

表 4-25 台灣地區各港出港空櫃量預測結果

單位：個數

類別	年次	95%預測值下限	預測值	95%預測值上限
全台	86	709,838	737,152	764,466
	87	764,293	791,607	818,921
基隆港	86	19,972	27,710	35,448
	87	14,350	22,088	29,826
高雄港	86	74,286	82,768	91,251
	87	73,643	82,126	90,608
台中港	86	971	1,274	1,576
	87	1,063	1,366	1,668

(四)台灣地區各港進出港實空櫃量(依TEU計)

關於此一部份之資料與第三部份(依個數計)之資料有高度的相關性，其資料分析的時間均為相同，關於各項資料AR(動差法)之預測模式如表4-26及表4-27所示，民國86年及民國87年之預測結果及其上下限如表4-28至表4-31所示

其預測結果與第三部份之預測趨勢結果差異不大，惟在台灣地區各港進出港空櫃量部份之預測量具有下降之趨勢，高雄港出港空櫃量部份之預測量則略為上升。

(五)台灣地區各港環島貨運量

所有資料分析時間均自民國41年至民國85年，關於各項資料AR(動差法)之預測模式如表4-32所示，民國86年及民國87年之預測結果及其上下限如表4-33及表4-34所示。

預測未來台灣地區各港進港環島貨運量部份，由表4-33來看，台灣地區及各港進港環島貨運量均略有上升，其中以高雄港的成長幅度最大。而台灣地區各港出港貨櫃運輸量部份，由表4-34來看，台灣地區及各港出港貨櫃運輸量亦略有上升，各港成長的比例差異不大。

(六)台灣地區各港進出港散裝大宗貨物量

所有資料分析時間均自民國63年至民國85年，關於各項資料AR(動差法)之預測模式如表4-35所示，民國86年及民國87年之預測結果及其上下限如表4-36及表4-37所示。

預測未來台灣地區各港進港貨櫃運輸量部份，由表4-36來看，台灣地區及各港進港散裝大宗貨物量均略有上升，其中以台中港的成長比例較高。而台灣地區各港出港散裝大宗貨物量部份，由表4-37來看，於基隆港及高雄港出港散裝大宗貨物量略有下降之趨勢，而台灣地區、花蓮港、台中港及蘇澳港出港散裝大

表 4-26 台灣地區各港進出港實櫃運輸量 AR(動差法)模式(依 TEU 數計)

進出口	類別	D-S (α)	AR(動差法)模式	Q-test	C-P test
進 港	全台	0.8	$X_t = a_t, \sigma_a^2 = 4.783E+9$	Yes	Yes
	基隆港	0.7	$X_t = 0.177X_{t-1} - 0.388X_{t-2} + a_t, \sigma_a^2 = 1.003E+9$	Yes	Yes
	高雄港	0.7	$X_t = a_t, \sigma_a^2 = 2.277E+9$	Yes	Yes
	台中港	0.7	$X_t = a_t, \sigma_a^2 = 2.598E+7$	Yes	Yes
出 港	全台	0.5	$X_t = a_t, \sigma_a^2 = 1.023E+10$	Yes	Yes
	基隆港	0.5	$X_t = a_t, \sigma_a^2 = 5.796E+9$	Yes	Yes
	高雄港	0.6	$X_t = a_t, \sigma_a^2 = 3.129E+9$	Yes	Yes
	台中港	0.9	$X_t = 0.031X_{t-1} - 0.582X_{t-2} + a_t, \sigma_a^2 = 1.052E+8$	Yes	Yes

表 4-27 台灣地區各港進出港空櫃運輸量 AR(動差法)模式(依 TEU 數計)

進出口	類別	D-S (α)	AR(動差法)模式	Q-test	C-P test
進 港	全台	0.5	$X_t = a_t, \sigma_a^2 = 8.228E+9$	Yes	Yes
	基隆港	0.5	$X_t = a_t, \sigma_a^2 = 3.033E+9$	Yes	Yes
	高雄港	0.4	$X_t = a_t, \sigma_a^2 = 2.458E+9$	Yes	Yes
	台中港	0.6	$X_t = -0.277X_{t-1} - 0.669X_{t-2} + a_t, \sigma_a^2 = 6.388E+7$	Yes	Yes
出 港	全台	0.5	$X_t = a_t, \sigma_a^2 = 5.124E+8$	Yes	Yes
	基隆港	0.5	$X_t = a_t, \sigma_a^2 = 6.134E+7$	Yes	Yes
	高雄港	0.4	$X_t = a_t, \sigma_a^2 = 3.140E+8$	Yes	Yes
	台中港	0.2	$X_t = a_t, \sigma_a^2 = 1.168E+6$	Yes	Yes

表 4-28 台灣地區各港進港實櫃量預測結果

單位：TEU

類別	年次	95%預測值下限	預測值	95%預測值上限
全台	86	1,618,212	1,648,118	1,678,024
	87	1,604,627	1,634,533	1,664,439
基隆港	86	628,197	690,280	752,362
	87	653,442	716,484	779,526
高雄港	86	843,563	864,198	884,833
	87	839,504	860,138	880,773
台中港	86	109,126	111,948	114,771
	87	126,758	129,581	132,403

表 4-29 台灣地區各港出港實櫃量預測結果

單位：TEU

類別	年次	95%預測值下限	預測值	95%預測值上限
全台	86	2,634,849	2,678,594	2,722,339
	87	2,738,218	2,781,963	2,825,708
基隆港	86	891,898	924,822	957,745
	87	899,651	932,574	965,497
高雄港	86	1,407,928	1,432,117	1,456,306
	87	1,460,358	1,484,547	1,508,737
台中港	86	311,023	331,129	351,235
	87	362,820	382,936	403,051

表 4-30 台灣地區各港進港空櫃量預測結果

單位：TEU

類別	年次	95%預測值下限	預測值	95%預測值上限
全台	86	1,030,536	1,069,762	1,108,988
	87	1,090,060	1,129,286	1,168,512
基隆港	86	264,086	287,902	311,719
	87	276,867	300,684	324,500
高雄港	86	564,157	585,595	607,032
	87	585,318	606,755	628,193
台中港	86	162,575	178,241	193,906
	87	201,822	218,079	234,335

表 4-31 台灣地區各港出港空櫃量預測結果

單位：TEU

類別	年次	95%預測值下限	預測值	95%預測值上限
全台	86	198,274	208,063	217,852
	87	197,466	207,255	217,044
基隆港	86	47,711	51,097	54,484
	87	46,438	49,825	53,212
高雄港	86	150,705	158,367	166,030
	87	152,763	160,425	168,088
台中港	86	1,599	2,198	2,796
	87	1,761	2,360	2,959

表 4-32 台灣地區各港出港環島貨運量 AR (動差法) 模式

進出口	類別	D-S (α)	AR(動差法)模式	Q-test	C-P test
進 港	全台	0.4	$X_t = a_t, \sigma_a^2 = 5.442E+11$	Yes	Yes
	基隆港	0.4	$X_t = a_t, \sigma_a^2 = 2.844E+11$	Yes	Yes
	高雄港	0.3	$X_t = 0.084X_{t-1} - 0.376X_{t-2} + a_t, \sigma_a^2 = 2.365E+10$	Yes	Yes
	花蓮港	0.4	$X_t = 0.309X_{t-1} - 0.194X_{t-2} - 0.304X_{t-3} + a_t, \sigma_a^2 = 5.680E+9$	Yes	Yes
	台中港	0.5	$X_t = a_t, \sigma_a^2 = 1.429E+11$	Yes	Yes
出 港	全台	0.5	$X_t = a_t, \sigma_a^2 = 4.978E+11$	Yes	Yes
	基隆港	0.6	$X_t = 0.149X_{t-1} - 0.315X_{t-2} + a_t, \sigma_a^2 = 1.225E+10$	Yes	Yes
	高雄港	0.5	$X_t = a_t, \sigma_a^2 = 4.501E+11$	Yes	Yes
	花蓮港	0.5	$X_t = a_t, \sigma_a^2 = 8.671E+10$	Yes	Yes
	台中港	0.4	$X_t = a_t, \sigma_a^2 = 6.708E+7$	Yes	Yes

表 4-33 台灣地區各港進港環島貨運量預測結果

單位：公噸

類別	年次	95%預測值下限	預測值	95%預測值上限
全台	86	13,940,617	14,153,448	14,425,574
	87	14,829,538	15,129,069	15,314,495
基隆港	86	4,356,959	4,532,241	4,707,523
	87	4,466,778	4,642,060	4,817,342
高雄港	86	1,436,733	1,738,163	2,039,594
	87	1,869,332	2,171,833	2,474,333
花蓮港	86	212,404	360,119	507,833
	87	241,091	395,707	550,322
台中港	86	7,283,476	7,407,709	7,531,941
	87	7,998,685	8,122,918	8,247,150

表 4-34 台灣地區各港出港環島貨運量預測結果

單位：公噸

類別	年次	95%預測值下限	預測值	95%預測值上限
全台	86	13,866,919	14,153,448	14,330,732
	87	14,559,181	15,129,069	15,022,995
基隆港	86	2,069,403	2,286,337	2,503,271
	87	2,346,626	2,565,960	2,785,295
高雄港	86	6,382,700	6,603,217	6,823,734
	87	6,427,264	6,647,781	6,868,298
花蓮港	86	5,036,550	5,133,337	5,230,123
	87	5,432,094	5,528,881	5,625,667
台中港	86	68,647	71,339	74,031
	87	74,110	76,802	79,494

表 4-35 台灣地區各港進出港散裝大宗貨物量 AR(動差法)模式

進出口	類別	D-S (α)	AR(動差法)模式	Q-test	C-P test
進港	全台	0.5	$X_t = a_t, \sigma_a^2 = 1.558E+13$	Yes	Yes
	基隆港	0.4	$X_t = 0.197X_{t-1} - 0.460X_{t-2} + a_t, \sigma_a^2 = 1.255E+12$	Yes	Yes
	高雄港	0.7	$X_t = a_t, \sigma_a^2 = 1.235E+13$	Yes	Yes
	花蓮港	0.4	$X_t = a_t, \sigma_a^2 = 1.029E+11$	Yes	Yes
	台中港	0.9	$X_t = a_t, \sigma_a^2 = 7.060E+11$	Yes	Yes
	蘇澳港	0.5	$X_t = 0.173X_{t-1} - 0.389X_{t-2} + a_t, \sigma_a^2 = 5.140E+10$	Yes	Yes
出港	全台	0.4	$X_t = a_t, \sigma_a^2 = 1.042E+12$	Yes	Yes
	基隆港	0.1	$X_t = a_t, \sigma_a^2 = 8.135E+8$	Yes	Yes
	高雄港	0.4	$X_t = a_t, \sigma_a^2 = 9.162E+11$	Yes	Yes
	花蓮港	0.5	$X_t = a_t, \sigma_a^2 = 1.960E+11$	Yes	Yes
	台中港	0.2	$X_t = 0.539X_{t-1} - 0.441X_{t-2} + a_t, \sigma_a^2 = 3.024E+9$	Yes	Yes
	蘇澳港	0.7	$X_t = a_t, \sigma_a^2 = 1.171E+11$	Yes	Yes

表 4-36 台灣地區各港進港散裝大宗貨物量預測結果

單位：公噸

類別	年次	95%預測值下限	預測值	95%預測值上限
全台	86	107,060,560	108,810,600	110,560,640
	87	111,503,140	113,253,180	115,003,220
基隆港	86	8,113,225	10,308,733	12,504,242
	87	9,679,869	11,917,499	14,155,129
高雄港	86	57,536,630	59,095,066	60,653,503
	87	60,538,183	62,096,619	63,655,056
花蓮港	86	3,186,227	3,328,431	3,470,636
	87	3,388,795	3,530,999	3,673,203
台中港	86	34,261,995	34,634,542	35,007,088
	87	36,110,334	36,482,880	36,855,427
蘇澳港	86	2,756,684	3,067,151	3,645,410
	87	2,735,041	3,122,917	3,637,008

表 4-37 台灣地區各港出港散裝大宗貨物量預測結果

單位：公噸

類別	年次	95%預測值下限	預測值	95%預測值上限
全台	86	15,683,002	16,135,578	16,588,155
	87	16,317,722	16,770,299	17,222,876
基隆港	86	-60	12,586	25,232
	87	-217	12,429	25,075
高雄港	86	6,353,000	6,777,387	7,201,773
	87	6,322,356	6,746,742	7,171,128
花蓮港	86	6,431,966	6,628,247	6,824,527
	87	6,886,553	7,082,833	7,279,113
台中港	86	160,181	267,970	375,759
	87	166,891	289,332	411,774
蘇澳港	86	2,759,280	2,910,974	3,062,667
	87	3,209,230	3,360,924	3,512,617

宗貨物量則略有上升。

(七)台灣地區各港船運進出口貨物量(依16類物種分)

所有資料分析時間均自民國63年至民國85年，關於各項資料AR(動差法)之預測模式如表4-38所示，民國86年及民國87年之預測結果及其上下限如表4-39及表4-40所示。

預測未來台灣地區船運進口量部份，由表4-39來看，林產品、加工食品、紡織品、家禽狩獵水產品、運輸工具、精密儀器、化學材料製品、非金屬礦物及基本金屬等9類船運進口量略有下降趨勢，而農產品、紙漿及紙製品、機械電機製品、其他儀器、橡膠塑膠製品、能源礦產品及金屬礦產品等7類進口則略有上升。而台灣地區船運出口量部份，由表4-40來看，農產品、林產品、加工食品、家禽狩獵水產品、橡膠塑膠製品、基本金屬及能源礦產品等7類船運出口量略有下降趨勢，其中能源礦產品一項之資料除有逐年下降之趨勢以外，受到資料本身之量的變動程度大且資料量小的影響，因此出現預測值為負數的情形，而紙漿及紙製品、紡織品、機械電機製品、運輸工具、精密儀器、其他儀器、化學材料製品、非金屬礦物及金屬礦產品等9類出口量則略有上升。各類進出口資料之預測值上升下降的幅度並不大。

整體而言，民國86年及民國87年台灣地區港埠運量仍呈現持續成長的趨勢，經研究發現，基隆港、高雄港、台中港等三大港口中，僅台中港於各類分析資料均呈現正成長，基隆港於船運進口量、出港空櫃量、出港散裝大宗貨物呈現負成長，而高雄港則於進港實櫃量、出港空櫃量呈現負成長，其餘各類資料均呈現正成長。

表 4-39 各貨種進口量預測結果

單位：公噸

類別	年次	95%預測值下限	預測值	95%預測值上限
農產品	86	9,460,294	9,919,433	10,378,573
	87	9,619,933	10,079,072	10,538,212
林產品	86	2,043,359	2,584,057	3,124,756
	87	1,413,455	1,954,153	2,494,851
紙漿及 紙製品	86	2,060,429	2,206,078	2,351,726
	87	2,092,795	2,238,443	2,384,091
加工食 品	86	2,486,619	2,619,685	2,752,751
	87	2,452,721	2,585,788	2,718,854
紡織品	86	425,433	491,755	558,077
	87	417,074	483,396	549,719
家禽狩 獵水產	86	36,285	51,147	66,009
	87	35,614	50,476	65,338
機械電 器製品	86	802,414	949,814	1,097,215
	87	816,796	964,197	1,111,597
運輸工 具	86	1,019,066	1,223,470	1,427,874
	87	929,569	1,133,973	1,338,377
精密儀 器	86	17,764	35,362	52,960
	87	6,014	23,613	41,211
其他儀 器	86	3,485,230	3,620,635	3,756,040
	87	4,060,095	4,195,500	4,330,905
橡膠塑 膠製品	86	440,050	480,748	521,446
	87	442,487	483,185	523,883
化學材 料製品	86	11,391,961	12,694,659	13,997,358
	87	10,494,330	11,797,029	13,099,727
非金屬 礦物	86	6,712,612	7,532,860	8,353,108
	87	4,602,649	5,422,897	6,243,145
基本金 屬	86	7,691,926	8,984,293	10,276,660
	87	6,548,807	7,841,175	9,133,542
能源礦 產品	86	61,735,901	64,603,746	67,471,590
	87	67,750,625	70,618,470	73,486,314
金屬礦 產品	86	9,050,677	9,578,093	10,105,510
	87	9,570,639	10,098,056	10,625,473

表 4-40 各貨種出口量預測結果

單位：公噸

類別	年次	95%預測值下限	預測值	95%預測值上限
農產品	86	71,256	131,776	192,295
	87	44,017	104,536	165,056
林產品	86	147,884	284,508	421,131
	87	81,788	229,644	377,500
紙漿及 紙製品	86	579,451	634,034	688,617
	87	619,429	674,012	728,595
加工食 品	86	478,175	539,399	600,623
	87	465,195	526,419	587,643
紡織品	86	2,089,987	2,146,992	2,203,996
	87	2,252,741	2,309,745	2,366,750
家禽狩 獵水產	86	2,933	6,317	9,700
	87	2,068	5,451	8,834
機械電 器製品	86	1,525,087	1,602,191	1,679,296
	87	1,579,958	1,657,063	1,734,167
運輸工 具	86	398,360	463,244	528,128
	87	464,460	530,079	595,698
精密儀 器	86	34,231	39,113	43,996
	87	35,146	40,028	44,911
其他儀 器	86	7,964,644	8,432,111	8,899,577
	87	9,600,862	10,068,329	10,535,796
橡膠塑 膠製品	86	883,185	938,955	994,726
	87	848,830	904,601	960,371
化學材 料製品	86	2,050,078	2,386,116	2,722,154
	87	2,072,764	2,408,802	2,744,840
非金屬 礦物	86	1,618,795	2,025,490	2,432,185
	87	1,628,279	2,034,975	2,441,670
基本金 屬	86	2,456,352	2,686,078	2,915,804
	87	2,360,766	2,590,492	2,820,218
能源礦 產品	86	-44,649	-6,094	32,461
	87	-48,599	-10,044	28,511
金屬礦 產品	86	16,194	19,326	22,458
	87	19,672	22,803	25,935

第五章 結論與建議

5-1 結論

本研究研讀港埠運量預測之相關文獻，就港埠運量預測之方法做一歸納整理，並就民國八十年以後之相關文獻做一比較說明。

港埠運量預測的方法可概分為兩大類：「各港腹地區域單獨預測之模型」與「從全國總量預測再分配至各港之模型」。前者之預測方法包括時間序列分析法、最小平方趨勢線法、計量經濟法與投入產出法等。後者須先預測全國總量，再分配至各港。預測全國總量之方法與前者相同，而運量分配的方法包括分配係數模式、港埠運量分配模式與競爭性港埠運量模式。

民國八十年以來，對全國整體運量預測之研究主要有「基隆新港計畫施工可行性再研究暨執行計畫擬撰初步報告」、「台灣港埠整體發展及深水化之研究—基隆港之整體開發計畫」、「高雄港整體開發計畫(2020年)」、「北部地區港埠整體發展規劃」、「基隆、台中、高雄、花蓮港整體規劃及未來發展計畫」等五文獻。各報告皆採用先預測全國總量再分配至各港之預測方法，以迴歸模式進行預測。模式的差異主要在貨種分類方式不同與運量分配方法不同。貨種分類有按貨物裝卸特性分類，有按交通部統計處之貨物分類方式。前者有可以直接應用於各類型碼頭船席數之分配之優點，後者有比較容易分析各主要貨種之未來成長趨勢之優點。運量分配的方法大部份文獻以「分配係數模式」（比例法）進行運量分配，祇有一文獻以「競爭性港埠運量模式」進行運量分配。

根據港埠運量預測方法與相關文獻之回顧，本研究構建一個以迴歸分析法為主要預測方法的港埠運量預測模式，實際進行台灣地區海運進出口貨物總量預測。模式考慮到貨櫃貨亦是由各類雜貨所構成，

隨著雜貨之貨櫃化比例提高，將使貨櫃貨增加，故貨物分類時不將貨櫃貨視為一貨種，貨櫃貨包含在各類貨物中，待完成迴歸分析預測後再將貨櫃貨由各類貨物中分離出來，求得未來貨櫃貨的運量。模式的內容如圖5-1所示。按此一模式分析台灣地區海運進出口貨物運量後，求得民國86年至90年台灣地區海運進出口各類貨物的總量預測值，如表5-1所示。

在進行運量預測時，同時將港埠運量預測基本資料建檔。本研究蒐集民國74年至85年之台灣地區進出口貨物運量資料、社會經濟變數基本資料加以建檔，並已建立運量預測模式各步驟之資料處理運算檔(excel檔)，未來欲更新資料、修正預測或延長預測年限，將可修改更新既有資料檔、運算檔，逕自進行運量預測工作。

除以迴歸模式進行港埠運量預測外，本研究亦嘗試以時間序列模式進行港埠運量預測。首先就時間序列模式之理論基礎做一說明，然後比較時間序列模式與迴歸模式的預測能力，結果顯示以時間序列模式進行港埠運量預測之結果並不會比以迴歸模式進行預測差。最後以時間序列模式預測台灣地區民國86年及87年之港埠運量，預測得到各港船運進出口貨物資料(依港埠分)、各港進出港貨櫃運輸資料(依公噸計)、各港進出港貨櫃運輸資料(依貨櫃個數計)、各港進出港貨櫃運輸資料(依20呎貨櫃個數)、環島貨運量、各港進出港大宗散貨以及台灣地區的各港船運進出口貨物資料(依16類物種分)等七類。在此一部份亦將歷年貨物運量資料加以建檔，以利未來之資料更新與重新預測。

5-2 建議

本研究在以迴歸模式進行海運進出口貨物運量預測部份，由於時間有限，僅進行總量預測工作，建議未來再進一步進行運量分配工作。又進出港埠的貨物雖以進出口貨物為主，但尚有轉口貨櫃與環島貨物

表5-1 台灣地區海運進出口貨物運量預測

單位：萬公噸、萬 TEU

進出口	年期(民國)		86年	87年	88年	89年	90年
	物種						
進	大宗	穀類	966.73	987.36	1,006.88	1,025.29	1,042.59
		糖蜜	64.16	65.94	67.62	69.21	70.70
		化學液散	763.91	791.96	818.49	843.51	867.02
	宗	油品	447.69	466.62	484.54	501.43	517.30
		水泥	467.30	504.58	540.11	573.84	605.74
	散	煤	2,795.95	2,940.05	3,089.54	3,244.59	3,405.44
		原油	2,178.00	2,178.00	2,178.00	2,178.00	2,178.00
		金屬砂礫	967.66	1,038.25	1,108.83	1,179.42	1,250.00
	口	一般散雜貨	3,656.41	3,759.86	3,863.64	3,967.25	4,070.86
		散雜貨合計	12,307.81	12,732.62	13,157.65	13,582.54	14,007.65
		貨櫃(萬 TEU)	290.26	296.48	306.72	314.94	323.17
出	散雜貨	406.94	396.46	391.87	392.90	399.09	
	貨櫃(萬 TEU)	319.25	346.28	376.60	410.27	447.43	
進出口	散雜貨	12,714.75	13,129.08	13,549.52	13,975.44	14,406.74	
	貨櫃(萬 TEU)	609.51	644.76	683.32	725.21	770.60	

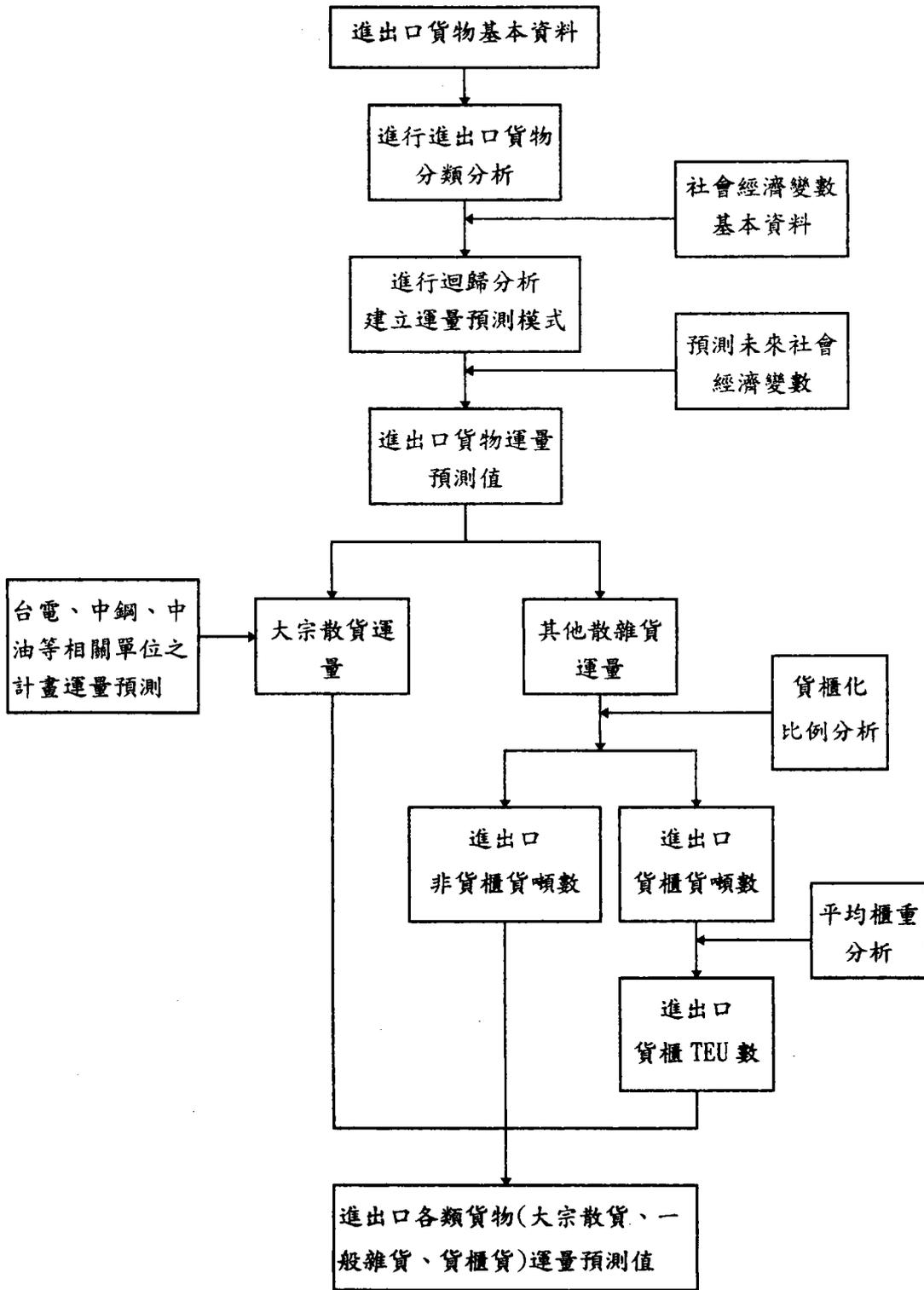


圖5-1 構建之台灣地區海運進出口貨物總量預測模式

，建議未來亦一併預測。

其次，本研究建立的港埠運量預測模式目前雖以稍具雛形，但由於台灣地區的海運進出口貨物運量受到國家整個經濟社會情勢之影響，在進行港埠運量預測過程中，除運用理論模式進行預測外，尚需了解社會經濟情勢的走向，以檢核運量預測結果是否確實掌握未來趨勢。因此，建議未來進行港埠運量預測時，蒐集相關產業的消長資料、整體國家經濟變動的走向，以檢核運量預測結果，提升預測能力之準確性。

參 考 文 獻

1. 中華顧問工程司，「基隆新港計畫施工可行性再研究暨執行計畫擬撰初步報告」，民國81年7月。
2. 交通部運輸研究所，「台灣港埠整體發展及深水化之研究—基隆港之整體開發計畫」，民國82年10月。
3. 交通部運輸研究所，「高雄港整體開發計畫(2020年)」，民國82年3月。
4. 宇泰工程顧問公司，「北部地區港埠整體發展規劃」，民國85年2月。
5. 台灣省政府交通處港灣技術研究所，「基隆、台中、高雄、花蓮港整體規劃及未來發展計畫」，民國85年4月。
6. 行政院主計處，「中華民國台灣地區國民經濟動向統計季報」，民國87年2月。
7. 行政院內政部，「台閩地區人口統計要覽」，民國74年至85年。
8. 交通部統計處編印，「中華民國交通統計要覽」，民國74年至85年。
9. 交通部統計處編印，「交通統計月報」，民國63年1月至86年九月。
10. Box, G. E. P., Jenkins, G. M. and Reinsel, G. C., Time Series Analysis Forecasting and Control, Printice Hall, New Jersey, 1994.
11. Yu, G. H. and Y. C., Lin, "A Methodology for Selecting Subset Autoregressive Time Series Models", Journal of Time Series Analysis, Vol. 12, No. 4, pp. 363-371, 1991.