

# 第一章 緒論

## 1.1 研究背景與動機

隨著國際貿易蓬勃發展，航運市場的競爭愈激烈，國家經濟或區域經濟成長更深受影響，港埠是國家或區域經濟在國際市場的進入介面，貨櫃港埠更是影響區域經濟的關鍵角色(Kingsley et al [52]、Song [58])，而近年來大陸經濟成長快速，使其國內主要港埠貨櫃吞吐量大幅提升，連帶的影響台灣與東亞各國的經濟發展及亞洲主要港埠貨櫃量的變化(呂志哲[5])，亞洲各主要港埠的競爭日漸激烈。2004 年國際貨櫃化期刊指出亞洲各港埠貨櫃量均有增長，又以中國大陸的港埠成長幅度最大，而全球前十大貨櫃港埠，有六個位於亞洲，更分據於前六名，上海、深圳的排名已進入世界前五大，而高雄港年貨櫃量雖有小幅度成長，排名卻一再滑落，恐有邊陲化的危機，對於目標成為海運轉運中心的高雄港，需注意的警訊。

表 1.1 2003 年亞洲太平洋地區全球二十大貨櫃港貨櫃量統計 單位:TEU

排名(2002)	港口(國別)	2003	2002	成長率(%)
1(1)	香港(中國)	20100000	19140000	5.0
2(2)	新加坡(新加坡)	18100000	16800000	7.7
3(4)	上海(中國)	11280000	8610000	31.0
4(6)	深圳(中國)	10610000	7613754	39.4
5(3)	釜山(韓國)	10366881	9453356	9.7
6(5)	高雄(台灣)	8840000	8493000	4.1
12(11)	巴生(馬來西亞)	4800000	4533212	5.9
14(15)	青島(中國)	4240000	3410000	24.3
16(20)	丹戎帕拉帕斯(馬來西亞)	3487320	2660000	31.1
17(19)	東京(日本)	3280000	2712348	20.9
深圳包括赤灣、蛇口、鹽田				

資料來源：Containerisation International, March 2004[42]，本研究整理

高雄港擁有優越的地理區位且軟硬體設施完善，具備良好的競爭力，政府為了克服兩岸無法通航問題，陸續實施小三通、設置境外航運中心等對策，致力於發展高雄港成為亞太地區海運轉運中心，但是高雄港的貨櫃量成長緩慢，未能達

到其他亞太地區主要競爭港埠的水準，排名年年滑落。然而，高雄港要成為海運轉運中心，除了加強軟硬體設施、改善政策方向外，更不能忽視排名持續下滑的問題，排名下滑的現象隱含競爭力減低，因此需要深入探討競爭力的變化，才能循序往正確的發展方向前進。

現有文獻、研究對於評估亞太地區港埠競爭力已進行相當程度的研究，評估項目繁多且詳細（交通部運輸研究所[3]），惟少數論及使用者的觀點。然而，在船舶大型化趨勢發展下，各航商的運能增加，航商對於港埠營運將深具影響力。由 Maskland 與長榮海運相繼離開新加坡港轉入貨櫃營運量少的丹戎帕拉帕斯港，丹戎帕拉帕斯港運量大增，排名也大幅躍進，可見運量提升的關鍵主要仍在於航商的意向，若航商願意將其營運中心設立在台灣，勢必將吸收許多轉運業務，又大型貨櫃航商運量巨大，高雄港若能成為轉運母港，對於成為海運轉運中心的目標將能實現。因此以航商選擇轉運港的考量因素，進行亞太地區各港埠評估，瞭解航商在亞太地區最佳選擇轉運港口，對於港務當局進行營運及行銷業務時皆能有所助益。

表 1.2 2003 年全球十大貨櫃船公司排名統計

排名	貨櫃船公司	運能 (萬 TEU)	貨櫃船數量 (艘)
1	丹麥麥司克海陸	81.6	314
2	瑞士地中海	49.3	209
3	台灣長榮	42.3	145
4	鐵行渣華	41.1	155
5	韓進海運	28.9	76
6	美國總統	26.0	78
7	中國中遠集團	25.7	136
8	中波輪船	19.3	85
9	法國達飛	19.1	74
10	日本輪船	18.9	61

資料來源：Containerisation International[42]，本研究整理

港埠系統介於內陸運輸與海運系統，其結合進出貿易、貨櫃運輸、海關與衛生檢疫，是一個複雜且多元化的系統。Tongzon[50]研究指出資料包絡法(Data envelopment analysis,DEA)可衡量多投入與產出項，適合港埠多元化產出的特性，其可評比出各受評單位的最適績效，客觀的排序受評單位的效率。在評估時僅需確定投入與產出項目，不必事先設定權重，也不須龐大的樣本資料，在應用

上頗具彈性，且可將專家決策者之主觀意識融入評估中，使得一方面可以客觀評估各單位之績效，一方面又可主觀的引導各單位依決策者所強調之方向邁進(高強等人[12])。因此本研究將採用資料包絡法進行亞太地區港埠競爭力評估，並探討高雄港競爭力的變化與未來發展方向。

## 1.2 研究目的

近年來大陸地區港埠迅速崛起，使得亞洲太平洋地區的港埠競爭激烈，又船舶大型化發展，貨櫃船在海上航行成本具規模經濟的特性，但是停靠港口的成本花費卻隨噸位數增加而上升，因此各大貨櫃航商莫不尋求適當港埠為轉運港以降低營運成本達經濟效益，營運中心的選擇遂成為航商重大的決策。港埠如具備優良的條件，相較於其他港埠具競爭力，必能吸引航商前往灣靠。有鑑於此，本研究的研究目的如下：

1. 研究亞太地區前十大港埠競爭力排名，比較此排名與年貨櫃量排名差異處，確認營運績效表現是否與年貨櫃量成長相關，進一步探討高雄港的營運績效，就表現不良之處，提出改善方向，以提升港埠競爭力。
2. 研究高雄港在 2001-2003 年貨櫃量排名滑落之際，競爭力是否也衰退，確認高雄港未來的發展方向是否正確。

## 1.3 研究範圍與限制

影響港埠競爭的因素繁多，舉凡地理區位與經濟腹地、港埠的軟硬體設施、港埠營運方式、港埠發展、政治與經濟安定性等皆是，世界一流的港埠都能擁有其獨特競爭特性，若由不同角度探討港埠競爭力，港埠營運者著重於長期發展與整體效益，港埠使用者則較著重短期效益。本研究考量航商對港埠營運的影響，在探討港埠競爭力上將以港埠使用者角度進行探討，並以航商選擇轉運中心考量的因素為依據，進行比較分析。而研究中選取之評估項目受限於資料收集的易行性、公正性與研究方法的鑑識力，將無法考慮全數的港埠競爭力評比準則，因此將從現有文獻資料瞭解貨櫃航商選擇轉運中心考量的因素，並歸納出最具代表性的項目。

直接貨運量、港埠地理區位是航商選擇轉運中心重要的考量，因此本研究的

研究對象將為 2003 年全球前二十大貨櫃港埠位於亞洲太平洋地區者(March 2004. Containerisation International[42])，包括新加坡港、香港、上海港、深圳港、青島港、釜山港、高雄港、巴生港、丹戎帕拉帕斯港、東京港等十個港埠(如圖 1.1 所示)，並使用 2001~2003 年各港埠資料進行模式分析。本研究所採用各港埠的資料皆為公開發行的資料，資料來源為貨櫃化期刊(Containerisation International)、各港埠官方網站統計資料，個別港埠的統計資料採用標準不一，有些許差異；因此本研究模式採用資料主要取自貨櫃化期刊，並以官方網站統計資料為輔，以求結果公正。

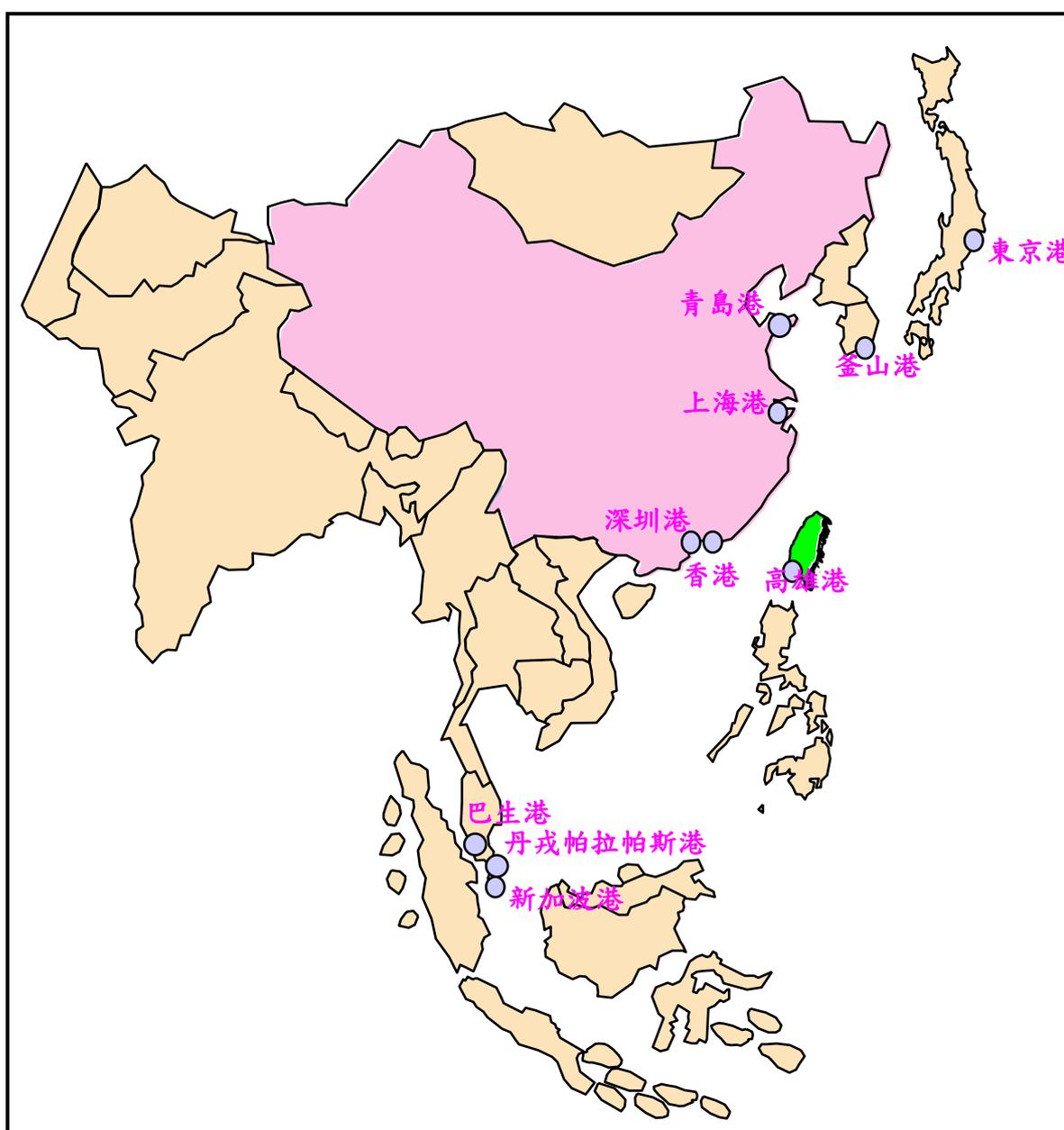


圖 1.1 亞太地區主要港埠位置圖

## 1.4 研究方法與流程

本研究的研究流程如下（研究流程圖如圖 1.2 所示）：

### 1. 界定問題與研究範圍：

本研究主要評估亞洲太平洋地區最具轉運條件的港埠，研究對象為亞太地區前十大貨櫃港埠，從航商的選擇轉運中心考慮的因素，選出代表性指標，再依資料包絡法進行比較分析並排序，且利用跨期資料分析生產力的變動，為本研究的主體。

### 2. 文獻蒐集與相關問題回顧：

蒐集國內外現有之相關研究報告加以分析探討，並針對轉運中心的選擇、港埠競爭、DEA 相關應用等三方面進行文獻蒐集與回顧。

### 3. 投入與產出項選取：

資料包絡法分析對於投入與產出項的選擇有嚴格的要求，明確的投入與產出項才能有正確的分析結果，因此本研究將以相關理論基礎與程序，選擇最具關鍵性的投入與產出項進行分析。

### 4. 資料收集與整理：

由此本研究是以亞太地區的十大貨櫃港埠為研究對象，並且針對其對航商所關注的項目為研究範圍，所以瞭解相關港埠的營運狀況是本研究之基礎，因此本研究將採取網際網路、相關期刊(Containerization International)等方式收集相關資料並加以整理，收集的資料需具公正性且標準相同。

### 5. DEA 模式分析：

資料包絡法模式繁多，除了基本模式 CCR、BCC 模式外，另依需求情況再加限制形成各式各樣的模式。本研究以資料包絡法進行港埠競爭力評比，將加入 super efficiency 的條件進行排序，並利用技術效率分析、規模效率分析、規模報酬分析、差額變數分析、虛擬乘數分析等探究相對生產效率低落的癥結所在，進一步提出改善方向。此外，本研究將利用 Malmquist 生產力指數，進一步衡量跨期相對效率變動與生產力的變化，期能提供作為港埠管

理者制定改善營運策略之參考。

6. 結論與建議：

就研究之結果提出具體的結論與建議，供航商與港埠營運機構決策參考。

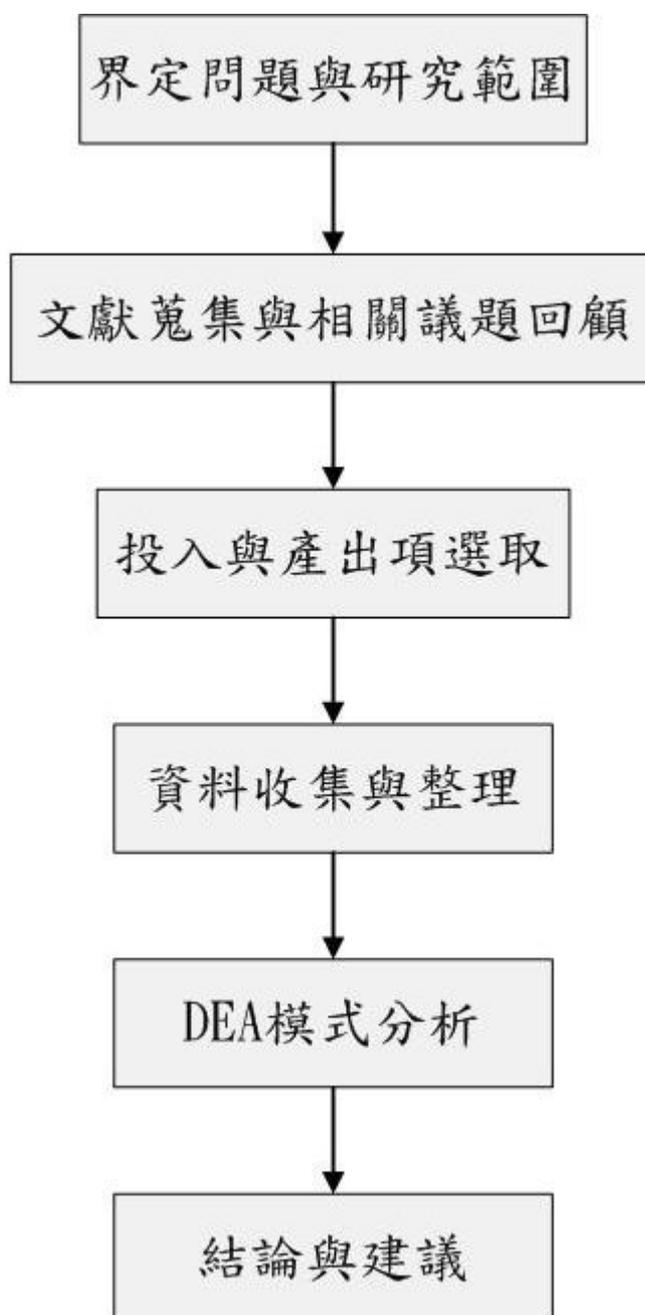


圖 1.2 研究流程圖

## 1.5 研究架構

本研究之研究架構如圖 1.3 所示：

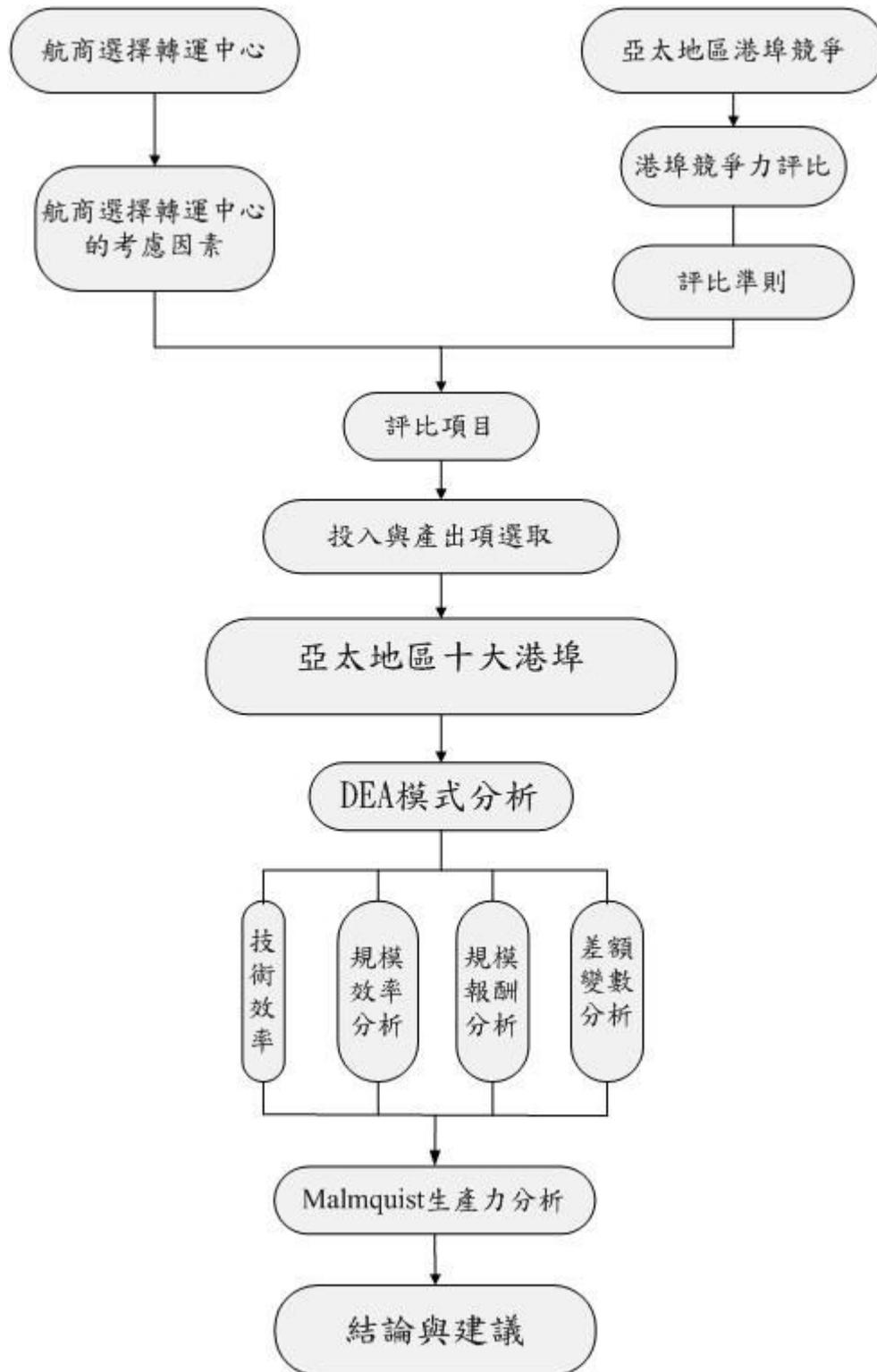


圖 1.3 研究架構圖

## 第二章 文獻回顧

本章節整體結構係首先介紹港埠競爭方面的文獻回顧，重點著重於如何進行港埠競爭力評估，其評估準則、項目為何。其次是轉運中心的選擇問題，轉運中心的發展影響國家競爭力，且近年來航商的經營策略意向深深影響港埠的發展，因此回顧的重點著重在選擇轉運中心的考量因素，特別是航商觀點的部分。第三部分則是資料包絡法（DEA）於運輸產業的相關應用回顧，可以瞭解 DEA 適用性，及從中獲取研究分析的相關經驗，最後則為本章總結。

### 2.1 港埠競爭力

港埠是一個相當複雜的系統，要評估國際港埠之競爭力，主要可由兩大層面來衡量，分別為比較港埠整體發展與評估港埠之營運績效。近年來船舶大型化趨勢與中國大陸地區港埠的崛起，亞太地區港埠間競爭激烈，因此探討港埠競爭之文獻增多，本研究將以分析亞太地區港埠為主且較具代表性之文獻來進行探討。

倪安順等人[14]依據策略性規劃之學理概念，配合政府推動亞太海運轉運中心發展政策，找出提昇我國國際商港競爭力的關鍵問題，並研提改善方案，以構建完整的港埠競爭策略規劃體系。針對香港、新加坡港、神戶港、釜山港、上海港等五個與我國港埠具有競爭關係的國際商港，了解以上各港之優點、劣點、競爭機會與面對的威脅（SWOT 分析），並利用調查資料配合多變量之群落分析方法，找出我國各國際商港之競爭強度，分析落在何競爭群落中。評估內容分為硬體設施與軟體服務二大類，另依港埠設施再分為整體港埠設施與貨櫃港埠設施二大部分分別分析，共計 9 分類 19 個指標項目。

梁金樹與倪安順[28]建構一競爭力評比模式與指標，包括港埠服務水準、港埠設施與能量兩構面，共十四項評比指標，比較分析香港、新加坡港、釜山港、神戶港、上海港、高雄港、台中港與基隆港，依各項指標進行問卷調查，並利用調查資料進行效度與信度分析，以確保各指標的相關性；其後以因素分析、集群分析與競爭力優劣分析，探討各指標的解釋能力與各港埠的競爭力表現。結果顯現港埠服務水準所涵蓋的指標較能解釋競爭力，國內三大國際商港在這方面普遍表現不佳。

陳昭宏等人[19]以高雄港為目標港口，針對航商、船舶代理公司、交通公司與關稅局進行問卷調查，瞭解反應港埠競爭力指標在消費者立場之優先順序與輕重緩急。其認為競爭力架構由資源、核心能力、價值知覺與組織運作等四者形成，而投入（資源、核心能力）透過價值知覺與適度的組織運作才能形成產出（競爭優勢），由此四大構面加入港埠特質之基礎建設、資本形成與投入、資料庫與聲譽、人力資源素質與市場、技術環境、管理能力、政府政策效率、品質之決定、調整組織與運作流程、以及其他共十一個次分類及再劃分六十個可衡量的細分項，評比高雄港與香港、新加坡、釜山、神戶、上海港。其發現航商與船舶代理公司對港埠競爭力指標重要程度，第一位為基礎建設，其次為資本形成與投入、聲譽與資料庫、人力資源素質與市場以及總體經濟環境。而高雄港在基礎建設上表現優於鄰近亞太競爭港口，其餘則各有優劣。

徐慧芬[11]主要利用 Michael E.Porter 分析產業競爭力「鑽石模式」理論作為研究的理論基礎，並依據鑽石模式理論中的「生產要素」、「需求條件」、「支援與供應產業」、「企業策略」、「政府」及「機會」等六個構面，配合港埠特性來加以構建港埠競爭力評估準則，而整體評估準則結構為六大國際港埠競爭力因素，再加以細分為 20 個「因素內容」層級和 55 個細部評量準則，作為問卷的初步架構。再以專家問卷、AHP 分析法決定權重，而後依航商企業、政府官員、學者專家進行港埠競爭力評分統計，分析各港之競爭力表現。而各港埠競爭力優劣評比順序為：新加坡港、香港、高雄港、台中港、基隆港。並進一步利用群集分析技巧區分具不同競爭力之港埠群組。

交通部運輸研究所與中華顧問工程司 [3]，進行亞太地區國際港埠競爭力分析與趨勢研判之研究。該報告經考量港埠地理區位、港埠設施、貨源之重疊性，選擇了台灣的基隆、高雄、台中港、大陸的鹽田、廈門、上海、香港、新加坡、日本的神戶港、韓國的釜山港等十個港口作為研究對象。該報告中應用了六個影響層面包括：(1) 地理區位與腹地開發 (2) 硬體與軟體設施 (3) 作業效率 (4) 港埠管理方式與費用 (5) 整體發展計畫與港埠開發方式 (6) 政治、經濟之安定性等作為各港口間度量競爭能力強度之主軸，再細分為 28 個評估指標做為專家問卷之主要內容。而所蒐集問卷之內容，再以層級分析法(AHP)加以求出權重，無法量化及資料不全的部分，則由專家依專業素養加以判斷並評分量化之，最後利用簡單加權平均法及 TOPSIS 分析法予以各港之競爭力加以排序，並以 SWOT

分析我國國際港之優、劣勢和改善對策。

張徐錫[34]結合 SWOT 分析法與層級分析法(AHP)，來構建一個量化的 SWOT 分析模式，針對東亞七個主要貨櫃港，包括基隆、台中、高雄、香港、鹽田、廈門、上海等七港，探討各港所處之優勢、劣勢、機會與威脅的環境為何。評估準則包括港埠內部層面（軟硬體設施、作業效率、營運方式與費率、整體規劃與開發效率等）及外部層面（政治環境、經濟環境與地理區位），並以專家問卷進行問卷調查，再以 AHP 分析法評估準則之重要程度和李克特(Likert)五點量來進行各港主觀優劣程度之調查，最後將績效值正規化並乘上各評估準則之權重而得各港之總積分，並依標準化後之分數展現於平面座標四個象限上，再依各港所面臨之優勢、劣勢、機會與威脅提出改善之對策。

Tongzon[50]應用 DEA 分析法比較國際港埠的競爭力，認為港口的產出是複雜且多元化的，特別適用可以同時衡量多投入與產出的資料包絡法。其應用資料包絡法之 CCR、ADD 模式針對 Australian 在內的 16 個國際貨櫃港進行績效評比，評比產出項目包括總裝卸貨櫃量、貨櫃船作業效率，投入項目包括船席數、起重機數、拖車數、港埠員工人數、場站面積、延誤時間。文中發現使用不同 DEA 模式分析會產生不同結果，使用何種模式分析取決於規模報酬的假設條件；且發現港口的大小與形式並非決定績效的主要因素。此研究利用資料包絡法評估 16 個港埠的經營績效及資源使用狀況，對於港埠經營、改善及提升競爭力是很有助益的。結果顯示 DEA 分析法能提供一可實行的方法去評估港埠績效、也能提供資源的無效率使用情形，其有助於管理當局針對缺點立即改善。

吳偉銘[6]以空間競爭模式之概念探討單位距離下兩港之可能競爭策略行為，研究中建構航商泊港總成本模式，在限定泊靠兩港與自由選擇泊靠港口之情況，分析航商之泊港選擇行為，並進而闡述港埠間之競爭策略行為。結果發現提升港埠裝卸效率與價格競爭策略是提升港埠競爭力有效的方法，而政府對港埠費率的管制則會削弱港埠競爭力。

郭建男[27]利用 DEA 分析法來進行我國國際港埠與鄰近主要競爭性港埠貨櫃作業績效之評比，據以分析我國港埠之整體作業績效及其競爭力，其投入項目為橋式起重機數、櫃場搬運機具數、貨櫃船席數、貨櫃場面積，產出項目為年裝卸量。運用 CCR 模式、BCC 模式針對十一個亞太貨櫃進行技術效率和規模效率

的評比，且進一步探討國內港埠規模報酬遞增遞減情況，以作為投入資源增減的參考，並以差額分析提供各相對無效率的貨櫃港埠要如何成為有效率的港埠，需要改善的方向和程度，另外以敏感度分析探討當變數項目減少對於效率值的影響情形，並對高雄、台中、基隆港提出建議與改善。

曾兆君[31]認為效率評估可以衡量港埠表現之優劣，並有助於了解本身的優勢與劣勢，體認競爭環境中可能存在的危機或轉機，以採取適當之因應措施。因此以 DEA 修正模式，針對 2001 年亞太地區排名前十大港埠進行經營效率的評估，並採用 1998-2001 年的跨期資料來探討亞太地區港埠歷年效率變動及其原因。進一步更以效率分析來判斷港埠營運無效率之原因。研究結果顯示，高雄港於各模式之營運效率表現每年皆不佳，在港埠資源利用率不足下，資源未能有效運用，造成高雄港經營效率逐年下滑。而基隆港每年皆有不錯的效率表現，但基隆港之裝卸機具老舊、港域水深不足、港區後線腹地狹小的自然地理條件以及港區聯外道路交通延滯等港埠投入資源受限，致使貨源逐漸流失，而效率值呈現逐年下滑之趨勢。其採用的投入產出項目為貨櫃基地面積、貨櫃碼頭長度、深水碼頭數、進港船舶數、貨櫃裝卸量。



## 2.2 轉運中心的選擇

依行政院經建會規劃，「亞太營運中心」是將臺灣建設成為歐、美跨國企業，與本國企業進軍和經營東亞市場的門戶，並藉此調整臺灣與亞太各國間的經貿關係。發展高雄港為海運中心是六大發展重點之一，設立轉運中心則有助於吸引較多跨國企業，而且也對經濟帶來其他效益。若以航商觀點而言，選擇適當港口為轉運中心，能有效降低營運成本，並能提供迅速、便捷的船運服務，進而提升獲利水準；而以港埠觀點而言，發展轉運業務成為轉運中心，可增加當地進出口貨物運輸的便利性，暢通該地與鄰近地區間的貨物運輸，並有帶動港埠所在地的發展，促進區域性經貿活動的效益。因此，發展成為轉運中心的議題，一直受到重視。過去研究在探討轉運中心的議題上，主要為探討航商選擇轉運中心的模式與港埠間的競爭力比較分析等兩部分。其中探討航商選擇轉運中心的模式如下：

戴輝煌[35]以香港與高雄港在吸引轉運櫃源之競爭地位優劣情勢予以探究，並建立航商選擇轉運中心成本模式，在以亞太其他港埠之轉運櫃源為比較基準下，分析航商以何港為轉運中心較為有利。其模式主要概念為平均節省成本，即假設收益相同成本下，航商尋求單位運輸成本最小之轉運港埠。

徐振偉[10]認為海運轉運中心的形成，除須具備地理位置優勢外，航商的投資與否更攸關轉運中心之發展與規模，因此其引用個體需求選擇模式（Dis-crete Choice Model），建立航商選擇行為模式，並就台灣、香港、上海為例，以敘述性偏好法（Stated Preferred, ethod），進行實際調查，藉以瞭解影響航商選擇行為之因素並進行策略規劃與模擬。其採用港埠選擇因素包括管制措施、公司營運計畫、港埠行銷、港埠資訊系統、地理位置、貨櫃運量、經濟因素（成本）、效率因素等。

朱金元[3]歸納航商選擇轉運港的主要考量因素有港埠地理位置、直接貨運量、港埠效率、社會以及政治安定、港埠費率、港埠發展計畫等，並依照此選擇轉運中心之因素為原則，逐條分析比較高雄港與香港、新加坡港之各項條件。結果顯示高雄港的轉運條件較不如香港與新加坡，作者認為影響航商選擇轉運中心的最重要因素是港埠所在地本身進出口運量多寡，建議政府促進臨海產業發展，提高台灣地區貨櫃進出口量，及促進兩岸通航，以增加高雄港競爭力。

王鴻仁[1]運用戴輝煌[35]建立之平均成本節省模式，針對航商以高雄港為貨櫃轉運中心之需求問題，以香港、上海港及高雄港等兩岸三地為基礎，輔以亞太地區可能利用此三港作為轉運港之集貨港，如馬尼拉港、胡志明港、青島港及廈門港，探討航商將高雄港納入其貨櫃轉運航線之經營特性，並特別關注其調派船型的發展，藉以衡量其對高雄港之衝擊及研擬因應之道，同時為政府發展台灣成為亞太海運轉運中心之政策，提供有參考價值的資訊。

陳韜等人[24]以港埠及航運發展趨勢分析香港、新加坡、韓國與台灣等地區港埠競爭力，以『深水貨櫃碼頭之長度(15公尺之航道水深)』及『貨櫃碼頭長度與貨櫃場面積之比率』兩項指標進行比較分析，研究中並歸納最受大型航商關注的要點，分別為：地理優勢(是否在主要航道及鄰近主要市場)、基本貨量(該地區之進出口貨量)、港口之水深(至少15公尺深)、大型貨櫃場面積(是否具備充足的貨櫃場面積)、基礎建設完整及腹地間有便捷的運輸網路、高效率及低成本的貨

櫃裝卸服務等六項。結果發現新加坡、香港及韓國等地區港埠皆積極建設深水碼頭設備以因應大型船舶，台灣的港埠則持觀望與保守政策需要密切觀察。

交通部運輸研究所[4]更進一步將朱金元[3]所述六項主要影響因素歸納為成本因素、效率因素與其他因素等三方面。其中港埠地理位置同時影響到航商得成本與效率，直接貨運量的大小與港埠費率多寡直接影響航商的成本，港埠效率屬於效率因素，另外社會與政治安定、港埠發展計畫則屬其他因素。

郭石盾[26]指出 MaerskLine 駐新加坡經理 Jacobs 曾說過一句話，說明了在實務上航商選擇停靠港，尤其是選擇轉運港之考量，他說：『航商所需要的是經營之高效率與高效益(Efficient and Cost Effective)，哪裡貨源足夠，哪裡費率公道，我們自然就航向那裡。』明白顯示影響航商選擇轉運港之最重要考量是成本與效率。

## 2.3 利用 DEA 模式分析運輸產業之相關文獻探討

1978 年 Charnes, Cooper 與 Rhodes[39]三人發表了 DEA 開創性的文章後，各類模式、應用相繼被提出。DEA 對所評估的對象之經營型態並無限制，近年來亦被廣泛應用於各領域，根據統計 DEA 在實證上之應用以逾 400 件以上，而應用於績效評估課題的領域包含有運輸、教育行政、法院、林業管理、醫療、銀行、軍事維修、行政部門等層面均有不少的實証，由於相關研究數目過多，無法全數介紹，所以只回顧近十年內應用於運輸領域較具代表性之研究報告，其內容摘要如下：

陳敦基、蕭智文[18]以國內三十二家公路汽車客運業者，在 1987 年至 1991 年之營運資料為例，採用兩階段的績效評估概念—效率及效能，構建投入與產出間之相對效率評估模式，及產出與消費間之相對效能評估模式，在相對效率模式中以員工數、車輛數及耗油量為投入，車公里數及班次數則作為產出；而在相對效能模式中，以車公里數及班次數為投入，延人公里及載客人數為產出。

魏悅容[36]以台北市聯營公車為評估對象，以衡量公車業者之整體技術效率、純粹技術效率及規模效率。其投入項目為：員工人數、車輛數、燃料數；產

出項目：行駛公里、乘客人數。

陳俊男[21]主要探討天空開放政策，以及離島偏遠航線對航空公司經營效率之影響，並以跨期技術變動模式分析天空開放前後，航空公司在生產技術與生產力的變動程度。該研究在衡量航空公司之營運效率時，對於投入與產出項的選擇分別為固定資產、勞動費用、燃料費用、維修費用和營業收入、提供座位公里、延人公里等共 7 個項目。

陳俊宏[20]以台灣地區公路汽車客運業為研究對象，以補貼前、後兩年度各公司路線資料，構建成本效率評估模式，及服務效能評估模式，並建立跨期變動分析模式，以分析其效率之變化情形。該研究採用之投入項目：車輛數、班次數、延車公里數、員工數、耗油量；產出項目：班次數、延車公里數、載客人數、延人公里數。

陳澄隆[22]應用 DEA 評估國內四家定期航運公司營運績效，並選取岸勤人員、船舶艙位容量、貨櫃數目、裝卸費用等四項投入及定期航運收入、載運量等二項為產出。再將各種投入、產出項依縱斷面(相同對象不同時期)和橫斷面(相同時期不同對象)共 43 個 DMU，做為績效評估之基本資料，最後使用效率分析、規模報酬分析、虛擬乘數分析、差額變數分析、敏感性分析等分析法，得知航運公司營運效率不彰之原因所在，並提出改善營運效率之方法。以 DEA 應用於運輸業之研究近年來不斷地被發表，可見此種評估方式適用於運輸業之績效評估。

Adler et al.[55]以航空公司的觀點去評比機場的品質排名，結果顯示航商對機場的評價跟機場的品質有很大的關係，且發現機場的特性也是影響品質的重要因素，且品質屬性是可以互相抵換的。機場與港埠性質很類似，航商皆是影響力最大的使用者，因此從航商角度是評比港埠的績效是很務實的作法。

游智超[30]運用資料包絡分析法中的 CCR 模式與 BCC 模式，探求國籍航商的效率變化。將航商整體營運效率區分為財務效率與船舶作業效率兩構面，研究 1998-2001 年的國籍貨櫃航商經營效率，採三年的視窗分析並輔以四年的資料分析，探求國籍航商的效率變化。

陳彥蘅[25]以資料包絡分析法評估國內某一家航空公司所經營的 15 條航線於成本效率、成本效果及服務效果三構面之經營績效。透過相關與迴歸分析，共

挑選出 3 項投入變數(燃油費、組員費、飛機維修折舊利息費用)、2 項產出變數(飛行班次、延座公里)與 2 項服務變數(延人公里、載客人數)以作為評估基礎。

林大千、陳怡君[7] 以資料包絡分析法評估亞洲地區十座國際機場(包含台灣中正、東京成田、大阪關西、漢城金浦、香港赤臘角、泰國曼谷、新加坡樟宜、菲律賓馬尼拉、上海浦東與北京首都機場)之營運效率，透過文獻回顧整理出效率衡量指標，藉由 DEA 效率值建立一個有效、易懂的機場營運效率評估指標，使機場的主要使用者能對機場所提供的服務進行比較衡量，並評估相對無效率機場之資源使用狀態，為受評機場找到適當之標竿學習對象。再者探討影響機場效率之因素(如：軸心機場、民營化機場、經濟成長率)與機場營運效率之關係，以瞭解機場特性對於機場營運效率之影響。

Joseph et al. [49]主要針對 44 個美國機場的營運效率衡量，利用資料包絡法決定相對效率，再以叢集法分類找出 Benchmark，以改善無效率的機場。相較於統計方法、層級制度法，資料包絡法是 Benchmark 工具中，衡量效率較好的方法。投入項目包括機場營運成本、員工人數、登機門與跑道數，產出項為營運收益、旅客人數、飛航班次、總貨物量。



## 2.4 小結

在港埠競爭力相關文獻中，本研究認為港埠競爭力的評估在於評比港埠間的優劣，整體表現較優秀的港埠即為較具競爭力的港埠，因此競爭力的評比需有共同的項目或特性才能進行，評比的項目會依不同的研究角度進行選取。而文獻中評估港埠競爭力的方式可分為兩類，分別為競爭比較法與模式分析法。競爭力比較法的文獻主要以問卷調查方式進行，分別針對航商、專家及其他港埠相關人士進行問卷調查，再依 SWOT 分析結合 AHP、TOPSIS 等方法進行比較分析，以瞭解各港埠的優劣程度(倪安順等人[14]、陳昭宏等人[19]、徐慧芬[11]、交通部運輸研究所[3]、張徐錫[34])。模式分析法則是以建構量化模式進行港埠間比較分析，以成本分析與資料包絡分析法為主(吳偉銘[6]、Tongzon [50]、郭建男[27]、曾兆君[31])，其使用確定性資料進行分析較為客觀。因此本研究在進行亞太地區港埠競爭力評估時，考慮港埠本質上具有多準則或多屬性、多目標之特性，選擇能同時衡量多投入與產出項的資料包絡法進行競爭力優劣之比較，研究中將依

資料包絡法定義之具相對效率港埠為較具競爭力的港埠，具相對效率代表著港埠以較少的投入資源能獲取較多的產出，即生產力較高。而評估準則可從地理區位、腹地貨源、港埠設施、運輸系統、裝卸效率、營運方式、開發方式、政治經濟環境等方面考量。

由轉運中心選擇之相關文獻可知，探討選擇轉運中心的模式主要有成本模式、個體選擇模式與比較分析等，歸納航商選擇轉運中心的因素主要有成本、貨櫃量、地理區位、效率、港埠設施、港埠發展計畫、管制措施與外在環境的安定性等因素，其中影響營運成本及裝卸效率的項目是關鍵因素。



## 第三章 資料包絡法理論探討

本章主要探討資料包絡法理論(Data Envelopment Analysis,DEA)。首先經由其發展緣起及基本概念，可以初步瞭解其發展背景；接著介紹本研究將應用的模式 CCR、BCC 與 A&P 模式，其中 CCR 與 BCC 模式是 DEA 領域中應用最多的模式，A&P 模式則是針對 super efficiency 的應用，另外介紹 Malmquist 生產力指數，觀察不同時期相對效率的變化及生產力的增長；針對問題的特性，選取適當的模式進行分析，模式產生的結果將在第四部分探討；第五部分則介紹 DEA 使用上的限制與假設條件；最後一部分則介紹 DEA 的操作步驟。

### 3.1 資料包絡法之緣起與基本概念

#### 3.1.1 資料包絡法之緣起

Farrell 於 1957 年首先提出以非預設生產函數來推估多項投入的效率值，其將生產效率(productive efficiency)分為技術效率(technical efficiency, TE)與價格效率(price efficiency, PE)，並以等產量曲線來評估技術效率與價格效率。技術效率講求以現有技術有效利用生產要素，以達最大產出，Farrell 定義等產量曲線上的每一點為具有完全的技術效率(perfectly efficiency)，因此等產量曲線(SS')上的 B 點及 D 點技術效率值皆為 1；價格效率或稱配置效率(allocative efficiency, AE)是指在既有技術及價格下，使生產要素比例恰當分配，求得最低投入成本，圖 3.1 中 PP'線為等成本線，其斜率為兩投入要素之價格比的負值，於 D 點生產則可達到最小成本。而 C 點的生產效率(OA/OC)會等於技術效率(OB/OC)乘以價格效率(OA/OB)(黃旭男[29])。

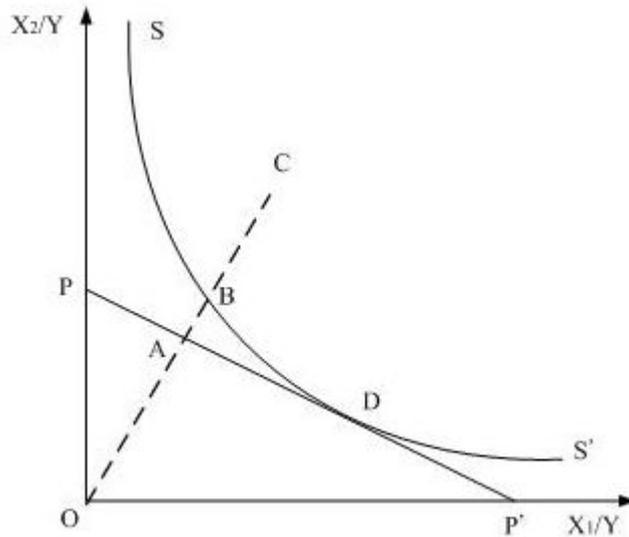


圖 3.1 技術效率與價格效率說明圖

其基本假設為：

1. 生產前緣 (Production possibility frontier) 是由最有效率組織所組成，較無效率的組織皆位於此前緣之下。
2. 固定規模報酬(constant return to scale)。
3. 生產前緣凸向(convex)原點，因此每點斜率皆小於或等於零。

若一組織只有 $X_1$ 和 $X_2$ 兩種投入，生產 $Y$ 一種產出，在Farrell假設生產函數為固定規模報酬之前提下，其生產函數可表示為：

$$f(X_1/Y, X_2/Y) = 1$$

### 3.1.2 基本概念

資料包絡法是一個效率評估的方法，它可以衡量同質營運單位的相對效率，因此有多個被衡量的對象。如果把這些被衡量對象的投入(input)與產出(output)情形以投入產出圖表示，即可形成生產可能集合(production possibility set)。如圖 3.2，A、B、C、D、E、F、G、H、I 等九個點，即表示九個同質營運單位，此九個同質營運單位分別以不同量之投入生產不同量之產出。A、B、C、D、E 等五點組成的線段為生產可能集合的包絡線，包絡線右邊的即為可行的生產可能集合，如 F、G、H、I 點都是生產可能集合(黃旭男[29])。



先把分數規劃式轉成線性規劃，再引入對偶定理。其後 Banker, Charnes 與 Cooper[38]將 CCR 模式中要求規模報酬為固定之限制取消，提出 BCC 模式。此兩模式資料包絡分析法中最基礎的模式，其後陸續產生許多修正模式。而效率的衡量可以從投入或產出兩個角度切入，投入導向是由投入的角度探討效率，其觀點是以目前之產出水準下，比較應使用多少之投入方屬有效率。產出導向則探討相同的投入水準下，比較產出之達成狀況。投入導向的效率值會與產出導向的效率成倒數關係(高強等人[12])。

### 3.2.1 CCR 模式

以投入導向為例，假設內容項目有  $n$  個決策單位(decision making unit, DMU)，各使用  $m$  種投入  $X_i (i=1, \dots, m)$  來生產  $s$  種的產出  $Y_r (r=1, \dots, s)$ ，則其第  $k$  個受評單位的效率評估模式為：

$$\begin{aligned}
 \text{Max } E_k &= \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}} \\
 \text{s.t } & \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1, \quad j=1, 2, \dots, n \\
 & u_r, v_i \geq \varepsilon > 0, \quad r=1, 2, \dots, s, \quad i=1, 2, \dots, m
 \end{aligned} \tag{1}$$


其中

$E_k$ ：為第  $k$  個 DMU 的相對效率值

$y_{rk}$ ：為第  $k$  個 DMU 之第  $r$  項產出值 ( $r=1, \dots, s$ )

$x_{ik}$ ：為第  $k$  個 DMU 之第  $i$  項投入值 ( $i=1, \dots, m$ )

$u_r$ ：為第  $r$  項產出之權重值

$v_i$ ：為第  $i$  項投入之權重值

$\varepsilon$ ：為一極小之正值，非阿基米德數(non-Archimedean small number)

$\varepsilon$  在實際應用上常設為  $10^{-4}$  或  $10^{-6}$ ，其代表任一因子均不可忽略不計。

模式(1)之效率值是在相同產出水準下，比較投入資源之使用效率，因而稱為投入導向效率，而將產出除以投入之比值限制在 1 以內，以滿足效率之定義。較特別的是， $x_{ik}$ 、 $y_{rk}$  均為已知，模式會根據各 DMU 所形成的可行解集合中，尋找對此 DMU 最有利的權重值  $u_r, v_i$ ，以使該 DMU 之效率值  $E_k$  能達到最大。由於每一個 DMU 均有機會成為目標函數，而每個目標函數所對應的限制式完全相同，故各 DMU 所得到的效率值可以相互比較。另外，CCR 模式已將產出/投入之比值限制為不大於 1，當 DMU 之效率值為 1 時，稱為相對於其他 DMU 有效率；小於 1 時，稱為相對無效率。

由於模式(1)為分數線性規劃的形式不易求解，且如果  $(u^*, v^*)$  為最佳解，則對任意  $\alpha > 0$ ， $(\alpha u^*, \alpha v^*)$  亦為最佳解，可能會有無限多組解的情形，因此將此模式經由固定分母之值予以轉換成線性規劃(linear programming, LP)的問題以利求解，也就是將分母設限為 1。其模式如下：

$$\begin{aligned} \text{Max} \quad & h_k = \sum_{r=1}^s u_r y_{rk} \\ \text{s.t.} \quad & \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1 \\ & \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0, \quad j=1,2,\dots,n \\ & u_r, v_i \geq \varepsilon > 0, \quad r=1,2,\dots,s, \quad i=1,2,\dots,m \end{aligned} \tag{2}$$

表示在投入加權和為 1 的情況下，儘量使產出加權總和為最大。

任何一線性規劃問題均存在一對偶問題，兩者的目標函數值相同，Boussofiane et al. [39]發現利用求解對偶問題可以減少不必要的計算量，並可提供更多的參考資訊。因此，令各限制條件之對偶變數為  $\theta_k$ 、 $\lambda_j$ 、 $s_r^+$ 、 $s_i^-$ ，則模式(2)之對偶化模式如下：

$$\text{Min } \theta_k - \varepsilon \left( \sum_{r=1}^s s_r^+ + \sum_{i=1}^m s_i^- \right) \quad (3)$$

$$\text{s.t } \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} - \theta_k x_{ik} + s_i^- = 0$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = y_{rk}$$

$$\lambda_j, s_r^+, s_i^- \geq 0$$

$$j = 1, 2, \dots, n, \quad r = 1, 2, \dots, s, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

其中

$s_r^+$ ：第  $r$  種產出變數之差額變數

$s_i^-$ ：第  $i$  種投入變數之差額變數

此時，目標函數是在尋找「強度」因素(intensity factor)的極小值  $\theta_k$ ， $\theta_k$  代表  $DMU_k$  所有投入項可以等比例縮減的潛在額度，而且模式(2)與模式(3)目標函數之最適解會相等，不論解任何一個問題都可獲得相同的資訊。模式(3)中之  $s_r^+, s_i^-$  分別為模式(2)中產出、投入權數的互補差額變數(complementary slack variables)，由此差額變數可瞭解投入與產出方面各有多少改善空間。而模式(3)中之  $\lambda$  為模式(2)中差額變數之對偶價格，當  $\lambda_j^* \neq 0$  時，其所對應的  $DMU_j$  即為所評估單位  $DMU_k$  之參考集合，可視為  $k$  之學習標竿(benchmark)。當  $\theta_k = 1$  且  $s_r^+ = s_i^- = 0$  時，則表示該  $DMU_k$  具有效率，否則為無效率，而會存有改善的空間。透過差額變數可知各項投入及產出的調整方向及數量，進而達到有效率，因此，由對偶化的模式可知無效率  $DMU_k$  若欲達到相對效率為 1 的境界，需做以下的調整：

$$\Delta x_{ik} = x_{ik} - (\theta^* x_{ik} - s_i^{-*}) \quad (4)$$

$$\Delta y_{rk} = (y_{rk} + s_r^{+*}) - y_{rk}$$

即減少投入  $\Delta x_{ik}$  及增加產出  $\Delta y_{rk} = s_r^{+*}$  可以達到效率，則對於無效率 DMU，

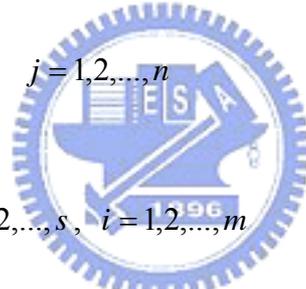
$(\theta x_{ik} - s_i^{-}, y_{rk} + s_r^{+})$  可作為其改進效率之參考。

同樣的問題若以產出導向型式表示，其第  $k$  個受評單位的效率評估模式為：

$$\text{Min } E_k = \frac{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}}{\sum_{r=1}^s u_r y_{rk}} \quad (5)$$

$$\text{s.t. } \frac{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}}{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}} \geq 1, \quad j=1,2,\dots,n$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon > 0, \quad r=1,2,\dots,s, \quad i=1,2,\dots,m$$



模式(5)同前述投入導向問題，可轉換為線性規劃問題，如下：

$$\text{Min } h_k = \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} \quad (6)$$

$$\text{s.t. } \sum_{r=1}^s u_r y_{rk} = 1$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} \geq 0, \quad j=1,2,\dots,n$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon > 0, \quad r=1,2,\dots,s, \quad i=1,2,\dots,m$$

模式(6)其對偶模式如下：

$$\text{Max} \quad \theta_k + \varepsilon \left( \sum_{r=1}^s s_r^- + \sum_{i=1}^m s_i^+ \right) \quad (7)$$

$$\text{s.t} \quad \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^+ = x_{ik}$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - \theta_k y_{rk} - s_r^- = 0$$

$$\lambda_j, s_r^+, s_i^- \geq 0$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon > 0,$$

$$j = 1, 2, \dots, n, \quad r = 1, 2, \dots, s, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

無效率  $DMU_k$  若欲達到最適境界之效率目標，需做以下的調整：

$$\Delta x_{ik} = x_{ik} - (x_{ik} - s_i^{+*}) \quad (8)$$

$$\Delta y_{rk} = (\theta^* y_{rk} + s_r^{-*}) - y_{rk}$$

即減少投入  $\Delta x_{ik}$  及增加產出  $\Delta y_{rk}$  可以達到效率，則對於無效率 DMU，

$(x_{ik} - s_i^+, \theta^* y_{rk} + s_r^-)$  可作為其改進效率之參考。

### 3.2.2 BCC 模式

上述 CCR 模式乃是假設受評估決策單位處於固定規模報酬之下，也就是說，當投入量以等比例增加時，產出亦應以等比例增加。但當規模報酬是可變動時，無效率 DMU 有可能因運作規模的不恰當所造成。Banker、Charnes 與 Cooper[38]以生產可能集的四個公理和 Shephard 的距離函數，在包絡要求上另加一個限制條件：DMU 在生產函數上的參考點必須是有效率 DMU 的凸性組合 (convex combination)。因此而導出能夠衡量技術效率 (pure technical efficiency，

TE) 及規模效率 (scale efficiency, SE) 的 BCC 模式。以投入導向為例，其模式如下：

$$\begin{aligned}
 \text{Max} \quad & E_k = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rk} - u_0}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}} \quad (9) \\
 \text{s.t.} \quad & \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - u_0}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1, \quad j = 1, 2, \dots, n \\
 & u_r, v_i \geq \varepsilon > 0, \quad r = 1, 2, \dots, s, \quad i = 1, 2, \dots, m \\
 & u_0 \text{ urs.}
 \end{aligned}$$

模式(9)與模式(1)之差別在於  $u_0$  項，此項相當於截距，允許生產函數不必通過原點。 $u_0$  項也可以表示規模報酬變動的情形， $u_0 > 0$  所對應的生產前緣屬於規模報酬遞減， $u_0 < 0$  所對應的生產前緣屬於規模報酬遞增， $u_0 = 0$  所對應的生產前緣屬於規模報酬固定。同樣地，模式(9)也能轉換成線性規劃模式，模式如下：

$$\begin{aligned}
 \text{Max} \quad & h_k = \sum_{r=1}^s u_r y_{rk} - u_0 \quad (10) \\
 \text{s.t.} \quad & \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1 \\
 & \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - u_0 \leq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n \\
 & u_r, v_i \geq \varepsilon > 0, \quad r = 1, 2, \dots, s, \quad i = 1, 2, \dots, m \\
 & u_0 \text{ urs.}
 \end{aligned}$$

為了計算上的方便，我們亦可將模式(10)予以對偶化，其對偶化的模式為：

$$\text{Min } \theta_k - \varepsilon \left( \sum_{r=1}^s s_r^+ + \sum_{i=1}^m s_i^- \right) \quad (11)$$

$$\text{s.t } \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} - \theta_k x_{ik} + s_i^- = 0$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = y_{rk}$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j, s_r^+, s_i^- \geq 0$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon > 0,$$

$$j = 1, 2, \dots, n, \quad r = 1, 2, \dots, s, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

模式(11)比模式(3)多了一個凸性限制( $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ )，可確保生產前緣凸向原點，因此BCC模式可以衡量技術效率。而BCC模式利用CCR模式中之 $\sum_{j=1}^n \lambda_j$ 作為規模報酬之指標：若 $\sum_{j=1}^n \lambda_j > 1$ ，則表示處於規模報酬遞減階段，該DMU在大於最適規模狀態下生產；若 $\sum_{j=1}^n \lambda_j < 1$ ，則表示處於規模報酬遞增階段，該DMU在小於最適規模狀態下生產；若 $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ ，則表示該單位處於最適生產規模階段，為規模報酬固定，此時CCR模式與BCC模式所求算出之效率值相同。

### 3.2.3 A&P 模式

前述之 CCR 與 BCC 模式計算出來具相對良好的 DMU 皆賦予效率值為 1，但卻無法區別這些相對有效率之 DMU 優劣。為了加強 DEA 之鑑別力，Andersen and Petersen[56]提出進一步判別的方法，此法對無效率的 DMU 不會產生影響，但有效率的 DMU 之效率值在重新求算後會大於 1，如此將可對有效率的 DMU 再加以排名，其求算方法為把受評估的有效率 DMU 排除在參考集合

外，DMU 與樣本中所有其他單位的線性組合作比較。如圖 3.3 所示，C 點原位於前緣線上，用 A&P 模式計算效率時將其移除，生產前緣變成線段 ABC'D，因此 C 點的效率將大於 1。而 A&P 模式只需在 CCR 或 BCC 模式中，加入  $j \neq k$  的限制即可。其對偶模式如下：

$$\text{Min } \theta_k - \varepsilon \left( \sum_{r=1}^s s_r^+ + \sum_{i=1}^m s_i^- \right) \quad (12)$$

$$\text{s.t } \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq k}}^n \lambda_j x_{ij} - \theta_k x_{ik} + s_i^- = 0$$

$$\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq k}}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = y_{rk}$$

$$\lambda_j, s_r^+, s_i^- \geq 0$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon > 0,$$

$$j = 1, 2, \dots, n, \quad r = 1, 2, \dots, s, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

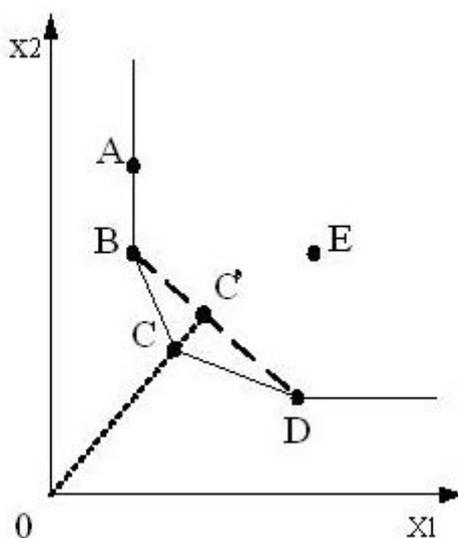


圖 3.3 A&P 模式示意圖

### 3.3 Malmquist 生產力指數

DEA 分析法可以計算同一時期受評單位的相對效率，但是如要觀察不同時期相對效率的變化則需利用其他方法輔助，Malmquist 生產力指數即是比較不同時期效率值的方法。Malmquist 生產力指數可以分析相對效率的變化及受評單位生產力的成長，其利用 DEA 分析法求得不同時期受評單位之相對效率值進行分析，探討跨時期受評單位的效率是否有改善或惡化，可評估受評單位的發展潛力(高強等人[12])。

Färe et al. [44]首先利用 DEA 分析計算 Malmquist 生產力指數，更進一步將生產力變動區分為效率變化與生產技術改變，其乃應用距離函數的觀念表示，一般可分為以投入或產出導向距離函數來求得。投入導向在於控制投入資源的利用情形與預估產出水準的變化，為本研究重點，因此本研究乃以投入導向的 Malmquist 生產力指數進行介紹。

在圖 3.4 中，考慮同一受評單位在 t 期與 t+1 期生產力的變動，包絡線為各時期的效率前緣，A、B 點分別為受評單位在 t 與 t+1 期之觀測值，C 點為 t+1 期受評單位在 t 期效率前緣之投影。同理，F 點為 t 期受評單位在 t+1 期效率前緣之投影。而衡量受評單位的生產力變動可表示為：

$$\left\{ \left[ \frac{OC}{OA} \div \frac{OD}{OB} \right] \times \left[ \frac{OE}{OA} \div \frac{OF}{OB} \right] \right\}^{1/2} \quad (14)$$

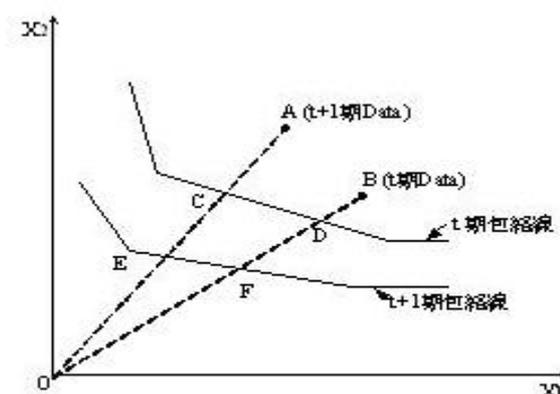


圖 3.4 跨期生產力變動圖

(14)式可進一步改寫為：

$$\left[ \frac{OE}{OA} \div \frac{OD}{OB} \right] \times \left[ \frac{OC}{OE} \times \frac{OD}{OF} \right]^{1/2} \quad (15)$$

因此可把生產力變動分成兩部分解釋，分別為追趕效率(Catching-up in efficiency, CIE)與 Malmquist 指數(MI)，(15)式中追趕效率為  $\left[ \frac{OE}{OA} \div \frac{OD}{OB} \right]$ ，

Malmquist 指數為  $\left[ \frac{OC}{OE} \times \frac{OD}{OF} \right]^{1/2}$ 。追趕效率衡量受評單位於相對效率的變化，是

否更接近效率前緣，當  $CIE > 1$ ，表示 DMU 更靠近生產前緣，隱含跨期下效率改善； $CIE < 1$ ，表示 DMU 更遠離生產前緣，隱含跨期下效率惡化； $CIE = 1$ ，表示跨期下效率不變。一般效率變動乃因產業管理方法的優劣與管理階層決策的正確與否所致，當效率惡化時，則代表管理方式與管理階層的決策不當。Malmquist 指數為一幾何平均數，衡量跨期生產前緣的變化，可量測產業技術是否成長，當  $MI > 1$ ，可表示跨期生產技術進步，使用更少投入水準即可獲得相同產出；當  $MI < 1$ ，可表示跨期生產技術退步，需使用更高投入水準才能獲得相同產出；當  $MI = 1$ ，可表示跨期生產技術不變。

Färe et al.[44]定義多投入、多產出項之 Malmquist 生產力指數(Malmquist productivity index, MPI)，若在  $t$  與  $t+1$  時期有  $n$  個 DMU，各使用  $m$  種投入  $X_i$  ( $i=1, \dots, m$ )來生產  $s$  種的產出  $Y_r$  ( $r=1, \dots, s$ )，則其第  $k$  個受評單位的 MPI 為：

$$\begin{aligned} M_k(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) &= \frac{D_k^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_k^t(x^t, y^t)} \times \left[ \left( \frac{D_k^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_k^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right) \left( \frac{D_k^t(x^t, y^t)}{D_k^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \right]^{1/2} \\ &= \quad \text{CIE} \quad \times \quad \text{MI} \end{aligned} \quad (16)$$

其中， $D_k^t(x^{t+1}, y^{t+1})$  代表 DMU<sub>k</sub> 在  $t+1$  時期的資料  $(x^{t+1}, y^{t+1})$ ，參考  $t$  時期的效率前緣  $D^t$ ；而投入導向的效率值可經由下列線性規劃式求得：

$$D_k^t(x^t, y^t) = \text{Min } \theta_k^t \quad (17)$$

$$\text{s.t. } \sum_{j=1}^n \lambda_j^t x_{ij}^t - \theta_k^t x_{ik}^t \leq 0$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j^t y_{ij}^t \geq y_{ij}^t$$

$$\lambda_j^t \geq 0$$

$$j = 1, 2, \dots, n, \quad r = 1, 2, \dots, s, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad \theta_k^t \text{ free.}$$

模式(17)中求得效率值與 CCR 模式相同，隱含 MPI 規模報酬為固定，可加入  $\sum_{j=1}^n \lambda_j^t = 1$ ，求 MPI 為變動規模報酬的模式。同理可計算  $D_k^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$ 。

$$D_k^t(x^{t+1}, y^{t+1}) = \text{Min } \theta_{k,t}^{t+1} \quad (18)$$

$$\text{s.t. } \sum_{j=1}^n \lambda_j^t x_{ij}^t - \theta_{k,t}^{t+1} x_{ik}^{t+1} \leq 0$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j^t y_{ij}^t \geq y_{ij}^{t+1}$$

$$\lambda_j \geq 0$$

$$j = 1, 2, \dots, n, \quad r = 1, 2, \dots, s, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad \theta_{k,t}^{t+1} \text{ free.}$$

模式(18)可求得跨期效率值，同理也可求得  $D_k^t(x^t, y^t)$ 、 $D_k^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$  與  $D_k^{t+1}(x^t, y^t)$ 。經由上述線性規劃的運算，即可計算得 MPI 值。當  $\text{MPI} > 1$  表示跨期生產力遞增， $\text{MPI} < 1$  表示跨期生產力遞減， $\text{MPI} = 1$  表示跨期生產力不變。

### 3.4 模式分析結果與解析

#### 3.4.1 效率分析

由 DEA 模式之執行結果可得到各受評單位之相對效率值，可進一步將 DMU 分為四類集合 (Charnes et al. [41])，即  $J = E \cup E' \cup F \cup N$ ，如圖 3.4 所示。

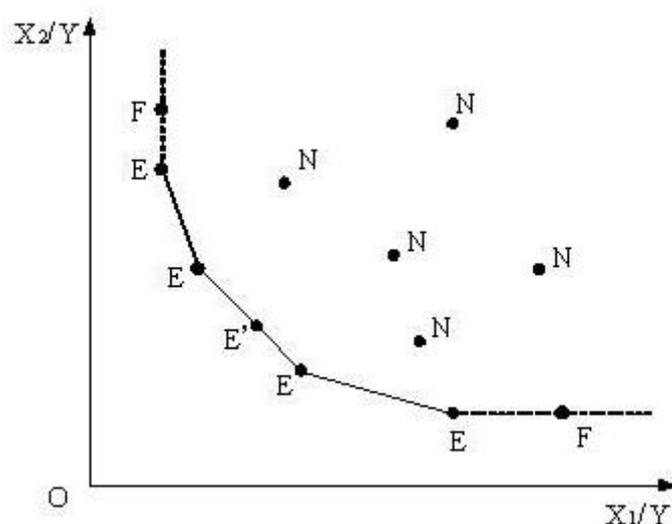


圖 3.5 DMU 之效率分類圖

其中，E 為有效率之 DMU 所組成的集合，其所含每一個  $DMU_k$  滿足  $\theta_k^* = 1, \lambda_k^* = 1, \lambda_j^* = 0 (j = 1, \dots, n, j \neq k)$  且差額變數  $(s_i^-, s_r^+)$  均為 0，E 集合也是其他無效率集和之參考集合，當某一 DMU 出現在其他 DMU 之參考集合次數越多，表示此 DMU 之效率強度越強；E' 為有效率的 DMU 所組成的集合，其所含每一個 DMU 其  $\theta_k^* = 1, \lambda_k^* < 1$ ，且存在  $j \in E$  使得  $\lambda_j^* > 0$ ，但  $j \neq k$  且差額變數均為 0；F 為有效率集合，所含的  $DMU_k$  滿足  $\theta_k^* = 1$ ，但至少有一差額變數大於 0；N 為無效率 DMU 所組成之集合，所含的  $DMU_k$  滿足  $\theta_k^* < 1$ ，且至少有一差額變數大於 0。CCR 模式可求得整體技術效率  $\theta_{CCR}$  包含技術效率與規模效率，BCC 模式求得技術效率  $\theta_{BCC}$ ， $\theta_{CCR} / \theta_{BCC}$  可得規模效率，可用來判斷投入與產出比例是否適當。當整體技術效率值越高，代表生產者之生產效率越高；技術效率值越高，表示投入要素之使用越有效率；規模效率值越高，生產力越大(高強等人[12])。

### 3.4.2 差額變數分析

差額變數分析可對無效率 DMU 提出改善方向及幅度，使其能達到有效率之生產前緣。模式中之  $\theta_k$  表示所有投入(或產出)變數成等比例縮減(或增加)， $S_r^+ > 0$  表示在參考集合不變下，產出項 r 增加  $S_r^+$ ； $S_i^- > 0$  表示在參考集合不變下，投入項 i 減少  $S_i^-$ 。對一無效率之 DMU<sub>j</sub> 其投入與產出之最適量為  $x_{ij}^*$  與  $y_{rj}^*$ ：

$$x_{ij}^* = \theta^* x_{ij} - S_i^{-*}$$

$$y_{rj}^* = y_{rj} + S_r^{+*}$$

應調整投入項減少  $\Delta x_{ij}$ ，產出項增加  $\Delta y_{rj}$ ：

$$\Delta x_{ij} = x_{ij} - x_{ij}^*$$

$$\Delta y_{rj} = y_{rj}^* - y_{rj}$$



### 3.4.3 規模報酬分析

規模報酬即每單位投入之平均產量(Y/X)，而最適規模為「在生產效率前緣上之每一單位之最大平均產量」；在圖 3.5 中，A、B 與 C 為生產單位，並在生產前緣上，其中 B 點與 Y/X 線相切，平均產量(Y/X)最大，每單位投入之平均產量固定，為固定規模報酬階段；A 點位於 B 點下方，其投入量小於  $X_B$ ，每多一單位投入可增加平均產量，其生產規模處於為規模報酬遞增階段；C 點位於 B 點上方，其投入量大於  $X_B$ ，每多一單位投入會減少平均產量，其生產規模處於為規模報酬遞減階段。在 DEA 模式中，可求得每一個 DMU 之  $\Sigma\lambda$  值，為規模報酬指標(高強等人[12])。

若  $\Sigma\lambda < 1$ ，則表示該生產單位正處於規模報酬遞增階段(如圖之 A 點)，

若  $\Sigma\lambda = 1$ ，則表示該受評估單位正處於最適生產(固定)規模階段(如圖之 B 點)

若  $\Sigma\lambda > 1$ ，則表示該生產單位正處於規模報酬遞減階段(如圖之 C 點)；

若規模報酬處於遞增階段，則擴大規模有利於提高效率；反之，若規模報酬處於遞減階段，則縮減規模有利於提高效率。

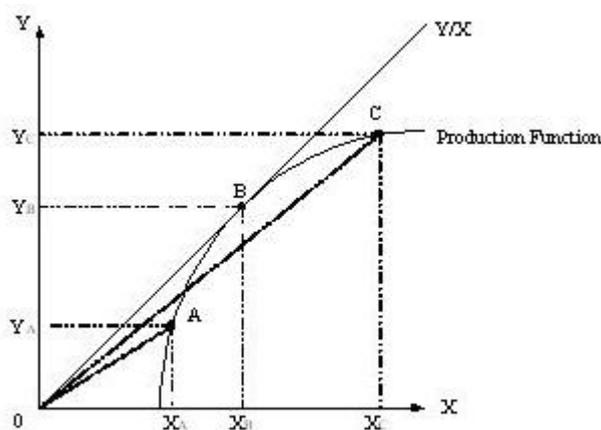


圖 3.6 規模報酬示意圖

### 3.5 假設前提與應用限制

DEA 模式之假設前提與應用限制如下(黃旭男[29]、邱裕鈞等人[8])：

1. DEA 定義有效率是一種相對而非絕對的效率值，未必真的具有生產效率。
2. DEA 模式中所求得之權重，具備資料標準化之功能。因此只要其投入與產出項資料採用相同的計量單位，可不用再處理。
3. DEA 必須符合同質性(Homogenous)，相似的單位存在不同的效率且可被衡量，即受評單位必須有比較上的意義，如具有相同的目標、執行相似的工作。
4. 由於 DEA 模式是一種非隨機線性規劃模式，其所求解之效率前緣為一種確定性的結果，極易受界外值(outliers)影響，進而影響效率估計值。
5. 依經驗法則(rule of thumb)，受評單位之個數至少應為投入與產出項個數和之兩倍。DMU 太多，會降低受評單位的相似性，而增加外生因素干擾評估結果的機會；DMU 太少，則高效率受評單位形成效率前緣之機會小，同時投入與產出間之關係難確認。

6. 投入與產出項資料必須符合等幅擴張性(Isotonicity)，亦即投入量增加時產出量不得減少。
7. DEA 模式為確定性方法，不像計量經濟方法能容許誤差存在，因此每一生產要素及產出數量都必須盡量避免測量誤差。

### 3.6 DEA 操作步驟

在進行 DEA 分析時，可依下列六項基本步驟來執行(邱裕鈞等人[8])：

#### 步驟一：選定受評估之對象—DMU

由於 DEA 係以比較相對效率方式進行評估，因此，各 DMU 應有同質性 (homogenous)，如具相同目標、執行相似的工作與相同的投入產出項目，方能使比較具有意義。同時，DEA 評估結果會對各 DMU 提出改善方向與幅度，故 DMU 本身應能對投入與產出之數量控制，並具有決策能力。

#### 步驟二：確定投入與產出項目

進行各 DMU 之生產效率評估時，應先確定評估者所關心的產出為何？是單一產出或多元產出？再依據各該項產出相關之必要投入，確定投入項目。一般而言，在確定投入項目時，可參考相關文獻之研究結果或先以迴歸分析確認其間關聯性之高低。

#### 步驟三：蒐集投入/產出資料

確認 DMU 及其投入/產出項目後，即可進行資料蒐集。由於 DEA 為確定性模式，不容許測量誤差，故資料之正確性與精確度十分重要。

#### 步驟四：資料處理分析

各 DMU 之投入/產出資料蒐集完整以後，除須檢測其正確性外，尚須注意資料內是否有大數存在，此類大數將導致虛擬乘數之進整誤差 (round-off error)，故宜先加以平準化。

#### 步驟五：構建求解模式

若投入與產出項目合計少於三個時，可利用圖解法進行效率評估與分析；但若超過三個時，則需要以數學規劃模式加以求解。若有  $n$  個 DMU，則必須構建  $n$  個數學規劃模式，分別求解各 DMU 之效率值。

#### 步驟六：求解結果解析

於上述  $n$  個數學規劃模式之求解結果，可得知各 DMU 之效率值、改善方式及參考群體，提供評估者研提改善建議之參考。



## 第四章 港埠競爭力評估

本章主要分為三部分，第一部分探討港埠競爭力，其次為競爭力評估流程，第三部分說明評估項目如何選取。

### 4.1 港埠競爭力探討

早從達爾文的物競天擇理論中，即清楚說明競爭的必要性，競爭是物種演進的推力，同時也是決定最佳物種的過程，乃至於現代競爭仍是大家關注的焦點。瑞士洛桑國際管理學院、日內瓦的世界經濟論壇每年都會公佈全球競爭力報告，是國家競爭力評比的代表性研究，利用競爭力指標調查各國的現況並進行評分，是最常見的競爭力分析法。同樣地，在港埠競爭力評比上，也建立了多個港埠競爭力指標，不同研究依其相異的理論基礎建立港埠競爭力指標，2.1 節回顧相關的競爭力研究文獻，整理較具代表性指標如表 4.1 所示，包括量化與質化指標。而利用港埠競爭力指標的評估，港埠經營者能掌握創造與維持競爭優勢的經營策略，以確保港埠的永續經營。

港埠競爭力指標的訂定，通常涵蓋多個層面，包括地理區位、港埠軟硬體設施、作業效率、營運方式、社會經濟環境等等，且不同研究觀點所採用指標也有差異，如陳昭宏等人[文獻 19]以資源、核心能力、價值之決定與組織運作等構面細分六十個指標，而交通部運輸研究所[文獻 3]則依地理區位與腹地開發、硬體與軟體設施、作業效率、港埠管理方式與費用、整體發展計畫與港埠開發方式、政治與經濟之安定性等層面劃分為二十八個指標。評比指標多較能詳細分析各港埠的優劣勢條件，但是資料收集也困難許多，可能因資料不足而失去評估的意義。因此採用適當的競爭力指標進行評估，才能在評估效益與競爭力評估求得平衡。

港埠競爭力評估方法大致可區分為量化模式與非量化模式兩類，前者係利用主觀或客觀方法加以衡量，利用數字表示績效值；後者則不用數字表示績效。量化模式能以數字具體表現出各港埠競爭力的優劣，一般研究者較常使用。資料包絡法即為量化模式之一種。港埠競爭力優劣比較，本質上具有多準則或多屬性、

表 4.1 港埠競爭力指標整理表

文獻	陳昭宏等人 [文獻 19]		交通部運輸研究所 [文獻 3]	梁金樹、倪安順 [文獻 28]
評估指標	碼頭數量	政治風險	地理區位之優劣	船舶在港外等待進港時間延滯嚴重程度
	港埠機具設備	港埠自由化，國際化程度	航點與航線數	港埠船席能量
	倉儲數目	港埠費率制度化優劣程度	航班密度	港埠裝卸設備能量
	港口腹地	港埠費率高低程度	腹地經濟生產力	港埠倉儲設備能量
	港口地理條件	不當額外收費嚴重程度	進出口貨櫃數	港埠自由化、國際化程度
	港口水域條件	港埠作業行政效率	轉口貨櫃數及比例	港埠經營客戶導向程度
	每年港埠資本投入數目	進、出口報關與通關時間	鐵、公路內陸運輸系統的優劣	港埠連外運輸系統功能發揮
	港埠設備增長情形	港務局對航商、船務代理	業者反應項目之重視與改善程度	水路運輸系統的優劣
	港埠聯外運輸系統功能	業者反應項目之重視與改善程度	深水碼頭設施是否充裕	港埠業務人員業務處理能力
	民間對港埠固定資本形成投資率	進港與滯港時間	貨櫃場面積是否充裕	港灣作業效率
	港埠聲譽	貨櫃集散站之使用時間	貨櫃裝卸系統資訊化程度	棧埠作業效率
	對消費者資料庫使用程度	棧埠作業效率	航港電子資料交換資料化程度	港務局電腦化使用程度
	人力培養訓練投入	港區加油費用	程度	港埠費率制度優劣程度
	單位勞動成本之報酬效能	船舶在港外等待進港時間	船舶資料系統資料化程度	港埠行銷推動
	勞工離職率	港埠擁擠程度	船舶平均在港時間	港埠整體形象
	棧埠人員業務處理能力	港埠人員服務態度	貨櫃機具毛裝卸效率	
	港務人員業務處理能力	港務局員工服務態度	貨櫃基地年搬運能力	
	航政人員業務處理能力	引水人員員工服務態度	海關作業對港埠營運之負面影響	
	電腦資訊化程度	港務局對航商、船務代理	營運效率	
	陸海空複合運輸配合	業者的溝通管道	營運自由化程度	
	貨櫃產品附加價值之提升	港埠機具設備支配配合	航商管理成本	
	港埠行銷推動	港口碼頭工人作業效能	港埠費用高低	
	港埠整體形象	多元溝通管道之建立	港區鄰近之工業、倉儲、	
	營收成長率	棧埠作業民營化程度	物流園區面積	
	勞動生產力	港務作業民營化程度	未來整體發展計畫及投資金額	
	高階核心經理人創新能力	碼頭工人雇用合理化程度	投資開發者	
	高階核心經理人預測能力	港務管理業務外包	經營管理者	
	勞資關係	港口地區的貨物需求量	政治安定性、行政效率	
	港埠整體規劃能力	港口地區的貨櫃轉運量	經濟發展、金融自由化與	
	港埠費率制度	港口國家之整體經濟狀況	安定性	
	港埠營收相關法規修訂			
	港口特定區域之規劃			

多目標之特性，以競爭力指標評估可瞭解各港埠的優劣勢條件，卻無法評估港埠整體表現與競爭力排序。先前研究以層級分析法(Analytic Hierarchy Process ,AHP)求得各指標的權重，再計算各港埠的平均表現，而此權重值將影響競爭力評估。因此，本研究採用資料包絡分析法評估港埠競爭力，資料包絡法可同時衡量多投入與產出項，且權重值由評估模式決定，其分析結果為一績效值，可比較相對競爭力並進行排序，非常適合於港埠競爭力評估。

亞太地區港埠競爭激烈，競爭情勢急遽變化，各競爭港埠目前所擁有的地理區位、港埠軟硬體設施、裝卸效率、密集航線網等優勢條件，並非恆久不變。在面臨未來環境變化及競爭者的挑戰時，如不積極提升自身競爭力，將可能失去競爭優勢，造成港埠競爭力低落。而要有效因應變化，港埠經營者除了應深入瞭解航運市場的變化趨勢，探討所可能面對的情境，更應隨時瞭解港埠所處競爭地位及競爭力，才能掌握時機運用其現有優勢，建構起未來的競爭優勢。因此，建構一個有效的港埠競爭力評估模式，有其必要性。

本研究以資料包絡法建構競爭力評估模式，進行各港埠的相對競爭力比較分析，結果以相對效率值表示。此相對效率值為實際產出與生產函數所顯示理論產出之比值，具生產效率之概念，理論產出由各投入資源之使用比例推導得知，因此由經濟學上的意義表示，具相對效率即為使用較少投入資源，而能獲得較大產出量。用於本研究評估港埠競爭力時，當港埠投入資源使用較少，能獲得較多的產出即為具相對生產效率的港埠。資料包絡法依柏瑞圖最佳境界<sup>1</sup>之觀念，當港埠具此相對效率時即可表示此港埠優於其他港埠，代表此港埠具相對競爭力。

---

<sup>1</sup> 柏瑞圖最佳境界為一非凌駕解的概念，義大利經濟學家 Pareto 在 1927 年提出。基本上認為不同事物無法相比，但是若有相同比較基準則可進行比較。例如某甲擁有二個橘子與三個蘋果，則優於某乙的一個橘子與二個蘋果。

## 4.2 競爭力評估流程

本研究評估競爭力的研究內容與流程如圖 4.1 所示。主要內容如下：

### 1. 選取受評單位

本研究之研究對象為亞太地區港埠，選取受評單位為 2003 年貨櫃量排名亞太地區前十大的貨櫃港埠，如圖 1.1 所示。

### 2. 選取投入與產出項

投入與產出項之選取將會在 4.3 節做詳細介紹。將考慮航商選擇轉運中心考量的因素、港埠競爭力指標與 DEA 指標，選出適當評比項目，進行相關係數分析，驗證是否符合模式假設。

### 3. 選取 DEA 模式

本研究選取 CCR 模式、BCC 模式與 A&P 模式，進行相對競爭力分析，包括相對效率分析、規模效率分析、規模報酬分析、差額變數分析與虛擬乘數分析，據以分析其相對競爭力排名與改善方向，另以 Malmquist 生產力指數分析跨期競爭力變化，觀察相對競爭趨勢的發展。

### 4. 競爭力分析

包括效率分析、規模報酬分析與差額變數分析。效率分析衡量各港埠的相對競爭力，及進行相對競爭力排名，並進一步求出標竿(benchmark)港埠。規模報酬分析與差額變數分析針對表現不佳的港埠行改善分析，可以瞭解那些資源使用不當，及其改善方向。

### 5. 競爭力變動分析

包括相對效率變動分析、技術變動分析與生產力變動分析。相對效率變動分析衡量不同時期港埠相對競爭力的變化，據以觀察港埠在跨時期是否成長。技術變動分析為衡量不同時期港埠所面臨的技術條件的變化，據以觀察港埠在不同時期技術環境是否進步。生產力變動分析結合前述兩者，衡量不同時期的港埠在整體競爭力的變化，據以觀察整體競爭力是否成長。

## 6. 發展趨勢分析

以競爭力分析與競爭力變動分析之結果，進行發展趨勢分析，據此研判具高潛力發展的港埠，提供未來發展方向。

## 7. 結論與建議

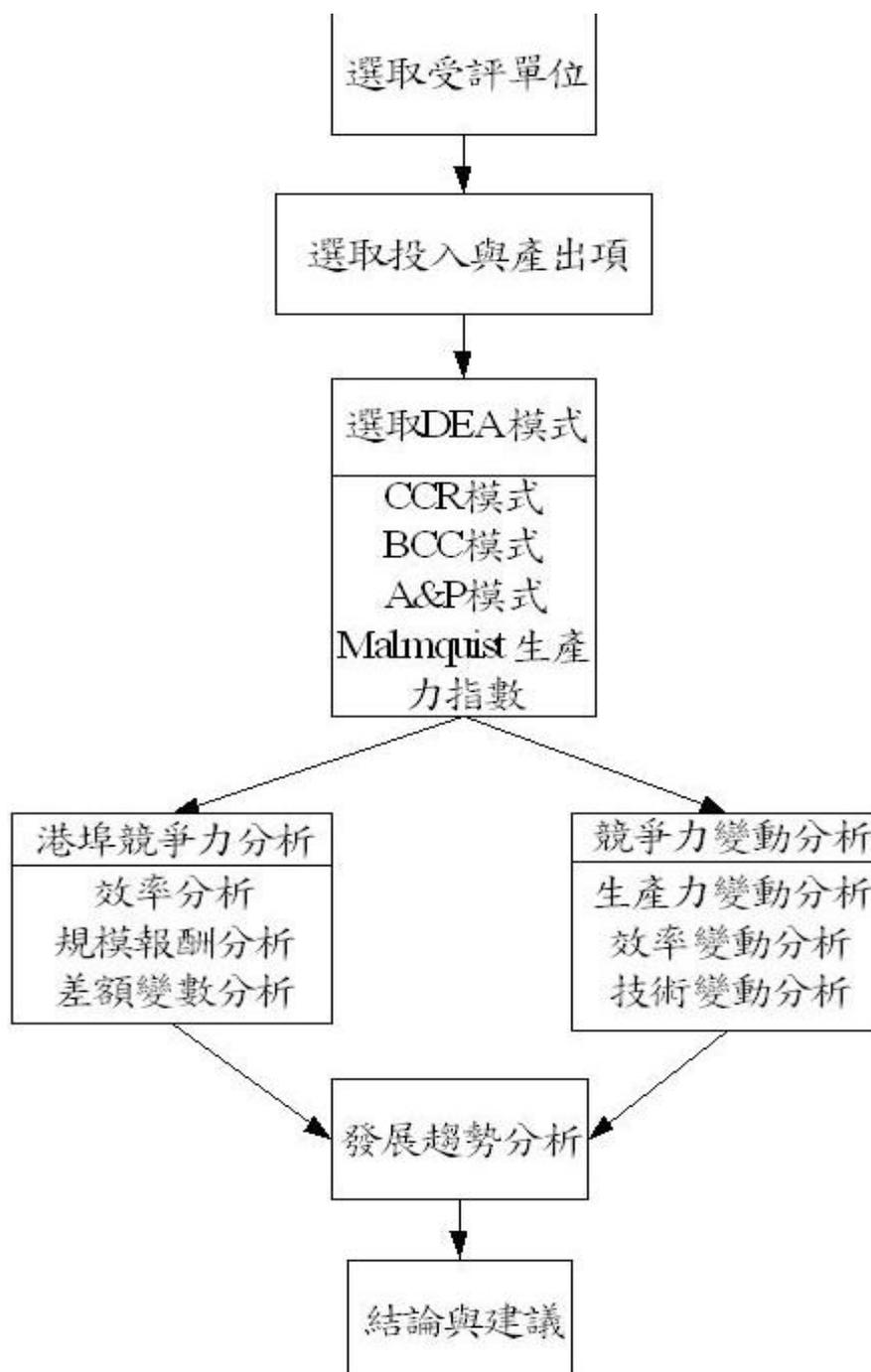


圖 4.1 競爭力評估流程圖

### 4.3 評估項目選取

港埠競爭力無一致性的評估項目與計算方法，評比港埠競爭力大部分以比較分析進行，本研究採用資料包絡法進行分析，期能以客觀、一致性的結果表現出港埠競爭的現況。資料包絡法的特性不需校估權重、生產函數，完全以實際資料進行比率分析，結果具一致性(相同資料，結果相同)，因此評估項目選取與資料性質就相當重要，選取適當的評估項目與資料才能正確的分析出受評單位的相對優劣表現。高強等人[12]認為投入與產出項之選擇至少需考慮組織目標、資料之性質、投入因子與產出項目之關係、投入與產出項之個數等。而從先前文獻回顧中，將航商選擇轉運中心考慮因素、相關港埠競爭力評估準則與 DEA 指標整理如表 4.2，依上述選取投入產出項之原則，本研究選取年貨櫃量、航商數量、碼頭數量、貨櫃場面積、橋式起重機數量為評估項目。

表 4.2 投入與產出項整理表

航商考慮因素	港埠競爭力評估準則	相關 DEA 指標
營運成本	航商管理成本 港埠費用高低	
地理位置	地理區位之優劣 航點與航線數 航班密度	進港船舶數
直接貨櫃量	進出口貨櫃數	年貨櫃裝卸量
港埠效率	貨櫃機具毛裝卸效率 貨櫃基地年搬運能力 船舶平均在港時間	貨櫃船作業效率 延誤時間
港埠設施	裝卸機具是否充裕 貨櫃場面積是否充裕 深水碼頭設施是否充裕	起重機數 貨櫃基地面積 (深水)貨櫃船席數 貨櫃船席長度 拖車數 港埠員工人數
外在環境因素	整體發展計畫 政治安定性、行政效率 經濟發展、金融自由化與安定性	

其中，航商營運成本與外在環境因素，評估標準不一且難以收集資料，因此無法納入評估。郭建男[27]指出以船舶艘數作為評估指標，衡量基準將會不一致，會造成評估結果的誤差，且貨櫃船席數比貨櫃船席總長度更能評估一港埠效率。另外，本研究以航商數量為產出項目，期能表現出最多航商停泊的港埠。針對研究中所選取的投入與產出項進一步定義如下：

表 4.3 投入與產出項定義表

評估項目	定義
投入項：	
貨櫃船席數	即貨櫃碼頭，港埠所擁有貨櫃船席數越多，能停泊貨櫃船越多，在相同時間內能裝卸貨櫃數量就越多，是影響港埠運能重要因素。
貨櫃基地面積	包括碼頭後方之貨櫃堆積場及貨櫃存放場。用來堆放已卸下或即將裝船之貨櫃的貨櫃場之面積，以公頃為計算單位。貨櫃基地面積影響貨櫃運輸流程運作，進一步影響港埠作業效率。
橋式起重機數量	橋式起重機為岸邊裝、卸貨櫃的主要機具，作業效率較吊桿或起重船之裝卸效率高出許多，其數量對貨櫃作業效率極具影響。
產出項：	
年貨櫃量	即每年各港之總貨櫃裝卸量，通常為衡量各港埠年度表現的項目之一，以 TEU 為單位。
航商數量	各港埠內貨櫃船固定灣靠的航商數量，航商數量越多則航線、航次越多，也代表港埠受航商青睞度越高。

表 4.4 2003 年投入與產出項資料表

港埠 \ 項目	貨櫃船席數 (座)	橋式起重機數 (台)	貨櫃基地面積 (公頃)	航商數 (家)	年貨櫃量 (萬 TEU)
香港	22	87	249.4	46	2044.9
新加坡	37	118	339.0	47	1810.0
上海	10	15	82.5	17	1128.0
深圳	11	29	182.3	30	1061.0
釜山	20	67	301.3	36	1036.7
高雄	26	32	247.4	38	884.0
巴生	19	48	125.6	30	480.0
青島	8	22	113.6	49	424.0
丹戎帕拉帕斯	6	24	120.0	10	348.7
東京	11	25	89.3	21	328.0

資料來源：Containerisation International Yearbook 2004[42]

進一步利用 Pearson 相關分析確認投入與產出項的關係，是否符合『等幅擴張性(Isotonicity)』，亦即投入量增加時產出量不得減少。由表 4.5 相關分析結果顯示投入與產出項之相關係數皆為正值，符合資料包絡法中等幅擴張性之假設。

表 4.5 投入與產出項相關分析表

		貨櫃船 席數	橋式起 重機	貨櫃基地 面積	航商數	年貨櫃 量
貨櫃船席數	Pearson 相關	1.000	.847*	.847*	.607	.662*
	顯著性 (雙尾)	.	.002	.002	.063	.037
	個數	10	10	10	10	10
橋式起重機	Pearson 相關	.847*	1.000	.834*	.606	.769*
	顯著性 (雙尾)	.002	.	.003	.063	.009
	個數	10	10	10	10	10
貨櫃基地面積	Pearson 相關	.847*	.834*	1.000	.626	.706*
	顯著性 (雙尾)	.002	.003	.	.053	.023
	個數	10	10	10	10	10
航商數	Pearson 相關	.607	.606	.626	1.000	.519
	顯著性 (雙尾)	.063	.063	.053	.	.124
	個數	10	10	10	10	10
年貨櫃量	Pearson 相關	.662*	.769*	.706*	.519	1.000
	顯著性 (雙尾)	.037	.009	.023	.124	.
	個數	10	10	10	10	10

\*\* 在顯著水準為0.01時 (雙尾)，相關顯著。

\* 在顯著水準為0.05 時 (雙尾)，相關顯著。

## 第五章 研究結果與分析

本研究以資料包絡法評估亞太地區港埠競爭力，由前述章節選取的評估項目進行 DEA 模式分析，本章將就模式分析的結果進行探討。本章主要分為三部分，首先為競爭力的分析，說明各受評港埠相對表現、排名與改善方向；其次為競爭力變動分析，說明各港埠在 2001-2003 年間，相對生產力的變化，是否有成長；最後為發展趨勢分析，由前兩部分的分析結果，進行發展趨勢分析，藉此探討各受評港埠的發展潛力。

### 5.1 競爭力分析

競爭力分析係利用資料包絡法之 CCR 模式、BCC 模式比較各受評港埠的優劣勢，以績效值形式表現。模式結果以相對效率值來表示，非絕對性。因此先進行亞太地區十大港埠的相對效率分析，由分析結果可得知各港埠的競爭力表現，表現較差的港埠再經由差額變數、虛擬乘數與規模報酬分析得到改善方向。

#### 5.1.1 相對效率分析

##### (一) 整體效率分析

由 CCR 模式可計算求得各港埠相對效率值，當相對效率值為 1 且差額變數均為 0 時，則為相對高效率的港埠；反之，相對效率值不為 1 或差額變數不為 0 時，則為相對低效率的港埠，離 1 數值愈遠者則相對愈低效率。表 5.1.1 為 CCR 模式求解結果，以圖 5.1 表現各港埠相對效率值，可知上海與青島港相對效率值為 1，相對其他港埠具高效率，為相對最高效率的港埠；深圳效率值為 0.982、香港效率值為 0.893、高雄效率值為 0.663、巴生效率值為 0.631、東京效率值為 0.617、丹戎帕拉帕斯效率值為 0.594、釜山效率值為 0.561、新加坡效率值為 0.503 皆為相對低效率的港埠，需進行不同幅度之改善，才能成為相對高效率的港埠，相對低效率港埠其學習標竿(benchmark)皆為上海港與青島港，明確的學習標竿有助於確立改善策略。

需注意的是此模式結果為各港埠營運資料經由模式計算產生之結果，為數據結果非實際營運效率表現，相對高效率之港埠非代表其實際生產效率高，僅代表

港埠在模式結果的表現較佳，亦即港埠能以較少橋式起重機、貨櫃船席與貨櫃基地面積，獲得較多航商灣靠與處理較多年貨櫃量。

表 5.1.1 CCR 模式分析表

DMU	整體效率值	差額變數					參考集合
		投入項目			產出項目		
		貨櫃船席數	橋式起重機數	貨櫃基地面積	航商數量	年貨櫃量	
香港	0.89271	0	44.643	43.656	0	0	上海、青島
新加坡	0.50326	0.6117	27.743	0	0	0	上海、青島
上海	1	0	0	0	0	0	上海
深圳	0.98186	0	8.9854	74.239	0	0	上海、青島
釜山	0.56094	0	15.973	53.693	0	0	上海、青島
高雄	0.66347	6.9572	0	51.658	0	0	上海、青島
巴生	0.63083	5.4646	15.155	0	0	0	上海、青島
青島	1	0	0	0	0	0	青島
丹戎帕拉帕斯	0.59393	0	7.7954	36.572	0	0	上海、青島
東京	0.61715	2.2827	4.9015	0	0	0	上海、青島

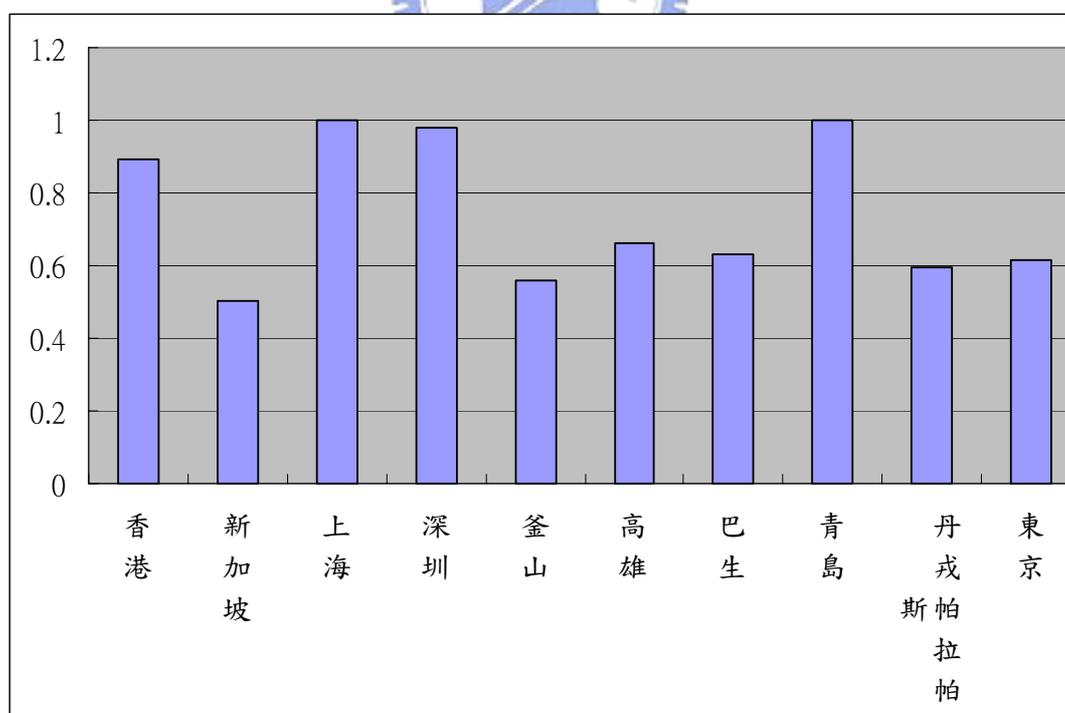


圖 5.1 CCR 模式效率圖

茲將本研究所探討的 DEA 模式計算而得知相對效率值，整理如表 5.1.2 所示；其中，CCR 模式求得的相對效率值是假設 DMU 處於固定規模報酬下生產，BCC 模式則為變動規模報酬下生產，A&P 模式則放鬆相對效率值不大於 1 之限制，進一步排序 DMU。由表中可知，表現最好的前兩名為青島與上海，其 CCR 模式與 BCC 模式之相對效率值皆為 1，顯示其顯著於其他受評單位具相對高效率。香港、新加坡、深圳與丹戎帕拉帕斯等港，BCC 模式為 1，但 CCR 模式小於 1，顯示其相對效率不顯著，可進一步探討其不顯著之因素。釜山、高雄、巴生與東京等港，其 CCR 模式與 BCC 模式之效率值皆小於 1，顯然較其他受評港埠相對效率表現差，需進一步探討相對效率低之導因。由 A&P 模式求得的排名可看出，大陸地區的青島港、上海港、深圳港、香港等四港埠分據前四名，最具相對競爭力；高雄港為第五名，相對競爭力排名居中，尚有成長空間；巴生港排名第六、東京港排名第七、丹戎帕拉帕斯港排名第八、釜山港排名第九、新加坡港排名第十。

表 5.1.2 效率值比較表

DMU	CCR 模式	BCC 模式	A&P 模式	排名
香港	0.89271	1	0.89271	4
新加坡	0.503263	1	0.503263	10
上海	1	1	2.239526	2
深圳	0.981861	1	0.981861	3
釜山	0.560935	0.581307	0.560935	9
高雄	0.663472	0.899965	0.663472	5
巴生	0.630835	0.757439	0.630835	6
青島	1	1	2.452301	1
丹戎帕拉帕斯	0.59393	1	0.59393	8
東京	0.617151	0.967385	0.617151	7

## (二)規模效率分析

CCR 模式求得之相對效率值包括技術效率值與規模效率值，而 BCC 模式求得為技術效率值，因此將 CCR 與 BCC 模式求得之效率值相除可得規模效率值，由技術效率與規模效率可判別低效率之因素。技術效率用於表示各港埠於每年之投入項目能否有效運用，達產出最大化或投入最小化，其值表示投入要素在使用上的效率，其值越高則該港埠在投入要素使用上越有效率。而規模效率則代表各

港埠之產出與投入的比例是否適當，亦即是否達到最大生產力，其值越高表示規模愈適合，生產力也越大。規模效率也可用於衡量各港口之產出(Y)與投入(X)要素比例，相較於最適規模之 DMU 即達成最大生產力(Max Y/X)港口之差異程度。當有 DMU 屬於規模無效率之情形時，須先找出其當時所屬之生產規模階段為增加或減少生產規模，才能達到最大生產力與規模效率。

由表 5.1.2 可看出整體效率、技術效率及規模效率值為 1 的有上海港及青島港，代表這在兩個貨櫃港埠在投入要素使用上呈現有效率，且產出與投入要素比例適當，而達到最適生產規模；而整體效率、技術效率及規模效率值皆不為 1 的有釜山港、高雄港、巴生港及東京港，其相對效率低導因有技術因素與規模因素，其中缺乏技術效率的傾向大於規模無效率者為釜山港及巴生港，顯示其相對效率低的主要因素為投入資源不能有效運用，次要因素為港埠作業之產出與投入要素比例不適當，而造成未達到最適生產規模；而我國高雄港與東京港正好相反，規模無效率的現象比較嚴重。香港、新加坡港、深圳港與丹戎帕拉帕斯港等四港埠技術效率值為 1，表示其投入項目能有效運用，但規模效率值不為 1，顯示未達最適規模，低效率導因於規模因素。

表 5.1.3 規模效率分析表

DMU	整體效率值	技術效率值	規模效率值	低效率導因
香港	0.89270991	1	0.89270991	規模因素
新加坡	0.50326277	1	0.50326277	規模因素
上海	1	1	1	
深圳	0.98186131	1	0.98186131	規模因素
釜山	0.56093521	0.58130693	0.96495532	技術因素、規模因素
高雄	0.66347214	0.89996512	0.73721984	技術因素、規模因素
巴生	0.63083484	0.75743929	0.83285202	技術因素、規模因素
青島	1	1	1	
丹戎帕拉帕斯	0.59392962	1	0.59392962	規模因素
東京	0.617151	0.96738522	0.63795786	技術因素、規模因素

### 5.1.2 規模報酬分析

由規模效率分析可知整體效率值小於 1 的港埠，其相對效率低有可能導因於生產規模不適當，藉由規模報酬分析即可瞭解各港埠的生產規模變化及如何改善；理論上，若規模報酬處於遞增階段，則擴大規模有利於提高效率；反之，若

規模報酬處於遞減階段，則縮減規模有利於提高效率。其中，整體效率值為 1 的上海與深圳港，為最適規模報酬，港埠營運規模處於合適的狀態；香港、新加坡、深圳、釜山與高雄港等皆為規模報酬遞減，顯示其生產規模過大，縮減規模有利於提高效率，可減少貨櫃船席數、橋式起重機數與貨櫃基地面積等投入資源的使用，以避免投入資源有浪費的情形；而巴生、丹戎帕拉帕斯與東京港為規模報酬遞增，顯示其生產規模過小，宜擴大規模有利於提高效率，可增加貨櫃船席數、橋式起重機數與貨櫃基地面積投入資源的使用，使營運處於合適的規模。

表 5.1.4 規模報酬表

DMU	整體效率值	$\Sigma\lambda$	規模報酬
香港	0.89270991	2.03522	遞減
新加坡	0.50326277	1.893475	遞減
上海	1	1	固定
深圳	0.98186131	1.145806	遞減
釜山	0.56093521	1.21751	遞減
高雄	0.66347214	1.14514	遞減
巴生	0.63083484	0.758988	遞增
青島	1	1	固定
丹戎帕拉帕斯	0.59392962	0.378628	遞增
東京	0.617151	0.525965	遞增

### 5.1.3 差額變數分析

由規模效率分析、規模報酬分析可知港埠相對效率低之導因，但是應減少多少的投入資源使用量或應增加多少產出量，方能到達有效率的境界，則需藉由差額分析才能提供相關資訊。由差額變數及效率值可進行投影分析，瞭解各港埠的投入資源、產出量需要的調整量，即可將相對效率低的港埠改善成為相對高效率。由表 5.1.5 可知，除了上海與青島港外，其餘港埠皆有投入資源使用不當的情形，香港、深圳港、釜山港與丹戎帕拉帕斯港在橋式起重機與貨櫃基地面積兩項資源使用過多；新加坡、巴生與東京港則是貨櫃船席數與橋式起重機兩項使用資源過多；高雄港則是貨櫃船席數與貨櫃基地面積使用過多。

表 5.1.5 差額變數表

DMU	差額變數				
	投入項目			產出項目	
	貨櫃船席數	橋式起重機數量	貨櫃基地面積	航商數量	年貨櫃量
香港	0	44.643	43.656	0	0
新加坡	0.6117	27.743	0	0	0
上海	0	0	0	0	0
深圳	0	8.9854	74.239	0	0
釜山	0	15.973	53.693	0	0
高雄	6.9572	0	51.658	0	0
巴生	5.4646	15.155	0	0	0
青島	0	0	0	0	0
丹戎帕拉帕斯	0	7.7954	36.572	0	0
東京	2.2827	4.9015	0	0	0

由 3.4.2 節最適量  $x_{ij}^* = \theta^* x_{ij} - S_i^-$ 、 $y_{rj}^* = y_{rj} + S_r^+$ ，調整量  $\Delta x_{ij} = x_{ij} - x_{ij}^*$ 、 $\Delta y_{rj} = y_{rj}^* - y_{rj}$ ，可計算求得表 5.1.6，可知各港埠的最適投入資源使用量、產出數量及應調整的改善量，作為管理控制的目標。以高雄港為例，貨櫃船席數應減少 12 座、橋式起重機數減少 10 台、貨櫃基地面積減少 135 公頃，使其貨櫃船席數應為 10 座、橋式起重機數為 21 台、貨櫃基地面積為 112 公頃的水準，則高雄港即可達到與青島港、上海港一樣的相對高效率狀態。

在此必須注意的是，以上差額變數分析之結果為各港埠營運資料經由數學模式計算求得，因此並未考慮各港埠的特性與限制，僅就現有的評估對象中找出對它最有利的改善途徑，在實務運用上未必全然可以適用，需就實際狀況妥善運用。如貨櫃船席、橋式起重機、貨櫃基地面積等資源皆為已投入資源，實際上無法因需縮減而閒置不用。因此應利用差額分析結果，就投入資源閒置的部分，運用營運策略或技術使投入資源發揮最大效率，如改變貨櫃基地營運策略、橋式起重機運作效率、貨櫃船席使用效率...等等，來使產出方面增加，使已投入的資源更能有效的運用。

表 5.1.6 最適量與調整量表

DMU	最適量					調整量				
	投入項目			產出項目		投入項目			產出項目	
	貨櫃船 席數	橋式起 重機數	貨櫃基 地面積	航 商 數	年貨 櫃量	貨櫃船 席數	橋式起 重機數	貨櫃基 地面積	航 商 數	年貨 櫃量
香港	19.64	33.022	178.99	46	2044.9	2.3604	53.978	70.414	0	0
新加坡	18.009	31.642	170.61	47	1810	18.991	86.358	168.39	0	0
上海	10	15	82.5	17	1128	0	0	0	0	0
深圳	10.8	19.489	104.75	30	1061	0.1995	9.5114	77.546	0	0
釜山	11.219	21.61	115.32	36	1036.7	8.7813	45.39	185.98	0	0
高雄	10.293	21.231	112.49	38	884	15.707	10.769	134.91	0	0
巴生	6.5213	15.125	79.233	30	480	12.479	32.875	46.367	0	0
青島	8	22	113.6	49	424	0	0	0	0	0
丹戎帕拉帕斯	3.5636	6.4589	34.7	10	348.7	2.4364	17.541	85.3	0	0
東京	4.506	10.527	55.112	21	328	6.494	14.473	34.188	0	0

#### 5.1.4 虛擬乘數分析

各港埠使用之各投入項目重要性、影響程度有所不同，在資源有限的情況，改善重要性高的項目可獲得改善效益最大，藉由虛擬乘數分析可得知各評估項目之相對重要性。若虛擬乘數趨近於零者，表示此項目重要程度低，減少或增加使用量對相對效率值影響不大；反之，虛擬乘數較高者，表示此項目重要程度高，改善此項目對於相對效率值影響較大，可優先進行改善。因此由虛擬乘數分析可知各港埠的優、劣勢與優先改善方向，對於相對效率高的港埠而言，乘數值較大之項目使用量恰當，為高效率組成的主要因素，因此模式給予較高權重；而相對效率低港埠乘數值大表示該項目貢獻度高，優先改善此項目有助於提升效率值，所以模式加重其影響力。

表 5.1.7 為各港埠之虛擬乘數， $\varepsilon$  代表極微小的數字，表示影響極小；其中，整體效率值為 1 的上海與青島港，貨櫃基地面積與貨櫃船席數分別為其高效率的主要影響因素；香港、釜山與丹戎帕拉帕斯港則以貨櫃船席數影響最大，應以貨櫃船席數為優先改善標的；新加坡、巴生與東京港則以貨櫃場站面積影響最大，應以貨櫃場站面積為優先改善標的，高雄港以橋式起重機的影響最大，應以橋式起重機為優先改善標的。

表 5.1.7 虛擬乘數表

DMU	整體效率值	虛擬乘數				
		投入項目			產出項目	
		貨櫃船席數	橋式起重機數量	貨櫃基地面積	航商數量	年貨櫃量
香港	0.89271	0.0455	$\epsilon$	$\epsilon$	0.0045	0.0003
新加坡	0.503263	E	$\epsilon$	0.0029	0.0057	0.0001
上海	1	E	$\epsilon$	0.0121	$\epsilon$	0.0009
深圳	0.981861	0.0909	$\epsilon$	$\epsilon$	0.009	0.0007
釜山	0.560935	0.05	$\epsilon$	$\epsilon$	0.005	0.0004
高雄	0.663472	E	0.0313	$\epsilon$	0.012	0.0002
巴生	0.630835	E	$\epsilon$	0.008	0.0154	0.0003
青島	1	E	$\epsilon$	0.0088	0.0171	0.0004
丹戎帕拉帕斯	0.59393	0.1667	$\epsilon$	$\epsilon$	0.0166	0.0012
東京	0.617151	E	$\epsilon$	0.0112	0.0217	0.0005

## 5.2 競爭力變動分析

以 Malmquist 生產力指數分析 2001-2003 年，亞太地區港埠相對競爭力的變動，由結果可看出港埠發展方向是否正確，各港埠的發展是否進步，及是否具發展潛力。生產力變動來源可區分為相對效率變動與技術變動，此小節依序以相對效率變動分析、技術變動分析與生產力變動分析，說明 2001-2003 年間各港埠競爭力變動情形。

### 5.2.1 相對效率變動分析

衡量受評單位於相對效率的變化，是否更接近效率前緣，即跨期發展是否進步。由 3.3 節可知，當  $CIE > 1$ ，表示 DMU 更靠近生產前緣，隱含跨期下相對效率有改善，值愈大改善愈多； $CIE < 1$ ，表示 DMU 更遠離生產前緣，隱含跨期下相對效率沒有改進且可能有衰退； $CIE = 1$ ，表示跨期下相對效率維持不變。一般相對效率變動乃因產業管理方法的優劣與管理階層決策的正確與否所致，當相對效率惡化時，則代表管理方式與管理階層的決策不當，宜重新檢討政策方向。

模式結果如表 5.2.1 所示，2001-2002 年期間，巴生港、丹戎帕拉帕斯港與東京港等港埠是效率有改善的港埠，香港、上海港、深圳港與青島港則維持相對高

效率不變，新加坡港、釜山港、高雄港則面臨相對效率成長幅度小甚至退步的情況；而 2002-2003 年期間，只有青島港與上海港維持相對高效率不變，其餘八個港埠則面臨相對效率成長幅度小甚至退步的情況。整體上，在 2001-2003 年期間，丹戎帕拉帕斯港是唯一相對效率有提升的港埠，青島港與上海港則維持相對高效率不變，而包括香港、新加坡港、深圳港、釜山港、高雄港、巴生港與東京港等港埠皆為相對效率成長幅度小甚至退步，概因於這些港埠發展已趨於穩定，成長幅度不似其他新興港埠多，因此相較之下顯得有些衰退，實際上各港埠營運成績皆不斷的增長。

表 5.2.1 效率變動分析表

DMU	CIE <sup>'01-'02</sup>	CIE <sup>'02-'03</sup>	CIE <sup>'01-'03</sup>
香港	1	0.89271	0.89271
新加坡	0.856138	0.80663	0.690585
上海	1	1	1
深圳	1	0.98186	0.981861
釜山	0.794581	0.89397	0.710329
高雄	0.890003	0.74547	0.663472
巴生	1.263997	0.76993	0.973189
青島	1	1	1
丹戎帕拉帕斯	2.011307	0.76362	1.535882
東京	1.044064	0.73304	0.765337

### 5.2.2 技術變動分析

衡量跨期生產前緣的變化，可量測產業技術是否成長。由 3.3 節可知，當  $MI > 1$ ，表示跨期生產技術進步，可使用更少投入水準即可獲得相同產出；當  $MI < 1$ ，表示跨期生產技術退步，需使用更高投入水準才能獲得相同產出；當  $MI = 1$ ，表示跨期生產技術不變。

模式結果如表 5.2.2 所示，2001-2002 年期間，深圳港與巴生港有些微退步，其餘港埠皆是成長的，以上海港成長最多；2002-2003 年期間，各港埠的技術水準皆有成長，青島港成長最多；整體上，2001-2003 年期間，各港埠在技術上皆持續進步，以青島港成長最多，我國高雄港技術發展也是持續進步。

表 5.2.2 技術變動表

DMU	MI <sup>'01-'02</sup>	MI <sup>'02-'03</sup>	MI <sup>'01-'03</sup>
香港	1.026264	1.000063	1.066151
新加坡	1.049621	1.249216	1.321377
上海	1.239183	1.254104	1.563304
深圳	0.978826	1.208119	1.426897
釜山	1.021863	1.174406	1.234088
高雄	1.005295	1.206736	1.219514
巴生	0.987628	1.316241	1.536043
青島	1.037693	1.596641	1.606073
丹戎帕拉帕斯	1.057519	1.213636	1.166075
東京	1.006376	1.34666	1.388886

## 5.2.3 生產力變動分析

生產力變動分析結合相對效率變動與技術變動分析，衡量各港埠在 2001-2003 年間整體競爭力的發展。由 3.3 節可知，當  $MPI > 1$  表示跨期生產力遞增，值愈大表示不同時期相對競爭力進步愈多； $MPI < 1$  表示跨期生產力遞減，值愈小表示不同時期相對競爭力衰退愈多； $MPI = 1$  表示跨期生產力不變，即 2001-2003 年間不同時期相對競爭力維持不變。表 5.2.3 為受評港埠 2001-2002 年、2002-2003 年與 2001-2003 年等不同時間面之生產力變動指數，以下將對各港埠進行說明。圖 5.2 顯示 2001-2003 年各港埠整體競爭力變動。

表 5.2.3 生產力變動指數表

DMU	MPI <sup>'01-'02</sup>	MPI <sup>'02-'03</sup>	MPI <sup>'01-'03</sup>
香港	1.026264	0.892766	0.951763
新加坡	0.89862	1.007653	0.912523
上海	1.239183	1.254104	1.563304
深圳	0.978826	1.186206	1.401015
釜山	0.811952	1.04988	0.876608
高雄	0.894716	0.899587	0.809113
巴生	1.248359	1.013413	1.49486
青島	1.037693	1.596641	1.606073
丹戎帕拉帕斯	2.126996	0.926761	1.790953
東京	1.050722	0.987151	1.062966

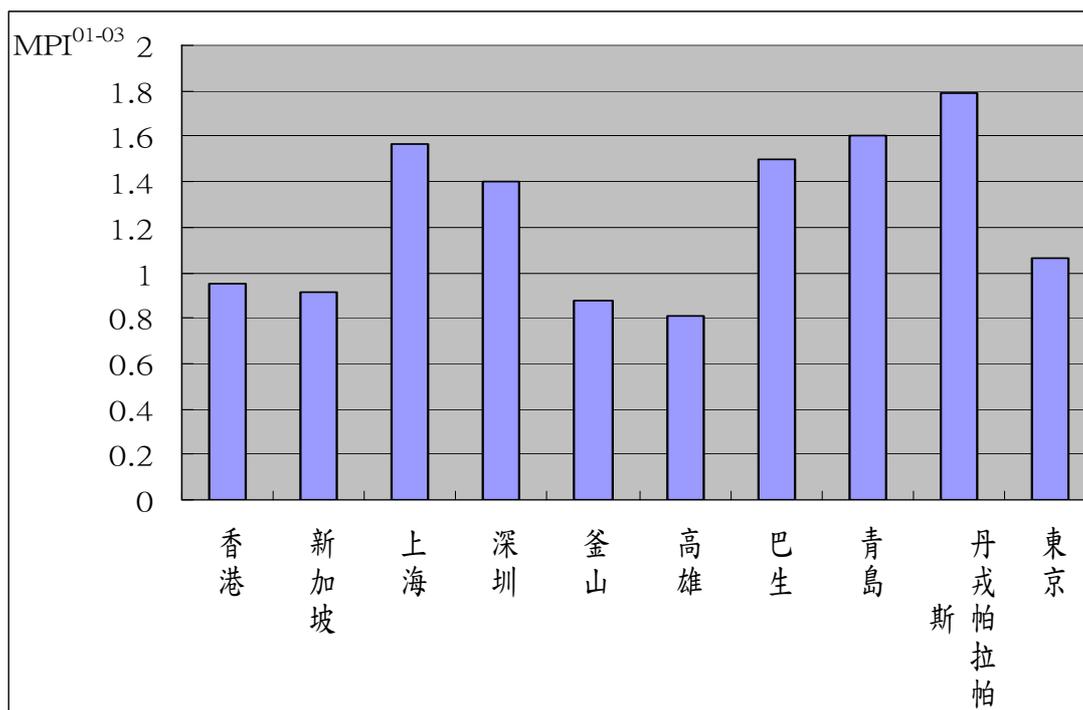


圖 5.2 2001-2003 年跨期生產力變動指數圖

1. 香港：2001-2002 年間，生產力有些微增加，相對競爭力有提升的趨勢，但 2002-2003 年生產力卻遞減。整體而言，2001-2003 年生產力小幅遞減，相對競爭力有些許衰退。
2. 新加坡港：2001-2002 年間，跨期生產力遞減，相對競爭力有衰退的趨勢，但 2002-2003 年生產力卻有些微遞增。整體而言，2001-2003 年生產力小幅遞減，相對競爭力有些許衰退。
3. 上海港：2001-2002 年間，跨期生產力遞增，相對競爭力有提升的趨勢，2002-2003 年生產力持續遞增。整體而言，2001-2003 年跨期生產力遞增，相對競爭力大幅進步。
4. 深圳港：2001-2002 年間，跨期生產力些微遞減，相對競爭力有些許衰退的趨勢，但 2002-2003 年生產力卻小幅遞增。整體而言，2001-2003 年跨期生產力遞增，相對競爭力大幅進步。
5. 釜山港：2001-2002 年間，跨期生產力小幅遞減，相對競爭力呈現衰退的趨勢，但 2002-2003 年生產力卻有些微遞增。整體而言，2001-2003 年跨期生產力遞減，相對競爭力有些許衰退。

6. 高雄港：2001-2002 年間，跨期生產力小幅遞減，相對競爭力呈現衰退的趨勢，2002-2003 年生產力持續遞減。整體而言，2001-2003 年跨期生產力遞減，相對競爭力衰退。
7. 巴生港：2001-2002 年間，跨期生產力小幅遞增，相對競爭力有提升的趨勢，2002-2003 年生產力持續遞增，幅度較小。整體而言，2001-2003 年跨期生產力遞增，相對競爭力大幅進步。
8. 青島港：2001-2002 年間，跨期生產力有些微遞增，相對競爭力有提升的趨勢，2002-2003 年生產力持續遞增，遞增幅度更大。整體而言，2001-2003 年跨期生產力遞增，相對競爭力大幅進步。
9. 丹戎帕拉帕斯港：2001-2002 年間，跨期生產力大幅遞增，相對競爭力有提升的趨勢，為同期港埠遞增最多者，2002-2003 年生產力卻些許遞減。整體而言，2001-2003 年跨期生產力是遞增的，相對競爭力大幅進步，為所有港埠之最。
10. 東京港：2001-2002 年間，生產力有些微增加，相對競爭力有提升的趨勢，但 2002-2003 年生產力卻有些微遞減。整體而言，2001-2003 年跨期生產力些微遞增，相對競爭力有些許進步。

生產力變動分析為衡量受評港埠相較於其他港埠於不同時期生產力變化，因此若生產力遞增，表示此港埠不同時期相較於其他港埠的生產力表現是有提升的，並非絕對增加生產力；同理，若為生產力遞減，表示該港埠於不同時期相較其他港埠生產力表現較差，並非絕對生產力遞減。

### 5.3 發展趨勢分析

衡量十個港埠的發展趨勢，以衡量各港埠競爭力之相對效率值為橫軸，此值愈大表示愈具相對競爭力，愈小愈不具相對競爭力。另以縱軸表示生產力變動值，此值愈大表示近年來發展進步多，可視為較具發展潛力，值愈小表示發展進步少，甚至退步，可視為較不具發展潛力。圖 5.3 為以效率值與生產力變動指數繪製而成之散佈圖，可將十個港埠劃分為四類，說明如下：

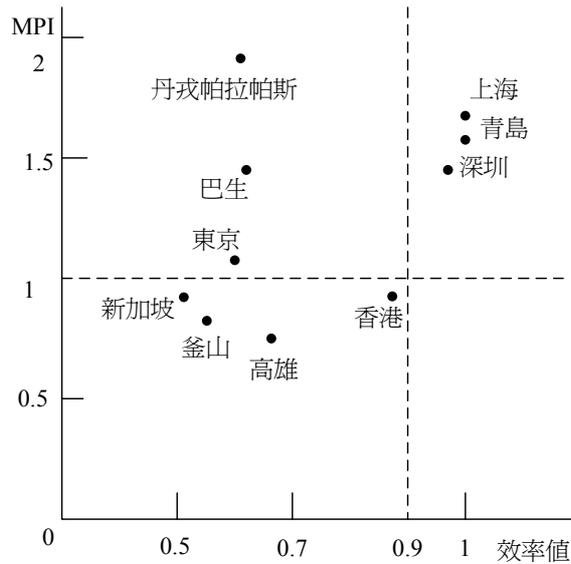


圖 5.3 發展趨勢圖

I. 相對競爭力高且進步快速

上海、青島與深圳港等三個港埠落於此區，此區之相對效率值大於 0.9，且生產力變動指數大於 1。顯示這此區的港埠具相對高競爭力，且近三年來港埠發展持續進步，為現階段發展趨勢最佳的港埠。

II. 相對競爭力高而進步緩慢

受評估之港埠未落於此區中，但此區之相對效率值大於 0.9，而生產力變動指數小於 1。顯示此區的港埠具相對高競爭力，惟近三年來港埠發展進步較為緩慢已趨於穩定，較不具發展之潛力。

III. 相對競爭力低而進步快速

巴生、丹戎帕拉帕斯與東京港等三個港埠落於此區，此區之相對效率值小於 0.9，但生產力變動指數大於 1。此區的港埠之相對競爭力較低，但三年來港埠發展持續進步，其相對競爭力有逐漸增強的現象，最具未來發展潛力。

IV. 相對競爭力低且進步緩慢

香港、高雄、釜山與新加坡港等四個港埠落於此區，此區之相對效率值小於 0.9，且生產力變動指數小於 1。此區的港埠之相對競爭力較低，且近三年來港埠發展進步較為緩慢已趨於穩定，較不具發展之潛力。此區的港埠需先改善相對競爭力落後的情況，往 I 區移動。

## 第六章 結論與建議

本研究以資料包絡法評估亞太地區港埠競爭力，以相對效率分析與Malmquist 生產力指數分析來探討亞太地區十大貨櫃港埠之相對競爭力與相對競爭力變動情形，在本章將研究結果做回顧與整理。另一方面也對本研究不足之處做一探討，並提供建議以供後續研究者參考。

### 6.1 結論

中國大陸經濟的成長，影響了區域經濟的發展，最直接的衝擊是亞太地區港埠的發展，上海、深圳與青島港等大陸港埠成長最為快速，巴生港、丹戎帕拉帕斯港等新興港埠的崛起也不容忽視，港埠間競爭激烈，各國際港埠皆積極改善軟硬體設施與港口條件，以提升自身的競爭力；否則，競爭優勢將不再存在。航運市場變遷快速，競爭優勢與地位並非全然無法改變，要維持或提升競爭力就需要進行港埠競爭力評估，隨時掌握競爭優勢與地位的變化。

船舶大型化發展後，轉運中心成為各國際港埠發展的目標，要成為轉運中心除港口條件外，尚需航商配合而成。航商選擇轉運中心以低成本、效率高的港埠最受青睞，且能使航商達到規模經濟的成效，年貨櫃量大更是不可缺少；而歸納航商選擇轉運中心的因素主要有營運成本、貨櫃量、地理區位、效率、港埠設施、港埠發展計畫、管制措施與外在環境的安定性等因素，其中影響營運成本及裝卸效率的項目是關鍵因素。因此本研究在選取評估項目時，以影響航商營運成本、效率的評估項目為主，且評估對象為亞洲太平洋地區年貨櫃量排名前十大的港埠，因此在評比各港埠的競爭力之餘，更能表現出貨櫃航商最佳轉運中心的排名。

本研究選取年貨櫃量、航商數量、碼頭數量、貨櫃場面積、橋式起重機數量為評估項目，進行相對競爭力與相對競爭力變動分析，觀察各港埠相對競爭力的表現與變化。本研究之相對競爭力係比較亞太地區十大貨櫃港埠之表現，以資料包絡法之模式結果來表示相對競爭力，相對高效率之港埠依柏瑞圖最佳境界之觀念，即為具相對競爭力之港埠。而當評估項目不同或受評單位不同時，模式結果也會不一樣，因此本研究之相對競爭力僅僅能表示各港埠間相對性的優劣勢，無法作為各港埠絕對性競爭優勢的判定。

模式結果顯示青島港與上海港最具相對競爭力，其餘港埠在投入資源使用、產出水準及生產規模上皆有改善空間。我國高雄港的相對競爭力排名第五，較青島港、上海港、深圳港、香港港等港埠遜色，仍有很大的改善空間，在投入資源使用上，相對於青島港、上海港需增加生產效率，可優先從改善橋式起重機使用效率，增加整體的作業效率著手。

在 2001-2003 年期間，青島港、上海港、深圳港、巴生港、丹戎帕拉帕斯港與東京港等六個港埠跨期相對競爭力是有提升的，包括我國高雄港、香港、新加坡港與釜山港等四個港埠跨期相對競爭力則是相較於青島港、上海港...等港埠遜色許多，概因於高雄港、香港、新加坡港與釜山港等四個傳統港埠的發展已趨於穩定，成長幅度不似其他新興港埠多，因此相較之下顯得有些衰退，實際上各港埠營運成績皆不斷的增長。就發展趨勢來說，上海港、青島港與深圳港等港埠發展趨勢最佳，現階段為轉運中心首選；丹戎帕拉帕斯港、巴生港與東京港等港埠則具備未來的發展潛力，可持續觀察未來競爭力的提升，不無成為明日之星的可能；香港、新加坡港、釜山港與高雄港等港埠則早已具備轉運中心的實力，因此發展已趨於穩定，未來應朝向提升自身競爭力，才能維持現今轉運中心的地位。



## 6.2 建議

高雄港、新加坡港、香港與釜山港皆為發展已趨於成熟的傳統港埠，基礎建設完善且營運成績平穩提升，相較於青島港、上海港、深圳港、巴生港、丹戎帕拉帕斯港與東京港等新興港埠在營運成績的大幅提升，模式結果顯得相對遜色，可能因評估項目的選取無法表現出傳統港埠的優勢條件，後續研究可探討如何引入更適當之評估項目。另一方面，本研究探討投入資源的使用調整，可能會因產出規模之限制，導致產生資源閒置的情形，後續研究可嘗試以產出導向模式進行探討，是否因產出項目的提升會更有助於競爭力的評估與改善。

投入與產出項的選取對於評估的結果有很大的影響，本研究選取之投入、產出項目，經由港埠競爭力、航商選擇轉運中心等研究文獻進行歸納，受限於 DMU 個數之限制無法選擇太多變數，無法進行全面性評估，只能擇適當評估項目進行評估，然而 DEA 並沒有提供適合度檢測功能，並無法判定所選變數是否合適。因此，後續研究可先對各評估因素，進行效度與信度分析，選擇最相關其顯著性最大的項目，再進行競爭力評估。



## 參考文獻

1. 王鴻仁，『以高雄港為中心之貨櫃轉運航線分析』，國立臺灣海洋大學航運管理研究所碩士論文，1998。
2. 中華民國航運學會，航港新知簡訊，49、53、57期。
3. 交通部運輸研究所及財團法人中華顧問工程司，『亞太地區國際港埠競爭力分析與趨勢研判』，1999。
4. 交通部運輸研究所，『碼頭出租專用制度對航商選擇海運轉運中心之影響研究』，2002。
5. 呂志哲，『中國大陸經濟發展對亞洲主要港埠貨櫃量影響之分析與預測』，國立交通大學運輸科技與管理學系碩士論文，民國九十三年六月。
6. 吳偉銘，『港埠競爭模型之理論構建』，運輸計畫季刊 第三十一卷 第四期 709~738 頁，民國九十一年十二月。
7. 林立千、陳怡君，『亞洲地區國際機場之營運效率評估資料包絡分析法之應用』，運輸學刊，第十六卷，第二期，頁 115~144，2004。
8. 邱裕鈞、陳彥蘅，『資料包絡分析法簡介及其在運輸領域的應用』，現代交通，vol.32，p25~41，2003。
9. 李怡容，『基隆港貨櫃場生產效率評估模式之研究：資料包絡分析法的應用』，交通大學交通運輸研究所碩士論文，1995。
10. 徐振偉，『航商對區域營運中心選擇行為之研究』，國立臺灣海洋大學航運管理研究所碩士論文，1996。
11. 徐慧芬，『以鑽石模式建立國際港埠競爭力評估準則之研究』，國立交通大學運輸工程與管理系碩士論文，民國八十七年六月。
12. 高強、黃旭男、Toshiyuki Sueyoshi，管理績效評估：資料包絡分析法，華泰文化事業有限公司，2003年。
13. 倪安順，『亞洲地區國際商港港埠競爭力與效率調查分析』，海運月刊，No.124，pp.2-11，1996。
14. 倪安順、陳一平、許瓊文，『台灣地區國際商港競爭策略之研究』，中華民國運輸學會第十二屆學術研討會論文集，pp.86-99，1997。
15. 倪安順、林光，港埠經營與管理，201~225 頁，民國九十三年。

16. 許惠淑，『海運軸輻路網折扣係數之研究』，國立交通大學運輸科技與管理學系碩士論文，民國九十一年六月。
17. 港灣技術研究所，『台灣地區國際港埠與亞太地區重要港埠裝卸設施與裝卸效率之比較研究』，1996。
18. 陳敦基、蕭智文，『公路客運總體績效 DEA 評估模式建立之研究』，運輸計劃季刊，1994，第 23 卷，第 1 期，頁 11-40。
19. 陳昭宏、李樑堅、李俊毅，『港埠競爭力指標之研究』，第十三屆運輸年會學術論文集，pp.175-184，1998。
20. 陳俊宏，『公路汽車客運業補貼前後成本效率與服務效果之比較』，交通大學交通運輸研究所碩士論文，1999。
21. 陳俊男，『國籍航空公司營運績效之研究』，交通大學交通運輸研究所碩士論文，1999。
22. 陳澄隆，『國內定期航運公司營運績效之研究－應用資料包絡分析法 (DEA)』，交通大學交通運輸研究所碩士論文，1999。
23. 陳榮聰，『下一代貨櫃輪—世界各國港部隊於即將面臨的挑戰已經準備就緒的嗎？』，China Daily News Shipping 06/27/2000。
24. 陳韜、謝浩明、曾國雄，『從港埠及航運之發展趨勢來分析港埠競爭力—香港、新加坡、韓國與台灣港埠發展之比較與分析（下）』，海運月刊，2001 年 12 月，p.2-12。
25. 陳彥蘅，『國內空運航線別之經營績效評估－資料包絡分析法』，逢甲大學交通工程與管理所碩士論文，2003。
26. 郭石盾，『淺談航運發展趨勢與港埠經營管理策略』，台灣省政府交通處港灣技術研究所，1996。
27. 郭建男，『應用資料包絡分析法評估亞太地區港埠貨櫃作業效率之研究』，交通大學交通運輸研究所碩士論文，2002。
28. 梁金樹、倪安順，『港埠競爭力績效評比之研究』，海運研究月刊，第六期，1998。
29. 黃旭男，『資料包絡分析法使用程序之研究及其在非營利組織效率評估上之應用』，交通大學管理科學研究所博士論文，1993。
30. 游智超，『應用資料包絡分析法評估國籍貨櫃航商整體營運效率之研究』，國立高雄第一科技大學運輸與倉儲營運系碩士論文，2003。

31. 曾兆君,『應用資料包絡分析法評估亞太地區國際港埠貨櫃經營效率』,國立高雄第一科技大學運輸倉儲營運所碩士論文,2003。
32. 蔡文化,『台灣地區國際港埠作業效率比較評估:資料包絡分析法之應用』,中山大學企業管理研究所碩士論文,1994。
33. 張炳漢,『關於深港兩地港口優勢互補共同發展之分析』, Shippers Today, Vol.26#6, 2002。
34. 張徐錫,『東亞地區主要貨櫃港內外環境分析量化模式之研究』,海洋大學河海工程研究所碩士論文,2000。
35. 戴輝煌,『高雄港與香港轉運貨櫃競爭地位之研究』,國立臺灣海洋大學航運管理研究所碩士論文,1992。
36. 魏悅容,『台北市聯營公車經營績效之研究』,東吳大學會計研究所碩士論文,1996。
37. Agha, I. A., Catherine, S. L., and Lawrence, M. S.,1995, "Components of efficiency evaluation in Data envelopment analysis," European Journal of Operational Research, Vol. 80, pp.462-473.
38. Banker, B. D., Charnes, A. and Cooper, W. W., 1984, "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data envelopment analysis," Management Science, Vol. 30, pp.1078-1092.
39. Boussofiane, A., Dyson, R. G. and Thanassoulis, E.,1991, "Applied Data Evelopment Analysis," European Journal of Operational Research, Vol. 52, pp.1-15.
40. Charnes, A., Cooper, W. W., and Rhodes, E.1978, "Measuring the Efficiency of Decision Making Units," European Journal of Operational Research, Vol. 2, pp.429-444.
41. Charnes, A., Cooper, W. W., and Thrall, R. M.,1991, "A Structure for Classifying and Characterizing Efficiencies and Inefficiencies in Data Evelopment Analysis," Journal of Productivity Analysis, Vol. 2, pp 197-237.
42. Containerisation International Yearbook 2002~2004.
43. Emmanuel Thanassoulis, 2001, Introduction to the theory and application of data envelopment analysis : a foundation text with integrated software, Kluwer Academic Publishers.

44. Färe, R., S. Grosskopf, M. Norris and Z. Zhang , 1994, “Productivity growth, technical progress and efficiency changes in industrialized countries” , American Economic review , Vol. 84, pp 66-83.
45. Färe, R., S. Grosskopf, B. Lindgren and P. Roos, 1992 , “Productivity Changes in Swedish Pharmacies 1980-1989: A Non-Parametric Malmquist Approach approach” , The Journal of Productivity Analysis, Vol. 3, pp85-101.
46. Golany, B., and Roll, Y.,1989, “An Application Procedure for DEA,” OMEGA: International Journal of Management Science , Vol. 17, pp237-250.
47. James Odeck , 2000, “Assessing the relative efficiency and productivity growth of vehicle inspection services: An application of DEA and Malmquist indices” , European Journal of Operational Research ,Vol. 126, pp 501-514.
48. Jeffrey, L. C.,1990, “Efficiency Measurement in the Manufacturing Firm,” The Journal of Productivity Analysis, Vol. 2, pp5-13.
49. Joseph S., Srinivas T.,2004 , “Performance based clustering for benchmarking of US airports” , Transportation Research Part A, Vol. 38 , pp 329-346
50. Jose Tongzon , 2001, “Efficiency measurement of selected Australian and other international ports using data envelopment analysis” , Transportation Research Part A ,Vol. 35, pp 113-128.
51. Jose L. Tongzon ,and S. Ganesalingam.,1994, “An Evaluation of ASEAN Port Performance and Efficiency,” Asian Economic Journal , Vol. 8, pp137-330.
52. Kingsley, E.H., Yulan, M.H., Roger, R.S.,1997, “Regional port dynamics in the global economy: The case of Kaohsiung, Taiwan” , Maritime Policy and Management ,Vol. 24, pp 93-113.
53. Lawrence, M. S.,1996, “Data Envelopment Analysis : The Evolution of the State of the Art (1978-1995),” The Journal of Productivity Analysis, Vol. 7, pp99-137.
54. Mark, L.C., James, A.P., Wayne, K. T., 1990, Ocean Container Transportation: An Operational Perspective , Taylor&Francis 1-18.
55. Nicole A., Joseph B., 2001, “Measuring airport quality from the airlines’ viewpoint: an application of data envelopment analysis” , Transport Policy , Vol. 8 , pp 171-181.

56. Per Andersen, Niel Christian Petersen, 1993 , “A Procedure for Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis” , Management Science ,Vol.39, No.10, pp 1261-1264.
57. Roll Y., and Hayuth Y., 1993, “Port performance comparison applying data envelopment analysis,” Maritime Policy and Management ,Vol. 20, No. 2, pp 153-161.
58. Song, D.W.,2002, “Regional container port comprtition and co-operation: the case of Hong Kong and South China” , Journal of Transport Geography ,Vol. 10, pp 99-110.
59. William, W. W., Lawrence, M. S., and Kaoru T., 2000, Data envelopment analysis : a comprehensive text with models, applications, references, and DEA-Solver software. Kluwer Academic Publishers.



# 簡 歷



姓 名：黃善界

籍 貫：台灣省雲林縣

電子信箱：[neilguy.tem92g@nctu.edu.tw](mailto:neilguy.tem92g@nctu.edu.tw)

學 歷：

民國 94 年 6 月 交通大學運輸科技與管理學系碩士班畢業

民國 92 年 6 月 逢甲大學交通工程與管理學系畢業