

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

資料包絡分析法應用於港埠作業績效評估之研究

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC91-2211-E-009-044-

執行期間：91年08月01日至92年07月31日

執行單位：國立交通大學交通運輸研究所

計畫主持人：黃承傳

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 92 年 9 月 10 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 成果報告 期中進度報告

中進度
報告

資料包絡分析法應用於港埠作業績效評估之研究

Performance Evaluation of Port Operations Using Data Envelopment Analysis

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC91-2211-E-009-044

執行期間：91年8月1日至92年7月31日

計畫主持人：黃承傳

共同主持人：

計畫參與人員：

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告 完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

赴國外出差或研習心得報告一份

赴大陸地區出差或研習心得報告一份

出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究

計畫、列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢
涉及專利或其他智慧財產權，一年二年後可公開
查詢

執行單位：國立交通大學交通運輸研究所

中 華 民 國 九 十 二 年 七 月 三 十 一 日
摘 要

台灣地區進出口貨物之運輸主要依賴海運，而港埠為海上運輸之樞紐，其效率之良窳攸關我國整體經濟之發展甚鉅。故政府近年來除致力於硬體建設外，對於如何提昇其整體營運績效亦十分重視，期能在激烈競爭的環境中脫穎而出。欲了解我國港埠與亞太地區主要競爭港埠之優勢與劣勢，據而研擬改善策略與因應對策，亟需一套客觀而適用的績效分析與評估方法。

國內外以往有關港埠作業績效評估之文獻雖然不少，但所採用的方法大多偏重於選取大量的評估指標，再以問卷調查的方式由受訪者評定各評估指標的權重，易受人為主觀因素所影響，且缺乏因果關聯的分析。近年來國外已有若干文獻改採資料包絡分析法(DEA)評估港埠整體績效，並獲得不錯的成效。DEA方法具有操作簡單、避免人為主觀因素影響，且又能提供整體效率值的優點。本計畫主要內容即係以DEA方法來分析評估我國高雄、基隆、台中三港與鄰近八個主要競爭港埠貨櫃作業之整體績效與競爭能力，從而探討我國各港的缺失及原因，據以研擬改善策略，提供主管機構參考。

關鍵詞：港埠作業、資料包絡分析法、績效評估

Abstract

International seaports in Taiwan Area has played an important role in the economical development of the country, since sea transportation has been the major mode of carrying import & export cargoes. The government has thus spent a great deal of effort to enhance their performance, in order to keep the seaports in leading position under highly competitive environment. To understand the advantages & disadvantages of our seaports, in comparing with other competitive seaports in the Asian Pacific Region, an objective & appropriate evaluation method is required.

Although many literatures have addressed to the performance evaluation of port operations, but most of these studies use multiple criteria evaluation method, in which usually too many criteria are chosen, and the weights of criterion are determined by

subjective judgement, lack of causal relationship analysis. DEA (Data Envelopment Analysis), an alternative approach, has recently been applied to ports evaluation by several studies. The distinct features of DEA is objective and easier to apply, in that less data collection effort is needed to perform the work. The main contents of this study is to evaluate & compare the overall performance of the container terminals in the three international seaports in Taiwan, and their 8 major competing ports in the region, using DEA method. Deficiencies of each container terminals in Taiwan are explored, and proper strategies and measures to improve the performance are then proposed based on the results obtained from DEA method.

Keywords: Port Operations, Data Envelopment Analysis, Performance Evaluation

一、動機與目的

我國對外貿易之貨物運輸主要依賴海運，而港埠為海運的樞紐，因此港埠服務之良窳與國家整體經濟發展具有相當密切的關聯。近幾年來政府正積極推動將台灣發展為全球運籌中心，除硬體建設外，對於如何提昇港埠營運績效亦十分重視。此外，近年來許多亞太地區之鄰近港埠也多以提昇整體作業績效為重要目標，競爭情形日趨激烈，尤其以貨櫃運輸為然。如何在競爭激烈的環境中脫穎而出，首需評估比較競爭港埠營運績效之優劣，分析自身之優勢與劣勢，據而研擬因應策略。

績效評估除了可以衡量港埠營運之表現優劣，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，以便針對自身所具備之資源，採取適當之因應措施，一套公正客觀而適用的效率評估方法則為達成此一目的不可或缺的基本要件。由於影響港埠效率的因素十分複雜，因此以往有關評估港埠作業績效之研究文獻雖然不少，但所採用的方法大多偏重於選取大量的評估指標，其綜合績效之評估往往以問卷調查之方式由受訪者決定各評估指標之權重，易受人為主觀因素所影響，而且缺乏因果關聯的分析，而以資料包絡分析法（Data Envelopment Analysis, DEA）將可避免此種缺點。Roll(1993)曾經以此法評估二十個港埠的營運績效，並指出其具操作方法簡單、資料不需單位化且又能提供整體效率值之優點。因此引發本研究之動機。

基於上述之背景與動機，本研究主要目的如下：

- 1.以資料包絡分析法構建適用於評估貨櫃港埠作業績效之模式，並與其它評估方法比較。
- 2.利用效率分析、規模報酬分析、虛擬乘數分析及差額變數分析等方法，分析比較我國與亞太地區主要競爭港埠貨櫃作業績效之優劣，並探討國內外貨櫃港埠作業績效之差異與癥結所在。
- 3.以敏感度分析探討投入產出項對效率衡量結果的影響程度，據以作為研擬改善對策的參考。

4.藉由績效評估之結果，分析我國各國際貨櫃碼頭之資源使用情形，並探究效率低落之原因，再與近期相關文獻之評估結果比較，進而針對國內貨櫃碼頭之弱點提出改善建議。

本研究係以亞太地區與我國國際貨櫃港具有競爭關係之港埠為主要研究對象；包括主要競爭區域之香港、上海、廈門、鹽田，以及次要競爭區域之新加坡、山、神戶 8 個港，加上我國之高雄、台中與基隆，共計 1 東個港。研究之焦點則著重於各港所具備資源之使用對於貨櫃作業效率之影響。因此，將研究範圍界定於與貨櫃裝卸效率有關之前線系統及與貨櫃搬運效率有關之後線系統。研究所需之各港資料主要係由國內外之相關統計年報如 Containerization International Yearbook，以及各港之年報、網站、相關研究報告等收集。

二、文獻回顧

1.績效評估方法

近年來關於港埠績效評估的研究，大多以港埠整體競爭力和碼頭貨櫃裝卸作業績效這兩個課題居多，而採用的分析方法也相當多元化，包含 SWOT 分析、層級分析法（Analytic Hierarchy Process；AHP）、簡單加權平均法(Simple Additive Weighting Method; SAW)、TOPSIS 法(Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution)、模糊集群分析（Fuzzy Cluster Analysis）及資料包絡分析法（Data Envelopment Analysis；DEA）等方法；而有些研究更不只應用單一分析方法，例如張徐錫[民 90 年]結合 SWOT 分析法及層級分析法 AHP，來構建一個量化的 SWOT 分析模式，以及交通部運輸研究所與中華顧問工程司[民 89 年]利用 SAW 法及 TOPSIS 法對於各港之競爭力加以排序等。茲將其中較具代表性之文獻彙整如表 1。

表 1 港埠績效評估方法彙整表

研究者	研究對象	績效評估方法
交通部運輸研究所與中華顧問工程司 [民 89]	亞太地區國際港埠	層級分析法 SWOT 分析 SAW 法 TOPSIS 法
張徐錫[民 90]	亞太地區國際港埠	層級分析法 SWOT 分析
徐慧芬[民 88]	亞太地區國際港埠	層級分析法（鑽石模式）
侯政乾[民 88]	亞太地區國際港埠	模糊集群分析

資料來源:本研究整理

2.利用 DEA 模式分析運輸產業之相關文獻

資料包絡分析法 (Data Envelope Analysis) 是一種以數學規劃模式求取生產邊界的效率評估方法，自 Charnes, Cooper 與 Rhode 於 1978 年提出之後，便被廣泛地運用在多種投入、多種產出的相對績效評估上。DEA 在缺乏投入及產出之自然價格的情況下，也能夠用來產生總體的績效評估指標，所以特別適合用來評估非營利事業的績效。此外，此方法在處理權重上，不受人為主觀因素之影響，能夠保持公平與客觀，且能夠提供無效率者改善之方向。由於其操作簡單，且不須事先設定權重，即可提供同業間之相對效率比較，頗受肯定。而由於 DEA 對所評估的對象之經營型態並無限制，近年來已被廣泛應用於許多領域。根據統計 DEA 在實證上之應用已逾 400 件以上，應用的領域包含運輸、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，由於相關研究數目過多，無法一一介紹，所以只將應用於運輸產業相關領域的研究報告彙整如表 2。

表 3 以 DEA 方法評估運輸業績效之文獻彙整表

作者	研究主題	投入變數	產出變數	分析內容
顧志遠、張國平 (民 79)	台北市市營公車的營運績效	勞工人數 燃油用量 車輛數	延車公里 載客人數	效率分析
Adolphson et al.(1989)	美國鐵路公司	人工小時 營運費用	投資報酬率 延噸英里營收 總延噸英里數	效率分析
Chang et al.(1992)	台北市之公營與民營公車進行相對效率評估	營運車輛數 員工人數 燃油用量	延車公里 收入 班次數	效率分析
Schefczyk(1993)	航空客運公司與航空貨運公司績效衡量	勞動 燃油 佣金	收益旅客公里	效率分析
Roll et al(1993)	港埠營運績效	人力 資本 貨種一致性	總裝卸量 服務水準 顧客滿意度 到港船舶總艘數	效率分析 敏感度分析
林延儒(民 82)	臺灣地區航空公司生產效率之評估	勞動價格 燃料價格 維修價格 其他投入價格 資本投入	載客率 服務機場數 延人公里	效率分析 檢定效率差異
廖逸君(民 82)	亞太地區航空公司的經營效率	固定資產 維修成本 飛行費用 員工人數 可售座位公里 可售噸公里	延人公里 延噸公里 準點率	效率分析 規模效率 差額變數分析
蔡文化(民 83)	台灣地區五個國際港埠的裝卸與倉儲作業效率	裝卸設備數 淀泊船舶數量 延日總容量 延人工時	裝卸量 延日存倉量	相對效率評估 比率分析法
陳敦基、蕭智文 (民 83)	公路客運總體績效	員工數 車輛數 耗油量 車公里數	車公里數 班次數 延人公里 載客人數	效率分析

葉清江(民 83)	台灣地區國內線五家航空公司的經營效率	班次數 人事費用 燃料費用 維修費用 提供座位數	營業收入 飛行公里 載客人數	效率分析 規模效率 差額變數分析 敏感度分析
黃蘭貴(民 83)	航空公司的主要國際客運航線相對效率評估	組員費用 營業推廣費用 管理費用 營運成本 航程 飛航班次 可售座位公里	航運收入 載客人數 延人公里 載客率	效率分析 規模效率 差額變數分析
李怡容(民 84)	基隆港貨櫃場生產效率	機具 人員 維修 能源(電力及燃油)	橋式機裝卸量 輪型機裝卸量	效率分析 規模效率 差額變數分析 敏感度分析
魏悅容(民 82)	台北市聯營公車經營績效	員工人數 車輛數 燃料數	行駛公里 乘客人數	效率分析 規模效率 差額變數分析
陳俊男(民 88)	國籍航空公司營運績效	固定資產 勞動費用 燃料費用 維修費用	營業收入 提供座位公里 延人公里	效率分析 規模報酬分析 敏感度分析 差額變數分析
陳俊宏(民 88)	公路汽車客運業補貼前後成本效率與服務效果	車輛數 班次數 延車公里數 員工數量 耗油量	班次數 延車公里數 載客人數 延人公里數	效率分析 差額變數分析 敏感度分析
Martines-Budria et al(1999)	西班牙二十六個港口管理當局之相對效率	勞力支出 折舊費用 其它支出	碼頭總處理貨物 港口設備租金	效率分析 差額變數分析
Cruz(1999)	西班牙十六個混合國內外使用的大型機場之效率	每年乘客數 總經濟成本	總報酬 基礎設施服務 報酬 營運報酬 最終報酬	
Chu and Fielding(1992)	大眾運輸業	車營運費用 維修費 一般行政費 其他費用	車公里 營運收入 班次數	
陳澄隆(民 89)	國內定期航運公司營運績效	岸勤人員 船舶艙位容量 貨櫃數目 裝卸費用	定期航運收入 載運量	效率分析 規模報酬分析 敏感度分析 差額變數分析 虛擬乘數分析

資料來源：本研究整理

由表 2 可知，DEA 近年來應用於運輸領域之研究雖多，但在港埠方面的研究相對較少。1993 年 Roll & Hayuth 首先以 DEA 法評估二十個港埠績效，將港埠之實質投入與生產比例轉換為在產出一單位時，港埠生產者在某時段是否具有效率的指標。所選擇放入 DEA 模式之投入變數包括人力、資本、貨種均質性(Cargo Uniformity)；產出變數包括總裝卸量、服務水準(以船舶在港時間與裝卸時間比值表示)、顧客滿意程度、到港船舶總艘數等。

另外西班牙學者 **Martines-Budria et al** 等人則於 1999 年以 DEA 方法比較西班牙 26 個港口在 1993~1997 年的作業效率，其採用之投入項為勞力支出、折舊費用及其它支出，而產出項為總處理貨物量、港口設備租金等兩項。其將 26 個港口依其複雜性分成三個群落，發現高複雜性之港口有較高的相對效率，且隨著時間增加與效率前緣越來越接近；中度複雜性的港口在近五年內的作業效率成長有趨於減緩之現象；而在低複雜性之港口作業效率則呈現負成長。

Jose Tongzon 曾於 1995 應用 DEA 之 CCR 與 ADDITIVE 模式，選取墨爾本、香港、漢堡、鹿特丹、菲力克斯、橫濱、新加坡、基隆、雪梨、佛利曼特、布里斯班、第不瑞、齊布律格港、拉斯皮查、丹絨不露、大阪等十六個國際貨櫃港埠作為研究對象，其所選擇的兩個產出項目分別為貨櫃數(TEU)及平均貨櫃裝卸率(即每工作小時之貨櫃裝卸數目)；六個投入項目(input)分別為起重機具數、船席數、拖曳機具數、港埠面積、延滯時間、勞工數；分析結果香港、漢堡、菲力克斯、橫濱、新加坡、基隆、齊布律格港、丹絨不露之 DMU 值小於 1，表示其相對作業效率較差，競爭力較弱。

在國內方面的研究，**蔡文化**[民 84]也運用 DEA 針對台灣地區的五個國際港埠作業效率進行比較。其首先將港埠營運業務分成倉儲及裝卸兩大部份，並選出四個投入項，分別為裝卸設備數(台)、淀泊船舶數(艘)、延日總容量(千公噸)、延人工時(人-小時)，而產出項則為裝卸量(千計費噸)與延日存倉量(千公噸日)，之後再利用資料包絡分析法中之 CCR 模式及 BCC 模式將上述港埠之投入/產出項加以彙總分析，而得到各港埠之總技術生產效率、純技術效率與規模效率，並進行差額變數分析，以探討港埠無效率的原因及其改善方向。

三、研究方法與成果

本計畫之進行步驟及其主要工作內容與方法分述如下：

1. 文獻回顧：收集國內外有關港埠績效評估方法、港埠績效評估指標以及 DEA 應用於運輸產業，尤其是有關港埠營運方面之相關文獻，並加以整理評析，以作為本計畫之重要參考與基礎。
2. 資料包絡分析方法之特性分析：主要在探討資料包絡分析法之理論基礎，並與其他各種績效評估方法之特性、原理、應用限制，以及優缺點等加以分析比較。
3. 貨櫃碼頭營運現況與作業特性分析：收集亞太地區各主要國際港埠貨櫃碼頭之硬體設施與營運現況等基本資料，針對各港貨櫃碼頭之作業特性與差異加以探討，其中包含貨櫃碼頭種類、數量、面積、作業方式與人力、使用機具與數量等；另一方面透過營運資料的收集，分析目前亞太地區國際貨櫃港之營運現況，包括航線、裝卸量、裝卸與搬運效率、進出港船次、船型等。
4. 競爭港埠之選取：本計畫係以亞太地區與我國高雄、基隆、台中三大港埠具有競爭性之國際貨櫃港埠為主要研究對象。研究對象之選取主要考慮下列三項基本因素(1)與我國地理區位之相近程度(2)可提供相等之服務條件與能力(3)與我國國際港埠之顧客有相當程度的重疊性。依據以上的條件並依競爭程度的不

同，將選取的對象再區分為主要競爭區域港群與次要競爭區域港群二大類。前者包括香港、上海、廈門、鹽田，後者則包括新加坡、釜山、神戶、東京等共八個港埠。

- 5.投入產出項目選取：依照貨櫃裝卸搬運之特性以及 DEA 方法之變數選取原則，選取適當的投入項及產出項。所選取的投入項為橋式起重機數量、櫃場搬運機具數、貨櫃船席數以及貨櫃場面積等四項，並以年貨櫃裝卸量為產出項目。
- 6.模式應用與營運效率分析：依據資料包絡分析法之理論，並利用 LINGO 作業軟體將受評之 11 個港埠投入產出項目資料輸入，以效率分析、規模報酬分析、虛擬乘數分析、差額變數分析及敏感度分析等方法，針對該 11 貨櫃港埠之評估結果加以比較分析，並探討評估結果的意涵與合理性。
- 7.研提改善建議：依據綜合分析比較之結果，針對我國三大港埠如何提昇其貨櫃碼頭作業效率與競爭力分別研提有效的改善建議。
- 8.結論與建議：綜合本研究各項結果，歸納出主要的結論與建議事項。期能提供主管機構在實務上，與學術機構在後續研究方面的參考。

本計畫已依照預定進度順利完成上述各項工作，主要研究成果將擇要分述於第四節之結論與建議。

四、結論與建議

本研究採用 DEA 模式來建立一套完整且客觀的評估模式，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需要改善的方向和程度，另外以敏感度分析探討投入項目減少對於效率值的影響情形，最後再依據評估結果，針對國內貨櫃港埠的貨櫃作業績效提出改善對策。

4.1 結論

一、整體分析結果

1. 效率分析：在受評估的十一個貨櫃港埠當中以香港、上海港及基隆港三個港埠之作業效率較佳，在總效率、純粹技術效率及規模效率值皆為 1，亦即三個貨櫃港埠在投入要素使用上呈現相對有效率，且產出與投入要素比例適當，而達到最適生產規模。另外其它八個港埠中以新加坡港、高雄港及廈門港之效率值較接近 1，亦即這三個港埠只須針對現有的投入資源稍作調整，便能達到相對有效率的狀態。而釜山港、鹽田港、東京港、神戶港及台中港的效率值，則離相對有效率有較大的差距，必需針對投入資源的使用與配置進一步進行較大幅度的調整，以避免資源的浪費，並改善其效率。
2. 規模報酬分析：規模報酬遞增的受評港埠由於產出增加率大於投入增加率，

可積極增加橋式起重機數目、櫃場機具數目、櫃場面積、貨櫃船席數等投入資源；遞減的受評港埠則反之。在十一個受評估的港埠當中，規模報酬遞增的港埠有廈門港、鹽田港、釜山港、東京港及高雄港，這五個港埠可增加資源的投入，使營運處於合適的規模；另一方面，新加坡港、神戶港及台中港三個港埠，其規模報酬呈現遞減，因此可適度減少其資源投入。香港、上海港與基隆港其規模報酬則呈現固定的狀態，亦即這些港埠營運規模處於合適的狀態。

3. 差額變數分析：差額分析提供了無效率受評估決策單位改善之方向與改善幅度的相關資訊，也就是求得應減少的投入資源的使用量方能達到有效率的狀況。其中新加坡港出現差額數值為橋式起重機數及櫃場搬運機具數；廈門港及鹽田港出現差額數值為橋式起重機數及貨櫃場面積；釜山港出現差額數值為櫃場搬運機具數及貨櫃場面積；東京港及神戶港則分別在橋式起重機和貨櫃船席數出現差額數值；我國台中港有櫃場搬運機具的差額，高雄港則有橋式起重機的差額。香港、上海港與基隆港由於為相對有效率的港埠，因此其投入資源並無差額數值存在。
4. 虛擬乘數分析：虛擬乘數分析是針對港埠在資源限制的情況下，提供所有投入項目權重值的大小，以作為改善作業效率優先順序的參考。在受評港埠中橋式起重機數有較高的權重值有釜山港及台中港；在櫃場搬運總機具有較高權重值為高雄港；在貨櫃場面積有較高權重值的有新加坡港、香港、神戶港、東京港、神戶港及基隆港；在貨櫃船席數有較高權重值的有廈門港及鹽田港。
5. 敏感度分析：主要在探討移除某一投入項後對各港效率值的影響。首先在移除貨櫃場面積的部分，可發現基隆港的效率值驟降至 0.39，進一步探究其原因發現基隆港之所以為有效率的港口，是由於基隆港的後線貨櫃場面積十分狹小，但在移除貨櫃場面積後，其它投入資源與其產出之間比例與其他港埠比較，並無優勢，因此效率值才會呈現驟降的情形。另一方面，在移除櫃場搬運總機具數後，高雄港效率值會有所提昇，因此高雄港應在後線櫃場適當增加搬運機具以改善現行的搬運機具不足的状态。

二、國內三港之分析結果

1. 高雄港—基於高雄港在貨櫃起重機數出現 20 台的差額數值，本研究認為高雄港在後線貨櫃搬運系統的處理速度出現無法配合橋式起重機的狀況，因此必

須增加搬運機具的投入，使整個貨櫃搬運裝卸流程能更有效的運作。此外，在高雄港虛擬乘數值當中，亦以櫃場搬運總機具數值為最大。因此本研究認為為使資源有效的配合運作，高雄港須增加後線系統的櫃場搬運機具之投入，以提昇高雄港的國際競爭力。另外由於高雄港擁有較多櫃場土地面積，因此很適合發展國際物流中心，以吸引國際大型物流業者設立發貨配銷據點，增加高雄港貨櫃裝卸量。

2. 台中港—台中港之規模效率值為 0.35，亦即台中港之投入產出的比例明顯不適當，因此必須在投入資源上進行調整，使港埠呈現較佳的作業效率。由差額變數分析結果顯示，櫃場總機具數出現 74 台的差額數值，表示以目前櫃場總機具數在正常運作下，台中港前線貨櫃裝卸系統的裝卸處理速度較櫃場機具搬運速度慢，而有造成後線櫃場機具閒置之可能。因此本研究認為台中港應增購新的橋式起重機並汰換老舊的橋式起重機，以提昇前線的作業效率。台中港的虛擬乘數值當中，最大為橋式起重機，次為貨櫃場面積，此亦顯示台中港在改善作業效率時，宜選擇橋式起重機或貨櫃場面積來進行調整，改善的成效最大。
3. 基隆港—由於基隆港貨櫃場面積、櫃場總機具數這兩項投入項目比起其它港埠的投入有明顯的差距，但其年裝卸總量有 167 萬 TUE，經由 DEA 模式以投入與產出數量的比例來分析會呈現相對有效率，因此與相關研究以不同方法對基隆港的績效評比結果有所出入。由於基隆港投入產出的比例，為低投入高產出的情況，因此應注意機具的使用情況，避免過度使用，妥予維護保養。

4.2 建議

DEA 可以作為評估整體效率的有效工具，如果能蒐集完整資訊，作長期的績效評估，應可從中發現港埠問題與改善方向，但在應用上仍有其限制，茲提出主要建議事項如下。

1. DEA 所評估的是相對而非絕對的結果—DEA 係就所選取的評估對象作相對比較，因此所得到的結果會因為評估對象之不同而改變。本研究係以所選取的 11 個貨櫃港埠為評估對象，如果再加入其它港埠可能會產生不同的結果，所加入的對象表現越好，各港的相對效率值可能會再降低，因此在解釋評估結果時應考量此一特性。
2. 改善方向與數值應與其他模式配合運用—本研究只就模式所得結果進行差額變數分析，以找出各投入指標之差額數值，提供改善的方向。但由於 DEA 模式中差額變數分析，是依據投入較小化，產出較大化的原則，因此所得到的

差額數值是以減少投入為方向，但在實務運用上不一定適當，因為港埠已投入的資源往往不容易在短時間內減少，因此另一種思考方向為轉而探討其他投入項目應當如何調整以配合該項目差額數值的問題。本研究建議應可考慮利用其它計量方法以估算合宜的調整數量。

3. 建立相關港埠的資料收集系統—由於影響港埠營運績效的因素很多，本研究僅針對貨櫃搬運裝卸的作業進行績效評比，研究過程中發現國外港埠的相關資料很難取得，受限於資料不完整只好將若干投入產出項目變動或刪除，因此建議政府主管單位宜設法建立一套資料收集系統，定期針對亞太地區競爭港埠之相關資料，作完整的蒐集與分析，以利了解國外競爭港埠的發展動態，俾便儘快調整策略，以因應日益激烈的競爭局勢，並可做為類似研究的基礎資料。

參考文獻

1. 李怡容(1995)，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。
2. 林延儒(1993)，臺灣地區航空公司生產效率之評估—DEA 彈性函數方法之應用，清華大學經濟學研究所碩士論文。
3. 高蓓華(1990)，生產效率之評估：以台北市公車為例，清華大學經濟研究所碩士論文。
4. 張有恆(1993)，運輸學，華泰書局。
5. 陳俊宏(1999)，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。
6. 陳俊男(1999)，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。
7. 陳敦基、蕭智文(1994)，「公路客運總體績效 DEA 評估模式建立之研究」，運輸計劃季刊，第 23 卷，第 1 期，頁 11-40。
8. 黃旭男(1993)，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。
9. 黃蘭貴(1994)，企業內部經營績效診斷之研究：數據包絡分析模式之應用，台灣大學商學研究所碩士論文。
10. 葉清江(1994)，國內線航空公司營運效率之研究，交通大學管理科學研究所碩士論文。
11. 廖逸君(1993)，以 DEA 方法評估亞太地區航空公司的經營效率，台灣大學商學研究所碩士論文。
12. 蔡文化(1994)，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。
13. 魏悅容(1996)，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。
14. 顧志遠、張國平(1990),「數據包絡分析 (DEA) 效率評估之應用：以台北市公車為例」,運輸計劃季刊,第9卷,第1期,頁27-38。
 15. 交通部運輸研究所及財團法人中華顧問工程司(1999) —國際港埠裝卸機具調查研究。
 16. 楊文賢(1993),基隆港貨櫃碼頭營運績效之研究,交通大學交通運輸研究所碩士論文。
 17. 林東容(1996),貨櫃碼頭裝卸作業方式之績效評估—以基隆港第二貨櫃中心為例,交通大學交通運輸研究所碩士論文。
 18. 張徐錫(2000),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。
 19. 交通部運輸研究所及財團法人中華顧問工程司(1999) —亞太地區國際港埠競爭力分析與趨勢研判。
 20. 黃蘭貴(1994),企業內部經營績效診斷之研究-數據資料包絡分析模式之應用,國立台灣大學商學研究所碩士論文。
 21. 丁吉峰(1997),貨櫃碼頭營運作業績效評估之研究—多準則評估之應用,台灣海洋大學航運管理管理學系碩士學位論文。
 22. 倪安順(1993),「我國國際港埠營運績效與評比制度之建立」,港埠經營管理研習會論文集,專刊第84號,台灣省交通處港灣技術技術研究所。
 23. 倪安順(1996),「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。
 24. Tongzon, Joe L. (1995), “Determinants of Port Performance and Efficiency”, *Transportation Research-A* Vol.29A, No.3, pp.245-252.。
 25. Kuo-Ping Chang、Pei-Hua Kao, The relative efficiency of public versus private municipal bus firms :an application of data envelopment analysis, *The Journal of Productivity Analysis* 3, page 67-84, 1992。
 26. A. Charnes、W. W. Cooper、E.Rhodes, Evaluating program and managerial efficiency:an application of data envelopment analysis to program follow through, *Management Science*, Vol.27, No.6, page 668-697, 1981。
 27. R. D. Banker、A. Charnes、W. W. Cooper, Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis, *Management Science*, Vol.30, No.9, page 1078-1092, 1984。
 28. Lewin,A.Y、J.W.Minton, Determining organization effectiveness : Another Look and an Agenda for Research, *Management Science*, Vol.32, No.5, page 514-538, 1986
 29. Roll,Y.,and Hayuth (1993), Port Performance Comparison Applying Data Envelopment Analysis (DEA), *Maritime Policy and Management*, Vol 20, No.2, pp153-161。
 30. Farrell,M.j. , The measurement of productive efficiency, *Journal of the Royal Statistical Society, Series A, General*, 120, Part 3, Page 253-281, 1957。
 31. F.Salazar De La Cruz (1999), A DEA Approach to the Airport Production Function, ”*International Journal of Transpor Economics*” , Vol 26, No 2, pp 255-270。
 32. .Martines-Budris, R.Diaz-Armas, M.Navarro-Ibanez, and T.Ravelo-Maga(1999), “A Study of Efficiency of Spanish Port Authorities Using DEA Approach”,Vol

24, No 2 °