

## 應用資料包絡分析法評量港埠經營績效之研究

# Performance Assessment of Port Managing Applied by the Data Envelopment Analysis

林國棟 Kuo Tung Lin<sup>1</sup>

盧華安 Hua-An Lu<sup>2</sup>

### 摘 要

港埠為國際貿易重要出入口，在國家門戶及發展上扮演著舉足輕重之地位，我國港埠之經營雖屬國營事業範疇，未來需朝向企業體經營模式邁進，在面對多元且變化不斷的海運市場環境，如何有效經營管理，使投入之資源充分發揮其效能，獲取最大利潤，乃為港埠經營管理者必須努力之目標。而在港埠競爭日趨激烈的環境中，港埠主管機關統籌運用港埠資源時，為監督管理各港之經營及評核其營運績效，宜建立一套清晰、簡便、完整的快速評量方法。本研究從港埠主管單位的角度進行研議，以台灣地區四大國際港埠為例，探討其營運環境與基本資源，以及近年來在營運績效與財務績效的表現，並應用資料包絡分析法，探討四港之整體經營效率。由分析結果可知，高雄港各年度均為相對有效率之港埠，而諸港均處於規模報酬遞增階段。針對各港在相對無效率之年度，差額變數分析提供其投入及產出資源進行調整之建議。

**關鍵詞：**資料包絡分析法、規模報酬遞增、差額變數分析

### ABSTRACT

Port plays a significant role in the national gateways of international trades. Port administration and management in Taiwan belongs to the business of government. However, port authority has to change the managing concept into liberation while confronting the fast variety in the competitive shipping environment. The goals of port managing need to aim how to operate effectively so as to use the resources efficiently and profitably. On the auditing role, central government also needs a clear, fluent but overall method to measure the performance of port's managing for controlling the budget every

<sup>1</sup> 台中港務局船修廠修造課課長，國立台灣海洋大學航運管理學系碩士。

<sup>2</sup> 國立台灣海洋大學航運管理學系助理教授(聯絡地址：基隆市 202 中正區北寧路二號，聯絡電話：02-24622192 轉 3431，E-mail: [halu@mail.ntou.edu.tw](mailto:halu@mail.ntou.edu.tw))。

year. This research first explores the operational environment and basic resources of four international ports in Taiwan and describes their operational and financial performance in recent years. We make a whole evaluation by using the Data Envelopment Analysis (DEA) method to judge which ones of them are relatively effective in managing. The results show that port of Kaohsiung is relatively competitive among these four ports, and all are in the status of increasing return of scale. Some suggestions from residual variable analysis to the adjustments of input and output items for relatively ineffective units are also reported in this study.

**Keywords:** Data Envelopment Analysis, Increasing Return of Scale, Residual variable Analysis

## 壹、前言

近年亞太地區新興工業國家，如大陸及東南亞國家，由於生產成本低廉，貿易量持續高度的成長，使得亞太地區海運市場占世界海運市場已高達六成。在此優勢下，海運市場對我國港埠發展應為一大利基。我國港埠之經營雖屬國營事業範疇，但未來需朝向企業體經營模式邁進，在面對多元且變化不斷的海運市場環境，其如何有效經營管理，使投入之資源充分發揮其效能，乃為港埠經營管理者必須重視努力之課題。台灣地區國際商港之各項基礎設施建設均由政府投資營運，四大國際港埠在全球航運網路上可視為一整合點，港埠主管機關應統整四個國際商港為一個「港群」，給予適當定位及推動營運目標，藉以發揮整體港埠功能。惟港埠主管機關統籌運用港埠資源時，如何督導管理各港之經營及評核其營運績效，雖可從統計、會計資料，反映各港之營運概況。但該等資料並未能轉化提供一套清晰、完整且簡捷之資訊，供主管機關之管理者決策之參考，故建立一套經營管理評量方法，提供港埠主管機關簡便快速瞭解港埠經營績效，實乃一重要之課題。

資料包絡分析法(Data Envelopment Analysis, DEA)在效率評估與管理領域應用極為廣泛，其係以數學規劃模式求取生產邊界效率的評估方法，可運用在多種投入多種產出的相對績效評估上，進而產生總體績效評估指標。此外，其操作簡單且不需事先設定權重，可提供同業間之相對效率比較，故亦適合用來作為港埠經營管理績效評量之方法。本研究以台灣地區四大國際港埠為例，選定適當之投入產出項目，分析各港近五年來之總體表現，所採用的統計資料係以各港務局之統計要覽、決算書等為主，因各港之資料呈現方式不盡相同，限於資料之一致性，故本研究以各港已建立之統計資料為原則。且因研究期間，民國 92 年之資料尚未公布，僅以 91 年為最新資料進行分析。

後續內容於第二節回顧以往文獻之研究成果，第三節利用蒐集資料綜合分析四大港埠目前之營運現況，第四節則為包絡分析之進行過程與結果討論，最後為結論與建議。

## 貳、文獻回顧

Charnes 等人<sup>[2]</sup>乃根據 Farrell 的理論基礎，用數學規劃的技巧衡量出受評估單位(Decision Making Units, DMU)的生產邊界，以產出/投入計算個別受評單位的相對效率，並將此方法定名為資料包絡分析法(Data Envelopment Analysis, DEA)，即所謂之 CCR 模式。另 Banker 等人<sup>[1]</sup>於 1984 年以生產可能集的四個公理和 Shophard 的距離函數，在包絡線上，另加 DMU 在生產函數上的參考點必須是有效率的凸性組合限制，導出能夠衡量純粹技術效率(Pure Technical Efficiency)及規模效率(Scale Efficiency)的 BCC 模式。詳細之資料包絡分析法發展，可參考近期 Forsund and Sarafoglou<sup>[3]</sup>之研究成果。

資料包絡分析法在諸多領域都有良好的應用，包括運輸之範疇。在港埠部分，蔡文化<sup>[12]</sup>以資料包絡分析法對台灣地區五個國際港埠基隆、台中、高雄、花蓮、蘇澳港的港埠作業效率進行比較，取縱段面三年的資料，分成十五個 DMU，進行資料包絡分析，取裝卸設備數(台)、碇泊船舶數(艘)、延日總容量(千公噸)、延人工時為投入項，裝卸量(千計費噸)、延日存倉量(千公噸)為產出項，進行相對效率分析，並將結果與比較分析法作比較。李怡容<sup>[5]</sup>以基隆港貨櫃基地之營運作為研究對象，應用資料包絡分析方法以機具、人員、能源、維修為投入項指標，橋式機裝卸量、輪式機裝卸量為產出項指標，比較基隆港三大貨櫃場之相對生產效率及歷年效率的變動情形。郭建男<sup>[11]</sup>利用包絡分析法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，並應用技術效率分析、規模效率分析、規模報酬分析、差額變數分析、虛擬乘數分析與敏感度分析等來分析我國港埠整體作業效率，並探究效率低落的癥結所在，提出改善方向。Song 等人<sup>[4]</sup>利用 DEA 時窗分析，探討全球主要貨櫃港埠從 1992 至 1999 年之經營績效比較，其引用之投入變數包括碼頭長度、碼頭面積、岸邊裝卸起重機數量、櫃區起重機數量和跨載機數量，但產出項目僅以年吞吐量為代表。何森雄<sup>[6]</sup>應用於台中港倉儲轉運公司經營績效評估，投入變數為倉儲面積、人力數、投資額、薪資、租金管理，投入項目以裝卸量、營業收入表示，進行效率分析與規模報酬分析。此外，陳澄隆<sup>[9]</sup>亦應用於國內定期航運公司營運績效之評估，採用之投入變數為岸勤人員、船舶艙位容量、貨櫃數目、裝卸費用，產出項目為定期航運收入和載運量。

另外與海運特性較為相近的航空運輸，亦有若干應用，但大部分集中於評估航空公司之經營效率，林延儒<sup>[7]</sup>應用於台灣地區航空公司生產效率之評估，廖逸君<sup>[14]</sup>應用於亞太地區航空公司的經營效率，葉清江<sup>[13]</sup>應用於台灣地區國內線五家航空公司的經營效率，黃蘭貴<sup>[10]</sup>評估航空公司的主要國際客運航線相對效率，陳俊男<sup>[8]</sup>則鎖定國籍航空公司營運績效之評估。

### 參、台灣四大國際港埠經營現況綜合分析

本節首先針對四大國際港埠目前經營現況做一簡單介紹，並利用相關數據，略做經營現況之比較分析。

#### 3.1 經營環境及設施比較分析

台灣地區四大國際商港基礎設施、機具等之相關資料彙總詳如表 1，比較分析如下：

1. 港區面積：以台中港占地面積最大，其次為高雄、基隆、花蓮，台中港因占有廣大港埠用地優勢，故於港區規劃有 15 個專業區，提供廠商設廠，對進出港貨物量及港埠經營績效之提昇甚有助益。
2. 港灣設施：高雄港占天然條件之優勢，港口寬度及航道水深均足以供大型船舶進出，設施完善，具備國際航線樞紐港之條件。基隆、台中、花蓮雖限於地理環境，港灣設施亦均具國際航線靠泊規模，惟仍以中型船舶近洋區域航線居多。
3. 棧埠設施：以高雄港在船席數量及倉儲容量等均為最佳，其次為台中、基隆、花蓮。近年台中港積極投入硬體設施之興建（如船席、倉儲等），故有關棧埠設施有超越基隆之情形，而花蓮港配合東部地區需求，港埠經營環境及設施亦逐年提升。
4. 船機設施：以高雄港設施最完備，其次為基隆、台中、花蓮。

整體而言，不論在港區天然條件、地理位置、港灣、棧埠及機具設施等，港埠經營環境現況以高雄港為最具優勢之港口。

表 1 民國 91 年各港設施比較表

			基隆港	台中港	高雄港	花蓮港
港區	面積	陸域	1,964,094 m <sup>2</sup>	4,034 ha	1,442 ha	1,719,800 m <sup>2</sup>
		水域	3,757,562 m <sup>2</sup>	10,856,000 m <sup>2</sup>	96,761,000 m <sup>2</sup>	1,368,400 m <sup>2</sup>
港灣	港口	寬度(m)	280	350	100-228	275
		水深(m)	20 ~ 24	15.5 ~ 18.4	12.5 ~ 16.5	17.5
	航道	寬度(m)	250 ~ 360	200 ~ 300	80 ~ 160	100
		水深(m)	15 ~ 25	13.5 ~ 19.3	10.5 ~ 16.5	9.0 ~ 16.5
棧埠	船席數		57	45	118	25
	船席總長度		12,810	10,724	26,597	4,742
	營運碼頭	總數	40	45	93	25
		貨櫃	14	7	26	0
		散雜	26	38	67	25
	倉棧	棟(含圓庫、儲槽)	41	252	77	15
		總容量(公噸)	182,900	394,000	829,720	41,105
	堆貨場	處(含貨櫃場)	24	11	14	38
		堆儲量(公噸或 TEU)	330,809	125,688(及 47,288TEU)	43,947(及 118,302TEU)	171,983
	船機	拖船		16	10	30
交通船		6	3	10	1	
其他各型船舶		11	9	53	0	
橋式機		27	13	62	0	
其他各型機具		207	180	117	8	

資料來源：本研究整理。

台灣地區四大國際商港，進港貨物占四港進港貨物總量之比例，高雄港 54.4% 約占一半強，台中港 26.8% 占 1/4 強，基隆港 16.5% 及花蓮港 2.4% 合計不及 1/4；出港貨物方面，高雄港 54.9% 仍占一半強之貨物量，花蓮港 21.7% 占近 1/4 之貨物量，基隆 13.5% 與台中 9.9% 港合計不及 1/4。此顯示除高雄港外，台中港進口、花蓮港出口方面，在台灣亦占有舉足輕重之地位。整體而言，高雄港在進出港貨物吞吐量占四大國際商港貨物總吞吐量平均約為 54.5%，其次為台中的 23.1%，而基隆 15.7%、花蓮 6.6% 之總量尚不及台中港，顯示近十年台中港在台灣地區進出口貨物吞吐量占有相當重要之地位。

另進港貨物占全年港口貨物比率以台中港最大，近十年平均達 90.7%，其次為基隆、高雄、花蓮；出港貨物以花蓮港之年平均 71.1% 最大，其次為高雄、基隆、台中，整體而言，台灣地區四國際港口除花蓮港外均以進口貨為主。

### 3.2 營運狀況比較分析

#### 3.2.1 吞吐量

台灣地區四國際商港進出港貨物總量，近十年係呈現成長之趨勢，如表 2 所示。其中僅民國 87 年小幅下滑(-0.3%)，年平均成長率為 5.3%。而各港之年平均成長率分別為基隆港 2.3%、台中港 4.9%、高雄港 6.1%、花蓮港 11.7%；又進港貨物之年平均成長率為基隆港 1.9%、台中港 4.4%、高雄港 4.9%、花蓮港 9.2%，出港貨物之年平均成長率為基隆港 12.9%、台中港 11.8%、高雄港 10.8%、花蓮港 13.1%，顯示花蓮港成長率表現最佳，其次為高雄、台中、基隆。此外，我國仍以進口貨物多於出口貨物，但各港出港貨物成長率均大於進港成長率，顯示台灣地區近十年出口貨物有遞增之現象。

表 2 各港貨物吞吐量比較

單位：萬噸

單位	82年	83年	84年	85年	86年	87年	88年	89年	90年	91年	
進 港	基隆港	2,354	2,387	2,343	2,015	2,220	2,155	2,215	2,245	2,365	2,710
	台中港	2,897	3,158	3,328	3,550	4,072	4,046	4,113	5,312	3,648	3,835
	高雄港	6,298	6,287	6,551	6,721	7,765	7,585	8,444	8,669	9,284	9,542
	花蓮港	246	317	352	296	346	338	350	306	337	481
小計	<b>11,795</b>	<b>12,149</b>	<b>12,574</b>	<b>12,582</b>	<b>14,403</b>	<b>14,124</b>	<b>15,122</b>	<b>16,532</b>	<b>15,634</b>	<b>16,568</b>	
出 港	基隆港	563	570	648	615	408	240	231	251	662	743
	台中港	200	239	274	335	410	436	531	522	491	525
	高雄港	1,406	1,287	1,541	1,601	1,969	2,234	2,628	2,859	3,507	3,399
	花蓮港	523	546	558	614	770	877	1,045	1,209	1,255	1,552
小計	<b>2,692</b>	<b>2,642</b>	<b>3,021</b>	<b>3,165</b>	<b>3,557</b>	<b>3,787</b>	<b>4,435</b>	<b>4,841</b>	<b>5,915</b>	<b>6,219</b>	
進 出 總 計	基隆港	2,917	2,957	2,991	2,630	2,628	2,395	2,446	2,496	3,027	3,453
	台中港	3,097	3,397	3,602	3,885	4,482	4,482	4,644	5,834	4,139	4,360
	高雄港	7,704	7,574	8,092	8,322	9,734	9,819	11,072	11,528	12,791	12,941
	花蓮港	769	863	910	910	1,116	1,215	1,395	1,515	1,592	2,033
小計	<b>14,487</b>	<b>14,791</b>	<b>15,595</b>	<b>15,747</b>	<b>17,960</b>	<b>17,911</b>	<b>19,557</b>	<b>21,373</b>	<b>21,549</b>	<b>22,787</b>	

資料來源：本研究整理。

台灣地區四大國際商港，進港貨物占四港進港貨物總量之比例，高雄港 54.4% 約占一半強，台中港 26.8% 占 1/4 強，基隆港 16.5% 及花蓮港 2.4% 合計不及 1/4；出港貨物方面，高雄港 54.9% 仍占一半強之貨物量，花蓮港 21.7% 占近 1/4 之貨物量，基隆 13.5% 與台中 9.9% 港合計不及 1/4。此顯示除高雄港外，台中港進口、花蓮港出口方面，在台灣亦占有舉足輕重之地位。整體而言，高雄港在進出港貨物吞吐量占四大國際商港貨物總吞吐量平均約為 54.5%，其次為台中的 23.1%，而基隆 15.7%、花蓮 6.6% 之總量尚不及台中港，顯示近十年台中港在台灣地區進出口貨物吞吐量占有相當重要之地位。

另進港貨物占全年港口貨物比率以台中港最大，近十年平均達 90.7%，其次為基隆、高雄、花蓮；出港貨物以花蓮港之年平均 71.1%最大，其次為高雄、基隆、台中，整體而言，台灣地區四國際港口除花蓮港外均以進口貨為主。

### 3.2.2 裝卸量

台灣地區四國際商港貨物裝卸量，近十年係呈現成長之趨勢如表 3，其中僅民國 90 年為小幅下滑(約-2.6%)，年平均成長率為 5.3%，而各港之年平均成長率分別為基隆港 0.6%、台中港 8.6%、高雄港 6.1%、花蓮港 8.9%；又貨物裝量之年平均成長率為基隆港 0.2%、台中港 16%、高雄港 7.2%、花蓮港 11.7%，貨物卸量之年平均成長率為基隆港 0.9%、台中港 6.7%、高雄港 5.4%、花蓮港 2.3%，顯示貨物裝卸量之成長率以台中港、花蓮港表現最佳，其次為高雄、基隆。

台灣地區四國際商港，貨物裝卸量占四港貨物裝卸總量之比例，高雄港 65.7% 約占一半強，基隆港 18.3%、台中港 13.4%，而花蓮港僅 2.4%。因貨物裝卸量為計費依據，其與貨物吞吐量計算之差異，主要為貨櫃空櫃係以實櫃 36.6 噸計費。故整體而言，貨物裝卸量之占有率異於吞吐量之占有率，其主因與該港貨櫃裝卸量之多寡有關。

表 3 各港貨物裝卸量比較表

單位：萬噸

單位		82年	83年	84年	85年	86年	87年	88年	89年	90年	91年
裝 量	基隆港	3,513	3,726	3,906	3,803	3,533	2,926	2,839	3,312	3,174	3,445
	台中港	657	755	888	1,317	1,640	1,689	2,150	2,179	2,091	2,317
	高雄港	9,207	9,634	10,079	10,203	11,967	13,058	14,624	15,398	15,434	17,012
	花蓮港	529	548	563	641	772	881	1,074	1,215	1,206	1,397
小 計		<b>13,906</b>	<b>14,663</b>	<b>15,436</b>	<b>15,964</b>	<b>17,912</b>	<b>18,554</b>	<b>20,687</b>	<b>22,104</b>	<b>21,905</b>	<b>24,171</b>
卸 量	基隆港	5,126	5,436	5,538	5,137	5,007	4,688	4,815	5,521	5,067	5,445
	台中港	3,336	3,747	4,028	4,726	5,337	5,390	5,773	6,022	5,445	5,833
	高雄港	15,153	15,503	16,085	16,489	19,036	19,770	21,187	22,142	21,940	24,056
	花蓮港	278	352	385	333	387	367	392	340	320	318
小 計		<b>23,893</b>	<b>25,038</b>	<b>26,036</b>	<b>175,093</b>	<b>29,767</b>	<b>208,149</b>	<b>222,856</b>	<b>233,305</b>	<b>230,234</b>	<b>252,161</b>
裝 卸 總 量	基隆港	8,639	9,162	9,444	8,940	8,540	7,614	7,654	8,833	8,241	8,891
	台中港	3,994	4,502	4,917	6,043	6,978	7,080	7,923	8,201	7,536	8,150
	高雄港	24,360	25,137	26,165	26,692	31,003	32,828	35,812	37,540	37,374	41,068
	花蓮港	807	900	949	974	1,159	1,248	1,467	1,555	1,526	1,716
小 計		<b>37,800</b>	<b>39,701</b>	<b>41,475</b>	<b>42,649</b>	<b>47,680</b>	<b>48,770</b>	<b>52,856</b>	<b>56,129</b>	<b>54,677</b>	<b>59,825</b>

資料來源：本研究整理。

### 3.2.3 貨櫃裝卸量

台灣地區四國際商港中，花蓮港因貨櫃進出港數量有限，且未有貨櫃專用碼頭及裝卸機具，故不列入比較分析。近十年基隆、台中、高雄港貨櫃進出港量係呈現成長之趨勢如表 4，其中僅民國 90 年為小幅下滑(約-0.8%)，年平均成長率為 6.1%，而各港之年平均成長率分別為基隆港 0.6%、台中港 17.7%、高雄港 7.1%，顯示台中港成長率表現最佳，其次為高雄、基隆，尤其基隆港近年呈現負成長趨勢。

近十年來進出港貨櫃占有率，高雄港為 69.1%、基隆港為 22.3%、台中港為 8.6%；整體而言，高雄港近年進出港貨櫃量之占有率係逐年成長，台中港亦屬成長，而基隆港卻逐年下滑，並分由高雄與台中瓜分占有。

表 4 各港貨櫃裝卸量比較

單位：折合 20 呎千個

單位		82年	83年	84年	85年	86年	87年	88年	89年	90年	91年
進 港	基隆港	921	1,022	1,092	1,064	1,011	901	884	1,045	946	978
	台中港	142	176	221	350	407	429	536	550	516	576
	高雄港	2,309	2,420	2,512	2,523	2,814	3,062	3,398	3,634	3,730	4,222
小計		<b>3,372</b>	<b>3,618</b>	<b>3,825</b>	<b>3,937</b>	<b>4,232</b>	<b>4,392</b>	<b>4,818</b>	<b>5,229</b>	<b>5,192</b>	<b>5,776</b>
出 港	基隆港	965	1,024	1,073	1,044	969	805	781	908	869	940
	台中港	159	184	224	343	434	450	569	580	553	616
	高雄港	2,325	2,479	2,541	2,539	2,878	3,208	3,586	3,791	3,810	4,270
小計		<b>3,449</b>	<b>3,687</b>	<b>3,838</b>	<b>3,926</b>	<b>4,281</b>	<b>4,463</b>	<b>4,936</b>	<b>5,279</b>	<b>5,232</b>	<b>5,826</b>
進 出 港	基隆港	1,886	2,046	2,165	2,108	1,980	1,706	1,665	1,953	1,815	1,918
	台中港	301	360	445	693	841	879	1,105	1,130	1,069	1,192
	高雄港	4,634	4,899	5,053	5,062	5,692	6,270	6,984	7,425	7,540	8,492
小計		<b>6,821</b>	<b>7,305</b>	<b>7,663</b>	<b>7,863</b>	<b>8,513</b>	<b>8,855</b>	<b>9,754</b>	<b>10,508</b>	<b>10,424</b>	<b>11,602</b>

資料來源：本研究整理。

### 3.3 財務狀況比較分析

#### 3.3.1 營業收支比較分析(詳如表 5)

- 1.營業收入：近年營業收入成長率以花蓮港表現最佳，年平均達到 4.25%，尤以民國八十八年成長率最大達 11.07%，其次為基隆港 3.3%，高雄港 0.3%(以民國八十八年下滑 8.39%最大，主要係因裝卸業務開放民營減少裝卸收入)及台中港 0.2%最低(尤以民國九十年下滑 6.48%，其主要原因為自該年度起裝卸業務不再自營，開放由民間公司承做，收入減少)。
- 2.營業外收入：近年營業外收入成長率以基隆港表現最佳，年平均達到 28.29%(以



民國 90 年成長率最大達 121.09%，主要係該年度財產交易利益增加收入 6 億餘元)，其次為台中港 5.85%，花蓮港 5.4%，而高雄港下滑達 11.7%(以民國 91 年下滑 36.15%最大，其主要原因係該年度利息收入減少 4 億餘元)。

表 5 各港營業收支成長率比較分析表

項目	單位	88 年	89 年	90 年	91 年	平均
營業收入	基隆港	-4.69%	8.23%	5.80%	3.98%	3.33%
	台中港	6.08%	2.83%	-6.48%	-1.29%	0.28%
	高雄港	-8.39%	9.34%	5.33%	-5.09%	0.30%
	花蓮港	11.07%	7.59%	-5.34%	3.67%	4.25%
營業外收入	基隆港	47.46%	-8.88%	121.09%	-46.51%	28.29%
	台中港	20.97%	-16.38%	8.46%	10.36%	5.85%
	高雄港	1.00%	-15.73%	4.00%	-36.15%	-11.72%
	花蓮港	30.52%	-13.95%	61.19%	-56.16%	5.40%
收入合計	基隆港	-1.06%	6.46%	16.05%	-4.57%	4.22%
	台中港	6.95%	1.57%	-5.68%	-0.57%	0.57%
	高雄港	-6.92%	5.09%	5.15%	-9.26%	-1.48%
	花蓮港	13.41%	4.61%	2.24%	-7.08%	3.30%
營業成本	基隆港	4.70%	1.22%	14.01%	-2.16%	4.44%
	台中港	1.68%	11.76%	0.38%	7.88%	5.43%
	高雄港	15.86%	0.62%	1.47%	1.29%	4.81%
	花蓮港	1.56%	12.33%	24.44%	-5.26%	8.27%
營業費用	基隆港	-7.99%	-6.82%	4.54%	-5.37%	-3.91%
	台中港	19.17%	-0.82%	56.60%	-4.09%	17.72%
	高雄港	2.31%	-13.63%	23.24%	-16.07%	-1.04%
	花蓮港	12.21%	16.53%	4.49%	-9.64%	5.90%
營業外費用	基隆港	-3.99%	55.81%	66.91%	-38.31%	20.10%
	台中港	2.79%	268.52%	38.67%	-88.22%	55.44%
	高雄港	37.24%	92.55%	-26.11%	-71.12%	8.14%
	花蓮港	-23.64%	-11.10%	-11.99%	-27.51%	-18.56%
支出合計	基隆港	1.26%	5.46%	20.65%	-10.28%	4.27%
	台中港	9.02%	24.97%	28.92%	-19.80%	10.78%
	高雄港	16.80%	13.98%	-4.05%	-16.65%	2.52%
	花蓮港	-0.49%	10.20%	14.81%	-8.27%	4.06%
純益	基隆港	-30.09%	24.54%	-54.80%	230.12%	42.44%
	台中港	4.83%	-23.33%	-65.67%	124.68%	10.13%
	高雄港	-37.00%	-15.81%	34.45%	7.53%	-2.71%
	花蓮港	177.67%	21.40%	-80.15%	19.55%	34.62%

資料來源：各港決算書，本研究整理。

整體收入而言：基隆港表現最佳，年平均成長率為 4.22%，其次為花蓮港 3.30%、台中港 0.57%，而高雄港為負成長 1.48%。

3.營業成本：以基隆港 4.4%之年平均成長表現最佳，其次為高雄港 4.8%，台中港 5.43%及花蓮港 8.27%成長率最大。

4.營業費用：以基隆港-3.9%之年平均值表現最佳，其次為高雄港-1.0%，花蓮港 5.9%及台中港 17.7%成長率最大(尤以民國九十年成長率達 56.6%，其主要原因係該年度提列防波堤、防砂堤及道路折舊所致)。

5.營業外費用：以台中港 55.4%之成長率最大(尤以民國 89 年成長率高達 218.52%，係該年 921 震災資產報廢損失增加及配合民營化政策碼頭工人優惠提前退休及資遣費增加)，其次為基隆港 20.10%，高雄港 8.14%及花蓮港為負成長 18.5%。

整體支出而言，高雄港表現最佳年平均成長率僅 2.5%，其次為花蓮港 4.0%，基隆港 4.2%，台中港 10.7%。

6.純益：以基隆港表現最佳，其平均成長率為 42%(尤以民國九十一年成長率達 230.12%，其原因為營業總支出減少)，其次為花蓮港 34.6%，台中港 10.0%及高雄港為負成長 2.7%(尤以民國 88 年表現最差收益下滑達 37%，其主要原因係該年度裝卸業務開放民營營業收入減少，而營業成本及營業外費用卻大幅成長所致)。

### 3.3.2 投資報酬比較分析(詳如表 6)

1.營業利益率：以台中港表現最佳，近年年平均為 40.66%，惟該港係逐年下滑，其次為高雄港之 36.28%，基隆港之 10.06%，花蓮港之 8.96%。

2.純益率：以高雄港表現最佳，年平均為 38.23%，其次為台中港 38.01%，花蓮港之 11.8%及基隆港之 6.55%。

3.總資產報酬率：以高雄港表現最佳，年平均為 2.54%，其次為台中港 2.35%，基隆港之 0.55%及花蓮港之 0.39%。

4.業主權益報酬率：以高雄港表現最佳，年平均為 3.09%，其次為台中港 2.82%，基隆港之 0.64%及花蓮港之 0.4%。

表 6 各港最近五年投資報酬分析表

項目	單位	87年	88年	89年	90年	91年	平均
營業利益率 (%)	基隆港	11.36	5.23	12.78	7.46	13.45	10.06
	台中港	50.51	48.89	47.51	29.16	27.23	40.66
	高雄港	43.13	29.59	36.68	37.15	34.85	36.28
	花蓮港	14.07	19.08	14.55	-6.67	3.77	8.96
純益率 (%)	基隆港	7.93	5.82	6.69	2.86	9.47	6.55
	台中港	52.48	51.86	38.66	14.19	32.85	38.01
	高雄港	52.24	35.92	27.66	35.31	40.00	38.23
	花蓮港	8.87	22.17	16.68	5.25	6.05	11.80
總資產報酬 率 (%)	基隆港	0.75	0.51	0.88	0.18	0.45	0.55
	台中港	4.54	4.17	1.70	0.41	0.91	2.35
	高雄港	3.84	1.97	2.43	2.16	2.29	2.54
	花蓮港	0.38	0.68	0.61	0.12	0.14	0.39
業主權益報 酬率 (%)	基隆港	0.88	0.59	1.03	0.20	0.50	0.64
	台中港	5.71	5.10	1.89	0.44	0.98	2.82
	高雄港	4.93	2.55	2.95	2.44	2.58	3.09
	花蓮港	0.40	0.71	0.63	0.12	0.15	0.40

資料來源：各港決算書，本研究整理。

#### 肆、台灣四大國際港埠經營績效之包絡分析

本節應用資料包絡分析法，深入探討台灣地區四國際商港整體營運效率之比較，以期較完整瞭解各港間之經營績效差異。

##### 4.1 定義受評估決策單位及選擇投入、產出項目

###### 1. 定義受評估決策單位(簡稱受評單位)

本研究所評估之對象為台灣地區四大國際商港，依據經驗法則受評單位的數目必須為投入及產出個數總和的兩倍以上，因此取各港務局五個年度之資料，每一港務局每一年度之投入產出資料皆視為一個受評單位，故本研究計有 20 個受評單位進行資料包絡分析。

###### 2. 投入及產出項目之選擇

應用資料包絡分析法評估效率，主要以產出、投入之比值，計算個別受評單位的相對效率，在實際衡量時不能使用太多項目，否則基於柏拉圖最適準則的觀念，各衡量對象之相對效率值均將為 1，而失去衡量效率的目的。因此考量本研究目的為港埠經營管理，故採用港埠經營主要成本港灣支出及棧埠支出為投入項，對應營業收入為產出項做為財務分析，另以港埠重要資源拖船數及船席數為

投入項，對應產出項進港船舶及總裝卸量，分析資源使用狀況。由於資料包絡分析法之評估結果並不受因素衡量單位影響，故上述之投入項目中，港灣成本、棧埠成本及營業收入以百萬元為單位，拖船數及進港船舶以艘為單位，船席數以座為單位，總裝卸量以千噸為單位，針對所選取之投入產出項目的資料彙整如表 7。

表 7 投入產出基本資料表

受評單位	投入項目				產出項目		
	港灣支出	棧埠支出	拖船數	船席數	營業收入	進港船舶	總裝卸
基87	778	1,669	19	40	4,823	8,609	76,149
基88	878	1,737	18	40	4,776	8,615	76,542
基89	765	1,854	18	40	5,082	9,165	88,336
基90	929	2,174	18	40	5,898	9,415	82,418
基91	861	2,197	16	40	5,648	9,085	88,911
中87	517	232	10	38	4,475	5,640	70,803
中88	558	221	10	39	4,787	5,769	79,238
中89	593	286	10	42	4,865	5,833	82,014
中90	624	220	10	45	4,589	5,343	75,368
中91	753	215	9	45	4,610	5,546	81,508
高87	1,080	1,910	27	86	10,171	17,498	328,289
高88	1,483	1,969	27	85	9,386	18,159	358,124
高89	1,276	2,308	27	92	14,750	18,012	375,406
高90	1,287	2,064	31	93	10,438	18,196	373,747
高91	1,321	2,286	30	93	9,506	18,241	410,687
花87	174	121	4	25	638	1,673	12,488
花88	172	126	4	25	723	2,098	14,670
花89	159	169	4	25	755	2,128	15,556
花90	217	212	4	25	773	2,107	15,263
花91	205	203	4	25	718	2,336	17,160

資料來源：本研究整理。

表 8 投入與產出之相關係數表

投入 \ 產出	營業收入	進港船舶	總裝卸量
港灣支出	0.922	0.958	0.886
棧埠支出	0.770	0.849	0.706
拖船數	0.915	0.983	0.912
船席數	0.936	0.964	0.992

資料來源：本研究整理。

在選定投入與產出項目之後，其投入及產出項目需能解釋各因素對效率的影響，即投入與產出資料必須符合等向變化(Isotonocity)之假設，當投入數量增加而產出數量不得減少，因此透過投入產出項目之間的相關分析，可瞭解為正相關或

負相關，若為負相關則需將該變數剔除，分析結果如表 8 所示，投入與產出項間之相關係數並無負值存在，故符合上述假設。

## 4.2 效率分析

選定受評單位及投入產出項目之後，本研究經由 Excel 程式運算，首先以 CCR 模式分析各港整體效率值，再進一步進行 BCC 模式分析，以求得技術效率及規模效率。CCR 模式所求算之整體效率係代表各港之整體表現情況，其值越高代表港埠整體經營越有效率，且當同時達到技術效率與規模效率，才可能達到整體效率。BCC 模式所求得之技術效率，係表示各港對於各項投入要素，是否有效運用以達到產出極大化或投入極小化之情形，其值越高代表在各投入要素使用上越有效率。規模效率為 CCR 與 BCC 之比值，所求算係表示產出與投入要素之比例是否適當，亦即達成最大生產力與否的程度，其值越高代表其規模大小越合適，越接近最適規模，生產力也越大，各受評單位之各項效率分析結果如表 9。

表 9 各港歷年之效率分析表

受評單位	總效率	純粹技術效率	規模效率	總效率排序
基 87	0.9517141	0.9839104	0.9672767	16
基 88	0.9456266	0.9749384	0.9699347	17
基 89	1	1	1	1
基 90	1	1	1	1
基 91	1	1	1	1
中 87	1	1	1	1
中 88	1	1	1	1
中 89	0.9917358	1	0.9917358	13
中 90	0.9629954	0.9801707	0.9824772	15
中 91	1	1	1	1
高 87	1	1	1	1
高 88	1	1	1	1
高 89	1	1	1	1
高 90	1	1	1	1
高 91	1	1	1	1
花 87	0.7993149	1	0.7993149	20
花 88	1	1	1	1
花 89	0.993259	1	0.993259	14
花 90	0.8312713	1	0.8312713	19
花 91	0.9339562	1	0.9339562	18

資料來源：本研究整理。

由表 9 運算之結果可得知，各受評單位之各項效率值，其中總效率為 1 者，其代表相對最有效率，離 1 數值愈遠者則相對無效率。各港情形為：

- 1.基隆港：89 年至 91 年均達到整體效率，而 87 年、88 年則相對沒有達到整體效率，且均具有技術無效率及規模無效率。
- 2.台中港：87、88 及 89 年達到整體效率，而 89 年、90 年則相對沒有達到整體效率，其中 89 年為規模無效率，90 年則為技術無效率及規模無效率。
- 3.高雄港：87 年至 91 年均達到整體效率。
- 4.花蓮港：除 88 年達到整體效率，其餘年度均未達到整體效率，且均係規模無效率。

#### 4.3 規模報酬分析

規模報酬係指每單位投入的平均產量，在 CCR 模式中是假設固定規模報酬下求算各受評單位的相對效率值，故由其所求得 $\lambda$ 值之總和，可得知受評估單位處於何種規模報酬階段，當此規模報酬指標值等於 1 為固定規模報酬，若規模報酬指標值大於 1，則表示該受評單位處於規模報酬遞減階段，即投入量愈多，所得到的每單位投入平均產量將會減少(亦即產出增加率小於投入增加率)，若規模報酬指標值小於 1，則表示受評估單位處於規模報酬遞增階段，即投入量愈多，所得到的每單位投入平均產量將會愈多(亦即產出增加率大於投入增加率)。當規模報酬指標值與 1 的差距越大時，代表其規模報酬遞增或遞減的情形愈嚴重。

依據模式分析結果如表 10，各港歷年規模分析如下：

- 1.基隆港：89、90、91 年為規模報酬固定，87、88 年為規模報酬遞增。
- 2.台中港：87、88、91 年為規模報酬固定，89、90 年為規模報酬遞增。
- 3.高雄港：87 年至 91 年均為規模報酬固定。
- 4.花蓮港：除 88 年為規模報酬固定，其餘年度均為規模報酬遞增。

表 10 各港歷年規模報酬分析表

受評單位	規模報酬指標	規模報酬狀態	受評單位	規模報酬指標	規模報酬狀態
基87	0.818	遞增	高87	1	固定
基88	0.770	遞增	高88	1	固定
基89	1	固定	高89	1	固定
基90	1	固定	高90	1	固定
基91	1	固定	高91	1	固定
中87	1	固定	花87	0.738	遞增
中88	1	固定	花88	1	固定
中89	0.948	遞增	花89	0.672	遞增
中90	0.959	遞增	花90	0.205	遞增
中91	1	固定	花91	0.238	遞增

資料來源：本研究整理。

#### 4.4 差額變數分析

差額變數係指受評估單位與效率前緣上投影點之間的差距，亦即將相對效率的受評單位之投入量依差額變數進行縮減，或將產出量依差額變數予以增加，則該無效率的受評估單位將會移至有效率之效率前緣上。故差額分析可提供受評單位改善之方向與改善幅度大小的相關資訊，也就是求得應減少投入資源的使用量或應增加的產出量進行改善，方能達到有效率的境界。依據表 11 差額變數表可知各港歷年各投入及產出之差額變數分析。

基隆港在 87 年在投入資源部分需減少拖船數 2 艘，在產出方面總裝卸量需增加 27,101 千噸，方能達成有效率。88 年在投入資源部分需減少港灣支出 2 千 8 百萬元、拖船數 2 艘，在產出方面需增加營業收入 3 億 1 千 1 百萬元、總裝卸量 29,921 千噸，方能達成有效率。基隆港 87、88 年之無效率均出現差額變數為拖船，故港務局未來拖船汰舊換新時應慎重考量評估其數量，俾維持其有效率。

表 11 各港歷年差額變數表

受評單位	投入項目				產出項目		
	港灣支出	棧埠支出	拖船數	船席數	營業收入	進港船舶	總裝卸量
基 87	0	0	2	0	0	0	27,101
基 88	28	0	2	0	311	0	29,921
基 89	0	0	0	0	0	0	0
基 90	0	0	0	0	0	0	0
基 91	0	0	0	0	0	0	0
中 87	0	0	0	0	0	0	0
中 88	0	0	0	0	0	0	0
中 89	0	0	0	2	0	37	4,140
中 90	66	0	0	6	0	187	593
中 91	0	0	0	0	0	0	0
高 87	0	0	0	0	0	0	0
高 88	0	0	0	0	0	0	0
高 89	0	0	0	0	0	0	0
高 90	0	0	0	0	0	0	0
高 91	0	0	0	0	0	0	0
花 87	0	0	0	1	28	0	315
花 88	0	0	0	0	0	0	0
花 89	0	0	0	5	171	0	8,926
花 90	0	0	0	9	559	0	21,681
花 91	0	0	0	10	818	0	22,801

資料來源：本研究整理。

台中港於 89 年在投入資源部分需減少船席數 2 座，在產出方面需增加進港船舶數 37 艘、總裝卸量 4,140 千噸，方能達成有效率。90 年在投入資源部分需減少港灣支出 6 千 6 百萬元、船席數 2 座，在產出方面需增加進港船舶數 187 艘、總裝卸量 593 千噸，方能達成有效率。台中港 89、90 年之無效率均出現差額變數為船席數，故未來港務局增建碼頭時應審慎規劃，使其維持有效率。

高雄港各年度均達到整體效率，並未存有差額變數，其整體的投入與產出之分配均為適當。

花蓮港在 87、89、90、91 年在投入資源部分均需減少船席數，及在產出方面需增加營業收入、總裝卸量，方能達成有效率。花蓮港：87、89、90、91 年之無效率均出現差額變數為船席數，故未來該港增建碼頭時應審慎規劃，使其維持有效率。

#### 4.5 虛擬乘數分析

虛擬乘數係由客觀的數學模式產生，在投入產出項中，若虛擬乘數趨近於 0 者，表示此生產要素投入量減少或產出量增加比較不會影響效率值；反之，虛擬乘數較高者，代表當總投入資源或產能有限時，就效率值的追求，決策者改善這些項目的成效最大。所以虛擬乘數分析是針對港埠在資源限制的情況下，提出所有投入項目的權重值，提供管理者改善作業效率的順序。依據表 12 虛擬乘數分析表可知各港歷年各投入、產出項目之改善優先順序。

- 1.基隆港：在投入項中其權重值優先順序為船席數、拖船數、港灣支出、棧埠支出，在產出項中其權重值優先順序為進港船舶、營業收入、總裝卸量。
- 2.台中港：在投入項中其權重值優先順序為拖船數、船席數、棧埠支出、港灣支出，在產出項中其權重值優先順序為營業收入、進港船舶、總裝卸量。
- 3.高雄港：在投入項中其平均權重值優先順序為拖船數、船席數、港灣支出、棧埠支出，在產出項中其平均權重值優先順序為營業收入、進港船舶、總裝卸量。
- 4.花蓮港：在投入項中其平均權重值優先順序為港灣支出、棧埠支出、拖船數、船席數，在產出項中其平均權重值優先順序為進港船舶、營業收入、總裝卸量。



表 12 虛擬乘數分析表

受評單位	總效率值	投入項目				產出項目		
		港灣支出	棧埠支出	拖船數	船席數	營業收入	進港船舶	總裝卸量
基 87	0.9517	0.00013	0.00007	0	0.01930	0.00003	0.00010	0
基 88	0.9456	0	0.00008	0	0.02170	0	0.00011	0
基 89	1	0.00011	0.00003	0.00255	0.02010	5.36E-06	0.00010	1.92E-07
基 90	1	0.00007	0.00005	0.00346	0.01920	0.00003	0.00009	2.61E-07
基 91	1	0.00002	0.00001	0.01790	0.01680	0.00002	0.00009	6.21E-08
中 87	1	0.00115	0.00051	0.01280	0.00426	0.00008	0.00010	9.64E-07
中 88	1	0.00053	0.00052	0.02560	0.00852	0.00013	0.00004	1.93E-06
中 89	0.9917	0.00022	0.00025	0.07930	0	0.00020	0	0
中 90	0.9629	0	0.00455	0	0	0.00021	0	0
中 91	1	0.00015	0.00032	0.07840	0.00246	0.00019	0.00001	5.56E-07
高 87	1	0.00077	0.00003	0.00198	0.00066	9.62E-06	3.37E-06	2.57E-06
高 88	1	0.00002	0.00001	0.03460	0.00026	1.64E-06	0.00005	5.88E-08
高 89	1	0.00018	0.00012	0.00867	0.00289	0.00003	0.00001	6.54E-07
高 90	1	0.00010	0.00023	0.00182	0.00357	0.00001	0.00001	1.68E-06
高 91	1	0.00006	0.00004	0.00309	0.00782	6.49E-06	0.00002	1.37E-06
花 87	0.7993	0.00042	0.00217	0	0	0	0.00047	0
花 88	1	0.00429	0.00191	0.00168	0.00055	3.53E-06	0.00048	1.27E-07
花 89	0.993	0.00437	0.00180	0	0	0	0.00047	0
花 90	0.8312	0.00053	0.00075	0.18102	0	0	0.00039	0
花 91	0.9339	0.00054	0.00076	0.18344	0	0	0.00040	0

資料來源：本研究整理。

#### 4.6 小結

基隆港：89 至 91 年均為總體有效率，87、88 年的無效率不僅是純粹技術無效率，在規模效率也是無效率，亦即表示該兩年度的產出與投入要素比例無法達到最適規模，又從規模報酬分析中可知該兩年度均為規模報酬遞增的情況，亦即需增加投入資源，使其投入及產出間的比例達到最適規模。另配合該兩年虛擬乘數數值大小，投入項依序為船席數、港灣支出、棧埠支出，產出項依序為進港船舶、營業收入，因此就分析所得權重值來討論，欲增加投入資源來改善效率，應優先辦理船席數及進港船舶項目，其改善成效才會最大。另一方面，從現有投入產出資源使用情形來探討，經由差額變數分析，87 年需減少拖船 2 艘，增加總裝卸量 27,101 千噸；88 年需減少港灣支出 248 百萬及拖船 2 艘，增加營業收入 311 百萬元及總裝卸量 29,921 千噸，資源才是有效率運作。

台中港：87、88 及 91 年為總體有效率，89 年為規模無效率，90 年的無效率不僅是純粹技術無效率，在規模效率也是無效率，亦即表示產出與投入要素比例

無法達到最適規模，又從規模報酬分析中可知均為規模報酬遞增的情況，亦即需增加投入資源，使其投入及產出間的比例達到最適規模。另配合虛擬乘數數值大小，投入項依序為拖船數、船席數、棧埠支出、港灣支出，產出項依序為營業收入、進港船舶、總裝卸量，因此就分析所得權重值來討論，欲增加投入資源來改善效率，應優先辦理拖船數及營業收入項目，其改善成效才會最大。另一方面，從現有投入產出資源使用情形來探討，經由差額變數分析，89 年需減少船席數 2 座，增加進港船舶數 37 艘、總裝卸量 4,140 千噸；90 年需減少港灣支出 66 百萬及船席數 2 艘，增加進港船舶數 187 艘及總裝卸量 593 千噸，資源才是有效率運作。

高雄港：由各項的分析數值可發現其總效率、純粹技術效率、規模效率皆呈現相當有效率，在規模報酬亦呈現固定規模報酬狀態，由於在純粹技術效率及規模效率均呈現相對有效率，因此在投入資源及產出並無差額數值。另一方面虛擬乘數大小在投入項依序為拖船數、船席數、港灣支出及棧埠支出，在產出項為營業收入、進港船舶、總裝卸量，因此從權重值來討論，未來欲擴展應由上述優先順序辦理，其成效方為最大。

花蓮港：除 88 年為總體有效率外，其餘 87、89、90、91 年度均未達到整體效率，其無效率之原因均為規模無效率，亦即表示產出與投入要素比例無法達到最適規模，又從規模報酬分析中可知均為規模報酬遞增的情況，亦即需增加投入資源，使其投入及產出間的比例達到最適規模。另配合虛擬乘數數值大小，投入項依序為港灣支出、棧埠支出、拖船數、船席數，產出項依序為進港船舶、營業收入、總裝卸量，因此就分析所得權重值來討論，欲增加投入資源來改善效率，應優先辦理拖船數及營業收入項目，其改善成效才會最大。另一方面，從現有投入產出資源使用情形來探討，經由差額變數分析投入資源部分需減少船席數及在產出方面需增加營業收入、總裝卸量，資源才是有效率運作。

## 伍、結論與建議

台灣地區國際港埠以經營環境、營運狀況及財務狀況等概要分析結果發現：港埠經營環境以高雄港為最佳之港口。營運狀況在貨物吞吐量、裝卸量方面，近十年之平均成長率以花蓮港表現最佳，貨櫃成長率則以台中港較佳，在貨物吞吐量占有率方面，台中港已超越基隆港及花蓮港之總和，顯示近十年台中港在台灣地區近出口貨物吞吐量占有相當重要之地位。財務狀況在營業收入成長率以花蓮

港表現最佳，營業成本及費用之控制以基隆港表現最佳，營業利益率以台中港表現最佳，純益率及總資產報酬率以高雄港表現最佳。

利用資料包絡分析法，針對台灣地區四國際港埠近五年經營績效進行分析，所得結果顯示，基隆港總體有效率為 89、90、91 年，相對無效率為 87、88 年。基隆港係處於規模報酬遞增階段，在相對無效率之年度均出現差額變數為拖船，故該港於拖船汰舊換新時應慎重評估其數量，俾維持其有效率。台中港總體有效率為 87、88、91 年，相對無效率為 89、90 年。台中港係處於規模報酬遞增階段，在相對無效率之年度均出現差額變數為船席數，故該港於碼頭增建時應審慎規劃，俾維持其有效率。高雄港各年度均為總體有效率。高雄港處於規模報酬遞增階段。花蓮港總體有效率為 88 年，相對無效率為 87、89、90、91 年。花蓮港係處於規模報酬遞增階段，在相對無效率之年度均出現差額變數為船席數，故該港於碼頭增建時應審慎規劃，俾維持其有效率。

本研究所運用之資料包絡分析法，可提供主管機關一方便瞭解港埠整體經營績效之方法，港埠管理單位於實務上可加以運用。然而，資料包絡分析法在評估對象、投入及產出等變數的選取，對績效評量之結果影響甚大，又因受評單位個數之限制，本研究在受評單位不足情況下，以各港各年度作為評估單位，因同質性高致績效差異不易顯現，故未來類似研究建議可蒐集較多績效優良之港口進行評估，將更正確客觀。

### 參考文獻

1. Banker, R. D., Charnes, A. and Cooper, W. W., "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis", *Management Science*, Vol. 30, 1984, pp. 1078-1092.
2. Charnes, A., Cooper, W. W. and Rhodes, E., "Measuring the Efficiency of Decision Making Units", *European Journal of Operational Research*, Vol. 2, 1978, pp. 429-444.
3. Forsund, F. R. and Sarafoglou, N., "On the Origins of Data Envelopment Analysis", *Journal of Productivity Analysis*, Vol. 17, 2002, pp. 23-40.
4. Song, D. W., Cullinane K. and Wang, T. F., "An Application of DEA Window Analysis to Container Port Production Efficiency", *Proceedings of the International Association of Maritime Economists Annual Conference*, Busan, 2003, pp. 693-714.

5. 李怡容，「基隆港貨櫃場生產效率評估模式之研究」，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文，民國八十四年。
6. 何森雄，「台中港倉儲轉運公司經營績效評估」，逢甲大學工業工程研究所碩士論文，民國九十二年。
7. 林延儒，「台灣地區航空公司生產效率之評估」，清華大學經濟學研究所碩士論文，民國八十二年。
8. 陳俊男，「國籍航空公司營運績效」，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文，民國八十八年。
9. 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)」，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文，民國八十八年。
10. 黃蘭貴，「航空公司的主要國際客運航線相對效率評估」，台灣大學商研究所碩士論文，民國八十三年。
11. 郭建男，「應用包絡分析法評估亞太地區港埠貨櫃作業績效之研究」，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文，民國九十年。
12. 蔡文化，「台灣地區國際港埠作業效率比較評估」，國立中山大學企業管理研究所碩士論文，民國八十三年。
13. 葉清江，「台灣地區國內線五家航空公司的經營效率」，國立交通大學管理科學研究所碩士論文，民國八十三年。
14. 廖逸君，「亞太地區航空公司的經營效率」，台灣大學商研究所碩士論文，民國八十二年。