

# 高雄港貨櫃碼頭裝卸效率分析

## An Efficiency of Container Operation Analysis in Kaohsiung Port

周明道 (Ming-Tao Chou)<sup>①\*</sup>、張元泰 (Yuan-Tai Chang)<sup>②</sup>、劉立仁 (Li-Jen Liu)<sup>③</sup>

### 摘要

**本**研究以資料包絡分析法探討高雄港內貨櫃碼頭之效率分析，透過計算每小時橋式機裝卸貨櫃的數量與碼頭裝卸相關的投入產出資料來評估碼頭效率。本研究目的在於藉由貨櫃的裝卸，來判斷高雄港貨櫃碼頭之裝卸效率，依據結果，再從航商與碼頭裝卸公司的角度來論述，最後提出相關建議與因應對策。根據本研究結果得知如下：由 DEA 分析得知高雄港有效率的碼頭依序如下：42 號碼頭、64 號碼頭、65 號碼頭、66 號碼頭、69 號碼頭、70 號碼頭、79 號碼頭、81 號碼頭、115 號碼頭、109 號碼頭和 111 號碼頭，其餘為相對無效率碼頭，對於相對無效率的碼頭可能的因素為「駕駛員問題」和「機具數量」。文中裝卸效率，其結果得知各碼頭裝卸的效率值，若總效率為「1」者，代表相對有效率；反之，則代表相對無效率。

**關鍵字：**績效評估、高雄港、貨櫃碼頭

### Abstract

In this article, we apply data envelopment analysis (DEA) to explore the efficiency of container terminals in Kaohsiung port, through the calculation of the hourly cabinet movements to check the analysis of terminal efficiency. The purpose of this article is to determine the efficiency of loading operations in container terminals in Kaohsiung port. According to the results, this article is conducted in

①\* 通訊作者，長榮大學航運管理學系教授；聯絡地址：71101 臺南市歸仁區長大路 1 號；電話：(06) 2785123 ext. 2262；E-mail: mtchou@mail.cjcu.edu.tw。

② 長榮大學航運管理學系碩士生；E-mail: r56562089@mailst.cjcu.edu.tw。

③ 帝諾斯國際股份有限公司總經理；E-mail: jamesliu@dinosintl.com.tw。

the perspective of shipping companies and container handling operation company in port to make recommendations and countermeasures. The preliminary results of this article based on the analysis of DEA are as follows: the efficiency of terminal 42, terminal 65, terminal 66, terminal 69, terminal 81 and terminal 109 were relatively efficient; other terminal efficiency is one, as a relative inefficiency. There are three indicators in the input items, namely, length of berth, number of gantry crane driver and number of gantry crane. On the other hand, the output items includes loading / unloading within an hour and the capacity and the annual total throughput. Findings imply that the cause of loading operations inefficiencies within an hour is driver problems and old facilities. With respect to efficiency, the efficiency value “1” refers to the relative efficiency; conversely, the other value means the relative inefficiency.

**Keywords:** Kaohsiung port, Gantry crane operation efficiency, Container terminal

## 壹、緒論

臺灣為一個海島型國家，本島資源匱乏，需仰賴進出口貿易，因此海運運輸對於本島的經濟發展有著舉足輕重的影響(林光、張志清，2010；Notteboom, 2004)。高雄港為臺灣的國際商港，船隻進出頻繁，是貨物進出流動本島的最大窗口，且高雄港為臺灣的第一大貨櫃港，貨櫃吞吐量為全國第一，有鑑於高雄港之重要性，因此本研究將選擇高雄港貨櫃碼頭作為研究對象，探討高雄港貨櫃碼頭的裝卸效率，藉由裝卸效率的評比，能讓高雄港碼頭經營者與碼頭裝卸公司能有參考的借鏡。

評估高雄港貨櫃碼頭的裝卸效率將有

助於瞭解高雄港碼頭作業當中的優勢與劣勢，並可以針對裝卸效率的劣勢做出相對應的因應措施，藉由資源的投入與產出分析的方式做出客觀的量化模式評估。影響效率的因素多樣且複雜，過去探討碼頭營運績效的研究中，有使用單一指標衡量，然而單一指標衡量法有可能產生偏差，因為實務上影響的因子並非單一(吳清慈，2011)，另一部分則採用專家問卷的方式做調查，但問卷的指標權重是由受測者自行決定，在這些權重計算上會受到施測對象主觀的影響。然而資料包絡分析法(Data Envelopment Analysis, DEA)可以避免這些主觀影響所造成的偏誤，在 DEA 方法論的特性中能夠以客觀的角度來評估效率值，對受測單位可以得到最有利的結果，因此，本文以 DEA 研究方法做績效的評

估。本研究透過 DEA 評估高雄港內貨櫃碼頭橋式起重機的裝卸效率，可瞭解貨櫃碼頭營運效率及競爭力，並整合 DEA 的評估結果，以此結果分析各個貨櫃碼頭的裝卸效率，探討高雄港貨櫃碼頭的競爭策略，未來能提升高雄港整體績效與優勢進而達到永續經營長遠的發展。

高雄港位於臺灣西南部海岸，為臺灣的主要國際商港，因地理條件佳，港域廣闊，加上腹地廣大，為天然良港(王克尹，2006)。為了因應市場及現今海運界船舶大型化的趨勢，高雄港不斷更新與轉型，並朝向因應船舶大型化之設施邁進(王怡婷，2015)；由於高雄港內有諸多碼頭，有貨櫃碼頭、散貨碼頭、化學和天然氣等裝卸碼頭，再加上其他特殊用途之碼頭，本研究之研究範圍以全貨櫃碼頭橋式起重機裝卸效率之探討為主，針對這些貨櫃專用碼頭做實際量測。

現今臺灣擁有七個港口，主要分為國際商港和國際商港輔助港口，其中國際商港有，基隆港、臺中港、高雄港、花蓮港，輔助港有臺北港、安平港和蘇澳港，七個港口當中，以高雄港的硬體設施較為完善，在作業效率上也較高，且擁有超過千 TEU 的貨櫃裝卸量(交通統計要覽，2016)，在這些港口當中，進港船舶艘次也是高居臺灣之冠，貨櫃船的數量也是最多的(謝幼屏，2003)。高雄港區為貨物裝船的交貨處，在船舶臨港時，岸邊船舶裝卸貨物之處為橋式起重機吊櫃裝卸作業之範

圍，由卡車載運貨櫃至岸邊等待裝船。船舶從引水進港停靠開始計算費用至裝卸完畢離港，在整個裝卸期間所耗費的時間長短以及費用的高低取決於起重機的裝卸效率。藉由貨櫃碼頭起重機設備的更新進而強化裝卸上的競爭優勢，且可以有效利用資源(魏惠儀，2009)，本研究採高雄港貨櫃碼頭為研究對象，認為改善碼頭效率應先討論港區內所有貨櫃碼頭之營運績效，藉由橋式起重機的效率可評估高雄港自身區域內與過去相對比較，且有助於高雄港提升競爭力，因此本研究採用 DEA 去解釋營運績效評比。其次，在相關績效評估的文獻中整理出最受學者重視的策略，且探討以高雄港目前現有資源如何做進一步的應用與改善，擬出適當的策略，增加競爭力。

本研究對象為高雄港港區。此主題訂定後找出研究內容與範圍。第一步選擇貨櫃碼頭橋式機的裝卸效率做探討，其次，探討 DEA 之相關文獻，找出大量利用 DEA 對港口碼頭裝卸經營效率進行評估的相關文獻與指標，彙整出最常採用的投入產出作為指標，對於其可能的變數進而選擇較佳的投入。當投入產出相關變數確定後，開始收集貨櫃碼頭橋式機裝卸效率的數據資料，由 DEA 來評估碼頭裝卸效率，瞭解績效與變數之間的關係，以現今高雄港的狀況做探討，在營運策略上可以有改善，讓高雄港更具競爭力，並由航運產業相關的文獻探討航商選擇碼頭停靠

因素和碼頭裝卸公司在未來營運上的考量等，彙整出碼頭裝卸上的優勢與劣勢，根據分析結果提供業者與碼頭裝卸公司有更佳策略進行改善。

## 貳、文獻回顧

本章節為文獻回顧，於 2.1 節中探討有關績效的相關文獻，用資料包絡分析來評估裝卸效率，以瞭解過去專家學者如何透過 DEA 來做裝卸效率的評估，可整理出評估裝卸效率的相關績效與指標。根據過去文獻整理，本研究整理出三項投入項，分別是橋式起重機駕駛人員數、橋式起重機數量和船席長度，產出項則是年總吞吐量及每小時裝卸量；再於 2.2 節作業現況討論實際到港測量之結果，高雄港內總共有 25 個貨櫃碼頭，本研究針對此 25 個碼頭做裝卸效率的評估，以瞭解港區內實際的裝卸情形探討，針對橋式起重機的裝卸效率部分做營運分析，配合裝卸效率之評估結果，藉以瞭解過去學者對港區貨

櫃碼頭設施的論述，探討橋式起重機裝卸效率影響的相關策略。最後整理出裝卸效率影響因素和航商所重視的灣靠碼頭選擇因素，這些可以提供碼頭裝卸公司做績效之評估，最後可針對高雄港貨櫃碼頭效率不足之處擬出對於未來經營發展策略，且在後續章節歸納出高雄港未來的最佳發展策略。

本研究的主要內容為探討高雄港內貨櫃專用碼頭的裝卸績效評估。研究範圍為港區內所有貨櫃中心之裝卸探討，如表 1 所示，其中橋式機數量、吊爪型態、碼頭長度及深度等，都與港區裝卸息息相關，如船席長度與吃水深度會影響船舶停靠，吊爪型態會影響吊櫃速度，起重機數量會影響裝卸快慢等，但礙於時間和各項成本之考量，無法實際到每個碼頭測量，因此，本研究挑選貨櫃中心內的連海碼頭當成標準數值。

### 2.1 資料包絡分析之相關文獻

於閱讀 DEA 運用在港埠之文獻彙整時發現，在進行效率與效率之間的評

表 1 高雄港貨櫃碼頭設施表

貨櫃中心	橋式起重機數量	起重機吊爪型態	碼頭長度	碼頭深度
第一貨櫃中心	2~4	單吊	242/187	10.5 m
第二貨櫃中心	5	單 / 雙吊	274~440	12/14 m
第三貨櫃中心	4~7	單 / 雙吊	432/320	14 m
第四貨櫃中心	3~8	單 / 雙吊	276~320	14 m
第五貨櫃中心	8	單 / 雙吊	120~356	14/15 m
第六貨櫃中心	12	單 / 雙吊	264~375	16.5~17 m

資料來源：高雄港務公司網頁。



估中，學者們會使用 DEA 模式來分析 (Tongzon, 2001)。在研究中使用 DEA 的優點與特性，在進行港口效率分析時，比起發放問卷的方式，權重不需要預先做設定，透過 DEA 模式即可擁有多項投入產出項分析結果。近年來，DEA 越來越多用於分析港口生產，與傳統方法相比，DEA 的優勢在於能夠有多個投入和產出，這個特性符合港口生產的特點，因此可以提供港口綜合評價的能力。

在過去文獻中也有利用各種不同類型的 DEA 研究方法來評估港口績效。在貨櫃碼頭中的生產運作非常複雜，主要因為投入和產出需要投入大量機具和人力。過去研究中使用投入項和產出項的變量代表在整個碼頭和碼頭當中，貨物處理的貨櫃生產總體效益，產出項有貨櫃吞吐量、船席長度、岸邊碼頭數量、門式起重機和跨載機 (Cullinane et al., 2005)。評估一個港口績效通常不以單一指標進行評估，因為會產生偏誤。研究當中發現，DEA 的結果與實務上會有所差異，在最佳效率水平的量測中，隨著每個港口的條件不同而不同，加上每個港口都有自己獨特的優勢與劣勢 (Cullinane and Wang, 2006)，因此在進行港口的績效分析時以獨立個體的方式可以降低其誤差。

有鑑於現今的海運市場變化多端的生態下，一個好的港口經營者要讓所投入的資源做最有效的運用。研究中針對世界上幾個大港口的效率分析，主要使用橫斷

面數據分析，傳統的橫斷面方法可能會有偏誤，在沒有考慮時間的情況下，使用 DEA 方法所得出的效率結果也可能會有偏誤。為了克服這個問題，因此衍伸出 DEA Window 分析方式，利用面板數據，分析世界主要貨櫃港口，得出不同貨櫃港口的效率會隨著時間的推移而產生不同程度上的波動 (Cullinane et al., 2004)，以能夠產生最大效能為目標，當中影響港口營運績效的因素複雜。過去研究在評估港區作業績效的好壞上，先建立作業績效指標，透過模式分析方能得到結果，可分為四項分別為港灣作業、船席作業、裝卸作業和儲運作業 (倪安順、林光，2004)，與過去研究針對臺灣四大商港的研究中績效評估的投入產出相似，港口在國際貿易中是一個很重要的窗口，林國棟、盧華安 (2004) 以 DEA 模式針對臺灣四大國際商港進行績效評估，其中包含營運績效與財務績效上的評估，並以近五年來的總體營運表現歸納彙整出投入產出項指標，於投入項得出港灣支出、棧埠支出、拖船數及船席數等，產出項指標為營業收入和進港船舶。

Roll and Hayuth (1993) 是最先將績效評估應用在港口的例子，當中採用 20 個虛擬港口資料進行分析，研究中的 DEA 模式將港口分不同時期來做評估，以衡量不同時期或政策，未來可作為管理人員在經營上更有效的工具，但其資料屬於虛擬模擬資料，因此後續在評估港口績效的相關研究上，開始有越來越多的研究採用實

際的港口資料來做評估。在過去學者有關績效的文獻中針對亞洲地區貨櫃碼頭的效率分析發現除了碼頭設備的完善程度外，完善的物流整合也是影響一個港區裝卸效率快慢的因素 (Wu and Goh, 2010)。在過去研究中顯示學者採用績效指標方式評估港區作業的效率，這些研究主要使用個別的績效指標，以這樣的方式做評比很難去判定整體效率。因此 DEA 模式的衡量可透過效率分析、差額分析與敏感度分析，找出營運上可改善的方向，作為往後策略上的參考，且在貨櫃碼頭有較高的生產效率時，可降低運輸成本，在市場中可更具競爭力 (陳佳婉，2006)。

目前也有透過研究中整合多準則 (李選士等人，2005) 再加上 DEA 模式與 Tongzon (2001) 的資料做實證分析，李選士等人 (2005) 以 DEA/TOPSIS 方法分析港口績效評估；先用資料包絡分析得出各港口之效率，再透過 TOPSIS 輸入各港口的效率值，最後以 TOPSIS 之結果為基礎進行效率排序。因為影響港口效率的因素繁多，可藉由 DEA 或自由階層處理法 (Free Disposal Hull, FDH) 進行貨櫃碼頭的生產效率分析 (Wang et al., 2003)。DEA 和 FDH 都可用來評估效率，兩者在權重上皆無須賦予權重，即可對施測對象進行多項投入產出的績效評估。研究中選取世界 28 個重要的貨櫃港口進行評估，透過 DEA 及 FDH 做效率分析，並找出相關的投入產出指標項目，投入項有碼頭長度、櫃場

面積、橋式起重機數量和跨載機數量，產出項則為總吞吐量。

國外學者於過去研究世界國際港口之間的效率評估比較文獻中，也有藉由 DEA 的多項投入產出特性，挑選了六個指標分別為起重機的數量、貨櫃船席數、拖船數、櫃場面積、滯留時間與人員數以及產出項兩個指標分別為 20 呎貨櫃的吞吐量與船舶每小時裝卸量來評估其績效。也有國外學者的研究挑選亞洲 50 個國家的貨櫃碼頭做裝卸績效評估 (Nikola et al., 2017)，藉由 DEA 多項投入產出特性挑選出幾個投入項指標為貨櫃堆積場容量、櫃場堆高機數量、櫃場起重機數量與卡車數量，以及產出項貨櫃吞吐量。而在國相關研究方面，李選士等人 (2003) 以高雄港為研究對象，並挑選亞太地區作業模式相同的 13 個港口，利用 DEA 分析法對亞太地區這些港口進行生產效率分析，從分析資料中瞭解高雄港的世界地位，還運用了模糊理論對於各港的生產效率做整合 (黃炤智，2007)，瞭解出整體的競爭情形，分析出其他重要決策變數之間的關聯性，以增強高雄港之競爭優勢。在港區中影響效率的因素繁多，在港埠投入產出指標的選取 (黃炤智，2007)，投入變數有四個：(1) 港灣的支出；(2) 棧埠的支出；(3) 拖船數；(4) 船席數等。其次，在產出變數中的對應產出項有：(1) 營業收入；(2) 進港船舶數；(3) 總裝卸量等。

另外，評估兩岸三地貨櫃港生產效率

中(周明道等人, 2004)應用 DEA 評估亞太地區貨櫃港效率, 使用遞迴資料包絡分析法 (Recursive Data Envelopment Analysis, RDEA), 且結合 Super-efficiency ranking techniques 的排序模式, 與其相互運用下把得出結果合併後, 經重新排序, 產生五個投入項分別為橋式起重機、貨櫃船席總長度、貨櫃場總面積、貨櫃堆積場總容量冷凍櫃裝置的數量, 產出項則為貨櫃裝卸量(李選士等人, 2003)。也有過去學者在瞭解臺灣在亞洲區競爭力的變化, 選擇亞洲貨櫃量排名前 20 名的港口作為受評單位 (Decision Making Unit, DMU)。使用 DEA 來分析亞洲地區 20 大國際貨櫃港的相對效率值。其選取的投入產出指標分別為橋式起重機數量、貨櫃船席數量、貨櫃場面積、船席長度和貨櫃場堆積容量等, 作為績效評估的投入變數; 在產出項部分, 以貨櫃裝卸量作為績效評估之產出變項(林光、李選士, 2010)。

但研究中使用 DEA 做生產效率的評比與分析, 當中發現傳統 DEA 當效率值等於 1 時, 無法有效地比較出各單位的效率差異。因此周明道等人(2004)經改進後, 以 RDEA 作單位指標的評估, 評估後作歸納彙整投入產出項, 藉由文獻回顧和相關專家的建議, 得出投入項目為橋式起重機數量、貨櫃船席總長度、貨櫃場總面積、貨櫃堆積場總容量與冷凍櫃裝置數量, 產出項目為貨櫃總吞吐量。最後統整

的投入產出表如表 2 與表 3 所示。

經濟學有社會科學之母之稱, 所有的活動都是為了經濟上的需求而發展出來的, 根據經濟學的四個生產要素或是投入要素, 通常把這些因素分為四種, 分別是土地、勞力、資本與企業家精神, 因此在碼頭內土地部分為碼頭面積。貨櫃碼頭的生產取決於勞動力、土地和設備的有效利用, 這三種投入項資源為碼頭衡量效率的一種指標。當中投入項土地的部分為碼頭總長度和碼頭面積, 設備部分為門式起重機數量、跨載機和橋式起重機的數量(Dowd and Leschine, 1990)。另一方面, 貨櫃吞吐量無疑是一個港口或碼頭分析其生產效率產出項的主要指標。在過去的研究中都將此歸類為產出項, 因為它與貨運相關設施和服務需求有著密切的關係, 且是貨櫃港口效率產值的主要依據, 特別是在評估其相對規模、規模投資等一切碼頭活動(Cullinane et al., 2004)。

以上為過去學者以 DEA 模式做的研究應用, 從中依照過去文獻與專家的建議, 再加上到港區實際量測時, 碼頭大副認為對於影響裝卸最主要的原因是和起重機高架師傅的技術和起重機型態有關, 本文依這些專家建議整理出本研究投入產出項, 也透過 DEA 方法論的前項選擇法選擇投入部分為設備與人力, 設備包括土地面積、船席和配置機具等<sup>4</sup>, 但在考量碼頭設備與沉默成本之間的高度相關性之

<sup>4</sup> 橋式機、門式機、跨載機、堆積機以及一些輪式機具。

表 2 影響港埠之投入項指

投入項	
橋式起重機的數量	李選士等人 (2003)；周明道等人 (2004)；林光、李選士 (2010)；Dowd and Leschine (1990)；Tongzon (2001)；Wang et al. (2003)；Lin et al. (2007)；Nikola et al. (2010)
門式機與跨載機	Dowd and Leschine (1990)；Wang et al. (2003)；Cullinane et al. (2005)；Lin et al. (2007)；Nikola et al. (2017)
貨櫃船席數	林國棟、盧華安 (2004)；黃炤智 (2007)；林光、李選士 (2010)；Tongzon (2001)；Lin et al. (2007)
拖船數	林國棟、盧華安 (2004)；黃炤智 (2007)；Tongzon (2001)
人員數	Tongzon (2001)
港灣作業	倪安順、林光 (2004)
船席作業	倪安順、林光 (2004)
裝卸作業	倪安順、林光 (2004)
儲運作業	倪安順、林光 (2004)
棧埠的支出	黃炤智 (2007)；林國棟、盧華安 (2004)
港灣的支出	黃炤智 (2007)；林國棟、盧華安 (2004)
櫃場面積	李選士等人 (2003)；周明道等人 (2004)；林光、李選士 (2010)；Dowd and Leschine (1990)；Tongzon (2001)；Wang et al. (2003)；Lin et al. (2007)；Nikola et al. (2017)
滯留時間	Tongzon (2001)
碼頭長度	李選士等人 (2003)；周明道等人 (2004)；Dowd and Leschine (1990)；Wang et al. (2003)；林光、李選士 (2010)；Cullinane et al. (2005)；Lin et al. (2007)；Nikola et al. (2017)
冷凍櫃裝置的數量	李選士等人 (2003)；周明道等人 (2004)
貨櫃堆積場總容量	李選士等人 (2003)；周明道等人 (2004)；林光、李選士 (2010)；Lin et al. (2007)；Nikola et al. (2017)

資料來源：本研究整理。

表 3 影響港埠產出之相關指標

產出項	
船舶每小時裝卸量	李選士等人 (2003)；Tongzon (2001)
總吞吐量	周明道等人 (2004)；黃炤智 (2007)；林光、李選士 (2010)；Tongzon (2001)；Wang et al. (2003)；Cullinane et al. (2004)；Cullinane et al. (2005)；Nikola et al. (2017)
營業收入	林國棟、盧華安 (2004)；黃炤智 (2007)
進港船舶數	林國棟、盧華安 (2004)；黃炤智 (2007)

資料來源：本研究整理。

下，整理出本研究的投入產出項，以橋式機作為所有機具總和代表，投入項部分使用橋式機的數量、橋式機駕駛數量和船席長度；產出項的部分，為橋式機全年的裝



卸量和貨櫃碼頭內橋式機每小時的裝卸量來做評估。

## 2.2 高雄港橋式機裝卸實測與作業現況

高雄港港內為管制區，且進行實測時須等待船舶領港停靠碼頭，時間上的掌控須配合船期，並不是每個碼頭都能夠進行實測，且有些數據資料屬於商業機密不對外公開，取得困難，因此本研究因時間和諸多港口作業上的限制為考量下，實測碼頭主要採連海、中島、OOCL、高明和陽明專用貨櫃碼頭進行每次一個小時的進港貨物裝卸量測，其餘的碼頭裝卸資料則以估算、資料蒐集和專家訪談得知。

從過去文獻及專家的實務經驗中可知道影響裝卸效率的因素非常的多，本研究之研究對象為高雄港全貨櫃碼頭內之橋式起重機，以探討其裝卸效率。因港區內屬管制區，無法 24 小時於港區內做量測，

加上船舶入港須配合船期表作業，在以上諸多因素的限制下，無法對門式起重機和其他碼頭機具設備做測量，因此本研究在時間與成本的考量下採用橋式起重機為總和代表，時間成本部分，入港實測時間測量上選擇多以夜間船舶入港裝卸較多。

研究中到訪 OOCL (圖 1)、連海 (圖 2)、中島 (圖 3)、高明和陽明的碼頭以一個小時為時間區間做量測。以高雄港第三貨櫃中心 70 號碼頭為例，於港區內實際測量結果得知卸船時每小時橋式起重機可以處理 62 個貨櫃。當中有一天晚上一艘總載重噸為 14,900 噸，約 8,160 TEU 的貨櫃船進港，於靠港做裝卸時約晚間 10:30，總共兩台橋式起重機正在岸邊對此船舶進行吊櫃作業。現場起重機分為雙吊式起重機和單吊式起重機，同時間進行吊櫃，以一個小時為計算區間，實際量測單吊式起重機總共 35 個吊櫃動作，裝卸 35 個 40 呎大櫃，雙吊式起重機總共 27 個吊



圖 1 OOCL 專用碼頭作業



圖 2 連海 42 碼頭



圖 3 中島碼頭

櫃動作，當中總共裝卸 54 個 20 呎小櫃，如果以吊櫃動作來看，每小時 35 個動作加上 27 個動作等於 62 個動作，若以貨櫃數量來看，每小時 35 個 40 呎及 54 個 20 呎。另外一場實測是在高雄港第一貨櫃中心，在中島碼頭內於早上 11:30 裝卸一台總噸為 5,299 噸，載重噸 7,000 多噸的全貨櫃船，實測結果為，一個小時內裝卸量 35 個動作。於第六貨櫃中心高明碼頭，當天晚上 9 點 2 台雙爪橋式起重機同時對 8,000 TEU 的船舶做裝卸作業，總共 58 個動作，共 88 個貨櫃。

當時於駕駛艙中做實際測量時，能夠感受到船舶本身停靠於岸邊除了本身海浪浮動外，在橋式起重機把貨櫃吊離甲板時，每個吊櫃動作會使船體產生重量上減少而造成船舶左右晃動，就是所謂的平衡艙 (Heeling Tank) 重量不平衡擺動，在船舶所晃動的過程中，起重機必須停止吊櫃，必須等到船舶靜止時方能繼續動

作，否則會在吊爪吊夾貨櫃時發生脫鉤的危險。首先在靠岸卸船時必須先做解纜 (Lashing) 的動作，每個貨櫃是利用底部插銷固定於甲板上，吊櫃前工人需要先將插銷拔除，因此卸除插銷對於裝卸快慢是有影響的。

除了上述狀況外，因為要配合船期表，在進行實測期間是於晚上 9:30 到凌晨 2:00 做測量，在交通上有夜間加成，車流量少所以行車順暢，才能夠有不間斷的卡車於橋式機底下排隊等待載櫃，更加快了夾櫃的動作。一般來說，平日的早上交通非常壅塞，貨櫃卡車的效率較慢，比起平日，在夜間或假日時段為離峰時段交通較順暢，因此卡車效率快，諸多因素都能促使效率快速或延遲。

在這些外在因素影響下，裝卸時的快慢關鍵最終還是與橋式起重機的操作員有高度密切相關，起重機駕駛員對於這些動作必須相當熟練，加上起重機底下的人員配合才能有效提高操作速度。在船舶上的貨物可分為甲板上方和甲板下方，裝卸甲板上方貨物較甲板下方容易且快速，因甲板下方的貨物需要開艙蓋，當開艙完畢後，吊爪還要經過艙口向下延伸至甲板下方，因艙口的開口比較小，需相當精準的操控，否則會因為晃動而容易損壞到機器設備或貨櫃。在勞務部分，船邊裝卸的效率也需要配合櫃場內的後線，因裝卸的先後順序是配合櫃場內後線貨櫃的排列，會

有先卸貨後出貨或先卸貨先出貨的先後順序問題，櫃場內若有翻船，船邊裝卸也必須更改吊卸船上貨物的順序<sup>6</sup>。

以上是卸船時的部分，於裝船時又不同於卸船，因起重機於卡車吊櫃欲夾櫃至船上，需要對準甲板上的插銷孔洞，貨櫃下放位置必須相當精準，否則會有損壞貨物之危險，所以在裝船時的效率會比卸船的效率差，在對準插銷的動作會耗費多時，經實際測量為裝船每小時 32 個動作。

經由測量後瞭解，因橋式起重機為直接對船舶進行裝卸作業之機具，橋式起重機也是港區內最大型之吊具，機器設備的效率好壞直接影響了船舶滯港時間，應減少裝卸上的時間，使得船公司能在裝卸效率快速的碼頭進行作業，船舶停靠意願大增，營運上也可達到最佳化。

## 參、研究方法

資料包絡分析法簡稱為 DEA (Data Envelopment Analysis)，是經常用於評估港口競爭力的方法，此研究方法源於柏拉圖最適原理，當評估一組決策單位 (Decision Making Unit, DMU) 時之相對效率，在客觀情形下進行評估，為受限制的問題最佳化處理，對於被評估者可利用相同的投入或較少的投入而得到更多的產出，且在分

析上較為彈性，可加入決策者的想法，得出客觀的評估單位績效，且能以主觀的引導讓各單位按照決策者所著重的部分做討論。

本研究採用資料包絡分析法對高雄港貨櫃碼頭做績效評估，評估貨櫃碼頭內橋式起重機的裝卸效率，以投入產出的模型分析且尋求改善，可作為碼頭裝卸公司與船公司參考營運的依據。

### 3.1 DEA 資料包絡分析法

資料包絡分析法是由三位學者，其中由 Charnes, Cooper 和 Rhodes 於 1978 年創造 (高強等人, 2003)，是資料包絡分析法的起源，可以用來評估整體效率績效，因此稱為 CCR 模式，後來 Banker, Charnes 和 Cooper 於 1984 年將 CCR 模式裡的部分限制取消，可用來評估技術效率，被稱為 BCC 模式。這兩個模式為 DEA 領域中最具影響。在衡量效率時，使用 CCR 和 BCC 模式做分析，不論切入觀點衡量，在這個模式中可用比率式、對偶問題和原問題描述此模式 (高強等人, 2003)。

### 3.2 DEA 模式介紹

在 DEA 模型中，生產函數的推估是績效評估的根本，經過實際產出與生產函數顯示理論產出的比值，就是效率值。根據 DEA 中的系統理論，在導向上區

<sup>6</sup> 依照吊櫃的順序來看，橋式機會因應櫃場出櫃順序先吊靠海側 (seaside) 或靠岸測 (shoreside)。

分投入導向 (Input-Oriented) 和產出導向 (Output-Oriented)，像是本研究中選擇三項作為投入項分別為橋式起重機駕駛數量、橋式起重機數量和船席長度，產出項為年總吞吐量 and 每小時裝卸量，然後針對 25 個貨櫃碼頭做效率評估，而這 25 個碼頭就是 DEA 中所提到的 DMU。在投入導向模型中，牽涉到的是有關效率的部分，在最理想的情形下，投入方的效率有多少，則產出向的效率就會有多少，即在相同投入水準下比較產出之達成為一個平衡產出。績效包含了「效率」及「效果」二層，在資料包絡的投入導向與產出導向 (高強等人，2003)。

在 CCR 模式中分為投入導向與產出導向，CCR 模式於單一投入和單一產出的情形可導出：效率 =  $k$  (產出 / 投入)， $k$  為常數，若為多項產出與多項投入時，可導入權重，如下：

效率 = 產出之加權組合 / 投入之加權組合

### 3.2.1 CCR 模式

此模式由三位學者，分別為 Charnes, Cooper 和 Rhodes 在 1978 年時所發明出來做績效評估的方法，當中使用限制式和目標式的數學規劃技巧，並且對 DMU (Decision Making Unit) 用線性規劃的方式找出生產邊界，去衡量個別決策單位。在此假設中，CCR 模式主要可用於規模報酬固定的情形下，做整體績效評估 (高強等人，2003)。

假設有  $n$  個決策單位，每個 DMU 為  $DMU_j$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ )，對每個決策單位分別做評估，並且對每個 DMU 做  $m$  種投入  $Y_i$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ) 投入量為  $X_{ij}$ ，生產  $s$  種產出，第  $r$  ( $r = 1, 2, \dots, s$ ) 個項產出量為  $Y_{rj}$ ，則第  $k$  個決策單位衡量效率公式模型如下 (1.1)(黃炤智，2007)：

$$E_k = \text{Max} \frac{\sum_{r=1}^s u_r Y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i X_{ik}} \quad (1.1)$$

$$\text{s.t.} \frac{\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i X_{ij}} \leq 1, \quad j = 1, \dots, n$$

$$u_r \geq \varepsilon > 0, \quad r = 1, \dots, s$$

$$v_i \geq \varepsilon > 0, \quad i = 1, \dots, m$$

上述模式中：

- $u_r$ ：第  $r$  個產出
- $v_i$ ：第  $i$  個投入權重
- $n$ ：為評估的單位個數
- $m$ ：為因子個數
- $s$ ：是產出項數目
- $\varepsilon$ ：為正數，是極小值 (Charnes et al. 1979 稱為非阿基米德數，在實際使用上常設為  $10^{-6}$ )

### 3.2.2 BCC 模式

在資料包絡分析中，CCR 的模式是用於固定規模報酬，也就是說投入項以等比例增加時，產出項也會隨之等比例增加。



在投入生產過程中可能遇到規模報酬增加或減少，當中若為一無效率決策單位，造成無效率的原因可能有很多種，透過瞭解個別決策單位規模報酬狀態，並蒐集瞭解得到更多資訊，可以得到更多有效訊息以便管理者改善。後來由 Banker, Charnes 和 Cooper 於 1984 年將 CCR 模式裡的一些限制取消，在有多項投入產出的情形下，用 BCC 模式可以衡量評估技術效率和規模效率的投入產出，其中 CCR 與 BCC 模式最大的不一樣就是  $u_0$  的差別。此模式的投入導向比率形式如下 (1.2)(高強等人，2003) 所示：

$$E_k = \text{Max} \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rk} - u_0}{\sum_{i=1}^m v_i X_{ik}} \quad (1.2)$$

$$s.t. \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - u_0}{\sum_{i=1}^m v_i X_{ij}} \leq 1, \quad j = 1, \dots, n$$

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

$\varepsilon$ ：為正數，是極小值 (Charnes et al., 1979 稱為非阿基米德數，在實際使用上常設為  $10^{-6}$ )

$u_0$ ：無正負限制

模式中：

$u_0 > 0$  為遞減規模報酬

$u_0 < 0$  為遞增規模報酬

$u_0 = 0$  報酬固定

由上述公式，假設有兩項投入  $X_1$  為橋式起重機裝卸效率， $X_2$  船舶滯港之成本，最後產出項  $Y$  為提高碼頭裝卸效率的結果。假設單位  $j (j=1, \dots, n)$  使用第  $i (i=1, \dots, m)$  項投入量為  $X_{ij}$ ，設  $i$  為橋式機數量， $j$  為貨櫃碼頭數量，其第  $r (r=1, 2, \dots, s)$  項產出量為  $Y_{rj}$ ，則單位  $k$  的效率可以由模式 (1.1) 得出 (高強等人，2003)。

## 肆、實證分析

船舶從領港時便開始計算費用，包括引水、停靠碼頭、滯港時間和機具使用，從起重機的操作面向來看，由於船舶大型化的航運趨勢影響，船舶的總長度、吃水深度和載貨容量大增，在貨櫃場、碼頭結構設計和機具設備都需要強化更新，像是船邊裝卸的橋式起重機前端伸長吊臂從早期的 35 公尺更新為 45 公尺 (林光、張志清，2010)。橋式機最重要的三個主要特性分別為前臂伸長長度、上舉高度及吊櫃能量，一般來說，目前高雄港區高明碼頭橋式機臂長度可達 71 公尺，高度為 52 公尺，因受限於船舶寬度，一般計算以起重機靠海側之軌道起算，可伸長至船舶橫向最遠端貨櫃距離。上舉高度自海平面起算至起重機上舉最高高度。在吊櫃能量的部分，根據 ISO 規定，一個 40 呎大櫃最大乘載重量為 30,480 公斤，約為 30 公噸左

右，因此 35 ~ 40 公噸之橋式起重機方能符合需求；吊櫃能量一個 20 呎小櫃乘載重量最大為 24 公噸，因此橋式起重機須達到 144 公噸才是安全操作重量。目前高雄港高明碼頭第六貨櫃中心的橋式起重機的荷重為雙吊架式 80 公噸，吊櫃效率最佳，達到每小時 40 個吊櫃動作。先前於文獻回顧針對 DEA 投入與產出指標項目之選取，本節說明選取方式以及其意涵：

由於港口碼頭中受到內部與外部等諸多因素影響，包括外部環境的土地、資金和人力等因素投入（港口碼頭的投入成本，起重機駕駛人員、船席和裝卸機具等），透過內部營運，經過投入項駕駛數量、起重機具數量和船席長度，轉換產出項貨櫃吞吐量和每小時貨櫃裝卸量等。根據相關文獻之探討及專家學者訪談，本研究藉由上述所提到的投入項目標和產出項目標作為研究變數，如上所述，提出三項投入項與兩項產出項目，其說明如下所示：

### 1. 橋式起重機駕駛人員數

貨櫃起重機具為船舶裝卸貨櫃最直接的窗口，所有的貨櫃要裝船與卸船都需經過橋式起重機的作業，主要的工作內容為將貨櫃移動至貨櫃船舶，為貨櫃場最前線的作業機具。橋式起重機駕駛人員在裝卸的過程中，可能會有人員分配的問題，若同時需要多台橋式機作業，在人員不足的情形下，在操作上需等待駕駛調度分配，

進而影響港口碼頭的裝卸效率，因此橋式起重機駕駛數量為影響貨櫃港口碼頭作業效率指標，本研究將此一指標作為投入項使用。

### 2. 裝卸機具數量

作業的橋式起重機的數量是一個影響裝卸效率的因素。由於貨櫃透過起重機裝卸，裝卸時起重機同時進行作業的效率和數量呈正比，以高雄港中的第六貨櫃中心的設備為例，可分一次二到三台橋式起重機同時進行靠泊船舶裝卸作業，同樣一次的動作中，三台機器一起運作，能夠充分利用將作業效率達最大化。若只有一台起重機運作，相對來說速度會慢很多，其裝卸流程亦受到延遲，進而影響港口碼頭作業效率，因此本研究將橋式起重機具設備數量作為投入的項目之一。

### 3. 船席總長度

現今海運船舶大型化的趨勢，船體本身長度增加，一條船裝卸可能灣靠超過一個船席，因此本研究加入了船席長度作為投入項指標。各港口碼頭的船席長度不一，以高雄港為例（第一貨櫃中心兩個碼頭船席長度分別為 242 公尺與 187 公尺，第三貨櫃中心三個碼頭船席長度分別為 432 公尺、320 公尺與 320 公尺），本研究將此一指標作為投入項使用。

### 4. 總吞吐量

根據過去文獻研究，其作業績效的相關研究中多以吞吐量作為基本的衡量指

標，因此可發現貨櫃總吞吐量為一重要的評估指標。其次，由於港口碼頭藉由內部的營運，已將投入資源(土地、勞力、資本、資源等項目)轉換成產出(即貨櫃吞吐數量)，因此在上述的考量下，本研究將總吞吐量納入為產出指標。

本研究於決定評估指標後，便著手進行港口碼頭相關指標之資料收集與彙整。因此有關本文所篩選出三項投入指標項目(橋式起重機駕駛、船席總長度和起重機機具)與兩項產出指標項目(總吞吐量和每小時裝卸量)，所有統整資料如表 4 所示。

#### 4.1 分析內容項目

本研究藉著 DEA 進行效率的評估，經過適當分析可以進一步提供有效的管理資訊，可作為往後參考的資料。在研究中透過 DEA 衡量模式，瞭解碼頭裝卸效率可達到投入極小化或產出極大化，因此當原始資料中的權重與目標值做了比較之後，若小於原始數值，即表示該 DMU 在投入項目使用上可縮減該項投入資本亦可以達到較佳的效率。透過效率評估後，也可能發生無效率的情況，需先找出當時生產增加或減少的影響要素。因此當 DMU 的規模效率越高時，其生產力越大。本研究透過 DEA 系統做運算，其結果得知各碼頭裝卸的效率值，若總效率為「1」者，代表相對有效率；反之，則代表相對無效率。這 25 個貨櫃碼頭，得知每個碼頭的

規模效率值高低，也代表該碼頭的生產值高低。

##### 一、投入導向

在 DEA 模式中分別有投入項和產出項，以投入項的角度來看，DMU 在相同產出水準下，比較投入資源的使用效率稱為投入導向效率。由 DEAP 系統分析得知，如下表 5 所示，當中 42 號碼頭、65 號碼頭、66 號碼頭、69 號碼頭、81 號碼頭和 109 號碼頭，在投入項當中投入數量與目標值相等，因此無需做人員調整；其他碼頭如下：

1. 43 號碼頭：投入項當中駕駛人員為 4 人，但目標值為 3.330 人， $4 > 3.330$ ，因此駕駛人員無須達到 4 人即可達成好的效率，調整駕駛人員數小於 4，另外機具設備 3，機具目標項 2.917，因此機具設備可小於 3 台，船席長度 187 公尺，目標值 181.004 公尺，因  $187 > 181.004$ ，須調整 6 個單位。
2. 63 號碼頭：投入項當中駕駛人員為 5 人，但目標值為 4.441 人， $5 > 4.441$ ，因此駕駛人員無須達到 5 人即可達成好的效率，調整駕駛人員數小於 5，另外機具設備 5，機具目標項 4.441，因此機具設備可小於 5 台，船席長度 274 公尺，目標值 243.394 公尺，因  $274 > 243.394$ ，須調整小於 274 公尺。
3. 64 號碼頭：投入項當中駕駛人員為 5 人，但目標值為 3.698 人， $5 > 3.698$ ，

表 4 投入產出表

	產出		投入		
	每小時裝卸數(動作)	總吞吐量(TEU)	駕駛(人)	機具設備(台)	船席長度(m)
42 號碼頭	35	163,800	4	3	242
43 號碼頭	29	146,160	4	3	187
63 號碼頭	42	211,680	5	5	274
64 號碼頭	37	173,160	5	5	245
65 號碼頭	50	234,000	5	5	244
66 號碼頭	52	262,080	5	5	440
67 號碼頭	48	207,360	5	5	440
68 號碼頭	60	280,800	5	7	432
69 號碼頭	56	262,080	4	6	320
70 號碼頭	48	224,640	5	6	320
115 號碼頭	32	161,280	5	8	276
116 號碼頭	36	168,480	4	7	320
117 號碼頭	30	140,400	5	8	320
118 號碼頭	35	163,800	5	8	320
119 號碼頭	33	154,440	5	8	320
76 號碼頭	29	135,720	5	8	320
77 號碼頭	31	145,080	5	8	356
78 號碼頭	30	129,600	5	8	320
79 號碼頭	26	121,680	7	8	355
80 號碼頭	35	163,800	3	8	340
81 號碼頭	37	173,160	5	8	120
108 號碼頭	58	292,320	8	12	375
109 號碼頭	62	357,120	5	12	375
110 號碼頭	60	324,000	8	12	375
111 號碼頭	56	262,080	8	12	264

資料來源：本研究整理。

因此駕駛人員無須達到 5 人即可達成好的效率，調整駕駛人員數小於 5，另外機具設備 5，機具目標項 3.698，因此機具設備可小於 5 台，船席長度

245 公尺，目標值 181.2 公尺，因  $245 > 181.2$ ，須調整小於 245 公尺。

4. 67 號碼頭：投入項當中駕駛人員為 5 人，但目標值為 4.571 人， $5 >$



- 4.3571，因此駕駛人員無須達到 5 人即可達成好的效率，調整駕駛人員數小於 5，另外機具設備 5，機具目標項 4.571，因此機具設備可小於 5 台，船席長度 440 公尺，目標值 306.286 公尺，因  $440 > 306.286$ ，須調整小於 440 公尺。
5. 68 號碼頭：投入項當中駕駛人員為 5 人，但目標值為 4.511 人， $5 > 4.511$ ，因此駕駛人員無須達到 5 人即可達成好的效率，調整駕駛人員數小於 5，另外機具設備 7，機具目標項 6.316，因此機具設備可小於 7 台，船席長度 432 公尺，目標值 349.173 公尺，因  $432 > 349.173$ ，須調整小於 432 公尺。
  6. 70 號碼頭：投入項當中駕駛人員為 5 人，但目標值為 4.111 人， $5 > 4.111$ ，因此駕駛人員無須達到 5 人即可達成好的效率，調整駕駛人員數小於 5，另外機具設備 6，機具目標項 4.934，因此機具設備可小於 6 台，船席長度 320 公尺，目標值 263.133 公尺，因  $320 > 263.133$ ，須調整小於 320 公尺。
  7. 115 號碼頭：投入項當中駕駛人員為 5 人，但目標值為 2.999 人， $5 > 2.999$ ，因此駕駛人員無須達到 5 人即可達成好的效率，調整駕駛人員數小於 5，另外機具設備 8，機具目標項 4.98，因此機具設備可小於 8 台，船席長度 276 公尺，目標值 165.532 公尺，因  $276 > 165.532$ ，須調整小於 276 公尺。
  8. 116 號碼頭：投入項當中駕駛人員為 4 人，但目標值為 2.571 人， $4 > 2.571$ ，因此駕駛人員無須達到 4 人即可達成好的效率，調整駕駛人員數小於 4，另外機具設備 7，機具目標項 3.857，因此機具設備可小於 7 台，船席長度 320 公尺，目標值 205.714 公尺，因  $320 > 205.714$ ，須調整小於 320 公尺。
  9. 117 號碼頭：投入項當中駕駛人員為 5 人，但目標值為 2.476 人， $5 > 2.476$ ，因此駕駛人員無須達到 5 人即可達成好的效率，調整駕駛人員數小於 5，另外機具設備 8，機具目標項 3.785，因此機具設備可小於 8 台，船席長度 320 公尺，目標值 158.491 公尺，因  $320 > 158.491$ ，須調整小於 320 公尺。
  10. 118 號碼頭：投入項當中駕駛人員為 5 人，但目標值為 2.889 人， $5 > 2.889$ ，因此駕駛人員無須達到 5 人即可達成好的效率，調整駕駛人員數小於 5，另外機具設備 8，機具目標項 4.416，因此機具設備可小於 8 台，船席長度 320 公尺，目標值 184.906 公尺，因  $320 > 184.906$ ，須調整小於 320 公尺。
  11. 119 號碼頭：投入項當中駕駛人員為 5 人，但目標值為 2.724 人， $5 > 2.724$ ，因此駕駛人員無須達到 5 人即可達成好的效率，調整駕駛人員數小於 5，另外機具設備 8，機具目標項 4.164，因此機具設備可小於 8 台，船席長度 320 公尺，目標值 174.304 公尺，因

- 320 > 174.304，須調整小於 320 公尺。
12. 76 號碼頭：投入項當中駕駛人員為 5 人，但目標值為 2.394 人， $5 > 2.394$ ，因此駕駛人員無須達到 5 人即可達成好的效率，調整駕駛人員數小於 5，另外機具設備 8，機具目標項 3.659，因此機具設備可小於 8 台，船席長度 320 公尺，目標值 153.208 公尺，因  $320 > 153.208$ ，須調整小於 320 公尺。
13. 77 號碼頭：投入項當中駕駛人員為 5 人，但目標值為 2.391 人， $5 > 2.391$ ，因此駕駛人員無須達到 5 人即可達成好的效率，調整駕駛人員數小於 5，另外機具設備 8，機具目標項 3.625，因此機具設備可小於 8 台，船席長度 356 公尺，目標值 170.271 公尺，因  $356 > 170.271$ ，須調整小於 356 公尺。
14. 78 號碼頭：投入項當中駕駛人員為 5 人，但目標值為 2.476 人， $5 > 2.476$ ，因此駕駛人員無須達到 5 人即可達成好的效率，調整駕駛人員數小於 5，另外機具設備 8，機具目標項 3.785，因此機具設備可小於 8 台，船席長度 320 公尺，目標值 158.491 公尺，因  $320 > 158.491$ ，須調整小於 320 公尺。
15. 79 號碼頭：投入項當中駕駛人員為 7 人，但目標值為 2.522 人， $5 > 2.522$ ，因此駕駛人員無須達到 5 人即可達成好的效率，調整駕駛人員數小於 5，另外機具設備 8，機具目標項 2.882，因此機具設備可小於 8 台，船席長度 355 公尺，目標值 127.885 公尺，因  $355 > 127.885$ ，須調整小於 355 公尺。
16. 80 號碼頭：投入項當中駕駛人員為 3 人，但目標值為 2.500 人， $3 > 2.500$ ，因此駕駛人員無須達到 3 人即可達成好的效率，調整駕駛人員數小於 3，另外機具設備 8，機具目標項 3.750，因此機具設備可小於 8 台，船席長度 340 公尺，目標值 200 公尺，因  $340 > 200$ ，須調整小於 340 公尺。
17. 108 號碼頭：投入項當中駕駛人員為 8 人，但目標值為 6.030 人， $8 > 6.030$ ，因此駕駛人員無須達到 8 人即可達成好的效率，調整駕駛人員數小於 8，另外機具設備 12，機具目標項 9.045，因此機具設備可小於 12 台，船席長度 375 公尺，目標值 282.646 公尺，因  $375 > 282.646$ ，須調整小於 375 公尺。
18. 110 號碼頭：投入項當中駕駛人員為 8 人，但目標值為 6.683 人， $8 > 6.683$ ，因此駕駛人員無須達到 8 人即可達成好的效率，調整駕駛人員數小於 8，另外機具設備 12，機具目標項 10.025，因此機具設備可小於 12 台，船席長度 375 公尺，目標值 313.278 公尺，因  $375 > 313.278$ ，須調整小於 375 公尺。
19. 111 號碼頭：投入項當中駕駛人員為 8 人，但目標值為 6.657 人， $8 > 6.657$ ，因此駕駛人員無須達到 8 人即

可達成好的效率，調整駕駛人員數小於 8，另外機具設備 12，機具目標項 9.986，因此機具設備可小於 12 台，船席長度 264 公尺，目標值 219.687 公尺，因  $264 > 219.687$ ，須調整小於 264 公尺。

## 二、產出導向

在 DEA 模式中分別有投入項和產出項，以產出項的角度來看，在相同投入水準下，投入多少，相對產出也會增加，即在相同投入水準下比較產出之達成狀況，因而稱為產出導向效率。如下表 5 所示，當中 42 號碼頭、64 號碼頭、65 號碼頭、66 號碼頭、67 號碼頭、68 號碼頭、69 號碼頭、70 號碼頭、76 號碼頭、77 號碼頭、78 號碼頭、79 號碼頭、80 號碼頭、81 號碼頭、108 號碼頭、109 號碼頭、111 號碼頭、115 號碼頭、116 號碼頭、117 號碼頭、118 號碼頭和 119 號碼頭，在產出項當中投入數量與目標值相等，因此無需做調整；其他碼頭如下：

1. 43 號碼頭每小時裝卸 29 個，目標值 31 個，因此需多裝 2 個。
2. 63 號碼頭每小時裝卸 42 個，目標值 44 個，因此需多裝 2 個。
3. 110 號碼頭每小時裝卸 60 個，目標值 64 個，因此需多裝 4 個。

最後由 DEA 系統得知高雄港總效率值，表 6 差額分析所示，當中 42 號碼頭、64 號碼頭、65 號碼頭、66 號碼頭、

69 號碼頭、70 號碼頭、79 號碼頭、81 號碼頭、109 號碼頭、111 號碼頭和 115 號碼頭，投入產出的差額皆為 0，總效率值為 1，顯示為相對有效率；其他碼頭如下：

1. 43 號碼頭：起重機駕駛 0.559，每小時裝卸量為 2.231，需再多增加 2.231 個櫃子，年總吞吐量為 0，總效率值為 0.972，小於 1，顯示為相對無效率。
2. 63 號碼頭：每小時裝卸量為 2.687，需再多增加 2.687 個櫃子，年總吞吐量為 0，總效率值為 0.888，小於 1，顯示為相對無效率。
3. 67 號碼頭：船席長度 96，每小時裝卸量為 0，年總吞吐量為 17,280，總效率值為 0.914，小於 1，顯示為相對無效率。
4. 68 號碼頭：船席長度 40.602，年總吞吐量和每小時裝卸量為 0，總效率值為 0.902，小於 1，顯示為相對無效率。
5. 116 號碼頭：起重機具 0.643，每小時裝卸量為 0，年總吞吐量為 0，總效率值為 0.643，小於 1，顯示為相對無效率。
6. 117 號碼頭：起重機具 0.177，年總吞吐量和每小時裝卸量為 0，總效率值為 0.495，小於 1，顯示為相對無效率。

表 5 投入與產出分析

	投入						產出			
	駕駛 (人)	目標值	機具設 備(台)	目標值	船席長度 (m)	目標值	每小時 裝卸數 (動作)	目標值	總吞吐量 (TEU)	目標值
42 號碼頭	4	4.000	3	3.000	242.00	242.000	35	35	163,800	163,800
43 號碼頭	4	3.330	3	2.917	187.00	181.004	29	31	146,160	146,160
63 號碼頭	5	4.441	5	4.441	274.00	243.394	42	44	211,680	211,680
64 號碼頭	5	3.698	5	3.698	245.00	181.200	37	37	173,160	173,160
65 號碼頭	5	5.000	5	5.000	244.00	244.000	50	50	234,000	234,000
66 號碼頭	5	5.000	5	5.000	440.00	440.000	52	52	262,080	262,080
67 號碼頭	5	4.571	5	4.571	440.00	306.286	48	48	207,360	224,640
68 號碼頭	5	4.511	7	6.316	432.00	349.173	60	60	280,800	280,800
69 號碼頭	4	4.000	6	6.000	320.00	320.000	56	56	262,080	262,080
70 號碼頭	5	4.111	6	4.934	320.00	263.133	48	48	224,640	224,640
115 號碼頭	5	2.999	8	4.798	276.00	165.532	32	32	161,280	161,280
116 號碼頭	4	2.571	7	3.857	320.00	205.714	36	36	168,480	168,480
117 號碼頭	5	2.476	8	3.785	320.00	158.491	30	30	140,400	140,400
118 號碼頭	5	2.889	8	4.416	320.00	184.906	35	35	163,800	163,800
119 號碼頭	5	2.724	8	4.164	320.00	174.304	33	33	154,440	154,440
76 號碼頭	5	2.394	8	3.659	320.00	153.208	29	29	135,720	135,720
77 號碼頭	5	2.391	8	3.625	356.00	170.271	31	31	145,080	145,080
78 號碼頭	5	2.476	8	3.785	320.00	158.491	30	30	129,600	140,400
79 號碼頭	7	2.522	8	2.882	355.00	127.885	26	26	121,680	121,680
80 號碼頭	3	2.500	8	3.750	340.00	200.000	35	35	163,800	163,800
81 號碼頭	5	5.000	8	8.000	120.00	120.000	37	37	173,160	173,160
108 號碼頭	8	6.030	12	9.045	375.00	282.646	58	58	292,320	292,320
109 號碼頭	5	5.000	12	12.000	375.00	375.000	62	62	357,120	357,120
110 號碼頭	8	6.683	12	10.025	375.00	313.278	60	64	324,000	324,000
111 號碼頭	8	6.657	12	9.986	264.00	219.687	56	56	262,080	262,080

資料來源：本研究整理。

7. 118 號碼頭：起重機具 0.206，年總吞吐量 and 每小時裝卸量為 0，總效率值

為 0.578，小於 1，顯示為相對無效率。



表 6 投入產出差額分析表

碼頭	投入			產出		總效率值	排序
	起重機 駕駛	起重機 機具	船席 長度	每小時 裝卸量	年總吞 吐量		
42 號碼頭	0	0	0	0	0	1	1
43 號碼頭	0.559	0	0	2.231	0	0.972	14
63 號碼頭	0	0	0	2.687	0	0.888	11
64 號碼頭	0	0	0	0	0	1	1
65 號碼頭	0	0	0	0	0	1	1
66 號碼頭	0	0	0	0	0	1	1
67 號碼頭	0	0	96.000	0	17,280	0.914	13
68 號碼頭	0	0	40.602	0	0	0.902	12
69 號碼頭	0	0	0	0	0	1	1
70 號碼頭	0	0	0	0	0	1	1
115 號碼頭	0	0	0	0	0	1	1
116 號碼頭	0	0.643	0	0	0	0.643	7
117 號碼頭	0	0.177	0	0	0	0.495	4
118 號碼頭	0	0.206	0	0	0	0.578	6
119 號碼頭	0	0.195	0	0	0	0.545	5
76 號碼頭	0	0.171	0	0	0	0.479	3
77 號碼頭	0	0.202	0	0	0	0.478	2
78 號碼頭	0	0.177	0	0	10,800	0.495	4
79 號碼頭	0	0	0	0	0	1	1
80 號碼頭	0	2.917	83.333	0	0	0.833	9
81 號碼頭	0	0	0	0	0	1	1
108 號碼頭	0	0	0	0.615	0	0.754	8
109 號碼頭	0	0	0	0	0	1	1
110 號碼頭	0	0	0	4.967	0	0.835	10
111 號碼頭	0	0	0	0	0	1	1

資料來源：本研究整理。

8. 119 號碼頭：起重機具 0.195，年總吞吐量 and 每小時裝卸量為 0，總效率值為 0.545，小於 1，顯示為相對無效率。

9. 76 號碼頭：起重機具 0.171，年總吞吐量和每小時裝卸量為 0，總效率值為 0.479，小於 1，顯示為相對無效率。

10. 77 號碼頭：起重機具 0.202，年總吞吐量 and 每小時裝卸量為 0，總效率值為 0.478，小於 1，顯示為相對無效率。
11. 78 號碼頭：起重機具 0.177，年總吞吐量為 10,800，每小時裝卸量為 0，總效率值為 0.495，小於 1，顯示為相對無效率。
12. 80 號碼頭：起重機具 2.917，船席長度 83.333，年總吞吐量和每小時裝卸量為 0，總效率值為 0.833，小於 1，顯示為相對無效率 108 號碼頭，年總吞吐量為 0，每小時裝卸量為 0.615，總效率值為 0.754，小於 1，顯示為相對無效率。
13. 110 號碼頭：年總吞吐量 0，和每時裝卸量為 4.967，總效率值為 0.835，小於 1，顯示為相對無效率。

由表 6 差額分析可知，在投入項的三項指標分別為橋式起重機操作員人數、起重機具設備數量和船席長度，指標權重等於 0 時，為相對有效率，反之則為相對無效率。造成總體效率值相對無效率的因素為人員數和機具數量分配不佳。

## 4.2 小結

因為港區中碼頭和船席為沉沒成本亦無法短期調整，所以選擇橋式起重機駕駛和機具設備這兩項指標來做修正，會比調整船席長度來的有經濟效益。經過上述差

額分析可知，在投入項目中不為 0 的目標項代表可以有改善的空間，因此研究中使用的 DEA 模式可發揮此研究方法的特性，在許多目標項中未來可以用客觀的方式來做敏感度分析，對於往後策略上的參考之用。

## 伍、結論與建議

### 5.1 結論

本研究結果如下：由資料包絡分析法分析得知高雄港有效率的碼頭依序如下：42 號碼頭、65 號碼頭、66 號碼頭、69 號碼頭、81 號碼頭和 109 號碼頭；高雄港為臺灣進出口吞吐大港，但有些碼頭因機器老舊而使得裝卸效率降低，這也成為航商選擇碼頭停靠進行裝卸的因素之一，因裝卸效率的快慢會影響船舶停靠於港區內的時間，滯港時間增加，其成本也跟著增加。本文透過量化研究發現目前貨櫃裝卸效率，若更新港區內的設備可以改善其效率，以增加競爭力。

首先針對選擇的投入產出，分別以產出導向及投入導向分析結果，比較 DEA 結果產生的權重與原始資料的比對分析，分析後發現各碼頭在投入導向中有些碼頭是不需要做調整，但某些碼頭在人員或機具上可以建議做增減的動作，但比起人員的調配，在起重機具的調整上有礙於購買

時牽涉的招標、法令和購買後需要兩年以上的運送期等種種的限制因素存在，因此人員上的調整會遠比機具容易改善。

管理學大師彼得杜拉克的管理聖經(齊若蘭, 2004), 提出效能 (effectiveness) 與效率 (efficiency), 管理層面中效能是指做對的事, 而效率就是把事情做對。效能著重於目標的達成率, 效率著重於資源的使用率, 有效率且有經驗的駕駛操作, 為港區裝卸作業帶來的是縮短船舶滯港的時間; 橋式機裝卸設備保固得宜, 在操作上能夠越靈活; 船席長度越長, 其容納船舶的能力越高, 可供更大型的船舶停靠。

研究中發現每個碼頭所需要的人力資源並不同, 以投入導向來看, 研究分析結果找出了有效率和較無效率的碼頭, 從整個碼頭的經營來看, 當中的數據可以瞭解每個碼頭可依據各自的項目做調整, 有些碼頭橋式起重機則可以維持現狀, 甚至有些碼頭駕駛員可以做增加, 利用這些數據, 可以讓使用者和經營者更具體的規劃參考。經營者就是碼頭裝卸經營規劃, 在未來碼頭的規劃中可提供港口經營者來做改善, 以減少資源的浪費, 達到高效率碼頭作業。如果只有效率而沒有效能, 碼頭就像一個累積許多貨物而沒有生產力的倉庫而已, 如果有效能卻缺乏效率, 即使能達成目標, 卻也花費了過多資源, 所以碼頭追求的是高效能及高效率。另一方面可以提供船公司來做停靠使用上的評估, 選擇較完善且能降低成本的碼頭做裝卸。

另一方面為產出導向, 就高雄港的行銷角度來看, 高雄港因擁有地理條件佳的優勢, 成為東亞地區重要的貨櫃轉運樞紐港口之一(呂錦山、方莞萍, 2001), 在港區內有物流的加值作業, 也是重工業原料、化學原料和天然氣進出口和儲運中心, 已經具備發展成為轉運樞紐港之基礎(李宜芳等人, 2013)。在橋式機到港區管制哨站之間, 有橋式起重機的吊櫃速度、有優先運送卡車路線, 以及貨櫃堆積場跨載機速度, 若每小時的裝卸效率越好, 於港區內的轉運可以更有競爭力且達到最佳化, 在有限的資源內盡可能以最低的成本做最大的發揮(Li et al., 2015), 提升整個高雄港的營運, 在年總吞吐量上能有更好的成績, 為此導向的管理意涵。

## 5.2 建議

由分析結果得出高雄港內的貨櫃碼頭為效率較低的部分, 因此本研究對高雄港目前貨櫃碼頭裝卸效率弱勢的情況下, 以兩個不同的身分討論高雄港貨櫃碼頭營運競爭力的相關策略建議:

以船公司的角度來說, 時間就是金錢, 能花最少的金錢而能夠有最大的效率一直是公司追求的目標, 裝卸效率高, 停留於碼頭的時間少, 成本效益上才能達到最佳化, 因此未來在人員調整後可以做最有效的分配, 以達到最佳的效率。

以碼頭裝卸公司的角度來看: (1) 裝卸機具、橋式機等設施的新舊, 對作業效

率的影響甚大，但在模式中僅能以數量來呈現，可能會導致評估結果偏差。另外，裝卸作業效率固然重要，但從使用者的角度，裝卸效率是「越快越好」，還是「只要達到某一水準就好」，對於起重機投資決策的意涵並不相同，建議於未來研究中加入並分析。(2) 如何把人員素質、裝卸機具新舊等非量化因素也納入模式中，以加強模式的周延性。

### 參考文獻

- 王克尹，2006，提昇高雄港競爭力之挑戰(二)，*航貿週刊*，第 200650 期，68-70。
- 王怡婷，2015，高雄港貨櫃碼頭營運現況分析，*航運季刊*，第 24 卷，第 1 期，45-59。
- 交通部，2016，交通統計要覽，<https://www.motc.gov.tw/ch/home.jsp?id=59&parentpath=0,6>，2018 年 6 月 20 日。
- 吳清慈，2011，高雄港貨櫃碼頭營運績效改善之模擬分析，國立臺灣海洋大學河海工程學系博士論文，基隆市。
- 呂錦山、方莞萍，2001，高雄港貨櫃市場行銷策略之研究，*運輸計劃季刊*，第 30 卷，第 2 期，439-480。
- 李宜芳、郭思瑜、林繼昌，2013，高雄港轉運貨櫃市場競爭能力之研究，*航運季刊*，第 22 卷，第 4 期，25-54。
- 李選士、周明道、曹彥盛，2005，應用 DEA/TOPSIS 評估基隆港及其他國際港口效率，*國立臺灣海洋大學海運學報*，第 14 卷，59-74。
- 李選士、周明道、郭森桂，2003，應用資料包絡分析評估亞太地區貨櫃港效率，*航運季刊*，第 12 卷，第 4 期，81-105。
- 周明道、李選士、林光，2004，應用跨期遞迴資料包絡分析法評估兩岸三地貨櫃港埠生產效率，*航運季刊*，第 13 卷，第 4 期，71-86。
- 林光、李選士，2010，全球主要貨櫃港經營效率之研究——傳統 DEA 與非授權變數 DEA 之比較研究成果報告，行政院國家科學委員會專題研究計畫 (NSC 97-2221-E-019-022-)。
- 林光、張志清，2010，*航業經營與管理*，航貿文化事業有限公司，臺北市。
- 林國棟、盧華安，2004，應用資料包絡分析法評量港埠經營績效之研究，*航運季刊*，第 13 卷，第 3 期，49-68。
- 倪安順、林光，2004，*港埠經營與管理*，航貿文化事業有限公司，臺北市。
- 高強、黃旭男、Sueyoshi，2003，*管理績效評估——資料包絡分析法*，初版，華泰文化事業股份有限公司出版。
- 陳佳婉，2006，臺灣海運公司經營績效評估——以資料包絡分析法，立德管理學院工業管理研究所碩士論文，臺南市。
- 黃炤智，2007，應用資料包絡分析法評估高雄港營運效率，長榮大學航運管理研究所碩士論文，臺南市。



- 齊若蘭，2004，*彼得杜拉克的管理聖經*，遠流出版社，臺北市。
- 謝幼屏，2003，*航商在高雄港租賃貨櫃碼頭之規模經濟研究*，交通部運輸研究所，臺北市。
- 魏惠儀，2009，*國際貨櫃港之港灣、裝卸及倉儲績效之評估——應用差額變數資料包絡分析法*，國立臺灣海洋大學航運管理研究所碩士論文，基隆市。
- Cullinane, K. and Wang, T.F., 2006. Data envelopment analysis (DEA) and improving container port efficiency. *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 17, 517-566.
- Cullinane, K., Song, D.W. and Wang, T.F., 2005. The application of mathematical programming approaches to estimating container port production efficiency. *Journal of Productivity Analysis*, 24(1), 73-92.
- Cullinane, K., Song, D.W., Ji, P. and Wang, T.F., 2004. An application of DEA windows analysis to container port production efficiency. *Review of Network Economics*, 3(2), 184-206.
- Dowd, T.J. and Leschine, T.M., 1990. Container terminal productivity: a perspective. *Maritime Policy and Management*, 17(2), 107-112.
- Lin, K., Chen, K.K., Cho, T.S., Lee, H.S., Chou, M.T. and Yeh, C.H., 2007. Evaluating the operating efficiency of international port in ASIA: the DEA/TOPSIS approach. *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 6, 1-16.
- Li, W., Wu, Y. and Goh, M., 2015. *Planning and Scheduling for Maritime Container Yards: Supporting and Facilitating the Global Supply Network*, Springer International Publishing: Switzerland.
- Nikola, K., Thanh, T.N. and Thomas, V., 2017. Relative efficiencies of ASEAN container ports based on data envelopment analysis. *Proceedings of the Asian Journal of Shipping and Logistics*, 33(2), 67-77.
- Notteboom, T.E., 2004. Container shipping and port. *The Review of Network Economics*, 3(2), 86-106.
- Roll, Y. and Hayuth, Y., 1993. Port performance comparison applying data envelopment analysis (DEA). *Maritime Policy and Management*, 20(2), 153-161.
- Tongzon, J., 2001. Efficiency measurement of selected Australian and other international ports using data envelopment analysis. *Transportation Research Part A*, 35(2), 113-128.
- Wang, T. F., Song, D.W. and Cullinane, K., 2003. Container port production efficiency: a comparative study of DEA and FDH approaches. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 5, 698-713.
- Wu, Y.C. and Goh, M., 2010. Container port efficiency in engineering and more advanced markets. *Transportation Research Part E*, 46, 1030-1042.

