

# 臺中港貨櫃船進港引水作業效率之探討

## Exploring the Pilotage Operation Efficiency Indicators of Container Ship in Taichung Port

曾柏興 (Po-Hsing Tseng)<sup>1\*</sup>、郭昶禧 (Yun-Hsi Kuo)<sup>2</sup>

### 摘要

本研究以分析網路程序法探討影響臺中貨櫃港口引水人作業效率之關鍵構面與指標，藉由文獻回顧建構四個構面及 15 個次指標，最後透過 25 份專家問卷進行分析。研究發現構面排序為「人員」、「船舶」、「港埠設施」、「政策」；「引水人專業性」、「貨櫃船自動識別系統」、「VTS 塔臺」則為最重要之三項指標。本研究結果可作為擬定改善港區引水作業效率之決策建議，以獲得潛在的經濟效益。

**關鍵字：**引水人、作業效率、臺中港、貨櫃、分析網路程序法

### Abstract

This paper aims to explore key dimensions and indicators that affect the efficiency of pilot operations in Taichung Container Port based on Analytic Network Process (ANP). Four dimensions and fifteen indicators are derived according to the literature review and 25 expert questionnaires. The results reveal that People is the most important dimension, followed by Ships, Port Facilities, and Policies. Moreover, Pilot's professionalism, Container Ship Automatic Identification System, and VTS System are the three most important sub-indicators. The research findings can provide decision suggestions for improving the efficiency of the pilotage operation and consequently obtain potential economic benefits.

**Keywords:** Pilot, Efficiency, Taichung port, Container, Analytic Network Process (ANP)

<sup>1\*</sup> 通訊作者，國立臺灣海洋大學航運管理學系助理教授；聯絡地址：202 基隆市中正區北寧路 2 號；電話：02-24622192 #3432；E-mail: phtseng@mail.ntou.edu.tw。本文感謝科技部研究經費補助(MOST-109-2410-H-019-027)。

<sup>2</sup> 逢甲大學運輸與物流學系碩士。

## 壹、緒論

全世界約有 90%的貿易活動透過海運進行(Li et al., 2021)，港口的設備、服務能力與相關政策都會影響著港口整體的競爭力(Shinohara and Saika, 2018; Garcia-Alonso et al., 2020)，許多研究指出港口作業效率會影響航商對港口的選擇，效率愈高的港口吸引力愈大(Pham et al., 2021)。過去關於研究港口效率的主題多從經營管理、硬體設備、政策等層面進行探討，如周明道等人(2018)研究高雄港貨櫃碼頭的效率分析，Chang and Talley (2019)從港口營運效率和供應鏈的角度研究港口的競爭力，Zarbi et al. (2019) 評估在伊朗港口在受到經濟制裁期間之港口效率，Feng et al. (2020) 透過 AIS 數據研究中國洋山港與廈門港港區內船舶的時間效率分析，Quintano et al. (2020) 對歐盟成員國之港口進行生態效率比較，Seth and Feng (2020) 評估美國貨櫃港口之效率以了解其生產力與競爭力。

近年來亞洲地區貨櫃港口市場成長快速導致競爭激烈 (Mustafa et al., 2021)，引水作業是港區作業中極其重要的一環，不僅直接影響港埠之效率與安全，更影響

港口的競爭力(蔡振萬, 2001)。過去引水作業相關文獻則多以相關法規與制度方面、人員安全管理方面為主，也曾因其作業所面臨的安全風險受到社會關注。譬如伍幼郵(2015)針對國內外引水人管理法制進行研究整理，梅崇山(2017)利用問卷調查引水人服務品質，Darbra et al. (2007)透過訪談澳洲與紐西蘭的引水人，瞭解在進行引水作業時會面臨的風險，作為後續制定政策的依據，Orlandi and Brooks (2018)利用模擬器測試作業量對於引水人心理及身理的影響，以利於後續實際應用於實務上。

臺灣四大主要國際商港中，高雄港地理條件佳，腹地廣闊且港域廣闊，為天然良港(周明道等人, 2018)，航行時相對安全；花蓮港因位於東部地區，船舶數量相對較低，2019年僅占全臺進港船舶數量的3%<sup>3</sup>；基隆港則以郵輪為主要進港船舶及經濟產值來源。相比上述三大國際商港，臺中港因地理條件不佳、進港船舶數高(排名第二，占整體 22%)<sup>4</sup>及主要進港船舶為貨櫃船等原因，更須提升港區作業效率，以增加自身的競爭力。在環境部分，臺中港潮差平均約 3.63 公尺(臺中港務分公司，2019a)，受到西南、東北季風的侵襲，冬季平均風力更高達 6-8 級、波浪 5-6 級(船舶適合航行於 2-4 級)，其風力與波浪的變化

<sup>3</sup> 花蓮港務分公司網站：<https://hl.twport.com.tw/chinese/Form.aspx?n=7CC30165BD975D09>

<sup>4</sup> 臺灣港務股份有限公司：<https://www.twport.com.tw/chinese/Form.aspx?n=750671D1963720D8>

為四個港口中最顯著，航行時危險性相對增加；臺中港以貨櫃船為主要進港船舶，根據統計，2019年臺中港進港船舶種類中，貨櫃船共計 3,405 艘(占總進港船舶數 39%)<sup>5</sup>，其經濟產值高，對於營運有很大影響且影響之利害關係人眾多，而貨櫃船因裝載多與民生消費、工廠生產關聯性高之貨物，須快速抵達目的地，在進行港區作業時相比其他種類船舶(如郵輪、客輪等)，更加注重港區作業效率<sup>6</sup>，因此相對於其他國內港口，臺中港的港區作業效率顯得較為重要。目前臺中港有 58 座碼頭營運(預計未來將擴建至 78 座)，其中八座為貨櫃碼頭<sup>5</sup>，營運的貨櫃船公司包括長榮航運(32、33 號碼頭)、萬海航運(34、35 號碼頭)及中國貨櫃(10、11 號碼頭)。

綜合上述原因，本研究選擇臺中港貨櫃船作為研究對象，過去臺中港研究主要著重於貨櫃港發展策略(Lu et al., 2010)、綠色港口(Tsai et al., 2018)、港區防波堤外之潮汐作用(Lin et al., 2015)等主題，專門探討臺中港區引水作業效率的文獻相對少，故本研究透過分析網路程序法(Analytic Network Process, ANP) 建立影響引水作業效率的構面與指標，研究成果期望能提供政府營運相關單位(如港務公司)、拖船業者、碼頭業者、船長、引水人等提升引

水作業效率之決策依據，進而提升潛在的經濟效益。

## 貳、文獻回顧

### 2.1 引水作業業務概況

國際引航協會(International Maritime Pilots' Association, IMPA)對引水人的定義為：「對當地作業水域瞭如指掌，並負責引導船舶安全快速通過該水域之高度專業人員」<sup>7</sup>。我國引水法第 2 條對於引水人之定義為：「本法所稱引水人，係指在中華民國港埠、沿海、內河或湖泊執行領航業務之人」(交通部航港局，2021)。引水人為引導船舶順利進港之專門技術人員，其作業性質可視為船長的顧問，因此引水人皆具備高度的專業技能和經驗，對於其負責之港口的水文、天候、地形及港口作業須非常了解，才能有效降低船舶運行時的風險(伍幼邨，2015)，以及提升船舶進出港效率。引水作業需要專業的技術與經驗，若引水作業出錯，將可能影響港口整體作業績效，若造成海事事故將可能帶來極大的損失，故進入門檻相當嚴格。

在港口引水業務的部份，各個港口皆設有引水人辦事處，由各港口的引水人組

<sup>5</sup> 臺中港務分公司網站：<https://tc.twport.com.tw/chinese/Form.aspx?n=8A7181F9D42CF48C>

<sup>6</sup> 國立海洋科技博物館網站：<https://www.nmmst.gov.tw/chhtml/>

<sup>7</sup> IMPA 網站：<https://www.impahq.org/>

織而成，能在引水作業中達到協調作用。在引水過程中，若同時有一批船舶需要引水，其先後順序由引水人依據現場實際狀況相互協調再報告塔臺，塔臺進行監控作業。拖船需指派的數量、船舶靠泊的時間順序、引水業務的相關規章及程序皆有明確的法規規範，引水人會根據自身專業指派拖船及進行引水作業(梅崇山，2017)。

## 2.2 港區引水作業效率構面

影響引水作業效率的因素眾多，本研究參考過去重要文獻與臺中港的特性，歸納為人員、船舶、政策、港埠設施四個重要構面，分述如下：

### 2.2.1 人員

全世界港口的氣候、地形、水文與作業習慣皆不相同，在不了解各港口的運作方式下，若船長直接將船舶直接開進港口容易導致港區整體效率下降(Longo et al., 2015)，因此須專業人員共同完成引水作業，才能有效提升港區作業效率(Tongzon, 2001; Roperio et al., 2019; Duru et al., 2020)，以下分成引水人、拖船從業人員、船長及碼頭作業人員等四個指標分別說明。

#### (1) 引水人專業性

我國引水人須具備船長資格及海上

航行的實務經驗，並通過國家考試，持有及格證書後才可執行引水業務(引水人管理法第12條)<sup>8</sup>。臺中港共有17位引水人(占整體18%)，除了對於臺中港進港程序、引水法律，及港區環境需深度熟悉外，和引水相關的專業知識，如氣象海洋學、航海學、船舶碰撞、貨物的運輸管理、船舶操縱等也須精通。此外受到西南與東北季風的影響，臺中港的風力與波浪變化相比其餘港口更為顯著，危險性也更高，因此在進行船舶停靠作業時，須藉由引水人的高度專業性、豐富經驗及對於港區環境的熟悉，才能順利並有效率地完成。

引水人身心理都需面臨極大的壓力，須在短時間內了解一艘陌生的船舶並快速地引導泊靠，克服壓力並同時遵守航行的法規及操作過程，觀察周遭環境並且防患於未然；再者，引水調度時間不分晝夜且時間長，需要充足的體力。引水人同時需有良好人際關係與溝通技巧，如與船長、塔臺人員、碼頭作業人員協調工作等(連淑君、陳彥宏，2005)，並依照自身專業協助船舶進行泊靠(徐賢斌、陳冠晴，2016)，以使引水作業順利進行。Darbra et al. (2007) 認為引水人具有獨立地位，確保進港的船舶皆能符合當地航行的法規標準且引水人之間應建

<sup>8</sup> 「引水人管理規則」：<https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?media=print&pcode=K0070029>

立良好的溝通關係。Chin and Debnath (2009) 發現相比日間，進行夜間作業時引水人會保持較大的空間以確保船舶安全，而經驗較少的引水人在夜間作業時會更加謹慎。Orlani and Brooks (2018)利用模擬器測試作業量及難度對於引水人生理的影響，發現當引航大型船舶進入狹窄的泊位讓引水人壓力最大。

### (2) 拖船從業人員專業性

拖船的作用在於協助無動力與動力船舶進行相關拖曳與護送服務，而臺中港拖船業者包括臺灣港務港勤股份有限公司、中油公司委託臺灣航業公司及永康船舶公司等單位，拖船從業人員須持有適任證書及 STCW (International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers) 95 訓練證書<sup>9</sup>等資格。於近年來船舶大型化的影響，船隻在狹窄的港區內不容易靈活移動，因此須借助拖船的力量，使臺中港的引水作業能順利進行(蘇健民等人，2015)。

進行拖船作業時應有引水人在現場，船舶的營運人或代理人向拖船公司進行租用，而後通知引水人及塔臺，拖船的相關事宜由塔臺負責及公布，若現場需增加拖船數量，引水人再視情況調整調派數量。我國各港口拖船的使用標準

皆為專業人士審慎評估後訂定，關鍵影響因素就在於職業操守及技術水準，引水人有權增減拖船數量，握有拖船的使用權，若利用手中權力從事此項工作，容易產生營利的關係，使整體的效益受到損害；而在技術水準方面，專業不足則容易造成整體效率下降及危險的發生，如拖船船長若無引水人指令而逕行操作導致事故發生，就需負擔其相關責任(伍幼邨，2015)。因此拖船作業需要依靠職業榮譽感讓大家保持其高度專業性，才能有利於港口整體的發展(梅崇山，2017)。Orlandi and Brooks (2018)認為受過專業訓練的拖船從業人員有助於引水作業的順暢。陳宥臻、黃道祥(2014)認為拖船人員之間的溝通及團隊合作非常重要，有效且清晰的溝通有助於建立團體合作的共識，而在面對突發狀況時，除了須遵守相關緊急應變程序，拖船人員以自身專業性迅速正確的處理才能讓拖船作業順利進行。

### (3) 船長專業性

船長須從相關海事科系畢業、通過船副考試，並擔任船副及大副工作始得就任，因此具備豐富的駕駛船舶經驗與專業知識(如：航海學及國內外的法律規定等知識)。根據引水法第32條：「引水人登船執行領航業務時，仍須尊重船長之

<sup>9</sup> 永康船舶公司網站：<http://www.evercomfort.com/human.php>

指揮權」，因每艘船舶的航向、舵角、船速、主機轉速等特性都不盡相同，引水人要在短時間了解陌生船舶特性須依賴船長的專業及配合，兩者之間的溝通就顯得相當重要，才能順利完成港區作業並保障船舶上人員安全(Zwijnsvoord et al., 2019)。船長會依據自身經驗並視當時天氣、風力及船況考慮是否行駛，並請託船務代理公司向引水人辦事處申請引水、拖船等，再以電話確認，讓船舶出港或移泊更加順利進行(臺中港務分公司，2019b)。

船長應與引水人相互配合，隨時保持謹慎的態度提醒引水人有關船舶的特性及隨時注意船舶動態及位置，若引水過程中引水人因疏忽導致錯誤，船長應給予糾正及說明船舶操縱特性及適航性，確保船舶在進出港的過程中順暢且有效率(梅崇山，2017)。過去的船長具權威性，但近年來因科技的進步導致人力縮減，面對的船員不再只是甲級船員，使得船長須增進自身的溝通協調能力，與船員進行良好的互動。船長在管理時需給予清楚的目的，並進行監督控制、領導及激勵等，透過增進自身的語言能力以減少因表達不清所造成的糾紛。藉由降低個人主義、消彌不同文化間隔閡及重視不同意見，進而發揮團體的合作精神，藉以提升人員之作業效率。

#### (4) 碼頭作業人員專業性

指負責船舶進出港作業相關工作人員(如帶纜艇上的作業人員)的專業性，透過人員各司其職，讓船舶能順暢地完成進港作業。為達成良好的碼頭作業績效，需要經驗豐富的人力資源、完善的組織結構，才能確保引水作業的效率。另一方面，碼頭作業公司受制與臺中港務分公司訂定之相關合約內容，作業人員在符合規定的同時又要有效率地協助船舶完成停靠作業，並緊接著進行下一艘船舶的相關事宜，才能讓港區整體的進港作業順暢進行，因此碼頭作業人員的配置及專業性對於提升港區引水作業效率扮演著相當重要的角色。

郭石盾、陳炳棠(2008)港區勞動力的服務品質有助於推動高效率的貨櫃港口。碼頭工作人員須具備相關專業能力，如熟知港區的相關作業程序，以減少因人為所造成的失誤，良好外語溝通能力有助於船岸兩者聯絡及意見之傳遞。

#### 2.2.2 船舶

指在引水作業流程中與船舶之相關事項，以下分成貨櫃船自動識別系統、貨櫃船的維修保養、引水船及拖船等四個指標分別說明。

##### (1) 貨櫃船自動識別系統

船舶進入港區後因行駛速度下降導致其舵效不佳，且港區內部狹窄的水域

限制船舶可航行的空間，增加了操縱上的難度，再加上天氣、水流等外部因素，讓港區內部的航行更加困難(方銘川等人，2013)。為了提升港區作業效率，需了解港區內的船舶作業情況，但過去的港口大多採用視覺觀測、雷達觀測或攝影等方式進行船舶觀測，但傳統分析方法不僅耗費人力且費用昂貴，對於港口的交通分析更沒有效率(Zhang et al., 2019)。因此近年透過VTS塔臺與自動識別系統(Automatic Identification System, AIS)結合，以了解船舶的動態資訊(Zhang et al., 2019)。不僅能即時了解進出港區的船舶動態，對於整體港區水域船舶的交通狀況更能有效地進行資訊面的管理，提升船舶進港作業效率(Tongzon, 2001; Tsou, 2010; Shelmerdine, 2015)。

船舶自動識別系統具船舶自動識別及追蹤的功能，透過AIS自動回報包括船舶類型、位置、航線、速度等動靜態資訊(Tixerant et al., 2018)，讓船舶在進港時能自動通知塔臺與引水人，以提升船舶進出港的效率。根據國際海事組織規定，2002年強制規定300噸之國際航線船舶及500噸之國內航線船舶須強制加裝自動識別系統<sup>10</sup>，而臺中港也於2011年完成港區自動識別系統接收站，並利用資料

庫進行管理、統計及分析，藉此作為未來港埠營運時之決策參考(蔡瑞舫等人，2012)。An (2016)指出船舶可透過提升電子導航系統功能來減少因人為產生的失誤，進而提升安全性及環境的保護。再者，船舶在港區進行泊位停靠時容易發生危險及效率不彰，透過電子導航系統也可提高安全性(Baldauf and Hong, 2016)。

### (2) 貨櫃船的維修及保養

當船舶航行於海上時其環境複雜且嚴峻，為確保船舶能長時間正常的運作，船舶的維修及保養就顯得非常重要。船舶因靠港的時間不充裕，當有設備故障時，須在有限的作業時間裡完成船舶修復並確保其品質，以提高整體運作的效率(黃道祥、張韋森，2017)。船舶的維修可以分成預防維修(Preventive Maintenance)及事後維修(Corrective Maintenance)兩種方式。事後維修為原本未列入計畫中的維修，主要為修復故障，讓機械能正常運作，但此種方式若面臨突發性故障，將造成難以想像的損失；因此預防維修就顯得非常重要，按照事前的規劃並以相應的技術進行維修，以降低船舶在故障的機率及提高設備的可靠性，透過預防性的維修讓船舶能維持其機械之正常運作，才能更有效的完成海

<sup>10</sup> 國際海事組織所制訂之海上人命安全公約第5章第19條規範，於2002年規定航行於國際航線之300總噸以上及非航行於國際航線之500總噸之新造貨客船須強制配置船舶自動識別系統。

上任務及港區作業。臺中港船舶修造工廠除了設有長160公尺，寬28公尺，深8公尺之乾船塢一座，還具備其他相關機械設施可進行船舶的維修保養<sup>11</sup>。

鄔志祥(2010)認為船舶應注重平時的保養及維修，透過先進的診斷技術及預防性的維修，加強船舶設備的管理，避免因非正常的磨損導致的意外發生，不僅可延長船舶的使用年限，還可提升船舶的品質，確保其航行時的安全及順暢。

### (3) 引水船

船舶抵達臺中港區外並預備進入港區時，引水人會搭乘引水船至航道外的安全水域進行登輪。我國引水船之相關配置規定則依照引水人管理規則第7-9及11條：「專供引水作業所用之引水船，由引水人辦事處置備」；「引水人辦事處未置備引水船者，由引水人辦事處租用適當之船舶代用，或報請航政主管機關協助」，由航運公司、船務代理公司與各區域引水公會負責調度，且供引水作業用的引水船在指定引水區域航行時不需辦理進出港手續。其中臺中港備有五艘引水船，船名分別為吉特101及106、永康611、612及615來帶領引水人至貨櫃船進行登輪，並聽從VTS塔臺的指揮進行引水作業，其數量與設備會影響引水人登

輪的效率，蔡振萬(2001)認為有些引水船的導航設備太過簡陋，在出海進行引水作業時無法準確辨識船舶位置，導致引水人的服務品質受到影響，且相對大型貨櫃船，引水船本身體積小且操控不易，在兼顧安全考量下，作業時間有可能難以估計，進而影響船舶進港作業的效率。

### (4) 拖船

臺中港共16艘拖船，其主要功能為協助大型船舶進出港區、拖帶不具動力之船舶及救助遇難船舶等，隨著科技進步，現今的拖船開始具備消防、通訊、保安、補給等各式各樣功能，使用上變得更加靈活，但其主要目的仍為協助船舶進出港區之相關作業。拖船依照其功用區分為港勤拖船、護航拖船、救難拖船、消防拖船與探勘研究拖船五種(Hensen, 2018)，其中港勤拖船在港區內部協助船舶進出港與靠泊碼頭等相關作業，在拖船的協助下船舶可以行駛得更加穩定且順暢。

根據「臺中港國際商港港勤拖船調派規定」<sup>12</sup>，臺中港區內部拖船作業以平移平靠為主，並依照船舶噸位進行拖船指派(未滿一萬總噸由一艘2,400馬力拖船支援；未滿三萬總噸由一艘3,400馬力拖船支援；三萬總噸以上由一艘4,200馬

<sup>11</sup> 臺中港務分公司網站：<https://tc.twport.com.tw/chinese/cp.aspx?n=7FAA2A65CD272CB8>

<sup>12</sup> 臺灣港務股份有限公司網站：<https://www.twport.com.tw/Chinese/cp.aspx?n=F53C527CCD5155A7>

力拖船支援)。在拖船營運方面，臺中港為提升效率及業務利潤，將部分港勤拖船業務委託民間經營，因此臺中港拖船除了中417、中419為自營拖船，其他的則為非自營拖船(蘇健民等人，2015)。

新型的拖船除了朝向多功能發展，並具備高效率、良好的操控性能等優點，且因拖船需要在狹小的水域空間行駛，體積通常不能太大，卻須具備足夠的動力才能完成引領船舶作業，因此未來拖船數量會逐漸減少，但相對性能提升，減少多艘拖船間互相干擾之情況，進而提高船舶進港的作業效率(陳文崇，2016)。

蘇健民等人(2015)認為鑒於近年來船舶大型化的影響，在狹窄的港區內不能靈活通行，因此須借助拖船的力量進出港口。拖船須謹慎且有效率地完成作業，才能同時達到保護船舶及滿足航商的需求，對於提升船舶靠港作業效率扮演著重要的角色。

### 2.2.3 政策

指機構及組織透過制定相關法規、制度的形式，形成具有法律效力的政策，過去許多研究從政策層面探討港口經營效率，如周明道等人(2018)及Nguyen et al. (2020)等，顯示透過政策的制定能有效提升港區整體的營運績效。以下分成國際公約、國內政策及貨櫃船公司政策三個指標分別說明。

#### (1) 國際公約

國際公約為國際海事組織所制定的相關法規及制度，以促進國際海上運輸的一致性提高效率，而進入港區的船舶則須經過港口國監督(Port State Control, PSC)檢查，港口國監督是國際上對於非本國船進行監督及審查的單位。而港口國監督會根據國際公約對船舶進行審查，如《國際海上人命安全公約》(International Convention for the Safety of Life at Sea, SOLAS)，內容規範如船舶的設備及營運管理等，如船舶須加裝電子導航系統(An, 2016)，另外為保護船舶、港口及主管單位，SOLAS進行《國際船舶及港口設施保全章程》(International Ship and Port Facility Security Code, ISPS)之修正案，規定相關港口人員須察覺安全威脅並採取預防措施；船舶的航行安全及船員的福利則由IMO及國際勞工組織(International Labor Organization, ILO)負責；而《航海人員訓練、發證及航行當值標準國際公約》(STCW)適用於船員的培訓，藉由提升船員的英語能力及素質縮短不同國家的差距，以因應變化多端的國際情勢(Zhu, 2020)。

Knudsen and Hassler (2011)認為IMO政策的實施與監督是由各個成員國及港口進行，因此仍有些不合乎規定的船舶在海上航行，因此國際海事組織透過不斷的改革、制定更加完善的政策及加強

成員國的管理，期望能創造一個安全且有效率的航行環境。

## (2) 國內政策

我國引水作業具地域性，主管機關會依照不同港口特性，找出各別優勢項目、核心的競爭能力進行政策實施，以提高運作效率與整體效益，也期望透過政策及法規實施讓引水制度更加自由化及國際化，營造市場機能才能提升效率並創造更具競爭力的環境(Pham et al., 2021)。

臺中港主管機關扮演引水作業管理及監督的角色，進行全日24小時船席指泊及港勤船調派等服務<sup>13</sup>，船舶須依照中央制定的引水法規進出港區，地方單位則可依照港區特性及條件，對於某些特定船舶免除強制引水規範，提升港區運作效率(伍幼邨，2015)。相關法規還包括「引水法」<sup>14</sup>及「引水人管理規則」<sup>15</sup>規範引水人及其引水作業；「商港法」<sup>16</sup>對於我國商港之管理、經營與安全予以規定；「船員法」<sup>17</sup>為保障船員權益而制定；「臺中港船舶繫泊作業要點」<sup>18</sup>，規定臺中港貨櫃碼頭的用途、性質、長寬、水深

及吃水限制等；「船舶進出港簽證作業辦法」<sup>19</sup>辦理船舶進出港等，透過上述國內完整的政策及規範建立完善的航海制度，讓港區之船舶進港相關作業都能依法順利進行。

## (3) 貨櫃船公司政策

貨櫃船公司政策是指船公司對於經營及管理所制定的相關規定。其藉由載運貨物以獲取利益，通常會採取規模經濟、降低成本及改善服務品質等方式來提升自身的競爭力，並透過制定相關政策作為管理的手段，其管理制度及資源應用會影響港區的引水作業效率。而近年來海運競爭激烈，貨櫃船公司也制定許多提高整體收益的相關政策(Meng et al., 2019)，如透過打造新的船隊，展現營運的效能及維持優良的航運服務品質；以相關規範進行人員的教育訓練，確保服務水準及提升顧客的滿意度；制定船舶安全管理系統規範，且透過定期實施緊急模擬訓練、內外部稽核等，以確保船舶航行時的安全<sup>20</sup>。

Tongzon (2001)和Hsu et al. (2021)認為貨櫃航商選擇樞紐港口時會注重港口

<sup>13</sup> 臺中港務分公司網站：<https://tc.twport.com.tw/chinese/>

<sup>14</sup> 「引水法」：<https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?PCode=K0070028>

<sup>15</sup> 「引水人管理規則」：<https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?media=print&pcode=K0070029>

<sup>16</sup> 「商港法」：<https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=K0080001>

<sup>17</sup> 「船員法」：<https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?PCode=K0070042>

<sup>18</sup> 臺中港務分公司網站：<https://tc.twport.com.tw/Upload/D/FileDownload/18854/636383211189017775.pdf>

<sup>19</sup> 交通部航港局網站：<https://www.motcmpb.gov.tw/>

<sup>20</sup> 長榮海運股份有限公司網站：<https://www.evergreen-marine.com/tw/>

之裝卸效率、船席數量、港灣水深等；Lu (2000)認為海運公司在經營上可以藉由提高自身的服務、設備、速度及可靠性作為政策及管理考量之依據，且船公司應與港口進行策略性的合作，才能有效維護自身利益。臺中港引水費用按照船舶吃水深度及噸位進行收費(每500總噸52元)，並根據引水的時間及地點收取「夜間加成」、「港外領港進港附加費用」等額外費用，如夜間時段(自日落至日出)需加成50%、自防波堤外區域進行引水作業需另加100%<sup>21</sup>，因此貨櫃船公司通常會選擇白天進港避免夜間加成費用；但另一方面白天的港區相對壅擠、船席數量不足，會導致時間成本的浪費，因此船公司需衡量自身時間及成本等因素進行相關政策的制定以取得兩者的平衡，創造自身最大的利益。

### 2.2.4 港埠設施

港埠是水上及陸上運輸交會的轉運中心，為提供船舶進出與泊靠，港埠必須提供各種服務的設施<sup>22</sup>與設備，目的為讓船舶能順利地進出港口及靠泊碼頭，以提升港區作業效率(Nguyen et al., 2020; Pham et al., 2021)，以下分成VTS塔臺、港區助航設施、船席及航道等四個指標分別說明。

#### (1) VTS 塔臺

VTS在於協助船舶提升運行效率(Orlandi and Brooks, 2018)。根據國際海事組織IMO之「船舶交通服務準則」認為VTS塔臺為主管當局增進港區之安全與效率的所實施之服務，VTS塔臺的服務包括船舶航行協調、數據收集評估及提供航行資訊等，即便面臨氣候不佳妨礙船舶操控(Garcia-Alonso et al., 2020)、港區雍塞等情況，透過VTS塔臺的協調將能解決並減少船舶等待的時間(Mou et al., 2015)。臺中港早期僅設有雷達監測及無線電通訊協助船舶進出港之作業，2006年起裝設VTS系統，能有效地進行港區全面性的船舶管理。

#### (2) 港區助航設施

港區助航設施為輔助船舶進港之方向航路標誌，根據國際燈塔協會(International Association of Lighthouse Authorities, IALA)建議，國際港口需設立相關進出港之導航標誌如導航標竿、燈浮及疊標等助航設施，輔助船舶在進出港區時有辨識位置與方向之依據(曾福成、林彬，2001)，以確保船舶在港區內運行之順暢。船公司在船舶載貨航行時才能賺錢，因此會希望以最短的時間完成船舶進出港作業，以減少港區作業成本(郭石盾、陳炳棠，2008)，此時港區助航設施就扮演著協助船舶快速進入港區

<sup>21</sup> 臺中港務分公司網站：<https://tc.twport.com.tw/chinese/>

<sup>22</sup> 國立海洋科技博物館網站：<https://www.nmmst.gov.tw/chhtml/>

的重要角色。

### (3) 船席

船席(Berth)是將碼頭劃分成若干區域以提供船舶進行停靠的水域，包括碼頭、浮筒及其他繫船設施等，可視為港區的稀有資源，其相關指派作業之良窳會影響港區整體的營運效率及競爭力(徐賢斌、陳冠晴, 2016; Dadashi et al., 2017)，以及貨櫃航商選擇樞紐港口的考量因素(Tongzon, 2001)。臺中港務分公司為了充分運用船席，因此制定「臺中港船舶繫泊作業要點」<sup>23</sup>，並成立船席調配小組以負責船席指派相關事宜，小組每日舉行多方電話會議決議翌日之船席分配，並依「深水船優先」、「對艙作業」、「先到先靠」、「一靠到底」等原則進行船席指派。

當船舶進入港區後，若因無足夠數量之船席將導致船舶地等待時間過長，但若碼頭船席過剩也會導致投資成本的浪費，因此船席的數量影響著船舶進港作業的整體效率(郭石盾、陳炳棠, 2008)。每當景氣好轉，碼頭將一席難求，主管單位應提早規劃足夠之碼頭以利船舶順利完成停泊作業。船席的長度會影響船舶的指派作業。當船舶在進行停靠時，其位置表示以船首尾繫纜樁的位置為標準，與前後距離需保持船舶實際長度的百分

之十，以保持船舶的安全，但若遇港區壅擠狀況，引水人也可以依照自身專業協助船舶進行泊靠(徐賢斌、陳冠晴, 2016)。船席規劃的目標在於為船舶提供快速且可靠的服務，將船舶在港口停留的時間最小化，以減少船舶等待的時間(Bierwirth and Meisel, 2010)，因此船席的空間設計就顯得相當重要，港務公司通常會進行評估船席資源現況，並參考船方之意見以協調船席，當中還須考量許多因素(如船舶的吃水深度、長度、載貨類型、港區的環境、碼頭水深、基礎設施等)，才能進行有效的船席調度<sup>24</sup>。

### (4) 航道

航道是指港區內船舶運行的通道，包括錨地、船舶轉向水及碼頭前水域等。近年來隨著國際貿易繁榮發展，為滿足港口快速成長的吞吐量及提高碼頭的作業效率，港區航道疏導及承載船舶的能力愈發重要。影響航道能力的因素包括自然條件、港口配置、硬體設備與作業條件、船舶與經濟條件等(鄧小瑜等人, 2011)。Vytautas et al. (2020) 認為船舶在狹窄的港區內航行不易，為了確保船舶的安全及效率，根據船相關性質、距離及環境等條件規定船舶在航道能航行之速度，以確保航道的順暢及安全。

<sup>23</sup> 臺中港務分公司網站：<https://tc.twport.com.tw/Upload/D/FileDownload/18854/636383211189017775.pdf>

<sup>24</sup> 臺中港務分公司網站：<https://tc.twport.com.tw/chinese/>

透過上述回顧影響引水作業效率之 容彙整成表1。  
 相關文獻，本研究所使用之構面與指標內

表 1 引水作業效率構面與指標彙整表

構面	指標	指標說明	資料來源
人員	引水人專業性	指過去有實務經驗，通過引水人考試並獲取相關資格之引水人，其專業性及經驗將會影響港區效率。	連淑君、陳彥宏(2005)；徐賢斌、陳冠晴(2016)；方信雄(2018)；Darbra et al. (2007)；Chin and Debnath (2009)；Orlandi and Brooks (2018)
	拖船從業人員專業性	拖船從業人員依照港區規定進行拖船之相關事項，須配合船長及引水人將船舶順利靠泊碼頭。	陳宥臻、黃道祥(2014)；伍幼邨(2015)；蘇健民等人(2015)；梅崇山(2017)；Orlandi and Brooks (2018)
	船長專業性	指船長具豐富的航海與港區作業實務經驗，因此須透過船長協助才能確保引水作業有效率地完成。	伍幼邨(2015)；梅崇山(2017)；Zwijnsvoord et al. (2019)
	碼頭作業人員專業性	指透過碼頭作業相關人員(如帶纜艇上的作業人員)各司其職，協助船舶能順暢地完成進港作業，以提高整體作業效率。	郭石盾、陳炳棠(2008)；Duru et al. (2020)
船舶	貨櫃船自動識別系統	貨櫃船自動識別系統具備自動識別、追蹤、發送接收等功能，能自動通知塔臺與引水人有關船舶靜態及動態資訊，以增加船舶在進出港作業的效率。	方銘川等人(2013)；Kia et al. (2000)；Tsou (2010)；Shelmerdine (2015)；An (2016)；Baldauf and Hong (2016)；Tixerant et al. (2018)；Zhang et al. (2019)
	貨櫃船的維修及保養	貨櫃船的維修保養會影響著船舶的相關操作性能，須定期進行相關維修以確保船舶能順利在海上航行。	鄔志祥(2010)；黃道祥、張韋森(2017)
	引水船	指專門供引水作業所用之船舶，帶領引水人至被引水之船舶位置。	引水人管理規則；蔡振萬(2001)
	拖船	拖船主要功能為協助大型船舶進出港區、拖帶不具動力之船舶及救助遇難船舶等，以協助船舶能順利停泊。	蘇健民(2015)；陳文崇(2016)

表 1 引水作業效率構面與指標彙整表(續)

構面	指標	指標說明	資料來源
政策	國際公約	國際公約為國際組織所制定的相關法規及制度，而船舶須符合國際公約的規定才能進出港區。	Knudsen and Hassler (2011) ; An (2016); Zhu (2020)
	國內政策	指國內商港相關法規或作業規則，如商港法、船員法、引水法、船舶進出港簽證作業辦法等。	伍幼郵(2015);引水法、商港法、引水人管理規則、船員法、船舶進出港簽證作業辦法
	貨櫃船公司政策	指貨櫃船公司進行管理所制定的相關規定，如對船舶的安全、人員的服務品質，進行定期考核、模擬演練等，以確保符合船公司規範要求。	Lu (2000); Tongzon (2001); Meng et al. (2019); Hsu et al. (2021)
港埠設施	VTS 塔臺	VTS 塔臺負責船舶進出港時的相關聯絡事項，可進行船舶身份辨識及確認動向，使引水作業順利進行。	Mou et al. (2015); Orlandi and Brooks (2018)
	港區助航設施	助航設施如導航標竿、燈浮、疊標等，可輔助船舶在進入港區時有辨識位置與方向之依據，以確保船舶在港區內運行順暢。	曾福成、林彬(2001); 郭石盾、陳炳棠(2008); Kia et al. (2000)
	船席	船席指提供船舶進行停靠的水域，若能有效地進行船席調度，將有助於提升港區之引水作業效率。	郭石盾、陳炳棠(2008); 徐賢斌、陳冠晴(2016); 周明道等人(2018); Tongzon (2001); Bierwirth and Meisel (2010); Dadashi et al. (2017)
	航道	航道包括錨地、船舶轉向水域及碼頭前水域等，為港區內船舶運行的通道，其順暢程度會影響港區作業的運行。	鄧小瑜等人(2011); Vytautas et al. (2020)

資料來源：本研究整理。

## 參、分析網路程序法

分析網路程序法的前身是層級分析法(The Analytic Hierarchy Process, AHP)。

AHP 為 1971 年 Thomas L. Saaty 所提出，為了解決多準則問題而衍生的方法，根據問題的性質及達到的目標組成一個多層次的分析結構模型，其發展目的是為了將複雜的問題系統化，能透過不同層次進行

層級分解，並以量化運算的方式，找到脈絡後進行綜合評估，Saaty 在 1996 年提出「分析網路程序法」，係在層次分析法的基礎上，考慮到了層次之間的相互影響，並利用「超級矩陣(Super Matrix)」對相互作用且影響的項目，進行綜合評析得出權重，讓類似於網絡系統取代原本樹狀架構，再加上回饋、相依等機制來彌補層級分析法過於簡化的缺點，並將相似元素集群後以箭頭呈現彼此之間的關係與影響(Saaty, 1996)。本研究之 ANP 實施步驟則分成四大步驟，分別為建立網路層級架構、問卷設計發放、建立成對比較矩陣及建立決策系統架構，分述如下。

### 1. 第一步驟：建立網路層級架構

首先須釐清研究問題及定義研究目標，並透過文獻回顧找出影響問題的相關構面與指標，將複雜的問題系統化以建立 ANP 垂直層級架構。接著設定集群內(內部相依)與集群間(外部相依)的相互影響性，進一步找出指標之相互關係，以此繪製出 ANP 網路層級評估架構圖。

### 2. 第二步驟：專家問卷設計

完成 ANP 網路層級評估架構後，依照構面與指標間之重要程度設計問卷並發送讓專家進行重要性評比。構面或指標間相對重要程度則可分成一至九個評比標準以進行評估(Saaty, 1980)，其評估尺度可分成「同等重要(Equal Importance)、稍微重要(Moderate Importance)、重要(Strong Importance)、很重要(Very Strong Importance)、非常重要(Extreme Importance)及中間值(Intermediate Values)」。

### 3. 第三步驟：建立成對比較矩陣

ANP 網路層級架構中構面與指標兩兩相互成對比較並藉由各個比較矩陣得到其特徵向量，可作為後續超級矩陣之數值及找出集群間相互重要性與相依關係；而將專家問卷轉換成成對比較矩陣，如公式 1 所示，矩陣 A 代表一個 n\*n 的矩陣，n 代表評估元素個數，而元素的權重若為 w，則矩陣 Ai 與矩陣 Aj 之相對權重則以 wi/wj 表示，其以矩陣呈現如公式 2 所示，因此透過成對比較矩陣，即可得到各層級指標之權重。

$$A = [a_{ij}]_{n \times n} = \begin{bmatrix} 1 & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \dots & 1 \end{bmatrix}, \text{ 其中 } a_{ij} > 0, a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}, i, j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (\text{公式 1})$$

$$A = [a_{ij}]_{n \times n} = \begin{bmatrix} 1 & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \dots & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \dots & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_1}{w_1} & \ddots & \vdots \\ \frac{w_n}{w_1} & \dots & \frac{w_n}{w_n} \end{bmatrix} \quad (\text{公式 2})$$

接著計算特徵向量(Eigenvector)與特徵值(Eigenvalue),透過正規化矩陣 A 各行的幾何平均數可得到其特徵向量;而常態化矩陣 A 各列的幾何平均數則可得其最大特徵值 $\lambda_{max}$ ,並求得擁有相對應 $\lambda_{max}$ 之最大特徵向量 W 以滿足公式 3:

$$AW_{ij} = \lambda_{max}W_{ij} \quad (\text{公式3})$$

同時須進行一致性檢定(Consistency),當專家對於填答前後不一致的情況太嚴重時,問卷結果將會存在很大的缺失,為避免發生前後不一致的問題,須將 $\lambda_{max}$ 利用一致性指標(Consistency Index, C.I.)與隨機指標(Random Index, R.I.)計算出一致性比率(Consistency Ratio, C.R.),以保證專家的判斷具前後一致性。利用 $\lambda_{max}$ 及元素個數 n 求得一致性指標,如公式 4 所示,再利用表 2 隨機指標表求得隨機指標數值,即可利用公式 5 求得一致性比率。

表 2 隨機指標表

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R.I.	0.0	0.0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

資料來源: Saaty (1996)。

一致性檢定公式:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (\text{公式 4})$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (\text{公式 5})$$

根據一致性檢定標準,當 C.I 等於 0 時,表示專家前後重要度的判斷具完全一致性,若 C.I.大於 0.1 則代表專家前後的判斷不一致;而 C.R.則是等於 0 時具有完全一致性,大於 0 時具不一致性。若計算結果未通過一致性檢定,專家須再次填寫以確認填答邏輯前後一致(Saaty, 1980)。

#### 4. 第四步驟: 建立決策系統架構

ANP 可透過超級矩陣來解決元素間相依問題,利用子矩陣成對比較後得到其特徵向量,再將特徵向量作為子矩陣之權重,並將多個子矩陣組合形成未加權之超級矩陣。超級矩陣以 W 表示並呈現如公式 6,公式中的 $C_m$ 代表第 m 個集群, $e_{mn_m}$ 代表第 m 個集群中第 n 個元素,而 $w_{mm}$ 代表各子矩陣之權重,若 $w_{mm}$ 為 0 則表示指標之間不存在相依關係。

$$W = \begin{matrix} & \begin{matrix} C_1 & \dots & C_m \\ \overbrace{e_{11} \ e_{12} \ \dots \ e_{1n_1}} & & \overbrace{e_{m1} \ e_{m2} \ \dots \ e_{mn_m}} \end{matrix} \\ \begin{matrix} C_1 \\ \vdots \\ C_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} \begin{matrix} e_{11} \\ e_{12} \\ \vdots \\ e_{1n_1} \end{matrix} & \begin{matrix} W_{11} & \dots & W_{1m} \\ \vdots & \cdot & \vdots \\ \begin{matrix} e_{m1} \\ e_{m2} \\ \vdots \\ e_{mn_m} \end{matrix} & \begin{matrix} W_{m1} & \dots & W_{mm} \end{matrix} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

(公式 6)

超級矩陣可分成未加權超級矩陣(Unweighted Super Matrix)、加權後超級矩陣(Weighted Super Matrix)和極限化的超級

矩陣(Limited Super Matrix)。未加權之超級矩陣為原始透過子矩陣整合成的大矩陣，此時矩陣中各欄的權重相加可能不等於 1 且不具隨機性；而將未加權之超級矩陣中的元素乘上成對比較矩陣求得之特徵向量，即可獲得加權後超級矩陣；最後，若矩陣元素間存在相依關係，相乘多次後會得一固定收斂值的極限化超級矩陣，此時矩陣中各欄權重可收斂且相加等於 1，即可進行指標間權重的整理及比較。

## 肆、研究發現

### 4.1 樣本資料分析

問卷調查分成兩階段，第一階段進行問卷前測，受訪專家共 10 位，分別任職於臺灣港務股份有限公司臺中分公司、交通

部航港局中部航務中心、臺中港引水人辦公室、貨櫃船船長、大學航運相關科系學者等，用以釐清每個指標及次指標的用詞正確性與合理性(如是否存在某構面(指標)與指標有認知明顯不一致情形)，實施日期為 109 年 4 月 18 日~109 年 4 月 27 日。第二階段進行正式專家問卷發放，實施日期為 109 年年 5 月 1 日~109 年 5 月 15 日，共發放 30 份，回收 27 份，有效問卷數為 25 份(皆符合  $C.I. \leq 0.1$ ,  $C.R. \leq 0.1$ )，2 份問卷因未達到  $C.I. \leq 0.1$  之標準而捨棄不用，結果如表 3 所示。

表 4 為 25 位專家的基本資料統計表，從表中發現年齡以 41 歲-50 歲為主，共 16 人(占 64%)；教育程度以大學為主，共 10 人(占 40%)；服務年資則以 21 年-30 年為主，共 12 人(占 48%)。

表 3 受訪專家人數統計

類別	受訪專家單位	發出份數	實際回收份數	有效份數
官	航港局	6 份	6 份	6 份
產	引水人	6 份	5 份	4 份
	臺中港務分公司	6 份	6 份	5 份
	船長	6 份	4 份	4 份
學	交通相關科系學者	6 份	6 份	6 份
總計		30 份	27 份	25 份

表 4 專家基本資料整理表

項目	內容	人數(人)	百分比(%)
1. 年齡	30 歲(含)以下	0	0%
	31 歲-40 歲	2	8%
	41 歲-50 歲	16	64%
	51 歲-60 歲	4	16%
	61(含)歲以上	3	12%
2. 教育程度	大學	10	40%
	碩士	8	32%
	博士	7	28%
3. 服務年資	10 年(含)以下	0	0%
	11 年-20 年	11	44%
	21 年-30 年	12	48%
	31 年以上	2	8%

## 4.2 指標權重分析

透過Super Decision演算，得出構面及指標的重要性排序，以下將針對權重及排名進行說明。

### 1. 構面權重排名--官產學

分別依官產學三種不同領域之專家對於「人員」、「船舶」、「政策」、「港埠設施」等四個構面的權重進行排序，如表5。

從表5發現，三個領域的專家皆認為相比其他構面，「人員」構面最重要，顯示專家認為港區作業更加注重人員對於引水作業之專業性，並透過過去作業經驗、

即時反應、互相配合與溝通協調等，能有效提升港區作業之效率。官領域專家構面排名第二為「港埠設施」、第三為「政策」、第四為「船舶」，顯示官領域專家較著重於港區整體的營運管理，如加強管理港埠硬體設備，並透過定期檢查確保設備的正常運作；另外，透過政策的制定，建立更加完善的港區作業環境。而產學兩個領域的專家排名結果較相似，第二、三名分別為「船舶」及「港埠設施」，第四名則為「政策」，顯示上述兩個領域專家較重視港區作業進行時的狀態，透過相關船舶及港埠設施的相互協調，能使引水過程的效率提高，改善港區壅擠的交通狀況。

表 5 官產學專家構面權重排名(n=25)

編號	構面	官		產		學	
		權重	排名	權重	排名	權重	排名
1	人員	0.41002	1	0.40936	1	0.40150	1
2	船舶	0.10879	4	0.28946	2	0.18338	3
3	政策	0.26929	3	0.09649	4	0.09393	4
4	港埠設施	0.21190	2	0.20469	3	0.32119	2

## 2. 構面權重排名--整體

表6為整體專家的構面權重與排名，排名依次為「人員」、「船舶」、「港埠設施」、「政策」。

表 6 整體專家指標權重排名(n=25)

標號	指標	權重	排名
1	人員	0.40236	1
2	船舶	0.26744	2
3	政策	0.10093	4
4	港埠設施	0.22927	3

整體專家認為「人員」構面的重要性排名第一，過去研究也顯示人員的有效利用能提高效率(蔣軼靜, 2010)，透過港區人員如引水人、船長、碼頭作業人員等，對於專業知識的熟悉、即時的反應能力及豐富的作業經驗，將能有助於港區作業效率；而「船舶」與「港埠設施」排名第二、三，

顯示專家認為雖港區作業的運行須依靠船舶(如拖船、引水船)與港埠設施(如VTS塔臺、助航設備)的協調及配合，但若要確保貨櫃船在行駛時的安全及效率，還是須高度依賴人員的專業性，因此兩者的重要性排名才會低於「人員」指標；而「政策」則排名最後，顯示專家們認為相關政策的制定如國際公約PSC (Port State Control)<sup>25</sup>、FAL (Convention on Facilitation of International Maritime Traffic)<sup>26</sup>等；國內政策則有引水法、商港法等已經相對完善，對於港區引水作業的影響也較低，因此給予較低的權重，上述結果可作為後續相關單位改善之方向。

## 3. 指標權重排名

表7為受訪專家指標權重排名，以下就「官產學」三個領域及「整體專家」對於15個指標的權重進行排名。

<sup>25</sup> 國際海事組織網站：<https://www.imo.org/en/OurWork/MSAS/Pages/PortStateControl.aspx>

<sup>26</sup> 國際海事組織網站：[https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/Convention-on-Facilitation-of-International-Maritime-Traffic-\(FAL\).aspx](https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/Convention-on-Facilitation-of-International-Maritime-Traffic-(FAL).aspx)

### (1) 官產學指標排名

從結果中發現，官產學三領域的前三名皆為「引水人專業性」、「貨櫃船自動識別系統」及「VTS 塔臺」。顯示專家認為港區引水作業須依賴人員高度的專業性及面對危急狀況時的反應能力，並藉由經驗豐富的人員互相配合協調，再加上裝設船舶自動系統將船舶資訊自動連結 VTS 塔臺，將能有效改善港區整體的交通狀況，提升引水作業的效率。另外，官領域專家認為「碼頭作業人員專業性」也屬於重要性較高的指標，顯示官領域專家認為若要有效率地完成引水作業，碼頭須有良好的作業績效，如經驗豐富的人力，才能確保引水作業的進行；產領域專家認為「港區助航設施」及「貨櫃船的維修及保養」等指標相對重要，顯示產領域專家較注重引水作業當下的狀態，如貨櫃船的行駛狀況與港區的相關助航設施都會影響到引水作業進行的效率。另外透過定期維修保養，以符合臺灣驗船機構「中國驗船中心」<sup>27</sup>之標準，有助於提高航行時的安全性。

學領域專家則認為「港區助航設施」與「拖船」等指標重要性較高，顯示學領域專家與產領域專家意見

較相同，以助航設施引導船舶行駛於正確的航道，並透過拖船的協助，順利完成船舶停靠作業。官領域之後三名為「港區助航設施」、「貨櫃船的維修及保養」及「拖船從業人員專業性」；產領域之後三名為「引水船」、「拖船從業人員專業性」及「船席」；學領域之專業性為「船席」、「拖船從業人員專業性」及「引水船」。從以上重要性較低的指標中發現，官領域和產學領域專家最大的不同在於官領域專家認為「貨櫃船的維修及保養」、「港區助航設施」等指標重要性較低，顯示官領域的專家較注重於港區整體的規劃及人員管理對於引水作業的影響。

產領域專家認為「國際政策」影響性較低，顯示專家認為現行國際政策如 PSC、FAL、STCW 等已實施多年，制度全面且完善，而引水作業應著重於人員的專業性、臨場反應及船舶的狀態等指標，因此給予較低的權重；另外學領域的專家認為「船席」與「航道」兩個指標重要性較低，目前臺中港貨櫃營運碼頭共八座；航道則包含港口主航道及南北向主航道，顯示專家認為港區現有設施已經完善，所以給予較低的權重。

<sup>27</sup> 國立海洋科技博物館：<http://ship.nmmst.gov.tw/ship/faqdet/158/746>

表 7 受訪專家指標權重排名

編號	指標	官(n=6)		產(n=13)		學(n=6)		整體(n=25)	
		權重	排名	權重	排名	權重	排名	權重	排名
1.1	引水人專業性	0.105	1	0.103	1	0.105	1	0.099	1
1.2	拖船從業人員專業性	0.027	15	0.033	14	0.031	14	0.046	12
1.3	船長專業性	0.051	10	0.080	7	0.075	7	0.086	4
1.4	碼頭作業人員專業性	0.083	6	0.051	10	0.055	10	0.032	15
2.1	貨櫃船自動識別系統	0.102	2	0.100	2	0.100	2	0.094	2
2.2	貨櫃船的維修及保養	0.027	14	0.084	6	0.056	9	0.078	7
2.3	引水船	0.051	11	0.035	13	0.029	15	0.044	13
2.4	拖船	0.087	5	0.047	11	0.082	6	0.047	11
3.1	國際公約	0.035	12	0.043	12	0.067	8	0.053	10
3.2	國內政策	0.090	4	0.086	4	0.087	4	0.074	8
3.3	貨櫃船公司政策	0.075	8	0.071	8	0.046	11	0.084	5
4.1	VTS 塔臺	0.100	3	0.095	3	0.099	3	0.092	3
4.2	港區助航設施	0.035	13	0.085	5	0.086	5	0.079	6
4.3	船席	0.052	9	0.031	15	0.038	13	0.032	14
4.4	航道	0.080	7	0.056	9	0.044	12	0.060	9

## (2) 整體專家指標排名

從整體專家的指標排序中發現(如表 7)，前五名中與指標「人員」相關的指標比例最高，如「引水人專業性」及「船長專業性」，顯示若要提升效率可藉由人員對於港區作業的專業。此外，透過船舶系統結合港區 VTS 塔臺系統，以整合港區整體交通狀況，能提供引水人及船長更多資訊以作為未來進行港區作業參考，因此

「貨櫃船自動識別系統」、「VTS 塔臺」等指標也分別排名第二及第三名，專家給予高度的重要性。

第一名為「人員」構面中的「引水人專業性」，代表進行引水作業須具備極高的專業性，透過如引水作業的專業知識、港區作業的豐富經驗及溝通協調能力等，才能有效地提升港區船舶泊靠效率。第二名為「船舶」構面中的「貨櫃船自動識別系統」，提

供進港船舶的類型、位置等，讓港口管理單位能快速得知船舶的即時資訊；第三名為「港埠設施」構面中的「VTS 塔臺」，透過 VTS 塔臺引導船舶進港並連絡相關事宜，降低船舶等待的時間，有效地提高船舶進港效率。而第四名為「人員」構面中的「船長專業性」，船長具備豐富的船舶操控經驗，透過船長與引水人良好的溝通關係有助於提高港區引水作業效率。以上結果顯示若要有效提升引水作業的效率，港區整體的交通管理很重要，透過船舶上的自動識別系統加強 VTS 塔臺對於港區的管理，並透過資訊化管理作為未來港區交通之依據。第五名為「貨櫃船公司政策」，顯示專家認為船公司制定的相關政策會影響引水作業效率，船公司根據成本與效益制定相關政策以取得兩者平衡，確保自身獲得最大的效益。

排名後三名的指標分別為「船席」、「引水船」及「碼頭作業人員專業性」，臺中港依據「商港法」<sup>28</sup>、「引水人管理規則」<sup>29</sup>、「臺中港進出港指南」<sup>30</sup>及「臺中港船舶申請優先靠泊碼頭相關作業規定」<sup>31</sup>等法規及作業規範，進行船席、引水船的調派，以

及碼頭人員港區作業之依據，而這些指標權重值較低也顯示受訪專家認為上述現有的法規制度已經完善，建議未來可以針對上述作業人員加強培訓及管理，透過各單位人員各司其職，讓港區引水作業順利完成。

表8為本研究之超級矩陣，將多個子矩陣組合成一個超級矩陣，以獲得不同指標之間的交互關係。表格中編號1.1代表指標「引水人專業性」；編號1.2代表指標「拖船從業人員專業性」；編號1.3代表指標「船長專業性」；編號1.4代表指標「碼頭作業人員專業性」；編號2.1代表指標「貨櫃船自動識別系統」；編號2.2代表指標「貨櫃船的維修及保養」；編號2.3代表指標「引水船」；編號2.4代表指標「拖船」；編號3.1代表指標「國際公約」；編號3.2代表指標「國內政策」；編號3.3代表指標「貨櫃船公司政策」；編號4.1代表指標「VTS塔臺」；編號4.2代表指標「港區助航設施」；編號4.3代表指標「船席」；編號4.4代表指標「航道」。矩陣中的數值愈大代表相關性愈高，舉例而言，橫軸編號1.1「引水人專業性」與縱軸標號1.2「拖船從業人員專業性」的相關性為0.057，而橫軸編號1.1「引水人專業性」與縱軸標號1.3「船長專業性」的相

<sup>28</sup> 「商港法」：<https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=K0080001>

<sup>29</sup> 「引水人管理規則」：<https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?media=print&pcode=K0070029>

<sup>30</sup> 臺中港務分公司網站：<https://tc.twport.com.tw/chinese/>

<sup>31</sup> 臺中港務分公司網站：<https://tc.twport.com.tw/Upload/D/FileDownload/16619/636517813313625264.pdf>

關性為 0.067，後者的數值高於前者 (0.067>0.057)，代表船舶引水作業中引水

人與船長的互動影響程度高於引水人與拖船專業人員的互動影響。

表 8 極限化超級矩陣

編號	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	4.3	4.4
1.1	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073
1.2	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057
1.3	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067
1.4	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
2.1	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072
2.2	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064
2.3	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057
2.4	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057
3.1	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077
3.2	0.084	0.084	0.084	0.084	0.084	0.084	0.084	0.084	0.084	0.084	0.084	0.084	0.084	0.084	0.084
3.3	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089
4.1	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071
4.2	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065
4.3	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
4.4	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060

## 伍、結論與建議

### 5.1 研究結論

本研究為探討影響臺中港貨櫃船進港之引水效率構面與指標，藉由25份有效

專家問卷進行ANP分析。而整體專家構面排序為人員、船舶、港埠設施、政策，顯示專家認為若要有效地提升引水作業效率，需依靠人員高度的專業性，並透過人員之間的溝通與協調，才能順利完成船舶靠泊作業；相比其他構面，「政策」對於引水作業效率影響最低，推測專家認為國內

外引水政策(如PSC、SOLAS、引水法、引水人管理規則等)已大致完善,提升引水作業效率應著重於人員的專業性與船舶航行時的狀態。

在指標方面,整體受訪專家的重要性排序如下:引水人專業性、貨櫃船自動識別系統、VTS塔臺、船長專業性、貨櫃船公司政策、港口助航設施、貨櫃船的維修及保養、國內政策、航道、國際公約、拖船、拖船從業人員專業性、引水船、船席、碼頭作業人員專業性。

從整體專家排序中得知,「引水人專業性」為最重要的指標,顯示引水人的操船技巧、工作經驗及對碼頭環境的熟悉度等條件應屬相當重要的條件,才能有效率地完成船舶泊靠,而船長擁有掌握船舶操作權力及責任,需和引水人建立良好的溝通關係,因此「船長的專業性」在受訪專家中認為也是關鍵因素(梅崇山, 2017); 「貨櫃船自動識別系統」及「VTS塔臺」則是影響港區整體的船舶狀況,透過兩者與進港貨櫃船互相配合,並下達指示進行港區交通管理,有利於提高港區的整體效益(Mou et al., 2015)。最後,受訪專家認為「貨櫃船公司政策」(如進港作業規定)亦可能影響引水作業效率,建議應適時檢視現有政策以符合港區作業規定,以兼顧成本支出與營運效率的最佳化,進而創造更

大的經營績效(Meng et al., 2019)。

## 5.2 研究建議

### 1. 對業者的建議

引水人須具備海上實務經驗、通過資格考試,並學習引水三個月後取得登記證書才能開始進行引水業務,因此建議引水人須注重各階段的學習與考核(含考試、實習),透過經驗及訓練累積自身的專業能力,並參加在職進修、教育訓練等課程,提升自身危機管理能力、引水作業安全知識及對於心理壓力的調適能力,以確保港區引水作業順利進行。貨櫃船自動識別系統讓多數的船舶能即時共享必要資訊,因此建議貨櫃船公司除了嚴格把關自身貨櫃船的設備,讓自動識別系統皆符合交通部航港局之A級規範<sup>32</sup>,並透過加強相關人員對於船舶設備操控的專業培訓,讓貨櫃船在進入港區後能順利完成靠泊。在天氣狀況不佳、夜間或港區發生船舶壅塞的情況時,透過VTS塔臺能有效地管理並解決港區船舶的交通狀況(Mou et al., 2015)。

### 2. 對政府的建議

建議政府可以透過參考國外制度區分引水執照,如新加坡根據引水人的受訓資格分為六等級(D、C、B、A3、A2、A1),各等級執照能執行業務的船舶有所區分(伍幼邨, 2015)。另外,針對不同港區設計

<sup>32</sup> 交通部航港局網站：<https://www.motcmpb.gov.tw/>

因地制宜的教育訓練(連淑君, 2004), 讓引水人更加專注於引水作業, 創造高效率的作業環境(Darbra et al., 2007)。此外, 政府可參考其他國家如新加坡, 結合產業界投入經費, 打造海運轉運及科技之領導中心, 以提供岸上之交通管理人員更加先進設備及方法, 提升其航行決策能力, 並作為後續港區整體交通規劃之依據(方銘川等人, 2013; Tixerant et al., 2018)。建議政府透過專業培訓及進修, 提升VTS塔臺作業人員對於進港船舶之交通管理能力, 以減少船舶的等待時間與壅塞的情況(Mou et al., 2015)。

### 3. 未來研究建議

建議未來研究可進一步探討其他潛在構面與指標, 進行更全面進行文獻彙整與分析。此外, 研究對象可以增加其他種類之船型(如郵輪、漁船等), 探討不同船型是否會影響引水作業的效率。再者, 未來研究主題可比較國內與其他國家的引水法規及制度(如香港、新加坡等), 瞭解其對於港區引水作業效率的影響。本研究僅對於臺中貨櫃港之引水效率進行探討, 但不同的港口引水作業環境不盡相同, 因此建議未來可以延伸至國內其他港區(如高雄港、基隆港)等進行相關研究。未來受訪專家可以增加更多不同領域(如政策立法者、造船廠、港灣工程等單位), 考慮其他利害關係人的專業想法。

## 參考文獻

方信雄, 2018, 最古老的海上行業-引水人, *科學發展*, 第545期, 58-64。

方銘川、李信德、黃正清、林忠宏、張開國、洪憲忠、徐玉樹, 2013, 我國船舶智慧化進出港導航系統探討, *船舶科技*, 第42期, 12-32。

交通部航港局, 2021, 引水人監理作業, <https://www.motcmpb.gov.tw/Article?siteId=1&nodeId=498>, 2021年5月25日。

伍幼郵, 2015, 引水人管理法制之研究, 國立臺灣海洋大學海洋法律研究所碩士學位論文, 基隆市。

周明道、張元泰、劉立仁, 2018, 高雄港貨櫃碼頭裝卸效率分析, *航運季刊*, 第27期, 81-105。

徐賢斌、陳冠晴, 2016, 高雄港船席調派作業現況之研究, *航運季刊*, 第25期, 73-95。

梅崇山, 2017, 引水人服務品質滿意度研究~以基隆港為例, 國立臺灣海洋大學商船學系碩士學位論文, 基隆市。

連淑君, 2004, 引水人環境變異認知、工作特性與教育訓練需求之關聯性研究, 樹德科技大學經營管理研究所碩士論文, 高雄市。

- 連淑君、陳彥宏，2005，引水人環境變異認知與教育訓練需求之調查研究，*航運季刊*，第14期，31-48。
- 郭石盾、陳炳棠，2008，高效率港口服務績效指標淺論，*港灣報導*，第79期，1-16。
- 陳文崇，2016，港勤拖船營運績效探討之研究-以臺中港為例，國立臺灣海洋大學商船學系碩士學位論文，基隆市。
- 陳宥臻、黃道祥，2014，港勤拖船之機艙資源管理規劃，*船舶科技*，第45期，頁38-52。
- 曾福成、林彬，2001，臺中港主航道疊標燈光助航設施設置標準之探討，*海運研究學刊*，第11期，27-40。
- 黃道祥、張韋森，2017，船舶維修資源管理系統之建置，*船舶科技*，第49期，38-54。
- 鄔志祥，2010，船舶維修企業設備維修費用管理淺析，*現代商業*，第7期，251。
- 臺中港務分公司，2019a，臺中港環境報告書。
- 臺中港務分公司，2019b，臺中港進出港指南。
- 臺灣港務股份有限公司，2020，<https://www.twport.com.tw/chinese/>，2020年04月25日。
- 臺灣港務股份有限公司-臺中港務分公司網站，2020，<https://tc.twport.com.tw/chinese/>，2021年5月19日。
- 蔡振萬，2001，*我國引水制度之研究-以基隆港為例*，國立海洋大學航運管理研究所碩士學位論文，基隆市。
- 蔡瑞舫、邱永芳、張富東、張景森，2012，臺灣海域船舶自動識別系統(AIS)整體規劃，*第34屆海洋工程研討會論文集*，643-648，臺南市。
- 蔣軼靜，2010，淺析港口裝卸過程中的作業效率，*物流工程與管理*，第2期，108-109。
- 鄧小瑜、李引珍、趙亞玲，2011，港口航道通過能力研究綜述，*水運工程*，第3期，10-15。
- 蘇健民、陳文崇、張啟隱，2015，港勤拖船總體績效探討之研究，*航運季刊*，第24期，113-132。
- An, K., 2016. E-navigation services for non-SOLAS ships. *International Journal of e-Navigation and Maritime Economy*, 4, 13-22.

- Baldauf, M. and Hong, S.B., 2016. Improving and assessing the impact of e-Navigation applications. *International Journal of e-Navigation and Maritime Economy*, 4, 1-12.
- Bierwirth, C. and Meisel, F., 2010. A survey of berth allocation and quay crane scheduling problems in container terminals. *European Journal of Operational Research*, 202, 615-627.
- Chang, Y.T. and Talley, W.K., 2019. Port competitiveness, efficiency, and supply chains: A literature review. *Transportation Journal*, 58, 1-20.
- Chin, H.C. and Debnath, A.K., 2009. Modeling perceived collision risk in port water navigation. *Safety Science*, 47, 1410-1416.
- Dadashi, A., Dulebenets, M.A., Golias, M.M. and Sheikholeslami, A., 2017. A novel continuous berth scheduling model at multiple marine container terminals with tidal considerations. *Maritime Business Review*, 2(2), 142-157.
- Darbra, R.M., Crawford, J.F.E., Haley, C.W. and Morrison, R.J., 2007. Safety culture and hazard risk perception of Australian and New Zealand maritime pilots. *Marine Policy*, 31, 736-745.
- Duru, O., Galvao, C.B., Mileski, J., Robles, L.T. and Gharehgozli, A., 2020. Developing a comprehensive approach to port performance assessment. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 36(4), 169-180.
- Feng, M, Shaw, S.L., Peng, G. and Fang, Z., 2020. Time efficiency assessment of ship movements in maritime ports: A case study of two ports based on AIS data. *Journal of Transport Geography*, 86, 102741. 1-14.
- Garcia-Alonso, L., Moura, T.G.Z. and Roibas, D., 2020. The effect of weather conditions on port technical efficiency. *Marine Policy*, 113, 103816. 1-12
- Hensen, H., 2018. *Tug Use in Port: A Practical Guide*, The Nautical Institute.
- Hsu, W.K., Huang, S.H.S., Tseng, W.J. and Li, D.F., 2021. An assessment of the policy gap in port selection of liner shipping companies. *Transportation Letters*, 13(4), 273-281.
- Kia, M., Shayan, E. and Ghotb, F., 2000. The importance of information technology in port terminal operations. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 30(3/4), 331-344.

- Knudsen, O.F. and Hassler, B., 2011. IMO legislation and its implementation: Accident risk, vessel deficiencies and national administrative practices. *Marine Policy*, 35, 201-207.
- Li, L.L., Seo, Y.J. and Ha, M.H., 2021. The efficiency of major container terminals in China: Super-efficiency data envelopment analysis approach. *Maritime Business Review*, 6(2), 173-187.
- Lin, L.F., Lee, C.P., Tseng, L.F., Chiu, Y.F. and Ho, L.S., 2015. A 3-D current model for potential scouring of seabed around a breakwater in port of Taichung. *Journal of Coastal and Ocean Engineering*, 16, 1-16.
- Longo, F., Chiurco, A., Musmanno, R. and Nicoletti, L., 2015. Operative and procedural cooperative training in marine ports. *Journal of Computational Science*, 10, 97-107.
- Lu, C.S., 2000. Logistics services in Taiwanese maritime firms. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 36, 79-96.
- Lu, C.S., Lin, C.C. and Lee, M.H., 2010. An evaluation of container development strategies in the port of Taichung. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 26, 93-118.
- Meng, Q., Zhao, H. and Wang, Y., 2019. Revenue management for container liner shipping services: Critical review and future research directions. *Logistics and Transportation Review*, 128, 280-292.
- Mou, J.M., Zhou, C., Du, Y. and Tang, W.M., 2015. Evaluate VTS benefits: A case study of Zhoushan Port. *International Journal of e-Navigation and Maritime Economy*, 3, 22-31.
- Mustafa, F.S., Khan, R.U. and Mustafa, T., 2021. Technical efficiency comparison of container ports in Asian and Middle East region using DEA. *The Asia Journal of Shipping and Logistics*, 37, 12-19.
- Nguyen, P.N., Woo, S.H., Beresford, A. and Pettit, S., 2020. Competition, market concentration, and relative efficiency of major container ports in Southeast Asia. *Journal of Transport Geography*, 83, 102653.
- Orlandi, L. and Brooks, B., 2018. Measuring mental workload and physiological reactions in marine pilots: Building bridges towards redlines of performance. *Applied Ergonomics*, 69, 74-92.

- Pham, T.Q.M., Park, G.K. and Choi, K.H., 2021. The efficiency analysis of world top container ports using two-stage uncertainty DEA model and FCM. *Maritime Business Review*, 6(1), 2-21.
- Quintano, C., Mazzocchi, P. and Rocca, A., 2020. Examining eco-efficiency in the port sector via non-radial data envelopment analysis and the response-based procedure for detecting unit segments. *Journal of Cleaner Production*, 259, 120979.
- Ropero, A.G., Dominguez, I.T. and Jiménez, M.D.M.C., 2019. Bootstrapped operating efficiency in container ports: A case study in Spain and Portugal. *Industrial Management & Data Systems*, 119, 924-948.
- Saaty T.L., 1980. *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill: New York.
- Saaty, T.L., 1996. *The Analytic Network Process*. RWS Publications, Expert Choice, Inc.: Pittsburgh.
- Seth, S. and Feng, Q., 2020. Assessment of port efficiency using stepwise selection and window analysis in data envelopment analysis. *Maritime Economics & Logistics*, 22, 563-561.
- Shelmerdine, R.L., 2015. Teasing out the detail: How our understanding of marine AIS data can better inform industries, developments, and planning. *Marine Policy*, 54, 17-25.
- Shinohara, M. and Saika, T., 2018. Port governance and cooperation: The case of Japan. *Research in Transportation Business & Management*, 26, 56-66.
- Tixerant, M.L., Guyader, D.L., Gourmelon, F. and Queffelec, B., 2018. How can automatic identification system (AIS) data be used for maritime spatial planning? *Ocean & Coastal Management*, 166, 18-30.
- Tongzon, J., 2001. Efficiency measurement of selected Australian and other international ports using data envelopment analysis. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 35, 113-128.
- Tsai, Y.T., Liang, C.J., Huang, K.H., Hung, K.U., Jheng, C.W. and Liang, J.J., 2018. Self-management of greenhouse gas and air pollutant emissions in Taichung Port, Taiwan. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 63, 576-587.
- Tsou, M., 2010. Discovering knowledge from AIS database for application in VTS. *Journal of Navigation*, 63, 449-469.

Vytautas, P., Ludmiła, F.D. and Donatas, P., 2020. Ships speed limitations for reliable maintenance of the quay walls of navigation channels in ports. *Maintenance and Reliability*, 22, 306-315.

Zarbi, S., Shin, S.H. and Shin, Y.J., 2019. An analysis by window DEA on the Influence of International sanction to the efficiency of Iranian Container Ports. *Asian Journal of Shipping and Logistics*, 35, 163-171.

Zhang, L., Meng, Q. and Fwa, T.F., 2019. Big AIS data based spatial-temporal analyses of ship traffic in Singapore port waters. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 129, 287-304.

Zhu, G., 2020. STCW convention changes and its impact on crew. *International Journal of Social Science and Education Research*, 3, 170-176.

Zwijnsvoord, T.V., Vantorre, M., Eloot, K. and Ides, S., 2019. Safety of container ship (un)loading operations in the Port of Antwerp-Impact of passing shipping traffic. *Maritime Business Review*, 4(1), 106-127.