

高雄港綠港發展策略之探討

A Study on Strategy of Green Port Development in Kaohsiung Port

胡家聲 (Jia-Shen Hu)^①、廖宗 (Tsung Liao)^②、康翠芳 (Tsui-Fang Kang)^{③*}

摘要

近年來港口污染的問題日益受到重視，港口經營必須兼顧經濟效益與環境的保護，此概念已使全球各港紛紛走向建置綠化港口的趨勢；儼然成為永續發展港口運營的關鍵，各國許多先進的港口已經將發展綠港的環境因素納入其運作之中。

本文透過瞭解國際著名綠港及探討高雄港對綠港的經營現況等來進行比較，找出高雄港之優勢與不足，進而借助專家訪談的方式彙整各專業的意見，經由探討研析，提供建議高雄港未來綠港發展的策略，俾利提升高雄港營運效益，期使強化高雄港未來國際的競爭地位。

關鍵字：綠港、港口污染、高雄港。

Abstract

In recent years, the issue of port pollution has been increasing attention. Port operation has to take into account both the economic efficiency and the environmental protection. This environment friendly idea has led to the emergence of “green ports” around the world, which has become the key to sustainable development of ports. A lot of advanced ports have incorporated environmental factors into their operation in order to fulfill the concept of green ports.

Through the reviews on green ports in the world and the operation status of

① 國立高雄科技大學航運技術系副教授；E-mail: jshu@nkust.edu.tw。

② 國立高雄科技大學航運技術系副教授；E-mail: liao6782@gmail.com。

③* 通訊作者，國立高雄科技大學航運技術系碩士生；E-mail: 1051531106@nkust.edu.tw。

the Kaohsiung Port, this study can find out the advantages and disadvantages of Kaohsiung Port. Then, expert interviews will be conducted to gather the opinions of various professions in green port practices. The analysis in this research could provide suggestions for the future green port development strategy of the Kaohsiung Port. It could assist suggestions to this port to improve the operating efficiency and enhance its international competitive position in the future.

Keywords: Green port, Port pollution, Kaohsiung port

壹、緒論

由於全球暖化、氣候變遷及溫室效應等全球性緊迫的問題接踵而至，人們開始增加關注港口運營、發展對環境的影響，及港口產生的廢氣、石油、水質及噪音等汙染，對人類健康及生態平衡造成的威脅；此不僅對港口利益相關者而言，已是迫在的問題，對影響一個國家港口永續的發展也至關重要 (Tseng and Pilcher, 2019)。

從永續發展的角度來看，港口管理須兼顧經濟、環境及社會責任這三個層面，而永續發展的主要驅動力是吸引與留住重視永續發展的客戶。因此，制定實現經濟、社會及環境之目標的綠色港口營銷計畫將能使港口實現永續增長及發展 (Lam and Li, 2019)。

高雄港為我國主要國際港口，為拓展港口景觀的美與生命力，及為臺灣經濟持續發展所需，而持續在港區土地開發與生態環境中尋找平衡，使高雄港確能以永續發展為目標，避免港口因開發經營，對環境、生活及生態等造成的衝擊。

本研究透過高雄港綠色港口與國際著名綠色港口發展之比較，藉此尋找高雄港之不足處，並借助專家訪談的方式彙整專業的意見後，提出建議高雄港口未來發展綠色港埠策略的方向。本研究之主要目的為透過深入研究高雄港及國際著名綠色港口之發展情況，分別比較其差異後，研討分析可作為高雄港借鏡之處；探討高雄港於綠色港口發展之不足，及因應改善的評估，最後針對高雄港綠色港口之未來發展方向及策略給予建議。

貳、文獻回顧

2.1 綠色港口

永續發展概念形成後逐漸應用至各個領域，其中就包括港口；船舶運輸長久以來以多種形式對環境造成影響，無論是意外還是故意，此影響不僅對自然棲息地產生實質性的破壞，而且還影響了經濟活動，尤其是沿岸與海洋相關之經濟活動密

集的港口。隨著港口作為海上交通的範圍逐漸擴大，港口活動、開發及運營等對環境產生不利的影響，也愈來愈受到關注。港口活動雖能促進商業和經濟繁榮，但同時導致港口周邊地區的環境汙染 (Roh et al., 2016)。

眾所周知，港口設施與港口相關業務的發展，對海上運輸的增長、沿海國家經濟的發展，以及該港口地區提供直接和間接就業機會有重大貢獻 (Paipai, 1999)。然而，港口開發、運營和活動等對環境造成許多負面的影響，例如周邊地區的空气和海水水質惡化 (Gupta et al., 2005)。

經濟合作暨發展組織 (Organization for Economic Cooperation and Development, OECD) 於 2011 年出版的「Environmental Impacts of International Shipping」指出：雖然港口的營運對其周邊地區的經濟發展至關重要，但相關的交通、貨物處理和腹地分佈無可置疑的對環境造成負面影響，而往返港區的公路和鐵路亦產生額外的環境問題。港口對環境的影響略分為以下三類：

1. 港口活動本身造成的問題；
2. 船舶泊靠港口造成的問題；
3. 服務於港區的複合運輸造成的汙染及碳排放量。

世界各港口雖然規模、地理環境、經營特徵及管理方式皆有不相同，但都可通過法律及公約的規範與遵循、永續發展及

降低成本和風險來滿足工業活動和經濟的需求，而綠色港口的推動與發展有助於環境改善。

因此，國際大港均以綠港概念推廣港口開發和營運，藉此防止環境惡化、生物多樣性喪失及限制，或有條件自然資源利用。針對「綠港」的定義，亦有諸多說法，不論是「綠色港口」、「綠色港埠」、「綠色港灣」或「生態港」，其目的皆為將港口營運和環境改造，結合經濟、環境、生態及社會等面向，達到降低汙染、環境生態化、提升港口營運效益及周邊社區利益共同生存的多目標境界 (邱文彥，2008)。

對於港口汙染防治，世界各國皆有許多不同做法，針對船舶汙染的防治部分，國際海事組織 (International Maritime Organization, IMO) 於 1973 年制定的國際防止船舶汙染公約 (International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, MARPOL) 及其修正，是針對海上船舶因例行作業產生之故意性油類物質汙染行為，並設法減少船舶因意外事故或操作疏失所形成之偶發性汙染行為所制定之國際公約，共有六項附則，如表 1 所示。

在港口綠化方面，歐洲於 1994 年成立歐洲海港組織 (European Sea Ports Organization, ESPO)，並於 2002 年展開「生態港 (EcoPorts) 計畫」，旨在「強化歐洲的港埠經營具有環境意識，並藉此提供資訊交換及影響評估之平臺」，自 2011 年

表 1 2017 年修訂防止船舶污染國際公約的六則附則

附則	名稱	內容簡要 (一般海域)
附則 I	防止油污規則	包括防止營運用油與意外造成油排放的污染規範。
附則 II	控制散裝有毒液體物質污染規則	詳細規範預防由散裝運輸的有害液體物質污染標準和措施；並對 250 種物質進行評估後，列入到公約的名單；不論在任何情況下，在距離陸地 12 海浬內排放含有有毒物質之液體，是不被允許的。
附則 III	防止海上以包裝形式載運有害物質污染規則	詳細規範包裝標誌、標籤、單證、積載、標準數量限制、例外及通知發放要求。
附則 IV	防止船舶污水污染規則	管制污水排放入海，除非經過核准的消毒處理之污水，才可排在距離陸地 3 海浬外的海域；未經消毒的污水需在距離陸地 12 海浬外才能排放。
附則 V	防止船舶垃圾污染規則	規範不同類型的垃圾，需距離陸地多遠及需經過的處理才能排放，並禁止排放任何形式的塑料廢棄物。
附則 VI	防止船舶空氣污染規則	設置船舶氮氧化物與硫氧化物的排放限制標準，並禁止消耗臭氧層物質排放；指定嚴格控制區以排放氮氧化物、硫氧化物及顆粒物。新增規定，船舶將自 2020 年起使用 0.5% (m/m) 低硫燃油。

資料來源：國際防止船舶污染公約。

「EcoPorts」已整合至歐洲海港組織中，執行「EcoPorts」之生態港工具 (EcoPorts Tools) 應用及提供生態港埠認證，我國高雄港已於 2014 年，經申請後取得認證。

美國長堤港 (Port of Long Beach) 港務局在 2005 年通過「綠色港口政策 (Green Port Policy)」，這是一種積極、全面且協調，可減少港口運營造成負面影響的方法，該政策的五項指導原則如下：

1. 保護社區免受港口運營帶給環境的有害影響；
2. 使港口成為環境管理及符合法規的領導者；
3. 促進港口永續發展；
4. 採用最佳技術以避免或減少環境的影響；
5. 參與社區教育。

Lam and Li (2019) 指出成為綠色港口的的主要方法可分為以下三種：

利益相關者：港口利益相關者有四類，即內部利益相關者、外部利益相關者、立法和公共政策利益相關者以及社區利益相關者，其中後三者利益相關者對於實現港口長期之永續發展至關重要，尤以外部之持續合作有助於港口內部管理，對港口永續發展有著正面影響。

綠色政策：建立船舶減速區域、改善海上動力系統技術或排放控制區域等綠色港口政策，此政策有助於減少港口的廢氣排放及降低燃料消耗等問題，因為空氣污染是港口運營的主要環境影響之一，這些政策在顯著改善該港區的空氣質量，減少空氣污染的同時，亦能降低污染對當地社區居民健康的不利影響，而綠色港口政策亦能降低溫室效應的影響。

科學監測：主要方法包括水質分析、沉積物分析和生態監測，這些方法用於衡量港口運營的影響，其集中有關水質、疏浚、港口開發、揚塵及噪音的環境問題上，主要監測的項目包括水質、氣象、沉積物及其他海洋相關問題等。

因為全球環境問題緊迫，全球各國不斷尋找解決經濟活動與環境問題的方案。過去都以經濟發展為主要目標的觀念，開始轉變，各港口多主動將氣候變化適應和減緩措施納入其運營管理和發展計畫中。除積極的改善環境績效增加營利外，通過綠色港口的實施港口能得到良好的聲譽，還可實現長期的永續發展、社會責任及經濟效益。

藉由探討歐洲海港組織與美國長堤港之港口綠化政策，可獲知：成功的綠色港口發展是須兼顧經濟、環境及社會的永續發展，從一開始就考慮到港口發展的廣泛要求，以多方的方式包容與實施，從而打造出一個至關重要的現代化港口。

2.2 綠色港口的世界發展趨勢

隨著環境問題日益嚴重，世界各港口紛紛將環保、低耗能及低碳排放的理念貫徹至綠色港口發展中，其中綠色能源、綠色技術或技術創新、液化天然氣的運用等發展及船舶壓艙水排放問題，已成為國際綠色港口之發展重點。

2.2.1 綠色能源

環境問題及能源消耗，已引發國際

對於綠色能源的重視，綠色能源 (Green energy) 又稱清潔能源 (Clean energy)，是指無污染的能量生產來源，在生產過程中使用綠色能源替代化石燃料，可以顯著降低經濟增長過程對環境的負面影響，並降低空氣中的碳排放量，甚至達到零碳排放的目標 (Sohag et al., 2019)。

Schmalensee (2012) 指出：使用不可再生能源，將導致環境的惡化和自然資源存量的減少，如此將無法維持經濟的永續發展。因此具法律約束力的協議陸續發展成熟，例如 1997 年簽訂的「京都議定書」，鼓勵各國減少二氧化碳排放，這使綠色能源或可再生能源的使用更具吸引力，因綠色能源於生產過程中對環境危害較少，將可提高經濟發展的可持續性。

綠色能源又可分為狹義與廣義的定義，狹義的綠能為可再生能源 (Renewable energy)，其生產和使用能減少對可能耗盡資源 (如原油、煤等) 的依賴與抑制碳排放的最佳選擇，如水力、風能、太陽能、生物質能與地熱能源等，這些能源皆為可再生能源。而廣義的綠能則指在能源的生產與消費的過程中，使用對環境污染較低或零污染的能源，例如天然氣、清潔煤等具體在落實使用低碳能源與減低二氧化碳之排放。

低碳、減排與環境維護等議題近年來已成為社會關注的焦點，港口是推動經濟增長重要部分，但與此同時也成為能源消耗與污染的源頭之一，綠色港口儼然成為

未來港口發展重點，綠色能源的使用將對此有很大的幫助，世界許多港口為響應綠色港口的發展，已逐漸開始使用綠色能源來替代化石燃料，例如：

荷蘭鹿特丹港 (Port of Rotterdam, Netherlands) 積極開發風能、太陽能、熱能、生物質能等能源作為港區用電，為綠色能源發電的重要發展；比利時澤布魯日港 (Port of Zeebrugge, Belgium) 亦致力於風力發電的開發作為綠色能源使用 (鹿特丹港與澤布魯日港官網)。

新加坡裕廊港 (Port of Jurong, Singapore) 於 2015 年，在面積達 9.5 萬平方公尺的倉庫屋頂上完成安裝太陽能發電設施，使其擁有世界上最大的港口太陽能發電系統。該太陽能發電系統最高產能為 9.5 兆瓦，估計每年將產生 1,200 萬千瓦·時 (kW·h) 以上的太陽能，該設施將提供港口 60% 以上的電力需求，而過剩能量也將出口到電網，通過這項太陽能設施，將使裕廊港每年碳排放量約減少 5,200 噸 (裕廊港與 Sunseap 官網)。

2.2.2 綠色技術或技術創新

除了綠色能源外，綠色技術與技術創新亦是永續經營的重要推動力，技術的進步，特別是綠色技術可以有效降低碳排放量；Shafik and Bandyopadhyay (1992) 指出技術的進步將改善環境質量；Kaygusuz et al. (2007) 也提出可再生能源生產技術的進步將使能源發展現代化，並促進經濟發展的可持續性。

技術創新是通過提高工作效率和生產率來減少碳排放的關鍵，技術創新是確保有限資源的有效與環保使用的最佳方式，Padilla-Pérez and Gaudin (2014) 發現技術的創新與經濟發展之間存在很強的相關性。由此可見，綠色技術發展與技術創新可提高環境品質與促進港口發展，也是港口永續發展的重要一環。技術的創新或進步可提高效能並減少港口的碳排放量，其中包括使用電力作為能源 (例如岸電、設備電氣化)、自動化碼頭、儲能設備、冷藏與冷卻技術、可再生能源或綠色燃料及照明技術等。

港口是能源消耗的大戶，因此港口相關設施效能的改進是相當重要，能源效率對於發電、儲存、分配、轉換及消耗等技術進步有著強烈影響，而提高煤炭與柴油等傳統能源的利用效率，能有效降低碳排放量；另一方面積極著手於綠色能源使用技術的發展，增加綠色能源的使用率，優化港口能源的使用，進而減少能源的消耗。世界許多港口都有針對綠色技術或技術創新的研發與使用，提供港口費、噸位稅之折扣或實行其他獎勵計畫，鼓勵船舶於綠色能源的使用率。

岸電技術的發展與使用的推廣亦是近年來各綠色港口發展的重點項目之一，船舶靠港後，將引擎關閉，改使用岸上電源進行作業，可明顯減少碳排放量，硫化物與氮氧化物的排放量也會降低，會帶來顯著的環境效益，為減少港口二氧化碳的排

放，岸電的增設將增加港口發展的可持續性，並減少船舶靠泊後的航運活動對環境的影響。

岸電，也稱為「冷熨、替代電源、岸邊電力或陸上電力」，通過從岸上向船舶供電，減少港口區域船舶的空氣汙染，船舶靠港後連接陸地電力，使船舶能於泊靠時關閉柴油發電機。岸電對於環境和社會之經濟效益是改善空氣質量、減少噪音，並減少靠泊運輸活動對健康造成影響，因此岸電使用的推廣能使港區擁有更好的環境品質 (Tseng and Pilcher, 2015)。

但由於港口總成本高，船舶改造的複雜性及成本問題，會減少船舶使用岸電的意願，因此部分國家實施經濟獎勵措施，例如，歐盟允許成員國免除或減少電力稅 (EU Directive, 2003)；自 2011 年起，中國交通運輸部已對建設岸電設施的港口與中國航運公司給予獎勵；此外，瑞典和德國已通過降低向靠泊船供電之徵收稅率，作為推廣使用岸電的獎勵政策。

美國則是強制要求長堤、洛杉磯、聖地亞哥、奧克蘭、舊金山及懷尼米港口 (Ports of Long Beach, Los Angeles, San Diego, Oakland, San Francisco and Hueneme, US) 泊靠的所有貨櫃船至少一半以上使用岸電運行 (長堤港官網)。

為達到提升效率、降低成本及節能減碳等目標，自動化碼頭也為當今各國港口發展的新趨勢，現今港口物流並非如過去單純只處理貨物的裝卸及保管，其範疇

已擴大至船舶進港、裝卸、儲運、報關與通報等的資訊流、作業規劃及物流串接等不同作業階段，使港口的管理及服務更具挑戰性。

隨著船舶大型化貨物量的增加，為提高船舶及貨物處理能力，碼頭設備已逐漸趨向大型化，而為增進港口碼頭的營運效率及競爭力，全球各大港口正積極的推動港口自動化，港口自動化不僅能提高港口營運效率，亦能藉由效率的提升而減少港口的碳排放量，目前上海洋山港、新加坡港、鹿特丹港及斯德哥爾摩港等港口，都朝此一方向發展。

上海洋山港第四期碼頭是現在全世界最大的自動化貨櫃碼頭，該港使用上海國際港務集團自主研發的「全自動化碼頭智慧生產管理控制系統 (TOS 系統)」，並加入「設備管控系統 (ECS 系統)」應用於洋山碼頭的作業中，該港碼頭所有的貨櫃裝卸已不再需要人員在現場操作，其作業方式自過去碼頭作業員需上到高空中的橋式起重機進行貨櫃吊掛，發展到只需在中控室裡透過遠端操控進行，而貨櫃的集中與堆放則由自動引導車進行運送與堆積。

鹿特丹港為提升碼頭效率，於 1993 年率先引進無人自動導引搬運車系統進行運輸，近年更與美國科技公司 IBM 合作，引進雲端平臺和物聯網技術，期望在 2025 年實現「港內航運連網 (Connected Shipping)」，使入港船舶能自動航行在港內水道，不需經由領港船和引水人的指

揮，船舶的泊靠亦可藉由港內航運連網的溝通，以避免船舶碰撞。

2.2.3 液化天然氣於航運業的運用

世界環保觀念愈來愈受重視，天然氣因其低碳且環保的特色，於國際上日益受到注目，天然氣是世界上公認的乾淨能源之一，經液化再氣化後的天然氣幾乎已不含硫、氮及殘餘粒狀物，燃燒後所產生的二氧化硫及粒狀物的排放量為零，深具低碳環保之優勢。

從碳排放量方面來看，天然氣每發一度電的碳排放量為燃煤的 50% 與燃油的 65%，且天然氣具有很高的熱值 (8,900 ~ 10,000 Kcal / M³)。天然氣經液化後的體積僅為原來氣態的六百分之一，無論是在儲存或運輸上都相當方便，為高效率的能源。此外，天然氣的用途也愈來愈廣，傳統應用包含家庭民生用氣、能源發電與工業用途，同時在交通燃料上的應用也愈來愈廣泛 (臺灣中油股份有限公司，2015)。

隨著國際法規對於船舶的含硫燃料、硫氧化物及碳排放規範標準也日益嚴苛，防止船舶污染國際公約 (International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, MARPOL) 最新規定，船舶將自 2020 年起使用不超過 0.5% (m/m) 之低硫燃油。對此導致低碳、低硫排放的液化天然氣 (Liquefied Natural Gas, LNG) 開始成為船舶動力的研發重點。

人們期望使用 LNG 作為船用燃料，來減少對傳統石化燃料的過度依賴，從而

降低空氣污染物的排放量，並使船舶燃料選擇的類型多樣化，帶來經濟效益，LNG 燃料船近年來穩步增長。使用 LNG 作為運輸燃料是新興的研究發展目標，燃料供其客戶使用的供應鏈仍處於發展階段，此趨勢也使全球港口開始關注 LNG 的應用、專用碼頭及加注站碼頭之發展 (Jeong et al., 2018)。

近年中，歐洲的 LNG 供應鏈正在持續擴大，目前已有許多 LNG 加注站建設完成，且部分的港口開始提供 LNG 燃料船之加注服務，由大型的 LNG 接收及加注站港供應燃料，使用專門的加注卡車和燃料接駁船裝載 LNG 運輸到加注站及港口。

於 2000 年，世界第一艘 LNG 燃料船舶「Glutra 號」在挪威投入營運，以岸上的固定設備為主要加注方式，但受碼頭硬體設施的限制時，也會以油槽車進行補給作業。澤布魯日港是歐洲最早建置 LNG 儲運站的港口，且致力於發展 LNG 作為卡車與船舶之燃料，並使用 LNG 燃料拖船；鹿特丹港則是歐洲第一個實施 LNG 物流的港口，並經由卡車對 LNG 燃料船進行加注。

Lloyd's Register 的市場分析師 Latifat Ajala 表示，全球港口正在為航運業的未來發展做準備，LNG 加注業務的發展將成為遠洋航運使用 LNG 作為燃料的重要推動力，傳統的加注港口需要能夠提供天然氣，就像港口提供傳統的燃料油一樣。目

前為止，大多數 LNG 燃料都是短暫的點對點交易，若要天然氣真正普及化，需提供如傳統的加注方式，而實際上擴展 LNG 燃料的運用，港口需要有基礎設施和交付能力，而世界許多港口明顯正在計畫 LNG 發展加注站基礎設施。

2.2.4 船舶壓艙水排放問題

近幾十年來，人們愈來愈關注壓艙水 (Ballast Water, BW) 對海洋和河口棲息地的影響，原因是船舶壓艙水被認為是水生生物於全球轉移的主要運輸載體之一，如有害水生生物和病原體。

根據國際海事組織 (International Maritime Organization, IMO) 估計每年有百億噸的壓艙水經由國際或近海運輸在全球四處轉移。經由壓艙水引入的有害水生生物和病原體的影響令世界各國擔憂，當運輸的壓艙水在其他地區排放時，壓艙水中的有害水生生物、病原體及汙染物可能會破壞當地的生態系統。

細微的生物通過壓艙水轉移，長距離的運輸有利於海洋生物的散佈，藉此跨越阻止它們傳播距離的屏障，引入的生物可在生態系統中存活取決於有利的環境條件，其中包括適當的食物供應和捕食者缺乏 (Carlton, 1985)，在黑海、澳大利亞近海水域及北美大湖區已經觀察到引入的非本土物種對經濟及生態影響。

至於浮游植物，壓艙水中的浮游植物通常以矽藻和甲藻為主，其中包括可能有毒的浮游植物，這可能對大眾的健

康及當地經濟活動產生不利影響，但由於缺乏光和營養，微藻通常在營養生長期 (Vegetative Stages) 於壓載艙中的存活率有限；反之，在骯髒的環境條件下，甲藻類與矽藻孢子等在靜止階段也可以存活很長的時間，在某些條件下，伺機性物種 (Opportunistic Species) 能夠在壓水艙中生存和繁殖，而某些物種可以在壓水艙中生存，是取決於物種本身的特性。

國際海事組織 (IMO) 於 2004 年通過了「船舶壓艙水和沉澱物的控制及管理國際公約 (International Convention for the Control and Management of Ship's Ballast Water and Sediments, BWM Convention)」主旨在通過制定標準和程序，以減少港口和地區之間有害水生生物和病原體的擴散，將其引入海洋 (包括河口) 或淡水水域，可能對環境、人體健康、財產或資源造成危害，損害生物多樣性或干擾這些區域，其中包括潛在有害的非本土物種和隱性物種、對本地有害的物種及病原體 (IMO, 2004)。

壓艙水交換是目前最廣泛用於減少港口到港口沿海生物轉移的措施，在 BWM 公約第 D-1 條中規定，壓艙水交換應達到其所載壓艙水量 95% 交換率，或應達到注入及排出壓艙水至少 3 倍容積的水量，且壓艙水交換條件有需距離陸地至少 200 海浬和水深至少 200 公尺處，或距離陸地至少 50 海浬和水深至少 200 公尺處，而當上述同時不能滿足時，港口國可指定壓艙水交換區域。

如 BWM 公約第 D-2 條所述，其性能標準包括壓艙水中的活菌和糞便指示菌 (FIB)，為了避免糞便汙染水的轉移，大腸桿菌和腸道腸球菌已被列入 D-2 標準中，作為微生物汙染的指標，而在人類病原體中，需要檢測霍亂弧菌 (O1 和 O139)，原因可能為霍亂弧菌 O1 是導致 1991 年秘魯霍亂爆發的主因，且認為霍亂是由於壓艙水釋放細菌所致。

此外，根據 D-2 標準，船舶壓艙水排放應含有相關大小、類別及活體生物數量的限制。BWM 公約 D-2 條之壓艙水性能標準如下表 2 所示。

參、研究方法

本研究先透過文獻分析法收集國內外與題旨相關之期刊、研究論文、政府出版品、報告及網站等發表之綠色港口的相關文獻，再將收集之相關文獻整理與歸納，首先藉由探討高雄港綠港與國際著名綠港之發展現況，從各方來多方比較分析各國國際綠港之發展趨勢與策略，如表 3 所示，進而提出未來高雄港綠色港口之改善策略與發展方向。

基於文獻回顧所歸納之訪談問題後，

表 2 BWM 公約 D-2 條之壓艙水性能標準

生物體種類	可存活生物體大小	濃度
所有種類	$\geq 50 \mu\text{m}$	$< 10 \text{ 個} / \text{m}^3$
	$\geq 10 \mu\text{m}$ and $< 50 \mu\text{m}$	$< 1000 \text{ 個} / 100 \text{ ml}$
霍亂弧菌 (O1 和 O139)	—	$< 1 \text{ cfu} / 100 \text{ ml}$
大腸桿菌	—	$< 250 \text{ cfu} / 100 \text{ ml}$
腸道腸球菌	—	$< 100 \text{ cfu} / 100 \text{ ml}$

資料來源：BWM 國際公約 (2004)。

表 3 高雄港綠港與國際著名綠港發展措施

港口	分類	措施
高雄港	港區汙染	<ol style="list-style-type: none"> 1. 設立遮蔽式倉儲設施、架設防塵網、港區車輛洗沖洗、掃洗道路、使用霧炮車。 2. 柴油車自主管理計畫，使用電力式或油電混合之機具作業及自動化門哨。 3. 持續監測空氣品質。 4. 高明綠色科技碼頭自動化設施，設置太陽能及風力發電系統。 5. 生態港認證。 6. 港區部分用電使用來自於臺灣電力公司之南部發電廠 (LNG 發電廠)。 7. 垃圾分類，並設置汙水下水道系統、汙水處理設施及處理廠等。 8. 定期實施危險品貨物災害應變演練及危險品稽查。 9. 南星自由貿易港區保留鳥類棲地並增設隔離綠帶。 10. 使用綠色工法及綠色材料，建設綠建築及生態海堤等。
	船舶汙染	<ol style="list-style-type: none"> 1. 落實船舶停靠時之岸電使用。 2. 船舶進出港減速計畫。 3. 港勤船舶全面使用低汙染燃油。 4. 船舶汙水及廢棄物委託廠商收受處理。

表 3 高雄港綠港與國際著名綠港發展措施(續)

港口	分類	措施
長堤港	港區汙染	1. 清潔空氣行動計畫。 2. LEED 認證之建築。 3. 港口技術進步計畫。
	船舶汙染	1. 船舶停靠時強制使用岸電。 2. 綠色船舶獎勵計畫。 3. 綠旗獎勵計畫。
鹿特丹港	港區汙染	1. 使用天然氣、生物質能、熱能、蒸汽、太陽能及風能等多種能源。 2. 允許 LNG 燃料船加注的港口。 3. Maasvlakte 2 建設自動化碼頭。 4. 港口數據化。 5. 開發 750 公頃野生生物與遊憩區及蜂蜜公路。
	船舶汙染	1. 提供 LNG 燃料使 LNG 燃料船舶進行加注。 2. 綠色獎勵。
新加坡港	港區汙染	1. 綠色港口計畫。 2. 綠色技術計畫。 3. 綠色能源計畫。 4. 綠色意識計畫。
	船舶汙染	1. 綠色港口計畫。 2. 綠色船舶計畫。
上海港	港區汙染	1. 2015 年上海綠色港口三年行動計畫。 2. 輪胎式貨櫃起重機 (RTG) 節能減排改造。 3. 使用油電混合動力拖輪。 4. LNG 動力卡車。 5. 上海洋山港第四期自動化碼頭。 6. 貨櫃水路轉運。
	船舶汙染	1. 2015 年上海綠色港口三年行動計畫。 2. 停靠之船舶使用岸電。
青島港	港區汙染	1. 裝卸機械油改電、LNG 車輛之應用、機動車加裝節油裝置及推廣節油操作。 2. 設置車輛清洗裝置、散料與散土採用密閉覆蓋、施工現場與路面等易產生揚塵的區域裝設灑水設備等。 3. 使用 LNG 車輛替代傳統燃料車輛。 4. 碼頭自動化。 5. 港區汙水處理系統。 6. LED 綠色照明改造及廢棄物的回收與循環利用。 7. 運輸結構整合與建設，建設董灘長輸管道、海路與公路的聯合運輸及董家港口疏港鐵路。
	船舶汙染	船舶使用岸電。

資料來源：本研究整理。

將透過專家訪談再進一步來幫助本研究做出更專業且有系統的客觀分析，最後綜合理論與實務等方面的資料進行分析與探討，進而達到研究目的。

本研究挑選七位專家作為受訪者，如表 4 所示，主要是希望能透過受訪者不同背景、角色與豐富的專業經驗，依各自對綠色港口發展的認知與經驗，提出不同的

表 4 受訪專家基本資料

專家姓名	工作單位	專業領域
林高紅	陽明海運子公司——鴻明船舶貨物裝卸承攬股份有限公司協理	目前主要負責高雄港 70 號碼頭貨櫃集散站之業務。
張雅富	臺灣港務股份有限公司高雄港務分公司研究員	過去主要負責高雄港綠色港口業務。
張維鍵	臺灣港務股份有限公司職業安全衛生處資深處長	目前主要負責高雄港綠色港口業務。
程建宇	高雄港務局(臺灣港務股份有限公司前身)前港務長	船舶安全操作及船舶檢驗、國際公約、航港法規、港務管理、業務管理行銷、航政管理、港口營運系操作與管理。
蔡宗勳	臺灣港務股份有限公司職業安全衛生處/場域安全科經理	目前主要負責高雄港綠色港口業務。
蔡朝祿	國立高雄科技大學航運技術系系主任	海事人力資源、貨櫃運輸、貨櫃場經營管理、物流管理、運輸系統。
Alexander F. Hickethier	加利福尼亞洲聖地牙哥海事學院前副校長	海事人員培訓、STCW 課程設計、EMBA、航海研究技術。

資料來源：本研究整理(按筆畫順序排列)。

意見與建議，讓本研究能從訪談中，更深入的瞭解高雄綠港發展問題之所在，進而從中獲得有關本研究之題旨。

肆、綠色港口發展策略分析

4.1 研究發現

4.1.1 高雄港綠港發展

1. 散裝作業污染仍較容易造成污染

高雄港散裝作業多以傳統方式進行，現行散貨裝卸方式容易造成污染，期望透過增加密閉式裝卸設施改善污染，但因設備投資金額過高，且各貨種的裝卸規模不足以達成經濟規模，故裝卸業者並無投資意願，目前仍須與裝卸業者持續溝通。

2. 規劃與執行之落差

高雄港為亞洲第一個獲得歐洲生態港認證之港口，由此可見，高雄港對於綠港之發展能具備一個完善的規劃，部分規劃目前仍舊停留於構想階段但未落實，因此於執行面而言，仍有進步之空間。

3. 政府、港務公司及業者三方合作

經濟部、交通部、環保署、地方政府及其他相關單位等，普遍認為綠港的推行與發展應由港務公司及航港局來負責，但港務公司只是港口的營運單位，而真正對於環境保護與管理及相關的政策與法令等，需要仰賴政府立法及公權力執行單位配合。

目前港務公司針對污染部分，對業者之要求，首先必須符合相關法令規定，若符合法令規定後依然有污染產生，港務公

司與業者持續溝通，同時加入具公權力政府部門，如環保署，給予外部推動力，但最終期望政府、港務公司及業者，三方能以互相合作與配合的方式，如政府應加強執法及提供誘因、港務公司配合監督及業者自主改善汙染，共同改善環境品質。

4. 國家整體綠色政策之改善

綠色港口的發展是一個整體性的發展，並非只與單一的公司或部門有關，如港務公司或航港局，是同時需要各個相關單位互相配合，並且國家綠色政策整體規劃亦與綠色港口之發展息息相關，國家綠色政策之改善將有助於未來綠色港口發展的推動與執行。

4.1.2 綠色獎勵計畫

1. 船舶使用低硫油獎勵優惠及船舶進出港減速補助計畫

高雄港為鼓勵船舶使用 0.5% (m/m) 低硫燃油，於 2018 年時，推動船舶使用低硫燃油獎勵優惠，同時參考國外綠色港口作法，降低船舶在港區行駛及作業時對港、市區空氣品質衝擊，減緩港區船舶空氣汙染排放，故與環保署共同推動「107 年度船舶進出港減速補助計畫」。

2. 政府編列獎勵預算

高雄港的船舶獎勵措施是配合國際海事組織的規範陸續推行，若只是一味索取與要求，將可能影響航商靠泊意願，進而影響整體經濟發展（張雅富，專家訪談紀

錄，2019）。針對獎勵措施首要考慮為經費來源，港務公司為營利單位，不能無限制的提供獎勵或補助，仍須依靠中央或地方政府編列預算提供獎勵、折扣或減免等誘因，來鼓勵航商持續改善船舶汙染問題。

4.1.3 岸電的發展

1. 船舶尚未準備完全

目前長堤港 95% 碼頭已具備岸電設施，且電力來源大多源自於水力發電，港口幾乎已準備妥善，但部分船舶使用岸電之相關設備尚未更新或裝設，仍無法使用陸上岸電系統。

我國港務公司自有港勤船於備勤時，已全面使用岸電，關於商船部分，因船舶岸電設備並非屬於國際公約或我國法規強制要求項目，全球各大主要航商船舶有裝置岸電設備者較少，且多為定期航班之貨櫃輪或郵輪為主。

2. 供電穩定性及用電價格問題

有關岸電之電力供應問題，我國中國鋼鐵股份有限公司（以下簡稱中鋼）的岸電電力源自提煉鋼品時產生之熱能，本身無須額外支付電費，亦無須考慮電力來源，但其他航商並無自產電力來源，因此要顧慮供電及電價問題。

3. 須具完善的配套措施及國家綠色政策

若要強制規範航商使用岸電，首要條件是須具備完善的設施、作業規範及相關配套措施等，並與航商達成共識，否則將

影響航商靠泊高雄港意願，進而影響國家整體經濟發展。

高雄港面臨的是硬體逐步更新中，但國家對於岸電之使用，並無一個整體性的規劃，終將成為未來岸電發展的最大隱憂，最終解決辦法，仍須由政府之相關單位訂定出完善的國家綠色政策。

4. 岸電之使用效益仍有待評估

目前港口碼頭於新建或改建時，會預留岸電所需之管線及設備空間，但若舊碼頭未到使用年限，並不會另外再施工，主因為碼頭施工將影響船舶靠泊席位，且單就管線預留管道及設備施工所需費用較高，而現階段只是預留管線，並非直接設置岸電系統，是因岸電建設須考量船型、船上岸電配置及船舶使用頻率，對此關於使用岸電之可行性仍有待評估中。

5. 規劃環保署推行空汙費徵收

目前環保署正推動徵收船舶空汙費，並有規劃將岸電納入豁免情境，此將有助於提升航商使用岸電之意願。

4.1.4 替代能源的發展

1. LNG 作為燃料使用尚未普及

LNG 作為船舶和卡車的燃料尚不普及，且涉及到港口是否有足夠的空間供業者建置基礎服務設施、相關法令訂定、完善的作業與安全規範及其他相關規範等事宜的制定，亦要考量儲槽與管線的設置地點、加注地點、加注技術及燃料供應等問

題，仍須政府提供成本的優惠或獎勵，但高雄港目前並無足夠的服務設施與空間設置。

2. 使用電力式機具之誘因不足

電力式機具成本較高，本國業者因長期使用，投資電力式機具之意願也較高，但國外業者不一定有意願投資，因此需要政府制定相關之綠色政策，以增加誘因，才能提高業者使用電力式機具之意願。

3. 國家能源政策之訂定

長堤港的電力來源，大多源自於水力發電，少部分來自核能、煤炭、LNG、水力、太陽能及風力發電等，大多為綠色能源，因此降低許多汙染。

我國港口於發展替代能源時，發現部分替代能源發電並不符合成本效益，尚需配合國家整體能源政策實施，此為根本性的問題，需要國家實際訂定一套完整的能源政策，以此鼓勵民間業者使用替代能源。

4.1.5 綠色科技的發展

1. 高雄港持續新建自動化碼頭

高雄港第六貨櫃中心高明貨櫃碼頭已採用軌道型門式起重機並導入自動化作業系統，利用遠端操作及無線射頻感應技術 (RFID) 達到櫃場無人化要求，以提升作業安全，同時搭配自動化管制站作業加速車流速度。另外高雄港第七貨櫃中心已由長榮公司承租，也將朝向綠色科技碼頭的方式規劃。

2. 半自動化港口更有效率

在美國港口自動化難以實現，主要因為工會，若碼頭全自動化，碼頭工人將失業，工會不希望員工失去工作，因此工會反對港口自動化之建設，且目前普遍認為半自動化更有效率，更能被工會所接受。

我國雖無工會問題，但對於港口自動化需要考慮貨源的規模與使用者作業需求等，如若半自動化就能符合其成本及效益，將不需全自動化，港口作業全自動化還存有諸多變數，如技術成熟度、管理流程與標準及投資成本的回收等，並非全自動化一定是最佳的方式，但仍需持續接觸與研究，與世界接軌。

3. 綠色技術仍須持續進步

長堤港雖然有 96% 用電來源是使用綠能，但並非表示沒有進步空間，其依然可以針對綠色技術進行改善，增加其使用效能，綠色技術應持續改善，因為部分技術的不成熟，反而將增加污染的產生。

我國於港口綠色技術之研發，目前並無積極作為，港區部分機具仍須使用柴油作為動力，因其使用電力將導致動力不足，對此有待科學上的突破。

4.1.6 有關低硫燃油之規定

1. 我國針對低硫油之規定已強制實行

我國較國際公約提早 1 年，自 2019 年 1 月 1 日起要求國際航線船舶進入國際商港，須採用硫含量 0.5% (m/m) 以下低硫

燃油或具有同等減排效應之裝置或替代燃料，並由航港局訂定船舶使用低硫燃油檢查作業程序及檢查目標值以落實執行。對此高雄港船舶用油係由中油公司供應，目前中油公司供應港區低硫油品之供油能量充足。

2. 如何降低船舶燃油含硫量將取決於航商

美國對於低硫油之法規有嚴格之控管，長堤港遵循國際公約標準，但其無要求船舶應如何達到標準，如何達到標準取決於航商，在於航商願意對此投入多少成本，不論是船舶低硫油設備更新或新建 LNG 燃料船舶，成本增加後，相對地運費就會增加，這與航商之營運決策有關。

3. 目前高雄港供應 LNG 燃料之可行性不高

LNG 燃料屬於高風險的燃料，高雄港目前對此尚未準備妥當，供應 LNG 燃料主要考量的是來源、供應量及品質等問題，我國 LNG 全仰賴進口首先的問題是來源受限制，其二 LNG 成本較高。

另外液化天然氣 (LNG) 之供應，需於港區內或臨近區域建置 LNG 接收站及儲存設施，必先經過環評程序，且現行以 LNG 作為燃料之船舶極為少數，且建設 LNG 接收站及儲存設施之用地成本過高，因此經過評估高雄港並無開發 LNG 服務之空間。

4.1.7 LNG 發電廠對於綠港發展

港口之綠色發展中並未將電力之來源

使用何種燃料，納入規劃考慮範圍內，但若發電廠使用清潔燃料對整體環境品質之改善將會有所幫助。

LNG 發電廠之設置將影響整個電廠周邊地區之安全及供電，且 LNG 發電的風險較大，對其控管須較為嚴格，LNG 之儲存及運送成本亦較高，因此使用 LNG 發電時，LNG 用量同時將會增加，用電成本則將隨之提高。

4.1.8 綠港發展項目之優先順序

針對以上項目，港區與船舶污染改善獎勵計畫及岸電發展較易執行，且可以完全掌控，因此可優先執行，但其實這些項目皆環環相扣，若以金字塔形容，以上項目皆為底層之成果的展現，再上層為管理的法規及作業環境等，最上層則為政策及相關配套措施等，因此需要同步進行循序漸進，並一步一步慢慢發展出完善的國家能源政策，才能擁有便宜、安定且安全之電力，來支持其發展。

4.1.9 貨櫃集散站業者節能減碳之相關行動

港務公司對於貨櫃集散站除要求其須遵守國內訂定之污染問題的相關法規外，並無其他降低污染之強制要求或規範，但貨櫃集散站目前仍持續設法改善於污染的問題，例如一般作業機具若能使用電力驅動，則改使用電力式機具，對於新建之碼頭，如高雄港第六貨櫃中心，亦開始設置岸電設施。另外，如有部分照明設備改用

LED 燈照明、水柱式洗櫃設備改為噴霧式及改使用環保冷煤之高效能冷凍貨櫃等作為。

針對拖車業者部分，貨櫃集散站並無特別要求，因為公司必須考量到成本問題，若要求業者使用低污染車輛，勢必會反映到費用上，將成本提高，但業者仍必須要自行遵守國內訂定之相關法規。對於拖車業者車輛排放廢氣之問題，目前仍是依靠政府制定法規進行管制，並且提出相關的配套措施。

4.2 發展策略

4.2.1 高雄港綠港發展

散裝作業污染仍較容易造成污染，應持續增設密閉式裝卸設施，以改善散裝卸貨物時之污染。政府、港務公司及業者，三方能以互相合作與配合的方式，如政府應加強執法及提供誘因、港務公司配合監督及業者自主改善污染，共同改善環境品質。

高雄綠色港口的發展是一個整體性的發展，在各個方面環環相扣，並非只與港務公司或航港局有關，是需要各個相關單位互相配合，如當地政府、環保署；同時亦與國家綠色及能源政策整體規劃息息相關，高雄港在政策上，須致力在經濟發展與環境保護間找到平衡。

4.2.2 綠色獎勵計畫

中央或地方政府編列預算提供獎勵、

折扣或減免等誘因，應制定一個完善的國家綠色政策及能源政策，編列預算提供獎勵、折扣或減免等誘因，來提高港區綠色能源之使用及鼓勵航商持續改善船舶汙染問題。

4.2.3 岸電的發展

目前部分船舶上之岸電相關設備尚未準備完全，且仍有供電穩定性及用電價格問題。行政院環保署應積極推動立法徵收船舶空汙費，並將岸電納入豁免情境，以此提高航商使用岸電之意願。

4.2.4 替代能源的發展

替代能源發電並不符合成本效益，尚需配合國家整體能源政策實施，需要國家實際訂定一套完整的能源政策，以此鼓勵民間業者使用替代能源。

4.2.5 綠色科技的發展

我國雖於港口持續新建自動化碼頭，但於綠色技術之研發方面，並無積極作為，目前仍需持續接觸與研究，與世界接軌。

4.2.6 有關低硫燃油之規定

對於船舶如何達到使用低硫油之標準應取決於航商。不論是船舶低硫油設備更新或新建 LNG 燃料船舶，成本增加後，相對地運費就會增加，這與航商之營運決策有關。

4.2.7 LNG發電廠對於綠港發展

臺電南部天然氣火力發電廠之發電量完全足夠供應高雄港使用，建議可將高雄港用電優先由南部發電廠供應，提高綠色能源之使用。

4.2.8 綠港發展項目之優先順序

因港區與船舶汙染改善獎勵計畫及岸電發展較易實施，可優先執行，但事實上綠色能源發展、綠色技術提高及 LNG 燃料之供應等綠港發展項目環環相扣，亦應同步規劃與實施，並於各項目分段執行期間持續改善。

4.2.9 貨櫃集散站業者節能減碳之相關行動

拖車業者車輛排放廢氣之問題，需要

表 5 高雄港綠色港口發展之研究發現及發展策略

項目	研究發現	發展策略
高雄港綠港發展	<ol style="list-style-type: none"> 1. 散裝作業汙染仍較容易造成汙染。 2. 高雄港對於綠港發展之部分規劃目前仍舊停留於構想階段但未落實，因此於執行面而言，仍有進步之空間。 3. 政府、港務公司及業者，三方應以互相合作與配合的方式，共同改善環境品質。 4. 國家綠色政策整體規劃亦與綠色港口之發展息息相關，國家綠色政策之改善將有助於未來綠色港口發展的推動與執行。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 持續增設密閉式裝卸設施，以改善散裝卸貨物時之汙染。 2. 政府、港務公司及業者，三方能互相合作與配合。

表 5 高雄港綠色港口發展之研究發現及發展策略 (續)

項目	研究發現	發展策略
綠色獎勵計畫	<ol style="list-style-type: none"> 1. 高雄港於 2018 年船舶使用低硫油獎勵優惠及船舶進出港減速補助計畫。 2. 針對獎勵措施仍須依靠中央或地方政府編列預算提供獎勵、折扣或減免等誘因，來鼓勵航商持續改善船舶汙染問題。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 中央或地方政府編列預算提供獎勵、折扣或減免等誘因。 2. 制定一個完善的國家綠色政策及能源政策，編列預算提供獎勵、折扣或減免等誘因。
岸電的發展	<ol style="list-style-type: none"> 1. 部分船舶上之岸電相關設備尚未準備完全。 2. 仍有供電穩定性及用電價格問題。 3. 須具完善的配套措施及國家綠色政策。 4. 岸電之使用效益仍有待評估。 5. 規劃環保署立法推行空汙費徵收，並規劃將岸電納入豁免情境。 	行政院環保署應積極推動立法徵收船舶空汙費，並將岸電納入豁免情境，以此提高航商使用岸電之意願。
替代能源的發展	<ol style="list-style-type: none"> 1. LNG 作為燃料使用尚未普及。 2. 外國航商對於使用電力式機具之誘因不足。 3. 替代能源發電不符合成本效益，尚需配合國家整體能源政策實施，以此鼓勵民間業者使用替代能源。 	國家實際訂定一套完整的能源政策，以此鼓勵民間業者使用替代能源。
綠色科技的發展	<ol style="list-style-type: none"> 1. 高雄港持續新建自動化碼頭。 2. 半自動化港口更有效率。 3. 綠色技術仍須持續進步。 	我國雖於港口持續新建自動化碼頭，但於綠色技術之研發方面，目前仍需持續接觸與研究，與世界接軌。
有關低硫燃油之規定	<ol style="list-style-type: none"> 1. 我國針對低硫油之規定已開始強制實行。 2. 如何降低船舶燃油含硫量將取決於航商。 3. 目前高雄港供應 LNG 燃料之可行性不高。 	對於船舶如何達到使用低硫油之標準應取決於航商。
LNG 發電廠對於綠港發展	<ol style="list-style-type: none"> 1. 發電廠使用清潔燃料對整體環境品質之改善將會有所幫助。 2. LNG 發電廠之設置將影響整個電廠周邊地區之安全及供電，風險較大，且 LNG 之儲存及運送成本亦較高。 	臺電南部天然氣火力發電廠之發電量完全足夠供應高雄港使用，建議可將高雄港用電優先由南部發電廠供應，提高綠色能源之使用。
綠港發展項目之優先順序	綠港發展項目皆環環相扣，需要同步進行，循序漸進的改善。	綠色能源發展、綠色技術提高及 LNG 燃料之供應等綠港發展項目環環相扣，亦應同步規劃與實施，並於各項目分段執行期間持續改善。
貨櫃集散站業者之行動	<ol style="list-style-type: none"> 1. 港務公司對於貨櫃集散站除要求其須遵守國內訂定之汙染問題的相關法規外，並無其他降低汙染之強制要求或規範。 2. 貨櫃集散站針對拖車業者因考量成本問題，除遵守法規外亦未有其他強制要求或規範。 	拖車業者車輛排放廢氣之問題，需要政府制定法規進行管制，並且提出相關的配套措施，藉此提高業者改善之意願。

資料來源：本研究整理。

政府制定法規進行管制，並且提出相關的配套措施，藉此提高業者改善之意願。

高雄港綠色港口發展之研究發現及發展策略，其說明如下表 5 所示。

4.3 小結

本研究經訪談各界專家後，對於高雄

伍、結論與建議

5.1 結論

本研究旨在於探討高雄港於綠色港口發展之不足處及改善策略，並針對高雄港綠色港口之未來發展方向及策略給予建議。

首先透過瞭解綠色港口之發展歷程，文獻收集環境的永續發展、綠色港口、綠色港口發展趨勢、臺灣綠色港口之建置及臺灣生態港認證等相關文獻，再深入研究高雄港綠港與國際著名綠港之發展現況，藉由比較後，找出高雄港不足處，最後藉由專家訪談的方式，來幫助研究者做出更專業且有系統的客觀分析。經探討研析獲致主要結論，其說明如下：

1. 高雄港綠港發展之作為

- (1) 高雄港為達到降低港區的汙染、保護環境生態、提升港口營運效益和周邊社區利益等，已推動綠港的發展，並已於 2014 年成為亞太第一座通過歐洲海港組織 (ECOPOS) 認證之生態港口 (EcoPorts)，接受定期進行稽核，與世界同步。
- (2) 近年來高雄港針對綠港的建制發展，對於減少空氣、船舶之汙染，及其他如沉積物、廢棄物與危險品等汙染方面的防治，因有積極作為，已有效減緩港區汙染的產生，而針對船舶使用低硫燃油之規定，高雄港提前國際公約 1 年強制實行中。
- (3) 高雄港持續新建自動化碼頭，並於 2018 年船舶使用低硫油獎勵優惠及

船舶進出港減速補助計畫，但對於綠港發展之部分規劃目前仍舊停留於構想階段但未落實，且散裝作業汙染仍舊較容易造成汙染，因此於執行面而言，仍有進步之空間。

2. 高雄港綠港發展之面臨問題

- (1) 本研究藉由借鏡國際著名綠港的成效，作為高雄港綠港發展之參考，發現高雄港於港區與船舶汙染改善獎勵計畫、綠色能源發展、綠色技術提高、岸電發展及 LNG 燃料之供應等綠港項目之發展已漸見成效，但仍有改善空間。
- (2) 有關岸電之使用，部分船舶上之岸電相關設備尚未準備完全，且仍有供電穩定性及用電價格問題，岸電之使用效益亦有待評估，但環保署已開始規劃立法徵收空汙費，並計畫將岸電納入豁免情境。
- (3) 替代能源發電不符合成本效益，尚需配合國家整體能源政策實施。發電廠使用 LNG 燃料對整體環境品質之改善將會有所幫助，但 LNG 發電的風險較大，且儲存及運送成本亦較高。
- (4) 高雄綠色港口的發展是一個整體性的發展，在各個方面環環相扣，並非只與港務公司或航港局有關，是需要各個相關單位互相配合，如當地政府、環保署；同時亦與國家綠

色及能源政策整體規劃息息相關，高雄港在政策上，須致力在經濟發展與環境保護間找到平衡，成為兩者兼併的現代化之綠色港口。

5.2 建議

近年來高雄港針對綠港發展已有許多積極作為，本研究藉由國際著名綠港發展之探討，分析可作為高雄港借鏡之處，並深入瞭解高雄港需改善之問題，諸如目標制定、岸電使用、綠色獎勵計畫與綠色能源的使用等，在透過專家的訪談與研析，深入的瞭解問題所在，以下為本文研究之建議。

1. 散裝碼頭，應增加密閉式裝卸設施，以改善散裝卸貨物時之污染。
2. 臺電南部天然氣火力發電廠之發電量完全足夠供應高雄港使用，建議可將高雄港用電優先由南部發電廠供應，提高綠色能源之使用。
3. 行政院環保署積極推動立法徵收船舶空汙費，並將岸電納入豁免情境，以此提高航商使用岸電之意願。
4. 政府應制定一個完善的國家綠色政策及能源政策，編列預算提供獎勵、折扣或減免等誘因，來提高港區綠色能源之使用及鼓勵航商持續改善船舶污染問題。
5. 政府、港務公司及業者，三方應以互相合作與配合的方式，如中央政府應加強執法及提供誘因、港務公司配合監督及

業者自主改善汙染，藉此共同改善環境品質。

6. 因港區與船舶汙染改善獎勵計畫及岸電發展較易實施，可優先執行，但事實上綠色能源發展、綠色技術提高及 LNG 燃料之供應等綠港發展項目環環相扣，亦應同步規劃與實施，並於各項目分段執行期間持續改善。

參考文獻

上海國際港務(集團)股份有限公司，2013-2018 年上港集團環境可持續發展報告，上海。

邱文彥，2008，「綠色港灣」的概念與其對高雄港的意涵，高屏區域永續治理研討會，高雄，第 193-200 頁。

青島港國際股份有限公司，2018，2018 年可持續發展報告，青島。

臺灣中油股份有限公司，2015，元氣生活，第 2 期，臺北市。

臺灣港務股份有限公司，2019，綠港政策主題網：<https://www.twport.com.tw/gp/>，2019 年 9 月 15 日。

臺灣港務股份有限公司高雄港務分公司，2018，高雄港環境報告書，臺灣港務股份有限公司，高雄市。

Carlton, J.T., 1985. Transoceanic and interoceanic dispersal of coastal marine organisms: the biology of ballast water.

- Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 23, 313-371.
- ESPO, 2019. Available at: <https://www.espo.be/> (accessed 15 September, 2019).
- EU Directive, 2003. Council Directive 2003/96/EC of 27 October 2003 Restructuring the Community Framework for the Taxation of Energy Products and Electricity, *Official Journal of the European Union*, 283, 51-70.
- Gate terminal, 2019. Available at: <https://gate.nl/en/home.html> (accessed 4 September, 2019).
- Gupta, A.K., Gupta, S.K. and Patil, R.S., 2005. Environmental management plan for port and harbor. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 7(2), 133-141.
- IMO, 2004. *International Convention on the Control and Management of Ship's Ballast Water and Sediments*, International Maritime Organization: London.
- Jeong, B., Lee, B.S., Zhou, P. and Ha, S., 2018. Determination of safety exclusion zone for LNG bunkering at fuel-supplying point. *Ocean Engineering*, 15, 113-129.
- Kaygusuz, K., Yükses, Ö. and Sari, A., 2007. Renewable energy sources in the European Union: markets and capacity. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 2(1), 19-29.
- Lam, J.S.L. and Li, K.X., 2019. Green port marketing for sustainable growth and development. *Transport Policy*, 84, 73-81.
- OECD, 2011. *Environmental Impacts of International Shipping: The Role of Ports*, The Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD). Available at: https://read.oecd-ilibrary.org/environment/environmental-impacts-of-international-shipping_9789264097339-en#page6 (accessed 12 March, 2019).
- Padilla-Pérez, R. and Gaudin, Y., 2014. Science, technology and innovation policies in small and developing economies: the case of Central America. *Research Policy*, 43(4), 749-759.
- Paipai, E., 1999. *Guidelines for Port Environmental Management*, Technical Report, HR Wallingford: London.
- Port of Gothenburg, 2019. Available at: <https://www.portofgothenburg.com/zh/> (accessed 4 September, 2019).
- Port of Jurongt, 2019. Available at: <https://www.jp.com.sg/> (accessed 12 March, 2019).
- Port of Long Beach, 2019. Available at: <http://www.polb.com/default.asp> (accessed 20 March, 2019).
- Port of Rotterdam, 2019. Available at: <https://www.portofrotterdam.com/en> (accessed 20 March, 2019).
- Roh, S., Thai, V.V. and Wong, Y.D., 2016. Towards sustainable ASEAN port development: challenges and opportunities for

Vietnamese. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 32(2), 107-118.

Schmalensee, R., 2012. From “Green Growth” to sound policies: an overview. *Energy Economics*, 34(1), S2-S6.

Shafik, N. and Bandyopadhyay, S., 1992. *Economic Growth and Environmental Quality: Time Series and Cross-Country Evidence*, The World Bank: Washington, DC.

Sohag, K., Taşkın, F.D. and Malik, M.M., 2019. Green economic growth, cleaner energy and militarization: evidence from Turkey. *Resources Policy*, 63.

Tseng, P.H. and Pilcher, N., 2015. A study of the potential of shore power for the port of Kaohsiung, Taiwan: to introduce or not to introduce?. *Research in Transportation Business & Management*, 17, 83-91.

Tseng, P.H. and Pilcher, N., 2019. Evaluating the key factors of green port policies in Taiwan through quantitative and qualitative approaches. *Transport Policy*, 82, 127-137.

WCED, 1987. *The Brundtland Report: ‘Our Common Future’*, World Commission on Environment and Development (WCED).