中山大學「海權與海洋事務課程」補充教材

我國港埠營運與管理

從全球供需、航線與港口興衰，理解臺灣能源、產業、民生與海運韌性

陳彥宏*

楔子　從西子灣，看見世界物資的來路

「一粥一飯，當思來處不易；半絲半縷，恆念物力維艱。」《朱子治家格言》的提醒，在今天依然貼近我們的生活。住在臺灣的人可以在早餐店買到麵包、在超市買到食用油，在教室開啟電燈與冷氣，也可以用手機購買從世界各地送來的商品。店面與螢幕上的交易，背後連著遠方的農田、礦區、油氣田、工廠、船舶及港口。每一件商品都有自己的來路。遠方有人生產，市場有人購買，船員把貨物送到港口，碼頭和陸上物流再把它接進我們的生活。

站在國立中山大學面向西子灣的校園，望向高雄港進出的船舶，能夠看到這些關係的最後一段海上旅程。大型貨櫃船以二十呎標準貨櫃單位(Twenty-foot Equivalent Unit, TEU)標示容量，24,000 TEU 級船舶連接世界工廠和消費市場，油輪帶來煉油與工業所需原油，液化天然氣(Liquefied Natural Gas, LNG)船配合接收站的低溫儲運系統，煤炭及礦砂貨輪服務電力和鋼鐵產業，穀物散裝船則把海外農業生產送往臺灣的筒倉與加工廠。這些貨物各有對應的船型、航線、契約、碼頭與卸貨方式，共同支持臺灣的日常生活。

2025 年臺灣能源總供給中，進口能源所占比例達 95.4%(經濟部能源署，2026)。這項數據衡量能源供給的進口依賴程度，與全部商品的進口占比採用不同統計口徑，也呈現臺灣社會與國際海運之間深刻的連結。

世界各地的生產與消費形成貨物流動。礦產從產地運往工廠，糧食從農田走向市場，油氣跨海支撐另一個國家的能源需求。船隊循著這些貨流安排航線，港口與陸上運輸則接續海上的旅程，讓貨物在可負擔的成本與時間內抵達。港口經營者每天處理的船席、裝卸及收費，背後都有全球市場和國家政策的力量。船舶大型化帶動航道浚深和裝卸設備升級；產業轉移使曾經繁忙的碼頭逐漸失去貨源；能源與氣候政策的變化，又推動新的儲運與燃料加注設施。

世界政治和經濟局勢也會走進港口。紅海風險使航商調整航線，巴拿馬運河水位限制改變通行安排，疫情期間船期失序造成港口擁塞，貿易政策與制裁影響貨物流向。遠方的戰爭、氣候事件與商業決策，可能先於港區事故改變臺灣港口的貨量、船期及投資環境。聯合國貿易和發展組織(UN Trade and Development, UNCTAD)的 2025 年海運報告

* 陳彥宏 Solomon CHEN，英國威爾斯大學海洋事務與國際運輸學博士，台灣海事安全與保安研究會理事長，新台灣國策智庫諮詢委員，國家運輸安全調查委員會諮詢委員，海洋委員會海巡艦隊分署海損評議審查會委員，海事仲裁人。曾任教於臺灣海洋大學、澳大利亞海事學院國家港埠與航運中心、高雄海洋科技大學。曾客座於上海交通大學凱原法學院國際海事研究中心、廈門大學南海研究、澳大利亞海事學院。EMAIL: solomonyhchen@gmail.com。

指出，2024 年全球海運噸海里成長 5.9%，明顯高於同期海運貨量的增幅，反映改道延長了同一批貨物必須行經的距離(聯合國貿易和發展組織，2025)。

船席、裝卸與收費的日常決定，把全球貨流接進臺灣，也影響一座港口的長期競爭力。港口經營者在成本、公共利益及國家供應能力之間作出選擇，這些選擇逐漸形塑港口與周邊城市的興衰。

第一章　全球供需、海運地理與臺灣港口的形成

1.1　海洋讓臺灣與世界相連

1.1.1　海運如何進入我們的生活

臺灣的工廠從海外取得能源、礦產、原物料與零組件，完成加工製造後，再將產品運往不同市場。國際海運具有大量運載及長距離運輸的能力，適合將穀物、原油、煤炭、液化天然氣、鋼材與貨櫃貨物跨洲移動。UNCTAD 指出，按重量計算，全球約八成國際貨物貿易仰賴海運。不同貨種所需要的船舶與碼頭設備差異很大，海運的重要性便體現在能讓這些不同貨物形成持續的流動。

一件日常物品的旅程，往往始於遙遠的產地。一部手機可能使用多國生產的零件，再由貨櫃船送達市場；一包麵粉可能來自海外穀物，先由散裝船運抵碼頭，再經倉儲、加工與零售通路成為早餐。電力供應的背後也可能有能源船、接收站、儲槽和電網。海運能把相隔很遠的生產者與消費者連接起來，港口承擔這條運輸鏈上連接海洋與陸地的關鍵工作。

貨櫃是海運最容易讓人看見的部分，因為一座貨櫃碼頭上高聳的橋式起重機十分醒目。能源與大宗散貨則經由儲槽、輸送管線及廠區內的設施持續流動，較少進入一般人的視野。臺灣中油在《2025 業務簡介》中記載，2024 年進口原油 13,460 萬桶，並於桃園沙崙及高雄大林蒲外海設置供大型油輪卸油的浮筒。這些原油經由煉油廠轉化為汽油、柴油、航空燃油及化工原料，最後出現在道路交通、飛機、工業設備與日常用品之中。這是台灣中油公司的原油進口量，與包含其他企業及油品類別的全臺石油進口統計範圍不同。

天然氣也是同樣的故事。天然氣在產地經過處理與液化，裝入具有低溫儲運能力的 LNG 船，經海運送往接收站，再經卸收、儲存、氣化及管網分配供應發電廠與用戶。煤炭運往燃煤發電廠，鐵礦砂和冶金煤運往鋼鐵廠；玉米、黃豆與小麥抵港後，進入飼料、食用油、麵粉及食品加工系統。港口一端連著國際市場，一端連著全國的生產與生活。

港口經營涉及整個貨物組合，貨櫃只是其中最醒目的一部分。貨櫃可以代表高價製成品與零組件的流通，液體散貨可以看見能源供應，乾散貨可以理解工業與糧食安全。這三類貨物各有運輸節奏、設備需求與風險條件；港口經營者所管理的是多種差異很大的物流系統。

鋼鐵廠接到鋼材訂單，便向海外採購鐵礦砂；麵粉廠依家庭與餐飲市場的消費量安排小麥進口；航空運輸繁忙時，燃油需求也隨之變動。貨物先有生產與消費市場，才形成後續的海上運輸。海運經濟學稱這種關係為衍生需求(Derived Demand)。產業活動與穩定貨源持續支持碼頭投資，港口才有長期經營的基礎。

港口利用航道與碼頭接收船舶，再由裝卸設備、儲運設施和聯外運輸將貨物送進國內。貨櫃船靠泊深水碼頭，岸橋將貨櫃移往櫃場與道路；原油輪透過泊位或外海浮筒、輸油管線及油槽卸油；LNG 船連接低溫卸收設備、儲槽、氣化設施和輸氣管網；散裝穀物船則由卸料設備、筒倉及查驗系統接續處理。空餘船席只能提供靠泊空間；相容的卸收設備與後線設施，才能把不同貨種接上岸。港口的有效供給，是一整套能把特定貨物從海上移入國內經濟體系的能力。供給與需求能否吻合，往往比單純擴大港區面積更重要。

1.1.2 臺灣的航線位置及其限制

從地圖觀察，臺灣位於東亞重要海上通道附近，北接日本、韓國與中國大陸沿岸航線，向南通往東南亞與印度洋。這樣的位置有利於連結區域航運網絡，船舶交通也持續受到天候、港口設施、國際情勢及航線配置影響。航商是否將臺灣納入航線，會綜合考量地理距離、貨量、船期、碼頭效率、港口費用及整體網絡配置。

深水航道與大型起重機為港口創造服務能力，足夠的貨源與穩定航線則讓這些設備長期發揮作用。臺灣港口既面對國內生產與民生需求，也要面對亞洲其他港口的競爭。海運地理提供機會，港埠治理與產業發展則決定機會能否轉為實際服務。

航商評估實際運輸成本，還會計入船期、轉運、港口及陸側配送等因素。由高雄港直航海外目的地，與先把貨物送到其他樞紐港轉運，涉及船期密度、貨量、靠泊費用、支線成本、是否趕得上下一班船及貨櫃能否銜接陸上配送。許多製造業關心交貨時間的穩定性，勝過航程少幾十海浬。若航線必須經過蘇伊士運河、巴拿馬運河或麻六甲海峽，瓶頸通道的通航條件便會影響港口的商業價值。

能源貨物的航線更值得分別觀察。原油來源可能分布於中東、美洲及非洲，LNG 的供應則仰賴液化出口終端、專用船隊和長期採購契約。煤炭與礦砂通常大批量裝船，出口港的裝載速度、臺灣進口港的卸船效率和收貨工廠的消耗節奏，共同塑造整條航線的安排。航線風險還牽涉季風、颱風、海盜、戰爭危險、制裁及海上保險。

臺灣具有良好的海運地理條件，港口選址、深水碼頭、土地取得、聯外道路與工業腹地則各有物理限制。某些地方適合貨櫃轉運，某些地方接近發電廠和石化廠，另一些港口適合離島民生及客運。

臺灣港口的興衰，還要從戰後產業發展、全球貨物流向及航商網絡變化理解。戰後出口製造業的發展、加工出口區的形成、貨櫃化普及及國際資本流動，使高雄港逐步建立處理大量貨櫃及工業原料的能力。世界製造業重心後來發生變化，中國沿海港口成長、航商擴大船隊規模、主要航線重新配置，亞洲港口的競爭條件也跟著改變。同一座碼頭，在不同年代面對的貨源與市場環境可能截然不同。

港口的分布與功能，記錄著各座城市的發展歷史。基隆與北部消費市場及貨櫃、客運活動有關；高雄長期結合工業腹地、國際商船和港口服務；臺中港與中部製造業、能源及散裝物流關係密切；花蓮、蘇澳與東部及區域貨流連結。港口的發展往往帶動道路、鐵路、工廠、倉庫、住宅和勞動市場，反過來又受到城市土地與環境條件限制。一座港口的功能很少是純粹自然形成，它通常是地理條件、國際市場與一連串歷史決策共同留下的結果。

1.2 臺灣有不同性質的港口

1.2.1 商港、工業專用港與其他港口

臺灣沿岸有國際商港、國內商港、工業專用港、漁港、軍港及各類專用碼頭。不同名稱對應不同的法定職掌與營運目的。麥寮與和平是工業專用港；觀塘於 2017 年核定設立工業專用港，區內第三液化天然氣接收站自 2025 年 4 月已有 LNG 船靠卸及測試運轉，後續工程與營運進度各有核准及驗證程序(經濟部產業園區管理局，2024；經濟部，2025)。林口發電廠的卸煤設施則屬服務特定電廠的專用碼頭。漁港服務漁船停泊與漁獲卸售，軍港連結國防任務，遊艇設施則具有休閒及觀光用途。港口的法定身分與實際用途，共同界定管理制度。

依《商港法》，國際商港與國內商港是不同的法定類別。交通部 2026 年公布的 116 至 120 年商港發展規劃，涵蓋基隆、臺北、臺中、高雄、蘇澳、花蓮及安平七處國際商港，以及布袋、澎湖、金門、馬祖四處國內商港。澎湖港又含不同港區，分別服務島際客貨運與相關作業。同一港名下可以有多個港區，港區內又可能設置不同專用碼頭；港名、港區與碼頭分屬不同尺度，統計及管理時也採用不同單位。

同一個國際商港內，也可能設有能源、鋼鐵或其他產業的專用碼頭。臺中港、高雄港的專用設施由港區整體交通及管理體系銜接；工業專用港則圍繞特定產業的原料輸入和產品輸出配置設施。專用碼頭的工業用途與獨立工業專用港的法定定位各有依據，進而形成不同的投資、收費、進出港及行政監督安排。

工業專用港的制度可以用麥寮說明。經濟部產業園區管理局指出，麥寮是民營事業投資興建及經營港口的代表，由港口管理公司承擔經營業務，經濟部派駐管理小組執行涉及公權力的港務行政監督及跨機關協調。它和臺灣港務公司經營的國際商港，在投資安排與管理組織上具有值得比較的差異。漁港、軍港與遊艇設施又有各自的使用需求及主管制度。

國際商港承接多家航商、多種貨物與公共航道服務；離島國內商港維持旅客往來、民生物資及基本交通。工業專用港與電廠卸煤碼頭則沿著特定工廠、儲槽、管線及原料需求安排船期。相同的海岸設施，因服務對象與法定身分不同，形成不同的公共責任和營運衡量方式。

1.2.2 港群分工與區域產業

港口與周邊城市共同發展。產業園區提供貨源，港口承接海運；道路與鐵路把貨物送往腹地，居民則承受港區交通、噪音與土地使用的影響。港口處理的每一批貨物，都連結產業活動與城市生活。

用貨物流向來看港群，可以比背誦港口名單更清楚。高雄港連接南部出口製造業、石化與鋼鐵產業，並承擔國際貨櫃轉運；臺中港服務中部產業、散雜貨、能源接收及離岸風電相關作業；基隆港與臺北港分別發展北部貨物、客運及物流服務。蘇澳與花蓮的貨流有區域產業特性，安平港則連結臺南及周邊工商活動。工業專用港與專用碼頭另依產業設施所在地，形成專業化的原料接收節點。

同一種貨物既可能由專業碼頭服務，也可能經一般商港的特定碼頭卸收；同一港區同時存在貨櫃、散貨、能源、郵輪及港勤活動。功能越多，船席、道路、危險貨物、安全區域與城市土地使用之間的協調就越複雜。港務規劃者必須把貨物處理能力、城市環境與未來發展用地一起考慮。

國內商港呈現另一種經營邏輯。離島客船、建材、醫療用品與日常補給具有持續的公共服務性質；即使船班和貨量不大，安全的碼頭與穩定航線仍維持居民的基本生活。國際商港可以觀察貨流、轉運與作業效率，離島商港則還能透過船班可靠性、旅客運輸與民生物資交付評估其服務價值。

第二章　從市場需求到船舶、貨物與海陸運輸系統

2.1　貨物決定船舶，船舶影響港口

2.1.1　商船的種類來自運輸需求

海運經濟學者 Martin Stopford 在《海運經濟學》(Maritime Economics)將貨物、船舶與港口放在共同的運輸系統中分析。貨物價值、單批數量、交貨頻率與保存條件，決定運輸安排；船舶吃水、載重、貨艙與裝卸方式，又影響港口的航道深度、碼頭長度、機具和儲運設施。這些選擇彼此牽連，任何一端單獨追求最大化，都可能讓整體運輸成本上升。

大型油輪的船體設計與散裝貨輪不同。原油輪藉由分艙、貨油管路、貨油泵與惰性氣體等系統進行運送；化學品船須配合貨物相容性、毒性、腐蝕性及專用貨艙條件；成品油輪經常涉及不同等級油品的分艙載運。LNG 船則以專用低溫貨艙運送液化天然氣，卸貨時還要處理蒸發氣、艙內壓力與船岸介面。液化石油氣(Liquefied Petroleum Gas, LPG)船又依貨物性質採取壓力式、冷凍式或混合設計。這些船舶即使都屬於液體或氣體貨物運輸，各需符合相應的貨物特性與設備條件。

乾散貨運輸同樣存在差別。煤炭、鐵礦砂與穀物一般裝入大型貨艙，但礦砂比重大，貨艙裝載分布與船體縱向強度須特別注意；煤炭可能涉及粉塵、氣體與自熱危害；穀物是可流動散貨，必須處理積載、穩度、清潔及食安要求。巴拿馬型、海岬型及其他散裝船級距，是依港口與航道尺寸、市場需求和運輸經濟逐漸形成的商業分類。

港口容量隨服務貨種而變化。航道水深、碼頭長度及船席尺度，決定可以接收的船舶；接卸設備、儲槽、堆場、筒倉、後線管線與作業人員，則決定一定時間內可以卸收及轉送的貨量。LNG 碼頭的服務能力，同時受到船型相容性、卸收流量與後線儲運條件影響。因此，港口容量按船型、貨種及時段分別評估，才會反映實際可提供的運輸服務。未利用的岸線長度，與特定貨物的可用接卸能力，是不同的衡量對象。

能源接收設施的規模，也受到國內需求與船期可靠性限制。LNG 接收站的儲槽及氣化能力，要配合季節用氣曲線、電廠機組、可用存量及船舶抵達節奏；其中一項設施擴建後，其餘環節的處理量會決定新增投資能轉化為多少實際供氣。國際能源價格與國內工程、調度條件，因而共同影響接收站的投資選擇。

2.1.2　貨櫃化改變了運輸組織

貨櫃標準化改變了世界貨運的組織方式。出口商在工廠裝箱並加封，貨物隨後由卡車、鐵路與貨櫃船接續運送，在不同運輸工具之間轉換時維持整箱作業。港口減少逐件搬運的時間與人力，部分貨損與竊盜風險也隨之降低；製造業因而更容易把零件生產與組裝分散在不同國家。訂艙、堆場、空櫃回送、通關與資料交換逐漸採用共同規格，跨國運輸網絡由此擴大。

TEU 是容量與裝卸量的通用換算單位，四十呎貨櫃在這個計算方式下通常折合兩個 TEU。24,000 TEU 表示船舶名目可配置的標準化櫃位容量，和這艘船某一航次實際裝載的貨櫃數、實際貨重並不相同。船舶還須服從最大載重、吃水、穩度、繫固、危險貨物隔離和航線限制。甲板上的貨櫃外觀，提供的資訊還不足以判斷實際貨值與重量。

高雄港第七貨櫃中心以深水碼頭、智慧閘口、自動化堆場及遠端操作設備服務大型貨櫃船。這類設施把貨櫃標準化所帶來的海運規模優勢，延伸到港區裝卸、資料交換與後方物流，也使設備投資和長期貨源更緊密地連結。

貨櫃吊上碼頭後，仍要進入堆場、完成必要查驗、等待拖車提領，再送往工廠或物流中心。船邊起重機即使快速完成卸貨，卡車閘口壅塞、道路堵塞或倉庫無法接收，仍會延長貨物交付時間。貨櫃化因而把船舶、碼頭、倉儲與陸側運輸納入同一套作業流程。

全球化帶來的利益，在不同港口與地區之間分配不均。具有大量穩定貨源、良好水深及聯外運輸的港口，容易吸引大型主航線；貨量較少或地理條件受限的港口，可能更依賴支線轉運與少數航商的網絡決定。這種港口階層化會影響進出口業者的運費、船期選擇與市場可接近性。當貨主必須透過境外樞紐轉運時，整條供應鏈便增加一個需要準時銜接的節點。

2.2 運輸系統追求整體效率

2.2.1 從產地到消費者的完整鏈條

一批小麥在海外農場收成後，先經內陸運輸進入出口港的儲存設施，再裝上散裝船，於臺灣卸入筒倉，最後由卡車送往麵粉廠。運輸和儲存交替出現，倉儲銜接大批量到港與工廠持續消耗的不同節奏。Stopford 的海運經濟學將運輸路段、裝卸作業與儲存節點一起納入成本分析，這段旅程正好呈現它們如何相互影響。

LNG 儲槽把間歇抵港的大批量貨物，轉換成可以持續調度的能源。船舶航速、船期及接收站卸收程序各有時程，下游電廠的用氣量又隨負載變化；低溫儲槽提供緩衝，再由氣化、計量與輸氣設備按需求供氣。儲存能力因此同時連接海上的到貨節奏與岸上的消耗速度。

原油運輸也有相同原理。大型原油輪一次運來大量原油，浮筒接收油輪，輸油管路將原油送入油槽，煉油廠再依生產節奏持續加工。煤炭從船艙卸出後進入煤場，依電廠需求進行儲運；鐵礦砂及冶金煤進入鋼鐵廠原料堆置系統，再配合高爐生產節奏；小麥與玉米卸入筒倉，後續由磨粉廠及飼料廠分批提領。這些設施在供應鏈裡扮演時間上的緩衝。

這三類物流鏈的時序尤其不同。貨櫃班輪以固定船期和轉運銜接組織服務；煤炭與礦砂的到貨節奏通常配合電廠或鋼廠的料場及長期採購；LNG 接收站把間歇抵港的低溫液體儲存起來，再經氣化與管網調度轉為連續供氣。港口的實際接卸能力，同時取決於海側靠泊、後線儲運及接收工廠的調度。

運輸經濟學在此提供一個有用的觀察框架。船舶大型化可以降低部分單位運費，單次到貨量隨之增加，港口與貨主便會面臨更大的儲存空間需求、裝卸尖峰與資金占用。企業關心整條供應鏈的可靠性與合理成本，海側裝卸效率、陸側轉運速度與庫存成本，共同構成港口服務的整體經濟結果。

供應鏈管理涉及物流以外的時間成本。企業希望原料庫存少一點、交貨快一點、資金占用低一點，港口則要把船舶抵達、卸貨、通關及陸運與工廠需求銜接。及時生產(Just-in-Time, JIT)把部分庫存壓力從工廠移向運輸系統，遇到船期不準、港口擁塞或航道中斷時，生產端便可能迅速感受到壓力。另一種策略是保留安全庫存、分散採購來源或使用多個港口，同時承擔較高的儲存與管理成本。

裝卸機具每小時的處理量，能顯示碼頭作業速度；貨物在港區停留的時間，則還受到後續通關、提領與配送影響。海關資料缺漏、貨主尚待派車、工廠儲存空間不足或陸側道路壅塞，都可能使貨物滯留。其中一個環節發生壅塞，便會拖慢貨物交付，連帶影響整條供應鏈的效率。把碼頭內部效率與港口到消費者的總時間、總成本及可靠性並列，便能判斷局部改善是否縮短整體交付時間。

2.2.2 規模經濟與大型船舶的代價

超大型貨櫃船以增加單航次載貨量分攤船員、設備及燃料等成本。高裝載率和穩定船期支持這項規模經濟，貨量不足或港口等待時間延長則會削弱單位運輸成本優勢。航商擴大船舶尺度，港口跟著調整航道水深、泊位長度和岸橋跨距；兩端投資共同改變海運網絡的成本結構。

高雄港第七貨櫃中心是船港共同大型化的例子。交通部 2024 年公告指出，該中心設置五座深水碼頭，規劃可同時服務四艘 24,000 TEU 級貨櫃船，並配置自動化櫃場與遠端控制設備(交通部，2024)。碼頭與機具的大型投資為航商提供靠泊條件，也依賴長期的貨流和航線承諾；設計服務能力與每一航次的實際處理量則屬不同指標。

巨輪一次卸載大量貨櫃，碼頭、堆場、卡車和倉庫便承受較高的作業尖峰。岸邊裝卸速度快於陸側消化速度時，車流壅塞與櫃位積壓會延長貨物交付；一部關鍵機具停機，也可能影響更多貨櫃和後續船期。單位海上運費的降低，最終還要與貨物到港後的時間及物流成本一起衡量。

規模經濟在能源與大宗貨物也成立。使用較大礦砂船或原油輪，常有較低單位海運成本，但受限於碼頭水深、接卸能力與貨主需求。超大型原油輪(Very Large Crude Carrier, VLCC)可能採用外海卸油浮筒，再以海底管線送往岸上儲槽，以減少進入受限港池的需要。從這些設計可以理解，港口工程與船舶經濟必須放在同一個系統考量。

船舶大型化也使風險和投資集中。港口浚深、延長泊位、更新岸橋及資訊系統，固定成本在市場低迷時仍持續發生；大型船舶失去推進、碰撞或在狹窄水道擱淺，牽動的貨量、救助資源與交通中斷範圍也可能擴大。港口的經濟效益與事故後果，因而同時受到船型規模影響。

港口周邊的物流服務，也會改變供給與需求的配對方式。第三方物流服務業者(Third-Party Logistics, 3PL)可能協助貨主安排國際運送、倉儲、報關、配送及訂單管理，讓企業透過外部服務整合物流資產與專業能力。部分業者透過垂直整合(Vertical Integration)把海運、碼頭、陸運及倉儲結合，減少交接成本；另一些業者透過水平整合(Horizontal Integration)擴大航線或物流網絡規模，提供更廣泛的服務。這些策略有機會改善效率，也會改變港口與航商、貨主之間的談判力量。若少數企業控制重要航線與碼頭資源，港口經營者就更需要理解市場集中、契約條件及貨主選擇權。

貨櫃、液體散貨與乾散貨之外，港口還服務滾裝船(Roll-on/Roll-off, Ro-Ro)、雜貨船、專案貨物及郵輪。汽車與工程車輛使用滾裝碼頭，大型工程構件占用高承載力場地及專

業吊裝設備；郵輪則連結旅客通關、岸上交通及城市觀光。不同服務對港區土地、船席與作業設施的要求各異，也呈現港口經營超越單一吞吐量指標的特性。

第三章　從船舶進港到貨物離港的完整營運鏈

3.1　進港作業從抵港之前開始

3.1.1　申報、船席與海上交通

船舶進港的安排往往在抵港數天前便已開始。以高雄港為例，船務代理申報資料並聯繫引水，航商與碼頭交換預定到港時間、積載及危險貨物資訊；船舶接近港區時再通報預估抵達時間。港口比對潮汐、風浪、航道交通與可用泊位，預先安排拖船、船席及裝卸班次。海象、上一港延誤或機械故障使船期變動時，各方隨即更新共同使用的時間資訊，重新調整作業排程。

船席安排從船型與貨種開始，接著比對航道水深、泊位條件、裝卸設備及後線接收能力。超大型貨櫃船可能需要足夠連續的泊位長度、相應水深與岸上起重設備；危險品船與 LNG 船在靠泊期間，常須配合特殊安全區域、消防整備與相關作業限制。筒倉或煤場容量不足時，散裝船的卸貨排程便須配合岸上儲存設施的騰空進度。港口排程同時受到水域、設備、人員與儲運條件約束。

船舶交通服務(Vessel Traffic Services, VTS)協助港口掌握指定水域的船舶動態，提供交通資訊與相關服務。船長、引水人、駕駛臺團隊及岸上管制人員依各自權限交換資訊；船上瞭望、雷達與電子海圖持續支援實際操縱。交通管理和船舶操縱分屬不同職責，事後判斷則沿著當時的通報、指揮與操作紀錄重建事件。

颱風接近、能見度不良或關鍵設備故障時，港口可能暫停特定船型進出，調整錨地、拖船及應急船席安排。短期等泊時間因而增加，卻降低人員傷害及設施受損的風險，也保護後續恢復營運的能力。船席表因而同時承載營運效率、公平使用和安全管理。

3.1.2　引水、拖船與繫泊

大型貨櫃船沿著航道減速，駕駛臺、引水人與拖船先交換操縱計畫；船舶接近碼頭時，岸上繫泊人員接續掌握船位及纜繩作業。船長與引水人確認船速、轉向時機和拖船配置，船艏、船艉及岸上人員依通聯指令完成靠泊。這些連續動作，把海上的航行控制轉換成岸邊的繫泊與裝卸準備。

24,000 TEU 級大型貨櫃船長度可接近 400 公尺，船身高度與風壓面積也相當可觀。船舶從海上正常航速降低到港內操縱速度後，舵效、主機反應與慣性問題更加重要。風、流、潮位、航道寬度及其他船舶動態，都可能改變預定的靠泊軌跡。引水人提供對港內環境與作業程序的專業判斷，船長與駕駛臺團隊維持必要瞭望、操船監控及溝通，拖船依配置提供推頂或拖帶力量。

引水人登輪協助操船後，船長承擔依法應負的指揮與安全責任。駕駛臺透過清楚的口令與回覆協調拖船，港口規則則界定靠泊的作業條件。計畫臨時變更時，新的操縱目標會透過通聯傳達到拖船、船艏與船艉，讓各作業團隊接續調整動作。

船靠妥碼頭後，繫泊纜繩仍可能儲存大量張力。纜繩斷裂的反彈區域、絞纜機操作、繫纜工所在位置，以及不同作業人員之間的指令差異，都可能造成重大傷害。港口安全涉及人員間的責任鏈，也涉及繫纜設備、停工判斷與現場監督。

3.2 碼頭裝卸與後方物流

3.2.1 船靠妥之後的密集工作

港口是一個有大量機械、人員與車輛同時工作的場所。橋式起重機的吊具、碼頭邊緣、車輛行進路線與高處作業都存在風險。效率指標之外，管理者還須關心工作人員是否受到適當訓練，機械是否定期維修，危險區域是否有效隔離。作業速度可以用每小時裝卸量衡量，安全水準則需要更完整的管理資訊。

貨櫃碼頭的裝卸計畫先由船舶積載圖與碼頭裝卸資料推算需要處理的貨櫃。進口、出口及轉運貨櫃可能有不同堆放區域；危險品、冷凍貨櫃與超尺寸貨物另需特殊安排。橋式起重機把貨櫃從船上吊至運輸設備，場內車輛把貨櫃送至指定區域，門式起重機或其他堆高設備再完成堆存。流程看似簡單，實際上每一次移箱都可能增加成本與延誤，所以櫃位規劃十分重要。

原油與 LNG 的卸收各有專業船岸介面。大型原油輪於指定條件下繫泊外海浮筒或靠泊碼頭，船岸團隊核對繫泊、輸油管線、閥門、流量、壓力、油槽可用容量與緊急停輸安排，再依核定程序卸油。LNG 船則連接低溫卸料臂，依程序預冷管線、管理蒸發氣，並持續監測儲槽液位、壓力與緊急切斷狀態。作業前的共同確認及卸收期間的控制，構成能源貨物正常交付的必要環節。

煤、鐵礦砂與穀物的卸收常使用抓斗、連續卸船機、輸送帶與儲存區，各類設備仍受貨物性質與設施條件限制。煤炭須管理粉塵、發熱、氣體與火災，礦砂需注意重量分布及輸送設備負荷，穀物涉及清潔、含水、蟲害、交叉污染及筒倉安全。港口營運的價值，在於為不同貨種建立相容且可靠的作業系統。

貨物交付同時涉及查驗、品質檢測、文件處理、提領與陸上配送，各項作業依貨種及程序銜接。政府機關關心法令與公共安全，業者關心交貨時間與作業成本，兩者透過資訊共享和標準程序降低等待與資料落差。國際海事組織(International Maritime Organization, IMO)的《便利國際海上交通公約》(Convention on Facilitation of International Maritime Traffic, FAL Convention)相關修正，自 2024 年 1 月 1 日起要求締約國主管機關使用海事單一窗口(Maritime Single Window, MSW)進行船舶抵港、停港及離港資訊交換，顯示港埠效率與跨機關行政流程密切相連(IMO，2024)。

3.2.2 通關檢疫與出港配送

貨物卸船前後，業者依相關法令辦理海關、檢疫及其他必要查驗。進口文件、貨物分類、稅費與管制規定影響貨物是否可以提領；貨櫃場站則需掌握櫃位、車輛預約與貨物交付。這些制度保障稅務、公共衛生及運輸秩序，也關係企業到貨時間。程序安排得當，可以降低重複等待與資訊落差。

港口後方的道路、鐵路與物流中心同樣重要。貨櫃即使在碼頭迅速完成裝卸，也可能受到道路擁塞延誤；散裝原料抵港後，如果儲槽、筒倉或管線容量不足，船舶也可能等待卸貨。貨物在碼頭、倉儲及聯外運輸之間的停留時間，清楚反映設備與作業流程的改善空間。

海關辦理貨物監管、關稅徵收與查緝；檢疫機關依貨物性質執行動植物檢疫、病媒及公共衛生管理。穀物與飼料原料進港時，還會涉及品質、害蟲、污染物與倉儲衛生。不同貨種依適用規範接受不同檢查，查驗結果再銜接貨物放行、倉儲及配送，讓合法貿易與食品、生物安全共同運作。

能源貨物的放行，也要與工廠收料及生產排程銜接。煉油廠的加工計畫、天然氣用量與燃煤機組負載各有時程，接收設施利用可用存量及輸送能力調節到貨與消耗的差距。乾散貨的陸運若依賴大型卡車，還會影響道路交通、粉塵與地方居民生活。

每一條物流鏈都有自己的「瓶頸」。有時是碼頭卸載速度，有時是筒倉容量，有時是石油管線，有時是貨櫃提領閘口。船舶等泊時間、筒倉周轉率、管線流量與提領閘口車流等數據，會指出瓶頸所在，也讓後續投資與作業調整有具體依據。

不同貨種沿著各自的設備與儲運系統完成交付。港口中斷時，貨物便依這些條件尋找替代路徑；一座港口的備援價值，也從水深與泊位延伸到實際卸收、儲存及配送能力。

第四章　我國港埠治理體制、公共利益與管理責任

4.1　港口管理涉及公共利益與商業經營

4.1.1　港口、港口管理組織與碼頭的不同

在港口研究中，港口(Port)、港口管理組織(Port Authority)與碼頭(Terminal)代表不同概念。港口是一個船舶得以進出、裝卸與取得服務的水陸空間；港口管理組織執行一定範圍的港埠管理職能；碼頭是執行特定貨物或客運作業的設施及營運單位。這些角色可能由不同公私部門分別承擔，具體安排取決於各國法律和經營模式。

港口具有交通基礎設施、產業服務與公共安全三種面向。港口經營者利用設施服務船舶、回收長期投資；政府維護航行秩序、環境與公共利益；居民則承受港區交通、噪音及污染帶來的日常影響。三方面的利益在港口城市長期交會。把港口完全當成一般商店，容易忽略公共基礎設施的責任；只談公權力，也會忽略港埠競爭與經營效率。

在國際港口經營學中，地主港(Landlord Port)一般由公共部門持有或管理關鍵港埠土地及基礎設施，將部分碼頭或營運設施交由民間以租賃或特許方式經營。另有公共部門直接提供更多裝卸服務的服務港(Service Port)，以及設備與服務分工較複雜的混合型態。這些是理解經營模式的分析分類，各國具體制度仍依法律與契約設計而不同。

港口管理還涉及誰支付航道浚深、外廓防波堤、道路與共同管線等費用。碼頭業者通常比較容易為自己的起重機和作業人員計算成本，但公共航道或環境監測可能由多個使用者共同受益。若全部成本轉由單一家業者負擔，可能抑制投資；若公共部門吸收太多成本，又需面對財政負擔及受益者公平問題。

能源專用設施使權責問題更加清楚。LNG 接收站、原油外海浮筒、石化碼頭可能具有高度專業化設備，營運者和主管機關各自負責的範圍須由港口法制、工安環保及個別許可條件確認。港口是一個交會多種權限的場域，將公共管理與商業經營分清楚，有助於理解事故發生時誰能採取何種措施。

4.1.2　臺灣的航港體制與法定分工

2012 年航港改革重整臺灣國際商港原有的管理制度。交通部航港局負責航政及依法行使公權力的港務管理，臺灣港務股份有限公司負責國際商港的經營管理。2026 年 2 月 4 日修正、同年 6 月 1 日施行的《商港法》第 2 條，明定交通部為主管機關、國際商港由國營事業機構經營管理、公權力事項由航港局辦理，國內商港則由航港局或指定機關經營管理。政府依法作成行政處分，港務公司則在法定與契約範圍內提供商業服務；兩者權限及責任各有依據。

港口日常營運涉及許多法定職掌與商業分工。航港局辦理法定監理及相關公權力事項，港務公司管理港區資產與商業服務，民營碼頭業者在契約範圍內執行裝卸與場站營運；船務代理替船東處理入出港及港口服務聯繫；海關、海巡與檢疫機關依各自法律行使職權。同一件事情可能涉及多方通報與協作，各機關仍依自身法定權限履行職責。

國內商港則依《商港法》由航港局或指定機關經營管理。工業專用港採不同法制背景，麥寮由專用港經營公司與經濟部管理小組分工就是具名例子。這些制度差異決定日常管理的權責，也影響事故與投資爭議的責任釐清。

港口營運和公權力之間還存在法律上的「界面」。船舶抵港申報、港區安全管理、船席安排、碼頭租賃及貨物查驗，即使在同一航次內先後發生，主管與執行機構可能各不相同。《商港法》第 19 條對船舶入出港預報及船席安排有具體規定；第 21 條涉及遇難或避難船舶准入的安全判斷。沿著每項決定的法定與契約依據追查，便能辨認同一航次中不同機構的管理責任。

當港區發生事故、環境污染或重大停工，港口經營者掌握船席、土地和設施，船方掌握船舶狀態，碼頭業者掌握作業現場，海巡、海關、消防及主管機關則依各自法律權限處理事項，並交換現場關鍵資訊。事前已建立的聯合應變與恢復程序，比事故發生後才討論誰負責更有價值。

4.2 不同經營模式與跨機關協調

4.2.1 港埠投資與民間參與

公共部門集中提供港埠服務時，設施投資與日常營運主要由公共組織承擔；地主港則把公共基礎設施與民間碼頭經營相互銜接。土地、設備、人員及收費權責如何分配，會影響資金來源、營運效率與公共控制。不同經營模式因而各有適用條件，長期契約則把分工轉化為雙方可以履行的責任。

碼頭業者投入資本興建或租用設備後，希望有足夠貨源維持收入；港口經營者則須評估公共設施、土地使用及多家業者之間的協調。長期契約能提供投資可預測性，也要求清楚的履約管理。當航運市場、船舶尺寸或能源結構改變時，港口原有的空間與契約安排可能需要調整，這是港埠治理中的持續課題。

投資港口設施時，最重要的問題是貨源和設施的使用期限。貨櫃碼頭要先有足夠貨櫃量與航商承諾，才能支撐昂貴的深水碼頭、起重機和資訊系統；能源接收站的投資則與發電需求、能源採購、儲槽容量及管網佈建密切相關。某座煤炭碼頭可能只有少數固定大型貨主，收益結構不同於服務多家航商的公共貨櫃碼頭。長期契約可以減少需求不確定性，但也可能降低土地或設備未來轉作其他用途的彈性。

高雄港第七貨櫃中心呈現公共建設與民間投入的合作關係。深水泊位和必要公共設施經過長期規劃與建設；航商及碼頭業者則投入營運設備與自動化系統。實際靠泊航線、

碼頭利用率、安全紀錄及後續維護費用，逐步呈現這種合作模式的成效，並與初期投資額對照。

麥寮工業專用港則有不同條件。其設施主要配合周邊產業的原料與產品流動，碼頭經營與工業需求具有高度連結，政府派駐管理小組執行監督及協調公務。兩個案例顯示，不同產業與貨流形成不同的港口制度，經營權配置也反映公共利益與企業投資之間的選擇。

4.2.2 發生事故時誰負責協調

港內碰撞會把船舶操縱、岸上工作與港區交通變成同一場事故。船舶、貨物、起重機與作業人員相互接近，局部失控便可能同時造成多種損害。事故處置由現場危害控制展開，再進入設施修復、營運調整與責任調查。

2021 年 6 月 3 日，東方德班輪(OOCL DURBAN)進入高雄港二港口期間與永明輪(YM CONSTANCY)發生碰撞，並觸及橋式起重機，造成碼頭設施、船舶損壞及人員受傷。國家運輸安全調查委員會於 2022 年 11 月 22 日發布調查報告。這起事故使船舶操縱、岸側設備、工作人員與港區交通之間的風險關係具體呈現。

發生港內碰撞與設施損壞時，現場先進行傷患救援、設備停用、交通管制、船舶穩定及二次損害防制，再處理設施搶修、保險與營運調度。現場紀錄和關鍵設備資料同時保存，讓即時應變與後續調查得以銜接。

事故責任沿著法律、作業契約及各方實際行為釐清。船方處理本船安全，碼頭業者掌握設施和工作場域，港口經營機構調整公共設施及營運，有法定權限的機關執行必要管理。運安會的安全調查重建致災因素並提出改善建議；民事求償、行政裁處與刑事責任，則依各自的程序及證據要求處理。

若事故涉及油輪、LNG 船或煤炭、礦砂等散裝碼頭，應變範圍又會擴大。油污防治、火災爆炸、低溫危害、有毒氣體、粉塵及海洋污染控制，可能需要不同的專業人員、器材與安全隔離範圍。港口預先建立聯合應變計畫和跨機關通聯程序，可以減少事故發生時才臨時尋找資源的混亂。

第五章　港埠供需、航運市場、競爭與興衰

5.1 港口如何經營並衡量績效

5.1.1 港口收入、固定成本與長期投資

港口的收入包括土地與設施租金、船舶相關費用、裝卸、場站、倉儲及港勤服務，各項收費依《商港法》及實際契約分別形成法定與商業安排。港口也長期承擔航道浚深、碼頭維護、起重機更新、資訊系統、保安及環境監測等成本。船期變動或景氣低迷時，這些固定支出仍持續發生。

考慮一座 LNG 接收設施，其主要投資除了卸收泊位，還有低溫儲槽、氣化設備、輸氣管線、消防監測及船岸緊急切斷系統。若為煤炭或礦砂碼頭，還須投資連續卸船機、輸送帶、封閉或開放堆場、防塵設備及聯外運輸。不同貨種各有專用設施與替代條件，投資回收也常需要長期工業需求支持。

港埠投資面對兩種時間尺度：船席與卸貨排程按小時、日調整，防波堤、碼頭、儲槽及管線則經過多年建設，使用年限可延續數十年。貨主長期契約和產業需求支撐專用設施，市場與政策變動則影響未來貨流。經營者沿著需求預測、設備折舊、環境成本及事故後復原能力，逐步調整投資組合。

港口的供給能力也存在短期與長期之分。短期內已有的泊位、吊車、作業人員與港區土地較難立即增加，突發船舶集中到港時，等候時間就可能迅速上升。長期可以浚深、擴建、更新設備與改善道路，但投入成本高、工程期長，也可能因環境及土地條件受到限制。當需求成長慢於原先預期，新設備會閒置；需求快速超出既有容量時，延誤與壅塞又會提高整體物流成本。港口管理者必須在這兩種風險之間作決策。

港口收費和公共投資還會改變使用者的行為。租金與裝卸費提供設施維護來源，公用航道、疏浚與環境管理則具有共享的公共價值。過度依賴短期商業收入，可能擠壓長期維護；在貨源不足時擴建，也可能使新設施長時間閒置。港務公司、政府與民營業者的財務及管理分工，因而直接影響港口資源的配置。

5.1.2 吞吐量與港口績效的衡量

港口績效體現在船舶周轉時間、泊位利用率、裝卸機具生產力、陸側車流、貨物交付可靠性、事故率與環境表現。各港服務的貨種與航線不同，統計口徑也會改變排名結果。一份港口排行榜的意義，來自其指標究竟衡量了哪些活動。

貨櫃吞吐量以 TEU 表示，但港口的實際貨櫃量與貨值是兩回事。轉運貨櫃在港口可能分別計入裝卸量，統計上的吞吐量增加，與臺灣本地進出口貨量增加有不同意義。散貨港口又常以噸數反映規模，一噸穀物、一噸鐵礦砂與一噸 LNG 的經濟價值、儲存成本及接卸要求完全不同。跨貨種比較時，單一裝卸量指標容易造成誤解。

比較合理的績效架構，可以分成四組。營運效率觀察船舶等待時間、泊位周轉、設備稼動率及貨物滯留時間；商業成效觀察收入、成本、貨源穩定度及契約履行；公共安全觀察事故、危險品管理、污染及工作環境；韌性則觀察設備故障後的恢復時間、替代作業與資訊備援。這些指標共同呈現港口服務品質。

大型能源港還應觀察是否能在氣候或航運干擾下維持必要卸收，儲槽或煤場的可用容量，以及管網是否具有替代路徑。港口績效若只在平日追求最大通過量，很可能忽略事故時的恢復能力。經營優良的港口要在效率、可靠與安全之間建立可以持續運作的制度。

世界銀行(World Bank)與標普全球市場情報公司(S&P Global Market Intelligence)提出的貨櫃港口績效指數(Container Port Performance Index, CPPI)，以船舶在港所耗時間衡量作業表現(World Bank，2026)。它與傳統吞吐量排名觀察不同活動，兩者並列後，較能分辨港口處理規模與船舶周轉效率的差異。製造業使用的航線班次、轉運銜接與到貨可靠性，則提供進一步判斷服務品質的資料。

5.2 航商如何選擇港口

5.2.1 樞紐港、集貨港與航線網絡

貨櫃船和支線船的銜接很像航空樞紐，但海運貨物常有更多時間彈性及較大的批量要求。港口越能減少裝卸與轉運等待，對航商就越有吸引力；腹地市場越大，越可能支

持直接航線。港口之間的競爭有時表現在爭取一條航線，有時表現在能否讓貨物快速、穩定地進入整個供應鏈。

一艘亞歐幹線貨櫃船每次靠港可能處理大量貨櫃，但多停靠一座港口會增加航行與港內時間。航商要比較某港能吸引多少出口貨物與進口貨物、多少貨櫃可以轉運、支線能否準時接駁、碼頭設備是否可靠，以及上下游船期是否互相配合。某港即使裝卸費較低，若須多等一天，整體競爭力仍可能低於費率稍高但作業穩定的港口。

樞紐港與集貨港的功能會隨航商網絡、貨源及設施投資而演變。當大型航商重整航線、採行新合作模式或改變船舶配置，一條主幹航線可能轉往其他港口；反過來說，當港口增加深水船席、改善作業或擴大腹地貨源，也可能吸引更多直接靠泊。臺灣港群必須與上海、寧波、釜山、新加坡等國際港口在不同市場面向上競爭，但比較前須先確認航線、貨物、轉運與服務條件是否相近。

能源與散裝市場的「選港」則通常受到貨主設施所在地限制。煤炭卸收設施連結發電廠，LNG 接收站經由儲槽與管網供氣，原油管線連接煉油廠，礦砂和冶金煤則循輸送系統持續進入鋼鐵廠。這些貨流與產業所在地高度連結，轉移港口還須調整專用設施、管線及長期供貨安排。

貨主與航商也會以長期契約安排貨流。能源企業依採購契約安排 LNG 氣源及專用船期，接收站配合卸收，再以儲槽與發電用氣需求協調供應節奏；礦砂與煤炭碼頭通常緊密連結鋼鐵廠或電廠的長期生產計畫；貨櫃樞紐港則更多依賴航線網絡、轉運效率及腹地進出口貨源。三種市場的港口競爭條件各異，投資判斷需要配合各貨種的貨源、設施與契約條件。

大型航商的網絡重整會影響港口命運。航商可能將兩條服務合併、改變靠港順序、由直航改成支線接駁，或因市場與地緣風險重新選擇轉運據點。港口投資者很難僅憑一個年度的吞吐量推測長期需求，必須觀察航商集中度、契約安排、國內產業競爭力和出口市場分散程度。具有穩定腹地貨源的港口可能在航線調整中保有一定基礎，過度依賴少數轉運客戶的港口則容易暴露於網絡重新配置的風險。

5.2.2 市場週期、運費與港埠投資

Stopford 提出的四個航運市場，包括運費、二手船、新船建造與船舶拆解市場。它們透過現金流與船東投資決策相互影響。市場需求突然增強時，現有船隊的運價可能先上升；船東決定訂造新船後，必須經過建造期，新增運力才進入市場。當眾多船舶同時交付，供給增加可能重新壓低運費。

海運供給與港口建設有不同的調整速度。市場預期貨量成長時，航商訂造新船，港口規劃擴建；多年後船舶與新碼頭投入使用，原先的需求可能已經改變。港口因此一面調度現有船席和機具，一面為數十年後仍會使用的設施作出投資決定。

散貨、油輪和貨櫃市場也可能出現不同方向的變動。煤炭需求、鋼鐵景氣、原油產地與消費地重組、LNG 長期採購契約，以及貨櫃航商的艙位配置，各有不同的運輸需求與運力條件。UNCTAD 的 2025 年海運報告指出，航線繞行與地緣政治風險使部分運輸距離和成本上升，市場運價呈現高度波動。這些變動會影響港口船期、設備需求與接卸量。

港口管理者在規劃新建碼頭時，要把短期需求預測放進長期情境分析，考慮貨量成長不如預期、設備技術變更、氣候規範調整、主要航商改線及產業用能結構變化。港口投資最難的地方，是用今天可以取得的資料，為很久以後的貨流作出決策。

國際經濟還會以貨種不同的方式影響港口。新能源車與電子產業供應鏈重整，可能改變貨櫃貨的地理流向；鋼鐵景氣及基礎建設需求變化，可能改變礦砂與冶金煤貨流；能源政策會影響 LNG、煤炭與油品的長期裝卸量。各類市場的變化逐漸反映在碼頭使用率、土地需求與下一輪投資方向。花費大筆資金興建的專用設備，通常較難迅速轉作其他用途，這使產業政策與港口投資之間存在非常具體的風險關係。

5.3 從港口興衰看經濟與國家選擇

5.3.1 高雄港與東亞港口網絡的變化

從港口的歷史變化觀察供需，會看見運輸需求如何跟著國際產業移動。高雄港在臺灣出口工業與貨櫃化發展中取得重要地位，由天然港灣、工業腹地、碼頭建設、航線服務與港市周邊人力共同支持。當東亞製造業逐步形成多個大型生產基地，上海、寧波、深圳、釜山及新加坡等港口擴張，各港的主航線角色和轉運貨源便持續調整。港口位置相對固定，世界貿易與航商服務網絡則持續演變。

港口的吞吐量名次隨著貨源、航線與產業重心而變動，背後的經濟條件比單一年份的排名更能解釋港口興衰。深水船席、裝卸效率、轉運航線、工業貨源、土地供給和政策投入都會影響競爭力，航商的網絡策略又會把這些條件重新組合。若一個港口以高額投資爭取大型船舶，仍須估計本地與轉運貨量是否足以支撐。港口的盛衰是一部全球經濟變遷史，也是地方制度和產業決策史。

5.3.2 港口建設如何改變城市與公共利益

港口從水面延伸到陸地，經常改變一座城市的空間。大型碼頭需要岸線、堆場、道路、鐵路、管線與安全隔離區，也會增加就業、物流和產業投資機會；沿岸居民則可能面對貨車交通、噪音、粉塵、海岸變貌與休憩空間改變。決策若只計算港務公司的收入，容易低估港市之間的利益分配與環境成本。港口的公共性，也包括讓受影響的人有機會理解計畫、參與討論與獲得合理保障。

觀塘能源工程與海岸環境的爭議，集中呈現能源供應、棲地保護及工程可行性之間的公共選擇。不同意見可能對能源需求、供應備援、棲地影響及替代選址提出不同判斷，公開的工程資料、環境證據與替代方案比較，構成社會檢視決策的基礎。這類爭議同時涉及環境保護、能源政策、港埠規劃與公共治理，也反映不同公共目標之間的取捨。

第六章　全球變遷、智慧港口與綠色轉型

6.1 數位化如何改變港埠作業

6.1.1 從人工傳遞到資訊整合

港口的智慧化能力，在船舶延誤、貨物重新排程與系統異常時最容易看見。航商更新抵港時間，碼頭調整船席與機具，櫃場變更櫃位，拖車業者接著修改提領安排。相關資料準確而即時地流動，才讓港口不同作業單位依同一時間表運轉。

智慧港口的主要系統包括船席排程、碼頭作業系統(Terminal Operating System, TOS)、貨櫃櫃位管理、車輛預約、閘口辨識、貨物放行及港埠資訊交換。系統彼此交換資料，

才有可能減少作業等待。高雄港第七貨櫃中心採用遠端操作、無人或自動化場內設備、光學字元辨認與專用通訊網路，表現了現代碼頭對軟硬體整合的依賴。

同一項船期更新，會接連改變碼頭、櫃場與卡車的作業。資料交換若延遲或版本不一致，現場便可能重複輸入、錯誤派車或增加等待。數位化因此沿著資料品質、共同作業標準與跨企業協作，從單一電子表單發展為整體營運流程。

能源與散裝碼頭的數位化另有重點。LNG 接收站關心儲槽液位、壓力、蒸發氣及輸氣量；油品碼頭關心流量、閥門狀態、貨物品質與洩漏偵測；散裝碼頭則監測卸船機、輸送帶、粉塵、存料及裝運進度。港口數位化同時服務貨櫃、油氣、煤炭、礦砂與穀物等貨流，每一種作業都需要符合其物理特性的數據與管理方法。

港口社群系統(Port Community System, PCS)連結港務、航商、碼頭、報關、拖車與貨主，協助交換必要的貨物流動資料；MSW 則集中船舶與行政機關之間的必要申報。兩者服務對象與作業範圍各有重點，共同減少重複填報與資訊落差，資料授權、品質及備援也因此成為跨機構合作的一部分。

自動化設備也會改變港口的勞動需求。人工走進貨櫃場指揮機具的工作，可能轉為遠端控制、自動化監控、資料維護及安全分析；現場維修、危險狀態判斷與異常接管仍是必要工作。人員訓練也隨之擴及異常辨識、系統接管與現場維修。就長期經營而言，勞動技能、維修體系及資安都是港口資產的一部分。

6.1.2 系統便利也帶來新的脆弱性

資訊系統中斷時，碼頭調度人員先辨認可以信任的設備紀錄、可安全延續的作業及應暫停的機械活動。資料備份、權限管理、系統隔離與人工替代程序，為現場恢復提供不同的選擇；實際演練則驗證各單位能否在網路或電力故障下接續工作。

以貨櫃碼頭為例，系統遭到勒索軟體入侵、資料庫存取中斷或通訊網路故障時，可能難以判斷哪個貨櫃已經完成卸船、哪些箱子可以提領，以及場內車輛應該行經何處。若在缺乏可信資料的情況下繼續操作大型機械，便可能增加安全風險。港口營運連續性計畫需要預先界定哪些作業必須暫停、哪些資料可以離線確認、由誰核准恢復與如何保存事故紀錄。

能源碼頭的資訊故障還可能作用於實體設備。工業控制系統(Industrial Control System, ICS)連接泵浦、閥門、卸料臂及安全監測，錯誤資料或控制指令可能影響卸收與緊急停機。工程、現場操作、資訊安全與管理人員透過網路分區、變更控制和緊急操作程序，維持數位系統與實體作業之間的安全界線。

貨櫃場站資料與實際櫃位不一致時，現場盤點可以確認貨物位置；碼頭與拖車系統資料不同步時，閘口排隊及重複調度便可能增加。資訊共享同時涉及營運效率、商業機密與資安責任。等待時間、資料錯誤率、恢復作業時間與人工接管成果，能顯示智慧港口在異常情況下的實際表現。

數位化亦可能改變港口競爭門檻。大型航商要求更精確的預定到港時間、更可靠的轉運銜接與可追溯的貨物狀態；貨主希望掌握貨物從裝船到交付的每個節點。資料平台延伸至港外倉庫與卡車，碼頭效率便能進一步傳導到整條供應鏈。資料平台跨越企業邊界後，共同格式、資料權限及故障通報，也進入港口服務的管理範圍。

6.2 港口與能源及環境的未來

6.2.1 岸電、替代燃料與風險管理

岸電(Shore Power)的構想是讓靠泊船舶在具有相容設備與條件時，使用陸上電力替代部分船上輔機發電，減少港區燃油燃燒所產生的排放。實際效果仍受電力來源、設備使用率、船岸電壓頻率相容性、電網容量與費率影響。

替代燃料更能顯示港埠管理的新挑戰。甲醇具有易燃與毒性風險，氨具有高度毒性與洩漏擴散問題，液化天然氣在低溫與可燃氣體控制方面需要專門設施，氫則依儲運方式不同面對壓力、低溫及可燃性問題。船舶由港口加注燃料，可採岸到船、車到船、船到船等不同作業模式，涉及船岸通聯、設備相容、危險區域控制及緊急停止系統。

各項國際安全規範進入港口後，便具體表現在風險評估、操作人員資格、消防救災、加注程序與鄰近作業隔離等安排上。綠色轉型因此與港口安全管理共同發展。

全球減碳治理正透過國際海事規範改變港口的投資方向。IMO《2023 年船舶溫室氣體減排戰略》提出在 2050 年前後達成國際航運淨零排放的目標，並將零或近零排放技術、燃料與能源來源的採用列為重要方向。對船舶而言，這涉及節能、燃料選擇與操作規範；對港口而言，則意味著未來可能需要新型燃料儲存、船岸加注、岸電及安全應變設施。IMO 亦指出港口建設與物流鏈最佳化有助於實現航運減排目標(IMO，2023)。

船舶能源轉型使航商與港口的投資彼此牽動。航商在選擇甲醇、氨、氫、LNG 或其他燃料船舶時，會查詢沿線港口的供應與加注能力；港口興建儲槽、管線和安全設施時，又要估算未來靠港船隊的需求。燃料技術、船隊成長及港口設施建設的速度不同，便可能形成設備閒置或服務能力不足的風險。這是全球減排政策如何進入港口供需決策的具體過程。

6.2.2 離岸風電與專業港埠服務

沿海產業與能源結構改變，港埠功能也隨之轉型。傳統散雜貨碼頭可能逐漸承接大型能源設備，新的施工與維護船隊則帶來不同的水深、土地、吊裝及補給需求。產業活動沿著海岸發展，也重新配置既有港區的作業空間。

離岸風場使用的水下基礎、塔架、機艙與葉片尺寸大、重量高，與一般貨櫃運輸有明顯不同。大型風機構件占用承載力較高的碼頭後線，以重型吊裝設備移動，並依構件形狀、重量與重心安排裝卸及綁紮。施工船、起重船、運維船與人員交通船也需要不同水深、停泊與補給條件。臺中港等港區因應離岸風電產業發展，逐步形成與傳統散貨運輸不同的專業服務需求。

風場建設受到季節性海象限制。船舶在港內裝載完成後，常要等候適當海象窗口才出海吊裝；港口於此期間承擔大型構件暫置、工程船靠泊及承包商作業協調。作業若因天候延遲，碼頭土地與設備也可能被占用，影響其他貨流。

港口服務離岸風場，逐漸從施工期間的構件裝卸延伸到長期維運。備品倉儲、船舶維修、技術人員運送與應急資材使港區成為海上產業的後勤基地。工作內容改變，也帶動港口技術、設備維修及人員能力的更新。

6.3 全球變遷如何重新定義港埠需求

世界經濟論壇(World Economic Forum, WEF)《2026 年全球風險報告》將地緣經濟對抗列為受訪專家認為 2026 年最可能引發重大危機的風險，國家武裝衝突亦居前列；十

年尺度則更加關注氣候與環境類風險(WEF，2026)。報告呈現不同時間尺度的風險感知，與港口事故發生率屬不同統計概念。這些風險經由制裁、能源市場、極端天氣、資訊系統與航線決策，逐步影響港埠營運。

疫情期間，港口勞動力、工廠生產、陸路運輸與班輪船期相互牽動；蘇伊士運河阻塞使船舶與貨物集中等待；紅海危機促使部分航商長期改道；巴拿馬運河乾旱則限制通行。事件各有根源，結果都沿著船期、貨流與成本傳遞到港口，也改變碼頭及後方物流的營運安排。

6.3.1 國際政治、氣候與經濟風險的港口傳導

國際政治與市場決策可能在港區一切正常時，便已改變港口的貨量與船期。制裁、關稅與貿易限制改變貨物來源，航商重新調整靠港服務，貨主改選供應商，碼頭裝卸量及貨品組成也跟著轉變。海上武裝衝突提高特定航道風險，船舶可能改道、減班甚至取消航次；長航程又影響到港頻率與有效運力。這是從國際政策與市場決策走到港埠營運的傳導鏈，和一艘船因機械故障而延遲靠港有不同的根本原因。

環境變遷則可能直接改變港口的物理條件。颱風、暴潮、強浪及海平面變化會影響碼頭安全與設施設計，乾旱也可能限制某些運河航道的可用水深。港口同時面對氣候適應與航運減排兩條轉型路徑。前者保護既有港口面對氣候條件仍能運作，後者則改變港區能源與燃料服務的供給型態。兩條路徑都涉及長期公共與商業投資，設施需求與時程則各有差異。

6.3.2 從航線、港口到能源與糧食供應的交互作用

全球風險傳導到臺灣，往往會經過一連串商業決策。航商和船東評估航區安全、船員意願、燃料成本及保險條件，決定是否仍提供服務；貨主檢查供應來源、運費和交貨期限，決定是否重新採購或增加庫存；港口管理者依預定船期調整泊位、機具及人員，能源與糧食業者再按儲運條件安排後續配送。任何一個環節失去可行性，貨物便可能延遲交付或中斷供應。港口容量足夠，只是維持物資流動的一項必要條件。

港口韌性沿著能源、製造業與糧食配送網絡，從岸邊延伸到社會各個部門。燃煤電廠關心燃煤安全存量、輸送及發電需求，LNG 業者關心接收站容量與管網調度，鋼鐵與食品業者關心原物料與加工排程，政府則關心公共秩序與民生供應。每個角色各自管理局部，整體韌性則取決於彼此能否在資訊、契約與應變決策上合作。全球風險透過市場改變港口需求，港口實際服務能力又反過來決定社會承受風險的程度。

第七章　航運中斷、國家供應安全與臺灣港埠韌性

7.1 一座港口停擺會帶來什麼

7.1.1 天災、事故與全球航線變化

港口中斷可以從海陸兩端傳遞。港內設施受損，會使卸貨、倉儲與國內配送接續延誤；港口本身運作正常時，遠方的航線改道也會改變到港節奏。UNCTAD 的 2025 年海運報告記錄了繞航對運輸距離及成本的影響，港埠管理因而同時連結港區作業與全球航運網絡。

能源與糧食供應使港口中斷的差異更加具體。貨櫃改到鄰近港口後，有時可以重新安排卡車與倉儲完成配送；LNG 改配則牽動相容的低溫卸收、儲槽、氣化及輸氣設施。原油、煤炭與礦砂各自依賴煉製或工廠的專用系統，穀物還涉及食品、飼料衛生及倉儲條件。替代港口的選擇，因而隨貨物與最終使用端而變。

2021 年長賜輪阻塞蘇伊士運河，顯示全球航運網絡對狹窄水道的依賴。紅海商船安全威脅升高後，部分航商改繞好望角，船期、燃料需求與可用運力也跟著變化。同一批貨物在海上停留更久，原定的抵港與卸收安排便受到影響。

港口管理者除了觀察靠港船數，還須與能源、糧食和工業貨主共同掌握可用庫存、下一批貨物預估抵達時間及卸收延遲時的替代安排。貨物中斷的後果，往往出現在真正使用它的產業和社會環節。

航線改道也可能讓原本分散的船舶集中抵港。船席與裝卸計畫重排後，短時間增加的貨量會占用堆場、倉庫及卡車，再影響工廠收料與商品交期。港區內的應變與港外的船期資訊、庫存及貨流替代安排相互銜接，才能處理沿著整條運輸鏈傳來的壓力。

7.1.2 效率與備援之間的長期取捨

港口替代能力分為三層。物理替代檢查替代港的水深、泊位及吊裝或泵送設備；物流替代檢查貨物卸下後的儲槽、堆場、道路、鐵路和管線；商業替代則連結航商、貨主、保險人與服務商的契約安排。三層條件共同決定一艘改配船舶是否真能完成卸收與交付。

各類能源與民生物資都有自己的替代條件。LNG 接收站之間能否相互支援，涉及儲槽容量、輸氣管網可調度量及船型相容性；兩座港口之間的地理距離，只是其中一項因素。煤炭接卸受設備及煤場影響，油品運送涉及產品規格和管線目的地，穀物還要檢查筒倉、檢疫與加工業者接貨能力。增加一座備援碼頭的固定投資，可能換來事故期間的供應緩衝，但其效益要和實際風險及復原時間一起估算。

精簡庫存可以降低資金占用，但能源或食品供應鏈若緩衝存量極低，遇到風浪、交通中斷或重大事故就容易產生壓力。適當的存料規模，隨可用替代來源、社會可承受的中斷時間與管理成本而變化。韌性代表經過驗證的持續服務能力，需要以多項營運與復原指標共同衡量。

備援投資應從實際需求和中斷情境估算。大型能源與散貨碼頭的專用設備及儲運系統，往往占用相當大的固定資本；政府和業者可比較儲備量、航運改配、臨時設備、外港轉運與既有設施升級等方案，依可承受停供時間及成本選擇適當組合。

7.2 從港口管理走向海運韌性

7.2.1 臺灣需要的持續營運能力

港口和航線同時承受壓力時，航商改配船舶與航線，貨主尋找替代來源，港口調整卸收與配送，契約也隨之重新協商。不同主體接續調整，讓港口服務與社會供應一同延續；海運韌性便體現在這些調整能否合成可執行的運輸。

臺灣港埠的持續營運能力橫跨事前準備、事件期間維持及事後復原。平時檢查航道水深、碼頭設備、備用電力和關鍵資訊；事件發生後調度船舶交通、貨物流向與跨機關支援；事故結束後再處理設施修復、環境驗證與船期恢復。港口、航商、貨主、能源企業與政府在不同階段接續行動，形成完整的營運鏈。

對能源運輸而言，替代來源、船期彈性、庫存緩衝、接收站可用能力、海陸輸配以及採購契約都是整備條件。對糧食而言，則要看國際採購、穀物船期、碼頭筒倉、查驗、加工與配送。港埠管理的工作與能源、經濟及農業治理相互連結，管理者掌握整條供應鏈，便能辨認港區事故最先影響的環節。

交通部 2026 年提出的 116 至 120 年商港發展規劃，包含智慧、安全、永續與韌性方向。政策成果可以由關鍵泊位、輸油設施與接收站的可用率、事故後恢復時間、替代卸收能力及跨港演練結果加以觀察。投資規模顯示資源投入，現場功能與復原紀錄則呈現其實際效果。

港口韌性可以從五個可實際檢驗的環節加以評估。第一是來源替代，關鍵物資是否能從不同供應市場採購；第二是航線替代，替代航路的距離、風險與運輸成本能否接受；第三是運力替代，有沒有合適船舶、船員及營運商願意承接；第四是港埠替代，泊位與卸收、儲存及配送設施是否相容；第五是契約與治理替代，保險、付款、通關與法定程序能否支持貨物真正抵達。這些能力相互制約，韌性整備須逐項確認可行性與整體銜接。

具體情境可以檢驗上述能力。例如某一座 LNG 接收站因設備故障停用一段時間，其他接收站的卸收與輸氣能力能否承接？如果高雄港某區貨櫃碼頭受損，貨物能否轉往其他港區，卡車和倉庫如何重新安排？假如紅海或其他咽喉航路長期受阻，船期延後會先影響哪些工業原料或民生商品？政府與產業以可查證資料回答這些問題，便能辨認替代方案的完成程度與缺口。

7.2.2　從港口看見海島社會的公共選擇

港口投資跨越數十年，也改變海島社會使用海岸與公共資源的方式。深水航道與碼頭服務大型商船，能源設施支撐供電，離島航線維持基本交通；工程與貨流則同時影響海岸生態、道路及周邊社區。每一項港口選擇都把當代產業需求與長期公共利益連接起來。

一座港口同時處理經濟、法律、工程、環境與公共治理問題。固定成本與供需波動決定投資回收；主管機關權限、經營契約與事故責任界定管理分工；大型機械、資料交換及資通安全支撐日常營運；污染防治、替代燃料及生態保護又牽涉長期公共利益。

船舶大型化、全球航線重組與能源轉型持續改變臺灣港口的用途。深水碼頭、低溫儲槽、貨櫃場與專業維運基地，都需要土地、資金及長期維護，也牽涉環境品質與城市發展。港口的未來由這些具體的公共選擇逐漸形塑；海島社會與世界往來的方式，也在其中改變。

後跋　平凡的一餐飯，背後是一整個海洋

一粥一飯的來處，可以追溯到遠方的田地、油氣田、礦區與工廠，也可以追溯到海面上那些很少引人注意的商船。貨物在統計表裡成為噸數與 TEU，在港口裡成為船席、裝卸機具與儲槽，到了家庭便是一餐飯、一盞燈和日常生活的安穩。把這三種尺度放在一起，才能理解港口的價值。

港口平日最重要的工作，往往是讓社會感覺不到它的存在。有人安排航道與船席，有人駕駛拖船、檢查輸油管線、操作卸船機、管理筒倉，有人負責通關、檢疫與港區安全。這些工作只要有一項長時間中斷，就可能使遠方的企業、農場與家庭感受到影響。

效率讓物資到來得更快，備援讓物資在困難時仍有機會繼續抵達。前者需要市場與技術，後者還需要公共制度、跨機關合作及願意為不確定的未來投入資源。

未來的港口將繼續變化。船舶使用新的燃料，港口便出現新的儲運設施；數位化提高作業效率，也讓系統相依程度加深；國際競爭改變航線，環境治理則持續改變投資成本。商業市場與公共制度在這些變化中共同維繫臺灣的海上供應能力。港口裡每一處設施都記錄了過去的需要，也預示未來的生活方式。

再從西子灣望向港外，巨輪與起重機背後，還有許多素未謀面的生產者、海員、港勤人員與物流工作者。珍惜物力，可以從珍惜他們的工作開始；海洋與日常生活的連結，就在一艘船安全、準時把貨物送到臺灣的航程之中。

主要參考文獻

1. Stopford, M. (1997). Maritime Economics (2nd ed.). Routledge.
2. United Nations Trade and Development (UNCTAD). (2025). Review of Maritime Transport 2025: Staying the Course in Turbulent Waters. https://unctad.org/publication/review-maritime-transport-2025
3. 交通部。(2026)。《商港法》(2026 年 2 月 4 日修正、6 月 1 日施行)。https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=K0080001
4. 交通部。(2026 年 6 月 12 日)。〈交通部擘劃未來五年商港發展藍圖，打造智慧、安全、永續、韌性港埠發展新願景〉。https://www.motc.gov.tw/ch/app/data/view?id=14&module=news&serno=eb9481c4-4031-411a-974d-b041be6dbb10
5. 交通部。(2024 年 11 月 15 日)。〈第七貨櫃中心全面落成/營運，智慧高港翻轉無限可能〉。https://www.motc.gov.tw/ch/app/news_list/view?id=14&module=news&serno=450faec4-af62-484c-92ee-b9edddf0163d
6. 臺灣港務股份有限公司高雄港務分公司。〈高雄港歷史沿革〉。https://kh.twport.com.tw/port/Articles?a=229
7. 臺灣港務股份有限公司。〈臺灣港群〉。https://www.twport.com.tw/zh-tw/business/Guide?a=110
8. 臺灣港務股份有限公司高雄港務分公司。〈船舶進出港及移泊交通管制作業原則〉。https://kh.twport.com.tw/en/service/Articles?a=1052
9. 經濟部產業園區管理局。〈麥寮工業專用港管理小組介紹與業務職掌〉。https://www.bip.gov.tw/iphw/mlharb/index.do?id=110
10. 經濟部產業園區管理局(2024 年 10 月 25 日)。〈「經濟部觀塘工業專用港管理小組」今正式揭牌成立觀塘工業專用港邁向新里程碑〉。https://www.bip.gov.tw/info.aspx?cid=a9f8333495cb05e4&pageid=5aa966ecd020763c
11. 台灣中油股份有限公司。(2025)。《2025 中油業務簡介》，頁 14、20。https://ws.cpc.com.tw/cpcannual/2025/files/basic-html/page16.html
12. 台灣中油股份有限公司。〈觀塘接收站外推方案工程緣起〉。https://www.cpc.com.tw/cl.aspx?n=4405
13. 經濟部。(2025 年 6 月 9 日)。〈觀塘接收站測試運轉供氣進度超前〉。https://mnscdn.moea.gov.tw/MNS/populace/news/News.aspx?kind=1&menu_id=40&news_id=119597
14. 行政院。(2025)。《國情簡介：海運》。https://www.ey.gov.tw/state/A44E5E33CDA7E738/f71d5650-83bc-4b76-908d-e1fd89d72c72
15. 中龍鋼鐵股份有限公司。〈永續夥伴：原物料供應〉。https://www.dragonsteel.com.tw/csr/par/csr_par.html
16. 中華食物網。(2026 年 10 月 15 日)。〈大宗穀物碼頭庫存及卸貨資訊〉。https://www.foodchina.com.tw/model/ship/dockinfoNew.aspx?qtype=dockinfo
17. 國家運輸安全調查委員會(2022 年 11 月 22 日)。《OOCL DURBAN 貨櫃船於高雄港二港口進港時碰撞靠泊 70 碼頭 YM CONSTANCY 貨櫃船及觸碰橋式起重機》(TTSB-MOR-22-11-006)。https://www.ttsb.gov.tw/1243/22344/29867/post

18. 陳彥宏(2026)。《海事產業概說：港埠營運與管理》(通識授課投影片 ，未公開資料)。國立中山大學《海權與海洋事務》課程。
19. 交通部航港局(2026)。《商港法》第 2、19、21 條(第 2 條 2026 年 2 月 4 日修正公布、6 月 1 日施行)。https://motclaw.motc.gov.tw/webMotcLaw2018/Home/NewsDetail?LawID=I0002011&lawType=1
20. World Economic Forum. (2026). The global risks report 2026. https://www.weforum.org/publications/global-risks-report-2026/
21. World Bank & S&P Global Market Intelligence. (2026). The container port performance index 2025. https://www.worldbank.org/en/topic/transport/publication/cppi
22. International Maritime Organization. (2023). 2023 IMO strategy on reduction of GHG emissions from ships (adopted 7 July 2023). https://www.imo.org/en/ourwork/environment/pages/2023-imo-strategy-on-reduction-of-ghg-emissions-from-ships.aspx
23. International Maritime Organization. (2024). Maritime single window [FAL amendments adopted 13 May 2022; entered into force 1 January 2024]. https://www.imo.org/en/ourwork/facilitation/pages/maritimesinglewindow-default.aspx
24. 經濟部能源署(2026)。〈能源供給概況(民國 114 年)〉。https://www.moeaea.gov.tw/ECW/populace/content/Content.aspx?menu_id=14435
25. 國土測繪中心(2025)。〈各類港口應如何分類？〉,《分類疑義彙編 114 年》。https://www.nlsc.gov.tw/cp.aspx?n=22949