中山大學「海權與海洋事務課程」補充教材

海事安全及保安

從海事事件、全球風險與根本成因，到航運中斷、國際治理與臺灣海運韌性

陳彥宏*

楔子　海上的平靜與世界的風險

「危者，安其位者也；亡者，保其存者也；亂者，有其治者也。是故君子安而不忘危，存而不忘亡，治而不忘亂；是以身安而國家可保也。」《周易·繫辭下》這句話，隔著漫長歲月，放在今日的海上運輸仍有分量。清晨的西子灣，貨櫃船沿著航道進出，油輪與散裝貨輪將能源、原料及糧食送往臺灣。駕駛臺有人當值，機艙有人守候，港口的引水人、拖船與碼頭工人接續工作。岸上看到的是一切如常，海上的平安則仰賴許多人在出航與值勤之間，反覆確認設備、操作及應變安排。

海面平靜時，航行風險仍存在於設備、操作、天候與人為威脅之中。一艘船可能因設備故障、操縱失誤或惡劣天氣而遇險，也可能遭遇海盜、蓄意攻擊或導航資訊欺騙。許多危險的根源，還存在於船舶出航前很遠的地方。陸地上的戰爭與迫害，使人們搭乘不適航的小船逃向海上；區域衝突使商船改道，改變航程、船員負荷與保險條件；全球氣候治理推動船舶減排與燃料轉型，也帶來新的技術與作業安全課題。航行中的每一道風險，都可能連著更廣大的政治、經濟、社會、科技與環境變化。

事故發生時，新聞記錄沉船、火焰與受損的碼頭，船員與家屬則可能在往後多年持續承受影響。人類從事故、犯罪與戰爭中累積的經驗，逐步形成航行規則、救助制度、船舶安全管理及保安防護。海事安全(Maritime Safety)關心航行與作業中的事故及危害；海事保安(Maritime Security)關心蓄意侵害與相關違法威脅。九類安全事件與七類保安事件，勾勒出海上可能發生的事故與威脅；它們又與全球政治、經濟、社會、科技和環境條件相互牽連，影響航運、人命與海洋環境。人類在應變、善後與預防治理中反覆學習，才能讓一艘艘商船繼續平安進港，讓守護航行的人也能平安返家。

第一章　海事安全事件的類型與特徵

海事安全的事件型態，可依船舶航行與作業中常見的危險及事故表現，概分為九類。第一類是浸水、沉沒、翻覆與傾側；第二類是惡劣天氣與冰損；第三類是船舶碰撞；第四類是觸礁與擱淺；第五類是觸損碼頭、橋梁等固定設施；第六類是火災與爆炸；第七類是船體及機器故障；第八類是船舶失蹤；第九類是其他海事事故與作業危害。這九類事件兼有事故結果、危險條件及設備失效，彼此可能重疊。它們構成海事風險辨識的實

* 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。

務框架，各項國際規範則依自身目的採用相應的法律與技術分類。事故發生後，事件特徵、形成原因、損害後果及處置措施需要一併追查。

1.1 從事故結果理解船舶的危險

1.1.1 浸水、沉沒、翻覆與傾側

浸水(Flooding)指水非預期地進入船體或原本需要保持乾燥的空間；沉沒(Sinking)是船舶失去足夠浮力後沒入水中；翻覆(Capsizing)指船舶傾覆；傾側(Listing)則描述船舶持續向一舷傾斜的狀態。這幾個名詞可能描述同一事故的不同發展階段。船艙受到碰撞破損可能先浸水，艙內未充滿的液體隨橫傾流動，會因自由液面效應(Free Surface Effect)削弱穩度，持續進水又可能導致翻覆或沉沒。貨物移動、壓艙水操作不當、船體上部積冰或船體破口，都可能改變浮力及重心。

大型散裝貨輪裝載高密度礦砂時，積載分布直接影響船體強度；穀物可能在航程中移動，改變穩度；載客船舶則透過分艙、水密門與撤離安排保護大量乘客。事故調查會檢查進水途徑、艙區分隔、排水能力、破損穩度與船員處置。一張沉船照片可以顯示部分事故結果，至於裝載、設備、天候及其他致災因素，則需透過調查證據釐清。

事故評估還會區分完整穩度(Intact Stability)與破損穩度(Damage Stability)。前者關心正常航行及預期裝載條件下的復原力，後者關心一個或多個艙區進水後剩餘浮力與復原能力是否足以維持船舶安全。船員若未關妥水密門、未發現水位警報或在海況惡化時延誤損害管制，後果可能迅速變化。艙區圖、壓艙水紀錄、吃水資料與水下影像，讓調查人員逐步重建進水、失穩及沉沒的過程。

1.1.2 碰撞與觸損

碰撞(Collision)通常指船舶彼此相撞；船舶碰到碼頭、橋墩、岸壁或其他固定設施，海事調查常使用觸損(Contact；英美海事用語亦常見 Allision)。船舶尺度越大，操縱慣性、煞停距離及側向受風面積便越值得注意。避碰規則、當值瞭望、雷達判讀、船舶交通服務(Vessel Traffic Services, VTS)、引水與拖船，是降低風險的不同防線。

2021 年 6 月 3 日，東方德班輪(OOCL DURBAN)進入高雄港期間與永明輪(YM CONSTANCY)發生碰撞，並觸及第 70 號碼頭設施，造成兩座橋式起重機損壞及一人受傷。國家運輸安全調查委員會將事件列為重大水路事故。這起事故顯示船舶運動、港區交通、船岸通聯與岸上員工安全如何相互牽連。運安會於 2022 年 11 月 22 日發布正式調查報告，運用航行紀錄、錄影、操縱及值勤資料，重建從進港到觸碰起重機的過程。

2024 年 3 月 26 日，美國巴爾的摩 DALI 貨櫃船撞及 Francis Scott Key 大橋，橋梁倒塌造成六名道路施工人員死亡。美國國家運輸安全委員會(National Transportation Safety Board, NTSB)於 2025 年 11 月 18 日公布的調查指出，鬆動的電氣訊號線造成停電，船舶在橋前失去推進與操舵；有限應變時間、橋梁防撞脆弱性及通報不足亦影響事故後果。這起事故呈現船舶電力失效如何進一步演變為固定設施觸損及重大人命損失。

同樣是兩艘船相遇，開闊海域和港內狹窄航道的處置條件差異很大。開闊海域通常可以較早調整航向和航速；港內則可能受到航道寬度、淺水效應、鄰近停泊船舶、拖船位置與岸上設施限制。駕駛臺資源管理(Bridge Resource Management, BRM)要求成員共同理解引水計畫、船速、預計轉向時機與緊急停止方案，並確認口令已獲正確執行。靠港前的風險辨識越具體，事故臨界時刻的選擇才越有依據。

1.2 從航道與外在條件理解事件

1.2.1 觸礁、擱淺與惡劣天氣及冰損

觸礁(Reef Contact)與擱淺(Grounding)涉及船體接觸礁岩、海床或淺水地形。原因可能包括航線規劃不當、潮汐水位估計失準、海圖使用錯誤、定位失真、轉向過遲或失去推進。擱淺後還要考慮船體是否持續受到波浪拍擊、燃油艙是否受損，以及拖帶脫淺可能對結構造成新的負荷。大型船舶通過航道時，潮位與吃水共同影響船底和海床之間的富裕水深(Under Keel Clearance, UKC)；航道管理據此評估可通行船型及時段。

惡劣天氣(Heavy Weather)與冰損(Ice Damage)是需要獨立辨認的海事危險條件。強風、巨浪、湧浪與寒冷海域結冰會影響船舶操縱、船體負荷、貨物固定及船員露天作業。臺灣在颱風前後的港口開放、船舶避風、船席安排與外海等待，都涉及自然條件與營運決策的共同作用。面對暴風，適當的航線選擇、減速、改變航向、停止甲板作業及保護關鍵設備，能夠降低事故發生的可能性與後果。

船舶尺度也會改變可採取的避險方案。例如深吃水大型散裝貨輪在滿載時能否轉入備用港，除了水深還要考慮港口迴船池、靠泊設施、拖船力量及貨物卸收能力。颱風來臨前船長若接到避風建議，須評估留港繫泊的安全、出港通過狹窄航道的時間與外海可用避風水域。海上風險管理是多個方案的比較，每種安排都需要承擔不同的不確定性。

1.2.2 火災、爆炸與船體機器故障

船上火災(Fire)與爆炸(Explosion)可能發生於機艙、貨艙、廚房、電氣系統、油料系統及危險貨物。貨櫃船的貨物來源複雜，一只申報有誤的危險品貨櫃可能使積載位置、隔離措施與消防資源判斷失準。2021 年 X-PRESS PEARL 在斯里蘭卡附近火災沉沒，讓人看到船舶火災與塑膠顆粒等貨物外逸可能造成長期海洋環境後果。火災控制通常須處理熱源、燃料及氧化條件，同時避免救火過程引入新的穩度風險。

船體與機器故障(Hull and Machinery Failure)涵蓋主機、舵機、發電、冷卻、操縱系統及結構失效。有些故障只造成停航維修，有些則在靠橋、接近淺水或密集航道時迅速演變為重大事故。DALI 事件說明電氣接點的安裝品質也可能具有系統性影響。設備安全除了看是否完成檢驗，還要確認定期測試、維護、警報、應急電力與替代操縱的可用性。

現代商船的燃料與貨物種類越來越多。液化天然氣(Liquefied Natural Gas, LNG)涉及低溫、蒸發氣與可燃性，甲醇具有可燃與毒性風險，氨的毒性與洩漏暴露需要特殊警戒。不同物質的危害，直接反映在裝載、補給和事故應變程序上：偵測設備辨認洩漏，通風與隔離限制暴露，消防措施則依燃料及貨物特性配置。港口與消防單位在船舶靠泊前了解貨物和燃料資訊，有助於決定可用資源與警戒範圍。

1.3 其他需要獨立辨認的事故

1.3.1 船舶失蹤、船員職業安全及複合事件

船舶失蹤(Missing Vessel)屬第八類海事事件。船舶停止回報後，搜救單位先核對最後已知時間與船位，再結合預定航路、海流風場、船舶自動識別系統(Automatic Identification System, AIS)接收資料、求救訊息、衛星影像與附近船舶通報，逐步推估可能的搜尋區域。失聯、推估船位及已確認的殘骸，代表不同程度的證據確定性。發現殘

骸後，調查再進入進水、結構失效、設備故障或其他致災原因；如出現 AIS 身分異常或全球導航衛星系統(Global Navigation Satellite System, GNSS)干擾線索，還要分辨技術失效與蓄意行為。

第九類為其他海事事故及作業危害，包括船員職業傷害、繫纜夾傷、貨物移動、危險品暴露、救生設備失效及離岸工程事故。一件船尾解纜時的夾傷，涉及工作團隊、當值船副、船長與岸上管理的完整安全責任鏈，同樣值得深入分析。九類事件之間可能重疊；某次擱淺可能同時造成機艙進水、火災、污染與船舶最終沉沒。分析時需要把事故的「事件型態」與「形成原因」分開記錄，再說明其發展順序。

第二章　海事保安事件的類型與特徵

海事保安關注危及船舶、港口、人員、貨物及海上設施的蓄意侵害與相關違法活動。依事件型態，可以概分為七類：第一類是恐怖行為與行動；第二類是海盜或對船舶的武裝搶劫；第三類是移民偷運、偷渡者及相關非法運送；第四類是涉及化學、生物、放射性、核及爆裂物的惡意行為；第五類是侵害海洋環境與資源；第六類是毒品走私與運販；第七類是其他威脅海事保安的行為。這七類事件形成海事保安的威脅譜系，各類行為的法律構成、主管機關與防護方式各有不同，法定定義則取決於相應公約及國內法規。

2.1　蓄意侵害與人員犯罪

2.1.1　恐怖行為及海盜與武裝搶劫

海事恐怖行為(Maritime Terrorism)可能以船舶、港口、乘客、能源碼頭或海上設施為攻擊目標，也可能利用船舶運送爆裂物或作為破壞工具。分析重點包括行為目的、攻擊意圖、目標脆弱性、情報預警及其對海上交通的影響。恐怖攻擊的認定需要調查行為動機、實施方式及適用法律，重大傷害只是應查明的事實之一。恐怖攻擊可能同時造成安全事故，例如爆炸後引發火災或化學物質洩漏。

海盜(Piracy)在大眾文化中常被描寫成骷髏旗與寶藏，現代商船面對的海上犯罪更接近組織化暴力、劫掠及人身拘禁。依《聯合國海洋法公約》(United Nations Convention on the Law of the Sea, UNCLOS)第 101 條，一般涉及為私人目的，在公海或國家管轄範圍以外，由私人船舶對另一船舶及其人員、財產實施的非法暴力、拘禁或掠奪等行為。第 58 條第 2 項並將相關海盜規定延伸適用於專屬經濟海域。領海、內水發生的相似事件，在國際海事組織(International Maritime Organization, IMO)統計中通常分類為對船舶的武裝搶劫(Armed Robbery against Ships)，主要由具管轄權的國家依法處理。

索馬利亞海域海盜活動曾因國家治理失序、沿岸生計與犯罪市場結合而嚴重影響國際航運。國際海軍巡航、船舶防護、情報分享及產業實務指引有助於減少攻擊，沿岸貧困或資源爭議有助於分析犯罪背景，海盜行為的法律責任仍依具體犯罪事實認定。東南亞部分狹窄水道也長期有登船偷竊、持械搶劫或其他非法行為，案件的危害程度和發生位置相差很大。

船舶也可能被非法團體作為攻擊目標、載運工具或實施侵害的工具。同一艘船受到暴力登船與被人利用運送違禁品，保安措施完全不同。事件發生於公海、領海或港內，直接影響適用法律與執法機關的權限；保安調查因此從船位、船旗與具體行為逐步重建管轄關係。

在海盜與武裝搶劫案例中，搶走船上財物、劫持船舶及扣押船員索取贖金，其後果與航商應變並不相同。貨主與船東重視船貨保全，船員關心自身安全，沿岸國則需調查犯罪和保護航道。分析索馬利亞與東南亞事件，可以比較海域性質、攻擊目的、船舶防護和區域合作，避免只記住一串海盜人數或攻擊次數。事件統計須標示 IMO、國際海事局(International Maritime Bureau, IMB)等不同資料來源及報告口徑。

2.1.2 移民偷運、偷渡與人口販運

第三類海事保安事件涉及移民偷運、偷渡者及相關非法運送行為。未經許可藏身船舶的偷渡者(Stowaway)，可能在貨櫃、貨艙或機艙周邊遭遇窒息、失溫、缺水及其他危險。移民偷運(Smuggling of Migrants)通常關注為取得利益而協助他人非法跨越國界；人口販運(Trafficking in Persons)則重視剝削、強迫及對被害人的控制，兩者的法律構成與保護需求不同。以單一「偷渡」概括，可能讓被害者保護、邊境執法與航商照護責任被混淆。

跨地中海或其他高風險水域的移民船隻常面臨嚴重超載、欠缺救生設備及惡劣天氣。即使船上活動有涉嫌違法的部分，遇險人員的生命救助仍有其國際法與人道義務。救援行動也因此連接搜救、保安、移民制度及人權，後續由船方、沿岸主管機關與國際組織接續協調。

商船救起海上遇險者後，往往仍要面對醫療、飲水、船上安置與安全管理。獲救人員可能缺少身分文件，船員不具備完整的翻譯與社工能力，航商又須維持必要船務。沿岸政府與國際組織的協調可以減少長時間滯留船上的人道與航行風險。海上移民議題涉及海關、搜救及其他主管機關，各單位處理的問題不同，需要建立共同作業程序。

2.2 貨物、危險物質與海洋資源侵害

2.2.1 化生放核及爆裂物與毒品走私

第四類保安事件涉及化學、生物、放射性、核及爆裂物(Chemical, Biological, Radiological, Nuclear and Explosives, CBRNE)的惡意運送、使用或威脅使用。它與正常申報、依規定運輸的危險貨物不同。港口管理者需要掌握貨物申報、碼頭限制區、異常物質偵測及跨機關通報；偵測設備與專業處置由適當人員執行，普通港勤人員遇到可疑物品時，應保持距離並交由具專業資格的人員處置。

第六類保安事件是毒品走私與運販。貨櫃、散裝貨、船體空間及港區供應鏈，都可能被犯罪組織利用來藏匿非法物品。海關通常關注貨物風險管理、艙單、物流資訊與查驗，港口設施保安則管制人員出入和船岸界面。貨主或船員的知情程度，則由個案的通訊、貨物文件、行為及其他證據判斷。保安查核提供調查線索，刑事程序則依證據判斷個別人員的責任。

港口對高風險貨物的管理，從電子艙單與承運人申報開始，延伸到物流業者、貨櫃封條、進出區域紀錄及必要的非侵入式查驗。科技設備可協助篩選異常，再由合格人員判讀並依法處置。貨櫃來源國、轉運次數及貨物流向是風險線索，查緝人員再與貨物文件、實際查驗及其他紀錄交叉核對，讓風險篩選銜接依法蒐證與處置。

2.2.2 破壞海洋環境資源與其他保安行為

第五類保安事件是侵害海洋環境與資源，可能包括蓄意傾倒污染物、非法捕撈、破壞特定海洋設施或其他侵害資源的行為，各種行為分別適用不同的法律規範。一般船舶意外漏油首先是海事安全與污染應變問題；蓄意非法排放可涉及環境行政或刑事違法；以破壞海洋基礎設施製造恐慌，則進一步涉及公共安全及保安威脅。恐怖行為的認定，另依動機、具體行為與法定要件評估。

第七類「其他威脅海事保安行為」保留了辨認新興威脅的空間，包括蓄意破壞海底通訊電纜、港口控制系統入侵、身分冒用、非法無人載具活動及其他行為。某些行為是否違法，要根據位置、意圖、造成的損害及適用法源評估。這七類事件提供觀察海事保安的基本範圍，實際事件可能同時涉及兩種以上的行為，也可能牽涉安全事故及環境損害。

漁業資源管理、海洋污染防治與海事保安常由不同主管機關處理。船舶涉嫌在限制水域非法捕魚，首先須確認所在海域、漁業規範、許可、船旗及實際作業；涉嫌蓄意破壞海底管線或港口能源設施，則可能涉及公共安全、刑事及其他法律。環境與資源侵害涉及不同主管機關的協作，並須依實際行為分別判斷行政違規、刑事犯罪與國家安全威脅。

2.3 船舶在保安事件中的三種角色

2.3.1 運輸工具、遭侵害的被害者與侵害工具

一艘商船正常運送人員與貨物時，船岸保安會檢查人員授權、貨物出入及異常登輪，以防堵偷渡與走私；同一艘船也可能成為海盜攻擊、勒索、恐怖破壞或網路入侵的被害者；若被人蓄意操控撞擊港口設施，或被非法用來輸送危險物質，又可能成為侵害工具。這三種角色可以隨事件發展而轉換，保安評估一併檢視「誰在控制船舶」「貨物是否真實」「有無可辨識的被害者」。

保安風險可以從人員、貨物、船舶與環境四個面向檢視。人員涉及身分、授權、船員名冊與訪客；貨物涉及申報、封條、倉儲及異常路徑；船舶涉及船旗、實際操作者、靠泊安排、AIS 及其他識別；環境則涉及港口限制區、周邊設施、航道與海上敏感位置。資料異常引導查核，蒐證依合法程序進行。

例如同一艘化學品船在正常航程中，透過貨物相容性與卸收程序維持 Safety；若有人以假身分登船、夾帶違禁物或企圖控制船舶，便涉及 Security；一旦蓄意操弄使船舶偏航、碰撞化學碼頭，又可能產生火災與污染。這類複合事件需要 Safety 與 Security 兩套治理體系相互通報，並依各自權責採用不同的法律程序與技術處置方法。

第三章　全球風險演變與海事安全、保安的根本成因

3.1 從世界經濟論壇的風險觀察認識海事環境

3.1.1 2010 至 2014 年　經濟危機、治理缺口與系統性脆弱

世界經濟論壇(World Economic Forum, WEF)長期發布《全球風險報告》(Global Risks Report)，從經濟、環境、地緣政治、社會及科技等面向觀察世界面臨的風險。2010 至 2026 年的歷次報告串起全球風險關注焦點的變化，形成觀察國際局勢與航運環境的一條歷史線索。WEF 使用專家問卷、風險定義和不同期間的預期評估，其資料呈現受訪者

對未來風險嚴重程度的判斷，與全球事故發生率屬不同統計概念。不同年度的問卷題項、觀察期間及風險分類可能改變，因此歷年排名反映的是議題與專家風險感知的變化，解讀時須同時考慮方法上的差異。

2010 年前後，全球仍在消化金融危機的衝擊。財政壓力、失業、經濟失衡和全球治理缺口是重要議題，但《全球風險報告》已同時注意極端天氣、水資源、跨國犯罪、疫情與關鍵資訊基礎設施故障。對海事產業而言，需求衰退可能改變船舶租金、船隊汰換和企業現金流，也可能擠壓維修、教育訓練或備件預算。個案成因則由公司、船舶與操作紀錄查證。

例如某散裝航商在運價低迷期間延後定期保養，後續若發生主機故障，調查人員會沿著設備狀態、維修計畫、零件更換紀錄、船級檢驗與公司決策，重建故障前的管理過程。運價下降是可能的商業背景；維修決策和設備狀態才是更接近事故的證據鏈。透過這些紀錄，調查才能確認商業壓力是否改變維修決策，以及設備缺陷如何進入事故過程。

3.1.2　2015 至 2019 年　環境風險抬升與全球供應鏈連結

2015 年前後，氣候變遷、極端天氣、水資源危機及全球治理成為長期風險討論的焦點。同年，《聯合國氣候變遷綱要公約》(United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)締約方大會(Conference of the Parties, COP)第 21 次會議(COP21)通過《巴黎協定》，氣候問題由科學觀測延伸到國家政策、產業投資與跨境治理。航運受到兩條路徑的影響：颱風、強浪、乾旱及水位變化直接改變港口與航道的物理條件；各國減排政策則推動船舶節能、替代燃料和岸上能源設施轉型。前者可能使港口停工或運河減少通行，後者改變船舶設計、燃料供應及新的船岸安全風險。

當全球供應鏈高度依賴少數海運咽喉及大型樞紐港時，天災和人為危機的後果更容易跨地區傳導。一條航道的通行能力下降後，船公司重新配置航次，同樣的貨流往往占用更多船舶運力和運輸時間。貨主、保險人和港口也會依可用資源改變決策。於是航道問題可能逐步演變為運價、船期、庫存與民生物資供應問題。這種傳導的程度，取決於不同市場的實際運量及替代能力。

3.1.3　2020 至 2026 年　疫情、戰爭、資訊風險與競爭時代

2020 年以後，新冠疫情、港口與勞動力中斷、俄烏戰爭、紅海商船遇襲，以及愈加普遍的網路攻擊與資訊欺騙，使全球風險討論呈現更加直接的海運意義。疫情期間，港口作業、船員換班、檢疫及集貨網絡彼此牽動；俄烏戰爭影響黑海航運、糧食與能源貿易；紅海危機使蘇伊士通道承受安全與商業風險。這些事件分屬不同的 Safety 與 Security 情境，共同顯示全球性危機如何跨越國家、企業與航線。

WEF 於 2026 年 1 月 14 日公布《全球風險報告 2026》。在對 2026 年可能觸發全球性危機的風險評估中，地緣經濟對抗(Geoeconomic Confrontation)居首，國家間武裝衝突(State-Based Armed Conflict)次之；未來兩年的嚴重風險仍以地緣經濟對抗、錯誤與虛假資訊及社會極化受到關注。相較之下，未來十年的風險排序由極端天氣、生物多樣性喪失與地球系統關鍵變化等環境風險居前。這些結果呈現受訪者在不同時間視野下的風險感知；特定海域的海難概率，則由事故資料與風險模型另行評估。(WEF, 2026)

這樣的短期與長期差異，適合用來理解航運同時承受的兩組壓力。戰爭、制裁和商船遇襲可能使本週或下月的航次立即改道；氣候政策與燃料轉型則可能在十年至數十年

的尺度改變船舶設計、造船投資、燃料港口與船員資格。兩者同時爭取航商的資金、技術和管理注意力，一方也可能改變另一方的效果。例如船舶為避開戰區而延長航程，運輸活動增加的燃料消耗與排放，會與長期減排目標產生新的治理壓力。

3.2 從全球結構性風險到船舶現場的因果分層

3.2.1 根本成因、促成條件、觸發事件與後果放大

海事安全事故的根本原因分析(Root Cause Analysis, RCA)，從現場操作與天候條件開始，繼續追溯組織管理、設備設計和制度環境。同一件事故可能涉及長期的組織治理、設備投資與維護決策，事故當時的操作與判斷，以及損害發生後的應變能力。事故成因包含結構性驅動因素、組織與系統的潛在條件、直接觸發事件，以及後果擴大的暴露與防護弱點，各層因素可能相互影響，也可能來自共同來源。

結構性因素包括地緣政治競爭、國際市場、氣候變遷、社會不平等及資訊科技依賴，通常作用時間較長、範圍較大。潛在條件則進入具體的船舶、公司及港口，例如設備維護、安全文化、輪班制度、引水拖船配置、港口交通密度與保安管制作業。直接觸發事件可能是主機失去推進、航海判斷錯誤、爆炸性氣體遇到火源，或遭受蓄意攻擊。後果放大因素包括缺少備用電源、港區附近高度集中重要設施，以及事故發生後可用救援資源不足。

以 DALI 撞橋事故為例，電氣連線鬆動引發失電，接著造成推進與操舵能力喪失；線路標籤安裝品質涉及故障形成的技術條件，橋梁防撞措施及工人疏散通報則影響後果。這些因素在事故鏈中處於不同位置，也對應不同改善工作。根本原因分析沿著具體證據追溯，才能把現場故障連到可以改進的設計、檢查與管理環節。

3.2.2 人、貨、船、環境與跨領域管理責任

危害(Hazard)指可能造成損害的條件或事件，風險(Risk)則涉及事件發生的可能性及其後果。大型船舶通過狹窄航道時，船體尺度、操縱空間與水深形成碰撞及擱淺的風險條件；若航道附近有橋梁、油品碼頭或人口密集區，事故後果還可能擴大。風險評估應同時考量事件形成的條件、暴露對象、既有防護措施及過去事件紀錄。

風險分析的第一步，是把「發生什麼事」與「發生後怎麼樣」說清楚。某船航行於狹窄水道，若主機失去推進力，可能漂向碼頭、橋墩或其他船舶；同一件機械故障發生在開闊海域，碰撞後果便不同。船舶尺度、航道交通、海象、鄰近設施及應變時間，都會影響可能性與後果。一份完整的風險評估，除了量化結果，也須清楚交代資料來源、假設條件與不確定性。

挪威海事安全學者 Svein Kristiansen 在《海上運輸：安全管理與風險分析》(Maritime Transportation: Safety Management and Risk Analysis, 2005)討論可接受風險(Acceptable Risk)與事故形成的不同時間尺度。船員的臨界操作可能發生在數分鐘內，設備設計、維修政策、當值制度與岸上資源配置則早已累積多年。航商、船員及沿岸居民各自承受不同的事故後果，風險評估因而同時涉及時間、證據及損害分配。

傳統海事安全分析常從人、船、環境切入；把貨物獨立辨識，便形成「人、貨、船、環境」四個觀察面向。港區及岸上管理橫跨其間，影響各項條件如何組合。人為因素應追溯當值制度、教育訓練、通訊語言、設備的人因設計與岸上資源配置，理解這些條件

如何影響現場判斷。貨物涉及性質、積載、冷藏及危險品申報；船舶涉及船體、輪機、電力與操縱；環境包括天候、海流、航道交通與鄰近公共設施。

保安風險還包含行為人的目的、能力、機會及目標脆弱性。有人拿著未授權識別證接近碼頭限制區，與船員在正常維修程序中誤開機房門，應依蓄意侵害與非蓄意操作失誤採取不同的風險假設。前者可由身分、存取紀錄與異常行為追查；後者則看工作許可、訓練與程序。保安調查也需要防止歧視與誤判，應從具體行為和可驗證資料出發，避免以國籍、外貌或船齡替代證據。

在船舶駕駛臺上，駕駛臺資源管理強調角色分工、資訊交換、交叉檢查與質疑異常。船長、當值航行員、瞭望人員與引水人需要對航行計畫形成共同理解。引水人熟悉港區水域，但船長和船上駕駛臺團隊仍有自己的職責；緊急時若口令不清、資訊傳遞延遲或團隊未能辨識異常，船舶就可能錯過修正軌跡的機會。

3.2.3 事故時間尺度與 Safety、Security 交互作用

高雄港浮筒解纜作業中的人員夾傷事件，涉及船艉作業團隊、當值船副、船長及船東安全管理體系。絞纜機操作、纜繩受力、作業人員站位與停止作業的決策，在現場形成連續的安全控制鏈；更早的訓練、程序與設備維護，又影響最後幾分鐘的選擇。個別人員責任則由當時證據與適用法律程序判斷。

同一事故中的改善工作，也有不同時間尺度。DALI 撞橋前，船上與岸上的即時處置受到有限時間約束；線路安裝、檢查及橋梁防護，則是事故前便已形成的條件。事故後的安全調查、設施修復及營運復原，又進入更長的時程。把這些時程並列，才看得出各道防線在何時可以發揮作用。

海事事件造成的後果跨越多種對象。乘客和船員可能傷亡，貨物可能延誤、受損或外逸；船舶受損會影響船東與保險；碼頭倒塌和航道封閉會影響其他商船；油污、塑膠顆粒及受損船體又可能傷害海洋生態。不同受害者承擔的風險存在落差，沿岸居民雖然未參與船舶營運決策，仍可能承受污染後果。安全管理既要降低事件發生可能性，也要降低發生後的影響範圍。

一艘容量約 24,000 個二十呎標準貨櫃單位(Twenty-foot Equivalent Unit, TEU)的大型貨櫃船與一艘沿岸小型油輪的風險應依事故發生可能性、暴露條件及後果共同比較。前者涉及龐大的貨櫃量、碼頭設備與救助難度；後者若在敏感海域漏油，環境後果仍可能十分嚴重。風險評估以明確的對象、暴露路徑及衡量條件作為比較基礎。這個原則也適用保安事件：武裝行為造成的後果仍取決於目標與周邊設施的脆弱程度，距離人口密集區、危險品碼頭或關鍵能源設施，都會影響應變優先順序。

風險還涉及成本和責任如何分配。船公司可能衡量延誤、拖船和設備維修的成本；港口當局要考量航道和岸上作業人員；沿岸居民則承擔與船舶商業決策無關的污染風險。風險評估若只計算船東直接損失，便可能低估事故對公共設施與環境的外部成本。正式安全評估(Formal Safety Assessment, FSA)在比較控制措施時，也需要說明資料所能涵蓋及尚未涵蓋的受害者。

海事保安事件尤其需要加入行為意圖與犯罪機會的分析。沿岸經濟不景氣、漁業資源衝突或政治失序，可能改變犯罪市場的活動條件；某次劫船的發生機制則須另由行為人與案件證據查明。具體案件還須辨認攻擊者的組織、財源、船舶與武器、目標選擇、活動海域、執法能力及事件經過。經濟脆弱與人口移動各有複雜的社會背景，保安侵害

須依具體違法行為及證據認定。把不同人群混為一談會誤導安全判斷，也可能損害遇險者的人道權利。

3.3 從陸地社會問題延伸到海事風險

3.3.1 區域動亂、人口移動與海上人命安全

海上的難民與移民遇險事件，其根本成因往往可以一路追溯到陸地上的政治與社會環境。一場內戰、政治迫害、國家治理衰退或長期經濟危機，會使家庭離開熟悉的居所。某些人具有尋求國際保護的理由，某些人希望改善工作與生活，兩者的法律身分需要個別確認。當安全、可負擔或合法的遷徙管道不足，部分人會選擇地中海等高風險海路，並可能受到偷運犯罪網絡剝削。海上可見的結果是載客過多、設備不足的船隻擱淺、翻覆或失蹤；其上游原因則涉及國際政治、人口流動、犯罪市場及各國移民政策。

難民、尋求庇護者、移民與犯罪被害人的身分，可能在同一批獲救者之中交疊，保護需求也各有差異。載人的小船因超載而沉沒，形成海事安全危機；利用他人處境從事非法運送或剝削，則涉及保安及刑事執法。商船前往救援後，原定航程、救生設備、糧水與醫療資源都受到影響，後續下船及安全地點安排再把船方與沿岸政府連接起來。

2001 年，挪威籍貨櫃船 TAMPA 在印度洋救起四百餘名尋求庇護者，後續下船安排引發國際爭議。這件事使「海上救到人，接下來由誰接納」成為世界共同面對的制度問題。

IMO 於 2004 年 5 月通過《國際海上人命安全公約》(International Convention for the Safety of Life at Sea, SOLAS)及《國際海上搜尋與救助公約》(International Convention on Maritime Search and Rescue, SAR Convention)的相關修正，於 2006 年 7 月 1 日生效；MSC.167(78)另提供獲救人員待遇與安全地點(Place of Safety)指引。安全地點的判斷關心人身安全與基本需求，對有遭迫害危險者也涉及相應保護原則。

2026 年 5 月，IMO、聯合國難民署(United Nations High Commissioner for Refugees, UNHCR)及國際航運公會(International Chamber of Shipping, ICS)推出修訂版海上救助實務指南，進一步說明救援、保護及安全下船的合作安排(IMO，2004；IMO/UNHCR/ICS，2026)。

3.3.2 氣候災害、科技相依與新的脆弱性

氣候與科技風險亦常跨越 Safety 及 Security 邊界。極端天氣造成停電，可能同時使碼頭岸電、保安門禁、起重機監控與通聯系統失效；網路攻擊若侵入營運技術系統，可能使裝卸設備異常停機，引發船貨作業安全問題；GNSS 遭到欺騙，可能造成航海儀器顯示錯誤，也會使海上執法與事故調查使用的電子資料受到污染。不同系統共用同一定位或電力來源時，看似獨立的兩道防線可能同時失去功能。

對這類複合風險，調查人員要區分「有意操弄」與「設備自然失效」，並確認受影響系統的共同依賴關係。港口資訊中斷可能來自設備、操作或網路侵害；船位異常也須結合 AIS 原始資料、其他感測器與航海紀錄查明成因。客觀紀錄、設備檢測、系統日誌及獨立觀測，才能把全球科技風險與特定海事事件建立可信的連接。

第四章　海事安全、保安與全球航運的風險傳導

4.1 Safety 與 Security 如何互相引發風險

4.1.1 蓄意威脅如何改變航行安全

當一艘商船在高風險海域遭遇飛彈、無人機或武裝快艇威脅時，船長在高度不確定的情況下，仍要掌握船舶操縱、航路與人員安全。保安威脅可能使船舶採取避讓、加速、改道、變更當值配置或加強監控。這些作業調整同時牽動航行安全，包括交通密度、燃料供應、船員疲勞、機械負荷與避碰時間。假使攻擊實際造成船體破損、火災或動力故障，一件 Security 事件便會發展為 Safety 事故，後續可能需要搜救、救助與污染應變。

兩者之間也可能出現較隱蔽的連接。例如一艘能源商船因顧慮遭攔檢而改走其他海域，雖然避開當地政治衝突，同時可能面對更強烈的海況、較少的緊急拖帶資源或較長的航程。風險由原航區轉移至替代航線，海象、航程及可用支援便成為新的比較條件。安全評估需要將原航線的保安危險與替代航線的航行、維修、勞動及補給條件並列，並檢查實際船型及時段。

4.1.2 安全管理缺口如何放大保安事件

船舶適航狀態與保安防護能力同樣相連。通訊設備故障、船員不熟悉保安警報程序、船舶照明與限制區域管制不完善，都可能使可疑登輪或武裝侵害更難及時發現。港口若在資安或實體門禁方面缺乏可靠備援，也可能使單一攻擊破壞多項營運功能。船舶機艙發生故障而失去機動能力，即使當時沒有蓄意攻擊，仍可能延長船舶暴露於高風險區域的時間。

Safety 與 Security 保護相同對象，分析時則依各自的風險特性選擇模型。Safety 檢查設備性能、程序、人為因素和自然條件；Security 另外評估具有意圖的行為人、攻擊途徑和防護弱點。以船舶通聯系統為例，天線故障和蓄意干擾可能導致相似的訊號中斷，但故障排除、證據保存、保安通報及執法權限有別，須分別訂立故障、蓄意干擾及保安執法的處置程序。

4.2 航商的風險判斷如何改變海上運輸

4.2.1 航商如何在事故發生前決定停航

商船面對高風險航區時，航次決策往往在事故發生以前便已啟動。船東和管理公司評估船員與船舶安全，租船人和貨主關心交貨時間及契約履行，保險人則依航區及承保條件判斷保障範圍。各方在不同責任與商業利益下作出選擇，最後可能形成延遲出航、改道或取消航次的結果。

船長依法與依專業職責維護船舶和船上人員安全，船東與管理公司提供安全管理資源，租船人或貨主依契約安排航次與貨物，保險市場依保單條件評估損失承保。各方的權限及風險承擔因船籍、契約及適用法律而變化。若船東願意營運而保單除外條款使某段航程無保障，或船員不願接受特定危險，船舶實際上仍可能不出航。灰色地帶(Grey Zone)海上威脅因此同時作用於安全、法律及商業決策鏈。

4.2.2 紅海危機與繞行好望角的真實代價

自 2023 年底以來，紅海與曼德海峽的商船遇襲風險促使多家航商改繞好望角。繞航增加航行距離，船舶執行同一貨物流向所需的時間延長，可能使原有船期需要更多船舶才能維持。額外燃料、補給、船員勞動安排及運輸時間，也會影響成本及服務可靠度。

貨櫃班輪、大宗散貨與能源運輸各自的航線、運量、契約和替代條件不同，各貨種的成本變化須依實際運輸與契約條件分別計算。

聯合國貿易和發展組織(UN Trade and Development, UNCTAD)《2025 年海運回顧》(Review of Maritime Transport 2025)指出，紅海繞航及其他物流限制，使 2024 年全球海運以噸海里衡量的運輸活動增加 5.9%，遠高於同期實際運量成長幅度。噸海里是貨物重量乘以運輸距離，一旦航程延長，即使運送同樣重量的貨，也會占用更多船舶時間與燃料。保安威脅經由改道決策增加航行距離，船隊有效運力與排放也因此受到影響。(UNCTAD, 2025)

4.2.3 封鎖、港口限制、保險與契約的不同作用

新聞常把封鎖、航道受阻、商船停航或船舶自行繞航混在一起。法律意義上的海上封鎖涉及武裝衝突法的特定條件與爭議；港口關閉可能是天然災害、安全事故或國家行政措施所致；航商因危險而選擇拒航則是商業與安全決策。三者可能都使貨物延誤，法律性質、可採取的因應方法和證據要求則各有不同。這些區別對高度依賴進口能源的臺灣具有重要意義。

一條航線要能持續運作，需要船舶具備適航性、船員願意且有能力航行、航商願意配置運力、相關保險條件可以接受、貨主或租船人能夠支付並履行契約，港口也要能安全接卸。某個環節失效，便可能讓海圖上可以走的航道，在商業上暫時失去可行性。海運能力因此涵蓋船舶、港口、航線，也涵蓋保險、契約、資訊及參與者的意願。

4.3 跨域危機的五條傳導路徑

4.3.1 從氣候變遷到能源轉型，以及新燃料安全

全球暖化首先透過極端天氣、海平面、降雨及水文條件影響港口和航道；國際社會減緩氣候變遷的政策，則進一步要求航運產業提升能源效率並降低排放。這兩條風險路徑各有性質，也可能彼此連接。前者要求船舶和港口適應物理環境，後者要求船舶設計、燃料與營運方式改變。氣候政策若推動船舶改用甲醇、氨、氫、電池或其他動力系統，就必須重新評估毒性、低閃火點、爆炸、低溫、電力及船岸加注的安全條件。

甲醇、氫與其他替代燃料的環境效果，從生產端便開始產生差異。同樣名為甲醇或氫的燃料，若採用不同原料和製造能源，其生命週期溫室氣體排放可能相差很大；後續運輸、儲存與使用方式又進一步改變整體碳足跡。船舶換用新燃料後，港口隨之建置供應與加注設施，船員訓練和緊急應變程序也跟著改變。全球環境治理推動船舶技術與燃料轉型，也帶來新的船岸安全管理需求。

4.3.2 從地區動亂到難民航行與商船搜救

戰爭與迫害造成的人口遷徙，可能先經陸路到達沿海地區，再由缺乏適航條件的船隻進入海上。逃離戰爭、迫害與生計危機的人群，有各自的遷徙原因；利用其困境牟利的偷運或販運犯罪網絡，則涉及另一套行為與法律責任。海上翻覆與失蹤是 Safety 後果，移民偷運和人口販運是不同的 Security 與刑法議題。商船在航線上遇見載滿人員的小船，可能需要依搜救義務改變航程，並與搜救協調中心及相關國家合作。救起人員之後，沿岸政府、船方與相關組織接續協調安全地點、下船時間及國際保護。

2001 年 TAMPA 救援事件使一艘執行商業運輸的貨櫃船，進入跨境人道救助、下船安排及國家間協調的爭議。船員救起遇險者後，原定船期、船上生活資源、醫療照護及獲救人員安置都增加新的壓力。陸地上的政治與人口遷徙問題，便經由商船搜救行動傳導到航運營運與國際治理。

4.3.3 從地緣經濟對抗到影子船隊與污染責任

經濟制裁、能源採購限制及運輸市場調整，可能改變船舶的所有權結構、船籍登記、航運服務網絡與保險安排。影子船隊(Shadow Fleet)的部分營運網絡透過不透明的公司架構及航跡異常，使交易相對難以查證；如再伴隨船體老化、維修不足或有效責任保險疑慮，便會形成 Safety、Security、合規及環境風險交互作用的問題。各國對影子船隊的定義和認定範圍不同，身分不透明亦不自動等於違法。

海事主管機關關心船舶的適航性、危險貨物及污染防護，制裁執法單位關心交易、控制關係與違規事實，保險人則關心風險揭露與責任保障。若一艘高風險油輪發生碰撞，沿岸社會可能同時面對救助資源不足、污染費用分擔和跨境追償困難。船況、營運紀錄與可核實的保險及交易資料，讓調查者分別追查技術風險、責任保障與違規行為。

4.3.4 從數位化到共同資訊失效與航運信任危機

全球航運日益依賴衛星導航、AIS、電子海圖、岸際雷達、船舶管理系統與港口資訊平台。各系統提升效率，也創造對電力、網路與數據來源的共同依賴。若多個畫面使用同一個 GNSS 位置來源，發生定位欺騙時，表面上看似不同的顯示結果可能同時錯誤。航海人員以雷達測距、目視方位等獨立觀測重新核對船位，並在適當海圖上定位，同時保存設備狀態及航海紀錄，才能釐清實體船位與電子訊息的差距。

數位風險還會傳到保險、事故調查、制裁遵循及海上執法。AIS 歷史航跡可以提供查證線索，但其資料來源、接收覆蓋、人工輸入及惡意改動都有不同限制。電子證據需要與雷達、衛星影像、港口紀錄、航行資料紀錄器(Voyage Data Recorder, VDR)及實體船舶識別交叉比對。當商業航行與公權力判斷都使用相同資料平台時，資訊可靠性會成為海事治理的重要基礎。

4.3.5 從港口中斷到能源、糧食與社會供應

海上運輸的最後一段風險傳導，會進入陸地社會。颱風關閉碼頭、航道中斷、網路攻擊癱瘓裝卸系統、商船拒絕高風險航線，都可能使到港節奏發生變化。貨櫃、原油、液化天然氣、煤炭、礦砂及穀物需要不同的船型、裝卸設備與岸上儲運系統。替代港口除了空餘泊位，還須有相容的管線、儲槽、筒倉或輸送帶，才能把貨物送至最終使用端。

對臺灣而言，能源進口與海運服務的持續性互相連結。LNG 船順利抵港後，還要經由可用的卸收設備、儲槽、氣化系統與管網，才進入國內供氣體系。即使岸上已有儲存容量，船東、保險人與航商的運送決策仍會影響後續船期。從國際氣源到國內輸配的每個節點，逐步構成臺灣的供氣韌性。這些條件同時牽涉港埠營運、能源政策與海運安全，任何一端的變化都可能影響整條供應鏈。

第五章　海事事件的緊急因應、善後調查與復原

5.1 遇險通報、人命救助與污染控制

5.1.1 搜救、救助與受損船舶避難

海上搜救(Search and Rescue, SAR)以搶救遇險人命為優先。船舶發出遇險警報後，海上搜救協調中心(Maritime Rescue Coordination Centre, MRCC)依救援區域、事故位置、可用船舶及航空器協調行動。IMO 的 1979 年《國際海上搜尋與救助公約》(SAR Convention)提供國際合作基礎，商船也可能依海上救助義務參與附近人員的救援。搜救任務關心的是人能否獲救，與之後船貨如何保全是不同的工作。

海事救撈(Salvage)涉及遇險船舶、貨物及環境危害的處置，常見工作包括緊急拖帶、堵漏、排水、滅火、殘油轉駁與協助脫淺。1989 年 4 月 28 日通過、1996 年 7 月 14 日生效的《國際海事救助公約》(International Convention on Salvage)，改進傳統救助報酬制度，把救助人防止或減少環境損害的努力納入報酬評估。

商業救撈可使用勞合社標準救助契約(Lloyd’ s Open Form, LOF)，並在約定及啟動條件下運用特別補償保賠協會條款(Special Compensation P&I Club Clause, SCOPIC)。這些契約安排處理救助報酬及費用分擔，與政府海上搜救的指揮、協調制度分別銜接不同的工作及法律責任。

受損船舶可能需要進入避難處所(Place of Refuge)處置。IMO 大會於 2023 年 12 月 6 日通過 A.1184(33)新版指引，處理船舶需援助時沿岸國如何評估接受船舶的利益與風險。若有人命危險，仍須先依搜救制度處理；當船上危險可控，提供可接近的港池或岸邊設施，可能有助於防止持續污染和船體惡化。是否准入，要依具體風險、替代處置方案與沿岸利益判斷。

遇險事件發生後，指揮鏈與資訊流動同樣重要。船長須判斷本船緊急狀態並作必要通報；搜救協調中心整合可用資源；港口及沿岸機關則確認航道、危險貨物、臨時封鎖及岸上支援。疏散與現場警戒要考慮是否有火災、毒氣、船舶失控或結構坍塌風險。各機關的協調功能應在平時就經過演練，事發時臨時建立工作關係往往會失去寶貴時間。

5.1.2 火災、污染與危險貨物的現場控制

船舶起火或危險貨物洩漏時，現場人員先根據貨物資料辨認燃燒、毒性與暴露風險，再選擇可用的防護設備與控制方式。傳統油污防除、液化氣體漏洩與化學品火災可能採取不同隔離、消防或撤離措施。港口透過貨物資料、船舶艙區圖與消防配置掌握現場狀況，判斷是否停止裝卸、撤離岸上作業人員或暫時管制港內交通。失去推進的油輪和正在燃燒的貨櫃船，即使都需要拖船協助，現場優先事項仍然不同。

5.2 保安事件的現場處理與執法界線

5.2.1 可疑登輪、武裝侵害與港口緊急通報

船上發現可疑人員或保安事件時，首要工作包括保護船員、控制存取、依船舶保安計畫通報，以及避免使現場風險升高。涉及武裝侵害，商船船長與船員需要依既定程序維持必要避險、通報及人員安全，並與有權執法機關協調。港口可以調整出入管制、加強限制區巡邏、核對訪客身分與貨物封條，同時保存監視器與通聯紀錄。相關措施須依事件性質和法定權限決定。

船舶保安警報系統(Ship Security Alert System, SSAS)及保安等級機制提供船岸協調工具，系統警報提供初步通報，主管機關仍須進一步查證事實。若有人持械登船、有人在

貨櫃內被發現，或貨物出現可能涉及 CBRNE 的異常物質，所需保護、調查及處理人員各不相同。訓練的目的，是讓第一線人員知道何時停止原作業、如何取得支援及如何完整保護事後證據。

5.2.2 海上執法權限與跨境合作

海巡接獲海上犯罪或灰色地帶事件通報後，先沿著船位、船旗、船舶身分、具體行為及受害情況建立現場資訊。查證、警告、通聯、必要救援與證據保存依事件進展接續展開；登臨、搜查及其他強制措施則另由適用法源與管轄權限界定。海軍、海巡、港航主管機關與海關各有法定職掌，時間、座標、廣播、影像及作業紀錄也為事後檢驗行動提供基礎。

事件發生的海域，會改變國家的管轄權限。領海涉及沿岸國的航行秩序與相關管轄，並受無害通過等規則拘束；專屬經濟海域涉及資源、環境與其他特定權利；公海外國商船原則上受船旗國管轄。港口國在其港口依適用法律執行入港條件及檢查。現場人員沿著事件位置和具體行為選擇處置方式，第六章再完整交代公海登臨與相關條約的法律依據。

例如一艘外國籍商船在公海通報遭劫，搜救或軍艦協助、船旗國聯繫、犯罪證據保存與人員移交可能同時進行，強制措施仍由適用條約和法律授權決定。現場紀錄包括時間、座標、船旗、無線電通聯、可疑行為及證物保管程序，讓後續執法與跨國合作建立共同的事實基礎。

5.3 船骸、污染與受損船舶善後

5.3.1 海事救撈、沉船殘骸及完工驗證

海難事故的處置通常分為人命救助、船舶穩定、污染源控制、殘骸與貨物處理及後續驗證等階段。船體沉沒或破裂後，燃油、貨物與殘骸仍可能對航行和海洋生態造成長期危害。污染監測、廢棄物處置和環境復原因此可能延續數月或更久。

在 BLUE LAGOON 船艉殘骸移除計畫的專業審查中，水下切割、吊掛、起重設備安全工作負荷(Safe Working Load, SWL)、鋼索與吊具檢查、岸上錨點拉力測試、天候窗口、殘油查證、廢棄物管理及完工驗收，都是重要的技術檢核事項。審查把每項風險連到計算、檢驗及驗收資料，施工與完成情形則由現場紀錄及主管機關資料驗證。

2007 年 5 月 18 日通過的《奈洛比殘骸移除公約》(Nairobi International Convention on the Removal of Wrecks)於 2015 年 4 月 14 日生效，建立有關危險殘骸的通報、定位、標示及移除責任制度。其適用海域、締約國聲明及國內實施仍須個別確認。臺灣周遭的殘骸案件即使不直接適用某公約條款，仍可借鏡國際制度對環境威脅、船東責任、財務擔保及行政作為的重視。

海事救撈與殘骸移除計畫常有施工安全和環境保護的兩難。整體吊起沉船可能減少水下切割作業，但起重能力、結構完整性、海象與吊點承載必須滿足條件；改用分段切割則可能增加漂浮碎屑、底泥擾動與潛水作業時間。主管機關審查時，除了看計畫是否列有設備，也要確認實際檢驗、吊裝計算、停工條件、完成標準與驗證紀錄。航道淨空後，環境清理與長期監測也可能持續。

5.3.2 受損船舶的適航性與事故財務責任

船級社(Classification Society)檢查船體、機械及技術標準，部分也以認可組織(Recognized Organization, RO)身分代船旗國執行法定檢驗。船級證書、法定證書與港口國管制各有其法律與技術用途。事故後若出具附帶航行限制的單航次文件，仍須分別確認檢驗範圍、損傷狀態、航次條件、監控安排及有權機關。

以 AZALEA 與 NOEL II 碰撞後的附條件單航次適航文件為例，審查應確認船級社檢驗了哪些結構與設備、文件的依據及有效期限、實際航行限制，以及艙區進水與船體剩餘強度的評估結果。船級技術文件、船旗國法定監督及港口國管制分別承擔不同功能。原始檢驗文件與主管機關紀錄互相核對，才能確認損傷、修復及航次限制之間的關係。

海事事故的財務處理，涉及船體保險、貨物保險、船東責任保險及救助報酬。污染責任、第三人損害及行政求償，依契約與適用法律分別確定負擔者；安全調查、保險協商、行政及司法程序也可能同步進行。安排受損船舶單航次拖帶或航行時，技術可行性、航次限制、承保範圍及港口接收條件共同決定方案能否執行。

5.4 安全調查、證據保全與恢復營運

5.4.1 安全調查、司法調查及多來源證據

海事調查沿著時間、位置、船舶狀態、通訊及操作順序重建事故。VDR、AIS、雷達、港口 VTS、航海日誌、機艙警報、維修資料、影像與人員訪談，分別提供不同角度的紀錄。調查者核對時間基準、資料原始性與保存程序，再以獨立來源交叉驗證事故經過。

事故調查要將現場最後的操作與早已存在的系統條件分開檢視。例如船舶向碼頭偏移時，駕駛臺口令、拖船施力及引水判斷是必要調查項目；船舶操縱限制、進港風險評估、船員休息、公司維修制度及港區交通安排也可能影響結果。不同來源的證據若互相矛盾，應保留差異並提出可檢驗的解釋。

AIS 航跡有時包含接收缺口、GNSS 干擾或網站插值，調查人員便以 VDR、雷達、岸際監測及現場證據檢查差異。安全調查聚焦事件成因與預防改善，刑事程序判斷犯罪責任，民事程序則處理損害與契約爭議。資料的取得方式、證據標準及法定程序各不相同，調查結果也分別服務於不同目的。

5.4.2 虛驚事件、改正措施與復原的完成

虛驚事件(Near Miss)指已形成事故危險，卻未實際造成人員傷害、財產損失或污染的事件。損害可能因及時處置而避免，也可能出於偶然。船員回報異常張力、設備警報或航線偏差後，公司便能沿著維修、訓練與工作程序找出可改進之處，讓事故前的警訊進入安全管理。

例如船舶逼近航道邊緣時，船員發現導航誤差並及時修正、繫纜時察覺異常張力而停止操作、機艙發現過熱部位，及時隔離而避免起火，這些虛驚事件都能顯示安全防線在何處奏效，也揭露制度仍需改善的部分。船公司可分析事件頻率、現場條件、停工決策與後續改正情形，將日常警訊納入持續改善。

安全文化可以從員工是否願意如實通報問題觀察。公司若能區分無心失誤、系統缺陷與故意違規，並依照具體事實作出相稱處理，船員便更願意及早反映風險。安全管理與責任追究各有作用，制度應使兩者相互支持。

事件善後的完成情形，最終呈現在可驗證的設備、環境與程序狀態。污染監測要確認採樣區域、頻率與殘油狀況；設備修復須經功能測試；保安事件要查明漏洞修補及紀錄保存；新的工作程序則須在演練及日常操作中驗證。事故結案報告、改善紀錄與實測結果互相對照，形成完整的復原證據。

第六章　海事安全與保安的預防管理及國際治理

6.1　海事安全管理的規則與實施

6.1.1　SOLAS、MARPOL、STCW 與 ISM Code

國際海運具有特殊的跨國性。一艘商船可能由甲國企業實質持有、在乙國登記船籍、委由丙國管理公司操作，船員來自多國，途中停靠其他國家。若每一國都使用完全不同的航海設備、避碰規則或船員能力要求，船舶在跨國航行時很難維持一致的安全標準。IMO 制定公約、章程與指引，讓各國可以使用相對一致的基本要求。

《國際海上人命安全公約》(SOLAS)涉及船舶構造、防火、救生、無線電通訊、航行及管理等要求；《國際海上避碰規則公約》(Convention on the International Regulations for Preventing Collisions at Sea, COLREGs)規範船舶相遇時的航行行為。

《船員訓練、發證及當值標準國際公約》(International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers, STCW)建立船員能力基礎；《國際防止船舶造成污染公約》(International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, MARPOL)處理油污、化學物質、垃圾、空氣污染等船舶排放。

《國際安全管理章程》(International Safety Management Code, ISM Code)要求公司建立安全管理體系。《國際船舶與港口設施保安章程》(International Ship and Port Facility Security Code, ISPS Code)則在 SOLAS 第 XI-2 章下規範保安。

公約建立共同的安全標準，實際維修、檢驗與執法則由船東、船旗國、港口國及相關機構依權責執行。制度需要各國依法實施，再由船旗國監督、認可組織執行受託檢驗、港口國管制查驗及航商內部管理共同落實。制定規則、履行義務、監督查驗及事故調查，因而形成相互銜接的不同工作。

ISM Code 把船公司的管理責任延伸至日常航次。安全管理系統(Safety Management System, SMS)涵蓋公司安全政策、責任與權限、岸上指定人員(Designated Person Ashore, DPA)、作業程序、緊急準備、異常與事故回報、維修及內部稽核。船長與船員負責船上作業，岸上管理部門則提供設備、訓練、維修及應變支援。

SMS 的作用，體現在船員遇到異常時的實際處置。臨界設備損壞後，船上通報岸上管理人員；公司依故障風險安排維修與航次；虛驚事件進入分析程序；船長在安全上保有明確決策權。手冊、證書與稽核紀錄透過這些日常作業，逐漸轉化為事故防線。操作紀錄、船員訪談、實際演練及後續改正措施，則反映 SMS 在船上的真實成效。

Kristiansen 所述的海事安全管理發展，從事故後究責與外部規則遵循，逐漸擴大到公司內部治理與持續改善。ISM 把岸上管理決策與船上的實際執行連接起來，使法定責任、日常維護、事故回報及組織學習共同形成安全防線。

國際標準透過船上的日常作業發揮作用。檢查證書與備有手冊只是起點，重要的是防火與救生設備能否使用、船員是否理解程序、維修是否依期完成、警報是否獲得回應。

船旗國監理、船級社技術檢驗、港口國管制及公司內部 SMS 形成不同層次的防護網。對新興甲醇、氨與 LNG 燃料的安全議題，也要將材料危害、船岸介面、偵測、通風、消防和應變程序一起評估。

6.1.2 正式安全評估與安全文化

FSA 是 IMO 用於規則制定的一套系統方法。一般分為危害辨識、風險分析、風險控制選項、成本效益評估與提出決策建議五個階段。第一階段先定義要避免什麼事故及其可能原因，第二階段研判發生可能性與後果，第三階段提出不同控制方案，第四階段比較安全效益及所需成本，第五階段向決策者呈報評估結果。FSA 可以輔助規則決策，政治、法律及倫理判斷仍須由有權機關綜合權衡。

以大型船舶撞擊橋梁的假設情境為例，正式安全評估先辨認失去推進、航道狹窄、橋墩暴露與通報延誤等危害，再分析發生可能性與後果，接著比較改善電力可靠度、拖船支援、橋墩防撞工程、警報與道路封閉程序等控制方案，最後評估各方案的安全效益與成本。這項方法示範比較可以採取的防護選項；個案正式原因認定則回到事故調查證據。評估同時記錄各方案採用的數據、限制及不確定性。

安全文化在現場的表現，包含領導者配置資源、員工如實通報及團隊落實改正措施。港內船舶操縱、繫纜和大型機具作業各有風險控制方法：航道淨空、船速與拖船能力影響觸損風險；工作口令、危險區與緊急停止權限影響人員安全。控制措施也可能把風險轉移到其他水域或作業人員，實際成效因而需要透過演練、觀測及事故紀錄驗證。

6.2 國際船舶與港口設施保安

6.2.1 ISPS、保安等級與四種風險條件

2001 年美國九一一恐怖攻擊後，國際社會加強國際運輸保安制度。ISPS Code 在 SOLAS 第 XI-2 章架構下，於 2002 年 12 月 12 日通過、2004 年 7 月 1 日生效，A 部分為強制要求，B 部分提供建議性指引。制度要求適用船舶、公司和港口設施設置保安評估、保安計畫與指定保安人員，並依保安等級調整防護措施。港口保安涵蓋碼頭出入口、船舶、貨櫃、登輪人員、資訊與港區水域，須按不同入侵路徑配置防護。

國際船舶與港口設施保安章程要求保安計畫及職責分工，核心在於把可疑人員、貨物、船舶與港口設施的防護措施轉化為日常作業。船舶保安員(Ship Security Officer, SSO)、公司保安員(Company Security Officer, CSO)及港口設施保安員(Port Facility Security Officer, PFSO)負責在船岸界面交換必要資訊。人員以查驗身分和限制區通行為重點；貨物結合艙單、封條、查驗與非侵入式掃描；船舶配置 SSAS，並在適用情況下運用遠程識別與跟蹤系統(Long-range Identification and Tracking, LRIT)等資料；環境面則看重要水域、港區設施、消防、照明、巡邏與異常通報。

保安等級有三種。等級一維持日常最低適當防護，等級二在事件風險升高時增加巡查與查驗，等級三則在很可能或即將發生特定保安事件時依主管機關指示採取特別措施。它們由具有權限的政府決定，並依相應程序通知船舶及港口設施。ISPS 主要建立適用船舶與港口設施的制度，港區外的走私、城市犯罪、人員救助或廣泛海上執法，仍涉及其他國內法及國際合作機制。

除 ISPS Code 的事前保安防護外，《制止危及海上航行安全非法行為公約》(Convention for the Suppression of Unlawful Acts against the Safety of Maritime Navigation, SUA

Convention)也提供特定非法行為的刑事法律合作框架。該公約於 1988 年 3 月 10 日通過、1992 年 3 月 1 日生效；2005 年議定書於 2005 年 10 月 14 日通過、2010 年 7 月 28 日生效。其規範包括以暴力劫持船舶、對船上人員施暴及放置危及船舶安全的裝置等行為，與 ISPS 所規劃的保安評估、保安計畫和防護作業，分別處理犯罪行為與日常保安管理。各項條約義務的適用，仍須依有關國家的締約及國內法情形確認。

上述人、貨、船與環境四個面向，讓保安評估沿著具體對象配置查核及防護資源。身分、艙單、航次背景與敏感水域資料相互對照後，船岸團隊便能辨認哪些異常涉及授權、貨物來源、船舶控制或周邊設施，據此調整防護措施。

6.2.2 三階段回應機制與八類治理策略

海事安全與保安的事件管理可分為三個相互銜接的階段，包括事前準備與預防、事件中的因應與處理，以及事後重建與復原。這三階段互相交疊，平日建立的防護計畫支撐事發時的處置，事後累積的經驗又回到下一輪風險評估。以港口遭遇惡意系統入侵為例，事前透過權限管理、資料備份與演練降低脆弱性，事中隔離受影響系統並保持最低限度安全作業，事後檢驗資料完整性、恢復功能並追查入侵原因。

海事安全與保安的治理可以結合八個面向，包括政治經濟、國際合作、法律規範、科學技術、工程建設、環境資源、教育訓練及社會人文。政治經濟處理貧窮、利益與非法市場誘因；國際合作分享跨境資訊；法律界定權限與責任；科技用於偵測及驗證；工程強化港口設施；環境資源治理處理非法侵害；教育訓練培養人員能力；社會人文則提醒我們注意沿岸社區、船員與弱勢群體的實際處境。面對海盜或移民偷運，單靠增加巡邏艦艇可能暫時降低事件，長期治理還須處理犯罪網絡與制度根源。

八類策略可以用索馬利亞海盜治理作對照。海軍護航及船上防護屬於安全與執法措施；沿岸治理、合法漁業資源、公民生計與司法能力則涉及政治經濟和社會條件。國際海事保安制度若僅在某個海域加派艦艇，可能降低短期攻擊，犯罪組織、貨物流向及非法市場仍須透過長期治理處理。攻擊次數、司法處理、沿岸治理及犯罪網絡的後續變化，共同呈現不同策略的效果與代價。

6.3 法權、執法與治理界線

6.3.1 公海、領海、港口與海巡行動

這些規則對臺灣的海巡與海上安全討論格外重要。面對外國籍能源船、權宜籍船及外籍船員，執法者要先確認位置、船旗、船舶身分、事件性質及法源，再決定查證、廣播、航行警示、協調船旗國或其他措施。遇到非法侵害、緊急救援或灰色地帶威脅，時間壓力可能很大，法律界線仍須清楚；這是專業海上執法訓練的一部分。

UNCLOS 第 110 條對軍艦在公海登臨外國船舶訂有特定事由及限制，例如合理懷疑海盜、奴隸販運、符合第 109 條管轄條件的未經許可廣播、無國籍，或雖懸掛外國船旗但實際上與軍艦同國籍的情形。第 5 項並將相關規定適用於經正式授權、標誌清楚且可識別為政府公務的其他船舶或航空器。毒品走私、移民偷運及其他跨國犯罪，可能另依特定條約、船旗國同意或相關法源處理。海軍、海巡、港務、海關、移民及環境機關各有職掌，強制措施依具體法律權限及程序實施。

6.4 全球氣候治理如何改變船舶能源與安全制度

6.4.1 IMO 參與 COP 與國際航運減排的制度演進

氣候變遷也呈現國際海事組織的職權如何與其他國際治理機構連接。UNFCCC 締約方大會討論全球氣候政策，各國在 COP21 達成《巴黎協定》；IMO 則透過自身會員國與《國際防止船舶造成污染公約》(MARPOL)等制度，處理國際航運的溫室氣體及相關排放。IMO 出席 COP、參與交流及舉辦航運減碳活動，反映氣候政策和海事技術治理之間的連接，COP 決議與 IMO 具強制性的船舶技術標準各有不同的制定與生效程序。

IMO 在 2011 年通過新船能源效率設計指數(Energy Efficiency Design Index, EEDI)相關規範，之後推進船舶能源效率管理計畫(Ship Energy Efficiency Management Plan, SEEMP)。

既有船舶能源效率指數(Energy Efficiency Existing Ship Index, EEXI)與營運碳強度指標(Carbon Intensity Indicator, CII)則進一步影響既有船舶的技術及營運管理。各項措施依適用船型、噸位、計算方式與執行日期形成不同要求。這些管理工具讓船東與管理公司重新評估船舶設計、維護、速度、航次安排及汰換投資，也引入新的資料驗證及營運績效問題。

IMO 於 2018 年通過初步溫室氣體減排戰略，2023 年修訂戰略將國際航運在 2050 年前後達到淨零溫室氣體排放列為共同目標，並提出 2030 與 2040 年的指示性檢核點。2023 年戰略是一項政策方向，需要以後續公約修正、技術準則、行政安排及會員國實施轉化為可執行規範。2025 年，海洋環境保護委員會(Marine Environment Protection Committee, MEPC)第 83 次會議批准《IMO 淨零架構》草案，擬納入 MARPOL 附則 VI，設計全球燃料溫室氣體強度標準及排放定價機制；同年十月特別會議延後正式採納。2026 年 4 月 27 日至 5 月 1 日的 MEPC 84 接續協商並安排後續工作；在該次會議結束時，架構仍屬待採納草案，與已生效義務有不同的法律狀態。(IMO, 2023, 2025, 2026)

2025 年巴西 Belém 舉行 COP30，IMO 舉辦以「為全球航運能源轉型規劃航道」為主題的周邊活動，討論監管、創新、融資及發展中國家的能力建構。全球環境治理由會議形成政策方向，再逐步影響船舶與港口的設備、操作及投資選擇。氣候目標進入 IMO 會議與產業投資，再走向燃料供應、船舶設計、船員訓練、港口加注及海事安全要求；當技術、成本與國際競爭利益衝突時，政策也可能延後協商或重新調整。

6.4.2 減排措施、污染防治與新燃料風險的相互連結

海事環境治理同時涵蓋溫室氣體、空氣污染、水污染、噪音與海洋生態。MARPOL 長期處理油污、散裝有毒液體、包裝有害物質、污水、垃圾、空氣污染及相關船源排放。船舶因氣候政策改用替代燃料後，燃料的洩漏、毒性、火災與污染特性，也帶動設計、操作和應變程序的調整。船舶若採用低硫燃料或廢氣清潔系統，還需要評估其排放處理及廢水環境影響；不同技術的污染轉移與生命週期效果，應綜合船舶排放、燃料生命週期及污染轉移途徑分析。

甲醇具有低閃火點與毒性管理需求，燃料系統須重視洩漏偵測、通風、隔離及人員防護；氨具有較高毒性且相關燃燒與燃料處理涉及新的安全設計；氫對儲存、通風、洩漏偵測及火災爆炸防護提出不同要求；LNG 則涉及低溫、可燃氣體管理及上游與船上甲烷逸散。電池動力適合部分船型及航程，也涉及熱失控、消防及電力安全。各項技術的危害辨識從燃料物理、化學特性及實船設計展開，再以適用船級規範、IMO 指引及測試資料評估安全。

港口的燃料轉型同時改變船岸作業。船對船、岸對船及槽車對船的加注方式各有交通與空間條件，港區由此安排隔離距離、通風、緊急停止、通聯及人員訓練。危害辨識(Hazard Identification, HAZID)、危害與可操作性研究(Hazard and Operability Study, HAZOP)及必要時的量化風險評估(Quantitative Risk Assessment, QRA)，可以在工程規劃階段辨認失效模式，再將控制要求落實到程序與設備。當一艘使用新燃料的船進港，港方也需要知道如何應對洩漏、火災、人員中毒及與其他危險品作業的相互影響。

6.4.3 能源轉型的商業壓力與治理回饋

航運減排的實際效果，沿著燃料生產、海上運輸、港口加注與船舶使用逐步形成。燃料來源與供應穩定度影響航商採購，港口加注設施連接船隊調度，保險與人員訓練則共同支持新的燃料技術投入正常航次。全球碳政策可能促使船東訂造新船，但燃料供應鏈建置通常涉及能源、港口、金融及國際貿易，跨越傳統海事安全主管機關的職權。

風險也可能從一個領域轉移到另一個領域。降低船速可能減少燃料消耗，同時可能改變交期與船隊調度;戰區繞航會增加噸海里並影響排放;替代燃料改善某些排放指標，若缺乏適當的儲存、加注與應變程序，可能新增船岸安全問題。這些都是需要同時評估環境、技術、商業與人命安全的取捨。IMO、船旗國、港口國、船級社、企業與船員分別承擔不同職責，制度須允許新技術在可靠證據下逐步成熟。

第七章　新興海上威脅與臺灣海運韌性

7.1 資料失真與不透明航運

7.1.1 AIS、GNSS 與多來源查證

AIS 會廣播船舶身分、位置、航速、航向等資料，也可含部分人工輸入的航次資訊；GNSS 提供定位、導航與授時(Positioning, Navigation and Timing, PNT)資訊；雷達(Radar)透過主動發射及接收電磁波，觀測周邊物體回波。三者可以互相補充，各自的資料來源與可信度仍有差異。

AIS 可能接收 GNSS 定位資料，再把位置訊息廣播出去。若 GNSS 位置錯誤，接收船舶可能在 AIS 上看見不正確的船位。AIS 訊號缺席時，海面上仍可能存在實體船舶；設備規定、訊號接收條件、衛星覆蓋與人為關閉都會影響可見度。雷達可顯示物理回波，船名辨識還需其他資料來源，海況、遮蔽、設定與距離也會影響觀測效果。電子海圖顯示及資訊系統(Electronic Chart Display and Information System, ECDIS)則需要結合各種定位來源與適當海圖資訊來使用。

GNSS 干擾(Jamming)可能使接收器無法取得可靠訊號，欺騙(Spoofing)則可能使設備產生錯誤的位置或時間解算。AIS 身分偽冒是另一個層次，有人可能傳送與實際船舶不符的船名、水上行動業務識別碼(Maritime Mobile Service Identity, MMSI)或 IMO 船舶識別號碼，甚至製造不存在船舶的訊號。衛星定位欺騙與 AIS 資料造假可以同時發生，也可能由完全不同的技術或人為因素造成，分析時必須逐一確認。

海事調查通常需要重建船舶在某一分鐘的確切位置。若調查人員僅有商用網站下載的 AIS 航跡圖，該圖可協助提出調查假設；最終事實認定仍需原始封包、接收站資訊、時間校正及船上設備紀錄交叉支持。AIS 還可能有接收間隔、訊號延遲、船名更新未同步及重播資料等問題，網站呈現的連續線可能包含插值，其觀測密度須另行查證。

當 AIS 顯示的船位與雷達、目視或其他衛星觀測不同，第一步是確認哪一筆資料來自實際觀測，哪一筆可能受設備、人工輸入或訊號欺騙影響。數位化系統幫助船舶與岸上更快交換資訊，也可能讓同一個錯誤位置在多個螢幕上同時出現。船員與調查人員需要保留原始資料、校正時間，建立可重現的交叉驗證，再根據多來源證據建立結論。

7.1.2 影子船隊的船舶、船隊與網絡

「影子船隊」或「暗黑船隊」(Dark Fleet)通常指船舶所有權、登記、保險及實際營運高度不透明，且可能與規避制裁或監管有關的航運網絡。各國與市場機構的認定範圍不同，船齡、開放船旗或多層公司結構本身亦不足以證明違法。國際海事組織 2023 年大會通過 A.1192(33)，促請會員國與利害關係人防止暗黑或影子船隊在海事領域進行非法活動。

不透明航運網絡的問題，可以從單船逐步擴大到船隊與服務鏈。船舶更換船名、船旗或管理公司，可能使外界需要重新追查實際控制關係；多艘船若共享經紀、代理、交易及保險安排，資料查核與責任追索便進一步涉及整套服務網絡。海事安全機關檢查技術狀態，制裁執法單位查核交易與違規行為，各項判斷仍由具體紀錄及適用法律支撐。

海上執法沿著衛星影像、船體外觀與識別號、港口進出紀錄、保險與船籍文件，以及實際航行活動，交叉確認船舶位置、身分與具體行為。資料愈多，越需要判斷其獨立性及可信程度。查證由公開可見的異常，進入可信的實體觀測，再判斷適用法律下的具體違規事實，海事安全、資訊科學與國際法也在這個過程中連接起來。

位置與身分資料失真，可以從訊號缺席、位置造假及身分冒用分層辨識。關閉 AIS 或不完整申報航次，會造成監測缺口；傳送虛假停泊位置、捏造經過的港口或使用不一致的識別資料，會讓分析人員看到錯誤航程；冒用他船 MMSI、IMO 編號，則可能使真實船舶在資料庫中被替換成另一個對象。多艘船協同產生可疑航跡時，查證也從單船擴及網絡。這些手法可以並存，各自增加不同環節的辨識困難。

7.2 區域衝突與臺灣的持續營運

7.2.1 紅海、灰色地帶及航商決策

紅海危機使部分航商改繞好望角，也顯示不同貨種與航商對風險的承受程度各異。各家公司依人員安全、船期、保險及契約作出決定，航線調整便逐步改變全球運力配置。把這個經驗放回臺灣，可以進一步觀察遠方航區的風險如何影響本地的船舶供給。

改道的效果取決於不同水域的威脅、航行條件與支援能力。商船可能有船員國籍限制、戰爭危險附加保費、保險除外條款、租船契約的安全港義務，以及船長對航次風險的專業判斷。對臺灣而言，即使本國港口未受攻擊，全球船舶因繞航而被長時間占用，仍可能減少特定航線運力、改變運價和到港節奏。當船東與航商基於風險評估停止提供運力，即使航道仍可通行，正常運輸也可能中斷。

灰色地帶海上威脅常出現在和平時期與公開武裝衝突之間，可能涉及不明船舶長時間跟監、干擾、攔阻、身分模糊或在法律上製造爭議的活動。事件形態不同，涉及的法律權限也不同。船舶遭遇不明艦艇靠近，必須同時維持航行安全、紀錄實際情況、向公司及相關主管機關通報，並評估是否有立即危及人命或船舶的危險。

臺灣能源與民生物資高度依賴海運，商船若遇到高風險航區，船東與租船人可能依保險、旗國建議及商業契約決定改道或暫停航次。即使未發生全面封鎖，只要主要航商不願接受風險，港口與能源企業就可能面對供應壓力。這條海運生存鏈的關鍵在於：有航道、有人願意保、有船願意載、有貨主願意付費，且契約仍能履行，運輸才有機會持續。

7.2.2 預防、應變、替代與復原的四種能力

海運韌性可以從預防、應變、替代與復原四種能力觀察。平時透過適航、維修、航行規劃、保安和風險辨識預防事故；事件發生時透過搜救、救助、港口管制、資訊通報及跨機關協調降低損害；運輸中斷時運用替代航線、船舶、港口、貨物來源、庫存與契約維持必要供應；危險過後再修復基礎設施、檢討制度與更新演練。四種能力在事件中可以交疊運用，替代運輸也可能在原有設施復原前便已啟動。

船舶與航線的替代能力，最後還要接上相容的港埠設施。原油、LNG、煤炭、礦砂及糧食分別使用不同的泊位、管線、儲槽、堆場和筒倉；保險與運送契約則決定航商能否實際執行替代航次。船舶願意承運、港口能夠卸收、岸上物流接續配送，三者串起必要物資的持續供應。

這些能力在平時建立，也在壓力下顯現。通聯、替代監控、備用電力與跨機關支援，經由演練留下可比較的作業紀錄；政府與業者再據此辨認哪些功能能夠延續，哪些安排需要補強。

7.3 把全球風險轉化為可以驗證的臺灣整備能力

7.3.1 沿著風險源頭檢查航運持續運作的條件

臺灣討論能源商船與重要物資供應時，往往先問護航艦艇與港口能量；貨物來源、購買契約、船籍與船員、船東指示、保單條件及航商風險判斷，共同決定一艘能源商船能否真正啟航並持續靠港。若某條航線在灰色地帶壓力下減班，實際原因可能是船舶安全評估、保險除外條件、外籍船東的營運指示或港口無法接卸，也可能同時存在。政府掌握各環節的決策者與資訊來源，便更有能力辨認實際失效的環節。

跨機關整備沿著不同事件的危險特性分工。船舶遭受武裝攻擊，涉及保安通報、航行安全與應變；海上難民船翻覆，需要搜救協調、醫療與下船安排；LNG 船發生洩漏，需要燃料專業、緊急停卸和港區防護；衛星定位異常則需要獨立雷達、目視、岸際監測與電子證據保存。這些任務需要多個單位分工，並在事前確定合作程序、通訊語言與責任界線。

7.3.2 整備成效要能由實際演練與數據檢驗

海運韌性可以由替代船舶到位時間、備援泊位可處理的船型與貨種、接收站可支撐的卸收量、搜救資源抵達時間及 GNSS 失真後獨立確認船位的能力衡量。外籍船長理解海巡與港口廣播的程度、保安服務的實際可用性、合法執法程序與可履行的商業契約，也會影響應變的效果。這些資料讓整備成果從制度宣示轉化為可檢驗的現場能力。

從全球風險到船舶事故、從陸地戰爭到海上難民、從 COP 到新燃料安全，都說明海事安全與保安事件具有跨領域的根源及後果。沿著事件追索成因、辨認相互作用，再以

航運、人命與環境後果檢驗制度成效，全球風險便逐步連到臺灣可以執行及驗證的整備工作。

後跋　把教訓留給下一次航行

事故的影像常有驚人的力量。傾倒的橋式起重機、燃燒的貨櫃、擱淺岸邊的船骸，會短暫占據人們的目光；一艘載著難民的船在海上翻覆，更讓遙遠的戰爭與迫害，突然變成眼前的人命問題。新聞漸漸淡去以後，傷者可能仍在復健，家屬仍在等待答案，海岸的清理和船舶的修復也尚未結束。對外界而言，事故終究被歸入年份、船名與調查案號；對置身其中的人，那一天可能是一生的分界。事故資料記錄速度、壓力與損害；一個家庭所承受的失去，還有難以量化的重量。

唐代魏徵在《諫太宗十思疏》寫道：「求木之長者，必固其根本；欲流之遠者，必浚其泉源；思國之安者，必積其德義。」這段話提醒人們，想要枝葉繁盛，得先照顧根本；希望水流長遠，得先疏通泉源。研究海事安全與保安也是如此。追查一次碰撞，要查設備、操作與管理；理解一宗海盜事件，要看犯罪網絡與沿岸治理；處理海上難民，要回望陸地上的政治與社會處境；推動船舶低碳燃料，則要同時照顧船員、港口及環境的安全。改進建立在證據、制度與承擔責任的行動之上。

人類可以建造更大的船、開發更精密的導航設備，也可以訂立越來越完整的國際公約。技術與制度會持續改變，願意正視脆弱之處的態度則始終重要。下一次站在西子灣，看見一艘商船緩緩駛向外海，可以想到它為岸上的一粥一飯帶來物資，也想到船上還有等待返家的船員。港口照常運作，航路能夠安全通行，靠的是眾人長期而細緻的維護。《周易》所說的「安而不忘危」，到了今日仍有現實意義。願每一次事故留下的教訓，都能促成對根本問題的改進，成為下一次航行的保障。

主要參考文獻與查核來源

1. Kristiansen, S. (2005). Maritime Transportation: Safety Management and Risk Analysis. Elsevier Butterworth-Heinemann.
2. International Maritime Organization. (2008). Code of the International Standards and Recommended Practices for a Safety Investigation into a Marine Casualty or Marine Incident (MSC.255(84)).
3. International Maritime Organization. (2023, December 6). Guidelines on Places of Refuge for Ships in Need of Assistance (A.1184(33)). https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/AssemblyDocuments/A.1184(33).pdf
4. International Maritime Organization. (2023, December 6). Urging Member States and all relevant stakeholders to promote actions to prevent illegal operations in the maritime sector by the “dark fleet” or “shadow fleet” (A.1192(33)). https://www.imo.org/en/knowledgecentre/indexofimoresolutions/pages/a-2021-23.aspx
5. International Maritime Organization. (n.d.). Formal Safety Assessment. https://www.imo.org/en/ourwork/safety/pages/formalsafetyassessment.aspx
6. International Maritime Organization. (1988/2005). Convention for the Suppression of Unlawful Acts against the Safety of Maritime Navigation (SUA Convention; adopted 10 March 1988; entered into force 1 March 1992); Protocol of 2005 (adopted 14 October 2005; entered into force 28 July 2010). https://www.imo.org/en/about/conventions/pages/sua-treaties.aspx
7. International Maritime Organization. (n.d.). SOLAS XI-2 and the ISPS Code. https://www.imo.org/en/ourwork/security/pages/solas-xi-2%20isps%20code.aspx
8. International Maritime Organization. (1974). International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS), as amended (adopted 1 November 1974; entered into force 25 May 1980).

https://www.imo.org/en/about/conventions/pages/international-convention-for-the-safety-of-life-at-sea-(solas),-1974.aspx

9. International Maritime Organization. (1972). Convention on the International Regulations for Preventing Collisions at Sea (COLREGs), as amended (adopted 20 October 1972; entered into force 15 July 1977). https://www.imo.org/en/about/conventions/pages/colreg.aspx
10. International Maritime Organization. (1978). International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers (STCW), as amended (adopted 7 July 1978; entered into force 28 April 1984). https://www.imo.org/en/ourwork/humanelement/pages/stcw-convention.aspx
11. International Maritime Organization. (1973/1978). International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL), as amended (1973 Convention adopted 2 November 1973; combined 1973/1978 instrument entered into force 2 October 1983). https://www.imo.org/en/about/conventions/pages/international-convention-for-the-prevention-of-pollution-from-ships-(marpol).aspx
12. International Maritime Organization. (1979). International Convention on Maritime Search and Rescue (SAR), as amended (adopted 27 April 1979; entered into force 22 June 1985; 2004 rescue amendments entered into force 1 July 2006). https://www.imo.org/en/ourwork/safety/pages/sarconvention.aspx
13. International Maritime Organization. (1989). International Convention on Salvage (adopted 28 April 1989; entered into force 14 July 1996). https://www.imo.org/en/about/conventions/pages/international-convention-on-salvage.aspx
14. International Maritime Organization. (2007). Nairobi International Convention on the Removal of Wrecks (adopted 18 May 2007; entered into force 14 April 2015). https://www.imo.org/en/about/conventions/pages/nairobi-international-convention-on-the-removal-of-wrecks.aspx
15. Lloyd's. (n.d.). Lloyd's Open Form (LOF); SCOPIC. https://www.lloyds.com/lof ; https://www.lloyds.com/market-resources/salvage-arbitration-branch/scopic
16. International Maritime Organization. (n.d.). Frequently Asked Questions on Maritime Security. https://www.imo.org/en/ourwork/security/pages/faq.aspx
17. International Maritime Organization. (n.d.). Piracy Reports. https://www.imo.org/en/ourwork/security/pages/piracy-reports-default.aspx
18. National Transportation Safety Board. (2025). Contact of Containership Dali with Francis Scott Key Bridge and Subsequent Bridge Collapse (MIR-25-40; adopted 18 November 2025). https://www.ntsb.gov/investigations/pages/DCA24MM031.aspx
19. 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
20. United Nations. (1982). United Nations Convention on the Law of the Sea, Articles 58 and 100–110 (adopted 10 December 1982; entered into force 16 November 1994). https://www.un.org/depts/los/convention_agreements/texts/unclos/unclos_e.pdf
21. 陳彥宏(2026)。《海事安全及保安》課程教材(未公開教學資料)。
22. World Economic Forum. (2010). Global Risks 2010. https://www.weforum.org/publications/series/global-risks-report/
23. World Economic Forum. (2015). Global Risks 2015. https://www.weforum.org/publications/global-risks-2015/
24. World Economic Forum. (2019). The Global Risks Report 2019. https://www.weforum.org/publications/the-global-risks-report-2019
25. World Economic Forum. (2020). The Global Risks Report 2020. https://www.weforum.org/publications/the-global-risks-report-2020
26. World Economic Forum. (2023). Global Risks Report 2023. https://www.weforum.org/publications/global-risks-report-2023/
27. World Economic Forum. (2026). The Global Risks Report 2026. https://www.weforum.org/publications/global-risks-report-2026/

28. World Economic Forum. (2026). Overview of methodology, Global Risks Report 2026. https://www.weforum.org/publications/global-risks-report-2026/global-risks-report-2026-overview-of-methodology
29. United Nations Trade and Development. (2025). Review of Maritime Transport 2025. https://unctad.org/publication/review-maritime-transport-2025
30. 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
31. International Maritime Organization. (2025). IMO Net-Zero shipping talks to resume in 2026 (17 October). https://www.imo.org/en/mediacentre/pressbriefings/pages/imo-net-zero-shipping-talks-to-resume-in-2026.aspx
32. International Maritime Organization. (2026). MEPC 84th session, 27 April to 1 May 2026. https://www.imo.org/en/mediacentre/meetingsummaries/pages/temporary-mepc-84th-session.aspx
33. International Maritime Organization. (2025). IMO Side Event at COP30. https://www.imo.org/en/about/events/pages/imo-side-event-cop30.aspx
34. United Nations Framework Convention on Climate Change. (2015). Paris Agreement (adopted 12 December 2015; entered into force 4 November 2016). https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement
35. International Maritime Organization. (2004). Guidelines on the Treatment of Persons Rescued at Sea (MSC.167(78)).
36. International Maritime Organization, UNHCR, & International Chamber of Shipping. (2026, May). Rescue at sea: A guide to principles and practice in the context of refugee and migrant movements (revised ed.). https://www.imo.org/en/mediacentre/pressbriefings/pages/revised-rescue-guide.aspx
37. United Nations High Commissioner for Refugees. (2006). The Tampa Affair: Interception and rescue at sea. https://www.unhcr.org/publications/state-worlds-refugees-2006-chapter-2-safeguarding-asylum-box-2-3-tampa-affair
38. 陳彥宏、黃欣欣(2026)。《商船停止航行之前：灰色地帶行動下臺灣能源海運系統的失效鏈、風險演化與韌性治理》。《台灣海事安全與保安研究學刊》，17(4)。
39. 陳彥宏(2026)。《當海上船舶位置不可信賴時：船位欺騙、海事安全與海上治理的信任危機》。《台灣海事安全與保安研究學刊》，17(6)。