



李宜樺

資誠永續發展服務公司 董事長
資誠聯合會計師事務所 ESG 負責人
eliza.li@pwc.com



陸運嫻

資誠永續發展服務公司 協理
分機：22410
Louisa.p.lu@pwc.com



黃毓仁

資誠永續發展服務公司 經理
分機：23652
jack.tw.huang@pwc.com

建構航運業碳管理韌性

隨著全球淨零碳排的浪潮迅速席捲，航運業——這個支撐國際貿易的核心產業——正面臨前所未有的轉型挑戰。過去，碳管理或許只是合規的「加分題」，如今卻已成為航運企業生存與競爭的「必考題」。面對國際海事組織（IMO）淨零政策，以及歐盟排放交易體系（EU ETS）、**FuelEU Maritime** 規範等新規上路，航運企業必須從策略、技術到財務三方面同步布局，才能在這場全球減碳競賽中穩健前行，建構真正具韌性的低碳運輸營運模式。

全球政策推動下的碳管理新局：航運業結構性轉折點

全球淨零趨勢下，航運業面臨多重挑戰

一、國際海事組織（International Maritime Organization, IMO）於 2023 年 7 月採用《2023 IMO Strategy on Reduction of GHG Emissions from Ships》¹，設定 2030 年每單位運輸工作之碳強度相較於 2008 年須降低 40%、2050 年須達成淨零排放的目標，並預計 2028 年推出《淨零框架（Net-Zero Framework, NZF）》，導入碳定價與獎勵制度，為產業帶來更明確的政策方向，加速技術創新與燃料轉型。

為了實現上述藍圖，IMO 已導入具體管理工具；其中，現行實施的碳強度指標（Carbon Intensity Indicator, CII）規範，已對航運效率造成直接壓力。CII 以年度

¹ <https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Environment/Documents/annex/MEPC%2080/Annex%2015.pdf>

碳排放效率分為 A 到 E 五個等級，評級不佳者須提出改善作為，迫使航商將碳管理績效視為「現在進行式」的營運議題。

二、歐盟自 2024 年起將航運業納入歐盟排放交易體系 (European Union Emissions Trading Scheme, EU ETS)，碳排放從環境議題，擴展至影響營運成本的財務項目，企業需面對碳配額購買及價格波動等挑戰。歐盟所發布的《歐盟海運燃料規章》(FuelEU Maritime) 則要求船舶燃料所排放的溫室氣體強度逐年下降，並引入「合規池 (Compliance Pooling)²」制度，降低航運業者因超額排放所產生的額外成本並提高投資高能效船舶的誘因。

航運業正面臨更嚴格的減排規範與成本壓力：

- IMO 導入碳排放效率評比並規劃淨零框架
- 歐盟將航運業納入 EU ETS，碳排放量將影響營運成本
- 綠色航運走廊提供創新減碳計畫

三、全球航運論壇 (Global Maritime Forum) 所推動的「綠色航運走廊 (Green Shipping Corridors)」³則成為減碳創新試驗場，截至 2024 年底，全球已有超過 60 條綠色航線啟動，吸引近 250 個利益相關者參與；綠色走廊透過指定低碳燃料、港口岸電⁴、標準化碳排放報告等措施，成為技術、政策與商業模式創新的平台，加速產業邁向低碳未來。

上述政策及舉措共同揭示一個趨勢：

未來的航運減碳不再是單一企業或單一技術問題，而是需要跨船隊、跨港口、跨燃料供應鏈的系統性轉型。

從數據到決策：碳盤查作為韌性治理的基礎能力

建構碳管理韌性的第一步，即是掌握正確且一致的碳排放計算方法。航運業碳盤查需依據國際標準執行，以確保數據具備透明度與可查驗性，常見航運業碳排放盤查標準包括 GHG Protocol (組織層級)、ISO 14064-1 (組織層級)、ISO 14067 (產品層級) 與 ISO 14083 (運輸活動碳強度)，分別適用於不同層級與場域的碳排放盤查。航運業碳排放主要來自以下三大場域：

1. 辦公與營運設施：組織層級需考量如天然氣、冷媒、滅火器、自有燃油與電動車輛、用電、供暖等排放源，其中用電的盤查須考量所在地電網再生能源使用情形。
2. 碼頭與貨櫃堆場：涵蓋吊裝機具、場內拖運、冷鏈管理與岸電系統使用等，若進行產品或運輸層級碳盤查，建議以每 20 呎標準貨櫃 (TEU) 或每貨物噸作為碳強度指標，並明確定義盤查邊界。

² 「合規池」係 FuelEU Maritime 所設之自願性機制，允許多艘船舶在同一年度以池為單位合併計算總溫室氣體排放量。相較於法規所定之船舶溫室氣體排放限值，低於限值而產生合規盈餘 (surplus) 的船舶，得將該盈餘分配予高於限值而產生合規缺口 (deficit) 的船舶，於池內進行抵銷；經合併計算後，只要池內所有船舶總溫室氣體排放量符合法定限值，即視為達成合規，即使池內部份船舶的排放量高於限值。被劃入合規池之船舶，得來自不同船舶公司，增加航運業使用此機制的彈性。

³ <https://globalmaritimeforum.org/green-corridors/>

⁴ 岸電系統係指提供停靠岸邊船舶所需電力的相關設施，以節省停靠船舶的燃料消耗量。

3. 船舶航行階段：需詳細蒐集每一航次的燃料使用、載貨重量、裝載率與航線距離等資料，並建立燃料箱至尾流⁵ (Tank-to-Wake, TTW) 與井到尾流⁶ (Well-to-Wake, WTW) 兩種排放資訊，以利營運管理與報導揭露。

由於碳盤查涉及多個場域與複雜的資料，若缺乏統一架構與數位化工具，容易導致重複收集、耗費人力，甚至影響揭露品質，進而導致法遵風險。數位化碳盤查系統為航運業建構碳管理韌性的核心，其價值不僅在於效率，更在於能將排放數據轉化為決策有用性的管理資訊，該系統須具備自動匯入功能，如可匯入航行紀錄、燃料使用、岸電等資料並輸出視覺化、可查驗的碳排放數據與憑證資料以符合第三方查證與永續報導標準（如 IFRS S2），讓管理階層能在船隊汰換與碳成本轉嫁等關鍵決策上，有一套一致且可追溯的數據依據。

航運業應導入數位化系統，按國際標準盤查三大場域的碳排資訊，以符合第三方查證與永續報導之要求，同時提供可靠的決策基礎，推動更精準且更具韌性的減碳策略。

數位化碳盤查系統設計應具備可擴充性，例如支援黑碳⁷排放計算，以因應未來法規變動與企業成長，並可逐步向外延伸導入供應商與產業夥伴的資訊，提升跨界協作效率。總結來說，航運業的碳盤查系統建議以 ISO 14064-1 為總架構基底，逐步導入 ISO 14083 與 14067，整合數據並將減碳責任細分至船隊與相關權責部門，因此航運企業才能進一步規劃更細緻的碳管理策略，將數據盤查與數位系統轉化為優先投資項目與營運策略，建立具韌性的碳管理體系。

打造碳管理韌性的三階段策略

碳盤查為打造碳管理韌性的基石，在面對全球減碳加速推進與技術選擇多元化的挑戰，航運業需採取分階段策略，逐步建構碳管理韌性，以確保合規、降低風險並提升競爭力。企業可參考 DNV 發布之《Maritime Forecast to 2050》、IMO 之《MEPC 決議》⁸與《GHG Strategy》、EU ETS 與 FuelEU Maritime⁹法規解析，整合相關碳管理策略，以因應全球減碳法規加速推進與市場變動。策略可分為三個階段：

第一階段：效率提升與文化轉型（永續韌性）

企業可透過優化新船舶的設計、航速管理、數位監控與船員行為的改變，達成減碳目標，例如，投資使用新能源的船舶並積極汰換效率較差的船舶；調整航速（slow steaming）可有效降低燃料消耗與碳排放；導入船舶自動化監控系統，能即時掌握燃料效率與異常狀況，提升營運效率。

減碳不僅是技術問題，更是文化轉型的契機，航運業的減碳並不容易，往往涉及長期且可觀的成本投入，因此航運企業更需要將碳管理納入營運策略與績效指標，從管理層到第一線員工都能理解減碳的重要性，透過 Top-Down 的永續驅動力，才能有效地推動減碳行動，建議可優先將碳排放減量績效納入高階主管獎酬機制並定期舉辦永續培訓，提升全員減碳意識與文化。

⁵ 燃料從載具油箱被消耗、經引擎轉換為推進與機載用能，直到排放於尾流（尾氣/尾跡）所造成的排放與能耗。

⁶ 燃料從資源取得到進入油箱加上運行階段的全生命週期總排放範圍。

⁷ 大氣懸浮微粒是當前大氣環境中主要污染物之一，其中黑碳為空氣中懸浮的微小碳粒。

⁸ <https://www.imo.org/en/knowledgecentre/indexofimoresolutions/pages/mepc.aspx>

⁹ <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/1805/oj>

第二階段：法規因應與財務整合（治理韌性）

隨著全球法規趨嚴，企業需建立完整碳盤查及碳配額管理機制，並將碳管理納入財務規劃的考量。以歐盟 EU ETS 為例，航運公司需購買碳配額，碳價波動將直接影響營運成本。企業可透過財務模型預測碳價格波動對營運的影響，調整資本支出與合約條款，並考慮碳權交易、綠色融資等財務創新工具，以提升企業的財務韌性。此外，碳管理也成為企業融資與保險的新指標，越來越多銀行與保險公司將碳績效納入授信與承保條件，推動航運業加速減碳。

第三階段：燃料轉型與風險管理（營運韌性）

中長期而言，燃料轉型是達成淨零目標的關鍵，企業需尋求零碳燃料與替代能源（如氨、綠氫、生質燃料與綠電），評估技術成熟度與供應鏈穩定性，建立多元燃料策略分散風險。同時，企業需強化與港口、燃料供應商及技術開發者的合作，打造跨界生態系支援長期轉型。例如，歐洲多個港口已建置氨與甲醇加注設施，並與航運公司共同開發低碳航線，形成減碳聯盟；燃料轉型過程中，企業需面對技術不確定性、供應鏈波動與政策變動等風險。建議企業建立多元燃料組合，並持續關注國際法規與市場趨勢，靈活調整策略。

航運業打造碳管理韌性三階段：

1. 提升船舶效率與建立永續文化
2. 整合碳管理與財務策略，並採用創新財務工具
3. 推動燃料轉型並強化跨界合作。

驅動商業價值與財務可得性

碳管理不僅是成本控制，越來越多航運業者將低碳轉型視為創造商業價值的關鍵策略，航商更積極投入低碳燃料，藉此吸引更多具永續意識之貨主與投資人，如 IKEA 透過「Cargo Owners for Zero Emission Vessels」平台承諾，自 2040 年起僅採購零排放海運服務，並已在最新海運招標中要求供應商提供碳排放減量方案，成功將海運碳排放降低近 30%¹⁰、¹¹；Unilever 亦推動「Supplier Climate Programme」¹²，要求供應商揭露碳足跡並制定減碳計畫，將永續表現納入合作條件。航運公司若能率先建立透明、可查驗的碳管理體系，將在競爭中脫穎而出。

此外，碳管理也帶來財務創新機會。例如，綠色融資、永續保險與碳信用交易等新興工具，為企業提供資金與風險管理新選項。以新加坡為例，當地政府積極推動綠色金融，提供低碳船舶貸款利率優惠，鼓勵企業投資減碳技術。這些政策不僅降低企業轉型成本，也加速產業升級。

從合規到競爭力，航運業的永續新篇章

航運業的碳管理已從合規走向競爭力核心，透過標準化方法、數位化系統與分階段策略，企業不僅能因應法規與市場變動，更能在全球減碳浪潮中建立真正的韌性，將減碳行動轉化為永續發展與商業價值的雙重成果。

¹⁰ <https://www.imo.org/en/knowledgecentre/indexofimoresolutions/pages/mepc.aspx>

¹¹ <https://www.supplychainedive.com/news/ikea-carbon-emission-reduction-ocean-shipping-tpm24-long-beach-california/709370/>

¹² <https://www.supplychainedive.com/news/ikea-carbon-emission-reduction-ocean-shipping-tpm24-long-beach-california/709370/>



展望未來，碳管理將成為創造價值的關鍵策略，引領航運業邁向更具韌性與永續的未來。企業唯有主動擁抱變革，積極投資技術創新與跨界合作，才能在全球減碳競賽中立於不敗之地。航運企業應及早規劃碳管理藍圖，整合內外部資源，打造數位化、標準化與財務可行的低碳運輸模式，攜手產業夥伴共創永續新局。

如您對企業永續發展有任何問題，竭誠歡迎您與資誠永續聯繫：

陸運嫻 協理 louisa.p.lu@pwc.com (02) 2729-6666 #22410

朱承平 協理 steven.chu@pwc.com (02) 2729-6666 #21739