

114年「國際海事公約及趨勢動態掌握與因應分析」

A-2_114年4月-趨勢報告

全球航運脫碳與替代燃料進展

The Progress in Global Maritime Emissions and Alternative Fuels



4/30/2025

Content

IMO 2023年
溫室氣體減排策略

波賽頓原則
(POSEIDON PRINCIPLES)

替代燃料的選擇與現狀

安全評估與
法規框架制定

海事產業能源轉型和
數位轉型的進展評估

替代燃料的選擇與現狀

國際海事組織 (IMO) 2023年溫室氣體減排戰略

- 背景與國際目標：
 - 依循《巴黎協定》將全球平均氣溫升幅控制在低於 2°C 並努力限制在+/- 1.5°C 之內的長期目標邁進。
 - **IMO**：為減少國際航運的溫室氣體排放，並盡可能逐步淘汰化石燃料造成的溫室氣體(GHG)排放，支持零排放或近零排放燃料基礎設施，以及優化物流產業鏈。
- 減排目標：
 - 「在 2030 年國際航運年碳排放總量比 2008 年減少至少 20%，力爭減少 30%」
 - 「在 2040 年國際航運年碳排放總量比 2008 年減少至少 70%，力爭減少 80%」
 - 零或近零溫室氣體排放技術、燃料和/或能源的使用應至少占國際航運能源消耗的5%，並爭取達10%。
 - 最終目標是爭取 2050 年左右實現國際航運的淨零排放。
- 發展脈絡：
 - **IMO**早在1997年就通過了第一份關於二氧化碳排放的決議 (第8號決議)
 - 2018年MEPC 72 通過了《減少船舶溫室氣體排放初始戰略》 ([RES. MEPC.304\(72\)](#))
 - 2021年MEPC 76 通過《國際防止船舶污染公約》 (**MARPOL**) 附則VI (防止船舶空氣污染規則)修正案，以初始戰略為基礎，更進一步
 - 為2023年的修訂策略奠定了基礎。



國際海事組織 (IMO) 2023年溫室氣體減排戰略

- 2023年GHG減排戰略(2023 IMO GHG戰略)內容：
 - 為成員國設定未來國際航運的減排的目標標準和指導原則，包括候選的中期、長期戰略措施，各項工作階段可能的期程，以及對各國的影響。
 - 強調國家能力建設、技術合作和研發 (R&D) 等支持性措施，並指出了相關障礙。
 - 時間表：預計於**2026年1月1日**前完成對現有碳強度減排措施 (**EEXI**和**CII**) 的審查。
 - 預計在**2026年**春季批准相關措施。
 - 預計在批准措施後**16個月** (**2027年**) 生效。
 - 預計在**2027年**夏季啟動對**2023年IMO**溫室氣體策略的審查，並在**2028年**秋季最終確定並通過**2028年IMO**溫室氣體減排策略。



國際海事組織 (IMO) 2023年溫室氣體減排戰略



- **2023 IMO GHG戰略** 明確指一籃子候選中期措施應在 **2025** 年底前定案並通過，包括：
 - **技術要素(a technical element)**：
以目標為基礎的船舶燃料標準 (**goal-based marine fuel standard**)，逐步降低船用燃料的溫室氣體強度 (**GHG intensity**)
 - **經濟要素(an economic element)**:目的是為航運業的能源轉型提供經濟誘因，鼓勵航運公司提高船舶效能，或使用綠色燃料。
 - **MEPC 83**同意未來將提出財政激勵措施，為低排放船舶提供商業優勢，以及為擴大低碳燃料生產提供資金機制。



波賽頓原則(POSEIDON PRINCIPLES)：航運脫碳進程

- **推動承保決策的轉變：** Victor Insurance預見，隨著時間的推移，氣候一致性將成為投資組合決策中更關鍵的核心承保因素。這表明波賽頓原則正在促使保險公司將**氣候風險和減排目標納入其業務考量**。
- **支持客戶的轉型：** Gard表示，其今年的氣候一致性評分顯示仍要繼續努力，但對客戶的積極參與而受到鼓舞，並致力於在每個階段提供支持。Skuld也表示，透過新的服務倡議和完整的投資組合概況，他們可以更好地減輕船東的轉型風險並支持脫碳工作。
- **鼓勵產業利害關係者採取行動：** 作為聯盟成員，Hydor的主要角色是積極鼓勵海事產業的利害關係者和參與者與波賽頓原則保持一致。這有助於在海事部門建立對永續發展的集體承諾。Lockton Marine也透過提供指導和建議來積極支持波賽頓原則及其簽署方。
- 總體而言，波賽頓原則提供成員們一個**共同的氣候報告和評估框架**以促進航運業的脫碳進程。這增加了資訊透明度，鼓勵保險公司將氣候賽頓原則透過為海事保險業目標納入其決策，並支持其客戶向更永續的營運模式轉型。



替代燃料的選擇與現狀

Alternative fuels



各種綠色船用燃料的優劣和發展現況

燃料類別	優勢	缺點	發展現狀
生物柴油 (bio-diesel) : 一般利用植物油、廢油或動物油脂製造	<ul style="list-style-type: none"> 生產技術成熟，供應相對穩定 視乎生產原料，純生物柴油的碳排放量可較普通柴油低八成 生物柴油可直接混於柴油使用。視乎生物柴油的混入比例，現存的加注設備及船舶可直接使用，無須改裝引擎及貯油艙等 目前成本比其他綠色船用燃料低 	<ul style="list-style-type: none"> 視乎混入比例，生物柴油燃料在使用時所產生的碳排放仍會較其他綠色船用燃料為多 因部份生物柴油產自糧食，且與可持續航空燃料的生產原料相同，所以未來持續供應量某程度上取決於生產原料上的競爭 在水中會快速降解以及凝點較高，可能導致濾網堵塞或低溫下燃料流動不佳 	<ul style="list-style-type: none"> 香港本地及內地已有生產生物柴油 香港業界已可為船舶供應 B5（即純生物柴油含量為 5%）至 B24（即純生物柴油含量為 24%）的生物柴油燃料
液化天然氣 (liquefied natural gas / LNG) : 大部份目前使用的液化天然氣屬化石燃料，但甲烷（即液化天然氣的實際化學成份）亦可透過生物質厭氧消化（生物液化天然氣 (bio-LNG)），或利用二氧化碳、綠氫和可再生電力化學合成（合成液化天然氣 (e-LNG)）製造	<ul style="list-style-type: none"> 生物液化天然氣的生產技術較成熟，潛在供應量多 不具毒性及腐蝕性，安全風險較綠色甲醇、氫氣、綠氨等低 視乎生產原料，液化天然氣的碳排放量可較普通柴油低九成。即使使用化石液化天然氣，亦可減低約兩成碳排放量 化石液化天然氣已在國際間大量交易，價格雖不穩定，但較其他綠色船用燃料為低。生物液化天然氣的價格同樣相對便宜 	<ul style="list-style-type: none"> 液化天然氣的蒸氣高度易燃 必須以極低溫度（約攝氏 -162 度）貯存，需改造或新建加注基礎設施及船舶才可處理及使用 體積密度較低，加上須低溫貯存，所需貯存空間約為傳統燃料的三倍 燃燒液化天然氣時可能排放未燒盡的甲烷，產生額外溫室氣體 合成液化天然氣的價格十分高昂 	<ul style="list-style-type: none"> 生物液化天然氣的厭氧消化技術相對成熟，目前多為小型項目，但產能潛力巨大 合成液化天然氣的技術尚未成熟，產能規模較小 作為過渡燃料，不少港口已可為船舶提供化石液化天然氣 使用液化天然氣的船舶數量正逐漸增加
綠色甲醇 (green methanol) : 可透過生活廢物、生物質及生物甲烷製造（生物甲醇 (bio-methanol)），或利用二氧化碳、綠氫和可再生電力化學合成（合成甲醇 (e-methanol)）	<ul style="list-style-type: none"> 在常溫常壓下為液態，現有用於液態燃料加注的基礎設施可在進行一定改造後繼續沿用 碳排放量可較普通柴油低九成 適用於大部分香港進出船舶 	<ul style="list-style-type: none"> 易燃及具高度毒性，且火焰不易被察覺 體積密度較低，所需貯存空間約為傳統燃料的兩倍 綠色甲醇的價格目前十分高昂 	<ul style="list-style-type: none"> 目前生物及合成甲醇產能較低，但隨着技術成熟，預計產能將快速增長，內地將為一大產地 目前運作的綠色甲醇動力船舶較少，但已有不少新造或將現有船舶改裝為綠色甲醇動力船舶的訂單
氫氣 (hydrogen) : 透過利用可再生電力電解水份製成	<ul style="list-style-type: none"> 生產原料供應充足，生產基本只受可再生電力發展規模限制 碳排放量可較普通柴油低超過九成 	<ul style="list-style-type: none"> 高度易燃，在高濃度下有爆炸風險 須以極低溫（攝氏 -253 度以下）及高壓環境貯存 體積密度較其他綠色船用燃料更低，佔用空間甚大 	<ul style="list-style-type: none"> 生產技術成熟，但氫動力船開發處於初期階段，正在運作及訂造的氫動力船舶數量甚少
綠氨 (green ammonia) : 利用電解水或綠氫，以及空氣中的氮氣化學合成	<ul style="list-style-type: none"> 供應只受可再生電力發展規模限制，不須依賴其他原料 碳排放量可較普通柴油低超過九成 	<ul style="list-style-type: none"> 具腐蝕性、爆炸性及高度毒性 須壓縮或冷卻（攝氏 -33 度）才可作為液體處理 體積密度較低，佔用空間較大 主要適合較大型船舶 	<ul style="list-style-type: none"> 生產技術較成熟，預計在歐洲將大幅增長 氫動力船舶開發處於初期階段，正在運作及訂造的氫動力船舶數量甚少

4/30/2

1 生命週期涵蓋燃料生產、運輸、提煉、燃燒等程序。

資料來源：香港特別行政區運輸及物流局(2024)，[《綠色船用燃料加注行動綱領》](#)，頁10-11。

替代燃料的選擇與現狀

Alternative fuels



香港統計截至2024年9月已下訂新造船，使用替代燃料之船舶數量如下：

目前正在運作的可使用綠色船用燃料的遠洋船數目及訂單數目

燃料類別	已在運作的遠洋船舶	近期需求擴展能力
液化天然氣	逾 600 艘	逾 560 艘在 2033 年前交付
綠色甲醇	逾 50 艘	逾 310 艘在 2029 年前交付（主要為改裝船）
氫氣	不足 10 艘	約 20 艘在 2029 年前交付（主要為使用氫電池而非內燃機的船舶）
綠氨	2 艘	約 25 艘在 2027 年前交付
生物柴油	目前所有使用重油的遠洋船均可使用低濃度生物柴油燃料	

資料來源：香港特別行政區運輸及物流局(2024) · [《綠色船用燃料加注行動綱領》](#)。

安全評估與法規框架制定

Safety Assessment and Regulation Frameworks Development



使用替代燃料(含氨和氫等)也需評估新的安全挑戰，各國港口相關計畫方案及法規框架仍在持續發展中：

- **荷蘭鹿特丹碳排**目標 2030 年將碳排放量降至 1990 年度排放量的55%並在 2050 年達至碳中和。
 - 正興建基礎設施及優化綠色船用燃料的供應鏈，並為使用低碳燃料（如合成甲醇、合成氨等）的船舶提供港口費優惠。
 - 碳捕捉和封存技術(Carbon capture and storage, CCS)荷蘭鹿特丹港和北極光計畫(Northern Lights)的挪威奧斯陸港和卑爾根港已積極參與CCS技術和市場。
 - 目前可為船舶加注生質柴油、液化天然氣、綠色甲醇等船用燃料，以及為小型船舶加注氫氣。後續會提高綠色甲醇及綠氨方面的加注能力。
- **韓國蔚山港**已發表蔚山港碳中和路徑圖，目標為於 2050 年實現港口零碳排放。
 - 正積極落實其港口基礎建設，加強處理液化天然氣的能力及為提供氫氣加注作部署，以及建立碳中和的港口生態圈。
 - 其亦為使用液化天然氣及低硫燃料的船舶提供港口費減免。
 - 目前已完成液化天然氣及綠色甲醇加注的示範作業。

資料來源：香港特別行政區運輸及物流局(2024)，[《綠色船用燃料加注行動綱領》](#)

安全評估與法規框架制定

Safety Assessment and Regulation Frameworks Development



使用替代燃料(氨和氫等)也需評估新的安全挑戰，各國港口相關計畫方案及法規框架仍在持續發展中：

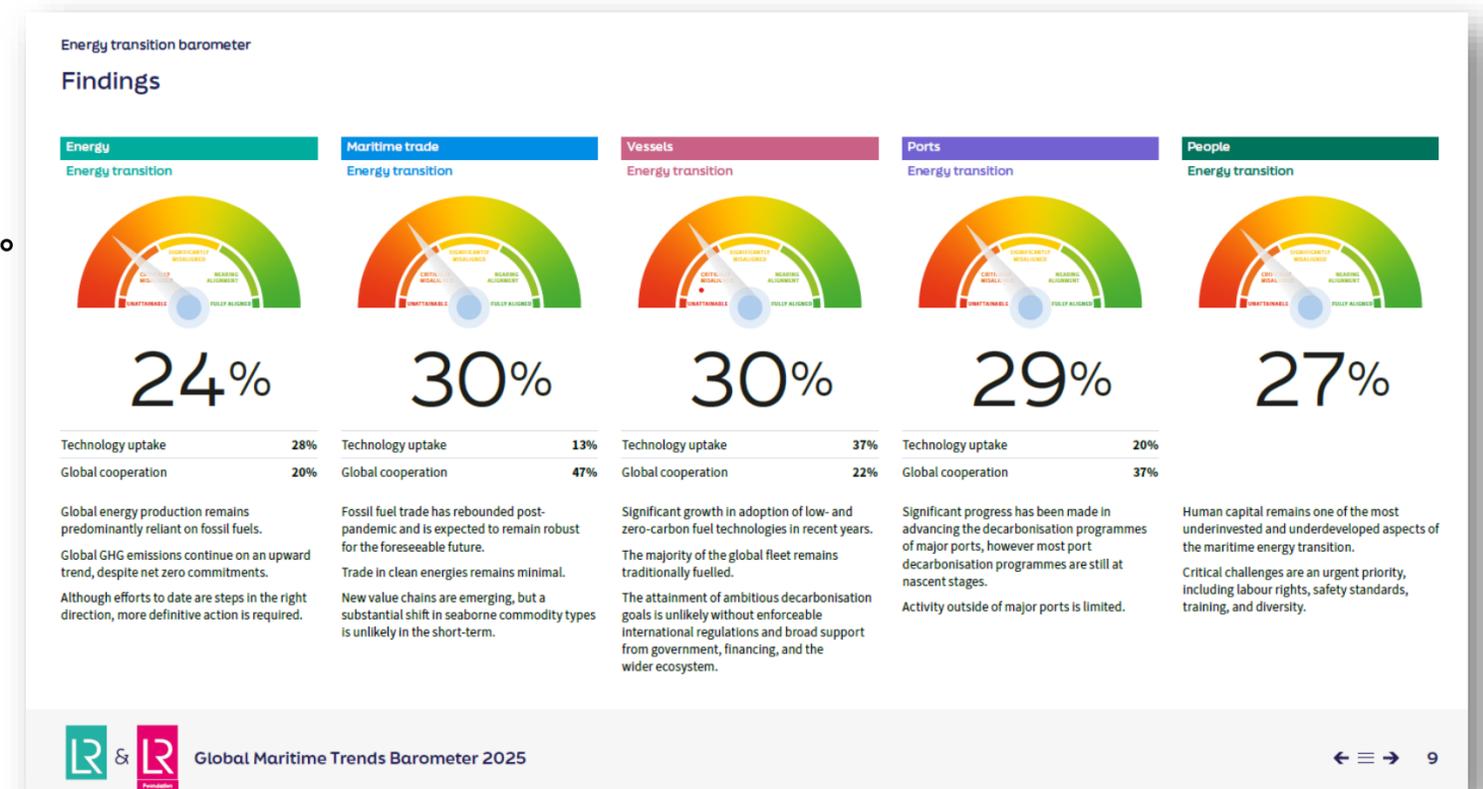
- 中國於2023年年末發表《船舶製造業綠色發展行動綱要》以提高航運綠色燃料發展。
- 南沙及上海亦已完成船對船綠色甲醇燃料加注示範，而南沙亦於2024年完成首次生質柴油加注作業。
- 上海浦東《浦東新區綜合改革試點實施方案(2023-2027年)》，以優化科技創新管理機制和資源配置，建立新的體制機制以吸引世界各地高端人才加入。
- 上海洋山港以推動其航運燃料綠能轉型，並於臨港新片區發起綠色航運產業聯盟開放平台，於2022年發布了試行的中國（上海）自由貿易試驗區臨港新片區國際航行船舶保稅液化天然氣加注試點管理辦法(試行)。於2024年10月發布了《上海市推動國際航運燃料綠色轉型工作方案》通知。
- 香港也已於2024通過《2024年船舶法例（燃料使用及雜項修訂）條例》，允許船隻安全使用各種新燃料。
 - 香港海事處將分別於2024年內及2025年內完成制定液化天然氣及綠色甲醇加注的工作準則。
 - 將設立專責小組，為有意落戶香港的綠色航運機構提供一站式服務，簡化綠色船用燃料加注的審批程序。

資料來源：香港特別行政區運輸及物流局(2024)，《綠色船用燃料加注行動綱領》

海事產業能源轉型和數位轉型的進展評估



- 英國勞氏 LR 《2025年全球海事趨勢晴雨表》對海事產業在能源轉型和數位轉型方面朝向淨零排放目標的進展進行了首次綜合研究和評估。蒐集的數據經過同行評審和資訊來源收集資料，以進行定量評估。**能源部份**例如，為評估化石燃料海運貿易的發展情況，收集並分析了原油和石油產品、動力煤和天然氣的貿易量資料。
- 每個指標都根據與淨零目標的契合度進行了評估，根據實現目標所需的變化方向和速度，在 0 到 10 的範圍內進行評分。
- 儘管過去十年在提高營運能源效率方面有所進展，替代燃料船舶的訂單也在增長（2024年增長超過50%），但目前全球替代燃料的需求佔比仍然太少。
- 液化天然氣（LNG）是目前主要的替代燃料選擇，其次是甲醇。
- 綠色航運走廊專案仍持續增加，反映出業界對脫碳重要性的日益認識，但港口整體發展與穩定仍需要相當長的過程。
- LR的報告顯示目前全球海事產業在能源轉型的所有五個關鍵支柱（能源、船舶、海運貿易、港口、人員）等相關指標，顯示都處於「嚴重錯位」（Critically Misaligned）的狀態。



海事產業能源轉型和數位轉型的進展評估



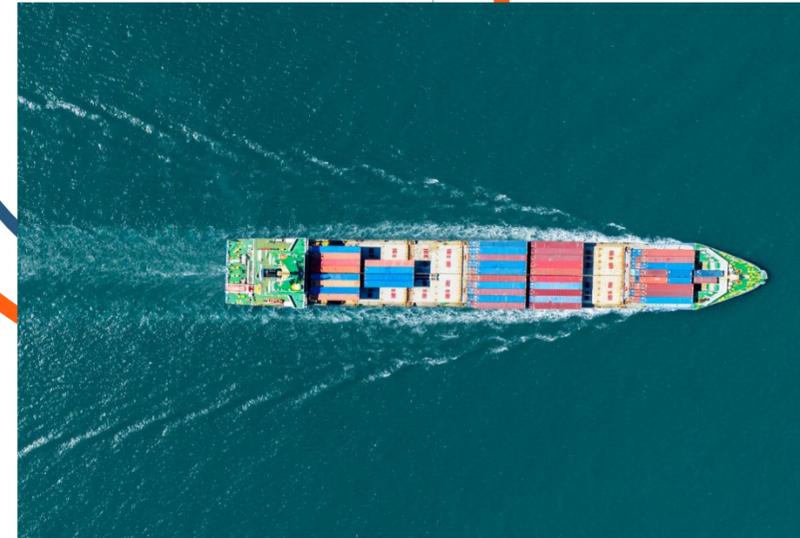
- **數位化部分**，則評估能源、海運貿易、船舶、港口和人員：
 - 能源：將數位化轉型與行業目標相結合，以提高能源效率和可持續性。
 - 海運貿易：海運商業過程中採用數位技術以簡化運營並優化貿易活動。
 - 船舶：行業實施數位解決方案以提升船舶性能、安全性和永續性。
 - 港口：港口在採用數位基礎設施和技術創新方面的進展。
 - 人員：推動數位化轉型的勞動力，衡量數位技術的採用率及其對船員的影響。
- 數位化轉型缺乏像能源轉型晴雨錶所使用的國際公認的 2050 年目標和 2030 年檢查點這樣的參考點，為此 LR 專家小組經召集，為每個領域定義較理想的 2030 年目標。

- 在數位轉型方面則是「顯著錯位」(Significantly Misaligned)，海事部門在採用實現與陸地辦公和居住環境到2030年達到同等水平所需的數位技術方面進度落後，預示著到2030年能源轉型將會延遲。



後續行動建議

- 仍需關注IMO的中期減排措施的談判成果和最終決議。
- 政府機關應適時評估潔淨航運燃料標準等政策工具，在推動本地航運減排方面的潛力。
- 應鼓勵航運企業加大對替代燃料和節能技術的研發和投資。
- 鼓勵措施是一個多層次、多面向的體系。從全球層面的IMO監管框架和潛在經濟機制，到國家/區域層面的法定要求（如EU ETS），再到港口和地方層面提供的財政激勵（如費用減免、補貼、稅務優惠）和非財政/市場促進措施（如優先使用、簡化流程、標準制定、人才支持、合作平台）
- 全球各地的主要港口正積極部署，為綠色船用燃料加注服務做準備，例如，新加坡、荷蘭鹿特丹、中國香港、深圳、上海、南沙已建立LNG加注基礎設施，然而綠色船用燃料加注面臨從技術準備、安全管理、基礎設施建設到市場成熟度、人才培養以及成本等多方面的複雜挑戰，建議需要建立公司協作，仍需要一段時間來規劃。
- 國家層面可先制定航運綠能戰略，並參與國際合作，或建立合作協議，其在現有燃料（如LNG）基礎上，積極發展未來燃料（如綠色甲醇和綠氨）的加注能力，透過參與國際綠色航運合作，共同構成了其在全球綠色航運版圖中的關鍵角色。



參考資料



1. ABS. 2025. ABS Technology Trends: Exploring the Future of Maritime Innovation. <https://ww2.eagle.org/content/dam/eagle/publications/whitepapers/technology-trends-web-spreads.pdf>
2. International Maritime Organization (IMO). RESOLUTION MEPC.377(80) (adopted on 7 July 2023) 2023 IMO STRATEGY ON REDUCTION OF GHG EMISSIONS FROM SHIPS. [https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/MEPCDocuments/MEPC.377\(80\).pdf](https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/MEPCDocuments/MEPC.377(80).pdf)
3. Linda Sigrid Hammer Marius Leisner (DNV). 2025. SAFE INTRODUCTION OF ALTERNATIVE FUELS. Focus on ammonia and hydrogen as ship fuels. <https://ureaknowhow.com/wp-content/uploads/2025/04/2025-DNV-Ammonia-and-hydrogen-as-ship-fuels.pdf>
4. Lloyd's Register(LR). 2025. Global Maritime Trends Barometer 2025. <https://www.lr.org/en/knowledge/research/global-maritime-trends/>
5. Poseidon Principles. 2024. Technical Guidance – Version 2.0 including Appendix 6 on use of modelled data. <https://www.poseidonprinciples.org/insurance/wp-content/uploads/2021/12/Poseidon-Principles-for-Marine-Insurance-Technical-Guidance.pdf>
6. Poseidon Principles for Marine Insurance. 2025. Third Annual Disclosure Report. https://assets.ctfassets.net/gk3lrimlph5v/18rX2GdWadkaCVDLPxzJi/993bd26c57014f1f4cbb611fcdd9e60f/PPMI_Third_Annual_Disclosure_Report.pdf
7. 香港特別行政區運輸及物流局（2024），《綠色船用燃料加注行動綱領》。
<https://www.tlb.gov.hk/doc/%E7%B6%A0%E8%89%B2%E8%88%B9%E7%94%A8%E7%87%83%E6%96%99%E5%8A%A0%E6%B3%A8%E8%A1%8C%E5%8B%95%E7%B6%B1%E9%A0%98.pdf>

