

## 國際船用天然氣燃料情勢與國內發展作法

### 議題緣由

國際海事組織(IMO)依據「防止船舶污染國際公約」(MARPOL)於 2018 年規定船舶燃料含硫量從含硫量 3.5%開始逐年減少，至今(2020)年限縮至含硫量低於 0.5%，排放管制區域(ECA)甚至規定含硫量 0.1%以下之限制，由於此規範大幅增加船用燃油成本，國際上已有眾多航運業者將考量船舶改用 LNG 燃料之選擇，預期日漸成為船舶的主要燃料，因此財團法人中國驗船中心(CR)於今年 8 月正式發布「船舶液化天然氣(LNG)燃料就緒準則」，此準則提供國內船東欲使用 LNG 作為燃料船舶之設計及佈置之依據，以跟隨國際規範腳步。

### 一、LNG 船用燃料情勢

#### (一) IMO 船舶硫排放限制之應措施

海運係國際貨物運輸之重要方式，惟大型船舶採用重油為燃料，燃燒生成之氮氧化物(NO<sub>x</sub>)與硫氧化物(SO<sub>x</sub>)對環境造成之嚴重污染，因此國際海事組織(International Maritime Organization, IMO)依據「防止船舶污染國際公約」(MARPOL)於 2020 年規範國際航行之船舶強制實施全球船舶燃料含硫量應低於 0.5%，排放管制區域(ECA)甚至規定含硫量 0.1%以下之限制，另外，國內為降低商港區域空污影響及跟上國際規範之腳步，國內交通部航港局亦於 2019 年率先啟動港內 0.5%低含硫燃油之政策。

全球船舶每年約消耗 3.3 億公噸之燃油量，其中有 80%~85%燃油屬高硫含量，為滿足嚴峻之國際航運燃料限硫規範，目前較可行之方法有主要有以下三種方式：

1. **加裝船舶洗滌器**:此系統可在使用便宜之重質燃料油下，降低硫氧化物排放量以符合標準(排放量仍高於其它替代燃料)，

因此不會增加燃料成本，且不需要對鍋爐及供油系統進行改裝，惟需要足夠空間加裝及首次改裝成本較高。

2. **低硫燃油**:能減少硫污染物排放問題，最主要係不會直接增加船舶改造成本，惟目前低硫油價格昂貴、營運費用高，如今年雖因疫情衝擊，國際油價直落，國內油價甚至創 17 年來新低，惟船舶、工業用之低硫燃料油卻逆勢高漲，1 月至 4 月份每公秉漲幅就達 14.58%<sup>1</sup>

3. **LNG 船用燃料**：因 LNG 不含硫及其他殘留物，應用於船舶上幾乎可減排百分之硫氧化物(SO<sub>x</sub>)和近九成之氮氧化物(NO<sub>x</sub>)排放量，且無顆粒懸浮物(PM)之產生，由於近年來 LNG 逐漸展現其價格優勢，為最佳可行的替代方案。

另外還有改用 LPG、氫能或電能等，挪威船級社(DNV GL)對於各替代作法簡易等級評估，加裝洗滌器與低硫燃油雖然在成本投入上都較低，故仍係國際上主流作法<sup>2</sup>，惟溫室氣體排放量僅能達到符合現行法規要求，若未來國際航運燃料規範日益嚴峻，如德國和丹麥已禁止於該國 12 海里內之排放洗滌器除硫後之廢水，較長遠之作法還是要採用 LNG、氫能或電能等更潔淨之燃料，各燃料比較如下表：

表 1 IMO 船舶硫排放限制之應措施比較

燃料	加裝洗滌器	低硫燃油	LNG	LPG	氫能	電能
燃料之能量密度						
技術成熟度						
局部排放量						
溫室氣體排放量						
燃料成本						
轉換設備成本						
儲存設備成本						
燃料補充可行性						

<sup>1</sup> 燃料油逆風高漲 14% 中油補貼每月 3 成油資-蘋果日報(2020.04.07)

<sup>2</sup> 瑞士銀行(UBS)調查 68%船東支持選擇低硫油方案，21%船東選擇洗滌器方案

商業化程度						
-------	--	--	--	--	--	--

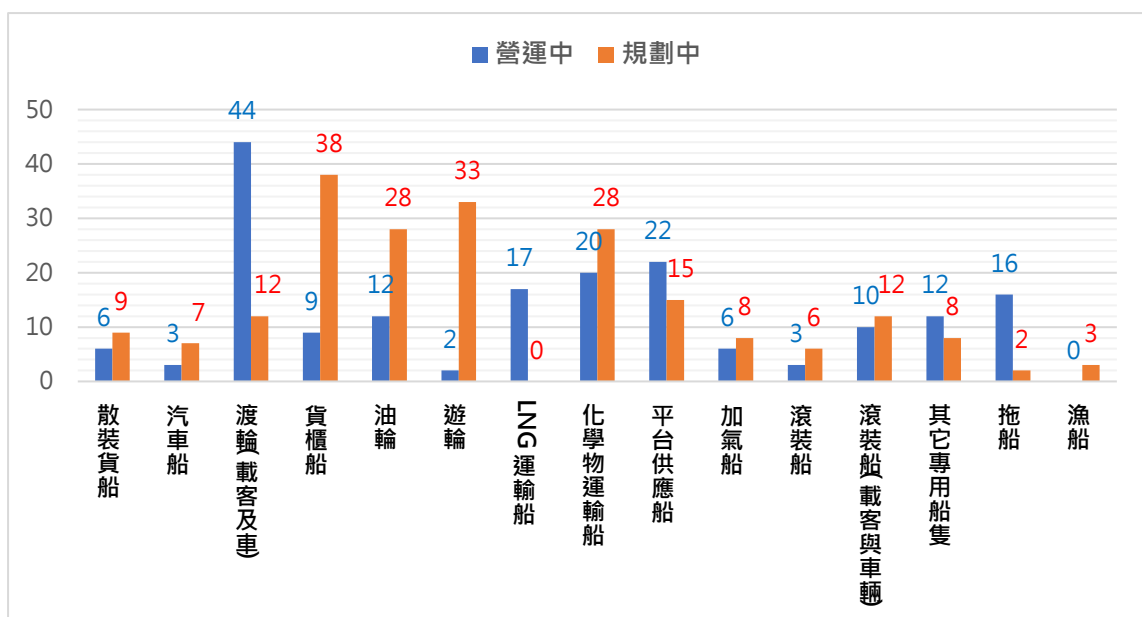
資料來源：DNV GL (2019), “Comparison of Alternative Marine Fuels”，本研究整理。

## (二) LNG 燃料航運發展潛力

根據挪威船級社(DNV GL)研究報告調查 2000 年起全球第一艘 LNG 燃料船正式啟用，之後未有明顯之增長，直到近年來為因應船運燃料含硫限制規範後，LNG 燃料船開始受航運業之重視，並於 2014 年後開始快速增加，截至 2020 年 5 月營運 LNG 燃料船有 182 艘，至 2025 年預計將達到 349 艘，其中，船型以載客之渡輪為最多之船舶以渡輪為主，其次為 PSV (平台供應船負責運輸人員及物資至海外鑽油平台)，因其航行目的地為外海油氣平台，便於當地補給 LNG 燃料，故這類型船隻廣泛使用 LNG 燃料。

規劃中之船型主要在為油輪及貨櫃船，若完成後將成為 LNG 燃料船之船型，主要原因除了許多地區都開始受到燃料硫含量限制之規範，及國際上排放管制區域(ECA)不斷範圍擴大，貨櫃航運業者為求符合法規，必須改用 LNG 為燃料以免流失貿易市場，此外，航運業者改用 LNG 燃料船對於企業形象和社會回饋也有相關，如 IKEA 與 Volkswagen 等國際知名企業表示未來其貨物運輸方式將改為使用 LNG 燃料之貨車和船<sup>3</sup>。

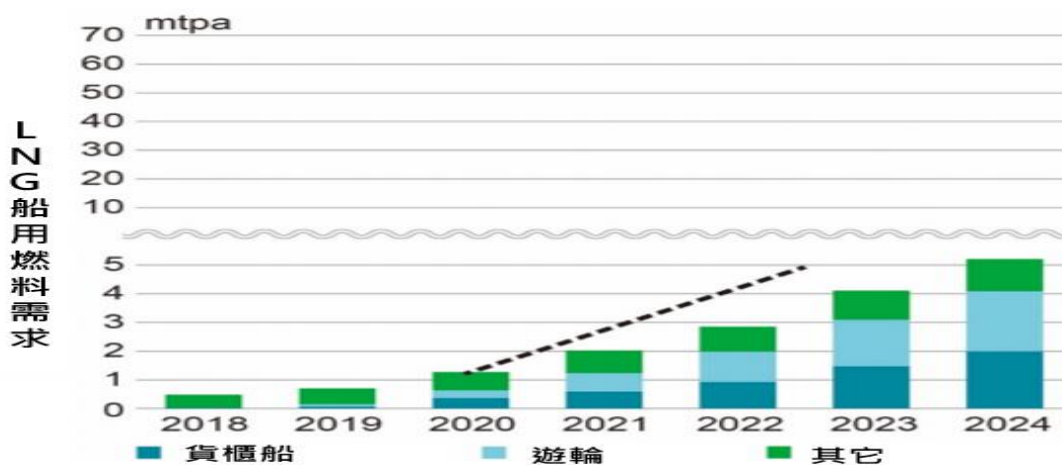
<sup>3</sup> <https://sea-lng.org/why-lng/consumer-pressure/>



資料來源：DNV GL (2020)，「LNGi status update」；本研究繪製。

圖 1 各類型 LNG 燃料船型數量

根據日本石油天然氣金屬礦物資源機構(JOGMEC)研究報告，目前全球 LNG 船用燃料市場主要在於歐洲至北美地區，係因排放管制區域(ECA)和石油鑽井平台多位於大西洋航線上，具備 LNG 加液站之港口亦多集中於歐美地區，造成多 LNG 燃料船航線也僅限歐美兩地間，不過未來亞洲國家和其它海域對於船舶污染排放規範越加嚴格，LNG 船用燃料市場將不再受地域性限制，需求快速增加，預計到 2024 年全球需求將達到 500 萬公噸/年，其中約八成係能往返國際間之貨櫃船和遊輪。



資料來源：新たな LNG 需要：船舶燃料としての LNG；本研究繪製。

圖 2 全球 LNG 船用燃料需求預測

### (三) LNG 船用燃料加液方式

LNG 船用燃料加液方式主要有四種方式，其中最為廣泛使用之加液方式為「岸上設施對船」，且多集中於歐洲挪威，已建造約 40 小型 LNG 加液站及小型接收站<sup>4</sup>，由於近年亞洲許多國家也將積極參與使用 LNG 燃料船之行列，如日本與韓國為了快速投入，初期多「車對船」之加液方式，已開始被廣泛使用於日本各商港中。

表 2 LNG 船用燃料加液方式比較

方式	作法	優點	缺點	案例
車 對 船 (Truck to Ship)	由槽車裝載 LNG 後，以低溫軟管聯接 LNG 燃料船進行加液。	期初投入成本最低且具移動性。	燃料補給速度與量較低。	廣泛使用於日本與歐洲
船 對 船 (Ship to Ship)	於一般駁船上安裝 C 型儲罐作為加液船 (LNG bunker vessel)。	LNG 加液船能於外海進行補給燃料，且同時能作為拖船使用。	加液船建造成本較高	荷蘭阿姆斯特丹港
岸上設施對船 (Shore to Ship)	可分為直接由接收站碼頭裝卸臂供應 (Reloading) 以及於港口岸邊設置 LNG 加液站。	可用大量和快速進行燃料補給	用要興建特定港口	挪威 Skangas 公司使用

<sup>4</sup> 新たな LNG 需要 - 船舶燃料としての LNG-日本石油天然ガス・金属鉱物資源機構 (JOGMEC) 研究報告

其 它 (ISO container in Ship)	ISO Tank 以罐裝式 (Portable Tank)提供 LNG 燃料。	船上無需配備 C 型儲罐作為 燃料箱。	須經過特殊設 計與檢驗	法 國 Brittany Ferry 港
-----------------------------------	---	---------------------------	----------------	----------------------------

資料來源：LNG バンカリング等に関する調査・分析，本研究整理。

## 二、國際 LNG 船用燃料發展案例

### (一) 日本

日本為即早因應國際上嚴格限制船舶排放硫廢氣，2015 年 8 月於橫濱及川崎港首次引進 LNG 燃料之拖船，並以槽車作為 LNG 加液方式，之後各地區瓦斯公司亦成功效法其作法，另外，為加速 LNG 船用燃料之發展，2018 年日本國土交通省規劃於國內東京灣及伊勢三河灣兩地，建立 LNG 船用燃料補給據點，並給予興建補給據點之業者補助其三分之一之投資費用，除對設備之補助外，日本政府亦效法歐美國家給予關稅補助，當以天然氣為燃料之船隻進入日本港口時，能減少或免除進口關稅，以增加船商改用天然氣為燃料以及國外 LNG 燃料船航線移至日本之意願，提高市場需求量，目前日本投入 LNG 船用燃料業務的有：東京瓦斯公司(橫濱港)、大阪瓦斯公司(堺泉北港及神戶港)、東邦瓦斯公司(名古屋港)以及西部瓦斯公司(北九州港)。



資料來源：一般社団法人日本ガス協会。

圖 3 日本各港口提供 LNG 加液業務

## (二) 新加坡

新加坡 LNG 接收站設備與碼頭營運皆由新加坡液化天然氣公司 (Singapore LNG Corporation, SLNG) 營運，不過新加坡能源管理局 (EMA) 已頒給 Shell 和 Pavilion 兩家公司 LNG 進口許可證，因此 2017 年起這兩家公司向 SLNG 租借設備已開始進行「車對船」之加液業務，對於「船對船」之加液業務因為投資門檻較高，尚未進行投資。

對於港口的環保政策，新加坡對加裝船舶洗滌器、低硫燃油和 LNG 等只要符合 IMO 2020 規範皆免收港口費的 25%，並在關稅部份未優惠於 LNG 船用燃料，惟考慮 IMO 航運燃料規範日益嚴峻，新加坡內船運公司選擇使用洗滌塔之數量較少，另外，新加坡目前低硫燃油生產能力有限，恐供不應求，新加坡政府認為有必要強化發展 LNG 燃料，截至目前已提供將近 200 萬新元給予新加坡四家造



船公司作為興建 LNG 燃料船之補助。

### (三) 韓國

為因應國際船舶排放規範，韓國政府由海洋漁業部門與工業部門聯合制定「促進 LNG 的船舶相關產業發展計畫」，規劃於短期內利用現有接收站設備提供加液業務，於中長期以釜山及蔚山港口優先示範設置專用加液設施，後續拓展至韓國其它主要商港口內皆具備加液設施。2015 年 7 月海洋漁業部宣布於釜山港建立綜合業務專區促進民間企業投入 LNG 加液業務，於 2016 年 10 月於荷蘭、新加坡與日本等國家簽署了國際合作備忘錄(MOU)，以確保與國際主要港口間之 LNG 燃料船往來。

韓國現有之 LNG 燃料船係觀光遊輪-「Eco-Nuri」，該船自 2013 年 7 月啟用，截至 2016 年底已運行超過 300 次，船商表示因改用 LNG 燃料每年燃料成本能降低一億韓元，能作為韓國改用 LNG 船用燃料之參考案例。

### (四) 荷蘭

荷蘭於 2013 年指定阿姆斯特丹港口內，規劃一座專門 LNG 加液之碼頭，並從比利時 Zeebrugge 接收站或鹿特丹 Gate LNG 接收站以槽車載運 LNG 至當地，進行「車對船」之加液業務，由於近年來供應增加，荷蘭政府於 2018 年將「車對船」方式更改為「船對船」，並浚深碼頭至 15 公尺作為 LNG 加液船駁船專用碼頭，並提供民間企業建造 LNG 加液船駁船之補助。

## 三、國內發展作法

### (一) 技術可行性

我國交通部於 108 年 1 月 1 日起規範外籍船舶及航駛國際航線之國籍船舶，進入我國國際商港區域，應採用硫含量以重量計 0.5%



以下之低硫燃油或具有同等減排效應之裝置或替代燃料，惟低硫燃料油煉製困難，目前產量較少且成本較高，對航運業者營運造成明顯影響，且國內四個國際商港均尚未具備 LNG 加液站設施或 Reloading 設施提供業者選擇 LNG 作為替代燃料，未能銜接國際趨勢，甚至未來恐影響國際船商至台停靠之意願。

隨著全球海運貿易的發展及對環境保護之要求日增漲，LNG 船用燃料勢必成為未來國際發展趨勢，為取得亞洲 LNG 燃料船航線，日本、韓國與新加坡都積極發展國內港口之加液設施，台灣位於亞太經貿運輸重要樞紐，地理位置上具有船用天然氣燃料發展之優勢，應參考亞鄰國家積極發展 LNG 船用燃料，建議可行之作法為待中油公司於台中接收站內完成灌裝場後，能以槽車裝載 LNG 至國內各口港，作為 LNG 加液設施，此方式能降低初期投資成本，較能吸引民間企業投入，進而提升國內航運燃料市場之競爭力。

由於 LNG 加液與燃油補給在港區分類屬一般危險區位，因此港區需先規劃專屬泊位，並需確認 LNG 槽車進出路線和警戒範圍，加液時之安全措施能參考日本針對「車對船」加液作業訂定相關員工操作規範、流程以及災害應對方式<sup>5</sup>。

## （二） 相關配套作法

各國為增加民間企業投入船用天然氣燃料發展，除對 LNG 加液設備之補助外，歐洲、日本或韓國等國家也有給予關稅減少，當船隻以天然氣為燃料進入港口時，能減少或免除進口關稅，增加船商改用 LNG 船用燃料之意願，並提高市場需求量，或投資加液站設備之補助等配套作法，詳如下表 3 所示。

---

<sup>5</sup> Truck to Ship 方式 LNG 移送の オペレーションガイドライン

**表 3 各國 LNG 船用燃料發展配套措施**

國家	放寬/強化規範	配套規範	成效
歐盟	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 加強硫化物排放規範等。</li> <li>● 加強洗滌水(除酸作業後)排放規範。德國和丹麥禁止於該國 12 海里內之洗滌塔排水。</li> <li>● 根據《2025 年港口設施指令》，要求主要港口建設污泥處理設施。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 根據《歐盟替代燃料指令》，2025 年歐盟 139 個主要港口內應具備 LNG 加液設施。</li> <li>● 高速高路上應每 400 公里間隔內具一座加氣站。</li> <li>● 全歐交通網絡(TEN-T)提供 LNG 設施之研究、維護 10%~85%之補助計劃。</li> <li>● 船舶符合船舶環境指數(ESI)規定，給予 5%~15%關稅減免。</li> </ul>	LNG 補給設施已在歐洲港口實施。
挪威	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 境外空氣污染條約 NOx 減排規範</li> <li>● 徵 NOx 稅收</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 企業團體具備 NOx 基金。</li> <li>● 國家公路對策促進政策: LNG 動力船投資補助(最高達 80%)。</li> </ul>	由渡輪開始逐步改用 LNG 動力船隻，並支持 LNG 補給設施建設。
美國	已引入港口廢氣規範(IMO Tier3): SOx 不得高於 0.1%規範。		尚未引入 LNG 補給設施，改使用低硫燃油和蓄電池。
新加坡	國家標準委員會制訂 LNG 加液之規範和操作要求	<ul style="list-style-type: none"> <li>● LNG 燃料船、洗滌器或其它低排放方式均享 25%關稅減免。</li> <li>● 政府將提供 200 萬星元之補助，以提供造船業者燃料轉化。</li> </ul>	2017 年 LNG 加液設施已在新加坡實施

韓國	國內船舶依據《海洋管理法》限制的硫含量不得高於 1%。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 若船舶符合船舶環境指數(ESI)規範，能減免 10% 出入境費。</li> <li>● 政策方案以 1.專案計畫特定港口發展 LNG 加液 2.優惠 LNG 燃料船關稅減免 3.增加國內 LNG 燃料船造船能力。</li> </ul>	預估 2025 年韓國 LNG 加液設施相關產值達 6.5 萬億韓元，並能創造 2.4 萬個就業機會
----	-----------------------------	--	--

資料來源: LNG バンカリング等に関する調査・分析，本研究整理。

#### 四、結論

雖然現階段 LNG 船用燃料占船運替代燃料中比例並不高，但因其價格相對低硫燃油較便宜，逐漸受到航運業者之青睞，全球主力航運業者已宣布將逐步改用 LNG 燃料貨櫃船，因此日本和新加坡亦正積極發展港口之 LNG 加液設施，並規劃發展成為亞洲 LNG 樞紐港為目標，台灣具有發展 LNG 船用燃料之潛力，應參考亞鄰國家相關經驗作為後續天然氣發展方向。