

歐盟規劃課徵 LNG 進口碳排放稅對於天然氣產業之影響

依據 Wood Mackenzie 最新報告「決勝時刻：進口排放稅如何改變全球 LNG 市場」(Call of duties : How emission taxes on imports could transform the global LNG market)指出歐盟已將其排放交易系統 (ETS) 範圍擴展到航運業，暗示自 2024 年起進入歐洲的 LNG 貨物可能被徵收碳排放稅。

雖然使用天然氣排放的二氧化碳約僅有煤炭的一半，惟 LNG 總體供應鏈包含上游(開採、加工及運輸至液化廠)、液化、船運、管輸以及下游(終端用戶的使用燃燒)，仍屬高強度碳排放產業。其中，甲烷洩漏更是溫室氣體排放的主因，目前國際主要 LNG 出口商皆積極努力減少天然氣開採之溫室氣體(Greenhouse gas ; GHG)足跡，然而買家則較不願承擔賣家為降低排放成本而支付溢價，從而影響賣家對於脫碳項目的投資意願。

以美國 LNG 出口計畫為例，未來若歐盟持續加強甲烷排放量(methane emissions)管控或將 LNG 納入碳邊境調整機制(Carbon Border Adjustment Mechanism ; CBAM)，對 LNG 進口貨氣課徵碳排放稅，恐將推高歐洲天然氣價格，也因為歐洲市場價格提高，可能會有助於減少甲烷排放量；惟目前對於 LNG 進口課徵稅收僅有歐洲，對亞洲 LNG 市場，課徵 LNG 進口碳排放稅不足以激勵 LNG 參與者果斷採取減少 GHG 排放的行動，除非課徵碳排放稅擴大到亞洲新興市場，才能提供經濟誘因，促進該產業投入更多成本在減排方案。

一、LNG 價值鏈的排放源

LNG 生產計畫是高強度排放的能源資產之一，但並非所有 LNG 供應鏈之碳排放量都是一樣的，主因係 GHG 排放量取決於天然氣開採地質中氣體的二氧化碳含量、甲烷洩漏程度(在基礎設施和加工過程)、液化和再氣化的方式、生產設施建造年份(非洲和亞太地區)或船運運輸距離遠近等因素。根據 Wood Mackenzie 新開發的「LNG 碳排放量具」評估各個 LNG 出口計畫和供應鏈總體(從井口到再氣化過程)的碳和甲烷排放量，上游生產過程(含開採、加工及運輸至液化廠)洩漏的甲烷和儲層 CO₂ 排放構成大部分排放，以質量二氧化碳當量(kg CO₂e)統一計算。根據分析結果，美國 LNG 出口計畫上游端甲烷排放量占總體溫室氣體排放量 25%~40%，而美國以外的 LNG 計畫甲烷排放量僅占整體碳強度的 5%~15%，其主因係美國天然氣開採多來自於頁岩氣，水平鑽井之過程中須大量使用氣動裝置和壓縮機，此外，美國氣田至 LNG 出

口廠之距離遙遠，長途管道輸送距離的增加使得甲烷洩漏量提升，美國 LNG 溫室氣體排放量為每公噸 LNG 有 800~1,400 kg CO₂e，而俄羅斯和中東地區的 LNG 出口計畫則相對較低，各地區 LNG 出口計畫上游端之溫室氣體排放量如圖 1 所示。

資料來源：Wood Mackenzie LNG 碳排放工具

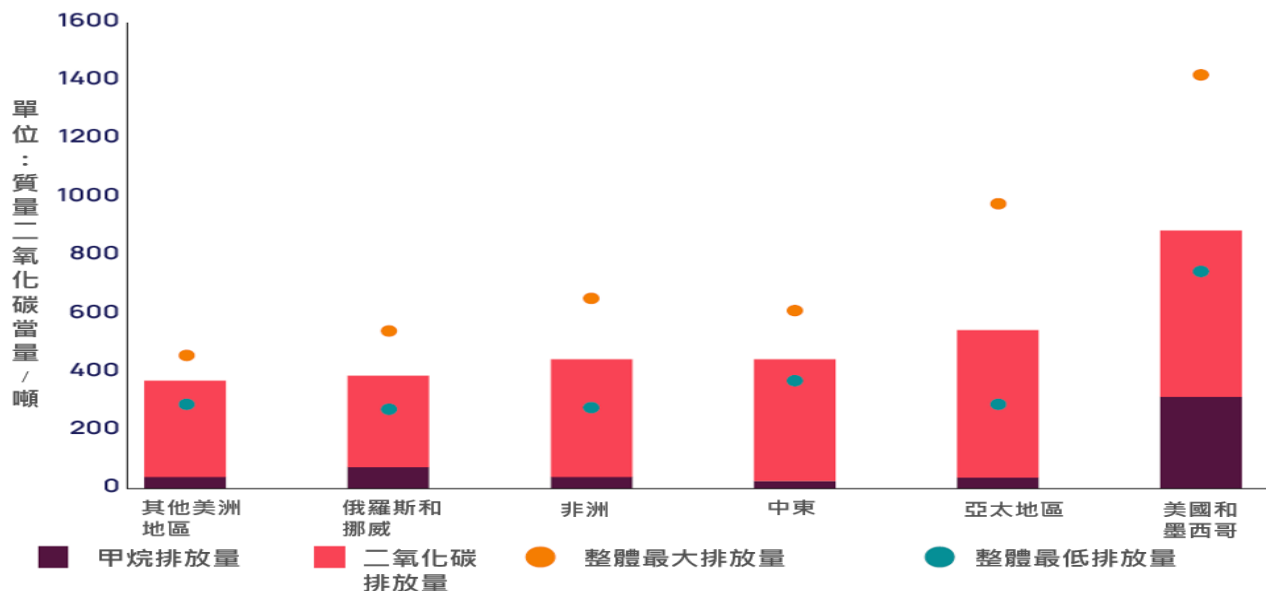


圖 1 按地區劃分的 GHG 排放強度

二、課徵碳排放稅對 LNG 產業的影響

Wood Mackenzie 分析，若歐盟將 LNG 納入 CBAM 進而徵收 LNG 進口碳排放稅，每單位 LNG 之溫室氣體排放範圍在不同定義情境下，對於歐洲天然氣價格之影響。

(一) 歐盟排放範圍僅甲烷排放量，對 LNG 價格影響甚微

LNG 供應量中，甲烷排放量占整體碳強度的 5%~15%(非美國 LNG 出口計畫)對於價格影響較小，因此其他來源國若僅徵收甲烷排放稅(下簡稱甲烷稅)則影響較低。惟歐盟近年來因應俄烏戰爭影響，大量增加來自美國 LNG 氣源，而根據前述分析，美國 LNG 出口計畫上游端甲烷排放量占總體溫室氣體排放量 25%~40%，對於美國進口來源受到甲烷稅影響較為明顯。若 ETS 價格每公噸甲烷稅 5,600 美元(相當於每公噸 CO₂e 達 200 美元/公噸 CO₂e)，將影響 LNG 進口價格預計上漲 0.6 美元/mmbtu (百萬英熱單位)，成長幅度約 6.5%，所以歐盟對於美國 LNG 進口依賴程度將成為主要影響價格因素。

(二) 歐盟排放範圍涵蓋總體溫室氣體，對 LNG 價格產生重大影響

若從排放範圍涵蓋 LNG 製成之總體溫室氣體 (二氧化碳與甲烷)來評估，由於 LNG 製成中亦有大部分為二氧化碳排放，因此排放範圍涵蓋加大，將使每單位 LNG 之溫室氣體排放量較多，造成歐洲價格可能上漲 1.7 美元/mmbtu，成長幅度約 18%，歐

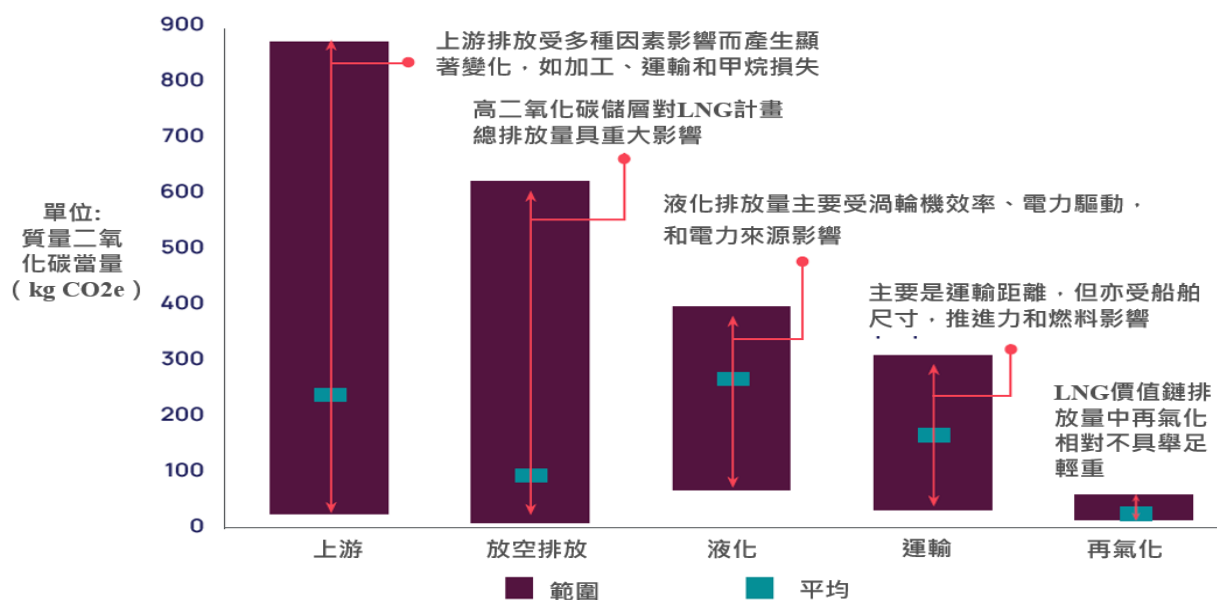
洲將成為明顯全球 LNG 溢價市場，導致長期歐洲 LNG 需求將下降，此時亞洲地區若由於沒有徵收進口碳排放稅將較有可能提升 LNG 市場競爭力。

(三)日本和韓國也跟進徵收碳排放稅

日本和韓國的價格上漲約 18%，重新確立相對於歐洲的傳統價格溢價，低碳 LNG 取代了美國 LNG；亞洲其他地區由於沒有徵收碳排放稅，不會出現溢價。

三、 減少排放有哪些選擇？

除了對於課徵天然氣開採之碳排放費用對於 LNG 出口商會造成營運負擔外，若 LNG 進口國課徵天然氣進口稅將導致天然氣使用成本增加，影響進口需求減少，進而導致 LNG 出口商獲利減少。不論是碳排放費用或是碳進口稅都是未來上游 LNG 出口商須要面對之課題，故以下探討目前主要減少 LNG 產業鏈上游溫室氣體排放之作法：



資料來源：Wood Mackenzie LNG 排放工具

圖 2 整個 LNG 價值鏈的碳當量排放強度範圍

(一)減少天然氣開採時甲烷排放量

美國天然氣生產商已經在減少其營運中的甲烷排放，主要在氣動裝置和壓縮機的使用。根據「MiQ 甲烷排放的第三方認證」，美國一些最多產盆地的供應的甲烷損失水平以及碳強度的大幅降低，上游生產過程更因此減少高達 40% 的排放。

(二)善用碳捕抓及儲存(CCS)

對於高二氧化碳含量之氣田，在天然氣開採或強制排放時是增加溫室氣體的主要原因，印尼 Tangguh LNG 出口計畫超過 55%溫室氣體排放是來於二氧化碳，因此透過 CCS 能夠有效減少溫室氣體的產生，例如澳洲 Gorgon、挪威 Snøhvit LNG 計畫皆已透過加裝 CCS 設備，使總排放量減少約 30%。然而以目前技術，國際上 CCS 捕

捉每公噸二氧化碳之成本為 50 至 120 美元，與歐盟碳排放稅成本相當，因此若要透過 CCS 來彌補碳排放稅之經濟效益有賴於未來技術之發展，以及當地政府補貼或支持。

(三)選擇綠電

LNG 供應鏈中將天然氣由氣態轉為攝氏零下 160 度液化天然氣之液化過程需要耗費相當大的量能，目前主要係透過渦輪機驅動冷凍壓縮機進行。為了減少液化過程之溫室氣體排放量，部分 LNG 出口計畫如美國 Freeport and Elba Island LNG、Corpus Christi 和 Cameron Phase 計畫已透過液化廠附近的綠電或低碳電源來驅動電力渦輪機，相較傳統氣渦輪至多可以減少 80%碳排放量。

另外，對於 LNG 出口廠用電亦可改由碳排放量較低之綠電，如澳洲 Pluto LNG 已宣布計劃購買太陽能、Queensland Curtis LNG (QCLNG)則規劃建造 120 MW 專用之太陽能發電廠，以滿足 LNG 出口廠內用電需求。

四、 結論：全球 LNG 市場轉變

未來若徵收 LNG 進口碳排放稅或是 LNG 開採碳費將重新改變 LNG 價格結構，並影響 LNG 貿易市場，迫使 LNG 出口商重新評估貿易策略和投資選擇，且於不同的 LNG 參與者以及進口國和出口國政府來說，影響會有所不同。

(一)歐亞 LNG 市場轉變

歐洲可能會接受對進口 LNG 徵收碳排放稅，導致歐洲天然氣市場價格上漲，同時使歐洲加速尋求其他低碳替代品；亞洲主要天然氣進口國日、韓目前尚未探討課徵 LNG 進口碳排放稅，不過外界評估日、韓屬成熟已開發國家，較為重視跟上國際減碳腳步，後續可能會跟上歐盟徵收碳排放稅的腳步；然而，亞洲新興市場的買家則對 LNG 價格具高度敏感性，可能不願意課徵碳排放稅，此舉將導致全球 LNG 市場分為：課徵 LNG 進口碳排放稅之 LNG 溢價市場，與免徵 LNG 進口碳排放稅市場，其中，溢價市場將使得內部 LNG 需求下降，對於市場影響力亦會減弱。

(二)低碳 LNG 供應商成最大受益者

未來碳排放量較低之 LNG 計畫(如俄羅斯與加拿大)將受益於 LNG 進口碳排放稅，能透過瞄準溢價市場將提高交易獲利能力，且俄羅斯和加拿大離歐洲距離較近，更能提升其價格優勢；對於環境法規較嚴國家之 LNG 供應商來說，如澳洲和美國，為了減少徵收 LNG 進口碳排放稅，以及減少國內繳納之碳費，將會使 LNG 供應商更加提升推動脫碳計畫的投資。

(三)為達成淨零碳排仍需徵收高碳排放稅

根據 Wood Mackenzie 分析指出，若歐盟課徵 LNG 進口碳排放稅以每公噸甲烷排放徵收 100 美元/公噸 CO₂e，將有助於 LNG 供應商在進行天然氣開採計畫投資決策前期(pre-FID)時，則就有可能會增加更多的推動脫碳投資，藉以避免被課徵更多 LNG 碳排放稅。惟因目前脫碳技術 CCS 成本較高，如果要產生更明確之實質影響，LNG 進口碳排放稅需要徵收接近 200 美元/公噸 CO₂e 的碳價，以便促使 LNG 供應商更願意投資在 CCS 和選擇綠電(供應 LNG 計畫用電所需)，以減少碳排放。
