

離岸風電開發與海運共存之道

方信雄

一、前言

中華民國仲裁協會於 2020/1/15 舉辦一場風電選址與開發訴訟外相關研討會，開放報名後滿額秒殺，可見離岸風電的開發在國內再生能源市場的熱絡景象，而各界的踴躍參與除了突顯風電產業隱藏龐大商機外，更展現業界之間的激烈競爭。

近年來由於地球暖化導致全球氣候變遷加劇，人們對再生能源的需求更為迫切。而風力發電就是最普遍的再生能源，對位處亞熱帶四面臨海的台灣更是重要選項之一。另一方面，由於科技的精進已使得離岸風力發電設施的設立、保養與退場的相關技術與機制大幅改善，進而提升其可信賴性並降低能源的平準化成本。

回顧全球風力發電先驅的歐洲地區至 2016 年為止共設置了 3500 支海上風機，發電容量高達 12.6 GW(億瓦)。其後，離岸風場與風機持續大幅成長，結果使得原本已被海運、漁業、休憩活動、軍事活動與沿海保護區長期使用或劃分的固有海域更顯擁擠。

毫無疑問地，除了風場範圍與風機數量外，離岸風機會變得更大且更複雜(如馬達加大、浮動式發電機、垂直軸式葉片發電機)，此亦強烈表示風場將會繼續往離岸更遠的深海水域移動，以利風力資源的開發。

二、離岸風電帶來的衝擊

儘管開發離岸再生能源有許多優點，但其開發同時亦給人們帶來許多挑戰與困擾。例如離岸風場面對的技術挑戰、可信賴性與成本效益等問題無止盡的羈絆，尚且還有環境衝擊與生命週期經濟等議題。

最諷刺的是，除了技術與成本相關的挑戰之外，離岸風電業欲持續成長面對的壁壘竟是源自其本身對環境造成的衝擊。例如，海洋生物學家詳細的審查離岸風場對海洋生物的衝擊，以及鳥類學家嚴重關切各種鳥類的遷徙與繁殖模式的負面影響都是。再者，更有離岸風場對環境與社會的衝擊，諸如沿岸社區住民的負面感受，凡此都可視為開發離岸風電的潛在壁壘。

事實上，有關環境衝擊最重要亦常被討論的重大議題就屬離岸風場與海上商貿活動之間的相互影響(Interaction)，亦即離岸再生能源設施對海上航行安全的影響。此一多維的相互影響(Multi-dimensional interaction)常被視為海上空間衝突(Spatial conflict)，因為兩個產業競相在原本已被其他多元使用的過度擁擠海域爭取足夠空間。必須強調的是，從航行安全的角度來看，相關各方都一致認同離岸再生能源設施會給海上作業帶來一定程度的潛在風險。基本上，離岸風場

的存在表示：

1. 海上有更多船舶必須避開的障礙物；
2. 離岸風場可能限制船舶可利用的航行空間，導致交通密度的增加，進而增加碰撞的風險；
3. 離岸風機的設立會影響船上的航行儀器，諸如雷達與其他無線電頻率設備已被確定。

顯然，所有關於這些離岸再生能源設施帶來的不同衝擊之中，航行安全風險乃是所有相關關係人最為關切者。因為對所有相關團體而言，海上事故可能導致非常昂貴的損失，而最壞的情境就是事故可能導致人命喪亡或嚴重的生態環境浩劫。這也就是為何離岸風電計畫審查與核可主管機關嚴重關切離岸再生能源設施所帶來的海上風險的核心原因。

大部分的沿海國，都會嚴格規定審核流程並要求離岸風電廠商提出證明其已完全評估海上風險，並採行充分的風險管理措施。然而，傳統上，此海上風險評估大多落於離岸風場計畫的發證與核准期間，而非在規劃或海上空間管理進程中施行。結果，此一流程每產生風場或風機設立的“計畫海域”不同於“經核准的海域”。因此，常發生沿海國必須回頭追溯改變先前核定的海運航行路線，或離岸風場的配置，故而每引起利益相關人士與團體的憤怒，以及海上空間無效率的擁擠現象。此從國內目前多家風電廠商運用各種政商資源競相圈海設場的熱烈景象就可看出端倪。

隨著離岸再生能源區塊的持續成長與發展，處理介於海上風電設施與海上活動之間的風險，已成為風電產業內所有相關利益關係人最為迫切的議題。最重要的解方是能夠協助化解計畫者與核准機關之間的認知間隙，以確保有限的海上空間被有效與合理使用，並避免在整個能源再生計畫的生命週期期間不同區塊發生分裂的情形。

三、航行安全的確保

基本上，海上風電設施與海運活動之間的空間衝突乃聚焦於風電設施所在距離周遭海上活動水域之間的安全距離 (Safety Distances ; 簡稱 SDs)。為了確保盡可能降低離岸風電設施與海上活動之間的相互風險，沿海國常在離岸再生能源設施計畫的規畫與審核階段進行「風險管控措施 (Risk-control measures)」。¹常見的管控措施包括使用最適宜的警戒或助導航燈光、結構物特徵，或經由岸基控制台針對擁擠水域進行遠端監視，甚至在設施周遭派出警戒艇巡邏等。

某些沿海國則會選擇劃定或重劃接近離岸風電設施附近的航道，以減輕航行風險至可接受的範圍。所有這些風險管控措施主要被設計來確保船舶在例行運航與緊急情況下保有足夠的運轉水域。因此，此等風險管控措施常會衍生直接與間接“空間成本 (Spatial cost)”²。這些空間成本包括“安全距離 (Safety Distances)”、“安全區 (Safety Zones)”、“安全通過距離

(Safe Passing Distances)”等。然而此等距離並無國際間一致接受的定義，故而其最適當的敘述應是“介於離岸風電設施與海運航行巷道之間的緩衝空間，並藉由其施行以降低航行事故的風險，為船舶提供足夠的運轉水域”。上述三者之中，就屬SDs最常被海域空間計畫者使用。SDs特別被定義為「從船舶航道的邊緣量至離岸風電設施之間的最大距離，作為提升航行安全的緩衝區(Buffer)」。

然從歐洲地區的經驗上得知，一味地增加SDs，未必能提升航行安全，因為已有研究證明在某些水域大幅增加SDs，相對地壓縮了既有或原規劃的海運航道寬度，導致船舶運轉水域相對變小，因而增加碰撞風險。因此最重要的是在規劃SDs之前應先行了解影響相關海域航行安全的各種因素。

從安全考量，若採過於保守的SDs可能導致有限水域內無法讓能源開發有效的使用，例如從原先規劃的風場上減少一排風機的設置，或是無效率的重劃船舶航道。反之，過於樂觀設計的SDs可能導致海上事故風險的增加，或導致原可避免的事故的發生。

實際上，SDs的長短的量化決定常受社會的、技術的與經濟，甚至政治的因素的直接且經常的影響，例如某些未達到國際氣候變遷配額的國家可能偏向大幅設置離岸風電設施而輕忽海運使用考量，至於某些擁有海運利益與主要商港的國家則傾向於保守的方法，亦即傾向眷顧海運商貿

活動而輕忽離岸風電的設置。也因此主管機關常要面對兩大利益團體角力進而展現決策影響力的壓力。

法規上，聯合國海洋法公約(UNCLOS)賦予沿海國具有在其海域開發包括能源開發在內的各種目的之權力。於此同時，沿海國亦有必須遵守航行自由(Freedom of Navigation)的法規的義務，並確保提供船隻在此水域安全且無阻礙通過的規定。再者，沿海國亦須確保其開發活動不會阻礙國際間已然建立的海運航道。關於離岸風電，海洋法公約第60條允許沿海國在經濟專屬水域的離岸風電設施500公尺內設置安全區，並可訓令要求船舶尊重此等安全區。同一條文亦同時載明SDs的設立不可妨礙“公認的國際重要航行巷道”。如果沿海國欲設立超過500公尺的安全區或SDs必先取得有管轄權的國際組織的授權，亦即國際海事組織。

除國際海事組織(IMO)外，主事者在決定SDs時必須考慮其他國際公約的規範，例如國際海上人命安全公約(SOLAS)有關設立或修改航路計畫的責任的相關規定，以及國際海上避碰規則與船舶操縱標準的規定。

可以預期的，在海域計畫者與計畫核准機關之間永遠存有失配(Mismatch)的現象，造成計畫的SDs常不是核准的SDs，例如在比利時與荷蘭的離岸風場與海運航道都曾因在核准階段時的航行風險評估後發現先前計畫的SDs不足夠而被限制。類此情況絕對不是完美的，因為在即將進入

實質開發的最後階段政策才翻盤改變，對投下重資規劃離岸風電的廠商的營運效能與消費者成本造成嚴重的衝擊，甚且損及政府的威望。為克服此一問題，比利時與荷蘭政府在計畫階段就施行航行風險評估，以確保在核准階段做最小的變化，並確定所核准與施行的 SDs 是計畫中所規畫者。

SDs 亦有可能在離岸風電設施被核准之後設立，甚至在離岸風電設施的生命週期之間的某一特定時段。這是因為開發過程中發現新的事證與資料，例如相關關係人的抗議，或是周遭事故增加無法採用其他方法克服時。遇此情況，

航行巷道可能要重劃 (Reroute)，並向 IMO 提出助導航燈光、標誌與監督等改善措施。最典型的溯及以往的例子就屬荷蘭 Hook 的案例，該案為降低因離岸風場的設立不得不引進新的航道措施期以降低航行風險。

若再從施行面觀之，北海各國施行的 SDs 各有不同，例如在比利時與德國，法律禁止船舶在離岸風電設施周遭 500 公尺的安全區通過。相對於此，英國等國家就充分允許船舶的自由航行，只是建議保留 SDs 或進入任何安全區的注意事項。後者，對於侵入安全區並無罰則，但海員可能會遭遇警告或質問。實務上，為施行 SDs，沿海國可能課以罰則，或借助海巡與水警介入，以及岸端監控。但不論 SDs 屬強制或建議性質，都必須依據 IMO 指南通報給海員，海圖圖資亦須同步更新，以讓海員有所遵行並確保航行安全。

有趣的是，選擇建議性質的國家都有海員 (比強制更) 遵循其指示的經驗。因為其給海員更具自主航行選擇的彈性，故而更具舒服感。例如，最近的模擬機研究顯示海員在交通繁忙水域寧可選擇接近離岸風電設施也不願接近其他船舶。此在實施強制 SDs 的水域就無法成願，使得交通密度較正常情況下更為擁擠，因而增加了船舶之間的碰撞風險。

四、結語

海上風電的開發是政府 2025 非核家園無可逆轉的既定政策，因此政府乃至產業在獲致再生能源的同時，已無法規避離岸風電設施帶來的負面效應，例如風電廠商間的互相卡位，合理的航道走向與寬度的大小，風電設施安全距離的大小，乃至白海豚數量減少等都是。尤其基於兩岸情勢考利，政府僅開放領海 (12 浬) 以內水域供離岸風電廠商開發。試想在此有限水域內扣除傳統漁撈水域與既有海運航路，還能有多少水域供廠商開發？故而廠商之間的競爭可想而知。競爭本是商場無可避免的，因而吾人最為關注的就是主管機關訂定的遊戲規則不明確，始讓業者每有不當預期與判斷，致廠商彼此間甚至對政府產生怨憤之情。蓋若有透明、公平、合理與專業之規範，應可降低利益相關各方之爭議，進而平順推行再生能源的開發大計。

本文作者：

台灣省引水人聯合辦事處 主任