

離岸風電之優勢及其未來發展與挑戰

本篇文章由國立成功大學工程科學系 鄧維光副教授提供

為減少人們對於非再生能源的依賴，如利用核能或火力發電會造成環境汙染的問題，發展再生能源的重要性日漸提升，在台灣目前再生能源僅占 6% 的發電量，而根據 2019 年《再生能源發展條例》修正案，希望在 2025 年再生能源發電量能到達 20%。再生能源中的風力發電具有不排放廢氣及有害物質、不會造成空氣汙染、不需要再依靠其他機器來幫風力發電機組降溫，且不需額外的燃料來啟動等優勢，所以台灣選擇逐步建設風力發電，而其中風力發電又分為陸域及離岸的建置方式，除了地理位置不同，兩者可用之風能資源、空間資源以及其技術與成本皆有所不同。下文將詳細討論兩種不同的風電發展、現今遇到的困境，以及風電對於整體電網所帶來的好處。

陸域風力發電因台灣地狹人稠造成土地取得不易，目前優良的陸域風場已趨飽和，加上有鄰避效應，環保團體或居民抗爭影響開發進度等負面因素，在台灣的發展已經逐漸趨緩。在 2015 年後，離岸發電的全球技術發展愈加發達，如荷蘭 Borssele 離岸風力發電 1 號及 2 號發電廠，以及丹麥 Kriegers Flak 的離岸風電廠等的單位電力成本都有明顯下降，因此整體發展已由陸域風力發電逐漸轉向離岸風力發電。而離岸風電在台灣擁有相當大的優勢，夏天有西南季風且冬天有東北季風的氣候環境，且海上的風沒有阻擋，可提供發展風力發電的優異條件；此外，離岸風力發電機組因為架設於遠離有人居住的地區，較不會有噪音擾民或大型機組有礙觀瞻等疑慮，但是從一開始架設機組時所產生的施工噪音會驚嚇海洋生物，到正式運行時所產生的低頻噪音干擾水中生態，甚至會傷害到以漁業為生的漁民生計，需要思考如何將這些環境影響降到最低；再者，環境中的高溼度與鹽度會日漸侵蝕到機組本身，需要再額外花費成本來保護或建立更穩固的基底。

除了噪音以及環境問題外，氣候變化難以揣測也是一個潛在的問

題，除了有時風力過小造成發電量不足之外，在夏季時常有颱風過境，而台灣的風力發電設備大多並非國產，多來自發展較完善的歐洲風電大國，然而這些廠商缺乏抗颱風經驗，便造成許多發電機被颱風摧毀的案例，如 2015 年蘇迪勒颱風將台中高美濕地的 6 座風力發電機吹倒，因此，在颱風過境期間，可能遭遇風力太強而需關閉風機，以確保風機不會受損。有鑑於此，離岸風力發電對於颱風的調適性可分為兩個層面，其一為如何對抗颱風，亦即在颱風來臨時，如何根據颱風的特性，使風力發電的各部機件不會因為強力的颱風而失效，亦需要針對日前發電機損壞的零件進行優化設計；其二則是如何利用颱風的能量，在不毀壞發電機的前提下，最大程度地轉換風力為能量輸出。

雖然風力發電受到氣候變化影響程度大，但可在風力發電產能高，產出多餘能源時，可以將這部分的能源先儲存起來，遇到電量不足時再拿出來使用，「儲能」的特性可有效地增加整體電力的可調度性以及整體電網的穩定性。除此之外，風力發電具有分散式發電的特性，以往傳統的燃煤或天然氣發電廠便是集中式發電，會將電力進行長距離傳輸到供電區，而距離越遠，損失的電力則越多，且若是其中一條電纜斷掉將可能造成區域大停電。而分散式發電則是四處都有大小規模的發電，譬如風力發電在苗栗、彰化、屏東等地方都有設置，傳輸距離較短、損失較少，若是其中一地的機組沒有運轉，仍然有其他地方的機組運轉中，即可以在區域大停電時提供緊急的電力來源。

綜上所述，雖然在台灣發展離岸發電已超過 5 年，但離岸風力發電市場現今仍處於剛起步的階段，除了無相關風場規畫以及施工經驗外，市場的規模也較為有限，然而展望未來，藉由離岸風電將有機會發展出從製造業到服務業以及發電業的產業鏈：製造業負責布局電纜、發電站等項目，服務業參與布局風場規劃、認證以及相關的金融服務，而發電業則藉由合資國外廠商來共同開發風場，藉由各產業之間的合作與努力，來達成我國 2025 年的綠能計畫。