

打造本土供應鏈體系，推動離岸風電國產化

國發會產業發展處

壹、前言

隨著全球淨零排放議題益受重視，國際社會對於再生能源的需求日益增加，蔡總統於 2016 年上任時提出「綠能科技」等 5+2 產業創新計畫，在兼顧能源安全、環境永續及綠色經濟下進行能源轉型工程，政府以太陽光電及離岸風電作為主力，展現我國積極推動綠能發展之決心。

經過 4 年戮力推動，我國光電、風電發展已穩健邁出第一步，惟面對美中貿易衝突、COVID-19 疫情衝擊，產業仍面臨重大挑戰。蔡總統於 2020 年 5 月連任後進一步推動六大核心戰略產業，期許臺灣成為全球經濟關鍵力量，其中「綠電及再生能源產業」將促使臺灣成為亞太綠能中心。迄 2023 年底，我國已累計完成 283 座風力機安裝，離岸風電累計裝置容量為 1,763MW 在亞太地區民主國家居領先地位，成績斐然。

貳、在綠能科技產業創新基礎上，持續推動「綠電及再生能源產業」

風力發電及太陽光電為 G20 國家中成長速度最快的再生能源，我國能源轉型亦以離岸風電及太陽光電為主要發展項目。在太陽光電部分，推動「太陽光電 2 年推動計畫」、「綠能屋頂全民參與推動計畫」、「109 年太陽光電 6.5GW 達標計畫」及「風力發電 4 年期推動計畫」等計畫，太陽光電裝置容量已由 2016 年底的 1,245MW 大幅增至 2020 年底的 5,817MW。

離岸風電部分則是從無到有，裝置容量由 2016 年底 0MW 增至 2020 年底的 128MW。臺灣離岸風電政策推動，係以示範獎勵、潛力場址、區塊開發三階段循序發展，其中苗栗的海洋示範風場、彰化的台電風場分別於 2019 年及 2021 年底商轉；第二階段潛力場址推動於 2017 年、2018 年 4 月先後完成環評程序及遴選作業，10 座風場計獲配容量 3.8GW，2018 年 6 月完成的競價作業則有 4 座風場獲配容量 1.7GW。

六大核心戰略思維是透過推動產業拔尖、強化科技創新，以及擴大國際合作等策略將臺灣產業再進化，原 5+2 綠能科技產業之推動已打下良好基礎，為達成 2050 淨零排放及 2025 國家能源轉型目標，經由國產化練兵，讓離岸風電產業輸出國際，透過組建風電產業國家隊、建立產業專區及研發基地、健全綠電參與制度等策略，有必要持續推動「綠電及再生能源產業」。



圖 1 苗栗外海海洋風場



叁、離岸風電開發是能源政策，也是產業政策

政府推動離岸風電開發，既是能源政策，也是重要產業政策。政府為兼顧自主再生能源開發與國家財政負擔之平衡，在潛力場址開發的遴選機制中納入「產業關聯效益」項目，以「事前承諾、事後具體執行」方式辦理，要求國外開發商在建設過程中逐步移轉關鍵技術，本土業者從做中學，期穩健有序帶動離岸風電相關本土供應鏈發展，國外開發業者應於承諾年度如期如質達成國產化承諾項目及風場建置。

因此，在離岸風電風場開發後，不僅可取得潔淨能源、逐步實現能源優化轉型，同時進而扶植國內相關產業鏈成長茁壯，厚植我國離岸風電企業競爭力，未來能有機會進軍海外離岸風電市場，可謂一魚兩吃。

由於國內產業過往欠缺離岸風電水下基礎製造實際經驗，初次生產時的確面臨許多技術上的學習瓶頸，以興達海基為例，其供應鏈初期在銲接品質良率偏低，亦有發生銲道冷裂問題，加上遭遇全球疫情影響，需要時間學習、調整，才能克服銲接技術瓶頸。歷經兩年多的技術開發及製造組裝，並通過嚴格的品質檢驗，由興達海基公司負責製造的百分百國產化六座水下基礎，於 2022 年 8 月中旬運抵彰化風場，並由沃旭海事工程團隊完成安裝作業，這也是國內離岸風電產業本土化的重要里程碑。

吊裝過程中，水下基礎首艘運輸船共吊裝 3 座管架式水下基礎，水下基礎成品是單座重量超過 1,200 公噸、高度達 80 公尺的巨大鋼鐵結構體，要能穩固地將水下基礎精準放置且牢牢固定在運輸船的甲板上，不僅需要經由特殊的治具安全鎖固，也要具備相當困難的工程技術，才能在海上運送時抵抗航行中的風浪。整個吊裝過程也須「看天吃飯」，搭配天候狀況良好時才能執行作業，出港時另須安排 2 位領港員及 3 艘拖船引領，方能順利完成首運任務。

肆、建立本土供應體系，打造離岸風電國家隊

離岸風機的主要結構及工程項目包括水下基礎、風力機組、海事工程、電力設備等項，配合潛力場址開發商推動腳步，國內離岸風電國家隊開始成軍，最初以中鋼公司為首的 Wind Team，以及台船公司為首的 Marine Team，分別與國際風電開發商在風力機組、水下基礎、電力設施及海事工程船舶等領域進行策略聯盟，逐步建立本土風電能量。

離岸風機是矗立於海上的龐然巨物，以目前國際間常見，裝置容量 8MW 的離岸風機來看，葉片旋轉直徑約 167 公尺，風機高度約 195 公尺；若以 Vestas 最新的 15MW 離岸風機，葉片旋轉直徑達 236 公尺，風機高度更達 280 公尺，所需的技術、零組件之複雜度可想而知，絕非少數業者參與就能成事。

表 1 風機系統國產化業者投資樣態

	國產化項目	業者	投資樣態
1	塔架	金豐／CS Wind	新設產線
2	機艙組裝	Vestas及SGRE	系統商自行投資
3	變壓器	士林電機	既有產線
4	配電盤	士林電機	既有產線
5	不斷電系統	KK Wind Solution A/S	外商來臺設廠
6	鼻錐罩	先進華斯	先進複材與德商Fassmer合資
7	電纜線	華新麗華	既有產線
8	輪轂鑄件	永冠	新建廠房
9	扣件	恒耀	既有產線
10	發電機	東元電機	產線更新（首件試製）
11	功率轉換系統	KK Wind Solution A/S	外商來臺設廠
12	葉片	天力	新建廠房
13	樹脂	上緯	既有產線
14	機艙罩	先進華斯	先進複材與德商Fassmer合資
15	機艙底座鑄件	永冠	新建廠房

在風場建設過程中，不管是風力機組、水下基礎、電力設施及海事工程等領域，都需要有眾多的業者參與，因此，參與的國內風電業者愈來愈多，逐漸形成國內離岸風電產業鏈。國內離岸風電業者參與的樣態相當多元，除了外商來臺投資設廠外，國內業者亦紛紛投入，經由和外商合資興建廠房、獨自新建廠房，或是利用既有產線或產線更新等方式，共同加入國產化的行列。

值得注意的是，上表中所列出之國內參與廠商，僅係風機零組件系統最主要的參與業者（tier1 廠商），離岸風機除了風機系統之外，還有塔架、水下基礎、電力系統、風機船舶等主要系統。例如，水下基礎的 tier1 廠商為興達海基、世紀風電及台朔重工等業者，套筒式水下基礎可拆分成轉接段、上部管架、接頭、斜撐、柱腳管撐、插樁、基樁等零位部件，各部件還需要下層的 tier2、tier3 廠商，轉接段就有中機、俊鼎、台船等，彼此緊密合作，才能構築出我國離岸風電的本土產業鏈。

經統計 2018 至 2023 年底止，國內運用離岸風電產業關聯方案，已新增建廠投資新臺幣 732.6 億元，產值新臺幣 920.4 億元，簽訂供應合約 1,088.9 億元，新增就業 4,224 人，成果斐然；離岸風電產業（製造業）預計到 2025 年將可再帶動投資金額約 305 億元，創造產值約 800 億元。

伍、建立產業專區及研發基地，協助國內離岸風電聚落成型

政府在扶植離岸風電產業的過程中，也相當重視相關基礎建設建置，建立風電產業專區及研發基地也是工作重點，以支持產業的發展。主要內容包括推動臺北港為離岸風電風機水下基礎專區，進行大型風力機產製國際合作，以建構 9 ~ 14MW 風力機生產基地；推動臺中港工業專區（II）成為離岸風電製造產業專區；推動高雄海洋科技產業專區，建置海洋科技工程人才培訓及認證中心、海洋科技產業研發中心，並疏浚興達港水深；在臺南沙崙智慧綠能科學城開發新世代綠能科技。經由相關基礎設施提供相關科技支援和研發環境，協助國內離岸風電產業在北中南形成風電聚落，也為當地帶來更多的就業機會和經濟效益。



圖 2 苗栗外海海能風場，是第二階段潛力場址首座完工風場

陸、結語

離岸風電是全球推動淨零排放之重要路徑，我國也將離岸風電納入淨零轉型的十二項關鍵戰略。政府戮力推動離岸風電發展，第一階段示範風場部分已全部建置完畢；苗栗海能風場於 2023 年 3 月全數完工併聯，是第二階段潛力場址首座完工風場，其餘風場亦按進度施工中；第三階段區塊開發部分，第一期容量分配結果於 2022 年底公布，計有 6 組開發商、7 座離岸風場獲配，除本土開發商外，尚有丹麥、英國、德國、美國與加拿大等國家業者參與風場開發，獲配風場預計將分別於 2026 與 2027 年陸續完工併聯，合計 3.0 GW 的裝置容量加入我國再生能源發電的行列。

隨著離岸風機的建置，國內風電產業亦自然形成，並逐漸成長茁壯，為未來輸出國際打下殷實基礎。政府未來仍將堅持既定能源政策全力推動離岸風電，建構友善開發環境，積極協助獲選業者如期如質完成離岸風電建置目標，盡力實現強化能源安全、創新綠色經濟、促進環境永續等共榮願景。🌊