

我國推動能源轉型及穩定供電相關計畫執行概況之探討

六、推動風電國產化成果未如預期，維運基礎設施及本土專業人力量能仍不足

我國風電採「先陸域，後離岸」，並按「先示範、次潛力、後區塊」3階段依序推動離岸風電發展。為兼顧自主再生能源開發與國家財政負擔之平衡，自離岸風電第2階段潛力場址開始，以國產化政策為核心，納入產業關聯項目，期帶動離岸風電相關本土供應鏈發展。惟部分項目未能達成國產化目標，甚已具產製技術之水下基礎零組件於多座風場建置過程改為進口，維運基礎建設及本土風電專業人才量能亦有待精進之處。謹說明如下：

(一)於第2階段、第3階段3-1及3-2期納入落實產業關聯項目之要求，嗣經WTO爭端解決諮商達成共識，於第3-2期產業關聯計畫變更將給予彈性，且未來選商規則不再納入強制國產化要求

我國推動離岸風電產業發展，於第2階段-潛力場址階段考量業者投資建廠及風場建置期程，按容量分配結果，以開發商事前承諾、事後查核方式，推動風力機零組件、水下基礎、陸上電力設施等5至20項關鍵零組件在地化生產；於第3階段區塊開發3-1期及3-2期則將在地化項目改為選商資格條件，訂定關鍵發展項目及加分項目與數量或比率要求（詳表3-6-1）。惟國外廠商盼放寬前開國產化限制，歐盟爰就我離岸風電國產化要求，於113年7月26日向WTO提出爭端解決諮商，嗣經雙方達成共識，歐方將暫停WTO爭端解決程序，我方同意在確保離岸風電計畫可如期併網供電目標下，協助開發商因應其在執

行產業關聯性計畫面臨之困難，並於申請變更第 3-2 期計畫產業關聯性計畫方面適當展現彈性，未來離岸風電開發計畫，相關選商規則將不納入強制性之產業關聯性計畫¹。

表 3-6-1 推動離岸風電國產化策略概要表

項目	第1階段 示範風場	第2階段 潛力場址	第3階段區塊開發		
			3-1期	3-2期	3-3期
啟動年	102年	107年	111年	113年	無
國產化要求	無	部分風場須須負擔國產化義務；業者應執行大約5-20個在地化項目。	納入選商資格條件，訂有25項關鍵發展項目及56項加分項目，業者在關鍵發展項目落實數量應達申設容量之60%、加分項目自選10分。	納入選商資格條件，訂有24項產業關聯執行方案項目，業者可自主選擇項目與數量，採分數管理，總分120分，審查分數須達70分以上。	無

資料來源：經濟部產業發展署提供。

(二)原規劃「電力設施」、「水下基礎」及「船舶製造」等國產化項目已具關鍵零組件自主製造技術能量，然「風力機零組件」之齒輪箱及發電機因業者放棄投資而未能達成國產化目標

依經濟部產業發展署說明略以，原規劃「電力設施」、「水下基礎」及「船舶製造」等國產化項目(詳表 3-6-2)，已建立製造離岸風電關鍵零組件自主製造技術能量，惟「風力機組零組件」尚有齒輪箱、發電機及海纜等 3 項，國內廠商尚未具生產產能；其中齒輪箱因國內業者經評估投資不具有經濟效益放棄投資計畫；發電機因國內業者經首件試製後測試未通過，未能進行量產，因考量經濟效益放棄投資製造；海纜項目於第 3-1 期列入加分項目及第 3-2 期提高配分，已有業者於 110 年啟動投資計畫，選定於高雄港建廠，預計 116 年投產。

表 3-6-2 截至 114 年 4 月底推動離岸風電國產化目標執行情形概況表

單位：項

發展項目	電力設施	水下基礎	風力機零組件	船舶製造
------	------	------	--------	------

¹ 經濟部網站，
https://www.moea.gov.tw/MNS/populace/news/News.aspx?kind=1&menu_id=40&news_id=117873(最後瀏覽日 114 年 7 月 4 日)。

發展項目	電力設施	水下基礎	風力機零組件	船舶製造
原規劃國產化目標項數	3	1	15	1
已達成國產化項目	3	1	12	1
尚未達成國產化項目	無	無	3	無

資料來源：經濟部產業發展署提供。

(三)離岸風電第 2 階段多數風場契約約定國產化之水下基礎項目因所需期程國內產能不足而改自國外進口，近期已有葉片製造商因產銷需求未明而大幅資遣員工，國產化成果未如預期

1. 依監察院 111 年 7 月 13 日 111 財政 0007 號調查報告略以，經濟部為解決離岸風電國產化過程中，各零組件本土廠商無法配合開發商併網時程提供產能，依行政契約以公協會出具無產製證明，開發商即可向國外進口，惟該院查得，彰芳、西島風場係先規劃向國外採購全額數量，經濟部工業局²要求提供不可抗力證明文件，該等風場遂向公協會提出 20 個工作天、2 至 4 個月不等、極不合理交期之需求，以利取得公協會無產製證明，遂行國外進口之目的。工業局為離岸風電國產化主辦機關，對於開發商向相關公協會要求開立無產製證明之細項規範付之闕如。經查截至 111 年 4 月 15 日，已於水下基礎、海纜、齒輪箱、發電機等各類零組件相關公協會，共發出 42 張無產製證明文件，顯見 106 年工業局交由金屬中心訪商共召開 76 次徵詢會議、信誓旦旦表示本土均有產能可在地化，惟實際操作後，為求能於 114 年併網期限來臨時完成，以無產製證明為替代方案，變相折損產業關聯政策之原意，顯有疏失，請其檢討改善。

2. 觀離岸風電第 2 階段潛力場址須負擔國產化義務之遴選核配風場截至 114 年 4 月底開發執行情形³，已施工之 9 座風場除

² 經濟部工業局 112 年 9 月整併原經濟部中部辦公室工廠輔導等業務升格更名為「經濟部產業發展署」。

³ 第 3-1 期及第 3-2 期開發商尚未提交國產化最終選定項目及廠商；離岸風電第 2

海能風場無國產化項目及允能未修改國產化項目外，其餘 7 座風場均修改原設定國產化目標。除前開國內業者放棄投資產製之齒輪箱、發電機及首件試製失敗之海纜項目外，多數風場(含大彰化東南、大彰化西南、彰芳、西島、中能等 5 座風場)修改原設定國產化項目及項數，係國內已有產製技術之「水下基礎」項目因所需期程國內產能不足無法如數供應，改為自韓國進口(詳表 3-6-3)。此外，我國唯一風機葉片製造商一天力離岸風電科技股份有限公司因主要客戶丹麥維特斯集團退出臺灣離岸風電市場，不再向該公司提出葉片製造之需求，致影響該公司合併葉片製造產能 100%，且於主要營業項目暫時中斷，尚未能有明確之生產銷售需求下，已於 114 年 3 月起陸續資遣產線員工，預計資遣正職員工共計約 470 人⁴。據此，已具風電相關產製能量之本土廠商仍存訂單需求營運挑戰，是否實質衝擊風電國產化目標，尚待觀察。

3. 另依台電公司說明略以，台電離岸風電二期契約約定應國產化之「水下基礎」項目包含 124 支鋼管樁及 31 座套筒桁架，其中，鋼管樁 124 支全數由國內生產，31 座套筒桁架除少部分主構件及次構件係考量國內產能及交期、國內供應商量能不足等因素，改為從國外進口⁵，由國內廠商在台銲接組裝。該公司雖以達成 100%在台完成全組立而認已落實國產化政策目標，惟部分零組件係自國外進口，恐與國產化目標仍屬有間。

階段潛力場址規劃 110 至 114 年度併網，並具 1 年寬限期。

⁴ 參公開資訊觀測站 114 年 5 月 22 及 23 日重大訊息，
<https://mopsov.twse.com.tw/mops/web/t146sb05>(最後瀏覽日：114 年 7 月 18 日)。

⁵ 台電公司說明略以，主構件進口品項包含上腿管(拱頭及斜撐)及下腿(斜撐及拱頭)共 31 套，係由韓國進口，次構件 31 套由越南進口，已於 112 年 7 月及 9 月間依產業關聯規定向主管機關申請並獲經濟部同意進口在案。

4. 揆諸前述，我國推動離岸風電國產化目的除開創新產業發展，並可確保國內未來於風電建置與運維階段具備足夠本土能量，惟離岸風電第 2 階段多數風場契約約定國產化之水下基礎項目因所需期程國內產能不足而改為進口，且具風電相關產製能量之本土廠商尚需面臨訂單需求未定之挑戰，顯見我國風電供應鏈之健全，尚有努力提升之空間。

表 3-6-3 離岸風電第 2 階段潛力場址開發國產化目標執行情形概況表

單位：單位：千瓩(MW)；座

風場	開發商	契約		國產化項目別及項數	修改原設定國產化目標				
		裝置容量	風機數		修改國產化項目別及項數	修改原因	進口國家	進口項目別及項數	
大彰化東南	沃旭	605.2	75	與大彰化西南合併開發風力機數量 111 座，須落實風力機塔架、水下基礎、陸上電力設施變壓器、配電盤、開關設備 5 項。	與大彰化西南合計水下基礎國內生產 6 座	所需期程國內產能不足無法如數供應	韓國	與大彰化西南合計水下基礎 105 座	
大彰化西南	沃旭	294.8	36	與大彰化東南合併開發風力機數量 111，須落實風力機塔架、水下基礎、陸上電力設施變壓器、配電盤、開關設備 5 項。	與大彰化東南合計水下基礎國內生產 6 座	所需期程國內產能不足無法如數供應	韓國	與大彰化東南合計水下基礎 105 座	
彰芳	CIP	552.0	10	須落實風力機塔架、水下基礎、陸上電力設施變壓器、配電盤、開關設備 5 項。	彰芳西島合併開發所需合計 62 套水下基礎國內生產 32 座	所需期程國內產能不足無法如數供應	韓國	彰芳西島合併開發所需合計 62 套水下基礎 30 座	
			47	須落實風力機塔架、機艙組裝、變壓器、配電盤、不斷電系統、鼻錐罩、電纜線、輪軸鑄件、扣件、水下基礎、陸上電力設施變壓器、配電盤、開關設備、海纜 14 項。			輪軸鑄件 47 套		歐洲
西島	CIP	48.0	5	與彰芳合併開發風力機數量 62，須落實風力機塔架、機艙組裝、變壓器、配電盤、不斷電系統、鼻錐罩、電纜線、輪軸鑄件、扣件、齒輪箱、發電機、功率轉換系統、葉片及其樹脂、機艙罩、機艙底座鑄件水下基礎、陸上電力設施變壓器、配電盤、開關設備、海纜 20 項。	彰芳西島合併開發所需合計 62 套水下基礎國內生產 32 座	所需期程國內產能不足無法如數供應	韓國	彰芳西島合併開發所需合計 62 套水下基礎 30 座	
							歐洲		輪軸鑄件 5 套
							韓國		海纜
							歐洲		齒輪箱 5 套
					海纜	國內業者放棄投資國內無產製	韓國	海纜	
					齒輪箱	國內業者放棄投資國內無產製	歐洲	齒輪箱 5 套	
					發電機	國內廠商首件試製失敗	歐洲	發電機 5 套	
中能	CIP	300.0	31	須落實風力機塔架、機艙組裝、變壓器、配電盤、不斷電系統、鼻錐罩、電纜線、輪軸鑄件、扣件、齒輪箱、發電機、功率轉換系統、葉	水下基礎 15 座	所需期程國內產能不足無法如數供應	韓國	水下基礎 16 座	
							韓國		海纜
					海纜	國內業者放棄	韓國	海纜	

風場	開發商	契約		國產化項目別及項數	修改原設定國產化目標			
		裝置容量	風機數		修改國產化項目別及項數	修改原因	進口國家	進口項目別及項數
				片及其樹脂、機艙罩、機艙底座鑄件水下基礎、陸上電力設施變壓器、配電盤、開關設備、海纜 20 項。	齒輪箱	投資國內無產製	歐洲	齒輪箱 31 套
					發電機	國內廠商首件試製失敗	歐洲	發電機 31 套
海龍二號	NPI、玉山能源	300.0	21	須落實風力機塔架、機艙組裝、變壓器、配電盤、不斷電系統、鼻錐罩、電纜線、輪軸鑄件、扣件、發電機、功率轉換系統、葉片及其樹脂、機艙罩、機艙底座鑄件水下基礎、陸上電力設施變壓器、配電盤、開關設備、海纜 19 項。	海纜	國內業者放棄投資國內無產製	韓國	海纜
					發電機	國內廠商首件試製失敗	歐洲	發電機 21 套
					葉片	無業者投資設廠	歐洲	葉片 21 套
台電二期	台電	300.0	31	須落實風力機塔架、機艙組裝、變壓器、配電盤、不斷電系統、鼻錐罩、電纜線、輪軸鑄件、扣件、齒輪箱、發電機、功率轉換系統、葉片及其樹脂、機艙罩、機艙底座鑄件水下基礎、陸上電力設施配電盤、開關設備、海纜 19 項。	海纜	國內業者放棄投資國內無產製	韓國	海纜
					齒輪箱	投資國內無產製	歐洲	齒輪箱 31 套
					發電機	國內廠商首件試製失敗	歐洲	發電機 31 套

資料來源：經濟部產業發展署提供。

(四)彰化沿海為我國離岸風電重點場域，惟鄰近之彰化漁港基礎設施及港口管理，仍待完善，以提升風場運維機動性及效率

- 離岸風電風場生命週期為 25 至 30 年，歷經開發、建造、運維、退役等階段，而風場之「運維」所占時間最長⁶，重大攸關風場能否發揮最佳效能。
- 我國西部沿海是離岸風電發展之重點區域，其中彰化外海之風場規模最大，包括大彰化東南、大彰化西南等風場，而靠近彰化沿海地區風場，包括彰芳、西島、台電離岸一期、二期等(詳圖 3-6-1)。鑒於運維基地宜儘可能靠近離岸風場，以提高機動性，行政院 106 年核定之「風力發電 4 年推動計畫」爰規劃以彰化漁港建置離岸風電運維碼頭及運維基地，俾供

⁶ 參海洋科技產業創新專區網站，
<https://www.mtic.org.tw/News/Detail/25aea0ef-2a18-4a5e-82d9-ff4b1ab644e6?ModuelID=N4>(最後連覽日：114 年 7 月 3 日)。

從事風電運維服務產業之相關業者使用。彰化縣政府配合該計畫以彰濱工業區內約 22 公頃之土地(含部分水域)設置「離岸風電運維基地」，採分階段方式開發，工程項目包含浚挖、填築及護坡工程、護岸與浮動碼頭工程、道路及排水工程、公共管線工程及景觀綠化工程等，第一期工程於 110 年 7 月 26 日完工，興建完成 4 席泊位，後續以前瞻基礎建設計畫第 2 期特別預算經費 14 億元進行第二期工程，於 113 年 4 月 19 日完工再增 6 席泊位，合計 10 席泊位，並完成浚挖-6.5 米深之航道予風電運維服務業者使用⁷。

3. 據台電公司說明略以，彰濱離岸風電運維基地泊位原預計 110 年開放使用，該公司於當年度申請獲得 2 席泊位，惟因各種因素造成該泊位遲至 114 年 7 月 15 日仍無法使用⁸，目前以台中港為出發港口；倘可使用彰化漁港泊位，則將節省當次來回航程時間約 3 小時，並可增加每次風力機組維護保養時間，以及有助於更少之天氣窗時間登塔檢修故障機組，提高機組

⁷ 資料來源，彰化縣政府網站，彰濱離岸風電運維基地計畫，https://ctrl.chcg.gov.tw/main/main_act3/main.aspx?act_id=408&main_id=34835(最後瀏覽日期 114 年 7 月 3 日)。

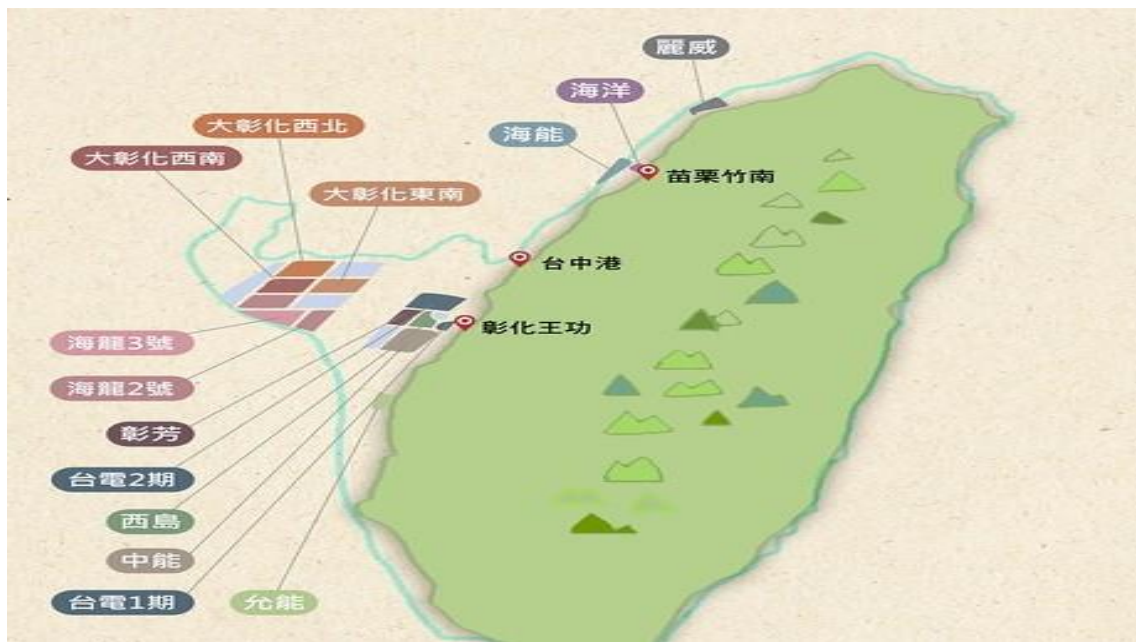
⁸ 據彰化縣政府網站及媒體報導略以，彰化漁港北岸提供 330 艘漁筏作業與停泊，南岸係供離岸風機之綠能建設順利營運，兩者共用同一出口航道，南北防波堤等關鍵設施已完工，第 1 階段開發將告一段落，但仍需 3 億 3,500 萬元經費補助以完成南北護岸工程，114 年 6 月開港先開放 80 艘漁船席位，預估於年底將可開放 160 艘船席位供停泊。資料來源：彰化縣政府網站，彰化漁港漁筏停泊區 80 個泊位優先開放啟用，114 年 6 月 13 日，

https://www.chcg.gov.tw/ch2/newsdetail.aspx?bull_id=411387，最後瀏覽日 114 年 7 月 9 日；劉明岩，等了 33 年 彰化漁港今天開港 是彰化唯一免候潮港，聯合新聞網，114 年 6 月 13 日，<https://udn.com/news/story/7325/8804917>，最後瀏覽日 114 年 7 月 9 日；劉曉欣，彰化漁港開港了 風電使用運維港暫不開放，自由時報，114 年 6 月 13 日，<https://news.ltn.com.tw/news/life/breakingnews/5074053>，最後瀏覽日 114 年 7 月 6 日；林菁樺，業者被迫捨近求遠 外資對台打問號，自由時報，113 年 8 月 28 日，<https://ec.ltn.com.tw/article/paper/1664010>，最後瀏覽日 114 年 7 月 6 日；吳馥馨，國際級笑話！4 億元打造運維基地淪蚊子館 CIP 怒斥不接受被當「人質」或「人球」，太報，113 年 8 月 17 日，<https://www.taisounds.com/news/content/76/141694>，最後瀏覽日 114 年 7 月 6 日。

可用率。另台電公司於彰濱工業區建置離岸風電運維中心(包含辦公室、維修工廠、儲藏空間和公共展廳)，預計 114 年底完工，依該公司說明略以，運維中心完工後，如能再搭配彰濱運維港開港，將有助提升離岸風電運維效率⁹。

4. 揆諸前述，運維對風場效能之發揮至關重要，而彰化沿海及外海離岸風電風場規模不小，惟彰化漁港基礎設施迄仍未完善，致運維業者仍以台中港為出發點，徒增往返時間及運維成本，恐影響風場最佳效能之發揮。為提升離岸風電運維效率，中央政府允宜積極與地方政府協調促使及早完備彰化漁港基礎建設及港口管理。

圖 3-6-1 彰化沿岸及外海離岸風電風場分布圖



資料來源：社團法人台灣環境資訊協會環境資訊中心網站，
<https://e-info.org.tw/node/220951>(最後瀏覽日 114 年 7 月 4 日)。

(五)國內離岸風電高階焊接、非破壞檢測人員及陸域風機維修人

⁹ 參經濟部 113 年 8 月 12 日新聞稿，台電離岸一期風機運行效率破九成 盼打造本土最佳運維模式，
https://www.moea.gov.tw/Mns/Populace/news/News.aspx?kind=1&menu_id=40&news_id=115655，最後瀏覽日 114 年 7 月 6 日。

力量能不足，致廠商需自國外引進補足，而國內培育風電人才 逼近面臨外國企業挖角而外流

1. 依監察院 113 年 12 月 20 日 113 財調 0039 號調查報告就離岸風電人才培訓及教育訓練之說明略以，主管機關經濟部、勞動部雖已開設相關課程，惟該院履勘走訪北、中、南各地本土廠商均反應，對於銲接等各類人員仍需才孔亟，而離岸風電產業國產化為我國大力推動之政策方向，主管機關允宜再視廠商需求類別，審慎評估各類課程之培訓，俾符實需。
2. 依經濟部產業發展署說明略以，離岸風電產業人員缺口主要為水下基礎之高階銲接人力及非破壞檢測人員¹⁰，自 109 年起至 113 年底止已完成離岸風電 6G/6GR 銲接專業人員及非破壞檢測人員訓練各 159 人次及 49 人次；目前短期缺口業者多已自行自國外引進專業高階人才補足，緩解產業人力不足問題，惟中長期仍應建立自有高階銲接及非破壞檢測人員。此外，我國離岸風電人才已有不足，逼近已有學者指出我國培育風電專業人才正面臨外國企業挖角而外流¹¹。
3. 我國風電發展以「先陸域，後離岸」為推動策略，以台電公司為例，其陸域風機興建期程集中於 90 至 100 年間，泰半風機已運轉逾 15 年，部分檢修時間長除受待檢修機組數量多及天候影響，亦受技術人力不足或流失影響。依該公司說明略

¹⁰ 由於水下基礎生產高度仰賴人工銲接，因此人力需具有符合 6G/6GR 規範的銲接技術，至於非破壞檢測部分則須符合 ISO 標準之要求。

¹¹ 依公視 P#新聞採訪報導略以，我國離岸風電團隊中，有 70%之技術人員來自國外，約 57%之風電相關廠商反映人才不足，但是隨著日韓逐步投入離岸風電市場，台灣最近培育之人才又正被國外業者挖角。資料來源：公視 P#新聞 YouTube 網站，發電未達標 廠商出走 台灣風力發電為何進度落後？(6：24 分至 7:01 分，江茂雄，經濟部離岸豐產國產化審查委員)114 年 7 月 2 日，<https://www.youtube.com/watch?v=YFQUZ08hYaQ>(最後瀏覽日 114 年 7 月 18 日)。

以，因離岸風機興起，造成國內維修人力競爭，部分陸域風機維修人力轉換跑道，致現場維修人力量能不足，爰已促請原廠專案支援及增派國外原廠技師投入風機維護工作。

4. 揆諸前述，我國目前風機專業人才如離岸風電高階銲接及非破壞檢測人員，甚陸域風機維修人力均量能不足而需自國外引進補足，並已有國內培育之專業人才外流情形，恐不利風機之建置及運維，有待盤點風電產業人力缺口，積極研謀育才及留才之良策，以確保產能穩定，提高產業競爭力，並促進技術傳承，達成產業永續之發展目標。