



國際商港於離岸風電產業規劃

臺灣港務股份有限公司業務副總經理 / 鍾英鳳
台灣世曦工程顧問股份有限公司港灣部資深協理 / 張欽森
台灣世曦工程顧問股份有限公司港灣部計畫經理 / 簡德深

關鍵字：國際商港、臺中港、臺北港、離岸風電產業

摘要

為順應全球氣候變遷與節能減碳趨勢，政府積極推動離岸風電發展，並預定於民國114年達5.5GW發電目標，且在109年起陸續併聯電網。因離岸風機構件具大尺寸與高載重之特性，需提供寬廣土地供風力機構件組裝與儲放，同時亦需重件碼頭供組裝後之風力機組載運至離岸風場施作。此外，政府希冀結合國內離岸風力機相關組件業者，將離岸風力機之鑄件、葉片、發電機、變頻器、齒輪箱、塔架、電力設備、施工營造及運維服務、水下基礎、海底電纜、其他次零件等，採一條龍方式建立自主性技術。因國際商港具備離風場近、基礎設施完善與可使用土地充沛之優勢，故國際商港主要經營者—臺灣港務公司，積極辦理港口基礎建設之投資，同時針對離岸風電發展規劃四大營運主軸：「風機預組裝基地」、「風電國產化基

地」、「港勤運維」及「人才培訓」，希冀在整個離岸風場的四大週期內都能做為產業的最佳後盾，並將港區資源作最有效的利用，同時也為商港帶來新的發展動力。

一、前言

為提高臺灣港埠競爭力，政府於民國101年3月1日將港務機關管理與經營的角色分別成立「航港局」及「臺灣港務股份有限公司（TIPC）」（以下簡稱港務公司）。其中各國際商港之經營由港務公司以「港群」觀念統籌辦理，並以企業化精神推動國際商港事業發展。此外，為因應國內外經濟發展趨勢，國際商港每五年辦理一次整體規劃，並藉由滾動式檢討港埠需求，擊劃國際商港未來發展目標。基此，在經過多次五年整體規劃後，各國際商港之土地、碼頭與後線設施逐趨完善，除吸引貨櫃、倉儲、大宗原物料等航商及物流業者進

駐投資外，亦提供國內重要之電力、鋼鐵、石化、能源等民生重要產業進駐設廠，故國際商港已為臺灣不可或缺之貨運、能源、民生基礎產業之進出口基地。

近年來，為因應全球氣候變遷與節能減碳趨勢，國際間均已覓尋替代能源，風力、太陽能等綠色能源產業已成為國際積極發展重點，藉以減低對傳統能源之依賴，其中離岸風電產業為政府積極推動政策之一。港務公司為配合離岸風電政策之推動，於本期整體規劃（111~115年）中，除對各港原有之港埠發展需求進行檢討外，並積極規劃國際商港中風電重件碼頭，與風電產業鏈較適設置區位，並對離岸風電長期發展研提規劃構想與建設計畫，除可滿足政府能源政策外，並讓綠能、風電發展成為國際商港重要業務。

二、離岸風電發展歷程與推動現況

我國能源缺乏，石化能源進口依存度高，面對全球溫室氣體減量趨勢與國家非核家園共識，2011年3月11日日本大地震發生福島核災後，政府即於100年11月3日公布「確保核安、穩健減核、打造綠能低碳環境、逐步邁向非核家園」之能源發展願景，全力推廣再生能源，以太陽光電及風力發電為最關鍵發展項目，致力達成114年再生能源發電占比達20%，兼顧能源安全、綠色經濟及環境永續，穩健具體地落實政府推動再生能源及非核家園的目標。

臺灣海峽被國際工程顧問公司4C Offshore評定為全世界最優良的海上風場之一，為追求更穩定的再生能源來源，「離岸式風力發電」遂成為我國積極開發重點之一。經濟部能源局即於104年7月2日公告「離岸風力發電規劃場址申請作業要點」，劃設36處離岸風電潛力場址；並於106年8月16日奉行政院核定之「風力發電4年推動計畫」中，規劃由經濟部、農委會、環保署、交通部、內政部、文化部等進行跨部會合作，藉行政法規協調、基礎設施環境建構、環境及生態保護機制等面向，完善所需基礎配套，並確立「先淺海、後深海」模式，及「先示範、次潛力、後區塊」之3階段推動策略，以穩健推動風力發電，於114年達成4.2GW，包含陸域風電1.2GW，離岸風電3GW。

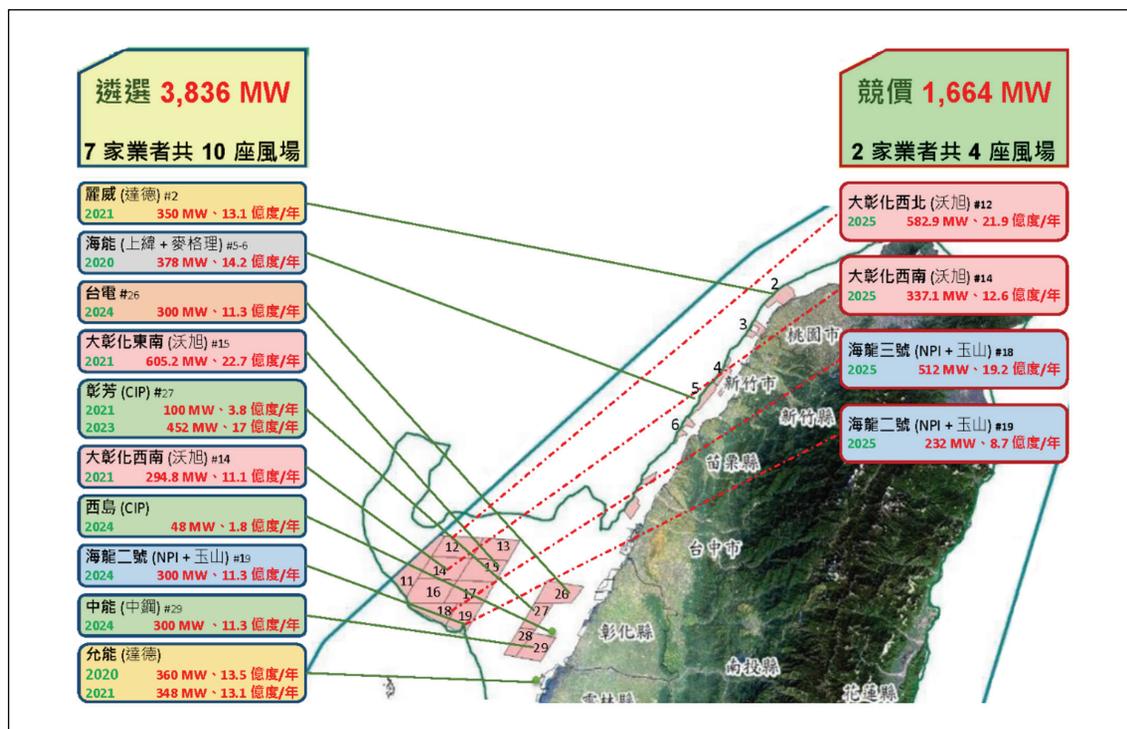
經濟部考量配合基礎設施建置期程、推動離岸風力發電產業發展及建構在地產業供應鏈，於107年1月18日進一步公告「離岸風力發電規劃場址容量分配作業要點」，採「先遴選3.5GW，後競價2GW」策略，以穩健有序的方式建置國內離岸風電，各場址規劃量詳表1所示。而目前離岸風電場址已於107年4月30日完成遴選作業，共核配3,836 MW；同年6月22日完成競價作業，共核配1,664 MW，遴選及競價合計共核配5.5GW，預計將於109至114年間陸續完成。經濟部能源局已完成遴選及競價作業，其遴選與競價之分配區位詳圖1所示。



表 1 離岸風電規劃場址彙整表

場址	籌備處	規劃量 (MW)	進度	場址	籌備處	規劃量 (MW)	進度
1	艾貴風能壺	256	備查失效	18	海龍三號	468-512	已備查
2	麗威	251	已備查	19	海龍二號	612-696	已備查
3	築能	151.8-159.3	備查失效	26	台電	812	已備查
4	竹風	410	已備查	27	彰芳	475	已備查
5 & 6	海能	555.45-736	已備查	27	海峽	500	備查失效
11	海鼎一	648-736	已備查	28	海峽	500	已備查
12	大彰化西北	598	已備查	28	福芳	500	備查失效
13	大彰化東北	570	已備查	29	中能	450	已備查
14	大彰化西南	642.5	已備查	非屬潛力場址	宇騰	232-239.7	備查失效
15	大彰化東南	613	已備查	非屬潛力場址	允能	632-707.8	已備查
16	海鼎二	666-760	已備查	非屬潛力場址	西島	305	已備查
17	海鼎三	648-760	已備查	非屬潛力場址	臺海第一	500	備查失效

資料來源：經濟部能源局，風力發電單一服務窗口。



資料來源：經濟部能源局。

圖 1 離岸風力發電規劃場址選選及競價結果



三、國際商港於推動離岸風電所扮演角色

依經濟部所劃設具離岸風電開發潛力之場址，其潛力場址多座落於彰化外海及北台灣沿海區域；而離岸風機屬大型重件機具，組裝需較大土地空間，基於在海上作業風險與便利性考量下，選擇距離風場較近的港埠較具建設優勢。基此，行政院擬定之離岸風電4年發展計畫中，就前述離岸風電之施工特性指定適合離岸風電建置之基礎設施區位與可做為風機國產化之產業專區，包含施工組裝碼頭、水下基礎碼頭、運維基地及產業專區等部分，其規劃構想如下。

(一) 施工組裝碼頭

就離岸風電施工特性，其施工組裝碼頭係以離風場近之臺中港為主，且為配合105年建置示範機組之需求，初期選定臺中港既有#2碼頭予以因應，而108年起示範風場及潛力廠址所需之2席重件碼頭則規劃於臺中港建置#5A、#5B碼頭（分別於107與108年完成）予以因應（現階段已為台電公司做為風力機上部構件及塔架組裝之重件施工組裝碼頭）。

(二) 水下基礎碼頭

而水下基礎碼頭，短期先以興達港「海洋科技產業創新專區」協助建立自主水下基礎產業，中長期再評估臺中港或其他適合港

口（現階段已選定興達港與臺北港南碼頭區建置風電下構基礎製造基地，並分別由中鋼公司及世紀鋼鐵負責建置）。

(三) 運維碼頭（基地）

運維基地部分則考量無需高規格承載力，且宜盡可能靠近離岸風場以提高機動性，故規劃以彰化彰濱工業區之彰化漁港建置離岸風電運維碼頭及運維基地。

(四) 產業專區

政府考量為帶動本土離岸風電產業發展，初期規劃於臺中港工業專業區(II)建置產業專區，並推動#106重件碼頭新建工程，以提供大型離岸風電設備零組件裝卸。

綜上，因國際商港中之臺中港，具備距離風場運程最短、碼頭水深及後線場地足夠且可容納大型風機組裝船靠泊等優勢條件，經政府及產業界等單位評估後，擇定臺中港為離岸風機發展最佳基地。而在經濟部能源局發布「『離岸風力發電規劃場址申請作業要點』申設現況」後，更為臺灣離岸風場的運作揭開序幕，後續國內、外風電產業業者、風電商均積極搶進國際商港碼頭及後線腹地，布局臺灣風電產業之供應鏈。由此顯示，國際商港將扮演推動離岸風電發展之重要火車頭



四、國際商港配合離岸風電發展之因應歷程

離岸風電政策推展初期，港務公司即積極進行國際商港土地區位之規劃布局與投入港口基礎建設。其中於整體規劃（101~105年）階段，擬將臺中港電力專業區（II）規劃作為國家風電或低污染之電廠或風力發電機組設置使用，供相關公民營企業投資設置風電產業園區（區位詳圖2）。在港務公司超前布局下，提供政府推動離岸風電產業政策時，具有合適之發展基地。

然至前期整體規劃（106~110年）時，

臺中港為配合臺中市政府「海線雙星」計畫，將風電產業南移，其中有關鑄造與重加工部分規劃設置於工業專業區（II）、輕加工與研發部分則設置港埠產業專業區內，以因應國家推動風電政策、地方與港埠之均衡發展需求（區位詳圖3）。

而至本期整體規劃（111~115年）時，臺中港為配合政府達成2025年非核減煤及燃氣發電占比50%之能源政策目標，將於外港區沿南填方區（II）往外海興建外廓防波堤，以提供興建LNG卸收碼頭之靜穩操航空間（詳圖4）；同時為因應臺中火力發電廠後續煤灰填築所需，擬以南填方區（III）、

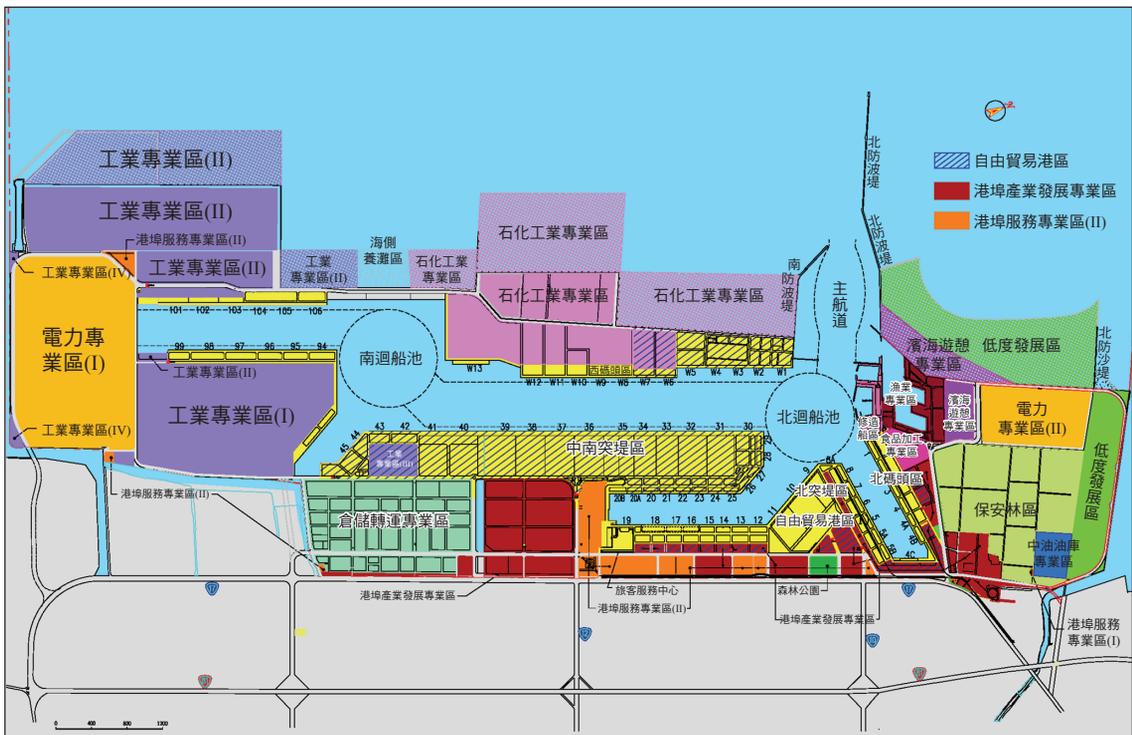


圖 2 臺中港整體規劃平面配置圖（101 ~ 105）-105 年發展藍圖

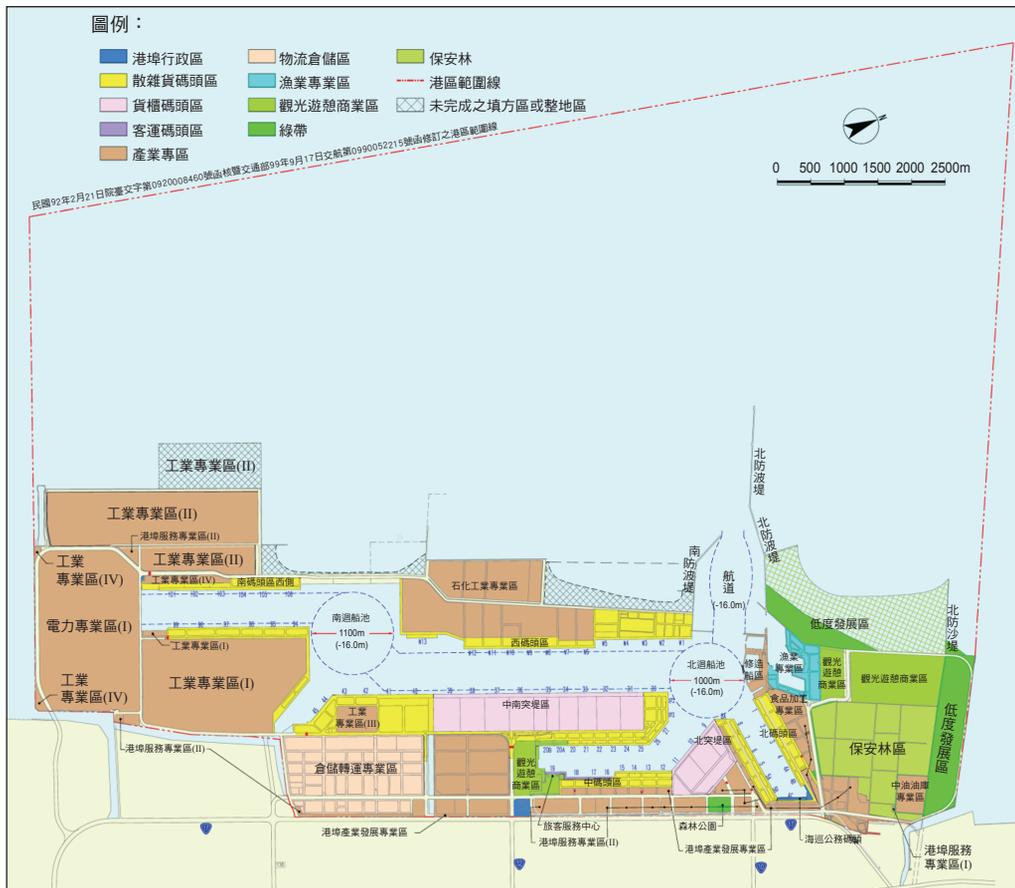


圖3 臺中港整體規劃平面配置圖(106~110)-110年發展藍圖

(IV) 作為灰塘填區(辦理環差作業中)，該區於中長程階段完成填築後，可結合工業專業區(II)之風電國產化基地，讓離岸風機作業可達一條龍服務，達成離岸風電產業鏈發展基地之目標，以因應政府能源政策長期需求。

五、國際商港對於離岸風電產業規劃現況

港務公司身為國際商港主要經營者，除

對國際商港進行整體性檢討與規劃外，為貫徹離岸風電政策，發展整合性風電港口，在離岸風電產業中，朝四大營運主軸：「風機預組裝基地」、「風電國產化基地」、「港勤運維」及「人才培訓」進行規劃，其中臺中港將做為風力機組裝、零組件國產化基地、運維基地及人才培訓中心，臺北港成為風電下構基礎製造基地，其臺中港與臺北港之離岸風電規劃構想配置詳圖5、圖6所示。茲就臺灣港務公司風電四大營運主軸說明如下：

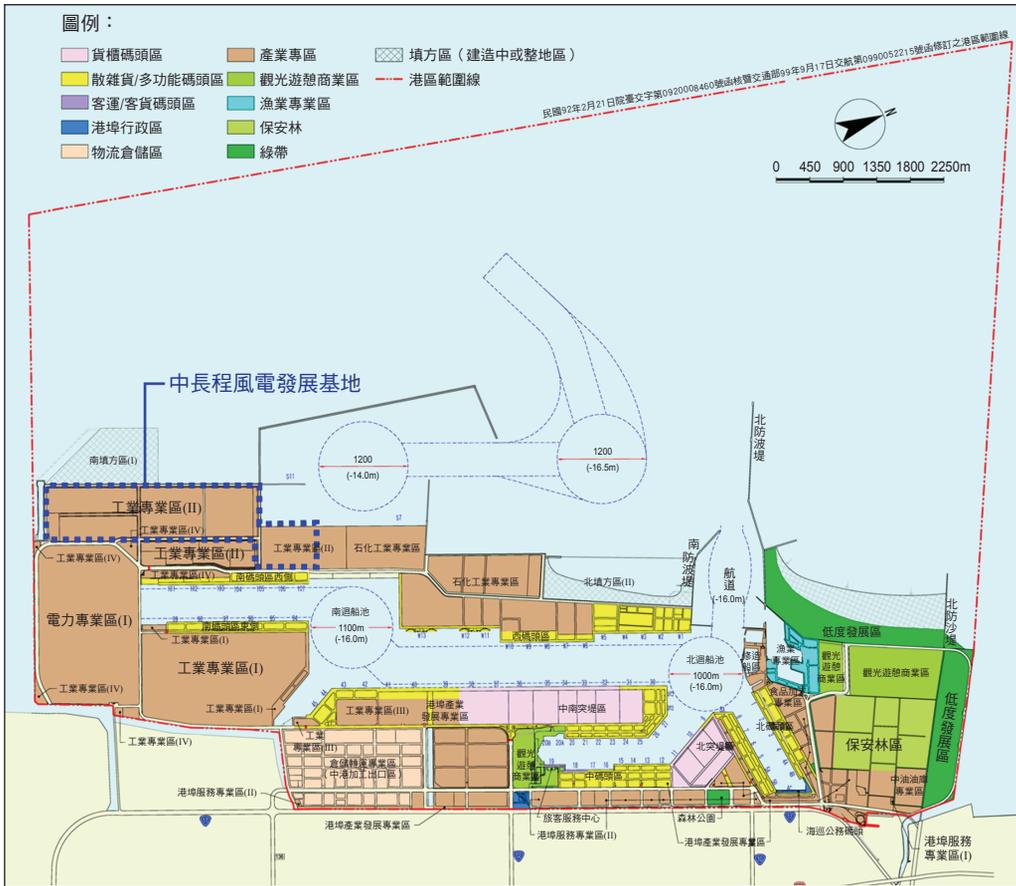


圖 4 臺中港整體規劃平面配置圖 (111 ~ 115) -115 年發展藍圖

(一) 風機預組裝 → 1. 風力機上構預組裝基地：臺中港

風機上部構造包含葉片、機艙、塔柱…等，屬超大型構件，以8MW風力機葉片其轉子直徑 (Rotor Diameter) 高達175 m，須具備寬廣土地方有利於裝卸、組裝。基此，離岸風電政策推動初期，臺中港即規劃將貨運使用之#2、#5A、#5B、#36及#106等5席一般性碼頭，改建為可供高載重風機（零組件、

構件）上下岸之重件碼頭，其各碼頭之斷面及用途茲分別說明如下：

1. #2碼頭：離岸風力機預組裝專用碼頭（107年Q4完工）

臺中港#2碼頭原屬一般碼頭，經改建為重件碼頭後，碼頭承載力提升至10 ton/m²，符合現場風機塔筒組裝作業環境；同時為滿足風機安裝船進行裝載作業時錨定承載需求，亦針對碼頭船席區施作海床加固，以穩

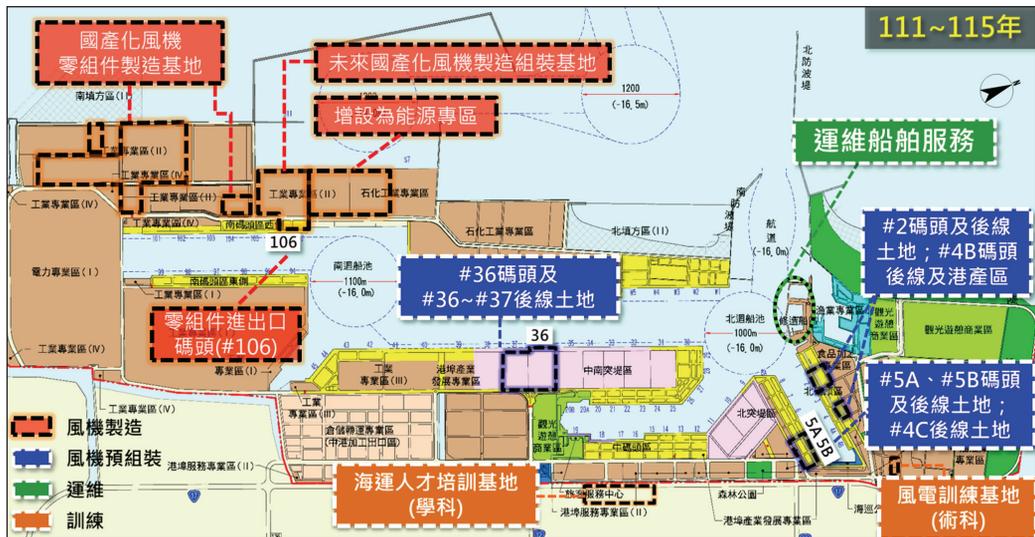


圖 5 臺中港離岸風電現況規劃配置示意圖

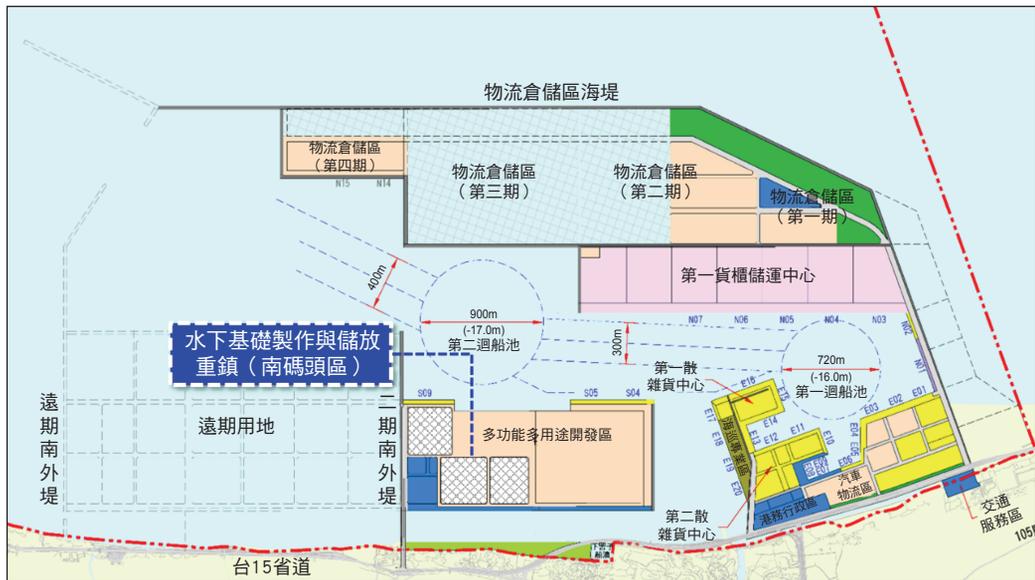


圖 6 臺北港離岸風電現況規劃配置示意圖

定進行風機上部構件（包含葉片、機艙、塔筒）儲運作業，其區位與標準斷面詳圖7所示。#2碼頭已於108年提供「Formosa_1」海洋示範風場風力機預組裝使用。

2. #5A、#5B碼頭：離岸風力機預組裝專用碼頭（108年Q4、109年Q2完工）

因應台電示範風場開發所需，配合興改建臺中港#5A、#5B等2座碼頭，其長度總計

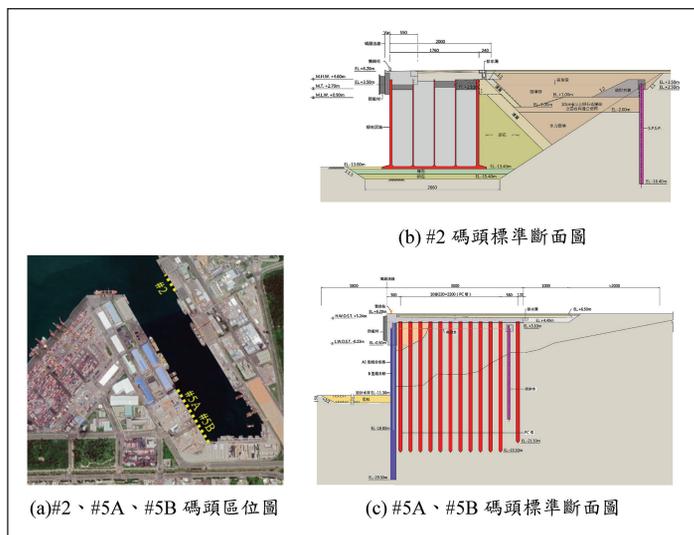


圖 7 #2、#5A、#5B 風電碼頭區位與標準斷面圖

400公尺、船席水深11公尺。同時將#5A及#5B碼頭主體結構承載力強化至50 ton/m²，並於船席區域鋪設1.5公尺碎石以強化承載力，其區位與標準斷面詳圖7所示。#5A碼頭已於108年提供台電示範風場使用，#5B碼頭已於109年提供允能風場使用。

3. #36碼頭：兼具風電施工船與貨櫃船靠泊裝卸（109年Q4完工）

依據歷年整體規劃原則，臺中港#32~#38碼頭均做為貨櫃碼頭使用（#32~#35碼頭現況為貨櫃碼頭、#36~#38尚未開發），然考量貨櫃運量成長需求趨緩，加上離岸風電政策之大力推動，故為因應風電尖峰期之需求，擬先興建#36碼頭做為重件碼頭使用，初期可供風電業者承租使用，後期則可配合貨櫃市場，恢復為貨櫃碼頭使用。#36碼頭全區採20 ton/m²及40 ton/m²兩種設計，可提供

6500TUE貨櫃船及重件船停靠及裝卸使用，其平、斷面詳圖8所示。

4. #106碼頭：兼具風電施工船與貨櫃船靠泊裝卸（108年完成100m重件段、109年Q4完工）

臺中港「工業專業區II」區域，目前規劃為離岸風電產業專區，並於南碼頭區西側既有#105碼頭北側興建#106碼頭（設計承載力（40 ton/m²）離岸風電專用深水碼頭），做為臺中港離岸風力發電產業專區專用的離岸風電零組件之進出口裝卸/運輸、施工主要碼頭；同時為配合實務船席利用長度需求，將#105~#106碼頭調整為#105~#107碼頭（總長度不變）；#105碼頭調整後長度為270 m，做為煤炭等大宗散雜碼頭使用；#106碼頭調整後長度為310 m，做為重件碼頭兼具調節散雜性貨物裝卸使用；#107碼頭調整後長度為

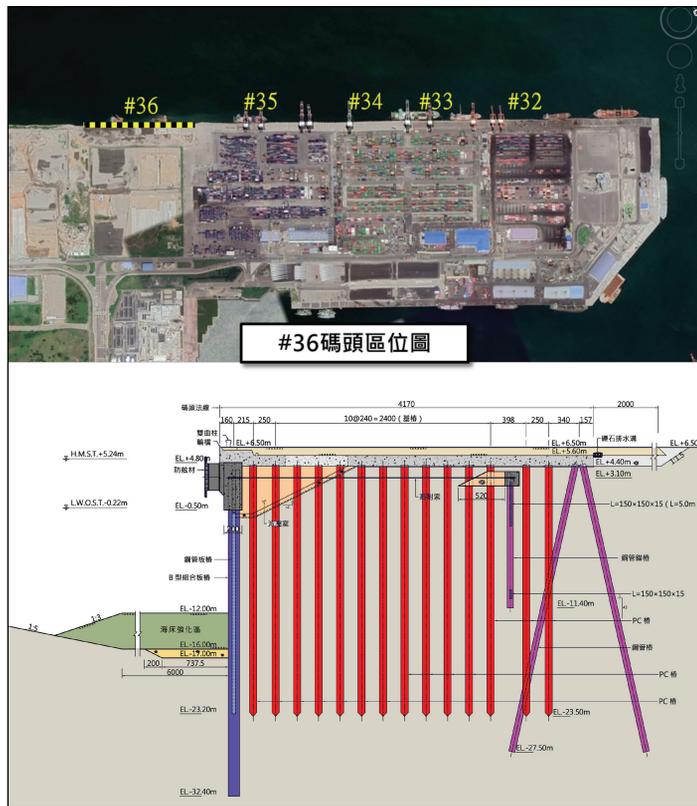


圖 8 #36 風電碼頭區位與標準斷面圖（重載區）

200 m，做為風電專用重件碼頭，其平、斷面詳圖9所示。

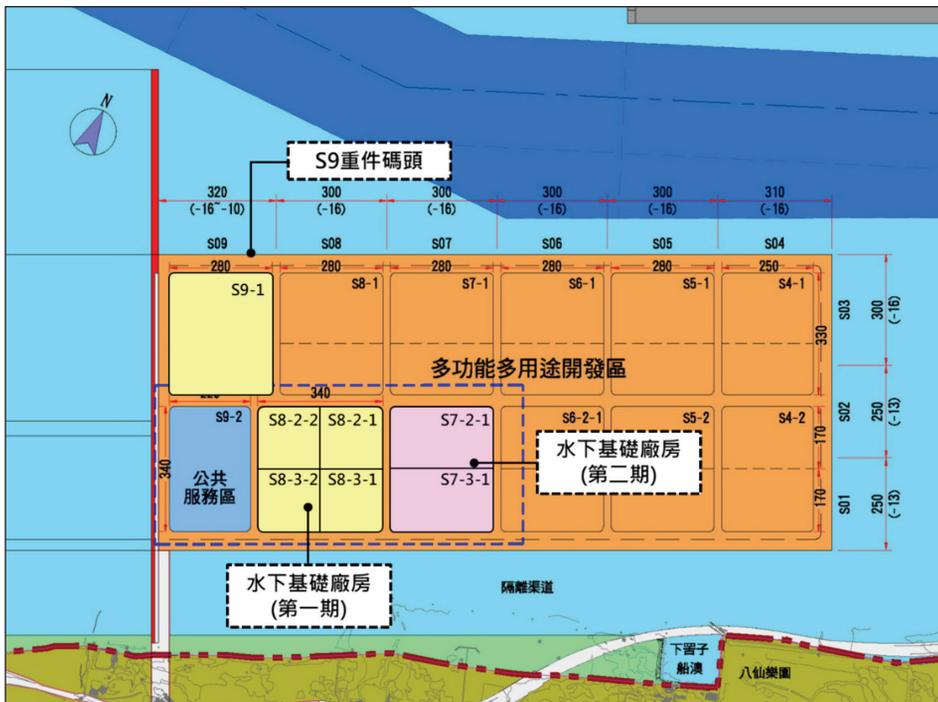
臺中港風電碼頭規劃資訊詳表2所示。

（一）風機預組裝→ 2. 水下基礎製作與儲放重鎮：臺北港

風機水下構造基礎包含套管式水下基礎（Jacket）、基樁水下基礎（Pinpile）、單樁式水下基礎（Monopile），其中套管式水下

基礎高達80公尺，重量達1,200~1,600噸。欲提供此大構件產品製作、組裝，則港口屬不可或缺之要素，目前臺北港已將南碼頭區承租予世紀集團（母公司世紀鋼構及子公司世紀離岸風電），做為興建離岸風電水下基礎之製造廠房基地，其第一期廠房為S8-2-1~S8-3-2區，第二期廠為S7-2-1區~S7-3-1區，廠區位置如圖10所示。

而負責載運水下基礎之碼頭設施將由S9碼頭擔負此重責（設計承載力20 ton/m²），該



資料來源：臺北港南碼頭區公共設施工程規劃設計，本計畫繪製

圖 10 臺北港南碼頭區水下基礎廠房設計區位圖

重件碼頭及填築S9-1區預訂110年完工，完工後將提供離岸風電水下基礎及相關設施裝卸作業使用。其中世紀鋼構之水下基礎第一期廠房已完工商轉，後續二期廠房亦正辦理施工中，未來前述工程完工後，可供未來製造、組裝及儲放各式離岸風電水下基礎、轉接段等地化風力發電鋼結構產品，臺北港將成為國際級離岸風電水下基礎生產基地。

(二) 風電國產化基地

整個離岸風電產業鏈可分為製造、技術服務及開發三部分，其中製造之產業鏈可細

分為原料、零組件與子系統、風機系統以及輔助控制(BoP)等項次；原料包括鋼、纖維以及環氧基樹脂，國內廠商如中鋼、台灣塑膠、上緯及其他若干相關公司均已具備成熟的技術；而零組件與子系統則包括電力系統、風機塔架、葉片、控制系統、變速箱及鑄件，國內除具有相關技術能力外，亦有若干廠商如上緯、台灣塑膠、信邦電子、永冠、中鋼...等公司為國際風電大廠零組件之供應商；在風機系統及輔助設備方面，國內之陸域風機系統廠商東元電機已有實務操作經驗，亦在雲林麥寮、澎湖中屯及新竹竹北有成功示範系統。



為配合政府將離岸風電產業在地化之目標，已於臺中港規劃工業專業區（II）107.3公頃土地（含道路7.7公頃），為風機國產化基地，目前產業專區約有74.7公頃土地承租予風電零組件製造商。因風機為大型構件，須藉由多輪車載運至碼頭，考量零組件具有超高、超寬、超重之特性，故道路設計在轉彎段需保留至少60~80 m淨空區，不得設置路燈等垂直構造物，避免影響多輪車或拖板車之運輸。基此，臺中港已109年底於工業專業區（II）內完成寬度30 m、南北向1,068 m、東西向725 m之風機運輸道路，藉此串連風機產業與碼頭道路促進國內風電產業鏈發展，帶動零組件國產化，其區位詳圖11所示。

（三）港勤運維（運維基地）

離岸風場供應鏈之建置，除需於施工階段規劃大型施工及組裝專用碼頭，供風力機組、水下基礎結構及電纜等大型構件材料組裝及儲放使用外，尚需有一完善運維港口做為後續聯繫及支援。目前除處於離岸潛力風場場址密集區域之彰化漁港擔此重責外，臺中港為另一重要支援港口。臺中港因具備鄰近風場區域、港區內備有修造船塢、工作船渠及淺水船渠等相關設施優勢，故可做為離岸風電運（中、重度）維基地使用，並與彰化（輕度）運維港相輔相成效果。

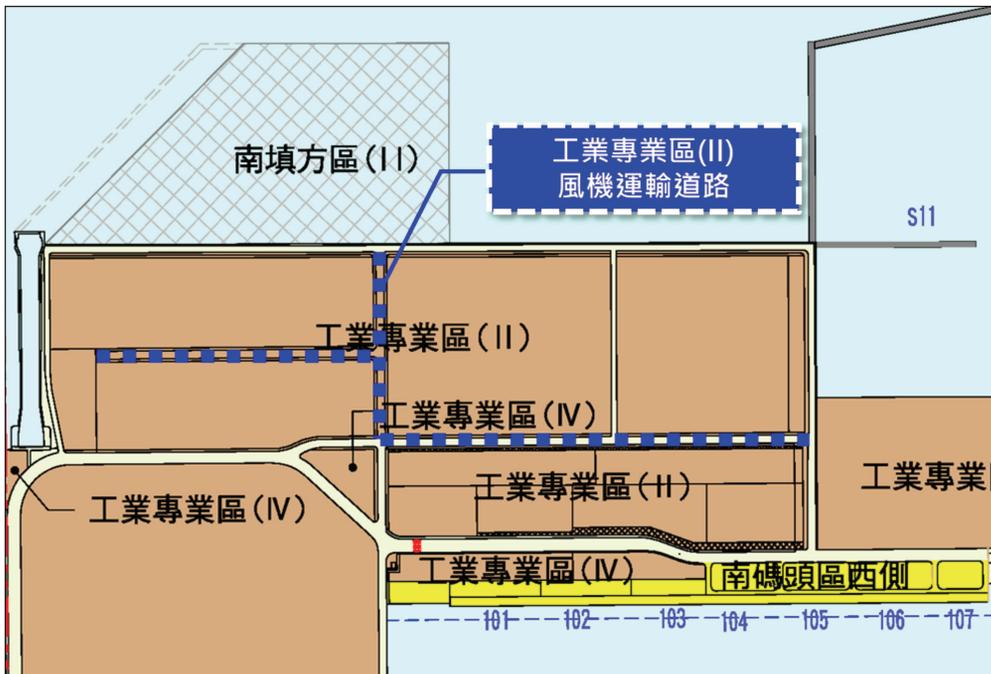


圖 11 臺中港工業專業區（II）風機運輸道路

臺中港將淺水及工作船渠規劃為多功能離岸風電運維基地，而基地內已規劃完整之運維設施（如倉庫、辦公室及監控中心、泊位），未來除提供相關風電專業人員進駐外，更能提供海上船舶運輸服務（如運維船、駁船），以全方位滿足風電業者需求。目前已有海洋、海能風電業者承租使用，其臺中港淺水及工作船渠之運維基地規劃示意圖詳圖12所示。

（四）人才培訓

離岸風電產業統合了海洋、大地、土

木、電機、機械、物流、運輸、商船等等領域，為高技術、高資本、高風險產業，故需有完整教育訓練制度，以降低風險之發生。臺灣已與歐洲同步，引進Global Wind Organization（簡稱GWO）國際認證課程，為國內從事離岸風電之工作人員提供最完整的課程訓練，以有效減少風險及人員損傷。

為協助政府進行人才培訓部分，臺灣港務公司轉投資之臺灣風能訓練公司，在臺中港設置風電訓練中心，臺灣風能訓練公司取得GWO認證，為國內唯一開辦基礎技術訓練



資料來源：臺灣港務公司，「臺灣港務公司經營離岸風電產業策略」簡報。

圖 12 臺中港工作船渠運維基地規劃示意圖



課程（BTT）之訓練中心，GWO基礎安全訓練課程（BST）109年已辦訓50梯次，發證超過2,000張。

六、結論

臺灣港務公司在配合國家綠能政策推動下，統籌規劃離岸風電產業所需要之碼頭與土地，以因應風力發電機組裝、儲存及運輸場地需求。其中臺中港#5A、#5B、#36、#106及臺北港#S09號重件碼頭已於109年陸續完工，其碼頭與後線土地可提供風機預組裝使用。同時，配合推展離岸風電政策，提供重件碼頭、風機生產製造基地、運輸補給基地，且設有產業人才培訓中心，形成產業聚落，打造離岸風電標竿港口，輔導離岸風電國際大廠來臺設立亞太地區總部及發貨中心，使臺灣成為亞太地區發展離岸風電之先驅，為離岸風電業者進入亞太市場之最佳入口，與成為國際性綠色能源之指標性產業據點。

參考文獻

1. 臺灣港務股份有限公司臺中港務分公司網站 (<https://tc.twport.com.tw/chinese/>)。
2. 臺灣國際商港未來發展及建設計畫（111~115年），臺灣港務股份有限公司，109年10月。