



離岸風力發電產業 2020-2022專業人才需求推估調查

主辦單位：經濟部工業局
108年12月

目 錄

一、調查範疇.....	2
二、產業趨勢對人才需求影響.....	6
三、人才需求量化分析	13
四、人才需求質性分析	15
五、人才需求綜合分析	19

一、調查範疇

離岸風力發電產業之牽涉範圍廣泛，包含：離岸風力發電機組(含風力機及塔架)、水下基礎、電力設施以及海事工程等範疇；其中，離岸風力發電機組，又可包含葉片、輪轂鑄件、發電機、齒輪箱、功率轉換系統、電力系統(變壓器、配電盤、不斷電系統、電纜線)、扣件、鼻錐罩、機艙罩以及塔架；水下基礎則包含套筒式及單樁式兩種類型；電力設施則涵蓋陸域電力設備、海上變電站等；海事工程方面則包含離岸風力發電機組的安裝與運維。

承上所述，故離岸風力發電產業可區分為：離岸風電製造業(風力發電機組、水下基礎、電力設施)、離岸風電服務業(風力發電機組安裝/運維)、離岸風電發電業；因影響層面廣泛，帶動就業效果強，可為我國形成產業的火車頭效應。本研究之調查範疇涵蓋離岸風電製造業(風力發電機組、水下基礎、電力設施)、離岸風電服務業(風力發電機組安裝/運維)等兩大類，主要原因為：

- (一) 全台首座商業化離岸風場已完工：我國離岸風力發電產業正處萌芽初期，全台首座商業化海洋示範風場，總裝置容量128MW，已於2019年底完工商轉，故離岸風電發電業已具一定本土化成果。未來臺灣離岸風力發電產業之發展重心，將為離岸風電製造業、離岸風電服務業如何盡快落實在地化。
- (二) 在地化產業聯盟已成形：2017年8月以中鋼為首成立「Wind-Team 國際合作聯盟」；臺船則於2016年與海事工程相關廠商成立「Marine-Team 離岸風電海事工程產業聯盟」，成為技術與專業人才在地化之基礎。在中鋼與臺船兩家龍頭廠商的帶領下，將有利於帶動我國業者切入離岸風電製造業及離岸風電服務業等領域。

因此，本研究之調查範疇，側重離岸風電製造業(風力發電機組、水下基礎、電力設施)、離岸風電服務業(風力發電機組安裝/運維)之環節，惟因海上變電站技術門檻高，且非工業局產業關聯方案目標發展項目，故不在本次調查範圍。有關離岸風力發電產業調查範疇如表1所示，詳述如下：

(一)離岸風電製造業：

可分為風力發電機組、水下基礎、電力設施三個部分，主因為三者之產品型態與其涵蓋行業區隔較大。風力發電機組範疇涵蓋葉片所需相關材料之「其他塑膠製品製造業2209」，以及風力機所需之「鋼鐵鑄造業2412」、「發電、輸電及配電機械製造業2810」、「電線及電纜製造業2831」、「其他電力設備及配備製造業2890」、「機械傳動設備製造業2934」等電機、機械相關行業，以及塔架製造所需之「其他金屬加工用機械設備製造業2919」；水下基礎範疇則包含鋼構件之產製，涵蓋「金屬結構製造業2521」、「其他金屬加工處理業2549」、「化工機械設備製造業2926」、「其他通用機械設備製造業2939」等金屬結構件相關行業；電力設施範疇則為「發電、輸電及配電機械製造業2810」。

(二)離岸風電服務業：

產業範疇包含離岸風力發電機組之安裝與運維服務及風力發電機組製造供應相關之服務，由於涉及海事工程船舶之建造，故將船舶興建納入本研究的行業範疇。涵蓋行業除包含「船舶及浮動設施製造業3110」之船舶產製相關行業外，還包含「整地、基礎及結構工程業4310」、「海洋水運業5010」、「其他水上運輸輔助業5259」等各種土木、安裝、營運維護、運輸等海事工程與週邊服務產業。

表1 離岸風力發電產業調查範疇表

產業大分類		產業範疇	行業標準分類代碼
離岸風電製造業	風力發電機組	離岸風力機葉片、輪轂鑄件、發電機、齒輪箱、功率轉換系統、電力系統(變壓器、配電盤、不斷電系統、電纜線)、扣件、鼻錐罩、機艙罩以及塔架等製造	其他塑膠製品製造業2209、鋼鐵鑄造業2412、發電、輸電及配電機械製造業2810、電線及電纜製造業2831、其他電力設備及配備製造業2890、其他金屬加工用機械設備製造業2919、機械傳動設備製造業2934
	水下基礎	離岸風力發電機組水下基礎(套筒式、	金屬結構製造業2521、其他金屬加工處理業2549、化工機械設備製造業

		單樁式)鋼結構製造	2926、其他通用機械設備製造業2939
	電力 設施	離岸風電陸域電力 設備製造(變壓器、 配電盤、開關設備)	發電、輸電及配電機械製造業2810
離岸風電 服務業 (風力發電機組 安裝/運維)		離岸風力發電機組 安裝及運維服務、 風力發電機組製造 供應相關之服務以 及船舶興建	船舶及浮動設施製造業3110、整地、 基礎及結構工程業4310、海洋水運業 5010、其他水上運輸輔助業5259

資料來源：行政院主計總處(2016)/中華民國標準行業分類(第10次修訂)/金屬中心 MII

離岸風力發電產業之整體調查架構，如圖1所示，有關離岸風力發電產業關聯性及本研究調查之對象，說明如下：

- (一) 離岸風電製造業：離岸風電製造業為離岸風力發電產業之上游，供給離岸風電發電業所需風力發電機組、水下基礎及電力設施。本研究針對上述三者進行問卷調查，風力發電機組零組件包含：永冠能源、士林電機、台達電子、恒耀、天力、金豐機器等廠商(共10家業者)；水下基礎則包含：興達海基、世紀風電、臺船、榮聖機械、前端設備、良聯工業、萬機鋼鐵、俊鼎機械等廠商(共11家業者)；電力設施則包含：中興電工、星能公司、華城電機、東元電機等廠商(共3家業者)，以完整瞭解離岸風電製造業之產業人才需求。
- (二) 離岸風電服務業：離岸風電服務業為離岸風力發電產業之中游，負責在離岸風電製造業供給風力發電機組和水下基礎後，運輸及安裝風力發電機組及水下基礎等相關設備，並於日後透過營運維護服務，確保正常運轉。本研究上述領域之業者進行問卷調查，包含：宏華營造、港務港勤、海洋重工、大橋舟等海事工程廠商，以及臺船、龍德造船等船舶製造商(共7家業者)，以完整瞭解離岸風電服務業(安裝/運維)之產業人才需求。

(三) 離岸風電發電業：離岸風電發電業為離岸風力發電產業之下游，透過離岸風電製造業供給風力發電機組、水下基礎、電力設施，再由離岸風電服務業提供海事工程服務後，使離岸風場開發商可在風場順利發電。其中，除上緯、臺電、中鋼等本土廠商參與離岸風場建置外，亦有外國廠商參與風場開發，如：達德能源(WPD)、沃旭能源 (Ørsted)、北陸/玉山(NPI/Yushan)、哥本哈根基礎建設基金(Copenhagen Infrastructure Partners, CIP)等業者，顯示出臺灣離岸風電產業對國內外廠商形成龐大吸引力。



資料來源：金屬中心 MII

圖1 離岸風力發電產業調查範疇圖

二、產業趨勢對人才需求影響

本研究透過產業趨勢、企業動態、對人才需求影響的順序，探討離岸風力發電產業的整體人力需求發展情形。

(一)產業趨勢

1. 離岸風力發電產業政策帶動我國產業在地化發展：

能源轉型係全球議題，各國也重視綠色能源的經濟效益，臺灣也不例外。能源局於2018年1月18日公布「離岸風力發電規劃場址容量分配作業要點」，工業局亦於同日揭示「離岸風力發電產業政策」及「離岸風力發電產業關聯執行方案計畫書架構說明」，將我國離岸風電產業發展項目(風力機製造、水下基礎及海事工程船舶製造)與時程分為前置期、第一階段與第二階段等三個導入期程。獲遴選核配開發商，除須按約定時程完成離岸風場開發外，還須承諾落實「產業關聯執行方案」，由工業局進行產業關聯效益評估後出示意見函，藉以促使國際業者與國內業者合作，共同建置產業供應鏈。在離岸風電產業推動作法上，透過籌組產業聯盟團隊，以中鋼為首的「Wind Team 國際合作聯盟」、臺船為首的「離岸風電海事工程產業聯盟 Marine-Team」，以及天力為首的「離岸風電葉片產業聯盟」持續努力，建立關鍵技術及服務能量。

目前依據工業局產業關聯方案要求，2021年併網者，如：達德能源、沃旭能源、CIP，皆已於2018年11月15日提出具體產業關聯方案計劃書；2022年至2024年併網者，如：CIP、北陸/玉山、中鋼、臺電，亦已於2019年11月15日提出，且係採事前審查、事後查核方式確保方案具體可行，不僅有助於臺灣自主生產綠色能源，更可藉由建立自主供應能量，帶動內需與創造就業。

2. 國際技術合作引進離岸風電產業製造及安裝運維技術

風力機零組件製造方面，藉由兩大風力機系統商 SGRE(Siemens Gamesa Renewable Energy, SGRE)、MVOW(MHI Vestas Offshore Wind, MVOW)引

進國際風力機零組件製造技術。SGRE 已於2018年8月8日在地化論壇，與國內外供應鏈廠簽署 10 份 MOU，國際廠商包含 AH Industries(鋼製金屬組件)、Jupiter Bach(機艙複合材料)、KK Wind Solutions(控制系統與功率轉換器)、Nissens(冷卻系統)、Wuerth(扣件)、RMG(鋼製金屬鉸件)，臺灣業者則包括：永冠能源、東元電機、信邦電子、大亞、華新麗華；MVOW 則與多家臺灣廠商簽署在地採購合約，如：金豐機器/CS WIND(塔架)、上緯(葉片樹脂)、士林電機(高壓配電盤組裝)等，藉此為臺灣廠商引進風力機關鍵零組件製造技術而實現在地化生產目標。

水下基礎製造方面，由於套筒式水下基礎製造過程涉及高複雜度的鋼結構對接，臺灣過去也欠缺各式水下基礎製造實績，需與國外大廠進行技術合作。興達海基由西班牙商 Nervion/Navantia 提供技術移轉(包含：設計、生產製程、專案管理、工安管理、噴塗等實務經驗)；世紀鋼則透過丹麥商 BLADT 引進其成熟的經驗及技術，協助建置水下基礎產線。

海事工程方面，臺船與比利時商 DEME 集團旗下的 GeoSea 公司合資成立臺船環海風電(CSBC-DEME Wind Engineering, CDWE)，業務包括離岸風電的工程設計、採購、建造、安裝，藉合資公司的成立，引進 DEME 豐富的水下基礎、風力機、及海纜等的海事工程經驗。樺棋營造則與荷蘭商 Boskalis 合資成立伯威海事工程公司，透過技術服務之合作，提升臺灣整體海事工程技術。風力機運維方面，則有星能公司與歐洲運維廠商合作，並已於彰濱工業區投入建置全台第一座再生能源運維中心。

3. 我國離岸風電產業聚落逐漸成形，帶動本土 Tier 2及 Tier3產業供應鏈發展

隨著離岸風力發電產業發展，由於風力機零組件體積較龐大，製造業者為方便運送及就近供應彰化、雲林等地之離岸風場所需，促使廠商紛紛進駐臺中港設置新廠房，成為離岸風力發電機組產業聚落；臺北港及興達港則發展成為水下基礎產業聚落。

(1) 臺中港風力機零組件產業聚落成形

臺中港正逐步發展成為我國主要離岸風電產業製造基地，目前已成立「臺中港工業專業區(II)」，吸引永冠能源(輪轂鑄件)、天力離岸風電(風力機葉片)、台欣世紀(水下基礎轉接段)、樺晟世紀/Welcon(塔架)、及 SGRE(機艙大部組裝廠)等離岸風電製造業者進駐。

隨著 SGRE 之機艙組裝廠已於2019年09月16日動土，實現風力機大部在臺組裝之成果，離岸風電製造的群聚成為 SGRE 日後深化發展細部組裝的基礎，進一步提升在地化效果。除工業專業區(II)外，臺中港亦有金豐機器/CS Wind 擴充既有廠房，製造風力發電機組塔架，另設有離岸風力發電機組儲運、臺灣風能訓練公司等區位規劃，持續強化離岸風電產業聚落效應。

(2) 臺北港及興達港水下基礎製造產業聚落成形

臺北港及興達港則為水下基礎產業發展專區，世紀鋼構成立世紀離岸風電設備公司，投資50億元於臺北港南碼頭區15.28公頃土地進行單樁與套筒式水下基礎及基樁製造。並建置 S09重件碼頭，可供離岸風電水下基礎及相關設施裝卸作業使用；興達海洋基礎公司則於興達港投資68億元興建套筒式水下基礎組裝廠。

前述廠商之投入得以落實，重要性不僅在於切入國際供應體系之經濟價值，更在於產業帶動效應。亦即前述廠商可望成為離岸風電產業領頭羊，帶動 Tier2及 Tier3供應鏈廠商切入離岸風力發電產業，進而形成在地化產業聚落。

綜上所述，未來3年重要產業趨勢，如表2所示。

表2 未來3年重要產業趨勢摘要表

產業驅動因素	內容說明
離岸風力發電 產業政策帶動 我國產業在地	我國離岸風電產業發展項目(風力機製造、水下基礎及海事工程船舶製造)與時程分為前置期、第一階段與第二階段等三個導入期程，開發商須承諾落實「產業關聯執行

產業驅動因素	內容說明
化發展	方案」，藉此促進臺灣自主生產綠色能源，更可藉由建立自主供應能量，帶動內需與創造就業。
國際技術合作 引進離岸風電 產業製造及安 裝運維服務技 術	離岸風力發電機組製造方面，藉由兩大風力機系統商 SGRE、MVOW 引進國際風力機零組件製造技術；水下基礎製造方面，興達海基與世紀鋼分別透過西班牙商 Nervion/Navantia、及丹麥商 BLADT 技術合作；海事工程方面，臺船與樺棋分別與 DEME/Geosea 和 Boskalis 合作引進歐洲海事工程經驗、星能公司則與歐洲運維廠商合作，藉此建立臺灣關鍵製造及安裝運維服務技術能量。
我國離岸風電 產業聚落成 形，帶動 Tier2 及 Tier3供應鏈 發展	臺中港工業專業區(II)為風力機零組件製造基地，目前已有我國業者永冠能源、天力、台欣世紀、樺晟世紀及外商 SGRE 進駐；興達港及臺北港則分別有 Tier1 業者興達海基及世紀風電進駐，形成產業群聚效應，同時帶動本土 Tier2 及 Tier3 供應鏈發展。

資料來源：金屬中心 MII

(一)企業動態及對人才需求影響

由於政策利多因素及龍頭廠商持續推動，促使臺灣多家廠商著眼於市場前景投入離岸風力發電產業，臺灣離岸風電產業聚落逐漸成形，形成在地化發展的趨勢，主要企業動態與對人才需求影響如下說明：

1. 風力發電機組零組件廠商將投入複合材料、機電產品、金屬加工件的生產：

離岸風力發電產業牽涉各式各樣的風力發電機組零組件生產，臺灣風力發電機組廠商已成立「Wind Team 國際合作聯盟」。這些廠商過去雖然較不熟悉相關製造流程與所需認證，但由於已有龍頭廠商出面整合產業供應鏈，

加上政府規劃累計裝置容量2025年達5.7GW 的政策誘因，以及有助於扶持本土產業的「產業關聯執行方案」，故可促進各式業務拓展。

為因應工業局離岸風電產業關聯方案要求，兩大風力機系統商 SGRE 及 MVOW 配合風場開發商落實風力發電機組零組件在地化。目前已有多家國內外風力發電機組零組件廠商投資新建製造工廠，例如：永冠能源(輪轂鑄件)、天力離岸風電(風力機葉片)、樺晟世紀/Welcon(塔架)及 SGRE(機艙大部組裝廠)等皆已進駐臺中港工業專區(II)。此外，國內最大沖鍛壓設備廠商金豐機器，亦改建位於臺中港既有廠房，與韓國 CS Wind 合作生產塔架，目前 CS Wind 也已取得 SGRE 及 MVOW 塔架供應合約。綜合上述，藉國內外風力發電機組零組件業者的積極投入，形成構築本土化零組件供應鏈之重要基礎。

由於離岸風力發電產業實為大型機電整合工程，且產品技術要求高，需要技術、管理人才進行相關產品開發，另外廠商還需要具備足夠專業能力的業務人員，才能夠爭取客戶的青睞，因此將推升廠商對於機電整合工程師、專案管理主管、製程工程師、業務人員之需求。

2. 水下基礎廠商將投入鋼構件的生產：

依據工業局離岸風電產業關聯方案前置期要求，於2021年併網之離岸風場開發商需承諾採用我國業者製造之水下基礎，因此吸引廠商紛紛切入此一領域，且為提升水下基礎生產製造的量產能力，亦推升廠商對銲接及非破壞專業人才的需求。

中鋼轉投資「興達海基」於興達港投資興建水下基礎組裝廠，年產量約為50座水下基礎，未來將供應沃旭能源2021年併網之56座套筒式水下基礎；其與沃旭能源技術合作的首座套筒基礎轉接段(Transition Piece, TP)原型，已於2019年9月6日舉行試製完工典禮。

世紀鋼則成立子公司「世紀風電」於臺北港投資興建水下基礎組裝及基樁產線，由世紀風電與丹麥大廠 BLADT 的合資公司「世紀銻鍊特」，協助

引進歐洲成熟的製造技術，已承接 CIP 彰芳及西島風場，約新臺幣165億元套筒式水下基礎合約，及沃旭能源81支、CIP 69支水下基礎基樁合約，並已於2019年10月12日舉行臺北港水下基礎基樁對接啟動儀式。藉興達海基及世紀風電兩家 Tier1業者，可望帶動國內水下基礎 Tier 2、Tier3廠商，如：臺船、台欣世紀、前端設備、中鋼機械、萬機鋼鐵、良聯工業、榮聖機械等供應鏈成長。

人才需求方面，為因應政策支持之下的市場利多因素，吸引多家水下基礎廠商投入新建廠房、投資新設備，需要專業人力承接水下基礎鋼構件專案需求，推升 Level 2非破壞檢測人員、專案管理主管、製程工程師、業務人員之人才需求增加。

3. 電力設施廠商將投入變壓器、開關設備、配電盤的生產：

陸域電力設施為離岸風力機發電經由海纜上岸併網的重要環節，同時也屬離岸風電產業關聯方案2021年前置期發展項目，因此吸引臺灣廠商投入陸域電力設施相關設備製造，滿足變壓器、開關設備、配電盤之在地化製造要求，促使廠商對機電、製程、以及管理等專業人才的需求。

觀察目前產業發展現況，今(2019)年11月11日完工的全台首座海洋風場，由華城電機作為其陸域電力設施工程統包廠商，未來也將持續承接海能風場、沃旭大彰化東南/西南風場、達德能源允能風廠等陸域電力設施設備製造；台灣汽電共生之子公司星能及東元電機則分別取得沃旭能源及 CIP 的陸域電力設施統包工程訂單，有鑑於此，顯示出我國業者已具備相關電力設施設備製造及工程統包實績，預估在離岸風電產業發展下，未來將可帶動國內電力設施相關設備製造中下游供應鏈發展。

人才需求方面，為滿足市場的急迫需求，吸引多家電力設施廠商投入陸域電力設施統包工程及設備製造，以爭取離岸風電產業商機，也因此進一步推升我國電力設施製造業者對於機電整合工程師、專案管理主管、製程工程師、業務人員之人才需求。

4. 風力發電機組安裝/運維廠商將投入相關服務團隊的建置：

海事工程也是離岸風力發電產業有效發展的關鍵，由於臺灣廠商已成立「離岸風電海事工程產業聯盟 Marine-Team」，整合產官學研單位資源，並受惠於政策利多因素的助力，成為發展安裝/運維廠商的基礎。

以「離岸風電海事工程產業聯盟 Marine-Team」之龍頭廠商臺船為例，目前已有新造大型駁船「臺船15號」於2019年5月啟用；另外臺船亦與比利時廠商 GeoSea 合資成立臺船環海風電，並已與 CIP、中能、海龍等簽署離岸風力機安裝合約；樺棋營造亦與荷蘭商 Boskalis 在臺成立合資成立伯威海事工程公司，未來將執行 CIP 彰芳、西島離岸風場的水下基礎運輸與安裝作業。港務港勤過去則委託龍德造船建造兩艘人員運輸船，提供風力機安裝及維修人員交通運輸服務，也已投入完成海洋風場風力機安裝作業，運維方面則有星能公司於2019年12月16日於彰濱工業區投入台灣首座整合離岸風電、陸域風電、太陽光電再生能源運維中心。在離岸風力發電海事工程規模龐大、技術要求高、涉及層面廣的情況下，需要大量專業人才以服務客戶、推進專案。

因此，將刺激機電整合工程師、專案管理主管、營建施工人員、電機技術人員、業務人員之人才需求。

三、人才需求量化分析

臺灣離岸風力發電產業2020-2022年之人才需求量化推估，本研究採用服務案件量推估法，內容詳述如下：

由於政府政策大力推動，臺灣離岸風力發電產值由2018年新臺幣27.71億元，逐年上升至2022年新台幣875.92億元，累積裝置總量也由2018年的8MW 增長至2022年的2,672MW。然目前我國廠商在風力發電機組零組件、水下基礎、安裝/運維等方面，仍較欠缺製造及施工實績；換言之，若要完整掌握技術，仍需數年時間自離岸風電設備製造及風場建設中累積經驗。因此，在產業發展初期，人力需求仍仰賴外商人才為主要供應來源，本土人力僅占部分比例，待臺灣累積數個離岸風場開發專案經驗後，方能以本土人才供應為主。此外，國內廠商需因應未來短期內大量離岸風場開發之開發商與風力機系統商訂單，若是重新培訓新進員工，將面臨緩不濟急之問題，故目前傾向以現有人才技能再提升為主要人才發展措施。

本研究以「US Job Creation in offshore Wind」報告為依據，主因為該份美國離岸風電創造新興就業報告，係由英國具離岸風電產業化經驗的再生能源顧問機構 BVG Association 執行之研究，該公司專注為英國政府提供離岸風場開發經濟效益、以及創造新興就業機會等相關評估，臺灣與美國同屬離岸風電產業新興市場，因而該報告具參考價值。因此以該報告離岸風電產業對各主要供應鏈人均裝置容量需求模型為估算基礎，計算出各主要供應鏈之人均裝置容量及人均裝置成長率為2%，再以離岸風電產業2020-2022年各年預計新增裝置容量848MW、1,698MW、0MW 進行估算；再者，雖離岸風電產業預估至2025年將創造20,000個就業機會，核心專業人才數量達2,100人，比重約為10%，但承前所述，我國離岸風力發電產業因發展初期仍須國外人才支援，本土廠商之核心專業人才尚無法完全滿足需求，估計比重約佔5%；另外，2019年離岸風電新增裝置容量為120MW、從業人員數900人也將納入計算條件，且經由本次問卷調查，廠商平均離退率為7.06%，衍生人才遞補需求亦一併納入，方為實際人才量

化需求。

綜上所述，預估2020年離岸風力發電產業新增專業人才需求為930人(持平值)，2020-2022年各年量化人才需求以持平值乘110%作為樂觀值，持平值乘90%作為保守值，詳細各年人才量化需求數據如表3所示。

表3 離岸風力發電產業專業人才需求之量化推估表

年度	2020年			2021年			2022年		
景氣情境	樂觀	持平	保守	樂觀	持平	保守	樂觀	持平	保守
新增人才需求(人)	1,023	930	837	880	800	720	187	170	153
景氣定義	樂觀=持平推估人數* 1.1 持平=依據服務案件量推估法計算 保守=持平推估人數* 0.9 ※本調查已將最後需求推估數字，四捨五入至個位數呈現，僅供參考								
廠商目前人才供需現況	表示人才充裕之廠商百分比：14% 表示供需均衡之廠商百分比：50% 表示人才不足之廠商百分比：36%								

資料來源：金屬中心 MII

四、人才需求質性分析

本研究調查彙整離岸風力發電產業7種主要關鍵職缺，相關需求條件與資訊如表4所示。

表4離岸風力發電產業人才需求之質性需求分析表

所需專業人才職務	人才需求條件				招募情形	
	工作內容簡述	最低學歷/ 學類科系	能力需求	工作年資	招募難易	海外攬才需求
機電整合工程師	負責機電系統整合，涵蓋控制/自控、監控、電控與電機之系統分析規劃、輸配電系統併聯，同時需具備機械與電腦輔助工程、安裝施工、自動控制軟硬體操作、英語等實務能力，也需掌握智慧製造數據蒐集之新興技術	大專/ 1.資訊技術細學類 2.電機與電子工程細學類 3.機械工程細學類	1. 控制/自控系統程序分析 2. 監控系統技術建置 3. 系統整合規劃、設計、測試、應用 4. 輸配電系統併聯分析 5. 電機系統整合控制 6. 機械與電腦輔助工程 7. 電控系統規劃 8. 系統及安裝施工 9. 智慧製造數據蒐集 10. 機台自動控制功能操作(含軟硬體) 11. 英語能力	2-5年	難	有
專案管理主管	為管理專案工程之進度與預算、負責內部各部門與外部客戶之溝通協調以強化經營效率，並需具備專業與市場知識以制訂產品策略，故需跨領域能力，還需具備AI、大數據之新	大專/ 1.外國語文細學類 2.企業管理細學類 3.電機與電子工程細學類 4.機械工程細學類 5.土木工程細學類	1. 專案執行、時程修訂 2. 專案執行預算掌控 3. 內部控制與稽核 4. 跨部門溝通協調 5. 客戶產品規格對應溝通 6. 產品策略規劃 7. 工程採購/招標/法務 8. 工程施工管理	5年以上	難	有

所需專業人才職務	人才需求條件				招募情形	
	工作內容簡述	最低學歷/ 學類科系	能力需求	工作 年資	招募 難易	海外 攬才 需求
	興技術發展和英語之溝通與專業能力	6.工業工程細學類	9. 英語能力 10. AI、大數據			
品管工程師 (Level2非破壞檢測人員)	具備專業與實作能力，如工程圖學、材料、銲接、機械加工、熱處理，及各種非破壞檢測之方法選用與設備架設、操作、調整、驗證，以確保產品符合客戶需求，且具備專業 Level2非破壞檢測證照以出具檢測結果報告，另需具備管理能力以進行生產改善，同時也需具備英語能力	大專/ 1.電機與電子工程細學類 2.機械工程細學類	1. 工程圖學 2. 執行和監督檢測 3. 檢測方法選用 4. 目視檢測(VT)技術 5. 液滲檢測(PT)技術 6. 磁粒檢測(MT)技術 7. 射線檢測(RT)技術 8. 超音波檢測(UT)技術 9. 材料知識 10. 架設、操作、調整、驗證檢測工具與設備 11. 提供生產改善建議 12. 銲接實務經驗 13. 機械加工實務經驗 14. 熱處理實務經驗 15. 編寫無損檢測結果報告 16. 英語能力	2-5年	普通	有
製程工程師	了解機械加工、組裝施工、銲接、防護塗裝等各種生產技術與檢驗測試技術，並具備自動化、分析智慧製造蒐集之生產數據等高階能力，以進	大專/ 1.電機與電子工程細學類 2.機械工程細學類 3.材料工程細學類 4.工業工程細學類	1. 銲接技術 2. 防護塗裝技術 3. 製程管理與優化 4. 系統工程現場製造 5. 材料應用與分析 6. 組裝施工技術 7. 產品檢驗測試技術 8. 機械加工製程技術 9. 自動化生產	2-5年	普通	有

所需專業人才職務	人才需求條件				招募情形	
	工作內容簡述	最低學歷/ 學類科系	能力需求	工作 年資	招募 難易	海外 攬才 需求
	行生產製程改善		10. 分析智慧製造蒐集之生產數據 11. 英語能力			
業務人員	具備英語之溝通與專業能力，以進行市場開發、顧客服務、展覽與公關活動、市場與產品分析企劃、訂單處理、進出口業務管理，且兼顧廠商內部與外部客戶之溝通協調	大專/ 1.外國語文細學類 2.一般商業細學類 3.企業管理細學類 4.國際貿易細學類 5.機械工程細學類	1. 國內外業務開發 2. 顧客服務 3. 展覽規劃與執行 4. 公關宣傳 5. 訂單報表處理 6. 內外溝通協調能力 7. 市場與產品之分析、企劃能力 8. 進出口稅務、法則 9. 風力機專業知識 10. 英語能力	2-5年	普通	有
營建施工人員	具備操控吊裝設備、維修保養設備、船舶管理及組裝施工能力，以有效執行專案進度，並具備海上安全訓練經驗、高空作業能力以保障自身安全，且需英語能力以應對產業所需	大專/ 1.電機與電子工程細學類 2.機械工程細學類 3.造船工程細學類 4.土木工程細學類 5.河海工程細學類 6.工業工程細學類	1. 基本專案執行及時程掌控 2. 吊裝設備操控 3. 高空作業能力 4. 施工船舶管理 5. 零組件後勤管理 6. 海上安全訓練 7. 風力機組裝能力 8. 風力機相關專業知識 9. 操作設備維修保養 10. 英語能力	2-5年	普通	有
電機技術人員	具備風力機相關專業知識、安全訓練與英語能力以進行風力機與發電系統之維修	大專/ 1.資訊技術細學類 2.電機與電子工程細學類	1. 專案執行、時程修訂 2. 風力機維修保養 3. 發電系統維修保養 4. 系統監控與故障預	2-5年	普通	有

所需專業人才職務	人才需求條件				招募情形	
	工作內容簡述	最低學歷/ 學類科系	能力需求	工作年資	招募難易	海外攬才需求
	保養、系統監控與故障預測，亦需掌握零組件後勤管理、操作設備維修保養之能力	3.機械工程細學類	測 5. 零組件後勤管理 6. 海上安全訓練 7. 風力機相關專業知識 8. 操作設備維修保養 9. 英語能力			

資料來源：金屬中心 MII

五、人才需求綜合分析

(一) 離岸風電製造業風力發電機組零組件廠商

離岸風力發電的政策刺激效果，加上開發商配合「產業關聯執行方案」，促使風力機系統商投入台灣市場，並吸引我國風力發電機組零組件廠商為此龐大市場機會投入生產製造，促成在地化產製趨勢，為此，廠商需要機電整合工程師、專案管理主管、製程工程師等人才，以強化研發及生產能力，滿足風力機系統商的高技術規格要求；此外，還需具備足夠專業能力的業務人員以負責內外溝通協調、服務客戶，協助廠商切入此一事業領域。

根據問卷回收、訪談及前述資料，國內零組件商已具備基本技術能力，亦有廠商投入新廠房建造及引進相關設備，顯示出零組件廠商已做好準備，惟目前雖有國際風力機系統廠相關圖面、技轉的提供，仍欠缺內需市場生產製造實績，故在地生產技術、人才仍有所不足。未來可持續深化與風力機系統廠的合作關係，鞏固在國外風力機系統大廠的供應鏈地位，透過承接技術，加速廠商原有規劃設計、測試、驗證，及獲取認證、與國外廠商共同合作開發的進程。風力發電機組零組件廠商認為未來三年最需要的關鍵人才，如下表5所示：

表5 離岸風電製造業風力機零組件廠商關鍵職務需求分析表

No.	關鍵職務需求	人才條件
1	機電整合工程師	2-5年/大專
2	專案管理主管	5年/大專
3	製程工程師	2-5年/大專
4	業務人員	2-5年/大專

資料來源：金屬中心 MII

(二) 離岸風電製造業水下基礎廠商

離岸風力發電產業的前景看好，加上開發商配合「產業關聯執行方案」之承諾，連帶推升水下基礎的在地化需求，使傳統鋼構廠改變事業策略，

切入水下基礎製造新業務領域，並已陸續投入廠房、設備、產線建置。在此一趨勢之下，廠商需要專案管理主管、製程工程師的投入，以確保產品能夠順利生產，另亦需具備品管工程師(Level 2非破壞檢測人員)參與其中，確保生產品質可符合業主國際級高標準要求，同時還需具備足夠專業能力、溝通能力、市場知識的業務人員以負責內外溝通協調、服務客戶。

根據問卷回收、訪談及前述資料，國內廠商雖已透過國外技術合作具備鋼構件產製能力，惟在開發商要求全檢的非破壞檢測品質下，尚欠缺水下基礎所需品管工程師(Level 2非破壞檢測人員)。未來還須持續經由非破壞人員課程及考試，取得符合 ISO9712的 Level 2非破壞人員證照，再從實際專案經驗累積，使相關人才、設備、製程能夠逐步上軌道，即可讓人才與技術在地扎根。離岸風力發電機組水下基礎廠商認為未來三年最需要的關鍵人才，如下表6所示：

表6 離岸風電製造業水下基礎廠商關鍵職務需求分析表

No.	關鍵職務需求	人才條件
1	品管工程師 (Level 2非破壞檢測人員)	2-5年/大專
2	專案管理主管	5年/大專
3	製程工程師	2-5年/大專
4	業務人員	2-5年/大專

資料來源：金屬中心 MII

(三) 離岸風電製造業電力設施廠商

電力設施為離岸風力發電與電網併聯之重要環節，有鑒於開發商配合「產業關聯執行方案」，也使我國相關電力設施廠商投入相關機電設備製造，切入此一大型電力設施專案領域。為此，廠商需要機電整合工程師、專案管理主管、製程工程師等人才，以掌握產品產製能力，滿足開發商對於陸

域電力設施的需求；此外，還需具備有專業能力的業務人員，以確認客戶需求、開發與服務客戶、銜接廠商內外溝通協調，使廠商能夠順利建立此一業務領域。

根據問卷回收、訪談及前述資料，國內廠商過去已具備陸域電力設施工程經驗，且相關機電整合、電機技術、製程等人才相關職能皆可滿足，惟目前國內離岸風電的開發與建置集中於2020至2025年間，短時間大量人才需求急增，以致就業市場供給失衡，我國業者面臨不易招募到足量的人才，以滿足短期的人力需求。電力設施廠商認為未來三年最需要的關鍵人才，如下表7所示：

表7 離岸風電製造業電力設施廠商關鍵職務需求分析表

No.	關鍵職務需求	人才條件
1	機電整合工程師	2-5年/大專
2	專案管理主管	5年/大專
3	製程工程師	2-5年/大專
4	業務人員	2-5年/大專

資料來源：金屬中心 MII

(四) 離岸風電服務業風力機安裝/運維廠商

由於離岸風力發電機組安裝與運維屬大型海事工程專案，廠商如欲有效切入市場，需要機電整合工程師、專案管理主管、營建工程人員、電機技術人員等人才投入，以提供完整服務。上述人才應具備之證照及實作能力需時間養成，以具備足夠實務經驗滿足業主所需，此外，因海事工程要求甚高，尚需具備足夠專業能力的業務人員以負責內外溝通協調、服務客戶。

目前國內廠商已陸續建立安裝/運維自主能量，以及海事工程人才之證照取得與實務能力的養成，且國內已具備世界風能組織(Global Wind Organization, GWO)安全訓練場域，可滿足這些海事工程人才至海上作業的基本證照需求。惟我國過去尚欠缺離岸風電運安裝/運維實務經驗，未來初

期風力機安裝/運維仍須仰賴國外大廠與國內業者技術合作，由國外專業技師帶領國內人才共同完成風場建置，協助我國人才取得實務經驗、專業技術；後期可再透過我國自主大型船舶及職能鑑定的建置，並與國外發展交互認證，逐步累積能力，以發展自主風力機安裝/運維工程服務能力。離岸風力發電機組安裝/運維廠商認為未來三年最需要的關鍵人才，列如下表8所示：

表8 離岸風電服務業風力機發電機組安裝、運維廠商關鍵職務需求分析表

No.	關鍵職務需求	人才條件
1	機電整合工程師	2-5年/大專
2	專案管理主管	5年/大專
3	電機技術人員	2-5年/大專
4	業務人員	2-5年/大專
5	營建工程人員	2-5年/大專

資料來源：金屬中心 MII