

出國報告(出國類別：其他)

行政院離岸風電產業考察團 出國報告

服務機關：臺灣銀行股份有限公司

姓名職稱：林麗媿 副總經理

吳佳曉 企業金融部經理

陳彥珊 企業金融部高級辦事員

赴派國家：英國、比利時

出國期間：108年6月22日至6月30日

報告日期：108年8月22日

摘要

經濟部擬定「風力發電 4 年推動計畫」，規劃於 2025 年達成風電 6.7GW(陸域 1.2GW、離岸 5.5GW)安裝容量。在離岸風電方面採取「先示範、次潛力、後區塊」三階段策略，第一階段提供機組設備及開發過程之獎勵補助，引導業者投入，確認法規及技術面可行性；第二階段公告潛力場址供業者評估進行開發，先以遴選及躉購機制逐步建構本土基礎設施及供應鏈，再藉由競價機制，導入市場競爭以降低成本；第三階段區塊開發預計於今年底前揭示規則，可望透過規模經濟帶動自主技術能力及國內產業發展。

本次在行政院安排下，隨同龔政務委員明鑫及經濟部、台電、工研院等單位及多家公股行庫前往歐洲參訪相關主管機關及供應鏈，透過雙方互動交流，對英國風電政策發展歷程、離岸風電產業鏈及專案融資風險評估等均獲得進一步瞭解。

目 次

一、參訪目的	1
二、參訪行程及成員	1
三、參訪內容	3
(一) MHI Vestas Offshore Wind Blades UK LTD ..	3
(二) Rampion 離岸風場.....	5
(三) 綠色投資集團(Green Investment Group).....	11
(四) 英國皇家財產局(Crown Estate).....	14
(五) Renewable UK Global Offshore Wind 展.....	16
(六) 英國出口融資局(UK Export Finance)綠色金融圓桌會議.....	19
(七) 楊德諾集團(Jan De Nul Group, JDN).....	23
(八) Geosea (DEME Group)	25
四、心得與建議	27

一、 參訪目的

為順利推動我國風電產業發展，達成能源政策目標，行政院辦理「離岸風電產業考察團」，由龔政務委員明鑫帶隊，安排經濟部、台電、工研院等單位及本行、一銀、華銀、彰銀及兆豐商銀等 5 家公股行庫於 108 年 6 月下旬赴歐洲參訪風電相關主管機關及產業鏈。

二、 參訪行程及成員

參訪行程

日期	行程
2019.6.22(六)	往程(台北－倫敦)
2019.6.23(日)	林副總視察本行倫敦分行
2019.6.24(一)	參訪 MHI Vestas Offshore Wind Blades UK LTD
2019.6.25(二)	參訪 Rampion 離岸風場
2019.6.26(三)	參訪綠色投資集團(Green Investment Group)、皇家財產局(Crown Estate)、全球離岸風電展(Renewable UK Global Offshore Wind 2019)
2019.6.27(四)	參加英國出口融資局(UKEF)綠色金融圓桌論壇
2019.6.28(五)	參訪海事工程商楊德諾(Jan De Nul)及 GeoSea(DEME Group)
2019.6.29~30 (六~日)	返程(布魯塞爾－法蘭克福－台北)

參訪成員

人員	單位及職稱
龔明鑫	行政院 政務委員
周漢樺	行政院 參議
陳崇憲	經濟部能源局 能源技術組 組長
張明煥	經濟部工業局 金屬機電組 副組長
黃百偉	經濟部國際貿易局 雙邊貿易二組駐外服務小組 秘書
鄭亦麟	經濟部綠能科技產業推動中心 副執行長
王靖惠	經濟部綠能科技產業推動中心 副主任
陳顯明	台灣電力公司 海域風電施工處 處長
黃聰文	金屬工業研究發展中心 組長 台灣風力發電產業協會 秘書長
李欣哲	工研院綠能所 特別助理
朱正男	工研院綠能所 經理
林麗媿	臺灣銀行 副總經理
吳佳曉	臺灣銀行 企業金融部 經理
陳彥珊	臺灣銀行 企業金融部 高級辦事員
洪惠卿	第一銀行 法人金融事業群 副總經理
白又仁	第一銀行 法人金融業務處 經理
李耀卿	華南銀行 風險管理群 副總經理
鄭長華	彰化銀行 副總經理
鄧秀娟	彰化銀行 國內營運處 處長
傅瑞媛	兆豐國際商業銀行 副總經理
李建平	兆豐國際商業銀行 企金業務處 處長
陳中偉	兆豐國際商業銀行 企金業務處 科長

三、 參訪內容

(一) MHI Vestas Offshore Wind Blades UK LTD

1. 時間：2019 年 6 月 24 日(星期一)
2. 地點：懷特島(Isle Of Wight)
3. 參訪紀要：

MHI Vestas Offshore Wind A/S(簡稱 MVOW)係由丹麥 Vestas Wind Systems A/S 與日本三菱重工(Mitsubishi Heavy Industries, MHI) 於 2014 年各出資 50%共同設立，專門從事離岸風機之設計、製造、安裝及維運服務，目前員工總數約 3,000 人。

MVOW 發展初期以既有陸域風機進行改良，自 1995 年 V39-500kW 機種逐步因應調整，至 2016 年推出的 V164-8.0MW 則是首座完全針對海域而設計製造之離岸風機。



圖 1 MVOW 歷年來風機產品

MVOW 旗下擁有 2 座葉片廠，分別位於丹麥 NAKSKOV、英國懷特島。由於風機葉片體積龐大，以最新的 V164-9.5MW 為例，單一葉片長達 80 公尺，底部(與輪轂相連接處)寬達 4.8 公尺，相當於可開進一輛雙層巴士，而重達 35 公噸。基於運輸及存放考量，選址鄰近河道且具腹地，便於產製完成後以船舶對外運輸。

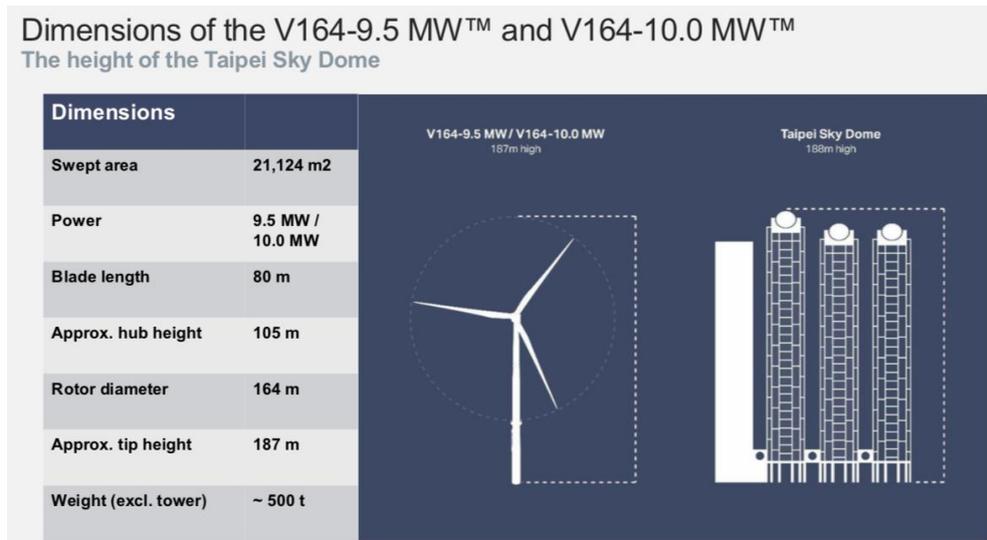


圖 2 MVOW V164-9.5MW / 10.0MW 尺寸

懷特島工廠自 2013 年起即開始研發、測試風機葉片，透過與懷特島學院(Isle of Wight College)及其開設之 CECAMM 學程(Centre of Excellence for Composites, Advanced Manufacturing and Marine)進行人才培養及教育訓練，產品主要供應英國及歐洲風場訂單，近 5 個月以來工廠員工已自 350 人增至 600 人。

(二) Rampion 離岸風場

1. 時間：2019 年 6 月 25 日(星期二)
2. 地點：Newhaven
3. 參訪紀要：

Rampion 風場為英國南方海岸首座離岸風場，位於索塞克斯郡 (Sussex) 外海，裝置容量 400.2MW，總投資成本約 13 億英鎊，於 2018 年正式運轉。每年可發 13.66 億度電力，供應約 34.7 萬家戶用電需求，並減少 60 萬噸碳排放量。

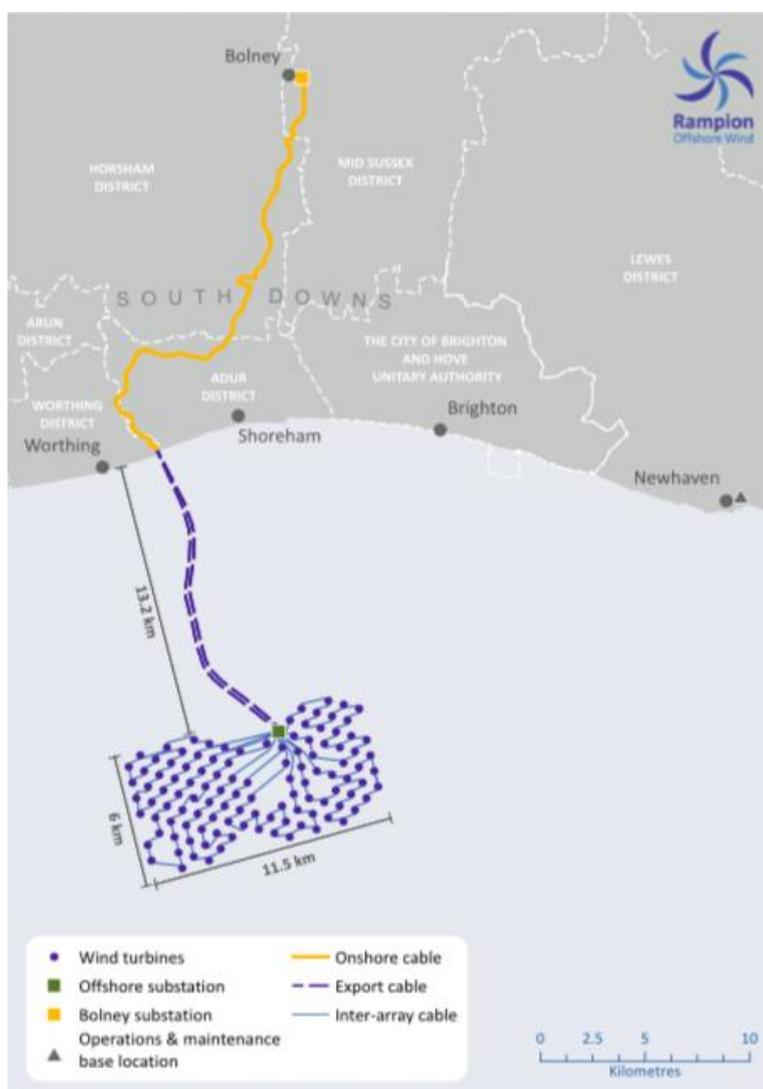


圖 3 Rampion 風場位置示意

風場基本資訊

Owner		德國電力公司 E.ON(50.1%) 加拿大能源公司 Enbridge(24.9%) Green Investment Group(25%)
地理概況		離岸 13~20 公里，水深約 20~40 公尺； 面積約 72 平方公里
風機	型號 / 數量	MVOW V112-3.45MW 風機 / 116 座
	葉片直徑	112 公尺
	高度	140 公尺 (海面至風機葉片掃掠最高點)
	輪轂高度	80 公尺
水下基礎		單樁(Monopile)； 重量介於 550~830 公噸，長度 60~85 公尺， 直徑 5.75~6.5 公尺(依水深、海床地質而定)
併網 規劃	陣列海纜 (Array Cables)	12 條，共 144 公里；電壓 33kV
	海上變電站	重達 2,000 公噸，採用 4 腳管架式(Jacket)基礎， 於此匯集電力升壓至 150kV
	輸出電纜 (Export Cables)	2 條，16 公里；電壓 150kV
	陸域併網	上岸後經 27 公里長地下纜線穿越 South Downs 國家公園，再透過 400kV 變電站併入位於 Bolney 的電網(鄰近蓋威克機場)

2010 年取得 Crown Estate 授與風場預定地(Zone 6)開發許可，陸續進行場址特性調查、施工規劃及環境影響評估等，於 2014 年 7

月正式取得籌設核可，2015 年 5 月作成最終投資決定(Final Investment Decision)，2016 年起安裝水下基礎，2017 年 3 月開始安裝風機，2017 年 9 月首度併聯，2018 年 3 月風場正式運轉。

原規劃開發規模 700MW，由於初步設計階段地質調查結果，發現部分海床深逾 40 公尺，土壤組成複雜，加上風向流動、點位佈局等考量，因而避開深水及土質鬆軟區域，調降風場開發規模為 400MW，並依最佳經濟效用分析選用 3.45MW 風機。

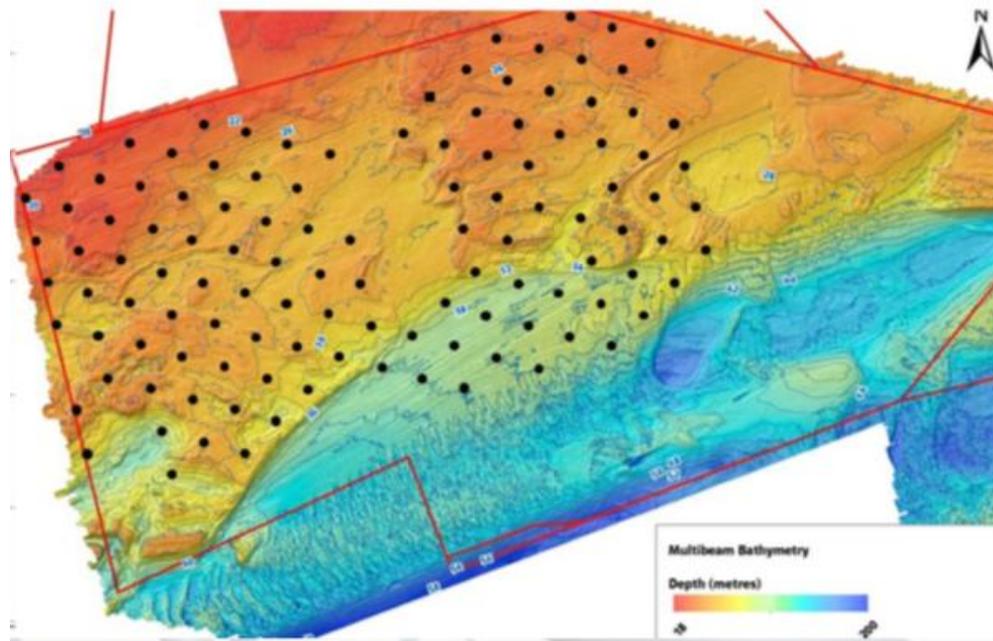


圖 4 Rampion 風場水深示意、點位配置圖

由於風場鄰近度假勝地 Brighton，人口稠密、經濟活動仰賴旅遊業，過往週遭未曾設立離岸風場，部分居民擔心影響景觀，加上併網電纜穿越國家公園可能造成環境衝擊等因素，形成開發挑戰。對此，開發商表示透過長期廣泛且持續地參與社區活動，定期與居民開會協調、聽取意見，協商雙方可接受模式，另外也設立社區基金支援公益活動、開放風場參觀等，以長期深耕爭取在地認同。

自 2016 年初啟動興建工程，透過自升平台船(Jack-up Vessel)運輸水下基礎，每次自荷蘭 Vlissingen 港運送 3 組單樁及轉接段至風場進行安裝，完成後再返回 Vlissingen 港裝運下一批單樁及轉接段，

單趟完成時間約 10 天。為保育當地生態，於 4~6 月棘鯛(black bream) 產卵時節，配合停止施工作業，待 7 月以後恢復施工。風機於 2017 年初開始自丹麥 Esberg 港運送，每次運送 8 座，每座安裝需時約 1 天，自 2017 年 3 月豎立起第 1 座，至 2017 年底完成全數共 116 座風機安裝作業。Rampion 風場興建期最高聘用達約 660 人，其中約 500 人與離岸工程有關。風場完工後，於營運期間(20~25 年)提供約 60 名全職工作機會。

在風場運轉期間，以 Newhaven 港作為運維基地，包含控制室、辦公室、倉庫和碼頭區基礎設施。當初選擇 Newhaven 的原因主要在於鄰近風場且位於避風港區，可容納 5 艘風電運維船停放空間，無潮汐限制，且水深足夠供作渡輪碼頭。

Rampion 風場採用智慧監控系統及主動式運維策略，在控制室裡即可隨時掌握風機運作及運維船舶動態，透過數位化工具監控天氣、風機運作及提供故障預警等，每年定期安排於夏季較無風的日子派遣技術人員及早進行定期維修，以備於風大的季節可以順暢運轉，並降低非預期性的風機故障或停機意外。



圖 5 Rampion 風場控制室



圖 6 運維船



圖 7 運維船繫泊後，運維人員準備登上風機進行作業



圖 8 海上變電站



圖 9 Rampion 風場

(三) 綠色投資集團(Green Investment Group)

1. 時間：2019 年 6 月 26 日(星期三)

2. 地點：倫敦

3. 英方出席人員：

Mr. Mark Dooley / Global Head of Green Investment Group (GIG)

Head of Macquarie Capital's European Infrastructure
& Energy business

Mr. Samuel Leupold / Chairman of Wind Energy, GIG

Mr. Yi-Hua Lu / Vice President, GIG

Mr. Mark Giulianotti / Managing Director, GIG

Mr. Leon Wu / Development Manager - Offshore Winds,

Macquarie Capital

Macquarie Formosa 1 Co., Ltd.

4. 參訪紀要：

綠色投資集團(Green Investment Group, GIG)原為英國政府於 2012 年出資成立之綠色投資銀行(Green Investment Bank, GIB)，為全球第一家以推動綠能經濟轉型為主軸的國有金融機構。雖有政府資金挹注，但採商業機構方式獨立營運，專注於推動離岸風電、廢棄物回收及生質能、提升能源使用效率、開發其他陸域再生能源等領域。

2017 年英國政府將 GIB 出售予麥格理集團(Macquarie Group)，交易完成後 GIB 更名為 GIG。GIG 集結了原 GIB 及麥格理資本(Macquarie Capital)的再生能源投資團隊，持續推動綠色基礎建設專案，包括投資 3 座陸域風場(總裝置容量逾 1GW)、與 Covanta(NYSE:CVA)合資於英國開發廢棄物發電專案、與 Candela Renewables 合資於北美開發太陽能專案等。截至 2018 年第 1 季底，GIG(含 UK GIB、麥格理資本)已累積投入逾 200 億英鎊於綠色投融

資專案。

GIG 目前於全球 12 個國家擁有超過 350 名員工，其中有一半以上為技術人才，最具代表性的莫過於 2019 年 3 月加入的前沃旭能源執行長 Samuel Leupold，於先前任職的 5 年期間帶領沃旭能源成功轉型為全球最大的離岸風電業者。看好亞洲綠能市場，配置於亞洲區的員工數逾 200 人，多數為在台灣的技術人員，開發評估及工程管理均在台北進行，隨日本、韓國跨足離岸風電市場，未來可望自本地輸出技術能量。

GIG 提供股本投資、企業融資及綠色融資諮詢、專案合約協商/施工交付及營運管理、綠色影響報告等服務。基於離岸風電擁有長期穩定現金流，相較其他再生能源專案具規模，且技術日臻成熟，在歐洲已累積豐富風場建置經驗，風機可靠度及穩定運行(包括承受極端天候)也有良好紀錄，現行專案幾乎都可在預算內如期交付，加上隨科技進展提高潛在投資回報率等優勢，GIG 已投注相當高額股本投資於開發專案。

至於風險管理及因應對策，GIG 提出包含地質、規劃及許可、設計、製造、施工及營運等技術風險，考慮台灣地震環境及土壤液化的可能性，可採用管架式(Jacket)基礎，並將土質條件納入結構及安裝工程的設計；在規劃及許可方面，建議主管機關提供一站式服務、開放式許可(Envelope Permit)，由於風機技術進展快速，取得開發許可至開工建造時可能已有新型機種問世，若於核發許可時不預先鎖定規格，有利促進供應鏈競爭及運用新技術產品；在設計風險方面，透過合約安排將風險適度轉嫁 EPC 承包商；製造及施工方面，選擇經驗豐富的承包商、制定完善的合約架構、妥適管理各工程間的介面風險等，而有關我國政府的產業關聯性政策，本土廠商於產能及技術到位前，如能攜手國外資深廠商合作，有助汲取發展經驗；營運方面，建議採用經驗豐富的合格維運商，此外歐洲北海亦有強風環境，風機仍能順利運行 25 年，而風機可靠度隨設計改

良持續提升，有利緩釋相關風險。

就商業及融資風險而言，GIG 著重以長期合約確保收入穩定性，除一般購售電協議(Power Purchase Agreement, PPA)或差價契約(CfD regime)外，也可與實力雄厚的企業如資料中心或工業大戶簽署 PPA；在融資方面，建議與經驗豐富的銀行及出口信貸機構合作，貸款年限一般與 PPA 年限相當，但歐洲也有銀行願意承擔商業風險的先例；至於利率/匯率方面，透過長期衍生性商品避險為業界標準作法。

(四) 英國皇家財產局(Crown Estate)

1. 時間：2019 年 6 月 26 日(星期三)
2. 地點：倫敦
3. 英方出席成員：

Dame Alison Nimmo DBE / Chief Executive, Executive Board
Member and Second Commissioner
Huub den Rooijen / Director of Energy, Minerals and Infrastructure



圖 10 團員聽取簡報情形

4. 參訪紀要：

Crown Estate 成立於 1961 年，主要代表國家管理皇室資產，除妥善管理資產外，並積極開源收入提升資產價值，將增值及利得交予財政部，以造福國家人民。

英國皇室土地橫跨英格蘭、威爾斯及北愛爾蘭，不列顛群島沿海海域也屬於皇室所有，於海域範圍內的自然資源開發及利用，包括海砂開採、海藻採收、海底電纜及再生能源設施的建置，均須經過 Crown Estate 同意許可。

英國自 2000 年在北海設置首座離岸風場(Blyth)起，採取區塊開發方式，透過 Round 1~Round 3 逐步開展建置規模，運用再生能源

義務(Renewables Obligation, RO)與差價合約(Contracts for Difference, CfD)制度，透過保障開發商投資回報，推動再生能源政策及離岸風電發展。

為利離岸風電發展，Crown Estate 進行中的專案包括：

(1) ORJIP (Offshore Renewables Joint Industry Programme)

旨在了解離岸風場對週邊環境及野生動物的影響，透過相關研究及蒐集數據，有助開發商、顧問及監管機構於環評面向作業。

(2) SPARTA(System Performance and Reliability Trend Analysis)

邀請開發商/運維業者於系統中輸入系統停機(system downtime)、維修中斷(repair interventions)、天候及船員調度(crew transfers)等訊息，透過匿名共享，使開發商/運維業者有機會檢視及調整所屬風場，提高風機可用度，有利英國風場發電表現、降低運維成本。

(3) MDE(Marine Data Exchange)

Crown Estate 透過租賃合約約束開發商應提供不涉及商業機密的環評、海氣象觀測等風場全生命週期資訊，並公開於其所建置的海洋資訊交換平台(<http://www.marinedataexchange.co.uk>)與大眾共享，截至目前已累積近 170TB 數據量。

Crown Estate 每年向風場收取約營收 2%之租金，近期開放第四輪(Round 4)風場競標容量約 7GW 正在進行中。

英國預計在 2025 年關閉所有燃煤電廠，配合 2015 年推出的離岸風電 UK Content 措施，目標希望取得廉宜的低碳能源，同時推動本地供應鏈發展、活絡就業及提升英國經濟表現。

截至 2018 年底，英國擁有 38 座已商轉離岸風場，總裝置容量居全球第一達到 7.9GW，年度供電佔比約 8 %。

(五) Renewable UK Global Offshore Wind 展

1. 時間：2019 年 6 月 26 日(星期三)
2. 地點：倫敦
3. 參訪紀要：

Renewable UK Global Offshore Wind 2019 由英國再生能源協會 (Renewable UK)主辦，於 2019.6.25~26 在倫敦 ExCeL 國際會展中心舉行為期 2 天的活動，為歐洲離岸風電年度盛會。

參展業者包含開發商、風機製造商、海事技術、風力測試、監控系統、電纜製造、工程顧問公司及來自全球的研究單位、投資機構、風能技術專業人士等。展出包括產品、服務及創新技術等，提供供應鏈交流平台、參訪者與業界專家現場會談機會，以開拓全球商機與市場。

謹就本次參訪過程選擇 2 家代表性業者說明如下：

(1) Cwind

Cwind 隸屬於 Global Marine Group，總部位於倫敦東北方約 50 公里的切爾姆斯福德(Chelmsford)，主要提供風場興建/維運期所需技術服務及人員訓練服務，累積服務逾 50 座、12GW 之歐洲離岸風場。

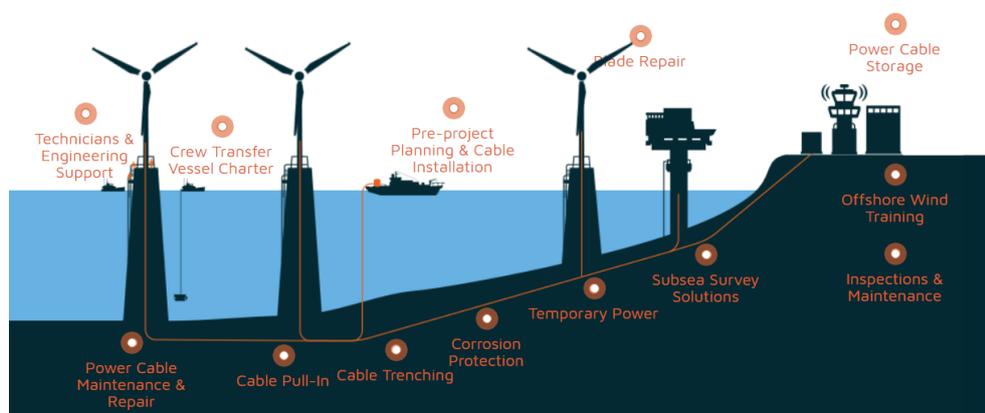


圖 11 Cwind 離岸風電業務範疇

Cwind 為「國際風能組織(Global Wind Organization,GWO)」成員，GWO 總部位於丹麥，制定了全球廣泛認可的風電產業安全及技術培訓標準，為歐洲風電維運人員進入風場必備的技能要求。

Cwind 看好台灣離岸風電發展，2018 年 4 月成立台英風電公司(Cwind Taiwan)，並與台灣港務、台電、中鋼、台船、上緯等結盟成立「臺灣風能訓練股份有限公司」，於台中港海訓園區設立訓練中心，提供急救、人工操作、火災感知、高空作業及海上求生等 5 大安全訓練課程。

由於台灣缺乏實務經驗，由 CWind 協助建置硬體設施、教材、講師跟管理系統，並取得 GWO 授權，國內從業人員將可就近取得訓練及認證，有利我國風電維運能量永續發展。



圖 12 龔政委、能源局陳組長與業者合影

(2) JDR Cables Systems(JDR)

JDR 為一專業海底電纜廠商，擁有逾 20 年經驗，專精於海底電纜設計、工程規劃及製造，並於產品生命週期內提供全天候服務支援。

JDR 憑藉良好技術及品質，成為台灣海洋風電(Formosa 1)專案及台電示範風場之電纜供應商。於海洋風電 128MW 風場將提供 50 公里陣列、輸出及陸域電纜，並提供技術人員安裝及測試服務。於台電 110MW 示範風場將提供 65 公里陣列及輸出電纜，33kV 電纜將由 JDR 於英國 Hartlepool 製造，再由統包商 Jan De Nul 運至台灣進行安裝。

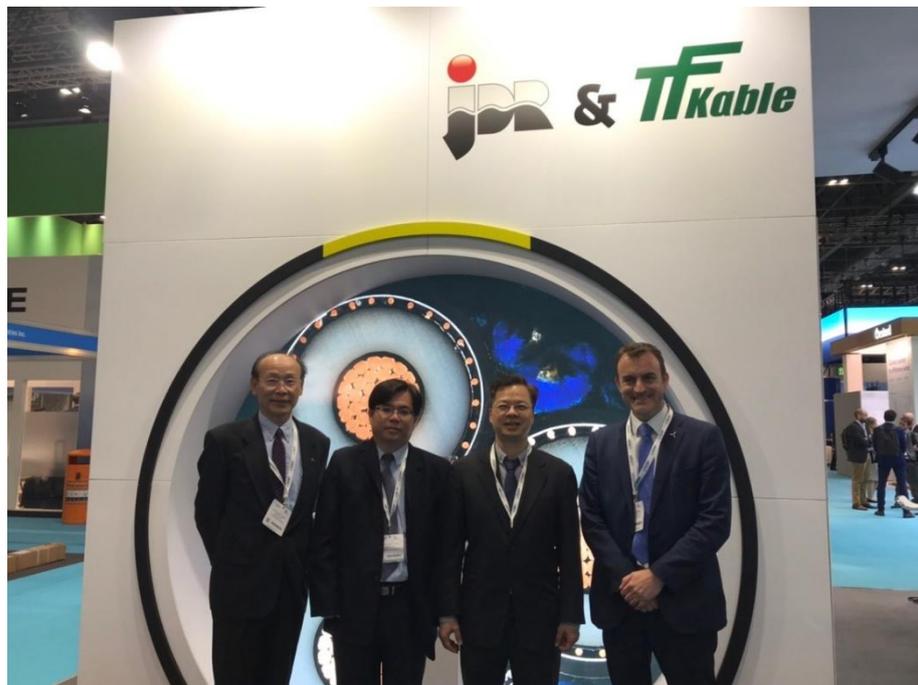


圖 13 龔政委、能源局陳組長、台電陳處長與業者合影

(六) 英國出口融資局綠色金融圓桌會議

1. 時間：2019 年 6 月 27 日(星期四)

2. 地點：倫敦

3. 英方出席人員：

Mr. George Hollingbery / Minister of State for Trade Policy,
Department for International Trade(DIT)

Mr. Gordon Welsh / Head of the Business Group,
UK Export Finance

Mr. Rob Mansley / Managing Director,
Corporate Finance & Advisory, GIG

Mr. David Kemp / Director, Project and Infrastructure Finance,
M&G Investments

Mr. Tomas Gardfors / Partner, Infrastructure, Norton Rose Fulbright



圖 14 參加綠色金融圓桌會議

4. 會談紀要：

英國出口融資局(UK Export Finance, UKEF)隸屬於國際貿易部(Department for International Trade)，成立迄今已滿百年，主要提供出口信用保證或融資服務，推動英國企業外貿發展。

UKEF 為 100%官方所有，對英國企業出口之商品、勞務及無形資產均可提供融資支持。2017/18 財務年度(2017 年 4 月~2018 年 3 月)提供 191 個國家總計 25 億英鎊的貿易支持。

UKEF 擁有出口信貸額度 500 億英鎊，已使用曝險額約 300 億英鎊。就採購英國商品或勞務所發生成本，提供直接貸款或保證，還款期限一般為 2~10 年(再生能源專案可延長至 18 年)，當專案採購金額中有 20%來自英國供應鏈時，可提供最高達合約價值 85%之保證，融資幣別超過 60 餘種(可開立新臺幣計價保證)，與全球各出口信貸機構已累積長期良好合作經驗。

英國供應鏈產品(UK Content)的衡量，係依製造地點而定，SGRE、MVOW 均於英國設廠，所生產風機葉片認定為英國出口產品。

UKEF 依據 OECD 所制定費率，參酌及評估個別專案的授信風險、融資年限等條件，決定每一專案的保證費率。保證費係採事前一次性收取，有別於貸款利息計收方式。

英國離岸風電發展概況：

Status	Capacity
Operational	7.9 Gw
In construction	4.8 Gw
CFD PPA Secured	1.4 Gw
Consented	8.5 Gw
Entering NIP System	11.3 Gw
Total installed capacity by 2030.	33.9 Gw

目前英國離岸風電發電成本已較燃氣或核能便宜，供應全國約 10% 用電量及 450 萬戶家庭用電。奠基於離岸油氣及基礎設施領域的專業，英國具備離岸風電專案自開發、興建、維運、延役至除役的完整價值鏈服務實力。

來自 GIG 的 Mr. Rob Mansley 分享離岸風電投融資經驗，GIG 原為 2012 年成立的 GIB，任務為推動綠能專案，當時找來銀行家、財務專家、會計師及技術顧問等組成 120 人團隊，初期對離岸風電瞭解有限，採取較謹慎態度，先以股權方式投資營運期的風場，逐漸熟悉後再進一步投資興建期的風場，而後涉足融資領域。於累積 4~5 年經驗後，投入規模已自初期 30 億英鎊成長至百億英鎊，累計參與 10 個離岸風場專案。歸納發展成功關鍵在於建立知識系統、尋求合作夥伴、堅實的法令及政策支持。

M&G Investments 為隸屬於英國保誠集團的資產管理公司，近年關注於投入基礎建設領域，尤其是再生能源專案。Mr. David Kemp 表示專案融資係基於對專案未來長期現金流量所作評估，具有有限追索權或無追索權，須綜合考量技術風險、介面風險、合約架構、開發商參與長期合約經驗及種種不確定因素，評估並不容易，然而隨著風電均化每度發電成本(Levelized Cost of Energy, LCOE)快速下滑、供應鏈逐漸成熟，有助建立投資人信心，去年英國有很多離岸風電專案，融資流動性較過往有明確改善。

Mr. Tomas Gardfors 表示依過往經驗，隨實務經驗累積、技術升級及供應鏈發展，有利開發容量快速增加。整體而言，穩定的政治法律環境，對長期現金流的穩定性至關重要；清晰的籌劃(pipeline)流程，有利專案管理；船舶供應商、服務供應商等合約當事各方均很重要，並應考量其信用品質(credit quality)；台灣現處離岸風電發展早期，運轉維護經驗尚待累積，而風機

機種推陳出新快速，有時裝置容量僅有小幅增加的前後代產品，操作維護方式即有相當差異，是技術面須留意之處。

在參與專案投融资方面，如採股權投資，風險較高，但可參與專案公司運作，對開發決策較具主動性；如採取融資方式，可透過 Club Deal 或參與專案融資聯貸案。須留意的是針對同一專案僅就「股權投資」或「融資」擇一進行。至於專案財務模型的壓力測試，則與一般專案融資案的分析方式相同，設定發電量不如預期、延遲完工、電纜故障等種種情境，測算對現金流表現的影響。

此外，在風險評估方面，近來網路風險(Cyber Risk)逐漸受到重視，主要是現行風場均採電腦化管理，應用 AI、機器學習(Machine Learning) 或 SCADA(Supervisory Control And Data Acquisition)系統傳輸資料，須考慮潛在資安風險。隨著離岸風電發展成熟，保險公司針對各種專案風險已有相應的保險商品，規劃並投保合適的保障組合可有效降低風險。

(七) 楊德諾集團(Jan De Nul Group, JDN)

1. 時間：2019 年 6 月 28 日(星期五)

2. 地點：Alast, Belgium

3. 公司出席人員：

Mr. ir. J.P.J. DE NUL / Managing Director

Mr. Carl HEIREMANS / Senior Business Development Manager

Mr. Didier KETERS / Sr. Financial Manager Offshore

Mr. Mathias VAN DE VIJVER / Financial Manager Project &

Client Finance

Mr. MA HONG PO / Regional Manager,

Dredging and Land Reclamation, APAC Office

4. 參訪紀要：

JDN 成立於 1938 年，100%由 De Nul 家族擁有及管理，為未上市私人企業。初期為公共工程業者，發展至今成為疏濬與土壤改良、離岸工程服務、公共及環境工程等之國際性專業工程承攬廠商。總公司設於比利時盧森堡，於全球有 80 個營業據點，員工 7,000 餘人，年營業額逾 20 億歐元。

JDN 以疏濬及離岸工程為主力業務，佔比約 7 成，公共及環境工程佔比約 3 成。區域營收佔比為歐洲(46%)、美洲(26%)、亞洲及中東(16%)、非洲(9%)及澳洲(3%)。2018 年度於全球 54 個國家施作 343 項工程專案，過往實績包含杜拜棕櫚島(Palm Jebel Ali)、巴拿馬第三水匣(Panama Canal Expansion - the Third Set of Locks Project)、香港赤鱗角機場等。

JDN 擁有約 10 位造船工程師，施工船以自行設計為主，透過持續改良精進，自 2007 年以來已打造 42 艘船舶。現有船隊 90 餘艘，包括 2 艘自升平台船、2 艘重型浮吊船、8 艘拋石船、6 艘佈纜船及數十艘疏浚船等。目前正籌建新的大型自升平台船(Jack-up vessel)，抱樁能力可達 3,000 噸，為現有 2 倍，

以因應風機大型化趨勢。去年承攬台電一期示範風場統包工程，配合台灣海床地質，運用於平台船的基腳直徑將倍增，確保施工穩定性。該公司於風機安裝、海纜鋪設等具豐富經驗，曾參與英國 Race Bank、荷蘭 Borkum Riffgrund 2 等多個風場專案。

JDN 自 1994 年起在台發展業務，近年實績包含 2015 年台中港與通霄疏濬工程、2016 年通霄疏濬及海底管線拋石保護工程、高雄港疏濬與整平工程、2017 年台北港疏濬與整平工程及林口電廠疏濬與整平工程等。

2018 年 4 月 JDN 與日商日立(Hitachi)承攬台電一期示範風場專案，於彰化外海設置 109.2MW 風場，由 JDN 負責基礎、風機、電纜及變電站安裝工程，採用日立 5.2MW 風機，預計 2020 年底前併網。

(八) Geosea (DEME Group)

1. 時間：2019 年 6 月 28 日(星期五)

2. 地點：Zwijndrecht, Belgium

3. 主要與會人員：

Mr. Geert WOUTERS / Head Structured Finance & Treasury, DEME

Mr. Simon VAN DE SANDE / Business Development Manager, DEME

Mr. Robert Tseng(曾國正) / Chairman, CDWE

President, CSBC Corporation, Taiwan(台船)

Mr. Watson Liang(梁華升) / Project Manager, CDWE



圖 15 參訪 DEME

4. 會談紀要：

DEME 為比利時上市公司，從事疏浚、填土造地、離岸工程等海事業務。旗下擁有 100 餘艘大型工作船、200 餘艘附屬船；現有員工約 5,000 人，其中約 48% 為船員、52% 為工程師。2018 年營收約 26.5 億歐元。

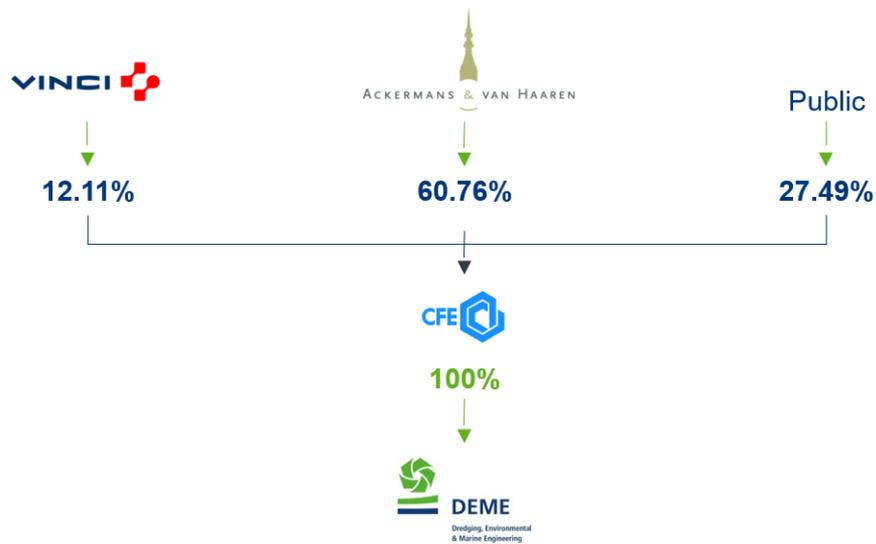


圖 16 DEME 股東架構

DEME 專注於海事工程業務，過去以浚挖及填海工程為主，近年朝向離岸風電發展。依客戶類別區分營運佔比為再生能源(46%)、政府工程(38%)、油氣(8%)、採礦及其他(8%)。區域營收佔比為歐洲(67%)、亞洲及大洋洲(13%)、非洲(10%)及其他(10%)。

DEME 自 1999 年跨足風電業務，以 EPC 承攬方式，提供包括水下基礎及風機安裝、電纜鋪設及後續維修等完整解決方案，累積參與全球 75 個風場工程；另一方面也以投資者身分參與開發，促使風場專案自雛形發展至完工營運階段，曾參與投資比利時 Rental 309MW 風場、德國 Merkur 396MW 風場(DEME 持股 12.5%)等。

DEME 透過旗下 GeoSea 與台船合資成立「台船環海風電工程股份有限公司(CDWE)」，持股比率為 GeoSea 持有 50%-1 股，台船持有 50%+1 股。CDWE 配合台灣風電產業在地化政策，將作為海事工程 EPCI(Engineering, procurement, construction and installation)統包商，提供安裝船、駁船及拖船等施工船舶，建立本地風電運輸與安裝工程能量。

四、心得與建議

- (一) 臺灣四面環海、煤炭及天然氣自產匱乏，能源 98%仰賴進口，又屬獨立電網，無法與鄰國互相調度支援，提升能源自主與多元至為重要。政府能源轉型政策以太陽能及風電為關鍵發展項目，期於兼顧能源安全、綠色經濟與環境永續下，達到 2025 年再生能源發電佔比達 20%的目標。
- (二) 自 1990 年代起，歐洲業者相中海上風速高於陸域優點，開始嘗試將風機延伸設置於海域，2000 年以來隨著英國、丹麥等國家政策支持，帶動技術持續累積精進，離岸風電產業聚落在北海週邊逐步成形，至今已成為具經濟效益的低碳能源選項。
- (三) 英國風力資源豐富，離岸風電裝置量全球居冠，應可歸功於良好友善的投資環境、完善的政策規劃、補貼措施以及政府部門明確的職能分工。
- (四) 觀察英國過往風場開發、供應鏈等有相當程度來自丹麥、德國等外商，由於英國預計在 2025 年關閉所有燃煤電廠，且規劃於 2030 年前達到離岸風電裝置容量 30GW，供應全國 1/3 用電需求。為培養本土產業、建立自主技術能量，自 2015 年起開始推行 UK Content 措施，鼓勵國內廠商投入發展，也歡迎外國供應商在英國設廠，以增加國內就業機會、促進產業多元性，同時降低風場開發成本及系統成本，以利再生能源永續發展。
- (五) 建立專業、尋求兼具技術資力與豐富經驗的專案參與方(含開發商、風機供應商、施工及運維團隊等)、堅實的法規與長期穩定的政策支持，為風電專案開發成功之要素。

本次參訪 Crown Estate、GIG(前 UK GIB)內部均配置技術分析人員，對深入瞭解風場規劃、技術及施工議題、營運期發電分析等，具相當助益。風電專案係仰賴完工商轉後所產生的現金流支應融資還本付息及投資人報酬，選擇具實力的參與方，有助降低專案各階段風險，支持專案如期如質完工，確保投/融資各方順利回收資金並獲取利潤。

英國自 2000 年設置首座 Blyth 離岸風場，採取區塊開發方式，於 2000 年公告 Round 1、2003 年 Round 2、2009 年 Round 3 及近期推出 Round

4，透過長期穩定的政策，以及在各階段依據過往推動經驗，調整施行措施及細節，循序漸進穩健有序地逐步完善規劃，推動離岸風場開發。

(六) 英國政府為因應氣候變遷，推出低碳轉型計畫，為引導民間資金投入低碳產業，政府於 2012 年出資成立綠色投資銀行(GIB)，成為全球第一家以推動再生能源投融资為主軸的政策性銀行。於再生能源發展初期，金融業者及投資人對風險與市場不確定性仍有疑慮時，透過 GIB 率先投入，以政府資金帶動民間投資。

本次參與 UKEF 綠色金融圓桌會議，講者分享過往 GIB 參與離岸風電發展的經驗。GIB 成立時找來銀行家、財務專家、會計師及技術人員等 120 人組成團隊，由於初期對離岸風電瞭解有限，態度較謹慎，係以股權投資方式參與風場專案，參股好處在於能夠參與專案公司運作，實際瞭解興建/營運期可能遇到的狀況，在累積一定經驗、建立知識體系後才涉足融資領域，透過這樣的運作，在經過 4~5 年後，GIB 對綠色專案的投入從初期 30 億英鎊成長至百億英鎊規模，累計參與 10 個離岸風場專案。

此外，Crown Estate 也分享推動 MDE(Marine Data Exchange)專案經驗，將風場相關環評、海氣象觀測等全生命週期資訊，公開於海洋資訊交換平台(<http://www.marinedataexchange.co.uk>)，將有價值的資訊與大眾、開發單位共享，也增進大眾對離岸風電的瞭解。

透過政府各界長期努力，在兼顧政策目標、低碳經濟發展及融資風險可控下，成功推動離岸風電開發，應可作為我國發展離岸風電及推廣綠色金融的借鏡。