

出國報告（出國類別：其他）

離岸風電英國參訪研習團 出國報告

服務機關：經濟部能源局

姓名職稱：李主任秘書君禮、陳專門委員崇憲

出國地區：英國

出國期間：105年9月4日至9月14日

報告期間：105年12月9日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：離岸風電英國參訪研習團

頁數 122 含附件：是否

出國人員姓名 / 服務機關 / 單位 / 職稱 / 電話

李君禮 / 經濟部能源局 / 主任秘書 / 02-27757702

陳崇憲 / 經濟部能源局 / 能源技術組 / 專門委員 / 02-27757778

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他

出國期間：105 年 9 月 4 日~ 9 月 14 日

報告期間：104 年 12 月 9 日

出國地區：英國

分類號/關鍵詞：離岸風力發電、海洋空間規劃(Offshore Wind Power, Marine Spatial Planning)

內容摘要：

為能深入瞭解英國推動離岸風電過程中各單位間協調作法，並強化我國機關間合作與溝通管道，以利加速推動離岸風電政策，本局邀集各相關政府機關、法人以及研究單位等組成離岸風電英國參訪研習團，針對漁業共榮、航行安全、碼頭、能源產業及政策議題，拜會英國相關單位進行參訪研習。讓各相關部會實地瞭解其執行策略與推動經驗，包括英國能源與產業跨部會整合機制、英國政府離岸風場海域空間規劃之執行與跨部會協調作法、漁業議題利害相關者溝通協調作法與實務經驗、漁業補償與回饋機制、航道規劃與協調，以及漁船/航運安全之管理機制、漁業共存共榮經驗分享、風場航行安全管理、離岸風場開發對在地漁業的影響、離岸風場施工碼頭營運管理、離岸風場專用碼頭營運管理、離岸風場開發與在地共榮等議題，藉此強化各機關對離岸風電發展的瞭解，並依據各自業務領域學習英國發展經驗，將所學所見帶回各自工作崗位。

目 錄

壹、出國行程紀要	1
貳、參與活動及工作內容	4
參、結論與建議	97
附件 英方提供參考資料	115

壹、出國行程紀要

一、出國目的

由於國內尚無離岸風力發電開發之實際案例，離岸風力發電對各行政機關屬於新興課題，惟離岸風電推動涉及各機關權責，而相關機關對離岸風電認知程度不一，在缺乏相關規範與共識之情況下，形成風場開發之法規行政與跨部會溝通障礙，致難以在第一時間提供示範開發業者全方面的協助與支援。因此，為能深入瞭解英國推動離岸風電過程中各單位間協調作法，並強化我國機關間合作與溝通管道，以利加速推動離岸風電政策，本局邀集各相關政府機關、法人以及研究單位等組成離岸風電英國參訪研習團，針對漁業共榮、航行安全、碼頭、能源產業及政策議題，拜會英國相關單位進行參訪研習。

二、行程紀要

本次出訪由本局李主任秘書君禮率團，團員組成除本局外，尚包括內政部(營建署)、交通部(航港局)、農委會(漁業署)、彰化縣政府、彰化與南龍漁會代表、工業技術研究院等計 21 人。就能源政策與產業、漁業共榮、航道安全、碼頭建設與營運等各機關業管或關心之議題安排拜會英國相關組織單位，進行主題性會議討論與經驗交流，亦透過參訪當地離岸風場、碼頭、風場運維中心，讓團員實地瞭解其執行策略與推動經驗，包括英國能源與產業跨部會整合機制、英國政府離岸風場海域空間規劃之執行與跨部會協調作法、漁業議題利害相關者溝通協調作法與實務經驗、漁業補償與回饋機制、航道規劃與協調，以及漁船/航運安全之管理機制、漁業共存共榮經驗分享、風場航行安全管理、離岸風場開發對在地漁業的影響、離岸風場施工碼頭營運管理、離岸風場

專用碼頭營運管理、離岸風場開發與在地共榮等議題，藉此強化各機關對離岸風電發展的瞭解。本次出國行程規劃如表 1 所示：

表 1 離岸風電英國參訪研習團行程

日期	活動主題	內容	地點
105.09.04 (日)	啟程與抵達(臺北→英國倫敦)		倫敦
105.09.05 (一)	<ul style="list-style-type: none"> • 能源政策/產業 • 跨部會協商 • 漁業共榮 • 航道安全 	拜會英國皇家財產局(The Crown Estate)、漁業協調組織(FLOWW)、英國海事及海岸警備局(MCA)、英國商業、能源與產業策略部(Department of Business, Energy & Industrial Strategy)	倫敦
105.09.06 (二)	<ul style="list-style-type: none"> • 漁業共榮 • 航道安全 	參訪 Gunfleet Sands 風場	倫敦→ Gunfleet→ 洛斯托夫特 (Lowerstoft)
105.09.07 (三)	<ul style="list-style-type: none"> • 漁業共榮 • 碼頭 	參訪 Lowerstoft 港(漁港轉型與風場共存) 與 Great Yarmouth 施工碼頭	洛斯托夫特 (Lowerstoft) → 格里姆斯比 (Grimsby)
105.09.08 (四)	<ul style="list-style-type: none"> • 漁業共榮 • 碼頭 • 地方共榮 	參訪 Grimsby Port、Westermost O&M Base、DONG Energy 營運中心、North East Lincolnshire Council (地方政府)、Humber local enterprise partnership	格里姆斯比 (Grimsby)
105.09.09 (五)	<ul style="list-style-type: none"> • 漁業共榮 	拜會英國漁業組織(Seafish Kingfisher)、英國國家漁民組織聯盟(NFFO)、漁業共榮基金管理組織(West of Morecambe Fisheries Ltd.)、Dong Energy 漁業專家	格里姆斯比 (Grimsby)

日期	活動主題	內容	地點
105.09.10 (六)	• 漁業共榮	參訪 Durham 當地漁村	格里姆斯比 (Grimsby) →杜倫 (Durham)
105.09.11 (日)	• 漁業共榮	參訪 Durham 當地漁村	杜倫 (Durham) →紐卡素 (Newcastle)
105.09.12 (一)	• 海域空間規劃 • 漁業共榮/能源產業	拜會海洋管理組織(MMO)、 DeepOcean 佈纜經驗、JDR 海纜製造、英國再生能源整合開發中心 Catapult(Renewable Energy Centre)	紐卡素 (Newcastle)
105.09.13 (二)	• 能源產業 • 漁業共榮	拜會 Eversheds 有關離岸風電相關法規	紐卡素 (Newcastle) →倫敦
105.09.14 (三)	返程(英國倫敦→臺北)		

貳、參與活動及工作內容

一、拜會 **Crown Estate**、**FLOWW**、**MCA**

(一)時間：9月5日(星期一)

(二)英方會談人員

Huub den Rooijen, Head of Offshore Wind, Crown Estate ;

Matthew Clear, Senior Development Manager-Energy Assets, Crown Estate;

Jessica Campbell, Consents Manager, Crown Estate;

David Turner, Navigation Policy Manager, MCA ;

Nick Salter, Offshore Renewables Advisor, MCA ;

(三)會談紀要

本日參訪團前往英國皇家財產局(The Crown Estate)，由離岸風電部門首長 Huub den Rooijen 接見，並安排其所屬漁業溝通協調組織(The Fishing Liaison with Offshore Wind and Wet Renewables Group, FLOWW)分別針對海域空間管理、漁業協調等議題向我方進行說明與討論。接著再由英國海事及海岸警備局(Maritime and Coastguard Agency, MCA)針對離岸風電涉及航運安全與管理進行簡報與會談。

1.英國皇家財產局(The Crown Estate)

(1)英國皇家財產局係在 1961 年的議會法案體制下所成立，具有獨立的商業業務，目前總管理資產價值約 120 億英鎊；按其成立之宗旨，係代表國家管理英國皇室君王世襲的財產，除長期妥善管理以維護君王之所有財產之外，不斷開源收入提升君王財產價值係屬其積極職責之一，惟其增值與利得則全數交由財政部，俾造福國家人民，

僅 2015 年就向財政部提交 3.4 億英磅之淨益收入。該局管理之皇室財產，大致包括：都市財產、海洋財產、郊區財產與溫莎皇室財產等四大類，其中海洋財產直接關聯到離岸風力發電之開發建設。簡扼該局所轄管之海洋財產廣袤下列內容：

- A. 超過半數之英國海岸潮間帶。
- B. 英國沿岸向外 12 哩海域內之海床。
- C. 依據英國 1964 年大陸礁層法案(the Continental Shelf Act 1964) 所擁有之大陸礁層資源權利。
- D. 依據 2004 年英國能源法案(the Energy Act 2004)對於利用在大陸礁層上之風力、波浪及潮汐之發電權利。
- E. 依據 2008 年英國能源法案(the Energy Act 2008)對於大陸礁層天然氣及二氧化碳之運輸及貯存權利。

(2)有關離岸再生能源開發與發展，英國皇家財產局扮演著舉足輕重之角色，在政府之海洋政策與計畫方針下，離岸風力發電開發商欲取得預定開發海域之使用權利，必須向英國皇家財產局申請同意租賃，而其先決條件則是開發商必須能滿足各項海域開發利用之法令規定，並符合要求英國皇家財產局之協定要求。於雙方達成租賃協定之前，開發商為滿足法令規定義務與協定要求，勢必要有一番努力與規劃，包括必要的調查作業與測試；在未滿足一切協議要求之前，開發商則是不得進行任何開發工程。換言之，開發商除必須具有必要之離岸風電建置技術外，對於離岸風場之環境研究，以及完整可行之規劃，皆係申請獲得英國皇家財產局同意時所需之法定程序與文件。在此過程中，開發商將必須對各相關利害

關係團體所提出可能之潛在影響進行評估與說明，並有義務接受外界之諮詢。

(3)簡報與討論內容摘述重點如下：

- A. 目前英國擁有 29 座已商轉之離岸風場，總裝置容量超過 5.1GW，並有 4.5GW 的風場已進入施工階段。如今英國離岸風電占全年電力需求 5%，預計 2020 年將可達 10%。
- B. 英國皇家財產局主要配合國家政策進行租賃管理並使土地投資組合達到最高經濟效益為其主要任務(2015/2016 年度為英國財務創造 30,410 萬的淨收益)，其掌管陸域及海域土地上的經濟活動分配的資訊。在海域的部分，可租賃範圍包括領海 12 海浬內(如圖 1 藍線)，以及專屬經濟海域(EEZ，或稱再生能源區域 REZ，如圖 1 黃線)。



圖 1 Crown Estate 海域租賃管理範圍

C.離岸風電開發業者一開始先向 Crown Estate 申請專屬協議(Exclusivity Agreement)，以在特定範圍內進行初步調查尋找合適的設置場址(site selection)，接著才向 Crown Estate 進一步取得租賃許可(Agreement for Lease)以展開更細部的規劃，包含執行環境影響評估(Environmental Impact Assessment)及佈纜路徑調查等，亦是取得政府開發許可的必要文件之一。即表示開發商在取得海域土地正式租約前必須要完成環境調查、利害關係者協商，同時確保符合租約上的各項條件(包括提供調查觀測資料)，在取得開發許可後才會正式簽署租賃合約並計算租約期(Round 3 每次核准的租約期為 50 年，即 2 個風場的生命週期)，然而亦必須確認施工計畫、監測計畫，以及風力機的排列組合均符合行政機關要求後才可展開施工(如圖 2)。至於租約到期後，原則上 Crown Estate 會要求業者應移除所有結構物(包含海纜)，但在確認無風險或後續具研究價值的前提下，也會依個案評估同意保留的可行性。

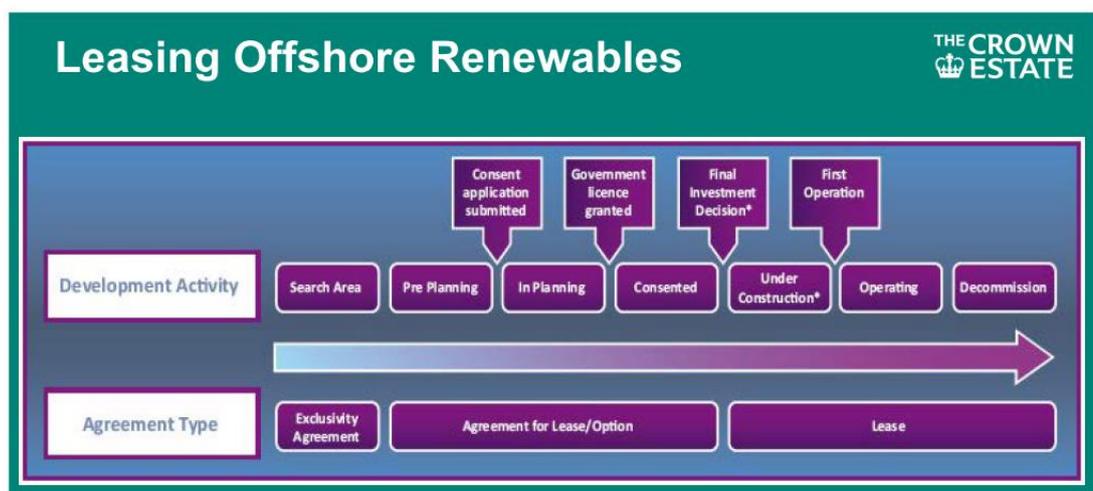


圖 2 Crown Estate 離岸風電海域土地租賃管理流程

D.Crown Estate 係透過租賃合約要求開發商提供不涉及商業機密的環評調查資料與其海氣象觀測塔蒐集的資訊，並公開在 Crown Estate 建置的海洋資訊交換平台 (Marine Data Exchange, <http://www.marinedataexchange.co.uk/>，如圖 3)，提供給各開發商參考。然而，其他海洋相關基礎資料則是分別由各行政機關負責蒐集與維護管理，如英國環境、食品及農村事務部 (Department for Environment, Food & Rural Affairs, DEFRA)和所屬組織負責監測環境棲地和生物族群；英國海測局 (United Kingdom Hydrographic Office, UKHO)負責蒐集彙整水文相關資料。儘管如此，英國各行政機關與組織間仍會透過建立各式資訊交流平台，以達到資訊公開與共享的目的，如英國海洋環境資訊平台(The Marine Environmental Data and Information Network, MEDIN, <http://www.oceannet.org/>)。

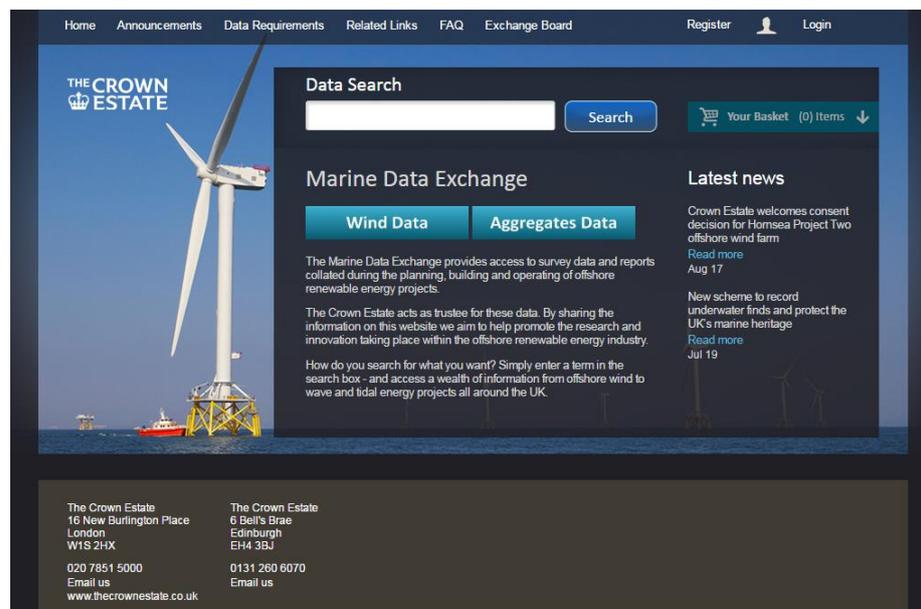


圖 3 Crown Estate 海洋資訊交換平台

- E. 開發商在環評階段即應與漁業進行協商、建立及達成共識，始能取得相關開發許可，因此必須透過環境影響評估確認開發對環境和漁業活動造成的影響，並設法避開或減輕傷害，在提交申請前先與漁民達成協議，若在提交申請後仍發生無法解決的爭議，則行政機關(如 MMO)將介入評估是否同意開發。若是開發商已取得開發許可後卻違反許可條件，則將直接交由法律制裁；但若是屬於開發商和漁業組織之間的協議，則由原協助達成協議之公正第三方介入協調。
- F. 漁業溝通協調組織 FLOWW(The Fishing Liaison with Offshore Wind and Wet Renewables Group) 在 2002 年由英國能源與氣候變遷部(DECC)成立，主要功能係建立及維持海上再生能源產業與漁業界間之溝通管道、訂定溝通指導方針、處理全國通案性議題、提供漁民有關海上再生能源開發相關資訊，並確保海上再生能源開發商與漁業共存共榮。2011 年起由 Crown Estate 接管負責秘書處業務，每年定期召開 3 次會議，成員由利害關係者組成，包括開發商、漁業組織、再生能源組織與行政機關等共 21 個單位(如表 2)，而會議主席為每兩年由成員票選擔任，專責處理漁業與離岸風電之間的競合議題，主要針對通案制定協商策略，並不介入個案協調，經過多次開會討論，於 2008 年即建立離岸風電開發與漁業溝通指引，並於 2014 年完成更新(FLOWW Best Practice Guidance for Offshore Renewables Developments: Recommendations for Fisheries Liaison, 如圖 4 左)，協助利害關係者間有效快速達成共識，亦規範開發商

執行相關措施，以符合漁業團體需求，其中第四章「漁業溝通」就規定開發商必須提出「Fishing Liaison Plan」，重點在於開發商內部必須專職聘雇一特別處理漁業議題的人員(Company Fishing Liaison Officer, CFLO)，以及設法在漁業團體中找到能夠被信任的代表(Fishing Industry Representatives, FIR)就開發與漁業競合議題進行聯繫協調，以建立雙方溝通管道。此外，FLOWW亦針對漁業補償與回饋建立指引(FLOWW Best Practice Guidance for Offshore Renewables Developments: Recommendations for Fisheries Disruption Settlements and Community Funds，如圖4右)，然而FLOWW所建立的指引並不具法律強制性，僅作為開發商與漁業協商的參考依據。而本次參訪第五天即拜會英國漁業組織與相關單位，進一步瞭解CFLO與FIR所扮演的角色，以及漁業回饋基金的管理方式。

表 2 FLOWW 溝通平台會議成員組成

漁業相關組織	National Federation of Fishermen's Organisations、 Scottish Fishermen's Federation、 Northern Ireland Fish Producers' Organisation、 Welsh Fishermen's Association、 Greater Wash Fishing Industry Group、 North West Sea Fisheries Committee /IFCA、 Inshore Fisheries Group Scottish Liaison、 Shellfish Association of Great Britain、
--------	--

	Thanet Fishermen's Association 、
開發商	Strategic Area Developer North West (DONG) 、 Strategic Area Developer Greater Wash (RES) 、 Strategic Area Developer Thames Estuary (Independent)
再生能源組織	Renewable Energy Association 、 Renewable UK 、 Scottish Renewables 、
行政機關	Department of Energy and Climate Change (現為 BEIS) 、 Marine Maritime Organization 、 Marine Scotland 、 Maritime and Coastguard Agency 、 The Crown Estate 、 Seafish



圖 4 離岸風電與漁業協調溝通指引(左)、離岸風電之漁業補償與回饋指引(右)

G. 在英國海域，海上運輸甚是繁忙，幾乎 95% 的進出口貿易均仰賴船舶運輸。離岸風電之開發建置係海域空間多元利用與發展之重大項目之一，由於風機體積相對巨大，且開發海域相對廣泛，勢必與一般航運船舶及娛樂船舶等之航行安全，以及歷來慣用之航行海域發生排擠效應。國際海事組織(International Maritime Organization，簡稱 IMO)所提供之分道航行制及其他關於船舶航行安全之機制，都是為能降低船舶碰撞與擱淺之風險所擬訂。然而航行安全與離岸風電之間並非絕對衝突，英國海事政策文件與海事計畫書(Marine Policy Statement and Marine Plans)均認為，航運對於國家雖極具關鍵地位，但在確保航行安全與不致對航運發展產生負面影響之基本前提下，國家海

洋政策明確朝向航運與其他離岸活動相容並存之可行性發展；因此，在建置一個新的離岸風電之前置作業中，與航運界及航行安全相關利害者之協調溝通，是最應優先進行之程序。

H.由於航行安全與航運發展所涉層面與團體甚廣，有鑑於離岸風電對船舶航行之風險，具相關利害關係之各界於是組織一個協商平台：航海與海洋再生能源聯席小組 (Nautical and Offshore Renewable Energy Liaison Group，簡稱 NOREL)，該小組係由英國交通部 (Department for Transport, DfT) 主導組成並派員擔任主席，目的是為確保商業和娛樂的航運和港埠發展，可以成功地與海洋再生能源產業共存，透過小組成員提出一系列的問題與討論，試圖尋求解決辦法，或調整現有政府作法，必要時提供航行員和開發商具體可行之指導。該小組成員包括公部門相關機關、法人機構及開發商，英國皇家財產局是其中成員之一，透過參加該平台定期協商會議對重要議題的討論，除可達成重要之共識外，亦可預先排除開發商可能在建置計畫中不符法令規定或不為接受之問題。無論是通案之議題，抑或個案之特殊議題，包括與各相關利害者之聯繫協調結果，開發商在進行離岸風電專案規劃時，均應納為計劃書之內容。專案在相關利害者均無異議下，且離岸風機燈號或標識規劃也都符合相關單位之規定並經其簽字同意後，始得進行建置工程。

I.在確立離岸風電專案可付之建置後，基於航行安全(包括海上航行及航空)所需之燈號與助航設施，以及有助於提升航行安全所必要之圖資更新，係屬強制之持續

作為，俾確實保障船舶航行安全。離岸風機之佈置因個案而迥異，但無論如何，均須依符合設置提供航行安全所需之識別燈號與標識的最低標準規定。依歷來各專案之經驗，船舶自動識別系統 (Automatic Identification System, 簡稱 AIS) 統計資料所呈現之航行態樣，對於離岸風電附近航道規劃作業極具參考價值，同時 AIS 亦可運用做為離岸風電之識別設備。

2. 英國海事及海岸警備局 (Maritime and Coastguard Agency)

(1) 英國海事及海岸防衛局(簡稱 MCA)是一隸屬英國運輸部的行政機關，負責執行英國政府的海事安全政策，精進海上人命安全、船舶安全與海洋環境之保護，為維護海洋永續利用之基本原則，不斷革新立法，開創海洋事務，並給與指導意見，乃至辦理船員之相關訓練與發證。其總部設置於南安普敦(Southampton)，主要職掌業務具體臚列如下：

- A. 英國搜索救助責任區(Search And Rescue Region，簡稱 SRR, 如圖 5) 搜索與救助(Search And Rescue，簡稱 SAR) 之協調與執行工作。
- B. 船舶之檢驗(Survey)與檢查(Inspection)。
- C. 船舶註冊登記。
- D. 船員之訓練與發證 (Seafarer Training and Certification)。
- E. 海洋污染防治、油污及殘骸移除等環境救助(Salvage)業務。
- F. 訂定船舶檢驗及各項船舶安全操作標準。

- G.訂定各級船員訓練、發證與當值準則。
- H.航行安全政策之規劃與執行。
- I.其他與船舶及海上人命安全相關之事務。

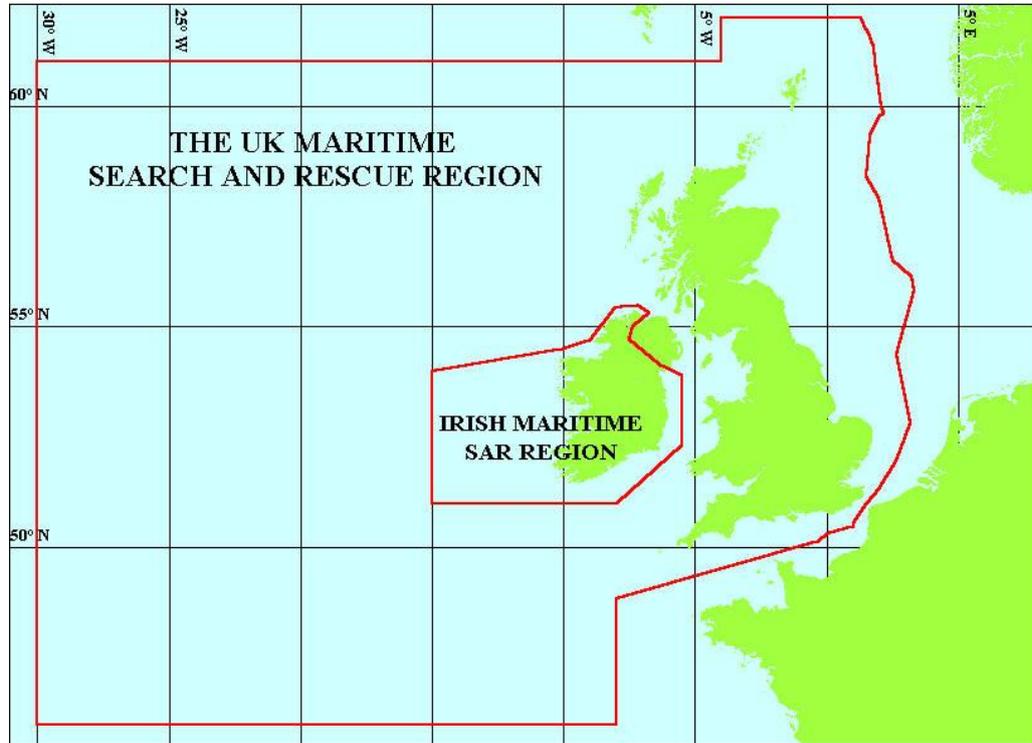


圖 5 英國海事搜索與救助責任區

按其職掌，其主要辦理之工作內容大致包括：

- A.確保航行於英國海域船舶之人身安全。
- B.確保英國籍船舶所屬船員之人身安全。
- C.確認每一艘英國籍船舶上的所有設備都適於該船舶目的需求。
- D.確認英國籍船舶上的所有船員都具備適任文件。
- E.執行英國海岸與海域環境安全。
- F.提供海圖製圖單位精確之海測資料。

G.組織整合義務性之沿岸搜救人員；監理海測、船員發證和港口國管制(Port State Control，簡稱 PSC)檢查業務。

英國海事及海岸防衛局的組織分布情形，大致如下：

A.1000 名之長久聘用員工。

B.3500 名之海岸防衛義務搜救官(Coastguard Rescue Officer)。

C.10 處之海岸防衛運作中心(Coastguard Operation Centre)。

D.10 個直升機基地，共配置 22 架直升機。

E.18 處之海事辦事處(Marine Office)。

F.超過 150 個遠距無線電通訊設施。

以上這些配置處所，遍及整個英國海岸線，肩負搜救協調與執行任務，其中應特別說明，有關發生於英國搜索救助責任區內之海難，其搜索與救助之協調工作，係由隸屬英國海事及海岸防衛局之皇家海岸防衛隊(Her Majesty's Coastguard，簡稱 HMCG)統籌辦理，且自 2015 年起，還負責對陸地搜索和直升機救援作業。有關 HMCG 之沿岸海域責任分區佈置現況詳如圖 6。

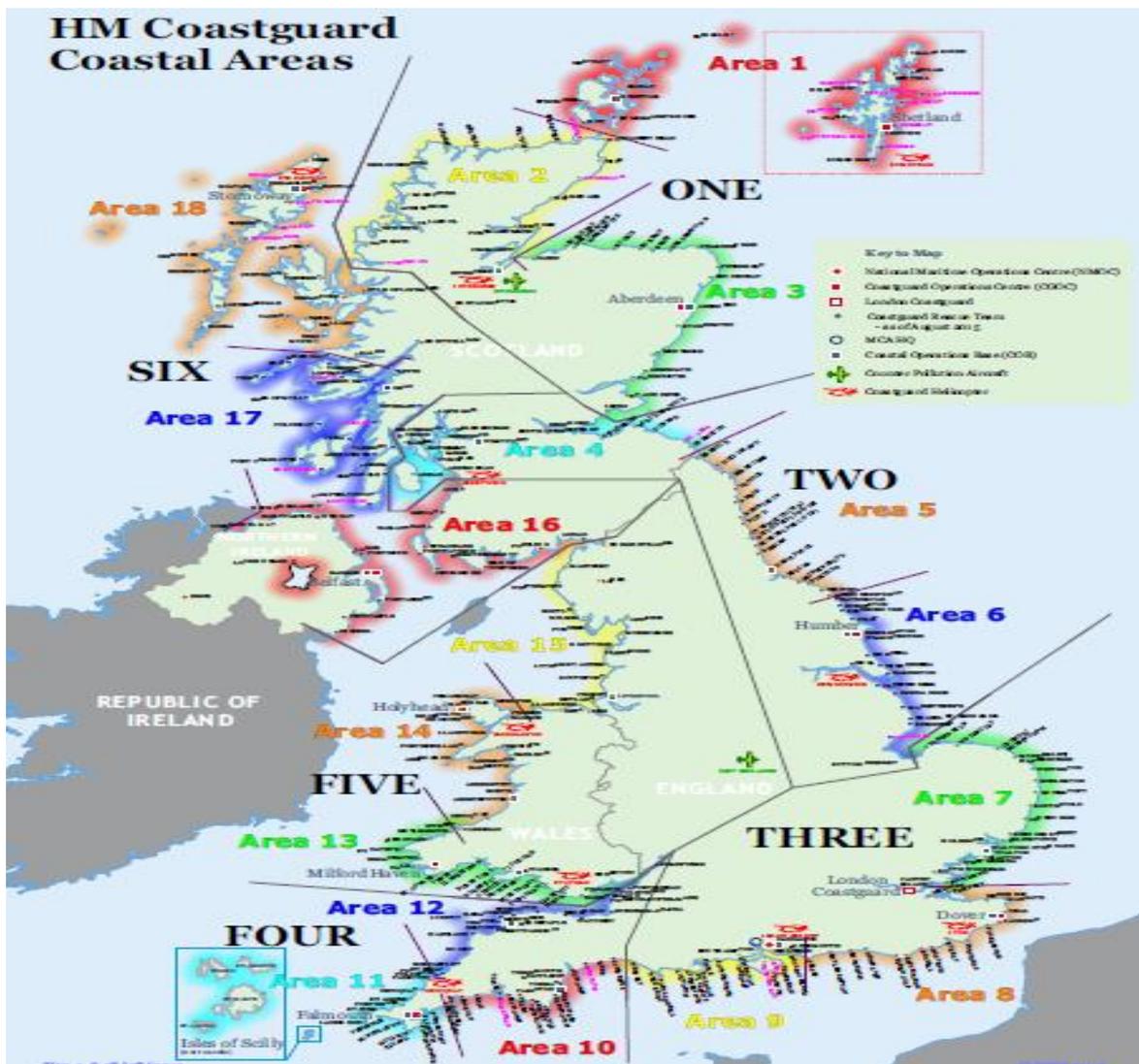


圖 6 HMCg 之沿岸海域責任分區佈置圖

(2)就政策面而言，目前英國海事及海岸防衛局對於航海相關事務之主要關注議題如下：

A. IMO 之國際海上人命安全公約 (International Convention for the Safety of Life at Sea，簡稱 SOLAS)第 5 章--航行安全。

B. 海事安全資訊 (Maritime Safety Information)。

- C.海上船舶交通管理(Vessel Traffic Management)。
- D.港埠海事安全章程(Port Marine Safety Code)。
- E.離岸再生能源(Offshore Renewable Energy)。
- F.海事授權機制(Marine Licensing)。

(3)在離岸再生能源開發案中，個案的審查與評估作業，英國海事及海岸防衛局是法定之意見徵詢機關，通常徵詢之事項包括：

- A.關於航行安全風險之評估(該項評估統籌於環境影響評估作業一併辦理)。
- B.海上風機佈置計畫(Layout Plan)及纜線佈放計畫(Cable Plan)。
- C.風機建置計畫(Construction Plan)及除役計畫(Decommissioning plan)。
- D.應急合作計畫(Emergency Response Cooperation Plan)。

然而不論離案再生能源開發案如何發展，英國海事及海岸防衛局在進行個案審查時，維護航行安全及搜索與救助機制之可行是不允妥協之機本原則，其中所謂安全航行之內涵，主要考量下列事項：

- A.確保船舶可安全通行四周海域。
- B.完備圖示水深並考慮各大小船舶所需之水深。
- C.船舶長久以來慣用之航道與 IMO 有關航道規劃之建議。
- D.航海與航空所需足夠之海域與空域。

據此，就英國海事及海岸防衛局多年來之經驗，離岸風電之開發與航行安全之間關於下列事項有明顯之競合效應存在：

A.離岸風電場址對航行之阻礙

任何風電場址之選定與劃設，均不得迫使最後的航道規劃結果背離 IMO 有關航道劃設之最低限度規範。同時亦須慮及長久以來既已存在之航行通道。

B.離岸風場可能改變傳統海上交通模式

每個海域均有其長期實踐之海上交通型態與習性，但可能因離岸風場之設置，佔用既有之航行慣用空間，進而迫使船舶必須改變航行路徑，整體之海域交通模式也因此而改變，同時因航行空間之壓縮，船舶間之相遇或交會機率亦可能增加。

C.離岸風場設置對船舶可航水域之排擠，可能造成部分船舶航行水深之不足

實際水深除滿足船舶吃水外，亦應考慮船舶縱擺(pitching)所需垂直下沉深度。另離岸風機設置後可能造成潮汐及潮流之改變亦應加以注意。

D.纜線的佈放情形對船舶下錨的影響

錨是船舶操縱所必備，當纜線借道既有錨泊區，將使船舶在錨泊時勾到纜線；縱使纜線未借道錨泊區，當船舶緊急狀況下拋錨時，同樣有可能勾到纜線。另外離岸風機設置與纜線佈放後，可能阻礙海床之流動而形成淤積，長期下來，或有造成水深之變化。

E. 整體風場之風機佈置情形及整體風場形狀對航行之影響

離岸風場之規模大小與形狀，極可能造成海上交通流量之匯集，關聯船員之航行負荷與疲勞。為避免海域管理之複雜性，風機建置時應儘可能兩兩平行直線對齊排列，每個風場開發案之風機排列方式，應因地制宜，個案評估，以符實際可行。

F. 風機間距及整體風場與該海域附近地形或其他海上固定物之鄰近程度

風機直線走向關聯每個開發風場間或風場與陸岸間之間距，對於船舶航行空間有相當之影響。非兩兩平行直線排列之風場，對航行於風場內船舶之安全，以及救援行動之施展，形成相當之風險與限制，因此渠等專案之審查通常會受到相當程度之質疑。

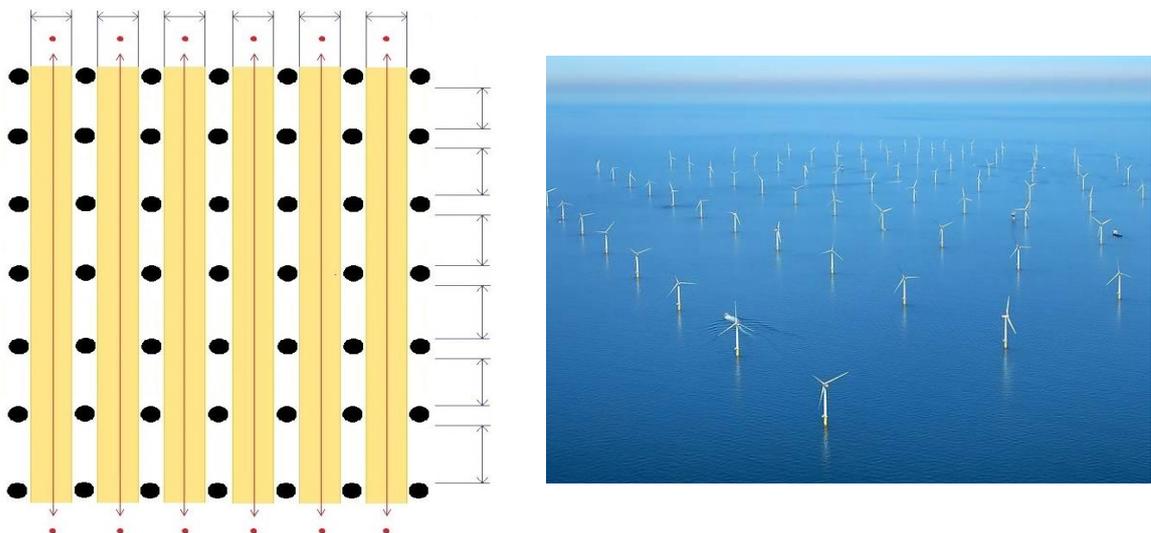


圖 7 離岸風機平行直線排列佈置示意圖與實例

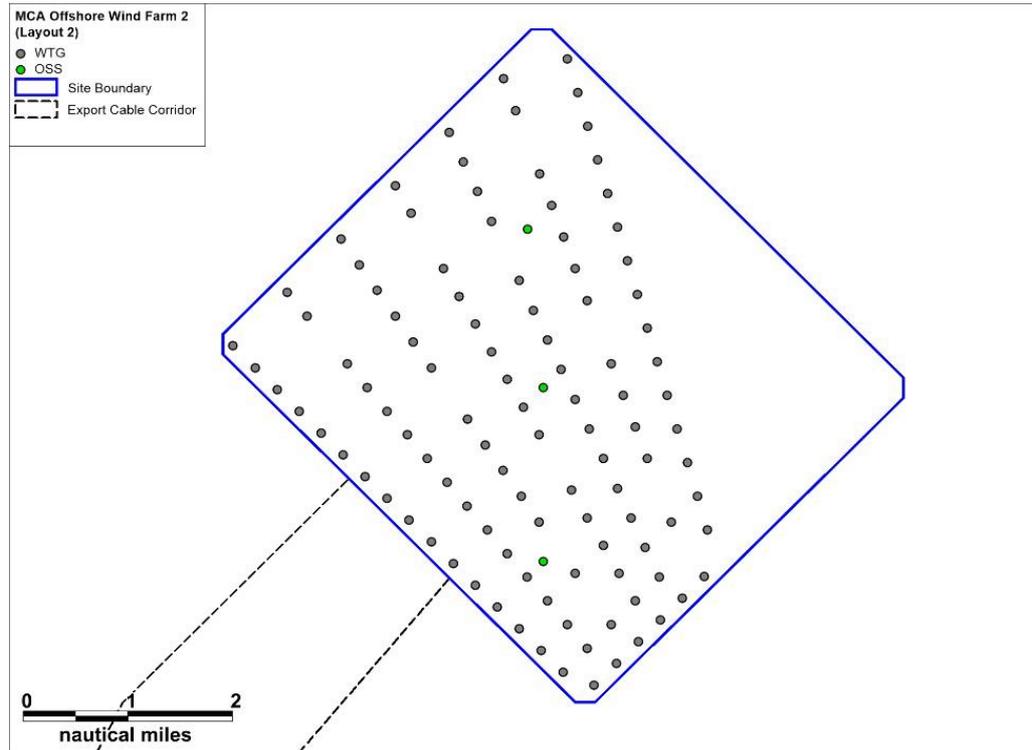


圖 8 離岸風機非平行直線排列佈置示意圖

離岸風場對於海洋利用並不具獨占性，且不宜緊鄰必要之海上交通而建置。因此，在離岸風電開發與航行安全間之競合下，航行安全之維護或可以下列之作為予以補強，以減緩對於風場開發之排斥。

A. 航船布告(Notice to Mariners)之發布。

透過極高頻無線電(Very High Frequency Radio，簡稱 VHF)、雷達(Radar)、船舶自動識別系統(Automatic Identification System，簡稱 AIS)、CCTV 等之監控。

B. 實施 IMO 之分道航行制度(IMO Routeing)，以有效管理海上交通。

C. 配置並派遣安全警戒船舶，維護現場警戒作業。

- D.劃設安全隔離區海域，避免船舶過於接近風機航行。
- E.要求建立風機之適當識別，包括給予必要之編號。
- F.強化助導航設施，提升船舶航行安全。

除上述與航行安全之競合外，當離岸風場建置開發後，也會對於海上搜索與救助作業現況產生影響。

- A.離岸風場之整體外形規模愈大，對於搜索救助之直線時效之阻隔作用愈大。
- B.風機之發電規格愈大，其葉片旋轉半徑相對愈長，對於發生於風機本身之風機事件或風機旁邊之海上事故，搜索救助船舶更顯不易靠近，救援行動可能受阻。
- C.離岸風場距岸之距離愈遠，風機事件之救援耗時愈長，直接關係緊急事件處理與救援效率。目前 MCA 之救難艇(Lifeboat)及救難直升機為例，風場若離岸 100 浬，救難艇航行時間約耗時 6 至 7 小時，直升機則需 45 至 60 分鐘。
- D.離岸風場風機佈置情形，包括風機間距及排列狀況，都會影響風機事件或風場內海上事故之搜索與救助行動。英國規定風機之間距不得小於 500 公尺，然而隨著風機發電效能的提高，其葉片也隨之加長，以致風機間距也會自然隨之加大。
- E.每一個離岸風場開發案均可能緊鄰其它開發案，該海域之複雜性對於搜索救助作業之影響應更宏觀看待。

F. 整體離岸風場風機之長期運轉，也會對於天候產生變化效應，例如雲量聚增現象(圖 10)，對於搜索救助作業可能有些微之間接影響。

G. 風機葉片之旋轉效應除可能阻礙航海人員之瞭望，或對助導航設施產生影響外，對於搜索救助人員造成阻隔效應，不利於瞭望搜索作為。

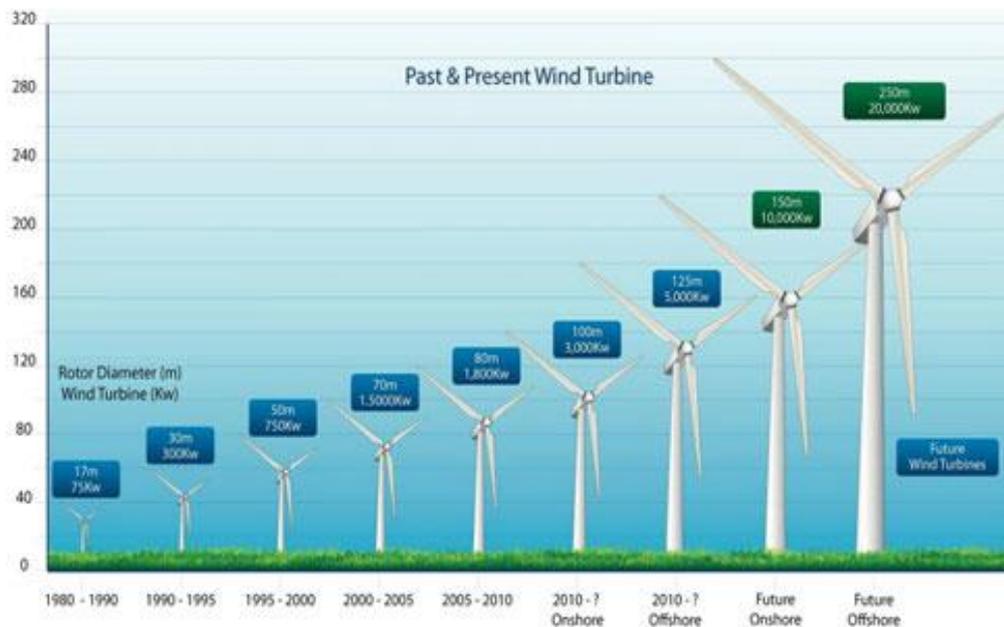


圖 9 離岸風機規格發展示意圖



圖 10 離岸風機聚雲現象



圖 11 與英國官方單位 The Crown Estate、FLOWW、MCA 會談

二、拜會 **Gunfleet Sands Offshore Wind Farm**

(一)時間：9 月 6 日(星期二)

(二)英方會談人員

Andrew Greenleaf, Head of Operations, Gunfleet Sands,
DONG;

Bob Orvis, Operations Manager, DONG

(三)會談紀要

1. **Gunfleet Sands** 離岸風場約位於英國東南方海上，距離克拉克頓海上 (Clacton-On-Sea) 約 3.5 哩，屬東能公司 (DONG ENERGY)(50.1%)、丸紅(Marubeni)(24.95%)及 DBJ(24.95%) 共同持有，目前已由東能公司分兩階段建置完成共 48 架風機，均採用單樁式基座，直徑 5 公尺，高約 50 公尺，風機轉子直徑 107 公尺，自海面至風機葉片最高點高達 129 公尺。每架風機發電裝置容量為 3.6MW，總發電裝置容量約 172MW。第一階段 **Gunfleet Sands 1** 係於 2003 年獲准開發，總開發海域面積為 10 平方公里，計 30 架風機，發電裝置容量 108 MW；第二階段 **Gunfleet Sands 2** 續於 2006 年獲准開發，總開發海域面積為 7.5 平方公里，計 18 架風機，發電裝置容量 64MW。而 2012 年起獲准展開示範計畫(Demonstration Project)，於 2013 年完成建置 2 架西門子 6MW 測試風機，成為當時世界上最大的離岸風機，後來於 2015 年 6 月移至 **Westermost Rough** 風場與其他風機正式商轉。



圖 12 Gunfleet Sands 離岸風場地理位置圖

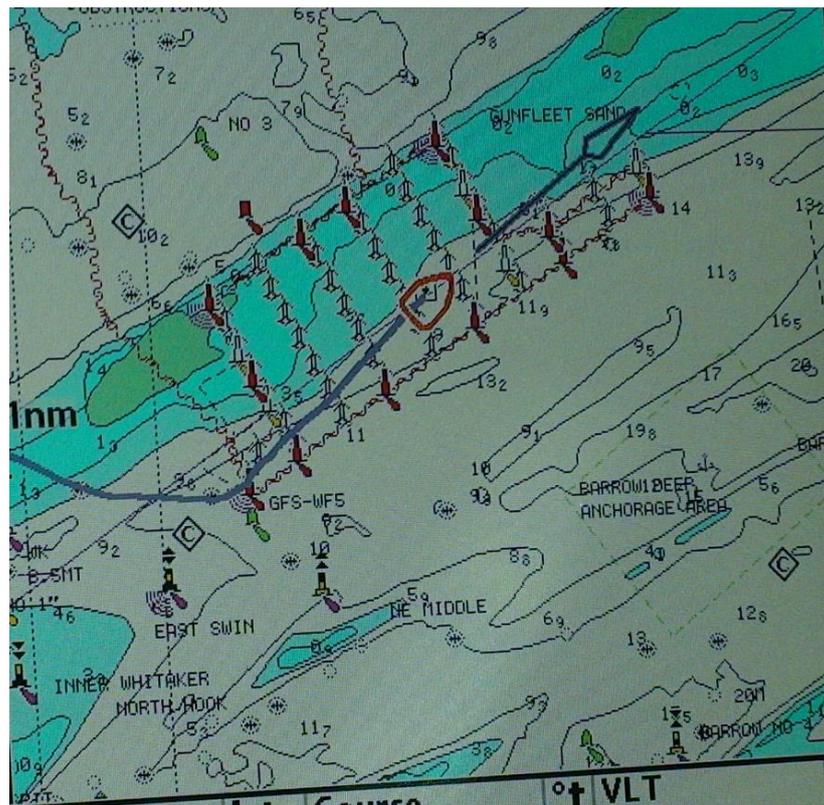


圖 13 Gunfleet Sands 離岸風場電子海圖顯示



圖 14 Gunfleet Sands 風場人員運輸與補給船 MV DALBY TRENT(上)、MV DALBY WHARFE(下)

2. 布賴特靈西鎮原係沒落的漁港，如今已轉形成海上觀光遊憩港，**Gunfleet Sands** 風場的建置帶動海上觀光及遊憩活動是主要緣由，東能公司對此之看重與積極輔導是轉形成功之關鍵；同時風場開放船舶航行其間，奠定海上觀光活動之基本條件。因此，在本次風場現場參訪行程中，確實於風場內看見許多船舶航行穿梭於風機之間，除風場補給船外，還包括有帆船、海釣船，風場導覽船等。此外，就該風場及其周圍海域航行安全，以及人員運輸補給船之船舶特性與適航性等面向，紀實如下：

(1) 風場之風機佈置，依目視判斷，確實符合 **MCA** 所要求之平行直線排列，且風機間隔至少有 **500** 公尺，約略保守判斷，尚可滿足 **100** 總噸以下船舶所需之航行空間。惟若兩船舶同時會船航行於同一風機間隔區內，空間相對局限，航行所致

之排出水流與造波現象，恐影響彼此航行，船速應不宜過快。

風機之識別及風場警戒航標，經觀察，確依 IALA O-139 之建議原則設置，其中航標位置、特徵及其燈質，風場、風機及離岸變電站之位置，以及海底電纜之佈放情形等，均於海圖中明確標示，提供航行參考。

- (2)為能迅速有效處理風場海域之緊急應變與救援，Dalby 公司人員運輸船建置有 VHF 聯繫系統，並律定以 CH 68 為構聯之共用頻道，此亦符核 MCA 對開發商關於建置 VHF Control Room System 之要求，任何風場或其周遭海域之緊急通訊，均可透過該 VHF 系統。
- (3)人員運輸船係一雙胴體船，具高速航行之性能，執行本次出海任務時，特予觀察其船速儀(Speed Log)，於當天約 3~4 級之風浪下，船速可達 23 節，對於執行緊急應變下之救援任務，可收迅速之效。
- (4)依判斷，人員運輸船總噸位僅約 38 公噸，被核予船員基本員額僅需 3 人，惟該船仍依 SOLAS 公約之國際安全管理章程(International Safety Management Code，簡稱 ISM) 及國際船舶與港口設施保全章程(International Ship and Port Facility Security Code，簡稱 ISPS)規定取得相關證書，並確實落實相關作為，於所有參訪人員登船前施予海上基本安全講習，講解後依該船 SMS 程序要求所有登船參訪人員簽名(圖 16)，實踐 ISM 程序化與文件化之精神，並於登船後再進行船上救生講解。



圖 15 Dong Energy 風場參觀登船前講解(左)與船上救生講解(右)

Gunfleet Sands O&M Personnel Form

To be completed by all personnel

Emergency Details (Handwritten: Construction, Planning and Design Agency, 20, Stratford Road, London, E15 4SP, UK, Tel: +44 (0)20 3317 2122, Fax: +44 (0)20 3317 2122, Email: london@pda.gov.uk)

Name Address Details (Handwritten: Mr MENG-KUET WANG, 11-11, 11-11, London, SE11 4JL, UK, Tel: +44 (0)20 3317 2122, Fax: +44 (0)20 3317 2122, Email: london@pda.gov.uk)

Personal Details (Handwritten: First Name: Meng-Kueta, Last Name: Wang, Address: 11-11, Stratford House, 11-11, Stratford, London, SE11 4JL, UK, Country: London, Emergency Numbers: 1, 999, 999)

To be completed by offshore personnel only

O&M Induction sign off form

Inductee (Handwritten: Meng-Kueta Wang)

Date (Handwritten: Sep 6, 2016)

Name (Handwritten: MENG-KUET WANG)

Signed (Handwritten: I [Signature])

Company (Handwritten: Construction and planning Agency)

Position (Handwritten: Chief)

Appointed Person (Dong)

圖 16 Gunfleet Sand O&M 風場參訪安全聲明簽署

(5) 實際觀察補給船上雷達運作情形，風機確實對雷達之探測造成影響，不僅風機之回跡有增大的現象，風場附近船舶之回跡亦出現假回跡情形，此對航行安全有直接之影響，特別是能見度受限制之環境下，航行員大多僅能利用雷達觀測航行，將形成雷達判讀之干擾。



圖 17 Gunfleet Sands 離岸變電站與其通訊及監控天線設施

三、拜會 **Lowestoft Port**

(一)時間：9月7日(星期三)

(二)英方會談人員

Paul Brooks, Port Manger King's Lynn & Lowestoft, ABP;

Robert Beare, Operations & Marina Manager, ABP;

Capt Gary Horton, Harbor Master/ Pilot Lowestoft, ABP;

Capt David Morrice, Assistant Harbor Master/Pilot Lowestoft, ABP

(三)會談紀要

1.Lowestoft Port 是英國聯合港口公司(Associated British Ports, 簡稱 ABP)所擁有的 21 座港口之一。ABP 是英國最大的港口公司，擁有離岸油田及天然氣超過 30 年的經驗，基於油價之降低轉至經營再生能源，而其 21 座碼頭均鄰近英國主要風場，為各風場開發商提供客製化設施以滿足其需求，投資在 Lowestoft, Hull, Grimsby, Barrow 以及 Southampton 港口的建設已超過 2,000 億英鎊。其經營模式是和許多廠商合作，相關之軟硬體設施由港口業者與開發商或運維廠商協議來建造，經費由雙方協議分攤，基於開發商要取得開發之許可必須要有施工建造之碼頭場地及運維之碼頭場地，因此靠近風場之碼頭成為各風電業者必需之地。目前全英國已安裝的離岸風機中，其 47% 裝置容量的 O&M 基地都位在 ABP 的港口。

2.Lowestoft 港是 ABP 所擁有位於英國最東邊的港口，港口分為內港及外港兩部分(圖 18)，其可直接通往北海。過去 Lowestoft 港曾一次擁有超過 80 艘漁船組成的捕魚船隊，但現在已經減少到 16 艘。如同其他英國東岸的港口，由於北海魚類資源匱乏使得漁業已經衰退多年。ABP 已表示將會尋找其他的收入機會，包括發展海洋能源產業，以及吸引新的企業，

成為碼頭能夠永續經營的關鍵。目前該港外港部分有遊艇基地、漁船及運維船共同泊靠之水域。



圖 18 Lowestoft 港之內港與外港口空照圖(取自 ABP 簡報)

3.Lowestoft 港離最近之風場約 16 英里，為離岸風場發展及營運之理想港口，如今 Lowestoft 港已成為的 R2 Greater Gabbard 離岸風場(2012 年 8 月開始商轉) 開發商 SSE 的運維基地，設置控制室、辦公室、浮動碼頭及直升機停機坪，同時在施工高峰期間也提供人員運輸船(Crew Transfer Vessels, CTVs)作業。在風場建造期間提供 700 個工作機會，而營運期間也提供了 90 個工作機會。目前還在開發中的 GALLOPER 和 East Anglia One 離岸風場，將使得未來幾年在 Lowestoft 港作業的人員運輸船數量顯著增加，預計未來隨著風場之開發相關從業人員將成長 3 倍。

4.Lowestoft 港原為漁港及相關油氣等港口，其多利用現有碼頭及倉庫去改建因而在風電碼頭之投資成本也較少。加上該港碼頭實非一繁忙之商港，土地之利用亦有其侷限性，因此基於水

線及後線土地之有限利用，風電之發展則能提供港區再生之機會。

5.Lowestoft 港提供風電業者多項服務，除提供工作船舶靠泊外，也提供土地來興建運維所需零組件之倉庫，倉庫乃以鋼構架加烤漆鋼板而成，倉內提供貨架供儲存，在設計上以自動採光來施做，並保持一定溫度，避免零組件受損。ABP 公司設置運維碼頭主要考量有 20 到 30 年之穩定收入，除出租碼頭及場地外，還有提供客製化之服務如海上水深測量、海洋生態調查、地形變遷調查、地質調查等，同時也提供工作船、潛水、焊接等工作，但主要之收入仍係來自出租碼頭場地及船舶靠泊。

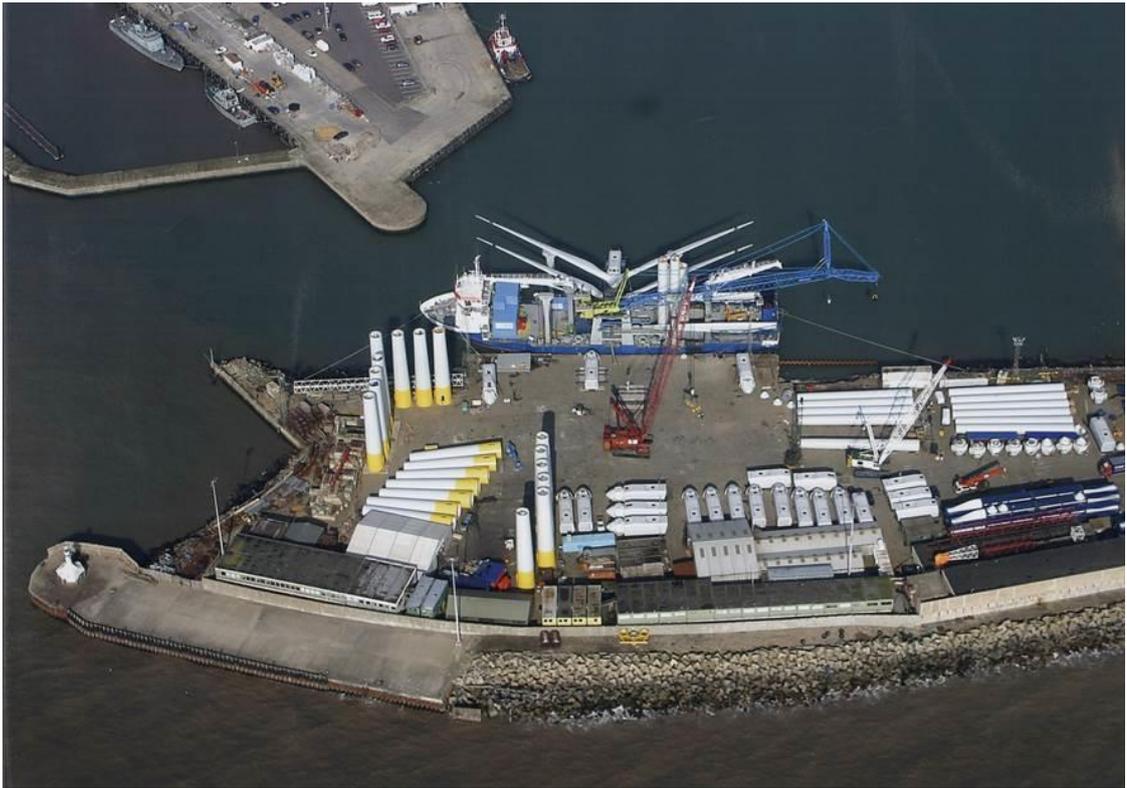


圖 19 Lowestoft 港風電碼頭作業圖片(取自 ABP 簡報)

6. 該港口經營成功之主要因素乃是利用現有碼頭及岸上之設施進行部分加強改建，故不需投入太多資金，同時也藉助漁民的海上技能使願意參與風電產業，與漁業之發展緊密合作，另外風電產業之發展帶動鄰近城市之發展，提高就業率。同時因離風場近，時間就是金錢，碼頭靠近風場可減少船舶航行之時間，減少人力與物力之額外負擔。**ABP** 公司提到，若風場離碼頭太遠，則會設置海上旅館作為施工或維護之海上基地，減少往返時間。
7. **Harbour Master** 在導覽時也說明海上之運維船(圖 23)一般是雙筒體船，吃水深不深，乘客可有 12 人，配置 2 名船員包括船長。船上配備有茶點與床鋪。船員依據控制中心之訊息指示進行風機保養維護。據船員所述，船員一天工作 12 小時，連續工作 3 周，後連續 3 周休息。平日則需進行相關緊急應變之演練及相關維修保養之專業訓練。
8. **ABP** 旗下也成立一海洋保育研究公司 **ABPmer**，憑藉 60 年豐富海洋經驗，提供客戶各式海洋相關顧問服務，包括風場選址、環境影響評估、營運規劃以及海氣象觀測等，也跟 **NFFO** 合作執行海洋保育區(**Marine Protected Areas, MPAs**)合適漁具漁法選用的計畫。
9. 在漁業方面，在風場規劃階段，會以避免對漁業造成影響為目標，因此與漁業界不斷地進行溝通。然而風場開發後長期而言可能會為當地漁民帶來其他好處，儘管興建離岸風場會限縮海上捕魚的區域，但同時卻為海上的野生動物和魚類提供更多安全的避風港而使漁獲再次增長。同時當地有些漁民運用他們的海上技能和當地對海洋的知識，可在同一港口靠泊成為風場開發時人員運輸之船的船長或船員，而這些專業技能對於海上施

工人員的運輸安全與支援離岸風場開發非常重要。

10.ABPmer 也主動為當地漁業提供資源，包括為漁船更新設備、每年與漁民召開溝通會議、與全國漁業組織 NFFO 合作進行漁業資源相關計畫，並透過調查確保離岸風場再規劃階段就能避開重要經濟漁業資源區。



圖 20 團員與 ABP 合照



圖 21 Mr.Gary Horton 引導參觀 Lowestoft 港風電碼頭



圖 22 團員與 Lowestoft 港的漁民互動



圖 23 Lowestoft 港所見運維船

四、拜會 **Great Yarmouth**

(一)時間：9月7日(星期三)

(二)英方會談人員

John Kornjaca, Head of Sales-Great Yarmouth, Peel Ports
Group;

Richard Goffin, Port Director-Great Yarmouth, Peel Ports
Group

(三)會談紀要

1. **Peel Ports Group** 是英國僅次於 **ABP** 之第二大港口公司，2015年收購 **Great Yarmouth** 港。該港服務海上作業已 50 年，主要服務於石油和天然氣領域，是最容易近入北海南部的港口之一。由於石油產業逐漸衰退，海上風電快速發展，**Great Yarmouth** 利用地理優勢及基礎優勢發展海上風電，長期以來成為海上能源發展之重要運維港口，除了海上風電外，也進行一般貨物裝卸業務。

2. **Great Yarmouth** 港包括河港(**river port**)及外港(**outer port**)兩部分，河港部分成功開發擁有 36 座泊位岸線長 3000 公尺和倉儲功能，可容納吃水 6 米深及 120 米長的船舶，大部分位在河的東側，主要作為風場運維設備的基地，目前為 **E.ON Scroby Sands** 風場運維設備的設置地點。**Dudgeon Offshore Wind Limited** 在近期同意以該港口作為維運基地，與提供開發施工階段之施工基地。而外港於 2010 年開始建造碼頭，總長度約 900 米，可容納水深 10 米的大型船舶及不同類型的船舶進入，以支援繁忙的河港(圖 24)。外港南側未來將興建 350 米重件碼頭及開發 20 英畝(約 8 公頃)土地供風電產業施工或堆置零組件。

3. Great Yarmouth 在北海南部附近有規模的海上風電場包括 London Array 和 Hornsea 使其成為一個極具吸引力的離岸風場港口。Great Yarmouth 附近的風場包含 Galloper(約 40 海浬) 和 East Anglia 1 兩座風場，及未來即將興建的 Hornsea 2、East Anglia 3、Triton Knoll 等 3 座風場。Great Yarmouth 港剛開始以 Scroby Sands 風場開發案為起步，參與大規模的 East Anglia 風場開發營運已超過 10 年，做為風場施工碼頭約 6 年，藉由 Sheringham Shoal 與 Lincs 風場的發展投入離岸風電的施工與運維，而陸上的發展也在港口的服務範圍。Great Yarmouth 與 Lowestoft 所組成的產業特區 New Anglia Enterprise Zone，亦能夠得到 Norfolk 議會和 Great Yarmouth 地方鎮議會協助，加速簡化程序及降低費率。

The Outer Harbour - June 2016



圖 24 Great Yarmouth Ports- Outer Harber

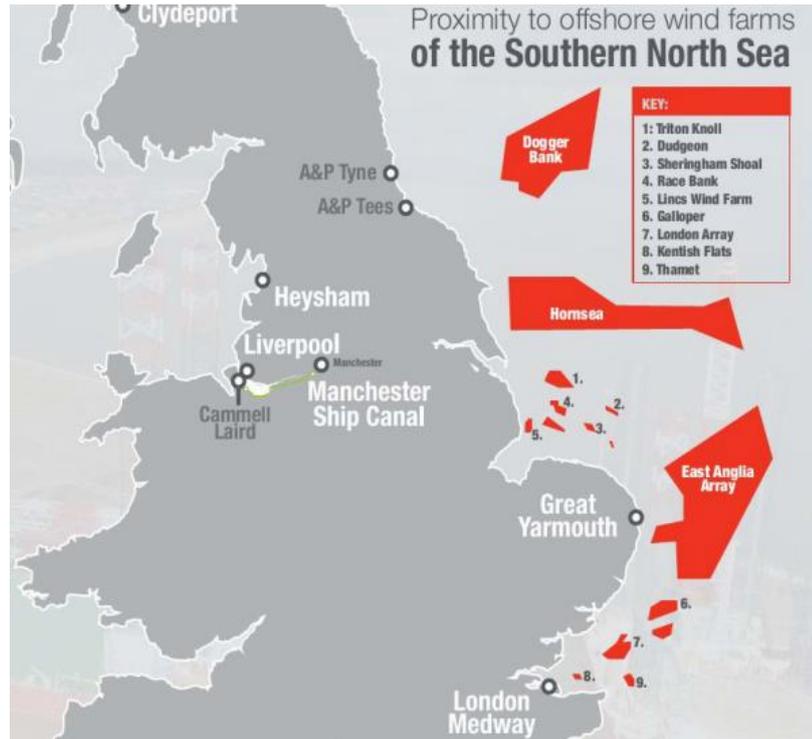


圖 25 Great Yarmouth 附近風場位置圖

4. **Great Yarmouth** 港成為離岸風電重要港口之成功關鍵因素在於週邊相關物流及供應商。港口提供專業技術人員及良好的基礎設施，擁有自昇式平台船，具有 1500 噸起吊能力之吊車，可吊起風電之基礎及 450 噸之過度段至海上施工，適合支援北海風場開發案之風力機堆置、安裝及後續的運轉維護。港口的離岸團隊在專業顧問工程師之支持下，與離岸風電開發商、投資人與供應鏈均能緊密合作，以最大限度地提高和港口之設施與運營效率。2016 年 4 月西門子宣布選定 **Great Yarmouth** 港作為風機預組裝基地。2016 年 6 月 **Great Yarmouth** 港迎來最大汽車運輸船 **Glovis Splendor**，船長 200 米，總噸位 64,546 噸。2016 年 7 月自升式平台船 **Innovation** 開始定期運載 **Race Bank** 風場的單樁式水下基礎和轉接段，該船具有 1,500 噸起重機和高達 8,000 噸的負載能力(圖 26)。



圖 26 自升式平台船 Innovation

5.針對碼頭的設計規劃，Peer Ports 給予的建議說明如下：

- (1)考量未來風機規模越來越大，加上未來之變化不可預測，重件碼頭及其後線之基地之碼頭的規劃建設可能永遠趕不上未來需求，因此離岸風電碼頭之規劃與設計應保留適度之彈性。對於重件碼頭之施作須考量未來營運操作之情形及運輸需求，碼頭之改建成本在整體風電產業之成本相對較小，對開發商而言是以長時間停放安裝船最花錢，會消耗大量人力物力成本，因此確保能迅速通往風場完成施工，為碼頭最主要的價值考量，包括供應鏈支援以協助縮短工期。
- (2)對於碼頭岸吊之需求與否，一般而言基礎及機艙之吊運可採陸上轉吊至工作船上之方式，或是以船上之吊桿將儲放於碼頭之基礎或機艙直接吊至船上之作法；若是其他地方運來則用船對船隻方式，因此碼頭固定吊車之需求及承載重將隨不同之作業模式而有不同。
- (3)Jack-up vessel 椿腿下椿需距離碼頭 10 米深，越大的 jack-up vessel 船上的起重機越大，需要椿腿下椿越深。但港

方只負責碼頭基本設施，碼頭前緣的海床並未做相關拋石或土質改良之動作，只要提供業者碼頭周邊地質資料，業者就會據此資料設計抬升設施。

(4)在場地承載力方面，並非所有均為重件區，最好的作法是利用駁船直接吊掛上安裝船，只要針對機艙放置區域及大型吊運區域進行局部加強。以目前風機 6-7MW 約 500-600 噸，若將來提升至 8-9MW 則達 1000 噸以上，目前之規劃最大承載力如下：

A.風機（塔架與葉片）放置儲存區域：每平方公尺 25 噸

B.水下基礎放置儲存區域：每平方公尺 50 噸

C.特大型固定式吊車與機艙局部加強區域：最大每平方公尺 85 噸。

D.吊車分為船上吊車及陸上吊車。船上吊車主要功能係將風力機組自岸上吊上船；陸上吊車則作為預組裝之用，隨著風機發電容量越大，風力機組越大，故吊車除了吊重外，同時必須能夠吊高以因應機艙、轉接段及基礎之高度。

(5)對於碼頭上防舷材之設置，除了一般船舶設計時已考量靠泊角度及速度與船舶本身之重量，加上現在安裝船均有動態定位系統，因此發生碰撞機率很低，故防舷材可不必太大。

(6)對於風電施工之組裝、儲存及加工所需之土地面及倉庫之需求。由於風電產業使用船舶分為安裝船及運維船，安裝船屬於較短期，但租金及工資相當昂貴，根據 Peer Port 提供的資訊：1 台擁有 1,500 噸起重機的 Jack-up vessel，1 天租金最高可達 25 萬美金(6 個月約 4,000 萬美金)。碼頭要能支援安裝船快速裝載好塔架和風力機，當安裝船運出港時，在碼頭必須同時準備下一組。所以必須有足夠之碼頭長度及儲存空間和動線規劃讓工作船有效率的將基礎、機艙、轉階段

運至風場施工。假設風場需要搭建 58 架風機，但不需要同時儲存，只要確保工期內分批把 58 架從碼頭運送出去，因此大約只需 10 公頃儲存場。若考量生產、製造及儲存約 40~50 公頃土地。外部堆置塔架、機艙、葉片，需要較大的空間，相較倉庫係作為儲存機電設備之用，所需空間並不大，頂多 1,000 平方公尺。另一方面，相較安裝船，運維碼頭及船舶可能使用長達 25 年，因此必須考量長短期充份利用碼頭及其後線的空間。

6. 針對港口投資效益與經營模式的問題，說明如下：

(1) 該港是西門子與港公司各出 50% 的資本共同投資改建為重件碼頭及 10 萬平方公尺土地，Peer Ports 及西門子各出資 300 萬英鎊(總投資金額約台幣 25,000 萬)，Peer Ports 擁有主導權及負責開發建設並取得資產，而 Peer Ports 大約可在第 2 年第 2 個風場計畫後回本，且不需要投資機具設備及人力，運輸、吊樁等設備由業者自備，俟風場完成設立後機具設備搬離，以達有效利用碼頭及土地。

(2) 由於在風場建造期間，所有機械設備均由西門子自備，完工後便撤回，港口公司並未投資機械設備，Peer Ports 僅管理基本船舶進出港作業，每天約有 15~20 人，採 3 班制維持港口運作，吊樁及運輸由風機業者自行操作。而風機或風場相關的人力均由一線廠商或下包商負責尋找專業的人員，因考量風險承擔故港方並無提供人力服務。

(3) 港口主要收入在收取租金及船舶停泊費，以碼頭使用費而言，港公司收取 Jack-up vessel 靠泊費用 1 天 2 萬英鎊，收取之價格必須經過主管機關審查，船越大則收費越高，這項價格包含船舶進、出港及停泊費，24 小時作業時間。若以 1 座風

場 28 架風機計算，則安裝船靠泊約需 15 航次，即港公司有 30 萬英鎊之收入。

(4)後線場地租金並非依據長度或面積，亦無固定的費率，必須與附近港口競爭比價，該公司將依市場行情訂定價格，地點是關鍵因素，在英國碼頭後線場地年租金 20~40 萬美金 /公頃。

(5)所有的風場開發商因為他們有時間及資金之壓力，雖然碼頭之改建及租賃是成本的一部分，但最主要還是可以配合快速完成施工的港口，因此業者會慎選合適的地點的做為施工碼頭。

7. Peer Ports 港口參觀導覽，摘述如下：

碼頭之作業，設計時考量利用碼頭上之吊車由陸上吊至船上則碼頭採局部加強之方式辦理，即只需在吊車站立之處加大製承載重為每平方公尺為 80 噸，其餘用一般承載重之方法。而該碼頭現地有一座碼頭只有兩小塊約 6*6 鋼筋混凝土做的重件區，其承重每平方公尺為 80 噸，工吊車使用，其餘以連鎖磚施作其承重僅有每平方公尺僅 3 噸，後線場地亦未見鋪面之設置。未來西門子在下一個風場將增加 5 塊重件區。因此，如前所述，若需要將基礎及機艙放在碼頭面則須考量基礎、機艙、塔筒在碼頭之佈設所需之承載力。



圖 27 Great Yarmouth 風電碼頭吊車重件區



圖 28 Peer Ports 進行 Great Yarmouth 港戶外導覽

8.另依據離岸風能產業協會(Offshore Wind Industry Council)委由英國風能及海洋能源技術顧問 BVG 協會於 2016 年 8 月提出之英國東海岸籌畫及建造評估報告(Strategic review of UK east coast staging and construction facilities)，該報告針對英國東海岸 23 個港口，就滿足離岸風機安裝及製造之基本條件進行評估。這些基本條件是透過徵詢業者意見，反映港口使用者的最低基本需求，但並非為最佳化的經營組合。在部分港口，潛在使用者也提供更高規格的基礎設施。

(1)依需求區分

A.組裝(Staging)：本工作包含在運至風場前之存儲和海上風電場組件裝上船舶之工作。這也許包括於港口進行預組裝以減少海上作業量。同時根據風場之位置和開發的策略，可以選擇從製造工廠直接安裝組件。

B.製造(Manufacturing)：係指在港口或鄰近港口生產大構件之海上風電場的組件。這些可能是風機之機艙、葉片、塔架、基礎、陣列電纜，及連接陸上之電纜或海上變電站(上部結構或基礎)。

(2)依作業能量區分

A.只有組裝(Staging only)：為提供一座大型風場（每年完成約 100 架 8MW 風力機）作為預組施工區，至少需要碼頭 150 公尺及後線 12 公頃土地。

表 3 Staging only 模式港口設施需求表

設施	基本需求	說明	備註
風力機葉片橫放在船上時，所需要水平空間	110m	葉片為 80m，且在船另一側並無不均勻懸垂，另在兩端須保留 15 米的空間。	葉片未來可能增加至 100m，淨距需要 130m。

設施	基本需求	說明	備註
船寬 Vessel beam	45m	大多數之安裝船隊船寬小於 45m	目前能夠容納最大寬度約為 50m，在未來可能達到 60m。
淨空高度	無限制	當 Jack-up 船樁腿升起時可進出港口，同時須有載運完成組裝構件時之淨空。	-
碼頭水深	9m 深	目前主要安裝船吃水 6-7m，但船底須留 2m 之淨空	目前使用最大之安裝船碼頭水深需求為 13m。
航道水深	一天有 90% 時間，水深可以達到 7m 深。	開發者想要最少等待時間以減少安裝船之使用成本。	為滿足目前最大工作船都能靈活操作，航道需 11m 深。
自昇式船在碼頭邊可反覆的操作	是的	在使用船上吊車吊構件前，安裝船必須能夠在碼頭邊可以自昇。	必須確定樁腿重複升降於海床上，不會造成碼頭面及船舶的損壞。
分期安裝施工碼頭長度	150m 專用	主要安裝船隊靠泊碼頭長度約 150m，易言之，開發者要最少之等待時間以降低成本。	業者表示，最佳碼頭長度為 200m，可讓船隊更為靈活運用。
分期執行面積	緊鄰碼頭後線 12 公頃	依據產業之回饋顯示最小的儲存及調度空間。	業者表示，最佳空間為 20 公頃，使安裝施工作業更為靈活運用。
碼頭側重件區（包含分期區）	3,000 m ²	碼頭長度為 150m，岸肩寬度為 20m	業者表示，最佳碼頭岸肩寬度為 30m，重件區需要 4,500 m ² 。
儲存區之承載力	均佈載重 6 噸/m ²	可承受儲存及動力平板運輸車運輸作業之重量	業者表示 10 噸/m ² 較佳。
重件碼頭承載力	15 噸/m ²	可安全儲放構件及承受岸上起重機之重量。	業者表示 20 噸/m ² 較佳。

B.組裝加1組製作(Staging plus one manufacturing activity, S1)：
除了上述基本需求，本案探討製造區之基本條件。這將滿足每年生產 100 組，無論是機艙，塔架，葉片套，套管式或單樁式之水下基礎。需求包含碼頭 150 公尺及後線 20 公頃土地。

表 4 S1 模式港口設施需求表

設施	基本需求	說明	備註
額外增加之土地需求	額外的 8 公頃土地必須緊鄰安裝施工區域，且毋須行經公共道路。	這將滿足每年生產 100 組，無論是機艙，塔架，葉片，套管式或單樁式之水下基礎。	部分零組件製造需求以 10 公頃較佳。

C.組裝加2組製造(Staging plus two manufacturing activities , S2)：
若為 2 個製造區，則需要碼頭 150 公尺及後線 28 公頃土地。

表 5 S2 模式港口設施需求表

設施	基本需求	說明	備註
額外增加之土地需求	額外的 16 公頃土地必須緊鄰安裝施工區域，且毋須行經公共道路。	每一製造區為 8 公頃，總共 16 公頃。	部分零組件製造需要 10 公頃較佳。在此情境下，土地的需求將增至 20 公頃

D.組裝加同類聚集製造(Staging and manufacturing cluster, C)：
 可提供每年 2 座大型風電場（每年完成設置 200 架 8MW 風機），具有足夠土地容納 3 個製造生產活動。此種模式與模式 1 有相同的葉片水平空間、船寬、淨空高度、水深、自升式和地面承載力需求。總體而言，本模式至少需要碼頭長度 300 公尺及 48 公頃土地面積。

表 6 C 模式港口設施需求表

設施	基本需求	說明	備註
安裝施工碼頭長度	300m 專用	1 座碼頭 150m，2 座共 300m。	業者表示，最佳碼頭長度為 200m，船隊更為靈活運用。若在此情境下，碼頭長度增至 400m。
岸上施工區域	緊鄰碼頭後線 24 公頃	1 組需求為 12 公頃，2 組需求為 24 公頃。	業者表示，最佳空間為 20 公頃，始安裝施工作業更為靈活運用。若在此情境下，土地需求面積增至 40 公頃。
碼頭後線重件區	6,000 m ²	1 座碼頭長度為 150m，2 座共 300m，岸肩寬度為 20m	業者表示，最佳化碼頭岸肩寬度為 30m，重件區需要 4,500 m ² 。若在此情境下，需求增至 9,000 m ² 。
製造區額外增加之土地需求	額外的 24 公頃土地必須緊鄰安裝施	1 組需求 8 公頃，3 組共 24 公	部分零組件製造需要 10 公頃較佳。在此情境下，土地的

設施	基本需求	說明	備註
	工區域，且毋須行經公共道路。	頃。	需求將增至 30 公頃。

E. 只有製造(Manufacturing only , M)

若港口設施不符合模式一規定，業者希望仍應以符合風電相關製造(包括機艙、塔架、葉片、套管式、單樁式基礎，陣列式或輸出電纜)之需求，以作為產業園區。

表 7 M 模式港口設施需求表

設施	基本需求	說明	備註
船寬	30m	標準型的 North Sea barge 寬度為 27.4m	較大型的 North Sea barges 可能達到 36m
碼頭水深	5 米深	標準型的 North Sea barge 標準吃水深達 4.7m	較大型的 North Sea barges 可能達到 6.5m，非自升式起重平台船可能到 7.5m。
製作場區土地需求	額外的 8 公頃土地必須緊鄰安裝施工區域，且毋須行經公共道路。	這將滿足每年生產 100 組，無論是機艙，塔架，葉片，套管式或單樁式之水下基礎。	部分零組件製造需求以 10 公頃較佳。
碼頭後線重件區	900 m ²	45m 重件板，岸肩寬度為 20m	-

設施	基本需求	說明	備註
儲存區之承載力	6 噸/ m ²	可承受儲存及動力平板運輸車運輸作業之重量	業者表示 10 噸/ m ² 較佳。
重件碼頭承載力	15 噸/m ²	可承受安全儲存物件及岸上起重機之重量。	業者表示若每平方米為 20 噸/m ² 較佳。

五、拜會 **Grimsby Port - Dong Energy O&M** 中心

(一)時間：9 月 8 日(星期四)

(二)英方會談人員

Rick Tunney & Danny Walker, Deputy Operations Manager
Westermost Rough Wind Farm, DONG Energy

(三)會談紀要

1. **Grimsby** 在 20 世紀中葉曾擁有世界最大的捕漁船隊，1950 年達到最高峰，可謂是當時世界上最繁忙且最大之漁港，後因冰島鱈魚之戰，致該漁港持續衰退，但不論如何，至今該漁港仍被認定是英國主要魚貨加工產業中心。近年來由於當地政府積極營造漁港轉型，**Grimsby** 已逐漸發展為再生能源中心，為全國聞名之國家級離岸風電運維樞紐港埠，目前由 **Grimsby** 提供運維服務之離岸風場有 **Lynn**、**Inner Dowsing**、**Lincs**、**Westermost Rough**、**Humber Gateway** 及 **Rance Bank** 等 6 座，至少 4,000 架離岸風機組之建置與營運維護均由 **Grimsby** 肩負；進駐該港埠之風電產業鍊相關廠商中包括 **Dong Energy UK**、**Centrica**、**Siemens** 及 **E-on** 等知名大廠，如今已形成離岸風電產業聚落(圖 29)。



圖 29 Grimsby 離岸風電 O&M 產業聚落

2. DONG energy 投資開發離岸風場，建設 O&M 中心，並以持續 25 年有效營運管理風場為目標，遵循 O&M 管理原則 (表 8)。本次參觀位於 Grimsby 港的 Westermost Rough 風場(圖 30)O&M 管理中心，紀要如下：

- (1) O&M 管理中心之建設及運維人員，以聘雇 90% 以上之當地居民為原則，暨相關建設及運維材料也都以當地產業鏈為原則。
- (2) 風場設施物中風機基礎由 DONG energy 維護、風機主體前 5 年由 SIEMENS 維護、變電站由離岸輸電業者 Offshore Transmission Owner(OFTO)維護。
- (3) 首度結合地區的機場利用直升機為載具(圖 32)可執行 24 小時運維勤務，每趟 18 公里僅需 12 分鐘；風機並設置吊掛平台以利直升機吊掛救援作業。
- (4) Dong Energy 於 Brightlingsea 港對 Gunfleet Sands 風場的補給模式，補給船之運作係委由船運公司辦理，並基於應變及救援之可能需求，長期租用專用之直升機，務實建立開發商應具備之應變機制。

- (5)建置全年無休之安全監控管理系統，包括對風機之運轉現況即時監控、碼頭運補裝卸安全監控、風機人員位置監控、VHF 無線電通訊監控等，任何時刻均透過監控系統瞭解風場海域狀況、風機安全狀況及維修保養人員之位置；同時透過 VHF 之監控管理，隨時回應緊急事件之應變處置。
- (6)風場海域之安全並有巡邏船不定時執行巡邏任務，遇有重大海難時，開發商備置之補給船及直升機等救援能量都會一併納編救援體系；此外，開發商接獲之任何關乎航行安全或海上救助之緊急信文或風場海域之事故，除立即反應外，一律循國家既有機制通報包括 MCA 等相關單位，即時發布航船布告、航行警告信文，俾對該海域航行安全積極有效管理。惟該風場迄今尚無風機倒塌致生航行風險之情事發生。
- (7)依據 DON ENERGY 營運模式，開發標準風場規劃需 7-10 年，施工執行 1-2 年，持有 25 年，即營運維護時間要 25 年。而離岸風電開發風場之資本支出龐大，其資本支出之比例如下；陸上變電站 3%，輸出海纜 5%，安裝船舶 17%，離岸變電站 5%，陣列海纜 3%，基座 10%，風機 39%，其他資本支出 18%包含突發狀況、管理儲備、資源成本、保險、建造管理等。DON ENERGY 給供應商建議為長遠思考、投資產業、接受潛在風險的存在、先進者享有巨大之優勢。

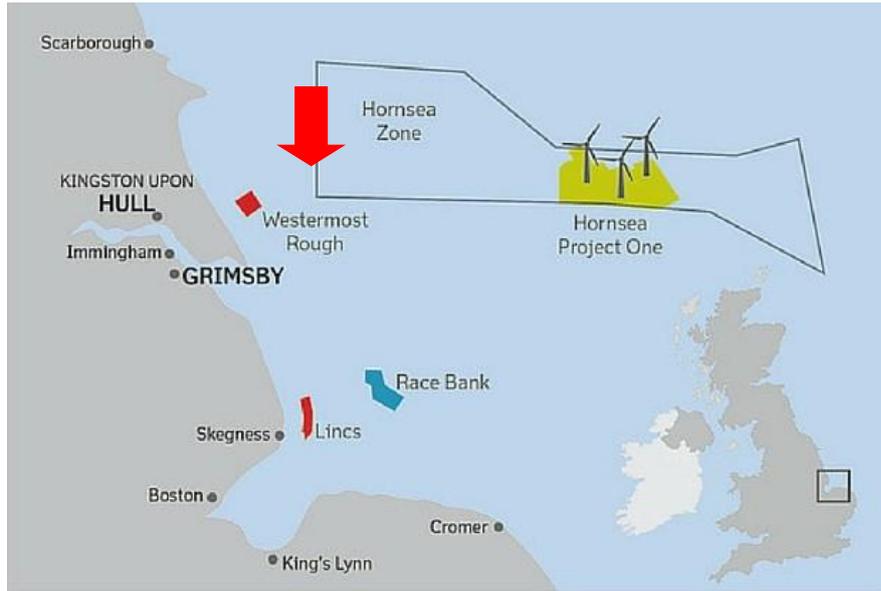
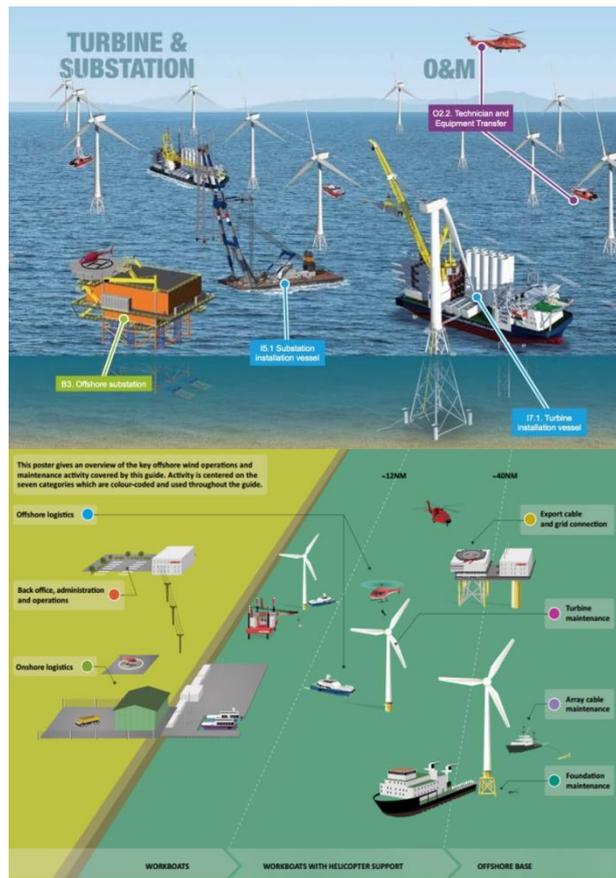


圖 30 Westermost Rough 風場位置



(from GL Garrad Hassan's A Guide to UK Offshore Wind Operations and Maintenance)

圖 31 離岸風場 O&M 海上與陸上設施



圖 32 利用直昇機進行海上吊掛作業情形

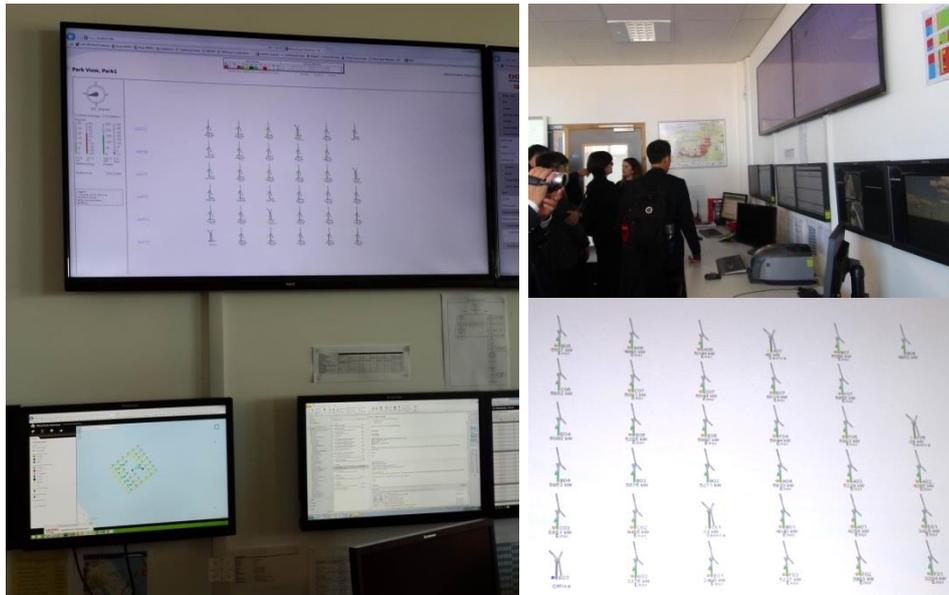


圖 33 參觀 Dong Energy 之 Westmost Rough 風場監控中心



圖 34 Westmost Rough 風場電子海圖監控畫面

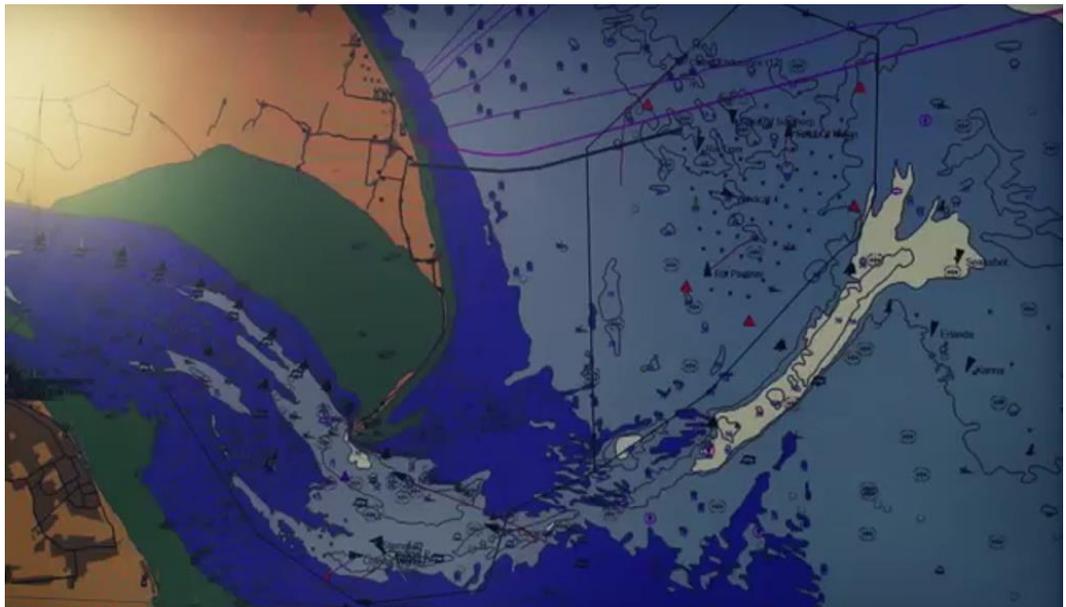


圖 35 Westmost Rough 風場海域交通監控畫面

表 8 DONG energy 執行 O&M 管理原則

Over 25 year life cycle O&M safely		
1. Maximize generation 2. Maintain & improve assets 3. Control costs and add value		
Supply Chain – Assets		
1	Foundations	Foundations works undertaken through support contracts.
2	Wind Turbine	Wind Turbines work undertaken by Siemens through service and warranty provision (5 years).
3	HV Assets	a. Work undertaken by DONG Energy through support contracts until divestment. b. Following divestment work undertaken by Offshore Transmission Owner(OFTO).
4	Recruitment	a. >90% of DONG Energy O&M staff recruited from Grimsby & Hull area. b. Local area very well placed to provide skill base required.
5	Building	Facilities management contract – Sourced locally Support services – Source locally
6	Spares	a. Wind Farm is under warranty. Various warranty periods in force b. Spares replaced under warranty c. Post warranty – opportunity to source spares through competitive tender



圖 36 Westmost Rough 風場補給船與作業碼頭

六、拜會 **North East Lincolnshire Council (Grimsby)**

(一)時間：9月8日(星期四)

(二)英方會談人員

Ray Oxby , Leader of North East Lincolnshire Council;
Emma Toulson, Business Development Manager, Humber
Local Enterprise Partnership & North East Lincolnshire
Council

(三)會談紀要

1. Gimsby 鎮之行政管轄區為 **North East Lincolnshire Council**(東北林肯郡，以下簡稱 **NELC**)，近似臺灣地方政府的角色，英國稱為議會，境內面積 **191.85** 平方公里及人口數有 **16** 萬人，議會為民選其議員數共 **42** 員，今日就是由議會首長 **Ray Oxby** 親自接見。

2. **Humber** 係位於英國東北海岸一河口海岸區，**Hull**、**Grimsby**、**Immingham** 等是其主要港埠，天然條件良好，可泊大型之深吃水船舶，直接濱鄰北海，是英國與西北歐陸往來最為便利之海港。**Humber Local Enterprise Partnership(LEP)**

則是由 4 個地方議會組成的地方產業經濟聯盟，包括 North East Lincolnshire、Hull、East Riding of Yorkshire，和 North Lincolnshire(圖 37)，其目標為發展在地建設，促進經濟成長，另 LEP 要有效整合當地企業、教育機構、中央政府、當地權力部門等單位資源，並協助提供開發商有利資訊。Humber LEP 在能源、食品加工、資料庫、港口及運輸、觀光、化工、工程及製造等領域具有發展優勢，而能源發展即是透過地方基礎建設、爭取中央資金挹注、教育訓練專業技術人員等策略，創造優異的投資環境帶動外資結合當地企業投資意願。



圖 37 Humber LEP 行政區域圖

3.英國政府目標是 2020 年離岸風電占再生能源發電比率達 20%，即電力由再生能源發電來源比率達 35%，為了履行該計畫目標英國皇家財產局(The Crown Estate) 有系統地展開發展規劃，採取區域劃分方式釋出海上可供離岸風電開發租賃區域，預估總裝置容量可達 49-53GW(圖 39)，於 2023 年將可創造 1100 億英鎊投資機會。

英國四面環海，東側海域較西側為寬，其中 Grimsby 鎮的行政轄區 North East Lincolnshire 因具有地理上的優勢，擁有與歐洲(如荷蘭、比利時)相距達 200 英里的海域(圖 40)，英國約 50%以上主要離岸風電均設置於其 100 公里範圍內，就北海上規劃設置之離岸風場其風電發展總量可望達 24GW，Humber 就位在這些風場的中心位置(圖 41)。

The Crown Estate Estimated Development	
Round 1	1.3 GW
Round 2	7.2 GW
Round 2.5	2 GW
Round 3	32-36 GW
Scotland	6.5 GW
TOTAL	49-53 GW

圖 39 The Crown Estate 評估離岸風場區塊開發潛能



圖 40 North East Lincolnshire 地理優勢

Wind Farm Name	Owner/Operator	Installed Capacity (MW)	Status
Hornsea	SmartWind (MSP, Siemens)	4000	Construction and Consenting
Dogger Bank	Forewind (SSE, RWE, Statoil, Statkraft)	9000	Construction and Consenting
Norfolk	Scottish Power, Vattenfall	7200	Construction and Consenting
TOTAL		20200	

TCE Rd	Wind Farm Name	Est. Installed Capacity (MW)	Developer	Current Status
1	Inner Dowsing	194.4	Centrica	Operational
1	Lynn			
TOTAL		194.4		
2	Westermost Rough	240	Dong	Operational
2	Humber Gateway	230	Eon	Operational
2	Triton Knoll	900	RWE npower	Consented
2	Race Bank	620	Centrica	In Construction
2	Lincs	270	Centrica	Operational
2	Sheringham Shoal	315	Scira Offshore Energy (Statoil, Statkraft)	Operational
2	Dudgeon	560	Warwick Energy Limited	due 2017
TOTAL		3329		



圖 41 Humber 位於北海風場規劃範圍中心

離岸風場的生命周期有五期階段，第一期風場開發階段 (Development)、第二期產業鏈和基礎工程建設階段 (Supply Chain and Infrastructure)、第三期製造階段 (Manufacturing)、第四期施工階段(Construction)、第五期營運與維護階段(Operations & Maintenance)，其中第二至五期階段地方政府是能積極介入及支持的。

(1) 「Green Port Hull」是佔地約 253 公頃且成功協助在地業者形成產業鏈區的案例，因 ABP 及 SIEMENS 投入約 3 億 1,500 萬英鎊於當地設置風機葉片製造廠，創造 1,100 個就業機會，並有效地帶動本地製造業者群聚投入生產及研發。

(2) 「ABLE Humber Port」是本區域即將要開發的新港口佔地約 1,362 公頃，由英國大型碼頭貨櫃物流公司 ABLE 負責開發規劃兩大區塊(圖 42)為 ABLE Marine Energy Park(AMEP，錯誤！找不到參照來源。)和 ABLE Logistics Park(ALP)，是目前英國最大產業聚落計畫及首次提供風機零件與相關供應商生產製造基地，其中 AMEP 將投入約 4 億 5 千萬英鎊建設為重裝深水碼頭(長度達 1,389 公尺、載重每 60 噸/平方公尺、水深達 24.8 公尺，彙整如表 9)，可創造 4,100 個就業機會，另英國政府也將提高該區域 100%資本免稅額之政策優惠。



圖 42 ABLE Humber Port

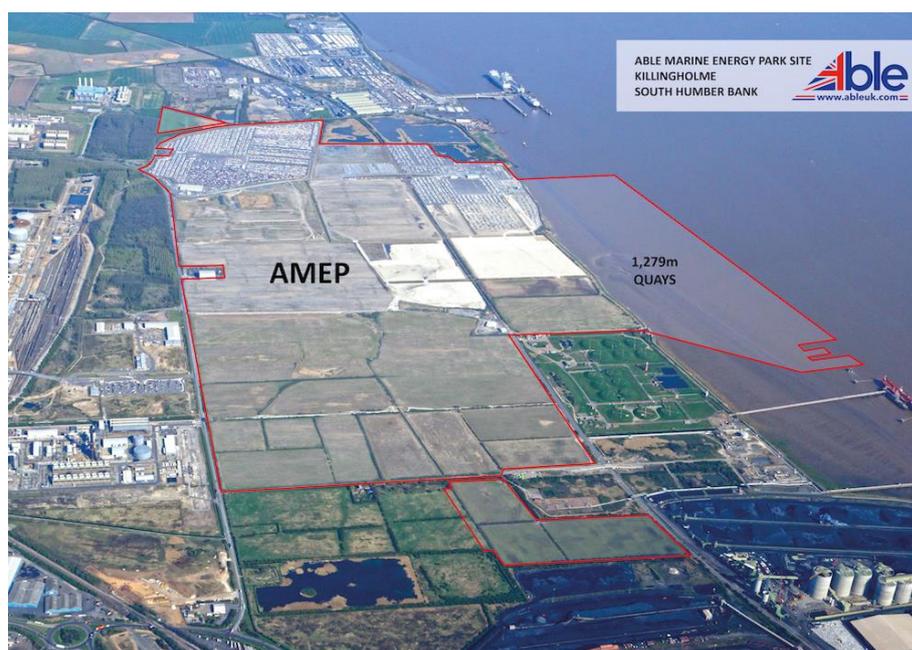


圖 43 ABLE Marine Energy Park

表 9 ABLE Humber Port 相關資訊

Key Information		
1	Site Size	864.2 Hectares(2,135.5 Acres)
2	Longest Quay Length	1,389m
3	Max. Quay Capacity	60t/m ²
4	Max. Dredge Depth	-17.5mCD
5	Max. Water Depth (MHWS)	24.8m

4. Grimsby 鎮早期以漁業為主，在 19 世紀為英國最繁榮的漁港，20 世紀卻面臨沒落，故地方議會肩負重新為地方找尋新的經濟產業定位，帶動新的商機及產業鏈以增加就業機會，為此 Humber LEP 重新檢視地理位置環境，憑藉其具

有優勢的海空領域及鄰近歐洲，有高潛力之商務發展(圖 44)，積極推動 Grimsby port 成為離岸風電運維碼頭(O&M)，過去 3 年由中央及地方政府共同出資投入基礎建設及海事工程高達 3,000 萬英鎊，其主要三大項目為：1.該區域潮汐大建造水門、2.昇降平台供小船進港維修、3.防淹水設施等。該碼頭目前已有 DONG energy、SIEMENS、E.ON、CENTRICA、HUGHES、RES、Van Oord、Wind Power Support、GeoSea、CWin 等離岸風電開發商與供應鏈進駐(圖 29)，創造 400 個就業機會，預計未來 2025 年可達 1,100 個就業機會。



圖 44 Humber 發展優勢

地方議會也協助風場開發商建立與地方漁民及產業之共生共榮及夥伴關係；NELC 政策上提供四大資源增加開發商投資意願：

- (1)向中央政府爭取到 Regional Growth Fund 區域發展基金 4,500 萬英鎊，協助建設 O&M 港之建築物設施，出資比例為 10%。
- (2)降低開發商投資時所涉及的相關稅金。

- (3)成立專責辦公室(單一窗口)負責協調中央各部門，並簡化繁瑣之行政程序達快速准照開發，節省開發商時間成本。
- (4)學校提供風電之職業教育訓練培養 O&M 人才，如協助在地青年及漁民轉型取得相關技術證照。
- (5)DONG energy 協助地方發展提供的四大資源為：
 - A.提供 Local Growth Fund 地方發展基金，贊助社區活動及安全訓練等。
 - B.協助風機製造商於當地設廠形成供應鏈。
 - C.提供就業機會及人才培訓。
 - D.建設 O&M 管理中心。

七、拜會 **Seafish**、**NFFFO**、**West of Morecambe Fisheries Ltd**

(一)時間：9 月 12 日(星期一)

(二)英方會談人員

Simon Potten, Head of Safety, Training&Services, Seafish;

Helen Duggen, Head of Responsible sourcing, Seafish;

Matthew Frow, Kingfisher Information Manager;

Dale Rodmell, Assistant Chief Executive, NFFFO;

Dr. Andy Revill, Director, West of Morecambe Fisheries Ltd

(三)會談紀要

Seafish 是英國根據 1981 年漁業法成立的非政府部門公共機構，經費主要來源是全英國(包含進口)第一手銷售的漁貨附加稅(levy)，目的為了支持永續、具經濟效益以及社會責任的漁業，因此關切的對象除了漁民還有漁貨產品供應鏈的加工業者、銷售者以及餐廳業者，甚至也包含消費者。

Seafish 一共有 90 名員工，在 **Grimsby** 與愛丁堡均設有辦公室，分屬不同任務，愛丁堡主要負責財務與銷售，而 **Grimsby** 的部門則包含海上服務、法規標準、訓練、訊息服務支援以及市場洞察，另外還包括主要負責與海上開發業者溝通協調的部門 **Kingfisher**。因此本次參訪 **Seafish** 特別安排其負責海上安全、責任制漁業(**Responsible Fishing Scheme, RFS**)，以及 **Kingfisher** 部門的人員進行簡報與交流。除此之外，這次也安排全國漁業組織聯盟(**NFFO**)中負責協助海上開發業者處理漁業議題的單位，以及負責管理離岸風電業者之漁業回饋基金的第三方非營利組織 **The West of Morecambe Fisheries Ltd** 來說明其執行與運作方式。相關討論重點摘述如下：

1. 目前英國有 3/4 的船隻來自海外，共約有 6,000 艘船 11,500 位漁民。由於漁業是英國風險最高的產業之一，統計 2006 年至 2015 年英國共有 166 艘漁船失蹤，452 位漁民重傷，83 位漁民死於海上作業(全球每年死亡人數約有 2,400 人)，因此 **Seafish** 在漁民的要求下也投入漁業安全的改善，包括提供安全設備、訓練課程等。
2. **Seafish** 於 2006 年與英國標準協會(**BSi**)共同發展責任漁業計畫(**Responsible Fishing Scheme, RFS**)，並於 2014 年依 **ISO 17065** 認證原則進行修訂，用以認證並獎勵推動責任漁業，協助建立透明化且符合食品安全道德規範之漁貨產品供應鏈，其中也包含保障漁民健康、安全及福利，促使漁船培養健全福利及友善捕撈作業之認證計畫。
3. 全球漁獲均面臨枯竭的危機，在 2012 年全球的漁獲量高達 8,000 萬公噸，2011 年全球 70% 漁藏量達到永續捕撈上限。由於英 70% 的漁貨都來自進口，且主要是海上漁撈，

因此 **Seafish** 針對各海域不同魚種建立的瀕危風險評估資訊平台(**Risk Assessment for Sourcing Seafood, RASS**)，分析指標包括數量、法規管制、棲地、混獲與棲地狀態，希望能建立消費者在選擇食用魚種時的責任意識。

4. **Kingfisher** 於 1964 年成立，是在漁業安全部門中負責與海上業者溝通協調的單位，並以多數漁船可用的地圖與電子海圖的形式讓漁民可以輕易掌握油氣、海底電纜、再生能源以及海洋相關產業的作業與海上結構物方位，保障海上活動的人身財產安全。由於在 1997 年發生拖網漁船撞上海底油氣管發生四人死亡事件後，該部門就肩負起漁船靠近海上結構物的安全資訊揭露任務，而當時海上業者也深深體會到一次意外的發生就必須花更長時間與資源才能重建民眾對海上開發的信賴，因此都非常願意配合提供相關資料，也讓業者減少災害發生所衍生的各項賠償與官司成本。**Kingfisher** 透過 **KIS-CA** 計畫彙整超過 10 年以上海底電纜資料，2012 年開始更透過 **KIS-ORCA** 計畫進一步提供漁民關於離岸風場的最新資訊，各項重要資訊每半個月都會透過 **Kingfisher Bulletin** 發佈，每半年亦提供漁民離岸結構物的位置資訊，以確保漁民作業安全，傳播的媒介亦包含 CD、網站、**google map**、社群軟體(如 **Twitter**)來提供最新的即時訊息。因此，**Kingfisher** 會依據風場規模與風險協助參與 **KIS-ORCA** 計畫的開發商發佈給漁民所有作業活動以及佈纜位置的資料，而這些資金均來自風場開發業者(圖 45)，但 **Kingfisher** 也強調這些費用相對補償漁民的費用是低廉且值得的，平均每個參與 **KIS-ORCA** 計畫的風場費用大約每年 1,500 英鎊(圖 46)。

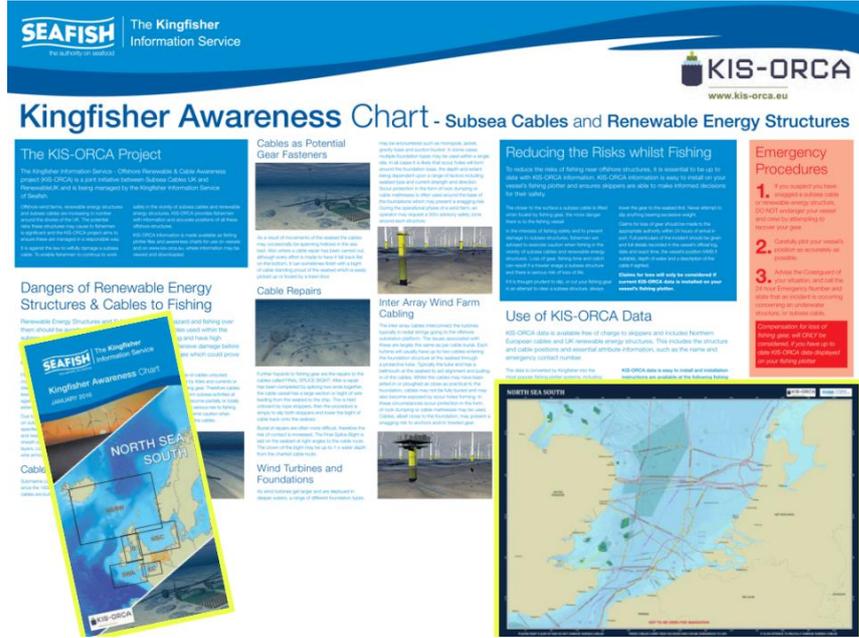


圖 45 KIS-ORCA 計畫提供漁民離岸風場相關資訊

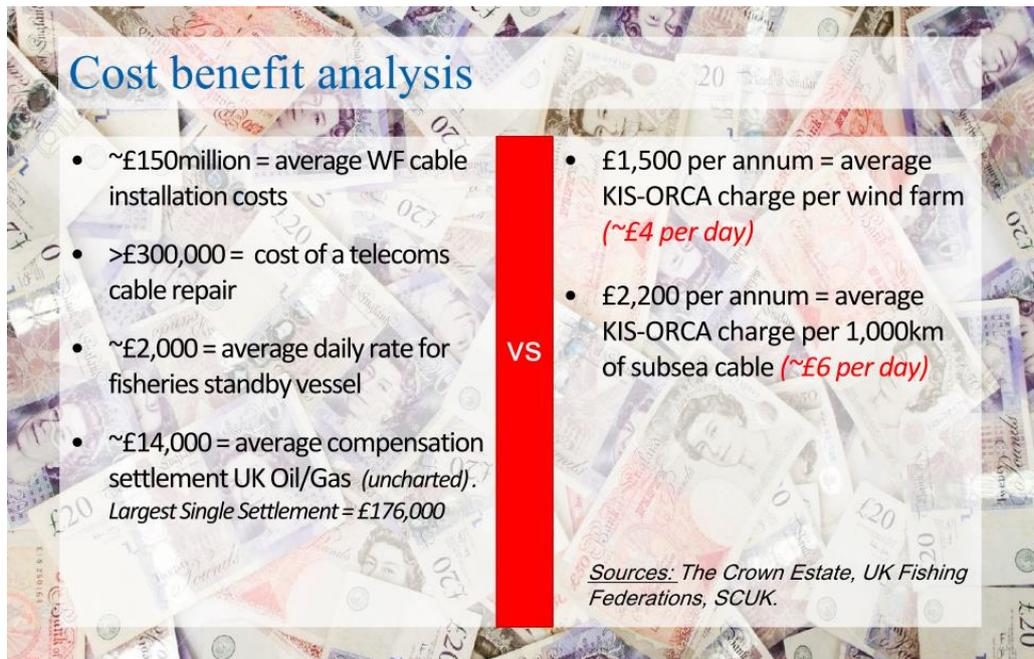


圖 46 參與 KIS-ORCA 計畫的成本效益比較

5. 全國漁業組織聯盟(NFFO)是 1977 年在共同漁業政策協定的協商過程中成立的組織，使命是擔任全國漁業的單一發聲窗口，確保所有漁民的聲音都能夠清楚的對外傳達。1984 年成立商業部門「NFFO 服務公司」，專門提供由漁船組成的安全警衛船，以及提供海上開發業者與漁民溝通協調的服務。關鍵的雙重角色為與開發商共存，並為漁業帶來額外的收益。
6. NFFO 以一艘漁船的航跡圖顯示漁船活動範圍相當廣闊(圖 47)，但英國早期也缺乏漁業相關資料，相較其他經濟活動如採礦有明確區塊，漁業分部太廣，不瞭解何處為關鍵漁場，難以執行輕重緩急之鑑別分析，也因此成為難解的議題。對此 NFFO 強調漁業資訊與分析的重要性，如今英方也展開蒐集漁業活動調查的相關資料，如過去僅有大船上裝載的衛星資料，而現在也透過漁船的系統蒐集更完整的軌跡資料，並透過研究調查鑑別關鍵漁場，讓 Crown Estate 在早期規劃租賃區域時就能納入考量，以避開重要漁場，減少開發商與漁民的衝突。
7. 為解決風電產業與漁業之間的問題，FLOWW 在 2014 年與各利害相關團體共同建立漁業溝通指引，2015 年提出漁業補償與回饋指引，而接下來的關鍵議題則是關於海纜、安全區域，以及漁民作業區域轉移的問題，為此英國也展開相關研究計畫。

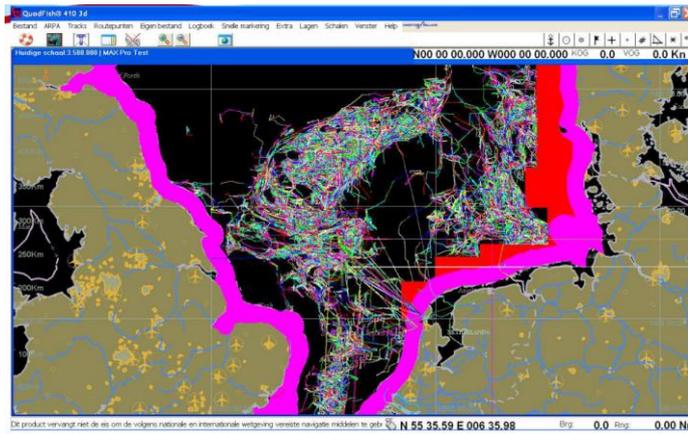


圖 47 單艘漁船航跡圖

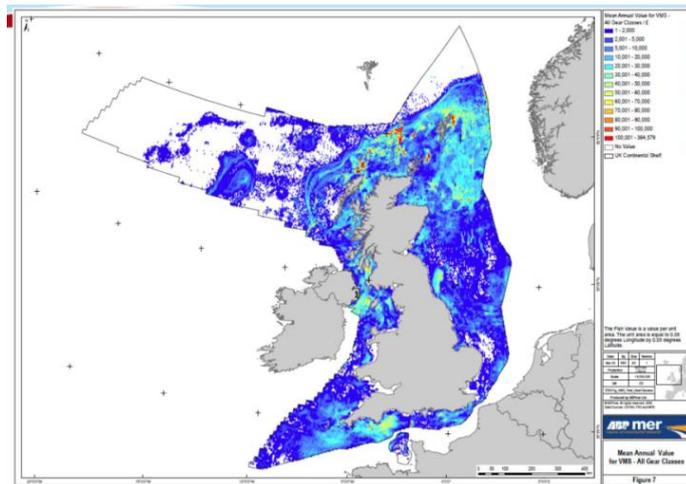


圖 48 英國漁船航行密度(透過 VMS 統計)

8.The West of Morecambe Fisheries 是一間成立於 2013 年的非營利公司，由英國幾家離岸風場開發商共同成立，目前資助的風場包括 Walney、Ormonde、West of Duddon Sands、Westermost Rough、Race Bank、Burbo Bank

Extension、Walney Extension(圖 49)，負責管理風場業者捐助的漁業回饋金，用以建立與資助各項直接有助於漁業社區(針對作業漁場與風場重疊區域)的計畫，包括基礎設施、漁業相關設備、安全與救援裝備、培訓與認證，以及漁業資源調查研究等，協助提升漁獲資源、品質與價值，並推動永續漁業。

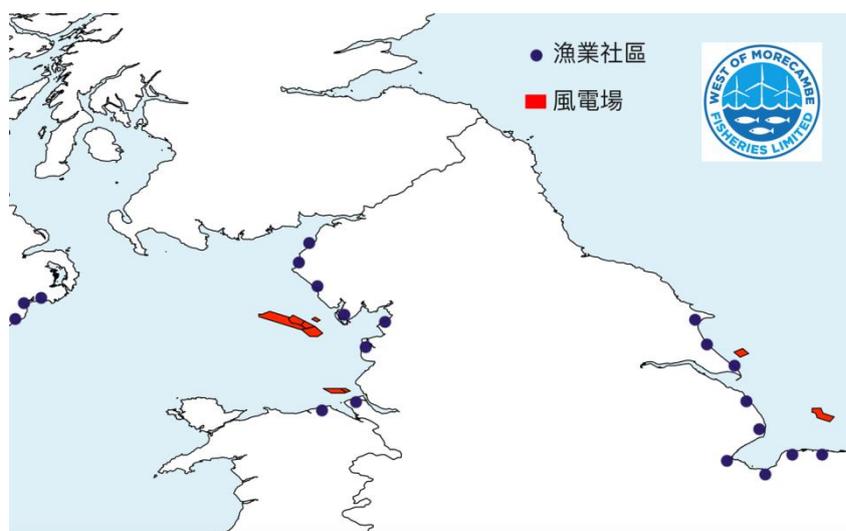


圖 49 The West of Morecambe Fisheries 資助的漁業社區分布

9. 儘管施工期間因為直接對特定作業漁法造成影響，而需要直接補償生計受到影響的漁民，但長期而言，營運風場亦必須與漁業建立永續穩定和諧關係，透過這種能提升整體漁業福祉的計畫合作方式，也逐步受到漁業團體的認同。圖 50 為 The West of Morecambe Fisheries 資助 Holderness 海岸漁民研究船的營運與維護，該漁業研究集團(HFIG)主要從事漁業資源研究計畫，針對區內的螃蟹和龍蝦存量狀況收集相關數據，由科學家和經驗豐富的漁民組成合作團隊，並使用自有專用調查船進行研究。

Holderness Coast Fishermen – awarded funds to support the running and upkeep of their research vessel MV Huntress (2014).

"The Holderness Fishing Industry Group is grateful for the support received from West of Morecambe Fisheries Ltd for our ongoing programme of fisheries research. HFIG represents fishermen, merchants and processors on East Yorkshire's Holderness Coast. The data we collect on the status of the region's valuable crab and lobster stocks is vital in ensuring the future success and sustainability of the biggest crustacean fishery in the UK and protecting the hundreds of livelihoods that depend on it. Our research is conducted from our dedicated survey vessel MV Huntress - a unique venture, owned and operated entirely by HFIG and crewed by a mix of professional scientists and experienced fishermen."

Mike Cohen, Chief Executive, Holderness Fishing Industry Group, 2014

資助霍爾德斯海岸漁民研究船MV Huntress的營運與維護 (2014)。

“非常感謝西英瑞克比漁業公司資助資助霍爾德斯海岸漁業集團 (Holderness Fishing Industry Group-HFIG) 正在進行的漁業研究計劃。HFIG代表約克郡東部霍爾德斯海岸的漁民、商販與加工商的權益。我們就區內珍貴的的螃蟹與龍蝦存量狀況收集數據，對於保證英國最大甲殼類水產品行業的後續成功與永續發展以及保護幾百個漁民的生計至關重要。我們藉由自己的專用調查船MV Huntress進行研究。這項研究是一項獨特的創舉，完全由HFIG擁有及運作，並由專業科學家及經驗豐富的漁民組成合作團隊。”

霍爾德斯海岸漁業集團首席執行官Mike Cohen (2014)

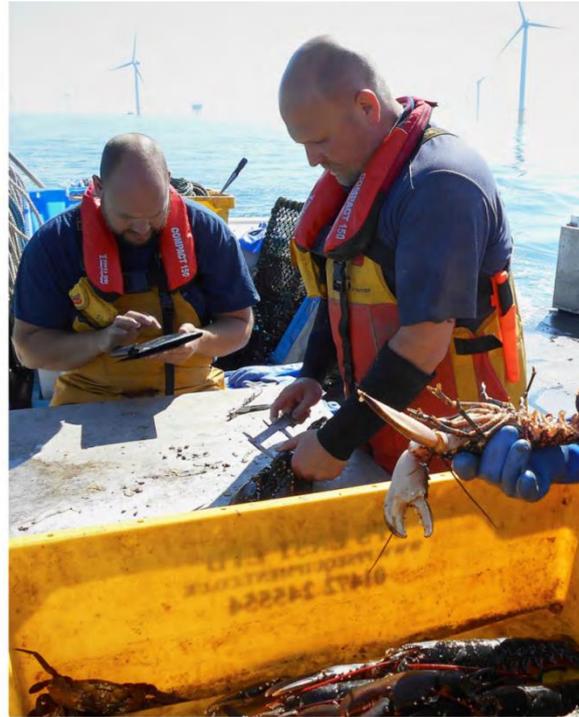


圖 50 漁業回饋基金資助漁業資源研究計畫

八、拜會 **MMO (Marine Management Organization)**

(一)時間：9 月 12 日(星期一)

(二)英方會談人員

Craig McGarvey, Director of Business Development and Transformation, MMO;

Richard Green, Marine Licensing Manager, MMO;

Tom Woolley, Senior Marine Planner, MMO;

(三)會談紀要

由 MMO 產業發展與轉型董事 Craig McGarvey 接見，並簡報“Overview of MMO，介紹其組織執掌及發展概況”，再分別針對其主要業務“Marine Planning”與“Marine Licensing”進行說明，紀要如下：

1.MMO 介紹

(1)海洋管理組織 MMO 為一具行政功能的非部會組織公共實體，目的是更好的海洋管理，使各政府部門與發照分離。MMO 係依海洋及海岸通行法(Marine and Coastal Access Act, MCAA, 2009)於 2010 年授權成立，隸屬於環境食品農業部 Defra(Department for Environment, Food & Rural Affairs)。而海洋及海岸通行法中“海岸通行”的管轄單位則由英國自然局 Natural England 負責管理。

(2)MMO 約 300 多人，由皇家海軍協助海上巡邏與執法；其中 140 人在 MMO 執行發照與規劃工作，另有 150 人在沿岸各地擔任執行官，負責包括監督及起訴違法行為。與位於 Lowestoft 的海軍科學實驗室每年有 300 萬英鎊合約以研究支援規劃。MMO 主席及董事由 Defra 任命，主席和副主席下有 4 個董事會(圖 51)，兩個委員會，分

別是：稽核與風險保障(Audit and Risk Assurance)委員會以及薪酬(Remuneration)委員會。

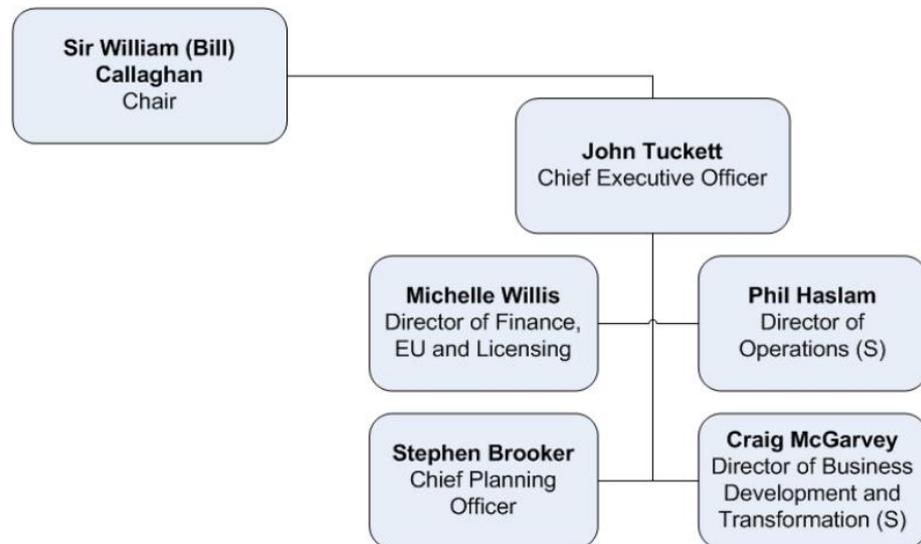


圖 51 MMO 董事會架構

(3)MMO 的任務是：保護海洋環境並釋放海洋經濟潛力。負責的海域是英格蘭陸域土地的 2 倍，管理從海岸到 200 哩的海域，

主要負責業務包括：

- A.海洋規劃、發照、保育，0~200 哩。
- B.漁業管理，12~200 哩(0~12 哩歸地方政府管)。
- C.管理歐盟經費：利於漁業經費有 24,300 萬英鎊/6 年，用於協助漁業符合歐盟法規，汰換漁具、新的船舶主機、電子化監控、CCTV 等、漁產、卸魚、碼頭基礎建設等。

(4)在與近岸漁業的協調合作方面還有進步的空間，目前情況是：近岸漁業 0~12 哩主要是籠具類(pots, 龍蝦等)，因此較沒有嚴格的配額限制；而 MMO 則須管理有風險的漁業資源/魚種，例如鱈魚、鯡魚等。雙方共同執行

監測與執法等活動。以往過漁，政府在 10-20 年前就透過收購漁船、漁獲配額與漁網網目大小等法規與執法的強化措施管理。5 年前僅 25% 魚種在永續水平，現在已有 45% 達永續水平。

(5)MMO 的相關經費來源包括：開發商(Marine License)、歐盟，其他各項來自政府。其中「海洋漁業」項目未來會有改變，將會收費。

(6)MMO 從 2010 年成立至今，績效斐然，主要完成業務及成效如下：

- A.建置完成英國第一部海洋規劃系統及整合執照服務，促進海洋開發獲致經濟效益高達 500 億英鎊。
- B.法令鬆綁有效降低法規對商業推展之負擔。
- C.改善漁獲量並朝永續漁業邁進。
- D.運用歐盟基金投入 2.43 億英鎊協助漁業進行產業轉型。
- E.促進海洋資訊及基礎資料公開提供各界運用。

2.海洋政策聲明(Marine Policy Statement，MPS，2011)

MPS 為一政策指導框架作為政府擬訂海洋計畫及影響海洋環境之重大決策時之指導方針(圖 52)，由英國政府於 2011 年 3 月正式公告，作為英國海洋規劃與決策之指導架構，國家、區域及各類型海洋計畫應遵循 MPS 之上位政策指導，以確保各計畫對海洋發展、執行、監測與修正有適當一致性之基礎，並指導海洋執照核發及相關主管權責機關應配合辦理之方向與原則，指出相關海洋規劃作業之規劃原則，須考量重點內容及程序，以促使海洋資源永續利用與達成發展目標。



圖 52 英國海洋政策聲明

3. 海洋規劃(Marine Planning)

目前英國海洋規劃之權責分屬 Marine Scotland、DAERA、Welsh Government 及 MMO(圖 53)。海洋規劃預期可以帶來 500 億英鎊的經濟效益。英國政府要求 MMO 做到兩件事：1. 降低法規成本，減少繁瑣的官方程序(Red Tape)，避免對產業開發造成負面影響；2. 全部以數位化提供服務，申請程序採線上作業。

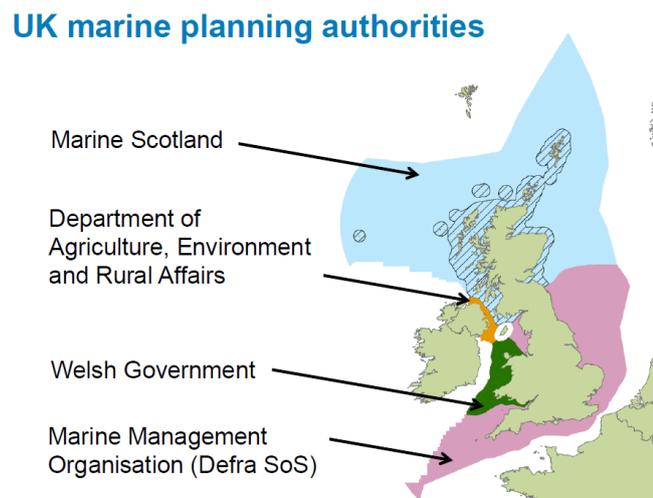


圖 53 英國海洋規劃權責單位劃分

MMO 已在 6 年內建立英國第一個海洋規劃系統(Marine Information System, MIS)以及整合式許可服務，6 年前開發商需要分別取得很多許可(License)如今已整合成一個海洋許可(Marine License)，並促成了 57 億英鎊的海洋開發。相關單位之間的整合是透過建立行政高層以及技術面的合作，並訂定協議文件(concorda)。地方政府也在簽署之列。而海洋規劃系統(MIS)全由 MMO 內部 3 人自行開發，僅部分網站由外部支援。這也是全世界第一套，分為東部、東北部、西北、南部、東南部以及西南部六大規劃區(其劃分在 MMO 成立前就已劃定)，MMO 並依據近岸(inshore)與離岸(offshore)再劃分出 11 個海洋規劃範圍(圖 54)，而 MMO 的海域規劃係以高潮(High Tide Mark)為界，故包含一些相當內陸的河川。以東部區域為例，共有 38 個政策，以 MIS 協助簡化查詢，讓利害相關者清楚瞭解究應有哪些考量。開發商申請許可時須提供 MMO 其開發計畫與現有其他空間利用的關係圖，MIS 可供點選查詢圖徵資料(擁有者、申請內容等)，可以讓不同的政策套疊，也可連結環境影響評估說明書。MIS 可透過手機使用，相當於"Own Pocket Consultant"，可列出所有相關政策，並說明如何遵循，以此數位化系統取代大量文件。而這也是英國各行政部門首次能直接看到彼此的政策規劃與相關經濟活動。MMO 負責的是英格蘭的海域空間規劃，以海洋政策聲明(MPS)為基礎，並遵循 MCAA 許多技術細節，與各部門溝通考量發展優先順序。同時也需符合國家政策架構(National Planning Policy Framework, NPPF)及相關國家與地方法令政策規範，以逐步實踐 MPS 所界定海洋環境之各項目標，任何可能影響海洋地區之決定應遵守 MPS 所設

定之政策方向，例如所有有權核發海洋許可之主管機關在做出准駁決定前皆必須說明該決定所依據或採行之海洋計畫與 **MPS** 規定是否相符，通常海洋計畫應表明事項如下：

- (1) 設定計畫區之未來發展優先順序與方向。
- (2) 告知海洋資源之永續利用方式。
- (3) 協助海洋使用者了解其海洋使用活動之最佳區位，包括新發展之可能適當區位。

由於海域規劃是包含時間的 **3** 度空間，不像陸域是 **2** 維的，因此協調過程除了考量空間因素，還需考量發展時間的優先順序。

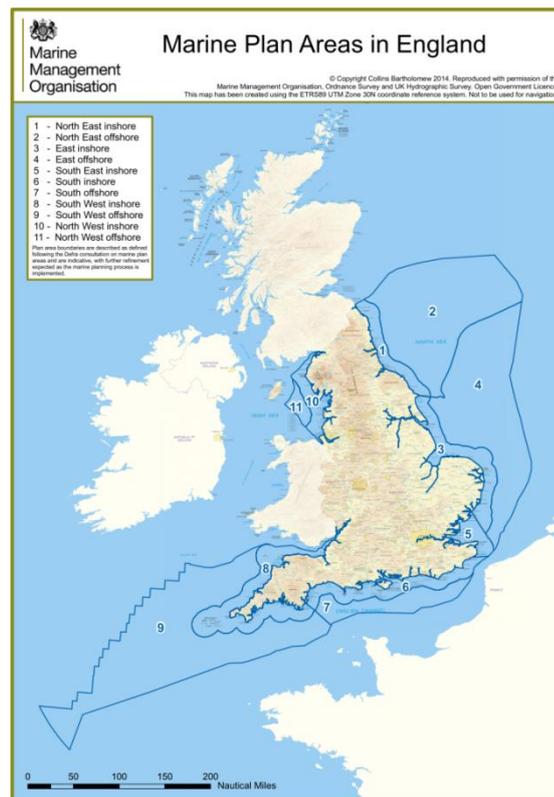


圖 54 MMO 公告 11 個海洋計畫範圍

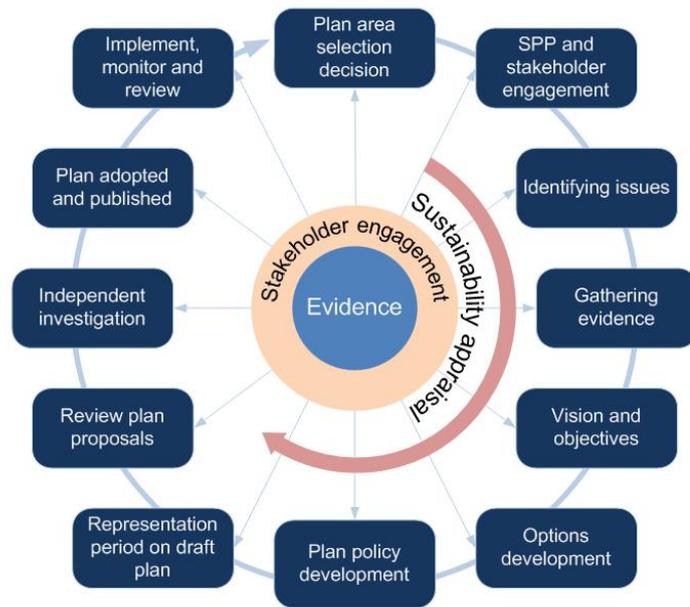


圖 55 英國執行海洋規劃步驟

4. 海洋許可 (Marine Licensing)

在英國海洋地區進行海洋開發使用活動需依海洋及海岸通行法(MCAA, 2009)及相關法律申請海洋執照，離岸再生能源裝置容量 < 100MW 需向 MMO 申請許可，申請依據及程序規定包括：

(1) 申請依據：

- A. MCAA 2009：海洋執照
- B. 電業法 1989：sec36 consent
- C. 能源法 2004
- D. 規劃法 Planning Act 2008

(2) Section 36 / 海洋執照許可

- A. 海洋許可申請程序：
 1. Screening：透過初審瞭解有哪些議題；
 2. Scoping：範疇界定，初步確認可能造成的影響；
 3. EIA：執行環境影響評估，進行調查分析並研擬減輕影響的措施；
 4. Environmental

Statement & Consent Application：提出環境說明書並申請許可（圖 56）。

Section 36/ Marine licensing process

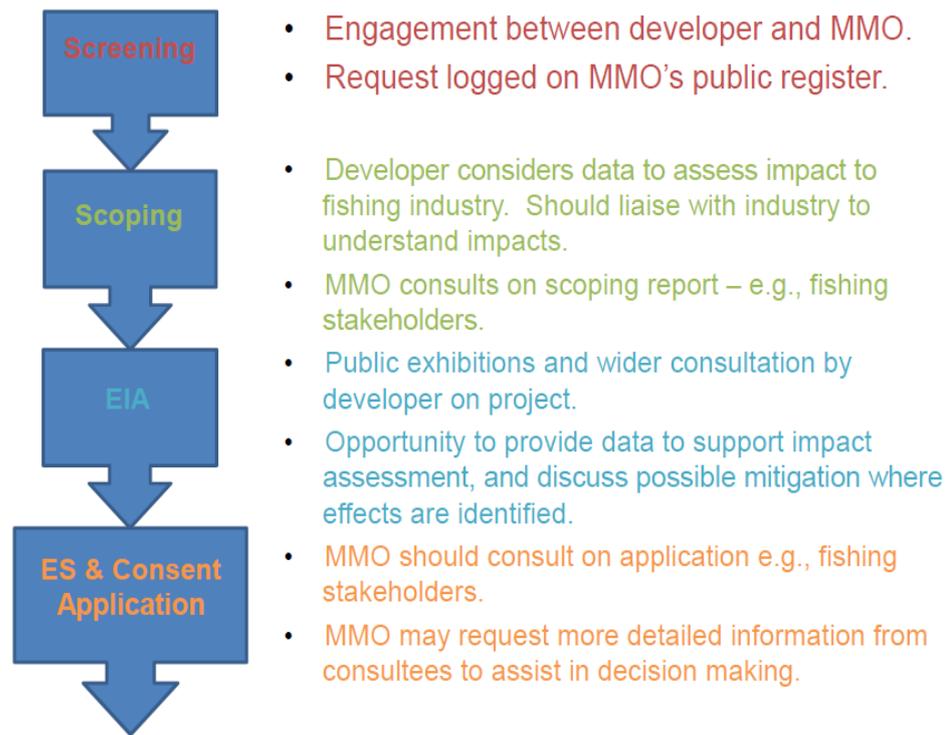


圖 56 Section36 /海洋執照許可程序

B.第 1 及 2 階段即可決定評估範圍及需不需辦理環境影響評估(EIA)，但仍必須提交境說明書並申請許可。

C.OREI>100MW 則屬於國家層級重大建設，需直接向 Planning Inspectorate 提出申請並取得各內閣大臣 (Secretary of State)核可「開發許可令(Development Consent Order, DCO)」，MMO 則提供業者申請前法規諮詢，同時也參與審查、同意申請與開發許可過程，並在同意許可後負起監督的責任，具有暫停、撤銷許可的權利。

- D.承上，按申請案件之規模及所在區位地點其海洋執照管轄機關、審查單位及審查事項而有所不同(圖 57)。
- E,申請許可階段(英國政府鼓勵申請者儘早與利害關係人進行協商諮詢)應辦理相關諮詢作業，諮詢對象包括 NGO、相關產業(含既有使用海域之產業及漁業)及特定團體(鳥類、漁業)。當開發商提出計畫申請後，MMO 會先公告讓利益相關者提出意見，以此知道有哪些議題，並讓開發商能與利益相關者對談。例如針對預防漁船漁網勾到海纜會要求以埋深為主，但若有困難(如受限地質條件)則要求覆蓋(mattress)等。而針對漁業航運的影響，減輕影響的可行措施如下：
- a. 漁業聯絡計畫；
 - b. 當地航船布告/國家航船布告(MCA)；
 - c. 設施位置的細部調整；
 - d. 雇用漁船擔任警戒船及協助調查/監測工作；
 - e. 施工的季節限制；
 - f. 許可後的准予動工程序之相關諮詢者，漁業共存計畫；
 - g. 漁業相關補償。

OREI CONSENTING REQUIREMENTS FOR PROJECTS IN ENGLISH, WELSH, SCOTTISH AND NORTHERN IRISH TERRITORIAL WATERS AND THE RENEWABLE ENERGY ZONE (REZ)

Consent	England	Scotland	Wales	Northern Ireland
Projects < 100MW				
Marine Licence ¹	✓ MMO	✓ Marine Scotland	✓ Natural Resources Wales	✓ DoENI
Section 36 Consent (for projects >1MW) ²	✓ MMO	✓ Marine Scotland	✓ MMO	✗
Article 39 Consent ³	✗	✗	✗	✓ DETI
Development Consent Order ⁴	✗	✗	✗	✗
Projects ≥ 100MW				
Marine Licence ⁵	✓ MMO/Planning Inspectorate	✓ Marine Scotland	✓ Natural Resources Wales	✓ DoENI
Section 36 Consent ⁶	✗	✓ Marine Scotland	✗	✗
Article 39 Consent	✗	✗	✗	✓ DETI
Development Consent Order	✓ Planning Inspectorate	✗	✓ Planning Inspectorate	✗

圖 57 英國各區域離岸再生能源開發案申請管轄單位

F. 依計畫成本與風險，分為 Band 1,2,3(non-EIA)和 band 3(EIA)，各有其公告/廣告要求。Band 1 約 2000 英鎊；Band 3 超過 1 百萬英鎊。申請案屬於 non-EIA 還是 EIA，則是在 Screening 程序中決定(圖 58)。

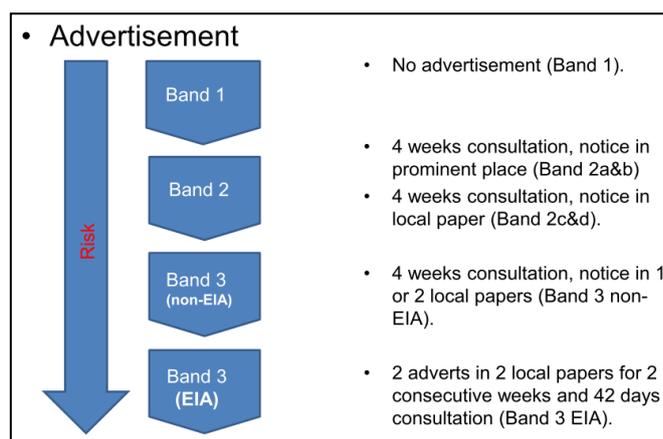


圖 58 依據英國海洋開發案風險程度之意見徵詢規範

- G. 水下文化資產的部分，英國歷史文化局 **Historic England** 有指導文件要求如何提供資料以及到哪一等級，但通常有方法減輕影響，例如：風機可移位或透過挖掘取出的方式處理。
- H. 若申請 **Marine License** 被拒，並沒有申覆程序，全由首長(**Minister**)決定。如果 **MMO** 發給 **Marine License**，而另有相關部會不同意則可以請首長重新考慮，但至今尚未發生。同意發給 **Marine License** 的決定僅視同許可，通常有相當多的附帶條件(就航安方面而言，一般都包括：燈標、航船布告與航行警告相關通報、安全管理系統等條件)，**MMO** 通常要求開發商至少在開始施工 4 個月前提送相關文件資料以評估是否符合條件，經 **MMO** 批准才能動工，亦即 **Post-Consent Discharge (of Conditions)** 的程序。
- I. 發出許可後仍由 **MMO** 持續監督，但相關監測經費由開發商出(2014 年 10 月 1 日起 **MMO** 可就發出許可後的相關後續監測工作向開發商收費，預估此措施將在 10 年間為政府及納稅人節省大約 500 萬英鎊)。申請開發時已要求提出監測計畫，因此開發商會定期提供監測報告給 **MMO** 審查。

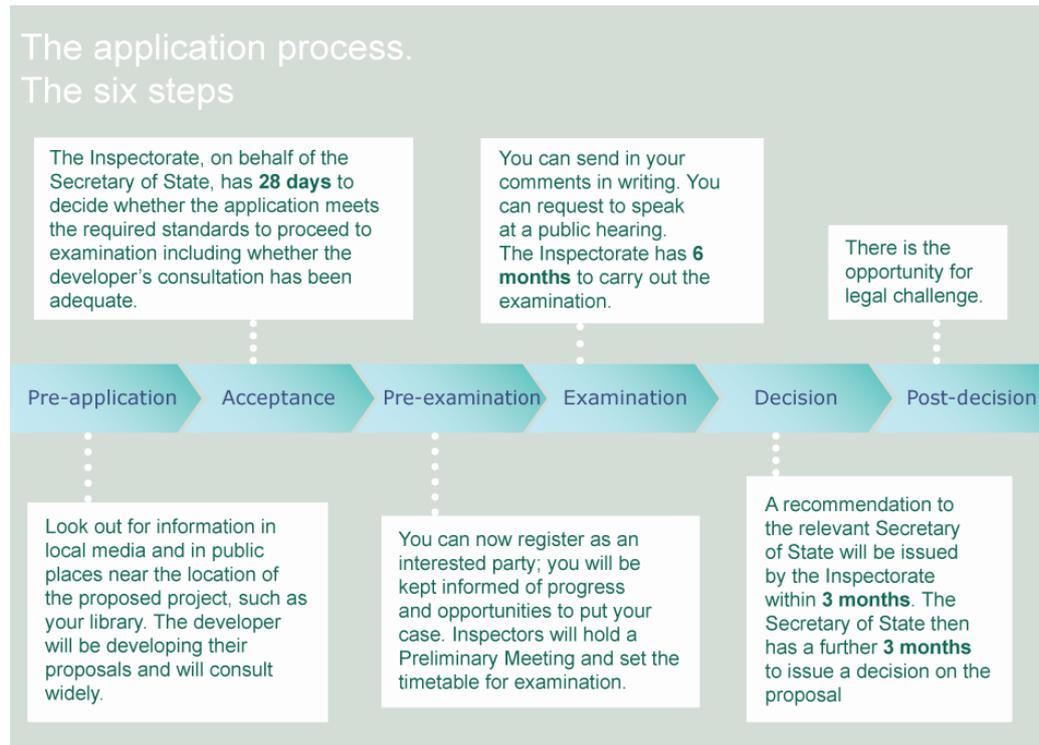


圖 59 申請海洋開發許可程序

(3)有關海洋許可之審查權責分工，按先後順序可區分如下：

- A.皇家財產局(TCE):管有土地、海域海床探勘出租同意，包括專屬協議 (Exclusivity Agreement)、租賃許可 (Agreement for Lease)、計畫許可 (Planning Consent)、許可後正式出租(Lease)。
- B.商業能源產業策略部(BEIS)或相當層級機關辦理政策環境影響評估(SEA)，事先評估適合開發區域，以減少開發者之風險與負擔。
- C.海洋管理組織(MMO)：審查海洋建設構造、電力及海上裝置及 EIA，並核發許可與決定何時可動工及後續監控。

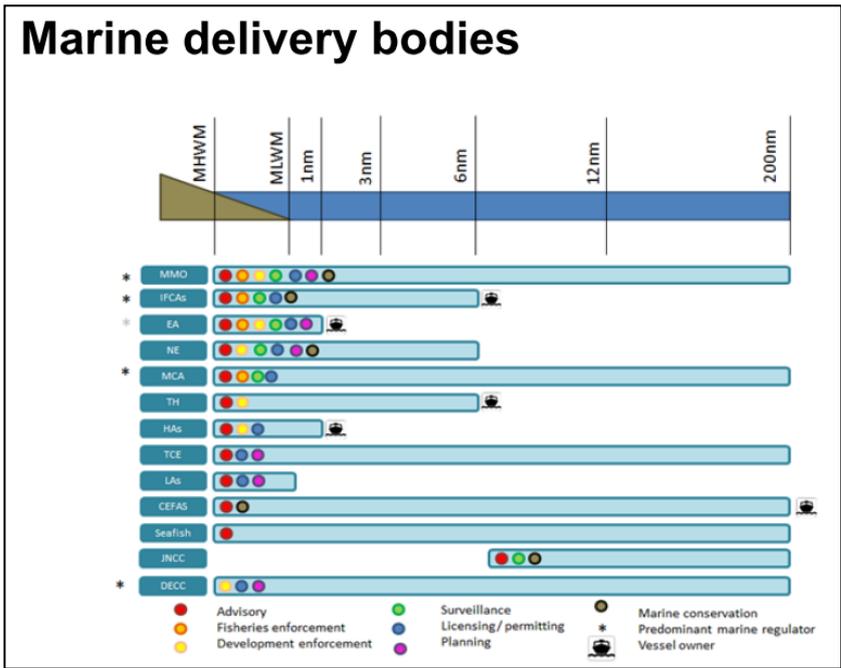


圖 60 英國各單位於海洋開發案管轄權責

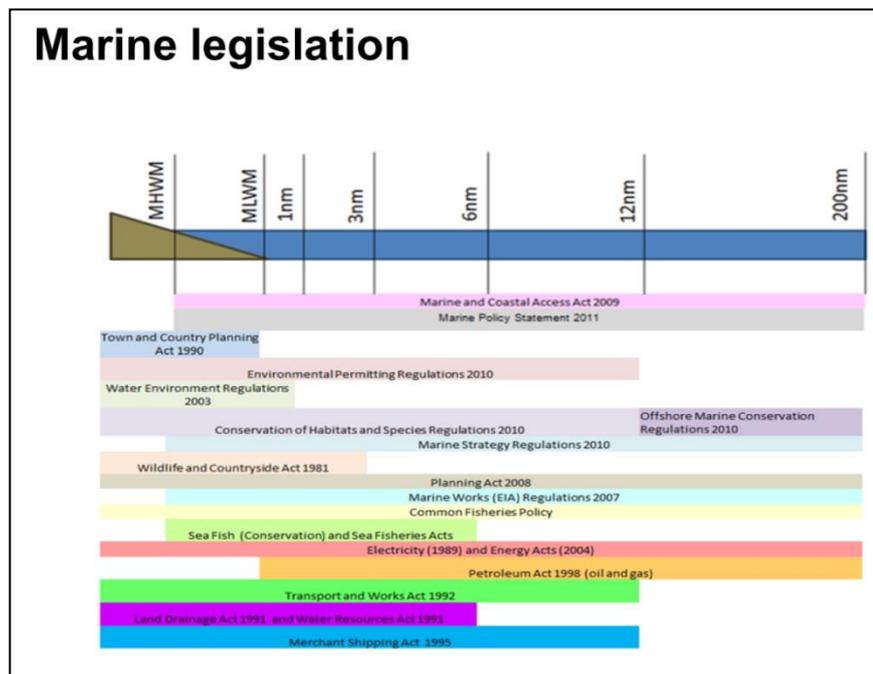


圖 61 英國海洋開發相關法規

九、拜會 JDR Cable System/ Deep Ocean

(一)時間：9月12日(星期一)

(二)英方會談人員

John Price, Global Sales Director, Products and Services,
Renewables, JDR;

Brad Rabone, Sales Manager-Subsea Power Cables, JDR;

Andrew Readyhough, Senior Business Development
Manager, DeepOcean UK

(三)會談紀要

本團先在位於杜倫(Durham)的哈特爾浦進修教育學院(Hartlepool College of Further Education)聽取簡報，再到JDR的廠房參觀。JDR簡報內容包括：JDR的背景、發展離岸風電前的JDR、離岸風電對JDR的影響、JDR為Hartlepool當地社區帶來的效應、未來規劃及最近的發展。此外，佈纜公司Deep Ocean也到現場分享佈纜經驗，紀要如下：

- 1.JDR是因2008年獲得Greater Gabbard風場合約而於Hartlepool設立工廠，當時員工僅25人，2016年已有250名員工(8年內增為10倍)，迄今已供應超過1000km的海底電纜。由於JDR具備在石油天然氣相關管線電纜的經驗，因此轉換製造離岸風電的海纜時，一次就成功。
- 2.JDR工廠使用當地的工程與營造，不僅帶動Hartlepool當地發展，包括讓計程車公司增加營收，也有更多的飯店與餐廳。並和當地的教育機構緊密連結，希望將此地發展為海纜中心。目前正執行Hartlepool擴建計畫，在2018年底以前將建造具備培訓能量的綜合辦公樓，與Hartlepool進修教育學院連結，培訓當地就業人才。

3.Hartlepool 碼頭是從原本用於貨物存儲的碼頭改建而成，佈纜船可以停在碼頭邊，直接把海纜拉捲到船上的海纜儲存槽，或可捲成一個圓盤以多軸車送至碼頭邊以船吊或陸吊之方式吊至船上，亦可以散雜貨船之方式運輸。Port of Hartlepool 屬於 DP Ports 集團，是再生能源專用碼頭，可供佈纜船靠泊的深水碼頭泊位有 298m 長 9.5m 深。



圖 62 JDR Hartlepool 海纜工廠位置圖

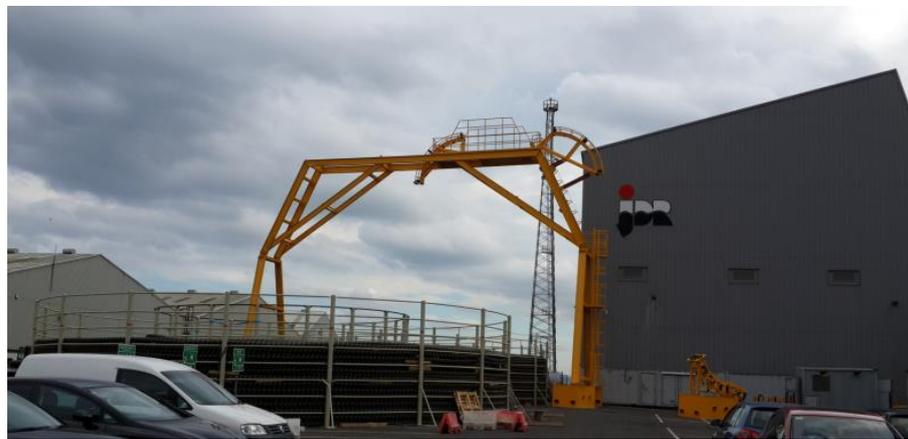


圖 63 JDR Hartlepool 海纜工廠-Cable Carousel

4.JDR 在 Hartlepool 設置的工廠有多部電力電纜與海底供應連繫管絞合機(lay-up machine)，包括 Vertical Lay-up Machine(VLM)與最近新增的 Horizontal Lay-up Machine

(HLM)。VLM 聚焦於海纜製造，因海纜適合以垂直的方式絞線；JDR 於 2016 年投資新增英國最大、世界第二大 HLM 設備，使 JDR 可以同時生產海底電纜與海底供應連繫管，產能倍增，並擴展了 JDR 生產鋼管和熱塑性海底供應連繫管的能力。如今 JDR 具備每年 1500km 的產能。

5. JDR Hartlepool 廠內首先看到繞線機(wire winder)，可繞線徑從 2.5mm~6mm 直徑，處理速度可從 100m/min 到 200m/min。線材先經過品管檢查，捲繞至線軸，再用於後續鍍裝程序等。Hartlepool 廠共有 4 臺 Lay-up Machine(圖 64)。和 2016 年新增的 HLM(圖 65)，設備長度達 80m。



圖 64 JDR's Vertical Lay-up Machine(VLM)

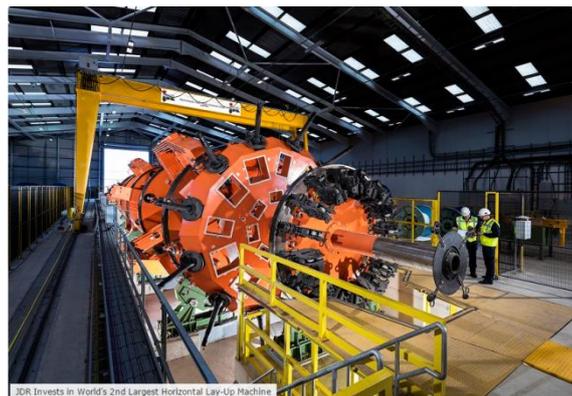


圖 65 JDR's Horizontal Lay-up Machine(HLM)

- 6.VLM 主要用於電纜，其中 3 個 60 噸的海纜捲筒是實際傳輸電力的電芯(電力電纜本身)，另一個 10 噸的捲筒是光纖(通訊用)，由此螺旋纏繞，再加外層包覆，以感應器監控各組件的張力並調控速度使海纜內的張力與壓力維持一致。
- 7.HLM 可裝載 16 個 20 噸的產品捲筒、12 個 2 噸的填料捲筒(filler drums)和 12 個 1 噸的填料捲筒。全負載可達 700 噸，旋轉速度可達 10 rpm，處理速度最高 5m/min。現場有看到 HLM 處理的鋼管，另有深海油氣開發時用以灌注化學品到油井的產品，屬於 2000 ~ 3000m 水深的項目。
- 8.JDR 強調其所有海纜的料件與零配件等都有來源及歷程紀錄，因此海纜若有問題皆可追蹤。其中電纜的銅線及鋼線係自波蘭進口，工廠只是將銅線及鋼線加工外加表面披覆後成為纜線，最長的海纜可達 15 公里，最重線圈可達到 350 公噸，所以在捲線時必均勻以保持平衡，避免運輸過程中因重心不穩造成運輸之不安全。在海纜測試方面，JDR 是自己測試，但由 DNV 認證 JDR 的測試。目前風場內所使用陣列海纜為 33kV，未來將提高至 66kV(圖 50)，已於 8MW 風力機完成測試，預計明年安裝。
- 9.佈纜公司 Deep Ocean 的服務項目包括海床調查、佈纜、海床開挖、海纜監測與維護，以及海纜除役。其除了投資離岸風場電纜鋪設技術，也強調佈纜船的重要性，包括必須需要能足夠裝載所有纜線、具備安全佈纜的功能，並且能夠擱淺在淺灘上。因為佈纜船選擇錯誤容易導致後續嚴重問題，許多風場都發生不同程度的疏失，造成很多賠償問題。根據統計雖然海纜只占風場建造整體費用 5%，但卻是引發最多訴訟爭議與賠償的項目，而運維階段則是排名第二

10. Deep Ocean 認為面對漁業問題，最好的做法就是埋越深越好，但可能還是會遇到無法挖掘的狀況，這時就要有其他替代方案，例如附蓋土石，不同的佈纜方式或決定係根據當地地質條件而定。而針對海纜對海洋生物的影響，Deep Ocean 表示目前在西北海已經有 6000 公里的海纜，未來五年將會倍增，但目前沒有任何證據顯示海纜會對海洋生物造成傷害，甚至有海纜的地方反而吸引海洋生物靠近，特別是貝類或蟹類。然而他也提到海纜連接高壓直流電的部分可能會對航行船隻的羅盤造成影響。



圖 66 Race Back 風場內陣列海纜(左)、London Array 風場內陣列海纜(右)



圖 67 離岸風場內陣列 33kV 海纜(左)、66kV 海纜(右)

十、拜會 **Offshore Renewable Energy Catapult**

(一)時間：9 月 12 日(星期一)

(二)英方會談人員

Cian Conroy, Business Development Manager, Offshore
Renewable Energy Catapult

(三)會談紀要

原規劃現場參觀 **Offshore Renewable Energy Catapult** 位於 **Blyth** 的國家再生能源中心測試場，但因本週有客戶產品測試，無法對外開放參觀，故邀請 **Cian Conroy** 至 **Crowne Plaza Hotel** 會議中心進行簡報，介紹 **ORE Catapult** 的任務與發展現況，紀要如下：

- 1.**Catapult** 是英國創新局(**Innovate UK**)所成立的非營利獨立機構，做為連結產業與學術的前瞻技術研發單位，運用創新技術來解決國家重大議題，並創造產業化發展，依據不同主題分為 **11** 個研究中心，涵蓋數位、醫療、城市、運輸等，離岸風電就是屬於離岸再生能源中心 (**ORE Catapult**)，擁有 **120** 個專業領域人員，目標是降低離岸風電成本，提升經濟效益，並與學術單位或產業合作進行商業開發。主要工作項目包括技術研究、測試、專案計劃、智庫顧問。
- 2.在測試方面，**ORE Catapult** 目前正在進行 **50** 公尺與 **100** 公尺的葉片測試，為全世界唯一可以執行整支葉片測試的地方。此外還有 **3MW** 潮流發電機艙測試、**15MW** 風力發電機艙測試，以及一座 **7MW** 的示範風機的實機測試。這座 **7MW** 的示範風機位於 **2016** 年設立於蘇格蘭近岸，可供研究人員直接進入，進行實機測試研究以及人員的維修訓練。

3.此外 **Cian Conroy** 也介紹了幾項 **ORE Catapult** 目前參與有關離岸風電的計畫，摘述如下：

- (1)**O&M 案例分析計畫**是由 **The Crown Estate** 以及離岸風場委員會(**Offshore Wind Programme Board**)贊助，蒐集了 11 個實際案例，並提出分析研究報告公開上網以供參考，接下來將持續針對 12 個案例進行研究。
<https://ore.catapult.org.uk/our-knowledge-areas/operations-maintenance/operations-maintenance-case-studies/>
- (2)**BLEEP(The Blade Leading Edge Erosion Programme)** 是首次與各相關產業針對風機葉片腐蝕狀況的聯合研究 (a joint industry project, JIP)，目標是希望能開發出新的葉片保護裝置，來降低葉片腐蝕的狀況。
- (3) **成本降低監測計畫 (Cost Reduction Monitoring Framework, CRMF)**是協助離岸風電委員會執行的計畫，2016 年的報告顯示離岸風電成本已快速下降，企業都非常有信心 2020 年前可達成甚至低於£100/MWh 的目標。
- (4)**SPATRA(System performance, Availability and Reliability Trend Analysis)**計畫為資訊分享計畫，為 **ORE Catapult**、**the Crown Estate** 與風場開發商或營運商共同執行，建立資料庫讓參與計畫之業者每月提供風力機運轉相關資料，以建立圖表分析資訊，瞭解風力機運行狀況，提升風力機的安全性、穩定性及可靠度，藉此降低發電成本。

4.在浮動式風力發電方面，**Cian Conroy** 表示未來浮動風力機的成本可能會低於或相近於固定式風機。預測 2030 年英

國電力均化成本(Levelized Cost of Electricity, LCOE)將降至£70/MWh至£82/MWh。ORE Catapult也跟Carbon Trust與英國主要風場開發商合作進行浮動風力機的相關研究，包括法規政策推動、成本分析，以及技術風險分析，並進行4種不同概念浮動式風力機組的研究(圖68)，以掌握未來發展的可能性。此外，也有另一項計畫是利用浮動式風力機的電力將海水處理後打入舊油田，再逼出油，產生的效益比發電還高。而ORE Catapult也參與Satoil位於蘇格蘭外海的示範浮動式離岸風場儲能計畫，將發展岸邊的儲能設備，可將電力儲存送至週邊臨近城市，快速經濟的方式供應離岸風電的電力。

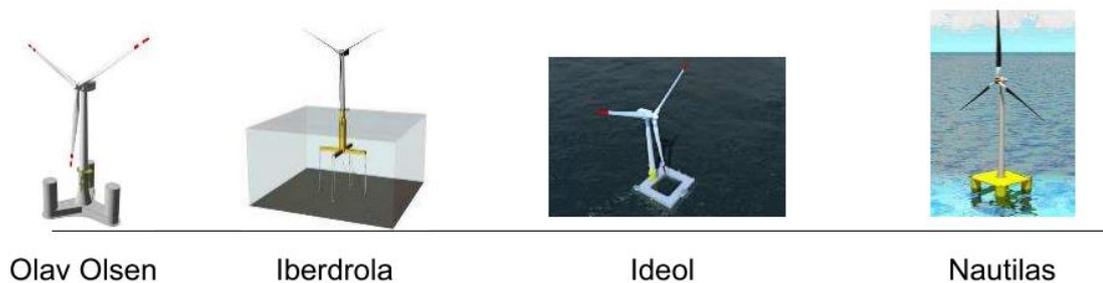
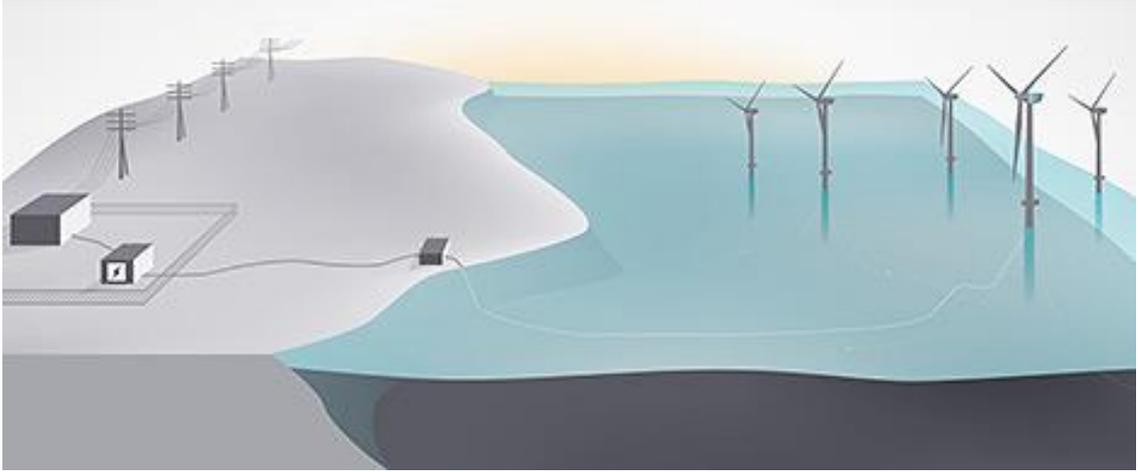


圖 68 ORE Catapult 針對 4 種不同概念的浮動式風力機組進行研究



<http://www.statoil.com/en/NewsAndMedia/News/2016/Pages/21mar-batwind.aspx>

圖 69 蘇格蘭示範浮動式離岸風場儲能計畫示意圖

十一、拜會 Eversheds

(一)時間：9月13日(星期二)

(二)英方會談人員

Charles Reynard, Partner, Clean Energy and Sustainability Group, Eversheds

(三)會談紀要

本日上午由 Eversheds 律師事務所倫敦辦事處至 Crowne Plaza Hotel 會議中心進行簡報，說明英國離岸風電推動時所涉相關法律案例。

1. Eversheds 律師事務所已在全英國超過 70% 的離岸風力發電廠提供相關服務。
2. 離岸風電建置中的關鍵風險問題，包括水下環境條件與狀況、海象及相關氣候條件、工作船舶的條件與可用性、港埠至作業現場與陸地輸運過程、海事工程中風力渦輪機的吊裝作業等工程問題相對造成的延遲與破壞風險，都可能將致使合約方無清償能力。而這都是未來進行離岸風電開發時所應注意之議題。
3. 英國法律案例中，針對開發商與漁業組織進行設置離岸風電後對於漁業收益損失的協商與計算，會後將提供相關實際開發所遭遇之案例及所涉之英國法規供我方參考，作為我國推動離岸風電時所需研議之法規參考依據。

參、結論與建議

- 一、英國目前已擁有全球最大離岸風電市場，已裝設超過 1,000 架風機，總裝置容量超過 5.1GW，在政策的支持下，預計 2020 年前將可再裝設超過 10 GW，離岸風電占全年電力需求將可達 10%。英國認為實現此發展目標，並支持離岸風電永續發展之最重要關鍵為降低成本，以及創造大量就業機會，而方法就是建立產業自主能量，並支援創新技術，因此可從今(2016)年英國政府整合能源氣候變遷部(DECC)與 BIS(產業、創新與技術部)成為 BEIS(商業、能源與產業策略部)看出英國政府的決策魄力。而今年我國行政院也成立能源與低碳推動辦公室，為再生能源的推動形成一有效整合各部會資源的力量，加上藉由本次各部會與相關單位共同出訪英國，見識到英國為了推動離岸風力發電所採行的跨部會整合與任務分工之積極態度，也為各單位願意共同促成我國離岸風電發展都帶來積極正面的效果。
- 二、英國離岸風電開發的制度與規範，在環境調查與利害關係者協商方面，賦予開發業者重大的責任與義務，因為風場在完工營運後將近 25 年，讓這些國際業者對開發土地和周邊社區居民負有企業社會責任，並在當地建立一個永續和協互助的關係非常重要。英國要求開發商在提出申請階段即應與所有利害關係者溝通協調，透過環境影響評估確認開發對環境和漁業活動造成的影響，並設法避開或減輕傷害。如果業者在前期生態環境影響判斷失誤，將可能直接影響施工，縮減開發範圍，甚至無法取得開發許可，因此業者在前期就非常重視嚴謹的科學數據調查，藉此做為與利害關係者協商以及向審查委員說明的依據，據此可看到英國開發商在規劃階段，至少花上 4 年的時間。而英國政府也透過一些機制，以部分

政府資金整合各開發商資源，建立資訊與資源共享平台，一方面降低業者負擔，另一方面英國政府也能充分掌握開發商的數據資料，做為後續政策推動參考；此外在業者取得許可後，仍須付費讓政府進行監督機制，確保其落實施工前的承諾，降低對當地環境的影響。由於簡化業者法規申請作業流程、資源整合，以及落實監督機制都是現階段我國現階段推動之重點，因此英國之相關推動經驗與機制都值得我國參採借鏡。

三、英國於 2009 年公告 Round 3，但負責海域空間規畫單位-海洋管理組織(MMO)卻也是在這一年才成立，表示英國也是在推動 Round 1-Round 3 區塊開發過程中深刻理解到海域空間規畫的重要性，而也藉由 MMO 所建立之海洋規劃系統 (Marine Information System, MIS)，透過各單位數位資訊的彙整，讓各部會首度能直接在線上就能看到彼此的海洋近岸與離岸的相關政策與資訊(包括再生能源、漁業、生態、電纜、油氣、採礦、航道、碼頭等)，有助於跨部會協商並做為政策推動優先順序的參考依據。英國政府也於 2011 年公告海洋政策聲明(MSP)作為英國海洋規劃與決策之指導架構，國家、區域及各類型海洋計畫應遵循 MPS 之上位政策指導，而 MMO 將負責提出的 11 個區域之海洋空間規畫也是以 MSP 做為基礎。特別值得一提的是，英國 MMO 提出規畫的過程強調就是跨部會協商過程，而溝通協商的依據就是各部會所提出的數據，強調必須在有科學證據的基礎下才能進行有效的協商，因此順序就是先進行數據蒐集彙整，再開始協商，然後才產出規畫，以利各部會後續遵循。從英國發展海洋空間規畫之經驗可見有其推動難度，而第一步就是整合各部會的數據，並建立長期基礎數據資料庫，這將不僅可成為重要

政策判斷與協商依據，也會成為臺灣歷史重要資產。我國現今也已通過海岸管理法與水下文化資產保存法，並持續積極推動相關子法與海域管理法，期盼透過離岸風電的發展過程，能為我國海洋管理法治化與資源整合帶來更多正面推動力量。

四、在漁業方面，這次雖然親眼看見英國漁業的衰退，英國東岸最主要的漁業港口其船隻數量與規模均遠不如臺灣，但英國漁業單位 **Seafish** 也強調，這是因為英國早在 20 年前就開始推動永續漁業政策規範，積極輔導漁民與相關供應鏈從捕撈的魚種、船隻設備、加工到銷售過程通過相關認證，建立漁業對海洋的永續責任，並同時向消費者宣導永續漁業產品。也因為捕撈受限，許多漁民也陸續轉業，造成今日漁業不如以往興盛。即使如此，英國在推動離岸風電過程卻也意識到漁業溝通窒礙難行之處，因此近年開始積極協助建立業者與漁業溝通管道與機制。如皇家財產局下的漁業溝通協調單位 **FLOWW** 透過召集利害關係者定期溝通平台會議，2014 年起先推出開發商與漁業溝通指引，以務實可行的方式引導雙方主動建立溝通管道。而英國雖然沒有漁業權，但 2015 年也透過 **FLOWW** 匯集利害關係者的意見提出漁業補償與回饋指引，可見英國對漁民的生存權力和福祉仍相當重視，並引導開發商透過回饋基金方式，以企業社會責任角度與漁業團體建立長期穩定的和協關係。此外，英國亦不像其他歐洲國家有法規可限制漁民穿越風場，現階段只有在安全考量下，提出施工期間的單機安全距離 50 公尺的規定，而運轉期間 500 公尺的規範並無強制實行(目前僅一家風場有執行)，因此為能保障漁民於風場中的作業安全，英國漁業單位 **Seafish** 中負責與開發商對口的單位 **Kingfisher** 也運用開發商的資源，

透過 **KIS-ORCA** 計畫進一步提供漁民關於離岸風場的最新資訊，各項重要資訊每半個月都會透過 **Kingfisher Bulletin** 發佈，每半年亦提供漁民離岸結構物的位置資訊，以確保漁民作業安全。本次參訪英方也特別強調，接下來要更積極面對處理風場對漁民作業的影響，包括海纜(**ex.**底拖影響最大)，以及漁場遷移(**displacement**)等議題。為此皇家財產局和能源與氣候變遷部(**DECC**，現為 **BEIS**)也支援全國漁業團體聯盟(**NFFO**)和蘇格蘭漁業協會(**SFF**)執行一項漁業活動資訊蒐集(**Fishermen 's Information Mapping Project, UKFIM**)的聯合計畫，以科學證據為基礎進行漁業活動電子圖像化，讓英國漁業和海洋再生能源產業首次合作，以前所未聞的數量和規模共享數據，不僅作為協商溝通依據，也可幫助政府或廠商在風場規畫階段就能先行避開關鍵漁場，降低後續發生協商衝突的機會。而臺灣漁業規模與相關作業人口複雜度均相對高，漁業溝通的難度肯定更大，因此建立基礎數據、因應策略與溝通管道更是刻不容緩必要的挑戰。

五、自 2006 年起，透過已歷 10 屆的臺英再生能源圓桌會議，臺灣在離岸風電推動方面與英方有許多對話與交流，英國也一直不斷在強調推動離岸風場開發過程中兩項難以妥協的關鍵議題都與生命有關，分別是「生態保育」與「人員安全」，除此之外，其他議題都還有溝通協調的空間。在生態保育方面，業者會在規劃階段就會投入大量的資源與時間進行調查，以確保避開重要保育棲地，用技術工法降低對生態的影響，甚至施工期間的規畫也會避開重要物種的交配產卵期。在人員安全方面，早已成為英國重要的企業文化，海上業者深知一旦發生危及人命的公安意外(包括勞工、漁民與其他海上作業人員)，不僅造成自身的重大損失，也難以重建人民對海上

開發案的信賴。本次前往英國探討的議題中，唯一與安全有關的只有「航行安全」，這部分涉及的專業在本團中僅限於有海上管理經驗的航港局(彙整建議如下第 6 點第 4 項)，在實地瞭解英國推動經驗後，期盼將有助於我國健全離岸風電在海上安全(包含航行安全與勞安)方面的管理與救援機制，避免未來造成難以彌補的傷害。

六、本出國報告亦針對不同討論議題，彙整其他部會成員的結論與建議，分述如下：

(一)海洋管理與跨部會溝通機制-營建署

- 1.英國皇家財產局配合國家政策主動規劃海洋空間利用與推動開發，創造資產價值，成功扮演產業與政府間橋樑之角色，並透過專責單位 **FLOWW** 協助漁業溝通與協調利害關係人，收集建立海洋相關資訊，有別於傳統財產管理者，其積極經營管理資產之態度與具體實踐示範機關開創價值之可能性與績效，非常值得我國公產管理機關參考。
- 2.英國就海域開發計畫，對於各利害關係人權益之保障及溝通相當重視，其主要策略係建議在海域開發規劃初期，即廣邀相關利害關係人進行溝通協調，在符合國家整體政策前提下，儘可能兼顧各海域利用人用海權益。英國海域利用之優先順序，係決定於國家海洋發展政策，現階段以再生能源為最優先，並於 2009 年立法成立了海洋管理組織 (**Marine Management Organisation, MMO**)，負責整體海域空間利用規劃，並彙總國內各相關單位之海域利用開發計畫，並完成跨部會協商後，制定「國家海域空間計畫(MSP)」，確保海域開發利用秩序及相關用海利害關係人之共存共榮。

3. 海洋管理組織(MMO)主要任務為建立英國海洋規劃系統，包括制定海洋政策聲明(MPS)、建置海洋規劃架構，與公告實施 11 個海洋計畫，依海洋及海岸通行法(MCAA)賦予之法定權限有效整合各執照核發機關審查機制、簡化申請流程與法規對開發人造成之負擔、同時統合各權責機關與開發者調查收集之資料，建立顧客導向式之資訊平台，提供公私部門規劃決策與開發選址評估參考，包括政策、規劃、審議及決策支援基礎資料建立，由 MMO 提供跨部會事務協調整合成立單一服務窗口，特別是在海洋規劃方面與土地、保育主管機關在規劃階段即進行充分溝通協調，相關意見已整合呈現於計畫內容，此外，在審議許可事權方面在國家產業發展政策、海洋計畫、政策(MPS)指導明確、審議機關在審查階段重視機關及團體諮商與民眾參與，並對相關審議機制基於確信科學調查數據與客觀評估結果及開發者對相關降低環境衝擊之措施與承諾可確實執行共識下，英國海洋空間規劃與實際發展，似乎如 MPS 所揭櫫之目標，在以海洋生態系統維護為基礎，管理各種競合使用，促使各種海洋活動能儘可能地和諧共存(co-existence)，並朝向永續海洋環境、社會與經濟能兼籌並顧之方向前進。臺灣也是四面環海之國，為能永續妥善分配、運用、保育海洋資源，更應積極發展明確的海洋上位指導政策，並建立跨部會資訊整合機制，以落實海洋永續政策推動。

(二)地方共榮-彰化縣政府

1. 彰化外海的離岸風場，在經部能源局公告 36 優良風場中，位於彰化就占 21 處高達 58%，並鄰近台中之現有建設設施，如台中港、清泉岡機場、西濱 6 1 道路等，暨彰化現

有建設資源，如彰化漁港、彰濱工業區之未填海土地、西濱 61 快速道路等，可謂資源豐沛，均與英國 Humber 的地理位置資源條件極為相似，可成為彰化之學習案例。

2. 為有效推動風場開發，節省開發商時間成本，針對幾個離岸風場開發鄰近城市可共同建立如英國地方產業聯盟(LEP)有效整合資源；另中央政府亦可補助離岸風電發展關鍵地區成立區域發展基金，逐年挹注地方 O&M 碼頭之基礎設施建設，有效吸引開發商投資。
3. 彰化境內有關教育部轄管之大葉大學、建國科技大學、中州科技大學等，可輔導開設新系所，針對風機相關知識技術，執行教育訓練，並協助取得相關技術證照，成為風電工程師及運維管理人員，作為未來銜接 O&M 管理之技術人才。
4. 英國政府於 2013 年啟用 London Array 是以 3.6MW 為主軸達 630MW，為英國奠定全球綠能地位，另從改變未來能源策略從 Gunfleet sands 風場的發展到 Westermost Rough 風場的規模可看出端倪，GUNFLEET 以 3.6MW 為主加入兩支 6MW 的測試，到 Westermost Rough 完全設置 6MW 啟用，政府完全是在實踐 Local power for a global future 的國家發展政策，並已經開始著手 7MW、8MW 及 10MW 計畫將於 2017~2020 年於 Hornsea1 風場實現。因此建議彰化應以改變未來能源為目標，離岸風電的關鍵在於降低成本，風機之裝置容量越大，預計發電成本將會下降，營運規模也會擴張，彰化擁有 4C offshore 評定全台最佳之離岸風場優勢，應以提升離岸風場之競爭力為首要方向，現階段目標建議設定為設置 4.8GW 離岸機組，初期以 6MW 之機組為發展主軸，將選用較高裝置容量之風場列為

優先合作對象，由市場機制篩選開發商，並依風機技術演進逐年調高單機容量要求，制定 **Offshore Wind Farms** 目標政策藍圖。

- 5.英國最大的聯合港務公司 **Associated British Ports (ABP)**，擁有龐大的港口資源及腹地，然而英國政府為有效復甦商漁綜合港為主之碼頭，更規定於取得開發許可前，風場開發商需提出運維地點計畫，藉以帶動港口轉型及合作投入碼頭基礎建設；再者 **Humber** 因位居地理優勢，且北海風場更是英國主力發展區域，更是吸引 **SIEMENS** 於當地設置風機葉片製造廠帶動產業鏈群聚效應。綜觀彰化亦擁有風場集中之優勢共 **21** 處，更為全國主力發展區域，且當地已有豐沛之精密製造業技術，但就開發商及風機製造商而言，存在著當地廠商技術純熟度及供應零組件廠數之疑慮資訊，如何有效的宣傳是政府當務之急，建議效尤英國政府於開發商取得許可前要求需提供運維地點計畫之策略借鏡，我國中央及地方政府應先著手輔導業者投入風電技術之研發，暨盤點製造業者及分類零組件業者以供未開發商工程採購銜接配合，另彰化於策略上應以母雞帶小雞模式帶動產業鏈群聚效應，於政策執行面建議應提供設廠地點、租稅優惠及基金補助等優惠，供風場開發商協助招商，吸引讓國際風機製造大廠於彰化設廠，有效達成資源共構互利。

(三)漁業共榮-漁業署

- 1.英國相當重視利害關係人參與及溝通機制，為建立海域開發業者與漁業共存議題，英國政府成立 **FLOWW** 做為專責公共事務機構，建立通案機制及指導方針，賦予開發商與

漁民進行溝通協調事務之參據，如在聯繫協調方面，FLOWW 所建立之指導方針明確要求了開發商應在其公司內部設置一名漁業協調專員(Company Fishing Liaison Officer, CFLO)，專責與漁民所推派之漁業代表(Fishing Industry Representative, FIR)就離岸風力發電開發與當地漁業競合問題進行意見交換及協調，俟雙方形成共識後，始由開發商與漁民團體進行補償之談判。

2. 英國在離岸風力發電選址原則方面，為減少對漁業的影響，透過長年累積之船舶(包含漁船)航跡資料，以對漁業作業影響最小的海域為風場選址參據；另由於風機大型化涉海域利用空間與效能、英國人民對於天際線的視覺遮蔽及生態環境等因素，在近岸海域開發風場已不符合開發需求，故近年英國的離岸風場開發之選址大致以朝向距岸較遠的海域為主。
3. 英國的漁業因受人力老化、國際及政府漁業配額等相關管制措施，近 30 年呈萎縮狀態，據 2014 年統計資料顯示，全國共有 6,383 艘漁船(10m 以下小船 5,026 艘，佔 79%)，漁民人數為 11,845 人，漁獲量 75.6 萬噸，產值約 8.61 億英鎊(約新臺幣 362 億元)，而我國 2014 年統計資料，漁船筏總數 22,771 艘，漁民 330,888 人，漁獲量 140.8 萬噸，產值約 1403.3 億元，其整體漁業規模不及我國之半，然就可支配之海域方面，則以英國較大，在漁業共存方面所面臨的困難相對較小，有關我國就離岸風場之開發與漁業間之競合及共榮議題，顯然需考量之影響層面相對較為複雜。
4. 英國在離岸風力發電開發過程中，除風場建設階段考量安全因素，不允許漁船在風場施工區域內作業外，其餘階段

則容許漁船在風場範圍內作業(安全範圍風場建設期為施工區域周邊 500 公尺、維運期則為各別風機半徑 50 公尺)，本次行程實地勘察了 **Gunfleet Sands** 離岸風場，該風場的風機配置採取規則性配置方式，其風機間距大約為 500 公尺，當天參訪團所乘的維運船在場內風機間的穿行無礙，期間亦觀察到 2 艘其他船隻在風場內停留。

5. 由於英國離岸風場內允許船舶穿行，其風機配置在考量風機效能、航行安全及救難需求等問題後，多數風場之風機配置採取具規則性之矩陣排列，且風機亦裝設可顯示位置之無線電標示系統，加上風場之各項資訊皆有相關機構即時聯繫更新，並有 **MMO**、**SEAFISH** 等機構建立資訊揭露界面與管道，適時提供漁民(船)應用，故在一般情形下，對於航行安全方面可有一定程度之提升。
6. 因英國相關機構所訂定之指導原則中，亦規定了開發商應儘可能僱用風場所在地之漁民、漁船等參與維運工作，與本次參訪 **Gunfleet Sands** 離岸風場的行程中大致可予印證，該風場之維運專用工作船即僱用熟悉當地海況之漁民擔任船長及船員。至風場所需維護人員需具備相關專業，則以優先僱用具備相關專業之當地居民為原則，或與當地政府合作設立訓練機構，對有意願之漁村或當地居民進行培訓後，僱用加入維運團隊。然而風場規模及具備相關技術之當地漁民人數均會影響到可供漁民轉型的機會與比例，在本次參訪的風場或維運港口，其漁業量體皆小，漁業樣態亦單純(多屬小型之籠具、刺網及延繩)，與我國規模較大且多樣化的漁業經營型態不同。
7. 英國推動離岸再生能源發展之所以獲得豐碩成果，其主要關鍵在於建立明確的國家海域空間計畫及海域利用者共存

政策原則、整合相關審查機制、建立海域相關基礎資料庫、成立專責組織處理海域使用利害關係人競合議題並制訂完整指導方針、建立海域使用者參與海域利用規劃機制等措施，相當值得。我國現處離岸風電等再生能源發展初期，相關政策及配套措施相對未臻完整，海域的主要使用者(漁民)及地方民眾在政策擬定初期並無太多機會參與及表達意見，普遍對風機運轉對於生態與居民安全健康、離岸風電與漁業如何共存等存有疑慮，建議就排除該等疑慮製作具體資訊說帖並強化地方溝通，以補強早期溝通不足之缺憾。

8. 有關漁業聯繫溝通及補償談判方面，英國政府部門原則上並不直接介入或制訂補償法定基準，而是由開發的目的事業主管部門成立專責公共事務組織來建立通案機制及相關指導方針，供開發商與漁業團體作為參考依據並協助處理競合議題，此一體制對於海域利用者間保持和諧及海上再生能源發展政策之遂行具有較大之幫助。然而我國在體制上較不易形成此種體系，為推動離岸風電發展推動時效、國家長遠利益及符合我國國情民情等因素考量，就涉及漁民權益之溝通協商方面，有關單位應掌握開發商與漁民團體之協商狀況，在未發生重大爭議情形前，不宜過度介入，以保留雙方協商空間，讓漁民可在合理範圍內爭取最大權益。
9. 我國在漁業補償機制方面，現階段共識為涉及離岸風電開發之海域，開發商均需對漁民或漁業權人給予適當之補償，因此農委會已就離岸風場開發特性，擬訂漁業權區內、區外補償基準，後續可供開發商及漁民團體作為漁業補償之計算參據。而回饋部分，現階段經濟部已就建立回饋金管

理機制及法制化作業，由於離岸風電開發係直接限縮到漁業經營空間，爰建議未來對於回饋金之分配比例，可適度提高供作漁業經營環境改善及相關研究調查之運用。

- 10.就漁業共榮部分，建議參考英國經驗，於相關政策中要求開發商在相關維運工作方面，應優先僱用當地漁民及培訓在地人力，為鄰近風場的漁村或漁民之轉型提供有力支持，但英國因漁業近年發展呈萎縮狀態，就海域開發與漁業共存共榮措施相對較為單純，而我國漁業產業量體仍旺盛，且離岸風場開發尚處於初期，建議宜請開發商就個別開發計畫提出各階段預期之長短期人力需求，以利政策推動及溝通；另在風場集中地區，維運所需港口及後勤支援亦將是未來之重點，漁民團體似可考量規劃經營風場維運協力事業，整合有意願之漁民提供人力、船艇等後勤支援，作為轉型轉業之選擇方案。
- 11.有關在離岸風場內或周邊經營海上箱網之構想，在實務上需考量在不影響風場維運需求及開發商意願等前提下，風場內是否具備可設置箱網之空間，該空間是否可提供具經濟規模、管理成本及天然災害應變效能等必要因素之箱網養殖條件，而我國目前尚無實質設立之風場，故規劃所需海域之基本條件(如洋流、水質及水深)、風場內風機與輸電線路配置及風場距離等重要參數闕如，恐怕現階段仍無法進行具體之規劃，另開發商是否可接受在風場範圍內設置固定漁業設施經營，亦是關鍵，建議宜儘早徵詢開發商之意見，並蒐集相關參數，俾利於此類形式之漁業共榮方案規劃。
- 12.在漁業共存方面，由於目前已公告之潛力風場區位集中，對於西部海域從事流刺網(網具長度最大達 2.5 公里)、延

繩釣等漁法作業漁民生計將有直接的影響，而離岸風場之開發並非一次到位，往後雖可造就一定規模之轉型就業機會，但恐非可涵括到大多數受到影響的漁民，對於無意願或無能力轉型的漁民可作業的空間，仍有必要詳加考量，爰建議在離岸風電場址選擇的政策方面，在漁民尚未能感受到離岸風電開發後帶來的好處前，應考量對於開發商在尚未公告之海域選址規劃作一定程度之限縮，而非無限制任意申請，以降低漁民或漁業團體之反彈。

(四)航行安全-航港局

人類長久以來端賴海洋穿梭舟楫，暢通貨貲，為人類生活所必須，對於國家經貿之發展更不可或缺，尤以臺灣四周環海，扼西太平洋航運要衝，海域航行安全之重要性自當無妥協之空間，惟在人類對海洋之多元運用，難免發生各目的性海洋活動在制度面、管理機制及海洋空間利用等之競合情事。而透過制度的設計、管理機制之調和、事前之協調規劃、科技設備之運用等等作為，航運發展及航行安全等事務與離岸風場之競合未必無共存之可能，惟因風機事故極可能嚴重波及人命、船舶、財產及海洋環境之安全，其中之前置作為、個案規劃皆應步步為營，謹慎為之，始能同時建立安全航行環境與離岸風電開發之最大值，在不影響國家航運發展之前題下創造國家離岸風能最佳開發效益。歷來我國未有離岸風建置之經驗，或可借鏡其他國家之例；由於英國同屬島國型態，對外經貿高度仰賴海運，四周海域往來船舶交通密度甚高，其離岸風電產業之經驗頗具參考價值，爰就本次參訪行程中關於海上航行安全一節，擬具建議事項臚列如下，俾提供離岸風場建置之規劃、維運管理之參考。

1. 航行安全之確保是離岸風場建置之基本要件，包括風場之整體外形、所占海域面積、風機排列方式、風機間距、航道與風場之安全隔離、風機之安全識別、風場之航行警戒標識系統以及航行安全信文機制等，應妥善規劃，國際燈塔協會 **IALA O-139** 對此有原則性之建議做法。
2. 倘有規劃航道之必要，長時統計船舶 **AIS** 資料可呈現海域船舶交通流狀況，可做為航道規劃參考；惟部分大型而吃水甚深之船舶，其航行路徑可能異於一般船舶，其 **AIS** 之長期觀測資料極可能被忽略，因之於規劃航道時，務必慮及各類型船舶航行態樣，以及在各種天候下對於航行海域空間與水深需求等因素。
3. 為航行安全之需要及在航運現況基礎下，長久以來之海域航行模式應慎重考量，避免因離岸風場之建置而過度改變船舶交通往來型態，必要時應廣泛徵詢航運業者之專業意見。
4. 在英國離岸風場並未限制漁船航行其中，惟仍有部分歐洲國家採限制規定。我國未來是否開放船舶航行於風場內，甚至是否開放風場內之捕撈行為，應會商各權責機關，倘最後同意船舶航行風場內，尚應律定船舶噸位、船全長、船寬等之上限，以確保足夠之航行空間，同時亦應限制航行速限，避免因風機遮蔽而可能影響瞭望，以致因船速過快而無法對於忽然竄出之目標做出反應，另外也應必免船速過快之造浪對其它船舶之影響。倘進一步允許於風場內漁捕作業，則應律定船舶應顯示之號標及號燈。
5. 離岸風場建置，風機林立海上，不僅有限風機間距直接關係到風場內搜索救助行動之施展，同時風機對於搜索瞭望亦有相當之遮蔽，極可能影響搜救成效。又風場對於整體

海域之阻隔，不利於風場外之直線救援時效；又倘採劃設指定之航道取代歷來慣用之航行海域，是否因船舶交通流匯集而潛藏事故風險，甚致對搜索救助行動有所不利，渠等嚴正問題於風場規劃期間應徵詢海上救難機關，包括行政院海岸巡防巡署、行政院國家搜救指揮中心等之意見。

6. 離岸風場與風機之安全直接關係船舶航行安全，因此風場及風機之監控至為重要，對於風場內或風機本身之事故，主管機關應適度課予開發商必要之監控、應變與通報義務。據此，開發商應建置風場之即時影像及信號監控系統，備置應變能量，包括救難船與直升機，並於風機設置直升機吊掛平臺。另為通報通訊所需，應於風場及岸上監控中心建置 VHF 通訊系統，俾於風場海域或風機本身發生事故時，能即時對外廣播並通報相關單位。
7. 國家可能因航行安全之需要而必須劃設航道並實施航行管理作為時，基於共負海域安全之原則，風機應無條件對相關行政機關提供海域監控雷達及 VHF 之使用權利，或因救難所需，各開發商亦應無條件配合國家救難指揮系統之整合調度其救援能量。
8. 當不幸發生風機重大災變或可能因風機之事故而致生重大海難，其事後之賠償與環境復原工作所費巨額恐非開發商所能獨力承擔，因此建議尋求整合所有開發商之力量，建立共同擔保機制與責任保險，俾於特別情事下能有效處理災難後續賠償與復原事宜。
9. 離岸風場既對航行安全有重大之關係，則就海上保全 (Security) 之必要性，每個離岸風場建置專案，乃至其工程船舶及補給船皆應實施 ISPS (Ship Security Management Systems) 機制認證。

10. 進行離岸風場建置工程之船舶，其相關船員以外之工程人員、現場督導人員應於正式登船出海前，除應接受工衛安全教育外，亦應完成相關之海上求生訓練課程。
11. 離岸風場建置前除對海底水文進行詳細調查外，長久可能存在於海底而未被發現之歷史爆炸物，對風機而言，是隱性之風險，對於航行安全亦有難以預測之威脅，應地毯式詳細搜查，避免發生工程進行期間或運維期間之爆炸事件。
12. 風機設施可能形成海床之淤積，甚有影響海流、潮汐、天候之情事，根據觀測資料顯示，風機運轉過程有明顯之聚雲現象。因此風場開發商在享用海洋共有空間進行發電營運時，應有義務隨時且長期觀測紀錄風場之水深、水文、海流、潮汐及天氣變化情形，俾提供相關單位應對參考。
13. 風場風機有一定之使用期限，除役停用之風機極可能對航行安全造成威脅，尤以報廢折沒於海中之風機基座更是難以發現之行行險阻，開發商於離岸風電專案申請審查時，應一併將風機除役計畫提送審查。

(五)碼頭-港務公司

1. 所參觀英國發展風電產業之碼頭及後線組裝區以漁港或是規模小水深較淺之商漁綜合港為主，通常是漁業產業沒落碼頭及後線閒置無人使用，卻因再生能源之發展讓原來使用低之區域找到新的方向，同時讓鄰近社區營造出新的產業方向及生命力，但非可完全取代原漁村之勞力，故漁民有身兼兩職之情形。
2. 碼頭及場地之使用情形在施工碼頭部分，因一個風場施工期間僅一年，所以施工碼頭及場地之使用性與一般商港碼

頭可維持 **60%**之使用性不同。常見因風場施工完成而有閒置之情形。而重件碼頭之投資又較一般碼頭昂貴，而風電碼頭之施工船租金特高，必須短時間完成，所以施工完後又變成無用。因此風電碼頭之永續經營規劃必須把風場之完工期間納入考量。

3. 風電施工碼頭及其後線場地如由生產、製作、儲存所需面積約 **40** 公頃，其碼頭所需之承載力與未來營運之方式有關，其所需儲存之面積與風場之規模、天候有關。因應船機之有效利用，要考量如何快速有效讓施工船將風機之基礎、塔筒、機艙運至風場施工，而重件區可利用現有區域局部加強，不須每區均為重件。
4. 運維碼頭因僅供工作船使用，其水深需求 **2-3** 公尺已足夠，因此一般漁港或船渠適宜作運維基地，且其位置以離風場越近越佳，可減少人員往返碼頭及風場之時間。碼頭上須具有吊桿將維修之零組件吊置工作船上，其後線必須設有倉庫堆放維修之零組件，但倉庫面積不需太大。另需要控制室作為監控風場狀況之所需。
5. 在風電產業中需要用到港口及碼頭之部分包括基礎、塔筒、機艙之製作、組裝及裝卸置工作船，電纜之進出口及裝卸作業，及運維等三項，其中基礎、塔筒、機艙之製作、組裝及裝卸每個 **30** 架規模風場約 **1** 年之時間，電纜約 **1-2** 月，祇須水深較深及重件碼頭之需求，運維則一般碼頭均可。
6. 建議為使開發商降低成本及為使港口單位及開發商財務具有可行性，施工所需之陸上設施、碼頭及後線製作場地與船機必須重複且連續使用，因此在風場開發之時序政策必須納入考量，以免造成使用者之成本太高且可能短時間投入太多資金興建碼頭及廠房，將造成閒置及投資浪費。而

重件碼頭及後現場地因其造價高且使用率並不高，為求財務之可行，其相關租金、碼頭使用費有必要另行訂定。運維碼頭之需求低，其所需之碼頭水深不深及後線場地面積較小，應以最近風場之區域為最佳。故閒置之漁港或商港之船渠均可使用。

附件 英方提供參考資料

FLOWW Best Practice Guidance for Offshore Renewables Developments: Recommendations for Fisheries Liaison

JANUARY 2014



**FLOWW Best Practice Guidance for Offshore Renewables
Developments: Recommendations for Fisheries Disruption
Settlements and Community Funds**

August 2015



Changes to fishing practices around the UK as a result of the development of offshore windfarms – Phase 1 (Revised)

Mark Gray, Paige-Leanne Stromberg and Dale Rodmell

Marine Research Report





COWRIE

COWRIE Secretariat
COWRIE Limited
c/o 36 Kingfisher Court
Hambridge Road
Newbury RG14 5SJ
United Kingdom
Tel: +44 (0)1635 550380
Fax: +44 (0)1635 550230
cowrie@offshorewind.co.uk
www.offshorewind.co.uk

Options and opportunities for marine fisheries mitigation associated with windfarms

Final report for COWRIE Contract FISHMITIG09



**ichthys
marine**



“green alliance...”

Growing the UK's coastal economy

Learning from the success of offshore wind in Grimsby

Supporting the co-existence of commercial fishing and wind power



支持商業漁業與離岸風電共存



The West of Morecambe Fisheries Ltd is a not-for-profit UK company established in 2013, funded by the owners of several UK offshore wind farms.

We manage funding donated by offshore wind farm owners, provided for the purpose of supporting and developing commercial fishing activities. The donations are used to finance, set up and support Community Projects that are of direct benefit to the fishing industry that operates in the same areas as the wind farms. We work closely with relevant sectors of the fishing industry to identify suitable Fishing Community Projects.

Our supporting donors are currently:
Walney Offshore Wind Farm
Ormonde Offshore Wind Farm
West of Duddon Sands Offshore Wind Farm
Westermost Rough Offshore Wind Farm
Race Bank Offshore Wind Farm
Burbo Bank Extension Offshore Wind Farm

See some of the projects we have funded so far, or visit our website at www.westofmorecambe.com

Dr Andy Revill, Director West of Morecambe Fisheries Ltd, 2015

漁民組織全國聯合會 (N.F.F.O.) 的支持聲明:

“西莫瑞克比漁業基金會 (West of Morecambe Fisheries Fund) 將就風電開發商與現有漁業的合作方式樹立典範。

該基金會將幫助轉換當地漁民社區最初可能感到的及可理解的焦慮來源及潛在威脅，進而促進兩者的正向關係及提供漁民急需的支持，讓他們得以維持及發展自己的事業。

它對離岸風電與漁業能於同一海域共存有極重要的貢獻。”

NFFO助理首席執行官Dale Rodmell, 2014年4月



西莫瑞克比漁業公司是一家成立於2013年的非營利性英國公司，是英國的幾家海上風電場業主發起設立的。

我們負責管理海上風電場業主捐贈的資金，旨在支持與開發商業漁業活動。捐贈的資金用於資助、建立與支持那些直接有益於漁業(其作業水域與風場重疊)之社區項目。我們與漁業的相關部門緊密合作，選出合適的社區漁業專案。

現有的捐贈人:

Walney Offshore Wind Farm
Ormonde Offshore Wind Farm
West of Duddon Sands Offshore Wind Farm
Westermost Rough Offshore Wind Farm
Race Bank Offshore Wind Farm
Burbo Bank Extension Offshore Wind Farm

查看我們截至目前資助的部分項目，或者訪問我們的網站 www.westofmorecambe.com。

西莫瑞克比漁業公司總監Andy Revill博士, 2015年

Statement of support from the National Federation of Fishermen's Organisations (N.F.F.O.):

"The West of Morecambe Fisheries Fund is demonstrating an exemplary approach of how marine developers can work together with existing fishing communities.

The fund is helping to transform what may initially and understandably be seen as source of anguish and a potential threat by local fishing communities into something that helps to foster positive relationships and provide much needed support to fishermen so they can maintain and improve their businesses.

It offers an important contribution to achieving co-existence between two industries operating in the same marine space."

Dale Rodmell Assistant Chief Executive - NFFO, April 2014

Offshore Wind Industry Council



Strategic review of UK east coast staging and construction facilities

A report by BVG Associates for the Offshore Wind Industry Council
August 2016



 HM Government

UK Marine Policy Statement

HM Government
Northern Ireland Executive
Scottish Government
Welsh Assembly Government