

開發離岸風力發電廠對當地居民之影響

溫敏麒¹ 張桂肇² 張珮綺³ 楊瑞源⁴ 黃煌輝⁵

¹ 國立成功大學海洋科技與事務研究所碩士生

² 國立成功大學水利及海洋工程學系博士後研究員

³ 國立成功大學水工試驗所助理研究員

⁴ 國立成功大學水工試驗所研究員兼組長

⁵ 國立成功大學水利及海洋工程學系教授兼校長

摘要

在參考國外開發離岸風場相關案例之後，通常其主要考量因素皆為風場經濟效能之多寡，並未能考慮開發營運對當地權益關係人的影響，然而臺灣西部海域已有許多大型開發案正實施執行，諸如雲林離島工業區及彰濱工業區等，若再加上目前政府致力推動的離岸風場，不論當地漁民之漁獲影響以及環保團體的反對聲浪，勢必會導致當地權益關係人產生極大之衝突，因此如何在開發離岸風力發電與其他權益關係人間取得平衡，是值得我們去探討的議題。

關鍵詞：離岸風力發電、權益關係人、主題溝通、成本效益

The Influence among the Stakeholders in the Developing Offshore Wind Farm

Min-Chi Wen* Kuei-Chao Chang Pei-Chi Chang Ray-Yeng Yang
Hwung-Hweng Hwung

* Master, Institute of Ocean Technology and Marine Affairs, National Cheng Kung University

ABSTRACT

Global environmental awareness has been raised to attach great importance to the influence of deteriorated green house effect. Most of countries have devoted to the development of renewable resource and the ways of how to operate due to the exhaustion of fossil fuel. In Taiwan, high population density and lack of the primary energy resource make energy issues be pay attention. Taiwan is located in monsoon zone and surrounded by ocean, which contributed to the exploitation of the offshore wind power. Therefore it would be able to assist the relative development of green energy industries in the future. However, the developments of the offshore wind energy would cause the conflict among stakeholders. Our concern is to clarify what related agencies involved and the differ stakeholders with differ communication topics, then, quantify the topics. For quantifying difference topics, utilizing the cost benefit analysis in this study.

Keywords: Offshore Wind Power; Stakeholders; Communication Topics; Cost-Benefit Analysis

一、前言

自 1990 年瑞典成功建立第一座離岸風力發電示範系統後，世界各國紛紛投入離岸風力發電之開

發，據歐洲風能協會（EWEA）於 2012 年所公布的統計資料記載，歐洲離岸風電在 2011 年底時已達到 3,812.6MW 之規模，其中包括比利時、丹麥、芬蘭、法國、德國、希臘、愛爾蘭、義大利、荷蘭、波瀾、

英國等均有規劃或建造中之離岸風場，可見興建離岸風力發電成為國際先進國家發展之趨勢。

目前臺灣於 2011 年宣布推廣再生能源之「千架海陸風力機」計畫，規劃國內將在 2030 年前安裝約 600 架離岸風力機，裝置容量可達 3,000 MW，與陸域風力機合計共設置超過 1,000 架風力機，總裝置容量將達 4,200 MW，約占再生能源設置目標 33 % 以上，可望成為國內電能替代最主要來源之一。

對於離岸風力發電之發展，公部門、民意代表、地方領袖與當地環保團體的態度具有顯著的影响力，此開發政策之實施必然會影響到部分民眾，有些民眾可能因此獲益，相對地也可能出現受害之民眾，這些人可泛稱為政策之權益關係人 (stakeholders)。在參考國外開發離岸風場相關案例之後，通常其主要考量因素皆為風場經濟效能之多寡，並未能考慮開發營運對當地權益關係人的影響，然而臺灣西部海域已有許多大型開發案正實施執行，諸如雲林離島工業區及彰濱工業區等，若再加上目前政府致力推動的離岸風場，不論當地漁民之漁獲影響以及環保團體的反對聲浪，勢必會導致當地權益關係人產生極大之衝突，因此如何在開發離岸風力發電與其他權益關係人間取得平衡，是值得我們去探討的議題。

二、離岸風力發電之概況

2.1 世界風能概況

世界風能協會(World Wind Energy Association, WWEA)於 2012 年 5 月公布「2011 年世界風能報告」(World Wind Energy Report 2011)其中指出，2011 年全世界風力機組裝置容量已達 237,016 MW(百萬瓩)，詳如圖 1，風能發電業成長率較去年同期資料達 20.3%，並能提供 5,000 億度電力，滿足全球 3% 左右的電力需求。

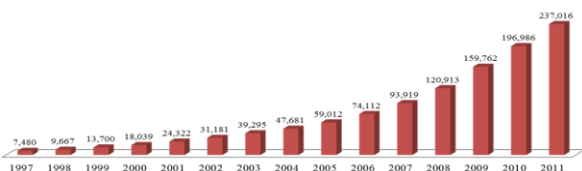


圖 1 1997-2011 年世界總風力機組裝置容量
參考自 WWEA (2011).

於 2013 年 4 月截止目前全世界最大的離岸風場是位於英國的 London Array 風場，裝置容量達 630MW，其次一樣為英國的 Greater Gabbard 風場，裝置容量達 504MW，可以看出英國近年積極地在投入離岸風力發電場之開發，且目前離岸風能的發展市場集中於歐洲地區。而在此報告中也可以發現 2011 年葡萄牙及挪威也跟進其他國家開發離岸風力發電，在與我國鄰近的日本、中國也陸續在發展離岸風力發電，顯示目前離岸風力發電的技術成熟，未來轉向離岸進行大規模的風場開發將成為大勢所趨。

2.2 臺灣離岸風力發電現況

張純美等(2008)研究結果提出彰濱外海為優先選擇設立離岸風力場的場址，依序為苗栗到台中、嘉義到台南、宜蘭海域，而花東外海位居最後，此結果未來可做為臺灣電力公司或能源公司或規劃設計單位在選址與設置之參考。

經濟部能源局並於 2013 年 1 月發布「離岸風電示範獎勵之評選結果」，評選結果由「福海風力發電股份有限公司籌備處」取得最優申請人資格，由「海洋風力發電股份有限公司籌備處」取得次優申請人資格；另台電公司經專案審查合格，亦為得受獎勵人；前述 3 案將完成設置離岸風力機總裝置容量約 300 MW。圖 2 為我國目前離岸風力發電示範系統辦法推動時程圖，未來希望 2015 年底能夠完成國內第一架示範機組之架設且完工商轉，並於 2020 年底完成示範風場之商轉。

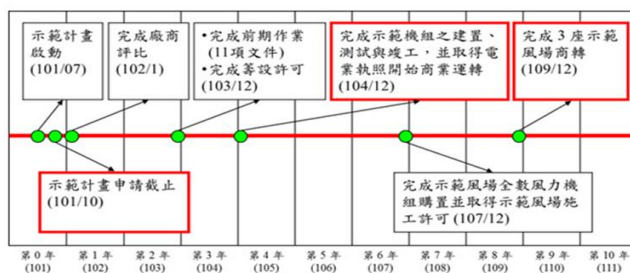


圖 2 離岸風力發電示範系統辦法推動時程圖
參考自「千架海陸風力機計畫」

由上述資料可以明顯的看出國內政府目前積極地發展離岸風力發電，並推出相關的獎勵措施以吸引更多的企業廠商投資，離岸風力發電勢必會成為臺灣發展再生能源之重要指標。然而未來再架設離岸風力機組將會遇上一些窒礙難行之處，如：與沿

岸居民之衝突、環保團體之抗爭、補償問題、劃定海域環境影響評估等等。為協助各權益關係人利用海洋資源與環境保護之間達到平衡，審視離岸風場環境影響評估之各項評估因子，以及減緩我國興建離岸風力發電廠所造成之影響，為發展離岸風力最重要之課題。

三、權益關係人之探討

對於離岸風力發電之發展，公部門、民意代表、地方領袖與當地環保團體的態度具有顯著的影響力，此開發政策之實施必然會影響到部分民眾，有些民眾可能因此獲益，相對地也可能出現受害之民眾，這些人可泛稱為政策之權益關係人 (stakeholders)。本研究將從國內外之研究中，探討當地居民對於開發離岸風力發電計畫之影響，並且參考國外衝突之緩解措施，進而量化當地居民之利益關係。

3.1 當地居民對開發離岸風力發電場之影響

Hagos(2007)以羅德島州的漁民作為研究基準進而分析漁民對於離岸風力發電之感知，並比較前人之研究區域，德拉瓦州、紐澤西州、鱈魚角、羅德島州的布里斯托爾鎮以及丹麥的 Nysted，其結果如下表 1。比較不同地區之調查，可以發現多數區域的地方大眾擁有很高之接受度，如羅德島州、德拉瓦州、布里斯托爾鎮以及丹麥的 Nysted，然而由於在紐澤西州與鱈魚角卻只有極低之接受度，當地為此只好延宕離岸風力發電開發之計畫，無法順利之發展此能源。而在調查羅德島州之漁民對於離岸風力發電之感知，其研究結果發現娛樂漁業之業者接受度可達 86.5%，但商業漁業之業者接受度雖高但只有 69.6%，導致兩者差距的原因在於業者生存之影響，對娛樂漁業之業者來說開發離岸風力發電可以吸引更多之民眾來此觀光休閒；但對於商業漁業之業者來說，風場不但會阻礙到原漁場且增加了海上航行之危險，亦可能影響當地之漁業資源。另有其他反對之業者認為風場之建設將會破壞港灣風景的世襲財產，影響沿岸居民或是當地原有之娛樂休閒之景點。

表 1 比較大眾對離岸風能之接受度調查結果

受測回答	羅德島州漁民	鱈魚角	紐澤西州	德拉瓦州	布里斯托爾	丹麥 Nysted
支持	81.3%	24.6%	27%	65%	76.6%	>80%
反對	12%	42.4%	41%	19.5%	23.4%	<20%
中立/不確定	6.7%	32.3%	32%	15.5%	--	--

參考自 Hagos(2007).

3.2 多功能離岸風力發電場之概念

Andreas(2004)提及可透過多功能整合評估，以探討離岸風場除了提供能源之外，是否可再與其他的產業做鏈結，以提供更多元化的使用方式。Bernhard et al.(2004)以及 Buck(2004)皆有提到德國沿海的複雜發展以及保護區之劃設，都會影響海域資源使用者之衝突，不同產業也會產生不同之威脅，諸如：離岸風場對船隻航行安全之影響以及對漁業業者之生存影響等，故建議採用整合性海岸管理來協調不同使用者之需求，以達到海洋與海岸環境之平衡，期望在產生可再生性能源之時，也能使生態、經濟及社會文化達到永續發展。

以離岸風場與海上養殖為例，可以利用離岸風場的結構物做為海上養殖的固定物以避免養殖物因為受到過大的風浪而掉落(詳如圖 3)，並且設計風機時可以配合多功能風場方式考量船隻通行之距離(詳如圖 4)，現有的漁船可以作為風力渦輪機的維修船，此外，風電場商轉的運作船隻也可以收穫貝類和海藻，共同維護且共享利益，以降低海域空間使用者之間的衝突。

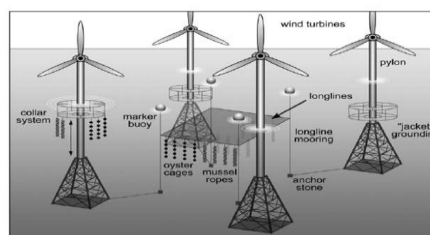


圖 3 離岸風力發電場結合海上養殖示意圖

參考自 Buck(2004)

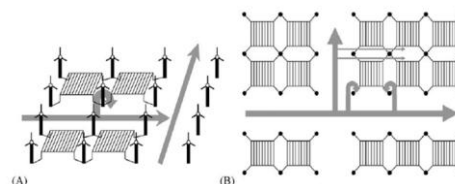


圖 4 離岸風力發電廠多功能海域使用示意圖(A)

側視圖(B)鳥瞰圖

參考自 Buck(2004)

3.3 臺灣開發實例—以彰濱離岸風場為例

3.3.1 目標開發場址及當地漁業概況

永傳能源公司於 2013 年 2 月經環保署環境影響評估審查委員會有條件通過第一期福海離岸風力發電計畫之環境影響說明書件。第一期預計在彰化縣芳苑鄉西側離岸 8 公里處設置 2 支風機及 1 座海氣象觀測塔、海底及陸上電纜與升壓站等設施。其中報告書另有規劃第二期之建設，未來將架設 50 支風機。同時，臺灣電力公司於 2011 年亦提出離岸風力發電場址之規劃，也將位於彰化，王詠祺(2012)指出台電原定南、北兩區，但因航道考量，故先以南區為最先開發處，並架設 36 部機組。

根據漁業署 2012 年針對彰化專用漁業區(彰化縣沿岸地區自平均低潮線起向外海延伸 3 哩及潮間帶之海域區域)所進行之調查，其中可明顯了解位於彰化縣內之漁業活動時間是週年皆有作業，本研究進而蒐集彰化縣漁業從業人數之調查，詳如圖 5，2011 年彰化縣各鄉鎮市漁業從業人數以伸港鄉之人數位居彰化縣漁業從業人數第一，而離岸風場預定地之芳苑鄉則位居第二，顯示彰化芳苑地區若要興建離岸風場，勢必要先與漁民進行協調，並且另需要配套措施，以減緩意見之分歧。

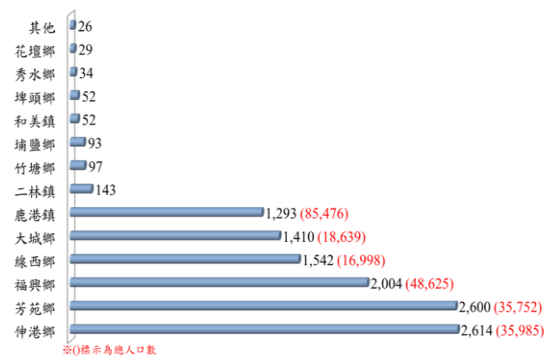


圖 5 2011 年彰化縣各鄉鎮市漁業從業人數

經由上述資料之呈現，本研究將其彰濱沿海之開發概況及保護礁區用地理資訊系統進行疊合 (Geographic Information System, GIS)，詳如下圖 6。福海離岸風場及台電南區北段離岸風場幾近重疊彰化縣之專用漁業區，且附近又有幾處保護礁區，在本來環境的保護礁區限制之下，又加上目前政府積

極開發之離岸風力發電場，此舉可能導致其他海域使用者無法支持此項開發，甚至可能造成離岸風場相關權益關係人介入影響此政策導致開發窒礙難行。因此在開發離岸風力發電場之前，必須先與當地的利益團體及居民進行溝通協調，並且盡可能增加各權益關係人之參與度，共同合作以降低權益關係者間之衝突。



圖 6 彰化地區沿海綜合開發圖

3.3.2 衝突之緩解措施

以臺灣開發之區域為例，位於彰化縣芳苑鄉外海之福海離岸風力發電計畫已於 2011 年開始針對漁權、漁場問題進行協商且廠商已有賠償之共識，目前福海風電計畫亦已於當地成立「彰化縣芳苑鄉離岸風力發展促進會」，討論離岸風力發電計畫於芳苑鄉之開發事宜，並針對地方回饋計畫做意見交流。

另於前章節有提及國外學者所提出多功能離岸風力發電場之概念，居民與企業廠商共同合作之經濟效益之可能，將可有效降低民眾對離岸風力發電重疊使用海域之衝突，以聯盟的概念來將彼此之效益達致最大。因此本研究將探討企業廠商與居民間之補償及共享資源、互助合作議題，以進行後續量化研究。

四、企業廠商與居民之量化關係

本研究除了蒐集相關福海離岸風力發電計畫對於當地居民之回饋補償外，亦將探討居民與企業廠

商共同合作之可能且其所帶來之經濟效益。

4.1 當地居民之回饋補償

根據彰化地區漁業與離岸風場共同發展計畫書(2012)其中指出，福海離岸風場回饋計畫之執行要點，將採取兩種回饋方式，第一為優先提供當地之工作機會，二為給付回饋金。回饋金之給付方式，以每座風機為單位，每座給予 35 萬之回饋金，目前福海風場規劃 52 座風機，故回饋金總計為 1,820(萬)元，給付方式將分 20 次給付，即以每座機組商轉後第 1 年至第 20 年每年進行撥款回饋當地居民、地方政府及漁會。為使回饋機制更透明化，將成立「彰化漁業發展基金」，確實補助漁業產量受影響之漁民，並提供經費已協助促進漁業發展及轉型，表 2 為福海離岸風力發電計畫回饋表。

表 2 福海離岸風力發電計畫回饋表

回饋計畫項目	金額(新台幣)	給付方式	給付對象
機組回饋金	35萬*52座 =1,820萬元	分20次給付 商轉第1年至第20年	1. 彰化縣政府 2. 彰化縣芬寮鄉公所 3. 彰化縣芬寮鄉漢寶村、新寶村、王公村、博愛村、和平村、興仁村、民生村、永興村等八村
彰化漁業發展基金	第一部分： 回饋漁民之漁獲產值 1,400萬元	彰化區漁會 按比例發放	漁民
第一部分+第二部分共計： 4,000萬元整	第二部分： 提供漁會 2,600萬元	—	彰化區漁會作為漁業發展用途

4.2 居民與企業廠商共同合作之經濟效益

根據 Buck et al.(2004)已提出離岸風場與海上養殖之概念，減少當地海域使用者之衝突。Griffin 學者根據 Buck 等學者之研究，目前正在進行離岸風力發電與養殖結合之經濟性評估，其中研究指出研究之風場場址(Nordergrunde 風場)結合海面養殖後之總效益值最少可以提升各為，風場 1.2%；養殖業 25.1%，詳表 3。

表 3 Nordergrunde 離岸風場場址多重使用之效益

	Nordergrunde (90MW)	288MW
Net Present Value (m€) Wind Farm	119.8	426.0
Net Present Value (m€) Mussel Farm	8.7	44.2
Total NPV Gain(Wind, Aqua)	(1.2%, 27.6%)	(1.6%, 25.1%)

根據上述前人之研究內容，本研究進而蒐集目前彰化縣之海面養殖其漁獲量及價值。2011 年之漁業年報記載彰化縣海面養殖之數量為 3,788 噸，其總價值新台幣 462,897(千)元。根據前述學者所指出之提升效益，養殖平均可以提升 26.4%，故結合風場養殖之總效益價值可以達到新台幣 585,102(千)元，而 20 年風場營運周期內之養殖業者獲益約可達到新台幣 117 億。若以目前彰化縣外海預計開發之福海離岸風場進行結合當地海面養殖，將原每年之售電效益新台幣 18.5(億)元平均提升 1.4%，則效益可上升為新台幣 18.76(億)元，以風場 20 年營運壽命來計，與養殖業者共同合作風場業者將可以獲得新台幣 375.2(億)元。

五、結論

透過國內外文獻之綜整分析，可以明確地了解，開發離岸風力發電場對於當地居民亦或是其他權益關係人而言，因重疊使用海域資源而產生衝突，將進而影響此政策開發的順利度，但若是能夠增加各權益關係人之互助合作機會，將能夠大大提升開發離岸風力發電之意願。

而根據企業廠商與當地居民之合作所計算出之效益來看，兩方聯盟以致獲得更大利益，但由於本研究只進行粗略之參數計算，因此未來再考量兩者效益間，可再加強其他社會因子及參數，以便提供未來政府決策者針對開發行為所造成之衝突另一緩解措施。

六、建議

由於福海風電計畫對於居民之補償內容仍未拍板定案，目前尤然處於溝通協調之草案階段，未來針對此項之補償仍有不確定性，因此未來在這部分的研究建議：(1)評估對漁業之影響須包含直接與間接影響之範圍；(2)建立漁業影響評估方法，並加上漁船繞道成本等因子，使評估結果更接近實際。另企業廠商與居民共同合作之經濟效益中，本研究只針對彰化縣沿海不分物種之海面養殖效益進行分析，並引用國外文獻粗略估算其所得之效益，由於結合效益之大可緩解當地因海域重疊所造成之衝突，故本研究建議未來政府及專家學者可針對此項因應對策進行合作研究，以減緩權益關係人之間之

爭端。

興建離岸風力發電，政府及企業應協力積極與當地居民溝通、協調，並針對在地之漁民及環保團體所提出之訴求加以解決或調解，尤以國外案例之借鏡，因當地居、漁民反對而無法順利推行離岸風力發電計畫，可見其影響之巨，故建議決策者應重視各層面權益關係人之意見，俾使此計畫推行無阻，並創造多贏之局面。

謝誌

本論文係國科會專題研究計畫「離岸風電示範機組與示範風場之環境影響評估研究(I)」(編號 NSC 102-3113-P-006 -014)之研究成果，承蒙國科會經費之補助使本研究得以順利完成，謹致謝忱。

參考文獻

- 張純美、陳信宏、楊瑞源、李宗霖、鄭東生(2008)「臺灣離岸風力發電場址評估之研究」，第 30 屆海洋工程研討會論文集，第 709-713 頁。
- 郭世勳(2008)「臺灣地區離岸式風力發電成本效益分析」，國立台北大學碩士論文，台北。
- 鄭淑華(2008)「整合性海岸管理架構下多功能離岸風田發展之研究」，國立中山大學碩士論文，高雄。
- 紀坪(2011)「社子島開發案之利害關係人態度研究」，國立中山大學碩士論文，高雄。
- 臺灣電力公司(2011)「台電離岸風力發電規劃」，臺灣電力公司電源開發處。
- 王詠祺(2012)「評估離岸風力發電廠對於中華白海豚的影響」，國立成功大學碩士論文，台南。
- 彰化縣政府主計處(2011)，「彰化縣各鄉鎮市漁業從業人數」。
- 永傳能源公司(2012)「彰化地區漁業與離岸風場共同發展計畫書」。
- 永傳能源公司(2012)「福海離岸風力發電計畫環境影響說明書」。
- 黃煌輝(2012)「能源國家型科技計畫離岸風力主軸專案計畫-先導型離岸風電計畫之環境影響評估期末報告」，行政院國家科學委員會。
- 經濟部(2012)「風力發電離岸系統示範獎勵辦法」，經能字第 10104604190 號。
- 經濟部能源局(2012)，「能源產業技術白皮書」。
- 行政院農委會漁業署(2011)，「漁業統計年報」。
- 許海成、陳文儀(1995)「離岸堤群背後流場及溫度場之研究」，第二屆國際海岸工程研討會論文集，第 145-162 頁。
- 林泰乙、高建彰、黃兆洋(1997)「彰化近岸海域之潮汐活動與海岸作用」，第九屆水利工程研討會論文集，第 555-567 頁。
- Andreas, K. (2004). "Holistic systems analysis for ICZM: The coastal futures approach," Coastline Reports 1, p177-181
- Buck, B. H., Krause, K. and Rosenthal, H. (2004). "Extensive open ocean aquaculture development within wind farms in Germany: the prospect of offshore co-management and legal constraints," Ocean & Coastal Management. 47, pp. 95-122.
- Firestone, J., Kempton, W. and Krueger, A. (2009). "Public acceptance of offshore wind power projects in the USA," Wind Energy. 12, pp. 183-202.
- Griffin, R. (in progress). "The economics of an integrated offshore wind energy and aquaculture facility".
- Hagos, K. W. (2007). "Impact of offshore wind energy on marine fisheries in rhode island," Coastal institute IGERT project. White paper in integrated coastal science.
- WWEC (2012). "World Wind Energy Report 2011".