

離岸風電技術的策略群組與技術發展動向之研究： 專利佈局分析之應用

張書豪¹ 樊晉源^{2*}

摘 要

離岸風電已成為近年來在能源技術上熱門的領域，有越來越多相關的研究，然而針對專利佈局的研究仍相當缺乏。本研究的目的即是了解目前離岸風電的主流技術與專利佈局，同時調查主要專利權人與國家以深入了解在離岸風電的技術發展趨勢，提供給政府與產業策略性發展建議。本文使用了資料探勘技術中的多重對應分析與K-means集群分析法，以探索離岸風電產業中主要廠商的競爭性技術與策略組群。本研究結果指出國家與廠商之間在技術定位與專利佈局策略上有所差異，透過差異性的定位分析，指出不同國家與廠商的相對技術優勢並提出政策建議。

關鍵詞：離岸風電、專利佈局、多重對應分析、K-means集群分析

1. 前 言

最近20年，許多國家開始關注到長久以來使用礦物燃料(煤炭、石油和天然氣)，已經造成全球溫室效應改變了氣候型態，以及空氣、水和土地的汙染，尤其礦物燃料屬於非再生資源，所以它的供應量會隨著人類的使用而逐漸減少。有鑑於此，於1997年12月在日本京都召開之「聯合國氣候變化綱要公約第三次締約國大會」(Third Session of the Conference of the Parties of the United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC-COP3)制定了京都議定書(Kyoto Protocol)，規範並控制人為排放之溫室氣體數量，以期減少溫室效應對全球環境所造成的影響，並於2012年在聯合國氣候大會上，有將近200個國家代表同意將《京都議定書》延長至2020年。此外，有鑒於非再生能源有其耗盡與非永續使用的限制，

許多國家紛紛將再生能源列為國家科技發展的重點項目(Klessmann *et al.*, 2011; Muichalena & Hills, 2012; Valenzuela & Qi, 2012)。

而在再生能源中，風力發電受到全球性的關注，尤其是離岸風電的發展(Kaldellis & Kapsali, 2013; Li *et al.*, 2011; Jacobsson & Karltorp, 2012)，一方面是因為歐洲各國在陸上風力發電資源幾乎已經開發完畢，另一方面隨著海上風力發電技術持續突破，逐漸吸引越來越多的資金支持。風力為目前最接近石化燃料成本之再生能源，且隨著陸域市場的飽和，離岸風力發電儼然成為全球再生能源的明日之星(陳芙靜，2012)。許多國家成立風力資源研究部門或推動相關研究計畫。

針對地區性的潛在風能進行國家型計畫的研究與調查，期以瞭解風力潛能優劣分布情況，快速找尋風力發電適合開發場址，作為風力發電後續開發時的參考依據(經濟部能源局，

¹國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心 副研究員

²國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心 副研究員

*通訊作者, 電話: 02-27377178, E-mail: cyfan@stpi.narl.org.tw

收到日期: 2013年11月13日

修正日期: 2014年01月21日

接受日期: 2014年02月07日

2007)。

由上述可知，離岸風電為未來再生能源的主力之一，全球離岸風電的產能在2012年成長了1.9%，相較於2011年成長了1.5%來得更為快速(WWEA, 2012)，因此離岸風電能源之商機未來可期。而我國海上風力資源充沛，不論是以二氧化碳減量的觀點、或是尋覓替代能源的觀點論之，離岸風電是我國可大力發展的永續能源，尤其臺灣海峽由於其特殊狹管效應形成海上風力強勁穩定(NREL, 2002)，具備極佳的開發條件。不過，離岸風電日益發展之趨勢主要是由國外先進國家積極推動而形成，其主流關鍵技術仍大多掌握在國外大企業手中。在此情形下，我國政府如何透過相關政策方案之推動，於離岸風電產業發展成熟之際佔到較佳的戰略位置，實有賴於相關專利佈局狀況之了解以便於制定政策。

本文以專利分析的方式了解離岸風電產業技術的發展趨勢，主要是透過專利文件的資訊進行統計、分析及比較，藉此呈現離岸風電相關技術訊息與情報，以供探查技術發展的現況。透過專利分析可以瞭解專利權擁有情況，包括各國的專利策略、未來發展趨勢以及瞭解研發產出，以了解產業趨勢、競爭者動態、策略規劃等。對於政府而言，針對專利資訊進行有效地分析，可了解競爭對手並有效扶植產業，尤其是在離岸風電技術高度成長的產業裡，專利資訊的掌握更加重要。

本研究將採用多重對應分析的專利模式來進行探索，首先，針對離岸風電主流技術進行分析，以了解目前技術發展現況；其次，本研究分析主要專利權人與所屬國家的專利佈局情形並指出不同的策略組群；最後，針對主要專利權人技術發展重心進行趨勢分析，進一步探索企業技術動向並預測未來技術的發展趨勢。本文利用多重對應專利佈局圖了解專利權人、所屬國別與技術之間的對應關係，透過此幾何空間的直觀效果能有效呈現與揭露企業與競爭者的技術佈局，察覺當前的技術缺口，提供資

訊供政府制定政策之參考。

2. 文獻回顧

2.1 離岸風電發展現況

目前在全球有5,538 MW的離岸風電發電量，其中有90%在歐洲，直到2012年年底，中國的發電量為509.5 MW，日本則是33.8 MW，主要在近岸與淺海地區。在全球具有離岸風電的國家中，中國的發電量將近510 MW，佔全球第三名，僅次於英國(2,947.9 MW)、丹麥(921 MW)，日本(33.8 MW)則是在近年來開始展現離岸風力發電的潛能，但距離離岸風力發電的前端國家仍有一段距離(EWEA, 2013)。中國大陸近年來風力發電市場成長迅速：2010年新增裝置量為18.9 GW，佔全球48%，位居世界第一；累計裝置量為44.8 GW，超越美國成為全球風力發電累積裝置最多的國家。現階段中國大陸風力發電裝置以陸域型為主，離岸風電裝置量仍相當有限，不過著眼於離岸風電為全球未來發展趨勢，中國大陸積極推動離岸風電示

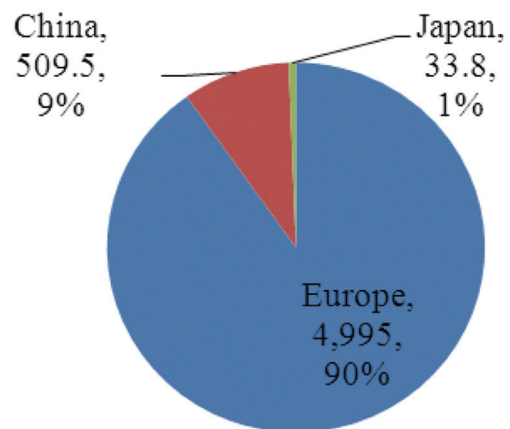


圖1 離岸風電全球發電量

資料來源：European Wind Energy Association (EWEA), 2013. The European offshore wind industry-Key trends and statistics 2012. Available at: http://www.ewea.org/fileadmin/files/library/publications/statistics/European_offshore_statistics_2012.pdf, Accessed in August 2013, 12.

範應用，並發展離岸風電產業(臺灣區電機電子工業同業公會，2013)。

以歐洲的情況而言，在過去一年，在歐洲有超過10個國家新增1,162個離岸風機在55個離岸風場，在這十個國家中，其離岸風電的總發

電效能已達4,995 MW (如圖2)，其發電量年增率亦有長足的成長，在2012年，其年增率發電量已達1,166 MW，相較於前一年874 MW成長了25%。圖3則是歐洲10個國家的離岸風電場數、風機數與發電量，由圖3可知，英國是歐洲

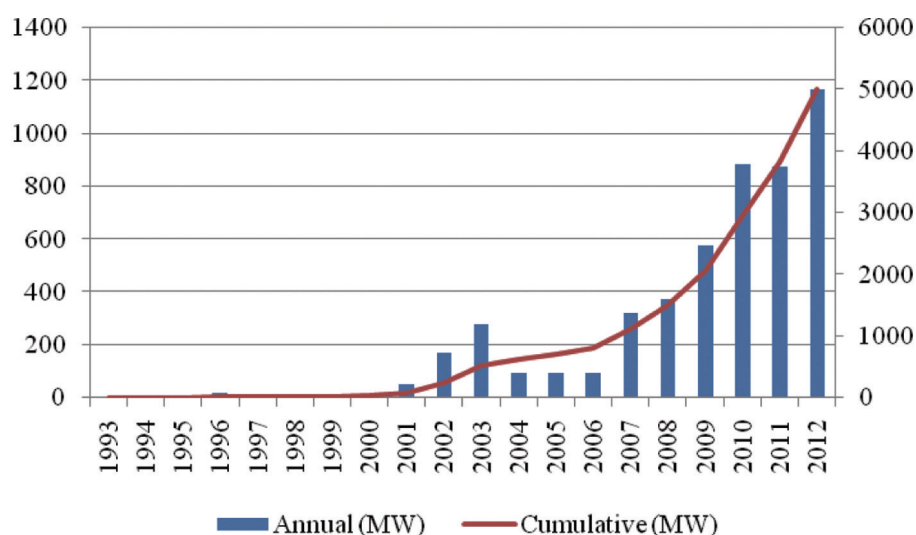
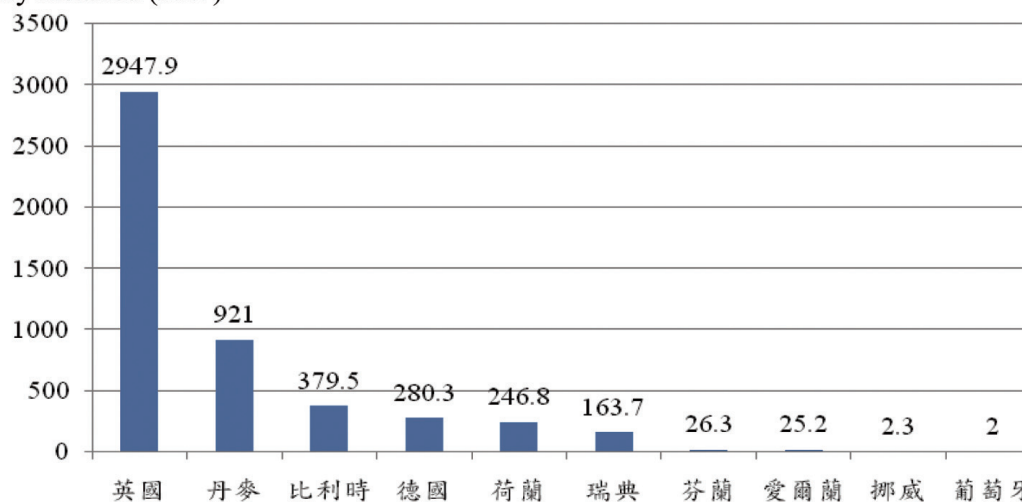


圖2 離岸風力發電量趨勢圖

資料來源：European Wind Energy Association (EWEA), 2013. The European offshore wind industry- Key trends and statistics 2012. Available at: http://www.ewea.org/fileadmin/files/library/publications/statistics/European_offshore_statistics_2012.pdf, Accessed in August 2013, 11.

Capacity installed (MW)



國家	英國	丹麥	比利時	德國	荷蘭	瑞典	芬蘭	愛爾蘭	挪威	葡萄牙
風場數	20	12	2	6	4	6	2	1	1	1
風機數	870	416	91	68	124	75	9	7	1	1

圖3 各國離岸風電發展現況

資料來源：European Wind Energy Association (EWEA), 2013. The European offshore wind industry- Key trends and statistics 2012. Available at: http://www.ewea.org/fileadmin/files/library/publications/statistics/European_offshore_statistics_2012.pdf, Accessed in August 2013, 11.

最大的離岸風電發電國家，佔了59%左右，其次是丹麥，約佔18.4%。英國於1991年興建第一座風力發電廠，目前已建置超過250座風力發電廠，近年來，英國在離岸風電推動政策及市場成長上相當具有野心，期望建立本身的離岸風電產業鏈(周承志及鄭孟寧，2012)。

以中國的情況而言，中國雖已建成亞洲第一個離岸示範風場，然而目前仍著重在潮間帶與近海領域開發；韓國及日本亦持續進行離岸風力發電之建置規劃，預計2015年完成深海示範機組；而美國第1座示範風場將於2013~2014年間完成，現非歐系國家在離岸風力發電的發展全處於示範建置階段(陳芙靜，2013)。再生能源發電一直為世界各國發展永續能源政策的重點之一，透過提升技術與增加基礎設施，期能有效降低對傳統能源發電的依賴程度，並減少碳排放量，歐洲各國為滿足2020年再生能源目標，無不積極實施各項方案，離岸風電開發更是推動重點，期能帶動相關產業供應鏈，亦有助於增加工作機會，改善經濟情況。離岸風電在歐洲的大幅發展是可預期的，並以朝向大規模開發、大型化機組及更深海域設置為發展趨勢，但也隱含許多關鍵問題仍待突破，包括大型風機技術、跨國性電網整合、確保能源供應穩定、產業人才缺口等(鄭孟寧及周承志，2012)。

我國於2007年完成「離岸式海域風力機組申設審核要點」，行政院亦於當年核定能源局所提「第一階段設置離岸式風力發電廠方案」，規劃以分階段設立方式，逐步建立離岸風電機組(莊智媚，2008)。經濟部能源局評估臺灣西部海域水深5~20公尺之淺海離岸風電可開發潛力及可行場址，初步排除限制開發之區域，可於新竹、臺中、彰化、雲林、嘉義、臺南及澎湖挑選出具經濟規模之開發區塊。考量新竹場址疑似有斷層帶、臺中場址緊鄰大肚溪口生態保育區，及臺南場址有較多3級以上之淺層地震等有關安全及環境保育問題，總計臺灣本島西部海域及澎湖地區約可設置400部風

力機，以每部風機3 MW估計，臺灣西部海域淺海離岸風電可開發潛能可達1,200 MW(陳芙靜，2011)。臺灣官版首宗的離岸風力發電場，台灣電力公司已準備就緒。擬投資200億元，在彰化芳苑西側海域距岸6~8公里處，建置總裝容量108~110 MW離岸風力發電廠，最快107年4月動工，首部風力機109年可商轉(台灣風能協會，2013)。

2.2 我國離岸風電產業鏈

風力發電是全球先進各國大力推動的再生能源產業，為解決陸上設置空間不足的問題，包含歐洲、美國及大陸等風力發電領導國家皆積極朝向離岸風場的開發。離岸風力發電產業範疇相當廣泛，包括塔架、機艙、轉軸、葉片、風場開發與海事工程等，圖4為我國目前離岸風力發電設備產業供應鏈規劃。

我國中西部海岸沿線受臺灣海峽海風隧道效應，東北季風強勁，為優良風場(陳芙靜，2011)。而我國風機產業大都還停留在材料及零組件等項目上，尚無具備大型風機系統開發能力的業者。因此，應積極投入離岸風機技術研究，提升自身的研發能力，開發低生產成本的離岸風機設備，將有助於我國發展離岸風機產業。此外，離岸風場開發有賴於海事工程技術，東亞海域有多颱風及地震等特色，若能及早累積離岸風電所需的海事工程技術，積極建置適用於東亞地區的大型海事施工船隊，將有助於我國離岸風電開發(周承志及鄭孟寧，2012)。

2011年風力發電設備產業投資額已達新台幣約20億元，全年產值已達新台幣60億元，廠家數約60家，累計創造就業人數約1,250人(經濟部工業局，2012)。以國內發展現況的劣勢上，目前本土整機廠技術僅為陸域型2MW機組，與國際尚有差距，而離岸風力發電投資風險高，國內缺乏本土系統廠帶領，零組件業者雖有意願但仍處於觀望。此外，海底基座僅具鑽油平台金屬基座之製造能量，離岸海底基座

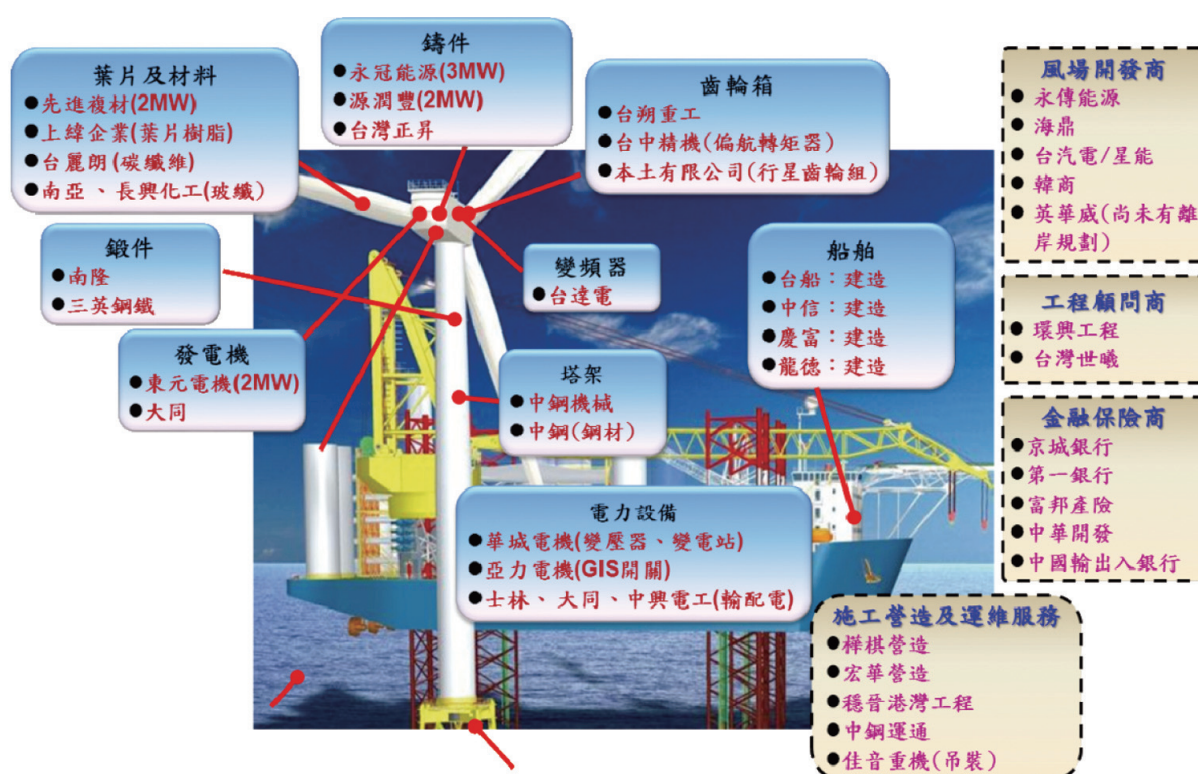


圖4 臺灣離岸風力發電設備產業供應鏈規劃

資料來源：經濟部工業局(2012)，風力發電產業發展策略與推動措施，Available at: <http://idac.tier.org.tw/DFiles/20120419145655.pdf>，Accessed in August 2013。

建置能量亟待國際技術引進，且國內目前並無現有吊裝船及安裝船，需以現有船隻進行改裝或引進技術重新設計，且海底電纜製造能量不足，缺乏海上變電站承攬經驗，這些皆有待於國際技術引進。而離岸風力發電設備皆為重機電產品，將運至海上進行安裝，故部分零組件需於陸地先行生產組裝，所需之專屬港埠、組裝工業區及運輸路徑等環構亟待建置，亦有待政府的努力(經濟部工業局，2012)。

我國在發展風力發電產業之優勢為國內鑄鍛鍛加工能力強，可直接應用到風力發電設備上，且國內齒輪箱、發電機廠商已具備基礎技術，塔架已有製造實績，因此我國風力機關鍵零組件只要稍加投入研發費用，其零組件皆可應用於風力機產品上，另外國內具備風能評估、氣象、地理環境分析專業人員，可建立更佳之風能評估及預測技術之能力，對於提升模擬精度，並發掘潛在場址助益甚大。臺灣之機電、電控、資訊、鋼構元件及相關工程產業技

術能力已發展至相當水平，可作為風力發電機組研發之基礎，就生產要素而言，我國具備不錯之條件(馬振基，2012)。

2.3 專利分析

專利分析係指將各種與專利文件相關資訊進行分析及比較之方法，藉此呈現產業內複雜的技術與法律狀態(Choi *et al.*, 2007)。透過專利文件的分析，可以揭示目前的技術開發領域、激發新的技術解決方案，同時顯示技術之間的關係或刺激投資政策(Tseng *et al.*, 2005)。Trappey *et al.* (2013)認為專利分析的文件可透過政府公開的資料庫，為技術形成的趨勢提供分析的基礎。專利分析可針對專利文件的外部特徵指標進行統計，例如針對專利數量進行分析與解釋，亦可針對專利文件的內容，按技術特徵歸併專利文獻資料，透過分群的方式從事進一步的分析。

過去關於離岸風電的研究多集中於技術領

域上的突破(Karimirad & Moan, 2012; Li *et al.*, 2011)或是政策發展現況(Kaldellis & Kapsali, 2013; Mani & Dhingra, 2013)進行探討，顯少針對離岸風電相關知識領域、專利與技術類別進行進一步的探索與分類。然而，離岸風電的發展是集合海洋工程、機械電力與力學等跨領域整合技術之產業，對於該產業的發展而言，多領域的技術探索實有其必要。有鑑於此，近年內有部分研究針對離岸風電的相關專利技術進行分類(Trappey *et al.*, 2013)，透過專利分群的方式(Trappey *et al.*, 2010)，試圖找出產業技術發展的趨勢與模型，同時透過專利分析探索知識領域的架構與範疇(Trappey *et al.*, 2009; Trappey *et al.*, 2013)。

3. 研究方法

本研究首先確定研究主題、其次訂定專利檢索方向後進行專利檢索，接著依據專利檢索所得之專利資料進行分析，以了解主流趨勢與技術發展現況，最後，依據專利分析所獲得之資訊運用多重對應分析法(Multiple correspondence analysis)及集群分析法(Clustering analysis)進行離岸風電專利佈局定位分析與策略組群分析。

3.1 檢索策略與資料來源

過去關於專利檢索的資料來源，多數來自於美國專利暨商標局(USPTO)或是歐洲專利局(EPO)，例如Johnstone *et al.* (2010)即利用EPO專利資料，探討25個國家在1978~2003年間，國家的環境政策對於一國再生能源技術創新的影響。不過，由於美國是世界上最大的商業交易市場，其系統開發與數據可追溯至1975年，具備一定程度的歷史，而在國際技術的分析上，美國系統具有普遍的代表性(Bass & Kurgan, 2010)。因此，本研究選擇美國專利資料庫來進行專利分析，蒐集美國專利暨商標局專利資料庫中核准公告之專利，專利資料是限定於1976

年到2013年7月23日之前公告之美國專利。檢索條件如下所示：(((TTL/offshore and wind) or (TTL/offshore and turbine)) or ((ABST/offshore and wind) or (ABST/offshore and turbine)) or ((ACLM/offshore and wind) or (ACLM/offshore and turbine)))。得出專利共805件，在刪除早期專利部分欄位存在遺漏值，最終共得644件離岸風電相關專利。

3.2 多重對應分析

對應分析可透過低維度的知覺圖處理類別變數，分析目標體彼此的相對位置，並呈現相關屬性間的關係(Hair *et al.*, 2006)。多重對應分析則是對應分析法的延伸(Everitt & Dunn, 2001)，能同時分析多種類別變數的多變量統計方法，亦可稱為同質性分析(Homogeneity analysis)。在類別變數的處理上，它可同時對資料矩陣的行與列進行正規與正交的加權動作，以求出各行列向量所構成的多維度平面。對應分析可視為一種特殊的多元統計分析方法，以圖解的方式描繪交叉列聯表的資料，能同時考慮多組類別變數並呈現變數間的相互關係，透過圖形簡單地判斷類別變數間的連結與相對應的關係，將交叉列聯表的行和列中各元素的比例結構以點的形式在較低維的空間中表示出來，亦即將交叉列聯表的次數轉換成比例的列聯表，以計算其對應關係。而多重對應分析與對應分析的相異之處在於對應分析只能探討兩個類別變數之間的關係，多重對應分析能加入能處理多個類別變數間之關係，加入更多的類別變數，使專利文件的定位更為準確。此外，本文採用K-means集群分析針對專利文件進行分類，透過多重對應分析後所得的專利文件座標搭配集群分析法進行分群，以空間位置數據判斷哪些專利權人與所屬國別的專利佈局屬於同一集群。

本研究多重對應分析在專利佈局的應用，目標體為專利權人(Assignee)、IPC分類號(International patent classification)與專利權人所

屬國(Assignee country)。透過多重對應分析知覺圖可看出：(1)專利權人間的關係：越靠近的點則相關性越高，可歸屬於同一類；(2)專利權人所屬國之間的關係：圖中鄰近的點表示具有相關性，專利權人所屬國之間為競爭關係；(3)專利權人、專利權人所屬國與IPC分類號之間的關係：任一專利權人或所屬國別與IPC分類號的點距離愈近，即顯示該專利權人、所屬國別在此類的IPC表現越佳。

4. 研究結果

4.1 專利檢索結果

本研究發展的多重對應專利佈局分析分為二種類型，第一類是用來掌握企業、國家與其競爭對手的專利佈局情勢與當前產業的技術缺口，即不需考量時間因素，因此未加入核准日期之變數。第二類是用來探索企業技術動向與預測技術的發展趨勢，即需考量時間因素，因此加入核准日期之變數。前者的過程較為簡單，後者的過程是由圖5的專利累計數量分布發現至1995年的累計收量為50%，據此分成前、後二期，分別為1976~1995年與1996~2013年。此時若有權利人的專利分布橫跨前、後二期，透過專利權人前後兩期座標的移動了解企業專

利佈局的動向或技術發展趨勢。

表1表示了在美國專利資料庫，離岸風電專利的前十大專利權人核准件數檢索結果，而在專利權人所屬國方面，前五名的國家分別為美國、法國、挪威、日本與荷蘭，其專利件數分別為458件、38件、36件、15件、15件。表2則為前十大IPC分類號(即為每篇專利的第一個IPC)的分佈次數表，由表2可知，離岸風電技術多數集中於B63B類、E02B類、E21B類與E02D類，在IPC國際專利分類定義下，B63B類屬於船舶或其他水上船隻、船上設備；E02B屬於水利工程；E21B屬於土壤或岩石的鑽探；E02D屬於基礎、挖方、填方、地下或水下結構物。表3則是專利前十大國家分布次數表。

4.2 專利佈局定位分析

本研究透過多重對應法進行專利佈局定位分析，過去學者多利用多重對應法來進行行銷市場的研究(Kaciak & Louviere, 1990)、醫療醫學的運用(Bonnefoy-Mazure *et al.*, 2013; Liu & Liu, 2011)、地質與地理的應用(Dai & Lee, 2001)、心理學的研究分析(von Humboldt *et al.*, 2012)與旅遊行為的相關研究(Richards & van der Ark, 2013)。但針對專利分析的研究，仍是相當缺乏。此外，有時多重對應分析的定位圖無法完善地解釋多變數類別間的關係，特別是

專利累積件數

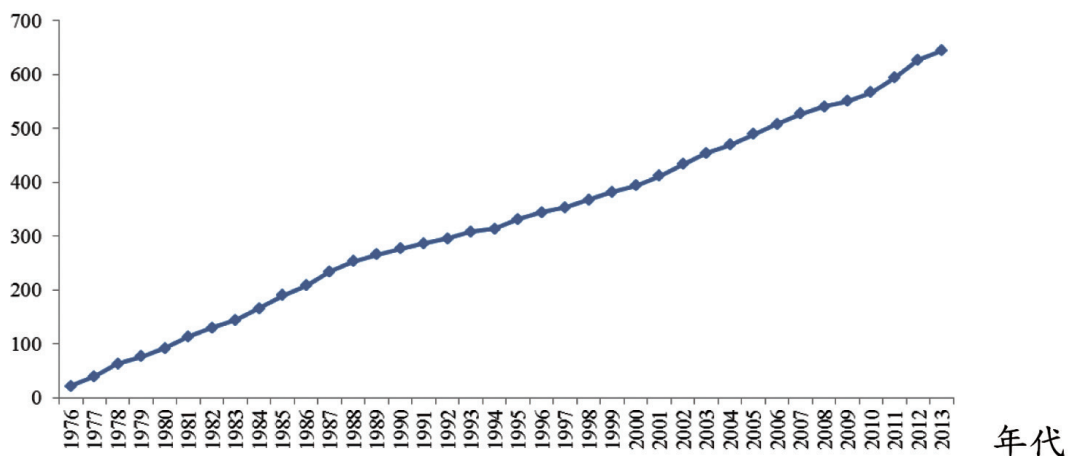


圖5 離岸風電專利累積數量/核准日期

表1 前十大專利權人核准件數

排名	專利權人	數量	百分比
1	Exxon Production Research Company	33	5.1
2	Shell Oil Company	27	4.2
3	Chevron Research Company	20	3.1
4	Texaco Inc.	18	2.8
5	Conoco Inc.	14	2.2
6	French Institute of Petroleum	11	1.7
7	Technip France	11	1.7
8	FMC Technologies, Inc.	11	1.7
9	Union Oil Company of California	10	1.6
10	Deep Oil Technology, Inc.	9	1.4

表2 前十大IPC分類號分布次數表

排名	IPC分類號	數量	百分比
1	B63B	150	23.3
2	E02B	147	22.8
3	E21B	99	15.4
4	E02D	43	6.7
5	F16L	19	3.0
6	F03D	17	2.6
7	B01D	11	1.7
8	B65B	11	1.7
9	F03B	10	1.6
10	F25J	7	1.1

表3 專利前十大國家分布次數表

排名	國家	數量	百分比
1	美國	458	71.1
2	法國	38	5.9
3	挪威	36	5.6
4	日本	15	2.3
5	荷蘭	15	2.3
6	德國	14	2.2
7	英國	12	1.9
8	加拿大	10	1.6
9	中國	8	1.2
10	丹麥	5	0.8

當多變數的類別項太多，使得定位圖的類別點重疊、模糊的情況特別嚴重而不易進一步的判讀與分析。因此，本文採用對應-集群分析法 (Correspondence cluster analysis) 以釐清多變數與多類別間關係結構與關聯性，即先使用多重對應分析 (Multiple correspondence analysis) 將原始類別資料量化後，再以集群分析進行研究 (Arimond & Elfessi, 2001; Wen & Chen, 2011)。

本研究將644件專利資料進行多重對應分析，其專利權人共有293個企業或機構、專利權人所屬國有27個國家，共包含了96類的IPC三階專利類別，顯示離岸風電專利所涉及的技術領域相當廣泛，故適合以多元對應分析的

方式對專利權人、國別與IPC類別進行定位分析。此外，針對專利資料進行兩階段集群分析法，首先，經階層集群法得知最佳群數為四群，其次透過K-mean集群法將專利權人、國別與IPC分類號分為四群，四個集群之最後集群中心點分為別(-6.653,0.694)、(-2.548,-1.325)、(-0.865,3.318)、(0.214,-0.101)，表4為集群分析的ANOVA結果，F統計量達到顯著，表示在定位點的分群上已具有效益。

圖6為針對專利權人、國別與IPC分類號的離岸風電多重對應專利佈局圖，而表5為群組主要成員表。

由圖2與表4可知，大部分的專利權人與國

表4 集群分析ANOVA結果

	集群		誤差		F檢定	顯著性
	平均平方和	自由度	平均平方和	自由度		
維度1	163.064	3	0.357	385	456.246	0.000
維度2	129.499	3	0.655	385	197.816	0.000

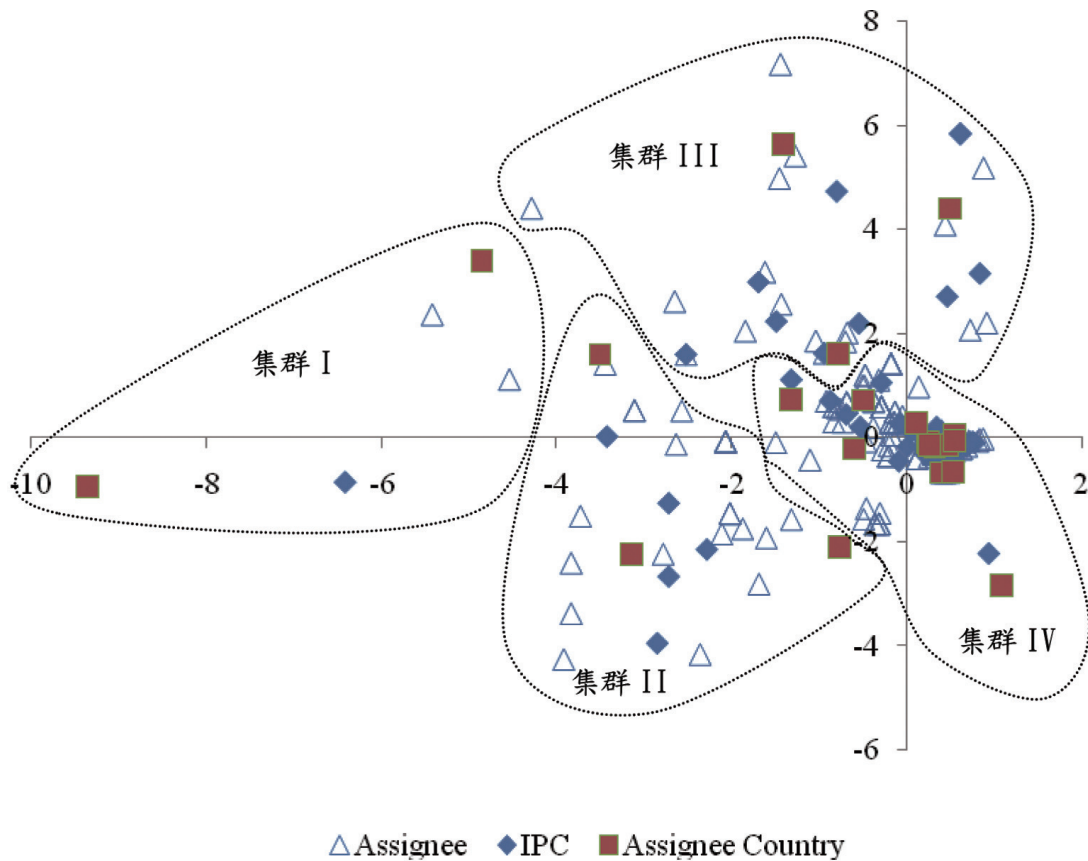


圖6 離岸風電多重對應專利佈局圖

表5 群組主要成員表

群組	群組主要成員		
	專利權人	國別	IPC分類號
一	Polestar, Ltd、Gamesa Innovation & Technology, S.L.、LM Glasfiber A/S	西班牙、百慕達群島	H02P
二	Aerodyn Engineering GmbH、Vestas Wind Systems A/S、Aquaculture Engineering Group Ltd.、Dyckerhoff & Widmann AG、Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.	加拿大、德國、丹麥	F03D、H01F
三	Single Buoy Moorings Inc.、IHC Engineering Business Limited、BHP Petroleum PTY, Ltd.	澳洲、中國、英國	F03B、F03G、F25J、G01S
四	Exxon Production Research Company、Shell Oil Company、Chevron Research Company、Texaco Inc.、Conoco Inc.	美國、法國、挪威、日本、荷蘭	B63B、E02B、E21B、E02D、F16L

家均趨近於群組四，而群組四主要的技術包括 B63B、E02B、E21B、E02D、F16L，其包含的國家為美國、法國、挪威、日本與荷蘭，這些國家均為離岸風電專利核准最多的國家，顯示在離岸風電技術上，先進各國的技術發展領域相當接近，透過這種方式可探勘目前技術發展的主流與動向。此外，在群組二的部分，加拿大、德國、丹麥在離岸風電專利佈局上的定位接近，主要是關於 F03D 與 H01F，亦即風力發電機的研發，同時重視磁體、電感與變壓器的相關研發；群組三的澳洲、中國、英國主要是關於 F03B、F03G、F25J 與 G01S，重視液力機械或液力發動機、彈力、重力、慣性或類似之發動機與採用無線電波測距或測速等相關技術；群組一則以 H02P 為主，以電動機、發電機、或機電變換器之控制或調節的研發為主，主要國家包括西班牙與百慕達群島。

由上述可知，四個群組所囊括的專利權人與國別不同，而它們所專注的技術領域亦不相同，群組一以船的設備、水利工程、土壤鑽探、管子、電纜或護管之支撐為主，主要是關於離岸風電廠的開發方面；群組二則是以風力發電機與變壓器的相關研發；群組三則是液力發動機的研發等動力相關技術；群組四則是電力之發電、變電或配電為主。

4.3 專利權人技術動向與發展趨勢

核准日期分析可透過專利數量的增減得知歷年研發重心的變化，以描述技術發展軌跡與預測技術何時萌芽與衰退。本節加入在十大專利權人中，於前後期(以 1995 年為分界點)中皆有核准專利為研究對象，以有效地挖掘專利權人技術動向與技術發展趨勢等情報，結果如表 6 所示。

由表 5 可知，Shell Oil Company 近年來除了著重水利工程(E02B)與土壤或岩石的鑽探的相關研究(E21B)之外，與 Texaco Inc.、Deep Oil Technology, Inc. 相同亦重視船舶或其他水上船隻以及船上設備的相關研究(B63B)，French Institute of Petroleum、Union Oil Company of California 近年來則是重視土壤或岩石的鑽探(E21B)相關專利的申請，FMC Technologies, Inc. 則是除了船上設備之外(B63B)，近年來亦重視基礎、挖方、填方與地下或水下結構物等相關專利的申請(E02D)。

5. 結論與建議

本研究之目的主要是希望透過相關之專利分析、多重對應分析法與集群分析法，找出當前離岸風電產業之主流技術發展趨勢及專利佈局之策略與定位，可提供政府進行專利佈局之策略參考。由研究結果顯示，離岸風電之專利集中於美國、法國、挪威、日本與荷蘭，而

表 6 專利權人技術發展重心趨勢

專利權人	前期座標	後期座標	前期技術領域	後期技術領域
Shell Oil Company	(0.309,-0.226)	(0.385,-0.197)	E02B、E02D、E21B	B63B、E02B、E21B
Texaco Inc.	(0.237,-0.037)	(0.511,-0.291)	B63B、E02B、E02D	B63B
French Institute of Petroleum	(0.595,0.049)	(0.429,0.067)	B65D、E21B	E21B、G06F
FMC Technologies, Inc.	(0.177,0.038)	(0.371,-0.167)	B63B、E21B	B63B、E02D
Union Oil Company of California	(0.424,-0.123)	(-0.313,-1.689)	E02B	E21B
Deep Oil Technology, Inc.	(0.349,-0.074)	(0.352,-0.181)	B65B、B67D	B63B

離岸風電技術多數集中於B63類、E02類與E21類，主要是關於船舶或其他水上船隻、與船有關的設備、水利工程與土壤鑽探等，顯示目前離岸風電的技術方向有一部分是朝向風場開發與海事工程的方向。

此外，透過專利佈局定位分析可知，美國、法國、挪威、日本與荷蘭的佈局主要是在於船有關的設備、水利工程與土壤鑽探等，在這些國家中，荷蘭以離岸風力發電作為未來主要發展方向，荷蘭於2006年即建立離岸風力發電渦輪機，當時被認為是綠色能源的開始(全球台商服務網，2012)。離岸風機的架設相當複雜，牽涉到海底電纜的鋪設、輸送電網的建立、海下樁柱的架設，以及施工工程船的建造，都是開發離岸風力發電重要的一環。澳洲、中國、英國則在液力機械或液力發動機領域保有領先優勢，一般而言，離岸風電開發裝置，是集合海洋工程、流體力學、機械設計、電氣學科等為一體的多學科、多領域整合技術。加拿大、德國、丹麥主要是在風力發電機的研發有較多的專利與技術開發，早在十九世紀末，丹麥已經製造出第一部風力發電機，不過當時由於經濟效益過低，風力發電機並未受到重視，直到最近幾年，能源危機與環保意識抬頭帶動風力發電機的發展，在2012年，丹麥政府通過了增加風能電力生產比例的計畫，預計到2020年達到50% (The Guardian, 2012)。

而開發商的發展方面，透過Shell Oil Company、Texaco Inc.、French Institute of Petroleum、FMC Technologies, Inc.、Union Oil Company of California與Deep Oil Technology, Inc.的發展方向可知，目前專利技術的發展多往船上設備的相關研究、水利工程與土壤或岩石的鑽探等，主要與美國、法國、挪威、日本與荷蘭的開發方向相似，相較於陸域風電開發，離岸開發必須將風電設備與海事工程同時解決，具有充足之海事工程設備、低故障率的風力機產品，對於風場、海象、氣候與地形之事前評估，是建立離岸風電場重要的關鍵技術。

21世紀全球再次面臨能源價格急速攀升的危機，各國相繼檢討能源政策，發展再生能源成為能源政策最重要的選項之一。而再生能源中又以風力發電成長迅速，依據全球風能協會(World Wind Energy Association, WWEA)的統計，風力發電量逐年增加，全球在2012累積裝置容量已達282 GW，我國排名第28，總裝置容量563 MW (WWEA, 2012)。而近年來，由於陸域風力發電的發展飽和，在歐洲離岸風力發電正迅速成長，針對各國與企業之離岸風電專利技術的發展與佈局進行分析有其必要性，世界各國與廠商皆紛紛強化船上設備與海事工程等相關技術，未來如何透過相關技術的提昇，以增加離岸風場的開發，將是各國與廠商的發展方向之一。

在政策建議上，由前述的研究結果可知，近年來先進各國與領先企業其專利近年集中於船上設備、水利工程與土壤或岩石的鑽探等，顯見在離岸風電的發展上，各國對於海事工程的重視。對於離岸風電產業而言，充足之海事工程設備、施工品質，以及風場、海象、地形的事前評估是建構離岸風場的關鍵要素，而我國缺乏海事工程經驗，且多颱風及地震、海象環境惡劣，海事工程技術更顯得重要，但國內現存的船舶設備及施工技術仍無法支應政府的預期目標，時常必須仰賴國外船隊與經驗，在國際離岸風電市場快速發展情形下，其開發時程較難掌握，往往使得投資成本與風險大幅增加，也阻礙了國內離岸風電產業的發展。有鑑於此，政府應透過工業合作機制自國外引進技術，同時培訓專業人才提升技術層次，在海事工程的進行上也需要許多基礎設施與港口的配合，這些皆需要政府的協助，以完備離岸風場自主開發能力，應能對就業與產業發展有所助益。

此外，雖然我國目前在離岸風場的開發技術仍在起步階段，但臺灣機電零組件競爭力強，在葉片、發電機、控制系統等風力機零組件皆有具一定水準之技術能力，且國內鑄鍛鋁

加工能力強，可直接應用到風力發電設備上，在全球離岸風電市場上應有發展的空間。而風力機運作日久元件會磨損消耗，我國可發展就近供應維修之優勢，利用海運之便就近供應中國大陸風力機市場之需求，強化臺灣亞太樞紐角色，成為兩岸零組件之售後維修商及備品供應商。

臺灣在離岸風電產業如何搶佔商機，是能源產業永續經營之思考重點之一，因此，值得國內能源產業詳加思考與研究，並進行策略性之專利佈局，避免喪失此一產業發展的時機。而風力發電技術日新月異的發展也越加迅速，尤其歐洲陸域型風力發電技術發展已漸趨成熟，相對而言，我國風力發電發展腳步已晚，我國宜從零組件如葉片、發電機、控制系統、電力轉換等切入此一產業，並推動關鍵元件品質測試，以取得國際認證。對於我國能源產業而言，可於一些既有的商業模式與服務的基礎上，在離岸風電相關組件與服務上進一步的整合，在成長性的離岸風電產業取得一席之地。

在研究限制與未來研究方向上，由於本文目的在於了解目前離岸風電的主流技術與專利佈局，以深入了解主要專利權人與國家在離岸風電的技術發展趨勢，提供給政府與產業策略性發展建議。而在本文所分析的644項專利中，雖包含了27個國家，但無臺灣所屬專利，這可能是因為資料庫的特性以及本文所設之搜尋條件範圍較窄，主要是希望能夠獲得較為精確的搜尋結果。然而，卻無法針對我國在相關技術的專利表現為何，以及主要在那些IPC領域從事進一步的分析。未來研究可透過臺灣專利資料庫，針對我國在離岸風電相關技術的專利申請情況進行深入探討，並配合我國產業發展情形，聚焦於臺灣以了解我國在離岸風電的歷年技術發展趨勢。

參考文獻

台灣風能協會，2013。全球風力發電產業動

態，台灣風能協會，新竹。

台灣區電機電子工業同業公會，2013。中國大陸離岸風電發展近況，Available at: <http://www.teema.org.tw/industry-information-detail.aspx?infoid=2653>，Accessed in January 2014。

全球台商服務網，2012。荷蘭經濟環境，Available at: <http://twbusiness.nat.gov.tw/countryPage.do?id=10&country=NL>，Accessed in August 2013。

周承志、鄭孟寧，2012。英國離岸風電發展趨勢分析，第34屆海洋工程研討會論文集，國立成功大學，臺南。

馬振基，2012。國內風力發電技術研發現況與成本分析暨國內產業具體扶植政策報告，清華大學化學工程系，新竹。

陳芙靜，2011。全球離岸風力發電市場前景分析，經濟部技術處，臺北。

陳芙靜，2012。全球離岸風力發電設備產業現況與趨勢，機械工業，346期，60-72。

陳芙靜，2013。2012年歐洲離岸風力發電產業回顧與展望，ITIS產業評析，金屬工業研究發展中心，高雄。

莊智媚，2008。台灣離岸風力發電之績效及風險評估，佛光大學經濟學系未出版碩士論文，佛光大學，宜蘭。

經濟部工業局，2012。風力發電產業發展策略與推動措施，Available at: <http://idac.tier.org.tw/DFiles/20120419145655.pdf>，Accessed in August 2013。

經濟部能源局，2007。2007能源科技研究發展白皮書，經濟部能源局，臺北。

鄭孟寧、周承志，2012。歐洲離岸風電發展趨勢，Available at: <http://www.materialsnet.com.tw/DocView.aspx?id=10616>，Accessed in August 2013。

Arimond, G., & Elfssi, A., 2001. A clustering method for categorical data in tourism market segmentation research, *Journal of Travel*

- Research*, 39(4), 391-397.
- Bass, S. D., & Kurgan, L. A., 2010. Discovery of factors influencing patent value based on machine learning in patents in the field of nanotechnology, *Scientometrics*, 82(2), 217-241.
- Bonnefoy-Mazure, A., Sagawa, Y., Lascombes, P., De Coulon, G., & Armand, S., 2013. Identification of gait patterns in individuals with cerebral palsy using multiple correspondence analysis, *Research in Developmental Disabilities*, 34(9), 2684-2693.
- Choi, C., Kim, S., & Park, Y., 2007. A patent-based cross impact analysis for quantitative estimation of technological impact: the case of information and communication technology, *Technological Forecasting and Social Change*, 74(8), 1296-1314.
- Dai, F. C., & Lee, C. F., 2001. Terrain-based mapping of landslide susceptibility using a geographical information system: A case study, *Canadian Geotechnical Journal*, 38(5), 911-923.
- Everitt, B. S., & Dunn, G., 2001. *Applied Multivariate Data Analysis*, Arnold, London.
- European Wind Energy Association (EWEA), 2013. The European offshore wind industry- Key trends and statistics 2012. Available at: http://www.ewea.org/fileadmin/files/library/publications/statistics/European_offshore_statistics_2012.pdf, Accessed in August 2013.
- Hair, Jr. J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L., & Black, W. C., 2006. *Multivariate Data Analysis*, Upper Saddle River, Prentice-Hall, NJ.
- Jacobsson, S., & Karltorp, K., 2012. Formation of competences to realize the potential of offshore wind power in the European Union, *Energy Policy*, 44(1), 374-384.
- Johnstone, N., Hascic I., & Popp, D., 2010. Renewable energy policies and technological innovation: Evidence based on patent counts, *Environmental and Resource Economics*, 45(1), 133-155.
- Kaciak, E., & Louviere, J., 1990. Multiple correspondence analysis of multiple choice experiment data, *Journal of Marketing Research*, 27(4), 455-465.
- Karimirad, M., & Moan, T., 2012. Wave- and wind-induced dynamic response of a spar-type offshore wind turbine, *Journal of Waterway, Port, Coastal & Ocean Engineering*, 138(1), 9-20.
- Kaldellis, J. K., & Kapsali, M., 2013. Shifting towards offshore wind energy-Recent activity and future development, *Energy Policy*, 53(1), 136-148.
- Klessmann, C., Held, A., Rathmann, M., & Ragwitz, M., 2011. Status and perspectives of renewable energy policy and deployment in the European Union-What is needed to reach the 2020 targets? *Energy Policy*, 39(12), 7637-7657.
- Li, J., Chen, J., & Chen, X., 2011. Dynamic characteristics analysis of the offshore wind turbine blades, *Journal of Marine Science and Application*, 10(1), 82-87.
- Liu, C. Y., & Liu, J. S., 2011. Mining the optimal clustering of people's characteristics of health care choices, *Expert Systems with Applications*, 38(3), 1400-1404.
- Mani, S., & Dhingra, T., 2013. Offshore wind energy policy for India-Key factors to be considered, *Energy Policy*, 56(3), 672-683.
- Muichalena, E., & Hills, M., 2012. Renewable energy issues and implementation of European energy policy: The missing

- generation? *Energy Policy*, 45(1), 201-216.
- National Renewable Energy Laboratory (NREL), 2002. *Wind Energy Resource Atlas of Southeast China*, NREL, Golden, CO.
- Richards, G., & van der Ark, L. A., 2013. Dimensions of cultural consumption among tourists: Multiple correspondence analysis, *Tourism Management*, 37(1), 71-76.
- Trappey, A. J. C., Lin, C. R., Wu, C. Y., & Fang, P. S., 2013. Dynamic patent analysis of wind power systems and engineering asset development, *Proceedings, 8th World Congress on Engineering Asset Management (WCEAM 2013)*, Hong Kong.
- Trappey, A. J. C., Trappey, C. V., Hsu, F. C., & Hsiao, D. W., 2009. A fuzzy ontological knowledge document clustering methodology, *IEEE Transactions on Systems, Man, Cybernetics: Part B*, 39(3), 806-814.
- Trappey, C. V., Trappey, A. J. C., & Wu, C. Y., 2010. Clustering patents using non-exhaustive overlaps, *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, 19(2), 162-181.
- Trappey, C. V., Wang, T. M., Hoang, S., & Trappey, A. J. C., 2013. Constructing a dental implant ontology for domain specific clustering and life span analysis, *Advanced Engineering Informatics*, 27(3), 346-357.
- Tseng, Y. H., Wang, Y. M., Juang, D. W., & Lin, C. J., 2005. Text mining for patent map analysis, *Proceedings, IACIS Pacific 2005 Conference*, Taipei, Taiwan.
- The Guardian, 2012. Denmark aims to get 50% of all electricity from wind power. Available at: <http://www.theguardian.com/environment/2012/mar/26/wind-energy-denmark>, Accessed in August 2013.
- Valenzuela, J. M., & Qi, Y., 2012. Framing energy efficiency and renewable energy policies: An international comparison between Mexico and China, *Energy Policy*, 51(1), 128-137.
- von Humboldt, S., Leal, I., & Pimenta, F., 2012. Assessing subjective age and adjustment to aging in a Portuguese and German older population: A comparative multiple correspondence analysis, *International Journal of Psychological Studies*, 4(2), 141-153.
- Wen, C. H., & Chen, W. Y., 2011. Using multiple correspondence cluster analysis to map the competitive position of airlines, *Journal of Air Transport Management*, 17(5), 302-304.
- World Wind Energy Association (WWEA), 2012. *World Wind Energy Report 2012*, WWEA Head Office, Germany.

The Study on Strategic Group and Technology Developments of Offshore Wind Power: Application Patent Portfolio Analysis

Shu-Hau Chang¹ Chin-Yuan Fan^{2*}

ABSTRACT

Offshore wind power is the most popular in recent years, the field of energy technology issues, was becoming increasingly relevant research. However, the research is still lack in the patent portfolio. The purpose of this research is to study the status of mainstream offshore wind power technology and patent portfolio, and investigates major assignees and countries to define a better understanding of the developmental trends of the offshore wind power technology. This can further provide the government and industry with additional strategic development proposals. We used data-mining methods (multiple correspondence analysis, and K-means clustering) to explore competing technological and strategic-group relationships within the offshore wind power industry. The results indicate that the technical positioning and patent portfolio between the countries and the manufacturers are different. We assessed the relative technological advantages position of various countries and manufacturers and proposed technology development policy recommendations to the offshore wind power industry.

Keywords: Offshore wind power, patent portfolio, multiple correspondence analysis, K-means clustering

^{1,2} Associate Researcher, Science and Technology Policy Research and Information Center,
National Applied Research Laboratories

* Corresponding Author, Phone: 886-2-27377178, E-mail: cyfan@stpi.narl.org.tw

Received Date: Nov. 13, 2013

Revised Date: Jan. 21, 2014

Accepted Date: Feb. 07, 2014