

以本體論專利探勘技術解析全球離岸風力發電關鍵技術之智財發展趨勢

吳俊逸^{1*} 張瑞芬² 方品軒³ 林啟瑞⁴

摘 要

在特定領域下辨識一特定國家或一個企業技術性智慧財產(簡稱智財, IP)之發展及競爭力可以運用專利探勘技術及其多元觀點來進行探討。許多國家對離岸風力發電(Offshore Wind Power, OWP)發展成為新再生能源之重要選項有很高的期待, 本研究著重於以系統化探討離岸風力發電之技術創新, 並且動態地運用文件探勘與資料探勘技術, 從全球專利資料庫中將所有相關的專利進行檢索、蒐集與分析。研究中先建構以離岸風力發電技術為基的本體論(Ontology), 以利辨識離岸風力發電技術領域之結構、核心概念以及概念間之關係, 而本體論之建置透過自動且動態地擷取專利文件中的關鍵詞彙, 並經由領域專家對相關詞彙進行驗證而產生, 同時進行評估離岸風力發電之技術發展藍圖。本研究採用的專利指標包含專利家族、領域技術之成長率、引證網路圖、技術功效矩陣以及專利訴訟資訊, 透過上述指標衍生出離岸風力發電之研發景觀與策略, 在建立完成離岸風力發電專利知識基礎之後, 基於專利地圖資訊所提供的可靠方向, 可以清楚地辨識部分子領域之發展機會與潛能。

關鍵詞：離岸風力發電、本體論、專利分析、綠色能源

1. 研究背景與目的

離岸風力發電為在海域或水域地區, 如海上、峽灣及湖泊等, 以風機陣列形成離岸風場, 並仰賴風力推動風機運轉產生電力, 以臺灣為例, 發展離岸風力發電的最佳地點為臺灣西部的臺灣海峽。離岸風力發電所帶來的效益可以透過不同面向來探討, 從環境面的角度, 離岸風場的發電效率相較於陸域風場為佳, 若發展將可以大幅減少二氧化碳的排放量。根據全球能源總署(IEA)報告, 2004年臺灣每人的平均二氧化碳排放量11.26公噸, 居全球第18

名, 同時為亞洲第一。隨著氣候變遷已成為全球須正視且面對的課題, 我國政府於2010年制定減碳目標, 期望2020年排碳量要回到2005年水準, 相當於減碳2.1億公噸, 並且2025年要回到2000年之排放量, 因此, 如何達成減碳目標是刻不容緩之事。從經濟面而言, 離岸風力發電之發展可帶動產業界及金融界的投入, 除了風場開發商、風機製造商外, 加上各項組件設備及海事工程承包商, 以及金融機構提供融資專案, 經由以上組合即可形成離岸風力發電之產業供應鏈, 不僅提高再生能源產業之發展效率, 還能達到減碳之目標, 更創造就業機會,

¹國立清華大學工業工程與工程管理學系 博士後研究員

²國立清華大學工業工程與工程管理學系 特聘教授

³國立清華大學工業工程與工程管理學系 研究生

⁴國立台北科技大學機械工程學系 特聘教授

*通訊作者, 電話: 03-5715131~33961, E-mail: d9534524@oz.nthu.edu.tw

收到日期: 2013年10月28日

修正日期: 2013年11月27日

接受日期: 2014年01月10日

提升臺灣的經濟競爭力。

2012年全球離岸風電新增裝置容量為1,131 MW，而全球離岸風電累計裝置容量已經達到5,117 MW，突破了5 GW大關。根據全球海上風電發展調查報告(2013)分析，全球離岸風電裝置容量將保持成長趨勢，2013年底全球累計離岸風電裝置容量有望達到7,100 MW，雖然與陸域裝置容量約300,000 MW相比仍有很大的落差，不過2013年新增加的離岸風電裝置容量幾乎占總容量近40%，可見其成長率之顯著。2012年很多領導廠商表示，計畫加強在離岸風電之發展或推出新的機型，分別是Vestas、Siemens、Areva、Alstom、Gamesa、聯合動力、三菱重工、現代集團和三星集團等(中國智能電工網，2012)。因此，開發離岸風力的好處包含以下優點(經濟部能源局，2008)：(1)離岸風速通常較陸域約大20%，風能的擷取可增加72%，塔架不需建置太高；(2)氣流較陸域穩定，風機運轉負載較小，可以提高25%的使用壽命；(3)噪音及光影問題小，可以提高風機轉速與效率；(4)風場用地取得較陸域單純，塔架底部可以形成魚礁吸引魚群，增加漁獲量；(5)離岸之靜風期較短，每年滿載小時較長，有利擴大發電量。此外，離岸風場之成本結構與陸域風場差異很大(能源政策，2011)，風力機在陸域風場之成本約占70~75%，但占離岸風場之成本僅40~50%，其他成本約50%包含基礎建造、電網併聯、海底電纜等。根據Windpower Monthly (2010)估計，離岸型風場之平均建造成本約為300萬歐元/MW，超過陸域型風場平均成本的2倍，如何降低能源建置成本將是各國現在的努力方向(能源政策，2011)。目前市場上主要的裝置容量為3~5 MW風力機，而且離岸風場不得直接採用陸域風力機組，須重新設計才能適應海洋環境。未來，離岸風力機將朝向更大型化風機與增加單機容量作發展，其裝置容量皆以千瓩(MW)級發展，以降低發電成本與造價成本，並縮短回收時間，未來單機裝置容量將可達到10~12 MW (能源政策，2011)。

目前全球離岸風電主要集中在歐洲地區，尤其是英國、丹麥和德國等傳統風力發電發展強國；反觀亞洲地區，作為廣泛的示範區域也已經開始在全球舞臺上嶄露頭角，尤其是中國、日本和韓國。歐洲是最早發展離岸風力發電的國家，從1990年代由丹麥、荷蘭和瑞典等國家率先建置小規模的示範型風場，一直到2000年以後，這股熱潮逐漸由英國接手，英國可利用廣大的海域資源發展離岸風場，至今裝置容量已達到全球第一，從離岸風電總裝置容量的排名依序是英國(2,948 MW)、丹麥(921 MW)、比利時(380 MW)、德國(280MW)、荷蘭(247 MW)、瑞典(164 MW)、芬蘭(27 MW)、愛爾蘭(25 MW)、挪威(2 MW)和葡萄牙(2 MW)等，在歐洲最突出的風電機組供應商是Siemens，其佔據了歐洲海上風電裝置容量的58%，其次是Veatas (28%)、REpower (8%)、BARD (3%)、WinWind (1%)和GE (1%) (北極星電力網，2012)，因此，雖然英國的累積裝置容量居首，但風機製造廠商則是以德國居多。由於國外風機製造商多數成立時間較早，其技術發展較於成熟，反觀中國的風機廠商相對於國外而言較晚，但是近年來發展迅速，2009年全球15大風機製造商中，共有5家中國企業入圍，例如金風科技、華銳風電等(風電雜誌，2010)。

臺灣擁有發展離岸風力產業的巨大潛能，臺灣海峽季節氣流造就臺灣西岸良好風場，不過其地理環境特殊，為颱風與地震等天然災害高潛勢地區，面對如此特殊的環境，先進國家離岸風力發展經驗難以直接轉移國內使用。因此，想要妥善利用這些天然資源，除需借重國外的發展經驗外，更需要整合國內產學研究相關能量，共同開發適合臺灣發展的離岸風力發電技術，才有可能建立我國離岸風力產業。我國首座風力發電廠於2000年建置，由台灣電力、台朔重工以及正隆公司分別在澎湖、雲林和新竹地區設置了三個風力發電系統，總容量為8.64 MW；政府於2004年開放民營電廠，及

至2009年頒布「再生能源發展條例」，提供優惠電價加速我國風力發電應用發展，截至102年6月底國內累計設置314部陸域大型風力機，總裝置容量為621 MW。而在離岸風電技術的研發上，由於國內過去的發展計畫多集中在陸域風場技術與風機組件開發，離岸風電系統之技術與產業推動方面則需要加緊腳步。

2010年底國科會啟動能源國家型科技計畫之離岸風力主軸計畫，執行我國離岸風電場的設置評估與規劃，以釐清我國面臨之關鍵技術與困境。2013年開始，離岸風力主軸計畫將延續第一階段研究成果，下一階段將以建置「臺灣離岸風電先導型計畫」所規劃的風海觀測塔及抗颱風震風機為研發目標，研究聚焦於離岸風場開發場址遴選、離岸風場建置技術及離岸風電長期發展三大面向，藉由建置測試及示範運轉過程汲取經驗，促進離岸風電在研究和產業雙方面平行發展，進而推展離岸風電後續開發，以創建風能產業之願景。其中風力渦輪機組是依地域設計的產品，系統廠商都是從不同國家起家，包含日本、韓國、印度、中國等皆有自主化的發展策略，臺灣若想達到能源自主，政府應利用國內既有之技術基礎，加上國際合作方式，引進國外相關技術，藉此扶植國內相關風機組件產業，讓國內廠商有機會成長。2012年7月3日經濟部發布「風力發電離岸系統示範獎勵辦法」，正式啟動臺灣進入離岸風力發電實質開發階段，以每年新增300 MW裝置容量之開發速度，推動大規模深海風場開發，期望2015年建立國內風場開發實績，設置600架以上的海上風力機以及陸上風機400架，使總裝置容量達到4,200 MW，並在2030年達成3,000 MW離岸風力政策目標，以創造國內離岸風力發電產業超過5,000億的市場商機，屆時風力發電總裝置容量將占再生能源33%以上，可望成為國內最主要再生能源之一(經濟部能源局，2013)。

臺灣西門子總裁暨執行長艾偉(Erdal Elver)表示，未來西門子將扮演技術供應鏈角色，協

助臺灣相關業者完成風力發電的建置。西門子認為臺灣離岸風力發電的再生能源大有可為，並協助上緯、永傳能源參與經濟部主導的離岸風機示範計畫，扮演大型風機供應商角色，西門子預計2016年可完成離岸風機建置，西門子作為全球海上風力發電的領導技術廠商，願積極響應臺灣政府的再生能源政策，協助臺灣市場發展永續能源(MoneyDJ財經知識庫，2013)。因此，研究目的為針對離岸風力發電技術之專利進行分析，以找出未來適合臺灣發展自有技術的方向。

過去的專利分析方法中，主要找出具有研究興趣的領域專利，並進行一次性的專利分析，本研究的動態專利分析流程將使用文字探勘技術以整理其關鍵詞彙，透過定期檢索專利資料庫，並更新領域本體論之詞彙，使本體論可以運用最新資料不斷地被更新，因此關鍵技術與最新的風力專利都將受到檢視與關注。研究中透過美國專利商標局(USPTO)、歐洲專利局(EPO)與臺灣智慧財產局(TIPO)等專利資料庫以進行分析，並綜合離岸風力發電技術之創新，最後擬定離岸風力發電發展策略、智慧財產之機會和風險將使綠色能源決策者與國內風力發電廠商做出更有效的管理。

2. 文獻探討

本章節介紹相關的研究文獻，包含離岸風力發電技術、本體論、專利地圖分析以及成長曲線的定義與目標。

研究中進行之離岸風力系統領域探討，根據發電原理，離岸風力發電的構成硬體元件，包含風力機、連結件、離岸變電站、海底基樁、海底電纜、陸域電纜以及陸域變電站等，離岸風場所產生的電力將會透過離岸變電站收集及升壓之後，經由海底電纜傳輸至陸域電纜，最後併聯至台電於各地的陸域變電站(產業評析，2010)。另外風力機主要是由8,000多個零件組成，其中塔架與葉片占有所有成本的前兩

名，主要零件包括發電機、轉向控制、旋角控制、變壓器、轉子軸承、塔架、葉片、電力轉換器、主傳動軸、機架、機艙殼、剎車系統、電纜、螺栓等。在葉片方面，依照旋轉軸方向的差異，可以將風機分為垂直式(Vertical-Axis Wind Turbine, VAWT)與水平式(Horizontal-Axis Wind Turbine, HAWT)兩大類，其中垂直軸風機的旋轉軸與地面垂直，有利於獲得來自於各種不同角度的風，同時具有啟動風速低、風能利用率高及噪音較小等優點；水平軸風機則與地面平行，具有運轉效率高、震動較小與啟動性能佳等優點(臺灣中小型風力機發展協會，2012)。

根據定槳矩失速型風機和變速恆頻變槳距風機的特點，國內目前裝置的風機一般分為二類，第一類為非同步型，包含籠型非同步發電機與繞線式雙饋非同步發電機，第二類為同步型，包含永磁同步發電機與電勵磁同步發電機。塔架方面的基底可分成三類型，一為單樁基底，其直徑超過3.5 m，二為重力型態基底，特色為使用強化混凝土結構，重量超過1,000噸，三為群樁基底，其類似於石油平台；而在支架方面分成兩部分，一為可分解裝置，包含組裝的眾多元件，二是整合裝置，此技術主要應用在英國海域，裝置容量4,000噸。另一提高許多基底防止腐蝕的作法，如在表面塗上特殊油漆，可保持50年的使用壽命(Liu, 2010)。現今，大部分的風力渦輪機技術以水平軸和螺旋槳式為主，主要組成以塔架與機艙，機艙內包含發電機、齒輪箱、轉子，目前以三葉式風機為主流，在過去15年發展中，風機已達到非常可靠與複雜的水準，市場成長將以更大型的風機進行研發(Dubarić, 2011)。

根據離岸風力發電系統的結構，本研究運用本體論來表示其領域知識的概念和關係，透過自動專利檢索，本體論定義出一般性詞彙在相關領域上，以提供一些需要的資訊分享(Andreasen, 2004)，本體論也提供了一般標準原則，對於領域的分割和組織(Poli, 2002)，它

包含可機械式解釋定義之基本概念在於相關領域和兩者之間的關係(Uschold, 1995)，領域依賴性和一般本體論需要呈現形式上的結構，可以使我們理解和共享更多的領域知識。在人工智慧領域中，Chandrasekaran *et al.* (1999)使用本體論描述特定領域中的專有術語及其間關聯；本體論為呈現部分真實世界的概念化模型並且使用圖形的方式表達概念，以節點表達概念或個體、以線條表示概念或個體之間的關聯性(Huhns, 1999)；在哲學領域中，Smith與Welty (2001)認為本體論被視為真實世界中實體(entity)的分類，並具確定性的詳盡描述。所以依據本體論的功能，能直接且結構性地描繪出人類的知識，透過建立不同知識領域本體論，明確地表現出其所屬專業領域的知識結構。智慧型資訊檢索(或搜索)為傳統典型資訊檢索模型的擴充，在查詢的應用上更具語意(semantic)和推論(reasoning)的特性，所以「本體論」對於領域知識架構描述的能力特別適合在智慧型資料檢索的應用上。

彙整完成領域技術之結構和建置領域本體論後，從已核准專利的資料庫中蒐集相關的領域專利，以專利分析了解領域技術之發展。專利分析經常被用來作為經濟指標，以衡量技術發展和經濟成長之間的關聯性(Grilliches, 1990)。最近，專利分析之策略重要性主要在強調由於高科技領域之創新過程中會變得十分複雜，並且使創新研發的週期時間縮短，使市場需求很難預測準確，因此將促使專利分析的實用價值提高，此外以技術為導向的公司利用專利分析來估計技術與知識的趨勢，以影響市場優勢和獲利能力，期望在國際市場上有比較創新的表現(Scherer, 1982；Paci, 1997)。根據Granstrand (1999)研究描述多種類型的專利部署模型，例如專利之阻礙、設計、發明、策略與組合等相關策略。專利分析不僅節省了企業研發成本，同時也強化研發成果，更能保護相關智慧財產，運用專利文獻計量學的方法，以量化分析搜索出相關產業關鍵技術，使專利分

析的角度更容易解釋技術發展現狀和趨勢(Leu, 2012)。此外專利可以分為特定功效或者以功效為基礎的專利分析方法，透過評估各企業的重要專利技術，以定義技術範圍和潛在的應用企業(Park, 2013)。

專利資訊亦可以被用來針對特定產業之演進與發展成熟度做分析，例如：用來分析技術生命週期(Technology Life Cycle)的方法主要是採用S曲線，主要用於預測單一技術的績效成長，其用途為呈現在預測某一特定技術的處理方式用以解決問題時之績效；且預測某一特定技術的處理方式在何時及如何達到它的上限。為了能清楚衡量某一技術的發展階段，同時又不需要對整個專利佈局活動進行調查，定義適當的專利衡量指標將可以快速反應領域技術的生命週期，例如專利申請數量、引證數、專利範圍之獨立項與相依項等(Haupt *et al.*, 2007)。另外，S曲線用於預測一項新技術對舊技術的替代率時，其用途主要呈現在預測新技術市場佔有率的成長情形，並且可預測新技術替代舊技術的替代率變化(Dubarić, 2011)。

生命週期的定義上也包含另一種理論形式，可分為三個階段，萌芽期、鞏固期與市場滲透期，萌芽期表示新技術引進，專利數量開始萌芽，鞏固期則會造成專利布局活動降低，申請數量會略為減少，市場滲透期顯示技術成熟，專利數量會顯著的增加。本研究之進一步探討，將使用成長曲線模型評估技術發展的水準，分成三個部分，第一為成長曲線的上限值，即為技術成熟後的績效值，第二為成長曲線的反曲點，此點技術績效的成長速度為最快，最後是成長曲線的下限值，即為技術初始時的績效值。另也有學者取用多個相關專利指標來幫助了解技術不同功能，包含引證數、被引證數、專利家族、專利有效性、專利保護範圍、主要專利權人以及主要技術發明者等(Gao *et al.*, 2012)，因此，研究中使用各種資料探勘方法，以期望迅速自動分析專利的特色和擷取專利的特點。

3. 研究方法論

針對離岸風力發電技術的專利使用定量和定性來分析，以評估離岸風力技術之創新趨勢。首先對於定量分析，使用專利下載與分析工具IPDSS (Wheeljet, 2013)，透過IPDSS可以加速彙整不同國家之專利數據資料，以利分析專利申請數量在不同年度與不同專利資料庫中的變化，包含美國專利商標局(USPTO)、歐洲專利局(EPO)與經濟部智慧財產局(TIPO)，使用專利下載與分析工具，可以節省傳統專利分析在專利檢索時透過各國官方資料庫的下載與彙整不同格式所需要的時間。並根據不同的技術領域分類(IPC與UPC)之下，探討專利申請數量與專利核准數量之變化；之後，此研究也分析了從不同專利權人和國家的角度，以評估該技術領域在專利申請數量上的百分比變化。同時對該專利技術和功效描繪了技術功效矩陣，以確定該領域的潛在創新技術；另探討各專利文件的被引證數比率和專利家族為評估指標，進一步對專利技術進行排名，以了解技術的重要性。而在定性分析中，本研究採用文字探勘技術，針對專利文件中的摘要、申請專利範圍(Claim)以及細節描述等三個部分，以擷取該領域重要專利之關鍵詞彙，透過所擷取的關鍵詞彙，以幫助我們建立涵蓋不同子技術的領域本體論，綜合定量與定性分析，將可以提供企業更加多元化的決策和觀點以尋找其他技術發展的機會，圖1為本研究分析流程。

3.1 專利地圖分析

定性分析中，本研究在多元維度的分類下進行重要專利的擷取和技術發展趨勢圖之分析，可以找到公開文件的數量變化，另透過計算三種結構圖表，包含技術發展、技術引進或其他技術領域的延伸等，即可以評估技術發展機會的整體圖表，其中最基本的專利地圖是蒐集相關領域之專利文件，彙整每年提交專利的申請時間與專利申請的數量，這就是所謂

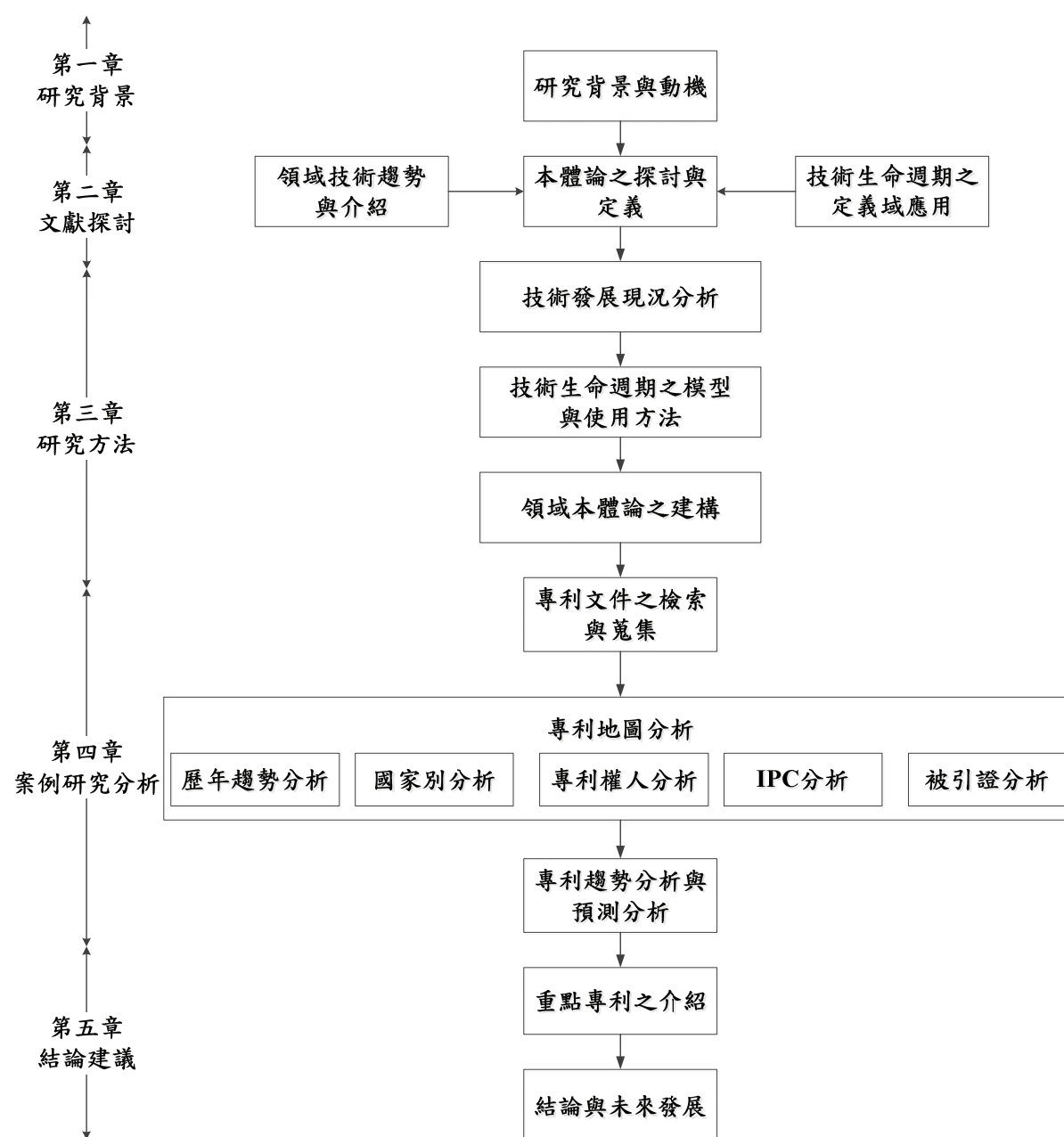


圖1 分析流程圖

的時間序列圖，時間序列圖用來分析特定專利權人的專利核准之趨勢或專利申請數量之變化。圖2表示風力渦輪發電機系統的構成要素 (Suzuki, 2011)，並根據相關元件在美國專利資料庫 (United States Patent and Trademark Office, USPTO) 檢索各主要結構的相關專利件數，用以了解相關技術在風力渦輪發電機結構上之分布狀況。風力渦輪發電機包括：(1) 用於將風能轉換成動能的葉片技術 (2) 電力傳輸技術用於發電機的渦輪機之轉動 (3) 支撐與結構技術 (4) 運作

控制技術 (5) 系統技術 (6) 能源儲存技術 (7) 相關其他應用技術；除了應用型專利外，佈局最多的專利為渦輪技術中的垂直軸型專利有429件，其次為控制技術393件、塔架技術366件、電力傳輸技術之發電機專利159件、系統整合技術76件與氢能儲存技術22件。因此定性分析包含系統化的技術圖，其專利文件必須符合要求與完整，不應該包含無關的專利集合，具體來說，以產業學術用語為基，專利分類代碼主要為IPC及UPC兩種，以毫無遺漏地技術分類以蒐集

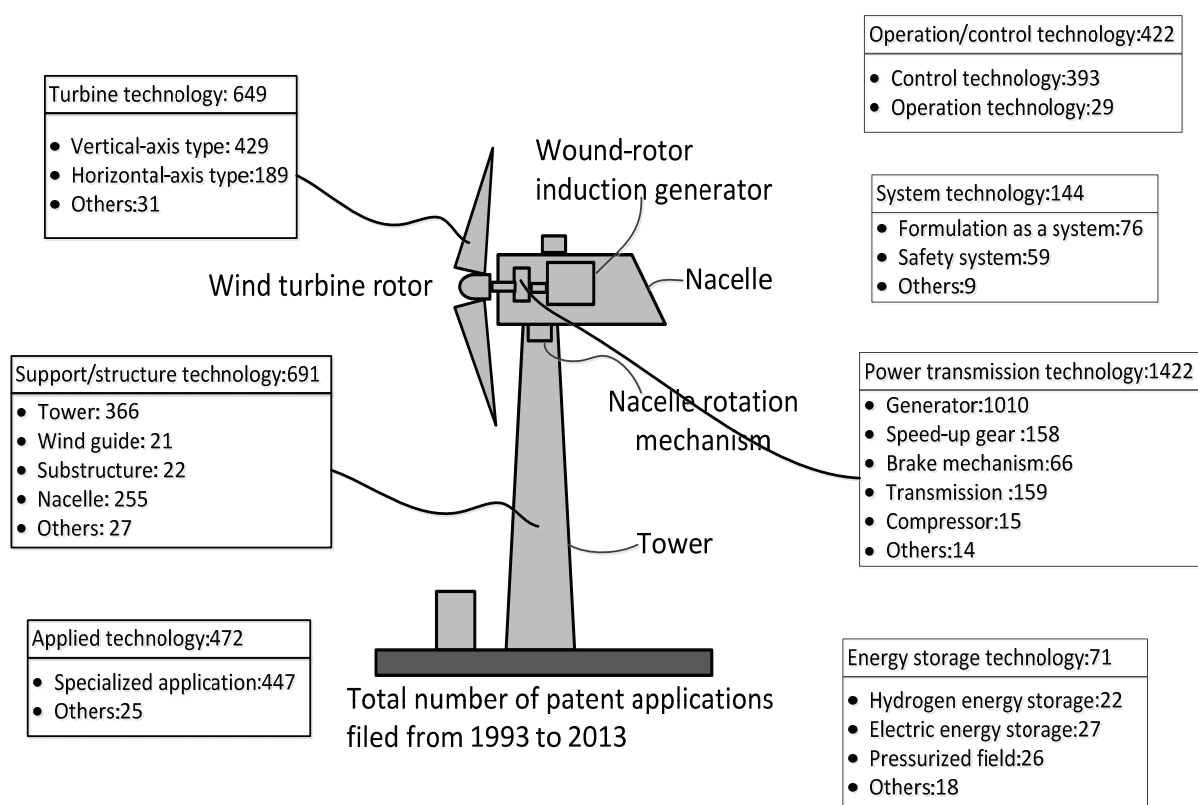


圖2 風力渦輪發電機系統構成要素之專利數量示意圖

相關專利，重要的是要由產業專家檢視其檢索結果，如果有重要專利遭到遺漏，它應該被重新檢索並且包含在專利集合之中。

3.2 成長曲線假設

成長曲線預測法也稱生長曲線模型(Growth curve models)，是預測事件的一組觀測資料隨時間的變化符合生長曲線的規律，以生長曲線模型進行預測的方法。一般來說，事物總是經過發生、發展、成熟三個階段，而每一個階段的發展速度各不相同。發生階段的變化速度較為緩慢，發展階段的變化速度加快，成熟階段的變化速度又趨緩慢，按上述三個階段發展規律得到的變化曲線稱為生長曲線(Patrick, 2010)。然而在技術生命週期與S曲線的研究表示，此模型可以獲知某技術未來發展與限制(Foster, 1986)。Foster認為新技術進步並不一定依時間的時程進展，反倒是與投入(如研發金額、研發人數、研發時數等)有關。但由於此

類投入的資料難以取得，是以在許多經驗研究(Roussel, 1984)中採用時間來製作技術績效模式。另技術績效價值可建立於技術面及商業面的總合，當S曲線模式做為特定技術演進的績效模式時，能真實展示技術增量創新的速度；故若能適當定義績效參數，S曲線模型可進行可靠分析，且可在技術策略設計提供預估技術潛在績效重要的資訊。Foster 提出S曲線可用來建立技術生命週期，此S曲線可用來表明在此技術發展努力的結果。

以成長曲線預測方法(S-curve)進行技術預測，是Pearl and Reed在1920年首先利用此一曲線於人口成長之分析研究，因一項技術的出現和發展過程，有其規則軌跡可依循，出現的狀況如同人類的生命週期現象，會經歷萌芽期、成長期、成熟期及衰退期，故有「成長曲線」(Pearl-Reed Growth Curve)或「生命週期曲線」之稱。此預測方法為利用所想預測之技術的過去效能資料，以線性迴歸模式，找出成長曲

線，並以推估未來。其用途主要在預測單一技術解決問題的績效和預測此技術如何或何時達到上限。Pearl曲線的方程式如下：

$$y = \frac{L}{1 + ae^{-bt}} \quad (1)$$

其中，

y ：用以衡量技術績效的變數(EX.累積專利數量)

L ：變數 y 的成長上限(EX.累積專利數量的最大值)

e ：自然對數的底

t ：時間(EX.專利申請年)

a, b ：使曲線吻合資料所獲得的係數(以最小平方方法求得)

曲線趨勢模型主以Pearl Curve與Gompertz Curve為主，又以Pearl Curve為較常使用，以預測一個改善的新技術替代現有存在技術的速率。在模型選擇上，當技術進步時，是否具有偏移因素(Offsetting Factor)為曲線選擇的首要考量；所謂的偏移因素是指因為過去進步所累積的技術，使得未來的研究發展變容易的情形(張志立，2004)。若有此情形則選擇Pearl Curve，若無則選擇Gompertz Curve；由於離岸風力之技術，在於既有陸域風力之基礎技術與發展，因此，本研究將以Pearl Curve為預測模型。且成長曲線的假設如以下三點，(1)成長曲線的上限為已知 (2)所選擇的成長曲線與歷史資料的變動情形相吻合 (3)由歷史資料所求得的成長曲線方程式之係數是正確的。任何一項新技術在最初均呈現出成長緩慢現象，一旦突破某個界線之後，其效能的成長就變的非常的快速，當接近上限時(本研究之成長曲線的上限值為年累積專利數量的最大值，透過專利歷史數據求出模型中的係數值，並以此模型建構出預測曲線)，其效能的增進就變得非常困難，成長也再度變得緩慢下來，圖形表現就如同S形，其技術進步的速率會因為投入時間的程度，而呈現緩慢增加，中間階段的快速成長，最後因為自然條件的限制之下而無法突破，技術進步的速率又

變得緩慢。

3.3 風力本體論

分析專利地圖和建構成成長曲線之後，將蒐集領域專利以發展離岸風力發電技術之本體論，透過IPDSS檢索出相關的目標專利，藉由文字探勘技術擷取出所蒐集專利之關鍵詞彙，研究使用之技術為Term Frequency-Inverse Document Frequency (TF-IDF)的方法來計算文件的詞彙頻率(Salton & Buckley, 1988)。而TF-IDF代表詞彙出現在該文件中的頻率愈高且出現在其他文件中的頻率愈低的話，則該詞彙就愈具有代表性，重要性也愈高。因此，研究中所提取的關鍵詞彙，包括葉片、轉子、傾角、制動器、齒輪箱、發電機等等，如圖3所示。對於自動地擷取關鍵詞彙，將使用專利術語詞典以整合相關的同義字，本系統收集完USPTO與TIPO資料庫後，也搜尋其他領域的專利資料庫，包含歐洲專利局(EPO)和世界知識產權組織(WIPO)的專利資料庫，在系統平台上所有離岸風力的專利都在不斷地更新、分類與分析，從學術界和產業界的專家提供風力渦輪機系統的結構，並且幫助我們確認關鍵詞彙和本體論的正確度，最後透過離岸風力本體論不斷地維護和更新，以幫助知識工程師可以從全球專利資料庫檢索其他相關領域的專利。

4. 案例研究

專利分析目地主要在了了解離岸風力發電之發電機發展方向與相關產業專利技術之生命週期，以考量國內風力發電機之關鍵零組件應用範圍將由關鍵字與專利年報提供之IPC，透過歐美專利資料庫已核准和已公開之專利分析。首先必須了解查詢的目標關鍵字，因此透過專利技術名詞對照查詢本次研究的關鍵字。本研究以風力、風能為主要關鍵字，次要關鍵字以『葉片』、『轉子』、『發電機』及『塔架』為主，因此將風能依照檢索

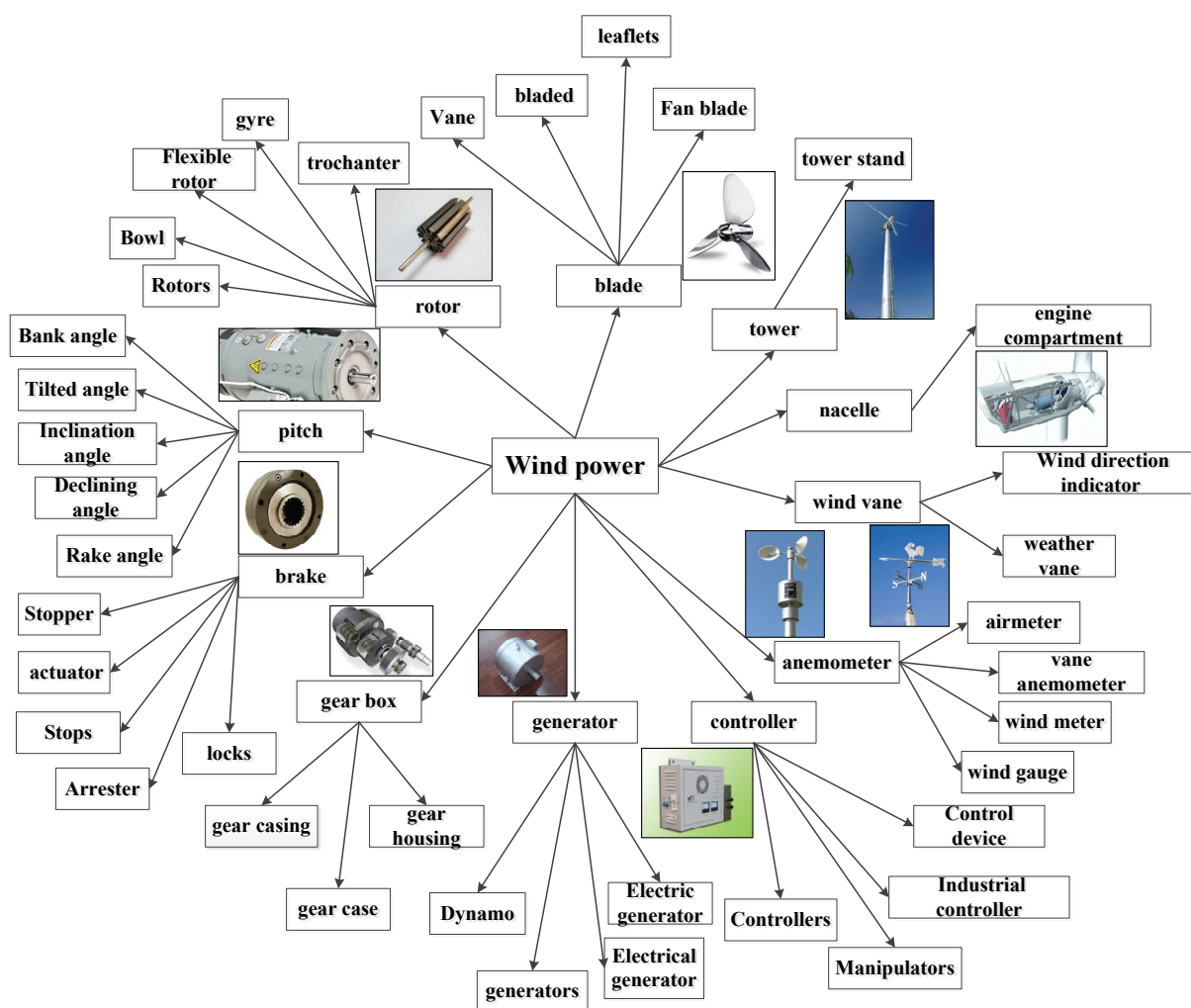


圖3 風力系統技術同義詞之本體論

條件『標題』(Title)、『摘要』(Abstract)和『申請專利範圍』(Claim)進行檢索，檢索得到17,566筆專利，繼續將範圍限縮，加入發電機『Generator』，檢索得到7,020筆專利。由於從摘要條件查詢所有有關『發電機』的專利與專利範圍(Claim)之葉片(Blades)亦得1,801筆專利，進而再搭配其他零組件和『發電機』的條件與『轉子』(Rotor)在專利範圍(Claim)查詢，查詢結果總計有1,037筆專利，並再次將檢索條件設定為風能在標題、摘要與專利範圍且包括『發電機、葉片、轉子與塔架』等關鍵字共有1,529筆專利，而時間限縮在申請日(Application Date) 2005年1月1日至2012年12月31日期間，其查詢結果為1,124筆專利，從上述檢索結果，最後再加入離岸風電offshore關鍵詞，並利用

IPDSS系統匯入專利(去除重複)共728件，表1將整理出專利之檢索條件。

4.1 歷年專利數分析

表2為歷年專利申請趨勢，主要申請年度從2005年到2013年，並且2005年到2007年為起步階段(每年尚未突破50件專利申請)，第二階段2008~2010年屬穩定發展的階段，專利申請到2010年之後正式突破每年100件的申請，顯示各國對風力之重視程度，第三階段就是從2010年之後逐步明顯增加至今，其中2012年之風電相關專利申請更逼近單年度150件之申請量，顯示目前風電產業在今後一段時間內之前景相當看好。

表1 美國專利資料庫之風力發電機專利檢索條件

搜尋欄位	專利名稱(TITLE)、專利摘要(Abstract)、專利範圍(Claim)、申請日(Application Date)
關鍵字	Wind、energy、blades、rotor、generator、tower、offshore
資料庫名稱	US Grant, US App, EP Grant, EP App, WO App
搜尋年份	2005年1月1日至2012年12月31日
搜尋語言	英文
分析時點	公開日
專利檢索語法	CTB=(wind and energy) AND CTB=(Generator and blades and rotor) AND AD>=(20050101) AND AD<=(20121231) OR CTB=(Generator and blades and rotor and tower) AND AD>=(20050101) AND AD<=(20121231) AND CTB=(offshore);
風能相關專利	17,566
最終結果	728

表2 歷年申請與核准趨勢

專利公開年	專利件數	百分比
2005	3	0.41%
2006	20	2.75%
2007	40	5.49%
2008	60	8.24%
2009	96	13.19%
2010	128	17.58%
2011	113	15.52%
2012	145	19.92%
2013	123	16.90%

表3 國家別分析

國家代碼	專利件數	百分比
DE	105	16.51%
DK	22	3.46%
EP	52	8.18%
GB	21	3.30%
IT	28	4.40%
JP	35	5.50%
US	333	52.36%

4.2 國家別分析

風力機發電專利密集集中於美國US (占52%以上)、德國DE與歐洲地區EP, 其次為日本JP、義大利IT、丹麥DK、英國GB, 如表3所示, 其中美國專利數量最多(333件), 其次為德國(105件)與歐洲(52件), 但美國專利局每年申請數量超過50萬件, 而歐洲專利局申請數量每年約10多萬件, 數量規模有很大的差異。除了上述主要國家, 尚有中國CN有12件(1.89%)、韓國KR有15件(2.36%)、俄羅斯RU有13件(2.04%)正在積極發展中。

4.3 國際分類碼IPC分析

表4為國際分類碼三階IPC分析, 前三名為

F03D、H02P以及F03B, 其F03D定義如下: F為『機械工程; 照明; 供熱; 武器; 爆破』、F03『液力機械或液力發動機』, F03D則定義為『風力發動機』; 接著H02P之H是『電學』, H02為『電力之發電、變電或配電』, H02P則定義為『電動機、發電機、或機電變換器之控制或調節; 控制變壓器、電抗器、或扼流圈』; 第三名F03B則定義為『液力機械或液力發動機』。

了解風力相關技術之上層分布後, 表5為細部五階國際分類碼IPC之分析, 以F03D與H02P為主, 而F03D00900就占了28.57%, 其定義為『風力發動機中特殊用途之風力發動機; 風力發動機與受其驅動的裝置之組合』; 其次F03D01100屬於未列入或與以上各目(F03D 1/00 [具有大致上與風向一致的旋轉軸線之風力發動

表4 三階國際分類碼IPC分析

IPC	專利件數	百分比	定義
F03D	571	64.45%	風力發動機
H02P	117	13.21%	電動機、發電機、或機電變換器之控制或調節
F03B	56	6.32%	液力機械或液力發動機
H02K	43	4.85%	電力之發電、變電或配電中的電機
H02J	23	2.60%	供電或配電之電路裝置或系統；電能存儲系統

表5 五階國際分類碼IPC分析

五階IPC	專利件數	百分比	定義
F03D00900	228	28.57%	風力發動機中特殊用途之風力發動機；風力發動機與受其驅動的裝置之組合
F03D01100	112	14.04%	未列入或與以上各目(F03D 1/00, F03D 3/00, F03D 5/00, F03D 7/00, F03D 9/00)無關的零件、部件或附件
H02P00904	88	11.03%	用於取得所需輸出的發電機的控制裝置中作用於非電原動機並取決於發電機之電輸出值的控制
F03D00702	78	9.77%	風力發動機之控制中具有與風向一致的旋轉軸線之風力發動機

機]，F03D 3/00 [具有大致上與風向成直角的旋轉軸線之風力發動機]，F03D 5/00[其他風力發動機]，F03D 7/00 [風力發動機之控制]，F03D 9/00[特殊用途之風力發動機；風力發動機與受其驅動的裝置之組合])無關的零件、部件或附件。在H02P則是以H02P00904為主，定義『用

於取得所需輸出的發電機的控制裝置中作用於非電原動機並取決於發電機之電輸出值的控制』。

4.4 主要競爭公司分析

圖4為主要競爭公司分析，其結果為

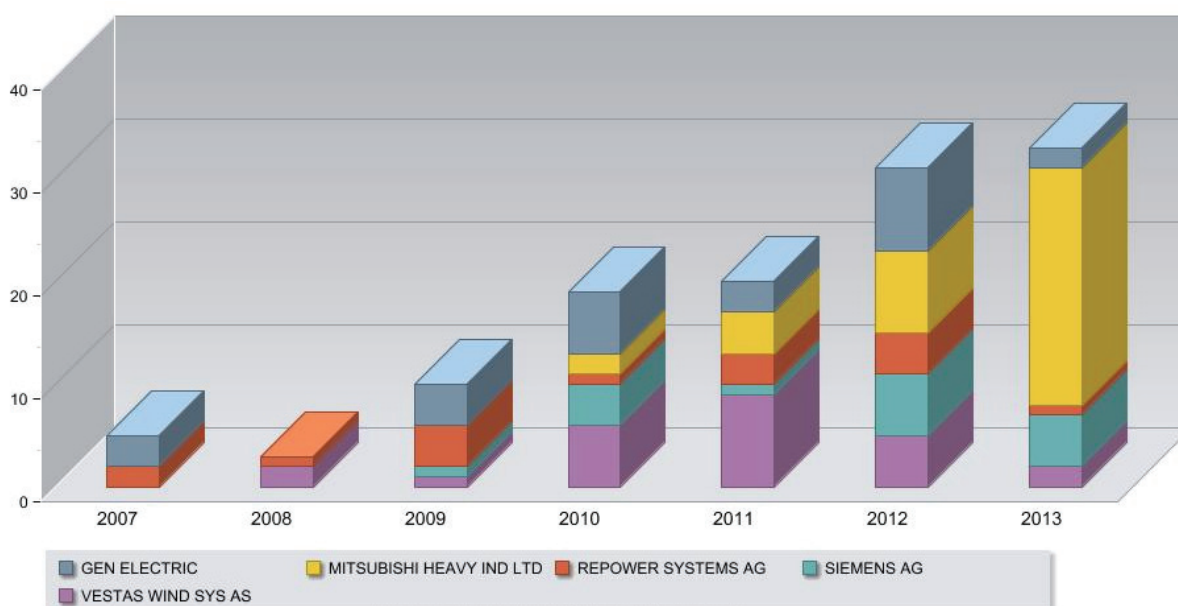


圖4 競爭公司技術分析

MITSUBISHI HEAVY IND LTD居冠(占15.29%)、其次為GEN ELECTRIC (占10.74%)、VESTAS WIND SYS AS (占10.33%)、SIEMENS AG (7.02%) 與REPOWER SYSTEMS AG (6.61%)；而我們發現三菱重工(MITSUBISHI HEAVY IND LTD)與西門子(SIEMENS AG)屬於近年崛起，積極的在近年大量申請佈局，而GEN ELECTRIC、VESTAS WIND SYS AS與REPOWER SYSTEMS AG則是屬於長期穩健型的發展。

日本三菱重工(MITSUBISHI HEAVY IND, MHI)的Power Systems Headquarters於1980年起致力於風力發電機組的研發，較成熟的機組為容量自250 kW至1 MW的感應式或變速機型，在全世界範圍製造安裝了逾1,700套機組，計畫開發出配備有液壓式動力傳輸結構之風機，輸出功率為7,000 kW級的風力發電設備，2012年配置齒輪式的2,400 kW級風力發電設備中，換裝液壓式動力傳輸結構進行測試，於2013年在海上設置7,000 kW級測試組，並進入由西門子和維斯塔斯主導的全球離岸風電市場，兩家巨頭約占80%，而三菱重工在這一領域為零，三菱重工計畫利用一項未經檢驗的技術獲取全球離岸風電市場的10%，這項技術將提升發電效率並降低成本，三菱重工將以液壓傳動系取代機械齒輪測試一個風力發電系統，計畫到2016年或2017年獲得全球離岸市場10%或者更多的市場佔有率(風電網，2013)。

2013年9月，丹麥風力發電商Vestas Wind Systems與日本三菱重工同意成立一合營企業，從事生產離岸海上風力渦輪機，並將參與2015年在英國北海沿岸大規模風場建設。而GE Wind Energy公司作為世界主要的風力發電機供應商之一，風力機的設計和生產位於德國、西班牙和美國Florida州，並且製造高品質的風力機葉片，提供先進的機組製造、維護方案等服務。目前的產品容量在1.5 MW至3.6 MW，都具有變速變槳距運行的特徵，且配置了獨特的『WindVAR』電子控制裝置，可用於海

上風電場或內陸電場，其中的1.5 MW風力機已經製造安裝了2,300個，是全球銷售量最好的機型之一，目前GE風機有120米的轉子和最大的輪轂高度為139米，大大提高了效率。另外SIEMENS AG是世界上最大的電力電子公司之一，2004年SIEMENS成功收購了丹麥Bonus Energy A/S，從此SIEMENS的風力發電部門開始躋身於全球主要風機供應商行列，不僅設計製造最先進水準的世界第一台大型漂浮式海上風機，同時也為世界上最大的海上風電場提供175風機，裝機總量達到630 MW。2013年，西門子認為臺灣離岸風力發電發展大有可為，協助臺灣廠商完成風力發電的建置，並參與上緯、永傳能源兩公司參與經濟部主導的離岸風機示範計畫，扮演大型風機供應商角色，西門子預計2016年可完成離岸風機建置，西門子作為全球海上風力發電的領導技術廠商，願積極響應臺灣政府的再生能源政策。

透過表6我們整理出各家廠商主要與次要的技術佈局項目，F03D (風力發動機)與H02P (電動機、發電機、或機電變換器之控制或調節；控制變壓器、電抗器、或扼流圈)是各家大廠的主要標的，其中只有SIEMENS AG特別針對H02J (供電或配電之電路裝置或系統；電能存儲系統)進行發展。因此我們針對專利量居冠的MITSUBISHI HEAVY IND LTD與技術佈局H02J的SIEMENS AG進行技術比較，如圖5所示，除了主要與次要技術，MITSUBISHI HEAVY IND LTD還針對F04B(液體變容式機械)與F03B(液力機械或液力發動機)進行佈局，而SIEMENS AG則是著眼在H01F(磁體；電感；變壓器；依磁性能選擇的材料)與H02K(電力之發電、變電或配電中的電機)的技術範疇。

4.5 被引證比率分析

表7根據專利被引證數與專利年齡統計年平均被引證數，並顯示各專利權人與其主要引證之專利權人，年平均被引證數居冠的US7400057B2為Katru Eco-Energy Group Pte. Ltd

表6 主要競爭廠商技術分布表

競爭廠商	主要IPC	專利件數	百分比
GEN ELECTRIC	F03D	20	60.61%
GEN ELECTRIC	H02P	5	15.15%
MITSUBISHI HEAVY IND LTD	F03D	30	60.00%
MITSUBISHI HEAVY IND LTD	H02P	8	16.00%
REPOWER SYSTEMS AG	F03D	10	52.63%
REPOWER SYSTEMS AG	H02P	6	31.58%
SIEMENS AG	F03D	10	43.48%
SIEMENS AG	H02J	3	13.04%
VESTAS WIND SYS AS	F03D	21	61.76%
VESTAS WIND SYS AS	H02P	4	11.76%

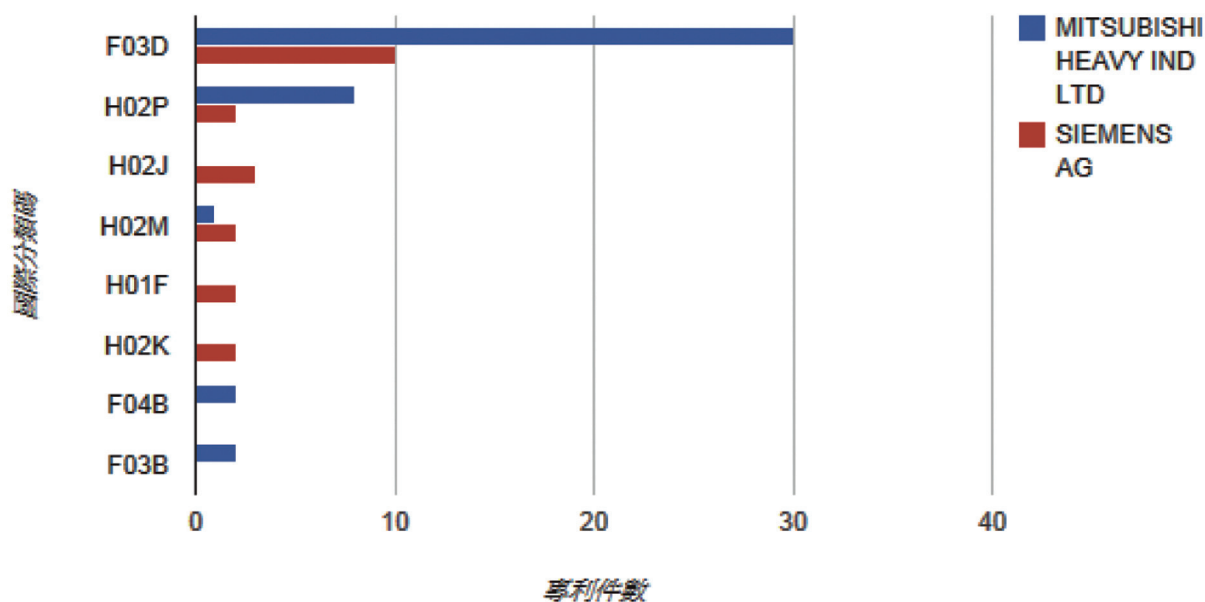


圖5 三菱重工與西門子之技術比較表

所發表的專利(Omni-directional wind turbine)，而主要由 GEN ELECTRIC參考其研究；其次為Gamesa Innovation & Technology, S.L.所申請的US7476985B2 (Method of operating a wind turbine)，其主要引證之專利權人為MITSUBISHI HEAVY IND LTD。

4.6 專利權人之被引證分析

本研究將所有專利件數與其被引證數進行分析，針對前二十大的企業統計194篇專利，共計502次被引證，統計出總平均被

引證數為2.59，而表8為專利權人之被引證分析，透過專利件數、專利被引用數與平均被引用數來評估專利權人的研發質量，其中CLIPPER WINDPOWER TECHNOLOGY的被引證率居冠，平均被引證數超過10次。其次為PRINCIPLE POWER INC、REPOWER SYSTEMS AG、VESTAS WIND SYS AS與WOBBEN ALOYS都是平均被引用數超過3的企業，顯示這些企業研發之專利較常被後進者引用。

Principle Power開發了Wind Float海上漂浮

表7 被引證比率分析

專利號碼	專利權人	國家	主要引證之專利權人	專利年齡	專利被引證數	年平均被引證數
US7317260B2	Clipper Windpower Technology, Inc.	Canada	GEN ELECTRIC	2005(9)	33	2.67
US7476985B2	Gamesa Innovation & Technology, S.L.	Spain	MITSUBISHI HEAVY IND LTD	2006(8)	31	3.875
US7400057B2	Katru Eco-Energy Group Pte. Ltd	Singapore	GEN ELECTRIC	2007(7)	30	4.28
US7358624B2	Bacon Group LLC	US	BARBER GERALD L	2007(7)	21	3
US7582977B1	Clipper Windpower Technology, Inc.	Canada	GEN ELECTRIC	2005(9)	20	2.22

表8 專利權人之被引證分析

專利權人	專利件數	被引用數	平均被引用數
CLIPPER WINDPOWER TECHNOLOGY	6	69	11.5
PRINCIPLE POWER INC	4	44	11
REPOWER SYSTEMS AG	16	62	3.88
VESTAS WIND SYS AS	26	98	3.77
WOBEN ALOYS	6	18	3
ENER2 LLC	5	11	2.2
FLODESIGN WIND TURBINE CORP	7	12	1.71
AERODYN ENG GMBH	5	7	1.4

平台，可以在這個平台之上搭建普通的風電機，來挖掘離岸深海的風能資源。Wind Float 通過系泊繩固定位置，並且開發潛伏水下的阻尼平衡系統，來消除海浪的波動幹擾。Wind Float 的主要目標為深度 30 m 到 60 m 的區域，超過 60 m 的深海也可以應用。而 Repower Systems AG 公司在德國是一家領先的風力機製造商，市場份額逾 10%，這不僅歸功於公司的市場戰略，還有著眼於專業化、智慧化的客戶服務，即提供點對點風能專家服務。公司的特色在於採用 Repower 核心技術的風力機和可靠的特定服務。其風力機容量範圍為 1.5 MW 至 5 MW，葉輪直徑 70 m 至 126 m。不論地處強風區或弱風區、平原或山脈、陸上或海上，Repower 一

樣提供對應的高收益、高可靠性、成本經濟的機組方案。針對丹麥 Vestas 公司則是世界風力發電工業中技術發展的領導者，其核心業務包括開發、製造、銷售和維護風力發電系統。Vestas 於 1979 年開始製造風力發電機，並且自此在動力工業商起到了積極作用。1987 年，Vestas 開始專門集中力量於風能的利用研究，此後便從一個行業先鋒發展至在全球設有 60 個高科技的市場領軍團隊、員工逾 9,500 人的大型企業。生產車間遍佈丹麥、德國、印度、義大利、蘇格蘭、英格蘭、西班牙、瑞典、挪威及澳大利亞。MW 級風力機 2004 年全球銷售量為 8,154 MW，Vestas (incl. associated company) 的銷售量為 2,784 MW，2004 年佔據市場份額

34.1%；至2004年底，全球安裝量為47,912 MW，Vestas (incl. associated company)的安裝量為17,538 MW，佔據市場率為36.7%，同年Vestas和另一家風力系統製造商 NEG Micon合併。2013年10月，Vestas公司與日本三菱重工組建合資公司，共同開發離岸風力發電市場(台灣風力發電產業協會，2013)。

4.7 專利趨勢預測分析

本研究運用Pearl曲線方法來進行預測分析，以不同年度的專利申請數量為歷史資料，以計算出專利申請的估計數量，並建立預測S曲線，判斷歷史曲線與預測曲線使否一致，其分析結果如圖6所示，從1975年到1993年，這兩條曲線僅有些微的差距，1993年之後，歷史資料和預測曲線逐漸產生偏離，2005年以後，實際曲線迅速增長，並在2011年後達到穩定發展階段，另一方面，預測曲線在1993至2012年之間不斷成長，最終在2012年其累積數量接近歷史資料，運用技術生命週期的理論，定義出1975年至2000年為導入期，2000年至2008年為成長期，2008年至2011年為成熟期，2011年後為則為衰退期，此外，為了驗證預測值與實際值之差異，透過Minitab進行成對t檢定， α 值取

0.05，得到P-value為0.364，顯示兩者在統計分析上並無顯著差異。

接著再針對專利權人進行技術生命週期分析，如圖7所示，主要年份從1977年到2012年，且2012年專利權人數最多，共有49位專利權人，同時專利篇數也最多，共有153篇專利，由此分析可以看出從2004年後專利權人與專利件數幾乎呈現正相關的成長，尤其是近兩年成長幅度更大，故離岸風力發電技術的未來發展值得期待。

5. 結 論

以本體論為基的專利分析，確定了一些新的發現，(1) 離岸風力發電(OWP)的主要技術根據領域本體論和所有相關專利所定義出來；(2) 將所有蒐集的專利文件採用文字探勘技術，自動且動態擷取其關鍵詞彙，並進一步由領域專家準確的驗證離岸風力本體論之架構；(3) 運用以本體論為基的專利分析，可以幫助我們了解創新技術之發展趨勢、生命週期與該技術之領先者，離岸風力發電技術的主要發展從2008~2010年屬穩定發展的階段，專利申請到2010年之後正式突破每年100件的申

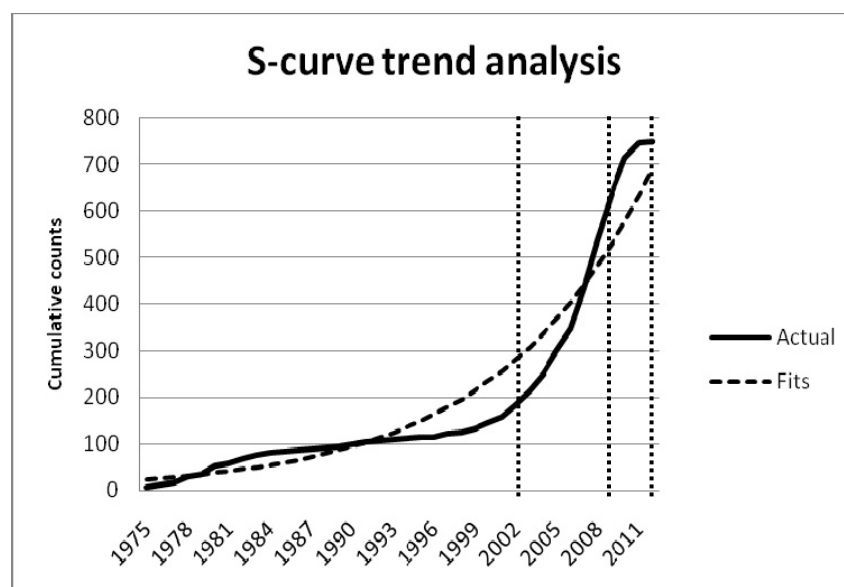


圖6 S-curve趨勢預測分析

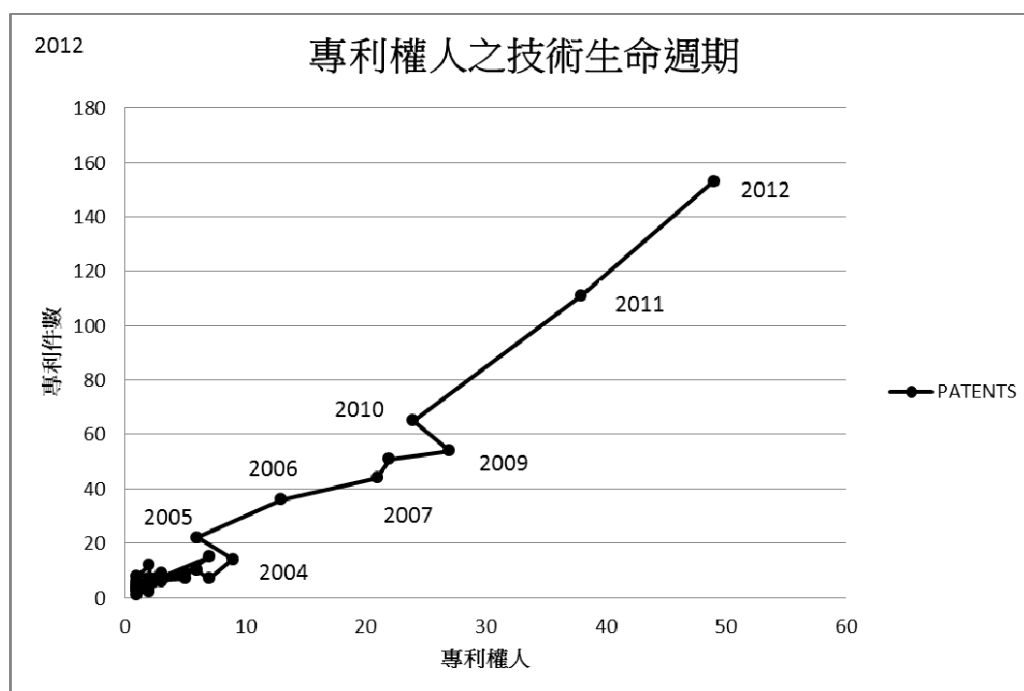


圖7 專利權人之技術生命週期分析

請，顯示各國對風力之重視程度，其中擁有最多專利的主要國家是美國US (占52.36%)、德國DE (占16.51%)與歐洲地區EP (占8.18%)，最重要的專利權人包括MITSUBISHI HEAVY IND LTD (日本)、GEN ELECTRIC (美國)、VESTAS WIND SYS AS (丹麥)與SIEMENS AG (德國)；而F03D (風力發動機)與H02P (電動機、發電機、或機電變換器之控制或調節；控制變壓器、電抗器、或扼流圈)是各家大廠的主要標的，其中F03D00900就佔了28.57%，定義為『風力發動機中特殊用途之風力發動機；風力發動機與受其驅動的裝置之組合』，而H02P00904則是佔了11.03%，定義為『用於取得所需輸出的發電機的控制裝置中作用於非電原動機並取決於發電機之電輸出值的控制』。透過專利件數、專利被引用數與平均被引用數來評估專利權人的研發質量，其中CLIPPER WINDPOWER TECHNOLOGY的被引證率居冠，其次為PRINCIPLE POWER INC與REPOWER SYSTEMS AG，都是致力於風力產業的主要重點廠商。根據離岸風力發電之本體論，本研究蒐集相關之專利、專利權人、

被引證率、專利家族以及重要關鍵技術之專利，重點專利包含US7042110、US6566764、US5225712、US7075189和US5083039，圖8繪製重點專利之技術演進圖。

US7075189為離岸風力專利被引證數最高的專利，標題是離岸風力渦輪機與多個風力轉子和浮動系統，技術內容為每個風力發電機渦輪都裝置在一個可移動式的半潛式船身上，並隨著船身上的鎮流器重量以增加整個系統的穩定度，風電渦輪機的轉軸，以陣列的方式分散在每個風電塔上，這樣的做法可以分散重量還有負載，也可以提升電力的產出，其圖9為首要圖示，圖10為族譜圖。以傳統的分析方法而言，聘請一位研究員，月薪約3萬元，從各國專利資料庫上進行專利檢索，並進行不同的檢索條件與嘗試，接著將專利清單抓下來，再針對專利文件中不同數據進行統整，並透過EXCEL繪製成專利地圖，以完成專利分析流程，其中檢索過程與專利蒐集約花3天時間，分析過程約花12天，共花15個工作天，以一個月有20個工作天來算，成本約2.25萬元；另外，透過本研究之方法與分析工具IPDSS (Wheeljet,

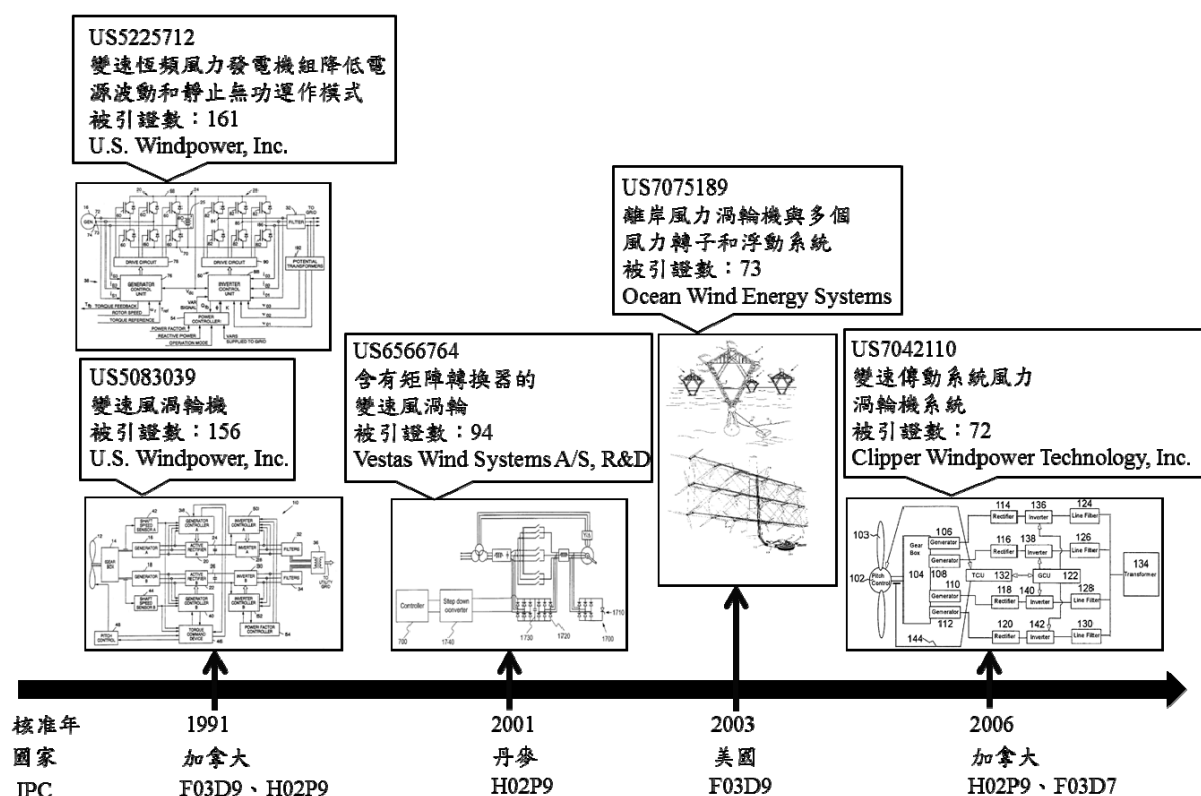


圖8 重點專利之技術演進圖

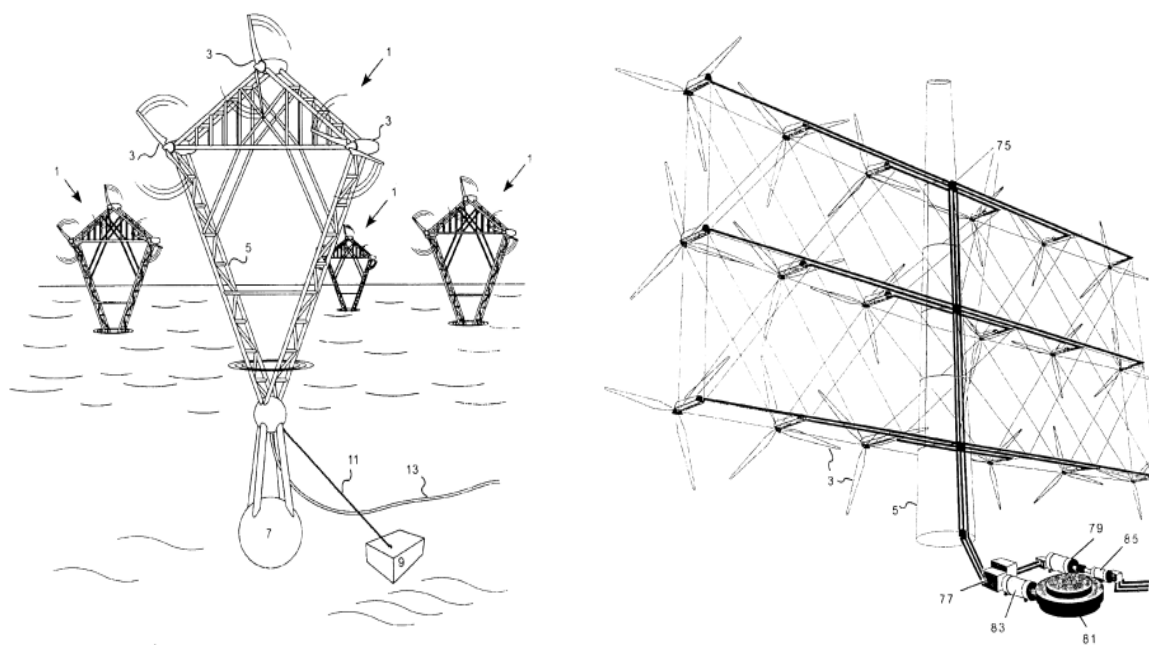


圖9 US7075189專利之首要圖示

2013)，可以加速整個專利分析流程的時間，檢
索過程與專利蒐集約花2天時間，分析過程約花
3天，共花5個工作天，可以縮短10個工作天的
時間，透過以上的比較可以清楚地了解到傳統

專利分析與使用專利下載與分析工具的明顯差
異。透過離岸風力發電的專利分析，臺灣綠色
決策者和離岸風力能源供應鏈能夠快速掌握其
關鍵技術之領先廠商、重點專利與技術發展週

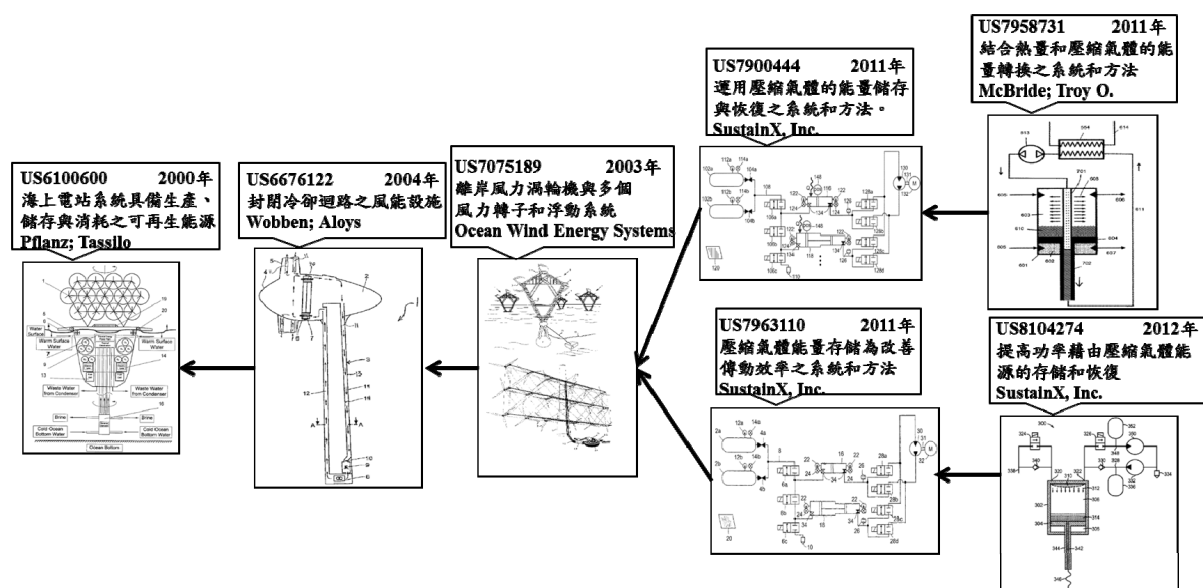


圖10 US7075189之族譜圖

期，最重要的是，可以成功地抓住機會以強化OWP發展和實施離岸風力發電基礎設施。

以建置離岸風電之本體論研究成果為基礎，運用Pearl Curve (S-curve)模型可實際模擬出技術在各個週期階段的分際，未來可透過本體論的關鍵字群，並藉由關鍵字群進行專利(patent)及文獻(paper)資料檢索。以文獻及專利資料分析，進一步探討各項專利與非專利指標在離岸風電技術之研發趨勢，對有意跨入此一領域的廠商可及早布局，與國際廠商同步成長。未來發展臺灣離岸風電產業的幾個關鍵，包括：材料科技、系統整合、海事工程、維修保養、抗震防颱、經費與人才。而專利的布局更是避免未來在紅海過度競爭的武器。可透過技術專利地圖持續監控與分析，找出新型技術研發標的。在技術生命週期處於成熟期階段，新替代技術已經開始發展，可從申請的專利中，找出新興離岸風電技術，以作為後續研究方向。

6. 致 謝

本研究感謝行政院國家科學委員會能源國家型計畫之經費，計畫編號：NSC-102-3113-P-

027-002，並感謝教育部邁向頂尖大學計畫之國立清華大學先進製造與服務管理研究中心之經費支持。

參考文獻

- 張志立，2004，「以技術生命週期作為技術預測模式之比較」，碩士論文，私立中原大學企業管理學系。
- 世界風能協會，2011，「世界風能協會2011上半年報告」，<http://www.libnet.sh.cn:82/gate/big5/www.istis.sh.cn/list/list.aspx?id=7310>，2011年11月30日。
- 經濟部能源局，2008，「離岸式風力發電與臺灣」，<http://energymonthly.tier.org.tw/outdatecontent.asp?ReportIssue=200803&Page=34>，2008年3月1日。
- 能源政策，2011，「陸域推向離岸千架風機蓄勢待發」，<http://energymonthly.tier.org.tw/Report/201109/26.pdf>，2011年11月1日。
- 產業評析，2010，「全球離岸風力發電設備技術與供應鏈現況」，<http://www.twtia.org.tw/upload/4134/2013123179213893.pdf>，2010年1月1日。

- 永傳能源，2011，「離岸風發電Q&A」，
<http://www.twtia.org.tw/upload/4134/2013123179213893.pdf>，2011年1月1日。
- 全球海上風電發展調查報告，2013，「全球海上風電新增裝機容量將繼續增長」，<http://www.ineng.org/news/43386.html>，2013年11月12日。
- 上海情報服務平台，2005，「2003年全球十大風電機組重要供應商前五位情況介紹」，<http://www.istis.sh.cn/list/list.asp?id=1984>，2005年8月5日。
- 上海情報服務平台，2005，「2003年全球十大風電機組重要供應商後五位情況介紹」，<http://www.istis.sh.cn/list/list.asp?id=1985>，2005年8月5日。
- 風電雜誌，2010，「2009全球十大風力發電機製造商大盤點」，<http://www.heag.com/bbs/TopicOther.asp?t=5&BoardID=5&id=178>，2010年3月30日。
- 華夏風電網，2010，「2010年後半年風電機組價格可能上揚」，http://www.360doc.com/content/10/1215/11/926308_78300421.shtml，2010年12月15日。
- 中國智能電工網，2012，「2012年全球海上風電發展統計與分析」，<http://m.bjx.com.cn/?s=1&l=1&v=452417>，2012年8月13日。
- 經濟部能源局，2013，「加速海上風力發電開發、打造綠色能源經濟」，http://web3.moeaboe.gov.tw/ECW/RENEWABLE/news/News.aspx?kind=1&menu_id=767&news_id=2734，2013年1月25日。
- MoneyDJ 財經知識庫，2013，「臺灣2016年風力發電商機，西門子願作技術推手」，<http://www.moneydj.com/KMDJ/News/NewsViewer.aspx?a=6ffa570f-10fd-47c4-872c-8ab7804dfb30>，2013年12月11日。
- 風電網，2013，「三菱重工欲搶占全球離岸風電市場10%的份額」，<http://windpower.ofweek.com/2013-01/ART-330002-8460-28665225.html>，2013年1月26日。
- 台灣風力發電產業協會，2013，「Vestas與三菱重工攜手離岸風力發電事業」，http://www.twtia.org.tw/Industry_List_m.aspx?id=4602&t=1，2013年10月22日。
- Andreasen, T. & Nilsson J.F., 2004, Grammatical Specification of Domain Ontologies. *Data & Knowledge Engineering*, 48, 221-230.
- Chandrasekaran, B., Josephson, R. J. & Benjamins, V. R., 1999, "What are ontologies, and why do we need them?" *IEEE Intelligent Systems, Special Issue on Ontologies*, Vol. 14, pp. 20-26.
- Dubarić, E., Giannoccaro, D., Bengtsson, R., & Ackermann, T., 2011, "Patent Data as Indicators of Wind Power Technology Development." *World Patent Information*, 33(2), 144-149.
- Foster, R. N., 1986, Assessing Technological Threats, *Research Management*, pp. 17-20.
- Gao, L., Porter, A. L., Wang, J., Fang, S., Zhang, X., Ma, T. & Huang, L. 2012, "Technology life cycle analysis method based on patent documents." *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 80, No. 3, pp. 398-407.
- Grandstrand, O., 1999, *The economics and management of intellectual property: Toward intellectual capitalism*. Edward Elgar Publishing.
- Grilliches, Z., 1990, Patent statistics as economic indicators: A survey. *Journal of Economic Literature*, 28, 1661-1707.
- Haupt, R., Kloyer, M., & Lange, M. 2007, Patent indicators for the technology life cycle development. *Research Policy*, 36(3), pp. 387-398.
- Huhns, M. N., & Stephens, L. M., 1999, "Personal ontologies." *IEEE Internet Computing*,

- Volume 3, Issue 5, pp. 85-87.
- Henry C.. The Growth Curve. Technology and Operations Management, California Polytechnic and State University. Retrieved from http://www.google.com.tw/url?sa=t&rct=j&q=pearl%2BCurve&source=web&cd=2&ved=0CC8QFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.csupomona.edu%2F~hco%2FMoT%2F03b_Growth_Curve.pptx&ei=YU7aUcXWNIWakAWD3YDQAw&usg=AFQjCNFneNAeyahrv9zGtP1kpp2WfEGVkJQ.
- Liu, Y., Zhang, P., & Fang, M., 2010, "Research on construction system of large scale non-grid-connected wind power offshore wind farms." World Non-Grid-Connected Wind Power and Energy Conference (WNWEC), pp. 1-5.
- Leu, H. J., Wu, C. C., & Lin, C. Y. 2012, "Technology exploration and forecasting of biofuels and biohydrogen energy from patent analysis." International Journal of Hydrogen Energy, Vol. 37, No. 20, pp. 15719-15725.
- Paci, R., Sassu, A. & Usai, S., 1997, International patenting and national technological specialization. Technovation, 17(1), 25-38.
- Park, H., Yoon, J., & Kim, K. 2013, "Using function-based patent analysis to identify potential application areas of technology for technology transfer." Expert Systems with Applications, Vol. 40, No. 13, pp. 5260-5265.
- Patrick J. Curran, Khawla Obeidat & Diane Losardo, 2010, Twelve Frequently Asked Questions about Growth Curve Modeling, Journal of Cognition and Development, Vol.11, No. 2, pp. 121-136
- Pearl, R. and Reed. L.J., 1920, On the rate of growth of the population of the United States since 1790 and its mathematical representation. Proceedings of the National Academy of Sciences 6: pp. 275-288.
- Poli, R., 2002, Ontological Methodology. International Journal of Human-Computer Studies, 56, 639-664.
- Roussel, P. A., 1984. "Technological Maturity Proves a Valid and Important Concept," Vol. 27, No. 1, January-February, pp. 29-34.
- Salton, G. & Buckley, C., 1988, Term-weighting Approaches in Automatic Text Retrieval. Information Processing & Management, 24(6), 512-523.
- Scherer, F. M., 1982, Inter-industry technology flows in the United States. Research Policy, 11, 227-245.
- Suzuki S.I., 2011, Introduction to Patent Map Analysis, Tokyo University of Agriculture & Technology (TUAT), Retrieved from: http://www.training-jpo.go.jp/en/uploads/text_vtr/pdf/Introduction%20to%20Patent%20Map%20Analysis2011.pdf.
- Smith, B., and Welty, C., 2001, "Ontology: Towards a new synthesis," Proceedings of the international conference on Formal Ontology in Information System (FOIS), pp. 3-9.
- Uschold, M. & King, M., 1995, August 20-25. Towards a Methodology for Building Ontologies. IJCAI Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing, Proceedings of the Fourteenth International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-95), Montreal, Quebec, Canada.
- Wheeljet Inc., 2013, Retrieved from: <http://www.wheeljet.com.tw/IPDSS>

Discover Global Intellectual Property Development Trend for Offshore Wind Power Industry Using Ontology-based Patent Mining Techniques

Chun-Yi Wu^{1*} Amy J.C. Trappey² P.S. Fang³ Chii-Ruey Lin⁴

ABSTRACT

From technology perspectives, patent mining techniques are often applied to identify the competitiveness and development of a country or an enterprise in a given domain. This research emphasizes on dynamically extracting patents from globally patent databases and systematically analyzing technology innovations for the offshore wind power (OWP) industry. All OWP patents, particularly filed and owned by global OWP leading companies, are searched, collected and analyzed in a rigorous patent mining process. First, the research constructs OWP ontology to represent its knowledge structure and core concepts. Then, the OWP ontology is dynamically propagated using key phrases automatically extracted from key patents and verified by domain experts. Afterward, the research uses patent indicators, such as patent families, growth rates of domain technologies, reference and citation networks, technical and functional matrices, and other patent related data, to analyze, synthesize, and support OWP strategies. The research generates the technology blueprint for OWP development. After building the knowledge base of OWP patents and intellectual properties, the potentials and opportunities of OWP development are identified in specific sub-domains with reliable measures drawn out from the OWP patent map analysis.

Keywords: Offshore Wind Power, Ontology Schema, Patent Mining, Renewable and Sustainable Energy

¹ Postdoctoral Research Fellow, Department of Industrial Engineering and Engineering Management, National Tsing Hua University, Taiwan

² Distinguished Professor, Department of Industrial Engineering and Engineering Management, NTHU, Taiwan

³ Graduate student, Department of Industrial Engineering and Engineering Management, NTHU, Taiwan

⁴ Distinguished Professor, Department of Mechanical Engineering, National Taipei University of Technology, Taiwan

* Corresponding Author, Phone: 886-3-5715131 ext 33961, E-mail: d9534524@oz.nthu.edu.tw

Received Date: Oct. 28, 2013

Revised Date: Nov. 27, 2013

Accepted Date: Jan. 10, 2014