

離岸風力發電保險初探

摘 要

離岸風力發電具技術性與複雜性，不但需要鉅額資金支持，由建造至營運維護各階段尚須面對不同之風險，須仰賴產物保險業者提供不同之保障，惟此類保險對於國內保險業者而言，尚屬新興保險領域，本文嘗試就離岸風力發電保險之幾個議題為初步探討，透過文獻與保險實務界深度訪談，除探討離岸風力發電之風險種類外，亦提出離岸風力發電應考慮之基本核保因子，並分析承保可能的困難度，尤其是承保能量的問題，同時亦提出分散承保風險方向之初步建議。

關鍵字 離岸風力發電 離岸風力發電保險 風險因子 核保因子

鄭鎮樑先生：實踐大學風險管理與保險學系副教授

范姜肱先生：實踐大學風險管理與保險學系教授

許正漢先生：實踐大學財務金融學系碩士班研究生

林聖傑先生：實踐大學財務金融學系碩士班研究生

壹、緒 論

一、研究背景

離岸風力發電之技術性與複雜性本質，致其在建造、安裝、測試、營運與維護等不同階段可能涉及之災難性風險甚多，為避免巨大災難影響整體發電計畫，完整之風險管理流程有其必要性，保險顯然是風險管理方法中最具立竿見影，Gail Gajgor(2010)指出，周延的保險與風險管理策略是保障離岸風險相關性質風險的最重要事項，Mathias Hormann(2013)指出完善的保險安排非但可以管理風險同時亦可使投資人睡得較為舒坦(Sleep better)，亦可降低經理人之心理憂慮。Oliver Stein(2012)亦指出，如無慎密的保險保障，離岸風力發電之投資人通常不會將其有限的資本投資於此，就此而論，保險業在離岸風力發電中扮演著中心角色。

行政院核定經濟部能源局於 2007 年 8 月提出「第一階段設置離岸式風力發電廠方案」，規劃分階段，逐步建立離岸風電機組，並於同年 9 月初公告生效，開放有興趣之業者申請設立風力發電廠。政府復於 2011 年 7 月公布新版能源政策，全力推廣「再生能源」之「千架海陸風力機」計畫。依據規劃，國內將在 2030 年前安裝為數甚多之離岸風力發電機，由於在離岸風場中經營風力發電，必須投入大筆資金，且整個風力發電之生命流程有著較多之不確定性，離岸風力發電欲成功發展，融資業者之投入當然是必要條件，惟如無保險業配合承保相關風險，對於風力發電業者與融資業者必然構成重大投入障礙，故未來對於離岸風力發電保險必有重大需求。

二、研究動機、目的與方法

離岸風力發電保險可能是國內產物保險界未來的新興工程險與財產險業務，因應未來國內於是項保險可能之需求發展，對於該保險之面貌有必要為初步之了解，此為本文之研究動機，本文透過文獻之探討與實地訪談國內數位工程保險資深專家，希望達到下列研究目的：

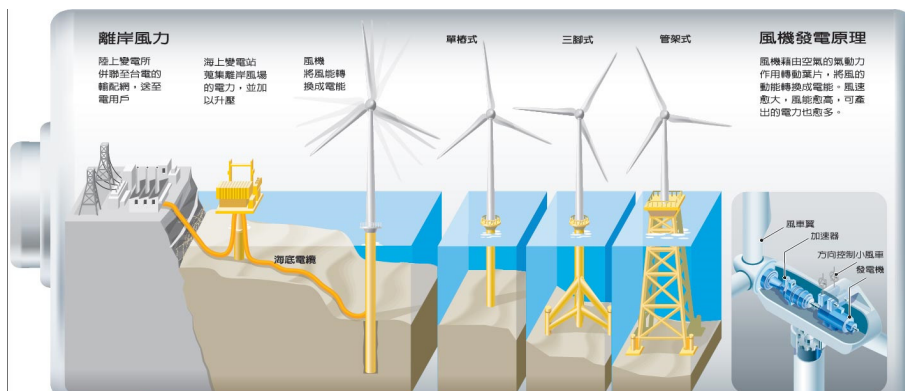
- (一) 探討離岸風力發電之風險因子。
- (二) 探討離岸風力發電保險之基本核保因子與承保之基本挑戰。
- (三) 探討離岸風力發電保險之承保能量問題。

三、本文結構

本文共分七段，之第一段為緒論，就本文之研究背景、動機、目的、方法為一簡要敘述；第二段討論離岸風力發電保險風險因子，根據文獻針對風險因素、風險事故、風險種類進行探討；第三段討論離岸風力發電保險種類，探討離岸風力發電可能涉及之保險種類，並就現行國外採用最多之英國 WELCAR 保單之重點進行分析，同時亦德國慕

貳、離岸風力發電保險風險因子文獻探討

就核保角度觀察，風險因子所涉及者為風險因素(Hazards)、風險暴露單位(exposure units)及其可能承受之風險事故(peril)。離岸風場發電之風險暴露單位主要是離岸風機、海底基樁、連結件、海上變電站、海底電纜、陸上電纜以及陸上變電站等硬體。離岸風場所產生的電力透過海上變電站收集且升壓之後，經由海底電纜傳輸至陸上電纜，最後併聯至各地的陸上變電站，詳如圖一所示。



- 213 -

詳細觀察離岸風力發電的主要與次要風險暴露單位則包括：葉片、鑄件、齒輪箱、鍛件、發電機、變頻器、塔架、電力設備(變壓器、變電站、GIS 開關、輸配電)、海底基座、海底電纜、密封件、油壓緩衝器、離岸風場遠端監控系統、機組內之電線電纜、變容器、扣件等等，詳細內容如圖二。

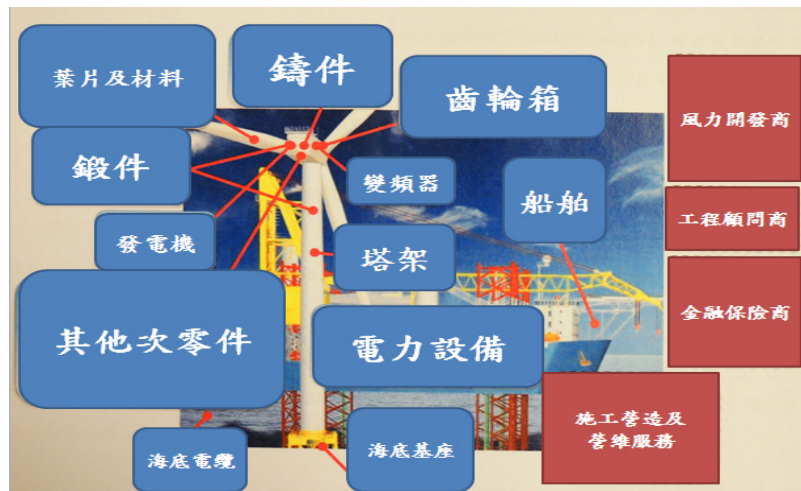


圖 2 離岸風場發電場主要與次要諸元

資料來源：陳志雄，取之自然回饋於大地——風力發電之風險管理

(一) 風險因子概況

對於離岸風力發電風險因子之陳述，所觀察之文獻，有些的確是專門針對離岸的，有些是針對整個風力發電(包括陸上與離岸)，而專門針對陸地風力發電之文獻，在某種程度上亦有其參考價值。而文獻所列舉之風險因子，其著眼點互異，有由風力發電之生命週期面向分析者，有由整合面向分析者，亦有由風險因素(Hazards)為概念陳述者，吾人亦可由風力發電風險事故之出險主要原因觀察風險因子，故事實上極為多樣化，文獻中所陳述者，有些並非保險人可以承保或是願意承保之對象，茲先行歸納如后。

1.風力發電風險事故統計分析

(1) Gail Craigdr(2014)之統計資料

依據 Gail Craigdr(2014)對於風能事故之全面(含陸上與離岸)統計資料，風力發電之風險事故為天災(Fatal)、葉片事故(Blade Failure)、閃電(lightning)、環境事故(Environmental)、結構性事故(Structural failure)、火災(fire)、葉片結冰事故(Ice Throw)、運輸事故(Transport)、雜項事故，責任事故當然亦可能存在，上開風險事故之詳細資料如表 1.1 至 1.3 所列。由表中發現，葉片事故與火災為風力發電較常見之風險事故。

表 1.1 風力發電事故統計表

年度(Year)	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
天災(Fatal)	2	3	0	1	3	1	0
結構性事故(Structural failure)	0	0	4	8	9	3	10
葉片事故(Blade failure)	3	6	2	18	4	6	15
環境事故(Environmental)	0	0	0	0	0	0	1
體傷(Human injury)	1	0	1	1	4	1	2
火災(fire)	0	1	1	2	3	3	23
閃電(Lightning damage)	2	1	1	0	0	0	0
葉片結冰事故(Ice throw)	3	3	0	3	0	0	2
運輸事故(Transport)	0	0	0	0	0	0	4
雜項事故(Miscellaneous)	0	3	1	3	7	5	11
總計(Total)	11	17	10	36	30	19	68

資料來源：本研究自行整理，原始資料：Craigdr (2014))

表 1.2 風力發電事故統計表(續)

年度(Year)	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
天災(Fatal)	4	0	4	4	6	11	10
結構性事故(Structural failure)	7	4	7	9	13	9	16
葉片事故(Blade failure)	13	15	12	21	22	20	26
環境事故(Environmental)	7	1	5	5	10	16	13
體傷(Human injury)	2	2	6	15	16	10	9
火災(fire)	16	17	14	21	21	17	18
閃電(Lightning damage)	0	0	0	0	0	0	1
葉片結冰事故(Ice throw)	7	10	4	3	0	3	4
運輸事故(Transport)	0	3	6	6	19	10	11
雜項事故(Miscellaneous)	13	11	12	21	18	15	19
總計(Total)	69	63	70	105	125	111	127

資料來源：本研究自行整理(原始資料：Craigdr(2014))

表 1.3 風力發電事故統計表(續)

年度(Year)	2010	2011	2012	2013	2014*	Total	percentage
天災(Fatal)	7	14	14	4	2	90	6.08
結構性事故(Structural failure)	9	11	10	15	3	147	9.936
葉片事故(Blade failure)	18	19	28	33	11	292	19.72
環境事故(Environmental)	21	21	22	26	5	153	10.33
體傷(Human injury)	13	12	14	20	0	129	8.71
火災(fire)	13	3	19	30	8	230	15.53
閃電(Lightning damage)	0	0	0	0	0	5	0.34
葉片結冰事故(Ice throw)	1	1	1	0	0	45	3.04
運輸事故(Transport)	11	25	18	7	3	123	8.31
雜項事故(Miscellaneous)	23	33	36	28	8	267	18.03
總計(Total)	116	139	162	163	40	1481	100

*2014 僅統計至 3 月 資料來源：本研究自行整理(原始資料：Craigdr (2014))

(2) 中國風能協會研究報告(2011)

依據中國風能學會研究報告(2011)指出，風能出險主要原因，依序排列分別為：運行期自然災害造成之損害、運行期機器故障問題、吊裝環節設備損壞

問題、運輸環節設備損壞問題、調試期間機器故障問題、土建工程質量問題、運行期間人為因素造成的損害、對第三方造成的損害，為風險事故之具體項目。

2. 風險因子與風險種類

The Economist(2011)²針對整個再生能源，列舉之風險種類包括建造、安裝與測試風險(Building and testing risk)、商業與策略風險(Business/strategic risk)、環境風險(Environmental risk)、財務風險(Financial Risk)、市場風險(Market Risk)、營運風險(Operating Risk)、政治與法規風險(Political/regulatory Risk)。該報告並請受訪人認定各種風險之等級，並統計其相對數字，各種風險與認定等級之分布如圖三所示。由圖中發現之建造與安裝風險回答為高度風險者佔 10%，中度風險者佔 53%。

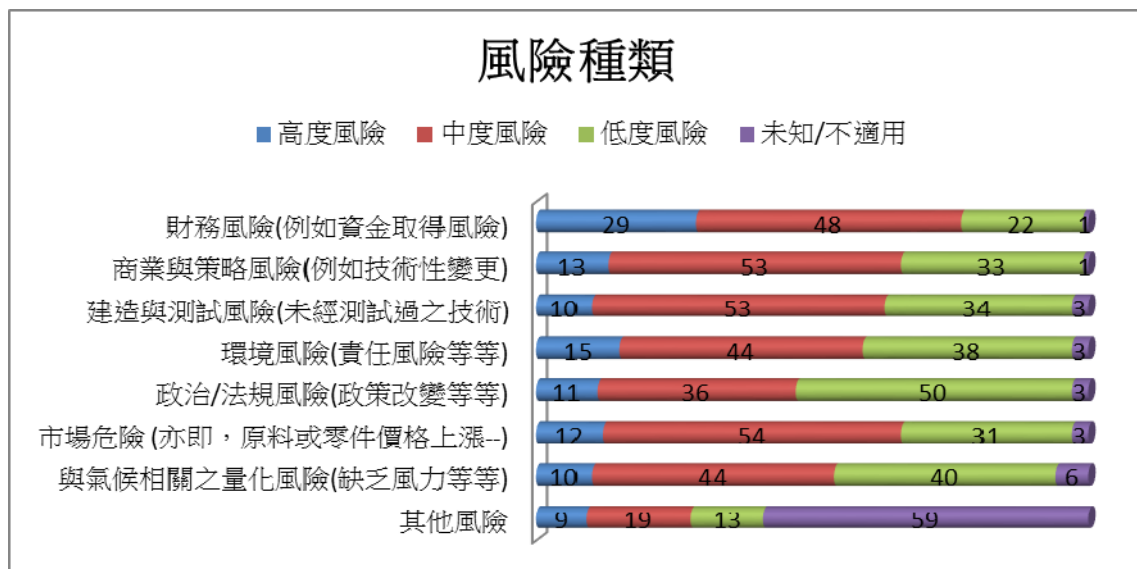


圖 3 風力發電風險種類

資料來源：本研究整理自 The Economist(2011)

聯合國環境規劃署(UNEP,2011)之線上再生能源保險與風險管理訓練課程，指出內陸風力發電之主要風險包括契約風險、營運風險、實體風險（Physical hazards）以及與排放減量權證（Certified emission reduction，簡稱 CER）相關之風險（risks related to CERs），該等風險雖是針對內陸風力發電，但是對於離岸風力發電之風險種類亦有其參考價值，不過，其中之 CER 相關風險須視情況而定，不見得適用於所有的風力發電。

² The Economist(2011)，Managing the risks in renewable energy, A report from the Economist Intelligence Unit Sponsored by Swiss Re.

UNEP(2011)³另一訓練課程針對大型風力發電分析其風險，所陳極為詳盡，該課程指出，離岸風力發電在設計發展階段之風險包括：計畫核准或規劃遲延風險(permitting/Planning Delays)、銀行融資風險(Contract bankability)，而在建造測試與安裝階段風險則涉及：承包人不履行契約風險(Contractor non-performance)、工程風險(Engineering risks)、人為或自然原因所致之實體毀損風險(physical hazard caused by man or nature)、電力購買契約風險(offtaker contract failure)、設計嚴重錯誤風險(Catastrophe design failure)，最後在營運階段風險包括：過程中斷風險(Process interruption)、天然災害的風險(Natural hazards)、保固期間過後之設計與工程風險(Design/Engineering Risk)、人為所致之實體毀損風險(Physical hazard caused by third party)、風力波動風險(Wind volatility)、電力購買契約風險(Offtaker default)、保固不履行之風險(Warranty non-performance)、法律責任風險(Legal Liability)。

陳志雄(2012)以離岸風力發電之生命週期為著眼點，指出在風力發電建造階段，有建造風險與零件風險，完工階段為完工風險，營運階段則有營運風險、氣候/風量風險、法規風險、電價風險，另外，整個風力發電生命週期則存在信用風險與剩餘風險。林彥碩(2014)⁴觀察離岸風力發電之流程，提出關鍵性之離岸風力發電之風險包括建造風險、安裝風險、營運與維護風險、介面風險、融資風險、合約風險、商業風險、政治/法規風險、第三人威脅之風險、天然巨災之風險、供應鏈中斷之風險。國際型保險經紀人所列舉之風險種類亦有不同之方向，例如 Willis 由風險事故與保險核保觀點敘述主要風險暴露情況，其所列舉風力發電(包括陸上離岸)不尋常的與嚴重的風險暴露(unusual and serious exposures)情形，包括地基與土壤條件(Ground and Conditions)、風力中斷(Wind force Disruption)、電纜之置放(Cable Laying)、營運遲延(start-up delays)、建築基地之可進入性(Construction Site Access)、巨災危險事故、閃電損害、技術、變電所與電能抵達(substations and power delivery)。根據該等風險暴露描述，可以對應出離岸風力發電生命流程中之不同風險，基本上仍為建造階段之風險與營運階段之風險，有些為全程之風險，例如巨災危險(主要是地震與颱風)與閃電雷極。

吾人如觀察保險業者之承保計畫亦可知離岸風力發電之風險種類，但其係由可承保之角度界定，故引申出之風險種類較狹窄，例如英國 CAN 保險公司⁵指出，風險種類包括物質損害風險(Material)，包括建造、安裝與財產風險；財務性風險(Financial)，包括延遲開業利潤損失風險與營業中斷風險；法律責任風險(Legal Liability)，包括公共意外責任與產品責任風險。此外，尚有附加性之風險，包括營建工場與設備風險(Construction Plant & Equipment)、海上運輸風險、海上從屬損失風險(Marine Consequential Loss)、

3 UNEP e-learning course on Insurance Risk Management for Renewable Energy Projects. Module3-Underwriting Guidelines and Policy.

4 林碩彥(2014)，離岸風力發電產業專案風險分擔與保險規畫，AON.

5 CNA, Onshore & Offshore Wind Energy, www.cnaeurope.com，最後上網瀏覽日期 2014.06.20.

專業責任風險、雇主責任風險。

(二) 重要風險分析

茲就上述，並就離岸風力發電之特殊性與技術性，歸納主要風險種類如下⁶：

1. 建造與安裝風險

建造與安裝風險，指由於意外事故所導致營建期間與安裝期間工程本體的直接毀損或滅失。其主要之風險事故包括地震、海嘯、颱風、閃電雷擊等等之天然風險事故以及航空器墜落、火災、爆炸、設備失效、操作錯誤等等人為風險事故。The Economist(2011)將本風險界定為風力電場建造、安裝與測試期間之風險，例如天災或採用尚未檢驗之技術(unproven technology)，所致之財產毀損或對第三人應付之責任。有關對第三人之責任，在整個風力發電生命週期都會涉及，應將其單獨列示。

建造與安裝風險，可能毀損之財產，即是前述之離岸風場發電場之構成諸元。至於施工營造過程中之特殊工具與配備亦屬可能發生損失之風險單位，例如，主要營建的機具，頂舉駁船(Jack-up barges)，雖歸屬於營建商，仍為建造與安裝階段之風險，但應歸屬於運輸風險。

2. 介面風險

介面風險，係指不同之系統或零件無法相容之風險，主要原因來自於工程無法以統包計畫(Turnkey Contract)方式執行，必須以分包計畫進行整個工程。就離岸風力電場計畫言之，牽涉的工程技術較為複雜，包括機組設備技術、海上施工及安裝技術、海上電纜鋪設技術等，不易找到一個有經驗的統包商承接整體計畫，因此容易造成各分包計畫間的介面風險發生的機率。嚴格言之，介面風險仍為建造與安裝風險之一部份，但其具有特殊性，單獨列示可以突顯離岸風力電場計畫之特殊風險性質。介面風險，雖非保險業者之直接可保風險，但會影響離岸風力發電業者之延遲開業，延遲開業風險卻可能是保險業承保之風險之一。

3. 合約風險

離岸風力發電為一種大型專案計畫，採用專案融資(Project Financing)方式處理時，所面對之主要合約數量可能超過十種以上，例如合資合約、特許合約、保證採購合約(例如電力採購合約)、融資合約、各種不同類型的營建或安裝工程合約、設備採購合約、營運與維護操作合約、進口設備運輸合約、工程顧問合約、

6 本單元有部分資料是訪問業界專家所得，基於當事人之保密要求，不公開受訪單位與受訪人。

財務顧問合約、法律顧問合約、保險顧問合約等等。無論那一種合約，業主或開發商如缺乏有經驗的團隊參與協商與訂約，可能因簽訂合約中某些條款的不適當而導致的合約風險，進而可能讓整個計畫案遭到重大損失。依上所陳，合約風險可視為整體性風險，即整個離岸風力發電生命週期均可能遇到之風險。

4.環境風險(Environmental risk)

環境風險，指由於電廠所致周遭環境之損害或是因該等損害所致之責任。離岸風力電場計畫所需的建設與放置位置若未能事前取得中央與地方的同意權，甚至當地居民或是環保團體的同意權，通常會影響計畫的營建完成的時間表，進而造成債務償還能力不足的不利影響。而一般計畫所面臨的環境風險主要包括：符合污染及噪音管制的國家標準、以及當地民眾對於施工安全意見的不一致等。如無一強而有力的環境管理計畫，可能造成環保團體的施壓，並導致社會輿論負面的影響，甚至對於整個計畫時間表的干擾。

5.營運與維護風險

營運與維護期間之風險(Operation and Maintain Risk)，泛指營運過程中足以影響營運之各種風險，最嚴重者為風力發電營運商預期之外的廠房關閉事件，關閉之原因可能是遭受重大天然災害或人為危險事故或是無法取得營運資源、廠房受損、零件故障等等。營運風險尚涉及建造與安裝工程延誤所致之遲延開業之風險，以及營運過程中因意外事故所致之營業中斷風險。營運與維護風險可能導致者為直接財產損失與間接損失。

離岸風力發電之營運與維護為一巨大風險，Chartis(2011)指出，有時可能會使用特殊船舶，例如事故發生後之修補作業，可能要使用該特殊船舶設備，目前僅有少數適用的船舶用於風力渦輪設備，是否可租借到位，其可能性即是一嚴重的風險暴露，況且租用費用亦巨。另外，威力強大的風暴、巨大的風浪、高腐蝕性鹽水可以造成風力發電廠各別零件之耗損速度較陸上系統來得快。如無適當之維護規畫，離岸風力發電場似無法持續至其所宣稱之生命期。此外，零件須規律替換，此須要巨大努力與費用，降低投資收益。

6.商業與策略風險(Business/strategic risk)

商業與策略風險，係指影響電廠生存之風險，例如技術過時(technological obsolescence)之風險，嚴格言之，屬於廣義的營運風險之一種。此種風險原則上並非可保風險。

7.市場風險(Market Risk)

市場風險係指投入生產相關元素價格上漲之風險或是售電價格下跌之風險，嚴格言之，屬於廣義的營運風險之一種。市場風險原則上屬於投機風險性質，應非保險業可以承保之風險。有另稱電價風險，不過，電價風險，應係指電價不穩定之風險，電價不穩定影響電廠業者之收益穩定。

8.氣候相關數量風險(Weather-related volume risk)

氣候相關數量風險，亦可稱氣候與風量風險，係指因風力不穩定而使發電量下降之風險，嚴格言之，屬於廣義的營運風險之一種。氣候相關數量風險，以現行保險業已開發出之天氣保險觀之，應屬於可保風險之一種。

9.融資風險

融資風險為無法獲取融通資金的風險，為一種全程式之風險。對於離岸風力發電業者而言，為一種具有威脅性之風險，此種風險，應屬於非可保風險。

10.運輸風險

運輸風險主要指整個風電發電建造過程中涉及之海事風險與陸上運輸風險，基本上可以分為船舶本身風險與貨物運輸風險。Chartis 保險公司(2011)特別指出，運輸風險可以分為「一般性」的運輸風險(“Normal” Transportation Risks)與海上運送之風險(Ocean Transportation Risks)。「一般性」運輸風險，應屬於與海上運輸接軌之陸上運輸風險，故陸上運輸風險係指風力發電設備之零組件由製造商運至海運碼頭期間之風險，在本質其風險程度上仍然可觀，只是相對於風險較大之海上運送較小。主要是離岸風力發電之零組件性質特殊，具重大風險性質，無論是轉子&葉片(Rotor Blades)、渦輪機、機艙(Nacelle)、齒輪箱(gearbox)、發動機(Generator)、變壓器(transformer)等等，相對上為精密零件，撞擊或溼度之損害相對敏感；其他如塔座(Tower sections)、變壓器巨大笨重，操作困難。Chartis 保險公司(2011)另指出海上運送風險，主要是指風力渦輪發動機及其零組件之船運，具有風險及中之特性，甚至代表最高潛在風險，因為一艘船可以運送總價值甚高之標的。在航程期間，一艘船暴露於數個潛在風險事故，包括惡劣天氣、擱淺或碰撞，以及火災。

11.政治與法規風險

政治性風險與法規風險，係指公共政策改變、法規改變、補貼政策改變所致之風險，大致上包括下列。

(1)收歸國有、徵收、充公、侵佔

(2)戰爭(含內戰)、恐怖主義

(3)契約無法履行風險，包括進出口設備許可執照被撤銷、禁運、外幣管制、外勞管制等

(4)政府對於特許權及執照發放的延遲或開放過於浮濫

缺乏與計畫案有關的法令條文

(5)補貼政策改變

(6)稅務政策改變

(7)民意機關的政治干擾。

政治與法規風險原則上是不可保風險，但根據文獻所列⁷，某些型態之政治風險屬於「可保」之範圍。

12. 責任風險

責任風險一般係指對第三人之侵權行為責任，範圍相當廣泛，主要有公共意外責任、董監事責任及雇主責任風險。其中又以公共意外責任及雇主責任為一般大眾與員工最為關心，責任風險基本上是可保的風險。

13. 商業保險安排風險

任何大型營建計畫案，所涉及之風險有些雖可由商業保險市場移轉，惟由於離岸風力發電計畫牽涉之工程技術，具有較大之特殊性，營建安裝的建設與營運在保險上的安排，除考慮傳統上在陸域當中必要的保險移轉可能風險外，亦須安排在海事工作及船舶作業的保險。整體來說，商業保險之安排，既複雜又須注意彼此間的介面連結。復因全球所能提供離岸風力電場保險的承保能量有限，且保險費的決定掌握在少數幾家大型再保險公司，使得大型計畫案在保險的安排上較為複雜與困難。例如對天災的保障設定較低的保險限額及高自負額；對預期利潤損失險及營業中斷險設定 30 天甚至 60 天的等待期間後才開始生效。簡言之，商業保險安排風險為取得保險保障之不確性風險，以及保險安排過程中之重覆與隙縫風險(Overlap or Gap Risk)。商業保險安排風險顯示出理論上可以承保之風險在實務上因保險市場之缺乏供給問題，此即涉及保險市場與再保險市場之承保能量問題。

⁷ 例如，前列 UNEP e-learning course on Insurance Risk Management for Renewable Energy Projects. Module3-Underwriting Guidelines and Policy 中提及有政治風險保險(Political Risk Insurance)。

參、離岸風力發電保險種類

一、概 述

與風力發電計劃相關之保險計畫，有文獻指出所涉及者，包括財產保險、工程保險、海上保險、第三人責任保險、政治風險保險(Political Risk Insurance)，針對風力發電計畫中涉及之特定利害人尚有犯罪保險(Crime cover)、忠誠保證保險(Fidelity)、專業錯誤與遺漏保險(E&O)、董監事與重要職員責任保險(D&O Cover)、信用保險(Credit Risks)，至於天氣風險，事實上是以天氣衍生性商品(Weather Derivatives)轉嫁(UNEP,2011)⁸。

不過，對照前述所陳風險種類，離岸風力發電主要保險範圍，以離岸風力發電之生命流程為基礎，可分為營建期間之相關保險與營運與維護期間之相關保險，有些險種跨越營建期間與營運維護期間，茲列示如下。

表 2 離岸風力發電保險種類

營建期間之主要保險	營造綜合保險(CAR) 安裝綜合保險(EAR) 第三人責任保險(通常包含與 CAR 與 EAR 綜合保險之中) 運輸保險
營運與維護期間之主要保險	財產保險 機械設備保險 營業中斷保險(包括延遲開業之利潤與費用損失保險 DLOP) 第三人責任保險

資料來源：UNEP 2011，林碩彥 2014，Willis

針對離岸風力發電保險之相關保險產品，目前國際保險市場流通之保單有限，並以歐洲保險業者為主要提供者，較有名的是 2001 年英國 WEL 離岸風力發電建造計畫保險單(以下稱 WELCAR)、2004 年德國慕尼黑再保公司之綜合計畫保險單(簡稱 CPI)二種。前者為一綜合性保單，主要提供營建期間所需之相關保險，承保範圍算是廣泛，未提供營運與維護期間之相關保險，該等保險必須另行安排，例如，營業與維護期間之財產保險、營業中斷保險、機械設備保險等等須另行安排。德國慕尼黑再保公司之綜合計畫保險單主要承保五個險種，分別是：「(1)計畫工程保險(Project works)；(2)廠房、機械與設備保險(Plant, machinery and equipment)；(3)第三人責任保險(Third party liability)；(4)延

8 UNEP e-learning course on Insurance Risk Management for Renewable Energy Projects. Module3-Underwriting Guidelines and Policy, 2011. p9~10.

遲開業保險；(5)海上貨物保險(Marine Cargo)」，除第一項是強制必保之外，其餘四種可以選擇投保。慕尼黑再保公司另尚提供綜合機械保險(Comprehensive machinery Insurance，簡稱 CMI)，係承保營運期間之營運期間之物質損害(Operational material damage)以及營運期間之營業中斷保險(Operational business interruption)，前者為強制必保，後者可以選擇投保與否。茲因篇幅所限，擬就上開二大系列之內容簡要說明如下。

(一) WELCAR 主要內容⁹

英國 WELCAR，全名為離岸風力發電建造計畫保險單(Offshore Construction Project Policy)，為一採用概括方式(All Risk)承保之保單，承保範圍廣泛，兼及財產損失保險與第三人意外責任保險，其架構如表 3。

財產損失保險，由保單條文涵蓋內容，包括營造保險、安裝工程保險、海上貨物保險。第三人意外責任保險與一般工程保險承受之責任保險，旨趣相近¹⁰，以下就財產險之主要特點說明如下。

1.被保險人

採主控保險單方式(Owner-Controlled Policy or Wrap-up Policy)保障離岸風力發電計畫的相關利害關係人。

2.標的物

承保之標的物廣泛，凡是與離岸風力發電計畫有關之財產，均為其承保對象，惟該等財產須包含在風力發電合約價值之內。永久性工程與施工處所之預備工程(site preparatory work)及其附帶之運作風險，如經保險人同意，亦承保在內。

3.概括式承保

採用概括式(All Risk)承保，亦即，除不保事項外，承保被保險財產在保單期間內之一切毀損或滅失之危險。常見之風險事故，包括天災、火災、爆炸、偷竊、竊盜、第三人非善意行為、施工缺陷或施工機具缺陷發生意外事故所致之損失，以及保單未列舉不保之其他風險事故。針對天然風險危險事故，採用一個事故(an occurrence)之概念。所謂一個事故，係指源於一次事件(one event)所致之每一次之損失、意外、災難，或是源於同一事件之一連串各次損失、意外、災難之總和。同一事件，即是同一原因，是空間上之界線限；而所謂一個損失或是一連串各次

9 同時參酌(1) Mary Shaddock Jones, Examining Welcar 2001: A Contractors Perspective, Global Industries Offshore LLC. (2) Anders Olsson, Analysis of 'All risk' insurance from an offshore wind farm perspective, 7_1 LG Pilot Report, 2009. (3) 2011 WELCAR.

10 即是被保險人於保險期間內因為營建承保工程發生意外事故，至第三人受有體傷(含死亡)或財損，被保險人依法應負賠償責任而受賠償請求時，由保險人對被保險人負賠償之責。詳楊誠對，意外保險，修訂七版。著者發行，三民書局總經銷。P220.

損失之總和，則為時間上之界限。保單文字通常對於不同風險事故所致之一次事件，有其界定標準。如為風暴(Windstorm)、各種型態之龍捲風、旋風、颶風、類似風暴以及具有猛烈與毀滅性質之風力系統、源於相同之大氣擾動，均以 72 連續小時為一次事故。但是事故之起點必須發生在保險期間之內。另外，如為地震、海嘯(shock)或火山爆發，如其事故期間超過 72 小時，亦以 72 連續小時界定為一次事故。

表 3 WELCAR 保單架構

序文	保險範圍(Scope of Insurance)
承保範圍	1. 被保人條款(Assureds) 2. 其他被保人特殊條款(Special Conditions for Other Assureds) 3. 賠款受款人條款(Loss Payee) 4. 保單期間(Policy Period)
承保條件與條款	1. 共同條款(General Terms And Conditions) 2. 財產損失保險適用條款(Sections 1-Physical Damage) 3. 責任保險適用條款(Sections 2- Liability)
附表	1. 被保人(Assured) 2. 計畫名稱(Project) 3. 保單期限(Policy Period) 4. 保單限額(Interest/Policy Limit) 5. 自負額(Deductibles) 6. 保費(Premium) 7. 註銷通知(Notice of Cancellation) 8. 理賠代理人(Claims Representative) 9. 初估總工程價款(Initial Estimated Final Contract Value)

4. 保險金額涉及各種不同費用補償

工程保險之保險金額之特性為隨工程進度逐步增加，離岸風力發電工程並無特別例外，保險人對於任何一次事故(any one occurrence)所致之總承保責任以事故發生時業已記載之最新協議(記載於保單附表之中)之工程價額的一定百分比為限。比較重要之處在於該價額涵蓋許多費用型態保險，並設定分項保險金額，規範補償額度。該等費用保險之相關條款包括常見的損害防止費用條款(Sue and Labour Clause)、殘骸與廢棄物清除條款(Removal of Wreck, Wreckage and/or Debris Clause)，適用於海上貨物保險的共同海損與施救費用條款(General Average and Salvage Charges)、轉運費用(Forwarding charges)條款、額外費用(Extra Charges)條款，特別的條款是每一事故之等待費用(Stand-by Charges) 條款、離岸工程取消費用(Offshore cancellation costs) 條款、測試、漏隙與損害搜尋費用(Tests, Leak

and/or Damage Search Costs) 條款，其中之等待費用值得進一步說明。等待費用通常涉及離岸風力發電工程之工作船租金問題，由於該種船舶之租金非常昂貴，如發生意外事故，例如颱風，而產生遲延情形，致原工作期間延長，因而所致之租金費用所費不貲，此種情況則由保險人在分項保險金額範圍內予以理賠¹¹。

5. 保險期間

保險期間包括計畫期間(Project Period)、保固期間(Maintenance Period)與損失發現期間(Discovery Period)。計畫期間與保固期間之保險期間與一般工程險之規定類似，無特別之處。損失發現期間(Discovery Period)，為較特別之規定，其期間與保固期間同。

6. 自負額

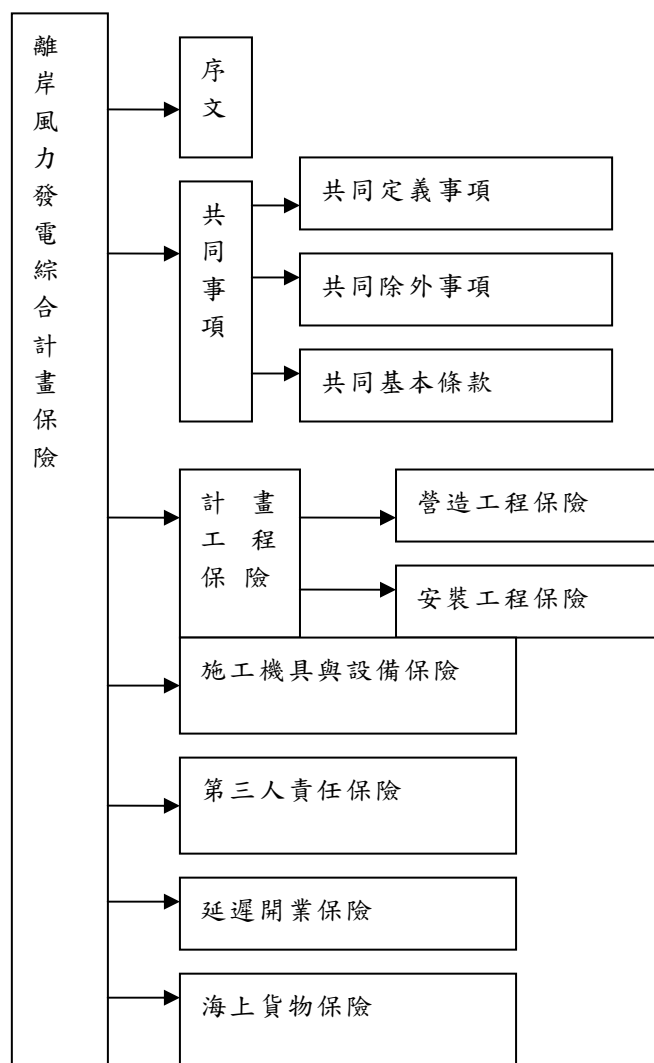
離岸風力發電計畫之各項標的物損失額度可能甚大，保險人針對特別項目分別設定不同自負額，由其中亦可發現，離岸風力發電之主要風險之所在，茲列示如下。

- (1) 針對貨物運送風險設定每一事故之自負額。
- (2) 針對陸上裝配(Fabrication)風險設定每一事故之自負額。
- (3) 針對水運至離岸風場最後地點(final offshore site)拖曳(tow)風險設定每一事故之自負額，或是針對拖曳至離岸風場最後地點的海上拖曳或重大抬舉移動(heavy lift movement)設定每一事故之自負額。
- (4) 針對離岸工程與之後之相關維護之風險設定每一事故之自負額。但是針對工程中之特殊作業有不同之規定，詳下列三項。
- (5) 在裝置管線、電纜、tie-ins、risers、spool、pieces 以及其他海面下之任何導管時，針對直徑 24 英呎之導管風險設定每一事故之自負額，針對直徑 24 英呎以上導管風險亦設定每一事故之另一種自負額。之後之相關導管維護風險亦相同。
- (6) 針對等待期間費用(stand-by charges)之風險，設定每一事故之自負額。本項自負額於離岸工程保險中為值得特別關注之點，離岸工程保險承保之財損險之保險金額通常針對較特別費用設定分項承保金額(Sublimit)已如前述，此處所指之自負額其對應之賠償事故與工程船之租金有關。
- (7) 未特別指出之其他項目之風險，設定每一事故之自負額。

¹¹ 本段係訪問國內某國際保險經紀人公司所得。

二、德國慕尼黑再保公司之綜合計畫保險單主要內容

德國慕尼黑再保公司提供之綜合計畫保險單，除海上貨物保險與延遲開業保險外，其餘險種兼及陸上與離岸，架構如圖 4 所列。



圖四 綜合保險計畫

資料來源：根據綜合計畫保險單自行整理

如前所述，此種保險計畫，係以計畫工程保險為基礎，附帶四種選擇性相關保險之套裝保單，在共同基本條款中，較為特別者為保險人採用風險管理之概念，相應制定合理預防條款(Reasonable precautions)、風險檢查條款(Risk inspections)、風險重大變更條款(material change in risks)等等應用損失控制之概念性質之條款，對於離岸風力發電這種

風險較高之工程保險而論，的確是必要之規定。計畫工程保險、營建機具綜合保險、第三人責任保險等等險種，其所規範者，性質上與 WELCAR 所承保者類似，其承保內容或有其差異，但非本文所欲陳述者。茲就其承保之延遲開業保險與海上貨物保險稍加說明如下。

延遲開業保險，係承保被保人於保險期間內，發生計畫工程保險中所承保之毀損或減失，因該等毀損或減失導致建造、安裝或測試時間進度受到干擾，因而導致之被保業務營運之開業延遲所致之損失。所謂損失，指毛利與特定持續費用。毛利損失係指補償期間內營業額減少(包括任何營運費用之增加)而實際所遭受之損失。特定持續費用，在補償期間因為營業額減少實際未賺取之費用，包括任何增加的營業費用。一般言之，此種保險之保險金額為年度毛利或是年度持續費用。此種保險之保險期間起點與前述計畫工程保險同，保險效力終止日為保單附表上所記載之被保險營業開始日或是被保險營運實際開始日，二者以較早發生者為準。保險人為控制延遲開業之風險，營業開始日有任何預期改變之情況應向保險人報告。另外，為進一步控制風險，保單條款中另置進度報告條款(Progress reposts Clause)，被保險人應按時提供保險人最新工程進度報告，而其內容應顯示被保險契約之工程進度，包括任何承保商所準備之任何契約之工程計畫情形，進度報告也應確認任何工程進度之延遲或可能延遲之情形。延遲開業保險是一種時間因子保保險，所以補償期間之規定極為重要，其具體意義是因延遲開業而使毛利(包括增加之營運成本)受到影響之期間，自原預定被保險業務起始日，但不超過記載於保單附表中所記載之最大補償期間。延遲開業保險通常設定時間型態之自負額，其額度為平均每日毛利損失值乘以自負額日數。

此處之海上貨物保險，係承保營建工程所須之各種零組件與營建機具設備在海上運送時之風險，限於有海上運送契約之情況下，但在實務上保險公司之海上貨物保險亦兼辦航空貨物運送保險，此保險之權利義務適用英國協會貨物條款系列。英國協會貨物條款，係一廣泛稱呼，最主要包括 A 式協會貨物條款(ICC(A))、航空險協會貨物條款(ICC(Air)1/1/82)、協會重置條款、協會船級條款(Institute Classification Clause1/8/97)、包括海上與航空均有之協會貨物戰爭條款(IWC(Cargo)1/1/82、IWC(Air Cargo)1/1/82)、協會戰爭註銷條款(貨物險適用) (Institute War Cancellation Clause(Cargo)1/1/82、協會貨物罷工險條款(ISC(Cargo)1/1/82)、協會空運貨物罷工險條款(ISC(Air Cargo)1/1/82)、協會幅射污染除外條款(Institute Radioactive Contamination Exclude Clause 1/10/90)、貨物運送終止條款(恐怖主義)(Cargo Termination of Transit Clause(Terrorism))。

因應海上運送狀況，套裝保單中之海上貨物保險除了適用前述之協會條款外，亦對該等條款之內容有些許修正，例如將轉船風險、退貨風險、廢棄物清除費用等包括在內。又如將協會貨物條款中所規範貨物可置於碼頭倉庫之期限由 60 天延長為 90 天，規定戰

爭險之危險保費因應世界各種戰爭情事之變化可以機動調整，再如規定貨物裝於甲板上時，應具有適航包裝保證以及防鏽處理規定。為確保運送貨物之船舶之品質，嚴格規定運送船舶之條件。

肆、離岸風力發電保險核保因子

離岸風力發電保險之歷史尚短，不若歷史悠久之險種有指標型之核保因子可循¹²，吾人或可由國際保險經紀人之觀點與現行國外保險業之核保問卷探查。林碩彥(2014)指出¹³，離岸風力發電保險之核保考量因子，主要重點包括：選擇的機組技術是否成熟運轉、離岸電纜佈置、海床情況、運送風險、適航性船舶的使用、介面風險、離岸拖曳與吊運、承包商經驗、設計風險、延遲營運保險(收入損失)、進入興建風場的風險、暴風風險、可能的累積風險等等。國際保險經紀人 Willis¹⁴指出保險人必須考慮的主要風險因子為地基與土壤條件、風力中斷問題、電纜之置放技術¹⁵、營運遲延問題¹⁶、建築基地之可進入性¹⁷、巨災危險事故(主要是颱風與地震)、閃電損害¹⁸、技術性問題¹⁹、變電所與電能抵達目的地問題²⁰、其他(例如原型機問題、系列損失 serial losses 問題)。

由上列所陳風險因子，歸納之後有下列幾個方向。

1. 風場本身之整體地理環境：例如，海床情況、風力中斷問題、建築基地之可進入性。
2. 風電機組之成熟性：例如選擇的機組技術是否成熟運轉(原型機之問題)、設計風險。
3. 傳送電力之設備與技術：亦即變電所與電能抵達目的地問題，例如離岸電纜佈置。
4. 運輸風險因子：例如運送風險、適航性船舶的使用、離岸拖曳與吊運。
5. 天災問題：即，巨災風險因子，例如暴風風險、可能的累積風險。

12 例如火災保險之 COPE 因子。

13 林碩彥(2014)，離岸風力發電產業專案風險分擔與保險規畫，AON。

14 Willis, Wind Power, http://www.willis.com/Documents/Publications/Industries/Utilities/Wind_Power_Brochure_North_America.pdf 最後上網瀏覽日期 2014.06.30。

15 電纜之置放對於風場甚為關鍵。離岸風力風場之電纜問題在於置放與掩埋否適當，深水與接近陸地均須考慮。

16 風場於安裝或測試期間甚至是運送至風場時，有時因設備毀損產生遲延。如果收益遲延，就會喪失利潤，產生債務服務問題。

17 離岸風場須要深水港以利設備裝卸，其所產生之曝險亦是核保人評估之點。

18 閃電是最常見的危險事故之一，保險人會考慮避雷保護措施。

19 核保時應特別注意風場技術，早期的原型技術經驗較差，現行技術雖有改善，仍然是個問題。其他須考慮的是一連串損失(serial losses)問題，類似問題影響多個組件。核保人檢查與評估之詳細管理具有關鍵性。

20 變電器失靈對於輸電有長期影響。變電所損失可能使整個風場關閉，造成嚴重的時間因素損失。

6. 遲延開業問題。

7. 其他：例如介面風險、承包商經驗、系列損失(serial losses)問題。

針對此種技術性高之險種，保險業進行核保時通常設計核保問卷，上述因子通常亦構成核保問卷之一部分。WELCAR 所附之核保問卷內容包括九大部分，分別是(1)發電計畫概要、(2)風場詳細資料(Site details)²¹(3)結構工程相關資料²²(Structural support Works)、(4)風力渦輪機工程(Wind Turbine Generator Works)²³、(5)電纜與電機工程(Cable and Electrical Works)狀況²⁴、(6)海上貨物(Marine Cargo)運送²⁵、(7)遲延開業(Delay in start Up)因子²⁶、(8)其他一般事項(General)²⁷、(9)相關附件資訊(Supporting Information)²⁸。

伍、離岸風力發電保險承保挑戰與風險分散機制初探

一、承保挑戰

21 包括：風場所在位置、計畫建造期間風場之任何可能潛在惡劣氣候情況詳細資料、地質與水面下之條件、任何環境敏感地區之詳細資料、對第三人之場所定界線與確定線(site markings and identification)之詳細資料、與計劃有關支裝配、製造及/或任何其他儲存場地之所在地與配置(layout)詳細資料以及任一時間期最高集中價值、所有場所高價值及中地區之之火災、洪水以及竊盜防護措施。

22 包括：所使用之地基型態/承重結構、主要零件的製造商、使用之建造方法(包括任何挖掘與打樁之詳細資料)、任何必須使用之爆破包括炸藥之製造與儲存、主要零件之卸載方法之詳細資料。

23 包括：風力發電機裝置方法之描述、所使用之裝置船舶詳細資料以及其穩定器(stabilization)、下錨/停泊之詳細資料、裝置承攬人之詳細資料以及其對離岸風力之相關經驗、風力渦輪機對抗冲刷(scour)、腐蝕、冰、閃電、風暴以及浪(wave loads)等之保護程度(Protection measures)、渦輪機數量、製造商、型號、發電容量、殼高度(Hub Height)、葉片直徑(Rotor Diameter)、製造商保證、渦輪機認證(著名的認證或其他)。

24 包括：岸上/離岸變壓器(Transformer)與變電所(Substation)、每一個變壓器與變壓器 rating 之風力渦輪之數目、運送至場所之詳細資料(包括所須使用的任何最特殊船舶以及重機起重設備)、變電連接方法(substation connection methods)詳細資料、所須使用之所有電纜之詳細描述(包括所有電纜之長度與直徑)、電纜放置方法詳細資料(包括張力 tension、斜坡度 ramp leveling、pull-in and trenching 等)、預計中電纜埋入深度與任何會影響安裝過程中之土壤、天氣與潮汐狀況之詳細資料、電纜路線(包括任何障礙 obstruction 與交錯 crossing 之詳細資料)。

25 包括：運送所有關鍵性項目的詳細料(包括分項價值)、所有關鍵性項目之原始來源及會在那一個港口裝船、關鍵性項目之裝船日程表(包括到達場區而在尚未裝置於工廠之任何緩衝期間)、任何運抵計劃場所(site)之轉運與駁運安排以及內陸運輸、每一個 WTG 單位(如可可能)之每月收益、抵押貸款本息分期償還額度(debt service)(包括應繳利息、本金攤還額度)、固定成本或任何其他被保人發生之成本或費用的每月詳細細目表。

26 包括：建造、測試與監督之進度表中，何者是最具關鍵性之詳細資料，以及回復的可能最長相隔期間(lead time：產品設計與實際生產間相隔的時間)、合約期間船舶供應計畫及其可能性、一旦船舶無法承負我們的工程(work)時，產生之數量等待費用與取消成本、可用來安裝設備之適當天氣(Weather Window)之其他限制或關鍵設備之前置時間(lead time)。

27 包括：描述工程計畫中之那一個層面(aspect)會受到擔保檢驗師(warranty Surveyor)或類似第三檢驗單位的監督、所有主承攬人與相關次承攬人之過去追蹤記錄與經驗、工程計畫中的營運與維護 O&M 承攬人(如與 Warranty provider 不同人)以及計畫中之維護、主要風險因素警告系統與緊急/持續性規畫之詳細資料、與標準工程實務與/或 incorporates 的設備實驗項目不一致之任何設計的計畫詳細資料。

28 包括：工程進度圖(包括預計的工程價額發展)、附表所列的工程細目、主要設備、倉儲的價值細目與倉儲期間、主要工作區域之方法陳述(包括牽引、集結、裝配、變壓氣台之擺放與聯結、高塔、引擎機艙、螺旋槳葉與電纜、地球物理與岩土工程探勘報告之主要發現與建議、環境影響評估報告或等同評估報告、承攬人過去 5 年之損失紀錄、電纜置放風險評估報告、船運風險評估報告。

對於保險人而言，雖然有上開核保因子可提供初步參考，不過，離岸風力發電之發展時間畢竟不長，保險人承保離岸風力發電相關保險，面對之基本挑戰仍有下列幾項(Gail Gajgor,2010 ; Oliver Stein,2012)²⁹。

1.缺乏長期經驗

缺乏長期經驗是保險人承保離岸風力發電保險之基本挑戰。與傳統的離岸鑽油和瓦斯之風險暴露單位相較，同樣位於海中，離岸風電之風險暴露表面上或許有相似之處，然而離岸鑽油和瓦斯產業已有 50 年之營運經驗，工程設計業已標準化，亦已學習到減輕風險的經驗，但是海上風電場行業是非常年輕的行業，保險業不應該完全類推該種經驗，而應由實際情況逐步建立核保方向，此須要長時間之累積。

2.離岸風力發電之地理環境風險複雜性高

離岸風力發電之風險因子，視其所處地理環境而定。除了海上之風浪與海水外，有時風力發電渦輪設備定位於砂質基盤，水深達 50 公尺深。有些風力發電渦輪設備錨定後，高達 150 公尺，重達數百噸，所以一個穩定的基磐絕對是必要的，須要克服許多不確定因素，對於保險業者在評估風險時有相當程度之挑戰。

3.離岸風力發電之設備型態替代性高，價值愈來愈昂貴

離岸風力發電之機組變化愈來愈大，當最小的 3.6MW 還是新的時候，15MW 的機組就已發展之中，第一部離岸風力發電機組是由陸上機組修改而來，在修改的當時，專為離岸風力發電營運的機組就已在設計之中，此顯示出離岸風力發電機組永遠在動態中發展，過去的風力機組經驗難以成為未來承保經驗之參考。另外，發電機組昂貴，如該部份發生事故，潛在之財務損失甚鉅。

4.離岸風力發電工程之相關設備特別

離岸風力發電機組設備特別，從陸上運至港口須要相應之碼頭設備以及足夠的儲存地區。另外，運送與安裝風力發電機組，須要使用特別建造的專用船舶。專用船舶是指頂舉駁船(Jack-up barges)，此種吊裝船(lifting ship)可立於海中，支撐架可達數十公尺，使用起重機(吊杆)安裝風力發電機組。此種船舶數量迄今不多，每一艘價值龐大，安排調度該種安裝工具是一大問題，故在風場安裝機組可能產生瓶頸。另一個瓶頸是與電網(electricity grid)相連之問題。風場距離海岸過遠，幾個風場之電力必須透過離岸設離岸變電所(offshore electric power

29 本段綜合 Gail Gajgor(2010),Risk Specialist: Harness the winds of challenge, WWW.JLTGROUP.Com.與 Oliver Stein(2012), Offshore Wind Energy in Europe-Fresh Wind ofr insurers, Too ? No.19, Gen.Re.之見解。

substation)，經由海中電纜傳送電力至陸上。距離過遠傳送中會損失電力。因此，採用高壓直流電(high-voltage direct current, HVDC)轉換器是必備的，該等轉換器之設備價值甚鉅。

5. 風力發電業者通常要求無縫保障保險計畫

從發電設備之製造、運送、安裝、測試、營運、維護等等，環環相扣，除了傳統性的保險，還會有特殊性保險，例如因為惡劣氣候致增加頂舉駁船等待費用，因為延遲開業之營運損失保險，因為事故產生之營業中斷保險或是連帶營業中斷保險。另外，保期過長，保額過大，對於核保亦產生重大之挑戰。

6. 估算最大可損失之困難度高，風險累積嚴重。

由於尚無足夠經驗事例，估算各種風險事故所致之可能最大損失之不確定性高。風場之風險累積為一宿命，承保能量為一極大挑戰，如何分散風險為核保時重要考量點。

二、風險分散機制初探

離岸風力發電保險承保之風險，嚴格言之，並不合乎某些保險基本原理之運作，亦無法滿足保險經營中可保危險的某些要件，主要原因在於離岸風力發電之個別巨大風險與地區累積風險兼具，且風力發電機組推陳出新，過去之承保經驗難以期待於未來。保險業者無論是應政策之要求或是願意進入離岸風力發電保險領域，必須先行解決承保能量問題，亦即風險分散問題。基本上，前述所提風險累積問題在本質上與其他具有巨災性質之業務，例如核能保險、地震保險、颶風保險等等相同，故藉助共同保險(Coinsurance)與再保險(Reinsurance)等分散風險之技術補足先天呈現之巨大客觀經營風險在方向上仍為不二法門。至於是否真能解決國內保險業者承保離岸風力發電保險之問題，有待觀察。為了解此問題，本研究曾以深度訪談方式就教於國內工程保險界之專家，茲彙整該等人員之意見如下³⁰：

1. 國內保險業者無經驗、無技術為最大問題，加上離岸風力發電不具備大數法則，承保之不確定性高。但是風險之分散仍為一必須解決之問題，再保險仍為較佳之解決方向。
2. 工程保險本身之風險集中問題，採用共保方式安排在某種程度上可以消化單一大額保單風險累積之問題，但對於離岸風力發電保險這種既無經驗又無大數法則原理支撐之業務，共保人基本上就其自留之部份仍須安排再保險因應。

30 基於當事人之保密要求，不公開受訪單位與受訪人。

- 3.所有的比例型工程再保險合約，均將離岸風力發電保險排除在外，欲分散風險以採用臨時再保險為主要機制。由於全球具有此種保險承保能量之再保人相當有限，未來仍然依賴國際型保險經紀人或再保經紀人，並以採超額賠款再保險之方式安排為多。

陸、結論與建議

一、結 論

1.保險為處理離岸風力發電面對災難性風險之必要工具

風險管理的方法可分為非保險方法與保險方法，前者以損失控制為重點，後者為最具有立竿見影效用之方法，在建造、安裝與、測試之過程中，最基本之保險包括營建與安裝工程保險、施工機具與設備保險、第三人責任保險、遲延開業保險、海上貨物保險。而在營運與維護過程中，須要之基本保險包括財產保險、機械設備保險、第三人責任保險、營業中斷保險。不同地區之離岸風力發電之情況不盡相同，目前保險業界開發之保單，大致為量身定作型態，並無標準保險單，專門針對離岸風力發電所設計之營運與維護保險計畫，正在發展之中。

2.保險業承做離岸風力發電相關保險面臨極大之挑戰

離岸風力發電為一較新之產業，保險人承保是項業務面臨幾個重大挑戰，分別是：

- (1)承保經驗不足，最大可能損失估計困難。不同地區之風場狀況不同，新型機組不斷推出，過去之統計經驗，不能期望於未來。
- (2)保險期間過長。營造與安裝風力發電機組之期間通常數年，許多保單同時承保第一或二年之營運風險。
- (3)保險金額龐大。風場之發電機組數目非僅單一，加入營業中斷保險之後額度更大，如何分散該等單一或累積風險是一大問題。
- (4)間接損失保險範圍擴及數種。除了遲延開業損失保險、營業中斷保險之外，被保險人可能要求投保連帶營業中斷保險(Contingent business interruption insurance)，該等保險均為技術極高之險種。

二、建 議

- 1.量身訂作為離岸風力發電保險之運作型態，保險業界應該相應設計適合被保險人需求之承保範圍。原則上離岸風力發電業者總是尋求頭尾相連之保障，不因運送設備、安

裝與營運設備之中斷而產生損害。對於保險人而言，必然要全盤了解此種業務之每個環節，除了知道離岸業務之不同階段之風險的專業知識外，對於所提供之寬廣保障應全面了解。

2. 保險業界應建立一套適用於國內之離岸風力發電保險承保準則。離岸風力發電保險須考慮之核保因子甚為複雜，應就離岸風力發電生命週期分別確認分析其風險，並分別訂定不同階段之承保準則。例如，有文獻特別強調，營業中斷之風險是離岸風力發電發展的關鍵之一，也強調密集系列性損失(Series Losses)風險之問題，尤其是新興科技所致者。再如，時間之損失，對於風力發電作業中之船通所有人或是風場承保商或是營運人，是可能涉及之大風險，尤其是已訂了船準備進行工程卻必須取消，產生之費用損失，在評估時值得特加注意。又如零件損害之嚴重性，以大型風力渦輪機而言，其葉片長度甚長，遭受雷擊之後，更換一片可能所費極大。又如，發生火災之情況，保險人通常要支付替換整支因火災毀損之費用。即便是保險人與營運人可以證明火災是保固義務人之錯誤所致，保固義務人通常僅支付更換錯誤故障之部份，保險人卻須承擔整支替換之成本。
3. 國內保險業界應建立一套離岸風力發電保險之風險分散機制。離岸風力發電保險承保的對象具有風險累積之特性，保險業者宜運用共同保險與再保險創造不同層次之風險分散機制，保障性工具在原始保險方面可結合傳統型保險與資本市場連結型保險承擔第一線之風險分散機制，而第二線再保險分散機制方面，亦可採用傳統型再保險與資本市場連結型產品，例如巨災債券，共同運作。

柒、誌 謝

本文為經濟部能源局補助之「陸海域風力發電設置推動及技術研發計畫」(計畫編號：103-D0107)之分包計畫(委辦機關為財團法人工業技術研究院)的部分研究成果，感謝經濟部能源局的經費補助。

參考文獻

- 1.林彥碩，離岸風力發電產業專案風險分擔與保險規畫，AON 保險期刊，第一期，2014.
- 2.陳志雄，取之自然，回饋於大地—風力發電之風險管理,AON,2012.
- 3.楊誠對，意外保險，修訂七版。著者發行，三民書局總經銷.P220.
- 4.訪談國內工程保險專家資料，訪問日期 2014 年 9 月.
- 5.中國風能協會，中國風電保險發展現狀及面臨的挑戰，2011.
- 6.聯合報，離岸風場示意圖.2014 年 3 月 21 日.
- 7.范姜肱主持，離岸風電融資保險制度方案研究計畫，經濟部能源科技研究發展計畫 103 年度分包研究，財團法人工業技術研究院委託，2014 年 11 月
- 8.Anders Olsson, Analysis of ‘All risk’ insurance from an offshore wind farm perspective , 7_1 LG Pilot Report, 2009.
- 9.Craigdr, Wind Turbine Accident Compilation, www.caithnesswindfarms.co.uk/fullaccidents.pdf.2014www.cnaeurope.com，最後上網瀏覽日期 2014.05.20.
- 10.Chartis, Chartis, Offshore Wind Challenges for the Insurance Industry, AIMU Marine Insurance Issues 2011.
- 11.CNA, Onshore & Offshore Wind Energy, www.cnaeurope.com，最後上網瀏覽日期 2014.06.20.
- 12.Gail Gajgor,Risk specialist, Harness the Winds of Change, [www.JLT Group.com](http://www.JLTGroup.com),2010.
- 13.Mary Shaddock Jones,Examining Welcar :A Contractors Perspective, Global Industries Offshore LLC.,2001.
- 14.Mathias Hormann, Munich Re. New Insurance Solutions, for on an doffshore wind turbines, NREL/PHM Society Wind Energy Workshop, New Orleans 15th to 16th Oct 2013.
- 15.Munich Re. CPI 保單.
- 16.Oliver Stein(2012), Offshore wind energy in Europe-fresh wind for insurers, too ? Topic No19, 2010, <http://www.genre.com/knowledge/blog/Energy-Answers-Blowing-in-The-Wind.html> 最後上網瀏覽日期 2014.06.30.

- 17.The Economist , Managing the risks in renewable energy, A report from the Economist Intelligence Unit Sponsored by Swiss Re.2011.
- 18.UNEP e-learning course on Insurance Risk Management for Renewable Energy Projects. Module3-Underwriting Guidelines and Policy,2011.
- 19.UNEP, e-Learning Course on Insurance Risk Management for Renewable Energy Projects, Modulal 6-case study, Risk Asssessment for a 100.5MW Wind Farm in Jilin Province, China.2011.
- 20.WELCAR 保單.
- 21.Willis , Wind Power, http://www.willis.com/Documents/Publications/Industries/Utilities/Wind_Power_Brochure_North_America.pdf 最後上網瀏覽日期 2014.06.30.

