

NAMR-109-025(委託研究報告)

離岸風電海域防救災規劃策略研究委託專業服務案
(正式報告)

受委託單位：財團法人台灣經濟研究院

研究主持人：黃釋緯

協同主持人：陳璋玲

研究員：毛嘉瑜、洪承豐

研究助理：劉健合、郭士賢、盧欣榆

研究期程：中華民國109年2月至109年12月

研究經費：新臺幣壹佰柒拾貳萬貳仟元整

國家海洋研究院委託研究

中華民國 109年 12月

「本研究報告僅供國家海洋研究院施政參考，並不代表該院政策，
該院保留採用與否之權利。」

摘要

過去經濟發展過度依賴石油，造成二氧化碳濃度節節上升，此一溫室氣體之大量增加進一步造成全球暖化與極端異常氣候等問題，全球均積極發展再生能源（renewable energy），其中，離岸風機成為近年來備受看好的綠色能源科技，也是近年來備受看好的綠色能源技術，離岸風電發展也是我國再生能源的重要策略之一。

離岸風電為我國重要能源政策，依據經濟部離岸風電潛力場址容量分配區域規劃中，台灣北部區域與中南部區域所選定的離岸風電潛力場址均屬近岸水域。行政院長蘇貞昌於 109 年「中央災害防救會報第 40 次會議」時指示，需在兼顧航運及施工安全下，依既定期程建置。由於台灣海峽天然地形所造成的澎湖水道，南北往來船舶密度甚高，為航運交通流聚集區，且台灣位於颱風常經處，未來在離岸風電海域之多元利用中，可能造成使用衝突或災害、海難的發生。為因應離岸風電海域災害發生，研擬離岸風電海域各類型或複合性災害的處置策略，提出相關因應前述課題。

本研究旨在於透過國際離岸風電災害案例蒐集，整理各國之救災類型，藉以界定離岸風電相關的災害型態，透過我國相關海域安全管理法規之蒐集整理，分析當前因應離岸風電設置後，分析我國救災能量是否充足。因此本研究利用國際相關的案例資料，推估我國未來可能發生因離風電造成之海域災難之量化數據，以盤點我國海域救災能量。最後，則是透過產官學研之專家訪談及召開座談會方式，據以擬定我國離岸風電海域防救災計畫之管理體系，以做為政府有關單位制定政策之參考，重要結論建議如下：

一、全年海上經濟活動盤點

離岸風場使我國西部海域的海上經濟活動更為熱絡。在海上作業期間方面，漁撈與航運大致可全年營運，同屬海洋工程的海底管線工程與離岸風電工程則受我國氣候特性影響，在每年 5 月至 11 月之間進行作業。因此，離岸風場的架設及運維工程將使我國每年 5 月至 11 月的海上交通變得較以往密集，所有離岸風電海域利用者皆需特別注意海上交通安全與相關規定，降低船隻發生碰撞之風險。

二、我國離岸風電海域防救現況之強化

本研究將離岸風電海域災害情境劃分為海難事故、離岸風場事故及海底纜線事故等 3 大類。雖然離岸風場的設置未改變我國預防及處理海底纜線事故的方式，但的確使海上救難需求增加（離岸風場事故救援），也改變了海難事故的影響範圍，故我國宜儘快識別新海上風險，以期有效預防事故發生及控制災害。現今我國已針對工作船航行安全及離岸風電人員作業安全建立相關規範，離岸風電商也致力於建立個別離岸風場的緊急應

變計畫，但仍不足因應整體防救需求，尤其應強化 1.海難事故造成二次損害；2.航道航行環境安全；3.離岸風場工傷事故救援。由於缺乏本土資料，本研究以 G+ Offshore Wind 組織的統計資料推估我國離岸風場風場達 14 至 24 座時，離岸風場每年須即時提供海上救援案件數約在 19 至 33 件之間。在救援能量方面，我國第二線緊急應變能量應可提供離岸風場事故足夠支援，但離岸風電業者與潛在第二線緊急應變能量尚未建立明確的合作模式，救難人員亦不熟悉離岸風場救援環境。各個海上救援單位宜共同探討海空安全救援路線，並確保執行救援任務的人員具備充足訓練與資訊。

三、建構我國離岸風電海域防救能量

本研究另以整體離岸風電海域面臨的防救災新挑戰及能量缺口，綜整各災害管理階段之能量建構。在減災的階段，重點在於預防海上事故的發生，因此需要維護航行環境、標示離岸風場內外安全航行區域及建立海上作業安全規則；在整備的階段，重點在於建立防止及處理災害的能量，本研究建議配置待命拖船、規劃海空救援路線與出勤條件、人員訓練及事故演練等防救災能量。在應變階段，則需考量發生於離岸風電海域的海難事故可能不是單純的海難事故，很有可能危害鄰近船隻或海上設施，二次損害造成之經濟損失也較高，故船隻在離岸風電海域發生海難時，需評估造成二次損害的風險，可能需要相關單位的即時協助（包含安全航向指引和即時拖救）；在復原階段，發生事故的單位需依相關規定命令恢復海洋環境或電力供應。

四、成立離岸風電共同防災管理中心

本計畫參考第四章之外國離岸風電先進國家之治理方式、及本計畫訪談與專家諮詢會議討論結果，建議成立離岸風電共同防災管理中心，借助目前之離岸風電開發商或合作廠商為來自外國離岸風電先進國家如丹麥、德國之經驗近用、加計考量前述我國航政主管機關刻正建構智慧航安系統，俾益於聯合災防中心之設置，使治理、監管、防災能量視覺化、救災聯系便捷化等優勢融於一爐，研擬較佳之措施。如由主管機關經濟部輔導業者成立區域聯合防災中心，提出該中心之防救計畫，並進行追蹤與檢討，以督促業者內部管理時訂定同等或優於該中心防救計畫之災害防救機制，俾益我國離岸風電海域安全。

關鍵字：風力發電、海域管理、防災救災、緊急應變、共同防災管理中心

目 錄

表 次.....	III
圖 次.....	V
提 要.....	i
第一章、前 言.....	1
第一節、研究緣起與背景.....	1
第二節、研究內容與步驟.....	4
第三節、研究進度說明.....	5
第二章、離岸風電海域災難事故案例分析.....	7
第一節、離岸風電海域災難事故分類-以損害類型區分.....	7
第二節、國際離岸風電海域災難事故案例.....	10
第三節、重要離岸風電組織介紹.....	23
第三章、我國海域安全管理與離岸風電產業安全管理之競合分析.....	34
第一節、勞動安全相關法規與管理措施.....	35
第二節、水域航行之相關法規與管理措施.....	39
第三節、災害事故救援之相關法規與管理措施.....	53
第四節、處理離岸風電災害之相關法規與計畫.....	76
第四章 離岸風電海域防救災能量規劃.....	82
第一節、我國離岸風電海域之海上防救災需求分析.....	82
第二節、我國離岸風場之海上救援案件數預測.....	88
第三節、我國離岸風電海域防救災緊急救難資源盤點.....	95
第四節、從國際經驗看我國離岸風電海域之海上救援能量預備.....	100
第五章、台灣離岸風電海域防救災策略與海域管理計畫草案.....	106
第一節、國際離岸風場防救災模式.....	106
第二節、我國離岸風電防救災管理策略.....	121
第三節、研擬我國離岸風電海域管理計畫.....	129
第六章、結論與建議.....	137

第一節、結論	137
第二節、建議	141
參考資料.....	143
附錄一、評選委員審查意見回覆表.....	附1-1
附錄二、第一次專家座談會會議資料.....	附2
附錄三、期中審查意見回覆表.....	附3-1
附錄四、第二次專家座談會會議資料.....	附4
附錄五、期末報告審查意見回覆表.....	附5-1
附錄六、國內外離岸風電災害事故案例說明.....	附6-1
附錄七、歷次專家訪談會議記錄.....	附7-1
附錄八、海難災害防救業務計畫-附件五.....	附8-1
附錄九、第二次期末審查委員意見回覆表.....	附9-1

表次

表 1-1	本計工作執行進度規劃表	5
表 2-1	英國案例分類表	11
表 2-2	德國案例歸類表	14
表 2-3	丹麥案例歸類表	16
表 2-4	其餘歐洲國家案例歸類表	17
表 2-5	美國案例歸類表	18
表 2-6	亞洲國家案例歸類表	19
表 2-7	本研究蒐集之離岸風電海域災害類型與救援需求	21
表 2-8	基礎安全訓練課程(BST)各項課程內容	29
表 2-9	風能協會組織資訊表	32
表 3-1	風電緊急應變計畫與內容概要	75
表 3-2	處理風電災害之相關及計畫	81
表 4-1	離岸風場設立前後我國海上災害情境風險分析	85
表 4-2	離岸風電海域防救災挑戰及應變能量缺口	87
表 4-3	G+ Offshore Wind 組織統計之離岸風場事故件數統計	89
表 4-4	G+ Offshore Wind 組織統計之離岸風場事故發生位置 (含占比)	89
表 4-5	G+ Offshore Wind 組織統計之事故影響分析 (含占比)	90
表 4-6	G+ Offshore Wind 組織統計之 ERME 事故分析	91
表 4-7	我國離岸風電海域救援案件數預測*	93
表 4-8	第一線緊急應變-離岸風電業者自救能量	96
表 5-1	參與丹麥離岸風場緊急應變計畫之單位及職責	117
表 5-2	主要國家離岸風場救災體系及能量之比較	120
表 5-3	我國離岸風電海域防救災能量建構策略	127

圖次

圖 1-1	風力發電 4 年發展願景.....	2
圖 1-2	台灣核定風場之地理位置分佈.....	2
圖 1-3	本計畫執行架構圖.....	4
圖 2-1	主要國家離岸風電建置情形(已商轉).....	7
圖 2-2	離岸風電災害發生示意圖.....	9
圖 2-3	全球離岸風電健康及安全組織成員公司所在位置.....	24
圖 2-4	2018 年離岸風機意外事故統計.....	25
圖 2-5	凱瑟尼斯風能資訊論壇.....	26
圖 3-1	離岸風電設置之安全管理.....	34
圖 3-2	台灣核定風場之地理位置分佈.....	42
圖 3-3	海岸地區範圍圖.....	43
圖 3-4	海域管轄範圍示意圖.....	45
圖 3-5	彰化風場航道.....	50
圖 3-6	災害防救之中央各部會分工圖.....	55
圖 3-7	依災害防救法制訂之計畫及所屬機關.....	56
圖 3-8	海難災害防救業務計畫之各部會海難權責分工圖.....	65
圖 3-9	交通部航港局海難通報流程圖.....	66
圖 4-1	我國離岸風電海域之空間利用情況.....	83
圖 4-2	第二線緊急應變-我國離岸風場潛在支援能量(北區).....	96
圖 4-3	第二線緊急應變-我國離岸風場潛在支援能量(中區).....	97
圖 4-4	第二線緊急應變-我國離岸風場潛在支援能量(南區).....	98
圖 5-1	G+ Global Offshore Wind 組織對離岸風場緊急應變措施之建議.....	107
圖 5-2	英國離岸風電海域防救體系架構圖.....	110
圖 5-3	WINDEAcare 之離岸風場緊急救難服務架構.....	113
圖 5-4	德國離岸風場防救架構.....	116

圖 5-5 丹麥離岸風場防救架構.....	119
圖 5-6 政府主導之防救災模式.....	123
圖 5-7 民間/廠商主導之防救災模式.....	124
圖 5-8 離岸風電業者聯合防災中心管理模式.....	125
圖 5-9 我國離岸風電方防救災推動機制.....	126

提要

關鍵詞：風力發電、海域管理、防災救災、緊急應變、共同防災管理中心

一、研究緣起

我國為因應能源轉型，及提高能源自主性，離岸風電發展是再生能源的重要策略之一。行政院 2012 年核定「千架海陸風力機」計畫，在「先開發陸域風場，續開發離岸風場」原則下，將風力發電的重心逐步由陸域轉移至海上。該計畫目標將於 2025 年前完成 3,000 MW 離域風場設置、1,200 MW 陸域風場設置，在陸域及海域設置總計共 1,000 架以上風機，總裝置容量達 4,200 MW，期望在 2025 年再生能源發電占比能達到 20%。依據經濟部離岸風電潛力場址容量分配區域規劃中，台灣北部區域與中南部區域所選定的離岸風電潛力場址均屬近岸水域。行政院長蘇貞昌於 109 年「中央災害防救會報第 40 次會議」時指示，需在兼顧航運及施工安全下，依既定期程建置。由於台灣海峽天然地形所造成的澎湖水道，南北往來船舶密度甚高，為航運交通流聚集區，且台灣位於颱風常經處，未來在離岸風電海域之多元利用中，可能造成使用衝突或災害、海難的發生。為因應離岸風電海域災害發生，爰成立本計畫，研擬離岸風電海域各類型或複合性災害的處置策略，提出相關因應措施之規劃。

二、研究方法及過程

本計畫目標係針對離岸風電產業發展，所可能造成對於海域安全的影響分析，暨我國未來規劃離岸風電海域管理計畫之規劃，進行研究與分析並研擬策略建議。主要的研究方法係透過國內外資料蒐集分析，並訪談產官學研重要專家，再透過專家座談會議方式，形成本研究規劃之共識。主要的蒐集資料為國內外離岸風電海域災難事故相關文獻、台灣離岸風電海域災難處理及海域安全之相關法規分析與衝突探討，然後再就台灣離岸風電海域可能發生災害種類與影響範圍預估，相關的推估係透過國際資料分析，以規劃我國離岸風電防救災相關應變流程研擬，最後提出台灣離岸風電海域管理計畫草案。

三、重要發現

(一)離岸風電災害類型及救援處理方式

本研究蒐集主要國家案例，包含英國、德國、丹麥、荷蘭、比利時、瑞典、美國、

中國、日本及台灣等國，將離岸風電之海上事故案例分成：人員傷亡、離岸設施損壞、工作船損害等三大類型。各國針對海難事故的救援機制皆不盡相同，然其海難救援流程，機制較常為成立一專責處理海難事故之組織或救援中心，並因應不同事故類型調配相應之單位來進行處理。海難救援相關之民間組織亦多經由自行籌措經費或由政府補助而得以營運，且成員多為來自不同社會階層而受過救援訓練之義工所組成。

(二)我國離岸風電防救災現況與能量建構

G+ Offshore Wind 建議以三個層次進行離岸風場緊急救災應變：第一線為由離岸風場現場人員執行初步處置及第二線加入救援之需求、第二線為由遠方的專業人員指導傷患救助及安排最適合施救的安全地點，以及第三線由獨立可靠的機構指導及協調整體救援行動。G+ Offshore Wind 組織在研究報告中，提供了一個架構供各界參考，實際執行上仍視各國情況調整。我國防救災體系而言，現有陸域防救災系統足以因應發生於陸域之離岸風場事故，海域防救災體系則缺乏處理發生於海域之離岸風場事故的經驗與能量，亟需進行離岸風電海域防救災規劃，促進官民合作，以搶救海上人員性命與維護救災人員安全。

我國在離岸風場防救災能量上，已有基礎的應變設施與工具，但第一線與第二線的緊急應變能量尚未建立明確的合作模式。尤須注意在離岸風機上進行搜救需要專業訓練，目前僅離岸風場工作人員受過離岸風機相關安全訓練與演練，第二線救難人員不但缺乏在離岸風機內外進行搜救之訓練，也不熟悉離岸風場內部救援環境，因此第一線與第二線救援單位的協作十分重要。

(三)台灣離岸風電防救災海域管理計畫草案之研擬

依我國能源轉型規劃，未來將於 114 年時架設 3,000 MW 之海上風場，使臺灣本島西部海域航行安全風險升高，尤其彰化外海為臺灣海峽南北往來要道，又同時是最密集之風場設置處，未來如何進行海域管理，權衡能源、商業貿易及漁業經濟，乃為我國未來海域治理之考驗。本章綜整前述章節之研究、從海域管理相關法規體系之規範目的與重點著手，並彙整專家諮詢會議時來自產、官、學、研專家之意見，針對我國離岸風電海域管理策略進行研析，並研擬「離岸風電海域管理計畫」架構，以及「共同管理中心建置要點（草案）」，供主管機關進行治理時之參考。

四、主要建議事項

未來台灣發展離岸風電時若需強化海難之救援能量，因國內當前已有針對不同事故災害因應之一套有系統地應變流程，或可參考國內研議中之海洋污染防治基金的概

念，以使用者付費的理念，籌措一定的海灘災害應變之資金，以利成立海難事故之聯合救援單位（共同管理中心），或與民間業者簽訂合約以提供更完備的救援能量。相關建議如下：

(一)全年海域經濟活動盤點

離岸風場使我國西部海域的海上經濟活動更為熱絡。在海上作業期間方面，漁撈與航運大致可全年營運，同屬海洋工程的海底管線工程與離岸風電工程則受我國氣候特性影響，在每年 5 月至 11 月之間進行作業。因此，離岸風場的架設及運維工程將使我國每年 5 月至 11 月的海上交通變得較以往密集，所有離岸風電海域利用者皆需特別注意海上交通安全與相關規定，降低船隻發生碰撞之風險。

(二)建構我國離岸風電海域防救災能量

本研究以整體離岸風電海域面臨的防救災新挑戰及能量缺口，綜整各災害管理階段之能量建構。在減災的階段，重點在於預防海上事故的發生，因此需要維護航行環境、標示離岸風場內外安全航行區域及建立海上作業安全規則；在整備的階段，重點在於建立防止及處理災害的能量，本研究建議配置待命拖船、規劃海空救援路線與出勤條件、人員訓練及事故演練等防救災能量。在應變階段，則需考量發生於離岸風電海域的海難事故可能不是單純的海難事故，很有可能危害鄰近船隻或海上設施，二次損害造成之經濟損失也較高，故船隻在離岸風電海域發生海難時，需評估造成二次損害的風險，可能需要相關單位的即時協助（包含安全航向指引和即時拖救）；在復原階段，發生事故的單位需依相關規定命令恢復海洋環境或電力供應。

(三)成立離岸風電共同防災中心

依我國能源轉型規劃，未來將於 114 年時架設 3,000 MW 之海上風場，使臺灣本島西部海域航行安全風險升高，尤其彰化外海為臺灣海峽南北往來要道，又同時是最密集之風場設置處，未來如何進行海域管理，權衡能源、商業貿易及漁業經濟，乃為我國未來海域治理之考驗，我國離岸風電海域管理計畫之研擬應同時考量依法行政、兼容現有的法規、及離岸風電事故之特殊性與複合性災害應變需求，以提供治理架構與業者自律方式，訂定管理機制，並進行滾動式檢討。

第一章、前 言

第一節、研究緣起與背景

過去經濟發展過度依賴石油，造成二氧化碳濃度節節上升，此一溫室氣體之大量增加進一步造成全球暖化與極端異常氣候等問題，全球均積極發展再生能源（renewable energy），其中，風力發電為再生能源的重要一環。隨著風機設置增加，在陸地愈益難以找到適合開發的地點之下，離岸風機應運而生，成為近年來備受看好的綠色能源科技。離岸風機係指風力設施不設於陸域，而係移置於海域。與陸域風場相比，離岸風機不受土地利用的限制及風電設備尺寸大小的限制，且遼闊的海域沒有遮蔽物，可提供風能強、平穩且少亂流的風場環境，是近年來備受看好的綠色能源技術，可為陸域面積較少的海島型國提供廣大的發電空間。

為因應能源轉型，及提高能源自主性，離岸風電發展是我國再生能源的重要策略之一。行政院 2012 年核定「千架海陸風力機」計畫，在「先開發陸域風場，續開發離岸風場」原則下，將風力發電的重心逐步由陸域轉移至海上。該計畫目標將於 2025 年前完成 3,000 MW 離域風場設置、1,200 MW 陸域風場設置，在陸域及海域設置總計共 1,000 架以上風機，總裝置容量達 4,200 MW，期望在 2025 年再生能源發電占比能達到 20%（詳如圖 1-1）。目前經濟部已核定的各風場的分佈如圖 1-2 所示。示範的海洋風場於 2016 年 10 月 27 日完成台灣首兩座 4 MW 的示範風機，為我國離岸風電發展的重要里程碑。接續上述示範風機外，該風場—海洋風電（Formosa 1）亦於 2019 年 11 月 12 日啟動，20 支風機，發電容量 120 MW，為風電邁入商業規模的重要里程碑。整個風場發電容量為 128 MW，預計每年可提供約 13 萬家庭戶潔淨能源。除此位於苗栗外海（離岸 2~6 公里）的風場完成外，其餘已核定的風場尚未完工，目前正興建中，預計 2025 年完工，屆時台灣西部的近海景觀將有所變更。



圖 1-1 風力發電 4 年發展願景

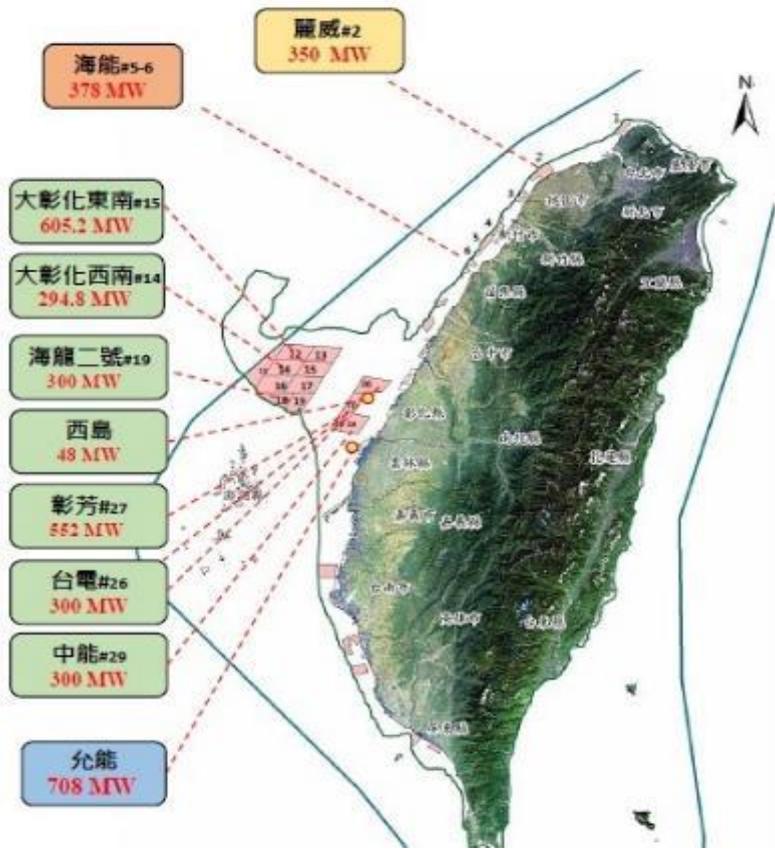


圖 1-2 台灣核定風場之地理位置分佈

離岸風電為我國重要能源政策，依據經濟部離岸風電潛力場址容量分配區域規劃中，台灣北部區域與中南部區域所選定的離岸風電潛力場址均屬近岸水域。行政院長蘇貞昌於 109 年「中央災害防救會報第 40 次會議」時指示，需在兼顧航運及施工安全下，依既定期程建置。由於台灣海峽天然地形所造成的澎湖水道，南北往來船舶密度甚高，為航運交通流聚集區，且台灣位於颱風常經處，未來在離岸風電海域之多元利用中，可能造成使用衝突或災害、海難的發生。為因應離岸風電海域災害發生，爰成立本計畫，研擬離岸風電海域各類型或複合性災害的處置策略，提出相關因應措施之規劃。

第二節、研究內容與步驟

一、計畫工作內容

本計畫目標係針對離岸風電產業發展，所可能造成對於海域安全的影響分析，暨我國未來規劃離岸風電海域管理計畫之規劃，進行研究與分析並研擬策略建議。具體工作項目如下：

- (一)國內外離岸風電海域災難事故相關文獻之蒐集與分析。
- (二)台灣離岸風電海域災難處理及海域安全之相關法規分析與衝突探討
- (三)台灣離岸風電海域可能發生災害種類與影響範圍預估與相關應變流程研擬
- (四)台灣各種風場規模之離岸風電開發業者與國家應具備災害處理能量規畫，包含救難、海洋污染或複合性災害等規劃
- (五)台灣離岸風電海域管理計畫草擬
- (六)至少舉辦兩場台灣離岸風電災害應變處理相關事宜座談會

二、計畫執行架構

綜整本計畫各項工作項目及內容，本研究之執行架構及程序如下圖 1-3 所示。

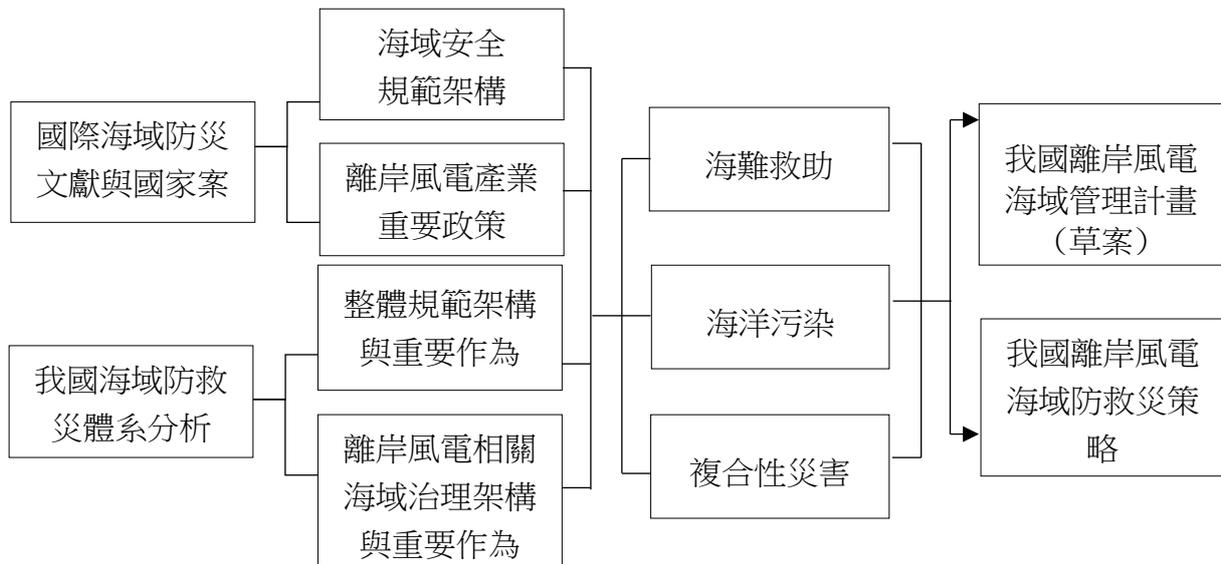


圖 1-3 本計畫執行架構圖

資料來源：本研究繪製。

第三節、研究進度說明

本計畫於 109 年 2 月起，每月定期提交工作月報，並提出簡報說明工作執行概況，除了完成 2 場次專家座談會議外，為使匯集各方專家意見，另外訪談產官學研專家超過 15 場次，各工作項目皆依原規劃之工作執行甘特圖進行，於 10 月 30 日提交期末報告初稿，並於 12 月 2 日提交期末報告修正稿，經審查後，於 12 月 18 日提交期末報告修正稿第二版，12 月 25 日完成正式報告。

表 1-1 本計工作執行進度規劃表

工作項目	109 年											
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1. 蒐集、研析國內外離岸風電海域災難事故相關文獻												
(1) 聯合國及歐盟對海域安全、災害管理政策規劃	—————											
(2) 主要國家離岸風電災害案例蒐集與分析		—————										
2. 台灣離岸風電海域災難處理及海域安全之相關法規分析與衝突之探討												
(1) 離岸風電災害處理相關規定與法規分析			—————									
(2) 我國海域安全相關之法規分析				—————								
3. 台灣離岸風電災害應變流程及災害處理能量規劃												
(1) 離岸風電海域可能發生災害種類與影響範圍預估與相關應變流程研擬					—————							
(2) 離岸風電開發業者與國家應具備災害處理能量規畫(包含救難、海洋污染或複合性災害)					—————							
4. 蒐集專家學者意見及辦理二場次之專家座談會議												
(1) 訪談蒐集專家學者意見	—————											
(2) 舉辦 2 場次座談會					※				※			
5. 研擬台灣離岸風電海域管理計畫草案												
(1) 研擬台灣離岸風電海域管理計畫							—————					
6. 撰擬期中、期末報告												
(1) 提交期中報告						※						

工作項目	109 年											
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
(2)提交期末報告											※	
工作進度估計 百分比(累積數)	10	20	30	40	50	60	70	80	85	90	95	100
重要查核點	※於計畫決標次日起 5 個月內，辦理 1 場座談會											
	※於計畫決標次日起 9 個月內，辦理 1 場座談會											
	※於計畫決標次日起 6 個月內，提交期中研究報告											
	※於計畫決標次日起 11 個月內，提交期末研究報告											

第二章、離岸風電海域災難事故案例分析

第一節、離岸風電海域災難事故分類-以損害類型區分

離岸風電發展朝大型化發展，2010 年的風力發電機組裝置容量為 3MW，到了 2016 年已高達 8MW，2020 年更發展到 14MW，風力發電機組高度亦由原來的 100 公尺進化到 247 公尺高的大型發電機組，此將觸及更加優質的風力資源或是增加其容量因數，可再次降低其發電成本。離岸風力發電機組建置目前以英國(9.7GW)、德國(7.5GW)分居前二名，中國(4.9GW)名列第三，其未來發展不可限量。過去三年來，全球離岸風力發電裝置容量持續大幅成長，在 2019 年裝置容量為 5.2GW，創下歷史新高，累計全球商轉的風力機組裝置容量高達 27GW，未來在各國政策的鼓勵下，仍將大幅成長。現今全球 80%以上的離岸風場亦位於歐洲海域，日本、南韓與台灣則正在積極發展建設中。

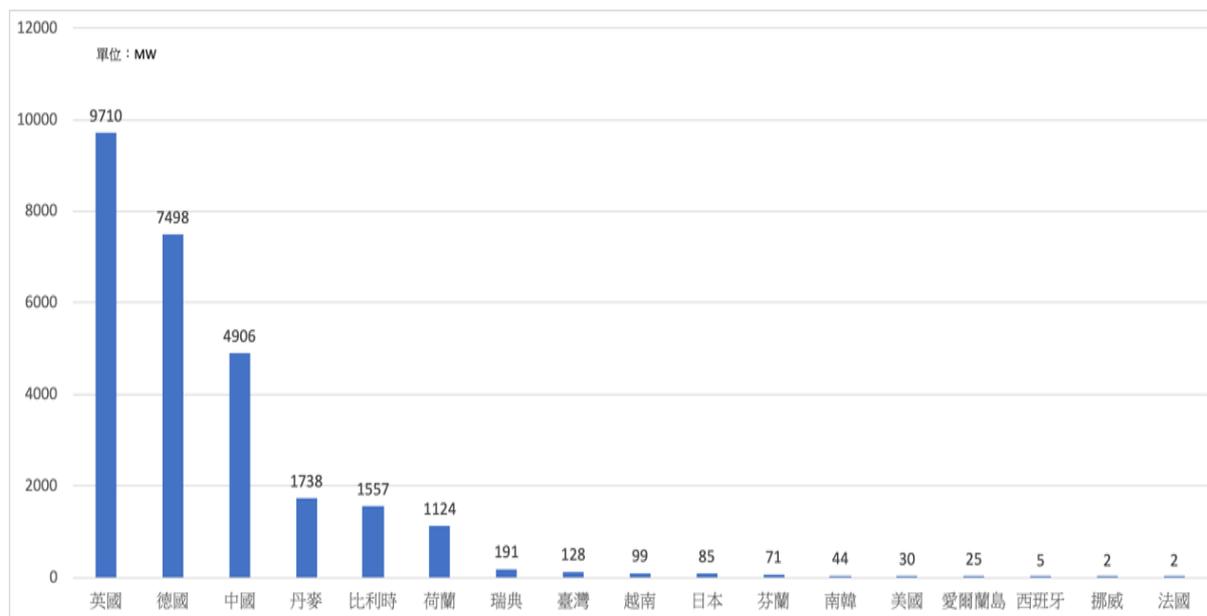


圖 2-1 主要國家離岸風電建置情形(已商轉)

資料來源：World Forum Offshore Wind, Global Offshore Wind Report 2019, 2020.02。

離岸風場在建設與營運的過程中難免會發生作業船隻碰撞、風機傾倒或火災等機械故障，以及工作人員的職業安全與衛生等事故。以英國的海上離岸風電場 2016 年記錄為例，當年度英國在海上共有 41 座離岸風場（分別為 33 座為營運中的離岸風場及 8 座建設中的離岸風場），離岸風場事故總數為 737 起，包含風機葉片脫落、風機渦輪傾倒、風機從高處墜落、維修船隻沉沒、風機停止運轉、風機起火、直升機墜毀等。其中，離岸風機風場之工作人員較最常見的事故傷害為：手受傷、手指被割斷、手臂被壓傷、骨

折，肌肉拉傷等挫傷，或是牙齒斷裂、中風、心臟病、哮喘發作或是過敏性休克。在英國，約有 40%的醫療緊急情況發生在離岸風機風場區域，約 25%是發生在作業船舶上。因跌倒引起的受傷人數佔 15%，其中 95 例（13%）是在重吊作業中。

我國為非核家園政策積極發展離岸風電，將在苗栗、彰化及雲林等外海處將設立離岸風場。從英國的經驗可知，我國在開發及營運離岸風場的過程中，可能發生作業船隻碰撞、風機傾倒或火災等機械故障及與離岸風場工作人員職業安全與衛生相關之意外事故，我國必須面對發展離岸風電帶來的海上防救災新課題與挑戰，藉以積極進行災害管理，保障國民生命、海上資產與海洋環境之安全。

離岸風電產業的發展與建設，由陸地上組裝風機零件開始，接著是運輸風機機組到海上的過程，與在海上進行風機基礎與有關設施的架設，最終為離岸風電場整體的運維作業等四個階段。離岸風電的建設自初始組建風機設備，直至營運階段，這段過程之中，可能會發生各式各樣的災害事故。

本章以海上場域發生的災害事故為主體，蒐集國際上與離岸風場相關之災害事故，並以「人員傷亡」、「離岸設施損害（含離岸風機與其他離岸設施）」及「工作船之船舶損害」等三大災害事故影響作為分類，進行國際案例之蒐集與研析。

從國際離岸風場相關的災害事故案例可知，災害事故發生位置可區分為離岸風場（即風場/風機區域）、航行過程及陸地等 3 個地點（圖 2-2）。首先，在離岸風場區域發生的事故包含離岸風場工傷事故、外來船隻（如：漁船）撞擊風機造成漁船船員傷亡事故、離岸設備損害（起因為天災、設備故障、撞擊等）及工作船於離岸風場發生事故等。其次，航行過程之災害事故包含工作船在離岸風場外行駛間發生船難及離岸設備損害之運輸機組事故。最後，發生於陸地之災害事故則包含離岸設備損害的運輸機組事故及發生在港口碼頭之工作船事故。

本研究蒐集發生於 2006 年至 2020 年之離岸風場相關災害事故案例，涵蓋離岸風場本身工作船、工作人員及行經離岸風電海域之船隻實際發生之案例。雖然這些案例無法用於預測單一離岸風場或離岸風場鄰近海域每年可發生之事故件數，但仍可用於分析整體離岸風電海域災害情境之樣態，作為建立我國離岸風電海域災害防救之參考。

人員傷亡：風場區域、漁船撞擊風機
風場(風機)設施損害：天災、設備故障、撞擊
工作船損害：風場區域

人員傷亡：工作船
風場(風機)設施損害：運輸機組事故
工作船損害：航行中

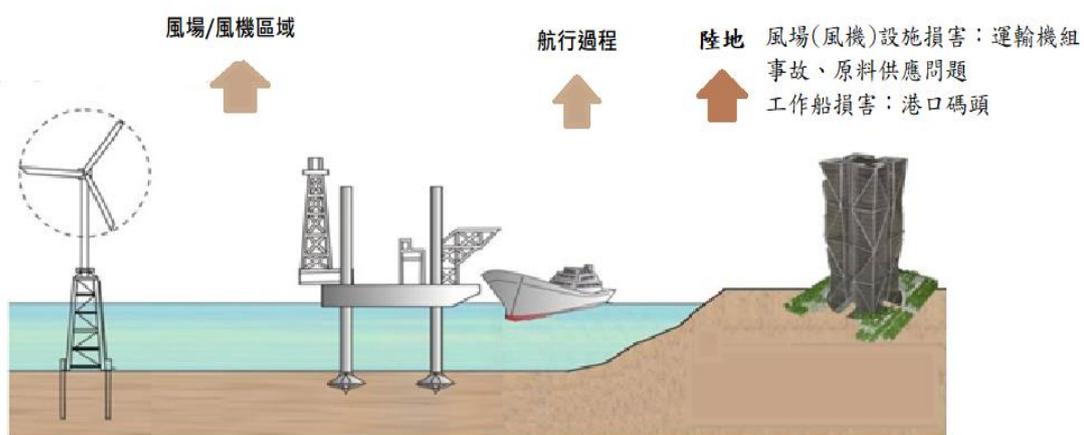


圖 2-2 離岸風電災害發生示意圖

資料來源：海域大地與能源研究室，及本研究整理。

第二節、國際離岸風電海域災難事故案例

本研究為研析離岸風電海域災害事故類型，廣泛蒐集了現有運作中、建置中之離岸風場資料，涵蓋英國、德國、丹麥、荷蘭、比利時、瑞典、美國、中國大陸及日本等 9 個國家之離岸風場相關事故案例共計 73 件（相關案例說明及位置圖詳如附錄六），分析各國案例發展之災害影響分類如下：

一、英國案例

英國離岸風場相關事故影響主要分為三大類別，包含人員傷亡、離岸設施損害和工作船損害等，後二者的事故可能造成人員傷亡。人員傷亡又依發生的場域，分為漁船撞擊風機、工作船，及風場區域等等 3 類；離岸設施損害以成因分類則有天災、設備故障、撞擊、運輸機組事故、原料供應問題等 5 類；工作船損害依發生場域，分為港口碼頭、航行中及風場區域等 3 類。

(一)人員傷亡事故

英國離岸風場相關事故影響為人員傷亡者，包含 2 起漁船撞擊風機事故、8 起工作船事故，及 7 起風場區域事故。

漁船撞擊風機事故：2016 漁船在風機附近海域撞擊風機，造成船體下沉，一人受傷[1]、2017 漁船在風機附近海域撞擊風機，造成船體與風機損壞，一人頭部受傷[3]。工作船事故：2012 工作維修船在風機附近海域撞擊風機，造成多人受輕傷[4]、2018 風電維運船上兩名工人受傷[8]、2016 風電場工人在自升式鑽機工作，腿部受傷[9]、2014 風電維運船上一名工人受傷[11]、2014 風電維運船上三位工人工作時，船速過快撞擊風場而受傷[15]、2012 風電維運船與風機碰撞，五名船員受傷[19]、2011 風機樞紐工作工人受輕傷[20]、2010 運輸風機葉片時機具倒塌，造成一名工人死亡，一名工人胸部重傷[26]、2019 風電護衛艦上船員受傷[38]。

風場區域事故：2014 風電場工人更換避雷針，因地面油膩滑倒受傷[10]、2014 一名風電維護工人不明原因掉落死亡[12]、2013 風電一名工人鋪設海纜被混凝土塊壓住溺斃[18]、2008 風電工程師在維運時手指被切斷[30]、2008 風電場的電纜發生故障，且一名維運工人因此燒傷[34]。

(二) 離岸設施損害事故

英國離岸風場之離岸設施損害，以成因分類，分別有 2 起天災、9 起設備故障、4 起撞擊、3 起運輸機組事故、1 起原料供應問題等。

天災：2019 暴風雪或雷擊導致風機轉速過高損壞[6]、2007 雷擊造成風機葉片損壞[36]。設備故障：2014 風機維運技術問題[5]、2018 海底電纜挖掘設備因事故而無法使用[7]、2014 因技術問題，風機葉片停止運轉[14]、2010 合計四個風電場，共 181 臺風力發電機遭受腐蝕[24]、2010 風機安裝時灌漿問題[25]、2009 風電場的電纜發生故障[27]、2008 建造離岸風場前，做為評估場址使用的鑽機損毀[33]、2008 風電場的電纜發生故障，且一名維運工人因此燒傷[34]、2006 風機維運時發電機設備故障[37]。

撞擊事故：2016 漁船在風機附近海域撞擊風機，造成船體下沉，一人受傷 [1]、2012 工作維修船在風機附近海域撞擊風機，造成多人受輕傷[4]、2014 風電維運船上三位工人工作時，船速過快撞擊風場而受傷[15]、2012 風電維運船與風機碰撞，五名船員受傷[19]。

運輸機組事故：2011 風機葉片在離岸風場組裝時掉落，二名工人受到驚嚇辭職[23]、2011 在港口運輸風機零件時，零件掉落受損[22]、2010 運輸風機葉片時機具倒塌，造成一名工人死亡，一名工人胸部重傷[26]。原料供應問題：2009 風電場建造時遭逢原料品質問題而停止[28]。

(三)工作船損害事故

英國離岸風電工作船損害之事故，包含有 3 起港口碼頭事故、5 起航行中事故及 4 起風場區域事故。

港口碼頭事故：2014 CTV 返回港口靠泊時因偏離航道而擱淺[13]、2011 在港口運輸風機零件時，零件掉落受損[22]、2010 運輸風機葉片時機具倒塌，造成一名工人死亡，一名工人胸部重傷[26]。航行中事故：2018 風電維運船上兩名工人受傷[8]、2013 風電維運船工作時意外，導致貨輪損傷[17]、2009 風電駁船因海況猛烈而損失設備並撤離[29]、2008 駁船遭遇發動起重機問題，並因風浪因素而傾斜沉沒[31]、2017 風電維運船螺旋槳故障 [39]。風場區域事故：2012 工作維修船在風機附近海域撞擊風機，造成多人受輕傷[4]、2014 風電維運船上三位工人工作時，船速過快撞擊風場而受傷[15]、2012 風電維運船與風機碰撞，五名船員受傷[19]、2011 離岸風電場的駁船上鑽機損毀[21]。

表 2-1 英國案例分類表

災損類型	子類別		事件案例
人員傷亡	漁船撞擊風機	風場區域船舶碰撞/人員傷亡	2016 漁船在風機附近海域撞擊風機，造成船體下沉，一人受傷 [1]。
		風場區域船舶碰撞/人員傷亡	2017 漁船在風機附近海域撞擊風機，造成船體與風機損壞，一人頭部受傷[3]。
	工作船	風場區域船舶碰撞/人員傷亡	2012 工作維修船在風機附近海域撞擊風機，造成多人受輕傷[4]。

災損類型	子類別	事件案例	
	風場區域	人員傷亡	2018 風電支持船上兩名工人受傷[8]。
		人員傷亡	2016 風電場工人在自升式鑽機工作，腿部受傷[9]。
		人員傷亡	2014 風電維運船上一名工人受傷[11]。
		風場區域船舶碰撞/人員傷亡	2014 風電維運船上三位工人工作時，船速過快撞擊風場而受傷[15]。
		風場區域船舶碰撞/人員傷亡	2012 風電維運船與風機碰撞，五名船員受傷[19]。
		風機設施倒塌或零件掉落/人員傷亡	2010 運輸風機葉片時機具倒塌，造成一名工人死亡，一名工人胸部重傷[26]。
		人員傷亡	2019 風電護衛艦上船員受傷 [38]。
	風場區域	人員傷亡	2014 風電場工人更換避雷針，因地面油膩滑倒受傷[10]。
		人員傷亡	2014 一名風電維護工人不明原因掉落死亡[12]。
		人員傷亡	2013 風電一名工人鋪設海纜被混凝土塊壓住溺斃[18]。
		人員傷亡	2011 風機樞紐工作工人受輕傷[20]。
		人員傷亡	2008 風電工程師在維運時手指被切斷[30]。
	輸電線路故障/人員傷亡	2008 風電場的電纜發生故障，且一名維運工人因此燒傷[34]。	
離岸設施損害	天災	輸電線路故障	2019 暴風雪或雷擊導致風機轉速過高損壞[6]。
		輸電線路故障	2007 雷擊造成風機葉片損壞[36]。
	設備故障	輸電線路故障	2014 風機維運技術問題[5]。
		-	2018 海底電纜挖掘設備因事故而無法使用[7]。
		輸電線路故障	2014 因技術問題，風機葉片停止運轉[14]。
		輸電線路故障	2010 合計四個風電場，共 181 臺風力發電機遭受腐蝕[24]。
		-	2010 風機安裝時灌漿問題[25]。
		輸電線路故障	2009 風電場的電纜發生故障[27]。
		-	2008 建造離岸風場前，做為評估場址使用的鑽機損毀[33]。
		輸電線路故障/人員傷亡	2008 風電場的電纜發生故障，且一名維運工人因此燒傷[34]。
	-	2006 風機維運時發電機設備故障[37]。	
	撞擊	風場區域船舶碰撞/人員傷亡	2016 漁船在風機附近海域撞擊風機，造成船體下沉，一人受傷 [1]。
		風場區域船舶碰撞/人員傷亡	2012 工作維修船在風機附近海域撞擊風機，造成多人受輕傷[4]。
		風場區域船舶碰撞/人員傷亡	2014 風電維運船上三位工人工作時，船速過快撞擊風場而受傷[15]。
		風場區域船舶碰撞/人員傷亡	2012 風電維運船與風機碰撞，五名船員受傷[19]。
	運輸機組事故	風機設施倒塌或零件掉落	2011 在港口運輸風機零件時，零件掉落受損[22]。
		風機設施倒塌或零件掉落	2011 風機葉片在離岸風場組裝時掉落，二名工人受到驚嚇辭職[23]。
		風機設施倒塌或零件掉落/人員傷亡	2010 運輸風機葉片時機具倒塌，造成一名工人死亡，一名工人胸部重傷[26]。
	原料供應問題	-	2009 風電場建造時遭逢原料品質問題而停止[28]。

災損類型	子類別		事件案例	
工作船損害	港口碼頭	-	2014 CTV 返回港口靠泊時因偏離航道而擱淺[13]。	
		風機設施倒塌或零件掉落	2011 在港口運輸風機零件時，零件掉落受損[22]。	
		風機設施倒塌或零件掉落/人員傷亡	2010 運輸風機葉片時機具倒塌，造成一名工人死亡，一名工人胸部重傷[26]。	
	航行中	人員傷亡		2018 風電維運船上兩名工人受傷[8]。
		風機設施倒塌或零件掉落		2013 風電維運船工作時意外，導致貨輪損傷[17]。
		-		2009 風電駁船因海況猛烈而損失設備並撤離[29]。
		-		2008 駁船遭遇發動起重機問題，並因風浪因素而傾斜沉沒[31]。
		-		2017 風電維運船螺旋槳故障 [39]。
	風場區域	風場區域船舶碰撞/人員傷亡		2012 工作維修船在風機附近海域撞擊風機，造成多人受輕傷[4]。
		風場區域船舶碰撞/人員傷亡		2014 風電維運船上三位工人工作時，船速過快撞擊風場而受傷[15]。
		風場區域船舶碰撞/人員傷亡		2012 風電維運船與風機碰撞，五名船員受傷[19]。
		-		2011 離岸風電場的駁船上鑽機損毀[21]。

資料來源：本研究整理。

二、德國案例

德國離岸風電的災難事故影響主要分為三大類別，包含人員傷亡、離岸設施損害及工作船損害等，後二者的事故可能造成人員傷亡。人員傷亡又依發生的場合，分為漁船撞擊風機、工作船，及風場區域等等 3 類；離岸風場之離岸設施損害，以成因分類，分別有天災、設備故障、撞擊、運輸機組事故、原料供應問題等 5 類；工作船損害依發生場域，分為港口碼頭、航行中及風場區域等 3 類。

(一)人員傷亡事故

德國離岸風場相關事故影響為人員傷亡者，包含 0 起漁船撞擊風機事故、2 起工作船事故，及 2 起風場區域事故。

工作船事故：2018 風電維運船緊急控制系統失靈，造成船撞上風機並受損，船上兩名工人受輕傷[40]、2020 維運船撞擊風機，3 人受傷[57]。風場區域事故：2012 一名風電工人潛水時，可能因心臟病而死亡[48]、2010 風機維運時，工人遭零件砸到頭部受傷[49]、2012 三名風電維運工人喪生，二名風電維運工人潛水時溺斃[58]。

(二)離岸設施損害

德國離岸風場之離岸設施損害，以成因分類，分別有 1 起天災、7 起設備故障、1 起撞擊。

天災：2004 地質調查船在風電場附近發生火災，無人傷亡[54]。

設備故障：2018 風機故障導致零件掉入海中[43]、2016 風機葉片因不明原因斷裂，無人傷亡[44]、2014 技術問題導致風場維修時間拉長[46]、2014 電流過載及火災危險等技術問題導致風場無法正常啟用[47]、2010 6 臺風機因過熱而導致變速器損壞[50]、2003 風機葉片掉落影響航行安全[52]。

撞擊：2020 維運船撞擊風機，3 人受傷[58]。

(三)工作船損害事故

德國離岸風電工作船損害之事故，包含有 1 起港口碼頭事故、2 起航行中事故及 3 起風場區域事故。

港口碼頭事故：2016 風電雙體船因技術故障無法減速，撞上靠泊在港口的遊艇，造成船體損傷但無人傷亡[42]。

航行中事故：2010 風電安裝船因地基管掉落而甲板受損[51]、2014 工作船載運機組時顛覆，無人傷亡[53]。

風場區域事故：2018 風電維運船緊急控制系統失靈，造成船撞上風機並受損，船上兩名工人受輕傷[42]、2004 地質調查船在風電場附近發生火災，無人傷亡[54]、2020 維運船撞擊風機，3 人受傷[57]。

表 2-2 德國案例歸類表

災損類型	子類別		事件案例
人員傷亡	工作船	風場區域船舶碰撞/人員傷亡	2018 風電維運船緊急控制系統失靈，造成船撞上風機並受損，船上兩名工人受輕傷[40]。
		風場區域船舶碰撞/人員傷亡	2020 維運船撞擊風機，3 人受傷[57]。
	風場區域	人員傷亡	2012 一名風電工人潛水時，可能因心臟病而死亡[48]。
		人員傷亡	2010 風機維運時，工人遭零件砸到頭部受傷[49]。
		人員傷亡	2012 三名風電維運工人喪生，二名風電維運工人潛水時溺斃[58]。
離岸設施損害	天災	-	2004 地質調查船在風電場附近發生火災，無人傷亡[54]。
	撞擊	風場區域船舶碰撞/人員傷亡	2020 維運船撞擊風機，3 人受傷[58]。
	設備故障	風機設施倒塌或零件掉落/輸電線路故障	2018 風機因故障掉落零件進入海中[43]。
		輸電線路故障	2016 風機葉片因不明原因斷裂，無人傷亡[44]。
		輸電線路故障	2014 技術問題導致風場維修時間拉長[46]。
		輸電線路故障	2014 電流過載及火災危險等技術問題導致風場無法正常啟用[47]。

災損類型	子類別		事件案例
		輸電線路故障	2010 6 臺風機因過熱而導致變速器損壞[50]。
		風機設施倒塌或零件掉落	2003 風機葉片掉落影響航行安全[52]。
工作船損害	港口碼頭	風場區域船舶碰撞	2016 風電雙體船因技術故障無法減速，撞上靠泊在港口的遊艇，造成船體損傷但無人傷亡[42]。
		風機設施倒塌或零件掉落	2010 風電安裝船因地基管掉落而甲板受損[51]。
	航行中	風機設施倒塌或零件掉落	2014 工作船載運機組時顛覆，無人傷亡[53]。
		風場區域船舶碰撞/人員傷亡	2018 風電維運船緊急控制系統失靈，造成船撞上風機並受損，船上兩名工人受輕傷[40]。
		-	2004 地質調查船在風電場附近發生火災，無人傷亡[54]。
		風場區域船舶碰撞/人員傷亡	2020 維運船撞擊風機，3 人受傷[57]。

資料來源：本研究整理。

三、丹麥案例

丹麥離岸風電的災難事故影響主要分為三大類別，包含人員傷亡、離岸設施損害及工作船損害等，後二者的事故可能造成人員傷亡。人員傷亡又依發生的場合，分為漁船撞擊風機、工作船，及風場區域等等 3 類；離岸設施損害以成因分類則有天災、設備故障、撞擊、運輸機組事故、原料供應問題等 5 類；工作船損害依發生場域，分為港口碼頭、航行中及風場區域等 3 類。

(一)人員傷亡事故

丹麥離岸風場相關事故影響為人員傷亡者，包含 0 起漁船撞擊風機事故、2 起工作船事故。

工作船事故：2019 風電維運船與貨船碰撞，導致六人受傷及維運船受損[59]、2014 風電備用安全船撞擊風機基樁[64]。

(二)離岸設施損害

丹麥離岸風場之離岸設施損害，以成因分類，分別有，包含 1 起天災、3 起設備故障、1 起撞擊。

天災：2010 風機因結冰事故造成發電量下降[62]

設備故障：2015 風機因未知原因傾覆，機組零件掉入海中[60]、2003 風機因未正確絕緣而遭鹽水腐蝕損壞[61]、2010 風電場因接地問題造成變電站故障[63]。

撞擊：2014 風電備用安全船撞擊風機基樁[64]。

(三)工作船損害事故

丹麥離岸風電工作船損害之事故，包含有 1 起航行中事故及 1 起風場區域事故。

航行中事故：2019 風電維運船與貨船碰撞，導致六人受傷及維運船受損[59]。

風場區域事故：2014 風電備用安全船撞擊風機基樁[64]。

表 2-3 丹麥案例歸類表

災損類型	子類別		事件案例
人員傷亡	工作船	風場區域船舶碰撞 / 人員傷亡	2019 風電維運船與貨船碰撞，導致六人受傷及維運船受損[59]。
		風場區域船舶碰撞 / 風場區域船舶海難造成油污染	2014 風電備用安全船撞擊風機基樁[64]。
離岸設施損害	天災	輸電線路故障	2010 風機因結冰事故造成發電量下降[62]。
	撞擊	風場區域船舶碰撞 / 風場區域船舶海難造成油污染	2014 風電備用安全船撞擊風機基樁[64]。
		風機設施倒塌或零件掉落	2015 風機因未知原因傾覆，機組零件掉入海中[60]。
	設備故障	輸電線路故障	2003 風機因未正確絕緣而遭鹽水腐蝕損壞[61]。
		輸電線路故障	2010 風電場因接地問題造成變電站故障[63]。
工作船損害	航行中	風場區域船舶碰撞 / 人員傷亡	2019 風電維運船與貨船碰撞，導致六人受傷及維運船受損[59]。
	風場區域	風場區域船舶碰撞	2014 風電備用安全船撞擊風機基樁[64]。

資料來源：本研究整理。

四、其他歐洲國家之案例

其餘歐洲國家離岸風電的災難事故影響主要分為三大類別，包含人員傷亡、離岸設施損害及工作船損害等，後二者的事故可能造成人員傷亡。人員傷亡又依發生的場合，分為漁船撞擊風機、工作船，及風場區域等 3 類；離岸設施損害以成因分類則有天災、設備故障、撞擊、運輸機組事故、原料供應問題等 5 類；工作船損害依發生場域，分為港口碼頭、航行中及風場區域等 3 類。

(一)人員傷亡事故

其餘歐洲國家離岸風場相關事故影響為人員傷亡者，包含 1 起工作船事故，及 1 起風場區域事故。

工作船事故：2012 風電安裝船發生事故，造成一名工人死亡[59]。

風場區域事故：2018 風機機艙安裝時，一名工人手部受傷[60]。

(二)離岸設施損害

其餘歐洲國家離岸風場之離岸設施損害，以成因分類，有 4 起天災造成之損害。

天災：2010/2011 火災導致風機零件損壞[58]、2002 離岸風機遭受火災而損壞[62]、2020 颶風導致離岸風機短暫停止運作[72]。

(三)工作船損害事故

其餘歐洲國家離岸風電工作船損害之事故，包含 1 起風場區域事故。

風場區域事故：2012 風電安裝船發生事故，造成一名工人死亡[59]。

表 2-4 其餘歐洲國家案例歸類表

災損類型	子類別		事件案例
人員傷亡	工作船	人員傷亡	2012 風電安裝船發生事故，造成一名工人死亡[66]。
	風場區域	人員傷亡	2018 風機機艙安裝時，一名工人手部受傷[67]。
離岸設施損害	天災	-	2010/2011 火災導致風機零件損壞[65]。
		輸電線路故障	2020 颶風導致離岸風機短暫停止運作[68]。
		輸電線路故障	2002 離岸風機遭受火災而損壞[69]。
工作船損害	風場區域	人員傷亡	2012 風電安裝船發生事故，造成一名工人死亡[66]。

資料來源：本研究整理。

五、美國案例

美國離岸風電的災難事故影響主要分為三大類別，包含人員傷亡、離岸設施損害及工作船損害等，後二者的事故可能造成人員傷亡。人員傷亡又依發生的場合，分為漁船撞擊風機、工作船，及風場區域等 3 類；離岸設施損害以成因分類則有天災、設備故障、撞擊、運輸機組事故、原料供應問題等 5 類；工作船損害依發生場域，分為港口碼頭、航行中及風場區域等 3 類。

(一)人員傷亡事故

美國離岸風場相關事故影響為人員傷亡者僅 1 起，為在風場區域所發生之事故。

風場區域事故：2015 離岸風電場建造過程中，發生許多設備及職業安全問題[70]。

(二)離岸設施損害

美國離岸風電曾發生離岸設施損害之事故共 1 起設備故障。

設備故障：2016 風電安裝過程在風機機艙內誤留下鑽頭[72]。

(三)工作船損害事故

美國離岸風電工作船損害之事故，為 1 起港口碼頭事故。

港口碼頭事故：2017 運輸駁船繫泊纜繩破損，導致船舶飄移[71]。

表 2-5 美國案例歸類表

災損類型	子類別		事件案例
人員傷亡	風場區域	-	2015 離岸風電場建造過程中，發生許多設備及職業安全問題[70]。
離岸設施損害	設備故障	-	2016 風電安裝過程在風機機艙內誤留下鑽頭[72]。
工作船損害	港口碼頭	-	2017 運輸駁船繫泊纜繩破損，導致船舶飄移[71]。

資料來源：本研究整理。

六、亞洲國家案例

亞洲國家離岸風電的災難事故影響主要分為三大類別，包含人員傷亡、離岸設施損害及工作船損害等，後二者的事故可能造成人員傷亡。人員傷亡又依發生的場合，分為漁船撞擊風機、工作船，及風場區域等 3 類；離岸設施損害以成因分類則有天災、設備故障、撞擊、運輸機組事故、原料供應問題等 5 類；工作船損害依發生場域，分為港口碼頭、航行中及風場區域等 3 類。

(一)人員傷亡事故

亞洲離岸風場相關事故影響為人員傷亡者，有 1 起發生於風場區域。

風場區域事故：2017 離岸風場變電平臺失火，造成一名工人失蹤[67]。

(二)離岸設施損害

亞洲離岸風場之離岸設施損害，以成因分類，分別有 1 起天災、1 起運輸機組事故。

天災：2017 離岸風場變電平臺失火，造成一名工人失蹤[67]。

運輸機組事故：2016 離岸風電機組在運輸過程中發生傾倒[68]。

(三)工作船損害事故

亞洲離岸風電工作船損害之事故，包含有 1 起航行中事故及 1 起風場區域事故。

航行中事故：2016 離岸風電機組在運輸過程中發生傾倒[68]。

風場區域事故：2019 工作船探勘設備故障，導致船身傾斜並進水[69]。

表 2-6 亞洲國家案例歸類表

災損類型	子類別		事件案例
人員傷亡	風場區域	輸電線路故障/人員傷亡	2017 離岸風場變電平臺失火，造成一名工人失蹤[73]。
離岸設施損害	天災	輸電線路故障/人員傷亡	2017 離岸風場變電平臺失火，造成一名工人失蹤[73]。
	運輸機組事故	風機設施倒塌或零件掉落	2016 離岸風電機組在運輸過程中發生傾倒[74]。
工作船損害	航行中	風機設施倒塌或零件掉落	2016 離岸風電機組在運輸過程中發生傾倒[74]。
	風場區域	-	2019 工作船探勘設備故障，導致船身傾斜並進水[76]。

資料來源：本研究整理。

七、小結

本研究蒐集 2003 年起至 2020 年有關離岸風電海域災害事故之案例共計 73 件（含我國 1 件），涵蓋英國、德國、丹麥、荷蘭、比利時、瑞典、美國、中國與日本等 9 國，有助於分析離岸風電海域可能發生之災害樣態。本研究綜整國際與國內離岸風電海域相關災害事故，提出下列 4 大要點：

(一)離岸風電海域災害主體為所有海域使用者

從這些案例可知，於離岸風電海域發生災害事故的主體不僅包含離岸風場相關工作船隻或工作人員，也包含於鄰近離岸風場海域作業之漁船、貨輪、渡輪、遊艇等船隻。本研究蒐集到漁船碰撞風機事故 2 件（案 1 與案 2）、貨輪碰撞風機事故 1 件（案 56）、遊艇因迴避離岸風場導致觸礁擱淺事故 1 件（案 15）及渡輪於離岸風場海域失去控制最

終擱淺事故 1 件（案 32）等 5 個案例是為例證。雖然案 32 與離岸風場的設置關聯性甚微（純屬船難事件），但此 5 個案例顯示離岸風場設置使既有海上作業船隻面臨新的航行安全挑戰，故離岸風電海域防救災之重要利害關係人除了離岸風電相關船隻與工作人員，也應納入其他於鄰近離岸風場海域作業之船隻。

(二)單一災害事故可能造成 2 種以上災害損失

若以災害事故影響作離岸風電海域相關災害事故之分類，可分為 3 大類型：人員傷亡、離岸設施損壞及工作船損害。當離岸設備發生災害或因作業意外受損時，可能影響該座風機、該座離岸風場或鄰近離岸風場之電力供應，並且從各個案例歸類表可知，單一災害事故可能產生 2 種以上之事故影響。

人員傷亡係指，發生在離岸至風場範圍中，因人為或天然災害引致，導致人員產生受傷或甚至死亡情事之案例，可依據事故案例之船舶種類劃分為漁船或工作船之人員傷亡事故，可能因船舶碰撞風機設施、鄰近船舶遭逢天災或互相碰撞等因素導致之海難事件等，以及非與船舶因素相關，僅為風場區域因操作不慎、零件掉落及不明因素等，造成人員跌落、設備砸傷人員等之人員傷亡事故。此部分可整理為漁船撞擊風機事故、工作船事故及風場區域事故三種。以英國 2016 年沃爾尼離岸風場發生之災害事故為例，漁船船長不慎撞擊到風場中之風機，而需要救生艇與直升機進行援救，為漁船撞擊風機事故。

離岸設施損壞部分則為風場因天災、設備故障、運輸機組事故及原料供應問題等事件，涵蓋漁船或工作船碰撞造成之損害，及施工運維中的狀況，造成風場或風機直接的損壞或故障，或是間接造成的延期建設影響等，皆包含於此類別。以德國 2015 年薩姆索海上風電場的事故為例，風機因未知原因傾覆而導致設備故障無法運轉，為設備故障事故。

工作船損害則為工作船在航行中的碰撞事件，可能導致工作船本身受損、船上人員受傷死亡，甚至造成風機組件之損害。依據發生場域分類，可為港口碼頭事故、航行中事故及風場區域事故等 3 大災損類型，並可再細分為與漁船碰泊事件、撞擊風場設施，或是因天災而導致之受損事件等。以 2019 年台灣彰芳風場開發區為例，一艘印尼籍工作船於風場開發區進行探勘時，因操作不慎使設備故障而造成船體進水，列為風場區域事故之一。

(三)部分離岸風電海域事故需要之直升機或救生艇支援

本研究所蒐集之離岸風電海域相關事故案例，以發生災害主體是否為與離岸風場相關之船隻、人員、設備及事故型態作區分，可分為 6 大災害類型，各災害類型案件數及

救援需求請見表 2-7。從這些案例可知，一般工安、作業意外、設備問題或天災為離岸風場單獨面對之災害類型，其中僅一般工安事故才會出現工作人員傷亡。當傷者傷勢嚴重時，將需直升機或救生艇投入救援工作。本研究所蒐集之 18 件一般工安事故中，出現傷者的案件每案不超過 2 名傷者，造成人員死亡的案件共 5 件(多發生於 2012 至 2014 年之間)。

表 2-7 本研究蒐集之離岸風電海域災害類型與救援需求

災害類型		災害定義	件數	派遣直升機案件數	派遣救生艇案件數	受傷人數*	死亡人數*
離岸風場 獨自面臨 之事故	一般工安	離岸風場人員工傷/死亡事故、個人病史等	18	5	2	13	10
	作業意外	離岸風場作業意外，無傷亡者	14	0	0	0	0
	設備問題	離岸風電相關設備或船隻出現故障、受損等情形	25	0	1	0	0
	天災	導致離岸風電資產壞損之天然災害(含船舶、離岸設備)	5	0	0	0	0
所有海域 使用者之 共同事故	風機遭撞	各類船隻因任何因素撞擊風機	9	3	3	18	0
	他船事故	與離岸風場無直接相關之航海事故	3	1	1	6	0

*本表僅統計含具體傷亡人數之案例。部分案例無人傷亡，只需外援協助進行海上撤離(如：案 28、32、52、53、70 及 73)。

資料來源：本研究整理。

其他於鄰近離岸風場海域作業之船隻，主要需注意離岸風場的設置面臨撞擊風機及與其他船隻發生於碰撞之風險。事實上，所有航行於離岸風電海域的船隻皆會面臨上述 2 種風險，包含離岸風工作船。以本研究所蒐集之 8 件風機遭撞事故為例，肇事者為離岸風電工作船者有 6 件，漁船為 2 件，故需特別注意離岸風電工作船在離岸風場內外的航行安全。在風機遭撞事故或他船事故之救援需求方面，這兩種災害皆為船上人員受害，當船隻受損嚴重時人員需撤離，也可能出現需緊急就醫之傷者，必要時亦需直升機與救生艇投入救援需求。

(四)既有海上救難組織有能力處理部分離岸風電海域災害事故

本研究蒐集的案例中，發生於離岸風場的事故案例並未明確說明救援組織或特殊救難器材，然從其他案例顯示海上救援單位為該國際既有海上救難組織，顯示既有海上救難組織有能力處理部分離岸風場海域災害事故。從災害事故的本質上看，風機遭撞與他船事故的災害類型中，傷者皆為事故船隻上的人員，在廣義上屬海難事故，是以英國、德國與丹麥皆以既有海難救援系統提供海上援助。

此外，當離岸風電工作船在離岸風場外部發生一般工安（如：案 37 為離岸風場船上廚師手部受傷）或設備問題（如：案 38 離岸風場船隻的螺旋槳故障）之災害事故，本質亦屬海難事故，故由既有海上救難單位提供協助。綜上所述，部分離岸風電海域災害事故的本質屬海難事故，只要船隻於離岸風場外部發生海難，既有海上救難組織有能力提供一定之救援能量。

(五)國際離岸風電海域災害案例於我國之適用性分析

發展離岸風電的國家對其離岸風場的選址各有規範。以英國與德國為例，政府在規劃離岸風場時皆盡量遠離重要貿易航線。然而，我國離岸風場潛力場址則多位於我國西部，與我國海上貿易路線重疊，故離岸風場的設置將限縮船隻航行空間，提高各類船隻在我國離岸風電海域發生碰撞鄰船或離岸風電相關海上設施之風險。因此，在離岸風電海域災害方面，我國必須比歐洲國家更重視離岸風電海域之海上交通管理與防救災應變能量。

在離岸風電商獨立面對的災害類型中，無人傷亡的災害事故通常有相關保險因應資產或營運損失，屬離岸風電商本身應善加管理之風險，不在本研究探討範圍。而在一般工安事件方面，各國離岸風電工作人員面臨之職災類型相似，故本研究所蒐集之國際案例具備一些參考價值。由於本研究非為離岸風場職業安全研究，若欲了解整體離岸風場職業風險建議參考勞動部離岸風電海域作業安全指引或其他相關研究。

第三節、重要離岸風電組織介紹

為了解全球離岸風電海域所發生之災難事故紀錄，本研究除蒐集新聞網站的報導外，並整理全球涉及離岸風電的相關組織，包含全球離岸風電健康及安全組織、凱瑟尼斯風能資訊論壇、國際海事承包商協會、國際風能組織、臺灣風能訓練股份有限公司、國立臺灣大學、國立高雄科技大學、美國國家海上風能研究與開發聯盟、福島海上風電聯盟及 ReaLCoE 等共十個組織。該等組織涵蓋 NGO、網路論壇、業者工會，以及風電人力培訓之機構等，其中組織有關防災之規劃或課程亦可做為未來防災推動之參考。

一、全球離岸風電健康及安全組織

G + (Global Offshore Wind Health and Safety Organization) [77] 是一家專職於全球離岸風電健康及安全的全球性非政府組織，與能源協會 (Energy Institute) 合作營運，致力於整合海上風電產業，對於全球離岸風能的運行制定許許多多的指南與建議，以增進整體風能產業的職業安全與工人健康為主要目的。G + 的成員為海上風電場的主要運營商和業主(所有者)，由成員公司每季一次召開董事會會議，同時經由設置健康和專家組成的焦點小組來處理離岸風電健康安全的議題，主要包含三種工作項目：事件數據報告、風電產業執行指南及安全設計研討會，另有與多所大學合力進行的各式風電安全研究等。

(一)事件數據報告

經由蒐集成員公司所提供的資訊，包含英國、德國、法國、荷蘭、丹麥、瑞典、挪威、美國與台灣等地（如圖 2.78 所示），無論是處於開發中或是已正式營運的風場位址之離岸風場工作人員，所面臨到會危害健康或安全的事故，進行案件統計並分類，針對發生災害之種類（工期延長、緊急醫療協助及死傷情況等）、風場階段（開發前、開發中及已營運）、作業情形（海上、起重時、進出港口）及災害發生地點（陸上、海上航行、風場）等項目作為事故分類項目。

年度事故報告對於分類之事故，進行與前年的比較以得到事故類別之發生頻率對比圖，並對於各類事故發生情境及風場階段發生之事故進行分析，前者針對各項不同事故進行高風險比率之評斷，後者對於開發中及營運中之風場場址對於災害風險高低之對比。最終提出各國發展離岸風能所面臨到的主要災害比率，以利各國對於較高概率發生之災害有所警覺，希望能逐年減少所會面臨到之危害健康安全之災害。2018 年意外事故報告 (2018 incident data report) 指出，有紀錄事件共 854 件，事故後果摘要下，危害 282 件、虛驚事故 164 件、急救 226 件、醫療傷害 45 件、限制工作天事件 33 起、停工事故 39 件以及生命財產損失 65 件。



圖 2-3 全球離岸風電健康及安全組織成員公司所在位置

資料來源：[77]

相關名稱定義如下：A.危害(Hazards)：是指潛在導致事故的情況。B.虛驚事故(Near hits)：任何可能導致工傷事故但不是偶然或及時干預的事件。有可能造成潛在的意外事件，但實際上並沒有造成人身傷害，環境或設備損壞或中斷正常操作。美國職業安全與健康管理局將近似漏洞定義為一項事件，其中沒有任何財產受到損害，也沒有造成人身傷害，但由於時間或位置略有變化，易發生損害或傷害。僥倖事故也可以被稱為接近事故，事故前兆，無傷害事件，以及在移動物體的情況下接近碰撞。C.急救(First aid cases)：需要進行自我管理或由醫生或護士進行簡單醫療的傷害，但不會導致失去時間或長期醫療護理。D.醫療傷害(Medical treatment injuries)：事故嚴重不足以報告為死亡事件，工作日事故或限制工作日事件，但比要求簡單的急救治療更嚴重。E.限制工作天(Restricted work day)：事故不會導致死亡或失去工作日，但會導致一個人在職業傷害發生後的未來幾天不適合完成正常的工作。F.失去工作天(Lost work day)：非致命事件導致雇工個人在職業傷害發生後不適合從事任何工作，包括休息日、週末日、休假日、公共假日或休息日後的就業機會。G.生命財產損失(Asset damage)：涉及一名或多名因工作相關事件或職業病而死亡的人員的事件，如果死亡事件是事件的直接後果，那麼事件發生後的導致人員後來的死亡將被包括在內。

其中因意外事故死亡為 0，事故導致緊急反應或醫療後送計 31 件，因意外事件導致雇工停工失去工作天共 39 件。依離岸風場研究的各個階段分類，分別為營運階段 510 件，研究階段 314 件，另有 30 件在發展階段；若依工作類別分為海事操作 155 件，進出口 99 件，操作設備和機器合計 79 件。以發生事故區域分類，有 288 件發生在風機區、278 起事故發生在船上，另有 233 起發生在陸上。如圖 2-79 所示。

2018: key facts and figures

Key facts		Work process	
854	reported incidents	155	incidents during marine operations ⁴
0	fatalities	99	incidents during access/egress
39	total lost work day incidents	79	incidents during lifting operations ⁵
31	incidents resulting in an emergency response or medical evacuation	Incident area	
510	incidents occurred on operational sites ⁶	288	incidents occurred in the turbine ⁷
314	incidents occurred on project sites ⁸	278	incidents occurred on vessels ⁹
30	incidents occurred on development sites ¹⁰	223	incidents occurred onshore ¹¹

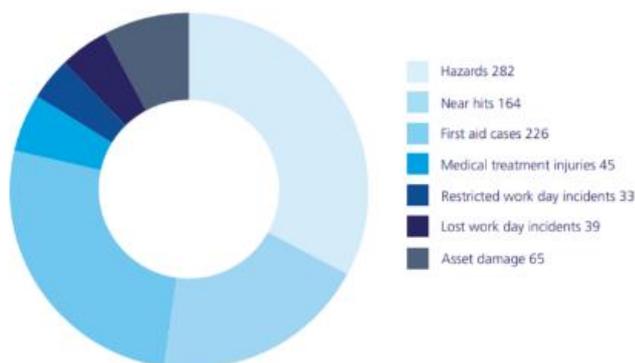


Figure 2: 2018 incident consequence summary

圖 2-4 2018 年離岸風機意外事故統計

資料來源：[77]

(二)風電產業執行指南

G+對於離岸風能工人所會面臨到的工作場域，提供許多能促進工作安全的指南，包含風電維運船、高空維運作業等項目，並包含英語、德語、法語及中文等多國翻譯版本。風電維運船之指南，包含風場管理及船舶管理，風場管理的部分提供承包商對於場址規劃、工作船的選擇、維運的工作航班排定及緊急應變措施等資訊。

船舶管理的部分，包含船舶設計建造標準、船舶負責人、船員選擇上的建議及海上作業應注意的事項等，指南提供概念上的指導，以及維持工作船的營運所需注意的各類項目，由出航前到風場工作中，提供一系列的操作準則及應注意之事項等以供營運商制定手冊之參考。高空維運作業指南則包含工人在風場的高空作業途中，所需要的設備之尺寸規格規範等，以及進行作業種類之工作人員應注意事項，包含固定工具、鉤環、鋼索、工作平台、起重機、梯架、照明裝置等各類工作所需器材，提供規範標準之參考。

(三)安全設計研討會

研討會是由 The Crown Estate 於 2012 年發起的，並於賦予 G+對於海上風電風險制定研討會計劃的所有權。截至目前(2020 年)為止，總共舉辦了八次安全設計的研討會，

主要探討特定主題或風險領域的當前設計情況，並研究海上風電場項目設計階段的改進，包含自海洋的轉移和進入過程、風機著火時逃逸措施、WTG 升降機、吊艇架起重機、WTG 進口和出口、WTG 升降機的後續措施、WTG 進入氣密甲板下方的過渡層、液壓扭矩和張力系統等合共 8 個項目，並提供文件資訊供有興趣的人員下載。

最新的安全設計研討會於 2019 年 3 月 5 日舉行，經由召開研討會提供的這些改進措施，有助於減少事件數量、提高效率並有助於提升整體離岸風電產業的整體健康和安績效。

二、凱瑟尼斯風能資訊論壇

凱瑟尼斯風能資訊論壇（Caithness Windfarm Information Forum, CWIF）[78]是由一反對建造風力發電的組織所架構的平台，其主要的宗旨是，蘇格蘭的凱瑟尼斯是一個擁有多種自然景觀和棲息地的郡，更包含有泥炭地特別保護區、凱瑟尼斯湖特別保護區和北凱瑟尼斯懸崖特別保護區等，然而工業風電場的建造發展將對棲息地產生破壞並改變整個生態系統，故一群反對風力建設的人架設此論壇，積極蒐集許多除了內部機密資訊外的風電事故，包含各大新聞網站、HSE（英國健康安全執行機構）報告及各風場的事故統計資料等資訊，以及全球現有風場的位置、開發商、風機數、高度與承載量等風場相關訊息，整合後將這些詳細資訊提供給一般民眾閱覽，並提供向蘇格蘭政府喊話的流程，為停止風力建設而抗爭。

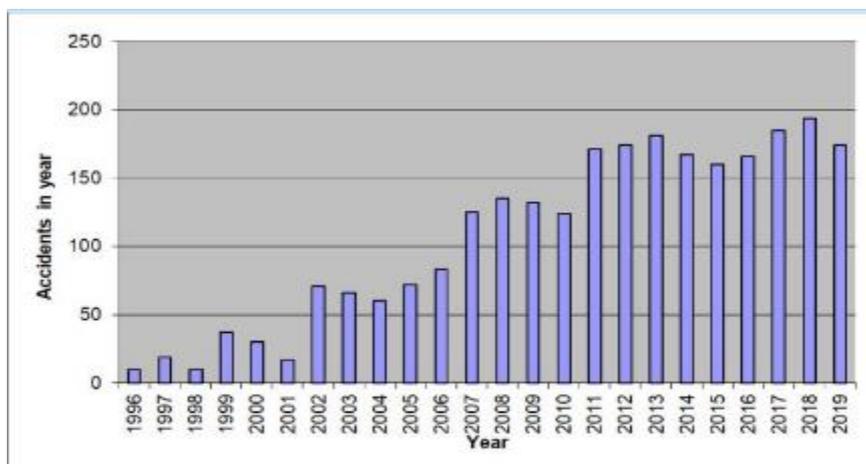


圖 2-5 凱瑟尼斯風能資訊論壇

資料來源：[78]

論壇內部主要包含有風電新聞連結、反風能組織連結及風電災害統計圖表等資訊，並提供詳細的事故列表（<http://www.caithnesswindfarms.co.uk/fullaccidents>）。由圖 2.80 可見，自 1999 年起至 2019 年為止，全球風電事故的總數量已由約 50 件/年逐漸攀升至約 170 件/年，總事故數量已記錄了 2596 件，其中有 148 件為致命事故。該論壇也針對事

故種類及受影響的民眾或工人，進行分類並統計，包含有 177 起人員傷害事件、167 起周遭居民的健康影響事件、430 個葉片故障事件、382 起火災、214 件結構性故障、45 起風機拋擲冰雪致人受傷事件、225 起運輸事故及其他 538 次事故等合共 8 個可供參考的類別，而其他類別包含缺乏維護的組件或機械故障、不會導致火災或觸電的電氣故障、施工和施工支持事故及未造成葉片損壞或火災時的雷擊等。整體來說，凱瑟尼斯風能資訊論壇為風電產業進行詳細的統計與提供資訊，在對於風能災害事故資訊的獲取上具有十足重要的地位。

三、國際海事承包商協會

國際海事承包商協會(International Marine Contractors Association, IMCA) [79]，IMCA 成立於 1995 年，為由離岸、海洋和海下行業工程之承包商所組成之組織，並且與海上石油、天然氣和再生能源等行業具有合作關係，旨在為從事離岸、海洋和海下行業提供建議及解決方案，提出完善的實作指南、統計和事故分析，以確保作業人員了解工作內容之關鍵要點。實作指南主要著重在潛水、海事作業、海上調查、遠端系統和 ROV 技術等部分，不過在法律層面上屬參考建議，需勞資雙方同意採納並將之列入合約條文才會生效。另有海上作業環境之安全準備工作的短片簡介，包含防滑、電氣危險、高空作業、人身安全等合計 25 項短片介紹。

1.潛水實作指南

IMCA 國際潛水規範提供有關如何安全有效地進行潛水作業之建議，內容概述最低安全標準，及如何分析雇主與承攬商在商業要求之安全影響建議、潛水設備指南和潛水人員培訓等。

2.海事作業實作指南自主水下載具

海事部門經營專業船舶，旨於保障海上施工和支援工作，其活動涉獵廣泛，包括重型起重機操作、水下施工、電纜敷設及施工支援船舶，如潛水船舶、勘測等。海事部門亦提供 eCMID 系統及海事人員培訓，eCMID 系統為海上船舶文件檢查和審核標準格式，有助於提高安全性和效率，以減少重複檢查船隻次數，滿足船舶操作員和雇主之要求。

3.海上調查實作指南

海上測量員於勘探和開發階段需進行水文調查與定位服務，具體任務包括擬議地球物理和水文調查及土壤勘察之管道路線，以便設計海床上之支撐結構，工作期間使用包括 ROV（水下無人載具）和 AUV（自主水下載具）等設備。

4.遠端系統和 ROV 技術

ROV 可執行各種施工支援任務，且不受水深限制，大多數商業工作 ROV 水深為 3000 至 4000 米。實作指南包括 ROV 技術指導、ROV 人員培訓、能力認證和評估等。

四、國際風能組織

國際風能組織(Global Wind Organization, GWO) [80]是由全球的風機製造商及營運商所成立的非政府非營利組織，組織目的是透過標準化訓練程序之方式，建立最佳通用在風能產業培訓之健康與安全標準，用以降低全球風能產業現場工作人員之施工風險，確保海上作業之工作人員了解海上作業環境之相關危害及勝任其工作。其制定的規範除 GWO 基礎技術訓練(BTT)外，亦包含 GWO 推薦之風能產業基本安全培訓(Basic Safety Training, BST)要求，培訓內容共包含五大項，分述如下：(1)高處作業訓練(Working at Heights)：在高處作業的人員需要進行高處作業訓練，並確保高處作業人員的安全工作和在風力環境下的高空救援。(2)海上求生訓練(Sea Survival)：所有離岸工作人員，均需接受海上求生訓練。(3)手動操作訓練(Manual Handling)：此項培訓針對需要在離岸工作場所進行手動作業的人員。(4)消防意識訓練(Fire Awareness)：對火災應變的人員進行防火知識培訓，以利火災之應變及人員之疏散。(5)急救訓練(First Aid)：離岸工作人員的急救知識及技能培訓。

五、臺灣風能訓練股份有限公司

臺灣風能訓練股份有限公司(Taiwan International Windpower Training Corporation) [81]是由臺灣港務股份有限公司、中國鋼鐵、臺灣國際造船、台灣電力公司、Cwind Taiwan 及上緯新能源等，由多方企業共同合資成立。成立主旨為培養本土風電人才，並將風電技術在地化，為台灣打開離岸風力發電市場的大門。

臺灣風能致力於提供風電相關人員訓練，以降低工作中所遇到的風險，引進國際風能組織(Global Wind Organization, GWO)制定的基本安全訓練標準規範，並對外開辦離岸風電相關訓練課程。包含 GWO 基礎技術訓練(BTT)外，以及 GWO 基礎安全訓練課程(BST)，安全課程的授課包括緊急救護、徒手搬運、火場應變、高空作業、海上求生等五大課程，內容簡述如表 2-8 所示。待兩年證書有效期過後，需進行 BST 複訓，以保持證書有效性。此份證照為大部分風場開發商、風機商及相關公司對於其從事作業人員要求取得專業證照之一。臺灣風能作為全臺第一，也是目前唯一辦理 GWO 認證課程之訓練機構，未來更將拓展其他相關海事工程認證(如潛水員訓練、水下無人機操作訓練等)，另亦擴增風機進階技術訓練並提供客製化內訓服務，逐步增加訓練業務範疇。

表 2-8 基礎安全訓練課程(BST)各項課程內容

課程種類	訓練時數	課程內容
緊急救護	16 小時	一系列的基本急救知識與技能、能正確判斷不同緊急狀況，並實際在高空作業塔中進行急救場景演練。
徒手搬運	4 小時	學習徒手搬運造成的常見傷害及治療，並著重在身體傷害的預防與搬運技巧。
火場應變	4 小時	包含預防火災、了解火災徵兆、對於起火或濃煙有正確的判斷與應變措施。除了前導知識外，更結合實際操作乾粉滅火器、二氧化碳滅火器、安全撤離訓練。
高空作業	16 小時	高空作業的基礎知識以及個人防護裝備的穿戴與確認，並在高空作業塔中使用各類高空作業和救援設備；包含一系列攀爬練習以及救援演練。
海上求生	8 小時	著重於海上突發事件的逃生與自保技能，包含海上逃生的基本知識、如何避免失溫及溺水、人員落海緊急應變處理、急難情況的溝通方法。此外，學員將在游泳池內模擬棄船逃生、直升機吊掛以及船塔接駁等場景演練。

資料來源：臺灣風能訓練股份有限公司，本研究整理

六、國立臺灣大學

我國離岸風電第二期目標為 2025 年完成 5.5GW 建置，風場開發、國產化及在地化之需求，以及帶動我國離岸風電相關產業，將有迫切直接人力需求。為因應此一新興產業之未來發展趨勢，臺灣大學離岸風電團隊 [82] 致力於培育離岸風電人才，並積極辦理多樣培訓課程、離岸風力發電學分學程、離岸風電科學營等各式推廣離岸風電基礎知識之活動或離岸風電所需之高階訓練課程。

臺灣大學離岸風電團隊致力於離岸風電之研究及高階人才培育，協助推動我國離岸風電產業發展，將邀請國內外離岸風電產學研專家，提供一系列離岸風電高階人才培訓課程。已舉辦之課程種類多元，包含兩天密集班-離岸風電導論、一日密集班-離岸風電海事工程、風力發電機-葉片設計分析、風力發電機-發電機與電力轉換、風力發電機-控制系統等課程，完成培訓課程後，將頒授國立台灣大學離岸風電人才培訓證書。

為因應我國離岸風電產業之迫切人力需求，並培育離岸風電高階工程、規劃、設計、管理、分析等專業人才，臺大於民國 107 年成立「離岸風力發電學分學程」。學程由工學院、理學院及電機資訊學院主辦，工程科學及海洋工程學系以及能源研究中心承辦。

學程以提供跨系所領域以及國內外產學研究之能量為宗旨，並開授離岸風電相關之不同領域專業課程，以因應離岸風電跨領域專業之需求。

臺大有鑑於一般大眾對離岸風電認識不足，經由工程科學及海洋工程學系與工學院船舶及海洋技術研究中心於民國 108 年暑假，主動在離岸風場在地縣市(彰化)以及臺大，各舉辦一場高中生離岸風電營隊。營隊內容包括主題演講、動手組裝風力發電機、自製風洞風機測試，以及風機及風場的現地導覽與解說。參加營隊學員們得以了解離岸風電的現況與未來發展、風機原理及運作機制，加上現地導覽與解說，不止能看到風機實體，也能更加體會風場設施之設置、運轉、維護及達到之減碳效益。

七、國立高雄科技大學

國立高雄科技大學（以下簡稱高科大）[83] 於民國 109 年 2 月 17 日於旗津校區辦理「離岸風電產業海事工程菁英訓練基地」啟用暨揭牌典禮，該基地不僅是國內首座，更已獲得國際風能組織（Global Wind Organization, GWO）認證，成為臺灣唯一能發證的大學。該基地由教育部補助建置，未來將配合國家綠色能源政策，發展離岸風電相關產業，培育產業所需人才及發展相關技術。

離岸風電產業海事工程菁英訓練基地為教育部大型優化技職校院實作環境計畫補助，包含 12 米高塔、人員接駁平臺、海上求生及滅火廠設備升級與 2 間風電專業教室，目前高科大校內也有 28 位具備 GWO 認證的種子教師，亦同步聘請歐洲離岸風電國際訓練專家至本校授課輔導並協助培訓。並且為強化學生實務能力，高科大目前已與達德能源、沃旭能源、臺灣國際造船公司、金屬工業研究發展中心、船舶暨海洋產業研發中心等單位簽署合作備忘錄，共同發展培育離岸風電職場所需菁英人才，使學生在校階段就能取得國際認證的職場證書，快速累積離岸風電實際場域中實戰經驗，務求畢業後即能躋身新興之風電產業之中。

八、美國國家海上風能研究與開發聯盟

美國國家海上風能研究與開發聯盟（The National Offshore Wind Research and Development Consortium）[84] 是由政府單位招集組成的非營利組織，成員包含美國能源部（DOE）與紐約州能源研究與發展局（NYSERDA）一同作為國家海上風電研發聯盟的管理者，並匯集了 9 家離岸風電開發商，包括 Deepwater Wind（美國第一個海上風電項目的開發商）、Shell、Ørsted（全球最大的海上風電開發商）等業者，以及技術團隊包括 Carbon Trust、再生能源諮詢集團和美國能源部的國家再生能源實驗室（NREL）等。其後馬里蘭州，麻薩諸塞州和維吉尼亞州的政府機構加入組織。該聯盟致力於管理海上風能研發，以為美國離岸風能產業帶來最大的經濟利益。

該聯盟規劃了一份詳細的調查表，以確定風電開發商在美國開發海上風能項目時，在降低成本和風險方面所面臨到的最大挑戰和優先進行事項。該聯盟另外也進行一系列徵集建議（RFP），第一個 RFP 於 2019 年春季發布，旨在決定優先提供資金給海上風電場技術進步相關的哪個部分，包括強化風電場的性能、降低渦輪機支撐結構（例如水下風機基礎）的成本、開發用於浮動基礎的創新繫泊和錨固技術，以及降低與海上風電的輸配電相關的成本和風險等，其後根據該 RFP 選擇資助的項目，為通過研究改進共享繫泊系統，減少其所需的錨和電纜來提高海上浮動式風力發電場的經濟可行性。這些研究有助於推廣離岸風能，以及增加離岸風電產業的工作機會。

九、日本福島海上風電聯盟

福島海上風電聯盟（Fukushima offshore wind consortium）[85] 現正管理由日本經濟產業省資助的福島海上浮力風電場示範計畫（Fukushima FORWARD）。這是由 2 兆瓦，5 兆瓦，7 兆瓦浮動海上風力渦輪機和一個浮動變電站組成的世界上第一個浮動海上風力發電場的建設。該聯盟由丸紅株式會社、東京大學、三菱重工、三菱造船廠、日本海洋聯合公司（JMU）、三井玉造船廠、日立公司、古河電氣工業株式會社等日式企業及學術機構所組成，用以評估示範風場的安全性、可靠性和經濟效率，以及如何降低海上浮式風電場的運維成本。

該聯盟主要為收集與示範風場有關之海洋物理資訊，主要包含風能及海流的各項訊息，如風速、風向、強風資訊、平均波高、洋流流向等，以評估對於未來風能產業之發展條件。另外也定期舉辦再生能源工業博覽會，向社會大眾介紹示範風場的目前成效，以及支持離岸風能發展的論文資料等，如環境影響評估與海上航行安全之論文研究，吸引當地社會新鮮人投入當今新興的離岸風能產業。奇異公司（General Electric Company）及西門子公司等能源公司也在 2019 年的博覽會中出席，可能具有投資的意願。

十、ReaLCoE

ReaLCoE [86] 是由歐盟研究與創新計畫 Horizon 2020 的一環，目標是創造性能更好、效率更高的海上風能轉換器。ReaLCoE 由離岸風能產業業者所組成，包含 BIBA、Senvion wind energy solutions、Jan De Nul group、Principle power、Uptime Engineering、Ingeteam、8.2 Consulting AG、JBO Beratende Ingenieure im Bauwesen、荷蘭能源研究中心、夫朗和斐協會等公司或研究單位所組成，為降低離岸風電成本、創造工作機會、降低電費、提升綠能產業優勢等目標而努力。

預計到 2030 年風機容量將達到 150GW，對目前來說仍是技術障礙，不過 ReaLCoE 計劃預計將克服並為離岸風能轉換器開發廉價的用戶友善技術，及提供足量發電且同時為大眾可負擔的電力費用。計畫將研究產業鏈各環節中的成本，並提出降低成本的方法

和策略。除了展示新的渦輪機，該財團還在物流，安裝，測試和認證，電網連接以及運營和維護等各方面著手，研究模組化測試和認證、模組化設計、新的維護策略、延長使用壽命、整合方法和精進海上風能轉換器設計、新的安裝策略、數值化資訊等策略，以達到降低成本與營運風險並推廣離岸風能的目標。開發中的海上風能轉換器與傳統能源、其他再生能源相比，將更具有競爭優勢，透過將海上風能轉換器的運營能力提高到 14-16 MW，以最低的價格提供電力，屆時電價將達到 35-50 歐元/MWh，僅為相似能源價格的三分之一。以上措施將有助於在整個歐洲內實現長遠的能源目標，並為離岸風能產業帶來助益與更多的就業機會。

上述介紹之 10 個全球風能相關組織或協會，概略可依該組織關注之議題分為人員工作安全與訓練、災害事故討論，以及離岸風電的建設與開發等三大類。人員的工作安全與訓練之組織，包含 G+（全球離岸風電健康及安全組織）、國際海事承包商協會、全球風力組織、臺灣風能訓練股份有限公司、臺灣大學及高雄科技大學等六個組織。此類組織主要針對風電可能遭遇之事故，涵蓋工作人員之基本訓練、減少人員傷亡之訓練、離岸風電作業手冊及培養離岸風電人才之訓練等，以人員的培訓為組織之主要標的。

災害事故的討論平台組織，則有凱瑟尼斯風能資訊論壇等。該組織主要經由各大新聞網站或政府機構提供的資訊，整理全球歷年來風電發生過的事務資料並統計呈現各類事故發生之總數與趨勢等。

離岸風電的建設與開發之組織，包含美國國家海上風能研究與開發聯盟、福島海上風電聯盟及 ReaLCoE 等三個組織。此類組織由產官學三個面向之單位所組成，由政府提供資金供學界進行離岸風電相關研究，目的在降低離岸風電營運成本、提出發展離岸風電之優勢、研究和發展離岸風電之場址等，促進離岸風電產業之發展。

表 2-9 風能協會組織資訊表

風能組織協會	工作內容	
全球離岸風電健康及安全組織	事件數據報告	每年提供事故統計報告，並對於各國之風電災害進行分類及分析。
	風電產業執行指南	海上風電小型服務船的安全管理、海上風電固定手冊及海上風電高空作業手冊等。
	安全設計研討會	每年舉行並探討離岸風電設計項目的改進。
凱瑟尼斯風能資訊論壇	風電新聞連結、風電災害統計圖表等。	
國際海事承包商協會	潛水、海事作業、海上調查及遠端系統等之實作指南，	

風能組織協會	工作內容
	另有海上作業環境之安全準備工作的 25 項短片介紹。
國際風能組織	基礎技術訓練(BTT)，以及基礎安全訓練課程(BST)。
臺灣風能訓練股份有限公司	基礎技術訓練(BTT)，以及基礎安全訓練課程(BST)。
國立台灣大學	多樣培訓課程、離岸風力發電學分學程、離岸風電科學營
高雄科技大學	離岸風電產業海事工程菁英訓練基地
美國國家海上風能研究與開發聯盟	降低離岸風電開發成本及風險之研究、推廣離岸風電綠色能源、提供當地更多工作機會
福島海上風電聯盟	降低離岸風電開發成本及風險之研究、推廣離岸風電綠色能源、提供當地更多工作機會
ReaLCoE	降低離岸風電開發成本及風險之研究、推廣離岸風電綠色能源、提供當地更多工作機會

資料來源：本研究整理。

第三章、我國海域安全管理與離岸風電產業安全管理之競合分析

由第二章研究分析結果可知，近年來新興發展的離岸風電產業，所面臨到的風險或災害種類十分繁多。本章就第二章蒐集的離岸風電相關災害，探討我國海域安全和離岸風電海域災難相關之法規及文件，並依其屬性分為勞動安全、水域航行及海難救援等三部分（如圖 3-1 所示），水域航行更可細分為海域空間使用及航行規範兩部分，海難救援則分為災害防救、緊急應變、人員救援及災後處理等四個面向。

勞動安全部分，主要蒐集離岸風機設施施工、營運和維修期間，操作人員之勞動作業安全參考規則。水域航行部分，分為海域空間使用及航行規範兩部分，前者研析離岸風電周遭海域中，漁船捕撈作業、離岸風電海域區位劃定等海域空間使用相關規定，後者則包含工作船航行規範、彰化風場船舶航行等航行規範相關規定。海難救援部分，主要蒐集及分析發生海上災難事故時，風電業者緊急處理流程，與政府機關所擬定之規章及法規。

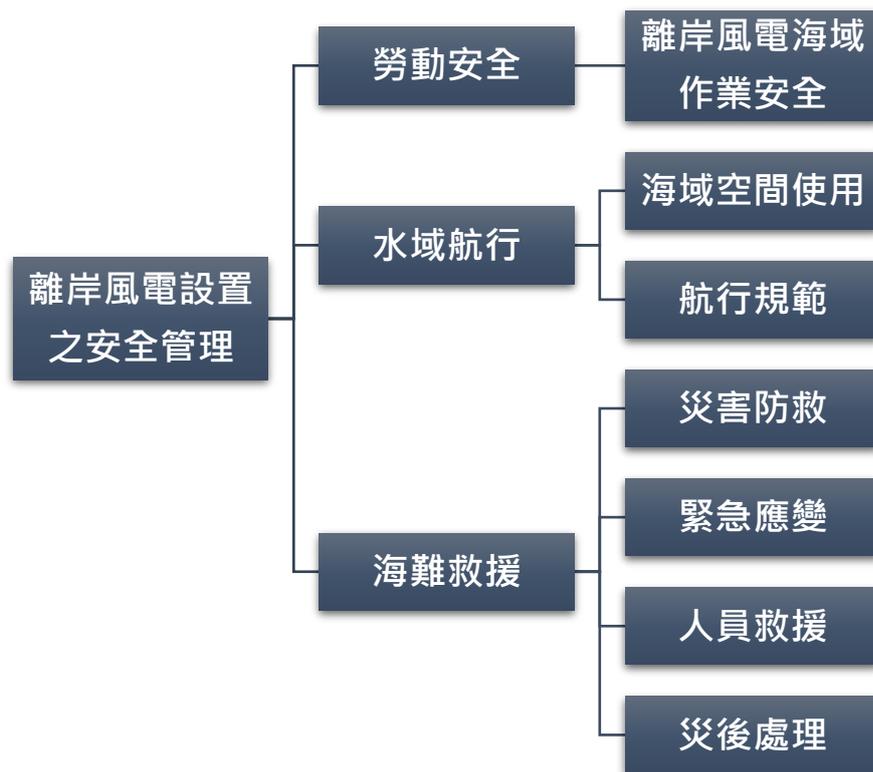


圖 3-1 離岸風電設置之安全管理

資料來源：本研究繪製

第一節、勞動安全相關法規與管理措施

台灣離岸風電的發展，有關勞動安全之相關法規與管理措施，目前主要依勞動部訂定的「離岸風電海域作業安全指引」進行勞工安全之管理，離岸風場建置或維護之各項作業的進行，其勞工與作業流程皆須符合我國現有之各項職業安全法規，以確保工作者的安全。另外，各離岸風場之主管機關或業主須制訂緊急應變措施，以保障人命與設備財物無虞。以下針對離岸風電海域作業安全指引與緊急應變計畫進行說明：

一、離岸風電海域作業安全指引

離岸風場之建造、營運和維修，其場域涉及岸邊、海上及水下等特殊環境，尤其是離岸風場的海上工作場域中，容易發生墜落、物體飛落、倒塌、感電、被撞、溺水等災害，而導致從事離岸風力發電工作之勞工受傷或死亡。

為了促進離岸風電海域作業工人之職業安全與健康，降低人員傷害事故的發生，勞動部職安署成立離岸風電作業安全跨部會技術平台、辦理離岸風電作業安全技術交流研討會，同時參考國際標準、開發商實際施工經驗等，於民國 108 年 1 月訂定並公布「離岸風電海域作業安全指引」，以督促各事業單位落實自主查核及風險評估。

「離岸風電海域作業安全指引」之內容，係參照國內現有之各項職業安全法規，和各國國際組織所提供之各項風機施工中之人員操作指南，所制訂出來的，指引中包含各相關開發商或承攬商進行離岸風機建置施工時應注意事項，以及各式可供參照之規定。

安全指引將離岸風電作業區域範圍劃分為三個面向，由陸上延伸至海上風場區域，簡單區分為岸邊準備、海上作業及其他等三個面向，針對上述三個面向制定安全規範與注意事項，確保勞工作業時的安全。其中，岸邊準備包含各式貨物裝卸情形、施工機具安全及船舶航程計畫、天候海況與出航前安全檢查等。海上作業部分則主要包含高處作業、海上作業、海面作業、侷限空間作業等。其他面向則包含船舶載台安全證明、各式人員訓練、防護裝備、人員資格證明、作業期間的協調及緊急應變措施等項目。

「離岸風電海域作業安全指引」中各面向之內容分述如下：

(一)岸邊準備

離岸風電籌建之岸邊準備，包含由建置前的檢查、岸邊準備、天候海況、航程計畫、出航前安全檢查、施工機具安全等工作事項。

岸邊準備部分，工作船的整備須符合交通部訂定之「船舶貨物裝卸承攬業及船舶理貨業管理規則」，依據該管理規則之第 12 條「船舶業務範圍散雜貨及貨櫃之數量、標識、

櫃號及雜貨包裝等」，工作船或離岸風機運送船舶皆須符合其規範。

離岸風機工作船或運搬船舶於碼頭裝卸風場所需之裝備或器材組件，也需符合勞動部所訂定「碼頭裝卸安全衛生設施標準」之相關規定。該標準之第二至第八章分別對工作場所及通路、扶梯、照明、蓋板、起重裝置、裝卸作業、防護具等雇主須對工作者之工作環境有所保障之規範。因此，離岸風場建設之工作船或運搬船舶於港口碼頭進行作業時，除了確認離岸風機的設備不受損害，同時須確保工作環境、勞工與船員的人身安全。

離岸風電的業主須對其所屬勞工使用器械，制定所需的規範，以確保勞工安全。依據「職業安全衛生法」第 16 條之規定「具有危險性之機械或設備，非經勞動檢查機構或中央主管機關指定之代行檢查機構檢查合格，不得使用；其使用超過規定期間者，非經再檢查合格，不得繼續使用」，規範雇主對於工作者所使用器械之規範。

為確保離岸風電碼頭之操作人員與勞工之安全，需進行職前安全訓練。依「職業安全衛生教育訓練規則」第 12 條「雇主對操作危險性機械之勞工，應於事前使其接受具有危險性之機械操作人員之安全衛生教育訓練，並經技能檢驗合格」，規範了在離岸風電碼頭操作人員的職前訓練。

工作船與運搬船舶之船長，須確保船員於碼頭、船舶航行與離岸風場施工時之安全，並針對注意事項進行宣導演練。航程計畫則依據交通部的「船員及雇用人雙方應遵守之安全衛生注意事項」，當中第 7 條「船上安全衛生保障及防止職業災害之事項由船長負責統籌管理，船長並得依實際需要，指定船上各部門之管理級船員擔任安全衛生管理人員。」明定船長應負責船員之安全衛生事項，而這些包含出航前的準備乃至施工時的作業環境，由第 9 條各項規範各項施工時作業環境應遵守之事項。

(二)海上作業

離岸風電籌建之海上作業包含海事操作安全、人員進出安全、各式作業情況(海上、海面、海上高處、侷限空間)、電氣及腐蝕檢查等工作事項。

於離岸風電工程建設之高處進行作業，須符合「營造安全衛生設施標準」。依照勞動部訂定之「營造安全衛生設施標準」第 17 條，「雇主對於高度二公尺以上之工作場所，勞工作業有墜落之虞者，應訂定墜落災害防止計畫，依下列風險控制之先後順序規劃，並採取適當墜落災害防止設施」，其中第 17 條第一至七款明列規範高空作業時所進行的項目或所需具備的設備等，以確保勞工在風機高處作業的安全。

海上作業場域內風電工程設備中，其內部侷限空間之照明與氣壓等工作環境之條件，須依「職業安全設施規則」和「職業安全衛生法」辦理。其離岸風電工程建設內侷限空

間之採光照明，應依「職業安全設施規則」第 313 條之規定辦理。而侷限空間所屬之異常氣壓作業，則依「職業安全衛生法」第 19 條「異常氣壓作業，應減少工作時間，並在工作時間中予以適當休息」，保障工作者的權益。

海上作業場域中，若需進行潛水作業，需依「異常氣壓危害預防標準」進行管理。侷限空間（潛水情形）作業，由勞動部「異常氣壓危害預防標準」第 2 條 2 項之規範，「潛水作業：指使用潛水器具之水肺或水面供氣設備等，於水深超過十公尺之水中實施之作業。」明確規定水下 10 公尺以上之潛水作業，需使用潛水器具之水肺或水面供氣等設備，並須依「異常氣壓危害預防標準」之第三章第二節進行潛水作業管理，以及第四章潛水設備的規定進行水下潛水作業等。

勞動部的「缺氧症預防規則」中第二章規範雇主對於工作者處在可能導致缺氧環境中，所應保障職業安全之各類規範，離岸風電中的葉片、輪轂、單樁轉接件及離岸變電站部分空間等都可能屬於侷限空間，或許會導致缺氧危險，應特別注意。

(三)其他面向

離岸風電建設之其他面向，包含船舶載台資格證明、各式人員訓練、防護裝備、人員資格證明、作業期間的協調及緊急應變措施等工作事項。

離岸風電之人員訓練部分，依「據職業安全衛生教育訓練規則」第 2 條之規定，安全衛生教育訓練分類包含「職業安全衛生業務主管、職業安全衛生管理人員、勞工作業環境監測人員、施工安全評估人員及製程安全評估人員、高壓氣體作業主管、營造作業主管及有害作業主管、具有危險性之機械或設備操作人員、特殊作業人員、勞工健康服務護理人員、急救人員、一般，及其他經中央主管機關指定之安全衛生教育訓練。」。因此，離岸風電的場域，工作人員需進行吊掛、潛水、電氣作業、焊接等工作時，須依照「職業安全衛生教育訓練規則」，衡量維護人員職業安全的條件，進行相關之職業訓練與工作前之準備。

同時，離岸風電風場的建設，其船舶載台須取得資格證明，各式工作操作人員須參與訓練研習，並取得操作人員資格證明，而進行工作時，亦須穿戴適合的防護裝備進行工作。此外，各離岸風電風場業主與主管機關必須建立作業期間的協調機制，以及備有突發狀況之緊急應變措施，確保勞動安全。

二、風電離岸事業之緊急應變措施

離岸風電事業之各主管事業單位應訂定「離岸風電緊急應變措施」，以確保勞工安全等事宜。雖然各風場之管理業者不同，各離岸風電風場之緊急應變措施因各場域的環境不同而有所差異，但緊急應變措施之內容，須包含：應變組織、人員受傷處理措施、人

員落水處理措施、災害應變計畫等四個主要部分。

離岸風電風場作業前，相關開發商或承攬商須指派安全衛生專業人員或成立作業安全規劃小組（權責人員），依各項作業流程進行安全評估，模擬各式緊急或災害狀況，規劃各式狀況之應變計畫，尤其是火災、個人防護，及急救等指引。離岸風電作業過程中，包含施工、運維階段，得按照應變計畫進行模擬演練。

離岸風電緊急應變計畫中，須明確說明各類緊急狀況發生時，其通報方式和通報內容，通報對象分為內部單位主管，和主管政府機關(如勞動部職安署、海洋委員會海巡署等相關單位、醫療體系，和環保署等)。而發生災害後，因災害發生所衍生的污染物，或災後之廢棄物等，應將其處理原則、進行方式等資訊確實列入應變計畫中，以確保勞工安全與健康，並減少於離岸風機施工期間，工人所會遭受到之職業災害可能性。

第二節、水域航行之相關法規與管理措施

台灣周圍的海域依使用方式可分為：國防安全、公務性海域交通設施、非營利性休閒遊憩設施、防災和減災等公益事業、依漁業法核准經營之漁業使用、公用設施、國家重大建設，公共水域交通航行、和其他等多元化的使用。離岸風電為海域多元使用之一，其涉及一定海域空間的獨占性使用，可能會影響海域船舶航行及漁船作業，因此本節將分為兩部分進行探討，分別為海域空間使用及航行規範。設置離岸風電需要海域空間使用核可，此部分與現有相關法規「漁業法」、「海岸管理法」、「區域計畫法」、「國土計畫法」、「海域管理法（草案）」等有關。此外，船舶航行規範部分，另外亦包含有「航路標識條例」、「離岸風場建置及營運期間工作船航行規範」、「智慧航安服務建置暨發展計畫」、「船舶安全營運與防止污染管理規則」等由政府單位擬定的法規或計畫來保障。

壹、 海域空間使用

一、漁業法

為保育、合理利用水產資源，提高漁業生產力，促進漁業健全發展，輔導娛樂漁業，維持漁業秩序，改進漁民生活，我國政府於 1929 年 11 月 11 日制定及公布「漁業法」，並自 1930 年 7 月 1 日施行，中央主管機關為行政院農委會漁業署。當中包含總則、漁業權漁業、特定漁業、娛樂漁業、保育與管理、漁業發展、罰則及附則等八章。

「漁業法」第 6 條規定：「凡欲在公共水域及與公共水域相連之非公共水域經營漁業者，主管機關核准並取得漁業證照後，始得為之」。另漁業法第 2 條規定：「在中央的主管機關為行政院農業委員會；在直轄市的主管機關為直轄市政府；在縣（市）的主管機關為縣（市）政府」。漁船漁業執照的核發，依據漁業根據地，向不同的主管機關申請漁業執照，漁業根據地在縣（市）者漁船總噸位未滿二十噸者，向縣（市）主管機關申請；二十噸及二十噸以上者，向中央主管機關申請。若漁業根據地在直轄市者，漁船總噸位未滿一百噸者，向直轄市主管機關申請；一百噸及一百噸以上者，向中央主管機關申請。基此，漁民需向主管機關申請漁業執照，始得出海從事漁撈作業，而此作業海域可能和風電海域重疊，因此可能造成致漁船碰撞離岸風機等災害事故，如前第二章所蒐集之災害事故中，國外曾發生過至少 2 起漁船碰撞離岸風機之事故。

此外，離岸風場水域可能和既有漁業權區域重疊。依「漁業法」第 17 條之規定，主管機關應依據漁業生產資源，參考礦產探採、航行、水利、環境保護及其他公共利益，對公共水域之漁業權漁業作整體規劃，並擬訂計畫。另依「漁業法」第 15 條，漁業權分為定置漁業權、區劃漁業權及專用漁業權。定置漁業權，係指於一定水域，築磯、設柵或設置漁具，以經營採捕水產動物之權。區劃漁業權，係指區劃一定水域，以經營養殖

水產動植物之權。專用漁業權，則指利用一定水域，形成漁場，供人漁，以經營採捕水產動植物之漁業、養殖水產動植物之漁業，或是以固定漁具在水深二十五公尺以內，採捕水產動物之漁業等漁業之權。

另「漁業法」第 29 條第一項規定：基於國防之需要、土地之經濟利用、水產資源之保育、環境保護之需要、船舶之航行、碇泊、水底管線之鋪設、礦產之探採，及其他公共利益之需要，主管機關得變更或撤銷漁業權之核准，或停止其漁業權之行使。

若離岸風機設置的水域和漁業權水域重疊，依上述第 29 條第一項規定，主管機關得基於離岸風電是公共利益之需要，變更或撤銷漁業權之核准，或停止漁業權行使。「漁業法」第 29 條第二項規定：因第一項之處分致受損害者，應由目的事業主管機關或請求變更、撤銷、停止者予以相當之補償；協調不成時，由中央主管機關決定。因此，有關涉及補償部分，農委會於民國 105 年 11 月 30 日依據農漁字第 1051328879A 號令發布「離岸式風力發電廠漁業補償基準」，提供一套對於風場及海纜架設之補償金計算公式，作為補償金之參考，以利風電廠商與漁會之間協調。然而，雖然離岸風電所在水域（稱之風場水域）的漁業權被撤銷，但有關風場設立後，風場水域是否允許其他多元水域，例如漁民航行穿越風場水域或在風場水域中進行漁撈作業、海洋牧場營造，以及休閒釣魚等，目前尚有待農委會、交通部、與經濟部能源局等相關單位討論後始得定論。

二、海岸管理法

為維繫自然系統、確保自然海岸零損失、因應氣候變遷、防治海岸災害與環境破壞、保護與復育海岸資源、推動海岸整合管理，並促進海岸地區之永續發展，中華民國政府制定「海岸管理法」，於民國 104 年 2 月 4 日公布並施行，中央主管機關為內政部營建署。海岸管理法，包含總則、海岸地區之規劃、海岸地區之利用管理、罰則及附則等五章，共 46 條條文。

「海岸管理法」之第 2 條定義海岸地區為：指中央主管機關依環境特性、生態完整性及管理需要，依下列原則，劃定公告之陸地、水體、海床及底土；必要時，得以座標點連接劃設直線之海域界線。下列原則包括 1) 濱海陸地：以平均高潮線至第一條省道、濱海道路或山脊線之陸域為界；2) 近岸海域：以平均高潮線往海洋延伸至三十公尺等深線，或平均高潮線向海三哩涵蓋之海域，取其距離較長者為界，並不超過領海範圍之海域與其海床及底土；3) 離島濱海域及近岸海域：於不超過領海範圍內，得視其環境特性及實際管理劃定。另依同法第 5 條，中央主管機關應會商直轄市、縣（市）主管機關，於本法施行後六個月內，劃定海岸地區範圍後公告之。基此，內政部於 104 年 8 月 4 日台內營字第 1040812104 號公告「海岸地區範圍」（如圖 3-2）。

「海岸管理法」第 25 條第 1 項規定：「在一級海岸保護區以外之海岸地區特定區位

內，從事一定規模以上之開發利用、工程建設、建築或使用性質特殊者，申請人應檢具海岸利用管理說明書，申請中央主管機關許可。」

目前台灣現有開發的離岸風場位置（如圖 3-3），大都位於上述之特定區位，或風場不位於特定區位但有電纜通過特定區域，且達一定規模以上，因此皆需依海岸管理申請開發利用許可。因此開發單位需檢具海岸利用管理說明書，向內政部申請許可。內政部依海岸管理法第 26 條規定，核予許可的條件包括：1) 符合整體海岸管理計畫利用原則；2) 符合海岸保護計畫、海岸防護計畫管制事項；3) 保障公共通行或具替代措施；4) 對海岸生態環境衝擊採取避免或減輕之有效措施；5) 因開發需使用自然海岸或填海造地時，應以最小需用為原則，並於開發區內或鄰近海岸之適當區位，採取彌補或復育所造成生態環境損失之有效措施。

依據「一級海岸保護區以外特定區位利用管理辦法」第 9 條：「申請人應檢具海岸利用管理說明書，載明「海岸管理法」26 條第 1 項各款條件辦理情形，向直轄市、縣（市）主管機關提出。跨越二以上直轄市、縣（市）行政轄區或海域者，應分別向各該直轄市、縣（市）主管機關提出。」另依該辦法之附件一，海岸利用管理說明書內容包含申請人清冊、設計人清冊、相關支持建設或土地使用之文件、位置及範圍、申請許可案件摘要、土地使用現況、因應海岸管理法第 26 條第 1 項各款辦理情形、因應一級海岸保護區以外特定區位申請許可案件審查規則第七條各款辦理情形等內容。

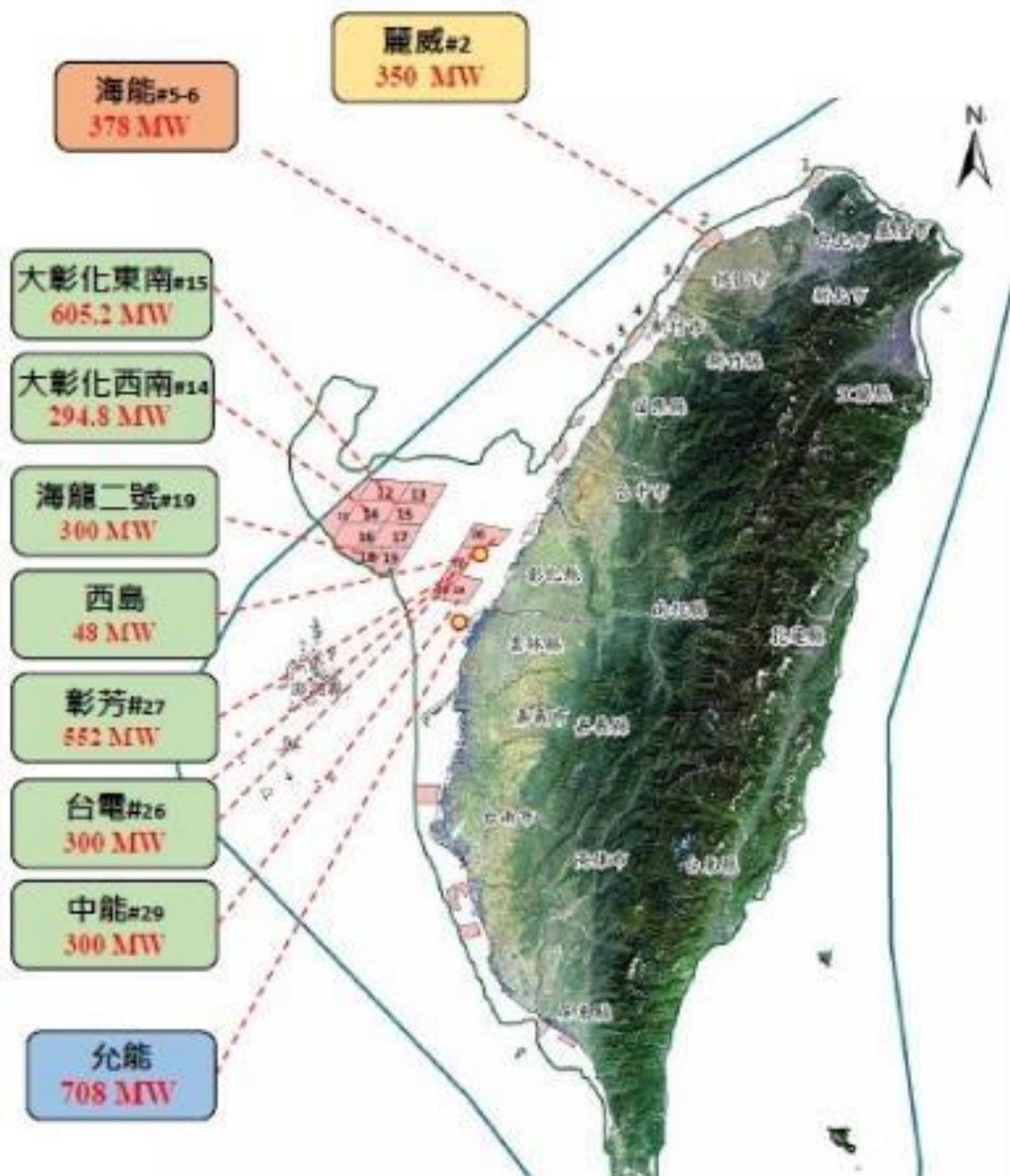


圖 3-2 台灣核定風場之地理位置分佈

資料來源：經濟部能源局

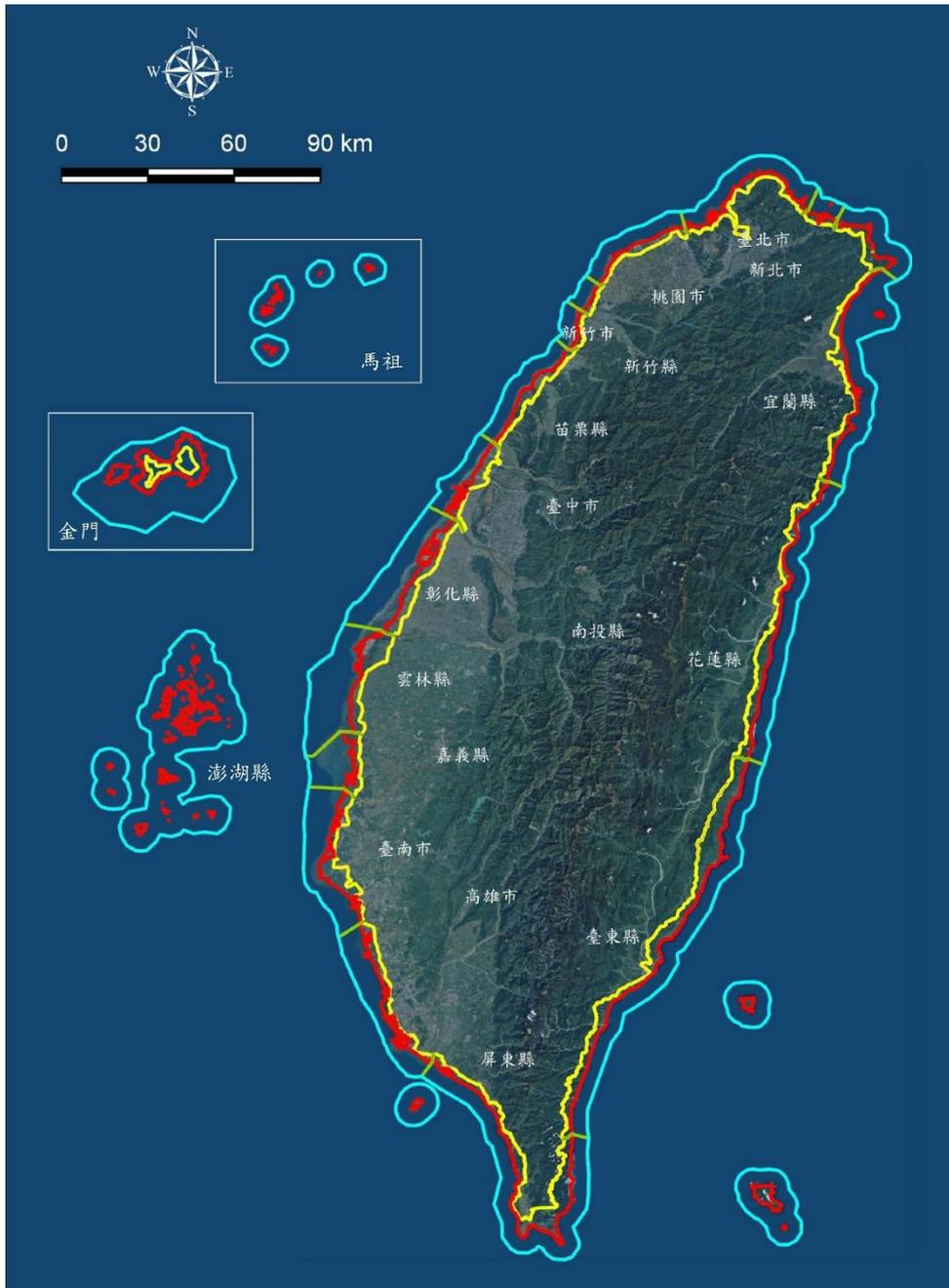


圖 3-3 海岸地區範圍圖

資料來源：內政部營建署海岸管理專區

三、區域計畫法

「區域計畫法」的制定，為促進土地及天然資源之保育利用，人口及產業活動之合理分布，以加速並健全經濟發展，改善生活環境，增進公共福利。「區域計畫法」於民國 63 年 1 月 31 日公布並實施，全文 24 條，包含總則、區域計畫之擬定、變更、核定與公告、區域土地使用管制、區域開發建設之推動、罰則、附則等共六章。

「區域計畫法」中管轄了除國家公園外的都市土地及非土地之利用，都市土地另有「都市計畫法」來管轄。而非都市土地的利用，則依據「區域計畫法」中第 15 條：「不屬第十一條之非都市土地，應由有關直轄市或縣（市）政府，按照非都市土地分區使用計畫，製定非都市土地使用分區圖，並編定各種使用地，報經上級主管機關核備後，實施管制。變更之程序亦同。其管制規則，由中央主管機關定之。」

依據「區域計畫法」政府機關擬定「區域計畫法施行細則」，由內政部進行非都市土地計畫之管理。其中，直轄市縣（市）海域之管轄範圍劃設依據「區域計畫法施行細則」第 4 條第 2 項劃定，「直轄市、縣（市）主管機關之海域管轄範圍，由中央主管機關會商有關機關劃定。」直轄市縣市管轄範圍水域由內政部營建署經劃定後，於民國 108 年 7 月 12 日公告，如圖 3-4 所示，係以海岸垂線法配合等距中線法劃定，並以「自陸地界線之濱海端點起向海延伸，至領海外界止，惟其延伸線上任一點與相鄰區域之陸地均等距離。」為原則，包含台灣本島及澎湖地區。

非都市土地之使用分區依據「區域計畫法施行細則」第 11 條之規定，將我國非都市土地劃定為：特定農業區、工業區、鄉村區、森林區、山坡地保育區、風景區、國家公園區、河川區、海域區（102 年 10 月 23 日新增）、其他使用區或特定專用區等 11 種特定區。

同時，非都市土地之使用地依據「區域計畫法」第 15 條之規定，直轄市、縣（市）主管機關必須依照土地能供使用之性質，按非都市土地使用分區圖所示範圍，編定各種使用地。「區域計畫法施行細則」第 13 條第 1 項將非都市土地之使用性質，再細分為：甲種建築、乙種建築、丙種建築、丁種建築、農牧、林業、養殖、鹽業、礦業、窯業、交通、水利、遊憩、古蹟保存、生態保護、國土保安、殯葬、海域、特定目的事業等 19 種使用地。

依據「區域計畫法」第 15 條第 1 項之規定，內政部訂定「非都市土地使用管制規則」，規範我國非都市土地之使用、分區劃分，同時，進一步規範各種用地之容許使用項目、許可使用項目、遮蔽率與容積率等細項類別。「非都市土地使用管制規則」，係依照「區域計畫法」第 15 條第 1 項所制定：「不屬第十一條（依區域計畫擬定市鎮計畫、鄉街計畫、特定區計畫或已有計畫）之非都市土地，應由有關直轄市或縣（市）政府，按

照非都市土地分區使用計畫，製定非都市土地使用分區圖，並編定各種使用地，報經上級主管機關核備後，實施管制。變更之程序亦同。其管制規則，由中央主管機關定之。」，來界定非都市土地範圍及各類作業項目等，以及據以編訂「非都市土地使用管制規則」，為非都市土地使用之管理提供法源依據。

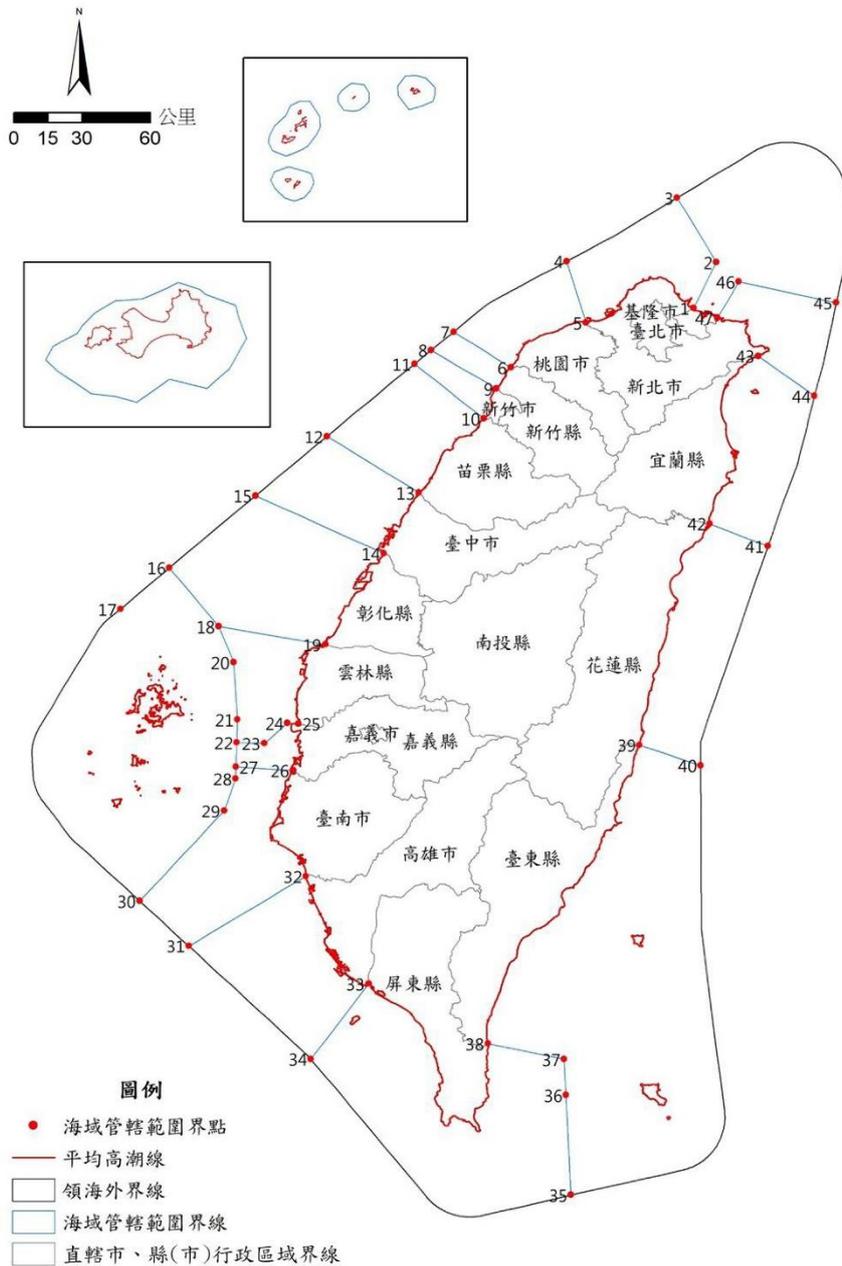


圖 3-4 海域管轄範圍示意圖

資料來源：內政部營建署

離岸風電所位處若位於直轄市、縣(市)主管機關之海域管轄範圍內，則屬海域區，且依使用性質為海域使用地。因此，離岸風場的開發與風機之建設，應先向內政部申請海域用地之區位許可。

海域用地之區位許可需符合「非都市土地使用管制規則」第 6 條第 3 項第 2 點，「海域用地容許使用項目及區位許可使用細目如(非都市土地使用管制規則第 6 條之)附表一之一。」，對於漁業資源利用、非生物資源利用、海洋觀光遊憩、港埠航運、工程相關使用、海洋科研利用、環境廢棄物排放或處理、軍事及防救災相關使用、原住民族傳統海域使用等合共九項之海域用地容許使用項目，細目分類詳見「非都市土地使用管制規則」第 6 條附表一，由各種使用地容許使用項目及許可使用細目表，分類那些使用情形需申請區位許可，離岸風電之建設屬於容許使用項目中之非生物資源利用，及項目下之許可使用項目之風力發電設施位置範圍，使用需經中央主管機關(內政部)區位許可，以及目的事業主管機關(經濟部)許可使用細目。

離岸風電之海域使用申請資料，由「非都市土地使用管制規則」第 6-2 條第 1 項：「依(非都市土地使用管制規則)第六條第三項附表一之一規定於海域用地申請區位許可者，應檢附申請書如(非都市土地使用管制規則第 6-2 條第 1 項)附表一之二，向中央主管機關申請核准。」，離岸風電之海域用地申請需依法取得區位許可，並應檢附海域用地區位許可申請書與必要之文件，海域用地區位許可申請書應包含申請書基本資料及環境敏感地區查詢等兩大區塊，才得以將區位許可提交由內政部營建署審查，另海域用地之使用行為向各目的事業主管機關提出申請，專用漁業權為漁業署管轄，離岸風電海氣象觀測塔、海底電纜等則由經濟部負責。

海域用地申請區位許可及使用需符合四項要點，依照「非都市土地使用管制規則」第 6-2 條第 2 項：「依前項於海域用地申請區位許可，經審查符合下列各款條件者，始得核准：一、對於海洋之自然條件狀況、自然資源分布、社會發展需求及國家安全考量等，係屬適當而合理。二、申請區位若位屬附表一之二環境敏感地區者，應經各項環境敏感地區之中央法令規定之目的事業主管機關同意。三、興辦事業計畫經目的事業主管機關核准或原則同意。四、申請區位屬下列情形之一者：(一)非屬已核准區位許可範圍。(二)屬已核准區位許可範圍，並經該目的事業主管機關同意。(三)屬已核准區位許可範圍，且該區位逾三年未使用。」，需符合上述之各項條件後使得核准。檢附相關證明文件後，海域用地區位許可之申請流程依「非都市土地使用管制規則」第 6-2 條第 5 項，「於海域用地申請區位許可審議之流程如(非都市土地使用管制規則第 6-2 條第 4 項)附表一之三」。

四、國土計畫法

為因應氣候變遷，確保國土安全，保育自然環境與人文資產，促進資源與產業合理配置，強化國土整合管理機制，復育環境敏感與國土破壞地區，並追求國家永續發展，我國政府於民國 105 年 1 月 6 日公布「國土計畫法」，中央主管機關為內政部營建署，依據「國土計畫法」第四章國土功能分區之劃設及土地使用管制，將我國國土分為：國土保育、海洋資源、農業發展及城鄉發展四大分區，並制定「國土計畫法施行細則」，作為「國土計畫法」之詳細施行規範。同年，內政部依國土計畫法擬定「全國國土計畫」，而「全國國土計畫」於民國 107 年 4 月 30 日經行政院核定並公告，以作為引導國土資源保育及利用之空間發展計畫。縣市國土計畫預計 2021 年完成，國土功能分區預計於 2025 年完成，屆時國土計畫法全面上路，區域計畫法廢止不再適用，其法律授權訂定之法規命令與行政規則，如「非都市土地使用管制規則」，均將因無法源依據而停止適用。

離岸風機風場位於「國土計畫法」所規範之海洋資源地區。海洋資源地區的劃設係依據「國土計畫法」第二十條第一項第二款所規定之原則進行劃設：「依據內水與領海之現況及未來發展需要，就海洋資源保育利用、原住民族傳統使用、特殊用途及其他使用等加以劃設，並按用海需求，予以分為：第一類：使用性質具排他性之地區。第二類：使用性質具相容性之地區。其他必要之分類：其他尚未規劃或使用者，按海洋資源條件，給予不同程度之使用管制。」。其中，離岸風機產業所使用海域所屬於海洋資源地區之第一類地區，符合「國土計畫法」第二十條第一項第二款第一目之海洋資源地區劃設原則，隸屬於海洋資源地區第一類分區，其使用性質具有排他性或獨佔性質。

離岸風場之海域土地使用，符合「國土計畫法」第 21 條所規定之海洋資源地區與其分類之土地使用原則。我國海洋資源地區與其分類之土地使用須符合「國土計畫法」第二十一條第一項第二款所制定之原則：「海洋資源地區：(一) 第一類：供維護海域公共安全及公共福祉，或符合海域管理之有條件排他性使用，並禁止或限制其他使用。(二) 第二類：供海域公共通行或公共水域使用之相容使用。(三) 其他必要之分類：其他尚未規劃或使用者，按海洋資源條件，給予同程度之使用管制。」離岸風場設立於海洋資源地區上，所需要使用的海域區域，符合海洋資源地區之第一類分區，該地區之海域區域，係為維護海域公共安全及公共福祉，或符合海域管理之有條件排他性使用，並禁止或限制其他使用。因此離岸風場之海域區域可專用於離岸風電之開發，並禁止或限定作為其他用途。

在全國國土計畫之尚在劃設的「國土功能分區」中，有關海洋資源地區，除前述之第一類、第二類分區外，更在第一類排他性使用分區下分為第一類之一、第一類之二、第一類之三等三個子分區。第一類之一分區之劃設條件為：依其他法律於海域劃設之各類保護(育、留)區。第一類之二分區之劃設條件為：使用性質具排他性之地區，於核准

用之特定海域範圍（包括水面、水體、海床或底土等），設人為設施、管制人員、船舶或其他行為進入或通過之使用。第一類之三分區之劃設條件為：屬第一類之一及第一類之二以外之範圍，於直轄市、縣(市)國土計畫核定前，經行政院或中央目的事業主管機關會商相關機關核定之重大建設計畫，其使用需設置人為設施且具排他性者。離岸風電風場係劃為第一類之二，在風場設立後為確保航行安全，應考量設置具有警示功能之助航設施，且目前對於周圍船舶通行等，有進行限制航道等管制措施。

離岸風機所位處之「非都市土地使用管制規則」中之海域使用地，而未來將移轉至「國土計畫法」中海洋資源分區第一類之二。國土功能分區中尚在劃設（預計 2025 年完成），依「國土計畫法」第 23 條第 2 項規定：「國土功能分區及其分類之使用地類別編定、變更、規模、可建築用地及其強度、應經申請同意使用項目、條件、程序、免經申請同意使用項目、禁止或限制使用及其他應遵行之土地使用管制事項之規則，由中央主管機關定之。但屬實施都市計畫或國家公園計畫者，仍依都市計畫法、國家公園法及其相關法規實施管制。」鑒此，都市計畫法與國家公園法所管轄範圍以外之非都市土地，內政部營建署未來就各國土功能分區進行分類，研訂使用地編定類別，並據以研訂「國土計畫土地使用管制規則」（草案）。有關海洋資源地區之各項使用，因海域立體使用之特性，得採重疊管制。依據全國國土計畫土地使用指導基本原則以及各分類土地使用指導事項內容，並依各項使用於海域立體使用情形，訂定各分類得容許使用之細目，作為未來海洋資源地區管制規定。

貳、 航行規範

一、 航路標識條例

為提升船舶航行安全，設置、監督及管理各種航路標識，我國政府特制定「航路標識條例」，於民國 23 年 5 月 15 日公布，共包含 13 條條文，中央主管機關為交通部，業務由航政機關進行辦理。

因應離岸風場的開發，為確保水域的航行安全。交通部航港局依據「航路標識條例」第四條第 3 款中明訂「因航政機關因航行安全之需要，得要求直轄市及縣（市）政府、港口管理機關（構）、法人機構及各目的事業主管機關等相關機關（構）於必要之水域或航道設置、維護或管理航路標識」。航港局統籌監督管理及訂定相關技術規範，規範離岸風場設施的航安維護，以及航道劃設事宜。並依據航路標識條例第四條第五項「航路標識之設置、外觀及性質等技術規範，由主管機關參照國際組織建議規範定之。」，參考國際航標協會(The International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities, IALA)的海事浮標系統規範，於民國 107 年 5 月制定「航路標誌設置技術規範」，作為風電業者及各水域主管機關設置航路標識的依據，促進及確保臺灣海域航行安全。

「航路標誌設置技術規範」之範圍適用於我國水域及海洋設施，為配合風場本身或周遭環境安全因素、變動之考量，使各機關（構）及離岸風電發電場設置航路標識及劃定安全區等事項有所遵循，以維護航行及離岸風電設施之安全而訂立之規範。「航路標誌設置技術規範」第四點至第十五點為助航設施之設置規範，第十六點至第三十三點為離岸風力發電場助航設施之設置規範，包含群組結構物之間距、結構物之顏色、單一結構物之燈光特性、群組結構物之燈光特性、群組結構物之燈光位置、結構物之特性、識別板、雷達訊標（Racon）及自動識別系統導航標（Automatic Identification System Aid to Navigation, AIS AtoN）、工作燈、其他（風場內）結構物、臨時性浮標及燈浮標、長期性浮標及燈浮標、浮標及燈浮標之設置由航政機關核定、離岸風力發電場浮力式結構物、安全區、助航標示相關設計報請航政機關核定、航船布告、航路標識及航道之維護管理得委託其他機關（構）辦理等，提供風場內設置之各項結構物或投放之設施之各項規範，若需設置或變更應交由航政機關核定後才得以實行。

同時，為促進離岸風場海域之航行安全，交通部港務局於民國 106 年 11 月 21 日修正公告兩岸直航航道，主要對於之彰化風場，於西部外海、彰化外海風場中間，劃設寬九浬、長 22.5 浬的航道（如圖 3-5），在這個航道區域之中，船舶必須依照規定航行，出了這個航道則恢復自由航行，將彰化外海離岸風電潛力場址海域之南北向航行水域框定（簡稱彰化風場航道），該航道將視該海域風場建置情形，依航路標識條例第 8 條之規

定，適時公告實施。航港局目前正研擬彰化風場航道航行規則，是為我國首次訂定外海航道的航行規則，預計最快民國 109 年中發布，屆時船隻通過已劃設的區域航道時，須先至岸台報到，隨後依照南向、北向路線行駛，若航向異常，塔台將發出警告。然當地漁民則期盼不因風場設立而繞道。

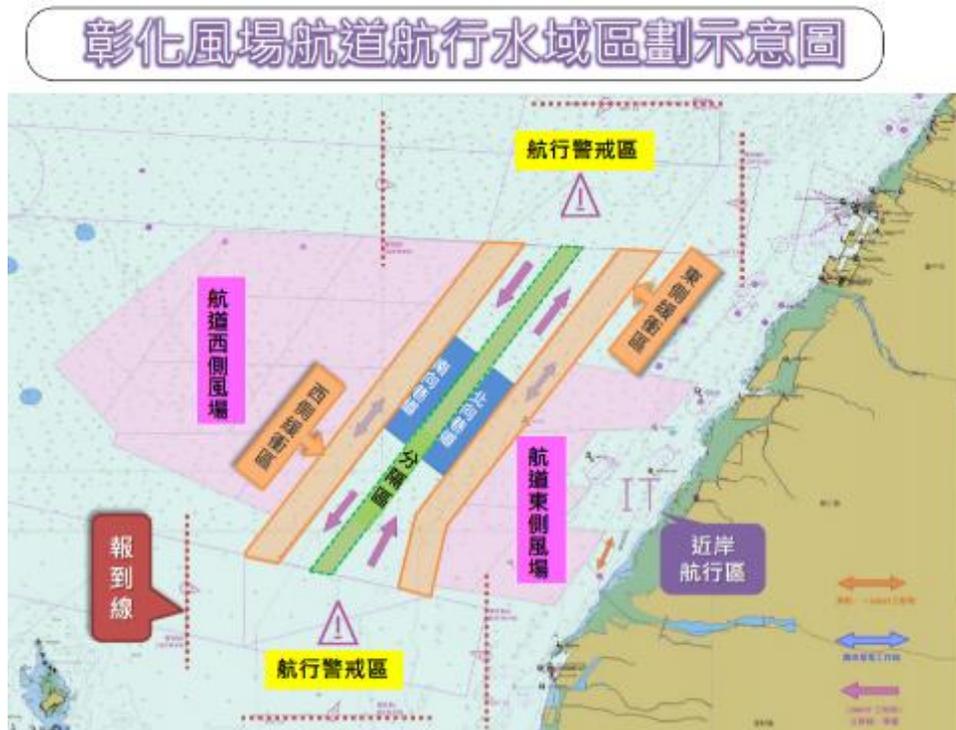


圖 3-5 彰化風場航道

資料來源：交通部航港局

二、離岸風場建置及營運期間工作船航行安全規範

為配合離岸風電政策，分別就離岸風場建置期與營運期之特性，規劃航行安全之配套機制，交通部航港局依照航安字第 1082011175 號令於中華民國 108 年 10 月 21 日訂定發布「離岸風場建置及營運期間工作船航行安全規範」，全文 9 點。

目前由「離岸風場建置及營運期間工作船航行安全規範」來管制風場附近之船舶航行安全。規範中第三點規範船舶航行安全配套分為四部分：風場建置期之共通規定、風場建置期針對個案或區域性風場之規定、風場營運期之共通規定、風場營運期針對個案或區域性風場之規定。航道與航線規則需另外訂定。部分現有之離岸風場亦受此規範之限制，包含對於離岸風場建置及營運期間之各類船舶應遵行之規範。

在風場建置期間之船舶管制措施，依照「離岸風場建置及營運期間工作船航行安全規範」之第四點 6 項，「風場警戒船發現附近航行船舶有駛入施工區之可能時，應儘早

呼叫該船遠離；必要時得通報港口 VTS (Vessel Traffic Service, 船舶交通服務系統) 或彰化風場航道 VTS, 請求協助呼叫該船遠離。」, 以及規範第四點 8 項, 「航經風場海域之工作船以外之船舶 (漁船除外), 應裝設 AIS (Automatic Identification System, 自動識別系統) 並全程開啟。」。顯示於離岸風場建置期間, 除漁船外之所有均需裝設 AIS 系統, 且不應靠近離岸風場之施工區域, 否則會遭受驅趕遠離。

在風場營運期間之船舶管制措施, 依照此航行安全規範之第六點 2、3 項「各營運風場監控中心, 應落實風場及其周遭海域之監控作為, 發現有船舶過於靠近風場航行時 (少於五百公尺), 應即呼叫該船 (漁船除外) 遠離」, 此點顯示了船舶在風場周遭航行之安全距離, 各類船舶應注意距離保持而不致受到驅趕。依照規範第六點 5 項, 「彰化風場船舶交通服務系統 (VTS, Vessel Traffic Service, 船舶交通服務系統) 實施後, 所有航經航道或鄰近之非漁船船舶均需裝設自動辨識系統 (AIS, Automatic Identification System) 與特高頻無線電 (VHS, Very high frequency)。」, 此點規範船舶需加裝之助航設備, 以利船舶航行安全。規範之第六點 8 項, 「任何船舶禁止於彰化風場航道之南北向巷道、中間隔離區、東西兩側與風場間之緩衝區內錨泊」, 此點說明了船舶航經劃設之彰化風場航道時, 應持續前進, 不可錨泊停留。

三、智慧航安服務建置暨發展計畫

為強化我國海域船舶航行安全, 並因應離岸風電發展, 交通部於民國 108 年 12 月核定智慧航安服務建置暨發展計畫, 奉行政院同意推動辦理。

智慧航安服務計畫經中央災害防救會報第 40 次會議, 於民國 108 年 5 月 13 日, 交通部林部長佳龍提到, 交通部為精進海難災防工作, 「智慧航安服務建置暨發展計畫」業於 108 年 4 月 24 日報院, 此規劃將海事監控建立單一平台, 整合漁業署、海巡署及航港局所屬之各航務中心等單位對船舶監控管理資訊, 透過大數據資料比對分析, 進一步提升災害預警及決策處置能力, 營造更安全的航行環境, 後續請行政院及相關部會支持辦理。

智慧航安服務計畫主要針對彰化離岸風場航道船舶交通服務系統規劃建置、海事中心相關基礎設施構建、維運及助導航設施升級整建等。彰化風場之船舶交通服務系統 (Vessel Traffic Service, VTS) 之建置, 範圍包含漁船、國際船舶、軍艦及公務船、工作船等各式船舶, 另外對於離岸風場之助導設施 (燈塔/燈杆) 等需要整修或換新之助航設備進行調查, 最後建置智慧航安資訊平台系統, 利用航港局新建之自動識別系統 (Automatic Identification System, AIS), 以船舶座標經新建置之差、分導航衛星系統-DGNSS 修訂為核心基礎, 與海巡署雷情資訊、漁業署之船舶監控系統 (VMS, Vessel monitoring system) 資訊、各港船舶交通服務系統 (Vessel Traffic Service, VTS) 資訊進

行資訊融合，擔任航安監測任務。

四、船舶安全營運與防止污染管理規則

交通部依據「船舶法」第三十條之一第三項授權規定訂定「船舶安全營運與防止污染管理規則」，並於民國 108 年 10 月 31 日發布。規則參照海上人命安全國際公約安全管理章程（International Safety Management Code，ISM Code），並參考國內航線航商實務施行船舶安全管理制度之特性。

需要核可之船舶安全管理證書以保證船舶之航行安全，離岸風電之工作船也應具備。「船舶安全營運與防止污染管理規則」之第 3 條：「依船舶法第三十條之一第一項規定之船舶，自同條第二項規定之生效日起，應具備船舶安全管理證書或臨時船舶安全管理證書，其安全管理機構應具備符合證書或臨時符合證書。」，對於離岸風機營運所需之工作船之營運與安全規範必須有安全管理機構所核發之證書，以保證船舶運行安全。

船舶營運需要安全管理手冊以減少危害與污染，依「船舶安全營運與防止污染管理規則」第 7 條：「安全管理手冊內容應包含下列項目：安全管理政策、岸上人員及船員職責、人員資格訓練及新進或調任人員指導程序、船舶操作與作業、緊急情況之應變、缺失之調查分析與實施矯正措施及紀錄、船體與機器及設備維修保養計畫、安全管理文件之管制、內部安全稽核及管理審查」等，對於船舶安全管理所需先行制定之安全管理手冊，應包含上述九項要點，確保安全管理制度之執行以促進船舶運行之安全與減少危害導致之污染。

第三節、災害事故救援之相關法規與管理措施

台灣海域的海難救援所涉及之法規與命令，可大致分為災害防救、人員救援、災後處理，以及緊急應變等四個面向。災害防救為「災害防救法」；人員救援為「海岸巡防法」；災後處理為「海洋污染防治法」；緊急應變為「漁船海難災害緊急通報及應變作業程序」、「漁船海難救護互助辦法」、「商港法」、「電業法」及「電業竣工查驗作業要點」等法規。離岸風電業者所擬定之緊急應變計畫係依「電業法」與「電業竣工查驗作業要點」，建立之災害緊急應變流程。

一、災害防救法

為我國針對災害之預防、災害發生時之應變及災後之復原重建等措施制訂政策之法源依據，我國政府於民國 89 年 5 月 14 日公布「災害防救法」，中央主管機關為內政部，「災害防救法」包含總則、災害防救組織、災害防救計畫、災害預防、災害應變措施、災後復原重建、罰則及附則等共 8 章。

「災害防救法」中第 6 條規定，行政院設中央防救會報，就災害之基本方針、核定災害防救基本計畫及中央災害防救業務主管機關之災害防救業務計畫、核定災防政策與措施、核定全國緊急災害應變措施、督導及考核中央及縣市災防事項等。

中央災害防救委員會應依「災害防救法」第 7 條規定，行政院災害防救專家諮詢委員會、國家災害防救科技中心提供中央災害防救會報及中央災害防救委員會災害防救之相關資訊，強化災害防救政策與措施，並設行行政院國家搜救指揮中心以整合救災資源。中央各部會之災害防救權責分工如圖 3-6。

各災害負責之主管機關應依災害防救基本計畫訂定災害防救業務計畫。中央災害防救委員會依災害防救法第 17 條擬定「災害防救基本計畫」，而各公共事業主管機關則依災害防救法第 19 條：「公共事業應依災害防救基本計畫擬訂災害防救業務計畫，送請中央目的事業主管機關核定。」

中央災害防救委員會於民國 107 年 11 月 28 日核定新版本之災害防救基本計畫後，交通部於民國 108 年 5 月 13 日依據災害防救基本計畫，修訂「海難災害防救業務計畫」；經濟部於民國 108 年 12 月 4 日依據災害防救基本計畫，修訂「輸電線路災害防救業務計畫」。依災害防救法制訂之所屬主管機關、災害防救業務計畫，及相關管理措施如圖 3-7。除中央災害防救基本計畫外，新修訂之「海難災害防救業務計畫」和「輸電線路災害

防救業務計畫」，皆與離岸風電產業之防救災現況密切相關。因離岸風電為公共事業，其災害防救業務計畫為輸電線路災害防救業務計畫及海難災害防救業務計畫之下位計畫，應考量其災害特性，依各災害防救業務計畫規範，訂定離岸風電災害防救業務計畫（包含相關機關應執行之各項災害措施或事項）。



圖 3-6 災害防救之中央各部會分工圖

資料來源：中央災害防救委員會

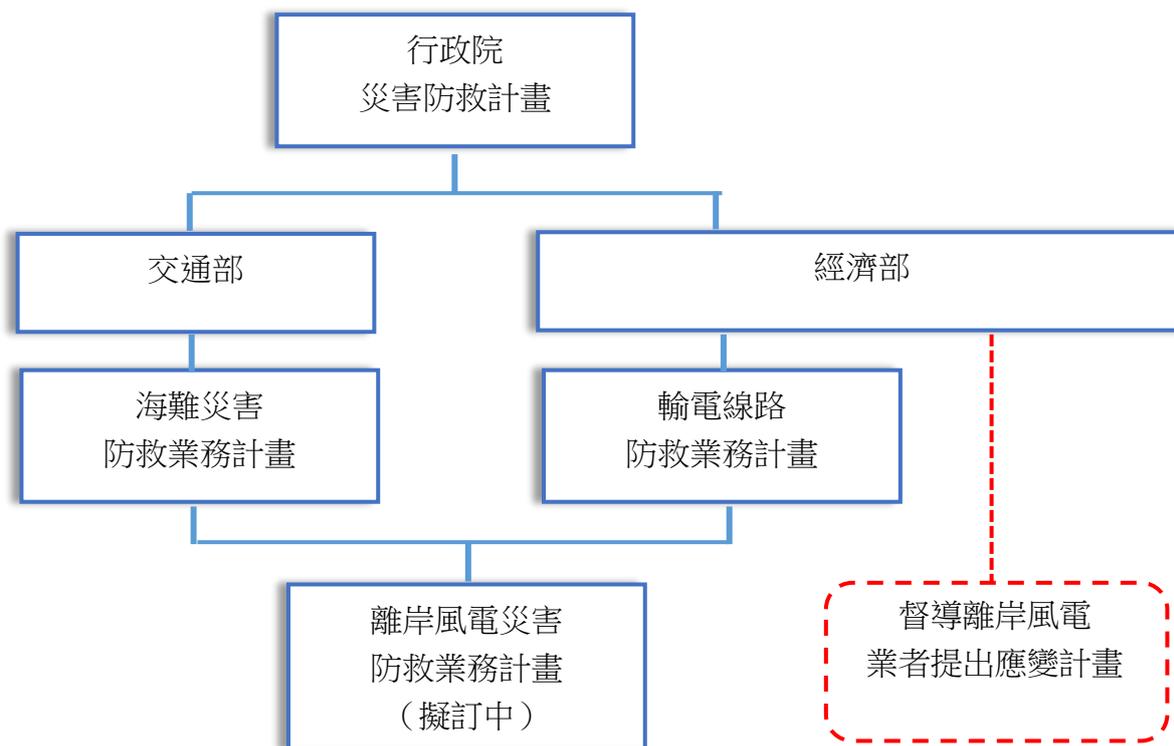


圖 3-7 依災害防救法制訂之計畫及所屬機關

資料來源：本研究繪製

(一)災害防救基本計畫

「災害防救基本計畫」係指由中央災害防救委員會依「災害防救法」第 17 條所訂立，並於中央災害防救委員會會報核定之全國性災害防救計畫，目前最新的「災害防救基本計畫」為民國 107 年 11 月 28 日所核定的。

災害防救基本計畫由中央災害防救委員會擬訂，經中央災害防救會報核定後，由行政院函送各中央災害防救業務主管機關及直轄市、縣(市)政府據以辦理災害防救事項。中央災害防救委員會每五年應依「災害防救法」第 17 條第 2 項規定，就相關減災、整備、災害應變、災後復原重建、科學研究成果、災害發生狀況、因應對策等，進行勘查、評估，檢討災害防救基本計畫；必要時，得隨時辦理之。災害防救基本計畫內容，包含：(1)整體性之長期災害防救計畫。(2)災害防救業務計畫及地區災害防救計畫之重點事項。(3)其他中央災害防救會報認為有必要之事項。

離岸風場之災害防救業務，主要由交通部與經濟部進行管理。因應離岸風場建置所可能引發的災害防救事項，依「災害防救法」第 3 條第 1 項第 2 款之規定，交通部為海難之中央災害防救業務主管機關，負責指揮、督導、協調各級海難災害防救相關行政機關及公共事業執行海難災害防救工作；經濟部為輸電線路災害之中央災害防救業務主管機關，負責指揮、督導及協調各級相關行政機關及指定公共事業(公、民營之電業事業

機構)執行各項輸電線路災害預防、緊急應變及災後復原重建等工作。

另，依據「災害防救法」第 19 條第 2 項規定：「中央災害防救業務主管機關應依災害防救基本計畫，就其主管災害防救事項，擬訂災害防救業務計畫，報請中央災害防救會報核定後實施。」並參照「災害防救基本計畫」相關內容，交通部訂定「海難災害防救業務計畫」，經濟部訂定「輸電線路災害防救業務計畫」。

因應離岸風電風場的建立，災害防救除依循「海難災害防救業務計畫」和「輸電線路災害防救業務計畫」外，經濟部應協助風電業者建立相關應變計畫與安全維護。

(二)海難災害防救業務計畫

為預防海難災害發生，以及減低海難災害的損害，交通部訂定「海難災害防救業務計畫」，計畫包括總則、海難預防、災前整備、海難災害緊急應變、海事調查及復原重建、計畫實施與管制考核等六編；並將交通部與中央相關機關及直轄市、縣(市)政府之實施教理事項詳列說明。

依「災害防救法施行細則」第 8 條規定：「中央災害防救業務主管機關每二年應依災害防救法規定及災害防救基本計畫等，進行勘查、評估，檢討災害防救業務計畫；必要時，得隨時辦理之。」因此，目前施行的「海難災害防救業務計畫」，係為民國 108 年 6 月最新修訂。

離岸風電是國家重大能源政策，為預防離岸風電相關災害發生，針對離岸風電各類型或複合性災害的安全的防救，民國 108 年 5 月 13 日，海難災害防救業務計畫依蘇貞昌院長指示提報中央災害防救會報第 40 次會議核定，會議中協調交通部與經濟部間之權責分工，並於海難災害防救計畫納入離岸風電相關內容。

新編定的海難災害防救業務計畫中，納入離岸風電之海難預防、災前整備、海難災害緊急應變、海事調查及復原重建等。為離岸風電之海難災害預防和發生、發生海難時的災害緊急應變處理、救援、緊急醫療措施、油污染、海事調查，和災害後重建等處理措施提出建議和指引。

海難災害防救業務由交通部主導，當離岸風場發生海難緊急事件時，交通部負責指揮、督導、協調各級海難災害防救相關行政機關及公共事業執行海難災害防救工作。經濟部為離岸風電目的事業主管機關，負責指定離岸風電為公共事業，督促風電業者擬訂應變機制和相關公共事業計畫，訂定各項管理措施，並著重於：(1) 平時安全管理。從開發施工到運轉維護，整體船隻運行安全管理。(2) 督促風電業者提出災害或風場異常發生之應變救援機制及程序，以降低災害的發生與傷害。

1.我國海域海難災害成因特性及認定

為對於離岸風場水域可能發生的海難事故能有更好的應對措施，了解台灣地區各類型船舶發生之海難意外種類占比是必要的。於海難災害防救業務計畫第壹編第二章第五節提到，根據交通部航港局受理民國 99 年至 106 年海事簽證統計，海難事故若以商船與漁船來區分，商船發生海難事故之前三大因素分別為兩船碰撞（31.93%）、其他（23.88%）、與其他物碰撞（14.56%），漁船發生海難事故之前三大因素則分別為機器故障（32.08%）、其他（26.23%）、兩船碰撞（14.05%）。兩類船舶之肇因事故多以碰撞為主，然漁船發生機器故障為大宗也是值得注意的一點，海難事故大致可歸類為人為因素為主。因離岸風場建置前之水域原先為商船及漁船等船舶的航道，若能落實開航前的準備工作並於航行時多加注意，以及做好完善的航行規畫，將可提前應對以大幅降低海難事故發生的機率。

2.離岸風電海難災害的預防與減災

以往臺灣海域發生海難事故之原因，常因天候不佳、設備故障或失火、船舶碰撞、觸礁或擱淺，造成人命與財產損失。為了減少事故發生，應建立預防機制，以發揮減災之功效。海難事故可依發生的原因分為：自然環境、交通環境、船舶管理和人為等因素所造成的事故。其中，自然環境因素包括由於暴風、颱風、冰或結冰現象、能見度不良或其他關於天候上之原因或由於狂浪、海流、潮汐或其他關於海況上之原因等因素而造成事故發生。交通環境因素則包含由於不精確的助航設備、不精確的海圖、無效的航行出版刊物或其他關於航行助航設備之原因等因素而造成事故發生；或由於港口及通航交通密度狀況、船舶交通安全管理狀況、其他船舶操船運轉狀況、拖船疏失、引水人疏失、岸邊裝備或設施的損害、助航設備的損害或其他關於外在的原因等因素而造成事故發生。船舶管理因素方面主要考慮船上之機器、設備與貨物三方面，包含船舶設計是否合宜、船體結構是否妥善、船舶機具設備維修是否確實、貨物繫固處置和照料是否妥當等。人為安全為海難災害預防之核心，惟造成人為疏失之原因可進一步細分為人員之個性與態度（心理狀態、情緒狀況）與身體狀況（體檢合格、不當用藥、疲勞情況）等內在因素，及人員之能力、技能、知識（培訓與經驗）、事故/事件發生前之活動情形與事故/事件發生時分配之任務與實際表現等外在因素。

(1)自然環境因素海難災害的預防，具體預防作為：

A.中央氣象局應加強監測分析及即時與短中期氣象、海象預報，提供離岸風機風場預作準備。 B.建立惡劣海象、氣象預警通報系統，連結中央氣象局、海岸電臺、漁業通訊電臺與各港口經營管理機關、機構等。 C.各港口經營管理機關、機構收到惡劣海象、氣象預警通報訊息時，如對港區設施及作業有安全之虞時，應即時通知港區各相關單位

及業者採取必要之防災措施。

(2)交通環境因素海難災害預防，具體預防作為：

為了避免船舶誤入或碰撞離岸風機，交通部應規劃評估環島航行水域之助導航設施功能，含雷達航標、訊標及雷達反射器。

(3)船舶管理因素海難災害預防，具體預防作為：

A.交通部落實船旗國管制(Flag State Control, FSC)，加強本國國籍船舶之特別檢查、定期檢查、臨時檢查。 B.交通部落實港口國管制(Port State Control, PSC)，加強外國籍船舶之船舶安全檢查。C.交通部、經濟部依國際海事組織(IMO)相關國際公約與章程，強化船舶設計、建造、發證與檢驗規範。D.民國 107 年 11 月 21 日公布修正「航路標識條例」，授權中央機關統籌航標設置管理，得參考國際規則訂定技術規範，完我國航路標識管理之法源架構。E.配合國家推動離岸風電政策，增訂海上設施安全區及航道劃設規定，規範船舶航行動線與航向，並要求離岸風電場劃設安全區及設置航路標識，以兼顧離岸風場設施及船舶航行安全。

(4)人為安全因素海難災害預防，具體預防作為：

A.提昇船員培育水準。B.積極辦理各項船員專業訓練。3.提昇各項船員(含漁)證照考試與適任性評估標準。C.檢討各類船舶之員最低安全配額規定。D.推動船舶安全管理品質認證制度。E.落實國際公約有關船員工作時數及休息查核。F.加強船員上及岸教育訓練。

3.離岸風電海難災害的災前整備

離岸風電海難災害的災前整備，包含：應變體制的建立、災情蒐集、通報與分析應用之整備，以及各行政機關實施海難災害預防事項等三個部分。(第參編)

(1)針對離岸風電海難應變體制之建立：

A.交通部應於本計畫修正函頒實施後，請交通部航港局修訂「海難災害防救應變標準作業流程」、行政院農業委員會修訂「漁船海難災害緊急通報及應變作業程序」、港口管理機關(構)修訂港區海難災害防救相關計畫與緊急應變處理作業程序；請各級地方政府修正地區災害防救計畫，並請經濟部督導離岸風電業者，將海難災害防救業務計畫規定事項納入其災害防救計畫，作為執行海難災害搶救措施之依據。 B.航運、離岸風電業者及漁業業者應設緊急應變編組，訂定緊急應變業務計畫及應變作業規定，定期實施演練。 C.交通部、行政院農業委員會、各港口管理機關(構)、海洋委員會(海巡署)、地方政府及離岸風電業者為補強海難搶救能量，得與轄內相關業者或團體訂定搶救、打

撈、殯葬等協定，以應大規模船舶事故。

(2)災情蒐集、通報與分析應用之整備：

A.災情蒐集、通報體制之建立。交通部、經濟部、行政院農業委員會、海洋委員會（海洋保育署、海巡署）、地方政府、港口管理機關（構）暨其所屬單位、航運、漁業及離岸風電業者應建立海難災害災情查報機制系統，並建立通報聯繫機制，並視需要建立能運用衛星系統、航空器、車輛、船舶等多樣化災情蒐集體制；並推動衛星影像傳輸系統、飛機雷達影像、無人飛行載具與地面監測器等收集影像資訊及連絡系統。

B.通訊設施之確保。交通部、經濟部、行政院農業委員會、海洋委員會（海洋保育署、海巡署）、行政院災害防救辦公室、行政院新聞傳播處、國家通訊傳播委員會、地方政府、港口管理機關（構）暨其所屬單位、航運、漁業及離岸風電業者應視需要建置與各災害防救機關（構）與單位間互通聯絡及執行搶救任務之有效運用行動電話、業務用移動通訊、業餘無線通訊等通信系統之聯繫體制與應急通訊方案。另應建立及擴充無線通訊網路，並建立機關間資訊網路之聯繫機制，以確實掌握緊急時之相互資訊。

C.災害應變之整備。交通部、經濟部、行政院農業委員會、衛生福利部、海洋委員會（海巡署）、地方政府、港口管理機關（構）暨其所屬單位，平時應整備災害應變所需之裝備、器材及資源；妥善整備消防、救護及救災車輛、機械、船舶、裝備及器材，並訂定相互支援協定及建立聯絡機制。海洋委員會（海巡署）應辦理海難災害之船舶、人員現場指揮、搜索、救助及緊急救護相關整備措施。各級衛生主管機關應整備災時的緊急醫療救護體系，並依大量傷病患及特殊事件之緊急傷病患收治處置資訊通報流程，進行通報作業，並定期實施演練。

D.精進災害應變流程，並與國際接軌。交通部、行政院農業委員會與海洋委員會（海巡署）暨其所屬單位，應檢討國際海事公約於搜索與救援相關規定與我國海難搜救相關機制與規定之差異，並對相關機關權責事項提出建議，以與國際接軌；交通部、經濟部、內政部、國防部、行政院農業委員會、海洋委員會（海巡署）、行政院國家搜救指揮中心暨其所屬單位，應參酌建議事項配合進行權管法規之檢討修正，及相關災防整備等事宜。

E.緊急運送之整備。內政部、國防部、交通部、經濟部、行政院農業委員會、海洋委員會（海巡署）及地方政府暨其所屬單位，應協同有關機關建立緊急運送網路，並與運輸業者訂定協議，以便順利緊急運送。

F.災害防救演習、訓練。航運、漁業及離岸風電業者應實施海難災害應變演練，並請交通部、經濟部及行政院農業委員會派員督導。

G.災情資訊之提供整備。航運、漁業及離岸風電業者應研提針對受難者家屬之情況

告知與提供心理諮商及相關協助事項之計畫。同時，各級政府、港口管理機關（構）、離岸風電及航運業者應建置及整備資訊傳播及通訊機制，以便迅速對受害民眾傳達災害處理過程及相關災害資訊。

H.二次災害防止之整備。港口管理機關（構）、離岸風電業者及地方政府於發生海難後可能引發其他災害時，應得立即通報相關機關採取適當措施防範，相關通報機制應預先規劃。交通部、經濟部、行政院農業委員會、海洋委員會（海巡署）應於必要時規劃採取限制航行、禁止航行等措施，配合相關訊號、布告、圖資發布，以便即時作為以防止衍生性災害發生。

(3)離岸風電海難災害預防之各主管機關應實施事項：

A.交通部實施海難災害預防的事項為：(1)中央海難災害防救業務主管與指揮。(2)海難災害防救業務之督考、協調工作。(3)制定全國性海難防救政策、計畫及預防措施。(4)建立緊急通報、應變機制與程式。(5)加強相關業務人員防災應變、訓練及演練。(6)宣導民眾建立海難災害防救之觀念。(7)加強監測分析及即時與短中期天氣預報技術，建立海難災害天氣預警通報系統。(8)加強海難災害防救之國際合作之資訊與技術交流事項。(9)加強各港口及海上航運安全管理工作，對進出港船舶之船員資格、配額及安全設備等實施檢查。(10)督導轄管港口（商港、遊艇港）研訂所屬海難災害防救業務計畫及商港區域內之海難搜救、污染防治設備與人員整備。(11)依據海洋污染防治法規定督導及辦理轄管港口（商港）海洋污染防治預防工作。(12)督導商港區域內之海難搜救設備及人員整備。(13)民間交通運輸、打撈設備之徵用、調度、規劃事項。(14)加強商船船員之專業訓練。(15)督導辦理商港區域外之燈塔等助導航設施。(16)其他海難防救相關事項。

B.海洋委員會實施海難災害預防的事項為：(1)督導所屬訂定海難救護相關作業程序。(2)督導所屬訂定海洋污染應變相關作業程序。

C.海洋委員會（海巡署）實施海難災害預防的事項為：(1)訂定海難救護相關作業方式，並督導各海巡單位擬訂搜救細部執行計畫，以利搜救作業遂行。(2)建立報案系統，並督導各地區海巡單位與相關救難、醫療機關（構）建立互相協調聯繫機制。(3)有關維護海上交通秩序措施之教育訓練，加強執法人員之專業知能。(4)執行海上救難所需艦艇、設備、機具及人力之整備，並定期進行演練。(5)依據海洋污染防治法規定執行海洋污染防治工作。(6)協助執行海上緊急傷患運送措施規劃。(7)配合港口管理機關（構）於颱風預報行經海域期間之執行進出港管制作業事項。

D.海洋委員會（海洋保育署）實施海難災害預防的事項為：(1)訂定海岸及海上油污污染應變要領，結合地方政府、油品事業機構及海洋污染防治相關單位等經常實施海洋油

污染清除訓練。(2)督導地方政府或海岸管理機關加強海洋污染事件之環境清理、海域水質監測之整備。(3)協調各海洋污染防治機關清理設備、機具之整備及演練。(4)建立海洋油污染通報體系並督導地方政府加強與相關機關間之協調聯繫工作。

E.經濟部實施海難災害預防的事項為：(1)督導轄管港口（工業專用港、專用碼頭區域及專卸設施區域）及就本計畫研修工業專用港與所主管災害防救業務計畫，以處理海難災害防救業務。(2)督導轄管港口（工業專用港、專用碼頭區域及專卸設施區域）及離岸風電業者辦理海難預防減災、整備、實施災害防救訓練及演習工作。(3)督導、協調所屬事業機構、工業專用港管理機關、機構及離岸風電業者辦理或支援海難搜救工作。(4)依據海洋污染防治法規定督導及辦理轄管港口（工業港）海洋污染防治預防工作。

F.行政院農業委員會實施海難災害預防的事項為：(1)督導地方漁業主管機關將轄內漁港及漁船海難災害防救緊急應變程序納入地方政府災害防救業務計畫，並實施海難預防減災整備及災害防救訓練工作。(2)颱風預報行經海域期間，宣導漁民避開該海域或儘速返港。(3)依據海洋污染防治法規定督導及辦理轄管港口（漁港）海洋污染防治預防工作。(4)加強漁船船員海上安全訓練。(5)督導漁船船主遵守漁船船員資格及配額相關規定，並落實漁船日常保養及維修等工作。

G.直轄市、縣（市）政府實施海難災害預防的事項為：(1)規劃地區性海難防救政策及業務計畫。(2)建制配合海難緊急應變機制與程序。(3)加強相關業務人員、民眾防災應變教、講習、訓練、演練及觀念宣導。(4)協助宣導民眾建立海難災害防救之觀念。(5)督導轄管港口（漁港、商港、遊艇港）研訂所屬海難災害防救業務計畫。(6)督導轄管港口（漁港、商港、遊艇港）海難預防減災、整備、實施災害防救訓練及演習工作。(7)督導協助轄區港口管轄單位，加強港內、海岸地區之海難搜救設備及人員之整備及訓練。(8)督導消防局（119）海難災害通報聯繫及地區漁港、遊憩區遊艇業救災業務。(9)其他有關海難救災配合事項之規劃及整備。(10)災害發生時，危險區域之調查及管制區範圍之劃定及限制、禁止措施之規劃。

4.離岸風電海難災害緊急應變

政府部門間的良好分工對於完善海難救援機制實乃不可或缺，離岸風場水域也可能面臨到海難意外處理的問題。離岸風電海難災害緊急應變包含海難遇險警報訊息傳遞與因應、海難災難的通報、以及緊急應變體制。(第肆編)

(1)海難遇險警報訊息傳遞與因應

依據船舶法、船舶設備規則及小船管理規則規定，中華民國籍船舶依其噸位大小與航行水域離岸遠近，應分級配置各類無線船舶電信設備。(1)船舶在海上遇險使用非無線

電通信系統海難遇險信號向外界求救：(2)船舶在海上遇險使用無線電通信系統難號時，應依船舶所配置各類無線電信設備儘速向海岸電台、臺北任務管制中心、漁業通訊電台、鄰近港口信號台（船舶管制中心、船舶交通服務中心）通報。

離岸風電風場若發生海難，目前尚未有相關管理規定進行通報與求救。未來可修法增加相關管理規定與措施，或比照船舶利用非無線電通信系統海難遇險信號向外界求救，或使用各類無線電信設備儘速向經濟部、海岸電台、臺北任務管制中心、漁業通訊電台、鄰近港口信號台（船舶管制中心、船舶交通服務中心）通報。

(2)海難災害通報

當基隆海岸電臺、臺北任務管制中心、漁業通訊電臺、鄰近港口信號臺（船舶管制中心）收到海難遇險警報訊息時，經立即查證確認後轉海洋委員會（海巡署）及複式通報有關單位審視狀況調派搜救飛機、艦艇前往搜救。

(3)緊急應變體制

航運業者、離岸風電業者、漁業業者於發生災害時，應即採取防止災害擴大的必要措施，並啟動災情蒐集、通報及緊急應變機制，並將緊急應變作為告知交通部、經濟部及行政院農業委員會、地方政府。

A. 搜救任務：(1)行政院國家搜救指揮中心、交通部、國防部、內政部及海洋委員會（海巡署）應有效的運用機（船）等多樣化的方法進行搜索，並互相保持聯繫。交通部（航港局）、行政院農業委員會（漁業署）於必要時應運用船位通報制度、航行警報等協請附近的航行船舶協助搜尋。(2)中央災害應變中心、前進協調所、行政院國家搜救指揮中心或地方政府前進指揮所應視災害規模，主動或依請求進行統合協調，以確保有關搜救及緊急救護之有效實施。(3)各級災害應變中心應視需要，通知各地方災害防救團體（志願組織）協助搜救、緊急救護及運送；必要時得徵調民間相關專業人員及徵用民間搜救裝備。

B. 緊急醫療救護任務：航運業者、離岸風電業者、漁業業者應協調醫療救護機構對於當場罹難及送達各醫療單位之傷亡人員予以查明登記回報應變中心（小組），並負責聯絡、安頓未受傷旅客、船員、家屬及相關人員膳宿及交通。

C. 二次災害之防止：交通部（航港局）、行政院農業委員會（漁業署）、海洋委員會（海巡署）、港口管理機關（構）於海上災害造成船舶通行有危險或有危險之虞時，應迅速採取航行警報等必要的措施，必要時應整頓、指導船舶通行，並強制或勸告造成災害的船舶持有人採取如移除船舶等必要的措施，以防止其他船舶通行的危險。

(4)離岸風電災害編組運作

A.漁船海難災害由行政院農業委員會（漁業署）負責應變，及各類港口區域（含商港、漁港、工業港及專用碼頭區、遊艇港等）之海難災害，由各港口經營管理機關（構）負責應變，行政院農業委員（漁業署）及各港口經營管理機關、機構，得比照上開規定成立災害緊急應變小組，執行海難救護應變。

B.海難救災有關單位包括如下：直轄市、縣市政府（所屬漁港、遊艇港碼頭及轄管水域）、經濟部（所屬工業專業港及離岸風電業者）、臺灣港務股份有限公司（各港務分公司）、海洋委員會（海巡署）、行政院農業委員會漁業署（漁港）、各商港經營管理機關（構）（商港）、交通部觀光局（遊艇港）、內政部營建署（遊艇港）、內政部警政署各港務警察總隊、內政部消防署港務消防隊等單位。

(5)海難油污染應變處置

A.應變事項：針對海難事件導致海洋污染發生，依事件等級由海難中央災害應變中心或各級海洋油污染應變中心統籌油污染應變、事故船船貨、殘油與外洩油料、船體移除及相關應變作為。

B.通報系統：航政機關、港口管理機關、機構、離岸風電業者、海岸管理機關、地方政府及相關單位於接獲因海難事件導致之海洋污染事件發生者，應立即將相關資料通報交通部、經濟部、海洋委員會（海洋保育署及海巡署）。

C.各機關個別實施災害緊急應變辦理事項

(a)交通部：(1)海難災害（船舶遇險）導致之海洋污染事件，啟動緊急應變機制之召集機關。(2)交通運輸工具之徵用及調派。(3)海、氣象資料提供。(4)協調運輸業者提供存放罹難者所需冷凍貨櫃。(5)督導各級海難救護機關及機構執行港口（商港、漁港、軍港、工業專用港、遊艇港）區域內海難之災害救護及處理事項。(6)其他海難應變措施事項。

(b)海洋委員會：督導所屬辦理海難案件救援及海洋油污染應變事項。

(c)海洋委員會（海巡署）：(1)海上船舶海難之蒐證、處理事項。(2)海難之船舶、人員及海上失事之航空器、人員之搜索、救助及緊急救護事項。(3)於發生災害之海域，立即蒐集海難災情，並依海難災害事故緊急通報作業規定通報。(4)海岸管制區之警戒及秩序之維護。(5)協助執行船舶海難海洋污染應變處置。(6)協助航政或港口管理機關執行必要之海上交通疏導及管制措施。(7)協助執行救難人員、物資、遇難人員之緊急運送措施。

(d)海洋委員會（海洋保育署）：(1)依據海洋污染防治法執行船舶海難海洋污染應變處置。(2)運用擴散軟體或雷達監測污染擴散情形。(3)衛星遙測監測評估污染範圍工作。(4)

督導海岸污染監測及污染範圍界定評估。(5)督導地方政府或海岸管理機關執行污染海域水質採樣及污染物監測。(6)督導地方政府或海岸管理機關執行海岸污染清理及其他有關環境保護應變措施事項。

(e)經濟部：(1)督導所轄港口（工業專用港）及離岸風電業者海難災害應變措施有關事宜。(2)依據海洋污染防治法及相關法規督導及辦理轄管港口（工業專用港）及離岸風電業者船舶海難海洋污染應變處置。

海難災害防救業務計畫第肆編第六章提到，海難依「災害防救法施行細則」第 2 條規定，係指船舶發生故障、沉沒、擱淺、碰撞、失火、爆炸或其他有關船舶、貨載、船員或旅客之非常事故者。目前主要相關單位執行海難緊急應變之權責劃分包含交通部、海委會、經濟部及海委會海巡署等單位，如圖 3-8。交通部航港局之海難通報流程則如圖 3-9。



圖 3-8 海難災害防救業務計畫之各部會海難權責分工圖

資料來源：海難災害防救業務計畫，及本研究繪製

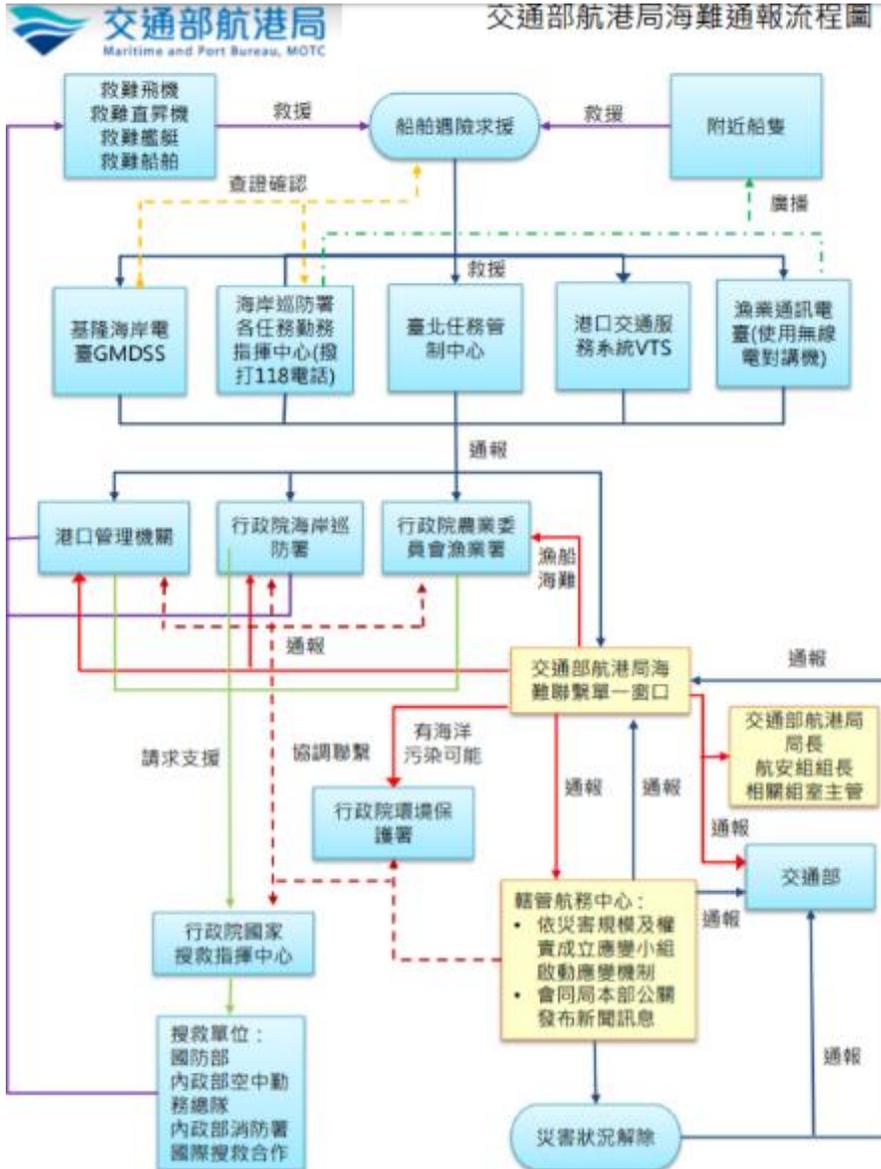


圖 3-9 交通部航港局海難通報流程圖

資料來源：交通部航港局

(三)輸電線路災害防救業務計畫

為處理所有輸配電線路之災害，經濟部依據「災害防救法」第 19 條第 2 項訂定之，最新版本於 108 年 12 月 4 日提報中央災害防救會報第 41 次會議核定。除要求輸電線路災害中央災害應變中心、各進駐機關依據災害防救法等相關法規命令及指揮官指示事項執行任務外，並應依輸電線路災害防救業務計畫之作業規定，結合各進駐機關及各該緊急應變小組共同作業，使應變中心各進駐人員依既定流程進行緊急應變工作，發揮運作效能。

輸電線路災害係指依據「災害防救法施行細則」第 2 條第 3 款所規定之，為「指輸電之線路或設備受損，無法正常供輸電力，造成災患者。」，離岸風電之輸電線路也包含在其中。為明確輸電線路的災害防救之各項機制，經濟部擬訂輸電線路災害防救業務計畫，對於輸電線路災害防救之四個階段：災害預防、災前整備、緊急應變、復原重建這些項目訂定各項規範。

離岸風電之輸電線路災害可能造成海難災害，屆時風電業者與政府防救單位間的合作與協調將為重點。在輸電線路災害防救業務計畫第三章災前整備，於建立緊急應變機制分節中提到，離岸風電業者之輸電線路災害可能引致海難災害，除須依計畫規定辦理外，應針對海域上災害，建立災害預防、查報及應變機制，並應備有基本之應變、救援能量。災情蒐集、通報與分析應用之整備之分節中，離岸風電業者之輸電線路災害可能引起海難災害，應與海難各災害防救機關（構），建立通報機制。此外，經濟部、指定公共事業及地方政府應密切聯繫，定期定時實施輸電線路災害之模擬演練、訓練，應考量加入海難災害情境，以模擬實際情況。

離岸風電之輸電線路災害應變部分，由輸電線路災害防救業務計畫第四章緊急應變提到，離岸風電業者於發生輸電線路災害後有可能引起其他災害時，應立即通報相關機關採取適當措施防範，相關通報機制應預為規劃。然涉及離岸風電引起之海難災患者，離岸風電業者應依海難災害防救業務計畫相關規定辦理。

另外，因離岸風電為公共事業，離岸風電風場的災害因位於海上，其防救業務分別隸屬交通部與經濟部管轄，且分別在「輸電線路災害防救業務計畫」及「海難災害防救業務計畫」中提及，未來建議政府應考量其災害特性，依各災害防救業務計畫規範，為離岸風電風場制定離岸風電災害防救業務計畫（包含相關機關應執行之各項災害措施或事項）。

二、海岸巡防法

為維護臺灣地區海域及海岸秩序，與資源之保護利用，確保國家安全，保障人民權益，我國政府制定「海岸巡防法」，於 108 年 6 月 21 日公告修正實施，全文共 17 條，中央主管機關為海洋委員會。

海岸巡防機構具有海上秩序維護與救難等職責，依據「海岸巡防法」第 1 條規定，海岸巡防工作係以「維護臺灣地區海域及海岸秩序，與資源之保護利用，確保國家安全，保障人民權益。」為目的，其業務包含維護海上交通秩序、海上救難及海洋資源維護等，實乃遭逢緊急危難時，第一線接手的重要單位。若離岸風場水域中發生海難事件時，海岸巡防機關具有法定義務進行海上救難作業。

海岸巡防機關之單位依據「海岸巡防法」第 2 條第 5 項定義，包含「海洋委員會海巡署、海洋保育署及其所屬機關（構）。」，實為現今執行各式海岸巡防之各項工作之重要單位，離岸風電為我國之新興產業，所處之水域所會面臨到的各項海上安全及救難議題之處理與分工，是為海岸巡防機關未來的一大課題。

海岸巡防機關掌理之諸多海洋事務中，水域交通秩序維護及海上救難與離岸風場之營運安全密切相關。「海岸巡防法」第 3 條第 7 項規定，「海上交通秩序之管制及維護，海上救難、海洋災害救護及海上糾紛之處理，以及漁業巡護及漁業資源之維護。」，為海岸巡防機關之執行工作，內容涵蓋於災害防救的四個階段中（災害預防、災前整備、緊急應變、復原重建）之緊急應變之部分，即海上交通秩序維護與海上救難。離岸風場水域可能發生的災難事故大致可分為二類：(1) 風場區域人員傷亡；(2) 船舶（漁船、工作船、商船等）撞擊風機設施引致船上人員傷亡。這些涉及人命安全之災難事故，及失去動力船舶影響周遭船隻航安之虞等之海難事故，海岸巡防機關具有救援之義務。

三、海洋污染防治法

為防治海洋污染，保護海洋環境，維護海洋生態，確保國民健康及永續利用海洋資源，民國 89 年 11 月 1 日制定並發行「海洋污染防治法」，職權自 107 年 4 月 28 日由行政院環境保護署移轉至海洋委員會行使之，全文 61 條，包含總則、基本措施、防止陸上污染源污染、防止海域工程污染、防止海上處理廢棄物污染、防止船舶對海洋污染、損害賠償責任、罰則及附則等共 9 個章節。

「海洋污染防治法」第 2 條第 1 項規範法條適用範圍，包含「中華民國管轄之潮間帶、內水、領海、鄰接區、專屬經濟海域及大陸礁層上覆水域。」，離岸風電所位處之海域也包括在內，風場鄰近海域可能因離岸風電之設置而增加受到污染的機會。

因離岸風場之設置所造成的海洋污染事件原則上可分兩種可能樣態：(1) 船舶碰撞

風機造成海洋環境污染；(2) 風機因天災（如颱風、地震等）或人為而造成風機倒塌、設施散落海面，或是設施沉落海底。這兩種樣態皆屬「海洋污染防治法」第 3 條所指之污染行為（指直接或間接將物質或能量引入海洋環境，致造成或可能造成人體、財產、天然資源或自然生態損害之行為）。

因離岸風場所造成的海洋污染事件處理，依「海洋污染防治法」第 5 條規定：「依本法執行取締、蒐證、移送等事項，由海岸巡防機關辦理。主管機關及海岸巡防機關就前項所定事項，得要求軍事、海關或其他機關協助辦理」，海岸巡防機關係指海洋委員會海保署，得依此法委請海巡人員對此海洋污染事件進行取締等作為

有關船舶碰撞風機造成海洋污染部分，依「海洋污染防治法」第 32 條：「船舶發生海難或因其他意外事件，致污染海域或有污染之虞時，船長及船舶所有人應即採取措施以防止、排除或減輕污染，主管機關得命採取必要之應變措施，必要時，得逕行採取處理措施」，海洋污染之主管機關為海保署，依此條得命令船舶所有人針對船舶事故所致之海洋污染事件進行處理。

此外，為處理海洋油污染之緊急應變措施，環保署依「海洋污染防治法」第 10 條第 2 項規定：「為處理重大海洋油污染緊急事件，中央主管機關應擬訂海洋油污染緊急應變計畫，報請行政院核定之。」，制定「重大海洋油污染緊急應變計畫」。此計畫於民國 106 年 1 月 3 日時為納入民國 105 年發生之德祥台北事件而作新修訂。107 年 4 月 28 日海洋委員會及所屬機關海洋保育署成立，已提送「重大海洋油污染緊急應變計畫」修正案(尚未經行政院核定)，就海洋污染防治管轄權由行政院環境保護署修正為海洋委員會，目前環保署之海洋污染有關業務業已移交由海保署負責處理。此緊急應變計畫中第四章第一條「因海難事件導致海洋污染發生，由交通部開設之海難災害應變中心統籌應變處理及執行油污染應變、事故船船貨、殘油與外洩油料、船體移除及相關應變作為，直至環境復原完成。」、第四章第二條「非因海難事件導致海洋污染發生，由行政院環境保護署針對事件規模進行研判，並依本計畫內容執行應變。」，區分中央各部會之權責分工，交通部應負責海難處理，環保署（現由海保署負責）應對非海難事故依據重大油污染緊急應變計畫中之流程來處理災害事故。

另有關風機因天災或人為而造成風機倒塌、設施散落海面，或是設施沉落海底之事故之離岸風電設施部分，依「海洋污染防治法」第 14 條第 2 項：「海洋環境污染，應由海洋污染行為人負責清除之。目的事業主管機關（經濟部）或主管機關（海保署）得先行採取緊急措施，必要時，並得代為清除處理；其因緊急措施或清除處理所生費用，由海洋污染行為人負擔。」辦理，由經濟部或海保署要求風電業者負責打撈及清除掉落於海洋之設施，若處理情形不佳而由海保署代為緊急處理時，風電業者應負擔處理掉落設施等所衍生之費用。

四、漁船海難災害緊急通報及應變作業程序

離岸風場水域可能與漁民傳統作業水域範圍有所衝突，將可能因誤入風場、漁船故障失去動力等因素而引致漁船海難。為因應我國漁船發生或有發生海難災害之虞時，得依循交通部依災害防救法訂定之海難災害防救業務計畫，迅速通報災害狀況，採取各種必要之應變措施，以防止災情擴大，降低漁民生命財產之損失，行政院農業委員會於民國 100 年 6 月 22 日，以農漁字第 1001320924 號函，訂定「漁船海難災害緊急通報及應變作業程序」。

漁船若在離岸風場鄰近水域發生海難，可通報給漁業通訊電臺以利救援。「漁船海難災害緊急通報及應變作業程序」第 4 條規定，「當漁船發生海難事故（發生故障、沈沒、擱淺、碰撞、失火、爆炸或其他有關漁船、船員或乘客之非常事故）時，漁業通訊電臺接收到通報訊息後，應將相關災情立即通報行政院國家搜救指揮中心、行政院海岸巡防署、農委會漁業署、漁船所屬或案發海域直轄市、縣（市）政府及區漁會。」。

若離岸風場水域發生重大海難事故時，農委會漁業署應將海難訊息通報至各海難業務單位。「漁船海難災害緊急通報及應變作業程序」第 5 條第 1 項規定，「本會（農委會）漁業署接獲漁船海難災害通報後，依下列各款規定進行通報作業：其中發生甲級或乙級海難事故（依照海難災害防救業務計畫之分級規定）時，更需通報至交通部、內政部消防署、行政院國家搜救指揮中心及行政院海岸巡防署等單位。」。

離岸風場水域如發生海難事故，漁業署經接獲漁船海難通報後，依照「漁船海難災害緊急通報及應變作業程序」第 7 條第 1 至 3 項規定，「本會（農委會）漁業署應視災情需要，執行下列應變措施：（一）通知漁業廣播電臺廣播，請鄰近作業漁船前往協助救援遭難漁船及人員。（二）通知漁業通訊電臺廣播，請鄰近作業漁船前往協助救援遭難漁船及人員，並密切掌握搜救情形，辦理通報事宜。（三）協調直轄市、縣（市）政府聯繫有關區漁會，發動港內漁船出海協助救援。」，農委會漁業署得視災情需要，通知漁業廣播電臺、漁業通訊電臺、各直轄縣市區漁會，以調派鄰近或港內漁船前往援救。

五、漁船海難救護互助辦法

離岸風場鄰近海域為漁民之傳統作業漁場，漁船作業時可能與風場區域產生衝突而發生海難。為處理漁船發生海難之間的協調與救助，行政院農委會於民國 102 年 04 月 02 日，依據「漁業法」53 條之一訂定「漁船海難救護互助辦法」，該法條前身為「台灣地區漁船海難救護互助辦法」。

在風場水域，漁船可能遭遇到以下海難事故：漁船撞擊風機設施、漁船撞擊其餘船舶、漁船失去動力無法航行、漁網絞纏風機設施等情形，因漁船為漁民賴以為生的工具，

且漁船發生海難後大多需要協助處理或救援，故為漁民提供良好的海難緊急救助措施與流程規畫十分重要。

漁船遭逢海難時需要一套應變流程，發生海難時呼救可依照「漁船海難救護互助辦法」第 3 條，「漁船遭遇海難得採下列措施呼救：一、以無線電信設備通報電臺。二、開啟應急指位無線電示標、雷達詢答機。三、發射海難信號彈。四、撥打行政院海岸巡防署一一八報案專線。」，該條提供漁船發生海難時可參照之應變措施，遭遇海難可經通報電台以發動漁船救護互助，或通報海岸巡防機構後靜待救援。

漁船發生海難後之漁船救護互助流程，依照「漁船海難救護互助辦法」第 7 條第 1 項各款，「遇難漁船所屬直轄市或縣（市）主管機關於必要時，得協調轄屬區漁會發動漁船救護互助。區漁會發動漁船救護互助時依下列規定辦理：一、協調電臺呼叫在遇難漁船附近船舶前往救助。二、協調泊於漁港內之漁船前往救助。三、將動員救難漁船之救援措施通報電臺轉知遇難漁船及各救援機關、中心。」

船舶遇難後經呼叫電台，漁會收到後需協調漁港內之漁船前往救援，經研判災害狀況與搜救所需資源後，與各救援中心一同協調救援流程，如海岸巡防機構等。

六、商港法

為了商港之規劃、建設、管理、經營、安全及污染防治等因素。「商港法」於民國 69 年 05 月 02 日設立，主管機關為交通部航港局。全文共 76 條，包含總則、規劃建設、管理經營、安全及污染防治、船舶貨物裝卸承攬業及船舶理貨業之管理、海難救護與打撈管理及外國商船管制檢查、罰則及附則等八章。

離岸風場水域因原先為船舶航道的一部份，各式船舶（包含商船、離岸風場工作船、漁船等）在風場水域中可能因限縮航道、天候不佳等因素而產生海難意外，可能包含以下二類情形：(1) 船舶碰撞風機致失去動力、船體受損、船隻沉沒等；(2) 船舶相撞所致之海難。

船舶碰撞到離岸風電或風場鄰近船舶所造成的海難事件，有關於船難的船舶處理部分，可依據「商港法」第 53 條第 1 項：「船舶於商港區域外因海難或其他意外事故致擱淺、沉沒或故障漂流者，航港局應命令船長及船舶所有人採取必要之應變措施，並限期打撈、移除船舶及所裝載貨物至指定之區域。」，若因海難而導致船舶無法航行或沉沒等，船舶所有人應緊急應變並採取打撈、移除船體等措施。

若船舶負責人之船難應變處理成效不彰，依據「商港法」第 53 條第 2 項：「前項情形，必要時，航港局得逕行採取應變或處理措施；其因應變或處理措施所生費用，由該船舶所有人負擔。」，船長或船舶所有人若因不作為或處理不完善等因素，而使航港局有

介入協助處理之必要時，船舶所有人應負擔此舉所衍生之費用。

若在風場水域發生的船難應變處理涉及打撈沉船或物質等，依「商港法」第 54 條第 1 項：「打撈沉船或物資及為船舶解體等相關作業時，應將委託合約及作業計畫，報請航港局核准後，始得作業。」，發生船難後若需打撈物資或解體船舶，應由經航港局核准之與業者訂定合約的機構來協助災後處理事項之辦理。

船難事後處理作業不得影響航行安全，依「商港法」第 55 條，「從事打撈沉船或物資及為船舶解體等相關作業時，應依航港局核准之作業計畫施工，不得損害港灣航道各項設施或影響船舶航行安全。」，進行物資打撈或船舶解體作業時，應不損害航道設施或影響船舶之航行為原則，才得以進行災後復原處理。

七、電業法

為開發及有效管理國家電力資源、調節電力供需，推動能源轉型、減少碳排放，並促進電業多元供給、公平競爭及合理經營，保障用戶權益，增進社會福祉，以達國家永續發展等。「電業法」於民國 36 年 12 月 10 日訂立，主管機關為經濟部，全文共 97 條，包含總則、電力調度、許可、工程、營業、監督及管理、自用發電設備、罰則、附則等九章。

電業法所規範之電業包含發電業、輸配電業及售電業，離岸風電屬於依「再生能源發展條例」第 3 條所定之再生能源發電業，並透過海底纜線輸送電力至陸上。「電業法」第 3 條第 1 項規範電業法之主管機關：「本法（電業法）所稱主管機關：在中央為經濟部；在直轄市為直轄市政府；在縣（市）為縣（市）政府。」，其中離岸風電之中央主管機關為經濟部能源局，地方主管機關為各縣市政府。

離岸風電屬於再生能源發電業，依照「電業法」第 13 條第 1、2 項：「發電業及輸配電業於籌設或擴建設備時，應填具申請書及相關書件，報經事業所屬機關或直轄市、縣（市）主管機關核轉電業管制機關申請籌設或擴建許可。前項許可之申請，依環境影響評估法規定需實施環境影響評估者，並應檢附環境保護主管機關完成審查或認可之環境影響評估書件。」，於籌設或擴建時應檢具申請書等書件資料，離岸風電業者於提出申請之海岸利用管理說明書中，將須包含相關內容。另需實施環境影響評估，依「環境影響評估法」檢附環境影響評估書件，經環保署環境影響評估委員會審查通過後，以獲得配電容量。

離岸風場若發生災害事故時，依照「電業法」第 34 條：「發電業及輸配電業於其電業設備附近發生火災或其他非常災害時，應立即派技術員工攜帶明顯標誌施行防護；必要時，得停止一部或全部供電或拆除危險電業設備。」，離岸風電業者已就各式可能遭遇

之災害事故，於海岸利用管理說明書中列出應變流程，災害事故包含地震、暴潮、海平面上升溢淹、颱風、火災、雷擊、船隻碰撞、風機零件掉落等事故，依各風電業者考量不同而有所應變上之差異。

離岸風場發生災害事故應通報各級主管機關。「電業法」第 35 條：「發電業及輸配電業發生各類災害、緊急事故或有前條所定情形時，應依中央主管機關所定應通報事項、時限、方式及程序之標準通報各級主管機關」，當離岸風場發生災害事故，應就各式災害，依照各自的應變與通報方式來進行應對。

為促進離岸風電之發展順利及符合法規要求，需設置電力開發協助金回饋鄰近社區居民。「電業法」第 65 條第 1 項：「為促進電力發展營運、提升發電、輸電與變電設施周邊地區發展及居民福祉，發電業及輸配電業應依生產或傳輸之電力度數一定比例設置電力開發協助金，以協助直轄市或縣(市)主管機關推動電力開發與社區和諧發展事宜」，離岸風電業者除因應「離岸式風力發電廠漁業補償基準」提供漁業補償外，尚須依「電業法」設置電力開發協助金來回饋鄰近社區，以促進週邊社區發展及居民福祉，作為公營事業增進社會福祉的一大方式。

八、電業竣工查驗作業要點

經濟部能源局為辦理電業竣工查驗，於民國 94 年 8 月 25 日以能電字第 09403005550 號令訂定「電業竣工查驗作業要點」，全文共包含 7 點。

離岸風電屬於電業竣工查驗之項目之一，需依照「電業竣工查驗作業要點」第 5 點附表 7「風力發電機組竣工查驗表」，表中載明相關文件、現場設備與設施及人員與組織三類之查驗項目，包含作業規範及程序書、運轉檢驗報告、機組是否正常運作、現場人員作業相關訓練證照與紀錄、緊急應變人員編組與程序等。而離岸風電業者依照此規範，於海岸利用管理說明書中提到遇到各式災害時，其緊急應變流程與策略等訊息，以符合「電業竣工查驗作業要點」及「電業法」之規範。

目前自內政部國土空間及利用審議資訊專區蒐集，各家離岸風電相關業者之海岸利用管理說明書，其中緊急應變計畫內容包含有：海鼎離岸式風力發電計畫 1 號風場緊急應變計畫、台電二期離岸風場緊急應變計畫、海能離岸風場緊急應變計畫、西島離岸風場緊急應變計畫、大彰化東南/大彰化西北離岸風場緊急應變計畫、海洋竹南離岸示範風場緊急應變計畫、台電第一期離岸風場緊急應變、福海離岸示範風場緊急應變計畫、雲林離岸風場興建計畫之緊急應變計畫（允能）、臺中港務分公司-商港區域海難事故應變處置標準作業程序等 10 家業者之緊急應變計畫。以下就各業者之緊急應變計畫分別進行簡要說明（如表 3-1）：

海鼎離岸式風力發電計畫 1 號風場，該風場之緊急應變措施內容，包含人員受傷處理措施、人員落水事故處理、緊急應變通報流程。其中緊急應變通報流程又可細分為，岸上緊急事故/疾病醫療應變、離岸緊急事故/疾病醫療應變、岸上疏散程序、離岸風機撤離程序、緊急應變：岸上油品洩漏、緊急應變：離岸油品洩漏、緊急應變：火災等針對不同災害事故之處理程序，以預防勞工進行各項作業之危險，並致力於確保勞工安全。

台電二期離岸風場緊急應變計畫，其緊急應變措施可分為，颱風災害預防及應變措施、通報及聯絡程序、防護與急救設備等部分。規劃了緊急應變的流程，以及當災害發生時之緊急應變小組分工程序，以完善災害發生時之處理情形。

海能離岸風場緊急應變計畫，業者規劃的緊急應變計畫可分為緊急應變組織、颱風及地震之應變措施等部分。對於台灣可能發生之天然災害如颱風、地震及災後可能引致之海嘯特別規劃應變措施，並提供緊急應變流程與各緊急應變小組之分工情形。

西島離岸風場緊急應變計畫，該離岸風場提供緊急應變及防災計畫，對於災害搶救分為三階段（救災準備、搶救行動、災後復建），並將發生之災害事故進行嚴重程度之分級，分別採取不同流程之緊急應變措施。

大彰化東南/大彰化西北離岸風場緊急應變計畫，其緊急應變與防災計畫包含緊急應變組織、風險評估目的、風險評估過程、緊急整備、通信計畫、培訓和訓練、緊急應變人員的指示與說明與設置海事及直升機協調中心等概念，詳細應變流程尚待未來補足。

海洋竹南離岸示範風場緊急應變計畫，業者提供的緊急應變與防災計畫尚待未來補充，將就救災準備、搶救行動、災後復建及船隻碰撞風險減輕等部分進行詳細規劃。

台電第一期離岸風場緊急應變計畫，已規劃的緊急應變及防災計畫包含緊急應變組織（與流程）、緊急應變處理架構圖及聯絡系統等兩大部分。無論是發生颱風、地震或船舶碰撞，業者業已規劃了一通用之緊急應變計畫流程，以及緊急應變小組之分工情形。

福海離岸示範風場緊急應變計畫，分別就施工期間及營運期間制定緊急應變計畫。施工期間防災緊急應變計畫可分為緊急應變組織、緊急應變程序、緊急應變通報程序等三大部分，將緊急應變各階段之通報單位、詳細權責分工與流程等提供圖示說明。營運期間防災緊急應變計畫對於不同災害分別有對應策略說明，包含颱風、雷擊、火災、海上突發狀況及其他（地震），以及將搶救工作分為三階段（救災準備、搶救行動、災後復建），分別編列救援流程。

雲林離岸風場興建計畫之緊急應變計畫（允能），業者擬定緊急應變及防災計畫，內容包含緊急應變組織、緊急應變卡、緊急應變計畫流程、緊急應變小組任務及聯絡系統等部分。先擬定緊急應變計畫流程與權責分工單位，再依照緊急事件性質的不同，選用

其一或複數的緊急應變卡作為該事故之應變狀況參考範例，緊急應變卡一共分為十種，情境有「用船隻撤離風機上受傷的人員」、「風機或海底基座發生火災」、「施工過程中任何設施倒塌或零件掉落」、「船隻碰撞事故」、「雷擊或閃電事故」、「水污染」、「物品掉落而浮在或沉入水中」、「未知船隻進入風場」、「地震」、「颱風」等。另外亦針對台灣常見之天然災害，如颱風、地震及其後所生之海嘯波提供應變措施。

臺中港務分公司-商港區域海難事故應變處置標準作業程序，為執行台中商港區域範圍內船舶海難及航空器事故援助而訂立。作業程序中對於商港區內海難、海洋污染、船舶碰撞及漁船海難、航空器災害事故等簡要應變程序，以及發生事故之後續處理（如拖救）之注意事項進行說明。另外也提供商港區域海難事故應變處置標準作業流程圖，以對於災害事故進行簡單判別與應變。

表 3-1 風電緊急應變計畫與內容概要

緊急應變計畫	計畫內容
海鼎離岸式風力發電計畫 1 號風場	人員受傷處理措施、人員落水事故處理、緊急應變通報流程。
台電二期離岸風場緊急應變計畫	緊急應變組織、颱風及地震之應變措施等部分。
海能離岸風場緊急應變計畫	緊急應變組織、颱風及地震之應變措施等部分。
西島離岸風場緊急應變計畫	分災害階段之緊急應變及防災計畫。
大彰化東南/大彰化西北離岸風場緊急應變計畫	緊急應變組織、風險評估目的、風險評估過程、緊急整備、通信計畫、培訓和訓練、緊急應變人員的指示與說明與設置海事及直升機協調中心等。
海洋竹南離岸示範風場緊急應變計畫	尚待未來補充詳細應變流程。
台電第一期離岸風場緊急應變計畫	緊急應變組織（與流程）、緊急應變處理架構圖及聯絡系統等兩大部分。
福海離岸示範風場緊急應變計畫	緊急應變組織、緊急應變程序、緊急應變通報程序，以及天災應對等。
雲林離岸風場興建計畫之緊急應變計畫（允能）	緊急應變組織、緊急應變卡、緊急應變計畫流程、緊急應變小組任務及聯絡系統等部分。
臺中港務分公司-商港區域海難事故應變處置標準作業程序	商港區內海難、海洋污染、船舶碰撞及漁船海難、航空器災害事故等簡要應變程序與事故處理。

資料來源：內政部國土空間利用及審議資訊專區及本研究整理

第四節、處理離岸風電災害之相關法規與計畫

依據第二章蒐集的災害事故，及各災害可能發生場域的不同（詳見圖 2-2），歸類災害事故案例分為七大類。第七類為綜合兩類或以上之災害事故。各類型說明如下：

1. 輸電線路故障（包含海纜、風電電纜、海上變電站、風場關閉情形等）：

如第二章介紹之案例 4、23、26、33 等。

2. 漁船誤入風場，漁網絞纏風電設備：

第二章無蒐集到相關案例。

3. 風機設施倒塌或零件掉落（包含風場區域之設備故障、陸地及航行中之運輸機組事故）：

如第二章介紹之案例 16、20、21、22 等。

4. 風場區域船舶海難造成油污染（可能進一步影響生態敏感區，如藻礁）：

如第二章介紹之案例 61 等。

5. 風場區域船舶碰撞（包含船舶碰撞風電設備、風場區域內船舶互相撞擊等）：

如第二章介紹之案例 1、2、3、14 等。

6. 人員傷亡（場域包含風場區域、航行途中、港口碼頭）：

如第二章介紹之案例 1、2、3、7 等。

7. 複合型災害：

如第二章介紹之案例 1、2、3、14 等。

一、輸電線路故障

因各式天災（火災、颱風、地震、雷擊、海嘯等），或是不明因素導致纜線（海纜、風電電纜等）或海上變電站故障無法輸電之事故，以及令風場短暫關閉之情形。目前由「輸電線路災害防救業務計畫」來處理纜線故障事故，說明如下：

(1) 若事故並無涉及人員傷亡，因電纜及海底纜線為業者財產之一部份，由業者自行修復即可。

(2) 「輸電線路災害防救業務計畫」所屬主管機關為經濟部，為輸電線路發生災害時，

應遵照災害防救計畫。當離岸風電發生輸電線路故障事故，因其為指定公共事業，應依據事先訂定之有關物資、裝備、器材之調度與供應計畫，來對於毀損或故障之輸電線路迅速修復，而經濟部或地方政府得視災情需要，調派人員或器材來協助復原重建。

二、漁船誤入風場，漁網絞纏風電設備

指漁船在鄰近風場水域作業時，可能因不明或自然因素（如海流影響）、設備故障、失去動力或誤入風場水域等因素，導致漁網與風機機組絞纏，造成漁船無法脫離及風機機組可能無法順利運行之意外事故。目前可視作民事糾紛來處理漁船誤入風場而漁網絞纏風電設備之事故。

因離岸風場已提供給業者做為特定區位使用，且業已依照「離岸式風力發電廠漁業補償基準」，依照公式計算提供給漁民無法於風場水域作業之補償。若無涉及人員傷亡之事故，可視為單純之民事糾紛，僅涉及物權方面，其關於賠償或修復等經由漁民與業者間互相協調即可解決事件，不需公權力之介入。

三、風機設施倒塌或零件掉落

指風電機組因各式災害或不明因素導致倒塌或零件掉落，包含風場區域之設備故障、陸地及航行中之運輸機組事故，可能因風機零件漂浮於海面或是沉入海底，造成航行安全或海洋污染之疑慮。目前由「海洋污染防治法」來處理風機設施倒塌或零件掉落事故，敘述如下：

(1)業者自行處理：若無涉及人員傷亡之事故，風機設施零件為業者財產之一部份，自行修復即可，離岸風電業者可能委外經拖船公司協助風機設施倒塌或零件掉落之事故處理。

(2)風機倒塌或零件掉落屬「海洋污染防治法」（主管機關為海委會）第 3 條所指之污染行為（指直接或間接將物質或能量引入海洋環境，致造成或可能造成人體、財產、天然資源或自然生態損害之行為），為海洋污染樣態之一。依據該法第 14 條第 2 項規定，業者需對於此類海洋環境污染進行適當處置及復原措施。另若為風電工作船航行途中，因船難意外而風機零件掉落，屬「海洋污染防治法」第 32 條規範船舶海難造成之污染應由船長或船舶所有人負責處理，若有必要（即處理成效不彰），將由海岸巡防機構（海保署）來進行取締等作為。

四、風場區域船舶海難造成油污染

若船舶（可能外來船舶或風機工作船）在風場水域因意外事故（碰撞、意外漏油等因素）而導致油污洩漏，屬「海洋污染防治法」第 3 條所指之污染行為（指直接或間接

將物質或能量引入海洋環境，致造成或可能造成人體、財產、天然資源或自然生態損害之行為)，為海洋污染樣態之一。若污染程度屬該法第 10 條第 2 項所定之「重大海洋油污染緊急應變計畫」，則依據「重大海洋油污染緊急應變計畫」(主管機關為海委會海保署)辦理，亦即船舶發生海難或其他意外事件，造成船舶載運物質、油料外洩或有油料外洩之虞者，致有危害人體健康、嚴重污染環境之虞者，為船難海洋油污染之範疇，經通報後將由交通部、環保署(現由海保署)及行政院海岸巡防署等單位著手協助海洋油污染事件之處理，若涉及生態敏感帶(如藻礁)，則經環保團體評估以調整應變策略。

另船舶事故亦屬海難樣態，依據「海難災害防救業務計畫」，主管機關為交通部航港局，離岸風場水域若因海難事故造成油污洩漏時，航政機關、港口管理機關、機構、離岸風電業者、海岸管理機關、地方政府及相關單位於接獲消息後，應立即將相關資料通報交通部、經濟部、海洋委員會(海洋保育署及海巡署)，依事件等級由海難中央災害應變中心或各級海洋油污染應變中心統籌油污污染應變、事故船船貨、殘油與外洩油料、船體移除及相關應變作為。因海難致船上殘油外洩或有外洩之虞逾七百公噸之甲級海難應通報至行政院。因海難致船上殘油外洩或有外洩之虞達一百公噸至七百公噸之乙級海難應通報海巡署、農委會漁業署(漁船)、經濟部能源局及內政部消防署等單位處理。因海難致船上殘油外洩或有外洩之虞未達一百公噸之丙級海難事故由直轄縣市政府消防局、地方海岸巡防及港口單位、經濟部能源局等單位處理。

另依「海洋污染防治法」第 32 條，船舶海難造成之污染由船長或船舶所有人負責處理，若有必要(即處理成效不彰)，將由海岸巡防機構(海保署)來進行取締等作為。

五、風場區域船舶碰撞

指風場區域內各式船隻(工作船、漁船、商船等船舶)碰撞離岸風電機組(風機、變壓站等)或其餘船舶之間的撞擊情形(漁船碰撞工作船、工作船相撞、漁船相撞等)。處理該等事故之相關法規或計畫分述如下：

(1)在離岸風場水域因船舶(包含商船、工作船、漁船等)發生故障、沉沒、擱淺、碰撞、失火、爆炸及影響乘客之非常事故等引發海難時，依照「商港法」(主管機關為交通部)第 53 條第 1 項，船舶所有人或船長進行船難處理。「商港法」第 53 條第 2 項，若船舶所有人或船長進行船難處理情形不佳，經航港局介入後，則負責人應負擔衍生費用。「商港法」第 54 條第 1 項，規定打撈沈船或物質應訂定合約並委任機構處理。「商港法」第 55 條，規定船難處理時不得損害設施或影響航行安全。

(2)「海難災害防救業務計畫」主管機關為交通部航港局，當船舶在離岸風場水域發生故障、沉沒、擱淺、碰撞、失火、爆炸及影響乘客之非常事故等海難災害時，應使用各類無線電信設備儘速向經濟部、海岸電台、臺北任務管制中心、漁業通訊電台、鄰近

港口信號台（船舶管制中心、船舶交通服務中心）等單位通報，以進行緊急應變處置，而當前述單位收到海難遇險警報訊息時，經立即查證確認後轉海洋委員會（海巡署）及複式通報有關單位審視狀況調派搜救飛機、艦艇進行傷亡人員搜救。船舶損害嚴重且人員傷亡或失蹤合計 10 人以上之甲級海難應通報至行政院。有發生海難之虞，且人員傷亡或失蹤 4 人以上、未滿 10 人之乙級海難應通報海巡署、農委會漁業署（漁船）、經濟部能源局及內政部消防署等單位處理。人員無立即傷亡或危險之丙級海難事故由直轄縣市政府消防局、地方海岸巡防及港口單位、經濟部能源局等單位處理。

(3)「漁船海難災害緊急通報及應變作業程序」主管機關為農委會，依其第 4 條，漁船發生海難事故後，漁業通訊電臺應將接受到的資訊轉交給有關政府單位。第 5 條第 1 項說明漁船若發生甲級或乙級海難事故所應通報之政府單位。第 7 條第 1 至 3 款提到漁業署得依災情需要，可經廣播/通訊電台轉知各區漁會，調派漁船進行援救。

(4)「漁船海難救護互助辦法」主管機關為農委會，依其第 3 條，漁船發生海難時之通報流程，可以無線電信設備通報電臺、開啟應急指位無線電示標及雷達詢答機、發射海難信號彈、撥打行政院海岸巡防署一一八報案專線等措施來進行。第 7 條提到漁船發生海難需要救援時，可通報所屬漁會，調派鄰近漁船進行漁船互助。

六、人員傷亡

當離岸風場產生人員傷亡事故，其發生場域可能為港口碼頭、航行途中，以及風場區域，相關法規或計畫分述如下：

(1)依「離岸風電海域作業安全指引」緊急應變措施之實施方式，當離岸風場發生人員傷亡事故時，離岸風電業者依照各自風場擬定之緊急應變計畫來通報其主管機關（海巡署及港口機關等），隨後進行緊急應變處置、成立緊急應變小組等措施，而後將聯絡救援單位，以船隻、直升機或其餘無傷亡人員協助移送傷患前往醫療院所等，針對各類人員傷亡事故皆有一套有系統地應變流程。

(2)依照「災害防救法」19 條，核定「災害防救基本計畫」之下位業務計畫，包含「海難災害防救業務計畫」及「輸電線路災害防救業務計畫」二項。離岸風電可能遭逢之災害中，船舶海難災害之人員救援及災情通報與處理，以「海難災害防救業務計畫」處理，與纜線相關之輸電線路災害發生時，人員救援及災情通報與處理可依照「輸電線路災害防救業務計畫」來運行。

(3)「海難災害防救業務計畫」主管機關為交通部航港局，當船舶在離岸風場水域發生故障、沉沒、擱淺、碰撞、失火、爆炸及影響乘客之非常事故等海難災害時，應使用各類無線電信設備儘速向經濟部、海岸電台、臺北任務管制中心、漁業通訊電台、鄰近

港口信號台（船舶管制中心、船舶交通服務中心）等單位通報，以進行緊急應變處置，而當前述單位收到海難遇險警報訊息時，經立即查證確認後轉海洋委員會（海巡署）及複式通報有關單位審視狀況調派搜救飛機、艦艇進行傷亡人員搜救。船舶損害嚴重且人員傷亡或失蹤合計 10 人以上之甲級海難應通報至行政院。有發生海難之虞，且人員傷亡或失蹤 4 人以上、未滿 10 人之乙級海難應通報海巡署、農委會漁業署（漁船）、經濟部能源局及內政部消防署等單位處理。人員無立即傷亡或危險之丙級海難事故由直轄縣市政府消防局、地方海岸巡防及港口單位、經濟部能源局等單位處理。

(4)「輸電線路災害防救業務計畫」所屬主管機關為經濟部，為輸電線路發生災害時，應遵照之之災害防救計畫。當離岸風電可能產生輸電線路災害之虞時，因離岸風電為指定公共事業，應立即通報相關機關採取適當措施防範災情擴大，啟動緊急應變小組並遵循緊急應變機制。若發生有 10 人以上傷亡、失蹤或 10 所以上一次變電所全部停電，預估在 36 小時內無法恢復正常供電等情形，經經濟部研判有開設必要之輸電線路災害事故，則應開設中央災害應變中心。7 人以上傷亡、失蹤或 10 所以上一次變電所全部停電，預估在 24 小時內無法恢復正常供電屬甲級災害，由經濟部開設緊急應變小組。5 人以上傷亡、失蹤或 10 所以上一次變電所全部停電，預估在 24 小時內無法恢復正常供電屬乙級災害，由經濟部國營事業委員會或能源局開設緊急應變小組，以協調緊急應變作業。未達乙級災害規模之丙級災害，則不需由政府單位另組緊急應變小組。

(5)依據「海岸巡防法」第 3 條第 7 項，說明海岸巡防機關勤務包含海上救難、海洋災害救護等，若離岸風場發生人員傷亡而需要救援之災害事故，海岸巡防機構應協助救援。

(6)「漁船海難災害緊急通報及應變作業程序」主管機關為農委會，依其第 4 條，漁船發生海難事故後，漁業通訊電臺應將接受到的資訊轉交給有關政府單位。第 5 條第 1 項說明漁船若發生甲級或乙級海難事故所應通報之政府單位。第 7 條第 1 至 3 款提到漁業署得依災情需要，可經廣播/通訊電台轉知各區漁會，調派漁船進行援救。

(7)「漁船海難救護互助辦法」主管機關為農委會，依其第 3 條，漁船發生海難時之通報流程，可以無線電信設備通報電臺、開啟應急指位無線電示標及雷達詢答機、發射海難信號彈、撥打行政院海岸巡防署一一八報案專線等措施來進行。第 7 條提到漁船發生海難需要救援時，可通報所屬漁會，調派鄰近漁船進行漁船互助。

七、複合型災害

係指包含上述 2 種或以上之災害型態，可能因不同災害之重疊而引致更嚴重之災難事故，其事故處理依上述各司其職之法律或文件辦理。

以上處理各類型風電災害之相關法規與計畫整理如表 3-2。

表 3-2 處理風電災害之相關及計畫

災害事故種類	法規與計畫
1.輸電線路故障（包含海纜、風電電纜、海上變電站等）	(1) 業者自行處理：若無涉及人員傷亡之事故，纜線為業者財產之一部份，自行修復即可。 (2) 「輸電線路災害防救業務計畫」：主管機關為經濟部，詳列輸電線路事故之復原重建分工與流程。
2.漁船誤入風場，漁網絞纏風電設備	民事糾紛：因風場水域為提供給業者之特定區位，其中之漁船絞網事故係屬民事糾紛。
3.風機設施倒塌或零件掉落（包含風場區域之設備故障、陸地及航行中之運輸機組事故）	(1) 業者自行處理：若無涉及人員傷亡之事故，風機設施零件為業者財產之一部份，自行修復即可，離岸風電業者可能委外經拖船公司協助風機設施倒塌或零件掉落之事故處理。 (2) 「海洋污染防治法」：主管機關為海委會，風機設施倒塌或零件掉落屬第 3 條所指之污染行為，第 14 條第 2 項污染處理與復原。第 32 條規範船舶海難（風電工作船發生船難掉落風機零件）造成之污染應由船長或船舶所有人負責處理。
4.風場區域船舶海難造成油污染（可能進一步影響生態敏感區，如藻礁）	(1) 「海洋污染防治法」：主管機關為海委會，油污染屬其第 3 條所指之污染行為，第 10 條第 2 項訂定重大海洋油污染緊急應變計畫，第 14 條第 2 項污染處理與復原，第 32 條規範船舶海難污染由船長或船舶所有人負責處理。「重大海洋油污染緊急應變計畫」：主管機關為海委會，船舶海難之各部會應對處理流程，可根據生態敏感帶調整油污染應變策略。 (2) 「海難災害防救業務計畫」：主管機關為交通部，船舶海難油污染事件之救援分工與通報及應變流程。
5.風場區域船舶碰撞（包含船舶碰撞風電設備、風場區域內船舶互相撞擊等）	(1) 「商港法」：主管機關為交通部，其第 53 條第 1 項，船舶所有人或船長需進行船難處理。第 53 條第 2 項，若船舶所有人或船長進行船難處理情形不佳，經航港局介入後，則負責人應負擔衍生費用。第 54 條第 1 項，打撈沈船或物質應訂定合約並委任機構處理。第 55 條，船難處理時不得損害設施或影響航行安全。 (2) 「海難災害防救業務計畫」：主管機關為交通部，詳列船舶海難救援分工與流程。 (3) 「漁船海難災害緊急通報及應變作業程序」：主管機關為農委會，其第 4 條載明漁業通訊電臺應將漁船海難資訊轉交單位。第 5 條第 1 項為甲級或乙級海難應通報之單位。第 7 條第 1 至 3 款提到漁業署得依災情調派漁船進行援救。 (4) 「漁船海難救護互助辦法」：主管機關為交通部，其第 3 條為漁船海難通報流程，第 7 條為漁船互助方式。
6.人員傷亡（場域包含風場區域、航行途中、港口碼頭）	(1) 「離岸風電海域作業安全指引」：主管機關為勞動部，提供風電業者訂定及執行緊急應變措施之參考。 (2) 「災害防救法」：主管機關為內政部，依其第 19 條訂定海難及輸電線路兩項業務計畫。 (3) 「海難災害防救業務計畫」：主管機關為交通部，詳列船舶海難救援分工與流程。 (4) 「輸電線路災害防救業務計畫」：主管機關為經濟部，詳列輸電線路災害之救援分工與流程。 (5) 「海岸巡防法」：主管機關為海委會，第 3 條第 7 項說明海岸巡防機關勤務包含海上救難等。 (6) 「漁船海難災害緊急通報及應變作業程序」：主管機關為農委會，其第 4 條載明漁業通訊電臺應將漁船海難資訊轉交單位。第 5 條第 1 項為甲級或乙級海難應通報之單位。第 7 條第 1 至 3 款提到漁業署得依災情調派漁船進行援救。 (7) 「漁船海難救護互助辦法」：主管機關為農委會，第 3 條為漁船海難通報流程，第 7 條為漁船互助方式。
7.複合型災害	依上列不同災害類型結合運用

資料來源：本研究整理。

第四章 離岸風電海域防救災能量規劃

隨著離岸風場的架設，我國海上經濟活動增加，事故類型與事故風險亦隨之改變，為海上災害防救帶來新的課題，有意發展離岸風電的國家無不謹慎以對。雖然各國離岸風場選址規定有所不同，但多數國家在離岸風場事故救援方面以既有海上防救能量為基礎，增加其它救援能量與防救災規範，形成新的海上防救災體系，保障人民及航船的海上安全。

我國離岸風電潛力場址座落於船舶南北來往熱絡之台灣西部海域，需要海上救援的事故可能隨著離岸風場的架設而增加，亟需建立預防事故發生與應變之能量。離岸風場的設置增加我國對海洋空間的利用程度，同時限縮海上船隻的航行空間，推升航道安全維護及防止海難事故造成二次損害的需求。然而，我國尚未對離岸風場事故及其鄰近海域之事故類型與所需之防救災能量進行全面盤點。本研究以離岸風場及其外圍 500 公尺至台灣西部陸地之海域為研究範疇，於本章研析我國整體離岸風電海域之事故類型與防救災能量現況，針對整體離岸風電海域防救災能量規劃提出建議。

第一節、我國離岸風電海域之海上防救災需求分析

一、我國離岸風電海域之空間利用現況

在離岸風場架設前，我國西部海域之海上經濟活動包含漁撈、航運（貨輪、客輪、油輪等）及海底管線工程等。其中，漁撈與航運大致可全年在海上進行作業，僅海底管線工程受限於台灣氣候特性，作業時間約在每年 5 月至 11 月之間。離岸風電與海底管線一樣，同屬海洋工程，相關海上作業須配合適宜之海氣象條件，故離岸風電的海底電纜作業時間與過去海底管線施工維護期相同。

離岸風電潛力場址的規畫將使我國西部海域利用呈現多元樣貌（圖#），不但出現新的海上工作型態（如：離岸風機架設與維護作業），亦增加海上船隻數量。再加上離岸風電為固定式海洋設施，限縮海上可航行區域，提升船難事故造成二次損害的機率。若發生離岸風機零組件墜海漂流的情況，則對鄰近航行船隻的航行安全產生威脅。總體而言，隨著我國離岸風場逐步設置完成，離岸風場運維作業的進行使我國每年 5 月至 11 月之間的海上經濟活動較以往更為熱絡，全年度所有離岸風電海域利用者皆須注意航海空間縮減帶來的新海上風險。

對我國災害防救體系而言，離岸風場的設立不但增加了救援任務類型，也改變離岸風電海域之救援環境，故須對此規劃應變措施與能量，以期保障國人海上安全並達成聯合國海洋法公約第 98 條規範之沿海國救助義務。



圖 4-1 我國離岸風電海域之空間利用情況

資料來源：海域資訊整合平台。

二、我國離岸風電海域總體災害情境分類

本研究參考國外離岸風電海域事故案例（詳見第二章第二節）、我國離岸風電潛力場址、海域利用情況、海上事故類型及我國既有海難災害防救架構等 5 大面向，將我國離岸風電海域之災害情境劃分為 3 大類，並細分為 12 種情境：

(一)海難事故

1. 事故主體：所有船隻及其船員或旅客
2. 災害情境分類：
 - 1.1 單純海難事故（不影響他船或其他離岸設備）
 - 1.2 海難船隻可能影響鄰近船隻航行安全
 - 1.3 海難船隻可能碰撞離岸風機或漂入離岸風場
 - 1.4 發生於離岸風場內部的海難事故
 - 1.5 無主船/海漂物危害海上船隻（含俱致災風險之海漂貨櫃/離岸設備零組件）

(二)離岸風場事故

1. 事故主體：離岸風場工作人員或離岸風電相關設備
2. 災害情境分類：
 - 2.1 單純離岸設備受損、墜海事件（無人傷亡且不影響航安）
 - 2.2 工安事故-發生於船上
 - 2.3 工安事故-發生於風機
 - 2.4 工安事故-發生於其他離岸設備，如海上變電站、離岸基地等
 - 2.5 無主船危害離岸設備事故：無主船漂入離岸風場或撞擊離岸設備

(三)海底管線事故

1. 事故主體：海底電纜與海底管線
2. 災害情境分類：
 - 3.1 海底管線受損（肇因於海底濁流、地震、船錨、釣魚網、拖網等）
 - 3.2 海底管線故障

從防救災的角度分析，離岸風場的設置未改變海底管線事故的預防及處理方式（經濟損失或供電契約為另一層面的議題），單純海難事故與未影響航安之離岸設備損害事件亦未加重我國海上災害防救的負擔，故本研究不列入探討範圍。然而，離岸風場本身及其設施對海上航行空間的限縮，使海上災害樣態不同以往，救援方式亦隨之改變，故維護離岸風電海域之航道安全及離岸風場事故處理成為我國海上災害防救的新課題。有關離岸風場設置前後，各類災害情境的風險異同分析如表 4-1。

表 4-1 離岸風場設立前後我國海上災害情境風險分析

災害情境分類		離岸風場 設立前	離岸風場 設立後
大分類	情境分類		
1. 海難事故 (海難船舶可能 發生漏油)	1.1. 單純海難事故（不影響他船或其他離岸設備）	既存風險	風險不變
	1.2. 海難船隻可能影響鄰近船隻航行安全	既存風險	風險升高
	1.3. 海難船隻可能碰撞離岸風機或漂入離岸風場	無	可能發生
	1.4. 發生於離岸風場內部的海難事故	無	可能發生
	1.5. 無主船/海漂物危害海上船隻	既存風險	風險升高
2. 離岸風場事故	2.1. 單純離岸設備受損、墜海事件（無人傷亡且不影響航安）	無	可能發生
	2.2. 工安事故-發生於船上	無	可能發生
	2.3. 工安事故-發生於風機	無	可能發生
	2.4. 工安事故-發生於其他離岸設備，如海上變電站、離岸基地等	無	可能發生
	2.5. 無主船危害離岸設備事故：無主船漂入離岸風場或撞擊離岸設備	無	可能發生
3. 海底管線事故*	3.1. 海底管線受損（肇因於海底濁流、地震、船錨、釣魚網、拖網等）	既存風險	鋪有海底電纜區域增加，事故發生次數可能增加
	3.2. 海底管線故障	既存風險	

*離岸風場設置前，我國具備多條海底管線（詳見圖 4-1），已具備海底管線事故預防及處理之經驗。離岸風場增加我國海底電纜數量與面積，可能使海底管線事故數攀升。

資料來源：本研究製表。

三、我國因應離岸風場設立之海上防救災挑戰與應變能量缺口

在離岸風場設置前，我國已針對海難事故建立完整的防救災體系。現今離岸風電的設置改變海上事故型態，對比離岸風場設置前後的海上災害情境，可知離岸風電海域為我國防救體系帶來三大新挑戰：

(一)海難事故造成二次損害之風險擴大

由於離岸風場的設置改變航行空間，海難船隻於離岸風電海域發生海難時，除了影響他船航行安全，也可能發生漂入離岸風場或撞擊離岸風機，造成額外經濟損失。相較於其它海域，發生於離岸風電海域之海難事故造成二次損害風險較高，若不善加控制，不但增加海上人員的職業風險，也將使海難船隻與其他海上設施受到巨額經濟損失，影響民間參與我國海洋產業發展之意願。

(二)航道安全重要性倍增

因應航行空間縮減，航道安全重要性倍增，須即時處置可能造成二次損害的海難船隻及其它俱致災風險的無主船隻與海上漂浮物(包含貨櫃、離岸設備零組件等)，否則將影響鄰近船隻的航行安全。除了防救災需求考量，航道安全與我國對外貿易亦息息相關。我國離岸風電潛力場址集中於彰化外海，鄰近此海域的台中港為我國對外貿易重要窗口，海上交通繁忙。雖然交通部航港局已規劃南北航道，但航道寬約 9 海浬，須妥善管理船隻航速及維護航道環境，以利確保國際船隻進出港口之安全性，從而保障我國對外貿易路線。

(三)離岸風場工傷事故救援

我國無離岸油氣產業，缺乏孕育海上救難服務事業之市場，法規方面亦有須調整之處(如：開放民間經營救難直升機、營業範圍與資格等)。在離岸風電商積極建立工作場所安全文化的同時，無法避免出現須緊急處置的工傷意外。為挽救生命，在民間尚未建立救援能量的情況下，亟需官民合作，確保救援能量接近離岸風場的安全路徑與措施(如：出動救援直升機時，停止鄰近風機，避免干擾直升機飛行或吊掛作業)。

為保障海上工作船隻與人員的安全，交通部航港局與勞動部分別建立「離岸風場建置及營運期間工作船航行安全規範」與「離岸風電海域作業安全指引」，但整體防救災能量尚有不足之處(表 4-2)，需要政府單位、離岸風電業者及行經離岸風電海域的船隻通力合作，共同降低海上事故的發生機率，並於緊急時刻即時啟動應變機制，控制海上事故的災害影響範圍。

表 4-2 離岸風電海域防救災挑戰及應變能量缺口

新挑戰類別	關鍵行動	現有措施	尚未建立之防救災能量
控制及降低海難事故之二次損害	<ul style="list-style-type: none"> ● 海難船隻通報及漂流方向預測 ● 安全航向指引 ● 即時拖救 	海難災害防救業務計畫（交通部）	<ul style="list-style-type: none"> ● 離岸風場內外安全航道標識/電子海圖 ● 指引海難船隻的權責單位 ● 離岸風電業者配合海難救助之事項及聯繫管道 ● 打撈船/拖船設置規劃
確保航道安全	<ul style="list-style-type: none"> ● 建議與控管航速 ● 指引海難船隻 ● 通報及處置具致災風險之無主船與海漂物（含離岸風電設備） 	<ul style="list-style-type: none"> ● 彰化離岸風場 VTS（航港局） ● 離岸風場建置及營運期間工作船航行安全規範（航港局） 	<ul style="list-style-type: none"> ● 離岸風場外圍船隻航行規定 ● 通報及處置具致災風險無主船、海漂物之流程
離岸風場工傷事故救援	<ul style="list-style-type: none"> ● 確保作業安全 ● 基礎安全與急救訓練 ● 配置急救設備 ● 緊急應變計畫與演練 	離岸風電海域作業安全指引（勞動部）	<ul style="list-style-type: none"> ● 建立官方救援介入時點與業者需配合之事項 ● 確保外部救援能量接應位置及進入離岸風場之安全路徑 ● 救難船隻/直升機配置

資料來源：本研究整理。

第二節、我國離岸風場之海上救援案件數預測

從離岸風電選址方式來看，各國離岸風場選址規定及海氣象條件並不相同，故各國面臨的離岸風電海域災害類型有所差異。以英國、德國與丹麥為例，這些國家之離岸風場多遠離海上貿易航線，故在離岸風電海域防救災方面多著重離岸風場事故之處理與因應。我國離岸風場則設於船舶南北來往熱絡之海域，鄰近海上航行風險與海上救援需求增加程度可能高於歐美國家。然而，相較於歐美國家的離岸風場大致可全年進行建設與運維作業，我國離岸風場受特殊海氣象影響，離岸風場工作人員僅在 5 月至 11 月於海上進行作業，行經離岸風場海域的船隻需全年注意航行風險。

本研究將我國離岸風電海域總體災害情境分為海難事故、離岸風場事故及海底電纜事故等 3 大類。在離岸風電海域事故數預測方面，本研究未針對離岸風場設立後之海難事故增加數與海底纜線事故增加數進行探討，其原因在於目前無可靠的數據或參數可供預測，本研究認為應對離岸風電海域之海難事故重點在於預防及建立新應變能量（如：於南北航到附近定點設置拖船），且預防及處理海底電纜事故之方式與我國既有經驗並無重大差異，故本研究不予推算。但在離岸風場事故數方面，因離岸風場的設置的確提升民間對我國海上救難需求，現在民間與官方救援能量卻皆對離岸風場可能發生的事故數量與救援需求並不熟悉，故本研究試圖提供一些推估數據與架構，以供各單位參考。

鑒於我國離岸風電處於起步階段，缺乏實際事故統計資訊，故本研究以 G+ Offshore Wind 組織的統計資料，推估來自離岸風場的海上救援需求數量。在統計數據的使用限制方面，參與 G+ Offshore Wind 組織事故統計的離岸風場多位於歐美地區，涵蓋不同發展階段的離岸風場，再加上國內外離岸風場的環境條件、人員職業訓練程度及法規有所差異，故 G+ Offshore Wind 的統計資料對我國離岸風場事故預測能力有限。然而，此為本研究於執行計劃期間能取得之最適合之資料，未來我國仍須建立自身的離岸風場事故統計，以將預防及減災措施本土化。

一、平均每年每座離岸風場事故件數預測

G+ Offshore Wind 組織的統計顯示，過去 5 年（2015~2019 年）參與事故統計的離岸風場從 60 座成長至 76 座之間。雖然 2017 年通報事故數大幅增加，但多屬潛在危害事件¹與資產損害等無人員傷亡之事故，故大致上每座離岸風場年平均事故件數逐年減少（表 4-3），顯示歐美離岸風場在事故預防上有所改善。以 5 年平均計算，預平均每座離岸風場年發生事故件數為 17 件，包含無人傷亡意外（含資產損壞）及有人傷亡意外。

¹ 依 G+ Offshore Wind 組織之定義，潛在危害事故為「可能導致事故發生，然未有實際事故發生且無人員傷亡或資產損失」之事件。

表 4-3 G+ Offshore Wind 組織統計之離岸風場事故件數統計

單位：件數

項目/年份	2015	2016	2017	2018	2019
參與事故統計之離岸風場數*	60*	67*	67*	70	74
事故件數	983	987	2,200	854	865
每座離岸風場之年平均事故件數	16	15	33	12	11

*以當年度參與 G+ Offshore Wind 事故統計之離岸風場會員地圖推估

資料來源：本研究整理自 G+ Offshore Wind 統計。

二、離岸風場事故發生地點分析

G+ Offshore Wind 組織之離岸風場事故統計涵蓋所有離岸風電設施，故包含陸域與海域。依據離岸風場事故發生地點之統計資料，表 4-4，過去 5 年來，平均每年約有 34.3% 事故發生於離岸風機、約 27.9% 事故發生於船隻、約 34.0% 事故發生於陸域²及約 3.8% 事故發生於其他離岸風電設施³。

表 4-4 G+ Offshore Wind 組織統計之離岸風場事故發生位置（含占比）

單位：件數

事故發生地點/年份	2015	2016	2017	2018	2019
離岸風機	375 (38.1%)	420 (42.6%)	521 (23.7%)	288 (33.7%)	291 (33.6%)
船隻	213 (21.7%)	284 (28.8%)	616 (28.0%)	278 (32.6%)	245 (28.3%)
陸域	342 (34.8%)	-	959 (43.6%)	223 (26.1%)	274 (31.7%)
其他離岸風電設施*	53 (5.4%)	283 (28.7%)	104 (4.7%)	65 (7.6%)	55 (6.4%)

*本團隊為統計分析設立之分類，為離岸風機以外之離岸設施

資料來源：本研究整理自 G+ Offshore Wind 統計

從上述分析可知，離岸風場事故發生地點可分為陸域與海域。其中，發生於海域之

² 由於缺乏 2016 年發生於陸域的離岸風場事故件數資料，此以 2015、2017、2018 及 2019 年數值計算平均數。

³ 由於缺乏 2016 年發生於陸域的離岸風場事故件數資料，使得「其它地點」的事故件數暴增，故本處平均數之推算方式為以 100% 扣除發生於離岸風機、船隻與陸域之事故件數百分比。⁴ 參考自中央警察大學水上警察研究所碩士論文：「我國海事案件處理與海難救助對策之研究-以海巡署案例為中心」，中華民國 104 年 8 月

離岸風場事故件數約佔總體事故數 66%，約 42.3%發生於船隻，57.7%發生於離岸風電設施（含離岸風機）。對我國防救災體系而言，現有陸域防救災系統足以因應發生於陸域之離岸風場事故，海域防救災體系則缺乏處理發生於海域之離岸風場事故的經驗與能量，亟需進行離岸風電海域防救災規劃，促進官民合作，以搶救海上人員性命與維護救災人員安全。

三、離岸風場事故影響分類

研析 G+ Offshore Wind 組織統計之離岸風場事故後果（表 4-5），過去 5 年來約有 64%事故未造成實質危害（屬潛在危害與虛驚事故），約 16.2%事故僅需初階急救措施即可，約 4.6%事故需要進一步醫療處置（不影響傷者工作能力），約 2.9%事故使傷者工作能力受到限制，4.5%事故使傷者有長時間完全無法工作及其它影響占 7.8%。總體而言，現場工作人員的警覺能大幅避免生命及資產蒙受損失，平均每年約有 12%的離岸風場事故需要對傷者展開進一步治療（=4.6%醫療處置事故+2.9%限制人員工作能力事故+4.5%造成人員完全無法工作事故），為此需要海上救援能量支援。

表 4-5 G+ Offshore Wind 組織統計之事故影響分析（含占比）

單位：件數

事故影響分類/年份	定義	2015	2016	2017	2018	2019
1.潛在危害	具高風險性質但未實際發生之事故*	450 (45.8%)	535 (54.2%)	1,166 (53.0%)	282 (33.0%)	103 (11.9%)
2.虛驚事故	因僥倖或及時處置而未出現損害之事故	336 (34.2%)	271 (27.5%)	319 (14.5%)	164 (19.2%)	231 (26.7%)
3.急救事故	僅需簡單處置傷口之事故	70 (7.1%)	61 (6.2%)	225 (10.2%)	226 (26.5%)	267 (30.9%)
4.醫療處置事故	傷者需進一步治療，但不影響傷者工作能力之事故	54 (5.5%)	42 (4.3%)	78 (3.5%)	45 (5.3%)	38 (4.4%)
5.限制人員工作能力事故	傷者需進一步治療，傷者事後工作能力受限之事故	32 (3.3%)	35 (3.5%)	30 (1.4%)	33 (3.9%)	23 (2.7%)
6.造成人員無法工作之事故	傷者需進一步治療，傷者事後長時間完全無法工作之事故	41 (4.2%)	43 (4.4%)	49 (2.2%)	39 (4.6%)	62 (7.2%)
7.其它	如：資產受損	-	-	333 (15.1%)	65 (7.6%)	141 (16.3%)

*高風險之定義：俱造成人員死亡或嚴重受傷之風險

資料來源：本研究整理自 G+ Offshore Wind 統計

四、離岸風場緊急後送事故分析

在探討離岸風場救援能量需求時，除了瞭解事故地點與事故影響類型，亦值得探討需要緊急應變或醫護後送（Emergency Response and Medical Evacuation，ERME，或簡稱為「緊急後送」）的事故件數，藉以預測緊急應變能量。G+ Offshore Wind 組織統計顯示（表 4-6），過去 5 年來，平均每年有 3%離岸風場事故需採取 ERME。此外，ERME 事故有很高機率造成人員死亡或受到嚴重傷害，近 3 年平均每年有 33.6%的 ERME 事故造成人員無法工作。

研析 ERME 事故的發生地點可知，過去 5 年來平均每年約有 45%事故發生於船隻、28%事故發生於離岸風機、16%事故發生於陸域及 11%事故發生於其它離岸設施。整體而言，約有 84%的 ERME 事故發生於海上。

表 4-6 G+ Offshore Wind 組織統計之 ERME 事故分析

單位：件數

ERME 事故分析/年份	2015	2016	2017	2018	2019
緊急應變或醫護後送事故數 (占當年度總事故數比率)	29 (3%)	17 (1.7%)	32 (1.5%)	31 (3.6%)	41 (4.7%)
造成人員死亡或嚴重受傷風險	-	41%	47%	39%	66%
事故影響分析*					
虛驚事故 (占當年度同類事故件數比率)	9 (2.7%)	7 (2.6%)	0	1 (0.6%)	3 (1.3%)
屬急救事故	1 (1.7%)	6 (9.8%)	1 (0.4%)	2 (0.9%)	2 (0.7%)
需醫療處置事故	4 (7.5%)	2 (4.8%)	9 (11.5%)	9 (20%)	4 (10.5%)
限制人員工作能力事故	-	1 (2.9%)	4 (13.3%)	4 (12.1%)	2 (8.7%)
造成人員無法工作事故	10 (24%)	1 (2.3%)	14 (28.6%)	15 (38.5%)	21 (33.9%)
ERME 事故發生位置					
船隻	24%	47%	56%	36%	61%
風機	38%	24%	25%	35%	20%
陸域	28%	6%	9.50%	26%	9.8%
其它離岸風電設施	10%	23%	9.50%	3%	9.8%

*擷取自公開資料，各類事故影響件數之加總未必符合當年度 ERME 事件總數

資料來源：本研究整理自 G+ Offshore Wind 統計

五、我國離岸風場救援案件數預測

由於缺乏本土離岸風電海域事故數據與處理經驗，本研究假設離岸風場未影響其他利用同海域的船隻發生海難事故發生頻率（即其他條件不變），並配合我國離岸風場開發進程，分 3 種離岸風場開發情境，以 G+ Offshore Wind 組織統計之 5 年平均數為基礎，預測每年離岸風場發生須即時進行海上救援的案件數量，運算使用的數值與算式如下：

1. 離岸風場開發情境：

我國離岸風場潛力場址共 24 座，2025 年離岸風機將分布於 14 座離岸風場。長期而言，若每座離岸風電潛力場址建立 1 座離岸風場，預期我國離岸風場數將介於 14~24 座之間，故本研究將離岸風場開發情境分為 14 座、20 座及 24 座等 3 種。

2. 平均每年每座離岸風場發生事故件數：17 件（5 年平均數）

3. 離岸風場發生傷者需進一步治療之事故

(1) 5 年平均占比：12%（=4.6%醫療處置事故+2.9%限制人員工作能力事故+4.5%造成人員完全無法工作事故）

(2) 發生地點：離岸設施占 38.1%（=34.3%離岸風機+3.8%其他離岸風電設施），船隻占 27.9%

(3) 推算公式：

A. 發生於離岸風電設施之傷者需進一步治療事故數

$$= \text{離岸風場數量} \times \text{平均每年每座離岸風場發生事故件數} \times 12\% \times 38.1\%$$

B. 發生於船隻之傷者需進一步治療事故數

$$= \text{離岸風場數量} \times \text{平均每年每座離岸風場發生事故件數} \times 12\% \times 27.9\%$$

4. 離岸風場發生須採取 ERME 事故

(2) 5 年平均占比：3%

(3) 發生地點：離岸風電設施占 39%（=28%離岸風機+11%其他離岸設施），船隻占 45%。

(4) 推算公式：

A. 發生於離岸風電設施之 ERME 事故數

$$= \text{離岸風場數量} \times \text{平均每年每座離岸風場發生事故件數} \times 3\% \times 39\%$$

B. 發生於船隻之 ERME 事故數

$$= \text{離岸風場數量} \times \text{平均每年每座離岸風場發生事故件數} \times 3\% \times 45\%$$

本研究分析結果顯示（表 4-7），在其他條件不變的情況下，當我國離岸風場數量介於 14~24 座之間時，每年須即時進行海上救援的案件數量約在 19 至 33 件之間（屬發生傷者需進一步治療之事故數），其中約有 7 到 11 件屬須採取緊急後送（ERME）的事故。

表 4-7 我國離岸風電海域救援案件數預測*

單位：件數

事故類型/風場數	14 座 (2025 年~)		20 座		24 座	
	離岸風 電設施	船隻	離岸風 電設施	船隻	離岸風 電設施	船隻
傷者需進一步治療 之事故數預估	11	8	16	12	19	14
須採取 ERME 之事故 數預估	3	4	4	5	5	6

*採無條件進位

資料來源：本研究整理。

六、以 G+ Offshore Wind 組織統計推估我國離岸風場救援案件數之優點與限制

(一)優點：涵蓋不同離岸風場發展階段及可能的職業災害

由於處於開發階段、建設階段與營運階段的離岸風場皆可參與 G+ Offshore Wind 組織統計，此統計資訊涵蓋不同離岸風場發展階段的職業災害，故以 G+ Offshore Wind 組織統計推估我國離岸風場救援案件數具備一定代表性。

2019 年時我國有 1 座離岸風場參與 G+ Offshore Wind 組織統計，當年度該座離岸風場事故發生件數正好為 17 件。雖然其中有 4 件事務出現人員受傷，僅需現場進行急救（First Aid）即可處理，傷者不需要進一步治療，顯示 G+ Offshore Wind 組織統計可作為推估我國離岸風場救援案件數量之初步參考。本研究建議未來我國建立自身離岸風場事故統計，以利進行更精準的離岸風場事故件數預測。

(二)限制：未明確說明發生於離岸風電船之事故位置與作業內容

由於 G+ Offshore Wind 組織的統計未說明離岸風電船隻發生事故的位置（可能是在離岸風場內、前往離岸風場的途中或在港口）與發生事故的作業內容（離岸風電特有工程或一般工程船的作業），無法確定離岸風電工作船隻發生事故的類型是否與一般工程船隻有所不同，其所需的應變措施是否有差異，故建議我國未來針對這點進行事故分析。若兩者無顯著差異，我國既有海難災害防救系統即可因應離岸風電工作船上發生的事故，無需增加應變能量。

七、小結

離岸風場事故為離岸風電海域 3 大災害情境之一，本節未納入因航行環境改變引發的海難事故或海底管線事故之海上救援增加數預測。相較於離岸風場事故，我國已在海難事故及海底管線事故累積豐富經驗及能量，在海難事故的部分主要靠事前預防及新增應變措施便可望能有效因應，現今交通部航港局已建立離岸風場建置及營運期間工作船航行安全規範及籌備彰化離岸風場 VTS 中心，強化對彰化風場海難事故的預防及處理。

我國勞動部為保障離岸風電從業人員之職業安全，以「離岸風電海域作業安全指引」作為行政指導，要求雇主依本身實際需求及相關法規要求加以調整。因此，我國已在離岸風場事故預防方面俱相關規定，僅須對離岸風場事故數量及事故處理做進一步的探討。本研究參考 G+ Offshore Wind 組織統計，推估當我國離岸風場數量介於 14~24 座之間時，每年須即時進行海上救援的案件數量約在 19 至 33 件之間，其中約有 7 到 11 件屬須採取緊急後送（ERME）的事故。

從整體離岸風電海域防救災的角度看，所有離岸風電海域使用者皆需注意自身作業安全，並遵守相關航行規範及海上作業規定，才能降低災害事故的發生，保障自身、其他海上人員與海上資產之安全。

第三節、我國離岸風電海域防救災緊急救難資源盤點

無論是海難事故、離岸風場事故或海底纜線事故，海上人員受到傷害或有生命危險時，救難船與救難直升機是不可或缺的海上救難設備。傷者抵達岸邊後，後送程序並無差異。由於我國已在海難事故與海底纜線事故方面具備豐富經驗，本節將就離岸風場相關緊急救難資源進行盤點，並以第一線及第二線做區分：第一線為我國離岸風電業者的基礎自救能量；第二線為我國離岸風電潛力場址附近潛在緊急救難資源，以我國離岸風電潛力場址分布劃分為北中南等 3 個區域。

依據國際海事組織 (International Maritime Organization, IMO) 制定之海上人命安全公約 (Safety of Life at Sea, SOLAS)，船長有義務向海上遇險的人員提供救援，故當離岸風場發生需要外援之工傷事故時，鄰近作業船隻與我國既有海上救難能量皆有義務提供緊急支援。當他船或直升機赴離岸風場提供支援時，需注意離岸風場內部可安全航行之區域。本研究在第二線潛在救難資源盤點方面，僅就各區可能派出救援能量的主要港口位置、空勤總隊基地位置及鄰近可停直升機之醫療院所進行標示，至於這些能量如何與離岸風電業者自救能量洽接、適航船隻與航行條件等議題需要具體情資方能妥善評估，加上我國各離岸風場環境條件各異，本研究在執行期間無法做詳盡討論，故建議各離岸風場在其災害防救應變計畫中具體評估接應地點與合作模式。

一、第一線：我國離岸風電業者自救能量盤點

一般而言，我國離岸風電業者在岸上進行海事協調、離岸風場海域監控與管理及離岸風機監控（含控制離岸風機葉片轉向）等作業，故可從遠端即時掌握離岸風場動態及降低船隻誤入離岸風場內部而發生船難事故的機率。當離岸風電工作人員發生事故時，可能由離岸風場的海事協調中心扮演緊急連絡與協作的功能，與離岸風場內外部相關單位進行聯絡，於必要時通知離岸風機監控中心配合救難行動停止離岸風機或調整離岸風機葉片位置。

離岸風電業者重視海上工作人員安全，故離岸風電工作人員皆需接受 GWO 基礎安全訓練，公司內部也有緊急應變計畫之規劃與演練。離岸風機塔架內設有擔架、急救箱與備糧，離岸風機本身俱多個垂降點，人員可迅速撤回運維船，直升機可在離岸風機的直升機平台進行吊掛作業。離岸風電運維船或工作船上，則設有自動體外心臟電擊去顫器 (AED) 與救生艇，亦可配合直升機進行垂降救援。

以上為我國離岸風電業者之基礎自救能量。隨著我國離岸風場朝遠海進行開發，遠海離岸風場可能出現設有直升機坪與醫療人員駐點之離岸基地，屆時這些離岸風電商的自救能量將進一步提升 (表 4-8)。

表 4-8 第一線緊急應變-離岸風電業者自救能量

自救能量位置	概要
陸域 (協助各方聯繫)	1. 海事協調 (緊急聯絡及協作中心) 2. 離岸風場海域監控及管理 3. 離岸風機監控及風機葉片控制
海上 (現場緊急應變)	2. 離岸風場工作人員：安全訓練及演練 3. 離岸風機：逃生設施、急救設備與備糧 4. 離岸風電工作船：AED、救生艇等 5. 離岸基地 (遠海離岸風場可能會有的海上設施)

資料來源：本研究整理。

二、第二線：我國離岸風場潛在支援能量盤點-北區

本研究以苗栗以北的離岸風場潛力場址為北部區域，共包含 6 座離岸風場潛力場址。由於各離岸風場潛力場址距離岸邊之直線距離皆在 15 公里以內，預期傷者運送至工作船後，約在 30~60 分鐘內可抵達岸邊。鄰近主要港口為台北港與觀塘工業專用港。若發生需救護直升機進行緊急後送的情況，北區共有 5 家醫院設有直升機停機坪可提供支援 (圖 4-2)。須留意直升機從竹苗地區的離岸風場前往桃園或台中的醫院距離相當，故需視情況安排接應的醫院。



圖 4-2 第二線緊急應變-我國離岸風場潛在支援能量(北區)

資料來源：本研究製圖。

三、第二線：我國離岸風場潛在支援能量盤點-中區

中區之離岸風場潛力場址位於台中市與彰化縣市外海，共計 14 座，為我國離岸風場最多的區域。鄰近此區的台中港為我國重要對外貿易港口，海上航運活動熱絡，我國為此已規畫南北航道，未來將由彰化離岸風場 VTS 中心進行海上交通管理。

南北航道以東之離岸風電潛力場址離岸與岸邊之直線距離約在 30 公里內，傷者登船後約在 30~60 分鐘內可達岸邊；南北航道以西之離岸風電潛力場址離岸之直線距離則在 40~80 公里之間，若以船隻運送傷者，可能花費 60 分鐘以上才能到岸際，若發生需緊急後送的事故時，宜安排直升機於海上或離岸基地等適宜的地點接應傷者。中區可停直升機的醫院共有 4 家（圖 4-3）

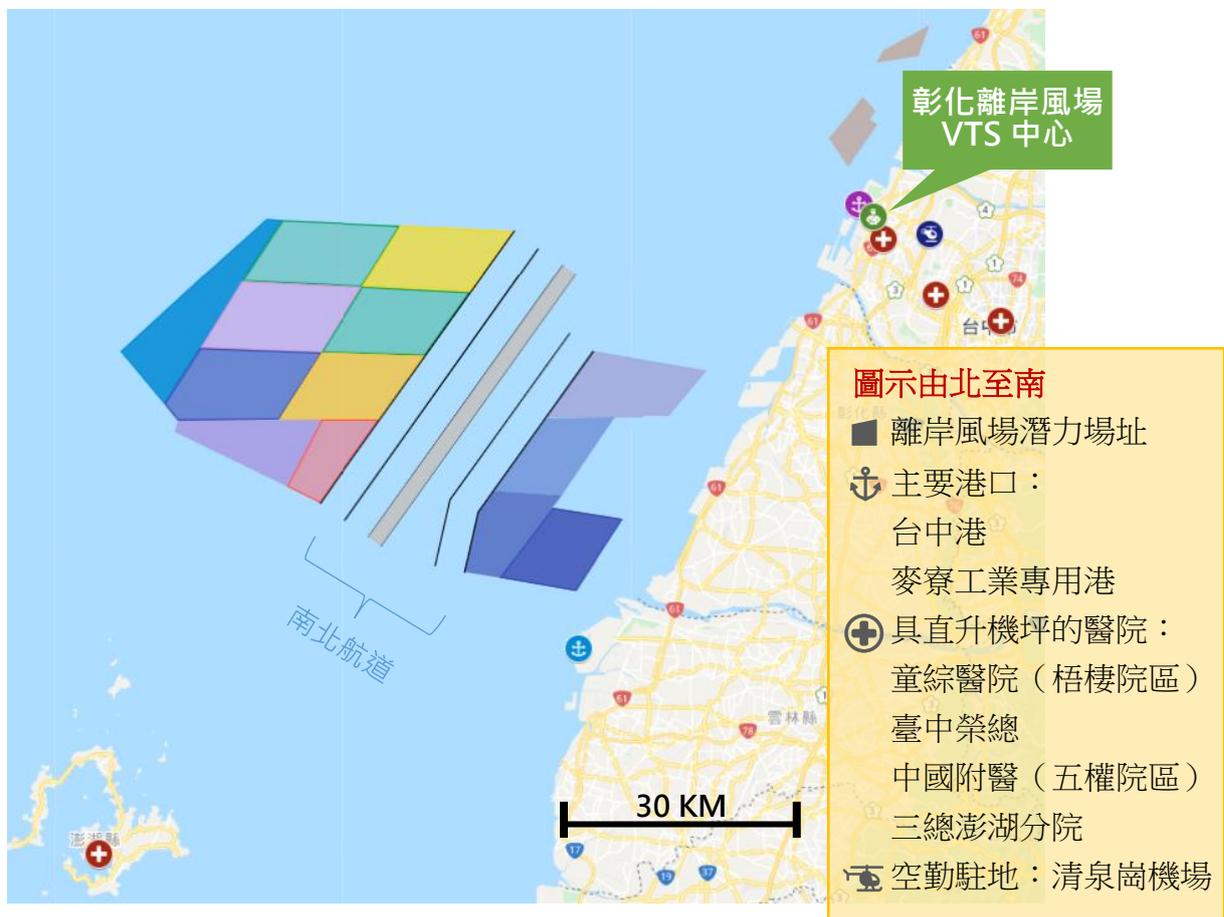


圖 4-3 第二線緊急應變-我國離岸風場潛在支援能量(中區)

資料來源：本研究製圖。

四、第二線：我國離岸風場潛在支援能量-南區

南區的離岸風場潛力場址則位於台南市、高雄市及屏東縣外海，共計 4 座，各離岸風場潛力場址與岸邊之直線距離在 15 公里以內，傷者登船後約 30~60 分鐘可抵達岸際。鄰近可停直升機的醫院有 3 座（圖 4-4）。



圖 4-4 第二線緊急應變-我國離岸風場潛在支援能量(南區)

資料來源：本研究製圖。

五、第二線：我國整體海上救援能量現況（全國性能量）

（一）官方海上救援能量

無論是國內還是國外，官方海上救難資源為海上受難者最後的依靠。從全國的角度看，我國官方海上救援能量中⁴，空中救援單位為內政部空中勤務總隊，可供海難搜救之

⁴ 參考自中央警察大學水上警察研究所碩士論文：「我國海事案件處理與海難救助對策之研究-以海巡署

飛機共 35 架（33 架直升機與 2 架定翼機），搜救待命機共 5 架（台北 1 架、台中 2 架、高雄 1 架及台東 1 架）；海上救援能量則有海巡署 17 艘巡防艦、6 艘巡護船、120 艘巡防艇及 3 艘 RB 搜救艇。我國陸海空三軍在不影響軍事任務的原則下，亦接受國家搜救中心協調支援搜救任務。其中，我國海軍在基隆、馬公、左營等駐地各設 1 艘搜救艦待命，另於左營與基隆各設置 1 艘救難艦待命。

（二）民間海上救援能量

在民間應變能量方面，可參考我國海難災害防救業務計畫之附表五（詳見附錄八，內含聯絡窗口與支援船隻等相關資訊），然這些能量僅作撈救海上人員及海上緊急運輸之用，不包含登上離岸風機救援。

六、小結

從我國離岸風場防救能量現況可知，負責第一線緊急應變能量的離岸風電商已在硬體設施與現場人員安全訓練方面整備自救能量，各離岸風場潛力場址附近都有港口與俱直升機坪的醫院，其工作人員、設施與設備可作為第二線緊急應變能量。

我國離岸風電潛力場址多位於西部海域。當離岸風場發生工傷事故時，若離岸風場到岸邊的直線距離在 15 公里以內，預估傷者登船後約在 30~60 分鐘左右能抵達岸邊，故將傷者從離岸風機移動到工作船的時間及在岸邊將傷者接應到醫療院所的時間，將是傷者是否能即時得到救助的關鍵。若離岸風場到岸邊之直線距離在 40 公里以上，傷者登船後可能超過 60 分鐘才能抵達岸邊，傷者傷勢嚴重時可能需要直升機才能即時將傷者送至醫療院所。

在離岸風場防救能量上，我國已有基礎的應變設施與工具，但第一線與第二線的緊急應變能量尚未建立明確的合作模式。尤須注意在離岸風機上進行搜救需要專業訓練，目前僅離岸風場工作人員受過離岸風機相關安全訓練與演練，第二線救難人員不但缺乏在離岸風機內外進行搜救之訓練，也不熟悉離岸風場內部救援環境，因此第一線與第二線救援單位的協作十分重要。

本研究建議離岸風電商在研擬緊急應變計畫時，依據離岸風場所在地評估數個救難船、救護車與救難直升機的接應地點（包含離岸風場內外安全水域、空域與救難船隻上岸地點），以此規劃為基礎和漁民、海巡署、消防局、空勤總隊、醫院等潛在第二線救援單位進行研商，共同規劃安全救難路線與協作方式，補充救援所需設備與訓練，並透過聯合演練使相關救難單位熟悉救援流程，確保傷患與救難人員的安全。

第四節、從國際經驗看我國離岸風電海域之海上救援能量預備

離岸風場的設置改變海上事故型態，加上我國離岸風場緊鄰重要海上貿易航線，使得我國防救體系亟需就控制及降低海難事故之二次損害、維護航道環境及離岸風場事故救援等 3 大海上防救災新挑戰建立因應措施。本研究已於本章第一節探討整體離岸風電海域防救災之應變能量缺口，包含因應海上環境改變應有的新航行規定、增加航道標識、確立離岸風電海域災害通報與互助方式、離岸風場安全救援路徑規劃及配置打撈船、拖船等。上述防救災能量規劃可分為軟體（因應離岸風場設置而有所調整之相關規定、規則）與硬體（直升機、救難船、打撈船、拖船、浮標等）。本節將研析國際經驗與我國海上防救災需求，探討我國離岸風電海域救援能量在硬體上需要之預備。

在國際經驗方面，即使他國離岸風場選址規則與我國相異，面臨不同的海上防救災課題，離岸風場事故救援卻是共通且不可避免的海上救難新挑戰。目前英國、德國與丹麥等離岸風電發達國家已針對離岸風電商發展出不同的規範與緊急應變架構（詳見第五章第一節），各國皆協助離岸風電商補足應變能量不足的部分，顯示這些國家對離岸風電發展之支持與對人民海上安全之重視。本節將評析英國、德國與丹麥之離岸風場救援能量硬體配置，從中研析我國為因應離岸風場事故救援需求應配置之救難船數量及救難直升機數量。由於本研究無法詳細探討救難船、救難直升機應有的規格、性能與配備，期盼後續各界針對我國現有救難載具及我國海域之海氣象條件進行進一步探討。

一、國際經驗：以英國、德國與丹麥之離岸風場救援能量為例

本研究參考英國、德國與丹麥之離岸風場緊急救難相關政策文件、論文與海上救難單位之官方網站，彙整此三國之離岸風場救援能量如表 4-9。其中，英國與丹麥具備明確官方救援能量統計，德國則無具體官方數據供參，故以德國民間離岸風電救難服務 WINDEAcare（詳見第五章第一節及第二節）作代表，呈現各國在不同人口數、離岸風場數量與裝置容量下，各國所配置的救難船與救難直升機之數量，重點分析如下：

（一）離岸風電發達國之海空救難單位仍維持既有業務

本研究所蒐集的國際案例顯示，無論是官方或民間能量，英國、德國與丹麥之海上救難資源並非僅運用於離岸風場事故救援，各單位仍持續經營既有海上救難或空中救難之業務，故可知這些離岸風電發達國家之離岸風場規模所創造的海上緊急救難需求仍在既有海上救難體系可承受之範圍，尚未達到值得為此特別成立獨立緊急救難單位之規模。長期而言，我國離岸風場數量預期將屆於 14 至 24 座之間，與 2019 年丹麥營運中離岸風場之數量相當，而低於英國營運中離岸風場數，故預期若由我國民間建立海上救援能量，需考慮國內空中救難市場需求與規模，建立良好產業發展環境，否則難以吸引民間

進行相關投資與人才培訓。

(二)我國離岸風場事故之救援能量推估與實務

由於我國未來離岸風場數量將介於 14 至 24 座之間，離岸風場數量與丹麥相近，總裝置容量則與英國、德國相當，故以上三國之離岸風場救援能量預備具一定參考價值。鑒於我國離岸風場進行海上工程時間約在每年 5 月至 11 月，且平均每座離岸風場每年約發生 2 件傷者需進一步治療之事故（詳見本章第二節），本研究保守預期當我國海上建設中或商轉中離岸風場在 10 座以下時，每日所需救難船約在 3~5 艘之間（不含離岸風場工作船，可為官方船隻或民間船隻），每日可隨時支援海上救難之直升機約需 2~3 架；當離岸風場數量達 20 座左右時，每日所需救難船約為 6~10 艘左右，每日可隨時支援海上救難之直升機則需 4~6 架。

以上僅就離岸風場事故可能需要的海上救援能量進行盤點，不含我國整體離岸風電海域所需之海上救援能量（如：避免海難船隻造成二次損害之能量）。上述離岸風場救援能量之任務與實務如下：

1. 救難船之任務屬性

一般而言，各國規定救難船僅負責海上運輸，未有離岸風電相關救援訓練的人員不得登上離岸風機救人。救難船可為離岸風電商特約海難協作船（如：漁船、戒哨船、可於沿岸海域提供支援之民間海上救難團體、民間拖船業者等）或鄰近船隻，其任務在於安全的航行環境下撈救落海人員、協助傷者迅速返抵陸地接受治療或拖救離岸風場工作船。

2. 救難直升機及執勤條件

救難直升機將於適當之海域、離岸風機附設直升機平台、離岸基地等處協助需緊急後送之傷者儘速抵達醫院接受治療。需注意風速與風向將限制直升機救援路線、飛行時間與燃料需求將影響直升機救援任務之可行性。

參考英國政府的規定，救難直升機進入離岸風場執行空中救援的關鍵條件有四項⁵：一為離岸風機需成線性排列，直升機可直線飛越離岸風場；二為離岸風機彼此之間的距離需大於 500 公尺，然隨著離岸風機大型化，直升機所需之安全飛行空間可能需再加寬；三為待救傷者所處的離岸風機與其鄰近離岸風機需停止運轉，依風向調整機艙方位，並將風機葉片調整成 Y 字形或使一片風機葉片與海面平行，以提

⁵ 其他規定請參考英國政府公布之《離岸再生能源裝置：搜救與緊急應變之要求、指南與執行考量》（Offshore Renewable Energy Installations: Requirement, Guidance and Operational Considerations for Search and Rescue and Emergency Response）。

供飛行員清晰的視野與安全吊掛環境；四為該座離岸風機上至少有 1 位離岸風場工作人員協助傷者進行吊掛。

除了備齊上述救援環境要件，直升機執行救援任務的氣象環境也很重要，國際上相關研究仍在進行。荷蘭一份最新的研究⁶考量現今多數直升機的機型對側風速並不敏感，以對側風速較敏感之定翼型直升機為研究對象，研析救難直升機於離岸風場安全執行任務的側風速與安全距離之最低標準。其研究結果顯示在只有一座風力發電機的情況下，定翼型直升機與離岸風機保持約 6 個風機葉片直徑之距離時，側風速小於每小時 6 海涅，直升機可安全進行空中救援作業，但安全距離仍需視風機大小決定。實務上，離岸風場的風機不只一座，難以預測多座風機運轉對鄰近空域氣流造成之影響，故目前各國傾向停止數座離岸風機，營造良好空中救援環境。

(三)以國際離岸風場救援能量推估我國預備能量之限制

1. 低估離岸風場所需之海上救援能量

如同本章第一節所述，英國、德國與丹麥本身具備離岸油氣產業，民間海上救難服務事業隨之興盛，官民合作盛行，故次級資料呈現可即時提供支援之官方海上救援能量可能低於實際因應離岸風場事故所需之能量數。

然而，相較於歐美國家大多地廣人稀，離岸風場遠離陸地，我國離岸風電潛力場址則多位於離岸不遠處（15~30 公里），傷者可迅速送往醫院接受治療，故我國在整體離岸風場救難能量的需求上，仍待累積實務經驗後，再行評估與調整。

2. 未納入陸域接應能量推估：救護車與病床數

本研究所蒐集之次級資料亦未說明陸域應備能量（如：救護車數量、病床數量等）。本研究推測其原因在於各國視離岸風場事故救援為海上救援一環，因此僅針對離岸風場緊急應變措施有所規定，其餘海上事故則比照海難事故救援流程辦理。

另外，以離岸風場之一般工安事故可能出現的傷者數量來看，本研究所蒐集之國際案例顯示每案傷者鮮少超過 2 人，再加上我國每年需即時進行海救援的案件數量約在 19~33 件，若分散於 5 月至 11 月份之間發生，平均每月來自離岸風場之海上救援請求約 2~5 件。即便假設所有傷者皆為緊急後送且需住院治療者，全國 11 間可停直升機之醫院每月共需為離岸風場工作人員預備 4~10 張病床數，平均每間醫院預備 1 張病床即可。當這些醫院床位數不足時，則依傷者情況評估轉院。

⁶ “Determining a safe-distance guideline for helicopters near a wind turbine and wind park”, Netherlands Aerospace Centre, February 2019

表 4-9 比較英國、德國及丹麥之離岸風場救援能量

項目/國別	英國	德國	丹麥
2019 年人口數	約 6,750 萬人	約 8,350 萬人	約 580 萬人
離岸風場運轉數 ⁷ (2020 年裝置容量 ⁸)	40 座 (9,792 MWe)	28 座 (7,507 MWe)	21 座 (1,701 MWe)
未來離岸風場數	150 座	180 座	98 座
海上救援能量盤點 *為可隨時進行支援之資源，本身亦執行其它海空救援任務			
本研究所列之資源屬性	官方	民間 (WINDEAcare)	官方
服務離岸風場數 (含建設中離岸風場)	40 座以上	18 座 (2019 年)	21 座以上
救難船數量	無統計	6 艘 (含工作船)	3 艘 (丹麥海軍)
救難直升機數量	21 架 (全國 10 據點)	7 架 (3 據點)	4 架 (丹麥空軍)
其他說明	未計入民間能量	未計入官方能量	未計入民間能量
	官民合作密切	民間資源優先	官方主導

資料來源：本研究製表

二、我國整體離岸風電海域海上救援能量與建議

離岸風電的發展增加海上救難需求。本研究研析我國離岸風電海域總體災害情境區分海難事故、離岸風場事故與海底管線事故等 3 大類。離岸風場的設置不但限縮海上航行空間，也改變我國海上搜救環境，無論是離岸風電海域使用者或海上救難單位，皆需注意航行環境的變化。從 G+ Offshore Wind 統計可知，平均每座離岸風場每年發生事故件數約為 17 件，其中傷者需採取進一步醫療之事故比率約為 12%（即每座離岸風場每年約有 2~3 件）。因此，當我國離岸風場達 14~24 座時，預期每年來自離岸風場之海上救援請求約為 19~33 件，此數量遠低於每年平均海難事故件數且僅發生於 5 月至 11 月之間，故本研究認為離岸風場設立後，主要海上救援需求仍來自海難事故，海上船隻需注意在離岸風電海域航行之安全。為妥善因應 3 大離岸風電海域災害情境，本研究建議以我國海上救難能量為基礎，增加下列防救災措施：

⁷ 參考 4 C Offshore 公司資料

⁸ 參考 IRENA 統計

(一)海難事故：配置 2~3 艘待命拖船/打撈船

在海難事故的預防及救援方面，因我國離岸風場設立於船舶往來密集的西部海域，航行空間限縮，是以降低海難事故發生機率、避免海難船隻造成二次損害及維護航行環境為我國海難災害防救之關鍵。

現今我國交通部已建立離岸風場工作船航行規範與並規劃彰化離岸風場 VTS 中心，可望發揮協調海上交通之功能，避免海難事故之發生。但若船隻於離岸風電海域發生海難事故，無法即時恢復動力或簽約拖船無法即時趕到現場，該船船長可能需要知道可避免碰撞他船或離岸設備之航行方向，必要時需鄰近船隻或待命中的拖船提供協助。

鑒於我國離岸風場鄰近重要海上貿易路線，本研究認為宜於有大量商船、貨輪等大型船隻行經之南北航道配置待命拖船或打撈船，用以提供海難船隻即時拖救能量及排除可能危害航道環境之海漂物（包含墜海的貨櫃、離岸風機零組件等）與無主船（即幽靈船）。如此，待命拖船的配置不但降低海難船隻造成二次損害的可能性，亦能達到維護航行環境之目的。

在待命拖船/打撈船的數量方面，南北航道長寬分別約為 23 海浬與 9 海浬，假設待命拖船能以 10~20 節航速前進且於 2~3 小時內抵達海難船位置，本研究粗估配置約 2~3 艘待命拖船應足夠提供於此航道上發生海難船隻即時救援。然而，此待命拖船的委託方、費用、契約內容與拖船性能條件等議題過於詳細，本研究未在此作討論，有待相關利害關係人做進一步探討與協商。

(二)離岸風場事故：著重安全海空救援路線規劃、專業諮詢及演練

雖然英國、德國與丹麥之離岸風場救援能量不能精準推估應有的救難船與救難直升機數量，但從德國民間 WINDEAcare 離岸風場救難服務方案可知，約莫 6 艘救難船與 7 架救難直升機，便可支持 18 座離岸風場的緊急應變需求 1 年，且這些救難能量本身仍執行其他海空救援任務。單從我國海上救援能量的數量上看，應足以因應離岸風場救援需求，未來仍需離岸風場與各海上救援能量就安全海空救援路線進行探討，確保傷者得即時接受治療，並保障救難人員之安全。

在離岸風場事故之空中救援方面，目前我國民間直升機業者未有執行海上救援之能力，我國空勤總隊亦無執行離岸風電吊掛作業之實際經驗，故本研究認為離岸風場在規劃空中救援路線時，除了營造適宜直升機的飛行環境（如：關閉鄰近離岸風機及旋轉風機葉片）及確保離岸風機上有其他工作人員協助吊掛傷者之外，宜從下方兩點進行討論，向空勤總隊或國外專業團隊徵詢專業意見，並進行演練：

1. 於離岸風電工作船進行空中救援：評估離岸風場內外安全執行吊掛之海域

2. 於離岸風機上進行空中救援：建立安全飛行與安全進行吊掛作業之環境

(三)海底管線事故：注意事故發生頻率，評估是否需要額外因應能量

在我國決心發展離岸風電之前，海底已設有海底電纜與海底管線。預期離岸風場的設置使鋪設海底電纜的區域增加，海底管線事故件數可能因而攀升，卻未改變我國預防及海底管線事故之方式，相關船隻仍需注意作業規定。雖然離岸風場的海底纜線發生問題時，可能影響其供電能力，但鮮少出現需緊急後送的傷者，故本研究認為我國宜注意離岸風場設立後海底管線事故發生之次數，藉以評估建立新救災能量之需求。

三、小結

在我國整體離岸風電海域海上救援能量方面，本研究建議在我國既有海難救援能量的基礎上配置 2~3 艘待命拖船來控制海難事故的二次損害及維護航道環境（即時拖救船隻拖救及排除海漂物、無主船），並視離岸風場設立後之海底管線事故數量評估增加額外因應能量。至於在離岸風場事故的救援能量上，本研究認為需確保離岸風場工作人員於海上進行作業期間，每日有 3~10 艘救難船與 2~6 架直升機可提供即時海上救援。以上為本研究提供之初步建議，有關救援資源之規格、性能、費用、契約條件等，仍待相關單位及利害關係人共同協商，並依據我國實際離岸風電海域救援需求做調整。

由於本研究所蒐集的國際離岸風場救援能量案例未提及需特殊救難船艇或救難直升機馳援離岸風場，僅對這些救援能量進入離岸風場有所航行規範，我國離岸風電商宜與海上救援單位合作，共同規劃離岸風場內外部救援路線，加強演練，以備不時之需，共同確保海上人員安全。

第五章、台灣離岸風電海域防救災策略與海域管理計畫草案

第一節、國際離岸風場防救災模式

隨著離岸風電的發展，離岸風場工作人員的安全與防救災規劃逐漸受到重視，本節中介紹 G+ Offshore Wind 組織建議之防救災體系應有架構，再以英國、德國及丹麥等三個離岸風電發達國家之離岸風場防救災體系為例，整理國際離岸風場防救災實務，期作為我國建立離岸風場防救災體系之參考。

一、G+ Offshore Wind 組織建議之離岸風場防救災體系架構⁹

為促進離岸風電產業的職業安全與工作人員健康，G+ Offshore Wind 組織陸續發布職業安全或安全設計相關之文件。在緊急應變方面，G+ Global Offshore Wind 組織建議離岸風場之緊急接應（Reception）體系應包含醫療院所、指定緊急聯絡中心、離岸風電運維港口、地方港口機構、地方機場與救生艇站（Lifeboat Station）等 6 個單位，並將緊急應變分 3 個層次：

1. 第一線（First Line）：由該公司指定之負責人依內部規定通報事故並提供傷者即時救助。該負責人須在緊急事故中確保所有人員之安全、評估是否能就地控制災害或需要企業內/外部支援以及第二線加入救援之必要性；
2. 第二線（Second Line）：當事故傷害超出第一線人員的救護能力時，由遠方的專業人員指導傷患救助及安排最適合施救的安全地點（可為當地協調中心內部或其鄰近區域。若能提供緊急救護資源快速進入這些單位的權限與聯絡窗口，有助在災害超過第一線人員負荷時提供專業救援能量）；
3. 第三線（Third Line）：由獨立可靠的機構指導及協調整體救援行動。該機構亦可指定負責人協助離岸風場迅速恢復正常運作。該機構的責任包含建立災害管理流程、設定策略目標並定期檢討、決定救援資源與救援限制、確保佈達指令管道、制定災害調查架構等。以上第三線的行動須知會海巡機關或與該機關互相配合。

⁹ 參考資料來源：「G+整體離岸緊急應變-離岸再生能源發展之優良實務指南」（G+ Integrated Offshore Emergency Response-Good practice guidelines for offshore renewable energy development）

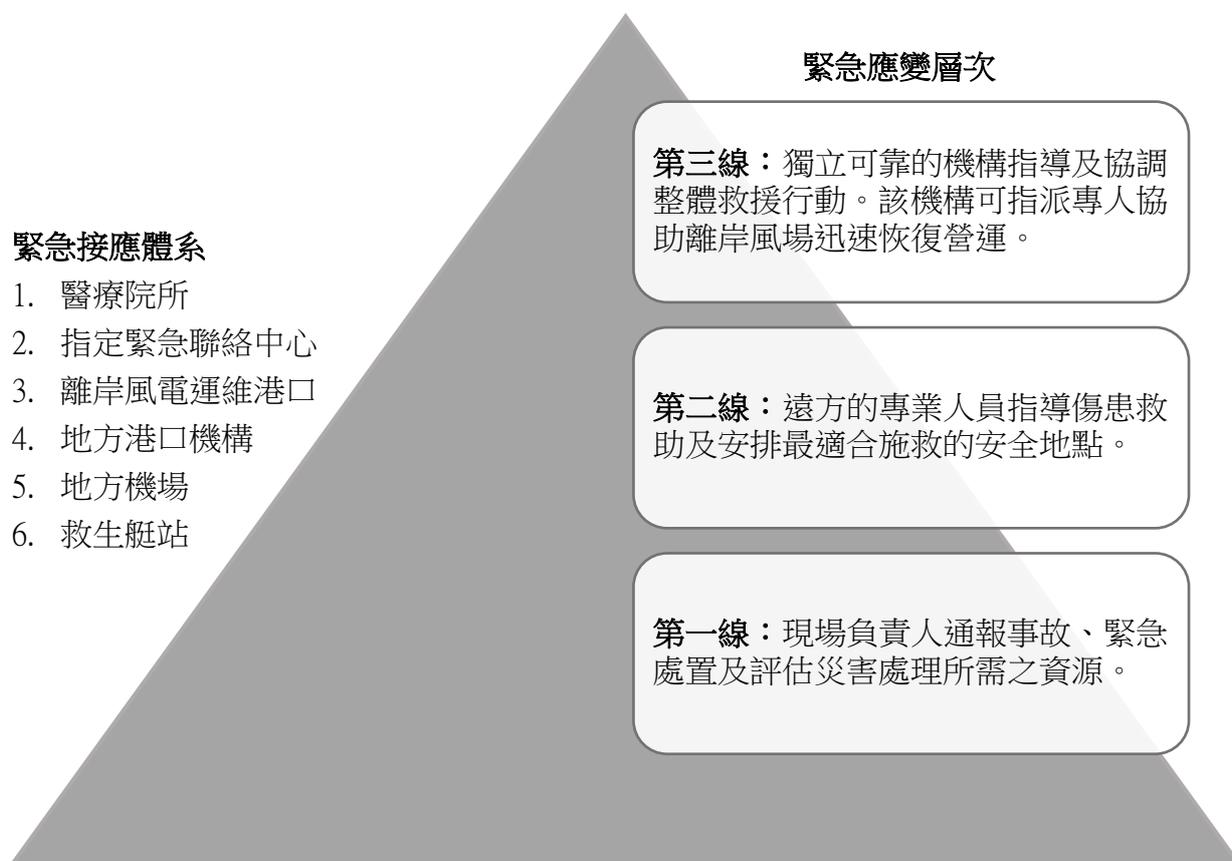


圖 5-1 G+ Global Offshore Wind 組織對離岸風場緊急應變措施之建議

資料來源：本研究製圖。

G+ Offshore Wind 組織綜合現有及新興產業優良實務後提出之緊急應變體系架構，呈現各方對緊急管理的共識。事實上，政府單位與離岸風電商對海上人員的工作安全皆有責任。所有離岸風場工作人員需知道當發生緊急狀況時應通知哪個機構或人員。

二、英國離岸風場防救體系

(一)概要

2020 年英國營運中離岸風場數約為 40 座，總裝置容量約 9.8GW¹⁰，預期未來離岸風場總數將達 150 座。在離岸風場開發前，英國政府機構與離岸風電業者已充分探討離岸風場週圍海域之航行安全與緊急救援路線。離岸風電業者須在建設離岸風場前向英國政府提報自身救援能量，能量不足的部分由英國當局補足。隸屬英國交通部的海事暨海岸警衛隊（Maritime and Coastguard Agency, MCA）為海上緊急救難之官方聯繫窗口，除了提供離岸風場海上救難服務，也為在離岸風場附近發生船難之船隻提供安全航向指

¹⁰ 截至 2020 年 10 月之資料

引。當船隻在靠近離岸風場的海域發生船難時，MCA 可能會指示船員（1）迴避離岸風場海域、（2）沿著風場邊緣航行或（3）謹慎穿越風場，這三種指示將依據該船的特性、海氣象與航行空間等做判斷。在救難人員規定方面，英國嚴禁未受離岸風電救難相關訓練的救難人員進入風機或離岸設備，僅可救援位於海中或安全區域之待救者。

(二)具體措施

1. 航行安全評價（Navigational Risk Assessment，NRA）

英國離岸風電商為取得開發許可證，需在提交環境影響評估（Environmental Impact Assessment）文件中同時評估航行安全（Navigational Risk Assessment），並在取得開發許可後向英國商業、能源及產業策略部（Department for Business, Energy & Industrial Strategy，BEIS）提交離岸風機配置圖、燈光標示、輔助航行等相關文件。雖然負責海上搜救行動的海事暨海岸警衛隊（MCA）未介入許可證的審查，但會列席環境影響評估之審查會議，提供航行安全相關意見。

英國的航行安全評價以國際海事組織（IMO）制定的制式安全評價（Formal Safety Assessment，FSA）為基礎架構，但不強制要求廠商提出成本效益分析。NRA 中，包含對離岸風場海域附近活動的船舶種類、船隻大小及特定海氣象下離岸風場內外航行船舶類之分析，並提出不宜航行的海域及建議規避的海域。航行安全的評估方式依離岸風場的地點而異，考量因素包含航行船隻的規格（船身大小與操作方式）、救援船舶發生機械故障、漁船航行數量、漁船受天候影響漂入大型船航道、海底纜線及風機干擾雷達等。為了緩解航行風險，可行的作法包含規劃安全水域、設置航路標識、運用船舶管理系統（VTS）及運用國際組織提供的航路設置指南等。

英國由海事暨海岸警衛隊（MCA）提供離岸風場內外的搜救行動（SAR），故在離岸風機的設置上，須使救援直升機與救援船隻得以直線貫穿離岸風場兩側。英國政府要求離岸風機呈線性排列，使船舶或飛行器在各種海氣象中，有多條可通行的航道。目前英國規定風機之間的距離需達 500 米，但隨著風機體積的增加，風機之間的距離可能加大。NRA 中亦須評估離岸風機結構對船隻通信設備的影響。離岸風場距離大型船隻的航線需至少 2 海浬。

2. 緊急應變協作計畫-建設、營運及退役模板

英國離岸風場之營運商與開發商在施工前需依海事暨海岸警衛隊（MCA）公布之緊急應變協作計畫-建設、營運及退役模板（Emergency Response Cooperation Plan-Template for Construction, Operations, and Decommissioning Phases）提供之資訊，規劃緊急應變計畫與風場安全管理系統。離岸風電廠商在規劃緊急應變協作計畫（Emergency Response

Cooperation Plan, ERCoP)時，亦需參考「航行安全：離岸再生能源裝置-英國航行實務、安全與緊急應變指南¹¹」、「離岸再生能源裝置－航海人員於英國離岸再生能源裝置附近作業之指南¹²」及「離岸再生能源裝置：搜救與緊急應變之條件、指南與操作考量¹³」等3份官方文件。海事暨海岸警衛隊（MCA）有權依最新的情報要求個別緊急應變計畫納入模板要求以外之資訊。

此緊急應變計畫需包含施工期、營運期與退役等各再生能源開發階段。在退役階段方面，由於目前尚有許多不確定性，故海事暨海岸警衛隊（MCA）要求先以營運期的緊急應變計畫為主。進入退役階段時，宜即早與各緊急應變聯絡窗口討論相關細節，以期能事先掌握相關資訊。

(三)英國離岸風電海域防救體系架構圖

本研究參考英國各官方文件，彙整出英國離岸風場防救架構如圖 4-3。離岸風場架設前，英國政府與業者已充分就搜救與緊急應變事項進行討論，離岸風機的陣列設計構納入海空救援行動的需求，確保救援能量能夠安全進入離岸風場。離岸風電商在環境評估提供之航行安全評價（NRA），有助於海事暨海岸警衛隊（MCA）為在離岸風電海域發生海難事故的船隻提供安全航向指引。整體而言，英國離岸風場防救規劃為離岸風場工作人員與在離岸風場鄰近海域作業的船隻提供保障。

在離岸風場救援資源方面，海事暨海岸警衛隊（MCA）與皇家海洋警衛隊（HM Coastguard）協作，提供官方海上緊急救難服務。民間志願團體是離岸風電海域救援行動的一部分。然而，英國嚴禁未受離岸風電救難相關訓練的救難人員進入風機或離岸設備，故未有相關訓練經驗的救難人員只能救援位於海中或安全區域的待救人員。

¹¹ 英文文件名：Safety of Navigation: Offshore Renewable Energy Installations (OREIs) -Guidance on UK Navigational Practice, Safety, and Emergency Response

¹² 英文文件名：Offshore Renewable Energy Installations (OREIs) -Guidance to Mariners Operating in the Vicinity of UK OREIs

¹³ 英文文件名：Offshore Renewable Energy Installations (OREIs) -Requirement, Guidance, and Operational Considerations for Search and Rescue and Emergency Response

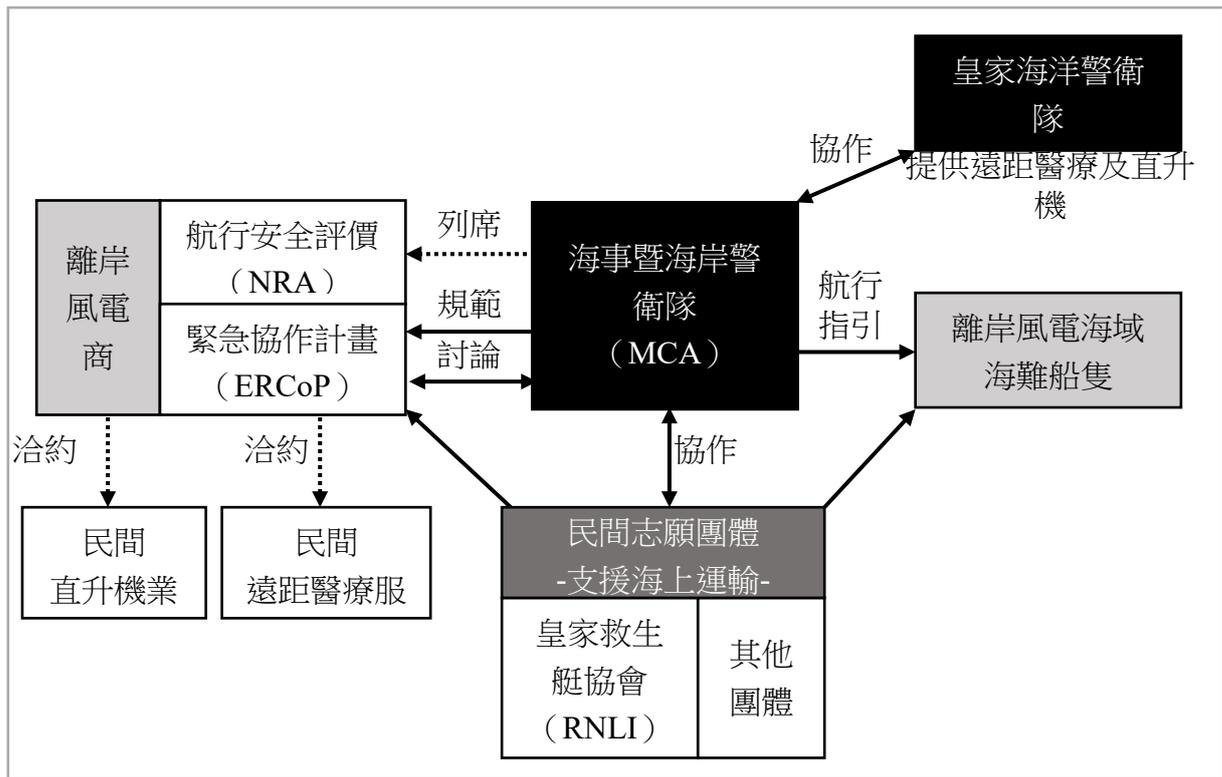


圖 5-2 英國離岸風電海域防救體系架構圖

資料來源：本研究製圖。

三、德國離岸風場防救體系

(一)概要

2020 年德國營運中離岸風場數約為 28 座，總裝置容量約 7.5GW，預期未來離岸風場總數將達 180 座。2011 年德國曾對離岸風場救難需求進行分析，預測能源轉型的推進將使德國北海與波羅的海區域出現將近 100 座離岸風場，且 10 年內至少有 1,000 人同時在離岸風場進行施工與運維作業，海上事故數量很有可能攀升，故開始重視離岸風場防救災議題與應變能量的建立。

由於個別離岸風電商獨自達成德國政府要求離岸風電商建立之緊急準備 (Emergency Preparedness) 每年將使營運費用增加 1,000 萬歐元，負擔甚重，故德國離岸風電商團結起來，於 2012 年共同設立德國海上緊急管理協會 (Gesellschaft für Maritimes Notfallmanagement mbH)。德國海上緊急管理協會在離岸風場發生緊急情況時，扮演聯絡中心的角色及協調整體救援工作。在德國的離岸風場防救體系中，除了在既有的海上救難體系中納入新設的德國海上緊急管理協會，民間救難、醫療相關企業也向離岸風場提供救難服務，強化離岸風場海上救援能量。

(二)發展現況

因資料蒐集限制，僅就德國離岸風場防救體系中重要的機構及其組織任務進行介紹：

1. 德國中央海事緊急指揮部（官方）

德國中央海事緊急指揮部（Central Command for Maritime Emergencies，CCME）設立於 2003 年，由德國聯邦政府與濱海邦政府共同設立，為指導海上緊急事件的中央機關。德國中央海事緊急指揮部（CCME）的指揮官由聯邦官員擔任，日常工作由 40 多位人員進行，共分 5 個部門：

- (1) 海上緊急事件回報與處理中心（Maritime Emergencies Reporting and Assessment Centre，MERAC）
- (2) 海洋汙染控制中心-公海與救難組
- (3) 海洋汙染控制中心-近岸組
- (4) 消防、搜救與醫療應變組
- (5) 公眾關係組

德國中央海事緊急指揮部（CCME）善用聯邦政府、濱海邦政府和私人機構的資源因應海上緊急事故。CCME 的海上緊急事件回報與處理中心（MERAC）密切掌握北海與波羅的海域的海氣象、船隻位置資訊，當獲報海上緊急事件時，MERAC 將通報 CCME 長官與相關人員，由這些人決定初步處理程序及派員。MERAC 將提供緊急應變人員與進行海上緊急應變的情報。

2. 德國海上緊急管理協會（民間）

(1) 成立背景

為因應德國政府對準備（emergency preparedness）的要求，離岸風電商與擁有豐富海上救難經驗的德國海上搜救局（DGzRS）合作，於德國海上搜救局（DGzRS）的總部附近成立緊急應變中心。德國海上緊急管理協會（Gesellschaft für Maritimes Notfallmanagement mbH）為由離岸風電商贊助而成立之組織，負責該緊急應變中心之營運事務。

(2) 組織任務

當離岸風場發生緊急情況時，扮演聯絡中心的角色，協調整體救援工作。

(3) 服務項目

- A. 全年無休地接收緊急求救電話及協調整體緊急應變行動
- B. 調度所有合適的企業資源進行營救，包含鄰近離岸風場的救難資源
- C. 聯繫該座離岸風場的控制中心，提供示警及協作指引
- D. 確保最具效率的海陸就醫路線，海上緊急運輸由德國海上搜救局(DGzRS)支援
- E. 在必要時刻，聯繫政府單位提供協助

3. 德國海上搜救局 (DGzRS) (民間)

德國海上搜救局 (DGzRS) 成立於 1865 年，其總部與其所設之海事救援協作中心坐落於德國布萊梅，為民間非營利組織，擁有 55 個據點及 59 艘救難船，由 185 個雇員及 800 位志願者在德國領海提供海上搜救服務。

4. 德國民間離岸風場救難服務案例-WINDEAcare

(1) 組織介紹

WINDEAcare 為由德商 WINDEA Offshore GmbH & Co. KG 經營的商品，結合 5 家不同緊急救難公司的專業 (圖 4-4)，提供離岸風場工作人員醫療服務及緊急支援。2019 年 WINDEAcare 為簽約 18 座離岸風場提供緊急醫療服務。



圖 5-3 WINDEAcare 之離岸風場緊急救難服務架構

資料來源：本研究製圖。

(2) 共同提供 WINDEAcare 離岸風場救難服務之廠商介紹

A. Northern Helicopter GmbH (NHC)

提供離岸直升機救難服務，包含醫療人員（含急診醫師）。該企業採用之直升機種（Eurocopter AS 365 N3 / EC 155 B1）搭載最先進的緊急醫療設備，如監控器、呼吸器、超音波、心肺復甦設備。NHC 的離岸救援站分別設置於聖彼德奧丁（St. Peter-Ording，近北海）及呂根島（Island Rugia，近波羅的海）。NHC 提供全天候的支援。若其中一架直升機無法起飛，必有另一架直升機可用。參與飛行任務的飛機將包含以下配備：

- ①. 兩位飛行員
- ②. 吊掛設備
- ③. 受過水中與高處救援訓練的醫療人員（來自 Johanniter-Unfall-Hilfe e.V.）
- ④. 受過高處救援的急診醫師（來自 Klinikum Oldenburg AöR）

這些醫療人員具備相當的救援經驗，除了提供離岸緊急救援服務，平時也在陸地上的醫院急診室工作。

B. Johanniter-Unfall-Hilfe e.V.

該企業為德國知名的緊急救護服務提供者，所經營的 VENTUSmedic 緊急醫療調度與支援中心與離岸風場控制中心密切合作，並與海事救援協調中心（Maritime Rescue Coordination Centre, MRCC）及德國中央海事緊急指揮部（Central Command for Maritime Emergencies, CCME）等政府機構保持聯繫，在必要時刻發揮整合官方救難資源與 WINDEAcare 的救援行動之功能。

Johanniter-Unfall-Hilfe e.V.在 WINDEAcare 提供三種服務，分別為：

- ①. 離岸風場緊急醫療調度與支援
- ②. 於離岸風場提供現場醫療救護
- ③. 危機應變小組（Crisis Intervention Team）

當需要緊急醫療的情況發生時，該支援中心將與救援直升機全程保持聯繫，持續掌握情報、傷者的狀態及陸地上的情況，以利安排最佳的醫療處置。在其他的緊急情況方面，該支援中心亦扮演緊急支援中心的角色，與離岸風場的環安衛小組（Health Safety and Environment Team）合作控制災害。VENTUSmedic 緊急醫療調度與支援中心的特色包含：

- ①. 365 天 24 小時全天候待命
- ②. 隨時能派出醫護人員，並與海事救援協調中心的航海中心保持聯絡
- ③. 各佈署站點可全權作決策
- ④. 具備能善加佈署資源及處理資訊的設備
- ⑤. 提供海上與航空之氣象資料
- ⑥. 直升機緊急醫療救護系統（Helicopter Emergency Medical Services, HEMS）之飛行軌跡追蹤設備，掌握即時空中救援動態與可起降地點
- ⑦. AIS 海上交通系統
- ⑧. 與政府機關、安全機構保持連線的無線通訊設備
- ⑨. 與船舶無線電台連繫
- ⑩. 從 2 個地區性的網絡中建立擁有 32 條線的三倍主多工器（3-fold Primary multiplex，為一種通訊設備）

- ⑪. 保存所有通信頻道的長短期音訊檔案
- ⑫. 資料庫存放於具備三重安全防護的獨立伺服器
- ⑬. 以具自動轉換功能的不斷電電源設備、柴油發電設備提供緊急電力

C. 奧丁堡區診所（Klinikum Oldenburg AöR）

奧丁堡區診所是德國埃姆斯地區最大的緊急護理醫院，有 20 處診所、5 個機構與研究中心。在 WINDEAcare 中提供三種服務，分別為：

- ①. 醫療照護
- ②. 醫療研究與發展
- ③. 遠程醫療指引

D. Falck Fire Services DE GmbH

此消防公司隸屬丹麥 Flack 集團，提供海上消防服務，項目包含：

- ①. 消防觀念宣導
- ②. 防火方面的教育和培訓
- ③. 實施消防演習
- ④. 維護和監控消防系統
- ⑤. 審查消防領域的職業健康和安全措施
- ⑥. 船隻和集裝箱消防
- ⑦. 在平台上滅火
- ⑧. 直升機滅火
- ⑨. 災難發生時的協助
- ⑩. 高空海上救援

E. Ems Maritime Offshore GmbH

提供航海與海事專業諮詢。當海上條件不利直升機救援時，WINDEAcare 改以緊急救護船隻替代。此船隻平時即在離岸風場服務（為離岸風電工作船），隨時可運送傷者。多功能緊急救護船的特點：

- ①. 明確的任務執行流程
- ②. 提供遠程醫療支援（具備標準醫療與通訊設備）
- ③. 由專業醫療人員提供支援
- ④. 水中救援設備
- ⑤. 雙向視訊設備
- ⑥. 傳輸醫療資料的設備
- ⑦. 設有氧氣系統

(三)德國離岸風場防救體系架構圖

本研究研析德國離岸風場防救體系情資，綜整德國離岸風場防救架構如圖 5-4。從德國離岸風場防救架構可知，德國中央海事緊急指揮部（CCME）為最後可尋求之救難資源，當離岸風場事故超出第一線與第二線的處理能力時，國家救援能量才投入救援。此外，德國民間對離岸風場救難的參與十分踴躍，無論是德國海上搜救局（DGzRS）、船公司及其他醫療救難相關行業，皆以既有營業項目為基礎，將事業拓展至離岸風電救難領域，充實民間離岸風電海域救難能量。總體而言，德國官方與民間在離岸風電海域防救方面合作密切，資訊充分流通，在救難資源的運用與調度上俱備效率。

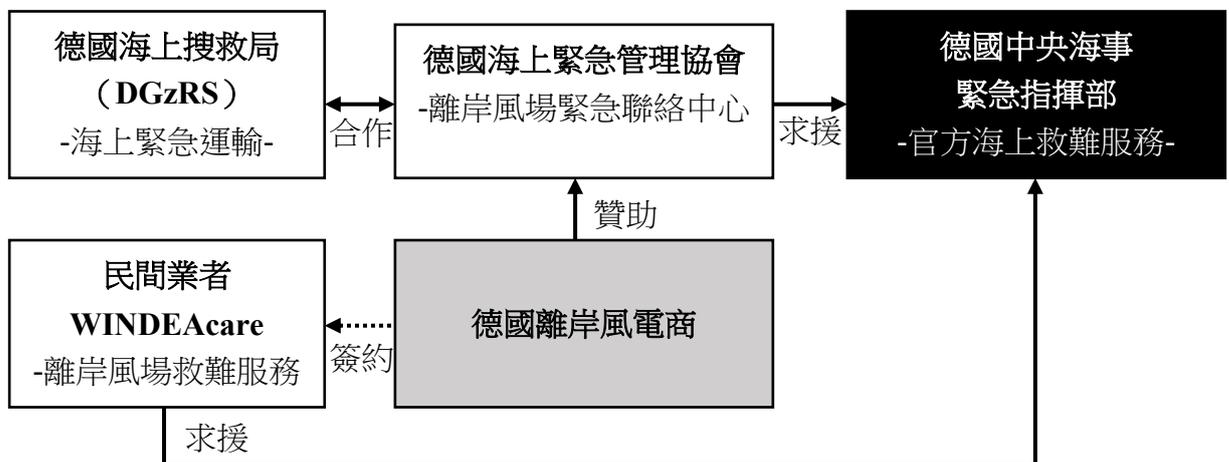


圖 5-4 德國離岸風場防救架構

資料來源：本研究製圖。

四、丹麥離岸風場防救體系

(一)概要

2020 年丹麥營運中離岸風場數約為 21 座，總裝置容量約 1.7GW，預期未來離岸

風場總數將達 90 座。離岸風電商在丹麥需要遵循 5 個主管機關的規範，即丹麥能源局（Danish Energy Agency, DEA）、丹麥工作環境局（Danish Working Environment Authority, DWEA¹⁴）、丹麥海事局（Danish Maritime Agency, DMA）、丹麥交通建設暨住宅局（Danish Transport, Construction, and Housing Authority, DTCHA）及丹麥環境保護局（Danish Environmental Protection Agency, DEPA）等。其中，丹麥能源局（DEA）本身在離岸風場緊急應變計畫中沒有任何角色或任務。

在丹麥，離岸風電營運商須依據丹麥工作環境局（DWEA）、丹麥海事局（DMA）、丹麥交通建設暨住宅局（DTCHA）與丹麥環境保護局（DEPA）等 4 個主管機關提出的法令要求建立緊急應變計畫（Emergency Response Plan, ERP）。在海上救難資源方面，丹麥的空中與海上搜救服務由空軍、海軍、海軍陸戰隊、漁業局等多個政府部門提供，整體救難行動由隸屬丹麥海軍司令部國家海事行動中心（NMOC）的丹麥聯合救難協作中心（JRCC）負責協調，但部分離岸風場營運商會在與離岸風場工作船的合約中納入救難直升機的服務，以備不時之需。

（二）具體措施

1. 參與丹麥離岸風場緊急應變之單位與職責

在丹麥的離岸風場緊急應變體系中，共有 8 個主要的緊急應變單位，分別為前段所述的 4 個主管機關、離岸風場營運商緊急應變小組、丹麥聯合救難協作中心（Joint Rescue Coordination Centre, JRCC）、離岸風電工作船（CTV 或 SOV）及電網管理商。各個緊急應變單位的任務整理如表 5-1：

表 5-1 參與丹麥離岸風場緊急應變計畫之單位及職責

緊急應變單位	角色	組織類型	任務	參與 ERP 階段
①. 丹麥聯合救難協作中心（JRCC）	負責協調整體緊急救難行動	官方	提供遠距醫療諮詢及救難直升機	籌備及應變
②. 丹麥交通、建設暨住宅局（DTCHA）	管理直升機	官方	准許直升機進行救援任務	減災
③. 丹麥工作環境局（DWEA）	建立離岸作業安全規範及檢驗成效。	官方	進行事故調查	減災
④. 丹麥海事局（DMA）	掌管所有海上船隻	官方	允許船隻前往離岸風場馳援	減災
⑤. 丹麥環境保護	掌管離岸風場的環境	官方	調查離岸風場海	減災

¹⁴ 原資料來源為丹麥人力局（Danish Workforce Agency, DWA），但現今查無相關資料，估計改組為丹麥工作環境局（Danish Working Environment Authority, DWEA）

緊急應變單位	角色	組織類型	任務	參與 ERP 階段
局 (DEPA)	保護規範		洋汙染事件	
⑥. 離岸風場緊急應變小組	實施第一線的緊急應變措施	民間	建立離岸風場緊急應變小組	減災、籌備、應變及回復
⑦. 離岸風電工作船	與 JRCC 密切聯繫，提供救難場域與船隻（或可停直升機）	民間	提供救難運輸	籌備及應變
⑧. 電網管理商	進行第一線的緊急應變措施（在海難船隻撞上離岸風機前解除併網及進行電力調度）	官方	建立海上變電站緊急應變小組	減災、籌備、應變及回復

資料來源: 本研究整理。

2. 丹麥離岸風場緊急應變計畫

丹麥工作環境局 (DWEA) 規定離岸風場營運商須提出緊急應變計畫 (ERP)，但未提出具體規範，故離岸風場緊急應變計畫由各離岸風場營運商自行建立，大多分成三個階段：

- (1) 第一階段: 離岸風電商的緊急應變小組必須獨力進行緊急應變，並判別是否需要外力協助。若不需要外力協助，該小組將獨力完成應變處置及通報事故。沒有性命之憂的傷患被離岸工作船送至岸邊時，岸際將有救護車接應。
- (2) 第二階段/第三階段: 由各離岸風場的緊急應變小組依據人員傷勢啟動第二或第三階段的應變措施。當離岸風電商的緊急應變小組無法獨力進行緊急應變時，將向鄰近工作船或 24 小時監控中心請求協助。緊急應變協作程序將於求助的消息佈達所有鄰近離岸風場的人員與工作船後展開，丹麥聯合救難協作中心 (JRCC) 在此時加入救難行列。若傷者有性命之憂，丹麥聯合救難協作中心 (JRCC) 將派出直升機協助救援；若遠距醫療協組判定傷者需緊急後送，可直接通知 JRCC 派出直升機。

在丹麥，若運輸傷者的交通載具是船隻，傷者約在 35 分鐘至 110 小時左右可抵達岸邊；若運輸傷者的交通載具是直升機，傷者可在 15 到 25 分鐘左右抵達岸邊。離岸風電商須確保現場具備可用的急救設備及充分受過訓練的工作人員，以備在需要的時候能夠配合遠距醫療即時施救。

(三) 丹麥離岸風場防救體系架構圖

本研究整理丹麥離岸風場緊急應變計畫中各個單位及其職責，彙整丹麥離岸風場防救架構如圖 5-5。在搶救人命方面，離岸風電商需進行第一線的緊急應變處理，當第一線無法處理時，始向外求援，丹麥聯合救難協作中心 (JRCC) 在此時加入救援行動的行

列。丹麥在離岸風電防救架構中，考量海難船隻撞擊離岸風機的風險，安排隸屬丹麥能源局（DEA）之電網管理商負責協助解除併聯及恢復供電之任務，此舉可能與該國電網系統設計有關，未來我國宜分析我國電網系統與丹麥電網系統的異同，決定是否在離岸風電防救中納入電力調度中心。

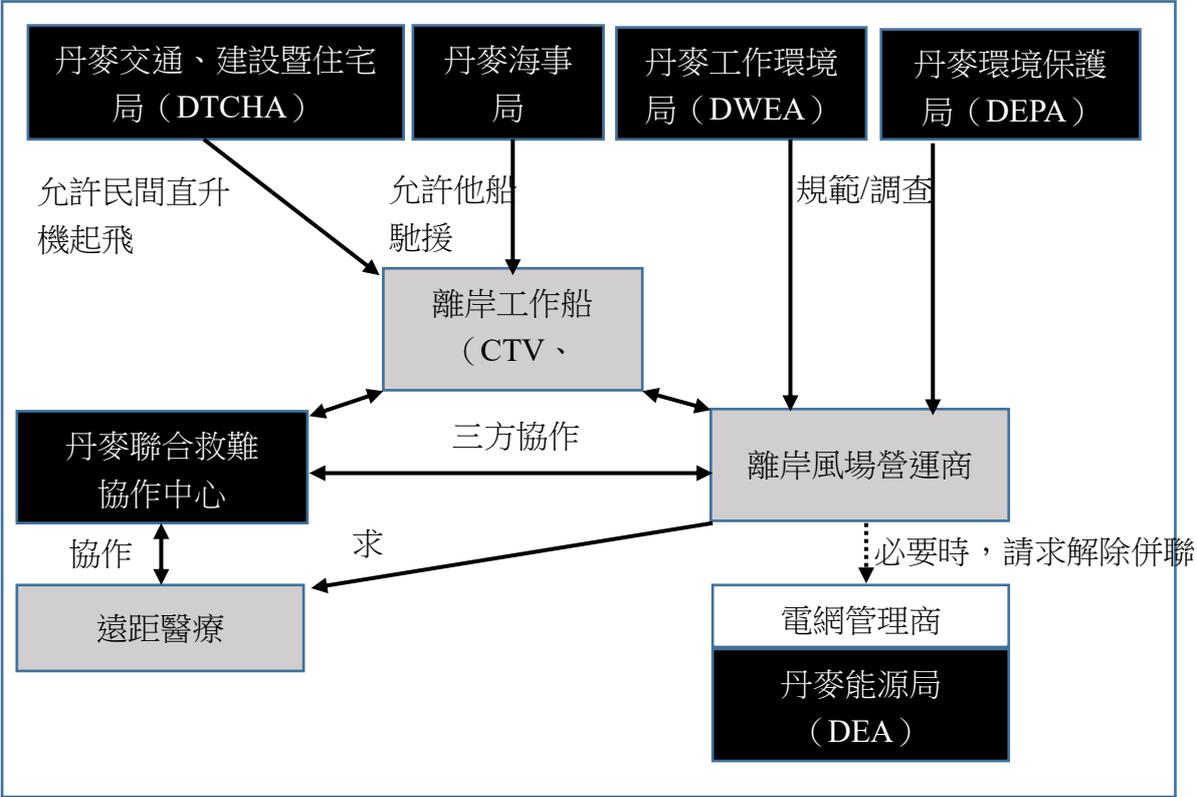


圖 5-5 丹麥離岸風場防救架構

資料來源：本研究製圖。

五、各國救災體系對我國離岸風電防救災體系規劃之啟發

G+ Offshore Wind 組織參考實務案例，建議以三個層次進行離岸風場緊急應變：第一線為由離岸風場現場人員執行初步處置及第二線加入救援之需求、第二線為由遠方的專業人員指導傷患救助及安排最適合施救的安全地點，以及第三線由獨立可靠的機構指導及協調整體救援行動。G+ Offshore Wind 組織在研究報告中，提供了一個架構供各界參考，實際執行上仍視各國情況調整。

以英國、德國與丹麥為例，這些國家的離岸風場發生事故時，民間與官方各有專責單位協助進行事故通報與救難資源調度，符合 G+ Offshore Wind 組織建議之第三線緊急應變規劃要點。英國重視事前規劃，不但備有官方模板及指南，負責執行官方海上救難的機關也對廠商規畫之緊急應變計畫進行指導，官民合作密切；德國則傾向民間主導，雖然德國政府要求離岸風電商進行緊急準備，但離岸風場救難能量主要來自民間團體或

企業；丹麥則是政府角色較重，政府要求離岸風電商制定緊急應變計畫，卻無官方文件提供指引，也未強制廠商籌備直升機救難能量，僅要求離岸風電商確保離岸風場工作人員俱與配合遠端醫療施救之能力，防救能量上較為仰賴官方海上救難資源。

從總體的角度看，各國在既有的海上防救體系的基礎上，納入離岸風場緊急應變，既有海上救難組織也向離岸風場提供緊急救難支援（主要為海上緊急運輸）。從產業發展歷史的角度來看，可發現英國與丹麥之離岸油氣產業發達，民間隨之發展出離岸醫療救難產業；德國也開放民間經營緊急醫療事業，故民間也累積一定的經驗與能量。這些存在許久的緊急醫療產業在離岸風場找到新的商機，透過增加服務項目或異業合作，發展出離岸風場緊急救難服務(詳如表 5-2)。

表 5-2 主要國家離岸風場救災體系及能量之比較

	德國	英國	丹麥
2019 年人口數	約 8,350 萬人	約 6,750 萬人	約 580 萬人
離岸風場運轉數 (2020 年)	28 座 (7,507 MW ^o)	40 座 (9,792 MW ^o)	21 座 (1,701 MW ^o)
未來離岸風場數	180 座	150 座	90 座
緊急應變模式	民間主導	官民合作	政府主導
主導政府機關	德國聯邦政府	英國交通部	丹麥國防部
官方聯繫窗口	中央海事緊急指揮部 (CCME)	海事暨海岸警衛隊 (MCA)	聯合救難協作中心 (JRCC)
民間能量	1. 海上緊急管理協會 (離岸風電商贊助成立) 2. WINDEAcare 救難服務	業者在建設離岸風場前 向 MCA 報告自身救援 能量，不足之處由政府 支援。	離岸風場營運商配置急 救設備與人員培訓，現 場人員可依遠距醫療指 示施救。
救難船供給 *僅海上運輸功能	1. 離岸風電工作船 2. 德國海上搜救局 (DGzRS)*非營利 NGO 3. 政府單位	1. 離岸風電工作船 2. 皇家救生艇協會 (RNLI) *非營利民間慈善機構 3. MCA	1. 離岸風電工作船 2. 丹麥海軍(透過 JRCC)
直升機供給	1. 民間救難直升機業 者 2. 政府單位	1. 民間救難直升機業 者 2. ristow Helicopters (與政府簽約的民間單 位)	1. 約(部份業者將工作 船合約綁直升機服務) 2. 軍(透過 JRCC)

資料來源：本研究整理。

我國未來將有高達 14~24 座離岸風場投入營運，政府已針對工作船航行安全及離岸風電人員作業安全建立相關規範，但仍需考量發生緊急情況時，各方聯絡管道及協作方式，方能保障我國船隻與人員在海上的安全。在離岸風場救援能量配置上，由於丹麥的離岸風場數及德國 WINDEAcare 服務的離岸風場數與我國相近，適合作為我國參考。若我國欲建立離岸風場緊急應變指南，則宜參考 G+ Offshore Wind 組織的研究報告或英國政府發布的政策文件。

第二節、我國離岸風電防救災管理策略

本研究蒐集包含英國、德國、丹麥、荷蘭、比利時、瑞典、美國、中國、日本及台灣等國各類案例，將離岸風電之海上事故案例分成以下三種類型：

人員傷亡：係指發生在離岸至風場範圍中，因人為或天然災害引致，導致人員產生受傷或甚至死亡情事之案例，可依據事故案例之船舶種類劃分為漁船或工作船之人員傷亡事故，可能因船舶碰撞風機設施、鄰近船舶遭逢天災或互相碰撞等因素導致之海難事件等，以及非與船舶因素相關，僅為風場區域因操作不慎、零件掉落及不明因素等，造成人員跌落、設備砸傷人員等之人員傷亡事故。此部分可整理為漁船撞擊風機事故、工作船事故及風場區域事故三種。

離岸設施損壞：係指風場因天災、設備故障、運輸機組事故及原料供應問題等事件，涵蓋漁船或工作船碰撞造成之損害，及施工運維中的狀況，造成風場或風機直接的損壞或故障，或是間接造成的延期建設影響等，皆包含於此類別。

工作船損害：則指工作船在航行中的碰撞事件，且有導致工作船本身，亦可能為導致船上人員受傷死亡或風機組件之損害之事故，主要依據發生場域劃分為港口碼頭事故、航行中事故及風場區域事故等三類，包含有與漁船碰泊事件，及撞擊風場設施，或是因天災而導致之受損事件等。

以下分述我國離岸風電海域之特性與課題，透過由上述三種的類型之國際模式參考，說明我國未來可能的防救災管理模式。

一、台灣離岸風電海域特性與課題

離岸風場設置將使我國西部海域的海上經濟活動更為頻繁。在海上作業期間方面，漁撈與航運大致可全年營運，同屬海洋工程的海底管線工程與離岸風電設置工程受我國氣候特性影響，在每年 5 月至 11 月之間進行作業。因此，離岸風場的架設及運維工程將使我國每年 5 月至 11 月的海上交通變得較以往密集，所有離岸風電海域利用者皆需特別注意海上交通安全與相關規定，降低船隻發生碰撞之風險。

雖然離岸風場的設置未改變我國預防及處理海底纜線事故的方式，但的確使海上救難需求增加（離岸風場事故救援），也改變了海難事故的影響範圍，故我國宜即早識別新海上風險，以期有效預防事故發生及控制災害。現今我國已針對工作船航行安全及離岸風電人員作業安全建立相關規範，離岸風電商也致力於建立個別離岸風場的緊急應變計畫，但仍不足因應整體防救需求。

我國彰化外海南北航道狹小，船隻航行空間有限，再加上我國船隻經常發生擱淺的

位置與離岸風場潛力場址的重疊度甚高，故發生於離岸風電海域的海難事故較一般海域的海難事故更需積極防止造成二次損害。除了防止海難船隻危害鄰近船隻，亦需對其他俱致災風險的無主船與海上漂浮物（包含貨櫃、離岸設備零組件等）進行即時處置，避免影響他船航行安全。我國尤須注意彰化離岸風場海域的航道環境維護，避免影響國際船隻進出台中港意願，保障我國對外貿易路線。

由於缺乏本土資料，本研究以 G+ Offshore Wind 組織的統計資料推估我國離岸風場風場達 14 至 24 座時，離岸風場每年須即時提供海上救援案件數約在 19 至 33 件之間。我國不似英國、德國與丹麥具備民間海上救難服務事業，當離岸風場發生僅需緊急送醫的事故時，我國民間無海上救難直升機可供調度，暫時需仰賴國家能量。在救援能量方面，我國第二線緊急應變能量應可提供離岸風場事故足夠支援，但離岸風電業者與潛在第二線緊急應變能量尚未建立明確的合作模式，救難人員亦不熟悉離岸風場救援環境。各個海上救援單位宜共同探討海空安全救援路線，並確保執行救援任務的人員具備充足訓練與資訊。

二、國際離岸風電災害之救援模式

各國針對海難事故的救援機制皆不盡相同，例如，英國因具有皇室制度，許多組織最初為皇家所成立，時至現代，專責於海難救援之部分政府組織亦屬之。目前海難事故主要由英國海岸巡防組織統籌協調救援，再轉交由各地海岸警衛隊（HM Coastguard）和民間志願者組成的皇家救生艇協會（Royal National Lifeboat Institution, RNLI）等單位進行人員救援。救援單位研判事故種類及嚴重性後，委外進行空中援救或油污染應變處理。

德國為符合其聯邦制的政府制度，以海洋安全協調中心（Maritime Safety and Security Centre）依照不同地區之各式災害相應成立海上緊急救難中心（Havariekommando, H.K）進行處理，其中以民間之德國海事搜尋救援協會（German Maritime Search and Rescue Service, DGzRS）進行人命救助相關之海難救援行動。丹麥藉聯合救援協調中心（Joint Rescue Coordination Centre, JRCC）來指揮海難事故之應變處理，並以民間之丹麥海上救援協會（Danish Sea Rescue Society, DSRS）處理海上人員傷亡事故。台灣的海難救援當前人員傷亡以海巡單位為主，船隻拖救則仰賴簽訂合約之船務公司以拖船實行救援。若需空中援救可經內政部空勤總隊、海岸巡防署之海豚或黑鷹直升機等提供協助。

各國之海難救援流程，其機制較為成立一專責處理海難事故之組織或救援中心，並因應不同事故類型調配相應之單位來進行處理。海難救援相關之民間組織亦多經由自行籌措經費或由政府補助而得以營運，且成員多為來自不同社會階層而受過救援訓練之義工所組成。未來台灣發展離岸風電時若需強化海難之救援能量，因國內當前已有針對不同事故災害因應之一套有系統地應變流程，或可參考國內研議中之海洋污染防治基金

的概念，以使用者付費的理念，籌措一定的海灘災害應變之資金，以利成立海難事故之聯合救援單位（共同管理中心），或與民間業者簽訂合約以提供更完備的救援能量。

三、我國離岸風電海域防救災管理模式探討

綜前述，本計畫將以建立監管架構輔以業者自律為主要方式，以防救災為核心宗旨，以經濟部為主要之權責機關，輔以海委會、交通部為協辦機關，進行跨部會整合，由經濟部督導離岸風電業者提出「公共事業災害防救業務計畫」此外，基於法治國之依法行政原則，觀台灣離岸風電海域防救災之現行規範係，此將是本《管理計畫》之主要推動方式。至於如何推動，有兩種實踐方式：

1. 模式一：政府主導防救災：強化政府監管位階，依各主管機關之權責分別管理

此方式主要基於離岸風電相關防救災措施，事實上涉及電業、海難、海污之主管機關，而離岸風電業者經主管機關經濟部依《災害防救法》第 19 條及第 40 次災害防救會報之院長指示輔導提出其「公共事業災害防救業務計畫」時，即依所涉之不同範疇，分別向各該主管機關提出「離岸風電業者輸電線路災害防救業務計畫」、「離岸風電業者海難災害防救業務計畫」、及「離岸風電業者海洋污染災害防救業務計畫」，並依各該計畫分別與主管機關協調防救災能量，詳如下圖 5-6：

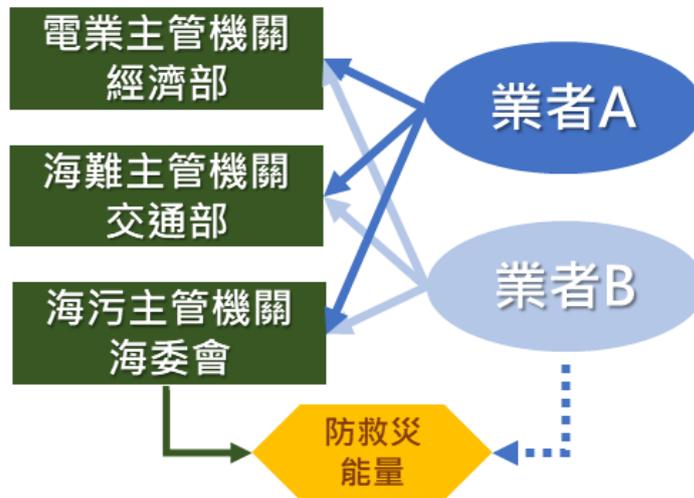


圖 5-6 政府主導之防救災模式

資料來源：本研究製圖。

2. 模式二：民間主導：離岸風電廠商相關之防救災規劃形成單一防救計畫

此方式主要基於促進行政效率，著眼於離岸風電業者所提報之輸電線路、海難、海洋污染災害防救計畫，均係基於離岸風電自施工至運營階段之可能災害而定，其災害種類相似，且此 3 類別之計畫均係依《災害防救法》而制定，應包括減災、整備、應變、

復原等不同規劃，再加上相同業者在此 3 類別計畫之能量整備勢必重疊，故應可落實於單一計畫中，再由主要權責機關進行管理，其他業務則由該等業務機關協辦或提供檢視意見，推動架構詳如下圖 5-7：

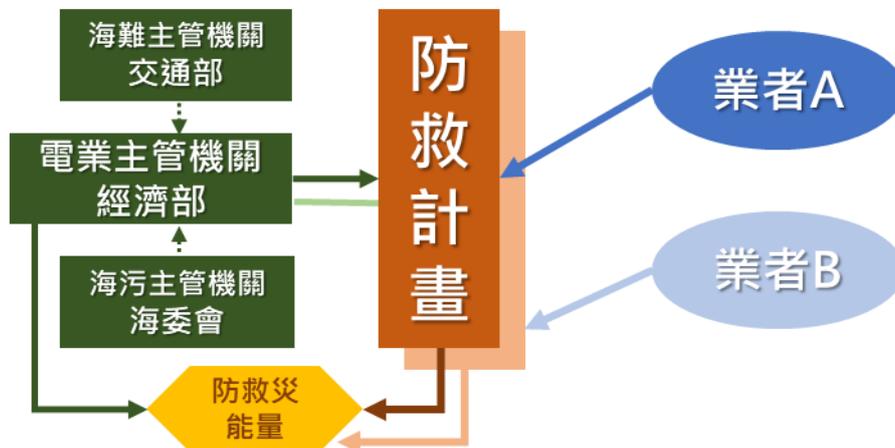


圖 5-7 民間/廠商主導之防救災模式

資料來源：本研究製圖。

3. 模式三：官民合作：離岸風電聯合防災中心

上述二種模式之主要不同，在於前者權責明確，但缺乏治理效率，後者雖提升治理效率，卻尚無前例可循。經參考上一節之外國離岸風電先進國家之治理方式、及本計畫訪談與專家諮詢會議討論結果，規劃以後者為宜，並應借助目前之離岸風電開發商或合作廠商為來自外國離岸風電先進國家如丹麥、德國之經驗，研擬較佳之措施。加計考量前述我國航政主管機關刻正建構智慧航安系統，俾益於聯合災防中心之設置，使治理、監管、防災能量視覺化、救災連繫便捷化等優勢融於一爐，綜上分析，本研究建議在前述單一防救管理方式中，應加入「聯合防災」構想，由業者建立協會，催生具備一致且可具體執行之防救計畫範本或自治架構，經主管機關共同審查核備在案，內容涵括針對固有風險類型如前述之：海難事故、離岸風場事故、海底管線事故、其他事故所涉之人員傷亡、風場或風機設施損壞、及工作船損害，建立應變與通報作業流程，並納入演習與追蹤檢討機制等等。詳如下圖 5-8。

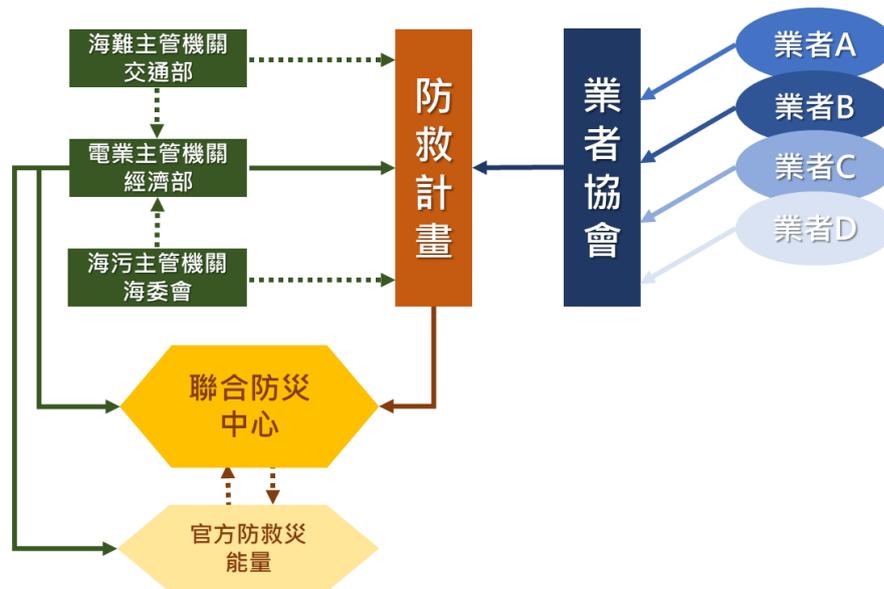


圖 5-8 離岸風電業者聯合防災中心管理模式

資料來源：本研究製圖。

四、我國離岸風電海域防救災推動機制

依專諮會議及行政院災防辦公室之建議，本研究以整體離岸風電海域面臨的防救災新挑戰及能量缺口，依我國離岸風電海域現況分析、能量建議及管理模式，未來國家離岸風電海洋防救災推動的機制，將依減災、整備、應變、復原四大階段推動。圖 5-9 綜整在聯合防災中心在階段的通報連絡、救災能量及後續處理規範。

在減災階段：將依法令規範，要求海域作業應確保航安，政府亦應標示離岸風場內外安全的海空航道(含評估適航船隻)，平時預防無主船或海漂物造成潛在危害或海底管線遭受人為破壞，對於特定海氣象下應限制船隻進入離岸風場及特定海域，並有效建立離岸風場安全作業規範。

在整備階段，主要透過官民合作建立災害發生時之連絡管道與權責(含遠距醫療或特約醫院等)，配置離岸風電海域防救災所需之設備(拖船或救難直升機等)及規劃及評估救難船、救護車與救難直升機之接應地點等能量。並應定期進行離岸風場人員安全教育訓練及救難人員接受離岸風電相關救難訓練。相關廠商除了進行個別防災演習外，亦應進行整體海域防災之聯合演練。

在應變階段：亦透過官民合作，在災難發生時，啟動民間自救資源，並通報政府相關單位，以達成聯合救災之時效。在發生災害之船舶與離岸風電商於第一時間進行緊急應變並通報，以掌握及控制海難船隻漂流方向，同時鄰近船隻可提供初步支援，在緊急自救處理後，亦向外求援的單位須提供救難單位充足資訊(如: 傷者情況、救傷

需求、海氣象、會合地座標等)，以確保救難人員安全執行任務。

在復原階段：政府將在最短時間內，依法規規定，督導事主恢復海洋環境，例如對於一般海難事故，相關政府單位要求造成災害之船舶所有人依相關規定命令恢復航行環境。在離岸風場事故方面，經濟部與海委會分別要求發生災害之離岸風場營運商依相關規定命令恢復供電與海洋環境。

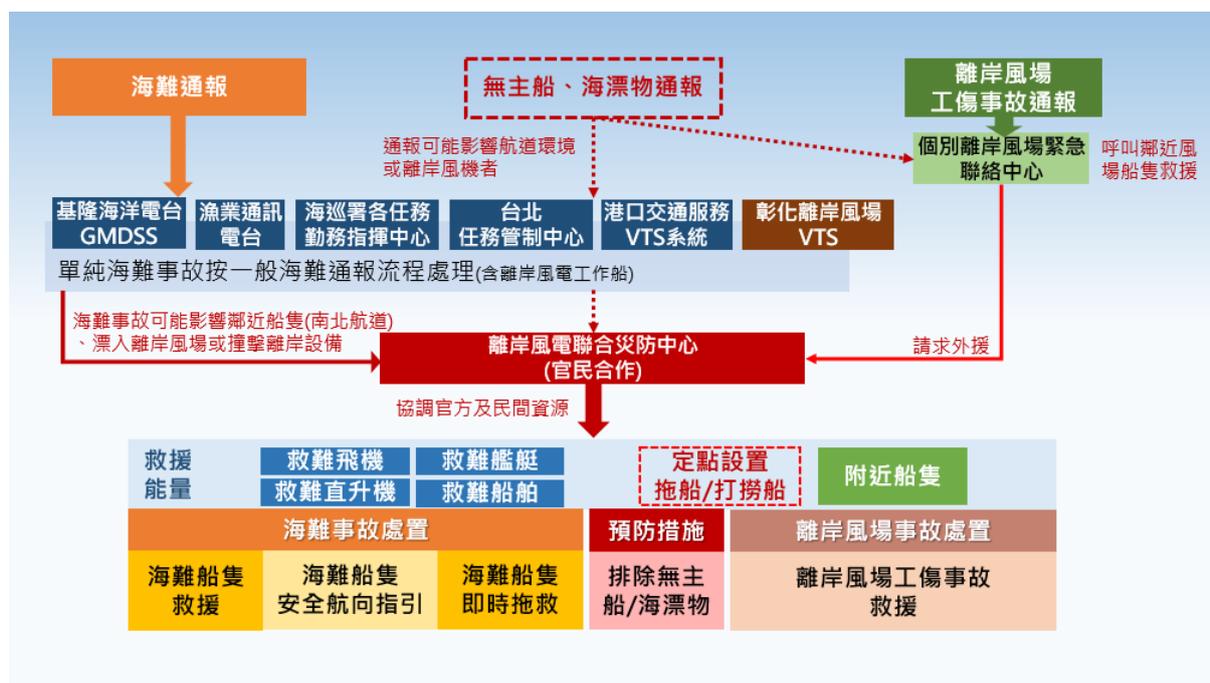


圖 5-9 我國離岸風電方防救災推動機制

資料來源：本研究製圖。

五、我國離岸風電防海域救災推動策略

如上所述，綜整防救災的四個階段處理模式。在減災階段，重點在於預防海上事故的發生，因此需要維護航行環境、標示離岸風場內外安全航行區域及建立海上作業安全規則；在整備階段，重點在於建立防止及處理災害的能量，本研究建議配置待命拖船、規劃海空救援路線與出勤條件、人員訓練及事故演練等防救災能量。在應變階段，則需考量發生於離岸風電海域的海難事故可能不是單純的海難事故，很有可能危害鄰近船隻或海上設施，二次損害造成之經濟損失也較高，故船隻在離岸風電海域發生海難時，需評估造成二次損害的風險，可能需要相關單位的即時協助（包含安全航向指引和即時拖救）；在復原階段，事故單位需依相關規定命令恢復海洋環境或電力供應。各階段重要的推動策略方向，詳如表 5-3。

表 5-3 我國離岸風電海域防救災能量建構策略

災害階段	對象	重要管理措施
減災	海域管理	<ul style="list-style-type: none"> ■ 維護航行環境 ■ 建立離岸風電海域安全的海上與空中航線標示 (含評估適航船隻、設置標示及電子海圖) ■ 設立離岸風電海域無主船與海漂物的通報管道及處理機制 ■ 預防海底管線遭受人為破壞 ■ 建立航行規範(包含限制船隻在特定海氣象下進入離岸風場或特定海域)
	海上船隻	<ul style="list-style-type: none"> ■ 瞭解離岸風電海域航行規範 ■ 熟悉離岸風電海域之安全水域標示
	離岸風電業者	<ul style="list-style-type: none"> ■ 建立離岸風場安全作業規範 ■ 維護及監控離岸風電設備/海域
整備	海域管理	<ul style="list-style-type: none"> ■ 評估拖船待命位置與數量(即時援助海難船及處理俱致災風險之無主船或撈除海漂物) ■ 評估直升機在離岸風電海域之救援路線與飛行條件 ■ 救難人員接受離岸風電相關救難訓練 ■ 離岸風電廠商個別演習 ■ 離岸風電廠商聯合演練
	海上船隻	以一般海難事故預防措施進行整備
	離岸風電業者	<ul style="list-style-type: none"> ■ 建立緊急應變計畫及海陸空救援路線 ■ 規劃及標示離岸風場內部安全海空航道 (含評估適航船隻) ■ 離岸風場人員安全教育訓練 ■ 建立處置無主船及受損設備之流程
應變	共同遵守事項	<ul style="list-style-type: none"> ■ 向外求援的單位須提供救難單位充足資訊 (如: 傷者情況、海氣象、會合地座標等) ■ 救難人員安全執行任務規範 ■ 遵守海上人命安全公約(SOLAS) ■ 預防性移除具致災風險的無主船或海漂物
	海難事故	<p>海難船隻：</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 評估漂流方向及影響他船或海上設施之風險 ■ 若無危害他船或海上設施之風險，按一般海難處理流程進行應變
		<p>接收海難事故通報單位：</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 提供安全航向指引 (必要時，與離岸風場海事協調中心協作) ■ 安排救援船隻或待命拖船馳援
離岸風場事故	<ul style="list-style-type: none"> ■ 發生人員傷亡事故時，評估救援需求，啟動應變流程 ■ 若為無人傷亡之離岸設備受損或零組件墜海事件，則需評估危害海上船隻或影響其他離岸設備之風險，儘速撈除 	

災害階段	對象	重要管理措施
復原	海難事故：	要求造成災害之船舶所有人依相關規定命令恢復航行環境
	離岸風場事故：	要求發生災害之離岸風場營運商依相關規定命令恢復電力供應(經濟部能源局)與海洋生態環境復原(海委會海保署)

資料來源：本研究整理。

第三節、研擬我國離岸風電海域管理計畫

依我國能源轉型規劃，未來將於 114 年時架設 3,000 MW 之海上風場，使臺灣本島西部海域航行安全風險升高，尤其彰化外海為臺灣海峽南北往來要道，又同時是最密集之風場設置處，未來如何進行海域管理，權衡能源、商業貿易及漁業經濟，乃為我國未來海域治理之考驗。本章綜整前述章節之研究、從海域管理與災害防救相關法規體系之規範目的與重點著手，並彙整專家諮詢會議時來自產、官、學、研專家意見，研提我國「離岸風電海域管理計畫」（簡稱：「管理計畫」）架構，供主管機關未來進行治理時參考。本節探討離岸風電海域管理，將會著重在離岸風電海域防救災機制之建立，亦即最終目的在確保海域安全。此處所謂「安全」，係指相對於海域之事故意外者，屬於國家整體防救災治理之一環，並非意指國防安全等事項，合先敘明。

一、我國「離岸風電海域管理計畫」架構之研擬考量

彙整本計畫前述章節研究之成果，我國「離岸風電海域管理計畫」應考量重點如下：

(一) 依法行政

本「管理計畫」內容須合乎依法行政原則。詳言之，離岸風電海域之管理，係出於行政權之行使，無論係公法行為如航道之劃分與管理，抑或私法行為如與業者簽訂行政契約，均應符合依法行政原則，亦即於行政行為時應依現行法律規定，或至少不得牴觸法律。

在海域管理方面，為保障我國海洋權益、海事、海域安全、建立海洋空間規劃體系、建構海域意識體制、維護海域秩序，參酌國際發展趨勢及先進國家立法例，海洋委員會於 108 年 11 月 29 日公告《海域管理法（草案）》，其中第 3 章至第 5 章涉及海域使用許可、數據與資訊管理與共享、及海域使用管理，第 6 章則專門針對海域安全有其規定。其中與離岸風電事故最相關者，為第 6 章海域安全管理，由於離岸風電對海域之使用，將對既有航道與海域使用有重大影響，依該法第 22 條，主管機關得會同各目的事業主管機關進行管制及訂定相關措施，或可作為未來訂定「管理計畫」之法源依據。

此外，就離案風電商因自己之原因致災者，同法第 21 條關於船舶在海域遵循事項之規定、第 24 條關於各種事故之應變或處理規定，亦賦與海域使用人即離岸風電商防救義務，相同的，就離案風電商非因自己之原因而在其所使用之海域有事故之虞時，如船舶或海洋設施於海域內因海難、其他意外事故、受損或廢棄等致擱淺、沉沒或故障漂流、造成航行阻礙或造成海域使用重大危害者，依同法第 25 條規定，海域使用權人仍有採取必要應變措施之義務，此外，責任人若因怠忽履行義務，而由航政主管機關會同各目

的事業主管機關逕予應變時，所生費用仍應由責任人負擔。

在災害防救部分，自 88 年發生 921 大地震帶來嚴重財損人亡後，我國於 89 年訂定《災害防救法》，建立自己之防救災體系，行政院中央災害防救會報於 107 年核定全國性災害防救計畫，即為《災害防救基本計畫》，再依《災害防救法》第 17 條訂定業務計畫。離岸風電所涉之海難相關與輸電線路相關之業務，前者受交通部於 108 年修訂《海難災害防救業務計畫》所繩，後者則由經濟部於 108 年修訂《輸電線路災害防救業務計畫》規定，除此之外，依《災害防救法》第 19 條，各公共事業主管機關亦應訂定自己之災害防救業務計畫，送請中央目的事業主管機關核定。換句話說，依現行規定，離岸風電商應分別訂定災害防救業務計畫送請經濟部核定。

(二)兼容各種災害與相關法規

依本研究第二章之內容，研析國內外風場歷年災害事故可以發現，相關事故主要涉及人員傷亡、風場（風機）設施損壞、及工作船損害，並有其區域分布特性，在離岸風電事故中，由於事故態樣之不同涉及法規多有分歧，確有整合之必要。

在人員傷亡之災害防救部分，前述勞動部職業安全衛生署訂定之行政指導文件即「離岸風電海域作業安全指引」，第 19 章即有緊急應變措施，內容為出於避免職業災害為目的，建議離岸風場開發商建立針對工作場所有立即發生危險之虞時所需立即啟動之緊急應變計畫，不論是離岸風場施工、營運或維護階段均應納入，該緊急應變措施應包括緊急應變運作流程及組織、指揮體系、疏散程序與路徑、醫療應變、物質與設備之管理控制、演練規劃等等，此指引雖係以行政指導方式作成，無法律上之拘束力，惟倘未完備可能產生法規上之不利益或居於舉證弱勢，尤在我國離岸風電商於建置前期仰賴先進國外商技術支持的情況下，在進行環境、安全、衛生措施規劃時，兼衡國際標準與國外規範，離岸風電商視本身之營運情況多有建置。此外，針對船舶、貨載、船員或旅客相關之非常事故者，受前述「海難災害防救業務計畫」所涵括。然而，相關準則均以作業安全為其規範，於離岸風電事故之災害防救，著墨比重略有不同。

針對風場（風機）設施之損壞，在輸電線路或設備受損而無法正常供輸電力、造成災害時，有前述「輸電線路災害防救業務計畫」之規定，然而若僅為風場（風機）設施之損壞而未影響正常供輸電力進而造成災害者，多循私法關係解決，此亦獲本計畫之專家訪談及第二次專家諮詢會議中確認，未形成輸電線路災害時，目前我國實務係依契約關係、私法損害賠償、或是將災害風險轉嫁於保險處理，甚或為離案風電開發商內部營運時之自我風險管理內控範疇。此種方式之優點在於，災害事故發生後，對於所受損害與所失利益的補償，著有效率，惟其著重在事故發生後之處理，較缺乏整體防災與整備之意識。

針對工作船損害，於船舶發生故障、沉沒、擱淺、碰撞、失火、爆炸或其他有關船舶、貨載、船員或旅客之非常事故者，均受前述「海難災害防救業務計畫」所涵括，故工作船損害當然可以前揭計畫處理，惟該計畫僅就一般海難、重大海難、海難油污、海運運輸等傳統類型建立應變、海事調查及復原重建等內容，針對具有特殊性之離岸風電或風場相關事故如漁船、貨船碰撞風力機組或形成漂流物而造成純粹經濟上損失或其他損害，較無著墨，未來或因《海域管理法（草案）》之通過，賦與擱淺、沉沒或故障漂流船舶之船長、船舶所有人、海洋設施設置者或海域使用權人有移除義務，如前述。

(三)考量複合性災害之應變體系

離岸風場為全球近年來較新設之海上構造物，且其資源產出為我國賴以生存之電力，傳統上，風災、地震、水災等重大災害幾乎都是複合式災害，於重大災害發生時，有直接或間接衝擊造成之直接災損、同時亦有因此衍生出的間接災損，如颱風本身即為災害，亦會衍生水災、土石流、輸電線路破裂、海難、或是毒性化學物質災害，從發生災害之時間點來看，複合性災害很可能會同時發生、先後發生、或是在主要災害造成直接衝擊後，再發生之。我國現行之災害防救架構，無論離岸風電災害以海難災害防救或以輸電線路災害防救路徑處理，一旦發生複合性災難，於缺乏複合性災害評估與協調機制時，究應如何處理，缺乏一致之規定。

(四)考量離案風電事故之特殊性

依本計畫研究，離岸風電潛力場址規劃與離岸風場之建置，使我國西部海域利用呈現多元面貌，離岸風電經濟活動將增加海上船支數量、出現新的海上工作型態、以及對可航行區域造成限制，此反映在離岸風電事故的災害防救，亦有其特殊性，如：將更易於有不同種類之船舶碰撞、漂流物增加及碰撞機率升高、事故涉及不同層級之利害關係人、事故處理較需要高技術與工程能力、零件墜落事故將對航行安全造成新威脅、海上固定設置物為近年來之新興設施使離岸風場區域之航行備受挑戰、以及一旦發生事故將涉及不同利害關係人間之鉅額賠償等等。觀此特殊性，一方面催生訂定一致的「管理計畫」之需求，在災害防救之四大面向一即預防、規劃、應變、復原中，更著重在預防與規劃等機制之建立。

(五)多元權責機關

涉及離岸風電治理、海域管理與防救災治理之政府部門，包括於 107 年 4 月 28 日成立，主要為統合海洋事務與海洋政策之規劃及推動落實之海洋委員會（簡稱：海委會），處理海難、港埠、海洋運輸等海洋治理議題之權責機關交通部、以及推動國家再生能源與新興開發與管理業務之經濟部。

本「管理計畫」之設立宗旨，主要係透過離岸風電相關海域之管理，整合跨部會資源，以落實離岸風電海域之防救災作為。為促進行政效率，跨部會整合政府機關之資源，為近代公共行政之趨勢，海委會為統合海洋政策之機關，並管理海岸巡防署，就海域防救災有其能量、交通部為海域運輸之管理機關，主要航道、港埠、智慧航安系統等等，均為交通部長期建置之重點，且依本計畫訪談及專家諮詢會議之成果，未來亦著重中部之智慧航安基礎設施，包括航道規劃、監測預警系統、漁政與港埠之輔導等等，將成為海域防救災之重要基礎，以及經濟部為離岸風電政策與業者監管之主政單位，故此 3 個單位均應參與本「管理計畫」。

然考量在新興與再生能源領域，尤其是離岸風電，我國之發展尚方興未艾，未足以形成一全面且運作日久之治理架構，參考本計畫專家諮詢會議中，專家多著墨於建議善用國外風電開發商之經驗，促進我國治理體系的形成，因此建議採用軟法即離岸風電業者在我國相關法規課與義務之前提下，以業者自律（ethics）且自願性的方式，建立相關防救災機制，並著重於該等機制如何與能源安全、智慧航安、漁政體系進行勾稽，鼓勵離岸風電業者建立可自我運營之管理機制，為主要解決方案。

二、研擬我國「離岸風電海域管理計畫」架構

我國離岸風電海域之開發，係在劃定海域內，由各離岸風電商透過競標之方式，進註該區域進行建設，於建設完離岸風機後，透過商轉而產出電力供饋網使用，於建設前、中、建設後進入商轉期間，除風機本身之機構運作外，尚有來往人員與船舶進行運維，究其形態與陸域地區在工業區或科學園區之設置相似，故本計畫於研擬「管理計畫」架構時，將斟酌參考工業區或科學園區之設置過程與方式，參考鄉關法規訂定，如：科技部主政之《科學園區設置管理條例》及經濟部工業局曾有之工業區管理制度等等。

然其不同者在於，工業區或科學園區之歷史沿革，較著重在政府計畫與干預管理，故工業區或科學園區設有政府之管理機關，離岸風場則較著重業者自律，再者，工業區與科學園多有共用公共設施之需求，離岸風場則無，此外，由於工業區或科學園區之共同管理需求較高，且涉及原料與物流管理、產品進出口管理、及其他營運必要事項，相關管理規範因應於此在稅制、驗證、登記、技術管理等等，有特別需求，此在原料來自海洋、產品透過單一方式——饋入電力線併網之離岸風電，有所不同，於研擬「管理計畫」時，本計畫亦將有其調整。

本計畫建議「管理計畫」重要架構如下：

(一)總則與名詞解釋

本「管理計畫」應在總則明定法源依據及計畫目的，參考本計畫前述研究，在法源依據方面，可指出：「本計畫依《災害防救法》第 19 條及第 40 次災害防救會報院長指示訂定」，計畫目的方面，參考《災害防救法》之宗旨、以其其他立法例之內容，建議訂定計畫文義：「為充實我國離岸風電海域管理，健全離岸風電災害防救體制，強化離岸風電災害防救功能，以確保人民生命、身體、財產之安全及國土之保全，特制定本計畫」。針對重要之用詞，如：離岸風電商、聯合防災中心、防救計畫等等，應在名詞解釋部分，分別進行規定。此外，基於前述研究，本計畫之推動本計畫應明定主管機關為經濟部。

(二)一般管理

此部分應就該離岸風電海域之海域區位、業務管理及行政管理需求，制定相關條款，包括離岸風電海域發展政策、策略及相關措施之推動期程，海域航政與航行管理事項，海域環境保護共通事項，及相關資訊共享方式等等。

(三)防災管理

本「管理計畫」在防災管理部分，綜整前述研究，應包括如下機制：

- 勞工行政、職業安全衛生、公害防治、勞動檢查等事項之共通規定。
- 環境安全、衛生防護等事項之共通規定。
- 海域環境保護工作之規劃推動與管理事項。
- 災害防救計畫之制定要點與程序規定，包括中央主管機關及協辦機關相關程序等等。
- 防救災演習之規定。
- 災害防救計畫之審核機制等等。
- 規定應設置共同管理中心。

(四)追蹤與檢討

建議納入「管理計畫」之追蹤檢討機制，以因應我國離岸風電之推動方興未艾，逐年增加商轉機組之情形，該機制應包括檢視期程、產業協商、以及審查規定等等。

三、共同管理中心之建立

依前本計畫第五章第二節之研究結論，為兼顧依法行政與權責分明、建立離岸風電海域防救災機制、促進行政效率、統合離岸風電商之海域防救災能量、促進業者自律等需求，本計畫建議應成立共同管理中心。

(一)兼顧依法行政與權責分明

中央主管機關依《海域管理法（草案）》及《災害防救法》訂定「離岸風電海域管理計畫」，並在其中明定各區位離岸風電海域應由業者成立共同管理中心，並由中央主管機關監督之。

(二)建立離岸風電海域防救災機制與促進行政效率

如前述，若依現行之管理架構，從業者之環境、安全、衛生內部管理出發，由離岸風電商透過分別訂定其海域防救災措施，再由中央主管機關進行審查與核備等方式，不僅中央主管機關將各別監督不同的防救災計畫——於 2020 年後，將管理數十個不同風場之防救災計畫，個別審查與行政指導曠日費時，影響我國離岸風電防救災體系之建置，在相同區位海域之共通規定部分，一旦治理方式改變，則相關計畫亦難以即時修正。

若能設置區位共同管理中心，並責成該管理中心研擬同一區位之共通防救災計畫，則該計畫如同業者協約，只要加入管理中心均應依該計畫建置防災能量，未來於治理方式改變或有特定防救災需求時，亦將由區位共同管理中心調整，完備離岸風電海域防救災機制的同時，亦可促進行政效率。

(三)統合海域防救災能量與促進業者自律

此外，相較於個別業者整備其使用海域之防救災能量的情形，共同管理中心之建置，可統合相關能量，並在 1)權責劃分曖昧未明如：事故結果因海流影響不同業者之區域時，或是 2)具備相同防災能量區求如：特殊工作船之僱船契約或事務委任、開口契約時，抑或 3)有對外求援聯繫如：需聯絡海巡、空勤等官方災害防救機構時，可彰顯共同管理中心之價值。

四、試擬共同管理中心建置要點

最後，本研究試擬《離岸風電海域共同管理中心組織要點（草案）》如下：

條文	說明
<p>第 1 條</p> <p>本要點依《災害防救法》第 19 條及「離岸風電海域管理計畫」第○條規定制定之。</p>	<p>第 1 條為法源，由於我國《海域管理法(草案)》尚未通過，暫先列示《災害防救法》；鑑於本要點為前述「管理計畫」之子法，亦列示之。</p>
<p>第 2 條</p> <p>中央目的事業主管機關應於離岸風電海域區位開發之一年內，輔導離岸風電業者共同成立該區位之聯合防救災中心，營運資金及設備由參與業者共同分擔。</p>	<p>第 2 條為中心建立之期程。所謂離岸風電海域區位開發之一年內，原則上自第一個離岸風場相關計畫核備時起算。並明定中心之營運資金及設備的來源，以免無以為繼。</p>
<p>第 3 條</p> <p>區位離岸風電海域聯合防救災中心成立時，應提交組織章程予中央目的事業主管機關核備之。組織章程應記載中心代表人及人員之員額編制。</p> <p>區位離岸風電海域聯合防救災中心設中心主任 1 人為最高管理機關，對外代表中心，對內依組織章程綜理中心事務。</p> <p>中央目的事業主管機關應派任 1 人為監察人，監督區位離岸風電海域聯合防救災中心之運作。</p>	<p>第 3 條為共同管理中心之設立架構，並訂定中央目的事業主管機關應監督之。</p>
<p>第 4 條</p> <p>區位離岸風電海域聯合防救災中心掌理下列事項：</p> <p>一、災害防救計畫之研擬與執行。</p> <p>二、離岸風電海域災害防救推動事項。</p> <p>三、離岸風電海域災害資訊管理與共享。</p> <p>四、必要之文書、印信、檔案、庶務、出納、公共關係及其他事項。</p>	<p>第 4 條為共同管理中心之主要業務。</p>

條文	說明
<p>第 5 條</p> <p>區位離岸風電海域聯合防救災中心應於設立時，提交災害防救計畫予中央目的事業主管機關核備。</p> <p>前項計畫內容應依《災害防救法》訂定，涵括減災、整備、應變、復原四部分，並訂定離岸風電災害防救演習作法。</p>	<p>第 5 條為災害防救計畫之提出時點，原則上於中心設立時，即應提出。</p>
<p>第 6 條</p> <p>前條災害防救計畫應由中央目的事業主管機關會同海委會、交通部、及其他業務主管機關共同審查之。</p>	<p>第 6 條為災害防救計畫之治理權責規定。</p>
<p>第 7 條</p> <p>離岸風電開發商應於進入開發階段起 1 年內加入所屬區位之區位離岸風電海域聯合防救災中心，並派任至少 1 人依組織章程及第 5 條之防救災計畫協作離岸風電防救災事務。</p>	<p>第 7 條為離岸風電開發商之加入時程及參與義務。</p>
<p>第 8 條</p> <p>本要點未規定之事項，依各該業務主管機關之規定。</p> <p>前條業務主管機關無規定者，應由中央目的事業主管機關會同海洋委員會、交通部、及其他業務主管機關共同決議之。</p>	<p>第 8 條為未盡事項及例外事項之處理原則。</p>
<p>第 9 條 罰則（略）</p>	<p>（略）</p>

第六章、結論與建議

第一節、結論

本研究旨在於透過國際離岸風電災害案例蒐集，整理各國之救災類型，藉以界定離岸風電相關的災害型態，然後透過我國相關海域安全管理法規之蒐集整理，分析當前因應離岸風電設置後，分析我國救災能量是否充足。因此本研究利用國際相關的案例資料，推估我國未來可能發生因離風電造成之海域災難之量化數據，以盤點我國海域救災能量。最後，則是透過產官學研之專家訪談及召開座談會方式，據以擬定我國離岸風電海域防救災計畫之管理體系，以做為政府有關單位制定政策之參考，主要結論如下：

一、離岸風電災害處理類型與相關法規分析

依第二章蒐集的國際離岸風電海域安全災害事故，歸類災害事故為七大類：

(一)輸電線路故障

因各式天災（火災、颱風、地震、雷擊、海嘯等），或是不明因素導致纜線（海纜、風電電纜等）或海上變電站故障無法輸電之事故，以及令風場短暫關閉之情形。目前由「輸電線路災害防救業務計畫」來處理纜線故障事故。。

(二)漁船誤入風場，漁網絞纏風電設備

指漁船在鄰近風場水域作業時，可能因不明或自然因素（如海流影響）、設備故障、失去動力或誤入風場水域等因素，導致漁網與風機機組絞纏，造成漁船無法脫離及風機機組可能無法順利運行之意外事故。因離岸風場已提供給業者做為特定區位使用，且業已依照「離岸式風力發電廠漁業補償基準」，依照公式計算提供給漁民無法於風場水域作業之補償。

(三)風機設施倒塌或零件掉落

指風電機組因各式災害或不明因素導致倒塌或零件掉落，包含風場區域之設備故障、陸地及航行中之運輸機組事故，可能因風機零件漂浮於海面或是沉入海底，造成航行安全或海洋污染之疑慮。目前由「海洋污染防治法」來處理風機設施倒塌或零件掉落事故。

(四)風場區域船舶海難造成油污染

若船舶（可能外來船舶或風機工作船）在風場水域因意外事故（碰撞、意外漏油等因素）而導致油污洩漏，屬「海洋污染防治法」第3條所指之污染行為（指直接或間接

將物質或能量引入海洋環境，致造成或可能造成人體、財產、天然資源或自然生態損害之行為)，為海洋污染樣態之一。若污染程度屬該法第 10 條第 2 項所定之「重大海洋油污染緊急應變計畫」，則依據「重大海洋油污染緊急應變計畫」(主管機關為海委會海保署)辦理。

(五)風場區域船舶碰撞

指風場區域內各式船隻(工作船、漁船、商船等船舶)碰撞離岸風電機組(風機、變壓站等)或其餘船舶之間的撞擊情形(漁船碰撞工作船、工作船相撞、漁船相撞等)。處理該等事故之相關法規包括:在離岸風場水域因船舶(包含商船、工作船、漁船等)發生故障、沉沒、擱淺、碰撞、失火、爆炸及影響乘客之非常事故等引發海難時，依照「商港法」(主管機關為交通部)第 53-55 條，船舶所有人或船長進行船難處理。

(六)人員傷亡

當離岸風場產生人員傷亡事故，其發生場域可能為港口碼頭、航行途中，以及風場區域，相關法規或計畫包括:「離岸風電海域作業安全指引」，針對各類人員傷亡事故皆有一套有系統地應變流程；依照「災害防救法」19 條，核定「災害防救基本計畫」之下位業務計畫，包含「海難災害防救業務計畫」及「輸電線路災害防救業務計畫」二項。離岸風電可能遭逢之災害中，船舶海難災害之人員救援及災情通報與處理，以「海難災害防救業務計畫」處理，與纜線相關之輸電線路災害發生時，人員救援及災情通報與處理可依照「輸電線路災害防救業務計畫」來運作。

(七)複合型災害

係指包含上述 2 種或以上之災害型態，可能因不同災害之重疊而引致更嚴重之災難事故，其事故處理依上述各司其職之法律或文件辦理。

二、我國離岸風電救災現況與能量建構

本研究以 G+ Offshore Wind 組織的統計資料顯示，過去 5 年(2015~2019 年)參與事故統計的離岸風場從 60 座成長至 76 座之間。雖然 2017 年通報事故數大幅增加，但多屬潛在危害事件與資產損害等無人員傷亡之事故，故大致上每座離岸風場年平均事故件數逐年減少，顯示歐美離岸風場在事故預防上有所改善。以 5 年平均計算，預平均每座離岸風場年發生事故件數為 17 件。離岸風場事故統計涵蓋所有離岸風電設施，故包含陸域與海域。依據離岸風場事故發生地點之統計資料(表 4-3，過去 5 年來，平均每年約有 34.3%事故發生於離岸風機、約 27.9%事故發生於船隻、約 34.0%事故發生於陸域及約 3.8%事故發生於其他離岸風電設施。離岸風場事故發生地點可分為陸域與海域。其中，發生於海域之離岸風場事故件數約佔總體事故數 66%，約 42.3%發生於船隻，

57.7%發生於離岸風電設施（含離岸風機）。

G+ Offshore Wind 建議以三個層次進行離岸風場緊急救災應變：第一線為由離岸風場現場人員執行初步處置及第二線加入救援之需求、第二線為由遠方的專業人員指導傷患救助及安排最適合施救的安全地點，以及第三線由獨立可靠的機構指導及協調整體救援行動。G+ Offshore Wind 組織在研究報告中，提供了一個架構供各界參考，實際執行上仍視各國情況調整。我國防救災體系而言，現有陸域防救災系統足以因應發生於陸域之離岸風場事故，海域防救災體系則缺乏處理發生於海域之離岸風場事故的經驗與能量，亟需進行離岸風電海域防救災規劃，促進官民合作，以搶救海上人員性命與維護救災人員安全。

我國未來可能有 14~24 座離岸風場投入營運，政府已針對工作船航行安全及離岸風電人員作業安全建立相關規範，但仍需考量發生緊急情況時，各方聯絡管道及協作方式，方能保障我國船隻與人員在海上的安全。當前我國離岸風場防救能量現況，首要為負責第一線緊急應變能量的離岸風電商，其已在硬體設施與現場人員安全訓練方面整備自救能量，各離岸風場潛力場址附近都有港口與俱直升機坪的醫院，有潛力作為第二線緊急應變能量。當離岸風場發生工傷事故時，若離岸風場到岸邊的直線距離在 15 公里以內，預估傷者登船後約在 30~60 分鐘左右能抵達岸邊，故將傷者從離岸風機移動到工作船的時間及在岸邊將傷者接應到醫療院所的時間，將是傷者是否能即時得到救助的關鍵。若離岸風場到岸邊之直線距離在 40 公里以上，傷者登船後可能超過 60 分鐘才能抵達岸邊，傷者傷勢嚴重時可能需要直升機才能即時將傷者送至醫療院所。

在離岸風場防救災能量上，我國已有基礎的應變設施與工具，但第一線與第二線的緊急應變能量尚未建立明確的合作模式。尤須注意在離岸風機上進行搜救需要專業訓練，目前僅離岸風場工作人員受過離岸風機相關安全訓練與演練，第二線救難人員不但缺乏在離岸風機內外進行搜救之訓練，也不熟悉離岸風場內部救援環境，因此第一線與第二線救援單位的協作十分重要。

三、研擬台灣離岸風電防救災海域管理計畫草案體系

依我國能源轉型規劃，未來將於 114 年時架設 3,000 MW 之海上風場，使臺灣本島西部海域航行安全風險升高，尤其彰化外海為臺灣海峽南北往來要道，又同時是最密集之風場設置處，未來如何進行海域管理，權衡能源、商業貿易及漁業經濟，乃為我國未來海域治理之考驗。本章綜整前述章節之研究、從海域管理相關法規體系之規範目的與重點著手，並彙整專家諮詢會議時來自產、官、學、研專家之意見，針對我國離岸風電海域管理策略進行研析，並研擬「離岸風電海域管理計畫」架構。

其次，參考國外離岸風電先進國家之治理方式、及本計畫訪談與專家諮詢會議討論結果，借助目前之離岸風電開發商或合作廠商為來自外國離岸風電先進國家如丹麥、德國之經驗，考量前述我國航政主管機關刻正建構智慧航安系統，設置共同防災管理中心之，將使治理、監管、防災能量視覺化、救災連繫便捷化等優勢融於一爐，「聯合防災」係由業者建立協會，催生具備一致且可具體執行之防救計畫範本或自治架構，經主管機關共同審查核備在案，內容涵括針對固有風險類型如：海難事故、離岸風場事故、海底管線事故、其他事故所涉之人員傷亡、風場或風機設施損壞、及工作船損害，建立應變與通報作業流程，並納入演習與追蹤檢討機制等，以維護我國海域安全。

第二節、建議

一、全年海上經濟活動盤點

離岸風場使我國西部海域的海上經濟活動更為熱絡。在海上作業期間方面，漁撈與航運大致可全年營運，同屬海洋工程的海底管線工程與離岸風電工程則受我國氣候特性影響，在每年 5 月至 11 月之間進行作業。因此，離岸風場的架設及運維工程將使我國每年 5 月至 11 月的海上交通變得較以往密集，所有離岸風電海域利用者皆需特別注意海上交通安全與相關規定，降低船隻發生碰撞之風險。

二、我國離岸風電海域防救現況之強化

本研究將離岸風電海域災害情境劃分為海難事故、離岸風場事故及海底纜線事故等 3 大類。雖然離岸風場的設置未改變我國預防及處理海底纜線事故的方式，但的確使海上救難需求增加（離岸風場事故救援），也改變了海難事故的影響範圍，故我國宜即早識別新海上風險，以期有效預防事故發生及控制災害。現今我國已針對工作船航行安全及離岸風電人員作業安全建立相關規範，離岸風電商也致力於建立個別離岸風場的緊急應變計畫，但仍不足因應整體防救需求：

1.海難事故造成二次損害：

我國彰化外海南北航道狹小，船隻航行空間有限，再加上我國船隻經常發生擱淺的位置與離岸風場潛力場址的重疊度甚高，故發生於離岸風電海域的海難事故較一般海域的海難事故更需積極防止造成二次損害。

2.航道航行環境安全

除了防止海難船隻危害鄰近船隻，亦需對其他具致災風險的無主船與海上漂浮物（包含貨櫃、離岸設備零組件等）進行即時處置，避免影響他船航行安全。我國尤須注意彰化離岸風場海域的航道環境維護，避免影響國際船隻進出台中港意願，保障我國對外貿易路線。

3.離岸風場工傷事故救援

由於缺乏本土資料，本研究以 G+ Offshore Wind 組織的統計資料推估我國離岸風場風場達 14 至 24 座時，離岸風場每年須即時提供海上救援案件數約在 19 至 33 件之間。我國不似英國、德國與丹麥具備民間海上救難服務事業，當離岸風場發生僅需緊急送醫的事故時，我國民間無海上救難直升機可供調度，暫時需仰賴國家能量。在救援能量方面，我國第二線緊急應變能量應可提供離岸風場事故足夠支援，但離岸風電業者與潛在

第二線緊急應變能量尚未建立明確的合作模式，救難人員亦不熟悉離岸風場救援環境。各個海上救援單位宜共同探討海空安全救援路線，並確保執行救援任務的人員具備充足訓練與資訊。

三、建構我國離岸風電海域防救能量

本研究以整體離岸風電海域面臨的防救災新挑戰及能量缺口，綜整各災害管理階段之能量建構。在減災的階段，重點在於預防海上事故的發生，因此需要維護航行環境、標示離岸風場內外安全航行區域及建立海上作業安全規則；在整備的階段，重點在於建立防止及處理災害的能量，本研究建議配置待命拖船、規劃海空救援路線與出勤條件、人員訓練及事故演練等防救災能量。在應變階段，則需考量發生於離岸風電海域的海難事故可能不是單純的海難事故，很有可能危害鄰近船隻或海上設施，二次損害造成之經濟損失也較高，故船隻在離岸風電海域發生海難時，需評估造成二次損害的風險，可能需要相關單位的即時協助（包含安全航向指引和即時拖救）；在復原階段，發生事故的單位需依相關規定命令恢復海洋環境或電力供應。

四、成立離岸風電共同防救災管理中心

本計畫參考第四章之外國離岸風電先進國家之治理方式、及本計畫訪談與專家諮詢會議討論結果，建議成立離岸風電共同防災管理中心，借助目前之離岸風電開發商或合作廠商為來自外國離岸風電先進國家如丹麥、德國之經驗近用、加計考量前述我國航政主管機關刻正建構智慧航安系統，俾益於聯合防災中心之設置，使治理、監管、防災能量視覺化、救災聯系便捷化等優勢融於一爐，研擬較佳之措施。如由主管機關經濟部輔導業者成立區域聯合防災中心，提出該中心之防救計畫，並進行追蹤與檢討，以督促業者內部管理時訂定同等或優於該中心防救計畫之災害防救機制，俾益我國離岸風電海域安全。

參考資料

- [1] 中央災害防救會報
<https://cdprc.ey.gov.tw/>
- [2] 內政部 國土空間利用及審議資訊專區
https://lud.cpami.gov.tw/%E6%A1%88%E4%BB%B6%E6%9F%A5%E8%A9%A2.html?catid=15&item_meeting_title=%E9%9B%A2%E5%B2%B8&view=item&limitstart=0
- [3] 交通部航港局 海難災害通報流程圖
<https://www.motcmpb.gov.tw/Information?siteId=1&nodeId=504>
- [4] 交通部航港局 彰化風場航道
<https://transport-curation.nat.gov.tw/portAuthority/vts.html>
- [5] 災害發生位置
<http://www.loge.hyd.ncku.edu.tw/research3-1.html>
- [6] 高科大 離岸風電產業海事工程菁英訓練基地
https://www.edu.tw/News_Content.aspx?n=9E7AC85F1954DDA8&sms=169B8E91BB75571F&s=EC95A76CB50982D6
- [7] 國立臺灣大學離岸風電
http://www1.semi.org/zh/sites/semi.org/files/data17/images/2019%E5%8F%B0%E5%A4%A7%E9%9B%A2%E5%B2%B8%E9%A2%A8%E9%9B%BB%E5%9F%B9%E8%A8%93%E8%AA%B2%E7%A8%8B_%E9%9B%A2%E5%B2%B8%E9%A2%A8%E9%9B%BB%E6%B5%B7%E4%BA%8B%E5%B7%A5%E7%A8%8B0518%E4%B8%80%E6%97%A5%E5%AF%86%E9%9B%86%E7%8F%AD.pdf
https://www.esoe.ntu.edu.tw/zh_tw/news/-%E5%9C%8B%E7%AB%8B%E5%8F%B0%E7%81%A3%E5%A4%A7%E5%AD%B8%E9%9B%A2%E5%B2%B8%E9%A2%A8%E9%9B%BB%E4%BA%BA%E6%89%8D%E5%9F%B9%E8%A8%93%E8%AA%B2%E7%A8%8B-%E5%85%A9%E5%A4%A9%E5%AF%86%E9%9B%86%E7%8F%AD-%E9%9B%A2%E5%B2%B8%E9%A2%A8%E9%9B%BB%E5%B0%8E%E8%AB%96-69318474
<https://webpageprodvm.ntu.edu.tw/owep/Default.aspx>

http://www.eng.ntu.edu.tw/tc/news_in.aspx?id=71&chk=e2d82201-4825-411c-8d80-35ef3b19edeb&mid=9&cid=81¶m=pn%3D2%26mid%3D9%26cid%3D81%26key%3D

- [8] 經濟部能源局 www.moeaboe.gov.tw
- [9] 臺灣風能訓練股份有限公司 <https://www.tiwtc.com/>
- [10] 德國離岸風力發電產業聚落分析，ITIS產業評析，
<https://www.mirdc.org.tw/FileDownload/IndustryNews/2014612145837886.pdf>
- [11] 英國1 2016/5/26，<http://www.windaction.org/posts/45090-three-rescued-after-catamaran-hits-wind-turbine#.XkkTUygzZP>（閱覽日期：2020/3/2）
- [12] Google map
<https://www.google.com/maps/d/viewer?ie=UTF8&t=k&oe=UTF8&msa=0&mid=12MbBW1OiTlnMMfDgv6Bo3RvRKrA&ll=42.82420257071174%2C141.65943072441402&z=8>
- [13] 英國2 2017/4/24，<https://www.bbc.com/news/uk-england-cumbria-39694038>（閱覽日期：2020/3/2）
- [14] 英國3 2012/11/21，<https://www.offshorewind.biz/2014/09/03/master-fined-after-accident-at-sheringham-shoal/>（閱覽日期：2020/3/2）
- [15] 英國4 2014/7/4，<http://www.windaction.org/posts/40757-vibrations-strike-down-edf-turbines#.XloRaagzZPY>（閱覽日期：2020/3/2）
- [16] 英國5 2019/2，<https://www.wind-watch.org/news/2019/03/22/turbine-at-aberdeen-bay-down-for-six-weeks-due-to-possible-lighting-strike/>（閱覽日期：2020/3/2）
- [17] 英國6 2018/4/25，<https://www.worthingherald.co.uk/news/still-no-plan-free-moby-dig-1113657>（閱覽日期：2020/3/2）
- [18] 英國7 2018/9/24，<https://www.bbc.com/news/uk-scotland-highlands-islands-41385473>（閱覽日期：2020/3/2）
- [19] 英國8 2016/2/21，<https://www.itv.com/news/anglia/update/2016-02-21/injured-man-airlifted-from-offshore-windfarm/>（閱覽日期：2020/3/2）

- [33] 英國22 2011/1/10 , <http://www.nwemail.co.uk/news/investigation-into-turbine-blade-fall1.797860?referrerPath=home/2.3320> (閱覽日期 : 2020/3/2)
- [34] 英國23 2010/8/17 , <http://www.windaction.org/posts/27720-siemens-forced-to-repair-coroding-bearings-on-3-6mw-offshore-turbines#.XlSMoqgzZPY> (閱覽日期 : 2020/3/2)
- [35] 英國24 2010/6/12 , <http://www.plantengineer.org.uk/article/26988/Offshore-wind-farm-grout-failure-may-cost25-million-.aspx> (閱覽日期 : 2020/3/2)
- [36] 英國25 2010/5/21 , <https://www.gazette-news.co.uk/news/8179046.worker-killed-in-harwich-port-tragedy-named/>
<https://vertikal.net/en/news/story/10145/fatal-accident-in-harwich> (閱覽日期 : 2020/3/2)
- [37] 英國26 2009/10/16 , <http://www.windwatch.org/news/2009/10/16/burbo-bankwind-farm-off-wirral-shore-out-of-action-forfour-weeks-after-cabling-failure/> (閱覽日期 : 2020/3/2)
- [38] 英國27 2009/9/17 , <http://www.windaction.org/posts/22214-broken-wind#.XlSllagzZPY> (閱覽日期 : 2020/3/2)
- [39] 英國28 2009/1/30 , <http://www.offshore247.com/news/art.aspx?Id=12808#> (閱覽日期 : 2020/3/2)
- [40] 英國29 2008/11/26 , <http://www.wind-watch.org/news/2008/11/27/wind-farm-worker-hurt/> (閱覽日期 : 2020/3/2)
- [41] 英國30 2008/11/13 , <http://www.windaction.org/posts/17870-50m-windfarm-barge-sinks-on-way-to-north-wales#.XlSw66gzZPY> (閱覽日期 : 2020/3/2)
- [42] 英國31 2008/2/2 ,
http://www.thenorthernecho.co.uk/news/2014597.drilling_rig_smashed_off_its_legs_and_driven_ashore_by_heavy_seas/ (閱覽日期 : 2020/3/2)
- [43] 英國32 2008/1/31 ,
http://www.decc.gov.uk/en/content/cms/what_we_do/lc_uk/lc_business/lc_economy/env_trans_fund/wind_grants/wind_grants.aspx (閱覽日期 : 2020/3/2)

- [44] 英國33 2008/1/21 , <http://www.windaction.org/posts/12902-repair-plan-for-offshore-windfarm#.XIS-H6gzZPY> (閱覽日期 : 2020/3/2)
- [45] 英國34 2007/4/30 , www.berr.gov.uk/files/file46398.pdf (閱覽日期 : 2020/3/2)
- [46] 英國35 2006/11/27 ,
<http://www.eveningnews24.co.uk/content/news/story.aspx?brand=ENOnline&category=News&tBrand=ENOnline&tCategory=news&itemid=NOED09%20Dec%202006%2011%3A40%3A08%3A107> (閱覽日期 : 2020/3/2)
- [47] 英國36 2006/10/13 ,
http://www.decc.gov.uk/en/content/cms/what_we_do/lc_uk/lc_business/lc_economy/env_trans_fund/wind_grants/wind_grants.aspx (閱覽日期 : 2020/3/2)
- [48] 英國37 2019/6/25 ,
<https://www.offshorewind.biz/2019/06/27/rnli-assists-injured-wind-farm-guard-vessel-crewman/> (閱覽日期 : 2020/7/25)
- [49] 英國38 2017/2/6 ,
<https://www.offshore-energy.biz/rnli-helps-disabled-wind-farm-guard-vessel/>
<https://report.nat.gov.tw/ReportFront/PageSystem/reportFileDownload/C09007173/001>
<https://report.nat.gov.tw/ReportFront/PageSystem/reportFileDownload/C09001286/001> (閱覽日期 : 2020/7/25)
- [50] 德國1 2016/10/9 , <https://www.maritime-executive.com/article/wind-farm-catamaran-runs-over-yacht> (閱覽日期 : 2020/3/2)
- [51] 事故位置
https://www.bsu-bund.de/SharedDocs/pdf/EN/Investigation_Report/2019/Investigation_Report118_18.pdf?__blob=publicationFile&v=1
- [52] 德國2 2018/4/10 , <https://safety4sea.com/vessel-hits-wind-turbine-as-master-takes-unnecessary-risk/> (閱覽日期 : 2020/3/2)

- [53] 德國3 2018/4/25 ,
https://www.ndr.de/nachrichten/niedersachsen/oldenburg_ostfriesland/MassiverSchaden-im-Windpark-Ursacheunklar,borkum486.html (閱覽日期：2020/3/2)
- [54] 德國4 2018/4/6 , http://www.windaction.org/posts/48202-investigation-into-damaged-adwen-turbine-begins#.Xkj_fSgzZPZ (閱覽日期：2020/3/2)
- [55] 德國5 2016/12/2 , <https://www.wind-watch.org/news/2015/06/24/blade-breaks-at-nordsee-ost/> (閱覽日期：2020/3/2)
- [56] 德國6 2014/10/14 , <http://www.windaction.org/posts/41438-borkum-west-start-drifts-to-2015#.XkkesCgzZPY> (閱覽日期：2020/3/2)
- [57] 德國7 2014/9/12 , <https://www.breitbart.com/europe/2014/09/12/Flagship-German-Offshore-Wind-Farm-Project-Humiliated-by-Technical-Faults/> (閱覽日期：2020/3/2)
- [58] 德國8 2014/5/4 , (閱覽日期：2020/3/2)
- [59] 德國9 2010/11/27 ,
http://www.sintef.no/upload/Teknologi_og_samfunn/Sikkerhet%20og%20p%C3%A5litelighet/Final%20report%20HSE%20challenge%20offshore%20renewable%20energy.pdf (閱覽日期：2020/3/2)
- [60] 德國10 2010/6/25 , <http://ecoperiodicals.com/2010/06/25/areva-under-pressure-as-m5000-turbines-malfunction/> (閱覽日期：2020/3/2)
- [61] 德國11 2010/5/31 , <http://www.rechargenews.com/energy/wind/article218697.ece>
(閱覽日期：2020/3/2)
- [62] 德國12 2003/12/21 , <http://members.aol.com/fswemedien/ZZUnfalldatei.htm> (閱覽日期：2020/3/2)
- [63] 德國13 2004/8/10 , <http://members.aol.com/fswemedien/ZZUnfalldatei.htm> (閱覽日期：2020/3/2)
- [64] 德國14 義大利海域 2014/7/7 , <http://www.windaction.org/posts/40771-prysmian-loses-eur-28m-cables-at-sea#.XklX5ygzZPZ> (閱覽日期：2020/3/2)
- [65] 德國15 2018/8/30 , <https://www.4coffshore.com/news/world-bora-catches-fire-nid8430.html>

<https://report.nat.gov.tw/ReportFront/PageSystem/reportFileDownload/C09001286/001>

<https://www.havariekommando.de/DE/startseite/startseite-node.html> (閱覽日期：2020/5/9)

[66] 風場位置，<https://www.4coffshore.com/offshorewind/>

[67] 德國16 2020/4/23，<https://www.offshorewind.biz/2020/04/24/three-injured-after-ctv-hits-wind-turbine-at-german-offshore-wind-farm/> (閱覽日期：2020/8/13)

[68] 德國17 2014/4/22，<http://www.wind-watch.org/news/2012/04/22/three-killed-constructing-offshore-wind-farms/> (閱覽日期：2020/3/2)

[69] 丹麥1 2019/2/19，https://www.bsu-bund.de/SharedDocs/pdf/EN/Investigation_Report/2019/Investigation_Report_118_18.pdf?__blob=publicationFile&v=1 (閱覽日期：2020/3/2)

[70] 丹麥2 2015/12/1，<https://www.wind-watch.org/news/2015/12/01/wind-turbine-on-samso-crumbled-into-the-sea/> (閱覽日期：2020/3/2)

[71] 丹麥3 2003/8，<https://www.modernpowersystems.com/features/featurehorns-rev-reveals-the-real-hazards-of-offshore-wind-720/> (閱覽日期：2020/3/2)

[72] 丹麥4 2010/12/24，<http://www.wind-watch.org/news/2010/12/24/e-on-cuts-production-from-danish-wind-park-after-ice-on-turbines/> (閱覽日期：2020/3/2)

[73] 丹麥5 2010/6/3，<http://www.windaction.org/posts/26605-horns-rev-i-offshore-wind-farm-is-shut-down#.XlSX3agzZPY> (閱覽日期：2020/3/2)

[74] 丹麥6 2014/8/15，<https://www.offshore-energy.biz/uk-standby-vessel-hits-wind-farm-pile-springs-leak/>

https://sarcontacts.info/srrs/da_/

<https://www.dsrs.dk/> (閱覽日期：2020/7/25)

[75] 荷蘭1，

<http://www.arepa.com/Products%20&%20Solutions/Wind%20turbines/index.html>
(閱覽日期：2020/3/2)

- [76] 荷蘭2 2012/12/21 ,
http://www.windpoweroffshore.com/article/AruMz5mZGRg/2012/2/21/worker_killed_during_vessel_maintenance/ (閱覽日期 : 2020/3/2)
- [77] 比利時1 2018/6/18 , <https://renews.biz/111495/rentel-engineer-badly-injured/> (閱覽日期 : 2020/3/2)
- [78] 比利時2 2020/2 , <https://www.energylivenews.com/2020/04/05/belgian-offshore-wind-energy-breaks-record/>
<https://www.brusselstimes.com/news-contents/economic/95662/storm-dennis-caused-a-peak-in-wind-energy-production/>
<https://www.bangkokpost.com/world/1854484/transport-disrupted-across-europe-as-storm-ciara-sweeps-in> (閱覽日期 : 2020/7/9)
- [79] 瑞典1 2002/3/15 , <http://www.caithnesswindfarms.co.uk> (閱覽日期 : 2020/3/2)
- [80] 美國1 , <https://www.blockislandtimes.com/article/bi-wind-farm-bergo-breaks-loose/44087> (閱覽日期 : 2020/3/2)
- [81] 美國2 2016/12/2 , <http://www.windaction.org/posts/46007-haliade-turbine-down-for-repairs-at-block-island#.XkkOrygzZPZ> (閱覽日期 : 2020/3/2)
- [82] 美國3 2015/10/3 , <https://www.wind-watch.org/news/2015/10/03/regulators-safety-welding-problems-at-offshore-wind-farm/> (閱覽日期 : 2020/3/2)
- [83] 中國1 2017/7/17 , <https://splash247.com/fire-hits-windfarm-off-jiangsu-one-missing/> (閱覽日期 : 2020/3/2)
- [84] 日本1 2016/5/10 , <https://kknews.cc/zh-tw/world/48n85x.html>
<https://www.youtube.com/watch?v=q-WPCYoCeS8> (閱覽日期 : 2020/3/2)
- [85] 日本2 2015/6/6 , http://www.mlit.go.jp/jtsb/eng-mar_report/2017/2015kb0051e.pdf
(閱覽日期 : 2020/5/11)
- [86] 台灣1 2019/8/23 , <https://udn.com/news/story/7320/4005058> (閱覽日期 : 2020/7/5)
- [87] G+, 全球離岸風電健康及安全組織 , <https://www.gplusoffshorewind.com/>

- [88] 凱瑟尼斯風能資訊論壇，<http://www.caithnesswindfarms.co.uk/fullaccidents>（閱覽日期：2020/3/2）
- [89] 國際海事承包商協會，<https://www.imca-int.com/>
- [90] 國際風能組織，<https://www.globalwindsafety.org/>
- [91] 美國國家海上風能研究與開發聯盟，<https://www.energy.gov/eere/wind/national-offshore-wind-rd-consortium>
- [92] 福島海上風電聯盟，<http://www.fukushima-forward.jp/english/index.html>
- [93] ReaLCoE，<https://www.realcoe.eu/>
- [94] Health and safety statistics，Global Offshore Wind Health and Safety Organization，<http://www.gplusoffshorewind.com/about>
- [95] Offshore Wind farms in The United Kingdom，4C Offshore，<https://www.4coffshore.com/windfarms/united-kingdom/>
- [96] Offshore Wind farms in Germany，4C Offshore，<https://www.4coffshore.com/windfarms/germany/>
- [97] Offshore Wind farms in Denmark，4C Offshore，<https://www.4coffshore.com/windfarms/denmark/>
- [98] MGN 543 Offshore Renewable Energy Installations Safety Response，Gov.UK，August 2016，<https://www.gov.uk/government/publications/mgn-543-mf-safety-of-navigation-offshore-renewable-energy-installations-oreis-uk-navigational-practice-safety-and-emergency-response>
- [99] MGN 372 Guidance to mariners operating in vicinity of UK OREIs，Gov.UK，August 2008，<https://www.gov.uk/government/publications/mgn-372-guidance-to-mariners-operating-in-vicinity-of-uk-oreis>
- [100] Offshore Renewable Energy Installations: Requirements, Guidance and Operational Considerations for Search and Rescue and Emergency Response，Gov.UK，December 2016，https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/762365/OREI_SAR_Requirements_v2.0.pdf

- [101]Global Wind Report 2019 , GWEC , <https://gwec.net/global-wind-report-2019/>
- [102]Gesellschaft für Maritimes Notfallmanagement mbH , <http://gmn-bremen.de/aufgaben/>
- [103]Emergency concept for offshore wind farms , ERNEUERBARE ENERGIEN , 2012/10/02 , <https://www.erneuerbareenergien.de/archiv/emergency-concept-for-offshore-wind-farms-150-434-33071.html>
- [104]Safety for Offshore Industry from Bremen, Germany , OffshoreWind.biz , 2020/06/21 , <https://www.offshorewind.biz/2012/06/21/safety-for-offshore-industry-from-bremen-germany/>
- [105]German Maritime Search and Rescue Service , <https://www.seenotretter.de/en/who-we-are/>
- [106]WINDea Care , <https://www.windea-care.de/en/>
- [107]Central Command for Maritime Emergencies , <https://www.havariekommando.de/EN/home/home-node.html>
- [108]German Maritime Search and Rescue Service (DGzRS) , Wikipedia , https://en.wikipedia.org/wiki/German_Maritime_Search_and_Rescue_Service
- [109]Emergency Preparedness and Response: Insights from the Emerging Offshore Wind Industry , ResearchGate , January 2020 , https://www.researchgate.net/publication/338308395_Emergency_preparedness_and_response_Insights_from_the_emerging_offshore_wind_industry
- [110]Why does the offshore wind industry need standardized HSE management systems? An evidence from Denmark , ResearchGate , June 2019 , https://www.researchgate.net/publication/330390181_Why_does_the_offshore_wind_industry_need_standardized_HSE_management_systems_An_evidence_from_Denmark
- [111]Joint Rescue and Coordination Center , Danish Defense , <https://www2.forsvaret.dk/eng/Organisation/Search-and-Rescue/Pages/SAR-Denmark.aspx>

[112]Offshore Wind National Report-January to November 2017 , The Crown Estate ,
https://www.thecrownestate.co.uk/media/2400/offshore-wind-operational-report_digital.pdf

[113]英国海事分野における洋上風力に関する動向，公益財団法人 日本海事センター，2020/05/29，<http://www.jpmac.or.jp/information/?id=795>

附錄一、評選委員審查意見回覆表

項次	審查意見	回覆意見及應改善事項
一、戴委員輝煌		
1	以離岸風電海域為探討範圍，則未來在交通（海域）、天然災害、人為災害、漁業或海工等四大類的災害種類、影響範圍、應變流程，將會是本案之主軸，是否全部納入？有無先後之重點安排或排序？	感謝委員意見，本計畫將依各國的文獻與案例，彙整主要自然與人為災害之可能種類、範圍，並作為防救災規劃時之參考。研究重點將以離岸風機之人為或海工災害為主，其他天然災害、交通或漁業等為輔。
2	規劃部分，目前 GWO 之培訓除了金屬中心之外，高雄科大海訓處、海科處、以及 TIPC 之台中風訓公司有很多專家，且是第一線，可以避免訊息的消弱並可讓本案內容可以更具體化。	感謝委員意見，本計畫將就災害種類特性，規劃對建議之機構進行專家訪談或納入座談會邀請名單。
3	本課題立場應以海委會的資源輔助為主導，目前海委會有海巡的能力，是否其海上運船可以參與此海域防救災的規劃？是否仍有其他協助執行單位（具體化）？	感謝委員意見，本計畫將參考委員建議，完成之防救災計畫，將納入國家「中央災害防救體系」，並會規劃相關執行的機制。
二、高委員世明		
1	在參考國家案例部分，請說明我國案例分別是對應哪些國家（如：漁業、航運等）	感謝委員意見，案例國家將會以災害可能的類型及特性為主，規劃將以聯合國及歐盟二國際組織的規劃為參考主軸，並搭配日本、美國、德國、英國等積極推動離岸風電國家為對象，參考其防救災作法。
2	座談會缺乏法政學者。	感謝委員意見，未來將納入相關法政專家學者。
3	請確認我國離岸風電之發展是在內水或是領海，因涉及的法規不同。	感謝委員意見，查依《離岸風力發電規劃場址申請作業要點》附件一之內容，我國潛力風場均領海基線內，均屬內水區域，將適用相關法規進行規劃。
4	目前我國救災體系應如何延伸到海域，應是本研究應該著重者。	感謝委員意見，將我國防救災延伸到海域（離岸風電），是本研究的核心目標。

項次	審查意見	回覆意見及應改善事項
三、邱委員文彥		
1	離岸風電海域防救災所關注的「災害」(Disasters)類型是否足夠周延,建議再作研析補充,例如生物或生態災害與救援,是否包括?	感謝委員意見,本計畫將依各國的文獻與案例,彙整主要自然與人為災害之可能種類、範圍,並作為防救災規劃時之參考。研究重點將以離岸風機之人為或海工災害為主,其他天然災害、交通或漁業等為輔。
2	所列法律,多以海域空間相關者為主,建議著重在防災應變管理的機制上。尤其跨部會協調分工,以及中央和地方的協力機制如何,建請多加研究。	感謝委員意見,未來將納入執行規劃的重點項目。
3	未來離岸風場將在 50-100 米大水深海域進行區塊開發,建議應將研究分析延伸至政策層面,作為未來環評、規劃、立法及管理之參考。	感謝委員意見,本計畫完成之防救災計畫,將納入國家「中央災害防救體系」,並會規劃相關執行的機制,亦供未來環評、規劃、立法及管理之參考。
4	完成之防救災計畫,在法律或行政機制上位階如何?如何落實?建請考慮與研析。	感謝委員意見,本計畫完成之防救災計畫,將納入國家「中央災害防救體系」,並會規劃相關執行的機制。
5	萬一遇到大型或複合性災難,造成全臺大斷電,有無可能,是否納入應變機制?	感謝委員意見,本計畫將以案例方式,研析大型複合性災難的應變模式。
四、鮑委員俊宏		
1	建議蒐集歐洲既有防救災經驗並特定針對臺灣特有現象深入探討,並進行相關分類,例如可預報如颱風、強降雨;不可預報如雷擊、地震;長時間作用之災害如掏刷等災害。	感謝委員意見,案例國家將會以災害可能的類型及特性為主,規劃將以聯合國及歐盟二國際組織的規劃為參考主軸,並搭配日本、美國、德國、英國等將要離岸風電國家為對象,參考其防救災作法。
2	風電災害防救如災害防救法,中央目的專業主管機關為經濟部,本計畫未來研提「我國離岸風電海域防救災策略規劃」之定位應避免與其他機關業務重疊,應以海委會的立場可統合、協調、規劃與其他部會機關涉海業務,層面著手。	感謝委員意見,本計畫將從海委會統合各部會之功能著手,規劃離岸風電防救災計畫納入國家「中央災害防救體系」,並會規劃相關執行的機制,以釐清部會分工,避免重疊。

項次	審查意見	回覆意見及應改善事項
五、賴委員堅戊		
1	東北季風期間的救援能量。	感謝委員意見，將納入研究參考。
2	應納入運輸安全委員會、國家災防中心等中央單位。	感謝委員意見，本計畫將從海委會統合各部會之功能著手，規劃離岸風電防救災計畫納入國家「中央災害防救體系」，並會規劃相關執行的機制，以釐清部會分工，避免重疊。其中國家災害防救科技中心即為前述體系之諮詢單位，至於運輸安全委員會則為運輸事故之調查單位。
六、陳委員彥宏		
1	<p>本案就和大多數的研究報告一樣，也做文獻蒐集和分析。考慮到離岸風電在國外已經有好幾個國家有經驗，蒐集人家的案例的確是一個很好的開始，但是台灣必然有和其他國家不同的地方（包括颱風多、使用特殊漁具漁法的場合比國外多、海洋文化也不一樣）。本服務建議書中有特別指出颱風、海嘯等天然災害發生的機會比較大（p.25）也表示會把這些列入考慮，但除此之外，還有沒有什麼條件會使的某些災難是其他國家不會發生或很少發生，但在台灣發生機會比較大的。比如說：</p> <p>(1)我們在風場基地的航道是不是相較於國外風場所在地特別狹窄？或是有很多風場已經不是在海邊，而是在故有航道的海中間？這會不會因此更容易發生碰撞事故或使施工難度變高？</p> <p>(2)另外我們沿海漁業漁法是否和歐洲國家大大不同？這會不會也比較容易造成漁船、漁具和風場設施的衝突與糾纏？</p>	感謝委員的意見，將納入未來的研究參考。將於相關工作會議上，再與委辦單位商討，就以下意見與本案工作需求較相關者，進行細部研析。

項次	審查意見	回覆意見及應改善事項
	<p>(3)還有一個海事文化的問題，歐洲的離岸風電從 1970s 年代開始，海上活動有充裕的時間與風場間產生共存的文化，台灣的狀況是完全不一樣的，直白一點的說，在一個本來就不太遵守交通規則的地方，現在除了改變交通環境以外，又要給他們新的交通規則，我們如何期待這些被迫改變生活、作業型態的海上從業人員從本來就已經不守規還要去守新的規？</p>	
2	<p>做研究報告最怕最後的結果是閉門造車，執行單位雖然做過很多研究 (p.3)，但對於實際的海事工程進行及海難救助的議題可能還是涉及太少。建議執行單位應該特別著重於獲得實際作業者對此題目的回饋。舉例來說：</p> <p>(1)本研究委託單位要求執行單位要執行二場專家座談，研究單位規劃了北高二場各僅 80 分鐘的「綜合座談」（座談出席費 10 人次，邀請對象三十餘人），即便是二場合計 160 分鐘的座談，這些人是要談出什麼東西？再詳細思考，在本研究案之前，交通部、經濟部已經召開過相關的座談會不下數十次，如果本案能在召開所謂的「專家座談」前，先掌握這些會議資料與紀錄，再來思考怎麼開這二場座談會，或許意義會更大一點。問題是，研究單位能懂這些搞海事的產官學在想些什麼嗎？</p> <p>(2)座談會中所要邀請的人當然都是一時之選，但其中有多少人真的從事過海事工程？或有救災的經驗？瞭解</p>	<p>感謝委員的意見，座談會議規劃，將蒐集過去相關會議（記錄）資訊，將重新規劃更周延的會議執行方式，並經委辦單位同意後辦理。</p>

項次	審查意見	回覆意見及應改善事項
	<p>救災的過程？像 D 類的融資業者，其實他們影響不大，甚至 A 類的風商雖然是做統籌的工作，也有需要他們配合的地方，但其實他們也只是把海事工程發包別人施作。</p> <p>(3)邀請對象一定要包括海事工程代表 (p.37)，目前擬邀請的對象中只有 B 類中的 d 公司算是真的有做海事工程，不過他其實原先做的是陸域的營造工程，入海事工程這個領域的時間較晚，這方面台灣有個高雄海事同業公會，他們才是真正人家說的「黑手」出身，各式各樣的施工「或受災」經驗豐富，可以多請益並瞭解他們對於救災的需求。</p>	
3	<p>規劃出離岸風電海域管理計畫固然是本服務計畫書的研究成果之一(目前預期為研究計畫的第五章，見 PDF 檔 p.39)。但除了抽象的法條以外，招標單位需要的是一份切實可用的報告或規劃。所以研究計畫第四章千萬不要流於形式，而是要真的可以做。</p> <p>(1)包括：哪些災難種類主要由那個主管機關負責？哪個主管機關協助？對於該種災難台灣目前的公家或民間業者可以使用的救災能量有多少？在哪裡？還欠哪些？</p> <p>(2)譬如說：若是施工過程中漏油，應該由何人統籌救災工作？是海委會海保署？經濟部能源局？還是交通部航港局？在思考這議題的過程中就有可能發現，服務建議書說經濟部能源局應制定制定災害防救業務計畫</p>	<p>感謝委員提供的重要意見，本研究將蒐集過去相關研究的成果，包括相關會議的結論等資訊，以使本計畫的研究成果更加完備。</p>

項次	審查意見	回覆意見及應改善事項
	<p>(見 PDF 檔 p.20), 這有點不切實際, 因為能源局主管的是電, 但本件最可能的災難事故發生地點是海上! 能源局至多能處理沒電的時候要如何因應, 但要如何對付海上發生的船舶碰撞風機、船舶施工漏油等事故? 可以被期待的應該是航港局或海委會。依照災害防救法第二條, 災害防救業務計畫是由「中央災害防救業務主管機關」及「公共事業」來擬訂, 所以作為海難中央災害防救業務主管機關的交通部反而可能比較相關, 所以災害防救業務計畫如果不是由交通部制定, 至少也應該是交通部和公共事業共同擬定。</p> <p>(3)有關這個離岸風電海域管理計畫如前面所述在交通部、經濟部已經召開過相關的座談會不下數十次, 真心建議本案的執行單位先行掌握這二個部的進度, 才不會走太多冤枉路。</p>	

附錄二、第一次專家座談會會議資料

一、 簡報資料

會議 議程

時間	議程	主持人/報告人
10:00~10:05	主持人致詞	國家海洋研究院長官/ 黃釋緯計畫主持人
10:05~10:30	專題報告：離岸風電災難類 型、法規競合及 管理架構規劃	洪承豐助理研究員
10:30~12:00	綜合討論	黃釋緯計畫主持人



臺灣離岸風電海域防救災規劃

專家座談會議

財團法人台灣經濟研究院
中華民國109年5月28日



簡報大綱

- 一、國內外離岸風電海域防災訓練課程
- 二、離岸風電災害事故案例分析
- 三、離岸風電災難處理相關規定與法規分析
- 四、離岸風電防救災能量探討
- 五、我國離岸風電防救災應變計畫架構

1

一、國內外離岸風電海域防災訓練課程

全球離岸風電健康及安全組織

- G + (Global Offshore Wind Health and Safety Organization)

凱瑟尼斯風能資訊論壇

- Caithness Windfarm Information Forum, CWIF

國際海事承包商協會

- International Marine Contractors Association, IMCA

國際風能組織

- Global Wind Organisation, GWO

臺灣風能訓練股份有限公司

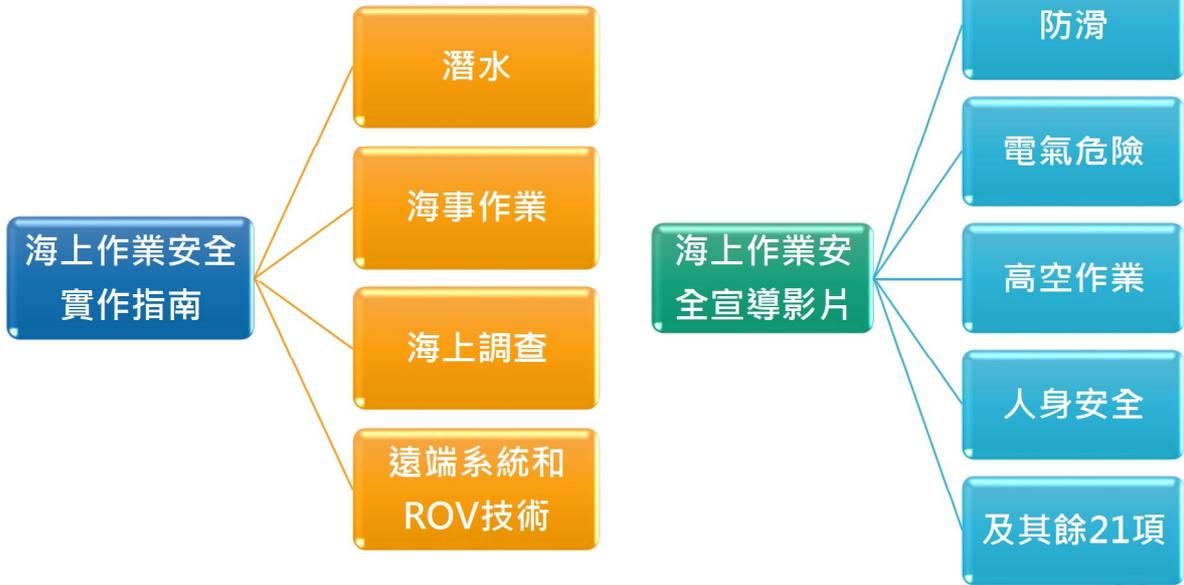
- Taiwan International Windpower Training Corporation Ltd



2

一、國內外重要離岸風電海域防災訓練課程

■ 國際海事承包商協會工作項目



國際海事承包商協會工作項目 (來源: 本研究整理, 及<https://www.imca-int.com/>)



一、國內外重要離岸風電海域防災訓練課程

■ GWO 風能產業基本安全培訓內容(BST)



高處作業訓練

- 確保高處作業作業人員的工作安全和在風能產業的高空救援。

海上求生訓練

- 所有離岸工作人員，均需接受海上求生訓練。

手動操作訓練

- 針對需要在離岸工作場所進行手動作業人員的訓練。

消防意識訓練

- 對火災應變的人員進行防火知識培訓，以利火災之應變及人員之疏散。

急救訓練

- 離岸工作人員的急救知識及技能培訓。

BST培訓課程內容 (來源: 本研究整理, 及lobalwindsafety.org)



一、國內外重要離岸風電海域防災訓練課程

■ 台灣風能之基礎安全訓練課程(BST)各項課程內容

課程種類	訓練時數	課程內容
緊急救護	16小時	一系列的 基本急救知識與技能 、能正確判斷不同緊急狀況，並實際在高空作業塔中進行急救場景演練。
徒手搬運	4小時	學習 徒手搬運造成的常見傷害及治療 ，並著重在身體傷害的預防與搬運技巧。
火場應變	4小時	包含預防 火災 、了解火災徵兆、對於起火或濃煙有正確的判斷與應變措施。除了前導知識外，更結合實際操作乾粉滅火器、二氧化碳滅火器、安全撤離訓練。
高空作業	16小時	高空作業的基礎知識以及個人防護裝備的穿戴與確認 ，並在高空作業塔中使用各類高空作業和救援設備;包含一系列攀爬練習以及救援演練
海上求生	8小時	著重於 海上突發事件的逃生與自保技能 ，包含海上逃生的基本知識、如何避免失溫及溺水、人員落海緊急應變處理、急難情況的溝通方法此外，學員將在游泳池內模擬棄船逃生、直升機吊掛以及船塔接駁等場景演練。

BST課程內容 (來源：本研究整理,及www.tjwtc.com)



二、離岸風電災害事故案例分析

1.全球離岸風電健康及安全組織(1/3)

■ 2018年全球離岸風電健康及安全組織所公布之可能導致死傷的高風險事故統計，共計發生256起高風險事故，依據災害發生區域、事故傷害種類及發生災害時之工作情況，三種類別進行圖表分析。

■ 2018年高風險事故發生區域之佔比：

- 陸上 21%
- 風機 32%
- 工作船 38%
- 風場 (不含風機) 8%

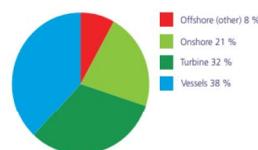


Figure 3: High potential - incident area summary

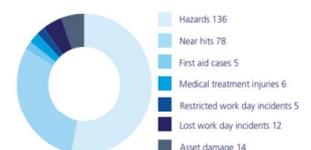


Figure 4: High potential - actual incident consequence

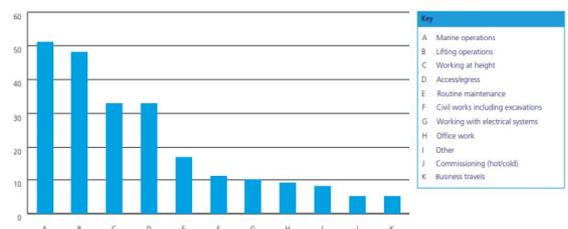


Figure 5: High potential - work process breakdown

•2018年岸風機意外事故統計
(來源：https://www.gplusoffshorewind.com/?a=638861)



二、離岸風電災害事故案例分析

1.全球離岸風電健康及安全組織(2/3)

■ 事故傷害種類：

- 危害(Hazards) · 潛在導致事故的情況：**136起**
- 虛驚事故(Near hits)：**78起**
- 急救(First aid cases)：**5起**
- 醫療傷害(Medical treatment injuieres)：**6起**
- 限制工作天(Restricted work day) · 不導致死亡或失去工作日，但會數天無法正常工作：**5起**
- 失去工作天(Lost work day) · 非致命事件但災害後將不適合從事任何工作：**12起**
- 生命財產損失(Asset damage)：**14起**



Figure 4: High potential – actual incident consequence

•2018年岸風機意外事故統計
(來源：<https://www.gplusoffshorewind.com/?a=638861>)



二、離岸風電災害事故案例分析

1.全球離岸風電健康及安全組織(3/3)

■ 發生災害時之工作情況：

- A.海上作業
- B.起重吊掛作業
- C.高處工作
- D.進出港
- E.例行維護
- F.大地工程
- G.電氣作業
- H.辦公
- I.其他項
- J.冷熱測試
- K.商業旅遊

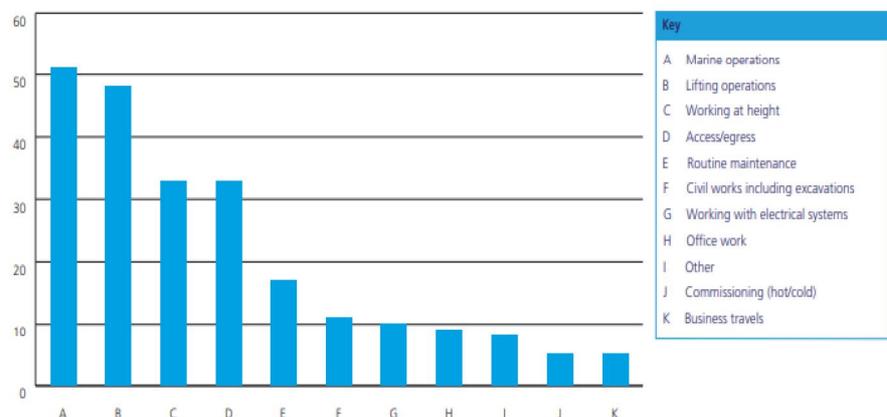


Figure 5: High potential – work process breakdown



二、離岸風電災害事故案例分析

2.Caithness風能資訊論壇組織(1/2)



自1999年起至2019年為止，Caithness風能資訊論壇分別統計全球風電各類事故發生次數

(來源：<http://www.caithnesswindfarms.co.uk/index.htm>)



*一件案例可能引致多種災害

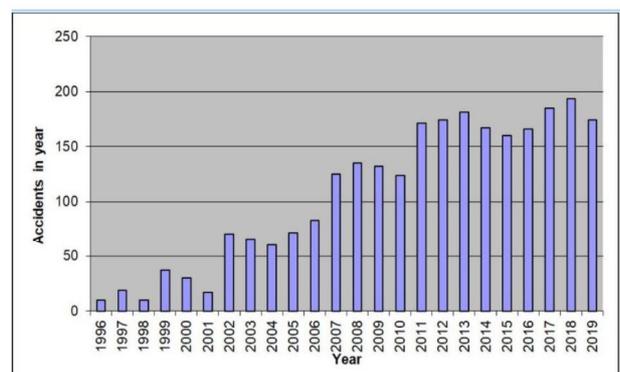


二、離岸風電災害事故案例分析

2.Caithness風能資訊論壇組織(2/2)



- 自1999年起至2019年為止，全球風電事故的發生的頻率已由每年約50件，攀升至每年發生約170件的事務。
- 各項已累積的紀錄有 2,596件，其中148件事務造成了人員的傷亡。



*年度風能災害數量 (來源：<http://www.caithnesswindfarms.co.uk/index.htm>)



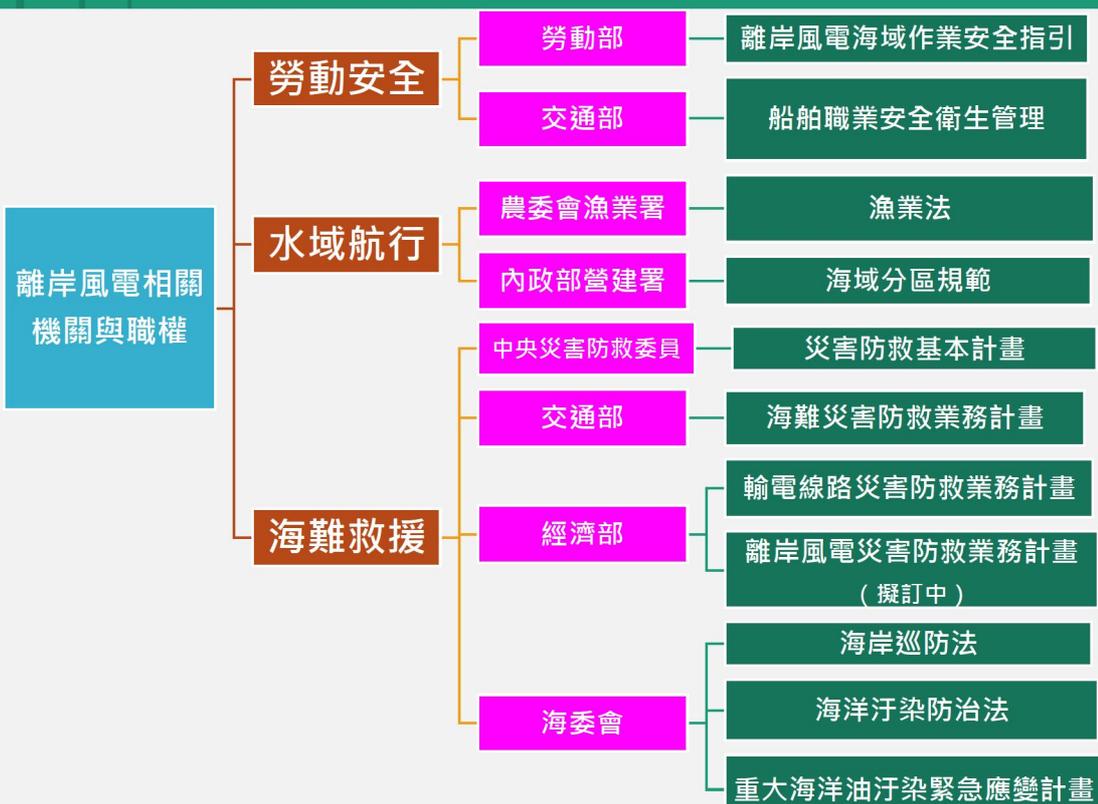
二、離岸風電災害事故案例分析

3. 國外離岸風電災害事故案例蒐集概況

- 目前已蒐集的離岸風電事故之案例，依事件發生所屬國家進行分類：
 - 英國：38 例。(自2006年~迄今)
 - 德國：14 例。(自2003年~迄今)
 - 丹麥：5 例。(自2003年~迄今)
 - 其餘歐洲國家：荷蘭、比利時、瑞典等國計有 5 例。(2010年~迄今)
 - 美國：4 例。(自2008年後~迄今)
 - 亞洲國家：包含中國、日本、台灣等國計有 3 例。(自2016年~迄今)
- 綜合所蒐集到的案例(2003~迄今)，依風機損害或人員受傷等方式進行分類，初步可分為三大類：
 - 施工或運維導致人員傷亡 (26例)
 - 風場 (或風機) 之設施損害 (40例)
 - 工作船運輸而引起的災害 (24例)



三、離岸風電災難處理相關規定與法規分析



■ 依「災害防救法」制訂之計畫及有關所屬機關：



13

三、離岸風電災難處理相關規定與法規分析

交通部

- 海難災害(船舶遇險)導致之海洋污染事件，啟動緊急應變機制之召集機關
- 交通運輸工具之徵用及調派。
- 海、氣象資料提供。
- 協調運輸業者提供存放罹難者所需冷凍貨櫃。
- 督導各級海難救護機關及機構執行港口(商港、漁港、軍港、工業專用港、遊艇港)區域內海難之災害救護及處理事項。
- 其他海難應變措施事項。

海洋委員會

- 針對離岸風機風場遇到天災或人為緊急狀況時，如特定船舶意外、火災、爆炸、人員落水、颱風、地震、雷擊極端之天氣條件等應制定特定的應變指引，以解決各類型緊急狀況。督導所屬辦理海難案件救援及海洋油污染應變事項。

三、離岸風電災難處理相關規定與法規分析

經濟部

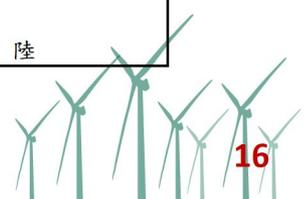
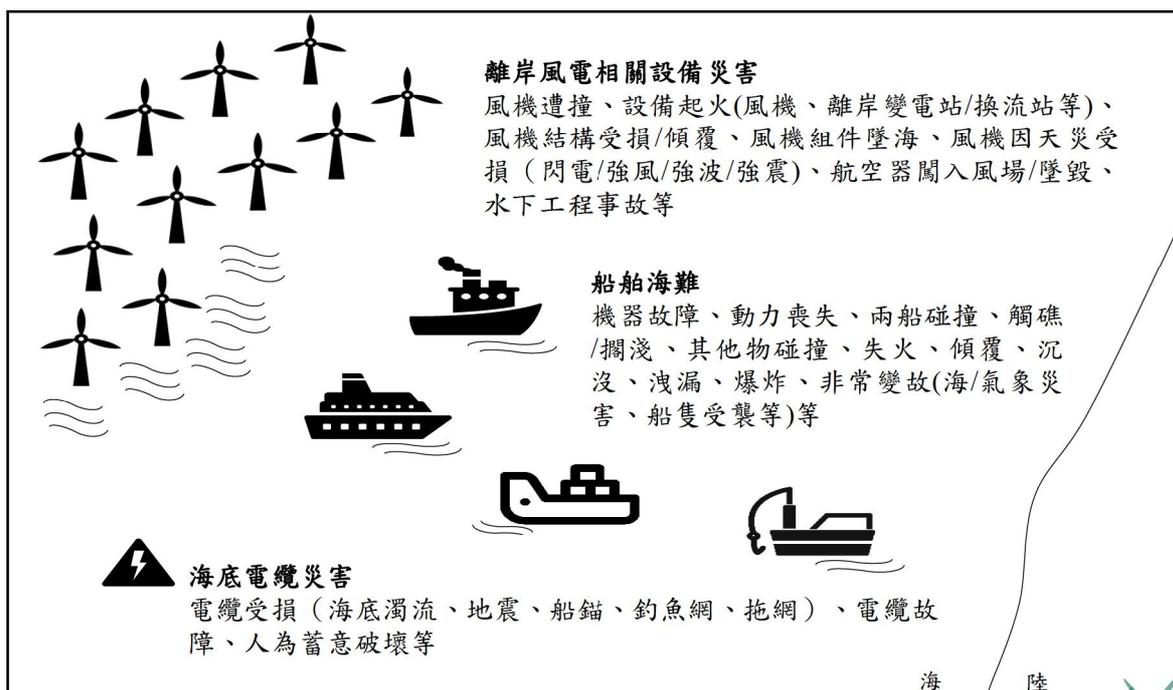
- 督導所轄港口(工業專用港)及離岸風電業者海難災害應變措施有關事宜。
- 依據海洋污染防治法及相關法規督導及辦理轄管港口(工業專用港)及離岸風電業者船舶海難海洋污染應變處置。

海洋委員會海巡署

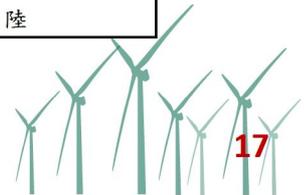
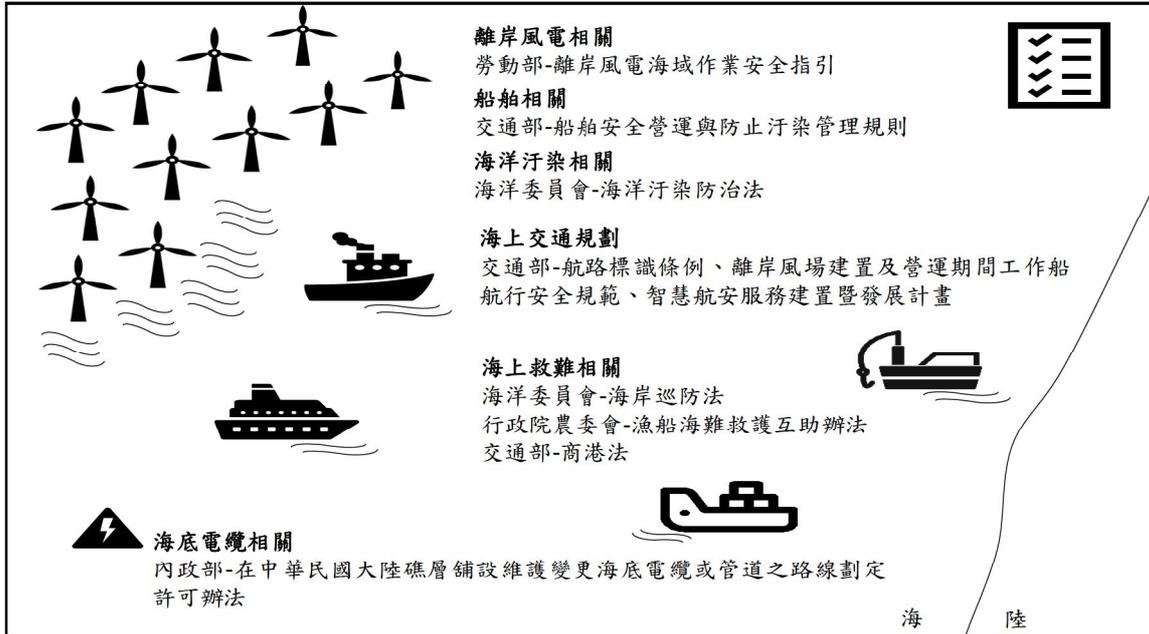
- 海上船舶海難之蒐證、處理事項。
- 海難之船舶、人員及海上失事之航空器、人員之搜索、救助及緊急救護事項。
- 於發生災害之海域，立即蒐集海難災情，並依海難災害事故緊急通報作業規定通報。



四、離岸風電防救災能量探討

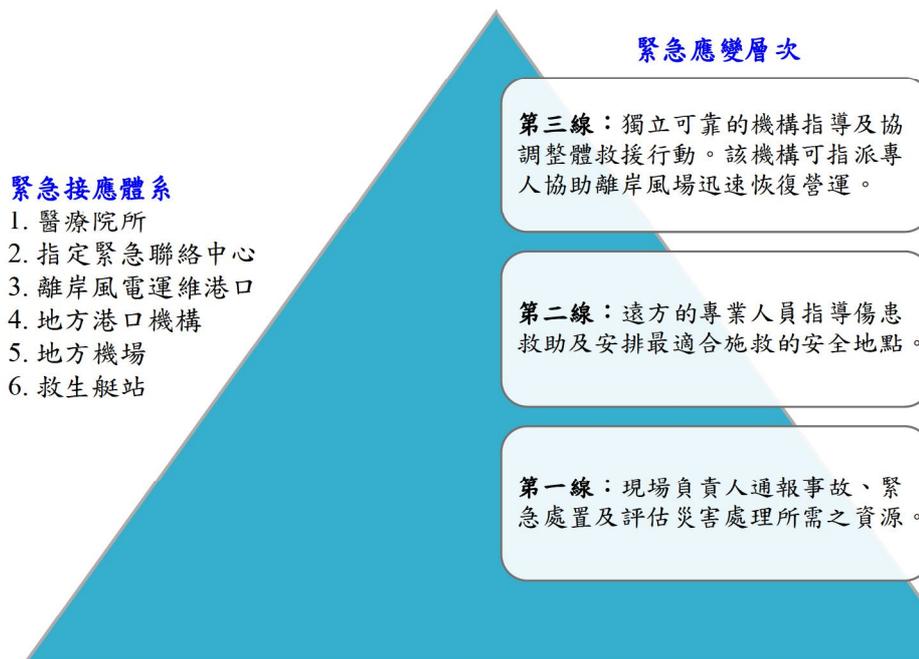


四、離岸風電防救災能量探討



17

四、離岸風電防救災能量探討



18

五、我國離岸風電防救災應變計畫架構



19

討論題綱

- 1.現行法規與離岸風電防救災關聯性之建議
- 2.離岸風電災難類型與官民防救災能量之現況
- 3.政府與民間(風電業者)防救災能量之規劃建議
- 4.對我國離岸風電防救災管理架構之建議



20



簡報結束
敬請指教

附件、離岸風電發展政策

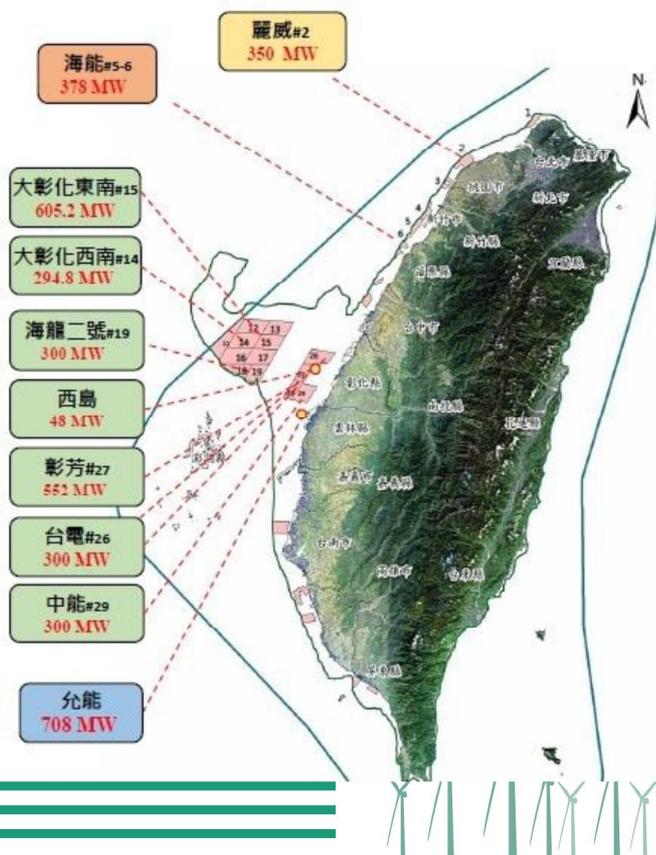
一、離岸風電4年推動計畫



附件、離岸風電發展政策

二、已核定離岸風電計畫及位置圖

分配 機制	完工併 聯年度	風場	開發商	容量 (MW)
示範	2019	海洋示範風場	上緯	128
	2020	台電示範風場	台電	110
遴選	2020	海能	上緯、麥格里	378
		允能	達德	360
	2021	允能	達德	348
		麗威	達德	350
		大彰化東南	沃旭	605.2
		大彰化西南	沃旭	294.8
	2023	彰芳	CIP	100
		彰芳	CIP	452
	2024	中能	中鋼	300
		西島	CIP	48
海龍二號		NPI、玉山	300	
競價	2025	台電	台電	300
		海龍二號	NPI、玉山	232
		海龍三號	NPI、玉山	512
		大彰化西南	沃旭	337.1
		大彰化西北	沃旭	582.9



二、 會議記錄

「台灣離岸風電海域防救災規劃」第一次專家學者座談會

會議記錄

壹、時 間：109年5月28日（星期四）上午10時00分~12時00分

貳、地 點：財團法人台灣經濟研究院 208 玉山會議室

參、主持人：財團法人台灣經濟研究院黃釋緯計畫主持人

肆、出（列）席單位及人員：詳如簽到單

伍、主持人致詞：（略）

陸、執行單位簡報：（略）

柒、討論意見：

1.現行法規與離岸風電防救災關聯性之建議

離岸風電已列為公用事業，相關法規除災害防救法應提之緊急應變計畫外，牽涉不同法規之競合，可能也和消防法有關，研究團隊應再釐清各部會現行法規間的關聯性。

防救災的性質可參考國外的經驗，國外之防救災規劃，包含防災(風險)，救災(規劃)部分，提供安全指南及手冊，提供平時防災，當災害發生之急難救助該怎麼做，目前這裡有對政策與法律面進行規劃，但是在執行面及安全角度，可參考國際所規劃的安全指標，提供相關單位參考。

2.政府與民間(風電業者)防救災能量之規劃建議

風電業者，依法需提出救災演練計畫給目的事業主管機關。現場業者都同意，廠商要有自救的能量準備。然而，應準備到什麼程度，且目前在同一海域中，有多家廠商，自備之救災能量是否有重疊，建議政府應該一套標準，亦可透過雙方共同協商討論得出一套共通的標準。

目前政府對於離岸風電的防救災能量亦有不足，極需要相關單位進行能量盤點，由於我國在海上的救災經驗較少，未來如何參考國際經驗，利用相關演練，儘速建立起我國對於離岸風電有關的防災任務能量，是本案的重點工作。

3.對我國離岸風電防救災管理架構之建議

離岸風電防救災，是人命為主體，需考量整體救援流程(包含海上救援與陸上接應)。在人命救援方面，需同時顧及施救人員的安全，應評估安全載具型態、耐波性及直升機之應用，並整合海氣象與救災資源，以利施救人員掌握環境條件，加以規劃救援方式。

為順利完成離岸風電防救災，需要建置一個統籌的單位。行政院防災辦公室，建議可以參考我國現行的「臺北車站特定區聯合防災中心」之運作模式，建置我國離岸風電聯合防災中心或是統籌中心，是政府既定的方向，未來可以釐清出各部會的權責，政府及民間或是民間業者與民間業者間的關係等，都由此整合的中心管理。

附錄三、期中審查意見回覆表

項次	審查意見	回覆意見及應改善事項	頁次
一、邱委員文彥			
1	本計畫範疇宜由全國角度或視野考量，若改為只限於海委會權責，是否需修改合約，建請下次會議時，由研究單位先行說明。	感謝委員意見。本研究計畫於 3 月 9 日召開第一次工作會議，確定以海委會的權責角度進行本計畫，並從整體離岸風電海域災害類型探討防救災能量需求與規劃。	p. i
2	國內外災難事故分析似乎僅及於事故資料，對於重大災難或事故，宜有更詳細的分析與分類，但預擬臺灣海象、生態、環境可能發生類似災變的情境，研析應對的策略。	感謝委員意見。本期中報告蒐集國內外之離岸風電相關事故資料，離岸風場本身並未發生重大災難或事故，船隻碰撞離岸風機的是故亦未造成重大傷亡。由於本研究之研究目的在於研析離岸風電海域防救災規劃，以救人為主，在所有船舶皆須遵循我國海事相關規定之下，本研究透過分析離岸風電海域可能發生之災害類型，提出應有的應變能量。	p.84
3	海域管理法制由海安處研擬中，但與海洋空間規劃的概念背離，設若由國家安全出發，則本計畫海域管理計畫如何定位？	感謝委員意見。本研究計畫於 3 月 9 日召開的第一次工作會議，已確定「我國離岸風電海域管理計畫(草案)」之範疇應著重於海洋委員會的權責，而非全面的國家型的海域管理計畫。因此，基於「我國離岸風電海域管理計畫(草案)」的範圍相對較大，待研究團隊隨後續計畫進行，提出較明確計畫規劃後，將變更「我國離岸風電海域管理計畫(草案)」的名稱。	-
4	應變策略定調後，應該配合盤點人員、設備、資源、機制等能量，並尋出應改善之道。	感謝委員意見，本研究參考國際經驗與國內防救能量現況，於期末報告第四章及第五章中分別研析離岸風電海域災害情境、預測我國離岸風場發生需要即時海上救援的事故數量、盤點防救災能量並提出相關建議，期盼能強化官民合作	p.82 -105

項次	審查意見	回覆意見及應改善事項	頁次
		及救難資源的運用效率。	
二、高委員世明			
1	事故案例列舉豐富，惟似均來自某一網站資料，建議可再搜集其他來源之案例，充實報告內容，另請再分析這些案例與我國未來可能發生事故案例之關聯性。	感謝委員之建議。本研究第二章所列之事故案例資料來源為國外各新聞網站，並列舉日本與台灣之事例。本研究將持續蒐集事故案例及其可能造成之災難等資料，並分析這些案例與我國未來可能發生事故案例之關聯性。	-
2	報告第二章風電組織介紹中有些是 NGO、NPO，或是公司，不知道這依據為何？如何挑選出來。	感謝委員意見。本研究初步蒐集全球各類風電組織的網站資訊，包括 G+（全球離岸風電健康及安全組織）、凱瑟尼斯風能資訊論壇、國際海事承包商協會、國際風能組織、臺灣風能訓練股份有限公司、美國國家海上風能研究與開發聯盟、福島海上風電聯盟、RealCoE 等。這些網站資訊包括風能事故、職安改善、產官學合作等面向，以及各組織風電事故經驗與應變措施之經驗，有助於離岸風電災害處理與應變措施發展之參考。	-
3	第二章結論部分，似乎少了有關風電組織的結論。	感謝委員意見。本研究於期末報告中將進一步整理有關風電組織的結論。	p.32
4	頁 3-1 的圖有 2 個重複，建議再予調整。	感謝委員意見。本研究於期末報告中將修正圖中重複的地方。	p.34
5	頁 3-4 中「應變措施」未能舉例。	感謝委員意見。本研究於期末報告中，將舉例說明我國離岸風電業者之應變計畫。	p.37
6	頁 3-6 中之各法規，似乎與航行無關，而與海域管理較為相關？建議再予補充相關法規。	感謝委員意見。本研究於期末報告中將修正並補充說明離岸風電相關法規。	p.55
7	緊急應變能量應區分民間與政府應建立的部分。	謝謝委員建議，本研究於期末報告第四章中就離岸風電業者(民間第一線緊急應變能量)及鄰近離岸風電潛力場址之醫	p.95 -105

項次	審查意見	回覆意見及應改善事項	頁次
		院、空勤基地等潛在緊急應變能量(第二線民間與官方)進行盤點。本研究參考 G+ Offshore Wind 組織之統計，推估我國離岸風場每年發生需即時海上救援事故數約在 19~33 件之間，我國緊急應變能量應可負擔，建議第一線與第二線強化協作。	
三、賴委員堅戊			
1	圖 4-1 離岸風電海域災害類型，是否即為本研究設定之災害類型範疇？	感謝委員意見。圖 4-1 整合呈現本研究蒐集及分析離岸風場可能遭遇的各類型災害，本研究著重於整體離岸風電海域可能發生之災害類型(含離岸風電、漁業、航運業等)與防救災能量盤點，據以提出相關建議。	p.84
2	計畫整體目標與研究內容應該從全國的角度，統整海域防救災規劃策略。	感謝委員意見。本研究計畫於 3 月 9 日召開之第一次工作會議，已確定以海委會的權責角度進行本計畫。若擬變更研究計畫範疇，須與國海院進一步討論。	-
四、林科長章成			
1	P.1-1 下段第三行風力發電後多了一字「發」，下面圖例數字錯誤。	感謝委員意見。本研究於期末報告中修正。	p.1
2	P.1-3 倒數第二行末，為因應離岸風電…多一字「後」。	感謝委員意見。本研究於期末報告中修正。	p.3
3	P.1-4 圖例錯誤	感謝委員意見。本研究於期末報告中修正。	p.4
4	4.P.2-1 第三段倒數第二行末，因此將離岸風電海域…建議刪除「所將」	感謝委員意見。本研究於期末報告中刪除「所將」等文字，以利文意流暢。	p.8
5	P.2-5 下段「支持船」是否為「維運船」呢?如相同，建議維持一致性。	感謝委員意見。本研究於期末報告中修正為「維運船」以維持一致性。	附 6-4
6	P.2-9 第二段第二行，船隻高「度」撞擊，是否為誤繕，應為高「速」呢?	感謝委員意見。應為「高速」撞擊，本研究於期末報告中修正。	附 6-8
7	P.2-13 第二段第二行，被「嚴重震撼」，	感謝委員意見。本研究於期末報告中修	附

項次	審查意見	回覆意見及應改善事項	頁次
	語意為何?	正,將「被嚴重震撼」修正為「嚴重驚嚇」,以增進語意流暢。	6-12
8	建議 P.2-23、P.2-32、P.2-37、P.2-46 事故回顧可仿 P.4-5 表 4-1 製表。	感謝委員意見。本研究於期末報告中修正,並參照 P.4-5 表 4-1 製表。	p.11 -21
9	P.2-37 中間段,2010 風機因「結冰」事故……,是否可歸類於自然災害(即天災)呢?	感謝委員意見。結冰事故為天災,本研究於期末報告中修正,並將「結冰」調整分類為天災。	-
10	P.2-38 發生致命事故?原因為何?是否有資料可補充呢?	感謝委員意見。由於未有其他資訊,無法補充說明。	-
11	P.2-40,最後一行,2011 風機模型因暴潮進水案,似無案例?	感謝委員意見。已刪除該誤植之案例,本研究於期末報告中修正。	-
12	P.2-43,2008 風能研究船案,似無案例?	感謝委員意見。已刪除該誤植之案例,本研究於期末報告中修正。	-
13	如所附之英國 c.g.a 官方文件之圖,船舶於近風電塔有碰撞、誤航等,是否與電塔之磁場干擾航儀有關,建議可研究。	感謝委員意見。本研究於將進一步查詢是否有電塔磁場干擾航儀相關之研究或案例。若有的話,將於期末報告補充說明。	-
14	P.2-52 即 P.2-53 所提相關訓練大致雷同,惟國內訓,建議可找相關單位輔訓。	感謝委員意見。本研究於期末報告中修正。	p.29 -30
15	P.2-56,第三段末行,風機「因未」之原因?語意不明。	感謝委員意見。此部分應為「因未知原因傾覆」,本研究於期末修正稿中已重新整理該第二章結論。	-
16	P.3-1 下段末二行,「海難救」?語意不明。	感謝委員意見。此部分應為「海難救援」,本研究於期末報告中修正。	p.34
17	P.3-15 第一段末行,離岸風電之土地專用於離岸風電之開發……,是否可視「離岸風電區」為一經濟特區(如工業加工區)之概念,由經濟部成立管理中心,以妥善行政管理及防災應變呢?	1.感謝委員提供的重要意見,期中報告的「國土計畫法」中,「土地」之用詞應修正為「海域區域」。 2.離岸風電的風場水域未來將依「國土計畫法」,劃設為海洋資源地區的第一類之二分區,此水域具有排他性使用,亦即禁止或限制其他使用,不是「經濟特區」之	p.44 -48

項次	審查意見	回覆意見及應改善事項	頁次
		概念。 3.至於在離岸風電水域是否得比照工業加工區的概念成立共同管理中心，以妥善行政管理及防災應變部分，本研究將納入研究探討，並於期末報告中提出說明。	
18	P.3-16，海域管理法目前簽陳至行政院審查，非立法院，另草案內容已有大幅修正。	感謝委員意見。由於海域管理法草案尚未通過，本研究未將草案內容納入期末修正報告。	-
19	P.3-18 倒數第二段末行多了「辦理」。	感謝委員意見。本研究於期末報告中修正。	p.51
20	P.3-18 B.海難有關單位，請將航港局(各航務中心)納入。	感謝委員意見。本研究於期末報告中修正。	p.51
21	P.3-40 第一段第二行末，主「觀」機關，應為誤繕。	感謝委員意見。本研究於期末修正稿中已重新整理該第三章結論。	-
五、科技文教處			
1	簡報第 22 頁海難救援之人員救援、災後處理僅列海委會，惟第 25~27 頁盤點多項法規，其對應之目的事業主管機關應一併列出。	感謝科文處長官之建議。本研究於期末報告中，將列出各項法規分別對應之目的事業主管機關。	-
2	簡報第 24 頁列出七類台灣可能面臨的離岸風電事故，然台灣海峽地質、海氣象條件與英、德、丹麥不同，有發生風機倒塌之可能性，此類大型事故該如何處理?	感謝科文處長官意見。第三章中所列之事故中，若台灣因地質、海氣象等天然因素造成風機倒塌事故，按風機設施係業者財產，由其自行修復處理。且風機設施掉落於海中，係「海洋污染防治法」第 3 條所指之污染行為，依照同法第 14 條第 2 項規定，海洋污染行為人(即風電業者)需進行適當處置及復原措施。	-
3	簡報所提 5 個案例僅涵蓋 1~3 類之事故，亦應收集其他類型案例及其應變方式，並優劣分析。	感謝科文處長官意見。本研究蒐集之案例，係來自於國外網站，所蒐集案例中，僅有 5 個具有較詳細救援流程之資訊，其相關的應變流程及比較於第二章說	-

項次	審查意見	回覆意見及應改善事項	頁次
		明。第三章則就國內離岸風電海域可能發生之事故種類，以及對應之法規計畫進行分析。	

附錄四、第二次專家座談會會議資料

一、 簡報資料

「台灣離岸風電海域防救災能量及推動機制規劃」專家學者座談會 議程



時間	議程	主持人/報告人
09:30~10:00	報到	-
10:00~10:05	主持人致詞	陳建宏副院長 國家海洋研究院
10:05~10:30	專題報告： 我國離岸風電海域防救災 能量及推動機制規劃	黃釋緯計畫主持人
10:30~12:00	綜合討論	陳建宏副院長 國家海洋研究院



台灣離岸風電海域防救災 能量及推動機制規劃

109年9月23日



簡報大綱



壹

議題簡介

貳

離岸風場防救災
能量需求

參

離岸風電海域防救災
推動機制

肆

專家諮詢與討論

簡報大綱



壹

議題簡介

貳

離岸風場防救災
能量規劃

參

離岸風電海域防救災
推動機制

肆

專家諮詢與討論

壹、議題簡介

一、行政院蘇貞昌院長第40次災害防救會報指示

- 擁有經驗之離岸風電先進國家廠商已在臺灣進場施作，對其具備技術並對災害防救風險管控的能力應具備國際標準，我國應藉此交流學習，請交通部與經濟部應協力合作完善離岸風電之災害防救管理機制。
- 離岸風電為國家重要能源政策，需在兼顧航運及施工安全下，依既定期程建置。針對離岸風電各類型或複合性災害的安全管理，請各部會通力合作，並強化跨機關災防業務協調及整合事宜。
- 為預防離岸風電相關災害發生，請經濟部督導離岸風電業者建立整體安全管理機制，依災害防救法，請業者擬定「公共事業災害防救業務計畫」，完善風險管理。



壹、議題簡介

二、離岸風電海域事故結構

- 事故主體：
離岸風電廠商、漁船、貨輪、客輪、油輪等其他海域利用者。
- 事故發生地：
離岸風場內部或離岸風場外海域(離岸風場至海岸之間的海域)。
- 損害類型：

海上人員安全

- 船員
- 乘客
- 海上工作者

資產

- 海難船隻
- 鄰近船隻
- 離岸風機
- 其他設備

海洋環境

- 油汙染
- 墜落海中的貨物或設備 (亦影響航安)

同時涉及2種以上損害類型者，為複合性災害。



壹、議題簡介

三、國外離岸風電海域事故案例分析1/2

- 分析本團隊蒐集之國內外離岸風電海域事故共73件案例：
 - ◆ 英國：39 例。(自2006年~2019)
 - ◆ 德國：16 例。(自2003年~2020)
 - ◆ 丹麥：6例。(自2003年~2019)
 - ◆ 其餘歐洲：荷、比、瑞典等國計有 5 例。(2010年~2020)
 - ◆ 美國：3 例。(自2008年後~2017)
 - ◆ 亞州國家：中國大陸、日、臺計有 4 例。(自2016年~2019)



3

壹、議題簡介

三、國內外離岸風電海域事故案例分析2/2

類型	定義	案數	直升機 救援	救生艇 支援	備註
1.工安	離岸風場人員工傷事故、個人病史	16	5	2	每案傷者2人以下
2.天災	導致離岸風電資產壞損之天然災害(含船舶、離岸設備)	5	0	0	僅資產/供電損失
3.他船事故	與離岸風場無直接相關之航海事故	2	1	1	離岸風場外，非工作船
4.作業意外	離岸風場作業意外，無傷亡者	14	0	0	不須緊急應變
5.風機遭撞	各類船隻因任何因素撞擊風機	9	2	3	多人為因素
6.設備問題	離岸風電相關設備或船隻出現故障、受損等情形	25	0	1 (該案為船隻設備故障)	無人受傷，僅撤離人員。有10件影響供電。
7.潛水意外	離岸風電潛水人員於水下作業發生之意外事故	2	0	0	無人生還

4

壹、議題簡介

四、我國如何因應離岸風電海域防救災

(一)我國離岸風電潛力場址

- 2015年：我國公布36座離岸風場潛力場址，後因海上航道規劃，縮減為24座，分布於10個縣市；
- 2025年：預期我國將有600支離岸風機，裝置容量約達5.7GW。
- 2035年：預期將有約1,000支離岸風力機組矗立於離岸風電海域。

縣市	潛力場址數	縣市	潛力場址數	縣市	潛力場址數
新北市	1	桃園市	1	新竹縣	1
新竹市	1	苗栗縣	2	台中市	1
彰化縣	13	台南市	1	高雄市	2
屏東縣	1				



本圖隊製圖

壹、議題簡介

(二)我國離岸風電海域利用情況

- 隨著離岸風場的設置，我國西部海域空間利用呈現多元樣貌，海域利用含：
 - ◆ 漁業(沿岸為主)
 - ◆ 航運(貨運、客輪、油輪等)
 - ◆ 海洋工程(海底管線、離岸風電)

海上經濟活動 / 月份	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月		
1. 漁業	← 作業期間 →													
2. 航運	← 作業期間 →													
3. 海洋工程					← 作業期間 →									



壹、議題簡介

(三)我國離岸風電海域-總體災害情境分析

台經院綜整離岸風場海域事故案例，並配合我國離岸風場潛力場址位置與海域利用情況，將我國離岸風電海域之災害情境分為3大類，加以細分11種情境如下：

1. 海難事故

*事故主體為漁船、商船及其船員或旅客

- 1.1 單純海難事故：不影響他船或其他離岸設備
- 1.2 海難船隻可能影響鄰近船隻航行安全(南北航道)
- 1.3 海難船隻可能碰撞離岸風機或漂入離岸風場
- 1.4 發生於離岸風場內部的海難事故 (工作船/漁船)
- 1.5 無主船/海漂物危害海上船隻

海上災害
防救新挑戰

2. 離岸風場事故

*事故主體為離岸風電工作人員或離岸風電相關設備

- 主要施工&運維月份：5~11月
- 2.1 單純離岸設備受損、墜海事件(未影響航安)
- 2.2 工安-發生於船上(離岸風電作業意外事故)
- 2.3 工安-發生於風機
- 2.4 工安-發生於其他離岸設備 (海上變電站、離岸基地等)
- 2.5 無主船危害離岸設備事故(漂入離岸風場或撞擊離岸設備)

3. 海底管線事故

(海底管線、海底電纜)

- 主要施工&運維月份：5~11月。
- 3. 海底管線受損

7

壹、議題簡介

(四)我國離岸風電海域防救災新挑戰

- 海難事故造成二次損害之風險擴大
 - ◆ 海難船隻影響他船安全 (彰化外海航道較窄)
 - ◆ 海難船隻漂入風場
 - ◆ 海難船隻撞擊離岸風機(鉅額民事賠償)
- 航道安全重要性倍增
 - ◆ 及時處置俱致災風險的無主船隻與海漂物
 - ◆ 於彰化外海，尤須注意：
 - 妥善移除墜落於航道的漂浮物 (如: 貨櫃、風機組件)
 - 管制快船與慢船之航速
 - ◆ 若不妥善規劃航道安全，可能影響船隻進出港之意願，進而影響我國對外貿易路線(如: 貨品、化石燃料)
- 離岸風場工傷事故救援
 - ◆ 廠商自救能量與國家救援能量之合作模式尚未確立
 - ◆ 需確保救援人員、救援船隻或直升機能安全進入離岸風場

8

壹、議題簡介

(五)我國離岸風電海域防救災新挑戰之因應

新挑戰類別	關鍵行動	現有措施	尚未建立之防救災能量
控制及降低海難事故之二次損害	<ul style="list-style-type: none"> ● 海難船隻通報及漂流方向預測 ● 安全航向指引 ● 即時拖救 	海難災害防救業務計畫(交通部)	<ul style="list-style-type: none"> ● 離岸風場內外安全航道標識/電子海圖 ● 指引海難船隻的權責單位 ● 離岸風電業者配合海難救助之事項及聯繫管道 ● 拖船設置規劃
確保航道安全	<ul style="list-style-type: none"> ● 建議與控管航速 ● 指引海難船隻 ● 通報及處置具致災風險之無主船與海漂物(含離岸風電設備) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 彰化離岸風場VTS(航港局) ● 離岸風場建置及營運期間工作船航行安全規範(航港局) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 彰化離岸風場以外之船隻航行規定 ● 通報及處置具致災風險無主船、海漂物之流程
離岸風場工傷事故救援	<ul style="list-style-type: none"> ● 確保作業安全 ● 基礎安全與急救訓練 ● 配置急救設備 ● 緊急應變計畫與演練 	離岸風電海域作業安全指引(勞動部)	<ul style="list-style-type: none"> ● 官方救援介入時點與業者需配合之事項 ● 外部救援能量接應位置及進入離岸風場之安全路徑 ● 救難船隻/直升機配置

簡報大綱

壹

議題簡介

貳

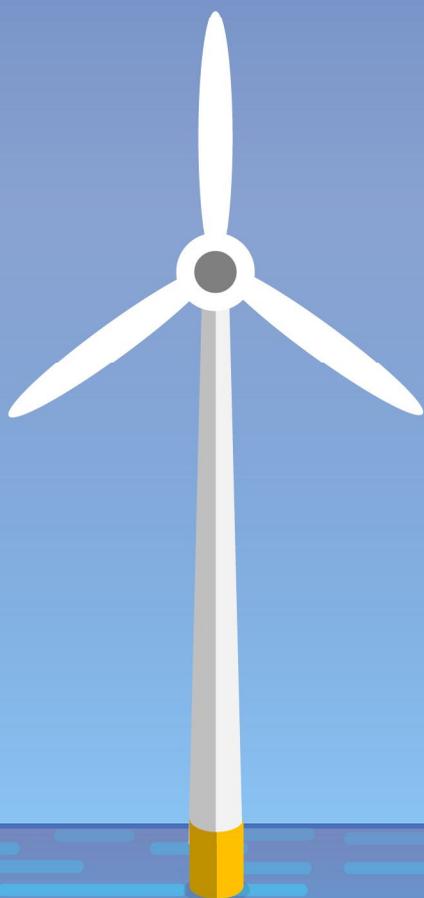
離岸風電防救災
能量需求

參

離岸風電海域防救災
推動機制

肆

專家諮詢與討論



貳、離岸風電防救災能量規劃

一、離岸風場事故件數預測

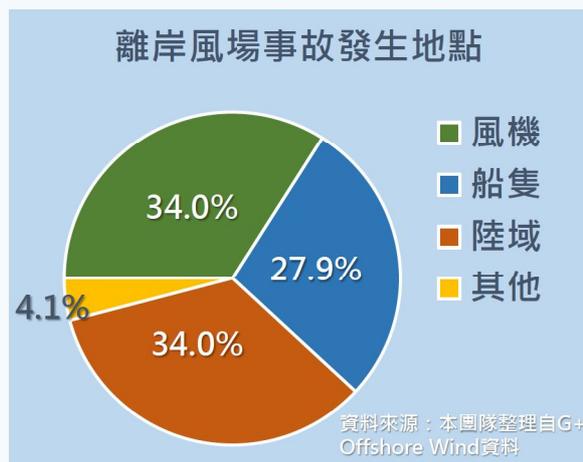
■ G+ Offshore Wind 組織之統計 (資料主要來自歐美離岸風場)

	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
事故件數	983	987	2,200	854	865
參與事故統計之離岸風場數	60	67	67	72	76
每座離岸風場之年平均事故件數	16	15	33	12	11

■ 5年平均

- ◆ 平均每座離岸風場每年發生**17**件事故
- ◆ 約**66%**的事故發生於海上
- ◆ 約**34%**的事故發生於陸地

以此預測我國每座離岸風場每年發生事故件數為17件



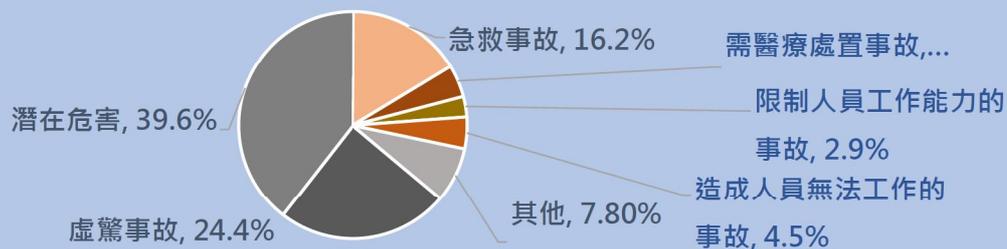
10

貳、離岸風電防救災能量規劃

■ G+ 統計之離岸風場事故影響分類

過去5年來，平均每年約**12%**的事故出現需進一步治療的傷者。

離岸風場事故影響統計
-5年平均



G+ 離岸風場事故影響分類	定義
1. 潛在危害	具 高風險性質 *但未實際發生之事故 *可能造成人員死亡或嚴重受傷之事故
2. 虛驚事故	因僥倖或及時處置而未出現損害之事故
3. 急救事故	僅需簡單處置傷口之事故
4. 需醫療處置事故	需進一步治療，但不影響傷者工作能力之事故
5. 限制人員工作能力事故	傷者接受治療後，工作能力受限之事故
6. 造成人員無法工作之事故	傷者接受治療後，完全無法工作之事故
7. 其它	如：資產受損

事發後，傷者需進一步治療

資料來源：本團隊整理自G+ Offshore Wind資料

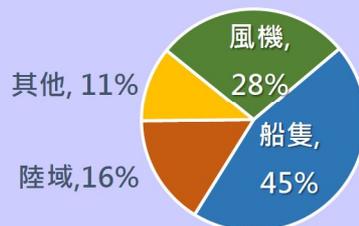
11

貳、離岸風電防救災能量規劃

■ G+ 統計之緊急應變或醫護後送(ERME)事故分析

過去5年來：

- ① 平均每年有**3%**的離岸風場事故需要採取 ERME
- ② 這類事故很可能**造成人員死亡或嚴重傷害**
- ③ **84%**事故發生於海上



資料來源：本團隊整理自G+ Offshore Wind 資料

ERME事故分析	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
緊急應變或醫護後送之事故數 (占當年度總事故數比率)	29 (3%)	17 (1.7%)	32 (1.5%)	31 (3.6%)	41 (4.7%)
為具高風險事故之比率	-	41%	47%	39%	66%
事故影響-屬虛驚事故件數 (占當年度同類事故件數之比率)	9 (2.7%)	7 (2.6%)	0	1 (0.6%)	3 (1.3%)
事故影響-屬急救事故件數	1 (1.7%)	6 (9.8%)	1 (0.4%)	2 (0.9%)	2 (0.7%)
事故影響-屬需醫療處置事故件數	4 (7.5%)	2 (4.8%)	9 (11.5%)	9 (20%)	4 (10.5%)
事故影響-屬限制人員工作能力之事故件數	-	1 (2.9%)	4 (13.3%)	4 (12.1%)	2 (8.7%)
事故影響-屬造成人員無法工作之事故件數	10 (24%)	1 (2.3%)	14 (28.6%)	15 (38.5%)	21 (33.9%)

12

貳、離岸風電防救災能量規劃

二、預測我國離岸風電海域救援案件數

- 我國離岸風場潛力場址共24座，2025年離岸風機將分布於14座離岸風場，**長期而言，預期我國離岸風場數將介於14~24座之間**
- 運送海上傷者的兩大途徑為**船隻**或**直升機**。
- 若救難船隻到港口之航程為**2小時以上**，宜視傷者傷勢選擇**交通載具**。
- 以G+統計預測**每年我國離岸風場發生傷者需進一步醫治之事故案件數如下：**

※離岸風電設立後，每年可能增加**19~33**件海上救援案件

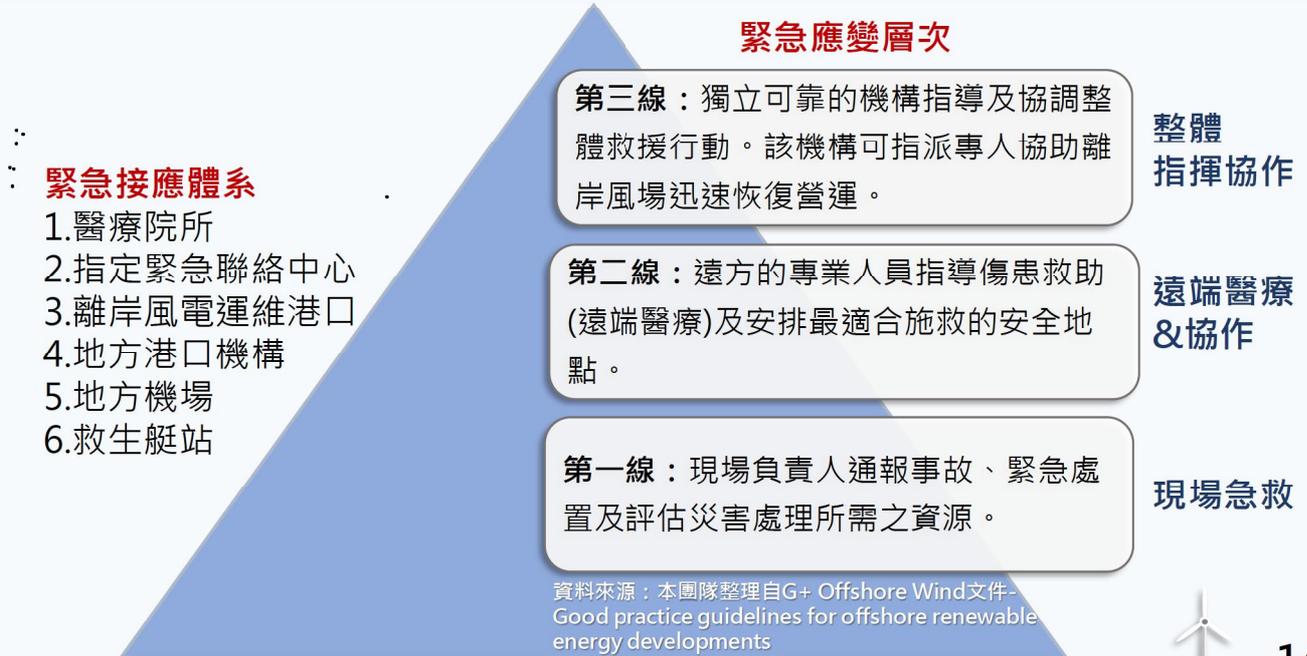
事故類型/風場數	14座 (2025年~)		20座		24座	
	離岸風電設備	船隻	離岸風電設備	船隻	離岸風電設備	船隻
傷者需進一步治療之事故數預估	11	8	16	12	19	14
傷者需緊急後送之事故數預估	3	2	4	3	5	4

13

貳、離岸風電防救災能量規劃

三、我國離岸風電防救災能量現況

(一)離岸風電緊急應變架構



14

貳、離岸風電防救災能量規劃

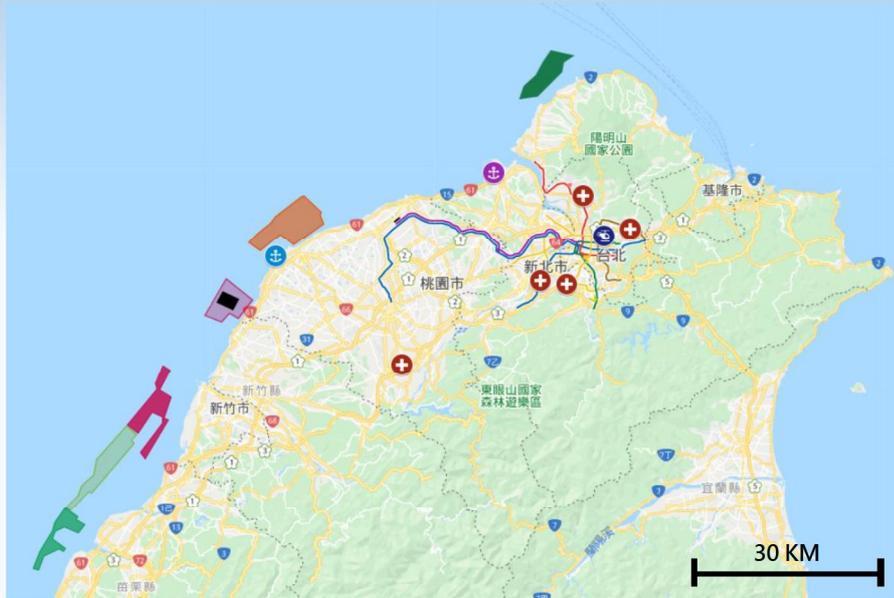
三、我國離岸風電防救災能量現況

(二)第一線-離岸風電業者自救能量盤點



15

(三) 第二線-潛在支援能量盤點1/3-北區



圖示由北至南:

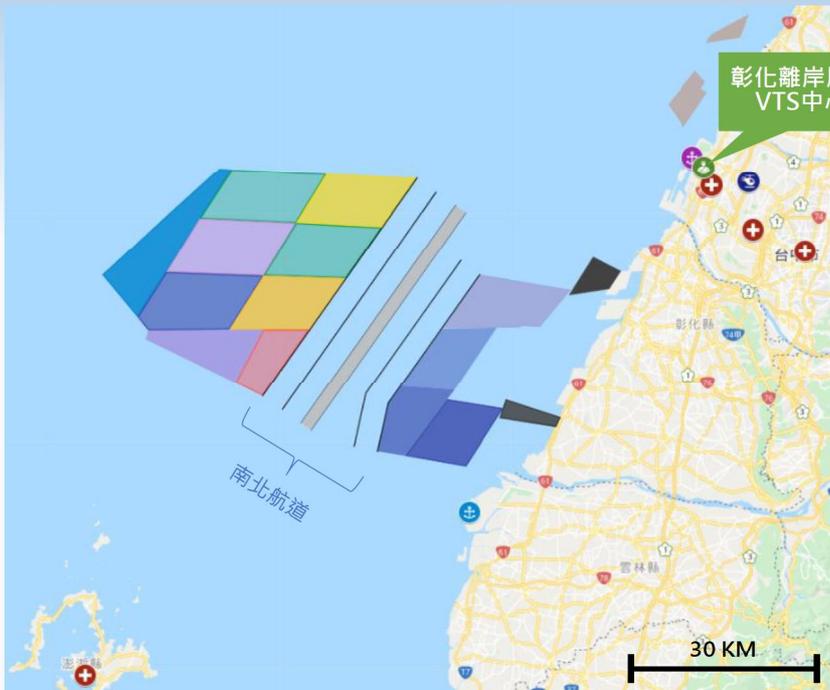
離岸風場潛力場址位置	主要港口	空勤駐地	具直升機坪之醫院
新北市 桃園市 新竹縣 苗栗縣	台北港 觀塘工業專用港	松山機場	台北榮總 三總內湖院區 雙和醫院 亞東醫院 國軍桃園總醫院

整體環境

- 各離岸風場潛力場址離岸直線距離：**15公里內**
- 當離岸風場發生事故，傷者需進一步醫治時：
 - 傷者登船後被送達岸際時間：**30~60分鐘**
 - 岸際接應：需妥善安排及評估救生艇、救護車、直升機等接應地點
 - 海上接應：需妥善安排及評估救難船與直升機之接應地點
- 醫院：
 - 視傷者傷勢選擇適合醫院
 - 可停直升機的醫院：5家
- 竹苗離岸風場的緊急後送規劃：以直升機將傷者送往桃園或台中的醫院距離相當，故需視情況安排接應的醫院。



(三) 第二線-潛在支援能量盤點2/3-中區



圖示由北至南

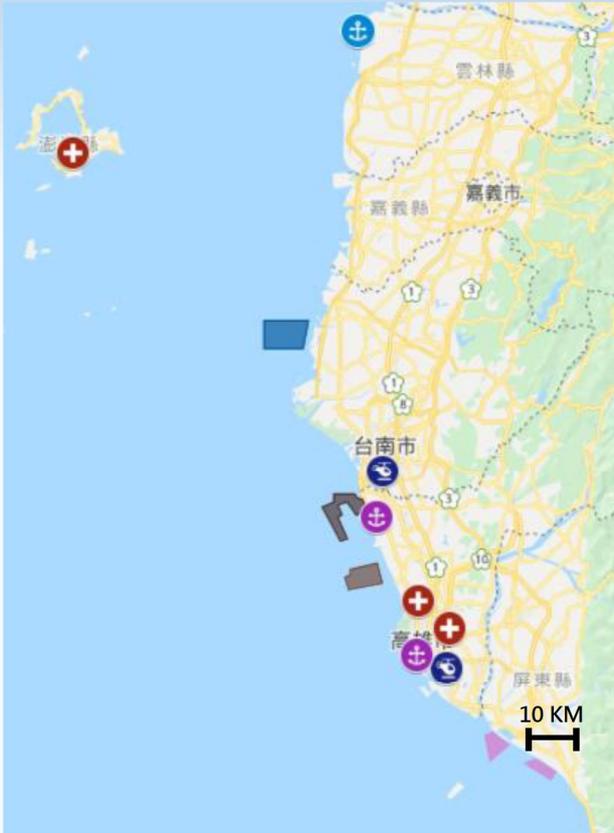
離岸風場潛力場址位置	主要港口	空勤駐地	具直升機坪之醫院
臺中市 彰化縣	臺中港 麥寮工業港	清泉崗機場	童綜醫院(梧棲) 臺中榮總 中國附醫(五權) 三總澎湖分院

整體環境

- 各離岸風場潛力場址離岸直線距離：
 - 北向**航道以東者：**30公里內**
 - 南向**航道以西者：**約40~80公里**
- 當離岸風場發生事故，傷者需進一步醫治時：
 - 傷者登船後被送達岸際時間：
 - 北向**航道以東者：30~60分鐘
 - 南向**航道以西者：**>60分鐘**
 - 岸際接應：需妥善安排及評估救生艇、救護車、直升機等接應地點
 - 海上接應：
 - 需妥善安排及評估救難船與直升機之接應地點
 - 傷者**情況危急且返回港口之單趟船程超過2小時者**，宜安排**直升機於海上或離岸基地接應**
- 醫院：
 - 視傷者傷勢選擇適合醫院
 - 可停直升機的醫院：4家



(三) 第二線-潛在支援能量盤點3/3-南區



整體環境

- 各離岸風場潛力場址離岸直線距離：
15公里以內
- 當離岸風場發生事故，傷者需進一步醫治時：
 - 傷者登船後被送達岸際時間：
30~60分鐘
 - 岸際接應：
需妥善安排及評估救生艇、救護車、直升機等接應地點
 - 海上接應：
需妥善安排及評估救難船與直升機之接應地點
- 醫院：
 - 視傷者傷勢選擇適合醫院
 - 可停直升機的醫院：3家

圖示由北至南：

離岸風場潛力場址位置 □	主要港口 ⚓	空勤駐地 ✈️	具直升機坪之醫院 ⚕️
台南市 高雄市 屏東縣	麥寮工業港 興達港 高雄港	台南機場 小港機場	三總澎湖分院 國軍高雄總醫院(左營) 高雄長庚醫院

18

貳、離岸風電防救災能量需求

四、我國離岸風電防救災能量之建議

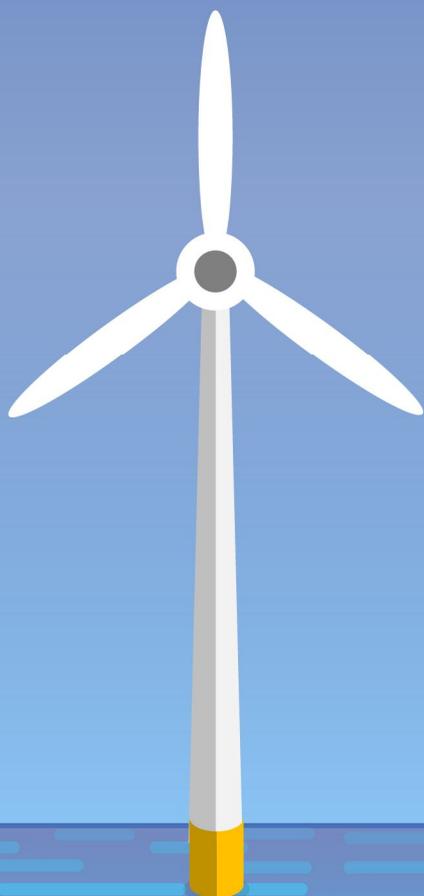
■ 離岸風場事故預防及處置：離岸風電業者

事故類型/ 重要措施	2.1 單純離岸設備受損、 墜海事件	2.2~2.4 工安事故 (船上、風機、其他離岸設備)	2.5 無主船危害 離岸設備事故
目標	避免危害臨近船隻航行安全、危害海洋環境、或因漂流造成擴大損害	挽救海上作業人員生命	避免離岸設備遭受破壞、危害海洋環境、或因漂流造成擴大損害
預防及準備	1. 維護離岸設備 2. 監控離岸設備 3. 建立通報及應變流程	1. 人員安全基礎訓練 2. 遵守作業安全規範 3. 建立緊急應變計畫 4. 規劃海陸空就醫路線 5. 定期演練	1. 監控離岸風場海域 2. 建立情資蒐集管道及應變流程
應變	1. 評估受損資產對鄰近航船、航道之影響 2. 通報相關單位及臨船注意 3. 儘速處理	啟動緊急應變計畫	依據海氣象預測無主船隻漂流方向，即時處置

※ 事故類型請參照本簡報第10頁之「我國離岸風電海域-總體災害情境分析」

19

簡報大綱



壹

議題簡介

貳

離岸風電防救災
能量需求

參

離岸風電海域防救災
推動機制

肆

專家諮詢與討論

參、離岸風電海域防救災推動機制

一、他山之石 - 德國、英國、丹麥

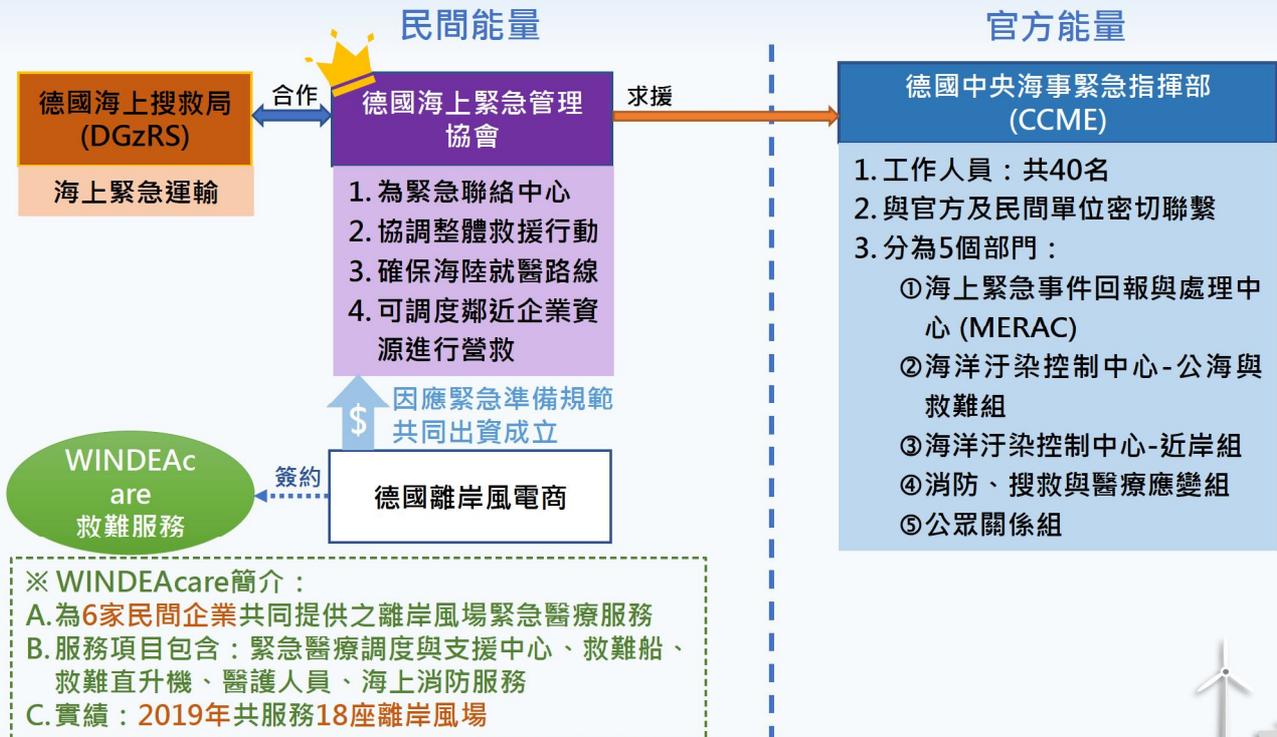
■ 各國既有海上救難體系與離岸風電業者協作。

	德國	英國	丹麥
2019年人口數	約8,350萬人	約6,750萬人	約580萬人
離岸風場運轉數(2020年)	28座 (7,507 MW ^e)	40座 (9,792 MW ^e)	21座 (1,701 MW ^e)
未來離岸風場數	180座	150座	90座
緊急應變模式	民間主導	官民合作	政府主導
主導政府機關	德國聯邦政府	英國交通部	丹麥國防部
官方聯繫窗口	中央海事緊急指揮部 (CCME)	海事暨海岸警衛隊 (MCA)	聯合救難協作中心 (JRCC)
民間能量	1. 海上緊急管理協會 (離岸風電商贊助成立) 2. WINDEAcare 救難服務	業者在建設離岸風場前向 MCA報告自身救援能量， 不足之處由政府支援	離岸風場營運商配置急救 設備與人員培訓，現場人 員可依遠距醫療指示施救。
救難船供給 *僅海上運輸功能	1. 離岸風電工作船 2. 德國海上搜救局 (DGzRS)*非營利NGO 3. 政府單位	1. 離岸風電工作船 2. 皇家救生艇協會(RNLI) *非營利民間慈善機構 3. MCA	1. 離岸風電工作船 2. 丹麥海軍(透過JRCC)
直升機供給	1. 民間救難直升機業者 2. 政府單位	1. 民間救難直升機業者 2. Bristow Helicopters (與政府簽約的民間單位)	1. 民間契約 (部份業者將工作 船合約綁直升機服務) 2. 丹麥空軍 (透過JRCC)

參、離岸風電海域防救災推動機制

一、他山之石 - 德國

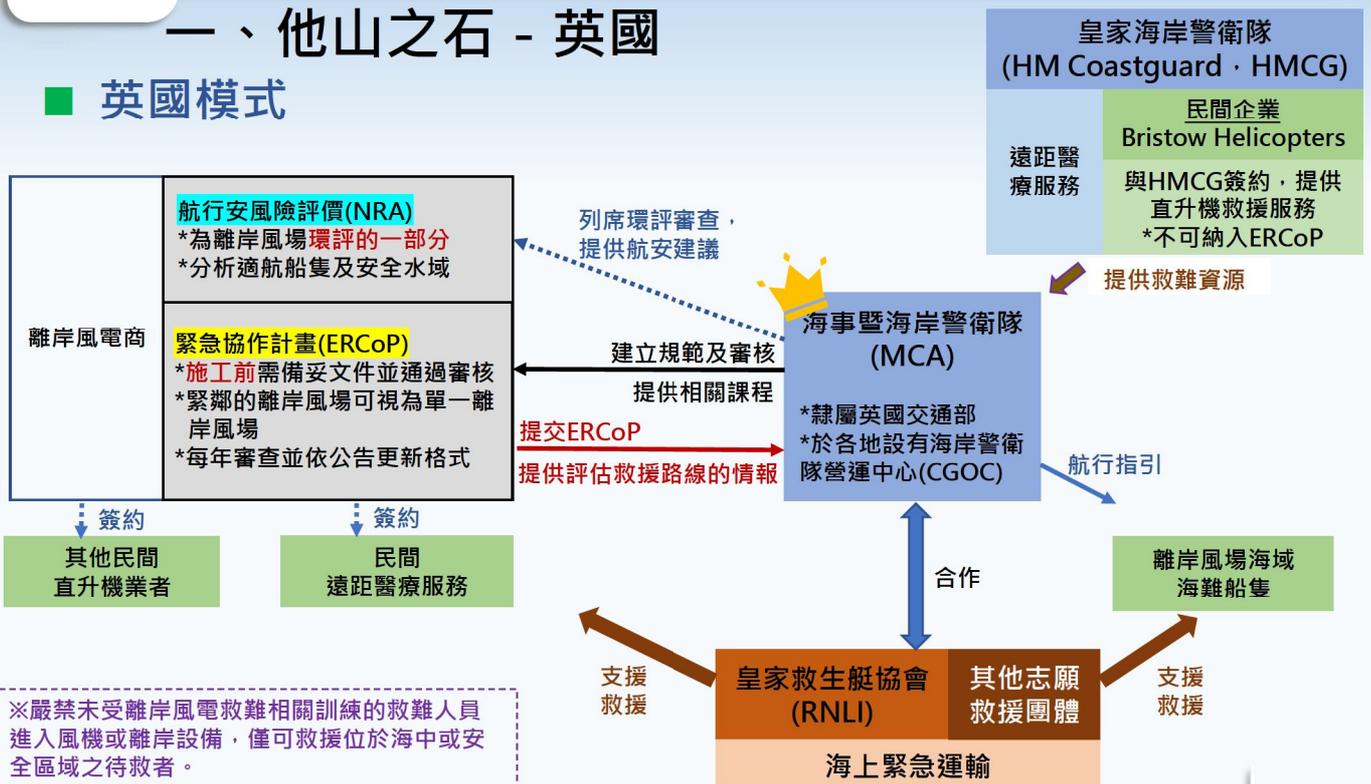
■ 德國模式



參、離岸風電海域防救災推動機制

一、他山之石 - 英國

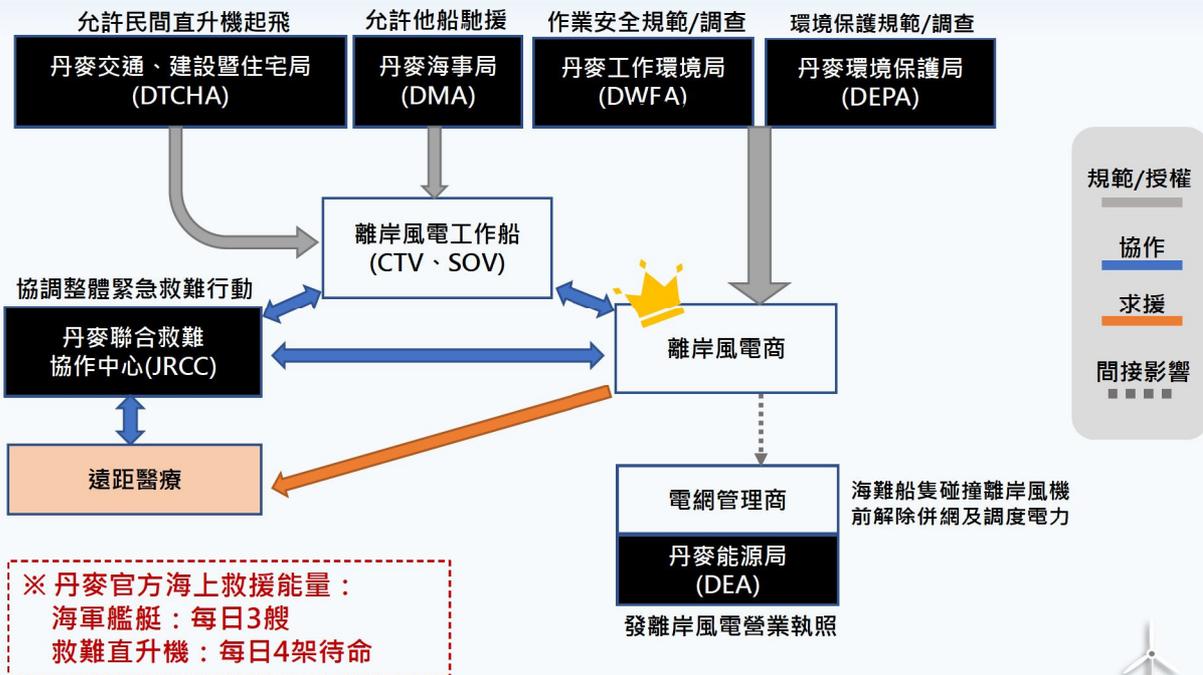
■ 英國模式



參、離岸風電海域防救災推動機制

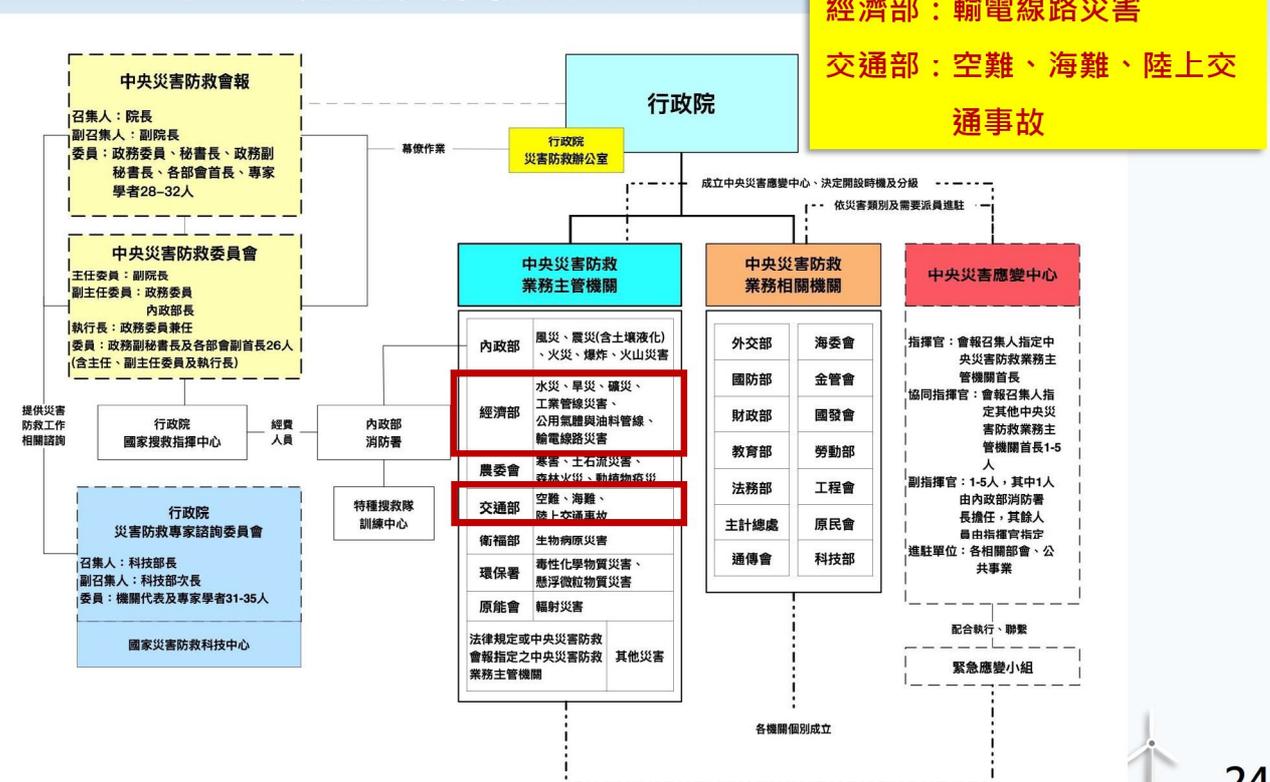
一、他山之石 - 丹麥

■ 丹麥模式



參、離岸風電海域防救災推動機制

二、我國現行災害防救體系



參、離岸風電海域防救災推動機制

三、我國離岸風電海域災害管理-總覽

減災	整備	應變	復原
<ul style="list-style-type: none"> • 確保航安 • 標示離岸風場內外安全的海空航道(含評估適航船隻) • 預防無主船或海漂物造成潛在危害 • 預防海底管線遭受人為破壞 • 特定海氣象下限制船隻進入離岸風場及特定海域 • 建立離岸風場安全作業規範 	<ul style="list-style-type: none"> • 建立災害發生時之連絡管道與權責(含遠距醫療或特約醫院等) • 配置離岸風電海域防救災所需之設備(拖船或救難直升機等) • 規劃及評估救難船、救護車與救難直升機之接應地點 • 離岸風場人員安全教育訓練 • 救難人員接受離岸風電相關救難訓練 • 個別演習 • 聯合演練 	<ul style="list-style-type: none"> • 發生災害之船舶與離岸風電商於第一時間進行緊急應變並通報 • 掌握及控制海難船隻漂流方向 • 鄰近船隻可提供初步支援 • 向外求援的單位須提供救難單位充足資訊(如: 傷者情況、救傷需求、海氣象、會合地座標等) • 確保救難人員安全執行任務 	<ul style="list-style-type: none"> • 海難事故：相關政府單位要求造成災害之船舶所有人依相關規定命令恢復航行環境 • 離岸風場事故：經濟部與海委會分別要求發生災害之離岸風場營運商依相關規定命令恢復供電與海洋環境
法令監管	官民合作	官民合作	政府督導業者

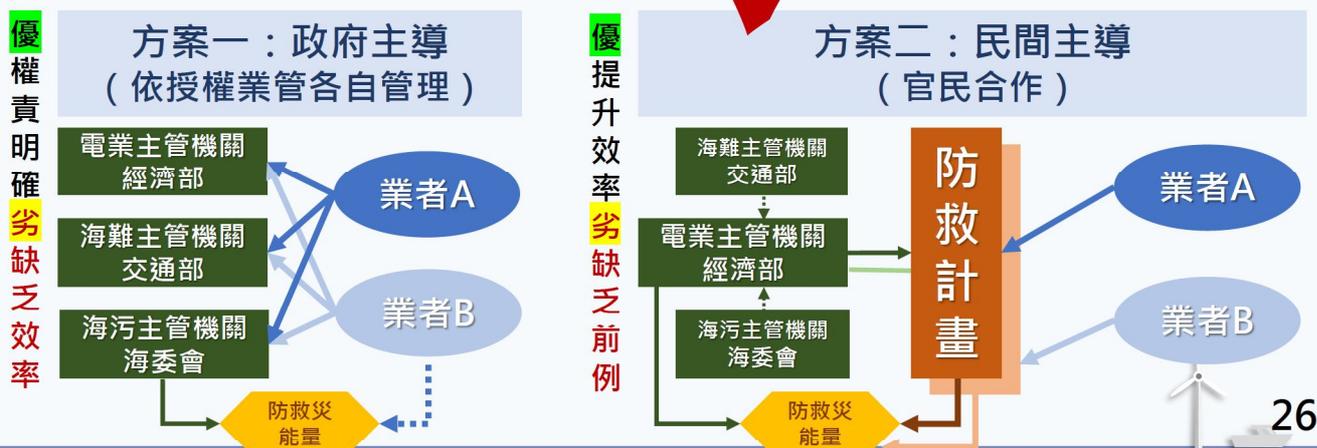
參、離岸風電海域防救災推動機制

四、我國離岸風電海域防救災推動機制

■ 現行規範

- ◆ 由經濟部督導離岸風電業者提出公共事業災害防救業務計畫
 - 離岸風電為公共事業
 - 依災害防救法§19
 - 依第40次災害防救會報指示

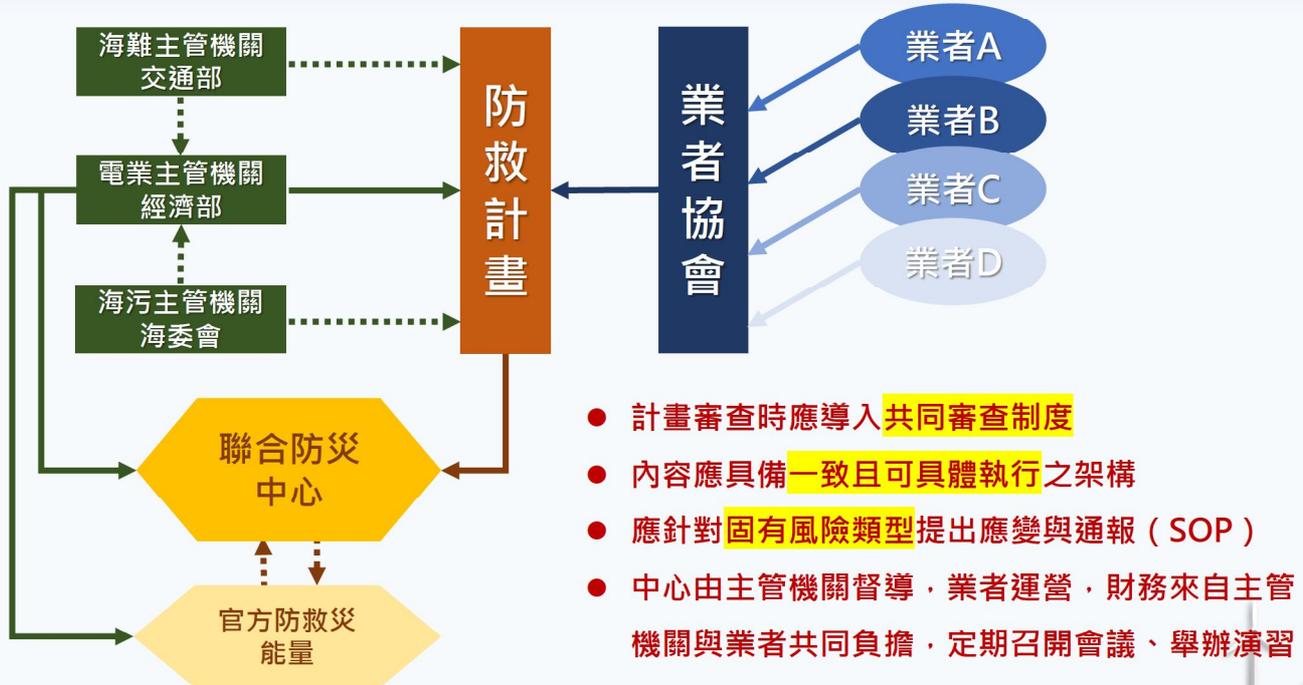
■ 推動建議



參、離岸風電海域防救災推動機制

四、我國離岸風電海域防救災推動機制

方案二之延伸：民間主導（官民合作）進階版



27

參、離岸風電海域防救災推動機制

四、我國離岸風電海域防救災推動機制

計畫內容應具備一致且可具體執行之架構，如：

- 災害防救法§18II：預防、災害緊急應變對策、災後復原重建。
- 預防應具備平時常備之防救災能量，如：契約拖船。
- 應針對重要離岸風電災害類型訂定特別措施，包括建置：接收智慧航安系統通報、緊急應變SOP。
- 應就重要離岸風電災害類型建立聯合演習計畫。

計畫審查時應導入共同審查制度：

- 符合災害防救會報指示，交通部與經濟部應協力合作；各部會通力合作。
- 確保計畫之執行具有可行性。

計畫內容應針對固有風險類型提出應變與通報之標準作業流程

- 風場事故
- 海難事故
- 海洋污染

28

參、離岸風電海域防救災推動機制

五、舉例：離岸風電海域災害管理-依災害情境1/2

1. 海難事故

- *事故主體為漁船、商船及其船員或旅客
- *救命、防止二次損害及維護海洋與航道環境

減災

- 建立離岸風電海域航行規範
- 標示離岸風場內外海域安全航道
- 維護航道環境 (如：定點配置拖船)

整備

- 規劃海難船隻航行指引及救援機制
- 建立通報及處置具致災風險之無主船、海漂物之流程與處理能量

應變

- 事故發生時，啟動相關流程

復原

- 造成災害之船舶所有人依相關規定恢復航行環境

2. 離岸風場事故

- *事故主體為離岸風電工作人員或離岸設備
- *救命及維護海洋與航道環境

減災

- 確保離岸風電海域作業安全
- 維護及監控離岸風電設備/海域

整備

- 建立緊急應變計畫及海陸空救援路線
- 建立海難船隻航行路線指引
- 建立處置無主船及受損設備之流程
- 配置自救能量(自備or採購)

應變

- 事故發生時，啟動相關流程

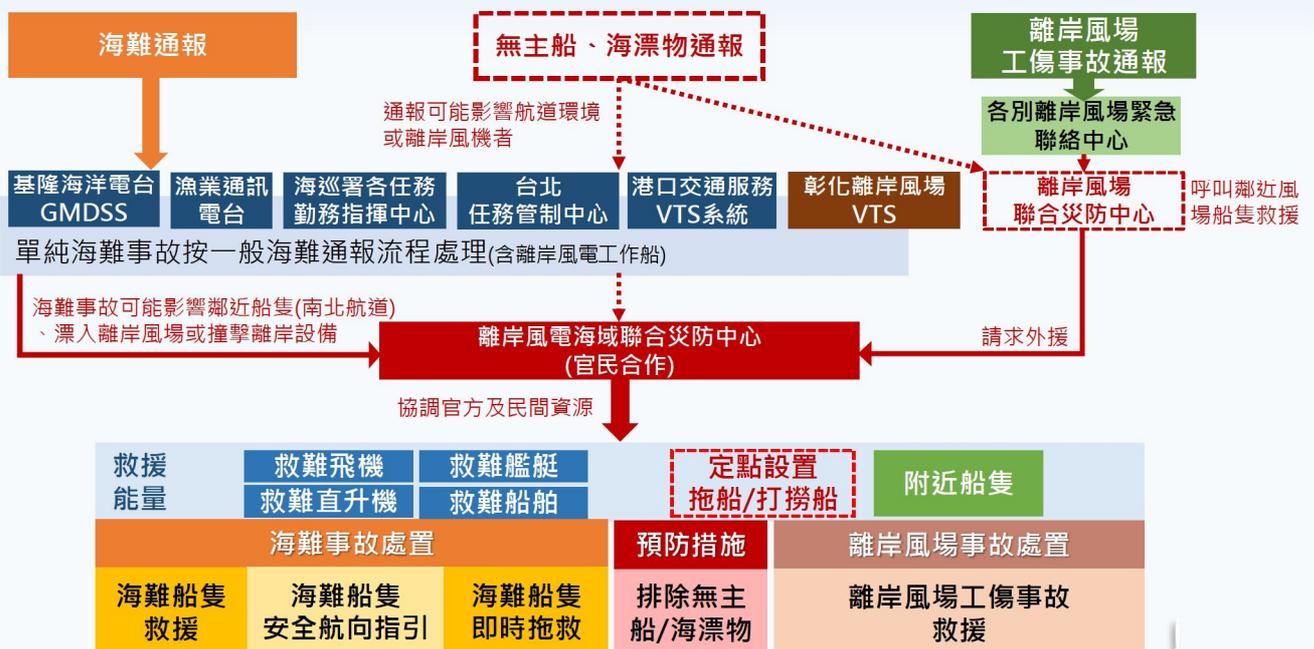
復原

- 離岸風場營運商依相關規定恢復供電與海洋環境

參、離岸風電海域防救災推動機制

五、舉例：離岸風電海域災害管理-依災害情境2/2

離岸風電海域防救災應變架構圖



簡報大綱

壹

議題簡介

貳

離岸風電防救災
能量需求

參

離岸風電海域防救災
推動機制

肆

專家諮詢與討論

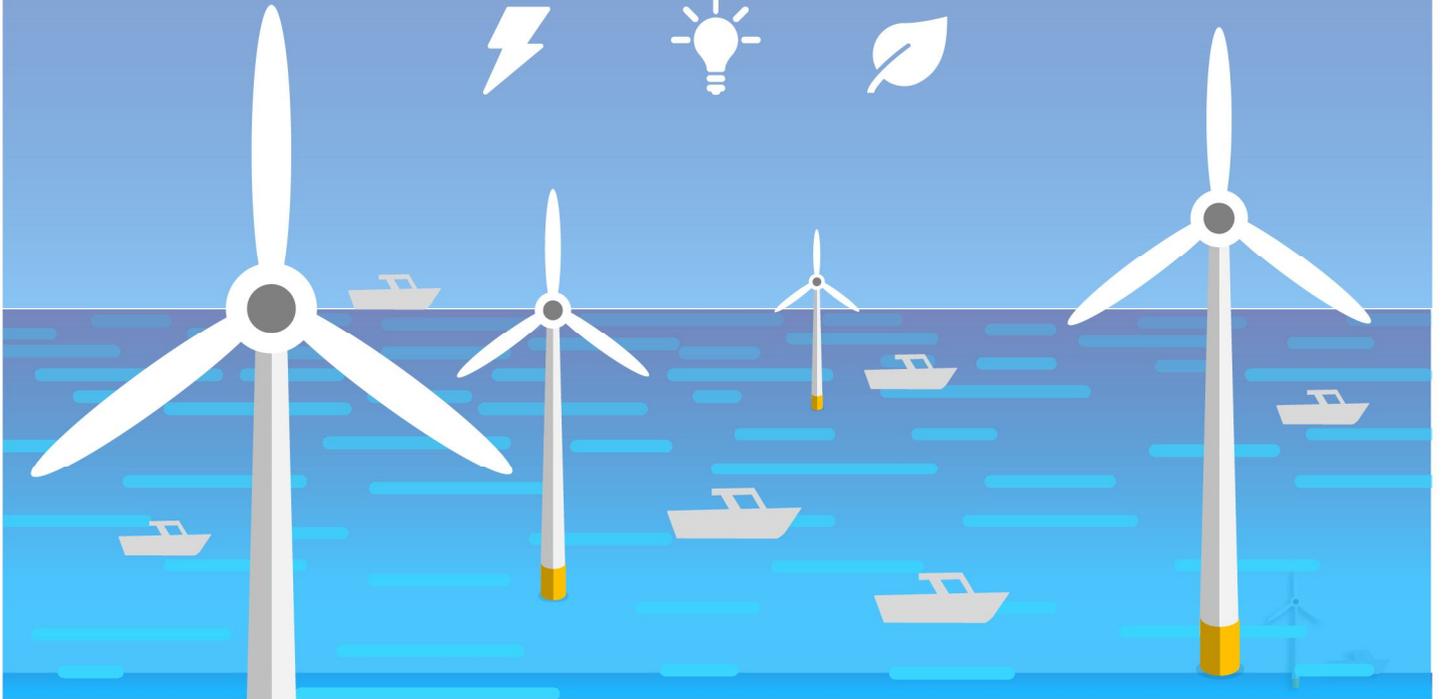
肆、專家諮詢與討論

討論題綱

- 一、離岸風電海域**災害類型**與官民**防救災能量**之現況
- 二、政府與民間(離岸風電業者)**防救災能量之規劃**建議
- 三、對我國離岸風電海域防救災**推動機制**之建議



感謝聆聽



二、 會議記錄

「台灣離岸風電海域防救災規劃」第二次專家學者座談會

會議記錄

壹、時 間：109 年 9 月 23 日（星期二）上午 10 時 00 分~12 時 00 分

貳、地 點：集思台大會議中心洛克廳

參、主持人：國家海洋研究院陳建宏副院長

肆、出（列）席單位及人員：詳如簽到單

伍、主持人致詞：（略）

陸、執行單位簡報：（略）

柒、討論意見：

一、會議共識

1. 人命優先為原則，包含救難人員的安全。
2. 有必要建立一個促進官民聯繫與調度救援能量的協作平台。
3. 為了順利執行救援，宜熟悉救援環境，並進行海空演練，讓民間的能量與官方的能量能完成技術層面的接合。

二、政府機關觀點

1. 交通部航港局沈副組長淑賢

- [1] 已規劃及設置彰化離岸風場航道 VTS 與航港局的海事中心，將對各自負責的海域進行 24 小時監控。
- [2] 雖然海難處理機制已完備，然面對離岸風場設立產生的新災害，相應的應變機制未到位，未來各方仍需詳加探討。
- [3] 針對於離岸風電海域發生海難的船隻，依據商港法第 53 條規定，發生海難時，優先由船長、船舶所有人處理，必要時政府得逕行採取應變措施。

2. 經濟部能源局張科長聰明

能源局為完備海上應變救援機制，指定離岸風電為公共事業，並要求離

岸風電商建立災防救業務計畫及建立自救能量，並在必要時配合中央災害防救業務主管機關指揮調度及支援復原重建等工作。

3. 農委會漁業署郭技正東霖

漁業署秉持照顧漁民的立場，願與離岸風電商建立互助合作關係，期在海上發生事故時，彼此能提供即時支援。例如：當離岸風場發生事故，漁民願於第一時間提供協助或通報事故；若漁船與商船發生事故時，也希望離岸風電商能提供一些救助。

4. 國家搜救指揮中心馬副搜救長武雄

- [1] 依據過往經驗，台灣離岸風電海域最可能發生船隻失去動力或船隻因天災發生碰撞的意外。
- [2] 空中救援海難事故受天候、氣流、現場環境的影響，成功機率低於**40%**，故若要降低海難事故，首重控制人禍的發生，這點航港局已經投入相關工作。
- [3] 在能量預備方面，宜考量兩種程度的預備能量：一為救難環境良好時的能量；二為救難環境艱險時的能量，以備不時之需。
- [4] 預期聯合防災中心的角色偏向緊急聯絡中心，需發揮掌控與協調的功能。平時向離岸風電海域提供預防事故發生之管理服務，於事故發生後則負責啟動緊急應變及處理動員業者能量等工作。
- [5] 認為業者有必要成立協會，共同因應離岸風場事故。此舉將有利於安排就近、就變的能量來排除災害。
- [6] 即使法規尚未完備，民間監督會使政府與業者備感壓力。當離岸風電海域發生災害，官民能量必是同時啟動，防救災必然是共同處理之事。

5. 海委會海域安全處黃副處長宣凱

- [1] 我國船隻經常發生擱淺的位置，與離岸風電潛力場址位置重疊度高。預期每年中秋後，台灣海峽風向改變，離岸風電海域的救難事件將增加。
- [2] 我國官方救援能量，尚未針對離岸風電救援進行訓練或購置設備。
- [3] 在配置拖船議題方面，南海上常見之 24 小時待命拖船為受雇於石油公司之船隻。由於我國離岸風電海域的航道較窄，契約拖船到場救援約需 2~3 日才能到，恐緩不濟急，宜參考石油公司案例配置待命拖船。

[4] 離岸風電商除了評估配置待命拖船，宜思考由戒哨船以無線電指引船隻遠離離岸風場，降低事故發生之風險。

[5] 目前離岸風場事故發生地點，未與海難事故地點重疊，且現今災害防救業務計畫未有相關規畫，這部分的處理能量是否為離岸風電商的責任，有待商榷。

[6] 在離岸風電海域災害防救上，需明確界定政府機關介入的時間點。

6. 海委會海巡署陳科長奕光

[1] 本署任務以救災為主，建議明訂因應離岸風場設立而可能產生的新型災害樣態，評估建立特殊能量的需求。

[2] 本署人員未受過離岸風電相關救援訓練，擔心被要求從風機上救人，無法確保自身人員安全。

[3] 在官民能量對接的窗口方面，鑒於彰化風場外海的離岸風場連成一片，若海難船隻漂流經過多座風場，本署需要聯繫多個風場才能執行救援任務，故建議離岸風場建立單一窗口，使相關聯絡工作更迅速。

7. 海委會海保署吳專員品漢

建議離岸風電業者於災害防救業務計畫中，詳列有關油汙染及與海難事故之應變資源。

8. 彰化縣政府沈承辦姿均

未來聯合防災中心，宜針對離岸風電海域的各類型事故評估發生機率及建立應變措施。

三、民間觀點

1. 上緯新能源張海事協調員凱雯

[1] 本公司經營的離岸風場位於苗栗、彰化外海，願協助漁港改善港口環境，使中小型船隻能夠進入，不受潮差影響，補充就近救難能量。

[2] 然而，若遇緊急狀況，從台中港派船需 2 小時航程以上，緩不濟急，屆時仍須國家之救援能量。

2. 沃旭能源黃環安衛經理詩慧

[1] 歐洲離岸風電商重視人員財產的安全。

- [2] 有關民間直升機救援方面，本公司曾與德安航空和凌天航空洽談合作，無奈台灣因過去沒有離岸油氣產業，沒有市場培育民間海上救援能量，故目前離岸風電商只能選擇向官方尋求合作。
- [3] 期盼有關離岸風場事故的統計，能更貼近前線，符合台灣的實況。
- [4] 若相關法規能建置完成，相關防救災規劃將一切水到渠成。

3. 哥本哈根基礎建設基金陳柔瑜 HSE Team Lead

- [1] 離岸風場事故救災，需要國家能量介入，尤其是在救援直升機方面，臺灣目前只有國家才有救援能量。
- [2] 當海象影響救難船舶出入但直升機仍可升空救援的情況下，為搶救人命，也只能由直升機擔任救援工作。
- [3] 拖船的主要功能在於保護資產，緊急情況下仍需直升機才能救人。
- [4] 未來需蒐集、建立及分析台灣離岸風場的事故數據。
- [5] 在救災準備上，應考量官方與民間能量的接合與速度。在技術層面的接合上，相關人員需要進行訓練及演練，熟悉風場結構、風機內外與救難設備的環境，才能在災害發生時迅速應對，故值得各方投注資源，來完成各項層面的接合。

4. 達德能源李如曜環安衛經理

- [1] 本公司的風場不在彰化，是否有必要納入聯防中心？或者獨立離岸風場應建立自身的應變機制？
- [2] 同意民間應建立救援能量，然目前災害防救法的救難責任屬公家機關，未開放民間來做，故在法規上有需要調整之處，民間海上救援能量才能建立起來。
- [3] 離岸風電也擔心漁船有干擾作為或因失去動力漂撞離岸設備，希望政府單位儘速建立管理法規。

5. 台灣捷熱王開發經理靖惠

- [1] 有關離岸風場的搜救環境，的確需要讓救難單位多加了解，離岸風電業者願配合提供具體情報，共同討論技術層面上的合作。
- [2] 此項議題值得離岸風電業者共同參與，未來若有相關議題建議邀請「臺灣離岸風電產業協會」(TOWIA) 成員參加。

附錄五、期末審查意見回覆表

項次	審查意見	回覆意見	頁次
一、陳彥宏委員			
1	<p>肯定研究團隊於第二章收集的國內外離岸風電相關文獻，這些資料相當寶貴。然國外離岸風電廠設置於外海，本國離岸風場則是設置在航道中的近岸海域，故所蒐集的事故發生率無法直接應用於本案研究對象的真實情形，另報告中亦缺少 2026 年後苗栗以北離岸風場建置的預估值，再請修改與補充。</p>	<p>期末修正報告修正稿補充相關內容，說明如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究將離岸風電海域發生之災害分為海難事故、離岸風場事故及海底管線事故等 3 大類（表 4-1），說明無法推估海難事故數量與海底管線事故之原因。 2. 本研究提出之離岸風場事故數量預測（表 4-7），包含已知的 14 座離岸風場與尚未確定開發之 10 座離岸風場，即包含全國離岸風場建置完成後之事故數量預測。 3. 相較於歐美國家，我國離岸風電鄰近航道，的確推升他船碰撞離岸風機之風險。然而，本研究蒐集的國際案例顯示，當船隻碰撞離岸風機時，傷者為船上人員，事故發生原因則多為海況不佳或不當駕駛（案 1、2、3、14、18、39、54 及 61），非肇因於離岸風機。 4. 雖然目前缺乏可供推估我國離岸風電海域發生船難事故之數值，本研究認為離岸風電海域海難事故之重點在於預防，交通部航港局亦有相關措施，故本研究以整理離岸風電海域防救災的觀點，進一步提出預防離岸風電海域海難事故應有的措施與規劃。 	<p>p.85</p> <p>p.93</p> <p>附錄六</p> <p>p.87</p> <p>p.104</p>
2	<p>離岸風電場為經濟部能源局所管轄，而交通部是全國海難之權責機關，兩機關在今年已進行多次協商討論，且交通部已建立許多預防災害能量。請研究團隊補充經濟部與交通部協商會議結論，以</p>	<p>本團隊曾積極洽詢相關會議記錄，並於附錄八新增海難災害防救計畫有關之救災能量。本團隊另曾分別拜訪交通部與經濟部能源局，得知交通部願處理所有海難事故，然離岸風場改變海上救援環境，離岸風電</p>	<p>附錄八</p> <p>附 7-17</p>

項次	審查意見	回覆意見	頁次
	及交通部與離岸風商間的合作計畫(目前已規劃於台中市航港局 6 樓設立監控中心),並補充上述相關會議與合作計畫應用於本案的論述。	的中央目的事業主管機關為經濟部能源局,故希望能源局督促離岸風電商配合海上救援;經濟部能源局則表示若離岸風電海域救災需要關閉離岸風場,知會能源局即可,不影響供電穩定。	
3	在報告第四章第四節中(第 109 頁)有關我國離岸風場救災能量現況的論述,應就現有政府與民間資源及其規格、數量與所在地進行盤點,如船隻(含民間拖船)、直升機、海巡兵力等,以便就近調派;另也應考量事故發生時在附近航行的我國商船,這些商船亦是提供海難救助的重要支援之一。	<p>期末報告修正稿補充相關內容,說明如下:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究團隊不具有海難救援實務經驗與背景,無法明確提出救難資源應有的規格,在防救災能量方面僅就國外離岸風場救援能量配置提出救難直升機與救難船數量(表 4-9)。 2. 從國外離岸風場海上救援能量配置上看,的確包含既有海空救難單位。這些單位除了支援離岸風場事故,亦維持既有救難業務。 3. 本團隊就離岸風場事故之救援能量提出應備之救難直升機與救難船數量,救難船則包含特約海難協作船或鄰近船隻。為避免馳援離岸風場事故的直升機或船隻發生事故,本團隊另建議離岸風場標示內外安全航道並提供安全海空救援路線規劃。 4. 在我國民間救援能量的部分,本研究建議參考海難災害防救業務計畫之附表五。 	<p>p.103</p> <p>p.100-102</p> <p>p.104</p> <p>p.103</p>
4	有關所論述主管機關協調防災能量之權責管理方式(圖 5-1, 頁 123):海難發生時是由行政院災防辦會發布、海難相關業務主管機關為交通部。救難架構以交通部為主、海巡署協辦,而經濟部是對應各風商業者,海委會海保署則對應海洋污染防治,不應是由各風商業者直接面對各政府機關,請修	本研究建議成立共同管理中心,並由中央目的事業主管機關監督。詳見本計畫第五章第三節。	P.128

項次	審查意見	回覆意見	頁次
	正與補充。另外，離岸風電災害發生時，若其海底電纜亦有狀況，應規劃水下救難對策，及其與附近之電信纜、油管、LNG 纜、水管、地震管之複合性災害之對策。		
5	第五章第四節為本計畫核心，應為第二章至第四章內容的集大成，故應從前面章節的結論來加強救災規劃之策略架構論述，以及事故發後之相應措施，如救災資源的項目與位置、不同船型船舶之救助方法及可動用的救援人力等。	本計畫於第五章第二節系統性分析離岸風電防救災策略。	p.128
6	有關附錄一及附錄二的審查意見回覆表，應就期末報告的內容進行回覆意見的補充或修改，並要增列相對應的(報告)頁碼以利查閱。	已補充及新增頁碼對照	--
二、戴輝煌委員			
1	若無進行相關的調查、盤點能量(基本資料庫)，則無法進行策略的規劃，故研究團隊應須列出離岸風場發生災害時，可能的救助對象及可協助救援的能量，並盤點現有救災能量(種類、項目、數量、位置)，以表格化方式建置基本資料庫(可參考交通部航港局做法)。	<p>感謝委員意見。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究將離岸風電海域事故分為海難事故、離岸風場事故與海底管線事故等 3 大類，其中僅離岸風場事故數量俱可進行數值推估之資料，預期離岸風場的設置將使我國每年海上救援案件增加 19~33 件(14~24 座離岸風場)。 2. 本研究參考英國、德國與丹麥之離岸風場海上救援能量，初步推估我國為因應離岸風場事故所需之救難直升機與救難船數量。 3. 有關他船碰撞離岸設備之事故，屬海難事故，本研究僅就控制及降低海難事故之二次損害提出對策，細部規畫仍須相關單位及利害關係人進行協商與探討。 	<p>p.93</p> <p>p.101</p> <p>p.104</p>

項次	審查意見	回覆意見	頁次
		4. 有關基本資料庫之建置，因離岸風電海域事故仍以船難事故為主，我國已在海難救援方面具備豐沛經驗與能量，本研究僅就整體離岸風場事故(離岸風場事故救援及防止海難事故造成二次損害)方面提出能量建構建議。	p.104
2	在第二章中論述各國的離岸風場救災的做法與相對應的權責機關，應再以表格方式呈現與比較，以利閱讀。	感謝委員意見。已重新整理第二章內容，並分別利用於第四章及第五章之參考依據。	
3	報告中論述因現行狀況而無可支援的能量時，應另再提出其他可能的對應措施。如直升機無法救助時，可規劃快艇、CTV、規劃駐點離岸風電專用船(SOV)成為海上救援基地，以減少救援目標運送時間。	感謝委員意見。期末修正報告已做相關修正，說明救難船隻任務性質。	p.101
4	第四章有關我國離岸風場防救災能量現況，應將盤點的能量製成表格，並製作救助階段與目標物指引表格，以利閱讀。	感謝委員意見。本研究於期末修正報告僅就離岸風場海上救援能量進行盤點，請見表 4-2。鑒於離岸風電海域事故未然仍以海難事故為主，本研究僅就控制及防止海難事故造成二次傷害提出建置 2~3 艘打撈船之措施，然細則仍待相關單位及利害關係人協商。	p.87 p.104
5	由於，外國風場(離岸)與台灣風場(海中央、穿越固有航道)位置差異：需再比照外國案例產生頻率，調整係數使預測更加貼近。	感謝委員意見。本研究僅就離岸風場事故進行案件數量推估，缺乏可靠資料推估發生於離岸風場海域之海難事故數量。由於交通部航港局已規劃調節海上交通之措施，本研究從整體離岸風電海域防救的觀點，提出其他預防離岸風電海域海難事故應有的措施與規劃。	p.87 p.104
6	因本計畫是防救災的策略規劃，然報告中提出《管理計畫》草案條文建議。若要提出草案條文建議，應釐清各權責機關的組織及其職掌，並明列	本計畫於第五章第二節系統性分析離岸風電防救災策略；第五章第三節之前段彙整前面章節結論，提出「管理計畫」架構之	p.121 p.128

項次	審查意見	回覆意見	頁次
	草案條文，提出更完善的論述與補充，同時應以表格化的方式呈現。若是回歸於策略規劃的研究，應將前面章節所蒐集的內容，進行通盤的綜整，並系統性進行策略的規劃與論述。	建議，並於第五章第三節後段試擬共同管理中心之建置要點。	
三、林章成委員(書面意見)			
1	第 135 頁，3.離岸風場工傷事故救援第四行前段「我國民間無海上救難直升機可供調度等云云…」，經查行政院國情簡介（資料時間 109/05/19）第二行末「直升機運輸業務則有德安及凌天等 2 家航空公司經營…」，是以本項建議似有謬誤之處，建請修正。	感謝委員意見。沃旭能源黃經理於 2020 年 9 月 23 日舉辦之第二次專家學者座談會指出已向這兩家民營航空公司洽談合作，但業者表示無法配合海上救難，故在海上救難直升機方面，離岸風電商需向官方尋求合作。	附錄四
2	第 135 及 136 頁，綜觀第二節建議內容，似未提及或淡化民間救援選項部分，囿於政府能量有限，民力無窮，且離岸風電海事救援亦可能成為一新興產業，建請參考本案以下附錄發言進行修正： (1)附 4-2-2，本處黃副處長發言第三點。 (2)附 5-9，能源局吳組長發言第五點〔3〕。 (3)附 5-16，民間救難公司發言第一點。 (4)附 5-17，上瑋曹經理發言第十點。 (5)附 5-19，行政院災防辦吳主任發言第一點。	感謝委員意見，本研究於期末修正報告第四章補充相關資料，說明如下： 1. 英國、德國與丹麥之離岸風場海上救援能量說明，各國皆協助離岸風電商補足應變能量不足之處，能量的配置上則可看出離岸風電發達國之海空救援單位除了支援離岸風場事故，本身仍維持既有業務。 2. 我國離岸風場數量與裝置容量與上述三國相近，但離岸風場本身發生的事故數並不多，本研究認為若欲由民間建立海上救援能量，需考慮國內空中救難市場需求與規模，建立良好產業發展環境，否則難以吸引民間進行相關投資與人才培訓。 3. 鑒於我國船隻於離岸風電海域發生船難事故時，造成二次損害的風險甚高，本研究建議在既有海難救災能量的基	p.100 p.100 p.104

項次	審查意見	回覆意見	頁次
		礎上配置 2~3 艘待命拖船因應，然實施方式仍待利害關係人進行討論與協商。	
3	附 5-2，林科長發言部分有謬誤，敬請修正為「…建議業者提供應變計畫仍需進行修正，以為未來應變之基礎。」	已調整，本附錄五改為附錄七，詳見第一場次訪談之第 10 點意見	附 7-2

附錄六、國內外離岸風電災害事故案例說明

一、英國之災害事故案例

案例1. 沃爾尼 (Walney) 離岸風場

2016 年 5 月 26 日凌晨 2:50，在英國沃爾尼島 (Walney Island) 的離岸風場附近，有一 10.5 米長的雙體漁船撞上坎布里亞海岸附近的離岸風機後下沉，船上 58 歲的船長因事故而頭部受傷，另有三名船員無大礙，霍利希德海岸警衛隊派出救生艇及直升機進行救援，將船上人員轉移到救生艇上，受傷的船長被送往 Furness 綜合醫院治療 [1]。



附圖 1 Walney 風場位置

資料來源：[2]

案例2. Barrow 離岸風場

2017 年 4 月 24 日，在 Barrow 風場附近，雙體船黎明號 (Dualbreak) 漁船的船長 Jack Graham，打算在 Barrow 海岸附近釣魚，讓漁船以自動駕駛模式繞過海上風電場，然而船隻在船長離開 15 分鐘內撞擊到坎布里亞海岸 (Cumbrian Coast) 外的離岸風機，造成大量傷害且船上 3 人需要救援，船長父親 (乘客之一) 因摔倒而頭部受傷 [3]。



附圖 2 Barrow 風場位置

資料來源：[2]

案例3. Sheringham Shoal 離岸風場

2012 年 11 月 21 日，在 Sheringham Shoal 離岸風場，Geoffrey Whinfrey 駕駛工作維修船（support vessel）在 45 英里/小時的風速下航行，並以約 12 節的航速與一臺離岸風機相撞，他當時僅依靠風機上的安全燈做為判斷，而無注意到其中一盞安全燈沒有亮起，導致數名船上人員受到輕傷 [4]。

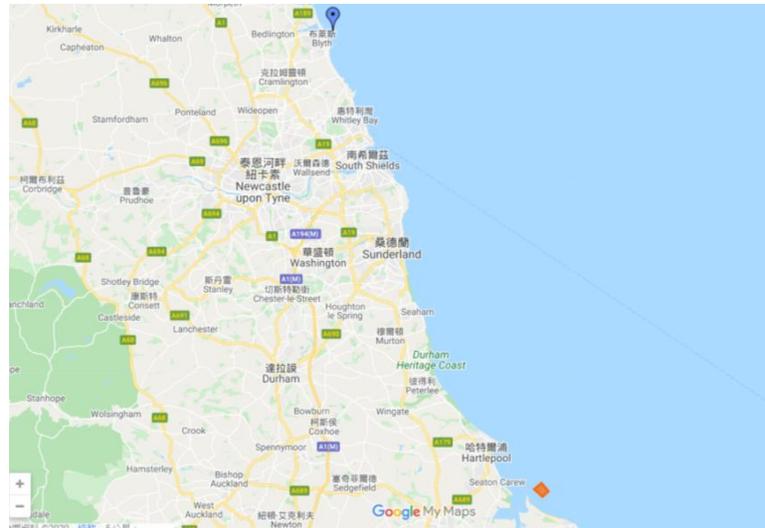


附圖 3 Sheringham Shoal 風場位置

資料來源：[2]

案例4. Teesside 離岸風場

2014 年 7 月 4 日，在 Teesside 離岸風場。自 1 月起，西門子公司的風機有塔架振動問題，為了確保「安全的工作條件」，英格蘭東海岸 Teesside 風電場的風機已被分批關閉 [5]。

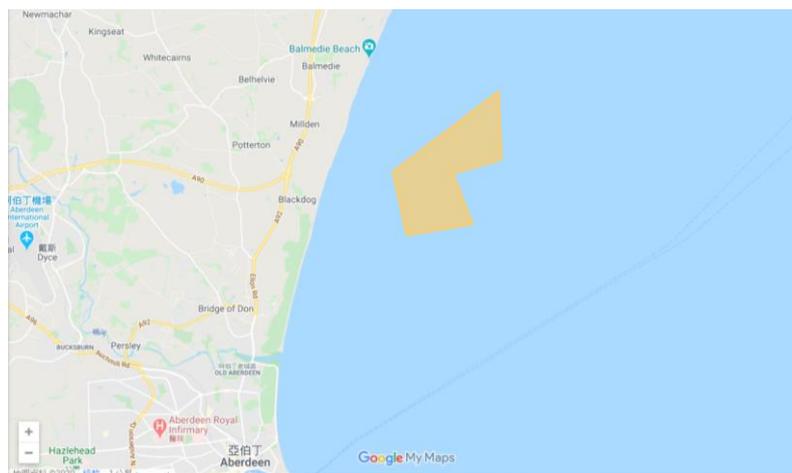


附圖 4 Teesside 風場位置

資料來源：[2]

案例5. 亞伯丁（Aberdeen）風場

2019 年 2 月，在英國亞伯丁灣附近，亞伯丁（Aberdeen）風場的 11 臺風機其中 1 臺因天災意外損壞，可能因素之一是 1 月中旬強勁的暴風雪導致風機葉片以高達 192 英里/小時的高速運轉而毀損，另一說法是雷擊造成的損壞 [6]。



附圖 5 Aberdeen 風場位置

資料來源：[2]

案例6. Rampion 海上風場

2018年4月25日，自 Rampion 海上風場的電纜佈線工作發生事故，Moby Dig 挖掘機已經卡在海底兩個月，在潮汐作用下，挖掘機幾乎每天都被淹沒，相關單位仍無採取任何因應對策 [7]。

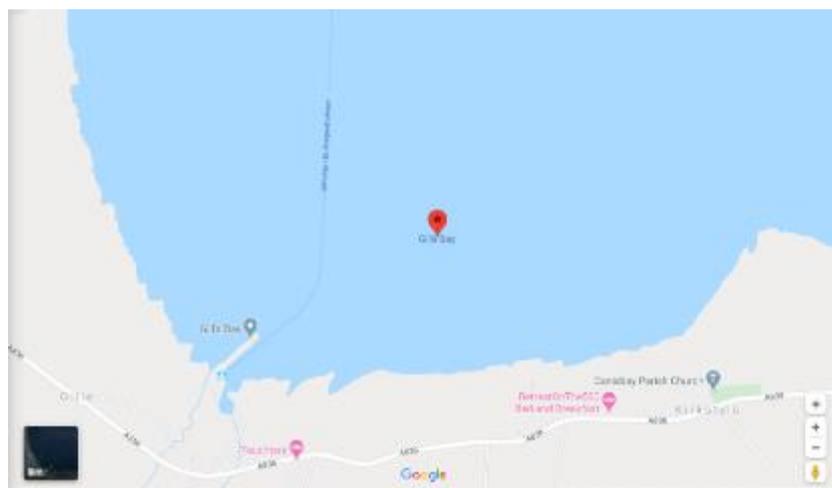


附圖 6 Rampion 風場位置

資料來源：[2]

案例7. Gills 灣

2018年9月24日，在 Gills 灣，有兩名在海上風電業的維運船 Green Isle 上工作的男子受傷，一名由空中救援送至印威內斯（Inverness）的 Raigmore 醫院，另一人被送往維克（Wick）的 Caithness 綜合醫院 [8]。



附圖 7 Gills bay 位置

資料來源：[2]

案例8. Gunfleet Sands 離岸風場

2016年2月20日，在距離克拉克頓（Clacton）五公里的 Gunfleet Sands 風力發電場，一名工人正在風力發電場的自升式鑽機上工作時，腿部因事故受傷嚴重，由空中救援直升機送至鄰近醫院治療 [9]。

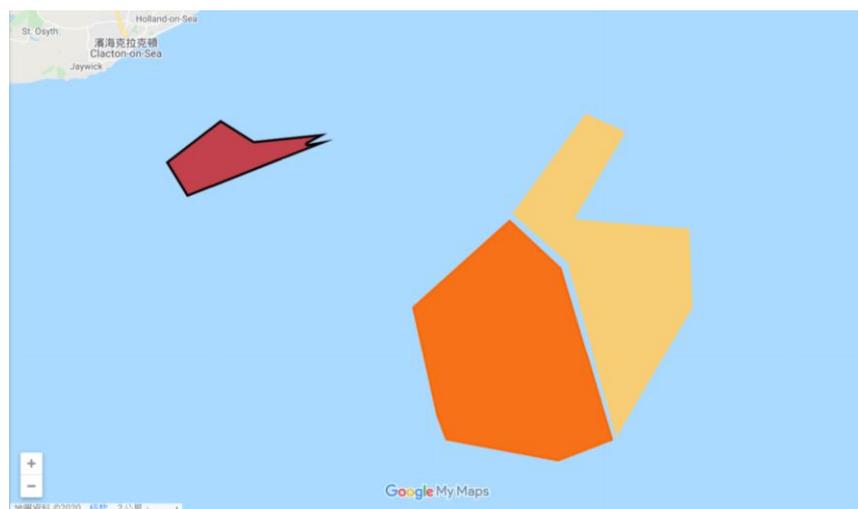


附圖 8 Gunfleet Sands 風場位置

資料來源：[2]

案例9. London Array 離岸風場

2014年7月14日，在 London Array 風場，技術人員團隊正在更換風機上的避雷針，其中一名維修人員站在已關閉的機艙入口，正準備從風機外部拉起繩索，但因地表面有些油膩，他著地時滑倒造成腳踝扭傷 [10]。



附圖 9 London Array 風場位置

資料來源：[2]

案例10. Barrow 離岸風場

2014 年 7 月 9 日，在 Barrow 風場以西 6 英里的愛爾蘭海，負責風機維護的海王星駁船上的人員頭部受傷 [11]。

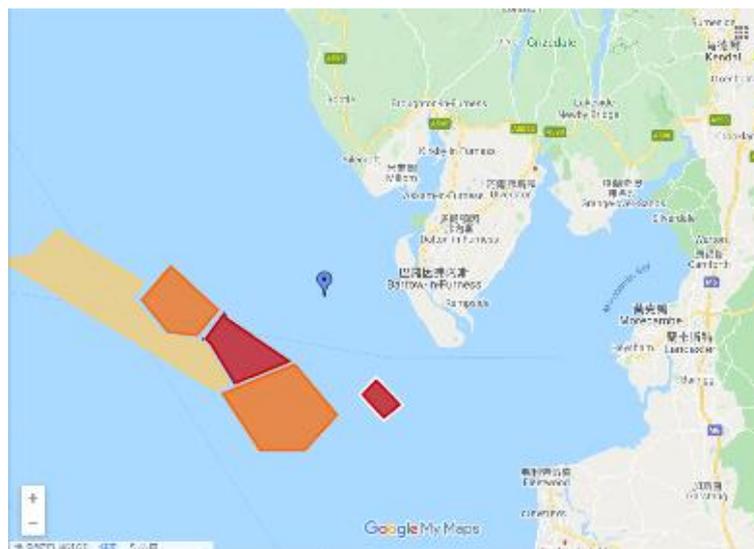


附圖 10 Barrow 風場位置

資料來源：[2]

案例11. Barrow 離岸風場

2014 年 3 月 1 日，在巴羅（Barrow）離岸風場的 26 歲船員自機艙摔落 20 米高後死亡，他當時應該已經待在機艙內，跌落原因仍然成謎 [12]。

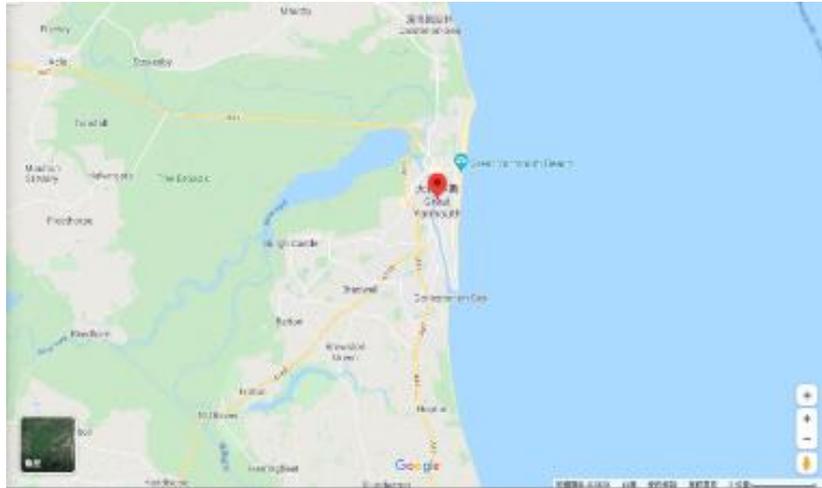


附圖 11 Barrow 風場位置

資料來源：[2]

案例12. Great Yarmouth 離岸風場

2014 年 04 月 04 日，當維運船自 Great Yarmouth 離岸風場返回莫斯汀港（Mostyn）時，因偏離航道導致在沙灘上擱淺，造成返航耽擱約 2 個小時，直到潮差大到足以使船體漂浮才離開 [13]。

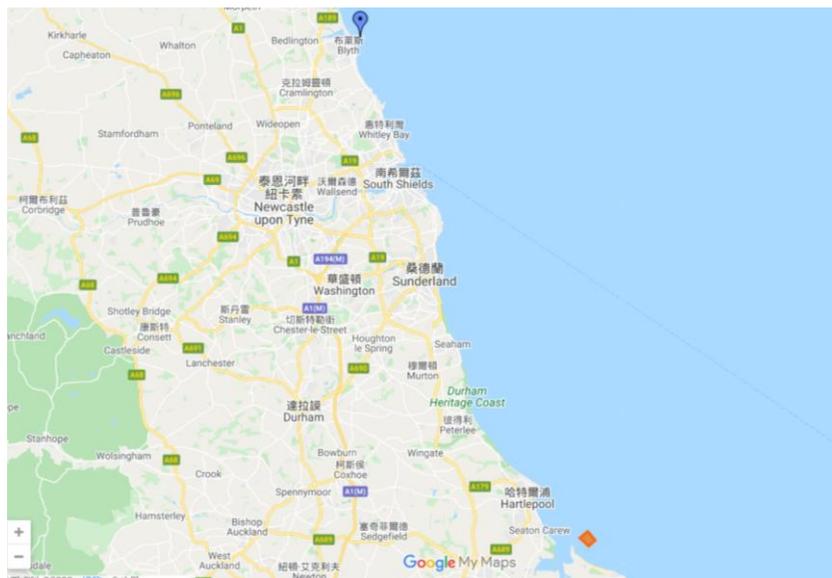


附圖 12 Great Yarmouth 離岸風場位置

資料來源：[2]

案例13. Teesside 海上風電場

2014 年 1 月 14 日，由 EDF Energy Renewables 公司營運的 Teesside 海上風電場，風機葉片因技術問題而停止旋轉 [14]。

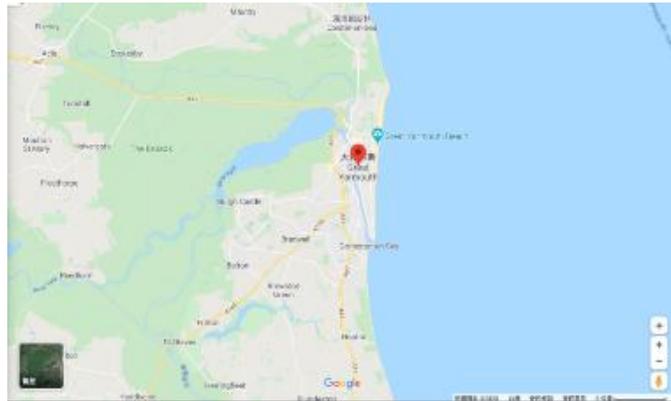


附圖 13 Teesside 風場位置

資料來源：[2]

案例14. Great Yarmouth

2014年5月4日在金梅灣（Kinmel Bay），3位技術人員正在從事旋翼鎖定工作，因船速過快來不及反應，船隻以高速撞擊 Great Yarmouth 風場的風機，三名技術人員均受到不同程度的傷害，在接受急救治療後返回 CTV 的港口，並被送往 Glan Clwyd 醫院急診室進行進一步檢查，兩名技術人員受到較重傷害，其中一名胸部和左臂受到撞擊，另一名受到脖子、左手肩膀、左臂和左膝蓋的撞擊傷 [15]。

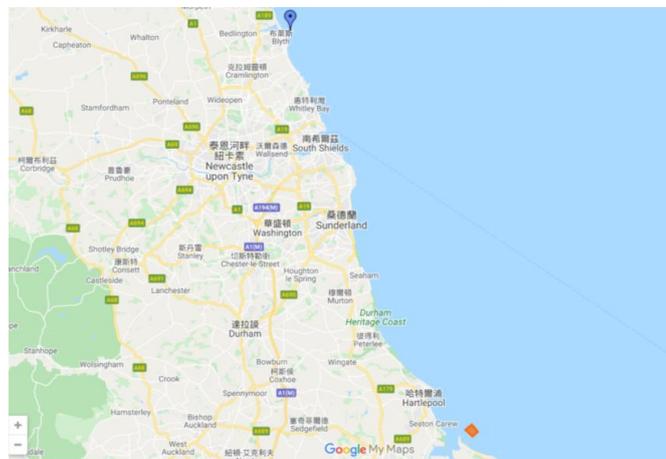


附圖 14 Great Yarmouth 位置

資料來源：[2]

案例15. Teesside 海上風電場

2014年3月31日，遊艇由惠特比（Whitby）展開首次航行，預定前往哈特爾浦（Hartlepool）碼頭，船上有兩名船員，為避免航行通過 Teesside 風電場，決定保持近海航行，不過也導致其在雷德卡（Redcar）附近的岩石觸礁、在救生艇站西北約半英里處擱淺，Redcar 救生艇站的志工在下班後（約下午 6 點）發現並前往救援，但直到晚上 11 點 30 分才成功救出船員送往哈特爾浦碼頭 [16]。

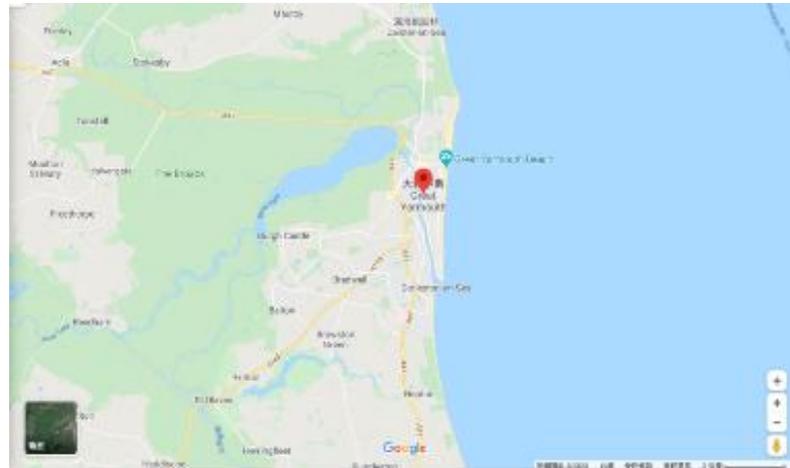


附圖 15 Teesside 風場位置

資料來源：[2]

案例16. 北海

2013 年，一預定前往近海作業的一艘風電維運船在北海的風場進行工作時掉落了兩個支撐支架，其中一個後來導致一艘英國貨輪損毀 [17]。

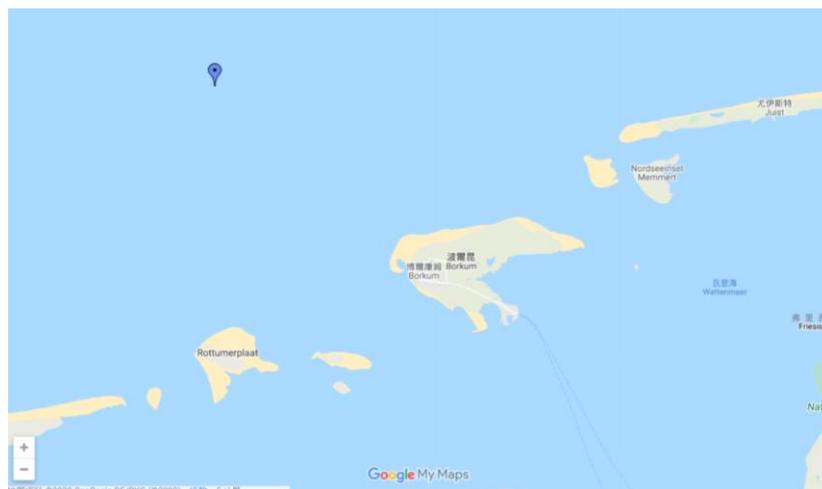


附圖 16 Great Yarmouth 位置

資料來源：[2]

案例17. Riffgat 海上風電場

2013 年 7 月 5 日，一名 26 歲英國潛水員在北海波爾昆（Borkum）以北的里夫加特（Riffgat）海上風電場進行海底電纜鋪設水下作業時，被混凝土墊壓在水深 20 米處而罹難，由於急救無效，急救船上醫師趕到時確認潛水員已死亡，屍體由維運船運到埃姆登（Emden） [18]。



附圖 17 Riffgat 風場位置

資料來源：[2]

案例18. Sheringham Shoal 海上風場

2012 年 11 月 23 日，載有五名船員的雙體船 Island Panther 號，在 Sheringham 風場附近工作時與塔架發生碰撞，船上五名船員全部受傷，由 Wells and Cromer 號救生艇救援帶回 Wells，交由英格蘭東部救護車服務處處理 [19]。



附圖 18 Sheringham Shoal 風場位置

資料來源：[2]

案例19. Greater Gabbard 離岸風場

2011 年 11 月 14 日，Flour UK Ltd 承包商的工人在離費利克斯托（Felixstowe）東方約 20 英里遠的大加博風電場（Greater Gabbard）的風機樞紐受傷，由駐紮在 Wattisham 飛行站的英國皇家空軍「海王」救援直升機來救援，帶到 Ipswich 醫院治療，最初擔心可能會骨折，實際上他僅受到輕傷 [20]。



附圖 19 Greater Gabbard 風場位置

資料來源：[2]

案例20. Kentish Flats 離岸風電場

2011 年 10 月 22 日，在 Herne 灣附近的 Kentish Flats 風電場，當機組人員試圖移動「自升式」駁船時，Agiant 鑽機（850 噸 Deep Diver）正在海床上進行試鑽，而它的四個液壓支腿之一被弄斷了，船舶工程師設法挽救了 30 米長的勘探鑽機，但不得不將 17.5 米長的鋼腿留在海床中 [21]。



附圖 20 Kentish Flats 風場位置

資料來源：[2]

案例21. 沃爾尼（Walney）離岸風場

2011 年 6 月 10 日，在 Mostyn 港口進行移至 Walney II 海上風電場的運輸作業中，有一重 80 噸，25m 長的頂部塔架掉落，事故中無人受傷，僅部分設備損壞 [22]。



附圖 21 沃爾尼風場位置

資料來源：[2]

案例22. 沃爾尼 (Walney) 離岸風場

2011 年 1 月 10 日，在 Walney 離岸風電場進行吊裝作業時，18 噸重的葉片從起重機上鬆開掉落，事故後有兩名工人因受到嚴重驚嚇而辭職 [23]。



附圖 22 沃爾尼風場位置

資料來源：[2]

案例23. Gunfleet Sands、Burbo Bank、Rhyl Flats、Lynn and Inner Dowsing 離岸風場

2010 年 8 月 17 日，在日常維護中發現風機軸承受到腐蝕，西門子旋即對四個海上風電場進行必要的維護工作，這些風電場均使用西門子的 3.6MW 渦輪機，包含 Gunfleet Sands、Burbo Bank (Dong)、Rhyl Flats (RWE) 和 Lynn and Inner Dowsing (Centrica) 等離岸風場，合共 181 臺風力發電機受到腐蝕影響 [24]。



附圖 23 Gunfleet Sands 風場位置

資料來源：[2]



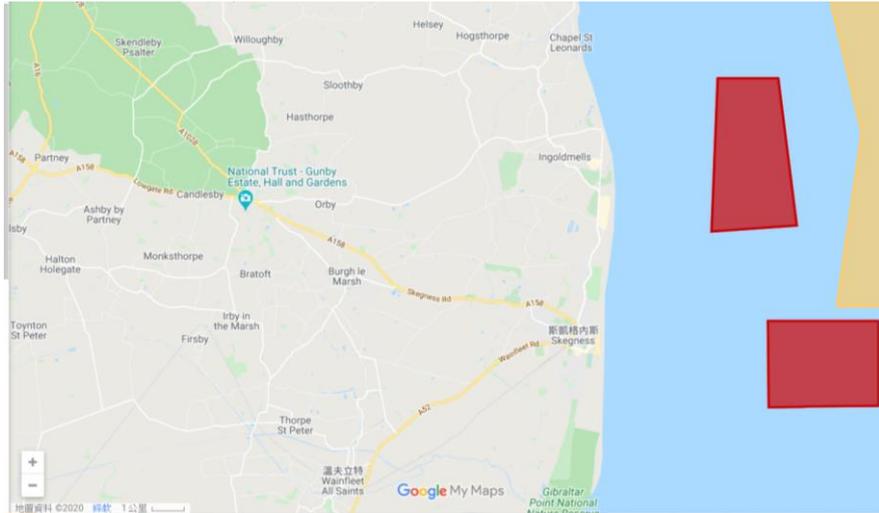
附圖 24 Burbo Bank 風場位置

資料來源：[2]



附圖 25 Rhyll Flats 風場位置

資料來源：[2]



附圖 26 Lynn and Inner Dowsing 風場位置

資料來源：[2]

案例24. 北海

2010年6月12日，在海上風電場安裝過程中的灌漿破裂，導致風機的結構可能因而發生問題，估計合共13個風電場約600台風機受到影響，維修費用粗估約2500萬英鎊 [25]。



附圖 27 北海位置

資料來源：[2]

案例25. Greater Gabbard 離岸風場

2010 年 5 月 21 日，A2SEA 公司的自升船 Sea Jack 號上一架起重機在哈維奇港（Harwich Port）帕克斯頓碼頭（Parkeston Quay），早上約 7:50 舉起 45 噸風機葉片時發生倒塌，正準備運將其運送到離港口約 25 英里處建造中的 Greater Gabbard 風力發電場，事故造成兩名工人死傷，一名來自丹麥諾勒鬆比（Norresundby）的 42 歲工程師被風力渦輪機的機具壓死，另一名 43 歲的德國工人，受到嚴重胸部傷害後移送至劍橋的 Addenbrookes 醫院，病情穩定 [26]。

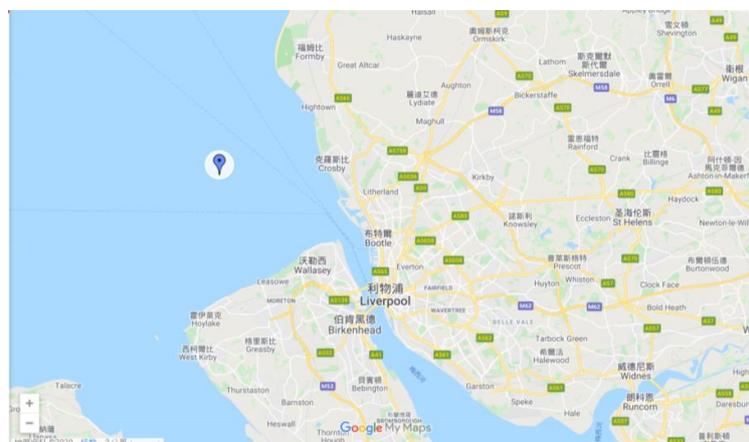


附圖 28 Greater Gabbard 風場位置

資料來源：[2]

案例26. Burbo Bank 離岸風場

2009 年 10 月 16 日，由蘇格蘭電力公司（Scottish Power）所有的 132KV 陸上地下電纜發生故障，導致 Burbo Bank 風電場停運了四個星期 [27]。



附圖 29 Burbo Bank 風場位置

資料來源：[9]

案例27. Greater Gabbard 離岸風場

2009 年 9 月 17 日，在英國沿海地區的 Greater Gabbard 風力發電場在建造前遭逢意外而暫時停止建造，其因為中國便宜製造的風機零件在運往荷蘭港口的途中，被發現有許多嚴重的焊接故障 [28]。

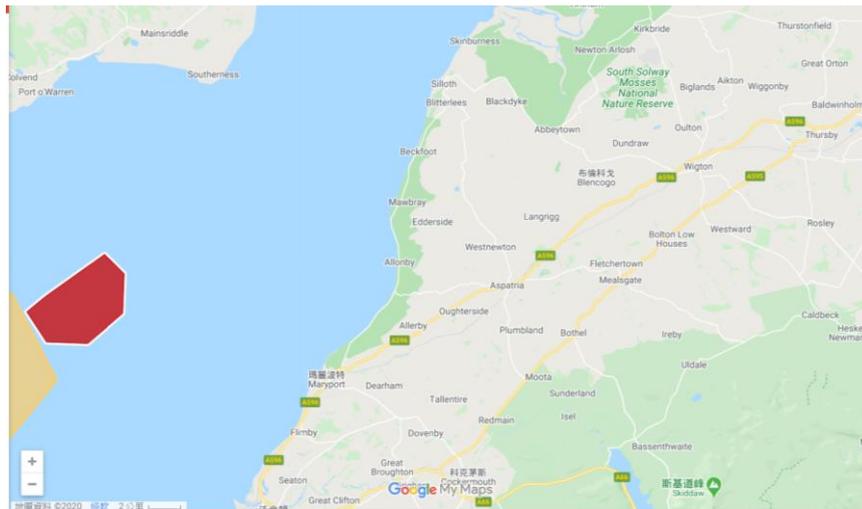


附圖 30 Greater Gabbard 風場位置

資料來源：[2]

案例28. Robin Rigg 離岸風場

2009 年 1 月 30 日，在英國的 Robin Rigg 風電場開發項目中，由於海況嚴峻，建築駁船失去三條錨索後，船上 42 名工人被迫撤離 [29]。



附圖 31 Robin Rigg 風場位置

資料來源：[2]

案例29. Robin Rigg 離岸風場

2008 年 11 月 23 日，一名 45 歲風電場商業海洋測量師在 Robin Rigg 海上風電場工作，因發生事故而手指被截斷，其後 Kirkcudbright 救生艇和海岸警衛隊趕到現場，將他的手指放在一袋冰中趕回陸上，至 Dumfries and Galloway 皇家醫院接受治療 [30]。



附圖 32 Robin Rigg 風場位置

資料來源：[2]

案例30. Rhyl Flats 離岸風場

2008 年 11 月 13 日，KS Titan 1 號是在 Rhyl Flats 風電場用於建造 25 臺風機的兩艘駁船之一，該船正從墨西哥灣駛向利物浦灣，船上載有兩台船上起重機，準備在 Rhyl Flats 風電場安裝 3.6MW 的西門子風力渦輪機，當時風機在半潛式重型起重船 MV Ancora 上運送時遇到了發動機問題，由於船的滾動和傾斜，泰坦 1 號（Titan 1）在港口傾覆並沉沒 [31]。

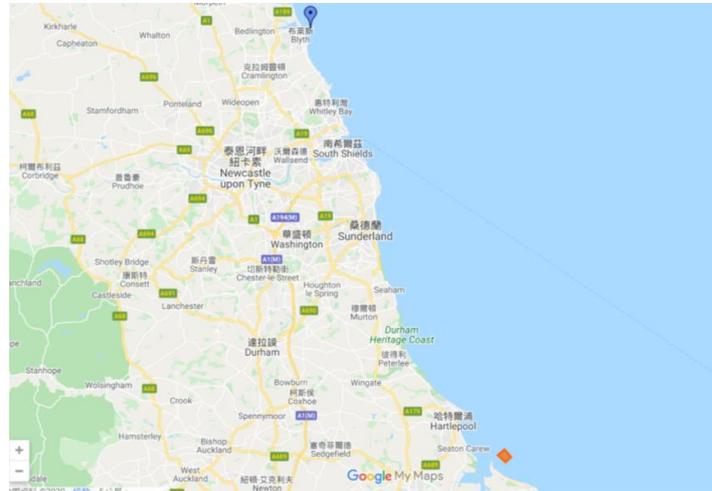


附圖 33 Rhyl Flats 風場位置

資料來源：[2]

案例31. Teesside 海上風電場

2008 年 2 月 2 日，正在為 Redcar 地區（擬議中的 Teesside 風電場）進行試驗鑽孔的鑽機千斤頂損壞掉入海中 [32]。

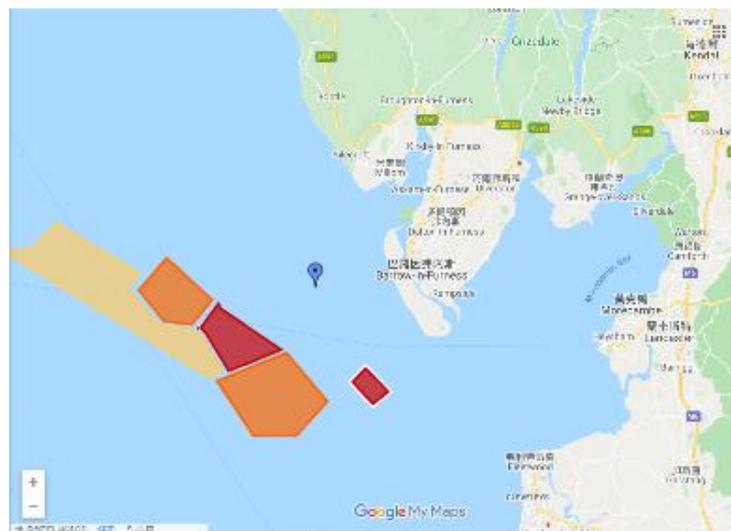


附圖 34 Teesside 風場位置

資料來源：[2]

案例32. Barrow 離岸風場

2008 年 1 月 31 日，渡輪 Riverdance 號在 Barrow 風電場域附近失去控制，救援船和直升機先救出船上人員，並讓基幹船員上船，然而仍無法控制，最終渡輪在黑潭（Blackpool）海灘擱淺 [33]。

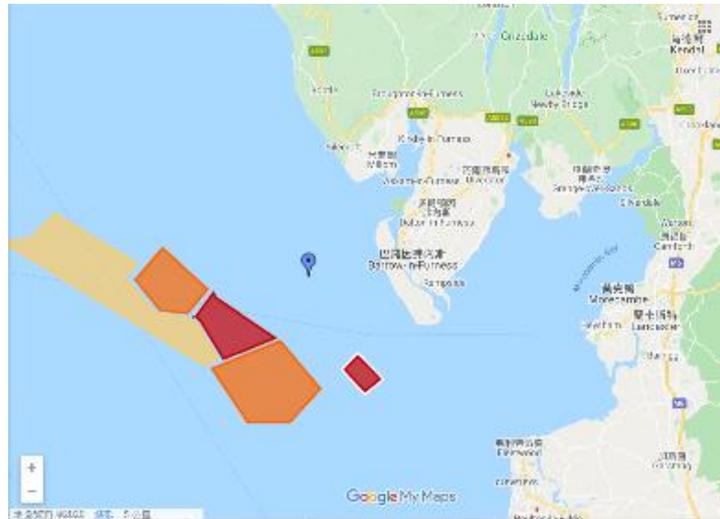


附圖 35 Barrow 風場位置

資料來源：[2]

案例33. Scroby Sands 離岸風場

2008 年 1 月 21 日，在 Scroby Sands 風電場，其三根高壓電纜之一發生了故障，故在 Great Yarmouth 的 north parade 處開挖，但因濕氣滲入連接接頭而失敗，且一名工人在修理這些電纜時，因電閃而燒傷，送到醫院接受治療 [34]。

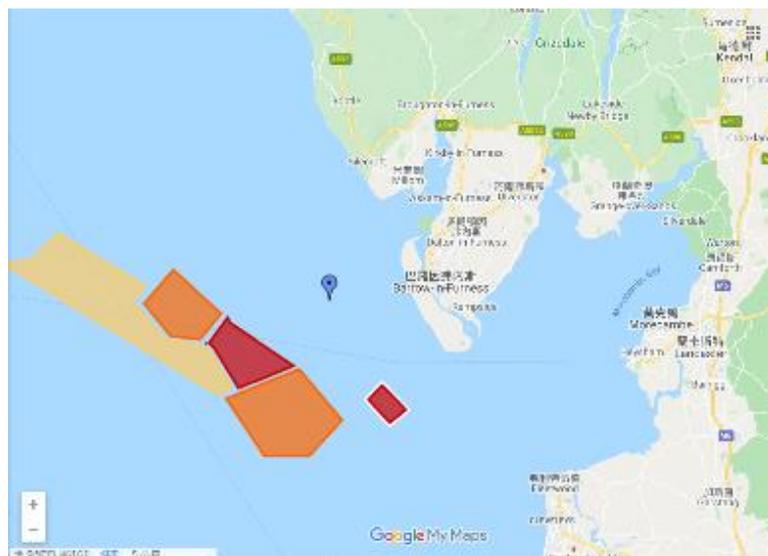


附圖 36 Barrow 風場位置

資料來源：[2]

案例34. Scroby Sands 離岸風場

2007 年 4 月 30 日，位於 Scroby Sands 的風機遭受雷擊，造成葉片損壞 [35]。



附圖 37 Barrow 風場位置

資料來源：[2]

案例35. Scroby Sands 離岸風場

2006 年 11 月 27 日，一名 22 歲的工程師在 Scroby Sands 風電場工作時遭遇觸電意外，被送往 Gorleston 的 James Paget 大學醫院接受治療，其後風場被暫時關閉 [36]。

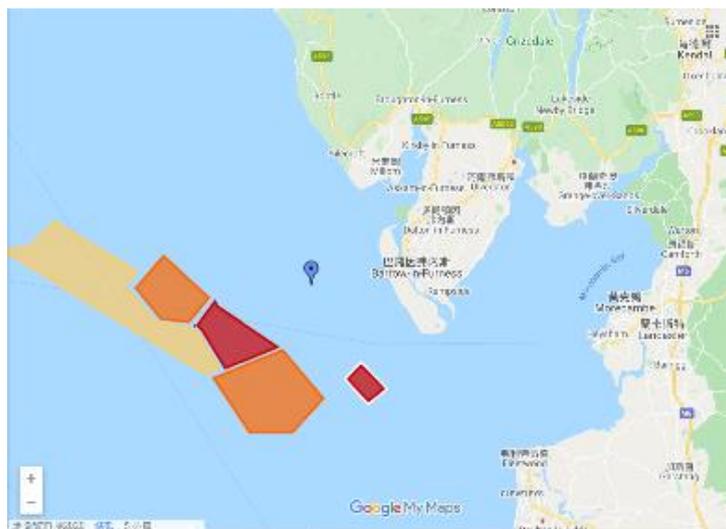


附圖 38 Barrow 風場位置

資料來源：[2]

案例36. Barrow 離岸風場

2006 年 10 月 13 日，在 Barrow 風場到 WTG D5 風機的機艙更換發電機齒輪箱及機油的提升軟管時因被堵住，造成鏈條失效並掉落，其中約 80% 掉落至海中，約 20% 掉落在船的甲板上 [37]。



附圖 39 Barrow 風場位置

資料來源：[2]

案例37. Duddon Sands 西部風場

2019 年 6 月 25 日，位於 Duddon Sands 西部風場西南約 6 英里處，風電場護衛艦 Fairline Surveyor 號船上一名廚師的手嚴重受傷，急需緊急治療。

霍利黑德（Holyhead）的 HM 海岸警衛隊基地於下午 4 時 50 分收到援助請求。

英國皇家救生艇協會（RNLI）於巴羅救生艇站的志工發動 Grace Dixon 號救生艇，與遇難之風電護衛船會合，並將受傷的船員轉移到救生艇，艇上的醫療隊在返回巴羅的途中評估船員情形，直到返回巴羅港。

Furness 海岸警衛隊在救生艇抵達巴羅港後，將傷患運送到 Furness 綜合醫院 [38]。



附圖 40 Duddon Sands 西部風場位置

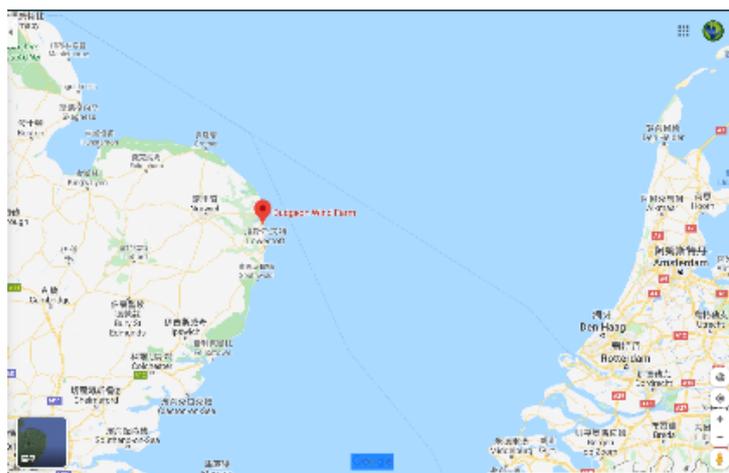
資料來源：[2]

案例38. Dudgeon 離岸風場

英國負責海難救援的組織主要由隸屬於政府的英國海岸巡防組織（Marine Safety and Coastguard Agency）來協調處理海上遇難事故及海上油污染事件等。當海難事故發生時，由海上搜救協調中心根據不同災害事故種類來聯絡相應之機構協助處理，如英國海岸巡防組織（包含分布英國各地的 HM 海岸警衛隊、民間的英國海岸救難隊（Coast Rescue Team）等）、皇家海軍、民間志願者組成的英國皇家救生艇協會（Royal National Lifeboat Institution, RNLI）提供海上救難、皇家空軍及委外簽約之機構負責空中救難、油污染應變股份有限公司（Oil Spill Response Limited, OSRL）處理海上油污染事故等單位。

2017 年 2 月 4 日上午 5 時左右，英國皇家救生艇協會（RNLI）的 Cromer 站於從

海岸警衛隊接到通報，風場維運船 Resolute 號在 Dudgeon 海上風電場作為護衛艦時遇難，其螺旋槳發生故障，船隻失去動力。海岸警衛隊接到自漁船「堅毅號」通報風場護衛艦遇難的電話。英國皇家救生艇協會（RNLI）的 Cromer 站於上午 5 時左右發動全天候救生艇 Lester 號，以協助遇難船隻。由於天氣惡劣，以及預測其維修成功率低，因此將維運船拖回。在向北拖曳期間，螺旋槳即自行回復正常，船隻因而不需要幫助。[39]。



附圖 41 Dudgeon 風場位置

資料來源：[2]

二、德國之災害事故案例

案例39. 沃斯通（Vos Stone）的 AOWF 離岸風場

2018 年 4 月 10 日，沃斯通（Vos Stone）由於天氣惡化，無法順利在建造中的 AOWF 離岸風場置入電纜而回程，幾分鐘後，船長決定測試緊急控制系統，並導致船舶失去控制，風浪將船舶推向風機，雖在相撞前不久重新獲得了船的控制權，但是沒有足夠的時間阻止，並使平台遭受了輕度損壞，輪船和風機都受損，三人受輕傷，其中兩名經由直升機載運至醫院治療 [40] [41]。



附圖 42 事故位置

資料來源：[2]

案例40. Barhoft 港口

2016 年 10 月 9 日，丹麥海上風電場雙體船 *Achiever* 在德國波羅的海的 Barhoft 港口因為技術故障無法減速，且緊急停止鈕無有效作用，而直接撞上了 *Hallberg Rassay* 遊艇，將遊艇橫卡在雙體船的船體之間，撕裂其索具，使三艘船均遭受不同程度的破壞，這次碰撞使丙烷儲罐墜落，但沒有因而導致爆炸或火災，幸運的是，遊艇的擁有人(波蘭夫婦)才剛離開，無受到傷亡 [42]。



附圖 43 Barhoft 港口位置

資料來源：[2]

案例41. Alpha Ventus 海上風電場

2018 年 4 月 6 日，Alpha Ventus 海上風電場受損風機機艙的固定螺栓受到斷裂和撕裂，並且機艙的大部分（頂部，側面和底部）掉入海中，詳細原因未知，事件後鄰近風機也暫時遭停用以維護檢查 [43]。



附圖 44 Alpha Ventus 風場位置

資料來源：[2]

案例42. Alpha Ventus 海上風電場

2018 年 4 月 25 日距德國波爾昆（Berkum）約 45 公里處的海上風電場 Alpha Ventus 發生「大規模破壞」，約一半的風機組件掉入海中，不知是否是所有 120 台風機的一次性事件或是為潛在故障 [44]。

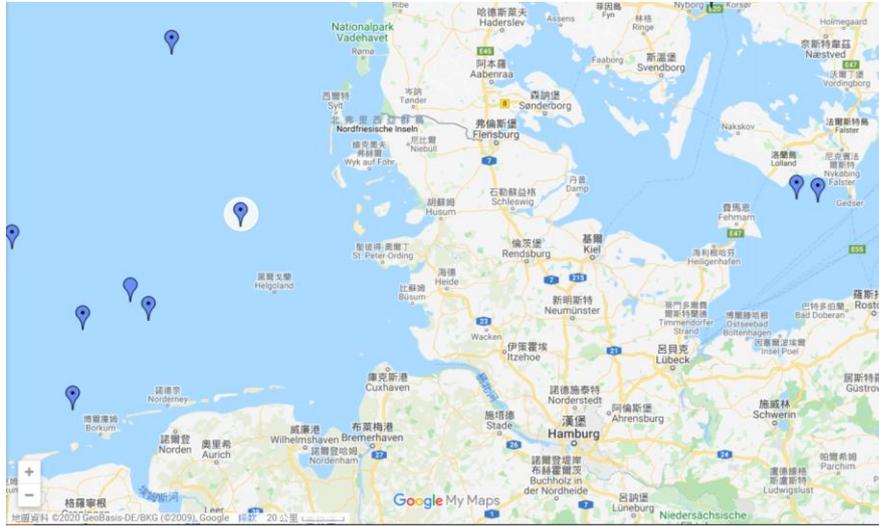


附圖 45 Alpha Ventus 風場位置

資料來源：[9]

案例43. Nordsee Ost 海上風電場

2016 年 12 月 2 日，RWE Innogy 公司在 Nordsee Ost 離岸風場的 48 台風機之一的葉片斷裂後，暫時關閉了其位於德國北海的 295MW Nordsee Ost 風電場，沒有人受到事件的傷害[45]。



附圖 46 Nordsee Ost 風場位置

資料來源：[2]

案例44. Alpha Ventus 海上風電場

2014 年 10 月 14 日，Trianel 公司在德國的 200MW Alpha Ventus 海上風電場因技術問題受到進一步的延誤，必須等到 2015 年才能輸出全部電力[46]。



附圖 47 Alpha Ventus 風場位置

資料來源：[2]

案例45. Bard 海上風電場

2014 年 9 月 12 日，由於海上變電站過載及火災隱患等技術問題，德國 Bard 1 海上風電場自 2013 年 8 月正式啟用開始，遲遲無法正常使用。[47]



附圖 48 Bard 風場位置

資料來源：[2]

案例46. 北海

2012 年 5 月 4 日，一名英國潛水員在北海的一家德國海上風電場進行潛水維護工作時死亡，潛水深度約 2 公尺深，可能死亡因素為心臟病[48]。



附圖 49 北海位置

資料來源：[2]

案例47. Alpha Ventus 海上風電場

2010年11月27日，在 Alpha Ventus 風場中，進行維護作業時保險絲盒掉在工人的頭上，導致受傷意外，而因為在 3 公尺的高度進行維護作業，故營救採取海軍直升機進行[49]。



圖 2-50 Alpha Ventus 風場位置

資料來源：[2]

案例48. Alpha Ventus 海上風電場

2010年6月25日，Alpha Ventus 風場的 M5000 風機因嚴重過熱故障，導致變速器損壞，合計 6 臺風機需要更換[50]。



附圖 51 Alpha Ventus 風場位置

資料來源：[2]

案例49. Bard 海上風電場

2010年5月31日，一個長達90公尺的地基管墜落導致 Bard 風場的安裝船 Wind Lift 1 號甲板損壞[51]。



附圖 52 Bard 風場位置

資料來源：[2]

案例50. Alpha Ventus 海上風電場

2003年12月21日，從波爾崑（Borkum）附近的 Alpha Ventus 海上風電場掉落四個風機葉片並漂浮在航行通道中，葉片大小約為 21x1.5 公尺[52]。



附圖 53 Alpha Ventus 風場位置

資料來源：[2]

案例51. 薩丁尼亞島 (Sardegna)

2014 年 7 月 7 日，在義大利薩丁尼亞附近，一艘 AMT Explorer 駁船正在為德意志布奇 (Deutsche Bucht) 和布滕迪克 (Butendiek) 風力發電場輸送電纜，從義大利南部的拿坡里 (Napoli) 附近運輸到德國北部的 Bermenhaven，其在薩丁島海岸傾覆，損失船上貨物，事件中沒有機組受傷[53]。



附圖 54 薩丁尼亞島位置

資料來源：[2]

案例52. Alpha Ventus 海上風電場

2004 年 8 月 10 日，在對 Alpha Ventus 海上風電場進行地質調查時，翠鳥號船發生火災。事件後 35 名機組人員報告全員平安[54]。

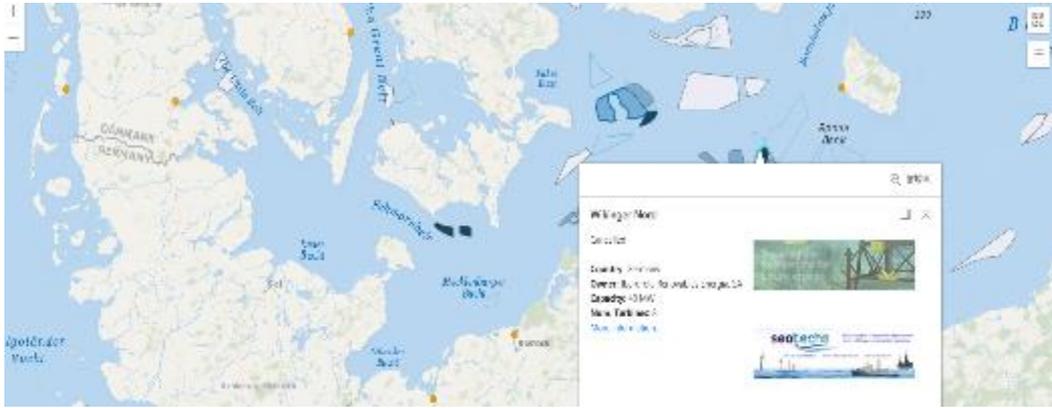


附圖 55 Alpha Ventus 風場位置

資料來源：[2]

案例53. Wikinger 海上風電場

2018 年 8 月 30 日，Sassnitz 東北 20 公里處的 World Bora 號船員轉運船（CTV）對於風場進行維護作業時，機艙突發起火，經德國海難救援協會（DGzRS）派出救援船後，船上人員皆平安[55]。



附圖 56 Wikinger 海上風電場位置

資料來源：[56]

案例54. Borkum Riffgrund 1 離岸風場

德國海上救難及災害應變主要由海洋安全協調中心（Maritime Safety and Security Centre）依照發生災害地區成立海上緊急救難中心（Havariekommando, H.K），並根據事故樣態（船難、污染、人命救援等）協調有關機構進行應對，如人命救助主要由民間的德國海事搜尋和救援協會（DGzRS）負責處理。

2020 年 4 月 23 日下午，在德國北海由 Ørsted 經營的 Borkum Riffgrund 1 海上風電場，一艘 26 米長的維運船（CTV）Njord Forseti 號，在位於 Borkum 島以北約 45 公里處與風機相撞，造成船身進水，三人受傷，其中一人重傷。

德國海事搜尋和救援協會（DGzRS）在下午接獲船隻遇難通報，聯繫附近的多功能船 Siem Baracuda 號 前往協助，船上緊急醫療人員在事故發生幾分鐘內就開始對傷者的初步護理。接著派出 SK 40 海上救援巡洋艦，以及搭載醫生的直升機進行緊急支援。

巡邏船 Helgoland 號和多功能船 Mellum 號稍晚抵達事故現場。

救援直升機將重傷者送至荷蘭的 Groningen 大學附醫，另一名輕傷者則送往荷蘭 Westerstede。

維運船 Njord Zephyr 號載送最後一名傷患回荷蘭 Lauwersoog 港，但因船首有半米寬縫隙進水，船員在船上試圖控制狀況，並由 SK 40 巡洋艦陪同 [57]。



附圖 57 Borkum Riffgrund 風場位置

資料來源：[2]

案例55. Bard 海上風電場

2012 年 4 月 22 日，在埃姆登（Emden）附近東弗里西亞海岸北方 120 公里處的海上風電場，有三名波蘭工人和瑞典潛水員在工作時喪生。另外，也有兩名工人在海上風力發電場工作時溺水身亡 [58]。



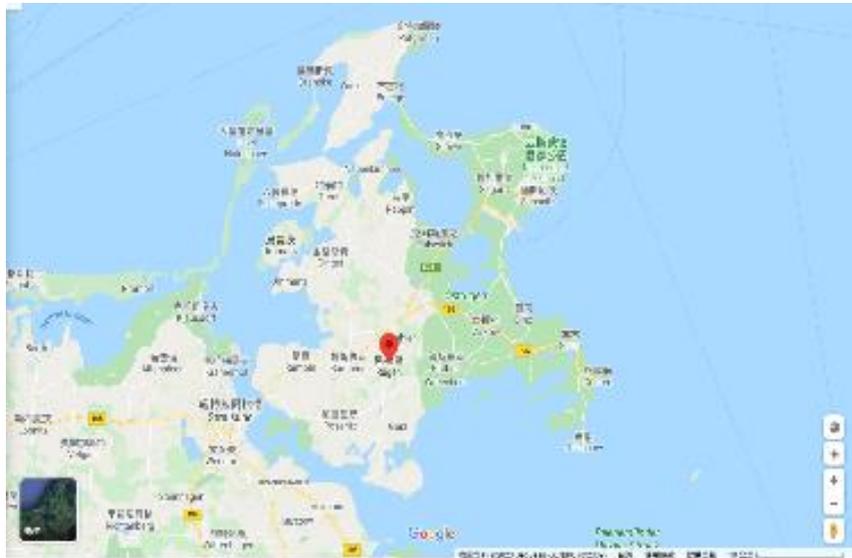
附圖 58 Bard 海上風電場位置

資料來源：[56]

三、丹麥之災害事故案例

案例56. 呂根島 (Rügen)

2019 年 2 月 19 日上午 7:40 左右，由丹麥的風電場服務船 World Bora 號在呂根島沿岸與一艘從哥本哈根航向斯塞新 (Szczecin) 的途中的 MV Raba 貨船生了碰撞，共載有 15 人，包含 4 名機組人員和 11 名技術人員，其中 9 人是 Siemens Gamesa (Adwen) 的員工，另外 2 名是 Iberdrola 的員工。德國海難救援協會 (DGzRS) 接獲緊急通報並護送 World Bora 到達薩斯尼茲港 (Sassnitz)，進行檢查與急救，將傷者轉移到醫院。碰撞導致共有六人受傷，即四名機組人員和兩名技術人員（一名為 Adwen 員工，一名為 Iberdrola 員工）受傷，所有傷害都沒有危及生命，不過 World Bora 號遭到左舷嚴重損害[59]。

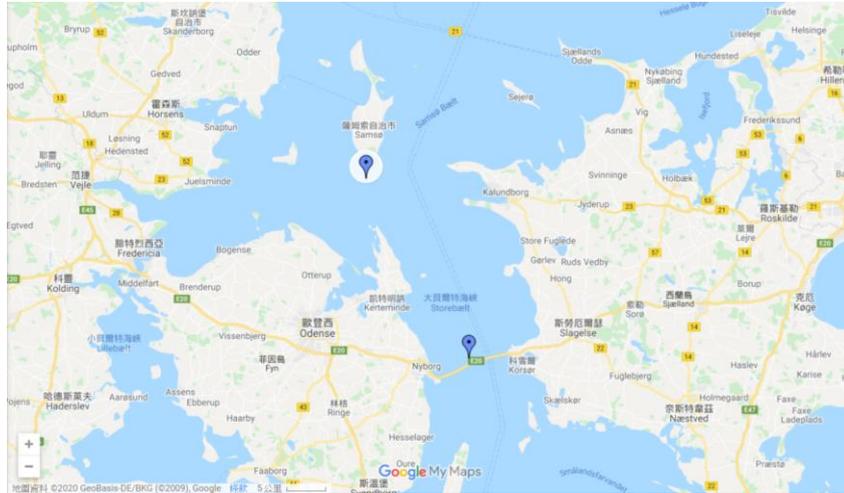


附圖 59 呂根島位置

資料來源：[2]

案例57. Samsø 海上風電場

2015 年 12 月 1 日，薩姆索（Samsø）海上風電場一台已運轉了十多年的 100m 高的大型風機由於未知原因傾覆，機艙和葉片組件掉入海中，災害導致整個風電場停止運轉，維修需要一段時間[60]。

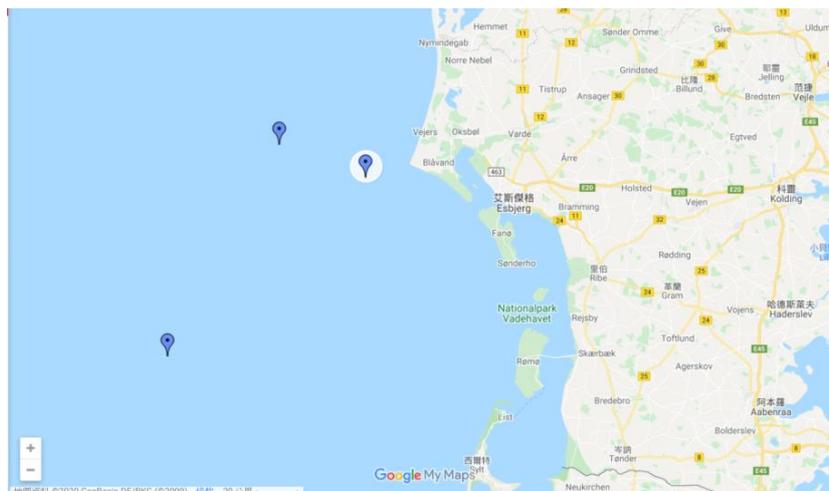


附圖 60 Samsø 風場位置

資料來源：[2]

案例58. Horns Rev 離岸風場

2003 年 8 月於 devil's reef 海域（Horns Rev 風場）約有 20-30%離岸風電變壓器同時發生故障，主因為海上空氣中的鹽分可能影響變壓器，以及電力變壓器的儲存方面，海水的鹽份造成未正確絕緣的變壓器遭受鹽水腐蝕而損壞[61]。

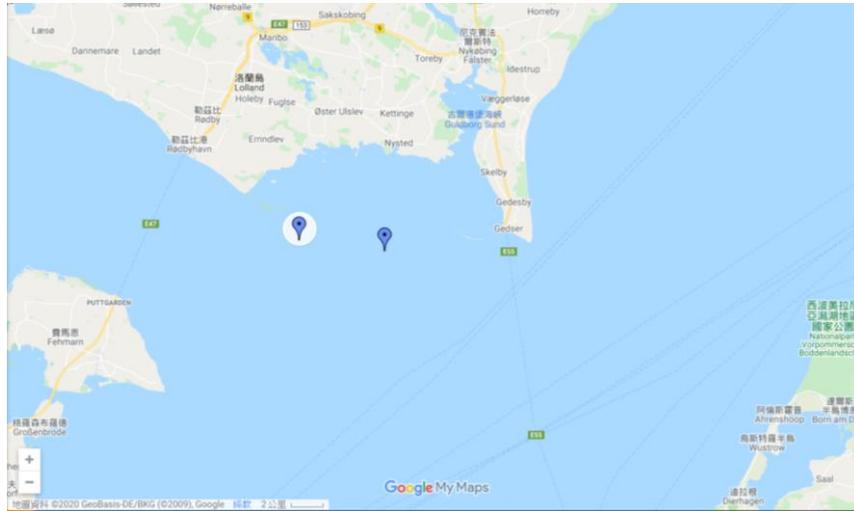


附圖 61 Horns Rev 風場位置

資料來源：[2]

案例59. Rodsand-2 海上風電場

2010年12月24日，由於風機上結冰，使丹麥207兆瓦的Rodsand-2海上風電場的運轉量一日間短縮為130兆瓦[62]。

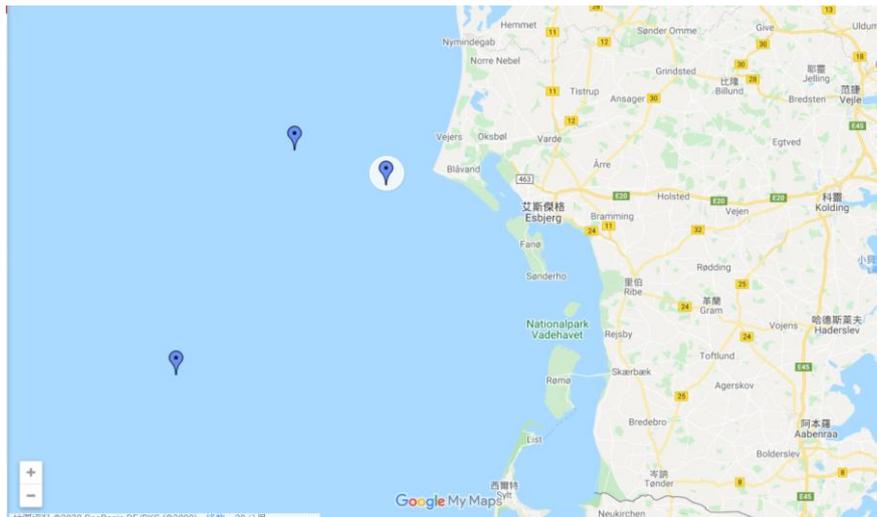


附圖 62 Rodsand-2 風場位置

資料來源：[2]

案例60. Horns Rev 離岸風場

2010年6月3日，Vattenfall和Dong Energy公司共同營運的160MW海上風電場Horns Rev I，因接地問題造成變電站故障而被關閉[63]。



附圖 63 Horns Rev 風場位置

資料來源：[2]

案例61. Walney 離岸風場

丹麥的海難救援主要由聯合救援協調中心 (Joint Rescue Coordination Centre, JRCC) 負責事故之協調處理，並依據事故類型指揮不同組織進行協助，如民間之丹麥海上救援協會 (Danish Sea Rescue Society, DSRS)，以及海軍、空軍等單位協力進行。以下案例發生位置位於英國，其相關之海難救援流程如下：

2014 年 8 月 15 日，丹麥註冊的備用安全船 OMS Pollux 號在沃爾尼離岸風場撞擊風機的基樁，船員約有 18 人，無人傷亡，而後依靠自身動力移至 (英國) 利物浦港口以北，以遠離環境敏感地區。

利物浦海事救援協調中心 (MRCC) 上午 9:05 接到通報，派遣 Barrow, Lytham 及 Hoylake 救生艇進行船隻護航，以協助受損船隻的復原。事故後與該船持續保持聯繫，及監視變化情形。

海事和海岸警衛隊反污染小組以飛機進行掃視，回報有 5 到 10 米寬，長約 0.7 海哩的油污自船舶洩漏。另將事故船隻安置在利物浦港務局管制範圍之外的海域，直到阻止油污洩漏。

多機構環境小組為應對此類污染事件，由地方組織、緊急服務、政府機構和其他利益相關者組成，以評估環境情況。[64]。



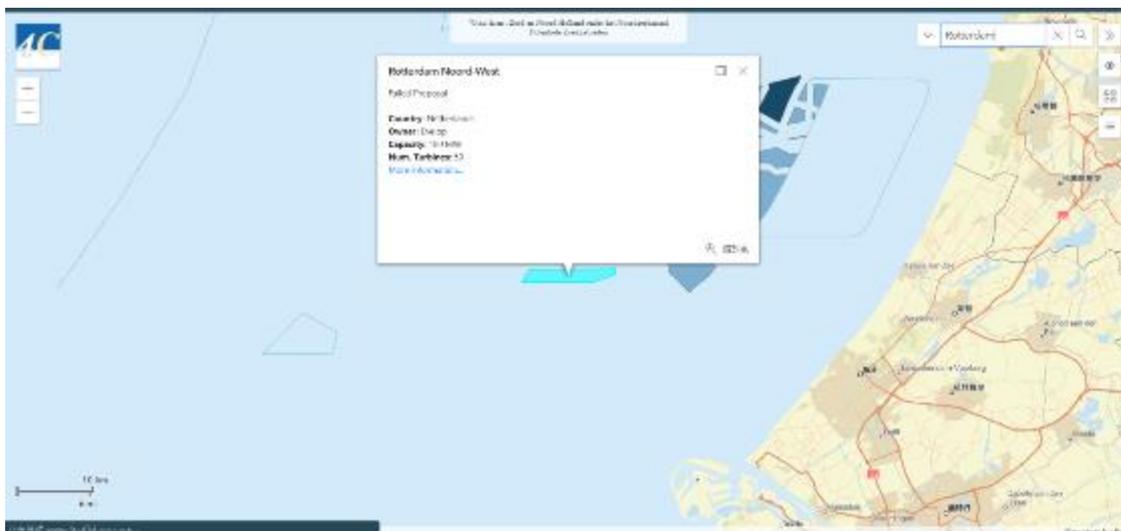
附圖 64 Walney 風場位置

資料來源：[2]

四、其餘歐洲國家之災害事故案例

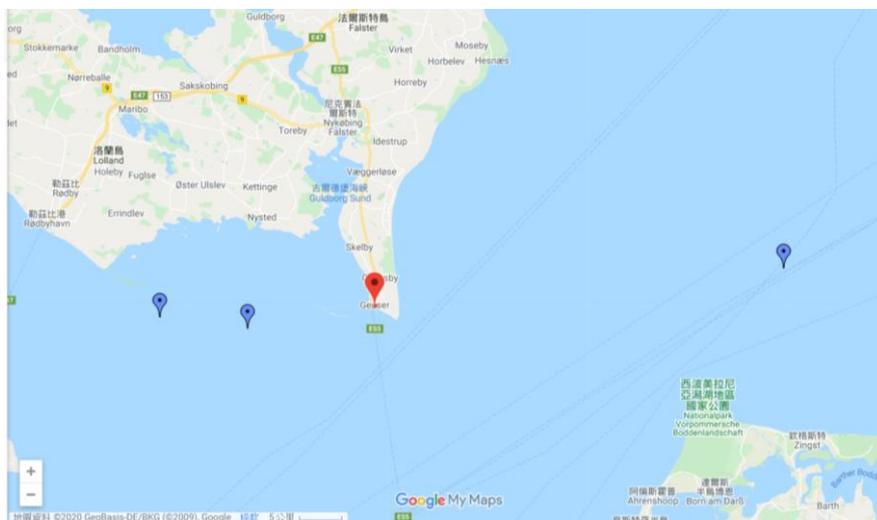
案例62. 荷蘭 Rotterdam 風場與丹麥 Gedser 風場

2010 年與 2011 年，荷蘭的 Rotterdam 風場與丹麥的 Gedser 風場，AREPA 公司修復風機因火災而損壞零件[65]。



附圖 65 Rotterdam 風場位置

資料來源：[56]

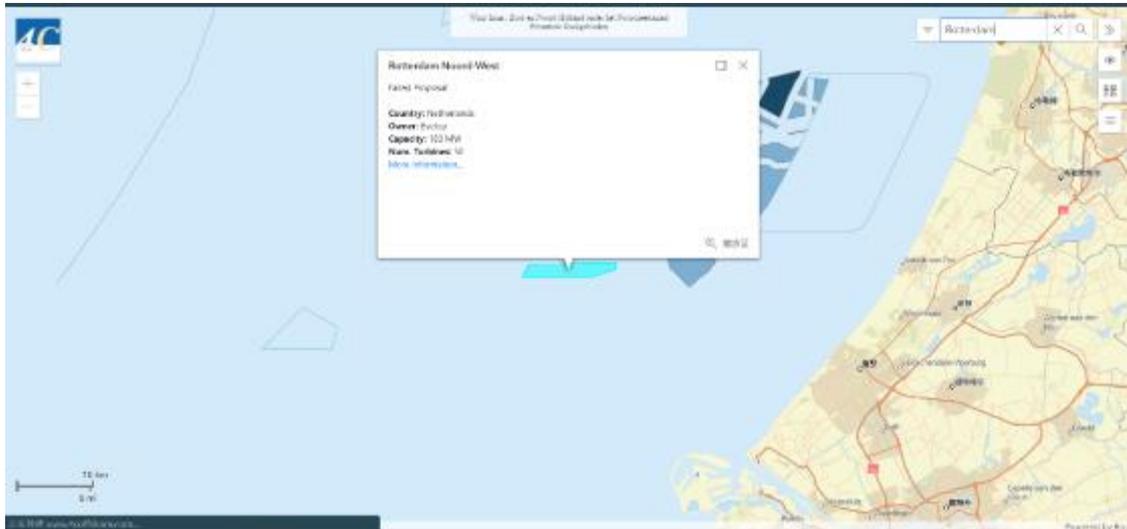


附圖 66 Gedser 風場位置

資料來源：[2]

案例63. 荷蘭 Rotterdam 風場

2012 年 12 月 21 日，Sea Jack 號安裝船在鹿特丹 (Rotterdam) 附近發生致命事故，一名 43 歲的丹麥僱員在維修期間死亡[66]。

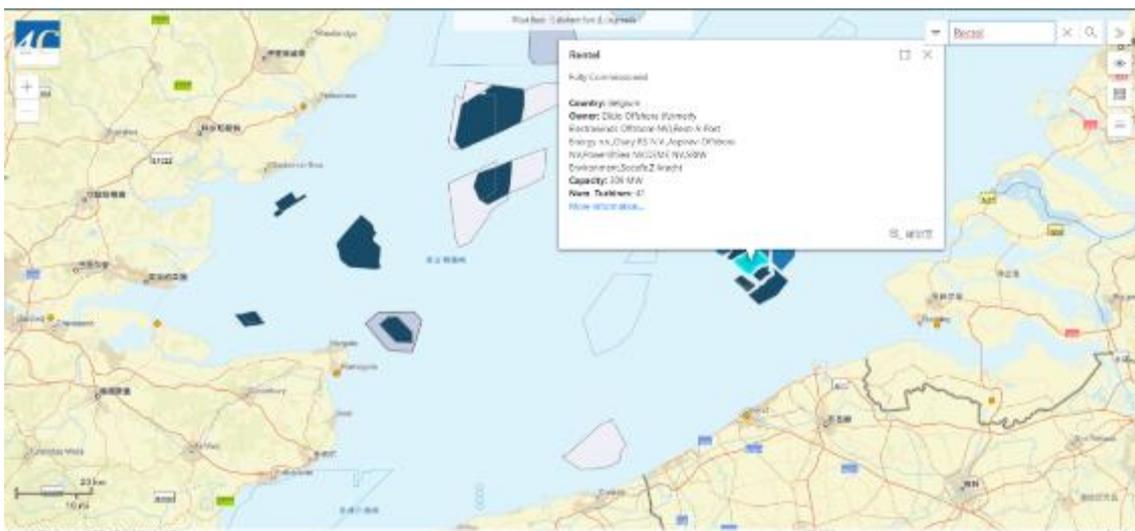


附圖 67 Rotterdam 風場位置

資料來源：[56]

案例64. 比利時 Rentel 離岸風場

2018 年 6 月 18 日，比利時北海的 Rentel 離岸風場在建造中，有一為 Siemens Gamesa 公司工作的 38 歲海上風機工程師，在自升式海上安裝機的機艙中工作時左手嚴重受傷，其後由比利時救援服務人員通過直升機撤離，並送往當地醫院[67]。



附圖 68 Rentel 風場位置

資料來源：[56]

案例65. 比利時離岸風場

2020年2月10日，颶風 Ciara 及接踵而至的颶風 Dennis，造成歐洲多個國家的交通運輸紊亂，位於比利時的所有離岸風場皆因颶風 Ciara 侵襲之安全因素，強勁的陣風導致離岸風機停止運作，因此被下令短暫關閉離岸風場。然而在颶風通過而風機有運轉的期間，風力發電效果大幅提升[68]。

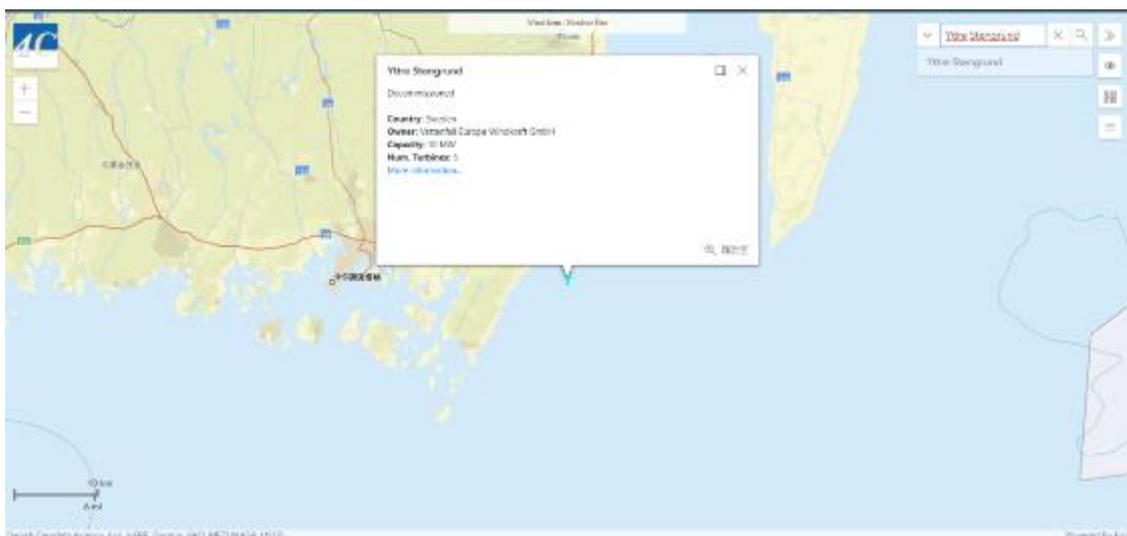


附圖 69 比利時風場位置

資料來源：[56]

案例66. 瑞典 Yttre Stengrund 風場

2002年3月15日，大火燒毀了 Yttre Stengrund 風場的離岸風機，並於2002年5月修復[69]。



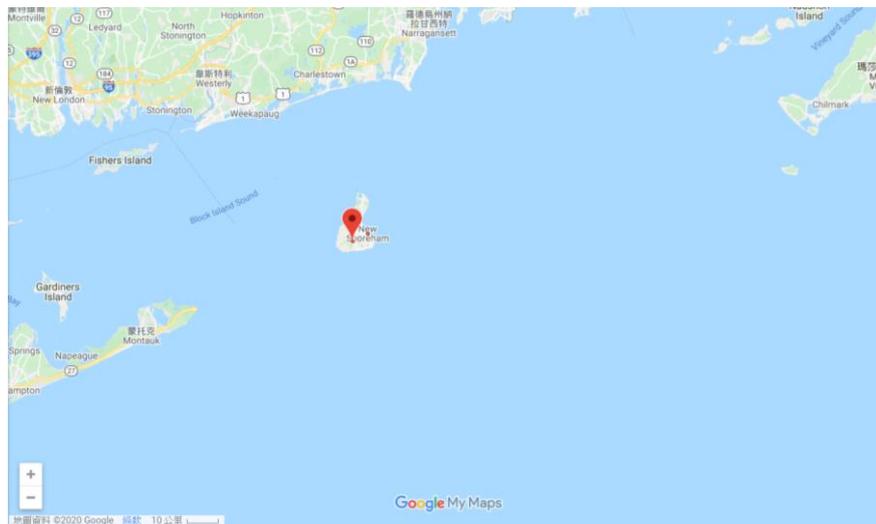
附圖 70 Yttre Stengrund 風場位置

資料來源：[56]

五、美國離岸風電之災害事故案例

案例67. Block Island 風場

2015 年 10 月 3 日， Deepwater Wind 公司正在布洛克島（Block Island）附近自 7 月開始建造一個有五台風機的離岸風場。有關施工初期幾週的檢查報告確定發生了眾多的健康和 safety 問題，包含墜落物附近的失誤、使用不適合海上環境的老式起重機以及索具設備屢次故障的信息，以及 7 月時一艘建築駁船使水中的一個地基凹陷、夜間工作中有兩台起重機相撞、沒有可追蹤的焊接圖來確定焊接過程中的問題，且船上沒有操作手冊和圖紙，以及電壓表壞了等多項問題[70]。

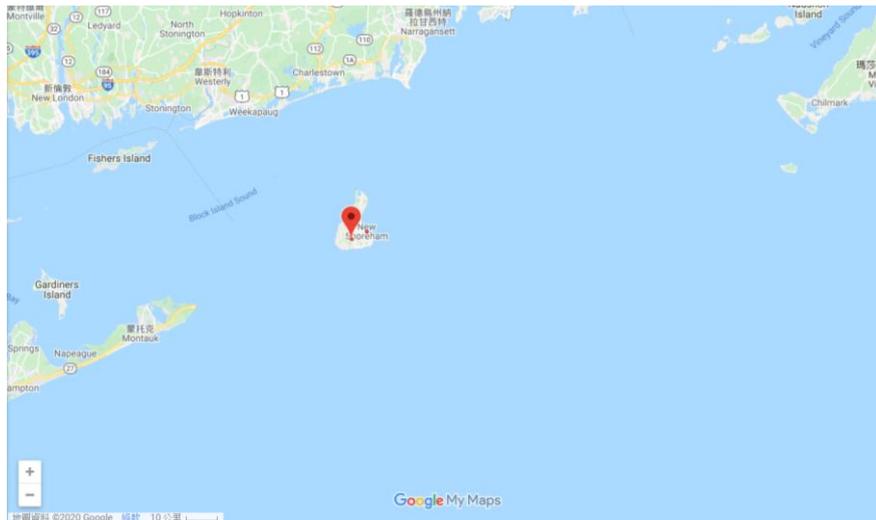


附圖 71 Block Island 風場位置

資料來源：[2]

案例68. Block Island 風場

2017 年 4 月 24 日，在波濤洶湧的海域和強風條件下，布洛克（Block）島西風海岸附近，一條連接兩個大型運輸駁船的繫泊纜繩破損，該駁船上載有五個 Deepwater Wind 公司用於 Block Island 風場的甲板平台，而其中裝有兩個甲板平台的駁船斷開並飄移，被發現後迅速的拖去進行修復[71]。

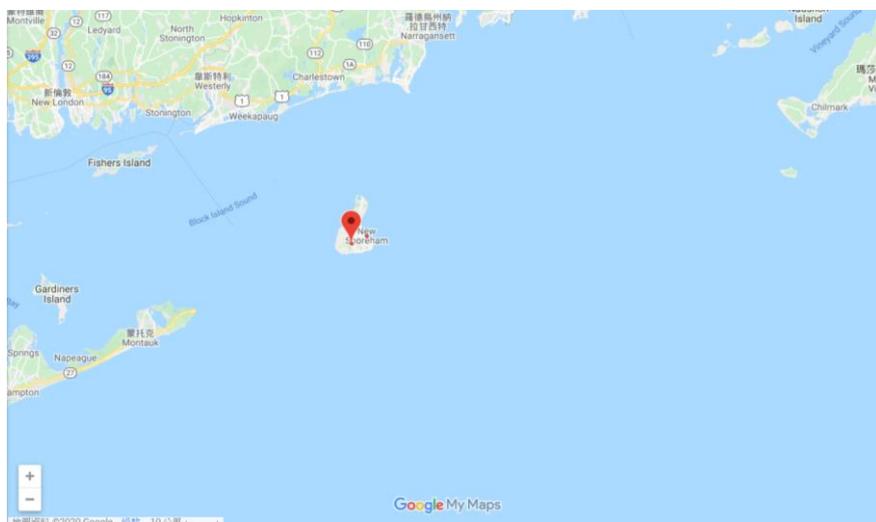


附圖 72 Block Island 風場位置

資料來源：[2]

案例69. Block Island 風場

2016年12月2日，Block Island 海上風電計畫中安裝的五台通用電氣 6MW Haliade 風機之一正在維修，在例行測試中發現安裝過程時，在機艙內部留下了一個鑽頭，但在損壞發電機之前並未發現，這可能會推延風電場的全面測試[72]。



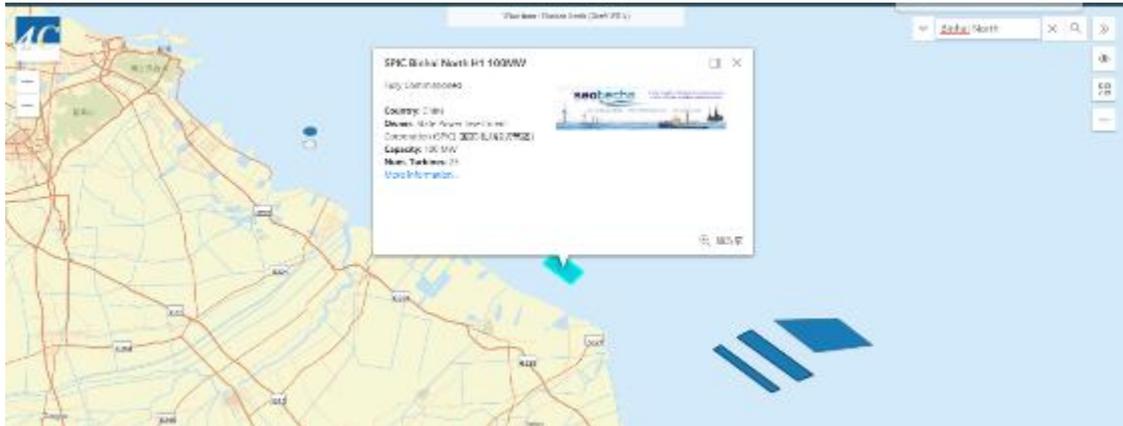
附圖 73 Block Island 風場位置

資料來源：[2]

六、亞洲之災害事故案例

案例70. 中國 SPIC Binhai North 離岸風電場

2017 年 7 月 17 日，中國江蘇省 SPIC Binhai North 離岸風電場著火，發生在海上變電站平台。在無法控制火勢之後，平台上的 19 名工人不得不跳入海中，雖救援了 18 名工人，但仍有一名失蹤[73]。

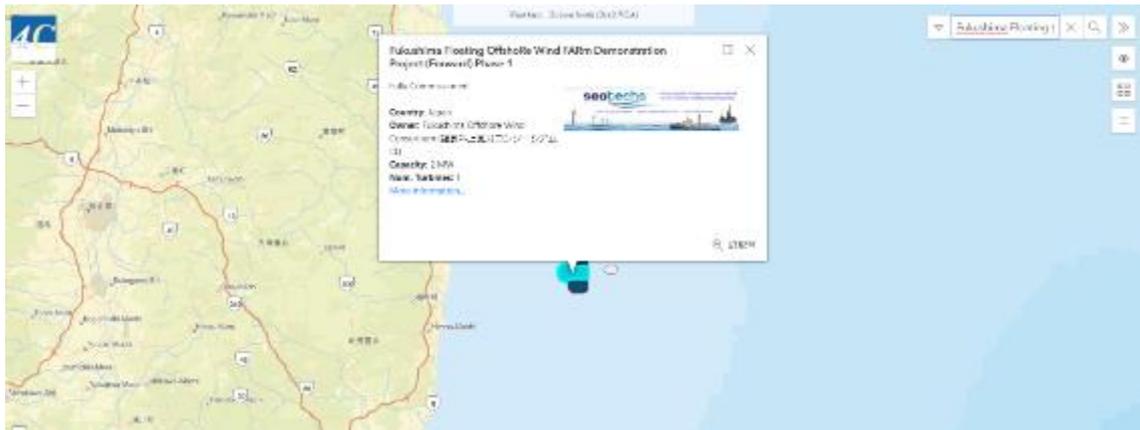


附圖 74 SPIC Binhai North 風場位置

資料來源：[56]

案例71. 日本 Fukushima Floating 洋上風能

2016 年 5 月 10 日，日本福島洋上風能項目的升壓站浮體結構在拖航運往的過程中，在大阪灣中發生傾倒，浮體結構寬和高都約 50 公尺，事件中沒有人員傷亡[74]。



附圖 75 Fukushima Floating 離岸風場位置

資料來源：[56]

案例72. 日本海上構造物災害

2015年6月6日，日本籍散裝貨船 SHIN HEIRYU 號在新加坡樟宜灣外海航行中與輕型浮標擦撞，導致 SHIN HEIRYU 號的左舷船尾殼體受到擦傷，且在船身留下凹痕 [75]。



附圖 76 樟宜灣外海事故位置圖

資料來源：[2]

案例73. 台灣彰芳風場開發區

2019年8月22日，印尼籍「派翠」工作船（PATRA OFFSHORE）來台從事離岸風電探勘作業，於彰化芳苑外海二十四浬處作業時，電機設備故障，伸入海底的探勘管因而卡住無法收回，導致船身傾斜約 40 度並進水，船長決定棄船。

8月22日 13：17，經鄰近船隻「大地能源」號以衛星電話通報事件後，海巡署開設緊急應變中心指揮相關單位應處，並派遣艦艇，申請空偵機進行海空聯合搜救。

8月22日 14：27，海巡艦艇抵達「派翠」工作船失事現場，隨後空偵機也抵達現場協助戒護。

8月22日 14：46，船身嚴重傾斜故船長宣布棄船，海巡以小艇將船上四十名船員載回台中港，船上人員皆無大礙，失事現場也派遣艦艇持續監控及海上警告標示。

這是國內首起離岸風電探勘作業意外。救援完成後由大瀚船務公司使用搭載小艇之拖船，順利切斷探勘管後將「派翠」工作船順利拖返臺中港[76]。



附圖 77 彰芳風場位置

資料來源：[56]

附錄七、歷次專家訪談會議記錄

離岸風電防救災計畫專家訪談

會議記錄

時間：2020/05/14 (四)

地點：海巡署陳科長

重點摘要：

1. 海巡署的搜救範圍涵蓋所有離岸風場，詳情可參考國家搜救中心的文件(含搜救範圍)。
2. 海巡署雖然與其他政府機關合作，卻是唯一實際擁有船隻的政府機關，故為海難的執行單位。
3. 海巡署依海上事故地點，安排鄰近的巡航艦艇前往救援。若附近正好無海巡署的船隻，則從港口派船。
4. 有關海上救難:
 - [1] 海巡署的任務以救人為主，未收費 (納稅人共繳)
 - [2] 海巡署未必會協助拖船回港，僅在有可能危及附近船隻的情況下才介入。由海巡署拖船，無法保證不使船隻進一步受損，故船長通常會通知船隻／資產所有人處理（例如：專業拖船公司）。在拖船抵達前，海巡署在旁監護。
 - [3] 雖然海巡署在法令上沒有求償依據，但收費項目有依據。
 - [4] 有關海漂物的回收，已屬災後復原的工作，不屬海巡署管轄範圍。
5. 與其他政府單位的分工：
 - [1] 海上事故發生時，全國相關單位皆知。
 - [2] 通常先到事故現場的單位有指揮權。海難方面，航港局可能會出面安排整體流程。
 - [3] 海上救援：海巡署處理。
 - [4] 陸地救援：通常由鄰近消防局處理。然全國消防局能量不同，故難說會由誰負責。

6. 對離岸風電海域防救的看法：

[1] 離岸風電業者應具備一定處理能量，識別特種災害類型，再討論需要國家救援資源的情況

[2] 離岸風電塔柱很高，若發生火災，海巡署的水柱可能救不到。

[3] 若離岸風電業者需要海巡署前往接駁傷者，需考慮接應地點和方式：

A. 船型：海巡署的船隻非平頭船，難以穩固停靠風機。

B. 船隻進入風場的空間是否足夠，適合的船隻大小為何？

C. 救援條件：當海巡署、空勤總隊進行海上救護時，風機是否停機？救援地點？空援時，風機葉片位置的設定問題。

D. 救援對象：離岸風電工作人員可能遭受的傷害類型、身上會有的裝備等等。

E. 相關聯絡人資訊

7. 海巡具有救災能量（有船）。油污染，海保署為主管機關，實務上由海巡負責。海難之主管機關為交通部，實務上也是由海巡負責處理，相同概念。

8. 災害防救四個階段（防災、減災、應變、復原）中，海巡主要負責緊急應變之部分，減災部分為要求主管機關主導。

9. 業者無法提出要求主管機關加強救災能量，因離岸風場為特別部分，應由業者擬定相關應變計畫。

10. 海委會開會，由林科長參加的審查會議中提到，建議業者提供應變計畫仍需進行修正，以為未來應變之基礎。

11. 風場水域為業者之獨佔性，若漁民闖入發生絞網等情事，海巡仍然會前往救援，求償為漁民與業者之間進行協調。

12. 離岸風電風場共同管理中心目前業者意見為反對。業者認為此共管中心為原先投資時沒有提到要設立的組織，願意參與之意願低落。

13. 船舶事故處理部分，基於損害未發生，主要由船主呼叫海巡前往救援，人命救援由海巡負責，然財產保全部分如船舶拖救，若有需求海巡也會協助處理，不過不負船隻不受損害之保證。商貨船海巡無法拖救，漁船拖帶有兩個管道 a.找海巡 b.船舶所有人找當地漁會負責。

14. 無主船舶處理情形，廢棄物或垃圾之認定與否有待商榷，不過海域處理之實務方面皆為海巡處理。
15. 風機海難救援部分，依據主管機關來區分權責的話，海巡負責勤務部分，經濟部負責輸電方面，海委會目前無法源依據可納入權責管轄，角色較為偏向內政部。內政部為提供區位之角色，實際上對於海域之開發管理並不甚熟悉，管理會回歸到目的事業主管機關來負責。
16. 災難救援以現行法規上來說，陸地之救援上較無問題，因法令堆疊較為完備，而海域部分則因目前現行管制法規方面涵蓋不夠完整，如消防法規是否及於離岸風電之區塊等並無明文規範，且現階段來說各部會對於海上救災並不熟悉，另如風機高度涉及空域與否，並無另訂規範。
17. 消防法規無區分海上為海巡負責部分，海難部分為海巡職責，不過目前海上結構物偏少，在法規適用上無較佳適用法規。
18. 禁漁區已補償漁民損失，及交通部現有之風場航道管理措施來管制漁船活動避免進入風場範圍。
19. 災防法中要加入海委會之權責不大容易，因業已明訂災害所屬之主管機關，海難為交通部，海污為海保署，輸電為經濟部，現已涵蓋大部分業務所需。
20. 海域安全之管理法規因交通部海上交通安全法未訂定，直到海委會成立後歸為海域管理法之內容。
21. 離岸風電現行法規無法涵蓋足夠完善，需要各部會進行檢視。行政院協調交通部與經濟部之間之權責劃分，目前為看哪部會責任占比較多來進行主導。交通部較關心海上事故部分，經濟部能源局以往所接觸的分工與職掌大多為復電問題，交由台電負責，然災害防救部分較少接觸，如輸電線路災害防救業務計畫及工業管制等亦是後來才有的，輸電線路部分目前陸上部分有明確法令，海上部分尚未有。大致來說離岸風電之應變處理可能會在短期內結束。
22. 離岸風電若發生爆炸失火或葉片掉落等，交由海污法來處理，海保署要求業者復原先海域情況，依據租約內容來規定之。

離岸風電防救災計畫專家訪談

會議記錄

時間：2020/06/24 (三)

專家：海保署海洋環境管理組 徐組長

重點摘要：

1. 離岸風電屬海域工程的一環，依海洋污染防治法第 13 條，離岸風電廠商應先提出足以預防及處理海洋污染之緊急應變計畫及賠償污染損害之財務保證書或責任保險單，經中央主管機關核准後，始得為之。海保署已公告相關法規，以期與國際接軌。
2. 海保署重視油污染問題，當離岸風電商在作業中產生油污染時，由該廠商負責清除油污，海保署可提供技術上支援。
3. 在海洋污染相關權責機關方面:
 - [1] 重大海洋油污染緊急應變計畫: 海難產生的海洋污染由交通部開設災害應變中心；非因船舶海難事件造成之海洋污染由海保署成立緊急應變中心；
 - [2] 海岸屬地方政府管轄；海域則屬航港局管轄
4. 我國無編列經費監控離岸風場的情況，若風機組件墜海，離岸風電商需依海洋污染防治法第 19 條辦理；若有棄置情形，我國將開罰。

離岸風電防救災計畫專家訪談

會議記錄

時間：2020/06/24 (三)

專家：國立高雄科技大學 高博士

重點摘要：

1. 交通部運研所曾於 107 年針對離岸風電海域的航安技術發展、船舶監控及急難救助進行研究，建議可參考。
2. 依據參與 1.的經驗，高教授認為值得針對航行於離岸風電海域的船隻提供「航安風險管理手冊」，本計畫或可進行進一步的評估。
3. 自動識別系統（AIS）系統不太可能出錯，故可協助船隻與離岸風場保持安全距離。
4. 發生於離岸風電海域的海難事故中，受難船隻可能漂入離岸風場：
 - [1] 船隻下錨裝置因撞擊受損
 - [2] 大船以電動方式下錨，故失去動力時，也無法下錨
5. 直升機前往離岸風電海域救難時，鄰近風機須停止運作：
 - [1] 旋轉葉片的風可能影響直升機的飛行
 - [2] 節省飛行時間
 - [3] 避免雷達受到干擾
 - [4] 對離岸風電業者而言，為配合救援行動停機，屬不可抗力因素
 - [5] 為把握救援時機，須注意通知離岸風電業者及風機停機的時間
6. 部分離岸風場離岸 50 公里，若以無人機監控，將需要大型無人機。

離岸風電防救災計畫專家訪談

會議記錄

時間：2020/06/30 (二)

專家：台灣海事安全與保安研究會 陳理事長

重點摘要：

1. AIS 系統可標示疑似失去動力的船舶及預測漂流範圍，但海難船隻的實際漂流方向依當時的海氣象而定
2. 當失去動力的船隻在離岸風電海域漂流時，可從台中港或麥寮港出動船隻拖救。這兩個港口之間，無適合派船的港口。
3. 台灣西部海域劃分的南北航道，各寬 2 海浬，對航行中的船隻而言，並不寬裕。
4. 雖然過去台灣西部海域鮮少發生事故，相對安全，但是離岸風場的設置，造成一定程度的風險與挑戰:
 - [1] 廊道空間是否充足 (慢船、快船)
 - [2] 海難船隻漂撞離岸風機 (空間限縮之故。然預估海難船漂流 2 小時應還未撞上離岸風機)
 - [3] 小船撞風機，風機可能沒事；但若裝滿貨櫃的船隻衝撞離岸風機，影響可能不小
5. 當船隻失去動力時，未必會持續失去動力。然而，曾經有貨櫃船才失去動力幾分鐘，好幾個貨櫃墜海。墜海的貨櫃，若未完全沉底，浮在海水中央，可能造成路過船隻失事。

離岸風電防救災計畫專家訪談

會議記錄

時間：2020/06/30 (二)

專家：財團法人船舶暨海洋產業研發中心 鍾主任

重點摘要：

1. 在離岸風電的海事保證鑑定，只評估海事工程的安全性，確保施工期間安全，未涉及資產或人員的保障。
2. 若在離岸風場的人員在執行運維工作時出事，相關賠償或保障多由營運險承擔，然而詳情還是要看雙方的契約內容決定
3. 離岸風電的營運保險包含供電風險的部分，若發生海難事故需停機，應屬不可抗力之因素，但詳細承保範圍，仍須看兩造之約定

離岸風電防救災計畫專家訪談

會議記錄

時間：2020/06/30 (二)

專家：睿思再生能源有限公司 黃顧問師

重點摘要：

1. 當船隻碰撞風機，由船東賠償。基本上，離岸風電商和船東已投保相關保險。
2. 海底電纜事故對供電的影響評估:
 - [1] 通常 1 個離岸風場牽 1 條海底電纜到陸地上。
 - [2] 目前 1 座離岸風場的裝置容量小於 1 座火力發電廠(500MW)
 - [3] 從現況來看，當單一離岸風場的海底電纜出現事故時，對整體供電的影響並不大
3. 若發生船隻撞擊離岸風機的事件，離岸風電商的營運中心會依據振動監測系統，知道某風機可能出問題，但不會知道原因是什麼。一般而言，風機被撞那麼一下，就算停機，也不會影響供電。
4. 國際上尚未出現失去動力的船隻漂撞風機的案例
5. 對離岸風電商而言，比較煩惱無主的廢棄漁具影響水下設施運行
6. 希望八月時能參與防救的論壇

離岸風電防救災計畫專家訪談

會議記錄

時間：2020/07/03 (五)

專家：經濟部能源局電力組 吳組長

重點摘要：

1. 在離岸風電防救方面，能源局重人命甚於供電，救人優先。
2. 台灣離岸風電裝置容量，無論在 2025 年達到 5.7GW 或 2035 年約達 17GW(整體電力裝置容量在 50G)，在整體電力系統佔比皆不高，故離岸風基因災害停機皆不影響供電穩定度，皆在可調度的範圍。
3. 若因應離岸風電海域救災之需要，離岸風場停機應知會能源局。
4. 承上述 2 點，能源局重視離岸風電海域海難船隻及海洋污染的處理，降低二次災害的發生。
5. 隨著離岸風電的建置，台灣西南部海域航道受限：
 - [1] 海漂船隻的因應須注意，若不及時處理，可能造成多方損失，該船東會賠不完。
 - [2] 過去我國任從海上無主船漂流，但在離岸風電海域，恐怕不能再坐視（中國大陸似乎會惡意遺棄船隻）
 - [3] 應評估是否由官方或民間建立拖船公司因應，並設立該海域的管理法規（逾時罰錢且收拖船費）
6. 在海洋污染方面，離岸風電..
 - [1] 離岸風機本身沒有汙染問題，若組件受損或墜海，離岸風電商為避免其他資產遭受波及，會進行處置
 - [2] 離岸風電商除了管理自身的船隻，也會處理漂入離岸風場的油汙染，不包含漂在風場外的油汙染
 - [3] 若離岸風場內的油汙染來自海難船隻，離岸風電商會幫忙清除，但將索取清潔費
7. 所有海上救援作業，皆須在海氣象允許的情況下進行

8. 建議分析阿瑪斯號事件的處理程序，以思考整體離岸風電防救
9. 建議參考德國海事單位的作法

離岸風電防救災計畫專家訪談

電訪記錄

時間：2020/07/28 (二)

專家：海龍離岸風電 李環安衛工程師

重點摘要：

1. 目前海龍離岸風電還在設計規劃階段，尚不知未來海上人員的運輸是否由 CTV、SOV 執行，或者建立海上工作平台。
2. 雖然海上工作平台將有停機坪，但不確定直升機從何而來？依據國內法規，直升機不能隨意飛，需事先提出航線規劃。
3. 目前台灣的 CTV 是小型的居多，無法停直升機
4. 希望能事先取得專諮會簡報，已與同事多討論。

離岸風電防救災計畫專家訪談

會議記錄

時間：2020/08/04 (二)

專家：台灣電力公司再生能源處 蔡處長

重點摘要：

1. 有關我國離岸風電併網及供電管理現況:
 - [1] 離岸風場在商轉前，需經歷併聯、試運轉等 2 大階段。
 - [2] 在離岸風電商轉前(依裝置容量約 2~3 個月不等)需備妥許多文件才能取得售電業執照，從併聯到商轉需要不短的時間。然而，裝置容量小的再生能源，僅需進行設備登記。
 - [3] 離岸風場在併網後，即向台電售電（以市電價計價），然售電價格非 FIT 價格。離岸風場商轉後，始享有 FIT 價格。
 - [4] 台電的調度中心自離岸風場併聯起，即掌握該風場的供電情況。在供電預測方面，台電與離岸風場為各自評估，尚未整合。
2. 當救援直升機在離岸風電海域進行作業需要停止風機時，隨時可通知台電調度中心停機數量（含裝置容量）。由於目前風機的容量因素約為 40%，預期對全國供電穩定無重大影響。
3. 在勞工安全方面，台電的離岸風場將由工程總承包公司（EPC）處理離岸風場建設及前 5 年運維工作，故台電將諮詢這些企業的意見，共同檢視相關規定。
4. 在離岸風場防救災的規劃方面，建議以不同風場開發階段做討論。在運維階段，不是每家公司都會有自己的運維團隊（可能外包或採簽約合作），建議針對不同的商務模式，對相關廠商進行規範及宣導。
5. 台電預期每年 5-11 月將有人員出海進行作業。事實上，當港邊風浪大時，便不會有工作船出海。由於台電的離岸風場靠近海岸，故人員運輸船可能為 CTV 或漁船，最快能在 30 分鐘左右抵達風場。
6. 依法，離岸風場發生人員受傷事件時，須通報勞動部。
7. 台電的工作船能提供基礎的急救，較高級的船隻(SOV)會有更好的急救設備。

8. 在遠端醫療方面，預期會有需求，須確保通訊。
9. 為協助救難人員了解風場內的情況，台電願事先與相關單位說明及提供風場資訊，共同討論救援位置及進行演練。
10. 在漁船進入離岸風電海域方面:
 - [1] 台電公司並未禁止漁船進入運維期的離岸風場，當監控中心透過 AIS 系統發現船隻，可能會聯繫航港局確認情況。
 - [2] 當漁船或其他船隻因海難漂入風場時，台電不會阻擋救援船隻進入風場海域。
 - [3] 當漁船進入離岸風場而發生船難時，應比照一般海難事件處理。
11. 有關風機傾倒或零件墜落之情事:
 - [1] 塔架應會沉入水中；風機葉片則可能漂流
 - [2] 打撈不是問題，不用事先與特定業者簽合約。
12. 在建立共管中心方面，台電認為在現階段不確定性仍高，導致離岸風電業者猶豫。共管中心的設立基礎及其權限是關鍵考量。若建一個沒有實權的聯絡中心，對離岸風電海域的災害防救並無助益，形同虛設。建議研究竹科的管理方式。

離岸風電防救災計畫專家訪談

會議記錄

時間：2020/08/04 (二)

專家：漁業署漁政組漁船科 邱科長 與 郭技正

重點摘要：

1. 24 小時皆有漁船在海上作業
2. 漁船噸位數:
 - [1] 離岸 10 海浬內，小船為主。通訊設備為手機、無線電。
 - [2] 遠洋: 大船，具備無線電、衛星設備。
3. 為維護漁船在離岸風場內部的安全，建議:
 - [1] 在離岸風場的設計階段，考慮漁船航行空間 (漁船大多吃水至少 6~7 米)，並向漁業署、漁會或漁民進行說明及宣導，共商漁業作業規範；
 - [2] 在電子海圖(內政部)上標示水下設備位置，提醒漁民避開；
 - [3] 承[2]，亦可於海域中放置浮標或訊號燈，提醒漁民避開；
 - [4] 承[2]、[3]，可參考航路標識條例(交通部)；
 - [5] 在通報海難事件方面，建議維持現行通報機制，避免漁民在慌亂中需確認自身位置(風場內外)，延誤救援時機。
4. 現在多討論漁船進入離岸風場的安全議題，但未來進出離岸風場最頻繁的船隻應是娛樂漁船或遊艇。
5. 建議評估於風機上加設通訊基地台 (指向性天線): 確保漁民及海上工作人員在風場內的求援管道。
6. 我國漁船的船身多為玻璃纖維，預期沈船機率較低。然而，若無即時拖救，撞好幾座風機，是有可能發生的狀況。
7. 當離岸風電海域發生災害，漁民可提供簡單支援，但畢竟不是專業救援單位，建議審慎評估漁民的支援範圍。

8. 有關拖網纏繞離岸風電水下設備的議題，建議離岸風電商雇用專人定期清除。

離岸風電防救災計畫專家訪談

會議記錄

時間：2020/08/11 (二)

專家：

亞洲海力打撈有限公司 呂總經理

元昌船務代理股份有限公司 顏董事長

重點摘要：

1. 雖然和航港局簽訂開口合約，拖吊範圍僅限沿岸，公司營運上仍須向外接單。若因應離岸風電海域防救，國內海域形成新市場，樂見其成。若相關利害關係人來商談，該業者船隻數量足以滿足需求。
2. 因應航道狹小，須留意離岸風電海域上各船隻航速，故建議針對離岸風電海域特別設立 VTS 系統。然而，為能要求行經離岸風電海域的船隻遵守航速規範，需公權力介入。
3. 救難船員的培訓約需 10 年時間，屬高風險職業，就業吸引力低。國內亦缺乏提供相關海上救難訓練的機構，故多引進外籍人才。
4. 在波高 6 米以上時，人類生理無法負荷，救難船也無法出勤。

離岸風電防救災計畫專家訪談

會議記錄

時間：2020/08/14 (五)

專家：交通部航港局 沈副組長

重點摘要：

- [1] 交通部航港局的監控系統為 24 小時，且可有效管制行經船隻的船速、位置，包括全台離岸風電潛力場址及離島地區（澎湖、金門與馬祖）。
- [2] 彰化風場航道 VTS 建置進度已接近完成，預計本年底可以啟動試營運，彰化風場航道 VTS 系統設置後，亦有規劃離岸風電相關的救災監控中心。航港局希望能源局進駐，負責與離岸風電商溝通。
- [3] 有關離岸風電防救災方面，交通部與經濟部之權責劃分，屬於船舶的海難事件，不論發生在航道或是在離岸風場內，皆屬航港局的權責。然對於救災的防範演練，廠商的管理則屬經濟部的權責。
- [4] 國際輪船若不靠港，都走台海中線，不會為了省燃料冒險走狹窄航線
- [5] 在離岸風電海域的交通管理上，的確需要避免船隻碰撞。

離岸風電防救災計畫專家訪談

會議記錄

時間：2020/08/17 (一)

專家：上緯新能源股份有限公司 曹運作維護部經理

重點摘要：

1. 離岸風電運維商致力於建立離岸風電安全文化
2. 海洋風電未來將有 22 支風機、18 條纜線及 4 條輸出電纜 (總長 37 公里)
3. 海洋風電的營運模式: 股東及董事(四家公司)、運轉維護(上緯新能源)及風機維護(西門子, 5 年保固, 15 年維護合約)。運維船為租賃, 每年發包制。
4. 海洋風電的離岸風電運維期間: 5 月到 8 月 (風速小。中秋節過後增強)
5. 越往南方設置的風機, 葉片要越長, 才有發電能量
6. 救援環境:
 - [1] 機艙: 狹長型, 空間寬裕, 人員自由進出。可轉向。
 - [2] 塔架高約 90 公尺
 - [3] 塔架內配置單架、急救箱。
 - [4] 自動體外心臟電擊去顫器 (AED) 在工作船上, 需要時拿取。工作人員在施工時, 運維船必停靠。
 - [5] 人員垂降地點: 機艙或直升機平台(2 人/次), 直達運維船
 - [6] 運維船上有救生艇, 也可供直升機垂降救援。
7. 在西門子的演練中, 從機艙到運維船需要 40 分鐘 (不含靠岸及抵達醫療院所的時間)。
8. 需要遠端醫療時, 打 119。
9. 海上變電站可作為救援據點及人員休息地點, 將有醫療人員進駐。
10. 希望救援的部分有新的產業形成。

離岸風電防救災計畫專家訪談

會議記錄（電訪）

時間：2020/08/21 (五)

專家：內政部空中勤務總隊 林科長

重點摘要：

1. 自民國 106 年起，便有許多單位向空勤總隊洽談離岸風電相關救災事宜。空勤總隊意識到離岸風場救災是新議題，已掌握相關情資與國內外相關研究。
2. 空勤總隊值勤能量充足，預期在接獲救援任務後，30 分鐘左右可自基地起飛，預估 1 小時左右可抵達離岸 50~100 公里處海域。
3. 在離岸風場的空中救援方面:
 - [1] 於適當的海面上救援: 沒有問題。
 - [2] 於風機上救援: 曾初步場勘, 認為執行上沒有問題。但實務上需要進行模擬演練。
4. 向空勤總隊申請直升機議題:
 - [1] 依法，空勤總隊不直接受理民間申請，需由政府機構（業主單位）出面申請。
 - [2] 目前未有機關出面。

離岸風電防救災計畫專家訪談

會議記錄

時間：2020/09/01 (二)

專家：行政院災害防救辦公室 吳主任 及 其他 4 位長官

重點摘要：

1. 投資台灣離岸風場的業者，應比照歐洲模式，培育自救能量，不能完全仰賴國家能量施救。
2. 在離岸風電海域防救的規劃上，宜考量離岸風場整體生命週期可能發生的災害及所需處理的能量，避免離岸風場建立 20 年後我國無法自行處置廢棄的離岸風機及其海上結構物。
3. 有關離岸風電業者共同建立聯合災防中心的看法：
 - [3] 在設置上需考量效益、人力、組織架構、組織任務及所需的基礎知識，避免成為閒置機構。
 - [4] 預期此中心將為官民合作性質。由業者出資設立，並與交通部 VTS 系統密切聯繫與合作。
 - [5] 不只有彰化風場的離岸風電商參與此聯合災防中心，也可納入其他區域的離岸風電商，使之成為全國離岸風電防救災的單一窗口，增進緊急救難情報的收發效率與資源調度；
 - [6] 該聯合災防中心應就任務屬性，配置相應的救援資源，如：拖船、打撈船、直升機等，視資源利用合理性配置。
 - [7] 若比照台北車站聯合防災中心，各離岸風電商需派員進駐。
 - [8] 另以九族文化村纜車為例，廠商自行成立及培訓 18 名可進行維護與緊急救援的人力，以備不時之需。在貓纜方面，政府要求業者在 40 分鐘內以備用電源援救顧客，超過時間則依需要由消防單位協助，然而這些消防人員需受過高空救援的訓練。
4. 在風機組件墜海的處理上，除了評估漂流風險，應制定合理的處理時限，避免成為無法追溯源頭的海中廢棄物，危及航行船隻的安全。

5. 有關在離岸風電海域防止海難船隻或海漂物造成二次損害方面，拖船救援能量的設置有以下經驗可參考：

[1] 雪隧：隧道前中後段等 3 處，常備拖車，24 小時各處皆有 4 人待命。

[2] 蘇花公路隧道：隧道前後等 2 處配置拖車待命。

[3] 高速公路拖車：由高公局與拖車業者洽簽合約，有需求時業者能迅速抵達。在車流量多的連假期間，則定點配置拖車待命。

附錄八、海難災害防救業務計畫-附表五

海難災害救援能量表

(北部區域)

區域	公司名稱	聯絡電話	地址	備註
北部區域	臺灣港務股份有限公司基隆港務分公司	02-24206318 調度室(港勤船) 02-24206358 勞安 蔡雄行(環保油污)	基隆市港西街 18 號	1. 基 735，清潔船，總噸位 19.98，450HP(台北港)，港區 2. 基 743，測量船，總噸位 12.08，261HP，港區 3. 基 731，清潔船，總噸位 16.87，300HP，港區 4. 基 733，清潔船，總噸位 19.66，440HP，港區 5. 基 315，起重船，總噸位 2016，1700HP(高雄港) 6. 基 620，帶纜船，總噸位 15.73，385HP，港區 7. 高壓洗街車*2 8. 吸油棉(捲狀)*30
	臺灣港務港勤股份有限公司基隆港營運所	02-24206323 02-24206324 基隆營運所 02-24206256 02-24206260 監控中心	基隆市中山區和平里中山三路 8 號	1. 臺港 12701，港勤拖船，總噸位 331，2760HP，沿海 2. 臺港 12702，拖船，總噸位 331，2760HP，沿海 3. 臺港 13302，港勤拖船，總噸位 336，3326HP，沿海 4. 臺港 13303，港勤拖船，總噸位 336，3326HP，沿海 5. 臺港 14301，港勤拖船，總噸位 415，4345HP，沿海 6. 臺港 14302，港勤拖船，總噸位 415，4345HP，沿海 7. 基 430，平台船，總噸位 261，無動力，港區
	臺灣港務股份有限公司基隆港務分公司	02-26196006 曾先生	新北市八里區商港路 123	1. 片狀吸油棉(100 片)*6 箱 2. 捲索機含攔油索 300M*1 組 3. 高壓清洗機(10.7HP)*1 組

區域	公司名稱	聯絡電話	地址	備註
	公司臺北港營運處		號	4. 汲油器泵浦*1 組 5. 基 735，清潔船，總噸位 20，420HP 簽約廠商支援吸油棉及防污設備
	臺灣港務股份有限公司基隆港務分公司蘇澳港營運處	(03)9965121 轉 255 錢先生	宜蘭縣蘇澳鎮蘇東里港區 1 號	1. 吸油棉(捲狀 38*142 吋)*10 2. 堰式汲油器 1 台 3. 攔油索 270 尺 4. 儲油囊*1 個 5. 手搖榨油機*2 台 6. 貨櫃屋*1 個 7. 無線電對講機*3 台 8. 攔油索釋放架*3 個
	臺灣港務港勤股份有限公司蘇澳營運所	039-965121 轉 342	宜蘭縣蘇澳鎮蘇東里港區 1 號 4 樓	1. 基 1245，港勤拖船，總噸位 278，2530HP，沿海 2. 基 1321，港勤拖船，總噸位 332，3200HP，沿海 3. 基 1323，港勤拖船，總噸位 336，3372HP，沿海 4. 基 1165，港勤拖船，總噸位 240，1700HP，沿海
	海陽海事工程企業有限公司	02-24283056	基隆市文化路 34 號	潛水人員*4 人
	亞太港灣工程有限公司	02-24377099	台北市南港區忠孝東路 6 段 467 號 2 樓	1. 圓翔，平臺船，總噸位 224，無動力，沿海 2. 潛水人員*15 人 3. 阿凡達冠軍號 Avatar Triumph，拖船，總噸位 3511，12000HP，外海 4. 阿凡達勇敢號 Avatar Courage，拖船，總噸位 1709，5400HP，外海
	大禹海事工程有限公司	02-24663303	基隆市安樂區麥金路 211 號 2 樓	潛水人員*3
	台灣電力公司協和電廠	02-24248111 轉 322	基隆市文化路 80 號	1. 吸油棉(捲狀)*6 2. 吸油棉(索狀)*10 包

區域	公司名稱	聯絡電話	地址	備註
		黃小姐		3. 親油式汲油器*1 台 4. 除油劑*9 桶
	義澍實業股份有限公司	02-24246363 02-24281231	基隆市中山三路 173 號一樓	義澍 1 號，拖船，總噸位 160.38，1200HP，港區
	興海營造工程有限公司	02-24691800	基隆市中正區北寧路 362 號	1. 興海 2 號，拖船，總噸位 86.62，1281HP，沿海 2. 三慶 6 號，工作船，總噸位 97，1000HP，沿海 3. 明海一號，工作交通船，總噸位 16.32，560HP，沿海 4. 攔油索 50M*3， 5. 吸油棉*20 箱 6. 抽水機 15HP*8 組 7. 抽油機齒輪泵*3 組 8. 潛水員*6 名
	國傑工程企業有限公司	02-24692437 0928-272463 湯先生	基隆市中正區北寧路 362-1 號	國傑 1 號，工作船，總噸位 157，1000HP，港區
	斯密特焜陽港勤服務股份有限公司	02-86302200 02-86301563 0918-964252 鄭總經理 0933-952252 柯經理	新北市八里區商港路 123 號 3 樓	1. SKY111，拖船，總噸位 229，1600HP，港區 2. SKY211，拖船，總噸位 331，2800HP，沿海 3. SKY312，拖船，總噸位 246，3200HP，沿海 4. SKY401，拖船，總噸位 398，4000HP，沿海 5. SKY501，拖船，總噸位 369，5500HP，沿海
	昭伸企業股份有限公司	02-26051245 0935-977635 陳先生	新北市林口區嘉寶村寶鬥厝坑 42 號	1. 昭伸 10 號，拖船，總噸位 70.74，591HP，沿海 2. 昭伸 12 號，拖船，總噸位 175，1500HP，沿海 3. 昭伸 1 號，平台船，總噸位 742，無動力，沿海 4. 昭伸 3 號，平台船，總噸位 549，無動力，沿海

區域	公司名稱	聯絡電話	地址	備註
				5. 昭伸 7 號，平台船，總噸位 407，無動力，沿海 6. 昭伸 9 號，平台船，總噸位 492，無動力，沿海 7. 昭伸 5 號，起重船，總噸位 434，無動力 8. 昭伸 22 號，拖船，總噸位 201，1600HP，沿海 9. 昭伸 23 號，平台船，總噸位 3314，無動力，沿海 10. 昭伸 330 號，平台船，總噸位 6638，無動力，沿海 11. 潛水人員*5
	大川吉海事工程有限公 司	02-23319800	臺北市中正 區重慶南路 1 段 57 號 9 樓之 16	1. 大川吉 1 號，挖泥船，總噸位 498，無動力,沿海(駐台中港) 2. 大川吉 2 號，受泥船，總噸位 138，無動力,沿海(停航中) 3. 大川吉 7 號，受泥船，總噸位 262，900HP,沿海(駐台中港) 4. 大川吉 9 號，拖船，總噸位 19.12，739HP,沿海(駐台中港) 5. 大川吉 10 號，工作船，總噸位 37.89，1200HP,沿海(停航中)
	陸海股份有 限公司	02-86926001 分機 376	臺北市松山 區復興北路 99 號 13 樓	1. 陸海 5 號，拖船，總噸位 19，550HP，沿海 2. 陸海 6 號，拖船，總噸位 357，3200HP，沿海 3. 陸海 7 號，總噸位 19，1200HP，沿海 4. 陸海 2 號，駁船，總噸位 739，無動力，沿海 5. 陸海 3 號，駁船，總噸位 4212，無動力，沿海
	臺灣中油股 份有限公司	03-3835121 轉 4220 黃先生(桃園)	桃園市大園 區沙崙里 6 鄰，西濱路	1. 桃油 5 號，拖船，總噸位 185，1500HP，沿海 2. 桃油 6 號，工作船，總噸位

區域	公司名稱	聯絡電話	地址	備註
		煉油廠)	一段 1365 巷 1 號	554, 3400HP, 沿海 3. 桃油 3 號, 拖船, 總噸位 471, 3600HP, 沿海 4. 竹圍號, 帶纜船, 總噸位 18.19, 400HP, 港區 5. 竹圍 2 號, 工作船, 總噸位 18.41, 650HP, 港區 6. 油分散劑容量*22 桶 7. 攔油索(15 米) 8. Macro belt skimmer*2 9. 污油艙容量 100 噸 10. 固體填充式攔油索(100 公尺 (河川型)
		03-9969341 轉 202 游本煌(蘇澳 供油中心)	宜蘭縣蘇澳 鎮永春路 299 號	1. 除油劑 2300 公升 2. 除油劑噴灑器*2 台 3. SCBA*3 具 4. 氣體偵測器*3 台 5. 高壓清洗機*1 台 6. 投射照明燈*4 台 7. 手持無線電*10 台 8. 攔油索 60 公尺 9. 吸油棉*10 捲(38 吋*144 吋)
		02-24976114 轉 201 (深 澳港)	新北市瑞芳 區海濱路 29 之 7 號	1. 深澳 3 號, 拖船, 總噸位 389, 3760HP, 沿海 2. 深澳 5 號, 拖船, 總噸位 389, 3760HP, 沿海 3. 深澳 6 號, 工作船, 總噸位 18, 410HP, 港區 4. 永安 3 號, 拖船, 總噸位 404, 3400HP, 沿海
	春陽海事工 程有限公司	03-3256364 0932-365262 苗先生	桃園市桃園 區中埔六街 197 巷 2 號	1. 春陽 6 號, 起重船, 總噸位 512, 無動力, 沿海 2. 母子重, 起重船, 總噸位 335, 無動力, 沿海
	基隆市救難 協會(水域搜 救)	0932-161585 秘書長彭冠 年	基隆市安樂 區樂利三街 8 巷 6 號 B4	1. 潛水人員*30 名 2. 潛水氣瓶*40 支 3. 裝備器材車(3.5 噸)*1 台

區域	公司名稱	聯絡電話	地址	備註
			之 6	4 人座救生艇*3 艘 5. 船外機(30HP)*3 台 6. 水上摩托車*1 台
	新北市搜救協會	0936-813324 張總隊長	新北市新店區安興路 131 巷 2 號	1. 潛水人員*1 人 2. 水上救生員*28 3. 救生艇*2 4. 水上摩托車*1
	新北市警民聯防救援協會	0988-539333 詹總幹事	新北市新莊後港一路 115 號 1 樓	1. 水上救生員*40 人 2. 橡皮艇*3
	新北市救難協會	02-22819595 林秘書長	新北市蘆洲區三民路 617 號 1 樓	1. 金山分會： (1)潛水人員*6 人 (2)救生艇*2(硬底*1、軟底*1) (3)水上摩托車*1 2. 三芝分會： (1)潛水人員*4 人 (2)救生艇*2(硬底*1、軟底*1) 3. 淡水分會： 救生艇*2(軟底*1) 4. 八里分會： 救生艇*3(硬底*2、軟底*1) 5. 潛水搜救隊： (1)潛水人員*22 人 (2)水下探測器*1 (3)救生艇*4(軟底*4) 6. 水域搜救隊： 水上摩托車*9 7. 蘆洲分會： (1)救助器材車*1 (2)救生艇*3(硬底*1、軟底*1)
	宜蘭縣蘭陽救援協會	03-9532119 莊理事長	宜蘭縣冬山鄉東山路 5 段 9-1 號	1. 水上摩托車*3 2. 救生艇*4(硬底*2、軟底*2) 3. 動力飛行傘*1 架 4. 潛水設備*50 套
	宜蘭縣水上救生協會	0972-159350 蘇理事長	宜蘭縣羅東鎮四維路	1. 水上摩托車*1 2. 救生艇*3(硬底*1、軟底*2)

區域	公司名稱	聯絡電話	地址	備註
		0916-134303 賴總幹事	170 號 2 樓	3. 潛水設備*7 套
	宜蘭縣噶瑪 蘭救難協會	0913-333987 林總幹事	宜蘭縣頭城 鎮東興街 93 號	1. 水上摩托車 1 台 2. 救生艇*2(硬底*1、軟底*1) 3. 潛水設備*15 套 4. 潛水人員*15 人

(中部區域)

區域	公司名稱	聯絡電話	地址	備註
中部地區	台灣港務股份有限公司 臺中港務分公司	04-26642327 港務處監控中心	臺中市梧棲區台灣大道10段2號	1. 攔油索(港灣型)200M 2. 攔油索(河川型)200M 3. 汲油器(刷式)*1 4. 吸油棉(48M)60 卷 5. 吸油索(3 條*3M)20 包 6. 除油劑*70 桶 7. 高壓噴槍清洗器*2
	大漢海事工程有限公司	04-26561747 0913-561747 (朱先生)	臺中市梧棲區大仁路353巷6號9樓	1. 大瀚 711 號，拖船，總噸位 498，3200HP，外海 2. 海鯨 8 號，拖船，總噸 499，3600HP，外海 3. AMO，拖船，總噸 499，2800HP，外海 4. 大瀚 6 號，拖船，總噸 19.96，1200HP，外海 5. 清田號，拖船，總噸 38，1140HP，沿海 6. 堆高機 3T*2 7. 交流發電機*4 8. 直流電焊機*4 9. 氧氣、乙炔氣鋼瓶*4 10. 自攜式呼吸器*2 11. 抽水機(汽油)4 吋*1 12. 攔油索(港灣型)1000M 13. 攔油索(河川型)1000M 14. 吸油棉(48M)30 捲 15. 吸油索(3 條*3M)30 包 16. 除油劑 200L*20 桶 17. 高壓噴槍清洗器*2 18. 工程師*4 19. 潛水人員 4 人；潛水設備 4 套 20. 儲油櫃 1000M*20 個 21. 貨櫃屋*2 個 22. 無線電對講機*10 台

區域	公司名稱	聯絡電話	地址	備註
				23. 水下 50M 攝影器材 2 組 24. 水上摩托車 2 部 25. 救生艇 3 艘
	臺灣海難救護股份有限公司	04-26561882	台中市清水區文興路 197 號 1 樓	1. 永康 656，拖船，總噸位 492，5000 匹，外海 2. 永康 658，拖船，總噸位 437，5000 匹，沿海 3. 永康 620，拖船，總噸位 272，2400 匹，沿海 4. 永康 626，拖船，總噸位 328，2400 匹，沿海 5. 永康 615，交通船，總噸位 41.65，1050 匹，沿海 6. 永康 612，交通船，總噸位 41.12，1200 匹，沿海 7. 永康 611，交通船，總噸位 41.65，1200 匹，沿海 8. 天富 8 號，工作船，總噸位 19.90，1000 匹，沿海 9. 堆高機 3.5T×1 台 10. 攔油索(水上 20cm/水下 50cm)1000m 11. 化油劑 60 桶 12. 潛水人員 10 人，潛水設備 10 套 13. 高壓清洗機 6 台 14. 防護衣 100 件 15. 手搖抽取泵 10 個 16. 吸油棉捲 50 捲 17. 無線電對講機 10 台 18. 測聲儀含電子海圖 1 組 19. 水下 50M 攝影器材 1 組
	麥寮工業區專用港管理股份有限公司	05-6815001 航管組(廖組長)	雲林縣麥寮鄉台塑工業園區 1-1 號	1. 麥寮 1161 號，拖船，總噸位 199，1600HP，沿海 2. 麥寮 1241 號，拖船，總噸位 276，2400HP，沿海 3. 麥寮 1242 號，拖船，總噸位

區域	公司名稱	聯絡電話	地址	備註
				276，2400HP，沿海 4. 麥寮 1401 號，拖船兼消防，總噸位 326，4000HP，沿海 5. 麥寮 1402 號，拖船兼消防，總噸位 326，4000HP，沿海 6. 麥寮 1403 號，拖船兼消防，總噸位 326，4000HP，沿海 7. 麥寮 1404 號，拖船兼消防，總噸位 326，4000HP，沿海 8. 麥寮 1501 號，拖船兼消防，總噸位 430，5000HP，沿海 9. 麥寮 1502 號，拖船兼消防，總噸位 430，5000HP，沿海 10. 麥寮海洋號，工作船，總噸位 158，1500HP，外海
	中華民國紅十字會台灣省南投縣支會	049-2242783	南投市嶺興路 68 號	潛水人員:6 人、潛水設備 6 套、救生艇 4 艘
	苗栗縣海上救生協會	0933-546576 總幹事林先生	苗栗縣竹南鎮開元里 7 鄰明勝路 88 號 1 樓	救生艇 4 艘、水上摩托車 1 部
	中華民國潛水救難協會	04-23386168 會所	臺中市烏日區新興路 200 號	1. 救生艇 2 艘 2. 工程車 1 輛 3. 潛水人員:36 人 4. 潛水設備:36 套
	臺中市海上救生協會	0933-838837 (林總幹事)	臺中市外埔區甲東路 36 巷 51 弄 36 號	1. 潛水重裝 5 套 2. 橡皮艇 4 艘，鋁殼 1 艘 3. 水上摩托車 4 艘
	臺中港務消防隊義消總隊	04-26572480	臺中市梧棲區中南一路二段 159 號	潛水人員:6 人
	紅十字會雲林水上救難大隊			

區域	公司名稱	聯絡電話	地址	備註
	金門縣義勇 消防總隊	082- 324021#620 4 (金門縣消防 局災害搶救 科)	金門縣金寧 鄉頂林路 315 號	1. 救生分隊計有潛水員 26 位， 各具輕便潛水設備 2. 救生艇 1 艘
	金門縣港務 處	水頭： 082-329538 料羅： 082-332268	水頭： 金門縣金城 鎮西海路 1 段 5 號 料羅： 金門縣金湖 鎮料羅港 2 號	

(南部區域)

區域	公司名稱	聯絡電話	地址	備註
南部區域	臺灣港務股份有限公司 高雄港務分公司	07-5622127	高雄市鼓山區臨海二路62號	<ol style="list-style-type: none"> 1. 臺港 1401 號，拖船，總噸位 473，4200HP，沿(海)岸 2. 臺港 1402 號，拖船，總噸位 473，4200HP，沿(海)岸 3. 高 161 號，拖船，總噸位 442，4000HP，沿(海)岸 4. 臺港 14502 號，拖船，總噸位 442，4000HP，沿(海)岸 5. 臺港 13401 號，拖船，總噸位 344，3200HP，沿(海)岸 6. 高 106 號，拖船，總噸位 399，3200HP，沿(海)岸 7. 高 108 號，拖船，總噸位 344，3200HP，沿(海)岸 8. 高 109 號，拖船，總噸位 399，3200HP，沿(海)岸 9. 高 151 號，拖船，總噸位 342，2400HP，沿(海)岸 10. 臺港 12602 號，拖船，總噸位 342，2400HP，沿(海)岸 11. 臺港 12605 號，拖船，總噸位 392，2400HP，沿(海)岸 12. 臺港 12606 號，拖船，總噸位 392，2400HP，沿(海)岸 13. 臺港 15401 號，拖船，總噸位 498，5200HP，沿(海)岸 14. 臺港 15402 號，拖船，總噸位 498，5200HP，沿(海)岸
	裕品實業股份有限公司	副總陳先生 07-9686833 0985876657 (公司) 調度站 07-5318598	高雄市苓雅區三多四路110號9F之6	<ol style="list-style-type: none"> 1. 裕達 568，拖船，總噸位 499，5000HP，沿(海)岸 2. 裕元，拖船，總噸位 303，3600HP，沿(海)岸 3. 裕宏，拖船兼消防，總噸位 337，4400HP，沿(海)岸 4. 裕頂，拖船，總噸位 340，

區域	公司名稱	聯絡電話	地址	備註
				3300HP，沿(海)岸 5. 裕晶，拖船，總噸位 221， 2400HP，沿(海)岸 6. 裕佳，拖船，總噸位 360， 3400HP，沿(海)岸 7. 裕盈，拖船，總噸位 358， 3500HP，沿(海)岸 8. 裕勤，拖船，總噸位 287， 3200HP，沿(海)岸
	高雄港勤股份有限公司	07-3312123 董事長吳先生 0920-702162 總監顏先生	高雄市鼓山區蓬萊路 30 號	1. 高 145 號，拖船，總噸位 198，1800HP，港內及外港 2. 高 112 號，拖船，總噸位 278，2400HP，沿(海)岸 3. 港勤 451 號，拖船，總噸位 484，4500HP，沿(海)岸 4. 港勤 321 號，拖船，總噸位 328，3200HP，沿(海)岸 5. 港勤 322 號，拖船，總噸位 329，3200HP，沿(海)岸
	亞洲船務代理有限公司	07-2692700 0936-368236 呂先生	高雄市苓雅區海邊路 29 號 24 樓之 1	1. SALVAGE TITAN，遠洋拖船，總噸位 2057，9200HP 2. SALVAGE ACE，遠洋拖船，總噸位 1714，9000HP 3. SALVAGE DUKE，遠洋拖船，總噸位 1059，7200HP 4. SALVAGE CHAMPION，遠洋拖船，總噸位 1830，10000HP
	穩晉港灣工程公司	07-8022171	高雄市小港區漢民路 381 號 7 樓	1. 穩晉 1 號，拖船，總噸位 197，2900HP，外海 2. 穩晉 8 號，拖船，總噸位 48，1200HP，外海 3. 穩晉 16 號，錨船，總噸位 54，870HP，外海
	海歷企業有限公司	07-8136401 0937310225 (公司)侯先生	高雄市前鎮區新生路 5 巷 31 號	1. 海歷 15 號，拖船，總噸位 321，1074HP，外海 2. 抽油設備 (1)雙隔膜泵浦(2 inch)10 台

區域	公司名稱	聯絡電話	地址	備註
				(2)雙隔膜泵浦(3 inch)10 台 (3)油壓供應機 10 台 (4)高壓空壓機 8 台 (5)沉箱式抽油泵 12 台 (6)離心式抽油泵浦 2 台 (7)抽油泵浦 2 台 (8)複式收油泵浦 2 台
	樺棋營造有限公司	07-8125968 0911333010 蔡先生	高雄市前鎮區凱旋四路558 號	1. 海揚 2 號，拖船，總噸位 49，920HP，沿(海)岸 2. 海揚 3 號，拖船，總噸位 71，1000HP，沿(海)岸 3. 海揚 6 號，拖船，總噸位 50，900HP，沿(海)岸 4. 海揚 8 號，拖船，總噸位 195，2200HP，外海 5. 海揚 9 號，拖船，總噸位 197，3200HP，外海
	航穩興業有限公司	07-8033951 李先生	高雄市小港區漢民路405 號	航穩 5 號，拖船，總噸位 155，2600HP，外海
	自再企業有限公司	07-8216550 0910711269 朱先生	高雄市前鎮區前鎮街105 號	金記 1 號，起重船，總噸位 662，沿(海)岸
	明亮運輸船業有限公司	07-8062772 0911378321 吳先生	高雄市小港區山明路507 號 1 樓	明亮 5 號，拖船，總噸位 32，510HP，沿(海)岸
	海業工程有限公司	07-5364426	高雄市前鎮區班超路130 號 4 樓	1. 海業 8 號，拖船，總噸位 97，2800HP，外海 2. 日揚 35 號，拖船，總噸位 239，2200HP，外海
	日揚航業股份有限公司	07-5666568	高雄市苓雅區自強三路3 號 32 樓之 2	日揚 33 號，推船，總噸位 111，700HP，外海
	安通有限公司	07-8158636	高雄市前金區自強二路102-5 號	抽油設備 1. 高壓空壓機 3 吋 4 台 2. 高壓空壓機 2 吋 6 台

區域	公司名稱	聯絡電話	地址	備註
			10F-1	3. 電動幫浦 3 吋 3 台

(東部區域)

區域	公司名稱	聯絡電話	地址	備註
東部區域	臺灣港務股份有限公司 花蓮港務分公司	港勤拖船: (03)8223821 莊硯盛先生 除油設備: (03)8325131 #2121 0925882817 張國賢代理 經理	花蓮市海岸 路 66 號	1. 港勤拖船兼消防船 3 艘 (1)臺港 13201 號, 拖船, 總噸位 277.07, 3200HP, 沿海 (2)臺港 13203 號, 拖船, 總噸位 329, 3155HP, 沿海 (3)萬榮, 拖船, 總噸位 347, 3155HP, 沿海 2. 吸油棉 (1)捲狀 12 捲 (2)片狀 3 箱 3. 除油劑 1762L 4. 攔油索 (1)港灣型固定式填充 340 公尺 (2)充氣式 120 公尺 (3)河川型 250 公尺 5. 汲油器機組(堰式)1 組
	和平工業區 專用港實業 股份有限公司	(03)8681477 轉 320 游文輝課長	花蓮縣秀林 鄉和平村和 工五路 6 號	1. 港勤拖船兼消防船 3 艘 (1)和港 1 號, 拖船, 總噸位 400, 3619HP, 沿海 (2)和港 2 號, 拖船, 總噸位 400, 3619HP, 沿海 (3)和港 3 號, 拖船, 總噸位 400, 3619HP, 沿海 2. 吸油棉 (1)條狀 12 包 (2)片狀 10 箱
	海陸潛水器 材工程行	(03)8225747 (潘強文)	花蓮縣花蓮 市中美路 308 號	潛水/水下作業 1 人
	花蓮縣緊急 救難協會	(03)8543919 0925898287 洪鈺傑會長	花蓮縣吉安 鄉吉興路一 段 100 號	1. 人力 10 人 2. 橡皮艇 1 艘 3. 水上摩托車 2 台
	花蓮供油中 心花蓮庫區	(03)8239770 #302 0916222362	花蓮市吉林 路 2 號	1. 吸油棉 13 捲 2. 木屑(吸油設備)100kg

區域	公司名稱	聯絡電話	地址	備註
		彭義德		
	中油花蓮供油服務中心(北埔油庫)	(03)8239770 #302 0916222362 彭義德	花蓮縣新城鄉佳林村103之1號	吸油棉 1. 片狀 30 片 2. 捲狀 50 公尺 4 捲
	三通起重工程有限公司	(03)8524888 賴俊吉	花蓮縣吉安鄉吉豐路一段 211 號	KATO 吊車(25 噸)1 輛
	新發航運股份有限公司	(089)351931 0932663492 許志雄	台東縣台東市中正路 79 號	大發 1 號，雜貨船，總噸位 284，馬力 520HP，沿海(臺東離島間)
	巨龍航運股份有限公司	(089)325811 0937390335 田宗龍	台東縣台東市長安街 199 巷 23 號	龍春，雜貨船，總噸位 287，馬力 838HP，沿海
	中油台東運輸中心	(089)227820 管制中心 (089)225992 0933371187 卓自豪	臺東市中興路二段 19 號	1. 吸油棉，捲狀 17 捲 2. 木屑(吸油設備)80kg 3. 攔油索 港灣型固定式填充 420 公尺(含綠島 80 公尺；蘭嶼 80 公尺)
	裕成船舶機械工程股份有限公司	(03)8246733 0932859647 駱登偉	花蓮縣花蓮市港濱路 33 號之 1 號	1. 吊具(3 噸)1 台 2. 潛水/水下作業 4 人 3. 濾油機 1 台
	東億海事工程有限公司	(03)8534315 0937168534 廉興蓉	花蓮縣吉安鄉吉安路二段 397 號 1 樓	1. 東蓮 1 號，受泥船，總噸位 196，馬力 1450HP，沿海 2. 東蓮 2 號，受泥船，總噸位 198，馬力 1479HP，沿海 3. 東蓮 8 號，拖船，總噸位 130.67，馬力 986HP，外海 4. 東蓮 15 號，工作平台船，總噸位 845，無動力，沿海
	紘暘海事工程有限公司	(03)8534315 0937168534 廉興蓉	花蓮縣秀林鄉和平 34 之 112 號 1 樓	1. 東蓮 3 號，起重船，總噸位 586，無動力，沿海 2. 東蓮 6 號，工作船，總噸位 19.57，馬力 434HP，沿海

海難災害救援能量表（學校）

校名	聯絡電話	地址	備註
國立高雄海洋 科技大學漁業 生產與管理系	07-3617141 轉 3517/3533 劉老師	81157 高雄市 楠梓區海專路 142 號	<ol style="list-style-type: none"> 1. 英國製 EdgeTech 4120 側掃聲納系統乙套 2. 美國製 Kelien 3000 側掃聲納系統乙套 3. 挪威製 Simrad EY60 120/200KHz 科學魚探系統乙套 4. 日本製 Furuno Navnet50/200KHz 科學魚探系統乙套
國立臺灣海洋 大學	02-24622192 轉 2291 陳先 生	基隆市中正區 北寧路二號研 究船船務中心	<ol style="list-style-type: none"> 1. 海研二號，研究船，294 噸，1300 馬力，沿海。 2. 學校老師設備，非屬海研二號 <ol style="list-style-type: none"> (1)水肺潛水設備 (2)ROV

國際海難打撈聯盟 (The International Salvage Union)

區域 (國 別)	公司名稱	聯絡電話	地址	備註
臺灣	Asian Marine Co. Ltd	Tel: +886 72692700/2692701 Fax:+886 72692702 24 Hour Contact: Tel:+886 936368236 Fax:+886 72692702	24 F-1, 29 Hai Ban Road, Kaohsiung, Chinese Taipei (臺灣臺北)	E-mail: amc@asian- marine.com.tw Web site: www.asian- marine.com.tw
中國 大陸	China Rescue & Salvage Company	Tel: +8610 6529 3201; +8610 6529 2236 Fax: +8610 6529 2235; +8610 6529 3283 24 Hour Contact: Tel:+8610 65292217 Fax:+8610 6529 2235	11 Jianguomennei Ave., Beijing 100736, China (中國)	E-mail: chinasal@163. com
香港	Hongkong Salvage & Towage (A division of Hong Kong United Dockyards Ltd)	Tel:+852 26126800 Fax:+8522480 5894	3/F, HUD Building, 108RP Sai Tso Wan Road, Tsing Yi Island, N.T., Hong Kong, SAR (香港)	E-mail: david.murphy @hud.com.hk Web site: www.hktug.co m
日本	Fukada Salvage & Marine Works Co., Ltd.	Tel:+81 3 52135581 Fax:+813 5213 5585 24 Hour Contact: Tel:+81 3 52135581 Out-of-hours mobiles: +8190 3218 3764; +81 90 10177887 Fax:+813 5213 5585	Tatsumi Building, 3-8-7, Iidabashi, Chiyoda-ku, Tokyo 102- 0072, Japan (日本)	E-mail: salvage.towage @fukasal.co.jp Web site: www.fukasal.c o.jp
日本	The Nippon Salvage Co. Ltd.	Tel:+81 3 57627172 Fax:+813 5762 7177 24 Hour Contact:	Omori-eki Higashiguchi Building, 5-1	E-mail: tokyo@nippon salvage.co.jp

區域 (國別)	公司名稱	聯絡電話	地址	備註
		Tel:+81 93 3210937 Fax:+8193 331 9466	Ohmorikita, 1-Chome, Ohtaku, Tokyo 143-0016, Japan (日本)	Web site: www.nippon Salvage.co.jp
南韓	UMI Corporation	Tel:+82 31 8177700 Fax:+822 6008 7614 24 Hour Contact: Tel:+82 10 71157325	B-802, Pangyo InnoValley, 253 Pangyo-Ro, Bundang-Gu, Seongnam-Si 463-400, South Korea (南韓)	E-mail: ten.dtlimu@mi kic cikim@umiltd.net Web site: www.umiltd.net
新加坡	SEMCO Salvage and Towage Pte Ltd	24 Hour Contact: Tel:+65 6265 6917 Fax:+65 62644190	No. 1 Kim Seng Promenade, #06-01A, Great World City, Singapore 237944 (新加坡)	E-mail: posh.er@pacc offshore.com.sg Web site: www.posh.com.sg
新加坡	Swire Salvage Pte Ltd	300 Beach Road, #15-01 The Concourse, Singapore 199555	300 Beach Road, #15-01 The Concourse, Singapore 199555 (新加坡)	E-mail: ken.ellam@swire.com.sg salvage@swire.com.sg Web site: www.swire.com.sg

附錄九、第二次期末審查委員意見回覆表

項次	審查意見	回覆意見	頁次
一、戴輝煌委員			
1.	肯定研究團隊收集國內外離岸風電相關文獻之成果，然於第五章宜進行更好的統整，以商管的概念明確區別「規劃策略」與「策略規劃」之差異。呼應本研究計畫之主題，建議刪除所有「策略規劃」的文字。	感謝委員建議，第五章第二節之規劃策略已重新整理，就現況課題、國際參考案例、我國防救災體系建議方向及未來各階段之推動策略方向。	p.121
2.	規劃策略的架構為：目標、使命、所需工具及執行方法。建議從國外的經驗，思考我國可行的作法、策略與管理模式，加以比較各個模式的優劣(可使用表格)後，提出適合我國執行之建議。	依委員意見已新增各國模式比較表 5-2，第一節之小結論將為第二節我國模式探討之參考。	p.120
3.	P.127 圖 5-9 呈現的概念呈現不錯，但與此前的研究分析有所出入，須將整體章節欲呈現之概念進行更好的整合。	感謝委員建議，第五章第二節之規劃策略已重新整理，讓圖 5-9 之呈現較符合文意。	p.121
4.	參考 G+ Offshore Wind 組織統計，平均每年每座離岸風場發生事故件數為 17 件，這個數量不小，宜建立因應離岸風場防救能量之資料庫（如：離岸風電 20 種工作船型），以茲因應。	<p>感謝委員意見，回應如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究所推估之平均每年每座離岸風場發生事故件數包含未出現人員傷亡之事件，本研究於第二次期末報告修正報告 p.88 補充相關說明。 2. 研析 G+ Offshore Wind 組織統計，預期在 17 件離岸風場事故中，約 12%事故的傷者需進一步治療，需要海上救援能量支援。平均每年每座離岸風場發生 2~3 件傷者需後送之事故。 3. 離岸風場工作人員作業期間，離岸風電工作船不會離開該座風塔，故本研究於表 4-8 將離岸風電工作船納入離岸風電業者自救能量。 	<p>p.88</p> <p>p.93</p> <p>p.96</p>

項次	審查意見	回覆意見	頁次
		<p>4. 有關離岸風電工作船資料庫的建置，本研究認為若這些工作船發生海難之救援程序與其他既有船隻具差異性，將有必要建立資料庫並研析因應措施。然而，本研究團隊並不具海難救援相關實務經驗與知識，於蒐集國際經驗(p.100~103)時亦未得到相關資訊，故未於本研究作進一步探討。</p> <p>5. 本研究為防止救難船隻馳援離岸風場時發生事故，已建議離岸風場事先規劃安全救援路線，並與各海上救援能量進行探討。</p>	p.104
二、高世明委員			
1.	研究團隊所提供的資料內容充分，在報告內容安排上需再整合。	感謝委員意見，已重新再整理第四章及第五章之相關內容。	
2.	離岸風機遭受颱風、地震等天災事故時，可能發生塔架傾倒或相關零組件、設備墜海情況，影響航行安全。雖然離岸風機遭逢天災之事故處理不在本研究之探討範圍，仍建議說明相關風險及對策。	<p>感謝委員意見。回應如下：</p> <p>1. 本研究已將此災害情境納入海難事故(1.5 無主船/海漂物危害海上船隻)及離岸風場事故(2.1 單純離岸設備受損、墜海事件，此事故無人傷亡且不影響航安)，並建議以待命拖船/打撈船即時排除俱致災風險之海漂物。</p> <p>2. 若此墜海之離岸風機零組件未影響航安，預期離岸風電業者為避免損害其他海上資產將儘速處置。若業者不處置，將違反依海洋汙染防治法及其他相關規定。</p>	p.84 p.104
3.	以 G+ Offshore Wind 組織預測我國離岸風場事故數量，是否已考量不同開發階段離岸風場所面臨之不同職業災害? 離岸風場事故數量之預測是否需以不同開發階段離	<p>感謝委員意見。回應如下：</p> <p>1. G+ Offshore Wind 組織統計之離岸風場事故包含不同開發階段之職業災害，本研究於期末報告增加有</p>	p.93

項次	審查意見	回覆意見	頁次
	岸風場做區隔?請團隊說明。	關 G+ Offshore Wind 組織統計資料之性質。 2. 不同開發階段的離岸風場具備不同的職業災害風險，卻可能同時在同個海域進行作業。由於現階段難以掌握我國各離岸風場開發、建設與營運之時程，加上執行研究時間有限，故本研究以 G+ Offshore Wind 組織之資料進行總體性推估，未針對不同開發階段之離岸風場事故數量進行探討。	
4.	研究團隊於簡報第 8 頁將海底管線事故列為離岸風場設立前「既存風險」，想確認此處所指海底管線為離岸風場設立前之既有海底管線或是因應離岸風場設置後而新設之海底電纜? 請團隊說明。	感謝委員意見。本研究於第二次期末修正報告之表 4-1 補充相關說明。	p.85
5.	我國離岸風電產業才剛起步，以 G+ Offshore Wind 組織預測我國離岸風場事故數量，是否低估離岸風場事故數? 請團隊說明。	感謝委員意見。本研究於第二次期末修正稿中，補充有關我國離岸風場參與 G+ Offshore Wind 組織事故統計之情況，暫無低估案件數量之嫌疑。本研究以 G+ Offshore Wind 組織統計進行初步推估，後續仍需依我國離岸風場實際事故發生的情況調整預測方式。	p.93
6.	以高鐵的防救災機制來看，離岸風場事故不宜全靠國家資源來相救，需建立自救能量。若由國家資源救助，宜斟酌收費。	目前政府救災資源已有相關收費方式，未來離岸風電防災亦需依既有辦法處理。	
三、廖建明委員			
1.	研究團隊所提出的 2~3 艘待命拖船規劃，是否有預設之拖船抵達海難船所在海域之時間? 請團隊說明。	感謝委員意見。本研究以拖船於 2~3 小時抵達海難船所在地為基礎推估所需船數，將於第二次期末修正報告補充說明。	p.104

項次	審查意見	回覆意見	頁次
2.	有關國內官方海上救援能量的盤點，是否為全國性的能量？請團隊說明。	感謝委員意見。的確為全國性官方海上救援能量，將於第二次期末修正報告補充說明。	p.98
3.	建議進一步濃縮第 6 章的結論與建議。	已對第六章再行精簡。	p.137
四、林章成委員(書面意見)			
1.	針對附 5-5 三項次 1 貴團隊回覆意見末段「海上救難直升機方面，離岸風電商需向官方尋求合作」一節，鑑於我國空勤執行離岸風電吊掛作業並無實績，建議主管機關(經濟部)或風商仍應洽詢空勤總隊提供專業意見或徵詢國外經驗，以維護飛航安全。	感謝委員意見，已於第二次期末修正報告補充說明。	p.105
2.	針對附 5-5 三項次 2 貴團隊回覆意見，各國既以「補足風商應變不足之處」，風商建立自主能量便是應變關鍵要素，渠等應積極負擔自建海難應處適當能力之責任，而非均仰賴政府救生救難能量。	感謝委員意見。鑒於離岸風電發達國家皆協助離岸風電商補足所缺之應變能量，本研究認為當離岸風場發生需要外援之工安事件時，離岸風場應負責將傷者即時送達接應地點及確保救援單位能安全執行救援任務(同英國之規定)，故本研究建議離岸風場規劃安全海空救援路線，並與相關救難單位討論及演練。	p.104
五、承辦人員:陳沛宏助理研究員			
1.	建議將 p.103 有關我國官方海上能量情資移至第四章第三節說明，並調整附 5-2 之審查意見回覆。	感謝委員意見，回應如下： 1. 將我國官方海上能量情資移至第四章第三節說明。 2. 民間能量的部分則於第四章第三節進行說明，並將海難災害防救業務計畫附表五納入第二次期末修正報告之附錄八。 3. 依據上方內文調整，修改附 5-2 之審查意見回覆。	p.98 p.99 附錄八 附 5-2
2.	有關文字錯誤、格式的問題，請再檢查。	已重新對報告進行檢查。	
3.	再請於報告中補充摘要內容。	已於目錄頁前增加摘要。	

