

表 7.7.3-5 維護風險評估

	項目	危害事故	危害發生造成之結果	防止危害事故發生之對策
1	不良的海上氣候	維修延後：人員輸送船無法固定使維修工作危險	維修延後增加船舶及人力延後之成本	規劃在好的氣候進行修維並在氣候不佳時彈性調整維修項目
2	不良的陸上氣候	維修延後：陸上組裝工作因風大無法進行如吊裝葉片	維修延後增加碼頭租金、人力及船舶之成本	規劃在好的氣候進行修維
3	營運碼頭設施不足或不適當	定期維護延後	如果延後維護可能產生風機保固問題	確保設置運維中心時，風機公司已確認設施是足夠且適當的。
4	風機之備品不足	維修受到限制	只能做部份維修或延後維修，將損失發電收入	對策略性及長交期之備品要和供應商研擬對策
5	陰極保護失效	造成鋼鐵結構提早發生腐蝕	如果腐蝕嚴重修復成本高	採用較高規格之陰極保護
6	保護漆脫落	塗佈或上漆製程保護漆脫落	腐蝕造成底漆重工時更加困難	上漆製程及重工要嚴格依照製造規範施工
7	進行限制性及不當之維修	無法完成正確及完整維修	延遲維修，及可能造成風機當機造成之發電損失	確認進行之維修是被准許的
8	維修人員造成之污染	非生物可分解性之油污溢出	環境污染及政府相關罰責	維修時使用生物可分解性油品並了解相關維修風險
9	風機內之起重設備損壞	風機內起重設備因維修過程中損壞	無法執行維修，造成維修延後，起重設備需維修，及可能無法發電之損失	確保所使用之起重設備適合在海上條件使用並妥善維護
10	維修工具損壞	無法完成正確及完整維修	只能執行部份維修，造成延誤維修，及可能無法發電之損失	落實所有維修工具之維護
11	長交期之備品超過計劃應到之時間未到	無法完成正確及完整維修	只能執行部份維修，造成延誤維修，及可能無法發電之損失	分析所需要之策略性備品並落實適當儲備
12	海象條件比預期差	無法執行正常及完整維修	只能執行部份維修，造成延誤維修，及可能無法發電之損失	儘可能掌握海象條件及維修船舶之適用性
13	備品因變質無法使用	無法執行正常及完整維修	只能執行部份維修，造成延誤維修，及可能無法發電之損失	確保所有的備品都儲存在供應商建議之環境
14	通知時間太短無法取得特殊船舶或機具	無法執行正常及完整維修	只能執行部份維修，造成延誤維修，及可能無法發電之損失	定期維修一定要妥善安排相關船舶，非定期性則要準備數家可被動員且洽商在台灣其他開發商正租用之船舶。

表 7.7.3-6 維護風險管理評估表(1/2)

介定風險			降低風險的因應對策		風險矩陣 — 風險評分		
編號	風險	後果	風險類別	降低風險的因應對策	發生的機率 1代表極低 5 代表極高	衝擊 1代表極低 5 代表極高	風險等級
<b>維護</b>							
1	維修船隻故障	可能延遲已計畫或未計畫的維修，若是維修是超出預期計畫則錯失發電機會，安全顧慮	維護	- 聘用有經驗的船員 - 在營運及維修港口待命時進行經常性的維修 - 在岸上儲備足夠的零件 - 人員運輸船隨時待命	3	2	4
2	維護船隻失控	安全顧慮	維護	- 雇用有經驗的船員 - 制定緊急應變計畫	2	2	4
3	維修船隻碰撞風機或離岸發電場	嚴重安全顧慮，對船隻及下部基礎造成損害	維護	- 雇用有經驗的船員 - 增加規劃船隻繫船點/ 設計時應考慮海氣象的特性以及維修的需求並且及早規劃 - 制定緊急應變計畫	2	2	4
4	不易取得自升式平台船隻行主要維護	增加裝備呆滯時間以及維修成本	維護	- 確保用來進行主要維修的自升式船隻在營運及維修的合約中在每一階段都有先預定	2	3	6
5	不確定的營運及維護的需求	因為不可預見的維修需求，在營運及維修的階段需要更高的成本和更多時間的投入	維護	- 維修的需求及限期應包含在每一份合約中，應包含的有： 1) 油漆的規格， 2) 監控及資料獲取系統， 3) 侵蝕防護的做法 4) 監控海生物生成 5) 在簽約前即已討論並同意的事先維修計畫 - 高額の資本支出可能會降低營運及維修成本的可負擔度	1	2	2

表 7.7.3-6 維護風險管理評估表(2/2)

介定風險			降低風險的因應對策		風險矩阵 --- 風險評分		
編號	風險	後果	風險類別	降低風險的因應對策	發生的機率 1代表極低 5 代表極高	衝擊 1代表極低 5 代表極高	風險等級
81	不當的營運及維護的計畫策略	在營運及維修階段需要更多資金及時間把注, 錯失發電機會	維護	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 高額の資本支出可能會降低營運及維修成本的可負擔度</li> <li>- 確認維修可在風機不關機的情形下進行</li> <li>- 在電力安全規則下控制和孤力點的設計是可以被接受的。</li> <li>- 這可以使得營運維修工程能在機器隔絕的情形下順利進行</li> <li>- 營運維修的計畫應確保關機時間的極小化</li> <li>- 盡量在颶風季節外的時段進行計畫中的維修</li> <li>- 採用不同組合的維修原理以確保效率</li> <li>- 完整的故障模式、影響及危害性分析以確保制定的維修計畫可行</li> <li>- 在低風氣後中維修風葉以增加工作效率</li> </ul>	1	3	3
7	維護的等級超出預期	錯失發電機會並增加營運及維修成本增加後勤成本	維護	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 測量並報告主要的績效以確保績效是符合合約要求的</li> <li>- 若績效低於設定的標準時應該尋求補強改善</li> </ul>	1	3	3
83	不良的風機、離岸變電站及陸上升壓站的備品及零組件策略	由於颶風季節的破壞高風險導致離岸維護等級高於預期	維護	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 應在估價的營運及維修計畫中，及早列一分零組件清單</li> <li>- 確認零件有效的管理。</li> <li>- 所有的組件和耗材都應該在使用期限之內</li> <li>- 零件應儲存於安全控管的環境</li> <li>- 針對大型的離岸風場應該考慮備份引擎輸機</li> </ul>	1	2	2
84	缺乏效率的離岸營運及維護運輸策略	營運及維修的成本因為運輸的困難度而增加	維護	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 應及早在设计階段及制定營運維修轉移的詳細完整的研究</li> <li>- 在風機營運階段若有需要，要有評估轉移及最佳化的策略</li> </ul>	1	3	3
10	工作人員交通船隻的供給有限 (如果營運及維護的策略是十分倚賴人員運輸點)	無法運輸維修人員/裝置長期呆置 / 損失發電	維護	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 有效率的人員運輸規劃</li> <li>- 確保所有離岸操作的儀器裝置都可取得並且儲存在員工轉置區</li> <li>- 對人員運輸有其他方案</li> <li>- 考慮擁有船隻的公司並且考慮當地有適合的直升機或船隻租賃公司</li> <li>- 考慮在離岸變電站架設定期維修用的宿舍</li> </ul>	1	3	3

表 7.7.3-7 本計畫場址主要天然災害風險評估表(1/2)

項次	風險情境	影響後果	風險值(風險改善前)			風險改善對策 (預防措施及相關對策)	殘餘風險值 (風險改善後)		
			發生 機率/ 可能 性	影 響 程 度	風 險 值		發生機 率/ 可 能 性	影 響 程 度	風 險 值
1	颱風最大陣風可能超過風速設計標準。	風力機受颱風侵襲，如風機等設備使風力無法正常轉。 風機葉片，可能損壞，造成風機故障。	2	5	10	6. 風機除了需要能夠耐受足夠大之風速外，也應具備適應颱風情境的條件。在開發初期選擇風力機時，將以風況調查資料為本挑選適當機型 7. 協商時請風機廠商提供涵蓋颱風情境的保固與訂定專用防颱操作策略 8. 針對抗颱補充保固範圍列入相關保險保障內	2	4	8
2	施工營運期間發生之颱風較多時，則可能影響施工或營運進度	施工期間發生之颱風較多時，則可能影響進度；營運期間發生之颱風較多時，則可能影響營運計畫及成效	2	4	8	1. 於施工計畫訂定的過程中，應評估颱風事件所造成之施工窗期縮短來進行合理的進度規劃與預留彈性，避免後續施工進度及介面問題 2. 在風場開發施工階段，於颱風接近期間應隨時檢視氣象與海象條件，避免於天候狀況不佳的狀況下施工以致暴露於風險中 3. 於後續營運期間，應配合颱風前後進行不定期檢修，於利用率與發電量分析時也應考量颱風致災所造成之影響	1	4	4



表 7.7.3-7 本計畫場址主要天然災害風險評估表(2/2)

項次	風險情境	影響後果	風險值(風險改善前)			風險改善對策 (預防措施及相關對策)	殘餘風險值 (風險改善後)		
			發生 機率/ 可能性	影響 程度	風險 值		發生機 率/ 可能性	影響 程度	風險 值
3	風場鄰近區域發生地震或土壤液化現象	風場鄰近區域發生地震或液體化現象，可能造成結構受損或土壤液化現象，使風機安全性下降	1	5	5	1. 本計畫於後續規劃及設計階段將針對場址風機之配置，進一步取得最新及詳盡之地質資料，並依據相關法規規定制定風場之設計地震參數，供設計風機之塔柱、基礎及基樁，以確保營運期間風機及相關設施之安全性 2. 地震除會造成結構受力與震動，亦可能帶來土壤液化的問題，在規劃設計上即應設法規避或考慮加強水下基礎設計強度與基樁設計強度與深度	1	4	4
4	因風場海床多為砂質沉積物組成，可能受潮流而移動，造成漂沙	沙波 (sand wave or megaripple) 受潮流而移動，造成海纜埋設深度減少	3	4	12	於規劃設計階段詳加調查沙波影響範圍和程度，佈纜路徑應盡量迴避上述範圍，並將沙波可能造成影響納入海纜埋設深度設計考量	2	4	8
5	風機遭受雷擊造成部分設備損壞	雷擊造成離岸風力機組故障判定有誤，亦將產生雷擊電流的感電事故，而增加維護成本及降低發電效益	2	3	6	1. 離岸風力場風力發電機遭受雷擊損害機率占比最大者為葉片，故將慎選葉片良好的防雷保護，可以有效降低雷擊對風力發電機組之損害 2. 設計良好的接地系統，以降低風力發電機組遭受雷擊時雷電流對電力系統及控制系統感應暫態電壓之損害 3. 電源回路及控制訊號回路設置突波吸收器，以降低雷擊異常電壓對設備之破壞	2	2	4
6	離岸風機系統受到水氣、鹽霧與海浪侵蝕	離岸風機系統受到水氣、鹽霧與海浪侵蝕，進而造成風力發電設備損壞或水下基礎強度不足	2	3	6	1. 選擇合適風機，對於海洋環境有足夠之本質防蝕及隔離防蝕處理設計。 2. 對風機系統水下基礎而言在台灣西部海域海水鹽度與溫度的影響下，將腐蝕碳鋼造成質量損失，將在風機基礎不同區域分別採取塗裝系統、陰極防蝕系統及腐蝕餘裕的方式進行防蝕保護 3. 因台灣離岸風力機組將處於高溫度、高濕度與高鹽分之環境，加上附近工業區的空氣污染，將採多加強維護以維持正常營運	2	2	4

# 第八章

## 環境保護對策及替代方案

## 第八章 環境保護對策及替代方案

### 8.1 環境保護對策

本章將針對本計畫可能造成環境影響之開發行為，研擬環境影響減低(或避免)對策。分別依施工階段及營運期間在海上及陸上開發行為對環境之影響程度、範圍及特性而擬定。本開發單位將於本開發計畫施工前 30 日內以書面告知目的事業主管機關及環保主管機關本計畫預定之施工日期。

#### 8.1.1 施工前

##### 一、地形地質

施工前進行更詳盡地質調查與鑽探，供做為風機基礎及其施工設計之依據，並將因應場址地質特性進行施工規劃。

##### 二、海域生態(含魚類)

###### (一) 監測計畫

1. 施工前執行一次風場範圍漁業資源背景調查資料(含漁船數目、漁業活動形式、魚種、漁獲量等)，並提出指標物種，作為營運後影響比較依據及漁業活動管制參考。
2. 施工前將於預計風機位置一處執行 1 次水下攝影，以最先施作的風機進行調查。

(二) 海底電纜鋪設工程將依「在中華民國大陸礁層鋪設維護變更海底電纜或管道之路線劃定許可辦法」相關規定辦理。

(三) 將配合中油天然氣事業部召開技術相關會議，討論有關電纜跨越海底天然氣輸送管線之問題及間隔保護工及施工方法。

(四) 海纜路徑將避開「線西保護礁禁漁區」、「崙尾保護礁禁漁區」、「鹿港保護礁禁漁區」。海纜若有通過涉及「鹿港保護礁禁漁區」，將於開發前依規定提供公告機關風機配置及海纜路線座標點位資料，並洽詢意見。

##### 三、鳥類

(一) 本計畫將於 106 年秋季至 107 年春季鳥類調查作業完成後提出環境影響調查報告送審，同時將配合其他風場案例之調查成果進行整體評估，以研擬最適鳥類保護對策。並依環境影響評估法第 18 條規定完成審查後，提出鳥類通行廊道之規劃。

(二) 規劃階段將進行一次鳥類繫放衛星定位追蹤監測以了解主要的鳥類遷徙路徑，預計在春季臺灣沿海水鳥北返之季，進行彰化海岸的鳥類繫放衛星追蹤，以衛星追蹤器進行候鳥的遷移路線確認。

(三) 規劃階段將進行一次澎湖群島燕鷗之繫放衛星定位追蹤監測，以分析

其棲地利用。預計選擇夏季以衛星追蹤器進行鳳頭燕鷗的繫放和追蹤。

#### 四、鯨豚

本計畫將於施工前一年於風場範圍選擇 2 站進行水下噪音調查(含鯨豚聲學監測)，調查時間將執行一年四季，每季一次且每季連續 14 天，以充分掌握水下噪音長期背景值。

#### 五、文化資產

- (一) 每一個風機位置進行鑽孔取樣，並將取得之岩心或岩心照片委由合格考古人員進行判讀，以瞭解其下是否有文化資產存在。
- (二) 調查結果發現疑似水下文化資產對象，將由水下專業考古人員確認。
- (三) 風場範圍內若發現有疑似水下文化資產目標物且無法確認時，將配合調整風機設置位置至無水下文化資產目標物處。

### 8.1.2 施工期間

#### 8.1.2.1 海上環境

##### 一、海域生態

- (一) 本計畫場址選擇已採用「預防原則」，以避開所有生態敏感之棲地的方式，而非以少數保育物種的方式規劃。已避開已劃設、即將劃設或未來可能會劃設的海洋保護區，如中華白海豚重要野生棲息地，以避免可能帶來的生態衝擊。
- (二) 本計畫海底防淘刷保護將不會採用對海域生態影響較大之拋石措施，且未來本計畫若經設計考量需設置防淘刷保護時，將選用能增強藻類及生物附著能力之人造墊塊為原則，以彌補因海底硬鋪面增加所消失棲息地環境。
- (三) 在考量技術可行性及合理性的情況下，海纜規劃擬以最短距離連接至上岸點，減少施工對環境影響。
- (四) 海纜採分段施工，每段施工完即恢復既有狀態，以減輕施工影響。
- (五) 本計畫風場以漸進式方式進行打樁作業，將於一座風機打樁完成後再移至下一座風機進行打樁，不會有同時 2 部以上風機進行打樁作業，且海龍二號風場與海龍三號風場將不會同時進行打樁作業，以減少海域大規模施工。
- (六) 打樁期間選擇與施工前調查同一風機位置於打樁後執行 1 次水下攝影。

##### 二、鳥類

###### (一) 潮間帶

海纜上岸的施工將降低對於潮間帶泥灘地的干擾。

1. 經本計畫環境調查期間分析結果，本計畫上岸點已避開保育類物種棲息地，以保護保育類物種。
2. 施工期間潮間帶施作將禁止排放污水、傾倒廢土，以避免干擾潮間帶泥質灘地的原有生態功能，且將針對廢棄物進行集中管理。
3. 針對鳥類主要覓食棲息之潮間帶區域，其越堤段電纜鋪設將採用地下工法(水平鑽掘或推管)，以減少對於生態棲地之影響，其餘非地下工法部分之電纜鋪設，則將避開候鳥過境期 11 月至隔年 3 月。
4. 配合經濟部公告之「彰化離岸風電海纜上岸共同廊道範圍」規劃海纜上岸路徑，減少彰化地區整體潮間帶之影響範圍。

## (二) 海上

### 1. 降低風機撞擊效應

- (1) 風機架設完成後，將於風場最外圍之風力機組設置航空警示燈，實際設置數量需依屆時所規劃之風力機組配置而定。警示燈光以符合民航局「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」設置，並取得民航局同意函，燈具選擇可切換紅白光且閃爍頻率為 20~40fpm 的 LED 燈，以減少吸引鳥類靠近的可能性。
- (2) 本計畫將持續蒐集並參考國外有關不同風機色彩是否可降低鳥類撞擊風險之研究，及利用自動聲光系統促使鳥類與風機保持距離之產品，並與時俱進，參考國際上已知對生態最有效及最友善之設計及施工方法。
- (3) 將優先選用較大風機，以降低鳥類影響。
  - A. 風機大型化規劃，單機裝置容量採 6~9.5MW。
  - B. 風機間距部分，平行盛行風間距至少為葉片直徑 7 倍(1,057~1,148 公尺)，非平行盛行風間距至少為葉片直徑 5 倍(755~820 公尺)。
  - C. 與相鄰風場間距至少為葉片直徑 6 倍(906~984 公尺)。
  - D. 風機葉片距離海面高度至少 25 米。

## 三、 鯨豚

經由本環境評估調查及比對白海豚公告保育範圍，本計畫區域為鯨豚類活動頻率甚低之區域，然本計畫仍基於環境保護原則擬定保護對策，相關內容如下：

- (一) 依海底地質及工法許可的條件，本計畫選用打樁噪音較小的套筒式基樁型式(Jacket Type)。
- (二) 本計畫風場以漸進式方式進行打樁作業，將於一座風機打樁完成後再移

至下一座風機進行打樁，不會有同時 2 部以上風機進行打樁作業，且海龍二號風場與海龍三號風場將不會同時進行打樁作業，以減少海域大規模施工。

### (三) 打樁前預防措施

1. 參照本計畫打樁期間監測作業所採行之「聲音監測法」及「人員監看法」確認警戒區內連續 30 分鐘無鯨豚活動後，方可開始打樁。
2. 採漸進式打樁，由低打樁力道開始，慢慢增加到全力道，此過程至少需要 30 分鐘。
3. 本計畫承諾不使用聲音驅趕裝置。
4. 「日落前 1 小時後至日出前不得啟動新設風機打樁作業」且所有打樁作業（包含施工現場的吊樁及翻樁作業）必須在施工船上全程錄影，錄影畫面應顯示拍攝的日期與時間，錄影資料應保存備查至少 5 年。

### (四) 打樁期間對策

整個打樁期間將以聲音監測法、人員監看法(或熱影像儀)進行監測。

以打樁地點為中心，採半徑 750 公尺範圍內作為警戒區，半徑 750 至 1,500 公尺範圍作為預警區。

打樁期間，一旦於警戒區範圍內發現有鯨豚活動，施工單位即應在無工程安全疑慮情況下停止打樁，等待鯨豚離開警戒區 30 分鐘後，再採取漸進式打樁慢慢回復到正常打樁力道繼續工程。若發現鯨豚進入預警區則觀察記錄其移動方向，確認海豚是否有往警戒區移動。

所謂“無工程安全疑慮情況下停止打樁”係指當有鯨豚進入 750m 警戒區內，且同時滿足下列兩種條件之情況將停止打樁：

- ◆ 基樁已有足夠深度，無須施工船隻輔助，足以支撐自體至下次啟動打樁作業，而不會造成工程安全危害。
- ◆ 施工區域海氣象環境良好，不致因停止打樁而導致施工人員及船隊可能暴露於惡劣天候條件下。

#### 1. 聲音監測法

打樁期間將於距打樁位置 750 公尺處四個方位(圖 8.1.2.1-1)，全程執行設置水下聲學監測設施，持續偵測是否有鯨豚在附近活動。

#### 2. 人員監看法

於施工船上配置至少 3 位以上之鯨豚觀測員(至少 1 位為民間生態團體成員)於基礎打樁過程全程執行目視觀察，觀察範圍必須涵

蓋 4 個方位之警戒區(750 公尺內)和預警區(750 公尺~1,500 公尺內)。

### 3. 熱影像儀調查法

如有夜間打樁活動，將於施工船上裝載熱影像儀持續監測，以確認沒有鯨豚進入警戒區。

本計畫以白天進行打樁作業為原則，日落前 1 小時後至日出前不得啟動新設風機打樁作業，惟考量工程必要性和安全性，若打樁作業係於日落前 1 小時以前即已開始，則應可在工程必要性和安全性考量下，允許單部機組夜間持續打樁完成。

### (五) 打樁噪音監測

離岸風力發電機組施工期水下噪音評估方法及閾值，除配合經濟部能源局所提任務小組檢討研提本土規範辦理外，至少應採用德國 StUK4(2013)的環評標準[1]，測量方式參照附件技術指引[2]，模擬方法參考附件技術指引[3]，量測方法及閾值如下：

1. 在距離打樁位置外 750 公尺處選擇合理方位全程執行設置 4 座水下聲學監測設施並分布於 4 個方位，持續監測打樁水下噪音值。
2. 於 750 公尺監測處，水下噪音聲曝值(SEL)不得超過 160dB re  $1\mu\text{Pa}^2\text{s}$ ，作為影響評估閾值。

若未來主管機關及目的事業主管機關擬定水下噪音最大容忍值，本計畫將承諾依照最新法規執行。

3. 在計算水下噪音聲曝值(SEL)時，採用單次打樁事件為基準，每次以 30 秒為資料分析長度，計算出打樁次數 N 及平均聲曝值(equivalent SEL 或 average level，簡稱  $L_{eq30s}$ )，再換算成「單次(30 秒內平均每次)打樁事件的 SEL」，作為判斷是否超過閾值的數據。

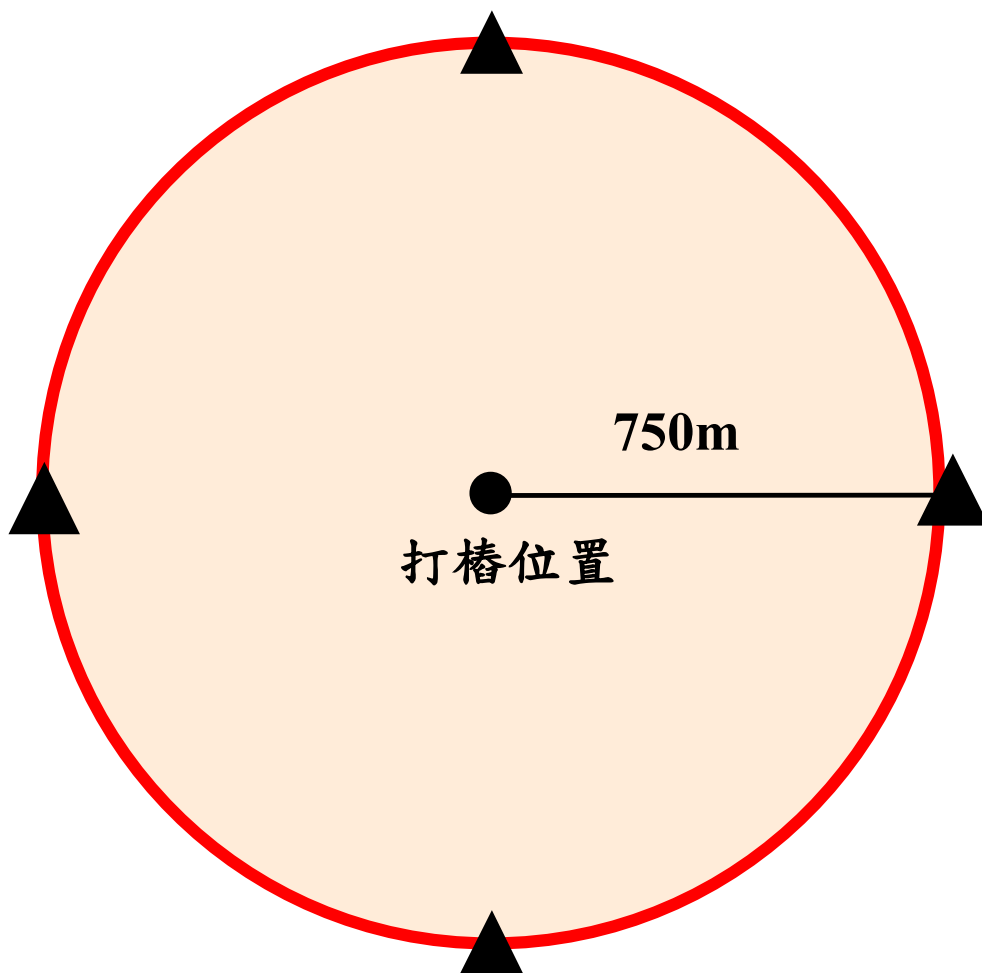
### (六) 減噪措施

打樁期間將全程採行申請開發時已商業化之最佳噪音防制工法(如氣泡幕(Bubble Curtain)，如圖 8.1.2.1-2)，惟實際仍將以打樁當時已商業化之最佳噪音防制工法為優先。

### (七) 船速管制

中華白海豚野生動物重要棲息環境(含預告)及邊界以外 1,500 公尺半徑內施工船隻船速將管制在 6 節以下，且盡可能避免在中華白海豚活動高峰時間進入已知之中華白海豚活動密集位置，航道劃設也將避開敏感區位。

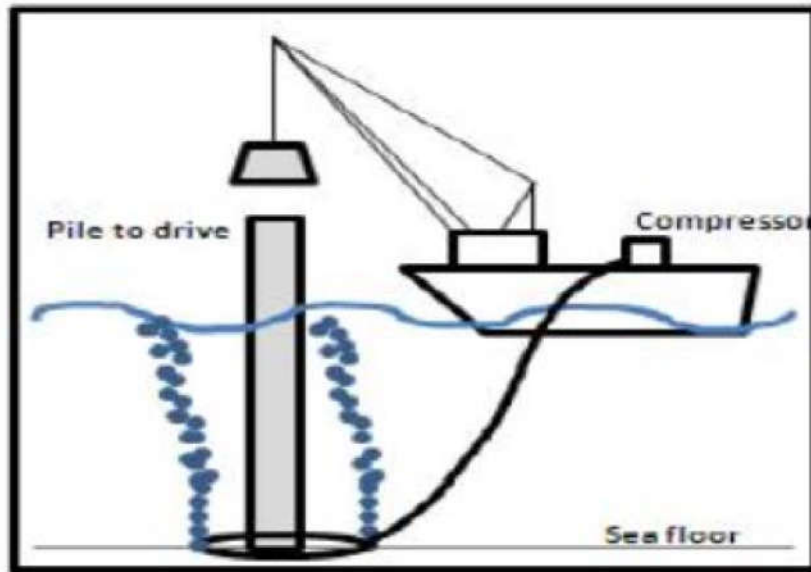
- (八) 施工階段鯨豚生態調查頻率採每年 20 趟次(非僅限於 4-9 月執行，調整前應依法申請變更)。



▲ 水下聲學監測點位

圖8.1.2.1-1 本計畫水下聲學監測配置示意圖





註：本圖僅為示意圖，實際將以打樁當時已商業化之最佳噪音防制工法為優先。

圖8.1.2.1-2 水下氣泡幕示意圖

#### 四、海域水質

- (一) 為掌握工期以減輕因風機基礎施工、海底電纜鋪設等作業引起海底底質揚起對海域水體干擾，將研擬適當的施工計畫、確實控管施工進度。
- (二) 確實執行施工期間海域水質環境監測工作，隨時掌握海事工程對周遭海域環境水質之影響。
- (三) 本計畫上岸點將避開蚵架區。且越堤段電纜鋪設將採用地下工法(水平鑽掘或推管)，海底電纜鋪設施工期間，於潮間帶施工時為降低減少懸浮影響，並降低海域生物或魚群進入工區範圍之可能性，潮間帶施工範圍邊界將設置污染防止膜或防濁布，將揚起之懸浮物質圍束於施工範圍以避免擴散(圖 8.1.2.1-3)。

#### 五、空氣品質

- (一) 工作船舶使用當時工作港口可取得之最低含硫量油品。
- (二) 工作船隻廢氣排放管加裝濾煙器或活性碳過濾或其他施工時已商業化之最佳可行控制技術。

#### 六、船舶

##### (一) 港區

1. 船隻將定期進行機械設備維護。
2. 廢(污)水及廢機油，將依據相關水污染防治法規定辦理。
3. 機具及船隻維修廢水為含油脂性較高之廢水，將收集後集中處置或採用最佳管理方式(BMP)予以處理。

##### (二) 航道

1. 由於施工期間之大型作業船機數量較多，且頻繁航行往來於工址至工作碼頭間海域，考量船機航行安全與作業順利，將規劃施工船舶航路供作業航行船機運航，避免妨礙鄰近漁船或進出台中港船舶安全。
2. 規劃於工址至工作碼頭間規劃一條施工船舶航路。施工單位於施工前須提送港務公司核備，並公開發佈於各港口與相關漁、商船公會等單位。
3. 通知航行該海域之各種船隻注意，避免海事事務發生。
4. 大型工作船進行運送時，兩側規劃備有船隻進行警戒。而相關施工船機未來需配合承包廠商之相關船機特性進行施工管理與規劃。



資料來源 <http://img.diytrade.com/cdimg/131639/33215175/0/1375944779.jpg>

### 防濁幕於海域實際應用情形



資料來源 <http://www.xinluo.com.cn/sdp/131639/3/pd-1003204/4066310.html>

### 防濁幕產品實景圖

圖8.1.2.1-3 海域施工防濁幕(或稱防濁布、防污屏等)示意圖

### (三) 作業場址

1. 本計畫開發期間所使用之工作船舶皆由專業團隊調度執行，並且進行妥善之船舶安全檢查，其作業範圍即為各風場場址，皆將依據核備之施工航道來行駛。
2. 本計畫未來施工時若發生漏油事件，開發單位與施工船隊將會協同合作以防止污染擴大情事。且於施工期間為避免非工作船隻進入施工區發生擦撞等意外事件，造成漏油等污染，將設置施工範圍警示設施，以避免碰撞意外發生。
3. 船舶之廢（污）水、油、廢棄物或其他污染物質，除依規定得排洩於海洋者外，將留存船上或排洩於岸上收受設施。
4. 使用之工作船壓艙水設置壓艙水處理設備，妥善處理後排放。
5. 若船隻有意外事件致污染海域或有污染之虞時，將採取措施以防止、排除或減輕污染，例如設置攔油索縮小污染範圍，以及油設備收集海上浮油，並即通知當地航政主管機關、港口管理機關及地方主管機關。
6. 選用狀況良好之施工機具及船隻，作好定期、不定期保養維護工作，並留存保養記錄，以減少排放廢氣之污染物濃度。
7. 嚴格要求承攬商施工機具及船隻採用符合管制標準之油品。
8. 依「海洋污染防治法」相關規定，設置防止污染設備，並不得污染海洋；如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，並即通知當地航政主管機關、港口管理機關及地方主管機關。
9. 如發生意外事故，將依「重大海洋油污染緊急應變計畫」及「水污染事件緊急應變聯防體系作業要點」通報相關主管機關(航管局、彰化縣政府、彰化縣環保局)，並且配合應變措施作業提供相關圖資及派遣熟悉發生污染設施之相關人員協助處理。

### 七、廢棄物

施工期間所產生之相關廢棄物，將依照「廢棄物清理法」相關規定，由船舶運回陸域進行妥善處理。

### 八、文化資產

將依文化資產保存法第 33 條、57 條、77 條、88 條、水下文化資產保存法第 13 條相關辦法辦理。發現疑似水下文化資產時，應即停止該影響疑似水下文化資產之活動，維持現場完整性，並立即通報主管機關處理。但為避免緊急危難或重大公共利益之必要，得不停止該活動，並應於發現後立即通報主管機關處理。

## 8.1.2.2 陸上環境

### 一、空氣品質

- (一) 未來施工期間依據環保署 106.6.9 發布之「空氣品質嚴重惡化緊急防制辦法」之惡化警告，並依地方主管機關正式發布空氣品質惡化警告時，據以執行空污防制措施，於三級嚴重惡化警告發布後，加強工區灑水；於二級嚴重惡化警告發布後，則立即要求施工單位停止作業，以避免本計畫施工加重附近環境品質惡化影響。
- (二) 施工期間使用符合最新一期車輛排放標準的施工車輛。
- (三) 陸域開挖機具(挖土機)比照柴油車三期以上排放標準，或加裝濾煙器，落實定期保養，可提升排放 PM<sub>2.5</sub> 的改善率。
- (四) 施工車輛使用硫含量為 10ppm 以下之柴油(含生質柴油)。
- (五) 施工期間將遵照環保署發布「營建工程空氣污染防制設施管理辦法」據以執行粉塵逸散之空氣污染防制作業。
- (六) 施工期間將清掃各施工路段前後共計 100 公尺之道路(下雨天除外)，以減輕施工及運輸車輛之車行揚塵。
- (七) 以防塵布或其他不透氣覆蓋物之車輛運送土方，載運物品材料之車輛必須予以覆蓋。
- (八) 契約中明文規定施工及運輸車輛引擎應使用汽柴油符合車用汽柴油成分管制標準，以維護附近空氣品質。
- (九) 選用狀況良好之施工機具及運輸車輛，作好定期、不定期保養維護工作，並留存保養記錄，以減少排放廢氣之污染物濃度。
- (十) 陸域之輸配電工程各施工場所應加以適度灑水，並清除堆積塵土，以減少揚塵。陸域自設降壓站土建施工階段裸露地表部分應於乾燥天候適度灑水，並針對工區周圍道路進行維護及清掃之工作，藉以抑制揚塵。
- (十一) 運輸車行路線避免穿越人口稠密區域，如無法避免，則加強行駛規範之訂定及執行，於穿越人口稠密地區時，降低車速以避免掀揚塵土。
- (十二) 車輛進出工地必須予以清洗再駛出工地。
- (十三) 應要求施工廠商使用符合排放標準之車輛，以降低環境衝擊。
- (十四) 依據營建工程空氣污染防制設施管理辦法第 5 條規定，於營建工程

進行期間，設置工地標示牌，載明營建工程空氣污染防制費徵收管制編號、工地負責人姓名、電話及當地環保機關公害檢舉電話號碼。

## 二、地面水水質

- (一) 陸上降壓站基礎施工所產生之廢水將設置臨時沉澱及沉砂設備回收污水，或符合營建放流水標準後放流，實際尺寸及位置將依據現場實際之需求來進行設置。
- (二) 施工材料定點儲存並加覆蓋，機械維修區加蓋隔離，以減少與雨水接觸的機會，避免地表逕流污染。
- (三) 施工人員生活廢水採取租用流動廁所或設置套裝式處理設備方式處理，定期委託合格代清除處理業處理。
- (四) 施工前檢具「逕流廢水污染削減計畫」經主管機關審查通過後始得動工。

## 三、噪音與振動

施工階段之主要噪音源來自施工機械噪音及運輸工具所產生之噪音，故將在施工合約中嚴格要求施工單位做好管理措施，其項目至少包括下列數項：

- (一) 本計畫施工期間將確實遵守營建工程噪音管制標準。
- (二) 妥善規劃陸域施工時間，以避免夜間或清晨施工作業產生高噪音，並加強施工管理，並減少對環境之衝擊。
- (三) 於工程發包時需將噪音管制標準納入施工規範內，並於施工時期勤於保養維護。
- (四) 施工階段施工機具使用時，依監測計畫於工程周界量測營建工程噪音，並責成工程承商定期檢查及保養施工機具消音設備。
- (五) 陸纜輸電線管排開挖時，從挖土機載土石至卡車時，將使卡車停放位置靠近挖土機，以避免高噪音之挖土機來回移動，增加不必要的噪音。
- (六) 施工車輛定期保養、潤滑及正確操作，減低車速以降低音量。
- (七) 陸域工區施工機具將採用低噪音施工機具，經常維修以維持良好使用狀態與正常操作。

## 四、交通運輸

- (一) 妥善安排各項施工車輛運輸時間，將避開尖峰時段，避免干擾工區附近之交通狀況。
- (二) 加強施工期間交通維持計畫之宣導。
- (三) 協調當地交通及道路主管機關設置交通號誌、標誌、標線，或進行號

誌時制調整，並加強交通疏導與違規取締。

- (四) 於工區前設置適當標誌，預警車道縮減、禁止變換車道或減速。
- (五) 於重要路口及民眾出入頻繁路段，設置明顯之交通號誌、警示及安全標誌等，並派專人負責交通指揮及疏導，保持交通動線流暢。

## 五、廢棄物

- (一) 本計畫剩餘的土石方將依照彰濱工業區相關規定處理，以不外運為原則。
- (二) 土方挖填及工程廢料運送過程中將避免超載並加以遮蓋，以免影響沿途環境。
- (三) 施工人員產生之廢棄物將於工區收集並予以分類，以利資源回收。
- (四) 工業區內廢棄物轉運站係屬彰化縣線西鄉公所與伸港鄉公所轄下，僅作為執行機關基於環境衛生需要執行清除一般廢棄物臨時轉運之用，施工或營運期間相關工程車輛或施工人員自用車輛，切勿靠近或臨停於線工北四路及線工路轉角處影響彰化縣線西鄉公所清潔隊收運，並且禁止將施工人員產生之一般廢棄物或營建廢棄物棄置於該轉運站內或轉運站周邊，並於委託契約訂定罰則，據以嚴格控管所屬承包商及工作人員。

## 六、植物生態

- (一) 連接站施工前要事先規劃使用面積範圍，避免進行全面性植被移除工程，且針對部分木本植物和草生地環境進行保留以提供生物棲息環境。
- (二) 規劃連接站之陸上施工機具作業區範圍避免工程影響到範圍外的植物生態。
- (三) 施工期間將加強空氣污染之防治工作，隨時加強裸土灑水以防止塵土飄散，對儲料、堆土區、砂石車將加以覆蓋，減少揚塵對植物生長影響。
- (四) 施工期間將定時針對施工道路旁植被進行灑水工作，以降低沙塵飛揚並遮蔽植株。
- (五) 連接站及自設降壓站等工程將以圍籬區隔，減少施工產生的煙塵與污染。
- (六) 施工車輛進出工區出入口將增設洗車設施，沖洗車輛車輪與底盤。

## 七、動物生態

- (一) 施工期間將加強施工器具管理並採用低噪音器具，避免因施工噪音增加該區之干擾。

- (二) 將責成承攬商加強施工人員的教育，禁止施工人員捕捉、騷擾或虐待野生動物。
- (三) 施工過程中將採用漸進施工方式，以降低對於當地野生動物所帶來的衝擊，並提供足夠的時間與空間供棲息於該區的生物進行遷移。

#### 八、文化資產

- (一) 施工期間將依文化資產保存法第 33 條、57 條、77 條、88 條等相關規定辦理，營建工程或其他開發行為進行中，發見具古蹟、歷史建築、紀念建築及聚落建築群價值之建造物時，應即停止工程或開發行為之進行，並報主管機關處理。發見疑似考古遺址時，應即停止工程或開發行為之進行，並通知所在地直轄市、縣（市）主管機關。發見具古物價值者，應即停止工程或開發行為之進行，並報所在地直轄市、縣（市）主管機關依第六十七條審查程序辦理。發見具自然地景、自然紀念物價值者，應即停止工程或開發行為之進行，並報主管機關處理。
- (二) 本計畫於降壓站及纜線施工開挖期間，委請合格考古人員進行每日施工監看。

#### 九、景觀美質

施工機具與材料以及廢棄材料的臨時堆置必須考量施工期間整體景觀，配合施工放置整齊。

#### 十、遊憩

- (一) 重機設備進出工地，避開遊憩活動尖峰期或假日，非不得已執行施工交通管制時，事先規劃引導標示替代道路。
- (二) 施工場所與交通幹道出入口，增設臨時轉彎迴車空間及指示牌號誌，每逢遊憩活動產生之交通尖峰時刻，由施工單位派員協助疏導交通車流。
- (三) 影響道路之路面將注意揚塵予以灑水，降低對鄰近遊憩據點品質的影響，減輕過往遊客的不愉快體驗。
- (四) 鄰近主要遊憩動線道路或其他道路之路面，若因施工車輛與機具搬運所造成之毀損，將隨時補強修復，以免影響遊客自用車輛或遊覽車之行駛。



## 8.1.3 營運期間

### 8.1.3.1 海上環境

#### 一、漁業資源

- (一) 離岸風機本身的結構物及基座表面會有附著生物生長，可提供食物、棲息、庇護、孵育及路標的功能，使原本沙泥軟底質的棲地改變為岩礁硬底質之棲地，物種數可能增加。結構物提供庇護功能及定向功能，可提高魚類的存活率。
- (二) 離岸風場多少會發揮「海洋保護區」的效果，使魚類可以有一個可以棲息及繁衍的場所或庇護所，提高存活率及成長率，當魚源多時會有溢出效應(spillover) 而補充到附近的漁場，供漁民永續利用。
- (三) 營運後前二年將選擇與施工前調查同一風機位置，每季執行 1 次水下攝影以觀測風機底部魚類活動情形。

#### 二、鳥類生態

##### (一) 降低風機撞擊效應

依歐洲經驗，風機上若設置太多警示燈光有吸引鳥類靠近之虞，風機架設完成後，將於風場最外圍之風力機組設置航空警示燈，實際設置數量需依屆時所規劃之風力機組配置而定。

警示燈光以符合民航局「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」設置，並取得民航局同意函，燈具選擇可切換紅白光且閃爍頻率為 20~40fpm 的 LED 燈，以減少吸引鳥類靠近的可能性。

依據民航局頒布之『航空障礙物標誌與障礙燈設置標準』第十七條規定，風力發電機支撐結構物應使用 A 型中亮度障礙燈，其設置應符合水平方向設置間距應不超過九百公尺且位於最角落或最外圍之發電機支撐結構物應予設置，故未來本計畫將於風場最外圍之風力機組設置航空警示燈，設置數量需依屆時所規劃之風力機組配置而定。

##### (二) 觀測風場中鳥類活動

1. 將擇一海上變電站，設計適當空間做為研調平台，開放給相關單位，方便日後各項研調計畫或監測作業使用，例如架設雷達、紅外線攝影機等進行鳥類觀測調查或海上鯨豚調查研究。此項作為確實可方便相關單位進行研究調查工作，對於臺灣海域生態或海上鳥類生態環境的了解確有幫助性，可視為本計畫之環境友善作為，也可提升臺灣海域

或海上鳥類生態環境了解。

2. 本計畫將於風場適當地點安裝至少 1 個高效能雷達，並將回傳資料處理。監測資料會公開於本開發單位網站。
3. 風場將擇三處適當位置設置高效能錄影機，記錄風場內鳥類的活動。
4. 海龍案(本案)、大彰化案及海鼎案將聯合設置鳥類監測系統，將於每個風場中設置一處監測系統，包含熱影像、音波麥克風及高效能雷達等儀器或屆時更高效能監視系統，以觀測鳥類活動情形。三開發集團亦將共享監測結果，以分析不同方向之鳥類活動情形，初步規劃可能設置位置示意圖詳圖 8.1.3.1-1，實際設置位置將依據風場設置的順序以及風機配置選擇適切位置。
5. 若風場位於主要的鳥類遷徙路徑，則於取得電業執照之次年度執行一次鳥類繫放衛星定位追蹤作業或雷達調查分析。之後每 5 年進行一次相同作業。

### 三、鯨豚

- (一) 將擇一海上變電站，設計適當空間做為研調平台，開放給相關單位，方便日後各項研調計畫或監測作業使用，例如架設雷達、紅外線攝影機等進行鳥類監視或海上鯨豚之調查研究。
- (二) 營運階段鯨豚生態調查頻率採每年 20 趟次(非僅限於 4-9 月執行，調整前應依法申請變更)。

### 四、船隻碰撞風險減輕對策

本計畫擬定相關減輕對策以期使風險降低，將採取之方案如下說明：

- (一) 對於避免無動力漂流船隻之碰撞事故，營運管理單位將與海巡、港務及防災單位等建立相互快速通報機制，俾利在事故發生時，能夠及時通報，獲得充裕之應變與減災時間，減少碰撞事故的發生，並降低災害損失。
- (二) 對於避免動力航行之船隻碰撞方面，相關措施包括設置相關警示設施。由於風力發電廠維護船隻碰撞風險亦相當高，故亦將加強維護船隻之操船訓練，減少維修船隻泊靠之碰撞，或採用輕量化之補給與維修船舶。
- (三) 在減災方面，災害應變措施將達到即時通報、迅速防災、有效減災之目的。採用護舷材料，可減少碰撞能量以降低災害。
- (四) 離岸風力電廠設置時，將成立專責單位，負責施工、營運及維護等各階段之海上安全，並協同該區域之海巡、港務、漁業、防災及相關機構，研擬海上安全與災害應變措施。

## 五、廢棄物

- (一) 營運期間所產生之相關廢棄物，將依照「廢棄物清理法」相關規定，由船舶運回陸域進行妥善處理。

## 六、噪音振動

本計畫運轉期間確實遵守風力發電機組噪音管制標準。

### 8.1.3.2 陸上環境

#### 一、空氣品質

- (一) 鼓勵員工搭乘大眾運輸或汰換掉二行程機車，未來員工禁止騎乘二行程機車進入運維中心。
- (二) 運維中心名下擁有之公務車輛於營運年採購時優先購買使用市售已商業化電動車或油電混合車。並於運維中心停車場預留電動機、汽車充電座。

#### 二、景觀美質

本計畫風機離岸最近距離達 40 公里，已採「預防原則」消彌對沿岸居民及遊客視覺品質的影響。

#### 三、廢棄物

營運期間本計畫比照辦理企業團體認養海岸線清潔維護工作，並於風場營運前與彰化縣線西鄉公所確認實際認養方式及內容。

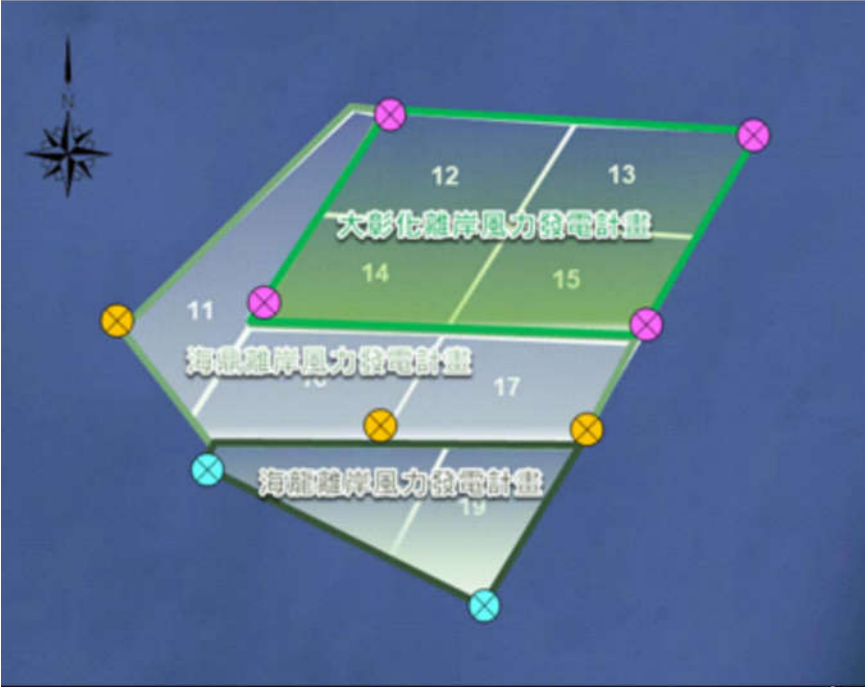


圖8.1.3.1-1 鄰近風場連續監視設備配置示意圖

## 8.2 環境管理計畫

為了落實環境影響評估工作，確保風力發電機組之施工與營運不致對環境造成不利影響，在施工及營運期間將確實執行下述各項環境管理計畫：

### 一、施工及營運期間環境影響減輕對策

針對造成環境影響之開發行為，本計畫業已依施工期間及營運期間開發行為對環境的影響程度、範圍及特性，研擬環境影響減低(或避免)對策。

本計畫將要求承包廠商進行自主管理，依據環境保護對策落實執行，本開發單位亦將針對承包廠商不定期查核，並對承包廠商明訂罰則，以確保本計畫確實依據環境影響說明書內容執行。

### 二、環境監測計畫

環境監測主要目的是針對場址周邊環境品質進行定期監測，來瞭解施工及營運期間是否對環境造成不利影響，以便及時採取適當措施，防止污染的發生，確實發揮環境影響評估的功能。本計畫已針對空氣、營建噪音、噪音振動、水下噪音、海域水質及生態（含鳥類生態、陸域生態、海域生態）等項目，擬定嚴密之環境監測計畫。

本計畫環境監測計畫物化環境各監測項目將委託合格之檢測機關來執行，其他各項生態、水下噪音等專業項目將委託生態顧問開發單位或專家學者進行調查。

### 三、施工及營運安全管理計畫

為防止災害的發生，安全管理計畫為一種因應各種突發事故之先期計畫，其目的在於使事故不致變成災害，使小災害不致變成大災害。離岸風場施工前將依據基地組裝條件、海上運輸條件及設備能力等，規劃合理之適宜工作方案。海上施工前，將對氣象及海況進行調查，即時掌握短期預報資料，選擇合適的運輸時間，規避大風大浪、暴雨情況下的運輸；船舶航行作業的氣象、海況控制條件，將根據船舶配置情況及性能、設備技術要求等綜合考慮後確定。施工安全管理計畫詳8.2.3節；營運安全管理計畫詳8.2.4節。

## 8.2.1 環境管理組織

### 一、施工階段環境管理

#### (一) 環保組織

本計畫工程施工所涉及之單位包括本計畫開發單位及工程承包

商，工地所有業務之進行需透過兩者間之協調運作，因此有關工地環境保護工作將由本計畫開發單位及承包商共同執行。

## (二) 管理要點

1. 審核承包商之施工計畫及環境管理計畫後，經核准方可動工。
2. 工區環境品質維護
  - (1) 空氣品質維護
  - (2) 噪音振動防治
  - (3) 工地放流水污染控制
3. 道路交通維持
4. 工地景觀維護
5. 睦鄰措施
6. 施工階段環境監測
7. 環境保護及管理成效評估
8. 突發事故及救災小組設立

## (三) 執行作業要點

1. 本計畫開發單位
  - (1) 表列環境影響說明書中之施工階段環境保護對策，定期就承包商之執行情形進行稽核，並做成記錄。
  - (2) 辦理施工中環境監測，彙整環境監測報告呈報環保署追蹤考核。
  - (3) 執行環境監測工作，依監測成果適時調整施工方式。
2. 承包商
  - (1) 執行工地環保措施，包括水污染防治、空氣污染防治、營建噪音管制、廢棄物處理、景觀維護等。
  - (2) 依開發單位之指示，機動調整作業方式並加強各項環保措施，俾能符合法規標準。
3. 管理制度
  - (1) 不定期由工區工作小組與承包商討論環保業務事宜。
  - (2) 不定期召開工地安全衛生環保檢討會。
  - (3) 不定期舉辦人員之安衛環保訓練。
  - (4) 派員參加各單位辦理之各項環保講習課程，以明瞭相關法令及措施。

## 二、營運階段環境管理

### (一) 環保組織

營運後環境管理工作將由本計畫開發單位負責執行各項環境保護事項，並於後續委託契約訂定罰則，據以嚴格控管所屬承包商及工作人員。

### (二) 管理要點

1. 辦理環境影響說明書承諾應辦環保事項
2. 處理民眾申訴案件及有關環保事項之民意溝通
3. 環保法規及技術資料蒐集及宣導
4. 工業衛生安全工作守則之編擬及執行
5. 防災及緊急應變措施之研擬與演練
6. 環保工作之執行

## 三、除役階段環境管理

### (一) 環保組織

本計畫除役所涉及之單位包括本計畫開發單位及工程承包商，工地所有業務之進行需透過兩者間之協調運作，因此有關除役環境保護工作將由本計畫開發單位及承包商共同執行。

### (二) 管理要點

1. 審核承包商之除役計畫及環境管理計畫後，經核准方可進行除役工作。
2. 民意溝通
3. 環境保護及管理成效評估
4. 突發事故及救災小組設立

## 四、監督委員會

本計畫於施工前成立環境保護監督小組，監督環境影響說明書及審查結論中有關生態保育及環境監測議題之執行情形，其成員總數將不少於 15 位，其中專家學者不少於 3 分之 1，民間團體、當地居民及漁民代表亦不少於 3 分之 1；且上述會議召開前 1 週，擇適當地點及網站，公布開會訊息，以利民眾申請列席旁聽或表示意見，相關調查及監督資料並將公布於開發單位網站上供大眾參閱，以達資訊公開。

## 8.2.2 環境監測計畫

本計畫之環境監測計畫係根據開發內容、環境現況、環境影響評估結果、環境影響減低對策及環境法規等方面予以研擬訂定。環境監測之目的為：

- 一、 追蹤本計畫工程施工及運轉對環境之實質影響。
- 二、 對各項污染防制措施及時進行必要之改善。
- 三、 掌握未預期之環境影響，迅速謀求因應對策。

由於本計畫執行在各階段期間對環境影響不盡相同，所採取減低對策亦不盡相同，因此監測計畫將分為施工前、施工階段及營運階段。監測調查方法主要係依據或參考環保署公告之動物、植物、海洋生態技術規範辦理。施工前監測項目為水下噪音；施工階段監測項目包括空氣品質、營建噪音、噪音振動、海域水質、陸域生態、鳥類生態、海域生態及水下噪音調查等；營運階段則包括鳥類生態、海域生態及水下噪音調查等環境項目，詳細監測計畫如表 8.2.2-1～表 8.2.2-3 所示。營運期間監測項目於停止執行前，將依環評法施行細則第 37 條規定申請變更。

本計畫相關監測資料依法均須定期呈報環保主管機關並受電業主管機關定期追蹤考核，未來僅會在開發單位網站上提供摘要性的資訊。



表 8.2.2-1 施工前環境監測計畫表

類別	監測項目	地點	頻率
海域水質	水溫、氫離子濃度、生化需氧量、鹽度、溶氧量、氨氮、營養鹽、懸浮固體物及葉綠素甲、大腸桿菌群	風場範圍和鄰近區域 5 站(含淺層及深層)	施工前執行一次
水下噪音 (含鯨豚聲學監測)	20 Hz~20kHz 之水下噪音，時頻譜及 1-Hz band、1/3 Octave band 分析	風場範圍 2 站	施工前一年將執行一年四季，每季 1 次且每季連續 14 天
海域生態	1.水下攝影	預計風機位置一處	施工前執行一次
	2.漁業資源調查	風場範圍漁業資源背景調查資料(含漁船數目、漁業活動形式、魚種、漁獲量等)	施工前執行一次
鳥類生態	1.海上和海岸鳥類船隻目視調查：種類、數量、棲身及活動情形、飛行路徑、季節性之族群變化等(含岸邊陸鳥及水鳥)	風場範圍和上岸點鄰近之海岸附近	施工前執行 1 年 其中春、夏、秋季每月 1 次，冬季每季 1 次，共進行 10 次調查
	2.鳥類雷達調查 (24HR/垂直及水平雷達)	風場範圍	施工前執行 2 年 每年進行 16 日次調查 其中春、夏、秋季每季 5 日次，冬季每季 1 日次
	3.鳥類繫放衛星定位追蹤	1.彰化海岸鳥類 2.澎湖鳳頭燕鷗	施工前執行一次
文化資產	陸域文化資產判釋	陸域自設降壓站位置鑽孔取樣	考古專業人員協助判釋 (施工前鑽孔取樣至少三處)
	水下文化資產判釋	每座風機位置鑽孔取樣	考古專業人員協助判釋

表 8.2.2-2 施工期間環境監測計畫表

類別	監測項目	地點	頻率
陸域施工	空氣品質 1.風向、風速 2.粒狀污染物(TSP、PM <sub>10</sub> 、PM <sub>2.5</sub> )	降壓站附近1站	每季1次,每次連續24小時監測
	噪音振動 環境噪音振動: 各時段(日間、晚間、夜間)均能音量及日夜振動位準 營建噪音: 1.低頻(20 Hz~200 Hz量測Leq) 2.一般頻率(20Hz~20kHz量測Leq及Lmax)	1.降壓站附近1站 2.陸纜沿線1站	每季1次,每次連續24小時監測
		降壓站工地外周界1公尺處1站	每月1次,每次量測連續2分鐘以上
	陸域生態 陸域動、植物生態(環保署動、植物技術規範執行)	陸域輸電系統(含降壓站、陸纜及其附近範圍)	每季1次
	文化資產 陸域施工考古監看	開挖範圍	考古專業人員每日監看
海域施工	海域水質 水溫、氫離子濃度、生化需氧量、鹽度、溶氧量、氨氮、營養鹽、懸浮固體物及葉綠素甲、大腸桿菌群	風場鄰近區域5站(含淺層及深層)	每季1次
	鳥類生態 海上和海岸鳥類船隻目視調查:種類、數量、棲身及活動情形、飛行路徑、季節性之族群變化等(含岸邊陸鳥及水鳥)	風場範圍和上岸點鄰近之海岸附近	每年進行10次調查 春、夏、秋季每月1次,冬季每季1次
	海域生態 1.潮間帶:底棲生物 2.亞潮帶:浮游生物、底棲生物、魚卵及仔稚魚 3.魚類 4.鯨豚生態調查(海上船隻目視調查;調查期間將全程錄影) 5.水下攝影	海纜上岸段潮間帶2站	每季1次
		風場及其周邊12站	
		調查3條測線	每季1次
		風場範圍	每年視覺監測20趟次(涵蓋春、夏、秋、冬4個季節)
	水下噪音 20 Hz~20kHz之水下噪音,時頻譜及1-Hz band、1/3 Octave band分析	與施工前調查同一風機位置	打樁完成後執行一次
距離風機打樁位置750公尺4處 風場範圍2站		每部風機打樁期間 每季1次且每季連續14天	

註1.營建噪音監測工作將分別於計畫降壓站工程及陸纜工程施工期間進行。

註2.陸域監測項目(空氣品質、噪音振動、陸域生態、文化資產)將於本計畫陸域工程施工期間進行。

註3.海域監測項目(海域水質、鳥類生態、海域生態、水下噪音)將於海域工程施工期間進行。

表 8.2.2-3 營運期間環境監測計畫表

類別	監測項目	地點	頻率
鳥類生態	海上和海岸鳥類船隻目視調查：種類、數量、棲身及活動情形、飛行路徑、季節性之族群變化等(含岸邊陸鳥及水鳥)	風場範圍和上岸點鄰近之海岸附近	每年進行 10 次調查 春、夏、秋季每月 1 次，冬季每季 1 次。 (海上鳥類冬季以船隻出海調查或輔助設備間接調查，例如錄影設備)
海域生態	1.亞潮帶：浮游生物、底棲生物、魚卵及仔稚魚	風場及其周邊 12 站	每季 1 次
	2.魚類(含風機位置附近之物種分布和豐度變化監測)	調查 3 條測線	每季 1 次
	3.鯨豚生態調查(調查期間將全程錄影)	風場範圍	每年視覺監測 20 趟次(涵蓋春、夏、秋、冬 4 個季節)
	4.水下攝影觀測風機底部聚魚效果	與施工前調查同一風機位置	營運後前二年每季 1 次
水下噪音	20 Hz~20kHz 之水下噪音，時頻譜及 1-Hz band、1/3 Octave band 分析	風場範圍 2 站	每季 1 次且每季連續 14 天
海域水質	水溫、氫離子濃度、生化需氧量、鹽度、溶氧量、氨氮、營養鹽、懸浮固體物及葉綠素甲、大腸桿菌群	風場鄰近區域 5 站(含淺層及深層)	營運期間第一年將執行一年四季，每季一次
漁業經濟	整理分析漁業署漁業年報中有關漁業經濟資料(如漁業環境、漁業設施、漁業產量、漁業人口等)	漁業署公告之漁業年報(彰化縣資料)	每年 1 次

註:於停止執行各監測項目前，將依環評法施行細則第 37 條規定申請停止營運階段之監測工作。

## 8.2.3 施工安全管理計畫

本計畫離岸風力機組設置屬於海域工程，與陸域施工之安全管理規劃機制有所不同，因此本計畫將針對海域工程性質、施工船舶機具、環境等因素及事先周詳規劃安全衛生組織、緊急救護、安全衛生訓練等業務，制定一般性及特殊性等檢查表格，且本計畫參與工程之員工與專業工程各分包商皆須依所定執行各項工程自動檢查並逐項記載，以確保施工安全，降低勞工災害及公害事故，確實達到工程零災害目標。有關工程安全管理規劃工作，將包括下列事項：

### 一、緊急應變組織

在危急的情況下(包括海上高空施作發生危害、颱風、地震及發生船舶碰撞)，現場應變指揮人員須依緊急應變計畫流程(圖 8.2.3-1) 來指導整個災變的執行。同時建立緊急應變組織，依任務分別處理各項工作，包括醫療組、消防組、工程組、警衛組、協調組等，並建立緊急應變處理架構圖及聯絡系統。

### 二、重點項目之安全作業檢驗程序及標準

#### (一) 定期檢查、重點檢查、作業檢查及現場巡視

本籌備處將於施工階段，依據現行法規擬定安全衛生自動檢查計畫，積極尋找不安全衛生狀態及行為，及時著手進行預防意外事故發生，確保工作人員安全，使工程順利進行。

#### (二) 個人防護具之管理

本籌備處將於施工階段，實施個人防護具之自動檢查。自動檢查表內檢包含查日期、檢查方法、檢查結果等，相關檢查紀錄依法令規定予以保存三年。

### 三、施工機具設備之安全規劃

依據行政院勞動部之職業災害彙整資料，近年來營造業重大災害類型，以墜落、崩塌倒塌、感電及車輛系營建機械為較高，依據職業安全衛生法第十六條之規定：「雇主對於經中央主管機關指定具有危險性之機械或設備，非經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。」進行檢查以確保勞工作業之安全，而危險性機械、設備之操作人員亦將由具主管機關指定訓練或經技能檢定合格人員充任。尤其本工程之吊裝作業佔工程施工作一大比例，故需對施工機具之安全管理特別注重，其積極有效作為說明如下：

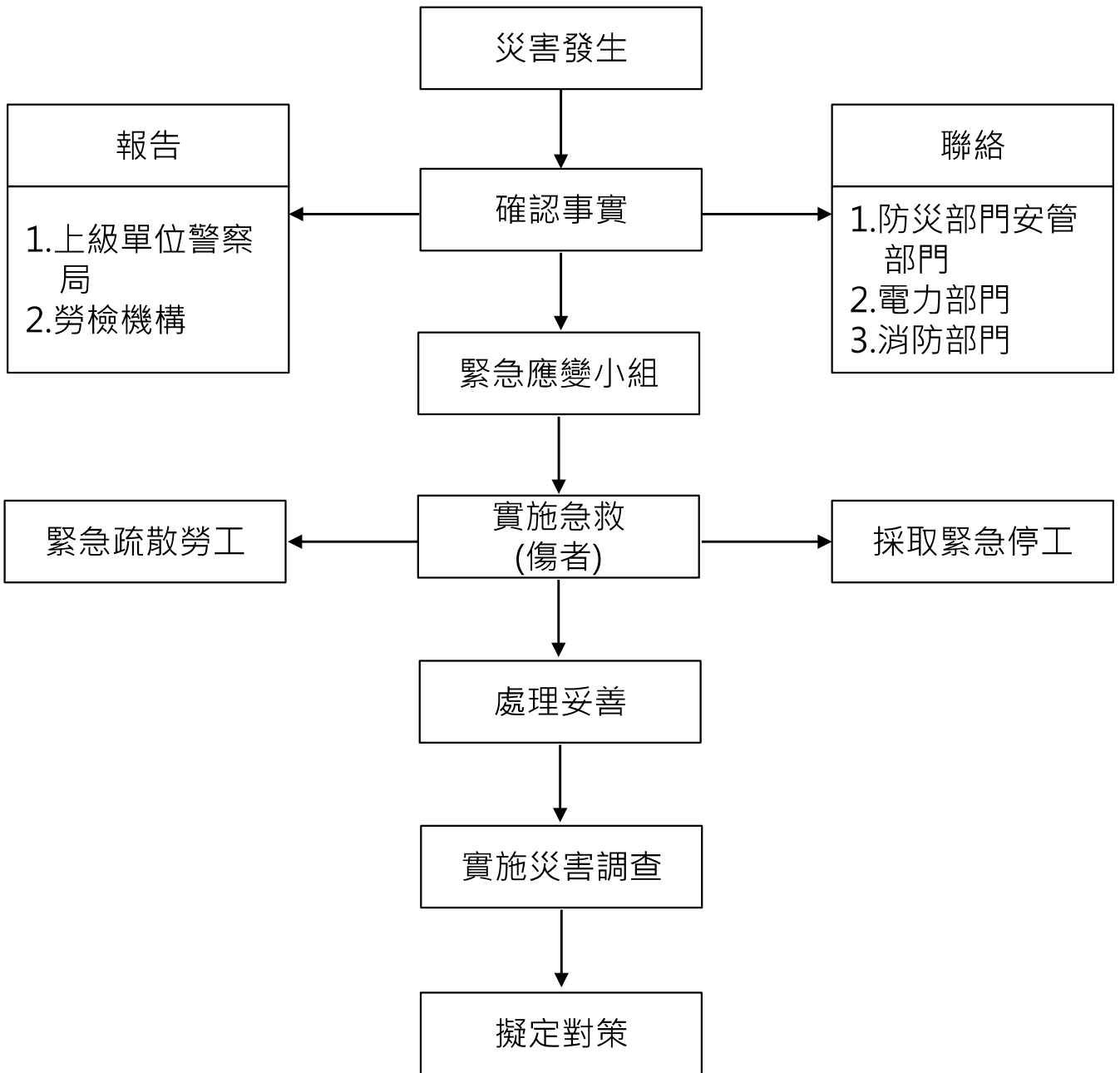


圖 8.2.3-1 緊急應變計畫流程圖

- (一) 要求工作人員先確知所吊載物件之重量未超過其所能承受負荷後，才可吊載操作運轉。
- (二) 要求工作人員不得擅自搭上負荷物體。
- (三) 不得在吊物下面行走。
- (四) 起重機各項操作均須信號手勢指揮，且只能由一人指揮。
- (五) 起重機或吊車，停用時切斷電氣開關，吊架放下至地面，不懸於空中。
- (六) 使用機具前詳細檢查。
- (七) 起重機或吊車遇檢修時，先拉開電氣開關並懸掛工作牌。
- (八) 檢修工作完畢後，確認沒人在起重機或軌道上，或工具材料都收拾妥當後才送電操作。
- (九) 吊起物品時將注意下列各點：
  - 1. 確認物品已提高至不會與其他物品機件相碰撞。
  - 2. 吊索由有經驗人員縛吊索不放置地上拖行。
  - 3. 如負荷物體甚易振動，另用麻繩拉索以便控制。
  - 4. 注意避免傷及他人及其他建築物或機件。
- (十) 起重工作，務求均勻，不過快及震動。
- (十一) 操作時，要求工作人員戴安全帽，以防螺絲門工具等小物品落下而受傷。
- (十二) 當吊物脫離地面時，先停止觀察，查視一切安全後，再繼續搬運。

#### 四、颱風及地震之應變措施

隨時注意是否有颱風形成及發佈海上颱風預報前 2 天做緊急撤離準備，發佈海上颱風預報後做緊急撤離。工作船隊按以下程序撤離：

- (一) 停止吊裝等施工有關作業。
- (二) 收回水下設備放置於甲板上。
- (三) 所有機具設備加以固定。
- (四) 錨船及拖船協同收回錨以及錨索。
- (五) 所有工作人員須上船以策安全。
- (六) 拖船小心將工作船拖入港，並在指定碼頭繫靠。

地震發生後密切注意海嘯警報之發佈，如工作船之波浪承受等級無法承受海嘯波之衝擊，將儘速就近運送船上人員至較大工作船或至已完成之風機塔架避難。

#### 五、 施工碼頭與陸上施作組裝場地面積、租用場地限制

本計畫工作陸上施作場地，考慮場址距工址的距離、後線場地面積、場址使用權取得難易度與建置離岸風力機專屬港埠及特許工業區之可能性等因素，初步規劃以台中港之碼頭作為本計畫泊靠港，並以興達港之碼頭作為備案。但建置離岸風力機組專屬港埠及特許工業區目前仍為各方產官學者討論階段，尚未定案，因此未來仍需配合相關政策進行調整。

對策：

碼頭使用權利可依經濟部能源局公告實施「離岸風力發電規劃場址申請作業要點」，與相關政府部會商討相關使用辦法，而未來改造碼頭與場址整理等相關工作，亦將建議政府相關轄屬單位進行分工討論。

#### 六、 海上施作工期限制

合適之海事工程施作期間，一般都安排在每年 3 月至 9 月風浪較小期間，但每年夏季 5 月至 8 月又屬颱風頻繁季節，故施工期間受颱風頻率與路徑影響頗深。

對策：

施工前將參考中央氣象局海氣象預報系統審慎評估海象資料，預估颱風間期與可施工時期之百分比，預先擬妥施工計畫與準備事宜，以確保施工的安全。

#### 七、 打樁船機與大型超高起重船機作業條件與使用限制

本工程下部結構基樁與套筒桁架組裝、打設，與上部結構支承塔架、風力機組葉片銲接組裝作業，皆屬海上大型荷重施工。

對策：

施工前對打樁船機與大型超高起重船機之作業能力與特性，將予以審慎評估，選擇能勝任各主要施作項目之船機組合，以確保施工的安全。

#### 八、 海上支承塔架、風力機組之運搬與架設作業

本工程上部結構的施作，屬專業高技術性工作且具高風險性。

對策：

施工前不僅要嚴選施作船機組合與研擬妥善施工計畫及施工船機之碰撞模擬，相關施作人員亦將要求選用已完成專業船機吊裝訓練之人員，以提高海上施作安全與工作效率，降低工安危害與成本損失風險。

#### 九、 漁民溝通

本工程施工地點由於涵蓋水域面積相當廣，施工期間海上工作船機數量、運搬航線、海上基樁打設與起重船機施作等所造成的影響，須事先與漁民溝通。

對策：

施工時將確實依照環境管理計畫辦理，並與當地漁民及漁會加強協調溝通，將施工內容、影響範圍與施工時程公告附近作業船隻，同時做好敦親

睦鄰工作；施工中，加強環境污染監督工作，維持並控制海域環境污染擴散，工作船隻進出海域作業，將遵循施工計畫，於劃定之施工區與航道內作業與航行，並隨時保持警戒，避免碰撞漁船或損害漁業設施。

#### 十、船舶碰撞風險對策

- (一)為考量大型船隻航運安全，故提供作業船隻2~3倍長度之空間為佳，目前常見大型起重機船長度約162公尺，故風機間距規劃至少324公尺以上，本計畫風機最小非平行盛行風向間距採755~820公尺，最小平行盛行風向間距採1,057~1,148公尺，在安全範圍內。
- (二)交通部航港局於102年5月29日召開「研商『離岸風力發電風場有關船舶航行安全審查表』」通過，離岸風力發電場址將依據IALA 0-139規範設立警示燈標。
- (三)將與海巡、港務及防災單位等建立相互快速通報機制，俾利在事故發生時，能夠及時通報，獲得充裕之應變與減災時間，減少碰撞事故的發生，並降低災害損失。
- (四)對於避免無動力漂流船隻之碰撞事故，營運管理單位將與海巡、港務及防災單位等建立相互快速通報機制，俾利在事故發生時，能夠及時通報，獲得充裕之應變與減災時間，減少碰撞事故的發生，並降低災害損失。
- (五)在減災方面，應有對應之災害應變措施，達到即時通報、迅速防災、有效減災之目的。採用護舷材料，可減少碰撞能量以降低災害。
- (六)離岸風力電廠設置時，將成立專責單位，負責施工、營運及維護等各階段之海上安全，並協同該區域之海巡、港務、漁業、防災及相關機構，研擬海上安全與災害應變措施。

#### 十一、緊急應變及防災計畫

在執行本計畫中，為確保工作安全，預防意外事故發生，及意外事故發生時能使工作人員有效的逃離和救援，以減少人員傷亡和財物損失，並在平常實施訓練，以增加處置技巧，依相關規定提報本籌備處之緊急事故及救援處置辦法，擬定本計畫施工期間防災之緊急應變措施說明如下。

##### (一) 颱風暴雨之防範措施

若風場海域發佈颱風或豪雨警報，風機設備將以海路運輸至台中港待命，帶風場海氣象條件符合安全作業規範時，作業船隻航行至安裝地點進行安裝。

本計畫區降雨量以6~9月較高，颱風侵台亦以7~9月居多，此期間常發生暴雨，因此於施工期間將隨時注意中央氣象局所發佈之預警，並提早採取相關因應措施，以確保施工安全及避免災害發生。



## (二) 防火滅火措施

施工中發生火災之原因主要為電線走火及機具故障、煙蒂或未清理易燃物所引起，防火措施如下：

1. 定期巡視檢查供電設施、進址魚工區及作業船隻上堆置易燃物。
2. 工區內及作業船隻依規定設置滅火器，滅火器將設置於明顯位置，並需設置夜間照明，並需定期檢查，確保堪用之程度。
3. 加強施工安全管理，定時清理工區環境，移除易燃之廢棄物，以降低發生火災之危險。

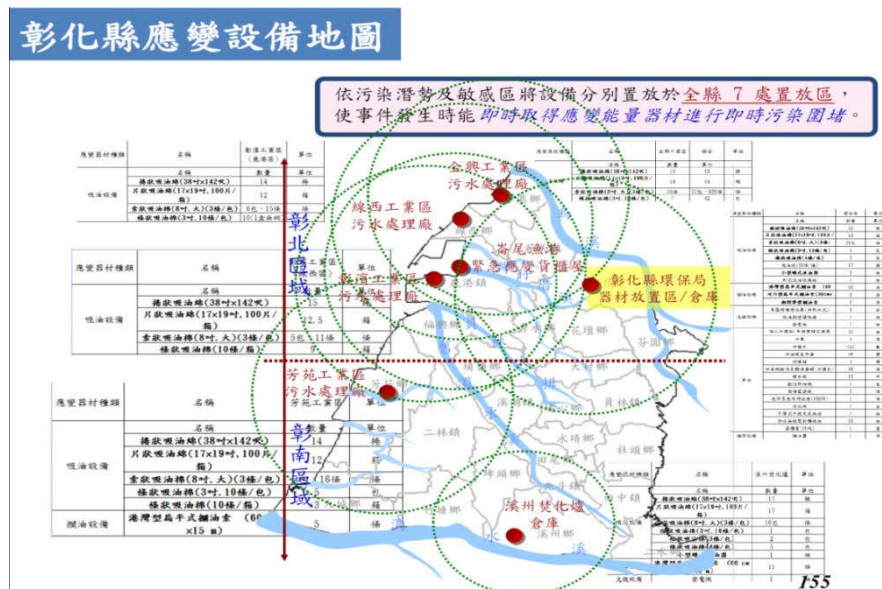
## (三) 緊急應變計畫

施工期間有突發事件發生，除將依預先規劃之逃生路線儘速疏散人員，亦需事先編制訓練，方可將災害迅速排除，搶救工作分為下列階段：

1. 救災準備：任務編組→器材購置→搶救訓練→工區檢修。
2. 搶救行動：搶救→搶修→災情調查→損失統計→環境清理與消毒。
3. 災後復建：災後搶修→災後復建。

## (四) 鄰近應變資材

彰化縣已依據海洋污染潛勢及敏感區位，將相關之應變資材及設備分別放置於7處，請詳圖 8.2.3-2。



資料來源:環保署水保處，103 年度海洋污染防治管理與緊急應變執行成效評估專案工作計畫。

圖 8.2.3-2 彰化縣應變設備地圖

## 8.2.4 營運安全管理計畫

風場營運皆有 SCADA 系統 24 小時監控風機運轉狀況，且風機內配置有自動監控系統，如有任何異常狀況將會立即停機，經查明原因後並排除狀況後才會再次運轉，葉片或大型零組件掉落之可能性極低，因其相關緊急應變計畫需視選定風機型式及風機製造商而定，本計畫將制定相關緊急應變計畫供營運人員依循。

離岸風力電廠的運維工作可分為兩個主要任務：1. 監視、控制和協調風力發電場營運；2. 維護，分為固定工作(預防)及不定期工作(檢視)，以維護風力機及電廠運作。

由於先進的控制和監測系統的發展，編制巡修組負責電廠安全監控，使營運商的可由陸上遠端位置監控離岸風力電廠狀況，可避免遭不法人士利用進行走私行為。而定期和不定期的維修工程，則需要運送技術人員至離岸風力電廠。

### 一、運轉管理

運轉管理由本計畫開發單位負責，包括工程安全與衛生、資產管理、採購、保險與會計財務等工作。

離岸風場之監測及營運控制需要岸上的設施來協助進行，其配置需視港口、維護船隻、風機數量等而定。需設置備品倉庫及修理工廠，以供風場元件替換之用。港口可提供暫時的儲存功能及支援船隻之卸載。

### 二、維護管理

離岸風場之維護可分為定期及不定期維護，茲分述如下：

#### (一) 定期維護

包含於設計階段的預先規劃，通常須暫時停止風力機運轉以進行風力機之維護。離岸風場在每年定期維護次數通常採每季一次或每年兩次。風力機製造商將根據合約規定提供定期維護任務的完整列表，這些任務可以由受訓後的技術人員配備基本工具和耗材，透過海上船隻或直升機運送至風力機進行維修。

定期維護工作通常係按季進行，且大部分工作會在風較小之時段進行，以考量最大之可到達性及最小之發電損失。

#### (二) 不定期維護

因系統或子系統故障而產生計畫外之維護活動即屬於不定期維護，且其對於風場之影響取決於故障的嚴重程度，大多數風力機系統內的故障只影響單個風機之輸出，而變電站內或電纜發生故障事件較少，但

對於風機之影響程度較大。

### (三) 維護及交通船隻

有關維護工作船隻可分為兩大類(如表 8.2.4-1 所示)

1. 日常維護所需之小型高速船，進行大多數的維護工作，因此國外大多向船開發單位租賃或由風機維護提供。目前亦有直昇機、海上旅館、自升式平台等維護設施(如圖 8.2.4-1 所示)。
2. 當有大型元件故障時則需要向海事工程廠商租賃大型吊船進行拆裝維護工程。而風機維護工程則可與風機開發單位或專業廠商簽訂維護合約；或由本開發單位自有運維團隊負責維護。

在船隻泊靠技術方面，基本的考量是附於基礎的鋼件結構或連接段上船隻碼頭之設計與配置。目前所有離岸風機基礎皆有至少一處泊靠位置(Boat landing)，一般泊靠位置要提供兩個垂直的管狀圓杆，使船隻護舷材可以在任何潮位狀況下靠岸，在管狀圓杆之間有爬梯，使維修人員可自船隻登上風機進行維護工作，如圖 8.2.4-2 所示。

營運階段將建立風力發電廠安全營運監控系統以利緊急應變，及完善的緊急應變措施(包含因應颱風、地震及往來船舶碰撞等狀況)與風力機運維人員之專業訓練。

### 三、風機安全監控系統(SCADA 系統)

本計畫離岸風場營運(operation)即利用透過遠端監控系統(SCADA)及風機監測系統(Turbine Condition Monitoring)來管理與監控風機的日常資訊。遠端監控系統(SCADA)提供發電量、風速、風向、功率曲線等即時資料，也可以根據資料庫數據執行故障處理做停機與重新開機等功能。風機監測系統(Turbine Condition Monitoring)則藉由監測針對零組件裝設之感測器的變化(如溫度、振動、漏油、磨損、機械件鬆動等)，研判某些零組件(如齒輪箱、轉子系統、偏航系統等)是否將可能發生故障，然後根據這些資料對風機進行維護(maintenance)。

工作團隊將與海巡署、救生艇和陸上的救難服務等緊急服務單位保持良好的聯絡，在風場發生緊急狀況時，可以即時有效的控制狀況並將人員安全撤離及適時停機。

### 四、風機傾斜之應變程序

隨時注意是否有颱風形成及發佈海上颱風預報前 2 天做緊急撤離準備，發佈海上颱風預報後做緊急撤離。工作船隊按以下程序撤離：

1. 停止吊裝等施工有關作業。
2. 收回水下設備放置於甲板上。

3. 所有機具設備加以固定。
4. 錨船及拖船協同收回錨以及錨索。
5. 所有工作人員須上船以策安全。
6. 拖船小心將工作船拖入港，並在指定碼頭繫靠。

地震發生後密切注意海嘯警報之發佈，如工作船之波浪承受等級無法承受海嘯波之衝擊，將儘速就近運送船上人員至較大工作船或至已完成之風機塔架避難。

表 8.2.4-1 離岸風場常見維護船隻一覽表

船舶	類型	優點	缺點	波高限制
快速反應船 (Quick Response Vessel)	硬式充氣艇 (RIB)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 能快速接近位址</li> <li>• 市場上廣泛使用</li> <li>• 較大部分工作船省燃料</li> <li>• 亦可作為子艇 (daughter craft)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 不適用於遠距輸送</li> <li>• 不適用於繁苛條件輸送</li> <li>• 不適合輸送 50 公斤 g 以上之零件與耗材</li> </ul>	~ < 1.0 m
工作船 (Workboat)	鋁合金或複合雙體船	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 操作經驗</li> <li>• 可長期租賃</li> <li>• 市場上廣泛使用</li> <li>• 大型工作船可容納起重設備</li> <li>• 能容納部分駁靠設施 (Access Systems)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 人員設施與舒適度使其不適用於 2 小時以上之輸送</li> </ul>	0.8 - 1.5 m
小水面雙體船 (SWATH Vessel)	小水面雙體船 (Small Water-plane Area Twin Hull Vessel)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 已用於商業與軍用途</li> <li>• 較穩體之船體可能有助於在較繁苛條件下之人員輸送</li> <li>• 相較於單體船與雙體船，工作人員在航行期間較為舒適</li> <li>• 可容納中等尺寸零組件</li> <li>• 能容納部分駁靠設施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 較昂貴</li> <li>• 吃水深大</li> <li>• 高燃料用量</li> </ul>	1.0 - 2.0 m
離岸支援船 (Offshore Support Vessel)	大型工作船	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 廣泛用於石油與天然氣業</li> <li>• 大型船體可能有助於在較繁苛條件下之人員輸送</li> <li>• 可長期離岸</li> <li>• 能容納大部分駁靠設施</li> <li>• 動態佈署</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 資本與航行費用高昂</li> <li>• 吃水深大</li> </ul>	1.0 - 1.5 m (具基本舷梯配置) 能藉先進舷梯方案改善
氣墊船 (Hovercraft)	氣墊船	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 可於局部與完全冰覆期間進場</li> <li>• 可進入潮間帶</li> <li>• 提供快速出海維修</li> <li>• 可在陸上存放維護</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 重度維護負擔</li> <li>• 受到風速與有義波高之限制較工作船更大</li> </ul>	~ < 1.0 m



直昇機



自升式平台



海上浮錨旅館

圖 8.2.4-1 離岸風場維護設施示意圖



圖 8.2.4-2 風機泊靠位置示意圖