

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |     |
|---------|--|-------|-----|
|         |  | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>面積的限制下，尚可達成政府契約容量，詳圖 2.2.2-2 所示。故本次變更將原非盛行風向之最小風機間距 755 公尺微調縮減為 666 公尺(約 3D);其風機間距縮減之差異值約 89 公尺，實質係挪移至航道退縮(約 3,000~3,500 公尺)、鳥類廊道(約 2,000 公尺)、邊界退縮(14MW 雙側約 2,664 公尺)，若以總體間距空間而言，實際風機留設間距、風場退縮空間均遠大於原規劃，詳圖 2.2.2-3 所示。</p> <p>本計畫彙整 2006 年至今國內外監測調查研究案例顯示，鳥類飛行方向與大範圍廊道空間顯著相關，大部分鳥類會主動迴避風場，約佔 97%，進入風場僅有 3%(Ib Krag Petersen et al,2006; K.L. Krijgsveld et al,2011)，進入風場後的鳥類絕大多數(99.4%)於風機間會自行迴避 (ORJIP Bird Collision Avoidance Study, Final Report, 2018)，迴避距離約 100~200 公尺(Larsen and Madsen,2000)，顯示鳥類比人類想像中更會迴避風機。此外，經鳥類撞擊評估結果顯示，變更後 11 MW 及 15 MW 風機配置造成的鳥類撞擊數量低於原環說(6~9.5MW)最大撞擊數量，大型化風機所需架設的風機支數較少，因此整體衝擊相對較小。</p> <p>另，本計畫蒐集國內外施工或營運中風場淨間距實例(表 2.2.2-1)，留設淨間距約為 301~429 公尺，本次變更新增 11MW~15MW 大型化風機方案，風機最小間距為 666 公尺，以最有可能採用之 14MW 風機估算最小淨間距為 444 公尺，不小於國內外風場淨間距實例，提供鳥類於風機間飛行迴避空間。</p> <p>本次變更充分考量鳥類飛行習性，風機間已留設不小於國內外風場淨間距，並透過留設一致性鳥類廊道，增加邊界退縮等，減少鳥類飛行偏轉次數，提升海龍風場周邊大尺度鳥類飛行空間，經評估後整體鳥類飛行空間</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>相較原規劃合理且友善，可降低鳥類飛行所面臨之實際風險。加上變更後風場開發規模相較原環說減少近半數的風機數量、水下基礎(含基樁)設置數量、基座面積及打樁作業時間等，可減少施工及營運期間對海域環境影響(詳圖 2.2.2-4)，經評估包括空氣品質(海域工程)、噪音振動(風機運轉噪音)、水下噪音等，評估結果與原環說相似，而在鳥類撞擊數量、打樁水下噪音影響時間及底棲生態影響面積等均有減輕對環境之影響(詳表 2.2.2-2)。</p> <p>綜合上述，本計畫環境影響評估結果顯示未有重大衝擊，但為了降低開發行為對於鳥類生態環境衝擊，已於原環評擬定鳥類環境保護對策。以下針對有關風機間距規劃調整、國內外監測調查研究案例、鳥類撞擊評估以及鳥類環境減輕對策等，詳細說明如下：</p> <p>(一) 風機間距規劃調整說明</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 原環說風機間距規劃為參考歐洲北海案例建議盛行風向大於7D、非盛行風向大於5D，並非考量鳥類飛行習性進行間距規劃。實務上風機間距之佈置原則，係由風機供應商根據個案風場之設置容量及面積、基地形狀、安全距離、其他相關限制等條件，依據所選用之不同單機容量，做出包含風機間距原則之最佳化配置建議，其中間距倍數僅作為輔助陳述風機間距距離之用，尚無法以個案風場之同等間距倍數，作為所有風場之規劃依據，實務上亦未有此國際準則。故本計畫係依據上述考量原則，由風機供應商訂定合理可行之間距條件。</li> <li>2. 本計畫海龍二號風場已配合公告直航航道退縮風場在先，退縮寬度達3,500公尺(面積約41km<sup>2</sup>)，另海龍三號風場已於風場內退縮留設2,000公尺寬之鳥類廊道(面積約12km<sup>2</sup>) (詳圖2.2.2-1)。而在兩風場之間，亦需考量於各場址</li> </ol> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>邊界向內退縮，以14MW估算，於風場內兩場址間共退縮2,664公尺(6D+6D)。整體留設風場退縮空間詳圖2.2.2-2所示。</p> <p>3. 本次變更新增11~15MW風機，因有留設銜接連續之鳥類廊道、直航航道及邊界退縮規定之限制，若採原環說6~9.5MW之間距條件佈置(盛行風向7D及非盛行風向5D)，且再於海三風場內留設鳥類廊道，風機排數將達5~7排之多，且無法達成政府契約容量；若採盛行風向6D及非盛行風向3D之間距條件佈置，並於海三風場內留設鳥類廊道，風機排數僅3~6排，相較排數更少，且在風場面積的限制下，尚可達成政府契約容量，詳圖2.2.2-2所示。</p> <p>4. 參考國內外施工或營運中風場淨間距實例(表2.2.2-1)，留設淨間距約為301~429公尺，本次變更新增11MW~15MW大型化風機方案，風機最小間距為666公尺，以最有可能採用之14MW風機估算最小淨間距為444公尺，不小於國內外風場淨間距實例，提供鳥類於風機間飛行迴避空間。</p> <p>5. 基此，本計畫係整體考量鳥類飛行環境、場址邊界緩衝、場址規劃條件等，而將原非盛行風向之最小風機間距755公尺微調縮減為666公尺(約3D)；其風機間距縮減之差異值約89公尺，實質係挪移至航道退縮(約3,000~3,500公尺)、鳥類廊道(約2,000公尺)、邊界退縮(14MW雙側約2,664公尺)，若以總體間距空間而言，實際風機留設間距、風場退縮空間均遠大於原規劃，詳圖2.2.2-3所示。</p> <p>(二) 國內外監測調查研究案例</p> <p>彙整2006年至今國內外監測調查研究案例顯示，針對鳥類飛行於風場外圍及邊界、進入風場後之特性，說明如下：</p> <p>1. 鳥類於遠處即會提前偏轉避開風場，僅少部分進入風場，仍會主動迴避風</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |     |
|---------|--|-------|-----|
|         |  | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>機</p> <p>(1) 相關研究顯示，大部分鳥類在5公里距離處會注意到風場，在3公里距離處會發生偏轉 (Ib Krag Petersen et al,2006)。</p> <p>超過 50%鳥類會在 1~2 公里的距離內避免穿越風場 (Ib Krag Petersen et al,2006)，約 17%會在風場邊緣飛行，僅約 3%會至風場內飛行 (K.L. Krijgsveld et al,2011)。</p> <p>(2) 依據丹麥Nysted、Horns Rev風場鳥類雷達調查情形 (Final results of bird studies at the offshore wind farms at Nysted and Horns Rev, Denmark, 2006)，鳥類於距離風場遠處開始改變飛行方向，顯示鳥類會提前改變飛行方向以避開風場。詳如圖2.2.2-5、圖2.2.2-6所示。</p> <p>其中丹麥 Nysted 風場之風機上攝影機經 2,400 小時運轉期間，未紀錄到鳥類碰撞情形，顯示少數鳥類飛行於風機周圍，仍會主動迴避。</p> <p>(3) 依據英格蘭Thanet風場鳥類雷達調查情形 (ORJIP Bird Collision Avoidance Study, Final Report, 2018)，絕大部分鳥類會在看見風機陣列後，即改變飛行路徑，顯示靠近風場的鳥類，仍會改變飛行方向以避開風場。詳如圖2.2.2-7所示。</p> <p>該調查亦顯示，少部分的鳥類若進入風場飛行，絕大多數鳥類(99.4%)會在風機之間即產生迴避，而不會在進入風機掃風範圍後才迴避。</p> <p>(4) 參考國外觀察鳥類迴避風機的行為研究顯示(圖2.2.2-8)，鳥類通過單一風機及風機陣列迴避距離為100公尺，通過風機群落迴避距離為200公尺，整體迴避距離約100~200公尺，顯示鳥類比人類想</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>像中更會迴避風機。(Effects of wind turbines and other physical elements on field utilization by pink-footed geese: A landscape perspective, Larsen and Madsen,2000)。</p> <p>2. 經國內外監測案例顯示，鳥類飛行方向與廊道空間顯著相關</p> <p>(1) 依據丹麥Tunø Knob風場鳥類目視調查情形(Effects of wind turbines on flight behaviour of wintering common eiders: implications for habitat use and collision risk, 2007)，鳥類於飛行走廊(距風機約200~600公尺處)出現的頻率高，顯示鳥類飛行方向與大範圍廊道空間顯著相關。詳如圖2.2.2-9所示。</p> <p>(2) 依據瑞典Yttre Stengrund風場(間距約400~500公尺)鳥類雷達與目視調查情形 (Influence of offshore windmills on migration birds-in southeast coast of Sweden, 2003)，由鳥類與最近風機距離(0~200公尺)的累積頻率分佈可知，無論日間或夜間，距離風機越近，鳥類飛行頻率越少，觀察後亦未有碰撞情形。詳如圖2.2.2-10所示。</p> <p>(3) 依據臺灣「王功風力發電計畫」鳥類雷達調查情形，鳥類飛行已避開風機所在路線。詳如圖2.2.2-11所示。</p> <p>經調查顯示，環評階段規劃預留之鳥類飛行廊道，營運後鳥類於飛行比例方面有增加趨勢。依據歷年監測結果，鳥類數量並未因風機運轉後有減少情形。</p> <p>(三) 鳥類撞擊評估</p> <p>海龍二號、三號風場變更後 11 MW 及 15 MW 風力發電機組配置造成的鳥類撞擊數量低於原環說最大撞擊數量(圖 2.2.2-12)。其中，15MW 配置所造成的鳥類撞</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>擊量又較 11MW 配置少。15MW 的風機，單支風機的旋轉半徑較大，葉片較寬，但其所需架設的風機支數較少，因此整體衝擊相對較小。</p> <p>1. 海龍二號</p> <p>海龍二號風場於 0.98 的迴避率下，整體全年的撞擊數量估值介於 91.3~110.1 隻。保育類最大撞擊數量估值說明如下：</p> <p>(1) 11MW 風機配置：0.98 的迴避率下，海龍二號風場保育類全年的撞擊數量估值分別約為玄燕鷗 11 隻、白眉燕鷗 40 隻和鳳頭燕鷗 1 隻。</p> <p>(2) 15MW 風機配置：0.98 的迴避率下，海龍二號風場保育類全年的撞擊量估值分別約為玄燕鷗 9 隻、白眉燕鷗 33 隻和鳳頭燕鷗 1 隻。</p> <p>2. 海龍三號</p> <p>海龍三號風場於 0.98 的迴避率下，整體全年的撞擊數量估值介於 104.6~123.6 隻。保育類最大撞擊數量估值說明如下：</p> <p>(1) 11MW 風機配置：0.98 的迴避率下，海龍三號風場保育類全年的撞擊數量估值分別約為魚鷹 2 隻、玄燕鷗 14 隻、白眉燕鷗 24 隻、小燕鷗 &lt;0.1 隻、鳳頭燕鷗 4 隻。</p> <p>(2) 15MW 風機配置：0.98 的迴避率下，海龍三號風場保育類全年的撞擊量估值分別約為魚鷹 2 隻、玄燕鷗 12 隻、白眉燕鷗 20 隻、小燕鷗 &lt;0.1 隻、鳳頭燕鷗 3 隻。</p> <p>(四) 環境減輕對策</p> <p>本計畫已擬定鳥類環境保護對策，以降低本計畫開發對於鳥類生態環境衝擊。詳細內容說明如下：</p> <p>1. 施工前</p> <p>(1) 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</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |     |
|---------|--|-------|-----|
|         |  | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>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。</p> <p>(2) 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。</p> <p>(3) 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。</p> <p>2. 施工期間</p> <p>(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。</p> <p>依民航局最新頒布之「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」設置航空警示燈，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。</p> <p>(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。</p> <p>(3) 將優先選用較大風機，以降低鳥類影響。</p> <p>A. 風機大型化規劃，單機裝置容量除原6~9.5MW，並新增11~15MW規劃。</p> <p>B. 6~9.5MW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</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |     |
|---------|--|-------|-----|
|         |  | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>風間距至少為葉片直徑5倍(755~820公尺)。新增之11~15MW風機間距將依風力機組型式及場址風況評估結果進行佈置，盛行風向間距至少6D (<math>\geq 1,158</math>公尺)，非盛行風向間距至少3D (<math>\geq 666</math>公尺)。</p> <p>C. 與相鄰風場間距至少為葉片直徑6倍(906~1,380公尺)。</p> <p>D. 風機葉片距離海面高度至少25米。</p> <p>3. 營運期間</p> <p>(1) 降低風機撞擊效應</p> <p>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。</p> <p>依民航局最新頒布之「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」設置航空警示燈，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。</p> <p>(2) 觀測風場中鳥類活動</p> <p>A. 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。</p> <p>B. 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</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |     |
|---------|--|-------|-----|
|         |  | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>資料處理。監測資料會公開於本開發單位網站。</p> <p>C. 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。</p> <p>D. 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1.1-13，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。</p> <p>E. 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。</p> |       |     |

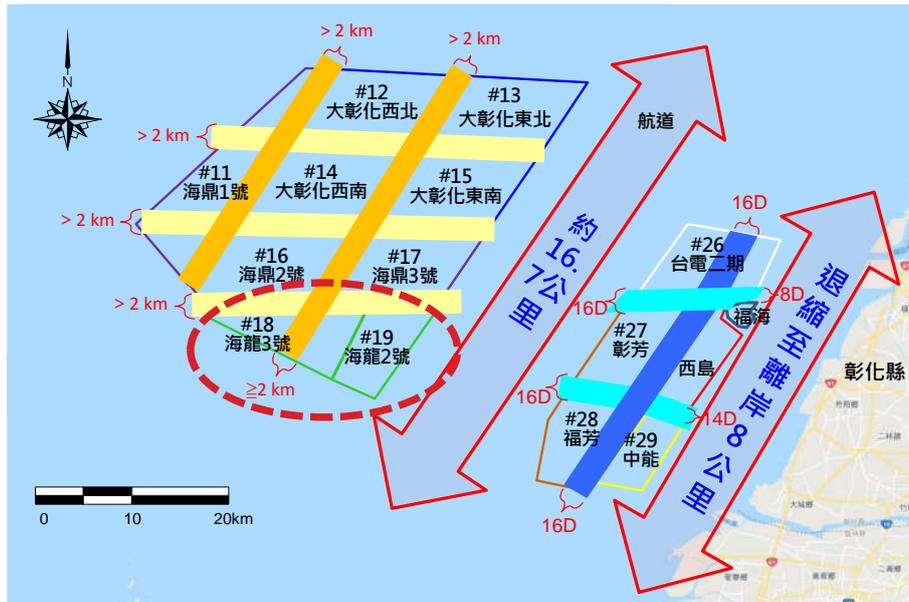


圖 2.2.2-1 海龍風場留設與鄰近風場連續之鳥類廊道

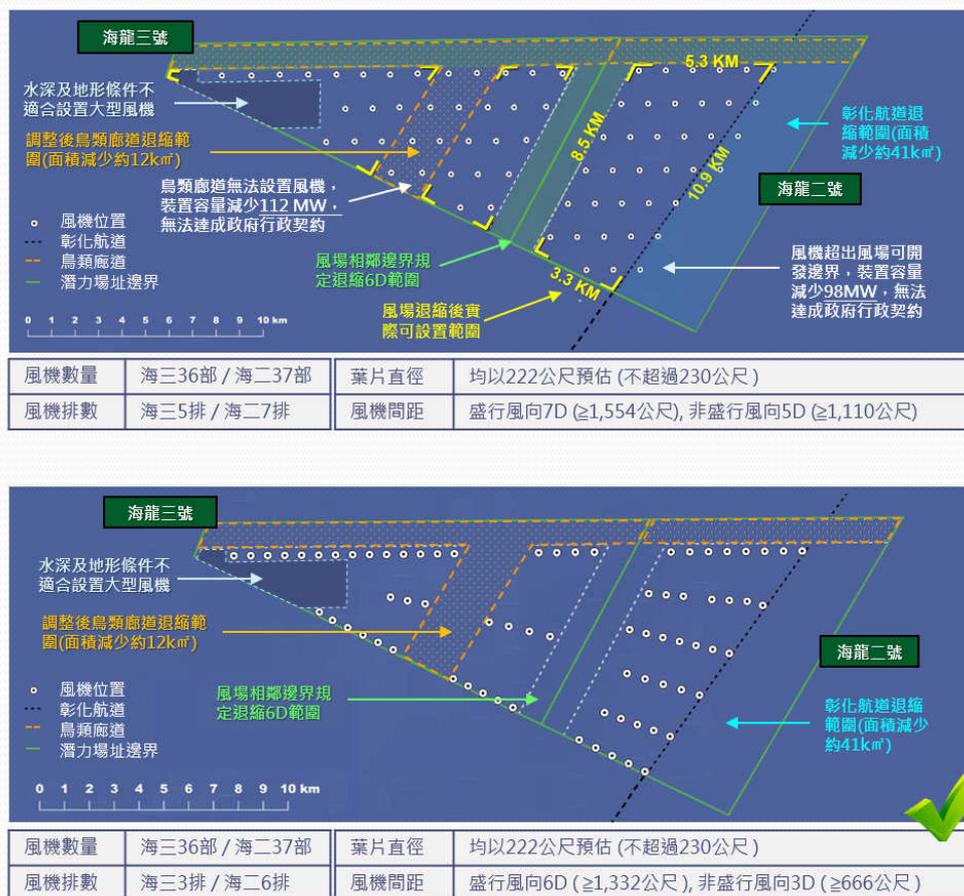


圖 2.2.2-2 新增 14MW 採 5D&7D 風機間距規劃及採 3D&6D 間距規劃比較

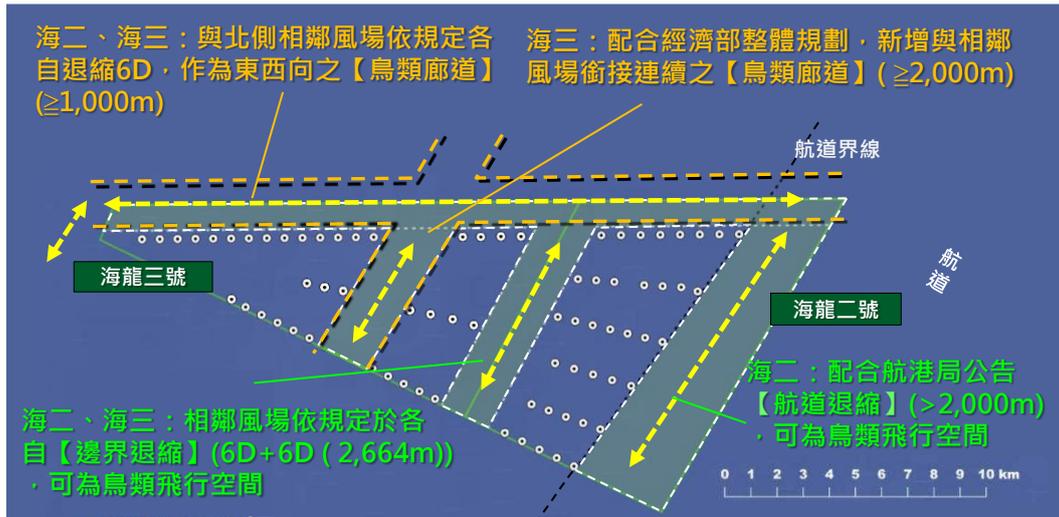


圖 2.2.2-3 海龍風場周邊鳥類飛行空間整體規劃

表 2.2.2-1 海龍風場與國內外施工或營運中風場之風機間淨間距值比較表

| 名稱                 | 本計畫風場      | 丹麥 Nysted 風場 | 英格蘭 Thanet 風場 | 德國 Nordsee 1 風場 | 台灣 海洋風場 (Formosa 1) | 台灣 大彰化 東南風場 | 台灣 中能風場    |
|--------------------|------------|--------------|---------------|-----------------|---------------------|-------------|------------|
| 單機裝置容量(MW)         | 14         | 2.3          | 3.0           | 6.0             | 6.0                 | 8.0         | 9.5        |
| (A) 風機最小間距(m)      | 666        | 480          | 500           | 500             | 455                 | 500         | 593        |
| (B) 風機葉片直徑(m)      | 222        | 82.4         | 90            | 126             | 154                 | 167         | 164        |
| 風機最小淨間距(m) (A)-(B) | <b>444</b> | <b>397.6</b> | <b>410</b>    | <b>374</b>      | <b>301</b>          | <b>333</b>  | <b>429</b> |

資料來源：本計畫整理。

|             |  |                          |
|-------------|--|--------------------------|
| <b>規模降低</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>風機：減少約72部</li> <li>水下基礎：減少約72座</li> <li>基樁：減少288支</li> <li>打樁作業時間：減少1,152時</li> <li>基座面積：減少26,025m<sup>2</sup></li> <li>風機陣列排數：減少約6排</li> </ul> | 提升鳥類飛行廊道                 |
|             |  | 減少打樁作業影響期間<br>減少海床懸浮固體擾動 |
|             |  | 減少底棲生態影響面積               |

| 海龍二號+海龍三號    |  |  |                          |
|--------------|--|--|--------------------------|
| 評估減輕項目       | 原環說風機方案<br>(6~9.5MW)                               | 本次變更大型化風機方案<br>(11~15MW)                           | 6MW與15MW<br>規劃差異分析       |
| 風機           | 109~141部   | 69~94部   | 最多減少72部                  |
| 水下基礎         | 109~141座   | 69~94座   | 最多減少72座                  |
| 基樁           | 436~564支   | 276~376支   | 最多減少288支                 |
| 打樁作業時間(4hrs) | 2,256hrs   | 1,104hrs   | 最多減少1,152小時              |
| 基座面積         | 88,125m <sup>2</sup><br>(每部基座25×25m <sup>2</sup> ) | 62,100m <sup>2</sup><br>(每部基座30×30m <sup>2</sup> ) | 最多減少26,025m <sup>2</sup> |
| 風機陣列排數       | 海二：9~10排<br>海三：7~8排                                | 海二：6~7排<br>海三：2~3排                                 | 最多減少6排                   |

圖 2.2.2-4 海龍二號及三號風場原環評及本次變更規劃差異分析

表 2.2.2-2 本次變更與原環說環境影響結果評估比較表

| 評估項目               | 原環說評估結果  | 本次變更評估結果和原環說比較  |
|--------------------|--|---|
| 空氣品質<br>(海域工程)     | <ul style="list-style-type: none"> <li>除 PM2.5 背景值已超過空氣品質標準，各項空氣污染物擴散至敏感受體濃度與背景濃度加成後均符合空氣品質標準</li> </ul>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>除 PM2.5 背景值已超過空氣品質標準，各項空氣污染物擴散至敏感受體濃度與背景濃度加成後均符合空氣品質標準</li> <li>與原環說評估相似，空氣污染物增量極為輕微</li> </ul>                    |
| 噪音振動<br>(風機同時運轉)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>全頻噪音：衰減至距離風機最近敏感受體噪音增量為 0.0dB(A)</li> <li>低頻噪音：衰減至距離風機最近敏感受體噪音增量為 0.0dB(A)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>與原環說評估結果相同</li> </ul>  |
| 水下噪音<br>(基礎打樁)     | <ul style="list-style-type: none"> <li>打樁點距離 750 公尺處之聲壓值 162~164dB，經減噪措施後為 152~154dB</li> </ul>                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>打樁點距離 750 公尺處之聲壓值 166~167dB，經減噪措施後為 156~157dB</li> <li>與原環說評估相同，均可符合聲壓值不超過 160dB</li> </ul>                        |
| 鳥類撞擊評估<br>(風機同時運轉) | <ul style="list-style-type: none"> <li>0.98 迴避率下，全年最大撞擊數量估值分別為 89 隻(海龍二號)及 136.8 隻(海龍三號)</li> </ul>                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>0.98 迴避率下，11MW 撞擊數量估值分別為 87.9 隻(海二)及 106.1 隻(海三)；15MW 撞擊數量估值為 73 隻(海二)及 90.1 隻(海三)</li> <li>低於原環說最大撞擊數量</li> </ul> |
| 打樁水下噪音<br>影響時間     | <ul style="list-style-type: none"> <li>每部風機打樁時間約 4hr，海龍二號、三號風場總打樁影響時間約 2,256 小時</li> </ul>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>海龍二號、三號風場總打樁影響時間為 1,104 小時</li> <li>較原環說規劃減少 1,152 小時</li> </ul>   |
| 底棲生態影響面積           | <ul style="list-style-type: none"> <li>6~9.5MW 風機水下基礎為 25x25m，海龍二號、三號風場總影響面積為 88,125m<sup>2</sup></li> </ul>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>11~15MW 風機水下基礎為 30x30m，海龍二號、三號風場總影響面積為 62,100m<sup>2</sup></li> <li>較原環說規劃減少 26,025m<sup>2</sup></li> </ul>        |

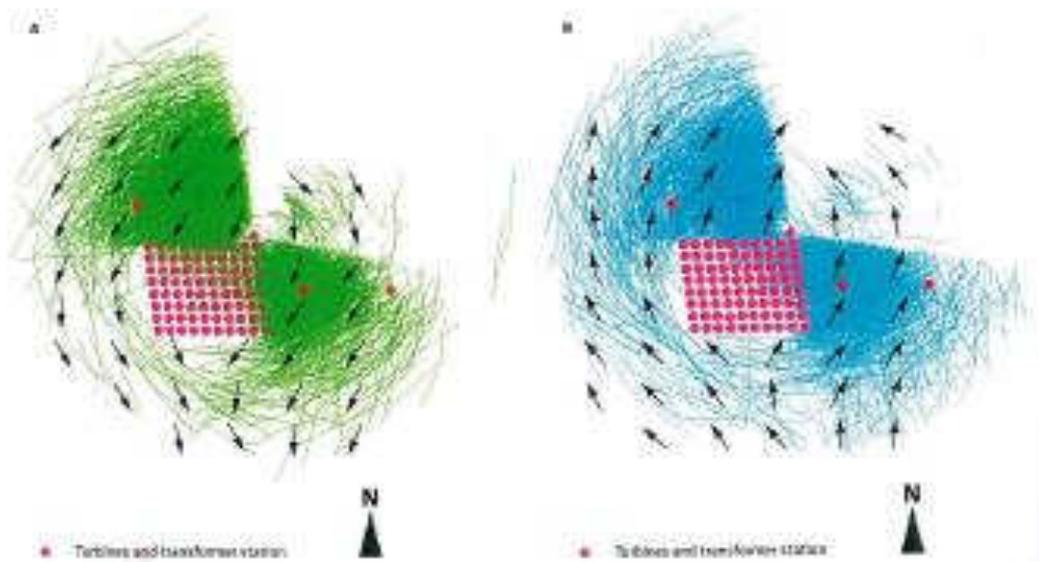


圖 2.2.2-5 丹麥 Horns Rev 風場(間距約 560 公尺)  
鳥類飛行路徑紀錄(營運期間)

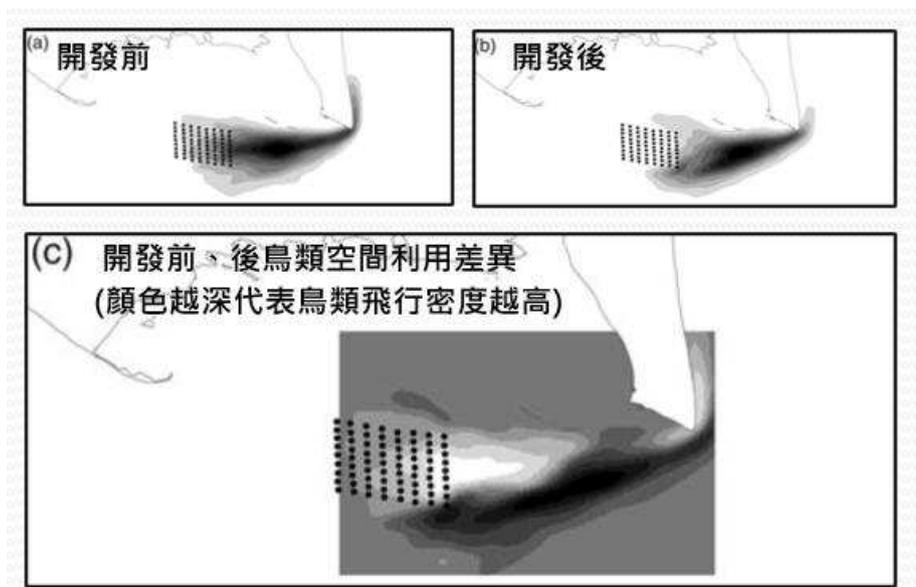


圖 2.2.2-6 丹麥 Nysted 風場(間距約 500 ~ 850 公尺)開發前後鳥類  
飛行密度紀錄(施工前、營運期間)

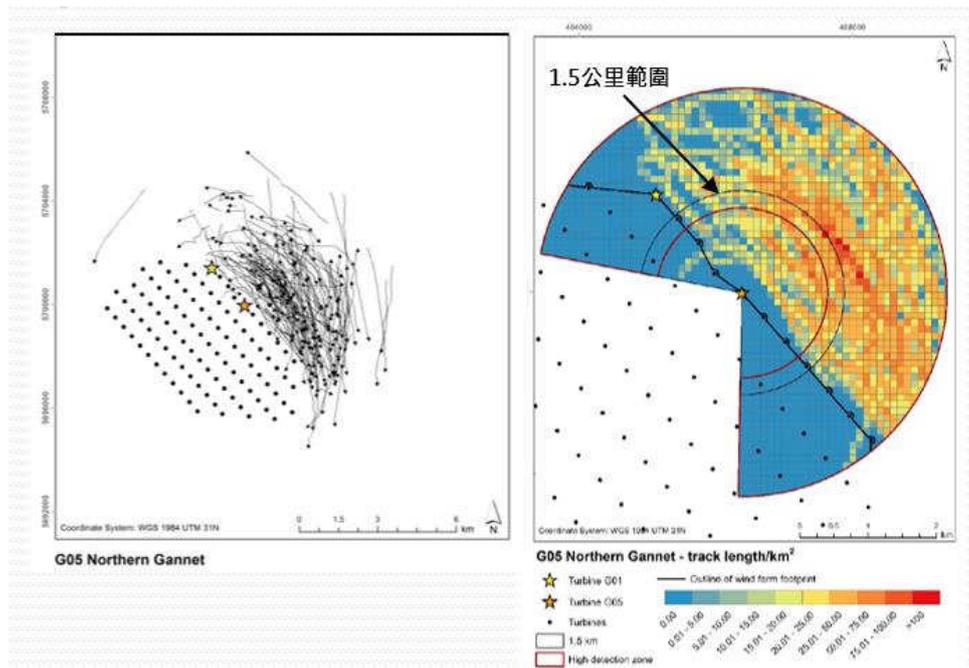
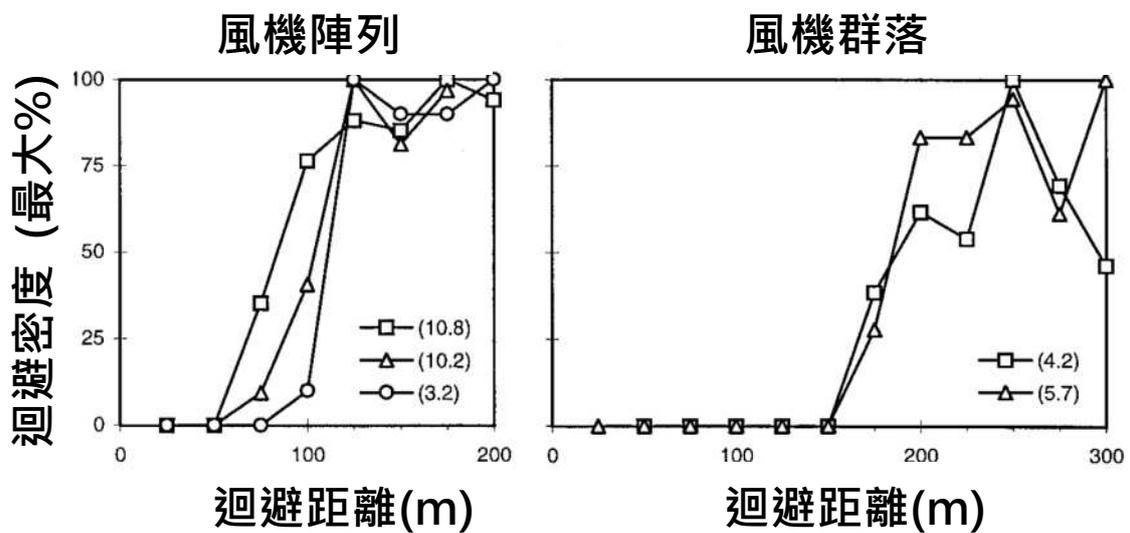


圖 2.2.2-7 英格蘭 Thanet 風場(間距約 500 ~ 800 公尺) 鳥類飛行路徑及飛行密度紀錄(營運期間)



資料來源：Effects of wind turbines and other physical elements on field utilization by pink-footed geese: A landscape perspective, Larsen and Madsen, 2000.

圖 2.2.2-8 風機陣列及風機群落的鳥類迴避距離

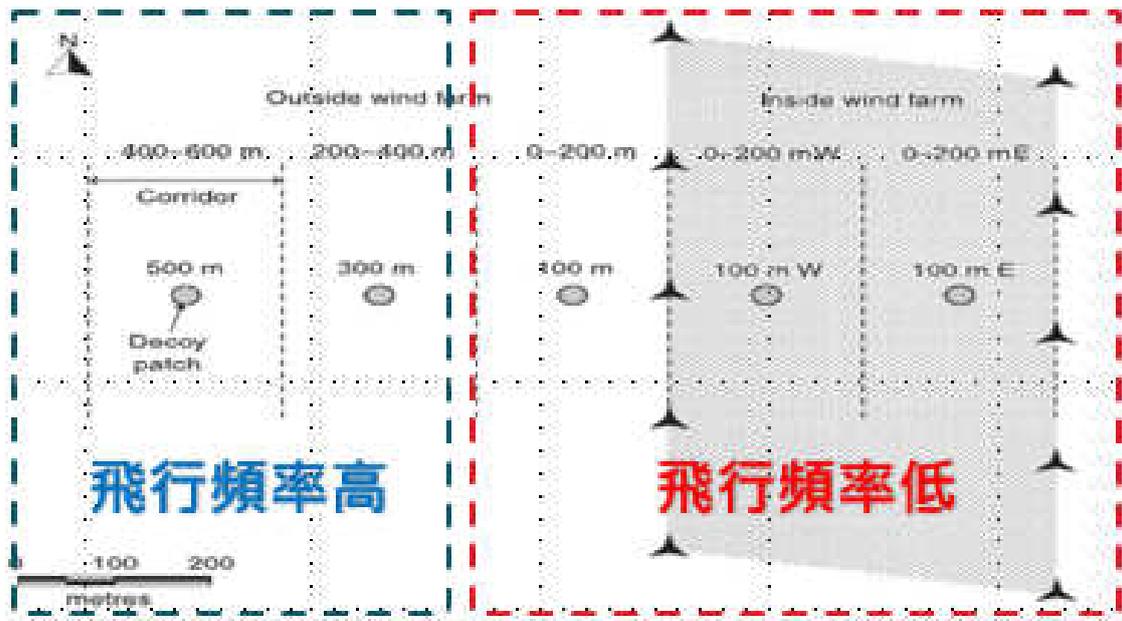


圖 2.2.2-9 丹麥 Tunø Knob 風場(間距約 200~400 公尺)鳥類與西側風機排觀測飛行頻率分布(營運期間)

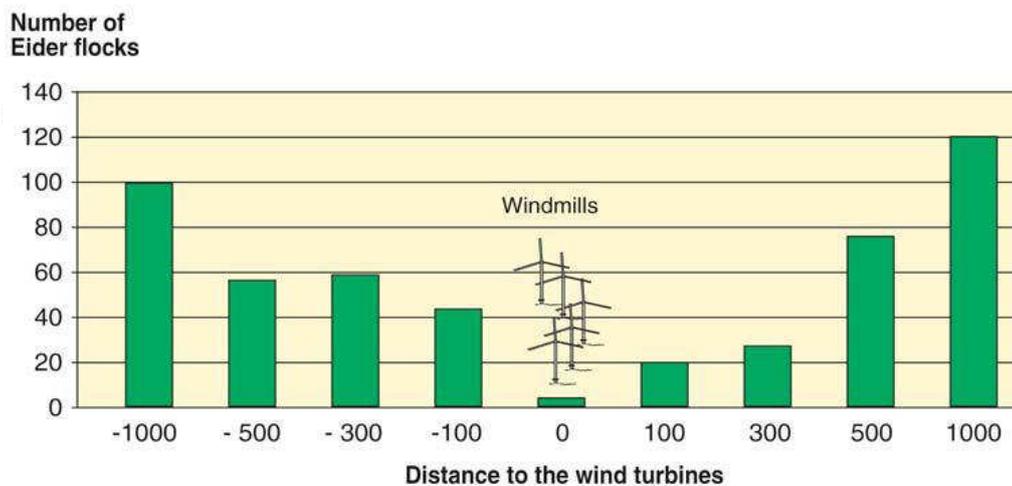


圖 2.2.2-10 瑞典 Yttre Stengrund 風場(間距約 400 ~ 500 公尺)鳥類與風機最近距離累積飛行頻率分布(營運期間)

環說階段規劃預留之鳥類飛行廊道，  
營運後鳥類飛行比例有增加趨勢

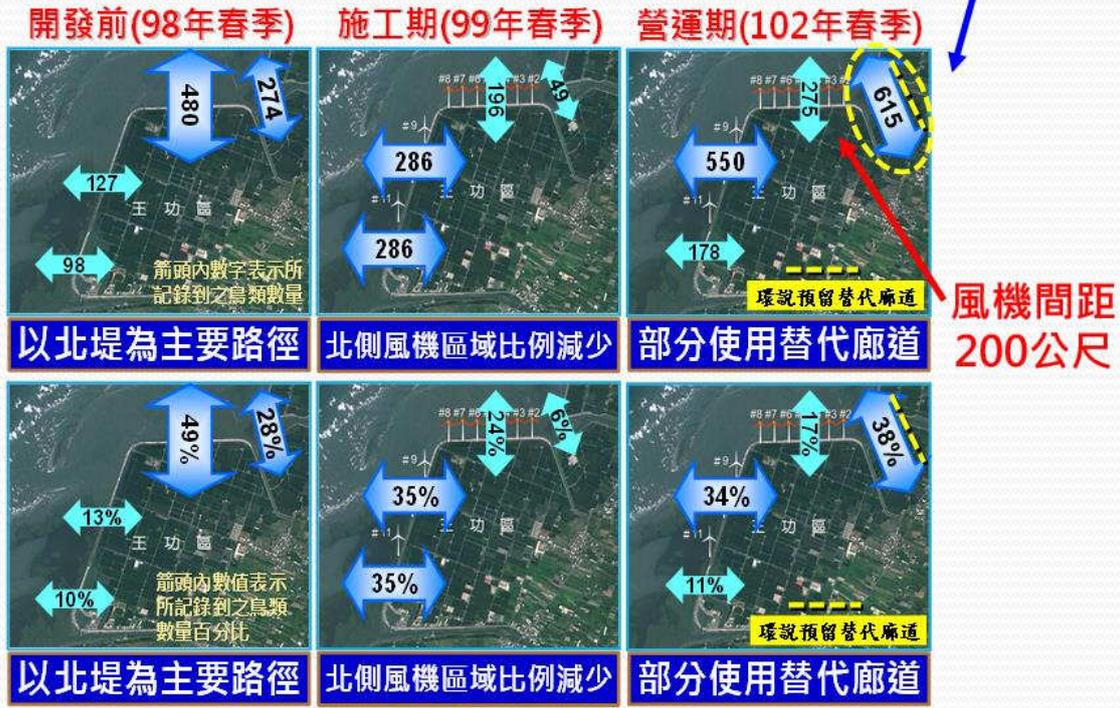


圖 2.2.2-11 王功風力發電站(北側間距約 200 公尺)開發前後鳥類飛行路徑(施工前、施工期間、營運期間)

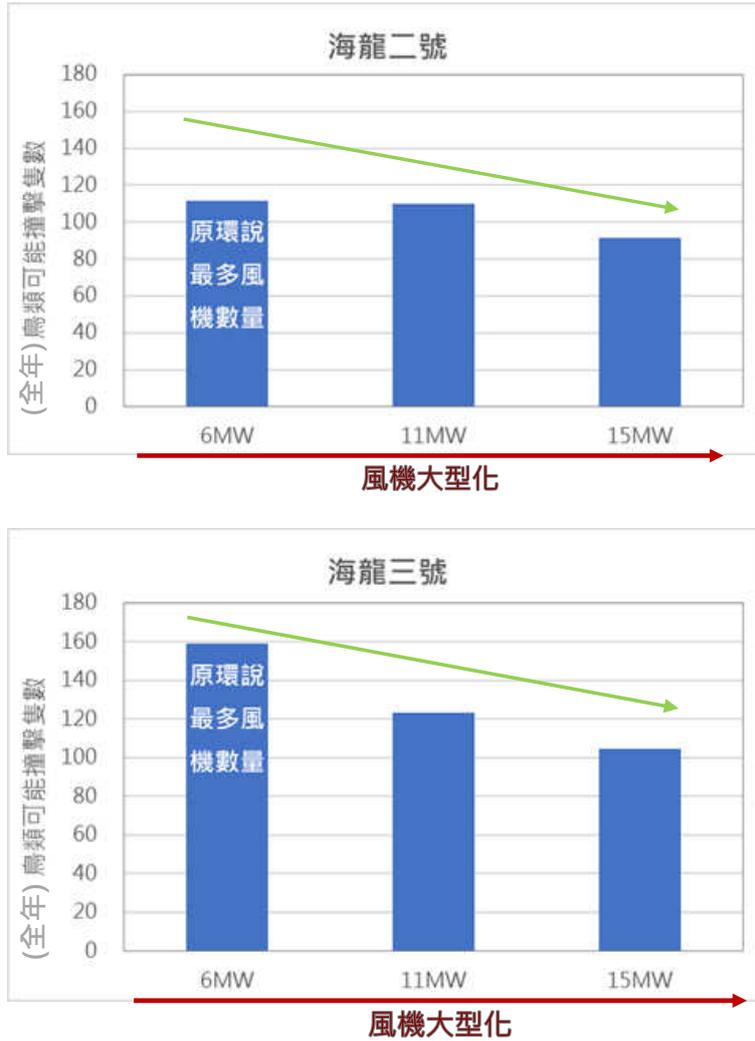


圖 2.2.2-12 海龍二號、三號不同風機配置下整體鳥類年撞擊隻次

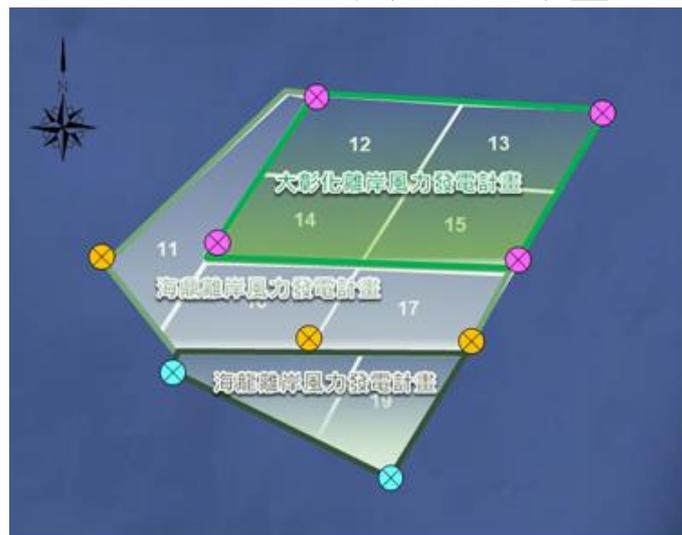


圖 2.2.2-13 海龍二號、海龍三號與相鄰風場聯合設置鳥類監測系統示意圖

| 審 查 意 見   | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---|---|-------|-----|
|   |   | 章 節   | 頁 次 |
| <p>(三)本人原第 6 點意見,若海龍二號與三號風場間鳥類廊道因移轉至新處,此與 2 風場東北方 6 風場之鳥類廊道連通,則為何尚未嘗試,即提出「於政府行政程序上確實不可行」之結論?建議開發單位勇於溝通,則海龍二號與三號風場間廣達 2,664 公尺之原鳥類廊道將可增設數座風機,以維持 7D 及 5D 的原規範原則。</p> | <p>敬謝委員指教。有關於海龍二號與三號間鳥類廊道規劃安排增設風機,經與經濟部能源局溝通後,補充說明如下:</p> <p>(一)依據「離岸風電規劃場址申請作業要點」規定,與相鄰潛力場址之邊界應留設 6 倍最大轉子直徑做為緩衝區。</p> <p>(二)海龍二號、海龍三號風場已依據「離岸風電規劃場址申請作業要點」規定完成規劃場址申請後,另依「離岸風力發電規劃場址容量分配作業要點」規定完成場址容量分配在案,故「海龍二號與三號間鳥類廊道規劃安排增設風機」於政府行政程序上,確屬不可行。綜合考量本案推動仍應符合前述已核准之許可文件及行政程序,建請委員諒察本案仍應於海龍二號、海龍三號風場間分別留設 6 倍最大轉子直徑做為緩衝區。</p> | —     | —   |

| 審 查 意 見  | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|--|---|-------|-----|
|  |   | 章 節   | 頁 次 |
| <b>三、簡委員連貴</b>   |   |       |     |
| (一)同意確認。   | 敬謝委員支持  | —     | —   |
| (二)本計畫將參考經濟部能源局基於電業管理及風機一致性，參考國際作法及可行技術研擬之商業可行降轉機制，據以規劃具體可行之風機降轉或停機初步規劃，納入環境影響調查報告書送審，請納入承諾事項辦理。 | 遵照辦理。海龍二號、海龍三號風場將依據經濟部能源局基於電業管理及風場一致性，參考國際作法及可行技術研擬之商業可行降轉機制，據以規劃具體可行之風機降轉或停機初步規劃，納入環境影響調查報告書送審 | —     | —   |
| <b>四、文化部文化資產局</b>  |   |       |     |
| (一)同意確認。   | 敬謝支持。   | —     | —   |
| (二)並請開發單位於後續施工時，請依文化資產保存法第 33、57、77 條及水下文化資產保存法第 13 條規定辦理。                                       | 遵照辦理。本計畫施工期間若有發現疑似考古遺址或古物，將依據文化資產保存法第33、57、77 條及水下文化資產保存法第13 條規定辦理                              | —     | —   |

附錄 5.9  
第四次專案小組書面意見  
回覆說明對照表

「海龍三號離岸風力發電計畫  
環境影響差異分析報告  
(第一次變更)」

專案小組初審會議  
第四次修訂本書面意見回覆說明

中華民國 110 年 2 月

# 主目錄

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 壹、環評委員意見.....        | 1   |
| 1.1、李委員俊福.....       | 1   |
| 1.2、袁委員菁.....        | 1   |
| 1.3、簡委員連貴.....       | 1   |
| 1.4、張委員學文.....       | 4   |
| 1.5、李委員培芬.....       | 5   |
| 1.6、朱委員信.....        | 19  |
| 1.7、江委員康鈺.....       | 37  |
| 1.9、游委員勝傑.....       | 45  |
| 1.10、白委員子易.....      | 46  |
| 貳、相關機關.....          | 73  |
| 2.1、彰化縣政府.....       | 73  |
| 2.2、行政院農業委員會漁業署..... | 100 |
| 2.3、文資局.....         | 100 |

# 次目錄

|  |    |
|--|----|
| 壹、環評委員意見.....  | 1  |
| 1.1、李委員俊福.....   | 1  |
| 一、補正回應情形已符規定或足供審查判斷所需資訊。.....  | 1  |
| 1.2、袁委員菁.....  | 1  |
| 一、補正回應情形已符規定或足供審查判斷所需資訊。.....  | 1  |
| 1.3、簡委員連貴.....   | 1  |
| 一、本計畫研擬相關鳥類環境保護對策，應確實執行推動，以降低本計畫開發對於鳥類生態環境衝擊。.....   | 1  |
| 1.4、張委員學文.....   | 4  |
| 一、圖 1.1-13 標明各風場聯合設置鳥類監視系統，海龍三號應為風場下方西側的藍色圓圈，但目前能源局競標或遴選後，海鼎風場計畫如果未取得許可，海龍三號東北、西北的監視系統是否就不會設置？若是則對秋冬南下的鳥類監測如何進行。.....  | 4  |
| 二、回覆意見有關水下噪音對於魚類的影響的環保對策一節，即“打樁時的水下噪音環保對策採漸進式打樁(緩啟動)...”等文字應列入本報告書本文，此段承諾不但對於類可能有效，也應對鯨豚有益。.....   | 5  |
| 1.5、李委員培芬.....   | 5  |
| 一、請參考本人在海龍二號案之意見，並作適當之回覆。.....   | 5  |
| (一)從整體風場的配置而言，海龍 2 號和 3 號風場的地理位置對途經本區域的北返候鳥可能潛在的影響，若北返的候鳥得以順利通過，可能也無法在後續的海鼎 2、3 號風場，或是大彰化風場中得到通行的機會。建議以現有的 2~5 月雷達觀測資料中釐清(1)是否有候鳥飛經本區位？(2)時間為何？(3)其飛行之路線是否採西南往東北方向移動？.....                     | 5  |
| (二)請補充說明是否可採行一些作法降低鳥類飛入本風場之可能性？國外是否有相關可參考之作法？.....   | 16 |
| 1.6、朱委員信.....  | 19 |
| 一、1、2 點意見同海龍 2 號計畫，除了總置容量有些不同。.....  | 19 |
| (一)請說明「達成政府契約容量」是原環說書中以 6.0 MW 機組配置的 468MW？還是以 8.0MW 機組配置的 512 MW？而所謂達成契約容量是指該容量以下？還是剛好要在該容量的準確數字？.....  | 19 |
| (二)若依原環說書中如採用 9.5 MW 機組，最小風機間距為 820m，並非回覆本人原第 2 點意見中的 755m。且由所附表 2.2.2-1 中所示之國外風場中最小風機間距由 4D 至 6D 左右，若開發單位因配合航港局公告航道退縮風場面積而感到環說書承諾之(7D、5D)間距難以達成，請至少以國外風場實例採盛行風向大於 6D，非盛行風向大於 4D 之風機間距配置。..... | 19 |
| 1.7、江委員康鈺.....   | 37 |
| 一、前次會議意見回覆說明，提及降轉機制之作業訂定；開發單位建議目的事主管機關，研擬商業可行之機制，供業者共同遵循，此似欠缺開發者自主管理，及善盡生態保護責任之回應，請開發單位妥適回應與說明為佳。.....   | 37 |

|  |    |
|--|----|
| 一、海龍 3 號(#18)與海龍 2 號(#19)間之退縮應改到延續#16 與#17，#14 與#15 及 #12 與#13 間之飛行廊道，以直線延續飛行廊道。 .....   | 44 |
| 1.9、游委員勝傑.....   | 45 |
| 一、鳥類撞擊評估是否有考量風扇邊緣之風場變化、鳥類體型、飛行速度之關連性。 .....  | 45 |
| 1.10、白委員子易.....  | 46 |
| 一、「鳥類撞擊評估」部分，由於 Band Model 需輸入之參數繁多(Band et al., 2007; Band, 2012)，請補充 .....   | 46 |
| (一)請製表逐項說明相關參數，並與「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」之內容互相查核是否有不一致之處。 .....  | 46 |
| (二)不同鳥種相對迴避率之設定，是否屬最劣情境？ .....   | 47 |
| 二、請補充說明變更後，「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」中「葉片間漩渦及末端氣流擾動影響及可利用空間檢核」，是否需重新評估。 .....  | 49 |
| 三、請補充說明變更後，相關的地質安全、結構安全，是否需重新評估。 .....   | 51 |
| 一、應請審慎考量原規劃盛行風 7D(風機葉片直徑)、非盛行風 5D 之原則 (國外亦有相關文獻探討風機間距與葉片尺寸之關聯)，若因風機容量增大(6.0-9.5MW 增至 11-15MW)，無法再採用 5D-7D 之原則，應有相關合理分析之佐證資料，以改變原環說書之規劃設計。而非目前回覆意見陳述因風場可利用面積改變、退縮等諸多原因，而無法達成原規劃之準則。 ..... | 54 |
| 貳、相關機關.....  | 73 |
| 2.1、彰化縣政府.....   | 73 |
| 一、開發單位承諾將規劃具體可行之風機降轉或停機初步規劃，並納入環調報告送審部分，請確實納入報告書環境保護對策本文，並補充環調報告送審時間。 .....  | 73 |
| 二、有關開發單位承諾於鳥類雷達調查搭配目視調查部分，請說明目視調查時間(每次幾小時)及是否包含日夜間，並建議於每次雷達調查時進行目視調查，以累積資料加速鳥類監測物種辨識技術，並建請於營運前提交環調報告送審，以釐清雷達資料和鳥種數量之關係，進而加強結合建立風機降轉機制。 .....   | 73 |
| 三、因澎湖地區之燕鷗及彰化地區之候鳥問題，環說書審查階段即以風機間距(平行盛行風 7D，非平行盛行風 5D)作為鳥類保護對策之環評承諾，爭取通過環評，並將風機間距納入環說書定稿本，本次變更大幅縮減風機間距，對鳥類生態造成之影響仍多以鳥類會主動迴避風場為由，爰仍請提出優於原環評承諾之鳥類保護對策，並建請環保署審慎審查，避免風機加大卻縮減風機間距之情形。 .....   | 75 |
| 四、能源局為降低離岸風場開發對環境生態之影響，將環評審查通過作為取得電業籌設許可之要件，惟本次變更開發單位之部分答覆內容卻以能源局籌設許可文件已核准作為理由，恐有不妥。 .....   | 94 |
| 五、目前二案之水下噪音模擬聲曝值皆為 157dB(減噪後)，惟打樁之水下噪音聲曝值受底質種類影響，且亦無細部海域底質實際鑽探資料，是否將影響水下噪音模擬結果，請再補充說明。 .....   | 94 |
| 六、因打樁位置距離 750 公尺處垂直水深之水下噪音聲曝值仍受水深影響，惟開發單位並未說明 750 公尺處垂直水深之水下噪音模擬情形，仍請開發單位說明，   |    |

|  |     |
|--|-----|
| 並建請以最大聲曝值之水深進行監測。 .....  | 94  |
| 七、二案減噪後於 750 公尺處之水下噪音聲曝值達 157dB，逼近環評承諾之 160dB，仍請具體補充水下噪音監控機制、應變機制啟動之水下噪音聲曝值(警戒值)、達警戒值之即時應變機制等相關細節，並確實納入報告書內文及保護對策。 .....           | 98  |
| 八、本次變更於環境檢測計畫新增水下噪音(含鯨豚聲學)儀器及數據回收遺失應變作法，惟資料遺失後，原每季連續監測 14 天，補做之調查似僅量測 24 小時即回收儀器，請再確認是否符合原監測計畫要求。 .....                            | 99  |
| 九、請將歷次審查會議紀錄及意見回覆表對照表納入報告書，相關答覆內容及承諾請確實納入報告書內文及保護對策(含環境監測計畫)。 .....  | 100 |
| 2.2、行政院農業委員會漁業署 .....  | 100 |
| 一、本署無意見。 .....   | 100 |
| 2.3、文資局 .....  | 100 |
| 一、請開發單位確實依文化部備查之水下文化資產調查報告書辦理，倘有備查書件變更，請依《水下文化資產保存法》等相關規定辦理，後續施工時，請依前所備查報告書允諾之安全警戒範圍，與疑似目標物保持安全距離，及遵循《水下文化資產保存法》第 9、13 條之規定。 ..... | 100 |

**「海龍二號離岸風力發電計畫環境影響差異分析報告  
(第一次變更)」專案小組初審會議第三次書面意見回覆說明對照表**

| 審查意見  | 答覆說明  | 修訂處                   |   |
|---|---|-----------------------|---|
|   |   | 章節                    | 頁次  |
| <b>壹、環評委員意見</b>                               |   |                       |   |
| <b>1.1、李委員俊福</b>                              |   |                       |   |
| 一、補正回應情形已符合規定或足供審查判斷所需資訊。                     | 敬謝委員支持。   | —                     | —   |
| <b>1.2、袁委員菁</b>                               |   |                       |   |
| 一、補正回應情形已符合規定或足供審查判斷所需資訊。                     | 敬謝委員支持。   | —                     | —   |
| <b>1.3、簡委員連貴</b>                              |   |                       |   |
| 一、本計畫研擬相關鳥類環境保護對策，應確實執行推動，以降低本計畫開發對於鳥類生態環境衝擊。 | <p>遵照辦理。本計畫將確實執行鳥類環境保護對策，各階段鳥類環境保護對策詳細內容說明如下：</p> <p>(一)施工前</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 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。</li> <li>2. 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。</li> <li>3. 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。</li> </ol> <p>(二)施工期間</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 降低風機撞擊效應               <ol style="list-style-type: none"> <li>(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。依民航局頒布之「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」設置最少之航空警示燈，並取得民航局同意函，燈具選擇可切</li> </ol> </li> </ol> | <p>4.4</p> <p>7.1</p> | <p>4-22~23</p> <p>4-28~29</p> <p>7-4~5</p> <p>7-11~12</p> |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>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。</p> <p>(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。</p> <p>(3) 將優先選用較大風機，以降低鳥類影響。</p> <p>(a) 風機大型化規劃，單機裝置容量除原6~9.5MW，並新增11~15MW規劃。</p> <p>(b) 6~9.5MW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)。新增之11~15MW風機間距將依風力機組型式及場址風況評估結果進行佈置，盛行風向間距至少1,158公尺，非盛行風向間距至少666公尺。</p> <p>(c) 與相鄰風場間距至少為葉片直徑6倍(依單機裝置容量不同約介於906~1,380公尺)。</p> <p>(d) 風機葉片距離海面高度至少25米。</p> <p>(三) 營運期間</p> <p>1. 降低風機撞擊效應</p> <p>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。</p> <p>依民航局最新頒布之「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」設置航空警示燈，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。</p> <p>2. 觀測風場中鳥類活動</p> <p>(1) 將擇一海上變電站，設計適當空間做為</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |     |
|---------|--|-------|-----|
|         |  | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>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。</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> |       |     |

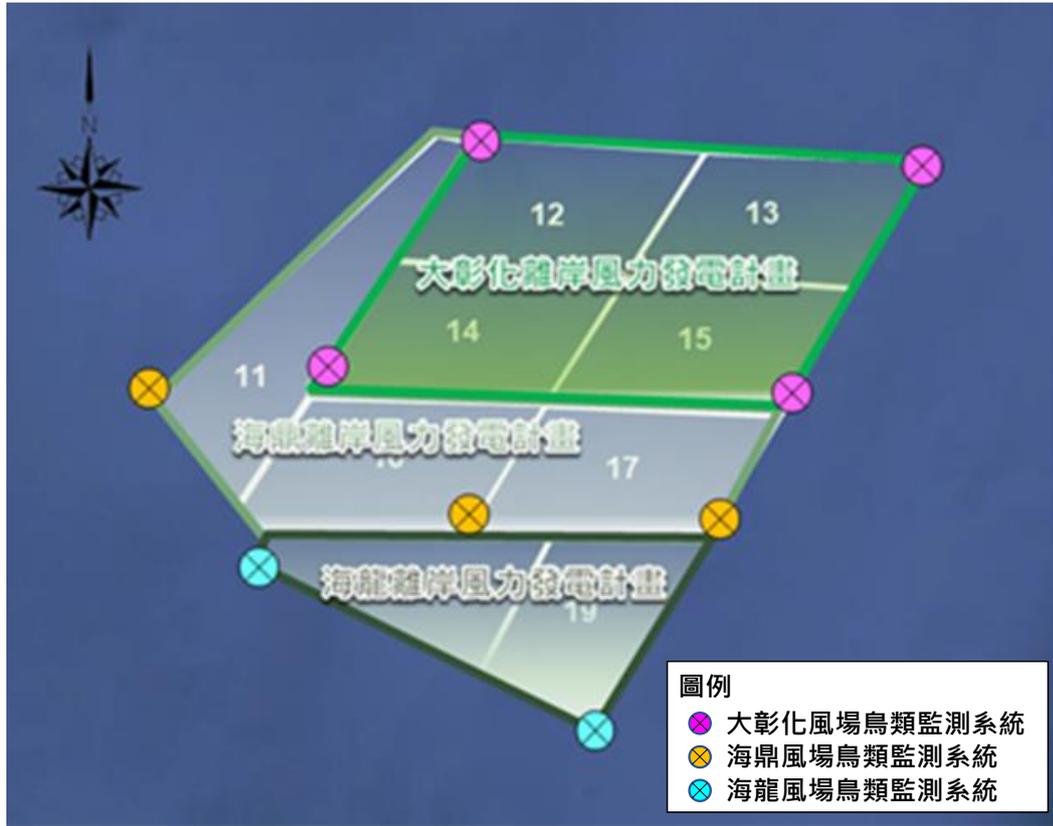


圖 1.3.1-1 海龍案(本案)、大彰化案及海鼎案聯合設置鳥類監測系統示意圖

| 審查意見   | 答覆說明   | 修訂處        |                    |
|--|--|------------|--------------------|
|  |  | 章節         | 頁次                 |
| <b>1.4、張委員學文</b>   |  |            |                    |
| 一、圖1.1-13標明各風場聯合設置鳥類監視系統，海龍三號應為風場下方西側的藍色圓圈，但目前能源局競標或遴選後，海鼎風場計畫如果未取得許可，海龍三號東北、西北的監視系統是否就不會設置？若是則對秋冬南下的鳥類監測如何進行。 | <p>敬謝委員指教。海鼎風場已通過環境影響評估審查，但未取得經濟部能源局2018年的離岸風電規劃場址遴選、競價分配容量，後續將參與經濟部能源局第3階段區塊競標作業，因此海鼎風場於營運前不會設置鳥類監測系統。</p> <p>營運階段將與海龍案(本案)、大彰化案聯合設置鳥類監測系統，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，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1.4.1-1，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。</p> | 4.4<br>7.1 | 4-28~29<br>7-11~12 |

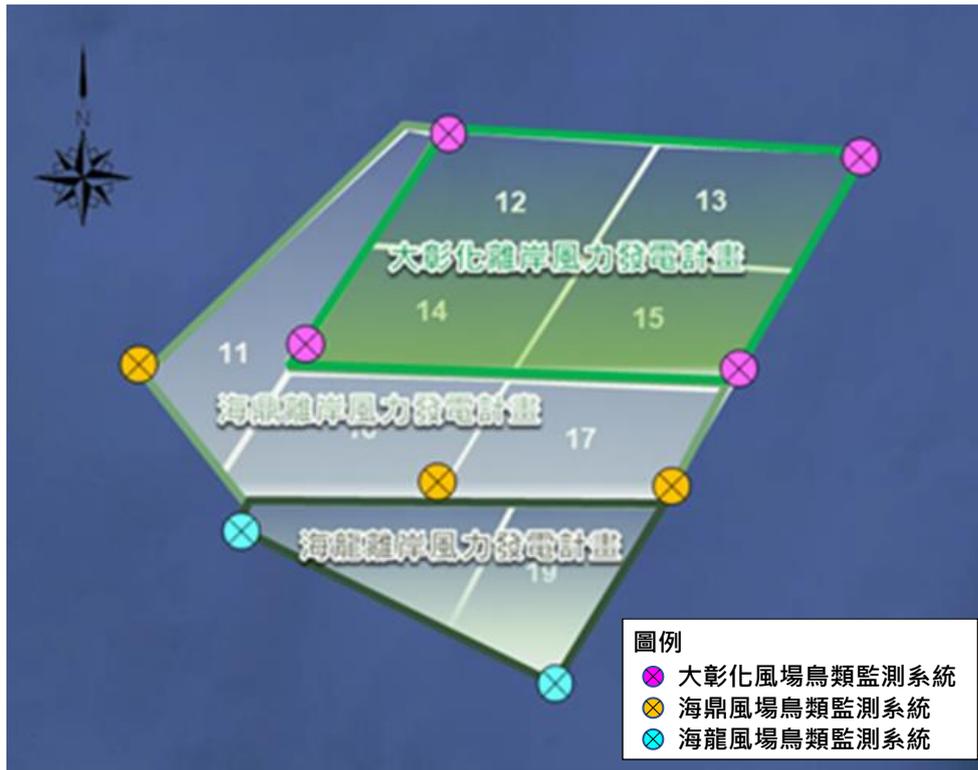


圖 1.4.1-1 海龍案(本案)、大彰化案及海鼎案聯合設置鳥類監測系統示意圖

| 審查意見  | 答覆說明  | 修訂處          |                  |
|---|---|--------------|------------------|
|   |   | 章節           | 頁次               |
| 二、回覆意見有關水下噪音對於魚類的影響的環保對策一節，即“打樁時的水下噪音環保對策採漸進式打樁(緩啟動)...”等文字應列入本報告書本文，此段承諾不但對於類可能有效，也應對鯨豚有益。 | 敬謝委員指教。本計畫原環評已擬定相關環境保護對策，亦納入本次變更報告書本文，請參考本報告書7.1節變更前後施工期間環境保護對策(海域範圍)表、其中施工期間鯨豚環境保護對策第(三)項「打樁前預防措施」第2點：「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。」未來施工期間將依照該承諾確實執行，以降低本計畫開發對魚類及鯨豚之生態環境衝擊。 | 7.1          | 7-5~8            |
| <b>1.5、李委員培芬</b>  |   |              |                  |
| 一、請參考本人在海龍二號案之意見，並作適當之回覆。   |   |              |                  |
| (一)從整體風場的配置而言，海龍2號和3號風場的地理  | 敬謝委員指教。彙整2006年至今國內外監測調查研究案例顯示，鳥類飛行方向與大範圍廊道空間顯著相關，大部分鳥類會主動迴避風場，約佔97%，進   | 4.2<br>6.1.4 | 4-4~8<br>6-28~48 |

| 審 查 意 見  | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|--|---|-------|-----|
|  |   | 章 節   | 頁 次 |
| <p>位置對途經本區域的北返候鳥可能潛在的影響，若北返的候鳥得以順利通過，可能也無法在後續的海鼎2、3號風場，或是大彰化風場中得到通行的機會。建議以現有的2~5月雷達觀測資料中釐清(1)是否有候鳥飛經本區位？(2)時間為何？(3)其飛行之路線是否採西南往東北方向移動？</p> | <p>入風場僅有3%(Ib Krag Petersen et al,2006；K.L.Krijgsveld et al,2011)，進入風場後的鳥類絕大多數(99.4%)於風機間會自行迴避(ORJIP Bird Collision Avoidance Study, Final Report, 2018)，迴避距離約100~200公尺(Larsen and Madsen,2000)，顯示鳥類比人類想像中更會迴避風機。</p> <p>參考海龍二號、三號風場於環說階段進行春、夏、秋、冬四季共8次海上鳥類調查，風場範圍調查到的候鳥包括玄燕鷗(II)、白眉燕鷗(II)、鳳頭燕鷗(II)，過境鳥包括黑腹燕鷗、家燕、紅領瓣足鵲、黃頭鷺，飛行高度大多在0~25公尺，而本計畫葉片旋轉高度距離平均潮位海平面至少25公尺，因此未來風機興建完成後，候鳥及過境鳥受到風機撞擊之可能性不高。另參考環說階段及鳥類環境影響調查報告階段執行四季夜間鳥類雷達調查，調查到的鳥類活動頻度以春、秋過境期間最高，過境期間整體飛行方向以南-北向、東北-西南向為主，與配合「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」及經濟部整體規劃，於海龍三號風場新增2,000公尺銜接鄰近風場連續之鳥類廊道大致相符，提供有利鳥類南北飛行廊道空間(圖1.5.1-1)，且海龍二號風場已配合公告直航航道退縮風場在先，場址面積縮減近40%，退縮寬度達3,500公尺，風場相鄰邊界依經濟部能源局於104年7月2日公佈之「離岸風力發電規劃場址申請作業要點」規定，各自退縮，留設寬度大於2,000公尺，而與北側相鄰風場亦依規定各自退縮，以總體空間而言，實際風場退縮空間均遠大於原規劃(圖1.5.1-2)。</p> <p>本次變更已充分考量鳥類飛行習性，留設一致性鳥類廊道，增加邊界退縮等，減少鳥類飛行偏轉次數，提升海龍風場周邊大尺度鳥類飛行空間，經評估後整體鳥類飛行空間相較原規劃合理且友善，可降低鳥類飛行所面臨之實際風險。以下針對國內外監測調查研究案例、海上鳥類目視調查及海上鳥類雷達調查結果，說明如下：</p> <p>(一)國內外監測調查研究案例</p> <p>彙整2006年至今國內外監測調查研究案例，針對鳥類飛行於風場外圍及邊界、進入風場後之特性，說明如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 鳥類於遠處即會提前偏轉避開風場，僅少部分進入風場，仍會主動迴避風機</li> </ol> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>(1) 相關研究顯示，大部分鳥類在5公里距離處會注意到風場，在3公里距離處會發生偏轉 (Ib Krag Petersen et al,2006)。</p> <p>(2) 超過50%鳥類會在1~2公里的距離內避免穿越風場 (Ib Krag Petersen et al,2006)，約17%會在風場邊緣飛行，僅約3%會至風場內飛行 (K.L. Krijgsveld et al,2011)。</p> <p>(3) 依據丹麥Nysted、Horns Rev風場鳥類雷達調查情形 (Final results of bird studies at the offshore wind farms at Nysted and Horns Rev, Denmark, 2006)，鳥類於距離風場遠處開始改變飛行方向，顯示鳥類會提前改變飛行方向以避開風場。詳如圖1.5.1-3、圖1.5.1-4所示。</p> <p>(4) 其中丹麥Nysted風場之風機上攝影機經2,400小時運轉期間，未紀錄到鳥類碰撞情形，顯示少數鳥類飛行於風機周圍，仍會主動迴避。</p> <p>(5) 依據英格蘭Thanet風場鳥類雷達調查情形 (ORJIP Bird Collision Avoidance Study, Final Report, 2018)，絕大部分鳥類會在看見風機陣列後，即改變飛行路徑，顯示靠近風場的鳥類，仍會改變飛行方向以避開風場。詳如圖1.5.1-5所示。</p> <p>(6) 該調查亦顯示，少部分的鳥類若進入風場飛行，絕大多數鳥類(99.4%)會在風機之間即產生迴避，而不會在進入風機掃風範圍後才迴避。</p> <p>(7) 參考國外觀察鳥類迴避風機的行為研究顯示(圖1.5.1-6)，鳥類通過單一支風機及風機陣列迴避距離為100公尺，通過風機群落迴避距離為200公尺，整體迴避距離約100~200公尺，顯示鳥類比人類想像中更會迴避風機。(Effects of wind turbines and other physical elements on field utilization by pink-footed geese: A landscape perspective, Larsen and Madsen,2000)。</p> <p>2. 經國內外監測案例顯示，鳥類飛行方向與</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>廊道空間顯著相關</p> <p>(1) 依據丹麥Tunø Knob風場鳥類目視調查情形(Effects of wind turbines on flight behaviour of wintering common eiders: implications for habitat use and collision risk, 2007)，鳥類於飛行走廊(距風機約200~600公尺處)出現的頻率高，顯示鳥類飛行方向與大範圍廊道空間顯著相關。詳如圖1.5.1-7所示。</p> <p>(2) 依據瑞典Yttre Stengrund風場(間距約400~500公尺)鳥類雷達與目視調查情形(Influence of offshore windmills on migration birds-in southeast coast of Sweden, 2003)，由鳥類與最近風機距離(0~200公尺)的累積頻率分佈可知，無論日間或夜間，距離風機越近，鳥類飛行頻率越少，觀察後亦未有碰撞情形。詳如圖1.5.1-8所示。</p> <p>(3) 依據臺灣「王功風力發電計畫」鳥類雷達調查情形，鳥類飛行已避開風機所在路線。詳如圖1.5.1-9所示。</p> <p>經調查顯示，環評階段規劃預留之鳥類飛行廊道，營運後鳥類於飛行比例方面有增加趨勢。依據歷年監測結果，鳥類數量並未因風機運轉後有減少情形。</p> <p>(二)海上鳥類目視調查</p> <p>參考海龍二號、三號風場於環說階段進行春、夏、秋、冬四季共8次海上鳥類調查，風場範圍調查到的候鳥包括玄燕鷗(II)、白眉燕鷗(II)、鳳頭燕鷗(II)，春秋過境鳥包括黑腹燕鷗、家燕、紅領瓣足鵲、黃頭鷺，飛行高度大多在0~25公尺，而本計畫葉片旋轉高度距離平均潮位海平面至少25公尺，因此未來風機興建完成後，候鳥及過境鳥受到風機撞擊之可能性不高。</p> <p>(三)海上鳥類雷達調查</p> <p>1. 各季節鳥類飛行路徑</p> <p>春季：以北方(38.6%)及東北方(35.9%)為主。</p> <p>夏季：以南方(25.0%)及東方(15.9%)為主。</p> <p>秋季：以南方(32.6%)及西南方(20.2%)為主。</p> <p>2. 冬季：以北方(51.4%)及南方(14.3%)為主。鳥類活動頻度</p> |       |     |

| 審查意見 | 答覆說明  | 修訂處 |    |
|------|---|-----|----|
|      |   | 章節  | 頁次 |
|      | <p>依據歷次調查結果顯示(表1.5.1-1)，海龍二號、三號風場以春、秋過境期間調查到的鳥類活動頻度最高。</p> <p>3. 鳥類飛行高度<br/>本計畫僅於冬、春二季進行夜間鳥類垂直雷達調查，調查結果顯示，冬、春二季飛行高度與風機旋轉範圍(25~285公尺)重疊分別為78%及77%，如表1.5.1-2所示。</p> |     |    |

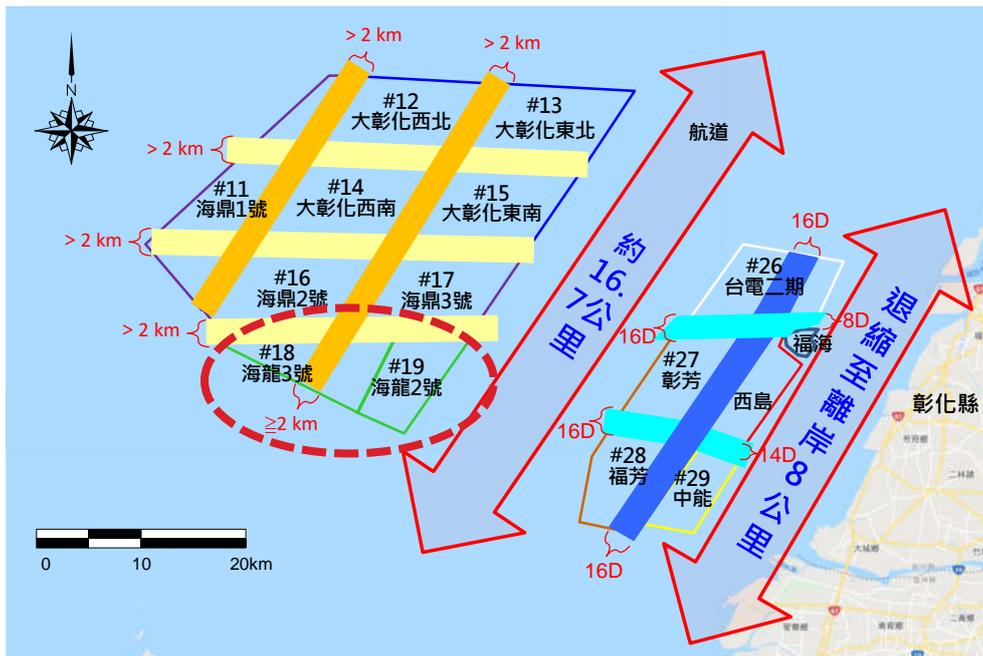


圖 1.5.1-1 海龍風場留設與鄰近風場連續之鳥類廊道

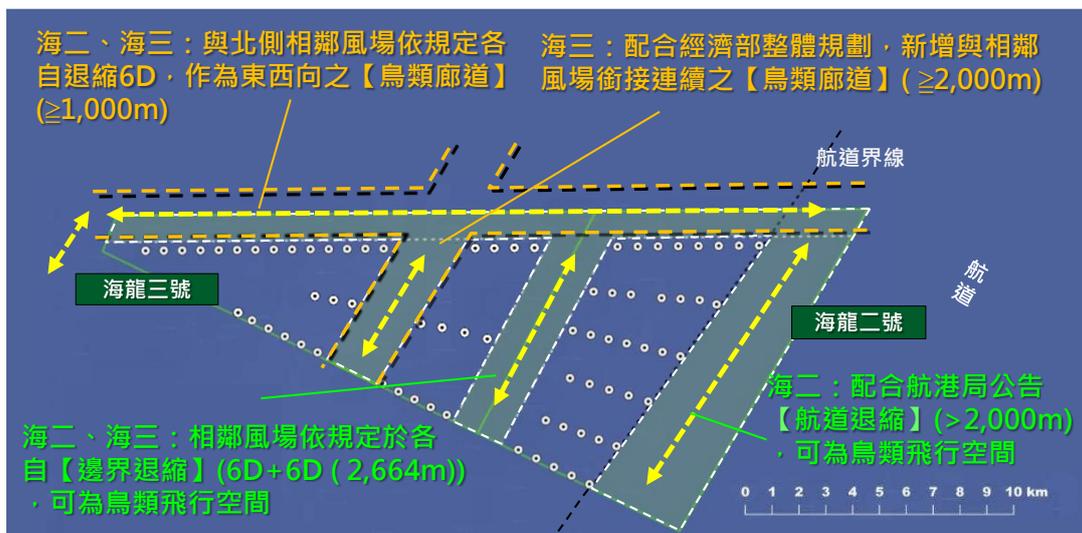


圖 1.5.1-2 海龍風場周邊鳥類飛行空間整體規劃

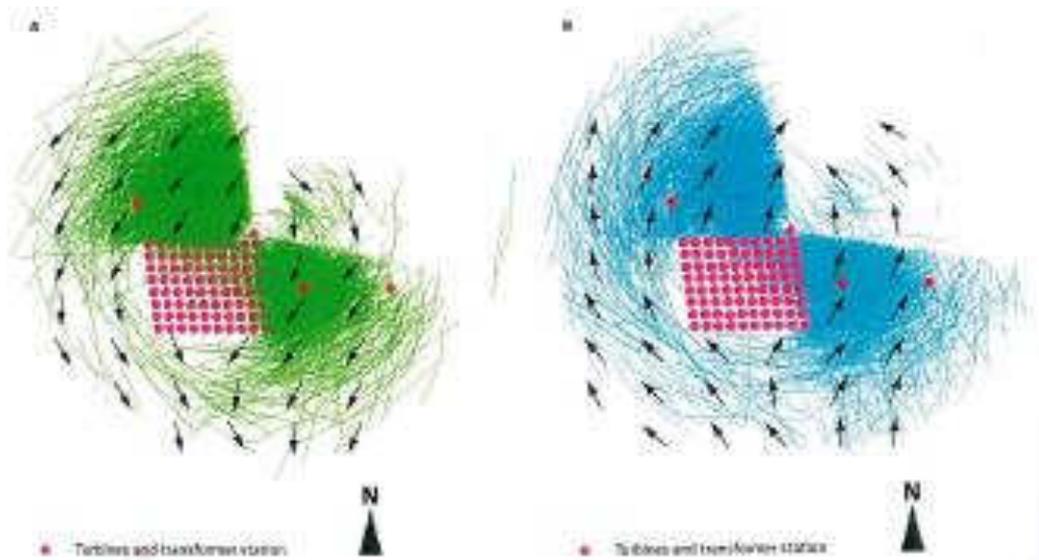


圖 1.5.1-3 丹麥 Horns Rev 風場(間距約 560 公尺)  
鳥類飛行路徑紀錄(營運期間)

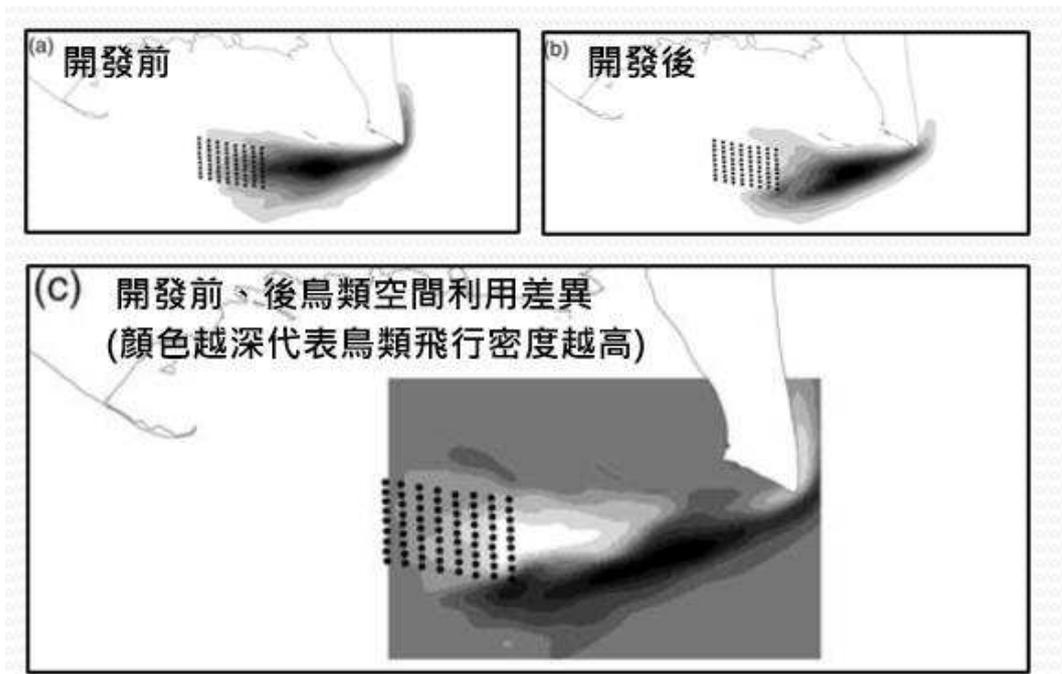


圖 1.5.1-4 丹麥 Nysted 風場(間距約 500 ~ 850 公尺)開發前後鳥類飛行密度紀錄  
(施工前、營運期間)

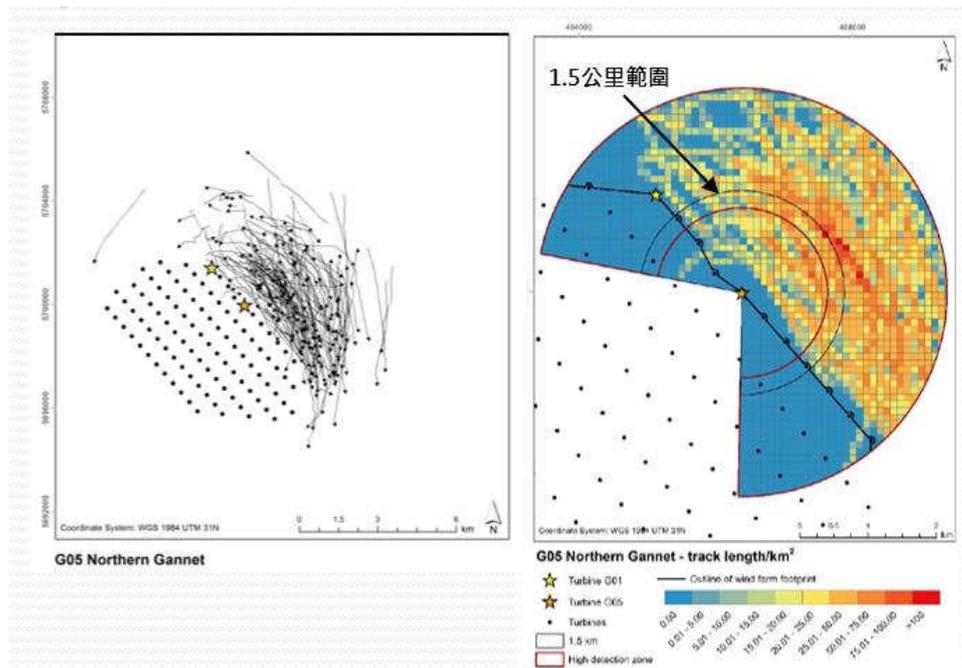
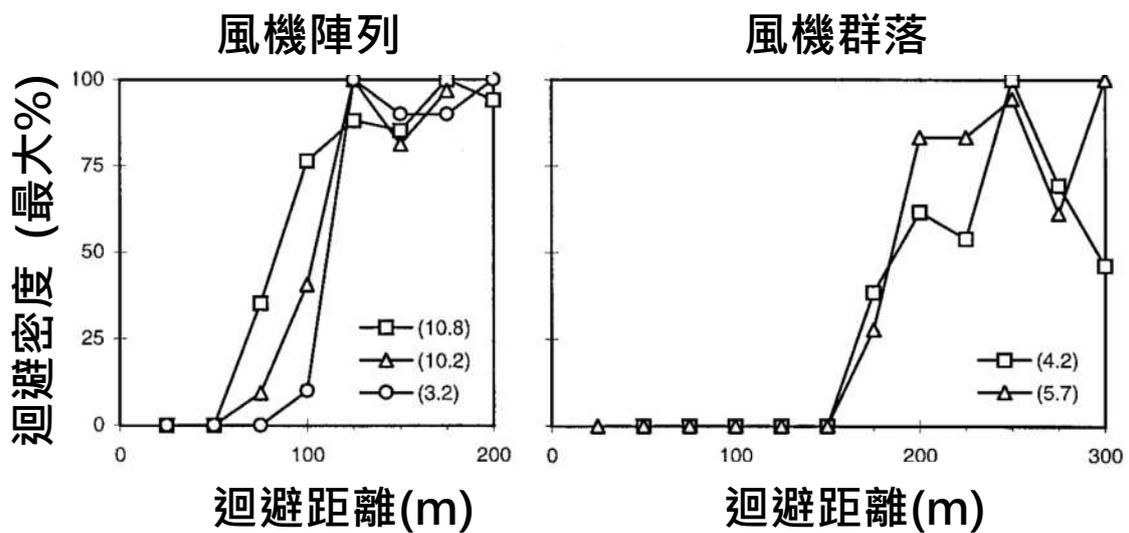


圖 1.5.1-5 英格蘭 Thanet 風場(間距約 500 ~ 800 公尺)  
鳥類飛行路徑及飛行密度紀錄(營運期間)



資料來源：Effects of wind turbines and other physical elements on field utilization by pink-footed geese: A landscape perspective, Larsen and Madsen, 2000.

圖 1.5.1-6 風機陣列及風機群落的鳥類迴避距離

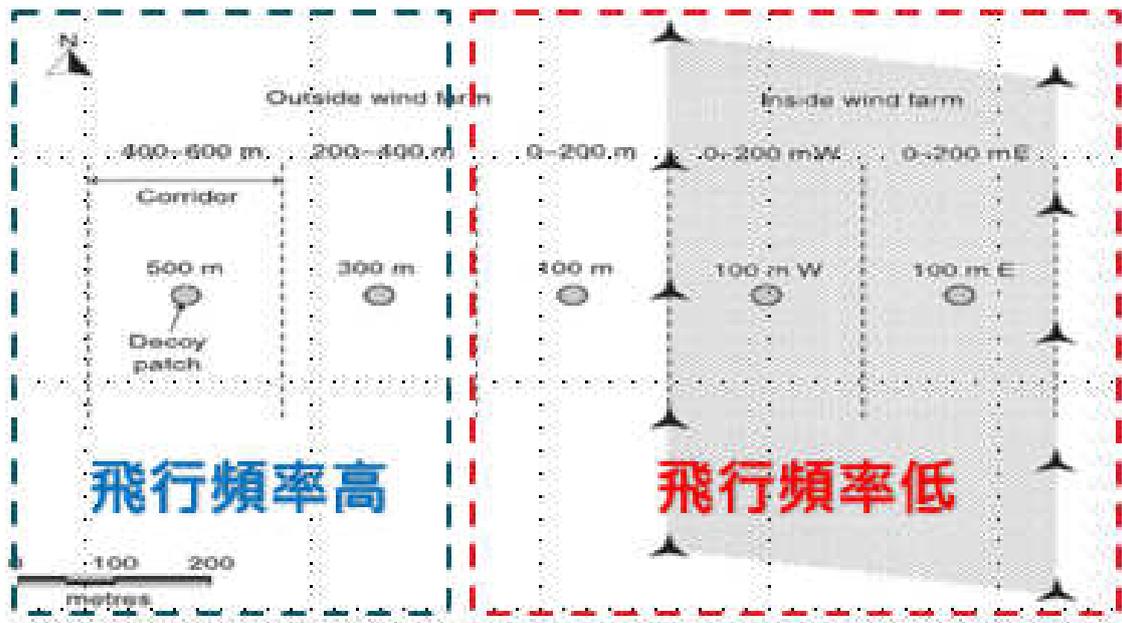


圖 1.5.1-7 丹麥 Tunø Knob 風場(間距約 200~400 公尺)鳥類與西側風機排觀測飛行頻率分布(營運期間)

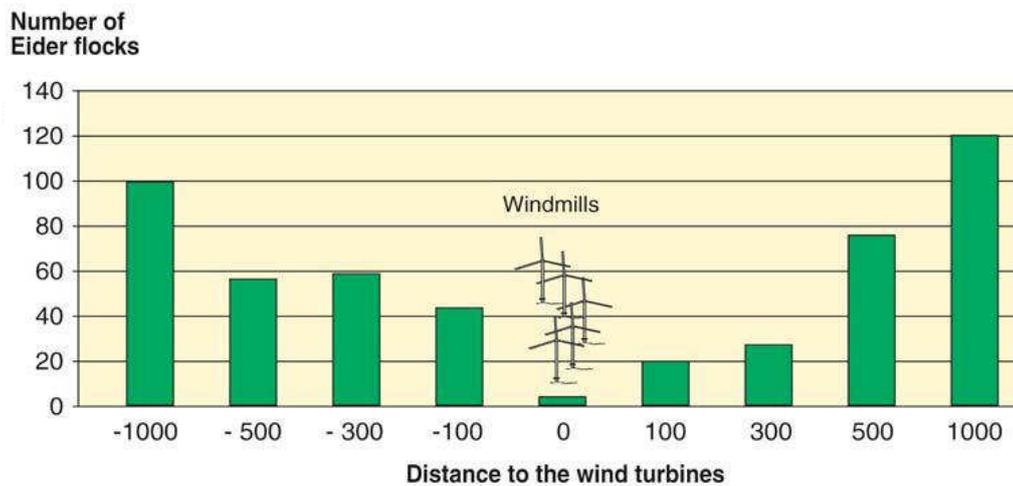


圖 1.5.1-8 瑞典 Yttre Stengrund 風場(間距約 400 ~ 500 公尺) 鳥類與風機最近距離累積飛行頻率分佈(營運期間)

環說階段規劃預留之鳥類飛行廊道，  
營運後鳥類飛行比例有增加趨勢

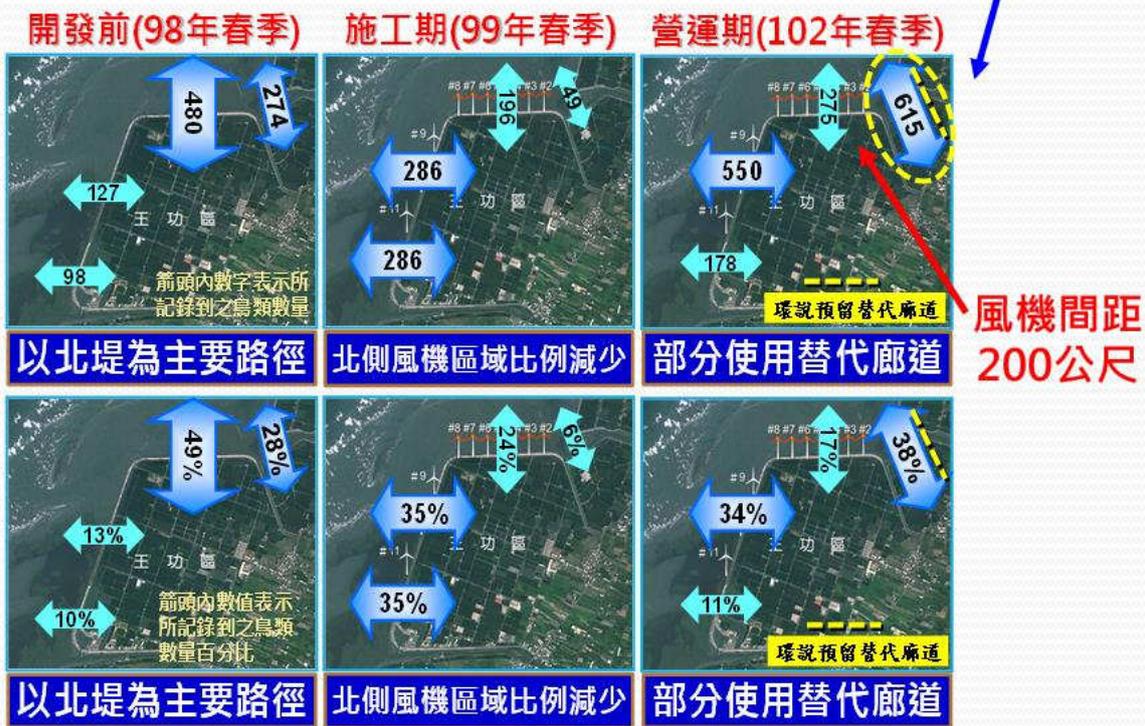
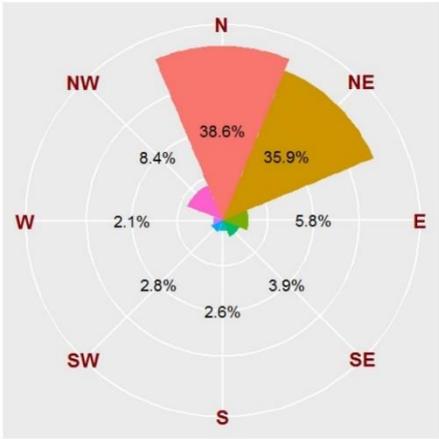
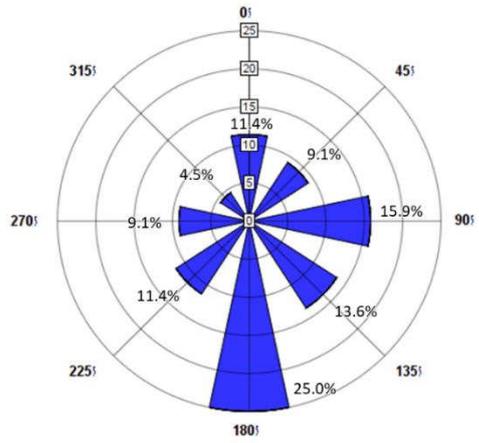


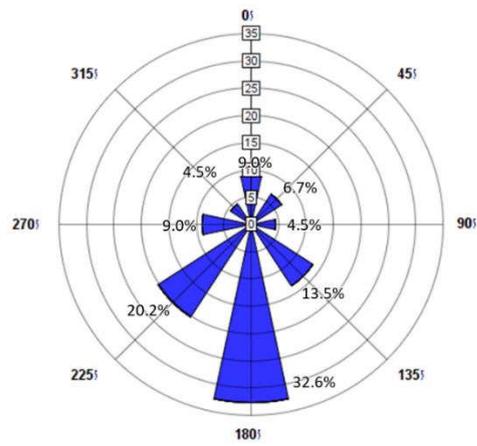
圖 1.5.1-9 王功風力發電站(北側間距約 200 公尺)開發前後鳥類飛行路徑(施工前、施工期間、營運期間)



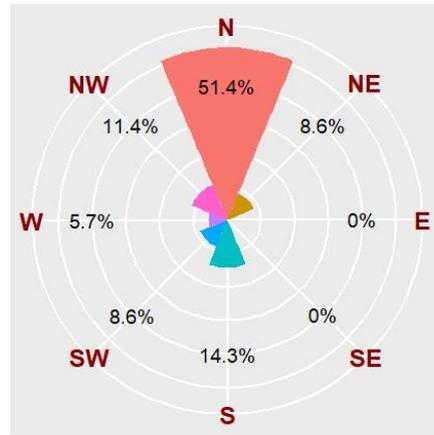
春季



夏季



秋季



冬季

圖 1.5.1-10 鳥類飛行方向風花圖

表 1.5.1-1 海上鳥類雷達調查時間及努力量

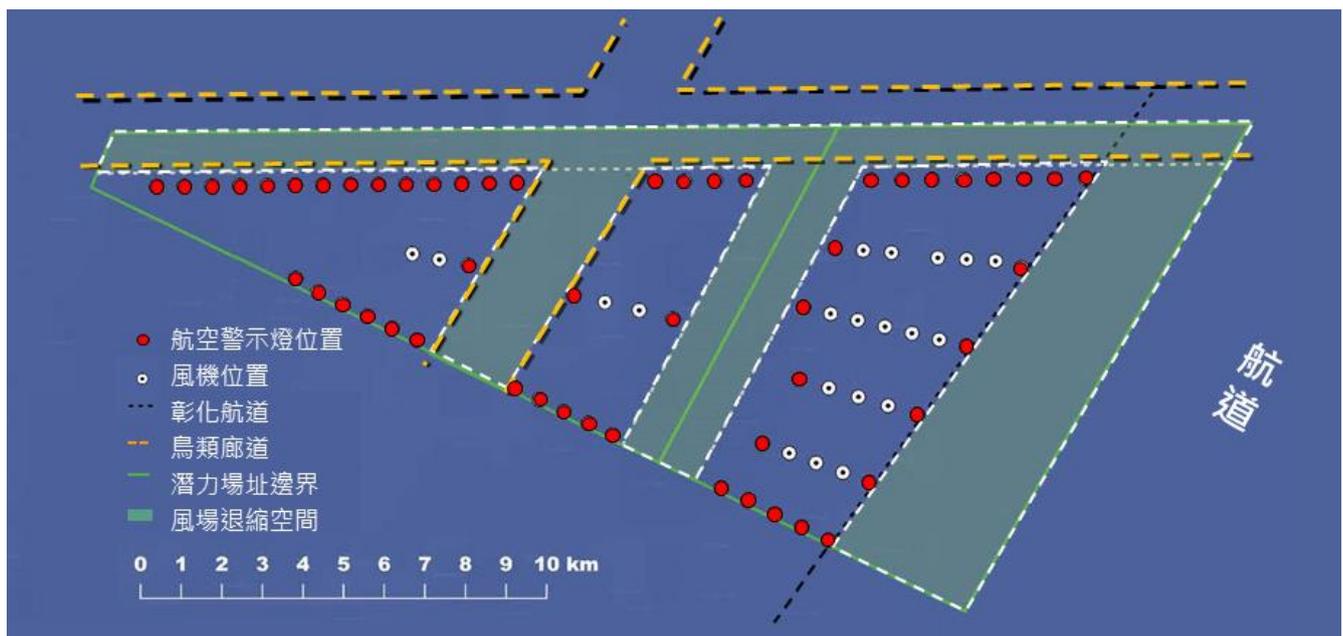
| 風場   | 階段          | 季節 | 調查日期      | 時間長度  | 雷達掃描方式 | 水平軌跡數 | 軌跡數/小時 |
|------|-------------|----|-----------|-------|--------|-------|--------|
| 海龍三號 | 環說階段        | 夏  | 106.8.17  | 13:15 | 水平     | 28    | 2.1    |
|      |             | 秋  | 106.9.20  | 12:43 | 水平     | 12    | 0.9    |
|      |             | 秋  | 106.11.28 | 11:35 | 水平     | 9     | 0.8    |
|      | 環境影響調查報告書階段 | 冬  | 107.2.18  | 12:00 | 水平及垂直  | 1     | 0.1    |
|      |             | 春  | 107.3.2   | 13:35 | 水平及垂直  | 16    | 1.2    |
|      |             | 春  | 107.3.18  | 12:37 | 水平及垂直  | 255   | 20.2   |
|      |             | 春  | 107.4.4   | 12:30 | 水平及垂直  | 130   | 10.4   |
|      |             | 春  | 107.4.21  | 12:05 | 水平及垂直  | 109   | 9.0    |
|      |             | 春  | 107.5.5   | 11:52 | 水平及垂直  | 223   | 18.8   |
|      |             | 春  | 107.5.5   | 11:52 | 水平及垂直  | 223   | 18.8   |
| 海龍二號 | 環說階段        | 夏  | 106.8.16  | 12:00 | 水平     | 7     | 0.6    |
|      |             | 秋  | 106.11.16 | 12:20 | 水平     | 77    | 6.2    |
|      | 環境影響調查報告書階段 | 冬  | 107.2.18  | 12:10 | 水平及垂直  | 5     | 0.4    |
|      |             | 冬  | 107.2.19  | 12:00 | 水平及垂直  | 29    | 2.4    |
|      |             | 春  | 107.3.1   | 13:31 | 水平及垂直  | 10    | 0.7    |
|      |             | 春  | 107.3.19  | 13:05 | 水平及垂直  | 62    | 4.7    |
|      |             | 春  | 107.4.5   | 12:30 | 水平及垂直  | 284   | 22.7   |
|      |             | 春  | 107.4.22  | 12:20 | 水平及垂直  | 105   | 8.5    |
|      |             | 春  | 107.5.12  | 11:44 | 水平及垂直  | 213   | 18.2   |
|      |             | 春  | 107.5.12  | 11:44 | 水平及垂直  | 213   | 18.2   |

表 1.5.1-2 飛行高度統計表

| 季節 | 飛行高度     | 調查筆數 | 百分比 |
|----|----------|------|-----|
| 冬季 | 25公尺以下   | 1    | 4%  |
|    | 26~285公尺 | 22   | 78% |
|    | 286公尺以上  | 5    | 18% |
| 春季 | 25公尺以下   | 64   | 11% |
|    | 26~285公尺 | 462  | 77% |
|    | 286公尺以上  | 75   | 12% |

| 審查意見  | 答覆說明  | 修訂處                 |   |
|---|---|---------------------|---|
|   |   | 章節                  | 頁次  |
| (二)請補充說明是否可採行一些作法降低鳥類飛入本風場之可能性？國外是否有相關可參考之作法？ | <p>敬謝委員指教。彙整2006年至今國內外監測調查研究案例顯示，鳥類飛行方向與大範圍廊道空間顯著相關，大部分鳥類會主動迴避風場，約佔97%，進入風場僅有3%(Ib Krag Petersen et al,2006；K.L. Krijgsveld et al,2011)，進入風場後的鳥類絕大多數(99.4%)於風機間會自行迴避(ORJIP Bird Collision Avoidance Study, Final Report, 2018)，迴避距離約100~200公尺(Larsen and Madsen,2000)，顯示鳥類比人類想像中更會迴避風機。</p> <p>考量鳥類仍有少數進入風場，本計畫參考國內外案例，彙整降低鳥類飛入特定區域方法，常見方式為透過聽覺或視覺警示或嚇阻、物理阻隔、投放化學物質、遙控模型飛機驅趕鳥類，達到減少鳥類飛入特定區域的效果，簡要說明詳表1.5.2-1所示；海龍風場離岸距離達45~55公里，以聽覺及視覺警示或嚇阻較具有實務上可行性；聽覺警示或嚇阻包括自然及人為音效，自然的聲音如鳥類的求救聲、示警鳴叫聲或是掠食者的鳴叫，人為的聲音如警報聲或電子合成雜音等；視覺警示或嚇阻最初應用於降低鳥類危害農作物或撞擊建築物，常見項目包括警示燈、掠食者貼紙等。</p> <p>本計畫已考量鳥類撞擊風險，將採用警示燈提醒鳥類迴避風場，彙整國外調查研究顯示，以閃爍燈取代恆亮警示燈後，可降低夜間遷徙的鳥類碰撞死亡率，但不同顏色燈光對鳥類死亡率影響不大(United States and Canada, 2012., Manville AM, 2009., Longcore T et al., 2008.)。本計畫營運期間將依據民航局頒布之「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」規定設置航空警示燈，除了維護飛航安全，亦有警示鳥類迴避風力發電機目的。有關警示燈設置相關說明如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 依據現行「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」第17條規定，風力發電機應使用A型中亮度障礙燈，並設置於風力發電機支撐結構物之頂部，各障礙燈應同步閃光；另查A型中亮度障礙燈之規格屬白燈；上開規定內容係交通部考量飛航安全必要所訂之強制性規範，業者均應遵從其規定設置。</li> <li>2. 考量近年國內風力發電蓬勃發展，密集設置之航空障礙燈亦可能衍生光害等問題，交通部爰參酌國際規範內容，已於2021年1月4日公告修正「航</li> </ol> | 6.1.4<br>4.4<br>7.1 | 6-28~48<br>4-22~23<br>4-28~29<br>7-4~5<br>7-11~12 |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p><b>空障礙物標誌與障礙燈設置標準</b>」部分條文內容，其中增訂之第17條之1內容規定：<u>以組群方式設置十座以上風力發電機組者，其風力發電機支撐結構物應依前條規定設置障礙燈。但有下列情形之風力發電機支撐結構物，得免設置障礙燈：</u></p> <p>(1) 設置於連結風力發電機組群邊界之線段中且水平間距不超過九百公尺者。</p> <p>(2) 設置於連結風力發電機組群邊界之線段所圍起之範圍內者。</p> <p>3. 本計畫依增訂之第17條之1內容、並以本次變更後最有可能設置之14MW風機規劃航空警示燈佈設位置，詳圖1.5.2-2所示；本計畫實際航空警示燈佈設位置及數量，將依據法令規定設置最少之航空警示燈，並取得民航局同意函，達到維護飛航安全，警示鳥類迴避風力發電機目的。</p> |       |     |



註：實際航空警示燈設置位置及數量，將依當時相關法規辦理，並於裝設前取得民航局同意函。

圖 1.5.2-2 依據「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」，  
規劃 14MW 風機航空警示燈佈設位置示意圖

表 1.5.2-1 降低鳥類飛入特定區域方法

| 類型                  |                                | 實際設置區域                      | 方法說明  | 案例  | 國際間離岸風場是否採用         |
|---------------------|--------------------------------|-----------------------------|---|---|---------------------|
| 聽覺警示或嚇阻<br>(聲音驅趕裝置) | 鳥類的求救聲、示警鳴叫聲、掠食者鳴叫聲、警報聲或電子合成雜音 | 農田、機場、電塔、垃圾場、海上鑽油平台、離岸及陸域風場 | 透過揚聲器發出鳥類的求救聲、示警鳴叫聲、掠食者的鳴叫、警報聲或電子合成雜音，嚇阻鳥類進入特定區域  | 聲音驅趕裝置 <sup>3</sup><br>         | 是<br>(離岸風場目前僅有試驗案例) |
|                     | 警示燈                            | 機場、電塔、建築物                   | 裝設警示燈提醒鳥類迴避特定區域。  | 警示燈 <sup>4</sup><br>            | 是                   |
| 視覺警示或嚇阻             | 掠食者貼紙                          | 農田、建築物                      | 設置掠食者貼紙(如老鷹、貓頭鷹)嚇阻鳥類進入農田或撞擊建築物。   | 猛禽貼紙 <sup>5</sup><br>          | 否                   |
|                     | 物理阻隔                           | 農田、魚塭、機場、建築物                | 利用網子、柵欄或帶電電纜，阻擋鳥類進入農田、魚塭、機場、建築物等。   | Bird Netting <sup>6</sup><br> | 否                   |
| 投放化學物質              | 農田、建築物                         | 投放化學物質創造鳥類厭惡或無法覓食的環境。       | 略   | 否   |                     |
| 模型飛機                | 農田、機場                          | 遙控模型飛機驅趕鳥類。                 | 遙控模型飛機 <sup>7</sup><br> | 否   |                     |

資料來源：

1. 民用機場鳥類防制應注意事項，交通部民用航空局，2013年3月。
2. Evaluation of the efficacy of products and techniques for airport bird control., Ross E. Harris and Rolph A. Davis, 1998.
3. Bird Monitoring & Reduction of Collision Risk with Wind Turbines, <https://dtbird.com/>, DTBird。
4. New lighting standards helped tower owners to lower bird kill; 15,000 still left, <http://wirelessestimator.com/articles/2016/new-lighting-standards-helped-tower-owners-to-lower-bird-kill-15000-still-left/>, Wireless Estimator。
5. 窗殺野鳥，住家民宅、商辦大樓都是殺手, <https://udn.com/news/story/7470/4792625>, 聯合新聞網。
6. Bird Spikes and Netting, <https://www.birdbgone.com/>, Bird-B-Gone。
7. Birds flee when drones fly, <https://www.goodfruit.com/birds-flee-when-drones-fly/>, Good fruit grower。

| 審 查 意 見  | 答 覆 說 明  | 修 訂 處                      |  |
|--|--|----------------------------|--|
|  |  | 章 節                        | 頁 次  |
| <b>1.6、朱委員信</b>  |  |                            |  |
| 一、1、2點意見同海龍2號計畫，除了總置容量有些不同。  |  | —                          | —  |
| (一)請說明「達成政府契約容量」是原環說書中以6.0 MW機組配置的468MW？還是以8.0MW機組配置的512 MW？而所謂達成契約容量是指該容量以下？還是剛好要在該容量的準確數字？   | 敬謝委員指教。依據經濟部與海龍三號風電股份有限公司籌備處所簽訂之「離岸風力發電規劃場址遴選契約書」、「離岸風力發電規劃場址競價契約書」，乙方(海龍三號風電股份有限公司籌備處)應依照甲方(經濟部)通知之分配容量，按照承諾之開發時程完成風場設置內容。故本計畫應依簽訂之行政契約條文，以競價512MW作為履約標的，並履行相關程序及責任義務，以符合電業法、電業登記規則、再生能源發展條例等相關規定。  | —                          | —  |
| (二)若依原環說書中如採用9.5 MW機組，最小風機間距為820m，並非回覆本人原第2點意見中的755m。且由所附表2.2.2-1中所示之國外風場中最小風機間距由4D至6D左右，若開發單位因配合航港局公告航道退縮風場面積而感到環說書承諾之(7D、5D)間距難以達成，請至少以國外風場實例採盛行風向大於6D，非盛行風向大於4D之風機間距配置。 | 敬謝委員指教。原環說風機間距規劃為參考歐洲北海案例建議盛行風向大於7D、非盛行風向大於5D，並未考量鳥類實際飛行習性。 <b>實務上風機間距之佈置原則，係由風機供應商根據個案風場之設置容量及面積、基地形狀、安全距離、其他相關限制等條件，依據所選用之不同單機容量，做出包含風機間距原則之最佳化配置建議</b> ，其中間距倍數僅作為輔助陳述風機間距距離之用，尚無法以個案風場之同等間距倍數，作為所有風場之規劃依據，實務上亦未有此國際準則。故本計畫係依據上述考量原則，由風機供應商訂定合理可行之間距條件，建請委員諒察。<br>本次變更海龍三號風場為配合「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」及經濟部整體規劃，於風場開發面積及總裝置容量等設置條件均維持不變下， <b>為營造有利鳥類南北飛行方向，於海龍三號風場新增2,000公尺銜接鄰近風場連續之鳥類廊道(詳圖1.6.2-1)</b> ；且海龍二號風場已配合公告直航航道退縮風場在先，場址面積縮減近40%， <b>退縮寬度達3,500公尺</b> ，海龍二號、三號風場相鄰邊界依經濟部能源局於104年7月2日公佈之「離岸風力發電規劃場址申請作業要點」規定，各自退縮，留設寬度大於2,000公尺，而與北側相鄰風場亦依規定各自退縮。 | 4.2<br>6.1.4<br>4.4<br>7.1 | 4-4~8<br>6-28~48<br>4-22~23<br>4-28~29<br>7-4~5<br>7-11~12 |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>本次變更新增11~15MW風機，因有留設銜接連續之鳥類廊道、直航航道及邊界退縮規定之限制，若採原環說6~9.5MW之間距條件佈置(盛行風向7D及非盛行風向5D)，且再於海三風場內留設鳥類廊道，風機排數將達5~7排之多，且無法達成政府契約容量；若採盛行風向1,158公尺及非盛行風向666公尺之間距條件佈置，並於海三風場內留設鳥類廊道，風機排數僅3~6排，相較排數更少，且在風場面積的限制下，尚可達成政府契約容量，詳圖1.6.2-2所示。故本次變更將原非盛行風向之最小風機間距755公尺微調縮減為666公尺，間距縮減之差異值約89公尺，但海三風場中央新增鳥類廊道(約2,000公尺)、航道退縮(約3,000~3,500公尺)、邊界退縮(14MW雙側約2,664公尺)，若以總體間距空間而言，實際風機留設間距、風場退縮空間均遠大於原規劃，詳圖1.6.2-3所示。</p> <p>本計畫彙整2006年至今國內外監測調查研究案例顯示，鳥類飛行方向與大範圍廊道空間顯著相關，大部分鳥類會主動迴避風場，約佔97%，進入風場僅有3%(Ib Krag Petersen et al,2006；K.L. Krijgsveld et al,2011)，進入風場後的鳥類絕大多數(99.4%)於風機間會自行迴避(ORJIP Bird Collision Avoidance Study, Final Report, 2018)，迴避距離約100~200公尺(Larsen and Madsen,2000)，顯示鳥類比人類想像中更會迴避風機。另參考「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」中「葉片間漩渦及末端氣流擾動影響及可利用空間檢核」評估結果，由於風力發電之原理係擷取環境風能，以轉化為電能輸出，而是被動性的接受氣流的撞擊，進而造成扇葉轉動，因此會隨周遭環境風場之風速高低變化，驅動風機扇葉進行不同轉速之轉動。經模擬結果顯示(圖1.6.2-4~5)，風機旋轉範圍、前方與後方均呈現減速現象，風能在風機扇葉前方約40公尺處已開始呈現減速現象；風機旋轉範圍外約20公尺區域有局部氣流擠壓，呈現增速現象；由此結果可證，鳥類倘飛行經過風機扇葉前方時，風機不會將鳥類吸入並撞擊扇葉。此外，本計畫經鳥類撞擊評估結果顯示，變更後11MW及15MW風機配置造成的鳥類撞擊數量低於原環說(6~9.5MW)最大撞擊數量，大型化風機所需架設的風機支數較少，因此整體衝擊相對較小。</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>本計畫已蒐集國內外施工或營運中風場淨間距實例(表1.6.2-1)，留設淨間距約為301~410公尺，本次變更新增11MW~15MW大型化風機方案，風機最小間距為666公尺，以最有可能採用之14MW風機估算最小淨間距為444公尺，不小於國內外風場淨間距實例，提供鳥類於風機間飛行迴避空間。</p> <p>本次變更充分考量鳥類飛行習性，風機間已留設不小於國內外風場淨間距，並透過留設一致性鳥類廊道，增加邊界退縮等，減少鳥類飛行偏轉次數，提升海龍風場周邊大尺度鳥類飛行空間，經評估後整體鳥類飛行空間相較原規劃合理且友善，可降低鳥類飛行所面臨之實際風險。加上變更後風場開發規模相較原環說減少近半數的風機數量、水下基礎(含基樁)設置數量、基座面積及打樁作業時間等，可減少施工及營運期間對海域環境影響(詳圖1.6.2-6)，經評估包括空氣品質(海域工程)、噪音振動(風機運轉噪音)、水下噪音等，評估結果與原環說相似，而在鳥類撞擊數量、打樁水下噪音影響時間及底棲生態影響面積等均有減輕對環境之影響(詳表1.6.2-2)。</p> <p>綜合上述，本計畫環境影響評估結果顯示未有重大衝擊，但為了降低開發行為對於鳥類生態環境衝擊，已於原環評擬定鳥類環境保護對策。以下針對有關風機間距規劃調整、國內外監測調查研究案例、鳥類撞擊評估以及鳥類環境減輕對策等，詳細說明如下：</p> <p>(一) 風機間距規劃調整說明</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 原環說風機間距規劃為參考歐洲北海案例建議盛行風向大於7D、非盛行風向大於5D，並非考量鳥類飛行習性進行間距規劃。實務上風機間距之佈置原則，係由風機供應商根據個案風場之設置容量及面積、基地形狀、安全距離、其他相關限制等條件，依據所選用之不同單機容量，做出包含風機間距原則之最佳化配置建議，其中間距倍數僅作為輔助陳述風機間距距離之用，尚無法以個案風場之同等間距倍數，作為所有風場之規劃依據，實務上亦未有此國際準則。故本計畫係依據上述考量原則，由風機供應商訂定合理可行之間距條件。</li> <li>2. 本計畫海龍二號風場已配合公告直航航道</li> </ol> |       |     |

| 審查意見 | 答覆說明   | 修訂處 |    |
|------|--|-----|----|
|      |  | 章節  | 頁次 |
|      | <p>退縮風場在先，退縮寬度達3,500公尺(面積約41km<sup>2</sup>)，另海龍三號風場已於風場內退縮留設2,000公尺寬之鳥類廊道(面積約12km<sup>2</sup>)(詳圖1.6.2-1)。而在兩風場之間，亦需考量於各場址邊界向內退縮，以14MW估算，於風場內兩場址間共退縮2,664公尺(6D+6D)。整體留設風場退縮空間詳圖1.6.2-2所示。</p> <p>3. 本次變更新增11~15MW風機，因有留設銜接連續之鳥類廊道、直航航道及邊界退縮規定之限制，若採原環說6~9.5MW之間距條件佈置(盛行風向7D及非盛行風向5D)，且再於海三風場內留設鳥類廊道，風機排數將達5~7排之多，且無法達成政府契約容量；若採盛行風向1,158公尺及非盛行風向666公尺之間距條件佈置，並於海三風場內留設鳥類廊道，風機排數僅3~6排，相較排數更少，且在風場面積的限制下，尚可達成政府契約容量，詳圖1.6.2-2所示。</p> <p>4. 參考國內外施工或營運中風場淨間距實例(表1.6.2-1)，留設淨間距約為301~410公尺，本次變更新增11MW~15MW大型化風機方案，風機最小間距為666公尺，以最有可能採用之14MW風機估算最小淨間距為444公尺，不小於國內外風場淨間距實例，提供鳥類於風機間飛行迴避空間。</p> <p>5. 基此，本計畫係整體考量鳥類飛行環境、場址邊界緩衝、場址規劃條件等，而將原非盛行風向之最小風機間距755公尺微調縮減為666公尺，間距縮減之差異值約89公尺，但海三風場中央新增鳥類廊道(約2,000公尺)、航道退縮(約3,000~3,500公尺)、邊界退縮(14MW雙側約2,664公尺)，若以總體間距空間而言，實際風機留設間距、風場退縮空間均遠大於原規劃，詳圖1.6.2-3所示。</p> <p>(二) 國內外監測調查研究案例<br/>彙整2006年至今國內外監測調查研究案例顯示，針對鳥類飛行於風場外圍及邊界、進入風場後之特性，說明如下：</p> <p>1. 鳥類於遠處即會提前偏轉避開風場，僅少</p> |     |    |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>部分進入風場，仍會主動迴避風機</p> <p>(1) 相關研究顯示，大部分鳥類在5公里距離處會注意到風場，在3公里距離處會發生偏轉 (Ib Krag Petersen et al,2006)。</p> <p>超過50%鳥類會在1~2公里的距離內避免穿越風場 (Ib Krag Petersen et al,2006)，約17%會在風場邊緣飛行，僅約3%會至風場內飛行 (K.L. Krijgsveld et al,2011)。</p> <p>(2) 依據丹麥Nysted、Horns Rev風場鳥類雷達調查情形 (Final results of bird studies at the offshore wind farms at Nysted and Horns Rev, Denmark, 2006)，鳥類於距離風場遠處開始改變飛行方向，顯示鳥類會提前改變飛行方向以避開風場。詳如圖1.6.2-7、圖1.6.2-8所示。</p> <p>其中丹麥 Nysted 風場之風機上攝影機經2,400小時運轉期間，未紀錄到鳥類碰撞情形，顯示少數鳥類飛行於風機周圍，仍會主動迴避。</p> <p>(3) 依據英格蘭Thanet風場鳥類雷達調查情形(ORJIP Bird Collision Avoidance Study, Final Report, 2018)，絕大部分鳥類會在看見風機陣列後，即改變飛行路徑，顯示靠近風場的鳥類，仍會改變飛行方向以避開風場。詳如圖1.6.2-9所示。</p> <p>該調查亦顯示，少部分的鳥類若進入風場飛行，絕大多數鳥類(99.4%)會在風機之間即產生迴避，而不會在進入風機掃風範圍後才迴避。</p> <p>(4) 參考國外觀察鳥類迴避風機的行為研究顯示(圖1.6.2-10)，鳥類通過單一風機及風機陣列迴避距離為100公尺，通過風機群落迴避距離為200公尺，整體迴避距離約100~200公尺，顯示鳥類比人類想像中更會迴避風機。(Effects of wind turbines and other physical elements on field utilization by</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>pink-footed geese: A landscape perspective, Larsen and Madsen,2000)。</p> <p>2. 經國內外監測案例顯示，鳥類飛行方向與廊道空間顯著相關</p> <p>(1) 依據丹麥Tunø Knob風場鳥類目視調查情形(Effects of wind turbines on flight behaviour of wintering common eiders: implications for habitat use and collision risk, 2007)，鳥類於飛行走廊(距風機約200~600公尺處)出現的頻率高，顯示鳥類飛行方向與大範圍廊道空間顯著相關。詳如圖1.6.2-11所示。</p> <p>(2) 依據瑞典Yttre Stengrund風場(間距約400~500公尺)鳥類雷達與目視調查情形(Influence of offshore windmills on migration birds-in southeast coast of Sweden, 2003)，由鳥類與最近風機距離(0~200公尺)的累積頻率分佈可知，無論日間或夜間，距離風機越近，鳥類飛行頻率越少，觀察後亦未有碰撞情形。詳如圖1.6.2-12所示。</p> <p>(3) 依據臺灣「王功風力發電計畫」鳥類雷達調查情形，鳥類飛行已避開風機所在路線。詳如圖1.6.2-13所示。</p> <p>經調查顯示，環評階段規劃預留之鳥類飛行廊道，營運後鳥類於飛行比例方面有增加趨勢。依據歷年監測結果，鳥類數量並未因風機運轉後有減少情形。</p> <p>(三) 鳥類撞擊評估</p> <p>海龍二號、三號風場變更後11 MW及15 MW風力發電機組配置造成的鳥類撞擊數量低於原環說最大撞擊數量(圖1.6.2-14)。其中，15MW配置所造成的鳥類撞擊量又較11MW配置少。15MW的風機，單支風機的旋轉半徑較大，葉片較寬，但其所需架設的風機支數較少，因此整體衝擊相對較小。</p> <p>3. 海龍二號</p> <p>海龍二號風場於0.98的迴避率下，整體全</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>年的撞擊數量估值介於91.3~110.1隻。保育類最大撞擊數量估值說明如下：</p> <p>(1) 11MW風機配置：0.98的迴避率下，海龍二號風場保育類全年的撞擊數量估值分別約為玄燕鷗11隻、白眉燕鷗40隻和鳳頭燕鷗1隻。</p> <p>(2) 15MW風機配置：0.98的迴避率下，海龍二號風場保育類全年的撞擊量估值分別約為玄燕鷗9隻、白眉燕鷗33隻和鳳頭燕鷗1隻。</p> <p>4. 海龍三號</p> <p>海龍三號風場於0.98的迴避率下，整體全年的撞擊數量估值介於104.6~123.6隻。保育類最大撞擊數量估值說明如下：</p> <p>(1) 11MW風機配置：0.98的迴避率下，海龍三號風場保育類全年的撞擊數量估值分別約為魚鷹2隻、玄燕鷗14隻、白眉燕鷗24隻、小燕鷗&lt;0.1隻、鳳頭燕鷗4隻。</p> <p>(2) 15MW風機配置：0.98的迴避率下，海龍三號風場保育類全年的撞擊量估值分別約為魚鷹2隻、玄燕鷗12隻、白眉燕鷗20隻、小燕鷗&lt;0.1隻、鳳頭燕鷗3隻。</p> <p>(四) 環境減輕對策</p> <p><b>本計畫已擬定鳥類環境保護對策，以降低本計畫開發對於鳥類生態環境衝擊。詳細內容說明如下：</b></p> <p><b>1. 施工前</b></p> <p>(1) 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。</p> <p>(2) 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。</p> <p>(3) 規劃階段將進行一次澎湖群島燕鷗之</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |     |
|---------|--|-------|-----|
|         |  | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>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。</p> <p>2. 施工期間</p> <p>(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。</p> <p>(2) 依民航局最新頒布之「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」設置航空警示燈，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。</p> <p>(3) 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。</p> <p>(4) 將優先選用較大風機，以降低鳥類影響。</p> <p>A. 風機大型化規劃，單機裝置容量除原6~9.5MW，並新增11~15MW規劃。</p> <p>B. 6~9.5MW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)。新增之11~15MW風機間距將依風力機組型式及場址風況評估結果進行佈置，盛行風向間距至少1,158公尺，非盛行風向間距至少666公尺。</p> <p>C. 與相鄰風場間距至少為葉片直徑6倍(依單機裝置容量不同約介於906~1,380公尺)。</p> <p>D. 風機葉片距離海面高度至少25米。</p> <p>3. 營運期間</p> <p>(1) 降低風機撞擊效應</p> <p>依歐洲經驗，風機上若設置太多警示</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>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。</p> <p>依民航局最新頒布之「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」設置航空警示燈，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。</p> <p>(2) 觀測風場中鳥類活動</p> <p>A. 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。</p> <p>B. 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。</p> <p>C. 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。</p> <p>D. 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1.6.2-15，實際設置位置將依據風場設置的順序以及風機配置選</p> |       |     |

| 審查意見 | 答覆說明  | 修訂處 |    |
|------|---|-----|----|
|      |   | 章節  | 頁次 |
|      | <p>擇適切位置。</p> <p>E. 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。</p> |     |    |

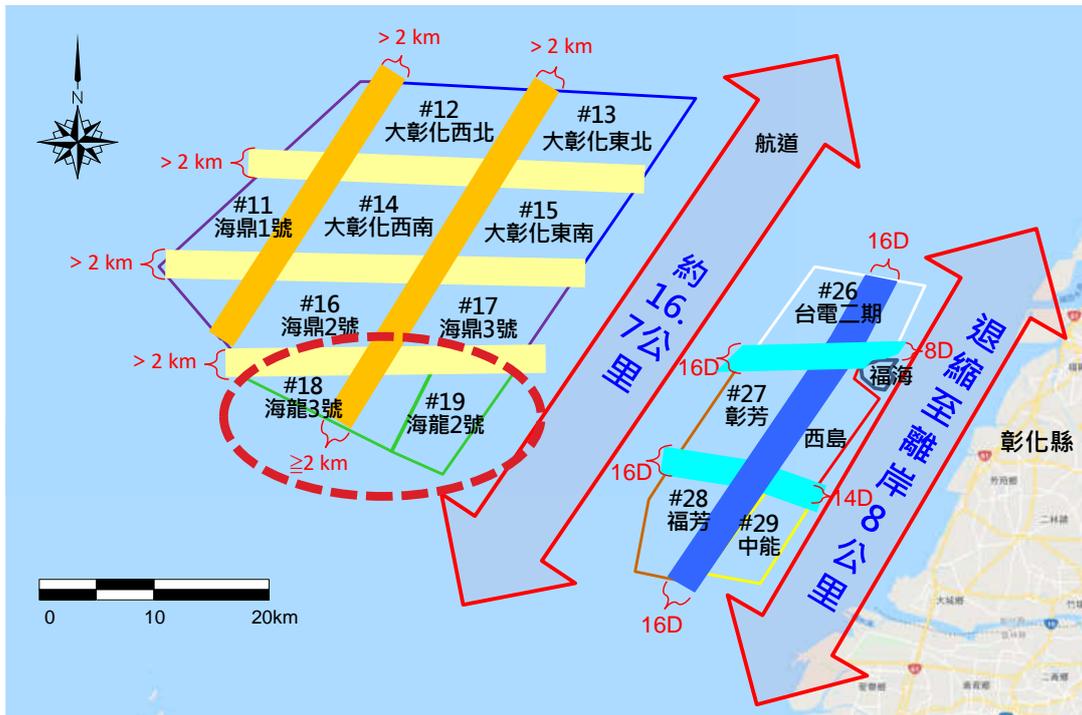
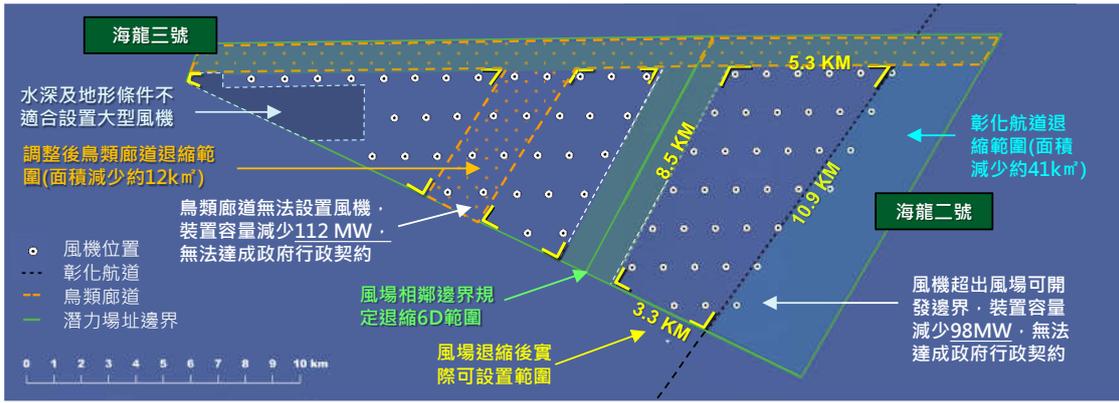
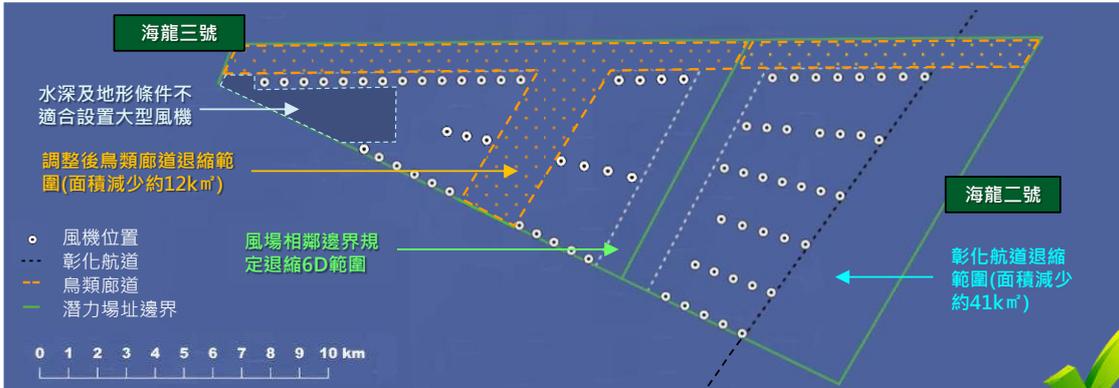


圖 1.6.2-1 海龍風場留設與鄰近風場連續之鳥類廊道



|      |               |      |   |
|------|---------------|------|---|
| 風機數量 | 海三36部 / 海二37部 | 葉片直徑 | 均以14MW WTG DD-222公尺預估 (不超過230公尺)                      |
| 風機排數 | 海三5排 / 海二7排   | 風機間距 | 盛行風向7D ( $\geq 1,554$ 公尺), 非盛行風向5D ( $\geq 1,110$ 公尺) |



|      |               |      |   |
|------|---------------|------|---|
| 風機數量 | 海三36部 / 海二37部 | 葉片直徑 | 均以14MW WTG DD-222公尺預估 (不超過230公尺)          |
| 風機排數 | 海三3排 / 海二6排   | 風機間距 | 盛行風向 $\geq 1,332$ 公尺, 非盛行風向 $\geq 666$ 公尺 |

圖 1.6.2-2 新增 14MW 採 5D&7D 風機間距規劃及採 666 公尺&1,158 公尺間距規劃比較

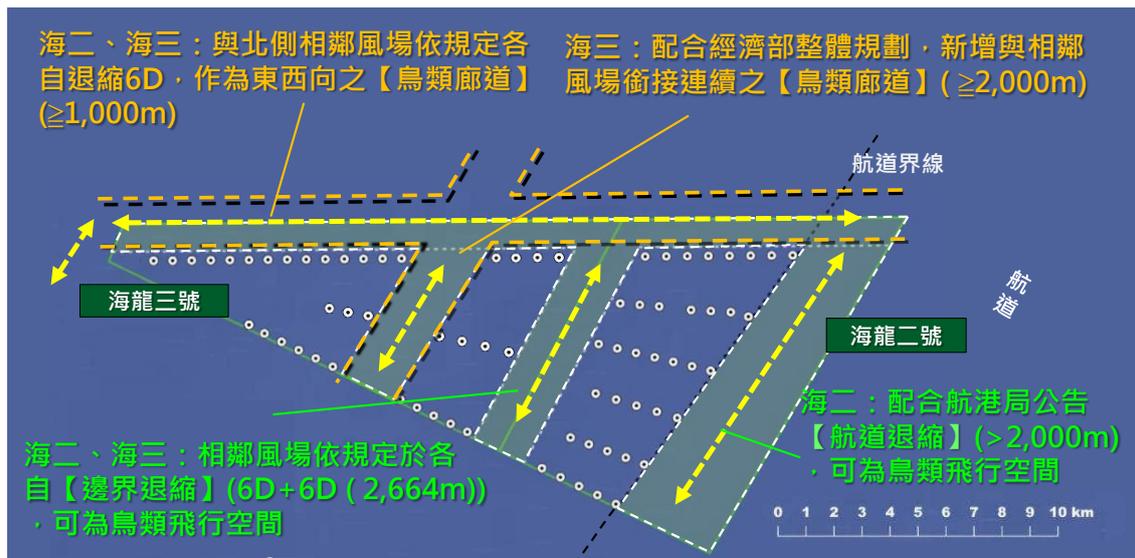


圖 1.6.2-3 海龍風場周邊鳥類飛行空間整體規劃

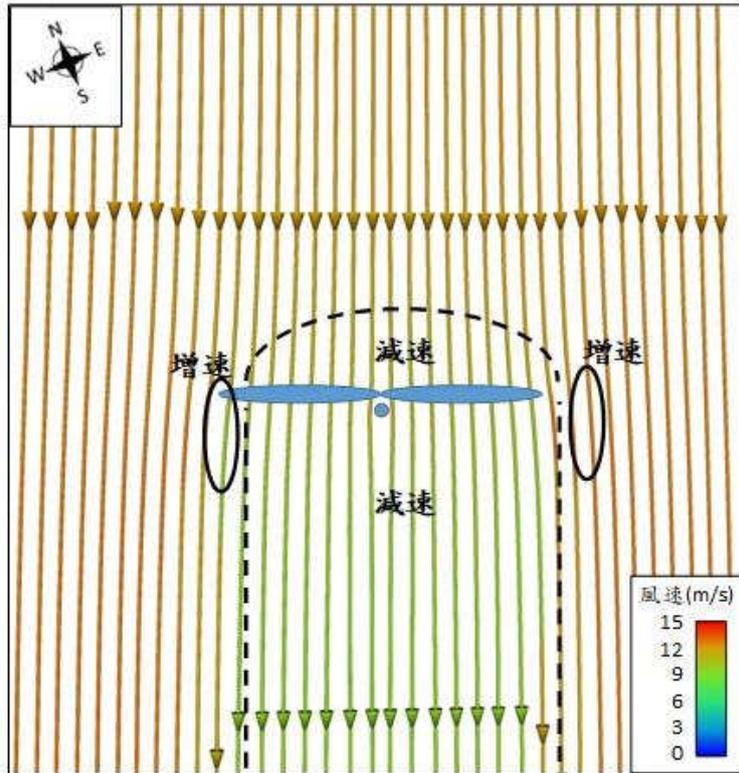


圖 1.6.2-4 風機沿扇葉中心高度之水平剖面流場分布圖

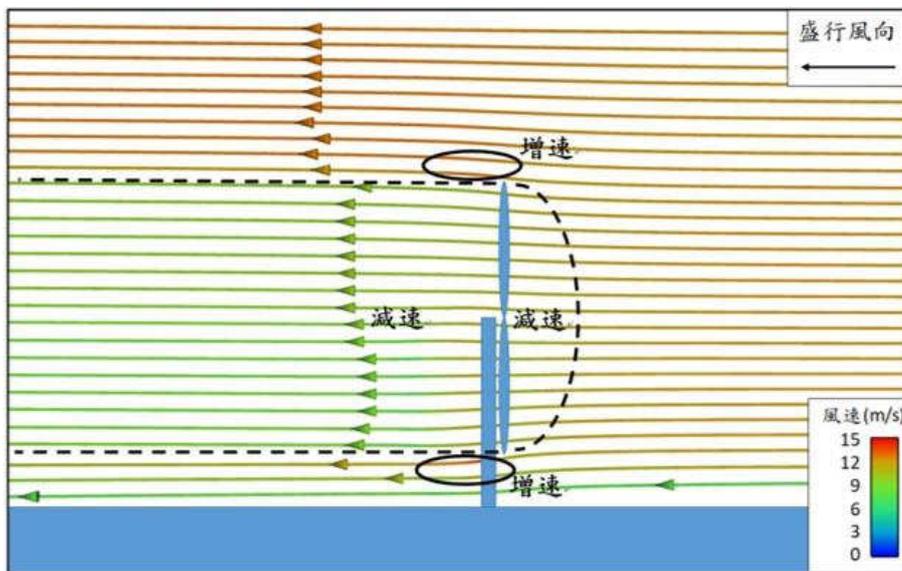


圖 1.6.2-5 風機沿盛行風向之垂直剖面流場分布圖

表 1.6.2-1 海龍風場與國內外施工或營運中風場之風機間淨間距值比較表

| 名稱                 | 本計畫風場      | 丹麥 Nysted 風場 | 英格蘭 Thanet 風場 | 德國 Nordsee 1 風場 | 台灣海洋風場 (Formosa 1) | 台灣大彰化東南風場  |
|--------------------|------------|--------------|---------------|-----------------|--------------------|------------|
| 單機裝置容量 (MW)        | 14         | 2.3          | 3.0           | 6.0             | 6.0                | 8.0        |
| (A) 風機最小間距(m)      | 666        | 480          | 500           | 500             | 455                | 500        |
| (B) 風機葉片直徑(m)      | 222        | 82.4         | 90            | 126             | 154                | 167        |
| 風機最小淨間距(m) (A)-(B) | <b>444</b> | <b>397.6</b> | <b>410</b>    | <b>374</b>      | <b>301</b>         | <b>333</b> |

資料來源：本計畫整理。

|      |  |                          |
|------|--|--------------------------|
| 規模降低 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 風機：減少約72部</li> <li>• 水下基礎：減少約72座</li> <li>• 基樁：減少288支</li> <li>• 打樁作業時間：減少1,152時</li> <li>• 基座面積：減少26,025m<sup>2</sup></li> <li>• 風機陣列排數：減少約6排</li> </ul> | 提升鳥類飛行廊道                 |
|      |  | 減少打樁作業影響期間<br>減少海床懸浮固體擾動 |
|      |  | 減少底棲生態影響面積               |

| 海龍二號+海龍三號    |  |  |                          |
|--------------|--|--|--------------------------|
| 評估減輕項目       | 原環說風機方案 (6~9.5MW)                                  | 本次變更大型化風機方案 (11~15MW)                              | 6MW與15MW 規劃差異分析          |
| 風機           | 109~141部   | 69~94部   | 最多減少72部                  |
| 水下基礎         | 109~141座   | 69~94座   | 最多減少72座                  |
| 基樁           | 436~564支   | 276~376支   | 最多減少288支                 |
| 打樁作業時間(4hrs) | 2,256hrs   | 1,104hrs   | 最多減少1,152小時              |
| 基座面積         | 88,125m <sup>2</sup><br>(每部基座25×25m <sup>2</sup> ) | 62,100m <sup>2</sup><br>(每部基座30×30m <sup>2</sup> ) | 最多減少26,025m <sup>2</sup> |
| 風機陣列排數       | 海二：9~10排<br>海三：7~8排                                | 海二：6~7排<br>海三：2~3排                                 | 最多減少6排                   |

圖 1.6.2-6 海龍二號及三號風場原環評及本次變更規劃差異分析

表 1.6.2-2 本次變更與原環說環境影響結果評估比較表

| 評估項目               | 原環說評估結果  | 本次變更評估結果和原環說比較  |
|--------------------|--|---|
| 空氣品質<br>(海域工程)     | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 除 PM2.5 背景值已超過空氣品質標準，各項空氣污染物擴散至敏感受體濃度與背景濃度加成後均符合空氣品質標準</li> </ul>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 除 PM2.5 背景值已超過空氣品質標準，各項空氣污染物擴散至敏感受體濃度與背景濃度加成後均符合空氣品質標準</li> <li>● 與原環說評估相似，空氣污染物增量極為輕微</li> </ul>                    |
| 噪音振動<br>(風機同時運轉)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 全頻噪音：衰減至距離風機最近敏感受體噪音增量為 0.0dB(A)</li> <li>● 低頻噪音：衰減至距離風機最近敏感受體噪音增量為 0.0dB(A)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 與原環說評估結果相同</li> </ul>  |
| 水下噪音<br>(基礎打樁)     | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 打樁點距離 750 公尺處之聲壓值 162~164dB，經減噪措施後為 152~154dB</li> </ul>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 打樁點距離 750 公尺處之聲壓值 166~167dB，經減噪措施後為 156~157dB</li> <li>● 與原環說評估相同，均可符合聲壓值不超過 160dB</li> </ul>                        |
| 鳥類撞擊評估<br>(風機同時運轉) | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 0.98 迴避率下，全年最大撞擊數量估值分別為 89 隻(海龍二號)及 136.8 隻(海龍三號)</li> </ul>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 0.98 迴避率下，11MW 撞擊數量估值分別為 87.9 隻(海二)及 106.1 隻(海三)；15MW 撞擊數量估值為 73 隻(海二)及 90.1 隻(海三)</li> <li>● 低於原環說最大撞擊數量</li> </ul> |
| 打樁水下噪音<br>影響時間     | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 每部風機打樁時間約 4hr，海龍二號、三號風場總打樁影響時間約 2,256 小時</li> </ul>                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 海龍二號、三號風場總打樁影響時間為 1,104 小時</li> <li>● 較原環說規劃減少 1,152 小時</li> </ul>   |
| 底棲生態<br>影響面積       | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 6~9.5MW 風機水下基礎為 25x25m，海龍二號、三號風場總影響面積為 88,125m<sup>2</sup></li> </ul>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 11~15MW 風機水下基礎為 30x30m，海龍二號、三號風場總影響面積為 62,100m<sup>2</sup></li> <li>● 較原環說規劃減少 26,025m<sup>2</sup></li> </ul>        |

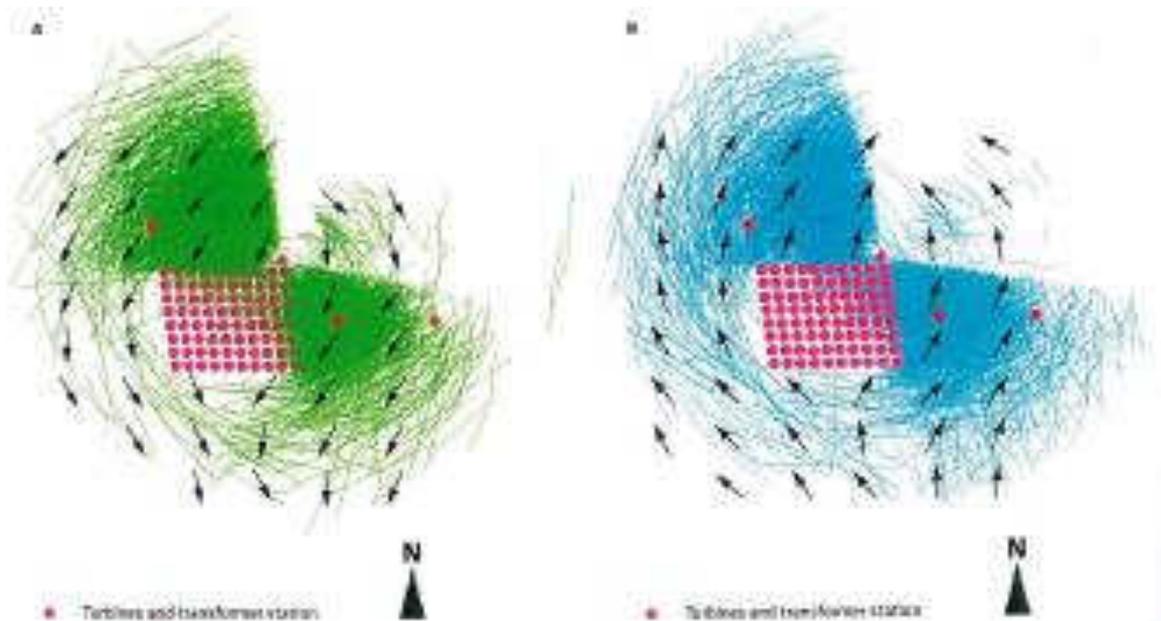


圖 1.6.2-7 丹麥 Horns Rev 風場(間距約 560 公尺)  
鳥類飛行路徑紀錄(營運期間)

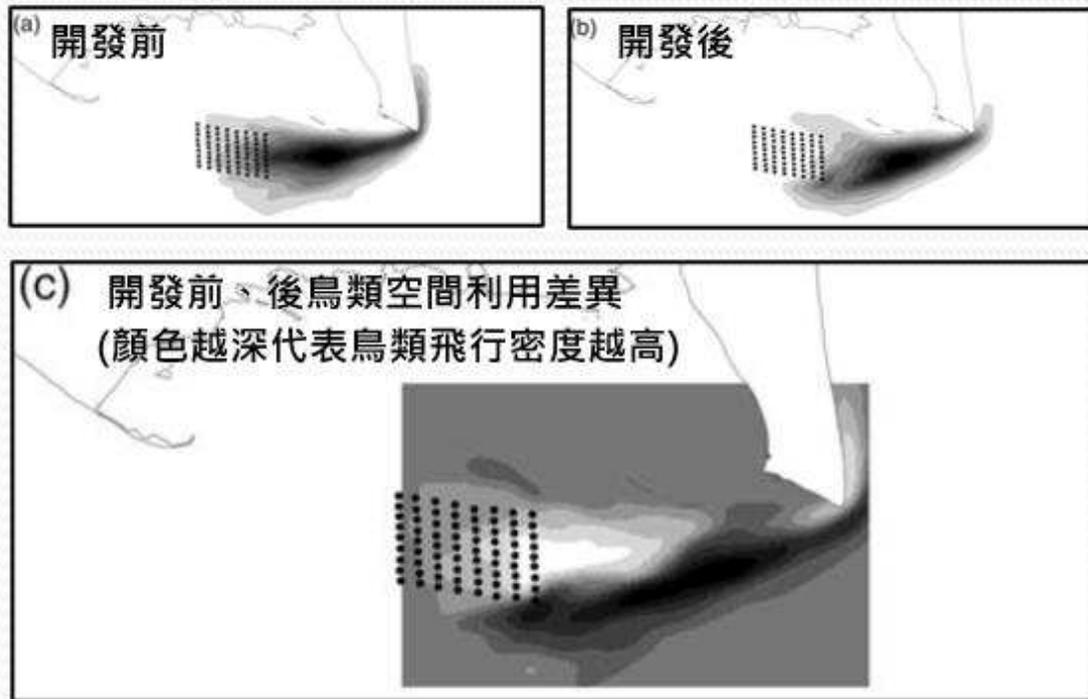


圖 1.6.2-8 丹麥 Nysted 風場(間距約 500 ~ 850 公尺)開發前後鳥類飛行密度紀錄  
(施工前、營運期間)

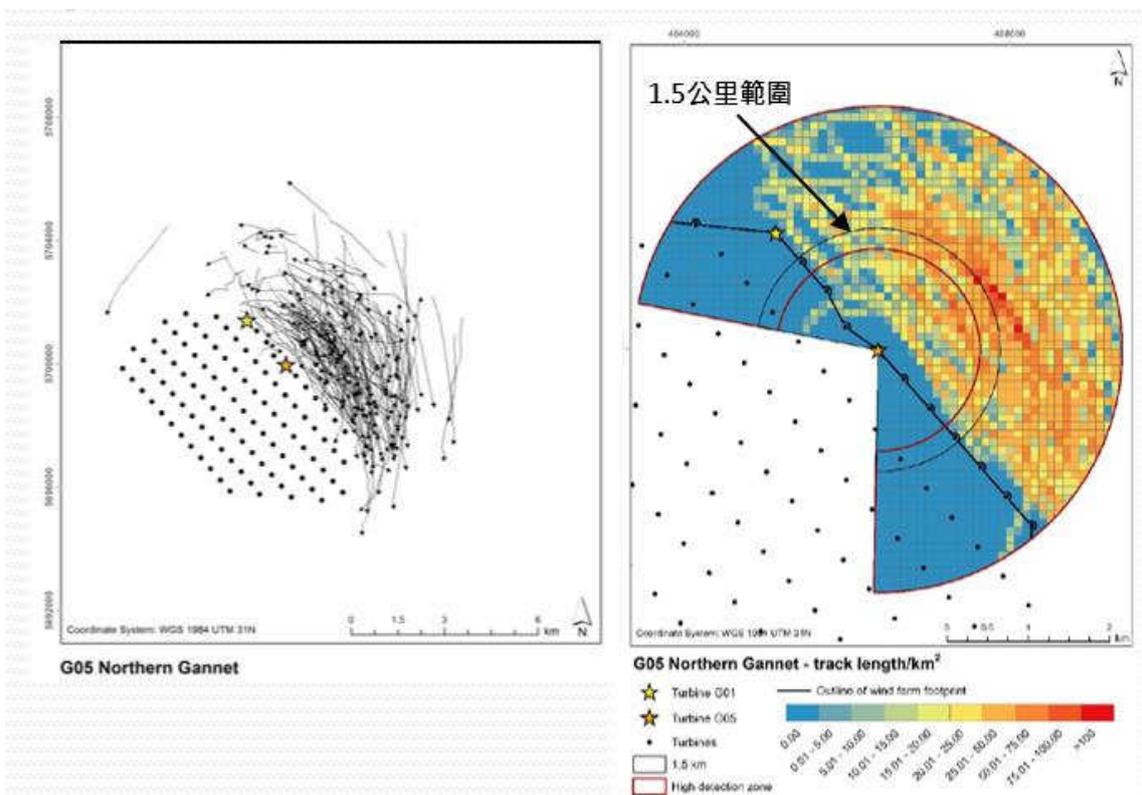
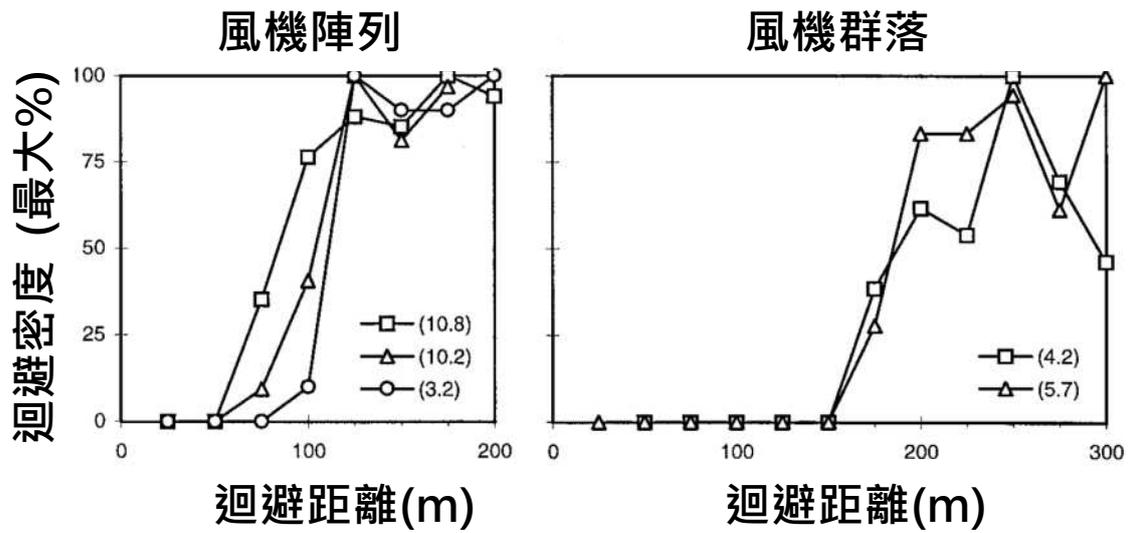


圖 1.6.2-9 英格蘭 Thanet 風場(間距約 500 ~ 800 公尺)  
鳥類飛行路徑及飛行密度紀錄(營運期間)



資料來源：Effects of wind turbines and other physical elements on field utilization by pink-footed geese: A landscape perspective, Larsen and Madsen, 2000.

圖 1.6.2-10 風機陣列及風機群落的鳥類迴避距離

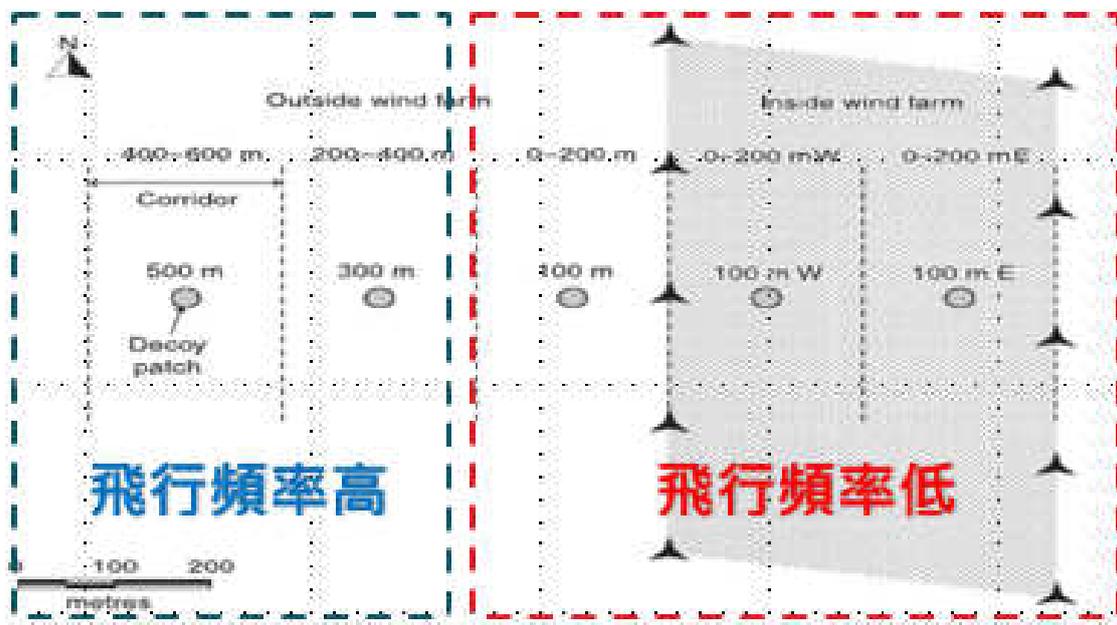


圖 1.6.2-11 丹麥 Tunø Knob 風場(間距約 200~400 公尺)鳥類與西側風機排觀測飛行頻率分布(營運期間)

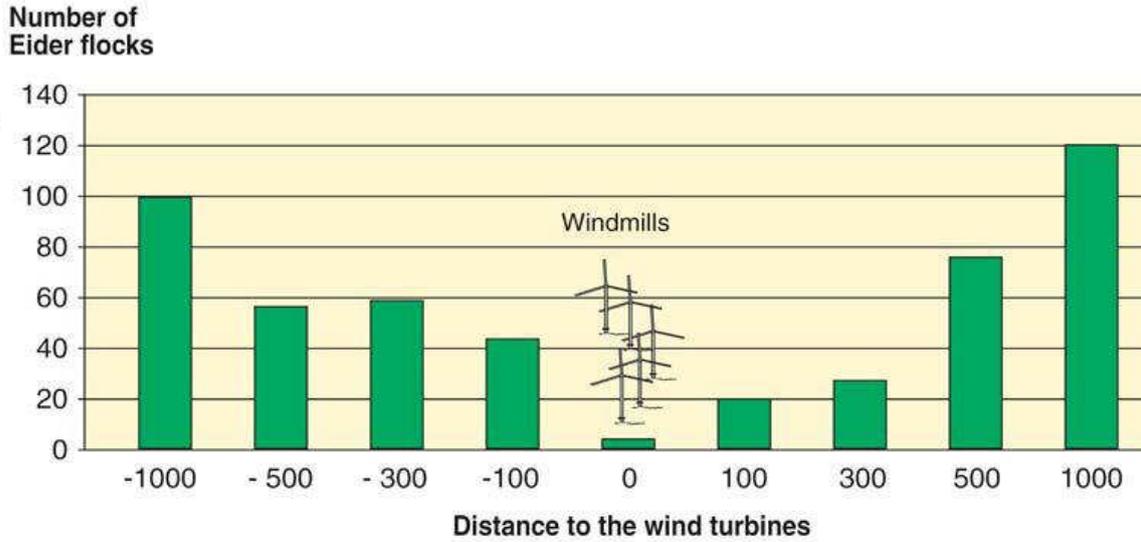


圖 1.6.2-12 瑞典 Yttre Stengrund 風場(間距約 400 ~ 500 公尺) 鳥類與風機最近距離累積飛行頻率分佈(營運期間)

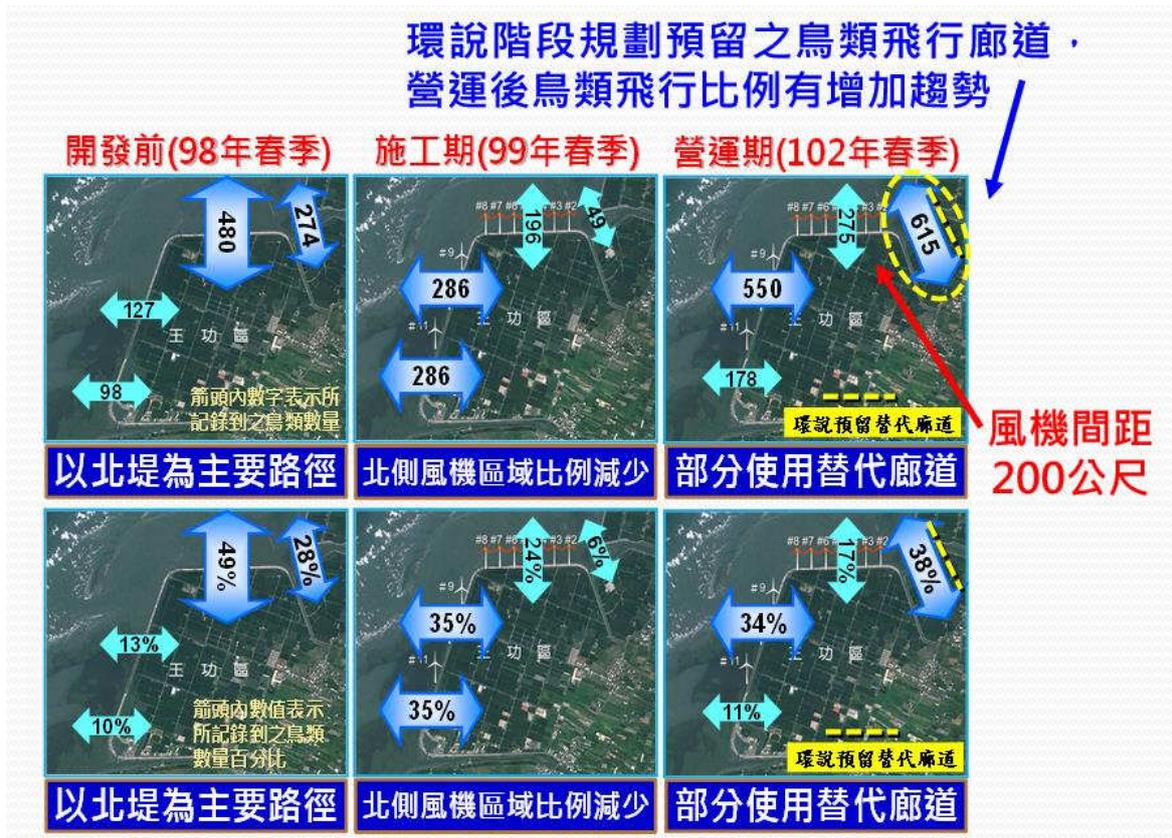
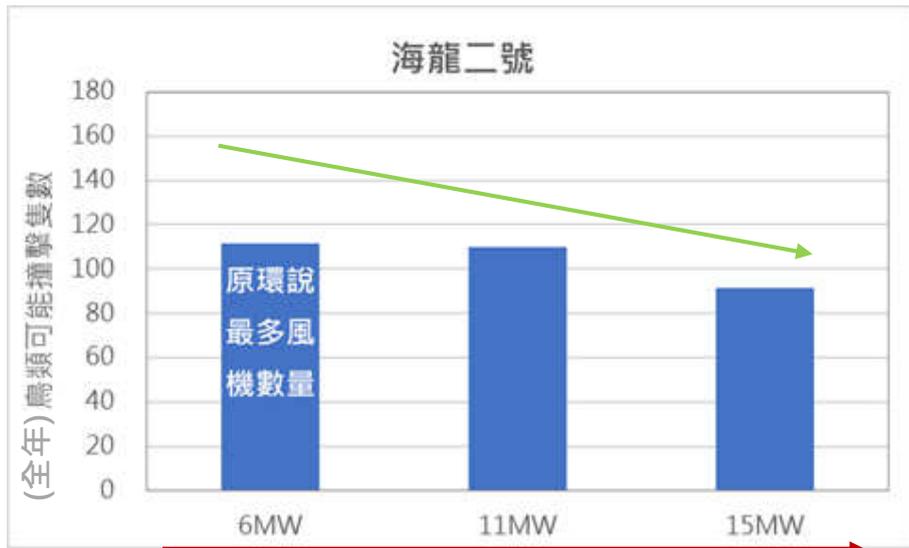
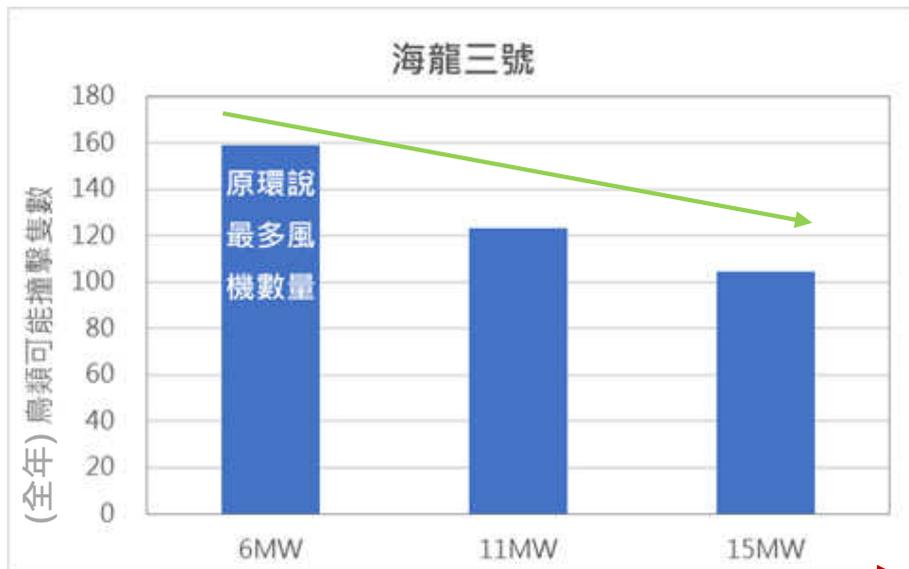


圖1.6.2-13 王功風力發電站(北側間距約200公尺)開發前後鳥類飛行路徑(施工前、施工期間、營運期間)



風機大型化



風機大型化

圖 1.6.2-14 海龍二號、三號不同風機配置下整體鳥類年撞擊隻次

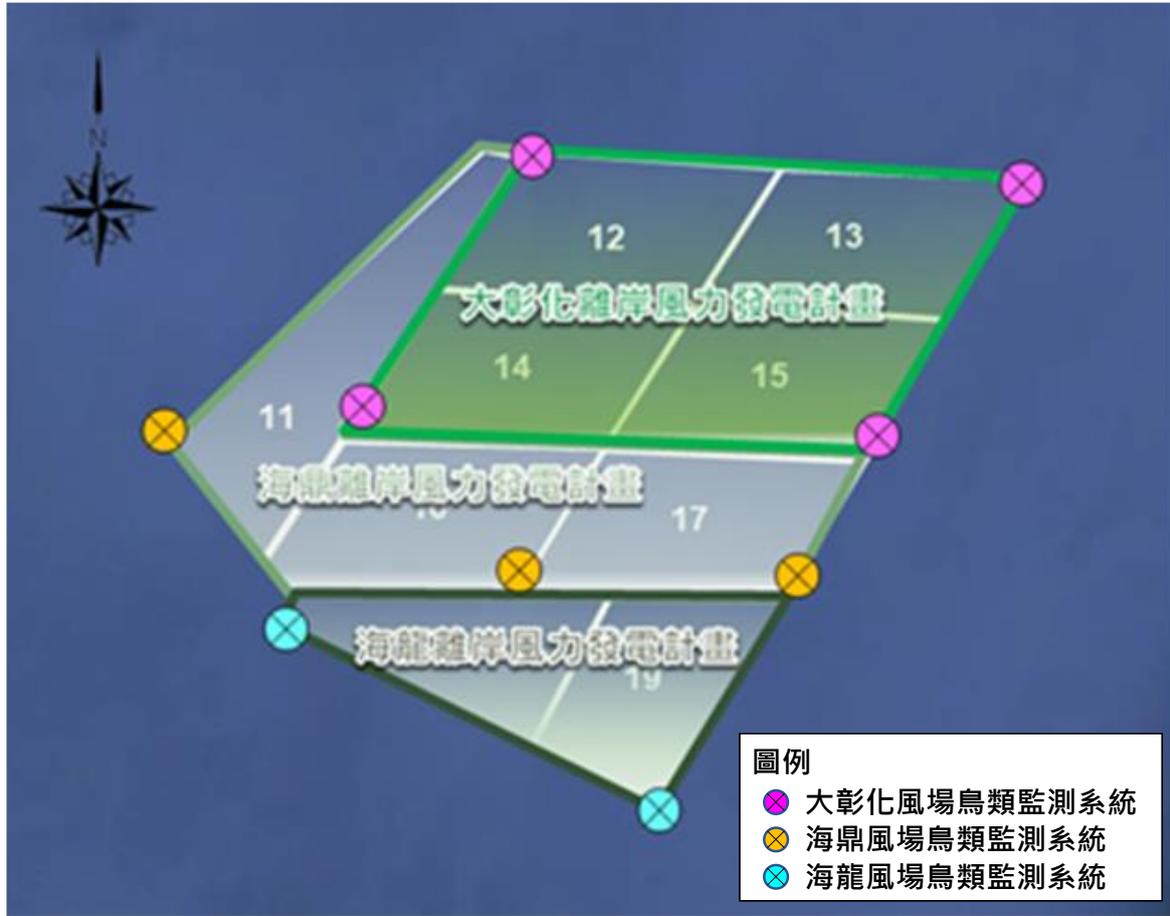


圖 1.6.2-15 海龍二號、海龍三號與相鄰風場聯合設置鳥類監測系統示意圖

| 審查意見  | 答覆說明  | 修訂處                      |   |
|---|---|--------------------------|---|
|   |   | 章節                       | 頁次  |
| <b>1.7、江委員康鈺</b>  |   |                          |   |
| 一、前次會議意見回覆說明，提及降轉機制之作業訂定；開發單位建議目的事主管機關，研擬商業可行之機制，供業者共同遵循，此似欠缺開發者自主管理，及善盡生態保護責任之回應，請開發單位妥適回應與說明為佳。 | 敬謝委員指教。考量離岸風場的特性，採用雷達進行自動化辨識鳥種，以達到啟動風機降轉機制似為目前較可行之方法，依據目前案例分析，鳥類降轉機制之基本條件為「 <b>明確分辨出欲保護目標鳥種及影響標的</b> 」，目前海龍二號、三號風場自環評階段以來，皆陸續蒐集風場內鳥類活動之相關資訊，調查資料顯示，目視調查到保育類為玄燕鷗(II)、白眉燕鷗(II)、鳳頭燕鷗(II)，飛行高度大多在0~25公尺，調查到保育類在其大小，身形和飛行速度等皆十分相似，因此要以雷達自動判定目標鳥種並啟動停機之方式現階段而言並不可行；而雷達調查顯示，鳥類過境期間整體飛行方向以南-北向、東北-西南向為主，與風機排列相符，與配合「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」及經濟部 | 4.2<br>4.4<br>7.1<br>7.2 | 4-4~8<br>4-28~29<br>4-31~35<br>7-11~12<br>7-14~16 |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>整體規劃，於海龍三號風場新增2,000公尺銜接鄰近風場連續之鳥類廊道大致相符，提供有利鳥類南北飛行廊道空間(圖1.7.1-1)，且海龍二號風場已配合公告直航航道退縮風場在先，場址面積縮減近40%，退縮寬度達3,500公尺，風場相鄰邊界依經濟部能源局於104年7月2日公佈之「離岸風力發電規劃場址申請作業要點」規定，各自退縮，留設寬度大於2,000公尺，而與北側相鄰風場亦依規定各自退縮，以總體空間而言，實際風場退縮空間均遠大於原規劃(圖1.7.1-2)。</p> <p>本計畫考量對環境生態保護責任，基於鳥類雷達調查僅能記錄飛行筆數和飛行高度，無法判別鳥類隻數和鳥種侷限性，新增春、秋季鳥類過境期間每季執行3日次，夏、冬季每季執行1日次之鳥類雷達調查搭配鳥類目視調查，屆時將涵蓋春、夏、秋、冬四季鳥類雷達結合目視調查資料，以釐清雷達資料和鳥種數量之關係。此外海龍二號、三號風場將於施工前執行海上鳥類船隻目視調查、海岸鳥類目視調查、24小時鳥類雷達調查、鳥類繫放衛星定位追蹤，施工期間執行海上鳥類船隻目視調查、海岸鳥類目視調查，營運階段執行海上鳥類船隻目視調查、海岸鳥類目視調查，並聯合大彰化案及海鼎案設置鳥類監測系統，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、累積長期監測資料。未來將結合相關文獻蒐集及考量風場環境區位特性，始進一步給蒐集欲保護目標鳥種資訊，並依據經濟部能源局基於電業管理及風場一致性，參考國際作法及可行技術研擬之商業可行降轉機制，據以規劃具體可行之風機降轉或停機初步規劃，納入環境影響調查報告書，務使綠能與鳥類生態共存共榮發展。針對風機降轉機制規劃及鳥類監測資料蒐集，說明如下：</p> <p>(一) 風機降轉機制規劃</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 依據離岸風場各開發單位共同委託歐洲具超過25年離岸風場工程與環評經驗之NIRAS顧問公司，進行關於風機降載或停機之研究資料分析及可行性研究結果，現階段「國外已營運之『離岸風場』中，並無運用風場降轉機制」之實際案例；而陸域已營運風場採用降轉/停機來減低鳥類撞擊風險之案例亦相當少。</li> </ol> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>2. 在少數採用全自動攝影機停機系統(如TADS、DTBird)之陸域風場中，因攝影機僅能偵測到特定風機之掃風範圍，且考量經濟可行性並無法於所有風機安裝攝影機，因此該系統之監測範圍僅侷限於風場內特定區域。再者，攝影機系統亦無法辨識目標鳥種，仍需要結合有經驗之觀測員進行目視觀測；由於辨認目標鳥種係為評斷停機條件中最基本的需求，因此，在可見的未來內，全自動攝影機停機系統不太可能發展為涵蓋整座離岸風場有效可行的選項。</p> <p>3. 在全自動雷達停機系統案例中(如芬蘭Tahkoluoto陸域風場)，因其目標鳥種(白尾海雕和黑背海鷗)具有高度可辨識性始可以雷達進行偵測後自動判定；如白尾海雕因其體型相較當地可能出現鳥種大，因此可靠體型特徵辨識；而黑背海鷗因其飛行速度，明顯與當地其他鳥種不同，故可依其飛行速度辨識。當雷達接收到有靠近的鳥群，並辨識出為上述兩種鳥類時，在數量達到風險閾值，系統會將停機指令資訊傳到特定風機上，啟動停機機制；當風機不再收到指標性鳥類靠近之警示訊號後，會在數分鐘內自動開始運轉，而其他經過風場的鳥種則不會觸發停機。由於目前在台灣西部海域觀測到之保育類鳥種，在其大小，身形和飛行速度等皆十分相似，因此要以雷達自動判定目標鳥種並啟動停機之方式現階段而言並不可行。</p> <p>4. 依據目前陸域案例分析，全自動鳥類監測停機系統之基本條件為「明確分辨出欲保護目標鳥種及影響標的」。設置觀察員為辨識目標鳥種之傳統方法，但在離岸風場施行上有其高度限制性，除了整個監測期間皆需要要求觀測員滯留於風機上，在風場外側也需要部署人力來監測接近風場的鳥類；再加上海域氣象及作業環境限制考量，觀測員在海上進行長期目視觀測實務上較不可行。以雷達方式進行自動化辨識似為目前運用於離岸風場較可行之方法，</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>但需要克服以雷達無法有效辨認鳥種之限制，且雷達偵測效能可能受天氣、海況、鳥類大小、距離及雷達規格等影響，因此如何在各種情境下準確辨識目標鳥種並即時判斷及撞擊風險為現階段之技術發展重點。</p> <p>5. 整體而言，目前並無可行的降轉機制，未來在離岸風場中如要透過雷達監控系統，或影像監控系統，要辨識風場欲保護目標鳥種，則<u>必須要有風場範圍內充足的調查資料，以確認欲保護目標鳥種標的，確認不同鳥種體型在監控系統可偵測距離，並定義其風險閾值</u>；再者，該目標鳥種在體型、飛行模式或飛行速度上等特徵，應有其獨特性且容易辨識性，才有利於將其建置於雷達監控系統，或影像監控系統，以能夠明確辨識。因此，在可預見的將來，由於自動感應器的限制(包含鳥類偵測機率可能因鳥類大小、天氣、海況產生變動；無法分辨鳥種等)，並無法於離岸風場裝設能夠符合需求之全自動停機系統。</p> <p>6. 目前彰化雲林地區各風場自環評階段以來，皆陸續蒐集風場內鳥類活動之相關資訊，惟因海域調查之限制，目前掌握之調查資料尚屬有限，故尚無可行方案，仍有待<u>營運階段以固定式連續監測系統(包含雷達、監視設備、熱影像和音波麥克風)長期監測資料之累積</u>，並結合相關文獻蒐集及考量各風場環境區位特性，始進一步給予欲保護目標鳥種和大規模穿越定義，並視該階段國外各風場於鳥類監控設備及自動化啟動降轉(停機)機制之發展技術，綜合評估後研擬適宜各風場之降轉(停機)機制。</p> <p>7. 依據「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」環境影響評估審查委員會決議內容，海龍二號、三號風場將依據營運前(含施工前、中、後)之環境監測資料，於風場取得電業執照後半年內提出環境影響調查報告書(含具體可行之風機降轉(停機)機制)送審。</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>風機降轉或停機初步規劃方面，海龍二號、海龍三號風場將依據經濟部能源局基於電業管理及風場一致性，參考國際作法及可行技術研擬之商業可行降轉機制，據以規劃具體可行之風機降轉或停機初步規劃，納入環境影響調查報告書，務使綠能與鳥類生態共存共榮發展。</p> <p>(二) 規劃鳥類降轉機制之監測資料蒐集</p> <p>海龍二號、三號風場將蒐集施工前、中、後之環境監測資料，於營運後半年內提出環境影響調查報告書送審。施工前執行海上鳥類船隻目視調查、海岸鳥類目視調查、24小時鳥類雷達調查、鳥類繫放衛星定位追蹤，施工期間執行海上鳥類船隻目視調查、海岸鳥類目視調查，營運階段執行海上鳥類船隻目視調查、海岸鳥類目視調查，並聯合大彰化案及海鼎案設置鳥類監測系統，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。相關環境監測計畫及環境保護對策，說明如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 施工前 <p>執行海上鳥類船隻目視調查、海岸鳥類目視調查、24小時鳥類雷達調查及鳥類繫放衛星定位追蹤，以蒐集施工前環境背景資料，詳表1.7.1-1所示。</p> </li> <li>2. 施工期間 <p>執行海上鳥類船隻目視調查、海岸鳥類目視調查，以了解施工行為對環境影響，檢討鳥類保護對策，詳表1.7.1-2所示。</p> </li> <li>3. 營運期間 <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 執行海上鳥類船隻目視調查、海岸鳥類目視調查，以了解風機運轉對環境影響，詳表1.7.1-3所示。</li> <li>(2) 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1.7.1-3，實際設置位置將依據風場設置的順序以</li> </ol> </li> </ol> |       |     |

| 審查意見 | 答覆說明         | 修訂處 |    |
|------|--------------|-----|----|
|      |              | 章節  | 頁次 |
|      | 及風機配置選擇適切位置。 |     |    |

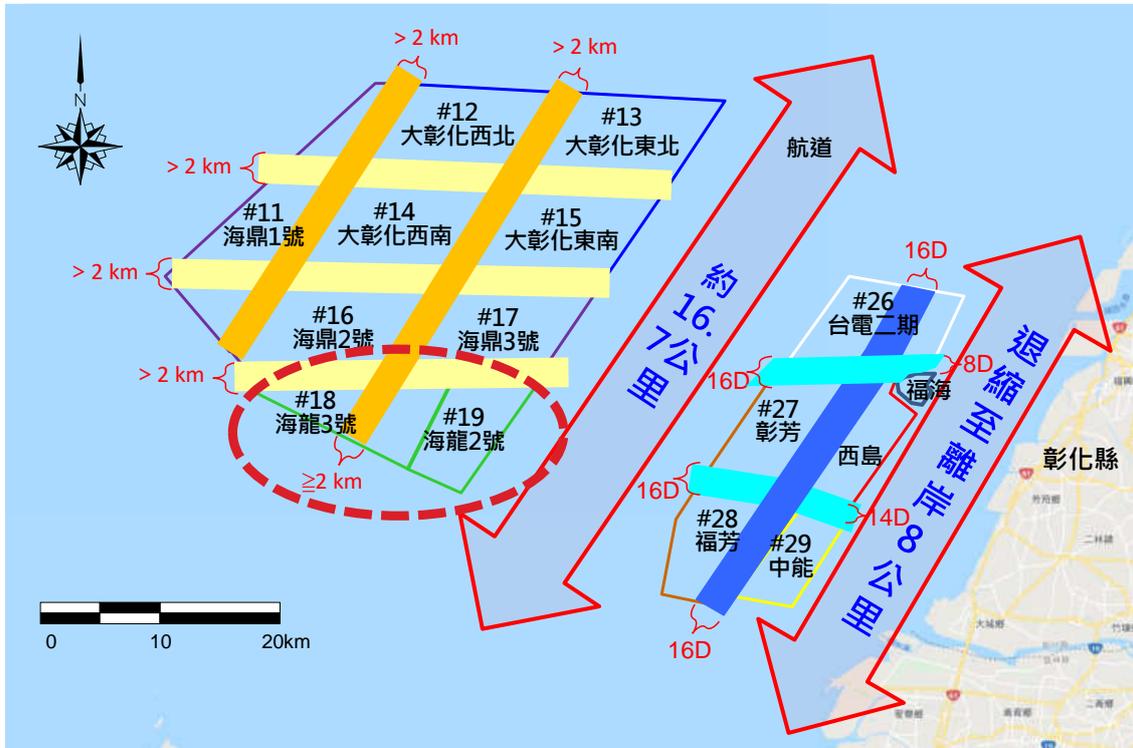


圖 1.7.1-1 海龍風場留設與鄰近風場連續之鳥類廊道

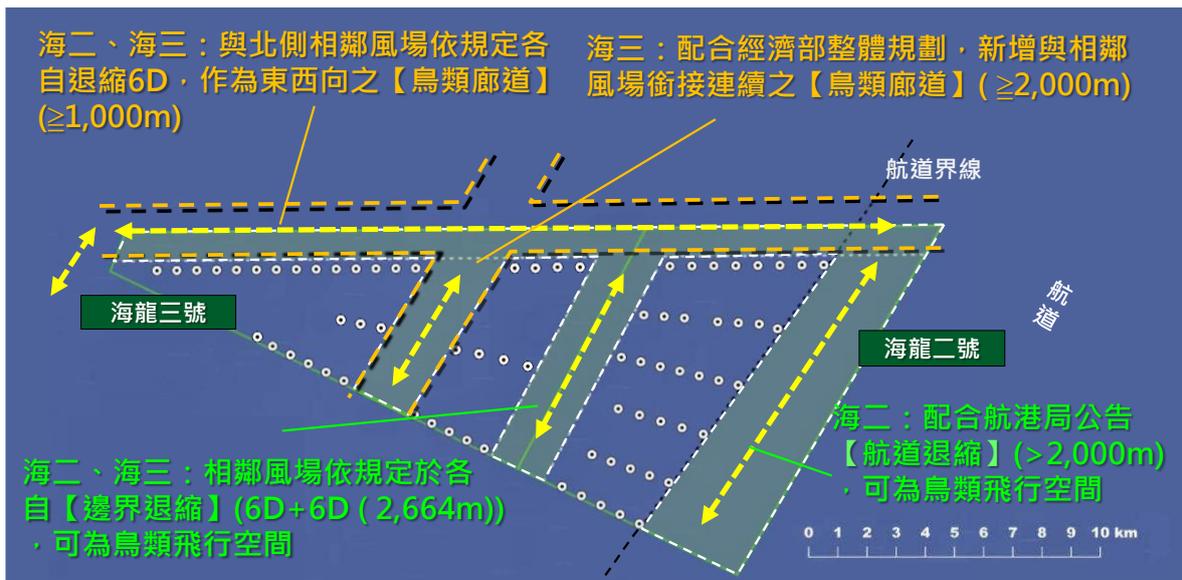


圖 1.7.1-2 海龍風場周邊鳥類飛行空間整體規劃

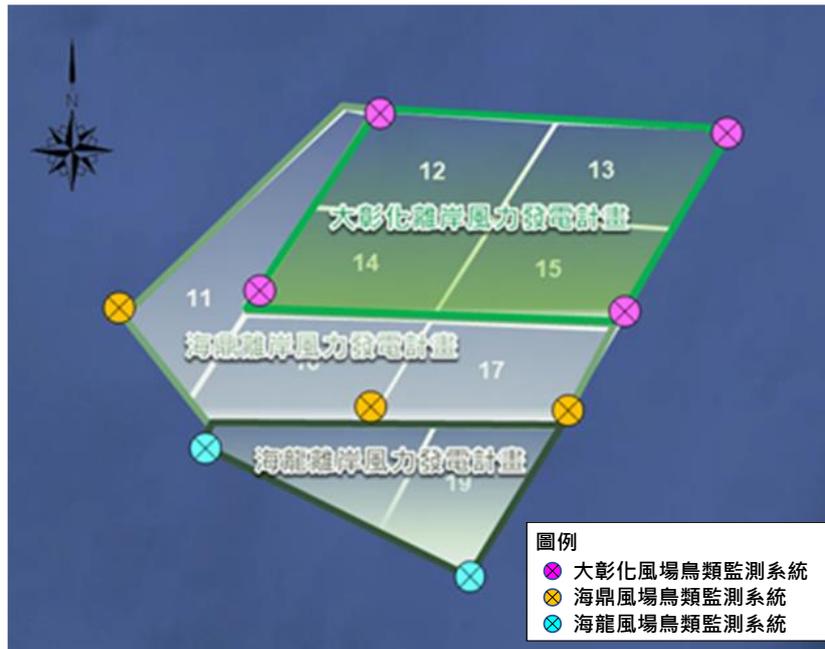


圖 1.7.1-3 本計畫與鄰近風場聯合設置鳥類監測系統示意圖

表 1.7.1-1 施工前鳥類環境監測計畫表

| 類別           | 監測項目  | 地點                       | 頻率  |  |
|--------------|---|--------------------------|---|--|
| 鳥類生態         | 1.海上鳥類船隻目視調查：種類、數量、棲身及活動情形、飛行路徑、季節性之族群變化等         | 風場範圍                     | 施工前執行 1 年<br>其中春、夏、秋季每月 1 次，冬季每季 1 次，共進行 10 次調查 |  |
|              | 2.海岸鳥類目視調查：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) | 上岸點鄰近海岸                  |   |  |
|              | 3.鳥類雷達調查  | 鳥類雷達調查<br>(24HR/垂直及水平雷達) | 風場範圍  | 施工前執行 2 年<br>每年進行 17 日次調查<br>其中春、夏季每季 5 日次，秋季每季 6 日次，冬季每季 1 日次 |
|              |   | 搭配鳥類目視調查                 |   | 每年進行 8 日次調查<br>其中春、秋季每季 3 日次，夏、冬季每季 1 日次                       |
| 4.鳥類繫放衛星定位追蹤 |   | 1.彰化海岸鳥類<br>2.澎湖鳳頭燕鷗     | 施工前執行一次   |  |

表 1.7.1-2 施工期間鳥類環境監測計畫表

| 類別   | 監測項目  | 地點      | 頻率                                   |
|------|---|---------|--------------------------------------|
| 鳥類生態 | 1.海上鳥類船隻目視調查：種類、數量、棲身及活動情形、飛行路徑、季節性之族群變化等         | 風場範圍    | 每年進行 10 次調查<br>春、夏、秋季每月 1 次，冬季每季 1 次 |
|      | 2.海岸鳥類目視調查：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) | 上岸點鄰近海岸 |                                      |

表 1.7.1-3 營運期間鳥類環境監測計畫表

| 類別   | 監測項目  | 地點      | 頻率   |
|------|---|---------|--|
| 鳥類生態 | 1.海上鳥類船隻目視調查：種類、數量、棲身及活動情形、飛行路徑、季節性之族群變化等         | 風場範圍    | 每年進行 10 次調查<br>春、夏、秋季每月 1 次，冬季每季 1 次。<br>(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) |
|      | 2.海岸鳥類目視調查：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) | 上岸點鄰近海岸 |  |

| 審查意見   | 答覆說明   | 修訂處 |    |
|--|--|-----|----|
|  |  | 章節  | 頁次 |
| <b>1.8、吳委員義林</b>   |  |     |    |
| 一、海龍3號(#18)與海龍2號(#19)間之退縮應改到延續#16與#17，#14與#15及#12與#13間之飛行廊道，以直線延續飛行廊道。 | <p>敬謝委員指教。有關於海龍二號與三號間退縮，調整延續海鼎2號(#16)、海鼎3號(#17)風場及大彰化西北(#12)、東北(#13)、西南(#14)、東南(#15)風場間鳥類飛行廊道，經與經濟部能源局溝通後，補充說明如下：</p> <p>(一)依據「離岸風電規劃場址申請作業要點」規定，與相鄰潛力場址之邊界應留設6倍最大轉子直徑做為緩衝區。</p> <p>(二)海龍二號、海龍三號風場已依據「離岸風電規劃場址申請作業要點」規定完成規劃場址申請後，另依「離岸風力發電規劃場址容量分配作業要點」規定完成場址容量分配在案，故「海龍二號與三號間鳥類廊道規劃安排增設風機」於政府行政程序上，確屬不可行。綜合考量本案推動仍應符合前述已核准之許可文件及行政程序，建請委員諒察本案仍應於海龍二號、海龍三號風場間分別留設6倍最大轉子直徑做為緩衝區。</p> <p>本次變更配合「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」及經濟部整體規劃，於海龍三號風場新增2,000公尺銜接鄰近風場連續之鳥類廊道，以營造有利鳥類南北飛行方向，詳圖1.8.1-1所示。</p> | —   | —  |

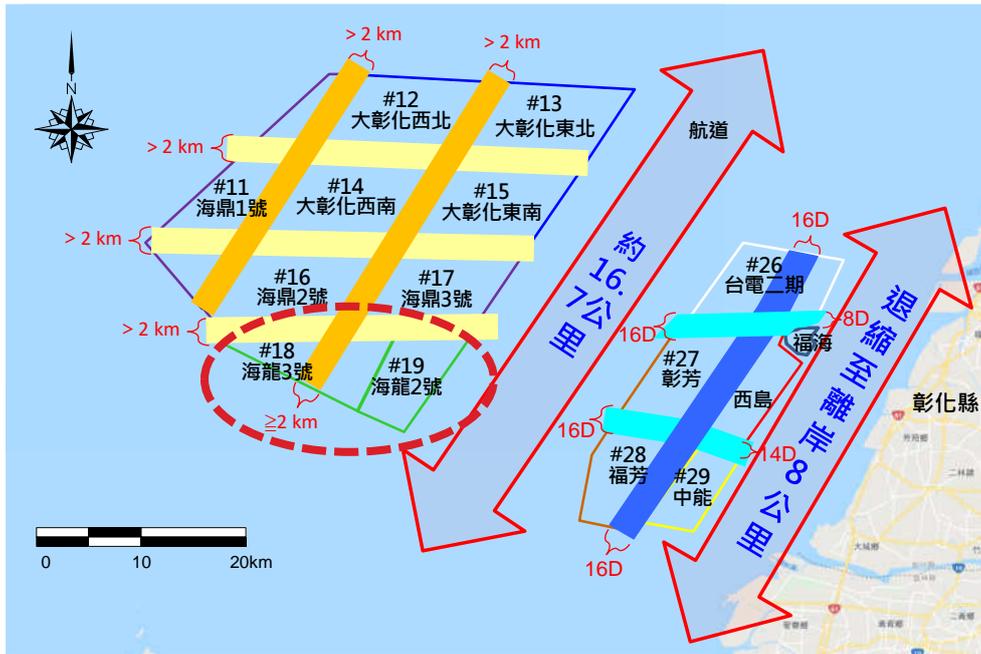


圖 1.8.1-1 海龍風場留設與鄰近風場連續之鳥類廊道

| 審查意見                                  | 答覆說明   | 修訂處   |         |
|---------------------------------------|--|-------|---------|
|                                       |  | 章節    | 頁次      |
| <b>1.9、游委員勝傑</b>                      |  |       |         |
| 一、鳥類撞擊評估是否有考量風扇邊緣之風場變化、鳥類體型、飛行速度之關連性。 | <p>敬謝委員指教。本計畫鳥類撞擊評估方法採用Band Model (Band 2012, Masden 2015)，在98%的迴避率下進行模擬，經由實地調查獲取風場範圍內各季/各月的鳥類物種及密度，並蒐集分析模式所需的各項參數(表1.9.1-1)，如生物參數與風機參數兩項；其中生態參數包含：體長與翼展、飛行速度、飛行行為參數、日間鳥類密度、夜間鳥類活動密度、飛行高度落在旋轉區的機率；風場及風機參數則包括：風機扇葉數目、風機旋轉角速度、葉片旋轉區半徑、風機總數量、一年中風機預計運轉的時間比例等等，再運用數學模式估算撞擊風險，未計入風扇邊緣之風場變化。</p> <p><b>Band Model模式敏感因子為鳥類體型及飛行速度。鳥類體型較大會增加發生碰撞的機率；較快的飛行速度則有兩方面的效應，一方面在相同鳥類密度下，鳥類飛行速度較快等同於較大的通量，但在鳥類穿過風機旋轉區速度較快時，單次通過的撞擊風險較小，整體而言，鳥類的飛行速度與撞擊量呈正相關。</b></p> | 6.1.4 | 6-34~40 |

表 1.9.1-1 海龍三號風場鳥類撞擊評估參數符號說明

| 風機規格參數       |  |                          |      |       |       |       |
|--------------|--|--------------------------|------|-------|-------|-------|
| b            | 風機扇葉數目                                     | 3                        |      |       |       |       |
| $\Omega$     | 風機旋轉角速度 (rpm)                              | 6.6~8.6                  |      |       |       |       |
| c            | 葉片最大寬度 (m)                                 | 5                        |      |       |       |       |
| $\gamma$     | 葉片傾斜角度 (degree)                            | 註 1                      |      |       |       |       |
| R            | 旋轉區半徑 (m)                                  | 96.5~115                 |      |       |       |       |
| r            | 旋轉區上任何一點至旋轉中心的距離(m)                        |                          |      |       |       |       |
| 風場與環境參數      |  |                          |      |       |       |       |
| N            | 風場內的風機總數量                                  | 34~46                    |      |       |       |       |
| $Q_{op}$     | 一年中風機預計運轉的時間比例 <sup>註 1</sup>              | 0.95                     |      |       |       |       |
| $t_{day}$    | 白天時間長度 (hr)                                | 註 2                      |      |       |       |       |
| $t_{night}$  | 夜晚時間長度 (hr)                                | 註 2                      |      |       |       |       |
| 通用鳥類參數       |  |                          |      |       |       |       |
| A            | 迴避率  | 0.98                     |      |       |       |       |
| 隨物種或類群而定鳥類參數 |  | 白眉燕鷗                     | 鳳頭燕鷗 | 玄燕鷗   | 小燕鷗   | 魚鷹    |
| L            | 體長 (m)                                     | 0.31                     | 0.48 | 0.42  | 0.25  | 0.59  |
| W            | 翼展 (m)                                     | 0.79                     | 1.27 | 0.81  | 0.51  | 1.58  |
| v            | 飛行速度 (m/s)                                 | 10.8                     | 12.0 | 13.01 | 10.93 | 16.93 |
| F            | 飛行行為參數                                     | flapping                 |      |       |       |       |
| $D_A$        | 日間鳥類密度(/km <sup>2</sup> )                  | 依兩風場實際調查而異，詳原選說表 6.1.4-4 |      |       |       |       |
| $f_{night}$  | 夜間鳥類活動密度(/km <sup>2</sup> ) <sup>註 3</sup> | 1                        | 1    | 1     | 1     | 0.5   |
| $Q_{2R}$     | 飛行高度落在旋轉區的機率(%)                            | 3.8                      | 12.8 | 16    | 0.9   | 70.2  |

註 1：若缺乏資料，使用模式預設值或建議值。

註 2：根據風場緯度計算。

註 3：燕鷗夜間活動係數採用 1.0(5)，係數 1.0(5)表其夜間活動和日間活動的占比是相當的。

| 審查意見   | 答覆說明  | 修訂處   |         |
|--|---|-------|---------|
|  |   | 章節    | 頁次      |
| <b>1.10、白委員子易</b>  |   |       |         |
| 一、「鳥類撞擊評估」部分，由於Band Model需輸入之參數繁多(Band et al., 2007; Band, 2012)，請補充 |   |       |         |
| (一)請製表逐項說明相關參數，並與「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」之內容互相查核是否有不一致之處。          | 敬謝委員指教。本計畫鳥類撞擊評估方法採用Band Model (Band 2012, Masden 2015)，在98%的迴避率下進行模擬，經由實地調查獲取風場範圍內各季/各月的鳥類物種及密度，並蒐集分析模式所需的各項參數，如生物參數與風機參數兩項；其中生態參數包含：體長與翼展、飛行速度、飛行行為參數、日間鳥類密度、夜間鳥類活動密度、飛行高度落在旋轉區的機率；風場及風機參數則包括：風機扇葉數目、風機旋轉角速度、葉片旋轉區半徑、風機總數量、一年中風機預計運轉的時間比例等等，再運用數學模式估算撞擊風險。除海龍三號風場特有之參 | 6.1.4 | 6-34~40 |

| 審查意見 | 答覆說明  | 修訂處 |    |
|------|---|-----|----|
|      |   | 章節  | 頁次 |
|      | 數外，相同的參數已與「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」之內容互相查核，詳表1.10.1.1-1所示。 |     |    |

表 1.10.1.1-1 海龍三號風場鳥類撞擊評估參數符號說明

| 風機規格參數       |  |                       |      |      |      |      |
|--------------|--|-----------------------|------|------|------|------|
| b            | 風機扇葉數目                                     | 3                     |      |      |      |      |
| $\Omega$     | 風機旋轉角速度 (rpm)                              | 6.6~8.6               |      |      |      |      |
| c            | 葉片最大寬度 (m)                                 | 5                     |      |      |      |      |
| $\gamma$     | 葉片傾斜角度 (degree)                            | 註 1                   |      |      |      |      |
| R            | 旋轉區半徑 (m)                                  | 96.5~115              |      |      |      |      |
| r            | 旋轉區上任何一點至旋轉中心的距離(m)                        |                       |      |      |      |      |
| 風場與環境參數      |  |                       |      |      |      |      |
| N            | 風場內的風機總數量                                  | 34~46                 |      |      |      |      |
| $Q_{op}$     | 一年中風機預計運轉的時間比例 <sup>註 1</sup>              | 0.95                  |      |      |      |      |
| $t_{day}$    | 白天時間長度 (hr)                                | 註 2                   |      |      |      |      |
| $t_{night}$  | 夜晚時間長度 (hr)                                | 註 2                   |      |      |      |      |
| 通用鳥類參數       |  |                       |      |      |      |      |
| A            | 迴避率  | 0.98                  |      |      |      |      |
| 隨物種或類群而定鳥類參數 |  |                       |      |      |      |      |
| L            | 體長 (m)                                     | 白眉燕鷗                  | 鳳頭燕鷗 | 玄燕鷗  | 小燕鷗  | 魚鷹   |
| W            | 翼展 (m)                                     | 0.31                  | 0.48 | 0.42 | 0.25 | 0.59 |
| v            | 飛行速度 (m/s)                                 | 0.79                  | 1.27 | 0.81 | 0.51 | 1.58 |
| F            | 飛行行為參數                                     | flapping              |      |      |      |      |
| $D_A$        | 日間鳥類密度(/km <sup>2</sup> )                  | 依兩風場實際調查而異，詳表 6.1.4-4 |      |      |      |      |
| $f_{night}$  | 夜間鳥類活動密度(/km <sup>2</sup> ) <sup>註 3</sup> | 1                     | 1    | 1    | 1    | 0.5  |
| $Q_{2R}$     | 飛行高度落在旋轉區的機率(%)                            | 3.8                   | 12.8 | 16   | 0.9  | 70.2 |

註 1：若缺乏資料，使用模式預設值或建議值。

註 2：根據風場緯度計算。

註 3：燕鷗夜間活動係數採用 1.0(5)，係數 1.0(5)表其夜間活動和日間活動的占比是相當的。

| 審查意見                     | 答覆說明   | 修訂處   |         |
|--------------------------|--|-------|---------|
|                          |  | 章節    | 頁次      |
| (二)不同鳥種相對迴避率之設定，是否屬最劣情境？ | 敬謝委員指教。本計畫參考蘇格蘭自然遺產組織 (Scottish Natural Heritage) 及英國鳥類信託協會 (British Trust for Ornithology)彙整陸域及海上風場現有迴避率資訊，以及Cook et al. (2014)針對北方塘鵝與鷗科進行研究，除了紅隼與白尾海鵬迴避率為 <b>95%</b> ，其餘鳥種(包括多種猛禽)迴避率大於 <b>98%</b> ，且大部分物種都在 <b>99%</b> 以上，故本計畫進行Band Model的模擬時，針對缺乏相關資訊的鳥種採用98%的迴避率進行撞擊風險評估。另蘇格蘭自然遺產組織建議同時估算95%與99%迴避率下的情境做為參考。本計畫已針對95%、98%及99%迴避率進行評估，說明如下： | 6.1.4 | 6-40~44 |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |     |
|---------|--|-------|-----|
|         |  | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>1. 鳥類撞擊評估(迴避率95%)<br/>海龍三號風場於0.95的迴避率下，整體全年的撞擊數量估值介於261.2~308.2隻，詳表1.10.1.2-1所示。保育類最大撞擊數量估值說明如下：</p> <p>(1) 11MW風機配置：0.95的迴避率下，海龍三號風場保育類全年的撞擊數量估值分別約為魚鷹5隻、玄燕鷗35隻、白眉燕鷗61隻、小燕鷗&lt;0.1隻、鳳頭燕鷗9隻。</p> <p>(2) 15MW風機配置：0.95的迴避率下，海龍三號風場保育類全年的撞擊數量估值分別約為魚鷹5隻、玄燕鷗29隻、白眉燕鷗51隻、小燕鷗&lt;0.1隻、鳳頭燕鷗7隻。</p> <p>2. 鳥類撞擊評估(迴避率98%)<br/>海龍三號風場於0.98的迴避率下，整體全年的撞擊數量估值介於104.6~123.6隻，詳表1.10.1.2-1所示。保育類最大撞擊數量估值說明如下：</p> <p>(1) 11MW風機配置：0.98的迴避率下，海龍三號風場保育類全年的撞擊數量估值分別約為魚鷹2隻、玄燕鷗14隻、白眉燕鷗24隻、小燕鷗&lt;0.1隻、鳳頭燕鷗4隻。</p> <p>(2) 15MW風機配置：0.98的迴避率下，海龍三號風場保育類全年的撞擊量估值分別約為魚鷹2隻、玄燕鷗12隻、白眉燕鷗20隻、小燕鷗&lt;0.1隻、鳳頭燕鷗3隻。</p> <p>3. 鳥類撞擊評估(迴避率99%)<br/>海龍三號風場於0.99的迴避率下，整體全年的撞擊數量估值介於51.9~61.7隻，詳表1.10.1.2-1所示。保育類最大撞擊數量估值說明如下：</p> <p>(1) 11MW風機配置：0.99的迴避率下，海龍三號風場保育類全年的撞擊數量估值分別約為魚鷹1隻、玄燕鷗7隻、白眉燕鷗12隻、小燕鷗&lt;0.1隻、鳳頭燕鷗2隻。</p> <p>(2) 15MW風機配置：0.99的迴避率下，海龍三號風場保育類全年的撞擊數量估值分別約為魚鷹1隻、玄燕鷗6隻、白眉燕鷗10隻、小燕鷗&lt;0.1隻、鳳頭燕鷗1隻。</p> |       |     |

表 1.10.1.2-1 海龍三號風機配置 11MW 及 15MW 模擬年撞擊隻次

| 中文名稱   | 學名                             | 迴避率 0.95<br>年撞擊隻次 |       | 迴避率 0.98<br>年撞擊隻次 |       | 迴避率 0.99<br>年撞擊隻次 |       |
|--------|--------------------------------|-------------------|-------|-------------------|-------|-------------------|-------|
|        |                                | 11 MW             | 15 MW | 11 MW             | 15 MW | 11 MW             | 15 MW |
| 穴鳥     | <i>Bulweria bulwerii</i>       | <0.1              | <0.1  | <0.1              | <0.1  | <0.1              | <0.1  |
| 黑背白腹穴鳥 | <i>Pseudobulweria rostrata</i> | <0.1              | <0.1  | <0.1              | <0.1  | <0.1              | <0.1  |
| 大水薙鳥   | <i>Calonectris leucomelas</i>  | <0.1              | <0.1  | <0.1              | <0.1  | <0.1              | <0.1  |
| 未知鷲形目  | <i>Procellariiformes spp.</i>  | <0.1              | <0.1  | <0.1              | <0.1  | <0.1              | <0.1  |
| 白腹鰹鳥   | <i>Sula leucogaster</i>        | <0.1              | <0.1  | <0.1              | <0.1  | <0.1              | <0.1  |
| 小白鷺    | <i>Egretta garzetta</i>        | 2.5               | 2.1   | 1.0               | 0.8   | 0.5               | 0.4   |
| 魚鷹     | <i>Pandion haliaetus</i>       | 5.4               | 4.6   | 2.2               | 1.8   | 1.1               | 0.9   |
| 紅領瓣足鷗  | <i>Phalaropus lobatus</i>      | <0.1              | <0.1  | <0.1              | <0.1  | <0.1              | <0.1  |
| 未知鷓鴣類  | <i>Charadriiformes spp.</i>    | 107.2             | 92.5  | 42.9              | 37.0  | 21.4              | 18.5  |
| 未知鷗    | <i>Larinae spp.</i>            | 5.8               | 4.8   | 2.3               | 1.9   | 1.2               | 1.0   |
| 玄燕鷗    | <i>Anous stolidus</i>          | 34.6              | 28.9  | 13.8              | 11.6  | 6.9               | 5.7   |
| 白眉燕鷗   | <i>Onychoprion anaethetus</i>  | 60.5              | 50.7  | 24.4              | 20.4  | 12.1              | 10.0  |
| 小燕鷗    | <i>Sternula albifrons</i>      | <0.1              | <0.1  | <0.1              | <0.1  | <0.1              | <0.1  |
| 鷗嘴燕鷗   | <i>Gelochelidon nilotica</i>   | 5.7               | 4.8   | 2.3               | 2.0   | 1.2               | 0.9   |
| 白翅黑燕鷗  | <i>Chlidonias leucopterus</i>  | 2.3               | 2.1   | 0.9               | 0.8   | 0.5               | 0.4   |
| 鳳頭燕鷗   | <i>Thalasseus bergii</i>       | 9.0               | 7.4   | 3.6               | 3.0   | 1.8               | 1.4   |
| 未知燕鷗   | <i>Sterninae spp.</i>          | 74.2              | 62.4  | 29.6              | 25.0  | 14.8              | 12.5  |
| 家燕     | <i>Hirundo rustica</i>         | 0.5               | 0.5   | 0.2               | 0.2   | 0.1               | 0.1   |
| 未知燕科   | <i>Hirundinidae spp.</i>       | 0.5               | 0.4   | 0.2               | 0.2   | 0.1               | 0.1   |
| 合計     |                                | 308.2             | 261.2 | 123.6             | 104.6 | 61.7              | 51.9  |

| 審查意見  | 答覆說明  | 修訂處   |         |
|---|---|-------|---------|
|   |   | 章節    | 頁次      |
| 二、請補充說明變更後，「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」中「葉片間漩渦及末端氣流擾動影響及可利用空間檢核」，是否需重新評估。 | <p>敬謝委員指教。「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」中「葉片間漩渦及末端氣流擾動影響及可利用空間檢核」主要目標為了解風機旋轉時，於葉片間產生漩渦及氣流對鳥類的可能影響。</p> <p>由於風力發電之原理係擷取環境風能，以轉化為電能輸出，而是被動性的接受氣流的撞擊，進而造成扇葉轉動，因此會隨周遭環境風場之風速高低變化，驅動風機扇葉進行不同轉速之轉動。經模擬結果顯示(圖1.10.2-1~2)，風機旋轉範圍、前方與後方均呈現減速現象，風能在風機扇葉前方約 40 公尺處已開始呈現減速現象；風機旋轉範圍外約20公尺區域有局部氣流擠壓，呈現增速現象；由此結果可證，鳥類倘飛行經過風機扇葉前方時，風機不會將鳥類吸入並撞擊扇葉。</p> | 6.1.4 | 6-47~48 |

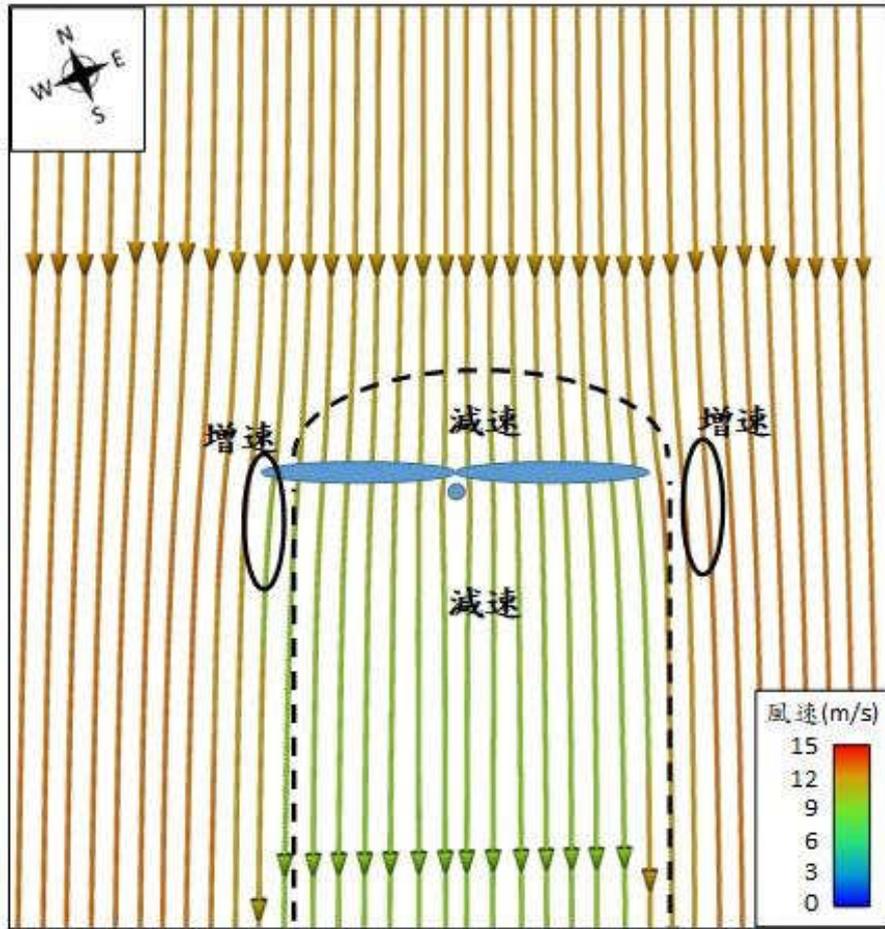


圖 1.10.2-1 風機沿扇葉中心高度之水平剖面流場分布圖

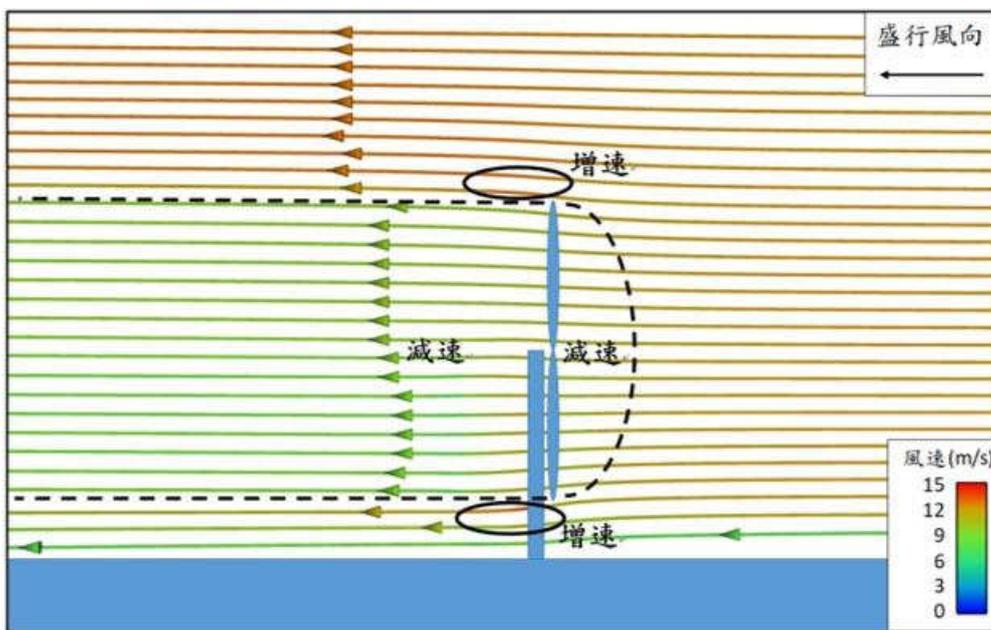


圖 1.10.2-2 風機沿盛行風向之垂直剖面流場分布圖

| 審查意見                             | 答覆說明  | 修訂處 |    |
|----------------------------------|---|-----|----|
|                                  |   | 章節  | 頁次 |
| 三、請補充說明變更後，相關的地質安全、結構安全，是否需重新評估。 | <p>敬謝委員指教。本計畫已於環說階段針對風場地地形地質進行調查，調查項目包含高解析淺層地質震測、火花放電式淺層地質震測、探鑽取樣及圓錐貫入試驗、高密度水深探測等，以了解風場海域地形地質環境現況。並規劃於結構設計階段將採用鑽探及震測圓錐貫入試驗、機率型地震危害度分析、SHAKE軟體分析、Nataraja &amp; Gill簡易經驗法等進行土壤液化潛能評估，以評估最適風機基礎及結構設計。且原環說已承諾將於施工前進行更詳盡地質調查與鑽探，據以進一步評估地質安全、結構安全規劃，作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。</p> <p>(一) 環評階段地形地質調查結果</p> <p>本計畫已於環說階段針對風場地地形地質進行調查，調查項目包含高解析淺層地質震測、火花放電式淺層地質震測、探鑽取樣及圓錐貫入試驗、高密度水深探測等，以了解風場海域地質環境狀況，說明如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 海域地形<br/>風場海床主要為沙波地形，呈西北-東南走向，西南翼較緩，東北翼較陡，沙波略有向東北移動的趨勢，詳圖1.10.3-1。</li> <li>2. 海域地質 <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 依據地質震測及鑽探調查結果，<b>風場海域未有已知的活動斷層。</b></li> <li>(2) 依據鑽探調查結果，地質以未膠結之粉土質砂、粉土與黏土為主，調查位置及結果詳圖1.10.3-2及圖1.10.3-3所示。</li> </ol> </li> </ol> <p>(二) 結構設計階段地震、斷層、土壤液化危害度分析規劃</p> <p>結構設計階段將採用鑽探及震測圓錐貫入試驗、機率型地震危害度分析、SHAKE軟體分析、Nataraja &amp; Gill簡易經驗法等進行土壤液化潛能評估，以評估最適風機基礎及結構設計。說明如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 針對鑽探及震測圓錐貫入試驗 ( Seismic CPT)進行計算分析和比對，以確定設計地震條件下的液化層。</li> <li>2. 風機結構設計階段將進行機率型地震危害度分析以符合API RP 2EQ 規範中L3的暴</li> </ol> | —   | —  |

| 審查意見 | 答覆說明   | 修訂處 |    |
|------|--|-----|----|
|      |  | 章節  | 頁次 |
|      | <p>露等級，並據以進行液化潛能分析。分析項目包含所有台灣鄰近斷層對海龍場址的影響以及產生的機率危害曲線。</p> <p>3. 進行SHAKE軟體分析，以獲得受當地土壤影響的局部設計頻譜，確認液化潛能。</p> <p>4. 考量颱風波浪引起的海床土壤液化分析，參考國外經驗，採用Nataraja &amp; Gill簡易經驗法進行分析。</p> <p>5. 另原環說已承諾將於施工前進行更詳盡地質調查與鑽探，據以進一步評估地質安全、結構安全規劃，作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。</p> |     |    |

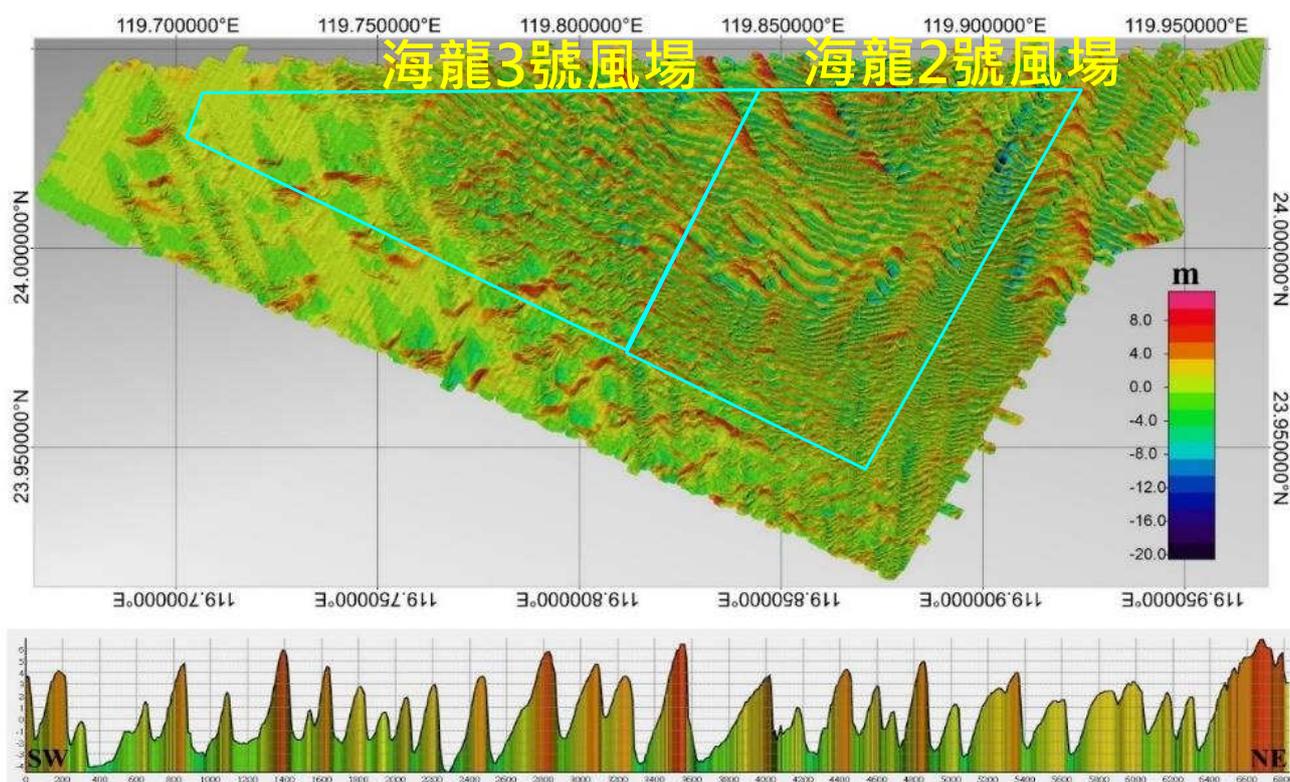


圖 1.10.3-1 海底地形圖

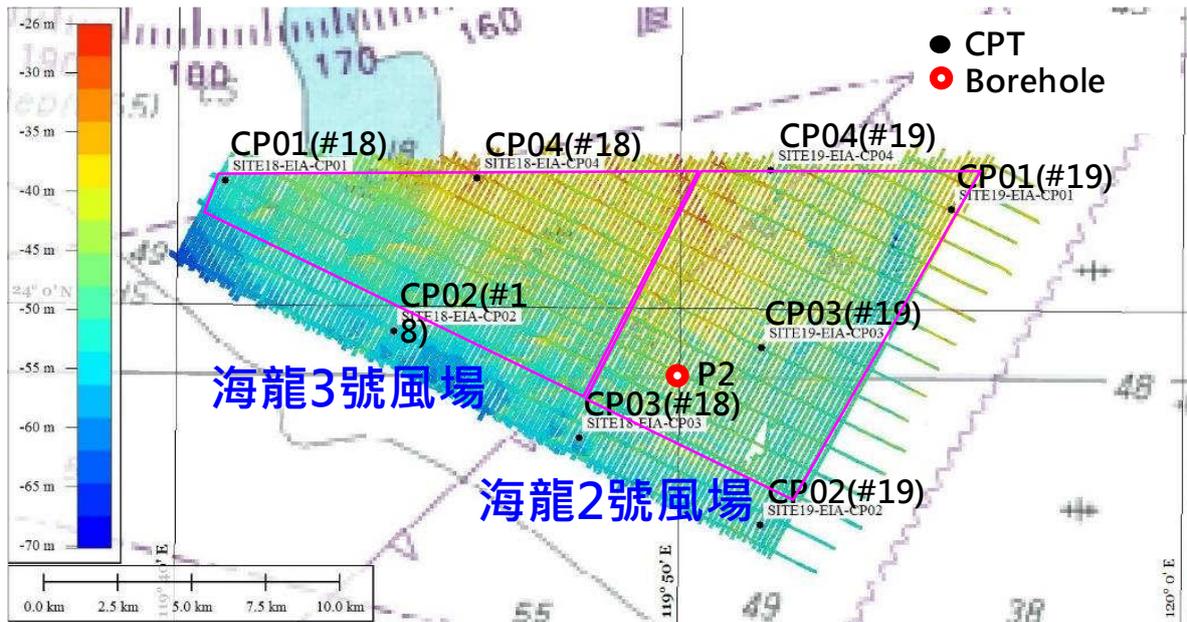


圖 1.10.3-2 地質鑽孔位置圖

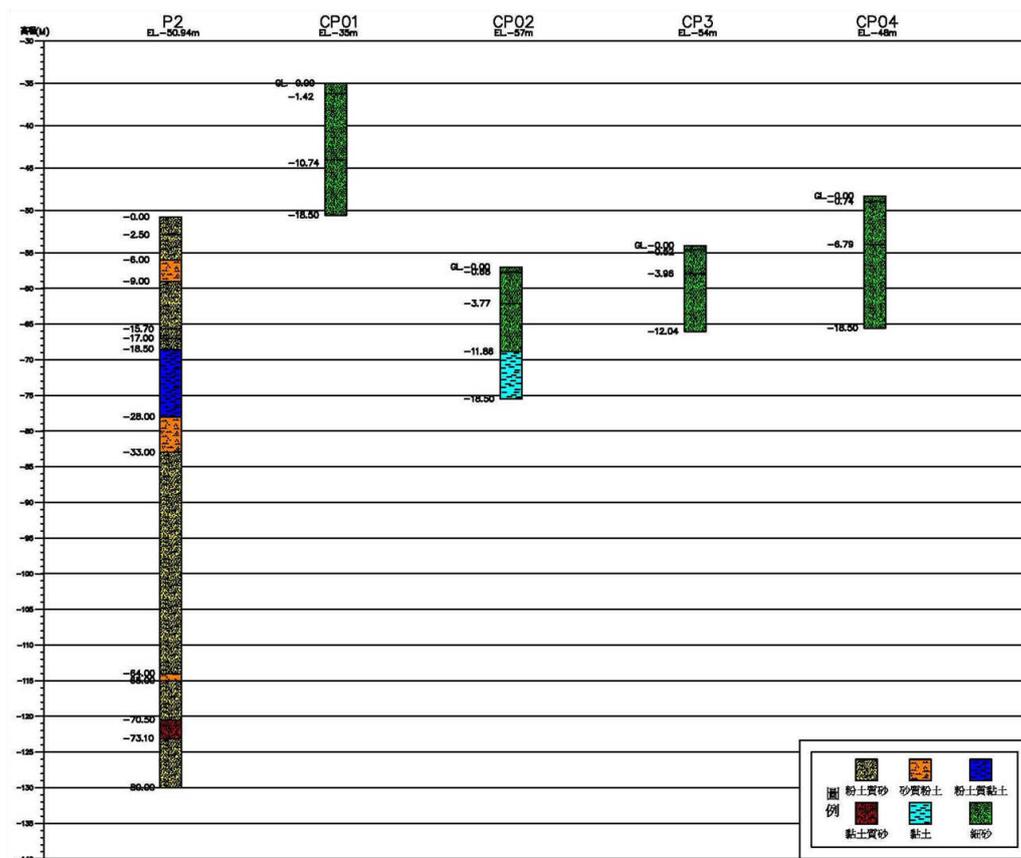


圖 1.10.3-3 地層地質柱狀圖

| 審 查 意 見   | 答 覆 說 明   | 修 訂 處                                     |  |
|---|---|---|--|
|   |   | 章 節                                       | 頁 次  |
| <b>1.11、江委員鴻龍</b>   |   |   |  |
| <p>一、應請審慎考量原規劃盛行風7D(風機葉片直徑)、非盛行風5D之原則(國外亦有相關文獻探討風機間距與葉片尺寸之關聯),若因風機容量增大(6.0-9.5MW增至11-15MW),無法再採用5D-7D之原則,應有相關合理分析之佐證資料,以改變原環說書之規劃設計。而非目前回覆意見陳述因風場可利用面積改變、退縮等諸多原因,而無法達成原規劃之準則。</p> | <p>敬謝委員指教。原環說風機間距規劃為參考歐洲北海案例建議盛行風向大於7D、非盛行風向大於5D,並未考量鳥類實際飛行習性。<b>實務上風機間距之佈置原則,係由風機供應商根據個案風場之設置容量及面積、基地形狀、安全距離、其他相關限制等條件,依據所選用之不同單機容量,做出包含風機間距原則之最佳化配置建議</b>,其中間距倍數僅作為輔助陳述風機間距距離之用,尚無法以個案風場之同等間距倍數,作為所有風場之規劃依據,實務上亦未有此國際準則。故本計畫係依據上述考量原則,由風機供應商訂定合理可行之間距條件,建請委員諒察。</p> <p>本次變更海龍三號風場為配合「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」及經濟部整體規劃,於風場開發面積及總裝置容量等設置條件均維持不變下,為營造有利鳥類南北飛行方向,於海龍三號風場新增2,000公尺銜接鄰近風場連續之鳥類廊道(詳圖1.11.1-1);且海龍二號風場已配合公告直航航道退縮風場在先,場址面積縮減近40%,退縮寬度達3,500公尺,海龍二號、三號風場相鄰邊界依經濟部能源局於104年7月2日公佈之「離岸風力發電規劃場址申請作業要點」規定,各自退縮,留設寬度大於2,000公尺,而與北側相鄰風場亦依規定各自退縮。</p> <p>本次變更新增11~15MW風機,因有留設銜接連續之鳥類廊道、直航航道及邊界退縮規定之限制,若採原環說6~9.5MW之間距條件佈置(盛行風向7D及非盛行風向5D),且再於海三風場內留設鳥類廊道,風機排數將達5~7排之多,且無法達成政府契約容量;若採盛行風向1,158公尺及非盛行風向666公尺之間距條件佈置,並於海三風場內留設鳥類廊道,風機排數僅3~6排,相較排數更少,且在風場面積的限制下,尚可達成政府契約容量,詳圖1.11.1-2所示。故本次變更將原非盛行風向之最小風機間距755公尺微調縮減為666公尺,間距縮減之差異值約89公尺,但海三風場中央新增鳥類廊道(約2,000公尺)、航道退縮(約3,000~3,500公尺)、邊界退縮(14MW雙側約2,664公尺),若以總體間距空間而言,實際風機留設間距、風場退縮空間均遠大於原規劃</p> | <p>4.2<br/>6.1.4<br/>4.4<br/><br/>7.1</p> | <p>4-4~8<br/>6-28~48<br/>4-22~23<br/>4-28~29<br/>7-4~5<br/>7-11~12</p> |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>，詳圖1.11.1-3所示。</p> <p>本計畫彙整2006年至今國內外監測調查研究案例顯示，鳥類飛行方向與大範圍廊道空間顯著相關，大部分鳥類會主動迴避風場，約佔97%，進入風場僅有3%(Ib Krag Petersen et al,2006；K.L. Krijgsveld et al,2011)，進入風場後的鳥類絕大多數(99.4%)於風機間會自行迴避(ORJIP Bird Collision Avoidance Study, Final Report, 2018)，迴避距離約100~200公尺(Larsen and Madsen,2000)，顯示鳥類比人類想像中更會迴避風機。另參考「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」中「葉片間漩渦及末端氣流擾動影響及可利用空間檢核」評估結果，由於風力發電之原理係擷取環境風能，以轉化為電能輸出，而是被動性的接受氣流的撞擊，進而造成扇葉轉動，因此會隨周遭環境風場之風速高低變化，驅動風機扇葉進行不同轉速之轉動。經模擬結果顯示(圖1.11.1-4~5)，風機旋轉範圍、前方與後方均呈現減速現象，風能在風機扇葉前方約40公尺處已開始呈現減速現象；風機旋轉範圍外約20公尺區域有局部氣流擠壓，呈現增速現象；由此結果可證，鳥類倘飛行經過風機扇葉前方時，風機不會將鳥類吸入並撞擊扇葉。此外，本計畫經鳥類撞擊評估結果顯示，變更後11MW及15MW風機配置造成的鳥類撞擊數量低於原環說(6~9.5MW)最大撞擊數量，大型化風機所需架設的風機支數較少，因此整體衝擊相對較小。</p> <p>本計畫已蒐集國內外施工或營運中風場淨間距實例(表1.11.1-1)，留設淨間距約為301~410公尺，本次變更新增11MW~15MW大型化風機方案，風機最小間距為666公尺，以最有可能採用之14MW風機估算最小淨間距為444公尺，不小於國內外風場淨間距實例，提供鳥類於風機間飛行迴避空間。</p> <p>本次變更充分考量鳥類飛行習性，風機間已留設不小於國內外風場淨間距，並透過留設一致性鳥類廊道，增加邊界退縮等，減少鳥類飛行偏轉次數，提升海龍風場周邊大尺度鳥類飛行空間，經評估後整體鳥類飛行空間相較原規劃合理且友善，可降低鳥類飛行所面臨之實際風險。加上變更後風場開發規模相較原環說減少近半數的風機數量、水下基礎(含基樁)設置數量、基座面積及打樁作業時間等，可減少施工及營運期間對海域環境影響(詳圖1.11.1-6)，</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>經評估包括空氣品質(海域工程)、噪音振動(風機運轉噪音)、水下噪音等，評估結果與原環說相似，而在鳥類撞擊數量、打樁水下噪音影響時間及底棲生態影響面積等均有減輕對環境之影響(詳表1.11.1-2)。</p> <p>綜合上述，本計畫環境影響評估結果顯示未有重大衝擊，但為了降低開發行為對於鳥類生態環境衝擊，已於原環評擬定鳥類環境保護對策。以下針對有關風機間距規劃調整、國內外監測調查研究案例、鳥類撞擊評估以及鳥類環境減輕對策等，詳細說明如下：</p> <p>(一) 風機間距規劃調整說明</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 原環說風機間距規劃為參考歐洲北海案例建議盛行風向大於7D、非盛行風向大於5D，並非考量鳥類飛行習性進行間距規劃。實務上風機間距之佈置原則，係由風機供應商根據個案風場之設置容量及面積、基地形狀、安全距離、其他相關限制等條件，依據所選用之不同單機容量，做出包含風機間距原則之最佳化配置建議，其中間距倍數僅作為輔助陳述風機間距距離之用，尚無法以個案風場之同等間距倍數，作為所有風場之規劃依據，實務上亦未有此國際準則。故本計畫係依據上述考量原則，由風機供應商訂定合理可行之間距條件。</li> <li>2. 本計畫海龍二號風場已配合公告直航航道退縮風場在先，退縮寬度達3,500公尺(面積約41km<sup>2</sup>)，另海龍三號風場已於風場內退縮留設2,000公尺寬之鳥類廊道(面積約12km<sup>2</sup>)(詳圖1.11.1-1)。而在兩風場之間，亦需考量於各場址邊界向內退縮，以14MW估算，於風場內兩場址間共退縮2,664公尺(6D+6D)。整體留設風場退縮空間詳圖1.11.1-2所示。</li> <li>3. 本次變更新增11~15MW風機，因有留設銜接連續之鳥類廊道、直航航道及邊界退縮規定之限制，若採原環說6~9.5MW之間距條件佈置(盛行風向7D及非盛行風向5D)，且再於海三風場內留設鳥類廊道，風機排數將達5~7排之多，且無法達成政府</li> </ol> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>契約容量；若採盛行風向1,158公尺及非盛行風向666公尺之間距條件佈置，並於海三風場內留設鳥類廊道，風機排數僅3~6排，相較排數更少，且在風場面積的限制下，尚可達成政府契約容量，詳圖1.11.1-2所示。</p> <p>4. 參考國內外施工或營運中風場淨間距實例(表1.11.1-1)，留設淨間距約為301~410公尺，本次變更新增11MW~15MW大型化風機方案，風機最小間距為666公尺，以最有可能採用之14MW風機估算最小淨間距為444公尺，不小於國內外風場淨間距實例，提供鳥類於風機間飛行迴避空間。</p> <p>5. 基此，本計畫係整體考量鳥類飛行環境、場址邊界緩衝、場址規劃條件等，而將原非盛行風向之最小風機間距755公尺微調縮減為666公尺，間距縮減之差異值約89公尺，但海三風場中央新增鳥類廊道(約2,000公尺)、航道退縮(約3,000~3,500公尺)、邊界退縮(14MW雙側約2,664公尺)，若以總體間距空間而言，實際風機留設間距、風場退縮空間均遠大於原規劃，詳圖1.11.1-3所示。</p> <p>(二) 國內外監測調查研究案例</p> <p>彙整2006年至今國內外監測調查研究案例顯示，針對鳥類飛行於風場外圍及邊界、進入風場後之特性，說明如下：</p> <p>1. 鳥類於遠處即會提前偏轉避開風場，僅少部分進入風場，仍會主動迴避風機</p> <p>(1) 相關研究顯示，大部分鳥類在5公里距離處會注意到風場，在3公里距離處會發生偏轉 (Ib Krag Petersen et al,2006)。</p> <p>超過50%鳥類會在1~2公里的距離內避免穿越風場 (Ib Krag Petersen et al,2006)，約17%會在風場邊緣飛行，僅約3%會至風場內飛行 (K.L. Krijgsveld et al,2011)。</p> <p>(2) 依據丹麥Nysted、Horns Rev風場鳥類雷達調查情形 (Final results of bird studies at the offshore wind farms at</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>Nysted and Horns Rev, Denmark, 2006) , 鳥類於距離風場遠處開始改變飛行方向, 顯示鳥類會提前改變飛行方向以避開風場。詳如圖1.11.1-7、圖1.11.1-8所示。</p> <p>其中丹麥Nysted風場之風機上攝影機經2,400小時運轉期間, 未紀錄到鳥類碰撞情形, 顯示少數鳥類飛行於風機周圍, 仍會主動迴避。</p> <p>(3) 依據英格蘭Thanet風場鳥類雷達調查情形(ORJIP Bird Collision Avoidance Study, Final Report, 2018), 絕大部分鳥類會在看見風機陣列後, 即改變飛行路徑, 顯示靠近風場的鳥類, 仍會改變飛行方向以避開風場。詳如圖1.11.1-9所示。</p> <p>該調查亦顯示, 少部分的鳥類若進入風場飛行, 絕大多數鳥類(99.4%)會在風機之間即產生迴避, 而不會在進入風機掃風範圍後才迴避。</p> <p>(4) 參考國外觀察鳥類迴避風機的行為研究顯示(圖1.11.1-10), 鳥類通過單一風機及風機陣列迴避距離為100公尺, 通過風機群落迴避距離為200公尺, 整體迴避距離約100~200公尺, 顯示鳥類比人類想像中更會迴避風機。(Effects of wind turbines and other physical elements on field utilization by pink-footed geese: A landscape perspective, Larsen and Madsen,2000)。</p> <p>2.1. 經國內外監測案例顯示, 鳥類飛行方向與廊道空間顯著相關</p> <p>(1) 依據丹麥Tunø Knob風場鳥類目視調查情形(Effects of wind turbines on flight behaviour of wintering common eiders: implications for habitat use and collision risk, 2007), 鳥類於飛行走廊(距風機約200~600公尺處)出現的頻率高, 顯示鳥類飛行方向與大範圍廊道空間顯著相關。詳如圖1.11.1-11所示。</p> <p>(2) 依據瑞典Yttre Stengrund風場(間距約</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |     |
|---------|--|-------|-----|
|         |  | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>400~500公尺)鳥類雷達與目視調查情形(Influence of offshore windmills on migration birds-in southeast coast of Sweden, 2003)，由鳥類與最近風機距離(0~200公尺)的累積頻率分佈可知，無論日間或夜間，距離風機越近，鳥類飛行頻率越少，觀察後亦未有碰撞情形。詳如圖1.11.1-12所示。</p> <p>(3) 依據臺灣「王功風力發電計畫」鳥類雷達調查情形，鳥類飛行已避開風機所在路線。詳如圖1.11.1-13所示。</p> <p>(三) 經調查顯示，環評階段規劃預留之鳥類飛行廊道，營運後鳥類於飛行比例方面有增加趨勢。依據歷年監測結果，鳥類數量並未因風機運轉後有減少情形。鳥類撞擊評估</p> <p>海龍二號、三號風場變更後11 MW及15 MW風力發電機組配置造成的鳥類撞擊數量低於原環說最大撞擊數量(圖1.11.1-14)。其中，15MW配置所造成的鳥類撞擊量又較11MW配置少。15MW的風機，單支風機的旋轉半徑較大，葉片較寬，但其所需架設的風機支數較少，因此整體衝擊相對較小。</p> <p>1. 海龍二號</p> <p>海龍二號風場於0.98的迴避率下，整體全年的撞擊數量估值介於91.3~110.1隻。保育類最大撞擊數量估值說明如下：</p> <p>(1) 11MW風機配置：0.98的迴避率下，海龍二號風場保育類全年的撞擊數量估值分別約為玄燕鷗11隻、白眉燕鷗40隻和鳳頭燕鷗1隻。</p> <p>(2) 15MW風機配置：0.98的迴避率下，海龍二號風場保育類全年的撞擊量估值分別約為玄燕鷗9隻、白眉燕鷗33隻和鳳頭燕鷗1隻。</p> <p>2. 海龍三號</p> <p>海龍三號風場於0.98的迴避率下，整體全年的撞擊數量估值介於104.6~123.6隻。保育類最大撞擊數量估值說明如下：</p> <p>(1) 11MW風機配置：0.98的迴避率下，海龍三號風場保育類全年的撞擊數量估值分別約為魚鷹2隻、玄燕鷗14隻、白眉燕鷗</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |     |
|---------|--|-------|-----|
|         |  | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>24隻、小燕鷗&lt;0.1隻、鳳頭燕鷗4隻。</p> <p>(2) 15MW風機配置：0.98的迴避率下，海龍三號風場保育類全年的撞擊量估值分別約為魚鷹2隻、玄燕鷗12隻、白眉燕鷗20隻、小燕鷗&lt;0.1隻、鳳頭燕鷗3隻。</p> <p>(四) 環境減輕對策</p> <p><b>本計畫已擬定鳥類環境保護對策，以降低本計畫開發對於鳥類生態環境衝擊。詳細內容說明如下：</b></p> <p><b>1. 施工前</b></p> <p>(1) 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。</p> <p>(2) 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。</p> <p>(3) 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。</p> <p><b>2. 施工期間</b></p> <p>(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。</p> <p>(2) 依民航局最新頒布之「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」設置航空警示燈，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。</p> <p>(3) 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</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |     |
|---------|--|-------|-----|
|         |  | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>善之設計及施工方法。</p> <p>(4) 將優先選用較大風機，以降低鳥類影響。</p> <p>A. 風機大型化規劃，單機裝置容量除原6~9.5MW，並新增11~15MW規劃。</p> <p>B. 6~9.5MW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)。新增之11~15MW風機間距將依風力機組型式及場址風況評估結果進行佈置，盛行風向間距至少1,158公尺，非盛行風向間距至少666公尺。</p> <p>C. 與相鄰風場間距至少為葉片直徑6倍(依單機裝置容量不同約介於906~1,380公尺)。</p> <p>D. 風機葉片距離海面高度至少25米。</p> <p>3. 營運期間</p> <p>(1) 降低風機撞擊效應</p> <p>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。</p> <p>依民航局最新頒布之「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」設置航空警示燈，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。</p> <p>(2) 觀測風場中鳥類活動</p> <p>A. 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</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>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。</p> <p>B. 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。</p> <p>C. 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。</p> <p>D. 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1.11.1-15，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。</p> <p>E. 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。</p> |       |     |

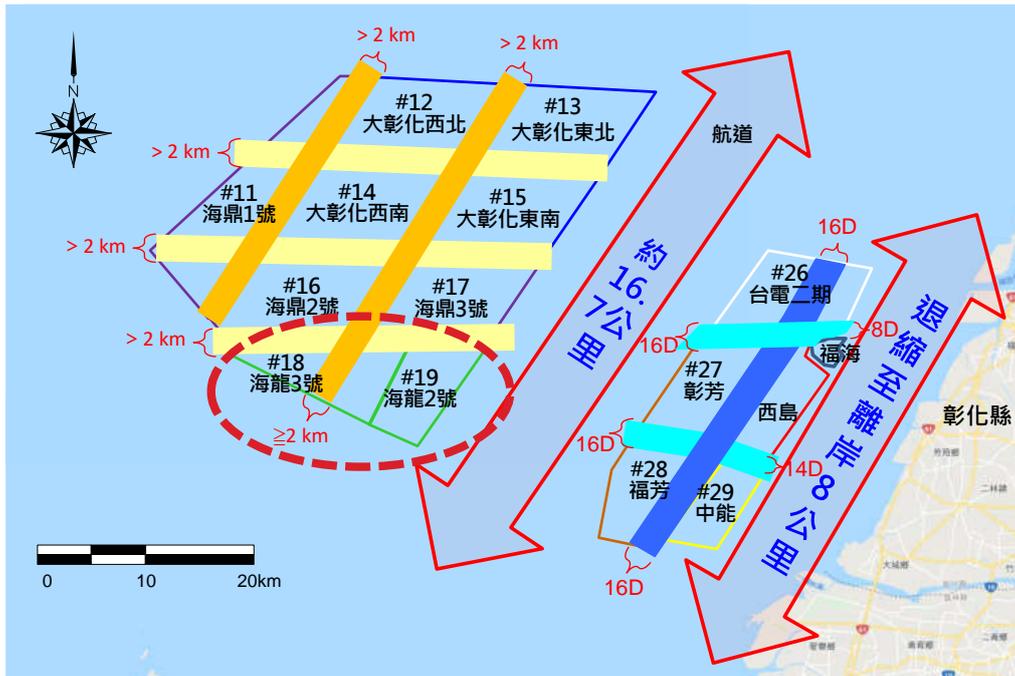


圖 1.11.1-1 海龍風場留設與鄰近風場連續之鳥類廊道

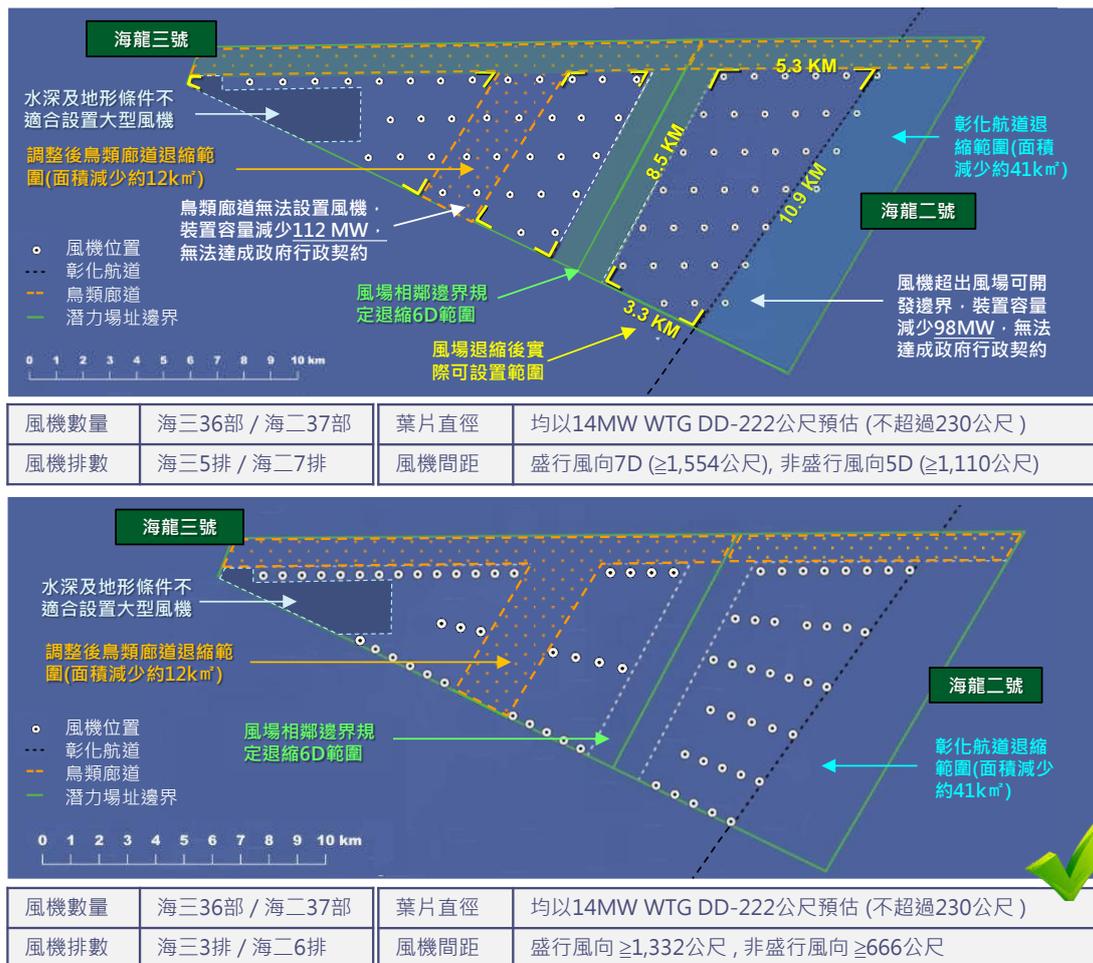


圖 1.11.1-2 新增 14MW 採 5D&7D 風機間距規劃及採 666 公尺&1,158 公尺間距規劃比較

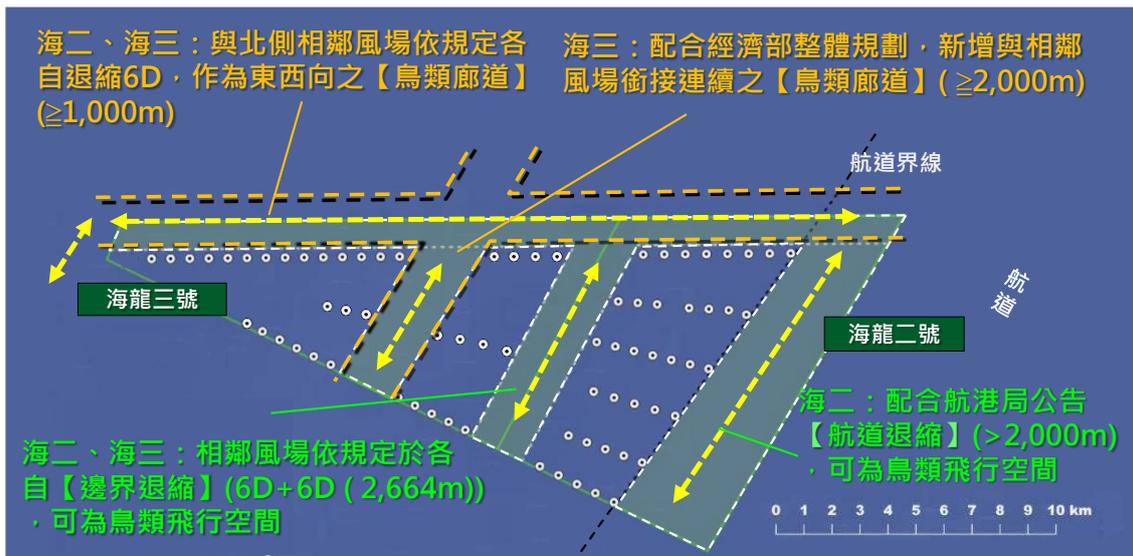


圖 1.11.1-3 海龍風場周邊鳥類飛行空間整體規劃

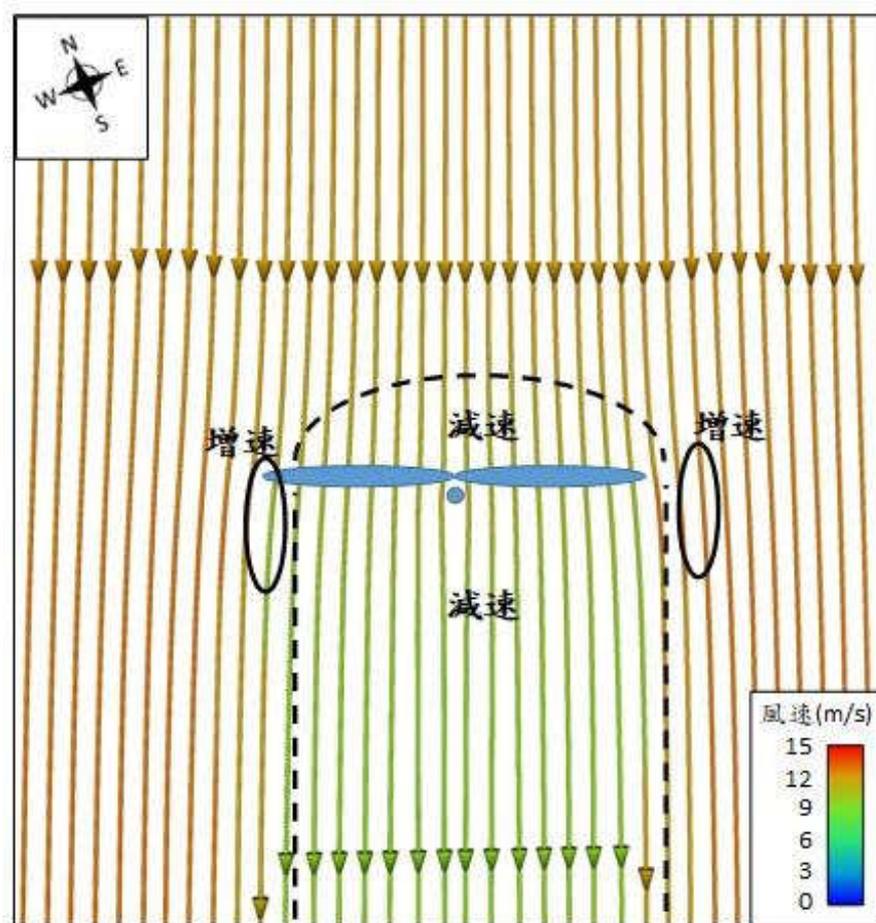


圖 1.11.1-4 風機沿扇葉中心高度之水平剖面流場分布圖

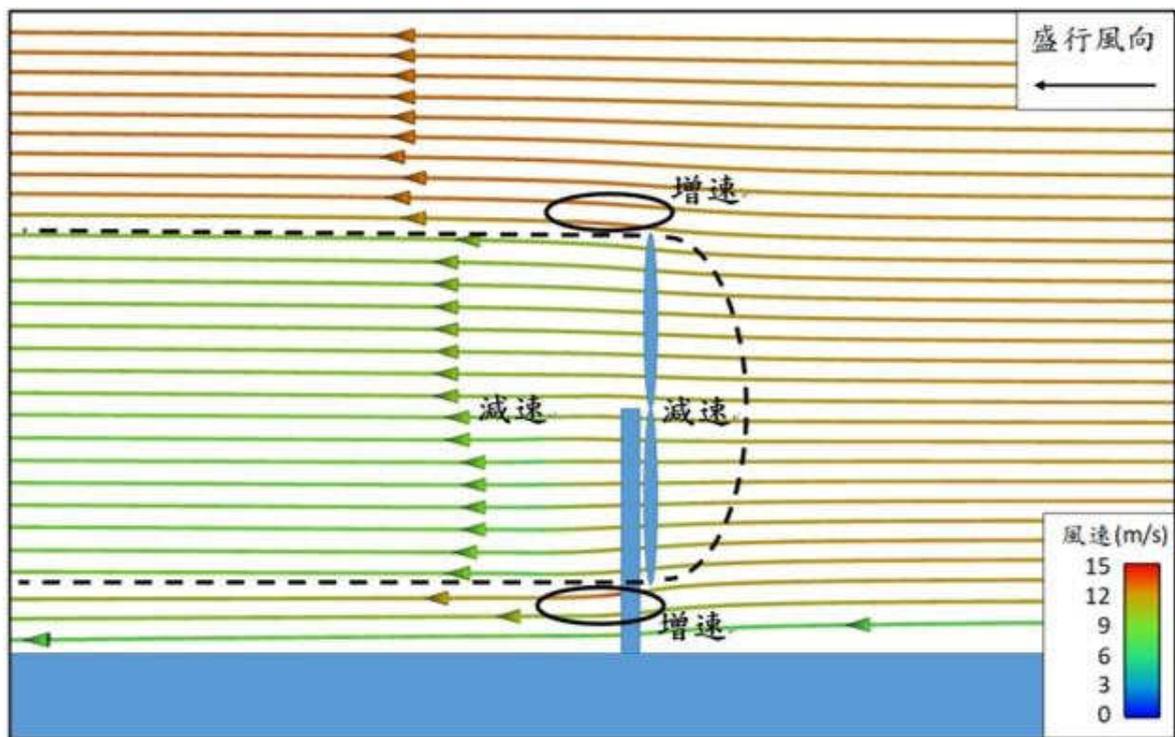


圖 1.11.1-5 風機沿盛行風向之垂直剖面流場分布圖

表 1.11.1-1 海龍風場與國內外施工或營運中風場之風機間淨間距值比較表

| 名稱                    | 本計畫風場      | 丹麥 Nysted 風場 | 英格蘭 Thanet 風場 | 德國 Nordsee 1 風場 | 台灣海洋風場 (Formosa 1) | 台灣大彰化東南風場  |
|-----------------------|------------|--------------|---------------|-----------------|--------------------|------------|
| 單機裝置容量 (MW)           | 14         | 2.3          | 3.0           | 6.0             | 6.0                | 8.0        |
| (A) 風機最小間距(m)         | 666        | 480          | 500           | 500             | 455                | 500        |
| (B) 風機葉片直徑(m)         | 222        | 82.4         | 90            | 126             | 154                | 167        |
| 風機最小淨間距(m)<br>(A)－(B) | <b>444</b> | <b>397.6</b> | <b>410</b>    | <b>374</b>      | <b>301</b>         | <b>333</b> |

資料來源：本計畫整理。

|             |  |                          |
|-------------|--|--------------------------|
| <b>規模降低</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>風機：減少約72部</li> <li>水下基礎：減少約72座</li> <li>基樁：減少288支</li> <li>打樁作業時間：減少1,152時</li> <li>基座面積：減少26,025m<sup>2</sup></li> <li>風機陣列排數：減少約6排</li> </ul> | 提升鳥類飛行廊道                 |
|             |  | 減少打樁作業影響期間<br>減少海床懸浮固體擾動 |
|             |  | 減少底棲生態影響面積               |

| 海龍二號+海龍三號    |  |  |                          |
|--------------|--|--|--------------------------|
| 評估減輕項目       | 原環說風機方案<br>(6~9.5MW)                               | 本次變更大型化風機方案<br>(11~15MW)                           | 6MW與15MW<br>規劃差異分析       |
| 風機           | 109~141部   | 69~94部   | 最多減少72部                  |
| 水下基礎         | 109~141座   | 69~94座   | 最多減少72座                  |
| 基樁           | 436~564支   | 276~376支   | 最多減少288支                 |
| 打樁作業時間(4hrs) | 2,256hrs   | 1,104hrs   | 最多減少1,152小時              |
| 基座面積         | 88,125m <sup>2</sup><br>(每部基座25×25m <sup>2</sup> ) | 62,100m <sup>2</sup><br>(每部基座30×30m <sup>2</sup> ) | 最多減少26,025m <sup>2</sup> |
| 風機陣列排數       | 海二：9~10排<br>海三：7~8排                                | 海二：6~7排<br>海三：2~3排                                 | 最多減少6排                   |

圖 1.11.1-6 海龍二號及三號風場原環評及本次變更規劃差異分析

表 1.11.1-2 本次變更與原環說環境影響結果評估比較表

| 評估項目               | 原環說評估結果  | 本次變更評估結果和原環說比較  |
|--------------------|--|---|
| 空氣品質<br>(海域工程)     | <ul style="list-style-type: none"> <li>除 PM2.5 背景值已超過空氣品質標準，各項空氣污染物擴散至敏感受體濃度與背景濃度加成後均符合空氣品質標準</li> </ul>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>除 PM2.5 背景值已超過空氣品質標準，各項空氣污染物擴散至敏感受體濃度與背景濃度加成後均符合空氣品質標準</li> <li>與原環說評估相似，空氣污染物增量極為輕微</li> </ul>                    |
| 噪音振動<br>(風機同時運轉)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>全頻噪音：衰減至距離風機最近敏感受體噪音增量為 0.0dB(A)</li> <li>低頻噪音：衰減至距離風機最近敏感受體噪音增量為 0.0dB(A)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>與原環說評估結果相同</li> </ul>  |
| 水下噪音<br>(基礎打樁)     | <ul style="list-style-type: none"> <li>打樁點距離 750 公尺處之聲壓值 162~164dB，經減噪措施後為 152~154dB</li> </ul>                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>打樁點距離 750 公尺處之聲壓值 166~167dB，經減噪措施後為 156~157dB</li> <li>與原環說評估相同，均可符合聲壓值不超過 160dB</li> </ul>                        |
| 鳥類撞擊評估<br>(風機同時運轉) | <ul style="list-style-type: none"> <li>0.98 迴避率下，全年最大撞擊數量估值分別為 89 隻(海龍二號)及 136.8 隻(海龍三號)</li> </ul>                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>0.98 迴避率下，11MW 撞擊數量估值分別為 87.9 隻(海二)及 106.1 隻(海三)；15MW 撞擊數量估值為 73 隻(海二)及 90.1 隻(海三)</li> <li>低於原環說最大撞擊數量</li> </ul> |
| 打樁水下噪音<br>影響時間     | <ul style="list-style-type: none"> <li>每部風機打樁時間約 4hr，海龍二號、三號風場總打樁影響時間約 2,256 小時</li> </ul>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>海龍二號、三號風場總打樁影響時間為 1,104 小時</li> <li>較原環說規劃減少 1,152 小時</li> </ul>   |
| 底棲生態<br>影響面積       | <ul style="list-style-type: none"> <li>6~9.5MW 風機水下基礎為 25x25m，海龍二號、三號風場總影響面積為 88,125m<sup>2</sup></li> </ul>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>11~15MW 風機水下基礎為 30x30m，海龍二號、三號風場總影響面積為 62,100m<sup>2</sup></li> <li>較原環說規劃減少 26,025m<sup>2</sup></li> </ul>        |

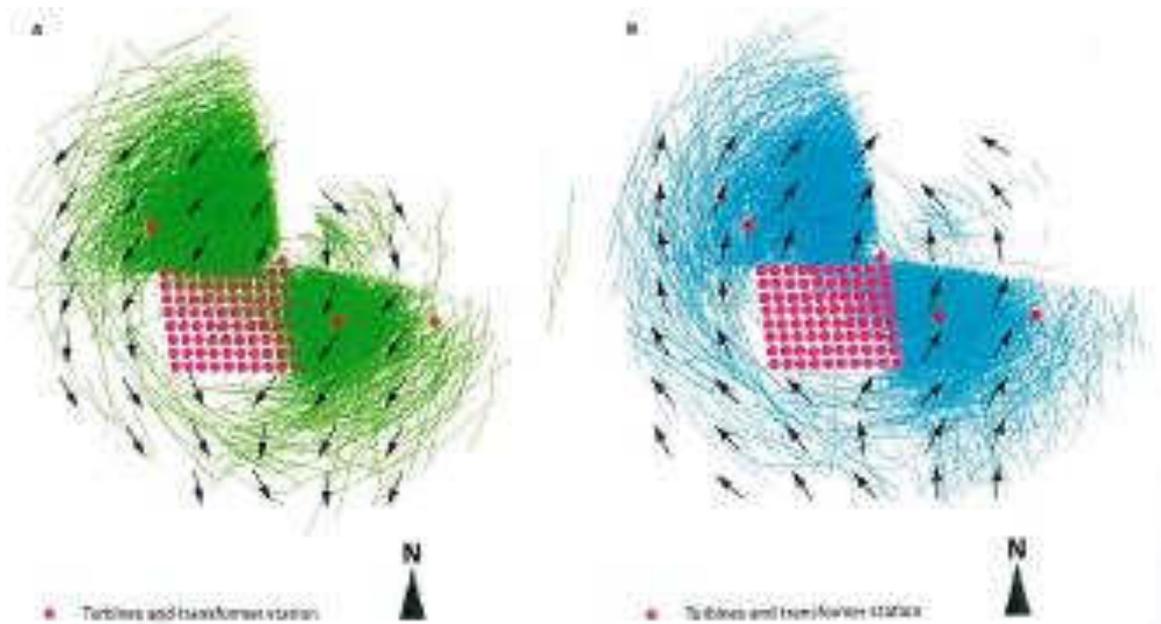


圖 1.11.1-7 丹麥 Horns Rev 風場(間距約 560 公尺)  
鳥類飛行路徑紀錄(營運期間)

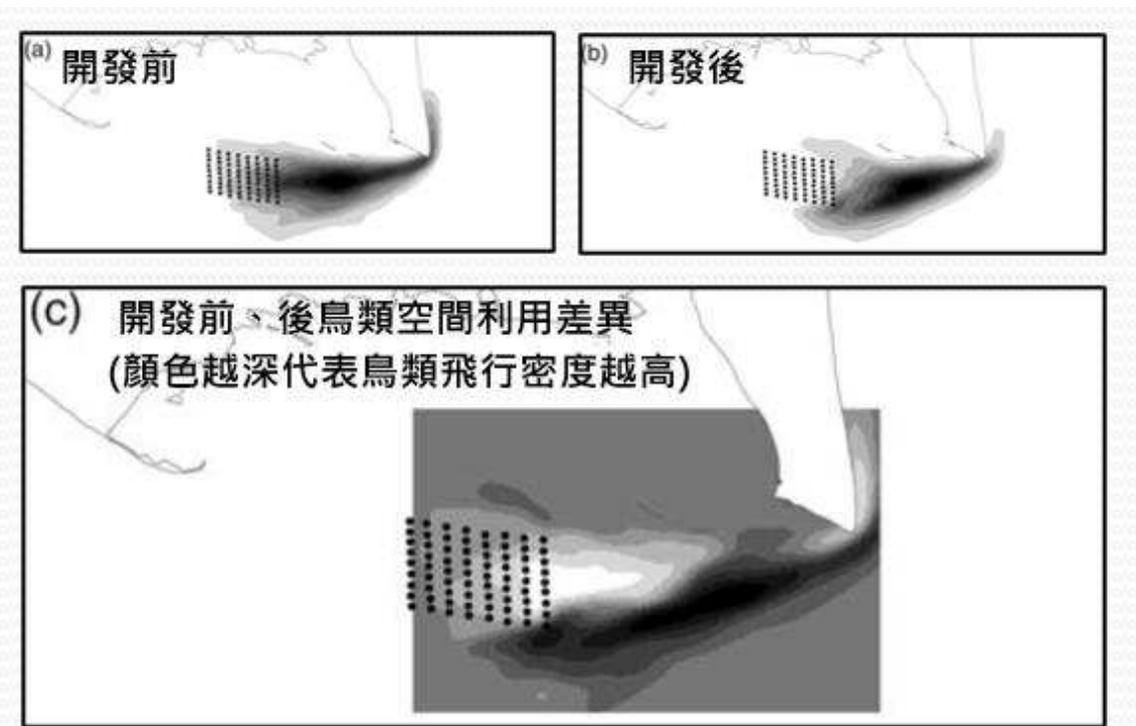


圖 1.11.1-8 丹麥 Nysted 風場(間距約 500 ~ 850 公尺)開發前後鳥類飛行密度紀錄  
(施工前、營運期間)

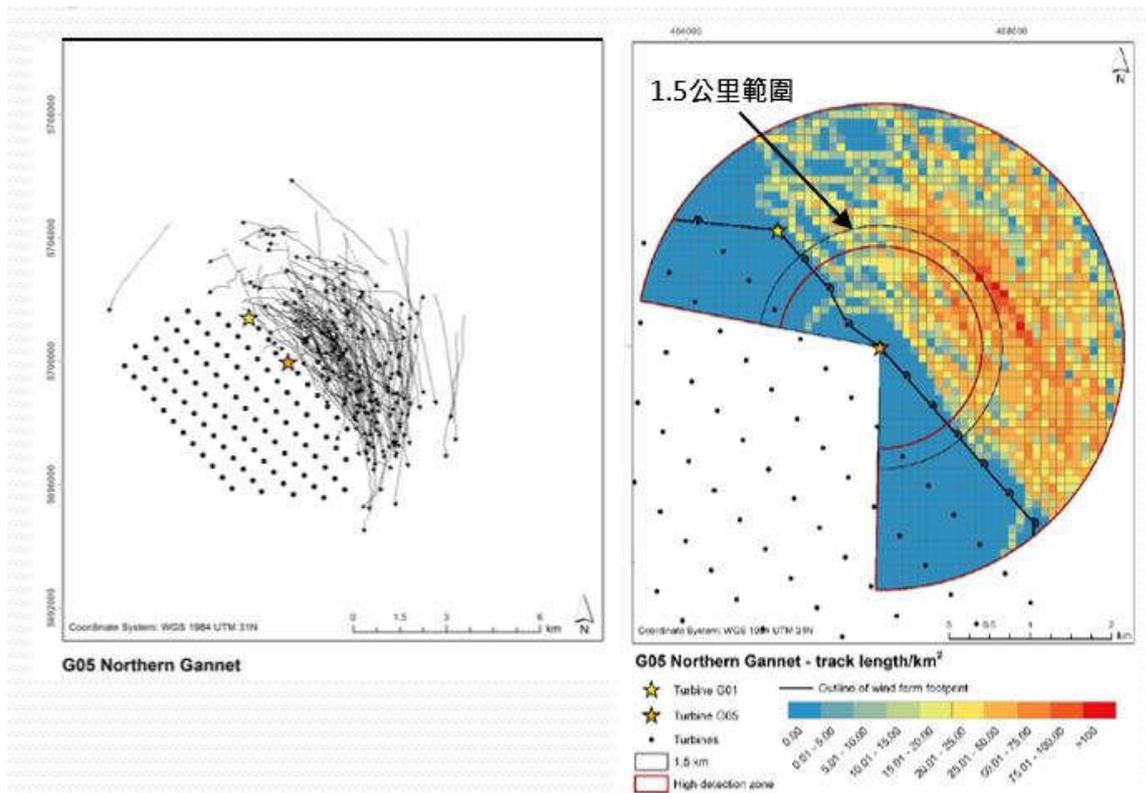
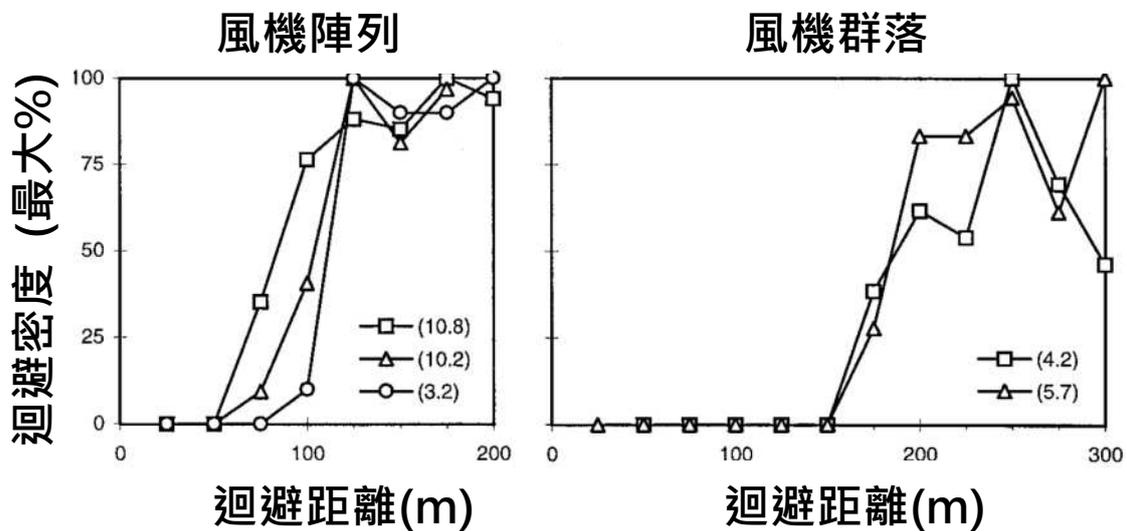


圖 1.11.1-9 英格蘭 Thanet 風場(間距約 500 ~ 800 公尺) 鳥類飛行路徑及飛行密度紀錄(營運期間)



資料來源：Effects of wind turbines and other physical elements on field utilization by pink-footed geese: A landscape perspective, Larsen and Madsen, 2000.

圖 1.11.1-10 風機陣列及風機群落的鳥類迴避距離

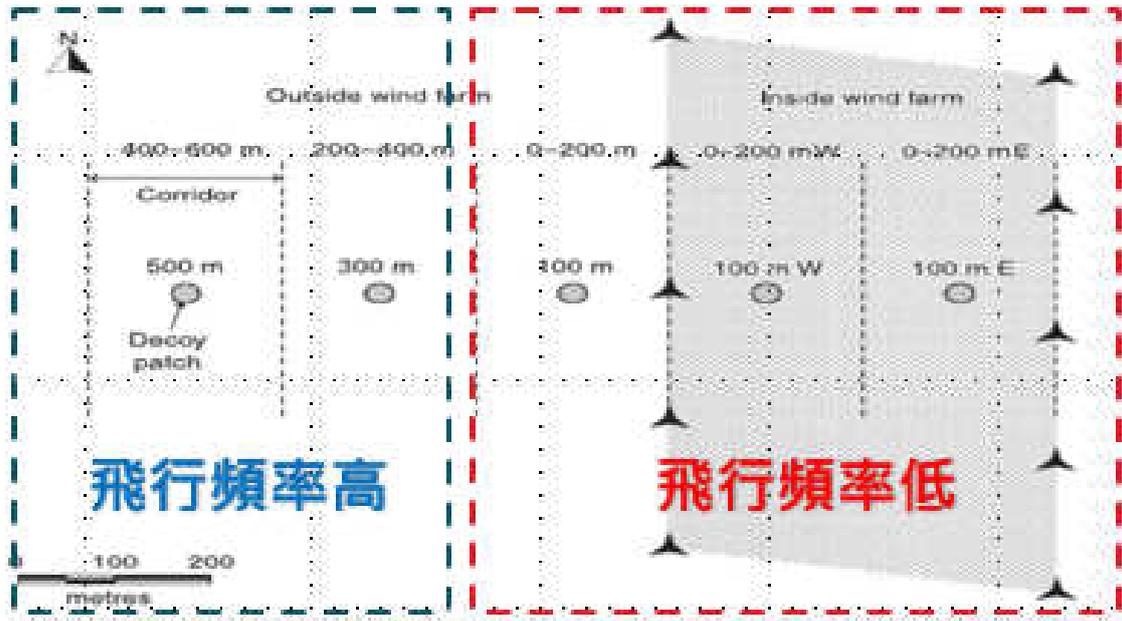


圖 1.11.1-11 丹麥 Tunø Knob 風場(間距約 200~400 公尺)鳥類與西側風機排觀測飛行頻率分布(營運期間)

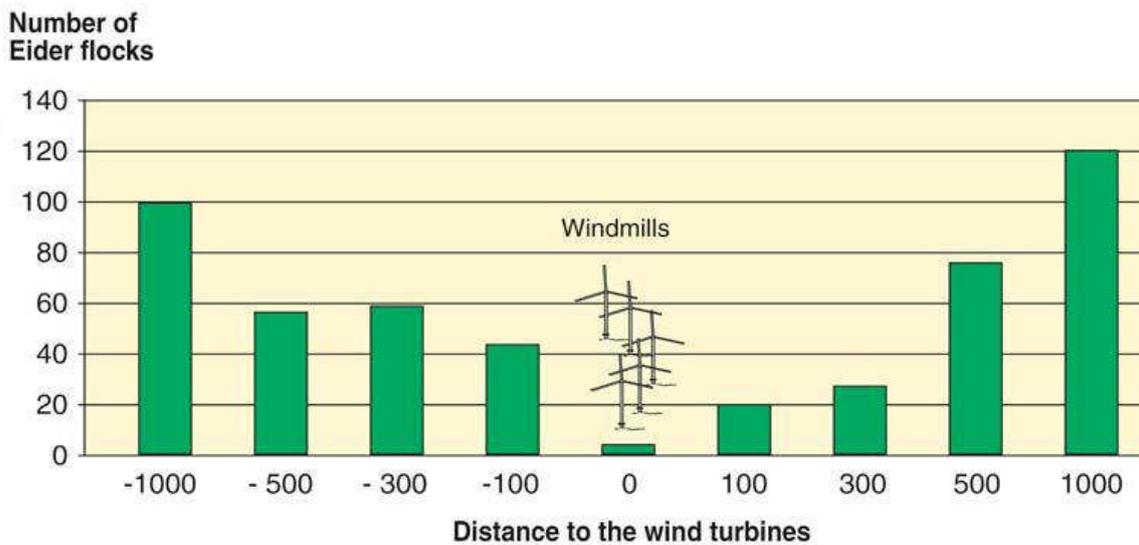


圖 1.11.1-12 瑞典 Yttre Stengrund 風場(間距約 400 ~ 500 公尺) 鳥類與風機最近距離累積飛行頻率分佈(營運期間)

環說階段規劃預留之鳥類飛行廊道，  
營運後鳥類飛行比例有增加趨勢

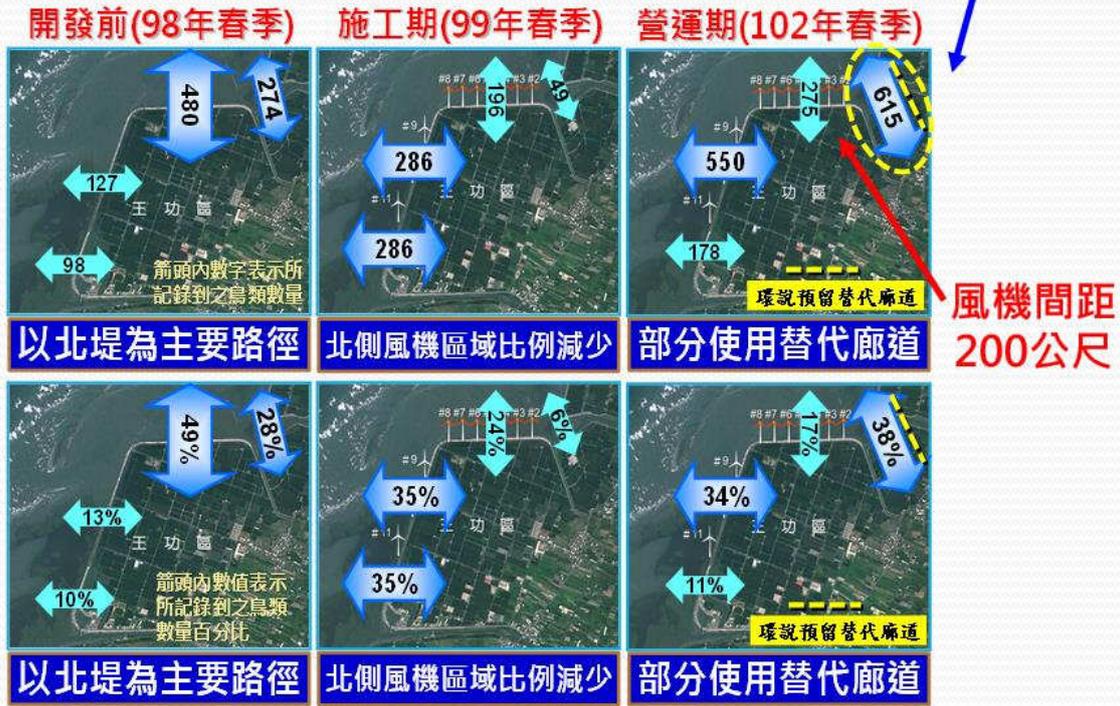
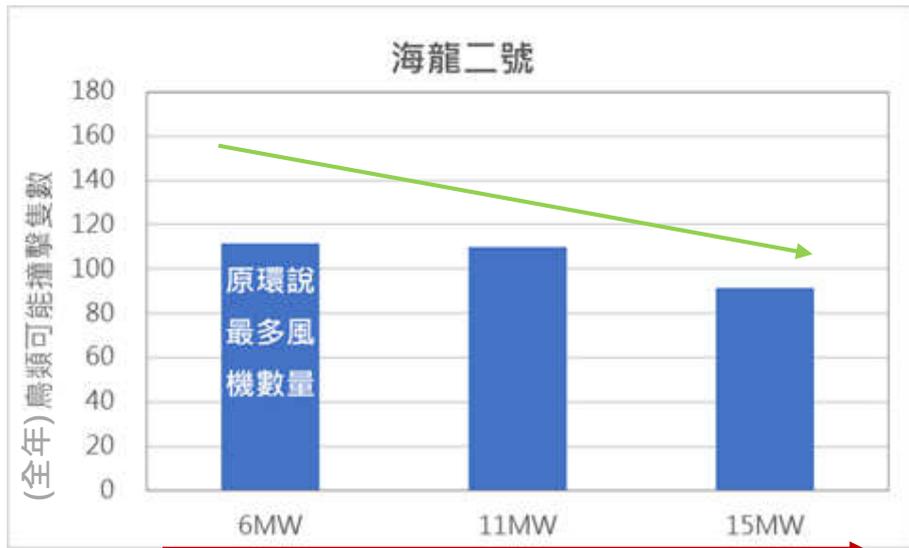
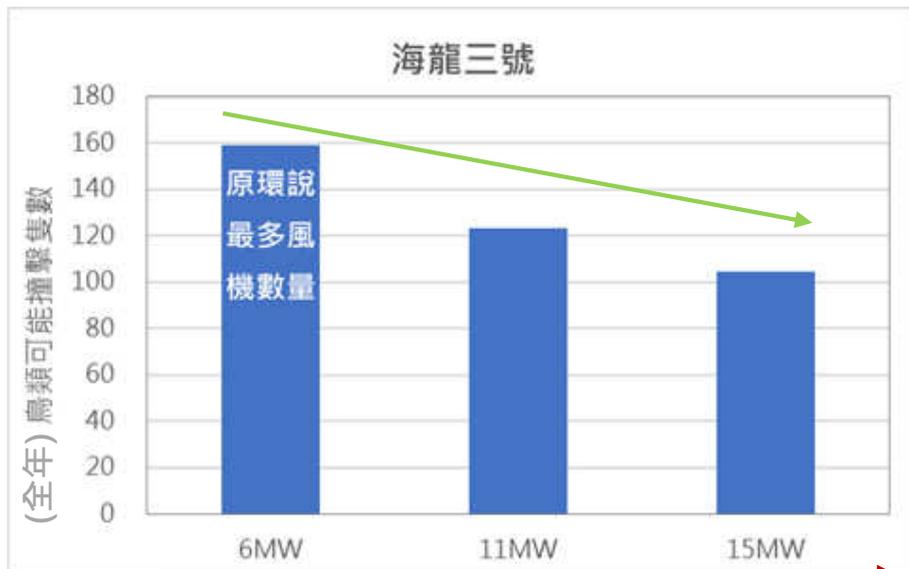


圖1.11.1-13 王功風力發電站(北側間距約200公尺)開發前後鳥類飛行路徑  
(施工前、施工期間、營運期間)



風機大型化



風機大型化

圖 1.11.1-14 海龍二號、三號不同風機配置下整體鳥類年撞擊隻次

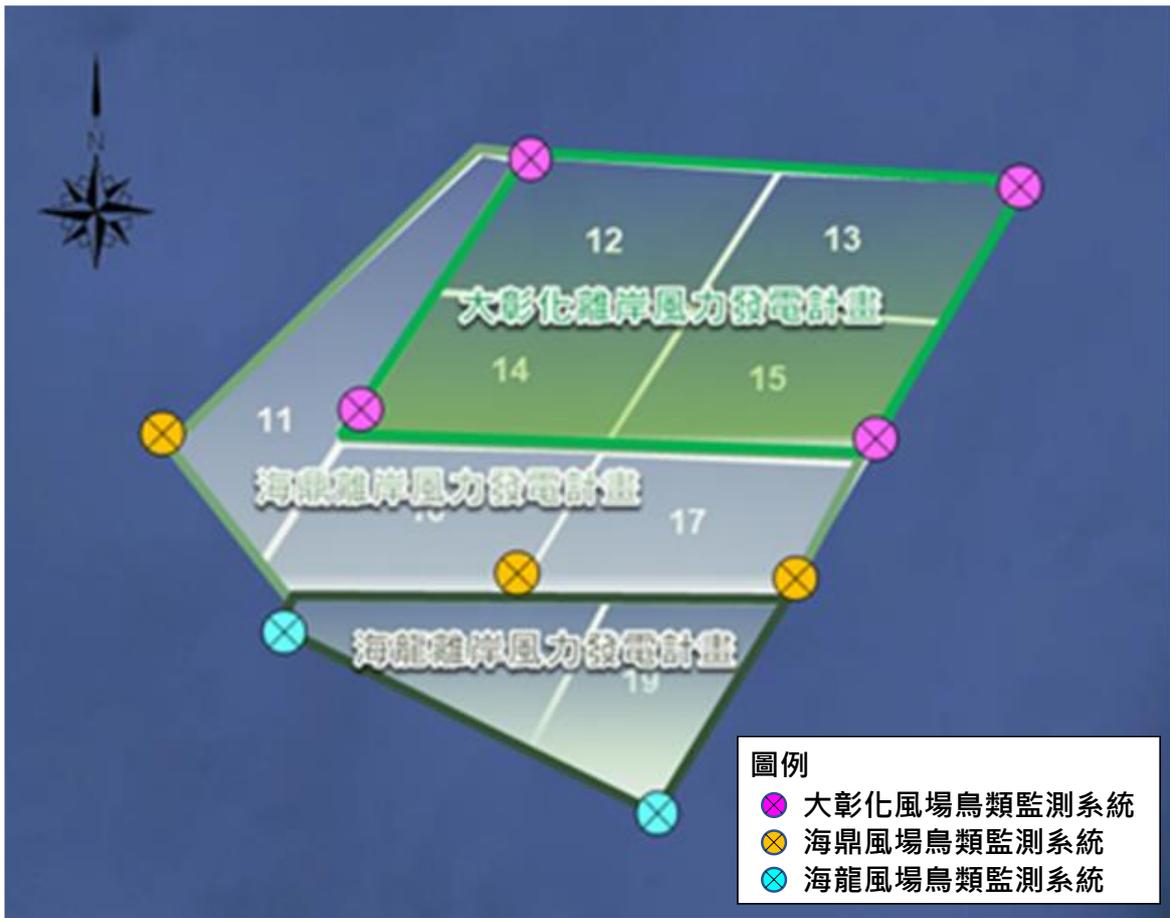


圖 1.11.1-15 海龍二號、海龍三號與相鄰風場聯合設置鳥類監測系統示意圖

| 審 查 意 見  | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |      |
|--|--|-------|------|
|  |  | 章 節   | 頁 次  |
| <b>貳、相關機關</b>  |  |       |      |
| <b>2.1、彰化縣政府</b>   |  |       |      |
| 一、開發單位承諾將規劃具體可行之風機降轉或停機初步規劃，並納入環調報告送審部分，請確實納入報告書環境保護對策本文，並補充環調報告送審時間。  | 敬謝指教。依據「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」環境影響評估審查委員會決議內容，將確實依照該承諾，將海龍二號、三號風場將依據營運前(含施工前、中、後)之環境監測資料，於風場取得電業執照後半年內提出環境影響調查報告書(含具體可行之風機降轉(停機)機制)送審。  | —     | —    |
| 二、有關開發單位承諾於鳥類雷達調查搭配目視調查部分，請說明目視調查時間(每次幾小時)及是否包含日夜間，並建議於每次雷達調查時進行目視調查，以累積資料加速鳥類監測物種辨識技術，並建請於營運前提交環調報告送審，以釐清雷達資料和鳥種數量之關係，進而加強結合建立風機降轉機制。 | <p>敬謝指教。回答分列說明如下：</p> <p>(一) 鳥類雷達搭配目視調查規劃</p> <p>本計畫原選說環境監測計畫中，鳥類雷達調查項目僅規劃每年進行16日次調查，其中春、夏、秋季每季5日次，冬季每季1日次；並於風場範圍每年近進行10次海上鳥類船隻目視調查，其中春、夏、秋季每月1次，冬季每季1次。受限於現階段鳥類雷達調查主要僅能記錄飛行筆數和飛行高度，對於了解實際飛行經過的隻數和鳥種等尚有其技術困難性，因此本計畫承諾將於春、秋季鳥類過境期間每季執行3日次，夏、冬季每季執行1日次之鳥類雷達調查搭配鳥類目視調查，屆時將涵蓋春、夏、秋、冬四季鳥類雷達結合目視調查資料，以釐清雷達資料和鳥種數量之關係；並承諾鳥類雷達調查增加秋季調查次數，監測頻率調整為春、夏每季5日次，秋季每季6日次，冬季每季1日次，每年共進行17日次調查。鳥類雷達調查監測計畫詳表2.1.2-1所示。</p> <p>(二) 環境影響調查報告書及風機降轉機制</p> <p>離岸風場各開發單位業已共同委託歐洲具超過25年離岸風場工程與環評經驗之NIRAS顧問公司，進行鳥類監測及辨識技術(或設備)結合風機降轉機制之資料分析及可行性研究，鳥類監測及辨識技術(或設備)詳表2.1.2-2。研究結果顯示，現階段「國外已營運之『離岸風場』中，無運用風場降轉機制」之實際案例，且無可行的降轉機制，未來在離岸風場中如要透過雷達監控系統，或影像監控系統，要辨識風</p> | 7.2   | 7-14 |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |     |
|---------|--|-------|-----|
|         |  | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>場欲保護目標鳥種，則必須要有風場範圍內充足的調查資料，以確認欲保護目標鳥種標的，確認不同鳥種體型在監控系統可偵測距離，並定義其風險閾值。</p> <p>依據「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」環境影響評估審查委員會決議內容，海龍二號、三號風場將依據營運前(含施工前、中、後)之環境監測資料，於風場取得電業執照後半年內提出環境影響調查報告書(含具體可行之風機降轉(停機)機制)送審。</p> <p>風機降轉或停機初步規劃方面，海龍二號、海龍三號風場將依據經濟部能源局基於電業管理及風場一致性，參考國際作法及可行技術研擬之商業可行降轉機制，據以規劃具體可行之風機降轉或停機初步規劃，納入環境影響調查報告書。</p> |       |     |

表 2.1.2-1 鳥類雷達調查監測計畫表

| 類別   | 監測項目     |                          | 地點   | 頻 率  |
|------|----------|--------------------------|------|--|
| 鳥類生態 | 3.鳥類雷達調查 | 鳥類雷達調查<br>(24HR/垂直及水平雷達) | 風場範圍 | 施工前執行 2 年<br>每年進行 17 日次調查<br>其中春、夏季每季 5 日次，秋季每季 6 日次，冬季每季 1 日次 |
|      |          | 搭配鳥類目視調查                 |      | 每年進行 8 日次調查<br>其中春、秋季每季 3 日次，夏、冬季每季 1 日次                       |

表 2.1.2-2 鳥類監測及辨識技術(或設備)

| 鳥類監測及辨識技術(或設備)           |             | 是否<br>已商業化  | 運用  |
|--------------------------|-------------|-------------|---|
| DTBird®                  | 自動影像及聲學偵測系統 | 是           | 以光學、熱感應攝影機及麥克風來偵測、記錄鳥類撞擊，以及啟動停機或發出驅離聲響等降低鳥類撞擊的機制            |
| VARS                     | 自動影像紀錄系統    | 否           | 量化穿越掃風範圍的鳥類飛行流量並確認撞擊率。已於波羅的海 FINO 2 離岸平台上進行應用性研究，並在離岸風場上使用過 |
| TADS                     | 自動影像紀錄系統    | 否<br>(研究用途) | 使用三或六台熱影像儀來紀錄鳥類撞擊數及飛行高度。目前 TADS 已與 MUSE 結合。                 |
| ATOM                     | 影像及聲學偵測系統   | 否           | 以熱影像監測及聲學感測系統記錄風機附近範圍鳥類資訊，已在離岸環境進行 15 個月的實地測試               |
| ID Stat                  | 聲學碰撞偵測系統    | 否           | 各個葉片根部安裝定向麥克風以紀錄撞擊事件，於陸域風場實地測試過                             |
| WT-Bird                  | 自動影像及聲學偵測系統 | 否           | 葉片上裝設加速度感測器能夠偵測撞擊並啟動錄影與錄音，2005 年於荷蘭實地測試過                    |
| MUSE                     | 影像偵測系統      | 否<br>(研究用途) | 結合雷達與相機資訊分析飛行軌跡   |
| Wind Turbine Sensor Unit | 影像及聲學偵測系統   | 否<br>(實驗階段) | 安裝立體視覺相機、熱感應相機與麥克風進行測試                                      |

| 審查意見  | 答覆說明   | 修訂處                        |  |
|---|--|----------------------------|--|
|   |  | 章節                         | 頁次   |
| 三、因澎湖地區之燕鷗及彰化地區之候鳥問題，環說書審查階段即以風機間距(平行盛行風7D，非平行盛行風5D)作為鳥類保護對策之環評承諾，爭取通過環評，並將風機間距納入環說書定稿本，本次變更大幅縮減風機間距，對鳥類生態造成之 | 本次變更海龍三號風場為配合「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」及經濟部整體規劃，於風場開發面積及總裝置容量等設置條件均維持不變下，為營造有利鳥類南北飛行方向，於海龍三號風場新增2,000公尺銜接鄰近風場連續之鳥類廊道(詳圖2.1.3-1)；且海龍二號風場已配合公告直航航道退縮風場在先，場址面積縮減近40%，退縮寬度達3,500公尺，海龍二號、三號風場相鄰邊界依經濟部能源局於104年7月2日公佈之「離岸風力發電規劃場址申請作業要點」規定，各自退縮，留設寬度大於2,000公尺，而與北側相鄰風場亦依規定各自退縮。<br>本次變更新增11~15MW風機，因有留設銜接連續 | 4.2<br>6.1.4<br>4.4<br>7.1 | 4-4~8<br>6-28~48<br>4-22~23<br>4-28~29<br>7-4~5<br>7-11~12 |

| 審 查 意 見  | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |     |
|--|--|-------|-----|
|  |  | 章 節   | 頁 次 |
| <p>影響仍多以鳥類會主動迴避風場為由，爰仍請提出優於原環評承諾之鳥類保護對策，並建請環保署審慎審查，避免風機加大卻縮減風機間距之情形。</p> | <p>之鳥類廊道、直航航道及邊界退縮規定之限制，若採原環說6~9.5MW之間距條件佈置(盛行風向7D及非盛行風向5D)，且再於海三風場內留設鳥類廊道，風機排數將達5~7排之多，且無法達成政府契約容量；若採盛行風向1,158公尺及非盛行風向666公尺之間距條件佈置，並於海三風場內留設鳥類廊道，風機排數僅3~6排，相較排數更少，且在風場面積的限制下，尚可達成政府契約容量，詳圖2.1.3-2所示。故本次變更將原非盛行風向之最小風機間距755公尺微調縮減為666公尺，間距縮減之差異值約89公尺，但海三風場中央新增鳥類廊道(約2,000公尺)、航道退縮(約3,000~3,500公尺)、邊界退縮(14MW雙側約2,664公尺)，若以總體間距空間而言，實際風機留設間距、風場退縮空間均遠大於原規劃，詳圖2.1.3-3所示。</p> <p>本計畫彙整2006年至今國內外監測調查研究案例顯示，鳥類飛行方向與大範圍廊道空間顯著相關，大部分鳥類會主動迴避風場，約佔97%，進入風場僅有3%(Ib Krag Petersen et al,2006；K.L. Krijgsveld et al,2011)，進入風場後的鳥類絕大多數(99.4%)於風機間會自行迴避(ORJIP Bird Collision Avoidance Study, Final Report, 2018)，迴避距離約100~200公尺(Larsen and Madsen,2000)，顯示鳥類比人類想像中更會迴避風機。另參考「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」中「葉片間漩渦及末端氣流擾動影響及可利用空間檢核」評估結果，由於風力發電之原理係擷取環境風能，以轉化為電能輸出，而是被動性的接受氣流的撞擊，進而造成扇葉轉動，因此會隨周遭環境風場之風速高低變化，驅動風機扇葉進行不同轉速之轉動。經模擬結果顯示(圖2.1.3-4~5)，風機旋轉範圍、前方與後方均呈現減速現象，風能在風機扇葉前方約40公尺處已開始呈現減速現象；風機旋轉範圍外約20公尺區域有局部氣流擠壓，呈現增速現象；由此結果可證，鳥類倘飛行經過風機扇葉前方時，風機不會將鳥類吸入並撞擊扇葉。此外，本計畫經鳥類撞擊評估結果顯示，變更後11 MW及15 MW風機配置造成的鳥類撞擊數量低於原環說(6~9.5MW)最大撞擊數量，大型化風機所需架設的風機支數較少，因此整體衝擊相對較小。</p> <p>本計畫已蒐集國內外施工或營運中風場淨間距實</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>例(表2.1.3-1)，留設淨間距約為301~410公尺，本次變更新增11MW~15MW大型化風機方案，風機最小間距為666公尺，以最有可能採用之14MW風機估算最小淨間距為444公尺，不小於國內外風場淨間距實例，提供鳥類於風機間飛行迴避空間。</p> <p>本次變更充分考量鳥類飛行習性，風機間已留設不小於國內外風場淨間距，並透過留設一致性鳥類廊道，增加邊界退縮等，減少鳥類飛行偏轉次數，提升海龍風場周邊大尺度鳥類飛行空間，經評估後整體鳥類飛行空間相較原規劃合理且友善，可降低鳥類飛行所面臨之實際風險。加上變更後風場開發規模相較原環說減少近半數的風機數量、水下基礎(含基樁)設置數量、基座面積及打樁作業時間等，可減少施工及營運期間對海域環境影響(詳圖2.1.3-6)，經評估包括空氣品質(海域工程)、噪音振動(風機運轉噪音)、水下噪音等，評估結果與原環說相似，而在鳥類撞擊數量、打樁水下噪音影響時間及底棲生態影響面積等均有減輕對環境之影響(詳表2.1.3-2)。</p> <p>(一) 綜合上述，本計畫環境影響評估結果顯示未有重大衝擊，但為了降低開發行為對於鳥類生態環境衝擊，已於原環評擬定鳥類環境保護對策。以下針對有關風機間距規劃調整、國內外監測調查研究案例、鳥類撞擊評估以及鳥類環境減輕對策等，詳細說明如下：風機間距規劃調整說明</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 原環說風機間距規劃為參考歐洲北海案例建議盛行風向大於7D、非盛行風向大於5D，並非考量鳥類飛行習性進行間距規劃。實務上風機間距之佈置原則，係由風機供應商根據個案風場之設置容量及面積、基地形狀、安全距離、其他相關限制等條件，依據所選用之不同單機容量，做出包含風機間距原則之最佳化配置建議，其中間距倍數僅作為輔助陳述風機間距距離之用，尚無法以個案風場之同等間距倍數，作為所有風場之規劃依據，實務上亦未有此國際準則。故本計畫係依據上述考量原則，由風機供應商訂定合理可行之間距條件。</li> <li>2. 本計畫海龍二號風場已配合公告直航航道退縮風場在先，退縮寬度達3,500公尺(面積約41km<sup>2</sup>)，另海龍三號風場已於風場內</li> </ol> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>退縮留設2,000公尺寬之鳥類廊道(面積約12km<sup>2</sup>)(詳圖2.1.3-1)。而在兩風場之間，亦需考量於各場址邊界向內退縮，以14MW估算，於風場內兩場址間共退縮2,664公尺(6D+6D)。整體留設風場退縮空間詳圖2.1.3-2所示。</p> <p>3. 本次變更新增11~15MW風機，因有留設銜接連續之鳥類廊道、直航航道及邊界退縮規定之限制，若採原環說6~9.5MW之間距條件佈置(盛行風向7D及非盛行風向5D)，且再於海三風場內留設鳥類廊道，風機排數將達5~7排之多，且無法達成政府契約容量；若採盛行風向1,158公尺及非盛行風向666公尺之間距條件佈置，並於海三風場內留設鳥類廊道，風機排數僅3~6排，相較排數更少，且在風場面積的限制下，尚可達成政府契約容量，詳圖2.1.3-2所示。</p> <p>4. 參考國內外施工或營運中風場淨間距實例(表2.1.3-1)，留設淨間距約為301~410公尺，本次變更新增11MW~15MW大型化風機方案，風機最小間距為666公尺，以最有可能採用之14MW風機估算最小淨間距為444公尺，不小於國內外風場淨間距實例，提供鳥類於風機間飛行迴避空間。</p> <p>5. 基此，本計畫係整體考量鳥類飛行環境、場址邊界緩衝、場址規劃條件等，而將原非盛行風向之最小風機間距755公尺微調縮減為666公尺，間距縮減之差異值約89公尺，但海三風場中央新增鳥類廊道(約2,000公尺)、航道退縮(約3,000~3,500公尺)、邊界退縮(14MW雙側約2,664公尺)，若以總體間距空間而言，實際風機留設間距、風場退縮空間均遠大於原規劃，詳圖2.1.3-3所示。</p> <p>(二) 國內外監測調查研究案例</p> <p>彙整2006年至今國內外監測調查研究案例顯示，針對鳥類飛行於風場外圍及邊界、進入風場後之特性，說明如下：</p> <p>1. 鳥類於遠處即會提前偏轉避開風場，僅少部分進入風場，仍會主動迴避風機</p> <p>(1) 相關研究顯示，大部分鳥類在5公里距離處會注意到風場，在3公里距離處會</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>發生偏轉 (Ib Krag Petersen et al,2006)。</p> <p>超過 50%鳥類會在 1~2 公里的距離內避免穿越風場 (Ib Krag Petersen et al,2006)，約 17%會在風場邊緣飛行，僅約 3%會至風場內飛行 (K.L. Krijgsveld et al,2011)。</p> <p>(2) 依據丹麥Nysted、Horns Rev風場鳥類雷達調查情形 (Final results of bird studies at the offshore wind farms at Nysted and Horns Rev, Denmark, 2006)，鳥類於距離風場遠處開始改變飛行方向，顯示鳥類會提前改變飛行方向以避開風場。詳如圖2.1.3-7、圖2.1.3-8所示。</p> <p>其中丹麥 Nysted 風場之風機上攝影機經 2,400 小時運轉期間，未紀錄到鳥類碰撞情形，顯示少數鳥類飛行於風機周圍，仍會主動迴避。</p> <p>(3) 依據英格蘭Thanet風場鳥類雷達調查情形 (ORJIP Bird Collision Avoidance Study, Final Report, 2018)，絕大部分鳥類會在看見風機陣列後，即改變飛行路徑，顯示靠近風場的鳥類，仍會改變飛行方向以避開風場。詳如圖2.1.3-9所示。</p> <p>該調查亦顯示，少部分的鳥類若進入風場飛行，絕大多數鳥類(99.4%)會在風機之間即產生迴避，而不會在進入風機掃風範圍後才迴避。</p> <p>(4) 參考國外觀察鳥類迴避風機的行為研究顯示(圖2.1.3-10)，鳥類通過單一支風機及風機陣列迴避距離為100公尺，通過風機群落迴避距離為200公尺，整體迴避距離約100~200公尺，顯示鳥類比人類想像中更會迴避風機。(Effects of wind turbines and other physical elements on field utilization by pink-footed geese: A landscape perspective,</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>Larsen and Madsen,2000)。</p> <p>2.經國內外監測案例顯示，鳥類飛行方向與廊道空間顯著相關</p> <p>(1) 依據丹麥Tunø Knob風場鳥類目視調查情形 (Effects of wind turbines on flight behaviour of wintering common eiders: implications for habitat use and collision risk, 2007)，鳥類於飛行走廊(距風機約200~600公尺處)出現的頻率高，顯示鳥類飛行方向與大範圍廊道空間顯著相關。詳如圖2.1.3-11所示。</p> <p>(2) 依據瑞典Yttre Stengrund風場(間距約400~500公尺)鳥類雷達與目視調查情形(Influence of offshore windmills on migration birds-in southeast coast of Sweden, 2003)，由鳥類與最近風機距離(0~200公尺)的累積頻率分佈可知，無論日間或夜間，距離風機越近，鳥類飛行頻率越少，觀察後亦未有碰撞情形。詳如圖2.1.3-12所示。</p> <p>(3) 依據臺灣「王功風力發電計畫」鳥類雷達調查情形，鳥類飛行已避開風機所在路線。詳如圖2.1.3-13所示。</p> <p>經調查顯示，環評階段規劃預留之鳥類飛行廊道，營運後鳥類於飛行比例方面有增加趨勢。依據歷年監測結果，鳥類數量並未因風機運轉後有減少情形。</p> <p>(三) 鳥類撞擊評估</p> <p>海龍二號、三號風場變更後11 MW及15 MW風力發電機組配置造成的鳥類撞擊數量低於原環說最大撞擊數量(圖2.1.3-14)。其中，15MW配置所造成的鳥類撞擊量又較11MW配置少。15MW的風機，單支風機的旋轉半徑較大，葉片較寬，但其所需架設的風機支數較少，因此整體衝擊相對較小。</p> <p>1. 海龍二號</p> <p>海龍二號風場於0.98的迴避率下，整體全年的撞擊數量估值介於91.3~110.1隻。保育類最大撞擊數量估值說明如下：</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>(1) 11MW風機配置：0.98的迴避率下，海龍二號風場保育類全年的撞擊數量估值分別約為玄燕鷗11隻、白眉燕鷗40隻和鳳頭燕鷗1隻。</p> <p>(2) 15MW風機配置：0.98的迴避率下，海龍二號風場保育類全年的撞擊量估值分別約為玄燕鷗9隻、白眉燕鷗33隻和鳳頭燕鷗1隻。</p> <p>2. 海龍三號<br/>海龍三號風場於0.98的迴避率下，整體全年的撞擊數量估值介於104.6~123.6隻。保育類最大撞擊數量估值說明如下：</p> <p>(1) 11MW風機配置：0.98的迴避率下，海龍三號風場保育類全年的撞擊數量估值分別約為魚鷹2隻、玄燕鷗14隻、白眉燕鷗24隻、小燕鷗&lt;0.1隻、鳳頭燕鷗4隻。</p> <p>(2) 15MW風機配置：0.98的迴避率下，海龍三號風場保育類全年的撞擊量估值分別約為魚鷹2隻、玄燕鷗12隻、白眉燕鷗20隻、小燕鷗&lt;0.1隻、鳳頭燕鷗3隻。</p> <p>(四) 環境減輕對策<br/><b>本計畫已擬定鳥類環境保護對策，以降低本計畫開發對於鳥類生態環境衝擊。詳細內容說明如下：</b></p> <p>1. 施工前</p> <p>(1) 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。</p> <p>(2) 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。</p> <p>(3) 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。</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |     |
|---------|--|-------|-----|
|         |  | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>2. 施工期間</p> <p>(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。</p> <p>(2) 依民航局最新頒布之「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」設置航空警示燈，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。</p> <p>(3) 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。</p> <p>(4) 將優先選用較大風機，以降低鳥類影響。</p> <p>A. 風機大型化規劃，單機裝置容量除原6~9.5MW，並新增11~15MW規劃。</p> <p>B. 6~9.5MW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)。新增之11~15MW風機間距將依風力機組型式及場址風況評估結果進行佈置，盛行風向間距至少1,158公尺，非盛行風向間距至少666公尺。</p> <p>C. 與相鄰風場間距至少為葉片直徑6倍(依單機裝置容量不同約介於906~1,380公尺)。</p> <p>D. 風機葉片距離海面高度至少25米。</p> <p>3. 營運期間</p> <p>(1) 降低風機撞擊效應</p> <p>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。</p> <p>依民航局最新頒布之「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」設置航空警示燈，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</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |     |
|---------|--|-------|-----|
|         |  | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>燈，以減少吸引鳥類靠近的可能性。</p> <p>(2) 觀測風場中鳥類活動</p> <p>A. 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。</p> <p>B. 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。</p> <p>C. 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。</p> <p>D. 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2.1.3-15，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。</p> <p>E. 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。</p> |       |     |

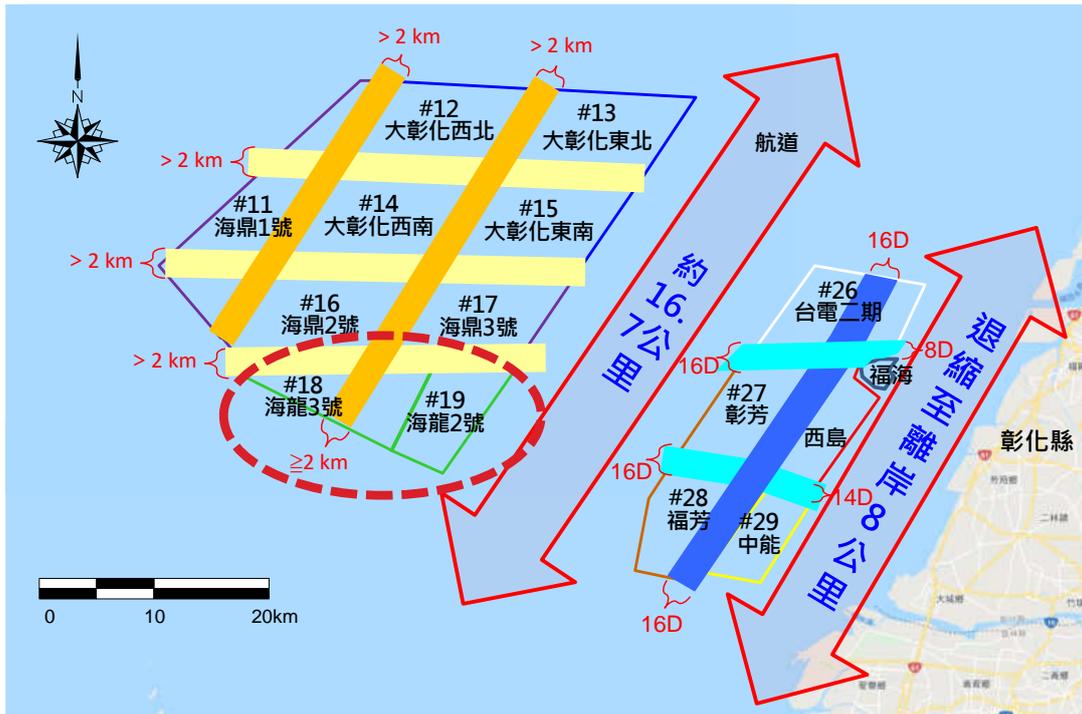
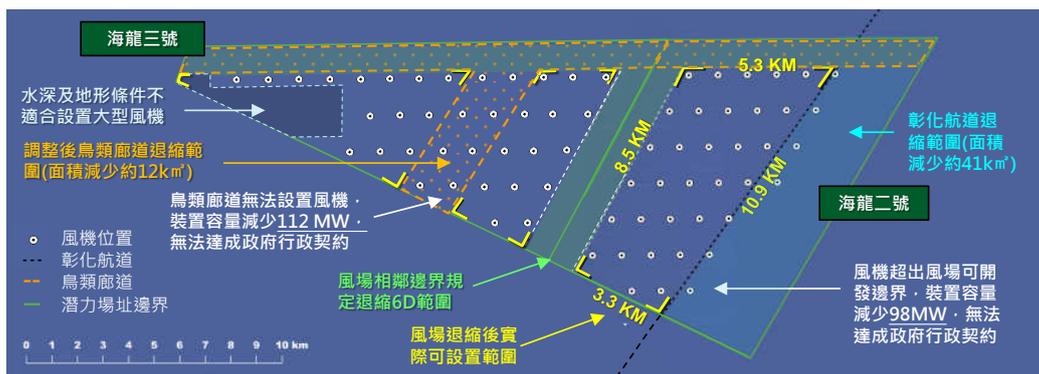
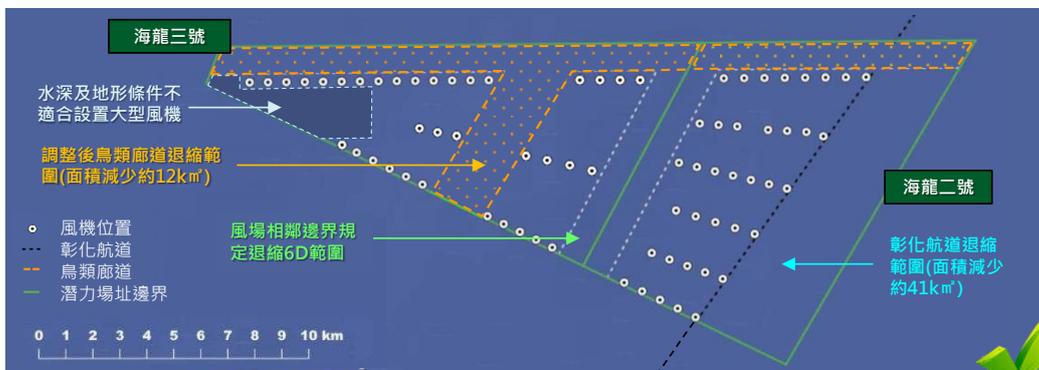


圖 2.1.3-1 海龍風場留設與鄰近風場連續之鳥類廊道



|      |               |      |                                       |
|------|---------------|------|---------------------------------------|
| 風機數量 | 海三36部 / 海二37部 | 葉片直徑 | 均以14MW WTG DD-222公尺預估 (不超過230公尺)      |
| 風機排數 | 海三5排 / 海二7排   | 風機間距 | 盛行風向7D (≥1,554公尺), 非盛行風向5D (≥1,110公尺) |



|      |               |      |                                  |
|------|---------------|------|----------------------------------|
| 風機數量 | 海三36部 / 海二37部 | 葉片直徑 | 均以14MW WTG DD-222公尺預估 (不超過230公尺) |
| 風機排數 | 海三3排 / 海二6排   | 風機間距 | 盛行風向 ≥1,332公尺, 非盛行風向 ≥666公尺      |

圖 2.1.3-2 新增 14MW 採 5D&7D 風機間距規劃及採 666 公尺&1,158 公尺間距規劃比較

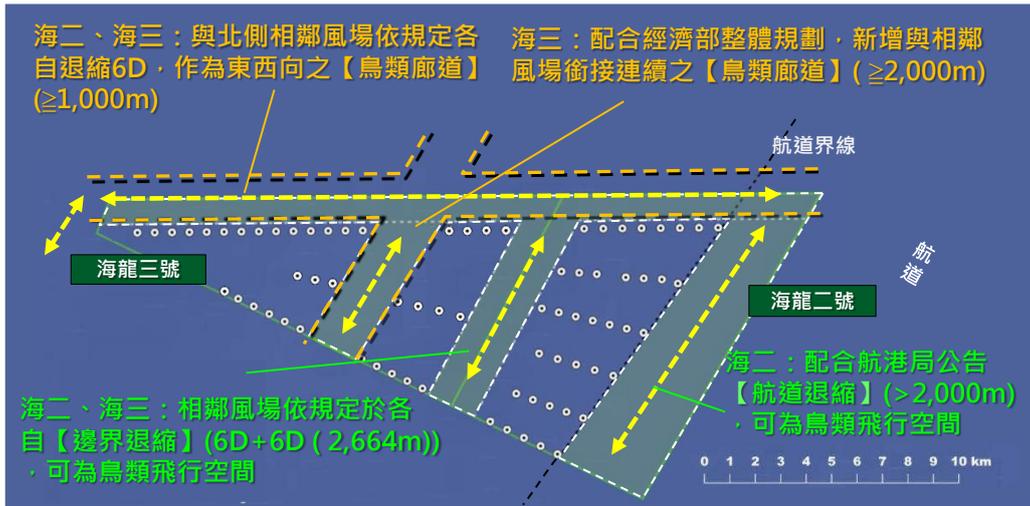


圖 2.1.3-3 海龍風場周邊鳥類飛行空間整體規劃

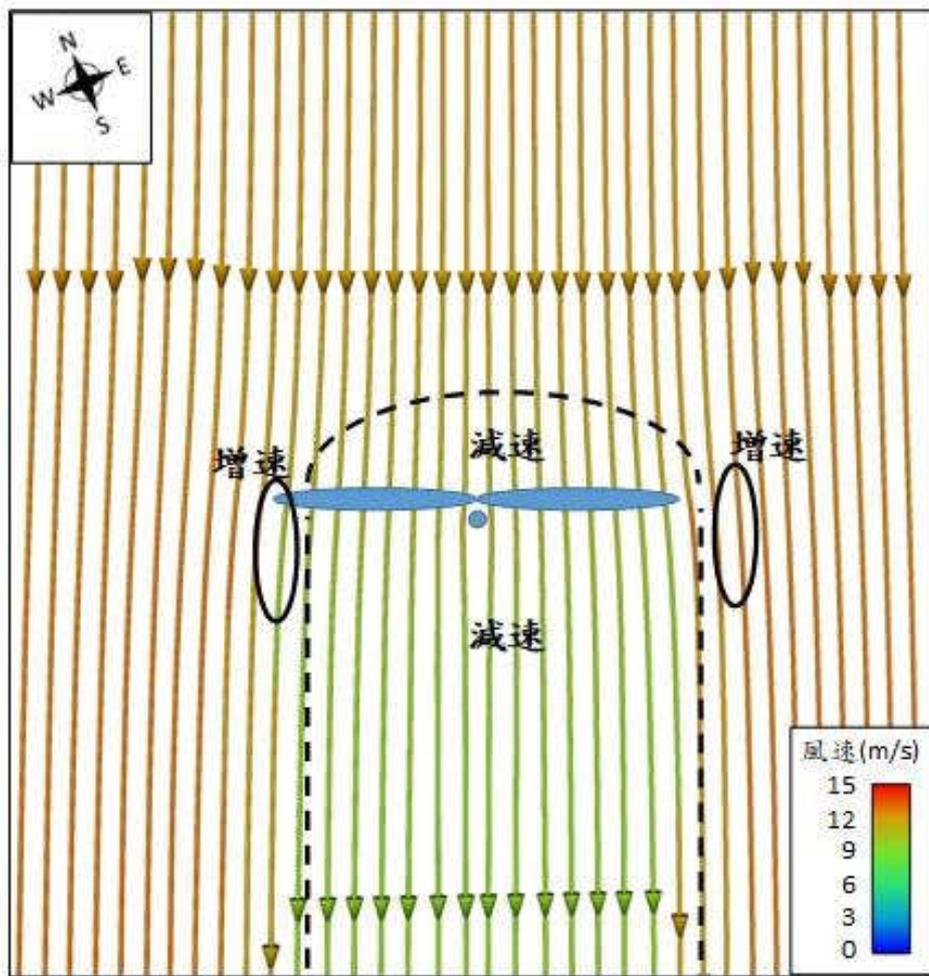


圖 2.1.3-4 風機沿扇葉中心高度之水平剖面流場分布圖

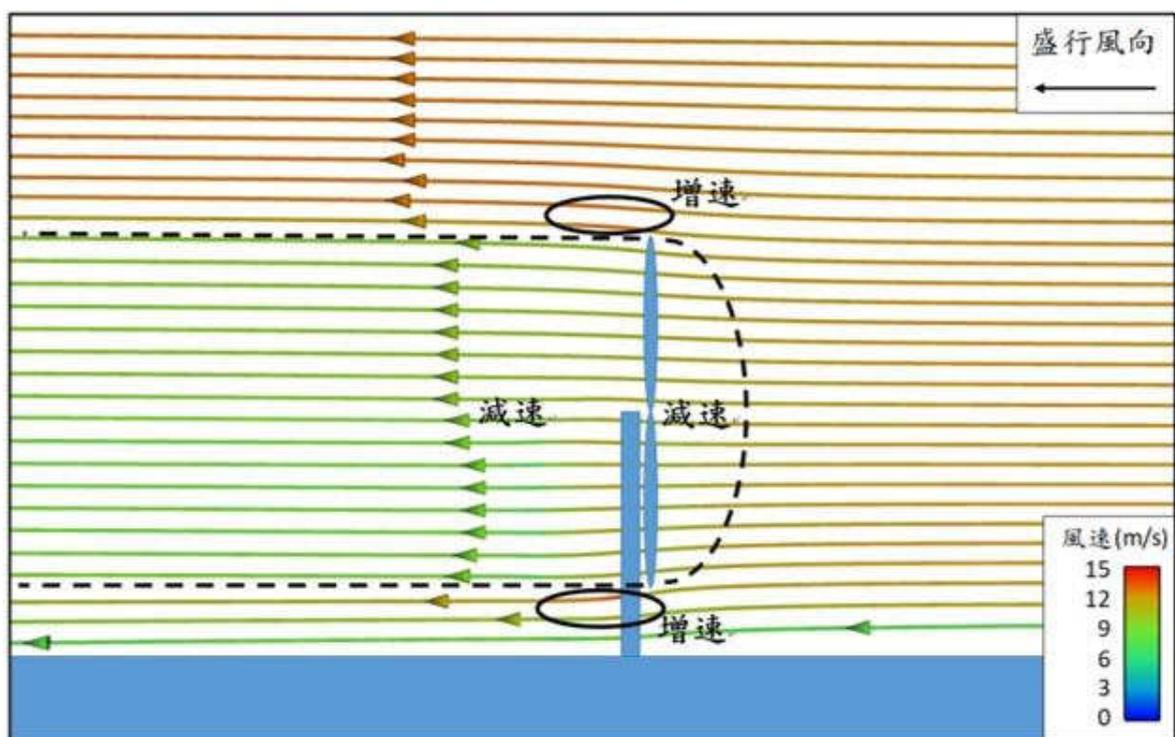


圖 2.1.3-5 風機沿盛行風向之垂直剖面流場分布圖

表 2.1.3-1 海龍風場與國內外施工或營運中風場之風機間淨間距值比較表

| 名稱                        | 本計畫風場      | 丹麥 Nysted 風場 | 英格蘭 Thanet 風場 | 德國 Nordsee 1 風場 | 台灣 海洋風場 (Formosa 1) | 台灣 大彰化東南風場 |
|---------------------------|------------|--------------|---------------|-----------------|---------------------|------------|
| 單機裝置容量(MW)                | 14         | 2.3          | 3.0           | 6.0             | 6.0                 | 8.0        |
| (A) 風機最小間距(m)             | 666        | 480          | 500           | 500             | 455                 | 500        |
| (B) 風機葉片直徑(m)             | 222        | 82.4         | 90            | 126             | 154                 | 167        |
| <b>風機最小淨間距(m) (A)－(B)</b> | <b>444</b> | <b>397.6</b> | <b>410</b>    | <b>374</b>      | <b>301</b>          | <b>333</b> |

資料來源：本計畫整理。

|              |  |                          |
|--------------|--|--------------------------|
| 規模<br>降<br>低 | <ul style="list-style-type: none"> <li>風機：減少約72部</li> <li>水下基礎：減少約72座</li> <li>基樁：減少288支</li> <li>打樁作業時間：減少1,152時</li> <li>基座面積：減少26,025m<sup>2</sup></li> <li>風機陣列排數：減少約6排</li> </ul> | 提升鳥類飛行廊道                 |
|              |  | 減少打樁作業影響期間<br>減少海床懸浮固體擾動 |
|              |  | 減少底棲生態影響面積               |

| 海龍二號+海龍三號    |  |  |                          |
|--------------|--|--|--------------------------|
| 評估減輕項目       | 原環說風機方案<br>(6~9.5MW)                               | 本次變更大型化風機方案<br>(11~15MW)                           | 6MW與15MW<br>規劃差異分析       |
| 風機           | 109~141部   | 69~94部   | 最多減少72部                  |
| 水下基礎         | 109~141座   | 69~94座   | 最多減少72座                  |
| 基樁           | 436~564支   | 276~376支   | 最多減少288支                 |
| 打樁作業時間(4hrs) | 2,256hrs   | 1,104hrs   | 最多減少1,152小時              |
| 基座面積         | 88,125m <sup>2</sup><br>(每部基座25×25m <sup>2</sup> ) | 62,100m <sup>2</sup><br>(每部基座30×30m <sup>2</sup> ) | 最多減少26,025m <sup>2</sup> |
| 風機陣列排數       | 海二：9~10排<br>海三：7~8排                                | 海二：6~7排<br>海三：2~3排                                 | 最多減少6排                   |

圖 2.1.3-6 海龍二號及三號風場原環評及本次變更規劃差異分析

表 2.1.3-2 本次變更與原環說環境影響結果評估比較表

| 評估項目               | 原環說評估結果  | 本次變更評估結果和原環說比較  |
|--------------------|--|---|
| 空氣品質<br>(海域工程)     | <ul style="list-style-type: none"> <li>除 PM2.5 背景值已超過空氣品質標準，各項空氣污染物擴散至敏感受體濃度與背景濃度加成後均符合空氣品質標準</li> </ul>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>除 PM2.5 背景值已超過空氣品質標準，各項空氣污染物擴散至敏感受體濃度與背景濃度加成後均符合空氣品質標準</li> <li>與原環說評估相似，空氣污染物增量極為輕微</li> </ul>                    |
| 噪音振動<br>(風機同時運轉)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>全頻噪音：衰減至距離風機最近敏感受體噪音增量為 0.0dB(A)</li> <li>低頻噪音：衰減至距離風機最近敏感受體噪音增量為 0.0dB(A)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>與原環說評估結果相同</li> </ul>  |
| 水下噪音<br>(基礎打樁)     | <ul style="list-style-type: none"> <li>打樁點距離 750 公尺處之聲壓值 162~164dB，經減噪措施後為 152~154dB</li> </ul>                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>打樁點距離 750 公尺處之聲壓值 166~167dB，經減噪措施後為 156~157dB</li> <li>與原環說評估相同，均可符合聲壓值不超過 160dB</li> </ul>                        |
| 鳥類撞擊評估<br>(風機同時運轉) | <ul style="list-style-type: none"> <li>0.98 迴避率下，全年最大撞擊數量估值分別為 89 隻(海龍二號)及 136.8 隻(海龍三號)</li> </ul>                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>0.98 迴避率下，11MW 撞擊數量估值分別為 87.9 隻(海二)及 106.1 隻(海三)；15MW 撞擊數量估值為 73 隻(海二)及 90.1 隻(海三)</li> <li>低於原環說最大撞擊數量</li> </ul> |
| 打樁水下噪音<br>影響時間     | <ul style="list-style-type: none"> <li>每部風機打樁時間約 4hr，海龍二號、三號風場總打樁影響時間約 2,256 小時</li> </ul>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>海龍二號、三號風場總打樁影響時間為 1,104 小時</li> <li>較原環說規劃減少 1,152 小時</li> </ul>   |
| 底棲生態<br>影響面積       | <ul style="list-style-type: none"> <li>6~9.5MW 風機水下基礎為 25x25m，海龍二號、三號風場總影響面積為 88,125m<sup>2</sup></li> </ul>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>11~15MW 風機水下基礎為 30x30m，海龍二號、三號風場總影響面積為 62,100m<sup>2</sup></li> <li>較原環說規劃減少 26,025m<sup>2</sup></li> </ul>        |

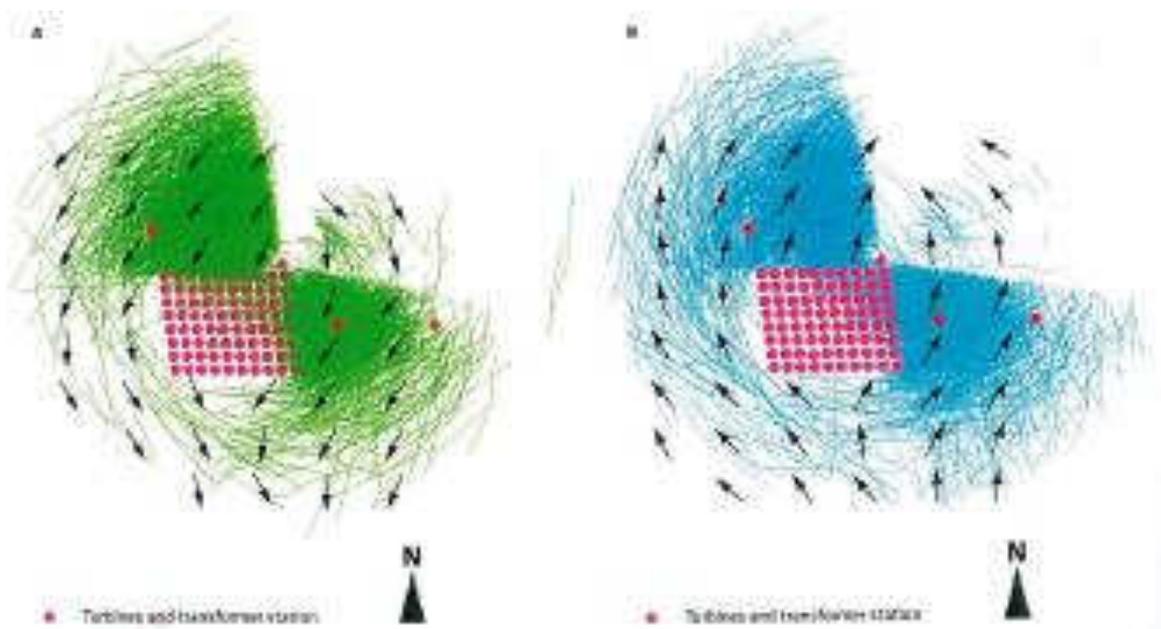


圖 2.1.3-7 丹麥 Horns Rev 風場(間距約 560 公尺)  
鳥類飛行路徑紀錄(營運期間)

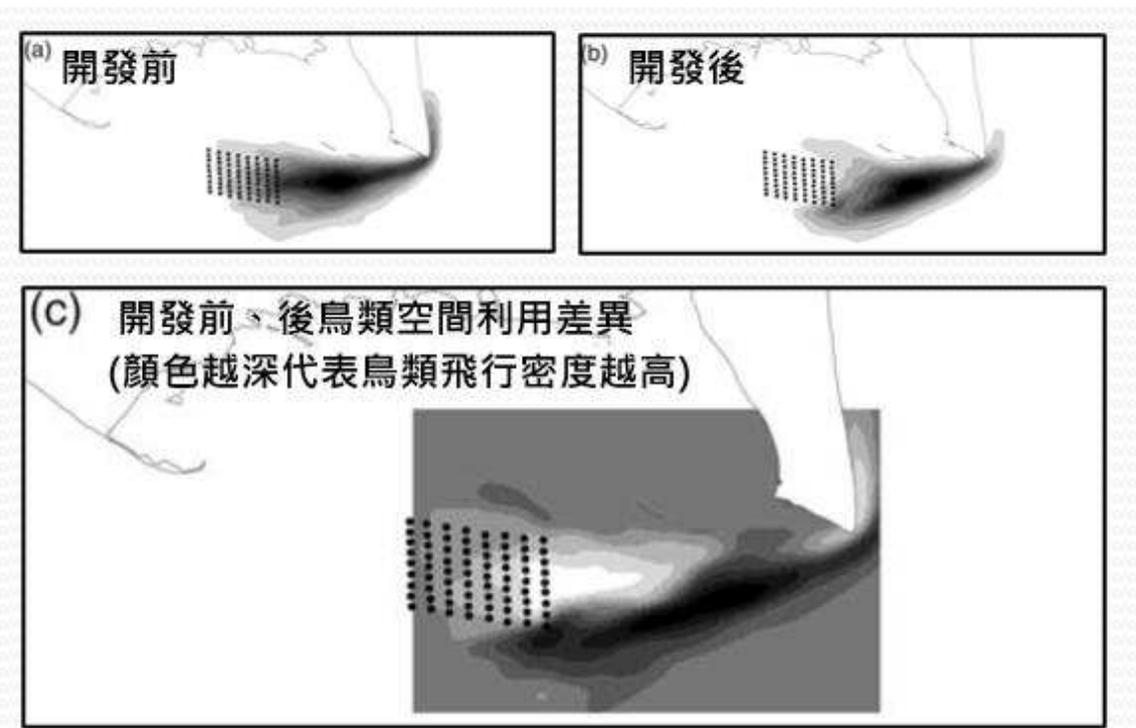


圖 2.1.3-8 丹麥 Nysted 風場(間距約 500 ~ 850 公尺)開發前後鳥類飛行密度紀錄  
(施工前、營運期間)

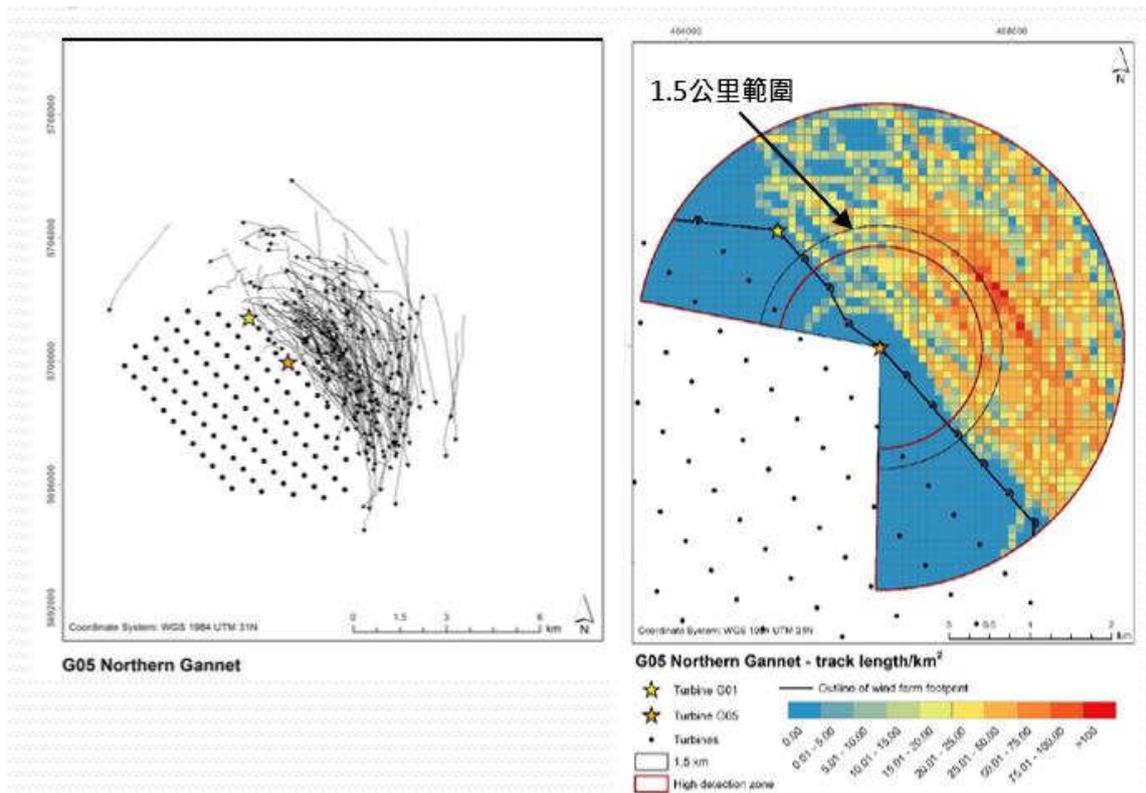
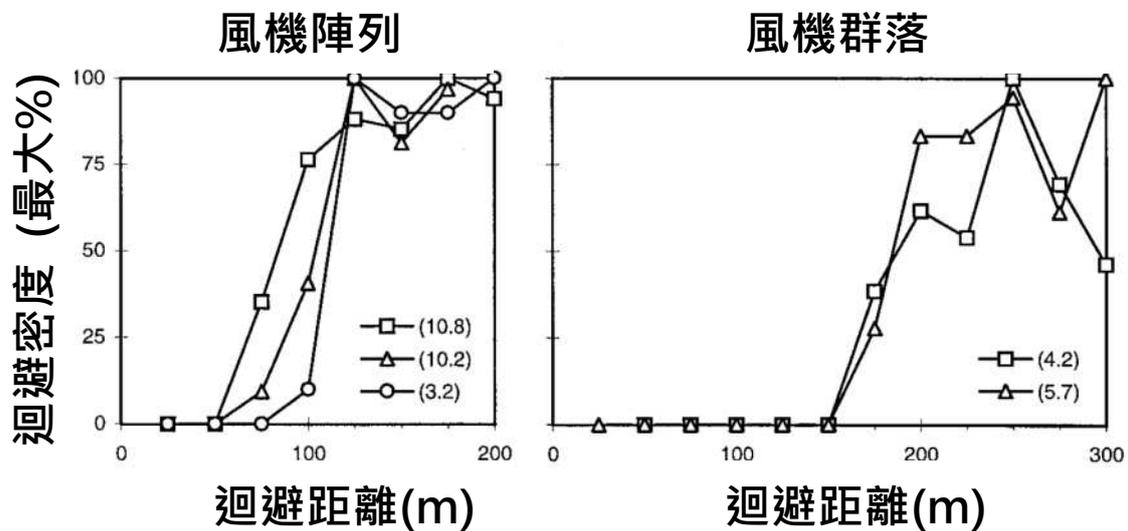


圖 2.1.3-9 英格蘭 Thanet 風場(間距約 500 ~ 800 公尺) 鳥類飛行路徑及飛行密度紀錄(營運期間)



資料來源：Effects of wind turbines and other physical elements on field utilization by pink-footed geese: A landscape perspective, Larsen and Madsen, 2000.

圖 2.1.3-10 風機陣列及風機群落的鳥類迴避距離

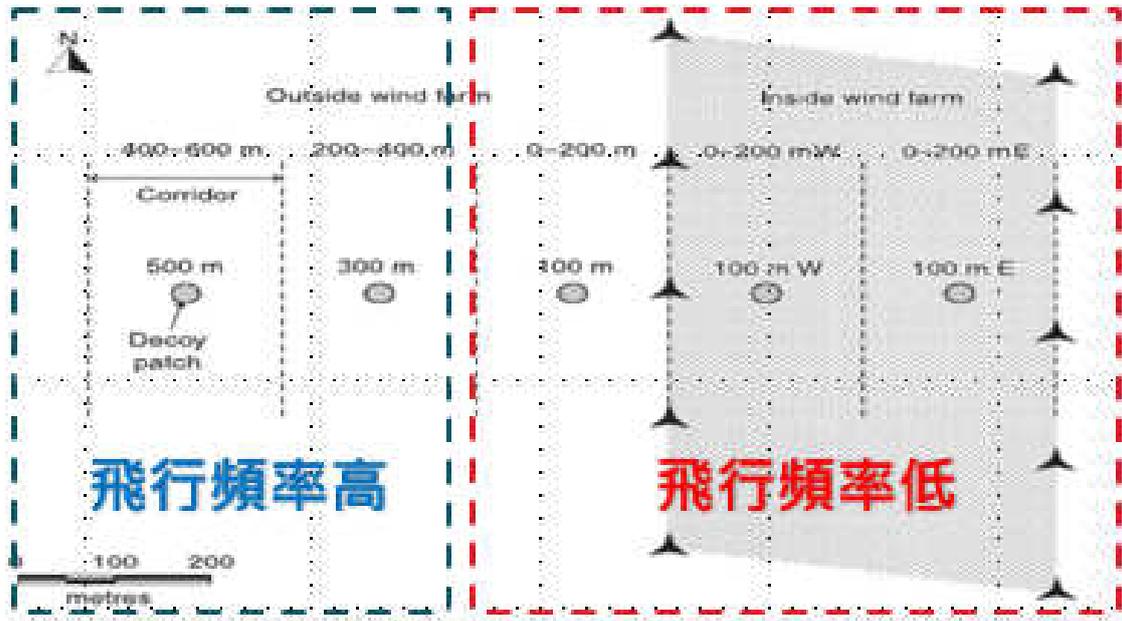


圖 2.1.3-11 丹麥 Tunø Knob 風場(間距約 200~400 公尺)鳥類與西側風機排觀測飛行頻率分布(營運期間)

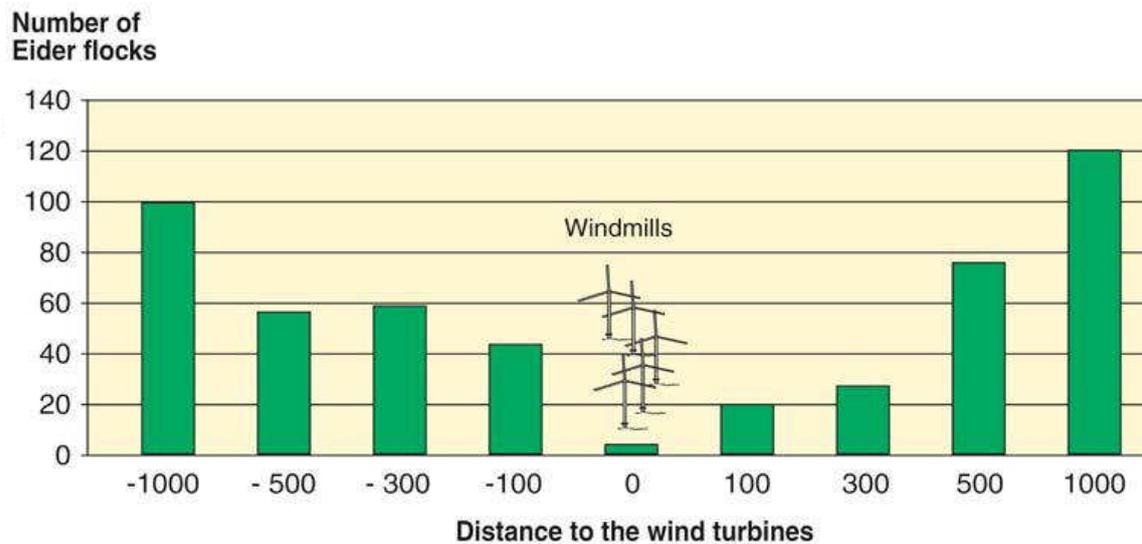


圖 2.1.3-12 瑞典 Yttre Stengrund 風場(間距約 400 ~ 500 公尺) 鳥類與風機最近距離累積飛行頻率分布(營運期間)

環說階段規劃預留之鳥類飛行廊道，  
營運後鳥類飛行比例有增加趨勢

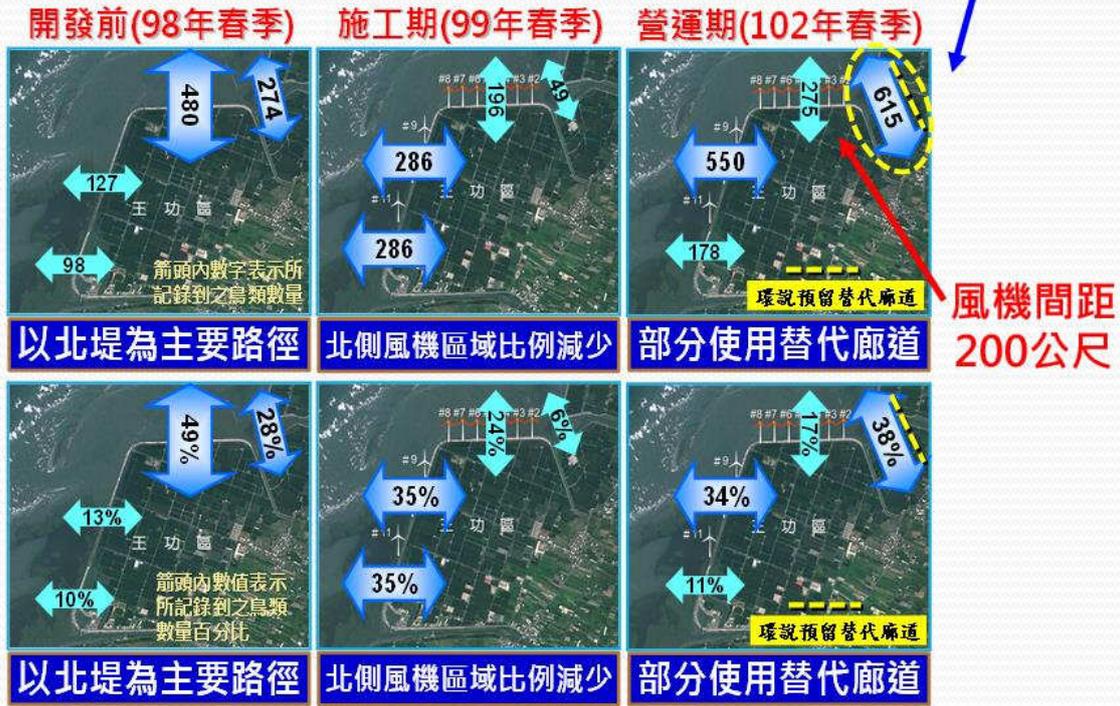


圖2.1.3-13 王功風力發電站(北側間距約200公尺)開發前後鳥類飛行路徑  
(施工前、施工期間、營運期間)

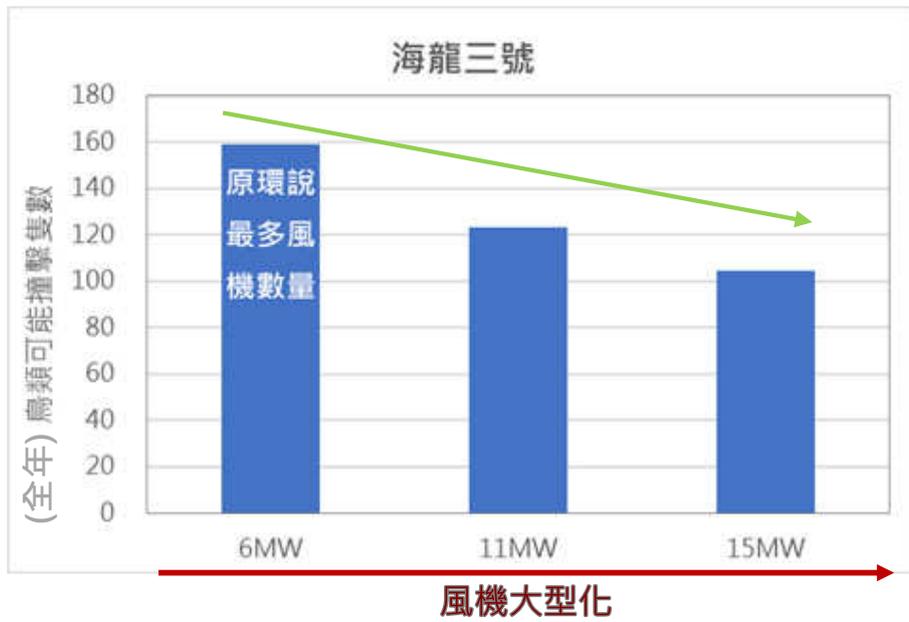
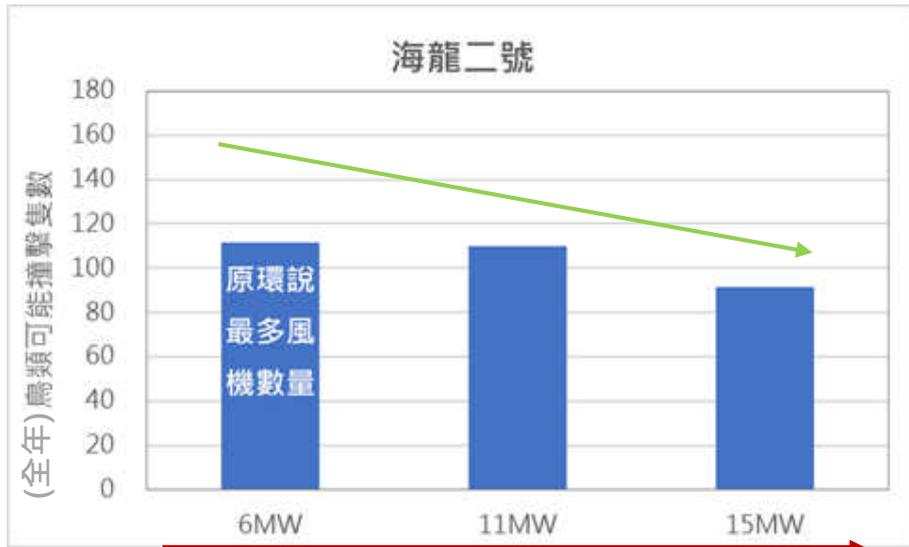


圖 2.1.3-14 海龍二號、三號不同風機配置下整體鳥類年撞擊隻次

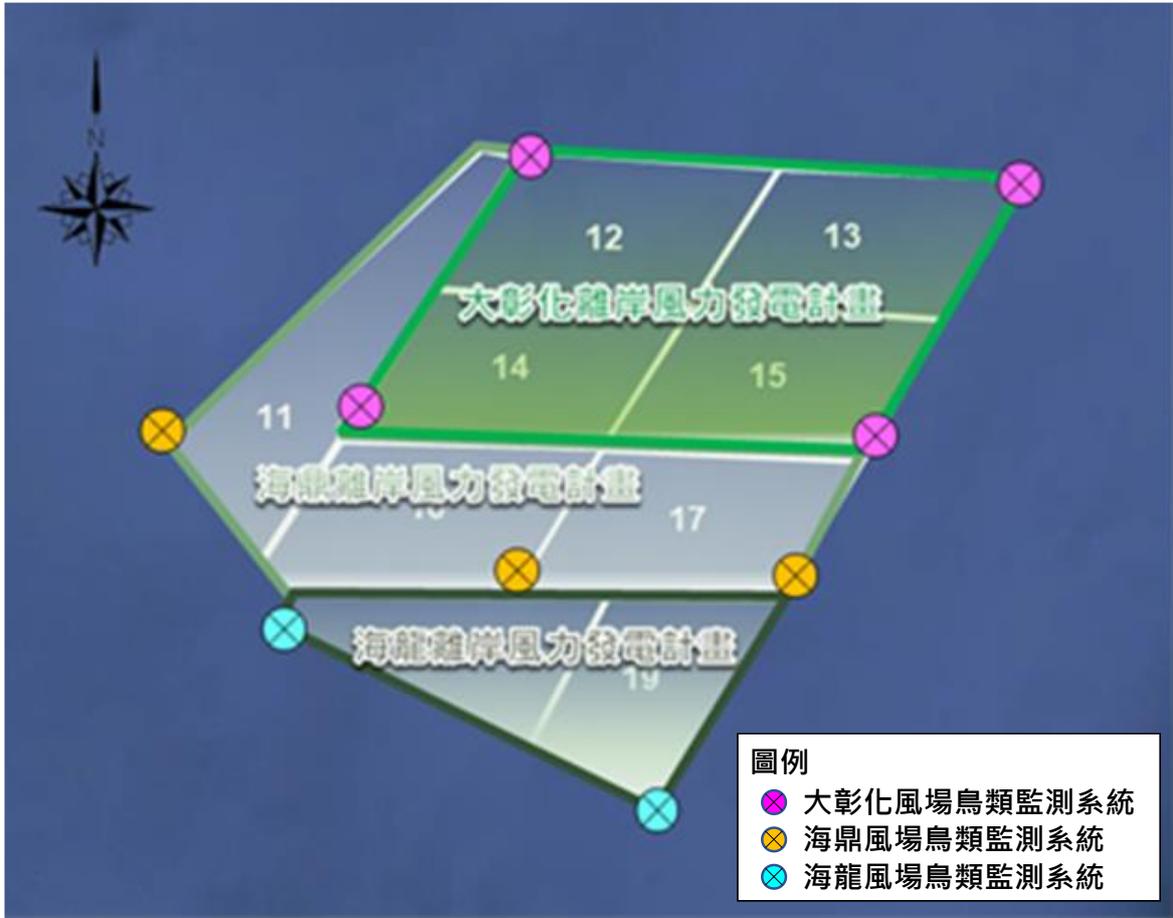


圖 2.1.3-15 海龍二號、海龍三號與相鄰風場聯合設置鳥類監測系統示意圖

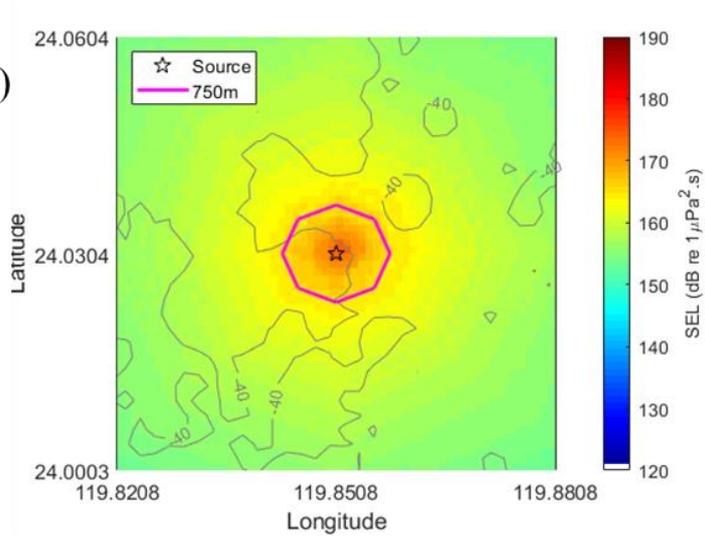
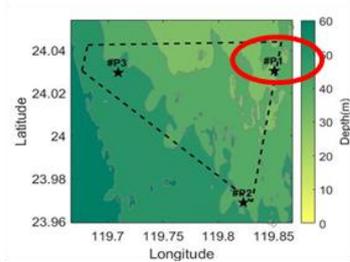
| 審 查 意 見   | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |         |
|---|--|-------|---------|
|   |  | 章 節   | 頁 次     |
| 四、能源局為降低離岸風場開發對環境生態之影響，將環評審查通過作為取得電業籌設許可之要件，惟本次變更開發單位之部分答覆內容卻以能源局籌設許可文件已核准作為理由，恐有不妥。      | 敬謝指教。本計畫已於中華民國107年7月18日取得環境影響評估定稿核備函，並一併提送能源局取得電業籌設許可。唯配合全球風機朝向大型化發展趨勢，評估以6MW~9.5MW原風機方案之佈置條件，尚無法適用至大型化風機方案，故本次辦理環評變更以規劃新增11MW~15MW大型化風機方案，另行設定該方案之適用規模條件。本次變更後仍須依據能源局原已核備之電業籌設文件進行風場規劃，請諒察。   | —     | —       |
| 五、目前二案之水下噪音模擬聲曝值皆為157dB(減噪後)，惟打樁之水下噪音聲曝值受底質種類影響，且亦無細部海域底質實際鑽探資料，是否將影響水下噪音模擬結果，請再補充說明。     | 敬謝指教。本計畫尚未進行細部海域地質鑽探調查作業，待調查作業完成後會視各打樁點地質、地形條件及環境狀況研擬最適當之風機機樁入泥深度。另本計畫水下噪音模擬是以最大可能樁錘能量(2500kJ)及樁體直徑(4.4m)等最保守情境進行評估。   | —     | —       |
| 六、因打樁位置距離750公尺處垂直水深之水下噪音聲曝值仍受水深影響，惟開發單位並未說明750公尺處垂直水深之水下噪音模擬情形，仍請開發單位說明，並建請以最大聲曝值之水深進行監測。 | <p>敬謝指教。分列說明如下：</p> <p>(一) 水下噪音模擬評估</p> <p>本計畫以最大可能樁錘能量(2500kJ)及樁體直徑(4.4m)等最保守情境進行水下噪音模擬評估，與原環說比對，風機單機裝置容量由6MW提升至15MW，評估顯示打樁點距離750公尺處之聲壓值由162~164dB增量至166~167dB，經減噪措施後，由152~154dB增量至156~157dB，仍能符合原環說承諾「於750公尺監測處，水下噪音聲曝值(SEL)不得超過160dB re 1<math>\mu</math>Pa<sup>2</sup>s」。說明如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 未經減噪措施<br/>打樁點距離750公尺處之聲壓值介於166~167dB，如表2.1.6-1、圖 2.1.6-1。</li> <li>2. 經減噪措施<br/>經減噪措施(減10 dB)後，打樁點距離750公尺處之聲壓值介於156~157dB，如表2.1.6-1、圖2.1.6-2。</li> </ol> <p>(二) 水下噪音量測方法：<br/>未來施工階段將依據中華民國108年2月26日</p> | 6.1.3 | 6-25~27 |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | 環保署公告之水下噪音量測方法《NIEA P210.21B》，於風機基礎打樁時，進行打樁噪音即時監測之水下麥克風需置於當地水深一半至高於海床2公尺之間測量。 |       |     |

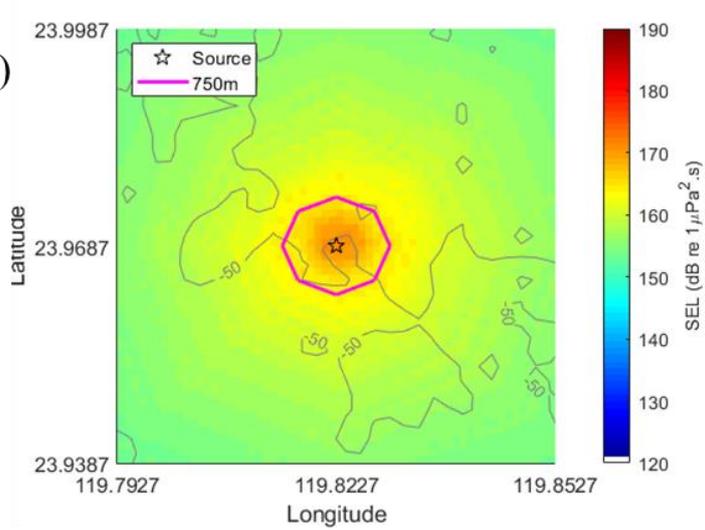
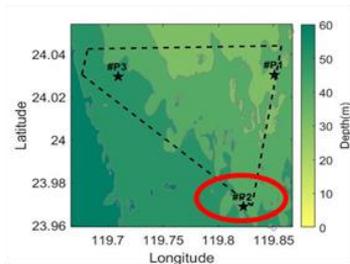
表 2.1.6-1 P1~P3 點位打樁施工距離聲源 750 公尺處聲壓值 SEL(dB re 1  $\mu$ Pa<sup>2</sup>s)

| 方位角 \ 點位 | 減噪前 |     |     | 減噪後 |     |     |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|          | P1  | P2  | P3  | P1  | P2  | P3  |
| 0°       | 166 | 167 | 166 | 156 | 157 | 156 |
| 45°      | 166 | 166 | 166 | 156 | 156 | 156 |
| 90°      | 166 | 167 | 166 | 156 | 157 | 156 |
| 135°     | 166 | 166 | 166 | 156 | 156 | 156 |
| 180°     | 166 | 166 | 166 | 156 | 156 | 156 |
| 225°     | 166 | 166 | 166 | 156 | 156 | 156 |
| 270°     | 166 | 166 | 166 | 156 | 156 | 156 |
| 315°     | 166 | 166 | 166 | 156 | 156 | 156 |

P1  
 (119°51.05', 24°1.821')  
 水深34.8公尺



P2  
 (119°49.36', 23°58.12')  
 水深44.2公尺



P3  
 (119°42.55', 24°1.772')  
 水深48.2公尺

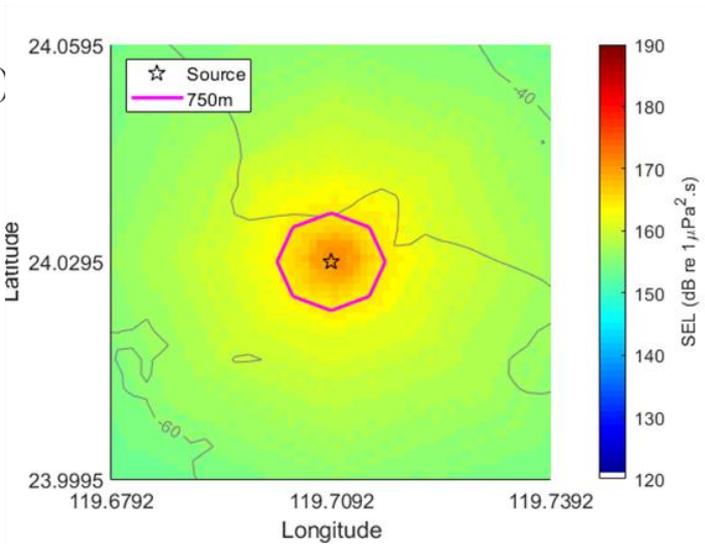
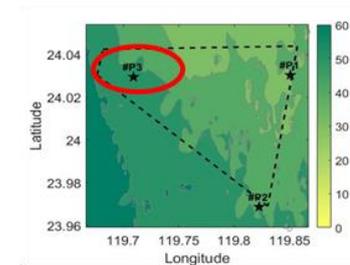
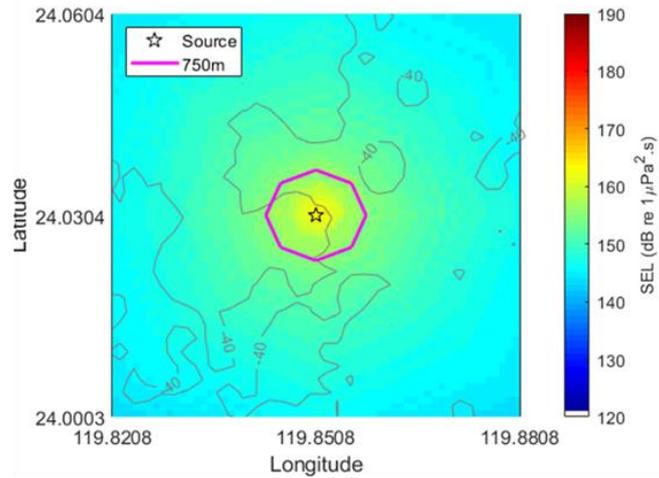
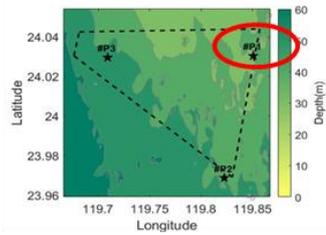


圖2.1.6-1 本次變更P1~P3點位打樁施工，距離750公尺之聲壓分布（減噪前）

P1

(119°51.05', 24°1.821')

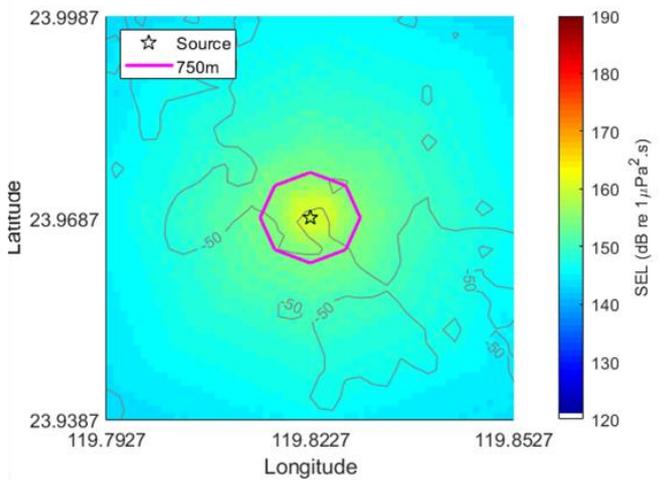
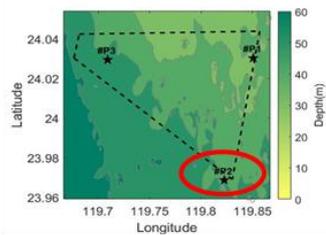
水深34.8公尺



P2

(119°49.36', 23°58.12')

水深44.2公尺



P3

(119°42.55', 24°1.772')

水深48.2公尺

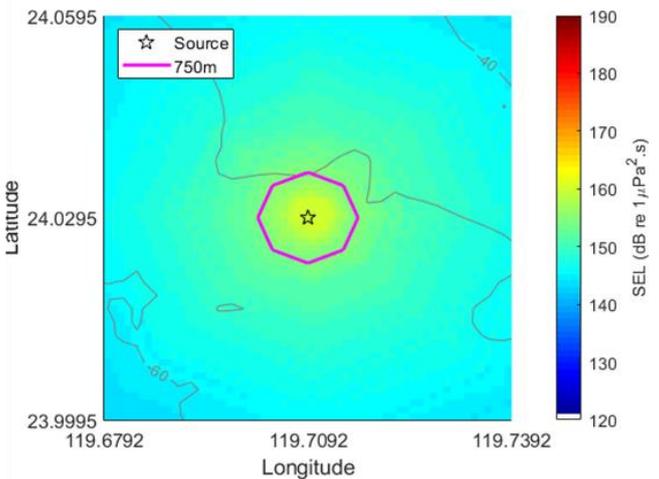
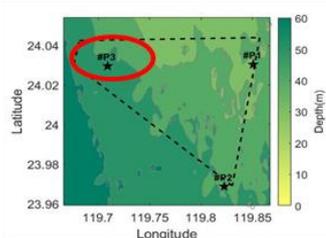


圖2.1.6-2 本次變更P1~P3點位打樁施工，距離750公尺之聲壓分布（減噪後）

| 審 查 意 見  | 答 覆 說 明   | 修 訂 處      |                    |
|--|---|------------|--------------------|
|  |   | 章 節        | 頁 次                |
| 七、二案減噪後於750公尺處之水下噪音聲曝值達157dB，逼近環評承諾之160dB，仍請具體補充水下噪音監控機制、應變機制啟動之水下噪音聲曝值(警戒值)、達警戒值之即時應變機制等相關細節，並確實納入報告書內文及保護對策。 | <p>敬謝指教。本計畫原環評已擬定水下噪音環境保護對策及監測計畫，詳細內容說明如下：</p> <p>(一) 施工期間水下噪音監測計畫詳表2.1.7-1所示，監測目的簡述如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 距離風機基礎中心點位置750公尺4處進行水下噪音監測，目的在於監測風機打樁期間水下噪音聲曝值(SEL)。</li> <li>2. 風場範圍2站進行水下噪音監測，目的在於進行水下噪音背景值量測。</li> </ol> <p>(二) 水下噪音施工期間環境保護對策</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 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)。</li> <li>2. 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。</li> <li>3. 打樁噪音監測</li> </ol> <p>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，測量方式參照附件技術指引，模擬方法參考附件技術指引，量測方法及閾值如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 施工期間將以風機基礎中心點為該機組750公尺執行水下噪音4處160分貝承諾限值及聲學監測基準點，於750公尺處選擇合理位置設置4座水下聲學監測設施並分布於4個方位，並將依照環檢所公告之「水下噪音測量方法(NIEA P210.21B)」確實辦理。</li> <li>(2) 於750公尺監測處，水下噪音聲曝值(SEL)不得超過160dB re 1μPa2s，作為影響評估閾值。</li> <li>(3) 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。</li> <li>(4) 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</li> </ol> | 4.4        | 4-22~25<br>4-31~35 |
|  |   | 7.1<br>7.2 | 7-4~8<br>7-14~16   |

| 審查意見 | 答覆說明  | 修訂處 |    |
|------|---|-----|----|
|      |   | 章節  | 頁次 |
|      | <p>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Leq30s)，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。</p> <p>(5) 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))，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。</p> |     |    |

表 2.1.7-1 本次變更施工期間水下噪音監測計畫表

|      | 類別   | 監測項目   | 地點                 | 頻率                       |
|------|------|--|--------------------|--------------------------|
| 海域施工 | 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 | 距離風機基礎中心點位置750公尺4處 | 每部風機打樁期間<br>每季1次且每季連續14天 |
|      |      |  | 風場範圍2站             |                          |

| 審查意見  | 答覆說明   | 修訂處        |                    |
|---|--|------------|--------------------|
|   |  | 章節         | 頁次                 |
| 八、本次變更於環境檢測計畫新增水下噪音(含鯨豚聲學)儀器及數據回收遺失應變作法，惟資料遺失後，原每季連續監測14天，補做之調查似僅量測24小時即回收儀器，請再確認是否符合原監測計畫要求。 | <p>敬謝指教。海龍二號、三號風場離岸距離約45~55公里，考量外海海象狀況不穩定且資料遺失可能性，為使水下聲學調查儀器能如預期佈設及回收，本計畫規劃水下聲學儀器及數據回收遺失之應變作法，說明如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本計畫將要求水下聲學調查團隊於每季的第一個月進行佈放後，監測14日以上，並視海況條件允許，儘速出海回收儀器。</li> <li>2. 於回收時若發現調查儀器遺失，將提出本計畫確實已出海執行此項監測工作之證明，以利後續說明。</li> <li>3. 後續在海況條件允許下，將再盡快安排補救之水下聲學調查，且為確保補救資料能確實回收，調查船隻將於儀器布放下水後，於附近海域進行儀器戒護工作，如量測過程中GPS浮標位置顯示有超出風場範圍或異常情況，則前往排除異常情況。待量測時間滿24小時，即回收各點位儀器。</li> <li>4. 為確保調查人員及船隻安全性，若遇有突發海象條件惡劣變化因素，基於安全考量將駛回港口待命。</li> <li>5. 倘採用補救措施，應加註說明。</li> </ol> | 4.4<br>7.2 | 4-31~35<br>7-14~16 |

| 審 查 意 見  | 答 覆 說 明  | 修 訂 處      |              |
|--|--|------------|--------------|
|  |  | 章 節        | 頁 次          |
| 九、請將歷次審查會議紀錄及意見回覆表對照表納入報告書，相關答覆內容及承諾請確實納入報告書內文及保護對策(含環境監測計畫)。  | 敬謝指教。本計畫已將歷次審查會議紀錄及意見回覆表對照表納入報告書附錄，並將包含環境監測計畫等答覆內容及環境保護承諾納入報告書內文及環境保護對策。   | —          | —            |
| <b>2.2、行政院農業委員會漁業署</b>   |  |            |              |
| 一、本署無意見。   | 敬悉。  | —          | —            |
| <b>2.3、文資局</b>   |  |            |              |
| 一、請開發單位確實依文化部備查之水下文化資產調查報告書辦理，倘有備查書件變更，請依《水下文化資產保存法》等相關規定辦理，後續施工時，請依前所備查報告書允諾之安全警戒範圍，與疑似目標物保持安全距離，及遵循《水下文化資產保存法》第9、13條之規定。 | 遵照辦理，本計畫將確實依照文化部備查之水下文化資產調查報告書辦理，當變更調查報告書件內容時，將依「水下文化資產保存法」等相關規定辦理。<br>於海域施工階段時，將依水下文化資產調查報告書允諾之安全警戒範圍，與疑似目標物保持安全距離，並遵循《水下文化資產保存法》第9、13條之規定。 | 4.4<br>7.1 | 4-27<br>7-10 |

附錄 5.10  
第四次專案小組會議紀錄  
及意見回覆說明對照表

## 行政院環境保護署 書函

地 址：10042 臺北市中正區中華路1段83號

聯 絡 人：商維庭

電 話：(02)2311-7722#2744

電子郵件：wtshang@epa.gov.tw

10488

臺北市中山區南京東路3段168號13樓之3

受文者：海龍三號風電股份有限公司籌備處

發文日期：中華民國 110年2月18日

發文字號：環署綜字第 1101022537 號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：

附件：會議紀錄1份

主旨：檢送「海龍二號離岸風力發電計畫環境影響差異分析報告（第一次變更）」、「海龍三號離岸風力發電計畫環境影響差異分析報告（第一次變更）」等2案專案小組第4次聯席初審會議紀錄1份，請查照。

說明：旨案會議紀錄請至本署環評書件查詢系統 (<https://eiadoc.epa.gov.tw/eiaweb/>) 下載參閱。

正本：張委員學文、朱信委員、江委員康鈺、李委員俊福、李委員培芬、吳委員義林、洪委員挺軒、孫委員振義、游委員勝傑、簡委員連貴、江委員鴻龍、呂副教授欣怡、經濟部、經濟部能源局、經濟部工業局、經濟部水利署、經濟部中央地質調查所、行政院農業委員會、行政院農業委員會林務局、行政院農業委員會水土保持局、行政院農業委員會漁業署、行政院農業委員會特有生物研究保育中心、海洋委員會、海洋委員會海洋保育署、交通部航港局、交通部運輸研究所、內政部營建署、文化部文化資產局、彰化縣政府、彰化縣環境保護局、澎湖縣政府、澎湖縣政府環境保護局、彰化縣芳苑鄉公所、彰化縣福興鄉公所、澎湖縣白沙鄉公所、本署綜合計畫處、空氣品質保護及噪音管制處、水質保護處、廢棄物管理處、環境衛生及毒物管理處、環境督察總隊、海龍二號風電股份有限公司籌備處、海龍三號風電股份有限公司籌備處

副本：白委員子易、袁菁委員、李委員育明

# 行政院環境保護署

檔號：  
保存年限：

## 行政院環境保護署 書函(環評相關會議)

地址：10042 臺北市中正區中華路1段83號  
聯絡人：商維庭  
電話：(02)2311-7722#2744  
電子郵件：wtshang@epa.gov.tw

受文者：如行文單位

發文日期：中華民國110年2月18日  
發文字號：環署綜字第1101022537號  
速別：普通件  
密等及解密條件或保密期限：  
附件：會議紀錄1份

主旨：檢送「海龍二號離岸風力發電計畫環境影響差異分析報告（第一次變更）」、「海龍三號離岸風力發電計畫環境影響差異分析報告（第一次變更）」等2案專案小組第4次聯席初審會議紀錄1份，請查照。

說明：旨案會議紀錄請至本署環評書件查詢系統(<https://eiadoc.epa.gov.tw/eiaweb/>)下載參閱。

正本：張委員學文、朱信委員、江委員康鈺、李委員俊福、李委員培芬、吳委員義林、洪委員挺軒、孫委員振義、游委員勝傑、簡委員連貴、江委員鴻龍、呂副教授欣怡、經濟部、經濟部能源局、經濟部工業局、經濟部水利署、經濟部中央地質調查所、行政院農業委員會、行政院農業委員會林務局、行政院農業委員會水土保持局、行政院農業委員會漁業署、行政院農業委員會特有生物研究保育中心、海洋委員會、海洋委員會海洋保育署、交通部航港局、交通部運輸研究所、內政部營建署、文化部文化資產局、彰化縣政府、彰化縣環境保護局、澎湖縣政府、澎湖縣政府環境保護局、彰化縣芳苑鄉公所、彰化縣福興鄉公所、澎湖縣白沙鄉公所、本署綜合計畫處、空氣品質保護及噪音管制處、水質保護處、廢棄物管理處、環境衛生及毒物管理處、環境督察總隊、海龍二號風電股份有限公司籌備處、海龍三號風電股份有限公司籌備處

副本：白委員子易、袁菁委員、李委員育明

# 行政院環境保護署

# 「海龍二號離岸風力發電計畫環境影響差異分析報告（第一次變更）」「海龍三號離岸風力發電計畫環境影響差異分析報告（第一次變更）」等2案專案小組第4次聯席初審會議紀錄

一、時間：110年2月5日（星期五）下午3時0分

二、地點：本署4樓405會議室

三、主席：張委員學文

紀錄：商維庭

四、出（列）席單位及人員：（詳如會議簽名單）

五、主席致詞：略。

六、本署綜合計畫處背景說明：略。

七、開發單位簡報：略。

八、綜合討論：詳附件。

九、結論：

（一）本案初審會議已超過3次，另簽奉主任委員核可後，請2案開發單位於110年3月31日前依下列意見補充、修正後，送本專案小組再審：

1. 評估「新增11百萬瓦(MW)至15百萬瓦(MW)裝置容量風機，風機間距調整維持原環境影響說明書最小風機間距至少820公尺」之可行性，並與經濟部能源局評估場址邊界布設風機之可能。
2. 因應鄰近風場之不確定性，提出「海龍二號」「海龍三號」風場北側鳥類連續監測系統之設置規劃。
3. 應與鄰近風場共同規劃航空警示燈之設置位置。
4. 委員及相關機關所提其他意見。

（二）依環境影響評估法第13條之1第1項規定：「環境影響說明書或評估書初稿經主管機關受理後，於審查時認有應

補正情形者，主管機關應詳列補正所需資料，通知開發單位限期補正。開發單位未於期限內補正或補正未符主管機關規定者，主管機關應函請目的事業主管機關駁回開發行為許可之申請，並副知開發單位。」

十、散會（下午 4 時 50 分）。

## 附件 綜合討論（請開發單位於後續資料列表說明）

### 一、張委員學文

「海龍二號」「海龍三號」風場北方前緣，在「海鼎二號」「海鼎三號」風場不能設置鳥類監測系統後，將有一整片到北方前緣沒有監測系統，本風場開發如何因應未來監測？

### 二、朱信委員

前次意見（含審查結論）尚須補正，補正意見如下：

- （一）以所附資料顯示丹麥、英格蘭及德國等國外風場，其風機間距皆達 4D 以上，而國內中能離岸風力發電開發計畫在增加風機尺寸及發電規模後，其風機間距亦達 4D 以上。此計畫原環境影響說明書原承諾風機最少間距為 5D，此次因風場面積縮小，情有可原；但仍請維持風機最少間距 4D 以上。
- （二）請確認盛行風向之風機間距為 1,332 公尺，還是 1,158 公尺？

### 三、江委員康鈺（書面意見）

前次會議意見回覆說明，提及降轉機制之作業訂定；開發單位建議目的事業主管機關研擬商業可行之機制，供業者共同遵循，此似欠缺開發者自主管理，及善盡生態保護責任之回應，請開發單位妥適回應與說明為佳。

### 四、李委員俊福（書面意見）

補正回應情形已符規定或足供審查判斷所需資訊。

### 五、李委員培芬

前次意見（含審查結論）尚須補正，補正意見如下：

- （一）海龍二號和海龍三號風場所在區域的鳥類出沒狀態，請提出雷達調查資訊地圖，本次所提鳥類飛行方向的風花圖必需說明其記錄之位置和風場的空間關係才有意義。假設兩

者的位置相符，從風花圖春季的方向來檢視，大多數的鳥類最多只能避開第 1 個（外圈）的風機，較內層的風機將對這些鳥類造成撞擊的風險；另外，所留設之整體飛行廊道也和風花圖不一致，春季的風花圖顯示北方和東北方是主要的方向，目前的規劃或可降低東北方的撞擊，但在北方則無降低撞擊的可能性。是否有改善方案？

(二) 航空警示燈之布置除了本案外，是否和彰化之其他風場統合安排？

## 六、吳委員義林（書面意見）

(一) 「海龍二號離岸風力發電計畫環境影響差異分析報告（第一次變更）」：海龍二號（編號 19 風場）與海龍三號（編號 18 風場）之退縮應改到延續編號 16 風場與編號 17 風場等之間的飛行廊道。

(二) 「海龍三號離岸風力發電計畫環境影響差異分析報告（第一次變更）」：海龍三號（編號 18 風場）與海龍二號（編號 19 風場）間之退縮應改到延續編號 16 風場與編號 17 風場、編號 14 風場與編號 15 風場、編號 12 風場與編號 13 風場間之飛行廊道，以直線延續飛行廊道。

## 七、孫委員振義

補正回應情形已符規定或足供審查判斷所需資訊。

## 八、游委員勝傑（書面意見）

前次意見（含會議結論）尚須補正，補正意見如下：鳥類撞擊評估是否有考量風扇邊緣之風場變化、鳥類體型、飛行速度之間關連性？

## 九、簡委員連貴

(一) 補正回應情形已符規定或足供審查判斷所需資訊。

(二) 本案優先選用較大風機，減少風機數量且規劃鳥類飛行廊道（大於等於 2 公里），以降低對鳥類影響，對環境有助益，原則支持。

- (三) 本案與大彰化案及海鼎案將聯合設置鳥類監測系統，及共享監測結果，請補充佐證文件及監測計畫。
- (四) 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 1 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 1 次相同作業，請納入承諾事項。

## 十、袁菁委員（書面意見）

補正回應情形已符規定或足供審查判斷所需資訊。

## 十一、江委員鴻龍

目前規劃配置盛行風向大於 1,332 公尺、非盛行風向大於 666 公尺，其依據應請詳實說明。另目前規劃 14 百萬瓦(MW)，葉片直徑 222 公尺之規劃為何？應請提供參考依據。

## 十二、白委員子易（書面意見）

- (一) 「鳥類撞擊評估」由於 Band Model 需輸入之參數繁多 (Band et al., 2007; Band, 2012)，請補充說明：
  1. 請製表逐項說明相關參數，並與「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」之內容互相查核是否有不一致之處。
  2. 不同鳥種相對迴避率之設定，是否屬最劣情境？
- (二) 請補充說明變更後，「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」中「葉片間漩渦及末端氣流擾動影響及可利用空間檢核」，是否需重新評估。
- (三) 請補充說明變更後，相關的地質安全、結構安全，是否需重新評估。

## 十三、經濟部能源局（發言摘要）

政府推動再生能源，希望在 2025 年達到風力 5.5GW 的目標。本案可提供 1GW，是很重要的場址。本次變更係為因應國際風機大型化趨勢而辦理，不但可減少風機支數，亦可對環境更

加友善。本案經 3 次專案小組初審建議審核修正通過，提請環境影響評估審查委員會討論，因風機大型化為新穎技術，委員會希望能針對風機間距及鳥類影響做進一步說明，以減少疑慮。109 年 12 月 11 日經濟部能源局邀集行政院環境保護署及開發單位召開風機國際趨勢會議，國際上對風機間距的主要考量為尾流效應，另外依據個案是否有大型保育類鳥類經過而採用不同減輕措施；本案雖未有類似生態議題，但仍請開發單位以比例尺表達目前風機配置，另也請與風機廠商討論如何以科學計算方式呈現影響範圍，以降低外界疑慮。

#### 十四、經濟部中央地質調查所（書面意見）

本所無意見。

#### 十五、行政院農業委員會（書面意見）

本會無意見。

#### 十六、行政院農業委員會林務局（書面意見）

本局無意見。

#### 十七、行政院農業委員會漁業署（書面意見）

本署無意見。

#### 十八、海洋委員會海洋保育署（書面意見）

無意見。

#### 十九、交通部航港局（書面意見）

無新增意見。

#### 二十、交通部運輸研究所（書面意見）

本所無進一步意見。

#### 二十一、內政部營建署（書面意見）

本署無意見。

## 二十二、文化部文化資產局（書面意見）

請開發單位確實依文化部備查之水下文化資產調查報告書辦理，倘有備查書件變更，請依「水下文化資產保存法」等相關規定辦理。後續施工時，請依前開所備查報告書允諾之安全警戒範圍，與疑似目標物保持安全距離，及遵循「水下文化資產保存法」第 9、13 條之規定。

## 二十三、彰化縣政府（書面意見）

- (一) 開發單位承諾將規劃具體可行之風機降轉或停機初步規劃，並納入環境影響調查報告書送審，請確實納入環境影響差異分析報告之環境保護對策本文，並補充環境影響調查報告書送審時間。
- (二) 開發單位承諾於鳥類雷達調查搭配目視調查，請說明目視調查時間（每次幾小時）及是否包含日夜間，並建議於每次雷達調查時進行目視調查，以累積資料加速鳥類監測物種辨識技術，並建請於營運前提交環境影響調查報告書送審，以釐清雷達資料和鳥種數量之關係，進而加強結合建立風機降轉機制。
- (三) 因澎湖地區之燕鷗及彰化地區之候鳥問題，環境影響說明書審查階段即以風機間距（平行盛行風 7D，非平行盛行風 5D）作為鳥類保護對策之環境影響評估承諾，爭取通過環境影響評估，並將風機間距納入環境影響說明書定稿本，本次變更大幅縮減風機間距，對鳥類生態造成之影響仍多以鳥類會主動迴避風場為由，爰仍請提出優於原環境影響評估承諾之鳥類保護對策，並建請行政院環境保護署審慎審查，避免風機加大卻縮減風機間距之情形。
- (四) 經濟部能源局為降低離岸風場開發對環境生態之影響，將環境影響評估審查通過作為取得電業籌設許可之要件，惟本次變更開發單位之部分答覆內容卻以經濟部能源局籌設許可文件已核准作為理由，恐有不妥。
- (五) 目前 2 案之水下噪音模擬聲曝值皆為 157dB（分貝）（減噪後），惟打樁之水下噪音聲曝值受底質種類影響，且亦

無細部海域底質實際鑽探資料，是否將影響水下噪音模擬結果，請再補充說明。

- (六) 因打樁位置距離 750 公尺處垂直水深之水下噪音聲曝值仍受水深影響，惟開發單位並未說明 750 公尺處垂直水深之水下噪音模擬情形，仍請開發單位說明，並建請以最大聲曝值之水深進行監測。
- (七) 2 案減噪後於 750 公尺處之水下噪音聲曝值達 157dB (分貝)，逼近環境影響評估承諾之 160dB (分貝)，仍請具體補充水下噪音監控機制、應變機制啟動之水下噪音聲曝值 (警戒值)、達警戒值之即時應變機制等相關細節，並確實納入環境影響差異分析報告內文及保護對策。
- (八) 本次變更於環境監測計畫新增水下噪音 (含鯨豚聲學) 儀器及數據回收遺失應變作法，惟資料遺失後，原每季連續監測 14 天，補做之調查似僅量測 24 小時即回收儀器，請再確認是否符合原監測計畫要求。
- (九) 請將歷次審查會議紀錄及意見回覆表對照表納入環境影響差異分析，相關答覆內容及承諾請確實納入環境影響差異分析內文及保護對策 (含環境監測計畫)。

#### 二十四、彰化縣環境保護局 (發言摘要)

無意見。

#### 二十五、澎湖縣政府環境保護局 (書面意見)

無意見。

#### 二十六、本署綜合計畫處

- (一) 本案簡報資料內容、書面意見回覆說明資料 (掃描檔請至本署環評書件查詢系統點擊本案「會議資料」下載) 及本次會議口頭回覆意見說明請納入報告書內容。
- (二) 請於下次檢送補充、修正資料 35 份至本署時，並附電子檔光碟 (補正資料本文及附錄如有個人資料，請塗銷) 1 份。

二十七、本署空氣品質保護及噪音管制處（書面意見）

無意見。

二十八、本署水質保護處（書面意見）

本處無意見。

二十九、本署廢棄物管理處（書面意見）

無意見。

三十、本署環境衛生及毒物管理處（書面意見）

本處無意見。

三十一、本署環境督察總隊（書面意見）

無新增意見。

## 行政院環境保護署 會議簽名單

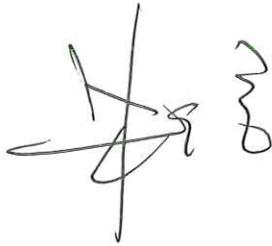
會議名稱：「海龍二號離岸風力發電計畫環境影響差異分析報告  
(第一次變更)」、「海龍三號離岸風力發電計畫環境  
影響差異分析報告(第一次變更)」等 2 案專案小組  
第 4 次聯席初審會議

時間：110 年 2 月 5 日 (星期五) 下午 3 時 00 分

地點：本署 4 樓 405 會議室

主席：張委員學文  紀錄：林欣怡、商維庭

出席(列)席單位及人員：

| 機 關 或 單 位 名 稱 及 姓 名   |
|---|
| 出席者：  |
| 朱委員信   |
| 江委員康鈺 書面意見  |
| 李委員俊福 書面意見  |
| 李委員培芬  |
| 吳委員義林 書面意見  |

機 關 或 單 位 名 稱 及 姓 名

洪委員挺軒

孫委員振義

孫振義

游委員勝傑

書面意見

簡委員連貴

簡連貴

江委員鴻龍

江鴻龍

呂副教授欣怡

列席者：

經濟部

經濟部能源局

羅惠琪

翁正

機 關 或 單 位 名 稱 及 姓 名

經濟部工業局

經濟部水利署

經濟部中央地質調查所 書面意見

行政院農業委員會 書面意見

行政院農業委員會林務局 書面意見

行政院農業委員會水上保持局

行政院農業委員會漁業署 書面意見

行政院農業委員會特有生物研究保育中心

海洋委員會 請假

機 關 或 單 位 名 稱 及 姓 名

海洋委員會海洋保育署 書面意見

交通部航港局 書面意見

交通部運輸研究所 書面意見

內政部營建署

文化部文化資產局 書面意見

彰化縣政府 書面意見

彰化縣環境保護局

陳佩怡

澎湖縣政府

澎湖縣政府環境保護局 書面意見

機 關 或 單 位 名 稱 及 姓 名

彰化縣芳苑鄉公所

彰化縣福興鄉公所

澎湖縣白沙鄉公所

本署 綜合計畫處

林欣怡

商維廷

空氣品質保護及噪音管制處 書面意見

水質保護處 書面意見

廢棄物管理處 書面意見

環境衛生及毒物管理處 書面意見

環境督察總隊 書面意見

機 關 或 單 位 名 稱 及 姓 名

海龍二號風電股份有限公司籌備處

海龍三號風電股份有限公司籌備處

蔡清傑

吳晉宇

馮家緯

# 海龍二號離岸風力發電計畫 海龍三號離岸風力發電計畫

## 環境影響差異分析報告 專案小組第4次聯席初審會議簡報



開發單位：海龍二號風電股份有限公司籌備處  
海龍三號風電股份有限公司籌備處

委辦環評公司：光宇工程顧問股份有限公司

110年2月5日

### 簡報大綱

- 壹、開發計畫簡介
- 貳、變更理由及內容
- 參、前次審查結論及本次書面意見重點回覆
- 肆、環境保護對策及監測計畫檢討
- 伍、結語

# 壹

## 開發計畫簡介

2

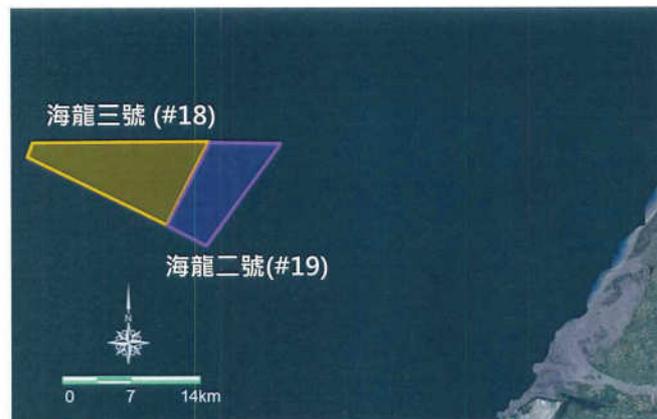
## 計畫位置

### ■ 海龍二號(19號風場)

- ✓ 位於彰化縣外海，離台灣最近距離約45公里，面積59.2平方公里

### ■ 海龍三號(18號風場)

- ✓ 位於彰化縣及澎湖縣外海，距離台灣和澎湖最近分別約50和40公里，面積85.2平方公里



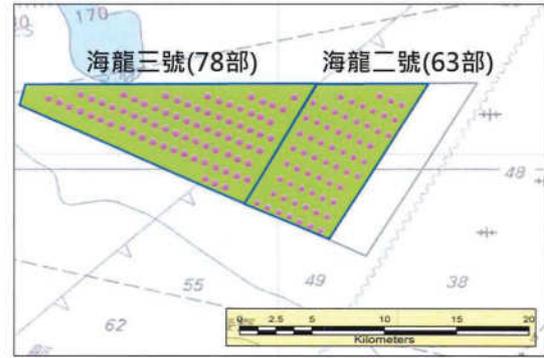
海龍二號、海龍三號風場位置圖

3

# 計畫內容

## 原環說風機佈置規劃

- ✓ 單機裝置容量6~9.5MW
- ✓ 最大總裝置容量 (最多風機數量) :
  - 海龍二號 : 532MW (63部)
  - 海龍三號 : 512MW (78部)
- ✓ 如未來技術提升，也可能採用單機容量更大機組，惟實際依採用之風機型式及風能評估，有不同機組間距調整



原環說 6MW 風機配置示意圖 (最多風機數量)

| 海龍二號-風機佈置規劃                     |                  |       |        |       |          |       |
|---------------------------------|------------------|-------|--------|-------|----------|-------|
| 項目                              | 6 MW機組<br>(最小風機) |       | 8 MW機組 |       | 9.5 MW機組 |       |
|                                 | 最小               | 最大    | 最小     | 最大    | 最小       | 最大    |
| 風機數量                            | 63               |       | 56     |       | 56       |       |
| 總裝置容量(MW)                       | 378              |       | 448    |       | 532      |       |
| 葉片直徑D (m)                       | -                | 151   | -      | 164   | -        | 164   |
| 輪轂高程 (m) @MSL                   | 99               | 112   | 107    | 119   | 107      | 119   |
| 風機葉片運轉高度 (m)@MSL                | 25               | 187   | 25     | 201   | 25       | 201   |
| 最小機組間距<br>非平行盛行風向/<br>平行盛行風向(m) | 755              | 1,057 | 820    | 1,148 | 820      | 1,148 |

| 海龍三號-風機佈置規劃                     |                  |       |        |       |          |       |
|---------------------------------|------------------|-------|--------|-------|----------|-------|
| 項目                              | 6 MW機組<br>(最小風機) |       | 8 MW機組 |       | 9.5 MW機組 |       |
|                                 | 最小               | 最大    | 最小     | 最大    | 最小       | 最大    |
| 風機數量                            | 78               |       | 64     |       | 53       |       |
| 總裝置容量(MW)                       | 468              |       | 512    |       | 503.5    |       |
| 葉片直徑D (m)                       | -                | 151   | -      | 164   | -        | 164   |
| 輪轂高程 (m) @MSL                   | 99               | 112   | 107    | 119   | 107      | 119   |
| 風機葉片運轉高度 (m)@MSL                | 25               | 187   | 25     | 201   | 25       | 201   |
| 最小機組間距<br>非平行盛行風向/<br>平行盛行風向(m) | 755              | 1,057 | 820    | 1,148 | 820      | 1,148 |

## 貳

# 變更理由及內容

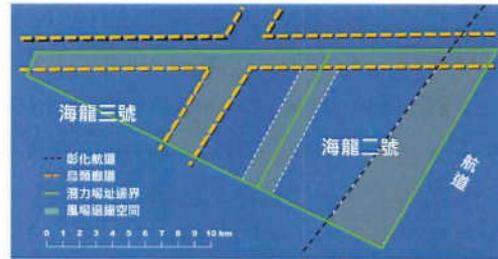
# 變更理由及必要性

## 提出鳥類通行廊道規劃

- ✓ 本案「鳥類通行廊道規劃」於109年10月14日經環評委員會第385次會議審查通過，故於本次環差提出變更

## 新增較大風機單機容量

- ✓ 本計畫將採用大型化風機，透過減少風機數量，降低環境影響，並符合政府核准分配容量
- ✓ 海龍二號風場配合交通部「彰化外海岸風電潛力場址海域預定航道」退縮風場，面積減少41km<sup>2</sup>，減少40%
- ✓ 海龍三號風場配合經濟部整體規劃，留設銜接連續之鳥類廊道(寬度≥2公里)，面積減少12km<sup>2</sup>，減少14%



6

# 計畫變更內容及對照表 (1/2)

| 變更項目                    | 原環說內容  | 本次變更內容   | 說明  |
|-------------------------|--|--|---|
| 1.營業所地址                 | 10533臺北市松山區南京東路4段130號10F-2   | 10488臺北市中山區南京東路3段168號13F-3   | 配合公司地址搬遷  |
| 2.鳥類廊道規劃<br>(與相鄰風場連續)   | —  | 配合經濟部整體規劃，海龍三號風場留設2,000公尺銜接連續之鳥類廊道，以提供鳥類更友善飛行空間  | 1.環說書承諾「於106年秋季至107年春季鳥類調查作業完成後提出環調報告送審，並提出鳥類通行廊道規劃」<br>2.環調報告已於109年10月14日經環評委員會第385次會議審查通過 |
| 3.風機佈置規劃<br>(新增11~15MW) | 6~9.5MW規劃如下：<br>1.風機間距：<br>(1)盛行風向間距至少7D(≥1,057m)<br>(2)非盛行風向間距至少5D(≥755m)<br>2.與相鄰風場緩衝間距：約906~984m<br>3.實際依採用之風機型式及風能評估，有不同機組間距調整 | 維持原6~9.5MW規劃，並新增11~15MW規劃如下：<br>1.風機間距：<br>(1)盛行風向間距至少1,158m<br>(2)非盛行風向間距至少666m<br>2.與相鄰風場緩衝間距：≥1,158公尺 | 1.配合風機大型化趨勢，在原環說總裝置容量不變下，可以減少風機設置數量，減輕開發對環境之影響<br>2.擬採更大型化風機，以符合政府核准分配容量                    |
| 4.風機基樁直徑                | 6~9.5MW基樁直徑：約2.6~3.5公尺   | 1.維持原6~9.5MW規劃<br>2.新增11~15MW基樁直徑：約3.2~4.4公尺   |   |
| 5.預定工程進度                | 施工工程預計2022~2024年於2024年底完工商轉  | 施工工程預計2023~2026年於2026年底完工商轉  | 配合政府遴選及競價結果，調整預計施工工期及完工商轉年度   |

7

## 計畫變更內容及對照表 (2/2)

| 變更項目     | 原環說內容   | 本次變更內容   | 說明   |
|----------|---|--|--|
| 6.環境保護對策 | 1.鳥類環境保護對策<br>(1)單機容量採6~9.5MW<br>(2)風機間距：<br>A.平行盛行風間距至少為葉片直徑7倍(1,057~1,148公尺)<br>B.非平行盛行風間距至少為葉片直徑5倍(755~820公尺)<br>(3)與相鄰風場間距：至少為葉片直徑6倍(906~984公尺)<br>(4)風機葉片距離海面高度至少25米 | 1.鳥類環境保護對策(納入新增11~15MW風機間距配置內容)<br>(1)原6~9.5MW規劃不變，新增單機11~15MW規劃<br>(2)新增11~15MW風機間距：<br>A.盛行風向間距至少1,158公尺<br>B.非盛行風向間距至少666公尺<br>(3)新增11~15MW與相鄰風場間距，至少為葉片直徑6倍(依單機裝置容量不同約介於906~1,380公尺)<br>(4)風機葉片距離海面高度至少25米 | 因應新增較大風機單機容量，配合補充原環說施工期間之鳥類環境保護對策第(二)條第1項第(3)款內容       |
|          | 2.原環說施工前及施工期間海域環境保護對策如環差報告表4.4.1-1、表4.4.1-2   | 2.本次變更調整及新增施工前及施工期間海域環境保護對策如表4.4.1-1、表4.4.1-2  | 因應委員及相關機關意見調整及新增施工前文化資產、施工期間鳥類、鯨豚、海域水質、船舶等環境保護對策       |
| 7.環境監測計畫 | —   | 1.本次新增陸域及海域施工前環境監測工作起始日期說明，於施工前環境監測計畫表新增備註<br>2.配合相關機關審查意見，將「海上和海岸鳥類船隻目視調查」分項說明  | 海、陸域工程規劃進度及施工啟動時間不相同，故新增陸域及海域施工前環境監測工作起始日期說明以與工程進度順利銜接 |
|          | 3.原環說施工前、施工期間、營運期間環境監測計畫如環差報告表4.4.2-1、表4.4.2-3、表4.4.2-5   | 3.本次變更調整施工前、施工期間、營運期間環境監測計畫如環差報告表4.4.2-2和表4.4.2-4、表4.4.2-6   | 委員及相關機關意見調整及新增說明                                       |

8

## 本次變更後開發規模較原規劃減少近半數

■ 本次變更將減少風機、水下基礎(含基樁)設置數量、風機陣列排數

規模降低

- 風機：減少約72部
- 水下基礎：減少約72座
- 基樁：減少288支
- 打樁作業時間：減少1,152小時
- 基座面積：減少26,025平方公尺
- 風機陣列排數：減少約6排

提升鳥類飛行廊道

減少打樁作業影響期間  
減少海床懸浮固體擾動

減少底棲生態影響面積

海龍二號+海龍三號

| 評估減輕項目       | 原環說風機方案(6~9.5MW)                                   | 本次變更大型化風機方案(11~15MW)                               | 6MW與15MW規劃差異分析           |
|--------------|--|--|--------------------------|
| 風機           | 109~141部   | 69~94部   | 最多減少72部                  |
| 水下基礎         | 109~141座   | 69~94座   | 最多減少72座                  |
| 基樁           | 436~564支   | 276~376支   | 最多減少288支                 |
| 打樁作業時間(4hrs) | 2,256hrs   | 1,104hrs   | 最多減少1,152小時              |
| 基座面積         | 88,125m <sup>2</sup><br>(每部基座25×25m <sup>2</sup> ) | 62,100m <sup>2</sup><br>(每部基座30×30m <sup>2</sup> ) | 最多減少26,025m <sup>2</sup> |
| 風機陣列排數       | 海二：9~10排<br>海三：7~8排                                | 海二：6~7排<br>海三：2~3排                                 | 最多減少6排                   |

9



## 前次審查結論及本次 書面意見重點回覆

重點回覆意見一、強化說明新增11MW~15MW裝置容量風機之間距調整理由，不增加鳥類撞擊機率之依據，及整體環境影響差異說明

重點回覆意見二、補充說明國外案例採行之降低鳥類飛入風場之可能作法

## 重點回覆意見一、

強化說明新增11MW~15MW裝置容量風機之間距調整理由，不增加鳥類撞擊機率之依據，及整體環境影響差異說明

1 鳥類飛行路徑及活動趨勢研究

2 鳥類廊道及風機佈置規劃調整

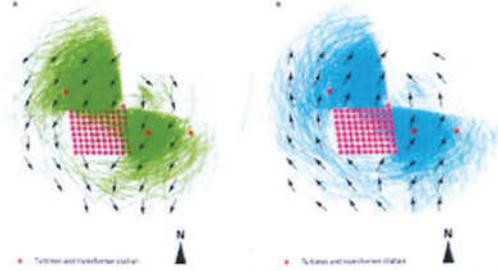
3 變更後整體環境影響差異分析

海龍計畫總裝置達1.044GW，佔現行國家能源轉型政策推動目標很大比率，本次變更新增11~15MW風機，已屬國際發展趨勢，且本案因應航道退縮在先、並配合留設鳥類廊道，而須微調原核定之風機間距。惟在14MW風機最小間距(Tower to tower)為666公尺之條件下，其風機最小淨間距(Tip to tip)仍有444公尺，經評估不影響鳥類飛行，且該條件亦已遠大於國內外風場實例

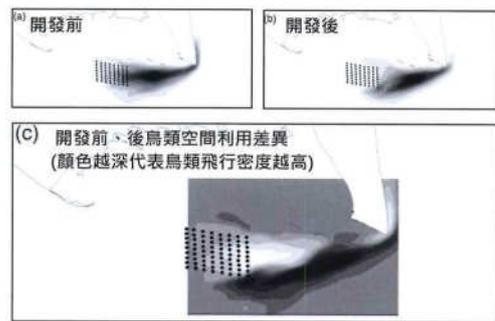
- 海二風場已配合交通部公告航道退縮在先，場址縮減近40%；另因海三風場配合經濟部整體規劃，已留設近2公里寬銜接連續之鳥類廊道，**在前述風場場址核定條件不變情況下，實已無法按照原核定之風機間距佈設大型化風機，而有調整風機間距為666公尺之必要。此變更理由及必要性，已於歷次專案小組及大會進行說明**
- 承上，依國內外理論及實務，超過99.9%鳥類飛行會出現迴避反應，且會往大範圍廊道空間飛行，顯示鳥類比人類想像中會躲避風機。且鳥類對風機迴避距離約100~200公尺，本案14MW最小淨間距(444公尺)仍可提供鳥類迴避之飛行空間，亦遠大於國內外風場淨間距實例(301~429公尺)之通案標準，**評估對於鳥類並無顯著負面影響，故本案淨間距(444公尺)足已提供鳥類飛行(詳簡報 1 2 說明)**
- 另經變更後環境影響差異分析，本案風場開發規模相較原規劃減少近半數，鳥類飛行空間相較原規劃合理且友善，且**環境影響評估結果顯示未有重大衝擊(詳簡報 3 說明)**

## 鳥類於風場遠處即會發生偏轉，少部分進入風場後仍會主動迴避風機

- ✓ 相關研究顯示，大部分鳥類在5公里距離處會注意到風場，在3公里距離處會發生偏轉 (Ib Krag Petersen et al, 2006)
- ✓ 依據丹麥Nysted、Horns Rev風場鳥類雷達調查情形，鳥類於距離風場遠處即開始改變飛行方向，顯示鳥類會提前改變飛行方向以避開風場
- ✓ 其中丹麥Nysted風場之風機上攝影機經2,400小時運轉期間，未紀錄到鳥類碰撞情形，顯示少部分鳥類飛行於風機周圍，仍會主動迴避



丹麥Horns Rev風場 (間距約560公尺)



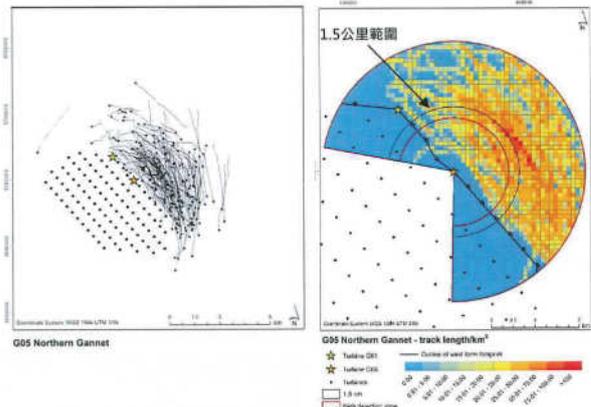
丹麥Nysted風場 (間距約500~850公尺)

資料來源：Final results of bird studies at the offshore wind farms at Nysted and Horns Rev, Denmark

## 鳥類於靠近風場後仍會避免穿越，少部分進入風場後仍會主動迴避風機

- ✓ 相關研究顯示，超過50%鳥類會在1~2公里的距離內避免穿越風場 (Ib Krag Petersen et al, 2006)，約17%會在風場邊緣飛行，僅約3%進入風場內飛行 (K.L. Krijgsveld et al, 2011)
- ✓ 依據英格蘭Thanet風場鳥類雷達調查情形，絕大部分鳥類會在看見風機陣列後，即改變飛行路徑，顯示靠近風場的鳥類，仍會改變飛行方向以避開風場
- ✓ 該調查亦顯示，約3%進入風場內飛行的鳥類，其中絕大多數(99.4%)會在風機之間即產生迴避，而不會在進入風機掃風範圍後才迴避

英格蘭 Thanet 風場 (間距約500~800公尺)



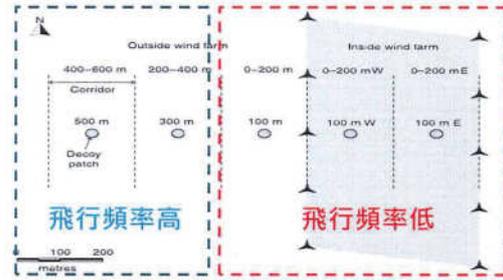
雷達調查鳥類飛行路徑及活動密度趨勢分布

資料來源：ORJIP Bird Collision Avoidance Study, Final Report – April 2018

## 國外監測案例顯示，鳥類飛行方向與大範圍廊道空間顯著相關

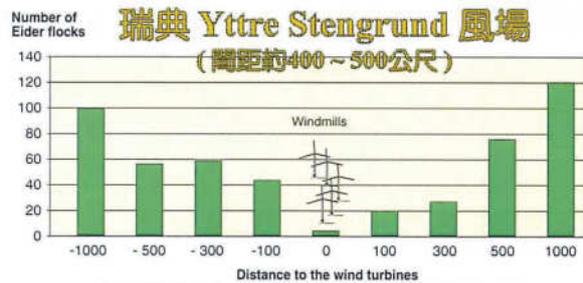
- ✓ 依據丹麥Tunø Knob風場鳥類目視調查情形，鳥類於飛行走廊(距風機約200~600公尺處)出現的頻率高，顯示鳥類飛行方向與大範圍廊道空間顯著相關
- ✓ 依據瑞典Yttre Stengrund風場鳥類雷達與目視調查情形，由鳥類與最近風機距離(0~200公尺)的累積頻率分佈可知，無論日間或夜間，距離風機越近，鳥類飛行頻率越少，觀察後亦未有碰撞情形

### 丹麥 Tunø Knob 風場 (間距約 200~400 公尺)



由風場西側風機排的中央進行觀測

資料來源：Effects of wind turbines on flight behaviour of wintering common eiders: implications for habitat use and collision risk



穿越風機排列時，鳥類與風機最近距離的累積頻率分佈

資料來源：Influence of offshore windmills on migration birds-in southeast coast of Sweden.

## 國內監測案例顯示，留設鳥類廊道確實有利於鳥類飛行

- ✓ 依據臺灣「王功風力發電計畫」鳥類雷達調查情形，鳥類飛行已避開風機所在路線
- ✓ 經顯示，環評階段規劃預留之鳥類飛行廊道，營運後鳥類於飛行比例方面有增加趨勢
- ✓ 另依據歷年監測結果，鳥類數量並未因風機運轉後有減少情形

### 王功風力發電站 (北側間距約 200 公尺)

環說階段規劃預留之鳥類飛行廊道，營運後鳥類飛行比例有增加趨勢

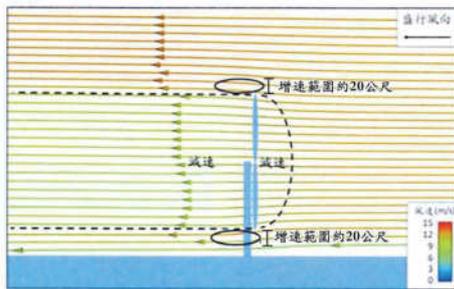


王功風力發電站開發前後鳥類飛行路徑變遷概況

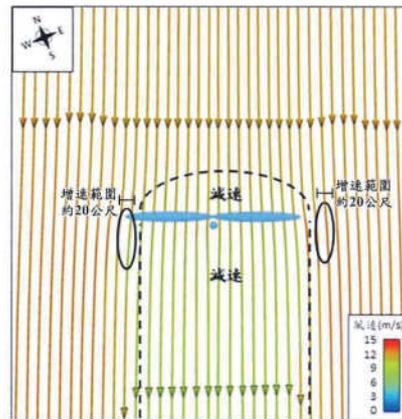
資料來源：王功風力發電計畫環境監測計畫

## ■ 環境影響調查報告結果可證，風機不會將鳥類吸入並撞擊扇葉

- ✓ 依據「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫 環境影響調查報告書」，模擬結果顯示風機旋轉範圍、前方與後方均呈現減速現象，**風能在風機扇葉前方約 40 公尺處已開始呈現減速現象**
- ✓ **風機旋轉範圍外約 20 公尺區域有局部氣流擠壓，呈現增速現象**
- ✓ 由此結果可證，鳥類倘飛行經過風機扇葉前方時，**風機不會將鳥類吸入並撞擊扇葉**



風機沿盛行風向之垂直剖面流場分布圖



風機沿扇葉中心高度之水平剖面流場分布圖

## ■ 彰化風場間留設鳥類廊道，以營造鳥類飛行更友善環境

- ✓ 各業者將環評所要求之鳥類廊道留設於相鄰風場邊界
- ✓ 原方案：海龍二、三號風場所留設鳥類廊道，與其他相鄰風場所留設鳥類廊道之銜接不連續
- ✓ 調整後方案：配合經濟部整體規劃，海龍三號風場內留設銜接連續之鳥類廊道，彰化風場營造成為鳥類飛行更友善的環境

原方案

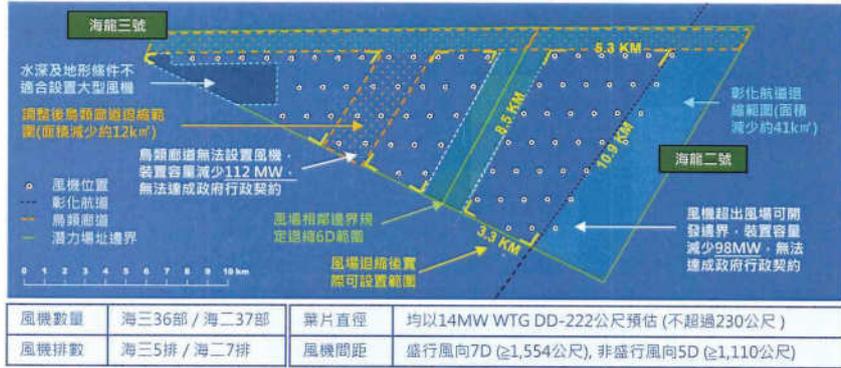


調整後方案

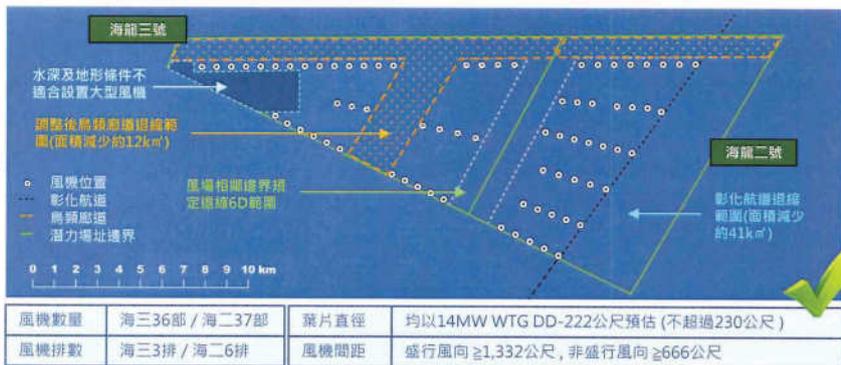


## 2 鳥類廊道及風機佈置規劃調整 | 海三留設鳥類廊道+666m&1,158m 間距方案可行 (1/2)

- 變更新增11~15MW風機，因仍有航道及邊界退縮限制，若採原環說6~9.5MW之間距條件佈置(盛行風向7D及非盛行風向5D)，並於海三風場內留設鳥類廊道，**風機排數達5~7排之多，且無法達成政府契約容量**



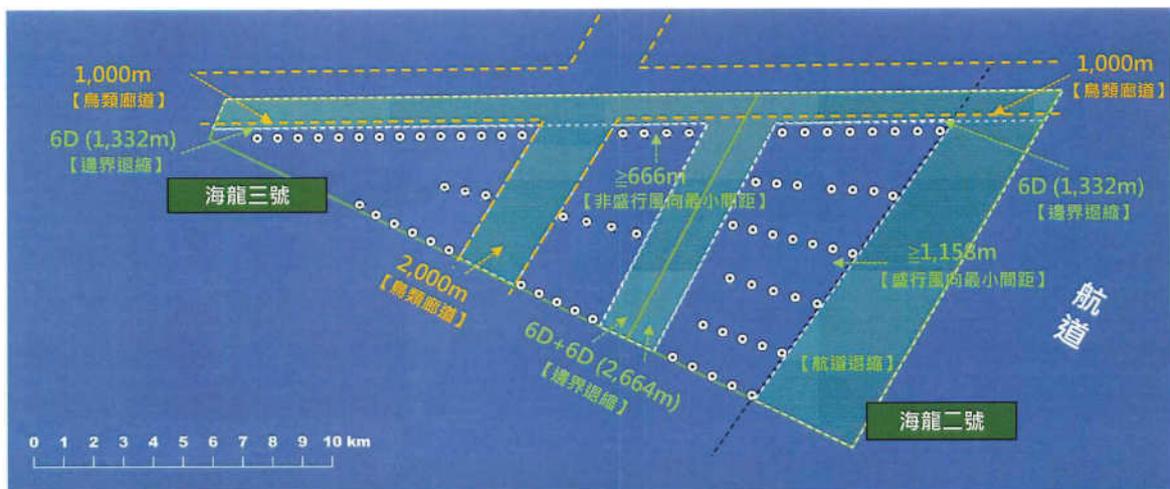
- 若採盛行風向1,158m及非盛行風向666m之間距條件佈置，並於海三風場內留設鳥類廊道，**風機排數僅3~6排，相較排數更少，在風場面積的限制下，仍可達成政府契約容量**



20

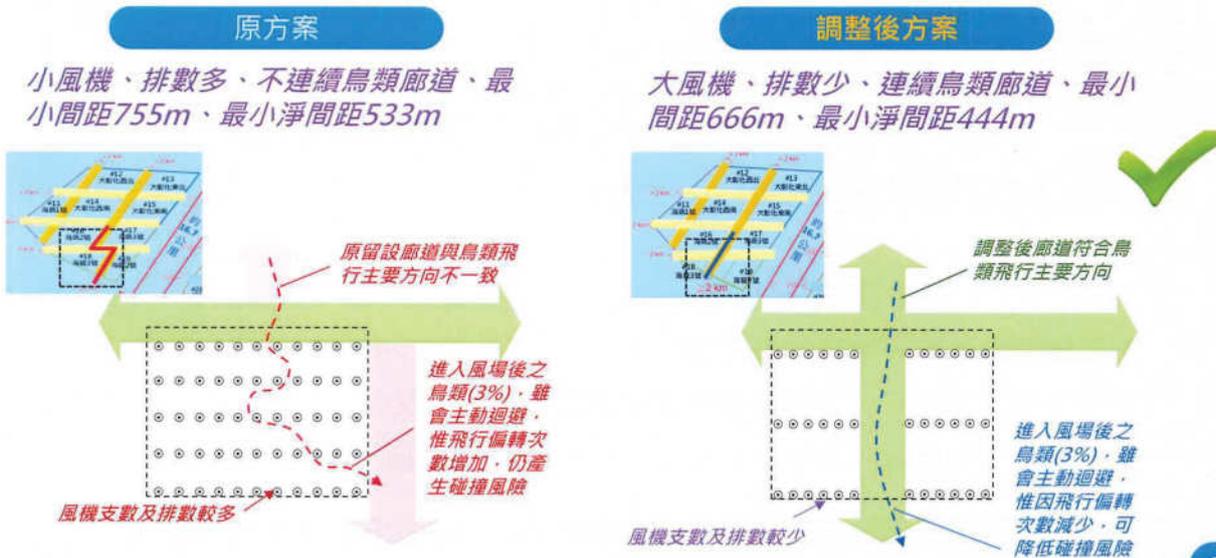
## 2 鳥類廊道及風機佈置規劃調整 | 海三留設鳥類廊道+666m & 1,158m 間距方案可行 (2/2)

- 本案在開發規模及條件(面積、容量等)並未改變下，為有利鳥類南北飛行方向，而留設2,000公尺之鳥類廊道以提供鳥類更友善飛行空間，故需將原最小風機間距755公尺調整為666公尺，間距縮減之差異值約89公尺，但新增設海三風場中央之鳥類廊道，故以總體間距空間而言，**實際風機間距將遠大於原規劃**

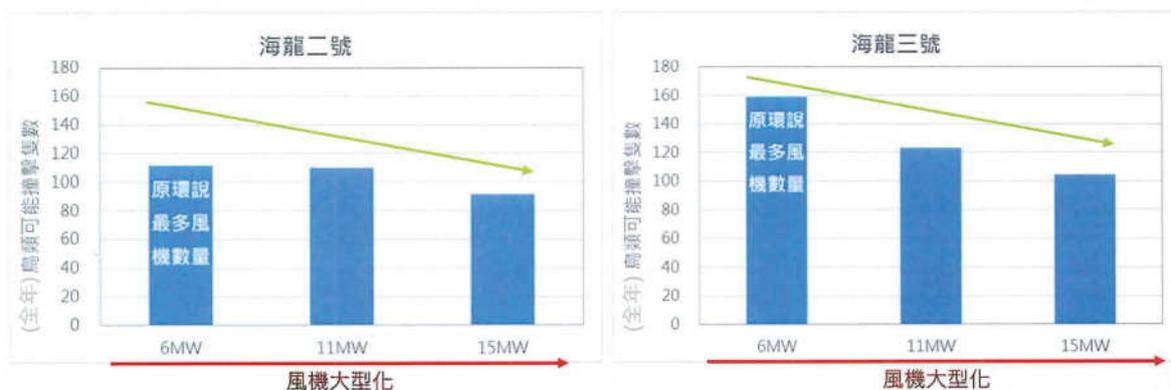


21

- 本案雖微調縮減風機間距，但改採大型化風機，可大幅減少風機支數及排數，並留設一致性鳥類廊道，增加邊界退縮等，總體評估後，環境保護因應對策可符合鳥類飛行主要方向，減少鳥類飛行偏轉次數、故整體環境有利於鳥類飛行，本案以海三留設銜接一致性的鳥類廊道，並採至少666m&1,158m之間距，確可降低鳥類飛行所面臨之實際風險



- 經Band Model模擬15MW最大撞擊量，遠低於原方案評估量
  - ✓ 採98%迴避率模擬(參考蘇格蘭自然遺產組織及Cook et al.(2014)蒐集鳥類迴避率資訊)
  - ✓ 本次變更11MW、15MW風機模擬之鳥類可能撞擊數量低於原環說最大撞擊數量

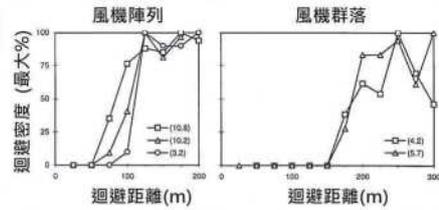


不同單機容量下，全年可能鳥類撞擊數量模擬結果

## 海龍風場淨間距約444公尺，仍可提供鳥類迴避之飛行空間

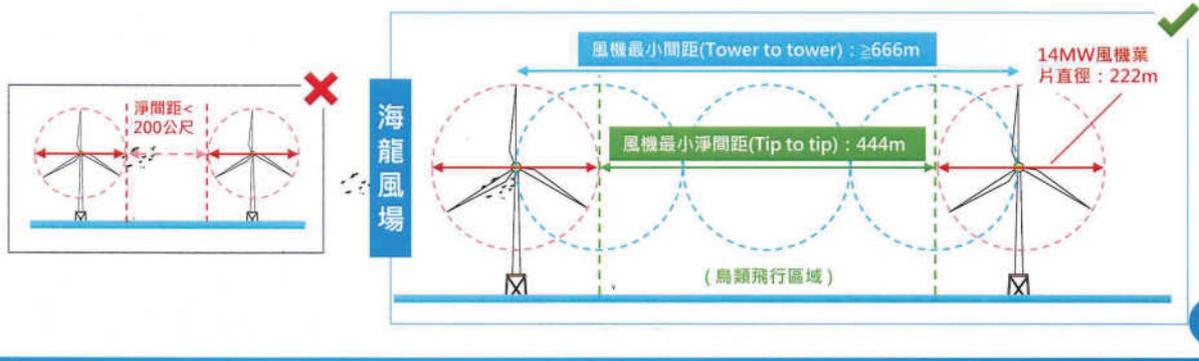
✓ 相關研究對鳥類迴避的行為顯示，不同風機排列組成，所觀察到的鳥類迴避距離：(Larsen and Madsen, 2011)

- 單一風機：100公尺
- 風機陣列：100公尺
- 風機群落：200公尺

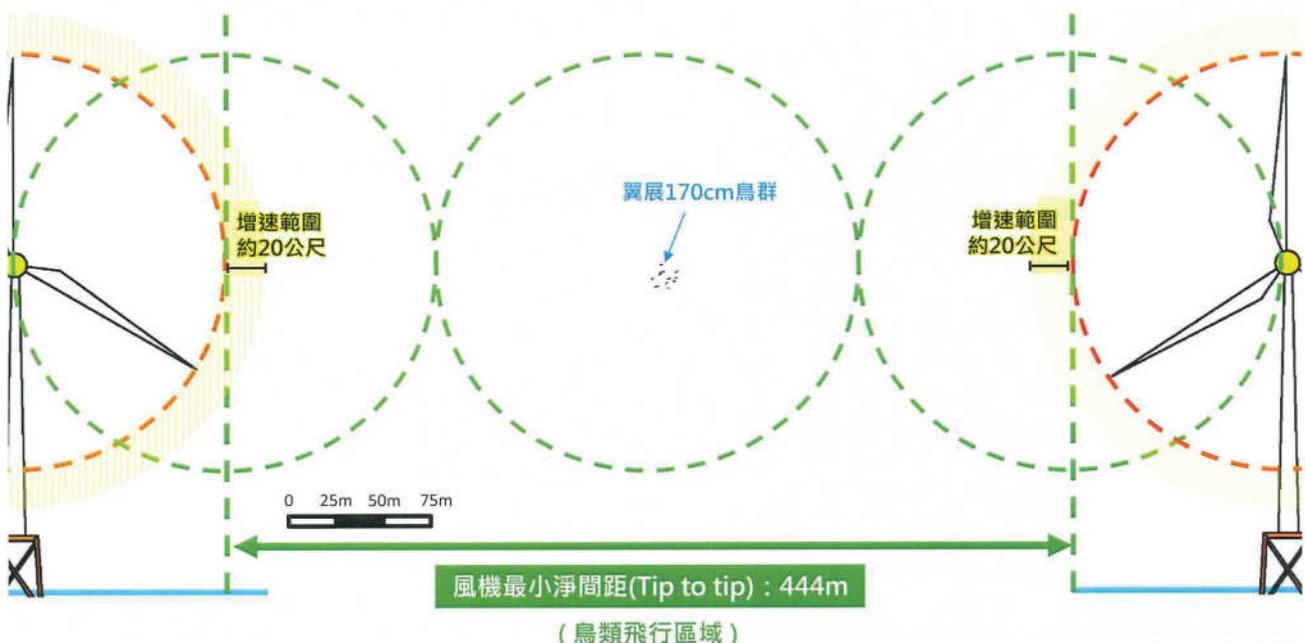


資料來源：Effects of wind turbines and other physical elements on field utilization by pink-footed geese: A landscape perspective

✓ 本計畫係因應增加鳥類廊道而微調風機間距，且14MW之最小淨間距(Tip to tip)為444公尺，已考量鳥類飛行迴避距離，並不影響鳥類飛行



## 以14MW風機為模型下，依實際尺寸按比例尺繪製之風機間距及鳥類大小對照圖

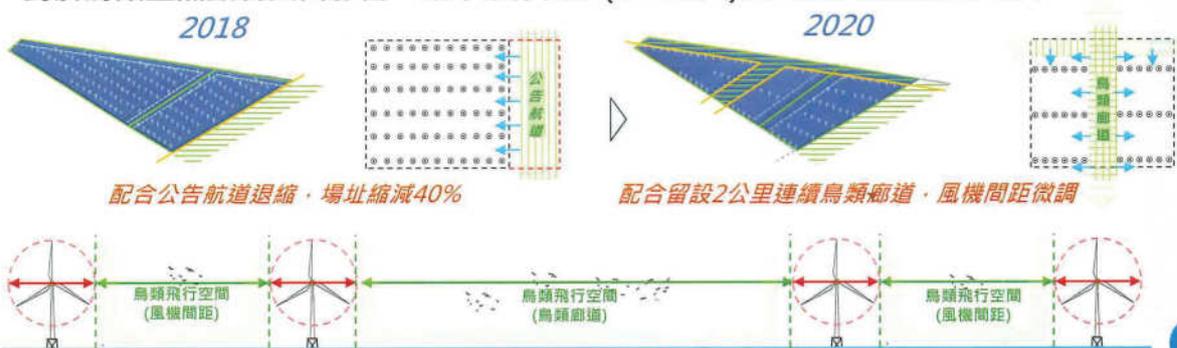


- 海龍兩風場之風機最小間距為666公尺，且14MW風機最小淨間距為444公尺，其留設距離均已遠大於國內外風場現況實例之通案標準

| 國外風場            |               | 國內風場               |             |
|-----------------|---------------|--------------------|-------------|
| 丹麥 Nysted 風場    | 風機布置條件        | 台灣 海洋風場(Formosa 1) | 風機布置條件      |
| 風機最小間距 (A)      | 480m          | 風機最小間距 (A)         | 455m        |
| 2.3MW風機葉片直徑 (B) | 82.4m         | 6MW風機葉片直徑 (B)      | 154m        |
| 風機最小淨間距 (A)-(B) | <u>397.6m</u> | 風機最小淨間距 (A)-(B)    | <u>301m</u> |
| 英格蘭 Thanet 風場   | 風機配置條件        | 台灣 大彰化東南風場         | 風機布置條件      |
| 風機最小間距 (A)      | 500m          | 風機最小間距 (A)         | 500m        |
| 3MW風機葉片直徑 (B)   | 90m           | 8MW風機葉片直徑 (B)      | 167m        |
| 風機最小淨間距 (A)-(B) | <u>410m</u>   | 風機最小淨間距 (A)-(B)    | <u>333m</u> |
| 德國 Nordsee 1 風場 | 風機布置條件        |                    |             |
| 風機最小間距 (A)      | 500m          |                    |             |
| 6MW風機葉片直徑 (B)   | 126m          |                    |             |
| 風機最小淨間距 (A)-(B) | <u>374m</u>   |                    |             |



- 本案原於2017年提送環評報告、2018年通過專案小組審查，並未觀測彰化風場內實際風向，僅能依風機業者提供北海資訊，提報有關5D、7D之風機最小間距參考值，未如其他友商深謀遠慮，以公尺提列，而非以D值為單位
- 本次變更因選用14MW大型化風機致D值相對變大，再因航道公告與場址重疊、導致風場面積縮減40%，並配合經濟部整體規劃、留設2公里寬之連續鳥類廊道等，在風場場址條件不變情況下，實已無法按照5D、7D之風機間距佈設本案14MW之風機
- 依國內外理論及實務，超過99.9%鳥類飛行會出現迴避反應，顯示鳥類比人類想像中會躲避風機。且鳥類對風機迴避距離約100~200公尺，本案最小淨間距(444公尺)仍可提供鳥類迴避之飛行空間，亦遠大於國內外風場實例(至少約301公尺)之通案標準，評估對於鳥類並無顯著負面影響，故本案淨間距(444公尺)足已提供鳥類飛行空間





■ 本次變更將減少風機、水下基礎(含基樁)設置數量、風機陣列排數

規模  
降低

- 風機：減少約72部
- 水下基礎：減少約72座
- 基樁：減少288支
- 打樁作業時間：減少1,152時
- 基座面積：減少26,025m<sup>2</sup>
- 風機陣列排數：減少約6排

提升鳥類飛行廊道

減少打樁作業影響期間  
減少海床懸浮固體擾動

減少底棲生態影響面積

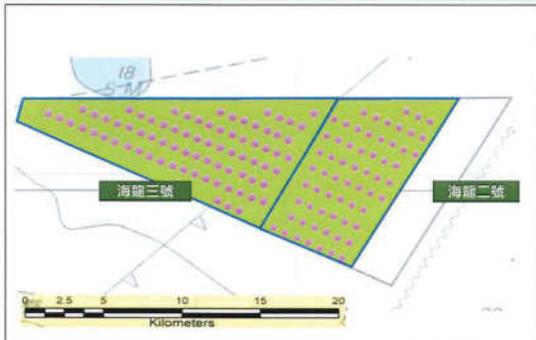
海龍二號+海龍三號

| 評估減輕項目       | 原環說風機方案<br>(6~9.5MW)                  | 本次變更大型化風機方案<br>(11~15MW)              | 6MW與15MW<br>規劃差異分析       |
|--------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|
| 風機           | 109~141部                              | 69~94部                                | 最多減少72部                  |
| 水下基礎         | 109~141座                              | 69~94座                                | 最多減少72座                  |
| 基樁           | 436~564支                              | 276~376支                              | 最多減少288支                 |
| 打樁作業時間(4hrs) | 2,256hrs                              | 1,104hrs                              | 最多減少1,152小時              |
| 基座面積         | 88,125m <sup>2</sup><br>(每部基座25×25m2) | 62,100m <sup>2</sup><br>(每部基座30×30m2) | 最多減少26,025m <sup>2</sup> |
| 風機陣列排數       | 海二：9~10排<br>海三：7~8排                   | 海二：6~7排<br>海三：2~3排                    | 最多減少6排                   |

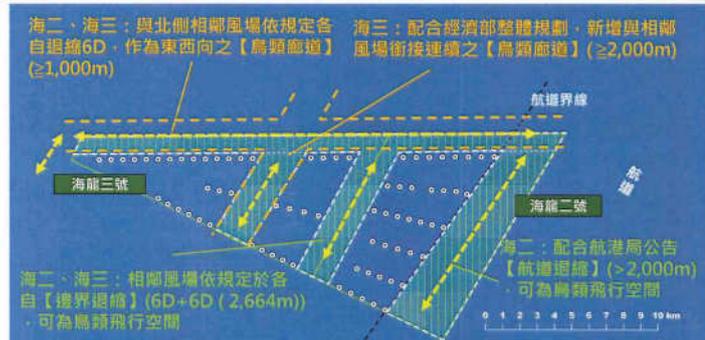
## 海龍風場周邊大尺度鳥類飛行空間，符合國際研究結果

- ✓ 鳥類飛行將改變方向以迴避風場
- ✓ 大尺度飛行空間提供鳥類迴避風場路徑，符合鳥類飛行習性

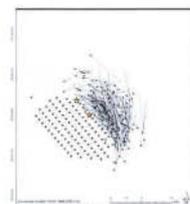
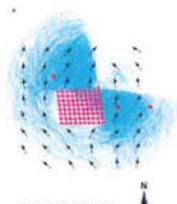
### 原環說風機配置 (6MW)



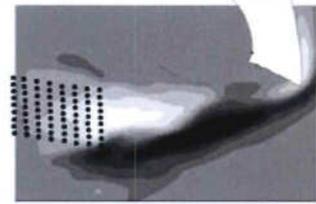
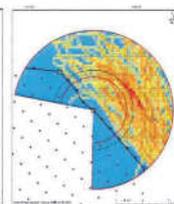
### 本次變更大型化風機配置 (14MW)



丹麥Horns Rev風場(最小間距約560公尺)



英格蘭Thanet 風場(最小間距約500公尺)



丹麥Nysted風場(最小間距約500公尺)

## 本次變更環境影響結果評估與原環說相似，在鳥類撞擊數量、水下噪音影響時間、底棲生態影響面積均有減少情形

| 評估項目               | 原環說評估結果  | 本次變更評估結果和原環說比較  |
|--------------------|--|---|
| 空氣品質<br>(海域工程)     | <ul style="list-style-type: none"> <li>除PM<sub>2.5</sub>背景值已超過空氣品質標準</li> <li>各項空氣污染物擴散至敏感受體濃度與背景濃度加成後均符合空氣品質標準</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>除PM<sub>2.5</sub>背景值已超過空氣品質標準，各項空氣污染物擴散至敏感受體濃度與背景濃度加成後均符合空氣品質標準</li> <li>與原環說評估相似，空氣污染物增量極為輕微</li> </ul> |
| 噪音振動<br>(風機同時運轉)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>全頻噪音：衰減至距離風機最近敏感受體噪音增量為0.0dB(A)</li> <li>低頻噪音：衰減至距離風機最近敏感受體噪音增量為0.0dB(A)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>與原環說評估結果相同</li> </ul>  |
| 水下噪音<br>(基礎打樁)     | <ul style="list-style-type: none"> <li>打樁點距離750公尺處之聲壓值162~164dB，經減噪措施後為152~154dB</li> </ul>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>打樁點距離750公尺處之聲壓值166~167dB，經減噪措施後為156~157dB</li> <li>與原環說評估相同，均可符合聲壓值不超過160dB</li> </ul>                   |
| 鳥類撞擊評估<br>(風機同時運轉) | <ul style="list-style-type: none"> <li>0.98迴避率下，全年最大撞擊數量估值分別為89隻(海龍二號)及136.8隻(海龍三號)</li> </ul>                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>0.98迴避率下，11MW撞擊數量估值分別為87.9隻(海二)及106.1隻(海三)；15MW撞擊數量估值為73隻(海二)及90.1隻(海三)</li> <li>低於原環說最大撞擊數量</li> </ul>  |
| 打樁水下噪音<br>影響時間     | <ul style="list-style-type: none"> <li>每部風機打樁時間約4hr，海龍二號三號風場總打樁影響時間約2,256小時</li> </ul>                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>海龍二號、三號風場總打樁影響時間為1,104小時</li> <li>較原環說規劃減少1,152小時</li> </ul>   |
| 底棲生態<br>影響面積       | <ul style="list-style-type: none"> <li>6~9.5MW風機水下基礎為25x25m，海龍二號、三號風場總影響面積為88,125m<sup>2</sup></li> </ul>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>11~15MW風機水下基礎為30x30m，海龍二號、三號風場總影響面積為62,100m<sup>2</sup></li> <li>較原環說規劃減少26,025m<sup>2</sup></li> </ul>  |

## 重點回覆意見二、

### 補充說明國外案例採行之降低鳥類飛入風場之可能作法

#### 1 降低鳥類飛入特定區域案例蒐集

#### 2 本計畫降低鳥類飛入實際作為

## 1 降低鳥類飛入案例蒐集

李委員培芬

### 降低鳥類飛入案例蒐集

| 類型      | 實際案例                                  | 方法說明                                      | 國際間離岸風場是否採用         |
|---------|---------------------------------------|---|---------------------|
| 聽覺警示或嚇阻 | 聲音驅趕裝置<br>農田、機場、電塔、垃圾場、海上鑽油平台、離岸及陸域風場 | 透過揚聲器發出鳥類的求救聲、示警鳴叫聲、掠食者鳴叫聲、警報聲或電子合成雜音嚇阻鳥類 | 是<br>(離岸風場目前僅有試驗案例) |
| 視覺警示或嚇阻 | 警示燈<br>機場、電塔、建築物                      | 裝設警示燈提醒鳥類迴避特定區域                           | 是                   |
|         | 掠食者貼紙<br>農田、建築物                       | 設置掠食者貼紙(如老鷹、貓頭鷹)嚇阻鳥類                      | 否                   |
| 物理阻隔    | 農田、魚塭、機場、建築物                          | 利用網子、柵欄或帶電電纜阻擋鳥類進入                        | 否                   |
| 投放化學物質  | 農田、建築物                                | 投放化學物質創造鳥類厭惡或無法覓食的環境                      | 否                   |
| 模型飛機    | 農田、機場                                 | 遙控模型飛機驅趕鳥類                                | 否                   |



圖片來源: Bird Monitoring & Reduction of Collision Risk with Wind Turbines - https://dtbird.com/~DTBird

聲音驅趕裝置



圖片來源: https://wiresensesimulator.com/articles/2016/new-lighting-standards-helped-tower-owners-to-spare-bird-kill-15000-still-4447

警示燈



圖片來源: https://udn.com/news/story/7470/4792625

掠食者貼紙



圖片來源: https://www.birdgone.com/

物理阻隔

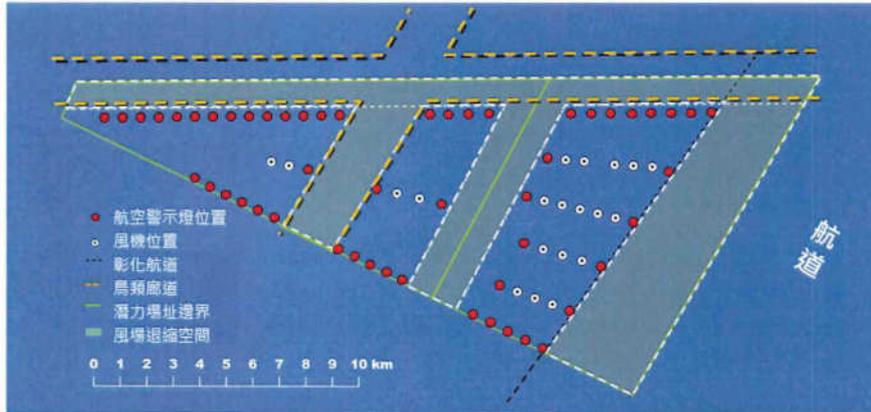


圖片來源: https://www.godfruit.com/birds-flee-when-drones-fly/

模型飛機

## ■ 依據「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」規劃航空警示燈

- ✓ 國外案例研究顯示，以閃爍燈取代恆亮警示燈後，可降低夜間遷徙的鳥類碰撞率(United States and Canada, 2012, Manville AM, 2009, Longcore T et al, 2008.)
- ✓ 現行台灣法規規定，航空警示燈應同步閃光。
- ✓ 考量密集設置之航空障礙燈可能衍生光害問題，將依據交通部2021年1月4日公告之「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」第17條之1內容規定，據以規劃航空警示燈。



註：實際航空警示燈設置位置及數量將於農政府取得民航局同意函並依當時相關法規辦理。  
註：本計畫實際佈設位置及數量將依未來法令規定設置

依據「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」，規劃之14MW風機配置下航空警示燈佈設位置示意圖

# 肆

## 環境保護對策及 監測計畫檢討

# 因應本次變更，調整及新增環保對策暨監測計畫

■ 本次變更主要為提出鳥類通行廊道規劃、新增較大風機單機容量，模擬評估結果與原環說相似

## ◆ 環境保護對策

- ✓ 本次新增較大風機單機容量，配合補充原環說「施工期間環境保護對策」鳥類項目第(二)條第1項第(3)款內容(本次變更項目6)
- ✓ 配合委員及相關機關審查意見，主要新增環境保護對策如下：
  - 文化資產(施工前)：施工前將依法提送「自設降壓站位置鑽孔取樣考古監看計畫」至彰化縣文化局審查，定稿本將提送文化部文化資產局存查
  - 鯨豚(施工期間)：配合海保署公告「臺灣鯨豚觀察員制度作業手冊」執行
  - 海域水質(施工期間)：依海洋委員會公告方法執行海域水質監測
  - 岸際雷達(施工期間)：依海巡署三階段岸際雷達之要求，於適當位置增設雷達
  - 離岸風電災害防救業務計畫(施工期間)：依「災害防救法」規定執行
  - 文化資產(施工期間)：陸域施工考古監看成果報告提交彰化縣政府備查、文化部文資局存查
- ✓ 部分環境保護對策依委員機關意見調整，其餘均維持原環說承諾內容沒有變更

## ◆ 環境監測計畫

- ✓ 本次新增施工前海、陸域環境監測計畫起始日期定義(本次變更項目7)
- ✓ 配合委員及相關機關審查意見，主要新增之環境監測內容如下：
  - 新增水下噪音(含鯨豚聲學)儀器及數據回收遺失之應變作法
  - 增加鳥類雷達調查秋季調查次數、鳥類雷達調查搭配鳥類目視調查
- ✓ 部分監測計畫內容依機關意見調整，其餘均維持原環說承諾內容沒有變更

36

# 伍

# 結語

37



懇請委員支持本案變更

■ 本次主要變更內容

提出鳥類通行廊道規劃以及總裝置容量不變下，新增較大風機單機容量11~15MW

■ 有關風場範圍、總裝置容量以及陸域降壓站和輸電系統等均維持原環說通過內容

■ 本次變更後開發規模降低，經評估與原環說比較後，沒有使環境有加大影響之虞

■ 支持政府再生能源政策，目標2026年整體完工併聯，提升臺灣再生能源使用比例

簡報完畢 敬請指教

## 主目錄

|                      |    |
|----------------------|----|
| 壹、環評委員意見.....        | 1  |
| 1.1、李委員俊福.....       | 1  |
| 1.2、袁委員菁.....        | 1  |
| 1.3、簡委員連貴.....       | 1  |
| 1.4、張委員學文.....       | 4  |
| 1.5、李委員培芬.....       | 5  |
| 1.6、朱委員信.....        | 17 |
| 1.7、江委員康鈺.....       | 35 |
| 1.8、吳委員義林.....       | 41 |
| 1.9、游委員勝傑.....       | 42 |
| 1.10、白委員子易.....      | 43 |
| 1.11、江委員鴻龍.....      | 49 |
| 貳、相關機關.....          | 67 |
| 2.1、彰化縣政府.....       | 67 |
| 2.2、行政院農業委員會漁業署..... | 93 |
| 2.3、文資局.....         | 93 |

# 「海龍三號離岸風力發電計畫 環境影響差異分析報告 (第一次變更)」

## 專案小組初審會議 第四次修訂本書面意見回覆說明

中華民國 110 年 2 月

# 次目錄

|  |    |
|--|----|
| 1.8、吳委員義林.....   | 41 |
| 一、海龍3 號(#18)與海龍2 號(#19)間之退縮應改到延續#16 與#17, #14 與#15 及#12 與#13 間之飛行廊道, 以直線延續飛行廊道.....  | 41 |
| 1.9、游委員勝傑.....   | 42 |
| 一、鳥類撞擊評估是否有考量風扇邊緣之風場變化、鳥類體型、飛行速度之關連性.....  | 42 |
| 1.10、白委員子易.....  | 43 |
| 一、「鳥類撞擊評估」部分, 由於Band Model 需輸入之參數繁多(Band et al., 2007; Band, 2012), 請補充說明:<br>(一)請製表逐項說明相關參數, 並與「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」之內容相互查核是否有不一致之處.....   | 43 |
| (二)不同鳥種相對迴避率之設定, 是否屬最劣情境?<br>二、請補充說明變更後, 「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」中「葉片間旋渦及末端氣流擾動影響及可利用空間檢核」, 是否需要重新評估.....  | 44 |
| 三、請補充說明變更後, 相關的地質安全、結構安全, 是否需要重新評估.....  | 45 |
| 1.11、江委員鴻龍.....  | 47 |
| 一、應請審慎考量原規劃盛行風 7D(風機葉片直徑)、非盛行風 5D 之原則 (國外亦有相關文獻探討風機間距與葉片尺寸之關聯), 若因風機容量增大(6.0-9.5MW) 增至 11-15MW), 無法再採用 5D-7D 之原則, 應有相關合理分析之佐證資料, 以改變原環說書之規劃設計。而非目前回覆意見陳述因風場可利用面積改變、退縮等諸多原因, 而無法達成原規劃之準則..... | 49 |
| 貳、相關機關.....  | 67 |
| 2.1、彰化縣政府.....   | 67 |
| 一、開發單位承諾將規劃具體可行之風機降轉或停機初步規劃, 並納入環調報告送審部分, 請確實納入報告書環境保護對策本文, 並補充環調報告送審時間.....   | 67 |
| 二、有關開發單位承諾於鳥類雷達調查搭配目視調查部分, 請說明目視調查時間(每次幾小時)及是否包含日夜間, 並建議於每次雷達調查時進行目視調查, 以累積資料加速鳥類監測物種辨識技術, 並建議於營運前提交環調報告送審, 以釐清雷達資料和鳥種數量之關係, 進而加強結合建立風機降轉機制.....   | 67 |
| 三、因澎湖地區之燕鷗及彰化地區之候鳥問題, 環說書審查階段即(平行盛行風 7D, 非平行盛行風 5D)作為鳥類保護對策之環評承諾, 爭取通過環評, 並將風機間距納入環說書定稿本, 本次變更大幅縮減風機間距, 對鳥類生態造成之影響仍多以鳥類會主動迴避風場為由, 爰仍請提出優於原環評承諾之鳥類保護對策, 並建議請環保署審慎審查, 避免風機加大卻縮減風機間距之情形.....    | 70 |
| 四、能源局為降低離岸風場開發對環境生態之影響, 將環評審查通過作為取得電業籌設許可之要件, 惟本次變更開發單位之部分答覆內容卻以能源局籌設許可文件已核准作為理由, 恐有不妥.....  | 87 |
| 五、目前二案之水下噪音模擬聲壓值皆為 157dB(減噪後), 惟打樁之水下噪音聲壓值受底質種類影響, 且亦無細部海域底質實際鑽探資料, 是否將影響水下噪音  | 87 |

|   |    |
|---|----|
| 壹、環評委員意見.....   | 1  |
| 1.1、李委員俊福.....  | 1  |
| 一、補正回應情形已符規定或足供審查判斷所需資訊.....  | 1  |
| 1.2、袁委員等.....   | 1  |
| 一、補正回應情形已符規定或足供審查判斷所需資訊.....  | 1  |
| 1.3、簡委員連貴.....  | 1  |
| 一、本計畫研擬相關鳥類環境保護對策, 應確實執行推動, 以降低本計畫開發對於鳥類生態環境衝擊.....   | 1  |
| 1.4、張委員學文.....  | 4  |
| 一、圖 1.1-13 標明各風場聯合設置鳥類監視系統, 海龍三號應為風場下方西側的藍色圓圈, 但目前能源局競標或遴選後, 海鼎風場計畫如果未取得許可, 海龍三號東北、西北的監視系統是否就不會設置? 若是則對秋冬南下的鳥類監測如何進行.....   | 4  |
| 二、回覆意見有關水下噪音對於魚類的影響的環保對策一節, 即「打樁時的水下噪音環保對策採漸進式打樁(緩啟動).....」等文字應列入本報告書本文, 此段承諾不但對於類可能有效, 也應對鯨豚有益.....  | 5  |
| 1.5、李委員培芬.....  | 5  |
| 一、請參考本人在海龍二號案之意見, 並作適當之回覆.....  | 5  |
| (一)從整體風場的配置而言, 海龍 2 號和 3 號風場的地理位置對途經本區域的北返候鳥可能潛在的影響, 若北返的候鳥得以順利通過, 可能也無法在後續的海鼎 2、3 號風場, 或是大彰化風場中得到通行的機會, 建議以現有的 2-5 月雷達觀測資料中釐清(1)是否有候鳥飛經本區?(2)時間為何?(3)其飛行之路線是否採西南往東北方向移動?.....                    | 5  |
| (二)請補充說明是否可採行一些作法降低鳥類飛入本風場之可能性? 國外是否有相關可參考之作法?.....   | 14 |
| 1.6、朱委員信.....   | 17 |
| 一、1、2 點意見同海龍 2 號計畫, 除了總置容量有些不同.....   | 17 |
| (一)請說明「達成政府契約容量」是原環說書中以 6.0 MW 機組配置的 468MW? 還是以 8.0MW 機組配置的 512 MW? 而所謂達成契約容量是指該容量以下? 還是剛好要在該容量的準確數字?.....  | 17 |
| (二)若依原環說書中如採用 9.5 MW 機組, 最小風機間距為 820m, 並非回覆本人原第 2 點意見中的 755m。且由所附表 2.2.2-1 中所示之國外風場中風機間距由 4D 至 6D 左右, 若開發單位因配合航港局公告航道退縮風場面積而感覺到環說書承諾之(7D、5D)間距難以達成, 請至少以國外風場實例採盛行風向大於 6D, 非盛行風向大於 4D 之風機間距配置..... | 17 |
| 1.7、江委員康鈺.....  | 35 |
| 一、前次會議意見回覆說明, 提及降轉機制之作業訂定; 開發單位建議目的事主管機關, 研擬商業可行之機制, 供業者共同遵循, 此似欠缺開發者自主管理, 及善盡生態保護責任之回應, 請開發單位妥適回應與說明為佳.....  | 35 |

|  |    |
|--|----|
| 模擬結果，請再補充說明。   | 87 |
| 六、因打樁位置距離750公尺處垂直水深之水下噪音聲壓值仍受水深影響，惟開發單位並未說明750公尺處垂直水深之水下噪音模擬情形，仍請開發單位說明，並建請以最大聲壓值之水深進行監測。                                  | 87 |
| 七、二葉滅噪後於750公尺處之水下噪音聲壓值達157dB，逼近環評承諾之160dB，仍請具體補充水下噪音監控機制、應變機制啟動之水下噪音聲壓值(警戒值)、達警戒值之即時應變機制等相關細節，並確實納入報告書內文及保護對象。             | 91 |
| 八、本次變更於環檢測計畫新增水下噪音(含鯨豚學學)儀器及數據回收遺失應變作法，惟資料遺失後，原每季連續監測14天，補做之調查似僅量測24小時即回收儀器，請再確認是否符合原監測計畫要求。                               | 92 |
| 九、請將歷次審查會議紀錄及意見回覆表對照表納入報告書，相關答覆內容及承諾請確實納入報告書內文及保護對象(含環境監測計畫)。  | 93 |
| 2.2、行政院農業委員會漁業署  | 93 |
| 一、本署無意見。   | 93 |
| 2.3、文資局  | 93 |
| 一、請開發單位確實依文化部備查之水下文化資產調查報告書辦理，倘有備查書件變更，請依《水下文化資產保存法》等相關規定辦理，後續施工時，請依前所備查報告書允諾之安全警戒範圍，與疑似目標物保持安全距離，及遵循《水下文化資產保存法》第9、13條之規定。 | 93 |

## 壹、環評委員意見

### 1.1、李委員俊福

- 一、補正回應情形已符規定或足供審查判斷所需資訊。

說明：敬請委員支持。

### 1.2、袁委員菁

- 一、補正回應情形已符規定或足供審查判斷所需資訊。

說明：敬請委員支持。

### 1.3、簡委員連貴

- 一、本計畫研擬相關鳥類環境保護對策，應確實執行推動，以降低本計畫開發對於鳥類生態環境衝擊。

說明：遵照辦理。本計畫將確實執行鳥類環境保護對策，各階段鳥類環境保護對策詳細內容說明如下：

#### (一) 施工前

1. 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。
2. 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。
3. 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。

#### (二) 施工期間

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。

依民航局頒布之「航空障礙標誌與障礙燈設置標準」設置最少之航空警示燈，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高頻撞擊風險之研究，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，單機裝置容量除原6~9.5MW，並新增11~15MW規劃。

(b) 6~9.5MW風機間距部分，平行盛行風向間距至少為葉片直徑7倍(1,057~1,148公尺)，非平行盛行風向間距至少為葉片直徑5倍(755~820公尺)。新增之11~15MW風機間距將依風力機組型式及場址風況評估結果進行佈置，盛行風向間距至少1,158公尺，非盛行風向間距至少666公尺。

(c) 與相鄰風場間距至少為葉片直徑6倍(依單機裝置容量不同約介於906~1,380公尺)。

(d) 風機葉片距離海面高度至少25米。

### (三) 營運期間

#### 1. 降低風機撞擊效應

依歐洲經驗，風機上若設置太多警示燈尤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。

依民航局最新頒布之「航空障礙標誌與障礙燈設置標準」設置航空警示燈，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. 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個高性能雷達，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。

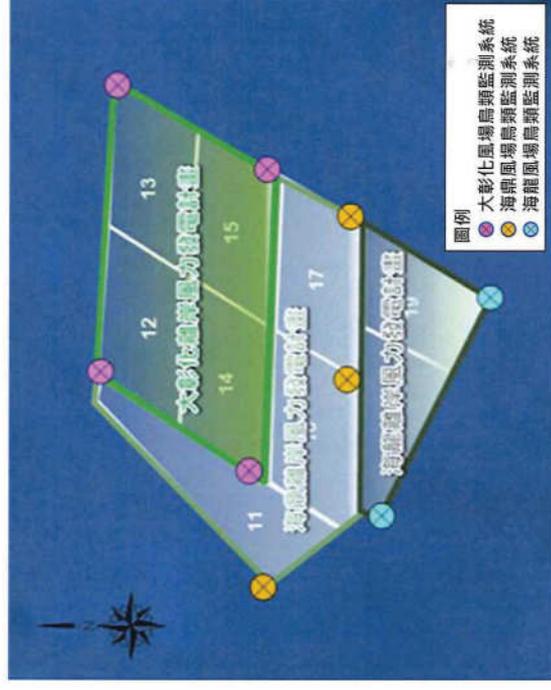


圖 1.3.1-1 海龍案(本案)、大彰化案及海鼎案聯合設置鳥類監測系統示意圖

## 1.4、張委員學文

一、圖1.1-13標明各風場聯合設置鳥類監視系統，海龍三號應為風場下方西側的藍色圓圈，但目前能源局競標或遴選後，海鼎風場計畫如果未取得許可，海龍三號東北、西北的監視系統是否就不會設置？若是則對秋冬南下的鳥類監測如何進行。

說明：敬謝委員指教。海鼎風場已通過環境影響評估審查，但未取得經濟部能源局2018年的離岸風電規劃場址遴選、競價分配容量，後續將參與經濟部能源局第3階段區塊競標作業，因此海鼎風場於營運前不會設置鳥類監測系統。

營運階段將與海龍案(本案)、大彰化案聯合設置鳥類監測系統，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，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1.4.1-1，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。

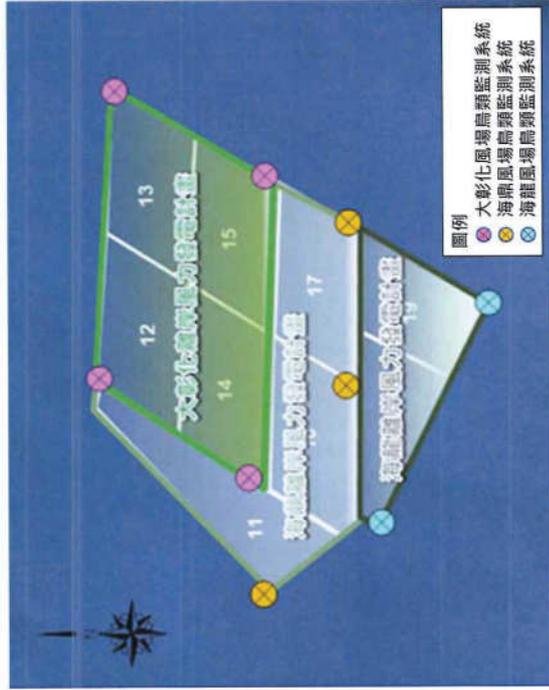


圖 1.4.1-1 海龍案(本案)、大彰化案及海鼎案聯合設置鳥類監測系統示意圖

二、回覆意見有關水下噪音對於魚類的影響的環保對策一節，即「打樁時的水下噪音環保對策採漸進式打樁(緩啟動)…」等文字應列入本報告書本文，此段承諾不但對於類可能有效，也應對鯨豚有益。

說明：敬謝委員指教。本計畫原環評已擬定相關環境保護對策，亦納入本次變更報告書本文，請參考本報告書7.1節變更前後施工期間環境保護對策(海域範圍圖)表、其中施工期間鯨豚環境保護對策第(三)項「打樁前預防措施」第2點：「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。」未來施工期間將依照該承諾確實執行，以降低本計畫開發對魚類及鯨豚之生態環境衝擊。

## 1.5、李委員培芬

一、請參考本人在海龍二號案之意見，並作適當之回覆。

(一)從整體風場的配置而言，海龍2號和3號風場的地理位置對途經本區域的北返候鳥可能潛在的影響，若北返的候鳥得以順利通過，可能也無法在後續的海鼎2、3號風場，或是大彰化風場中得到通行的機會。建議以現有的2~5月雷達觀測資料中釐清(1)是否有候鳥飛經本區位？(2)時間為何？(3)其飛行之路線是否採西南往東北方向移動？

說明：敬謝委員指教。彙整2006年至今國內外監測調查研究案例顯示，鳥類飛行方向與大範圍麻道空間顯著相關，大部分鳥類會主動迴避風場，約佔97%，進入風場僅有3%(Ib Krag Petersen et al,2006；K.L. Krijgsveld et al,2011)，進入風場後的鳥類絕大多數(99.4%)於風機間會自行迴避(ORJIP Bird Collision Avoidance Study, Final Report, 2018)，迴避距離約100-200公尺(Larsen and Madsen,2000)，顯示鳥類比人類想像中更會迴避風機。

參考海龍二號、三號風場於環說階段進行春、夏、秋、冬四季共8次海上鳥類調查，風場範圍調查到的候鳥包括玄燕鷗(II)、白眉燕鷗(II)、鳳頭燕鷗(II)，過境鳥包括黑腹燕鷗、家燕、紅領躑躅、黃頭鷺，飛行高度大多在0~25公尺，而本計畫葉片旋轉高度距離平均潮位海平面至少25公尺，因此未來風機興建完成後，候鳥及過境鳥受到風機撞擊之可能性不高。另參考環說階段及鳥類環境影響調查報告階段執行四季夜間鳥類雷達調查，調查到的鳥類活動頻度以春、秋過境期間最高，過境期間整體飛行方向以南-北向、東北-西南向為主，與配合「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環說調查報告書」及經濟部整體規劃，於海龍三號風場新增2,000公尺

銜接鄰近風場連續之鳥類廊道大致相符，提供有利鳥類南北飛行廊道空間(圖1.5.1-1)，且海龍二號風場已配合公告直航航線退縮風場在先，場址面積縮減近40%，退縮寬度達3,500公尺，風場相鄰邊界依經濟部能源局於104年7月2日公佈之「離岸風力發電規劃場址申請作業要點」規定，各自退縮，留設寬度大於2,000公尺，而與北側相鄰風場亦依規定各自退縮，以總體空間而言，實際風場退縮空間均遠大於原規劃(圖1.5.1-2)。

本次變更已充分考量鳥類飛行習性，留設一致性鳥類廊道，增加邊界退縮等，減少鳥類飛行偏轉次數，提升海龍風場周邊大尺度鳥類飛行空間，經評估後整體鳥類飛行空間相較原規劃合理且友善，可降低鳥類飛行所面臨之實際風險。以下針對國內外監測調查研究案例、海上鳥類目視調查及海上鳥類雷達調查結果，說明如下：

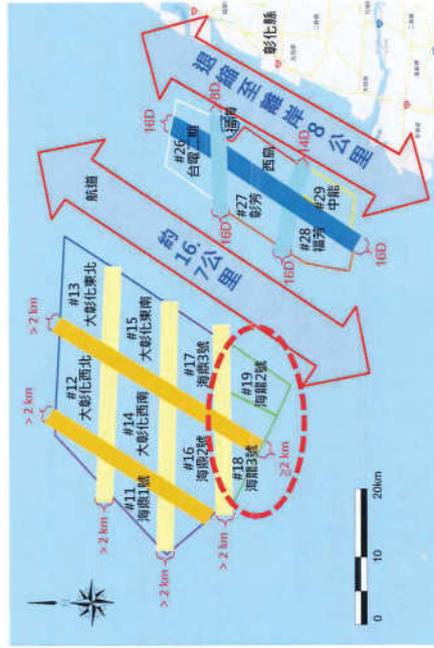


圖 1.5.1-1 海龍風場留設與鄰近風場連續之鳥類廊道

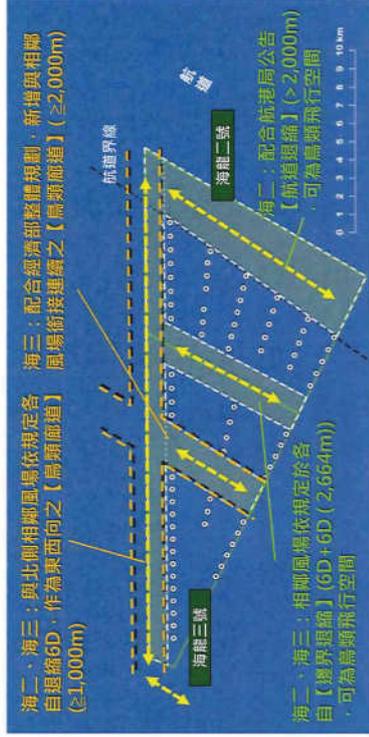


圖 1.5.1-2 海龍風場周邊鳥類飛行空間整體規劃

(一) 國內外監測調查研究案例

彙整2006年至今國內外監測調查研究案例，針對鳥類飛行於風場外圍及邊界、進入風場後之特性，說明如下：

1. 鳥類於遠處即會提前偏轉避開風場，僅少部分進入風場，仍會主動迴避風機。
  - (1) 相關研究顯示，大部分鳥類在5公里距離處會注意到風場，在3公里距離處會發生偏轉 (Ib Krag Petersen et al, 2006)。
  - 超過 50%鳥類會在 1~2 公里的距離內避免穿越風場 (Ib Krag Petersen et al, 2006)，約 17%會在風場邊緣飛行，僅約 3%會至風場內飛行 (K.L. Krijgsveld et al, 2011)。
- (2) 依據丹麥 Nysted、Horns Rev 風場鳥類雷達調查情形 (Final results of bird studies at the offshore wind farms at Nysted and Horns Rev, Denmark, 2006)，鳥類於距離風場遠處開始改變飛行方向，顯示鳥類會提前改變飛行方向以避開風場。詳如圖 1.5.1-3、圖 1.5.1-4 所示。
 

其中丹麥 Nysted 風場之風機上攝影機經 2,400 小時運轉期間，未紀錄到鳥類碰撞情形，顯示少數鳥類飛行於風機周圍，仍會主動迴避。
- (3) 依據英格蘭 Thanet 風場鳥類雷達調查情形 (ORJIP Bird Collision Avoidance Study, Final Report, 2018)，絕大部分鳥類會在看見風機陣列後，即改變飛行路徑，顯示靠近風場的鳥類，仍會改變飛行方向以避開風場。詳如圖 1.5.1-5 所示。
 

該調查亦顯示，少部分的鳥類若進入風場飛行，絕大多數鳥類 (99.4%) 會在風機之間即產生迴避，而不會在進入風機掃風範圍後才迴避。

(4) 參考國外觀察鳥類迴避風機的行為研究顯示(圖1.5.1-6)，鳥類通過單一風機及風機陣列迴避距離為100公尺，通過風機群落迴避距離為200公尺，整體迴避距離約100-200公尺，顯示鳥類比人類想像中更會迴避風機。(Effects of wind turbines and other physical elements on field utilization by pink-footed geese: A landscape perspective, Larsen and Madsen, 2000)。

- 經國內外監測案例顯示，鳥類飛行方向與風機陣列空間顯著相關
- 依據丹麥Tunø Knob風場鳥類目視調查情形(Effects of wind turbines on flight behaviour of wintering common eiders: implications for habitat use and collision risk, 2007)，鳥類於飛行走廊(距風機約200-600公尺處)出現的頻率最高，顯示鳥類飛行方向與大範圍風機陣列空間顯著相關。詳如圖1.5.1-7所示。
- 依據瑞典Ytöre Stengrund風場(間距約400-500公尺)鳥類雷達目視調查情形(Influence of offshore windmills on migration birds-in southeast coast of Sweden, 2003)，由鳥類與最近風機距離(0-200公尺)的累積頻率分佈可知，無論日間或夜間，距離風機越近，鳥類飛行頻率越少，觀察後亦未有碰撞情形。詳如圖1.5.1-8所示。
- 依據臺灣「王功風力發電計畫」鳥類雷達調查情形，鳥類飛行已避開風機所在路線。詳如圖1.5.1-9所示。

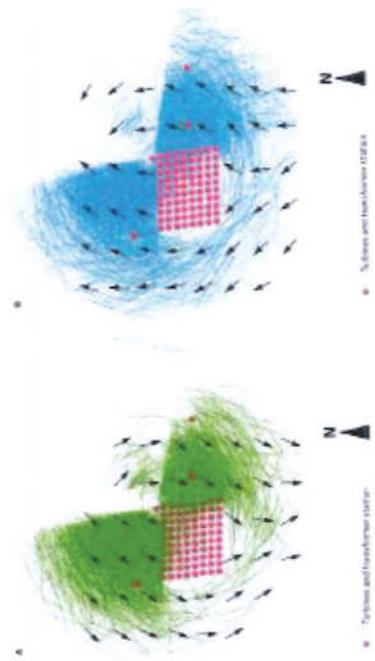


圖 1.5.1-3 丹麥 Horns Rev 風場(間距約 560 公尺) 鳥類飛行路徑紀錄(營運期間)

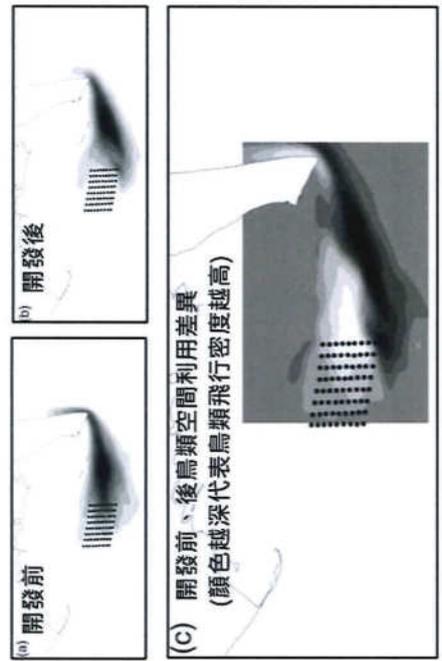


圖 1.5.1-4 丹麥 Nysted 風場(間距約 500 ~ 850 公尺)開發前後鳥類飛行密度紀錄(施工前、營運期間)

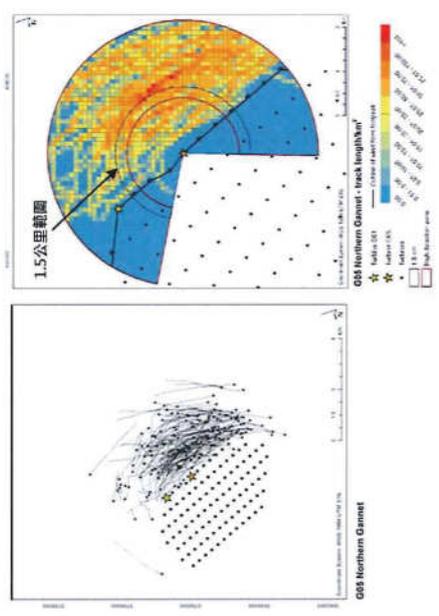
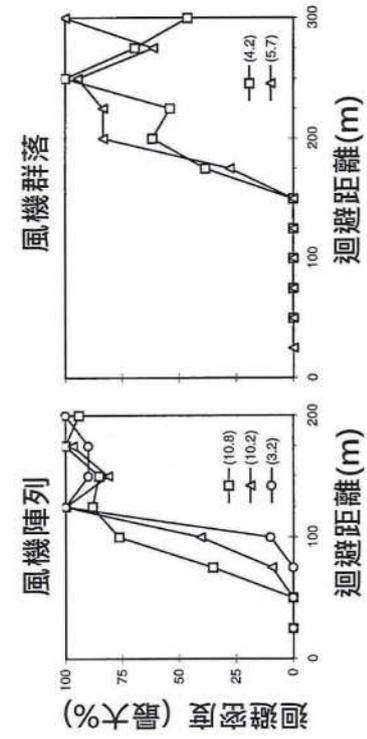


圖 1.5.1-5 英格蘭 Thanet 風場(間距約 500 ~ 800 公尺) 鳥類飛行路徑及飛行密度紀錄(營運期間)



資料來源：Effects of wind turbines and other physical elements on field utilization by pink-footed geese: A landscape perspective, Larsen and Madsen, 2000.

圖 1.5.1-6 風機陣列及風機群落的鳥類迴避距離

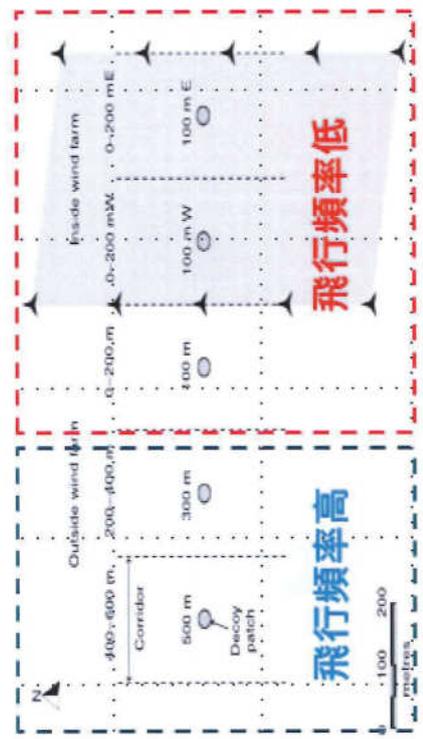


圖 1.5.1-7 丹麥 Tumø Knob 風場(間距約 200~400 公尺)鳥類與西側風機排觀測飛行頻率分布(營運期間)

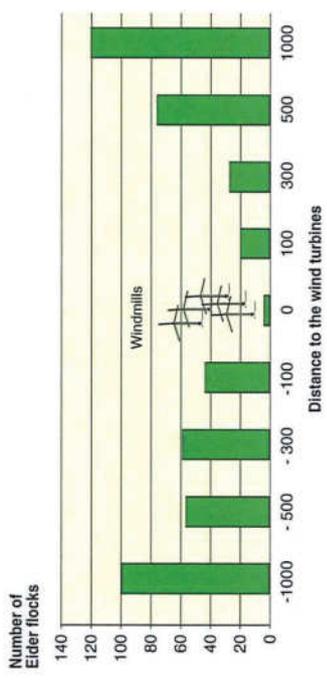


圖 1.5.1-8 瑞典 Yitre Stengrund 風場(間距約 400 ~ 500 公尺) 鳥類與風機最近距離累積飛行頻率分佈(營運期間)

環說階段規劃預留之鳥類飛行廊道  
營運後鳥類飛行比例有增加趨勢



圖 1.5.1-9 王功風力發電站(北側間距約 200 公尺)開發前後鳥類飛行路徑(施工前、施工期間、營運期間)

(二) 海上鳥類目視調查

參考海龍二號、三號風場於環說階段進行春、夏、秋、冬四季共8次海上鳥類調查，風場範圍調查到的候鳥包括玄燕鷗(II)、白眉燕鷗(II)、鳳頭燕鷗(II)，春秋過境鳥包括黑腹燕鷗、家燕、紅領瓣足鵒、黃頭鷺，飛行高度大多在0-25公尺，而本計畫葉片旋轉高度距離平均潮位海平面至少25公尺，因此未來風機興建完成後，候鳥及過境鳥受到風機撞擊之可能性不高。

(三) 海上鳥類雷達調查

1. 各季節鳥類飛行路徑

春季：以北方(38.6%)及東北方(35.9%)為主。

夏季：以南方(25.0%)及東方(15.9%)為主。

秋季：以南方(32.6%)及西南方(20.2%)為主。

冬季：以北方(51.4%)及南方(14.3%)為主。

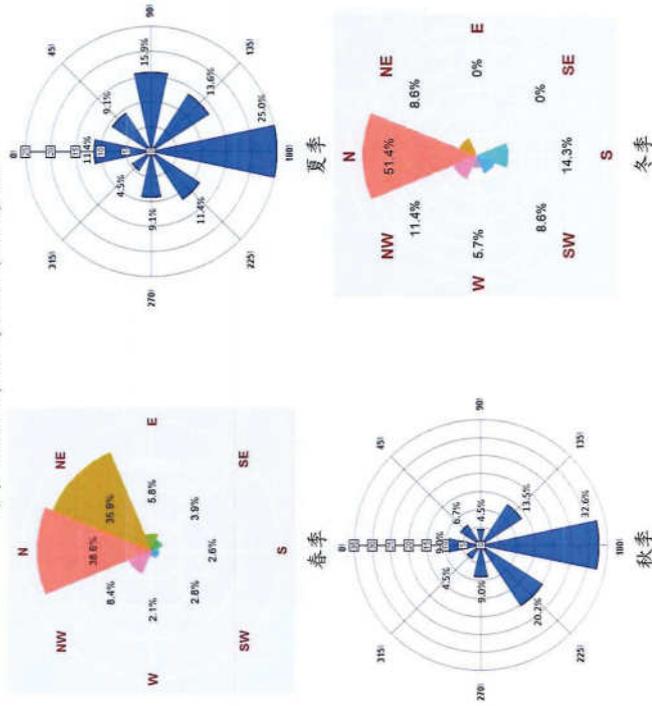


圖 1.5.1-10 鳥類飛行方向風花圖

2. 鳥類活動頻度

依據歷次調查結果顯示(表1.5.1-1)，海龍二號、三號風場以春、秋過境期間調查到的鳥類活動頻度最高。

表 1.5.1-1 海上鳥類雷達調查時間及努力量

| 風場   | 階段          | 季節 | 調查日期      | 時間長度  | 雷達掃描方式 | 水平軌跡數 | 軌跡數/小時 |
|------|-------------|----|-----------|-------|--------|-------|--------|
| 海龍二號 | 環說階段        | 夏  | 106.8.17  | 13:15 | 水平     | 28    | 2.1    |
|      |             | 秋  | 106.9.20  | 12:43 | 水平     | 12    | 0.9    |
|      |             | 秋  | 106.11.28 | 11:35 | 水平     | 9     | 0.8    |
|      |             | 冬  | 107.2.18  | 12:00 | 水平及垂直  | 1     | 0.1    |
|      |             | 春  | 107.3.2   | 13:35 | 水平及垂直  | 16    | 1.2    |
|      |             | 春  | 107.3.18  | 12:37 | 水平及垂直  | 255   | 20.2   |
|      | 環說影響調查報告書階段 | 春  | 107.4.4   | 12:30 | 水平及垂直  | 130   | 10.4   |
|      |             | 春  | 107.4.21  | 12:05 | 水平及垂直  | 109   | 9.0    |
|      |             | 春  | 107.5.5   | 11:52 | 水平及垂直  | 223   | 18.8   |
|      |             | 夏  | 106.8.16  | 12:00 | 水平     | 7     | 0.6    |
|      |             | 秋  | 106.11.16 | 12:20 | 水平     | 77    | 6.2    |
|      |             | 冬  | 107.2.18  | 12:10 | 水平及垂直  | 5     | 0.4    |
| 海龍二號 | 環說影響調查報告書階段 | 冬  | 107.2.19  | 12:00 | 水平及垂直  | 29    | 2.4    |
|      |             | 春  | 107.3.1   | 13:31 | 水平及垂直  | 10    | 0.7    |
|      |             | 春  | 107.3.19  | 13:05 | 水平及垂直  | 62    | 4.7    |
|      |             | 春  | 107.4.5   | 12:30 | 水平及垂直  | 284   | 22.7   |
|      |             | 春  | 107.4.22  | 12:20 | 水平及垂直  | 105   | 8.5    |
|      |             | 春  | 107.5.12  | 11:44 | 水平及垂直  | 213   | 18.2   |

3. 鳥類飛行高度

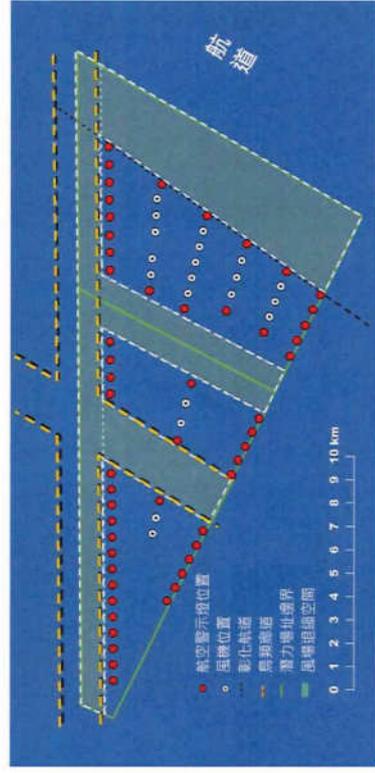
本計畫僅於冬、春二季進行夜間鳥類垂直雷達調查，調查結果顯示，冬、春二季飛行高度與風機旋轉範圍(25-285公尺)重疊分別為78%及77%，如表1.5.1-2所示。

表 1.5.1-2 飛行高度統計表

| 季節 | 飛行高度     | 調查筆數 | 百分比 |
|----|----------|------|-----|
| 冬季 | 25公尺以下   | 1    | 4%  |
|    | 26-285公尺 | 22   | 78% |
|    | 286公尺以上  | 5    | 18% |
| 春季 | 25公尺以下   | 64   | 11% |
|    | 26-285公尺 | 462  | 77% |
|    | 286公尺以上  | 75   | 12% |

力發電機支撐結構物，得免設置障礙燈：

- (1) 設置於連結風力發電機組群邊界之線段中且水平間距不超過九百公尺者。
  - (2) 設置於連結風力發電機組群邊界之線段所圍起之範圍內者。
3. 本計畫依增訂之第17條之1內容，並以本次變更後最有可能設置之14MW風機規劃航空警示燈佈置位置，詳圖1.5.2-2所示；本計畫實際航空警示燈佈置位置及數量，將依據法令規定設置最少之航空警示燈，並取得民航局同意函，達到維護飛航安全，警示鳥類迴避風力發電機目的。



註：實際航空警示燈設置位置及數量，將依當時相關法規辦理，並於裝設前取得民航局同意函。

圖 1.5.2-2 依據「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」，規劃 14MW 風機航空警示燈佈置示意圖

(二)請補充說明是否可採行一些作法降低鳥類飛入本風場之可能性？國外是否有相關可參考之作法？

說明：敬謝委員指教。彙整2006年至今國內外監測調查研究案例顯示，鳥類飛行方向與大範圍風場空間顯著相關，大部分鳥類會主動迴避風場，約佔97%進入風場僅有3%(Ib Krag Petersen et al, 2006; K.L. Krijgsvelde et al, 2011)，進入風場後的鳥類絕大多數(99.4%)於風機間會自行迴避(ORJIP Bird Collision Avoidance Study, Final Report, 2018)，迴避距離約100-200公尺(Larsen and Madsen, 2000)，顯示鳥類比人類想像中更會迴避風機。

考量鳥類仍有少數進入風場，本計畫參考國內外案例，彙整降低鳥類飛入特定區域方法，常見方式為透過聽覺或視覺警示或嚇阻、物理阻隔、投放化學物質、遙控模型飛機驅趕鳥類，達到減少鳥類飛入特定區域的效果，簡要說明詳表1.5.2-1所示；海龍風場離岸距離達45-55公里，以聽覺及視覺警示或嚇阻較具有實務上可行性；聽覺警示或嚇阻包括自然及人為音效，自然的聲音如鳥類的求救聲、示警鳴叫聲或是掠食者的鳴叫，人為的聲音如警報聲或電子合成雜音等；視覺警示或嚇阻最初應用於降低鳥類危害農作物或撞擊建築物，常見項目包括警示燈、掠食者貼紙等。

本計畫已考量鳥類撞擊風險，將採用警示燈提醒鳥類迴避風場，彙整國外調查研究顯示，以閃爍燈取代恆亮警示燈後，可降低夜間遷徙的鳥類碰撞死亡率，但不同顏色燈光對鳥類死亡率影響不大(United States and Canada, 2012., Manville AM, 2009, Longcore T et al., 2008)。本計畫營運期間將依據民航局頒布之「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」規定設置航空警示燈，除了維護飛航安全，亦有警示鳥類迴避風力發電機目的。有關警示燈設置相關說明如下：

1. 依據現行「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」第17條規定，風力發電機應使用A型中亮度障礙燈，並設置於風力發電機支撐結構物之頂部，各障礙燈應同步閃光；另查A型中亮度障礙燈之規格屬白燈；上開規定內容係交通部考量飛航安全必要所訂之強制性規範，業者均應遵從其規定設置。
2. 考量近年國內風力發電蓬勃發展，密集設置之航空障礙燈亦可能衍生光害等問題，交通部爰參酌國際規範內容，已於2021年1月4日公告修正「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」部分條文內容，其中增訂之第17條之1內容規定：以組群方式設置十座以上風力發電機組者，其風力發電機支撐結構物應依前條規定設置障礙燈。但有下列情形之風

表 1.5.2-1 降低鳥類飛入特定區域方法

| 類型                  | 實際設置區域                                  | 方法說明   | 案例   | 國際間離岸風場是否採用  |
|---------------------|---|--|--|--|
| 聽覺警示或嚇阻<br>(聲音驅趕裝置) | 鳥類的求救聲、示警鳴叫、海聲、示警鳴叫聲、掠食者的鳴叫聲、警報聲或電子合成聲音 | 透過揚聲器發出鳥類的求救聲、示警鳴叫聲、掠食者的鳴叫聲、警報聲或電子合成聲音嚇阻鳥類進入特定區域 | 聲音驅趕裝置 <sup>3</sup><br>       | 是<br>(離岸風場目前僅有該種案例)  |
|                     | 視覺警示或嚇阻                                 | 機場、電塔、建築物<br>警告燈                                 | 設置警告燈提醒鳥類迴避特定區域。<br>設置掠食者貼紙(如老鹰、貓頭鷹)嚇阻鳥類進入農田或撞擊建築物。  | 是<br><br>猛禽貼紙 <sup>5</sup><br> |
| 物理阻隔                | 農田、建築物                                  | 設置掠食者貼紙(如老鹰、貓頭鷹)嚇阻鳥類進入農田或撞擊建築物。                  | Bird Netting <sup>6</sup><br> | 否  |
|                     | 農田、魚塢、機場、建築物                            | 利用網子、柵欄或帶電電網，阻擋鳥類進入農田、魚塢、機場、建築物等。                | 略  | 否  |
| 投放化學物質              | 農田、建築物                                  | 投放化學物質製造鳥類厭惡或無法覓食的環境。                            | 略  | 否  |
| 模型飛機                | 農田、機場                                   | 遙控模型飛機驅趕鳥類。                                      | 遙控模型飛機 <sup>7</sup><br>     | 否  |

資料來源：  
 1. 民用機場鳥類防制應注意事項，交通部民用航空局，2013年3月。  
 2. Evaluation of the efficacy of products and techniques for airport bird control, Ross E. Harris and Rolph A. Davis, 1998.  
 3. Bird Monitoring & Reduction of Collision Risk with Wind Turbines, <https://dtbird.com/>, DTBird.  
 4. New lighting standards helped tower owners to lower bird kill: 15,000 still left, <http://wirelessnavigator.com/articles/2016/new-lighting-standards-helped-tower-owners-to-lower-bird-kill-15000-still-left/>, Wireless Navigator.  
 5. 驚殺野鳥，住家民宅、商辦大樓都是殺手, <https://udn.com/news/story/7470/4792625>, 聯合新聞網。  
 6. Bird Spikes and Netting, <https://www.birdgone.com/>, Bird-B-Gone.  
 7. Birds flee when drones fly, <https://www.goodfruit.com/birds-flee-when-drones-fly/>, Good fruit grower.

## 1.6、朱委員信

一、1、2點意見同海龍2號計畫，除了總置容量有些不同。

(一)請說明「達成政府契約容量」是原環說書中以6.0 MW機組配置的468MW？還是以8.0MW機組配置的512 MW？而所謂達成契約容量是指該容量以下？還是剛好要在該容量的準確數字？

說明：敬請委員指教。依據經濟部與海龍三號風電股份有限公司等備處所簽訂之「離岸風力發電規畫場址遴選契約書」、「離岸風力發電規畫場址競價契約書」,乙方(海龍三號風電股份有限公司等備處)應依照甲方(經濟部)通知之分配容量,按照承諾之開發時程完成風場設置內容。故本計畫應依簽訂之行政契約條文,以競價512MW作為履約標的,並履行相關程序及責任義務,以符合電業法、電業登記規則、再生能源發展條例等相關規定。

(二)若依原環說書中如採用9.5 MW機組,最小風機間距為820m,並非回覆本人原第2點意見中的755m,且由所附表2.2.2-1中所示之國外風場中最小風機間距由4D至6D左右,若開發單位因配合航港局公告航線退縮風場面積而感到環說書承諾之(7D、5D)間距難以達成,請至少以國外風場實例採盛行風向大於6D,非盛行風向大於4D之風機間距配置。

說明：敬請委員指教。原環說風機間距規劃為參考歐洲北海案例建議盛行風向大於7D、非盛行風向大於5D,並未考量鳥類實際飛行習性。實務上風機間距之佈置原則,係由風機供應商根據個案風場之設置容量及面積、基地形狀、安全距離,其他相關限制等條件,依據所選用之不同單機容量,做出包含風機間距原則之最佳化配置建議,其中間距倍數僅作為輔助陳述風機間距距離之用,尚無法以個案風場之同等間距倍數,作為所有風場之規劃依據,實務上亦未有此國際標準。故本計畫係依據上述考量原則,由風機供應商訂定合理可行之間距條件,建請委員諒察。

本次變更海龍三號風場為配合「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」及經濟部整體規劃,於風場開發面積及總裝置容量等設置條件均維持不變下,為營造有利鳥類南北飛行方向,於海龍三號風場新增2,000公尺銜接鄰近風場連續之鳥類廊道(詳圖1.6.2-1);且海龍二號風場已配合公告航線退縮風場在先,場址面積縮減近40%,退縮寬度達3,500公尺,海龍二號、三號風場相鄰邊界依經濟部能源局於104年7月2日公佈之「離岸風力發電規畫場址申請作業要點」規定,各自退縮,留設寬度大

於2,000公尺，而與北側相鄰風場亦依規定各自退縮。



圖 1.6.2-1 海龍風場留設與鄰近風場連續之鳥類廊道

本次變更新增11~15MW風機，因有留設銜接連續之鳥類廊道、直航航道及邊界退縮規定之限制，若採原環說6~9.5MW之間距條件佈置(盛行風向7D及非盛行風向5D)，且再於海三風場內留設鳥類廊道，風機排數將達5~7排之多，且無法達成政府契約容量；若採盛行風向1,158公尺及非盛行風向666公尺之間距條件佈置，並於海三風場內留設鳥類廊道，風機排數僅3~6排，相較排數更少，且在風場面積的限制下，尚可達成政府契約容量，詳圖1.6.2-2所示。故本次變更將原非盛行風向之最小風機間距755公尺微調縮減為666公尺，間距縮減之差異僅約89公尺，但海三風場中央新增鳥類廊道(約2,000公尺)、航道退縮(約3,000~3,500公尺)、邊界退縮(14MW雙側約2,664公尺)，若以總體間距空間而言，實際風機留設間距、風場退縮空間均遠大於原規劃，詳圖1.6.2-3所示。

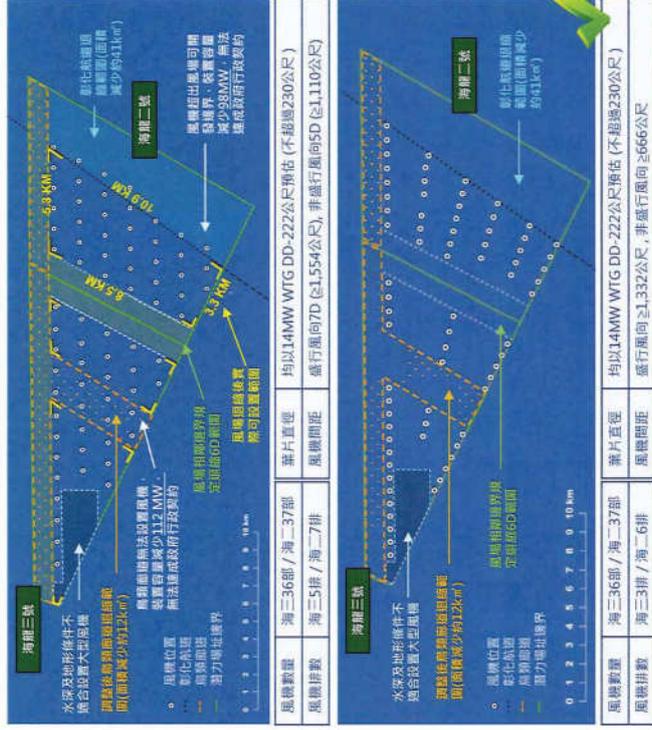


圖 1.6.2-2 新增 14MW 採 5D&7D 風機間距規劃及採 666 公尺&1,158 公尺間距規劃比較

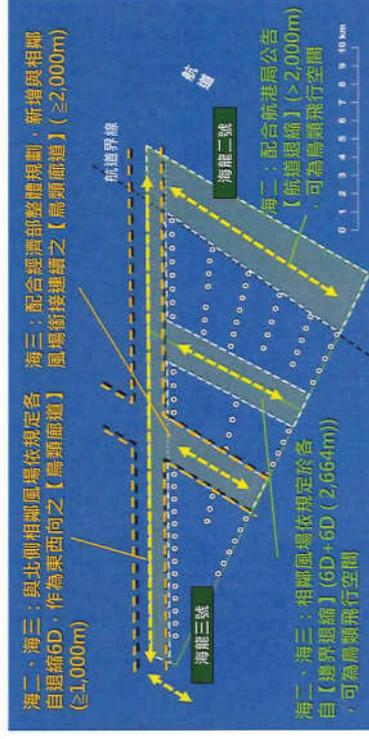


圖 1.6.2-3 海龍風場周邊鳥類飛行空間整體規劃

本計畫彙整2006年至今國內外監測調查研究案例顯示，鳥類飛行方向與大範圍廊道空間顯著相關，大部分鳥類會主動迴避風場，約佔97%，進入風場僅有3%(Ib Krag Petersen et al.2006；K.L. Krijgsveld et al.2011)，進入風場後的高頻絕大多數(99.4%)於風機間會自行迴避(ORJIP Bird Collision Avoidance Study, Final Report, 2018)，迴避距離約100~200公尺(Larsen and Madsen,2000)，顯示鳥類比人類想像中更會迴避風機。另參考「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」中「葉片間漩渦及末端氣流擾動影響及可利用空間檢核」評估結果，由於風力發電之原理係擷取環境風能，以轉化為電能輸出，而是被動性的接受氣流的撞擊，進而造成扇葉轉動，因此會隨週邊環境風場之風速高低變化，驅動風機扇葉進行不同轉速之轉動。經模擬結果顯示(圖1.6.2-4~5)，風機旋轉範圍、前方與後方均呈現減速現象，風能在風機扇葉前方約40公尺處已開始呈現減速現象；風機旋轉範圍外約20公尺區域有局部氣流擠壓，呈現增遠現象；由此結果可證，鳥類倘飛行經過風機扇葉前方時，風機不會將鳥類吸入並撞擊扇葉。此外，本計畫經鳥類撞擊評估結果顯示，變更後11MW及15MW風機配置造成的鳥類撞擊數量低於原環說(6~9.5MW)最大撞擊數量，大型化風機所需架設的風機支數較少，因此整體衝擊相對較小。

本計畫已蒐集國內外施工或營運中風場淨間距實例(表1.6.2-1)，留設淨間距約為301~410公尺，本次變更新增11MW~15MW大型化風機方案，風機最小間距為666公尺，以最有可能採用之14MW風機估算最小淨間距為444公尺，不小於國內外風場淨間距實例，提供鳥類於風機間飛行迴避空間。

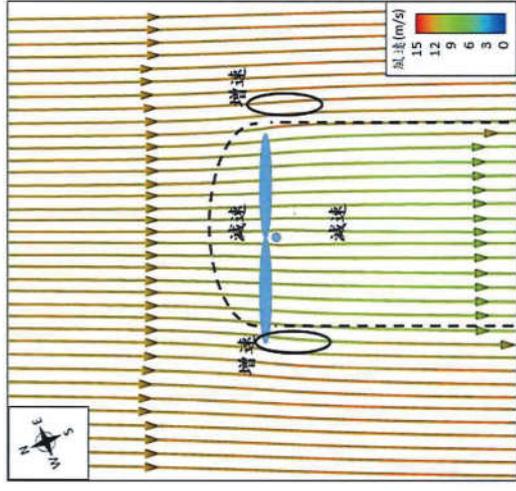


圖 1.6.2-4 風機沿扇葉中心高度之水平剖面流場分布圖

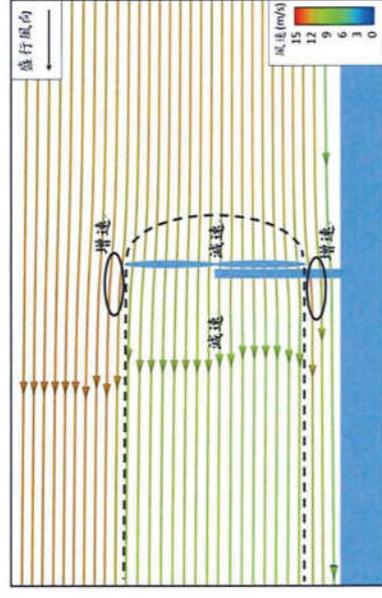


圖 1.6.2-5 風機沿盛行風向之垂直剖面流場分布圖

表 1.6.2-1 海龍風場與國內外施工或營運中風場之風機間淨間距值比較表

| 名稱          | 本計畫風場 | 丹麥 Nysted 風場 | 英格蘭 Thanet 風場 | 德國 Nordsee 1 風場 | 台灣 海洋風場 (Formosa 1) | 台灣 大彰化東南風場 |
|-------------|-------|--------------|---------------|-----------------|---------------------|------------|
| 單機裝置容量 (MW) | 14    | 2.3          | 3.0           | 6.0             | 6.0                 | 8.0        |
| 風機最小間距 (A)  | 666   | 480          | 500           | 500             | 455                 | 500        |
| 風機最小間距 (B)  | 222   | 82.4         | 90            | 126             | 154                 | 167        |
| 風機葉片直徑 (m)  | 444   | 397.6        | 410           | 374             | 301                 | 333        |

資料來源：本計畫整理。

本次變更充分考量鳥類飛行習性，風機間已留設不小於國內外風場淨間距，並透過留設一致性鳥類廊道，增加邊界退縮等，減少鳥類飛行偏轉次數，提升海龍風場周邊大尺度鳥類飛行空間，經評估後整體鳥類飛行空間相較原規劃合理且友善，可降低鳥類飛行所面臨之實際風險。加上變更後風場開發規模相較原環說減少近半數的風機數量、水下基礎(含基樁)設置數量、基礎面積及打樁作業時間等，可減少施工及營運期間對海域環境影響(詳圖1.6.2-6)，經評估包括空氣品質(海域工程)、噪音振動(風機運轉噪音)、水下噪音等，評估結果與原環說相似，而在鳥類撞擊數量、打樁水下噪音影響時間及底棲生態影響面積等均有減輕對環境之影響(詳表1.6.2-2)。

綜合上述，本計畫環境影響評估結果顯示未有重大衝擊，但為了降低開發行為對於鳥類生態環境衝擊，已於原環評擬定鳥類環境保護對策。以下針對有關風機間距規劃調整、國內外監測調查研究案例、鳥類撞擊評估以及鳥類環境減輕對策等，詳細說明如下：

| 提升鳥類飛行廊道 |                             |
|----------|-----------------------------|
| 規        | 風機：減少約72部                   |
| 模        | 水下基礎：減少約72座                 |
| 度        | 基樁：減少288支                   |
| 低        | 打樁作業時間：減少1,152小時            |
|          | 基礎面積：減少26,025m <sup>2</sup> |
|          | 風機陣列排數：減少約6排                |
|          | 減少打樁作業影響期間                  |
|          | 減少海底懸浮固體擾動                  |
|          | 減少底棲生態影響面積                  |

| 海龍二號、海龍三號    |  |  |                          |
|--------------|--|--|--------------------------|
| 評估基礎項目       | 原環說風機方案 (6~9.5MW)                                  | 本次變更大型化風機方案 (11~15MW)                              | 6MW與15MW規則差異分析           |
| 風機           | 109~141部   | 69~94部   | 最多減少72部                  |
| 水下基礎         | 109~141座   | 69~94座   | 最多減少72座                  |
| 基樁           | 436~564支   | 276~376支   | 最多減少288支                 |
| 打樁作業時間(4hrs) | 2,256hrs   | 1,104hrs   | 最多減少1,152小時              |
| 基礎面積         | 88,125m <sup>2</sup><br>(每部基礎25×25m <sup>2</sup> ) | 62,100m <sup>2</sup><br>(每部基礎30×30m <sup>2</sup> ) | 最多減少26,025m <sup>2</sup> |
| 風機陣列排數       | 海二：9~10排<br>海三：7~8排                                | 海二：6~7排<br>海三：2~3排                                 | 最多減少6排                   |

圖 1.6.2-6 海龍二號及三號風場原環評及本次變更規劃差異分析

表 1.6.2-2 本次變更與原環說環境影響評估結果比較表

| 評估項目               | 原環說評估結果  | 本次變更評估結果和原環說比較   |
|--------------------|--|--|
| 空氣品質<br>(海域工程)     | ● 除 PM2.5 背景值已超過空氣品質標準，各項空氣污染物擴散至敏感受體濃度與背景濃度加和後均符合空氣品質標準<br>● 與原環說評估相似，空氣污染物增量極為輕微 | ● 除 PM2.5 背景值已超過空氣品質標準，各項空氣污染物擴散至敏感受體濃度與背景濃度加和後均符合空氣品質標準<br>● 與原環說評估相似，空氣污染物增量極為輕微               |
| 噪音振動<br>(風機同時運轉)   | ● 全頻噪音：衰減至距離風機最近敏感受體噪音增量為 0.0dB(A)<br>● 低頻噪音：衰減至距離風機最近敏感受體噪音增量為 0.0dB(A)           | ● 與原環說評估結果相同   |
| 水下噪音<br>(基礎打樁)     | ● 打樁點距離 750 公尺處之聲壓值 162~164dB，經減噪措施後為 152~154dB                                    | ● 打樁點距離 750 公尺處之聲壓值 166~167dB，經減噪措施後為 156~157dB<br>● 與原環說評估相同，均可符合聲壓值不超過 160dB                   |
| 鳥類撞擊評估<br>(風機同時運轉) | ● 0.98 迴避率下，全年最大撞擊數量估值分別為 89 隻(海龍二號)及 136.8 隻(海龍三號)                                | ● 0.98 迴避率下，11MW 撞擊數量估值分別為 87.9 隻(海二)及 106.1 隻(海三)；15MW 撞擊數量估值為 73 隻(海二)及 90.1 隻(海三)             |
| 打樁水下噪音<br>影響時間     | ● 每部風機打樁時間約 4hr，海龍二號、三號風場總打樁影響時間約 2,256 小時   | ● 低於原環說最大撞擊數量<br>● 海龍二號、三號風場總打樁影響時間為 1,104 小時<br>● 較原環說規劃減少 1,152 小時                             |
| 底棲生態<br>影響面積       | ● 6~9.5MW 風機水下基礎為 25x25m，海龍二號、三號風場總影響面積為 88,125m <sup>2</sup>                      | ● 11~15MW 風機水下基礎為 30x30m，海龍二號、三號風場總影響面積為 62,100m <sup>2</sup><br>● 較原環說規劃減少 26,025m <sup>2</sup> |

## (一) 風機間距規劃調整說明

1. 環評說明風機間距規劃為參考歐洲北海案例建議盛行風向大於7D、非盛行風向大於5D，並非考量鳥類飛行習性進行間距規劃。實務上風機間距之佈置原則，係由風機供應商根據個案風場之設置容量及面積、基地形狀、安全距離、其他相關限制等條件，依據所選用之不同單機容量，做出包含風機間距原則之最佳化配置建議，其中間距倍數僅作為輔助陳述風機間距規劃之用，尚無法以個案風場之同等間距倍數，作為所有風場之規劃依據，實務上亦未有此國際準則。故本計畫係依據上述考量原則，由風機供應商訂定合理可行之間距條件。
2. 本計畫海龍二號風場已配合公告直航航道退縮風場在先，退縮寬度達3,500公尺(面積約41km<sup>2</sup>)，另海龍三號風場已於風場內退縮留設2,000公尺寬之鳥類廊道(面積約12km<sup>2</sup>) (詳圖1.6.2-1)。而在兩風場之間，亦需考量於各場址邊界向內退縮，以14MW估算，於風場內兩場址間共退縮2,664公尺(6D+6D)。整體留設風場退縮空間詳圖1.6.2-2所示。
3. 本計畫更新新增11~15MW風機，因有留設銜接連續之鳥類廊道、直航航道及邊界退縮規定之限制，若採原環評6~9.5MW之間距條件佈置(盛行風向7D及非盛行風向5D)，且再於海三風場內留設鳥類廊道，風機排數將達5~7排之多，且無法達成政府契約容量；若採盛行風向1,158公尺及非盛行風向666公尺之間距條件佈置，並於海三風場內留設鳥類廊道，風機排數僅3~6排，相較排數更少，且在風場面積的限制下，尚可達成政府契約容量，詳圖1.6.2-2所示。
4. 參考國內外施工或營運中風場淨間距實例(表1.6.2-1)，留設淨間距約為301~410公尺，本計畫更新新增11MW~15MW大型化風機方案，風機最小間距為666公尺，以最有可能採用之14MW風機估算最小淨間距為444公尺，不小於國內外風場淨間距實例，提供鳥類於風機間飛行迴避空間。
5. 基此，本計畫係整體考量鳥類飛行環境、場址邊界銜接、場址規劃條件等，而將原非盛行風向之最小風機間距755公尺微調縮減為666公尺，間距縮減之差異值約89公尺，但海三風場中央新增鳥類廊道約2,000公尺、航道退縮(約3,000~3,500公尺)、邊界退縮(14MW雙側約2,664公尺)，若以總體間距空間而言，實際風機留設間距、風場退縮空間均遠大於原規劃，詳圖1.6.2-3所示。

## (二) 國內外監測調查研究案例

彙整2006年至今國內外監測調查研究案例顯示，針對鳥類飛行於風場外圍及邊界、進入風場後之特性，說明如下：

1. 鳥類於遠處即會提前偏轉避開風場，僅少部分進入風場，仍會主動迴避風機。
  - (1) 相關研究顯示，大部分鳥類在5公里距離處會注意到風場，在3公里距離處會發生偏轉 (Ib Krag Petersen et al,2006)。
  - 起過 50%鳥類會在 1~2 公里的距離內避免穿越風場 (Ib Krag Petersen et al,2006)，約 17%會在風場邊緣飛行，僅約 3%會至風場內飛行 (K.L. Krijgsveld et al,2011)。
- (2) 依據丹麥Nysted、Horns Rev風場鳥類雷達調查情形 (Final results of bird studies at the offshore wind farms at Nysted and Horns Rev, Denmark, 2006)，鳥類於距離風場遠處開始改變飛行方向，顯示鳥類會提前改變飛行方向以避開風場。詳如圖1.6.2-7、圖1.6.2-8所示。

其中丹麥 Nysted 風場之風機上攝影機經 2,400 小時運轉期間，未紀錄到鳥類碰撞情形，顯示少數鳥類飛行於風機周圍，仍會主動迴避。
- (3) 依據英格蘭Thanet風場鳥類雷達調查情形(ORJIP Bird Collision Avoidance Study, Final Report, 2018)，絕大部分鳥類會在看見風機陣列後，即改變飛行路徑，顯示靠近風場的鳥類，仍會改變飛行方向以避開風場。詳如圖1.6.2-9所示。

該調查亦顯示，少部分的鳥類若進入風場飛行，絕大多數鳥類(99.4%)會在風機之間即產生迴避，而不會在進入風機掃風範圍後才迴避。
- (4) 參考國外觀察鳥類迴避風機的行為研究顯示(圖1.6.2-10)，鳥類通過單一風機及風機陣列迴避距離為100公尺，通過風機群落迴避距離為200公尺，整體迴避距離約100~200公尺，顯示鳥類比人類想像中更會迴避風機。(Effects of wind turbines and other physical elements on field utilization by pink-footed geese: A landscape perspective, Larsen and Madsen,2000)。

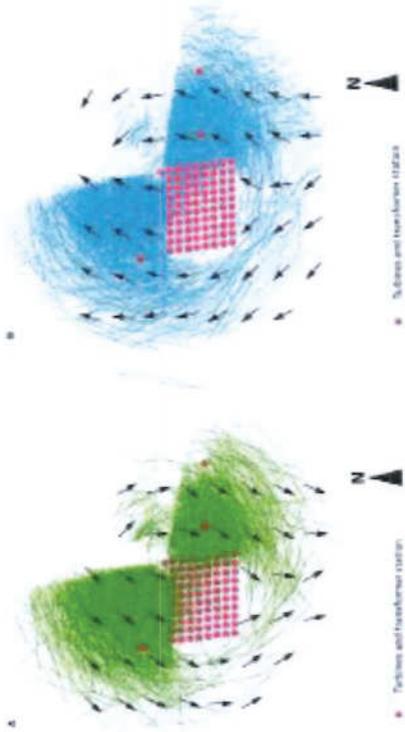


圖 1.6.2-7 丹麥 Horns Rev 風場(間距約 560 公尺)  
鳥類飛行路徑紀錄(營運期間)

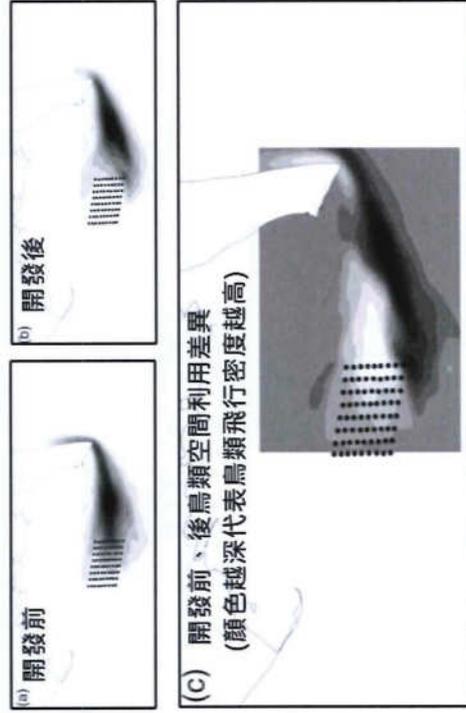


圖 1.6.2-8 丹麥 Nysted 風場(間距約 500 ~ 850 公尺)開發前後鳥類飛行密度紀錄(施工前、營運期間)

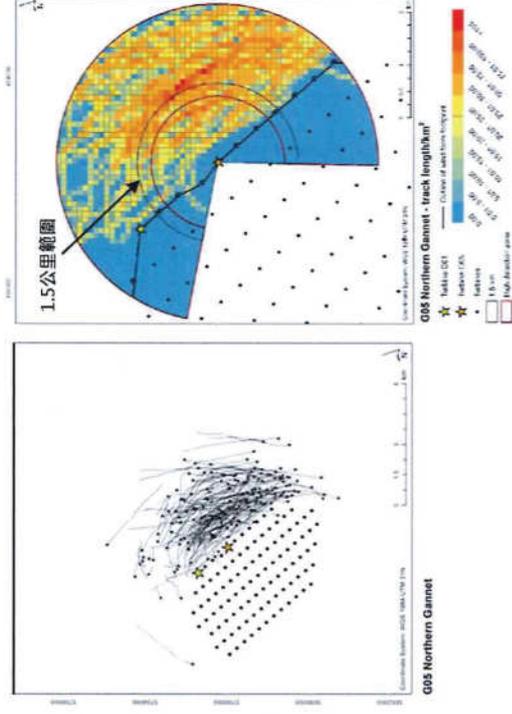
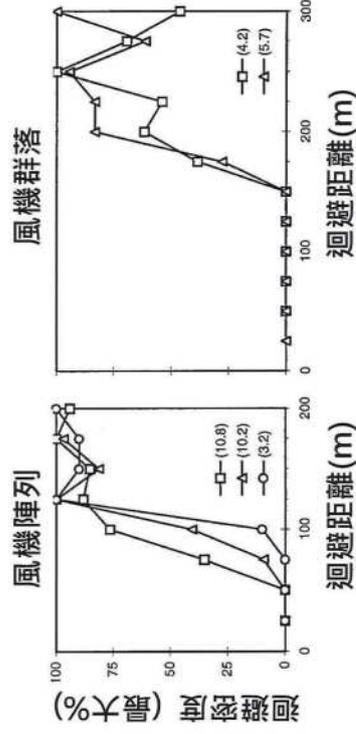


圖 1.6.2-9 英格蘭 Thanet 風場(間距約 500 ~ 800 公尺)  
鳥類飛行路徑及飛行密度紀錄(營運期間)



資料來源：Effects of wind turbines and other physical elements on field utilization by pink-footed geese: A landscape perspective, Larsen and Madsen, 2000.

圖 1.6.2-10 風機陣列及風機群落的鳥類迴避距離



### (三) 鳥類撞擊評估

海龍二號、三號風場變更後11 MW及15 MW風力發電機組配置造成的鳥類撞擊數量低於原環說最大撞擊數量(圖1.6.2-14)。其中，15MW配置所造成的鳥類撞擊量又較11MW配置少。15MW的風機，單支風機的旋轉半徑較大，葉片較寬，但其所需架設的風機支數較少，因此整體衝擊相對較小。

#### 1. 海龍二號

海龍二號風場於0.98的迴避率下，整體全年的撞擊數量估價值介於91.3~110.1隻。保育類最大撞擊數量估價值說明如下：

- (1) 11MW風機配置：0.98的迴避率下，海龍二號風場保育類全年的撞擊數量估價值分別約為玄燕鷗11隻、白眉燕鷗40隻和鳳頭燕鷗1隻。
- (2) 15MW風機配置：0.98的迴避率下，海龍二號風場保育類全年的撞擊數量估價值分別約為玄燕鷗9隻、白眉燕鷗33隻和鳳頭燕鷗1隻。

#### 2. 海龍三號

海龍三號風場於0.98的迴避率下，整體全年的撞擊數量估價值介於104.6~123.6隻。保育類最大撞擊數量估價值說明如下：

- (1) 11MW風機配置：0.98的迴避率下，海龍三號風場保育類全年的撞擊數量估價值分別約為魚鷹2隻、玄燕鷗14隻、白眉燕鷗24隻、小燕鷗<0.1隻、鳳頭燕鷗4隻。
- (2) 15MW風機配置：0.98的迴避率下，海龍三號風場保育類全年的撞擊數量估價值分別約為魚鷹2隻、玄燕鷗12隻、白眉燕鷗20隻、小燕鷗<0.1隻、鳳頭燕鷗3隻。

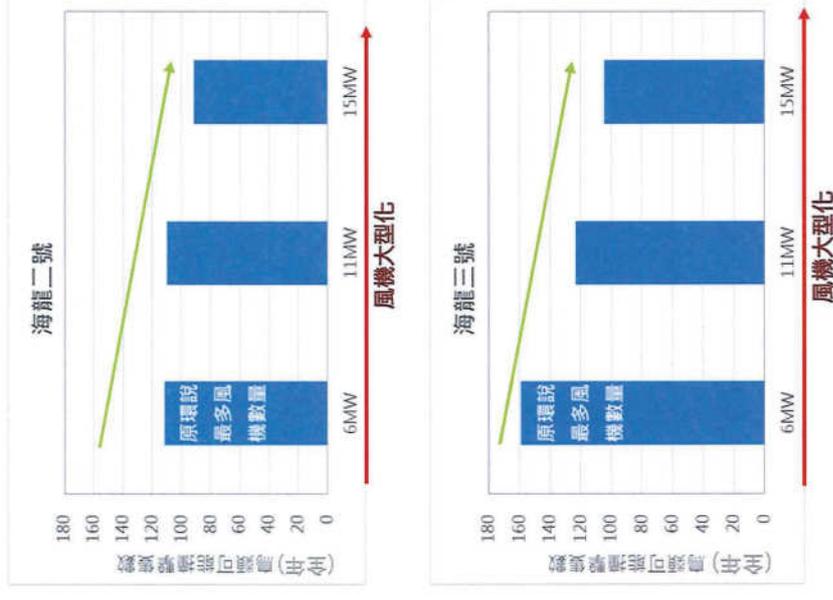


圖 1.6.2-14 海龍二號、三號不同風機配置下整體鳥類年撞擊隻次

#### (四) 環境減輕對策

本計畫已擬定鳥類環境保護對策，以降低本計畫開發對於鳥類生態環境衝擊。詳細內容說明如下：

##### 1. 施工前

- (1) 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。
- (2) 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繫放衛星追蹤，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。
- (3) 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。

##### 2. 施工期間

- (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。
- (2) 依民航局最新頒布之「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」設置航空警示燈，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。
- (3) 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益及最友善之設計及施工方法。
- (4) 將優先選用較大風機，以降低鳥類影響。
  - A. 風機大型化規劃，單機裝置容量除原6~9.5MW，並新增11~15MW規劃。
  - B. 6~9.5MW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)。新增之11~15MW風機間距將依風力機組型式及場址風況評估結果進行佈置，盛行風向間距至少1,158公尺，非盛行風向間距至少666公尺。
  - C. 與相鄰風場間距至少為葉片直徑6倍(依單機裝置容量不同約介於906~1,380公尺)。
  - D. 風機葉片距離海面高度至少25米。

##### 3. 營運期間

###### (1) 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，實際機架設完成後，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。

依民航局最新頒布之「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」設置航空警示燈，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) 觀測風場中鳥類活動

- A. 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。
- B. 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。
- C. 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。
- D. 海龍業(本業)、大彰化業及海鼎業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1.6.2-15，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。
- E. 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。

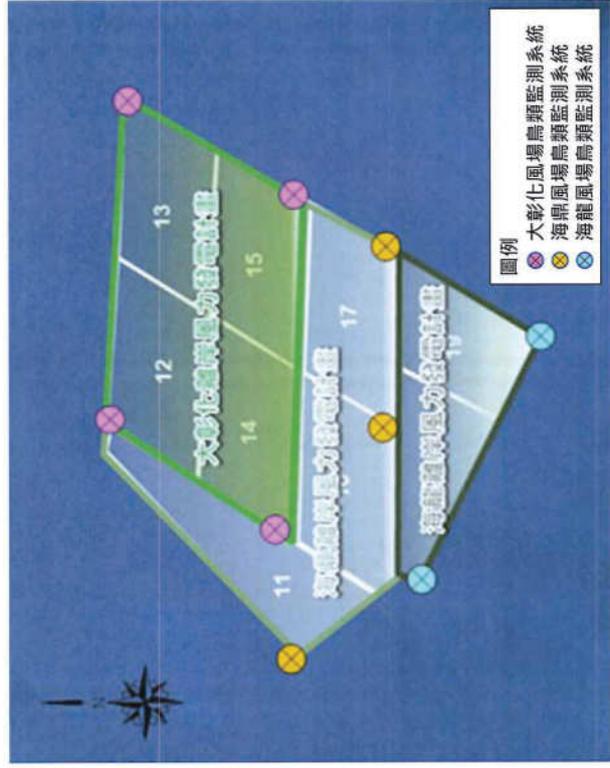


圖 1.6.2-15 海龍二號、海龍三號與相鄰風場聯合設置鳥類監測系統示意圖

## 1.7、江委員康鈺

一、前次會議意見回覆說明，提及降轉機制之作業訂定；開發單位建議目的事主管機關，研擬商業可行之機制，供業者共同遵循，此似欠缺開發者自主管理，及善盡生態保護責任之回應，請開發單位妥適回應與說明為佳。

說明：敬謝委員指教。考量離岸風場的特性，採用雷達進行自動化辨識鳥種，以達到啟動風機降轉機制似為目前較可行之方法，依據目前案例分析，鳥類降轉機制之基本條件為「明確分辨出欲保護目標鳥種及影響標的」，目前海龍二號、三號風場自環評階段以來，皆陸續蒐集風場內鳥類活動之相關資訊，調查資料顯示，目視調查到保育類為玄燕鷗(II)、白眉燕鷗(II)、鳳頭燕鷗(II)，飛行高度大多在0-25公尺，調查到保育類在其大小，身形和飛行速度等皆十分相似，因此要以雷達自動判定目標鳥種並啟動停機之方式現階段而言並不可行；而雷達調查顯示，鳥類過境期間整體飛行方向以南-北向、東北-西南向為主，與風機排列相符，與配合「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」及經濟部整體規劃，於海龍三號風場新增2,000公尺銜接鄰近風場連續之鳥類廊道大致相符，提供有利鳥類南北飛行廊道空間(圖1.7.1-1)，且海龍二號風場已配合公告直航航道退縮風場在先，場址面積縮減近40%，退縮寬度達3,500公尺，風場相鄰邊界依經濟部能源局於104年7月2日公佈之「離岸風力發電規劃場址申請作業要點」規定，各自退縮，留設寬度大於2,000公尺，而與北側相鄰風場亦依規定各自退縮，以總體空間而言，實際風場退縮空間均遠大於原規劃(圖1.7.1-2)。

本計畫考量對環境生態保護責任，基於鳥類雷達調查僅能記錄飛行筆數和飛行高度，無法判別鳥類隻數和鳥種侷限性，新增春、秋季鳥類過境期間每季執行3日次，夏、冬季每季執行1日次之鳥類雷達調查搭配鳥類目視調查，屆時將涵蓋春、夏、秋、冬季鳥類雷達調查資料，以釐清雷達資料和鳥種數量之關係。此外海龍二號、三號風場將於施工前執行海上鳥類船隻目視調查、海岸鳥類目視調查、24小時鳥類雷達調查、鳥類警戒衛星定位追蹤，施工期間執行海上鳥類船隻目視調查、海岸鳥類目視調查，並聯合大彰化及海鼎業設置鳥類監測系統，目視調查、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、累積長期監測資料。未來將結合相關文獻蒐集及考量風場環境區位特性，始進一步給與蒐集欲保護目標鳥種資訊，並依據經濟部能源局基於電業管理及風場一致性，參考國際作法及可行技術研擬之商業可行降轉機制，據以規劃具體可行之風機降轉或停機初步規劃，納入環境影響調查報告書，務使錄能與鳥類生態共存共榮發展。針對風機降轉機制規劃及鳥類監測資

(一) 風機降轉機制規劃

1. 依據離岸風場各開發單位共同委託歐洲具超過25年離岸風場工程與環評經驗之NIRAS顧問公司，進行關於風機降載或停機之研究資料分析及可行性研究結果，現階段「國外已營運之『離岸風場』中，並無運用風場降轉機制」之實際案例；而陸域已營運風場採用降轉/停機來減低鳥類撞擊風險之案例亦相當少。
2. 在少數採用全自動攝影機停機系統(如TADS、DIBird)之陸域風場中，因攝影機僅能偵測到特定風機之掃風範圍，且考量經濟可行性並無法於所有風機安裝攝影機，因此該系統之監測範圍僅侷限於風場內特定區域。再者，攝影機系統亦無法辨識目標鳥種，仍需要結合有經驗之觀測員進行目視觀測；由於辨識目標鳥種係為評斷停機條件中最基本的需求，因此，在可見的未來內，全自動攝影機停機系統不太可能發展為涵蓋整座離岸風場有效可行的選項。
3. 在全自動雷達停機系統案例中(如芬蘭Tahkoluoto陸域風場)，因其目標鳥種(白尾海雕和黑背海鵰)具有高度可辨識性始可以雷達進行偵測後自動判定；如白尾海雕因其體型相較當地可能出現鳥種大，因此可靠體型特徵辨識；而黑背海鵰因其飛行速度，明顯與當地其他鳥種不同，故可依其飛行速度辨識。當雷達接收到有靠近的鳥群，並辨識出為上述兩種鳥類時，在數置達到風險閾值，系統會將停機指令資訊傳到特定風機上，啟動停機機制；當風機不再收到指標性鳥種靠近之警示訊號後，會在數分鐘內自動開始運轉，而其他經過風場的鳥種則不會觸發停機。由於目前在台灣西部海域觀測到之保育類鳥種的鳥種則不會觸發停機。目前等皆十分相似，因此要以雷達自動判定目標鳥種並啟動停機之方式現階段而言並不可行。
4. 依據目前陸域案例分析，全自動鳥類監測停機系統之基本條件為「明確分辨出欲保護目標鳥種及影響標的」。設置觀察員為辨識目標鳥種之傳統方法，但在離岸風場施行上其高度限制性，除了整個監測期間皆需要要求觀測員滯留於風機上，在風場外側也需要部署人力來監測接近風場的鳥類；再加上海域氣象及作業環境限制考量，觀測員在海上進行長期目視觀測實務上較不可行。以雷達方式進行自動化辨識似為目前運用於離岸風場較可行之方法，但需要克服以雷達無法有效辨識鳥種之限制，且雷達偵測效能可能受天氣、海況、鳥類大小、距離及雷達規格等影響，因此如何在各種情境下準確辨識目標鳥種並即時判斷及撞擊風險為現階段之技術發展重點。

料蒐集，說明如下：

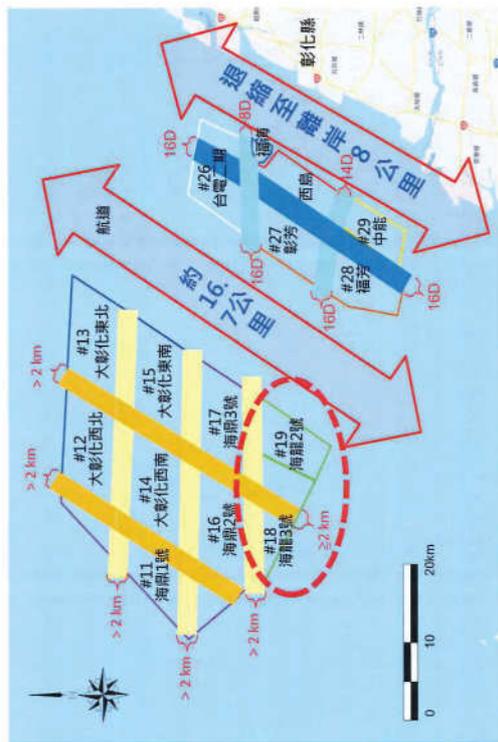


圖 1.7.1-1 海龍風場留設與鄰近風場連續之鳥類廊道

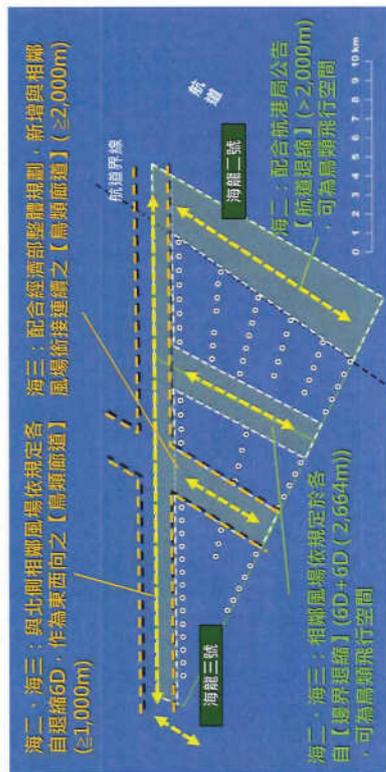


圖 1.7.1-2 海龍風場周邊鳥類飛行空間整體規劃

5. 整體而言，目前並無可行的降轉機制，未來在離岸風場中如要透過雷達監控系統，或影像監控系統，要辨識風場欲保護目標鳥種，則必須要有風場範圍內充足的調查資料，以確認欲保護目標鳥種的，確認不同鳥種型在監控系統可偵測距離，並定義其風險閾值；再者，該目標鳥種在體型、飛行模式或飛行速度上等特徵，應有其獨特性且容易辨識性，才有利於將其建置於雷達監控系統，或影像監控系統，以能夠明確辨識。因此，在可預見的將來，由於自動感應器的限制(包含鳥類偵測機率可能因鳥類大小、天氣、海況產生變動；無法分辨鳥種等)，並無法於離岸風場裝設能夠符合需求之全自動停機系統。

6. 目前彰化雲林地區各風場自環評階段以來，皆陸續蒐集集風場內鳥類活動之相關資訊，惟因海域調查之限制，目前掌握之調查資料尚屬有限，故尚無可行方案，仍有待營運階段以固定式連續監測系統(包含雷達、監視設備、熱影像和音波麥克風)長期監測資料之累積，並結合相關文獻蒐集及考量各風場環境區位特性，始進一步給予欲保護目標鳥種和大規模穿越定義，並視該階段國外各風場於鳥類監控設備及自動化啟動降轉(停機)機制之發展技術，綜合評估後研擬適宜各風場之降轉(停機)機制。

7. 依據「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」環境影響評估審查委員會決議內容，海龍二號、三號風場將依據營運前(含施工前、中、後)之環境監測資料，於風場取得電業執照後半年內提出環境影響調查報告書(含具體可行之風機降轉(停機)機制)送審。

風機降轉或停機初步規劃方面，海龍二號、海龍三號風場將依據經濟部能源局基於電業管理及風場一致性，參考國際作法及可行技術研擬之商業可行降轉機制，據以規劃具體可行之風機降轉或停機初步規劃，納入環境影響調查報告書，務使錄能與鳥類生態共存共榮發展。

## (二) 規劃鳥類降轉機制之監測資料蒐集

海龍二號、三號風場將蒐集施工前、中、後之環境監測資料，於營運後半年內提出環境影響調查報告書送審。施工前執行海上鳥類船隻目視調查、海岸鳥類目視調查、24小時鳥類雷達調查、鳥類繫放衛星定位追蹤，施工期間執行海上鳥類船隻目視調查、海岸鳥類目視調查，營運階段執行海上鳥類船隻目視調查、海岸鳥類目視調查，並聯合大彰化案及海鼎案設置鳥類監測系統，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。相關環境監測計畫及環境保護對策，

說明如下：

### 1. 施工前

執行海上鳥類船隻目視調查、海岸鳥類目視調查、24小時鳥類雷達調查及鳥類繫放衛星定位追蹤，以蒐集施工前環境背景資料，詳表1.7.1-1所示。

### 2. 施工期間

執行海上鳥類船隻目視調查、海岸鳥類目視調查，以了解施工行為對環境影響，檢討鳥類保護對策，詳表1.7.1-2所示。

### 3. 營運期間

(1) 執行海上鳥類船隻目視調查、海岸鳥類目視調查，以了解風機運轉對環境影響，詳表1.7.1-3所示。

(2) 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1.7.1-3，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。

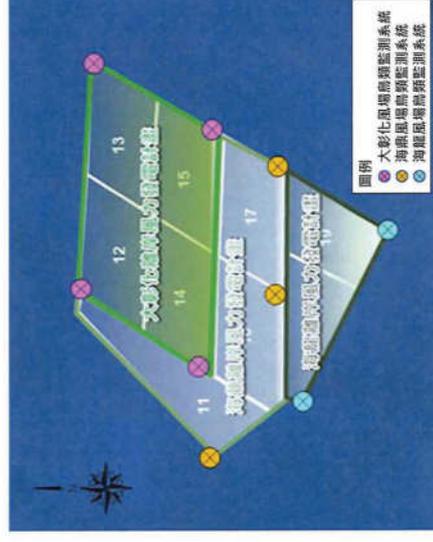


圖 1.7.1-3 本計畫與鄰近風場聯合設置鳥類監測系統示意圖

表 1.7.1-1 施工前鳥類環境監測計畫表

| 類別   | 監測項目  | 地點                   | 頻率  |
|------|---|----------------------|---|
| 鳥類生態 | 1.海上鳥類船隻目視調查：種類、數量、棲身及活動情形、飛行路徑、季節性之族群變化等         | 風場範圍                 | 施工前執行1年<br>其中春、夏、秋季每月1次，冬季每季1次，共進行10次調查   |
|      | 2.海岸鳥類目視調查：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) | 上岸點鄰近海岸              |   |
|      | 鳥類雷達調查<br>(24HR/垂直及水平雷達)                          | 風場範圍                 | 施工前執行2年<br>每年進行17日次調查<br>其中春、夏季每季5日次，秋季每季6日次，冬季每季1日次<br>每年進行8日次調查<br>其中春、秋季每季3日次，夏季、冬季每季1日次 |
|      | 4.鳥類繫放衛星定位追蹤                                      | 1.彰化海岸鳥類<br>2.澎湖鳳頭燕鷗 | 施工前執行一次   |

表 1.7.1-2 施工期間鳥類環境監測計畫表

| 類別   | 監測項目  | 地點      | 頻率                               |
|------|---|---------|----------------------------------|
| 鳥類生態 | 1.海上鳥類船隻目視調查：種類、數量、棲身及活動情形、飛行路徑、季節性之族群變化等               | 風場範圍    | 每年進行10次調查<br>春、夏、秋季每季每月1次，冬季每季1次 |
|      | 2.海岸鳥類目視調查：種類、數量、棲身及活動情形、飛行路徑、季節性之族群變化等(含岸上鳥類鄰近海岸陸鳥及水鳥) | 上岸點鄰近海岸 |                                  |

表 1.7.1-3 營運期間鳥類環境監測計畫表

| 類別   | 監測項目  | 地點      | 頻率                              |
|------|---|---------|---------------------------------|
| 鳥類生態 | 1.海上鳥類船隻目視調查：種類、數量、棲身及活動情形、飛行路徑、季節性之族群變化等         | 風場範圍    | 每年進行10次調查<br>春、夏、秋季每月1次，冬季每季1次。 |
|      | 2.海岸鳥類目視調查：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) | 上岸點鄰近海岸 | (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) |

## 1.8、吳委員義林

一、海龍3號(#18)與海龍2號(#19)間之退縮應改到延續#16與#17、#14與#15及#12與#13間之飛行廊道，以直線延續飛行廊道。

說明：敬謝委員指教。有關於海龍二號與三號間退縮，調整延續海龍2號(#16)、海龍3號(#17)風場及大彰化西北(#12)、東北(#13)、西南(#14)、東南(#15)風場間鳥類飛行廊道，經與經濟部能源局溝通後，補充說明如下：

(一)依據「離岸風電規劃場址申請作業要點」規定，與相鄰潛力場址之邊界應留設6倍最大轉子直徑做為緩衝區。

(二)海龍二號、海龍三號風場已依據「離岸風電規劃場址申請作業要點」規定完成規劃場址申請後，另依「離岸風力發電規劃場址容量分配作業要點」規定完成場址容量分配在案，故「海龍二號與三號間鳥類風場退縮規定應符合前述已核准之許可文件及行政程序，確屬不可行。綜合考量本案推動仍應符合前述已核准之許可文件及行政程序，建議委員諒察本案仍應於海龍二號、海龍三號風場間分別留設6倍最大轉子直徑做為緩衝區。

本次變更配合「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」及經濟部整體規劃，於海龍三號風場新增2,000公尺銜接鄰近風場連續之鳥類廊道，以營造有利鳥類南北飛行方向，詳圖1.8.1-1所示。

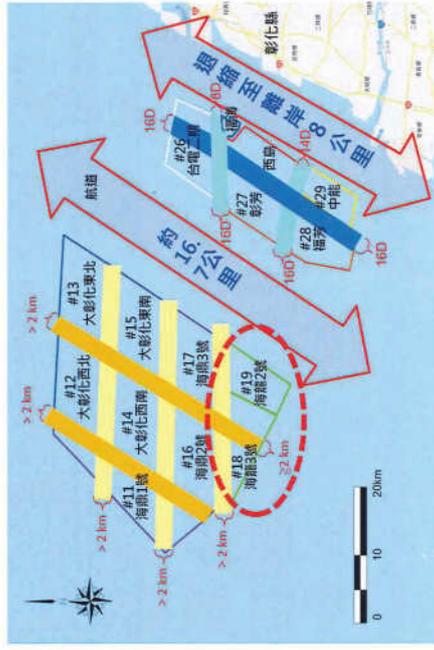


圖 1.8.1-1 海龍風場留設與鄰近風場連續之鳥類廊道

## 1.9、游委員勝傑

一、鳥類撞擊評估是否有考量風扇邊緣之風場變化、鳥類體型、飛行速度之關連性。

說明：敬謝委員指教。本計畫鳥類撞擊評估方法採用Band Model (Band 2012, Masden 2015)，在98%的迴避率下進行模擬，經由實地調查獲取風場範圍內各季/各月的鳥類物種及密度，並蒐集分析模式所需的各項參數(表1.9.1-1)，如生物參數與風機參數兩項；其中生態參數包含：體長與翼展、飛行速度、飛行行為參數、日間鳥類密度、飛行高度落在旋轉區的機率；風場及風機參數則包括：風機扇葉數目、風機旋轉角速度、葉片旋轉區半徑、風機總數量、一年中風機預計運轉的時間比例等等，再運用數學模式估算撞擊風險，未計入風扇邊緣之風場變化。

**Band Model**模式敏感因子為鳥類體型及飛行速度。鳥類體型較大增加發生碰撞的機率；較快的飛行速度則有兩方面的效應，一方面在相同鳥類密度下，鳥類飛行速度較快等同於較大的通量，但在鳥類穿過風機旋轉區速度較快時，單次通過的撞擊風險較小，整體而言，鳥類的飛行速度與撞擊量呈正相關。

表 1.9.1-1 海龍三號風場鳥類撞擊評估參數符號說明

| 風機規格參數                 |   |
|------------------------|---|
| b                      | 風機扇葉數目                                    |
| Ω                      | 風機旋轉角速度 (rpm)                             |
| c                      | 葉片最大寬度 (m)                                |
| γ                      | 葉片傾斜角度 (degree)                           |
| R                      | 旋轉區半徑 (m)                                 |
| r                      | 旋轉區上任何一點至旋轉中心的距離(m)                       |
| 風場與環境參數                |   |
| N                      | 風場內的風機總數量                                 |
| Q <sub>op</sub>        | 一年中風機預計運轉的時間比例 <sup>註1</sup>              |
| T <sub>day</sub>       | 白天時間長度 (hr)                               |
| T <sub>night</sub>     | 夜晚時間長度 (hr)                               |
| 通用鳥類參數                 |   |
| A                      | 迴避率                                       |
| 植物種或類群而定鳥類參數           |   |
| L                      | 體長 (m)                                    |
| W                      | 翼展 (m)                                    |
| V                      | 飛行速度 (m/s)                                |
| F                      | 飛行行為參數                                    |
| D <sub>A</sub>         | 日間鳥類密度/(km <sup>2</sup> ) <sup>註3</sup>   |
| f <sub>night</sub>     | 夜間鳥類活動密度/(km <sup>2</sup> ) <sup>註3</sup> |
| Q <sub>DR</sub>        | 飛行高度落在旋轉區的機率(%)                           |
| flapping               |   |
| 依風場實際調查而異，詳原說表 6.1.4-4 |   |
| 1                      | 1   |
| 3.8                    | 12.8                                      |
| 16                     | 1   |
| 0.9                    | 0.5                                       |
| 70.2                   | 0.5                                       |

註1：若缺乏資料，使用模式預設值或建議值。

註2：根據風場緯度計算。

註3：燕鷗夜間活動係數採用 1.0(5)，係數 1.0(5)表其夜間活動和日間活動的占比是相當的。

## 1.10、白委員子易

一、「鳥類撞擊評估」部分，由於Band Model需輸入之參數繁多(Band et al., 2007; Band, 2012)，請補充說明：

(一)請製表逐項說明相關參數，並與「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」之內容互相查核是否有不一致之處。

說明：敬謝委員指教。本計畫鳥類撞擊評估方法採用Band Model (Band 2012, Masden 2015)，在98%的迴避率下進行模擬，經由實地調查獲取風場範圍內各季/各月的鳥類物種及密度，並蒐集分析模式所需的各項參數，如生物參數與風機參數兩項；其中生態參數包含：體長與翼展、飛行速度、飛行行為參數、日間鳥類密度、飛行高度落在旋轉區的機率；風場及風機參數則包括：風機扇葉數目、風機旋轉角速度、葉片旋轉區半徑、風機總數量、一年中風機預計運轉的時間比例等等，再運用數學模式估算撞擊風險。除海龍三號風場特有之參數外，相同的參數已與「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」之內容互相查核，詳表 1.10.1.1-1所示。

表 1.10.1.1-1 海龍三號風場鳥類撞擊評估參數符號說明

| 風機規格參數               |   |
|----------------------|---|
| b                    | 風機扇葉數目                                    |
| Ω                    | 風機旋轉角速度 (rpm)                             |
| c                    | 葉片最大寬度 (m)                                |
| γ                    | 葉片傾斜角度 (degree)                           |
| R                    | 旋轉區半徑 (m)                                 |
| r                    | 旋轉區上任何一點至旋轉中心的距離(m)                       |
| 風場與環境參數              |   |
| N                    | 風場內的風機總數量                                 |
| Q <sub>op</sub>      | 一年中風機預計運轉的時間比例 <sup>註1</sup>              |
| T <sub>day</sub>     | 白天時間長度 (hr)                               |
| T <sub>night</sub>   | 夜晚時間長度 (hr)                               |
| 通用鳥類參數               |   |
| A                    | 迴避率                                       |
| 植物種或類群而定鳥類參數         |   |
| L                    | 體長 (m)                                    |
| W                    | 翼展 (m)                                    |
| V                    | 飛行速度 (m/s)                                |
| F                    | 飛行行為參數                                    |
| D <sub>A</sub>       | 日間鳥類密度/(km <sup>2</sup> ) <sup>註3</sup>   |
| f <sub>night</sub>   | 夜間鳥類活動密度/(km <sup>2</sup> ) <sup>註3</sup> |
| Q <sub>DR</sub>      | 飛行高度落在旋轉區的機率(%)                           |
| flapping             |   |
| 依風場實際調查而異，詳表 6.1.4-4 |   |
| 1                    | 1   |
| 3.8                  | 12.8                                      |
| 16                   | 1   |
| 0.9                  | 0.5                                       |
| 70.2                 | 0.5                                       |

註1：若缺乏資料，使用模式預設值或建議值。

註2：根據風場緯度計算。

註3：燕鷗夜間活動係數採用 1.0(5)，係數 1.0(5)表其夜間活動和日間活動的占比是相當的。

(二)不同鳥種相對迴避率之設定，是否屬嚴劣情境？

說明：敬謝委員指教。本計畫參考蘇格蘭自然遺產組織(Scottish Natural Heritage)及英國鳥類信託協會(British Trust for Ornithology)彙整陸域及海上風場現有迴避率資訊，以及Cook et al. (2014)針對北方塘鵝與鸚鵡科陸域研究，除了紅隼與白尾海鵰迴避率為95%，其餘鳥種(包括多種猛禽)迴避率大於98%，且大部分物種都在99%以上，故本計畫進行Band Model的模擬時，針對缺乏相關資訊的鳥種採用98%的迴避率進行撞擊風險評估。另蘇格蘭自然遺產組織建議同時估算95%與99%迴避率下的情境做為參考。本計畫已針對95%、98%及99%迴避率進行評估，說明如下：

1. 鳥類撞擊評估(迴避率95%)

海龍三號風場於0.95的迴避率下，整體全年的撞擊數量估值介於261.2~308.2隻，詳表1.10.1.2-1所示。保育類最大撞擊數量估值說明如下：

(1) 11MW風機配置：0.95的迴避率下，海龍三號風場保育類全年的撞擊數量估值分別為魚鷹5隻、玄燕鷗35隻、白眉燕鷗61隻、小燕鷗<0.1隻、鳳頭燕鷗9隻。

(2) 15MW風機配置：0.95的迴避率下，海龍三號風場保育類全年的撞擊數量估值分別為魚鷹5隻、玄燕鷗29隻、白眉燕鷗51隻、小燕鷗<0.1隻、鳳頭燕鷗7隻。

2. 鳥類撞擊評估(迴避率98%)

海龍三號風場於0.98的迴避率下，整體全年的撞擊數量估值介於104.6~123.6隻，詳表1.10.1.2-1所示。保育類最大撞擊數量估值說明如下：

(1) 11MW風機配置：0.98的迴避率下，海龍三號風場保育類全年的撞擊數量估值分別為魚鷹2隻、玄燕鷗14隻、白眉燕鷗24隻、小燕鷗<0.1隻、鳳頭燕鷗4隻。

(2) 15MW風機配置：0.98的迴避率下，海龍三號風場保育類全年的撞擊數量估值分別為魚鷹2隻、玄燕鷗12隻、白眉燕鷗20隻、小燕鷗<0.1隻、鳳頭燕鷗3隻。

3. 鳥類撞擊評估(迴避率99%)

海龍三號風場於0.99的迴避率下，整體全年的撞擊數量估值介於51.9~61.7隻，詳表1.10.1.2-1所示。保育類最大撞擊數量估值說明如下：

(1) 11MW風機配置：0.99的迴避率下，海龍三號風場保育類全年的撞擊數量估值分別為魚鷹1隻、玄燕鷗7隻、白眉燕鷗12隻、小燕鷗<0.1隻、鳳頭燕鷗2隻。

(2) 15MW風機配置：0.99的迴避率下，海龍三號風場保育類全年的撞擊數量估值分別為魚鷹1隻、玄燕鷗6隻、白眉燕鷗10隻、小燕鷗<0.1隻、鳳頭燕鷗1隻。

表 1.10.1.2-1 海龍三號風機配置 11MW 及 15MW 模擬年撞擊隻次

| 中文名稱   | 學名                             | 迴避率 0.95 |       | 迴避率 0.98 |       | 迴避率 0.99 |       |
|--------|--------------------------------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|
|        |                                | 11 MW    | 15 MW | 11 MW    | 15 MW | 11 MW    | 15 MW |
| 穴鳥     | <i>Buhveria buhvertii</i>      | <0.1     | <0.1  | <0.1     | <0.1  | <0.1     | <0.1  |
| 黑背白腹穴鳥 | <i>Pseudobuheria rostrata</i>  | <0.1     | <0.1  | <0.1     | <0.1  | <0.1     | <0.1  |
| 大水燕鷗   | <i>Catantretris leucomelas</i> | <0.1     | <0.1  | <0.1     | <0.1  | <0.1     | <0.1  |
| 未知雁形目  | <i>Procellariiformes spp.</i>  | <0.1     | <0.1  | <0.1     | <0.1  | <0.1     | <0.1  |
| 白腹鷓鴣   | <i>Sitta leucogaster</i>       | <0.1     | <0.1  | <0.1     | <0.1  | <0.1     | <0.1  |
| 小白鷺    | <i>Egretta garzetta</i>        | 2.5      | 2.1   | 1.0      | 0.8   | 0.5      | 0.4   |
| 魚鷹     | <i>Pandion haliaetus</i>       | 5.4      | 4.6   | 2.2      | 1.8   | 1.1      | 0.9   |
| 紅領鵞足鵞  | <i>Phalaropus lobatus</i>      | <0.1     | <0.1  | <0.1     | <0.1  | <0.1     | <0.1  |
| 未知鵞鴨類  | <i>Charadriiformes spp.</i>    | 107.2    | 92.5  | 42.9     | 37.0  | 21.4     | 18.5  |
| 未知鷓鴣   | <i>Laridae spp.</i>            | 5.8      | 4.8   | 2.3      | 1.9   | 1.2      | 1.0   |
| 玄燕鷗    | <i>Anous stolidus</i>          | 34.6     | 28.9  | 13.8     | 11.6  | 6.9      | 5.7   |
| 白眉燕鷗   | <i>Onychoprion anaethetus</i>  | 60.5     | 50.7  | 24.4     | 20.4  | 12.1     | 10.0  |
| 小燕鷗    | <i>Sterna albifrons</i>        | <0.1     | <0.1  | <0.1     | <0.1  | <0.1     | <0.1  |
| 鸚嘴燕鷗   | <i>Gelochalidon nilotica</i>   | 5.7      | 4.8   | 2.3      | 2.0   | 1.2      | 0.9   |
| 白翅黑燕鷗  | <i>Chlidonias leucopterus</i>  | 2.3      | 2.1   | 0.9      | 0.8   | 0.5      | 0.4   |
| 鳳頭燕鷗   | <i>Thalasseus bergii</i>       | 9.0      | 7.4   | 3.6      | 3.0   | 1.8      | 1.4   |
| 未知燕鷗   | <i>Sternae spp.</i>            | 74.2     | 62.4  | 29.6     | 25.0  | 14.8     | 12.5  |
| 家燕     | <i>Hirundo rustica</i>         | 0.5      | 0.5   | 0.2      | 0.2   | 0.1      | 0.1   |
| 未知燕科   | <i>Hirundinidae spp.</i>       | 0.5      | 0.4   | 0.2      | 0.2   | 0.1      | 0.1   |
| 合計     |                                | 308.2    | 261.2 | 123.6    | 104.6 | 61.7     | 51.9  |

二、請補充說明變更後，「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」中「葉片間漩渦及末端氣流擾動影響及可利用空間檢核」，是否需重新評估。

說明：敬謝委員指教。「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」中「葉片間漩渦及末端氣流擾動影響及可利用空間檢核」主要目標為了解風機旋轉時，於葉片間產生漩渦及氣流對鳥類的可能影響。

由於風力發電之原理係擷取環境風能，以轉化為電能輸出，而是被動性的接受氣流的撞擊，進而造成扇葉轉動，因此會隨周遭環境風場之風速高低變化，驅動風機扇葉進行不同轉速之轉動。經模擬結果顯示(圖1.10.2-1-2)，風機旋轉範圍、前方與後方均呈現減速現象，風能在風機扇葉前方約 40 公尺處已開始呈現減速現象；風機旋轉範圍外約20公尺區域有局部氣流擾動，呈現增進現象；由此結果可證，鳥類倘飛行經過風機扇葉前方時，風機不會將鳥類吸入並撞擊扇葉。

三、請補充說明變更後，相關的地質安全、結構安全、是否需重新評估。

說明：敬謝委員指教。本計畫已於環說階段針對風場地形地質進行調查，調查項目包含高解析淺層地質震測、火花放電式淺層地質震測、探鑽取樣及圓錐貫入試驗、高密度水深探測等，以了解風場海域地形地質環境現況。並規劃於結構設計階段將採用鑽探及震測圓錐貫入試驗、機率型地震危害度分析、SHAKE軟體分析、Nataraja & Gill簡易經驗法等進行土壤液化潛能評估，以評估最適風機基礎及結構設計。且原環說已承諾將於施工前進行更詳盡地質調查與鑽探，據以進一步評估地質安全、結構安全規劃，作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。

(一) 環評階段地形地質調查結果

本計畫已於環說階段針對風場地形地質進行調查，調查項目包含高解析淺層地質震測、火花放電式淺層地質震測、探鑽取樣及圓錐貫入試驗、高密度水深探測等，以了解風場海域地質環境狀況，說明如下：

1. 海域地形

風場海床主要為沙波地形，呈西北-東南走向，西南翼較緩，東北翼較陡，沙波略有向東北移動的趨勢，詳圖1.10.3-1。

2. 海域地質

- (1) 依據地質震測及鑽探調查結果，風場海域未有已知的活動斷層。
- (2) 依據鑽探調查結果，地質以未膠結之粉土質砂、粉土與黏土為主，調查位置及結果詳圖1.10.3-2及圖1.10.3-3所示。

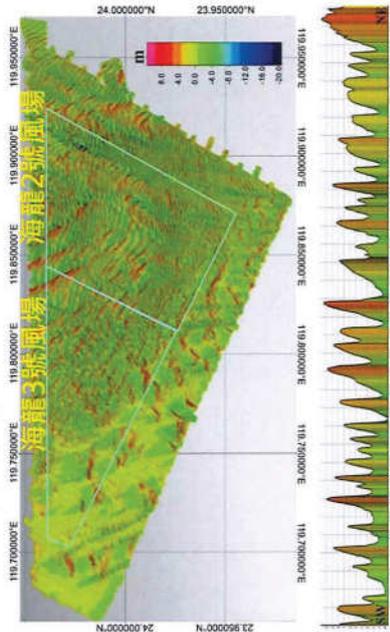


圖 1.10.3-1 海底地形圖

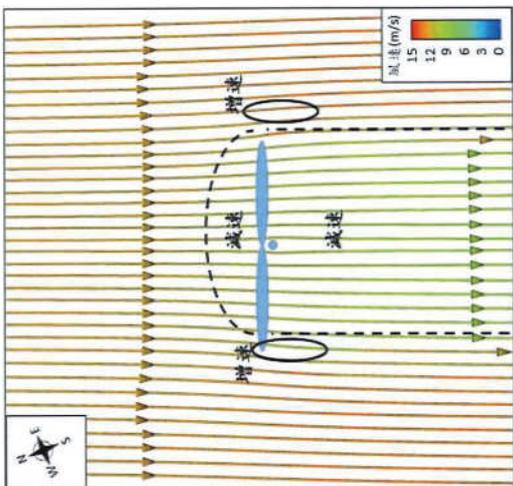


圖 1.10.2-1 風機沿扇葉中心高度之水平剖面流場分布圖

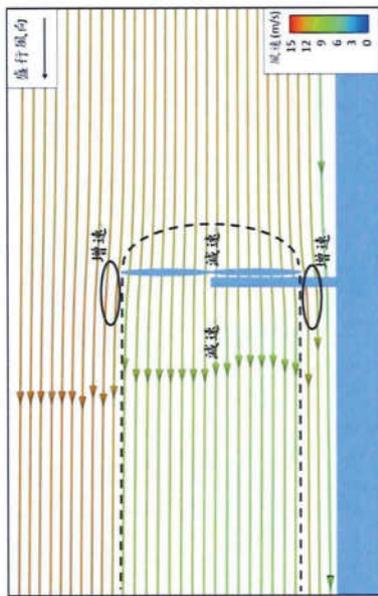


圖 1.10.2-2 風機沿盛行風向之垂直剖面流場分布圖

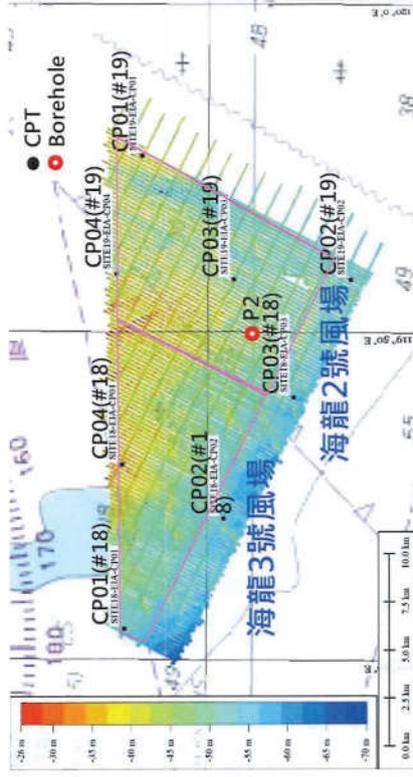


圖 1.10.3-2 地質鑽孔位置圖

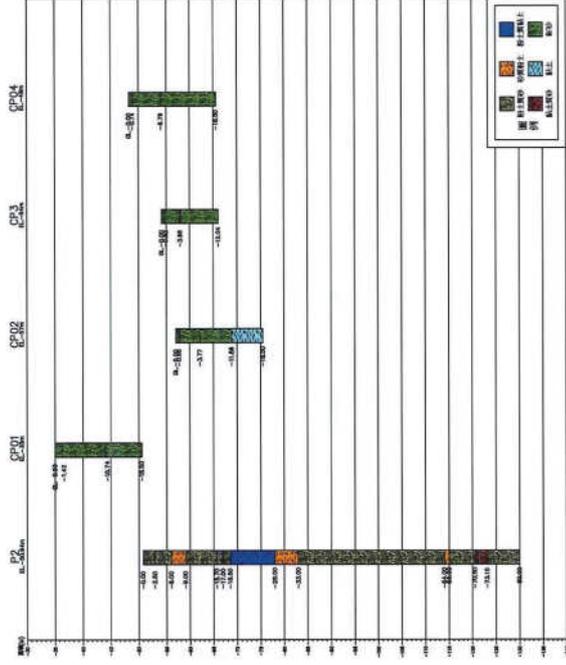


圖 1.10.3-3 地層地質柱狀圖

(二) 結構設計階段地震、斷層、土壤液化危害度分析規劃

結構設計階段將採用鑽探及震測圓錐貫入試驗、機率型地震危害度分析、SHAKE軟體分析、Nataraja & Gill簡易經驗法等進行土壤液化潛能評估，以評估最適風機基礎及結構設計。說明如下：

1. 針對鑽探及震測圓錐貫入試驗 (Seismic CPT) 進行計算分析和比對，以確定設計地震條件下的液化層。
2. 風機結構設計階段將進行機率型地震危害度分析以符合API RP 2EQ 規範中L3的暴露等級，並據以進行液化潛能分析。分析項目包含所有台灣鄰近斷層對海龍場址的影響以及產生的機率危害曲線。
3. 進行SHAKE軟體分析，以獲得受當地土壤影響的局部設計頻譜，確認液化潛能。
4. 考量颱風波浪引起的海床土壤液化分析，參考國外經驗，採用Nataraja & Gill簡易經驗法進行分析。
5. 另原環說已承諾將於施工前進行更詳盡地質調查與鑽探，據以進一步評估地質安全、結構安全規劃，作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。

1.11、江委員鴻龍

一、應審慎考量原規劃盛行風7D(風機葉片直徑)、非盛行風5D之原則 (國外亦有相關文獻探討風機間距與葉片尺寸之關聯)，若因風機容量增大(6.0-9.5MW增至11-15MW)，無法再採用5D-7D之原則，應有相關合理分析之佐證資料，以改變原環說書之規劃設計。而非目前回覆意見陳述因風場可利用面積改變、壓縮等諸多原因，而無法達成原規劃之準則。

說明：敬請委員指教。原環說風機間距規劃為參考歐洲北海案例建議盛行風向大於7D、非盛行風向大於5D，並未考量為類實際飛行習性。實務上風機間距之佈置原則，係由風機供應商根據個案風場之設置容量及面積、基地形狀、安全距離、其他相關限制等條件，依據所選用之不同單機容量，做出包含風機間距原則之最佳化配置建議，其中間距倍數僅作為輔助陳述風機間距之用，尚無法以個案風場之同等間距倍數，作為所有風場之規劃依據，實務上亦未有此國際準則。故本計畫係依據上述考量原則，由風機供應商訂定合理可行之間距條件，建議委員諒察。

本次變更海龍三號風場為配合「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」及經濟部整體規劃，於風場開發面積及總裝置容量等設置條件均維

持不變下，為營造有利鳥類南北飛行方向，於海龍三號風場新增2,000公尺銜接鄰近風場連續之鳥類廊道(詳圖1.1.1.1-1)；且海龍二號風場已配合公告直航航線退縮風場在先，場址面積縮減近40%，退縮寬度達3,500公尺，海龍二號、三號風場相鄰邊界經濟部能源局於104年7月2日公佈之「離岸風力發電場現勘場址申請作業要點」規定，各自退縮，留設寬度大於2,000公尺，而與北側相鄰風場亦依規定各自退縮。

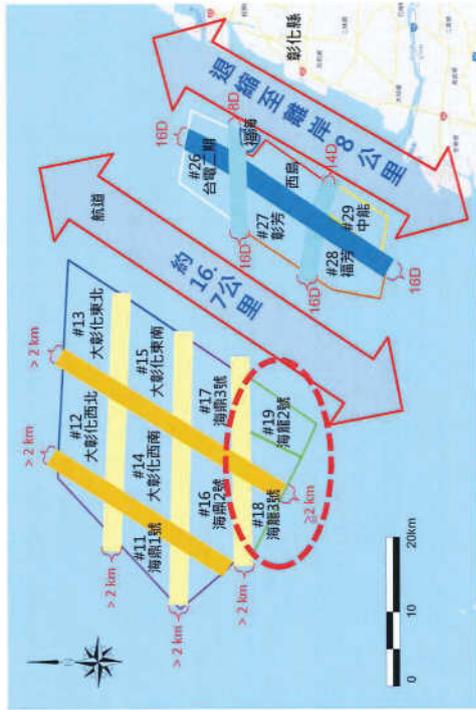


圖 1.1.1.1-1 海龍風場留設與鄰近風場連續之鳥類廊道

本次變更新增11~15MW風機，因有留設銜接連續之鳥類廊道、直航航線及邊界退縮規定之限制，若採原環說6~9.5MW之間距條件佈置(盛行風向7D及非盛行風向5D)，且再於海三風場內留設鳥類廊道，風機排數將達5~7排之多，且無法達成政府契約容量；若採盛行風向1,158公尺及非盛行風向666公尺之間距條件佈置，並於海三風場內留設鳥類廊道，風機排數僅3~6排，相較排數更少，且在風場面積的限制下，尚可達成政府契約容量，詳圖1.1.1.1-2所示。故本次變更將原非盛行風向之最小風機間距755公尺微調縮減為666公尺，間距縮減之差異值約89公尺，但海三風場中央新增鳥類廊道(約2,000公尺)、航線退縮(約3,000~3,500公尺)、邊界退縮(14MW雙側約2,664公尺)，若以總體間距空間而言，實際風機留設間距、風場退縮空間均均遠大於原規劃，詳圖1.1.1.1-3所示。

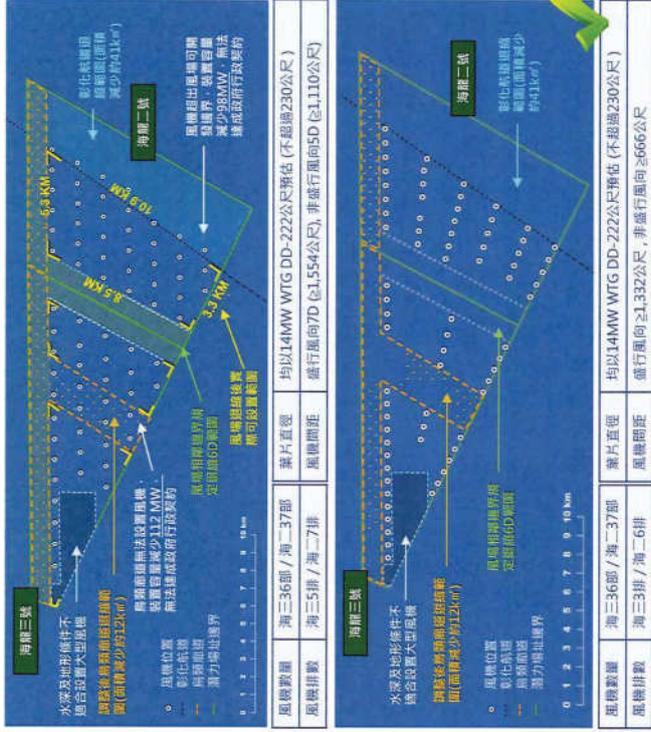


圖 1.1.1.1-2 新增 14MW 採 5D&7D 風機間距規劃及採 666 公尺 & 1,158 公尺間距規劃比較

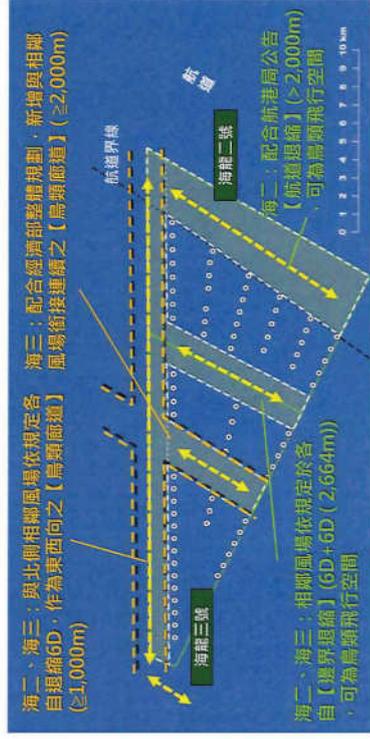


圖 1.1.1.1-3 海龍風場周邊鳥類飛行空間整體規劃

本計畫彙整2006年至今國內外監測調查研究案例顯示，鳥類飛行方向與大範圍廊道空間顯著相關，大部分鳥類會主動迴避風場，約佔97%，進入風場後的鳥類絕大多數(99.4%)於風機間會自行迴避(ORJIP Bird Collision Avoidance Study, Final Report, 2018)，迴避距離約100~200公尺(Larsen and Madsen, 2000)，顯示鳥類比人類想像中更會迴避風機。另參考「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」中「葉片間漩渦及末端氣流擾動影響及可利用空間檢核」評估結果，由於風力發電之原理係擷取環繞風能，以轉化為電能輸出，而是被動性的接受氣流的撞擊，進而造成扇葉轉動，因此會隨週邊環境風場之風速高低變化，驅動風機扇葉進行不同轉速之轉動。經模擬結果顯示(圖1.11.1-4~5)，風機旋轉範圍、前方與後方均呈現減速現象，風能在風機扇葉前方約40公尺處已開始呈現減速現象；風機旋轉範圍外約20公尺區域有局部氣流擠壓，呈現增速現象；由此結果可證，鳥類飛行經過風機扇葉前方時，風機不會將鳥類吸入並撞擊扇葉。此外，本計畫經鳥類撞擊評估結果顯示，變更後111MW及15MW風機配置造成的鳥類撞擊數量低於原環說(6~9.5MW)最大撞擊數量，大型化風機所需架設的風機支數較少，因此整體衝擊相對較小。

本計畫已蒐集國內外施工或營運中風場淨間距實例(表1.11.1-1)，留設淨間距約為301~410公尺，本次變更新增11MW~15MW大型化風機方案，風機最小間距為666公尺，以最有可能採用之14MW風機估算最小淨間距為444公尺，不小於國內外風場淨間距實例，提供鳥類於風機間飛行迴避空間。

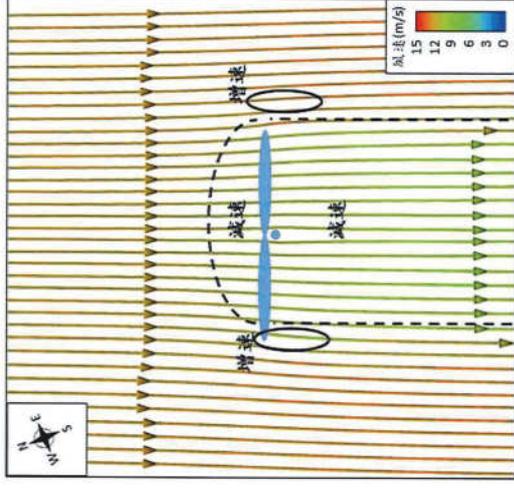


圖 1.11.1-4 風機沿扇葉中心高度之水平剖面流場分布圖

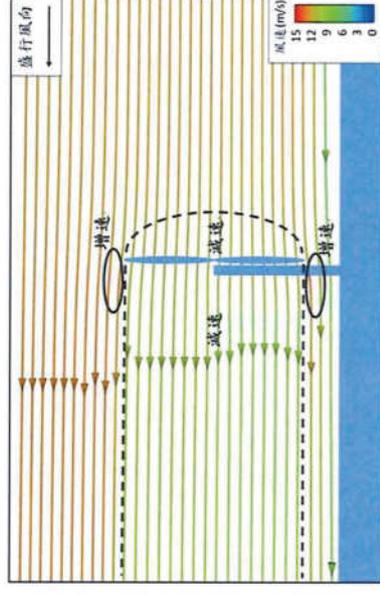


圖 1.11.1-5 風機沿盛行風向之垂直剖面流場分布圖

表 1.1.1.1-1 海龍風場與國內外施工或營運中風場之風機間淨間距值比較表

| 名稱              | 本計畫風場 | 丹麥 Nysted 風場 | 英格蘭 Thanet 風場 | 德國 Nordsee 1 風場 | 台灣 海洋風場 (Formosa 1) | 台灣 大彰化東南風場 |
|-----------------|-------|--------------|---------------|-----------------|---------------------|------------|
| 單機裝置容量 (MW)     | 14    | 2.3          | 3.0           | 6.0             | 6.0                 | 8.0        |
| 風機最小間距 (A)      | 666   | 480          | 500           | 500             | 455                 | 500        |
| 風機最小直徑 (B)      | 222   | 82.4         | 90            | 126             | 154                 | 167        |
| 風機最小淨間距 (A)-(B) | 444   | 397.6        | 410           | 374             | 301                 | 333        |

資料來源：本計畫整理。

本次變更充分考量鳥類飛行習性，風機間已留設不小於國內外風場淨間距，並透過留設一致性鳥類飛道，增加邊界退縮等，減少鳥類飛行偏轉次數，提升海龍風場周邊大尺度鳥類飛行空間，經評估後整體鳥類飛行空間相較原規劃合理且友善，可降低鳥類飛行所面臨之實際風險。加上變更後風場開發規模相較原環說減少近半數的風機數量、水下基礎(含基樁)設置數量、基座面積及打樁作業時間等，可減少施工及營運期間對海域環境影響(詳圖1.1.1.1-6)，經評估包含空氣品質(海域工程)、噪音振動(風機運轉噪音)、水下噪音等，評估結果與原環說相似，而在鳥類撞擊數量、打樁水下噪音影響時間及底棲生態影響面積等均有減輕對環境之影響(詳表1.1.1.1-2)。

綜合上述，本計畫環境影響評估結果顯示未有重大衝擊，但為了降低開發行為對於鳥類生態環境衝擊，已於原環評擬定鳥類環境保護對策。以下針對有關風機間距規劃調整、國內外監測調查研究案例、鳥類撞擊評估以及鳥類環境減輕對策等，詳細說明如下：

| 提升鳥類飛行廊道  |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>風機：減少約72部</li> <li>水下基礎：減少約72座</li> <li>基樁：減少288支</li> <li>打樁作業時間：減少1,152小時</li> <li>基座面積：減少26,025m<sup>2</sup></li> <li>風機陣列排數：減少約6排</li> </ul> |
| 減少打樁作業影響期間  |
| 減少海底懸浮固體擾動  |
| 減少底棲生態影響面積  |

| 評估項目         | 原環說風機方案 (6~9.5MW)                                  | 海龍二號+海龍三號 本次變更大彰化風機方案 (11~15MW)                    | 6MW與15MW 規劃差異分析          |
|--------------|--|--|--------------------------|
| 風機           | 109~141部   | 69~94部   | 最多減少72部                  |
| 水下基礎         | 109~141座   | 69~94座   | 最多減少72座                  |
| 基樁           | 436~564支   | 276~376支   | 最多減少288支                 |
| 打樁作業時間(4hrs) | 2,256hrs   | 1,104hrs   | 最多減少1,152小時              |
| 基座面積         | 88,125m <sup>2</sup><br>(每部基座25×25m <sup>2</sup> ) | 62,100m <sup>2</sup><br>(每部基座30×30m <sup>2</sup> ) | 最多減少26,025m <sup>2</sup> |
| 風機陣列排數       | 海二：9~10排<br>海三：7~8排                                | 海二：6~7排<br>海三：2~3排                                 | 最多減少6排                   |

圖 1.1.1.1-6 海龍二號及三號風場原環評及本次變更規劃差異分析  
表 1.1.1.1-2 本次變更與原環說環境影響評估結果比較表

| 評估項目            | 原環說評估結果  | 本次變更評估結果和原環說比較  |
|-----------------|--|---|
| 空氣品質 (海域工程)     | <ul style="list-style-type: none"> <li>除 PM2.5 背景值已超過空氣品質標準，各項空氣污染物擴散至敏感受體濃度與背景濃度加成就後均符合空氣品質標準</li> </ul>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>除 PM2.5 背景值已超過空氣品質標準，各項空氣污染物擴散至敏感受體濃度與背景濃度加成就後均符合空氣品質標準</li> <li>與原環說評估相似，空氣污染物增量極為輕微</li> <li>與原環說評估結果相同</li> </ul> |
| 噪音振動 (風機同時運轉)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>全頻噪音：衰減至距離風機最近敏感受體噪音增量為 0.0dB(A)</li> <li>低頻噪音：衰減至距離風機最近敏感受體噪音增量為 0.0dB(A)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>全頻噪音：衰減至距離風機最近敏感受體噪音增量為 0.0dB(A)</li> <li>低頻噪音：衰減至距離風機最近敏感受體噪音增量為 0.0dB(A)</li> </ul>                                |
| 水下噪音 (基礎打樁)     | <ul style="list-style-type: none"> <li>打樁點距離 750 公尺處之聲壓值 162~164dB，經減噪措施後為 152~154dB</li> </ul>                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>打樁點距離 750 公尺處之聲壓值 166~167dB，經減噪措施後為 156~157dB</li> <li>與原環說評估相同，均符合聲壓值不超過 160dB</li> </ul>                           |
| 鳥類撞擊評估 (風機同時運轉) | <ul style="list-style-type: none"> <li>0.98 迴避率下，全年最大撞擊數量佔值分別為 89 隻(海龍二號)及 136.8 隻(海龍三號)</li> </ul>                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>0.98 迴避率下，11MW 撞擊數量佔值分別為 87.9 隻(海二)及 106.1 隻(海三)；15MW 撞擊數量佔值為 73 隻(海二)及 90.1 隻(海三)</li> <li>低於原環說最大撞擊數量</li> </ul>   |
| 打樁水下噪音影響時間      | <ul style="list-style-type: none"> <li>每部風機打樁時間約 4hr，海龍二號、三號風場總打樁影響時間約 2,256 小時</li> </ul>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>海龍二號、三號風場總打樁影響時間為 1,104 小時</li> <li>較原環說規劃減少 1,152 小時</li> </ul>   |
| 底棲生態影響面積        | <ul style="list-style-type: none"> <li>6~9.5MW 風機水下基礎為 25x25m，海龍二號、三號風場總影響面積為 88,125m<sup>2</sup></li> </ul>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>11~15MW 風機水下基礎為 30x30m，海龍二號、三號風場總影響面積為 62,100m<sup>2</sup></li> <li>較原環說規劃減少 26,025m<sup>2</sup></li> </ul>          |

### (一) 風機間距規劃調整說明

1. 原環說風機間距規劃為參考歐洲北海案例建議盛行風向大於7D、非盛行風向大於5D，並非考量鳥類飛行習性進行間距規劃。實務上風機間距之佈置原則，係由風機供應商根據個案風場之設置容量及面積、基地形狀、安全距離、其他相關限制等條件，依據所選用之不同單機容量，做出包含風機間距原則之最佳化配置建議，其中間距倍數僅作為輔助陳述風機間距距離之用，尚無法以個案風場之同等間距倍數，作為所有風場之規劃依據，實務上亦未有此國際準則。故本計畫係依據上述考量原則，由風機供應商訂定合理可行之間距條件。
2. 本計畫海龍二號風場已配合公告直航航線退縮風場在先，退縮寬度達3,500公尺(面積約41km<sup>2</sup>)，另海龍三號風場已於風場內退縮留設2,000公尺寬之鳥類廊道(面積約12km<sup>2</sup>) (詳圖1.11.1-1)。而在兩風場之間，亦需考量於各場址邊界向內退縮，以14MW估算，於風場內兩場址間共退縮2,664公尺(6D+6D)。整體留設風場退縮空間詳圖1.11.1-2所示。
3. 本次變更新增11~15MW風機，因有留設銜接連續之鳥類廊道、直航航線及邊界退縮規定之限制，若採原環說6~9.5MW之間距條件佈置(盛行風向7D及非盛行風向5D)，且再於海三風場內留設鳥類廊道，風機排數將達5~7排之多，且無法達成政府契約容量；若採盛行風向1,158公尺及非盛行風向666公尺之間距條件佈置，並於海三風場內留設鳥類廊道，風機排數僅3~6排，相較排數更少，且在風場面積的限制下，尚可達成政府契約容量，詳圖1.11.1-2所示。
4. 參考國內外施工或營運中風場淨間距實例(表1.11.1-1)，留設淨間距約為301~410公尺，本次變更新增11MW~15MW大型化風機方案，風機最小間距為666公尺，以最有可能採用之14MW風機估算最小淨間距為444公尺，不小於國內外風場淨間距實例，提供鳥類於風機間飛行迴避空間。
5. 基此，本計畫係整體考量鳥類飛行環境、場址邊界銜銜、場址規劃條件等，而將原非盛行風向之最小風機間距755公尺微調縮減為666公尺，間距縮減之差異值約89公尺，但海三風場中央新增鳥類廊道(約2,000公尺)、航線退縮(約3,000~3,500公尺)、邊界退縮(14MW雙側約2,664公尺)，若以總體間距空間而言，實際風機留設間距、風場退縮空間均遠大於原規劃，詳圖1.11.1-3所示。

### (二) 國內外監測調查研究案例

彙整2006年至今國內外監測調查研究案例顯示，針對鳥類飛行於風場外觀及邊界、進入風場後之特性，說明如下：

1. 鳥類於遠處即會提前偏轉避開風場，僅少部分進入風場，仍會主動迴避風機。
  - (1) 相關研究顯示，大部分鳥類在5公里距離處會注意到風場，在3公里距離處會發生偏轉 (Ib Krag Petersen et al,2006)。
  - 超過 50%鳥類會在 1~2 公里的距離內避免穿越風場 (Ib Krag Petersen et al,2006)，約 17%會在風場邊緣飛行，僅約 3%會至風場內飛行 (K.L. Krijgsveld et al,2011)。
- (2) 依據丹麥Nysted、Horns Rev風場鳥類雷達調查情形 (Final results of bird studies at the offshore wind farms at Nysted and Horns Rev, Denmark, 2006)，鳥類於距離風場遠處開始改變飛行方向，顯示鳥類會提前改變飛行方向以避開風場。詳如圖1.11.1-7、圖1.11.1-8所示。

其中丹麥 Nysted 風場之風機上攝影機經 2,400 小時運轉期間，未紀錄到鳥類碰撞情形，顯示少數鳥類飛行於風機周圍，仍會主動迴避。
- (3) 依據英格蘭Thanet風場鳥類雷達調查情形(ORJIP Bird Collision Avoidance Study, Final Report, 2018)，絕大部分鳥類會在看見風機陣列後，即改變飛行路徑，顯示靠近風場的鳥類，仍會改變飛行方向以避開風場。詳如圖1.11.1-9所示。

該調查亦顯示，少部分的鳥類若進入風場飛行，絕大多數鳥類(99.4%)會在風機之間即產生迴避，而不會在進入風機掃風範圍後才迴避。
- (4) 參考國外觀察鳥類迴避風機的行為研究顯示(圖1.11.1-10)，鳥類通過單一風機及風機陣列迴避距離為100公尺，通過風機群落迴避距離為200公尺，整體迴避距離約100~200公尺，顯示鳥類比人類想像中更會迴避風機。(Effects of wind turbines and other physical elements on field utilization by pink-footed geese: A landscape perspective, Larsen and Madsen,2000)。

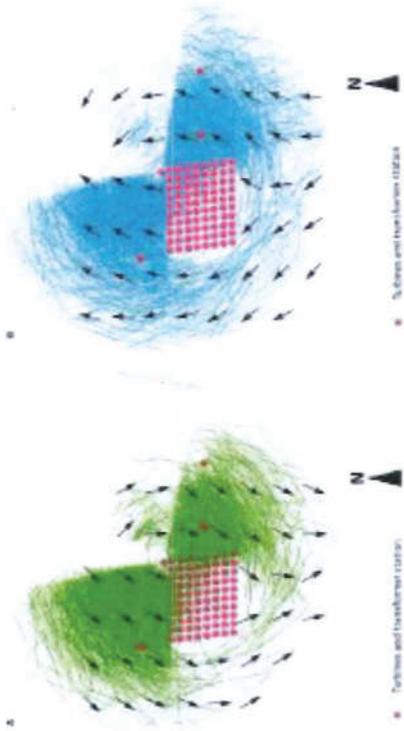


圖 1.1.1.1-7 丹麥 Horns Rev 風場(間距約 560 公尺)  
鳥類飛行路徑紀錄(營運期間)

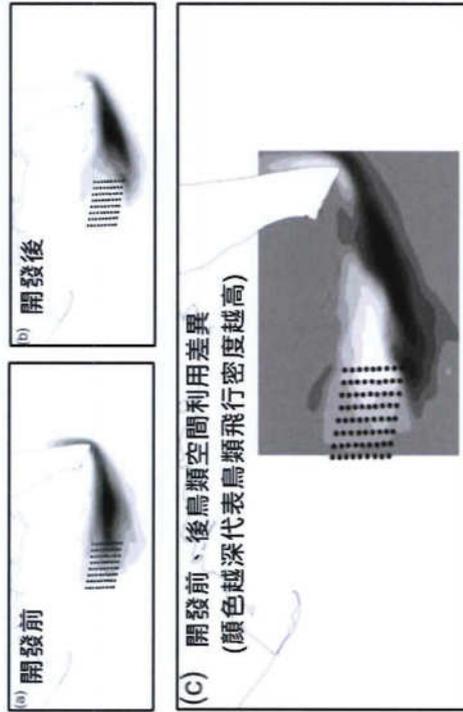


圖 1.1.1.1-8 丹麥 Nysted 風場(間距約 500 ~ 850 公尺)開發前後鳥類飛行密度紀錄(施工前、營運期間)

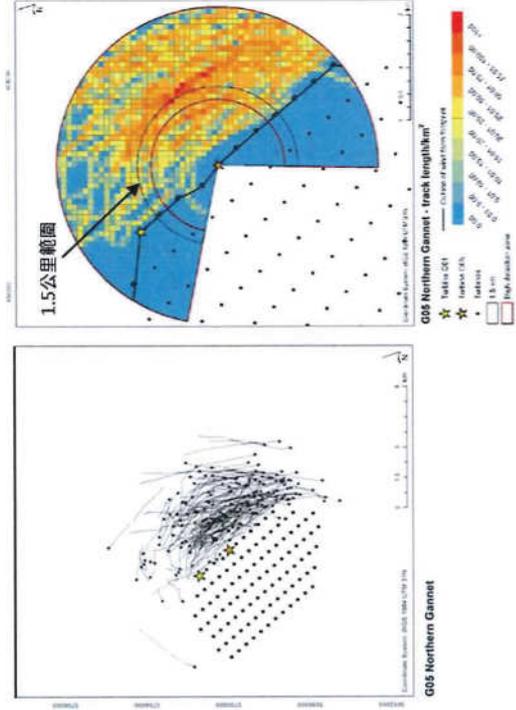
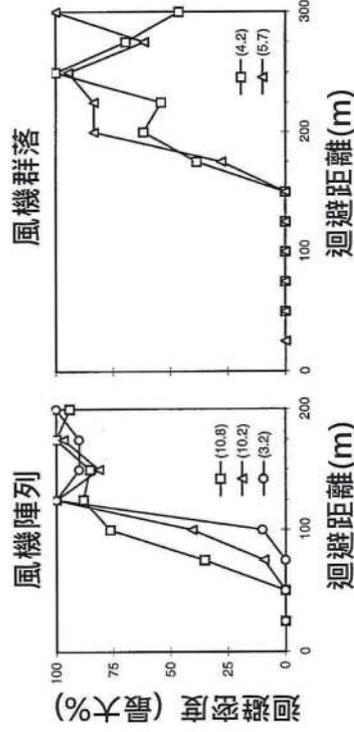


圖 1.1.1.1-9 英格蘭 Thanet 風場(間距約 500 ~ 800 公尺)  
鳥類飛行路徑及飛行密度紀錄(營運期間)



資料來源：Effects of wind turbines and other physical elements on field utilization by pink-footed gannet: A landscape perspective, Larsen and Madsen, 2000.

圖 1.1.1.1-10 風機陣列及風機群落的鳥類迴避距離

2. 經國內外監測案例顯示，鳥類飛行方向與廊道空間顯著相關

- (1) 依據丹麥 Tunø Knob 風場鳥類目視調查情形 (Effects of wind turbines on flight behaviour of wintering common eiders: implications for habitat use and collision risk, 2007)，鳥類於飛行走廊(距風機約200-600公尺處)出現的頻率最高，顯示鳥類飛行方向與大範圍廊道空間顯著相關。詳如圖1.1.1.1-11所示。
- (2) 依據瑞典 Yttre Stengrund 風場(間距約400-500公尺)鳥類雷達與目視調查情形(Influence of offshore windmills on migration birds-in southeast coast of Sweden, 2003)，由鳥類與最近風機距離(0-200公尺)的累積頻率分佈可知，無論日間或夜間，距離風機越近，鳥類飛行頻率越少，觀察後亦未有碰撞情形。詳如圖1.1.1.1-12所示。
- (3) 依據臺灣「王功風力發電計畫」鳥類雷達調查情形，鳥類飛行已避開風機所在路線。詳如圖1.1.1.1-13所示。

經調查顯示，環評階段規劃預留之鳥類飛行廊道，營運後鳥類於飛行比例方面有所增加趨勢。依據歷年監測結果，鳥類數量並未因風機運轉後有減少情形。

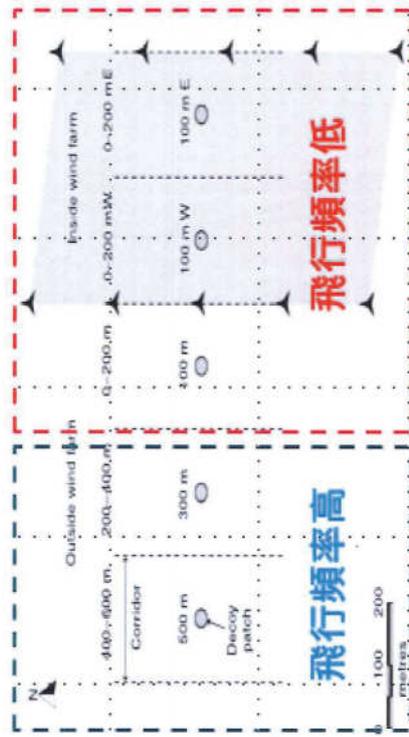


圖 1.1.1.1-11 丹麥 Tunø Knob 風場(間距約 200-400 公尺)鳥類與西側風機排觀測飛行頻率分佈(營運期間)

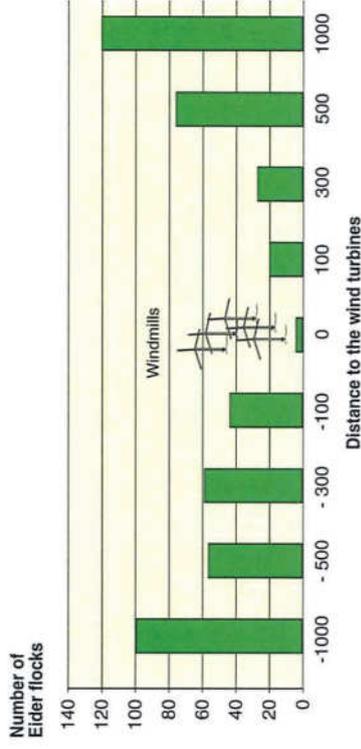


圖 1.1.1.1-12 瑞典 Yttre Stengrund 風場(間距約 400 ~ 500 公尺) 鳥類與風機最近距離累積飛行頻率分佈(營運期間)

環評階段規劃預留之鳥類飛行廊道，營運後鳥類飛行比例有增加趨勢。



圖 1.1.1.1-13 王功風力發電站(北側間距約200公尺)開發前後鳥類飛行路徑(施工前、施工期間、營運期間)

### (三) 鳥類撞擊評估

海龍二號、三號風場變更後11 MW及15 MW風力發電機組配置造成的鳥類撞擊數量低於原環說最大撞擊數量(圖1.11.1-14)。其中，15MW配置所造成的鳥類撞擊數量又較11MW的配置少。15MW的風機，單支風機的旋轉半徑較大，葉片較寬，但其所需架設的風機支數較少，因此整體衝擊相對較小。

#### 1. 海龍二號

海龍二號風場於0.98的迴避率下，整體全年的撞擊數量估值介於91.3~110.1隻。保育類最大撞擊數量估值說明如下：

- (1) 11MW風機配置：0.98的迴避率下，海龍二號風場保育類全年的撞擊數量估值分別約為玄燕鷗11隻、白眉燕鷗40隻和鳳頭燕鷗1隻。
- (2) 15MW風機配置：0.98的迴避率下，海龍二號風場保育類全年的撞擊數量估值分別約為玄燕鷗9隻、白眉燕鷗33隻和鳳頭燕鷗1隻。

#### 2. 海龍三號

海龍三號風場於0.98的迴避率下，整體全年的撞擊數量估值介於104.6~123.6隻。保育類最大撞擊數量估值說明如下：

- (1) 11MW風機配置：0.98的迴避率下，海龍三號風場保育類全年的撞擊數量估值分別約為魚鷹2隻、玄燕鷗14隻、白眉燕鷗24隻、小燕鷗<0.1隻、鳳頭燕鷗4隻。
- (2) 15MW風機配置：0.98的迴避率下，海龍三號風場保育類全年的撞擊數量估值分別約為魚鷹2隻、玄燕鷗12隻、白眉燕鷗20隻、小燕鷗<0.1隻、鳳頭燕鷗3隻。

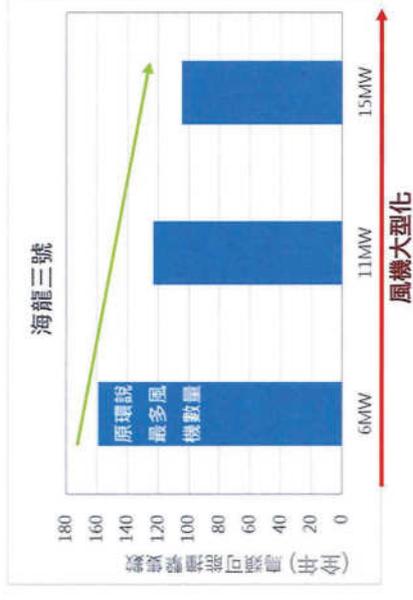
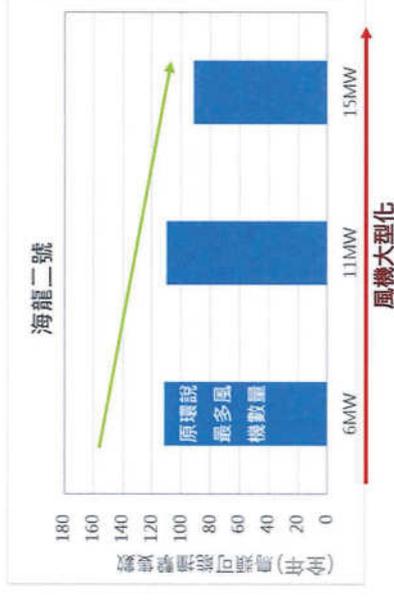


圖 1.11.1-14 海龍二號、三號不同風機配置下整體鳥類年撞擊隻次

#### (四) 環境減輕對策

本計畫已擬定鳥類環境保護對策，以降低本計畫開發對於鳥類生態環境衝擊。詳細內容說明如下：

##### 1. 施工前

- (1) 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。
- (2) 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。
- (3) 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。

##### 2. 施工期間

- (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。
- (2) 依民航局最新頒布之「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」設置航空警示燈，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。
- (3) 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。
- (4) 將優先選用較大風機，以降低鳥類影響。
  - A. 風機大型化規劃，單機裝置容量除原6~9.5MW，並新增11~15MW規劃。
  - B. 6~9.5MW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)。新增之11~15MW風機間距將依風力機組型式及場址風況評估結果進行佈置，盛行風向間距至少1,158公尺，非盛行風向間距至少666公尺。
  - C. 與相鄰風場間距至少為葉片直徑6倍(依單機裝置容量不同約介於906~1,380公尺)。
  - D. 風機葉片距離海面高度至少25米。

##### 3. 營運期間

###### (1) 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。

依民航局最新頒布之「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」設置航空警示燈，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) 觀測風場中鳥類活動

- A. 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。
- B. 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。
- C. 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。
- D. 海龍茶(木茶)、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1.11.1-15，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。
- E. 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。

## 貳、相關機關

### 2.1、彰化縣政府

一、開發單位承諾將規劃具體可行之風機降轉或停機初步規劃，並納入環調報告送審部分，請確實納入報告書環境保護對策本文，並補充環調報告送審時間。

說明：敬謝指教。依據「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」環境影響評估審查委員會決議內容，將確實依照該承諾，將海龍二號、三號風場將依據營運前(含施工前、中、後)之環境監測資料，於風場取得電業執照後半年內提出環境影響調查報告書(含具體可行之風機降轉(停機)機制)送審。

二、有關開發單位承諾於鳥類雷達調查搭配目視調查部分，請說明目視調查時間(每次幾小時)及是否包含日夜間，並建議於每次雷達調查時進行目視調查，以累積資料加速鳥類監測物種辨識技術，並建議於營運前提交環調報告送審，以釐清雷達資料和鳥種數量之關係，進而加強結合建立風機降轉機制。

說明：敬謝指教。回答分別說明如下：

#### (一) 鳥類雷達搭配目視調查規劃

本計畫原選設環境監測計畫中，鳥類雷達調查項目僅規劃每年進行16日次調查，其中春、夏、秋季每季5日次，冬季每季1日次；並於風場範圍每年近進行10次海上鳥類船隻目視調查，其中春、夏、秋季每月1次，冬季每季1次。

受限於現階段鳥類雷達調查主要僅能記錄飛行筆數和飛行高度，對於了解實際飛行經過的隻數和鳥種等尚有其技術困難性，因此本計畫承諾將於春、秋季鳥類過境期間每季執行3日次，夏、冬季每季執行1日次之鳥類雷達調查搭配鳥類目視調查，屆時將涵蓋春、夏、秋、冬四季鳥類雷達調查目標視調查資料，以釐清雷達資料和鳥種數量之關係；並承諾鳥類雷達調查增加秋季調查次數，監測頻率調整為春、夏每季5日次，秋季每季6日次，冬季每季1日次，每年共進行17日次調查。鳥類雷達調查監測計畫詳表2.1.2-1所示。

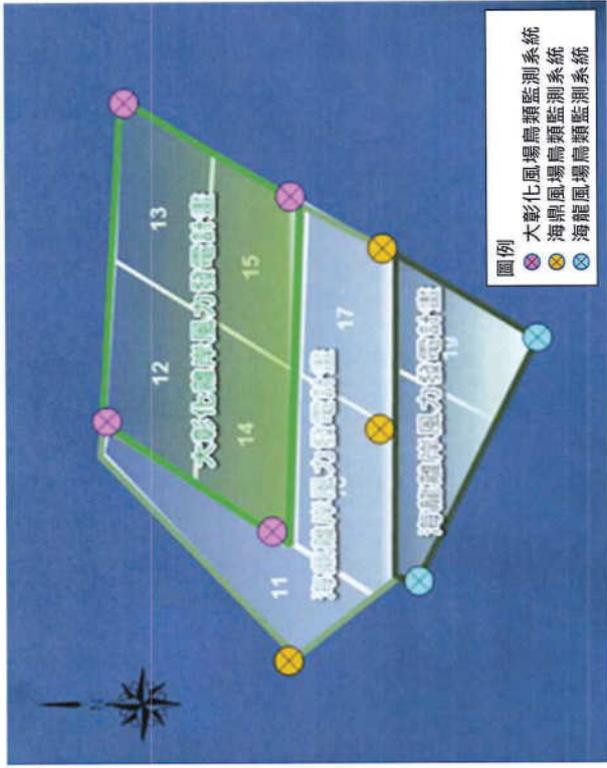


圖 1.1.1.1-15 海龍二號、海龍三號與相鄰風場聯合設置鳥類監測系統示意圖

表 2.1.2-1 鳥類雷達調查監測計畫表

| 類別   | 監測項目                     | 地點   | 頻率  |
|------|--------------------------|------|---|
| 鳥類生態 | 鳥類雷達調查<br>(24HR/垂直及水平雷達) | 風場範圍 | 施工前執行 2 年<br>每年進行 17 日次調查<br>其中春、夏季每季 5 日次，<br>秋季每季 6 日次，冬季每季<br>1 日次 |
|      | 搭配類目視調查                  |      | 每年進行 8 日次調查<br>其中春、秋季每季 3 日次，<br>夏、冬季每季 1 日次                          |

(二) 環境影響調查報告書及風機降轉機制

離岸風場各開發單位業已共同委託歐洲具超過 25 年離岸風場工程與環評經驗之 NIRAS 顧問公司，進行鳥類監測及辨識技術(或設備)結合風機降轉機制之資料分析及可行性研究，鳥類監測及辨識技術(或設備)詳表 2.1.2-2。研究結果顯示，現階段「國外已營運之『離岸風場』中，無運用風場降轉機制」之實際案例，且無可行的降轉機制，未來在離岸風場中如要透過雷達監控系統，或影像監控系統，要辨識風場欲保護目標鳥種，則必須要有風場範圍內充足的調查資料，以確認欲保護目標鳥種標的，確認不同鳥種體型在監控系統可偵測距離，並定義其風險閾值。

依據「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」環境影響評估審查委員會決議內容，海龍二號、三號風場將依據營運前(含施工前、中、後)之環境監測資料，於風場取得電業執照後半年內提出環境影響調查報告書(含具體可行之風機降轉(停機)機制)送審。

風機降轉或停機初步規劃方面，海龍二號、海龍三號風場將依據經濟部能源局基於電業管理及風場一致性，參考國際作法及可行技術研擬之商業可行降轉機制，據以規劃具體可行之風機降轉或停機初步規劃，納入環境影響調查報告書。

表 2.1.2-2 鳥類監測及辨識技術(或設備)

| 鳥類監測及辨識技術(或設備)           | 是否已商業化      | 運用   |
|--------------------------|-------------|--|
| DTBird®                  | 是           | 以光學、熱感應攝影機及麥克風來偵測、記錄鳥類撞擊，以及啟動停機或發出驅離聲響等降低鳥類撞擊的機制           |
| VARS                     | 否           | 量化穿越風範圍的鳥類飛行流量並確認撞擊率。已於波羅的海 FINO 2 離岸平台上進行應用性研究，並在離岸風場上使用過 |
| TADS                     | 否<br>(研究用途) | 使用三或六台熱影像儀來紀錄鳥類撞擊數及飛行高度。目前 TADS 已與 MUSE 結合。                |
| ATOM                     | 否           | 以熱影像監測及聲學感測系統記錄風機附近範圍鳥類資訊，已在離岸環境進行 15 個月的實地測試              |
| ID Stat                  | 否           | 各個葉片根部安裝定向麥克風以紀錄撞擊事件，於陸域風場實地測試過                            |
| WT-Bird                  | 否           | 葉片上裝設加速度感測器能夠偵測撞擊並啟動錄影與錄音，2005 年於荷蘭實地測試過                   |
| MUSE                     | 否<br>(研究用途) | 結合雷達與相機資訊分析飛行軌跡  |
| Wind Turbine Sensor Unit | 否<br>(實驗階段) | 安裝立體視覺相機、熱感應相機與麥克風進行測試                                     |

將原非盛行風向之最小風機間距755公尺微調縮減為666公尺，間距縮減之差異值約89公尺，但海三風場中央新增鳥類廊道(約2,000公尺)、航道退縮(約3,000~3,500公尺)、邊界退縮(14MW雙側約2,664公尺)，若以總體間距空間而言，實際風機留設間距、風場退縮空間均遠大於原規劃，詳圖2.1.3.1-3所示。

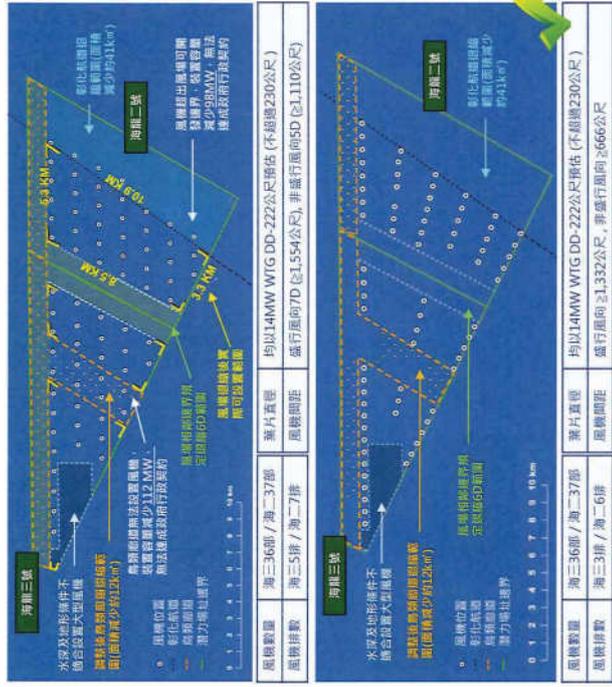


圖 2.1.3-2 新增 14MW 採 5D & 7D 風機間距規劃及採 666 公尺 & 1,158 公尺間距規劃比較

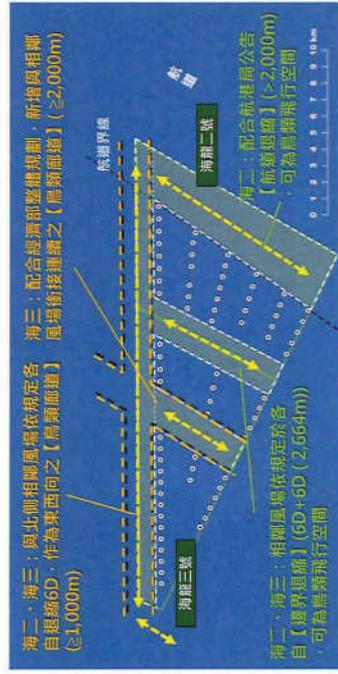


圖 2.1.3-3 海龍風場周邊鳥類飛行空間整體規劃

三、因澎湖地區之燕鷗及彰化地區之候鳥問題，環說書審查階段即以風機間距(平行盛行風7D，非平行盛行風5D)作為鳥類保護對策之環評承諾，爭取通過環評，並將風機間距納入環說書定稿本，本次變更大幅縮減風機間距，對鳥類生態造成之影響仍多以鳥類會主動迴避風場為由，爰仍請提出優於原環評承諾之鳥類保護對策，並建議環評審慎審查，避免風機加大卻縮減風機間距之情形。

說明：本次變更海龍三號風場為配合「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」及經濟部整體規劃，於風場開發面積及總裝置容量等設置條件均維持不變下，為營造有利鳥類南北飛行方向，於海龍三號風場新增2,000公尺銜接鄰近風場連續之鳥類廊道(詳圖2.1.3-1)；且海龍二號風場已配合公告直航航道退縮風場在先，場址面積縮減近40%，退縮寬度達3,500公尺，海龍二號、三號風場相鄰邊界依經濟部能源局於104年7月2日公佈之「離岸風力發電規劃場址申請作業要點」規定，各自退縮，留設寬度大於2,000公尺，而與北側相鄰風場亦依規定各自退縮。

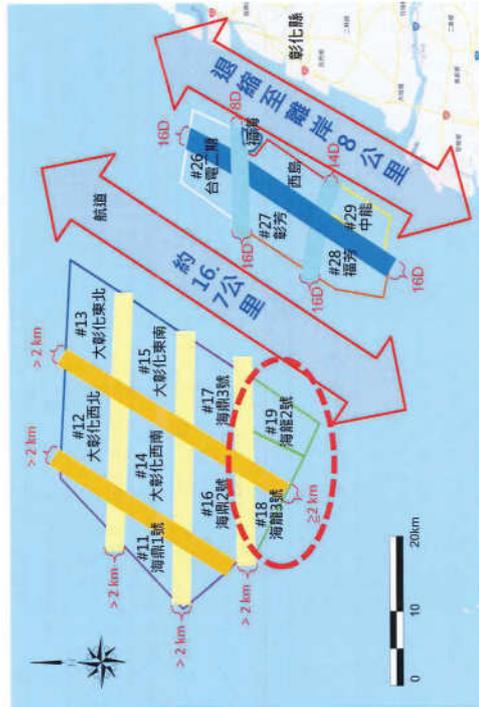


圖 2.1.3-1 海龍風場留設與鄰近風場連續之鳥類廊道

本次變更新增11~15MW風機，因有留設銜接連續之鳥類廊道、直航航道及邊界退縮規定之限制，若採原環說6~9.5MW之間距條件佈置(盛行風向7D及非盛行風向5D)，且再於海三風場內留設鳥類廊道，風機排數將達5~7排之多，且無法達成政府契約的容量；若採盛行風向1,158公尺及非盛行風向666公尺之間距條件佈置，並於海三風場內留設鳥類廊道，風機排數僅3~6排，相較排數更少，且在風場面積的限制下，尚可達成政府契約的容量，詳圖2.1.3-2所示。故本次變更

本計畫彙整2006年至今國內外監測調查研究案例顯示，鳥類飛行方向與大範圍廊道空間顯著相關，大部分鳥類會主動迴避風場，約佔97%，進入風場後的鳥類3%(Ib Krag Petersen et al,2006；K.L. Kingveld et al,2011)，進入風場後的鳥類絕大多數(99.4%)於風機間會自行迴避(ORJIP Bird Collision Avoidance Study, Final Report, 2018)，迴避距離約100~200公尺(Larsen and Madsen,2000)，顯示鳥類比人類想像中更會迴避風機。另參考「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告」中「葉片間漩渦及末端氣流擾動影響及可利用空間檢核」評估結果，由於風力發電之原理係擷取環境風能，以轉化為電能輸出，而是被動性的接受氣流的撞擊，進而造成扇葉轉動，因此會隨周遭環境風場之風速高低變化，驅動風機扇葉進行不同轉速之轉動。經模擬結果顯示(圖2.1.3-4~5)，風機旋轉範圍、前方與後方均呈現減速現象，風能在風機扇葉前方約 40 公尺處已開始呈現減速現象；風機旋轉範圍外約20公尺區域有局部氣流擠壓，呈現增速現象；由此結果可證，鳥類倘飛行經過風機扇葉前方時，風機不會將鳥類吸入並撞擊扇葉。此外，本計畫經鳥類撞擊評估結果顯示，變更後II MW及15 MW風機配置造成的鳥類撞擊數量低於原環說(6~9.5MW)最大撞擊數量，大型化風機所需架設的風機支數較少，因此整體衝擊相對較小。

本計畫已蒐集國內外施工或營運中風場淨間距實例(表2.1.3-1)，留設淨間距約為301~410公尺，本次變更新增11MW~15MW大型化風機方案，風機最小間距為666公尺，本方案可能採用之14MW風機估算最小淨間距為444公尺，不小於國內外風場淨間距實例，提供鳥類於風機間飛行迴避空間。

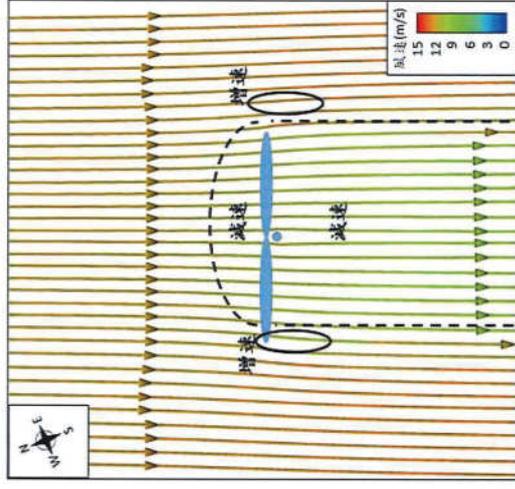


圖 2.1.3-4 風機沿扇葉中心高度之水平剖面流場分布圖

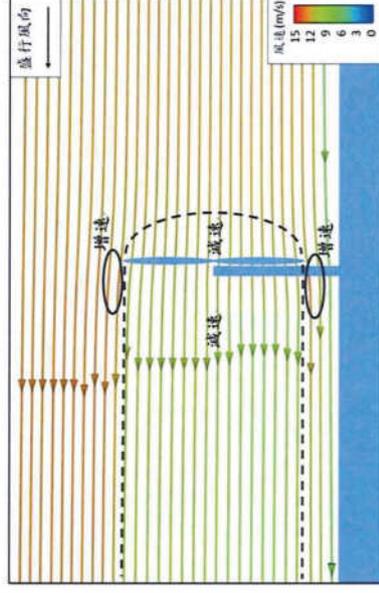


圖 2.1.3-5 風機沿盛行風向之垂直剖面流場分布圖

表 2.1.3.1-1 海龍風場與國內外施工或營運中風場之風機間淨間距直比較表

| 名稱          | 本計畫風場 | 丹麥 Nysted 風場 | 英格蘭 Thanet 風場 | 德國 Nordsee 1 風場 | 台灣 海洋風場 (Formosa 1) | 台灣 大彰化東南風場 |
|-------------|-------|--------------|---------------|-----------------|---------------------|------------|
| 單機裝置容量 (MW) | 14    | 2.3          | 3.0           | 6.0             | 6.0                 | 8.0        |
| 風機最小間距(m)   | 666   | 480          | 500           | 500             | 455                 | 500        |
| 風機葉片直徑(m)   | 222   | 82.4         | 90            | 126             | 154                 | 167        |
| 風機最小淨間距(m)  | 444   | 397.6        | 410           | 374             | 301                 | 333        |

資料來源：本計畫整理。

本次變更充分考量鳥類飛行習性，風機間已留設不小於國內外風場淨間距，並透過留設一致性鳥類廊道，增加邊界退縮等，減少鳥類飛行偏轉次數，提升海龍風場周邊大尺度鳥類飛行空間，經評估後整體鳥類飛行空間相較原規劃合理且友善，可降低鳥類飛行所面臨之實際風險。加上變更後風場開發規模相較原規劃減少近半數的風機數量、水下基礎(含基樁)設置數量、基座面積及打樁作業時間等，可減少施工及營運期間對海域環境影響(詳圖2.1.3-6)，經評估包括空氣品質(海城工程)、噪音振動(風機運轉噪音)、水下噪音等，評估結果與原說相似，而在鳥類撞擊數量、打樁水下噪音影響時間及底棲生態影響面積等均有減輕對環境之影響(詳表2.1.3-2)。

綜合上述，本計畫環境影響評估結果顯示未有重大衝擊，但為了降低開發行為對於鳥類生態環境衝擊，已於原環評擬定鳥類環境保護對策。以下針對有關風機間距規劃調整、國內外監測調查研究案例、鳥類撞擊評估以及鳥類環境減輕對策等，詳細說明如下：

| 提升鳥類飛行廊道  |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>風機：減少約72部</li> <li>水下基礎：減少約72座</li> <li>基樁：減少288支</li> <li>打樁作業時間：減少1,152小時</li> <li>基座面積：減少26,025m<sup>2</sup></li> <li>風機陣列排數：減少約6排</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>減少打樁作業影響期間</li> <li>減少海底懸浮固體擾動</li> <li>減少底棲生態影響面積</li> </ul> |

| 海龍二號+海龍三號    |  |  |                         |
|--------------|--|--|-------------------------|
| 評估項目/項目      | 原規劃風機方案 (6~9.5MW)                                  | 本次變更大彰化風機方案 (11~15MW)                              | 6MW風機15MW規畫差異分析         |
| 風機           | 109~141部   | 69~94部   | 減少約72部                  |
| 水下基礎         | 109~141座   | 69~94座   | 減少約72座                  |
| 基樁           | 436~564支   | 276~376支   | 減少約288支                 |
| 打樁作業時間(4hrs) | 2,256hrs   | 1,104hrs   | 減少約1,152小時              |
| 基座面積         | 88,125m <sup>2</sup><br>(每部基座25×25m <sup>2</sup> ) | 62,100m <sup>2</sup><br>(每部基座30×30m <sup>2</sup> ) | 減少約26,025m <sup>2</sup> |
| 風機陣列排數       | 海二：9~10排<br>海三：7~8排                                | 海二：6~7排<br>海三：2~3排                                 | 減少約6排                   |

圖 2.1.3.6 海龍二號及三號風場原環評及本次變更規劃差異分析

表 2.1.3.2 本次變更與原環說環境影響評估結果比較表

| 評估項目               | 原環說評估結果  | 本次變更評估結果和原環說比較   |
|--------------------|--|--|
| 空氣品質<br>(海城工程)     | <ul style="list-style-type: none"> <li>除 PM2.5 背景值已超過空氣品質標準，各項空氣汙染物擴散至敏感受體濃度與背景濃度加成後均符合空氣品質標準</li> </ul>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>除 PM2.5 背景值已超過空氣品質標準，各項空氣汙染物擴散至敏感受體濃度與背景濃度加成後均符合空氣品質標準</li> <li>與原環說評估相似，空氣汙染物增量極為輕微</li> <li>與原環說評估結果相同</li> </ul> |
| 噪音振動<br>(風機同時運轉)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>全頻噪音：衰減至距離風機最近敏感受體噪音增量為 0.0dB(A)</li> <li>低頻噪音：衰減至距離風機最近敏感受體噪音增量為 0.0dB(A)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>全頻噪音：衰減至距離風機最近敏感受體噪音增量為 0.0dB(A)</li> <li>低頻噪音：衰減至距離風機最近敏感受體噪音增量為 0.0dB(A)</li> </ul>                               |
| 水下噪音<br>(基礎打樁)     | <ul style="list-style-type: none"> <li>打樁點距離 750 公尺處之聲壓值 162~164dB，經減噪措施後為 152~154dB</li> </ul>                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>打樁點距離 750 公尺處之聲壓值 166~167dB，經減噪措施後為 156~157dB</li> <li>與原環說評估相同，均可符合聲壓值不超過 160dB</li> </ul>                         |
| 鳥類撞擊評估<br>(風機同時運轉) | <ul style="list-style-type: none"> <li>0.98 迴避率下，全年最大撞擊數量估值分別為 89 隻(海龍二號)及 136.8 隻(海龍三號)</li> </ul>                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>0.98 迴避率下，11MW 撞擊數量估值分別為 87.9 隻(海二)及 106.1 隻(海三)；15MW 撞擊數量估值為 73 隻(海二)及 90.1 隻(海三)</li> <li>低於原環說最大撞擊數量</li> </ul>  |
| 打樁水下噪音<br>影響時間     | <ul style="list-style-type: none"> <li>每部風機打樁時間約 4hr，海龍二號、三號風場總打樁影響時間約 2,256 小時</li> </ul>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>海龍二號、三號風場總打樁影響時間為 1,104 小時</li> <li>較原環說規劃減少 1,152 小時</li> </ul>  |
| 底棲生態<br>影響面積       | <ul style="list-style-type: none"> <li>6~9.5MW 風機水下基礎為 25x25m，海龍二號、三號風場總影響面積為 88,125m<sup>2</sup></li> </ul>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>11~15MW 風機水下基礎為 30x30m，海龍二號、三號風場總影響面積為 62,100m<sup>2</sup></li> <li>較原環說規劃減少 26,025m<sup>2</sup></li> </ul>         |

### (一) 風機間距規劃調整說明

1. 原環說風機間距規劃為參考歐洲北海案例建議盛行風向大於7D、非盛行風向大於5D，並非考量鳥類飛行習性進行間距規劃。實務上風機間距之佈置原則，係由風機供應高根據個案風場之設置容量及面積、基地形狀、安全距離、其他相關限制等條件，依據所選用之不同單機容量，做出包含風機間距原則之最佳化配置建議，其中間距倍數僅作為輔助陳述風機間距距離之用，尚無法以個案風場之同等間距倍數，作為所有風場之規劃依據，實務上亦未有此國際準則。故本計畫係依據上述考量原則，由風機供應商訂定合理可行之間距條件。
2. 本計畫海龍二號風場已配合公告直航航道退縮風場在先，退縮寬度達3,500公尺(面積約41km<sup>2</sup>)，另海龍三號風場已於風場內退縮留設2,000公尺寬之鳥類廊道(面積約12km<sup>2</sup>) (詳圖2.1.3-1)。而在兩風場之間，亦需考量於各場址邊界向內退縮，以14MW估算，於風場內兩場址間共退縮2,664公尺(6D+6D)。整體留設風場退縮空間詳圖2.1.3-2所示。
3. 本次變更新增11~15MW風機，因有留設銜接連續之鳥類廊道、直航航道及邊界退縮規定之限制，若採原環說6~9.5MW之間距條件佈置(盛行風向7D及非盛行風向5D)，且再於海三風場內留設鳥類廊道，風機排數將達5~7排之多，且無法達成政府契約容量；若採盛行風向1,158公尺及非盛行風向666公尺之間距條件佈置，並於海三風場內留設鳥類廊道，風機排數僅3~6排，相較排數更少，且在風場面積的限制下，尚可達成政府契約容量，詳圖2.1.3-2所示。
4. 參考國內外施工或營運中風場淨間距實例(表2.1.3-1)，留設淨間距約為301~410公尺，本次變更新增11MW~15MW大型化風機方案，風機最小間距為666公尺，以最有可能採用之14MW風機估算最小淨間距為444公尺，不小於國內外風場淨間距實例，提供鳥類於風機間飛行迴避空間。
5. 基此，本計畫係整體考量鳥類飛行環境、場址邊界銜接、場址規劃條件等，而將原非盛行風向之最小風機間距755公尺微調縮減為666公尺，間距縮減之差異值約89公尺，但海三風場中央新增鳥類廊道(約2,000公尺)、航道退縮(約3,000~3,500公尺)、邊界退縮(14MW雙側約2,664公尺)，若以總體間距空間而言，實際風機留設間距、風場退縮空間均遠大於原規劃，詳圖2.1.3-3所示。

### (二) 國內外監測調查研究案例

彙整2006年至今國內外監測調查研究案例顯示，針對鳥類飛行於風場外圍及邊界、進入風場後之特性，說明如下：

1. 鳥類於遠處即會提前偏轉避開風場，僅少部分進入風場，仍會主動迴避風機。
  - (1) 相關研究顯示，大部分鳥類在5公里距離處會注意到風場，在3公里距離處會發生偏轉 (Ib Krag Petersen et al,2006)。
  - 超過 50%鳥類會在 1~2 公里的距離內避免穿越風場 (Ib Krag Petersen et al,2006)，約 17%會在風場邊緣飛行，僅約 3%會至風場內飛行 (K.L. Krijgsveld et al,2011)。
- (2) 依據丹麥Nysted、Horns Rev風場鳥類雷達調查情形 (Final results of bird studies at the offshore wind farms at Nysted and Horns Rev, Denmark, 2006)，鳥類於距離風場遠處開始改變飛行方向，顯示鳥類會提前改變飛行方向以避開風場。詳如圖2.1.3-7、圖2.1.3-8所示。

其中丹麥 Nysted 風場之風機上攝影機經 2,400 小時運轉期間，未紀錄到鳥類碰撞情形，顯示少數鳥類飛行於風機周圍，仍會主動迴避。
- (3) 依據英格蘭 Thanet 風場鳥類雷達調查情形(ORJIP Bird Collision Avoidance Study, Final Report, 2018)，絕大部分鳥類會在看見風機陣列後，即改變飛行路徑，顯示靠近風場的鳥類，仍會改變飛行方向以避開風場。詳如圖2.1.3-9所示。

該調查亦顯示，少部分的鳥類若進入風場飛行，絕大多數鳥類(99.4%)會在風機之間即產生迴避，而不會在進入風機掃風範圍後才迴避。
- (4) 參考國外觀察鳥類迴避風機的行為研究顯示(圖2.1.3-10)，鳥類通過單一風機及風機陣列迴避距離為100公尺，通過風機群降落迴避距離為200公尺，整體迴避距離約100~200公尺，顯示鳥類比人類想像中更會迴避風機。(Effects of wind turbines and other physical elements on field utilization by pink-footed geese: A landscape perspective, Larsen and Madsen,2000)。

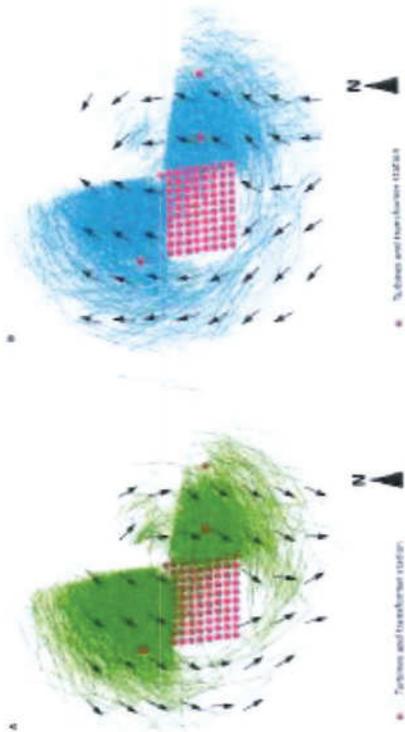


圖 2.1.3-7 丹麥 Horns Rev 風場(間距約 560 公尺)  
鳥類飛行路徑紀錄(營運期間)

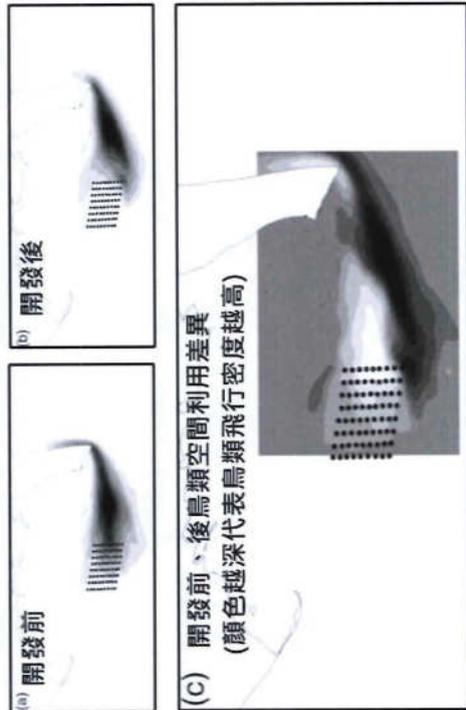


圖 2.1.3-8 丹麥 Nysted 風場(間距約 500 ~ 850 公尺)開發前後鳥類飛行密度  
紀錄(施工前、營運期間)

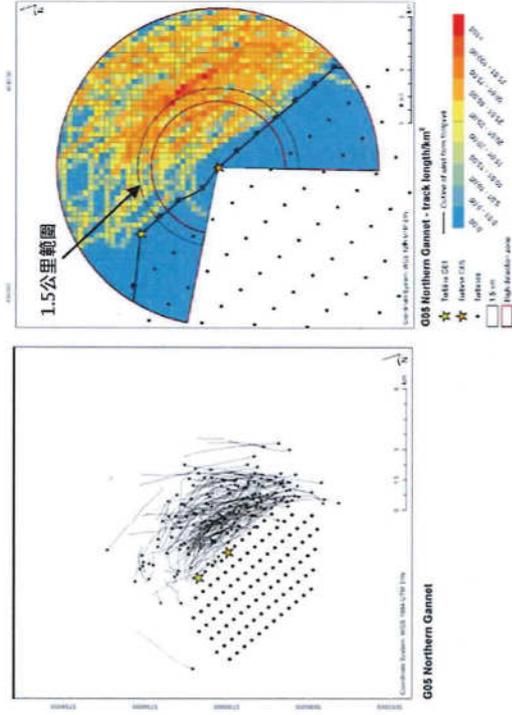
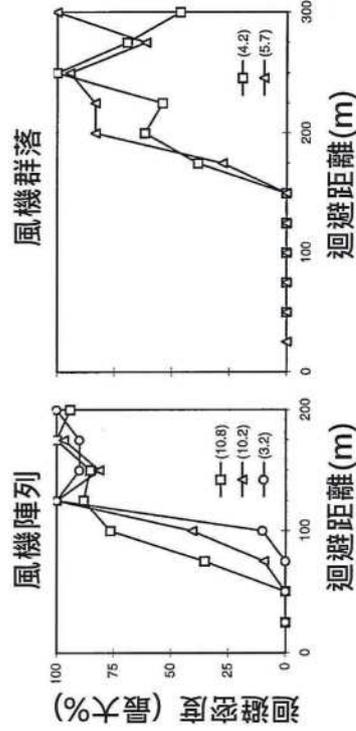


圖 2.1.3-9 英格蘭 Thanet 風場(間距約 500 ~ 800 公尺)  
鳥類飛行路徑及飛行密度紀錄(營運期間)



資料來源：Effects of wind turbines and other physical elements on field utilization by pink-footed geese: A landscape perspective, Larsen and Madsen, 2000.

圖 2.1.3-10 風機陣列及風機群落的鳥類迴避距離

2. 經國內外監測案例顯示，鳥類飛行方向與廊道空間顯著相關

- (4) 依據丹麥 Tunø Knob 風場鳥類目視調查情形 (Effects of wind turbines on flight behaviour of wintering common eiders: implications for habitat use and collision risk, 2007)，鳥類於飛行走廊(距風機約200~600公尺處)出現的頻率最高，顯示鳥類飛行方向與大範圍廊道空間顯著相關。詳如圖2.1.3-11所示。
- (5) 依據瑞典 Ytre Stengrund 風場(間距約400~500公尺)鳥類雷達與目視調查情形 (Influence of offshore windmills on migration birds-in southeast coast of Sweden, 2003)，由鳥類與最近風機距離(0~200公尺)的累積頻率分佈可知，無論日間或夜間，距離風機越近，鳥類飛行頻率越少，觀察後亦未有碰撞情形。詳如圖2.1.3-12所示。
- (6) 依據臺灣「王功風力發電計畫」鳥類雷達調查情形，鳥類飛行已避開風機所在路線。詳如圖2.1.3-13所示。

經調查顯示，環評階段規劃預留之鳥類飛行廊道，營運後鳥類於飛行比例方面未有增加趨勢。依據歷年監測結果，鳥類數量並未因風機運轉後有減少情形。

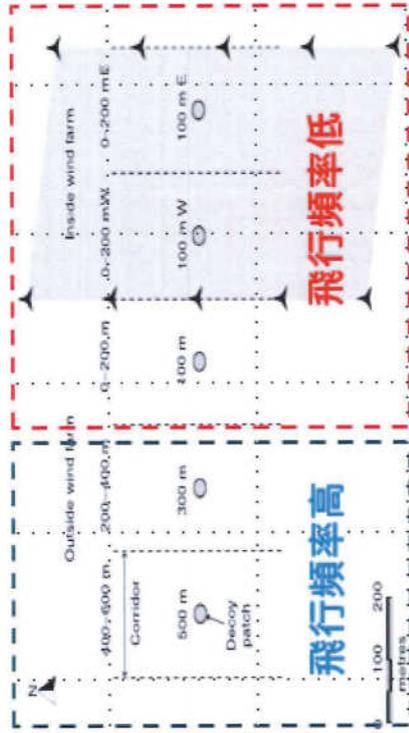


圖 2.1.3-11 丹麥 Tunø Knob 風場(間距約 200~400 公尺)鳥類與西側風機排觀測飛行頻率分佈(營運期間)

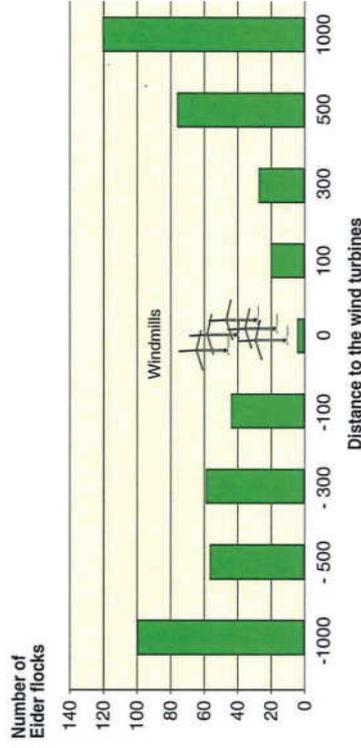


圖 2.1.3-12 瑞典 Ytre Stengrund 風場(間距約 400~500 公尺)鳥類與風機最近距離累積飛行頻率分佈(營運期間)

環評階段規劃預留之鳥類飛行廊道，營運後鳥類飛行比例有增加趨勢。



圖2.1.3-13 王功風力發電站(北側間距約200公尺)開發前後鳥類飛行路徑(施工前、施工期間、營運期間)

### (三) 鳥類撞擊評估

海龍二號、三號風場變更後11 MW及15 MW風力發電機組配置造成的鳥類撞擊數量低於原環說最大撞擊數量(圖2.1.3-14)。其中，15MW配置所造成的鳥類撞擊量又較11MW配置少。15MW的風機，單支風機的旋轉半徑較大，葉片較寬，但其所需架設的風機支數較少，因此整體衝擊相對較小。

#### 1. 海龍二號

海龍二號風場於0.98的迴避率下，整體全年的撞擊數量估價值介於91.3~110.1隻。保育類最大撞擊數量估價值說明如下：

- (1) 11MW風機配置：0.98的迴避率下，海龍二號風場保育類全年的撞擊數量估價值分別約為玄燕鷗11隻、白眉燕鷗40隻和鳳頭燕鷗1隻。
- (2) 15MW風機配置：0.98的迴避率下，海龍二號風場保育類全年的撞擊數量估價值分別約為玄燕鷗9隻、白眉燕鷗33隻和鳳頭燕鷗1隻。

#### 2. 海龍三號

海龍三號風場於0.98的迴避率下，整體全年的撞擊數量估價值介於104.6~123.6隻。保育類最大撞擊數量估價值說明如下：

- (1) 11MW風機配置：0.98的迴避率下，海龍三號風場保育類全年的撞擊數量估價值分別約為魚鷹2隻、玄燕鷗14隻、白眉燕鷗24隻、小燕鷗<0.1隻、鳳頭燕鷗4隻。
- (2) 15MW風機配置：0.98的迴避率下，海龍三號風場保育類全年的撞擊數量估價值分別約為魚鷹2隻、玄燕鷗12隻、白眉燕鷗20隻、小燕鷗<0.1隻、鳳頭燕鷗3隻。

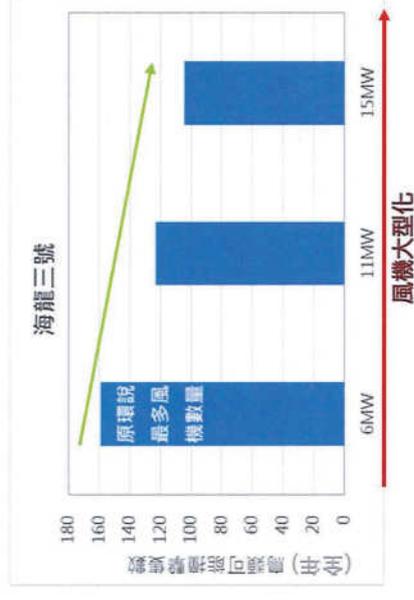
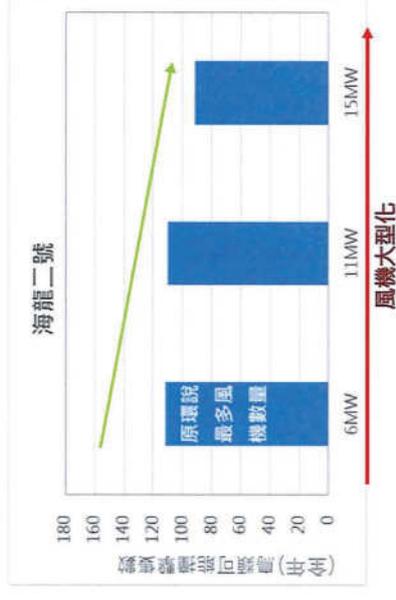


圖 2.1.3-14 海龍二號、三號不同風機配置下整體鳥類年撞擊隻次

#### (四) 環境減輕對策

本計畫已擬定鳥類環境保護對策，以降低本計畫開發對於鳥類生態環境衝擊。詳細內容說明如下：

##### 1. 施工前

- (1) 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。
- (2) 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。
- (3) 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。

##### 2. 施工期間

- (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。
- (2) 依民航局最新頒布之「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」設置航空警示燈，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。
- (3) 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致及最友善之設計及施工方法。
- (4) 將優先選用較大風機，以降低鳥類影響。
  - A. 風機大型化規劃，單機裝置容量除原6~9.5MW，並新增11~15MW規劃。
  - B. 6~9.5MW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)。新增之11~15MW風機間距將依風力機組型式及場址風況評估結果進行佈置，盛行風向間距至少1,158公尺，非盛行風向間距至少666公尺。
  - C. 與相鄰風場間距至少為葉片直徑6倍(依單機裝置容量不同約介於906~1,380公尺)。
  - D. 風機葉片距離海面高度至少25米。

##### 3. 營運期間

###### (1) 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，實際機架設完成後，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。

依民航局最新頒布之「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」設置航空警示燈，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) 觀測風場中鳥類活動

- A. 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。
- B. 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。
- C. 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。
- D. 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2.1.3-15，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。
- E. 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。

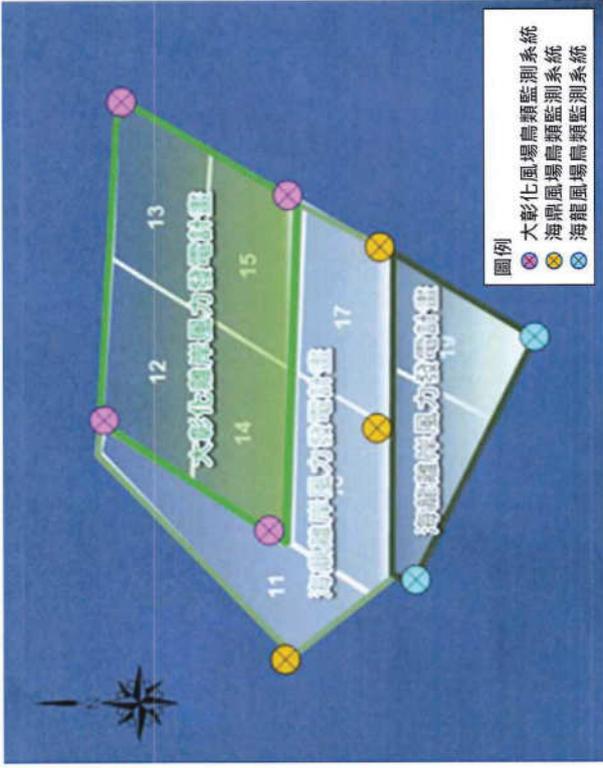


圖 2.1.3-15 海龍二號、海龍三號與相鄰風場聯合設置鳥類監測系統示意圖

四、能源局為降低離岸風場開發對環境生態之影響，將環評審查通過作為取得電業籌設許可之要件，惟本次變更開發單位之部分答覆內容卻以能源局籌設許可文件已核准作為理由，恐有不妥。

說明：敬請指教。本計畫已於中華民國107年7月18日取得環境影響評估定稿核備函，並一併傳送能源局取得電業籌設許可。唯配合全球風機朝向大型化發展趨勢，評估以6MW~9.5MW原風機方案之佈置條件，尚無法適用至大型化風機方案，故本次辦理環評變更以規劃新增11MW~15MW大型化風機方案，另行設定該方案之適用規模條件。本次變更後仍須依據能源局已核備之電業籌設文件進行風場規劃，請諒察。

五、目前二案之水下噪音模擬聲壓值皆為157dB(減噪後)，惟打樁之水下噪音聲壓值受底質種類影響，且亦無細部海域底質實際鑽探資料，是否將影響水下噪音模擬結果，請再補充說明。

說明：敬請指教。本計畫尚未進行細部海域地質鑽探調查作業，待調查作業完成後會視各打樁點地質、地形條件及環境狀況研擬最適當之風機機樁入泥深度。另本計畫水下噪音模擬是以最大可能樁錘能量(2500kJ)及樁體直徑(4.4m)等最保守情境進行評估。

六、因打樁位置距離750公尺處垂直水深之水下噪音聲壓值仍受水深影響，惟開發單位並未說明750公尺處垂直水深之水下噪音模擬情形，仍請開發單位說明，並建議以最大聲壓值之水深進行監測。

說明：敬請指教。分列說明如下：

(一) 水下噪音模擬評估

本計畫以最大可能樁錘能量(2500kJ)及樁體直徑(4.4m)等最保守情境進行水下噪音模擬評估，與原環說比對，風機單機裝置容量由6MW提升至15MW，評估顯示打樁點距離750公尺處之聲壓值由162~164dB增量至166~167dB，經減噪措施後，由152~154dB增量至156~157dB，仍能符合原環說承諾「於750公尺監測處，水下噪音聲壓值(SEL)不得超過160dB re 1μPa's」。說明如下：

1. 未經減噪措施

打樁點距離750公尺處之聲壓值介於166~167dB，如表2.1.6-1、圖2.1.6-1。

2. 經減噪措施

經減噪措施(減10 dB)後，打樁點距離750公尺處之聲壓值介於156~157dB，如表2.1.6-1、圖2.1.6-2。

(二) 水下噪音量測方法：

未來施工階段將依據中華民國108年2月26日環保署公告之水下噪音量測方法《NIEA P210.21B》，於風機基礎打樁時，進行打樁噪音即時監測之水下麥克風需置於當地水深一半至高於海床2公尺之間測量。

表 2.1.6-1 P1~P3 點位打樁施工距離聲源 750 公尺處聲壓值

| 方位角  | 點位 | 減噪前 |     |     | 減噪後 |     |     |
|------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|      |    | P1  | P2  | P3  | P1  | P2  | P3  |
| 0°   |    | 166 | 167 | 166 | 156 | 157 | 156 |
| 45°  |    | 166 | 166 | 166 | 156 | 156 | 156 |
| 90°  |    | 166 | 167 | 166 | 156 | 157 | 156 |
| 135° |    | 166 | 166 | 166 | 156 | 156 | 156 |
| 180° |    | 166 | 166 | 166 | 156 | 156 | 156 |
| 225° |    | 166 | 166 | 166 | 156 | 156 | 156 |
| 270° |    | 166 | 166 | 166 | 156 | 156 | 156 |
| 315° |    | 166 | 166 | 166 | 156 | 156 | 156 |

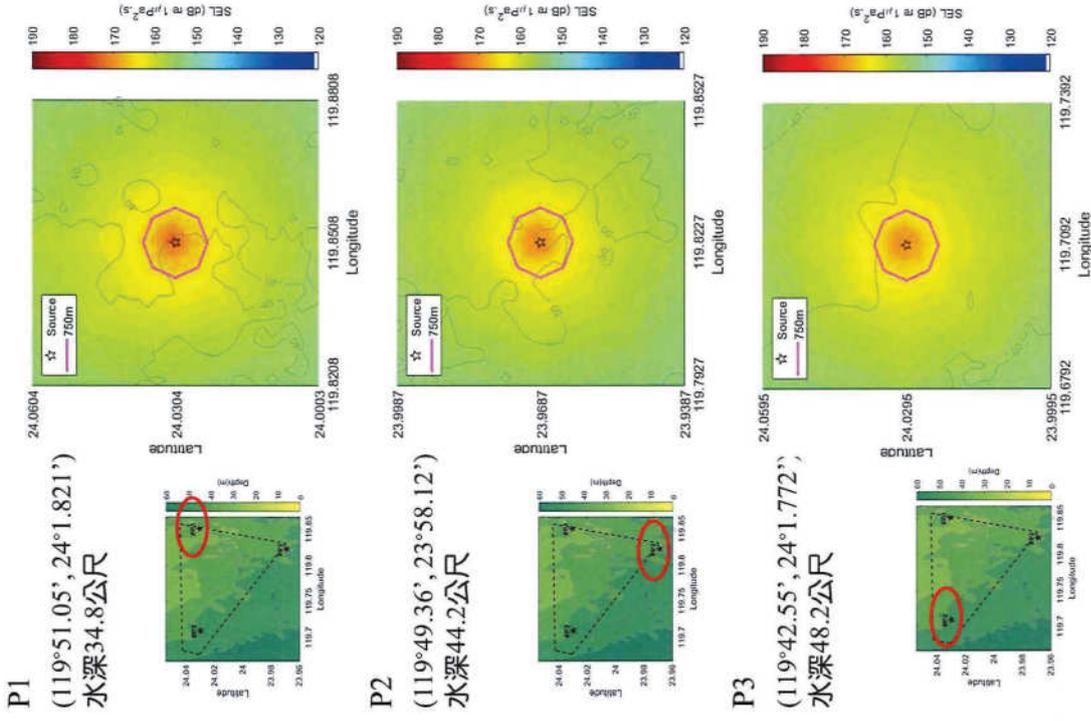
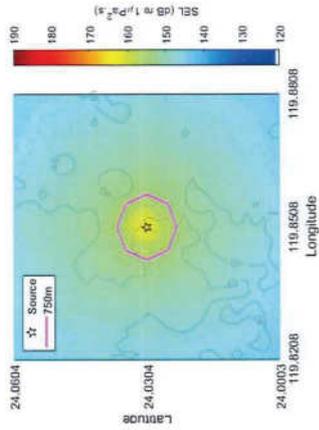
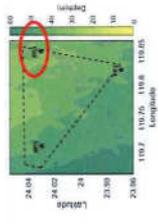


圖2.1.6-1 本次變更P1~P3點位打樁施工，距離750公尺之聲壓分布 (減噪前)

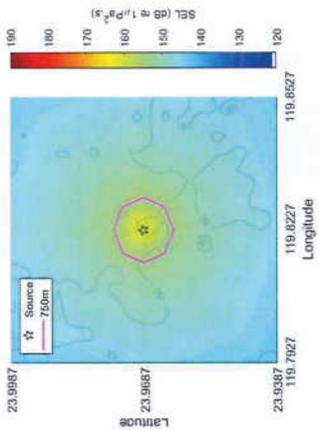
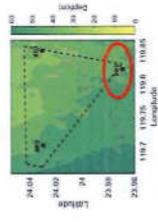
P1

(119°51.05', 24°1.821')  
水深34.8公尺



P2

(119°49.36', 23°58.12')  
水深44.2公尺



P3

(119°42.55', 24°1.772')  
水深48.2公尺

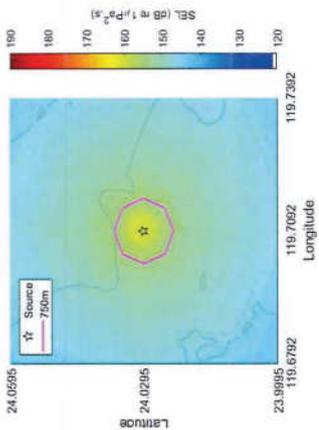
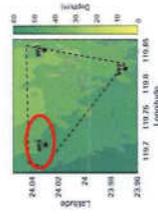


圖2.1.6-2 本次變更P1~P3點位打樁施工，距離750公尺之聲壓分布 (減噪後)

七、二案減噪後於750公尺處之水下噪音聲壓值達157dB，逼近環評承諾之160dB，仍請具體補充水下噪音監控機制、應變機制啟動之水下噪音聲壓值(警戒值)、達警戒值之即時應變機制等相關細節，並確實納入報告內文及保護對策。

說明：敬請指教。本計畫原環評已擬定水下噪音環境保護對策及監測計畫，詳細內容說明如下：

- (一) 施工期間水下噪音監測計畫詳表2.1.7-1所示，監測目的簡述如下：
  1. 距離風機基礎中心點位置750公尺4處進行水下噪音監測，目的在於監測風機打樁期間水下噪音聲壓值(SEL)。
  2. 風場範圍2站進行水下噪音監測，目的在於進行水下噪音背景值測量。

表 2.1.7-1 本次變更施工期間水下噪音監測計畫表

| 類別   | 監測項目   | 地點                 | 頻率           |
|------|--|--------------------|--------------|
| 海域施工 | 20 Hz~20kHz之水下噪音，時頻譜及1-Hz band、1/3 Octave band分析 | 距離風機基礎中心點位置750公尺4處 | 每部風機打樁期間     |
|      |  | 風場範圍2站             | 每季1次且每季連續14天 |

(二) 水下噪音施工期間環境保護對策

1. 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)。
2. 本計畫風場以漸進方式進行打樁作業，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。
3. 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，測量方式參照附件技術指引，模擬方法參考附件技術指引，量測方法及閾值如下：
    - (1) 施工期間將以風機基礎中心點為該機組750公尺執行水下噪音4處160分貝承諾限值及聲學監測基準點，於750公尺處選擇合理位置設置4座水下聲學監測設施並分布於4個方位，並將依照環檢所公告之「水下噪音測量方法(NIEA-P210.2.1B)」確實辦理。

九、請將歷次審查會議紀錄及意見回覆表對照表納入報告書，相關答覆內容及承諾請確實納入報告書內文及保護對策(含環境監測計畫)。

說明：敬謝指教。本計畫已將歷次審查會議紀錄及意見回覆表對照表納入報告書附錄，並將包含環境監測計畫等答覆內容及環境保護承諾納入報告書內文及環境保護對策。

## 2.2、行政院農業委員會漁業署

一、本署無意見。

說明：敬悉。

## 2.3、文資局

一、請開發單位確實依文化部備查之水下文化資產調查報告書辦理，倘有備查書件變更，請依《水下文化資產保存法》等相關規定辦理，後續施工時，請依前所備查報告書允諾之安全警戒範圍，與疑似目標物保持安全距離，及遵循《水下文化資產保存法》第9、13條之規定。

說明：遵照辦理，本計畫將確實依文化部備查之水下文化資產調查報告書辦理，當變更調查報告書內容時，將依「水下文化資產保存法」等相關規定辦理。

於海域施工階段時，將依水下文化資產調查報告書允諾之安全警戒範圍，與疑似目標物保持安全距離，並遵循《水下文化資產保存法》第9、13條之規定。

(2) 於750公尺監測處，水下噪音聲曝值(SEL)不得超過160dB re 1μPa2s，作為影響評估閾值。

(3) 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。

(4) 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Leq30s)，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。

(5) 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))，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。

八、本次變更於環境檢測計畫新增水下噪音(含鯨豚聲學)儀器及數據回收遺失應變作法，惟資料遺失後，原每季連續監測14天，補做之調查似僅量測24小時即回收儀器，請再確認是否符合原監測計畫要求。

說明：敬謝指教。海龍二號、三號風場離岸距離約45~55公里，考量外海海象狀況不穩定且資料遺失可能性，為使水下聲學調查儀器能如期佈設及回收，本計畫規劃水下聲學儀器及數據回收遺失之應變作法，說明如下：

1. 本計畫將要求水下聲學調查團隊於每季的第一個月進行佈放後，監測14日以上，並視海況條件允許，儘速出海回收儀器。
2. 於回收時若發現調查儀器遺失，將提出本計畫確實已出海執行此項監測工作之證明，以利後續說明。
3. 後續在海況條件允許下，將再儘快安排補救之水下聲學調查，且為確保補救資料能確實回收，調查船隻將於儀器布放下水後，於附近海域進行儀器戒護工作，如量測過程中GPS浮標位置顯示有超出風場範圍或異常情況，則前往排除異常情況。待量測時間滿24小時，即回收各點位儀器。
4. 為確保調查人員及船隻安全性，若遇有突發海象條件惡劣變化因素，基於安全考量將駛回港口待命。
5. 倘採用補救措施，應加註說明。

「海龍二號離岸風力發電計畫  
環境影響差異分析報告(第一次變更)」  
「海龍三號離岸風力發電計畫  
環境影響差異分析報告(第一次變更)」  
等 2 案專案小組聯席初審會議紀錄

專案小組第 4 次審查意見回覆對照表

中華民國 110 年 3 月

# 目錄

|  |     |
|--|-----|
| 結論：.....   | 1   |
| 一、本案初審會議已超過3次，另簽奉主任委員核可後，請2案開發單位於110年3月31日前依下列意見補充、修正後，送本專案小組再審：.....  | 1   |
| 二、依環境影響評估法第13條之1第1項規定：「環境影響說明書或評估書初稿經主管機關受理後，於審查時認有應補正情形者，主管機關應詳列補正所需資料，通知開發單位限期補正。開發單位未於期限內補正或補正未符主管機關規定者，主管機關應函請目的事業主管機關駁回開發行為許可之申請，並副知開發單位。」..... | 23  |
| 附件 綜合討論(請開發單位於後續資料列表說明).....   | 23  |
| 一、張委員學文.....   | 23  |
| 二、朱信委員.....  | 25  |
| 三、江委員康鈺(書面意見).....   | 43  |
| 四、李委員俊福(書面意見).....   | 51  |
| 五、李委員培芬.....   | 51  |
| 六、吳委員義林(書面意見).....   | 69  |
| 七、孫委員振義.....   | 73  |
| 八、游委員勝傑(書面意見).....   | 73  |
| 九、簡委員連貴.....   | 75  |
| 十、袁菁委員(書面意見).....  | 80  |
| 十一、江委員鴻龍.....  | 80  |
| 十二、白委員子易(書面意見).....  | 81  |
| 十三、經濟部能源局(發言摘要).....   | 90  |
| 十四、經濟部中央地質調查所(書面意見).....   | 90  |
| 十五、行政院農業委員會(書面意見).....   | 90  |
| 十六、行政院農業委員會林務局(書面意見).....  | 90  |
| 十七、行政院農業委員會漁業署(書面意見).....  | 90  |
| 十八、海洋委員會海洋保育署(書面意見).....   | 91  |
| 十九、交通部航港局(書面意見).....   | 91  |
| 二十、交通部運輸研究所(書面意見).....   | 91  |
| 二十一、內政部營建署(書面意見).....  | 91  |
| 二十二、文化部文化資產局(書面意見).....  | 91  |
| 二十三、彰化縣政府(書面意見).....   | 91  |
| 二十四、彰化縣環境保護局(發言摘要).....  | 119 |
| 二十五、澎湖縣政府環境保護局(書面意見).....  | 119 |
| 二十六、本署綜合計畫處.....   | 119 |
| 二十七、本署空氣品質保護及噪音管制處(書面意見).....  | 119 |
| 二十八、本署水質保護處(書面意見).....   | 119 |
| 二十九、本署廢棄物管理處(書面意見).....  | 120 |
| 三十、本署環境衛生及毒物管理處(書面意見).....   | 120 |
| 三十一、本署環境督察總隊(書面意見).....  | 120 |

# 次目錄

|   |    |
|---|----|
| 結論：   | 1  |
| 一、本案初審會議已超過 3 次，另簽奉主任委員核可後，請 2 案開發單位於 110 年 3 月 31 日前依下列意見補充、修正後，送本專案小組再審：  | 1  |
| (一)評估「新增 11 百萬瓦(MW)至 15 百萬瓦(MW)裝置容量風機，風機間距調整維持原環境影響說明書最小風機間距至少 820 公尺」之可行性，並與經濟部能源局評估場址邊界布設風機之可能。   | 1  |
| (二)因應鄰近風場之不確定性，提出「海龍二號」「海龍三號」風場北側鳥類連續監測系統之設置規劃。   | 22 |
| (三)應與鄰近風場共同規劃航空警示燈之設置位置。  | 23 |
| (四)委員及相關機關所提其他意見。   | 23 |
| 二、依環境影響評估法第 13 條之 1 第 1 項規定：「環境影響說明書或評估書初稿經主管機關受理後，於審查時認有應補正情形者，主管機關應詳列補正所需資料，通知開發單位限期補正。開發單位未於期限內補正或補正未符主管機關規定者，主管機關應函請目的事業主管機關駁回開發行為許可之申請，並副知開發單位。」   | 23 |
| 附件 綜合討論(請開發單位於後續資料列表說明)   | 23 |
| 一、張委員學文   | 23 |
| 「海龍二號」「海龍三號」風場北方前緣，在「海鼎二號」「海鼎三號」風場不能設置鳥類監測系統後，將有一整片到北方前緣沒有監測系統，本風場開發如何因應未來監測？   | 23 |
| 二、朱信委員  | 25 |
| 前次意見(含審查結論)尚須補正，補正意見如下：   | 25 |
| (一)以所附資料顯示丹麥、英格蘭及德國等國外風場，其風機間距皆達 4D 以上，而國內中能離岸風力發電開發計畫在增加風機尺寸及發電規模後，其風機間距亦達 4D 以上。此計畫原環境影響說明書原承諾風機最少間距為 5D，此次因風場面積縮小，情有可原；但仍請維持風機最少間距 4D 以上。  | 25 |
| (二)請確認盛行風向之風機間距為 1,332 公尺，還是 1,158 公尺？  | 43 |
| 三、江委員康鈺(書面意見)   | 43 |
| 前次會議意見回覆說明，提及降轉機制之作業訂定；開發單位建議目的事業主管機關研擬商業可行之機制，供業者共同遵循，此似欠缺開發者自主管理，及善盡生態保護責任之回應，請開發單位妥適回應與說明為佳。   | 43 |
| 四、李委員俊福(書面意見)   | 51 |
| 補正回應情形已符規定或足供審查判斷所需資訊。  | 51 |
| 五、李委員培芬   | 51 |
| 前次意見(含審查結論)尚須補正，補正意見如下：   | 51 |
| (一)海龍二號和海龍三號風場所在區域的鳥類出沒狀態，請提出雷達調查資訊地圖，本次所提鳥類飛行方向的風花圖必需說明其記錄之位置和風場的空間關係才有意義。假設兩者的位置相符，從風花圖春季的方向來檢視，大多數的鳥類最多只能避開第 1 個(外圈)的風機，較內層的風機將對這些鳥類造成撞擊的風險；另外，所留設之整體飛行廊道也和風花圖不一致，春季的風花圖顯示北方和東北方是主要的方向，目前的規劃或可降低東北方的撞擊，但在北方則無降低撞擊的可能性。是否有改善方案？ | 51 |

|   |    |
|---|----|
| (二)航空警示燈之布置除了本案外，是否和彰化之其他風場統合安排？  | 68 |
| 六、吳委員義林(書面意見)   | 69 |
| (一)「海龍二號離岸風力發電計畫環境影響差異分析報告(第一次變更)」：海龍二號(編號 19 風場)與海龍三號(編號 18 風場)之退縮應改到延續編號 16 風場與編號 17 風場等之間的飛行廊道。  | 69 |
| (二)「海龍三號離岸風力發電計畫環境影響差異分析報告(第一次變更)」：海龍三號(編號 18 風場)與海龍二號(編號 19 風場)間之退縮應改到延續編號 16 風場與編號 17 風場、編號 14 風場與編號 15 風場、編號 12 風場與編號 13 風場間之飛行廊道，以直線延續飛行廊道。       | 71 |
| 七、孫委員振義   | 73 |
| 補正回應情形已符規定或足供審查判斷所需資訊。  | 73 |
| 八、游委員勝傑(書面意見)   | 73 |
| 前次意見(含會議結論)尚須補正，補正意見如下：鳥類撞擊評估是否有考量風扇邊緣之風場變化、鳥類體型、飛行速度之間關連性？   | 73 |
| 九、簡委員連貴   | 75 |
| (一)補正回應情形已符規定或足供審查判斷所需資訊。   | 75 |
| (二)本案優先選用較大風機，減少風機數量且規劃鳥類飛行廊道(大於等於 2 公里)，以降低對鳥類影響，對環境有助益，原則支持。  | 75 |
| (三)本案與大彰化案及海鼎案將聯合設置鳥類監測系統，及共享監測結果，請補充佐證文件及監測計畫。   | 75 |
| (四)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 1 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 1 次相同作業，請納入承諾事項。  | 80 |
| 十、袁菁委員(書面意見)  | 80 |
| 補正回應情形已符規定或足供審查判斷所需資訊。  | 80 |
| 十一、江委員鴻龍  | 80 |
| 目前規劃配置盛行風向大於 1,332 公尺、非盛行風向大於 666 公尺，其依據應請詳實說明。另目前規劃 14 百萬瓦(MW)，葉片直徑 222 公尺之規劃為何？應請提供參考依據。  | 80 |
| 十二、白委員子易(書面意見)  | 81 |
| (一)「鳥類撞擊評估」由於 Band Model 需輸入之參數繁多(Band et al., 2007; Band, 2012)，請補充說明：   | 81 |
| 1.請製表逐項說明相關參數，並與「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」之內容互相查核是否有不一致之處。  | 81 |
| 2.不同鳥種相對迴避率之設定，是否屬最劣情境？   | 83 |
| (二)請補充說明變更後，「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」中「葉片間漩渦及末端氣流擾動影響及可利用空間檢核」，是否需重新評估。  | 85 |
| (三)請補充說明變更後，相關的地質安全、結構安全，是否需重新評估。   | 86 |
| 十三、經濟部能源局(發言摘要)   | 90 |
| 政府推動再生能源，希望在 2025 年達到風力 5.5GW 的目標。本案可提供 1GW，是很重要的場址。本次變更係為因應國際風機大型化趨勢而辦理，不但可減少風機支數，亦可對環境更加友善。本案經 3 次專案小組初審建議審核修正通過，提請環境影響評估審查委員會討論，因風機大型化為新穎技術，委員會希望能 |    |

|   |     |
|---|-----|
| 針對風機間距及鳥類影響做進一步說明，以減少疑慮。109 年 12 月 11 日經濟部能源局邀集行政院環境保護署及開發單位召開風機國際趨勢會議，國際上對風機間距的主要考量為尾流效應，另外依據個案是否有大型保育類鳥類經過而採用不同減輕措施；本案雖未有類似生態議題，但仍請開發單位以比例尺表達目前風機配置，另也請與風機廠商討論如何以科學計算方式呈現影響範圍，以降低外界疑慮。.....                   | 90  |
| 十四、經濟部中央地質調查所(書面意見).....  | 90  |
| 本所無意見。.....   | 90  |
| 十五、行政院農業委員會(書面意見).....  | 90  |
| 本會無意見。.....   | 90  |
| 十六、行政院農業委員會林務局(書面意見).....   | 90  |
| 本局無意見。.....   | 90  |
| 十七、行政院農業委員會漁業署(書面意見).....   | 90  |
| 本署無意見。.....   | 91  |
| 十八、海洋委員會海洋保育署(書面意見).....  | 91  |
| 無意見。.....   | 91  |
| 十九、交通部航港局(書面意見).....  | 91  |
| 無新增意見。.....   | 91  |
| 二十、交通部運輸研究所(書面意見).....  | 91  |
| 本所無進一步意見。.....  | 91  |
| 二十一、內政部營建署(書面意見).....   | 91  |
| 本署無意見。.....   | 91  |
| 二十二、文化部文化資產局(書面意見).....   | 91  |
| 請開發單位確實依文化部備查之水下文化資產調查報告書辦理，倘有備查書件變更，請依「水下文化資產保存法」等相關規定辦理。後續施工時，請依前開所備查報告書允諾之安全警戒範圍，與疑似目標物保持安全距離，及遵循「水下文化資產保存法」第 9、13 條之規定。.....  | 91  |
| 二十三、彰化縣政府(書面意見).....  | 91  |
| (一)開發單位承諾將規劃具體可行之風機降轉或停機初步規劃，並納入環境影響調查報告書送審，請確實納入環境影響差異分析報告之環境保護對策本文，並補充環境影響調查報告書送審時間。.....   | 91  |
| (二)開發單位承諾於鳥類雷達調查搭配目視調查，請說明目視調查時間(每次幾小時)及是否包含日夜間，並建議於每次雷達調查時進行目視調查，以累積資料加速鳥類監測物種辨識技術，並建請於營運前提交環境影響調查報告書送審，以釐清雷達資料和鳥種數量之關係，進而加強結合建立風機降轉機制。.....   | 91  |
| (三)因澎湖地區之燕鷗及彰化地區之候鳥問題，環境影響說明書審查階段即以風機間距(平行盛行風 7D，非平行盛行風 5D)作為鳥類保護對策之環境影響評估承諾，爭取通過環境影響評估，並將風機間距納入環境影響說明書定稿本，本次變更大幅縮減風機間距，對鳥類生態造成之影響仍多以鳥類會主動迴避風場為由，爰仍請提出優於原環境影響評估承諾之鳥類保護對策，並建請行政院環境保護署審慎審查，避免風機加大卻縮減風機間距之情形。..... | 94  |
| (四)經濟部能源局為降低離岸風場開發對環境生態之影響，將環境影響評估審查通過作為取得電業籌設許可之要件，惟本次變更開發單位之部分答覆內容卻以經濟部能源局籌設許可文件已核准作為理由，恐有不妥。.....  | 112 |

|  |     |
|--|-----|
| (五)目前 2 案之水下噪音模擬聲曝值皆為 157dB(分貝)(減噪後)，惟打樁之水下噪音聲曝值受底質種類影響，且亦無細部海域底質實際鑽探資料，是否將影響水下噪音模擬結果，請再補充說明。.....   | 112 |
| (六)因打樁位置距離 750 公尺處垂直水深之水下噪音聲曝值仍受水深影響，惟開發單位並未說明 750 公尺處垂直水深之水下噪音模擬情形，仍請開發單位說明，並建請以最大聲曝值之水深進行監測。.....  | 113 |
| (七)2 案減噪後於 750 公尺處之水下噪音聲曝值達 157dB(分貝)，逼近環境影響評估承諾之 160dB(分貝)，仍請具體補充水下噪音監控機制、應變機制啟動之水下噪音聲曝值(警戒值)、達警戒值之即時應變機制等相關細節，並確實納入環境影響差異分析報告內文及保護對策。..... | 117 |
| (八)本次變更於環境監測計畫新增水下噪音(含鯨豚聲學)儀器及數據回收遺失應變作法，惟資料遺失後，原每季連續監測 14 天，補做之調查似僅量測 24 小時即回收儀器，請再確認是否符合原監測計畫要求。.....                                      | 118 |
| (九)請將歷次審查會議紀錄及意見回覆表對照表納入環境影響差異分析，相關答覆內容及承諾請確實納入環境影響差異分析內文及保護對策(含環境監測計畫).....   | 119 |
| 二十四、彰化縣環境保護局(發言摘要).....  | 119 |
| 無意見。.....  | 119 |
| 二十五、澎湖縣政府環境保護局(書面意見).....  | 119 |
| 無意見。.....  | 119 |
| 二十六、本署綜合計畫處.....   | 119 |
| (一)本案簡報資料內容、書面意見回覆說明資料(掃描檔請至本署環評書件查詢系統點擊本案「會議資料」下載)及本次會議口頭回覆意見說明請納入報告書內容。.....   | 119 |
| (二)請於下次檢送補充、修正資料 35 份至本署時，並附電子檔光碟(補正資料本文及附錄如有個人資料，請塗銷)1 份。.....  | 119 |
| 二十七、本署空氣品質保護及噪音管制處(書面意見).....  | 119 |
| 無意見。.....  | 119 |
| 二十八、本署水質保護處(書面意見).....   | 119 |
| 本處無意見。.....  | 119 |
| 二十九、本署廢棄物管理處(書面意見).....  | 120 |
| 無意見。.....  | 120 |
| 三十、本署環境衛生及毒物管理處(書面意見).....   | 120 |
| 本處無意見。.....  | 120 |
| 三十一、本署環境督察總隊(書面意見).....  | 120 |
| 無新增意見。.....  | 120 |

「海龍二號離岸風力發電計畫環境影響差異分析報告(第一次變更)」  
 「海龍三號離岸風力發電計畫環境影響差異分析報告(第一次變更)」  
 等 2 案專案小組聯席初審會議紀錄專案小組第 4 次審查意見回覆對照表

| 審 查 意 見   | 答 覆 說 明  | 修 訂 處   |   |
|---|--|---|---|
|   |  | 章 節   | 頁 次   |
| <b>結論：</b>  |  |   |   |
| 一、本案初審會議已超過3次，另簽奉主任委員核可後，請2案開發單位於110年3月31日前依下列意見補充、修正後，送本專案小組再審：                            | 遵照辦理   | —   | —   |
| (一)評估「新增11百萬瓦(MW)至15百萬瓦(MW)裝置容量風機，風機間距調整維持原環境影響說明書最小風機間距至少820公尺」之可行性，並與經濟部能源局評估場址邊界布設風機之可能。 | <p>敬謝指教。回答分列說明如下：</p> <p>一、評估新增11~15MW風機間距調整維持原環說最小風機間距之可行性</p> <p>原環說風機間距規劃為參考歐洲北海案例建議盛行風向大於7D、非盛行風向大於5D，並未考量鳥類實際飛行習性。<b>實務上風機間距之佈置原則</b>，係由風機供應商根據個案風場之設置容量及面積、基地形狀、安全距離、其他相關限制等條件，依據所選用之不同單機容量，做出包含風機間距原則之最佳化配置建議，其中間距倍數僅作為輔助陳述風機間距距離之用，尚無法以個案風場之同等間距倍數，作為所有風場之規劃依據，實務上亦未有此國際準則。故本計畫係依據上述考量原則，由風機供應商訂定合理可行之間距條件，建請委員、機關諒察。</p> <p>本次變更海龍三號風場為配合「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」及經濟部整體規劃，於風場開發面積及總裝置容量等設置條件均維持不變下，為營造有利鳥類南北飛行方向，於海龍三號風場新增2,000公尺銜接鄰近風場連續之鳥類廊道(詳圖1.1.1-1)；且海龍二號風場已配合公告直航航道退縮風場在先，場址面積縮減近40%，退縮寬度達3,500公尺，海龍二號、三號風場相鄰邊界依經濟部能源局於104年7月2日公佈之「離岸風力發電規劃場址申請作業要點」規定，各自退縮，留設寬度大於2,000公</p> | <p>4.2</p> <p>6.1.4</p> <p>4.4</p> <p>7.1</p> | <p>4-4~8</p> <p>6-28~48</p> <p>4-22~23</p> <p>4-28~29</p> <p>7-4~5</p> <p>7-11~12</p> |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |     |
|---------|--|-------|-----|
|         |  | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>尺，而與北側相鄰風場亦依規定各自退縮。本次變更新增11~15MW風機，因有留設銜接連續之鳥類廊道、直航航道及邊界退縮規定之限制，若採原環說6~9.5MW之間距條件佈置(盛行風向7D及非盛行風向5D)，且再於海三風場內留設鳥類廊道，風機排數將達5~7排之多，且無法達成政府契約容量；若採盛行風向1,158公尺及非盛行風向666公尺之間距條件佈置，並於海三風場內留設鳥類廊道，風機排數僅3~6排，相較排數更少，且在風場面積的限制下，尚可達成政府契約容量，詳圖1.1.1-2所示。故本次變更將原非盛行風向之最小風機間距755公尺微調縮減為666公尺，間距縮減之差異值約89公尺，但海三風場中央新增鳥類廊道(約2,000公尺)、航道退縮(約3,000~3,500公尺)、邊界退縮(14MW雙側約2,664公尺)，若以總體間距空間而言，實際風機留設間距、風場退縮空間均遠大於原規劃，詳圖1.1.1-3所示。</p> <p>本計畫彙整2006年至今國內外監測調查研究案例顯示，鳥類飛行方向與大範圍廊道空間顯著相關，大部分鳥類會主動迴避風場，約佔97%，進入風場僅有3%(Ib Krag Petersen et al,2006；K.L. Krijgsveld et al,2011)，進入風場後的鳥類絕大多數(99.4%)於風機間會自行迴避(ORJIP Bird Collision Avoidance Study, Final Report, 2018)；另參考國外觀察鳥類迴避風機的行為研究顯示(圖1.1.1-4)，鳥類通過風機群迴避距離約200公尺(Larsen and Madsen,2000)，顯示鳥類比人類想像中更會迴避風機；丹麥Tunø Knob風場鳥類目視調查顯示(Effects of wind turbines on flight behaviour of wintering common eiders: implications for habitat use and collision risk, 2007)，風場範圍及風機外200公尺、風機外200~600公尺鳥類數量比例分別為23.6%、76.4%，顯示鳥類迴避風機約為200公尺(圖1.1.1-5)；臺灣「王功風力發電計畫」鳥類雷達調查顯示(圖1.1.1-6)，風機設置後，北堤(風機間距200公尺，淨間距129公尺)鳥類數量由49%降至17%，約38%鳥類轉移至環評階段</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>規劃預留之東側鳥類飛行廊道，顯示鳥類飛行路徑因風機開發而有轉移現象，另一部份則改由西堤進出(風機間距500公尺，淨間距429公尺)，約佔34%，顯示已有充分空間提供鳥類飛行，與前述鳥類迴避風機情形相符；本計畫風機淨間距達444公尺，可提供鳥類充足的飛行空間。</p> <p>另參考「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」中「葉片間漩渦及末端氣流擾動影響及可利用空間檢核」評估結果，由於風力發電之原理係擷取環境風能，以轉化為電能輸出，而是被動性的接受氣流的撞擊，進而造成扇葉轉動，因此會隨周遭環境風場之風速高低變化，驅動風機扇葉進行不同轉速之轉動。經模擬結果顯示(圖1.1.1-7~8)，風機旋轉範圍、前方與後方均呈現減速現象，風能在風機扇葉前方約 40 公尺處已開始呈現減速現象；風機旋轉範圍外約20公尺區域有局部氣流擠壓，呈現增速現象；由此結果可證，鳥類倘飛行經過風機扇葉前方時，風機不會將鳥類吸入並撞擊扇葉。</p> <p>此外，本計畫經鳥類撞擊評估結果顯示，變更後11 MW及15 MW風機配置造成的鳥類撞擊數量低於原環說(6~9.5MW)最大撞擊數量，大型化風機所需架設的風機支數較少，因此整體衝擊相對較小。</p> <p>本計畫已蒐集國內外施工或營運中風場淨間距實例(表1.1.1-1)，留設淨間距約為301~410公尺，本次變更新增11MW~15MW大型化風機方案，風機最小間距為666公尺，以最有可能採用之14MW風機估算最小淨間距為444公尺，不小於國內外風場淨間距實例，提供鳥類於風機間飛行迴避空間。</p> <p>本次變更充分考量鳥類飛行習性，風機間已留設不小於國內外風場淨間距，並透過留設一致性鳥類廊道，增加邊界退縮等，減少鳥類飛行偏轉次數，提升海龍風場周邊大尺度鳥類飛行空間，經評估後整體鳥類飛行空間相較原規劃合理且友善，可降低鳥類飛行所面臨之實際風險。加上變更後風場開發規模</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |     |
|---------|--|-------|-----|
|         |  | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>相較原環說減少近半數的風機數量、水下基礎(含基樁)設置數量、基座面積及打樁作業時間等，可減少施工及營運期間對海域環境影響(詳圖1.1.1-9)，經評估包括空氣品質(海域工程)、噪音振動(風機運轉噪音)、水下噪音等，評估結果與原環說相似，而在鳥類撞擊數量、打樁水下噪音影響時間及底棲生態影響面積等均有減輕對環境之影響(詳表1.1.1-2)。</p> <p>綜合上述，本計畫環境影響評估結果顯示未有重大衝擊，但為了降低開發行為對於鳥類生態環境衝擊，已於原環評擬定鳥類環境保護對策。以下針對有關風機間距規劃調整、國內外監測調查研究案例、鳥類撞擊評估以及鳥類環境減輕對策等，詳細說明如下：</p> <p>(一) 風機間距規劃調整說明</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 原環說風機間距規劃為參考歐洲北海案例建議盛行風向大於7D、非盛行風向大於5D，並非考量鳥類飛行習性進行間距規劃。實務上風機間距之佈置原則，係由風機供應商根據個案風場之設置容量及面積、基地形狀、安全距離、其他相關限制等條件，依據所選用之不同單機容量，做出包含風機間距原則之最佳化配置建議，其中間距倍數僅作為輔助陳述風機間距距離之用，尚無法以個案風場之同等間距倍數，作為所有風場之規劃依據，實務上亦未有此國際準則。故本計畫係依據上述考量原則，由風機供應商訂定合理可行之間距條件。</li> <li>2. 本計畫海龍二號風場已配合公告直航航道退縮風場在先，退縮寬度達3,500公尺(面積約41km<sup>2</sup>)，另海龍三號風場已於風場內退縮留設2,000公尺寬之鳥類廊道(面積約12km<sup>2</sup>) (詳圖1.1.1-1)。而在兩風場之間，亦需考量於各場址邊界向內退縮，以14MW估算，於風場內兩場址間共退縮 2,664 公尺(6D+6D)。整體留設風場退縮空間詳圖1.1.1-2所示。</li> </ol> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |     |
|---------|--|-------|-----|
|         |  | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>3. 本次變更新增11~15MW風機，因有留設銜接連續之鳥類廊道、直航航道及邊界退縮規定之限制，若採原環說6~9.5MW之間距條件佈置(盛行風向7D及非盛行風向5D)，且再於海三風場內留設鳥類廊道，風機排數將達5~7排之多，且無法達成政府契約容量；若採盛行風向1,158公尺及非盛行風向666公尺之間距條件佈置，並於海三風場內留設鳥類廊道，風機排數僅3~6排，相較排數更少，且在風場面積的限制下，尚可達成政府契約容量，詳圖1.1.1-2所示。</p> <p>4. 參考國內外施工或營運中風場淨間距實例(表1.1.1-1)，留設淨間距約為301~410公尺，本次變更新增11MW~15MW大型化風機方案，風機最小間距為666公尺，以最有可能採用之14MW風機估算最小淨間距為444公尺，不小於國內外風場淨間距實例，提供鳥類於風機間飛行迴避空間。</p> <p>5. 基此，本計畫係整體考量鳥類飛行環境、場址邊界緩衝、場址規劃條件等，而將原非盛行風向之最小風機間距755公尺微調縮減為666公尺，間距縮減之差異值約89公尺，但海三風場中央新增鳥類廊道(約2,000公尺)、航道退縮(約3,000~3,500公尺)、邊界退縮(14MW雙側約2,664公尺)，若以總體間距空間而言，實際風機留設間距、風場退縮空間均遠大於原規劃，詳圖1.1.1-3所示。</p> <p>(二) 國內外監測調查研究案例</p> <p>彙整2006年至今國內外監測調查研究案例顯示，針對鳥類飛行於風場外圍及邊界、進入風場後之特性，說明如下：</p> <p>1. 鳥類於遠處即會提前偏轉避開風場，僅少部分進入風場，仍會主動迴避風機</p> <p>(1) 相關研究顯示，大部分鳥類在5公里距離處會注意到風場，在3公里</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>距離處會發生偏轉 (Ib Krag Petersen et al,2006)。</p> <p>超過50%鳥類會在1~2公里的距離內避免穿越風場 (Ib Krag Petersen et al,2006)，約17%會在風場邊緣飛行，僅約3%會至風場內飛行 (K.L. Krijgsveld et al,2011)。</p> <p>(2) 依據丹麥Nysted、Horns Rev風場鳥類雷達調查情形 (Final results of bird studies at the offshore wind farms at Nysted and Horns Rev, Denmark, 2006)，鳥類於距離風場遠處開始改變飛行方向，顯示鳥類會提前改變飛行方向以避開風場。詳如圖1.1.1-10、圖1.1.1-11所示。</p> <p>其中丹麥Nysted風場之風機上攝影機經2,400小時運轉期間，未紀錄到鳥類碰撞情形，顯示少數鳥類飛行於風機周圍，仍會主動迴避。</p> <p>(3) 依據英格蘭Thanet風場鳥類雷達調查情形 (ORJIP Bird Collision Avoidance Study, Final Report, 2018)，絕大部分鳥類會在看見風機陣列後，即改變飛行路徑，顯示靠近風場的鳥類，仍會改變飛行方向以避開風場。詳如圖1.1.1-12所示。</p> <p>該調查亦顯示，少部分的鳥類若進入風場飛行，絕大多數鳥類(99.4%)會在風機之間即產生迴避，而不會在進入風機掃風範圍後才迴避。</p> <p>(4) 參考國外觀察鳥類迴避風機的行為研究顯示(圖1.1.1-4)，鳥類通過單一風機及風機陣列迴避距離為100公尺，通過風機群落迴避距離為200公尺，整體迴避距離約100~200公尺，顯示鳥類比人類想像中更會迴避風機。(Effects of</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |     |
|---------|--|-------|-----|
|         |  | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>wind turbines and other physical elements on field utilization by pink-footed geese: A landscape perspective, Larsen and Madsen,2000)。</p> <p>2. 經國內外監測案例顯示，鳥類飛行方向與廊道空間顯著相關</p> <p>(1) 依據丹麥Tunø Knob風場鳥類目視調查情形 (Effects of wind turbines on flight behaviour of wintering common eiders: implications for habitat use and collision risk, 2007)，風場範圍及風機外200公尺、風機外200~600公尺鳥類數量比例分別為23.6%、76.4%，顯示鳥類迴避風機約為200公尺，鳥類於飛行走廊(距風機約200~600公尺處)出現的頻率高，顯示鳥類飛行方向與大範圍廊道空間顯著相關。詳如圖1.1.1-5所示。</p> <p>(2) 依據瑞典Yttre Stengrund風場(間距約400~500公尺)鳥類雷達與目視調查情形(Influence of offshore windmills on migration birds-in southeast coast of Sweden, 2003)，由鳥類與最近風機距離(0~200公尺)的累積頻率分佈可知，無論日間或夜間，距離風機越近，鳥類飛行頻率越少，觀察後亦未有碰撞情形。詳如圖1.1.1-13所示。</p> <p>(3) 依據臺灣「王功風力發電計畫」鳥類雷達調查顯示(圖1.1.1-6)，風機設置後，北堤(風機間距200公尺，淨間距129公尺)鳥類數量由49%降至17%，約38%鳥類轉移至環評階段規劃預留之東側鳥類飛行廊道，顯示鳥類飛行路徑因風機開發而有轉移現象，另一部份則改由西堤進出(風機間距500公尺，淨間距429公尺)，約佔34%，顯示</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>已有充分空間提供鳥類飛行，與前述鳥類迴避風機情形相符。</p> <p>另依據歷年監測結果，鳥類數量並未因風機運轉後有減少情形。</p> <p>(三) 鳥類撞擊評估</p> <p>海龍二號、三號風場變更後11 MW及15 MW風力發電機組配置造成的鳥類撞擊數量低於原環說最大撞擊數量(圖1.1.1-14)。其中，15MW配置所造成的鳥類撞擊量又較11MW配置少。15MW的風機，單支風機的旋轉半徑較大，葉片較寬，但其所需架設的風機支數較少，因此整體衝擊相對較小。</p> <p>1. 海龍二號</p> <p>海龍二號風場於0.98的迴避率下，整體全年的撞擊數量估值介於91.3~110.1隻。保育類最大撞擊數量估值說明如下：</p> <p>(1) 11MW風機配置：0.98的迴避率下，海龍二號風場保育類全年的撞擊數量估值分別約為玄燕鷗11隻、白眉燕鷗40隻和鳳頭燕鷗1隻。</p> <p>(2) 15MW風機配置：0.98的迴避率下，海龍二號風場保育類全年的撞擊量估值分別約為玄燕鷗9隻、白眉燕鷗33隻和鳳頭燕鷗1隻。</p> <p>2. 海龍三號</p> <p>海龍三號風場於0.98的迴避率下，整體全年的撞擊數量估值介於104.6~123.6隻。保育類最大撞擊數量估值說明如下：</p> <p>(1) 11MW風機配置：0.98的迴避率下，海龍三號風場保育類全年的撞擊數量估值分別約為魚鷹2隻、玄燕鷗14隻、白眉燕鷗24隻、小燕鷗&lt;0.1隻、鳳頭燕鷗4隻。</p> <p>(2) 15MW風機配置：0.98的迴避率下，海龍三號風場保育類全年的撞擊量估值分別約為魚鷹2隻、玄燕鷗12隻、白眉燕鷗20隻、小燕鷗&lt;0.1隻、鳳頭燕鷗3隻。</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>(四) 環境減輕對策</p> <p>本計畫已擬定鳥類環境保護對策，以降低本計畫開發對於鳥類生態環境衝擊。詳細內容說明如下：</p> <p>1. 施工前</p> <p>(1) 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。</p> <p>(2) 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。</p> <p>(3) 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。</p> <p>2. 施工期間</p> <p>(1) 風機架設完成後，將於風場最外圍風力機組設置最少之航空警示燈，實際設置數量需依屆時所規劃之風力機組配置而定。</p> <p>(2) 依民航局最新頒布之「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」設置航空警示燈，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。</p> <p>(3) 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</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |     |
|---------|--|-------|-----|
|         |  | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>及施工方法。</p> <p>(4) 將優先選用較大風機，以降低鳥類影響。</p> <p>A. 風機大型化規劃，單機裝置容量除原 6~9.5MW，並新增 11~15MW 規劃。</p> <p>B. 6~9.5MW 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)。新增之 11~15MW 風機間距將依風力機組型式及場址風況評估結果進行佈置，盛行風向間距至少 1,158 公尺，非盛行風向間距至少 666 公尺。</p> <p>C. 與相鄰風場間距至少為葉片直徑 6 倍 (依單機裝置容量不同約介於 906~1,380 公尺)。</p> <p>D. 風機葉片距離海面高度至少 25 米。</p> <p>3. 營運期間</p> <p>(1) 降低風機撞擊效應</p> <p>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，將於風場最外圍風力機組設置最少之航空警示燈，實際設置數量需依屆時所規劃之風力機組配置而定。</p> <p>依民航局最新頒布之「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」設置航空警示燈，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。</p> <p>(2) 觀測風場中鳥類活動</p> <p>A. 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</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>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。</p> <p>B. 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。</p> <p>C. 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。</p> <p>D. 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1.1.1-15，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。</p> <p>E. 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。</p> <p>二、與經濟部能源局評估場址邊界布設風機之可能性<br/>有關於海龍二號與三號場址邊界退縮空間規劃布設風機之可能性，經與經濟部能源局溝通後，說明如下<br/>(一) 依據「離岸風電規劃場址申請作業要點」規定，與相鄰潛力場址之邊界應留設6倍最大轉子直徑做為緩衝區。</p> |       |     |

| 審查意見 | 答覆說明   | 修訂處 |    |
|------|--|-----|----|
|      |  | 章節  | 頁次 |
|      | <p>(二) 海龍二號、海龍三號風場已依據「離岸風電規劃場址申請作業要點」規定完成規劃場址申請後，另依「離岸風力發電規劃場址容量分配作業要點」規定完成場址容量分配在案，故「海龍二號與三號間鳥類廊道規劃安排增設風機」於政府行政程序上，確屬不可行。綜合考量本案推動仍應符合前述已核准之許可文件及行政程序，建請委員諒察本案仍應於海龍二號、海龍三號風場間分別留設6倍最大轉子直徑做為緩衝區。</p> <p>本次變更配合「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」及經濟部整體規劃，於海龍三號風場新增2,000公尺銜接鄰近風場連續之鳥類廊道，以營造有利鳥類南北飛行方向，詳圖1.1.1-1所示。</p> |     |    |

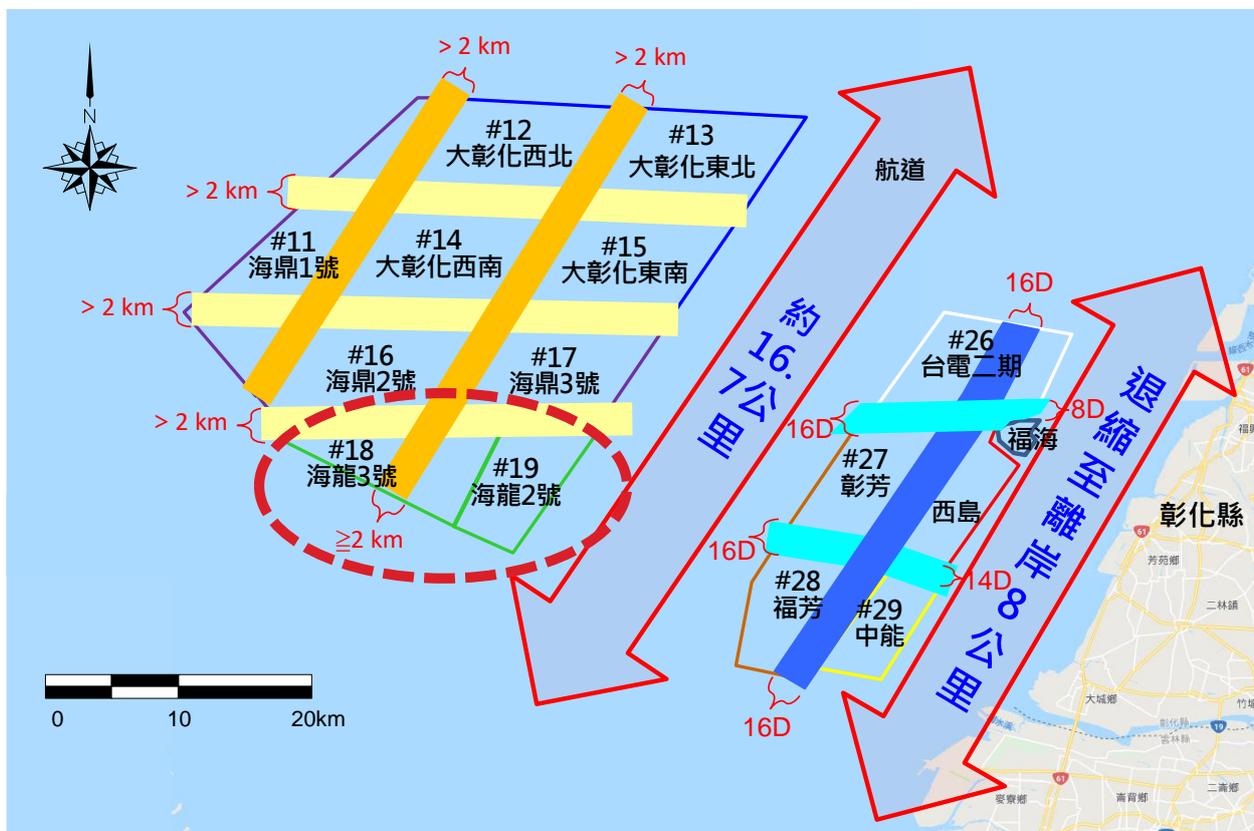
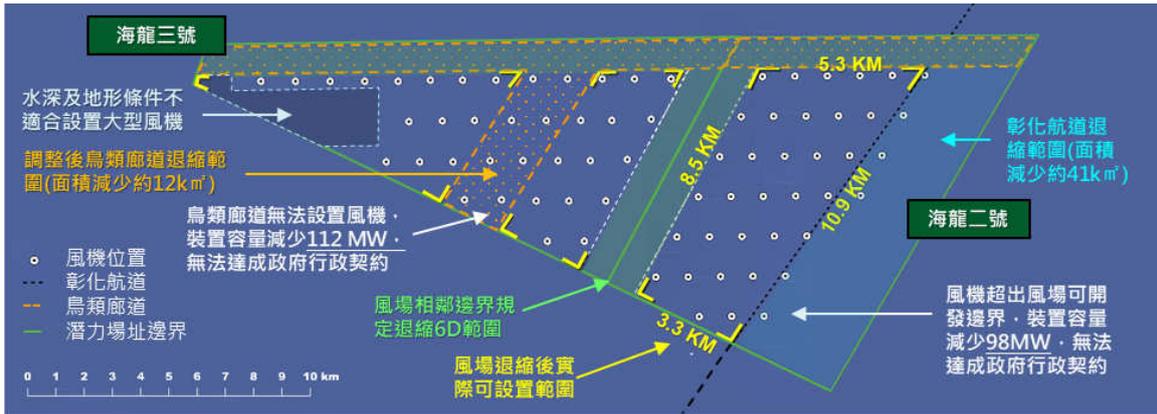
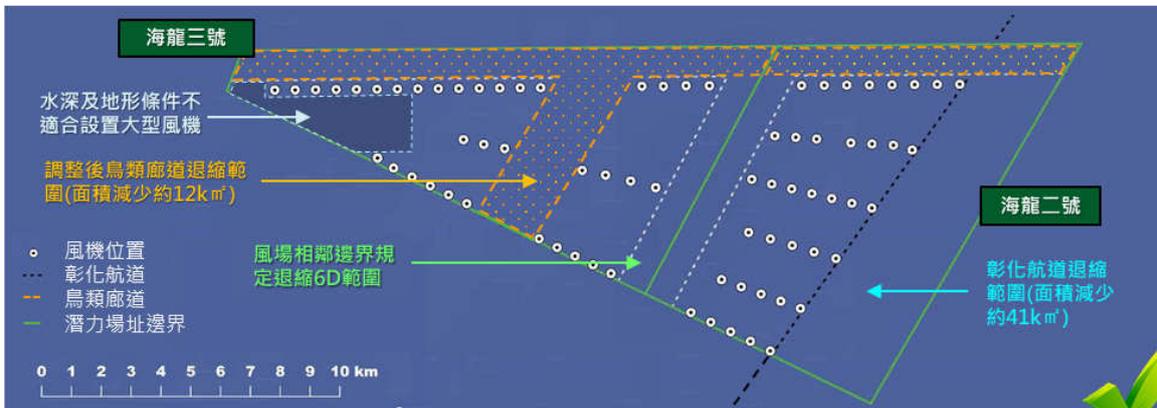


圖 1.1.1-1 海龍風場留設與鄰近風場連續之鳥類廊道



|      |               |      |                                       |
|------|---------------|------|---------------------------------------|
| 風機數量 | 海三36部 / 海二37部 | 葉片直徑 | 均以14MW WTG DD-222公尺預估(不超過230公尺)       |
| 風機排數 | 海三5排 / 海二7排   | 風機間距 | 盛行風向7D (≥1,554公尺), 非盛行風向5D (≥1,110公尺) |



|      |               |      |                                 |
|------|---------------|------|---------------------------------|
| 風機數量 | 海三36部 / 海二37部 | 葉片直徑 | 均以14MW WTG DD-222公尺預估(不超過230公尺) |
| 風機排數 | 海三3排 / 海二6排   | 風機間距 | 盛行風向 ≥1,158公尺, 非盛行風向 ≥666公尺     |

圖 1.1.1-2 新增 14MW 採 5D&7D 風機間距規劃及採 666 公尺&1,158 公尺間距規劃比較

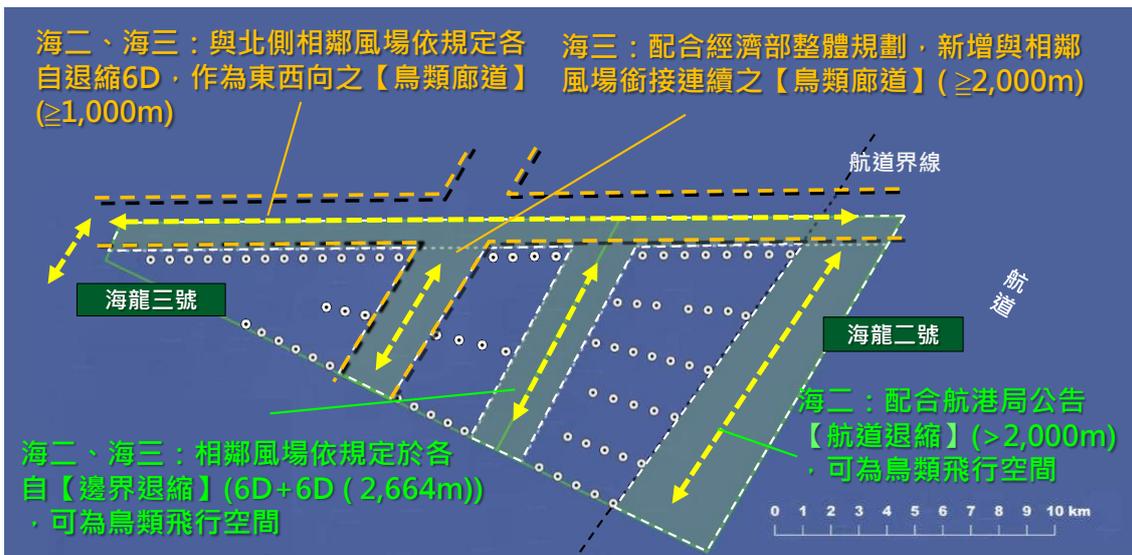
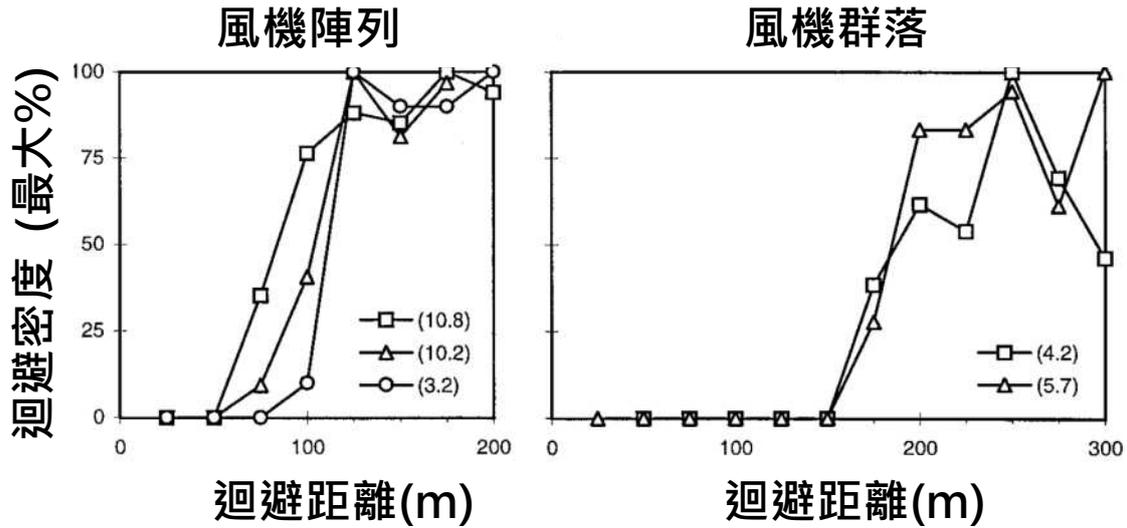


圖 1.1.1-3 海龍風場周邊鳥類飛行空間整體規劃



資料來源：Effects of wind turbines and other physical elements on field utilization by pink-footed geese: A landscape perspective, Larsen and Madsen, 2000.

圖 1.1.1-4 風機陣列及風機群落的鳥類迴避距離

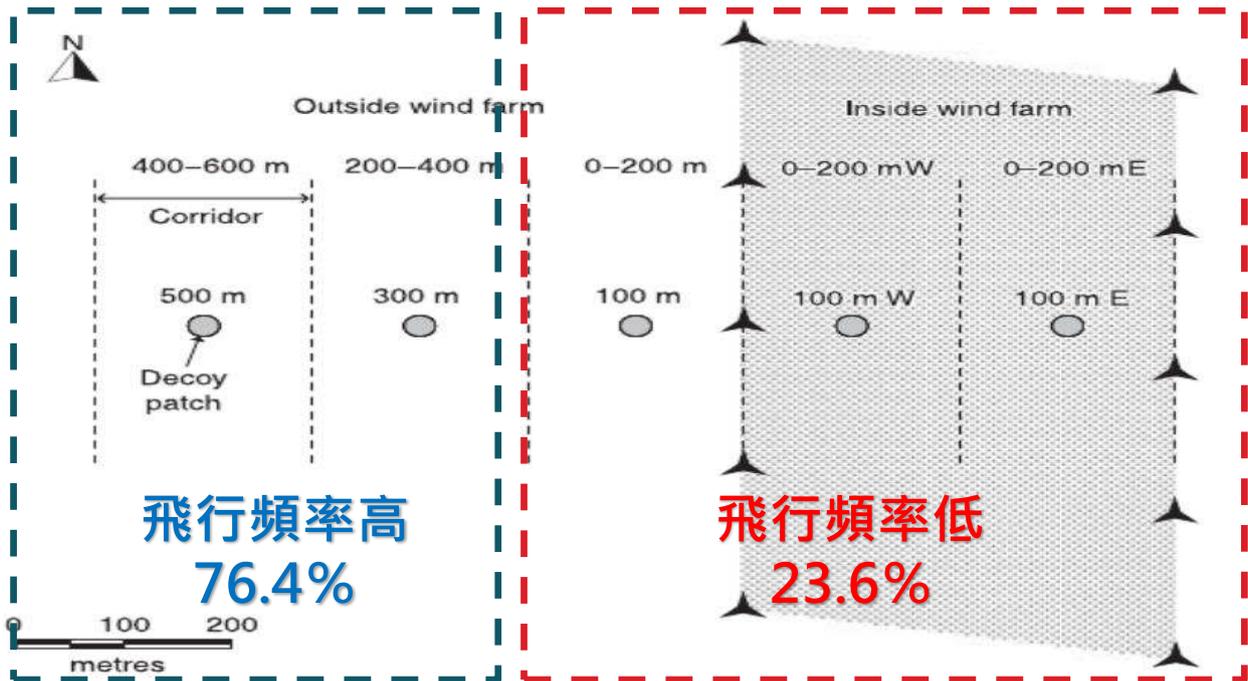


圖 1.1.1-5 丹麥 Tunø Knob 風場(間距約 200~400 公尺)  
鳥類與西側風機排觀測飛行頻率分布(營運期間)

風機間距500公尺  
(淨間距429公尺)  
不影響鳥類飛行

環說階段規劃預留之  
鳥類飛行廊道，營運  
後鳥類飛行比例  
有增加趨勢



圖1.1.1-6 王功風力發電站(北側間距約200公尺)開發前後鳥類飛行路徑(施工前、施工期間、營運期間)

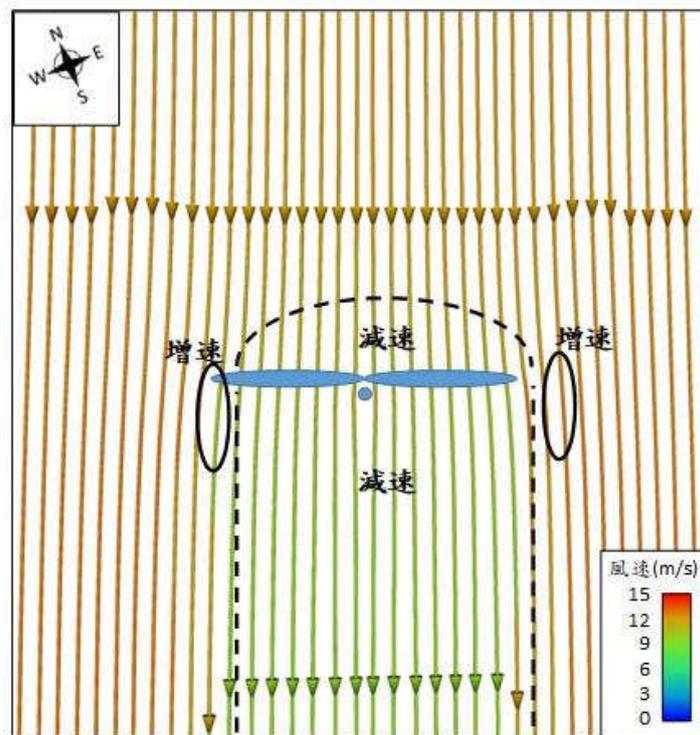


圖 1.1.1-7 風機沿扇葉中心高度之水平剖面流場分布圖

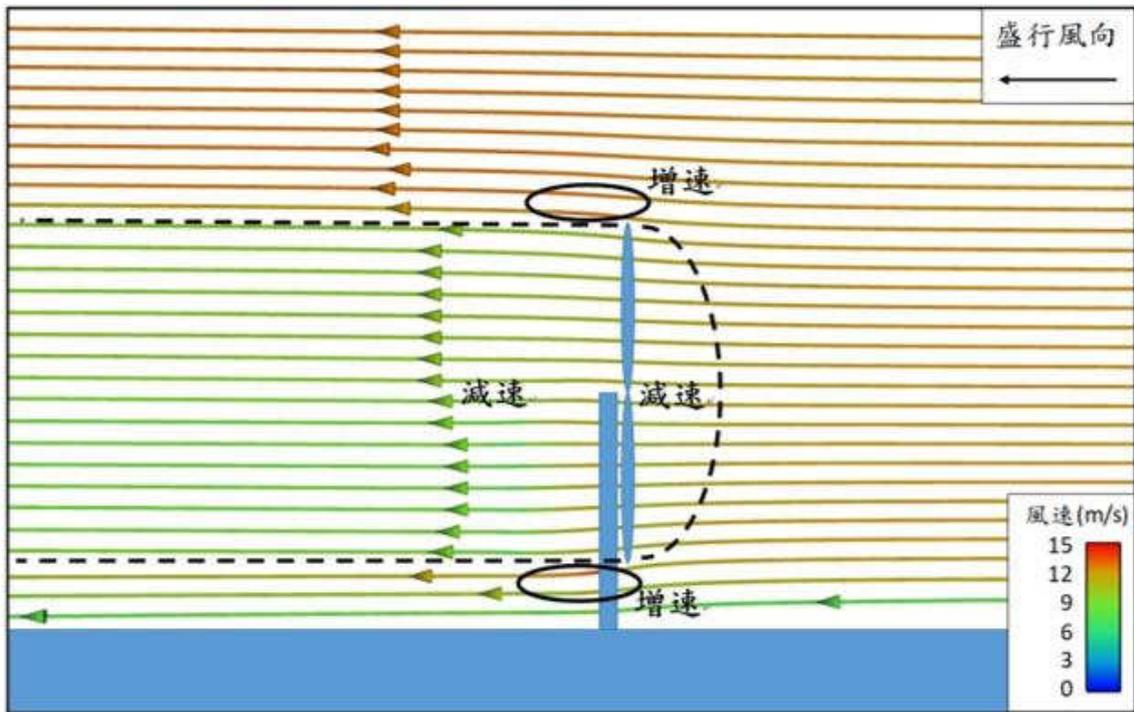


圖 1.1.1-8 風機沿盛行風向之垂直剖面流場分布圖

表 1.1.1-1 海龍風場與國內外施工或營運中風場之風機間淨  
間距值比較表

| 名稱                        | 本計畫<br>風場  | 丹麥 Nysted<br>風場 | 英格蘭<br>Thanet<br>風場 | 德國 Nordsee<br>1<br>風場 | 台灣<br>海洋風場<br>(Formosa 1) | 台灣<br>大彰化東南風<br>場 |
|---------------------------|------------|-----------------|---------------------|-----------------------|---------------------------|-------------------|
| 單機裝置容<br>量(MW)            | 14         | 2.3             | 3.0                 | 6.0                   | 6.0                       | 8.0               |
| (A)<br>風機最小間<br>距(m)      | 666        | 480             | 500                 | 500                   | 455                       | 500               |
| (B)<br>風機葉片直<br>徑(m)      | 222        | 82.4            | 90                  | 126                   | 154                       | 167               |
| 風機最小<br>淨間距(m)<br>(A)-(B) | <u>444</u> | 397.6           | 410                 | 374                   | 301                       | 333               |

資料來源：本計畫整理。

|      |  |                          |
|------|--|--------------------------|
| 規模降低 | <ul style="list-style-type: none"> <li>風機：減少約72部</li> <li>水下基礎：減少約72座</li> <li>基樁：減少288支</li> <li>打樁作業時間：減少1,152時</li> <li>基座面積：減少26,025m<sup>2</sup></li> <li>風機陣列排數：減少約6排</li> </ul> | 提升鳥類飛行廊道                 |
|      |  | 減少打樁作業影響期間<br>減少海床懸浮固體擾動 |
|      |  | 減少底棲生態影響面積               |

| 海龍二號+海龍三號    |  |  |                          |
|--------------|--|--|--------------------------|
| 評估減輕項目       | 原環說風機方案<br>(6~9.5MW)                               | 本次變更大型化風機方案<br>(11~15MW)                           | 6MW與15MW<br>規劃差異分析       |
| 風機           | 109~141部   | 69~94部   | 最多減少72部                  |
| 水下基礎         | 109~141座   | 69~94座   | 最多減少72座                  |
| 基樁           | 436~564支   | 276~376支   | 最多減少288支                 |
| 打樁作業時間(4hrs) | 2,256hrs   | 1,104hrs   | 最多減少1,152小時              |
| 基座面積         | 88,125m <sup>2</sup><br>(每部基座25×25m <sup>2</sup> ) | 62,100m <sup>2</sup><br>(每部基座30×30m <sup>2</sup> ) | 最多減少26,025m <sup>2</sup> |
| 風機陣列排數       | 海二：9~10排<br>海三：7~8排                                | 海二：6~7排<br>海三：2~3排                                 | 最多減少6排                   |

圖 1.1.1-9 海龍二號及三號風場原環評及本次變更規劃差異分析

表 1.1.1-2 本次變更與原環說環境影響結果評估比較表

| 評估項目               | 原環說評估結果  | 本次變更評估結果和原環說比較  |
|--------------------|--|---|
| 空氣品質<br>(海域工程)     | <ul style="list-style-type: none"> <li>除 PM2.5 背景值已超過空氣品質標準，各項空氣污染物擴散至敏感受體濃度與背景濃度加成後均符合空氣品質標準</li> </ul>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>除 PM2.5 背景值已超過空氣品質標準，各項空氣污染物擴散至敏感受體濃度與背景濃度加成後均符合空氣品質標準</li> <li>與原環說評估相似，空氣污染物增量極為輕微</li> </ul>                    |
| 噪音振動<br>(風機同時運轉)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>全頻噪音：衰減至距離風機最近敏感受體噪音增量為 0.0dB(A)</li> <li>低頻噪音：衰減至距離風機最近敏感受體噪音增量為 0.0dB(A)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>與原環說評估結果相同</li> </ul>  |
| 水下噪音<br>(基礎打樁)     | <ul style="list-style-type: none"> <li>打樁點距離 750 公尺處之聲壓值 162~164dB，經減噪措施後為 152~154dB</li> </ul>                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>打樁點距離 750 公尺處之聲壓值 166~167dB，經減噪措施後為 156~157dB</li> <li>與原環說評估相同，均可符合聲壓值不超過 160dB</li> </ul>                        |
| 鳥類撞擊評估<br>(風機同時運轉) | <ul style="list-style-type: none"> <li>0.98 迴避率下，全年最大撞擊數量估值分別為 89 隻(海龍二號)及 136.8 隻(海龍三號)</li> </ul>                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>0.98 迴避率下，11MW 撞擊數量估值分別為 87.9 隻(海二)及 106.1 隻(海三)；15MW 撞擊數量估值為 73 隻(海二)及 90.1 隻(海三)</li> <li>低於原環說最大撞擊數量</li> </ul> |
| 打樁水下噪音<br>影響時間     | <ul style="list-style-type: none"> <li>每部風機打樁時間約 4hr，海龍二號、三號風場總打樁影響時間約 2,256 小時</li> </ul>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>海龍二號、三號風場總打樁影響時間為 1,104 小時</li> <li>較原環說規劃減少 1,152 小時</li> </ul>   |
| 底棲生態<br>影響面積       | <ul style="list-style-type: none"> <li>6~9.5MW 風機水下基礎為 25x25m，海龍二號、三號風場總影響面積為 88,125m<sup>2</sup></li> </ul>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>11~15MW 風機水下基礎為 30x30m，海龍二號、三號風場總影響面積為 62,100m<sup>2</sup></li> <li>較原環說規劃減少 26,025m<sup>2</sup></li> </ul>        |

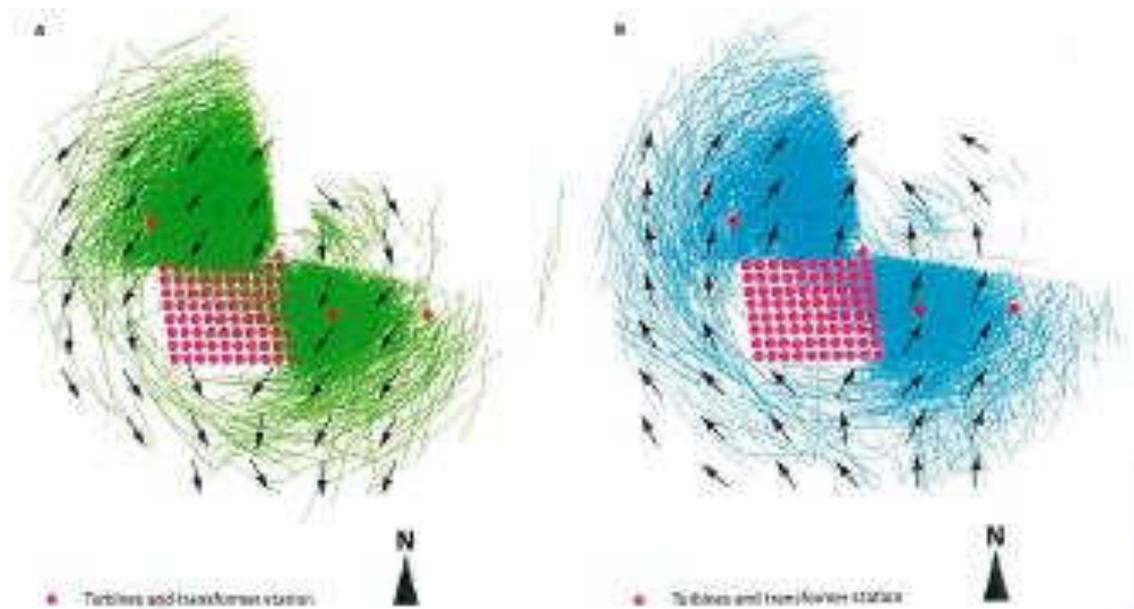


圖 1.1.1-10 丹麥 Horns Rev 風場(間距約 560 公尺)  
鳥類飛行路徑紀錄(營運期間)

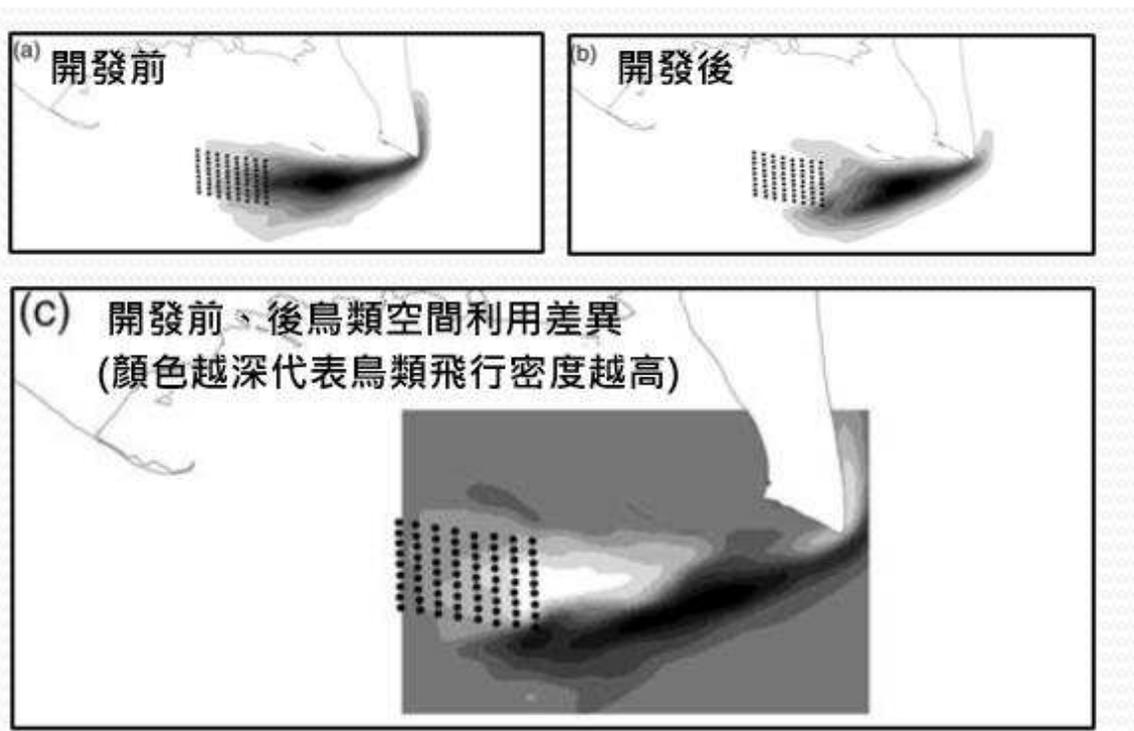


圖 1.1.1-11 丹麥 Nysted 風場(間距約 500 ~ 850 公尺)開發前後  
鳥類飛行密度紀錄(施工前、營運期間)

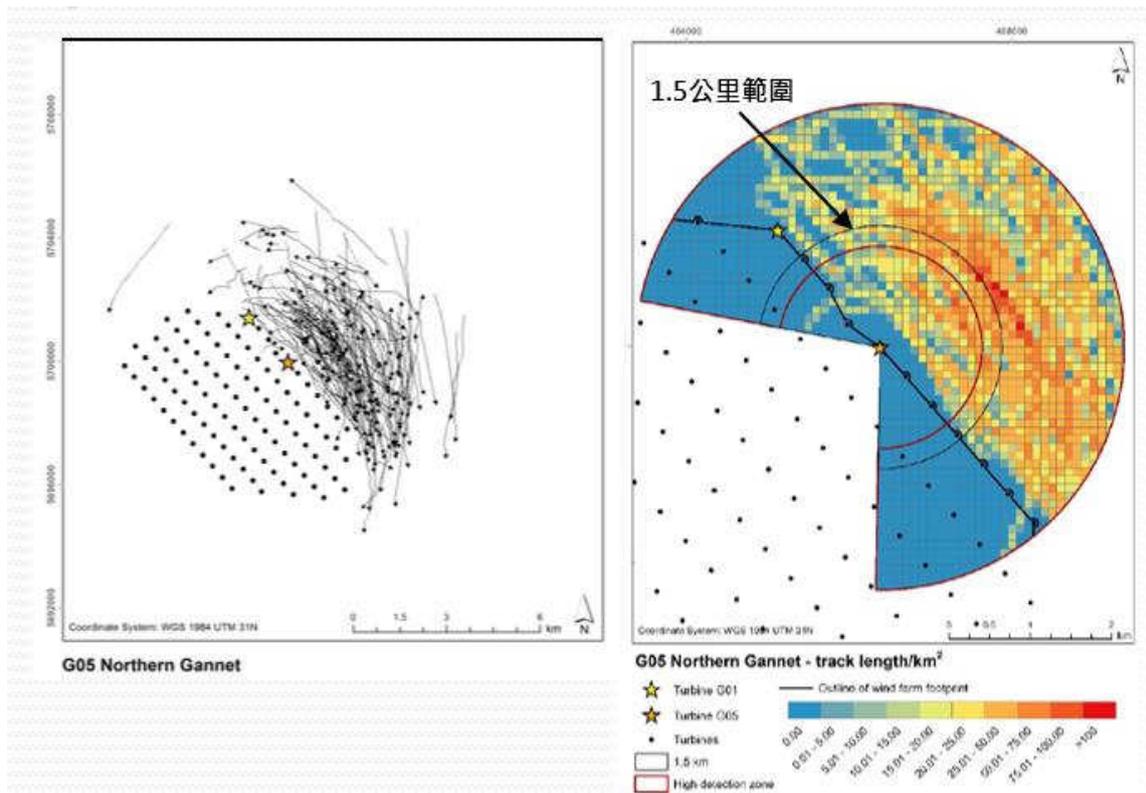


圖 1.1.1-12 英格蘭 Thanet 風場(間距約 500 ~ 800 公尺)  
鳥類飛行路徑及飛行密度紀錄(營運期間)

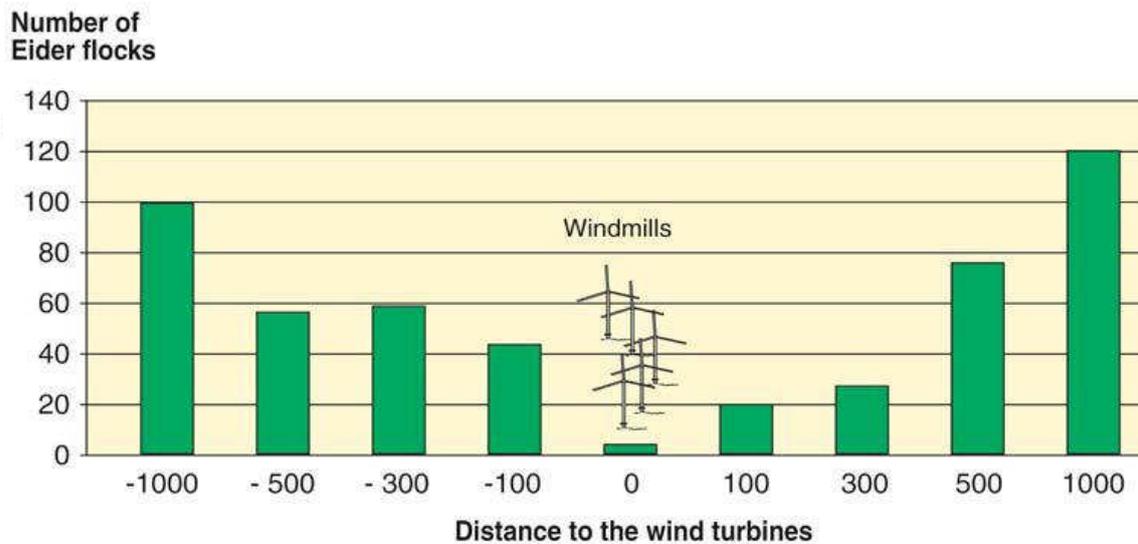


圖 1.1.1-13 瑞典 Yttre Stengrund 風場(間距約 400 ~ 500 公尺)  
鳥類與風機最近距離累積飛行頻率分佈(營運期間)

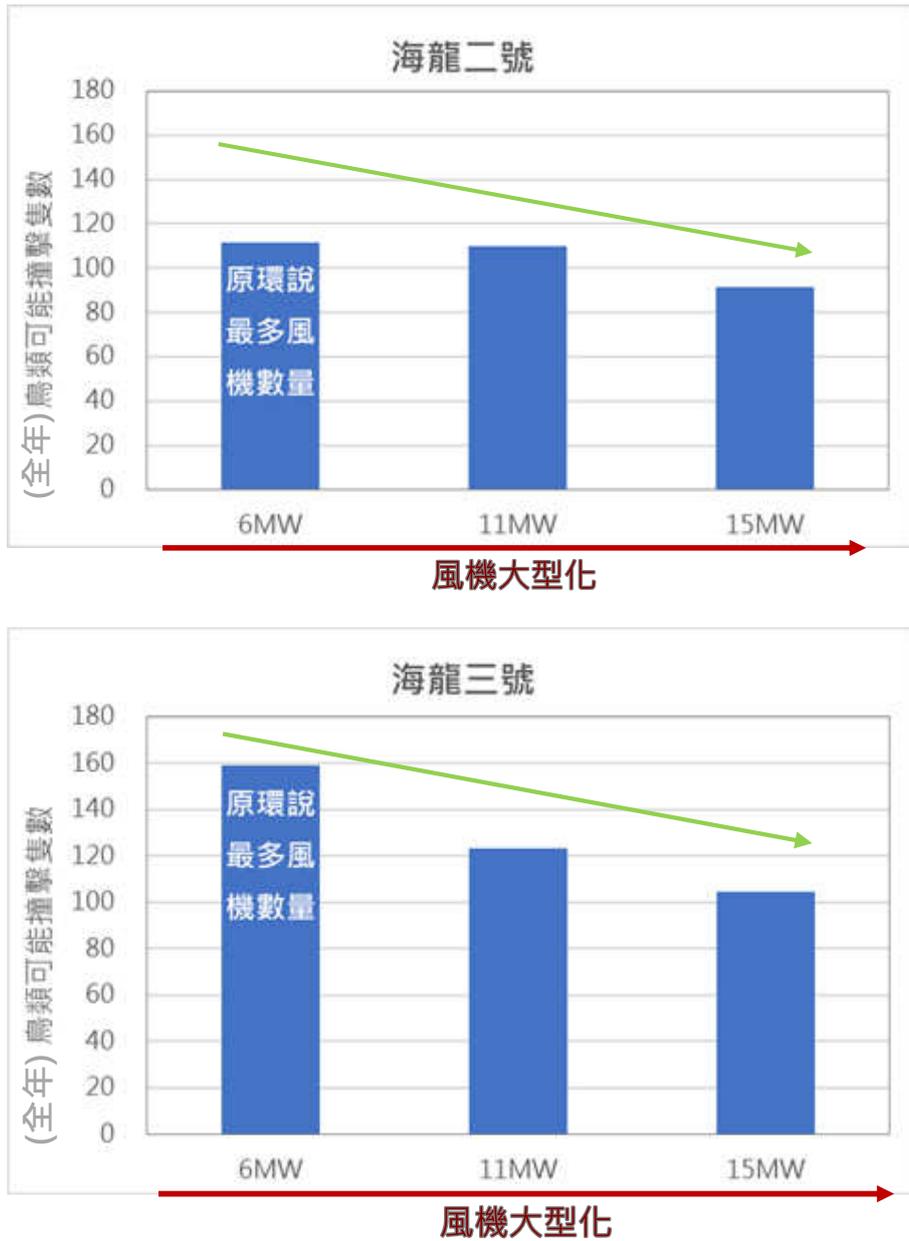


圖 1.1.1-14 海龍二號、三號不同風機配置下整體鳥類年撞擊隻次

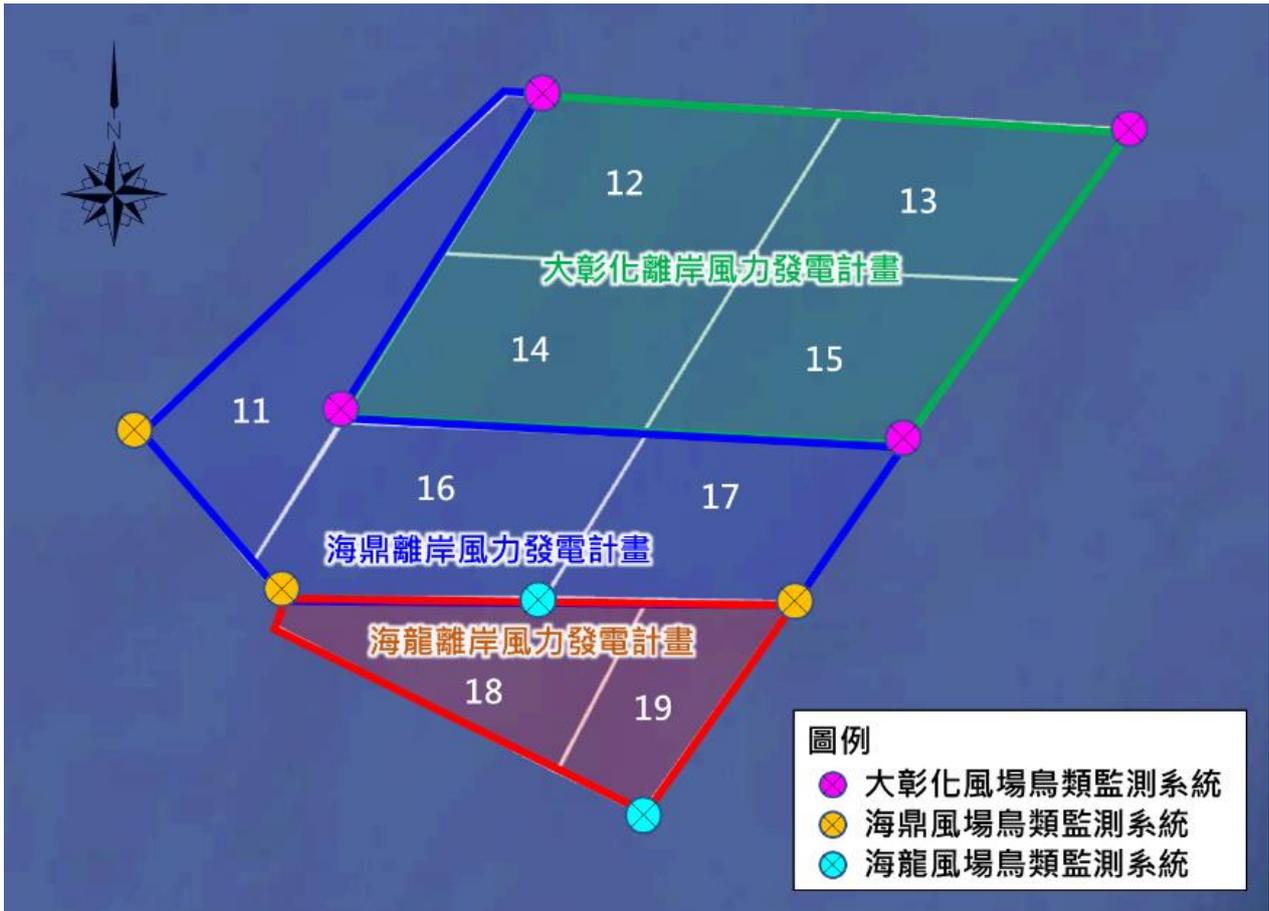


圖 1.1.1-15 海龍二號、海龍三號與相鄰風場聯合設置鳥類監測系統示意圖

| 審查意見  | 答覆說明   | 修訂處        |                    |
|---|--|------------|--------------------|
|   |  | 章節         | 頁次                 |
| (二)因應鄰近風場之不確定性，提出「海龍二號」「海龍三號」風場北側鳥類連續監測系統之設置規劃。 | 遵照辦理。因應海鼎風場設置時程不確定性，本計畫將與海鼎風場開發單位協商後，調整鳥類監測系統設置位置。變更前後鳥類監測系統設置位置示意如圖1.1.2-1~2所示。 | 4.4<br>7.1 | 4-28~29<br>7-11~12 |

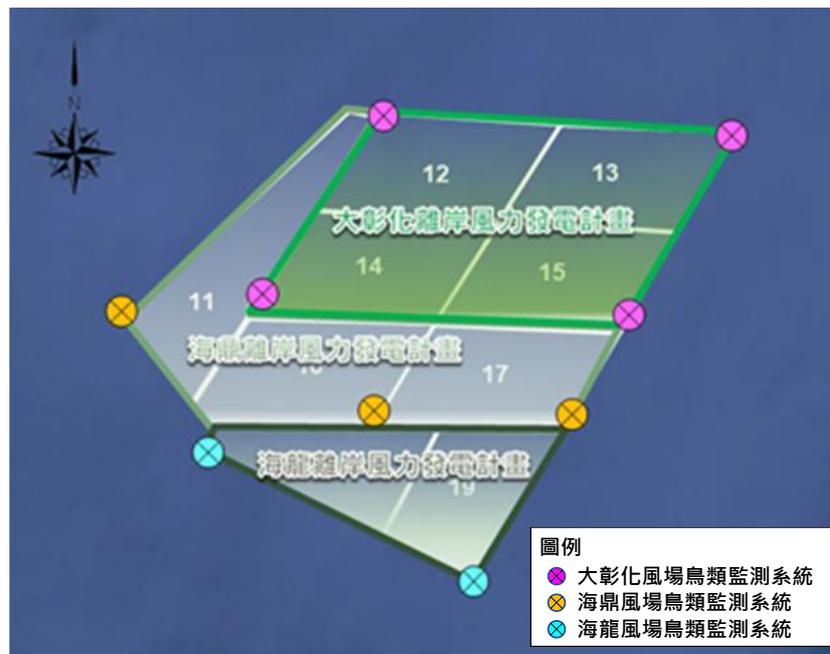


圖 1.1.2-1 海龍案(本案)、大彰化案及海鼎案聯合設置鳥類監測系統示意圖 (變更前)

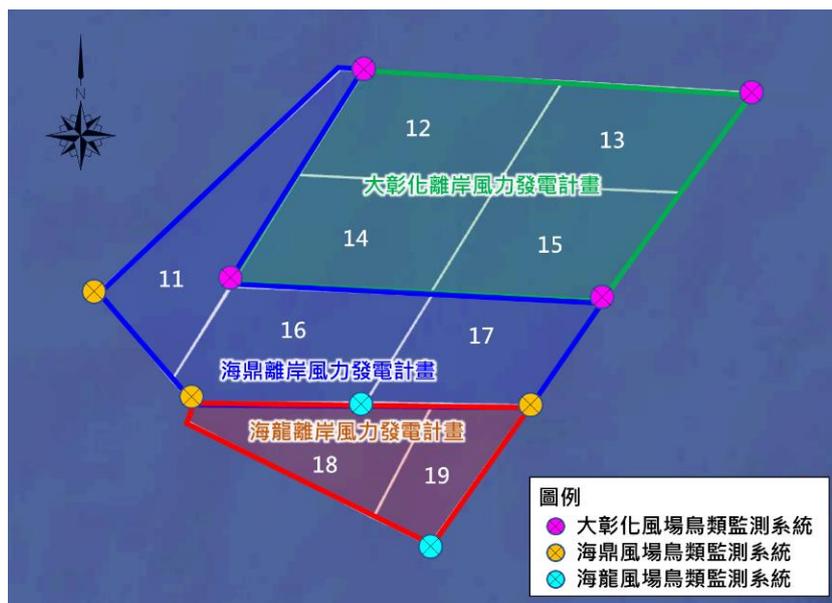


圖 1.1.2-2 海龍案(本案)、大彰化案及海鼎案聯合設置鳥類監測系統示意圖 (變更後)

| 審 查 意 見   | 答 覆 說 明   | 修 訂 處      |                         |
|---|---|------------|-------------------------|
|   |   | 章 節        | 頁 次                     |
| (三)應與鄰近風場共同規劃航空警示燈之設置位置。  | 敬謝指教。有關本計畫(海龍案)、大彰化案及海鼎案共同規劃航空警示燈之設置位置，經與交通部民用航空局初步諮詢後，因各風場屬不同開發單位、且開發期程不盡相同，建議依「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」規定規劃各風場航空警示燈佈設方案送審，達到維護飛航安全及警示鳥類迴避風力發電機目的。<br>故本計畫(海龍案)、大彰化案及海鼎案等開發單位將依據「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」規劃設置最少之航空警示燈，並於設置前取得民航局同意函。 | 4.4<br>7.1 | 4-22~23<br>4-28<br>7-11 |
| (四)委員及相關機關所提其他意見。   | 遵照辦理。   | —          | —                       |
| 二、依環境影響評估法第13條之1第1項規定：「環境影響說明書或評估書初稿經主管機關受理後，於審查時認有應補正情形者，主管機關應詳列補正所需資料，通知開發單位限期補正。開發單位未於期限內補正或補正未符主管機關規定者，主管機關應函請目的事業主管機關駁回開發行為許可之申請，並副知開發單位。」 | 敬悉。   | —          | —                       |
| <b>附件 綜合討論(請開發單位於後續資料列表說明)</b>  |   |            |                         |
| <b>一、張委員學文</b>  |   |            |                         |
| 「海龍二號」「海龍三號」風場北方前緣，在「海鼎二號」「海鼎三號」風場不能設置鳥類監測系統後，將有一整片到北方前緣沒有監測系統，本風場開發如何因應未來監測？   | 遵照辦理。因應海鼎風場設置時程不確定性，本計畫將與海鼎風場開發單位協商後，調整鳥類監測系統設置位置。變更前後鳥類監測系統設置位置示意如圖2.1.1-1~2所示。  | 4.4<br>7.1 | 4-28~29<br>7-11~12      |

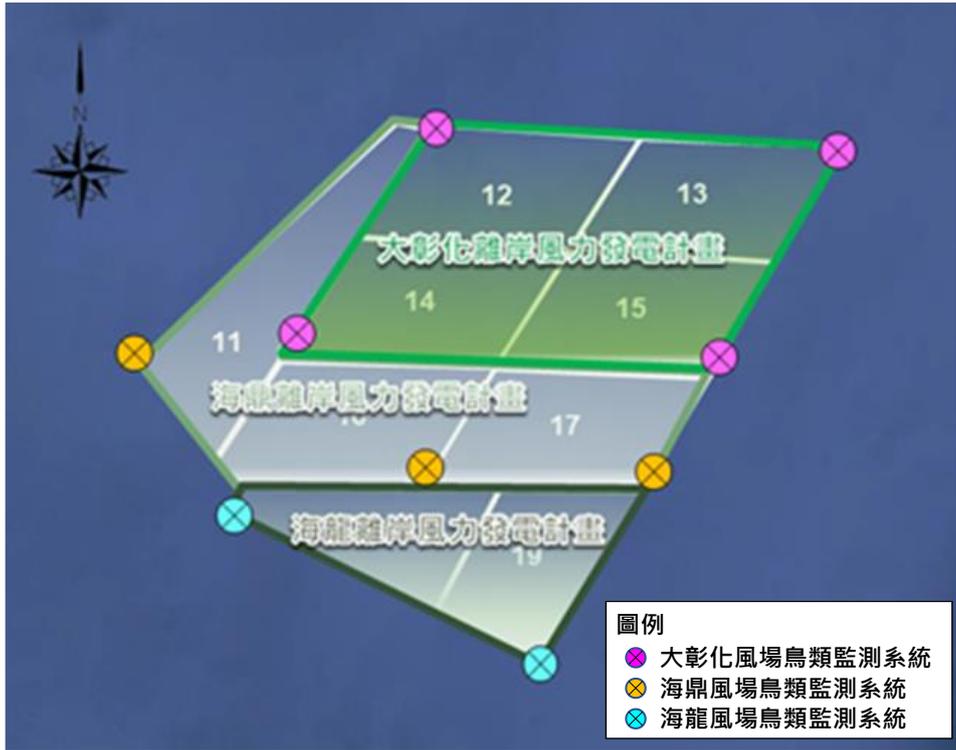


圖 2.1.2-1 海龍案(本案)、大彰化案及海鼎案聯合設置鳥類監測系統示意圖  
(變更前)

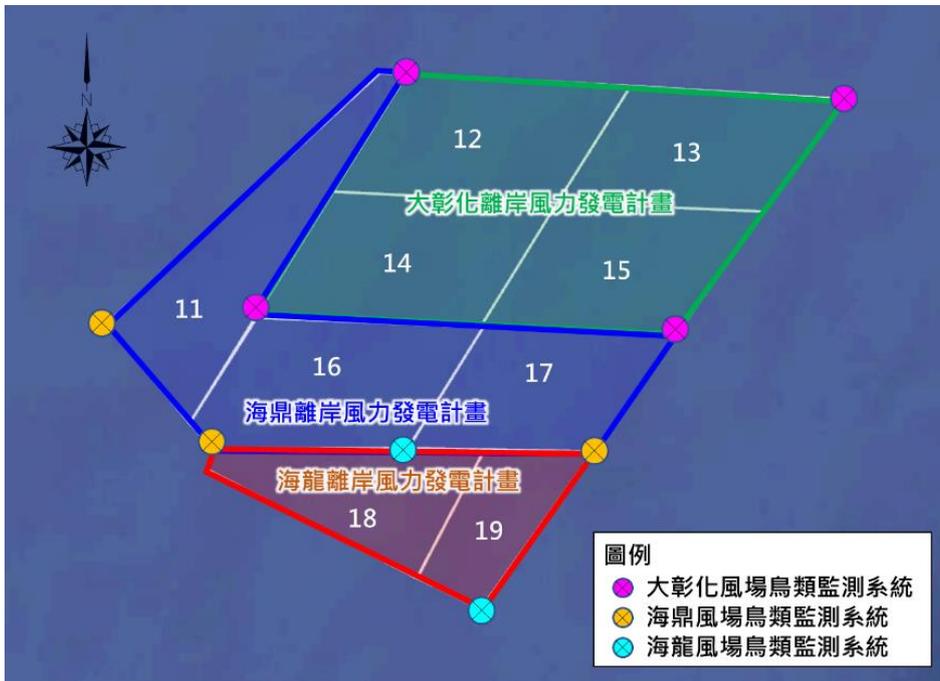


圖 2.1.2-2 海龍案(本案)、大彰化案及海鼎案聯合設置鳥類監測系統示意圖  
(變更後)

| 審 查 意 見   | 答 覆 說 明   | 修 訂 處   |   |
|---|---|---|---|
|   |   | 章 節   | 頁 次   |
| <b>二、朱信委員</b>   |   |   |   |
| 前次意見(含審查結論)尚須補正，補正意見如下：   |   |   |   |
| (一)以所附資料顯示丹麥、英格蘭及德國等國外風場，其風機間距皆達4D以上，而國內中能離岸風力發電開發計畫在增加風機尺寸及發電規模後，其風機間距亦達4D以上。此計畫原環境影響說明書原承諾風機最少間距為5D，此次因風場面積縮小，情有可原；但仍請維持風機最少間距4D以上。 | <p>敬謝委員指教。原環說風機間距規劃為參考歐洲北海案例建議盛行風向大於7D、非盛行風向大於5D，並未考量鳥類實際飛行習性。<b>實務上風機間距之佈置原則，係由風機供應商根據個案風場之設置容量及面積、基地形狀、安全距離、其他相關限制等條件，依據所選用之不同單機容量，做出包含風機間距原則之最佳化配置建議</b>，其中間距倍數僅作為輔助陳述風機間距距離之用，尚無法以個案風場之同等間距倍數，作為所有風場之規劃依據，實務上亦未有此國際準則。故本計畫係依據上述考量原則，由風機供應商訂定合理可行之間距條件，建請委員諒察。</p> <p>本次變更海龍三號風場為配合「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」及經濟部整體規劃，於風場開發面積及總裝置容量等設置條件均維持不變下，<b>為營造有利鳥類南北飛行方向，於海龍三號風場新增2,000公尺銜接鄰近風場連續之鳥類廊道(詳圖2.2.1-1)</b>；且海龍二號風場已配合公告直航航道退縮風場在先，場址面積縮減近40%，退縮寬度達3,500公尺，海龍二號、三號風場相鄰邊界依經濟部能源局於104年7月2日公佈之「離岸風力發電規劃場址申請作業要點」規定，各自退縮，留設寬度大於2,000公尺，而與北側相鄰風場亦依規定各自退縮。</p> <p>本次變更新增11~15MW風機，因有留設銜接連續之鳥類廊道、直航航道及邊界退縮規定之限制，若採原環說6~9.5MW之間距條件佈置(盛行風向7D及非盛行風向5D)，且再於海三風場內留設鳥類廊道，風機排數將達5~7排之多，且無法達成政府契約容量；若採盛行風向1,158公尺及非盛行風向666公尺之間距條件佈置，並於海三風場內留設鳥類廊道，風機排數僅3~6排，相較排數更少，且在風場面積的限制下，尚可達成政府契約容量，詳圖2.2.1-2所示。故本次變更將原非盛行風向之最小風機間距755公尺微調縮減為666公尺，間距縮減之差異值約89公尺，但海三風場中央新</p> | <p>4.2</p> <p>6.1.4</p> <p>4.4</p> <p>7.1</p> | <p>4-4~8</p> <p>6-28~48</p> <p>4-22~23</p> <p>4-28~29</p> <p>7-4~5</p> <p>7-11~12</p> |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |     |
|---------|--|-------|-----|
|         |  | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>增鳥類廊道(約2,000公尺)、航道退縮(約3,000~3,500公尺)、邊界退縮(14MW雙側約2,664公尺),若以總體間距空間而言,實際風機留設間距、風場退縮空間均遠大於原規劃,詳圖2.2.1-3所示。</p> <p>本計畫彙整2006年至今國內外監測調查研究案例顯示,鳥類飛行方向與大範圍廊道空間顯著相關,大部分鳥類會主動迴避風場,約佔97%,進入風場僅有3%(Ib Krag Petersen et al,2006; K.L. Krijgsveld et al,2011),進入風場後的鳥類絕大多數(99.4%)於風機間會自行迴避(ORJIP Bird Collision Avoidance Study, Final Report, 2018);另參考參考國外觀察鳥類迴避風機的行為研究顯示(圖2.2.1-4),鳥類通過風機群迴避距離約200公尺(Larsen and Madsen,2000),顯示鳥類比人類想像中更會迴避風機;丹麥Tunø Knob風場鳥類目視調查顯示(Effects of wind turbines on flight behaviour of wintering common eiders: implications for habitat use and collision risk, 2007),風場範圍及風機外200公尺、風機外200~600公尺鳥類數量比例分別為23.6%、76.4%,顯示鳥類迴避風機約為200公尺(圖2.2.1-5);臺灣「王功風力發電計畫」鳥類雷達調查顯示(圖2.2.1-6),風機設置後,北堤(風機間距200公尺,淨間距129公尺)鳥類數量由49%降至17%,約38%鳥類轉移至環評階段規劃預留之東側鳥類飛行廊道,顯示鳥類飛行路徑因風機開發而有轉移現象,另一部份則改由西堤進出(風機間距500公尺,淨間距429公尺),約佔34%,顯示已有充分空間提供鳥類飛行,與前述鳥類迴避風機情形相符;本計畫風機淨間距達444公尺,可提供鳥類充足的飛行空間。</p> <p>另參考「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」中「葉片間漩渦及末端氣流擾動影響及可利用空間檢核」評估結果,由於風力發電之原理係擷取環境風能,以轉化為電能輸出,而是被動性的接受氣流的撞擊,進而造成扇葉轉動,因此會隨周遭環境風場之風速高低變化,驅動風機扇葉進行不同轉速之轉動。經模擬結果顯示(圖2.2.1-7~8),風機旋轉範圍、前方與後方均呈現減速現象,風能在風機扇葉前方約40公尺處已開始呈現減速現象;風機旋轉範圍外約20公</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>尺區域有局部氣流擠壓，呈現增速現象；由此結果可證，鳥類倘飛行經過風機扇葉前方時，風機不會將鳥類吸入並撞擊扇葉。</p> <p>此外，本計畫經鳥類撞擊評估結果顯示，變更後11 MW及15 MW風機配置造成的鳥類撞擊數量低於原環說(6~9.5MW)最大撞擊數量，大型化風機所需架設的風機支數較少，因此整體衝擊相對較小。</p> <p>本計畫已蒐集國內外施工或營運中風場淨間距實例(表2.2.1-1)，留設淨間距約為301~410公尺，本次變更新增11MW~15MW大型化風機方案，風機最小間距為666公尺，以最有可能採用之14MW風機估算最小淨間距為444公尺，不小於國內外風場淨間距實例，提供鳥類於風機間飛行迴避空間。</p> <p>本次變更充分考量鳥類飛行習性，風機間已留設不小於國內外風場淨間距，並透過留設一致性鳥類廊道，增加邊界退縮等，減少鳥類飛行偏轉次數，提升海龍風場周邊大尺度鳥類飛行空間，經評估後整體鳥類飛行空間相較原規劃合理且友善，可降低鳥類飛行所面臨之實際風險。加上變更後風場開發規模相較原環說減少近半數的風機數量、水下基礎(含基樁)設置數量、基座面積及打樁作業時間等，可減少施工及營運期間對海域環境影響(詳圖2.2.1-9)，經評估包括空氣品質(海域工程)、噪音振動(風機運轉噪音)、水下噪音等，評估結果與原環說相似，而在鳥類撞擊數量、打樁水下噪音影響時間及底棲生態影響面積等均有減輕對環境之影響(詳表2.2.1-2)。</p> <p>綜合上述，本計畫環境影響評估結果顯示未有重大衝擊，但為了降低開發行為對於鳥類生態環境衝擊，已於原環評擬定鳥類環境保護對策。以下針對有關風機間距規劃調整、國內外監測調查研究案例、鳥類撞擊評估以及鳥類環境減輕對策等，詳細說明如下：</p> <p>(一) 風機間距規劃調整說明</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 原環說風機間距規劃為參考歐洲北海案例建議盛行風向大於7D、非盛行風向大於5D，並非考量鳥類飛行習性進行間距規劃。實務上風機間距之佈置原則，係由風機供應商根據個案風場之設置容量及面積、</li> </ol> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |     |
|---------|--|-------|-----|
|         |  | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>基地形狀、安全距離、其他相關限制等條件，依據所選用之不同單機容量，做出包含風機間距原則之最佳化配置建議，其中間距倍數僅作為輔助陳述風機間距距離之用，尚無法以個案風場之同等間距倍數，作為所有風場之規劃依據，實務上亦未有此國際準則。故本計畫係依據上述考量原則，由風機供應商訂定合理可行之間距條件。</p> <p>2. 本計畫海龍二號風場已配合公告直航航道退縮風場在先，退縮寬度達3,500公尺(面積約41km<sup>2</sup>)，另海龍三號風場已於風場內退縮留設2,000公尺寬之鳥類廊道(面積約12km<sup>2</sup>) (詳圖2.2.1-1)。而在兩風場之間，亦需考量於各場址邊界向內退縮，以14MW估算，於風場內兩場址間共退縮2,664公尺(6D+6D)。整體留設風場退縮空間詳圖2.2.1-2所示。</p> <p>3. 本次變更新增11~15MW風機，因有留設銜接連續之鳥類廊道、直航航道及邊界退縮規定之限制，若採原環說6~9.5MW之間距條件佈置(盛行風向7D及非盛行風向5D)，且再於海三風場內留設鳥類廊道，風機排數將達5~7排之多，且無法達成政府契約容量；若採盛行風向1,158公尺及非盛行風向666公尺之間距條件佈置，並於海三風場內留設鳥類廊道，風機排數僅3~6排，相較排數更少，且在風場面積的限制下，尚可達成政府契約容量，詳圖2.2.1-2所示。</p> <p>4. 參考國內外施工或營運中風場淨間距實例(表2.2.1-1)，留設淨間距約為301~410公尺，本次變更新增11MW~15MW大型化風機方案，風機最小間距為666公尺，以最有可能採用之14MW風機估算最小淨間距為444公尺，不小於國內外風場淨間距實例，提供鳥類於風機間飛行迴避空間。</p> <p>5. 基此，本計畫係整體考量鳥類飛行環境、場址邊界緩衝、場址規劃條件等，而將原非盛行風向之最小風機間距755公尺微調縮減為666公尺，間距縮減之差異值約89</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>公尺，但海三風場中央新增鳥類廊道(約2,000公尺)、航道退縮(約3,000~3,500公尺)、邊界退縮(14MW雙側約2,664公尺)，若以總體間距空間而言，實際風機留設間距、風場退縮空間均遠大於原規劃，詳圖2.2.1-3所示。</p> <p>(二) 國內外監測調查研究案例</p> <p>彙整2006年至今國內外監測調查研究案例顯示，針對鳥類飛行於風場外圍及邊界、進入風場後之特性，說明如下：</p> <p>1. 鳥類於遠處即會提前偏轉避開風場，僅少部分進入風場，仍會主動迴避風機</p> <p>(1) 相關研究顯示，大部分鳥類在5公里距離處會注意到風場，在3公里距離處會發生偏轉 (Ib Krag Petersen et al,2006)。</p> <p>超過50%鳥類會在1~2公里的距離內避免穿越風場 (Ib Krag Petersen et al,2006)，約17%會在風場邊緣飛行，僅約3%會至風場內飛行 (K.L. Krijgsveld et al,2011)。</p> <p>(2) 依據丹麥Nysted、Horns Rev風場鳥類雷達調查情形 (Final results of bird studies at the offshore wind farms at Nysted and Horns Rev, Denmark, 2006)，鳥類於距離風場遠處開始改變飛行方向，顯示鳥類會提前改變飛行方向以避開風場。詳如圖2.2.1-10、圖2.2.1-11所示。</p> <p>其中丹麥Nysted風場之風機上攝影機經2,400小時運轉期間，未紀錄到鳥類碰撞情形，顯示少數鳥類飛行於風機周圍，仍會主動迴避。</p> <p>(3) 依據英格蘭Thanet風場鳥類雷達調查情形(ORJIP Bird Collision Avoidance Study, Final Report, 2018)，絕大部分鳥類會在看見風機陣列後，即改變飛行路徑，顯示靠近風場的鳥類，仍會改變飛行方向以避開風場。詳如圖2.2.1-12所示。</p> <p>該調查亦顯示，少部分的鳥類若進入</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |     |
|---------|--|-------|-----|
|         |  | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>風場飛行，絕大多數鳥類(99.4%)會在風機之間即產生迴避，而不會在進入風機掃風範圍後才迴避。</p> <p>(4) 參考國外觀察鳥類迴避風機的行為研究顯示(圖2.2.1-4)，鳥類通過單一風機及風機陣列迴避距離為100公尺，通過風機群落迴避距離為200公尺，整體迴避距離約100~200公尺，顯示鳥類比人類想像中更會迴避風機。(Effects of wind turbines and other physical elements on field utilization by pink-footed geese: A landscape perspective, Larsen and Madsen,2000)。</p> <p>2. 經國內外監測案例顯示，鳥類飛行方向與廊道空間顯著相關</p> <p>(1) 依據丹麥Tunø Knob風場鳥類目視調查情形(Effects of wind turbines on flight behaviour of wintering common eiders: implications for habitat use and collision risk, 2007)，風場範圍及風機外200公尺、風機外200~600公尺鳥類數量比例分別為23.6%、76.4%，顯示鳥類迴避風機約為200公尺，鳥類於飛行走廊(距風機約200~600公尺處)出現的頻率高，顯示鳥類飛行方向與大範圍廊道空間顯著相關。詳如圖2.2.1-5所示。</p> <p>(2) 依據瑞典Yttre Stengrund風場(間距約400~500公尺)鳥類雷達與目視調查情形(Influence of offshore windmills on migration birds-in southeast coast of Sweden, 2003)，由鳥類與最近風機距離(0~200公尺)的累積頻率分佈可知，無論日間或夜間，距離風機越近，鳥類飛行頻率越少，觀察後亦未有碰撞情形。詳如圖2.2.1-13所示。</p> <p>(3) 依據臺灣「王功風力發電計畫」鳥類雷達調查顯示(圖2.2.1-6)，風機設置後，北堤(風機間距200公尺，淨間距129公尺)鳥類數量由49%降至17%，約38%鳥類轉移至環評階段規劃預</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>留之東側鳥類飛行廊道，顯示鳥類飛行路徑因風機開發而有轉移現象，另一部份則改由西堤進出(風機間距500公尺，淨間距429公尺)，約佔34%，顯示已有充分空間提供鳥類飛行，與前述鳥類迴避風機情形相符。</p> <p>另依據歷年監測結果，鳥類數量並未因風機運轉後有減少情形。</p> <p>(三) 鳥類撞擊評估</p> <p>海龍二號、三號風場變更後11 MW及15 MW風力發電機組配置造成的鳥類撞擊數量低於原環說最大撞擊數量(圖2.2.1-14)。其中，15MW配置所造成的鳥類撞擊量又較11MW配置少。15MW的風機，單支風機的旋轉半徑較大，葉片較寬，但其所需架設的風機支數較少，因此整體衝擊相對較小。</p> <p>1. 海龍二號</p> <p>海龍二號風場於0.98的迴避率下，整體全年的撞擊數量估值介於91.3~110.1隻。保育類最大撞擊數量估值說明如下：</p> <p>(1) 11MW風機配置：0.98的迴避率下，海龍二號風場保育類全年的撞擊數量估值分別約為玄燕鷗11隻、白眉燕鷗40隻和鳳頭燕鷗1隻。</p> <p>(2) 15MW風機配置：0.98的迴避率下，海龍二號風場保育類全年的撞擊量估值分別約為玄燕鷗9隻、白眉燕鷗33隻和鳳頭燕鷗1隻。</p> <p>2. 海龍三號</p> <p>海龍三號風場於0.98的迴避率下，整體全年的撞擊數量估值介於104.6~123.6隻。保育類最大撞擊數量估值說明如下：</p> <p>(1) 11MW風機配置：0.98的迴避率下，海龍三號風場保育類全年的撞擊數量估值分別約為魚鷹2隻、玄燕鷗14隻、白眉燕鷗24隻、小燕鷗&lt;0.1隻、鳳頭燕鷗4隻。</p> <p>(2) 15MW風機配置：0.98的迴避率下，海龍三號風場保育類全年的撞擊量估值分別約為魚鷹2隻、玄燕鷗12隻、白眉燕鷗20隻、小燕鷗&lt;0.1隻、鳳頭燕鷗3隻</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |     |
|---------|--|-------|-----|
|         |  | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>。</p> <p>(四) 環境減輕對策</p> <p>本計畫已擬定鳥類環境保護對策，以降低本計畫開發對於鳥類生態環境衝擊。詳細內容說明如下：</p> <p>1. 施工前</p> <p>(1) 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。</p> <p>(2) 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。</p> <p>(3) 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。</p> <p>2. 施工期間</p> <p>(1) 風機架設完成後，將於風場最外圍風力機組設置最少之航空警示燈，實際設置數量需依屆時所規劃之風力機組配置而定。</p> <p>(2) 依民航局最新頒布之「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」設置航空警示燈，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。</p> <p>(3) 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。</p> <p>(4) 將優先選用較大風機，以降低鳥類影響。</p> <p>。</p> <p>A. 風機大型化規劃，單機裝置容量除原</p> |       |     |

| 審查意見 | 答覆說明   | 修訂處 |    |
|------|--|-----|----|
|      |  | 章節  | 頁次 |
|      | <p>6~9.5MW，並新增11~15MW規劃。</p> <p>B. 6~9.5MW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)。新增之11~15MW風機間距將依風力機組型式及場址風況評估結果進行佈置，盛行風向間距至少1,158公尺，非盛行風向間距至少666公尺。</p> <p>C. 與相鄰風場間距至少為葉片直徑6倍(依單機裝置容量不同約介於906~1,380公尺)。</p> <p>D. 風機葉片距離海面高度至少25米。</p> <p>3. 營運期間</p> <p>(1) 降低風機撞擊效應</p> <p>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，將於風場最外圍風力機組設置最少之航空警示燈，實際設置數量需依屆時所規劃之風力機組配置而定。</p> <p>依民航局最新頒布之「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」設置航空警示燈，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。</p> <p>(2) 觀測風場中鳥類活動</p> <p>A. 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。</p> <p>B. 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。</p> |     |    |

| 審查意見 | 答覆說明  | 修訂處 |    |
|------|---|-----|----|
|      |   | 章節  | 頁次 |
|      | <p>C. 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。</p> <p>D. 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2.2.1-15，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。</p> <p>E. 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。</p> |     |    |

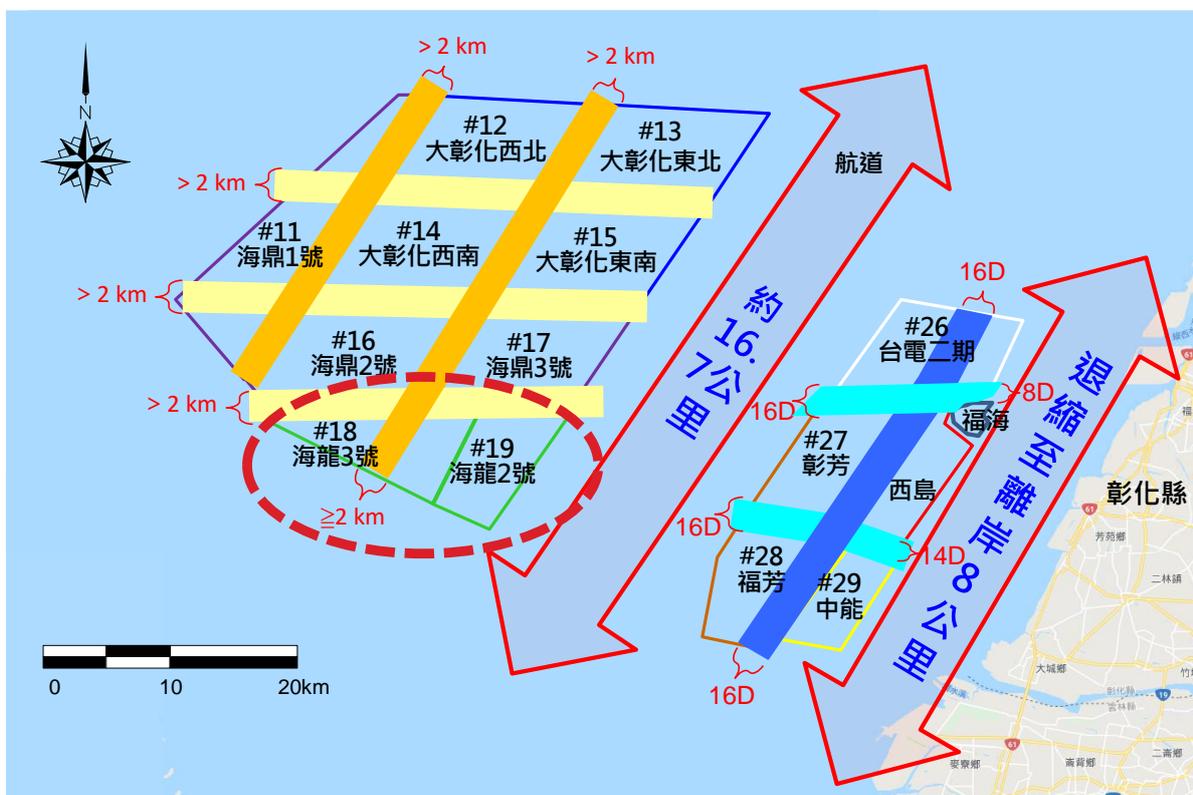
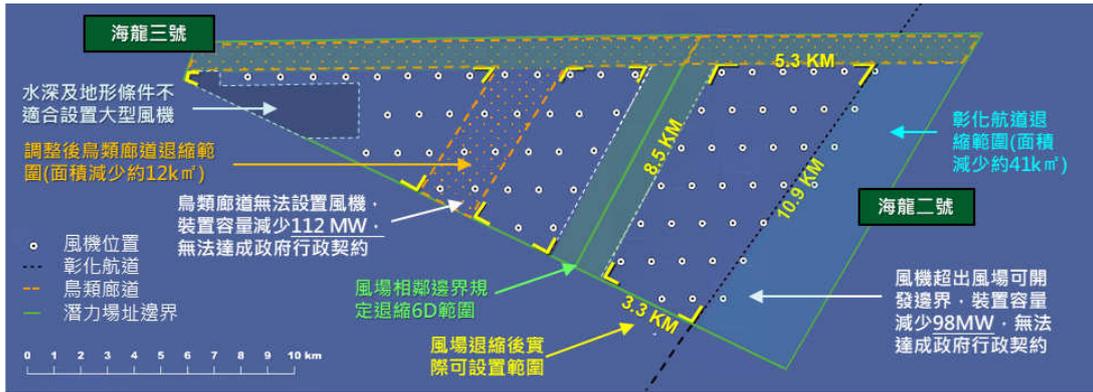
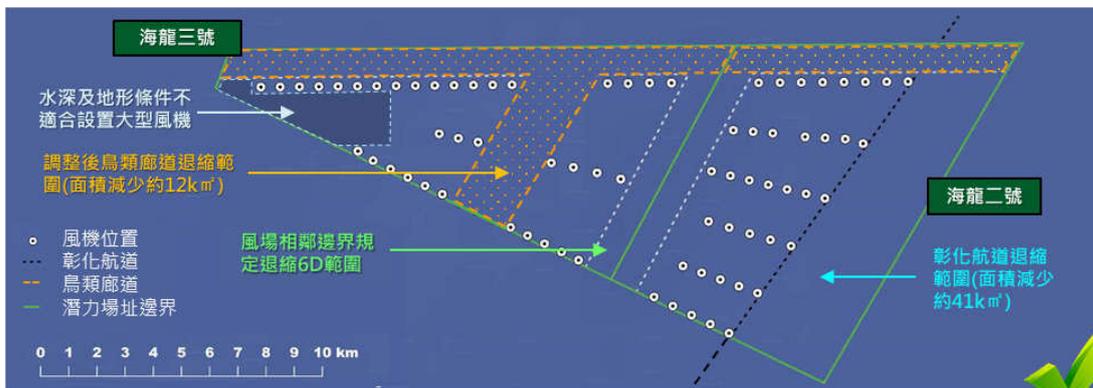


圖 2.2.1-1 海龍風場留設與鄰近風場連續之鳥類廊道



|      |               |      |   |
|------|---------------|------|---|
| 風機數量 | 海三36部 / 海二37部 | 葉片直徑 | 均以14MW WTG DD-222公尺預估 (不超過230公尺)                      |
| 風機排數 | 海三5排 / 海二7排   | 風機間距 | 盛行風向7D ( $\geq 1,554$ 公尺), 非盛行風向5D ( $\geq 1,110$ 公尺) |



|      |               |      |   |
|------|---------------|------|---|
| 風機數量 | 海三36部 / 海二37部 | 葉片直徑 | 均以14MW WTG DD-222公尺預估 (不超過230公尺)          |
| 風機排數 | 海三3排 / 海二6排   | 風機間距 | 盛行風向 $\geq 1,158$ 公尺, 非盛行風向 $\geq 666$ 公尺 |

圖 2.2.1-2 新增 14MW 採 5D&7D 風機間距規劃及採 666 公尺&1,158 公尺間距規劃比較

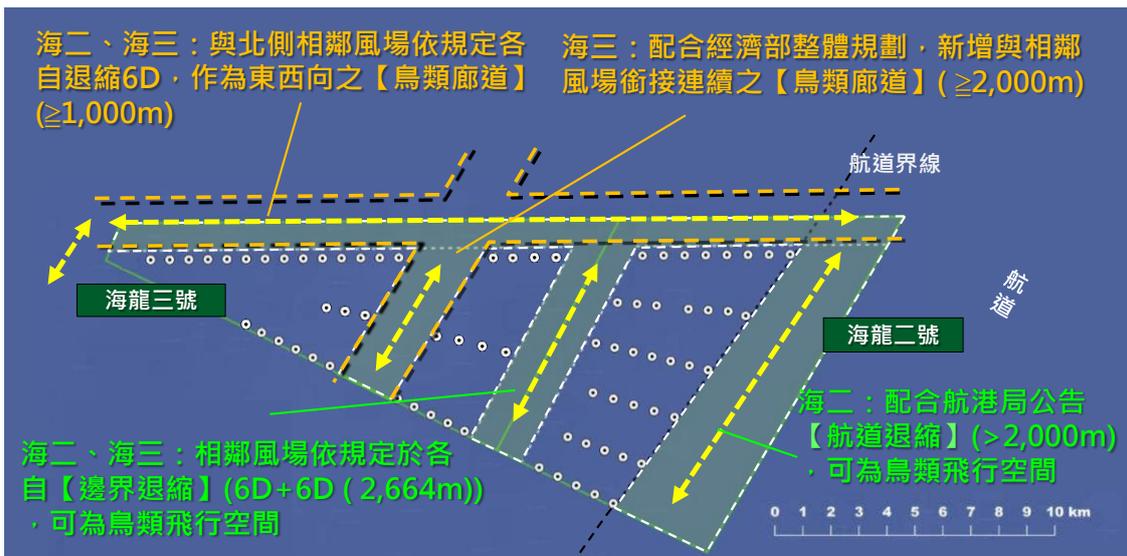
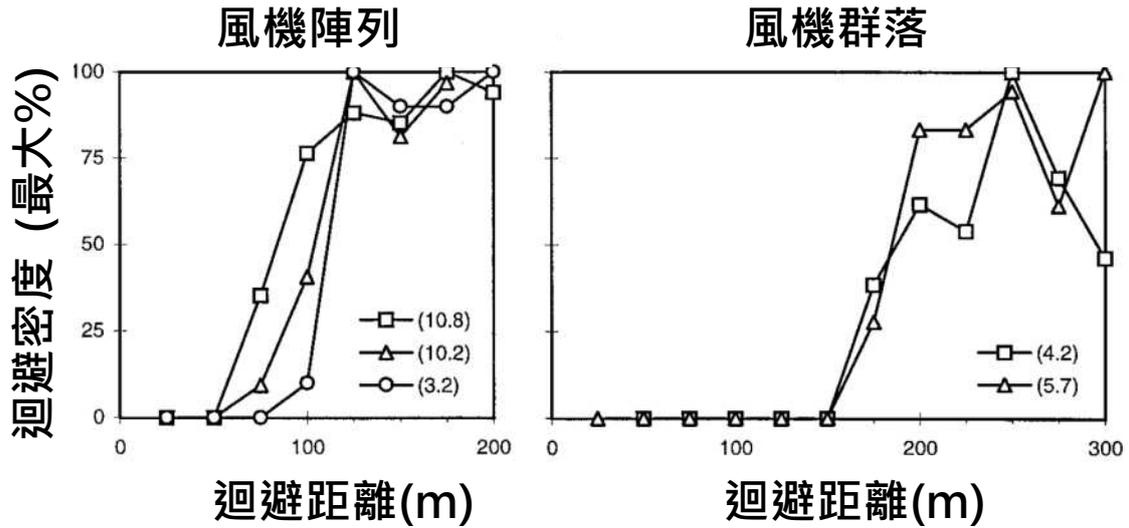


圖 2.2.1-3 海龍風場周邊鳥類飛行空間整體規劃



資料來源：Effects of wind turbines and other physical elements on field utilization by pink-footed geese: A landscape perspective, Larsen and Madsen, 2000.

圖 2.2.1-4 風機陣列及風機群落的鳥類迴避距離

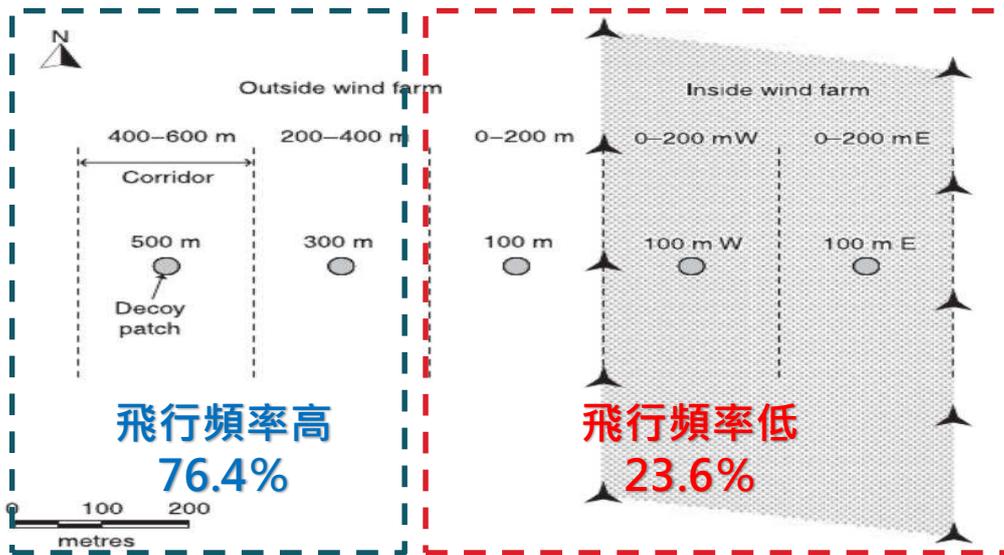


圖 2.2.1-5 丹麥 Tunø Knob 風場(間距約 200~400 公尺)  
鳥類與西側風機排觀測飛行頻率分布(營運期間)

風機間距500公尺  
(淨間距429公尺)  
不影響鳥類飛行

環說階段規劃預留之  
鳥類飛行廊道，營運  
後鳥類飛行比例  
有增加趨勢



圖2.2.1-6 王功風力發電站(北側間距約200公尺)開發前後鳥類飛行路徑(施工前、施工期間、營運期間)

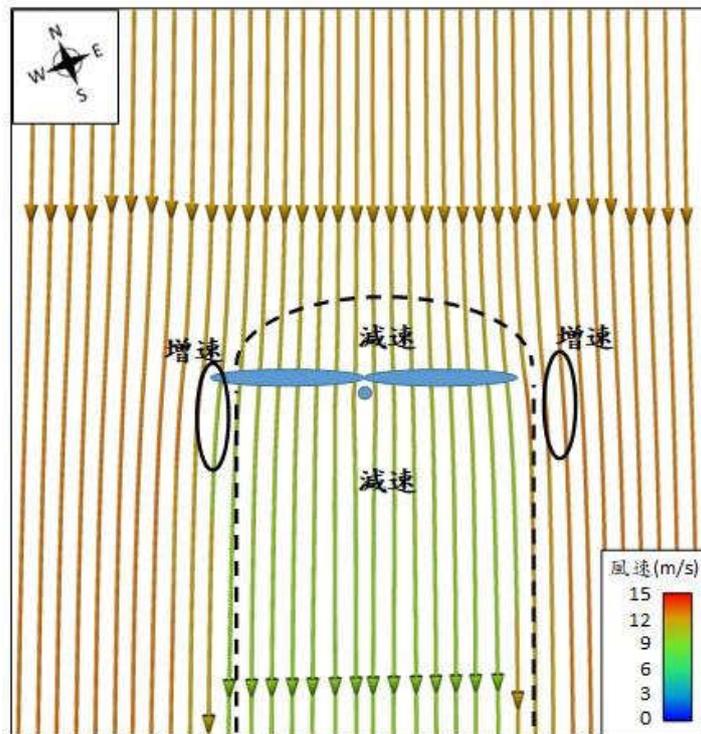


圖 2.2.1-7 風機沿扇葉中心高度之水平剖面流場分布圖

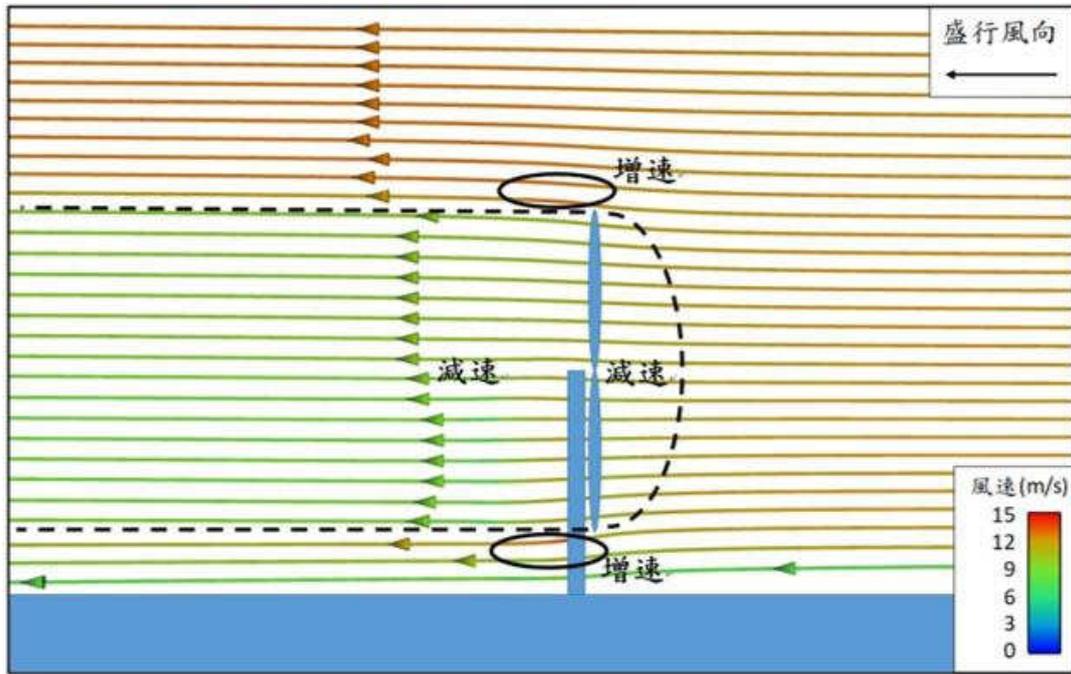


圖 2.2.1-8 風機沿盛行風向之垂直剖面流場分布圖

表 2.2.1-1 海龍風場與國內外施工或營運中風場之風機間淨  
間距值比較表

| 名稱                        | 本計畫<br>風場  | 丹麥 Nysted<br>風場 | 英格蘭<br>Thanet<br>風場 | 德國 Nordsee<br>1<br>風場 | 台灣<br>海洋風場<br>(Formosa 1) | 台灣<br>大彰化東南風<br>場 |
|---------------------------|------------|-----------------|---------------------|-----------------------|---------------------------|-------------------|
| 單機裝置容<br>量(MW)            | 14         | 2.3             | 3.0                 | 6.0                   | 6.0                       | 8.0               |
| (A)<br>風機最小間<br>距(m)      | 666        | 480             | 500                 | 500                   | 455                       | 500               |
| (B)<br>風機葉片直<br>徑(m)      | 222        | 82.4            | 90                  | 126                   | 154                       | 167               |
| 風機最小<br>淨間距(m)<br>(A)-(B) | <u>444</u> | <b>397.6</b>    | <b>410</b>          | <b>374</b>            | <b>301</b>                | <b>333</b>        |

資料來源：本計畫整理。

|          |  |                          |
|----------|--|--------------------------|
| 規模<br>降低 | <ul style="list-style-type: none"> <li>風機：減少約72部</li> <li>水下基礎：減少約72座</li> <li>基樁：減少288支</li> <li>打樁作業時間：減少1,152時</li> <li>基座面積：減少26,025m<sup>2</sup></li> <li>風機陣列排數：減少約6排</li> </ul> | 提升鳥類飛行廊道                 |
|          |  | 減少打樁作業影響期間<br>減少海床懸浮固體擾動 |
|          |  | 減少底棲生態影響面積               |

| 海龍二號+海龍三號    |  |  |                          |
|--------------|--|--|--------------------------|
| 評估減輕項目       | 原環說風機方案<br>(6~9.5MW)                               | 本次變更大型化風機方案<br>(11~15MW)                           | 6MW與15MW<br>規劃差異分析       |
| 風機           | 109~141部   | 69~94部   | 最多減少72部                  |
| 水下基礎         | 109~141座   | 69~94座   | 最多減少72座                  |
| 基樁           | 436~564支   | 276~376支   | 最多減少288支                 |
| 打樁作業時間(4hrs) | 2,256hrs   | 1,104hrs   | 最多減少1,152小時              |
| 基座面積         | 88,125m <sup>2</sup><br>(每部基座25×25m <sup>2</sup> ) | 62,100m <sup>2</sup><br>(每部基座30×30m <sup>2</sup> ) | 最多減少26,025m <sup>2</sup> |
| 風機陣列排數       | 海二：9~10排<br>海三：7~8排                                | 海二：6~7排<br>海三：2~3排                                 | 最多減少6排                   |

圖 2.2.1-9 海龍二號及三號風場原環評及本次變更規劃差異分析

表 2.2.1-2 本次變更與原環說環境影響結果評估比較表

| 評估項目               | 原環說評估結果  | 本次變更評估結果和原環說比較  |
|--------------------|--|---|
| 空氣品質<br>(海域工程)     | <ul style="list-style-type: none"> <li>除 PM2.5 背景值已超過空氣品質標準，各項空氣污染物擴散至敏感受體濃度與背景濃度加成後均符合空氣品質標準</li> </ul>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>除 PM2.5 背景值已超過空氣品質標準，各項空氣污染物擴散至敏感受體濃度與背景濃度加成後均符合空氣品質標準</li> <li>與原環說評估相似，空氣污染物增量極為輕微</li> </ul>                    |
| 噪音振動<br>(風機同時運轉)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>全頻噪音：衰減至距離風機最近敏感受體噪音增量為 0.0dB(A)</li> <li>低頻噪音：衰減至距離風機最近敏感受體噪音增量為 0.0dB(A)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>與原環說評估結果相同</li> </ul>  |
| 水下噪音<br>(基礎打樁)     | <ul style="list-style-type: none"> <li>打樁點距離 750 公尺處之聲壓值 162~164dB，經減噪措施後為 152~154dB</li> </ul>                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>打樁點距離 750 公尺處之聲壓值 166~167dB，經減噪措施後為 156~157dB</li> <li>與原環說評估相同，均可符合聲壓值不超過 160dB</li> </ul>                        |
| 鳥類撞擊評估<br>(風機同時運轉) | <ul style="list-style-type: none"> <li>0.98 迴避率下，全年最大撞擊數量估值分別為 89 隻(海龍二號)及 136.8 隻(海龍三號)</li> </ul>                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>0.98 迴避率下，11MW 撞擊數量估值分別為 87.9 隻(海二)及 106.1 隻(海三)；15MW 撞擊數量估值為 73 隻(海二)及 90.1 隻(海三)</li> <li>低於原環說最大撞擊數量</li> </ul> |
| 打樁水下噪音<br>影響時間     | <ul style="list-style-type: none"> <li>每部風機打樁時間約 4hr，海龍二號、三號風場總打樁影響時間約 2,256 小時</li> </ul>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>海龍二號、三號風場總打樁影響時間為 1,104 小時</li> <li>較原環說規劃減少 1,152 小時</li> </ul>   |
| 底棲生態<br>影響面積       | <ul style="list-style-type: none"> <li>6~9.5MW 風機水下基礎為 25x25m，海龍二號、三號風場總影響面積為 88,125m<sup>2</sup></li> </ul>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>11~15MW 風機水下基礎為 30x30m，海龍二號、三號風場總影響面積為 62,100m<sup>2</sup></li> <li>較原環說規劃減少 26,025m<sup>2</sup></li> </ul>        |

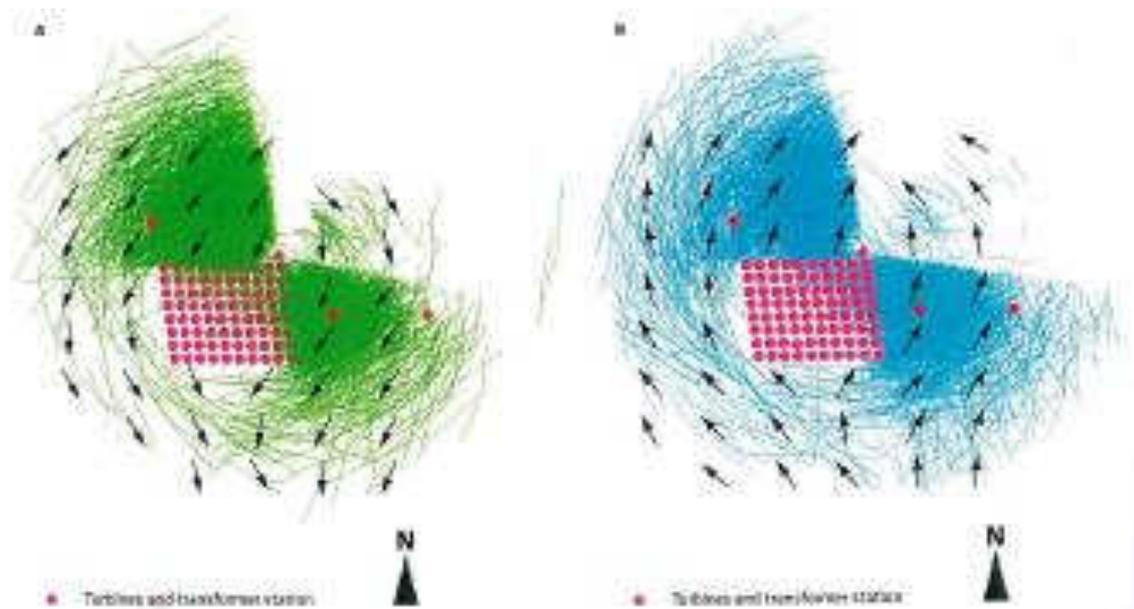


圖 2.2.1-10 丹麥 Horns Rev 風場(間距約 560 公尺)  
鳥類飛行路徑紀錄(營運期間)

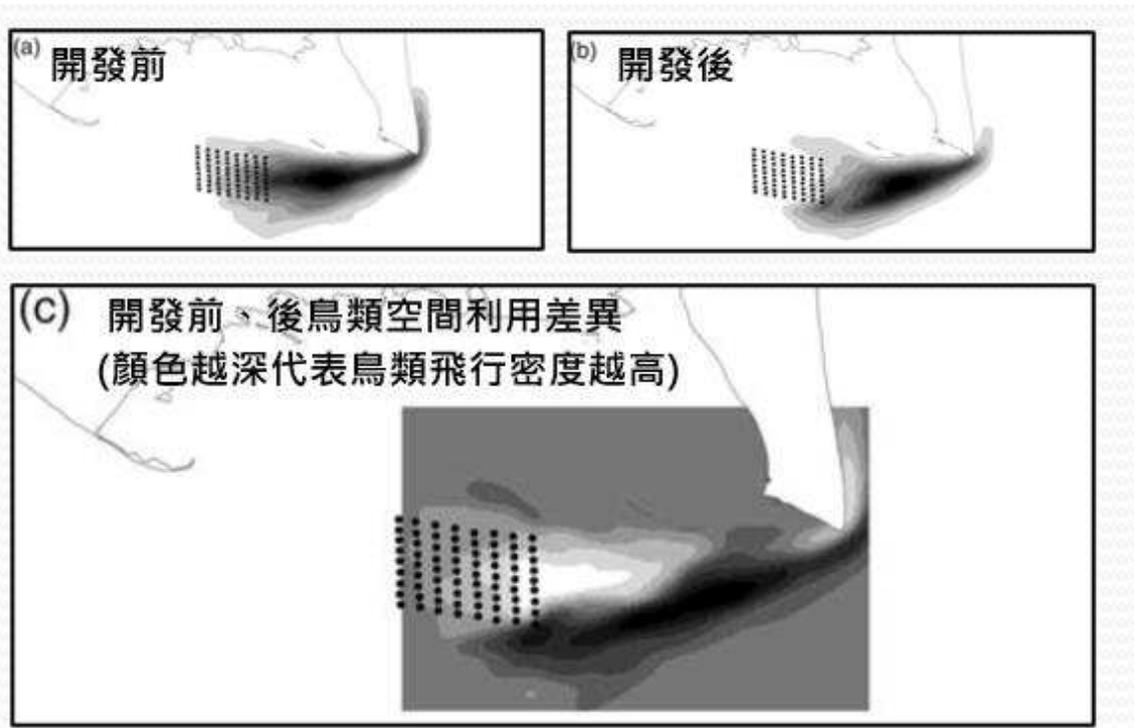


圖 2.2.1-11 丹麥 Nysted 風場(間距約 500 ~ 850 公尺)開發前後  
鳥類飛行密度紀錄(施工前、營運期間)

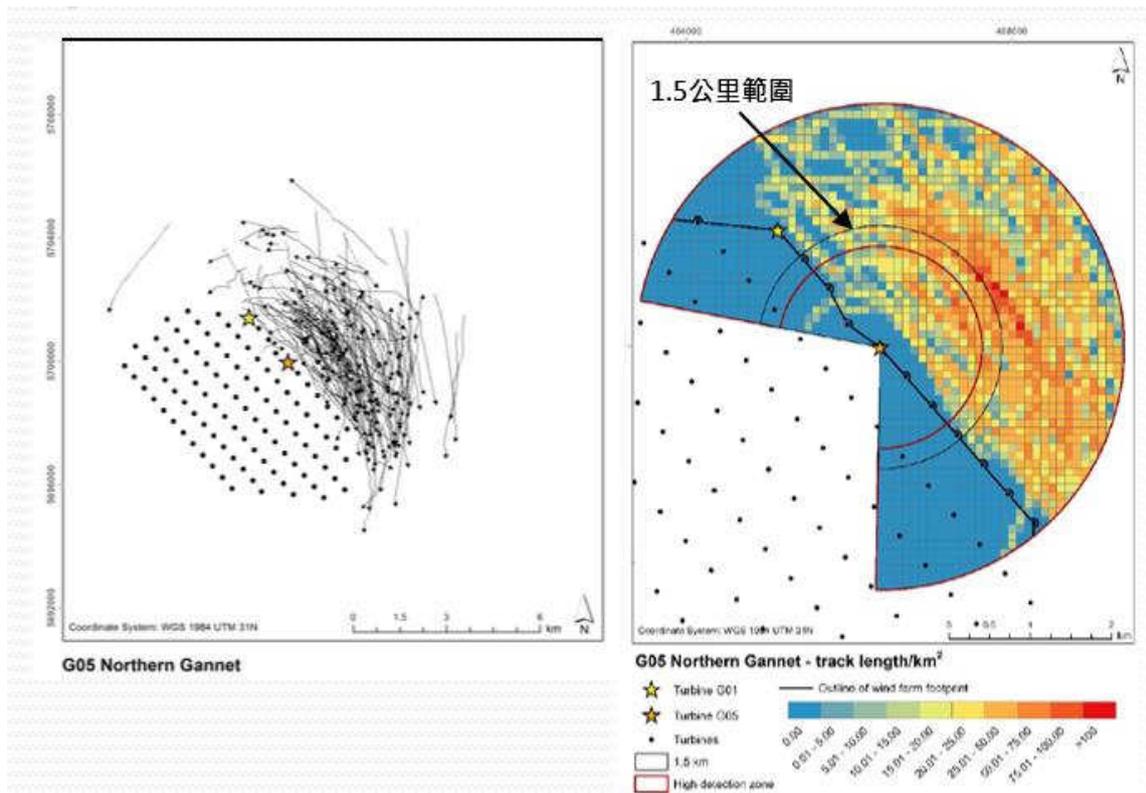


圖 2.2.1-12 英格蘭 Thanet 風場(間距約 500 ~ 800 公尺) 鳥類飛行路徑及飛行密度紀錄(營運期間)

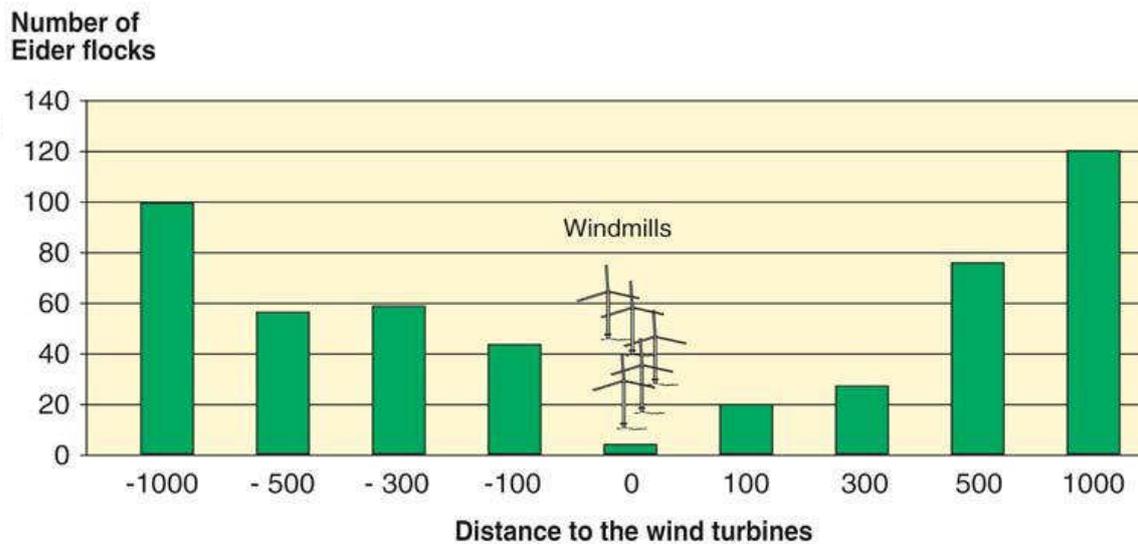


圖 2.2.1-13 瑞典 Yttre Stengrund 風場(間距約 400 ~ 500 公尺) 鳥類與風機最近距離累積飛行頻率分佈(營運期間)

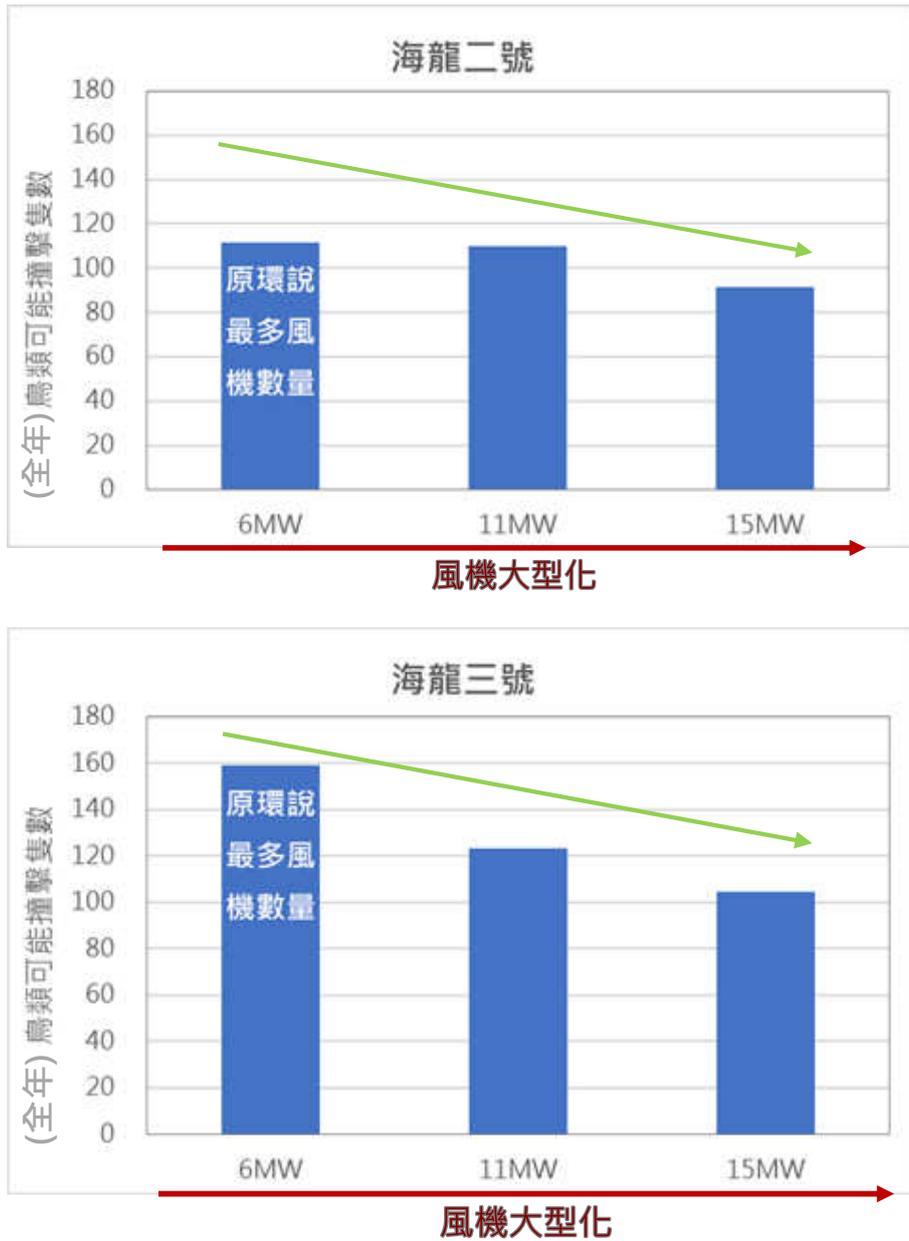


圖 2.2.1-14 海龍二號、三號不同風機配置下整體鳥類年撞擊隻次

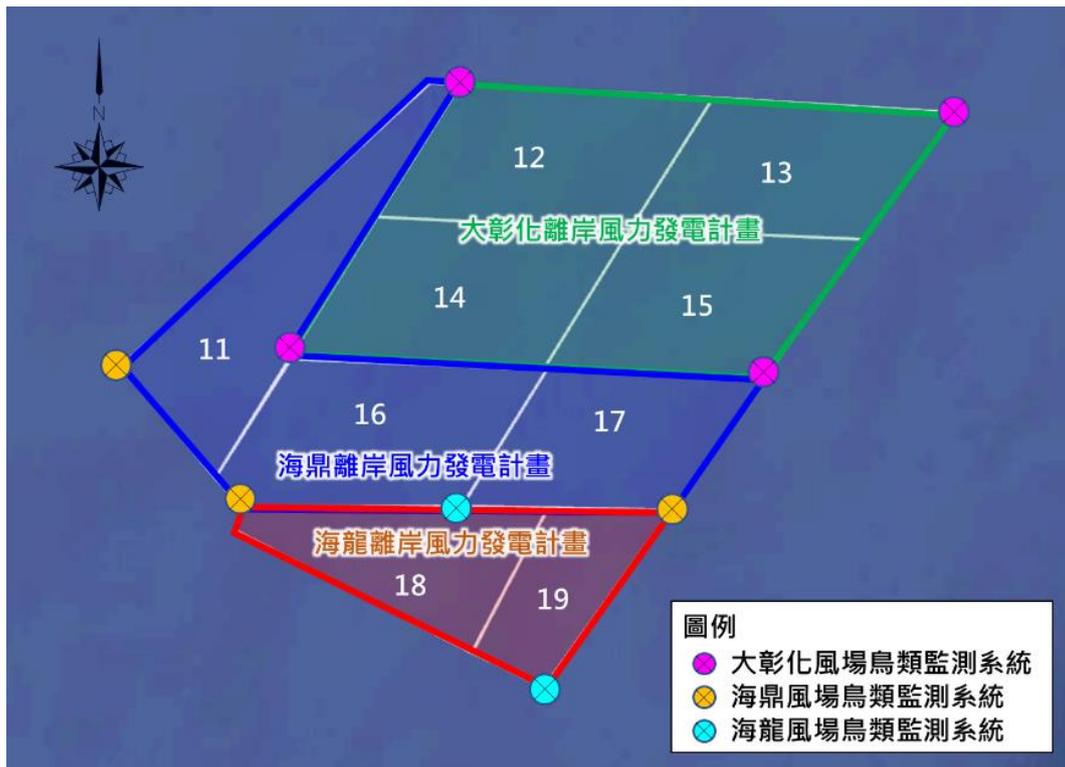


圖 2.2.1-15 海龍二號、海龍三號與相鄰風場聯合設置鳥類監測系統示意圖

| 審查意見  | 答覆說明   | 修訂處                      |   |
|---|--|--------------------------|---|
|   |  | 章節                       | 頁次  |
| (二)請確認盛行風向之風機間距為1,332公尺，還是1,158公尺？  | 敬謝委員指教。本計畫新增之11~15MW風機間距將依風力機組型式及場址風況評估結果進行佈置，盛行風向間距至少1,158公尺，非盛行風向間距至少666公尺。此風機間距之佈置原則，係由風機供應商根據個案風場之設置容量及面積、基地形狀、安全距離、其他相關限制等條件，依據所選用之不同單機容量，做出包含風機間距原則之最佳化配置建議。               | 4.3                      | 4-12  |
| <b>三、江委員康鈺(書面意見)</b>  |  |                          |   |
| 前次會議意見回覆說明，提及降轉機制之作業訂定；開發單位建議目的事業主管機關研擬商業可行之機制，供業者共同遵循，此似欠缺開發者自主管理，及善盡生態保 | 敬謝委員指教。考量離岸風場的特性，採用雷達進行自動化辨識鳥種，以達到啟動風機降轉機制似為目前較可行之方法，依據目前案例分析，鳥類降轉機制之基本條件為「明確分辨出欲保護目標鳥種及影響標的」，目前海龍二號、三號風場自環評階段以來，皆陸續蒐集風場內鳥類活動之相關資訊，調查資料顯示，目視調查到保育類為玄燕鷗(II)、白眉燕鷗(II)、鳳頭燕鷗(II)，飛行高 | 4.2<br>4.4<br>7.1<br>7.2 | 4-4~8<br>4-28~29<br>4-31~35<br>7-11~12<br>7-14~16 |

| 審 查 意 見                | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|------------------------|---|-------|-----|
|                        |   | 章 節   | 頁 次 |
| 護責任之回應，請開發單位妥適回應與說明為佳。 | <p>度大多在0~25公尺，調查到保育類在其大小，身形和飛行速度等皆十分相似，因此要以雷達自動判定目標鳥種並啟動停機之方式現階段而言並不可行；而雷達調查顯示，鳥類過境期間整體飛行方向以南-北向、東北-西南向為主，與風機排列相符，與配合「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」及經濟部整體規劃，於海龍三號風場新增2,000公尺銜接鄰近風場連續之鳥類廊道大致相符，提供有利鳥類南北飛行廊道空間(圖2.3.1-1)，且海龍二號風場已配合公告直航航道退縮風場在先，場址面積縮減近40%，退縮寬度達3,500公尺，風場相鄰邊界依經濟部能源局於104年7月2日公佈之「離岸風力發電規劃場址申請作業要點」規定，各自退縮，留設寬度大於2,000公尺，而與北側相鄰風場亦依規定各自退縮，以總體空間而言，實際風場退縮空間均遠大於原規劃(圖2.3.1-2)。</p> <p>本計畫考量對環境生態保護責任，基於鳥類雷達調查僅能記錄飛行筆數和飛行高度，無法判別鳥類隻數和鳥種侷限性，新增春、秋季鳥類過境期間每季執行3日次，夏、冬季每季執行1日次之鳥類雷達調查搭配鳥類目視調查，屆時將涵蓋春、夏、秋、冬四季鳥類雷達結合目視調查資料，以釐清雷達資料和鳥種數量之關係。此外海龍二號、三號風場將於施工前執行海上鳥類船隻目視調查、海岸鳥類目視調查、24小時鳥類雷達調查、鳥類繫放衛星定位追蹤，施工期間執行海上鳥類船隻目視調查、海岸鳥類目視調查，營運階段執行海上鳥類船隻目視調查、海岸鳥類目視調查，並聯合大彰化案及海鼎案設置鳥類監測系統，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、累積長期監測資料。未來將結合相關文獻蒐集及考量風場環境區位特性，始進一步給蒐集欲保護目標鳥種資訊，並依據經濟部能源局基於電業管理及風場一致性，參考國際作法及可行技術研擬之商業可行降轉機制，據以規劃具體可行之風機降轉或停機初步規劃，納入環境影響調查報告書，務使綠能與鳥類生態共存共榮發展。針對風機降轉機制規劃及鳥類監測資料蒐集，說明如下：</p> <p>(一)風機降轉機制規劃</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>1. 依據離岸風場各開發單位共同委託歐洲具超過25年離岸風場工程與環評經驗之NIRAS顧問公司，進行關於風機降載或停機之研究資料分析及可行性研究結果，現階段「國外已營運之『離岸風場』中，並無運用風場降轉機制」之實際案例；而陸域已營運風場採用降轉/停機來減低鳥類撞擊風險之案例亦相當少。</p> <p>2. 在少數採用全自動攝影機停機系統(如TADS、DTBird)之陸域風場中，因攝影機僅能偵測到特定風機之掃風範圍，且考量經濟可行性並無法於所有風機安裝攝影機，因此該系統之監測範圍僅侷限於風場內特定區域。再者，攝影機系統亦無法辨識目標鳥種，仍需要結合有經驗之觀測員進行目視觀測；由於辨認目標鳥種係為評斷停機條件中最基本的需求，因此，在可見的未來內，全自動攝影機停機系統不太可能發展為涵蓋整座離岸風場有效可行的選項。</p> <p>3. 在全自動雷達停機系統案例中(如芬蘭Tahkoluoto陸域風場)，因其目標鳥種(白尾海雕和黑背海鷗)具有高度可辨識性始可以雷達進行偵測後自動判定；如白尾海雕因其體型相較當地可能出現鳥種大，因此可靠體型特徵辨識；而黑背海鷗因其飛行速度，明顯與當地其他鳥種不同，故可依其飛行速度辨識。當雷達接收到有靠近的鳥群，並辨識出為上述兩種鳥類時，在數量達到風險閾值，系統會將停機指令資訊傳到特定風機上，啟動停機機制；當風機不再收到指標性鳥類靠近之警示訊號後，會在數分鐘內自動開始運轉，而其他經過風場的鳥種則不會觸發停機。由於目前在台灣西部海域觀測到之保育類鳥種，在其大小，身形和飛行速度等皆十分相似，因此要以雷達自動判定目標鳥種並啟動停機之方式現階段而言並不可行。</p> <p>4. 依據目前陸域案例分析，全自動鳥類監測停機系統之基本條件為「明確分辨出欲保護目標鳥種及影響標的」。設置觀察員為</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>辨識目標鳥種之傳統方法，但在離岸風場施行上有其高度限制性，除了整個監測期間皆需要要求觀測員滯留於風機上，在風場外側也需要部署人力來監測接近風場的鳥類；再加上海域氣象及作業環境限制考量，觀測員在海上進行長期目視觀測實務上較不可行。以雷達方式進行自動化辨識似為目前運用於離岸風場較可行之方法，但需要克服以雷達無法有效辨認鳥種之限制，且雷達偵測效能可能受天氣、海況、鳥類大小、距離及雷達規格等影響，因此如何在各種情境下準確辨識目標鳥種並即時判斷及撞擊風險為現階段之技術發展重點。</p> <p>5. 整體而言，目前並無可行的降轉機制，未來在離岸風場中如要透過雷達監控系統，或影像監控系統，要辨識風場欲保護目標鳥種，則<u>必須要有風場範圍內充足的調查資料，以確認欲保護目標鳥種標的，確認不同鳥種體型在監控系統可偵測距離，並定義其風險閾值</u>；再者，該目標鳥種在體型、飛行模式或飛行速度上等特徵，應有其獨特性且容易辨識性，才有利於將其建置於雷達監控系統，或影像監控系統，以能夠明確辨識。因此，在可預見的將來，由於自動感應器的限制(包含鳥類偵測機率可能因鳥類大小、天氣、海況產生變動；無法分辨鳥種等)，並無法於離岸風場裝設能夠符合需求之全自動停機系統。</p> <p>6. 目前彰化雲林地區各風場自環評階段以來，皆陸續蒐集風場內鳥類活動之相關資訊，惟因海域調查之限制，目前掌握之調查資料尚屬有限，故尚無可行方案，仍有<u>待營運階段以固定式連續監測系統(包含雷達、監視設備、熱影像和音波麥克風)長期監測資料之累積</u>，並結合相關文獻蒐集及考量各風場環境區位特性，始進一步給予欲保護目標鳥種和大規模穿越定義，並視該階段國外各風場於鳥類監控設備及自動化啟動降轉(停機)機制之發展技術，綜合評估後研擬適宜各風場之降轉(停機)</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |     |
|---------|--|-------|-----|
|         |  | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>機制。</p> <p>7. 依據「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」環境影響評估審查委員會決議內容，海龍二號、三號風場將依據營運前(含施工前、中、後)之環境監測資料，於風場取得電業執照後半年內提出環境影響調查報告書(含具體可行之風機降轉(停機)機制)送審。</p> <p>風機降轉或停機初步規劃方面，海龍二號、海龍三號風場將依據經濟部能源局基於電業管理及風場一致性，參考國際作法及可行技術研擬之商業可行降轉機制，據以規劃具體可行之風機降轉或停機初步規劃，納入環境影響調查報告書，務使綠能與鳥類生態共存共榮發展。</p> <p>(二) 規劃鳥類降轉機制之監測資料蒐集</p> <p>海龍二號、三號風場將蒐集施工前、中、後之環境監測資料，於營運後半年內提出環境影響調查報告書送審。施工前執行海上鳥類船隻目視調查、海岸鳥類目視調查、24小時鳥類雷達調查、鳥類繫放衛星定位追蹤，施工期間執行海上鳥類船隻目視調查、海岸鳥類目視調查，營運階段執行海上鳥類船隻目視調查、海岸鳥類目視調查，並聯合大彰化案及海鼎案設置鳥類監測系統，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。相關環境監測計畫及環境保護對策，說明如下：</p> <p>1. 施工前</p> <p>執行海上鳥類船隻目視調查、海岸鳥類目視調查、24小時鳥類雷達調查及鳥類繫放衛星定位追蹤，以蒐集施工前環境背景資料，詳表2.3.1-1所示。</p> <p>2. 施工期間</p> <p>執行海上鳥類船隻目視調查、海岸鳥類目視調查，以了解施工行為對環境影響，檢討鳥類保護對策，詳表2.3.1-2所示。</p> <p>3. 營運期間</p> <p>(1) 執行海上鳥類船隻目視調查、海岸鳥類目視調查，以了解風機運轉對環境</p> |       |     |

| 審查意見 | 答覆說明  | 修訂處 |    |
|------|---|-----|----|
|      |   | 章節  | 頁次 |
|      | <p>影響，詳表2.3.1-3所示。</p> <p>(2) 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2.3.1-3，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。</p> |     |    |

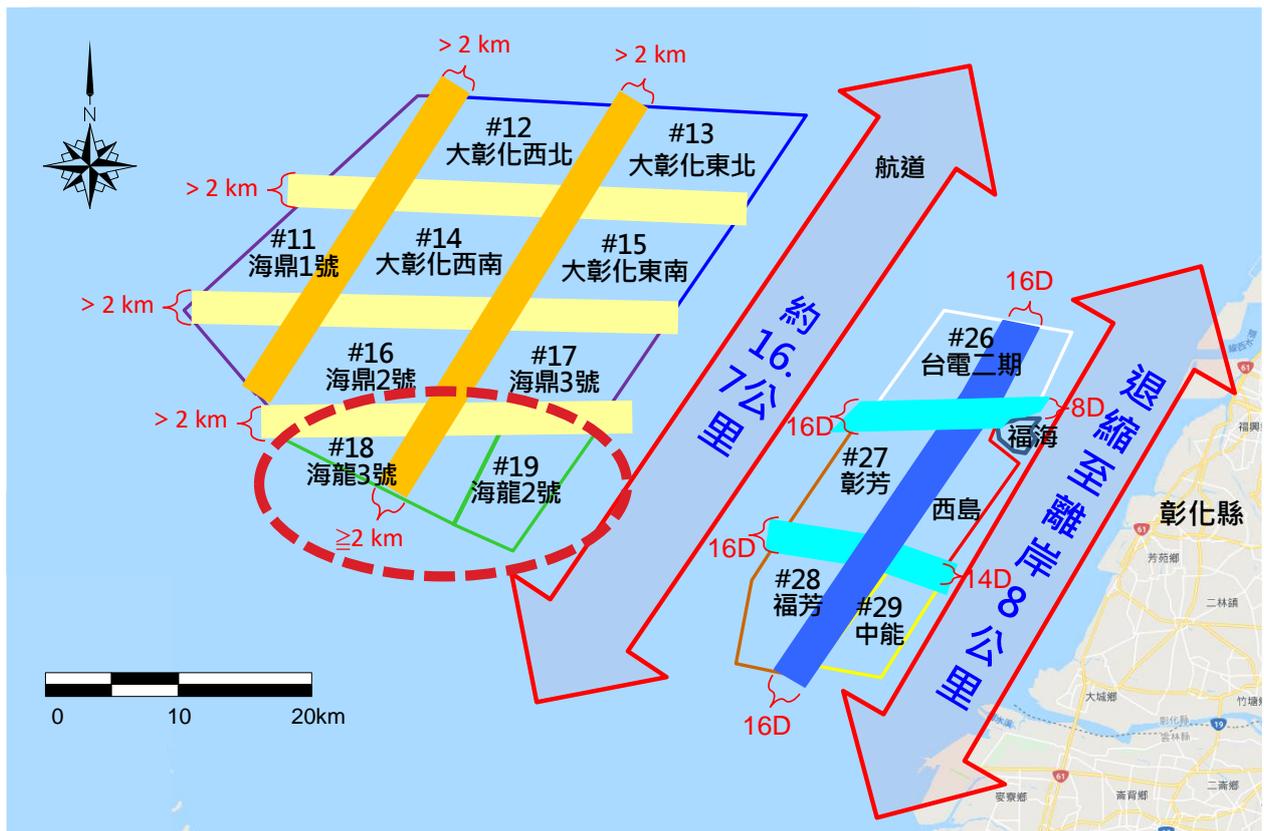


圖 2.3.1-1 海龍風場留設與鄰近風場連續之鳥類廊道

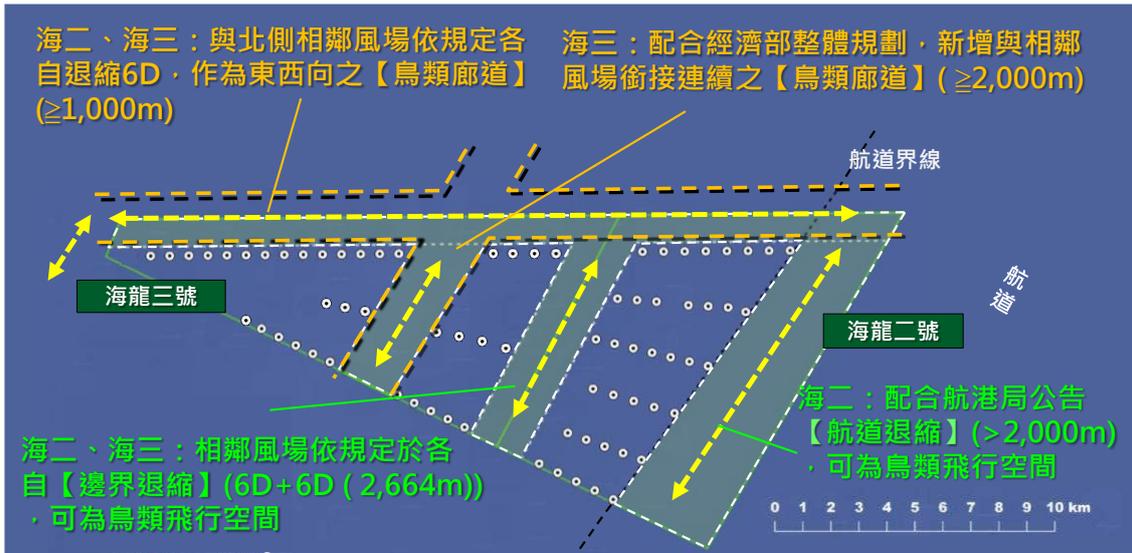


圖 2.3.1-2 海龍風場周邊鳥類飛行空間整體規劃

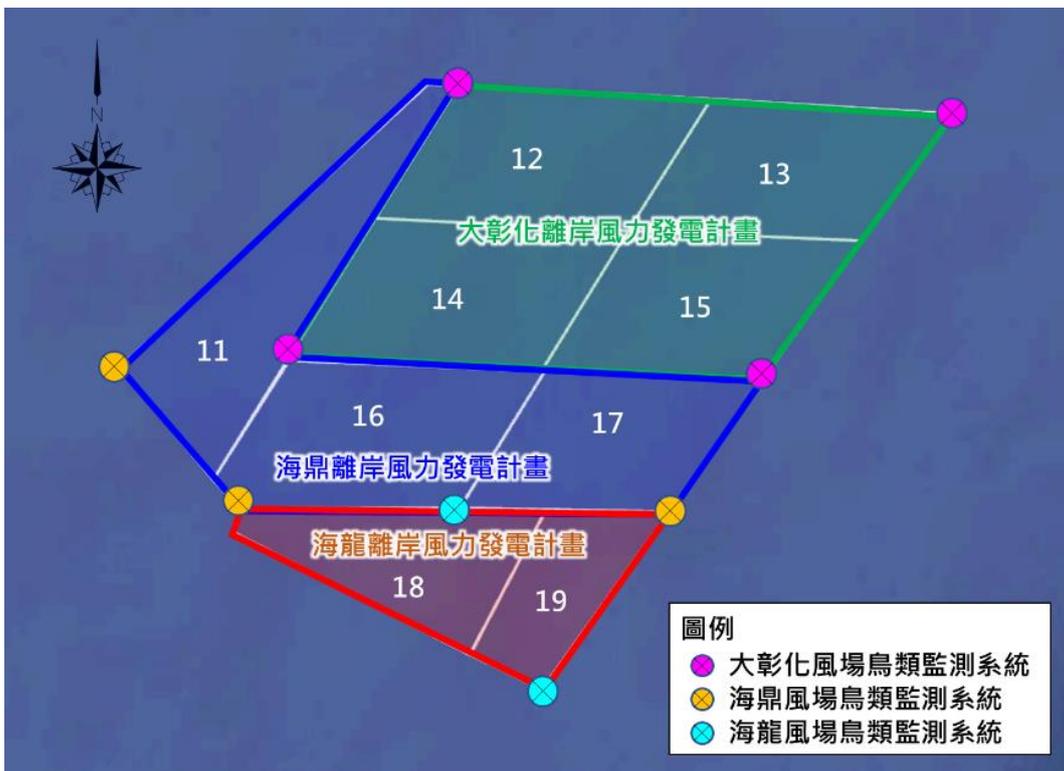


圖 2.3.1-3 本計畫與鄰近風場聯合設置鳥類監測系統示意圖

表 2.3.1-1 施工前鳥類環境監測計畫表

| 類別           | 監測項目  | 地點                       | 頻率  |  |
|--------------|---|--------------------------|---|--|
| 鳥類生態         | 1.海上鳥類船隻目視調查：種類、數量、棲身及活動情形、飛行路徑、季節性之族群變化等         | 風場範圍                     | 施工前執行 1 年<br>其中春、夏、秋季每月 1 次，冬季每季 1 次，共進行 10 次調查 |  |
|              | 2.海岸鳥類目視調查：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) | 上岸點鄰近海岸                  |   |  |
|              | 3.鳥類雷達調查  | 鳥類雷達調查<br>(24HR/垂直及水平雷達) | 風場範圍  | 施工前執行 2 年<br>每年進行 17 日次調查<br>其中春、夏季每季 5 日次，秋季每季 6 日次，冬季每季 1 日次 |
|              |   | 搭配鳥類目視調查                 |   | 每年進行 8 日次調查<br>其中春、秋季每季 3 日次，夏、冬季每季 1 日次                       |
| 4.鳥類繫放衛星定位追蹤 |   | 1.彰化海岸鳥類<br>2.澎湖鳳頭燕鷗     | 施工前執行一次   |  |

表 2.3.1-2 施工期間鳥類環境監測計畫表

| 類別   | 監測項目  | 地點      | 頻率                                   |
|------|---|---------|--------------------------------------|
| 鳥類生態 | 1.海上鳥類船隻目視調查：種類、數量、棲身及活動情形、飛行路徑、季節性之族群變化等         | 風場範圍    | 每年進行 10 次調查<br>春、夏、秋季每月 1 次，冬季每季 1 次 |
|      | 2.海岸鳥類目視調查：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) | 上岸點鄰近海岸 |                                      |

表 2.3.1-3 營運期間鳥類環境監測計畫表

| 類別   | 監測項目  | 地點      | 頻率   |
|------|---|---------|--|
| 鳥類生態 | 1.海上鳥類船隻目視調查：種類、數量、棲身及活動情形、飛行路徑、季節性之族群變化等         | 風場範圍    | 每年進行 10 次調查<br>春、夏、秋季每月 1 次，冬季每季 1 次。<br>(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) |
|      | 2.海岸鳥類目視調查：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) | 上岸點鄰近海岸 |  |

| 審 查 意 見   | 答 覆 說 明   | 修 訂 處                          |  |
|---|---|--------------------------------|--|
|   |   | 章 節                            | 頁 次  |
| <b>四、李委員俊福(書面意見)</b>  |   |                                |  |
| 補正回應情形已符規定或足供審查判斷所需資訊。  | 敬謝委員支持。   | —                              | —  |
| <b>五、李委員培芬</b>  |   |                                |  |
| 前次意見(含審查結論)尚須補正，補正意見如下：   |   |                                |  |
| (一)海龍二號和海龍三號風場所在區域的鳥類出沒狀態，請提出雷達調查資訊地圖，本次所提鳥類飛行方向的風花圖必需說明其記錄之位置和風場的空間關係才有意義。假設兩者的位置相符，從風花圖春季的方向來檢視，大多數的鳥類最多只能避開第1個(外圈)的風機，較內層的風機將對這些鳥類造成撞擊的風險；另外，所留設之整體飛行廊道也和風花圖不一致，春季的風花圖顯示北方和東北方是主要的方向，目前的規劃或可降低東北方的撞擊，但在北方則無降低撞擊的可能性。是否有改善方案？ | 遵照辦理。海龍二號、三號風場於環說階段及鳥類環境影響調查報告階段執行四季夜間鳥類雷達調查，調查範圍已涵蓋風場區域，鳥類飛行軌跡圖及風花圖詳圖2.5.1-1~2所示；調查結果顯示，鳥類過境期間整體飛行方向以南-北向、東北-西南向為主，與風機排列相符，與配合「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」及經濟部整體規劃，於海龍三號風場新增2,000公尺銜接鄰近風場連續之鳥類廊道大致相符，可提供有利鳥類南北飛行廊道空間(圖2.5.1-3)。且海龍二號風場已配合公告直航航道退縮風場在先，場址面積縮減近40%，退縮寬度達3,500公尺，風場相鄰邊界依經濟部能源局於104年7月2日公佈之「離岸風力發電規劃場址申請作業要點」規定，各自退縮，留設寬度大於2,000公尺，而與北側相鄰風場亦依規定各自退縮，以總體空間而言，實際風場退縮空間均遠大於原規劃(圖2.5.1-4)。彙整2006年至今國內外監測調查研究案例顯示，鳥類飛行方向與大範圍廊道空間顯著相關，大部分鳥類會主動迴避風場，約佔97%，進入風場僅有3%(Ib Krag Petersen et al,2006；K.L. Krijgsveld et al,2011)，進入風場後的鳥類絕大多數(99.4%)於風機間會自行迴避(ORJIP Bird Collision Avoidance Study, Final Report, 2018)；另參考參考國外觀察鳥類迴避風機的行為研究顯示(圖2.5.1-5)，鳥類通過風機群迴避距離約200公尺(Larsen and Madsen,2000)，顯示鳥類比人類想像中更會迴避風機；丹麥Tunø Knob風場鳥類目視調查顯示(Effects of wind turbines on flight behaviour of wintering common eiders: implications for habitat use and collision risk, 2007)，風場範圍及風機外200公尺、風機外 | 4.2<br>6.1.4<br>4.4<br><br>7.1 | 4-4~8<br>6-28~48<br>4-22~23<br>4-28~29<br>7-4~5<br>7-11~12 |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>200~600公尺鳥類數量比例分別為23.6%、76.4%，顯示鳥類迴避風機約為200公尺(圖2.5.1-6)；臺灣「王功風力發電計畫」鳥類雷達調查顯示(圖2.5.1-7)，風機設置後，北堤(風機間距200公尺，淨間距129公尺)鳥類數量由49%降至17%，約38%鳥類轉移至環評階段規劃預留之東側鳥類飛行廊道，顯示鳥類飛行路徑因風機開發而有轉移現象，另一部份則改由西堤進出(風機間距500公尺，淨間距429公尺)，約佔34%，顯示已有充分空間提供鳥類飛行，與前述鳥類迴避風機情形相符；本計畫風機淨間距達444公尺，可提供鳥類充足的飛行空間。此外，本計畫經鳥類撞擊評估結果顯示，變更後11 MW及15 MW風機配置造成的鳥類撞擊數量低於原環說(6~9.5MW)最大撞擊數量，大型化風機所需架設的風機支數較少，因此整體衝擊相對較小。</p> <p>綜合上述，本計畫環境影響評估結果顯示未有重大衝擊，但為了降低開發行為對於鳥類生態環境衝擊，已於原環評擬定鳥類環境保護對策，包括風機大型化規劃、設置警示燈提醒鳥類迴避、與鄰近風場聯合設置鳥類監測系統觀測鳥類活動情形等。以下針對有關海上鳥類雷達調查成果、國內外監測調查研究案例、鳥類撞擊評估以及鳥類環境減輕對策等，詳細說明如下：</p> <p>(一) 海上鳥類雷達調查成果</p> <p>海龍二號、三號風場於環說階段及鳥類環境影響調查報告階段執行四季夜間鳥類雷達調查，調查時程及努力量詳表2.5.1-1所示。有關各季節鳥類飛行路徑、鳥類活動頻度、飛行高度等分列說明如下：</p> <p>1. 各季節鳥類飛行路徑(圖2.5.1-1~2)</p> <p>(1) 春季：以北方(38.6%)及東北方(35.9%)為主。</p> <p>(2) 夏季：以南方(25.0%)及東方(15.9%)為主。</p> <p>(3) 秋季：以南方(32.6%)及西南方(20.2%)為主。</p> <p>(4) 冬季：以北方(51.4%)及南方(14.3%)為主。</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>2. 鳥類活動頻度<br/>依據歷次調查結果顯示(表2.5.1-1)，海龍二號、三號風場以春、秋過境期間調查到的鳥類活動頻度最高。</p> <p>3. 鳥類飛行高度<br/>本計畫僅於冬、春二季進行夜間鳥類垂直雷達調查，調查結果顯示，冬、春二季飛行高度與風機旋轉範圍(25~285公尺)重疊分別為78%及77%，如表2.5.1-2所示。</p> <p>(二) 國內外監測調查研究案例<br/>彙整2006年至今國內外監測調查研究案例顯示，針對鳥類飛行於風場外圍及邊界、進入風場後之特性，說明如下：</p> <p>1. 鳥類於遠處即會提前偏轉避開風場，僅少部分進入風場，仍會主動迴避風機</p> <p>(1) 相關研究顯示，大部分鳥類在5公里距離處會注意到風場，在3公里距離處會發生偏轉 (Ib Krag Petersen et al,2006)。<br/>超過50%鳥類會在1~2公里的距離內避免穿越風場 (Ib Krag Petersen et al,2006)，約17%會在風場邊緣飛行，僅約3%會至風場內飛行 (K.L. Krijgsveld et al,2011)。</p> <p>(2) 依據丹麥Nysted、Horns Rev風場鳥類雷達調查情形 (Final results of bird studies at the offshore wind farms at Nysted and Horns Rev, Denmark, 2006)，鳥類於距離風場遠處開始改變飛行方向，顯示鳥類會提前改變飛行方向以避開風場。詳如圖2.5.1-8、圖2.5.1-9所示。<br/>其中丹麥Nysted風場之風機上攝影機經2,400小時運轉期間，未紀錄到鳥類碰撞情形，顯示少數鳥類飛行於風機周圍，仍會主動迴避。</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>(3) 依據英格蘭Thanet風場鳥類雷達調查情形(ORJIP Bird Collision Avoidance Study, Final Report, 2018),絕大部分鳥類會在看見風機陣列後,即改變飛行路徑,顯示靠近風場的鳥類,仍會改變飛行方向以避開風場。詳如圖2.5.1-10所示。</p> <p>該調查亦顯示,少部分的鳥類若進入風場飛行,絕大多數鳥類(99.4%)會在風機之間即產生迴避,而不會在進入風機掃風範圍後才迴避。</p> <p>(4) 參考國外觀察鳥類迴避風機的行為研究顯示(圖2.5.1-5),鳥類通過單一支風機及風機陣列迴避距離為100公尺,通過風機群落迴避距離為200公尺,整體迴避距離約100~200公尺,顯示鳥類比人類想像中更會迴避風機。(Effects of wind turbines and other physical elements on field utilization by pink-footed geese: A landscape perspective, Larsen and Madsen,2000)。</p> <p>2. 經國內外監測案例顯示,鳥類飛行方向與廊道空間顯著相關</p> <p>(1) 依據丹麥Tunø Knob風場鳥類目視調查情形 (Effects of wind turbines on flight behaviour of wintering common eiders: implications for habitat use and collision risk, 2007),風場範圍及風機外200公尺、風機外200~600公尺鳥類數量比例分別為23.6%、76.4%,顯示鳥類迴避風機約為200公尺,鳥類於飛行走廊(距風機約200~600公尺處)出現的頻率高,顯示鳥類飛行方向與大範圍廊道空間顯著相關。詳如圖2.5.1-6所示。</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |     |
|---------|--|-------|-----|
|         |  | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>(2) 依據瑞典Yttre Stengrund風場(間距約400~500公尺)鳥類雷達與目視調查情形(Influence of offshore windmills on migration birds-in southeast coast of Sweden, 2003)，由鳥類與最近風機距離(0~200公尺)的累積頻率分佈可知，無論日間或夜間，距離風機越近，鳥類飛行頻率越少，觀察後亦未有碰撞情形。詳如圖2.5.1-11所示。</p> <p>(3) 依據臺灣「王功風力發電計畫」鳥類雷達調查顯示(圖2.5.1-7)，風機設置後，北堤(風機間距200公尺，淨間距129公尺)鳥類數量由49%降至17%，約38%鳥類轉移至環評階段規劃預留之東側鳥類飛行廊道，顯示鳥類飛行路徑因風機開發而有轉移現象，另一部份則改由西堤進出(風機間距500公尺，淨間距429公尺)，約佔34%，顯示已有充分空間提供鳥類飛行，與前述鳥類迴避風機情形相符。</p> <p>另依據歷年監測結果，鳥類數量並未因風機運轉後有減少情形。</p> <p>(三) 鳥類撞擊評估</p> <p>海龍二號、三號風場變更後11 MW及15 MW風力發電機組配置造成的鳥類撞擊數量低於原環說最大撞擊數量(圖2.5.1-12)。其中，15MW配置所造成的鳥類撞擊量又較11MW配置少。15MW的風機，單支風機的旋轉半徑較大，葉片較寬，但其所需架設的風機支數較少，因此整體衝擊相對較小。</p> <p>1. 海龍二號</p> <p>海龍二號風場於0.98的迴避率下，整體全年的撞擊數量估值介於91.3~110.1隻。保育類最大撞擊數量估值說明如下：</p> <p>(1) 11MW風機配置：0.98的迴避率下，海龍二號風場保育類全年的撞</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |     |
|---------|--|-------|-----|
|         |  | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>擊數量估值分別約為玄燕鷗11隻、白眉燕鷗40隻和鳳頭燕鷗1隻。</p> <p>(2) 15MW風機配置：0.98的迴避率下，海龍二號風場保育類全年的撞擊量估值分別約為玄燕鷗9隻、白眉燕鷗33隻和鳳頭燕鷗1隻。</p> <p>2. 海龍三號</p> <p>海龍三號風場於0.98的迴避率下，整體全年的撞擊數量估值介於104.6~123.6隻。保育類最大撞擊數量估值說明如下：</p> <p>(1) 11MW風機配置：0.98的迴避率下，海龍三號風場保育類全年的撞擊數量估值分別約為魚鷹2隻、玄燕鷗14隻、白眉燕鷗24隻、小燕鷗&lt;0.1隻、鳳頭燕鷗4隻。</p> <p>(2) 15MW風機配置：0.98的迴避率下，海龍三號風場保育類全年的撞擊量估值分別約為魚鷹2隻、玄燕鷗12隻、白眉燕鷗20隻、小燕鷗&lt;0.1隻、鳳頭燕鷗3隻。</p> <p>(四) 環境減輕對策</p> <p><b>本計畫已擬定鳥類環境保護對策，以降低本計畫開發對於鳥類生態環境衝擊。詳細內容說明如下：</b></p> <p>1. 施工前</p> <p>(1) 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。</p> <p>(2) 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。</p> <p>(3) 規劃階段將進行一次澎湖群島燕</p> |       |     |

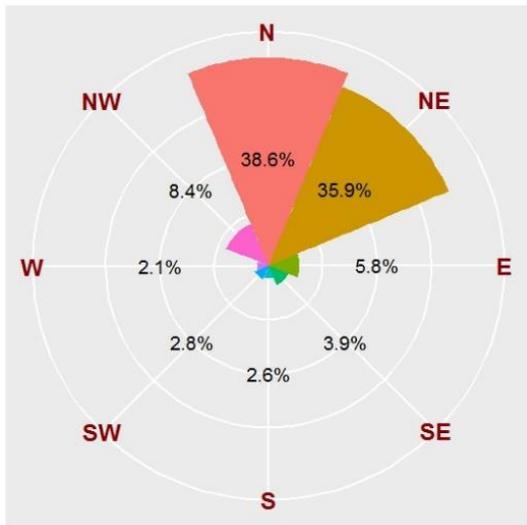
| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>鷗之繫放衛星定位追蹤監測，以分析其棲地利用。預計選擇夏季以衛星追蹤器進行鳳頭燕鷗的繫放和追蹤。</p> <p>2. 施工期間</p> <p>(1) 風機架設完成後，將於風場最外圍風力機組設置最少之航空警示燈，實際設置數量需依屆時所規劃之風力機組配置而定。</p> <p>(2) 依民航局最新頒布之「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」設置航空警示燈，並取得民航局同意函，燈具選擇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。</p> <p>(3) 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。</p> <p>(4) 將優先選用較大風機，以降低鳥類影響。</p> <p>A. 風機大型化規劃，單機裝置容量除原 6~9.5MW，並新增 11~15MW 規劃。</p> <p>B. 6~9.5MW 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)。新增之 11~15MW 風機間距將依風力機組型式及場址風況評估結果進行佈置，盛行風向間距至少 1,158公尺，非盛行風向間距至少 666公尺。</p> <p>C. 與相鄰風場間距至少為葉片直徑6倍(依單機裝置容量不同約介於906~1,380公尺)。</p> <p>D. 風機葉片距離海面高度至少25</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |     |
|---------|--|-------|-----|
|         |  | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>米。</p> <p>3. 營運期間</p> <p>(1) 降低風機撞擊效應</p> <p>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，將於風場最外圍風力機組設置最少之航空警示燈，實際設置數量需依屆時所規劃之風力機組配置而定。</p> <p>依民航局最新頒布之「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」設置航空警示燈，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。</p> <p>(2) 觀測風場中鳥類活動</p> <p>A. 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。</p> <p>B. 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。</p> <p>C. 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。</p> <p>D. 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</p> |       |     |

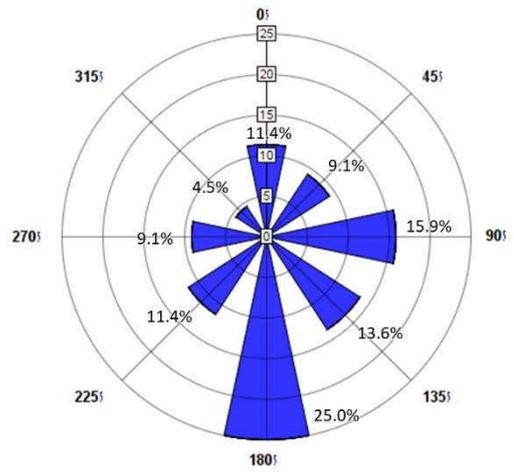
| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>置一處監測系統，包含熱影像、音波麥克風及高效能雷達等儀器或屆時更高效能監視系統，以觀測鳥類活動情形。三開發集團亦將共享監測結果，以分析不同方向之鳥類活動情形，初步規劃可能設置位置示意圖詳圖2.5.1-13，實際設置位置將依據風場設置的順序以及風機配置選擇適切位置。</p> <p>E. 若風場位於主要的鳥類遷徙路徑，則於取得電業執照之次年度執行一次鳥類繫放衛星定位追蹤作業或雷達調查分析。之後每5年進行一次相同作業。</p> |       |     |

表 2.5.1-1 海上鳥類雷達調查時間及努力量

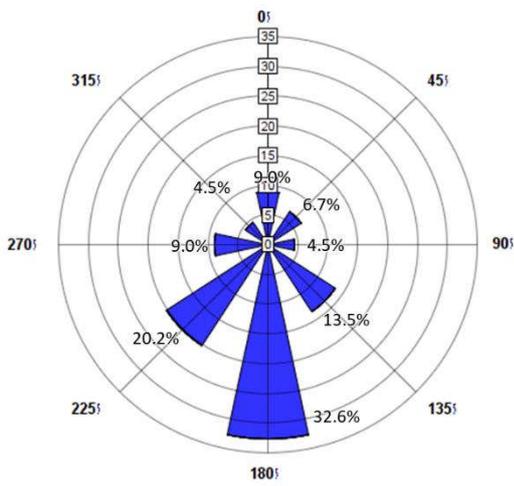
| 風場   | 階段           | 季節 | 調查日期      | 時間長度  | 雷達掃描方式 | 水平軌跡數 | 軌跡數/小時 |
|------|--------------|----|-----------|-------|--------|-------|--------|
| 海龍三號 | 環說階段         | 夏  | 106.8.17  | 13:15 | 水平     | 28    | 2.1    |
|      |              | 秋  | 106.9.20  | 12:43 | 水平     | 12    | 0.9    |
|      |              | 秋  | 106.11.28 | 11:35 | 水平     | 9     | 0.8    |
|      | 鳥類環境影響調查報告階段 | 冬  | 107.2.18  | 12:00 | 水平及垂直  | 1     | 0.1    |
|      |              | 春  | 107.3.2   | 13:35 | 水平及垂直  | 16    | 1.2    |
|      |              | 春  | 107.3.18  | 12:37 | 水平及垂直  | 255   | 20.2   |
|      |              | 春  | 107.4.4   | 12:30 | 水平及垂直  | 130   | 10.4   |
|      |              | 春  | 107.4.21  | 12:05 | 水平及垂直  | 109   | 9.0    |
|      |              | 春  | 107.5.5   | 11:52 | 水平及垂直  | 223   | 18.8   |
| 海龍二號 | 環說階段         | 夏  | 106.8.16  | 12:00 | 水平     | 7     | 0.6    |
|      |              | 秋  | 106.11.16 | 12:20 | 水平     | 77    | 6.2    |
|      | 鳥類環境影響調查報告階段 | 冬  | 107.2.18  | 12:10 | 水平及垂直  | 5     | 0.4    |
|      |              | 冬  | 107.2.19  | 12:00 | 水平及垂直  | 29    | 2.4    |
|      |              | 春  | 107.3.1   | 13:31 | 水平及垂直  | 10    | 0.7    |
|      |              | 春  | 107.3.19  | 13:05 | 水平及垂直  | 62    | 4.7    |
|      |              | 春  | 107.4.5   | 12:30 | 水平及垂直  | 284   | 22.7   |
|      |              | 春  | 107.4.22  | 12:20 | 水平及垂直  | 105   | 8.5    |
|      |              | 春  | 107.5.12  | 11:44 | 水平及垂直  | 213   | 18.2   |



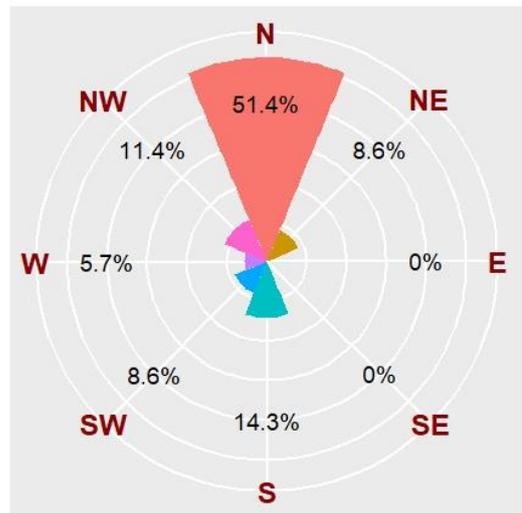
春季



夏季



秋季



冬季

圖 2.5.1-1 鳥類飛行方向風花圖

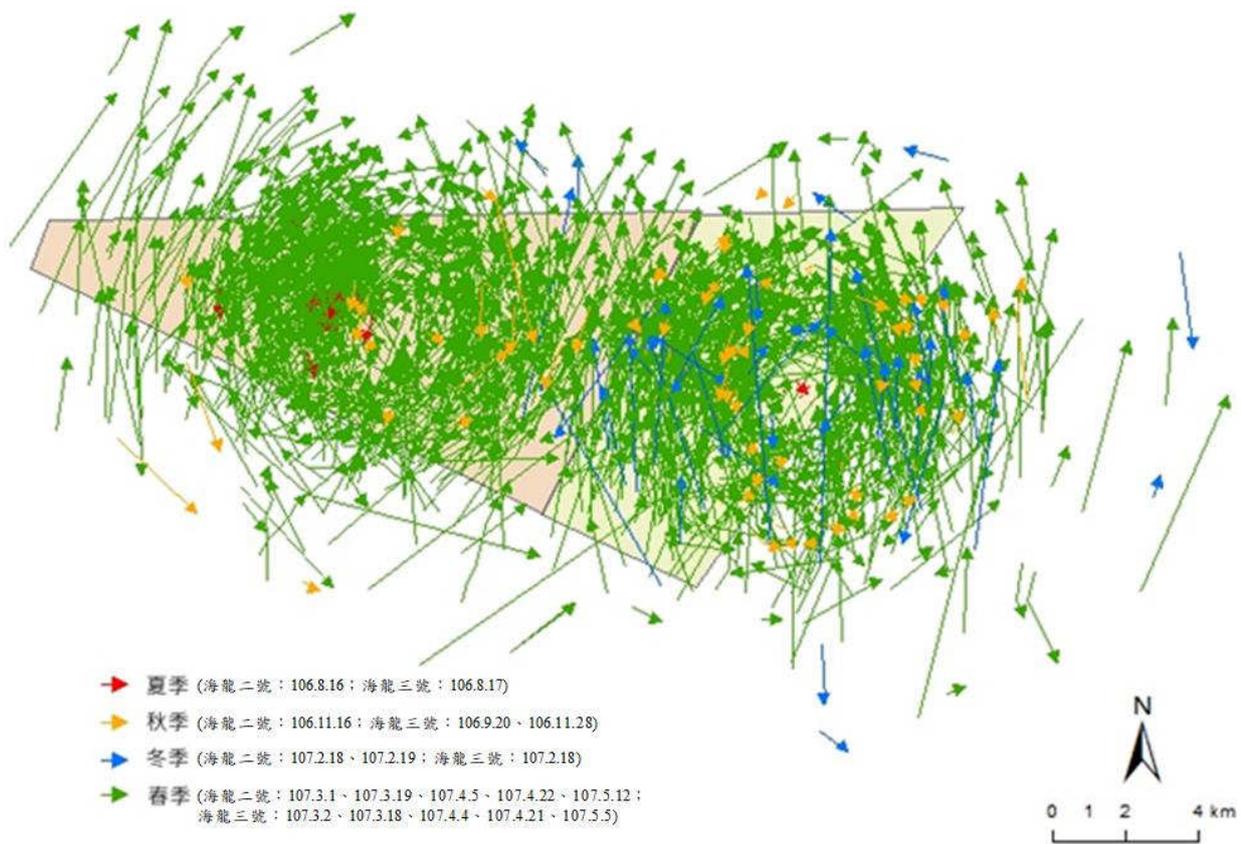


圖 2.5.1-2 各季鳥類飛行軌跡軌跡圖

表 2.5.1-2 飛行高度統計表

| 季節 | 飛行高度     | 調查筆數 | 百分比 |
|----|----------|------|-----|
| 冬季 | 25公尺以下   | 1    | 4%  |
|    | 26~285公尺 | 22   | 78% |
|    | 286公尺以上  | 5    | 18% |
| 春季 | 25公尺以下   | 64   | 11% |
|    | 26~285公尺 | 462  | 77% |
|    | 286公尺以上  | 75   | 12% |

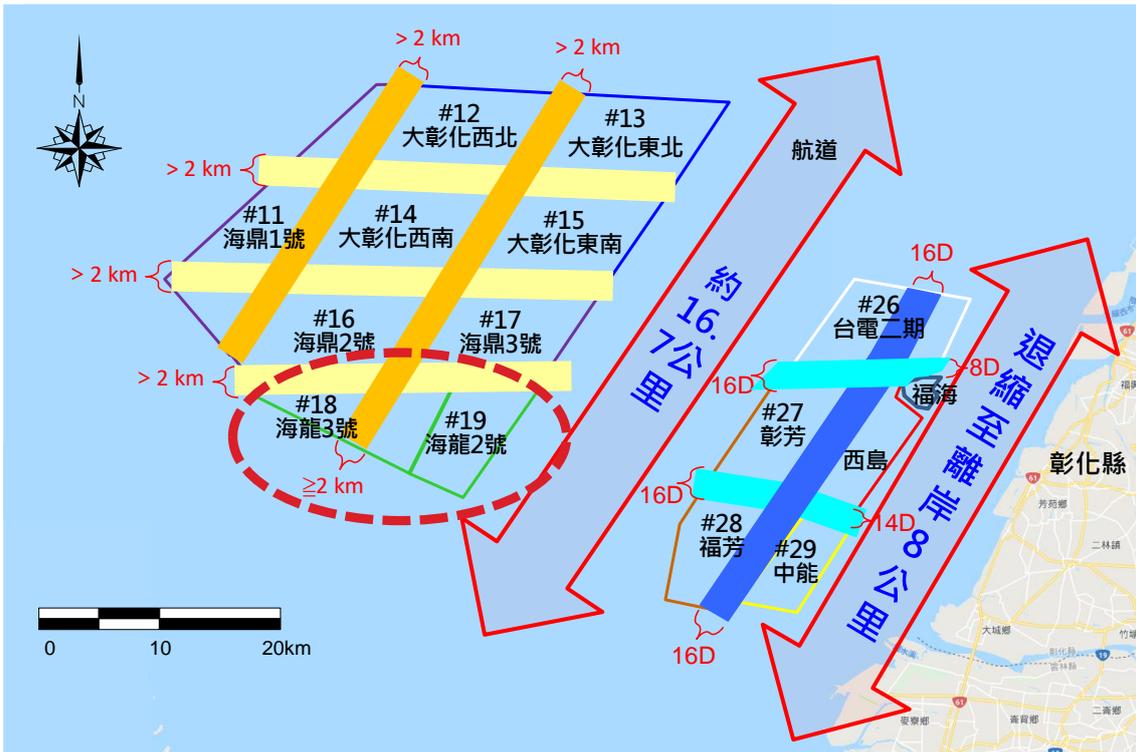


圖 2.5.1-3 海龍風場留設與鄰近風場連續之鳥類廊道

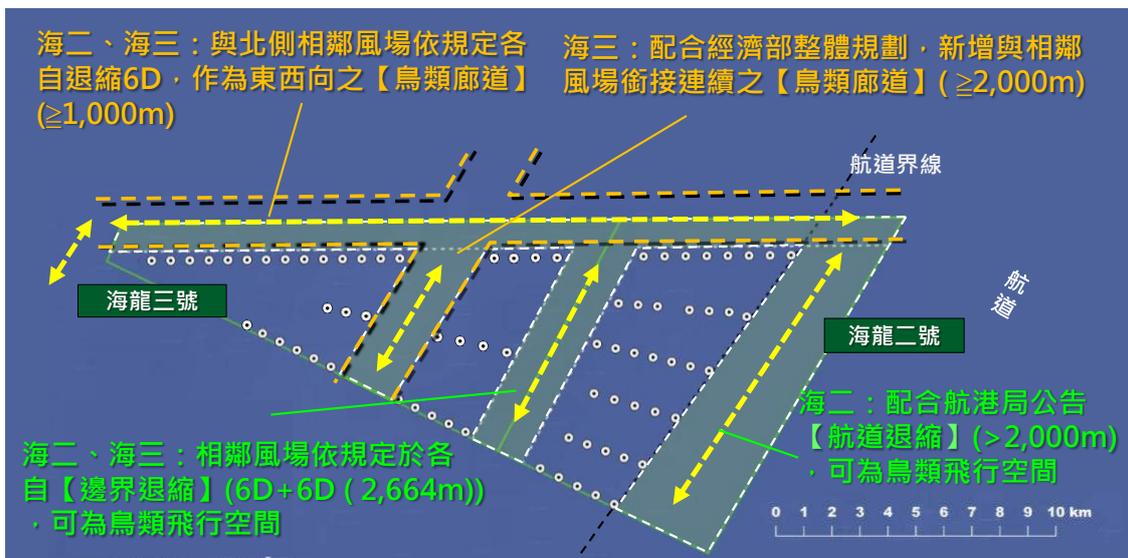
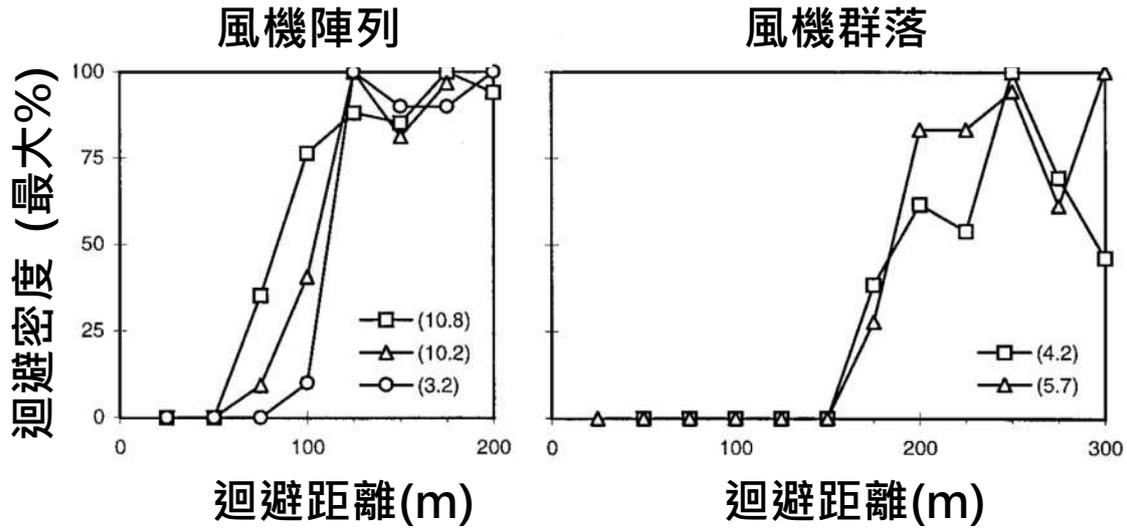


圖 2.5.1-4 海龍風場周邊鳥類飛行空間整體規劃



資料來源：Effects of wind turbines and other physical elements on field utilization by pink-footed geese: A landscape perspective, Larsen and Madsen, 2000.

圖 2.5.1-5 風機陣列及風機群落的鳥類迴避距離

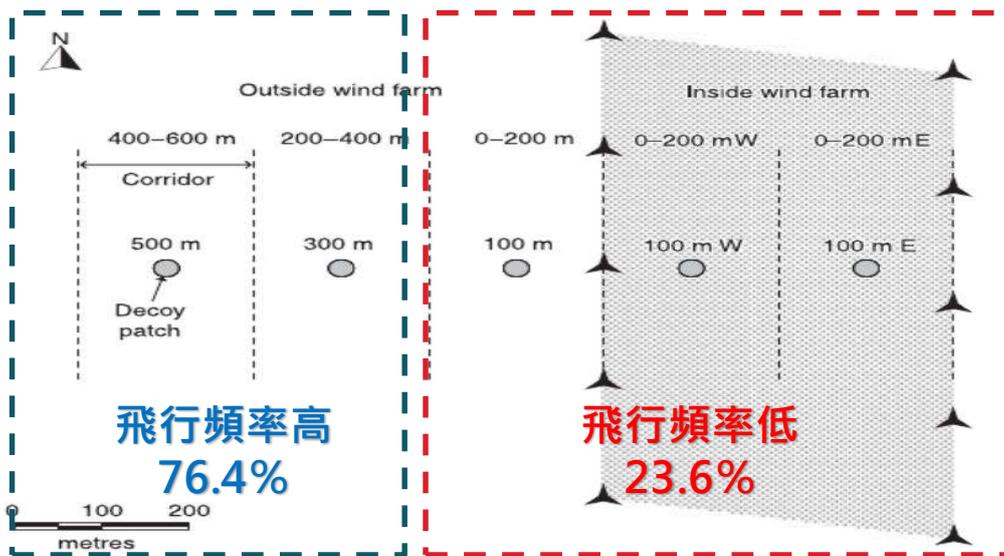


圖 2.5.1-6 丹麥 Tunø Knob 風場(間距約 200~400 公尺)  
鳥類與西側風機排觀測飛行頻率分布(營運期間)

風機間距 500 公尺  
(淨間距 429 公尺)  
不影響鳥類飛行

環說階段規劃預留之  
鳥類飛行廊道，營運  
後鳥類飛行比例  
有增加趨勢



圖 2.5.1-7 王功風力發電站(北側間距約 200 公尺，西側間距約 500 公尺)  
開發前後鳥類飛行路徑(施工前、施工期間、營運期間)

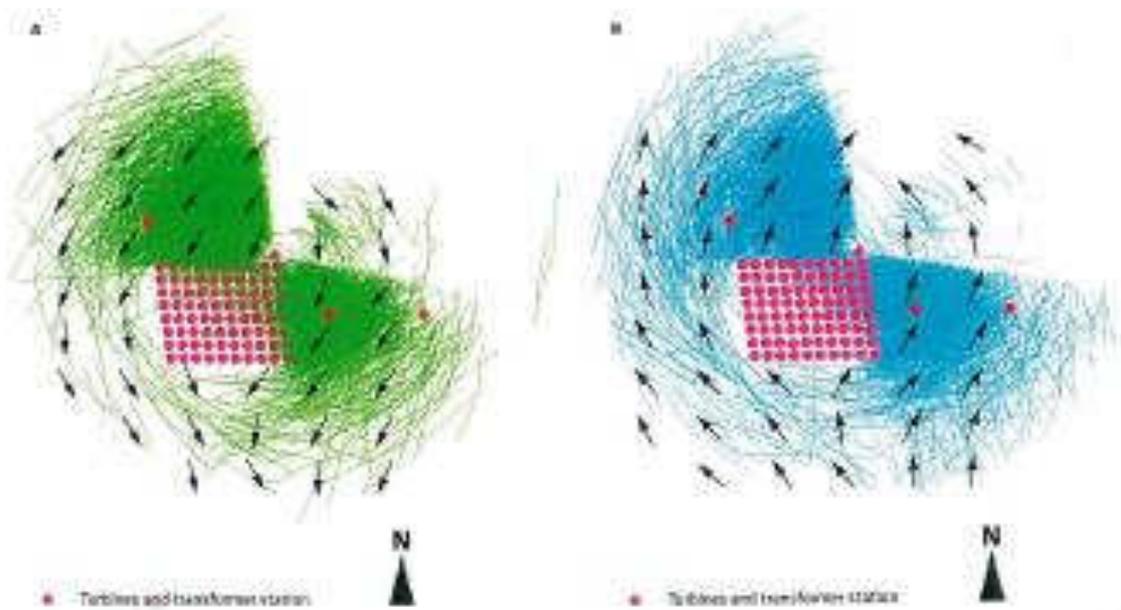


圖 2.5.1-8 丹麥 Horns Rev 風場(間距約 560 公尺)  
鳥類飛行路徑紀錄(營運期間)

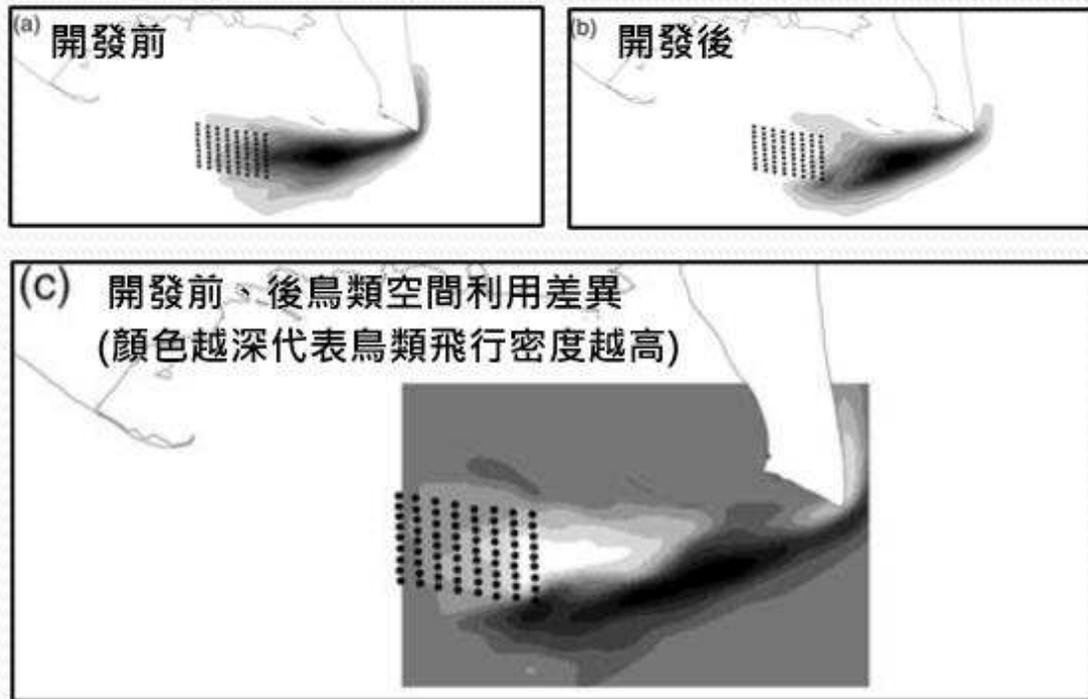


圖 2.5.1-9 丹麥 Nysted 風場(間距約 500 ~ 850 公尺)開發前後鳥類飛行密度紀錄(施工前、營運期間)

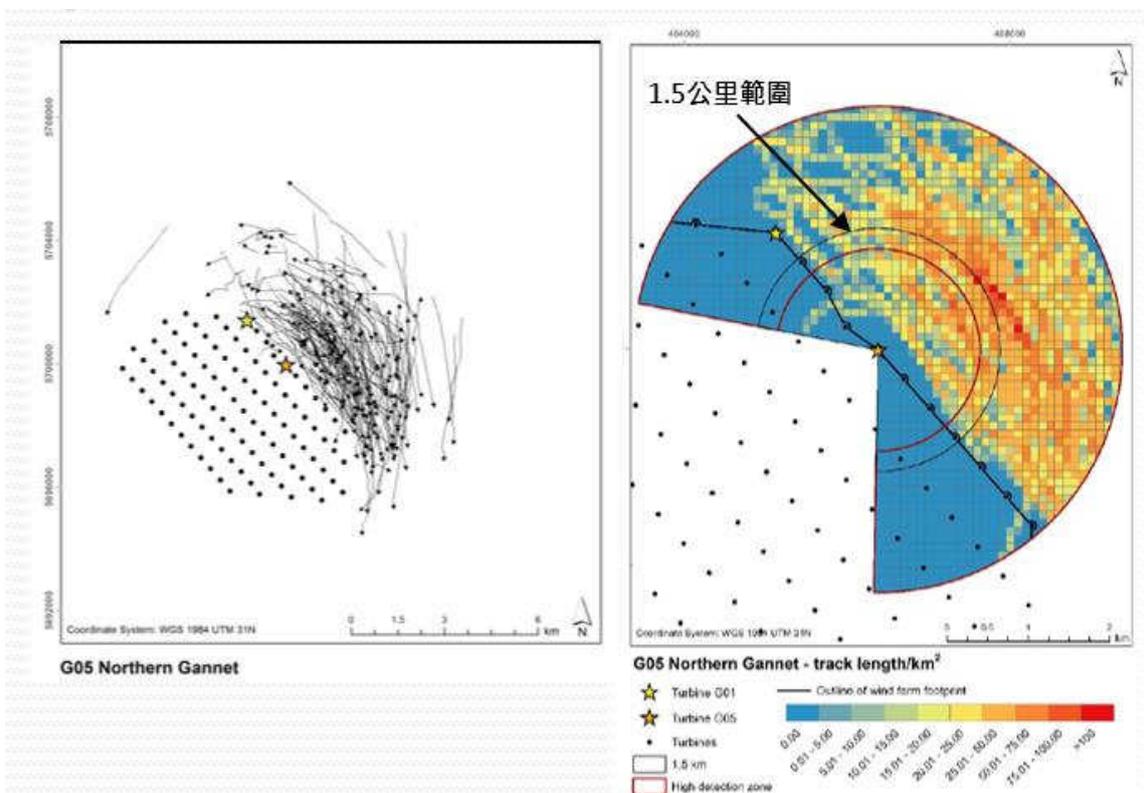


圖 2.5.1-10 英格蘭 Thanet 風場(間距約 500 ~ 800 公尺)鳥類飛行路徑及飛行密度紀錄(營運期間)

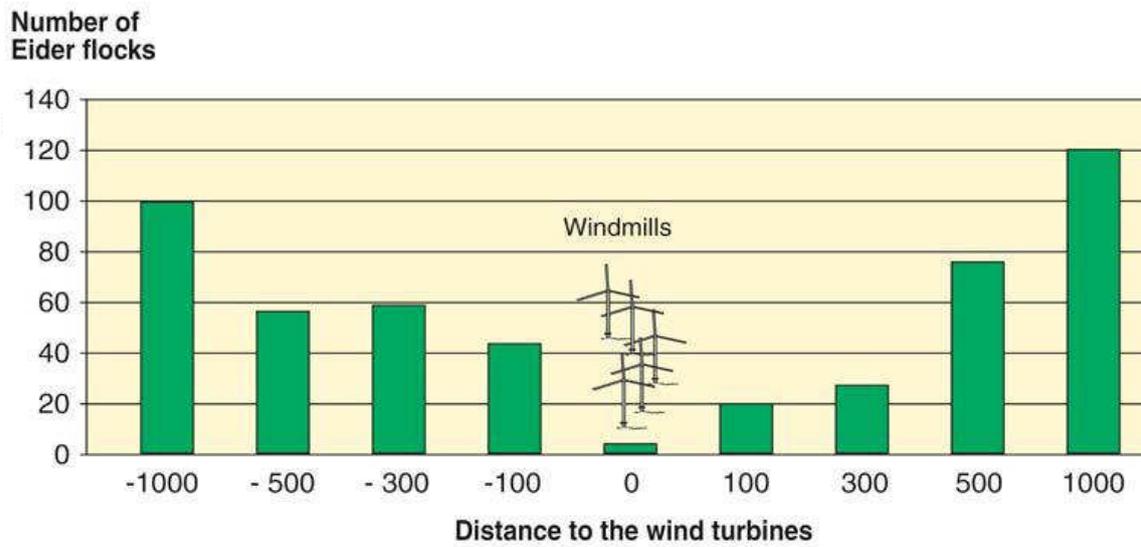


圖 2.5.1-11 瑞典 Yttre Stengrund 風場(間距約 400 ~ 500 公尺)  
鳥類與風機最近距離累積飛行頻率分佈(營運期間)

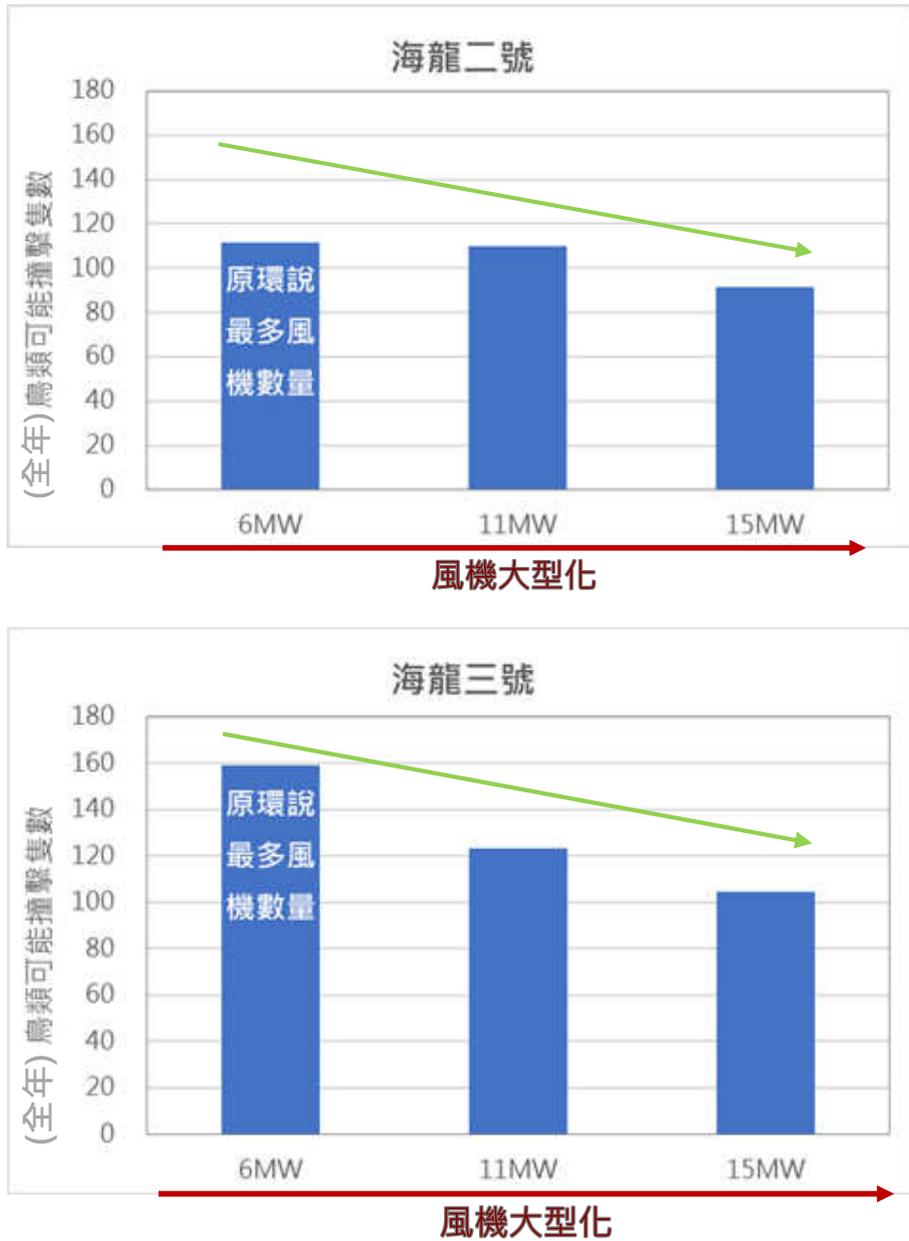


圖 2.5.1-12 海龍二號、三號不同風機配置下整體鳥類年撞擊隻次

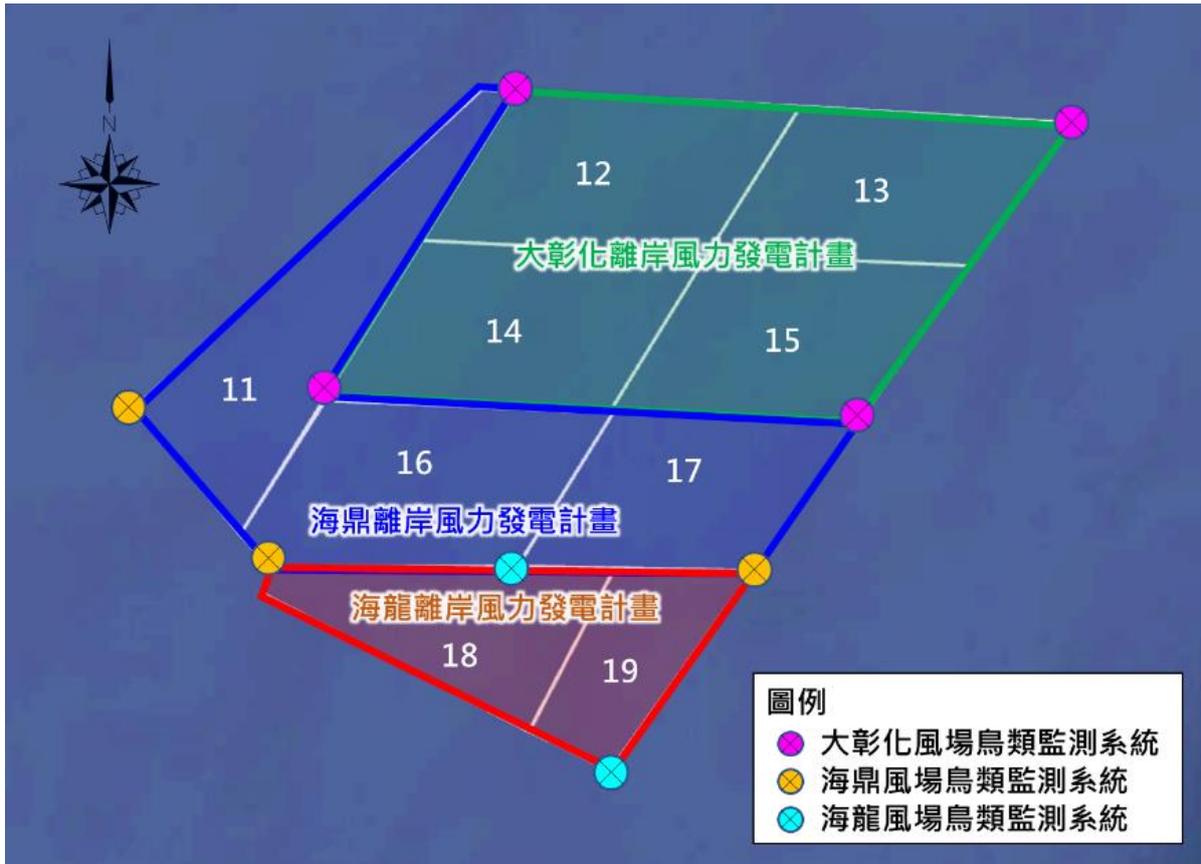


圖 2.5.1-13 海龍二號、海龍三號與相鄰風場聯合設置鳥類監測系統示意圖

| 審查意見                             | 答覆說明  | 修訂處        |                         |
|----------------------------------|---|------------|-------------------------|
|                                  |   | 章節         | 頁次                      |
| (二)航空警示燈之布置除了本案外，是否和彰化之其他風場統合安排？ | <p>敬謝委員指教。有關本計畫(海龍案)、大彰化案及海鼎案共同規劃航空警示燈之設置位置，經與交通部民用航空局初步諮詢後，因各風場屬不同開發單位、且開發期程不盡相同，建議依「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」規定規劃各風場航空警示燈佈設方案送審，達到維護飛航安全及警示鳥類迴避風力發電機目的，敬請委員諒察。</p> <p>故本計畫(海龍案)、大彰化案及海鼎案等開發單位將依據「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」規劃設置最少之航空警示燈，並於設置前取得民航局同意函。</p> | 4.4<br>7.1 | 4-22~23<br>4-28<br>7-11 |

| 審 查 意 見   | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |     |
|---|--|-------|-----|
|   |  | 章 節   | 頁 次 |
| <b>六、吳委員義林(書面意見)</b>  |  |       |     |
| <p>(一)「海龍二號離岸風力發電計畫環境影響差異分析報告(第一次變更)」：海龍二號(編號19 風場)與海龍三號(編號18 風場)之退縮應改到延續編號16 風場與編號17 風場等之間的飛行廊道。</p> | <p>敬謝委員指教。有關於海龍二號與三號間退縮，調整延續海鼎2號(#16)、海鼎3號(#17)風場間鳥類飛行廊道，經與經濟部能源局溝通後，補充說明如下：</p> <p>(一) 依據「離岸風電規劃場址申請作業要點」規定，與相鄰潛力場址之邊界應留設6倍最大轉子直徑做為緩衝區。</p> <p>(二) 海龍二號、海龍三號風場已依據「離岸風電規劃場址申請作業要點」規定完成規劃場址申請後，另依「離岸風力發電規劃場址容量分配作業要點」規定完成場址容量分配在案，故「海龍二號與三號間鳥類廊道規劃安排增設風機」於政府行政程序上，確屬不可行。綜合考量本案推動仍應符合前述已核准之許可文件及行政程序，建請委員諒察本案仍應於海龍二號、海龍三號風場間分別留設6倍最大轉子直徑做為緩衝區。</p> <p>本次變更配合「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」及經濟部整體規劃，於海龍三號風場新增<b>2,000公尺</b>銜接鄰近風場連續之鳥類廊道，以營造有利鳥類南北飛行方向，詳圖2.6.1-1所示。</p> | —     | —   |

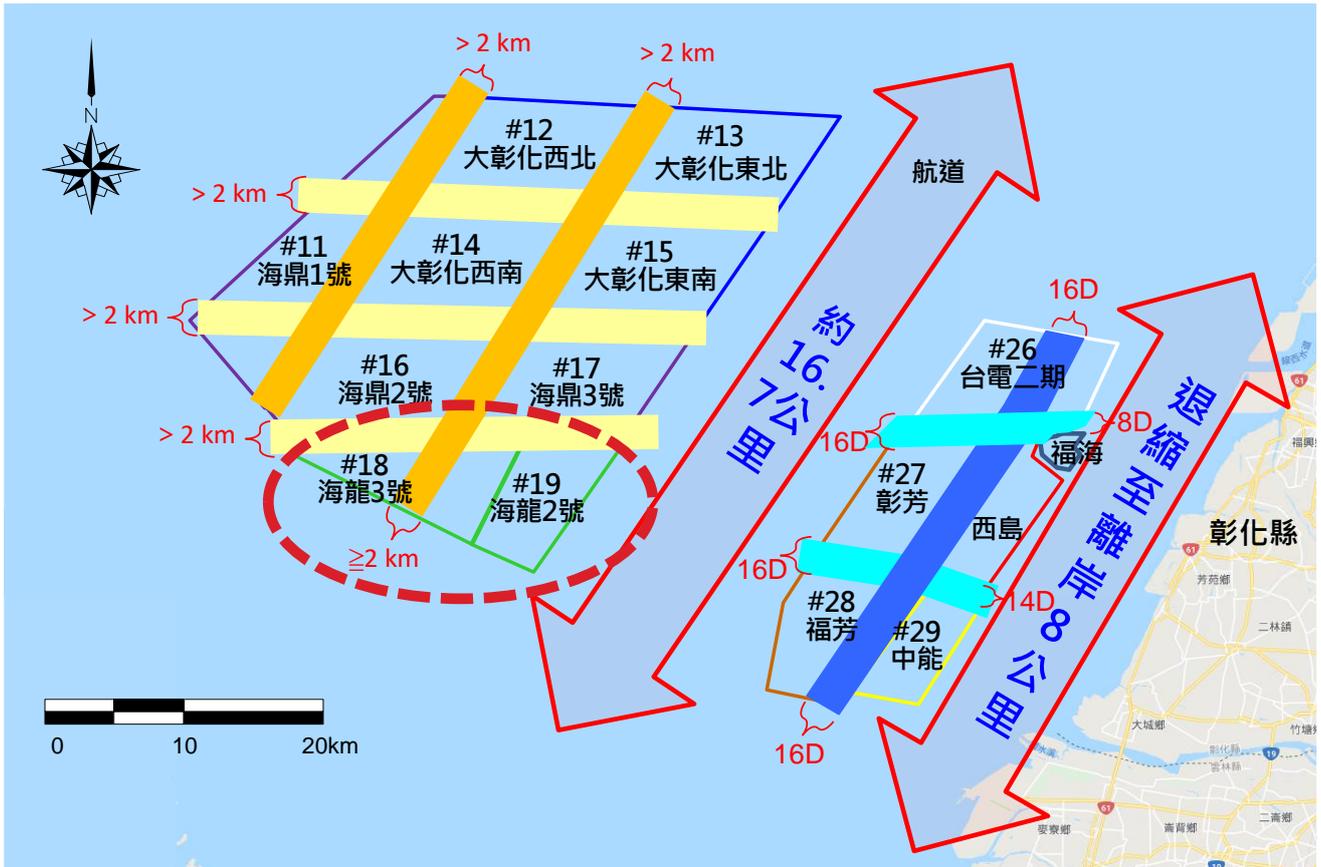


圖 2.6.1-1 海龍風場留設與鄰近風場連續之鳥類廊道

| 審 查 意 見  | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |     |
|--|--|-------|-----|
|  |  | 章 節   | 頁 次 |
| <p>(二)「海龍三號離岸風力發電計畫環境影響差異分析報告(第一次變更)」：海龍三號(編號18 風場)與海龍二號(編號19 風場)間之退縮應改到延續編號16 風場與編號17 風場、編號14 風場與編號15 風場、編號12 風場與編號13 風場間之飛行廊道，以直線延續飛行廊道。</p> | <p>敬謝委員指教。有關於海龍二號與三號間退縮，調整延續海鼎2號(#16)、海鼎3號(#17)風場間鳥類飛行廊道，經與經濟部能源局溝通後，補充說明如下：</p> <p>(一) 依據「離岸風電規劃場址申請作業要點」規定，與相鄰潛力場址之邊界應留設6倍最大轉子直徑做為緩衝區。</p> <p>(二) 海龍二號、海龍三號風場已依據「離岸風電規劃場址申請作業要點」規定完成規劃場址申請後，另依「離岸風力發電規劃場址容量分配作業要點」規定完成場址容量分配在案，故「海龍二號與三號間鳥類廊道規劃安排增設風機」於政府行政程序上，確屬不可行。綜合考量本案推動仍應符合前述已核准之許可文件及行政程序，建請委員諒察本案仍應於海龍二號、海龍三號風場間分別留設6倍最大轉子直徑做為緩衝區。</p> <p>本次變更配合「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」及經濟部整體規劃，於海龍三號風場新增<b>2,000公尺</b>銜接鄰近風場連續之鳥類廊道，以營造有利鳥類南北飛行方向，詳圖2.6.2-1所示。</p> | —     | —   |

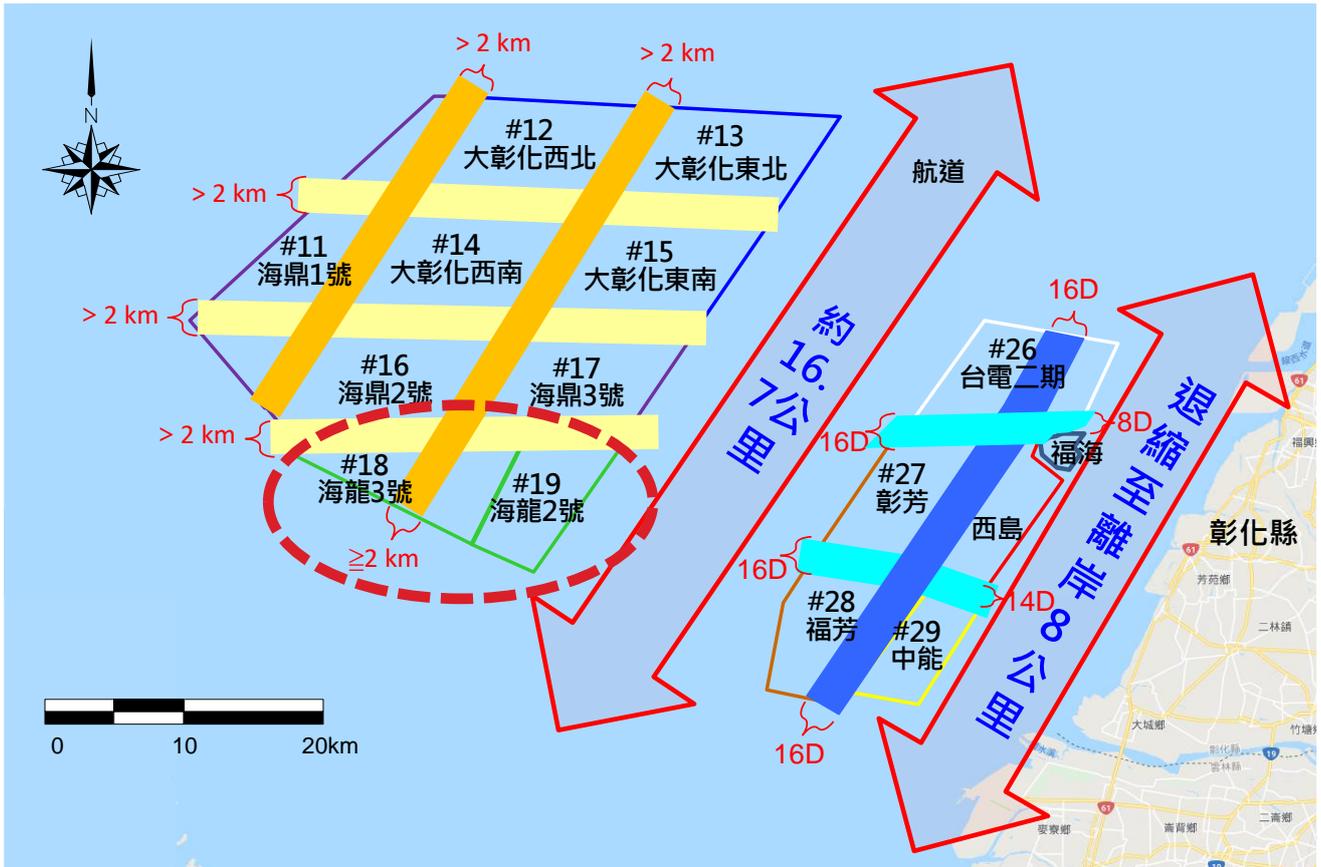


圖 2.6.2-1 海龍風場留設與鄰近風場連續之鳥類廊道

| 審 查 意 見   | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |         |
|---|--|-------|---------|
|   |  | 章 節   | 頁 次     |
| <b>七、孫委員振義</b>  |  |       |         |
| 補正回應情形已符規定或足供審查判斷所需資訊。                                      | 敬謝委員支持。  | —     | —       |
| <b>八、游委員勝傑(書面意見)</b>  |  |       |         |
| 前次意見(含會議結論)尚須補正，補正意見如下：鳥類撞擊評估是否有考量風扇邊緣之風場變化、鳥類體型、飛行速度之間關連性？ | <p>敬謝委員指教。本計畫鳥類撞擊評估方法採用Band Model (Band 2012, Masden 2015)，在98%的迴避率下進行模擬，經由實地調查獲取風場範圍內各季/各月的鳥類物種及密度，並蒐集分析模式所需的各項參數(表2.8.1-1)，如生物參數與風機參數兩項；其中生態參數包含：<b>體長與翼展、飛行速度、飛行行為參數、日間鳥類密度、夜間鳥類活動密度、飛行高度落在旋轉區的機率</b>；風場及風機參數則包括：風機扇葉數目、風機旋轉角速度、葉片旋轉區半徑、風機總數量、一年中風機預計運轉的時間比例等等，再運用數學模式估算撞擊風險，未計入風扇邊緣之風場變化。</p> <p><b>Band Model</b>模式敏感因子為鳥類體型及飛行速度。鳥類體型較大會增加發生碰撞的機率；較快的飛行速度則有兩方面的效應，一方面在相同鳥類密度下，鳥類飛行速度較快等同於較大的通量，但在鳥類穿過風機旋轉區速度較快時，單次通過的撞擊風險較小，整體而言，<b>鳥類的飛行速度與撞擊量呈正相關。</b></p> | 6.1.4 | 6-34~40 |

表 2.8.1-1 海龍三號風場鳥類撞擊評估參數符號說明

| 風機規格參數       |  |                          |      |       |       |       |
|--------------|--|--------------------------|------|-------|-------|-------|
| b            | 風機扇葉數目                                     | 3                        |      |       |       |       |
| $\Omega$     | 風機旋轉角速度 (rpm)                              | 6.6~8.6                  |      |       |       |       |
| c            | 葉片最大寬度 (m)                                 | 5                        |      |       |       |       |
| $\gamma$     | 葉片傾斜角度 (degree)                            | 註 1                      |      |       |       |       |
| R            | 旋轉區半徑 (m)                                  | 96.5~115                 |      |       |       |       |
| r            | 旋轉區上任何一點至旋轉中心的距離(m)                        |                          |      |       |       |       |
| 風場與環境參數      |  |                          |      |       |       |       |
| N            | 風場內的風機總數量                                  | 35~48                    |      |       |       |       |
| $Q_{op}$     | 一年中風機預計運轉的時間比例 <sup>註 1</sup>              | 0.95                     |      |       |       |       |
| $t_{day}$    | 白天時間長度 (hr)                                | 註 2                      |      |       |       |       |
| $t_{night}$  | 夜晚時間長度 (hr)                                | 註 2                      |      |       |       |       |
| 通用鳥類參數       |  |                          |      |       |       |       |
| A            | 迴避率  | 0.98                     |      |       |       |       |
| 隨物種或類群而定鳥類參數 |  | 白眉燕鷗                     | 鳳頭燕鷗 | 玄燕鷗   | 小燕鷗   | 魚鷹    |
| L            | 體長 (m)                                     | 0.31                     | 0.48 | 0.42  | 0.25  | 0.59  |
| W            | 翼展 (m)                                     | 0.79                     | 1.27 | 0.81  | 0.51  | 1.58  |
| v            | 飛行速度 (m/s)                                 | 10.8                     | 12.0 | 13.01 | 10.93 | 16.93 |
| F            | 飛行行為參數                                     | flapping                 |      |       |       |       |
| $D_A$        | 日間鳥類密度(/km <sup>2</sup> )                  | 依兩風場實際調查而異，詳原環說表 6.1.4-4 |      |       |       |       |
| $f_{night}$  | 夜間鳥類活動密度(/km <sup>2</sup> ) <sup>註 3</sup> | 1                        | 1    | 1     | 1     | 0.5   |
| $Q_{2R}$     | 飛行高度落在旋轉區的機率(%)                            | 3.8                      | 12.8 | 16    | 0.9   | 70.2  |

註 1：若缺乏資料，使用模式預設值或建議值。

註 2：根據風場緯度計算。

註 3：燕鷗夜間活動係數採用 1.0，係數 1.0 表其夜間活動和日間活動的占比是相當的。

| 審查意見   | 答覆說明  | 修訂處                              |   |
|--|---|----------------------------------|---|
|  |   | 章節                               | 頁次  |
| <b>九、簡委員連貴</b>   |   |                                  |   |
| (一)補正回應情形已符規定或足供審查判斷所需資訊。                                      | 敬謝委員支持。   | —                                | —   |
| (二)本案優先選用較大風機，減少風機數量且規劃鳥類飛行廊道(大於等於 2 公里)，以降低對鳥類影響，對環境有助益，原則支持。 | 敬謝委員支持。   | —                                | —   |
| (三)本案與大彰化案及海鼎案將聯合設置鳥類監測系統，及共享監測結果，請補充佐證文件及監測計畫。                | <p>遵照辦理。本計畫及大彰化案、海鼎案將共享監測結果，以分析不同方向之鳥類活動情形。經結合於海龍三號風場新增銜接鄰近風場連續之鳥類廊道後，初步規劃可能設置位置示意圖詳如圖2.9.3-1，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。</p> <p>另為降低離岸風電開發計畫對於鳥類生態環境衝擊，大彰化東南、西南、東北、西北離岸風力發電計畫四案、海鼎離岸式風力發電計畫1號、2號、3號風場三案以及本案已擬定鳥類環境保護對策及監測計畫。詳細說明如下：</p> <p>一、環境減輕對策</p> <p>(一) 本計畫營運期間海上環境鳥類生態減輕對策</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>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。</li> <li>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。</li> <li>3. 風場將擇三處適當位置設置高效</li> </ol> | <p>4.4</p> <p>7.1</p> <p>7.2</p> | <p>4-28~29</p> <p>4-31~35</p> <p>7-11~12</p> <p>7-14~16</p> |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |     |
|---------|--|-------|-----|
|         |  | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>能錄影機，記錄風場內鳥類的活動。</p> <p>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2.9.3-1，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。</p> <p>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。</p> <p>(二) 大彰化四案營運期間海上環境鳥類生態減輕對策</p> <p>1. 設置3台高效能錄影設備監測風場中鳥類活動：</p> <p>(1) 於風場範圍內設置2台錄影設備進行鳥類之影像紀錄，作為監測期間海上鳥類船隻調查之輔助資料(由於海上機具易故障，無法確保連續不間斷之影像紀錄，因此做為輔助資料，營運階段鳥類之監測計畫仍以實際調查資料為主)。</p> <p>(2) 大彰化案、海龍案及海鼎案將聯合設置鳥類監控系統，各風場將設置一處監測系統，監測系統將依據風場設置的順序以及風機配置選擇適切位置，設置熱影像、音波麥克風及高效能雷達等儀器，或屆時更高科技之監控設施，以監測鳥類活動情形。熱影像監視設備及錄音設備監</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |     |
|---------|--|-------|-----|
|         |  | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>測可能之鳥類撞擊；雷達紀錄鳥類之飛行路徑，評估風場開發所導致的屏障效應。</p> <p>(3) 本籌備處將依各種監測設備儀器規格要求進行定期保養維護以維持監控儀器正常運作，但仍不排除遭天然災害或人為破壞之可能性，如有該情形發生，籌備處將視海況條件允許情況下立即出海修復或更換。</p> <p>(4) 本籌備處將於九案共同溝通平台會議時討論當時已商業化之最佳監測儀器，並於安裝前呈送監督委員會同意後始進行安裝設置。</p> <p>(5) 監測系統將監測營運期間大群保育鳥種穿越風場事件，以觀察鳥類密度變化以評估鳥類覓食地喪失風險。</p> <p>2. 執行船隻鳥類監測<br/>將依監測計畫以船上目視法執行鳥類監測。於每年3月至11月間每月執行一次，於12月至翌年2月間執行一次。</p> <p>(三) 海鼎三案營運階段海上環境鳥類監測計畫</p> <p>1. 聯合監測系統<br/>與鄰近風場聯合設置鳥類監控系統，於每處風場皆設置一套監測系統，監測系統將依據風場設置的順序以及風機配置選擇適切位置，設置熱影像、音波麥克風及高效能雷達等儀器，或屆時更高科技之監控設施，以監測鳥類活動情形。各風場亦將共享監控結果，以分析不同方向之鳥類活動情形。</p> <p>2. 於風場範圍內設置至少3台以上屆時已商業化之高效能監視設備，以輔助鳥類監測作業，評估鳥類撞擊影響程度；設置位置將參考彰化地</p> |       |     |

| 審查意見 | 答覆說明   | 修訂處 |    |
|------|--|-----|----|
|      |  | 章節  | 頁次 |
|      | <p>區整體鳥類調查及評估成果後，擇最適當之位置設置。</p> <p>3. 營運後(執行2年)進行海上鳥類雷達掃描調查，春、夏、秋季每季執行5次，冬季視天候狀況進行；每次執行24hr(含日夜間)水平及垂直調查。</p> <p>4. 營運期間於風場及上岸點鄰近海岸附近執行鳥類生態監測，每年進行10次調查(春、夏、秋為每月1次，冬為每季1次)</p> <p>二、環境監測計畫<br/>本計畫、大彰化案及海鼎案營運階段環境監測計畫表如表2.9.3-1~3所示。</p> |     |    |

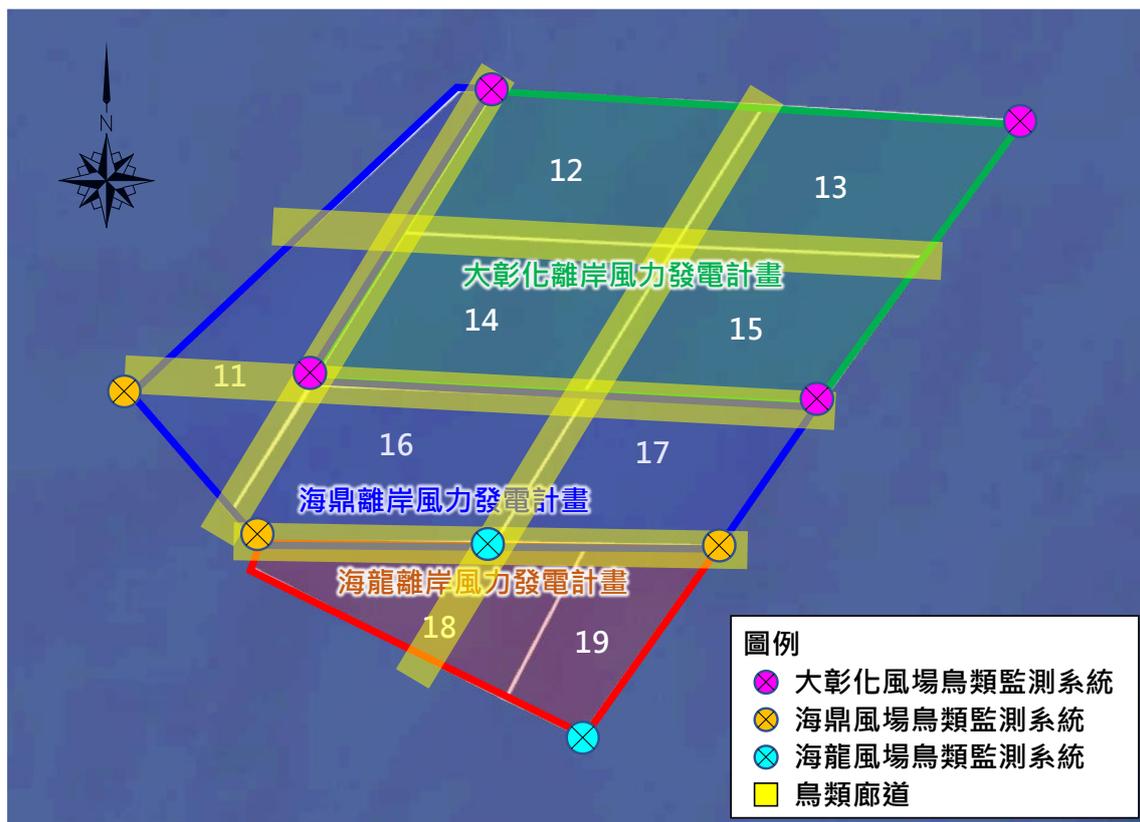


圖 2.9.3-1 本計畫與鄰近風場聯合設置鳥類監測系統示意圖  
(結合連續之鳥類廊道)

表 2.9.3-1 本計畫營運期間鳥類生態環境監測計畫表

| 類別   | 監測項目  | 地點      | 頻率   |
|------|---|---------|--|
| 鳥類生態 | 1.海上鳥類船隻目視調查：種類、數量、棲身及活動情形、飛行路徑、季節性之族群變化等         | 風場範圍    | 每年進行 10 次調查<br>春、夏、秋季每月 1 次，冬季每季 1 次。<br>(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) |
|      | 2.海岸鳥類目視調查：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) | 上岸點鄰近海岸 |  |

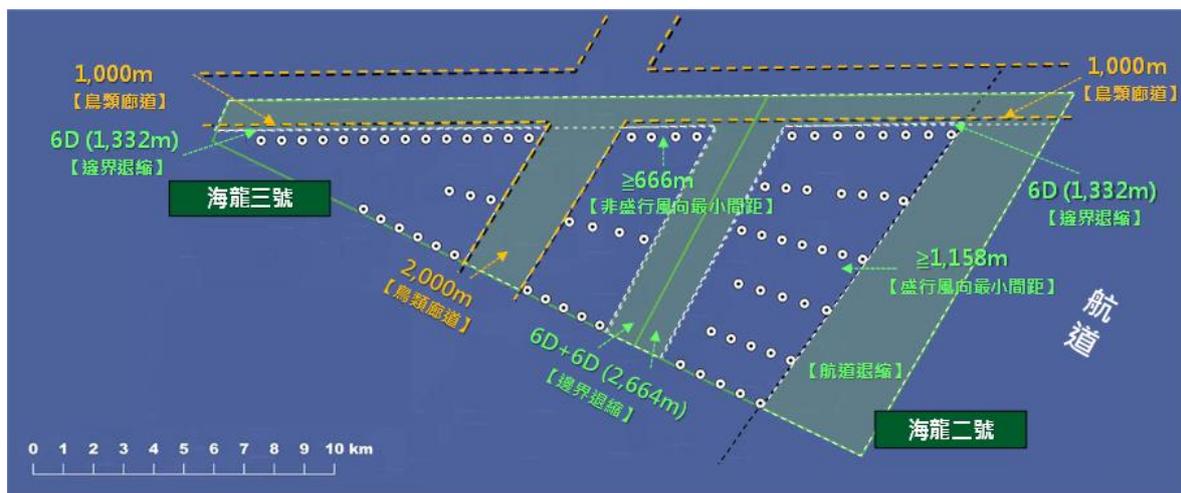
表 2.9.3-2 大彰化案營運階段鳥類生態環境監測計畫表

| 類別   | 監測項目  | 地點              | 頻率   |
|------|---|-----------------|--|
| 鳥類生態 | 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)                  | 風機附近和上岸點鄰近之海岸附近 | 每年 3 月至 11 月間每月執行 1 次，於 12 月至翌年 2 月間執行 1 次，每年進行 10 次調查。(海上鳥類冬季以船隻出海調查或輔助設備間接進行調查，例如錄影設備) |
|      | 鳥類聯合監控系統(設置熱影像、音波麥克風及高效能雷達，或屆時更高科技之監控設施) <sup>註 2</sup> | 預計風機位置 1 處      | 連續監測   |
|      | 鳥類之影像紀錄(設置錄影設備) <sup>註 2</sup>                          | 風場範圍內設置 2 處     | 連續監測   |

表 2.9.3-3 海鼎案營運階段鳥類生態環境監測計畫表

| 類別     | 監測項目                              | 地點             | 頻率   |
|--------|-----------------------------------|----------------|--|
| 鳥類生態   | 種類、數量、棲身及活動情形、季節性之族群變化等(含岸邊陸鳥及水鳥) | 風場範圍、上岸點鄰近海岸地區 | 春(3~5 月)、夏(6~8 月)、秋(9~11 月)每月 1 次，冬(12~2 月)每季 1 次，每年進行 10 次調查。 |
| 海上雷達調查 | 鳥類飛行路徑、飛行高度(每次 24hr 水平+垂直調查)      | 風場範圍           | 春、夏、秋季期間每季執行 5 次調查，冬季視天候狀況進行；營運後執行 2 年                         |

| 審查意見   | 答覆說明   | 修訂處 |      |
|--|--|-----|------|
|  |  | 章節  | 頁次   |
| (四)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1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1次相同作業，請納入承諾事項。       | 遵照辦理。為降低本計畫開發對於鳥類生態環境衝擊，已於原環評承諾，並於本次變更營運期間鳥類環境保護對策中載明，詳表7.1-4所示：<br>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。  | 7.1 | 7-11 |
| <b>十、袁菁委員(書面意見)</b>  |  |     |      |
| 補正回應情形已符規定或足供審查判斷所需資訊。   | 敬謝委員支持。  | —   | —    |
| <b>十一、江委員鴻龍</b>  |  |     |      |
| 目前規劃配置盛行風向大於1,332公尺、非盛行風向大於666公尺，其依據應請詳實說明。另目前規劃14百萬瓦(MW)，葉片直徑222公尺之規劃為何？應請提供參考依據。 | 遵照辦理。回答分列說明如下：<br>一、盛行風向及非盛行風向風機間距<br>本計畫新增之11~15MW風機間距將依風力機組型式及場址風況評估結果進行佈置，盛行風向間距至少1,158公尺，非盛行風向間距至少666公尺。<br>二、葉片直徑<br>本計畫新增之11~15MW風機葉片直徑以不超過230公尺為原則。海龍風場未來預計採用西門子歌美颯最新推出的SG14-222 DD 14MW風機，葉片直徑約222公尺(Sofia風場官網： <a href="https://sofiawindfarm.com/">https://sofiawindfarm.com/</a> )。 | 4.3 | 4-12 |



註：本圖風機點位僅為示意，點位配置將依照實際條件予以調整。

圖 2.11.1-1 本次變更 14MW 風機佈設示意圖

| 審查意見   | 答覆說明   | 修訂處   |         |
|--|--|-------|---------|
|  |  | 章節    | 頁次      |
| <b>十二、白委員子易(書面意見)</b>  |  |       |         |
| (一)「鳥類撞擊評估」由於 Band Model 需輸入之參數繁多(Band et al., 2007; Band, 2012), 請補充說明： |  |       |         |
| 1. 請製表逐項說明相關參數，並與「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」之內容互相查核是否有一致之處。               | 敬謝委員指教。本計畫鳥類撞擊評估方法採用Band Model (Band 2012, Masden 2015)，在98%的迴避率下進行模擬，經由實地調查獲取風場範圍內各季/各月的鳥類物種及密度，並蒐集分析模式所需的各項參數，如生物參數與風機參數兩項；其中生態參數包含：體長與翼展、飛行速度、飛行行為參數、日間鳥類密度、夜間鳥類活動密度、飛行高度落在旋轉區的機率；風場及風機參數則包括：風機扇葉數目、風機旋轉角速度、葉片旋轉區半徑、風機總數量、一年中風機預計運轉的時間比例等等，再運用數學模式估算撞擊風險。除海龍三號風場特有之參數外，相同的參數已與「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」之內容互相查核，詳表2.12.1.1-1所示。 | 6.1.4 | 6-34~40 |

表 2.12.1.1-1 海龍三號風場鳥類撞擊評估參數符號說明

| 風機規格參數       |  |                          |      |       |       |       |
|--------------|--|--------------------------|------|-------|-------|-------|
| b            | 風機扇葉數目                                     | 3                        |      |       |       |       |
| $\Omega$     | 風機旋轉角速度 (rpm)                              | 6.6~8.6                  |      |       |       |       |
| c            | 葉片最大寬度 (m)                                 | 5                        |      |       |       |       |
| $\gamma$     | 葉片傾斜角度 (degree)                            | 註 1                      |      |       |       |       |
| R            | 旋轉區半徑 (m)                                  | 96.5~115                 |      |       |       |       |
| r            | 旋轉區上任何一點至旋轉中心的距離(m)                        |                          |      |       |       |       |
| 風場與環境參數      |  |                          |      |       |       |       |
| N            | 風場內的風機總數量                                  | 35~48                    |      |       |       |       |
| $Q_{op}$     | 一年中風機預計運轉的時間比例 <sup>註 1</sup>              | 0.95                     |      |       |       |       |
| $t_{day}$    | 白天時間長度 (hr)                                | 註 2                      |      |       |       |       |
| $t_{night}$  | 夜晚時間長度 (hr)                                | 註 2                      |      |       |       |       |
| 通用鳥類參數       |  |                          |      |       |       |       |
| A            | 迴避率  | 0.98                     |      |       |       |       |
| 隨物種或類群而定鳥類參數 |  | 白眉燕鷗                     | 鳳頭燕鷗 | 玄燕鷗   | 小燕鷗   | 魚鷹    |
| L            | 體長 (m)                                     | 0.31                     | 0.48 | 0.42  | 0.25  | 0.59  |
| W            | 翼展 (m)                                     | 0.79                     | 1.27 | 0.81  | 0.51  | 1.58  |
| v            | 飛行速度 (m/s)                                 | 10.8                     | 12.0 | 13.01 | 10.93 | 16.93 |
| F            | 飛行行為參數                                     | flapping                 |      |       |       |       |
| $D_A$        | 日間鳥類密度(/km <sup>2</sup> )                  | 依兩風場實際調查而異，詳原環說表 6.1.4-4 |      |       |       |       |
| $f_{night}$  | 夜間鳥類活動密度(/km <sup>2</sup> ) <sup>註 3</sup> | 1                        | 1    | 1     | 1     | 0.5   |
| $Q_{2R}$     | 飛行高度落在旋轉區的機率(%)                            | 3.8                      | 12.8 | 16    | 0.9   | 70.2  |

註 1：若缺乏資料，使用模式預設值或建議值。

註 2：根據風場緯度計算。

註 3：燕鷗夜間活動係數採用 1.0，係數 1.0 表其夜間活動和日間活動的占比是相當的。

| 審 查 意 見                 | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |         |
|-------------------------|--|-------|---------|
|                         |  | 章 節   | 頁 次     |
| 2.不同鳥種相對迴避率之設定，是否屬最劣情境？ | <p>敬謝委員指教。本計畫參考蘇格蘭自然遺產組織(Scottish Natural Heritage) 及英國鳥類信託協會(British Trust for Ornithology)彙整陸域及海上風場現有迴避率資訊，以及Cook et al. (2014)針對北方塘鵝與鷗科進行研究，除了紅隼與白尾海鵬迴避率為95%，其餘鳥種(包括多種猛禽)迴避率大於98%，且大部分物種都在99%以上，故本計畫進行Band Model的模擬時，針對缺乏相關資訊的鳥種採用98%的迴避率進行撞擊風險評估。另蘇格蘭自然遺產組織建議同時估算95%與99%迴避率下的情境做為參考。本計畫已針對95%、98%及99%迴避率進行評估，說明如下：</p> <p>1. 鳥類撞擊評估(迴避率95%)</p> <p>海龍三號風場於0.95的迴避率下，整體全年的撞擊數量估值介於261.2~308.2隻，詳表2.12.1.2-1所示。保育類最大撞擊數量估值說明如下：</p> <p>(1) 11MW風機配置：0.95的迴避率下，海龍三號風場保育類全年的撞擊數量估值分別約為魚鷹5隻、玄燕鷗35隻、白眉燕鷗61隻、小燕鷗&lt;0.1隻、鳳頭燕鷗9隻。</p> <p>(2) 15MW風機配置：0.95的迴避率下，海龍三號風場保育類全年的撞擊數量估值分別約為魚鷹5隻、玄燕鷗29隻、白眉燕鷗51隻、小燕鷗&lt;0.1隻、鳳頭燕鷗7隻。</p> <p>2. 鳥類撞擊評估(迴避率98%)</p> <p>海龍三號風場於0.98的迴避率下，整體全年的撞擊數量估值介於104.6~123.6隻，詳表2.12.1.2-1所示。保育類最大撞擊數量估值說明如下：</p> <p>(1) 11MW風機配置：0.98的迴避率下，海龍三號風場保育類全年的撞擊數量估值分別約為魚鷹2隻、玄燕鷗14隻、白眉燕鷗24隻、小燕鷗&lt;0.1隻、鳳頭燕鷗4隻。</p> <p>(2) 15MW風機配置：0.98的迴避率下，海龍三號風場保育類全年的撞擊量估值分別約為魚鷹2隻、玄燕鷗12隻、白眉</p> | 6.1.4 | 6-40~44 |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>燕鷗20隻、小燕鷗&lt;0.1隻、鳳頭燕鷗3隻。</p> <p>3. 鳥類撞擊評估(迴避率99%)</p> <p>海龍三號風場於0.99的迴避率下,整體全年的撞擊數量估值介於51.9~61.7隻,詳表2.12.1.2-1所示。保育類最大撞擊數量估值說明如下:</p> <p>(1) 11MW風機配置:0.99的迴避率下,海龍三號風場保育類全年的撞擊數量估值分別約為魚鷹1隻、玄燕鷗7隻、白眉燕鷗12隻、小燕鷗&lt;0.1隻、鳳頭燕鷗2隻。</p> <p>(2) 15MW風機配置:0.99的迴避率下,海龍三號風場保育類全年的撞擊數量估值分別約為魚鷹1隻、玄燕鷗6隻、白眉燕鷗10隻、小燕鷗&lt;0.1隻、鳳頭燕鷗1隻。</p> |       |     |

表 2.12.1.2-1 海龍三號風機配置 11MW 及 15MW 模擬年撞擊隻次

| 中文名稱   | 學 名                            | 迴避率 0.95<br>年撞擊隻次 |       | 迴避率 0.98<br>年撞擊隻次 |       | 迴避率 0.99<br>年撞擊隻次 |       |
|--------|--------------------------------|-------------------|-------|-------------------|-------|-------------------|-------|
|        |                                | 11 MW             | 15 MW | 11 MW             | 15 MW | 11 MW             | 15 MW |
| 穴鳥     | <i>Bulweria bulwerii</i>       | <0.1              | <0.1  | <0.1              | <0.1  | <0.1              | <0.1  |
| 黑背白腹穴鳥 | <i>Pseudobulweria rostrata</i> | <0.1              | <0.1  | <0.1              | <0.1  | <0.1              | <0.1  |
| 大水薙鳥   | <i>Calonectris leucomelas</i>  | <0.1              | <0.1  | <0.1              | <0.1  | <0.1              | <0.1  |
| 未知鷲形目  | <i>Procellariiformes spp.</i>  | <0.1              | <0.1  | <0.1              | <0.1  | <0.1              | <0.1  |
| 白腹鰹鳥   | <i>Sula leucogaster</i>        | <0.1              | <0.1  | <0.1              | <0.1  | <0.1              | <0.1  |
| 小白鷺    | <i>Egretta garzetta</i>        | 2.5               | 2.1   | 1.0               | 0.8   | 0.5               | 0.4   |
| 魚鷹     | <i>Pandion haliaetus</i>       | 5.4               | 4.6   | 2.2               | 1.8   | 1.1               | 0.9   |
| 紅領瓣足鵞  | <i>Phalaropus lobatus</i>      | <0.1              | <0.1  | <0.1              | <0.1  | <0.1              | <0.1  |
| 未知鷓鴣類  | <i>Charadriiformes spp.</i>    | 107.2             | 92.5  | 42.9              | 37.0  | 21.4              | 18.5  |
| 未知鷗    | <i>Larinae spp.</i>            | 5.8               | 4.8   | 2.3               | 1.9   | 1.2               | 1.0   |
| 玄燕鷗    | <i>Anous stolidus</i>          | 34.6              | 28.9  | 13.8              | 11.6  | 6.9               | 5.7   |
| 白眉燕鷗   | <i>Onychoprion anaethetus</i>  | 60.5              | 50.7  | 24.4              | 20.4  | 12.1              | 10.0  |
| 小燕鷗    | <i>Sternula albifrons</i>      | <0.1              | <0.1  | <0.1              | <0.1  | <0.1              | <0.1  |
| 鷗嘴燕鷗   | <i>Gelochelidon nilotica</i>   | 5.7               | 4.8   | 2.3               | 2.0   | 1.2               | 0.9   |
| 白翅黑燕鷗  | <i>Chlidonias leucopterus</i>  | 2.3               | 2.1   | 0.9               | 0.8   | 0.5               | 0.4   |
| 鳳頭燕鷗   | <i>Thalasseus bergii</i>       | 9.0               | 7.4   | 3.6               | 3.0   | 1.8               | 1.4   |
| 未知燕鷗   | <i>Sterninae spp.</i>          | 74.2              | 62.4  | 29.6              | 25.0  | 14.8              | 12.5  |
| 家燕     | <i>Hirundo rustica</i>         | 0.5               | 0.5   | 0.2               | 0.2   | 0.1               | 0.1   |
| 未知燕科   | <i>Hirundinidae spp.</i>       | 0.5               | 0.4   | 0.2               | 0.2   | 0.1               | 0.1   |
| 合計     |                                | 308.2             | 261.2 | 123.6             | 104.6 | 61.7              | 51.9  |

| 審 查 意 見  | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |         |
|--|---|-------|---------|
|  |   | 章 節   | 頁 次     |
| (二)請補充說明變更後，「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」中「葉片間漩渦及末端氣流擾動影響及可利用空間檢核」，是否需重新評估。 | <p>敬謝委員指教。「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」中「葉片間漩渦及末端氣流擾動影響及可利用空間檢核」主要目標為了解風機旋轉時，於葉片間產生漩渦及氣流對鳥類的可能影響。</p> <p>由於風力發電之原理係擷取環境風能，以轉化為電能輸出，而是被動性的接受氣流的撞擊，進而造成扇葉轉動，因此會隨周遭環境風場之風速高低變化，驅動風機扇葉進行不同轉速之轉動。經模擬結果顯示(圖2.12.2-1~2)，風機旋轉範圍、前方與後方均呈現減速現象，風能在風機扇葉前方約 40 公尺處已開始呈現減速現象；風機旋轉範圍外約20公尺區域有局部氣流擠壓，呈現增速現象；由此結果可證，鳥類倘飛行經過風機扇葉前方時，風機不會將鳥類吸入並撞擊扇葉。</p> | 6.1.4 | 6-47~48 |

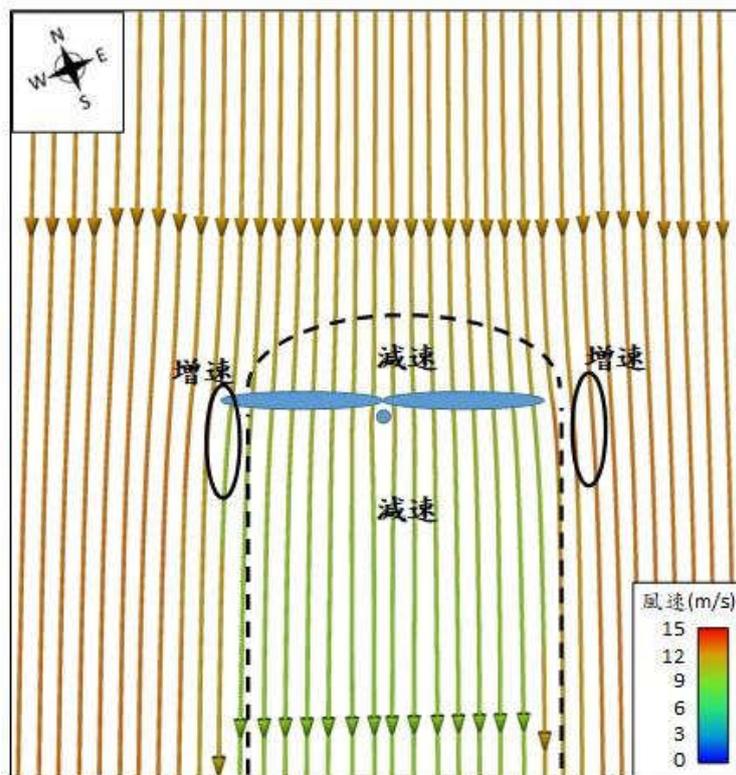


圖 2.12.2-1 風機沿扇葉中心高度之水平剖面流場分布圖

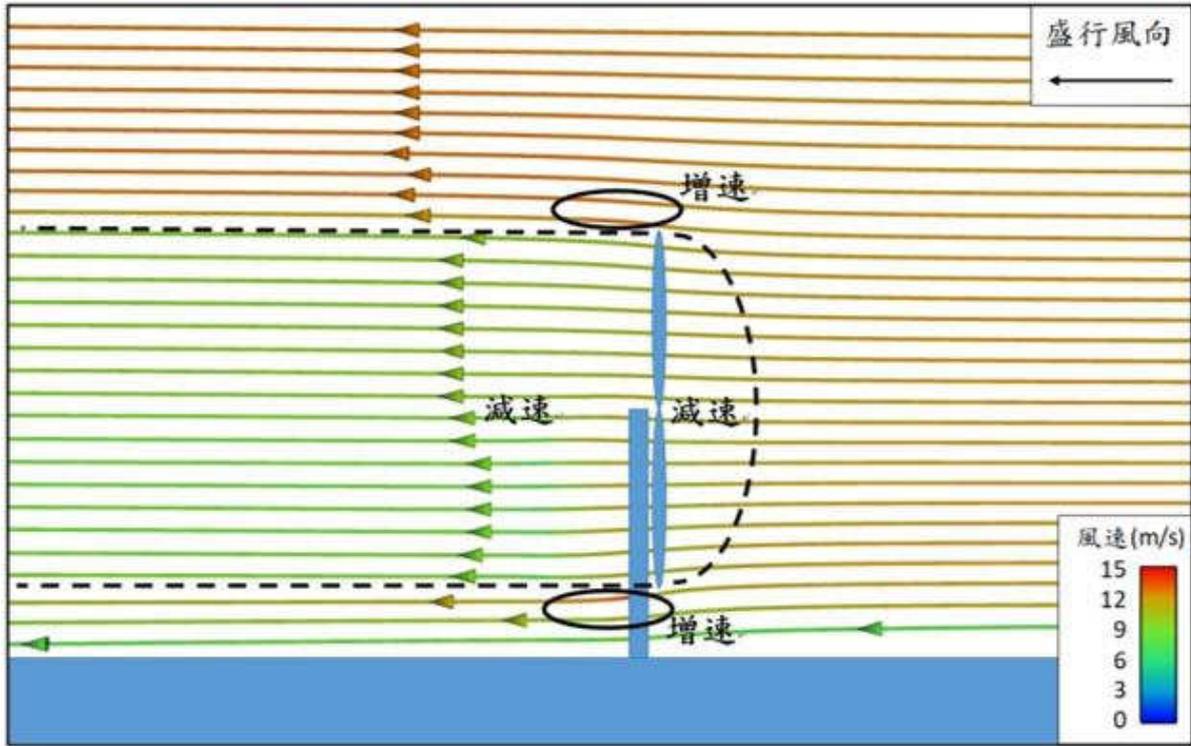


圖 2.12.2-2 風機沿盛行風向之垂直剖面流場分布圖

| 審查意見                              | 答覆說明   | 修訂處 |    |
|-----------------------------------|--|-----|----|
|                                   |  | 章節  | 頁次 |
| (三)請補充說明變更後，相關的地質安全、結構安全，是否需重新評估。 | <p>敬謝委員指教。本計畫已於環說階段針對風場地地形地質進行調查，調查項目包含高解析淺層地質震測、火花放電式淺層地質震測、探鑽取樣及圓錐貫入試驗、高密度水深探測等，以了解風場海域地形地質環境現況。並規劃於結構設計階段將採用鑽探及震測圓錐貫入試驗、機率型地震危害度分析、SHAKE軟體分析、Nataraja &amp; Gill簡易經驗法等進行土壤液化潛能評估，以評估最適風機基礎及結構設計。且原環說已承諾將於施工前進行更詳盡地質調查與鑽探，據以進一步評估地質安全、結構安全規劃，作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。</p> <p>(一)環評階段地形地質調查結果</p> <p>本計畫已於環說階段針對風場地地形地質進行調查，調查項目包含高解析淺層地質震測、火花放電式淺層地質震測、探鑽取樣及圓錐貫入試驗、高密度水深探測等，以了解風場海域地質環境狀況，說明如下：</p> | —   | —  |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |     |
|---------|--|-------|-----|
|         |  | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>1. 海域地形<br/> <b>風場海床主要為沙波地形</b>，呈西北-東南走向，西南翼較緩，東北翼較陡，沙波略有向東北移動的趨勢，詳圖2.12.3-1。</p> <p>2. 海域地質<br/> (1) 依據地質震測及鑽探調查結果，<b>風場海域未有已知的活動斷層</b>。<br/> (2) 依據鑽探調查結果，地質以未膠結之粉土質砂、粉土與黏土為主，調查位置及結果詳圖2.12.3-2及圖2.12.3-3所示。</p> <p>(二) 結構設計階段地震、斷層、土壤液化危害度分析規劃<br/> 結構設計階段將採用鑽探及震測圓錐貫入試驗、機率型地震危害度分析、SHAKE軟體分析、Nataraja &amp; Gill簡易經驗法等進行土壤液化潛能評估，以評估最適風機基礎及結構設計。說明如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 針對鑽探及震測圓錐貫入試驗 (Seismic CPT)進行計算分析和比對，以確定設計地震條件下的液化層。</li> <li>2. 風機結構設計階段將進行機率型地震危害度分析以符合API RP 2EQ 規範中L3的暴露等級，並據以進行液化潛能分析。分析項目包含所有台灣鄰近斷層對海龍場址的影響以及產生的機率危害曲線。</li> <li>3. 進行SHAKE軟體分析，以獲得受當地土壤影響的局部設計頻譜，確認液化潛能。</li> <li>4. 考量颱風波浪引起的海床土壤液化分析，參考國外經驗，採用Nataraja &amp; Gill簡易經驗法進行分析。</li> <li>5. 另原環說已承諾將於施工前進行更詳盡地質調查與鑽探，據以進一步評估地質安全、結構安全規劃，作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。</li> </ol> |       |     |

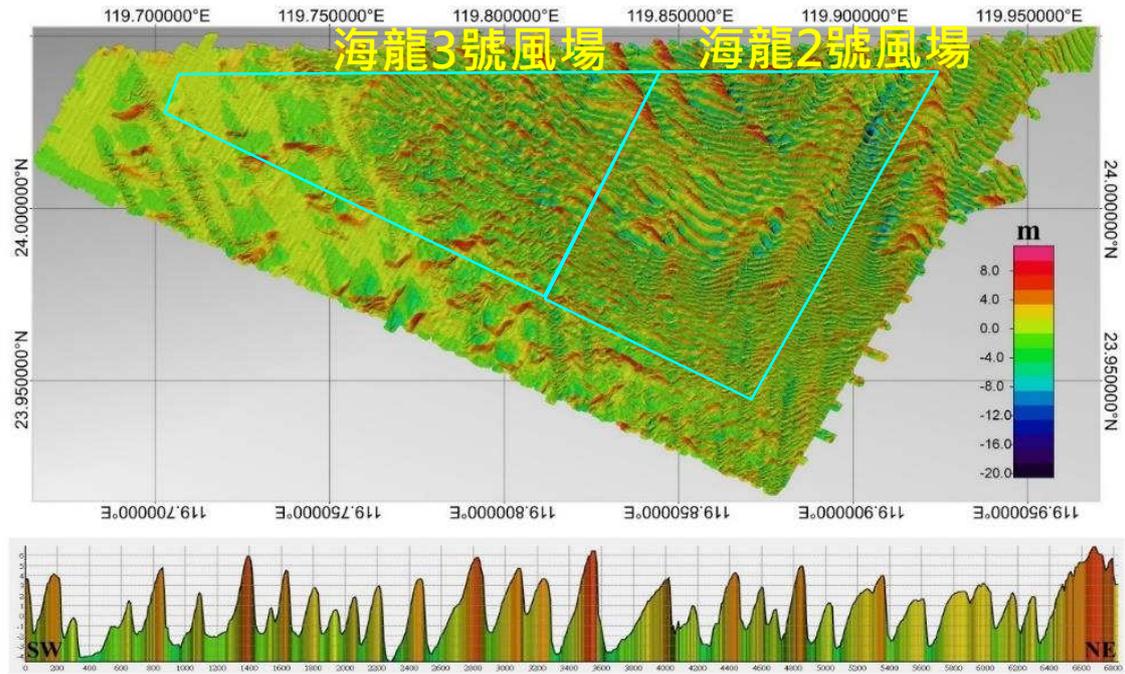


圖 2.12.3-1 海底地形圖

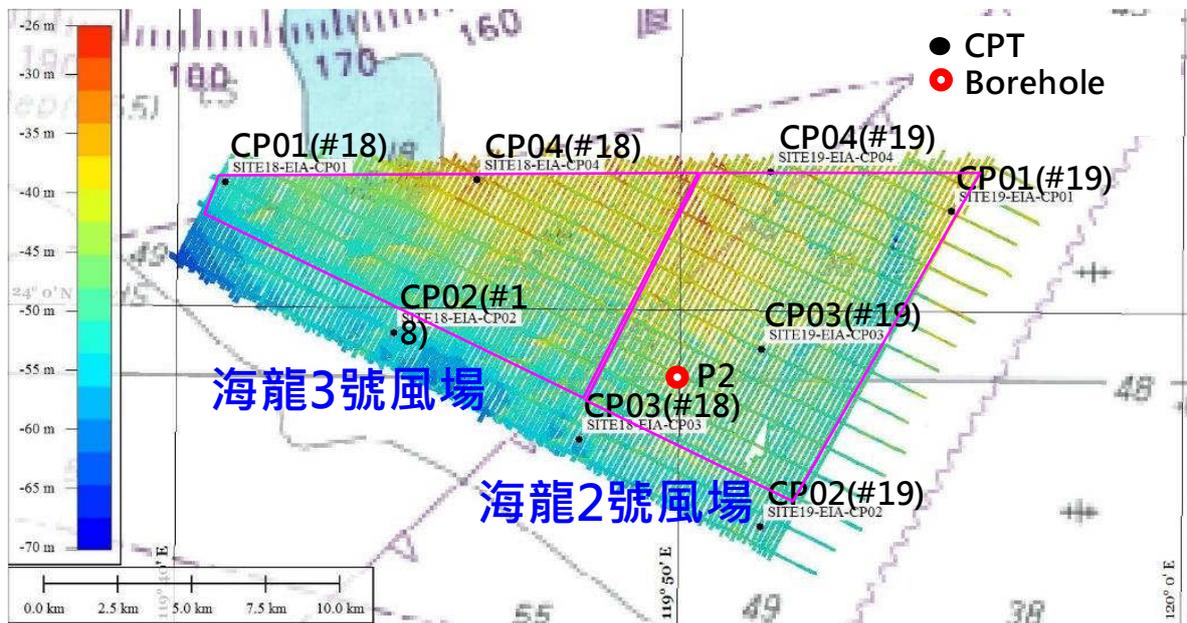


圖 2.12.3-2 地質鑽孔位置圖

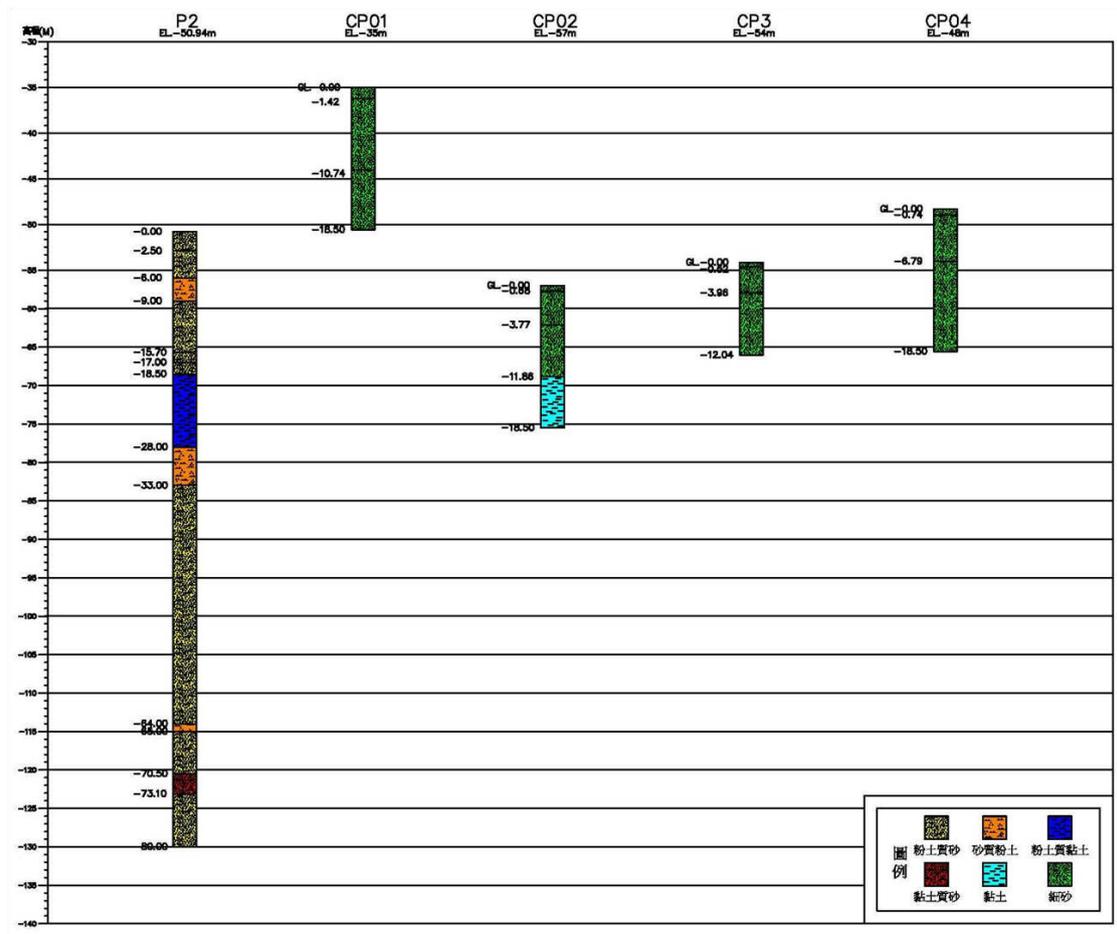


圖 2.12.3-3 地層地質柱狀圖

| 審 查 意 見   | 答 覆 說 明 | 修 訂 處 |     |
|---|---------|-------|-----|
|   |         | 章 節   | 頁 次 |
| <b>十三、經濟部能源局(發言摘要)</b>  |         |       |     |
| 政府推動再生能源，希望在 2025 年達到風力 5.5GW 的目標。本案可提供 1GW，是很重要的場址。本次變更係為因應國際風機大型化趨勢而辦理，不但可減少風機支數，亦可對環境更加友善。本案經 3 次專案小組初審建議審核修正通過，提請環境影響評估審查委員會討論，因風機大型化為新穎技術，委員會希望能針對風機間距及鳥類影響做進一步說明，以減少疑慮。109 年 12 月 11 日經濟部能源局邀集行政院環境保護署及開發單位召開風機國際趨勢會議，國際上對風機間距的主要考量為尾流效應，另外依據個案是否有大型保育類鳥類經過而採用不同減輕措施；本案雖未有類似生態議題，但仍請開發單位以比例尺表達目前風機配置，另也請與風機廠商討論如何以科學計算方式呈現影響範圍，以降低外界疑慮。 | 敬謝支持。   | —     | —   |
| <b>十四、經濟部中央地質調查所(書面意見)</b>  |         |       |     |
| 本所無意見。  | 敬謝支持。   | —     | —   |
| <b>十五、行政院農業委員會(書面意見)</b>  |         |       |     |
| 本會無意見。  | 敬謝支持。   | —     | —   |
| <b>十六、行政院農業委員會林務局(書面意見)</b>   |         |       |     |
| 本局無意見。  | 敬謝支持。   | —     | —   |
| <b>十七、行政院農業委員會漁業署(書面意見)</b>   |         |       |     |

| 審 查 意 見   | 答 覆 說 明  | 修 訂 處      |              |
|---|--|------------|--------------|
|   |  | 章 節        | 頁 次          |
| 本署無意見。  | 敬謝支持。  | —          | —            |
| <b>十八、海洋委員會海洋保育署(書面意見)</b>  |  |            |              |
| 無意見。  | 敬謝支持。  | —          | —            |
| <b>十九、交通部航港局(書面意見)</b>  |  |            |              |
| 無新增意見。  | 敬謝支持。  | —          | —            |
| <b>二十、交通部運輸研究所(書面意見)</b>  |  |            |              |
| 本所無進一步意見。   | 敬謝支持。  | —          | —            |
| <b>二十一、內政部營建署(書面意見)</b>   |  |            |              |
| 本署無意見。  | 敬謝支持。  | —          | —            |
| <b>二十二、文化部文化資產局(書面意見)</b>   |  |            |              |
| 請開發單位確實依文化部備查之水下文化資產調查報告書辦理，倘有備查書件變更，請依「水下文化資產保存法」等相關規定辦理。後續施工時，請依前開所備查報告書允諾之安全警戒範圍，與疑似目標物保持安全距離，及遵循「水下文化資產保存法」第9、13條之規定。 | 遵照辦理，本計畫將確實依照文化部備查之水下文化資產調查報告書辦理，當變更調查報告書件內容時，將依「水下文化資產保存法」等相關規定辦理。<br>於海域施工階段時，將依水下文化資產調查報告書允諾之安全警戒範圍，與疑似目標物保持安全距離，並遵循水下文化資產保存法第9、13條之規定。 | 4.4<br>7.1 | 4-27<br>7-10 |
| <b>二十三、彰化縣政府(書面意見)</b>  |  |            |              |
| (一)開發單位承諾將規劃具體可行之風機降轉或停機初步規劃，並納入環境影響調查報告書送審，請確實納入環境影響差異分析報告之環境保護對策本文，並補充環境影響調查報告書送審時間。                                    | 敬謝指教。依據「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」環境影響評估審查委員會決議內容，將確實依照該承諾，將海龍二號、三號風場將依據營運前(含施工前、中、後)之環境監測資料，於風場取得電業執照後半年內提出環境影響調查報告書(含具體可行之風機降轉(停機)機制)送審。  | —          | —            |
| (二)開發單位承諾於鳥類雷達調查搭配目視調查，請說明目視調查時間(每次幾小時)及  | 敬謝指教。回答分列說明如下：<br>(一)鳥類雷達搭配目視調查規劃<br>本計畫原還說環境監測計畫中，鳥類雷達調查項目僅規劃每年進行16日次調查，其   | 7.2        | 7-14         |

| 審 查 意 見   | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---|---|-------|-----|
|   |   | 章 節   | 頁 次 |
| <p>是否包含日夜間，並建議於每次雷達調查時進行目視調查，以累積資料加速鳥類監測物種辨識技術，並建請於營運前提交環境影響調查報告書送審，以釐清雷達資料和鳥種數量之關係，進而加強結合建立風機降轉機制。</p> | <p>中春、夏、秋季每季5日次，冬季每季1日次；並於風場範圍每年近進行10次海上鳥類船隻目視調查，其中春、夏、秋季每月1次，冬季每季1次。</p> <p>受限於現階段鳥類雷達調查主要僅能記錄飛行筆數和飛行高度，對於了解實際飛行經過的隻數和鳥種等尚有其技術困難性，因此本計畫承諾將於春、秋季鳥類過境期間每季執行3日次，夏、冬季每季執行1日次之鳥類雷達調查搭配鳥類目視調查，屆時將涵蓋春、夏、秋、冬四季鳥類雷達結合目視調查資料，以釐清雷達資料和鳥種數量之關係；並承諾鳥類雷達調查增加秋季調查次數，監測頻率調整為春、夏每季5日次，秋季每季6日次，冬季每季1日次，每年共進行17日次調查。鳥類雷達調查監測計畫詳表2.23.2-1所示。</p> <p>(二) 環境影響調查報告書及風機降轉機制</p> <p>離岸風場各開發單位業已共同委託歐洲具超過25年離岸風場工程與環評經驗之NIRAS顧問公司，進行鳥類監測及辨識技術(或設備)結合風機降轉機制之資料分析及可行性研究，鳥類監測及辨識技術(或設備)詳表2.23.2-2。研究結果顯示，現階段「國外已營運之『離岸風場』中，無運用風場降轉機制」之實際案例，且無可行的降轉機制，未來在離岸風場中如要透過雷達監控系統，或影像監控系統，要辨識風場欲保護目標鳥種，則必須要有風場範圍內充足的調查資料，以確認欲保護目標鳥種標的，確認不同鳥種體型在監控系統可偵測距離，並定義其風險閾值。</p> <p>依據「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」環境影響評估審查委員會決議內容，海龍二號、三號風場將依據營運前(含施工前、中、後)之環境監測資料，於風場取得電業執照後半年內提出環境影響調查報告書(含具體可行之風機降轉(停機)機制)送審。</p> <p>風機降轉或停機初步規劃方面，海龍二號、海龍三號風場將依據經濟部能源局基於</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | 電業管理及風場一致性，參考國際作法及可行技術研擬之商業可行降轉機制，據以規劃具體可行之風機降轉或停機初步規劃，納入環境影響調查報告書。 |       |     |

表 2.23.2-1 鳥類雷達調查監測計畫表

| 類別   | 監測項目      |                          | 地 點  | 頻 率   |
|------|-----------|--------------------------|------|---|
| 鳥類生態 | 3. 鳥類雷達調查 | 鳥類雷達調查<br>(24HR/垂直及水平雷達) | 風場範圍 | 施工前執行 2 年<br>每年進行 17 日次調查<br>其中春、夏季每季 5 日次， <u>秋季每季 6 日次</u> ，<br>冬季每季 1 日次 |
|      |           | 搭配鳥類目視調查                 |      | 每年進行 8 日次調查<br>其中春、秋季每季 3 日次，夏、冬季每季 1 日次                                    |
|      |           |                          |      |   |

表 2.23.2-2 鳥類監測及辨識技術(或設備)

| 鳥類監測及辨識技術(或設備)           |             | 是否已商業化      | 運用  |
|--------------------------|-------------|-------------|---|
| DTBird®                  | 自動影像及聲學偵測系統 | 是           | 以光學、熱感應攝影機及麥克風來偵測、記錄鳥類撞擊，以及啟動停機或發出驅離聲響等降低鳥類撞擊的機制            |
| VARs                     | 自動影像紀錄系統    | 否           | 量化穿越掃風範圍的鳥類飛行流量並確認撞擊率。已於波羅的海 FINO 2 離岸平台上進行應用性研究，並在離岸風場上使用過 |
| TADS                     | 自動影像紀錄系統    | 否<br>(研究用途) | 使用三或六台熱影像儀來紀錄鳥類撞擊數及飛行高度。目前 TADS 已與 MUSE 結合。                 |
| ATOM                     | 影像及聲學偵測系統   | 否           | 以熱影像監測及聲學感測系統記錄風機附近範圍鳥類資訊，已在離岸環境進行 15 個月的實地測試               |
| ID Stat                  | 聲學碰撞偵測系統    | 否           | 各個葉片根部安裝定向麥克風以紀錄撞擊事件，於陸域風場實地測試過                             |
| WT-Bird                  | 自動影像及聲學偵測系統 | 否           | 葉片上裝設加速度感測器能夠偵測撞擊並啟動錄影與錄音，2005 年於荷蘭實地測試過                    |
| MUSE                     | 影像偵測系統      | 否<br>(研究用途) | 結合雷達與相機資訊分析飛行軌跡   |
| Wind Turbine Sensor Unit | 影像及聲學偵測系統   | 否<br>(實驗階段) | 安裝立體視覺相機、熱感應相機與麥克風進行測試                                      |

| 審 查 意 見  | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |                  |
|--|--|-------|------------------|
|  |  | 章 節   | 頁 次              |
| (三)因澎湖地區之燕鷗及彰化地區之候鳥問題，環境影響說明書審查階段即以風機間距(平行盛行風 7D，非平行盛行風 5D)作為鳥類保護對策之環境影響評估承諾，爭取通過環境影響評估，並將風機間距納入環境影響說明書定稿本，本次變更大幅縮減風機間距，對鳥類生態造成之影響仍多以鳥類會主動迴避風場為由，爰仍請提出優於原環境影響評估承諾之鳥類保護對策，並建請行政院環境保護署審慎審查，避免風機加大卻縮減風機間距之情形。 | 敬謝指教。本次變更海龍三號風場為配合「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」及經濟部整體規劃，於風場開發面積及總裝置容量等設置條件均維持不變下， <b>為營造有利鳥類南北飛行方向，於海龍三號風場新增2,000公尺銜接鄰近風場連續之鳥類廊道(詳圖2.23.3-1)；且海龍二號風場已配合公告直航航道退縮風場在先，場址面積縮減近40%，退縮寬度達3,500公尺，海龍二號、三號風場相鄰邊界依經濟部能源局於104年7月2日公佈之「離岸風力發電規劃場址申請作業要點」規定，各自退縮，留設寬度大於2,000公尺，而與北側相鄰風場亦依規定各自退縮。</b><br>本次變更新增11~15MW風機，因有留設銜接連續之鳥類廊道、直航航道及邊界退縮規定之限制，若採原環說6~9.5MW之間距條件佈置(盛行風向7D及非盛行風向5D)，且再於海三風場內留設鳥類廊道，風機排數將達5~7排之多，且無法達成政府契約容量；若採盛行風向1,158公尺及非盛行風向666公尺之間距條件佈置，並於海三風場內留設鳥類廊道，風機排數僅3~6排，相較排數更少，且在風場面積的限制下，尚可達成政府契約容量，詳圖2.23.3-2所示。故本次變更將原非盛行風向之最小風機間距755公尺微調縮減為666公尺，間距縮減之差異值約89公尺，但海三風場中央新增鳥類廊道(約2,000公尺)、航道退縮(約3,000~3,500公尺)、邊界退縮(14MW雙側約2,664公尺)，若以總體間距空間而言，實際風機留設間距、風場退縮空間均遠大於原規劃，詳圖2.23.3-3所示。<br>本計畫彙整2006年至今國內外監測調查研究案例顯示，鳥類飛行方向與大範圍廊道空間顯著相關，大部分鳥類會主動迴避風場，約佔97%，進入風場僅有3%(Ib Krag Petersen et al,2006；K.L. Krijgsveld et al,2011)，進入風場後的鳥類絕大多數(99.4%)於風機間會自行迴避(ORJIP Bird Collision Avoidance Study, Final Report, 2018)；另參考參考國外觀察鳥類迴避風機的行為研究顯示(圖2.23.3-4)，鳥類通過風機群迴避距離約200公尺(Larsen and Madsen,2000)，顯示鳥類比人類想像中更會迴避風 | 4.2   | 4-4~8            |
|  |  | 6.1.4 | 6-28~48          |
|  |  | 4.4   | 4-22~23          |
|  |  |       | 4-28~29          |
|  |  | 7.1   | 7-4~5<br>7-11~12 |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |     |
|---------|--|-------|-----|
|         |  | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>機；丹麥Tunø Knob風場鳥類目視調查顯示(Effects of wind turbines on flight behaviour of wintering common eiders: implications for habitat use and collision risk, 2007)，風場範圍及風機外200公尺、風機外200~600公尺鳥類數量比例分別為23.6%、76.4%，顯示鳥類迴避風機約為200公尺(圖2.23.3-5)；臺灣「王功風力發電計畫」鳥類雷達調查顯示(圖2.23.3-6)，風機設置後，北堤(風機間距200公尺，淨間距129公尺)鳥類數量由49%降至17%，約38%鳥類轉移至環評階段規劃預留之東側鳥類飛行廊道，顯示鳥類飛行路徑因風機開發而有轉移現象，另一部份則改由西堤進出(風機間距500公尺，淨間距429公尺)，約佔34%，顯示已有充分空間提供鳥類飛行，與前述鳥類迴避風機情形相符；本計畫風機淨間距達444公尺，可提供鳥類充足的飛行空間。</p> <p>另參考「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」中「葉片間漩渦及末端氣流擾動影響及可利用空間檢核」評估結果，由於風力發電之原理係擷取環境風能，以轉化為電能輸出，而是被動性的接受氣流的撞擊，進而造成扇葉轉動，因此會隨周遭環境風場之風速高低變化，驅動風機扇葉進行不同轉速之轉動。經模擬結果顯示(圖2.23.3-7~8)，風機旋轉範圍、前方與後方均呈現減速現象，風能在風機扇葉前方約40公尺處已開始呈現減速現象；風機旋轉範圍外約20公尺區域有局部氣流擠壓，呈現增速現象；由此結果可證，鳥類倘飛行經過風機扇葉前方時，風機不會將鳥類吸入並撞擊扇葉。</p> <p>此外，本計畫經鳥類撞擊評估結果顯示，變更後11MW及15MW風機配置造成的鳥類撞擊數量低於原環說(6~9.5MW)最大撞擊數量，大型化風機所需架設的風機支數較少，因此整體衝擊相對較小。</p> <p>本計畫已蒐集國內外施工或營運中風場淨間距實例(表2.23.3-1)，留設淨間距約為301~410公尺，本次變更新增11MW~15MW大型化風機方案，風機最小間距為666公尺，以最有可能採用之14MW風機估算最小淨間距為444公尺，不小於國內外風場淨間距實例，提供鳥類於風機間飛行迴避空間。</p> <p>本次變更充分考量鳥類飛行習性，風機間已留設</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>不小於國內外風場淨間距，並透過留設一致性鳥類廊道，增加邊界退縮等，減少鳥類飛行偏轉次數，提升海龍風場周邊大尺度鳥類飛行空間，經評估後整體鳥類飛行空間相較原規劃合理且友善，可降低鳥類飛行所面臨之實際風險。加上變更後風場開發規模相較原環說減少近半數的風機數量、水下基礎(含基樁)設置數量、基座面積及打樁作業時間等，可減少施工及營運期間對海域環境影響(詳圖2.23.3-9)，經評估包括空氣品質(海域工程)、噪音振動(風機運轉噪音)、水下噪音等，評估結果與原環說相似，而在鳥類撞擊數量、打樁水下噪音影響時間及底棲生態影響面積等均有減輕對環境之影響(詳表2.23.3-2)。</p> <p>綜合上述，本計畫環境影響評估結果顯示未有重大衝擊，但為了降低開發行為對於鳥類生態環境衝擊，已於原環評擬定鳥類環境保護對策。以下針對有關風機間距規劃調整、國內外監測調查研究案例、鳥類撞擊評估以及鳥類環境減輕對策等，詳細說明如下：</p> <p>(一) 風機間距規劃調整說明</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 原環說風機間距規劃為參考歐洲北海案例建議盛行風向大於7D、非盛行風向大於5D，並非考量鳥類飛行習性進行間距規劃。實務上風機間距之佈置原則，係由風機供應商根據個案風場之設置容量及面積、基地形狀、安全距離、其他相關限制等條件，依據所選用之不同單機容量，做出包含風機間距原則之最佳化配置建議，其中間距倍數僅作為輔助陳述風機間距距離之用，尚無法以個案風場之同等間距倍數，作為所有風場之規劃依據，實務上亦未有此國際準則。故本計畫係依據上述考量原則，由風機供應商訂定合理可行之間距條件。</li> <li>2. 本計畫海龍二號風場已配合公告直航航道退縮風場在先，退縮寬度達3,500公尺(面積約41km<sup>2</sup>)，另海龍三號風場已於風場內退縮留設2,000公尺寬之鳥類廊道(面積約12km<sup>2</sup>) (詳圖2.23.3-1)。而在兩風場之間，亦需考量於各場址邊界向內退縮，</li> </ol> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>以14MW估算，於風場內兩場址間共退縮2,664公尺(6D+6D)。整體留設風場退縮空間詳圖2.23.3-2所示。</p> <p>3. 本次變更新增11~15MW風機，因有留設銜接連續之鳥類廊道、直航航道及邊界退縮規定之限制，若採原環說6~9.5MW之間距條件佈置(盛行風向7D及非盛行風向5D)，且再於海三風場內留設鳥類廊道，風機排數將達5~7排之多，且無法達成政府契約容量；若採盛行風向1,158公尺及非盛行風向666公尺之間距條件佈置，並於海三風場內留設鳥類廊道，風機排數僅3~6排，相較排數更少，且在風場面積的限制下，尚可達成政府契約容量，詳圖2.23.3-2所示。</p> <p>4. 參考國內外施工或營運中風場淨間距實例(表2.23.3-1)，留設淨間距約為301~410公尺，本次變更新增11MW~15MW大型化風機方案，風機最小間距為666公尺，以最有可能採用之14MW風機估算最小淨間距為444公尺，不小於國內外風場淨間距實例，提供鳥類於風機間飛行迴避空間。</p> <p>5. 基此，本計畫係整體考量鳥類飛行環境、場址邊界緩衝、場址規劃條件等，而將原非盛行風向之最小風機間距755公尺微調縮減為666公尺，間距縮減之差異值約89公尺，但海三風場中央新增鳥類廊道(約2,000公尺)、航道退縮(約3,000~3,500公尺)、邊界退縮(14MW雙側約2,664公尺)，若以總體間距空間而言，實際風機留設間距、風場退縮空間均遠大於原規劃，詳圖2.23.3-3所示。</p> <p>(二) 國內外監測調查研究案例</p> <p>彙整2006年至今國內外監測調查研究案例顯示，針對鳥類飛行於風場外圍及邊界、進入風場後之特性，說明如下：</p> <p>1. 鳥類於遠處即會提前偏轉避開風場，僅少部分進入風場，仍會主動迴避風機</p> <p>(1) 相關研究顯示，大部分鳥類在5公里距</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>離處會注意到風場，在3公里距離處會發生偏轉 (Ib Krag Petersen et al,2006)。</p> <p>超過 50%鳥類會在 1~2 公里的距離內避免穿越風場 (Ib Krag Petersen et al,2006)，約 17%會在風場邊緣飛行，僅約 3%會至風場內飛行 (K.L. Krijgsveld et al,2011)。</p> <p>(2) 依據丹麥Nysted、Horns Rev風場鳥類雷達調查情形 (Final results of bird studies at the offshore wind farms at Nysted and Horns Rev, Denmark, 2006)，鳥類於距離風場遠處開始改變飛行方向，顯示鳥類會提前改變飛行方向以避開風場。詳如圖 2.23.3-10、圖 2.23.3-11所示。</p> <p>其中丹麥Nysted風場之風機上攝影機經 2,400 小時運轉期間，未紀錄到鳥類碰撞情形，顯示少數鳥類飛行於風機周圍，仍會主動迴避。</p> <p>(3) 依據英格蘭Thanet風場鳥類雷達調查情形(ORJIP Bird Collision Avoidance Study, Final Report, 2018)，絕大部分鳥類會在看見風機陣列後，即改變飛行路徑，顯示靠近風場的鳥類，仍會改變飛行方向以避開風場。詳如圖 2.23.3-12所示。</p> <p>該調查亦顯示，少部分的鳥類若進入風場飛行，絕大多數鳥類(99.4%)會在風機之間即產生迴避，而不會在進入風機掃風範圍後才迴避。</p> <p>(4) 參考國外觀察鳥類迴避風機的行為研究顯示(圖2.23.3-4)，鳥類通過單一風機及風機陣列迴避距離為100公尺，通過風機群落迴避距離為200公尺，整體迴避距離約100~200公尺，顯示鳥類比人類想像中更會迴避風機。(Effects of wind turbines and other physical elements on field utilization by pink-footed geese: A landscape perspective,</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>Larsen and Madsen,2000)。</p> <p>2.經國內外監測案例顯示，鳥類飛行方向與廊道空間顯著相關</p> <p>(1) 依據丹麥Tunø Knob風場鳥類目視調查情形(Effects of wind turbines on flight behaviour of wintering common eiders: implications for habitat use and collision risk, 2007)，風場範圍及風機外200公尺、風機外200~600公尺鳥類數量比例分別為23.6%、76.4%，顯示鳥類迴避風機約為200公尺，鳥類於飛行走廊(距風機約200~600公尺處)出現的頻率高，顯示鳥類飛行方向與大範圍廊道空間顯著相關。詳如圖2.23.3-5所示。</p> <p>(2) 依據瑞典Yttre Stengrund風場(間距約400~500公尺)鳥類雷達與目視調查情形(Influence of offshore windmills on migration birds-in southeast coast of Sweden, 2003)，由鳥類與最近風機距離(0~200公尺)的累積頻率分佈可知，無論日間或夜間，距離風機越近，鳥類飛行頻率越少，觀察後亦未有碰撞情形。詳如圖2.23.3-13所示。</p> <p>(3) 依據臺灣「王功風力發電計畫」鳥類雷達調查顯示(圖2.23.3-6)，風機設置後，北堤(風機間距200公尺，淨間距129公尺)鳥類數量由49%降至17%，約38%鳥類轉移至環評階段規劃預留之東側鳥類飛行廊道，顯示鳥類飛行路徑因風機開發而有轉移現象，另一部份則改由西堤進出(風機間距500公尺，淨間距429公尺)，約佔34%，顯示已有充分空間提供鳥類飛行，與前述鳥類迴避風機情形相符。</p> <p>另依據歷年監測結果，鳥類數量並未因風機運轉後有減少情形。</p> <p>(三) 鳥類撞擊評估</p> <p>海龍二號、三號風場變更後11 MW及15 MW風力發電機組配置造成的鳥類撞擊數量低於原環說最大撞擊數量(圖2.23.3-14)。其中，</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |     |
|---------|--|-------|-----|
|         |  | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>15MW配置所造成的鳥類撞擊量又較11MW配置少。15MW的風機，單支風機的旋轉半徑較大，葉片較寬，但其所需架設的風機支數較少，因此整體衝擊相對較小。</p> <p>1. 海龍二號</p> <p>海龍二號風場於0.98的迴避率下，整體全年的撞擊數量估值介於91.3~110.1隻。保育類最大撞擊數量估值說明如下：</p> <p>(1) 11MW風機配置：0.98的迴避率下，海龍二號風場保育類全年的撞擊數量估值分別約為玄燕鷗11隻、白眉燕鷗40隻和鳳頭燕鷗1隻。</p> <p>(2) 15MW風機配置：0.98的迴避率下，海龍二號風場保育類全年的撞擊量估值分別約為玄燕鷗9隻、白眉燕鷗33隻和鳳頭燕鷗1隻。</p> <p>2. 海龍三號</p> <p>海龍三號風場於0.98的迴避率下，整體全年的撞擊數量估值介於104.6~123.6隻。保育類最大撞擊數量估值說明如下：</p> <p>(1) 11MW風機配置：0.98的迴避率下，海龍三號風場保育類全年的撞擊數量估值分別約為魚鷹2隻、玄燕鷗14隻、白眉燕鷗24隻、小燕鷗&lt;0.1隻、鳳頭燕鷗4隻。</p> <p>(2) 15MW風機配置：0.98的迴避率下，海龍三號風場保育類全年的撞擊量估值分別約為魚鷹2隻、玄燕鷗12隻、白眉燕鷗20隻、小燕鷗&lt;0.1隻、鳳頭燕鷗3隻。</p> <p>(四) 環境減輕對策</p> <p><b>本計畫已擬定鳥類環境保護對策，以降低本計畫開發對於鳥類生態環境衝擊。詳細內容說明如下：</b></p> <p>1. 施工前</p> <p>(1) 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</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |     |
|---------|--|-------|-----|
|         |  | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>之規劃。</p> <p>(2) 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。</p> <p>(3) 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。</p> <p>2. 施工期間</p> <p>(1) 風機架設完成後，將於風場最外圍風力機組設置最少之航空警示燈，實際設置數量需依屆時所規劃之風力機組配置而定。</p> <p>(2) 依民航局最新頒布之「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」設置航空警示燈，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。</p> <p>(3) 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。</p> <p>(4) 將優先選用較大風機，以降低鳥類影響。</p> <p>A. 風機大型化規劃，單機裝置容量除原6~9.5MW，並新增11~15MW規劃。</p> <p>B. 6~9.5MW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)。新增之11~15MW風機間距將依風力機組型式及場址風況評估結果進行佈置，盛行風向間距至少1,158公尺，非盛行風向間距至少666公尺。</p> <p>C. 與相鄰風場間距至少為葉片直徑6倍</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |     |
|---------|--|-------|-----|
|         |  | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>(依單機裝置容量不同約介於906~1,380公尺)。</p> <p>D. 風機葉片距離海面高度至少25米。</p> <p>3. 營運期間</p> <p>(1) 降低風機撞擊效應</p> <p>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，將於風場最外圍風力機組設置最少之航空警示燈，實際設置數量需依屆時所規劃之風力機組配置而定。</p> <p>依民航局最新頒布之「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」設置航空警示燈，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。</p> <p>(2) 觀測風場中鳥類活動</p> <p>A. 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。</p> <p>B. 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。</p> <p>C. 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。</p> <p>D. 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</p> |       |     |

| 審查意見 | 答覆說明  | 修訂處 |    |
|------|---|-----|----|
|      |   | 章節  | 頁次 |
|      | <p>之鳥類活動情形，初步規劃可能設置位置示意圖詳圖2.23.3-15，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。</p> <p>E. 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。</p> |     |    |

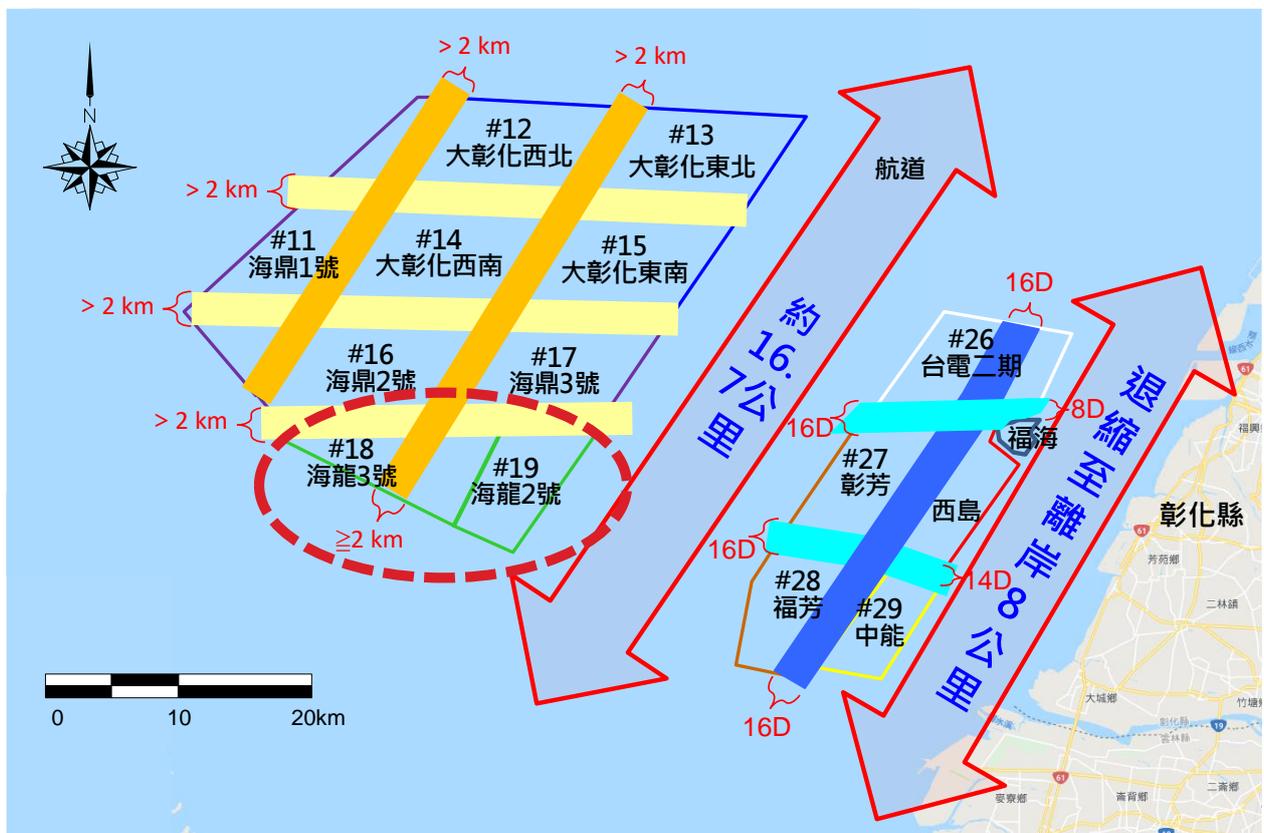
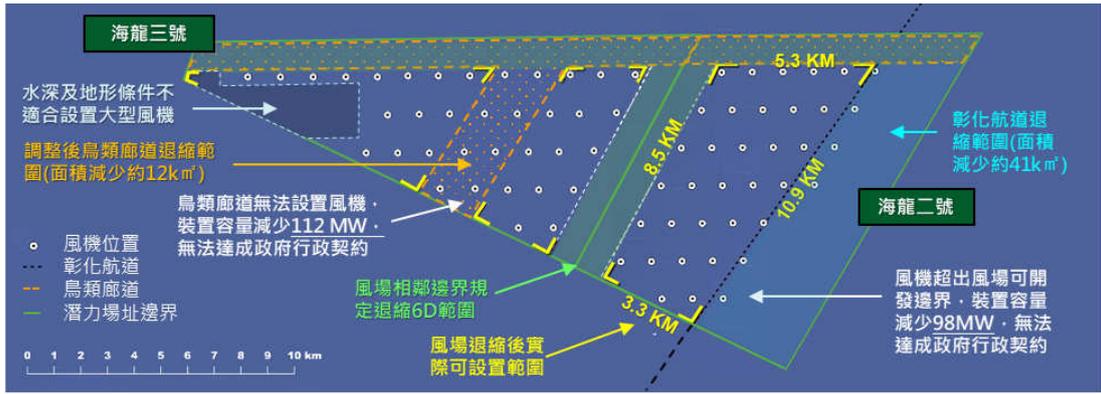
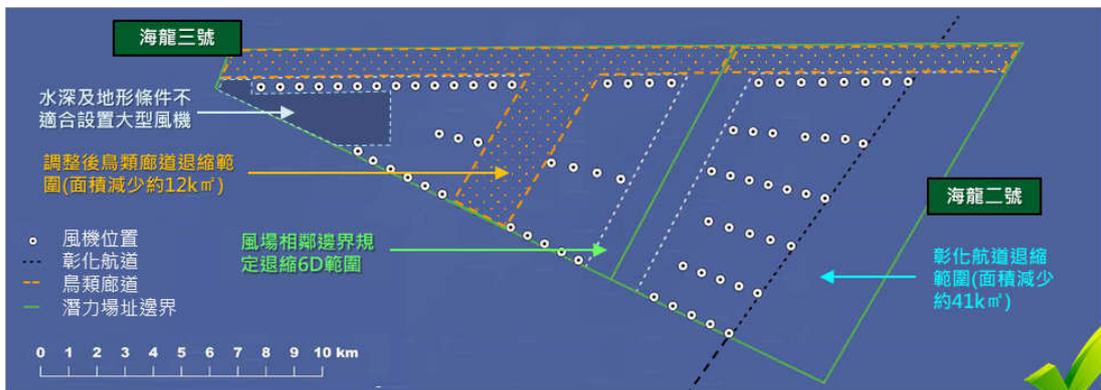


圖 2.23.3-1 海龍風場留設與鄰近風場連續之鳥類廊道



|      |               |      |   |
|------|---------------|------|---|
| 風機數量 | 海三36部 / 海二37部 | 葉片直徑 | 均以14MW WTG DD-222公尺預估 (不超過230公尺)                      |
| 風機排數 | 海三5排 / 海二7排   | 風機間距 | 盛行風向7D ( $\geq 1,554$ 公尺), 非盛行風向5D ( $\geq 1,110$ 公尺) |



|      |               |      |   |
|------|---------------|------|---|
| 風機數量 | 海三36部 / 海二37部 | 葉片直徑 | 均以14MW WTG DD-222公尺預估 (不超過230公尺)          |
| 風機排數 | 海三3排 / 海二6排   | 風機間距 | 盛行風向 $\geq 1,158$ 公尺, 非盛行風向 $\geq 666$ 公尺 |

圖 2.23.3-2 新增 14MW 採 5D&7D 風機間距規劃及採 666 公尺&1,158 公尺間距規劃比較

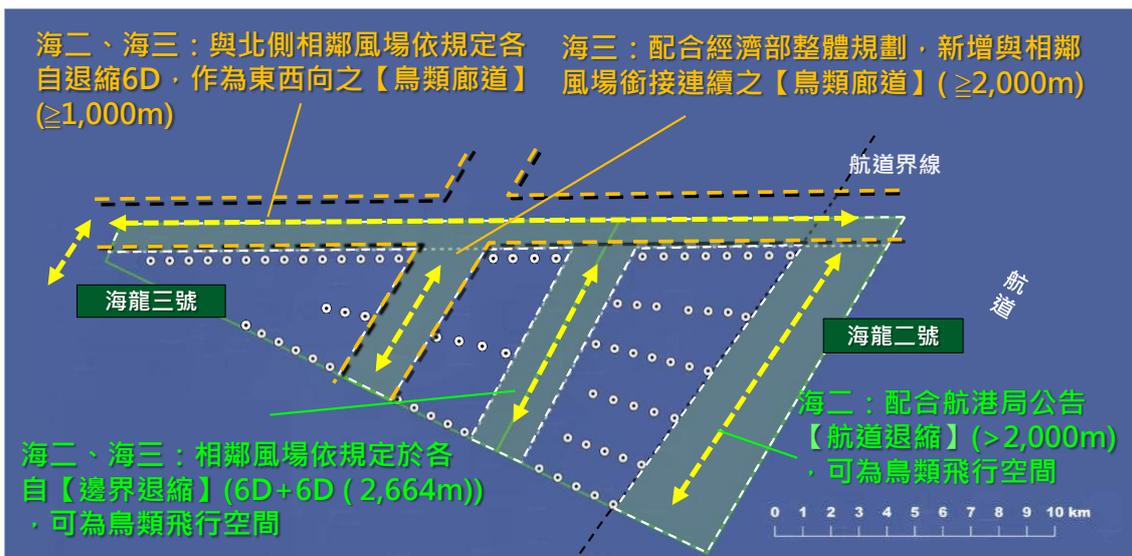
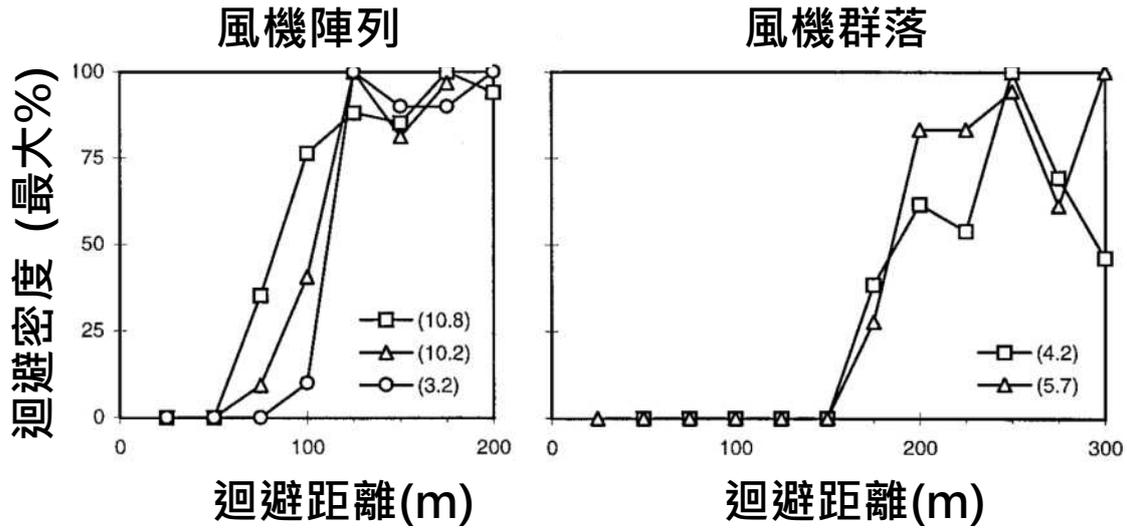


圖 2.23.3-3 海龍風場周邊鳥類飛行空間整體規劃



資料來源：Effects of wind turbines and other physical elements on field utilization by pink-footed geese: A landscape perspective, Larsen and Madsen, 2000.

圖 2.23.3-4 風機陣列及風機群落的鳥類迴避距離

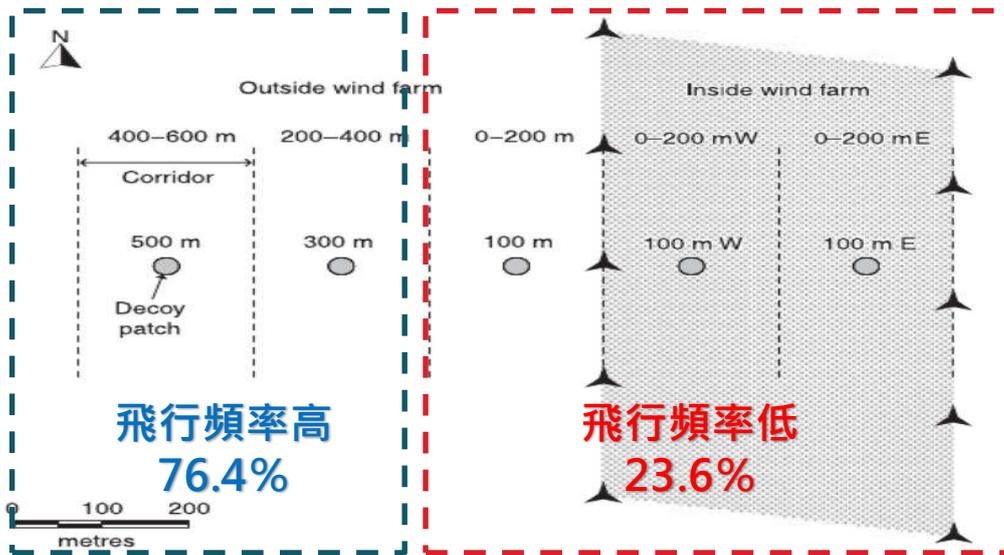


圖 2.23.3-5 丹麥 Tunø Knob 風場(間距約 200~400 公尺)鳥類與西側風機排觀測飛行頻率分布(營運期間)

風機間距500公尺  
(淨間距429公尺)  
不影響鳥類飛行

環說階段規劃預留之  
鳥類飛行廊道，營運  
後鳥類飛行比例  
有增加趨勢



圖2.23.3-6 王功風力發電站(北側間距約200公尺)開發前後鳥類飛行路徑(施工前、施工期間、營運期間)

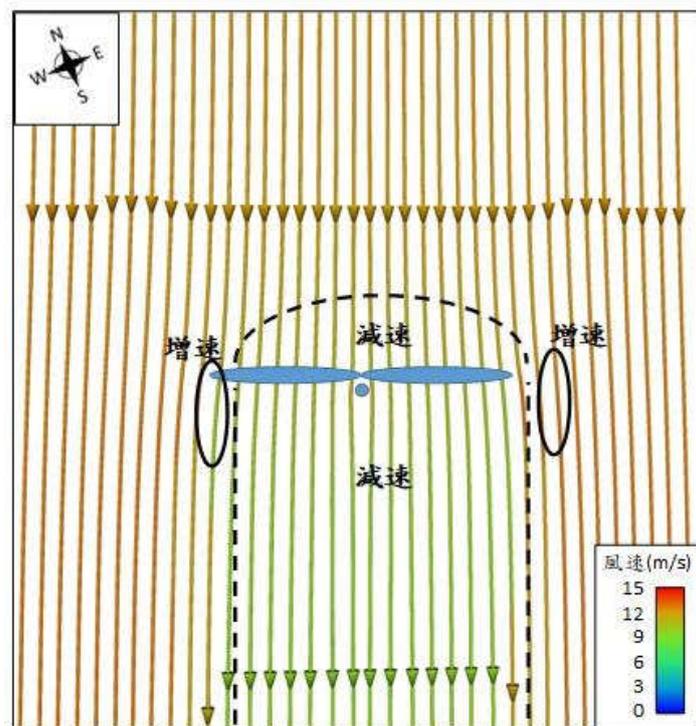


圖 2.23.3-7 風機沿扇葉中心高度之水平剖面流場分布圖

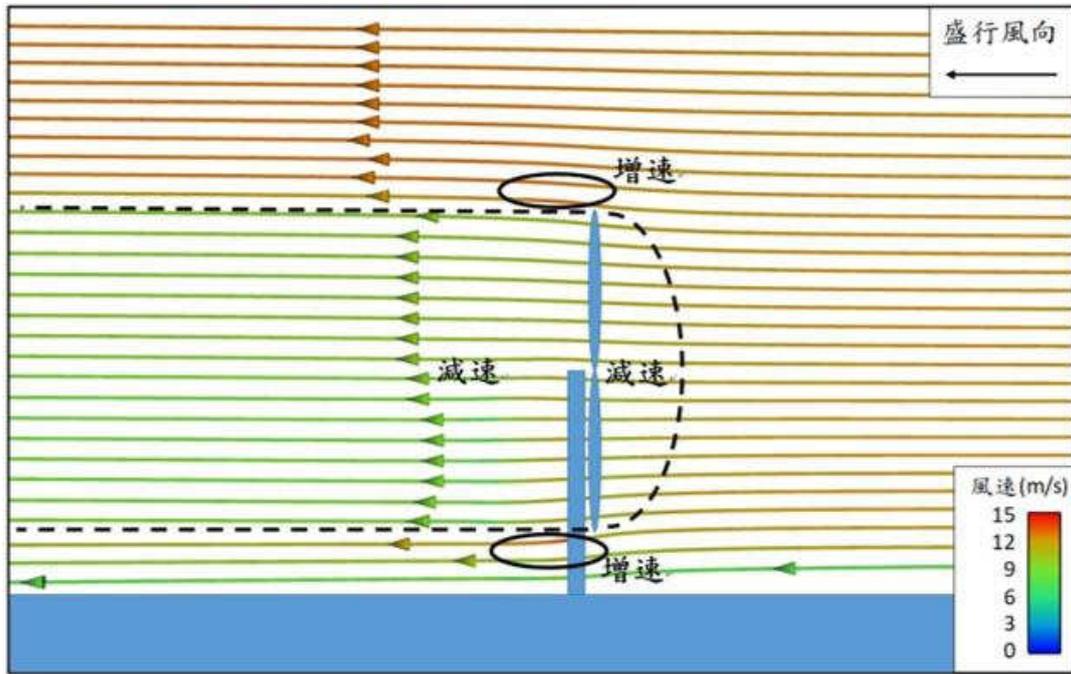


圖 2.23.3-8 風機沿盛行風向之垂直剖面流場分布圖

表 2.23.3-1 海龍風場與國內外施工或營運中風場之風機間淨間距值比較表

| 名稱                 | 本計畫風場      | 丹麥 Nysted 風場 | 英格蘭 Thanet 風場 | 德國 Nordsee 1 風場 | 台灣 海洋風場 (Formosa 1) | 台灣 大彰化東南風場 |
|--------------------|------------|--------------|---------------|-----------------|---------------------|------------|
| 單機裝置容量(MW)         | 14         | 2.3          | 3.0           | 6.0             | 6.0                 | 8.0        |
| (A) 風機最小間距(m)      | 666        | 480          | 500           | 500             | 455                 | 500        |
| (B) 風機葉片直徑(m)      | 222        | 82.4         | 90            | 126             | 154                 | 167        |
| 風機最小淨間距(m) (A)-(B) | <u>444</u> | 397.6        | 410           | 374             | 301                 | 333        |

資料來源：本計畫整理。

|             |  |                          |
|-------------|--|--------------------------|
| <b>規模降低</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>風機：減少約72部</li> <li>水下基礎：減少約72座</li> <li>基樁：減少288支</li> <li>打樁作業時間：減少1,152時</li> <li>基座面積：減少26,025m<sup>2</sup></li> <li>風機陣列排數：減少約6排</li> </ul> | 提升鳥類飛行廊道                 |
|             |  | 減少打樁作業影響期間<br>減少海床懸浮固體擾動 |
|             |  | 減少底棲生態影響面積               |

| 海龍二號+海龍三號    |  |  |                          |
|--------------|--|--|--------------------------|
| 評估減輕項目       | 原環說風機方案<br>(6~9.5MW)                               | 本次變更大型化風機方案<br>(11~15MW)                           | 6MW與15MW<br>規劃差異分析       |
| 風機           | 109~141部   | 69~94部   | 最多減少72部                  |
| 水下基礎         | 109~141座   | 69~94座   | 最多減少72座                  |
| 基樁           | 436~564支   | 276~376支   | 最多減少288支                 |
| 打樁作業時間(4hrs) | 2,256hrs   | 1,104hrs   | 最多減少1,152小時              |
| 基座面積         | 88,125m <sup>2</sup><br>(每部基座25×25m <sup>2</sup> ) | 62,100m <sup>2</sup><br>(每部基座30×30m <sup>2</sup> ) | 最多減少26,025m <sup>2</sup> |
| 風機陣列排數       | 海二：9~10排<br>海三：7~8排                                | 海二：6~7排<br>海三：2~3排                                 | 最多減少6排                   |

圖 2.23.3-9 海龍二號及三號風場原環評及本次變更規劃差異分析

表 2.23.3-2 本次變更與原環說環境影響結果評估比較表

| 評估項目               | 原環說評估結果  | 本次變更評估結果和原環說比較  |
|--------------------|--|---|
| 空氣品質<br>(海域工程)     | <ul style="list-style-type: none"> <li>除 PM2.5 背景值已超過空氣品質標準，各項空氣污染物擴散至敏感受體濃度與背景濃度加成後均符合空氣品質標準</li> </ul>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>除 PM2.5 背景值已超過空氣品質標準，各項空氣污染物擴散至敏感受體濃度與背景濃度加成後均符合空氣品質標準</li> <li>與原環說評估相似，空氣污染物增量極為輕微</li> </ul>                    |
| 噪音振動<br>(風機同時運轉)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>全頻噪音：衰減至距離風機最近敏感受體噪音增量為 0.0dB(A)</li> <li>低頻噪音：衰減至距離風機最近敏感受體噪音增量為 0.0dB(A)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>與原環說評估結果相同</li> </ul>  |
| 水下噪音<br>(基礎打樁)     | <ul style="list-style-type: none"> <li>打樁點距離 750 公尺處之聲壓值 162~164dB，經減噪措施後為 152~154dB</li> </ul>                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>打樁點距離 750 公尺處之聲壓值 166~167dB，經減噪措施後為 156~157dB</li> <li>與原環說評估相同，均可符合聲壓值不超過 160dB</li> </ul>                        |
| 鳥類撞擊評估<br>(風機同時運轉) | <ul style="list-style-type: none"> <li>0.98 迴避率下，全年最大撞擊數量估值分別為 89 隻(海龍二號)及 136.8 隻(海龍三號)</li> </ul>                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>0.98 迴避率下，11MW 撞擊數量估值分別為 87.9 隻(海二)及 106.1 隻(海三)；15MW 撞擊數量估值為 73 隻(海二)及 90.1 隻(海三)</li> <li>低於原環說最大撞擊數量</li> </ul> |
| 打樁水下噪音<br>影響時間     | <ul style="list-style-type: none"> <li>每部風機打樁時間約 4hr，海龍二號、三號風場總打樁影響時間約 2,256 小時</li> </ul>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>海龍二號、三號風場總打樁影響時間為 1,104 小時</li> <li>較原環說規劃減少 1,152 小時</li> </ul>   |
| 底棲生態<br>影響面積       | <ul style="list-style-type: none"> <li>6~9.5MW 風機水下基礎為 25x25m，海龍二號、三號風場總影響面積為 88,125m<sup>2</sup></li> </ul>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>11~15MW 風機水下基礎為 30x30m，海龍二號、三號風場總影響面積為 62,100m<sup>2</sup></li> <li>較原環說規劃減少 26,025m<sup>2</sup></li> </ul>        |

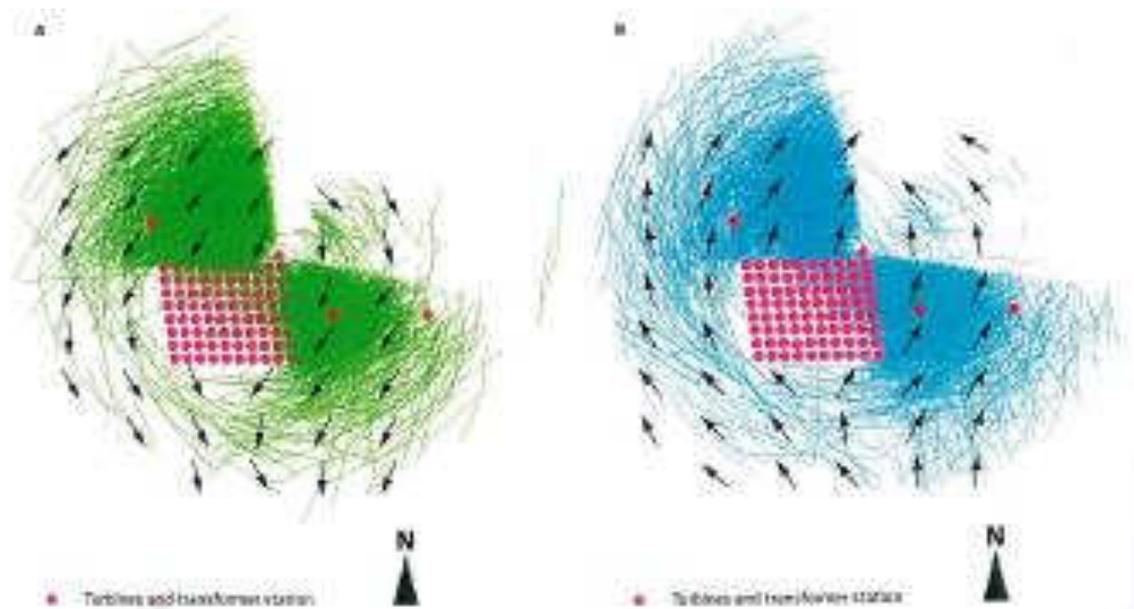


圖 2.23.3-10 丹麥 Horns Rev 風場(間距約 560 公尺)  
鳥類飛行路徑紀錄(營運期間)

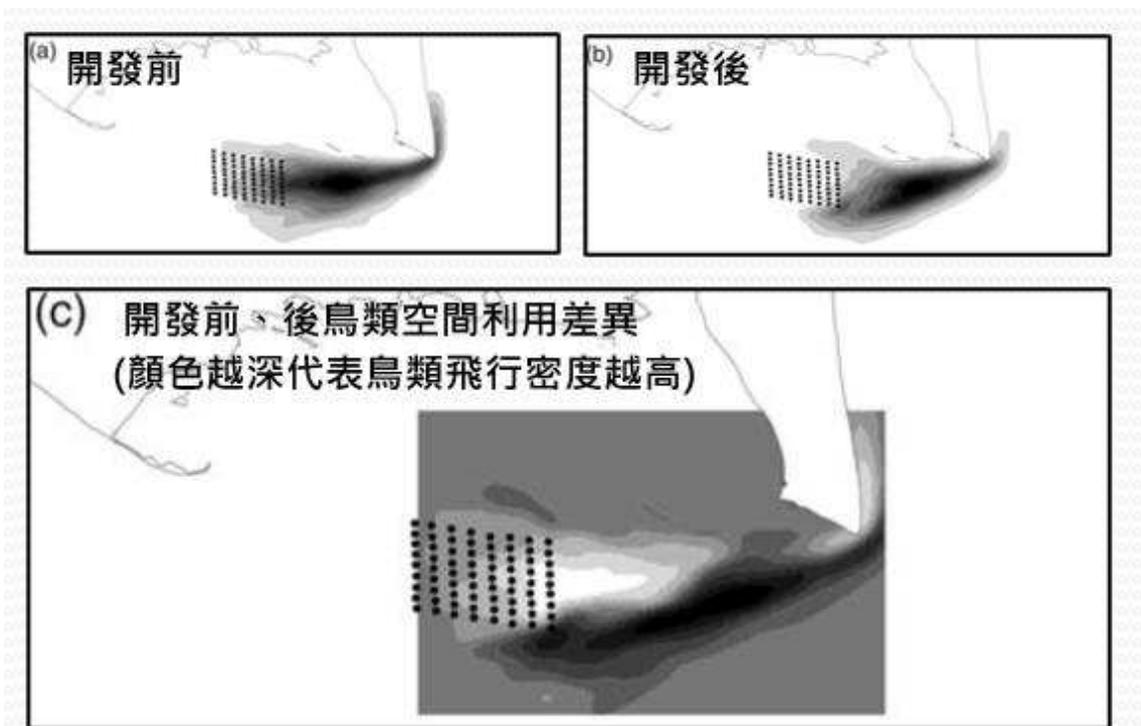


圖 2.23.3-11 丹麥 Nysted 風場(間距約 500 ~ 850 公尺)開發前後鳥類飛行密度紀錄(施工前、營運期間)

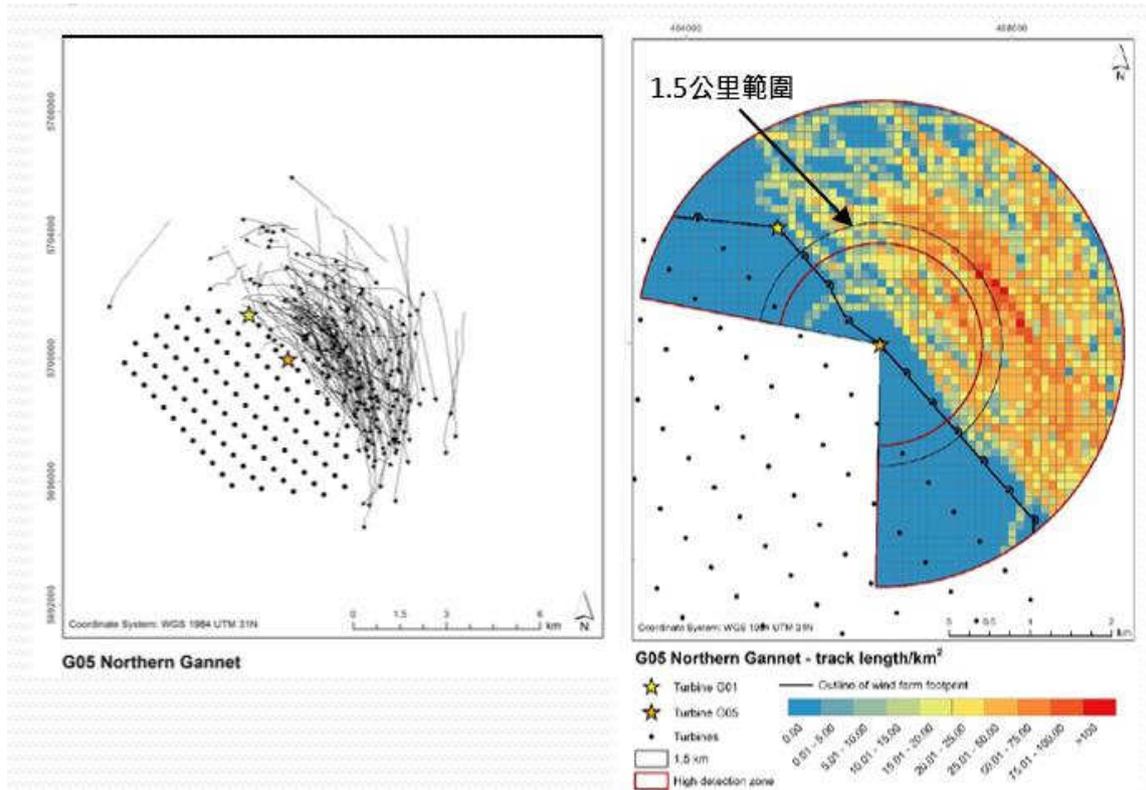


圖 2.23.3-12 英格蘭 Thanet 風場(間距約 500 ~ 800 公尺) 鳥類飛行路徑及飛行密度紀錄(營運期間)

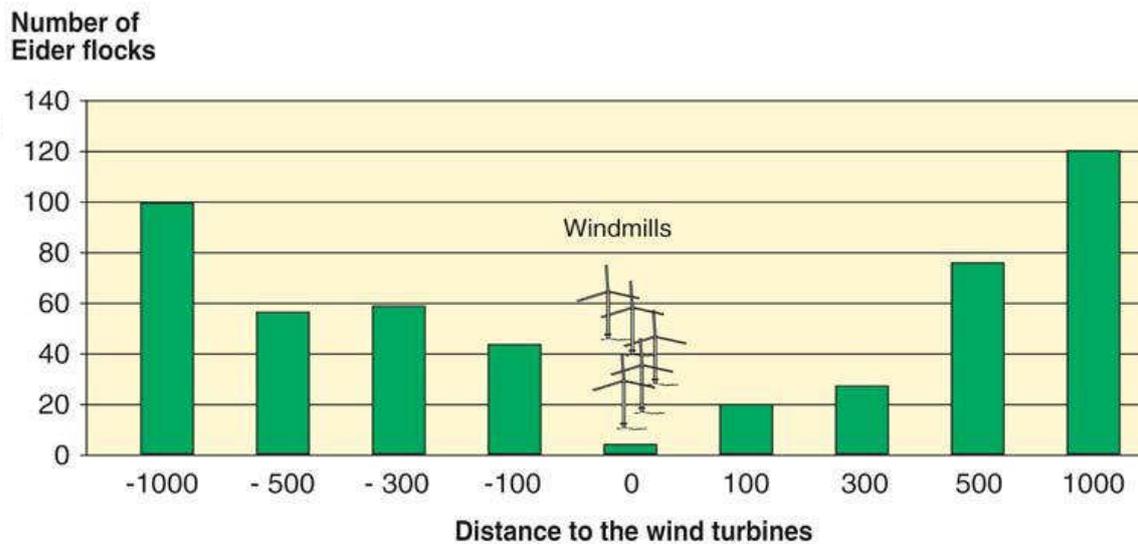
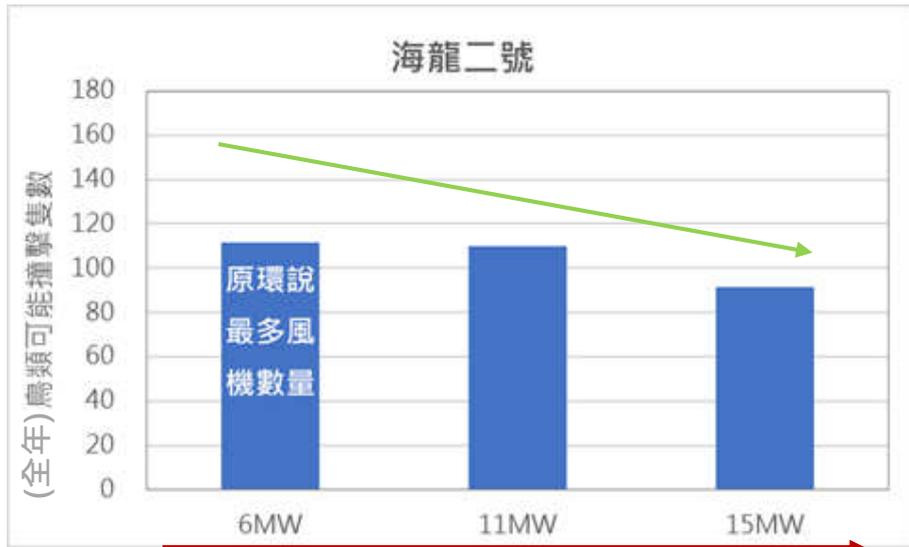
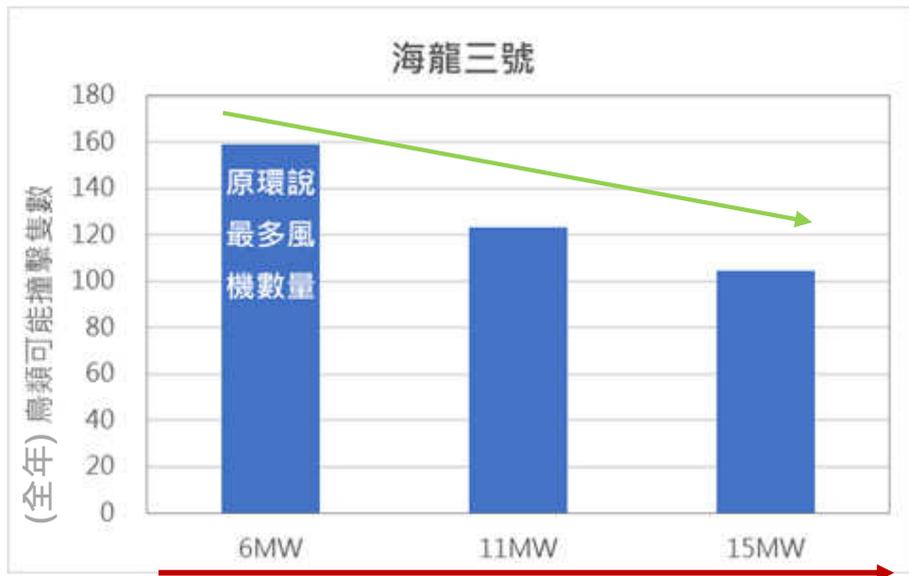


圖 2.23.3-13 瑞典 Yttre Stengrund 風場(間距約 400 ~ 500 公尺) 鳥類與風機最近距離累積飛行頻率分佈(營運期間)



風機大型化



風機大型化

圖 2.23.3-14 海龍二號、三號不同風機配置下整體鳥類年撞擊隻次

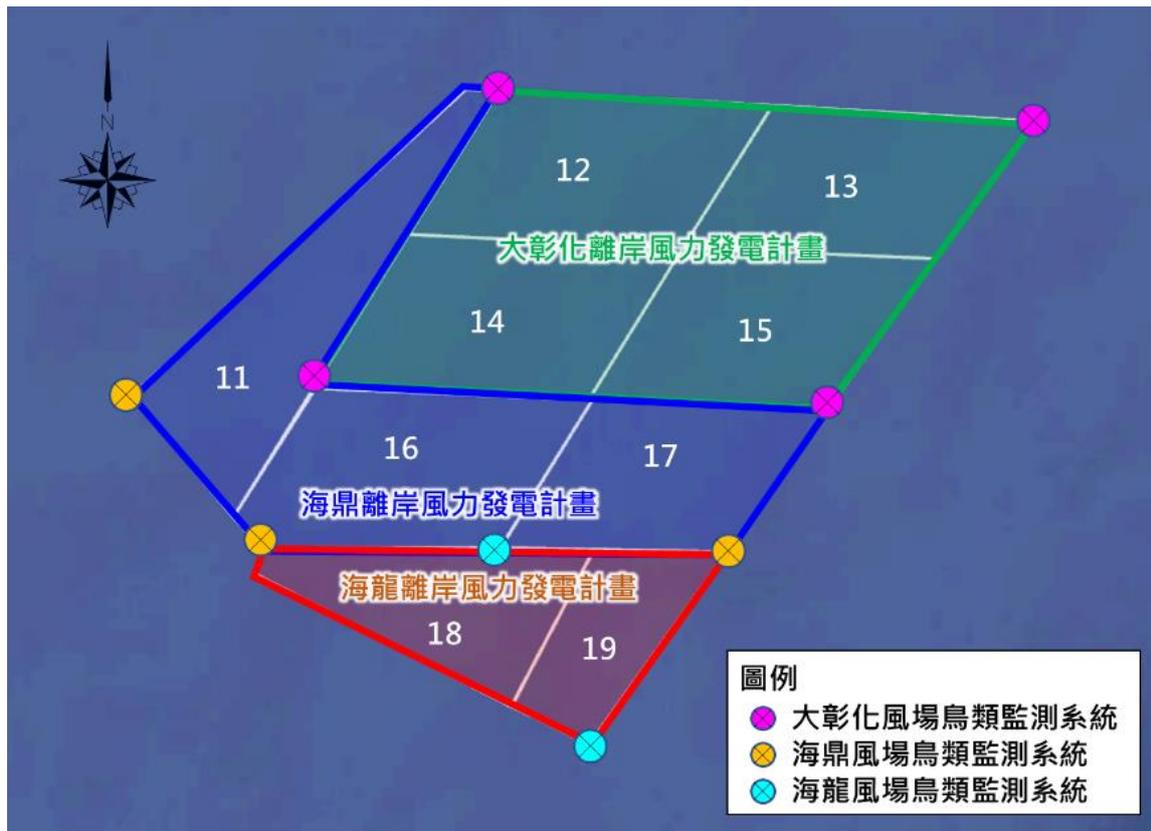


圖 2.23.3-15 海龍二號、海龍三號與相鄰風場聯合設置鳥類監測系統示意圖

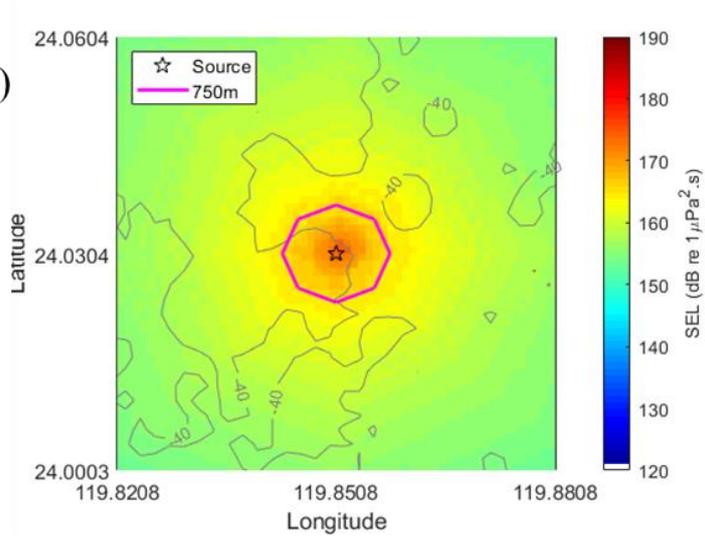
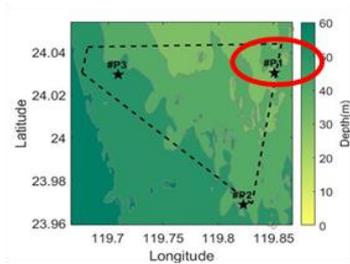
| 審查意見  | 答覆說明   | 修訂處 |    |
|---|--|-----|----|
|   |  | 章節  | 頁次 |
| (四)經濟部能源局為降低離岸風場開發對環境生態之影響，將環境影響評估審查通過作為取得電業籌設許可之要件，惟本次變更開發單位之部分答覆內容卻以經濟部能源局籌設許可文件已核准作為理由，恐有不妥。 | 敬謝指教。本計畫已於中華民國107年7月18日取得環境影響評估定稿核備函，並一併提送能源局取得電業籌設許可。唯配合全球風機朝向大型化發展趨勢，評估以6MW~9.5MW原風機方案之佈置條件，尚無法適用至大型化風機方案，故本次辦理環評變更以規劃新增11MW~15MW大型化風機方案，另行設定該方案之適用規模條件。本次變更後仍須依據能源局原已核備之電業籌設文件進行風場規劃，請諒察。 | —   | —  |
| (五)目前 2 案之水下噪音模擬聲曝值皆為 157dB(分貝)(減噪後)，惟打樁之水下噪音聲曝值受底質種類   | 敬謝指教。本計畫尚未進行細部海域地質鑽探調查作業，待調查作業完成後會視各打樁點地質、地形條件及環境狀況研擬最適當之風機機樁入泥深度。另本計畫水下噪音模擬是以最大可能樁錘能量(2500kJ)及樁體直徑(4.4m)等最  | —   | —  |

| 審 查 意 見  | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |         |
|--|--|-------|---------|
|  |  | 章 節   | 頁 次     |
| 影響，且亦無細部海域底質實際鑽探資料，是否將影響水下噪音模擬結果，請再補充說明。   | 保守情境進行評估。  |       |         |
| (六)因打樁位置距離 750 公尺處垂直水深之水下噪音聲曝值仍受水深影響，惟開發單位並未說明 750 公尺處垂直水深之水下噪音模擬情形，仍請開發單位說明，並建請以最大聲曝值之水深進行監測。 | <p>敬謝指教。分列說明如下：</p> <p>(一) 水下噪音模擬評估</p> <p>本計畫以最大可能樁錘能量(2500kJ)及樁體直徑(4.4m)等最保守情境進行水下噪音模擬評估，與原環說比對，風機單機裝置容量由6MW提升至15MW，評估顯示打樁點距離750公尺處之聲壓值由162~164dB增量至166~167dB，經減噪措施後，由152~154dB增量至156~157dB，仍能符合原環說承諾「於750公尺監測處，水下噪音聲曝值(SEL)不得超過160dB re 1<math>\mu</math>Pa<sup>2</sup>s」。說明如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 未經減噪措<br/>打樁點距離750公尺處之聲壓值介於166~167dB，如表2.23.6-1、圖2.23.6-1。</li> <li>2. 經減噪措施<br/>經減噪措施(減10 dB)後，打樁點距離750公尺處之聲壓值介於156~157dB，如表2.23.6-1、圖2.23.6-1。</li> </ol> <p>(二) 水下噪音量測方法：</p> <p>未來施工階段將依據中華民國108年2月26日環保署公告之水下噪音量測方法《NIEA P210.21B》，於風機基礎打樁時，進行打樁噪音即時監測之水下麥克風需置於當地水深一半至高於海床2公尺之間測量。</p> | 6.1.3 | 6-25~27 |

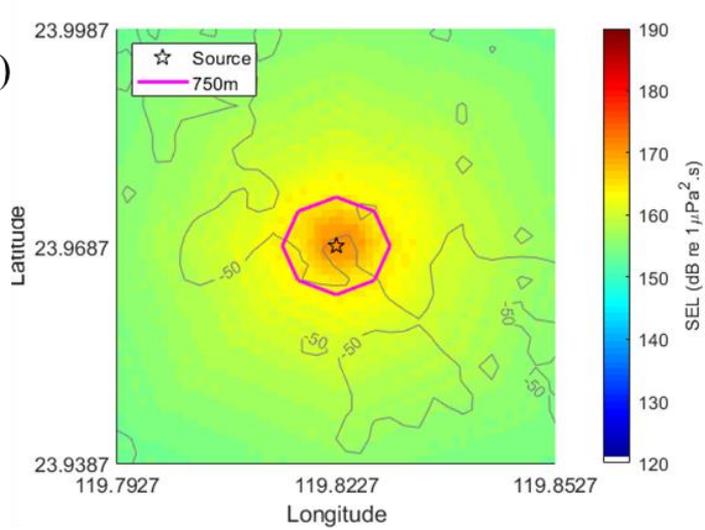
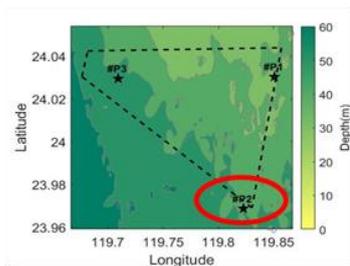
表 2.23.6-1 P1~P3 點位打樁施工距離聲源 750 公尺處聲壓值  
SEL(dB re 1  $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ )

| 方位角 \ 點位 | 減噪前 |     | 減噪後 |     |
|----------|-----|-----|-----|-----|
|          | M1  | M2  | M1  | M2  |
| 0°       | 166 | 167 | 156 | 157 |
| 45°      | 166 | 166 | 156 | 156 |
| 90°      | 166 | 167 | 156 | 157 |
| 135°     | 166 | 166 | 156 | 156 |
| 180°     | 166 | 166 | 156 | 156 |
| 225°     | 166 | 166 | 156 | 156 |
| 270°     | 166 | 166 | 156 | 156 |
| 315°     | 166 | 166 | 156 | 156 |

P1  
 (119°51.05', 24°1.821')  
 水深34.8公尺



P2  
 (119°49.36', 23°58.12')  
 水深44.2公尺



P3  
 (119°42.55', 24°1.772')  
 水深48.2公尺

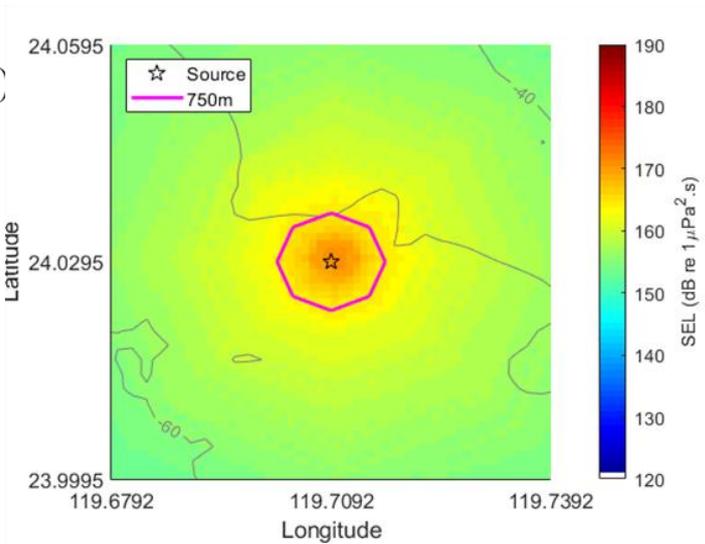
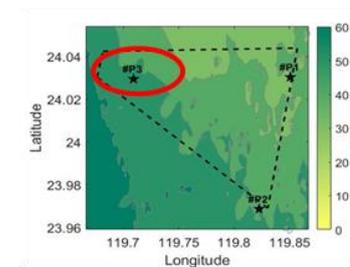
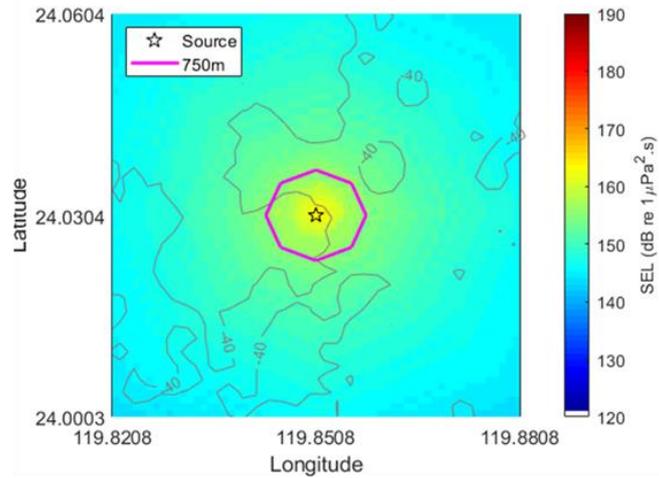
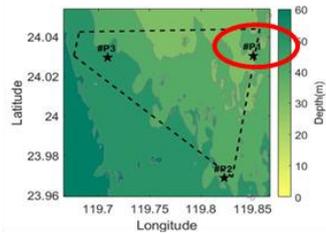


圖2.23.6-1 本次變更P1~P3點位打樁施工，距離750公尺之聲壓分布 (減噪前)

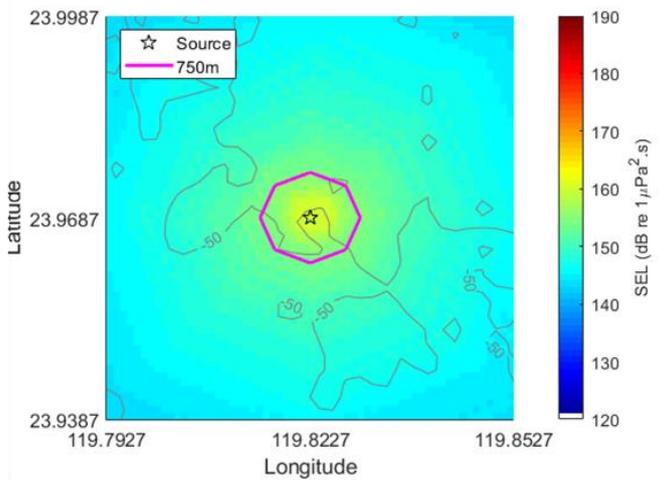
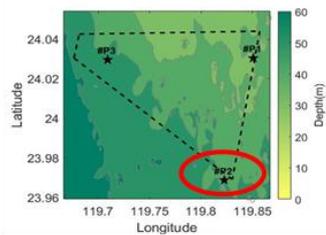
P1

(119°51.05', 24°1.821')  
水深34.8公尺



P2

(119°49.36', 23°58.12')  
水深44.2公尺



P3

(119°42.55', 24°1.772')  
水深48.2公尺

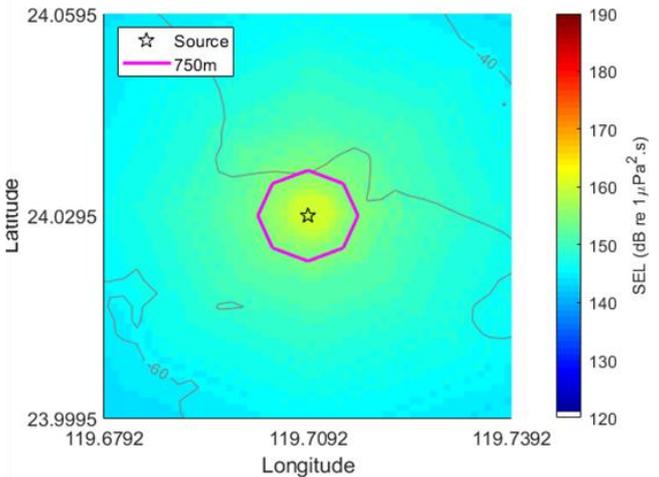
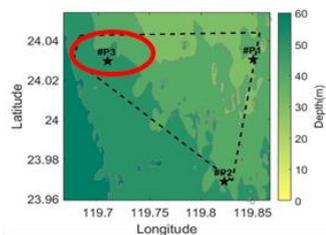


圖2.23.6-2 本次變更P1~P3點位打樁施工，距離750公尺之聲壓分布 (減噪後)

| 審 查 意 見   | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |                    |
|---|--|-------|--------------------|
|   |  | 章 節   | 頁 次                |
| (七)2 案減噪後於 750 公尺處之水下噪音聲曝值達 157dB(分貝)，逼近環境影響評估承諾之 160dB(分貝)，仍請具體補充水下噪音監控機制、應變機制啟動之水下噪音聲曝值(警戒值)、達警戒值之即時應變機制等相關細節，並確實納入環境影響差異分析報告內文及保護對策。 | <p>說明：敬謝指教。本計畫原環評已擬定水下噪音環境保護對策及監測計畫，詳細內容說明如下：</p> <p>(一) 施工期間水下噪音監測計畫詳表2.23.7-1所示，監測目的簡述如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 距離風機基礎中心點位置750公尺4處進行水下噪音監測，目的在於監測風機打樁期間水下噪音聲曝值(SEL)。</li> <li>2. 風場範圍2站進行水下噪音監測，目的在於進行水下噪音背景值量測。</li> </ol> <p>(二) 水下噪音施工期間環境保護對策</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 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)。</li> <li>2. 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。</li> <li>3. 打樁噪音監測<br/>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，測量方式參照附件技術指引，模擬方法參考附件技術指引，量測方法及閾值如下： <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 施工期間將以風機基礎中心點為該機組750公尺執行水下噪音4處160分貝承諾限值及聲學監測基準點，於750公尺處選擇合理位置設置4座水下聲學監測設施並分布於4個方位，並將依照環檢所公告之「水下噪音測量方法(NIEA P210.21B)」確實辦理。</li> <li>(2) 於750公尺監測處，水下噪音聲曝值(SEL)不得超過160dB re 1μPa2s，作為影響評估閾值。</li> <li>(3) 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</li> </ol> </li> </ol> | 4.4   | 4-22~25<br>4-31~35 |
|   |  | 7.1   | 7-4~8              |
|   |  | 7.2   | 7-14~16            |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |     |
|---------|--|-------|-----|
|         |  | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>計畫將承諾依照最新法規執行。</p> <p>(4) 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Leq30s)，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。</p> <p>4.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))，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。</p> |       |     |

表 2.23.7-1 本次變更施工期間水下噪音監測計畫表

|      | 類別   | 監 測 項 目  | 地 點                | 頻 率          |
|------|------|--|--------------------|--------------|
| 海域施工 | 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 | 距離風機基礎中心點位置750公尺4處 | 每部風機打樁期間     |
|      |      |  | 風場範圍2站             | 每季1次且每季連續14天 |

| 審 查 意 見  | 答 覆 說 明  | 修 訂 處      |                    |
|--|--|------------|--------------------|
|  |  | 章 節        | 頁 次                |
| (八)本次變更於環境監測計畫新增水下噪音(含鯨豚聲學)儀器及數據回收遺失應變作法，惟資料遺失後，原每季連續監測14天，補做之調查似僅量測24小時即回收儀器，請再確認是否符合原監測計畫要求。 | <p>敬謝指教。海龍二號、三號風場離岸距離約45~55公里，考量外海海象狀況不穩定且資料遺失可能性，為使水下聲學調查儀器能如預期佈設及回收，本計畫規劃水下聲學儀器及數據回收遺失之應變作法，說明如下：</p> <p>(一) 本計畫將要求水下聲學調查團隊於每季的第一個月進行佈放後，監測14日以上，並視海況條件允許，儘速出海回收儀器。</p> <p>(二) 於回收時若發現調查儀器遺失，將提出本計畫確實已出海執行此項監測工作之證明，以利後續說明。</p> <p>(三) 後續在海況條件允許下，將再盡快安排補救之水下聲學調查，且為確保補救資料能確實回收，調查船隻將於儀器布放下水後，於附近海域進行儀器戒護工作，如量測過程中GPS浮標位</p> | 4.4<br>7.2 | 4-31~35<br>7-14~16 |

| 審 查 意 見   | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |                   |
|---|--|-------|-------------------|
|   |  | 章 節   | 頁 次               |
|   | 置顯示有超出風場範圍或異常情況，則前往排除異常情況。待量測時間滿24小時，即回收各點位儀器。<br>(四) 為確保調查人員及船隻安全性，若遇有突發海象條件惡劣變化因素，基於安全考量將駛回港口待命。<br>(五) 倘採用補救措施，應加註說明。 |       |                   |
| (九)請將歷次審查會議紀錄及意見回覆表對照表納入環境影響差異分析，相關答覆內容及承諾請確實納入環境影響差異分析內文及保護對策(含環境監測計畫)。  | 敬謝指教。本計畫已將歷次審查會議紀錄及意見回覆表對照表納入報告書附錄，並將包含環境監測計畫等答覆內容及環境保護承諾納入報告書內文及環境保護對策。   | —     | —                 |
| <b>二十四、彰化縣環境保護局(發言摘要)</b>   |  |       |                   |
| 無意見。  | 敬謝支持。  | —     | —                 |
| <b>二十五、澎湖縣政府環境保護局(書面意見)</b>   |  |       |                   |
| 無意見。  | 敬謝支持。  | —     | —                 |
| <b>二十六、本署綜合計畫處</b>  |  |       |                   |
| (一)本案簡報資料內容、書面意見回覆說明資料(掃描檔請至本署環評書件查詢系統點擊本案「會議資料」下載)及本次會議口頭回覆意見說明請納入報告書內容。 | 遵照辦理。本案簡報資料內容、書面意見回覆說明資料及本次會議口頭回覆意見說明已納入環境影響差異分析報告，詳附錄五。   | 附錄五   | 附5.9-1<br>附5.10-1 |
| (二)請於下次檢送補充、修正資料35份至本署時，並附電子檔光碟(補正資料本文及附錄如有個人資料，請塗銷)1份。                   | 遵照辦理。  | —     | —                 |
| <b>二十七、本署空氣品質保護及噪音管制處(書面意見)</b>   |  |       |                   |
| 無意見。  | 敬謝支持。  | —     | —                 |
| <b>二十八、本署水質保護處(書面意見)</b>  |  |       |                   |
| 本處無意見。  | 敬謝支持。  | —     | —                 |

| 審 查 意 見                      | 答 覆 說 明 | 修訂處 |     |
|------------------------------|---------|-----|-----|
|                              |         | 章 節 | 頁 次 |
| <b>二十九、本署廢棄物管理處(書面意見)</b>    |         |     |     |
| 無意見。                         | 敬謝支持。   | —   | —   |
| <b>三十、本署環境衛生及毒物管理處(書面意見)</b> |         |     |     |
| 本處無意見。                       | 敬謝支持。   | —   | —   |
| <b>三十一、本署環境督察總隊(書面意見)</b>    |         |     |     |
| 無新增意見。                       | 敬謝支持。   | —   | —   |

附錄 5.10  
第四次專案小組會議紀錄  
及意見回覆說明對照表

「海龍三號離岸風力發電計畫  
環境影響差異分析報告  
(第一次變更)」

專案小組初審會議  
第五次修訂本書面意見回覆說明對照表

中華民國 110 年 4 月

# 主目錄

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 壹、環評委員意見.....           | 1  |
| 1.1、吳委員義林.....          | 1  |
| 1.2、李委員俊福.....          | 1  |
| 1.3、張委員學文.....          | 1  |
| 1.4、李委員培芬.....          | 7  |
| 1.5、簡委員連貴.....          | 22 |
| 1.6、朱委員信.....           | 25 |
| 1.7、游委員勝傑.....          | 37 |
| 1.8、白委員子易.....          | 38 |
| 1.9、江委員康鈺.....          | 46 |
| 1.10、江委員鴻龍.....         | 52 |
| 貳、相關機關.....             | 63 |
| 2.1、本署空氣品質保護及噪音管制處..... | 63 |
| 2.2、環境督察總隊.....         | 64 |
| 2.3、文化部文化資產局.....       | 64 |
| 2.4、彰化縣政府.....          | 65 |

# 次目錄

|   |    |
|---|----|
| 壹、環評委員意見.....   | 1  |
| 1.1、吳委員義林.....  | 1  |
| 一、補正回應情形已符規定或足供審查判斷所需資訊。.....   | 1  |
| 1.2、李委員俊福.....  | 1  |
| 一、補正回應情形已符規定或足供審查判斷所需資訊。.....   | 1  |
| 1.3、張委員學文.....  | 1  |
| 一、能源局目前仍未提出風機降轉機制構想，但顧及各風場對飛行生物的降轉目標為針對或不分物種都有所不同，本風場對規劃降轉機制僅有資料的收集，是否有降轉機制的大致構想，否則各風場都無構想，都等待能源局研擬，而若能源局又等各風場提出構想，是否就完全提不出一套可行方案？..... | 1  |
| 二、若原環說風機間距規劃為參考歐洲北海案例，建議盛行風大於 7D、非盛行風大於 5D，而並無國際準則，則風場間距 6D 是否也是如此？.....  | 4  |
| 三、請評估海龍三號改為東 5 排、西 4 排的可能性，如此雖減低非盛行風機間距，但可以增加盛行風向間距。.....   | 5  |
| 1.4、李委員培芬.....  | 7  |
| 一、請模擬若有一隻鳥類飛入風場內，以目前修訂的風機排列和風機規模而言，造成撞擊之機率有多高？在海龍 2 號和 3 號風場是否有差異？或請說明鳥類不造成撞擊之情景為何？建議可以南向北飛行和東向西飛行為模擬之情境分別說明。.....                      | 7  |
| 二、前述之情況若為一群鳥類，則造成撞擊之風險有多高？.....   | 8  |
| 三、請說明航空警示燈之規劃。.....   | 11 |
| 四、回覆 P.9 中提及施工前完成環境調查報告送審(已完成)、鳥類繫放追蹤監測、澎湖群島燕鷗追蹤監測，請補充後二者之執行成果和發現。.....   | 16 |
| 五、若依回覆之內容，警示燈是吸引鳥類之因子，則請說明在民航局的規定下，本案要如何規劃航空警示燈？.....   | 17 |
| 1.5、簡委員連貴.....  | 22 |
| 一、本案與大彰化案及海鼎案將設置聯合鳥類監測系統及共享監測，原則肯定，請將本案環境保護對策及監測計畫(如圖 2.9.3-1)，應納入本案營運期間鳥類環境監測計畫，並加強說明如何共享鳥類監測信息，以確保鳥類飛行安全。.....                        | 22 |
| 1.6、朱委員信.....   | 25 |
| 一、若此案因各種困難無法採用 4D(888 公尺)之最小風機間距，請最少維持原環說書針對 6MW 風機之最小風機間距 755 公尺，原則原環說書毫無公信力可言。.....   | 25 |
| 1.7、游委員勝傑.....  | 37 |
| 一、Band Model 模擬所設定之參數如旋轉速度、旋轉半徑有範圍是否合理？是否應以最大轉速、最大半徑模擬之？另風場內風機數量為何為 35~48？.....   | 37 |
| 1.8、白委員子易.....  | 38 |
| 一、對於「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」中「葉片間漩渦及末端氣流擾動影響及可利用空間檢核」是否需重新評估，開發單位以圖   |    |

|  |    |
|--|----|
| 2.12.2-1 及圖 2.12.2-2 解釋風機不會將鳥類吸入並撞擊葉片。但圖 2.12.2-1 及圖 2.12.2-2 皆為單機之狀態，無法判定變更後整體風場之變化。建議能比照「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」中「葉片間漩渦及末端氣流擾動影響及可利用空間檢核」第 152 頁「圖 4.7-1 整體風場模擬圖」，以 Actuator Model 模擬整體風場之變化，較能判定變更後整體風場之影響。 .... 38 | 38 |
| 二、圖 2.12.2-2 為單機之垂直風場模擬，請補充說明變更後於葉片尺寸增加之情形下，垂直風場是否需重新模擬。 .... 42   | 42 |
| 1.9、江委員康鈺..... 46  | 46 |
| 一、有關前次提及之降轉機制之作業訂定，開發單位已有因應與回覆；根據國外全自動雷達停機系統之案例而言，若能提升辨識度之技術能力或系統建置，或針對目標物進行完整之辨識基準訂定，是否可初步訂定降轉機制作業之規劃期程？ .....  | 46 |
| 二、未來承諾於取得電業執照半年內提出環境影響調查報告書，初步規畫可行之風機降轉或停機作業；如前點意見所述，請開發單位評估提前訂定作業機制之可行期程。 .... 49   | 49 |
| 1.10、江委員鴻龍..... 52   | 52 |
| 一、本案於表 2.2.2-1 中顯示本案風機之淨間距最大，但本案之裝置容量及葉片直徑亦最大，實無法解釋其留有間距不影響環境生態之依據。 .... 52  | 52 |
| 貳、相關機關..... 63   | 63 |
| 2.1、本署空氣品質保護及噪音管制處 ..... 63  | 63 |
| 一、空氣品質標準業於 109 年 9 月 18 日修正發布在案，請依據該標準進行各污染物環境監測之判定，併請修正報告文字內容。 .... 63  | 63 |
| 2.2、環境督察總隊..... 64   | 64 |
| 一、依環評書件所載，本開發案環境監測計畫之監測結果於貴公司網站公開，以供公眾查閱，為資訊透明及利大眾瞭解，貴單位網站之監測結果請公開完整環境監測報告。 .... 64  | 64 |
| 2.3、文化部文化資產局..... 64   | 64 |
| 一、後續施工時，請確實依《文化資產保存法》第 33、57、77 條及《水下文化資產保存法》第 13 條規定。 .... 64   | 64 |
| 二、有關變更環境保護對策章節(涉考古遺址部分，頁 4-19~4-21、頁 4-30~4-31、頁 7-1~7-3)，將依考古遺址發掘資格條件審查辦法提送監看計畫(含考古鑽探)一節，應先依該辦法有關規定，提出考古鑽探之發掘申請書及計畫書，經審議會審議及主管機關核准後，始得辦理相關發掘及施工監看事宜。 .... 64  | 64 |
| 三、請於施工前，提送最終風機及海纜佈置圖(含風機點位與水下文化資產調查報告書備查本之調查結果比對套疊圖資、與疑似目標物安全距離說明等資料)至文化部供參。 .... 64   | 64 |
| 2.4、彰化縣政府..... 65  | 65 |
| 一、本 2 案係以風機間距(平行盛行風 7D，非平行盛行風 5D)作為鳥類保護環評承諾，而通過環評，惟本次變更大幅縮減風機間距，未考量變更後之單機裝置容量為答覆說明所提國外風場之 2 倍以上，爰建請環保署審慎審查，避免風機加大卻縮減風機間距之情形。 .... 65   | 65 |
| 二、本 2 案減噪後於 750 公尺處之水下噪音聲曝值達 157dB，逼近環評承諾之 160dB，  |    |

- 考量離岸風電打樁產生之水下躁音為整體區域問題，建請環保署就打樁噪音不超過 160dB 承諾值之具體落實方式(含啟動應變機制之警戒值標準及具體應變機制規劃等)，訂定一致性標準，並要求各離岸風電開發單位確實執行，避免因單一業者未能落實環評承諾而影響整體區域之鯨豚棲息。..... 75
- 三、開發單位承諾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鳥類繫放衛星追蹤或雷達調查分析，之後每 5 年進行 1 次，請具體說明「若風場位於主要的鳥類遷徙路徑」之明確定義，避免未具明確性而影響後續環評承諾追蹤執行。..... 77

**「海龍三號離岸風力發電計畫環境影響差異分析報告(第一次變更)」  
專案小組初審會議第五次修訂本書面意見回覆說明對照表**

| 審 查 意 見  | 答 覆 說 明  | 修 訂 處      |                    |
|--|--|------------|--------------------|
|  |  | 章 節        | 頁 次                |
| <b>壹、環評委員意見</b>  |  |            |                    |
| <b>1.1、吳委員義林</b>   |  |            |                    |
| 一、補正回應情形已符規定或足供審查判斷所需資訊。   | 敬謝委員支持。  | —          | —                  |
| <b>1.2、李委員俊福</b>   |  |            |                    |
| 一、補正回應情形已符規定或足供審查判斷所需資訊。   | 敬謝委員支持。  | —          | —                  |
| <b>1.3、張委員學文</b>   |  |            |                    |
| 一、能源局目前仍未提出風機降轉機制構想，但顧及各風場對飛行生物的降轉目標為針對或不分物種都有所不同，本風場對規劃降轉機制僅有資料的收集，是否有降轉機制的大致構想，否則各風場都無構想，都等待能源局研擬，而若能源局又等各風場提出構想，是否就完全提不出一套可行方案？ | 敬謝委員指教。考量離岸風場的特性，採用雷達進行自動化辨識鳥種，以達到啟動風機降轉機制似為目前較可行之方法，依據目前案例分析，鳥類降轉機制之基本條件為「 <b>明確分辨出欲保護目標鳥種及影響標的</b> 」。由於現階段「國外已營運之『離岸風場』中，並無運用風場降轉機制」之實際案例；而陸域已營運風場採用降轉/停機來減低鳥類撞擊風險之案例亦相當少，加上目前在台灣西部海域觀測到之保育類鳥種，在其大小，身形和飛行速度等皆十分相似，因此要以 <b>雷達自動判定目標鳥種並啟動停機之方式現階段而言並不可行</b> 。<br>本計畫自環評階段以來，皆陸續蒐集風場內鳥類活動之相關資訊，惟因海域調查之限制，目前掌握之調查資料尚屬有限，不足以針對目標鳥種在體型、飛行模式或飛行速度上歸納出獨特且容易辨識特徵，以規劃自動化辨識鳥種雷達系統。因此，本計畫新增春、秋季鳥類過境期間每季執行3日次，夏、冬季每季執行1日次之鳥類雷達調查搭配鳥類目視調查，屆時將涵蓋春、夏、秋、冬四季鳥類雷達結合目視調查資料，以釐清雷達資料和鳥種數量之關係。此外海龍二號、三號風場將於 <b>施工前執行海上鳥類船隻目視調查、海岸鳥類目視調查、24小時鳥類雷達調查、鳥類繫放衛星定位追蹤(詳表1.3.1-1)</b> ， <b>施工期間執行海上鳥類船隻目視調</b> | 7.1<br>7.2 | 7-10~11<br>7-12~14 |

| 審查意見 | 答覆說明   | 修訂處 |    |
|------|--|-----|----|
|      |  | 章節  | 頁次 |
|      | <p>查、海岸鳥類目視調查(詳表1.3.1-2)，營運階段執行海上鳥類船隻目視調查、海岸鳥類目視調查(詳表1.3.1-3)，並聯合大彰化案及海鼎案設置鳥類監測系統，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、累積長期監測資料，初步規劃可能設置位置示意圖詳圖1.3.1-3，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。</p> <p>本計畫未來將結合相關文獻蒐集及考量風場環境區位特性，始進一步給蒐集欲保護目標鳥種資訊，於風場取得電業執照後半年內提出環境影響調查報告書，並依據營運前(含施工前、中、後)之環境監測資料，以及經濟部能源局基於電業管理及風場一致性，參考國際作法及可行技術研擬之商業可行降轉機制，據以規劃具體可行之風機降轉(停機)機制初步規劃，納入環境影響調查報告書送審。此外，本計畫持續蒐集國際間風場採行之降轉(停機)機制案例作為參考，並委託專業技術顧問團隊評估風機降轉(停機)機制可行性及規劃方向，達到綠能與鳥類生態共存共榮發展目標。</p> |     |    |

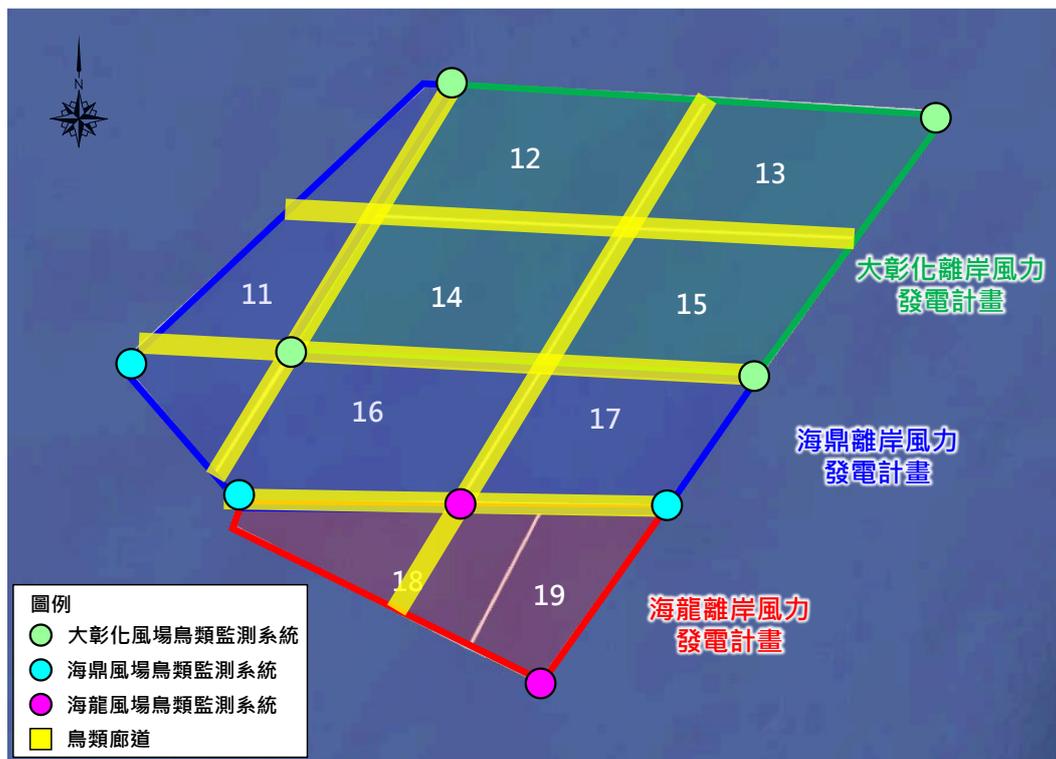


圖 1.3.1-3 本計畫與鄰近風場聯合設置鳥類監測系統示意圖(結合連續之鳥類廊道)

表 1.3.1-1 施工前鳥類環境監測計畫表

| 類別           | 監測項目  | 地點                       | 頻率                                      |  |
|--------------|---|--------------------------|---|--|
| 鳥類生態         | 1.海上鳥類船隻目視調查：種類、數量、棲身及活動情形、飛行路徑、季節性之族群變化等         | 風場範圍                     | 施工前執行1年<br>其中春、夏、秋季每月1次，冬季每季1次，共進行10次調查 |  |
|              | 2.海岸鳥類目視調查：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) | 上岸點鄰近海岸                  |   |  |
|              | 3.鳥類雷達調查  | 鳥類雷達調查<br>(24HR/垂直及水平雷達) | 風場範圍                                    | 施工前執行2年<br>每年進行17日次調查<br>其中春、夏季每季5日次，秋季每季6日次，冬季每季1日次 |
|              |   | 搭配鳥類目視調查                 |   | 每年進行8日次調查<br>其中春、秋季每季3日次，夏、冬季每季1日次                   |
| 4.鳥類繫放衛星定位追蹤 |   | 1.彰化海岸鳥類<br>2.澎湖鳳頭燕鷗     | 施工前執行一次                                 |  |

表 1.3.1-2 施工期間鳥類環境監測計畫表

| 類別   | 監測項目  | 地點      | 頻率                             |
|------|---|---------|--------------------------------|
| 鳥類生態 | 1.海上鳥類船隻目視調查：種類、數量、棲身及活動情形、飛行路徑、季節性之族群變化等         | 風場範圍    | 每年進行10次調查<br>春、夏、秋季每月1次，冬季每季1次 |
|      | 2.海岸鳥類目視調查：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) | 上岸點鄰近海岸 |                                |

表 1.3.1-3 營運期間鳥類環境監測計畫表

| 類別   | 監測項目  | 地點      | 頻率   |
|------|---|---------|--|
| 鳥類生態 | 1.海上鳥類船隻目視調查：種類、數量、棲身及活動情形、飛行路徑、季節性之族群變化等         | 風場範圍    | 每年進行10次調查<br>春、夏、秋季每月1次，冬季每季1次。<br>(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) |
|      | 2.海岸鳥類目視調查：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) | 上岸點鄰近海岸 |  |

| 審查意見   | 答覆說明   | 修訂處 |    |
|--|--|-----|----|
|  |  | 章節  | 頁次 |
| <p>二、若原環說風機間距規劃為參考歐洲北海案例，建議盛行風大於7D、非盛行風大於5D，而並無國際準則，則風場間距6D是否也是如此？</p> | <p>敬謝委員指教。海龍二號、三號風場間距皆係依據經濟部能源局於民國104年7月2日公告之「離岸風力發電規劃場址申請作業要點」第8條規範：「風力機基座中心與相鄰潛力場址邊界最短距離應大於6倍葉輪直徑(6D)」進行規劃。</p> <p>海龍二號、海龍三號風場已依據「離岸風電規劃場址申請作業要點」規定完成規劃場址申請後，另依「離岸風力發電規劃場址容量分配作業要點」規定完成場址容量分配在案，故「海龍二號與三號間鳥類廊道規劃安排增設風機」於政府行政程序上，確屬不可行。另，本次變更配合「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」及經濟部整體規劃，於海龍三號風場新增2,000公尺銜接鄰近風場連續之鳥類廊道，以營造有利鳥類南北飛行方向，詳圖1.3.2-1所示。</p> <p>綜合考量本案推動仍應符合前述已核准之許可文件及行政程序，並留設銜接鄰近風場連續之鳥類廊道，有利鳥類飛行，建請委員諒察本案仍應於海龍二號、海龍三號風場間分別留設6倍最大轉子直徑做為緩衝區。</p> | —   | —  |

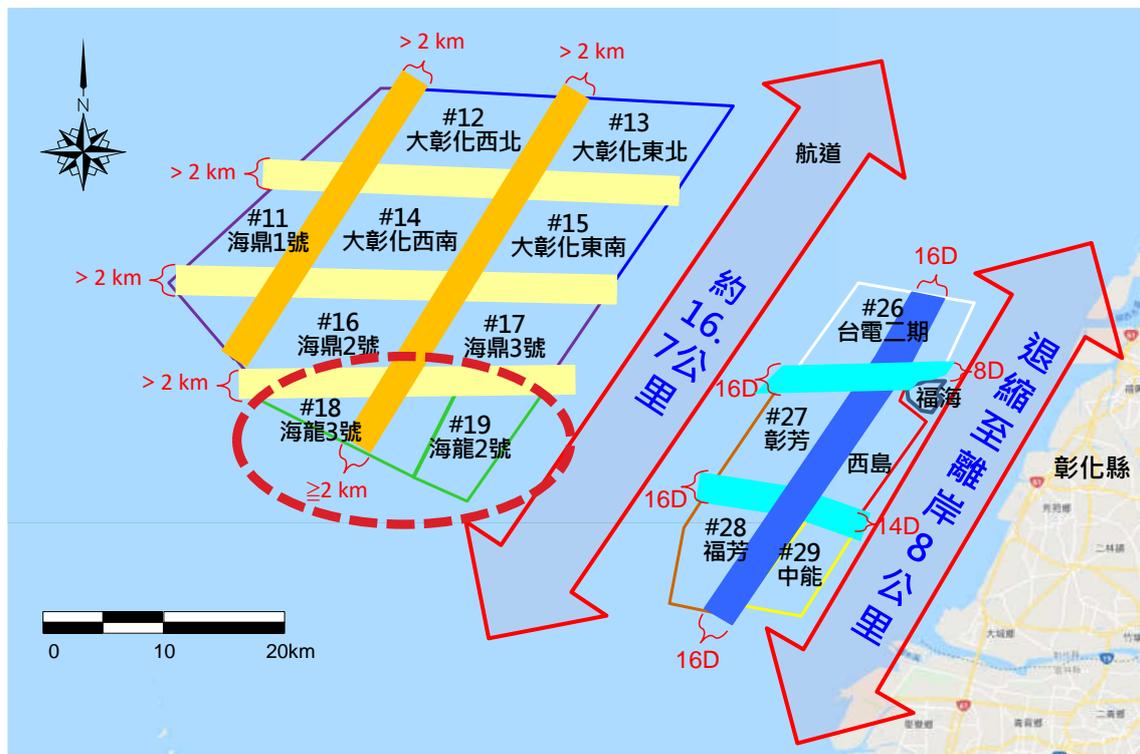


圖 1.3.2-1 海龍風場留設與鄰近風場連續之鳥類廊道

| 審 查 意 見  | 答 覆 說 明   | 修 訂 處      |                  |
|--|---|------------|------------------|
|  |   | 章 節        | 頁 次              |
| 三、請評估海龍三號改為東5排、西4排的可能性，如此雖減低非盛行風機間距，但可以增加盛行風向間距。 | <p>敬謝委員指教。海龍二號風場已配合公告南北慣用航道退縮風場在先，場址面積縮減近40%，退縮寬度達3,500公尺，海龍二號、三號風場相鄰邊界依經濟部能源局於104年7月2日公佈之「離岸風力發電規劃場址申請作業要點」規定，各自退縮，留設寬度大於2,000公尺，而與北側相鄰風場亦依規定各自退縮，本次變更海龍三號風場為配合「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」及經濟部整體規劃，於風場開發面積及總裝置容量等設置條件均維持不變下，於海龍三號風場新增2,000公尺銜接鄰近風場連續之鳥類廊道，以營造有利鳥類南北飛行方向，加上受風場海底地質條件(玄武岩等)影響，風場內有多處區域無法設置風機，導致海龍二號風場實際可設置風機面積從100.33平方公里縮減至37.3平方公里，海龍三號風場從85.2平方公里縮減至26.8平方公里，大幅限制風機佈設彈性(詳圖1.3.3-1)。</p> <p>本計畫已委託技術團隊，於實際可設置風機面積中，盡力調整並擴大風機間距，經評估規劃後，現階段風機間距大於755公尺約佔33%，介在666~755公尺約佔67%，詳圖1.3.3-2所示。</p> | 4.2<br>4.3 | 4-4~8<br>4-12~13 |

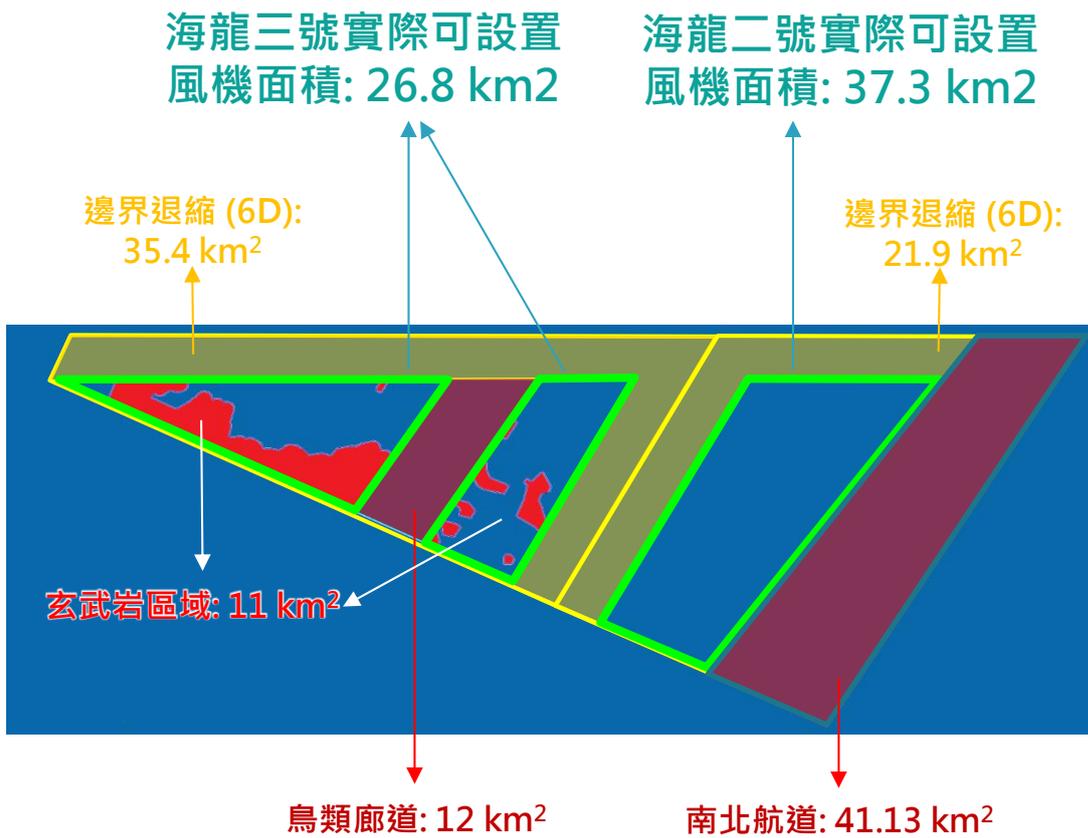
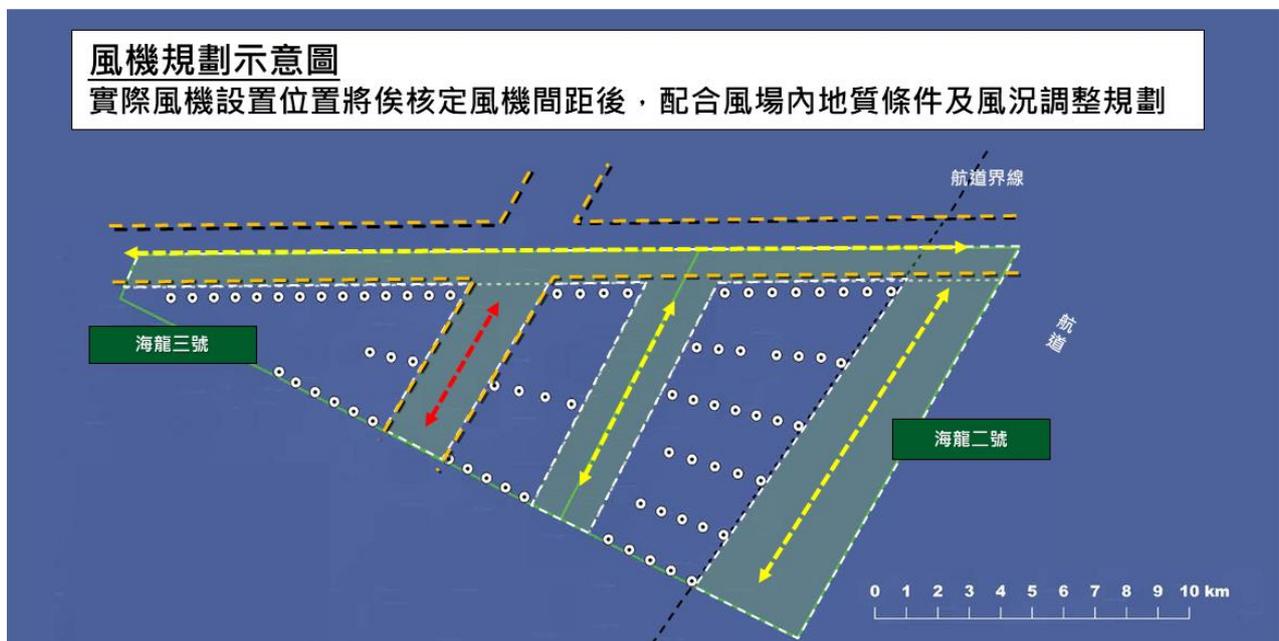


圖 1.3.3-1 海龍風場實際可佈設風機面積示意圖



註：實際風機配置規劃將考量海底地質條件(玄武岩等)、風況及核定風機間距再進行調整。

圖 1.3.3-2 海龍風場風機配置示意圖(14MW)

| 審 查 意 見  | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|--|---|-------|-----|
|  |   | 章 節   | 頁 次 |
| <b>1.4、李委員培芬</b>   |   |       |     |
| <p>一、請模擬若有一隻鳥類飛入風場內，以目前修訂的風機排列和風機規模而言，造成撞擊之機率有多高？在海龍2號和3號風場是否有差異？或請說明鳥類不造成撞擊之情景為何？建議可以南向北飛行和東向西飛行為模擬之情境分別說明。</p> | <p>敬謝委員指教。分列說明如下：</p> <p>(一)海龍二號、三號風場風機排列及規格對單隻鳥類產生的撞擊率，以及兩風場的差異性</p> <p>本計畫鳥類撞擊評估方法採用Band Model (Band 2012, Masden 2015)，在98%的迴避率下進行模擬，依據風場區域特性，於原環說規劃於春(3~5月)、秋(9~11月)候鳥過境期間進行每月一次、夏季(7月)與冬季(12月)進行每季一次海上鳥類目視調查，依此實際目視調查結果取得鳥類密度及飛行高度等資訊，計算風機葉片旋轉區鳥類飛行通量，以進行全年度鳥類撞擊模擬評估。</p> <p>由於Band Model係以鳥類飛行通量進行鳥類撞擊模擬評估，故撞擊機率隨不同鳥類物種與風機規格而異，不同風機排列不影響整體的撞擊機率，因為當風機的規格、數量一定時，不同風機排列方式，其風機葉片旋轉區佔據同等空間面積，因此穿越旋轉區的鳥類隻次是一樣的。現階段Band Model模式假設鳥類迴避行為不隨風機排列而變化，然現實情境中鳥類對不同排列方式風機可能會有不同的迴避率，但目前並沒有任何定量的資訊或適當的模式可供評估，請委員諒察。</p> <p>海龍二號、三號風場採用相同風機規格，故就同一鳥種而言，單隻次通過旋轉區發生撞擊率是相同的，因此兩風場對同一物種造成的撞擊風險，受到風機數量與飛行通量所影響。</p> <p>(二)影響鳥類撞擊率因素</p> <p>影響鳥類撞擊率高低主要因素包含鳥類飛行高度分佈、不同鳥種的迴避率及單隻鳥類通過風機旋轉區之撞擊風險，各項變數數值越低，產生的撞擊風險越低，說明如下：</p> <p>1. 鳥類飛行高度分佈</p> <p>若單一鳥種主要的飛行高度與風機葉片旋轉區高度的重疊性低，則遭受撞擊</p> | —     | —   |

| 審 查 意 見                    | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |         |
|----------------------------|---|-------|---------|
|                            |   | 章 節   | 頁 次     |
|                            | <p>的機率低。</p> <p>2.迴避率<br/>           參考國內外監測調查研究案例顯示，大部分鳥類會主動迴避風場，進入風場後的鳥類絕大多數於風機間會自行迴避(Ib Krag Petersen et al,2006；K.L. Krijgsveld et al,2011, ORJIP Bird Collision Avoidance Study, Final Report, 2018)。由於多數鳥類對風場及風機都有迴避的行為，迴避傾向愈高的鳥種發生撞擊的機率愈低。</p> <p>3.單次通過旋轉區之撞擊風險<br/>           單次通過旋轉區之鳥類撞擊風險主要受到鳥類體型、飛行速度、風機轉速、葉片尺寸等變數影響。其中敏感因子為鳥類體型及飛行速度，鳥類體型較大會增加發生碰撞的機率；較快的飛行速度則有兩方面的效應，一方面在相同鳥類密度下，鳥類飛行速度較快等同於較大的通量，但在鳥類穿過風機旋轉區速度較快時，單次通過的撞擊風險較小，整體而言，鳥類的飛行速度與撞擊量呈正相關。</p> <p>(三)分別模擬鳥類採南向北飛行或東向西飛行之情境<br/>           由於Band Model係以鳥類飛行通量進行鳥類撞擊模擬評估，在兩種情境鳥類飛行通量相同的情況下，南向北飛行穿越風場鳥類數量較多，但每隻鳥穿越的風機數量較少，東向西飛行則相反，鳥類數量較少，但穿越的風機數量較多；但由於風機葉片旋轉區佔據空間面積相同，在鳥類飛行通量相同情況下，同一時間穿越旋轉區鳥類總隻次均相同。</p> |       |         |
| 二、前述之情況若為一群鳥類，則造成撞擊之風險有多高？ | <p>敬謝委員指教。在相同風機規格及數量情況下，總撞擊量為單隻鳥類的撞擊率乘以鳥類飛行通量，因此當鳥類飛行通量越高，造成的撞擊風險越高。</p> <p>Band Model模式除考量鳥類飛行高度分佈、體型、迴避率、通過旋轉區之撞擊風險等參數外，由於每座風場大小、風機數量及規格均不同，預估會通過的鳥類隻數也不一樣，進行鳥類</p>   | 6.1.4 | 6-40~44 |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>撞擊評估時亦會考量相關物理參數。本次變更新增11~15MW風力發電機組配置規劃，經評估後鳥類撞擊數量低於原環說最大撞擊數量(圖1.4.2-1)。其中，15MW配置所造成的鳥類撞擊量又較11MW配置少。15MW的風機，單支風機的旋轉半徑較大，葉片較寬，但其所需架設的風機支數較少，因此整體衝擊相對較小。</p> <p>(一) 海龍二號</p> <p>海龍二號風場於0.98的迴避率下，整體全年的撞擊數量估值介於91.3~110.1隻。保育類最大撞擊數量估值說明如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 11MW風機配置：0.98的迴避率下，海龍二號風場保育類全年的撞擊數量估值分別約為玄燕鷗11隻、白眉燕鷗40隻和鳳頭燕鷗1隻。</li> <li>2. 15MW風機配置：0.98的迴避率下，海龍二號風場保育類全年的撞擊量估值分別約為玄燕鷗9隻、白眉燕鷗33隻和鳳頭燕鷗1隻。</li> </ol> <p>(二) 海龍三號</p> <p>海龍三號風場於0.98的迴避率下，整體全年的撞擊數量估值介於104.6~123.6隻。保育類最大撞擊數量估值說明如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 11MW風機配置：0.98的迴避率下，海龍三號風場保育類全年的撞擊數量估值分別約為魚鷹2隻、玄燕鷗14隻、白眉燕鷗24隻、小燕鷗&lt;0.1隻、鳳頭燕鷗4隻。</li> <li>2. 15MW風機配置：0.98的迴避率下，海龍三號風場保育類全年的撞擊量估值分別約為魚鷹2隻、玄燕鷗12隻、白眉燕鷗20隻、小燕鷗&lt;0.1隻、鳳頭燕鷗3隻。</li> </ol> |       |     |

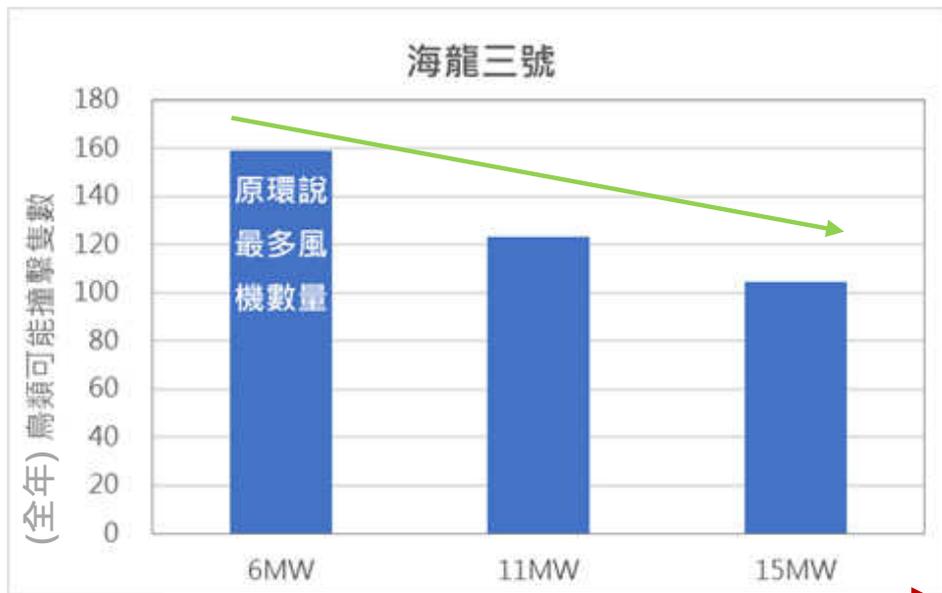
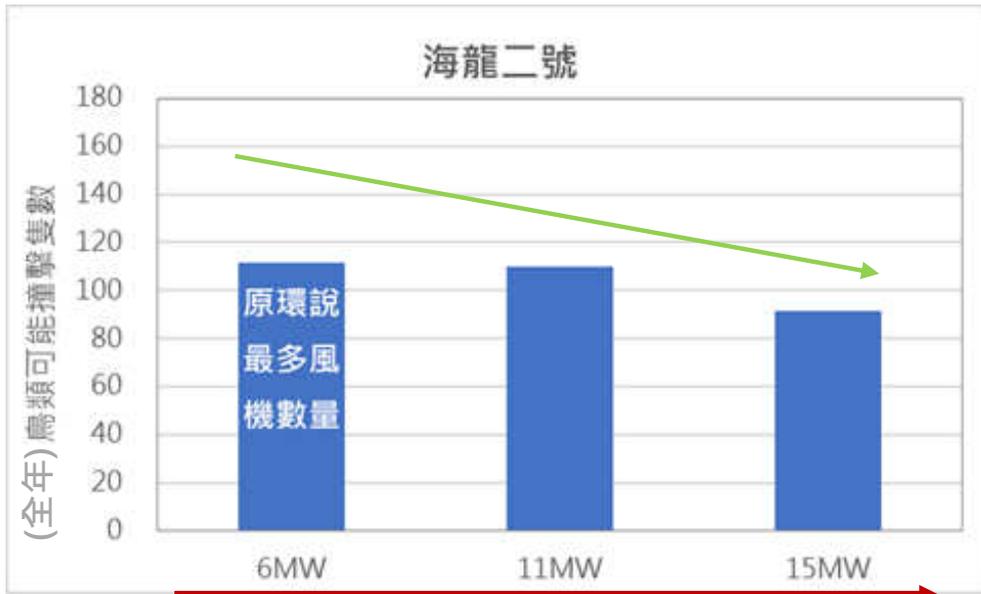


圖 1.4.2-1 海龍二號、三號不同風機配置下整體鳥類年撞擊隻次

| 審 查 意 見        | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |             |
|----------------|---|-------|-------------|
|                |   | 章 節   | 頁 次         |
| 三、請說明航空警示燈之規劃。 | <p>遵照辦理。本計畫考量風場設置後鳥類撞擊風險，將採用警示燈提醒鳥類迴避風場，彙整國外調查研究顯示，以閃爍燈取代恆亮警示燈後，可降低夜間遷徙的鳥類碰撞死亡率，但不同顏色燈光對鳥類死亡率影響不大(United States and Canada, 2012., Manville AM, 2009., Longcore T et al., 2008.)。本計畫營運期間將依據民航局頒布之「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」規定設置航空警示燈，除了維護飛航安全，亦有警示鳥類迴避風力發電機目的。有關警示燈設置相關說明如下：</p> <p>(一) 依據現行「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」第17條規定，風力發電機應使用A型中亮度障礙燈，並設置於風力發電機支撐結構物之頂部，各障礙燈應同步閃光；另查A型中亮度障礙燈之規格屬白燈；上開規定內容係交通部考量飛航安全必要所訂之強制性規範，業者均應遵從其規定設置。</p> <p>(二) 考量近年國內風力發電蓬勃發展，密集設置之航空障礙燈亦可能衍生光害等問題，交通部及內政部於110年1月4日公告修正「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」部分條文內容，其中增訂之第17條之1內容規定：<u>以組群方式設置十座以上風力發電機組者，其風力發電機支撐結構物應依前條規定設置障礙燈。但有下列情形之風力發電機支撐結構物，得免設置障礙燈：</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 設置於連結風力發電機組群邊界之線段中且水平間距不超過九百公尺者。</li> <li>2. 設置於連結風力發電機組群邊界之線段所圍起之範圍內者。</li> </ol> <p>依前項但書免設置障礙燈之風力發電機支撐結構物為群組中高度最高者，或前項第二款之風力發電機支撐結構物高度為所在地表或水面一百五十公尺以上者，仍應設置障礙燈。</p> <p>依據交通部民用航空局，民國110年3月16日，助航字第1105006049號函(圖1.4.3-1)，說明增訂之第17條之1內容：</p> | 7.1   | 7-4<br>7-10 |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>1. 第17條之1第1項第2款規定，<b>風力發電機組群須明確標示其輪廓後，始得免設置組群內部分風機之航空障礙燈</b>，爰不論日後鄰近風場開發與否，均須確保現有風機組群輪廓航空障礙燈之完整性。</p> <p>2. 第17條之1第2項規定，<b>風機組群中高度最高者，仍應設置航空障礙燈</b>，爰相鄰兩風場若採用不同型號之風機，造成高度落差，其中較高者仍應設置航空障礙燈。</p> <p>(三) 有關本計畫(海龍案)、大彰化案及海鼎案共同規劃航空警示燈之設置位置，依據交通部民用航空局，民國110年3月16日，助航字第1105006049號函，因風機組群是否完整標示輪廓及各障礙燈同步閃爍與否，事涉該區域飛航安全。為確保障礙燈設備有較優良之妥善率及維護管理權責明確化，<b>離岸風力發電機組航空障礙燈之規劃設置，仍以單一風場，且由相同廠商負責籌設及後續維管為原則。</b></p> <p>(四) 本計畫依增訂之第17條之1內容、並以本次變更後最有可能設置之14MW風機初步規劃航空警示燈佈設位置，詳圖1.4.3-2所示；本計畫實際航空警示燈佈設位置及數量，將依據法令規定設置最少之航空警示燈，並取得民航局同意函，達到維護飛航安全，警示鳥類迴避風力發電機目的。</p> |       |     |

檔 號：  
保存年限：

## 交通部民用航空局 函

地址：台北市敦化北路340號  
傳真：(02)2349-6122  
聯絡人：鍾珠賢  
聯絡電話：(02)2349-6150  
電子郵件：imgion@mail.caa.gov.tw

受文者：光宇工程顧問股份有限公司

發文日期：中華民國110年3月16日  
發文字號：助航字第1105006049號  
速別：普通件  
密等及解密條件或保密期限：  
附件：

主旨：所詢「海龍離岸風力發電計畫」與周邊複數風場綜整規劃  
風力發電機組航空障礙燈相關疑義，復如說明，請查照。

說明：

- 一、復貴公司110年3月3日光字第1100000136號函。
- 二、查交通部及內政部110年1月4日會銜發布之「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」第17條之1第1項第2款規定，以組群方式設置十座以上風力發電機組者，設置於連結組群邊界之線段所圍起範圍內之部分風力發電機組，得免設置航空障礙燈，惟前述範圍內高度最高及風力發電機支撐結構物高度為所在地表或水面150公尺以上者，仍應設置航空障礙燈，另依據同設置標準第17條規定，各航空障礙燈應同步閃光，合先敘明。
- 三、承上，複數風場風力發電機組規劃設置航空障礙燈，應符合下列規定：
  - (一)第17條之1第1項第2款規定，風力發電機組群須明確標示其輪廓後，始得免設置組群內部分風機之航空障礙燈，爰不論日後鄰近風場開發與否，均須確保現有風機組

第1頁，共2頁

圖 1.4.3-1 交通部民用航空局，民國 110 年 3 月 16 日，  
助航字第 1105006049 號函(1/2)



訂



換

群輪廓航空障礙燈之完整性。

(二)第17條之1第2項規定，風機組群中高度最高者，仍應設置航空障礙燈，爰相鄰兩風場若採用不同型號之風機，造成高度落差，其中較高者仍應設置航空障礙燈。

(三)第17條第1項第4款規定，各航空障礙燈應同步閃光，以利航空器操作人員辨識。

四、因風機組群是否完整標示輪廓及各障礙燈同步閃爍與否，事涉該區域飛航安全。為確保障礙燈設備有較優良之妥善率及維護管理權責明確化，爰離岸風力發電機組航空障礙燈之規劃設置，仍以單一風場，且由相同廠商負責籌設及後續維管為原則。

正本：光宇工程顧問股份有限公司

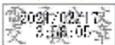
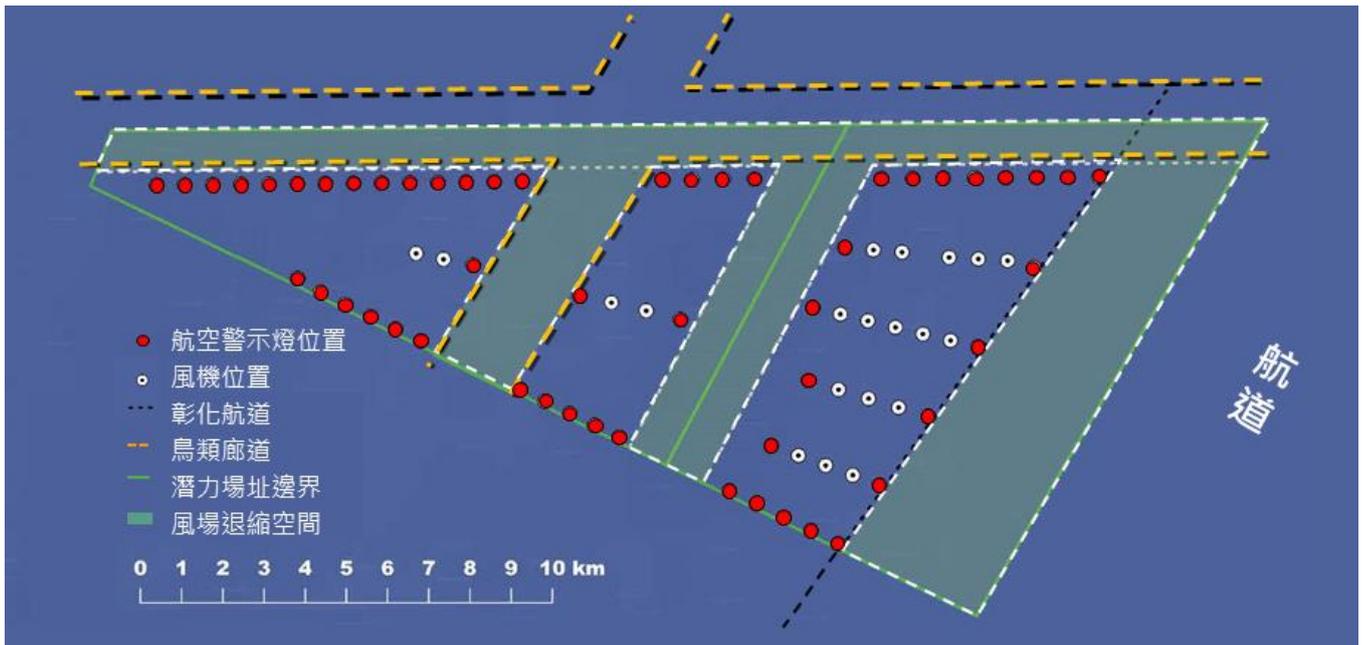
副本：

圖 1.4.3-1 交通部民用航空局，民國 110 年 3 月 16 日，助航字第 1105006049 號函(2/2)



註：實際航空警示燈設置位置及數量，將依當時相關法規辦理，並於裝設前取得民航局同意函。

圖 1.4.3-2 依據「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」，規劃 14MW 風機航空警示燈佈設位置示意圖

| 審 查 意 見  | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |         |
|--|--|-------|---------|
|  |  | 章 節   | 頁 次     |
| 四、回覆P.9中提及施工前完成環境調查報告送審(已完成)、鳥類繫放追蹤監測、澎湖群島燕鷗追蹤監測，請補充後二者之執行成果和發現。 | 敬謝委員指教。本次變更預計施工期程為2023~2026年，並明確定義環境監測計畫啟動時間，施工前監測計畫如表1.4.4-1所示，其中鳥類繫放衛星定位追蹤(彰化海岸鳥類及澎湖鳳頭燕鷗)需於施工前執行一次，配合完工併聯年度時程，彰化海岸鳥類繫放衛星定位追蹤預計2021年下半年進場，澎湖鳳頭燕鷗繫放衛星定位追蹤預計2022年啟動，現階段尚無調查成果，請委員諒察。本計畫承諾將確實執行環境監測計畫，並將監測結果將納入監測季報，並於開發單位網站公開完整環境監測報告，以達資訊公開。 | 7.2   | 7-11~12 |

表 1.4.4-1 施工前鳥類環境監測計畫表

| 類別           | 監 測 項 目   | 地 點                      | 頻 率                                     |  |
|--------------|---|--------------------------|---|--|
| 鳥類生態         | 1.海上鳥類船隻目視調查：種類、數量、棲身及活動情形、飛行路徑、季節性之族群變化等         | 風場範圍                     | 施工前執行1年<br>其中春、夏、秋季每月1次，冬季每季1次，共進行10次調查 |  |
|              | 2.海岸鳥類目視調查：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) | 上岸點鄰近海岸                  |   |  |
|              | 3.鳥類雷達調查  | 鳥類雷達調查<br>(24HR/垂直及水平雷達) | 風場範圍                                    | 施工前執行2年<br>每年進行17日次調查<br>其中春、夏季每季5日次，秋季每季6日次，冬季每季1日次 |
|              |   | 搭配鳥類目視調查                 |   | 每年進行8日次調查<br>其中春、秋季每季3日次，夏、冬季每季1日次                   |
| 4.鳥類繫放衛星定位追蹤 |   | 1.彰化海岸鳥類<br>2.澎湖鳳頭燕鷗     | 施工前執行一次                                 |  |

| 審 查 意 見  | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |             |
|--|--|-------|-------------|
|  |  | 章 節   | 頁 次         |
| 五、若依回覆之內容，警示燈是吸引鳥類之因子，則請說明在民航局的規定下，本案要如何規劃航空警示燈？ | <p>遵照辦理。本計畫考量風場設置後鳥類撞擊風險，將採用警示燈提醒鳥類迴避風場，彙整國外調查研究顯示，以閃爍燈取代恆亮警示燈後，可降低夜間遷徙的鳥類碰撞死亡率，但不同顏色燈光對鳥類死亡率影響不大(United States and Canada, 2012., Manville AM, 2009., Longcore T et al., 2008.)。本計畫營運期間將依據民航局頒布之「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」規定設置航空警示燈，除了維護飛航安全，亦有警示鳥類迴避風力發電機目的。有關警示燈設置相關說明如下：</p> <p>(一) 依據現行「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」第17條規定，風力發電機應使用A型中亮度障礙燈，並設置於風力發電機支撐結構物之頂部，各障礙燈應同步閃光；另查A型中亮度障礙燈之規格屬白燈；上開規定內容係交通部考量飛航安全必要所訂之強制性規範，業者均應遵從其規定設置。</p> <p>(二) 考量近年國內風力發電蓬勃發展，密集設置之航空障礙燈亦可能衍生光害等問題，交通部及內政部於110年1月4日公告修正「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」部分條文內容，其中增訂之第17條之1內容規定：<u>以組群方式設置十座以上風力發電機組者，其風力發電機支撐結構物應依前條規定設置障礙燈。但有下列情形之風力發電機支撐結構物，得免設置障礙燈：</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 設置於連結風力發電機組群邊界之線段中且水平間距不超過九百公尺者。</li> <li>2. 設置於連結風力發電機組群邊界之線段所圍起之範圍內者。</li> </ol> <p>依前項但書免設置障礙燈之風力發電機支撐結構物為群組中高度最高者，或前項第二款之風力發電機支撐結構物高度為所在地表或水面一百五十公尺以上者，仍應設置障礙燈。</p> <p>依據交通部民用航空局，民國110年3月16日，助航字第1105006049號函(圖1.4.5-1)，說明增訂之第17條之1內容：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 第17條之1第1項第2款規定，風力發電</li> </ol> | 7.1   | 7-4<br>7-10 |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |     |
|---------|--|-------|-----|
|         |  | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>機組群須明確標示其輪廓後，始得免設置組群內部分風機之航空障礙燈，爰不論日後鄰近風場開發與否，均須確保現有風機組群輪廓航空障礙燈之完整性。</p> <p>2. 第17條之1第2項規定，風機組群中高度最高者，仍應設置航空障礙燈，爰相鄰兩風場若採用不同型號之風機，造成高度落差，其中較高者仍應設置航空障礙燈。</p> <p>(三) 有關本計畫(海龍案)、大彰化案及海鼎案共同規劃航空警示燈之設置位置，依據交通部民用航空局，民國110年3月16日，助航字第1105006049號函，因風機組群是否完整標示輪廓及各障礙燈同步閃爍與否，事涉該區域飛航安全。為確保障礙燈設備有較優良之妥善率及維護管理權責明確化，離岸風力發電機組航空障礙燈之規劃設置，仍以單一風場，且由相同廠商負責籌設及後續維管為原則。</p> <p>(四) 本計畫依增訂之第17條之1內容、並以本次變更後最有可能設置之14MW風機初步規劃航空警示燈佈設位置，詳圖1.4.5-2所示；本計畫實際航空警示燈佈設位置及數量，將依據法令規定設置最少之航空警示燈，並取得民航局同意函，達到維護飛航安全，警示鳥類迴避風力發電機目的。</p> |       |     |

檔 號：  
保存年限：

## 交通部民用航空局 函

地址：台北市敦化北路340號  
傳真：(02)2349-6122  
聯絡人：鍾珠賢  
聯絡電話：(02)2349-6150  
電子郵件：imgion@mail.caa.gov.tw

受文者：光宇工程顧問股份有限公司

發文日期：中華民國110年3月16日  
發文字號：助航字第1105006049號  
速別：普通件  
密等及解密條件或保密期限：  
附件：

主旨：所詢「海龍離岸風力發電計畫」與周邊複數風場綜整規劃  
風力發電機組航空障礙燈相關疑義，復如說明，請查照。

說明：

- 一、復貴公司110年3月3日光字第1100000136號函。
- 二、查交通部及內政部110年1月4日會銜發布之「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」第17條之1第1項第2款規定，以組群方式設置十座以上風力發電機組者，設置於連結組群邊界之線段所圍起範圍內之部分風力發電機組，得免設置航空障礙燈，惟前述範圍內高度最高及風力發電機支撐結構物高度為所在地表或水面150公尺以上者，仍應設置航空障礙燈，另依據同設置標準第17條規定，各航空障礙燈應同步閃光，合先敘明。
- 三、承上，複數風場風力發電機組規劃設置航空障礙燈，應符合下列規定：
  - (一)第17條之1第1項第2款規定，風力發電機組群須明確標示其輪廓後，始得免設置組群內部分風機之航空障礙燈，爰不論日後鄰近風場開發與否，均須確保現有風機組

第1頁，共2頁

圖 1.4.5-1 交通部民用航空局，民國 110 年 3 月 16 日，  
助航字第 1105006049 號函(1/2)



訂



換

群輪廓航空障礙燈之完整性。

(二)第17條之1第2項規定，風機組群中高度最高者，仍應設置航空障礙燈，爰相鄰兩風場若採用不同型號之風機，造成高度落差，其中較高者仍應設置航空障礙燈。

(三)第17條第1項第4款規定，各航空障礙燈應同步閃光，以利航空器操作人員辨識。

四、因風機組群是否完整標示輪廓及各障礙燈同步閃爍與否，事涉該區域飛航安全。為確保障礙燈設備有較優良之妥善率及維護管理權責明確化，爰離岸風力發電機組航空障礙燈之規劃設置，仍以單一風場，且由相同廠商負責籌設及後續維管為原則。

正本：光宇工程顧問股份有限公司

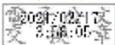
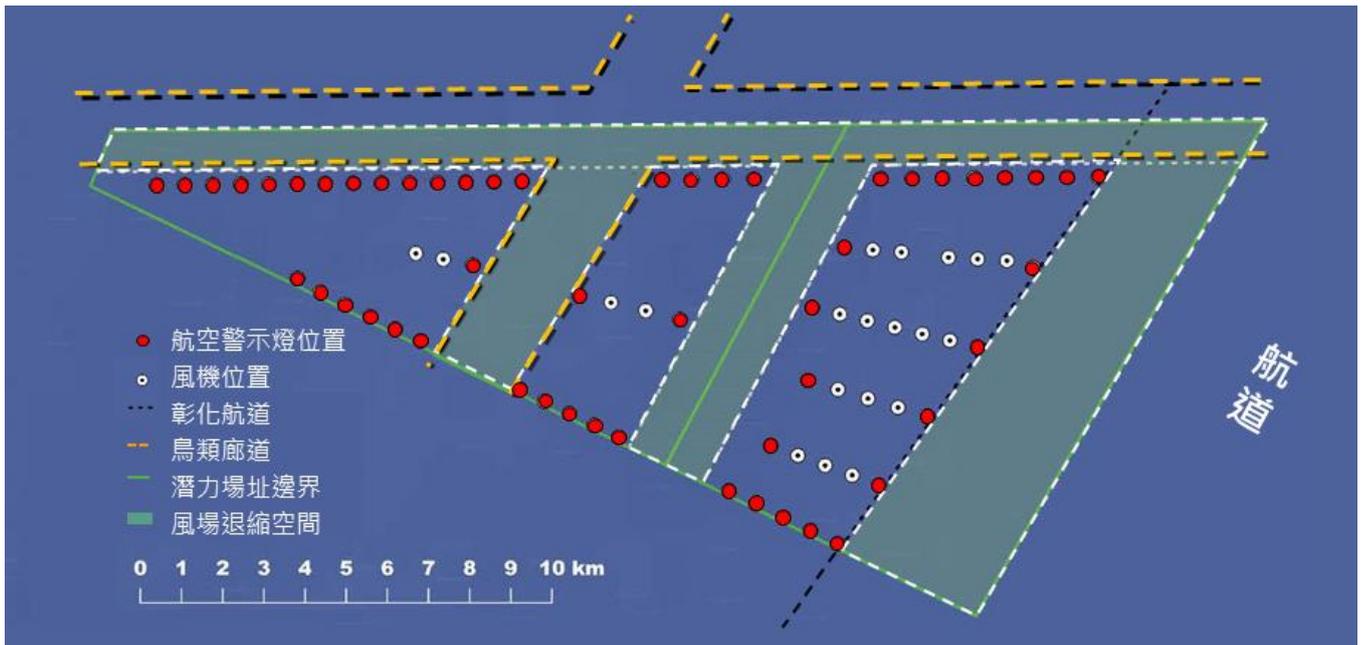
副本：

圖 1.4.5-1 交通部民用航空局，民國 110 年 3 月 16 日，  
助航字第 1105006049 號函(2/2)



註：實際航空警示燈設置位置及數量，將依當時相關法規辦理，並於裝設前取得民航局同意函。

圖 1.4.5-2 依據「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」，規劃 14MW 風機航空警示燈佈設位置示意圖

| 審 查 意 見   | 答 覆 說 明   | 修 訂 處                 |                            |
|---|---|-----------------------|----------------------------|
|   |   | 章 節                   | 頁 次                        |
| <b>1.5、簡委員連貴</b>  |   |                       |                            |
| <p>一、本案與大彰化案及海鼎案將設置聯合鳥類監測系統及共享監測，原則肯定，請將本案環境保護對策及監測計畫（如圖2.9.3-1），應納入本案營運期間鳥類環境監測計畫，並加強說明如何共享鳥類監測信息，以確保鳥類飛行安全。</p> | <p>敬謝委員指教。分列說明如下：</p> <p>(一) 本計畫已將營運期間鳥類環境保護對策及環境監測計畫納入環境影響差異分析報告，詳報告第七章所示。說明如下：</p> <p>1. 營運期間環境保護對策</p> <p>(1) 降低風機撞擊效應</p> <p>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，將於風場最外圍風力機組設置最少之航空警示燈，實際設置數量需依屆時所規劃之風力機組配置而定。</p> <p>依民航局最新頒布之「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」設置航空警示燈，並取得民航局同意函，燈具選擇可同步閃光的航空警示燈，以減少吸引鳥類靠近的可能性。</p> <p>(2) 觀測風場中鳥類活動</p> <p>A. 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。</p> <p>B. 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。</p> <p>C. 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。</p> <p>D. 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</p> | <p>7.1</p> <p>7.2</p> | <p>7-10</p> <p>7-11~14</p> |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>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1.5.1-1，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。</p> <p>E. 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。</p> <p>2. 環境監測計畫<br/>本計畫營運階段將執行海上鳥類船隻目視調查、海岸鳥類目視調查等，詳表1.5.1-1所示。</p> <p>(二) 共享鳥類監測信息<br/>海龍二號、三號風場為彰化雲林地區離岸風場規劃建置之共同溝通平台成員之一，彰化雲林地區共16個個開發單位除了定期召開共同溝通平台會議，針對鳥類或生態議題進行討論協調外，開發期間(含施工及營運階段)如針對監測結果有發生異常事件，例如監測數據超過法規標準值、符合法規標準值但有異常極端數據、生態物種出現異常變化等狀況，可以電子郵件等即時通報相關單位來因應處理，以保護生態環境、降低可能危害，資訊公開機制詳圖1.5.1-2所示。</p> <p>本計畫於施工前、施工期間及營運期間將確實執行環境監測計畫，監測結果將納入監測季報，並於開發單位網站公開完整環境監測報告，以達資訊公開。</p> |       |     |

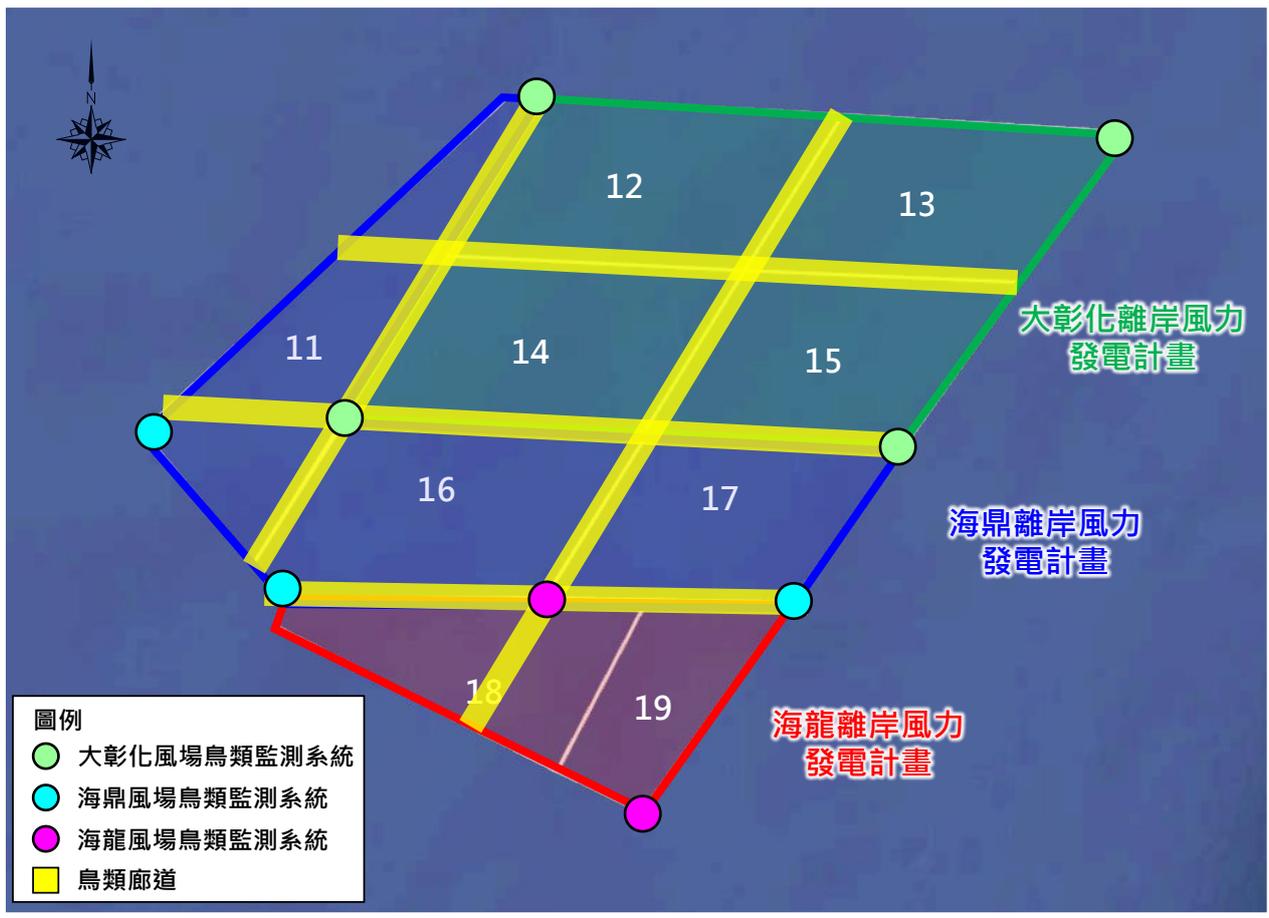


圖 1.5.1-1 本計畫與鄰近風場聯合設置鳥類監測系統示意圖  
(結合連續之鳥類廊道)

表 1.5.1-1 營運期間鳥類環境監測計畫表

| 類別   | 監測項目  | 地點      | 頻率                                    |
|------|---|---------|---------------------------------------|
| 鳥類生態 | 1.海上鳥類船隻目視調查：種類、數量、棲身及活動情形、飛行路徑、季節性之族群變化等         | 風場範圍    | 每年進行 10 次調查<br>春、夏、秋季每月 1 次，冬季每季 1 次。 |
|      | 2.海岸鳥類目視調查：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) | 上岸點鄰近海岸 | (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)       |

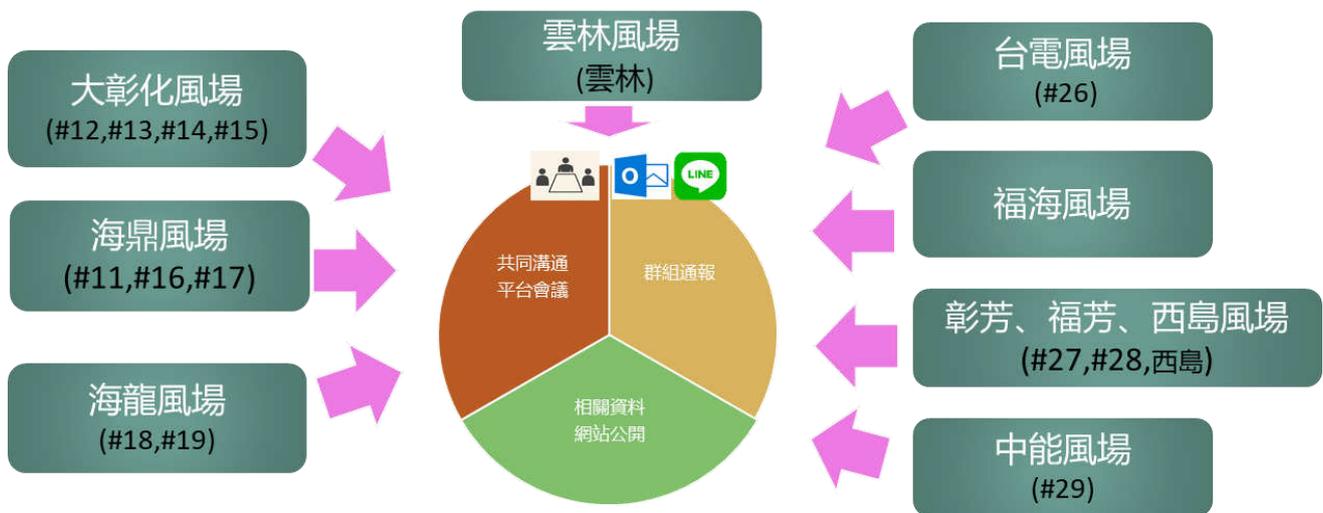


圖 1.5.1-2 各開發單位共通平台通報及資訊公開機制

| 審查意見   | 答覆說明   | 修訂處                        |   |
|--|--|----------------------------|---|
|  |  | 章節                         | 頁次  |
| <b>1.6、朱委員信</b>  |  |                            |   |
| 一、若此案因各種困難無法採用4D(888公尺)之最小風機間距，請最少維持原環說書針對6MW風機之最小風機間距755公尺，原則原環說書毫無公信力可言。 | <p>敬謝委員指教。海龍二號風場已配合公告慣用航道退縮風場在先，場址面積縮減近40%，退縮寬度達3,500公尺，海龍二號、三號風場相鄰邊界依經濟部能源局於104年7月2日公佈之「離岸風力發電規劃場址申請作業要點」規定，各自退縮，留設寬度大於2,000公尺，而與北側相鄰風場亦依規定各自退縮，本次變更海龍三號風場為配合「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」及經濟部整體規劃，於風場開發面積及總裝置容量等設置條件均維持不變下，於海龍三號風場新增2,000公尺銜接鄰近風場連續之鳥類廊道，以營造有利鳥類南北飛行方向，加上受風場海底地質條件(玄武岩等)影響，風場內有多處區域無法設置風機，導致海龍二號風場實際可設置風機面積從100.33平方公里縮減至37.3平方公里，海龍三號風場從85.2平方公里縮減至26.8平方公里，大幅限制風機佈設彈性(詳圖1.6.1-1)。</p> <p>本計畫已委託技術團隊，於實際可設置風機面積中，盡力調整並擴大風機間距，經評估規劃後，現階段風機間距大於755公尺約佔33%，介在666~755公尺約佔67%，詳圖1.6.1-2所示。</p> <p>彙整2006年至今國內外監測調查研究案例顯示，鳥類飛行方向與大範圍廊道空間顯著相關</p> | 4.2<br>4.3<br>6.1.4<br>7.1 | 4-4~8<br>4-12~13<br>6-28~49<br>7-4~5<br>7-10~11 |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>，大部分鳥類會主動迴避風場，約佔97%，進入風場僅有3%(Ib Krag Petersen et al,2006；K.L. Krijgsveld et al,2011)，進入風場後的鳥類絕大多數(99.4%)於風機間會自行迴避(ORJIP Bird Collision Avoidance Study, Final Report, 2018)；另參考參考國外觀察鳥類迴避風機的行為研究顯示(圖1.6.1-3)，鳥類通過風機群迴避距離約200公尺(Larsen and Madsen,2000)，顯示鳥類比人類想像中更會迴避風機；丹麥Tunø Knob風場鳥類目視調查顯示(Effects of wind turbines on flight behaviour of wintering common eiders: implications for habitat use and collision risk, 2007)，風場範圍及風機外200公尺、風機外200~600公尺鳥類數量比例分別為23.6%、76.4%，顯示鳥類迴避風機約為200公尺(圖1.6.1-4)；臺灣「王功風力發電計畫」鳥類雷達調查顯示(圖1.6.1-5)，風機設置後，北堤(風機間距200公尺，淨間距129公尺)鳥類數量由49%降至17%，約38%鳥類轉移至環評階段規劃預留之東側鳥類飛行廊道，顯示鳥類飛行路徑因風機開發而有轉移現象，另一部份則改由西堤進出(風機間距500公尺，淨間距429公尺)，約佔34%，顯示已有充分空間提供鳥類飛行，與前述鳥類迴避風機情形相符；本計畫風機淨間距達444公尺，可提供鳥類充足的飛行空間。</p> <p>本計畫已蒐集國內外施工或營運中風場淨間距實例(表1.6.1-1)，留設淨間距約為301~410公尺，本次變更新增11MW~15MW大型化風機方案，風機最小間距為666公尺，以最有可能採用之14MW風機估算最小淨間距為444公尺，不小於國內外風場淨間距實例，此外，本計畫為分析實際風機尺寸、風機間距及鳥類大小關係，按等比例尺繪製如圖1.6.1-6所示，經比對本計畫風機淨間距(444公尺)及翼展170公分大型鳥群後，評估留設風機間距可提供鳥類於風機間飛行迴避空間。</p> <p>此外，本計畫採用Band Model (Band 2012, Masden 2015)進行鳥類撞擊評估，評估結果顯示，變更後11 MW及15 MW風機配置造成的鳥類撞擊數量低於原環說(6~9.5MW)最大撞擊數量(如圖1.6.1-7)。風機大型化後，所需架設</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |     |
|---------|--|-------|-----|
|         |  | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>的風機支數較少，因此整體衝擊相對較小。本次變更充分考量鳥類飛行習性，風機間已留設不小於國內外風場淨間距，並透過留設一致性鳥類廊道，增加邊界退縮等，減少鳥類飛行偏轉次數，提升海龍風場周邊大尺度鳥類飛行空間，經評估後整體鳥類飛行空間相較原規劃合理且友善，可降低鳥類飛行所面臨之實際風險。加上變更後風場開發規模相較原環說減少近半數的風機數量、水下基礎(含基樁)設置數量、基座面積及打樁作業時間等，可減少施工及營運期間對海域環境影響(詳圖1.6.1-8)，經評估包括空氣品質(海域工程)、噪音振動(風機運轉噪音)、水下噪音等，評估結果與原環說相似，而在鳥類撞擊數量、打樁水下噪音影響時間及底棲生態影響面積等均有減輕對環境之影響(詳表1.6.1-2)。</p> <p>綜合上述，本計畫環境影響評估結果顯示未有重大衝擊，但為了降低開發行為對於鳥類生態環境衝擊，已擬定相關鳥類環境保護對策，說明如下：</p> <p>(一) 施工前</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 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。</li> <li>2. 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。</li> <li>3. 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。</li> </ol> <p>(二) 施工期間</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 風機架設完成後，將於風場最外圍風力機組設置最少之航空警示燈，實際設置數量需依屆時所規劃之風力機組</li> </ol> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>配置而定。</p> <p>2. 依民航局最新頒布之「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」設置航空警示燈，並取得民航局同意函，燈具選擇可同步閃光的航空警示燈，以減少吸引鳥類靠近的可能性。</p> <p>3. 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。</p> <p>(1)將優先選用較大風機，以降低鳥類影響。</p> <p>A. 風機大型化規劃，單機裝置容量除原6~9.5MW，並新增11~15MW規劃。</p> <p>B. 6~9.5MW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)。新增之11~15MW風機間距將依風力機組型式及場址風況評估結果進行佈置，盛行風向間距至少1,158公尺，非盛行風向間距至少666公尺。</p> <p>C. 與相鄰風場間距至少為葉片直徑6倍(依單機裝置容量不同約介於906~1,380公尺)。</p> <p>D. 風機葉片距離海面高度至少25米。</p> <p>(三) 營運期間</p> <p>1. 降低風機撞擊效應</p> <p>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，將於風場最外圍風力機組設置最少之航空警示燈，實際設置數量需依屆時所規劃之風力機組配置而定。</p> <p>依民航局最新頒布之「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」設置航空警示燈，並取得民航局同意函，燈具選擇可</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>同步閃光的航空警示燈，以減少吸引鳥類靠近的可能性。</p> <p>2. 觀測風場中鳥類活動</p> <p>(2)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。</p> <p>(3)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。</p> <p>(4)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。</p> <p>(5)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1.6.1-9，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。</p> <p>(6)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。</p> |       |     |

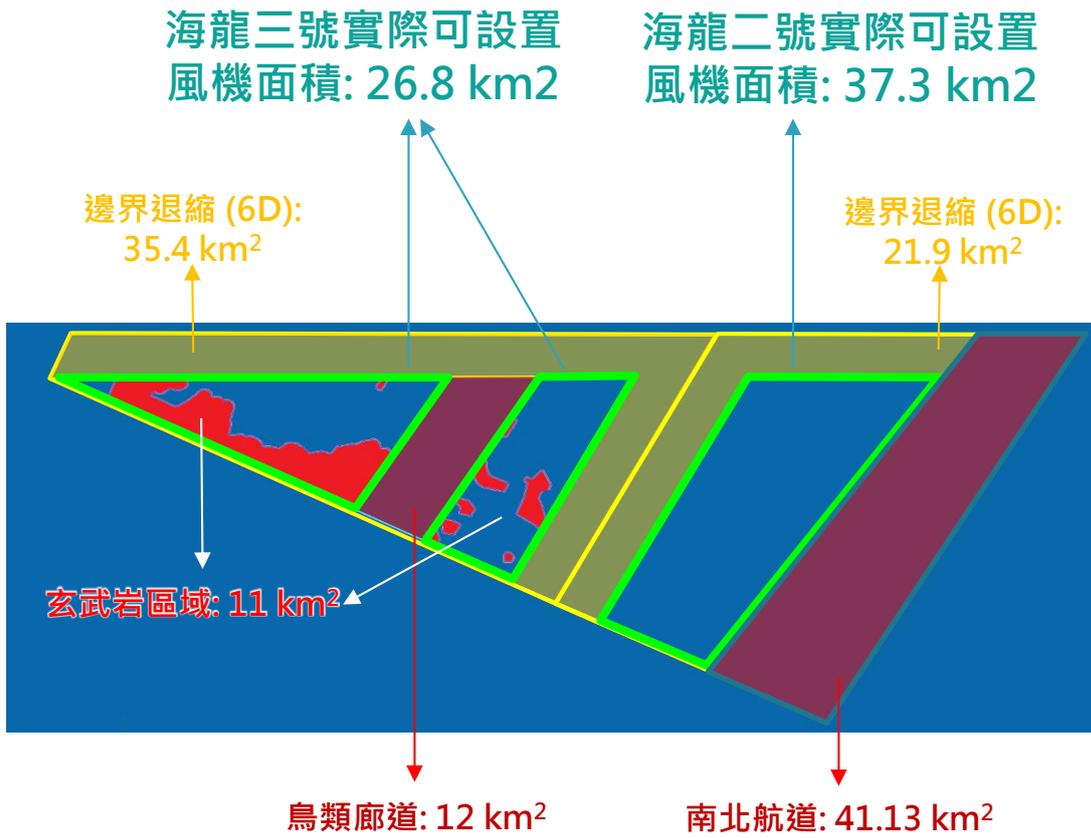
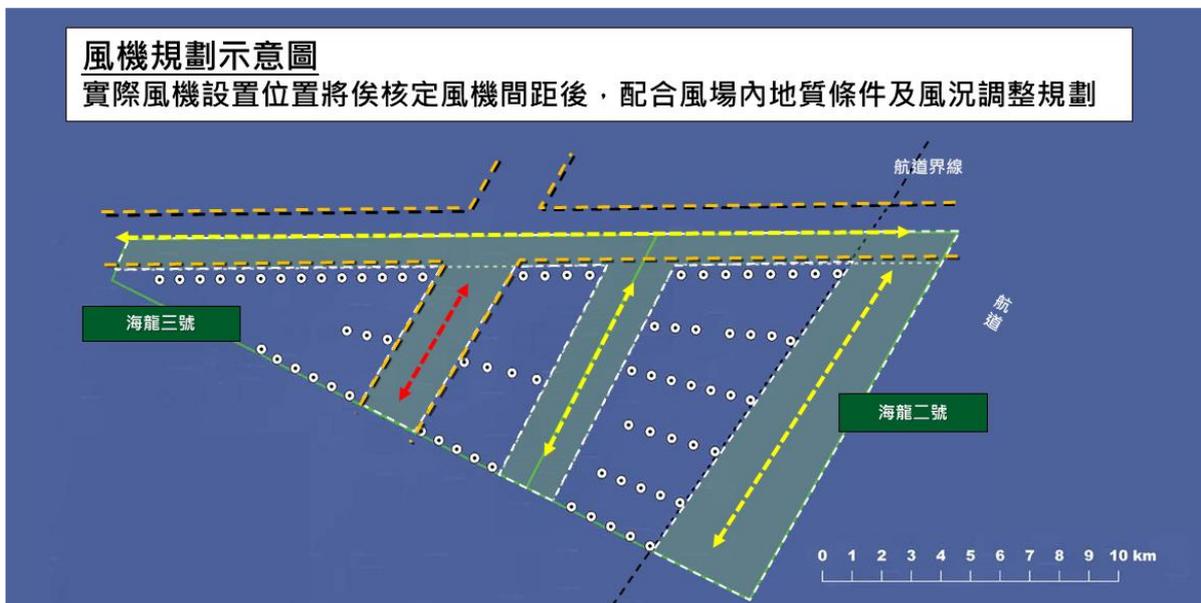
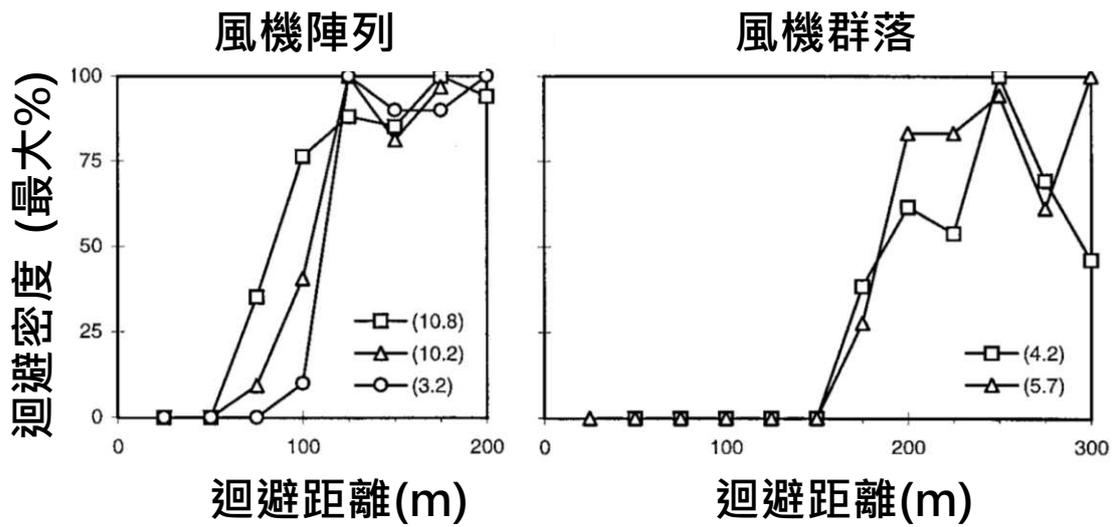


圖 1.6.1-1 海龍風場實際可佈設風機面積示意圖



註：實際風機配置規劃將考量海底地質條件(玄武岩等)、風況及核定風機間距再進行調整。

圖 1.6.1-2 海龍風場風機配置示意圖(14MW)



資料來源：Effects of wind turbines and other physical elements on field utilization by pink-footed geese: A landscape perspective, Larsen and Madsen, 2000.

圖 1.6.1-3 風機陣列及風機群落的鳥類迴避距離

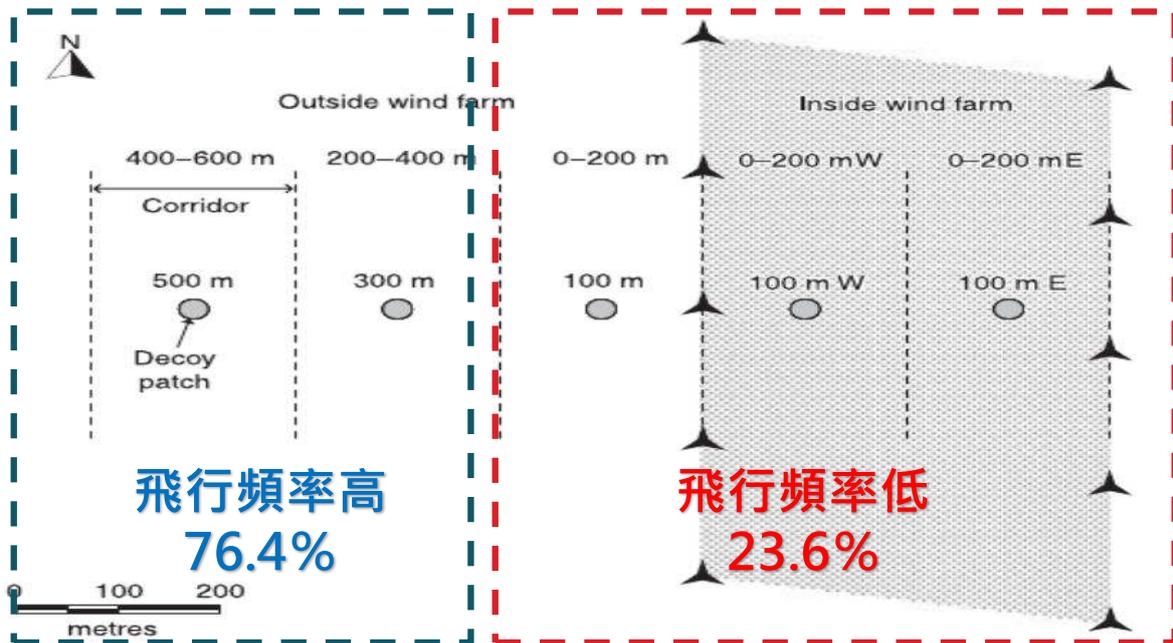


圖 1.6.1-4 丹麥 Tunø Knob 風場(間距約 200~400 公尺)  
鳥類與西側風機排觀測飛行頻率分布(營運期間)

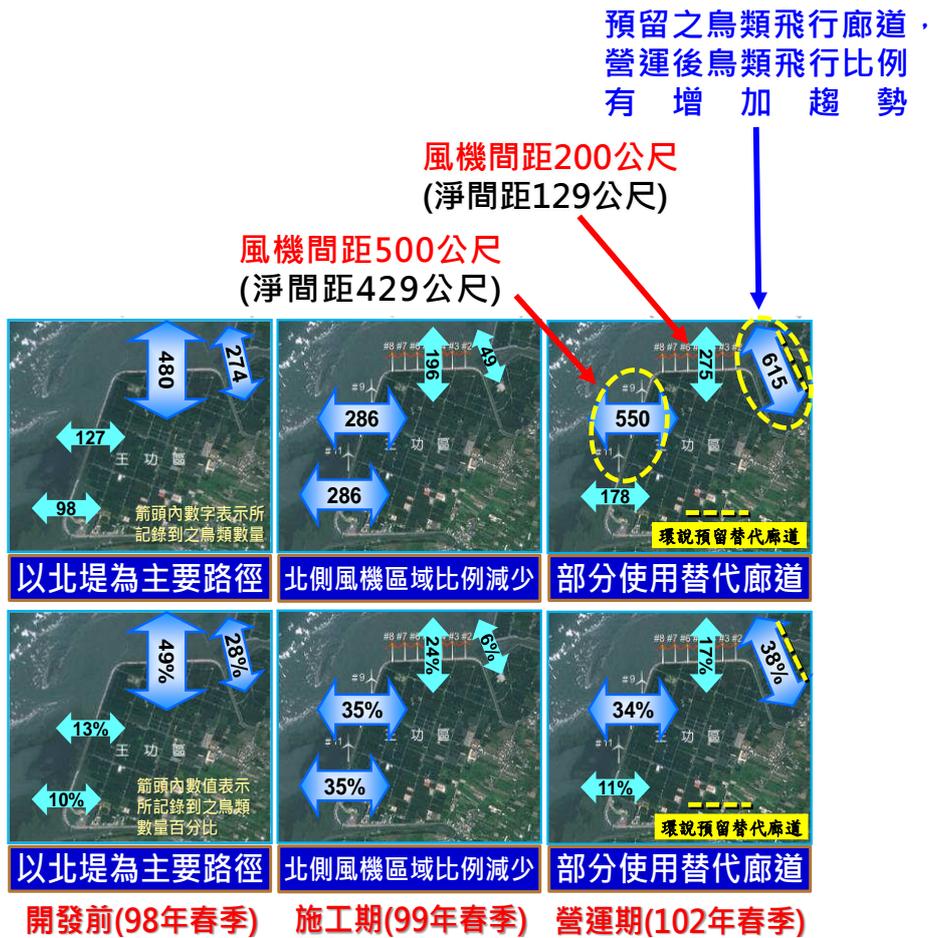


圖1.6.1-5 王功風力發電站(北側間距約200公尺)開發前後鳥類飛行路徑  
(施工前、施工期間、營運期間)

表 1.6.1-1 海龍風場與國內外施工或營運中風場之風機間淨間距值比較表

| 名稱                    | 本計畫風場      | 丹麥 Nysted 風場 | 英格蘭 Thanet 風場 | 德國 Nordsee 1 風場 | 台灣 海洋風場 (Formosa 1) | 台灣 大彰化東南風場 |
|-----------------------|------------|--------------|---------------|-----------------|---------------------|------------|
| 單機裝置容量(MW)            | 14         | 2.3          | 3.0           | 6.0             | 6.0                 | 8.0        |
| (A) 風機最小間距(m)         | 666        | 480          | 500           | 500             | 455                 | 500        |
| (B) 風機葉片直徑(m)         | 222        | 82.4         | 90            | 126             | 154                 | 167        |
| 風機最小淨間距(m)<br>(A)-(B) | <u>444</u> | 397.6        | 410           | 374             | 301                 | 333        |

資料來源：本計畫整理。

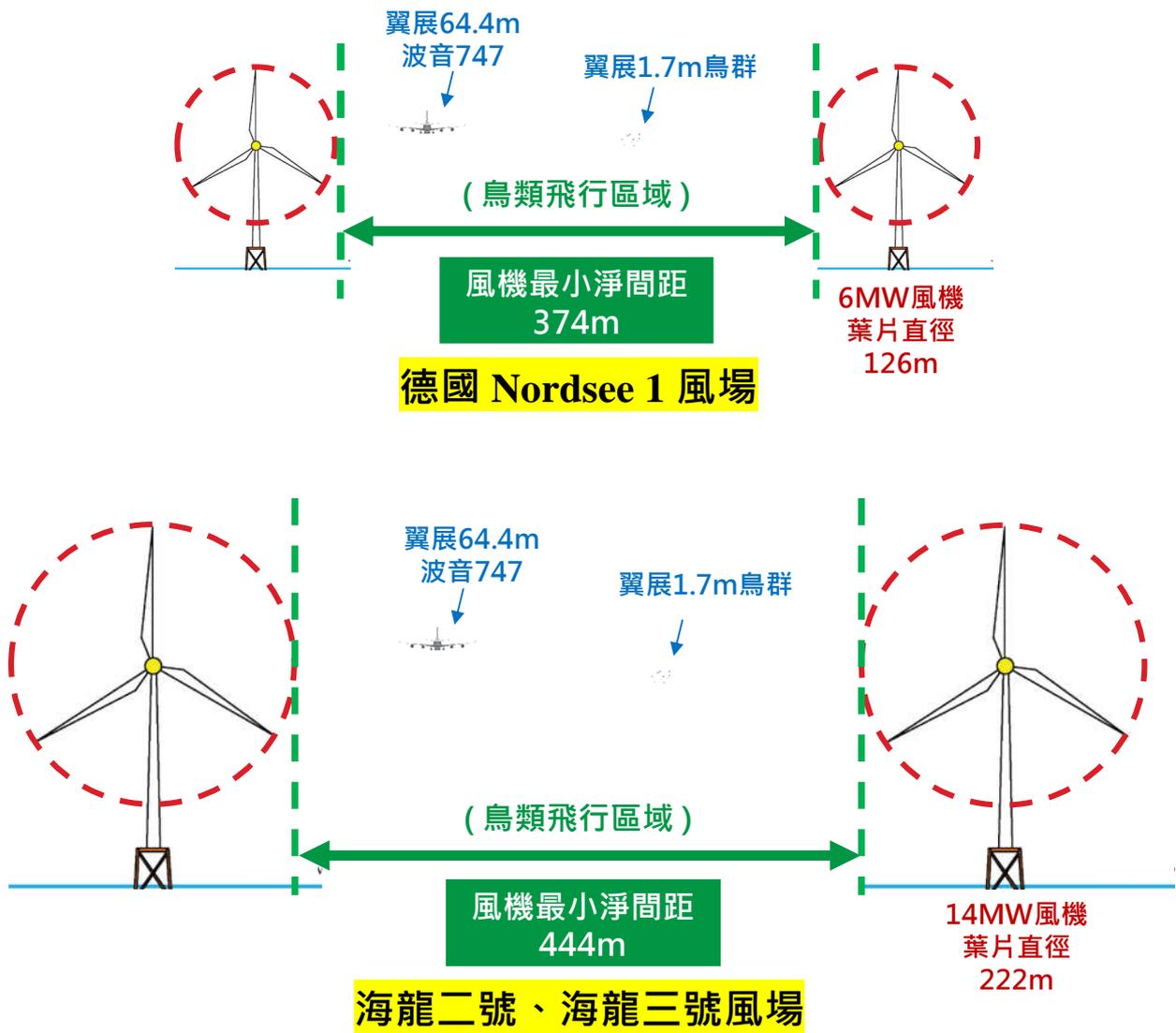
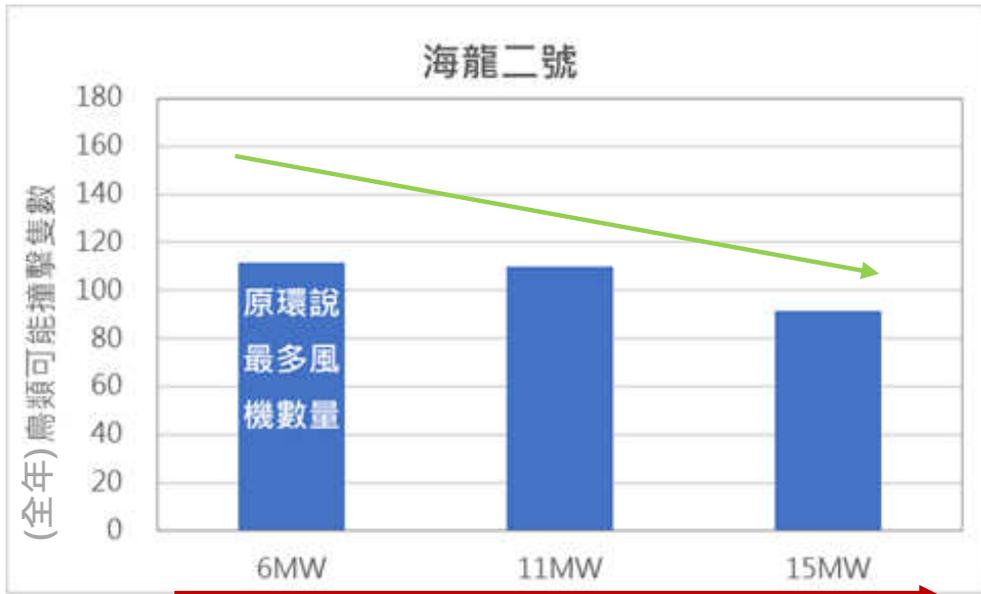
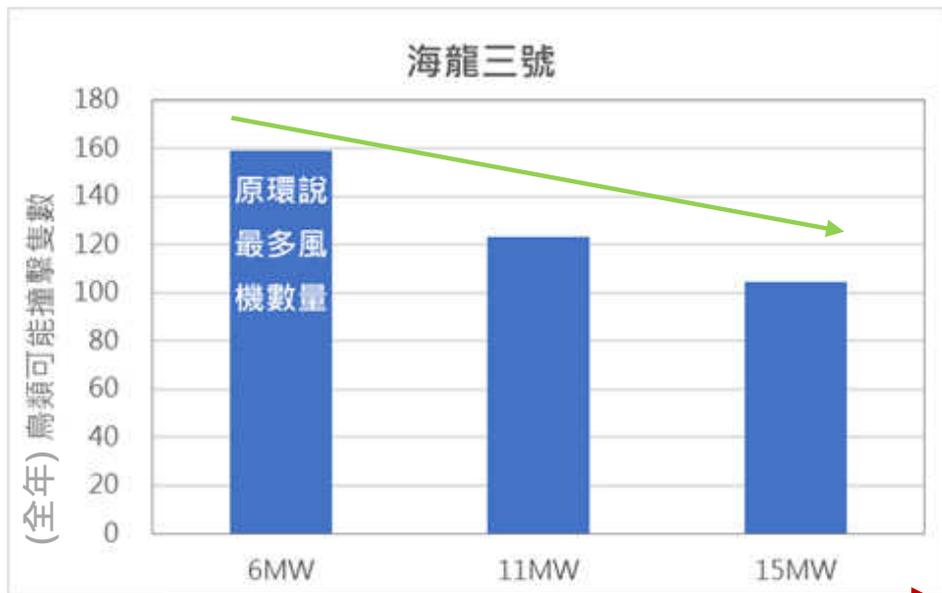


圖 1.6.1-6 海龍風場(14MW)及德國 Nordsee 1 風場(6MW)依實際風機尺寸按比例尺繪製之風機間距及鳥群大小對照圖



風機大型化



風機大型化

圖 1.6.1-7 海龍二號、三號不同風機配置下整體鳥類年撞擊隻次

|             |  |                          |
|-------------|--|--------------------------|
| <b>規模降低</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 風機：減少約72部</li> <li>● 水下基礎：減少約72座</li> </ul>                   | 提升鳥類飛行廊道                 |
|             | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 基樁：減少288支</li> <li>● 打樁作業時間：減少1,152時</li> </ul>               | 減少打樁作業影響期間<br>減少海床懸浮固體擾動 |
|             | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 基座面積：減少26,025m<sup>2</sup></li> <li>● 風機陣列排數：減少約6排</li> </ul> | 減少底棲生態影響面積               |

| 海龍二號+海龍三號    |  |  |                          |
|--------------|--|--|--------------------------|
| 評估減輕項目       | 原環說風機方案<br>(6~9.5MW)                               | 本次變更大型化風機方案<br>(11~15MW)                           | 6MW與15MW<br>規劃差異分析       |
| 風機           | 109~141部   | 69~94部   | 最多減少72部                  |
| 水下基礎         | 109~141座   | 69~94座   | 最多減少72座                  |
| 基樁           | 436~564支   | 276~376支   | 最多減少288支                 |
| 打樁作業時間(4hrs) | 2,256hrs   | 1,104hrs   | 最多減少1,152小時              |
| 基座面積         | 88,125m <sup>2</sup><br>(每部基座25×25m <sup>2</sup> ) | 62,100m <sup>2</sup><br>(每部基座30×30m <sup>2</sup> ) | 最多減少26,025m <sup>2</sup> |
| 風機陣列排數       | 海二：9~10排<br>海三：7~8排                                | 海二：6~7排<br>海三：2~3排                                 | 最多減少6排                   |

圖 1.6.1-8 海龍二號及三號風場原環評及本次變更規劃差異分析

表 1.6.1-2 本次變更與原環說環境影響結果評估比較表

| 評估項目               | 原環說評估結果  | 本次變更評估結果和原環說比較  |
|--------------------|--|---|
| 空氣品質<br>(海域工程)     | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 除 PM2.5 背景值已超過空氣品質標準，各項空氣污染物擴散至敏感受體濃度與背景濃度加成後均符合空氣品質標準</li> </ul>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 除 PM2.5 背景值已超過空氣品質標準，各項空氣污染物擴散至敏感受體濃度與背景濃度加成後均符合空氣品質標準</li> <li>● 與原環說評估相似，空氣污染物增量極為輕微</li> </ul>                    |
| 噪音振動<br>(風機同時運轉)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 全頻噪音：衰減至距離風機最近敏感受體噪音增量為 0.0dB(A)</li> <li>● 低頻噪音：衰減至距離風機最近敏感受體噪音增量為 0.0dB(A)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 與原環說評估結果相同</li> </ul>  |
| 水下噪音<br>(基礎打樁)     | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 打樁點距離 750 公尺處之聲壓值 162~164dB，經減噪措施後為 152~154dB</li> </ul>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 打樁點距離 750 公尺處之聲壓值 166~167dB，經減噪措施後為 156~157dB</li> <li>● 與原環說評估相同，均可符合聲壓值不超過 160dB</li> </ul>                        |
| 鳥類撞擊評估<br>(風機同時運轉) | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 0.98 迴避率下，全年最大撞擊數量估值分別為 89 隻(海龍二號)及 136.8 隻(海龍三號)</li> </ul>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 0.98 迴避率下，11MW 撞擊數量估值分別為 87.9 隻(海二)及 106.1 隻(海三)；15MW 撞擊數量估值為 73 隻(海二)及 90.1 隻(海三)</li> <li>● 低於原環說最大撞擊數量</li> </ul> |
| 打樁水下噪音<br>影響時間     | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 每部風機打樁時間約 4hr，海龍二號、三號風場總打樁影響時間約 2,256 小時</li> </ul>                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 海龍二號、三號風場總打樁影響時間為 1,104 小時</li> <li>● 較原環說規劃減少 1,152 小時</li> </ul>   |
| 底棲生態<br>影響面積       | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 6~9.5MW 風機水下基礎為 25x25m，海龍二號、三號風場總影響面積為 88,125m<sup>2</sup></li> </ul>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 11~15MW 風機水下基礎為 30x30m，海龍二號、三號風場總影響面積為 62,100m<sup>2</sup></li> <li>● 較原環說規劃減少 26,025m<sup>2</sup></li> </ul>        |

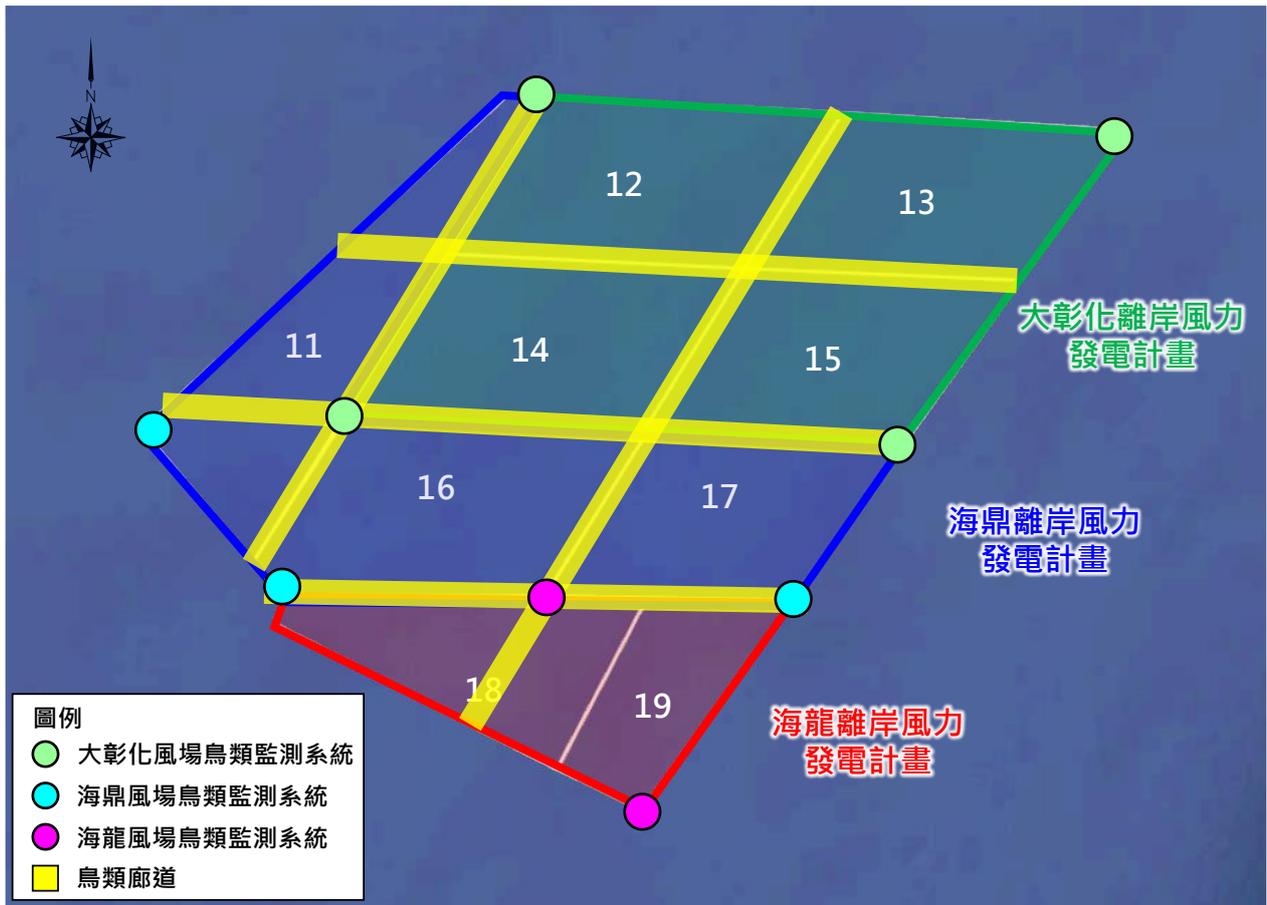


圖 1.6.1-9 海龍二號、海龍三號與相鄰風場聯合設置鳥類監測系統示意圖

| 審查意見   | 答覆說明   | 修訂處   |      |
|--|--|-------|------|
|  |  | 章節    | 頁次   |
| <b>1.7、游委員勝傑</b>   |  |       |      |
| 一、Band Model模擬所設定之參數如旋轉速度、旋轉半徑有範圍是否合理？是否應以最大轉速、最大半徑模擬之？另風場內風機數量為何為35~48？ | 敬謝委員指教。本計畫鳥類撞擊評估方法採用Band Model (Band 2012, Masden 2015)，在98%的迴避率下進行11MW及15MW風機鳥類撞擊模擬，其中風機規格參數均由風機廠商提供。本計畫為區分11MW及15MW風機參數，調整鳥類撞擊評估參數表，如表1.7.1-1所示。 | 6.1.4 | 6-36 |

表 1.7.1-1 海龍三號風場鳥類撞擊評估參數表

| 風機規格參數             |  |                          |      |       |       |       |
|--------------------|--|--------------------------|------|-------|-------|-------|
| b                  | 風機扇葉數目                                     | 3                        |      |       |       |       |
| Ω                  | 風機旋轉角速度 (rpm)                              | 11MW                     | 8.6  |       |       |       |
|                    |  | 15MW                     | 6.6  |       |       |       |
| c                  | 葉片最大寬度 (m)                                 | 5                        |      |       |       |       |
| γ                  | 葉片傾斜角度 (degree)                            | 註 1                      |      |       |       |       |
| R                  | 旋轉區半徑 (m)                                  | 11MW                     | 96.5 |       |       |       |
|                    |  | 15MW                     | 115  |       |       |       |
| r                  | 旋轉區上任何一點至旋轉中心的距離(m)                        |                          |      |       |       |       |
| 風場與環境參數            |  |                          |      |       |       |       |
| N                  | 風場內的風機總數量                                  | 11MW                     | 46   |       |       |       |
|                    |  | 15MW                     | 34   |       |       |       |
| Q <sub>op</sub>    | 一年中風機預計運轉的時間比例 <sup>註 1</sup>              | 0.95                     |      |       |       |       |
| t <sub>day</sub>   | 白天時間長度 (hr)                                | 註 2                      |      |       |       |       |
| t <sub>night</sub> | 夜晚時間長度 (hr)                                | 註 2                      |      |       |       |       |
| 通用鳥類參數             |  |                          |      |       |       |       |
| A                  | 迴避率  | 0.98                     |      |       |       |       |
| 隨物種或類群而定鳥類參數       |  | 白眉燕鷗                     | 鳳頭燕鷗 | 玄燕鷗   | 小燕鷗   | 魚鷹    |
| L                  | 體長 (m)                                     | 0.31                     | 0.48 | 0.42  | 0.25  | 0.59  |
| W                  | 翼展 (m)                                     | 0.79                     | 1.27 | 0.81  | 0.51  | 1.58  |
| v                  | 飛行速度 (m/s)                                 | 10.8                     | 12.0 | 13.01 | 10.93 | 16.93 |
| F                  | 飛行行為參數                                     | flapping                 |      |       |       |       |
| D <sub>A</sub>     | 日間鳥類密度(/km <sup>2</sup> )                  | 依兩風場實際調查而異，詳原環說表 6.1.4-4 |      |       |       |       |
| f <sub>night</sub> | 夜間鳥類活動密度(/km <sup>2</sup> ) <sup>註 3</sup> | 1                        | 1    | 1     | 1     | 0.5   |
| Q <sub>2R</sub>    | 飛行高度落在旋轉區的機率(%)                            | 3.8                      | 12.8 | 16    | 0.9   | 70.2  |

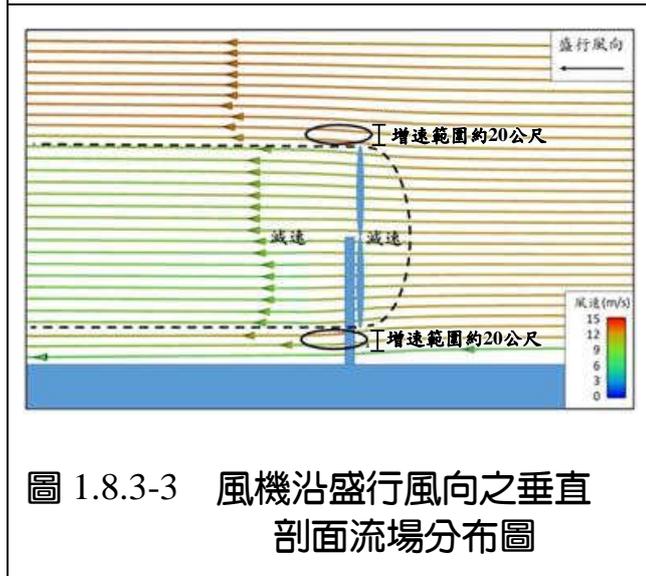
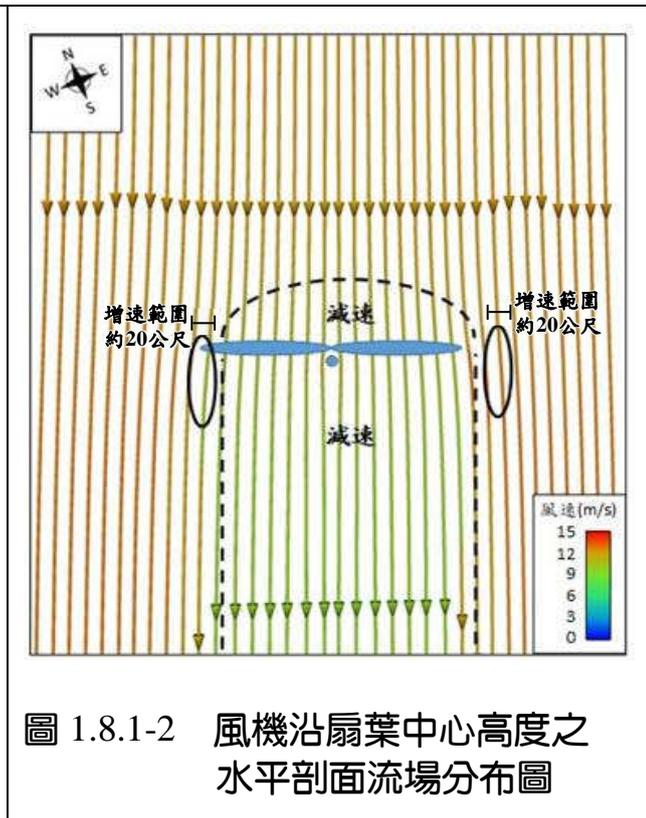
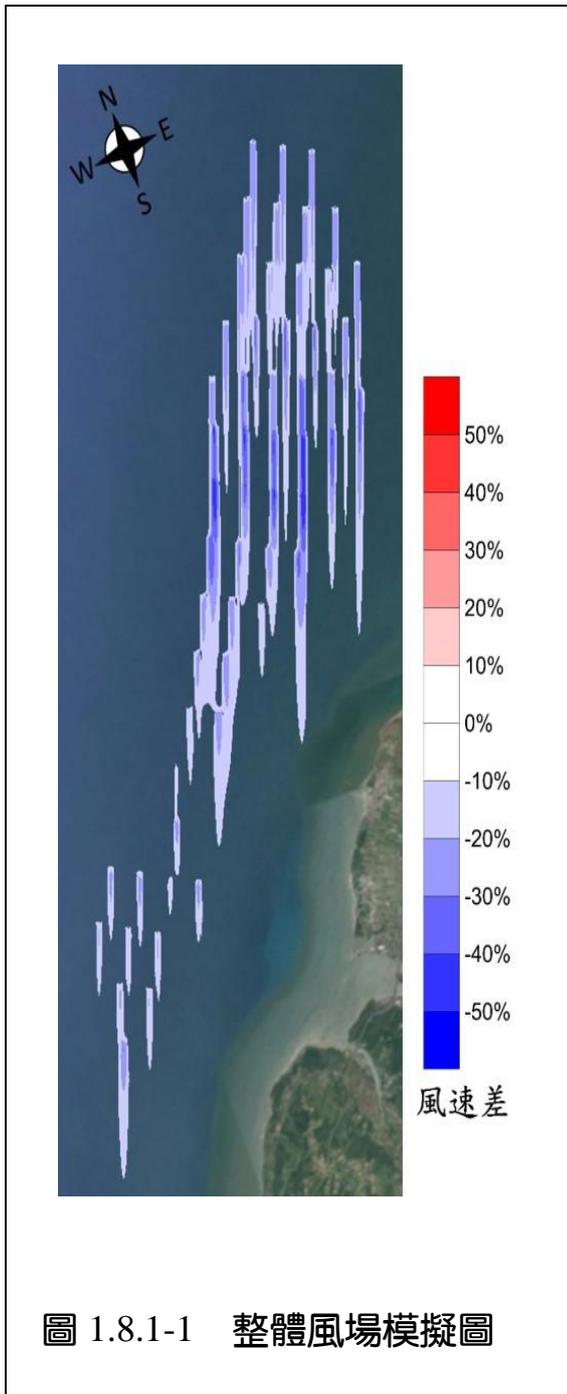
註 1：若缺乏資料，使用模式預設值或建議值。

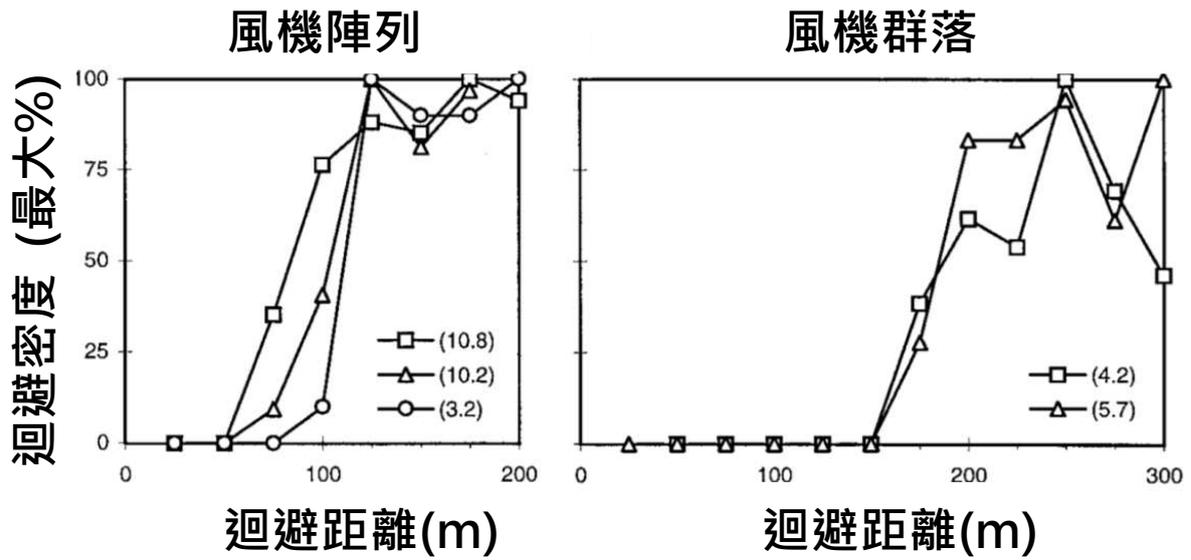
註 2：根據風場緯度計算。

註 3：燕鷗夜間活動係數採用 1.0，係數 1.0 表其夜間活動和日間活動的占比是相當的。

| 審 查 意 見   | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |                    |
|---|--|-------|--------------------|
|   |  | 章 節   | 頁 次                |
| <b>1.8、白委員子易</b>  |  |       |                    |
| <p>一、對於「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」中「葉片間漩渦及末端氣流擾動影響及可利用空間檢核」是否需重新評估，開發單位以圖2.12.2-1及圖2.12.2-2解釋風機不會將鳥類吸入並撞擊葉片。但圖2.12.2-1及圖2.12.2-2皆為單機之狀態，無法判定變更後整體風場之變化。建議能比照「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」中「葉片間漩渦及末端氣流擾動影響及可利用空間檢核」第152頁「圖4.7-1整體風場模擬圖」，以Actuator Model模擬整體風場之變化，較能判定變更後整體風場之影響。</p> | <p>敬謝委員指教。「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」中「葉片間漩渦及末端氣流擾動影響及可利用空間檢核」主要目標為了解風機旋轉時，於葉片間產生漩渦及氣流對鳥類的可能影響。</p> <p>由於風力發電之原理係擷取環境風能，以轉化為電能輸出，而是被動性的接受氣流的撞擊，進而造成扇葉轉動，因此會隨周遭環境風場之風速高低變化，驅動風機扇葉進行不同轉速之轉動。</p> <p>經模擬評估顯示，風機設置後對於整體風場的影響以減速為主(圖1.8.1-1)，減速區域位於風機旋轉範圍、前方與後方，風能在風機扇葉前方約40公尺處已開始呈現減速現象(圖1.8.1-2)，風機旋轉範圍外約20公尺區域有局部氣流擠壓，呈現增速現象(圖1.8.1-2~3)；由此結果可證，鳥類倘飛行經過風機扇葉前方時，風機不會將鳥類吸入並撞擊扇葉風險。</p> <p>本計畫彙整2006年至今國內外監測調查研究案例顯示，鳥類飛行方向與大範圍廊道空間顯著相關，大部分鳥類會主動迴避風場，約佔97%，進入風場僅有3%(Ib Krag Petersen et al,2006；K.L. Krijgsveld et al,2011)，進入風場後的鳥類絕大多數(99.4%)於風機間會自行迴避(ORJIP Bird Collision Avoidance Study, Final Report, 2018)；另參考國外觀察鳥類迴避風機的行為研究顯示(圖1.8.1-4)，鳥類通過風機群迴避距離約200公尺(Larsen and Madsen,2000)，顯示鳥類比人類想像中更會迴避風機；丹麥Tunø Knob風場鳥類目視調查顯示(Effects of wind turbines on flight behaviour of wintering common eiders: implications for habitat use and collision risk, 2007)，風場範圍及風機外200公尺、風機外200~600公尺鳥類數量比例分別為23.6%、76.4%，顯示鳥類迴避風機約為200公尺(圖1.8.1-5)。</p> <p>本計畫為分析實際風機尺寸、風機間距及鳥類大小關係，按等比例尺繪製如圖1.8.1-6所示，本次變更新增11MW~15MW大型化風機方案</p> | 6.1.4 | 6-28~34<br>6-47~49 |

| 審查意見 | 答覆說明   | 修訂處 |    |
|------|--|-----|----|
|      |  | 章節  | 頁次 |
|      | ，風機最小間距為666公尺，以最有可能採用之14MW風機估算最小淨間距為444公尺，經比對本計畫風機淨間距(444公尺)及翼展170公分大型鳥群後，評估留設風機間距可提供鳥類於風機間飛行迴避空間。 |     |    |





資料來源：Effects of wind turbines and other physical elements on field utilization by pink-footed geese: A landscape perspective, Larsen and Madsen, 2000.

圖 1.8.1-4 風機陣列及風機群落的鳥類迴避距離

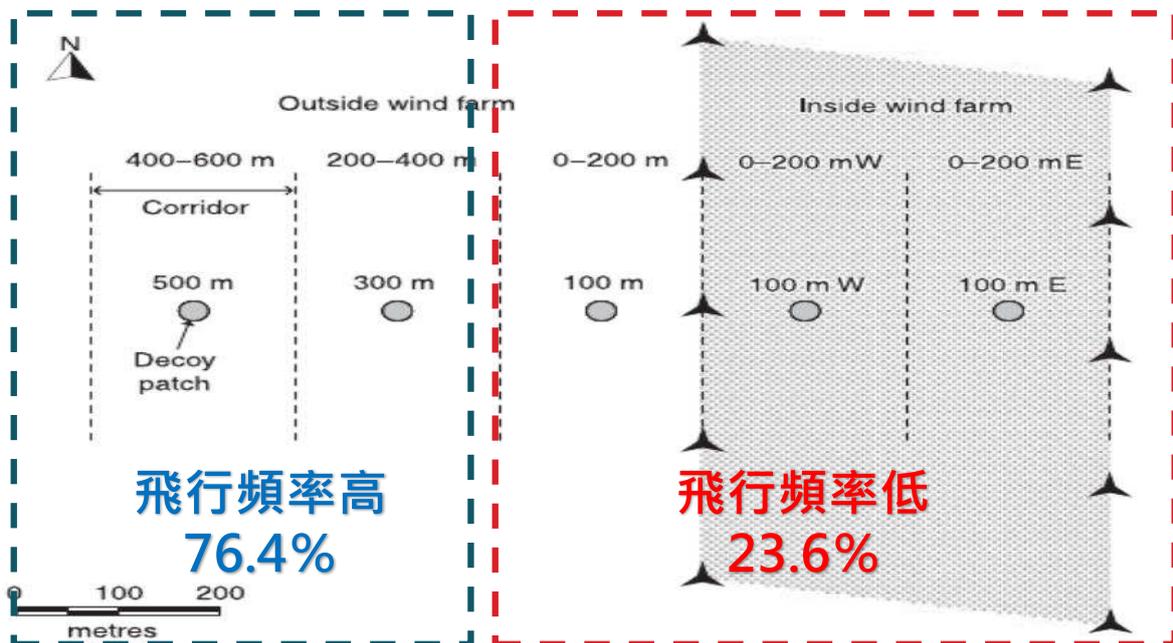


圖 1.8.1-5 丹麥 Tunø Knob 風場(間距約 200~400 公尺)  
鳥類與西側風機排觀測飛行頻率分布(營運期間)

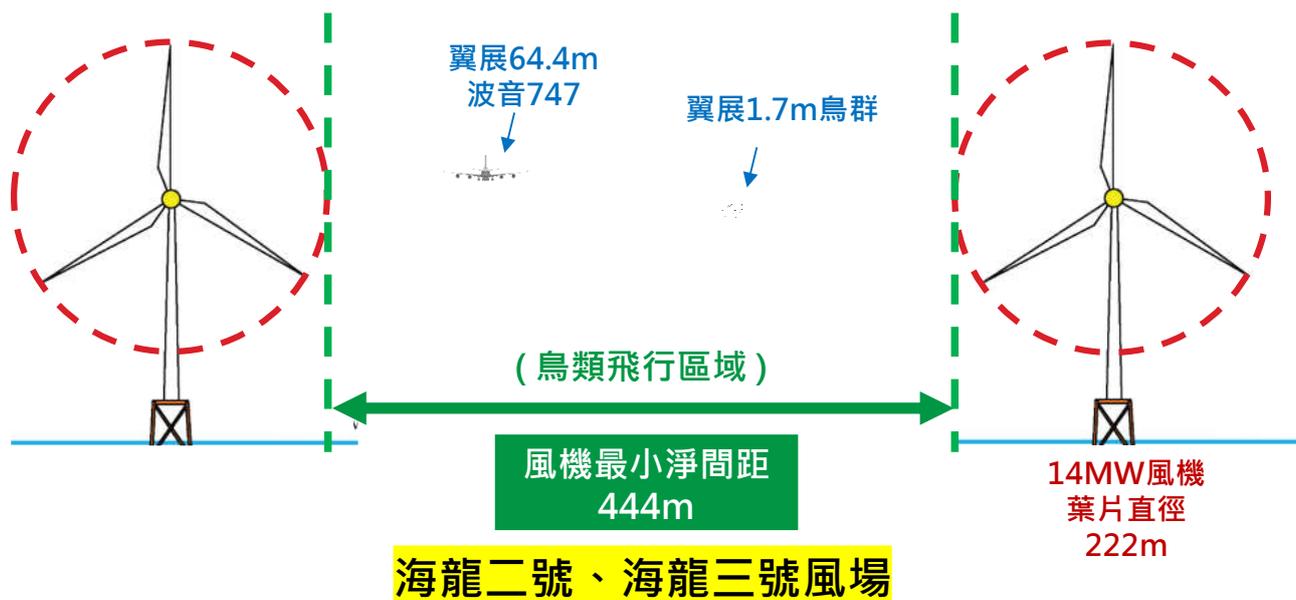
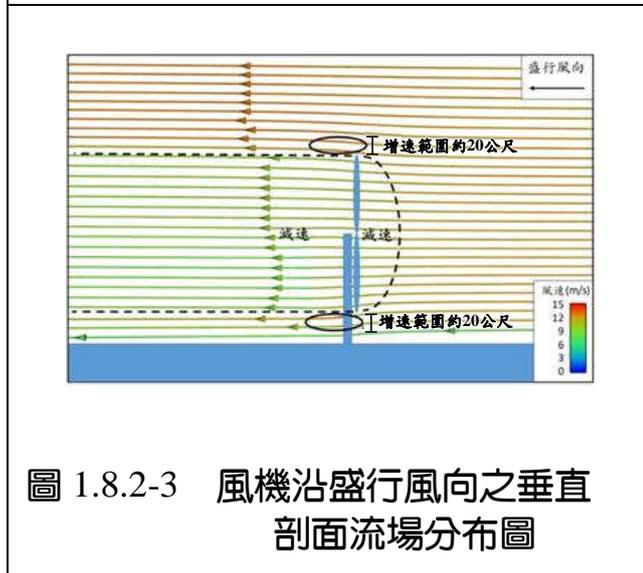
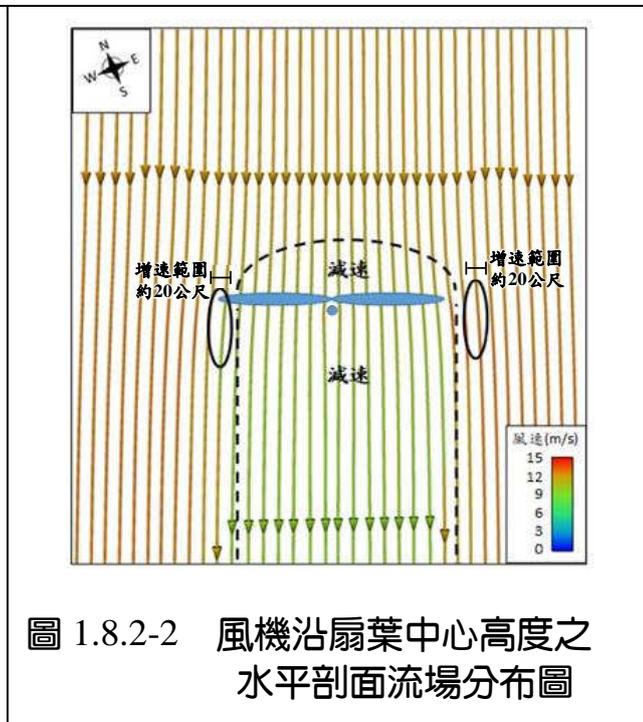
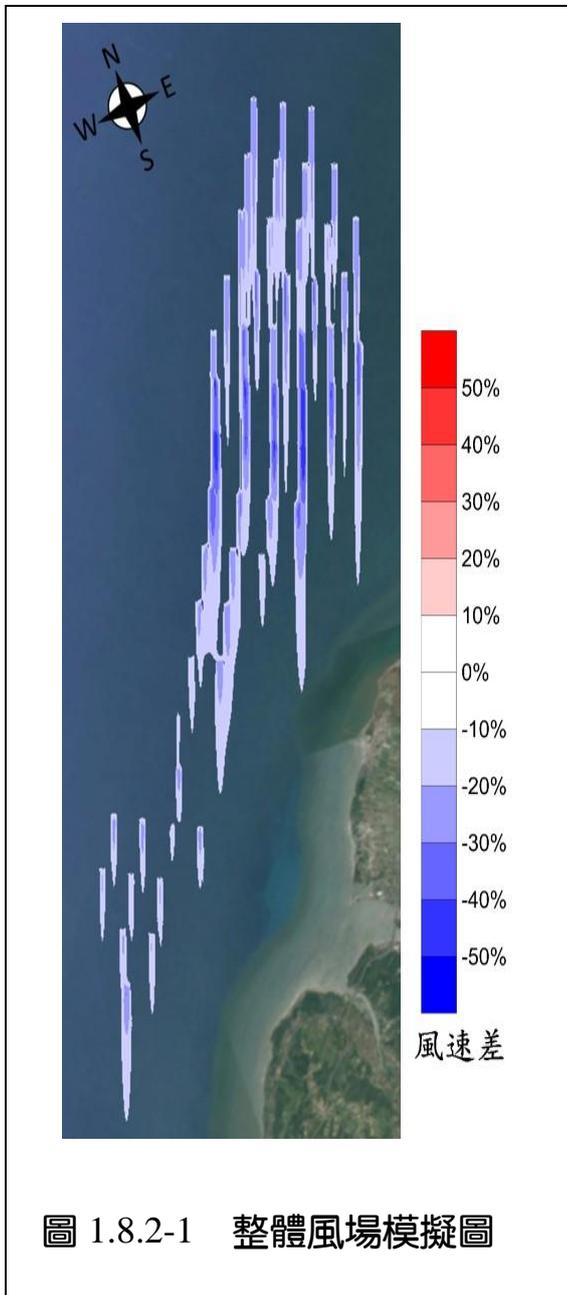
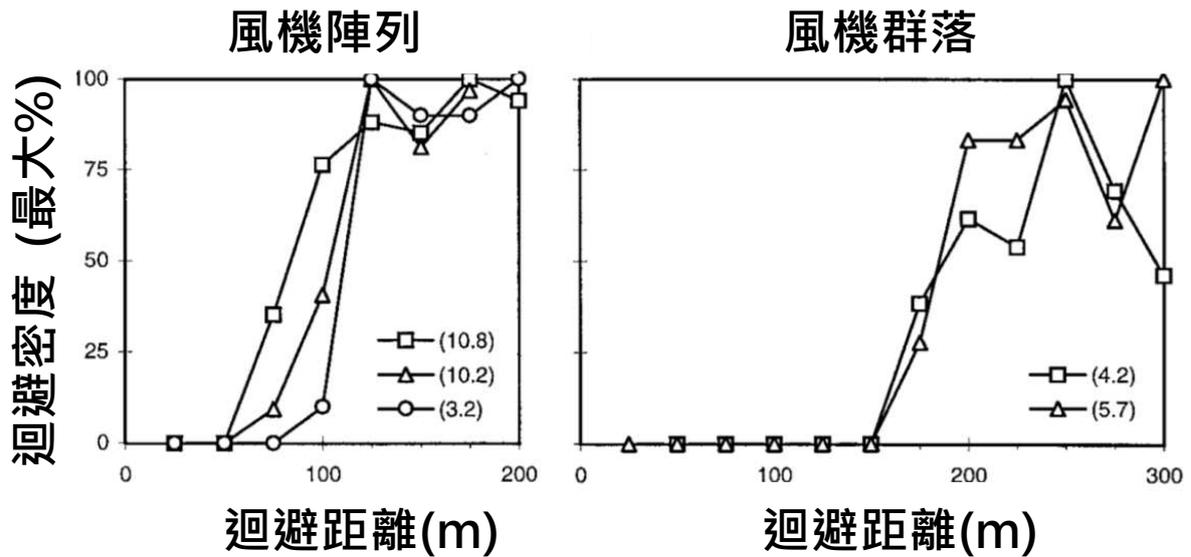


圖 1.8.1-6 依實際風機尺寸按比例尺繪製之風機間距及鳥群大小對照圖(14MW)

| 審 查 意 見   | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |                    |
|---|---|-------|--------------------|
|   |   | 章 節   | 頁 次                |
| <p>二、圖2.12.2-2為單機之垂直風場模擬，請補充說明變更後於葉片尺寸增加之情形下，垂直風場是否需重新模擬。</p> | <p>敬謝委員指教。「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」中「葉片間漩渦及末端氣流擾動影響及可利用空間檢核」<b>主要目標為了解風機旋轉時，於葉片間產生漩渦及氣流對鳥類的可能影響。</b></p> <p>由於風力發電之原理係擷取環境風能，以轉化為電能輸出，而是被動性的接受氣流的撞擊，進而造成扇葉轉動，因此會隨周遭環境風場之風速高低變化，驅動風機扇葉進行不同轉速之轉動。</p> <p>經模擬評估顯示，風機設置後對於整體風場的影響以減速為主(圖1.8.2-1)，減速區域位於風機旋轉範圍、前方與後方，風能在風機扇葉前方約 40 公尺處已開始呈現減速現象(圖1.8.2-2)，風機旋轉範圍外約20公尺區域有局部氣流擠壓，呈現增速現象(圖1.8.2-2~3)；由此結果可證，鳥類倘飛行經過風機扇葉前方時，風機不會將鳥類吸入並撞擊扇葉風險。</p> <p>本計畫彙整2006年至今國內外監測調查研究案例顯示，鳥類飛行方向與大範圍廊道空間顯著相關，大部分鳥類會主動迴避風場，約佔<b>97%</b>，進入風場僅有<b>3%</b>(Ib Krag Petersen et al,2006；K.L. Krijgsveld et al,2011)，進入風場後的鳥類絕大多數(<b>99.4%</b>)於風機間會自行迴避(ORJIP Bird Collision Avoidance Study, Final Report, 2018)；另參考國外觀察鳥類迴避風機的行為研究顯示(圖1.8.2-4)，鳥類通過風機群迴避距離約<b>200公尺</b>(Larsen and Madsen,2000)，顯示鳥類比人類想像中更會迴避風機；丹麥<b>Tunø Knob</b>風場鳥類目視調查顯示(Effects of wind turbines on flight behaviour of wintering common eiders: implications for habitat use and collision risk, 2007)，風場範圍及風機外<b>200公尺</b>、風機外<b>200~600公尺</b>鳥類數量比例分別為<b>23.6%</b>、<b>76.4%</b>，顯示鳥類迴避風機約為<b>200公尺</b>(圖1.8.2-5)。</p> <p>本計畫為分析實際風機尺寸、風機間距及鳥類大小關係，按等比例尺繪製如圖1.8.2-6所示，本次變更新增<b>11MW~15MW</b>大型化風機方案，風機最小間距為<b>666公尺</b>，以最有可能採用之<b>14MW</b>風機估算最小淨間距為<b>444公尺</b>，經比對本計畫風機淨間距(<b>444公尺</b>)及翼展<b>170</b></p> | 6.1.4 | 6-28~34<br>6-47~49 |

| 審查意見 | 答覆說明                             | 修訂處 |    |
|------|----------------------------------|-----|----|
|      |                                  | 章節  | 頁次 |
|      | 公分大型鳥群後，評估留設風機間距可提供鳥類於風機間飛行迴避空間。 |     |    |





資料來源：Effects of wind turbines and other physical elements on field utilization by pink-footed geese: A landscape perspective, Larsen and Madsen, 2000.

圖 1.8.2-4 風機陣列及風機群落的鳥類迴避距離

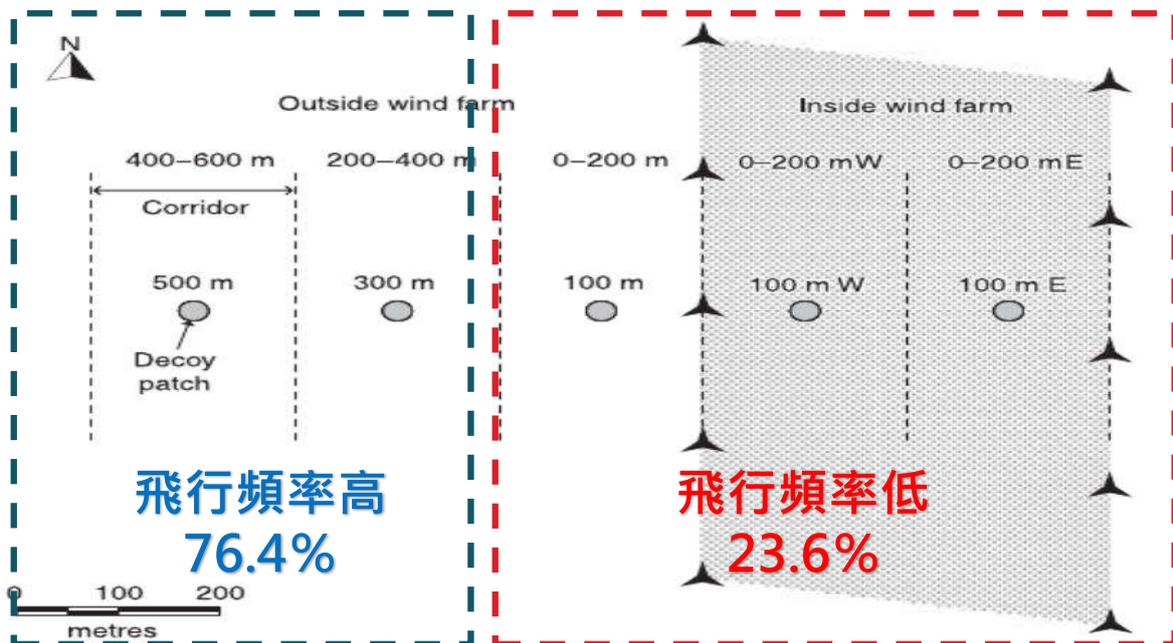


圖 1.8.2-5 丹麥 Tunø Knob 風場(間距約 200~400 公尺)  
鳥類與西側風機排觀測飛行頻率分布(營運期間)

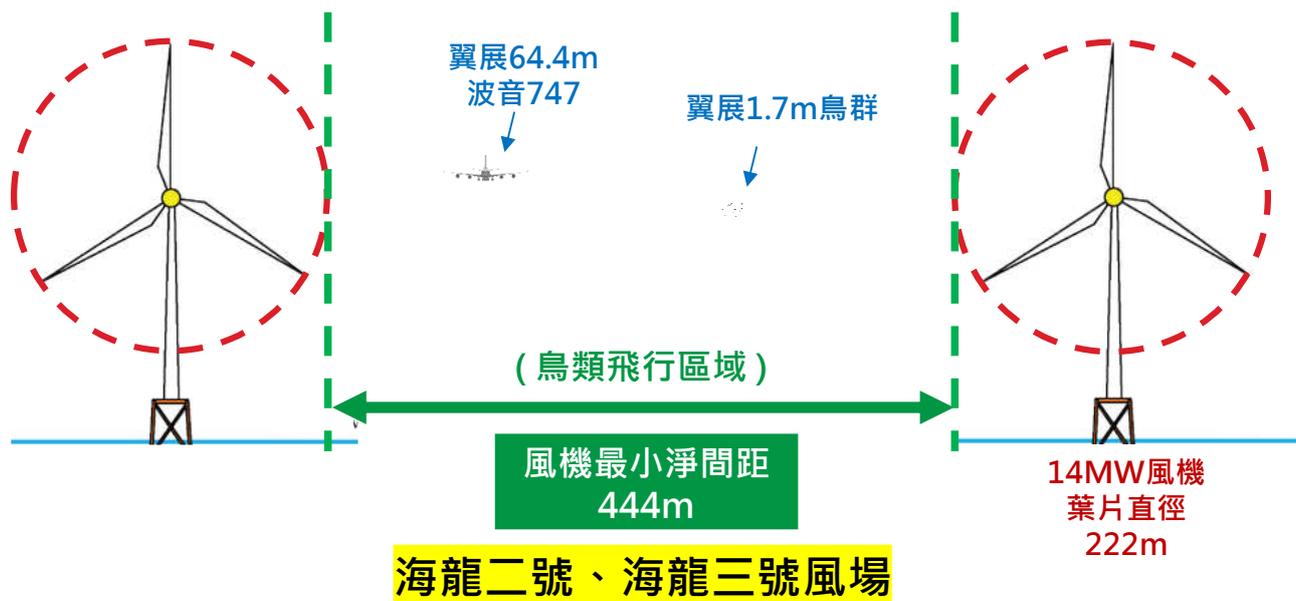


圖 1.8.2-6 依實際風機尺寸按比例尺繪製之風機間距及鳥群大小對照圖(14MW)

| 審查意見   | 答覆說明   | 修訂處                |                            |
|--|--|--------------------|----------------------------|
|  |  | 章節                 | 頁次                         |
| <b>1.9、江委員康鈺</b>   |  |                    |                            |
| <p>一、有關前次提及之降轉機制之作業訂定，開發單位已有因應與回覆；根據國外全自動雷達停機系統之案例而言，若能提升辨識度之技術能力或系統建置，或針對目標物進行完整之辨識基準訂定，是否可初步訂定降轉機制作業之規劃期程？</p> | <p>敬謝委員指教。考量離岸風場的特性，<b>採用雷達進行自動化辨識鳥種</b>，以達到啟動風機降轉機制似為目前較可行之方法，依據目前案例分析，鳥類降轉機制之基本條件為「<b>明確分辨出欲保護目標鳥種及影響標的</b>」。由於現階段「國外已營運之『離岸風場』中，並無運用風場降轉機制」之實際案例；而陸域已營運風場採用降轉/停機來減低鳥類撞擊風險之案例亦相當少，加上目前在台灣西部海域觀測到之保育類鳥種，在其大小，身形和飛行速度等皆十分相似，因此要以<b>雷達自動判定目標鳥種並啟動停機之方式現階段而言並不可行</b>。</p> <p>本計畫自環評階段以來，皆陸續蒐集風場內鳥類活動之相關資訊，惟因海域調查之限制，目前掌握之調查資料尚屬有限，不足以針對目標鳥種在體型、飛行模式或飛行速度上歸納出獨特且容易辨識特徵，以規劃自動化辨識鳥種雷達系統。因此，<b>本計畫新增春、秋季鳥類過境期間每季執行3日次，夏、冬季每季執行1日次之鳥類雷達調查搭配鳥類目視調查</b>，屆時將涵蓋春、夏、秋、冬四季鳥類雷達結合目視調查資料，以釐清雷達資料和鳥種數量之關係。此外海龍二號、三號風場將於<b>施工前執行海上鳥類船隻目視調查、海岸鳥類目視調查、24小時鳥類雷達調查、鳥類繫放衛星定位追蹤</b>(詳表1.9.1-1)，<b>施工期間執行海上鳥類船隻目視調查、海岸鳥類目視調查</b>(詳表1.9.1-2)，<b>營運階段執行海上鳥類船隻目視調查、海岸鳥類目視調查</b>(詳表1.9.1-3)，並聯合大彰化案及海鼎案設置鳥類監測系統，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、累積長期監測資料，初步規劃可能設置位置示意圖詳圖1.9.1-3，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。</p> <p>本計畫未來將結合相關文獻蒐集及考量風場環境區位特性，始進一步給蒐集欲保護目標鳥種資訊，於風場取得電業執照後半年內提出環境影響調查報告書，並依據營運前(含施工前、中、後)之環境監測資料，以及經濟部能源局基</p> | <p>7.1<br/>7.2</p> | <p>7-10~11<br/>7-12~14</p> |

| 審查意見 | 答覆說明   | 修訂處 |    |
|------|--|-----|----|
|      |  | 章節  | 頁次 |
|      | 於電業管理及風場一致性，參考國際作法及可行技術研擬之商業可行降轉機制，據以規劃具體可行之風機降轉(停機)機制初步規劃，納入環境影響調查報告書送審。此外，本計畫持續蒐集國際間風場採行之降轉(停機)機制案例作為參考，並委託專業技術顧問團隊評估風機降轉(停機)機制可行性及規劃方向，達到綠能與鳥類生態共存共榮發展目標。 |     |    |

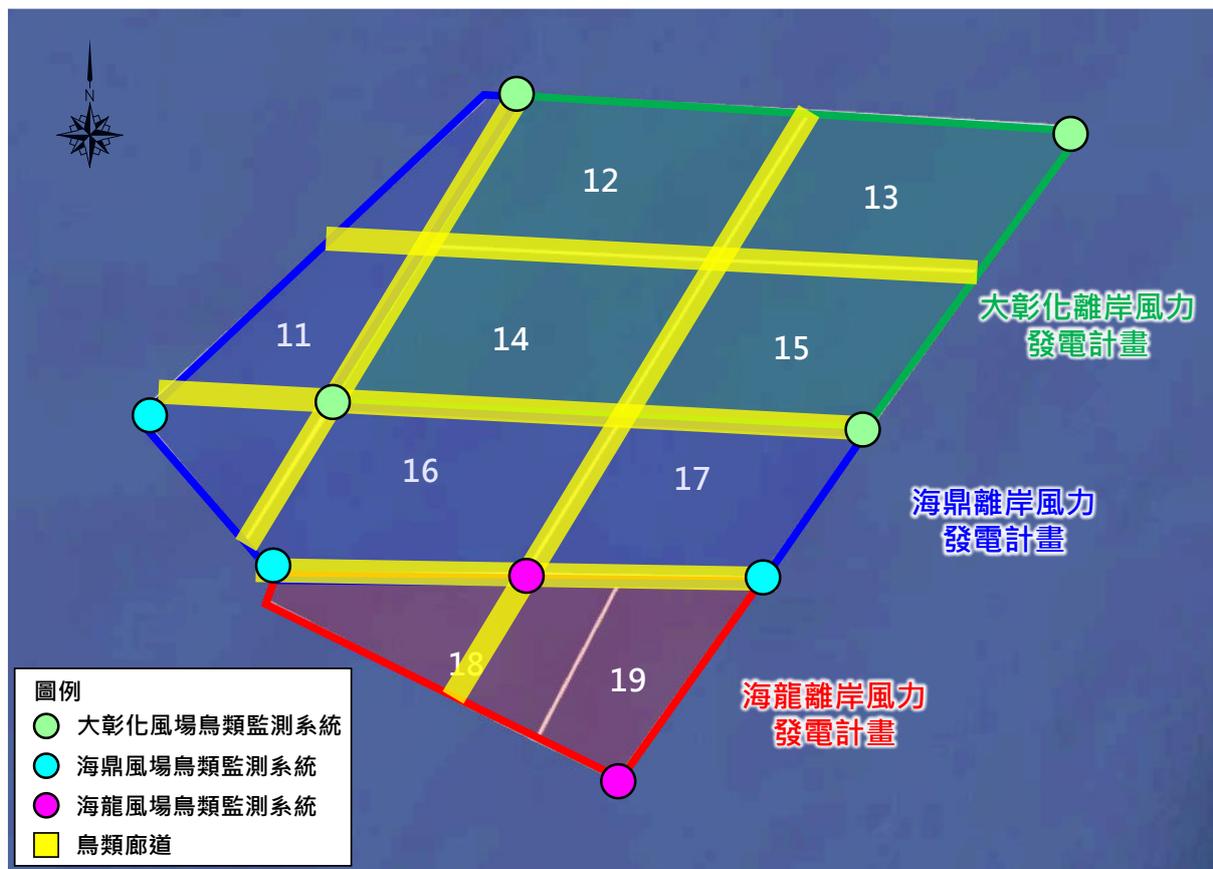


圖 1.9.1-3 本計畫與鄰近風場聯合設置鳥類監測系統示意圖  
(結合連續之鳥類廊道)

表 1.9.1-1 施工前鳥類環境監測計畫表

| 類別           | 監測項目  | 地點                       | 頻率                                      |  |
|--------------|---|--------------------------|---|--|
| 鳥類生態         | 1.海上鳥類船隻目視調查：種類、數量、棲身及活動情形、飛行路徑、季節性之族群變化等         | 風場範圍                     | 施工前執行1年<br>其中春、夏、秋季每月1次，冬季每季1次，共進行10次調查 |  |
|              | 2.海岸鳥類目視調查：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) | 上岸點鄰近海岸                  |   |  |
|              | 3.鳥類雷達調查  | 鳥類雷達調查<br>(24HR/垂直及水平雷達) | 風場範圍                                    | 施工前執行2年<br>每年進行17日次調查<br>其中春、夏季每季5日次，秋季每季6日次，冬季每季1日次 |
|              |   | 搭配鳥類目視調查                 |   | 每年進行8日次調查<br>其中春、秋季每季3日次，夏、冬季每季1日次                   |
| 4.鳥類繫放衛星定位追蹤 |   | 1.彰化海岸鳥類<br>2.澎湖鳳頭燕鷗     | 施工前執行一次                                 |  |

表 1.9.1-2 施工期間鳥類環境監測計畫表

| 類別   | 監測項目  | 地點      | 頻率                             |
|------|---|---------|--------------------------------|
| 鳥類生態 | 1.海上鳥類船隻目視調查：種類、數量、棲身及活動情形、飛行路徑、季節性之族群變化等         | 風場範圍    | 每年進行10次調查<br>春、夏、秋季每月1次，冬季每季1次 |
|      | 2.海岸鳥類目視調查：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) | 上岸點鄰近海岸 |                                |

表 1.9.1-3 營運期間鳥類環境監測計畫表

| 類別   | 監測項目  | 地點      | 頻率   |
|------|---|---------|--|
| 鳥類生態 | 1.海上鳥類船隻目視調查：種類、數量、棲身及活動情形、飛行路徑、季節性之族群變化等         | 風場範圍    | 每年進行10次調查<br>春、夏、秋季每月1次，冬季每季1次。<br>(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) |
|      | 2.海岸鳥類目視調查：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) | 上岸點鄰近海岸 |  |

| 審查意見   | 答覆說明   | 修訂處        |                    |
|--|--|------------|--------------------|
|  |  | 章節         | 頁次                 |
| 二、未來承諾於取得電業執照半年內提出環境影響調查報告書，初步規畫可行之風機降轉或停機作業；如前點意見所述，請開發單位評估提前訂定作業機制之可行期程。 | <p>敬謝委員指教。考量離岸風場的特性，採用雷達進行自動化辨識鳥種，以達到啟動風機降轉機制似為目前較可行之方法，依據目前案例分析，鳥類降轉機制之基本條件為「<b>明確分辨出欲保護目標鳥種及影響標的</b>」。由於現階段「國外已營運之『離岸風場』中，並無運用風場降轉機制」之實際案例；而陸域已營運風場採用降轉/停機來減低鳥類撞擊風險之案例亦相當少，加上目前在台灣西部海域觀測到之保育類鳥種，在其大小，身形和飛行速度等皆十分相似，因此要以雷達自動判定目標鳥種並啟動停機之方式現階段而言並不可行。</p> <p>本計畫自環評階段以來，皆陸續蒐集風場內鳥類活動之相關資訊，惟因海域調查之限制，目前掌握之調查資料尚屬有限，不足以針對目標鳥種在體型、飛行模式或飛行速度上歸納出獨特且容易辨識特徵，以規劃自動化辨識鳥種雷達系統。因此，本計畫新增春、秋季鳥類過境期間每季執行3日次，夏、冬季每季執行1日次之鳥類雷達調查搭配鳥類目視調查，屆時將涵蓋春、夏、秋、冬四季鳥類雷達結合目視調查資料，以釐清雷達資料和鳥種數量之關係。此外海龍二號、三號風場將於施工前執行海上鳥類船隻目視調查、海岸鳥類目視調查、24小時鳥類雷達調查、鳥類繫放衛星定位追蹤(詳表1.9.2-1)，施工期間執行海上鳥類船隻目視調查、海岸鳥類目視調查(詳表1.9.2-2)，營運階段執行海上鳥類船隻目視調查、海岸鳥類目視調查(詳表1.9.2-3)，並聯合大彰化案及海鼎案設置鳥類監測系統，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、累積長期監測資料，初步規劃可能設置位置示意圖詳圖1.9.2-3，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。</p> <p>本計畫未來將結合相關文獻蒐集及考量風場環境區位特性，始進一步給蒐集欲保護目標鳥種資訊，於風場取得電業執照後半年內提出環境影響調查報告書，並依據營運前(含施工前、中、後)之環境監測資料，以及經濟部能源局基於電業管理及風場一致性，參考國際作法及可行技術研擬之商業可行降轉機制，據以規劃具</p> | 7.1<br>7.2 | 7-10~11<br>7-12~14 |

| 審查意見 | 答覆說明   | 修訂處 |    |
|------|--|-----|----|
|      |  | 章節  | 頁次 |
|      | 體可行之風機降轉(停機)機制初步規劃，納入環境影響調查報告書送審。此外，本計畫持續蒐集國際間風場採行之降轉(停機)機制案例作為參考，並委託專業技術顧問團隊評估風機降轉(停機)機制可行性及規劃方向，達到綠能與鳥類生態共存共榮發展目標。 |     |    |

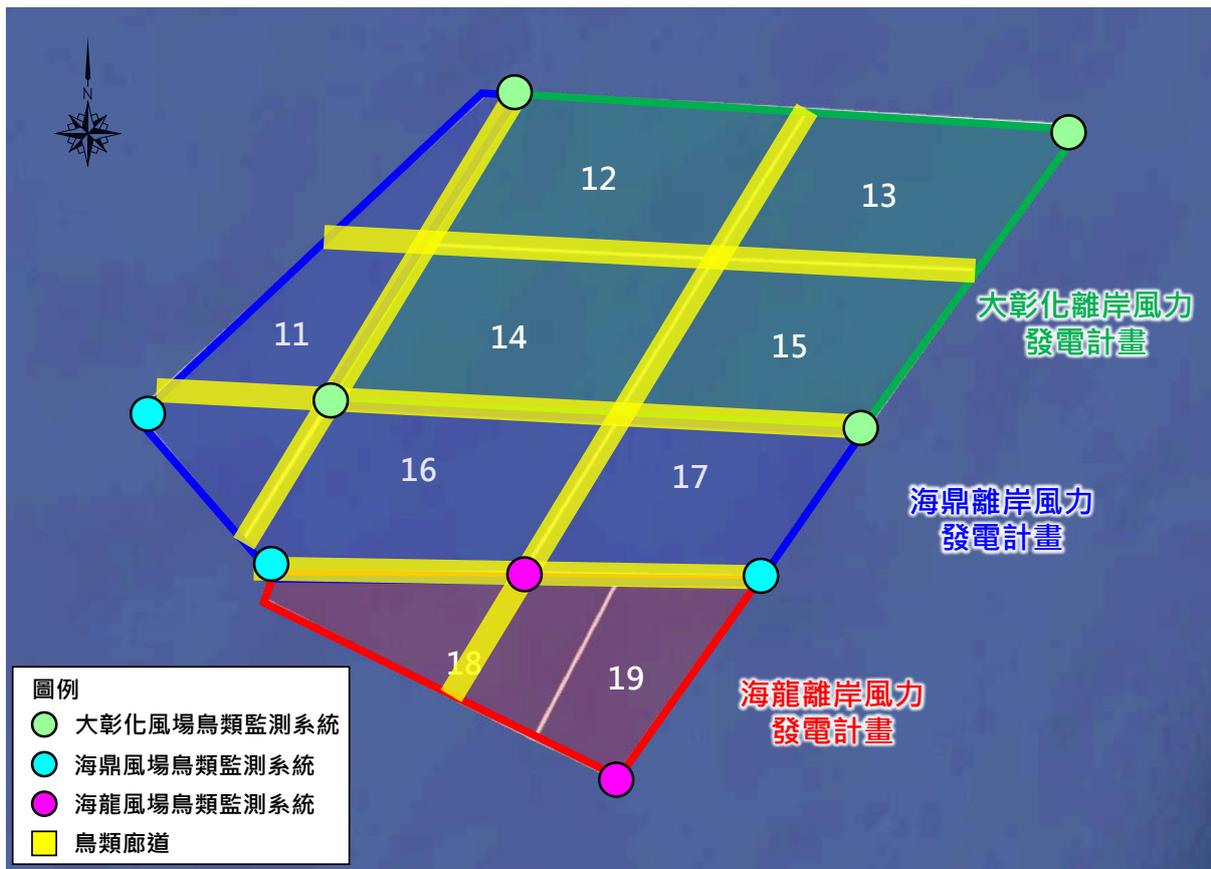


圖 1.9.2-3 本計畫與鄰近風場聯合設置鳥類監測系統示意圖  
(結合連續之鳥類廊道)

表 1.9.2-1 施工前鳥類環境監測計畫表

| 類別           | 監測項目  | 地點                       | 頻率                                      |  |
|--------------|---|--------------------------|---|--|
| 鳥類生態         | 1.海上鳥類船隻目視調查：種類、數量、棲身及活動情形、飛行路徑、季節性之族群變化等         | 風場範圍                     | 施工前執行1年<br>其中春、夏、秋季每月1次，冬季每季1次，共進行10次調查 |  |
|              | 2.海岸鳥類目視調查：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) | 上岸點鄰近海岸                  |   |  |
|              | 3.鳥類雷達調查  | 鳥類雷達調查<br>(24HR/垂直及水平雷達) | 風場範圍                                    | 施工前執行2年<br>每年進行17日次調查<br>其中春、夏季每季5日次，秋季每季6日次，冬季每季1日次 |
|              |   | 搭配鳥類目視調查                 |   | 每年進行8日次調查<br>其中春、秋季每季3日次，夏、冬季每季1日次                   |
| 4.鳥類繫放衛星定位追蹤 |   | 1.彰化海岸鳥類<br>2.澎湖鳳頭燕鷗     | 施工前執行一次                                 |  |

表 1.9.2-2 施工期間鳥類環境監測計畫表

| 類別   | 監測項目  | 地點      | 頻率                             |
|------|---|---------|--------------------------------|
| 鳥類生態 | 1.海上鳥類船隻目視調查：種類、數量、棲身及活動情形、飛行路徑、季節性之族群變化等         | 風場範圍    | 每年進行10次調查<br>春、夏、秋季每月1次，冬季每季1次 |
|      | 2.海岸鳥類目視調查：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) | 上岸點鄰近海岸 |                                |

表 1.9.2-3 營運期間鳥類環境監測計畫表

| 類別   | 監測項目  | 地點      | 頻率   |
|------|---|---------|--|
| 鳥類生態 | 1.海上鳥類船隻目視調查：種類、數量、棲身及活動情形、飛行路徑、季節性之族群變化等         | 風場範圍    | 每年進行10次調查<br>春、夏、秋季每月1次，冬季每季1次。<br>(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) |
|      | 2.海岸鳥類目視調查：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) | 上岸點鄰近海岸 |  |

| 審 查 意 見   | 答 覆 說 明  | 修 訂 處   |  |
|---|--|---|--|
|   |  | 章 節   | 頁 次  |
| <b>1.10、江委員鴻龍</b>   |  |   |  |
| 一、本案於表2.2.2-1中顯示本案風機之淨間距最大，但本案之裝置容量及葉片直徑亦最大，實無法解釋其留有間距不影響環境生態之依據。 | <p>敬謝委員指教。海龍二號風場已配合公告南北慣用航道退縮風場在先，場址面積縮減近40%，退縮寬度達3,500公尺，海龍二號、三號風場相鄰邊界依經濟部能源局於104年7月2日公佈之「離岸風力發電規劃場址申請作業要點」規定，各自退縮，留設寬度大於2,000公尺，而與北側相鄰風場亦依規定各自退縮，本次變更海龍三號風場為配合「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」及經濟部整體規劃，於風場開發面積及總裝置容量等設置條件均維持不變下，於海龍三號風場新增2,000公尺銜接鄰近風場連續之鳥類廊道，以營造有利鳥類南北飛行方向，加上受風場海底地質條件(玄武岩等)影響，風場內有多處區域無法設置風機，導致海龍二號風場實際可設置風機面積從100.33平方公里縮減至37.3平方公里，海龍三號風場從85.2平方公里縮減至26.8平方公里，大幅限制風機佈設彈性(詳圖1.10.1-1)。</p> <p>本計畫已委託技術團隊，於實際可設置風機面積中，盡力調整並擴大風機間距，經評估規劃後，現階段風機間距大於755公尺約佔33%，介在666~755公尺約佔67%，詳圖1.10.1-2所示。彙整2006年至今國內外監測調查研究案例顯示，鳥類飛行方向與大範圍廊道空間顯著相關，大部分鳥類會主動迴避風場，約佔97%，進入風場僅有3%(Ib Krag Petersen et al,2006；K.L. Krijgsveld et al,2011)，進入風場後的鳥類絕大多數(99.4%)於風機間會自行迴避(ORJIP Bird Collision Avoidance Study, Final Report, 2018)；另參考參考國外觀察鳥類迴避風機的行為研究顯示(圖1.10.1-3)，鳥類通過風機群迴避距離約200公尺(Larsen and Madsen,2000)，顯示鳥類比人類想像中更會迴避風機；丹麥Tunø Knob風場鳥類目視調查顯示(Effects of wind turbines on flight behaviour of wintering common eiders: implications for habitat use and collision risk, 2007)，風場範圍及風機外200公尺、風機外200~600公尺鳥類數量比例分別為23.6%、76.4%，顯示鳥類迴避風機約為200公尺(圖1.10.1-4)；臺灣「王功風力發電計畫」鳥</p> | <p>4.2</p> <p>4.3</p> <p>6.1.4</p> <p>7.1</p> | <p>4-4~8</p> <p>4-12~13</p> <p>6-28~49</p> <p>7-4~5</p> <p>7-10~11</p> |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |     |
|---------|--|-------|-----|
|         |  | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>類雷達調查顯示(圖1.10.1-5)，風機設置後，北堤(風機間距200公尺，淨間距129公尺)鳥類數量由49%降至17%，約38%鳥類轉移至環評階段規劃預留之東側鳥類飛行廊道，顯示鳥類飛行路徑因風機開發而有轉移現象，另一部份則改由西堤進出(風機間距500公尺，淨間距429公尺)，約佔34%，顯示已有充分空間提供鳥類飛行，與前述鳥類迴避風機情形相符；本計畫風機淨間距達444公尺，可提供鳥類充足的飛行空間。</p> <p>本計畫已蒐集國內外施工或營運中風場淨間距實例(表1.10.1-1)，留設淨間距約為301~410公尺，本次變更新增11MW~15MW大型化風機方案，風機最小間距為666公尺，以最有可能採用之14MW風機估算最小淨間距為444公尺，不小於國內外風場淨間距實例，此外，本計畫為分析實際風機尺寸、風機間距及鳥類大小關係，按等比例尺繪製如圖1.10.1-6所示，經比對本計畫風機淨間距(444公尺)及翼展170公分大型鳥群後，評估留設風機間距可提供鳥類於風機間飛行迴避空間。</p> <p>此外，本計畫採用Band Model (Band 2012, Masden 2015)進行鳥類撞擊評估，評估結果顯示，變更後11 MW及15 MW風機配置造成的鳥類撞擊數量低於原環說(6~9.5MW)最大撞擊數量(如圖1.10.1-7)。風機大型化後，所需架設的風機支數較少，因此整體衝擊相對較小。</p> <p>本次變更充分考量鳥類飛行習性，風機間已留設不小於國內外風場淨間距，並透過留設一致性鳥類廊道，增加邊界退縮等，減少鳥類飛行偏轉次數，提升海龍風場周邊大尺度鳥類飛行空間，經評估後整體鳥類飛行空間相較原規劃合理且友善，可降低鳥類飛行所面臨之實際風險。加上變更後風場開發規模相較原環說減少近半數的風機數量、水下基礎(含基樁)設置數量、基座面積及打樁作業時間等，可減少施工及營運期間對海域環境影響(詳圖1.10.1-8)，經評估包括空氣品質(海域工程)、噪音振動(風機運轉噪音)、水下噪音等，評估結果與原環說相似，而在鳥類撞擊數量、打樁水下噪音影響時間及底棲生態影響面積等均有減輕對環境之影響(詳表1.10.1-2)。</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>綜合上述，本計畫環境影響評估結果顯示未有重大衝擊，但為了降低開發行為對於鳥類生態環境衝擊，已擬定相關鳥類環境保護對策，說明如下：</p> <p>(一) 施工前</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 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。</li> <li>2. 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。</li> <li>3. 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。</li> </ol> <p>(二) 施工期間</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 風機架設完成後，將於風場最外圍風力機組設置最少之航空警示燈，實際設置數量需依屆時所規劃之風力機組配置而定。</li> <li>2. 依民航局最新頒布之「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」設置航空警示燈，並取得民航局同意函，燈具選擇可同步閃光的航空警示燈，以減少吸引鳥類靠近的可能性。</li> <li>3. 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。 <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 將優先選用較大風機，以降低鳥類影響。 <ol style="list-style-type: none"> <li>A. 風機大型化規劃，單機裝置容量除原 6~9.5MW，並新增</li> </ol> </li> </ol> </li> </ol> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |     |
|---------|--|-------|-----|
|         |  | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>11~15MW規劃。</p> <p>B. 6~9.5MW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)。新增之11~15MW風機間距將依風力機組型式及場址風況評估結果進行佈置，盛行風向間距至少1,158公尺，非盛行風向間距至少666公尺。</p> <p>C. 與相鄰風場間距至少為葉片直徑6倍(依單機裝置容量不同約介於906~1,380公尺)。</p> <p>D. 風機葉片距離海面高度至少25米。</p> <p>(三) 營運期間</p> <p>1. 降低風機撞擊效應</p> <p>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，將於風場最外圍風力機組設置最少之航空警示燈，實際設置數量需依屆時所規劃之風力機組配置而定。</p> <p>依民航局最新頒布之「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」設置航空警示燈，並取得民航局同意函，燈具選擇可同步閃光的航空警示燈，以減少吸引鳥類靠近的可能性。</p> <p>2. 觀測風場中鳥類活動</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>監測資料會公開於本開發單位網站。</p> <p>(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。</p> <p>(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1.10.1-9，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。</p> <p>(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。</p> |       |     |

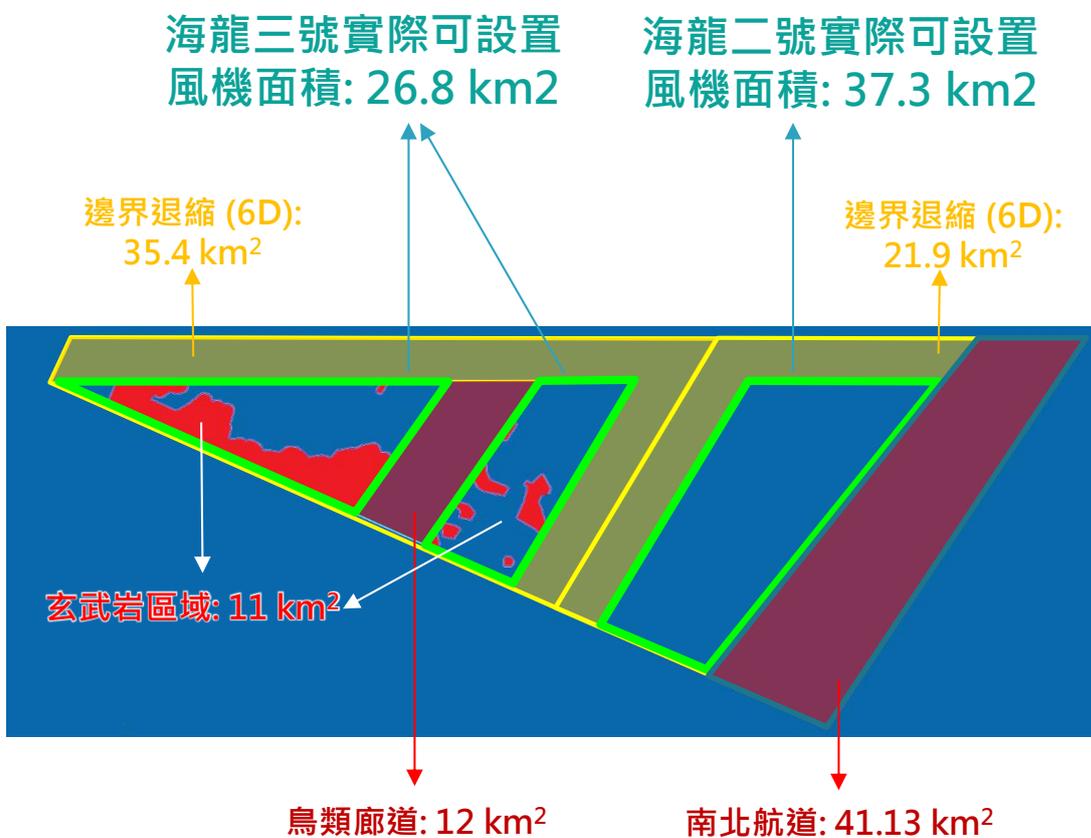
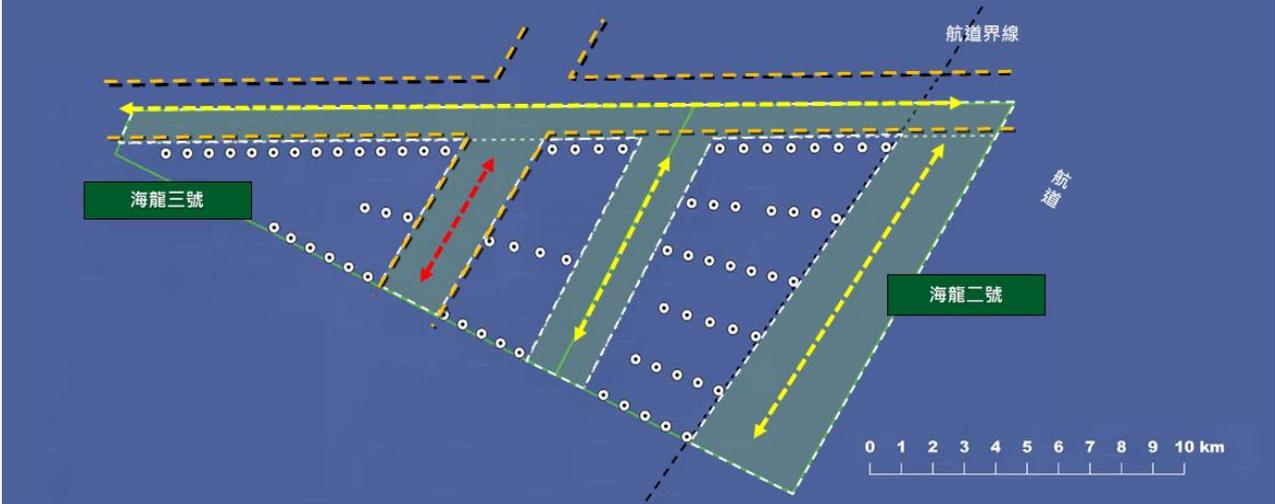


圖 1.10.1-1 海龍風場實際可佈設風機面積示意圖

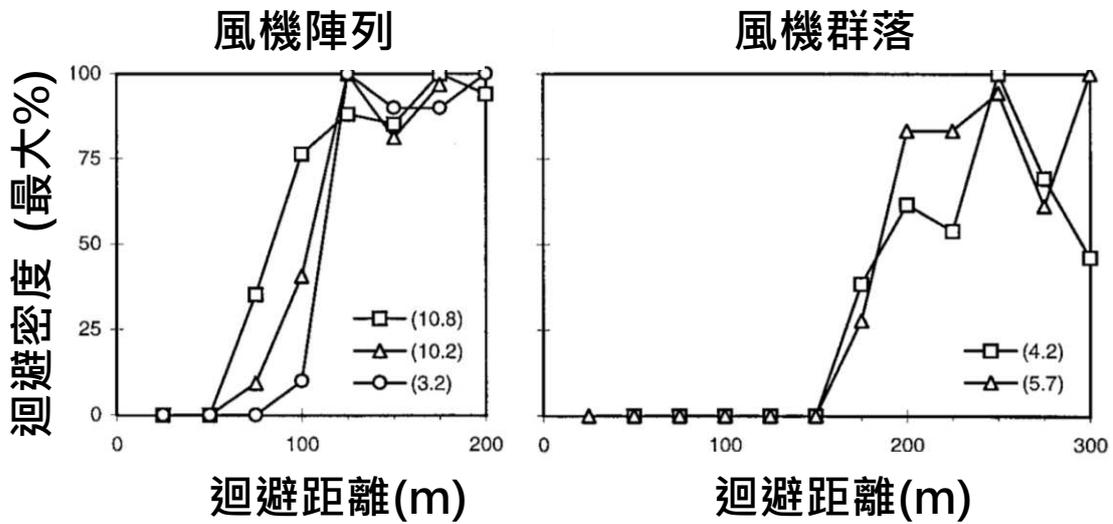
### 風機規劃示意圖

實際風機設置位置將俟核定風機間距後，配合風場內地質條件及風況調整規劃



註：實際風機配置規劃將考量海底地質條件(玄武岩等)、風況及核定風機間距再進行調整。

圖 1.10.1-2 海龍風場風機配置示意圖(14MW)



資料來源：Effects of wind turbines and other physical elements on field utilization by pink-footed geese: A landscape perspective, Larsen and Madsen, 2000.

圖 1.10.1-3 風機陣列及風機群落的鳥類迴避距離

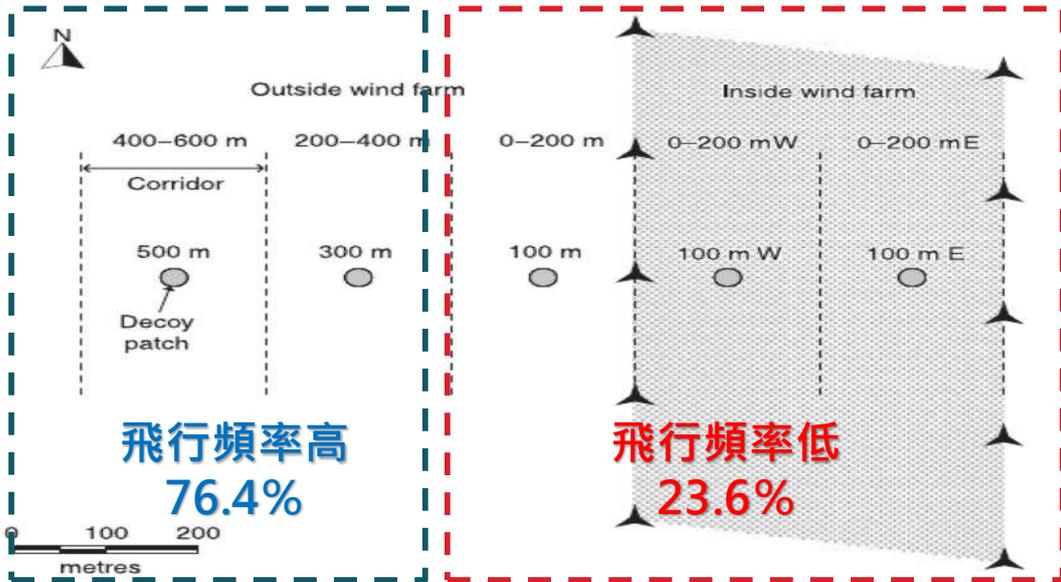


圖 1.10.1-4 丹麥 Tunø Knob 風場(間距約 200~400 公尺)  
鳥類與西側風機排觀測飛行頻率分布(營運期間)

風機間距 500 公尺  
(淨間距 429 公尺)  
不影響鳥類飛行

環說階段規劃預留之  
鳥類飛行廊道，營運  
後鳥類飛行比例  
有增加趨勢

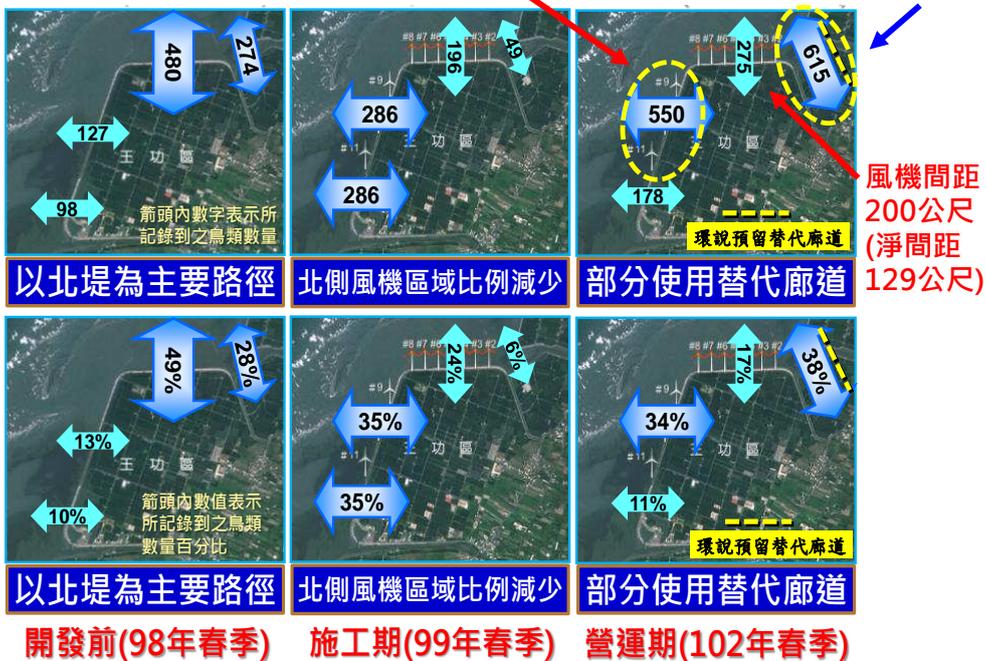


圖1.10.1-5 王功風力發電站(北側間距約200公尺)開發前後鳥類飛行路徑  
(施工前、施工期間、營運期間)

表 1.10.1-1 海龍風場與國內外施工或營運中風場之風機間淨間距值比較表

| 名稱                    | 本計畫風場      | 丹麥 Nysted 風場 | 英格蘭 Thanet 風場 | 德國 Nordsee 1 風場 | 台灣 海洋風場 (Formosa 1) | 台灣 大彰化東南風場 |
|-----------------------|------------|--------------|---------------|-----------------|---------------------|------------|
| 單機裝置容量(MW)            | 14         | 2.3          | 3.0           | 6.0             | 6.0                 | 8.0        |
| (A) 風機最小間距(m)         | 666        | 480          | 500           | 500             | 455                 | 500        |
| (B) 風機葉片直徑(m)         | 222        | 82.4         | 90            | 126             | 154                 | 167        |
| 風機最小淨間距(m)<br>(A)-(B) | <b>444</b> | <b>397.6</b> | <b>410</b>    | <b>374</b>      | <b>301</b>          | <b>333</b> |

資料來源：本計畫整理。

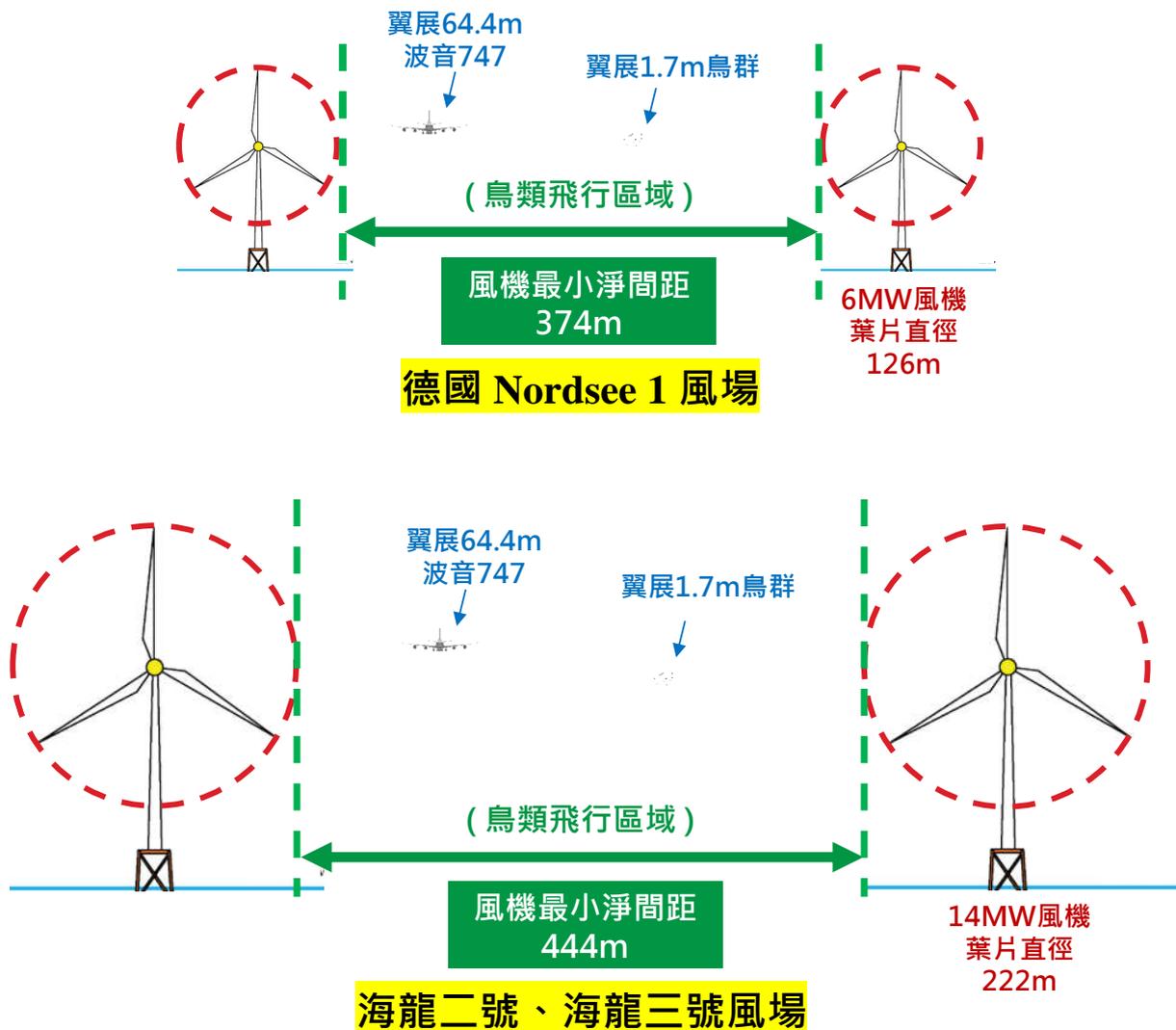


圖 1.10.1-6 海龍風場(14MW)及德國 Nordsee 1 風場(6MW)依實際風機尺寸按比例尺繪製之風機間距及鳥群大小對照圖

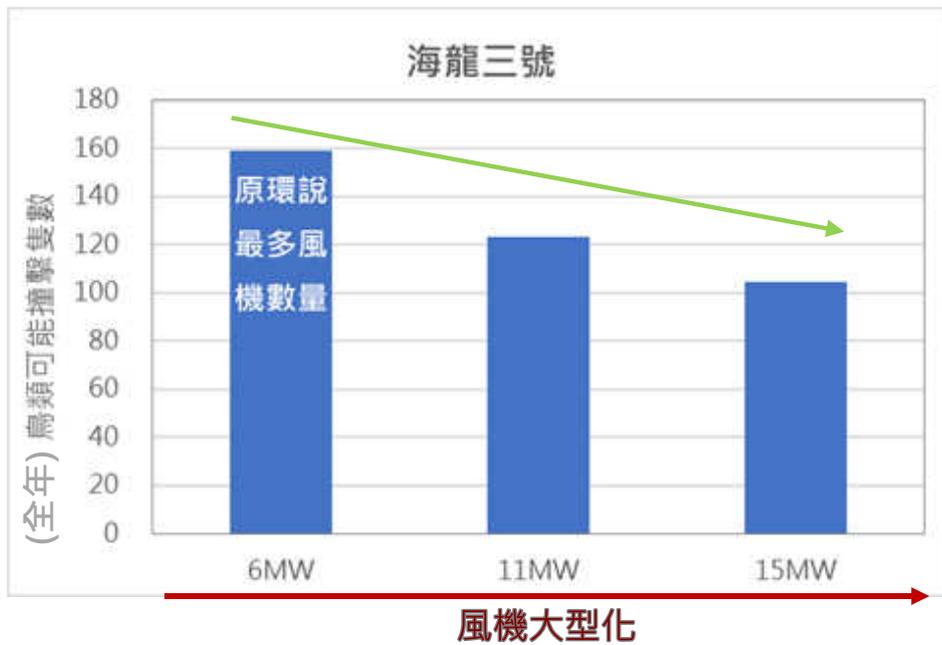
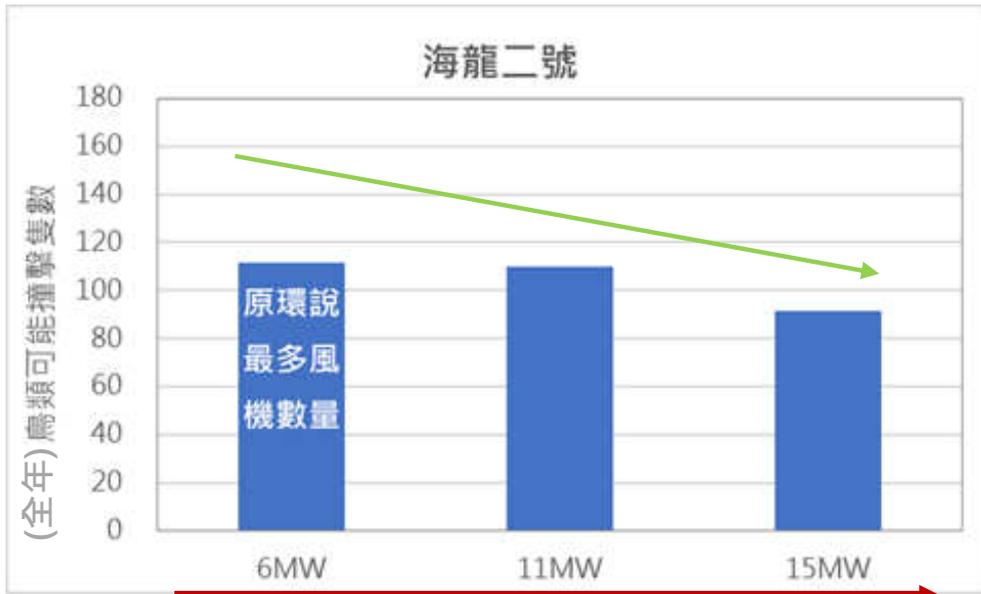


圖 1.10.1-7 海龍二號、三號不同風機配置下整體鳥類年撞擊隻次

|             |  |                          |
|-------------|--|--------------------------|
| <b>規模降低</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>風機：減少約72部</li> <li>水下基礎：減少約72座</li> <li>基樁：減少288支</li> <li>打樁作業時間：減少1,152時</li> <li>基座面積：減少26,025m<sup>2</sup></li> <li>風機陣列排數：減少約6排</li> </ul> | 提升鳥類飛行廊道                 |
|             |  | 減少打樁作業影響期間<br>減少海床懸浮固體擾動 |
|             |  | 減少底棲生態影響面積               |

| 海龍二號+海龍三號    |  |  |                          |
|--------------|--|--|--------------------------|
| 評估減輕項目       | 原環說風機方案<br>(6~9.5MW)                               | 本次變更大型化風機方案<br>(11~15MW)                           | 6MW與15MW<br>規劃差異分析       |
| 風機           | 109~141部   | 69~94部   | 最多減少72部                  |
| 水下基礎         | 109~141座   | 69~94座   | 最多減少72座                  |
| 基樁           | 436~564支   | 276~376支   | 最多減少288支                 |
| 打樁作業時間(4hrs) | 2,256hrs   | 1,104hrs   | 最多減少1,152小時              |
| 基座面積         | 88,125m <sup>2</sup><br>(每部基座25×25m <sup>2</sup> ) | 62,100m <sup>2</sup><br>(每部基座30×30m <sup>2</sup> ) | 最多減少26,025m <sup>2</sup> |
| 風機陣列排數       | 海二：9~10排<br>海三：7~8排                                | 海二：6~7排<br>海三：2~3排                                 | 最多減少6排                   |

圖 1.10.1-8 海龍二號及三號風場原環評及本次變更規劃差異分析

表 1.10.1-2 本次變更與原環說環境影響結果評估比較表

| 評估項目               | 原環說評估結果  | 本次變更評估結果和原環說比較  |
|--------------------|--|---|
| 空氣品質<br>(海域工程)     | <ul style="list-style-type: none"> <li>除 PM2.5 背景值已超過空氣品質標準，各項空氣污染物擴散至敏感受體濃度與背景濃度加成後均符合空氣品質標準</li> </ul>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>除 PM2.5 背景值已超過空氣品質標準，各項空氣污染物擴散至敏感受體濃度與背景濃度加成後均符合空氣品質標準</li> <li>與原環說評估相似，空氣污染物增量極為輕微</li> </ul>                    |
| 噪音振動<br>(風機同時運轉)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>全頻噪音：衰減至距離風機最近敏感受體噪音增量為 0.0dB(A)</li> <li>低頻噪音：衰減至距離風機最近敏感受體噪音增量為 0.0dB(A)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>與原環說評估結果相同</li> </ul>  |
| 水下噪音<br>(基礎打樁)     | <ul style="list-style-type: none"> <li>打樁點距離 750 公尺處之聲壓值 162~164dB，經減噪措施後為 152~154dB</li> </ul>                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>打樁點距離 750 公尺處之聲壓值 166~167dB，經減噪措施後為 156~157dB</li> <li>與原環說評估相同，均可符合聲壓值不超過 160dB</li> </ul>                        |
| 鳥類撞擊評估<br>(風機同時運轉) | <ul style="list-style-type: none"> <li>0.98 迴避率下，全年最大撞擊數量估值分別為 89 隻(海龍二號)及 136.8 隻(海龍三號)</li> </ul>                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>0.98 迴避率下，11MW 撞擊數量估值分別為 87.9 隻(海二)及 106.1 隻(海三)；15MW 撞擊數量估值為 73 隻(海二)及 90.1 隻(海三)</li> <li>低於原環說最大撞擊數量</li> </ul> |
| 打樁水下噪音<br>影響時間     | <ul style="list-style-type: none"> <li>每部風機打樁時間約 4hr，海龍二號、三號風場總打樁影響時間約 2,256 小時</li> </ul>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>海龍二號、三號風場總打樁影響時間為 1,104 小時</li> <li>較原環說規劃減少 1,152 小時</li> </ul>   |
| 底棲生態<br>影響面積       | <ul style="list-style-type: none"> <li>6~9.5MW 風機水下基礎為 25x25m，海龍二號、三號風場總影響面積為 88,125m<sup>2</sup></li> </ul>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>11~15MW 風機水下基礎為 30x30m，海龍二號、三號風場總影響面積為 62,100m<sup>2</sup></li> <li>較原環說規劃減少 26,025m<sup>2</sup></li> </ul>        |

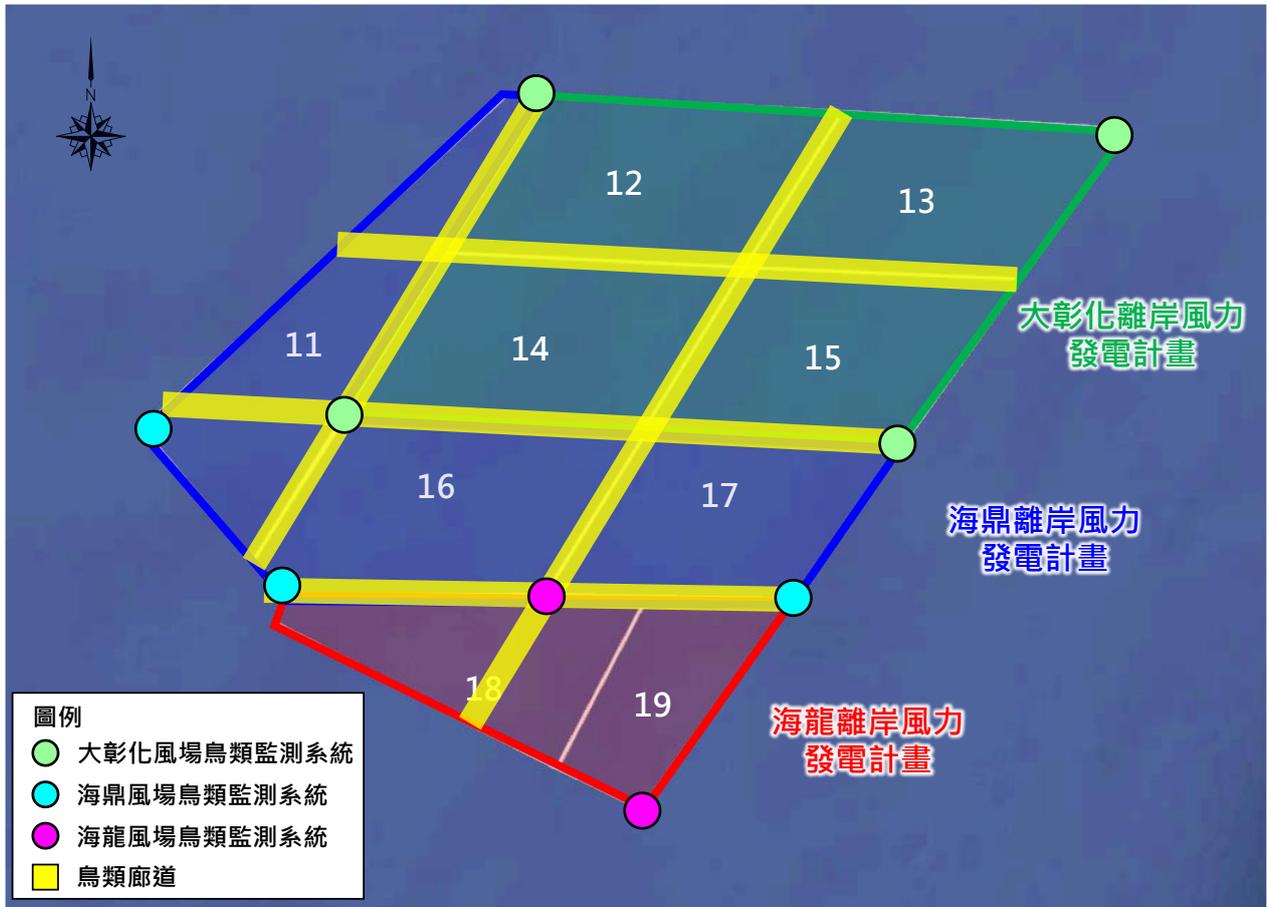


圖 1.10.1-9 海龍二號、海龍三號與相鄰風場聯合設置鳥類監測系統示意圖

| 審查意見  | 答覆說明   | 修訂處   |             |
|---|--|-------|-------------|
|   |  | 章節    | 頁次          |
| <b>貳、相關機關</b>   |  |       |             |
| <b>2.1、本署空氣品質保護及噪音管制處</b>                                 |  |       |             |
| 一、空氣品質標準業於109年9月18日修正發布在案，請依據該標準進行各污染物環境監測之判定，併請修正報告文字內容。 | 遵照辦理。已依據民國109年9月18日修正之「空氣品質標準法」訂定之各項空氣品質標準進行各空氣污染物模擬結果之判定，並修正「船舶海上作業之空氣污染物模擬結果」，詳表2.1.1-1。 | 6.1.1 | 6-8<br>6-11 |

表 2.1.1-1 船舶海上作業之空氣污染物模擬結果

| 空氣污染物   | 位置       | 模擬項目  | 模擬最大值        | 背景值【註】 | 總量     | 空氣品質標準 |
|---|----------|-------|--------------|--------|--------|--------|
| TSP<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )               | 彰濱秀傳紀念醫院 | 24小時值 | 0.01         | 116    | 116.01 | —      |
|   |          | 年平均值  | 0.00(0.0005) | —      | —      | —      |
|   | 線西服務中心   | 24小時值 | 0.01         | 180    | 180.01 | —      |
|   |          | 年平均值  | 0.00(0.0006) | —      | —      | —      |
| PM <sub>10</sub><br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )  | 彰濱秀傳紀念醫院 | 24小時值 | 0.01         | 58     | 58.01  | 100    |
|   |          | 年平均值  | 0.00(0.0005) | —      | —      | 50     |
|   | 線西服務中心   | 24小時值 | 0.01         | 93     | 93.01  | 100    |
|   |          | 年平均值  | 0.00(0.0006) | —      | —      | 50     |
| PM <sub>2.5</sub><br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | 彰濱秀傳紀念醫院 | 24小時值 | 0.01         | 24     | 24.00  | 35     |
|   |          | 年平均值  | 0.00(0.0004) | —      | —      | 15     |
|   | 線西服務中心   | 24小時值 | 0.01         | 58     | 58.01  | 35     |
|   |          | 年平均值  | 0.00(0.0005) | —      | —      | 15     |
| SO <sub>2</sub><br>(ppb)                          | 彰濱秀傳紀念醫院 | 最大小時值 | 0.93         | 8      | 8.93   | 75     |
|   |          | 24小時值 | 0.06         | 4      | 4.06   | —      |
|   |          | 年平均值  | 0.01         | —      | —      | 20     |
|   | 線西服務中心   | 最大小時值 | 1.17         | 20     | 21.17  | 75     |
|   |          | 24小時值 | 0.06         | 6      | 6.06   | —      |
|   |          | 年平均值  | 0.01         | —      | —      | 20     |
| NO <sub>2</sub><br>(ppb)                          | 彰濱秀傳紀念醫院 | 最大小時值 | 0.07         | 20     | 20.07  | 100    |
|   |          | 年平均值  | 0.00(0.0004) | —      | —      | 30     |
|   | 線西服務中心   | 最大小時值 | 0.09         | 18     | 18.09  | 100    |
|   |          | 年平均值  | 0.00(0.0004) | —      | —      | 30     |

註 1：模擬環境敏感點背景濃度採於敏感點架設臨時空氣品質測站之實測(詳原環說表 6.1.3-2)最大值，最大著地位置背景濃度採於場址附近所架設臨時空氣品質測站之實測最大值。

註 2：管制標準採用民國 109 年 9 月 18 日環署空字第 1010038913 號令「空氣品質標準」。

| 審 查 意 見  | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |      |
|--|--|-------|------|
|  |  | 章 節   | 頁 次  |
| <b>2.2、環境督察總隊</b>  |  |       |      |
| 一、依環評書件所載，本開發案環境監測計畫之監測結果於貴公司網站公開，以供公眾查閱，為資訊透明及利大眾瞭解，貴單位網站之監測結果請公開完整環境監測報告。  | 敬謝指教。本計畫於施工前、施工期間及營運期間將確實執行環境監測計畫，監測結果將納入監測季報，並於開發單位網站公開完整環境監測報告，以達資訊公開。                     | 7.2   | 7-11 |
| <b>2.3、文化部文化資產局</b>  |  |       |      |
| 一、後續施工時，請確實依《文化資產保存法》第33、57、77條及《水下文化資產保存法》第13條規定。   | 本計畫施工期間將確實依文化資產保存法第33、57、77條及水下文化資產保存法第13條規定辦理。  | 7.1   | 7-9  |
| 二、有關變更環境保護對策章節(涉考古遺址部分，頁4-19~4-21、頁4-30~4-31、頁7-1~7-3)，將依考古遺址發掘資格條件審查辦法提送監看計畫(含考古鑽探)一節，應先依該辦法有關規定，提出考古鑽探之發掘申請書及計畫書，經審議會審議及主管機關核准後，始得辦理相關發掘及施工監看事宜。 | 遵照辦理。本計畫施工前陸域文化資產判釋將依據「考古遺址發掘資格條件審查辦法」提送「考古鑽探之發掘申請書及計畫書」至彰化縣文化局審查，經核准同意後執行，定稿本將提送文化部文化資產局存查。 | 7.1   | 7-3  |
| 三、請於施工前，提送最終風機及海纜佈置圖(含風機點位與水下文化資產調查報告書備查本之調查結果比對套疊圖資、與疑似目標物安全距離說明等資料)至文化部供參。   | 遵照辦理。本計畫將於海域施工前，向文化部文化資產局提送核定風機點位及海纜位置圖(含風機點位與水下文化資產調查報告書備查本之調查結果比對套疊圖資、與疑似目標物安全距離說明等資料)。    | 7.1   | 7-3  |

| 審 查 意 見  | 答 覆 說 明  | 修 訂 處                      |   |
|--|--|----------------------------|---|
|  |  | 章 節                        | 頁 次   |
| <b>2.4、彰化縣政府</b>   |  |                            |   |
| 一、本2案係以風機間距(平行盛行風7D,非平行盛行風5D)作為鳥類保護環評承諾,而通過環評,惟本次變更大幅縮減風機間距,未考量變更後之單機裝置容量為答覆說明所提國外風場之2倍以上,爰建請環保署審慎審查,避免風機加大卻縮減風機間距之情形。 | <p>敬謝委員指教。海龍二號風場已配合公告南北慣用航道退縮風場在先,場址面積縮減近40%,退縮寬度達3,500公尺,海龍二號、三號風場相鄰邊界依經濟部能源局於104年7月2日公佈之「離岸風力發電規劃場址申請作業要點」規定,各自退縮,留設寬度大於2,000公尺,而與北側相鄰風場亦依規定各自退縮,本次變更海龍三號風場為配合「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」及經濟部整體規劃,於風場開發面積及總裝置容量等設置條件均維持不變下,於海龍三號風場新增2,000公尺銜接鄰近風場連續之鳥類廊道,以營造有利鳥類南北飛行方向,加上受風場海底地質條件(玄武岩等)影響,風場內有多處區域無法設置風機,導致海龍二號風場實際可設置風機面積從100.33平方公里縮減至37.3平方公里,海龍三號風場從85.2平方公里縮減至26.8平方公里,大幅限制風機佈設彈性(詳圖2.4.1-1)。</p> <p>本計畫已委託技術團隊,於實際可設置風機面積中,盡力調整並擴大風機間距,經評估規劃後,現階段風機間距大於755公尺約佔33%,介在666~755公尺約佔67%,詳圖2.4.1-2所示。</p> <p>彙整2006年至今國內外監測調查研究案例顯示,鳥類飛行方向與大範圍廊道空間顯著相關,大部分鳥類會主動迴避風場,約佔97%,進入風場僅有3%(Ib Krag Petersen et al,2006; K.L. Krijgsveld et al,2011),進入風場後的鳥類絕大多數(99.4%)於風機間會自行迴避(ORJIP Bird Collision Avoidance Study, Final Report, 2018);另參考參考國外觀察鳥類迴避風機的行為研究顯示(圖2.4.1-3),鳥類通過風機群迴避距離約200公尺(Larsen and Madsen,2000),顯示鳥類比人類想像中更會迴避風機;丹麥Tunø Knob風場鳥類目視調查顯示(Effects of wind turbines on flight behaviour of wintering common eiders: implications for habitat use and collision risk, 2007),風場範圍及風機外200公尺、風機外200~600公尺鳥類數量比例分別為23.6%、76.4%,顯示鳥類迴避風機約為200公尺(圖2.4.1-4);臺灣「王功風力發電計畫」鳥類</p> | 4.2<br>4.3<br>6.1.4<br>7.1 | 4-4~8<br>4-12~13<br>6-28~49<br>7-4~5<br>7-10~11 |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>雷達調查顯示(圖2.4.1-5)，風機設置後，北堤(風機間距200公尺，淨間距129公尺)鳥類數量由49%降至17%，約38%鳥類轉移至環評階段規劃預留之東側鳥類飛行廊道，顯示鳥類飛行路徑因風機開發而有轉移現象，另一部份則改由西堤進出(風機間距500公尺，淨間距429公尺)，約佔34%，顯示已有充分空間提供鳥類飛行，與前述鳥類迴避風機情形相符；本計畫風機淨間距達444公尺，可提供鳥類充足的飛行空間。</p> <p>本計畫已蒐集國內外施工或營運中風場淨間距實例(表2.4.1-1)，留設淨間距約為301~410公尺，本次變更新增11MW~15MW大型化風機方案，風機最小間距為666公尺，以最有可能採用之14MW風機估算最小淨間距為444公尺，不小於國內外風場淨間距實例，此外，本計畫為分析實際風機尺寸、風機間距及鳥類大小關係，按等比例尺繪製如圖2.4.1-6所示，經比對本計畫風機淨間距(444公尺)及翼展170公分大型鳥群後，評估留設風機間距可提供鳥類於風機間飛行迴避空間。</p> <p>此外，本計畫採用Band Model (Band 2012, Masden 2015)進行鳥類撞擊評估，評估結果顯示，變更後11 MW及15 MW風機配置造成的鳥類撞擊數量低於原環說(6~9.5MW)最大撞擊數量(如圖2.4.1-7)。風機大型化後，所需架設的風機支數較少，因此整體衝擊相對較小。</p> <p>本次變更充分考量鳥類飛行習性，風機間已留設不小於國內外風場淨間距，並透過留設一致性鳥類廊道，增加邊界退縮等，減少鳥類飛行偏轉次數，提升海龍風場周邊大尺度鳥類飛行空間，經評估後整體鳥類飛行空間相較原規劃合理且友善，可降低鳥類飛行所面臨之實際風險。加上變更後風場開發規模相較原環說減少近半數的風機數量、水下基礎(含基樁)設置數量、基座面積及打樁作業時間等，可減少施工及營運期間對海域環境影響(詳圖2.4.1-8)，經評估包括空氣品質(海域工程)、噪音振動(風機運轉噪音)、水下噪音等，評估結果與原環說相似，而在鳥類撞擊數量、打樁水下噪音影響時間及底棲生態影響面積等均有減輕對環境之影響(詳表2.4.1-2)。</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>綜合上述，本計畫環境影響評估結果顯示未有重大衝擊，但為了降低開發行為對於鳥類生態環境衝擊，已擬定相關鳥類環境保護對策，說明如下：</p> <p>(一) 施工前</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 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。</li> <li>2. 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。</li> <li>3. 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。</li> </ol> <p>(二) 施工期間</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 風機架設完成後，將於風場最外圍風力機組設置最少之航空警示燈，實際設置數量需依屆時所規劃之風力機組配置而定。</li> <li>2. 依民航局最新頒布之「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」設置航空警示燈，並取得民航局同意函，燈具選擇可同步閃光的航空警示燈，以減少吸引鳥類靠近的可能性。</li> <li>3. 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。 <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 將優先選用較大風機，以降低鳥類影響。 <ol style="list-style-type: none"> <li>A. 風機大型化規劃，單機裝置容量除原6~9.5MW，並新增11~15MW</li> </ol> </li> </ol> </li> </ol> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>規劃。</p> <p>B. 6~9.5MW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)。新增之11~15MW風機間距將依風力機組型式及場址風況評估結果進行佈置，盛行風向間距至少1,158公尺，非盛行風向間距至少666公尺。</p> <p>C. 與相鄰風場間距至少為葉片直徑6倍(依單機裝置容量不同約介於906~1,380公尺)。</p> <p>D. 風機葉片距離海面高度至少25米。</p> <p>(三) 營運期間</p> <p>1. 降低風機撞擊效應</p> <p>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，將於風場最外圍風力機組設置最少之航空警示燈，實際設置數量需依屆時所規劃之風力機組配置而定。</p> <p>依民航局最新頒布之「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」設置航空警示燈，並取得民航局同意函，燈具選擇可同步閃光的航空警示燈，以減少吸引鳥類靠近的可能性。</p> <p>2. 觀測風場中鳥類活動</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> |       |     |

| 審查意見 | 答覆說明   | 修訂處 |    |
|------|--|-----|----|
|      |  | 章節  | 頁次 |
|      | <p>(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。</p> <p>(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2.4.1-9，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。</p> <p>(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。</p> |     |    |

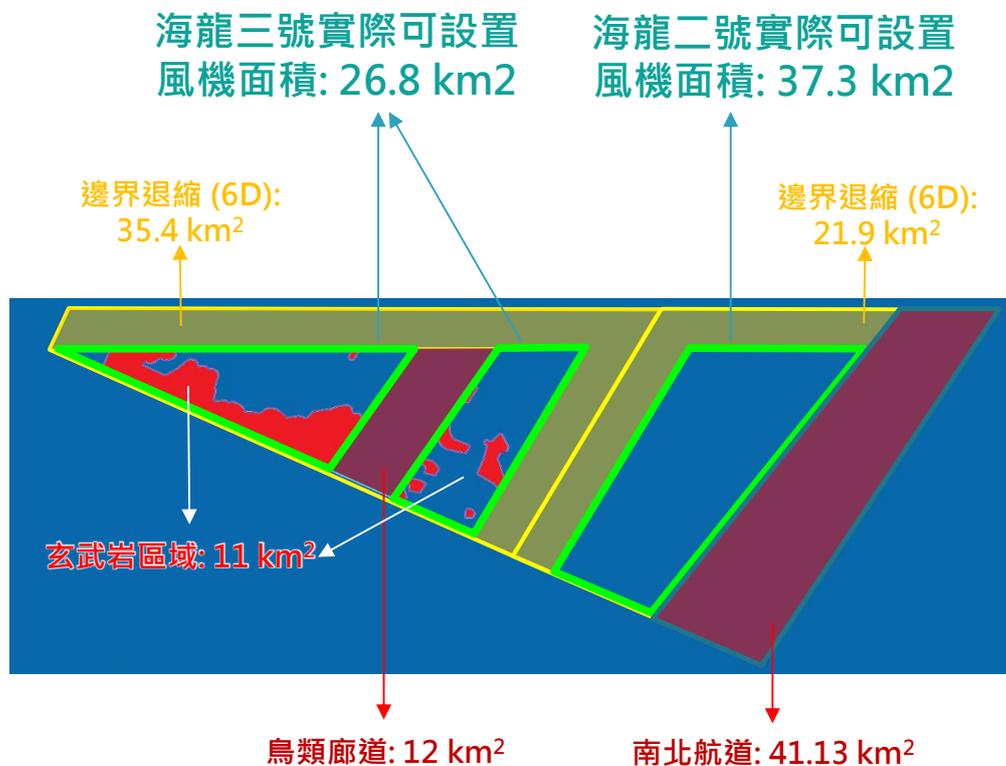
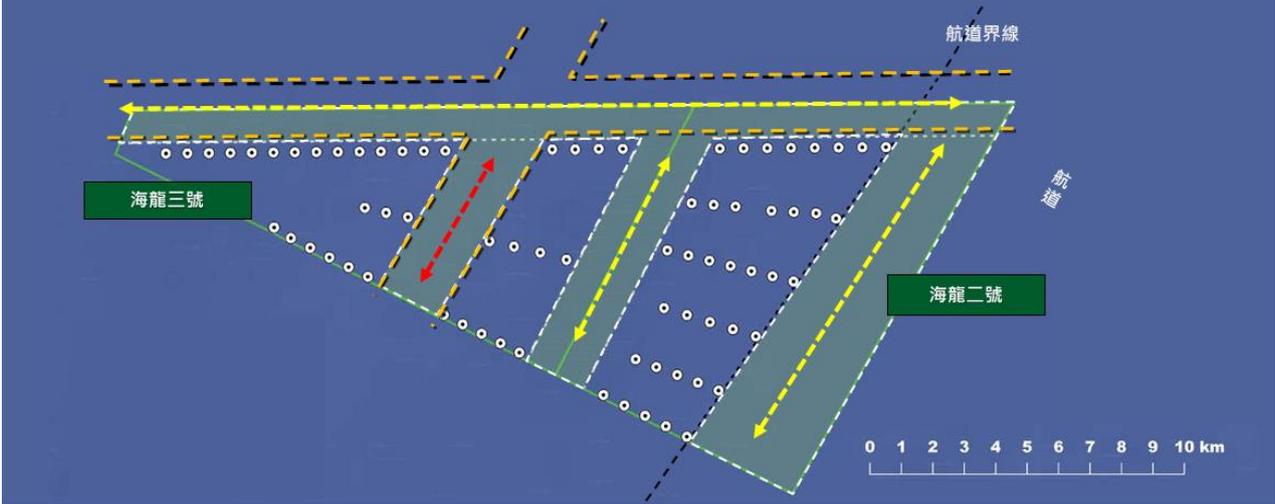


圖 2.4.1-1 海龍風場實際可佈設風機面積示意圖

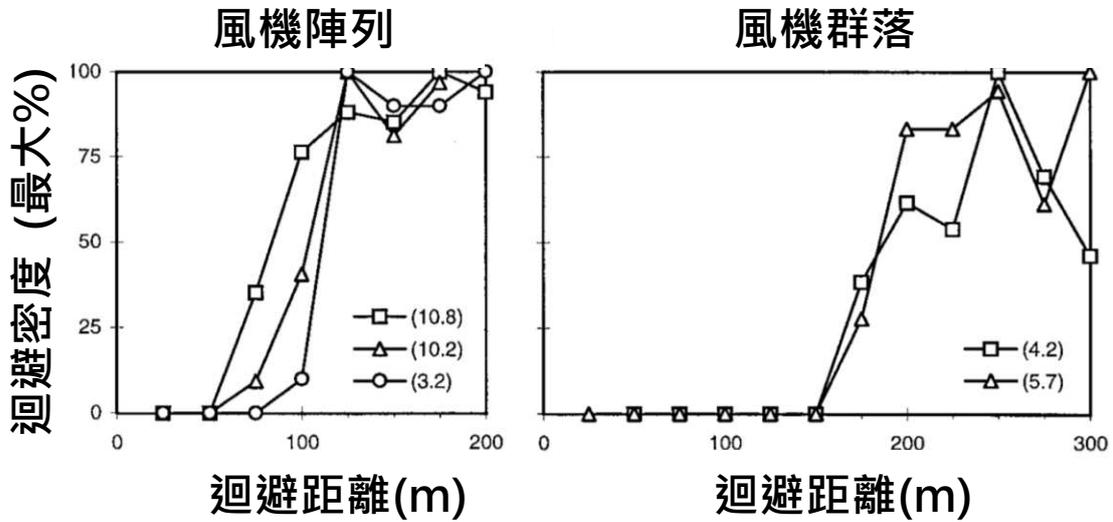
### 風機規劃示意圖

實際風機設置位置將俟核定風機間距後，配合風場內地質條件及風況調整規劃



註：實際風機配置規劃將考量海底地質條件(玄武岩等)、風況及核定風機間距再進行調整。

圖 2.4.1-2 海龍風場風機配置示意圖(14MW)



資料來源：Effects of wind turbines and other physical elements on field utilization by pink-footed geese: A landscape perspective, Larsen and Madsen, 2000.

圖 2.4.1-3 風機陣列及風機群落的鳥類迴避距離

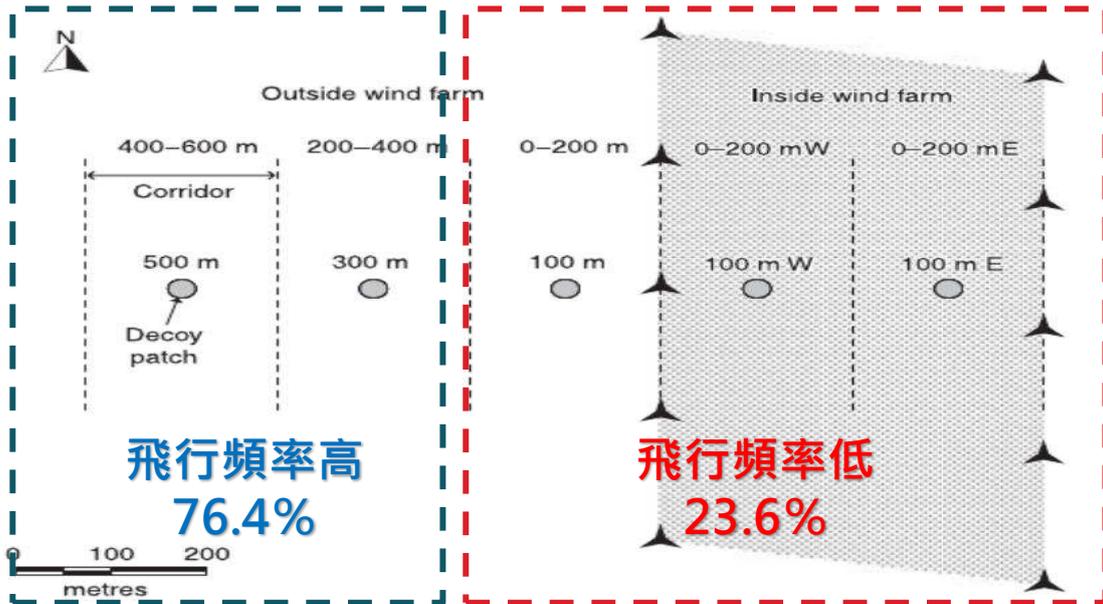


圖 2.4.1-4 丹麥 Tunø Knob 風場(間距約 200~400 公尺)  
鳥類與西側風機排觀測飛行頻率分布(營運期間)

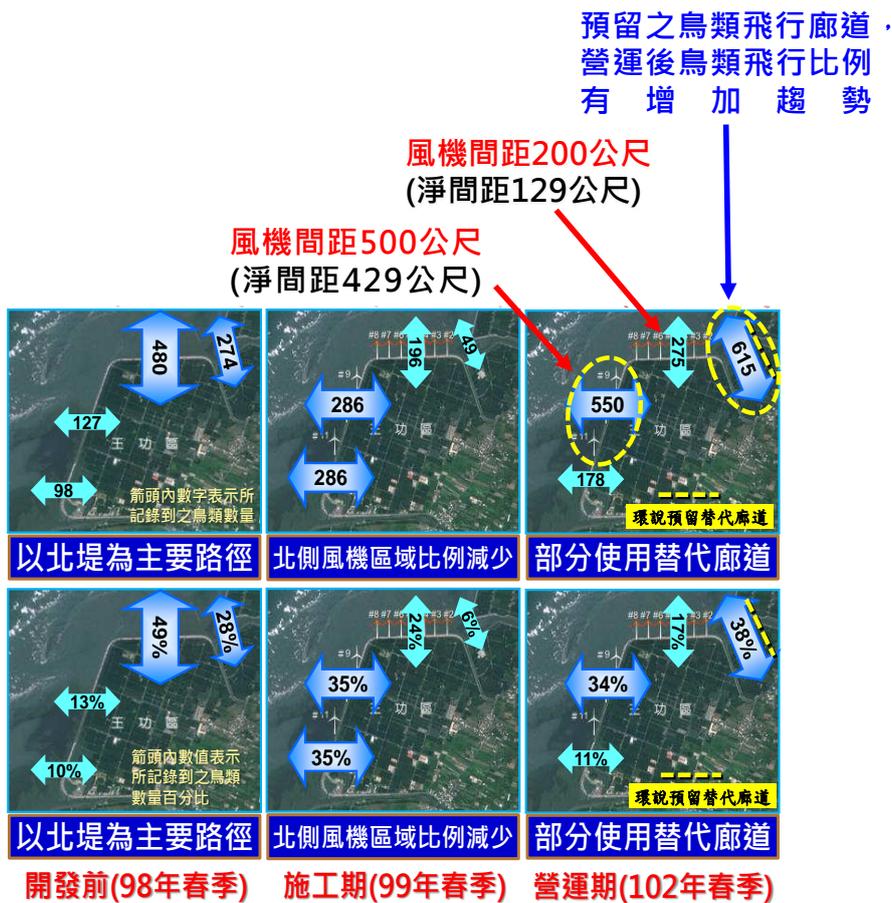


圖2.4.1-5 王功風力發電站(北側間距約200公尺)開發前後鳥類飛行路徑  
(施工前、施工期間、營運期間)

表 2.4.1-1 海龍風場與國內外施工或營運中風場之風機間淨間距值比較表

| 名稱                    | 本計畫風場      | 丹麥 Nysted 風場 | 英格蘭 Thanet 風場 | 德國 Nordsee 1 風場 | 台灣 海洋風場 (Formosa 1) | 台灣 大彰化東南風場 |
|-----------------------|------------|--------------|---------------|-----------------|---------------------|------------|
| 單機裝置容量(MW)            | 14         | 2.3          | 3.0           | 6.0             | 6.0                 | 8.0        |
| (A) 風機最小間距(m)         | 666        | 480          | 500           | 500             | 455                 | 500        |
| (B) 風機葉片直徑(m)         | 222        | 82.4         | 90            | 126             | 154                 | 167        |
| 風機最小淨間距(m)<br>(A)-(B) | <b>444</b> | <b>397.6</b> | <b>410</b>    | <b>374</b>      | <b>301</b>          | <b>333</b> |

資料來源：本計畫整理。

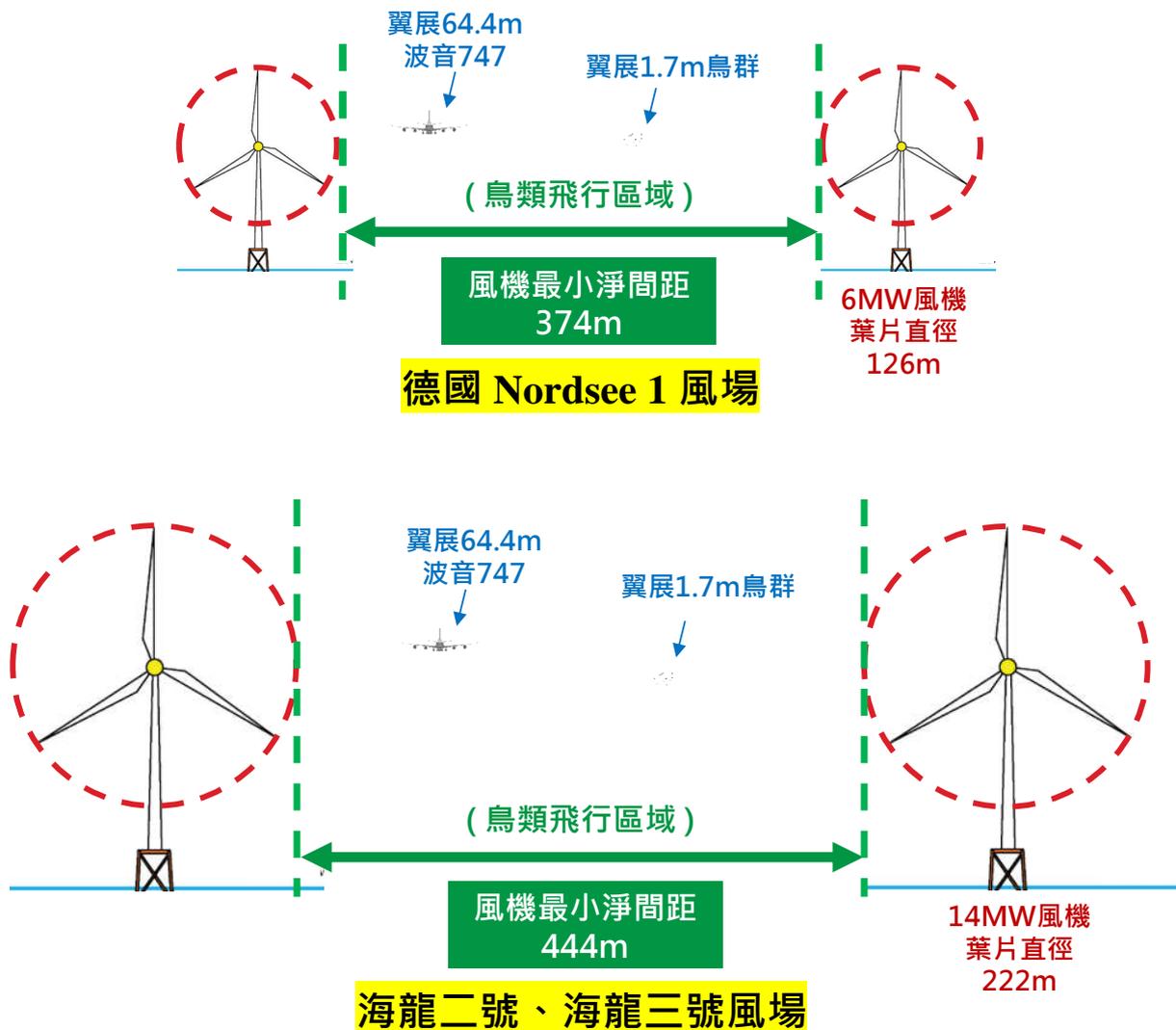


圖 2.4.1-6 海龍風場(14MW)及德國 Nordsee 1 風場(6MW)依實際風機尺寸按比例尺繪製之風機間距及鳥群大小對照圖

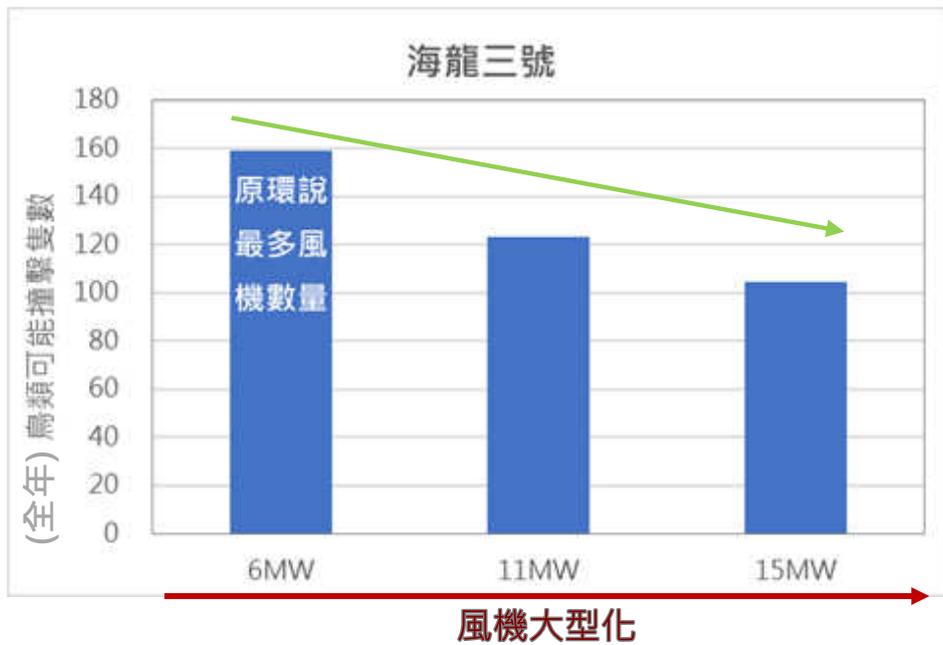
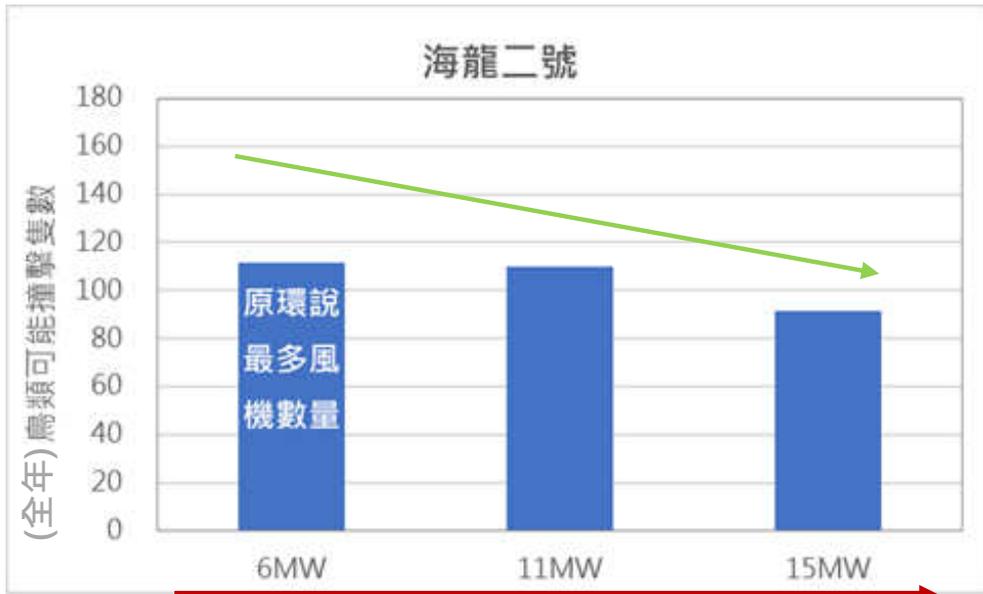


圖 2.4.1-7 海龍二號、三號不同風機配置下整體鳥類年撞擊隻次

|             |  |                          |
|-------------|--|--------------------------|
| <b>規模降低</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>風機：減少約72部</li> <li>水下基礎：減少約72座</li> </ul>                   | 提升鳥類飛行廊道                 |
|             | <ul style="list-style-type: none"> <li>基樁：減少288支</li> <li>打樁作業時間：減少1,152時</li> </ul>               | 減少打樁作業影響期間<br>減少海床懸浮固體擾動 |
|             | <ul style="list-style-type: none"> <li>基座面積：減少26,025m<sup>2</sup></li> <li>風機陣列排數：減少約6排</li> </ul> | 減少底棲生態影響面積               |

| 海龍二號+海龍三號    |  |  |                          |
|--------------|--|--|--------------------------|
| 評估減輕項目       | 原環說風機方案<br>(6~9.5MW)                               | 本次變更大型化風機方案<br>(11~15MW)                           | 6MW與15MW<br>規劃差異分析       |
| 風機           | 109~141部   | 69~94部   | 最多減少72部                  |
| 水下基礎         | 109~141座   | 69~94座   | 最多減少72座                  |
| 基樁           | 436~564支   | 276~376支   | 最多減少288支                 |
| 打樁作業時間(4hrs) | 2,256hrs   | 1,104hrs   | 最多減少1,152小時              |
| 基座面積         | 88,125m <sup>2</sup><br>(每部基座25×25m <sup>2</sup> ) | 62,100m <sup>2</sup><br>(每部基座30×30m <sup>2</sup> ) | 最多減少26,025m <sup>2</sup> |
| 風機陣列排數       | 海二：9~10排<br>海三：7~8排                                | 海二：6~7排<br>海三：2~3排                                 | 最多減少6排                   |

圖 2.4.1-8 海龍二號及三號風場原環評及本次變更規劃差異分析

表 2.4.1-2 本次變更與原環說環境影響結果評估比較表

| 評估項目               | 原環說評估結果  | 本次變更評估結果和原環說比較  |
|--------------------|--|---|
| 空氣品質<br>(海域工程)     | <ul style="list-style-type: none"> <li>除 PM2.5 背景值已超過空氣品質標準，各項空氣污染物擴散至敏感受體濃度與背景濃度加成後均符合空氣品質標準</li> </ul>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>除 PM2.5 背景值已超過空氣品質標準，各項空氣污染物擴散至敏感受體濃度與背景濃度加成後均符合空氣品質標準</li> <li>與原環說評估相似，空氣污染物增量極為輕微</li> </ul>                    |
| 噪音振動<br>(風機同時運轉)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>全頻噪音：衰減至距離風機最近敏感受體噪音增量為 0.0dB(A)</li> <li>低頻噪音：衰減至距離風機最近敏感受體噪音增量為 0.0dB(A)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>與原環說評估結果相同</li> </ul>  |
| 水下噪音<br>(基礎打樁)     | <ul style="list-style-type: none"> <li>打樁點距離 750 公尺處之聲壓值 162~164dB，經減噪措施後為 152~154dB</li> </ul>                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>打樁點距離 750 公尺處之聲壓值 166~167dB，經減噪措施後為 156~157dB</li> <li>與原環說評估相同，均可符合聲壓值不超過 160dB</li> </ul>                        |
| 鳥類撞擊評估<br>(風機同時運轉) | <ul style="list-style-type: none"> <li>0.98 迴避率下，全年最大撞擊數量估值分別為 89 隻(海龍二號)及 136.8 隻(海龍三號)</li> </ul>                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>0.98 迴避率下，11MW 撞擊數量估值分別為 87.9 隻(海二)及 106.1 隻(海三)；15MW 撞擊數量估值為 73 隻(海二)及 90.1 隻(海三)</li> <li>低於原環說最大撞擊數量</li> </ul> |
| 打樁水下噪音<br>影響時間     | <ul style="list-style-type: none"> <li>每部風機打樁時間約 4hr，海龍二號、三號風場總打樁影響時間約 2,256 小時</li> </ul>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>海龍二號、三號風場總打樁影響時間為 1,104 小時</li> <li>較原環說規劃減少 1,152 小時</li> </ul>   |
| 底棲生態<br>影響面積       | <ul style="list-style-type: none"> <li>6~9.5MW 風機水下基礎為 25x25m，海龍二號、三號風場總影響面積為 88,125m<sup>2</sup></li> </ul>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>11~15MW 風機水下基礎為 30x30m，海龍二號、三號風場總影響面積為 62,100m<sup>2</sup></li> <li>較原環說規劃減少 26,025m<sup>2</sup></li> </ul>        |

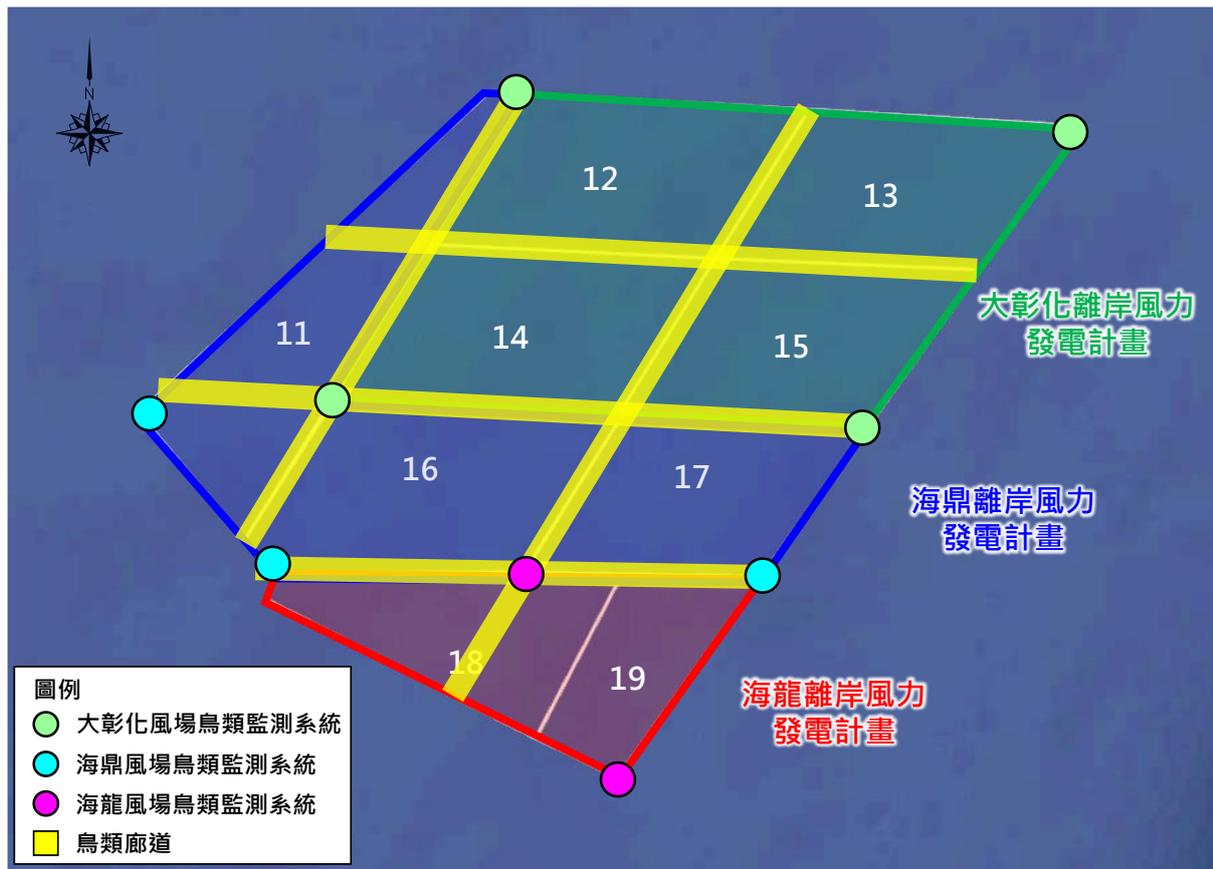


圖 2.4.1-9 海龍二號、海龍三號與相鄰風場聯合設置鳥類監測系統示意圖

| 審查意見  | 答覆說明   | 修訂處                |                       |
|---|--|--------------------|-----------------------|
|   |  | 章節                 | 頁次                    |
| <p>二、本2案減噪後於750公尺處之水下噪音聲曝值達157dB，逼近環評承諾之160dB，考量離岸風電打樁產生之水下噪音為整體區域問題，建請環保署就打樁噪音不超過160dB承諾值之具體落實方式(含啟動應變機制之警戒值標準及具體應變機制規劃等)，訂定一致性標準，並要求各離岸風電開發單位確實執行，避免因單一業者未能落實</p> | <p>敬謝指教。本計畫原環評已擬定水下噪音環境保護對策及監測計畫，詳細內容說明如下：<br/>           (一) 施工期間水下噪音監測計畫詳表2.4.2-1所示，監測目的簡述如下：<br/>           1. 距離風機基礎中心點位置750公尺4處進行水下噪音監測，目的在於監測風機打樁期間水下噪音聲曝值(SEL)。<br/>           2. 風場範圍2站進行水下噪音監測，目的在於進行水下噪音背景值量測。<br/>           (二) 水下噪音施工期間環境保護對策<br/>           1. 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)。<br/>           2. 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</p> | <p>7.1<br/>7.2</p> | <p>7-5~7<br/>7-13</p> |

| 審 查 意 見           | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|-------------------|---|-------|-----|
|                   |   | 章 節   | 頁 次 |
| 環評承諾而影響整體區域之鯨豚棲息。 | <p>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。</p> <p>3. 打樁噪音監測</p> <p>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，測量方式參照附件技術指引，模擬方法參考附件技術指引，量測方法及閾值如下：</p> <p>(1) 施工期間將以風機基礎中心點為該機組750公尺執行水下噪音4處160分貝承諾限值及聲學監測基準點，於750公尺處選擇合理位置設置4座水下聲學監測設施並分布於4個方位，並將依照環檢所公告之「水下噪音測量方法(NIEA P210.21B)」確實辦理。</p> <p>(2) 於750公尺監測處，水下噪音聲曝值(SEL)不得超過160dB re 1<math>\mu</math>Pa2s，作為影響評估閾值。</p> <p>(3) 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。</p> <p>(4) 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Leq30s)，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。</p> <p>4. 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))，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。</p> |       |     |

表 2.4.2-1 本次變更施工期間水下噪音監測計畫表

| 類別   | 類別   | 監測項目                                | 地點                     | 頻率       |
|------|------|-------------------------------------|------------------------|----------|
| 海域施工 | 水下噪音 | 20 Hz~20kHz之水下噪音                    | 距離風機基礎中心<br>點位置750公尺4處 | 每部風機打樁期間 |
|      |      | ，時頻譜及1-Hz band、1/3<br>Octave band分析 |                        |          |

| 審查意見  | 答覆說明  | 修訂處        |              |
|---|---|------------|--------------|
|   |   | 章節         | 頁次           |
| 三、開發單位承諾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鳥類繫放衛星追蹤或雷達調查分析，之後每5年進行1次，請具體說明「若風場位於主要的鳥類遷徙路徑」之明確定義，避免未具明確性而影響後續環評承諾追蹤執行。 | 敬謝指教。本計畫風場為確認是否位於主要的鳥類遷徙路徑，將委託專業調查及分析團隊，於施工前執行一次鳥類繫放衛星定位追蹤(表2.4.3-1)。若經調查評估後，計畫風場確實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。 | 7.1<br>7.2 | 7-10<br>7-12 |

表 2.4.3-1 施工前鳥類環境監測計畫表

| 類別           | 監測項目  | 地點                       | 頻率                                      |  |
|--------------|---|--------------------------|---|--|
| 鳥類生態         | 1.海上鳥類船隻目視調查：種類、數量、棲身及活動情形、飛行路徑、季節性之族群變化等         | 風場範圍                     | 施工前執行1年<br>其中春、夏、秋季每月1次，冬季每季1次，共進行10次調查 |  |
|              | 2.海岸鳥類目視調查：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) | 上岸點鄰近海岸                  |   |  |
|              | 3.鳥類雷達調查  | 鳥類雷達調查<br>(24HR/垂直及水平雷達) | 風場範圍                                    | 施工前執行2年<br>每年進行17日次調查<br>其中春、夏季每季5日次，秋季每季6日次，冬季每季1日次 |
|              |   | 搭配鳥類目視調查                 |   | 每年進行8日次調查<br>其中春、秋季每季3日次，夏、冬季每季1日次                   |
| 4.鳥類繫放衛星定位追蹤 |   | 1.彰化海岸鳥類<br>2.澎湖鳳頭燕鷗     | 施工前執行一次                                 |  |

附錄 5.12  
第五次專案小組會議紀錄  
及意見回覆說明對照表

## 行政院環境保護署 書函

地 址：10042 臺北市中正區中華路1段83號

聯 絡 人：商維庭

電 話：(02)2311-7722#2744

電子郵件：wtshang@epa.gov.tw

10488

臺北市中山區南京東路3段168號13樓之3

受文者：海龍三號風電股份有限公司籌備處

發文日期：中華民國 110年4月13日

發文字號：環署綜字第 1101046373 號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：

附件：會議紀錄1份

主旨：檢送「海龍二號離岸風力發電計畫環境影響差異分析報告（第一次變更）」、「海龍三號離岸風力發電計畫環境影響差異分析報告（第一次變更）」等2案專案小組第5次聯席初審會議紀錄1份，請查照。

說明：旨案會議紀錄請至本署環評書件查詢系統 (<https://eiadoc.epa.gov.tw/eiaweb/>) 下載參閱。

正本：張委員學文、朱信委員、江委員康鈺、李委員俊福、李委員培芬、吳委員義林、洪委員挺軒、孫委員振義、游委員勝傑、簡委員連貴、江委員鴻龍、白委員子易、經濟部、經濟部能源局、經濟部工業局、經濟部水利署、經濟部中央地質調查所、行政院農業委員會、行政院農業委員會林務局、行政院農業委員會水土保持局、行政院農業委員會漁業署、行政院農業委員會特有生物研究保育中心、海洋委員會、海洋委員會海洋保育署、交通部航港局、交通部運輸研究所、內政部營建署、文化部文化資產局、彰化縣政府、彰化縣環境保護局、澎湖縣政府、澎湖縣政府環境保護局、彰化縣芳苑鄉公所、彰化縣福興鄉公所、澎湖縣白沙鄉公所、本署綜合計畫處、空氣品質保護及噪音管制處、水質保護處、廢棄物管理處、環境衛生及毒物管理處、環境督察總隊、海龍二號風電股份有限公司籌備處、海龍三號風電股份有限公司籌備處

副本：袁菁委員、李委員育明

# 行政院環境保護署



# 「海龍二號離岸風力發電計畫環境影響差異分析報告（第一次變更）」「海龍三號離岸風力發電計畫環境影響差異分析報告（第一次變更）」等 2 案專案小組第 5 次聯席初審會議紀錄

一、時間：110 年 4 月 6 日（星期二）下午 2 時

二、地點：本署 4 樓 405 會議室

三、主席：張委員學文

紀錄：商維庭

四、出（列）席單位及人員：（詳如會議簽名單）

五、主席致詞：略。

六、本署綜合計畫處背景說明：略。

七、開發單位簡報：略。

八、綜合討論：詳附件。

九、結論：

經綜整專案小組委員及相關機關意見，提出兩案建議結論併陳本署環境影響評估審查委員會討論：

## （一）甲案

1. 2 案環境影響差異分析報告建議審核修正通過。

2. 請開發單位於 110 年 5 月 31 日前依下列事項補充、修正，並提送環境影響差異分析報告修訂本至本署，經有關委員及相關機關確認後，提本署環境影響評估審查委員會討論：

（1）補充本次變更風機間距縮小之相關量化分析數據。

（2）2 案本次變更新增 11~15 百萬瓦(MW)風機，就本次會議承諾之間距不小於 755 公尺之風機數量比率大於 33%，不小於 666 公尺之風機數量比率大於 67%，應分別說明 2 案各自應符合之風機數量。

- (3) 補充說明「海龍三號」風場之地質調查結果，及補充說明「海龍三號」風場因應地質調查結果之風機布設方式。
  - (4) 補充說明設置航空障礙燈之方式及其功能。
  - (5) 以最大轉速、最大半徑模擬鳥類撞擊評估。
  - (6) 釐清風場增速區及減速區範圍對鳥類飛行捲入之影響。
  - (7) 委員及相關機關所提其他意見。
  - (8) 2 案環境影響差異分析報告定稿備查後，變更內容始得實施。
3. 依環境影響評估法第 13 條之一第 1 項規定：「環境影響說明書或評估書初稿經主管機關受理後，於審查時認有應補正情形者，主管機關應詳列補正所需資料，通知開發單位限期補正。開發單位未於期限內補正或補正未符主管機關規定者，主管機關應函請目的事業主管機關駁回開發行為許可之申請，並副知開發單位。」
  4. 建議經濟部（能源局）評估「海龍二號」及「海龍三號」風場場址之間邊界檢討留設之必要性，並於本案提本署環境影響評估審查委員會時進行說明。

## （二）乙案

1. 2 案環境影響差異分析報告建議審核修正通過。
2. 請開發單位於 110 年 5 月 31 日前依下列事項補充、修正，並提送環境影響差異分析報告修訂本至本署，經有關委員及相關機關確認後，提本署環境影響評估審查委員會討論：
  - (1) 本次申請變更「新增 11 百萬瓦(MW)至 15 百萬瓦(MW)裝置容量風機，風機間距調整為平行盛行風間距至少為葉片直徑 6 倍（1,158 公尺），非平行盛行風間距至少為葉片直徑 3 倍（666 公尺）」之變更內容，相關說明不足以達成環境保護之目標，不同意新增

11~15 百萬瓦(MW)裝置容量風機及調整風機間距等變更內容。

- (2) 補充說明「海龍三號」風場之地質調查結果。
  - (3) 補充說明設置航空障礙燈之方式及其功能。
  - (4) 以最大轉速、最大半徑模擬鳥類撞擊評估。
  - (5) 釐清風場增速區及減速區範圍對鳥類飛行捲入之影響。
  - (6) 委員及相關機關所提其他意見。
  - (7) 2 案環境影響差異分析報告定稿備查後，變更內容始得實施。
3. 依環境影響評估法第 13 條之一第 1 項規定：「環境影響說明書或評估書初稿經主管機關受理後，於審查時認有應補正情形者，主管機關應詳列補正所需資料，通知開發單位限期補正。開發單位未於期限內補正或補正未符主管機關規定者，主管機關應函請目的事業主管機關駁回開發行為許可之申請，並副知開發單位。」
4. 建議經濟部（能源局）評估「海龍二號」及「海龍三號」風場場址之間邊界檢討留設之必要性，並於本案提本署環境影響評估審查委員會時進行說明。

十、散會（下午 3 時 55 分）。

## 附件 綜合討論（請開發單位於後續資料列表說明）

### 一、張委員學文

- （一）補正回應情形已符規定或足供審查判斷所需資訊。
- （二）未來在營運期間，縱然「海龍二號」及「海龍三號」風場已有足夠鳥類通過風場資料，若是國外離岸風場仍無降轉機制，是否此 2 風場仍不提出降轉機制？
- （三）航空警示燈是每 1 風機設置，還是整個風場設立幾個？

### 二、朱信委員

前次意見（含會議結論）尚須補正，補正意見如下：仍請維持原環境影響說明書風機間之最小間距 755 公尺以上。

### 三、江委員康鈺（書面意見）

- （一）前次提及降轉機制之作業訂定，開發單位已有因應與回覆；根據國外全自動雷達停機系統之案例而言，若能提升辨識度之技術能力或系統建置，或針對目標物進行完整之辨識基準訂定，是否可初步訂定降轉機制作業之規劃期程？
- （二）未來承諾於取得電業執照半年內提出環境影響調查報告書，初步規劃可行之風機降轉或停機作業；如前點意見所述，請開發單位評估提前訂定作業機制之可行期程。

### 四、李委員俊福

補正回應情形已符規定或足供審查判斷所需資訊。

### 五、李委員培芬

前次意見（含會議結論）尚須補正，補正意見如下：

- （一）請釐清航空障礙燈是否需要設置？如何設置？為何不能以整個大風場為設置單位；若以單一風場為設置原則，如何設置以呈現單一風場的位置，並可區隔與其他風場之邊界？

- (二) 請釐清航空障礙燈如何警示鳥類迴避風機？從歷次的回覆中有「吸引」或「警示」之功能，兩者是互相衝突的。若閃爍燈可取代恆亮的警示燈，並降低夜間遷徙鳥類的死亡率，請說明此種燈是否吻合交通部民用航空局的要求，閃爍頻率為何？若是，請說明其配置情形。
- (三) 請說明為何在「海龍二號」和「海龍三號」風場對於保育類鳥類之潛在撞擊率會有一些不同，特別是「海龍三號」風場較偏外海，但卻有更多種的鳥類有可能撞擊風險？

## 六、吳委員義林

- (一) 簡報 p.9 之各項目比較（風機、水下基礎、基樁、打樁作業時間...），應說明減少之範圍，而非僅是最大量。
- (二) 為了降低鳥擊機率，原本「海龍二號」和「海龍三號」風場間之航道應予取消，否則將增加北飛鳥擊之機率。

## 七、孫委員振義

前次意見（含會議結論）尚須補正，補正意見如下：「海龍二號」和「海龍三號」2 風場邊界退縮 6 倍直徑，是否可作為增大風機間距之空間，以兼顧生態與發電效益。此邊界退縮反而易成為鳥群飛行陷阱，請妥善考量。

## 八、游委員勝傑

前次意見（含會議結論）尚須補正，補正意見如下：請說明 6.6 rpm 及 8.6 rpm 是否為 15 百萬瓦(MW)及 11 百萬瓦(MW)最大轉速，而 115 公尺及 96.5 公尺是否為最大半徑。

## 九、簡委員連貴

- (一) 補正回應情形已符規定或足供審查判斷所需資訊。
- (二) 本案設置聯合鳥類監測系統，並與各開發單位建立共通平台通報及資訊公開機制，值得肯定，請確實推動執行。
- (三) 本案變更配合經濟部整體規劃，「海龍三號」風場留設 2,000 公尺銜接連續之鳥類廊道，有助於鳥類更友善飛行

空間。

- (四) 為因應配合航道及銜接連續鳥類廊道、玄武岩地質及風場邊界退縮 6 倍直徑規定，建議在總容量不變下，「海龍二號」和「海龍三號」風場合併規劃風機配置之可行性，以利計畫推動。

## 十、江委員鴻龍

- (一) 現況目前場址內有玄武岩地形及船行航道退縮，面積各減少一定比例，「海龍二號」風場減少 63 平方公里(62.8%)、「海龍三號」風場減少 58.4 平方公里(68.5%)，原配置面積減少，應請與經濟部能源局協商減少容量及配置，維持原規劃最小間距 755 公尺。
- (二) 簡報 p.19，提及雖然本案淨間距最大，惟淨間距與風機直徑比例，臺灣 3 個案例最小約為 2 倍直徑，其他約 3 倍直徑至 4.5 倍直徑。

## 十一、白委員子易

前次意見(含會議結論)尚須補正，補正意見如下：開發單位於回覆中提供圖 1.8.1-1，但此圖應為鳥類環境調查報告之整體風場模擬圖，雖然開發單位以單機之風場解釋上、下游風場之變化，但風機外圍仍有約 20 公尺之增速區，請釐清當鳥類飛過此風場時，是否造成捲入或吸入之影響。

## 十二、經濟部能源局(發言摘要)

- (一) 本案為第二階段潛力場址案件，本案已通過環境影響評估，但是後續因為機組變大，所以相關配置需要變更，而離岸風電為國家重要之能源政策，希望各位委員予以支持。
- (二) 依「離岸風力發電規劃場址申請作業要點」規定「風力機基座中心與相鄰潛力場址邊界最短距離小於 6 倍葉輪直徑，或有其他必要情形時，主管機關得要求申請人提出說明或為其他必要處置。」其實所有的風場都一樣，此規定是用於施工運維船隻通行及預留海底電纜，雖然「海龍二號」和「海龍三號」風場是同一集團，但申請許可為 2 家不同

公司，2 家不同的評分，初步檢討結果，因為是不同法律主體，為了公共安全及船舶航行安全，這部分目前彈性較小。

- (三) 當初 36 個潛力場址的風場面積，單純是匡範圍劃出來的，當時沒想到鳥的飛行，開發單位除邊界之外，也願意在「海龍三號」風場再劃設 1 條通道，讓鳥類的飛行更能連貫，本局希望委員支持。
- (四) 假設本案審核修正通過，本局將責成開發單位在鳥類不應該飛入的邊界承諾設置相關警示標誌，再次說明，相鄰風場間距留設 6 倍葉輪直徑距離，除了保留維護船隻、海纜等，是屬通案性規定，若檢討其 6 倍葉輪直徑距離，會影響全部風場。
- (五) 以後施工、運維船隻運作，畢竟是不同主體，以後要怎麼處理風場之介面，還需要時間與航安專家討論；另外委員所提是否有其他風場配合航道縮減面積，包括大彰化東北、大彰化東南、海鼎 3 號、彰芳、西島等風場皆有，只是縮減面積大小不一樣。

### 十三、經濟部中央地質調查所

「海龍三號離岸風力發電計畫環境影響差異分析報告（第一次變更）」（第 5 次修訂本）中，p.89 之地層地質柱狀圖，經比對似乎非海龍 3 號風場之鑽探資料，建請說明。

### 十四、行政院農業委員會（書面意見）

本案本會無新增意見。

### 十五、行政院農業委員會林務局（書面意見）

本案本局無新增意見。

### 十六、行政院農業委員會漁業署（書面意見）

本署無意見。

## 十七、海洋委員會海洋保育署（書面意見）

本署審查後無意見。

## 十八、交通部航港局（書面意見）

無新增意見。

## 十九、交通部運輸研究所（書面意見）

本所無意見。

## 二十、內政部營建署（書面意見）

查 2 案僅海底纜線涉及近岸海域範圍，本次變更內容尚未涉及本部許可範圍，本署無意見。

## 二十一、文化部文化資產局（書面意見）

- （一）後續施工時，請確實依「文化資產保存法」第 33、57、77 條及「水下文化資產保存法」第 13 條規定。
- （二）變更環境保護對策章節（涉考古遺址，p.4-19~p.4-21、p.4-30~p.4-31、p.7-1~p.7-3），將依考古遺址發掘資格條件審查辦法提送監看計畫（含考古鑽探）一節，應先依該辦法有關規定，提出考古鑽探之發掘申請書及計畫書，經審議會審議及主管機關核准後，始得辦理相關發掘及施工監看事宜。
- （三）請於施工前，提送最終風機及海纜布置圖（含風機點位與水下文化資產調查報告書備查本之調查結果比對套疊圖資、與疑似目標物安全距離說明等資料）至文化部供參。

## 二十二、彰化縣政府（農業處）（書面意見）

- （一）本 2 案係以風機間距（平行盛行風 7D，非平行盛行風 5D）作為鳥類保護環境影響評估承諾，而通過環境影響評估，惟本次變更大幅縮減風機間距，未考量變更後之單機裝置容量為答覆說明所提國外風場之 2 倍以上，爰建請行政院環境保護署審慎審查，避免風機加大卻縮減風機間距之情

形。

- (二) 本 2 案減噪後於 750 公尺處之水下噪音聲曝值達 157dB，逼近環境影響評估承諾之 160dB，考量離岸風電打樁產生之水下噪音為整體區域問題，建請行政院環境保護署就打樁噪音不超過 160dB 承諾值之具體落實方式(含啟動應變機制之警戒值標準及具體應變機制規劃等)，訂定一致性標準，並要求各離岸風電開發單位確實執行，避免因單一業者未能落實環境影響評估承諾而影響整體區域之鯨豚棲息。
- (三) 開發單位承諾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鳥類繫放衛星追蹤或雷達調查分析，之後每 5 年進行 1 次，請具體說明「若風場位於主要的鳥類遷徙路徑」之明確定義，避免未具明確性而影響後續環境影響評估承諾追蹤執行。

### 二十三、彰化縣環境保護局（書面意見）

無意見。

### 二十四、澎湖縣政府（書面意見）

補正回應情形已符規定或足供審查判斷所需資訊。

### 二十五、澎湖縣政府環境保護局（書面意見）

無意見。

### 二十六、澎湖縣白沙鄉公所（書面意見）

「海龍三號離岸風力發電計畫環境影響差異分析報告（第一次變更）」（第 5 次修訂本）：建議正本能增列主管本縣海洋生態保育機關「澎湖縣政府農漁局」。

### 二十七、本署綜合計畫處

- (一) 本案簡報資料內容、書面意見回覆說明資料（掃描檔請至本署環評書件查詢系統點擊本案「會議資料」下載）及本次會議口頭回覆意見說明請納入報告書內容。

(二) 請於下次檢送補充、修正資料 35 份至本署時，並附電子檔光碟(補正資料本文及附錄如有個人資料，請塗銷)1 份。

## 二十八、本署空氣品質保護及噪音管制處(書面意見)

空氣品質標準業於 109 年 9 月 18 日修正發布在案，請依據該標準進行各污染物環境監測之判定，併請修正報告文字內容。

## 二十九、本署水質保護處(書面意見)

本處無意見。

## 三十、本署廢棄物管理處(書面意見)

無意見。

## 三十一、本署環境衛生及毒物管理處(書面意見)

無意見。

## 三十二、本署環境督察總隊(書面意見)

依環境影響差異分析報告所載，本開發案環境監測計畫之監測結果於貴公司網站公開，以供公眾查閱，為資訊透明及利大眾瞭解，貴單位網站之監測結果請公開完整環境監測報告。

**【旁聽及列席民眾發言】**

社團法人台灣媽祖魚保育聯盟執行秘書 施仲平

意見如後附。

「海龍二號離岸風力發電計畫環境影響差異分析報告(第一次變更)」「海龍三號離岸風力發電計畫環境影響差異分析報告(第一次變更)」等 2 案專案小組第 5 次聯席初審會議 發言單

日期：109.04.06

地點：環署 405 旁聽室

單位：社團法人台灣媽祖魚保育聯盟 施仲平

內容：

1)

原環評承諾減噪後的施工水下噪音為 152-154dB，此乃當時通過環評的條件，不該因開方商欲更換較大的風機基座就要造成對環境更不利的影響，且分貝並不是等差的概念，在一百五十幾的基礎上再增加 5 是非常巨大的噪音等級，將嚴重影響生活於該片海域的海洋生物，尤其會干擾鯨豚覓食、溝通、社交等行為，甚至傷害到其聽力系統，又開發商原本承諾能將噪音控制在 152-154dB 的水平，我們相信其有技術及能力將工程噪音降至該數值，而不應便宜行事只在大型基樁的模擬噪音值上比照原減噪分貝差 10dB(原 162-164dB->152-154dB，現欲變更為 166-167dB->156-157dB)，請在場專家及委員們站在環境保育的立場恪守各位的職責嚴格把關，建議大會不同意開發商此項變更。

2)

今天開發商會提出鳥類生態廊道這個減輕措施代表鳥擊確實是過去以碰到的問題，環團想看到的是科學上經證實有效的解決方法，而不是我們自己「臆測」有效的種種措施；鳥類飛行的路徑、每年氣流的位置等，這些都是會變動的，開發單位欲劃設一個「固定」的廊道並推測鳥類會按照我們想像的方式正確地避開風機，我想開發單位必須提供更充分的資料來佐證此環境保護措施是有效果的，這個邏輯也同樣適用於鯨豚等其他海域生物的保育。

3)

我們在環評上常遇到一個情況是——廠商多引用國外的研究來推測國內風機工程環境減輕措施的效果，但不同地區終究還是有不小的差距，然而我們的能源局實際上從第一間段的示範封場開始，持續都有在進行名為實證計畫的監測研究，我們在此籲請能源局盡速公布，好讓業者得以發現問題並採取有效對應措施，環保署與民間團體也能更有效的監督並有足夠的資訊下判斷；請環保署在能源局公布該計畫研究報告之前暫停審理一切第三階段的風場環評。

## 行政院環境保護署 會議簽名單

會議名稱：「海龍二號離岸風力發電計畫環境影響差異分析報告  
(第一次變更)」、「海龍三號離岸風力發電計畫環境  
影響差異分析報告(第一次變更)」等 2 案專案小組  
第 5 次聯席初審會議

時間：110 年 4 月 6 日 (星期二) 下午 2 時 00 分

地點：本署 4 樓 405 會議室

主席：張委員學文

紀錄：林欣怡、商維庭

出(列)席單位及人員：

張學文

| 機關或單位名稱 | 姓名  |
|---------|---|
| 出席者：    |   |
| 朱信委員    |  |
| 江委員康鈺   | 書面意見  |
| 李委員俊福   |  |
| 李委員培芬   |  |
| 吳委員義林   |  |

機 關 或 單 位 名 稱 及 姓 名

洪委員挺軒

孫委員振義

孫振義

游委員勝傑

游勝傑

簡委員連貴

簡連貴

江委員鴻龍

江鴻龍

白委員子易

白子易

列席者：

經濟部

經濟部能源局

吳志昇

鄭如蘭

經濟部工業局

機 關 或 單 位 名 稱 及 姓 名

經濟部水利署

經濟部中央地質調查所 朱偉嘉

行政院農業委員會 書面意見

行政院農業委員會林務局 書面意見

行政院農業委員會水土保持局

行政院農業委員會漁業署 書面意見

行政院農業委員會特有生物研究保育中心

海洋委員會

海洋委員會海洋保育署 書面意見

機 關 或 單 位 名 稱 及 姓 名

交通部航港局 書面意見

交通部運輸研究所 書面意見

內政部營建署 書面意見

文化部文化資產局

彰化縣政府 書面意見

彰化縣環境保護局 書面意見

澎湖縣政府 書面意見

澎湖縣政府環境保護局 書面意見

彰化縣芳苑鄉公所

機 關 或 單 位 名 稱 及 姓 名

彰化縣福興鄉公所

澎湖縣白沙鄉公所 書面意見

本署 綜合計畫處

林欣怡

商維廷

陳啟男

空氣品質保護及噪音管制處 書面意見

水質保護處 書面意見

廢棄物管理處 書面意見

環境衛生及毒物管理處 書面意見

環境督察總隊 書面意見

機 關 或 單 位 名 稱 及 姓 名

海龍二號風電股份有限公司籌備處

蔡清傑

吳亞宇

海龍三號風電股份有限公司籌備處

吳亞宇

吳亞宇

吳亞宇

蔡清傑

## 行政院環境保護署 會議簽名單

會議名稱：「海龍二號離岸風力發電計畫環境影響差異分析報告（第一次變更）」「海龍三號離岸風力發電計畫環境影響差異分析報告（第一次變更）」等2案專案小組第5次聯席初審會議

開會時間：110年4月6日（星期二）下午2時00分

列席單位人員請確認並願遵守「本署環境影響評估審查旁聽要點」規定後，同意簽名如下：

### 八、旁聽人員應遵守下列事項

- (一) 依會務人員引導簽名、入座。
- (二) 不得有鼓譟、喧鬧、破壞公物、妨礙或干擾本會議進行之行為。
- (三) 禁止攜帶標語、海報、各式布條、旗幟、棍棒、無線麥克風或其他危險物品。
- (四) 不得於會場攝影、錄影或錄音。但經主席徵詢全體出席人員同意者，不在此限。
- (五) 依會務人員安排之發言順序及時間於會場表達意見，並提供該意見之書面資料。
- (六) 本會議進行決議前，旁聽之當地居民、居民代表、相關團體均應離開會場。但經主席徵詢全體出席人員同意者，不在此限。

| 單位            | 職稱   | 姓名  |
|---------------|------|-----|
| 社團法人台灣媽祖魚保育聯盟 | 執行秘書 | 施仲平 |
|               |      |     |
|               |      |     |
|               |      |     |
|               |      |     |
|               |      |     |
|               |      |     |

## 行政院環境保護署 會議簽名單

會議名稱：「海龍二號離岸風力發電計畫環境影響差異分析報告（第一次變更）」、「海龍三號離岸風力發電計畫環境影響差異分析報告（第一次變更）」等2案專案小組第5次聯席初審會議

開會時間：110年4月6日（星期二）下午2時00分

列席單位人員請確認並願遵守「本署環境影響評估審查旁聽要點」規定後，同意簽名如下：

### 八、旁聽人員應遵守下列事項

- (一) 依會務人員引導簽名、入座。
- (二) 不得有鼓譟、喧鬧、破壞公物、妨礙或干擾本會議進行之行為。
- (三) 禁止攜帶標語、海報、各式布條、旗幟、棍棒、無線麥克風或其他危險物品。
- (四) 不得於會場攝影、錄影或錄音。但經主席徵詢全體出席人員同意者，不在此限。
- (五) 依會務人員安排之發言順序及時間於會場表達意見，並提供該意見之書面資料。
- (六) 本會議進行決議前，旁聽之當地居民、居民代表、相關團體均應離開會場。但經主席徵詢全體出席人員同意者，不在此限。

| 單位    | 職稱  | 姓名  |
|-------|-----|-----|
| 台大社會所 | 研究生 | 吳世陵 |
|       |     |     |
|       |     |     |
|       |     |     |
|       |     |     |
|       |     |     |
|       |     |     |

## 行政院環境保護署 發言順序登記表

會議名稱：「海龍二號離岸風力發電計畫環境影響差異分析報告（第一次變更）」「海龍三號離岸風力發電計畫環境影響差異分析報告（第一次變更）」等2案專案小組第5次聯席初審會議

會議時間：110年4月6日（星期二）下午2時00分

請確認並同意以下登記發言方式後，再登記發言：

1. 每人表達意見以3分鐘為原則，發言時間不得轉讓他人。
2. 登記發言之人員，依會務人員安排之發言順序及時間於會場表達意見，於主席唱名時未於會場者，視為放棄。
3. 其餘未載明事項依本署環境影響評估審查旁聽要點規定辦理。

| 序號 | 單位            | 職稱   | 姓名  |
|----|---------------|------|-----|
| 1  | 社團法人台灣媽祖魚保育聯盟 | 執行秘書 | 施仲平 |
| 2  |               |      |     |
| 3  |               |      |     |
| 4  |               |      |     |
| 5  |               |      |     |
| 6  |               |      |     |
| 7  |               |      |     |
| 8  |               |      |     |
| 9  |               |      |     |
| 10 |               |      |     |

# 海龍二號離岸風力發電計畫 海龍三號離岸風力發電計畫

## 環境影響差異分析報告

### 專案小組第5次聯席初審會議簡報



開發單位：海龍二號風電股份有限公司籌備處  
海龍三號風電股份有限公司籌備處  
委辦環評公司：光宇工程顧問股份有限公司

110年4月6日

壹

## 開發計畫簡介

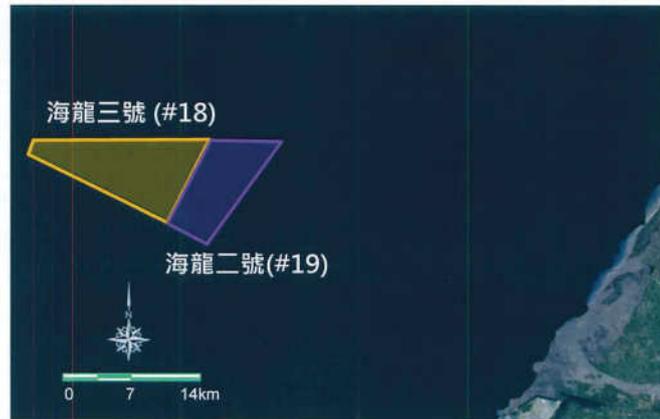
# 計畫位置

## ■ 海龍二號(19號風場)

- ✓ 位於彰化縣外海，離台灣最近距離約45公里，原風場面積100.3平方公里，因南北慣用航道影響，縮減為59.2平方公里

## ■ 海龍三號(18號風場)

- ✓ 位於彰化縣及澎湖縣外海，距離台灣和澎湖最近分別約50和40公里，面積85.2平方公里



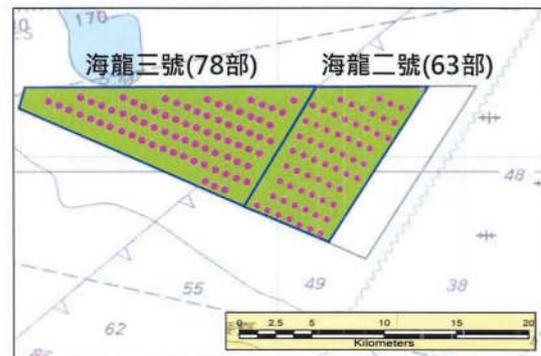
海龍二號、海龍三號風場位置圖

3

# 計畫內容

## ■ 原環說風機佈置規劃

- ✓ 單機裝置容量6~9.5MW
- ✓ 最大總裝置容量 (最多風機數量) :
  - 海龍二號：532MW (63部)
  - 海龍三號：512MW (78部)
- ✓ 如未來技術提升，也可能採用單機容量更大機組，惟實際依採用之風機型式及風能評估，有不同機組間距調整



原環說 6MW 風機配置示意圖 (最多風機數量)

| 項目                              | 海龍二號-風機佈置規劃   |       |        |       |          |       |
|---------------------------------|---------------|-------|--------|-------|----------|-------|
|                                 | 6 MW機組 (最小風機) |       | 8 MW機組 |       | 9.5 MW機組 |       |
|                                 | 最小            | 最大    | 最小     | 最大    | 最小       | 最大    |
| 風機數量                            | 63            |       | 56     |       | 56       |       |
| 總裝置容量(MW)                       | 378           |       | 448    |       | 532      |       |
| 葉片直徑D (m)                       | -             | 151   | -      | 164   | -        | 164   |
| 輪轂高程 (m)@MSL                    | 99            | 112   | 107    | 119   | 107      | 119   |
| 風機葉片運轉高度 (m)@MSL                | 25            | 187   | 25     | 201   | 25       | 201   |
| 最小機組間距<br>非平行盛行風向/<br>平行盛行風向(m) | 755           | 1,057 | 820    | 1,148 | 820      | 1,148 |

| 項目                              | 海龍三號-風機佈置規劃   |       |        |       |          |       |
|---------------------------------|---------------|-------|--------|-------|----------|-------|
|                                 | 6 MW機組 (最小風機) |       | 8 MW機組 |       | 9.5 MW機組 |       |
|                                 | 最小            | 最大    | 最小     | 最大    | 最小       | 最大    |
| 風機數量                            | 78            |       | 64     |       | 53       |       |
| 總裝置容量(MW)                       | 468           |       | 512    |       | 503.5    |       |
| 葉片直徑D (m)                       | -             | 151   | -      | 164   | -        | 164   |
| 輪轂高程 (m)@MSL                    | 99            | 112   | 107    | 119   | 107      | 119   |
| 風機葉片運轉高度 (m)@MSL                | 25            | 187   | 25     | 201   | 25       | 201   |
| 最小機組間距<br>非平行盛行風向/<br>平行盛行風向(m) | 755           | 1,057 | 820    | 1,148 | 820      | 1,148 |

4

# 貳

## 變更理由及內容

5

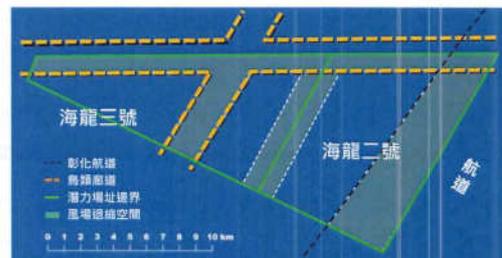
## 變更理由及必要性

### ■ 提出鳥類通行廊道規劃

- ✓ 本案「鳥類通行廊道規劃」於109年10月14日經環評委員會第385次會議審查通過，故於本次環差提出變更

### ■ 新增較大風機單機容量

- ✓ 本計畫將採用大型化風機，透過減少風機數量，降低環境影響，並符合政府核准分配容量
- ✓ 海龍二號風場配合交通部「彰化外海岸風電潛力場址海域預定航道」退縮風場，面積減少41km<sup>2</sup>，減少40%
- ✓ 海龍三號風場配合經濟部整體規劃，留設銜接連續之鳥類廊道(寬度≥2公里)，面積減少12km<sup>2</sup>，減少14%



6