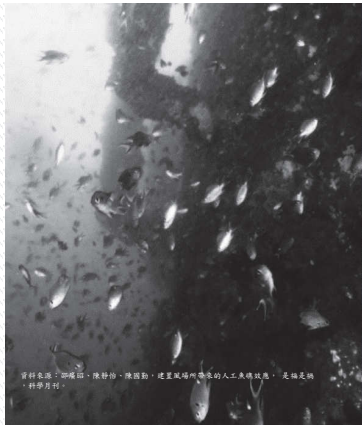


## ■ 營運期間影響評估

- ✓ 風場屬於**點狀開發**，風機運轉水下噪音在距離風機100~200公尺處即回復背景值，研判對魚類影響應不顯著
- ✓ 參考國內外風場風機周邊水下攝影聚魚效果良好，風機運轉噪音對於魚類影響應不顯著

## ■ 營運期間環境監測計畫

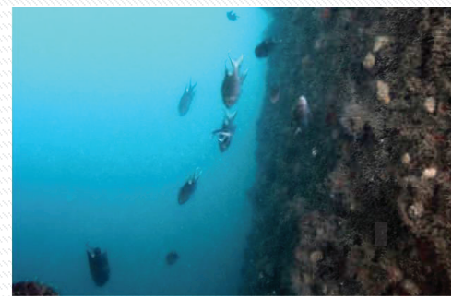
- ✓ 水下攝影觀測風機底部聚魚效果
- ✓ 進行魚類、魚卵及仔稚魚監測
- ✓ 整理分析漁業年報漁業經濟資料
- ✓ 進行風場範圍水下噪音監測



海洋風場-營運期間風機周邊水下攝影照片(魚群豐富)



國外風場案例-風機周邊聚魚效果良好

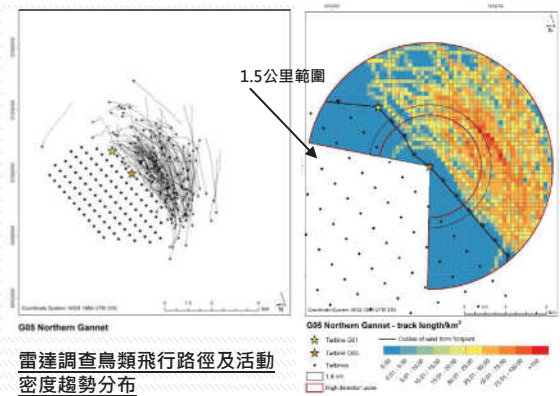


國外風場案例-測風塔水下攝影圖

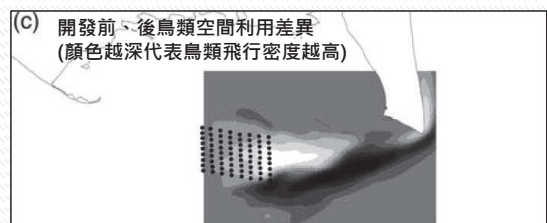
# 國外風場案例顯示，鳥類飛行將主動迴避風場

## ■ 鳥類於遠處會提前避開風場，僅少部分進入風場，但仍主動迴避風機

- ✓ 國外研究顯示，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)
- ✓ 約97%鳥類會主動迴避風場，僅約3%飛行進入風場(Ib Krag Petersen et al,2006 ; K.L. Krijgsveld et al,2011)
- ✓ 英格蘭Thanet風場鳥類雷達調查，僅少部分鳥類進入風場，其中約99.4%鳥類於風機間自行迴避(ORJIP Bird Collision Avoidance Study, Final Report, 2018)
- ✓ 丹麥Nysted風場鳥類雷達調查，鳥類於遠處即開始改變飛行方向避開風場，風機上攝影機經2,400小時運轉，未紀錄鳥類碰撞情形(Final results of bird studies at the offshore wind farms at Nysted and Horns Rev, Denmark)



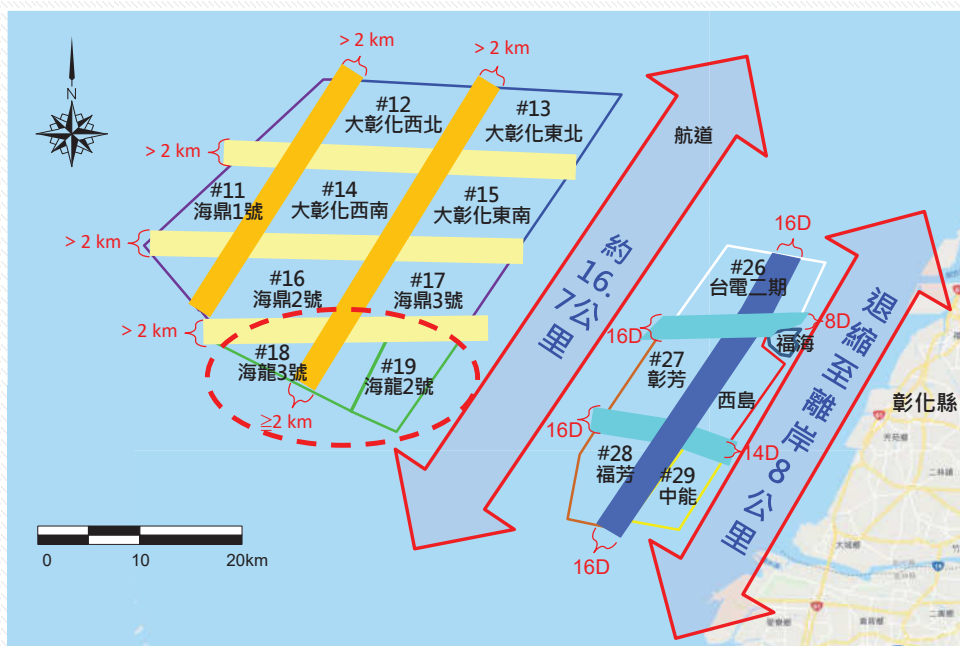
## 英格蘭 Thanet 風場 (間距約 500~800 公尺)



## 丹麥Nysted風場 (間距約500~850公尺)



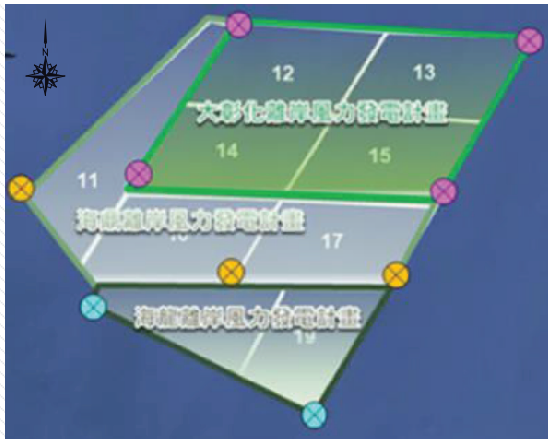
- 與相鄰風場整體規劃，海龍三號風場留設銜接連續鳥類廊道，營造鳥類飛行友善環境



海龍二號、海龍三號風場留設銜接連續之鳥類廊道

## 鳥類連續監測系統

- ✓ 與相鄰風場聯合設置鳥類監測系統(含熱影像、音波麥克風及高效能雷達等)
  - 海龍風場各安裝1個雷達、熱影像、音波麥克風；各3處高效能錄影機



與鄰近風場聯合設置鳥類監測系統示意圖

## 取得電業執照後半年內提出環境影響調查報告書

- ✓ 本計畫將依據「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確實辦理：
  - 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
  - 有關降轉(停機)機制，經濟部基於電業管理及風場一致性等，將參考國際作法及可行技術，研擬商業可行機制，供業者共同遵循，於1年內儘速訂定統一風機降轉機制，俾提供取得開發許可之各風場開發單位參考
- ✓ 納入國際間風場採行之降轉(停機)機制案例參考，務使綠能與鳥類生態共存共榮發展

## 鳥類監測計畫

- ✓ 維持原環說環境監測計畫，本次變更新增承諾：
  - 一、增加施工前秋季鳥類雷達監測次數  
頻率為春、夏每季5日次，秋季6日次，冬季1日次，每年共17日次調查
  - 二、增加施工前鳥類雷達調查時搭配鳥類目視觀察  
頻率為春、秋季每季3日次，夏、冬季每季1日次，每年搭配目視調查8日次

鳥類環境監測計畫表

| 類別           | 監測項目                 | 地點      | 頻率                           |  |
|--------------|----------------------|---------|------------------------------|--|
| 施工前          | 1.海上鳥類船隻目視調查         | 風場範圍    | 施工前執行1年                      |  |
|              | 2.海岸鳥類目視調查           | 上岸點鄰近海岸 | 其中春、夏、秋季每月1次，冬季每季1次，共進行10次調查 |  |
|              | 3.鳥類雷達調查             | 風場範圍    | 鳥類雷達調查(24HR/垂直及水平雷達)         | 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 |                              |  |
| 施工期間         | 1.海上鳥類船隻目視調查         | 風場範圍    | 每年進行10次調查                    |  |
|              | 2.海岸鳥類目視調查           | 上岸點鄰近海岸 | 春、夏、秋季每月1次，冬季每季1次            |  |
| 營運期間         | 1.海上鳥類船隻目視調查         | 風場範圍    | 每年進行10次調查                    |  |
|              | 2.海岸鳥類目視調查           | 上岸點鄰近海岸 | 春、夏、秋季每月1次，冬季每季1次。           |  |

## ■ 燈光對蝙蝠可能影響研究蒐集

✓ 彙整國外調查研究案例：

- 不同種類蝙蝠對燈光的反應不盡相同，一般情況下，**蝙蝠會偏向迴避藍色或白色燈光，紅色燈光則對蝙蝠行為影響不大**(Guidelines for consideration of bats in lighting projects, Christian Voigt et al, 2018)
- 藍色燈光會降低對昆蟲的吸引力，從而減少敏捷度較高的伏翼屬活動數量(Response of bats to light with different spectra: light-shy and agile bat presence is affected by white and green, but not red light, Spoelstra et al. 2017)
- 白色燈光會提高對昆蟲的吸引力，增加Pipistrellus nathusii蝙蝠狩獵行為(Migratory bats are attracted by red light but not by warm-white light: Implications for the protection of nocturnal migrants, Christian C. Voigt et al., 2018)

## ■ 燈光對鳥類可能影響研究蒐集

- ✓ 不同顏色燈光對鳥類死亡率影響不大，但以**閃爍燈取代恆亮警示燈，可降低約50~71%鳥類碰撞死亡率**(Towers, turbines, power lines, and buildings – steps being taken by the U.S. Fish and Wildlife Service to avoid or minimize take of migratory birds at these structures., Manville AM, 2009)
- ✓ 研究顯示風機上安裝**紅色閃爍燈較不會吸引夜間遷徙的鳥類**(Height, Guy Wires, and Steady-Burning Lights Increase Hazard of Communication Towers to Nocturnal Migrants: A Review and Meta-Analysis., Longcore T et al., 2008)

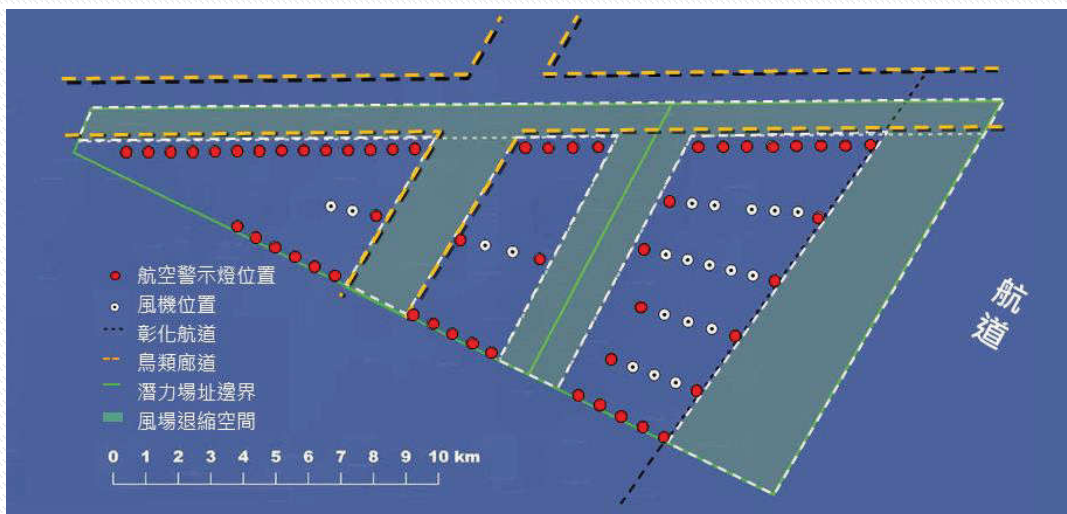


航空警示燈示意圖

圖片來源：<http://wirelessestimator.com/articles/2016/new-lighting-standards-helped-tower-owners-to-lower-bird-kill-15000-still-left/>

## ■ 依據預告「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」修正草案規定設置

- ✓ 考量密集設置之航空障礙燈可能衍生光害問題，交通部於2020年3月5日預告修正「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」部分條文草案，其中節錄增訂之第17條之1內容規定：「**設置於風機群邊界所圍起之範圍內者得免設置障礙燈**」。



註：實際航空警示燈設置位置及數量將於裝設前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

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

## 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

# 伍

## 結語

28




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

29



簡報完畢 敬請指教

## 主目錄

|                |    |
|----------------|----|
| 壹、環評委員意見.....  | 1  |
| 1.1、張委員學文..... | 1  |
| 1.2、簡委員連貴..... | 9  |
| 1.3、朱委員信.....  | 10 |

# 「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)」(第3次修訂本)

## 確認意見回覆說明

中華民國 109 年 10 月



## 次目錄

|  |    |
|--|----|
| 壹、環評委員意見.....  | 1  |
| 1.1、張委員學文.....   | 1  |
| 一、開發計畫與鄰近風場聯合設置鳥類監控系統是很正面的規劃，未來此裝置是否確定整年設置在風機上？未來營運會每個風機上的裝置依完成順序個別啟動還是同時啟動？.....  | 1  |
| 二、水下噪音對魚類的影響，打樁引起的聲音粒子運動可能經中魚類側線，影響到水下噪音敏感度魚類 1 與 2，尤其星比目魚等棲息在海床上的魚類，目前的減噪措施對海床的震動是否有效？.....   | 3  |
| 三、營運的噪音集中在 125Hz，也正是石首魚科部分魚類的敏感範圍，請確認在本風場的是否有石首魚科魚類？數量多寡？.....   | 5  |
| 1.2、簡委員連貴.....   | 9  |
| 一、本計畫將參考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。請納入承諾事項辦理。.....   | 9  |
| 1.3、朱委員信.....  | 10 |
| 一、請說明此風場各風機排列方向為何僅與 P.23 之深黃色鳥類廊道平行，但未與淺黃色鳥類廊道平行？若有鳥以飛入海鼎 2 號、3 號風場的東西向飛入此風場，是否會較有鳥擊的危險？.....  | 10 |
| 二、其它離岸風場皆採用風機間距分別大於 7D 及 5D 的規範，此案原亦採用此等間距。但此次變更欲將其縮為 6D 及 3D，卻無國際合宜案例佐證。請再以科學數據補充說明此次變更之合理性。.....   | 11 |
| 三、本人原第 6 點意見，若原海龍二號與三號風場間鳥類廊道因移轉至新處，與此二風場東北方 6 風場之鳥類廊道連通，則為何尚未嚐試，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 2,664m 之原鳥類廊道將可增設數座風機，以維持 7D 及 5D 的原規劃原則。..... | 17 |

## 壹、環評委員意見

### 1.1、張委員學文

一、開發計畫與鄰近風場聯合設置鳥類監控系統是很正面的規劃，未來此裝置是否確定整年設置在風機上？未來營運會每個風機上的裝置依完成順序個別啟動還是同時啟動？

說明：敬謝委員指教。海龍二號、海龍三號與相鄰風場將聯合設置鳥類監測系統，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。與相鄰風場亦將共享監測結果，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 1.1.1-1，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。有關鳥類監測系統運作情形，說明如下：

(一) 鳥類監測系統將於風場適當地點安裝，於正式運轉後，除於每年定期、不定期維修保養作業，或有特殊異常情形外，將全年運轉以連續觀測鳥類活動。

(二) 海龍二號、海龍三號風場與相鄰風場之開發期間，目前僅海龍二號、三號風場及大彰化西北、西南、東南風場等合計 5 座風場取得能源局遴選或定價開發許可，預計開發期詳圖 1.1.1-2 所示。各風場將依實際開發期程於風場營運後啟動鳥類監測系統，以累積各風場鳥類長期監測資料。

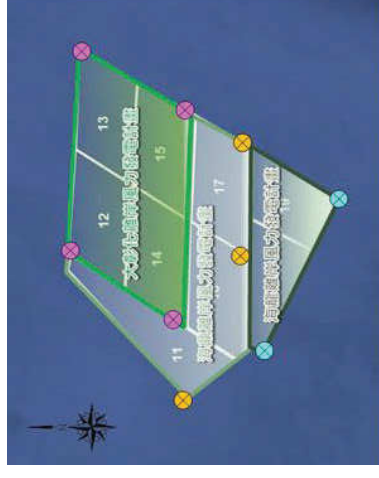


圖 1.1.1-1 海龍二號、海龍三號與相鄰風場聯合設置鳥類監測系統示意圖



圖 1.1.1-2 海龍二號、海龍三號與相鄰風場之預定開發期程示意圖

二、水下噪音對魚類的影響，打樁引起的聲音粒子運動可能經中魚類側線，影響到水下噪音敏感度魚類 1 與 2，尤其是比目魚等棲息在海床上的魚類，目前的減噪措施對海床的震動是否有效？

說明：敬請委員指教。參考美國聲學協會(ASA) 提供設置敏感標準的方法與建議(包含對魚類傷害和行為的定義)，魚類1(軟骨魚類，包含比目魚及板鰓亞綱)及魚類2(鮭魚科及部分金槍魚族)主要透過粒子運動感知環境中的聲音，因此在周圍環境產生噪音時，將因對粒子運動的敏感性而儘速遠離聲源，不致產生嚴重聽覺傷害。

依據海龍二號、海龍三號風場環說階段總計8次調查結果，如表1.1.2-1所示。鯨形目(比目魚)僅發現4種，分別為細羊舌鮚、多鱗短額鮚、高體大鱗鮚、雙線舌鮚，捕獲數量在1~6尾之間，佔總數量0~5.88%，無保育類物種且數量相當少，故推測本風場範圍並非鯨形目(比目魚)棲地與哺育場，未來在施工期間應不致於造成太大的影響。

表 1.1.2-1 海龍二號、三號風場鯨形目(比目魚)實際調查數量

| 風場          | 鯨形目(比目魚) | 2016.3 | 2016.6 | 2016.8 | 2016.11 |
|-------------|----------|--------|--------|--------|---------|
| 海龍二號        | 細羊舌鮚     |        | 1      |        | 2       |
|             | 多鱗短額鮚    |        |        | 5      | 2       |
|             | 高體大鱗鮚    |        |        | 1      |         |
|             | 雙線舌鮚     |        |        | 2      | 6       |
| 海龍三號        | 高體大鱗鮚    |        |        |        | 1       |
| 魚類調查總數量(尾)  | 442      | 6,468  | 136    | 1,349  |         |
| 鯨形目(比目魚)百分比 | 0.00%    | 0.02%  | 5.88%  | 0.82%  |         |

本計畫兼顧生態保育與綠能發展，已擬定魚類等海洋生物環境保護對策及監測計畫，說明如下：

(一) 環境保護對策

1. 採漸進式打樁(緩啟動)，緩啟動過程至少需要30分鐘，讓魚類有充裕時間離開打樁噪音源。
2. 海龍二號、海龍三號不會同時進行打樁作業，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，以減少海域大規模施工，使魚類有更多空間進行迴避。
3. 選用打樁噪音較小的套筒式基樁型式(Jacket Type)，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))：以降低打樁噪音，減少海域生物聽力傷害。

- 打樁期間**全程進行水下噪音監測**，於風機基礎中心點750公尺監測處，**水下噪音聲壓值(SEL)不得超過160dB re 1µPa<sup>2</sup>s**，即時調整打樁力道，降低打樁噪音音量。

#### (二) 環境監測計畫

為瞭解本計畫開發行為對魚類等海洋生物影響及其水下噪音量，已規劃施工前、施工期間及營運期間環境監測計畫，透過長期監測以了解其趨勢變化，亦可作為後續檢討修正之參考依據，如表1.1.2.1-3所示。

表 1.1.2.1 施工前環境監測計畫表(魚類生態)

| 類別                    | 監測項目   | 地點   | 頻率                                   |
|-----------------------|--|--|--------------------------------------|
| 水下噪音<br>(含鯨豚聲學<br>監測) | 20 Hz~20kHz 之水下噪音，<br>時頻譜及 1-Hz band、1/3<br>Octave band 分析 | 施工前一年將執行一年四<br>季，每季 1 次且每季連續 14<br>天                 | 施工前一年將執行一年四<br>季，每季 1 次且每季連續 14<br>天 |
|                       | 1.水下攝影   | 預計風機位置一處   | 施工前執行一次                              |
| 海域生態                  | 2.漁業資源調查   | 風場範圍漁業資源<br>背景調查資料(含<br>漁船數目、漁業活<br>動形式、魚種、漁獲<br>量等) | 施工前執行一次                              |

表 1.1.2.2 施工期間環境監測計畫表(魚類生態)

| 類別   | 監測項目   | 地點                                    | 頻率                                   |
|------|--|---------------------------------------|--------------------------------------|
| 海域生態 | 1.亞潮帶：浮游生物、底棲<br>生物、魚卵及仔稚魚                                 | 風場及其周邊 12 站                           | 每季 1 次                               |
|      | 2.魚類   | 調查 3 條測線                              | 每季 1 次                               |
|      | 3.水下攝影   | 與施工前調查同一風機位<br>置                      | 打樁完成後執行<br>一次                        |
| 水下噪音 | 20 Hz~20kHz 之水下噪音，<br>時頻譜及 1-Hz band、1/3<br>Octave band 分析 | 距離風機基礎中心點位置<br>750 公尺 4 處<br>風場範圍 2 站 | 每部風機打樁期<br>間<br>每季 1 次且每季<br>連續 14 天 |

表 1.1.2-3 營運期間環境監測計畫表(魚類生態)

| 類別   | 監測項目   | 地點                    | 頻率                   |
|------|--|-----------------------|----------------------|
| 海域生態 | 1.亞潮帶：浮游生物、底棲生<br>物、魚卵及仔稚魚                                 | 風場及其周邊 12 站           | 每季 1 次               |
|      | 2.魚類(含風機位置附近之物<br>種分布和豐度變化監測)                              | 調查 3 條測線              | 每季 1 次               |
|      | 3.水下攝影觀測風機底部聚魚<br>效果                                       | 與施工前調查同一風機<br>位置      | 營運後前二年每<br>季 1 次     |
| 水下噪音 | 20 Hz~20kHz 之水下噪音，時<br>頻譜及 1-Hz band、1/3 Octave<br>band 分析 | 風場範圍 2 站              | 每季 1 次且每季<br>連續 14 天 |
| 漁業經濟 | 整理分析漁業署漁業年報中<br>有關漁業經濟資料(如漁業環<br>境、漁業設施、漁業產量、漁<br>業人口等)    | 漁業署公告之漁業年報<br>(彰化縣資料) | 每年 1 次               |

三、營運的噪音集中在 125Hz，也正是石首魚科部分魚類的敏感範圍，請確認在本風場的是否有石首魚科魚類？數量多寡？

說明：敬謝委員指教。分別說明如下：

#### (一) 石首魚科數量

依據海龍二號、海龍三號風場環說階段各四次實地調查結果，石首魚科僅發現二種，分別為大頭白姑魚及斑鰭白姑魚，均非屬保育類物種。兩風場總計 8 次調查結果顯示石首魚科調查數量均不多，捕獲數量多在 1~156 尾之間，僅海龍三號風場於 2016 年 6 月調查時曾捕獲 6,250 尾大頭白姑魚(表 1.1.3-1)。

表 1.1.3-1 海龍二號、三號風場石首魚科實際調查數量

| 風場           | 石首魚科  | 2016.3 | 2016.6 | 2016.8 | 2016.11 |
|--------------|-------|--------|--------|--------|---------|
| 海龍二號         | 大頭白姑魚 | 46     |        |        | 156     |
|              | 斑鰭白姑魚 | 3      |        |        | 106     |
| 海龍三號         | 大頭白姑魚 | 4      | 6,250  |        | 9       |
|              | 斑鰭白姑魚 | 1      |        |        | 16      |
| 所有魚類調查總數量(尾) |       | 442    | 6,468  | 136    | 1,349   |
| 石首魚科百分比      |       | 12.22% | 96.63% | 0.00%  | 21.28%  |

### (二) 風機運轉噪音影響分析

本計畫風機運轉水下噪音模擬結果顯示，水中的風力發電機運轉聲源約144 dB re 1µPa @ 1m，經衰減至距離風機100-200公尺處即降低至104dB。目前國際間對於離岸風機運轉噪音對魚類生理影響的研究並不多，相關研究顯示在距離音源4公尺內或長時間暴露才會造成生理層面影響。

**離岸風場屬於點狀開發，本計畫風機間距至少在666公尺以上，風機運轉水下噪音模擬在距離風機100-200公尺處即回復背景音量，而風場總計8次實地調查，石首魚科僅發現2種，分別為大頭白姑魚及斑鰭白姑魚，均非屬保育類物種，且捕獲數量多在1-156尾之間，數量並不多，研判對石首魚科的影響應不顯著。**

### (三) 風場營運後之聚魚效應

根據目前國內外的研究資料，離岸風場的負面影響大多來自施工期間，營運期間風機設置將帶來一些正面效果，包含防止底拖網破壞海底棲地、提供魚類棲息及繁衍的場所、風機結構物表面附着底棲生物，進而發揮聚魚效應等。說明如下：

1. 底拖網為不分對象魚種及大小的無選擇性的不永續的漁法。風場的設置會妨礙底拖網的作業，減少破壞海底棲地情況。
2. 離岸風場多少會發揮「海洋保護區」的效果，使魚類可以有一個可以棲息及繁衍的場所或庇護所，提高存活率及成長率，當魚源多時會有溢出效應(spillover)而補充到附近的漁場，供漁民永續利用。

### 3. 聚魚效應

- (1) 離岸風機本身的結構物及基座表面會有附着生物生長，可提供食物及路標的功能，可發揮「聚魚效應」來聚集魚類，可提高魚類的存活率(圖1.1.3-2)。
- (2) 丹麥Horm's Rev OFW自2003年即開始監測其風機機塔、基座、及基座保護設施之表面聚集海中生物的效果(Colonisation of foundation and associated structure)，第一次監測即發現機塔表面附着約16種海藻種群(taxa of seaweeds)聚集於機塔表面，總共約65種無脊椎動物種群(invertebrate taxa)聚集於機座及其附屬保護設施之表面，水下機塔、基座及其附屬設施聚集水下生物效果非常明顯。

- (3) 參考海洋風場調查結果，風機基座及柱體上已附着相當多樣的底棲生物，主要為藤壺、軟體動物與軟珊瑚這三大類，魚類每次調查均有20-30種，其中又以鮨科種類最多，其次為笛鯛科與雀鯛科；在數量上以條紋新雀鯛數量最多，其次為燕尾光鰷雀鯛、鰻科魚類、三線磯鱈以及箭天竺鯛。除此之外，還有六斑二齒魷、單斑笛鯛、雙帶烏尾鮫、橫帶繪和瑪拉巴石斑魚等，聚魚效應相當良好(圖1.1.3-3)。



資料來源：FINAL TECHNICAL REPORT:Evaluating the Potential for Marine and Hydrokinetic Devices to Act as Artificial Reefs or Fish Aggregating Devices.

圖 1.1.3-2 聚魚效應



資料來源：邵廣昭、陳靜怡、陳國勤，建置風場所帶來的人工魚礁效應，是福是禍，科學月刊。

圖 1.1.3-3 海洋風場風機周邊魚群

#### (四) 環境監測計畫

本計畫為瞭解開發行為對魚類等海洋生物影響，已規劃營運期間環境監測計畫，如表1.1.3-2所示。

表 1.1.3-2 營運期間環境監測計畫表(魚類生態)

| 類別   | 監測項目  | 地點                | 頻率               |
|------|---|-------------------|------------------|
| 海域生態 | 1.亞潮帶：浮游生物、底棲生物、魚卵及仔稚魚                              | 風場及其周邊 12 站       | 每季 1 次           |
|      | 2.魚類(含風機位置附近之種類分布和豐度變化監測)                           | 調查 3 條測線          | 每季 1 次           |
|      | 3.水下攝影觀測風機底部聚魚效果                                    | 與施工前調查同一風機位置      | 營運後前二年每季 1 次     |
| 水下噪音 | 20 Hz~20kHz 之水下噪音，時頻譜及 1-Hz band、1/3 Octave band 分析 | 風場範圍 2 站          | 每季 1 次且每季連續 14 天 |
| 漁業經濟 | 整理分析漁業署漁業年報中有關漁業經濟資料(如漁業環境、漁業設施、漁業產量、漁業人口等)         | 漁業署公告之漁業年報(彰化縣資料) | 每年 1 次           |

## 1.2、簡委員連貫

一、本計畫將參考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。請納入承諾事項辦理。

說明：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。

### 1.3、朱委員信

一、請說明此風場各風機排列方向為何僅與P.23之深黃色鳥類廊道平行，但未與淺黃色鳥類廊道平行？若有鳥以飛入海龍2號、3號風場的東西向飛入此風場，是否會較有鳥擊的危險？

說明：敬謝委員指教。

參考海龍二號、海龍三號風場於環說階段及鳥類環境影響調查報告階段執行之四季鳥類雷達調查，大部分鳥類飛行方向以南-北向、東北-西南向為主約佔60-70%以上(詳圖1.3.1-1)。

而東-西向鳥類飛行比例相對較低約10~20%，惟盛行風向之風機間距(即上排與下排之風機間距)，以最有可能設置之14MW風機為例，將留設≥1,332m(圖1.3.1-2)，此有利於東-西向鳥類飛行通過。此外，海龍二號、海龍三號風場與北側相鄰風場亦各自留設有6D緩衝空間(總寬度大於2公里)(圖1.3.1-2)，將提供鳥類迴避風場之銜接連續東-西向鳥類廊道，將有助於降低鳥類撞擊風險。



圖 1.3.1-2 本次變更新增 14MW 風機規劃示意圖

二、其它離岸風場皆採用風機間距分別大於7D及5D的規範，此案原亦採用此等間距。但此次變更欲將其縮為6D及3D，欲無國際合宜案例佐證，請再以科學數據補充說明此次變更之合理性。

說明：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。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，建請委員諒察。

另參考國內外監測調查研究案例顯示，鳥類飛行將改變方向以迴避風場，僅少部分進入風場，仍會主動迴避風機。海龍三號風場配合經濟部整體規劃，新增與相鄰風場銜接連續之寬度至少2,000公尺(約9D)之鳥類廊道，減少鳥類飛行偏轉次數，風場周邊大尺度鳥類飛行空間，將提供鳥類迴避風場之路徑，符合鳥類飛行習性，詳圖1.3.2-1所示。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：

(一) 鳥類於遠處會提前迴避風場，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

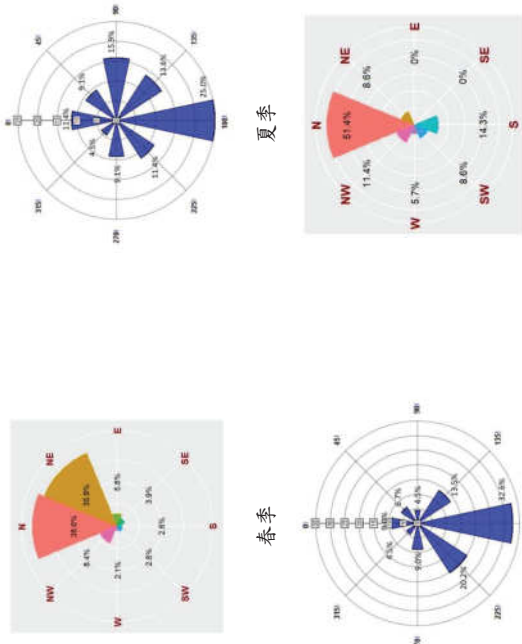


圖 1.3.1-1 鳥類飛行方向風花圖

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1.3.2-2、圖1.3.2-3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1.3.2-4所示。

該調查亦顯示,少數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。

(二) 經國內外監測案例顯示,鳥類飛行方向與大範圍廊道空間顯著相關

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1.3.2-5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1.3.2-6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1.3.2-7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。

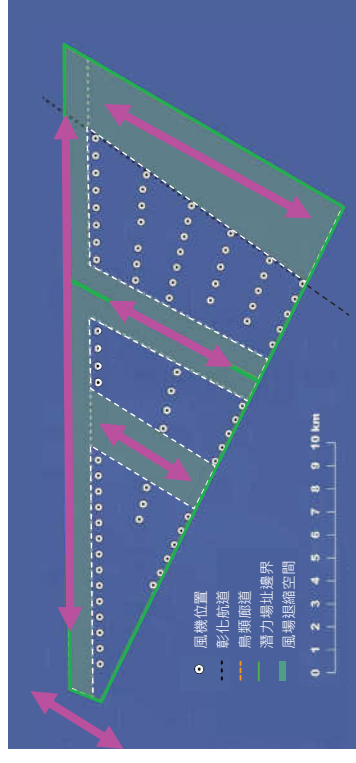


圖 1.3.2-1 海龍風場-周邊大尺度鳥類飛行空間示意圖

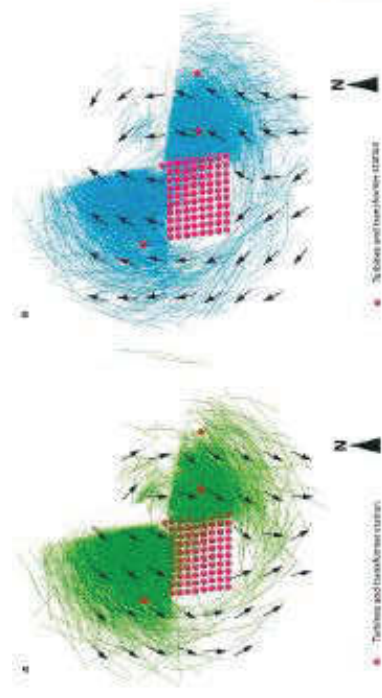


圖 1.3.2-2 丹麥 Horns Rev 風場(間距約 560 公尺)鳥類飛行路徑紀錄(營運期間)

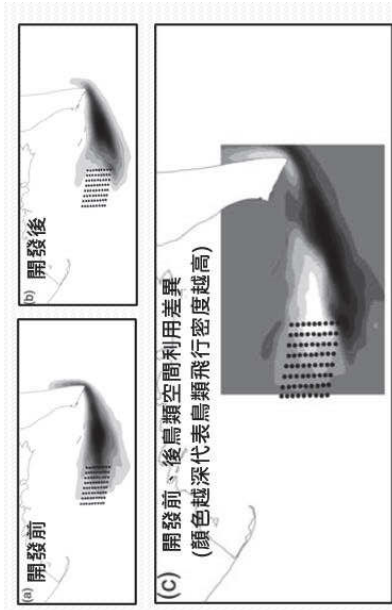


圖 1.3.2-3 丹麥 Nysted 風場(間距約 500 ~ 850 公尺)開發前後鳥類飛行密度紀錄(施工前、營運期間)

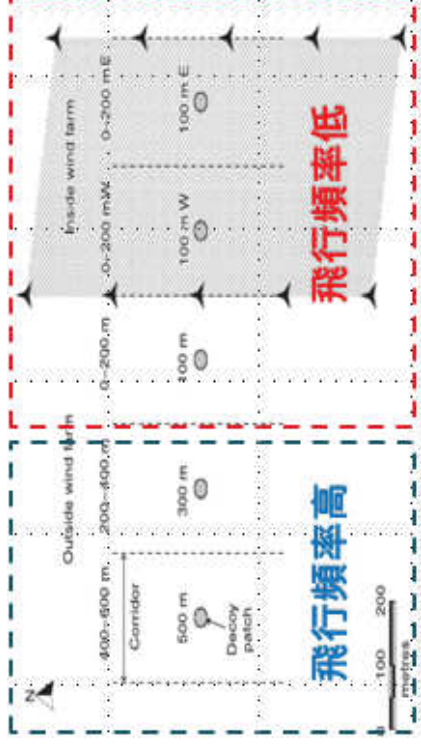


圖 1.3.2-5 丹麥 Tunø Knob 風場(間距約 200~400 公尺)鳥類與西側風機排觀測飛行頻率分布(營運期間)

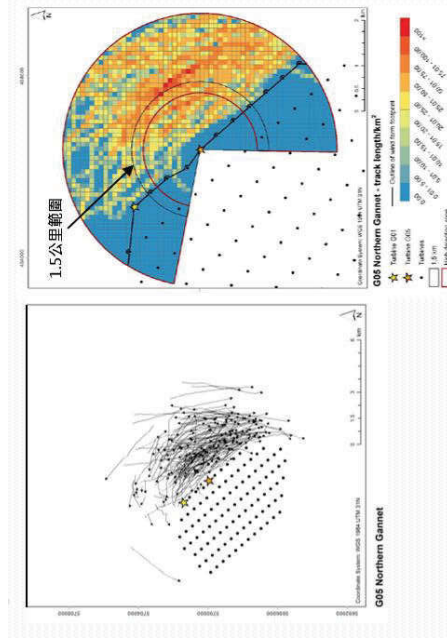


圖 1.3.2-4 英格蘭 Thanet 風場(間距約 500 ~ 800 公尺)鳥類飛行路徑及飛行密度紀錄(營運期間)

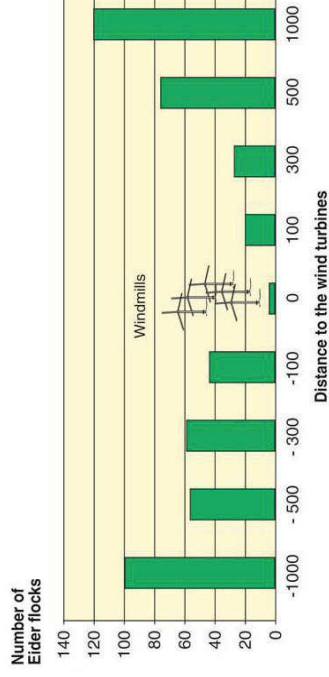


圖 1.3.2-6 瑞典 Yttre Stengrund 風場(間距約 400 ~ 500 公尺)鳥類與風機最近距離累積飛行頻率分布(營運期間)



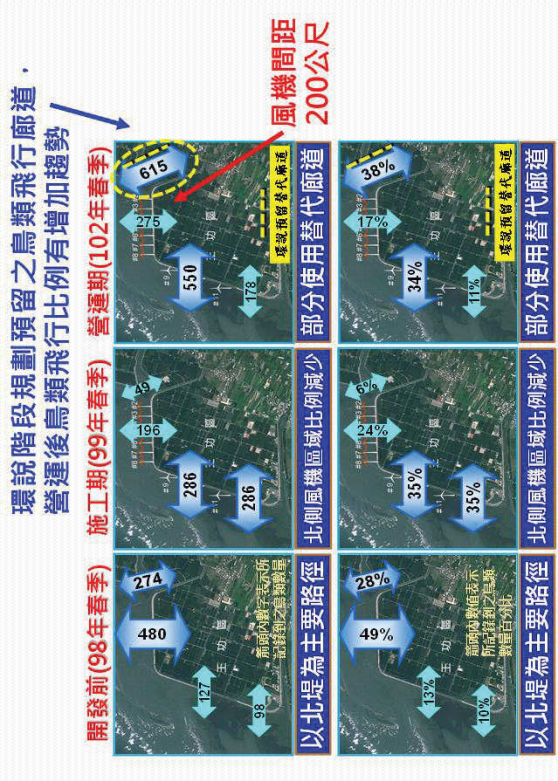


圖 1.3.2-7 王功風力發電站(北側間距約 200 公尺)開發前後鳥類飛行路徑 (施工前、施工期間、營運期間)

三、本人原第6點意見，若原海龍二號與三號風場間鳥類廊道因移轉至新處，與此二風場東北方6號風場之鳥類廊道連通，則為何尚未嚐試，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2,664m之原鳥類廊道將可增設數座風機，以維持7D及5D的原規劃原則。

說明：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：

- (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。綜合考量本案推測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。

「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 案合併討論  
大會會議記錄審查意見回覆對照表

中華民國 109 年 12 月

# 目錄

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 結論： .....                    | 1  |
| 附件 綜合討論(請開發單位於後續資料列表說明)..... | 19 |
| 一、張委員學文 .....                | 19 |
| 二、朱信委員 .....                 | 30 |
| 三、簡委員連貴 .....                | 50 |
| 四、文化部文化資產局 .....             | 50 |

# 次目錄

|  |    |
|--|----|
| 結論： .....  | 1  |
| 請 2 案開發單位於 109 年 12 月 31 日前依下列意見補充、修正，送專案小組再審： ..1   |    |
| 一、本次變更新增 11 百萬瓦(MW)至 15 百萬瓦(MW)裝置容量風機，再強化說明新增之風機，其間距調整之理由而不增加鳥類撞擊機率之依據。 .....  | 1  |
| 二、本次會議承諾納入水下攝影之量化資料。 .....   | 18 |
| 三、委員及相關機關所提其他意見。 .....   | 18 |
| 附件 綜合討論(請開發單位於後續資料列表說明).....   | 19 |
| 一、張委員學文 .....  | 19 |
| (一)開發計畫與鄰近風場聯合設置鳥類監控系統是很正面的規劃，未來這些裝置是否確定整年設置在風機上？未來營運會在每個風機上的裝置依完成順序個別啟動還是同時啟動？ .....  | 19 |
| (二)水下噪音對魚類的影響，打樁引起的聲音粒子運動可能經由魚類側線，影響對水下噪音敏感度魚類 1 與 2，尤其是比目魚等棲息在海床上的魚類，目前的減噪措施對海床的震動是否有效？ .....   | 21 |
| (三)營運的噪音集中在 125Hz，也正是石首魚科魚類的敏感範圍，請確認在本風場是否有石首魚科魚類？數量多寡？ .....  | 24 |
| 二、朱信委員 .....   | 30 |
| (一)請說明此風場各風機排列方向為何僅與 p.23 之深黃色鳥類廊道平行，但未與淺黃色鳥類廊道平行？若有鳥類以飛入海鼎 2 號、3 號風場的東西向飛入此風場，是否會較易有鳥擊的危險？ .....  | 30 |
| (二)其他離岸風場皆採用風機間距分別大於 7D 及 5D 的規範，此案原亦採用此等間距。但此次變更欲將其縮為 6D 及 3D，卻無國際合宜案例佐證，請再以科學數據補充說明此次變更之合理性。 .....   | 31 |
| (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。 ..... | 49 |
| 三、簡委員連貴 .....  | 50 |
| (一)同意確認。 .....   | 50 |
| (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。 .....   | 50 |
| 四、文化部文化資產局 .....   | 50 |
| (一)同意確認。 .....   | 50 |
| (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。 .....   | 50 |

「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 案合併討論大會會議記錄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>   |  |   |   |
| 請2案開發單位於109年12月31日前依下列意見補充、修正，送專案小組再審：                              | 敬悉。  | —   | —   |
| 一、本次變更新增11百萬瓦(MW)至15百萬瓦(MW)裝置容量風機，再強化說明新增之風機，其間距調整之理由而不增加鳥類撞擊機率之依據。 | <p>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，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)；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(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</p> | <p>4.2</p> <p>6.1.4</p> <p>4.4</p> <p>7.1</p> | <p>4-4~8</p> <p>6-28~47</p> <p>4-22~23</p> <p>4-28</p> <p>7-4~5</p> <p>7-11</p> |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>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1.1-1)，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1.1-4)，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> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <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)。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1.1-2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1.1-2所示。</li> <li>4. 參考國內外施工或營運中風場淨間距實例(表 1.1-1)，留設淨間距約為301~429公尺，本次變更新增</li> </ol> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |     |
|---------|--|-------|-----|
|         |  | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>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1.1-5、圖1.1-6所示。</p> |       |     |



| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <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1.1-7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1.1-8)，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1.1-9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</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |     |
|---------|--|-------|-----|
|         |  | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>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1.1-10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1.1-11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1.1-12)。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> |       |     |

| 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</p> |       |     |

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

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>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1.1-13, 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> |       |     |

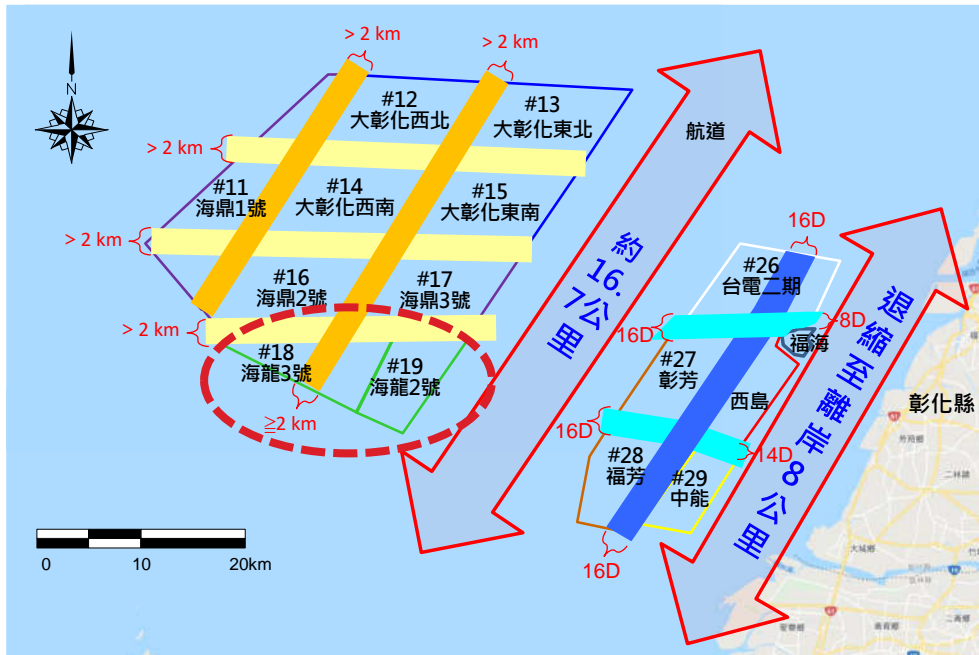


圖 1.1-1 海龍風場留設與鄰近風場連續之鳥類廊道

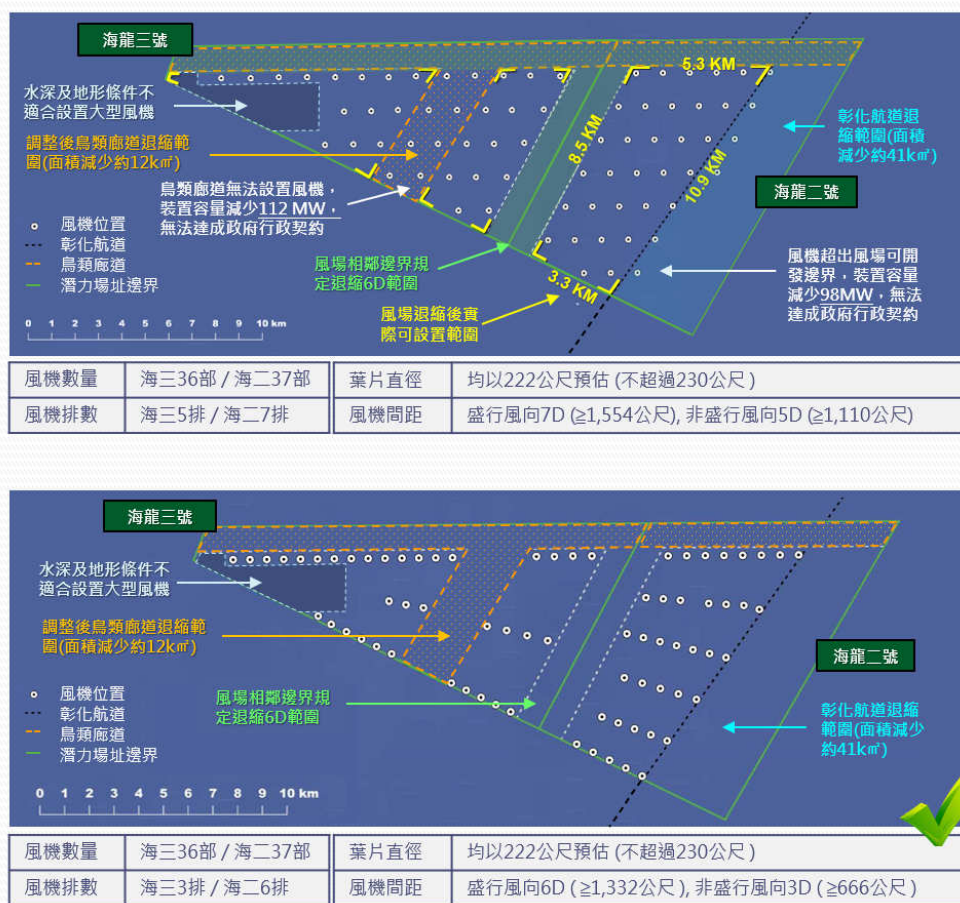


圖 1.1-2 新增 14MW 採 5D&7D 風機間距規劃及採 3D&6D 間距規劃比較

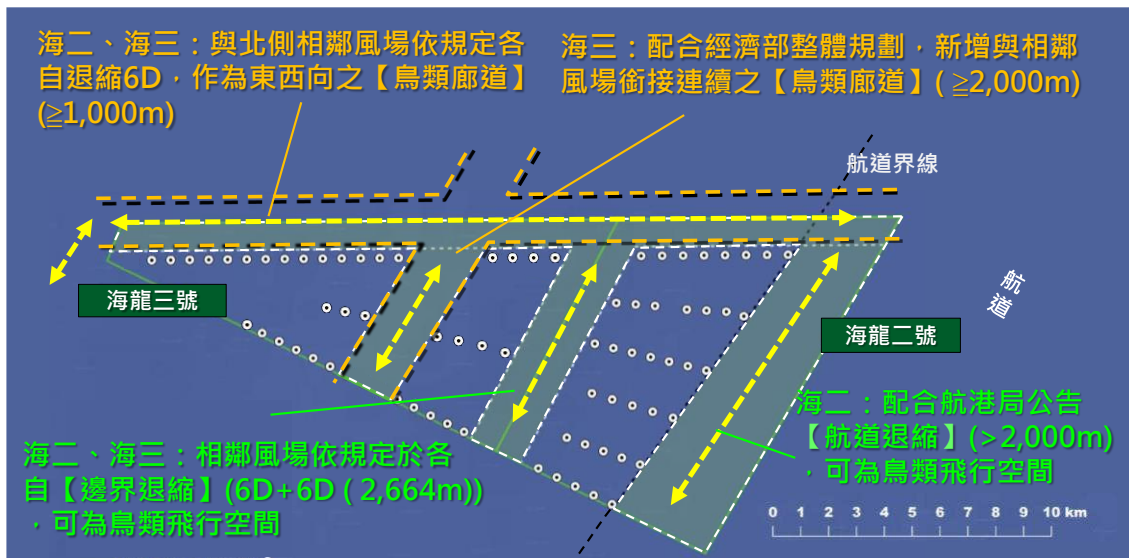


圖 1.1-3 海龍風場周邊鳥類飛行空間整體規劃

表 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  | 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 1.1-4 海龍二號及三號風場原環評及本次變更規劃差異分析

表 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>        |



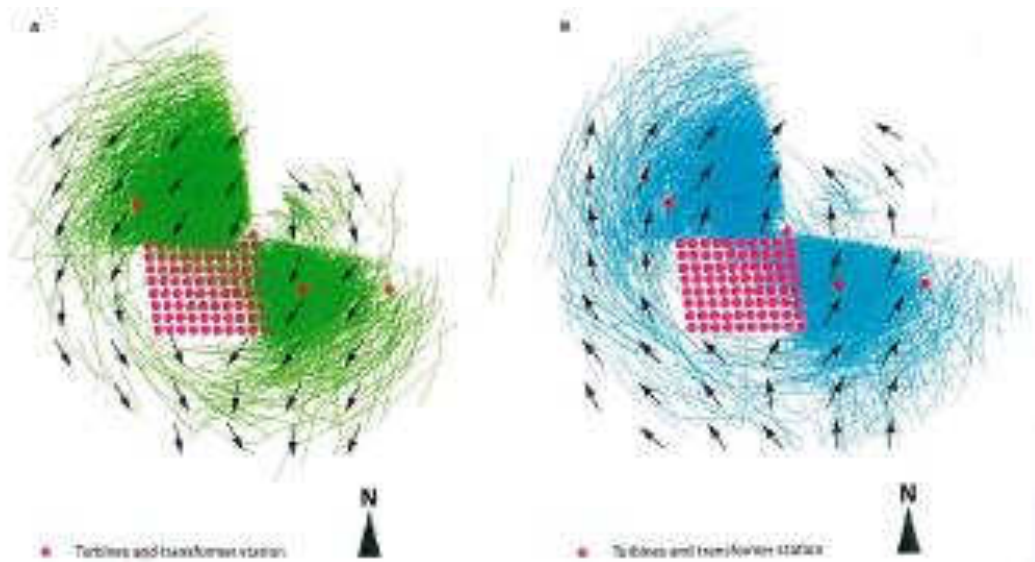


圖 1.1-5 丹麥 Horns Rev 風場(間距約 560 公尺)  
鳥類飛行路徑紀錄(營運期間)

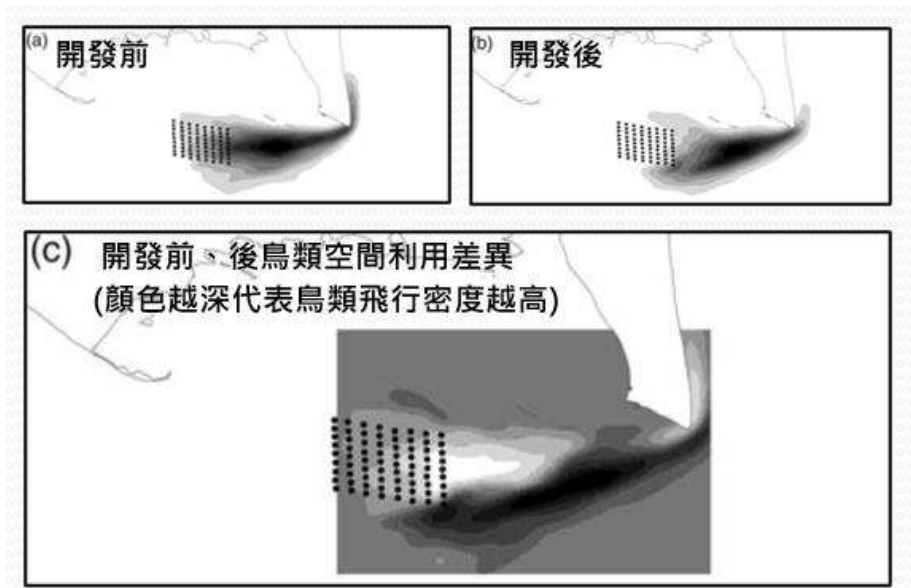


圖 1.1-6 丹麥 Nysted 風場(間距約 500 ~ 850 公尺)開發前後鳥類  
飛行密度紀錄(施工前、營運期間)

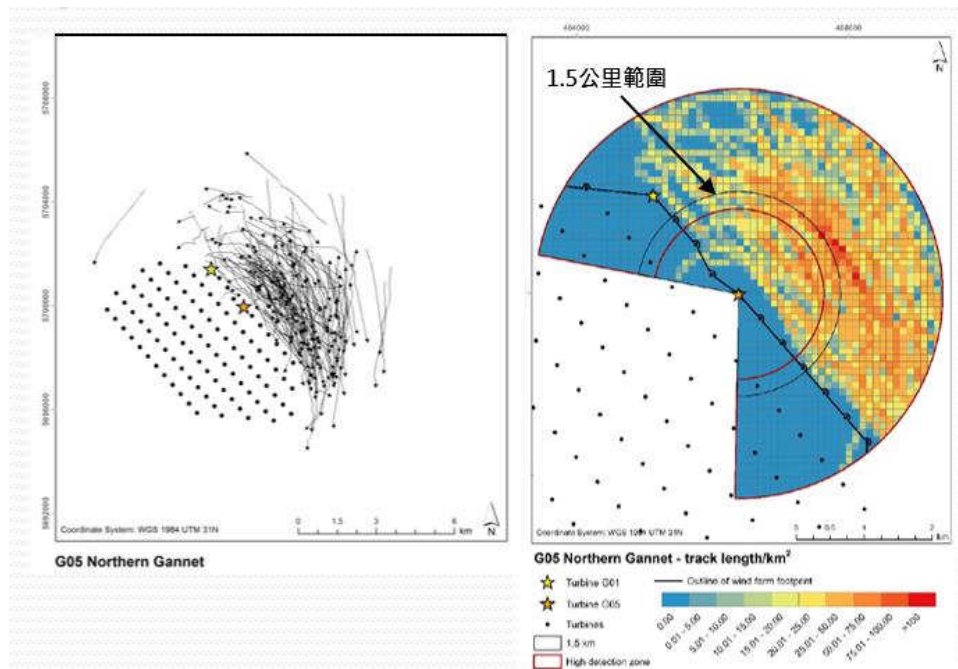
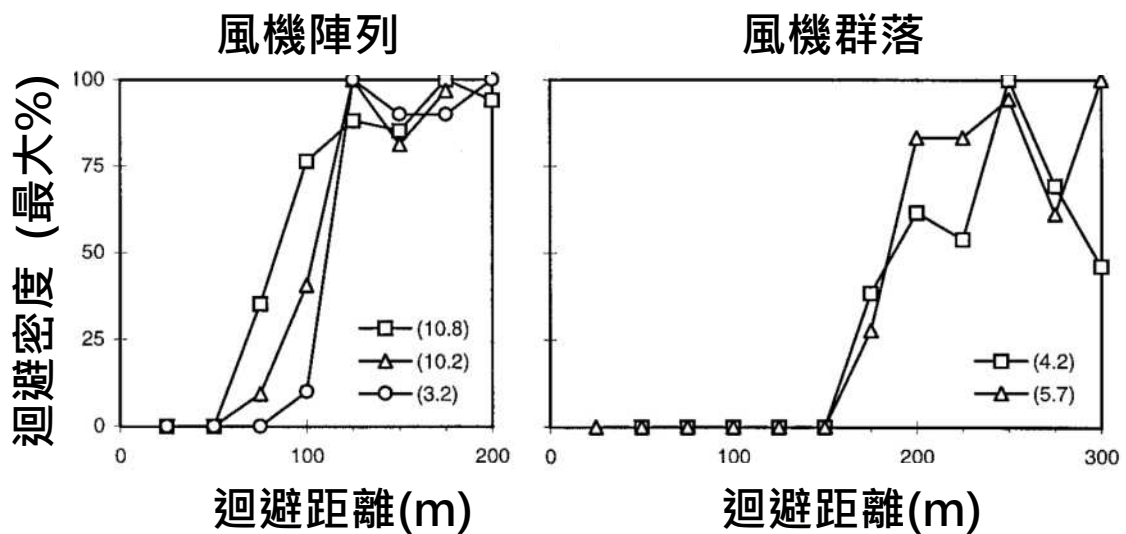


圖 1.1-7 英格蘭 Thanet 風場(間距約 500 ~ 800 公尺) 鳥類飛行路徑及飛行密度紀錄(營運期間)



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 1.1-8 風機陣列及風機群落的鳥類迴避距離

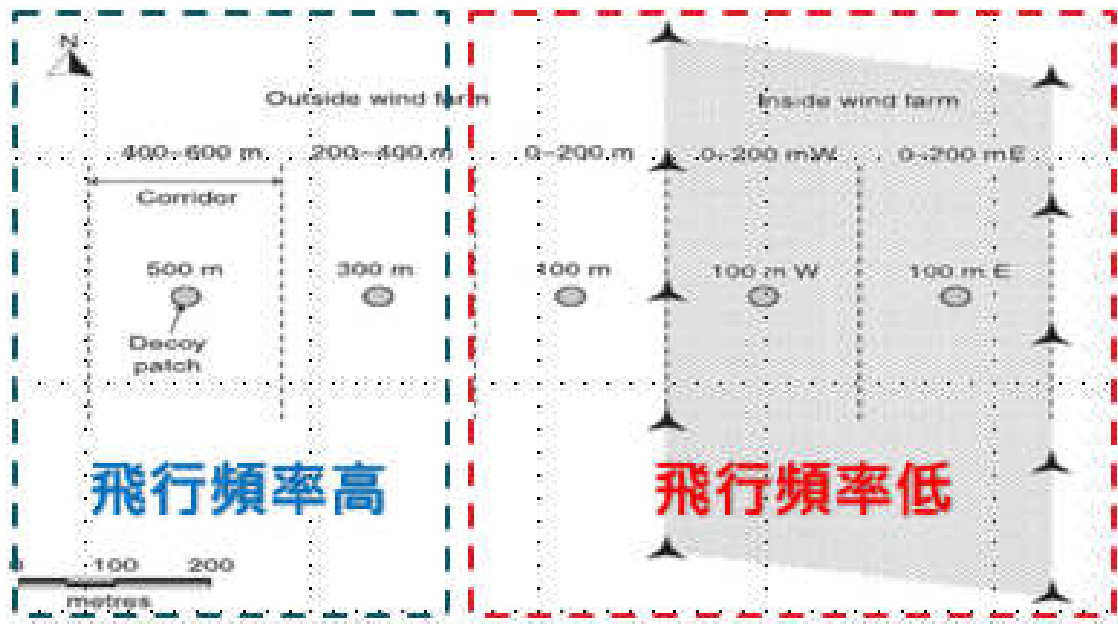


圖 1.1-9 丹麥 Tunø Knob 風場(間距約 200~400 公尺)鳥類與西側風機排觀測飛行頻率分布(營運期間)

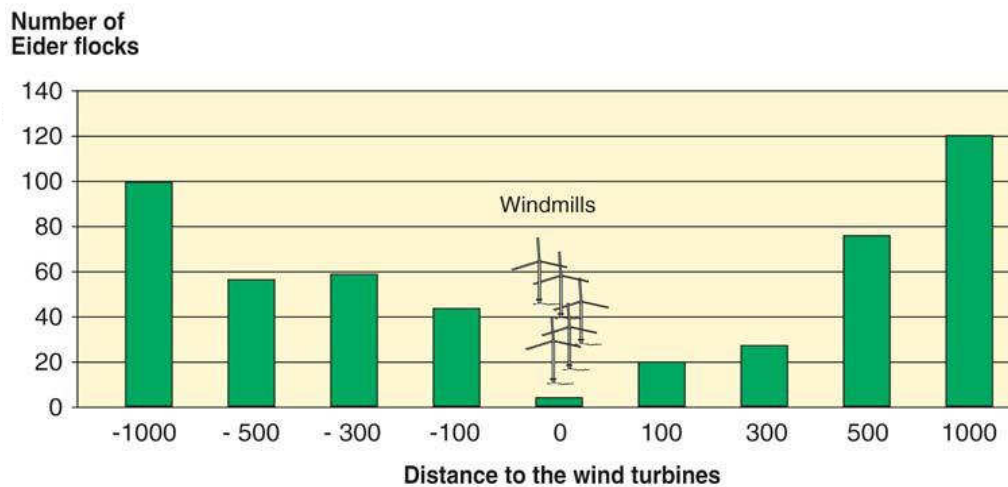


圖 1.1-10 瑞典 Yttre Stengrund 風場(間距約 400 ~ 500 公尺)鳥類與風機最近距離累積飛行頻率分佈(營運期間)

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

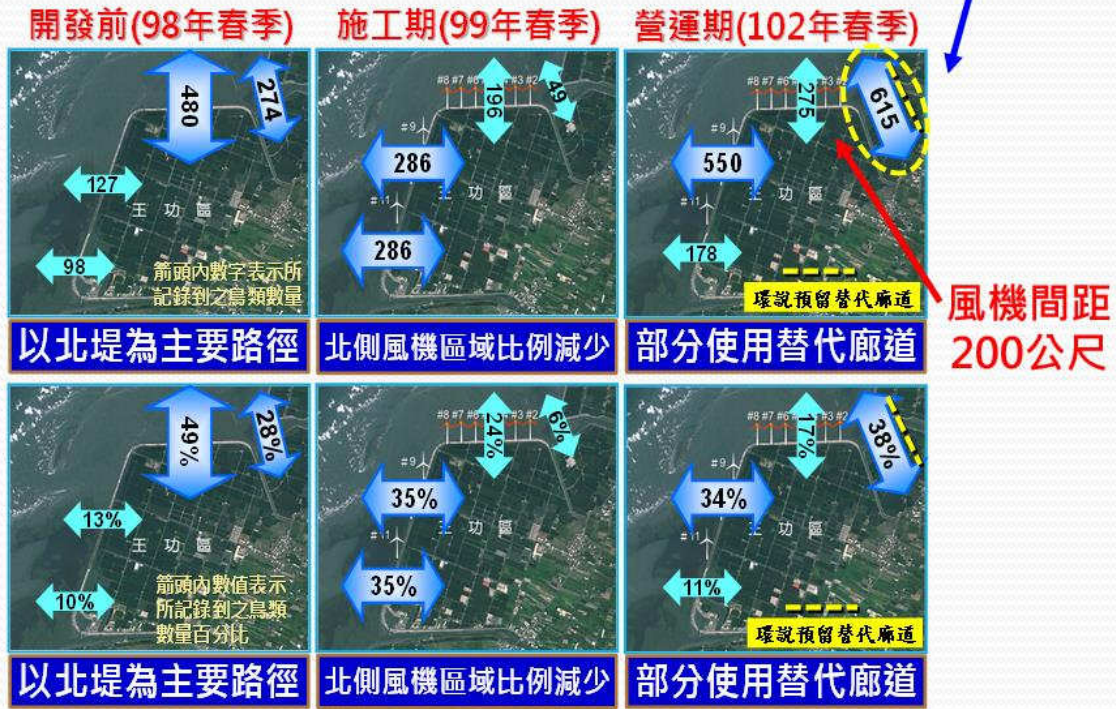


圖 1.1-11 王功風力發電站(北側間距約 200 公尺)開發前後鳥類飛行路徑(施工前、施工期間、營運期間)

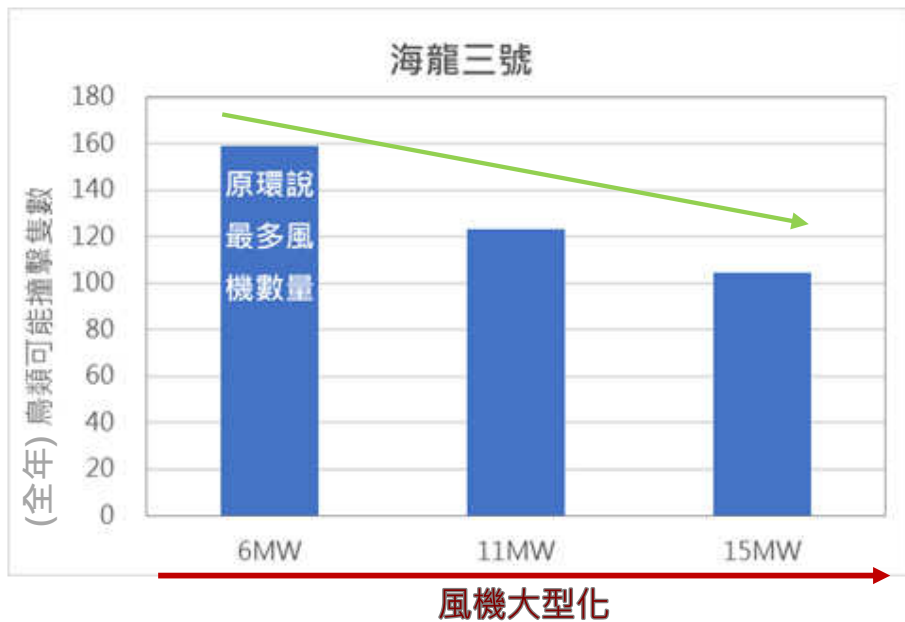
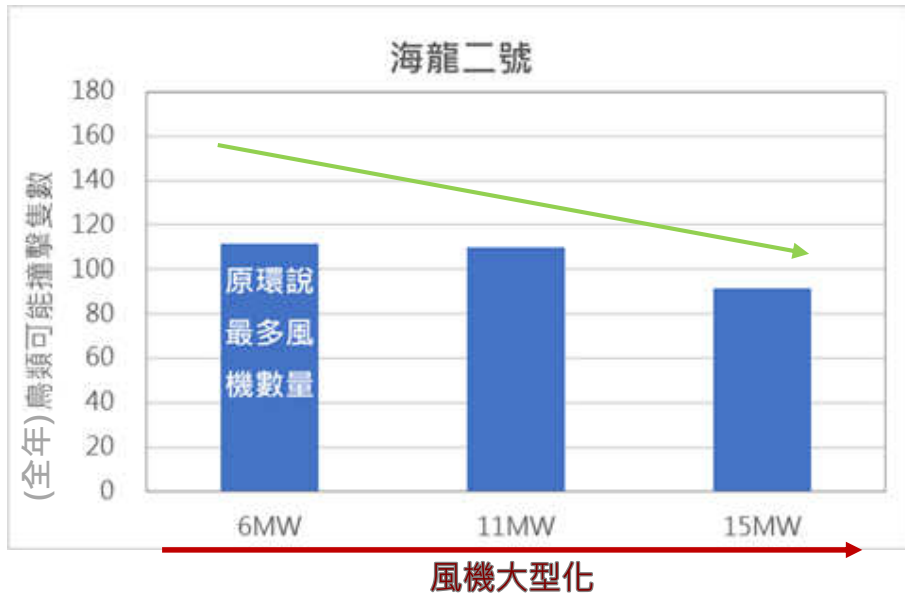


圖 1.1-12 海龍二號、三號不同風機配置下整體鳥類年撞擊隻次

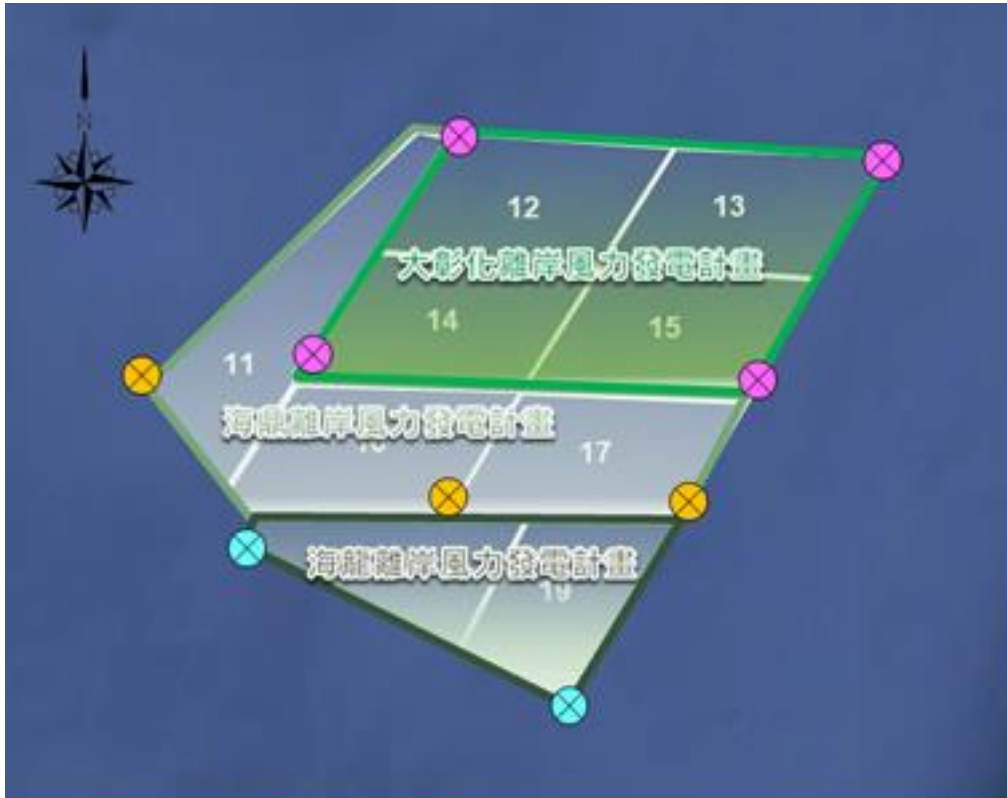


圖 1.1-13 海龍二號、海龍三號與相鄰風場聯合設置鳥類監測系統示意圖

| 審查意見                 | 答覆說明  | 修訂處   |         |
|----------------------|---|-------|---------|
|                      |   | 章節    | 頁次      |
| 二、本次會議承諾納入水下攝影之量化資料。 | 遵照辦理。本計畫將確實執行施工前、施工期間及營運期間水下攝影監測，並依魚種不同型態及體長來估算數量及種類，以進行量化分析。 | 4.4.2 | 4-30~34 |
| 三、委員及相關機關所提其他意見。     | 敬悉。   | —     | —       |

| 審 查 意 見   | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---|---|-------|-----|
|   |   | 章 節   | 頁 次 |
| 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)開發計畫與鄰近風場聯合設置鳥類監控系統是很正面的規劃，未來這些裝置是否確定整年設置在風機上？未來營運會在每個風機上的裝置依完成順序個別啟動還是同時啟動？ | <p>敬謝委員指教。海龍二號、海龍三號與相鄰風場將聯合設置鳥類監測系統，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。與相鄰風場亦將共享監測結果，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2.1.1-1，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。有關鳥類監測系統運作情形，說明如下：</p> <p>(一)鳥類監測系統將於風場適當地點安裝，於正式運轉後，除於每年定期、不定期維修保養作業，或有特殊異常情形外，將全年運轉以連續觀測鳥類活動。</p> <p>(二)海龍二號、海龍三號風場與相鄰風場之開發期間，目前僅海龍二號、三號風場及大彰化西北、西南、東南風場等合計5座風場取得能源局遴選或競價開發許可，預計開發期程詳圖2.1.1-2所示。各風場將依實際開發期程於風場營運後啟動鳥類監測系統，以累積各風場鳥類長期監測資料。</p> | —     | —   |

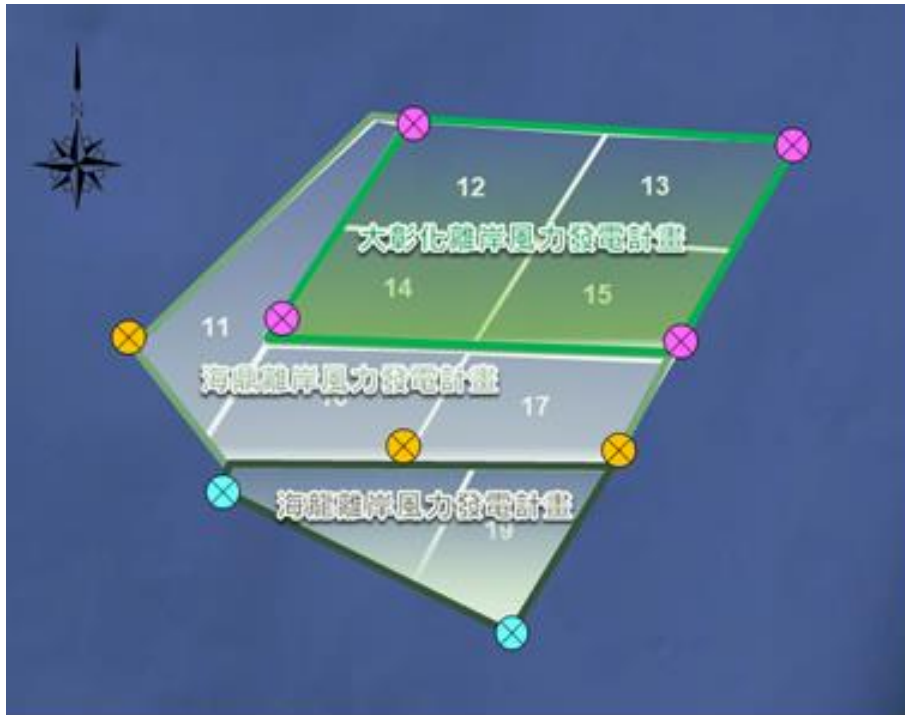


圖 2.1.1-1 海龍二號、海龍三號與相鄰風場聯合設置鳥類監測系統示意圖

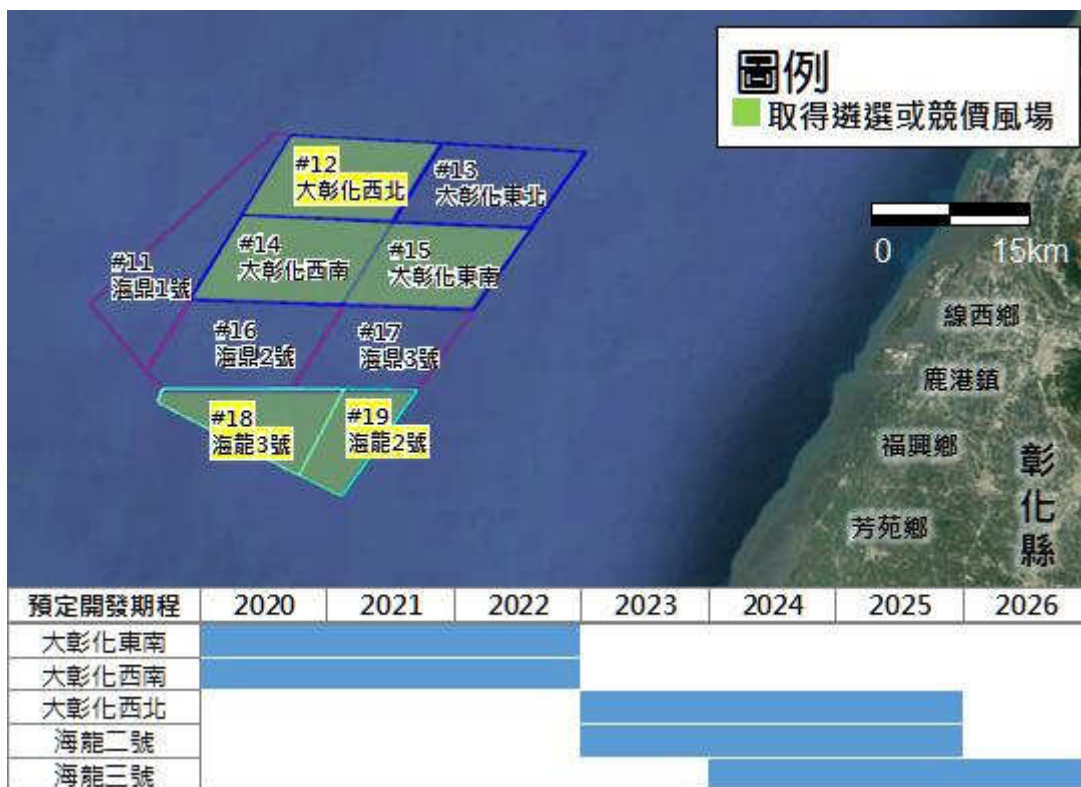


圖 2.1.1-2 海龍二號、海龍三號與相鄰風場之預定開發期程示意圖



| 審查意見   | 答覆說明   | 修訂處   |         |
|--|--|-------|---------|
|  |  | 章節    | 頁次      |
| (二)水下噪音對魚類的影響，打樁引起的聲音粒子運動可能經由魚類側線，影響對水下噪音敏感度魚類 1 與 2，尤其是比目魚等棲息在海床上的魚類，目前的減噪措施對海床的震動是否有效？ | <p>敬謝委員指教。參考美國聲學協會(ASA) 提供設置敏感標準的方法與建議 (包含對魚類傷害和行為的定義)，魚類1(軟骨魚類，包含比目魚及板鰓亞綱)及魚類2(鮭魚科及部分金槍魚族)主要透過粒子運動感知環境中的聲音，因此在周圍環境產生噪音時，將因對粒子運動的敏感性而儘速遠離聲源，不致產生嚴重聽覺傷害。</p> <p>依據海龍二號、海龍三號風場環說階段總計8次調查結果，如表2.1.2-1所示，鰈形目(比目魚)僅發現4種，分別為細羊舌鮚、多鱗短額鮚、高體大鱗鮚、雙線舌鰓，捕獲數量在1~6尾之間，佔總數量0~5.88%，無保育類物種且數量相當少，故推測本風場範圍並非鰈形目(比目魚)棲地與哺育場，未來在施工期間應不致於造成太大的影響。</p> <p>本計畫兼顧生態保育與綠能發展，已擬定魚類等海洋生物環境保護對策及監測計畫，說明如下：</p> <p>(一) 環境保護對策</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 採漸進式打樁(緩啟動)，緩啟動過程至少需要30分鐘，讓魚類有充裕時間離開打樁噪音源。</li> <li>2. 海龍二號、海龍三號不會同時進行打樁作業，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，以減少海域大規模施工，使魚類有更多空間進行迴避。</li> <li>3. 選用打樁噪音較小的套筒式基樁型式(Jacket Type)，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))，以降低打樁噪音，減少海域生物聽力傷害。</li> <li>4. 打樁期間全程進行水下噪音監測，於風機基礎中心點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，即時調整打樁力</li> </ol> | 4.4.1 | 4-22~25 |
|  |  | 4.4.2 | 4-33~34 |
|  |  | 7.1   | 7-4~8   |
|  |  | 7.2   | 7-14~15 |
|  |  |       |         |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |     |
|---------|--|-------|-----|
|         |  | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>道，降低打樁噪音音量。</p> <p>(二) 環境監測計畫<br/> 為瞭解本計畫開發行為對魚類等海洋生物影響及其水下噪音量，已規劃施工前、施工期間及營運期間環境監測計畫，透過長期監測以了解其趨勢變化，亦可作為後續檢討修正之參考依據，如表 2.1.2-1~3 所示。</p> |       |     |

表 2.1.2-1 海龍二號、三號風場鰈形目(比目魚)實際調查數量

| 風場          | 鰈形目(比目魚) | 2016.3 | 2016.6 | 2016.8 | 2016.11 |
|-------------|----------|--------|--------|--------|---------|
| 海龍二號        | 細羊舌鮚     |        | 1      |        | 2       |
|             | 多鱗短額鮚    |        |        | 5      | 2       |
|             | 高體大鱗鮚    |        |        | 1      |         |
|             | 雙線舌鰨     |        |        | 2      | 6       |
| 海龍三號        | 高體大鱗鮚    |        |        |        | 1       |
| 魚類調查總數量(尾)  |          | 442    | 6,468  | 136    | 1,349   |
| 鰈形目(比目魚)百分比 |          | 0.00%  | 0.02%  | 5.88%  | 0.82%   |

表 2.1.2-1 施工前環境監測計畫表(魚類生態)

| 類別                    | 監測項目  | 地點                                   | 頻率                            |
|-----------------------|---|--------------------------------------|-------------------------------|
| 水下噪音<br>(含鯨豚聲學<br>監測) | 20 Hz~20kHz 之水下噪音，時頻譜及 1-Hz band、1/3 Octave band 分析 | 風場範圍 2 站                             | 施工前一年將執行一年四季，每季 1 次且每季連續 14 天 |
| 海域生態                  | 1.水下攝影  | 預計風機位置一處                             | 施工前執行一次                       |
|                       | 2.漁業資源調查  | 風場範圍漁業資源背景調查資料(含漁船數目、漁業活動形式、魚種、漁獲量等) | 施工前執行一次                       |

表 2.1.2-2 施工期間環境監測計畫表(魚類生態)

| 類別   | 監測項目  | 地點                     | 頻率               |
|------|---|------------------------|------------------|
| 海域生態 | 1.亞潮帶：浮游生物、底棲生物、魚卵及仔稚魚                              | 風場及其周邊 12 站            | 每季 1 次           |
|      | 2.魚類  | 調查 3 條測線               | 每季 1 次           |
|      | 3.水下攝影  | 與施工前調查同一風機位置           | 打樁完成後執行一次        |
| 水下噪音 | 20 Hz~20kHz 之水下噪音，時頻譜及 1-Hz band、1/3 Octave band 分析 | 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 |

表 2.1.2-3 營運期間環境監測計畫表(魚類生態)

| 類別   | 監 測 項 目   | 地 點               | 頻 率              |
|------|---|-------------------|------------------|
| 海域生態 | 1.亞潮帶:浮游生物、底棲生物、魚卵及仔稚魚                              | 風場及其周邊 12 站       | 每季 1 次           |
|      | 2.魚類(含風機位置附近之物種分布和豐度變化監測)                           | 調查 3 條測線          | 每季 1 次           |
|      | 3.水下攝影觀測風機底部聚魚效果                                    | 與施工前調查同一風機位置      | 營運後前二年每季 1 次     |
| 水下噪音 | 20 Hz~20kHz 之水下噪音，時頻譜及 1-Hz band、1/3 Octave band 分析 | 風場範圍 2 站          | 每季 1 次且每季連續 14 天 |
| 漁業經濟 | 整理分析漁業署漁業年報中有關漁業經濟資料(如漁業環境、漁業設施、漁業產量、漁業人口等)         | 漁業署公告之漁業年報(彰化縣資料) | 每年 1 次           |

| 審 查 意 見   | 答 覆 說 明  | 修 訂 處        |              |
|---|--|--------------|--------------|
|   |  | 章 節          | 頁 次          |
| (三)營運的噪音集中在 125Hz，也正是石首魚科魚類的敏感範圍，請確認在本風場是否有石首魚科魚類？數量多寡？ | <p>敬謝委員指教。分列說明如下：</p> <p>(一)石首魚科數量<br/>依據海龍二號、海龍三號風場環說階段各四次實地調查結果，石首魚科僅發現 2 種，分別為大頭白姑魚及斑鰭白姑魚，均非屬保育類物種。兩風場總計 8 次調查結果顯示石首魚科調查數量均不多，捕獲數量多在 1~156 尾之間，僅海龍三號風場於 2016 年 6 月調查時曾捕獲 6,250 尾大頭白姑魚(表 2.1.3-1)。</p> <p>(二)風機運轉噪音影響分析<br/>本計畫風機運轉水下噪音模擬結果顯示，水中的風力發電機運轉聲源約 144 dB re 1μPa @1m，經衰減至距離風機 100~200 公尺處即降低至 104dB。目前國際間對於離岸風機運轉噪音對魚類生理影響的研究並不多，相關研究顯示在距離音源 1 公尺內或長時間暴露才會造成生理層面影響。<br/>離岸風場屬於點狀開發，本計畫風機間距至少在 666 公尺以上，風機運轉水下噪音模擬在距離風機 100-200 公尺處即回</p> | 4.4.2<br>7.2 | 4-34<br>7-15 |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |     |
|---------|--|-------|-----|
|         |  | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>復背景值音量，而風場總計8次實地調查，石首魚科僅發現2種，分別為大頭白姑魚及斑鰭白姑魚，均非屬保育類物種，且捕獲數量多在1~156尾之間，數量並不多，研判對石首魚科的影響應不顯著。</p> <p>(三) 風場營運後之聚魚效應</p> <p>根據目前國內外的研究資料，離岸風場的負面影響大多來自施工期間，營運期間風機設置將帶來一些正面效果，包含防止底拖網破壞海底棲地、提供魚類棲息及繁衍的場所、風機結構物表面附著底棲生物，進而發揮聚魚效應等。說明如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 底拖網為不分對象魚種及大小的無選擇性的不永續的漁法。風場的設置會妨礙底拖網的作業，減少破壞海底棲地情況。</li> <li>2. 離岸風場多少會發揮「海洋保護區」的效果，使魚類可以有一個可以棲息及繁衍的場所或庇護所，提高存活率及成長率，當魚源多時會有溢出效應(spillover) 而補充到附近的漁場，供漁民永續利用。</li> <li>3. 聚魚效應</li> </ol> <p>離岸風機本身的結構物及基座表面會有附著生物生長，可提供食物及路標的功能，可發揮「聚魚效應」來聚集魚類，可提高魚類的存活率(圖 2.1.3-2)。丹麥 Horm's Rev OFW 自 2003 年即開始監測其風機機塔、基座、及基座保護設施之表面聚集海中生物的效果 (Colonisation of foundation and associated structure)，第一次監測即發現機塔表面附著約 16 種海草種群(taxa of seaweeds)聚集於機塔表面，總共約 65 種無脊底棲動物種群(invertebrate taxa)聚集於機座及其附屬保護設施之表面，水下機塔、基座及其附屬設施聚</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>集水下生物效果非常明顯。</p> <p>參考海洋風場調查結果，風機基座及柱體上已附著相當多樣的底棲生物，主要為藤壺、軟體動物與軟珊瑚這三大類，魚類每次調查均有 20~30 種，其中又以鮨科種類最多，其次為笛鯛科與雀鯛科；在數量上以條紋新雀鯛數量最多，其次為燕尾光鰓雀鯛、鰻科魚類、三線磯鱸以及箭天竺鯛。除此之外，還有六斑二齒魷、單斑笛鯛、雙帶烏尾鮫、橫帶繪和瑪拉巴石斑魚等，聚魚效應相當良好(圖 2.1.3-3)。</p> <p>(四) 環境監測計畫</p> <p>本計畫為瞭解開發行為對魚類等海洋生物影響，已規劃營運期間環境監測計畫，如表2.1.3-2所示。</p> |       |     |

表 2.1.3-1 海龍二號、三號風場石首魚科實際調查數量

| 風場           | 石首魚科  | 2016.3 | 2016.6 | 2016.8 | 2016.11 |
|--------------|-------|--------|--------|--------|---------|
| 海龍二號         | 大頭白姑魚 | 46     |        |        | 156     |
|              | 斑鰭白姑魚 | 3      |        |        | 106     |
| 海龍三號         | 大頭白姑魚 | 4      | 6,250  |        | 9       |
|              | 斑鰭白姑魚 | 1      |        |        | 16      |
| 所有魚類調查總數量(尾) |       | 442    | 6,468  | 136    | 1,349   |
| 石首魚科百分比      |       | 12.22% | 96.63% | 0.00%  | 21.28%  |



資料來源：FINAL TECHNICAL REPORT:Evaluating the Potential for Marine and Hydrokinetic Devices to Act as Artificial Reefs or Fish Aggregating Devices.

圖 2.1.3-2 聚魚效應



資料來源：邵廣昭、陳靜怡、陳國勤，建置風場所帶來的人工魚礁效應，是福是禍，科學月刊。

圖 2.1.3-3 海洋風場風機周邊魚群



表 2.1.3-2 營運期間環境監測計畫表(魚類生態)

| 類別   | 監 測 項 目   | 地 點               | 頻 率              |
|------|---|-------------------|------------------|
| 海域生態 | 1.亞潮帶：浮游生物、底棲生物、魚卵及仔稚魚                              | 風場及其周邊 12 站       | 每季 1 次           |
|      | 2.魚類(含風機位置附近之物種分布和豐度變化監測)                           | 調查 3 條測線          | 每季 1 次           |
|      | 3.水下攝影觀測風機底部聚魚效果                                    | 與施工前調查同一風機位置      | 營運後前二年每季 1 次     |
| 水下噪音 | 20 Hz~20kHz 之水下噪音，時頻譜及 1-Hz band、1/3 Octave band 分析 | 風場範圍 2 站          | 每季 1 次且每季連續 14 天 |
| 漁業經濟 | 整理分析漁業署漁業年報中有關漁業經濟資料(如漁業環境、漁業設施、漁業產量、漁業人口等)         | 漁業署公告之漁業年報(彰化縣資料) | 每年 1 次           |

| 審查意見  | 答覆說明   | 修訂處 |       |
|---|--|-----|-------|
|   |  | 章節  | 頁次    |
| <b>二、朱信委員</b>   |  |     |       |
| <p>(一)請說明此風場各風機排列方向為何僅與p.23之深黃色鳥類廊道平行，但未與淺黃色鳥類廊道平行？若有鳥類以飛入海鼎2號、3號風場的東西向飛入此風場，是否會較易有鳥擊的危險？</p> | <p>敬謝委員指教。<br/>           參考海龍二號、海龍三號風場於環說階段及鳥類環境影響調查報告階段執行之四季鳥類雷達調查，大部分鳥類飛行方向以南-北向、東北-西南向為主約佔60~70%以上(詳圖2.2.1-1)。<br/>           而東-西向鳥類飛行比例相對較低約10~20%，惟盛行風向之風機間距(即上排與下排之風機間距)，以最有可能設置之14MW風機為例，將留設<math>\geq 1,332\text{m}</math>(圖2.2.1-2)，此有利於東-西向鳥類飛行通過。此外，海龍二號、海龍三號風場與北側相鄰風場亦各自留設有6D緩衝空間(總寬度大於2公里)(圖2.2.1-2)，將提供鳥類迴避風場之銜接連續東-西向鳥類廊道，將有助於降低鳥類撞擊風險。</p> | 4.2 | 4-4~7 |

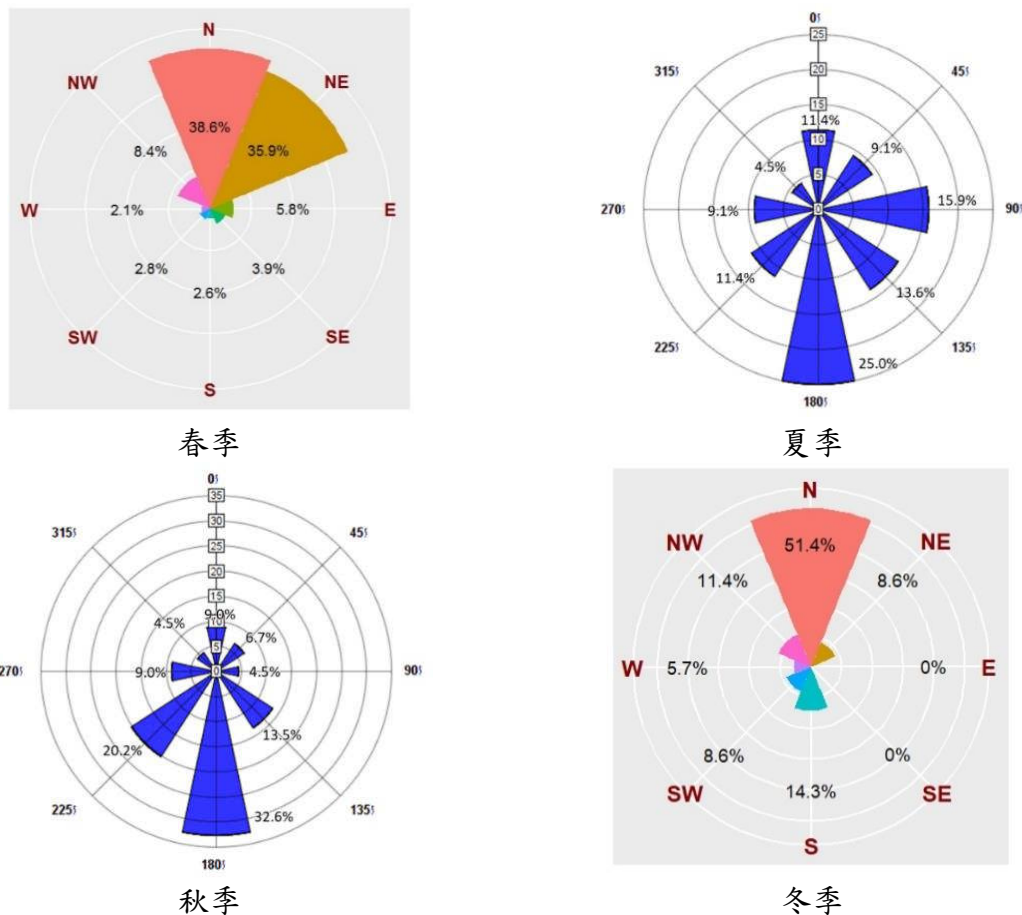


圖 2.2.1-1 鳥類飛行方向風花圖

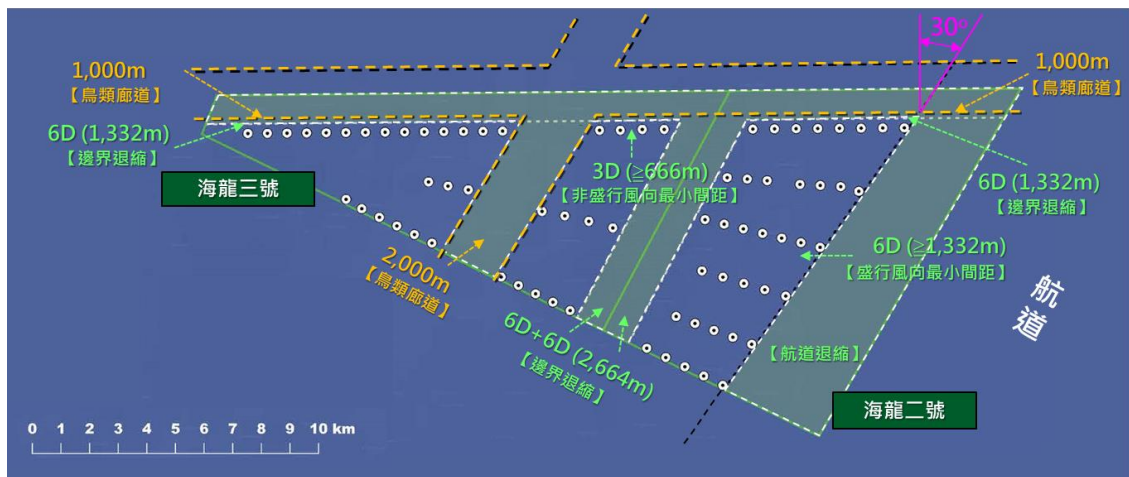


圖 2.2.1-2 本次變更新增 14MW 風機規劃示意圖

| 審查意見  | 答覆說明  | 修訂處                        |  |
|---|---|----------------------------|--|
|   |   | 章節                         | 頁次   |
| (二)其他離岸風場皆採用風機間距分別大於7D及5D的規範,此案原亦採用此等間距。但此次變更欲將其縮為6D及3D,卻無國際合宜案例佐證,請再以科學數據補充說明此次變更之合理性。 | <p>敬謝委員指教。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,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 2.2.2-1);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 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</p> | 4.2<br>6.1.4<br>4.4<br>7.1 | 4-4~8<br>6-28~47<br>4-22~23<br>4-28<br>7-4~5<br>7-11 |

| 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</p> |       |     |



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

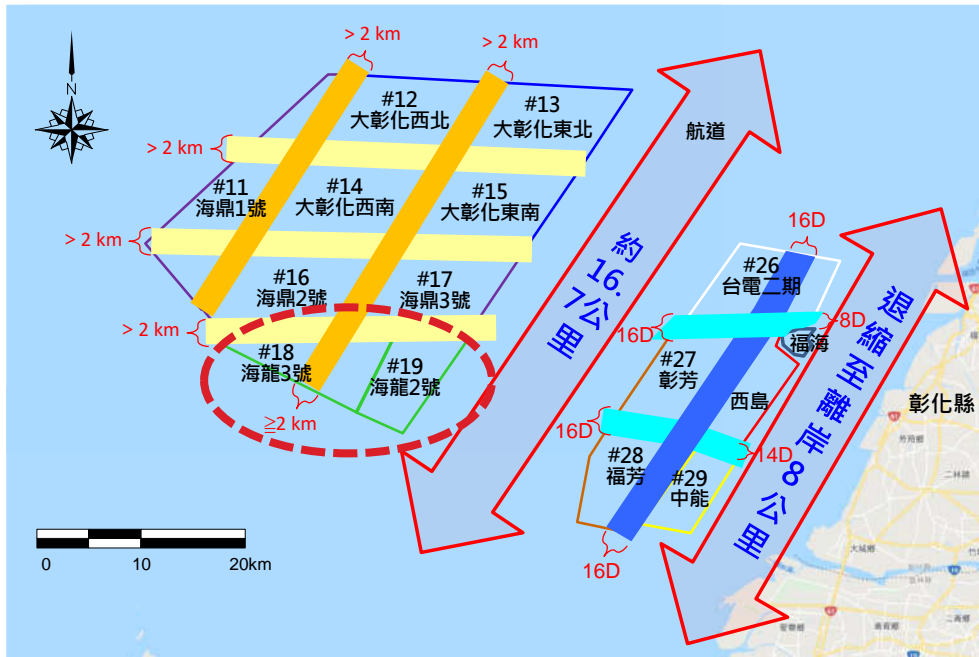


圖 2.2.2-1 海龍風場留設與鄰近風場連續之鳥類廊道

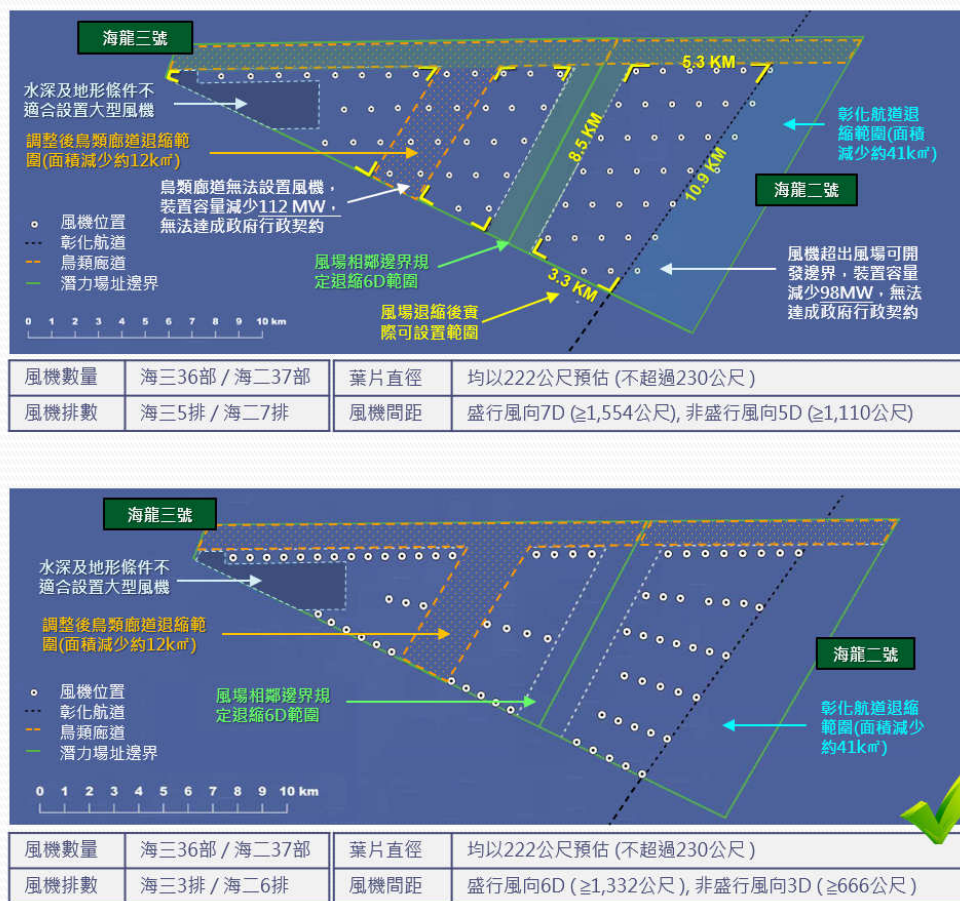


圖 2.2.2-2 新增 14MW 採 5D&7D 風機間距規劃及採 3D&6D 間距規劃比較

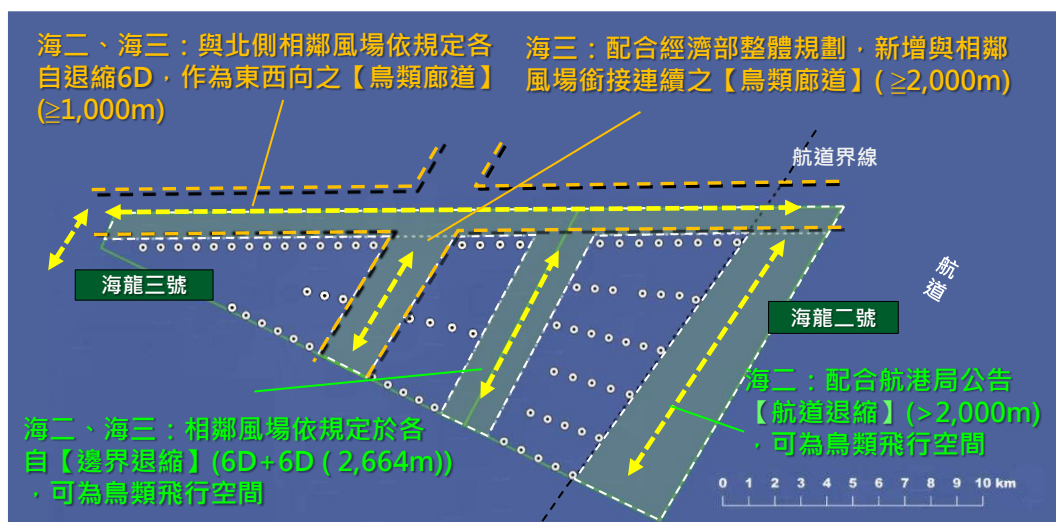


圖 2.2.2-3 海龍風場周邊鳥類飛行空間整體規劃

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<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>        |

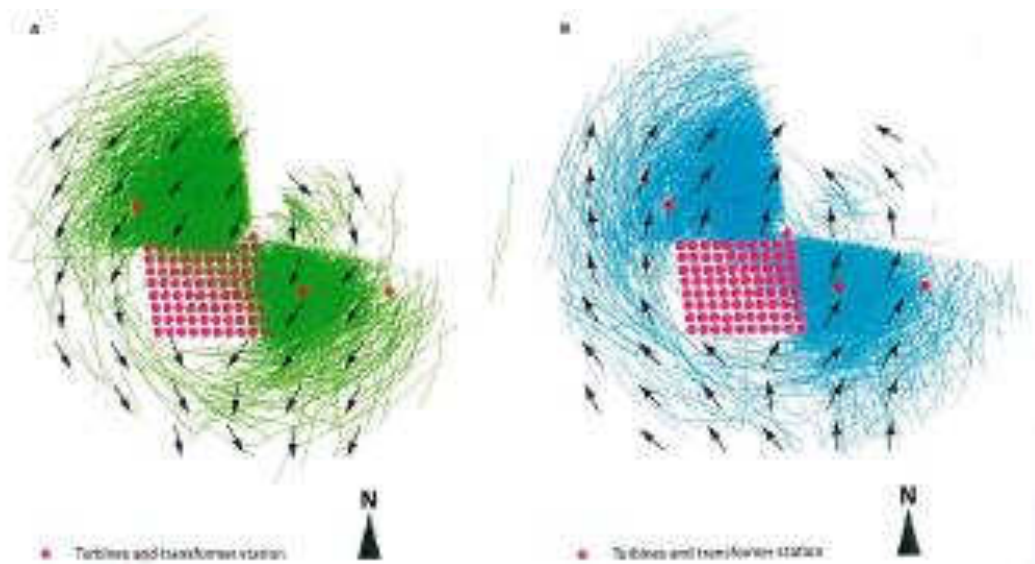


圖 2.2.2-5 丹麥 Horns Rev 風場(間距約 560 公尺)  
鳥類飛行路徑紀錄(營運期間)

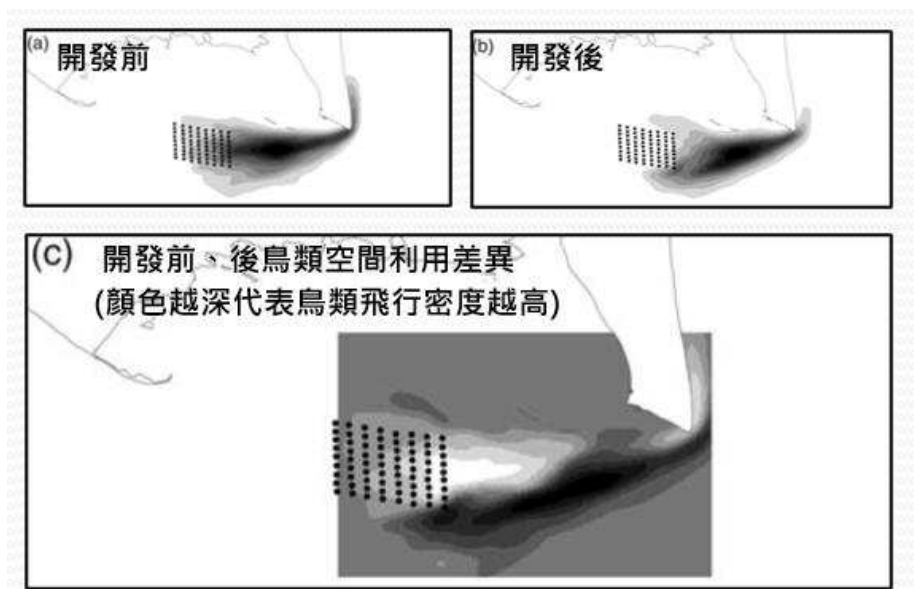


圖 2.2.2-6 丹麥 Nysted 風場(間距約 500 ~ 850 公尺)開發前後鳥類  
飛行密度紀錄(施工前、營運期間)



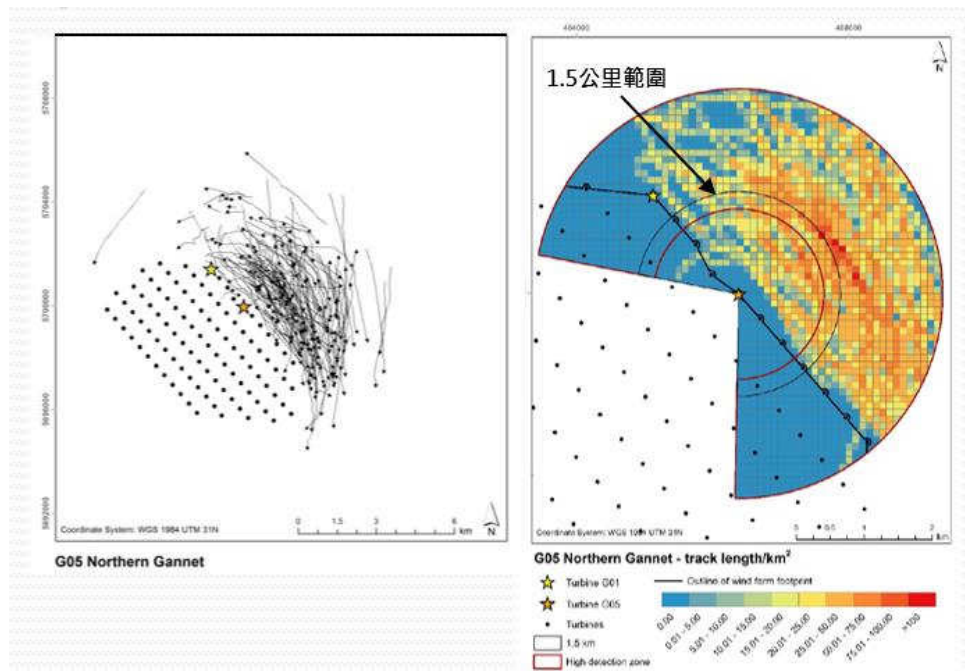
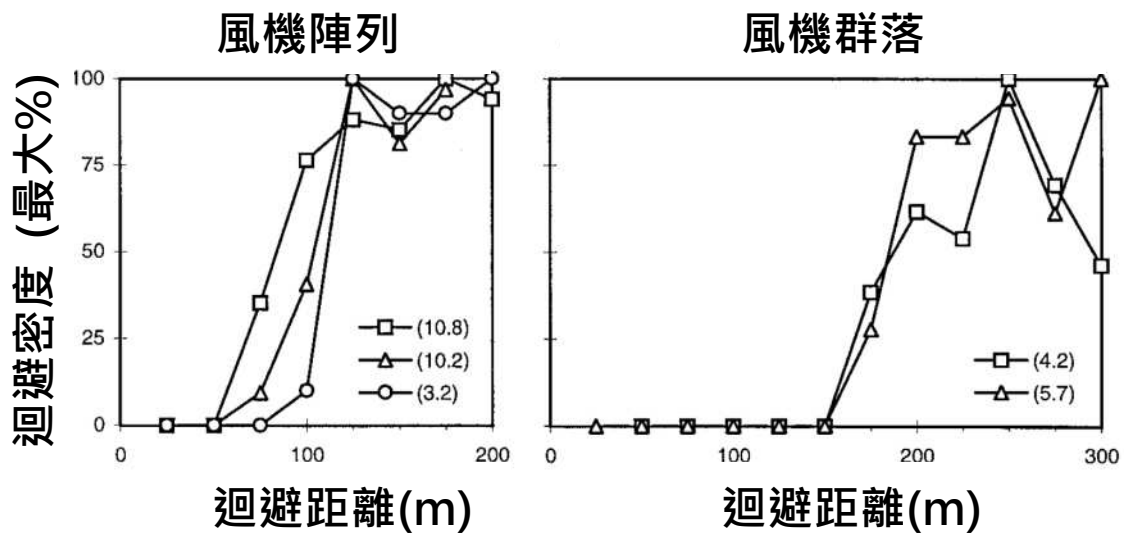


圖 2.2.2-7 英格蘭 Thanet 風場(間距約 500 ~ 800 公尺) 鳥類飛行路徑及飛行密度紀錄(營運期間)



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

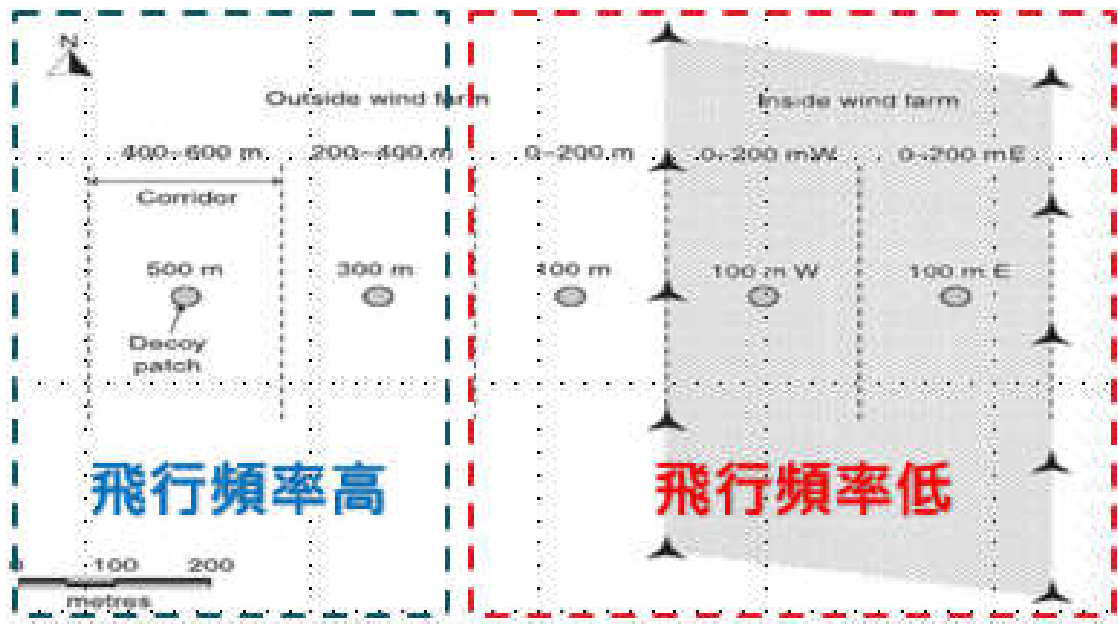


圖 2.2.2-9 丹麥 Tunø Knob 風場(間距約 200~400 公尺)鳥類與西側風機排觀測飛行頻率分布(營運期間)

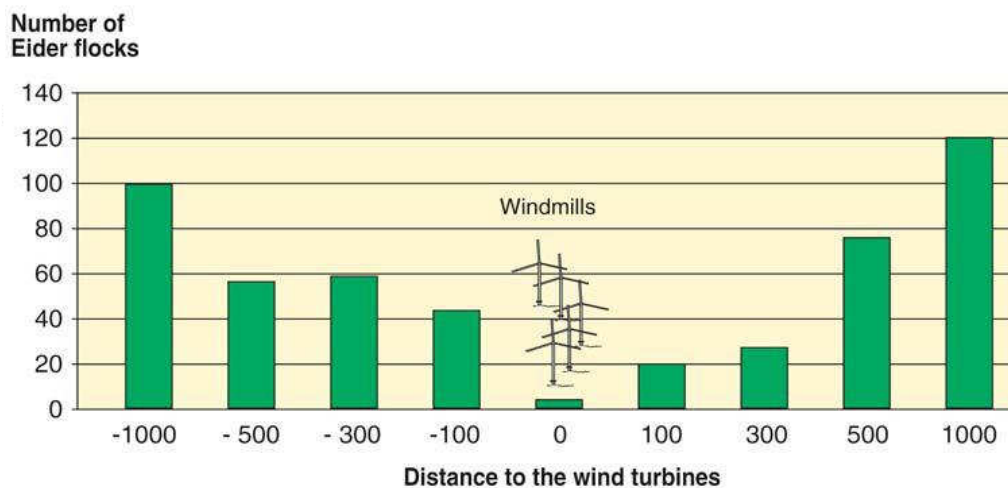


圖 2.2.2-10 瑞典 Yttre Stengrund 風場(間距約 400 ~ 500 公尺)鳥類與風機最近距離累積飛行頻率分布(營運期間)

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

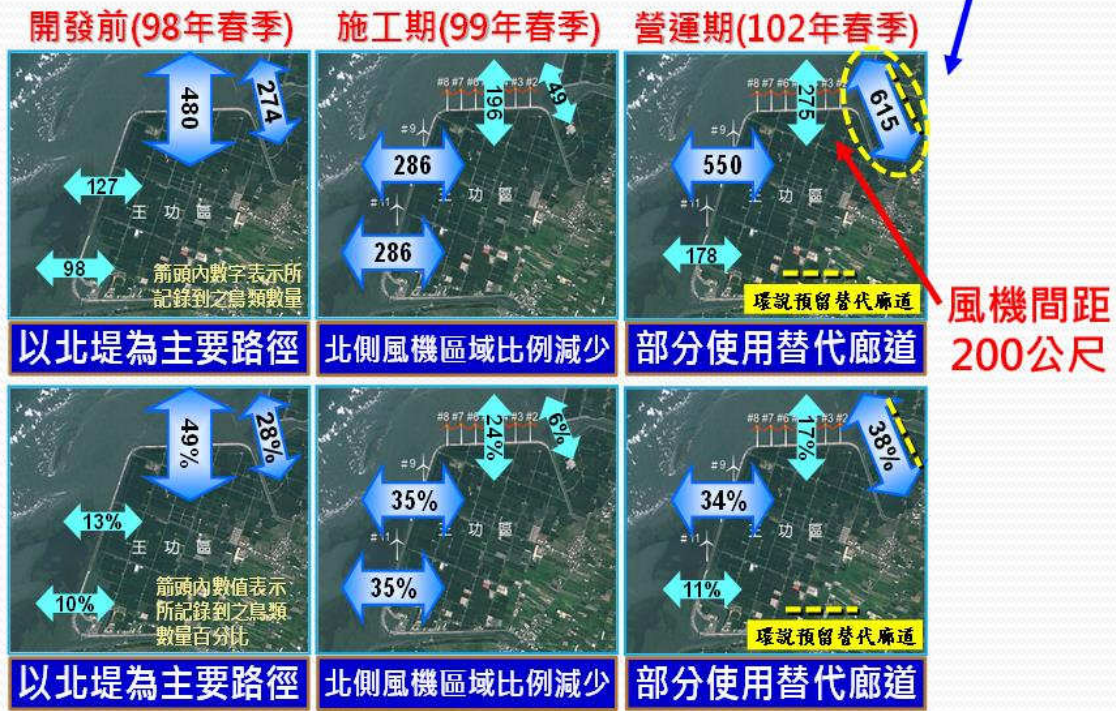


圖 2.2.2-11 王功風力發電站(北側間距約 200 公尺)開發前後鳥類飛行路徑(施工前、施工期間、營運期間)

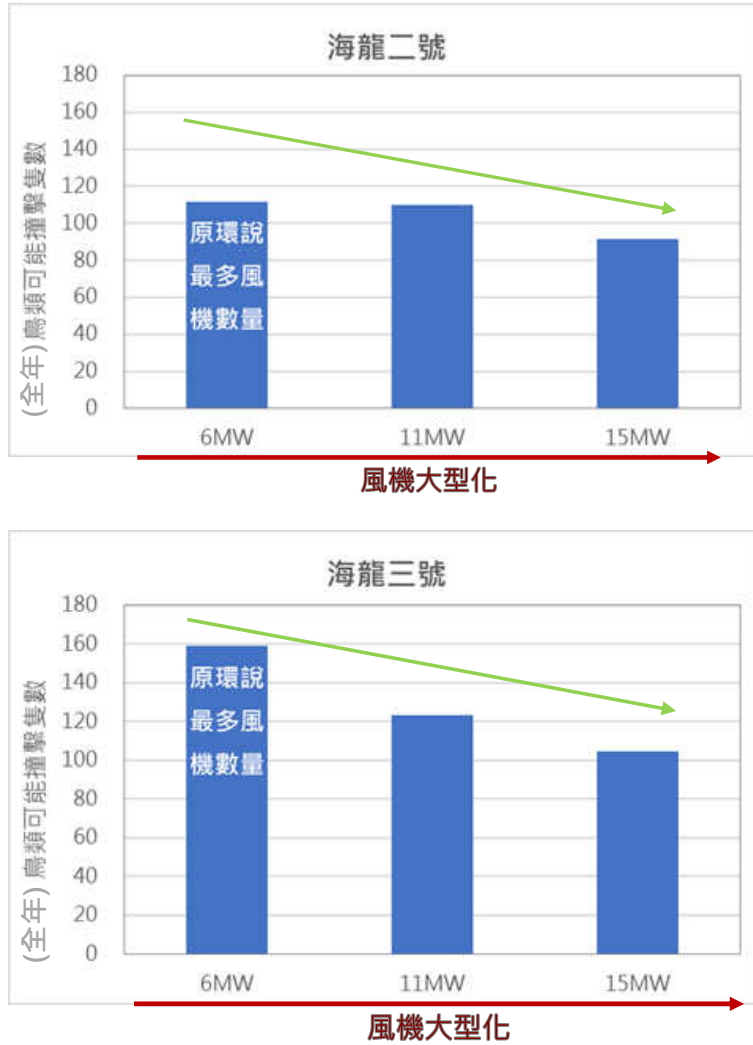


圖 2.2.2-12 海龍二號、三號不同風機配置下整體鳥類年撞擊隻次

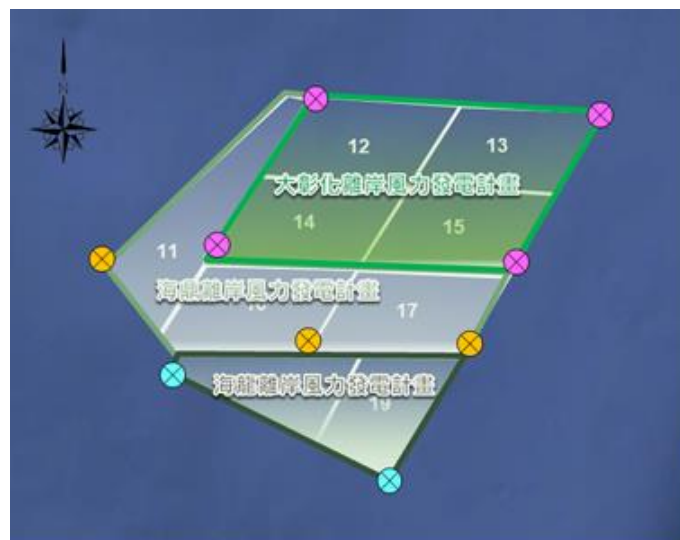


圖 2.2.2-13 海龍二號、海龍三號與相鄰風場聯合設置鳥類監測系統示意圖

| 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.....    | 6   |
| 1.6、朱委員信.....     | 20  |
| 1.7、江委員康鈺.....    | 39  |
| 1.8、吳委員義林.....    | 46  |
| 1.9、游委員勝傑.....    | 48  |
| 1.10、白委員子易.....   | 50  |
| 1.11、江委員鴻龍.....   | 59  |
| 1.12、孫委員振義.....   | 76  |
| 貳、相關機關.....       | 80  |
| 2.1、彰化縣政府.....    | 80  |
| 2.2、文化部文化資產局..... | 105 |

# 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，海龍二號應為最下顯藍色圓圈，但目前能源局競標或遴選後，海鼎風場計畫是否並未能到許可？如此海龍二號東北角的監視系統是否就在海鼎拿到許可前不會設置？ .....  | 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，此段承諾不但對於這類可能有效，也應對鯨豚有益。 .....  | 5  |
| 三、請提供國外已有大風機 11~15MW 離岸風機的間距及其葉片直徑。 .....  | 5  |
| 1.5、李委員培芬.....   | 6  |
| 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？ .....                     | 6  |
| 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？ .....   | 17 |
| 1.6、朱委員信.....  | 20 |
| 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 378MW？還是以 9.5 MW 機組配置的 532 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？ .....   | 20 |
| 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。 ..... | 20 |
| 1.7、江委員康鈺.....   | 39 |
| 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。 .....  | 39 |

|  |    |
|--|----|
| <b>1.8、吳委員義林</b> .....   | 46 |
| 一、海龍 2 號(#19)與海龍 3 號(#18)之退縮應改到延續#16 與#17 等之間的飛行廊道。<br>.....   | 46 |
| <b>1.9、游委員勝傑</b> .....   | 48 |
| 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、飛行速度之間關連性？ .....   | 48 |
| <b>1.10、白委員子易</b> .....  | 50 |
| 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 .....   | 50 |
| (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。 .....  | 50 |
| (二)不同鳥種相對迴避率之設定，是否屬最劣情境？ .....   | 52 |
| 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。<br>.....   | 54 |
| 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。 .....   | 55 |
| <b>1.11、江委員鴻龍</b> .....  | 59 |
| 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。 ..... | 59 |
| <b>1.12、孫委員振義</b> .....  | 76 |
| 一、全案觀測、監測資料建議在網路平台開放即時數據與歷史資料供各界參考。<br>.....   | 76 |
| 二、建議將「鳥類繫放衛星追蹤」與「雷達調查分析」均納入承諾事項，兩項均施作。 .....   | 77 |
| 三、圖 1.1-13 中漏了圖例，請修正。 .....  | 79 |
| <b>貳、相關機關</b> .....  | 80 |
| <b>2.1、彰化縣政府</b> .....   | 80 |
| 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。<br>.....   | 80 |
| 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。 .....   | 80 |
| 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。         |    |

|  |     |
|--|-----|
| .....  | 83  |
| 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。 .....   | 100 |
| 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。 .....                                       | 100 |
| 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。 .....                                | 101 |
| 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。 .....           | 103 |
| 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。 .....                            | 105 |
| 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)。 .....  | 105 |
| <b>2.2、文化部文化資產局</b> .....  | 105 |
| 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。 ..... | 105 |

**「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。</li> </ol> </li> </ol> | 4.4<br><br>7.1 | 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>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</p> |       |     |

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

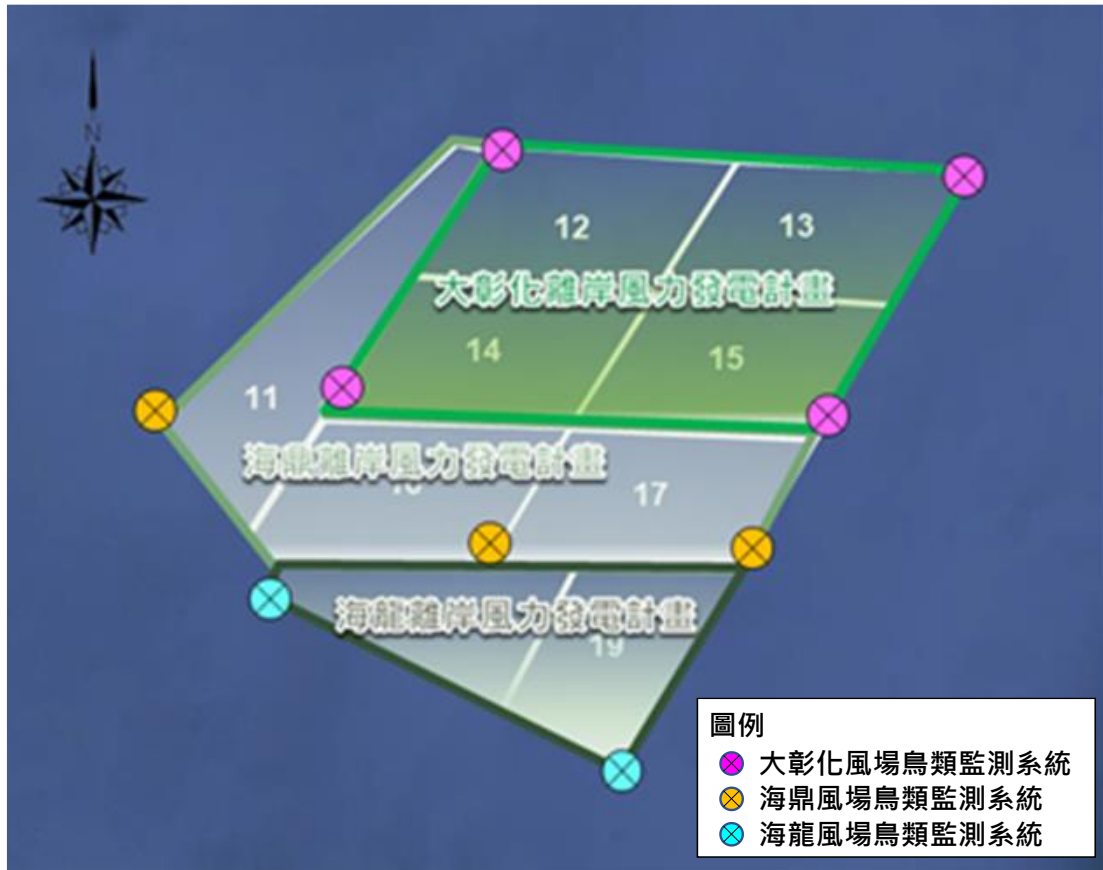


圖 1.3.1-1 海龍案(本案)、大彰化案及海鼎案聯合設置鳥類監測系統示意圖

| 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，海龍二號應為最下顯藍色圓圈，但目前能源局競標或遴選後，海鼎風場計畫是否並未能到許可？如此海龍二號東北角的監視系統是否就在海鼎拿到許可前不會設置？ | 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。<br>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。 | 4.4<br>7.1 | 4-28~29<br>7-11~12 |



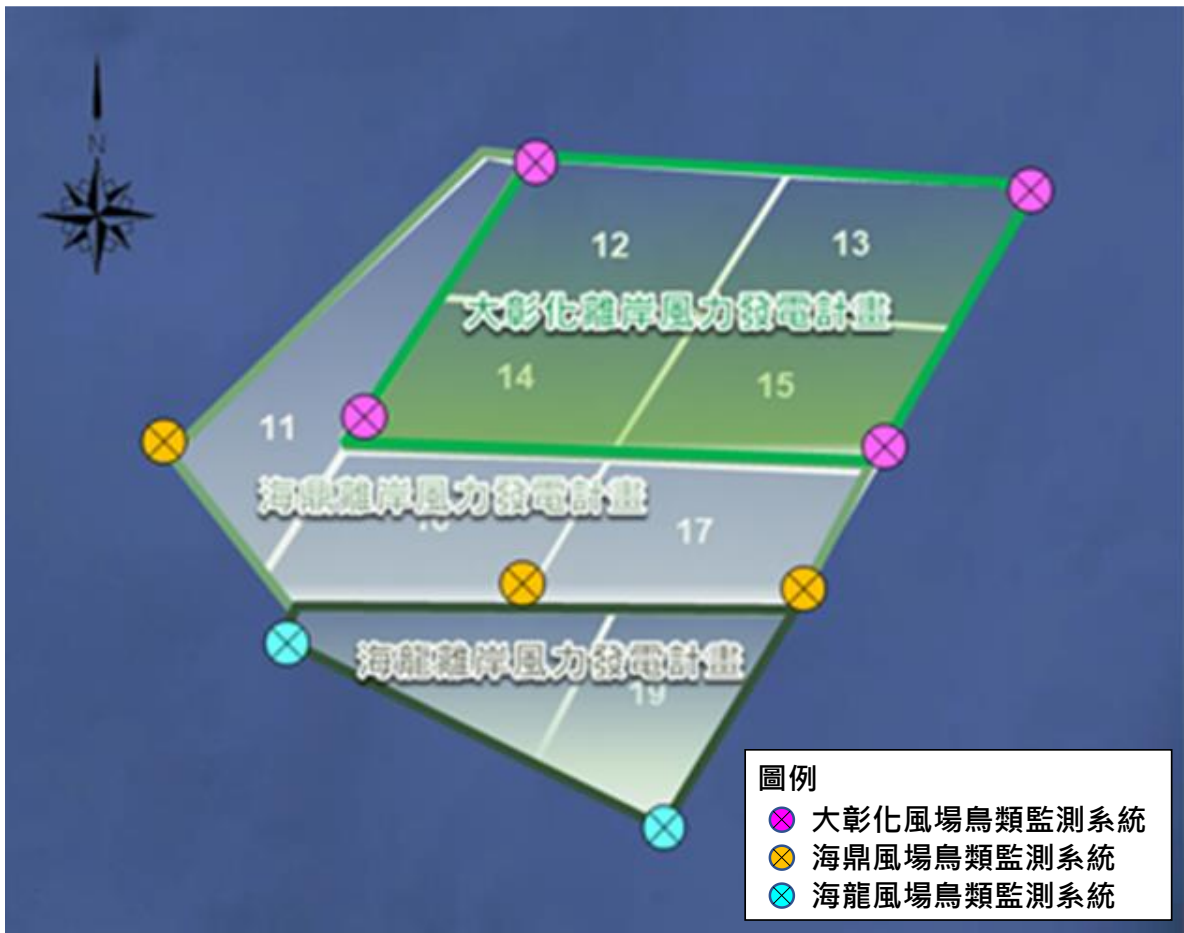


圖 1.4.1-1 海龍案(本案)、大彰化案及海鼎案聯合設置鳥類監測系統示意圖

| 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，此段承諾不但對於這類可能有效，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 |
| 三、請提供國外已有大風機11~15MW離岸風機的間距及其葉片直徑。   | 敬謝委員指教。分列說明如下：<br>(一) Dogger Bank風場(12MW)<br>本計畫參考 Dogger Bank 風場 官網 ( <a href="https://doggerbank.com/construction/offshor">https://doggerbank.com/construction/offshor</a>          | —   | —     |

| 審 查 意 見  | 答 覆 說 明   | 修 訂 處                |                          |
|--|---|----------------------|--------------------------|
|  |   | 章 節                  | 頁 次                      |
|  | <p>e) 及 The Guardian 能源產業新聞 (<a href="https://ppt.cc/fxNnGx">https://ppt.cc/fxNnGx</a>)，由挪威跨國能源公司(Equinor)與英國南蘇格蘭再生能源公司(SSE Renewables)以各50%持股並取得差價合約(Contract For Difference, CFD)。Dogger Bank風場位於北海(North Sea)，共分為Dogger Bank A、B及C三個離岸風場，每座風場總裝置容量為1.2GW，三風場總裝置容量高達3.6GW，預計採用GE所推出的<b>Haliade-X 12MW</b>風機，葉片直徑約220公尺，惟目前該風場案件仍屬於規劃階段，尚未公開風場佈置規劃，現階段無法提供風機間距，請委員諒察。</p> <p>(二) Sofia 風場(14MW)<br/>本計畫參考Sofia風場官網(網址：<a href="https://sofiawindfarm.com/">https://sofiawindfarm.com/</a>)及西門子歌美颯(Siemens Gamesa, SGRE)簡介，由英諾吉能源公司(Innogy)100%持股並取得差價合約(Contract For Difference, CFD)。Sofia風場位於北海(North Sea)，總裝置容量為1.4GW，預計採用西門子歌美颯最新推出的<b>SG14-222 DD 14MW</b>風機，葉片直徑約222公尺，惟目前該風場案件仍屬於規劃階段，尚未公開風場佈置規劃，現階段無法提供風機間距，請委員諒察。</p> |                      |                          |
| <b>1.5、李委員培芬</b>   |   |                      |                          |
| <p>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)</p> | <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>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</p>  | <p>4.2<br/>6.1.4</p> | <p>4-4~8<br/>6-28~48</p> |

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

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |     |
|---------|--|-------|-----|
|         |  | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>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1.5.1-3、圖1.5.1-4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1.5.1-5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1.5.1-6)，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)。</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</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |     |
|---------|--|-------|-----|
|         |  | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>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<br/> 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、紅領瓣足鷗、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<br/> 1. 各季節鳥類飛行路徑<br/> 春季:以北方(38.6%)及東北方(35.9%)為主。<br/> 夏季:以南方(25.0%)及東方(15.9%)為</p> |       |     |

| 審查意見 | 答覆說明   | 修訂處 |    |
|------|--|-----|----|
|      |  | 章節  | 頁次 |
|      | <p>主。</p> <p>秋季：以南方(32.6%)及西南方(20.2%)為主。</p> <p>冬季：以北方(51.4%)及南方(14.3%)為主。</p> <p>2. 鳥類活動頻度<br/>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> |     |    |

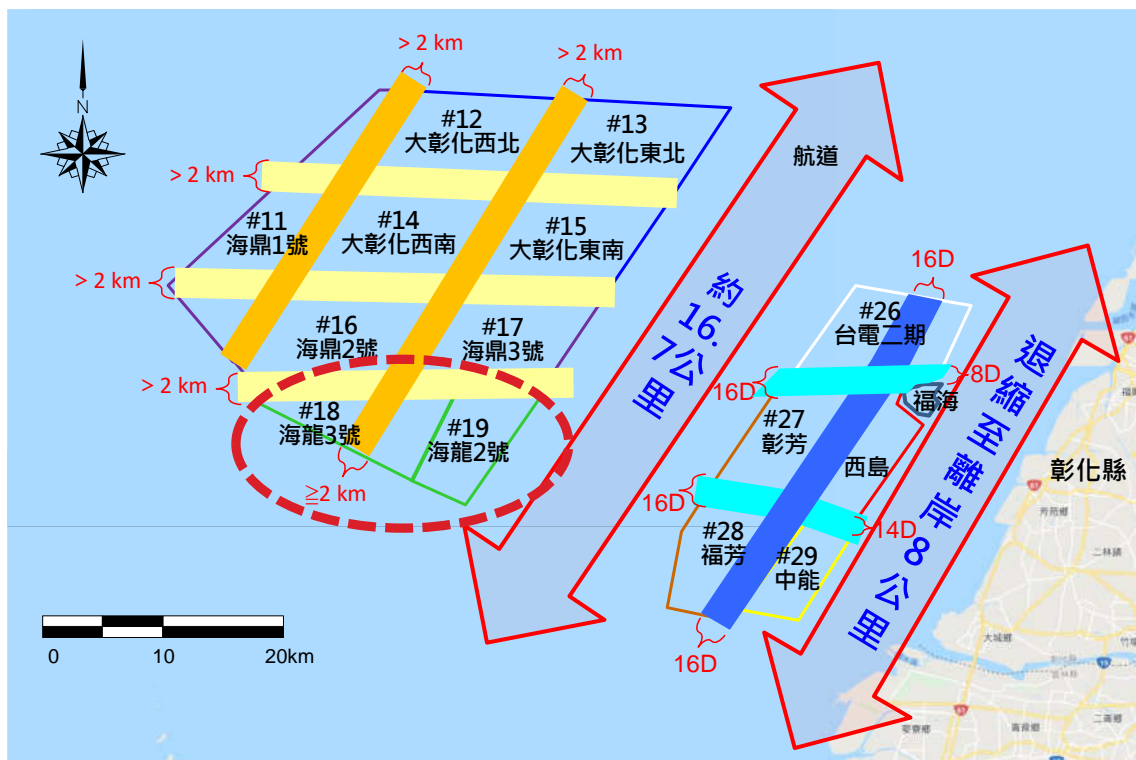


圖 1.5.1-1 海龍風場留設與鄰近風場連續之鳥類廊道

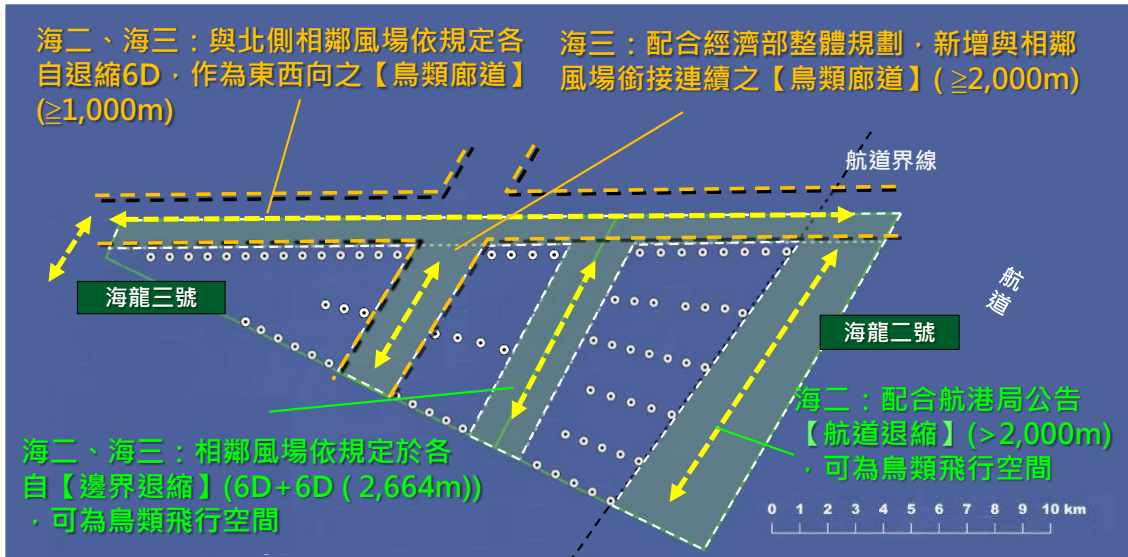


圖 1.5.1-2 海龍風場周邊鳥類飛行空間整體規劃

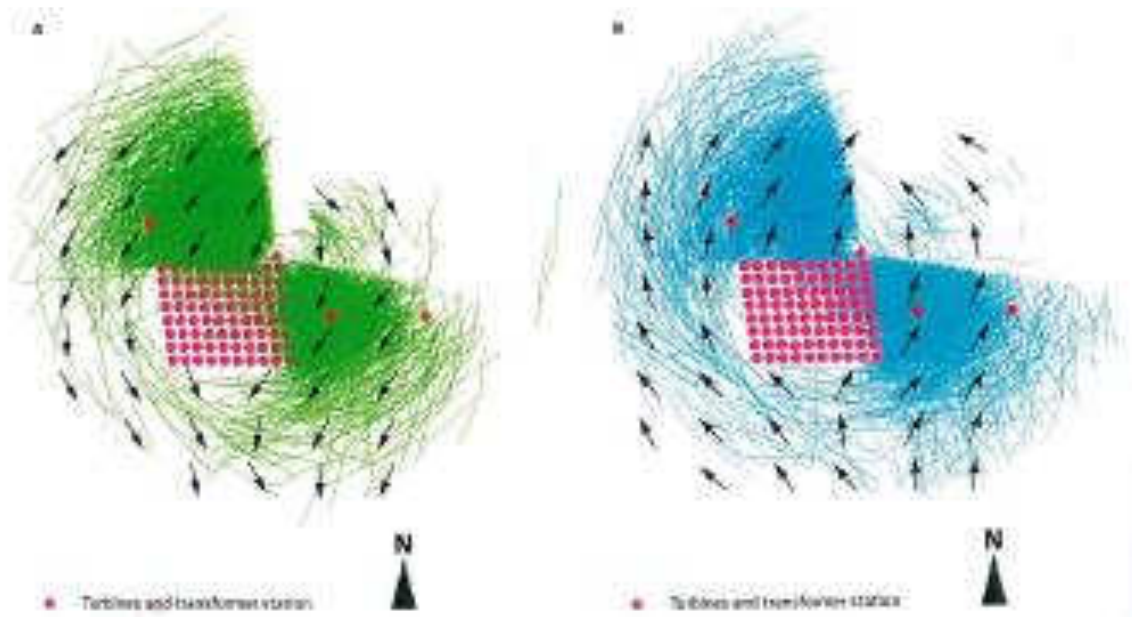


圖 1.5.1-3 丹麥 Horns Rev 風場(間距約 560 公尺)  
鳥類飛行路徑紀錄(營運期間)

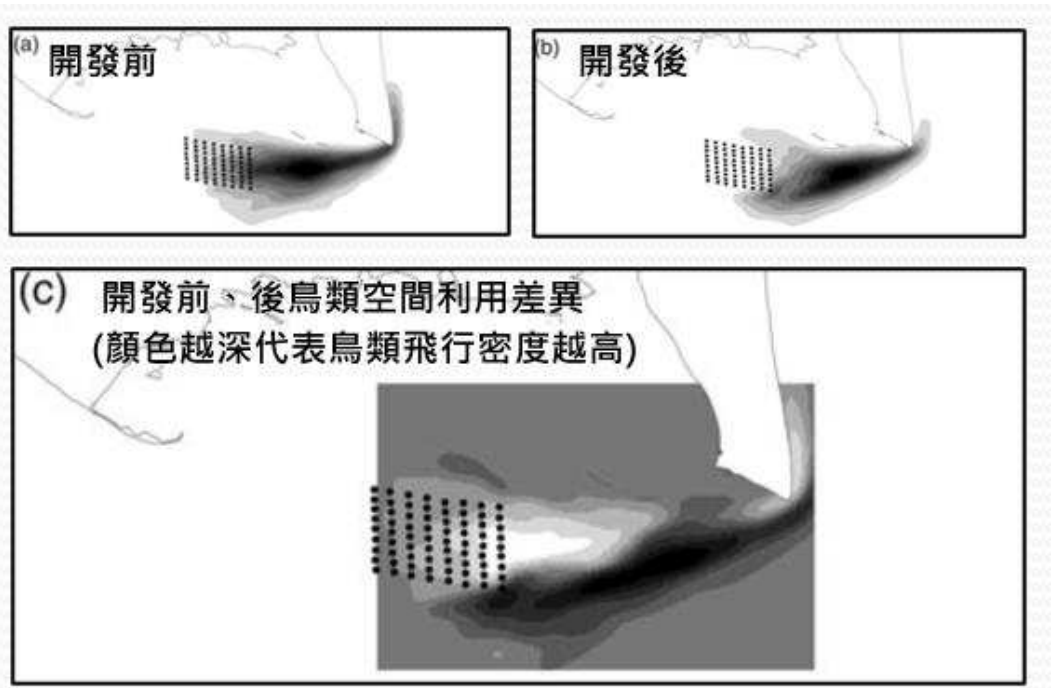


圖 1.5.1-4 丹麥 Nysted 風場(間距約 500 ~ 850 公尺)開發前後鳥類飛行密度紀錄 (施工前、營運期間)

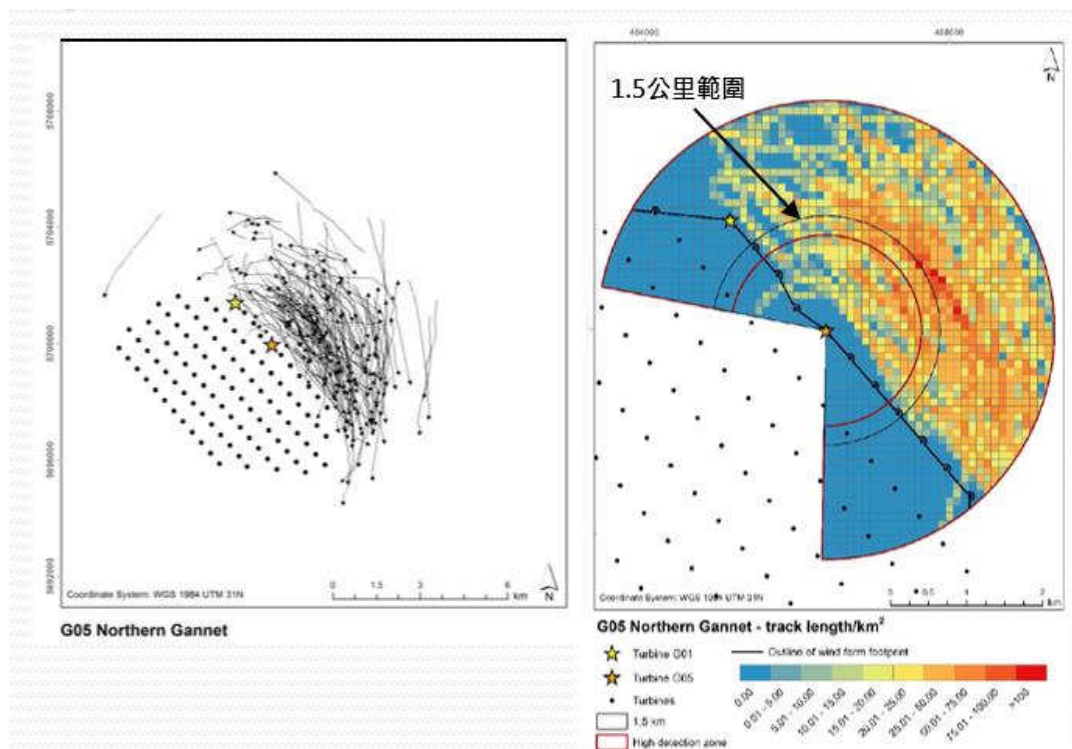
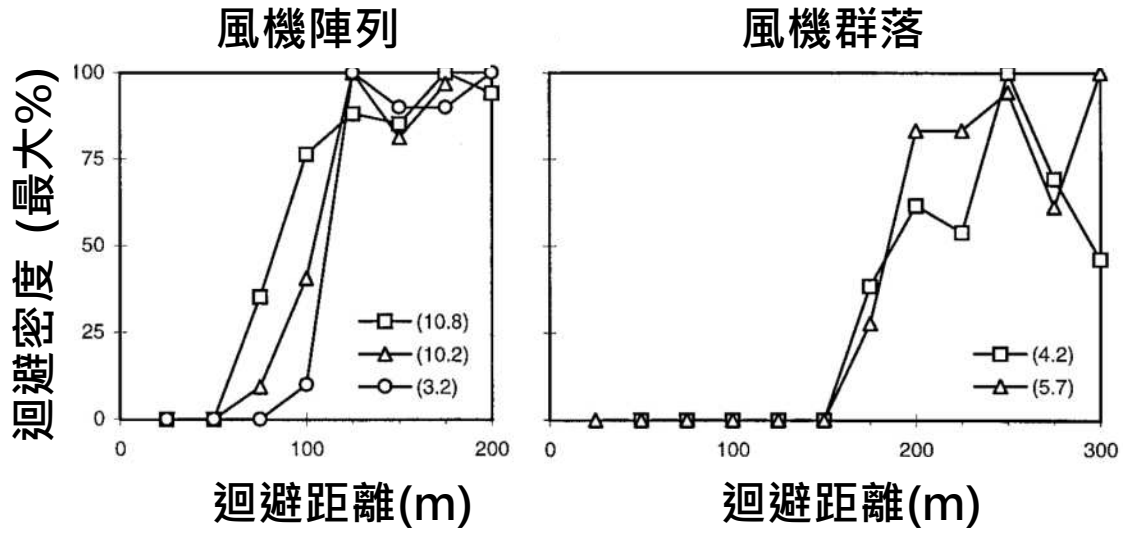


圖 1.5.1-5 英格蘭 Thanet 風場(間距約 500 ~ 800 公尺) 鳥類飛行路徑及飛行密度紀錄(營運期間)





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

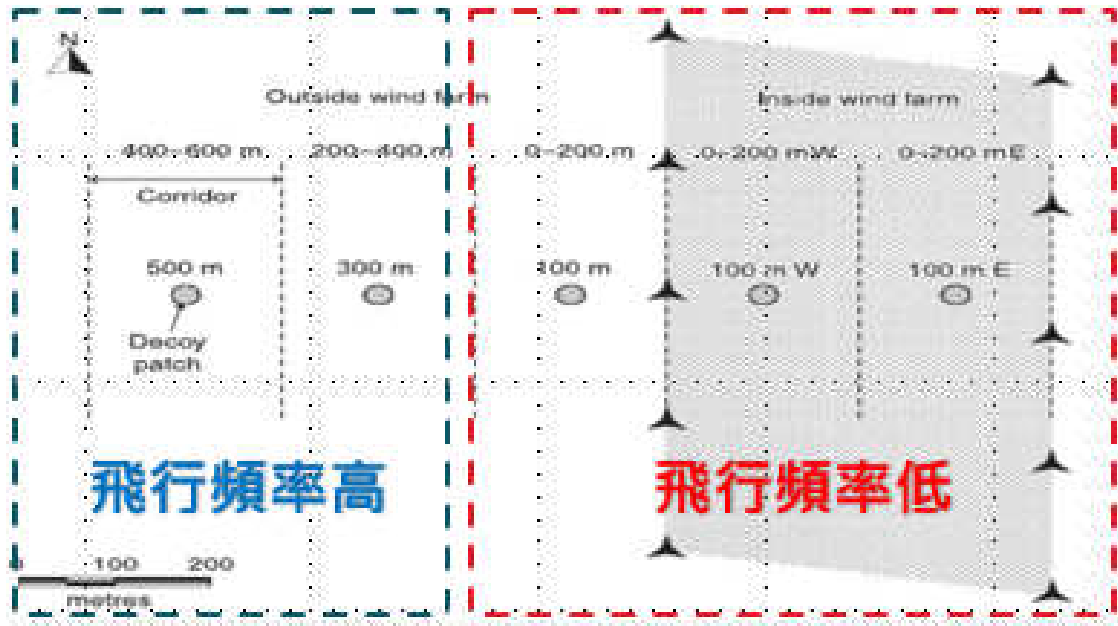


圖 1.5.1-7 丹麥 Tunø Knob 風場(間距約 200~400 公尺)鳥類與西側風機排觀測飛行頻率分布(營運期間)

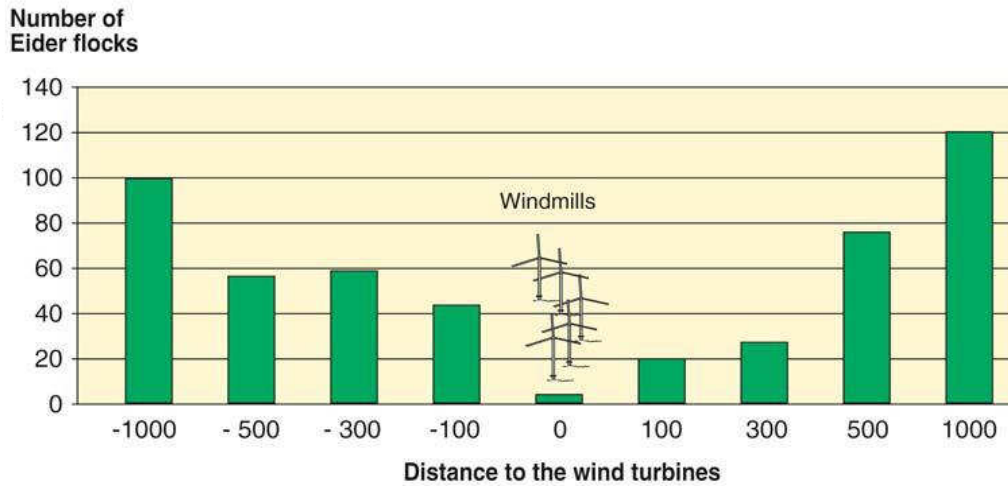


圖 1.5.1-8 瑞典 Yttre Stengrund 風場(間距約 400 ~ 500 公尺)鳥類與風機最近距離累積飛行頻率分佈(營運期間)

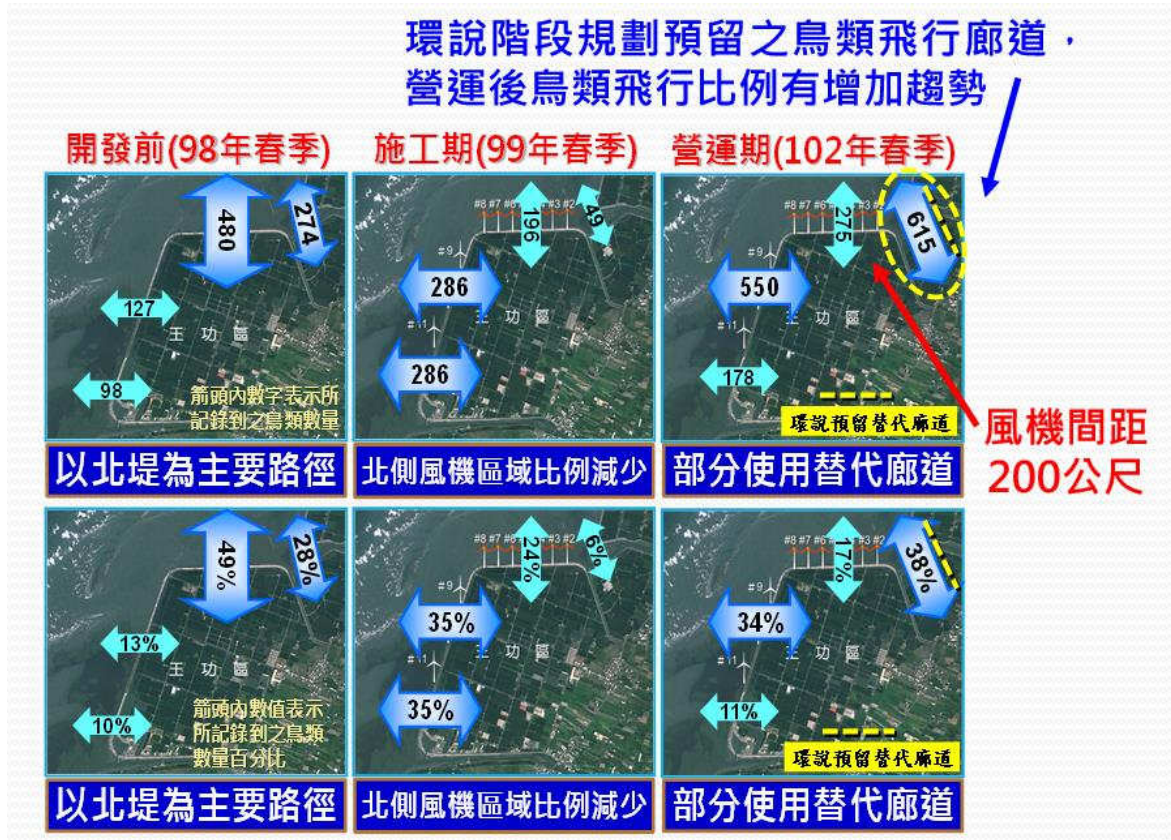
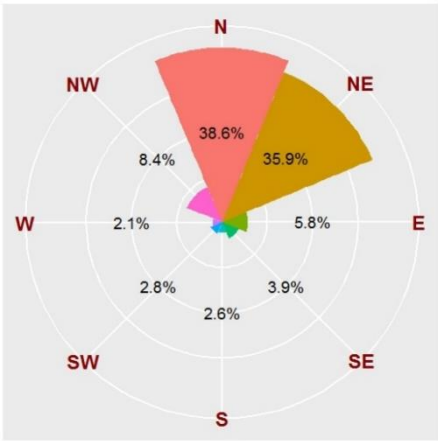
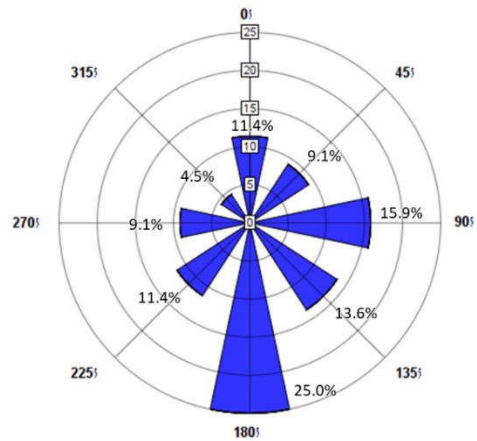


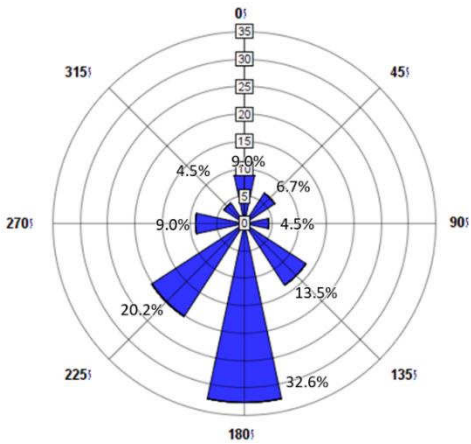
圖 1.5.1-9 王功風力發電站(北側間距約 200 公尺)開發前後鳥類飛行路徑(施工前、施工期間、營運期間)



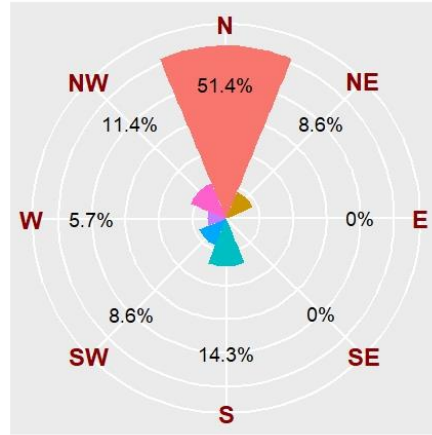
春季



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

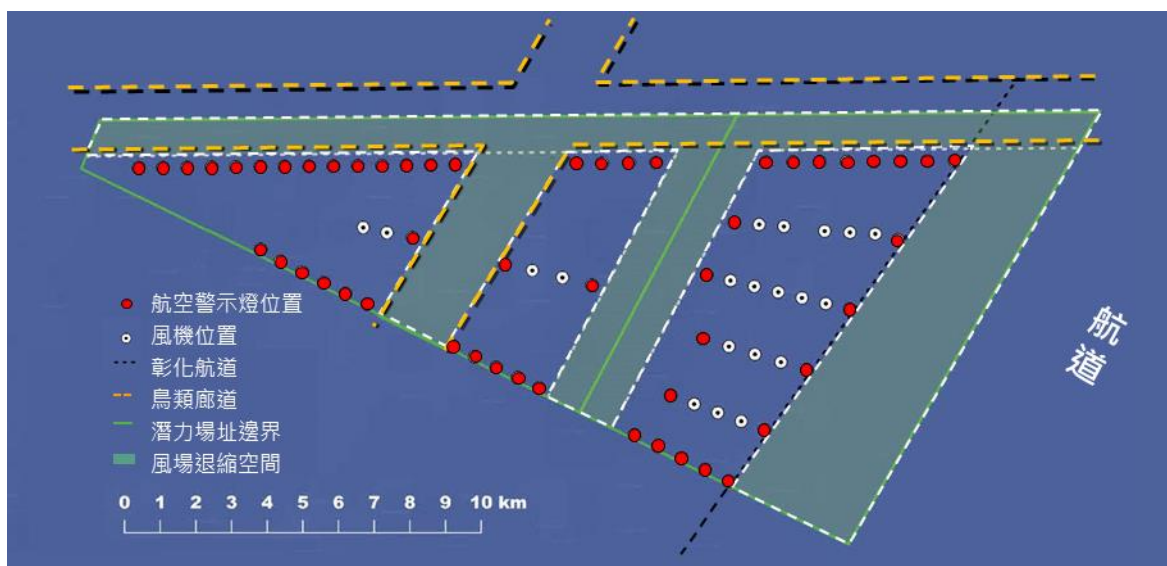
| 風場   | 階段          | 季節 | 調查日期      | 時間長度  | 雷達掃描方式 | 水平軌跡數 | 軌跡數/小時 |
|------|-------------|----|-----------|-------|--------|-------|--------|
| 海龍三號 | 環說階段        | 夏  | 106.8.17  | 13:15 | 水平     | 28    | 2.1    |
|      |             | 秋  | 106.9.20  | 12:43 | 水平     | 12    | 0.9    |
|      |             | 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   |
| 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   |

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</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>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「<u>航空障礙物標誌與障礙燈設置標準</u>」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<br>或嚇阻<br><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<br>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、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378MW？還是以9.5 MW機組配置的532 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。依據經濟部與海龍二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(海龍二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，分別以遴選契約300 MW、競價契約232 MW，總計532 MW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。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，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 | 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>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> |       |     |

| 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> <p>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</p> |       |     |

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

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

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |     |
|---------|--|-------|-----|
|         |  | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>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)，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<br/>海龍二號、三號風場變更後11 MW及15</p> |       |     |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |     |
|---------|--|-------|-----|
|         |  | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>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>1. 海龍二號<br/>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：<br/>(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。<br/>(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：<br/>(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。<br/>(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/>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：<br/>1. 施工前<br/>(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</p> |       |     |

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

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

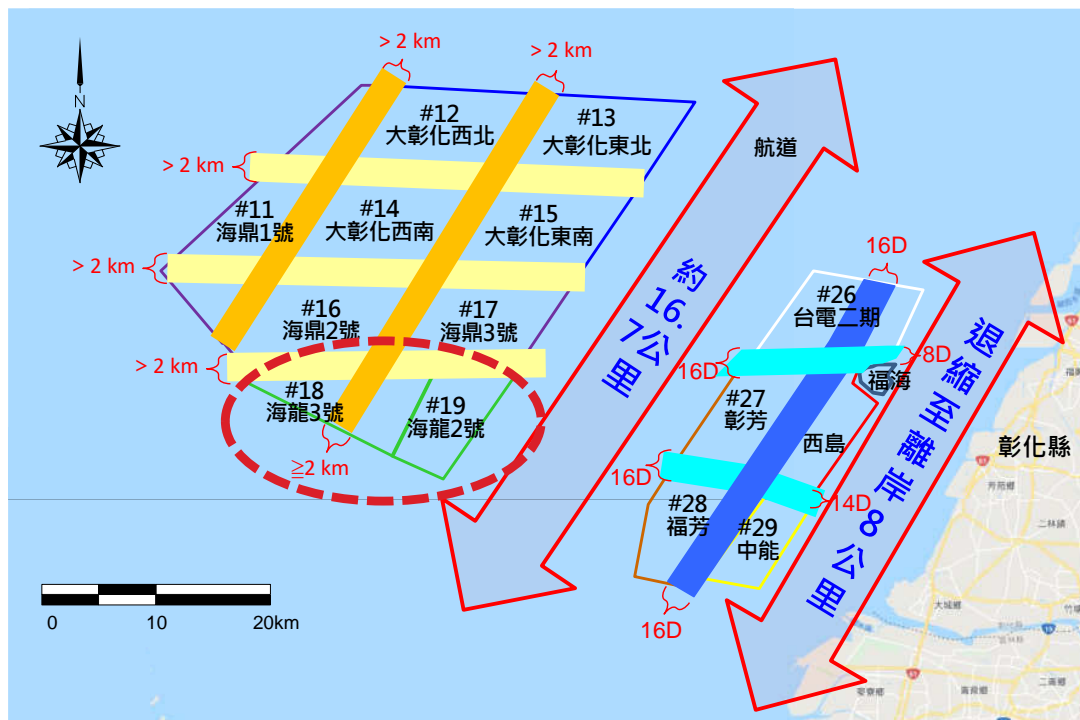
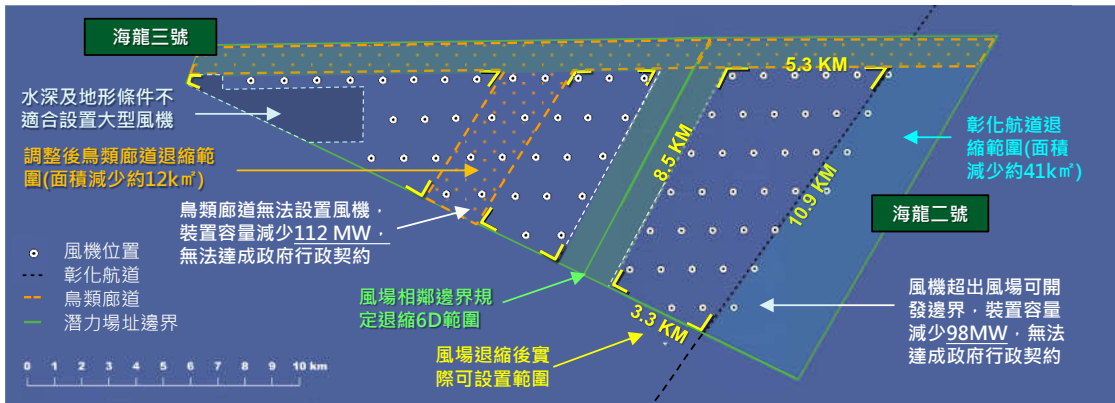
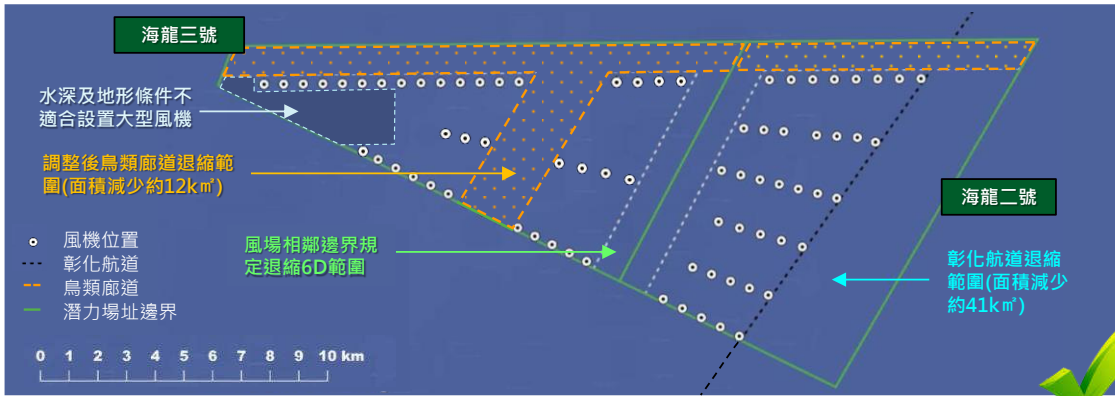


圖 1.6.2-1 海龍風場留設與鄰近風場連續之鳥類廊道



|      |               |      |                                       |
|------|---------------|------|---------------------------------------|
| 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 (≥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 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

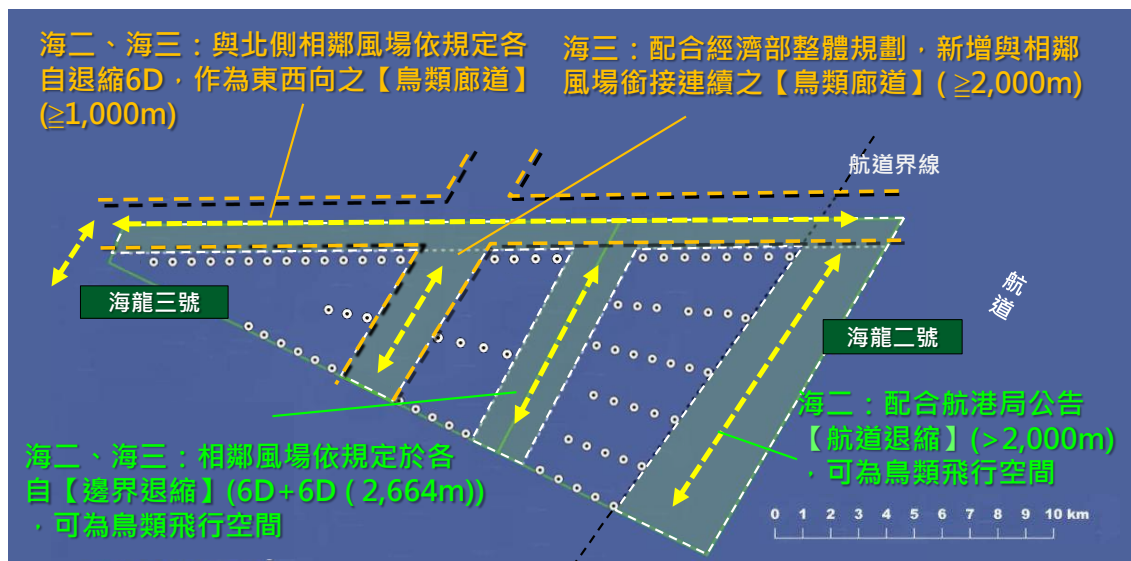


圖 1.6.2-3 海龍風場周邊鳥類飛行空間整體規劃

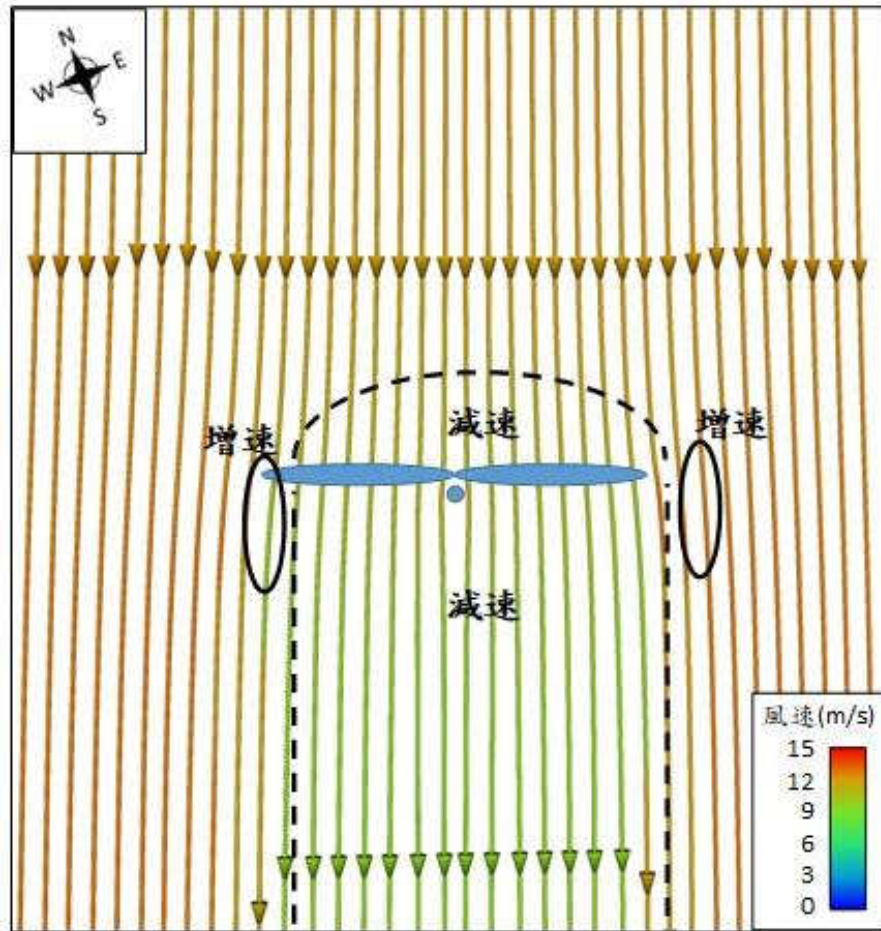


圖 1.6.2-4 風機沿扇葉中心高度之水平剖面流場分布圖

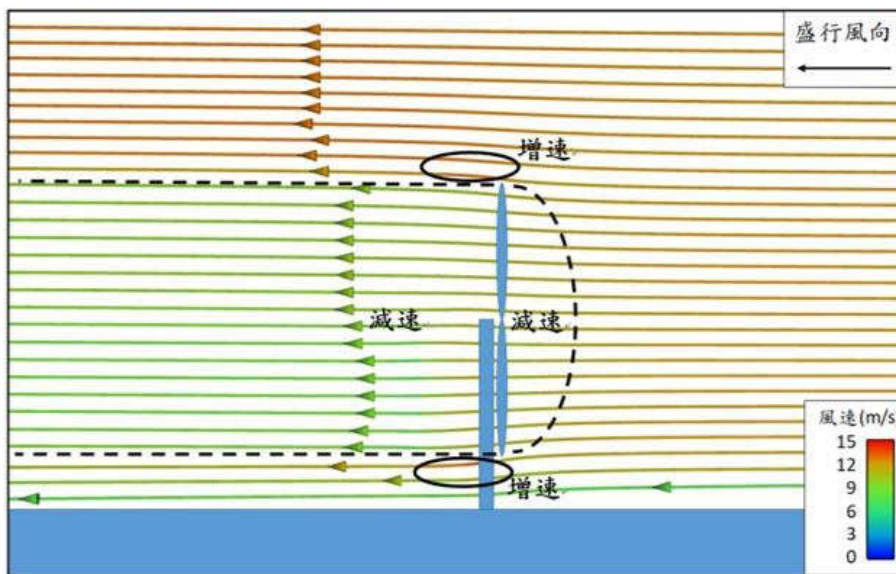


圖 1.6.2-5 風機沿盛行風向之垂直剖面流場分布圖

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)<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。

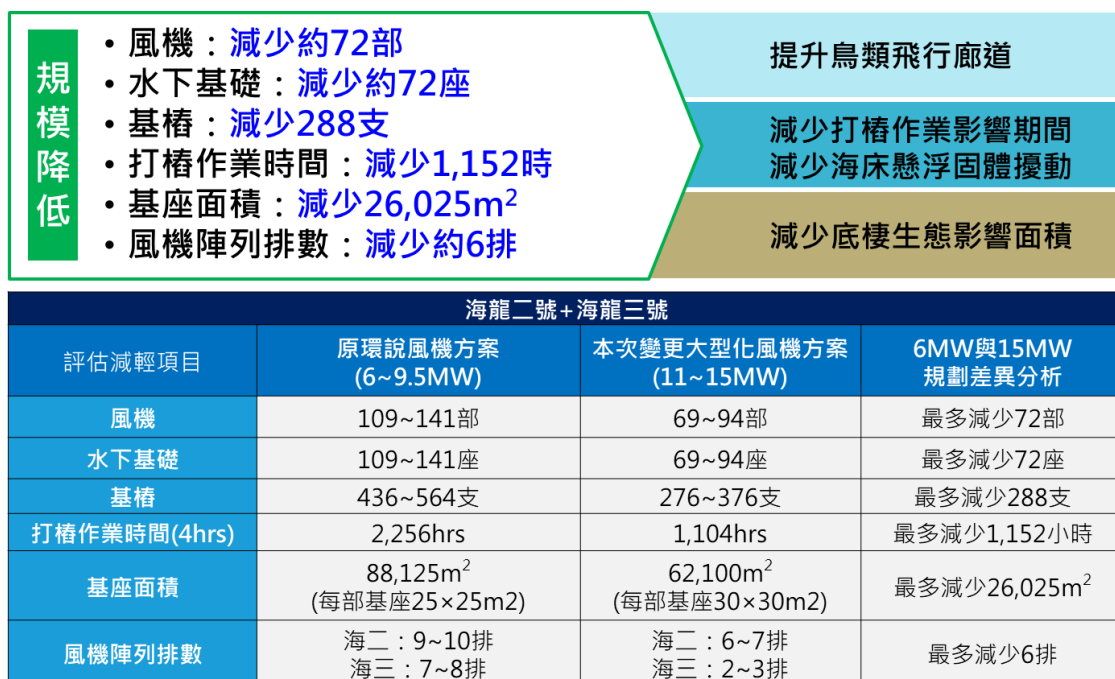


圖 1.6.2-6 海龍二號及三號風場原環評及本次變更規劃差異分析

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>        |

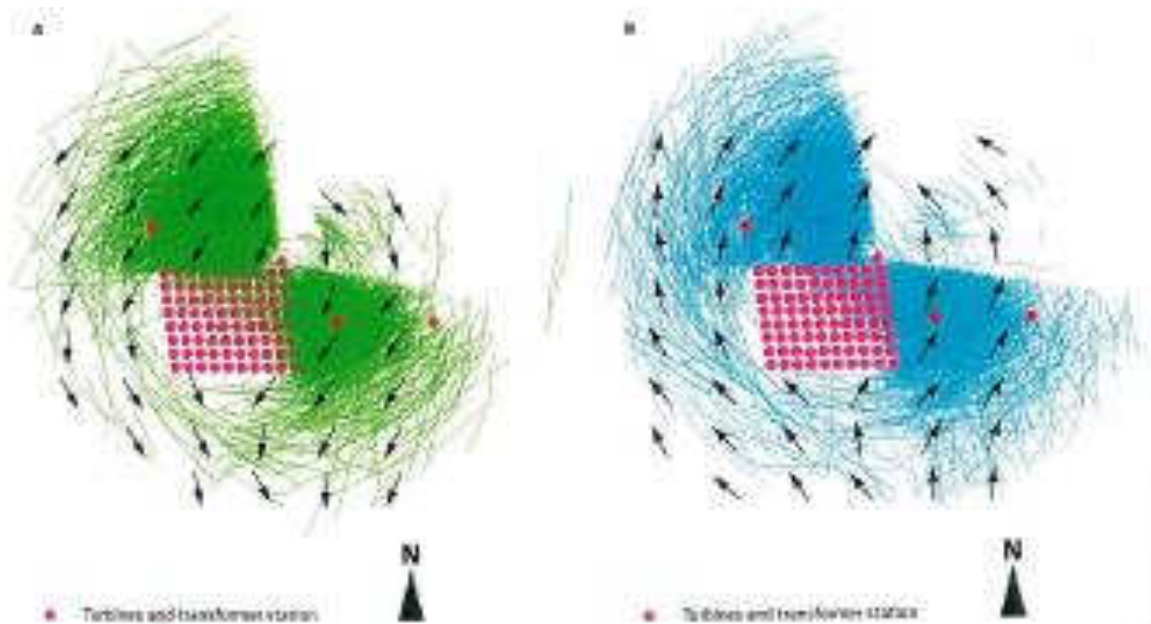


圖 1.6.2-7 丹麥 Horns Rev 風場(間距約 560 公尺)  
鳥類飛行路徑紀錄(營運期間)

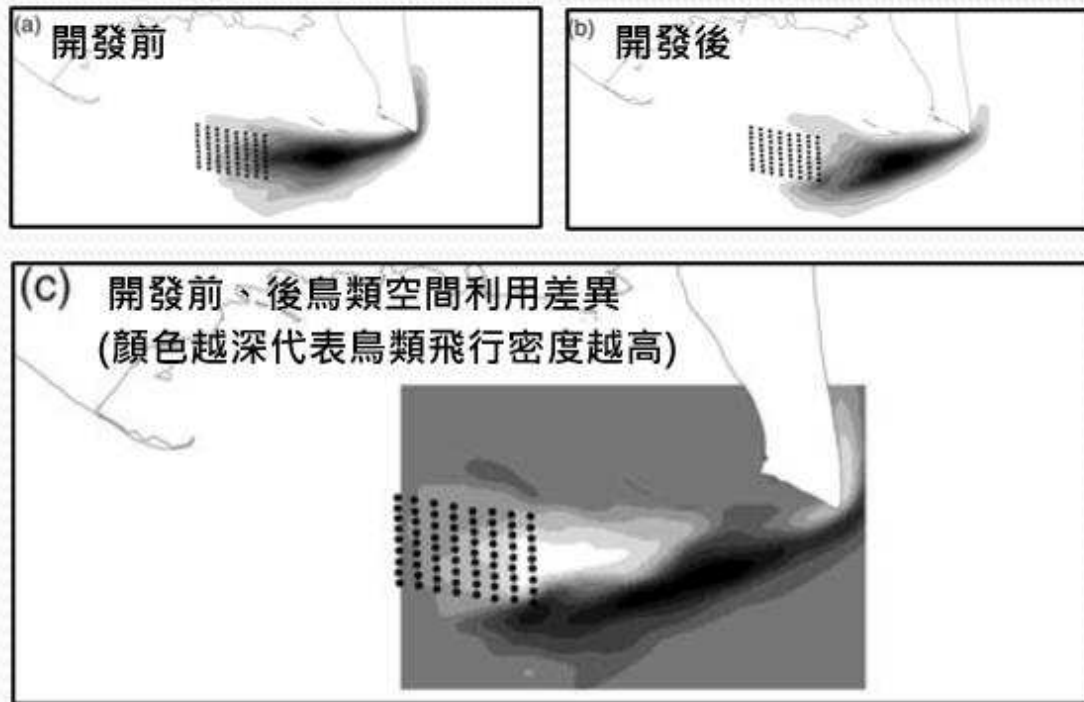


圖 1.6.2-8 丹麥 Nysted 風場(間距約 500 ~ 850 公尺)開發前後鳥類飛行密度紀錄  
(施工前、營運期間)

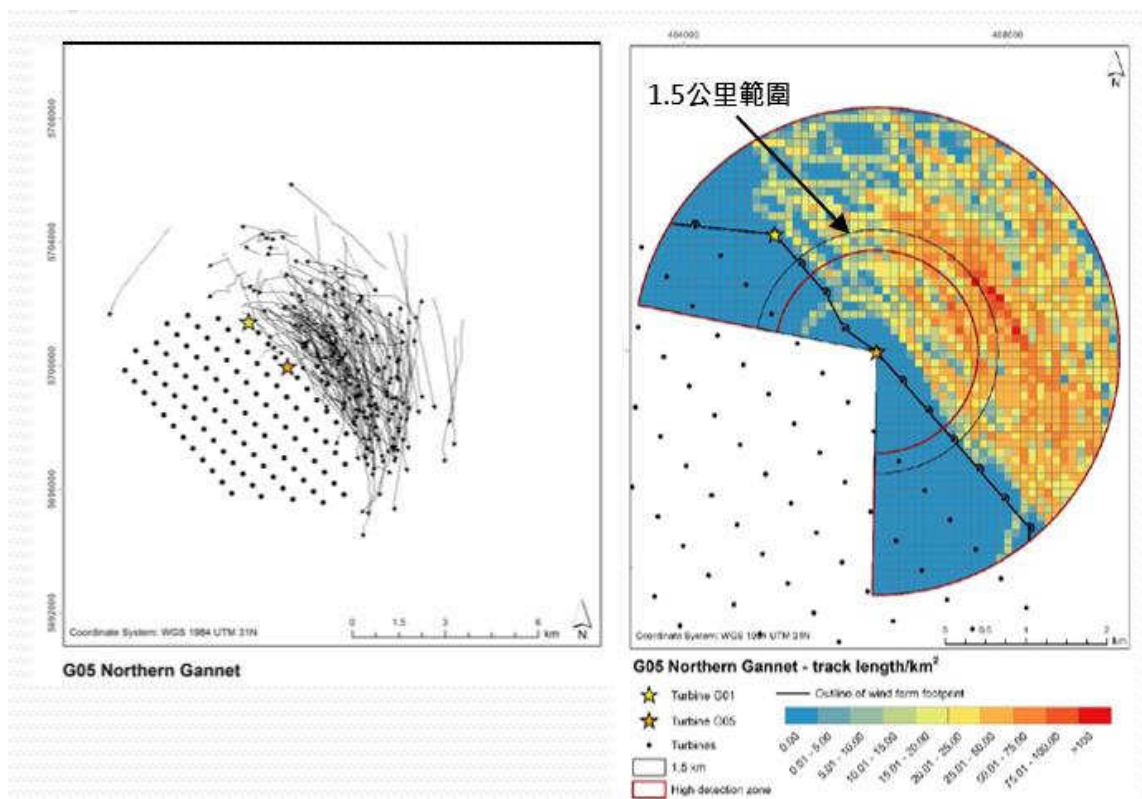
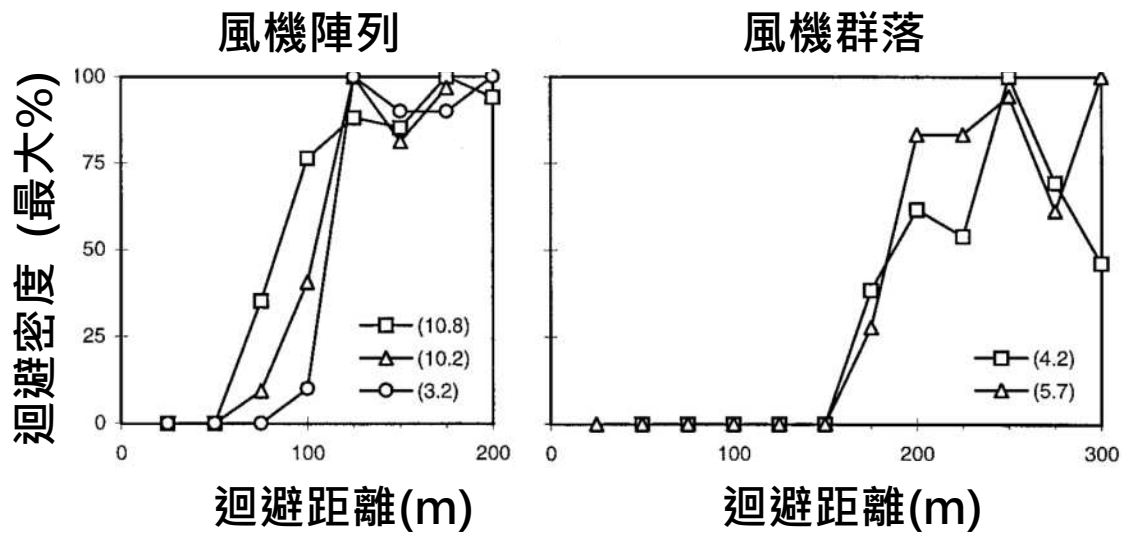


圖 1.6.2-9 英格蘭 Thanet 風場(間距約 500 ~ 800 公尺)鳥類飛行路徑及飛行密度  
紀錄(營運期間)



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

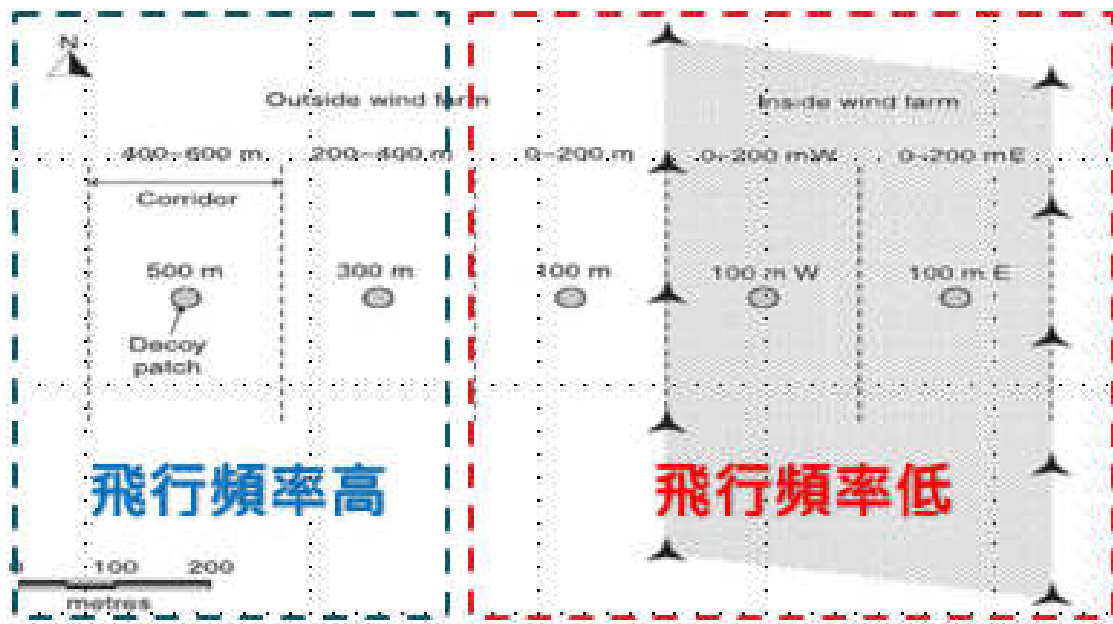


圖 1.6.2-11 丹麥 Tunø Knob 風場(間距約 200~400 公尺)鳥類與西側風機排觀測飛行頻率分布(營運期間)

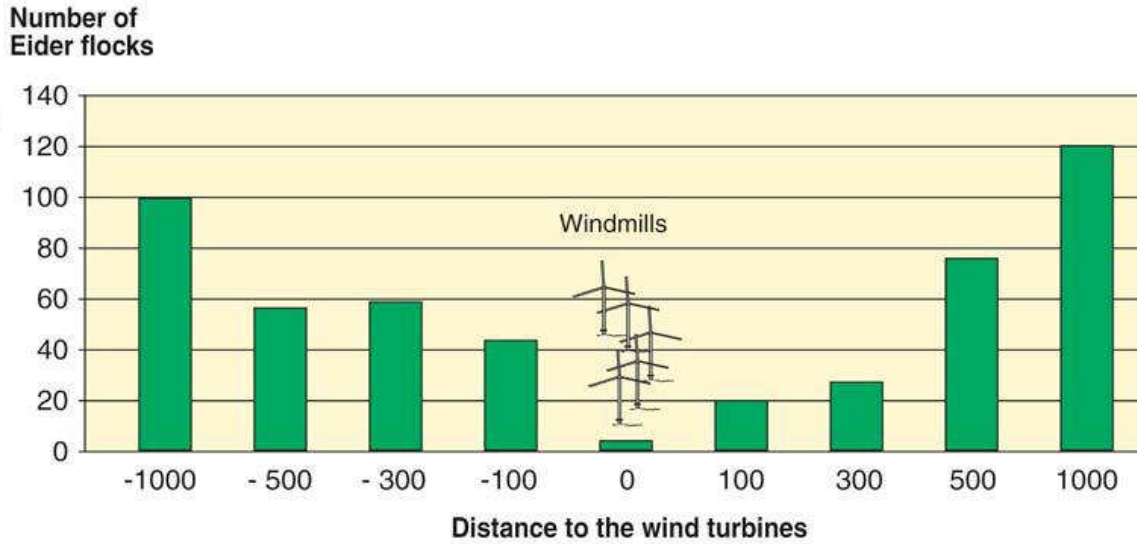
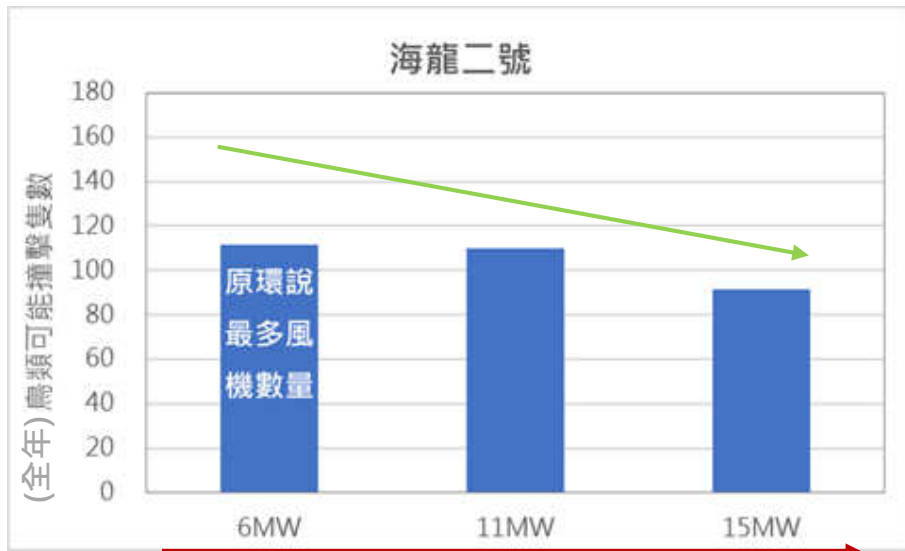


圖 1.6.2-12 瑞典 Yttre Stengrund 風場(間距約 400 ~ 500 公尺) 鳥類與風機最近距離累積飛行頻率分佈(營運期間)

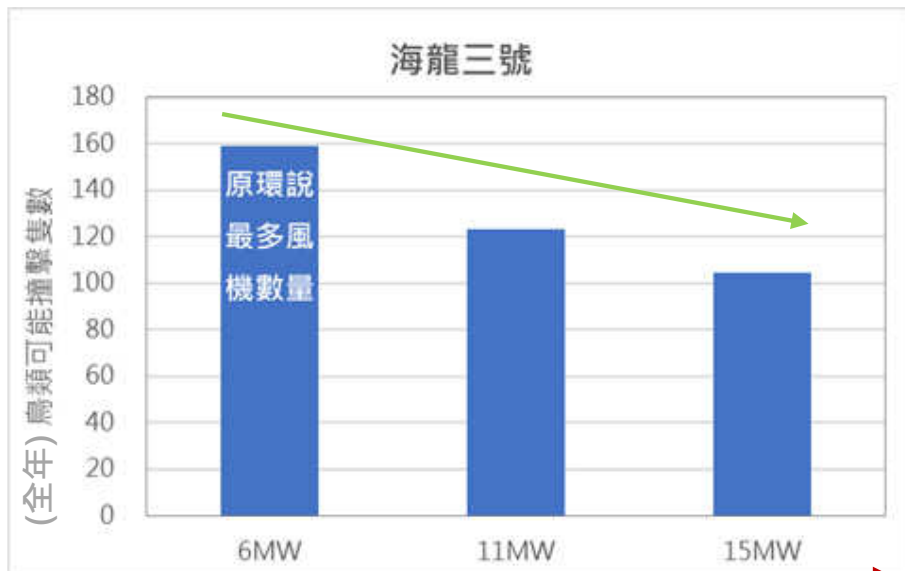


圖1.6.2-13 王功風力發電站(北側間距約200公尺)開發前後鳥類飛行路徑(施工前、施工期間、營運期間)





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

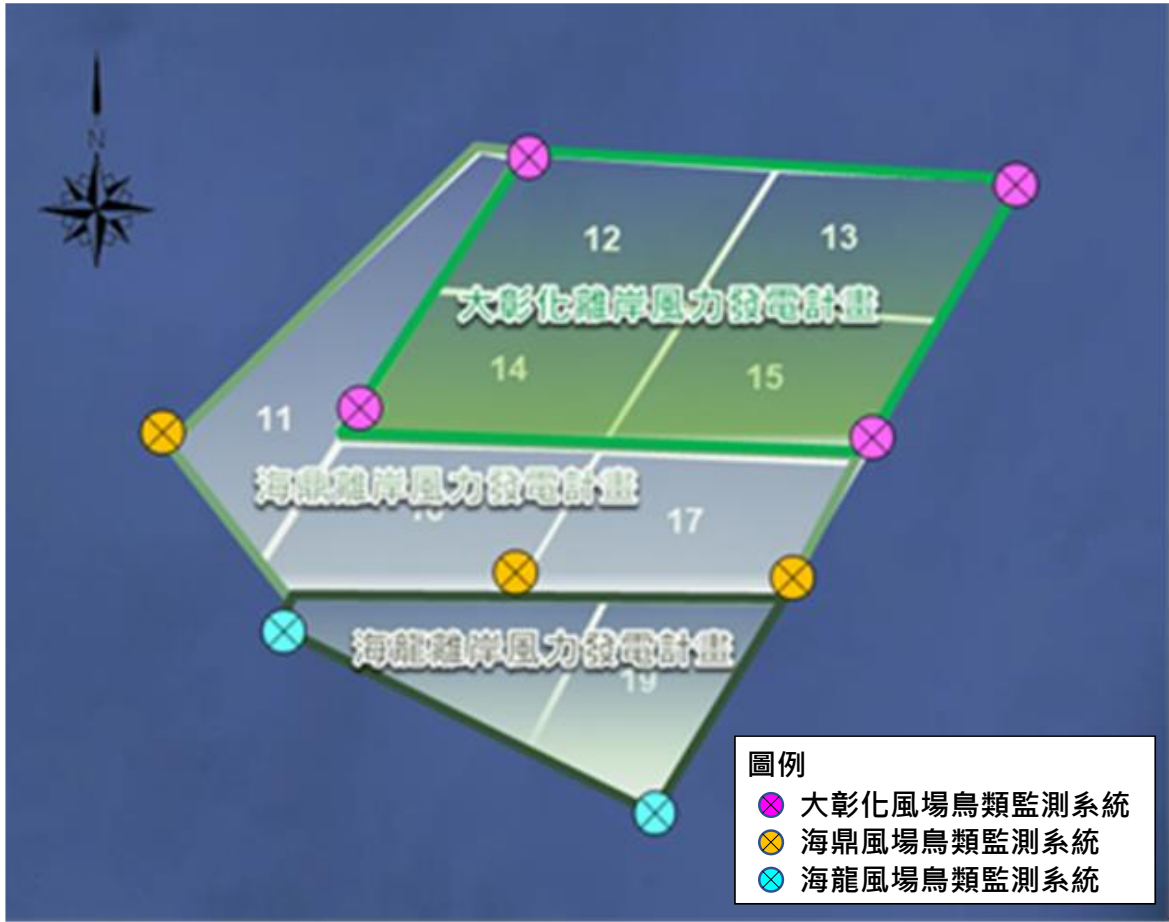


圖 1.6.2-15 海龍二號、海龍三號與相鄰風場聯合設置鳥類監測系統示意圖

| 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。 | <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>」，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)。</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</p> | <p>4.2</p> <p>4.4</p> <p>7.1</p> <p>7.2</p> | <p>4-4~8</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>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> <li>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。</li> <li>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</li> </ol> |       |     |

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

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |     |
|---------|--|-------|-----|
|         |  | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p><b>料之累積</b>，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> <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測系統，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1.7.1-1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</p> |       |     |



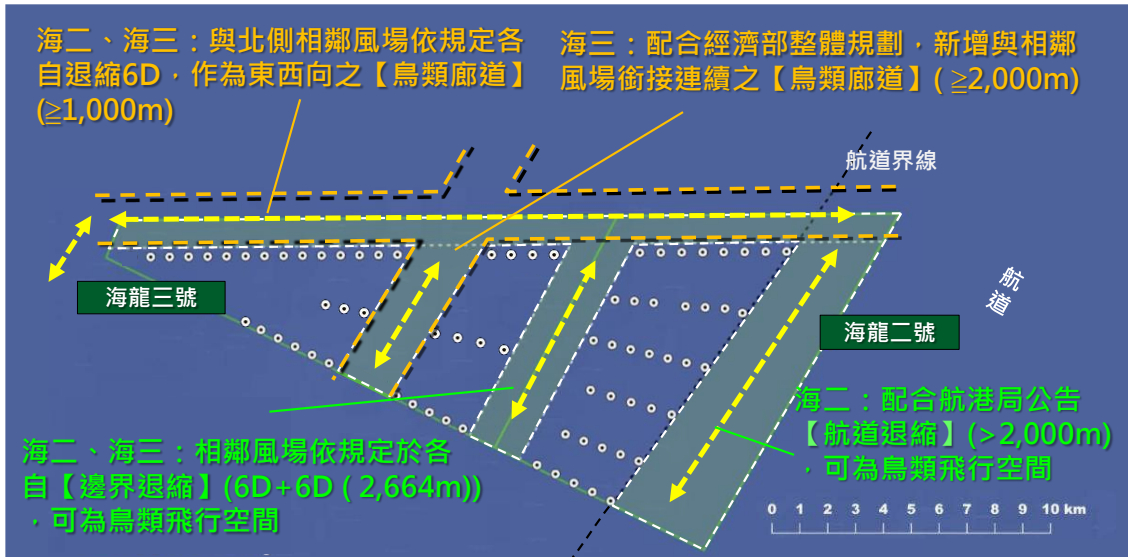


圖 1.7.1-2 海龍風場周邊鳥類飛行空間整體規劃

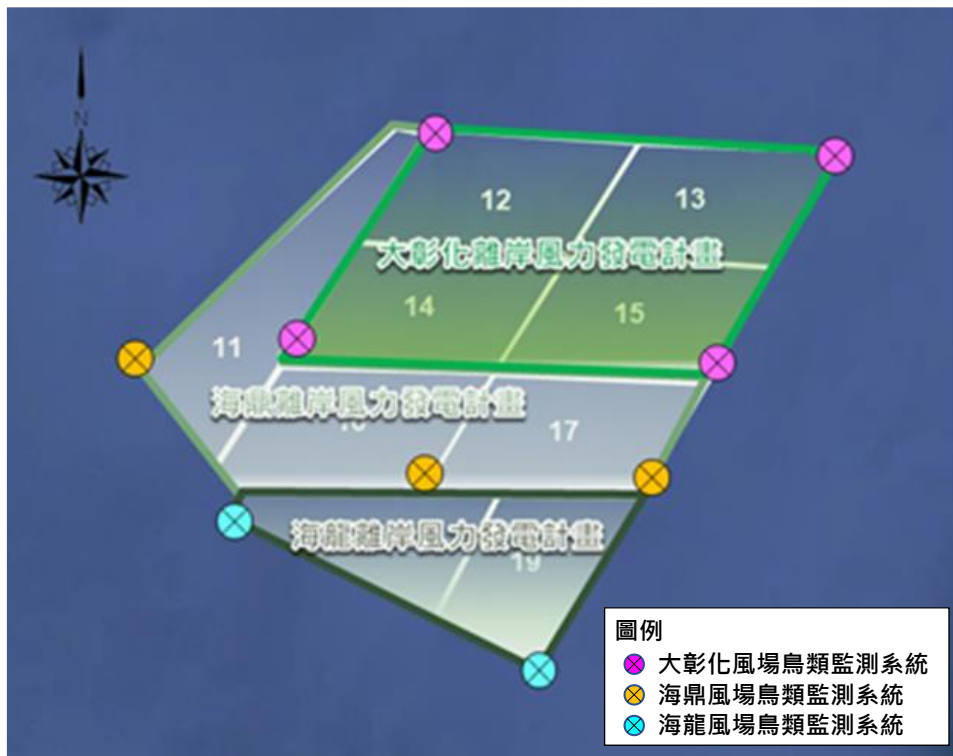


圖 1.7.1-3 本計畫與鄰近風場聯合設置鳥類監測系統示意圖



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2號(#19)與海龍3號(#18)之退縮應改到延續#16與#17等之間的飛行廊道。 | <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> | —   | —  |

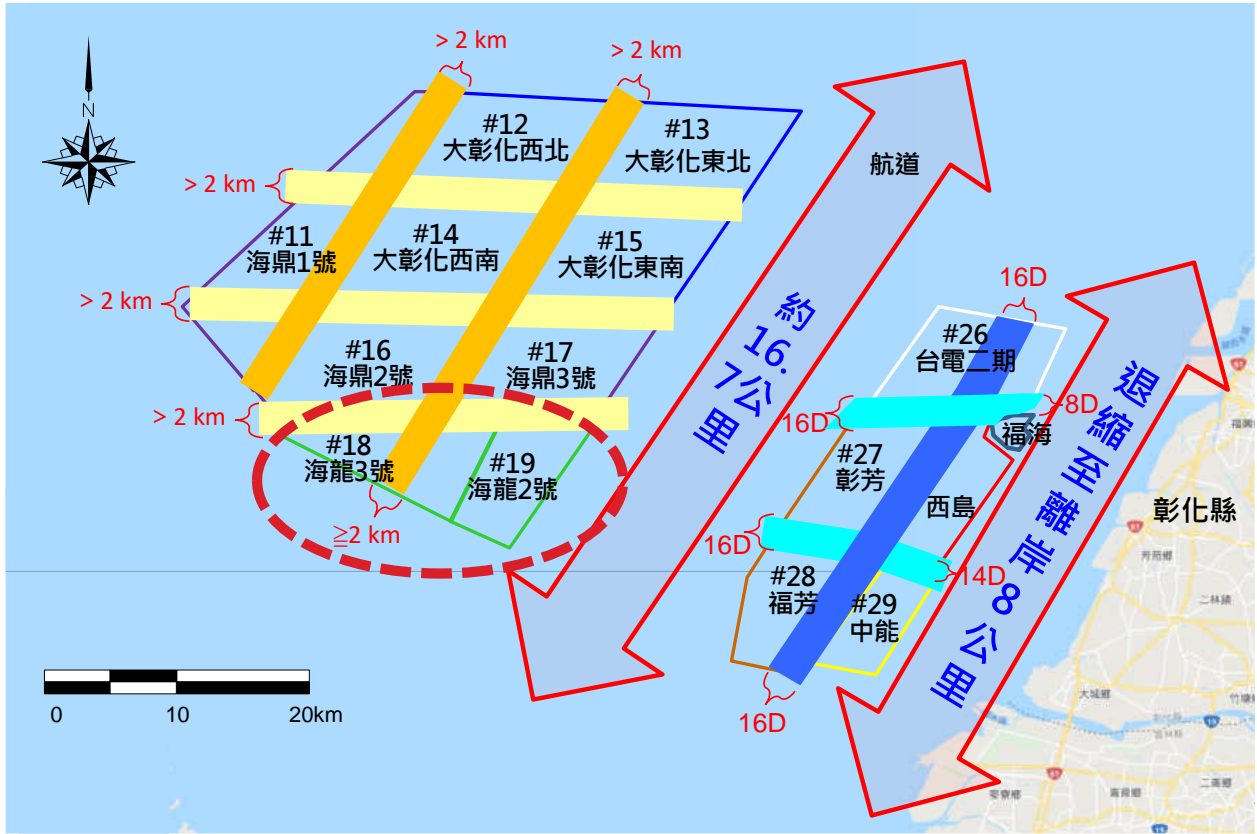


圖 1.8.1-1 海龍風場留設與鄰近風場連續之鳥類廊道

| 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1.9.1-1)，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 海龍二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>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。除海龍二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。 | 6.1.4 | 6-34~40 |

表 1.10.1.1-1 海龍二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     |
| (二)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>海龍二號風場於0.95的迴避率下，整體全年的撞擊數量估值介於228.7~275.4隻，詳表1.10.1.2-11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，海龍二號風場保育類全年的撞擊數量估值分別約為玄燕鷗29隻、白眉燕鷗99隻和鳳頭燕鷗4隻。</p> <p>(2) 15MW風機配置：0.95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24隻、白眉燕鷗82隻和鳳頭燕鷗3隻。</p> <p>2. 鳥類撞擊評估(迴避率98%)</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91.29~110.06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>3. 鳥類撞擊評估(迴避率99%)</p> <p>海龍二號風場於0.99的迴避率下，整體全年的撞擊數量估值介於45.9~55.4隻，詳表</p> | 6.1.4 | 6-40~44 |



| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>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，海龍二號風場保育類全年的撞擊數量估值分別約為玄燕鷗6隻、白眉燕鷗20隻和鳳頭燕鷗1隻。</p> <p>(2) 15MW風機配置：0.99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5隻、白眉燕鷗16隻和鳳頭燕鷗1隻。</p> |       |     |

表 1.10.1.2-1 海龍二號風機配置 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  |
| 紅領瓣足鷗  | <i>Phalaropus lobatus</i>      | <0.1              | <0.1  | <0.1              | <0.1  | <0.1              | <0.1  |
| 未知鷗類   | Charadriiformes spp.           | 33.8              | 28.8  | 13.5              | 11.5  | 6.8               | 5.8   |
| 玄燕鷗    | <i>Anous stolidus</i>          | 28.5              | 23.5  | 11.4              | 9.4   | 5.7               | 4.7   |
| 白眉燕鷗   | <i>Onychoprion anaethetus</i>  | 99.1              | 81.8  | 39.5              | 32.5  | 19.9              | 16.4  |
| 黑腹燕鷗   | <i>Chlidonias hybrida</i>      | 17.0              | 14.2  | 6.8               | 5.7   | 3.4               | 2.9   |
| 燕鷗     | <i>Sterna hirundo</i>          | 7.9               | 6.6   | 3.1               | 2.6   | 1.7               | 1.4   |
| 鳳頭燕鷗   | <i>Thalasseus bergii</i>       | 3.5               | 2.9   | 1.4               | 1.2   | 0.7               | 0.5   |
| 未知燕鷗   | Sterninae spp.                 | 85.5              | 70.9  | 34.2              | 28.3  | 17.2              | 14.2  |
| 家燕     | <i>Hirundo rustica</i>         | 0.1               | 0.1   | 0.1               | 0.1   | 0.1               | 0.1   |
| 合計     |                                | 275.4             | 228.7 | 110.1             | 91.3  | 55.4              | 45.9  |

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

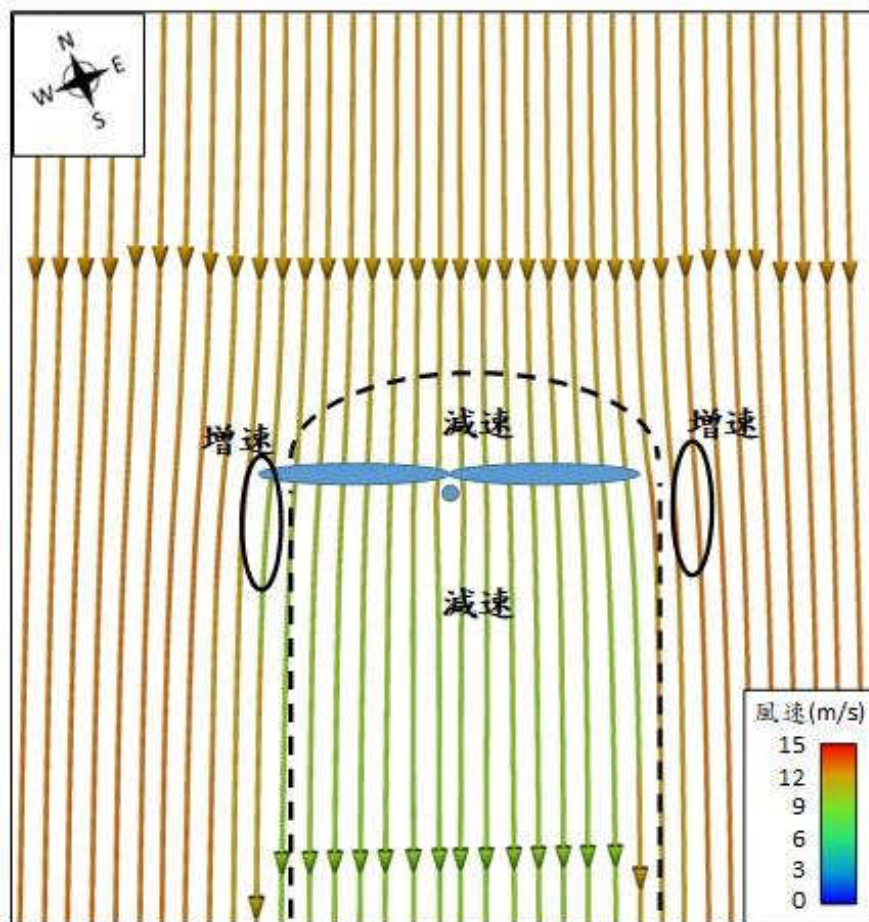


圖 1.10.2-1 風機沿扇葉中心高度之水平剖面流場分布圖

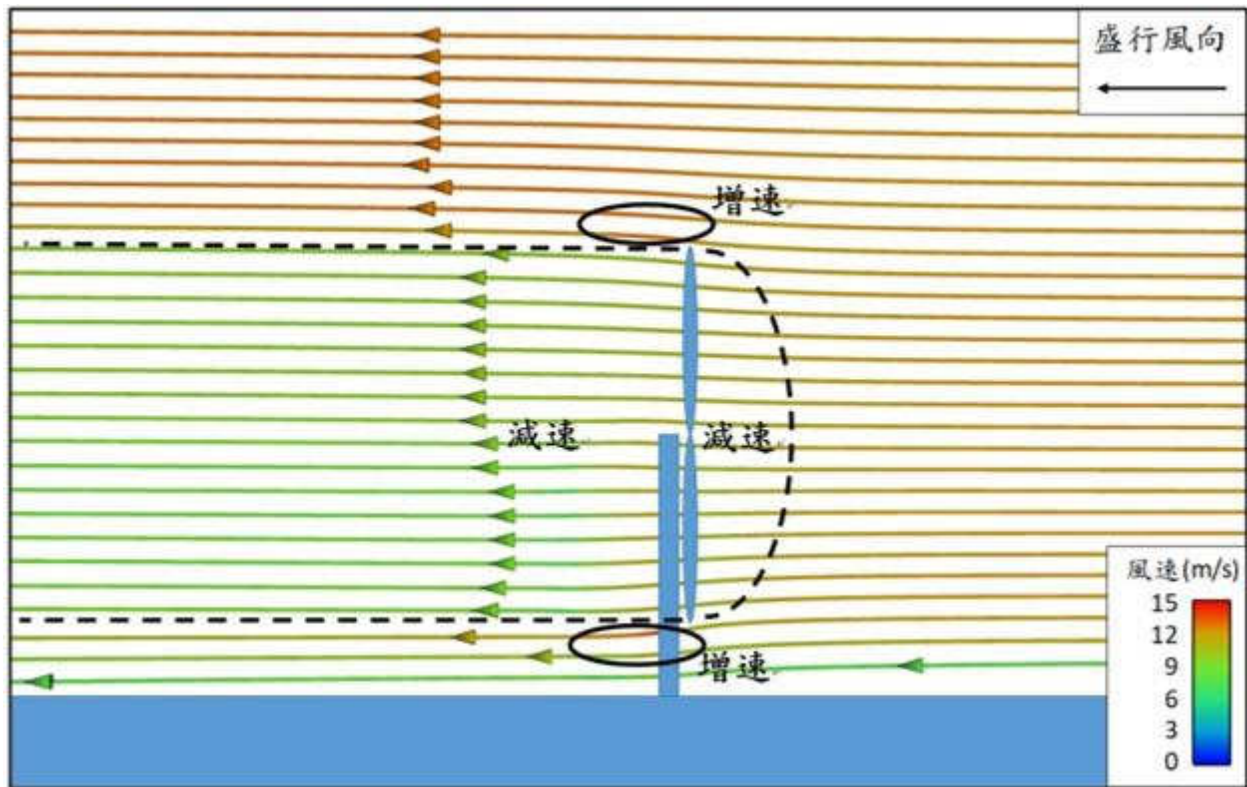


圖 1.10.2-2 風機沿盛行風向之垂直剖面流場分布圖

| 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</p> | —   | —  |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>風場海域地質環境狀況，說明如下：</p> <p>1. 海域地形</p> <p>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12.3-1。</p> <p>2. 海域地</p> <p>(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。</p> <p>(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12.3-2及圖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</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> |       |     |

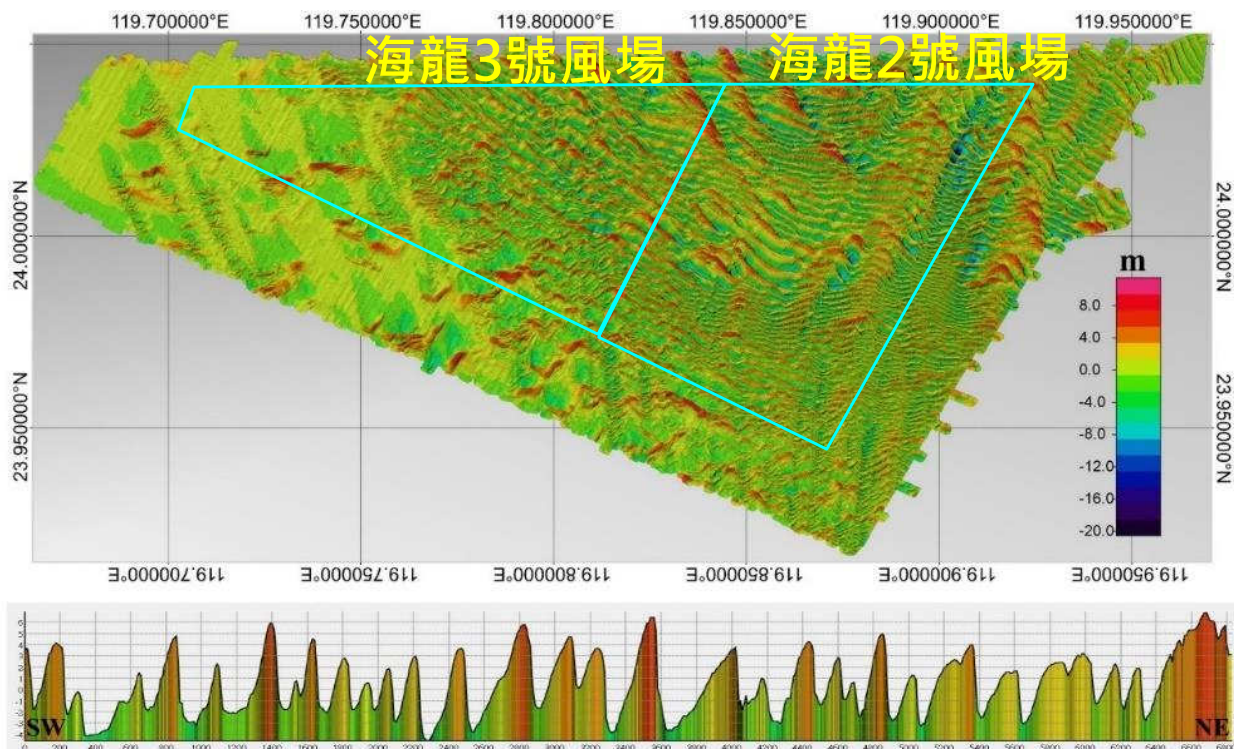


圖 1.10.3-1 海底地形圖

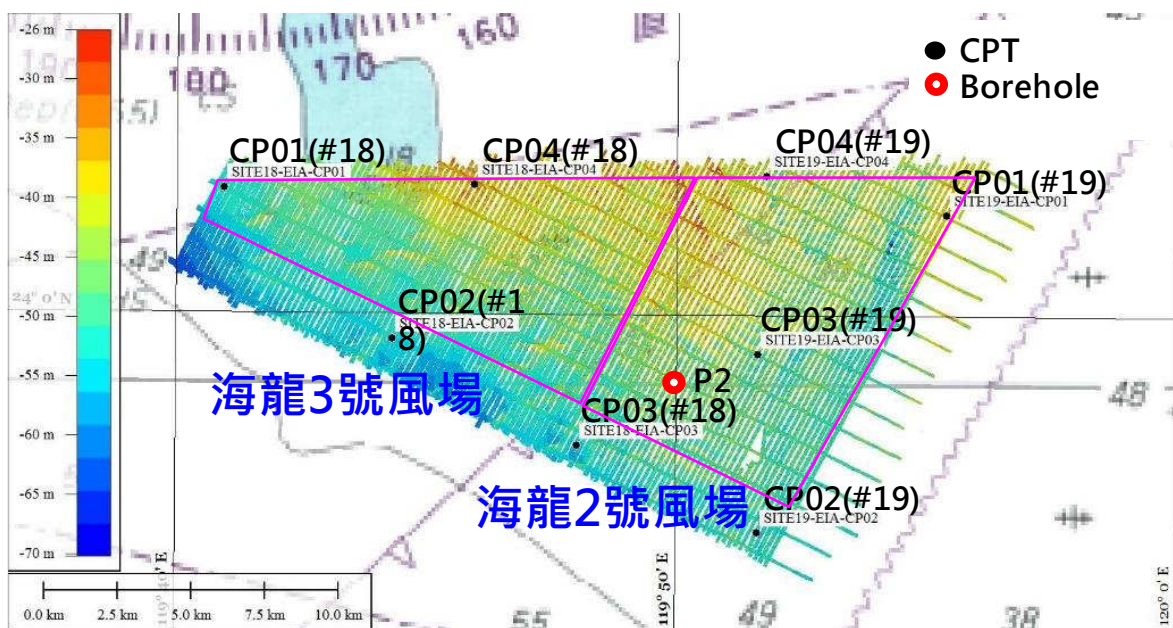


圖 1.10.3-2 地質鑽孔位置圖

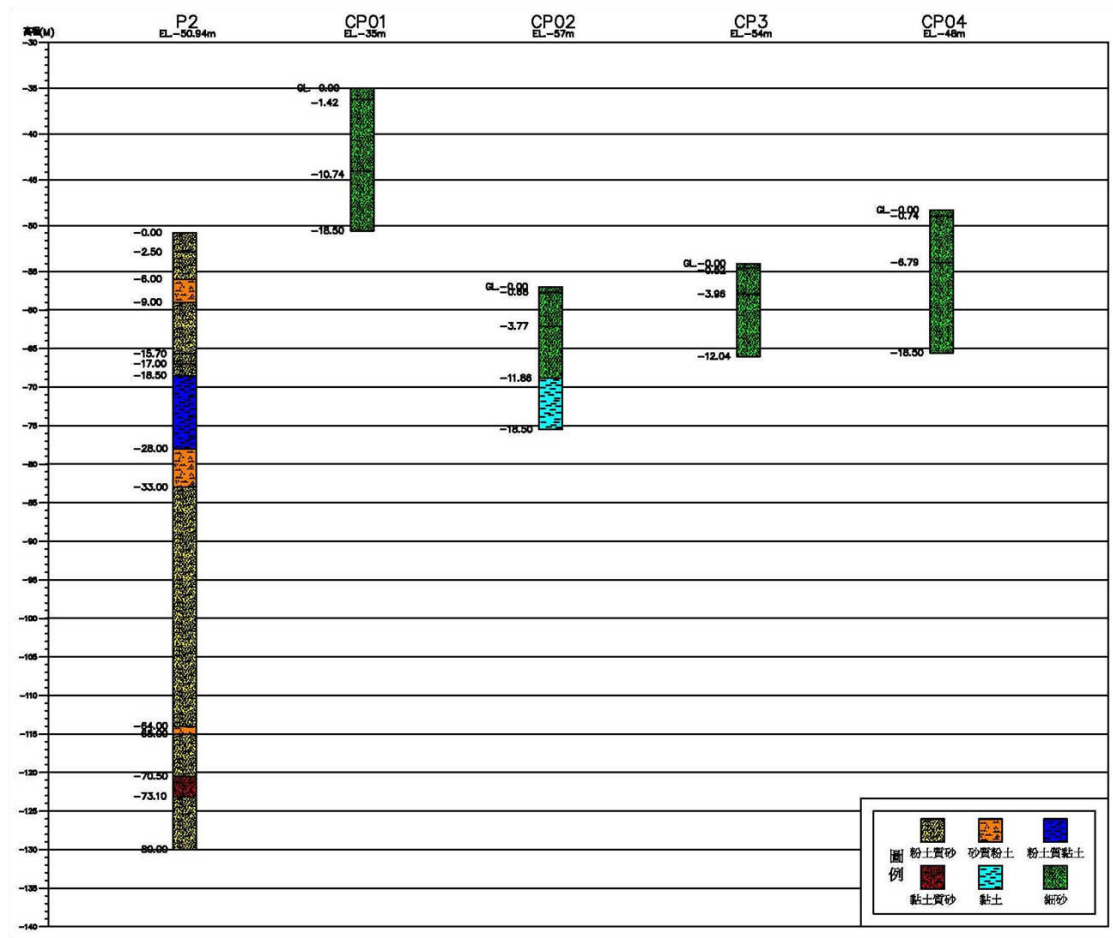


圖 1.10.3-3 地層地質柱狀圖

| 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,<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1.11.1-1)</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%,<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。</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</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>劃，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1.11.1-1)，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</li> </ol> |       |     |

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

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

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>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>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1.11.1-14)。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</p> |       |     |

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

| 審查意見 | 答覆說明   | 修訂處 |    |
|------|--|-----|----|
|      |  | 章節  | 頁次 |
|      | <p>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> |     |    |

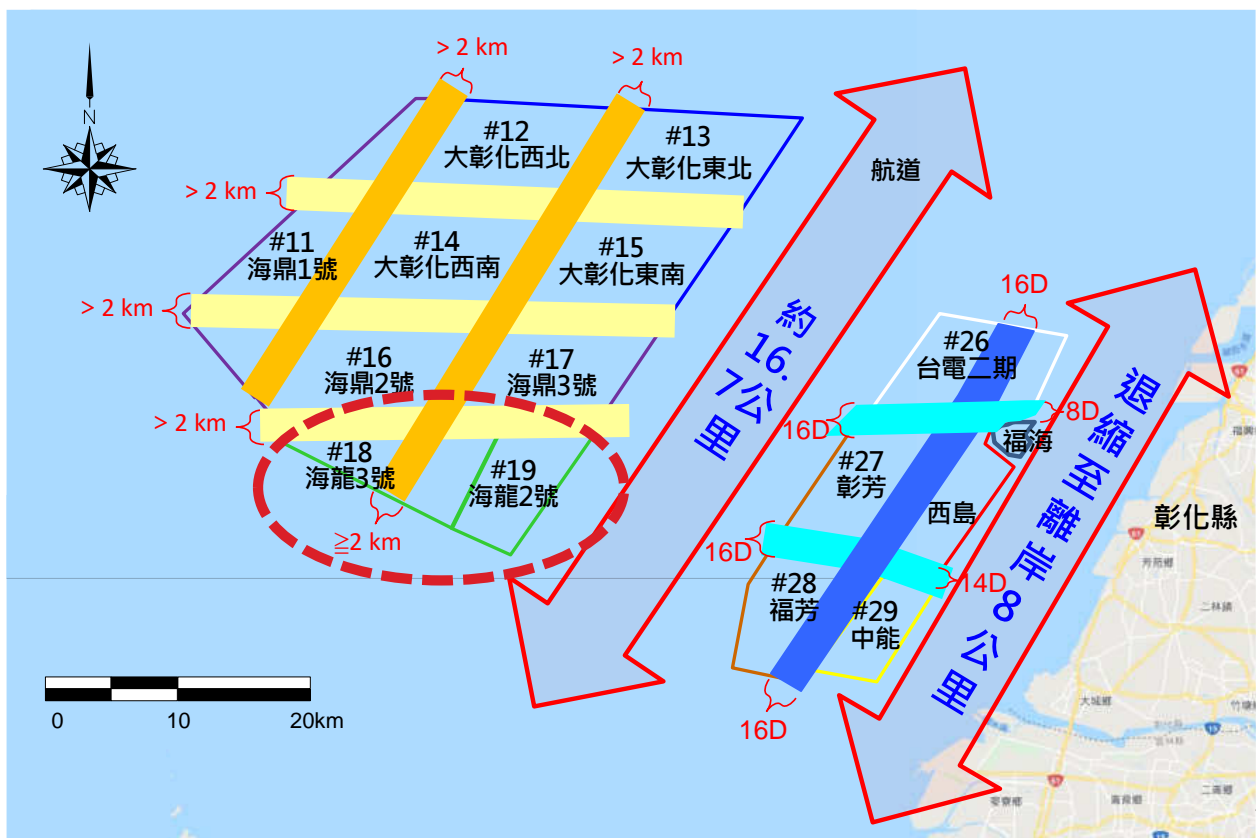
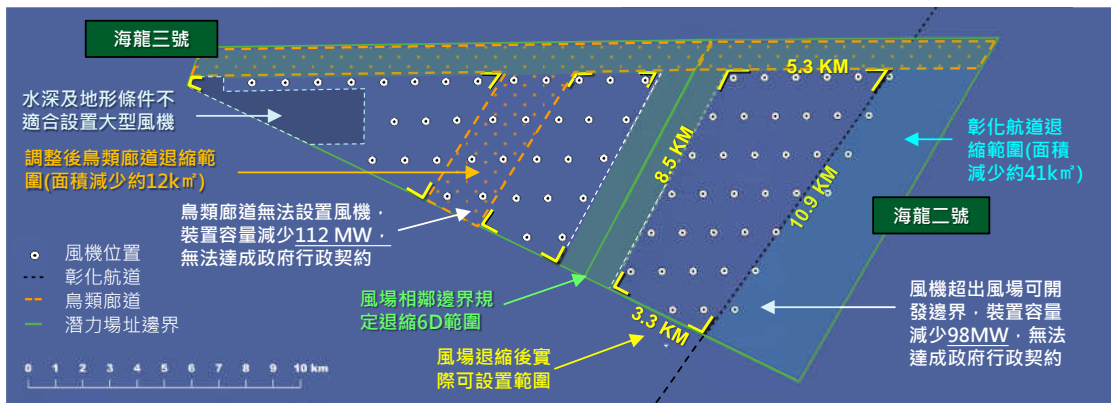
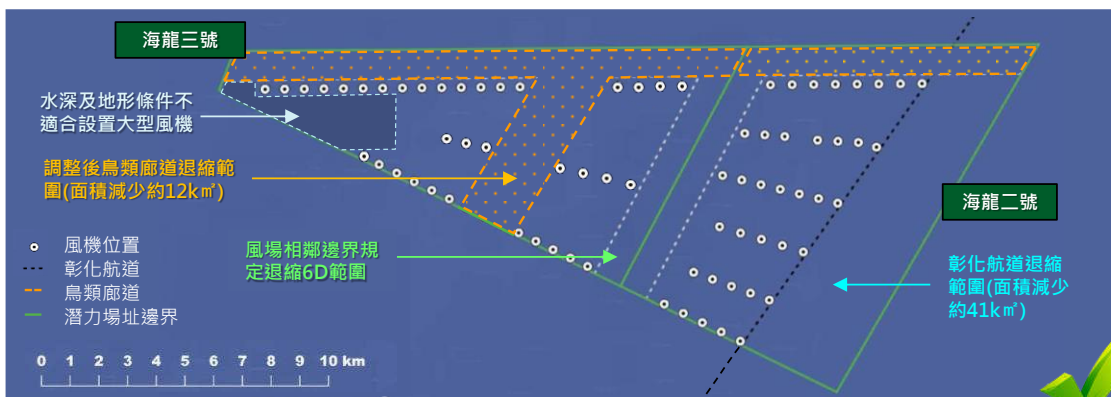


圖 1.11.1-1 海龍風場留設與鄰近風場連續之鳥類廊道



|      |               |      |                                       |
|------|---------------|------|---------------------------------------|
| 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 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

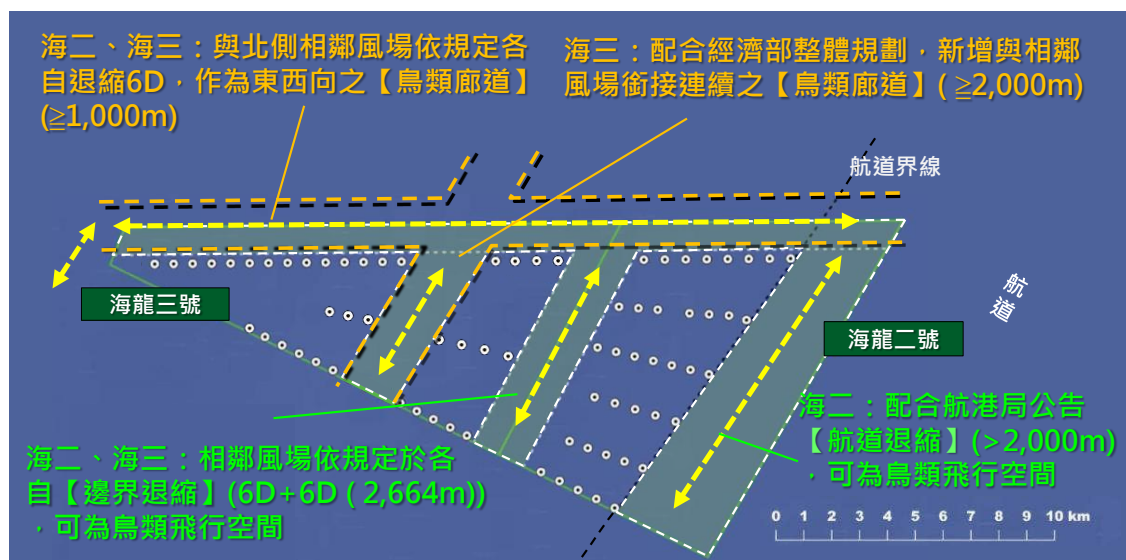


圖 1.11.1-3 海龍風場周邊鳥類飛行空間整體規劃



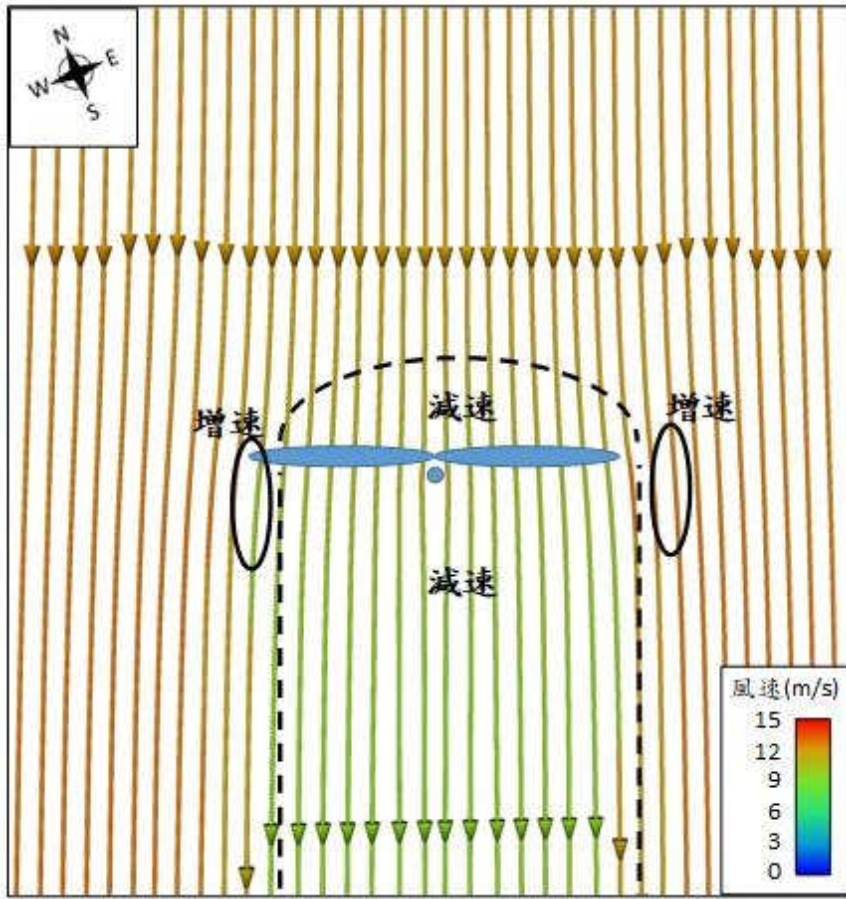


圖 1.11.1-4 風機沿扇葉中心高度之水平剖面流場分布圖

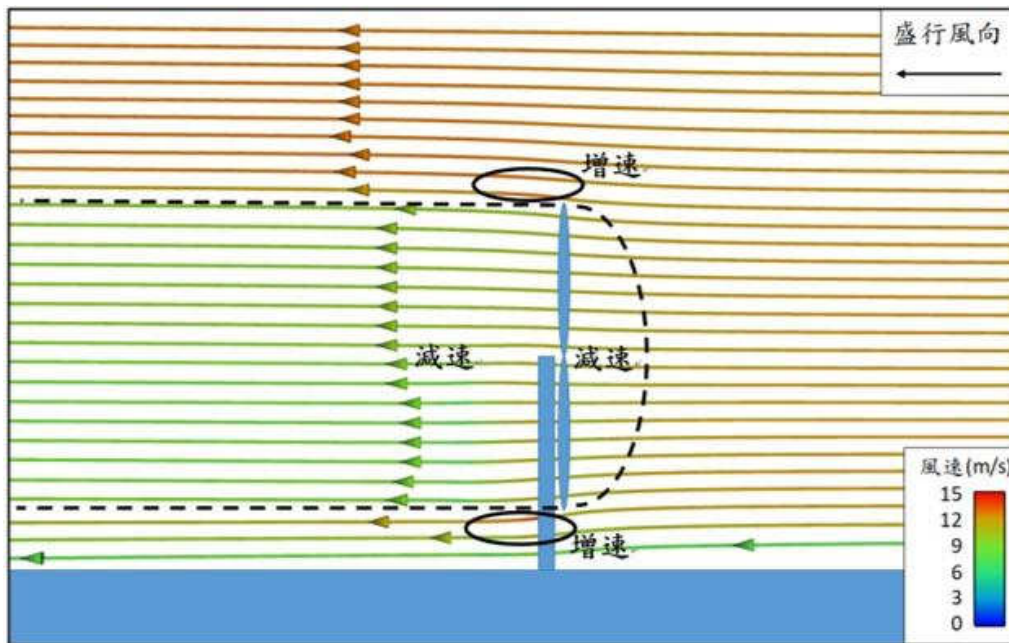


圖 1.11.1-5 風機沿盛行風向之垂直剖面流場分布圖

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) (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。

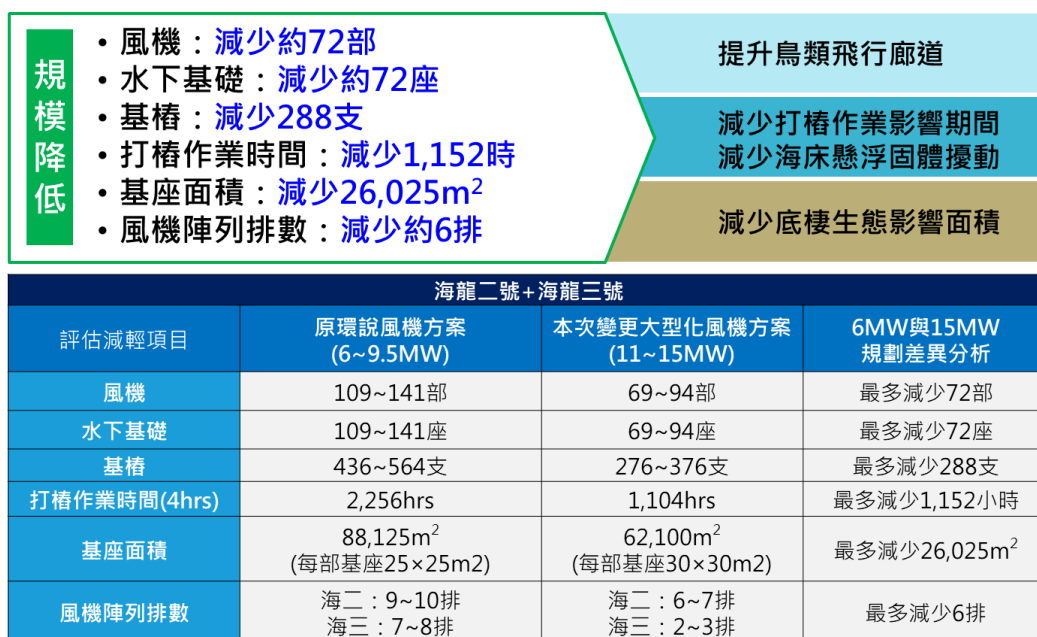


圖 1.11.1-6 海龍二號及三號風場原環評及本次變更規劃差異分析

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>        |

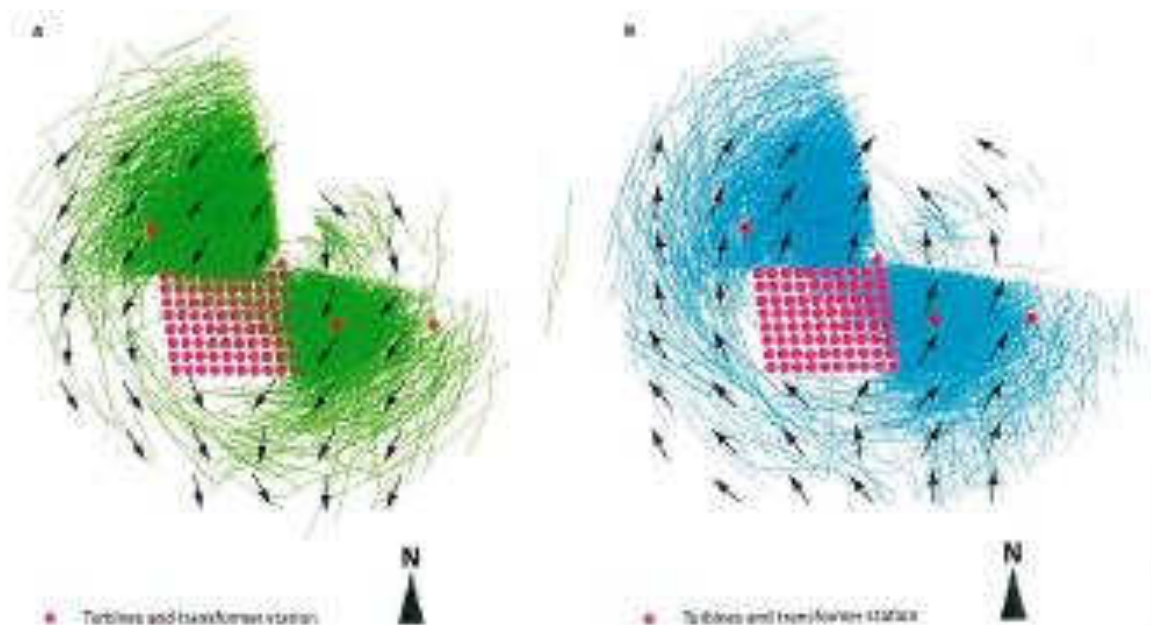


圖 1.11.1-7 丹麥 Horns Rev 風場(間距約 560 公尺) 鳥類飛行路徑紀錄(營運期間)

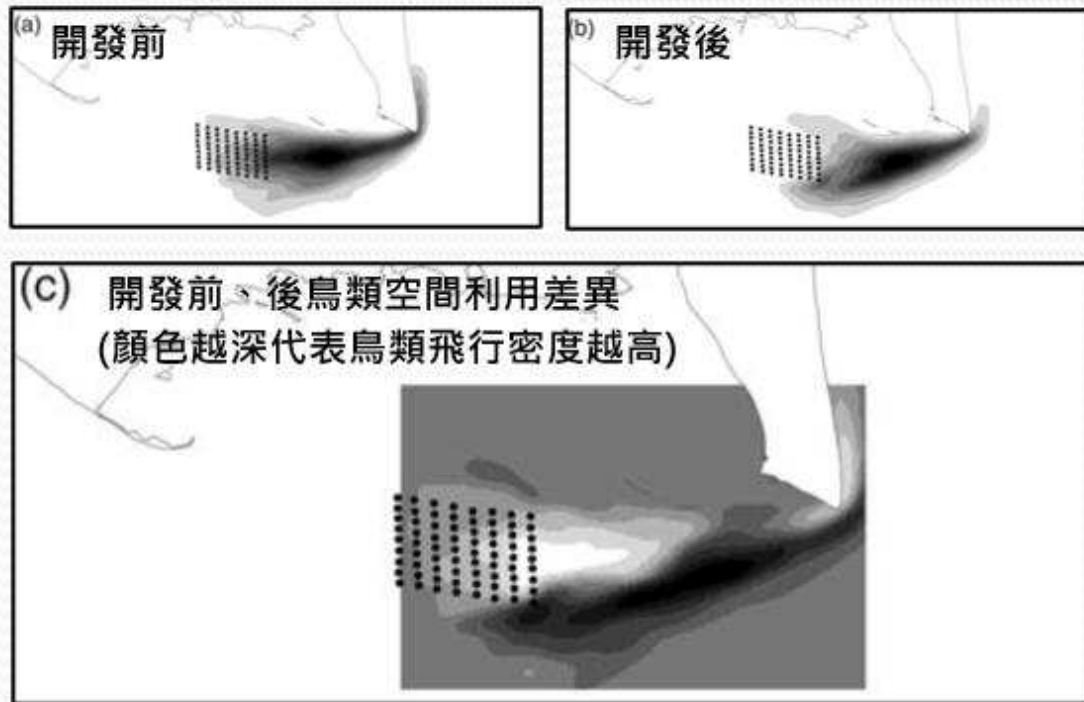


圖 1.11.1-8 丹麥 Nysted 風場(間距約 500 ~ 850 公尺)開發前後鳥類飛行密度紀錄(施工前、營運期間)

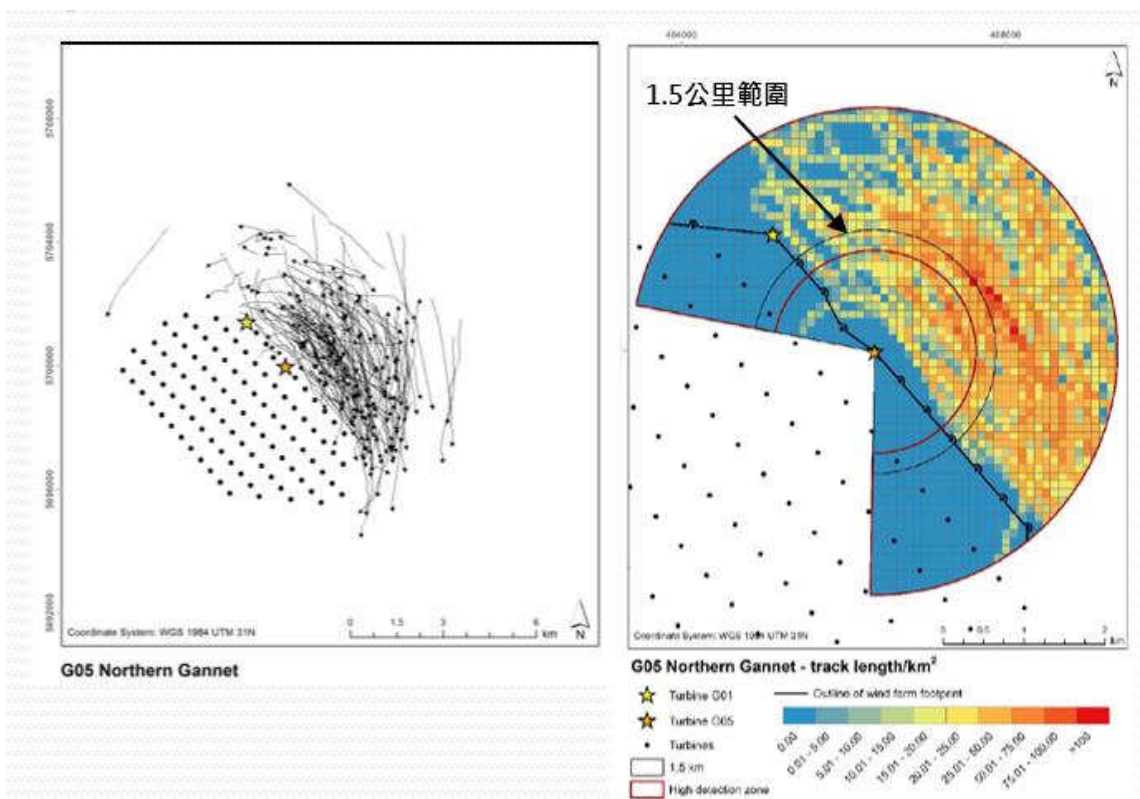
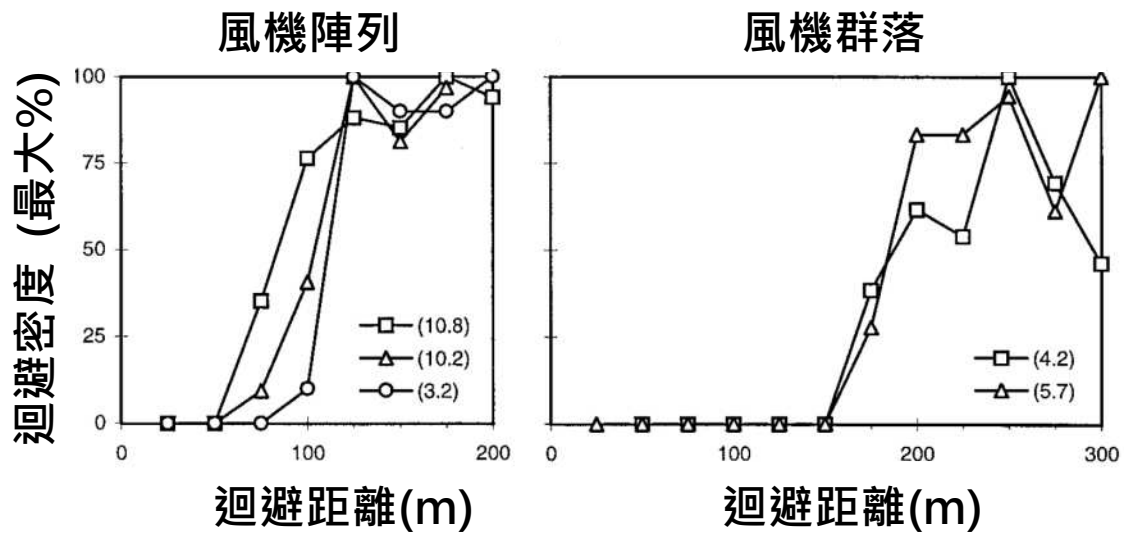


圖 1.11.1-9 英格蘭 Thanet 風場(間距約 500 ~ 800 公尺)鳥類飛行路徑及飛行密度紀錄(營運期間)



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

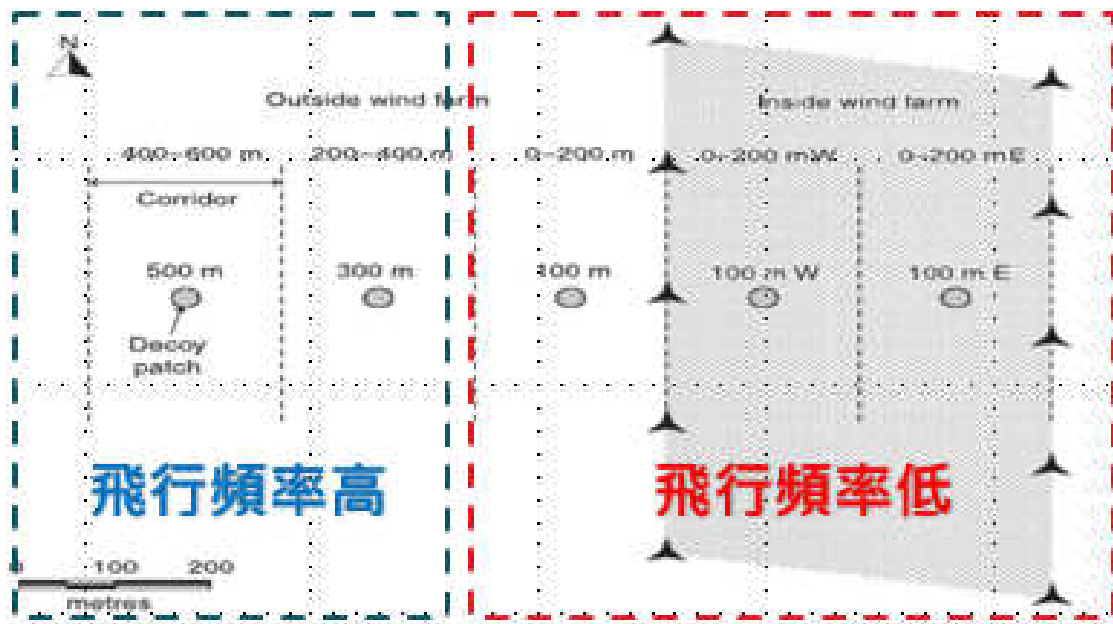


圖 1.11.1-11 丹麥 Tunø Knob 風場(間距約 200~400 公尺)鳥類與西側風機排觀測飛行頻率分布(營運期間)

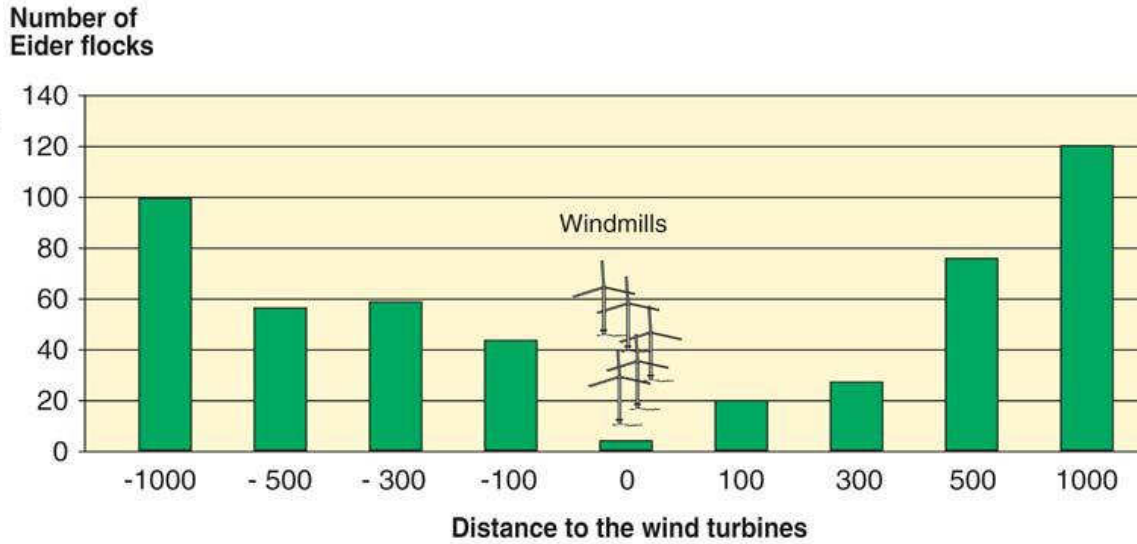


圖 1.11.1-12 瑞典 Yttre Stengrund 風場(間距約 400 ~ 500 公尺) 鳥類與風機最近距離累積飛行頻率分佈(營運期間)

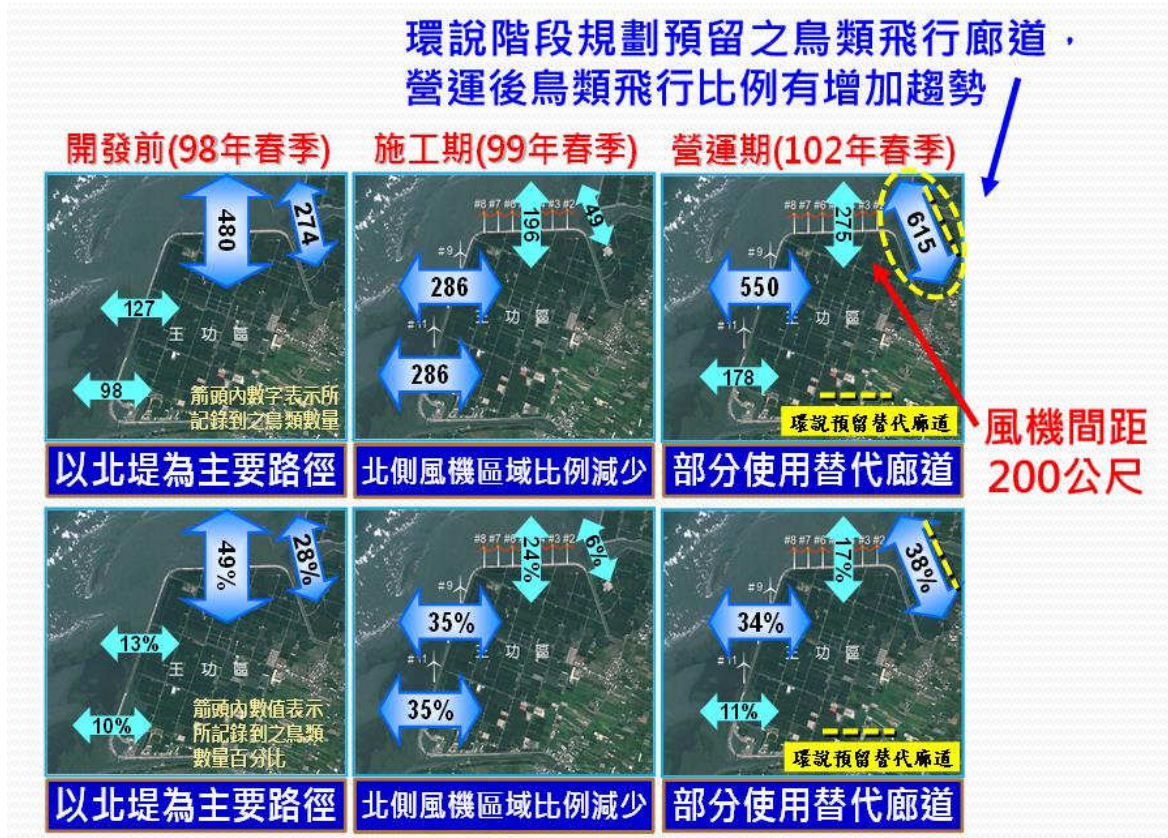
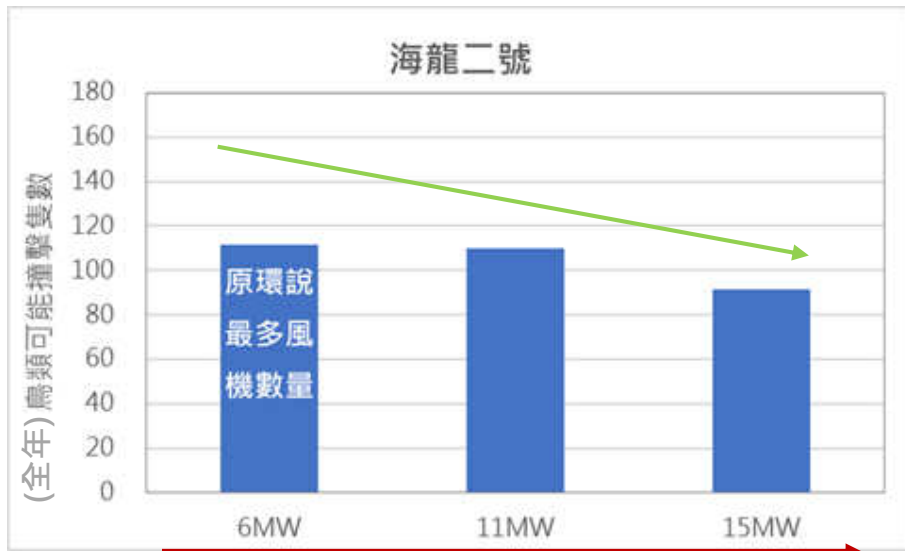
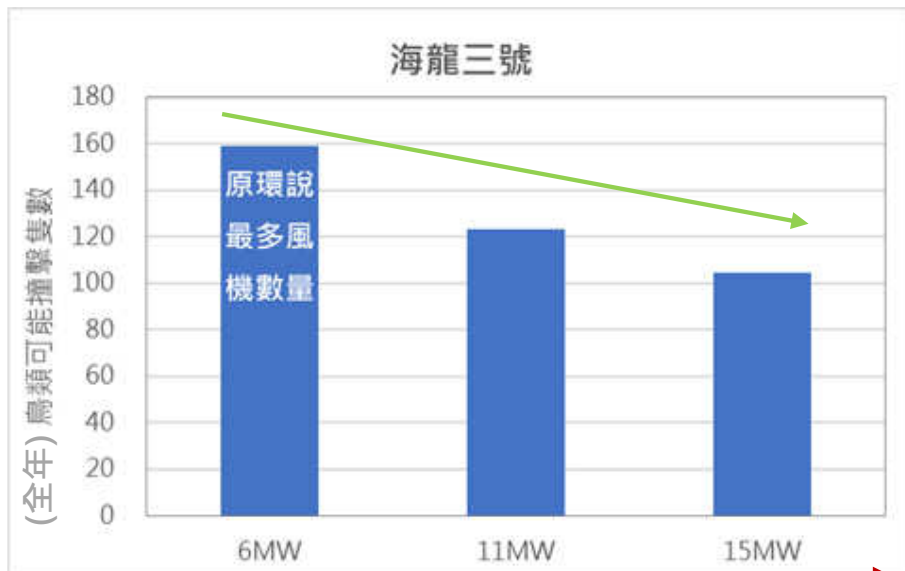


圖1.11.1-13 王功風力發電站(北側間距約200公尺)開發前後鳥類飛行路徑(施工前、施工期間、營運期間)



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

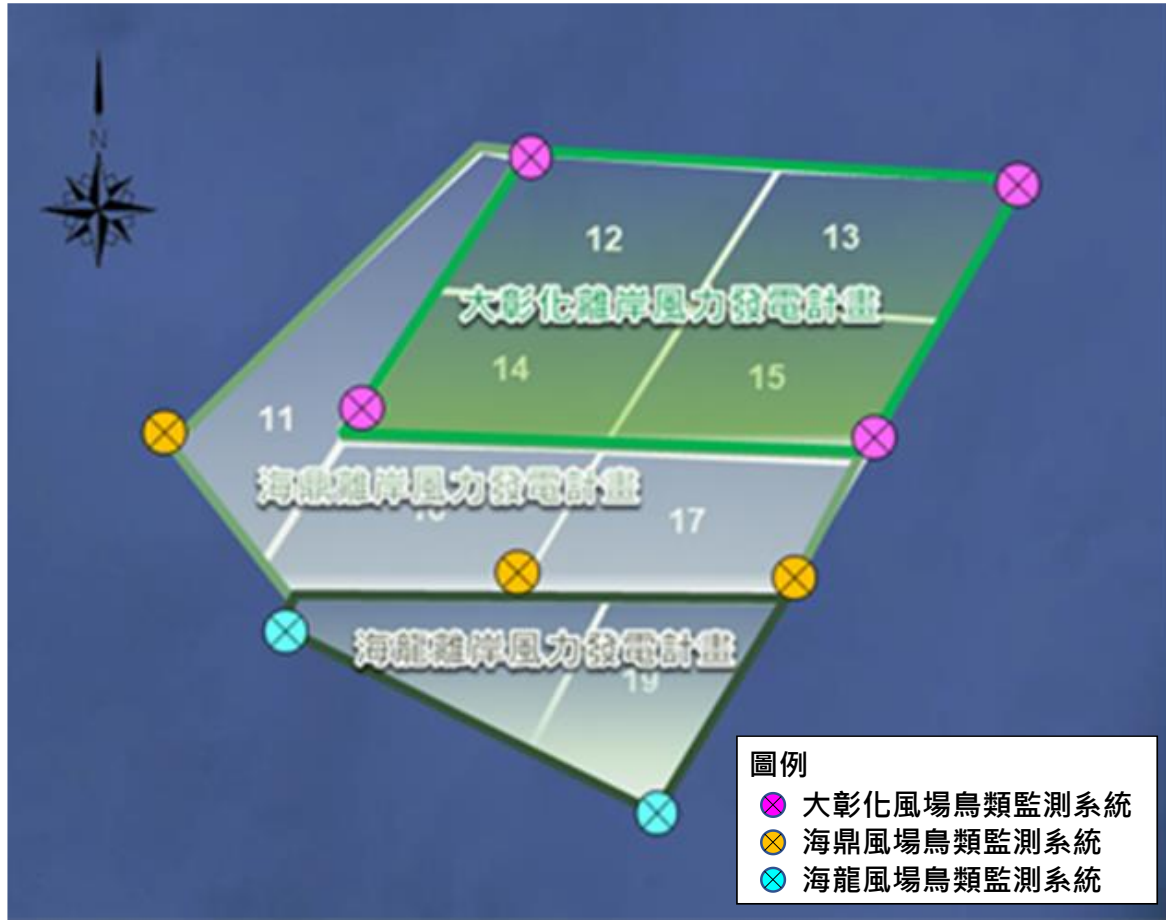


圖 1.11.1-15 海龍二號、海龍三號與相鄰風場聯合設置鳥類監測系統示意圖

| 審查意見                                | 答覆說明  | 修訂處 |         |
|-------------------------------------|---|-----|---------|
|                                     |   | 章節  | 頁次      |
| <b>1.12、孫委員振義</b>                   |   |     |         |
| 一、全案觀測、監測資料建議在網路平台開放即時數據與歷史資料供各界參考。 | 遵照辦理。分列說明如下：<br>(一) 本計畫環境影響說明書及環境影響差異分析報告之調查資料均已公開在行政院環境保護署「環評書件查詢系統」，供大眾參閱。<br>(二) 本計畫於施工前、施工期間及營運期間確實執行環境監測計畫，監測項目包含空氣品質、噪音振動、海域水質、水下噪音(含鯨豚聲學監測)、海域生態(潮間帶、亞潮帶、水下攝影、漁業資源調查、鯨豚生態調查)、鳥類生態(海上鳥類船隻目視調查、海岸鳥類目視調查、鳥類雷達調查、鳥類繫放衛星定位追蹤)、陸域生態(動物生態、植物生 | 7.2 | 7-14~16 |



| 審 查 意 見                                       | 答 覆 說 明   | 修 訂 處                            |  |
|---|---|----------------------------------|--|
|   |   | 章 節                              | 頁 次  |
|   | <p>態)及文化資產(陸域文化資產判釋、水下文化資產判釋、陸域施工考古監看)等，監測結果將確實納入監測季報，並將公布於開發單位網站上供大眾參閱，以達資訊公開。</p> <p>(三) 行政院環境保護署已建置「原始數據共享倉儲系統」，本計畫後續將依規定將監測結果上傳至「原始數據共享倉儲系統」，達成蒐集長期環境監測數據，瞭解開發行為對於環境之影響趨勢等目標。</p>   |                                  |  |
| <p>二、建議將「鳥類繫放衛星追蹤」與「雷達調查分析」均納入承諾事項，兩項均施作。</p> | <p>遵照辦理。本計畫「鳥類繫放衛星定位追蹤」及「鳥類雷達調查」均分別納入環境保護對策及監測計畫，後續將確實執行，說明如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 環境保護對策 <p>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<b>彰化海岸的鳥類繫放衛星追蹤</b>，以衛星追蹤器進行候鳥的遷移路線確認。</p> </li> <li>2. 規劃階段將進行一次<b>澎湖群島燕鷗之繫放衛星定位追蹤監測</b>，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> <li>3. 營運期間海龍案(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<b>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</b>，以觀測鳥類活動情形。三開發集團亦將<b>共享監測結果，以分析不同方向之鳥類活動情形</b>，初步規劃可能設置位置示意圖詳圖1.12.2-1，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。</li> <li>4. 環境監測計畫 <p>海龍二號、三號風場將於施工前執行<b>鳥類雷達調查、鳥類繫放衛星定位追蹤</b>，以蒐集施工前環境背景資料，詳表1.12.2-1所示。</p> </li> </ol> | <p>4.4</p> <p>7.1</p> <p>7.2</p> | <p>4-21</p> <p>4-28~29</p> <p>4-31~35</p> <p>7-3</p> <p>7-11~12</p> <p>7-14~16</p> |

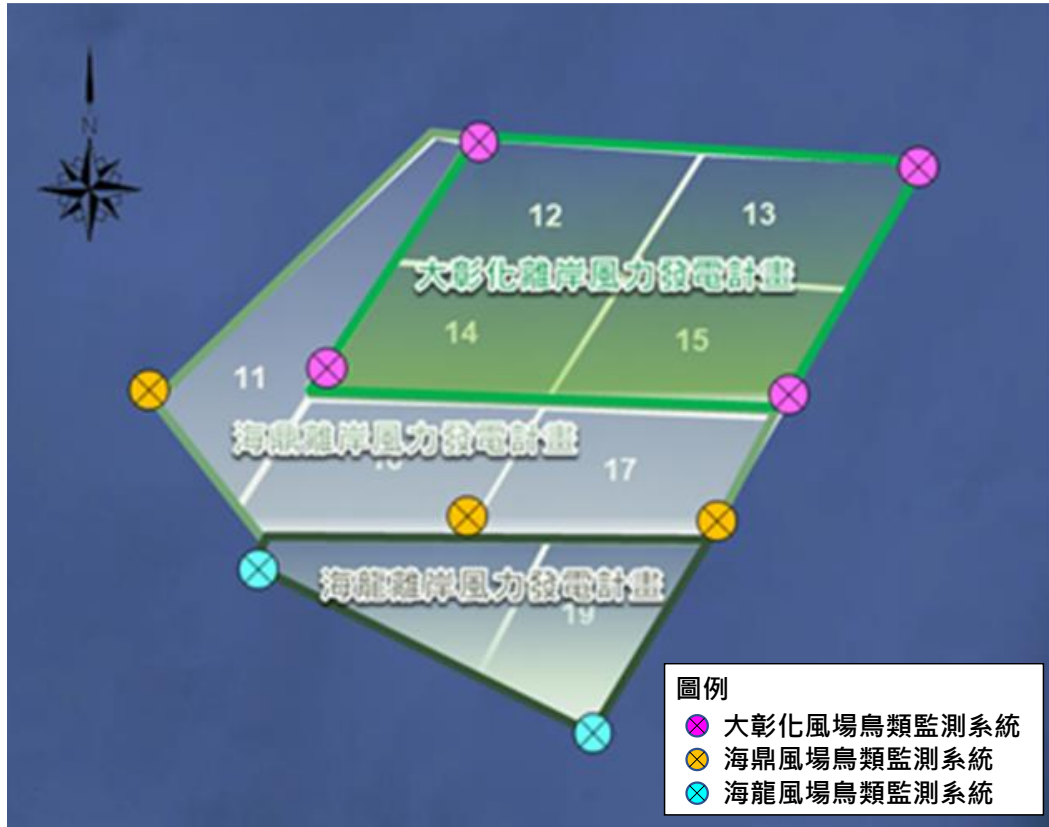


圖 1.12.2-1 本計畫與鄰近風場聯合設置鳥類監測系統示意圖

表 1.12.2-1 施工前鳥類雷達調查、鳥類繫放衛星定位追蹤監測計畫表

| 類別   | 監測項目       |                              | 地點                   | 頻率   |
|------|------------|------------------------------|----------------------|--|
| 鳥類生態 | 鳥類雷達調查     | 鳥類雷達調查<br>(24HR/垂直及<br>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<br>季 6 日次，冬季每季 1 日次 |
|      |            | 搭配鳥類目視<br>調查                 |                      | 每年進行 8 日次調查<br>其中春、秋季每季 3 日次，夏、冬<br>季每季 1 日次                       |
|      | 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                 |
| 三、圖1.1-13中漏了圖例，請修正。 | 遵照辦理。已於「本計畫與鄰近風場聯合設置鳥類監測系統示意圖」增加圖例，詳圖1.12.3-1所示。 | 4.4<br>7.1 | 4-28~29<br>7-11~12 |

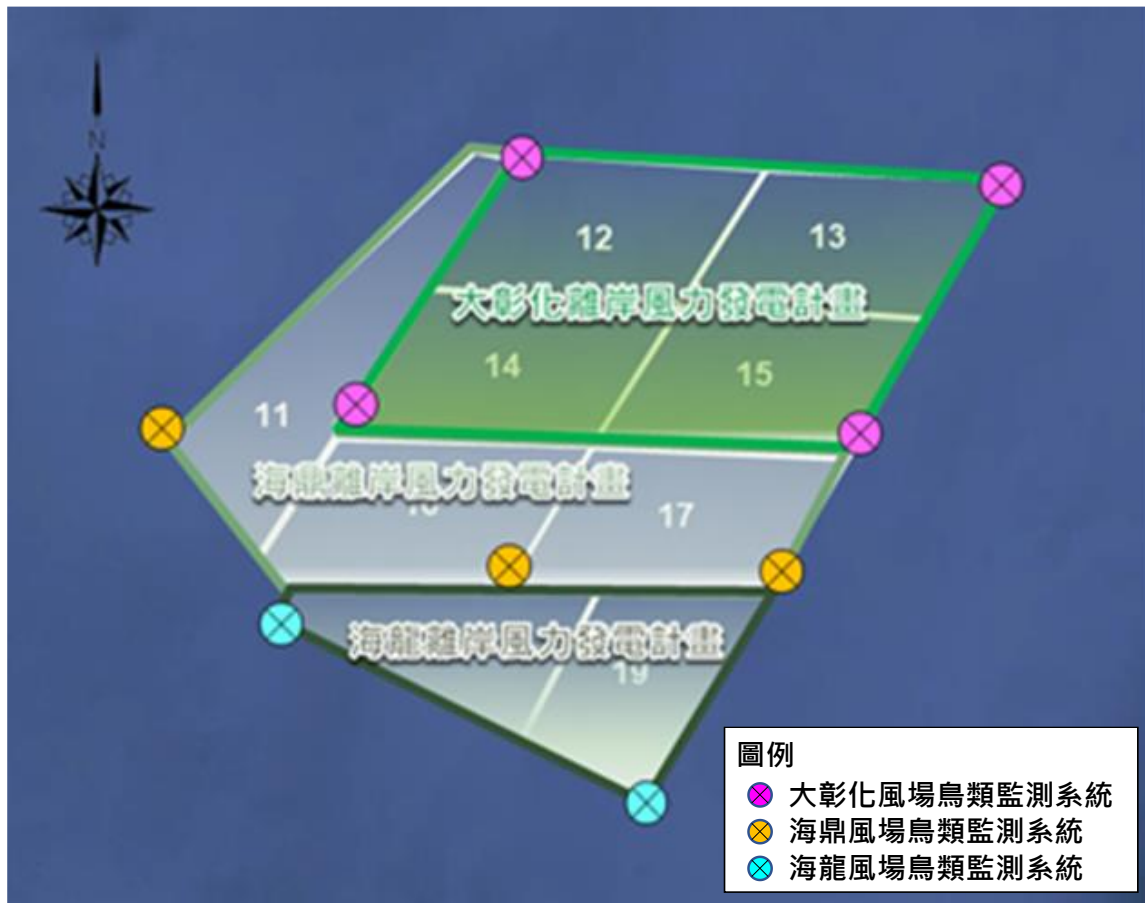


圖 1.12.3-1 本計畫與鄰近風場聯合設置鳥類監測系統示意圖

| 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。 | <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。</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，</p> | 7.2 | 7-14 |

| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|---------|---|-------|-----|
|         |   | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>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 | 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  |
| <p>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。</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。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。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。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</p> | <p>4.2<br/>6.1.4<br/>4.4<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>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>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</li> </ol> |       |     |



| 審 查 意 見 | 答 覆 說 明  | 修 訂 處 |     |
|---------|--|-------|-----|
|         |  | 章 節   | 頁 次 |
|         | <p>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2.1.3-1)。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</p> |       |     |

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

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

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

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

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

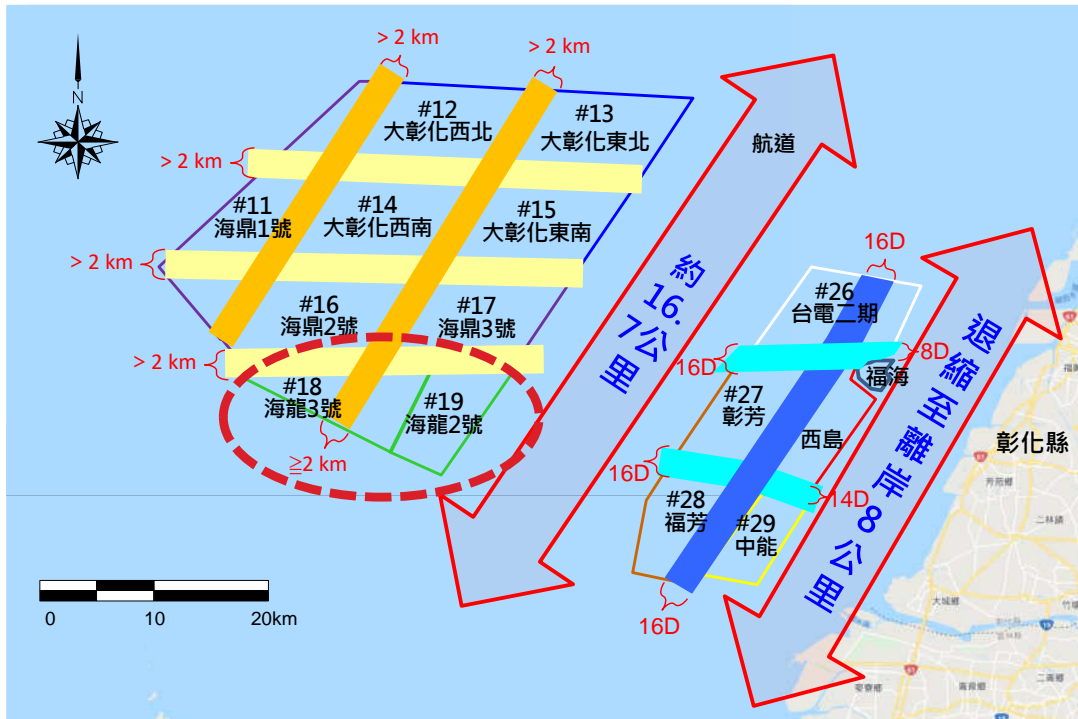
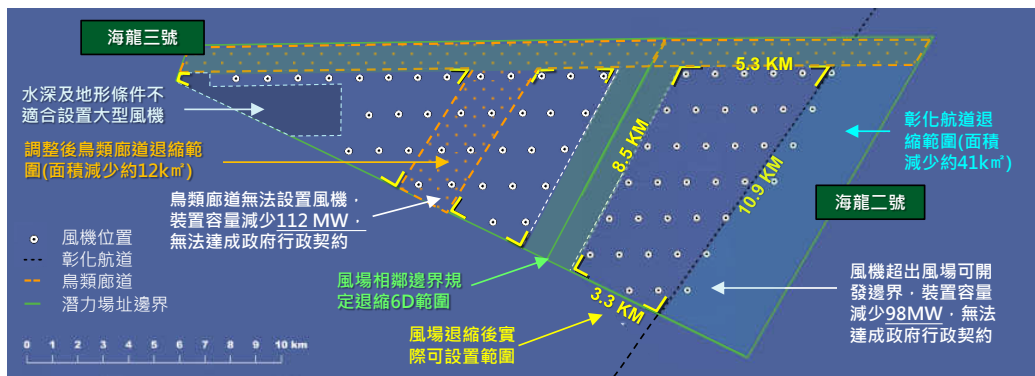
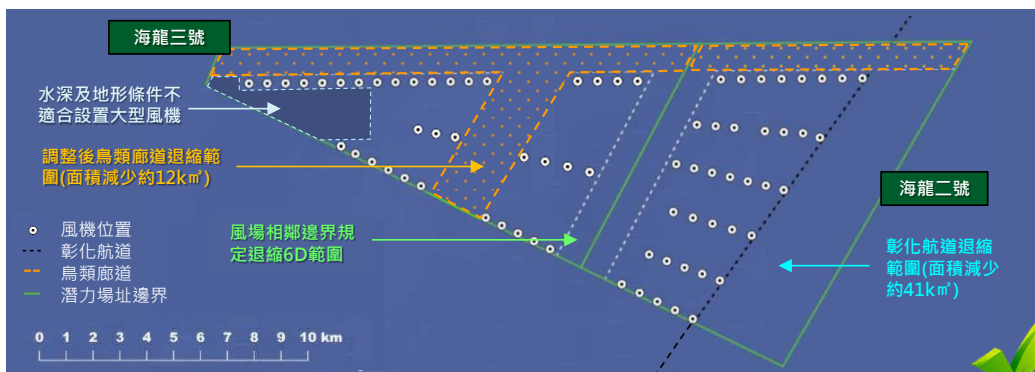


圖 2.1.3-1 海龍風場留設與鄰近風場連續之鳥類廊道



|      |               |      |                                       |
|------|---------------|------|---------------------------------------|
| 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

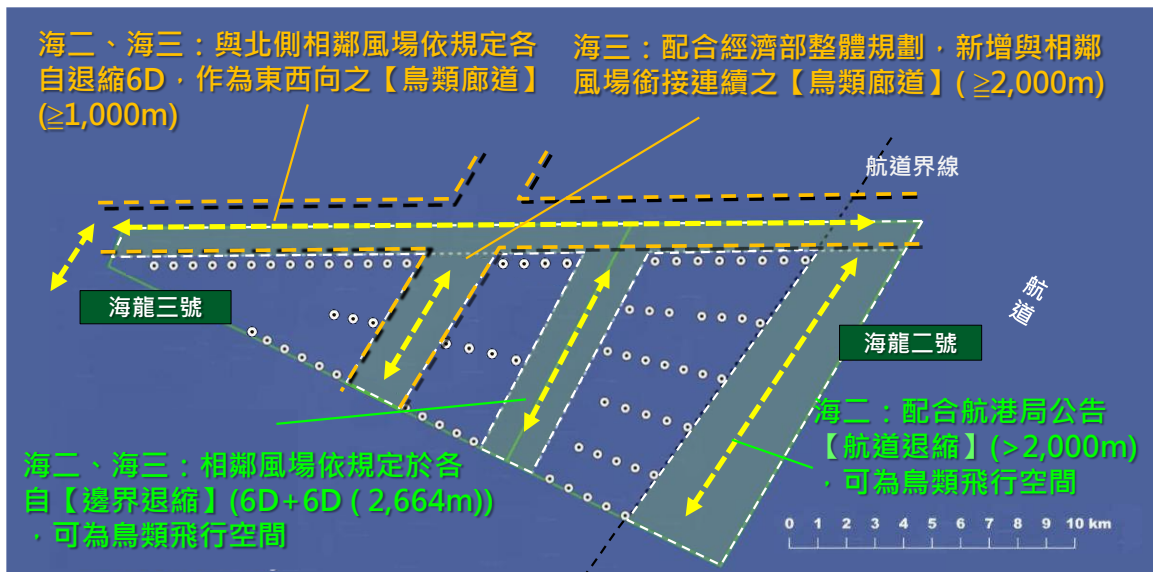


圖 2.1.3-3 海龍風場周邊鳥類飛行空間整體規劃

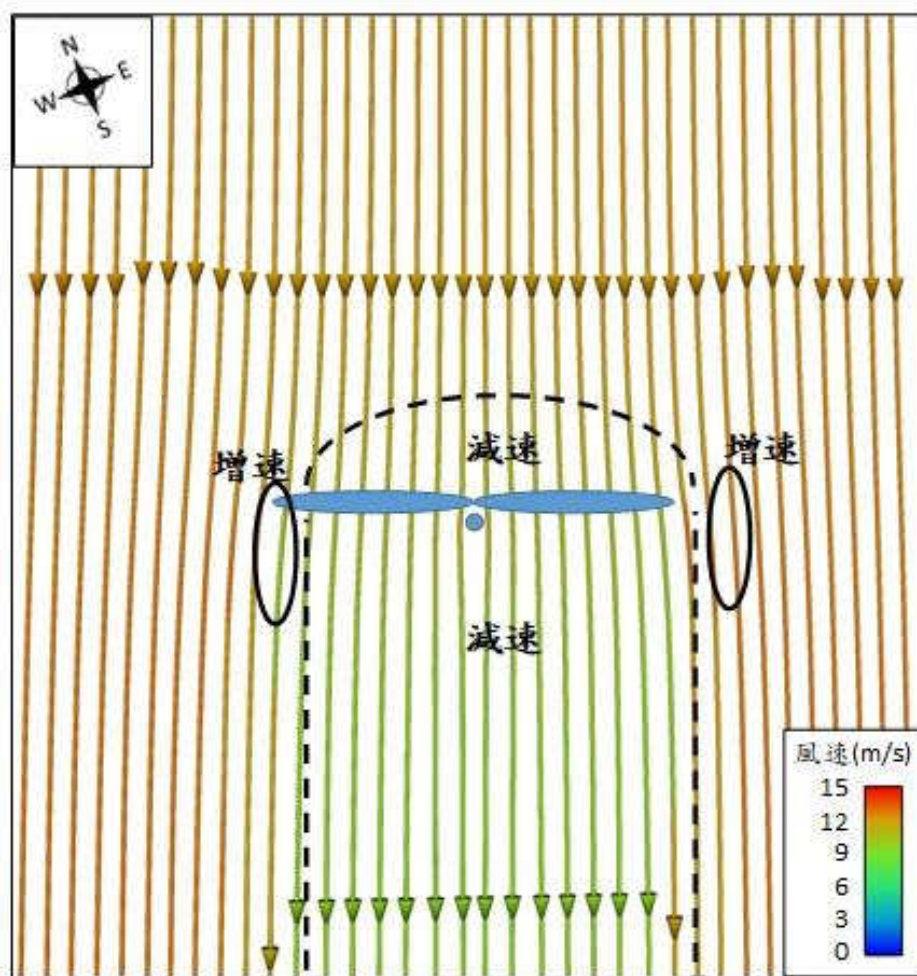


圖 2.1.3-4 風機沿扇葉中心高度之水平剖面流場分布圖



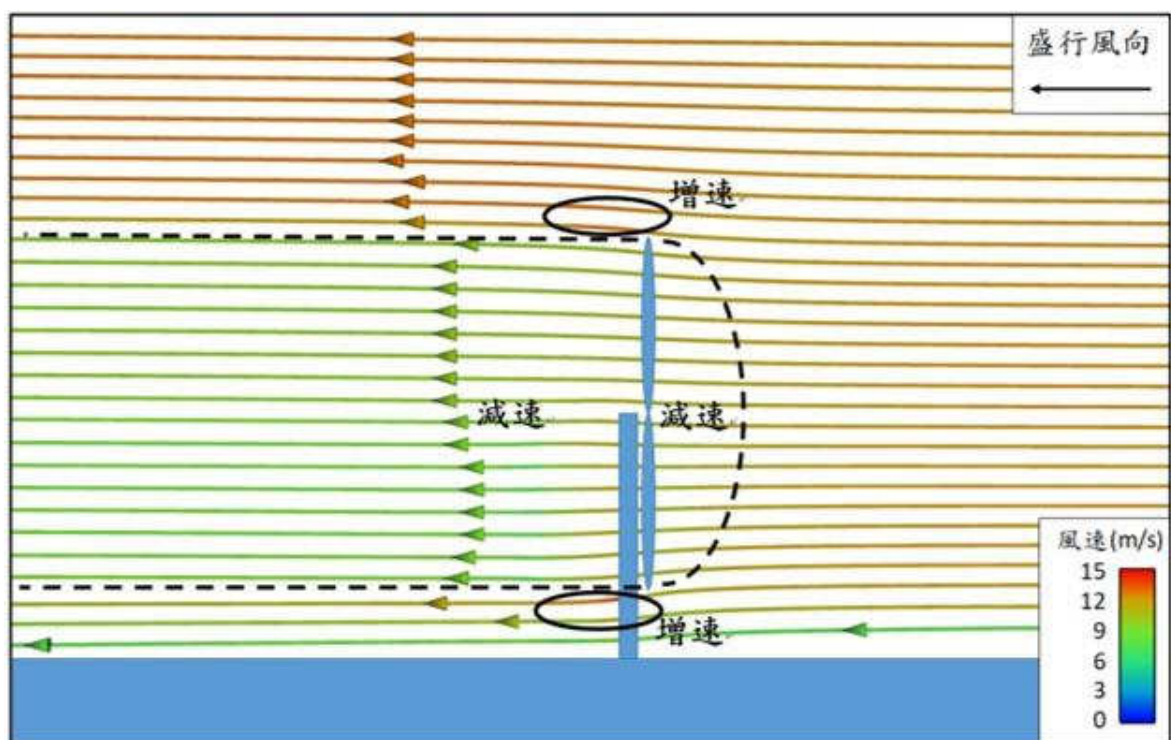


圖 2.1.3-5 風機沿盛行風向之垂直剖面流場分布圖

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        |
| 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<br>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>        |

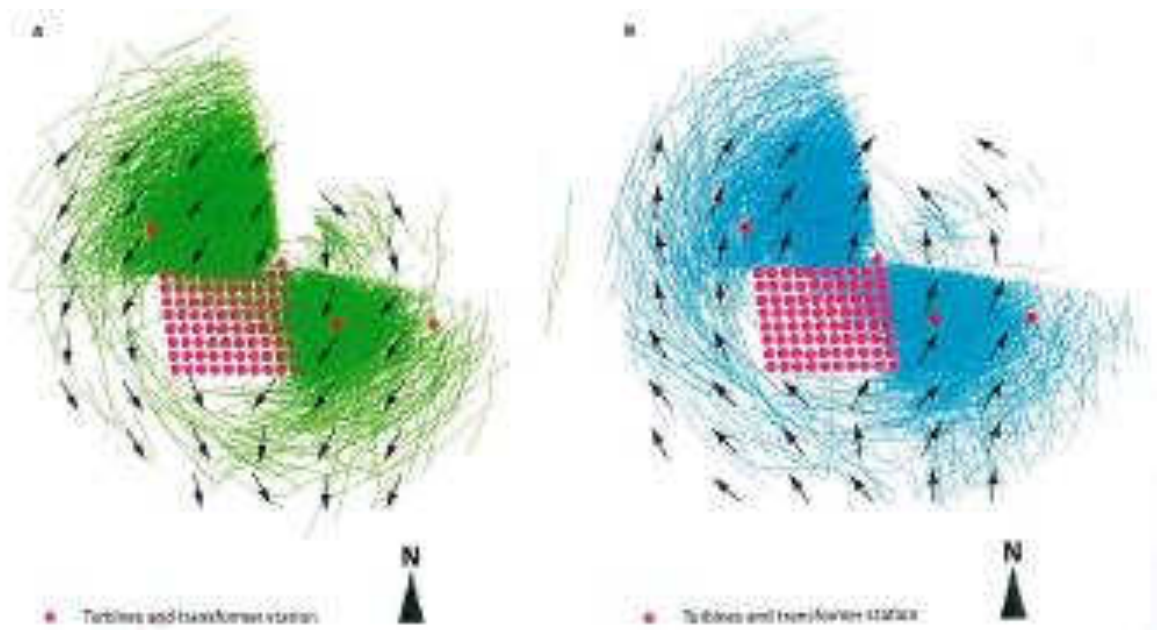


圖 2.1.3-7 丹麥 Horns Rev 風場(間距約 560 公尺)  
鳥類飛行路徑紀錄(營運期間)

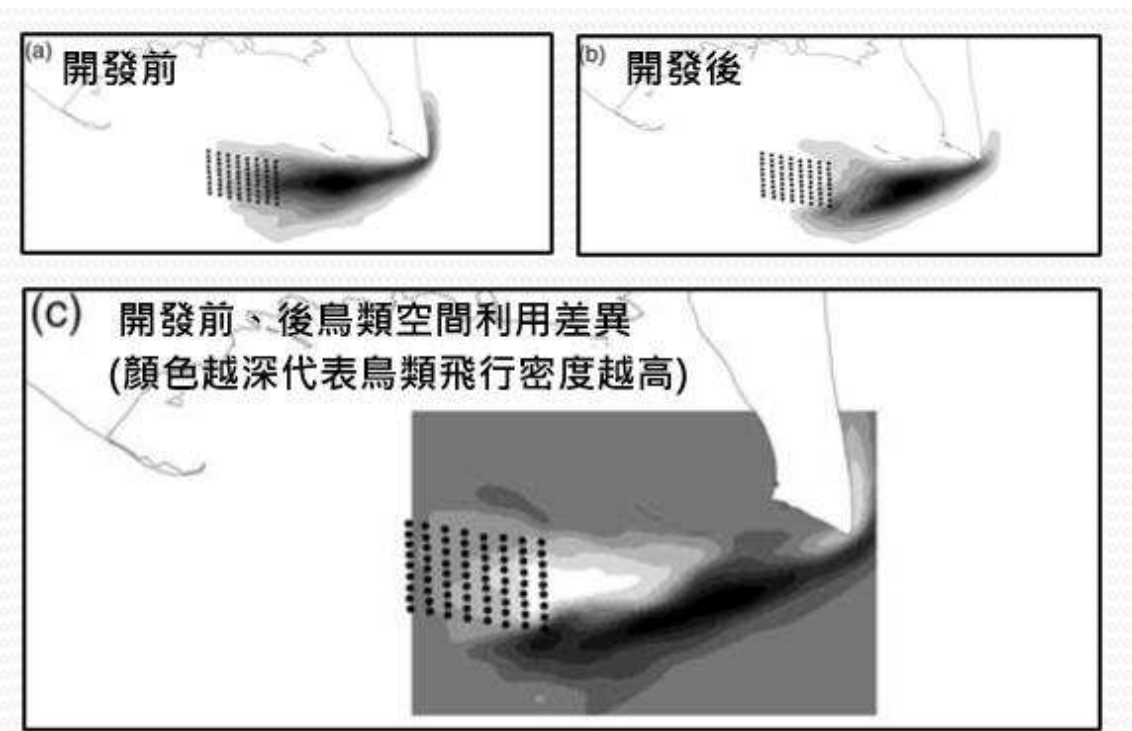


圖 2.1.3-8 丹麥 Nysted 風場(間距約 500 ~ 850 公尺)開發前後鳥類飛行密度紀錄  
(施工前、營運期間)

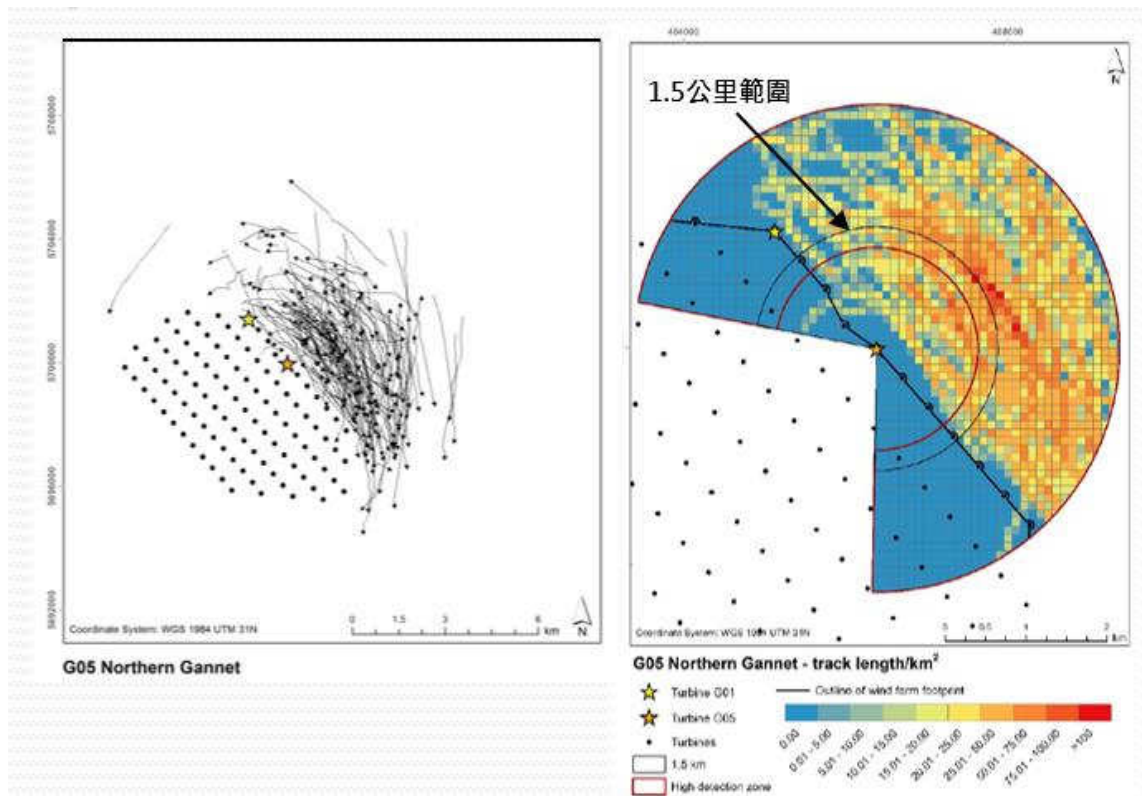
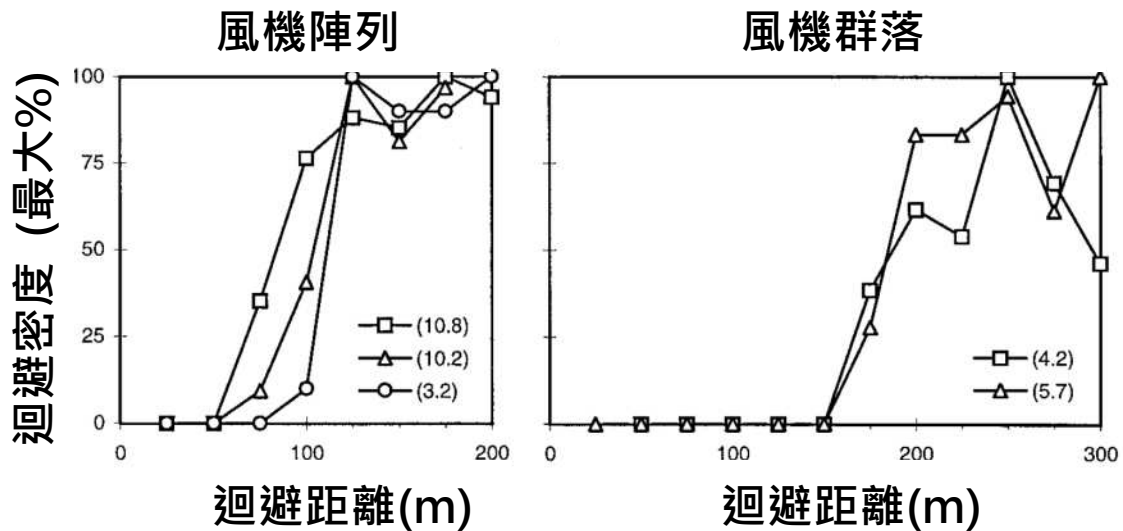


圖 2.1.3-9 英格蘭 Thanet 風場(間距約 500 ~ 800 公尺) 鳥類飛行路徑及飛行密度紀錄(營運期間)



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

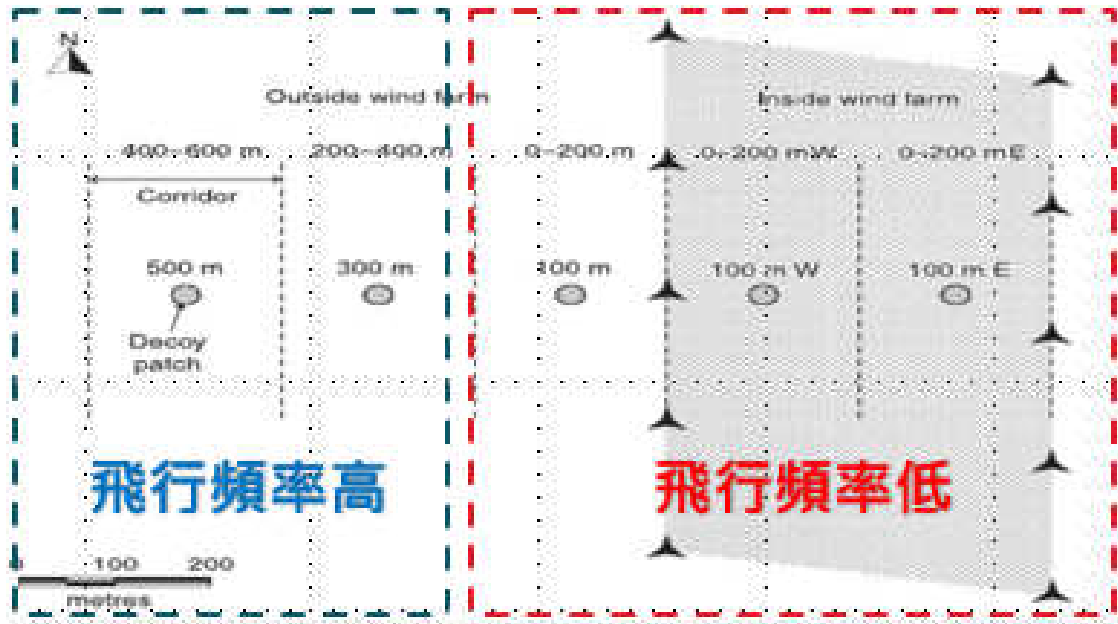


圖 2.1.3-11 丹麥 Tunø Knob 風場(間距約 200~400 公尺)鳥類與西側風機排觀測飛行頻率分布(營運期間)

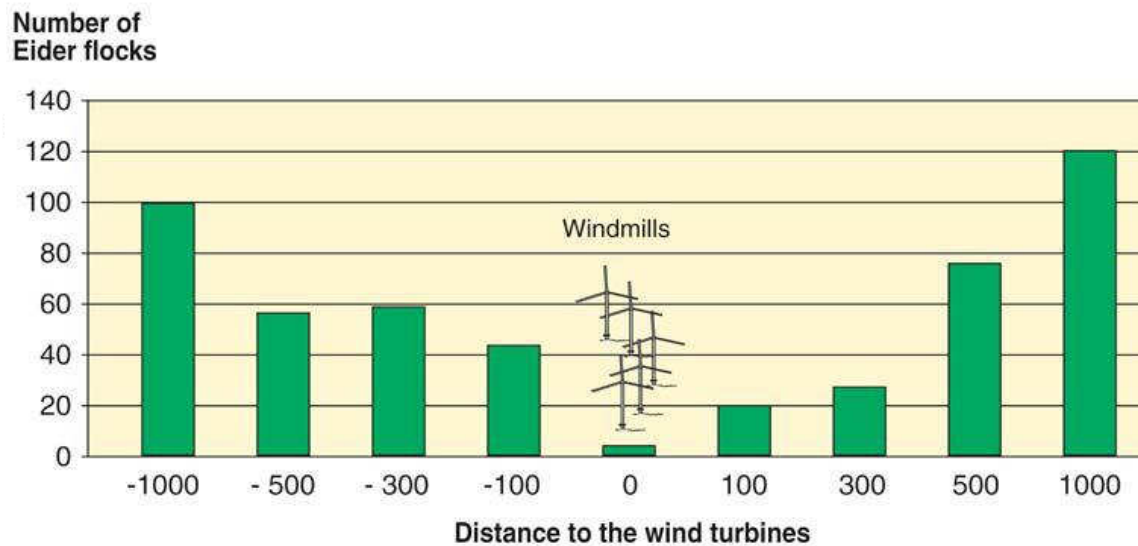


圖 2.1.3-12 瑞典 Yttre Stengrund 風場(間距約 400 ~ 500 公尺) 鳥類與風機最近距離累積飛行頻率分布(營運期間)

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

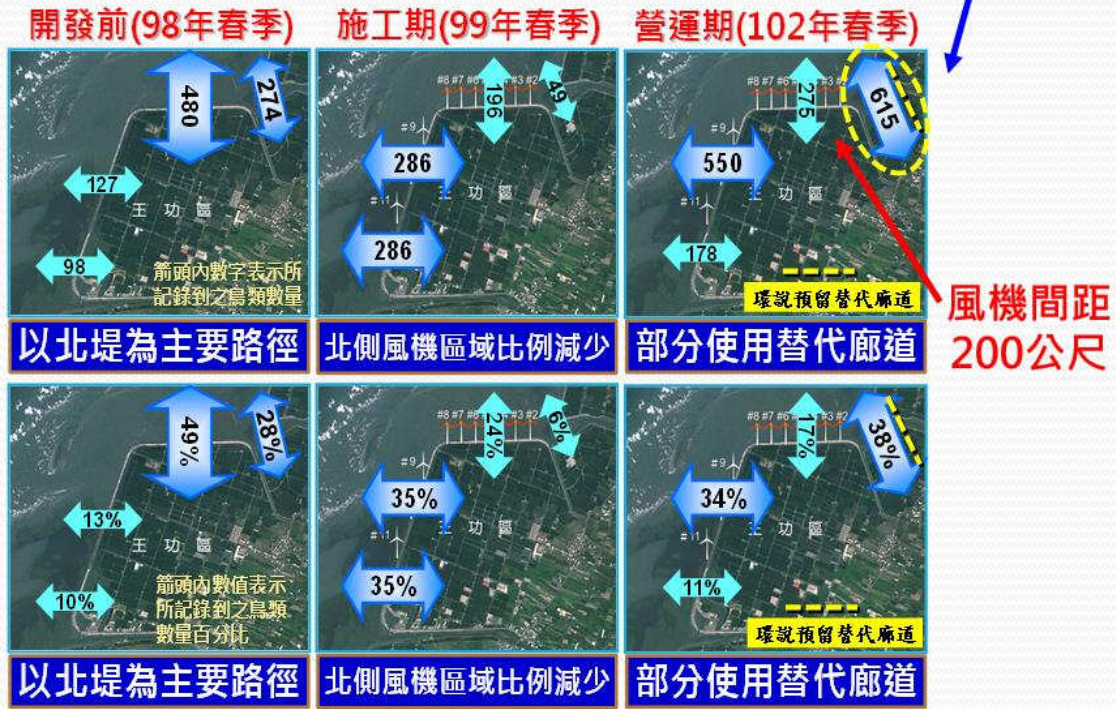
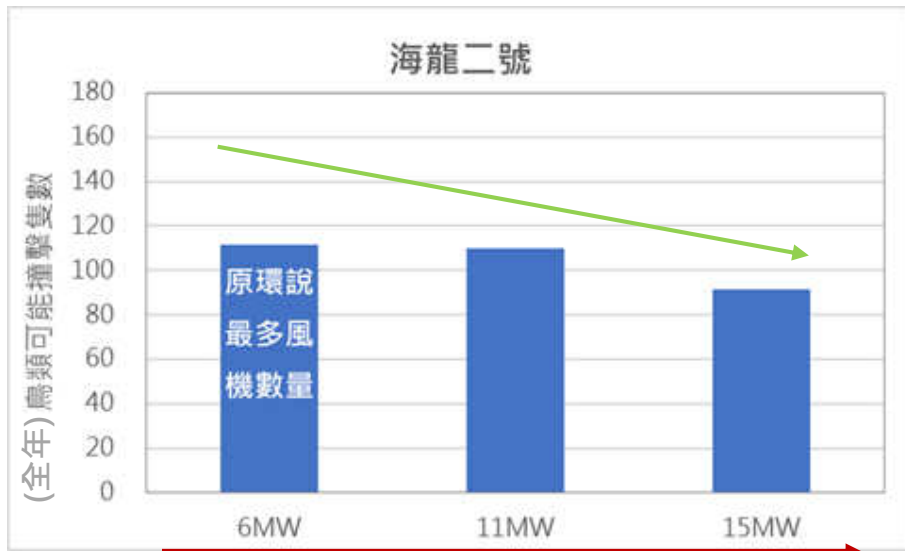
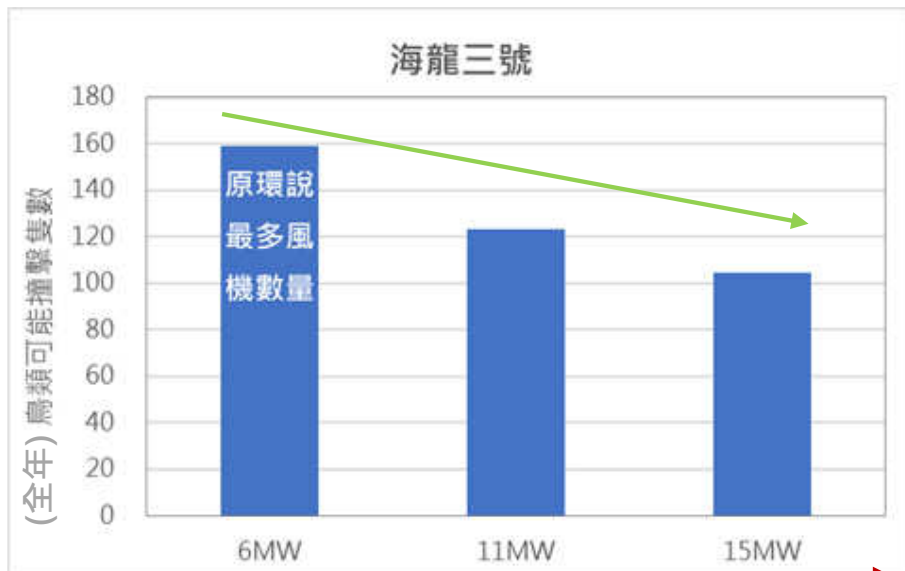


圖2.1.3-13 王功風力發電站(北側間距約200公尺)開發前後鳥類飛行路徑  
(施工前、施工期間、營運期間)



風機大型化



風機大型化

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

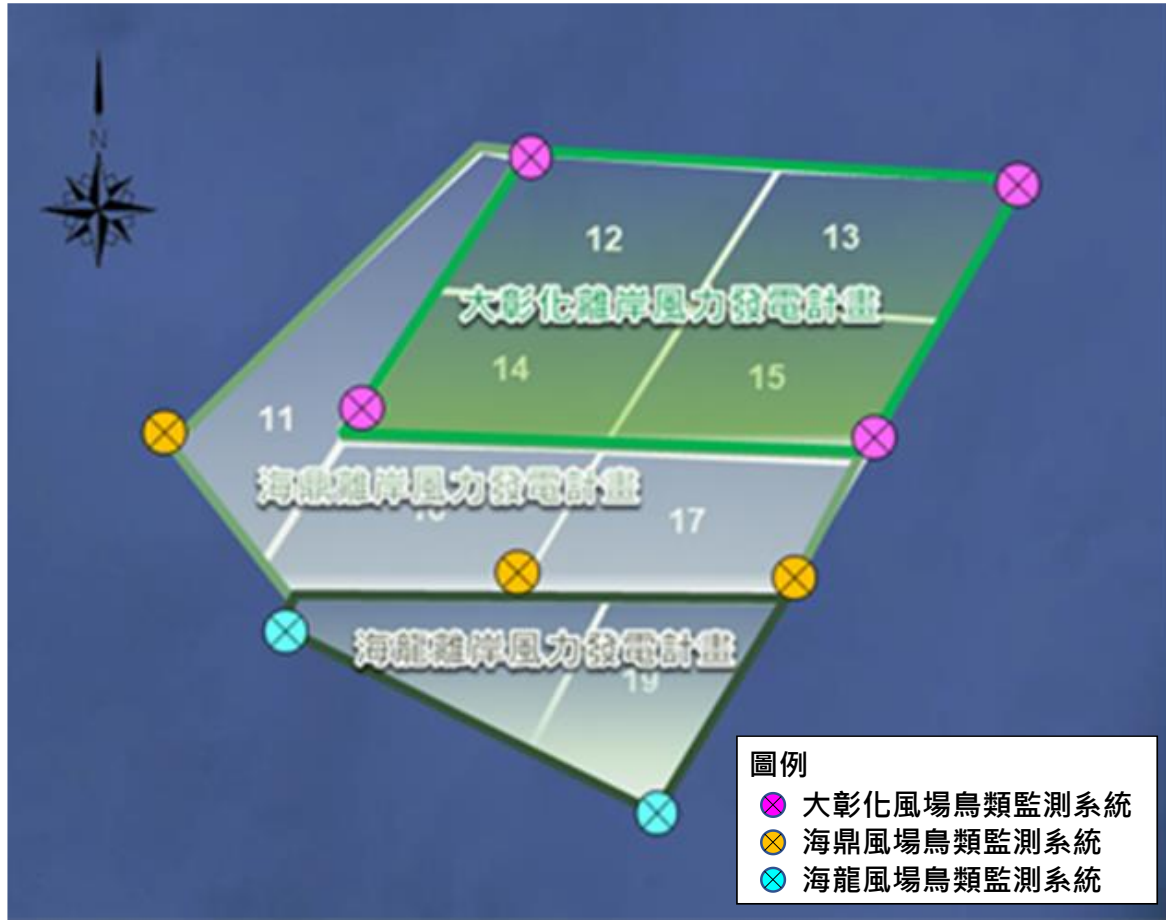


圖 2.1.3-15 海龍二號、海龍三號與相鄰風場聯合設置鳥類監測系統示意圖

| 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                                       | 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   | —   | —  |



| 審 查 意 見   | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |         |
|---|---|-------|---------|
|   |   | 章 節   | 頁 次     |
| 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。   | 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：</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 2.1.6-1 本次變更 M1~M2 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 |

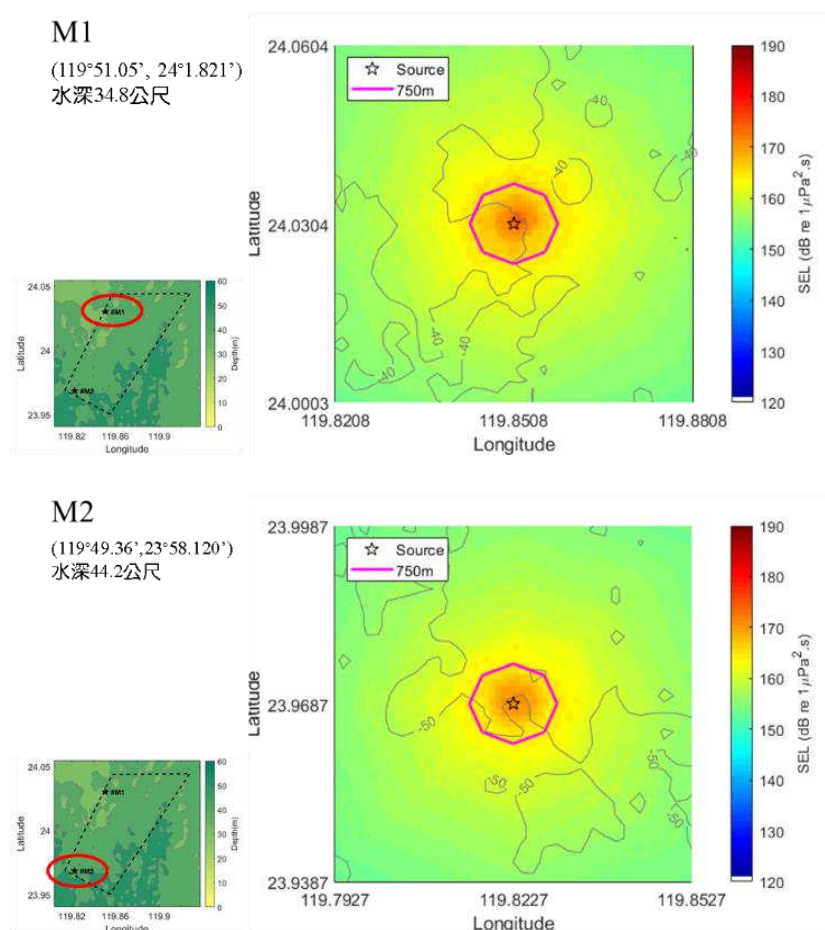


圖 2.1.6-1 本次變更 M1~M2 點位打樁施工，距離 750 公尺之聲壓分布  
(減噪前)

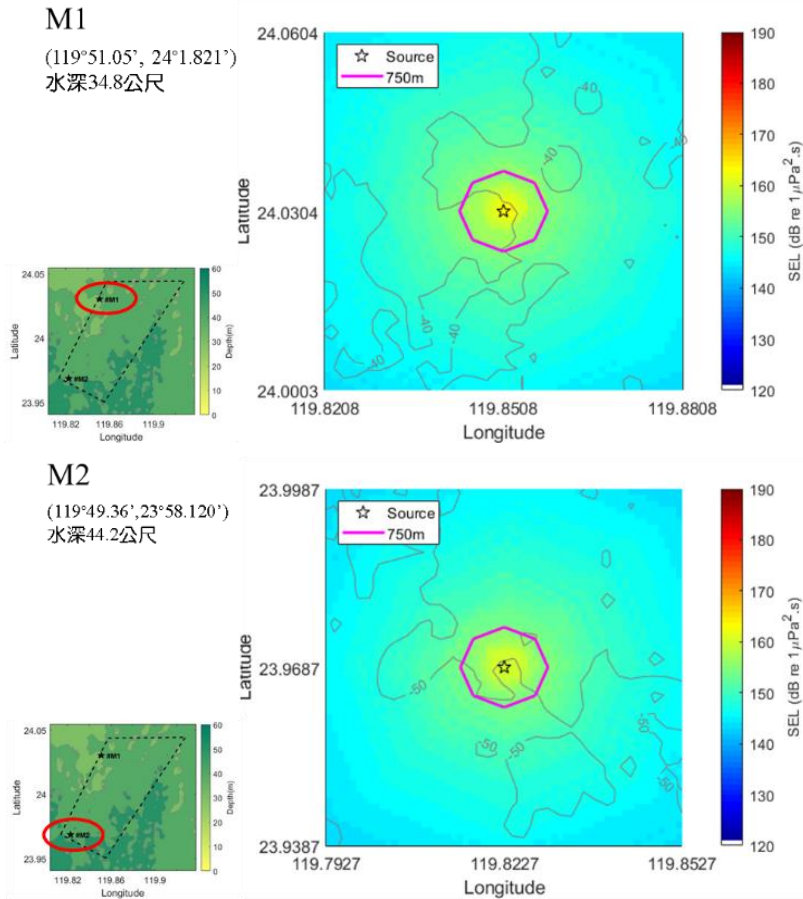


圖 2.1.6-2 本次變更 M1~M2 點位打樁施工，距離 750 公尺之聲壓分布 (減噪後)

| 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 | <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</li> </ol> | 4.4 | 4-22~25          |
|  |  | 7.1 | 4-31~35          |
|  |  | 7.2 | 7-4~8<br>7-14~16 |

| 審 查 意 見              | 答 覆 說 明   | 修 訂 處 |     |
|----------------------|---|-------|-----|
|                      |   | 章 節   | 頁 次 |
| 關細節，並確實納入報告書內文及保護對策。 | <p>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。</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 1μPa2s，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 2.1.7-1 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 | 每部風機打樁期間     |
|      |      |  | 位置750公尺4處 |              |
|      |      |  | 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。                              | 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:<br>(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。<br>(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。<br>(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。 | 4.4<br>7.2 | 4-31~35<br>7-14~16 |
| 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、文化部文化資產局</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：海龍二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

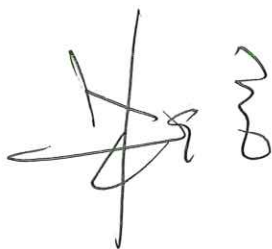

會議名稱：「海龍二號離岸風力發電計畫環境影響差異分析報告  
(第一次變更)」、「海龍三號離岸風力發電計畫環境  
影響差異分析報告(第一次變更)」等 2 案專案小組  
第 4 次聯席初審會議

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

翁正子

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

馮宗緯

# 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

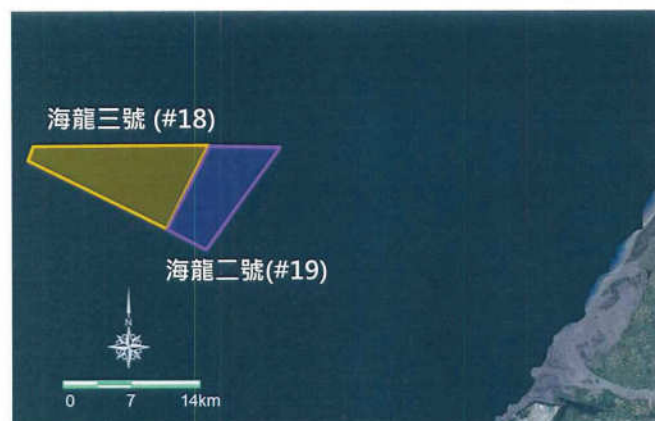
## 計畫位置

### ■ 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



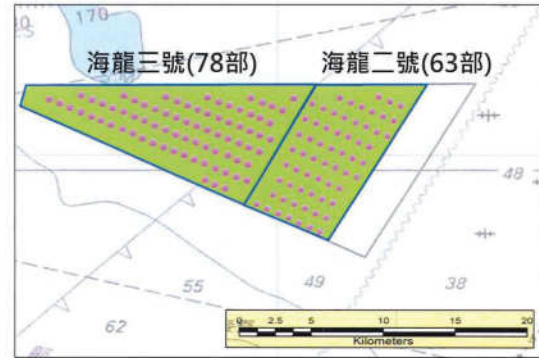
海龍二號、海龍三號風場位置圖

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   |
| 輪載高程 (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   |
| 輪載高程 (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

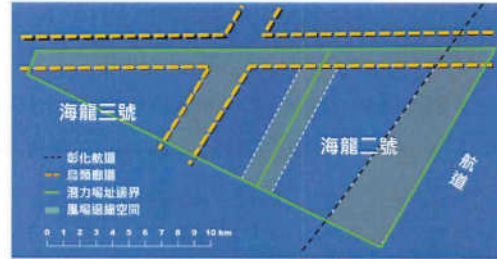
# 變更理由及必要性

## 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%



# 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   |

## 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

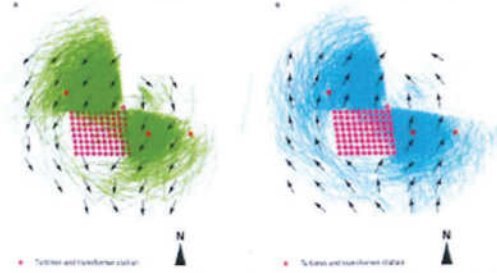
3 變更後整體環境影響差異分析

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

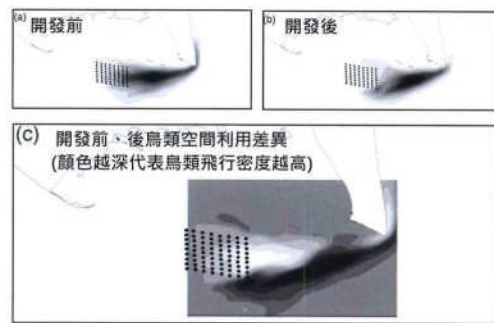
- 海二風場已配合交通部公告航道退縮在先，場址縮減近40%；另因海三風場配合經濟部整體規劃，已留設近2公里寬銜接連續之鳥類廊道，**在前述風場場址核定條件不變情況下，實已無法按照原核定之風機間距佈設大型化風機，而有調整風機間距為666公尺之必要。此變更理由及必要性，已於歷次專案小組及大會進行說明**
- 承上，依國內外理論及實務，超過99.9%鳥類飛行會出現迴避反應，且會往大範圍廊道空間飛行，顯示鳥類比人類想像中會躲避風機。且鳥類對風機迴避距離約100~200公尺，本案14MW最小淨間距(444公尺)仍可提供鳥類迴避之飛行空間，亦遠大於國內外風場淨間距實例(301~429公尺)之通案標準，**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)



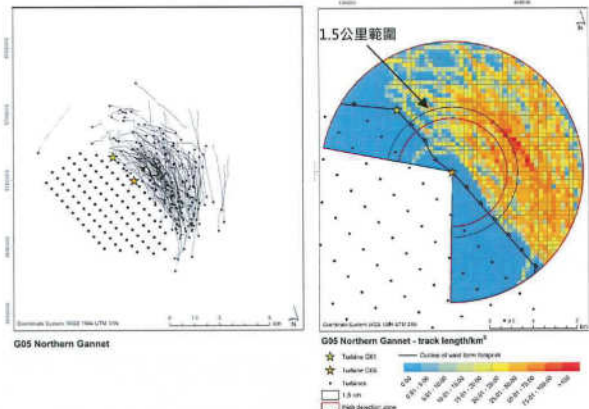
丹麥Nysted風場 (間距約500~850公尺)

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)



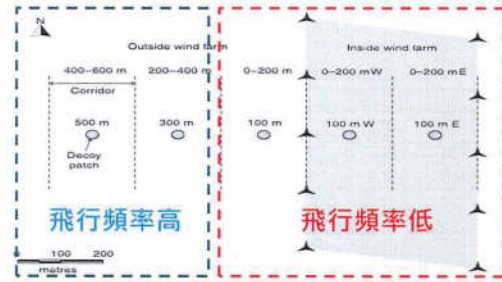
雷達調查鳥類飛行路徑及活動密度趨勢分布

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

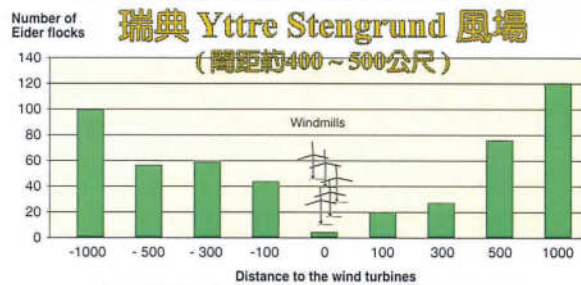
- ✓ 依據丹麥Tunø Knob風場鳥類目視調查情形，鳥類於飛行走廊(距風機約200~600公尺處)出現的頻率高，顯示鳥類飛行方向與大範圍廊道空間顯著相關
- ✓ 依據瑞典Yttre Stengrund風場鳥類雷達與目視調查情形，由鳥類與最近風機距離(0~200公尺)的累積頻率分佈可知，無論日間或夜間，距離風機越近，鳥類飛行頻率越少，觀察後亦未有碰撞情形

### 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



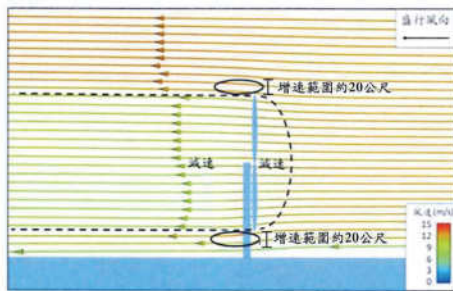
王功風力發電站開發前後鳥類飛行路徑變遷概況

資料來源：王功風力發電計畫環境監測計畫

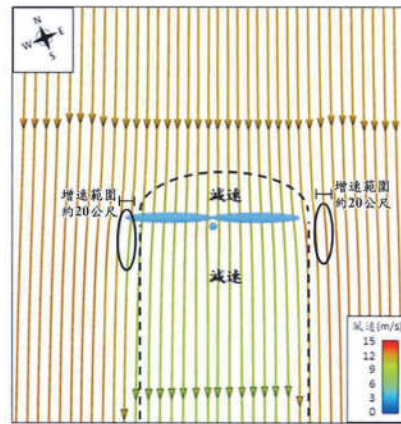


## ■ 環境影響調查報告結果可證，風機不會將鳥類吸入並撞擊扇葉

- ✓ 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

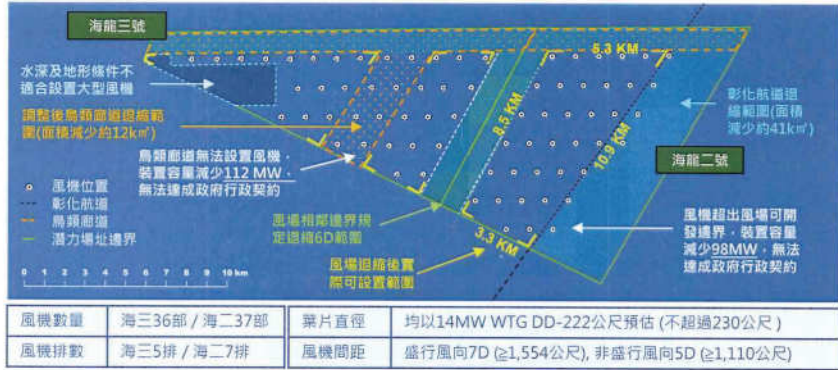


調整後方案

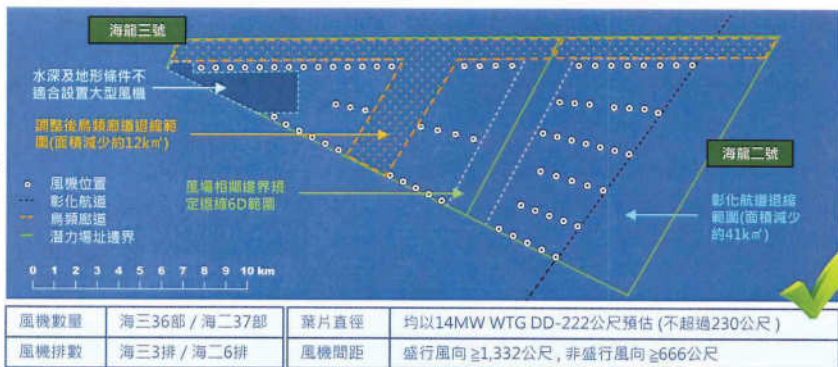


## 2 鳥類廊道及風機佈置規劃調整 | 海三留設鳥類廊道+666m&1,158m 間距方案可行 (1/2)

- 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**

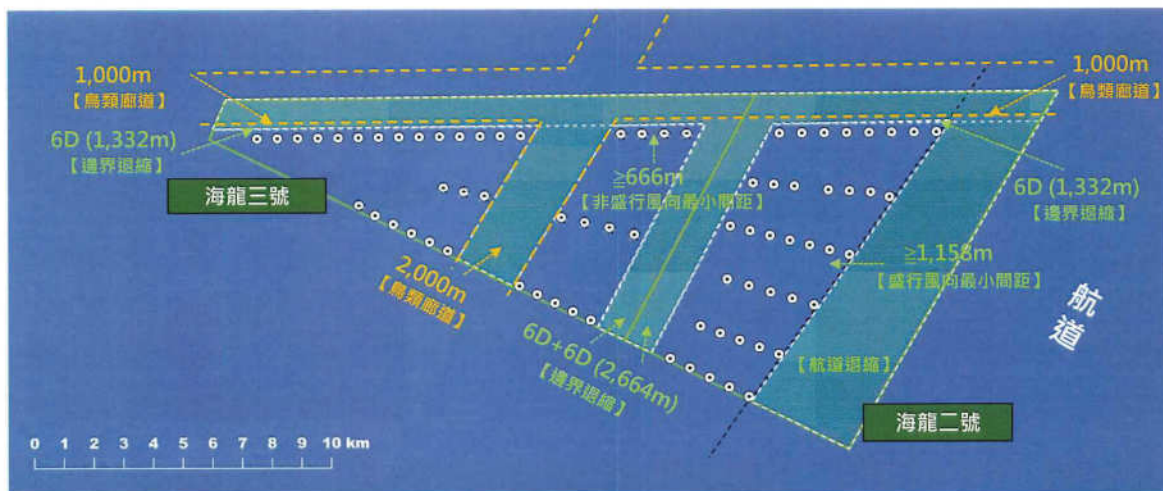


- 若採盛行風向1,158m及非盛行風向666m之間距條件佈置，並於海三風場內留設鳥類廊道，**風機排數僅3~6排，相較排數更少，在風場面積的限制下，仍可達成政府契約容量**

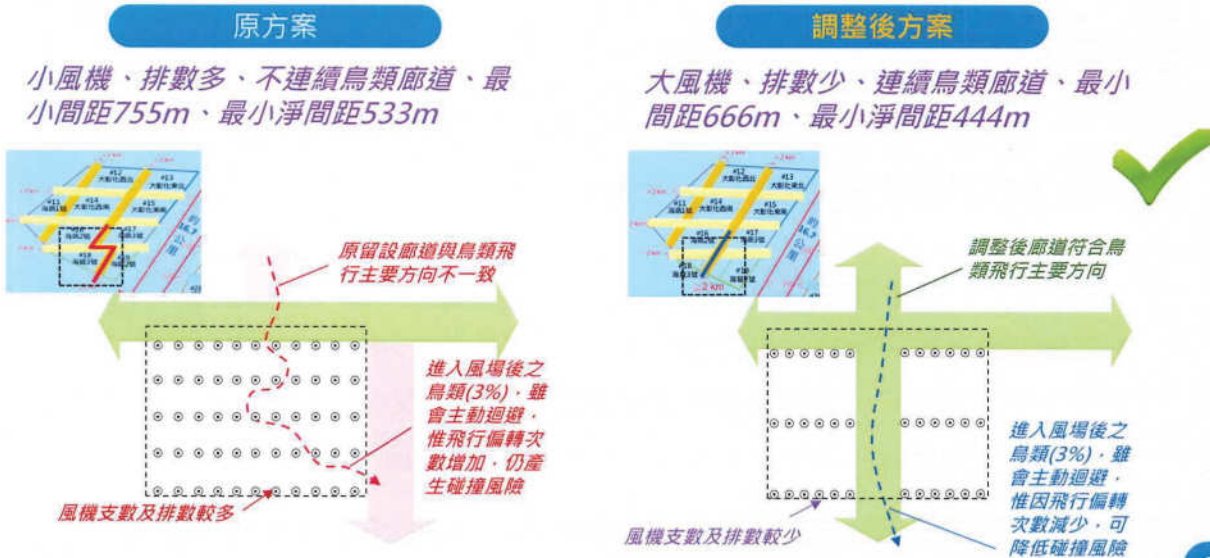


## 2 鳥類廊道及風機佈置規劃調整 | 海三留設鳥類廊道+666m & 1,158m 間距方案可行(2/2)

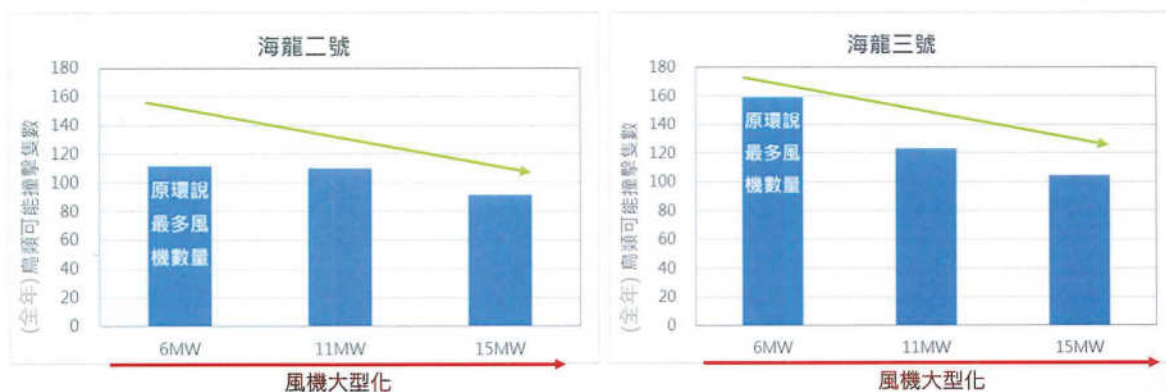
- 本案在開發規模及條件(面積、容量等)並未改變下，為有利鳥類南北飛行方向，而留設2,000公尺之鳥類廊道以提供鳥類更友善飛行空間，故需將原最小風機間距755公尺調整為666公尺，間距縮減之差異值約89公尺，但新增設海三風場中央之鳥類廊道，故以總體間距空間而言，**實際風機間距將遠大於原規劃**



- 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

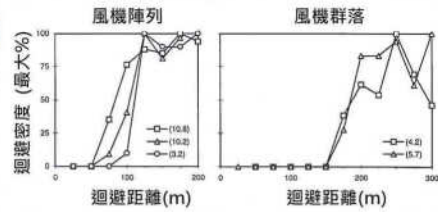


不同單機容量下，全年可能鳥類撞擊數量模擬結果

## 海龍風場淨間距約444公尺，仍可提供鳥類迴避之飛行空間

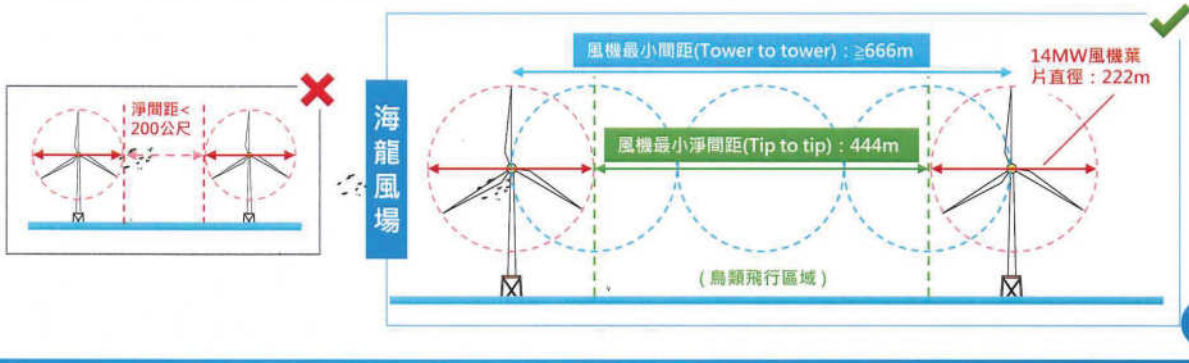
✓ 相關研究對鳥類迴避的行為顯示，不同風機排列組成，所觀察到的鳥類迴避距離：(Larsen and Madsen, 2011)

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

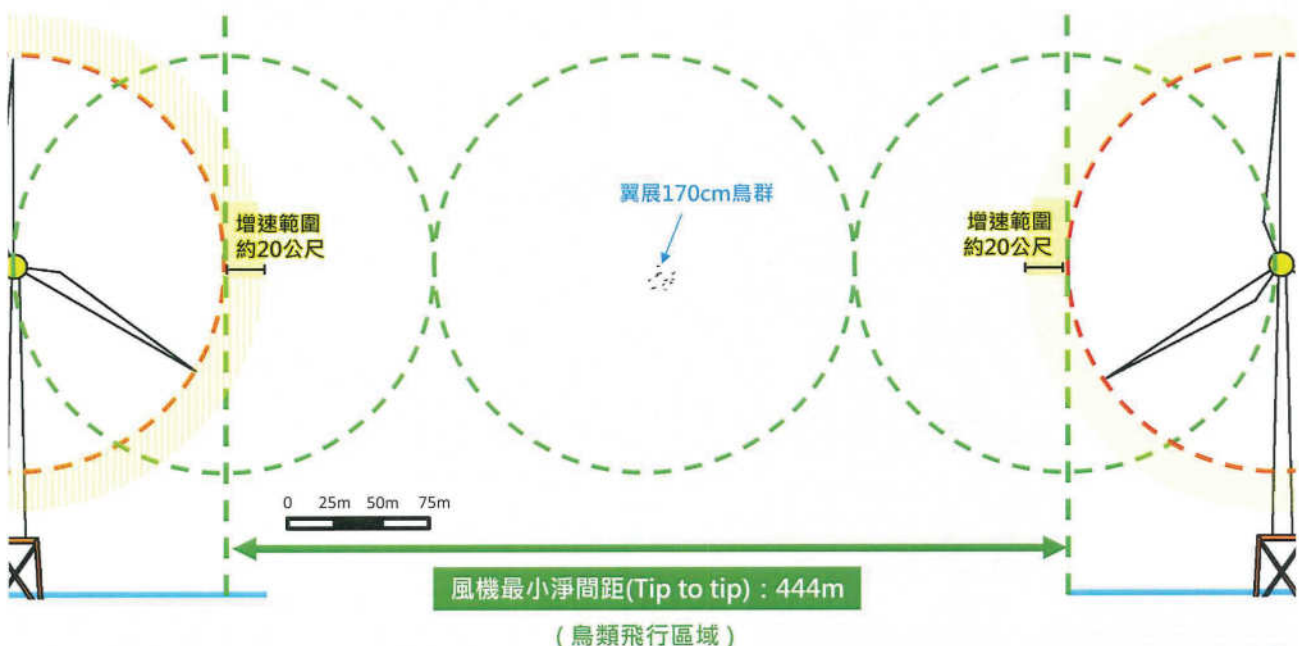


資料來源：Effects of wind turbines and other physical elements on field utilization by pink-footed geese: A landscape perspective

✓ 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

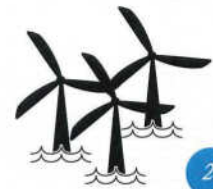


## 以14MW風機為模型下，依實際尺寸按比例尺繪製之風機間距及鳥類大小對照圖



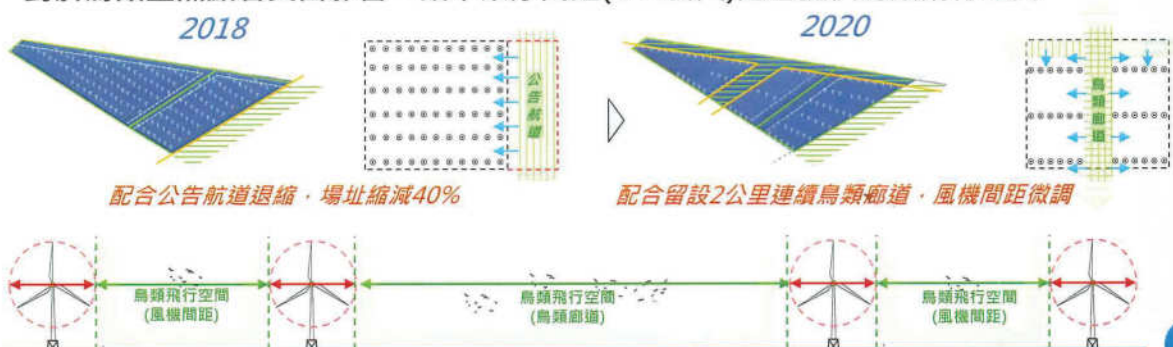
- 海龍兩風場之風機最小間距為666公尺，且14MW風機最小淨間距為444公尺，其留設距離均已遠大於國內外風場現況實例之通案標準

| 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>   |                    |             |



26

- 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



27



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

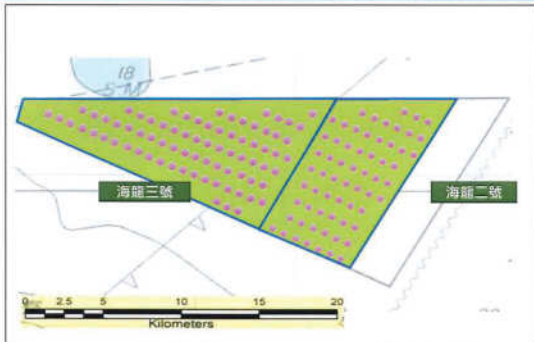
海龍二號+海龍三號

| 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                   |

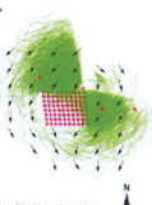
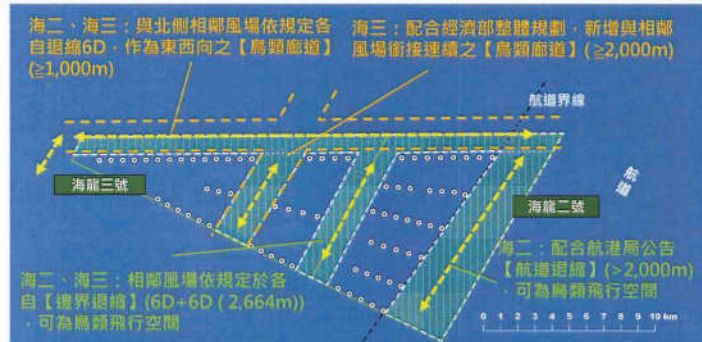
## 海龍風場周邊大尺度鳥類飛行空間，符合國際研究結果

- ✓ 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

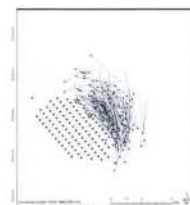
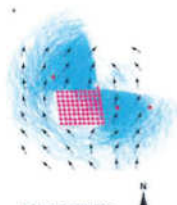
原環說風機配置 (6MW)



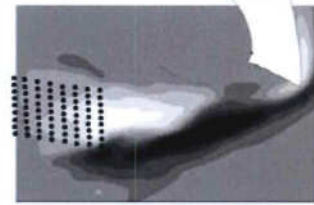
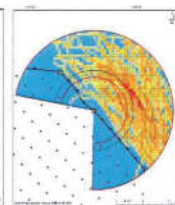
本次變更大型化風機配置 (14MW)



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：http://wiresensesimulator.com/articles/2016/new-lighting-standards-helped-tower-owners-to-ower-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



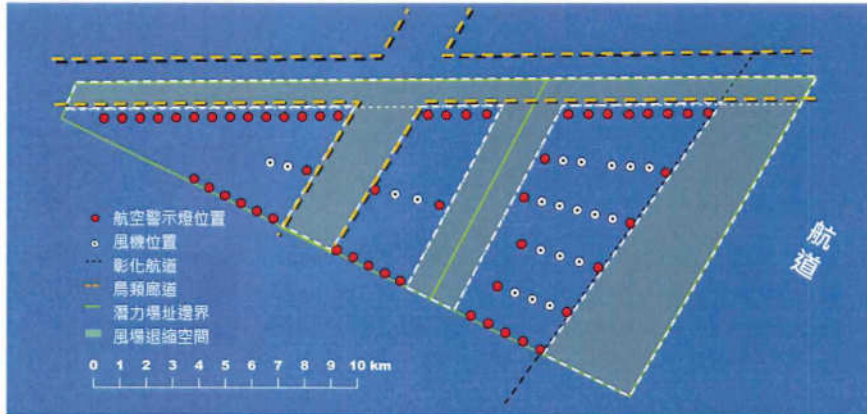
圖片來源：https://www.goodfuit.com/birds-flee-when-drones-fly/

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

「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.....    | 6  |
| 1.6、朱委員信.....     | 18 |
| 1.7、江委員康鈺.....    | 36 |
| 1.8、吳委員義林.....    | 42 |
| 1.9、游委員勝傑.....    | 43 |
| 1.10、白委員子易.....   | 44 |
| 1.11、江委員鴻龍.....   | 51 |
| 1.12、孫委員振義.....   | 69 |
| 貳、相關機關.....       | 72 |
| 2.1、彰化縣政府.....    | 72 |
| 2.2、文化部文化資產局..... | 96 |

## 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，海龍二號應為最下顯藍色範圍，但目前能源標局競標或遴選後，海鼎風場計畫是否並未到許可？如此海龍二號東北角的監視系統是否就在海鼎拿到許可前不會設置？.....   | 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，此段承諾不但對於這類可能有效，也應對鯨豚有益.....  | 5  |
| 三、請提供國外已有大風機 11~15MW 離岸風機間距及其葉片直徑.....   | 5  |
| 1.5、李委員培芬.....   | 6  |
| 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，若北返的時候鳥得以順利通過，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？.....                  | 6  |
| 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？.....  | 15 |
| 1.6、朱委員信.....  | 18 |
| 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 378MW？還是以 9.5 MW 機組配置的 532 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？.....  | 18 |
| 二、若依原環說書中如採用 9.5 MW 機組，最小風機間距為 820m，並非回覆本人原第二點意見中的 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運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..... | 18 |
| 1.7、江委員康鈺.....   | 36 |
| 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.....  | 36 |
| 1.8、吳委員義林.....   | 42 |
| 一、海龍 2 號(#19)與海龍 3 號(#18)之退縮應改到延續#16 與 #17 等之間的飛行航道.....   | 42 |
| 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、飛行速度之間關連性？.....  | 43 |
| 1.10、白委員子易.....  | 44 |
| 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：.....   | 44 |
| (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.....  | 44 |
| (二)不同鳥種相對迴避率之設定，是否屬最劣情境？.....  | 45 |
| 二、請補充說明更後，「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.....   | 46 |
| 三、請補充說明更後，相關的地質安全、結構安全，是否需重新評估.....  | 48 |
| 1.11、江委員鴻龍.....  | 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.....      | 51 |
| 1.12、孫委員振義.....  | 69 |
| 一、全案觀測、監測資料建議在網路平台開放即時數據與歷史資料供各界參考.....  | 69 |
| 二、建議將「鳥類繫放衛星追蹤」與「雷達調查分析」均納入承諾事項，兩項均施作.....   | 69 |
| 三、圖 1.1-13 中漏了圖例，請修正.....  | 71 |
| 貳、相關機關.....  | 72 |
| 2.1、彰化縣政府.....   | 72 |
| 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.....  | 72 |
| 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.....   | 72 |
| 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，並建議環評保審署審慎審查，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   | 75 |

|   |    |
|---|----|
| 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<br>件已核准作為理由，恐有不妥。.....   | 91 |
| 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<br>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<br>模擬結果，請再補充說明。.....   | 92 |
| 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<br>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，<br>並建議以最大聲壓值之水深進行監測。.....                                    | 92 |
| 七、二案減噪後於 750 公尺處之水下噪音聲壓值達 157dB，通近環評承諾之 160dB，<br>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)、<br>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。.....               | 94 |
| 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<br>回收作法，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<br>作儀器，請再確認是否符合原監測計畫要求。.....                               | 96 |
| 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<br>請確實納入報告書內文及保護對策(含環境監測計畫)。.....  | 96 |
| 2.2、文化部文化資產局.....   | 96 |
| 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<br>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<br>備查報告書允許之安全警戒範圍，與疑似目標物保持安全距離，及遵循《水下<br>文化資產保存法》第 9、13 條之規定。..... | 96 |

## 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：敬謝委員支持。

### 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：敬謝委員支持。

### 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，燈具選擇可切換紅白光且閃爍頻率為20~40fpm的LED燈，以減少吸引鳥類靠近的可能性。
- (2) 本計畫將持續蒐集並參考國外有關不同風機色彩是否可降低鳥類撞擊風險之研究，及利用自動聲光系統促使鳥類與風機保持距離之產品，並與時俱進，參考國際上已知對生態最有效及最友善之設計及施工方法。
- (3) 將優先選用較大風機，以降低鳥類影響。
  - (a) 風機大型化規劃，單機裝置容量除原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。

### (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

- (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助性，可視為本計畫之環境友善作為，也可提升臺灣海域或海上鳥類生態環境了解。

- (2) 本計畫將於風場適當地點安裝至少1個高效能雷達，並將回傳資料處理。監測資料會公開於本開發單位網站。
- (3) 風場將擇三處適當位置設置高效能錄影機，記錄風場內鳥類的活動。
- (4) 海龍案(本案)、大彰化案及海鼎案將聯合設置鳥類監測系統，將於每個風場中設置一處監測系統，包含熱影像、音波麥克風及高效能雷達等儀器或屆時更高效能監視系統，以觀測鳥類活動情形。三開發案亦將共享監測結果，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警戒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。

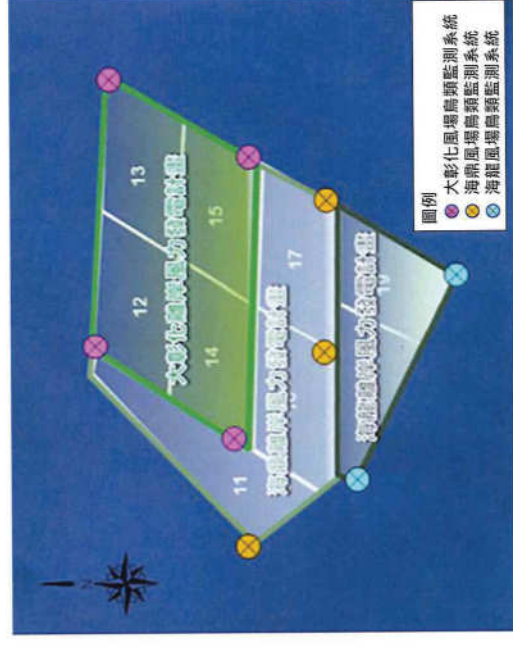


圖 1.3.1-1 海龍案(本案)、大彰化案及海鼎案聯合設置鳥類監測系統示意圖

## 1.4、張委員學文

一、圖1.1-1-13標明各風場聯合設置鳥類監視系統，海龍二號應為最下顯藍色圓圈，但目前能源局競標或遴選後，海鼎風場計畫是否並未能到許可？如此海龍二號東北角的監視系統是否就在海鼎拿到許可前不會設置？

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。

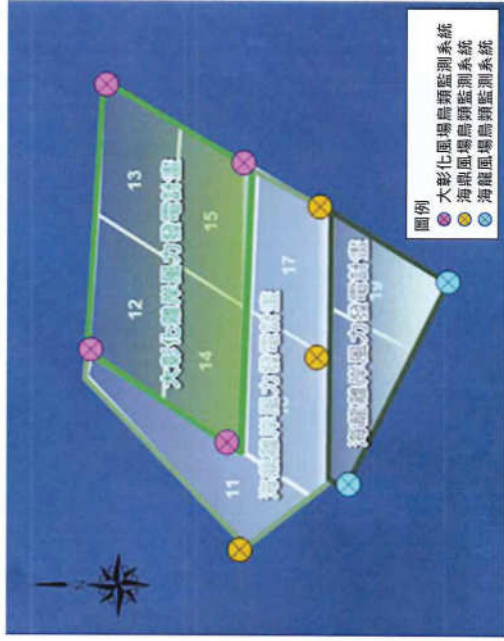


圖 1.4.1-1 海龍案(本案)、大彰化案及海鼎案聯合設置鳥類監測系統示意圖

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，此段承諾不但對於這類可能有效，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)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，由低打樁力速開始，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。

三、請提供國外已有大風機11~15MW離岸風機間距及其葉片直徑。

說明：敬謝委員指教。分列說明如下：

### (一) Dogger Bank風場(12MW)

本計畫參考 Dogger Bank 風場官網 (<https://doggerbank.com/construction/offshore/>) 及 The Guardian 能源產業新聞 (<https://ppl.cc/fx/NnGx>)，由挪威跨國能源公司(Equinor)與英國南蘇格蘭再生能源公司(SSE Renewables)以各50%持股並取得差價合約(Contract For Difference, CFD)。Dogger Bank風場位於北海(North Sea)，共分為Dogger Bank A、B及C三個離岸風場，每座風場總裝置容量為1.2GW，三風場總裝置容量高達3.6GW，預計採用GE所推出的Halliade-X 12MW 風機，葉片直徑約220公尺，惟目前該風場案件仍屬於規劃階段，尚未公開風場佈置規劃，現階段無法提供風機間距，請委員諒察。

### (二) Sofia 風場(14MW)

本計畫參考Sofia風場官網(網址：<https://sofiawindfarm.com/>)及西門子歌美風(Siemens Gamesa, SGRE)簡介，由英諾吉能源公司(Innoogy)100%持股並取得差價合約(Contract For Difference, CFD)。Sofia 風場位於北海(North Sea)，總裝置容量為1.4GW，預計採用西門子歌美風最新推出的SG14-222 DD 14MW風機，葉片直徑約222公尺，惟目前該風場案件仍屬於規劃階段，尚未公開風場佈置規劃，現階段無法提供風機間距，請委員諒察。



## 1.5、李委員培芬

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：敬請委員指教。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%，進入風場後鳥類絕大多數(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、紅領瓣足鵲、黃頭鵯，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)。

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

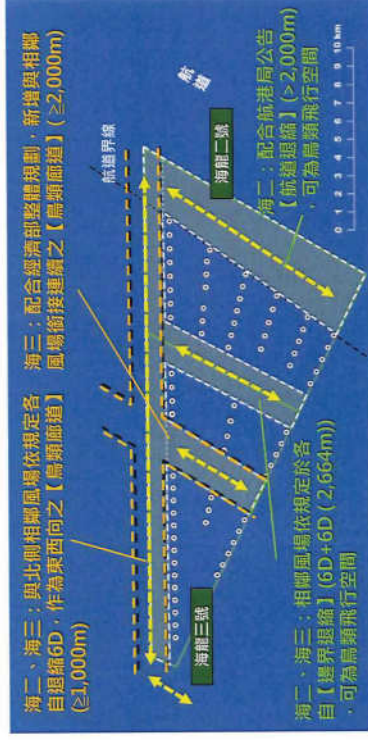


圖 1.5.1-2 海龍風場周邊鳥類飛行空間整體規劃

### (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迴避風場，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，少數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)。

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 Tuno 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。

(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。

(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。

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。

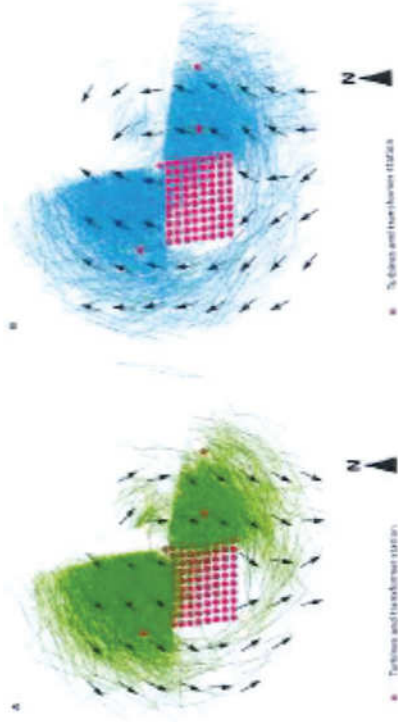


圖 1.5.1-3 丹麥 Horns Rev 風場 (間距約 560 公尺) 鳥類飛行路徑紀錄 (營運期間)

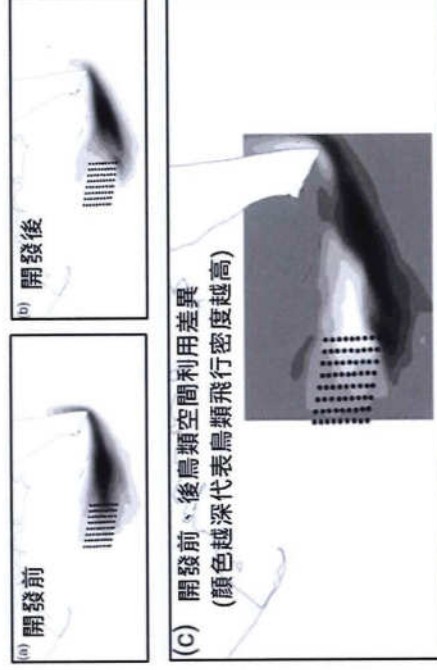


圖 1.5.1-4 丹麥 Nysted 風場 (間距約 500 ~ 850 公尺) 開發前後鳥類飛行密度紀錄 (施工前、營運期間)

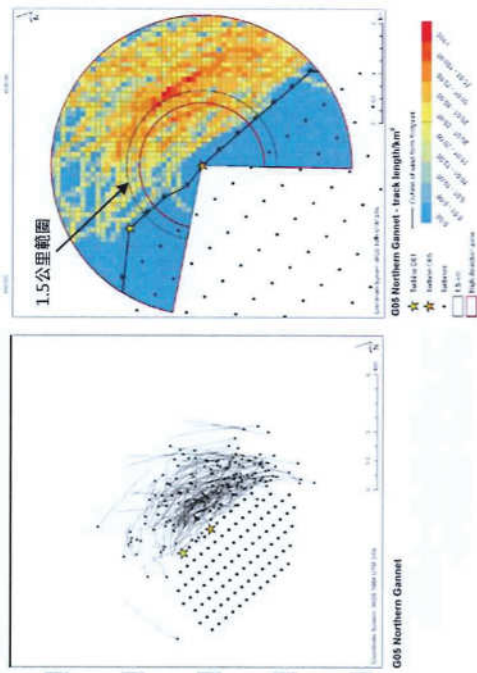
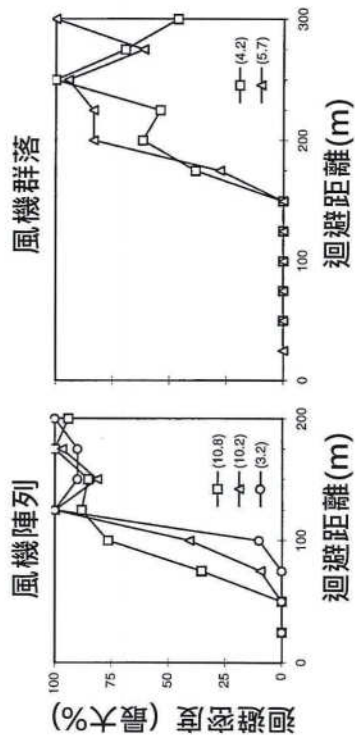


圖 1.5.1-5 英格蘭 Thanet 風場(間距約 500 ~ 800 公尺) 鳥類飛行路徑及飛行密度紀錄(營運期間)



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

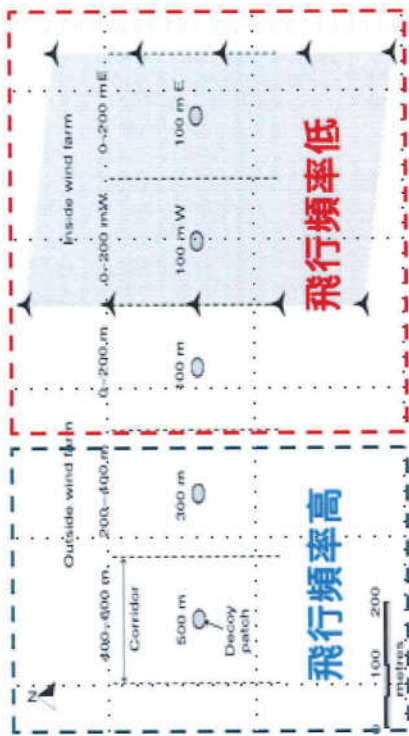


圖 1.5.1-7 丹麥 Tumø Knob 風場(間距約 200~400 公尺)鳥類與西側風機排 觀測飛行頻率分布(營運期間)

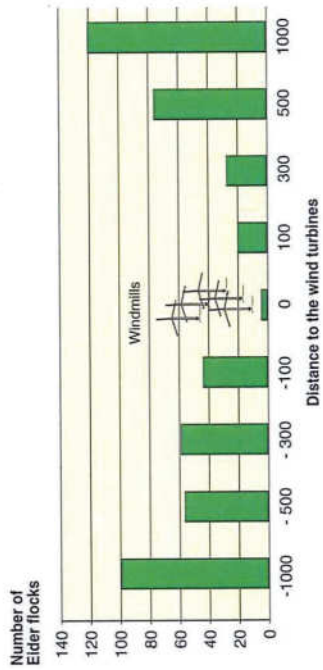


圖 1.5.1-8 瑞典 Yttre Stengrund 風場(間距約 400 ~ 500 公尺)鳥類與風機 最近距離累積飛行頻率分布(營運期間)



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、紅領瓣足鵝、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。

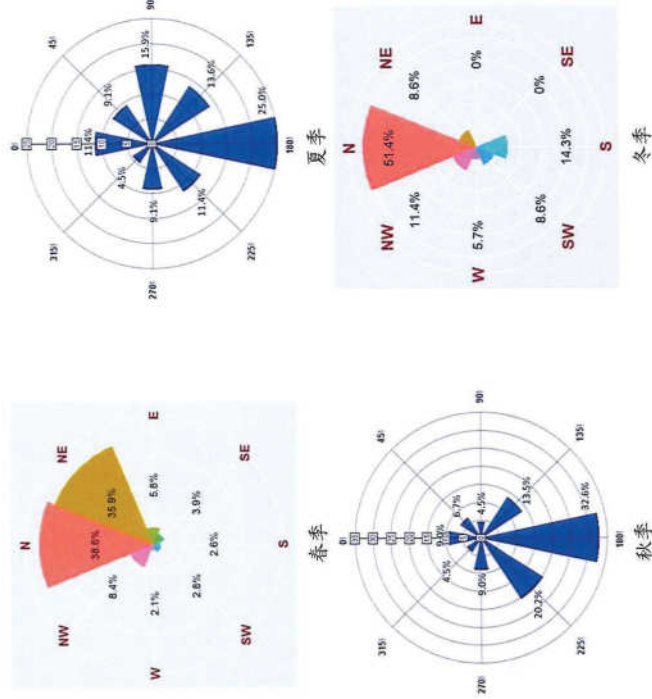


圖 1.5.1-10 鳥類飛行方向風花圖

二、請補充說明是否可採用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%，進入風場後僅有3% (Ib Krag Petersen et al, 2006; K.L. Kringsveld et al, 2011)，進入風場後的鳥類絕大多數(99.4%)於飛機間會自行迴避 (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，除了維護飛行安全，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

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 |
|------|-------------|----------|-----------|-------|--------|-------|--------|
| 海龍三號 | 環境影響調查報告書階段 | 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   |
|      |             | 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    |
| 春    | 107.2.19    | 12:00    | 水平及垂直     | 29    | 2.4    |       |        |
| 海龍二號 | 環境影響調查報告書階段 | 冬        | 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

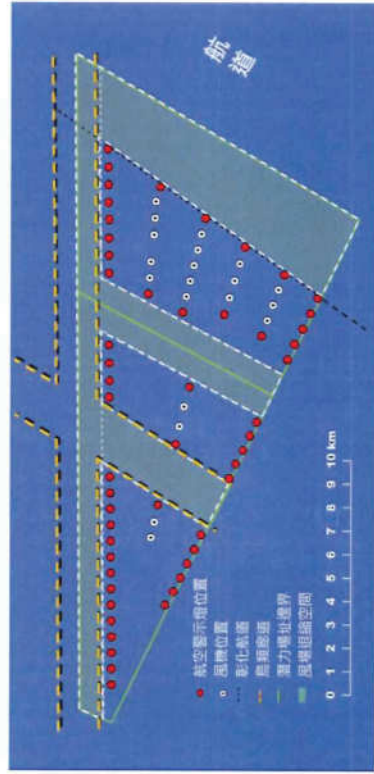
本計畫僅於冬、春二季進行夜間鳥類垂直雷達調查，調查結果顯示，冬、春二季飛行高度與風機旋轉範圍(25-285公尺)重疊分別為78%及77%，如表1.5.1-2所示。

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% |

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。



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，並於農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(聲音驅趕裝置) | 農田、機場、電塔、棧場、透過揚聲器發出鳥類的求救聲、示警鳴叫聲、掠食者鳴聲、海聲、示警鳴叫聲、掠食者的嗚叫聲、警報聲或電子合成雜音、或電子合成離岸風場 | 鳥類的求救聲、示警鳴叫聲、掠食者鳴聲、海聲、示警鳴叫聲、掠食者的嗚叫聲、警報聲或電子合成雜音、或電子合成離岸風場 | 聲音驅趕裝置 <sup>3</sup><br>       | 是<br>(離岸風場目前僅有試辦案例) |
|                 | 機場、電塔、建築  | 機場、電塔、建築設置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         | 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建築物。                            | 猛禽貼紙 <sup>5</sup><br>         | 否                   |
|                 | 農田、魚塢、棧場、建築物  | 利用網子、柵欄或帶電電網，阻擋鳥類進入農田、魚塢、棧場、建築物等。                        | Bird Netting <sup>6</sup><br> | 否                   |
| 釋放化學物質          | 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、棧場   | 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://wirelessinnovator.com/articles/2016/new-lighting-standards-helped-lower-owners-to-lower-bird-kill-15000-still-left/, Wireless Innovator.
5. 驚飛野鳥，住家民宅、高層大樓都是殺手， <https://udn.com/news/story/7470/4792625>，聯合新聞網。
6. Bird Spikes and Netting, <https://www.birdgame.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、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378MW？還是以9.5 MW機組配置的532 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：敬謝委員指教。依據經濟部與海龍二號風電股份有限公司籌備處所簽訂之「離岸風力發電電規劃場址遴選契約書」、「離岸風力發電電規劃場址競價契約書」，乙方(海龍二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，分別以遴選契約300 MW、競價契約232 MW，總計532 MW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路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。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。

本次變更海龍二號風場為配合「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直航航路退縮風場在先，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。

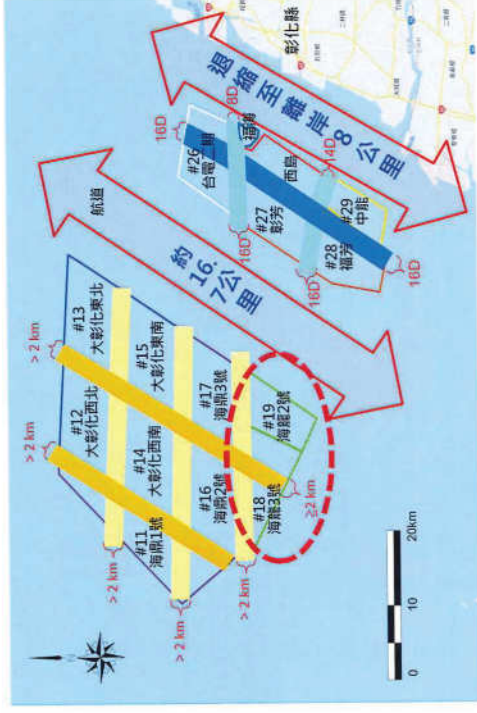


圖 1.6.2-1 海龍風場留設與鄰近風場連續之鳥類廊道

本次變更新增11~15MW風機，因有留設銜接連續之鳥類廊道、直航航路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)、航路退縮(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。

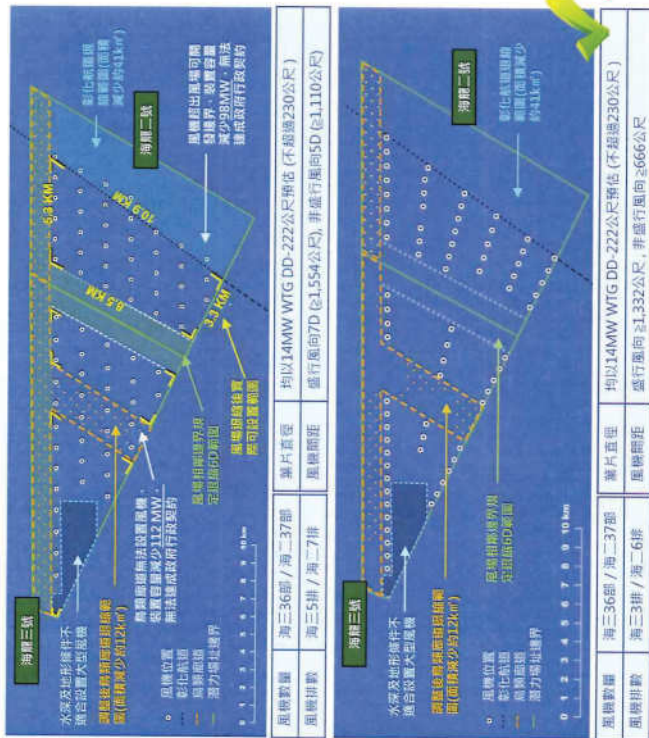


圖 1.6.2-2 新增 14MW 採 5D & 7D 風機間距規劃及採 666 公尺 & 1,158 公尺間距規劃比較

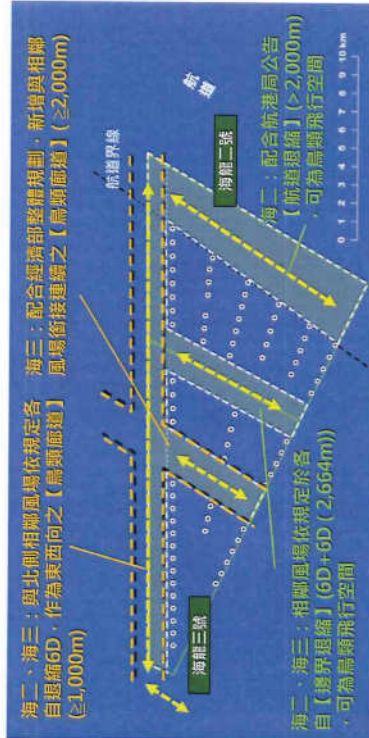


圖 1.6.2-3 海龍風場周邊鳥類飛行空間整體規劃

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. Knijgsveld 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抽取環境風能，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。根據結果顯示(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小，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，以最有可能是採用之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。

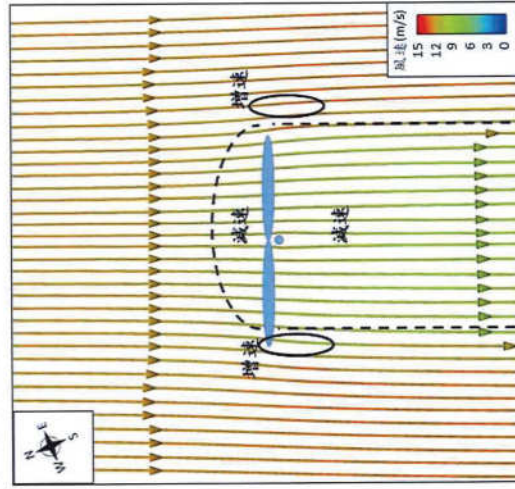


圖 1.6.2-4 風機沿扇葉中心高度之水平剖面流場分布圖



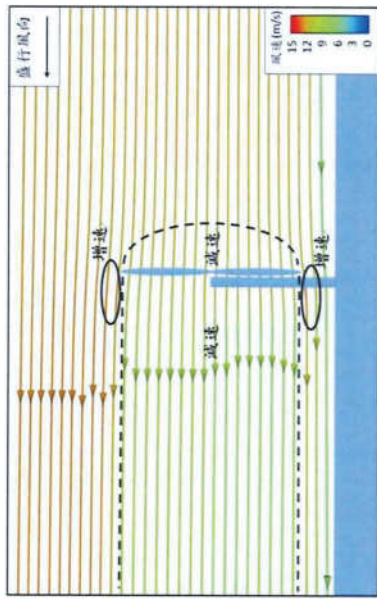


圖 1.6.2-5 風機沿盛行風向之垂直剖面流場分布圖

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(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，增加邊界退縮率，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)。

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：



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，各項空氣污染物擴散至敏感受體濃度與背景濃度加成效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效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>(基礎打撈)     | <ul style="list-style-type: none"> <li>打撈點距離 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>打撈點距離 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>                        |
| 鳥類擾動評估<br>(風機同時運轉) | <ul style="list-style-type: none"> <li>0.98 迴避率下，全年最大擾動數量估值分別為 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，H1MW 擾動數量估值分別為 87.9 隻(海二)及 106.1 隻(海三)；15MW 擾動數量估值為 73 隻(海二)及 90.1 隻(海三)</li> <li>低於原環說最大擾動數量</li> </ul> |
| 打撈水下噪音<br>影響時間     | <ul style="list-style-type: none"> <li>每部風機打撈時間約 4hr，海龍二號、三號風場總打撈影響時間約 2.256 小時</li> </ul>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>海龍二號、三號風場總打撈影響時間為 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

- 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，做出包含風機間距距離之最佳化配置建議，其中間距倍數僅作為輔助陳述風機間距距離之用，高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。
- 本計畫海龍二號風場已配合公告直航航路道退縮風場在先，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 公尺寬之鳥類航路道(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。
- 本次變更新增 11~15MW 風機，因有留設銜接連續之鳥類航路道、直航

航路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航路道，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航路道，風機排數僅 3~6 排，相較排數更少，且在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。

- 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。
- 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航路道(約 2,000 公尺)、航路道退縮(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：

- 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
  - 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)。
  - 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。
- 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)。

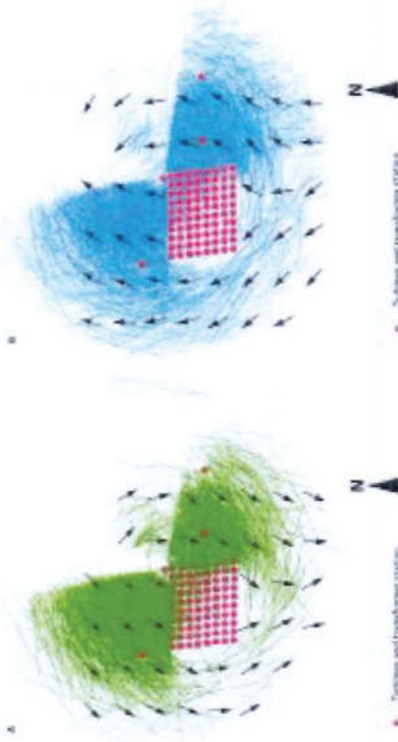


圖 1.6.2-7 丹麥 Horns Rev 風場(間距約 560 公尺) 鳥類飛行路徑紀錄(營運期間)

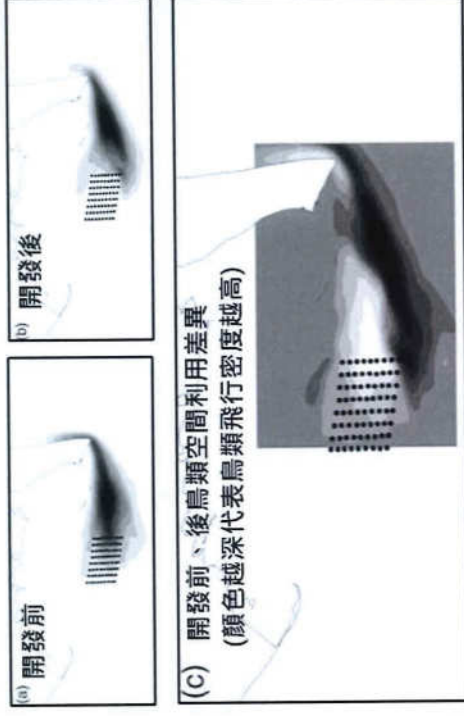


圖 1.6.2-8 丹麥 Nysted 風場(間距約 500 ~ 850 公尺)開發前後鳥類飛行密度紀錄(施工前、營運期間)

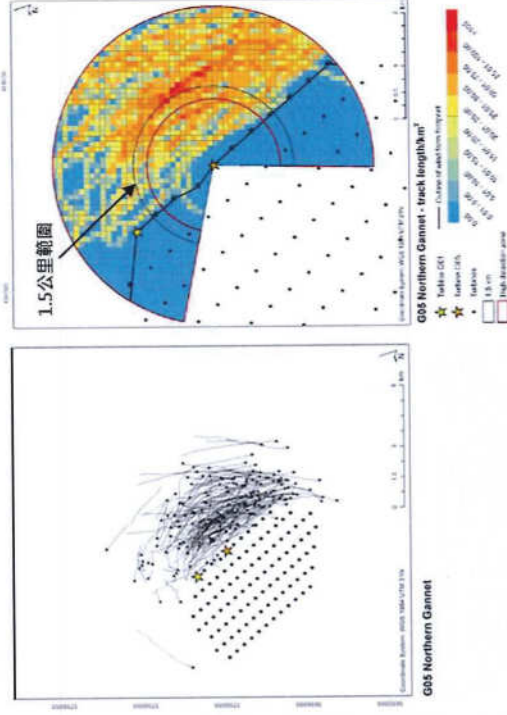
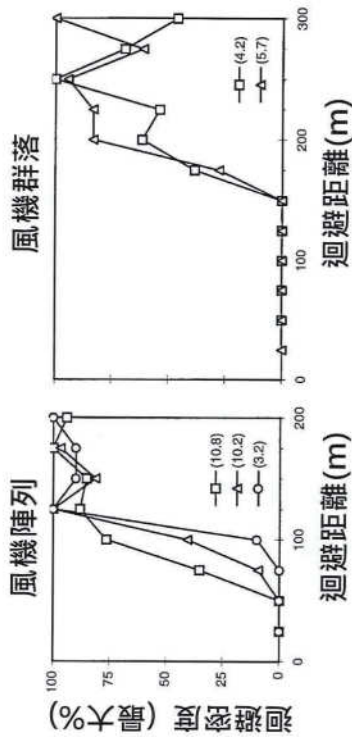


圖 1.6.2-9 英格蘭 Thanet 風場(間距約 500 ~ 800 公尺) 鳥類飛行路徑及飛行密度紀錄(營運期間)



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

- 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。
  - 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) 的累積頻率分布可知，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。
  - 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。
- 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。

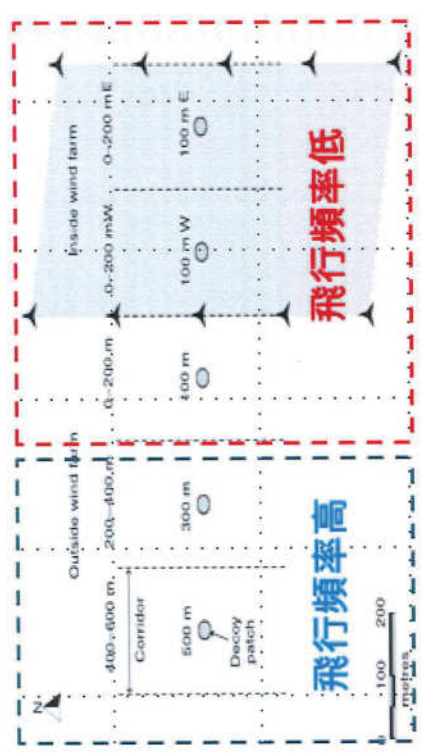


圖 1.6.2-11 丹麥 Tunø Knob 風場 (間距約 200-400 公尺) 鳥類與西側風機排觀測飛行頻率分布 (營運期間)

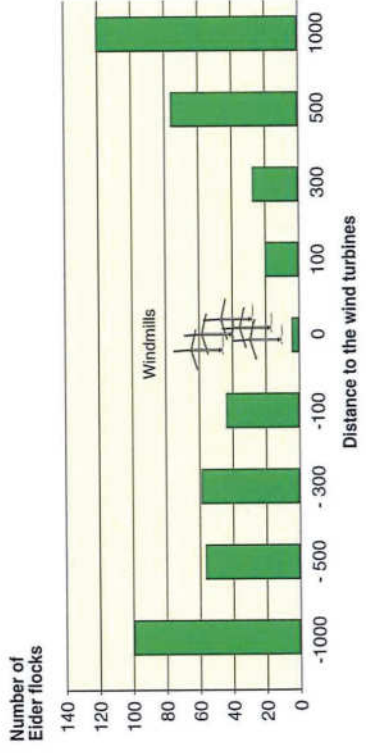


圖 1.6.2-12 瑞典 Yttre Stengrund 風場 (間距約 400 ~ 500 公尺) 鳥類與風機最近距離累積飛行頻率分布 (營運期間)



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)

(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配置所形成的鳥類撞擊數量又較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，因此整體撞擊相對較小。

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。

#### (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。

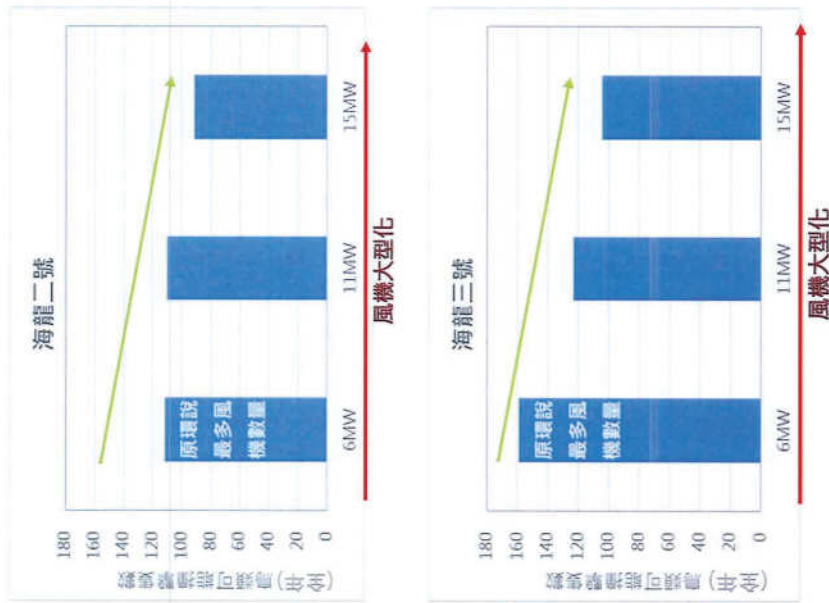


圖 1.6.2-14 海龍二號、三號不同風機配置下整體鳥類年撞擊隻次

### 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. 海龍業(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。

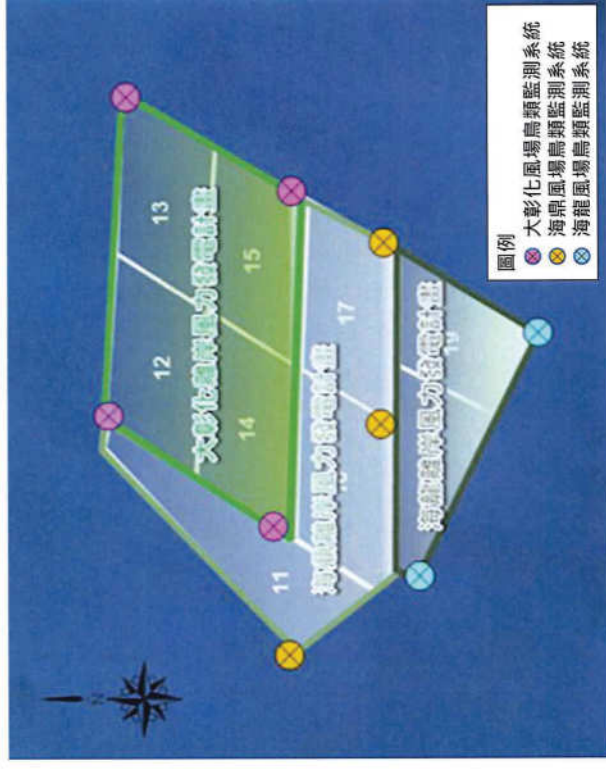


圖 1.6.2-15 海龍二號、海龍三號與相鄰風場聯合設置鳥類監測系統示意圖

## 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理機關，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，依據目前案列分析，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局限性，新增春、秋季鳥類過境期間每季執行3日次，夏、冬、四季每季執行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，始進一步給與保護目標鳥種資訊，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測

料蒐集，說明如下：

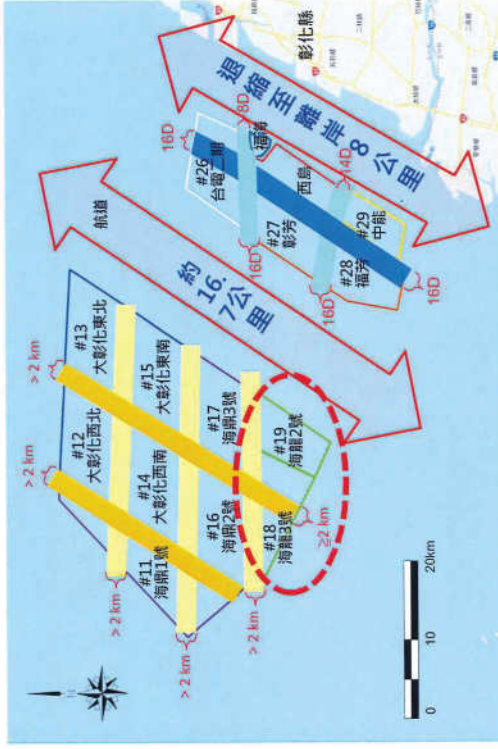


圖 1.7.1-1 海龍風場留設與鄰近風場連續之鳥類廊道

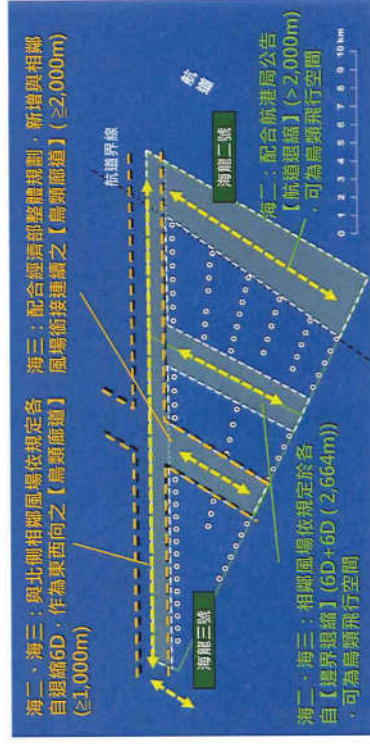


圖 1.7.1-2 海龍風場周邊鳥類飛行空間整體規劃



### (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，進行關於風機降轉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、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；由於辨識目標鳥種係為判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訊就後，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。
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，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。

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，確認不同鳥種體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，務使綠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，

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) | 1.彰化海岸鳥類<br>2.澎湖鳳頭燕鷗 | 施工前執行2年<br>每年進行17日次調查<br>其中春、夏、秋季每季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、冬季每季1日次 |
|      | 3.鳥類雷達調查  | 風場範圍                 |  |
|      | 4.鳥類繫放衛星定位追蹤                                      |                      | 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) | 1.彰化海岸鳥類<br>2.澎湖鳳頭燕鷗 |                                |

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) | 1.彰化海岸鳥類<br>2.澎湖鳳頭燕鷗 |  |

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。

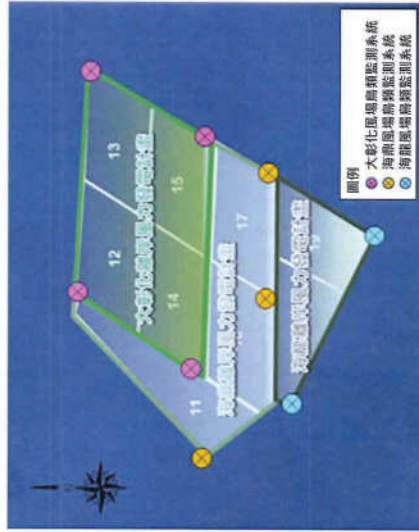


圖 1.7.1-3 本計畫與鄰近風場聯合設置鳥類監測系統示意圖

## 1.8、吳委員義傑

一、海龍2號(#19)與海龍3號(#18)之退縮應改到延續#16與#17等之間的飛行廊道。

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廊道規劃安插增設風機」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。

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。

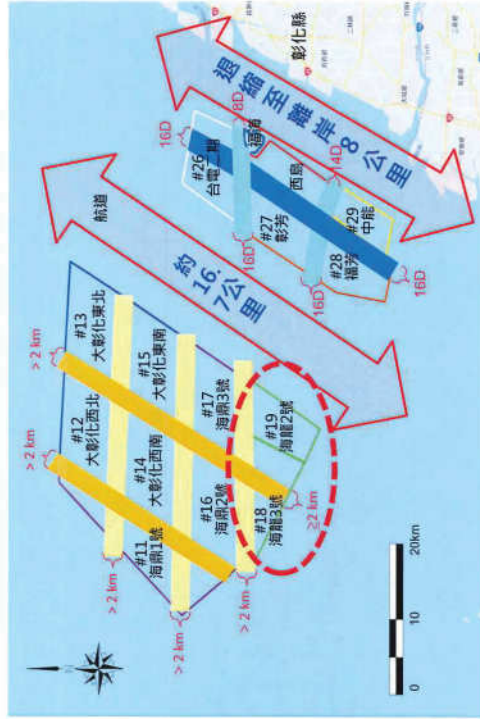


圖 1.8.1-1 海龍風場留設與鄰近風場連續之鳥類廊道

## 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、飛行速度之間關連性？

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、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、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 海龍二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                                   |
| Q                  | 風機旋轉角速度 (rpm)                            |
| c                  | 葉片最大寬度 (m)                               |
| v                  | 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                                 |
| 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> | 夜間時間長度 (hr)                              |
| 通用鳥類參數             |  |
| A                  | 迴避率                                      |
| L                  | 體長 (m)                                   |
| W                  | 翼展 (m)                                   |
| V                  | 飛行速度 (m/s)                               |
| F                  | 飛行行為參數                                   |
| D <sub>h</sub>     | 日間鳥類密度(km <sup>2</sup> )                 |
| D <sub>n</sub>     | 夜間鳥類活動密度(km <sup>2</sup> ) <sup>註3</sup> |
| Q <sub>cr</sub>    | 飛行高度落在旋轉區的機率(%)                          |
| 撞擊風險或類群而度鳥類參數      |  |
| 白眉燕鷗               | 0.31                                     |
| 鳳頭燕鷗               | 0.48                                     |
| 玄燕鷗                | 0.42                                     |
| 小燕鷗                | 0.25                                     |
| 魚鷹                 | 0.59                                     |
| 0.79               | 1.27                                     |
| 0.81               | 0.51                                     |
| 1.58               | 1.58                                     |
| 10.8               | 12.0                                     |
| 13.01              | 10.93                                    |
| 16.93              |  |
| flapping           |  |
| 1                  | 1  |
| 3.8                | 12.8                                     |
| 16                 | 1  |
| 0.9                | 1  |
| 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，係數 1.0 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：敬請委員指教。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、飛機旋轉角速度、葉片旋轉區；風場及風機參數則包括：風機葉數目、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。除海龍二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 海龍二號風場鳥類撞擊評估參數符號說明

|                    |  |                                       |
|--------------------|--|---------------------------------------|
| 風機撞擊參數             |  |                                       |
| b                  | 風機葉數目                                      | 3                                     |
| Ω                  | 風機旋轉角速度 (rpm)                              | 5.6~8.6                               |
| c                  | 葉片最大寬度 (m)                                 | 5                                     |
| v                  | 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)                       |                                       |
| 風場與撞擊參數            |  |                                       |
| N                  | 風場內的風機總數量                                  | 35~48                                 |
| 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> | 夜間時間長度 (hr)                                | 註 2                                   |
| 通用鳥類參數             |  |                                       |
| A                  | 迴避率  | 0.98                                  |
| 植物種或頭碎而定鳥類參數       |  |                                       |
| L                  | 體長 (m)                                     | 白眉燕鷗 0.31<br>鳳頭燕鷗 0.48<br>小燕鷗 0.59    |
| W                  | 翼展 (m)                                     | 0.79<br>1.27<br>0.81                  |
| V                  | 飛行速度 (m/s)                                 | 10.8<br>12.0<br>13.01                 |
| F                  | 飛行行為參數                                     | 13.01<br>10.93<br>16.93               |
| D <sub>A</sub>     | 日間鳥類活動密度/(km <sup>2</sup> )                | flapping                              |
| f <sub>night</sub> | 夜間鳥類活動密度/(km <sup>2</sup> ) <sup>註 3</sup> | 依的風場實際調查而異，詳表 6.1.4-4                 |
| Q <sub>zn</sub>    | 飛行高度落在旋轉區的機率(%)                            | 1<br>3.8<br>12.8<br>16<br>0.9<br>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。

## (二)不同鳥種相對迴避率之設定，是否屬最劣情境？

說明：敬請委員指教。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)兼整陸域及海上風場現有迴避率資訊，以及Cook et al. (2014)針對北方燕鷗與鷗科進行研究，除了紅隼與白尾海鷗迴避率為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%)

海龍二號風場於0.95的迴避率下，整體全年的撞擊數量估值值介於228.7~275.4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，海龍二號風場保育類全年的撞擊數量估值分別約為玄燕鷗29隻、白眉燕鷗99隻和鳳頭燕鷗4隻。

(2) 15MW風機配置：0.95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24隻、白眉燕鷗82隻和鳳頭燕鷗3隻。

### 2. 鳥類撞擊評估(迴避率98%)

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值介於91.29~110.06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。

### 3. 鳥類撞擊評估(迴避率99%)

海龍二號風場於0.99的迴避率下，整體全年的撞擊數量估值值介於45.9~55.4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，海龍二號風場保育類全年的撞擊數量估值分別約為玄燕鷗6隻、白眉燕鷗20隻和鳳頭燕鷗1隻。

(2) 15MW風機配置：0.99的迴避率下，海龍二號風場保育類全年的撞擊

量估值得分別約為玄燕鷗5隻、白眉燕鷗16隻和鳳頭燕鷗1隻。

表 1.10.1.2-1 海龍二號風機配置 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>Butorvia butorvia</i>       | <0.1     | <0.1  | <0.1     | <0.1  | <0.1     | <0.1  |
| 黑背白腹穴鳥 | <i>Pseudobutorvia rostrata</i> | <0.1     | <0.1  | <0.1     | <0.1  | <0.1     | <0.1  |
| 大水雄鳥   | <i>Catonectris leucomegas</i>  | <0.1     | <0.1  | <0.1     | <0.1  | <0.1     | <0.1  |
| 紅領鵲反鵲  | <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>    | 33.8     | 28.8  | 13.5     | 11.5  | 6.8      | 5.8   |
| 玄燕鷗    | <i>Anous stolidus</i>          | 28.5     | 23.5  | 11.4     | 9.4   | 5.7      | 4.7   |
| 黑腹燕鷗   | <i>Onychoprion anaethetus</i>  | 99.1     | 81.8  | 39.5     | 32.5  | 19.9     | 16.4  |
| 白眉燕鷗   | <i>Chlidonias hybrida</i>      | 17.0     | 14.2  | 6.8      | 5.7   | 3.4      | 2.9   |
| 燕鷗     | <i>Sterna hirsundo</i>         | 7.9      | 6.6   | 3.1      | 2.6   | 1.7      | 1.4   |
| 鳳頭燕鷗   | <i>Thalasseus bergii</i>       | 3.5      | 2.9   | 1.4      | 1.2   | 0.7      | 0.5   |
| 未知燕鷗   | <i>Sternae spp.</i>            | 85.5     | 70.9  | 34.2     | 28.3  | 17.2     | 14.2  |
| 家燕     | <i>Hirundo rustica</i>         | 0.1      | 0.1   | 0.1      | 0.1   | 0.1      | 0.1   |
| 合計     |                                | 275.4    | 228.7 | 110.1    | 91.3  | 55.4     | 45.9  |

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」，是否需要重新評估。

說明：敬請委員指教。「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。

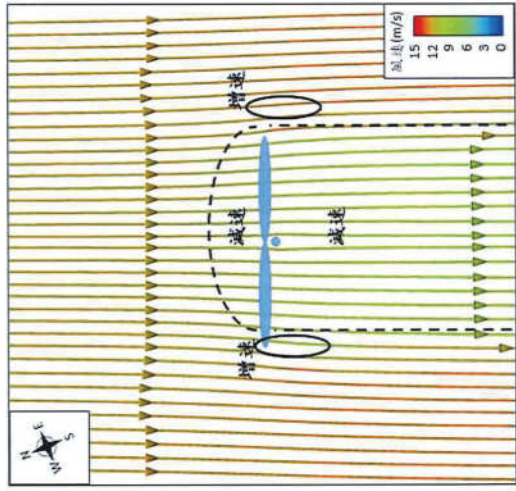


圖 1.10.2-1 風機沿扇葉中心高度之水平剖面流場分布圖

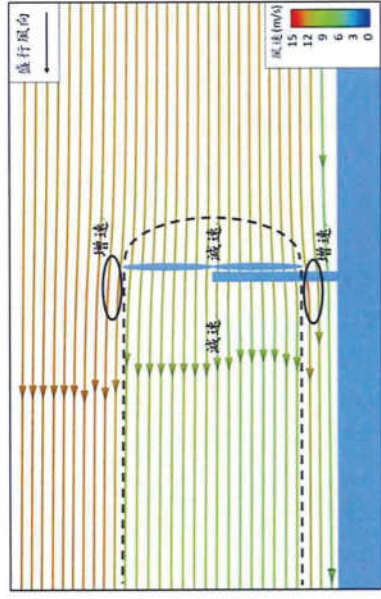


圖 1.10.2-2 風機沿盛行風向之垂直剖面流場分布圖

### 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、機車型地震危害度分析、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現況，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。

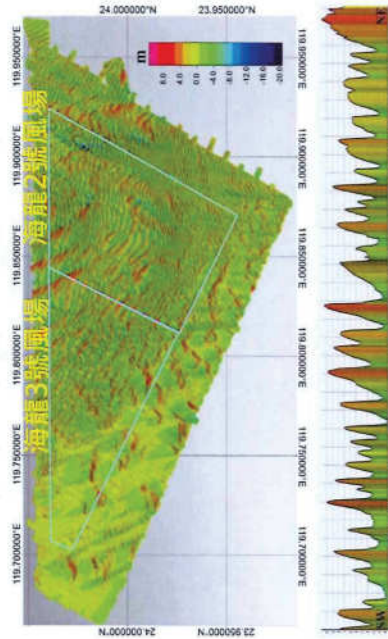


圖 1.10.3-1 海底地形圖

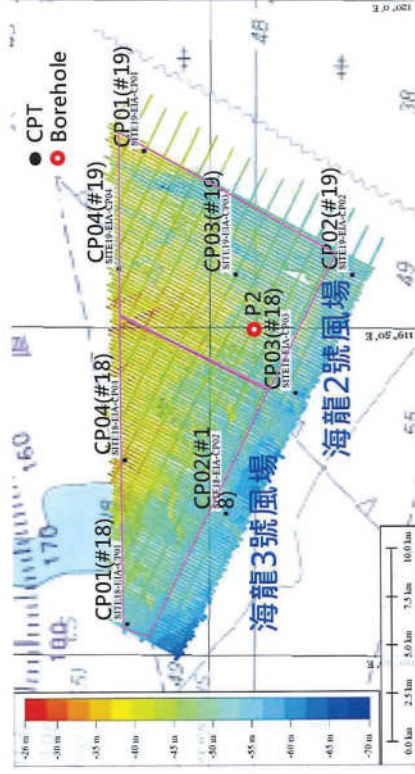


圖 1.10.3-2 地質鑽孔位置圖

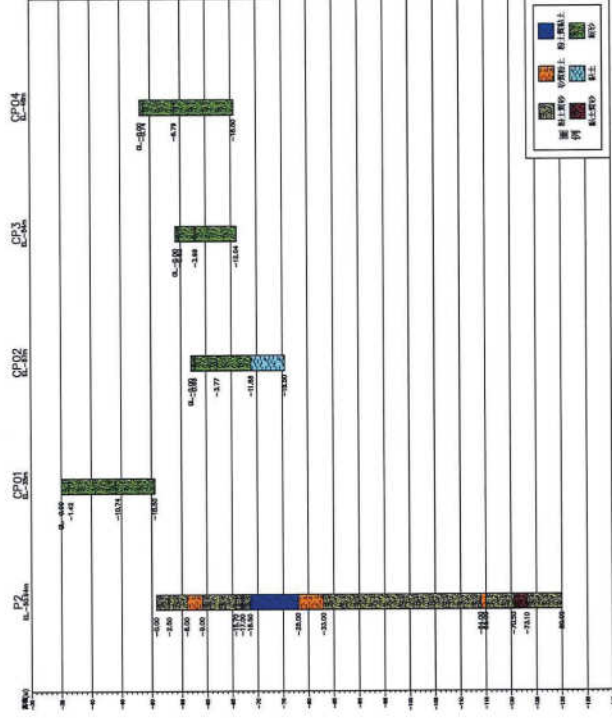


圖 1.10.3-3 地層地質柱狀圖

## (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、機車型地震危害度分析、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車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車危害曲線。
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。

說明：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。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，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1.11.1-1)；且海龍二號風場已配合公告直航通道退縮風場在先，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。

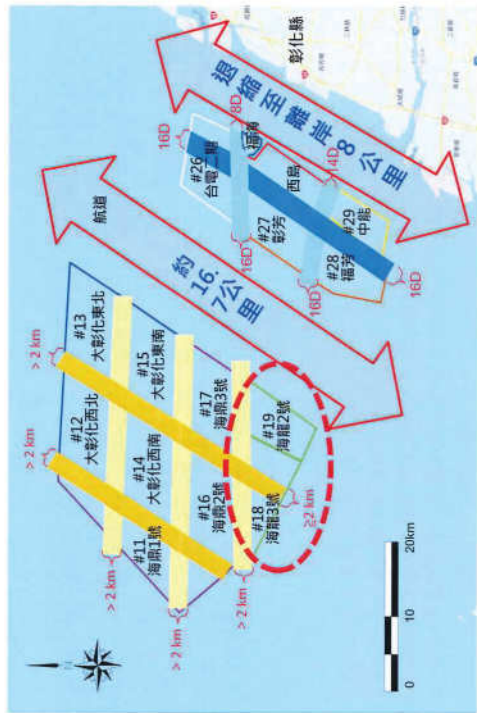


圖 1.1.1.1-1 海龍風場留設與鄰近風場連續之鳥類廊道

本次變更新增11~15MW風機，因有留設銜接連續之鳥類廊道、直航航道及邊界退縮規定之限制，若採原環環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、邊界退縮空間均遠大於原規劃，詳圖1.1.1.1-3所示。

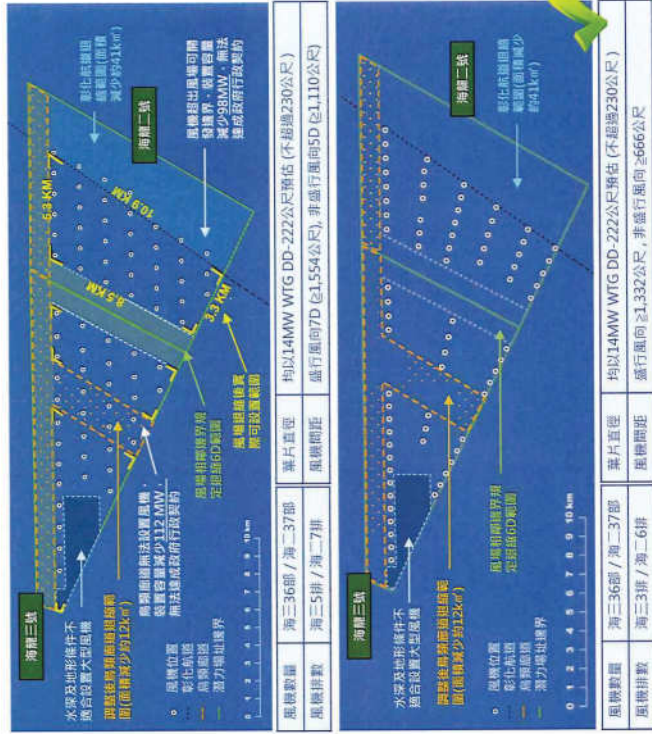


圖 1.1.1.1-2 新增 14MW 採 5D&7D 風機間距規劃及採 666 公尺&1,158 公尺間距規劃比較

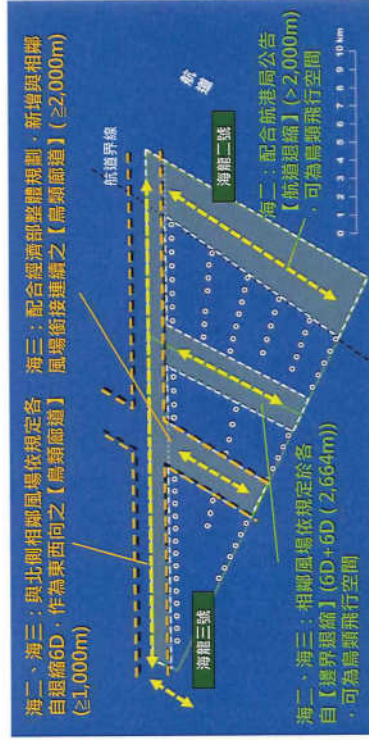


圖 1.1.1.1-3 海龍風場周邊鳥類飛行空間整體規劃



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)，顯示高頻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評(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。

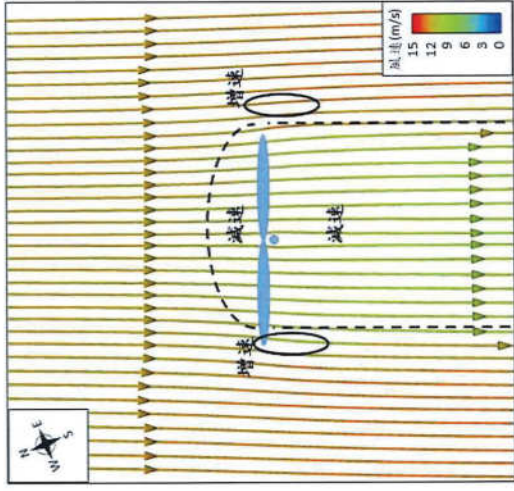


圖 1.11.1-4 風機沿扇葉中心高度之水平剖面流場分布圖

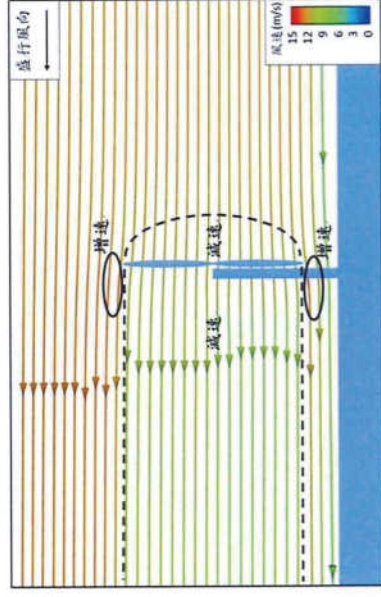


圖 1.11.1-5 風機沿盛行風向之垂直剖面流場分布圖

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 I 風場 | 台灣 海洋風場 (Formosa I) | 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) (A) | 666   | 480          | 500           | 500             | 455                 | 500        |
| 風機最小間距 (m) (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1.1.1.1-2)。

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        | 原環說風機方案 (6~9.5MW)                                  | 本次變更大型化風機方案 (11~15MW)                              |
| 風機          | 109~141部   | 69~94部   |
| 水下基礎        | 109~141座   | 69~94座   |
| 基樁          | 436~564支   | 276~376支   |
| 打樁作業時間(hrs) | 2,256hrs   | 1,104hrs   |
| 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> ) |
| 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                                 |

圖 1.1.1.1-6 海龍二號及三號風場原環說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<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，各項空氣污染物濃度至敏感受體濃度與背景濃度加成效後均符合空氣品質標準</li> <li>敏感受體與背景濃度加成效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，各項空氣污染物濃度至敏感受體濃度與背景濃度加成效後均符合空氣品質標準</li> <li>與原環說評估結果相似，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<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，總減噪措施後為 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，總減噪措施後為 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>                            |
| 高頻撞擊評估<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。
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1.11.1-3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1.11.1-7、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)。

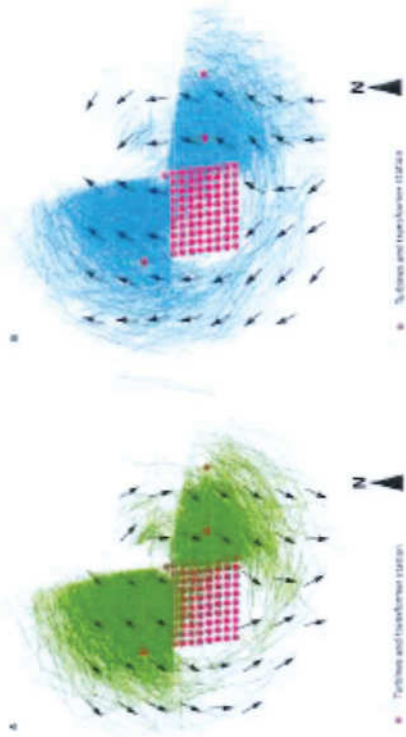


圖 1.11.1-7 丹麥 Horns Rev 風場(間距約 560 公尺)  
鳥類飛行路徑紀錄(營運期間)

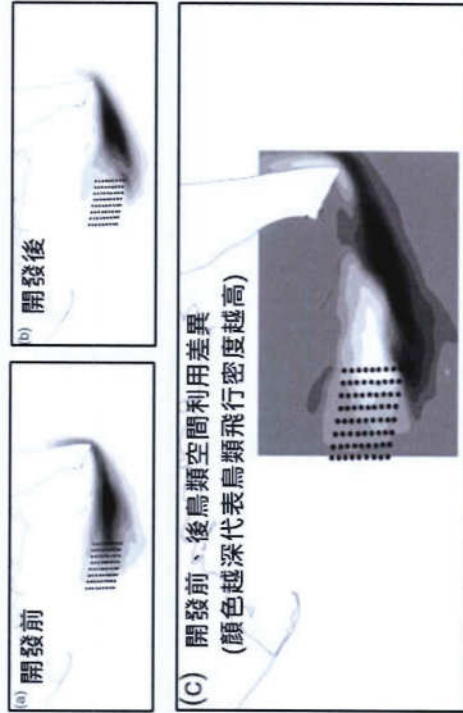


圖 1.11.1-8 丹麥 Nysted 風場(間距約 500 ~ 850 公尺)開發前後鳥類飛行  
密度紀錄(施工前、營運期間)

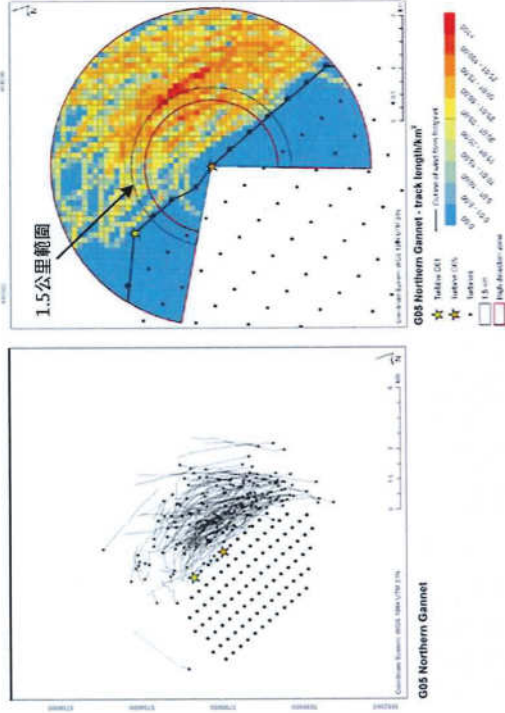


圖 1.11.1-9 英格蘭 Thanet 風場(間距約 500 ~ 800 公尺)  
鳥類飛行路徑及飛行密度紀錄(營運期間)

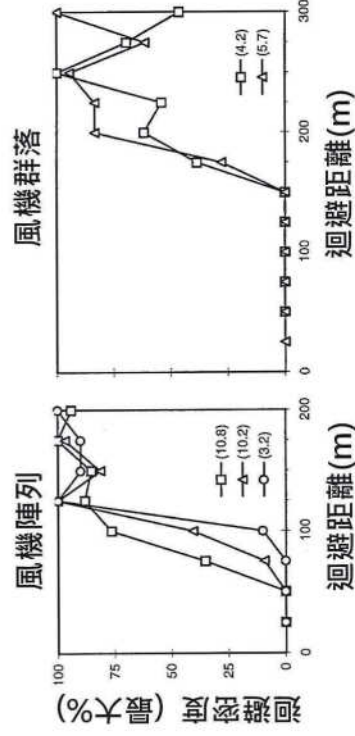


圖 1.11.1-10 風機陣列及風機群落的鳥類迴避距離

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.

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1.11.1-11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1.11.1-12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1.11.1-13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。

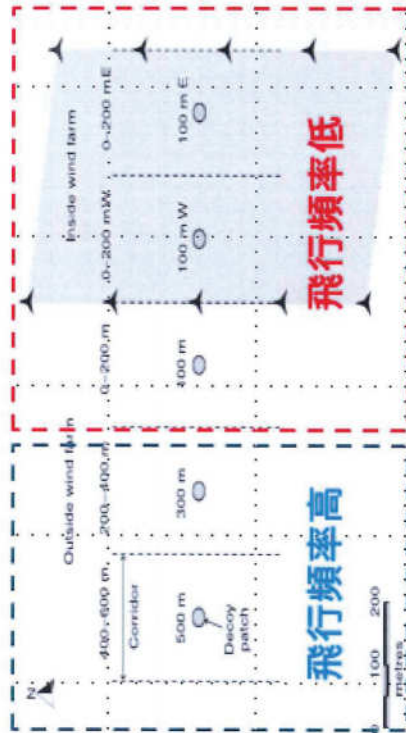


圖 1.11.1-11 丹麥 Tunø Knob 風場(間距約200~400公尺)鳥類與西側風機排觀測飛行頻率分佈(營運期間)

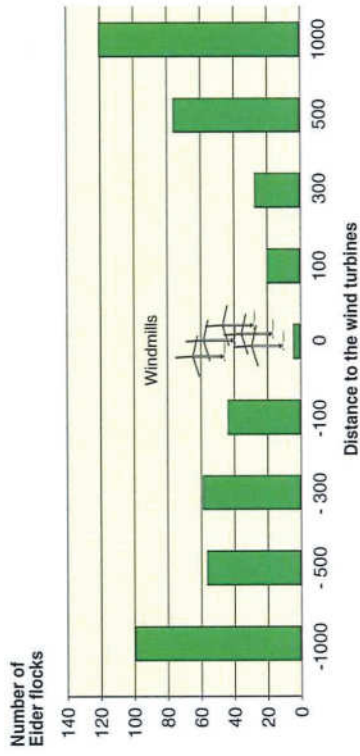


圖 1.11.1-12 瑞典 Yttre Stengrund 風場(間距約400~500公尺)鳥類與風機最近距離累積飛行頻率分佈(營運期間)

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 1.11.1-13 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)

### (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介於91.3~110.1隻。保育類最大撞擊數量估說明如下：

- (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介於約為玄燕鷗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介於約為玄燕鷗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介於104.6~123.6隻。保育類最大撞擊數量估說明如下：

- (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介於約為魚鷹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介於約為魚鷹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。

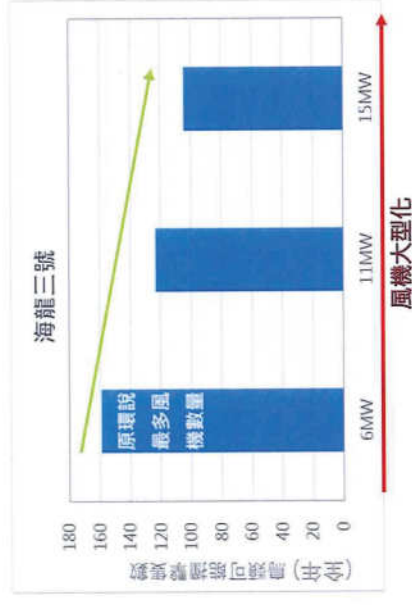
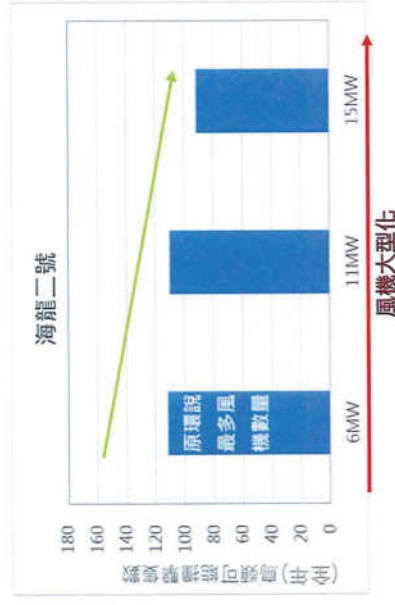


圖 1.11.1-14 海龍二號、三號不同風機配置下整體鳥類年撞擊隻次

#### (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. 施工期

- (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，實際機架設定完成後，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測平台，開放給相關單位，方便日後各項研測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。
- 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。

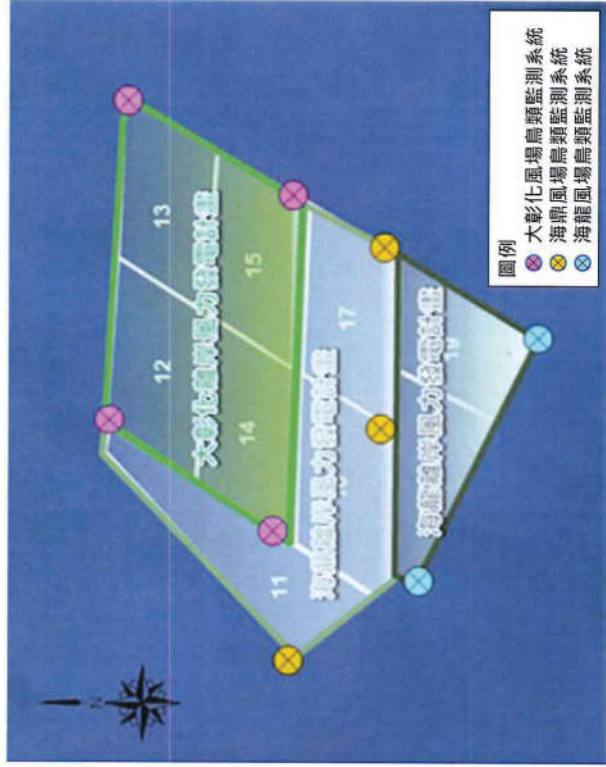


圖 1.11.1-15 海龍二號、海龍三號與相鄰風場聯合設置鳥類監測系統示意圖

## 1.12、孫委員振義

一、全案觀測、監測資料建議在網路平台開放即時數據與歷史資料供各界參考。

說明：遵照辦理。分列說明如下：

- (一) 本計畫環境影響說明書及環境影響差異分析報告之調查資料均已公開在行政院環境保護署「環評書件查詢系統」，供大眾參閱。
- (二) 本計畫於施工前、施工期間及營運期間確實執行環境監測計畫，監測項目包含空氣品質、噪音振動、海域水質、水下噪音(含鯨豚聲學監測)、海域生態(潮間帶、亞潮帶、水下攝影、漁業資源調查、鯨豚生態調查)、鳥類生態(海上鳥類船隻目視調查、海岸鳥類目視調查、鳥類雷達調查、鳥類繫放衛星定位追蹤)、陸域生態(動物生態、植物生態)及文化資產(陸域文化資產判釋、水下文化資產判釋、陸域施工考古監看)等，監測結果將確實納入監測季報，並將公布於開發單位網站上供大眾參閱，以達資訊公開。
- (三) 行政院環境保護署已建置「原始數據共享倉儲系統」，本計畫後續將依規定將監測結果上傳至「原始數據共享倉儲系統」，達成蒐集長期環境監測數據，瞭解開發行為對於環境之影響趨勢等目標。

二、建議將「鳥類繫放衛星追蹤」與「雷達調查分析」均納入承諾事項，兩項均施作。

說明：遵照辦理。本計畫「鳥類繫放衛星定位追蹤」及「鳥類雷達調查」均分別納入環境保護對策及監測計畫，後續將確實執行，說明如下：

### (一) 環境保護對策

1. 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。
2. 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。
3. 營運期間海龍案(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1.12.2-1，實際設置位置將依據風場設置