

# 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)

(定稿本)

(本文)

開發單位：海龍三號風電股份有限公司籌備處

中華民國 110 年 8 月

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)(定稿本)(本文)

中華民國  
110  
年  
8  
月


開發單位提送環境影響評估  
書件定稿作業切結書

# 開發單位提送環境影響評估書件定稿作業切結書

茲就辦理「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)」提送定稿作業，特立本切結書，切結事項如下：

- 一、本案業經行政院環境保護署環境影響評估審查委員會第 397 次會議決議：「環境影響差異分析報告審核修正通過」，會議已通過之內容，除會議決議開發單位應補充、修正並轉送確認部分外，未有擅自更改之情形。
- 二、若於前述委員會議審查通過後，開發單位始發現書件內容有誤繕、誤算或其他顯然之錯誤須更正者，於本次提送定稿本備查時，已於提送之公文書中具體敘明更正之內容。
- 三、切結之開發單位及受委辦環評作業機構知悉，如違反上述情事，行政院環境保護署將以違反環境影響評估法第 20 條及刑法第 214 條規定移送臺灣臺北地方法院檢察署辦理。

## 立切結書人

開發單位：海龍三號風電股份有限公司籌備處  (蓋印鑑)

代表人：台灣北陸能源發展股份有限公司  (蓋印鑑)


授權簽章人：David Edward Povall  (簽章)

統一編號：52344131

David E.  
Povall

地址：10488 臺北市中山區南京東路三段 168 號 13 樓之 3

電話：02-27730588 / 0900-841600

受委辦環評作業機構：光宇工程顧問股份有限公司  (蓋印鑑)

法定代表人：羅光楣  (簽章)

綜合評估者：劉家昆  曾元環  陳莉坪  (簽章)

統一編號：23465070

地址：22101 新北市汐止區新台五路一段 77 號 17 樓之 7

電話：02-26981277

中 華 民 國 1 1 0 年 7 月 3 0 日

環境影響評估審查委員會  
第 397 次會議後續應辦事項  
[環署綜字第 1101098019 號]

## 行政院環境保護署 函

地 址：10042 臺北市中正區中華路1段83號

聯 絡 人：商維庭

電 話：(02)2311-7722#2744

電子郵件：wtshang@epa.gov.tw

10488

臺北市中山區南京東路3段168號13樓之3

受文者：海龍三號風電股份有限公司籌備處

發文日期：中華民國 110年7月15日

發文字號：環署綜字第 1101097761 號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：

附件：

主旨：「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）」案，經本署環境影響評估審查委員會第397次會議審核修正通過，後續應辦事項詳如說明，請查照。

說明：

- 一、依據經濟部能源局109年1月9日能電字第10800288520號函暨貴公司110年6月7日海三籌字第2021060701號函辦理。
- 二、旨述會議紀錄本署前於110年7月13日以環署綜字第1101094969號書函（諒達）檢送在案。
- 三、請將下列資料納入定稿，並檢具環境影響差異分析報告定稿9本，且依「環境影響評估書件電腦建檔作業規範」，製作電腦檔案光碟9份及已塗銷個人資料之檔案光碟1份，送本署備查：
  - (一) 貴籌備處於旨述會議所提簡報資料、經該會確認之朱信委員、孫委員振義、彰化縣政府、交通部民用航空局、本署環境督察總隊意見及下列資料納入定稿。
    - 1、每年3~5月間之鳥類調查頻度應增加為每半個月執行



1次，以建立基礎資料，且於風機營運期間進行相同頻度之調查，並加強鳥類夜間調查次數頻度，同時加強鳥類監測資訊共享，並應每年提出鳥類監測檢討報告，依據監測結果執行生態保育措施之滾動式檢討。

2、本次會議承諾就「海龍二號」及「海龍三號」風場場址之間廊道執行地質調查等作業，如果地質調查結果適合放置風機，將部分風機移至該廊道。

(二) 開發單位提送環境影響評估書件定稿作業切結書（請至本署全球資訊網—首頁—環境主題—環評與教育訓練—資訊延伸連結—其他文件下載）。

(三) 本署110年7月13日環署綜字第1101094969號書函（含會議紀錄涉及本案審議內容）及本函影本。

四、對本處分如有不服者，得自本處分送達之翌日起30日內，繕具訴願書逕送本署後，再由本署轉送行政院審議。

正本：海龍三號風電股份有限公司籌備處

副本：經濟部能源局

署長張子敬

本案依照分層負責規定  
授權單位主管決行

環境影響評估審查委員會  
第 397 次會議記錄對照表  
[環署綜字第 1101094969 號]



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：黃珮瑜  
電 話：(02)23117722#2745  
電子郵件：pyhuang@epa.gov.tw

受文者：如行文單位

發文日期：中華民國110年7月13日  
發文字號：環署綜字第1101094969號  
速別：普通件  
密等及解密條件或保密期限：  
附件：會議紀錄

主旨：檢送本署環境影響評估審查委員會第397次會議紀錄1份，請查照。

說明：旨述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：張主任委員子敬、蔡副主任委員鴻德、邱委員昌嶽、石委員崇良、林委員敏聰、游委員建華、黃委員金城、白委員子易、朱信委員、江委員康鈺、江委員鴻龍、李委員俊福、吳委員義林、袁菁委員、游委員勝傑、李委員培芬、洪委員挺軒、張委員學文、簡委員連貴、李委員育明、孫委員振義、經濟部能源局、海洋委員會、交通部民用航空局、彰化縣政府、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、劉執行秘書宗勇、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、法規委員會、土壤及地下水污染整治基金管理會、環境檢驗所、毒物及化學物質局

副本：

# 行政院環境保護署

# 行政院環境保護署環境影響評估審查委員會 第 397 次會議紀錄

壹、時間：110 年 6 月 30 日（星期三）下午 2 時 0 分

貳、地點：視訊會議（Avaya Scopia 系統）

參、主席：張主任委員子敬

紀錄：黃珮瑜

肆、出（列）席單位及人員：如後附會議簽名單。

伍、確認出席委員已達法定人數後，主席致詞：略。

陸、確認本會第 396 次會議紀錄

結論：第 396 次會議紀錄確認。

柒、討論事項

案由「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

一、李委員育明依「行政院環境保護署環境影響評估審查委員會組織規程」第 9 條規定進行迴避。

二、本署綜合計畫處說明

（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）」前於 110 年 5 月 12 日提本委員會第 396 次會議討論（提會說明資料如附件 1），決議如下：「本案保留，請 2 案開發單位先洽經濟部（能源局）研議「處理『海龍二號』及『海龍三號』風場場址之間邊界南方入口議題」，再提本會討論。」

（二）2 案開發單位於 110 年 6 月 7 日函送補正資料至本署，本署於 110 年 6 月 9 日函送本委員會委員；其中交通部民用航空局及本署環境督察總隊仍有修正意見如後附。

### 三、開發單位進行簡報。

### 四、討論情形

- (一) 本案召集人張委員學文說明略以：「本案爭點為鳥類廊道，原 2 案風場場址間之廊道未設風機，變更後鳥類廊道西移，將造成南方來的鳥類，尤其是春天往北遷移時可能會沿著 2 個廊道（新設廊道及原 2 案風場場址之間廊道）進入，因北邊未設廊道，可能會成為鳥類北返陷阱。本案開發單位將 3 座風機移過來後，鳥類看到這 3 座風機就不會由此處進入，開發單位認為可藉此解決鳥類北返問題。」
- (二) 苗栗自然生態學會陳祺忠先生表示意見如附件 2。
- (三) 經濟部代表發言略以：「環境影響評估審查委員會（下稱委員會）第 396 次會議決議，請經濟部能源局與開發單位協調，請經濟部能源局說明協調結果。」
- (四) 經濟部能源局代表發言略以：「開發單位已與本局進行研商，並就初步調整內容進行報告，相關程序亦符合委員會第 396 次會議結論。」
- (五) 朱信委員發言略以：「原環境影響說明書所載最低風機間距為 755 公尺，但開發單位於本次會議提出間距仍維持 666 公尺，若開發單位可改變 3 座風機座落於綠色區塊內，為何無法於該區域內增加風機？因此支持乙案。且本次會議開發單位所提內容仍無法完全解決本人疑惑，但仍尊重各位委員的看法。」
- (六) 主席發言略以：「個人推測，或許該區域仍未進行相關地質調查。」
- (七) 朱信委員發言略以：「建議開發單位未來可邊走邊改，這樣我就接受。」
- (八) 張委員學文發言略以：「若本案通過，且開發單位未來將 3 座風機移至原 2 案風場場址之間廊道時，是否可滾動式檢討？未來亦可將風機設置於該處，消除風機間距 755 公尺縮短為 666 公尺之疑慮。目前或許有地質或其他因素尚無法解決，但開發單位若承諾再移 6 座風機（共 9 座）至原 2 案風場場址之間廊道，對南方來的鳥類會

自然形成阻隔，問題即解決；未來若可往中間移設更多風機的話更好。」

- (九) 江委員鴻龍發言略以：「請開發單位說明，無法將風機移至綠色區域之原因，是否為地質未調查。」
- (十) 白委員子易發言略以：「基本上做海上鳥擊及鳥類飛行影響的模式有 2 種 (Band Model 及 Actuator Model)，僅考慮風機的疏密影響，沒有考慮到配置影響，所以若開發單位已做退讓或相關動作，建議將相關調查數據留存，或許未來可對應修改模式。」
- (十一) 李委員培芬發言略以：「本案最大問題是資訊仍不清楚。個人較傾向讓開發單位執行，但開發單位必須作出承諾，儘速做 3 月至 5 月間的基礎調查，將開發前的基礎現況調查資料完整建立，營運期間再做同樣頻度、密度的基礎調查。開發單位應承諾透過比對開發前後調查資料，每年執行滾動式檢討，若真的造成問題，開發單位再提出更多改善措施。目前夜用雷達、目視設備等設備大致可行，但就現況而言，因為很多鳥類在夜間飛行，應加強夜間調查次數及調查時間。」
- (十二) 洪委員挺軒發言略以：「開發單位已針對原來對鳥類可能的陷阱區作修正，對鳥類飛行安全已有改善，因此無其他意見。但附議李委員培芬所提，仍應持續做相關生態調查，並請開發單位落實即時監測系統，並採緊急措施，萬一發生問題時，可儘快修正或改善。」
- (十三) 簡委員連貴發言略以：「開發單位配合整個風場提出聯合鳥類監測及共享資訊，值得肯定。建議開發單位除了加強聯合鳥類監測及資訊共享外，也能定期提出檢討監測報告。本案鳥類共同廊道規劃，對於友善鳥類飛行空間，也可透過檢討機制，提供後續規劃鳥類共同廊道重要參考資訊。」
- (十四) 開發單位說明如附件 3。
- (十五) 主席確認與會委員無其他意見，宣布進行委員審議，決議如後述。

## 五、決議

- (一) 本案採甲案建議，2 案環境影響差異分析報告審核修正通過。
- (二) 朱信委員、孫委員振義、彰化縣政府、交通部民用航空局及本署環境督察總隊意見經開發單位於會中說明，業經本會確認，請開發單位將補充說明資料，以及下列資料納入定稿：
  1. 每年 3~5 月間之鳥類調查頻度應增加為每半個月執行 1 次，以建立基礎資料，且於風機營運期間進行相同頻度之調查，並加強鳥類夜間調查次數頻度，同時加強鳥類監測資訊共享，並應每年提出鳥類監測檢討報告，依據監測結果執行生態保育措施之滾動式檢討。
  2. 本次會議承諾就「海龍二號」及「海龍三號」風場場址之間廊道執行地質調查等作業，如果地質調查結果適合放置風機，將部分風機移至該廊道。

## 捌、臨時提案

- 一、本署綜合計畫處說明：「因疫情影響，環評案件審查步調受到若干影響，因為本屆委員任期於 110 年 7 月 31 日屆滿，因此就安排委員會開會方式提出建議；第一類為專案小組已經達成共識有結論之個案，原則希望儘快排會審查；第二類為專案小組已召開多次會議討論，剩餘若干議題需釐清之環評案件，希望也是由本屆委員作完整的處理，讓後續接續的委員會較好審議。因為距本屆委員任期屆滿剩下 1 個月，首先提委員會討論之案件為專案小組已獲結論者，將儘速安排提委員會討論，由本屆委員處理；其次為專案小組已討論多次，剩下少數議題需要處理之個案，若開發單位補件時間來得及，原則希望由本屆委員處理。」
- 二、決議：洽悉。

## 玖、散會（下午 3 時 0 分）。

「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）」及「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）」110年6月7日補正資料確認修正意見

#### 一、交通部民用航空局

請開發單位依本局「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」相關規定辦理案內航空障礙燈設置事宜。

#### 二、本署環境督察總隊

就本總隊前次所提審查意見第3點，開發單位已考量因海象條件不佳之環境監測計畫應變方式，請補充說明規劃採用相關氣象預報之系統或指標項目。

本署環境影響評估審查委員會第 396 次會議討論第五案「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 案合併討論提會說明資料

一、說明

（一）「海龍二號離岸風力發電計畫環境影響說明書」及「海龍三號離岸風力發電計畫環境影響說明書」前經本署審查通過，並於 107 年 2 月 6 日分別公告審查結論在案。

（二）經濟部能源局於 109 年 1 月 10 日及 9 日分別轉送「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（下稱 2 案）至本署，2 案開發單位（海龍二號風電股份有限公司籌備處及海龍三號風電股份有限公司籌備處）同時於 109 年 1 月 30 日備齊書件及繳交審查費後進入實體審查，並申請 2 案聯席合併審查；2 案變更內容摘述如下：

1. 「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）」：變更內容包括營業所地址、新增較大風機單機裝置容量(11~15MW)及變更風機布置規劃、變更預定工程進度、變更施工期間鳥類環境保護對策，並修正環境監測計畫。
2. 「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）」：變更內容包括營業所地址、新增較大風機單機裝置容量(11~15MW)及變更風機布置規劃、新增劃設 2,000 公尺鳥類廊道、變更預定工程進度、變更施工期間鳥類環境保護對策，並修正環境監測計畫。

（三）經簽奉核可，由張學文（召集人）、朱信、江康鈺、李俊福、李培芬、吳義林、洪挺軒、孫振義、游勝傑、簡連貴等委員及呂欣怡專家學者組成專案小組審查，並徵詢經濟部、能源局、工業局、水利署、中央地質調查所、行政院農業委員會、林務局、水土保持局、漁業署、特有生物保育研究中心、海洋委員會、海洋保育署、交通部航港局、

運輸研究所、內政部營建署、文化部文化資產局、彰化縣政府、環境保護局、芳苑鄉公所、福興鄉公所、澎湖縣政府、環境保護局、白沙鄉公所及本署相關單位意見，於 109 年 3 月 6 日、5 月 8 日及 8 月 6 日召開 3 次 2 案專案小組聯席初審會議，並提 109 年 10 月 14 日本委員會第 385 次會議討論，決議略以「補正後送專案小組再審」。

- (四) 2 案開發單位於 109 年 12 月 7 日提送補正資料至本署，並於 110 年 1 月 6 日來函說明因尚須準備並補充相關回覆說明資料，申請展延至 110 年 1 月底前召開 2 案專案小組第 4 次初審會議，本署續於 110 年 2 月 5 日召開 2 案專案小組第 4 次初審會議，結論略以「補正後再審」。
- (五) 2 案開發單位於 110 年 3 月 12 日函送補正資料至本署，本署於 110 年 4 月 6 日召開 2 案專案小組第 5 次聯席初審會議，茲將會議結論提會討論。

二、110 年 4 月 6 日 2 案專案小組第 5 次聯席初審會議結論如下：

經綜整專案小組委員及相關機關意見，提出 2 案建議結論併陳本署環境影響評估審查委員會討論：

(一) 甲案

1. 2 案環境影響差異分析報告建議審核修正通過。
2. 請開發單位於 110 年 5 月 31 日前依下列事項補充、修正，並提送環境影響差異分析報告修訂本至本署，經有關委員及相關機關確認後，提本署環境影響評估審查委員會討論：
  - (1) 補充本次變更風機間距縮小之相關量化分析數據。
  - (2) 2 案本次變更新增 11~15 百萬瓦(MW)風機，就本次會議承諾之間距不小於 755 公尺之風機數量比率大於 33%，不小於 666 公尺之風機數量比率大於 67%，應分別說明 2 案各自應符合之風機數量。



- (3) 補充說明「海龍三號」風場之地質調查結果，及補充說明「海龍三號」風場因應地質調查結果之風機布設方式。
  - (4) 補充說明設置航空障礙燈之方式及其功能。
  - (5) 以最大轉速、最大半徑模擬鳥類撞擊評估。
  - (6) 釐清風場增速區及減速區範圍對鳥類飛行捲入之影響。
  - (7) 委員及相關機關所提其他意見。
  - (8) 2 案環境影響差異分析報告定稿備查後，變更內容始得實施。
3. 依環境影響評估法第 13 條之 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。」
  4. 建議經濟部（能源局）評估「海龍二號」及「海龍三號」風場場址之間邊界檢討留設之必要性，並於本案提本署環境影響評估審查委員會時進行說明。

## （二）乙案

1. 2 案環境影響差異分析報告建議審核修正通過。
2. 請開發單位於 110 年 5 月 31 日前依下列事項補充、修正，並提送環境影響差異分析報告修訂本至本署，經有關委員及相關機關確認後，提本署環境影響評估審查委員會討論：
  - (1) 本次申請變更「新增 11 百萬瓦(MW)至 15 百萬瓦(MW)裝置容量風機，風機間距調整為平行盛行風間距至少為葉片直徑 6 倍（1,158 公尺），非平行盛行風間距至少為葉片直徑 3 倍（666 公尺）」之變更內容，相關說明不足以達成環境保護之目標，不同意新

增 11~15 百萬瓦(MW)裝置容量風機及調整風機間距等變更內容。

- (2) 補充說明「海龍三號」風場之地質調查結果。
- (3) 補充說明設置航空障礙燈之方式及其功能。
- (4) 以最大轉速、最大半徑模擬鳥類撞擊評估。
- (5) 釐清風場增速區及減速區範圍對鳥類飛行捲入之影響。
- (6) 委員及相關機關所提其他意見。
- (7) 2 案環境影響差異分析報告定稿備查後，變更內容始得實施。

3. 依環境影響評估法第 13 條之 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。」

4. 建議經濟部（能源局）評估「海龍二號」及「海龍三號」風場場址之間邊界檢討留設之必要性，並於本案提本署環境影響評估審查委員會時進行說明。

三、2 案開發單位於 110 年 4 月 28 日函送 2 案補正資料至本署，業經本署轉送有關委員及相關機關確認；其中朱信委員、孫委員振義、彰化縣政府與本署環境督察總隊有修正意見如後附。

四、110 年 4 月 6 日 2 案專案小組第 5 次聯席初審會議結論（一）（二）及前述修正意見併提委員會討論。

五、決議

「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）」及「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）」確認修正意見

一、朱信委員

- （一）本次變更風機單機裝置容量大增，風機葉片長度增加超過 50%，最小風機間距竟然由原環境影響說明書之 755 公尺降為 666 公尺，實不合理。
- （二）此次環境影響差異分析報告較前幾次的報告中所描述的最大風機葉片長度 220 公尺又增加 10 公尺為 230 公尺，請說明。

二、孫委員振義

2 風場邊界退縮區恐成為鳥類遷徙路徑之陷阱，建議酌予提出改善對策。

三、彰化縣政府

- （一）本 2 案係以風機間距（平行盛行風 7D，非平行盛行風 5D）作為鳥類保護環評承諾，而通過環評，惟本次變更大幅縮減風機間距，並將原風機間距之衡量基準（葉片直徑 D）改為絕對距離（公尺），爰建請環保署審慎審查，並妥為考量風機大型化後，風機間距衡量基準之一致性，避免風機加大卻縮減風機間距之情形。
- （二）目前本縣外海之離岸風場經規劃連續之鳥類廊道後，海龍二號及海龍三號之風場間距被認為易成為鳥群飛行陷阱，惟本 2 案仍將「與相鄰風場間距至少為葉片直徑 6 倍」列為鳥類保護對策之一，恐不符鳥類保護之目的，建請予以調整，並建請說明除配合規劃之鳥類廊道外，本次變更後新增之鳥類保護對策。
- （三）考量離岸風電打樁產生之水下噪音為整體區域問題，建議環保署就打樁噪音啟動應變機制之警戒值及具體應變機制等具體內容，訂定一致之要求標準，以確保水下噪音於超標前有足夠之應變時間及處理機制，降低超標對整體區域鯨豚棲息之影響。

- (四) 開發單位承諾若風場位於主要的鳥類遷徙路徑，則於取得電業執照之次年度執行鳥類繫放衛星追蹤或雷達調查分析，之後每 5 年進行 1 次，仍請具體說明「若風場位於主要的鳥類遷徙路徑」之明確定義，倘未能明確定義，建議於營運階段每 5 年進行 1 次鳥類繫放衛星追蹤或雷達調查，避免未具明確性而影響後續環評承諾追蹤執行。

#### 四、本署環境督察總隊

- (一) 本次調整 11~15MW 風機機組間距（以塔柱為基準），非盛行風向間距不小於 755 公尺至少 33%，不小於 666 公尺至少 67%，盛行風向則全為至少 1,158 公尺，表 3.1-2、表 4.5-1 及本案相關書件內容請修正一致。
- (二) 呈上點，後段說明預留風機位置微調彈性以減少相關非必要性工作，但仍應符合上開間距及比例。
- (三) 建議思考環境監測計畫執行時如遇長時間海況不佳，於考量人員船隻安全原則之應變方式。

## 行政院環境保護署環境影響評估第 355 次會議

案由 「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

單位：苗栗自然生態學會 陳祺忠

發言摘要：

無太大意見，我今天先來測試環保署直播情形，今天直播沒有什麼太大問題，但是明天要直播的會議資料，還沒有寄給我們，看起來會議進行不會有太大問題，但是會議資料不曉得什麼時候寄給我們，這一點還請環保署在每次開會時確認這個東西都會依序進行。

然後剛才看簡報，這件事情看起來是為鳥類做一些比較進步的作法，但是回到我自己在石虎協會做那麼久的經驗，監測只是在看前後狀況，並不是保育措施，未來應該要依照監測結果，去看如果監測結果不好，保育措施應該要重新訂定。

## 行政院環境保護署環境影響評估第 355 次會議

案由 「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

### 開發單位回覆說明

- 一、跟朱委員報告，朱委員提到我們按照上一次會的決議，海龍三號移一支風機過來，海龍二號移二支風機過來，讓南端的入口，讓鳥類不要進來，這個已經落實。原來所做的規劃，海龍二號風場會有 13 支風機，它的間距有大於 755 公尺，海龍 3 號 12 支風機會大於 755 公尺，會比 12 頁簡報會有更好的改善，照上次的大會決議，我們會有這樣的調整，爭取 755 公尺以上間距，請朱委員支持，謝謝。
- 二、開發單位 1:有關於姜委員對於第 18 風場及第 19 號風場間距，我們並沒對做地質的掃瞄，如要做地質的掃瞄可能要花一點的時間，由於上一次委員有做決議，海龍決定盡我們所能移這 3 支風機過來，改善符合 755 間距，數量可以在調升一點，符合剛剛主席所說的好的開始，未來海龍把我們的風機盡可以拉到 755 以上的間距，如果要重新風場排佈的話，可能來不及。如果只移一部份風機到綠色區域，如果對鳥類有所幫助的話，我們願意努力來達成，由於這些地方需要重新地質調查，如果有必要海龍願努力，來移這幾支，看看多一點風機過來。海龍盡我們所能來努力，剛剛李委員所提基礎調查方面，我們已納入施工前相關的監測，未來也會就簡委員提定期報告方面部份，會把聯合監測定期報告，公佈周知。並且對於夜間的監測部分熱影像雷達做強化，以上是我們的簡短報告。並請另一位同仁，就鳥類的相關，特別是白委員所提到如果利用風機的排佈，未來列入模式參數的話，另外補充報告。
- 三、開發單位 2:謝謝各位委員意見，針對白委員所提出目前在做鳥撞分析有兩種模式，band Model 及制動器模式(Actuator Model)，我們配合白委員意見，持續滾動與我們委託的顧問公司檢討辦理，另外在李委員的部份，我們已經將之前李委

員的意見，納入正在執行中施工前監測計畫當中，我們也持續配合辦理 3 到 5 月春季到夏季鳥類監測，包括雷達、加上目測都已納入施工前監測計畫，同樣回覆洪委員意見。至於簡委員的部份，我們每一季做的監測報告，不管施工前、施工中，或營運期，我們都會依規定來公開，函報到環保署及上網公開。第兩部分，簡委員提到的部分，在鳥調報告結論裏面已經跟其他開發商有承諾，在營運後的半年會提出環調報告書，送至署裡審查。海龍針對環評委員所提問題，提出答覆，謝謝委員。

## 行政院環境保護署 視訊會議出席名單

會議名稱：本署環境影響評估審查委員會第 397 次會議

時間：110 年 6 月 30 日（星期三）下午 2 時 00 分

地點：視訊會議（Avaya Scopia 系統）

主席：張主任委員子敬（線上簽到） 紀錄：黃珮瑜

出（列）席單位及人員：

出席機關（單位）	職稱	姓名	簽到
環評委員	副主任委員	蔡鴻德	線上簽到
內政部	委員	邱昌嶽	張順勝代 線上簽到
衛生福利部	委員	石崇良	線上簽到
科技部	委員	林敏聰	陳銘煌代 線上簽到
國家發展委員會	委員	游建華	黃琮逢代 線上簽到
行政院農業委員會	委員	黃金城	沈怡伶代 線上簽到
環評委員	委員	白子易	線上簽到
環評委員	委員	朱 信	線上簽到
環評委員	委員	江康鈺	線上簽到
環評委員	委員	江鴻龍	線上簽到
環評委員	委員	李俊福	線上簽到
環評委員	委員	吳義林	線上簽到
環評委員	委員	袁 菁	線上簽到



出席機關（單位）	職稱	姓名	簽到
環評委員	委員	游勝傑	線上簽到
環評委員	委員	李培芬	線上簽到
環評委員	委員	洪挺軒	線上簽到
環評委員	委員	張學文	線上簽到
環評委員	委員	簡連貴	線上簽到
環評委員	委員	李育明	
環評委員	委員	孫振義	線上簽到
本署綜合計畫處	執行秘書	劉宗勇	線上簽到
	科長	陳彥男	線上簽到
	技正	劉彥均	線上簽到
	薦任技士	商維庭	線上簽到
	薦任技士	陳冠宇	線上簽到
	助理環境技術師	黃珮瑜	線上簽到
空氣品質保護及噪音管制處	簡任技正	蘇意筠	線上簽到
水質保護處	簡任技正	張莉珣	線上簽到
廢棄物管理處	技士	黃韋堯	線上簽到
環境衛生及毒物管理處	高級環境技術師	吳孟兒	線上簽到

出席機關（單位）	職稱	姓名	簽到
環境衛生 及毒物管理處	助理環境技術 師	周資穎	線上簽到
環境督察總隊	科長	涂邑靜	線上簽到
法規委員會	科長	張晨恩	線上簽到
		吳鎮宇	線上簽到
土壤及地下水污染整 治基金管理會	高級環境技術 師	洪豪駿	線上簽到
環境檢驗所	組長	楊喜男	線上簽到
毒物及化學物質局	科長	俞振海	線上簽到

## 行政院環境保護署 視訊會議簽名單

會議名稱：本署環境影響評估審查委員會第 397 次會議

時間：110 年 6 月 30 日（星期三）下午 2 時 00 分

討論事項案由「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

列席單位及人員：

機關或單位	職稱	姓名	簽到
經濟部	次長	曾文生	線上簽到
經濟部能源局	主任秘書	翁素真	線上簽到
	組長	吳志偉	線上簽到
	組長	陳崇憲	線上簽到
海洋委員會			
交通部民用航空局			
彰化縣政府		陳佩怡	線上簽到
海龍二號風電股份有限公司籌備處		蔡倩傑	線上簽到
		吳晉宇	線上簽到
海龍三號風電股份有限公司籌備處		黃昭凱	線上簽到

行政院環境保護署 團體民眾會議簽名單

會議名稱：本署環境影響評估審查委員會第 397 次會議

開會時間：110 年 6 月 30 日（星期三）下午 2 時 00 分

出席團體（單位）	職稱	姓名	簽到
苗栗自然生態學會		陳祺忠	線上簽到

「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

第 397 次會議紀錄審查意見回覆對照表

中華民國 110 年 8 月

# 目錄

壹、結論：	1
貳、第 397 次會議補正資料確認修正意見	7
一、交通部民用航空局	7
二、環境督察總隊	8
參、委員及機關確認修正意見(請開發單位於後續資料列表說明)	12
一、朱信委員	12
二、孫委員振義	31
三、彰化縣政府	32
四、交通部民用航空局	57
五、本署環境督察總隊	58
六、苗栗自然生態學會 陳祺忠	62

# 次目錄

壹、結論：	1
(一)本案採甲案建議，2 案環境影響差異分析報告審核修正通過。	1
(二)朱信委員、孫委員振義、彰化縣政府、交通部民用航空局及本署環境督察總隊意見經開發單位於會中說明，業經本會確認，請開發單位將補充說明資料，以及下列資料納入定稿：	1
1.每年3~5 月間之鳥類調查頻度應增加為每半個月執行1 次，以建立基礎資料，且於風機營運期間進行相同頻度之調查，並加強鳥類夜間調查次數頻度，同時加強鳥類監測資訊共享，並應每年提出鳥類監測檢討報告，依據監測結果執行生態保育措施之滾動式檢討。	1
2.本次會議承諾就「海龍二號」及「海龍三號」風場場址之間廊道執行地質調查等作業，如果地質調查結果適合放置風機，將部分風機移至該廊道。	6
貳、第 397 次會議補正資料確認修正意見	7
一、交通部民用航空局	7
(一)請開發單位依本局「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」相關規定辦理案內航空障礙燈設置事宜。	7
二、環境督察總隊	8
(一)就本總隊前次所提審查意見第 3 點，開發單位已考量因海象條件不佳之環境監測計畫應變方式，請補充說明規劃採用相關氣象預報之系統或指標項目。	8
參、委員及機關確認修正意見(請開發單位於後續資料列表說明)	12
一、朱信委員	12
(一)本次變更風機單機裝置容量大增，風機葉片長度增加超過 50%，最小風機間具竟然由原環境影響說明書之 755 公尺降為 666 公尺，實不合理。	12
(二)此次環境影響差異分析報告較前幾次的報告中所描述的最大風機葉片長度 220 公尺又增加 10 公尺為 230 公尺，請說明。	30
二、孫委員振義	31
2 風場邊界退縮區恐成為鳥類遷徙路徑之陷阱，建議酌予提出改善對策。	31
三、彰化縣政府	32
(一)本 2 案係以風機間距(平行盛行風 7D，非平行盛行風 5D)作為鳥類保護環評承諾，而通過環評，惟本次變更大幅縮減風機間距，並將原風機間距之衡量基準(葉片直徑 D)改為絕對距離(公尺)，爰建請環保署審慎審查，並妥為考量風機大型化後，風機間距衡量基準之一致性，避免風機加大卻縮減風機間距之情形。	32
(二)目前本縣外海之離岸風場經規劃連續之鳥類廊道後，海龍二號及海龍三號之風場間距被認為易成為鳥群飛行陷阱，惟本 2 案仍將「與相鄰風場間距至少為葉片直徑 6 倍」列為鳥類保護對策之一，恐不符鳥類保護之目的，建請予以調整，並建請說明除配合規劃之鳥類廊道外，本次變更後新增之鳥類保護對策。	50
(三)考量離岸風電打樁產生之水下噪音為整體區域問題，建議環保署就打樁噪音啟動應變機制之警戒值及具體應變機制等具體內容，訂定一致之要求標準，以確保水下噪音於超標前有足夠之應變時間及處理機制，降低超標對整體區域鯨豚棲息之影響。	54

(四)開發單位承諾若風場位於主要的鳥類遷徙路徑，則於取得電業執照之次年度執行鳥類繫放衛星追蹤或雷達調查分析，之後每 5 年進行 1 次，仍請具體說明「若風場位於主要的鳥類遷徙路徑」之明確定義，倘未能明確定義，建議於營運階段每 5 年進行 1 次鳥類繫放衛星追蹤或雷達調查，避免未具明確性而影響後續環評承諾追蹤執行。.....	56
四、交通部民用航空局.....	57
請開發單位依本局「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」相關規定辦理案內航空障礙燈設置事宜。.....	57
五、本署環境督察總隊.....	58
(一)本次調整 11~15MW 風機機組間距(以塔柱為基準)，非盛行風向間距不小於 755 公尺至少 33%，不小於 666 公尺至少 67%，盛行風向則全為至少 1,158 公尺，表 3.1-2、表 4.5-1 及本案相關書件內容請修正一致。.....	58
(二)呈上點，後段說明預留風機位置微調彈性以減少相關非必要性工作，但仍應符合上開間距及比例。.....	58
(三)建議思考環境監測計畫執行時如遇長時間海況不佳，於考量人員船隻安全原則之應變方式。.....	58
六、苗栗自然生態學會 陳祺忠.....	62
發言摘要：無太大意見，我今天先來測試環保署直播情形，今天直播沒有什麼太大問題，但是明天要直播的會議資料，還沒有寄給我們，看起來會議進行不會有太大問題，但是會議資料不曉得什麼時候寄給我們，這一點還請環保署在每次開會時確認這個東西都會依序進行。然後剛才看簡報，這件事情看起來是為鳥類做一些比較進步的作法，但是回到我自己在石虎協會做那麼久的經驗，監測只是在看前後狀況，並不是保育措施，未來應該要依照監測結果，去看如果監測結果不好，保育措施應該要重新訂定。.....	62



「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 案第 397 次會議紀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>壹、結論：</b>			
(一)本案採甲案建議，2案環境影響差異分析報告審核修正通過。	敬悉。	—	—
(二)朱信委員、孫委員振義、彰化縣政府、交通部民用航空局及本署環境督察總隊意見經開發單位於會中說明，業經本會確認，請開發單位將補充說明資料，以及下列資料納入定稿：	遵照辦理。	—	—
1.每年 3~5 月間之鳥類調查頻度應增加為每半個月執行 1 次，以建立基礎資料，且於風機營運期間進行相同頻度之調查，並加強鳥類夜間調查次數頻度，同時加強鳥類監測資訊共享，並應每年提出鳥類監測檢討報告，依據監測結果執行生態保育措施之滾動式檢討。	<p>謝謝委員指教，有關本計畫承諾辦理方式說明如下：</p> <p><b>(一) 增加春季鳥類生態基線調查</b></p> <p>本計畫為履行與經濟部簽訂之行政契約規定，應於115年底達成完工併聯之政策目標，已規劃於112年初展開海上相關工程之作業，並依據環評承諾監測作業規定，已於今(110)年開始執行鳥類雷達之調查作業，目前已完成春季雷達(5日次)與雷達搭配目視(3日次)之調查，相關資訊並將於彙整後提送完整調查成果予環保主管機關與公開相關資訊。有鑑於鳥類調查之目的係為掌握鳥類於風場範圍之活動情形與出現之鳥種，考量鳥類雷達搭配目視調查能結合鳥類飛行方向、高度與鳥種等資訊，且也考量海上天候環境多變，每半個月之調查恐因海象不佳無法執行，導致調查資訊缺漏之情況，爰本計畫承諾於海域施工前1年(111年)增加3日次之春季鳥類雷達搭目視調查，意即施工前1年春季鳥類雷達搭目視調查可達到5日次之目標</p>	<p>4.4.2</p> <p>4.5</p> <p>7.1</p>	<p>4-29~35</p> <p>4-39~41</p> <p>7-4~5</p> <p>7-10~14</p>

審 查 意 見	答 覆 說 明	修 訂 處	
		章 節	頁 次
	<p>，以建立更完整之鳥類基礎調查資料，而未來施工期與營運期則將搭配每季(年)調查成果，進行滾動式檢討。</p> <p><b>(二) 鳥類監測資訊共享及滾動式檢討鳥類生態保育措施</b></p> <p>1. 海龍二號、三號風場為彰化雲林地區離岸風場規劃建置之共同溝通平台成員之一，彰化雲林地區共16個個開發單位除了定期召開共同溝通平台會議，針對鳥類或生態議題進行討論協調外，開發期間(含施工及營運階段)如針對監測結果有發生異常事件，例如監測數據超過法規標準值、符合法規標準值但有異常極端數據、生態物種出現異常變化等狀況，可以電子郵件等即時通報相關單位來因應處理，以保護生態環境、降低可能危害，資訊公開機制詳圖1.1-1所示。</p> <p>2. 本計畫於施工前、施工期間及營運期間將<b>確實執行環境監測計畫，監測結果將納入監測季報，並於開發單位網站公開完整環境監測報告，以達資訊公開。</b></p> <p>3. <b>環境保護監督小組將滾動式檢討鳥類生態保育措施</b> 本計畫為<b>確實滾動式檢討鳥類生態保育措施</b>，將於施工前成立環境保護監督小組，監督環境影響說明書及審查結論中有關生態保育及環境監測議題之執行情形，其成員總數將不少於15位，其中專家學者不少於3分之1，民間團體、當地居民及漁民代表亦不少於3分之1；且上述會議召開前1週，擇適當地點及網站，公布開會訊息，以利民眾申請列席旁聽或表示意見，相關調查及監督資料並將公布於開發單位網站上供大眾參閱，以達資訊公開。</p>		

表 1.1-1 本次變更施工前環境監測計畫表

類別	監測項目	地點	頻率	
海域水質	水溫、氫離子濃度、生化需氧量、鹽度、溶氧量、氨氮、營養鹽、懸浮固體物及葉綠素甲、大腸桿菌群	風場範圍和鄰近區域 5 站(含淺層及深層)	施工前執行一次	
水下噪音 (含鯨豚聲學監測)	20 Hz~20kHz 之水下噪音,時頻譜及 1-Hz band、1/3 Octave band 分析	風場範圍 2 站	施工前一年將執行一年四季,每季 1 次且每季連續 14 天	
海域生態	1.水下攝影	預計風機位置一處	施工前執行一次	
	2.漁業資源調查	風場範圍漁業資源背景調查資料(含漁船數目、漁業活動形式、魚種、漁獲量等)	施工前執行一次	
鳥類生態	1.海上鳥類船隻目視調查: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 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 (24HR/垂直及水平雷達)	風場範圍	施工前執行 2 年 每年進行 17 日次調查 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		施工前執行 2 年 第 1 年於春、秋季每季 3 日次,夏、冬季每季 1 日次 第 2 年於春季每季 5 日次,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 2.澎湖鳳頭燕鷗	施工前執行一次	
文化資產	陸域文化資產判釋	陸域自設降壓站位置鑽孔取樣	考古專業人員協助判釋 (施工前鑽孔取樣至少三處)	
	水下文化資產判釋	每座風機位置鑽孔取樣	考古專業人員協助判釋	

註1.陸域監測(鳥類生態(海岸鳥類目視調查)、陸域文化資產判釋)項目將以陸域工程(降壓站及陸纜工程)開始施工日期往前起算其應監測期間。

註2.海域監測(海域水質、水下噪音(含鯨豚聲學監測)、海域生態、鳥類生態(海上鳥類船隻目視調查、鳥類雷達調查、鳥類繫放衛星定位追蹤)、水下文化資產判釋)項目將以海域工程開始施工日期往前起算其應監測期間。

註3.為使水下噪音(含鯨豚聲學)調查儀器能如預期佈設及回收,本計畫規劃水下噪音(含鯨豚聲學)儀器及數據回收遺失之應變作法,說明如下:

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

註4.水下攝影監測將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。

註5.海上鳥類目視調查考量調查船隻和人員安全風險,參考交通部中央氣象局航行海象系統或國際常用之海象預測系統(如Windguru、Windy、ECMWF等),於浪高≤1公尺之連續天數至少3天的海象條件下執行,若當月/季符合上述海象條件之次數不足應調查次數,得因海象條件不佳而順延執行,惟全年總調查次數不變。

註6.海上鳥類雷達調查考量調查船隻和人員安全風險,參考交通部中央氣象局航行海象系統或國際常用之海象預測系統(如Windguru、Windy、ECMWF等),於浪高≤1公尺之連續天數至少3天的海象條件下執行,若當月/季符合上述海象條件之次數不足應調查次數,得因海象條件不佳而順延執行,惟全年總調查次數不變。

表 1.1-2 本次變更施工期間環境監測計畫表

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

註1.營建噪音監測工作將分別於計畫降壓站工程及陸纜工程施工期間進行。

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

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

註4.為使水下噪音(含鯨豚聲學)調查儀器能如預期佈設及回收，本計畫規劃水下噪音(含鯨豚聲學)儀器及數據回收遺失之應變作法，說明如下：

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

註5.水下攝影監測將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。

註6.海上鳥類目視調查考量調查船隻和人員安全風險，參考交通部中央氣象局航行海象系統或國際常用之海象預測系統(如Windguru、Windy、ECMWF等)，於浪高≤1公尺之連續天數至少3天的海象條件下執行，若當月/季符合上述海象條件之次數不足應調查次數，得因海象條件不佳而順延執行，惟全年總調查次數不變。

表 1.1-3 本次變更營運期間環境監測計畫表

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

註1:於停止執行各監測項目前，將依環評法施行細則第37條規定申請停止營運階段之監測工作。

註2.為使水下噪音(含鯨豚聲學)調查儀器能如預期佈設及回收，本計畫規劃水下噪音(含鯨豚聲學)儀器及數據回收遺失之應變作法，說明如下：

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

註3.水下攝影監測將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。

註4.海上鳥類目視調查考量調查船隻和人員安全風險，參考交通部中央氣象局航行海象系統或國際常用之海象預測系統(如Windguru、Windy、ECMWF等)，於浪高≤1公尺之連續天數至少3天的海象條件下執行，若當月/季符合上述海象條件之次數不足應調查次數，得因海象條件不佳而順延執行，惟全年總調查次數不變。

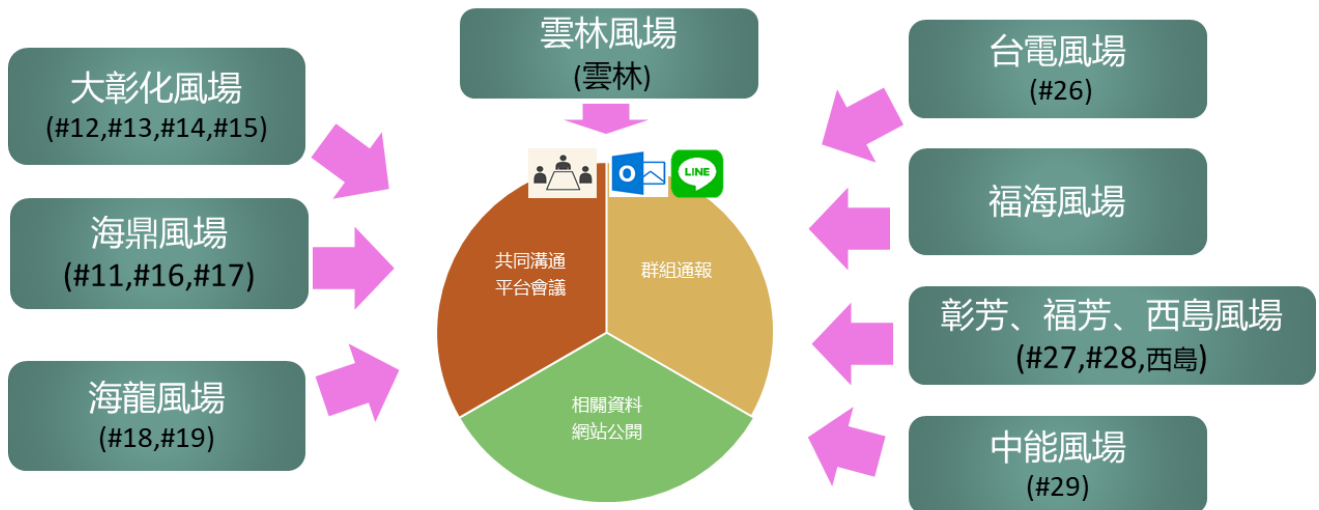
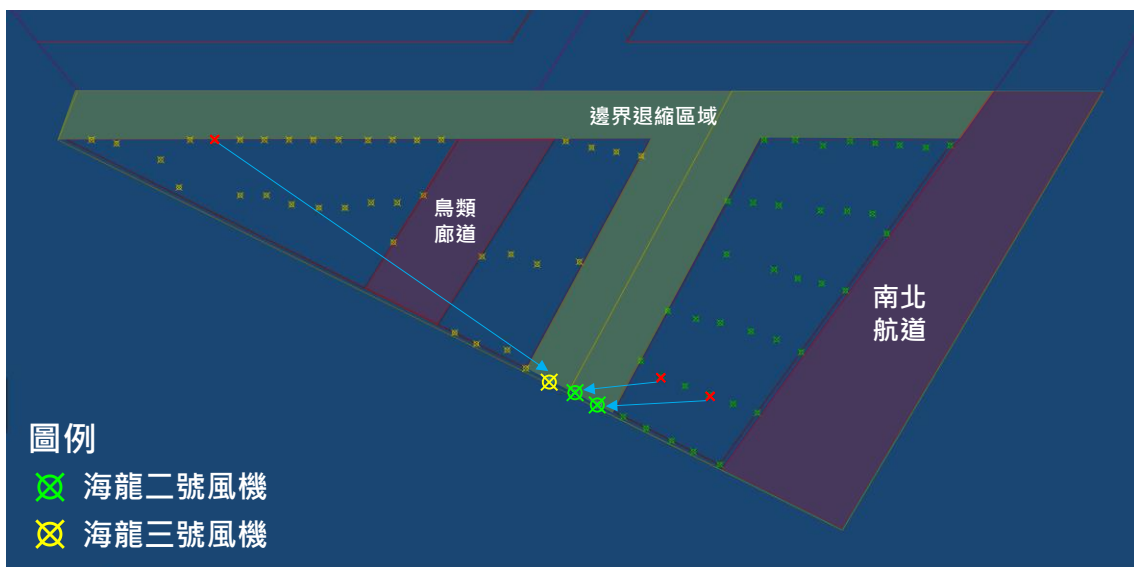


圖 1.1-1 各開發單位共通平台通報及資訊公開機制

審查意見	答覆說明	修訂處	
		章節	頁次
2. 本次會議承諾就「海龍二號」及「海龍三號」風場場址之間廊道執行地質調查等作業，如果地質調查結果適合放置風機，將部分風機移至該廊道。	遵照辦理。本計畫將針對「海龍二號」及「海龍三號」風場場址間廊道進行地質調查，如地質調查結果顯示該區域適合放置風機，則會規畫將部分風機移至「海龍二號」及「海龍三號」風場場址間廊道。	4.3	4-13

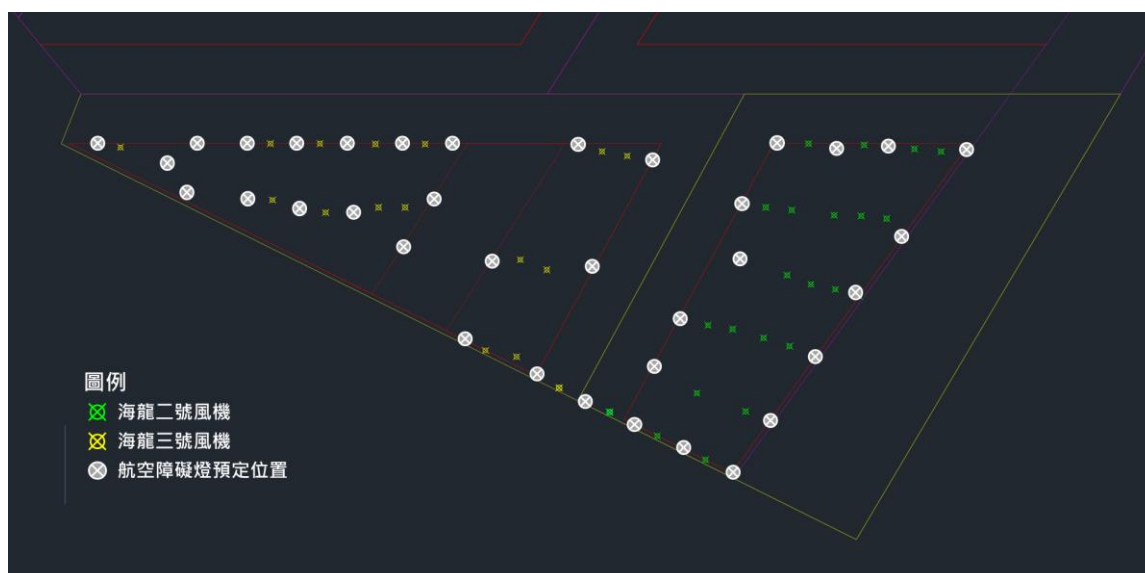


註 1：實際風機配置規劃將考量海底地質條件(玄武岩等)、風況及核定風機間距予以調整。

註 2：本計畫將針對「海龍二號」及「海龍三號」風場場址間廊道進行地質調查，如地質調查結果顯示該區域適合放置風機，則會規畫將部分風機移至「海龍二號」及「海龍三號」風場場址間廊道。

圖 1.2-1 避免鳥類由南往北飛時進入兩風場邊界退縮區域，海龍二號、三號風場風機佈設示意圖(14MW)

審查意見	答覆說明	修訂處	
		章節	頁次
<b>貳、第 397 次會議補正資料確認修正意見</b>			
<b>一、交通部民用航空局</b>			
(一)請開發單位依本局「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」相關規定辦理案內航空障礙燈設置事宜。	遵照辦理。本計畫營運期間將依據 貴局最新頒布之「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」相關規定設置航空警示燈，以最有可能設置之 14MW 風機初步規劃航空警示燈佈設位置，詳圖 2.1-1 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 貴局同意函，達到維護飛航安全，降低夜間遷徙鳥類的死亡率目標。	—	—



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 2.1-1 依據「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」，規劃 14MW 風機航空警示燈佈設位置示意圖**

審 查 意 見	答 覆 說 明	修 訂 處	
		章 節	頁 次
<b>二、環境督察總隊</b>			
(一)就本總隊前次所提 審查意見第 3 點， 開發單位已考量因 海象條件不佳之環 境監測計畫應變方 式，請補充說明規 劃採用相關氣象預 報之系統或指標項 目。	遵照辦理。本計畫執行環境監測計畫期間，已 規劃應變作法以因應長時間海況不佳情形。其 中規劃採用之氣象預報系統或指標項目已補 充說明於本計畫施工前、施工期間、營運期間 環境監測計畫表備註，詳表2.2-1~3所示。	4.4.2 4.5	4-29~35 4-39~41



表 2.2-1 本次變更施工前環境監測計畫表

類別	監測項目	地點	頻率	
海域水質	水溫、氫離子濃度、生化需氧量、鹽度、溶氧量、氨氮、營養鹽、懸浮固體物及葉綠素甲、大腸桿菌群	風場範圍和鄰近區域 5 站(含淺層及深層)	施工前執行一次	
水下噪音 (含鯨豚聲學監測)	20 Hz~20kHz 之水下噪音,時頻譜及 1-Hz band、1/3 Octave band 分析	風場範圍 2 站	施工前一年將執行一年四季,每季 1 次且每季連續 14 天	
海域生態	1.水下攝影	預計風機位置一處	施工前執行一次	
	2.漁業資源調查	風場範圍漁業資源背景調查資料(含漁船數目、漁業活動形式、魚種、漁獲量等)	施工前執行一次	
鳥類生態	1.海上鳥類船隻目視調查: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 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 (24HR/垂直及水平雷達)	風場範圍	施工前執行 2 年 每年進行 17 日次調查 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		施工前執行 2 年 第 1 年於春、秋季每季 3 日次,夏、冬季每季 1 日次 第 2 年於春季每季 5 日次,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 2.澎湖鳳頭燕鷗	施工前執行一次	
文化資產	陸域文化資產判釋	陸域自設降壓站位置鑽孔取樣	考古專業人員協助判釋 (施工前鑽孔取樣至少三處)	
	水下文化資產判釋	每座風機位置鑽孔取樣	考古專業人員協助判釋	

註1.陸域監測(鳥類生態(海岸鳥類目視調查)、陸域文化資產判釋)項目將以陸域工程(降壓站及陸纜工程)開始施工日期往前起算其應監測期間。

註2.海域監測(海域水質、水下噪音(含鯨豚聲學監測)、海域生態、鳥類生態(海上鳥類船隻目視調查、鳥類雷達調查、鳥類繫放衛星定位追蹤)、水下文化資產判釋)項目將以海域工程開始施工日期往前起算其應監測期間。

註3.為使水下噪音(含鯨豚聲學)調查儀器能如預期佈設及回收,本計畫規劃水下噪音(含鯨豚聲學)儀器及數據回收遺失之應變作法,說明如下:

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

註4.水下攝影監測將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。

註5.海上鳥類目視調查考量調查船隻和人員安全風險,參考交通部中央氣象局航行海象系統或國際常用之海象預測系統(如Windguru、Windy、ECMWF等),於浪高 $\leq 1$ 公尺之連續天數至少3天的海象條件下執行,若當月/季符合上述海象條件之次數不足應調查次數,得因海象條件不佳而順延執行,惟全年總調查次數不變。

註6.海上鳥類雷達調查考量調查船隻和人員安全風險,參考交通部中央氣象局航行海象系統或國際常用之海象預測系統(如Windguru、Windy、ECMWF等),於浪高 $\leq 1$ 公尺之連續天數至少3天的海象條件下執行,若當月/季符合上述海象條件之次數不足應調查次數,得因海象條件不佳而順延執行,惟全年總調查次數不變。

表 2.2-2 本次變更施工期間環境監測計畫表

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

註1.營建噪音監測工作將分別於計畫降壓站工程及陸纜工程施工期間進行。

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

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

註4.為使水下噪音(含鯨豚聲學)調查儀器能如預期佈設及回收，本計畫規劃水下噪音(含鯨豚聲學)儀器及數據回收遺失之應變作法，說明如下：

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

註5.水下攝影監測將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。

註6.海上鳥類目視調查考量調查船隻和人員安全風險，參考交通部中央氣象局航行海象系統或國際常用之海象預測系統(如Windguru、Windy、ECMWF等)，於浪高≤1公尺之連續天數至少3天的海象條件下執行，若當月/季符合上述海象條件之次數不足應調查次數，得因海象條件不佳而順延執行，惟全年總調查次數不變。

表 2.2-3 本次變更營運期間環境監測計畫表

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

註1:於停止執行各監測項目前，將依環評法施行細則第37條規定申請停止營運階段之監測工作。

註2.為使水下噪音(含鯨豚聲學)調查儀器能如預期佈設及回收，本計畫規劃水下噪音(含鯨豚聲學)儀器及數據回收遺失之應變作法，說明如下：

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

註3.水下攝影監測將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。

註4.海上鳥類目視調查考量調查船隻和人員安全風險，參考交通部中央氣象局航行海象系統或國際常用之海象預測系統(如Windguru、Windy、ECMWF等)，於浪高 $\leq 1$ 公尺之連續天數至少3天的海象條件下執行，若當月/季符合上述海象條件之次數不足應調查次數，得因海象條件不佳而順延執行，惟全年總調查次數不變。

審查意見	答覆說明	修訂處	
		章節	頁次
<b>參、委員及機關確認修正意見(請開發單位於後續資料列表說明)</b>			
<b>一、朱信委員</b>			
<p>(一)本次變更風機單機裝置容量大增，風機葉片長度增加超過 50%，最小風機間具竟然由原環境影響說明書之 755 公尺降為 666 公尺，實不合理。</p>	<p>敬謝委員指教。本次變更於總裝置容量不變下，新增較大風機單機容量11~15MW，以及提出銜接鄰近風場連續之鳥類廊道規劃，並於2021年5月20日洽經濟部能源局研議「處理『海龍二號』及『海龍三號』風場場址之間邊界南方入口議題」，經與經濟部能源局討論後，於海龍二號、三號風場分別移動2部、1部風機，至兩風場邊界退縮區域南端入口，以避免鳥類由南往北飛時進入兩風場邊界退縮區域，降低撞擊風險，其餘維持不變。</p> <p>本次變更與原環說比較後，開發規模較原環說減少近半數，使得鳥類撞擊數量低於原環說，並降低施工及營運期間對海域環境影響，加上擬定完整的環境減輕對策及監測計畫、設置鳥類聯合監測系統、增加春季、秋季鳥類雷達調查次數、新增鳥類雷達調查搭配鳥類目視調查規劃，以確實蒐集風場內鳥類活動相關資訊，建立鳥類生態調查基礎資料。經影響評估分析後，沒有加大環境影響之虞，詳細評估內容，分列說明如下：</p> <p><b>一、風機間距規劃調整說明</b></p> <p>海龍二號風場配合交通部航港局於106年11月21日公告之「臺灣彰化外海岸風電潛力場址海域預定航道」退縮風場在先，場址面積減少41.13km<sup>2</sup>，縮減達41.1%，退縮寬度達3,500公尺，且海龍二號、三號風場相鄰邊界依經濟部能源局於104年7月2日公佈之「離岸風力發電規劃場址申請作業要點」規定，各自退縮，留設寬度大於2,000公尺，而與北側相鄰風場亦依規定各自退縮，本次變更海龍三號風場為配合「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」及經濟部整體規劃，於風場開發面積及總裝置容量等設置條件均維持不變下，於海龍三號風場新增2,000公尺銜接鄰近風場連續之鳥類廊道，風場面積減少12km<sup>2</sup>，以營造有利鳥類南北飛行方</p>	3.1	3-3
		4.2	3-5
		4.3	4-4~8
		4.4.2	4-12~13
		4.5	4-17
		6.1.4	4-29~34
		7.1	4-36
			4-39
			6-28~49
			7-4~5
	7-10~14		

審 查 意 見	答 覆 說 明	修 訂 處	
		章 節	頁 次
	<p>向，加上受風場海底地形、地質條件(沙波、玄武岩等)影響，風場內有多處區域無法設置風機，使得海龍三號風場面積再減少11 km<sup>2</sup>；整體海龍二號風場實際可設置風機面積從100.33平方公里縮減至37.3平方公里，海龍三號風場從85.2平方公里縮減至26.8平方公里，大幅限制風場實際可佈設風機面積(詳表3.1.1-1、圖3.1.1-1)。</p> <p>本計畫於原環說核定後進行場址風況及地質地形調查，並選用大型化風機(11~15MW)以進一步降低對環境衝擊；風機供應商根據個案風場之核定容量、風場面積、地質地形、水深、服務年限、安全距離及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；經評估為了減少整體風場受力，需加大盛行風向間距及微縮部分非盛行風向間距，方能通過風機供應商的風機合適性審查(Turbine Suitability Review)；風況條件方面，調查結果顯示風向頻率分佈非常集中，東北-西南方向約佔60%~70%。</p> <p>本次變更已於實際可設置風機面積中，盡力調整並擴大風機間距，經評估規劃後，盛行風向間距至少1,158公尺，非盛行風向風機間距不小於755公尺之風機數量比率至少33%，不小於666公尺之風機數量比率至少67%。整體風場僅有部分非盛行風向間距縮小，並非所有風機非盛行風向間距皆縮小至666公尺，於配合風場地質地形現況，亦有部分風機於盛行風向及非盛行風向間距皆加寬情形；若採用最有可能設置之14MW風機進行估算，海龍二號共設置37部，承諾13部以上風機間距不小於755公尺，數量達35%，海龍三號共設置36部，承諾12部以上風機間距不小於755公尺，數量達33%。另本計畫為減少施工風險，須預留風機位置微調的彈性，以減少非必要之加強打樁、海底床整平之工作。</p> <p><b>二、避免鳥類由南往北飛時進入兩風場邊界退縮區域</b></p>		

審 查 意 見	答 覆 說 明	修 訂 處	
		章 節	頁 次
	<p>本計畫已於2021年5月20日洽經濟部能源局研議「處理『海龍二號』及『海龍三號』風場場址之間邊界南方入口議題」，經與經濟部能源局討論後，於海龍二號、三號風場分別移動2部、1部風機，至兩風場邊界退縮區域南端入口，以避免鳥類由南往北飛時進入兩風場邊界退縮區域，降低撞擊風險，詳圖3.1.1-1所示。</p> <p><b>三、風機最小淨間距值，仍大於國內外現況</b></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3.1.1-2)，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<b>14MW風機估算最小淨間距為444公尺</b>，不小於國內外風場淨間距實例，此外，本計畫為分析實際風機尺寸、風機間距及鳥類大小關係，按等比例尺繪製如圖3.1.1-2所示，經比對本計畫風機淨間距(444公尺)及翼展170公分大型鳥群後，評估留設風機間距可提供鳥類於風機間飛行迴避空間。</p> <p><b>四、國內外案例顯示，鳥類飛行會主動迴避風場及風機，飛行習性與大範圍廊道空間顯著相關</b></p> <p>彙整2006年至今國內外監測調查研究案例顯示，鳥類飛行方向與大範圍廊道空間顯著相關，大部分鳥類會主動迴避風場，約佔97%，進入風場僅有3%(Ib Krag Petersen et al,2006；K.L. Krijgsveld et al,2011)，進入風場後的鳥類絕大多數(99.4%)於風機間會自行迴避(ORJIP Bird Collision Avoidance Study, Final Report, 2018)；另參考國外觀察鳥類迴避風機的行為研究顯示(圖3.1.1-3)，鳥類通過風機群迴避距離約<b>200公尺</b>(Larsen and Madsen,2000)，顯示鳥類比人類想像中更會迴避風機；丹麥Tunø Knob風場鳥類目視調查顯示(Effects of wind turbines on flight behaviour of wintering common eiders: implications for habitat use and collision risk, 2007)，風場範圍及風機外<b>200公尺</b>、風機</p>		

審 查 意 見	答 覆 說 明	修 訂 處	
		章 節	頁 次
	<p>外200~600公尺鳥類數量比例分別為23.6%、76.4%，顯示鳥類迴避風機約為200公尺(圖3.1.1-4)；臺灣「王功風力發電計畫」鳥類雷達調查顯示(圖3.1.1-5)，風機設置後，北堤(風機間距200公尺，淨間距129公尺)鳥類數量由49%降至17%，約38%鳥類轉移至環評階段規劃預留之東側鳥類飛行廊道，顯示鳥類飛行路徑因風機開發而有轉移現象，另一部份則改由西堤進出(風機間距500公尺，淨間距429公尺)，約佔34%，顯示已有充分空間提供鳥類飛行，與前述鳥類迴避風機情形相符；本計畫風機淨間距達444公尺，可提供鳥類充足的飛行空間。</p> <p><b>五、本次變更開發規模較原環說減少近半數，可降低對環境影響</b></p> <p>本次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，可降低施工及營運期間對海域環境影響(詳圖3.1.1-6)，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3.1.1-3)。</p> <p><b>六、鳥類撞擊評估顯示，本次變更鳥類撞擊數量低於原環說</b></p> <p>本計畫採用 Band Model (Band 2012, Masden 2015)進行鳥類撞擊評估，評估結果顯示，變更後11 MW及15 MW風機配置造成的鳥類撞擊數量均低於原環說(6~9.5MW)最大撞擊數量(如圖3.1.1-7)。風機大型化後，所需架設的風機支數較少，因此整體衝擊相對較小。</p> <p><b>七、留設銜接連續鳥類廊道，擬定鳥類保護對策，降低對鳥類生態環境衝擊</b></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，並透過留設銜接連續鳥類廊道(圖3.1.1-8)，增加邊界退縮等，可減少鳥類飛行偏轉次數，</p>		

審 查 意 見	答 覆 說 明	修 訂 處	
		章 節	頁 次
	<p>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。綜合上述，本計畫環境影響評估結果顯示未有重大衝擊，但為了降低開發行為對於鳥類生態環境衝擊，已擬定相關鳥類環境保護對策，說明如下：</p> <p>(1) 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>(2) 施工期間</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 風機架設完成後，將於風場最外圍風力機組設置最少之航空警示燈，實際設置數量需依屆時所規劃之風力機組配置而定。</li> <li>2. 依民航局最新頒布之「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」設置航空警示燈，並取得民航局同意函，燈具選擇可同步閃光的航空警示燈，以減少吸引鳥類靠近的可能性。</li> <li>3. 本計畫將持續蒐集並參考國外有關不同風機色彩是否可降低鳥類撞擊風險之研究，及利用自動聲光系統促使鳥類與風機保持距離之</li> </ol>		



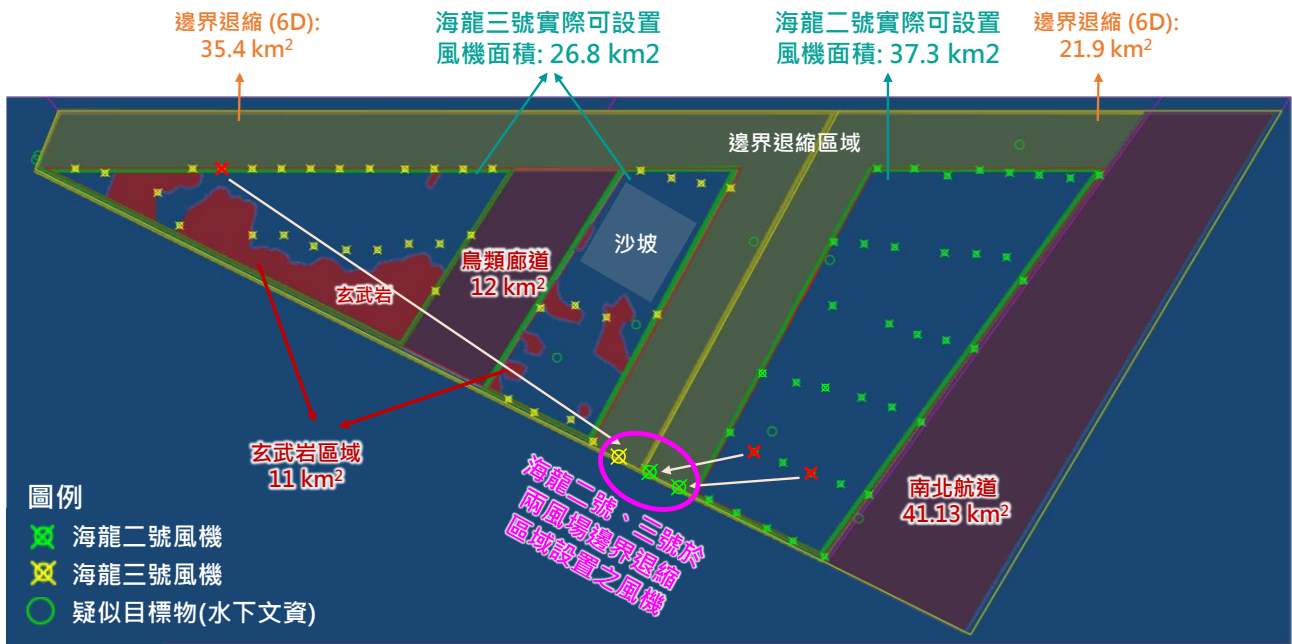
審 查 意 見	答 覆 說 明	修 訂 處	
		章 節	頁 次
	<p>產品，並與時俱進，參考國際上已知對生態最有效及最友善之設計及施工方法。</p> <p>(1)將優先選用較大風機，以降低鳥類影響。</p> <p>A. 風機大型化規劃，單機裝置容量除原 6~9.5MW，並新增 11~15MW 規劃。</p> <p>B. 6~9.5MW 風機間距部分，平行盛行風間距至少為葉片直徑 7 倍(1,057~1,148 公尺)，非平行盛行風間距至少為葉片直徑 5 倍(755~820 公尺)。新增之 11~15MW 風機間距將依風力機組型式及場址風況評估結果進行佈置，盛行風向間距至少 1,158 公尺，非盛行風向間距至少 666 公尺，風機間距不小於 755 公尺之風機數量至少 33%，不小於 666 公尺至少 67%。</p> <p>C. 與相鄰風場間距至少為葉片直徑 6 倍(依單機裝置容量不同約介於 906~1,380 公尺)。</p> <p>D. 風機葉片距離海面高度至少 25 米。</p> <p>(3) 營運期間</p> <p>1. 降低風機撞擊效應</p> <p>依歐洲經驗，風機上若設置太多警示燈光有吸引鳥類靠近之虞，風機架設完成後，將於風場最外圍風力機組設置最少之航空警示燈，實際設置數量需依屆時所規劃之風力機組配置而定。</p> <p>依民航局最新頒布之「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」設置航空警示燈，並取得民航局同意函，燈具選擇可同步閃光的航空警示燈，以減少吸引鳥類靠近的可能性。</p> <p>2. 觀測風場中鳥類活動</p> <p>(1)將擇一海上變電站，設計適當空間做為研調平台，開放給相關單</p>		

審 查 意 見	答 覆 說 明	修 訂 處	
		章 節	頁 次
	<p>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3.1.1-9，實際設置位置將依據風場設置的順序以及風機配置選擇適切位置。</p> <p>(5)若風場位於主要的鳥類遷徙路徑，則於取得電業執照之次年度執行一次鳥類繫放衛星定位追蹤作業或雷達調查分析。之後每5年進行一次相同作業。</p> <p><b>八、已擬定完整的環境監測計畫，增加春季、秋季鳥類雷達次數並搭配目視觀察</b></p> <p>本計畫已擬定完整的環境監測計畫，包含施工前執行海上鳥類船隻目視調查、海岸鳥類目視調查、24小時鳥類雷達調查、鳥類繫放衛星定位追蹤(詳表3.1.1-4)，施工期間執行海上鳥類船隻目視調查、海岸鳥</p>		

審 查 意 見	答 覆 說 明	修 訂 處	
		章 節	頁 次
	<p>類目視調查(詳表3.1.1-5)，營運階段執行海上鳥類船隻目視調查、海岸鳥類目視調查(詳表3.1.1-6)，以評估開發行為對環境影響，檢討鳥類環境保護對策。</p> <p>此外，本次變更為了更確實蒐集風場內鳥類活動相關資訊，<b>增加春季、秋季鳥類雷達調查次數、新增鳥類雷達調查搭配鳥類目視調查規劃</b>，鳥類雷達調查搭配鳥類目視調查將涵蓋春、夏、秋、冬四季鳥類雷達結合目視調查資料，釐清雷達資料和鳥種數量之關係。</p> <p>本計畫於施工前、施工期間及營運期間將確實執行環境監測計畫，監測結果將納入監測季報，並於開發單位網站公開完整環境監測報告，以達資訊公開。</p>		

表 3.1.1-1 海龍二號、三號風場實際可設置風機面積

	海龍二號	海龍三號
原風場面積(km <sup>2</sup> )	100.3	85.2
南北慣用航道影響面積縮減(km <sup>2</sup> )	(41.13)	-
鳥類廊道影響面積縮減(km <sup>2</sup> )	-	(12)
玄武岩地質影響不宜設置面積(km <sup>2</sup> )	-	(11)
邊界退縮 6D 規定不得設置面積(km <sup>2</sup> )	(21.9)	(35.4)
<b>實際可設置風機面積(km<sup>2</sup>)</b>	<b>37.3</b>	<b>26.8</b>



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

圖 3.1.1-1 海龍二號、三號風場實際可佈設風機面積、避免鳥類由南往北飛時進入兩風場邊界退縮區域之風機佈設示意圖(14MW)

表 3.1.1-2 國內、外將施工、施工中或營運中風場之風機淨間距值比較表

名稱	國外案例			國內案例		
	丹麥 Nysted 風場	英格蘭 Thanet 風場	德國 Nordsee 1 風場	海龍 風場	海洋 風場	大彰化 東南風場
單機裝置 容量(MW)	2.3	3.0	6.0	14	6.0	8.0
風機最小 間距(m)(A)	480	500	500	666	455	500
風機葉片 直徑(m)(B)	82.4	90	126	222	154	167
風機最小 淨間距(m) (A)–(B)	397.6	410	374	<u>444</u>	301	333

資料來源：本計畫整理。

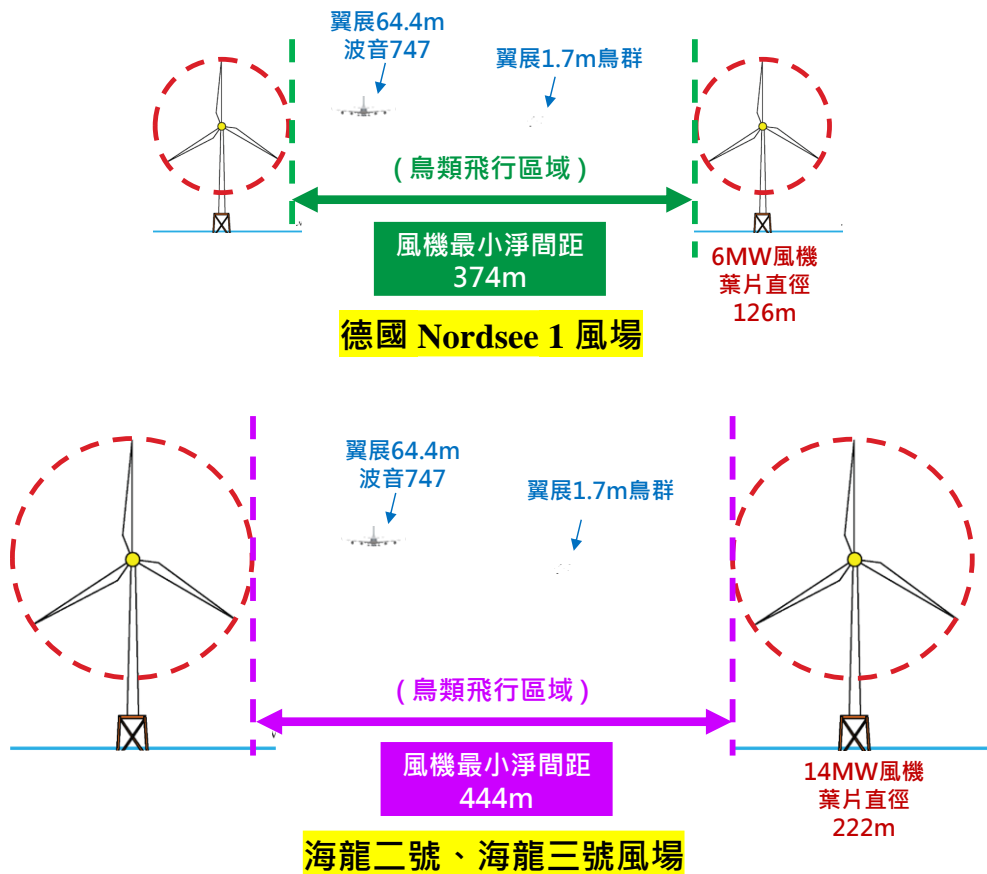
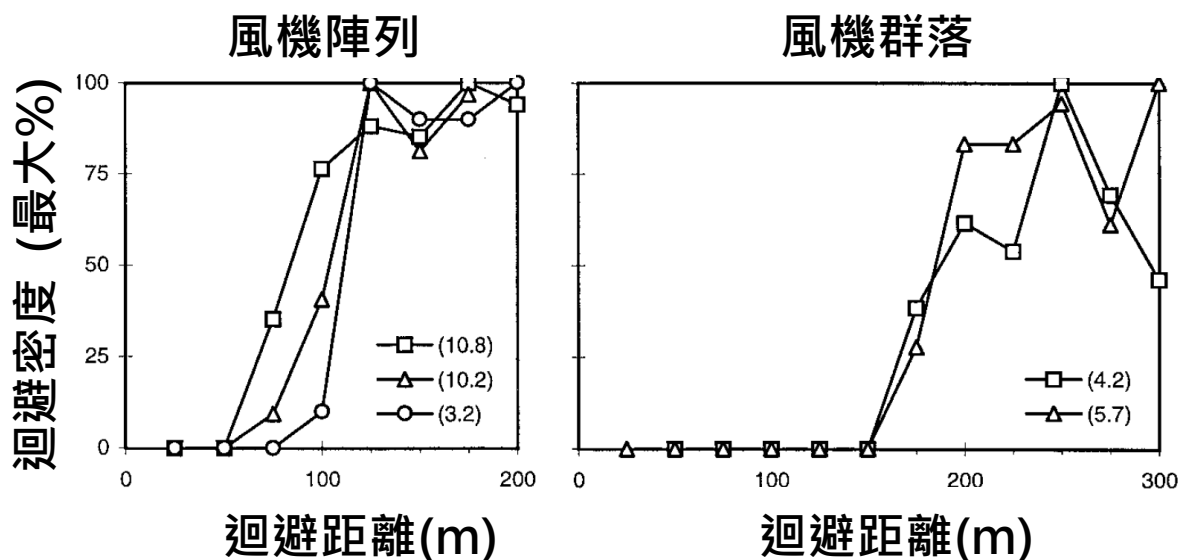


圖 3.1.1-2 海龍風場(14MW)及德國 Nordsee 1 風場(6MW)依實際風機尺寸按比例尺繪製之風機間距與鳥群、波音飛機對照圖



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 3.1.1-3 風機陣列及風機群落的鳥類迴避距離

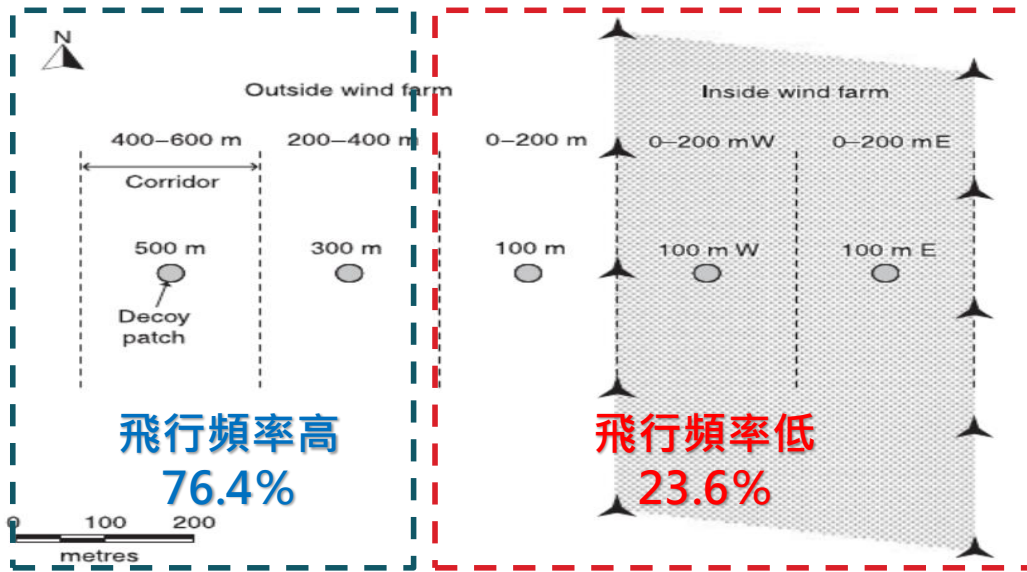


圖 3.1.1-4 丹麥 Tunø Knob 風場(間距約 200~400 公尺)鳥類與西側風機排觀測飛行頻率分布(營運期間)

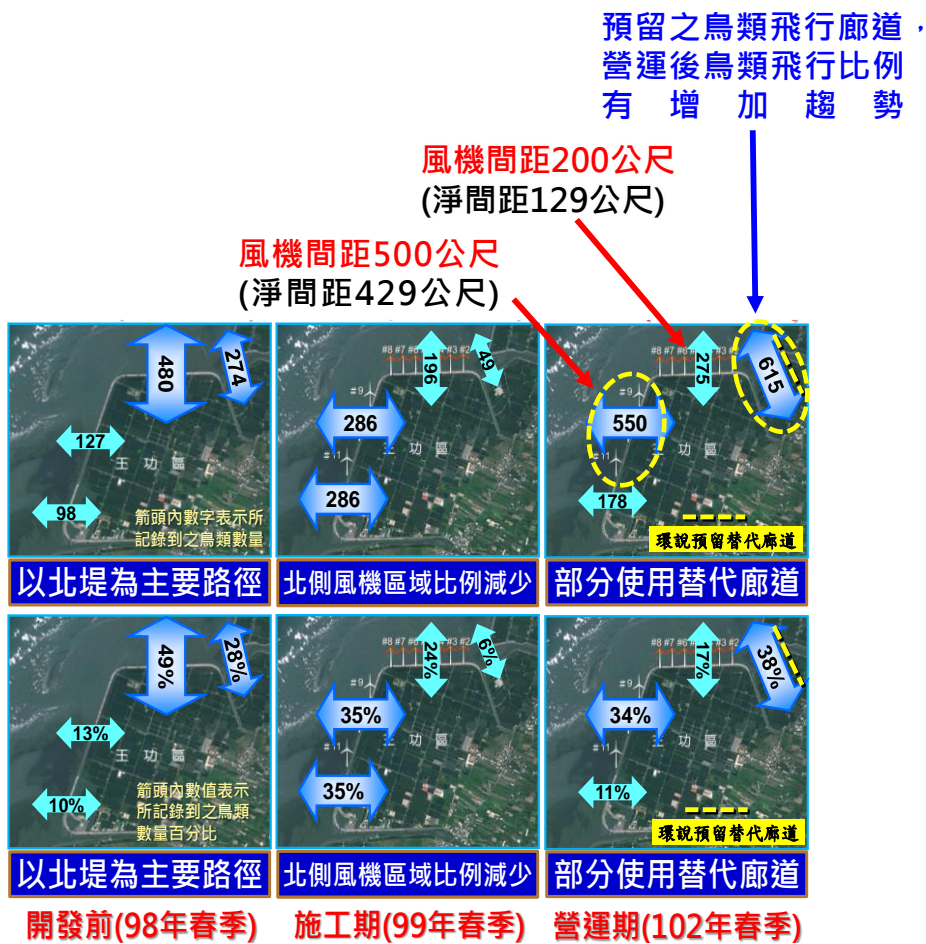


圖 3.1.1-5 王功風力發電站(北側間距約 200 公尺)開發前後鳥類飛行路徑(施工前、施工期間、營運期間)

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

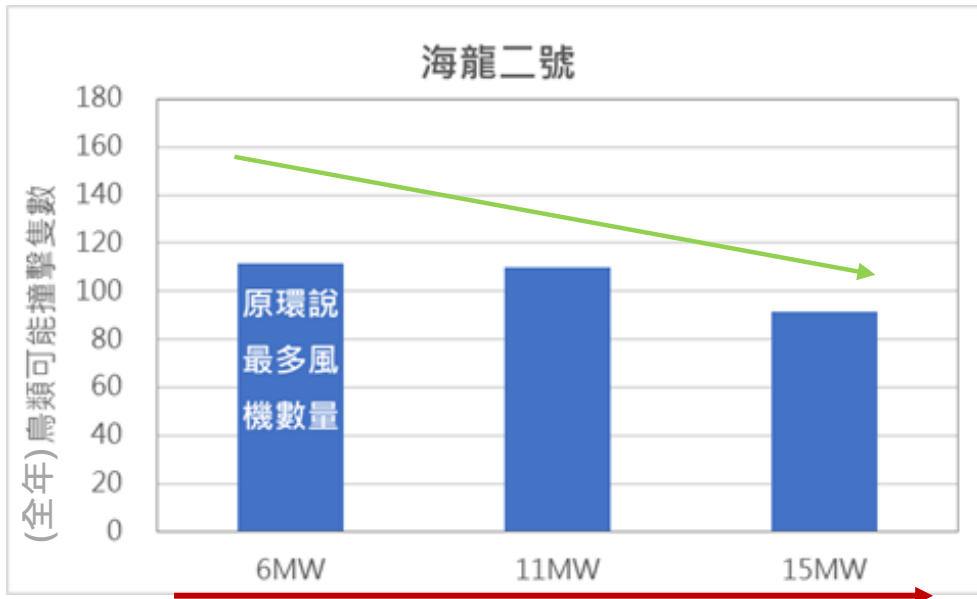
海龍二號+海龍三號			
評估減輕項目	原環說風機方案 (6~9.5MW)	本次變更大型化風機方案 (11~15MW)	原環說與本次變更 規劃差異分析
風機	109~141部	69~94部	減少15~72部
水下基礎	109~141座	69~94座	減少15~72座
基樁	436~564支	276~376支	減少60~288支
打樁作業時間(4hrs)	1,744~2,256hrs	1,104~1,504hrs	減少240~1,152小時
基座面積	6MW：88,125m <sup>2</sup> 9.5MW：68,125m <sup>2</sup> (每部基座25×25m <sup>2</sup> )	11MW：84,600m <sup>2</sup> 14MW：65,700m <sup>2</sup> 15MW：62,100m <sup>2</sup> (每部基座30×30m <sup>2</sup> )	較9.5MW減少2,425m <sup>2</sup> 較6MW減少22,425m <sup>2</sup> (原環說與14MW機組佈 置規劃比較)
風機陣列排數	海二：9~10排 海三：7~8排	海二：6~7排 海三：2~3排	海二：減少2~4排 海三：減少4~6排

圖 3.1.1-6 海龍二號及三號風場原環說及本次變更規劃差異分析

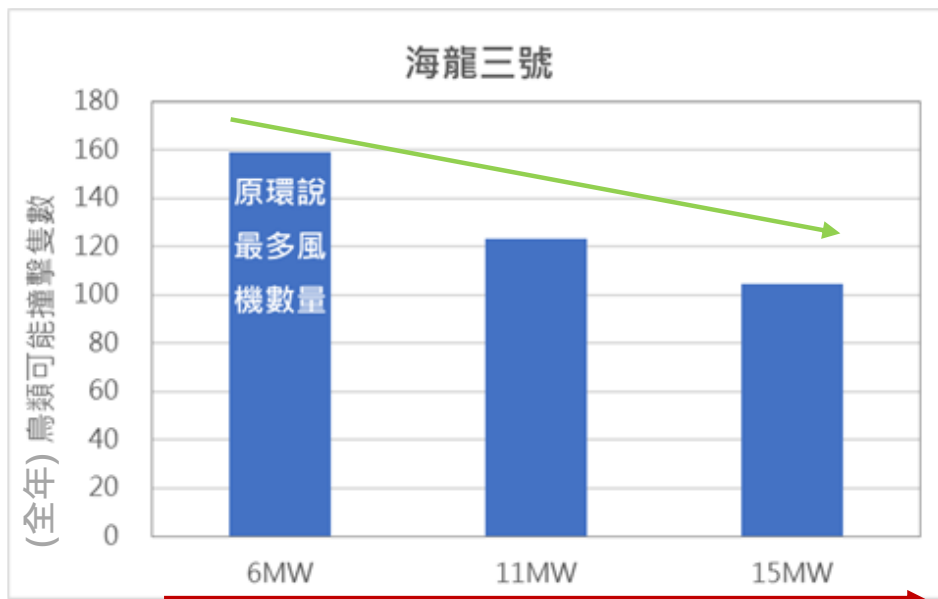
表 3.1.1-3 本次變更與原環說環境影響結果評估比較表

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 (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 (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 (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 (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 影響時間	<ul style="list-style-type: none"> <li>每部風機打樁時間約 4hr，海龍二號、三號風場總打樁影響時間約 2,256 小時</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>海龍二號、三號風場總打樁影響時間為 1,104 小時</li> <li>較原環說規劃減少 1,152 小時</li> </ul>
底棲生態 影響面積	<ul style="list-style-type: none"> <li>6~9.5MW 風機水下基礎為 25x25m，海龍二號、三號風場總影響面積為 88,125m<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>11~15MW 風機水下基礎為 30x30m，海龍二號、三號風場總影響面積為 62,100m<sup>2</sup></li> <li>較原環說規劃減少 26,025m<sup>2</sup></li> </ul>





風機大型化



風機大型化

圖 3.1.1-7 海龍二號、三號不同風機配置下整體鳥類年撞擊隻次



圖 3.1.1-8 海龍風場留設銜接連續鳥類廊道，營造更友善鳥類飛行空間

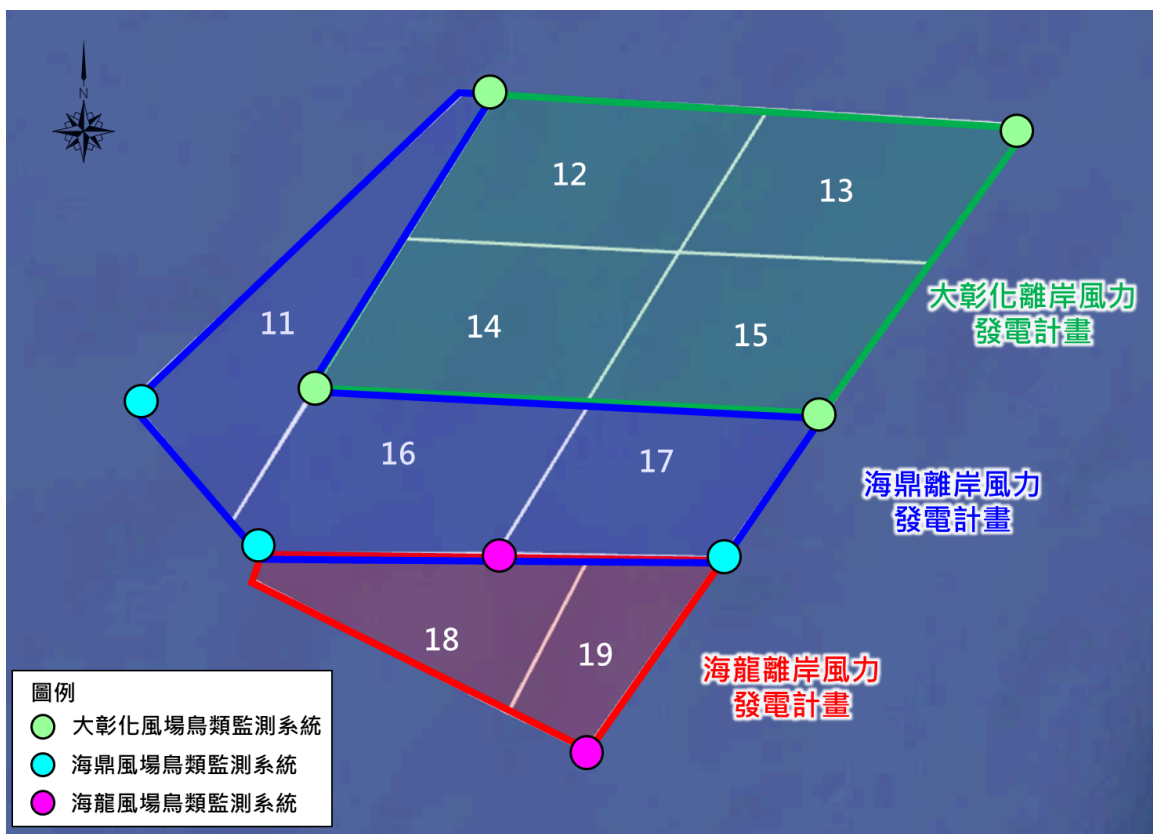


圖 3.1.1-9 海龍二號、海龍三號與相鄰風場聯合設置鳥類監測系統示意圖

表 3.1.1-4 本次變更施工前環境監測計畫表

類別	監測項目	地點	頻率	
海域水質	水溫、氫離子濃度、生化需氧量、鹽度、溶氧量、氨氮、營養鹽、懸浮固體物及葉綠素甲、大腸桿菌群	風場範圍和鄰近區域 5 站(含淺層及深層)	施工前執行一次	
水下噪音 (含鯨豚聲學監測)	20 Hz~20kHz 之水下噪音,時頻譜及 1-Hz band、1/3 Octave band 分析	風場範圍 2 站	施工前一年將執行一年四季,每季 1 次且每季連續 14 天	
海域生態	1.水下攝影	預計風機位置一處	施工前執行一次	
	2.漁業資源調查	風場範圍漁業資源背景調查資料(含漁船數目、漁業活動形式、魚種、漁獲量等)	施工前執行一次	
鳥類生態	1.海上鳥類船隻目視調查: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 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 (24HR/垂直及水平雷達)	風場範圍	施工前執行 2 年 每年進行 17 日次調查 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		施工前執行 2 年 第 1 年於春、秋季每季 3 日次,夏、冬季每季 1 日次 第 2 年於春季每季 5 日次,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 2.澎湖鳳頭燕鷗	施工前執行一次	
文化資產	陸域文化資產判釋	陸域自設降壓站位置鑽孔取樣	考古專業人員協助判釋 (施工前鑽孔取樣至少三處)	
	水下文化資產判釋	每座風機位置鑽孔取樣	考古專業人員協助判釋	

註1.陸域監測(鳥類生態(海岸鳥類目視調查)、陸域文化資產判釋)項目將以陸域工程(降壓站及陸纜工程)開始施工日期往前起算其應監測期間。

註2.海域監測(海域水質、水下噪音(含鯨豚聲學監測)、海域生態、鳥類生態(海上鳥類船隻目視調查、鳥類雷達調查、鳥類繫放衛星定位追蹤)、水下文化資產判釋)項目將以海域工程開始施工日期往前起算其應監測期間。

註3.為使水下噪音(含鯨豚聲學)調查儀器能如預期佈設及回收,本計畫規劃水下噪音(含鯨豚聲學)儀器及數據回收遺失之應變作法,說明如下:

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

註4.水下攝影監測將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。

註5.海上鳥類目視調查考量調查船隻和人員安全風險,參考交通部中央氣象局航行海象系統或國際常用之海象預測系統(如Windguru、Windy、ECMWF等),於浪高≤1公尺之連續天數至少3天的海象條件下執行,若當月/季符合上述海象條件之次數不足應調查次數,得因海象條件不佳而順延執行,惟全年總調查次數不變。

註6.海上鳥類雷達調查考量調查船隻和人員安全風險,參考交通部中央氣象局航行海象系統或國際常用之海象預測系統(如Windguru、Windy、ECMWF等),於浪高≤1公尺之連續天數至少3天的海象條件下執行,若當月/季符合上述海象條件之次數不足應調查次數,得因海象條件不佳而順延執行,惟全年總調查次數不變。

表 3.1.1-5 本次變更施工期間環境監測計畫表

	類別	監測項目	地點	頻率
陸域施工	空氣品質	1.風向、風速 2.粒狀污染物(TSP、PM10、PM2.5)	降壓站附近1站	每季1次，每次連續24小時監測
	噪音振動	環境噪音振動： 各時段(日間、晚間、夜間)均能音量及日夜振動位準	1.降壓站附近1站 2.陸纜沿線1站	每季1次，每次連續24小時監測
		營建噪音： 1.低頻(20 Hz~200 Hz量測Leq) 2.一般頻率(20Hz~20kHz量測Leq及Lmax)	降壓站工地外周界1公尺處1站	每月1次，每次量測連續2分鐘以上
	陸域生態	陸域動、植物生態(環保署動、植物技術規範執行)	陸域輸電系統(含降壓站、陸纜及其附近範圍)	每季1次
文化資產	陸域施工考古監看	開挖範圍	考古專業人員每日監看	
海域施工	海域水質	水溫、氫離子濃度、生化需氧量、鹽度、溶氧量、氨氮、營養鹽、懸浮固體物及葉綠素甲、大腸桿菌群	風場鄰近區域5站(含淺層及深層)	每季1次
	鳥類生態	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 春、夏、秋季每月1次，冬季每季1次
		2.海岸鳥類目視調查：種類、數量、棲身及活動情形、飛行路徑、季節性之族群變化等(含岸邊陸鳥及水鳥)	上岸點鄰近海岸	
	海域生態	1.潮間帶：底棲生物	海纜上岸段潮間帶2站	每季1次
		2.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	
		3.魚類	調查3條測線	每季1次
		4.鯨豚生態調查(海上船隻目視調查；調查期間將全程錄影)	風場範圍	每年視覺監測20趟次(涵蓋春、夏、秋、冬4個季節)
	5.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 風場範圍2站	每部風機打樁期間 每季1次且每季連續14天	

註1.營建噪音監測工作將分別於計畫降壓站工程及陸纜工程施工期間進行。

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

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

註4.為使水下噪音(含鯨豚聲學)調查儀器能如預期佈設及回收，本計畫規劃水下噪音(含鯨豚聲學)儀器及數據回收遺失之應變作法，說明如下：

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

註5.水下攝影監測將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。

註6.海上鳥類目視調查考量調查船隻和人員安全風險，參考交通部中央氣象局航行海象系統或國際常用之海象預測系統(如Windguru、Windy、ECMWF等)，於浪高 $\leq 1$ 公尺之連續天數至少3天的海象條件下執行，若當月/季符合上述海象條件之次數不足應調查次數，得因海象條件不佳而順延執行，惟全年總調查次數不變。

表 3.1.1-6 本次變更營運期間環境監測計畫表

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

註1:於停止執行各監測項目前，將依環評法施行細則第37條規定申請停止營運階段之監測工作。

註2.為使水下噪音(含鯨豚聲學)調查儀器能如預期佈設及回收，本計畫規劃水下噪音(含鯨豚聲學)儀器及數據回收遺失之應變作法，說明如下：

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

註3.水下攝影監測將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。

註4.海上鳥類目視調查考量調查船隻和人員安全風險，參考交通部中央氣象局航行海象系統或國際常用之海象預測系統(如Windguru、Windy、ECMWF等)，於浪高≤1公尺之連續天數至少3天的海象條件下執行，若當月/季符合上述海象條件之次數不足應調查次數，得因海象條件不佳而順延執行，惟全年總調查次數不變。

審查意見	答覆說明	修訂處	
		章節	頁次
(二)此次環境影響差異分析報告較前幾次的報告中所描述的最大風機葉片長度220公尺又增加10公尺為230公尺，請說明。	敬謝委員指教。本次變更新增較大單機容量11MW~15MW(詳表3.1.2-1、圖3.1.2-1)，其最初之葉片直徑規劃即以「最大不超過230公尺」做風機佈置；而海龍風場未來預計採用西門子歌美颯最新推出的SG14-222 DD 14MW風機，其葉片直徑為222公尺，符合葉片直徑不超過230公尺之規劃原則。	4.3	4-12~13

表 3.1.2-1 本次變更風機佈置規劃(19 號風場)

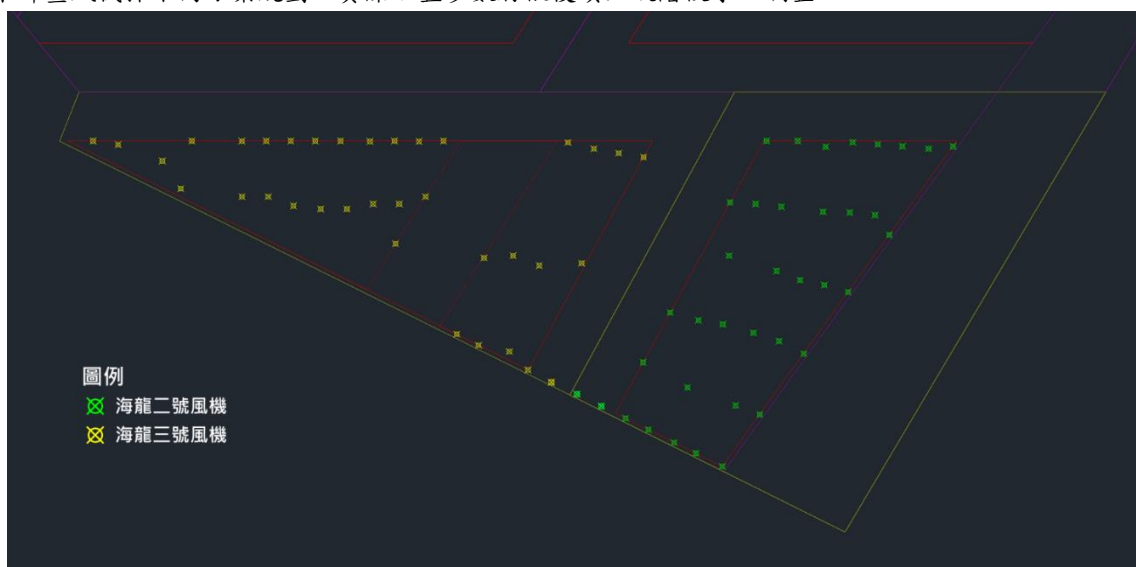
項目	6.0MW 機組 (最小風機)		8.0MW 機組		9.5MW 機組		11~15MW 機組 (最大風機)	
	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大
風機數量	63		56		56		48~35	
總裝置容量(MW)	378		448		532		不超過 532	
葉片直徑 D (m)	-	151	-	164	-	164	不超過 230	
輪轂高程(m) @MSL	99	112	107	119	107	119	不超過 170	
風機葉片運轉高度(m)@MSL	25	187	25	201	25	201	25	不超過 285
最小機組間距 非盛行風向/盛行風向(m)	755	1,057	820	1,148	820	1,148	盛行風向： 至少 1,158 非盛行風向： 至少 666	

註 1：參考海平面高程採“平均海平面”。

註 2：本次變更 11~15MW 非盛行風向風機間距不小於 755 公尺之風機數量比率至少 33%，不小於 666 公尺之風機數量比率至少 67%。

註 3：原環說 6~9.5MW 機組之風機間距維持原佈設原則。

註 4：本計畫風機採不同方案規劃，實際配置參數將依後續細設階段予以調整。

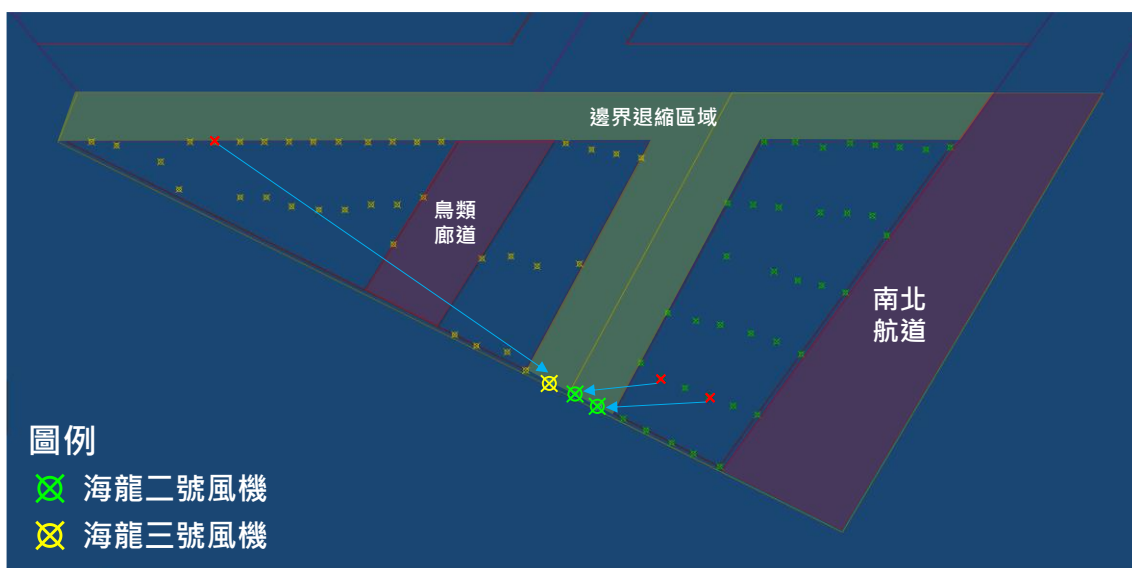


註 1：實際風機配置規劃將考量海底地質條件(玄武岩等)、風況及核定風機間距予以調整。

註 2：本計畫將針對「海龍二號」及「海龍三號」風場場址間廊道進行地質調查，如地質調查結果顯示該區域適合放置風機，則會規畫將部分風機移至「海龍二號」及「海龍三號」風場場址間廊道。

圖 3.1.2-1 海龍二號、三號風場風機佈設示意圖

審查意見	答覆說明	修訂處	
		章節	頁次
<b>二、孫委員振義</b>			
2 風場邊界退縮區恐成為鳥類遷徙路徑之陷阱，建議酌予提出改善對策。	遵照辦理。本計畫已於2021年5月20日洽經濟部能源局研議「處理『海龍二號』及『海龍三號』風場場址之間邊界南方入口議題」，經與經濟部能源局討論後，於海龍二號、三號風場分別移動2部、1部風機，至兩風場邊界退縮區域南端入口，以避免鳥類由南往北飛時進入兩風場邊界退縮區域，降低撞擊風險，詳圖3.2.1-1所示。	4.2 4.3	4-7~8 4-13



註1：實際風機配置規劃將考量海底地質條件(玄武岩等)、風況及核定風機間距予以調整。

註2：本計畫將針對「海龍二號」及「海龍三號」風場場址間廊道進行地質調查，如地質調查結果顯示該區域適合放置風機，則會規畫將部分風機移至「海龍二號」及「海龍三號」風場場址間廊道。

圖 3.2.1-1 避免鳥類由南往北飛時進入兩風場邊界退縮區域，海龍二號、三號風場風機佈設示意圖(14MW)

審查意見	答覆說明	修訂處	
		章節	頁次
<b>三、彰化縣政府</b>			
<p>(一)本 2 案係以風機間距(平行盛行風 7D, 非平行盛行風 5D)作為鳥類保護環評承諾,而通過環評,惟本次變更大幅縮減風機間距,並將原風機間距之衡量基準(葉片直徑 D)改為絕對距離(公尺),爰建請環保署審慎審查,並妥為考量風機大型化後,風機間距衡量基準之一致性,避免風機加大卻縮減風機間距之情形。</p>	<p>敬謝指教。本次變更於總裝置容量不變下,新增較大風機單機容量11~15MW,以及提出銜接鄰近風場連續之鳥類廊道規劃,並於2021年5月20日洽經濟部能源局研議「處理『海龍二號』及『海龍三號』風場場址之間邊界南方入口議題」,經與經濟部能源局討論後,於海龍二號、三號風場分別移動2部、1部風機,至兩風場邊界退縮區域南端入口,以避免鳥類由南往北飛時進入兩風場邊界退縮區域,降低撞擊風險,其餘維持不變。</p> <p>本次變更與原環說比較後,開發規模較原環說減少近半數,使得鳥類撞擊數量低於原環說,並降低施工及營運期間對海域環境影響,加上擬定完整的環境減輕對策及監測計畫、設置鳥類聯合監測系統、增加春季、秋季鳥類雷達調查次數、新增鳥類雷達調查搭配鳥類目視調查規劃,以確實蒐集風場內鳥類活動相關資訊,建立鳥類生態調查基礎資料。經影響評估分析後,沒有加大環境影響之虞,詳細評估內容,分列說明如下:</p> <p><b>一、風機間距規劃調整說明</b></p> <p>海龍二號風場配合交通部航港局於106年11月21日公告之「臺灣彰化外海岸風電潛力場址海域預定航道」退縮風場在先,場址面積減少41.13km<sup>2</sup>,縮減達41.1%,退縮寬度達3,500公尺,且海龍二號、三號風場相鄰邊界依經濟部能源局於104年7月2日公佈之「離岸風力發電規劃場址申請作業要點」規定,各自退縮,留設寬度大於2,000公尺,而與北側相鄰風場亦依規定各自退縮,本次變更海龍三號風場為配合「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」及經濟部整體規劃,於風場開發面積及總裝置容量等設置條件均維持不變下,於海龍三號風場新增2,000公尺銜接鄰近風場連續之鳥類廊道,風場面積減少12km<sup>2</sup>,以營造有利鳥類南北飛行方向,加上受風場海底地形、地質條件(沙波、玄武岩等)影響,風場內有</p>	3.1	3-3 3-5
		4.2	4-4~8
		4.3	4-12~13 4-17
		4.4.2	4-29~34
		4.5	4-36 4-39
		6.1.4	6-28~49
		7.1	7-4~5 7-10~14



審 查 意 見	答 覆 說 明	修 訂 處	
		章 節	頁 次
	<p>多處區域無法設置風機，使得海龍三號風場面積再減少11 km<sup>2</sup>；整體海龍二號風場實際可設置風機面積從100.33平方公里縮減至37.3平方公里，海龍三號風場從85.2平方公里縮減至26.8平方公里，大幅限制風場實際可佈設風機面積(詳表3.3.1-1、圖3.3.1-1)。</p> <p>本計畫於原環說核定後進行場址風況及地質地形調查，並選用大型化風機(11~15MW)以進一步降低對環境衝擊；風機供應商根據個案風場之核定容量、風場面積、地質地形、水深、服務年限、安全距離及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；經評估為了減少整體風場受力，需加大盛行風向間距及微縮部分非盛行風向間距，方能通過風機供應商的風機合適性審查(Turbine Suitability Review)；風況條件方面，調查結果顯示風向頻率分佈非常集中，東北-西南方向約佔60%~70%。</p> <p>本次變更已於實際可設置風機面積中，盡力調整並擴大風機間距，經評估規劃後，盛行風向間距至少1,158公尺，非盛行風向風機間距不小於755公尺之風機數量比率至少33%，不小於666公尺之風機數量比率至少67%。整體風場僅有部分非盛行風向間距縮小，並非所有風機非盛行風向間距皆縮小至666公尺，於配合風場地質地形現況，亦有部分風機於盛行風向及非盛行風向間距皆加寬情形；若採用最有可能設置之14MW風機進行估算，海龍二號共設置37部，承諾13部以上風機間距不小於755公尺，數量達35%，海龍三號共設置36部，承諾12部以上風機間距不小於755公尺，數量達33%。另本計畫為減少施工風險，須預留風機位置微調的彈性，以減少非必要之加強打樁、海底床整平之工作。</p> <p><b>二、避免鳥類由南往北飛時進入兩風場邊界退縮區域</b></p>		

審 查 意 見	答 覆 說 明	修 訂 處	
		章 節	頁 次
	<p>本計畫已於2021年5月20日洽經濟部能源局研議「處理『海龍二號』及『海龍三號』風場場址之間邊界南方入口議題」，經與經濟部能源局討論後，於海龍二號、三號風場分別移動2部、1部風機，至兩風場邊界退縮區域南端入口，以避免鳥類由南往北飛時進入兩風場邊界退縮區域，降低撞擊風險，詳圖3.3.1-1所示。</p> <p><b>三、風機最小淨間距值，仍大於國內外現況</b>  本計畫已蒐集國內外施工或營運中風場淨間距實例(表3.3.1-2)，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<b>14MW風機估算最小淨間距為444公尺</b>，不小於國內外風場淨間距實例，此外，本計畫為分析實際風機尺寸、風機間距及鳥類大小關係，按等比例尺繪製如圖3.3.1-2所示，經比對本計畫風機淨間距(444公尺)及翼展170公分大型鳥群後，評估留設風機間距可提供鳥類於風機間飛行迴避空間。</p> <p><b>四、國內外案例顯示，鳥類飛行會主動迴避風場及風機，飛行習性與大範圍廊道空間顯著相關</b>  彙整2006年至今國內外監測調查研究案例顯示，鳥類飛行方向與大範圍廊道空間顯著相關，大部分鳥類會主動迴避風場，約佔97%，進入風場僅有3%(Ib Krag Petersen et al,2006；K.L. Krijgsveld et al,2011)，進入風場後的鳥類絕大多數(99.4%)於風機間會自行迴避(ORJIP Bird Collision Avoidance Study, Final Report, 2018)；另參考參考國外觀察鳥類迴避風機的行為研究顯示(圖3.3.1-3)，鳥類通過風機群迴避距離約200公尺(Larsen and Madsen,2000)，顯示鳥類比人類想像中更會迴避風機；丹麥Tunø Knob風場鳥類目視調查顯示(Effects of wind turbines on flight behaviour of wintering common eiders: implications for habitat use and</p>		

審 查 意 見	答 覆 說 明	修 訂 處	
		章 節	頁 次
	<p>collision risk, 2007), 風場範圍及風機外200公尺、風機外200~600公尺鳥類數量比例分別為23.6%、76.4%, 顯示鳥類迴避風機約為200公尺(圖3.3.1-4); 臺灣「王功風力發電計畫」鳥類雷達調查顯示(圖3.3.1-5), 風機設置後, 北堤(風機間距200公尺, 淨間距129公尺)鳥類數量由49%降至17%, 約38%鳥類轉移至環評階段規劃預留之東側鳥類飛行廊道, 顯示鳥類飛行路徑因風機開發而有轉移現象, 另一部份則改由西堤進出(風機間距500公尺, 淨間距429公尺), 約佔34%, 顯示已有充分空間提供鳥類飛行, 與前述鳥類迴避風機情形相符; 本計畫風機淨間距達444公尺, 可提供鳥類充足的飛行空間。</p> <p><b>五、本次變更開發規模較原環說減少近半數, 可降低對環境影響</b></p> <p>本次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, 可降低施工及營運期間對海域環境影響(詳圖3.3.1-6), 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3.3.1-3)。</p> <p><b>六、鳥類撞擊評估顯示, 本次變更鳥類撞擊數量低於原環說</b></p> <p>本計畫採用 Band Model (Band 2012, Masden 2015)進行鳥類撞擊評估, 評估結果顯示, 變更後11 MW及15 MW風機配置造成的鳥類撞擊數量均低於原環說(6~9.5MW)最大撞擊數量(如圖3.3.1-7)。風機大型化後, 所需架設的風機支數較少, 因此整體衝擊相對較小。</p> <p><b>七、留設銜接連續鳥類廊道, 擬定鳥類保護對策, 降低對鳥類生態環境衝擊</b></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, 並透過留設銜接連續鳥類廊道(圖3.3.1-8), 增加</p>		

審 查 意 見	答 覆 說 明	修 訂 處	
		章 節	頁 次
	<p>邊界退縮等，可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。綜合上述，本計畫環境影響評估結果顯示未有重大衝擊，但為了降低開發行為對於鳥類生態環境衝擊，已擬定相關鳥類環境保護對策，說明如下：</p> <p>(1) 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>(2) 施工期間</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 風機架設完成後，將於風場最外圍風力機組設置最少之航空警示燈，實際設置數量需依屆時所規劃之風力機組配置而定。</li> <li>2. 依民航局最新頒布之「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」設置航空警示燈，並取得民航局同意函，燈具選擇可同步閃光的航空警示燈，以減少吸引鳥類靠近的可能性。</li> <li>3. 本計畫將持續蒐集並參考國外有關不同風機色彩是否可降低鳥類撞擊風險之研究，及利用自動聲光</li> </ol>		

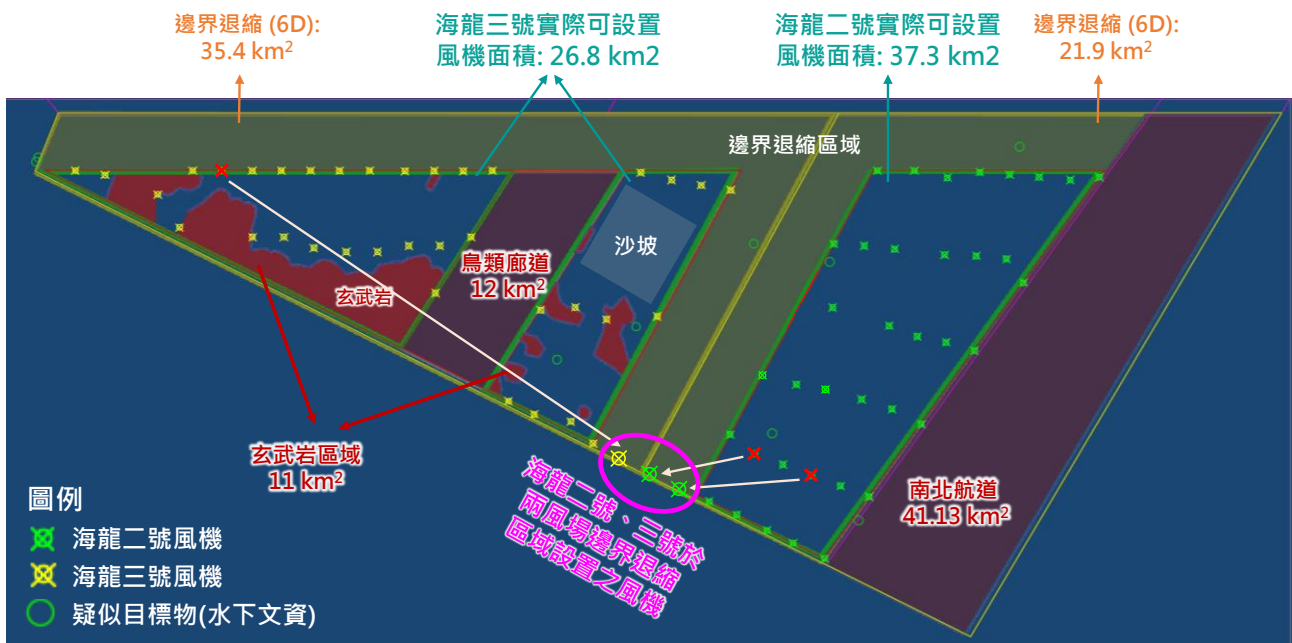
審 查 意 見	答 覆 說 明	修 訂 處	
		章 節	頁 次
	<p>系統促使鳥類與風機保持距離之產品，並與時俱進，參考國際上已知對生態最有效及最友善之設計及施工方法。</p> <p>(1) 將優先選用較大風機，以降低鳥類影響。</p> <p>A. 風機大型化規劃，單機裝置容量除原6~9.5MW，並新增11~15MW規劃。</p> <p>B. 6~9.5MW風機間距部分，平行盛行風間距至少為葉片直徑7倍(1,057~1,148公尺)，非平行盛行風間距至少為葉片直徑5倍(755~820公尺)。新增之11~15MW風機間距將依風力機組型式及場址風況評估結果進行佈置，盛行風向間距至少1,158公尺，非盛行風向間距至少666公尺，風機間距不小於755公尺之風機數量至少33%，不小於666公尺至少67%。</p> <p>C. 與相鄰風場間距至少為葉片直徑6倍(依單機裝置容量不同約介於906~1,380公尺)。</p> <p>D. 風機葉片距離海面高度至少25米。</p> <p>(3) 營運期間</p> <p>1. 降低風機撞擊效應</p> <p>依歐洲經驗，風機上若設置太多警示燈光有吸引鳥類靠近之虞，風機架設完成後，將於風場最外圍風力機組設置最少之航空警示燈，實際設置數量需依屆時所規劃之風力機組配置而定。</p> <p>依民航局最新頒布之「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」設置航空警示燈，並取得民航局同意函，燈具選擇可同步閃光的航空警示燈，以減少吸引鳥類靠近的可能性。</p> <p>2. 觀測風場中鳥類活動</p>		

審 查 意 見	答 覆 說 明	修 訂 處	
		章 節	頁 次
	<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3.3.1-9，實際設置位置將依據風場設置的順序以及風機配置選擇適切位置。</p> <p>(5) 若風場位於主要的鳥類遷徙路徑，則於取得電業執照之次年度執行一次鳥類繫放衛星定位追蹤作業或雷達調查分析。之後每5年進行一次相同作業。</p> <p><b>八、已擬定完整的環境監測計畫，增加春季、秋季鳥類雷達次數並搭配目視觀察</b></p>		

審 查 意 見	答 覆 說 明	修 訂 處	
		章 節	頁 次
	<p>本計畫已擬定完整的環境監測計畫，包含施工前執行海上鳥類船隻目視調查、海岸鳥類目視調查、24小時鳥類雷達調查、鳥類繫放衛星定位追蹤(詳表3.3.1-4)，施工期間執行海上鳥類船隻目視調查、海岸鳥類目視調查(詳表3.3.1-5)，營運階段執行海上鳥類船隻目視調查、海岸鳥類目視調查(詳表3.3.1-6)，以評估開發行為對環境影響，檢討鳥類環境保護對策。</p> <p>此外，本次變更為了更確實蒐集風場內鳥類活動相關資訊，<b>增加春季、秋季鳥類雷達調查次數、新增鳥類雷達調查搭配鳥類目視調查規劃</b>，鳥類雷達調查搭配鳥類目視調查將涵蓋春、夏、秋、冬四季鳥類雷達結合目視調查資料，釐清雷達資料和鳥種數量之關係。</p> <p>本計畫於施工前、施工期間及營運期間將確實執行環境監測計畫，監測結果將納入監測季報，並於開發單位網站公開完整環境監測報告，以達資訊公開。</p>		

表 3.3.1-1 海龍二號、三號風場實際可設置風機面積

	海龍二號	海龍三號
原風場面積(km <sup>2</sup> )	100.3	85.2
南北慣用航道影響面積縮減(km <sup>2</sup> )	(41.13)	-
鳥類廊道影響面積縮減(km <sup>2</sup> )	-	(12)
玄武岩地質影響不宜設置面積(km <sup>2</sup> )	-	(11)
邊界退縮 6D 規定不得設置面積(km <sup>2</sup> )	(21.9)	(35.4)
實際可設置風機面積(km <sup>2</sup> )	37.3	26.8



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

圖 3.3.1-1 海龍二號、三號風場實際可佈設風機面積、避免鳥類由南往北飛時進入兩風場邊界退縮區域之風機佈設示意圖(14MW)



表 3.3.1-2 國內、外將施工、施工中或營運中風場之風機淨間距值比較表

名稱	國外案例			國內案例		
	丹麥 Nysted 風場	英格蘭 Thanet 風場	德國 Nordsee 1 風場	海龍 風場	海洋 風場	大彰化 東南風場
單機裝置 容量(MW)	2.3	3.0	6.0	14	6.0	8.0
風機最小 間距(m)(A)	480	500	500	666	455	500
風機葉片 直徑(m)(B)	82.4	90	126	222	154	167
風機最小 淨間距(m) (A)-(B)	397.6	410	374	<u>444</u>	301	333

資料來源：本計畫整理。

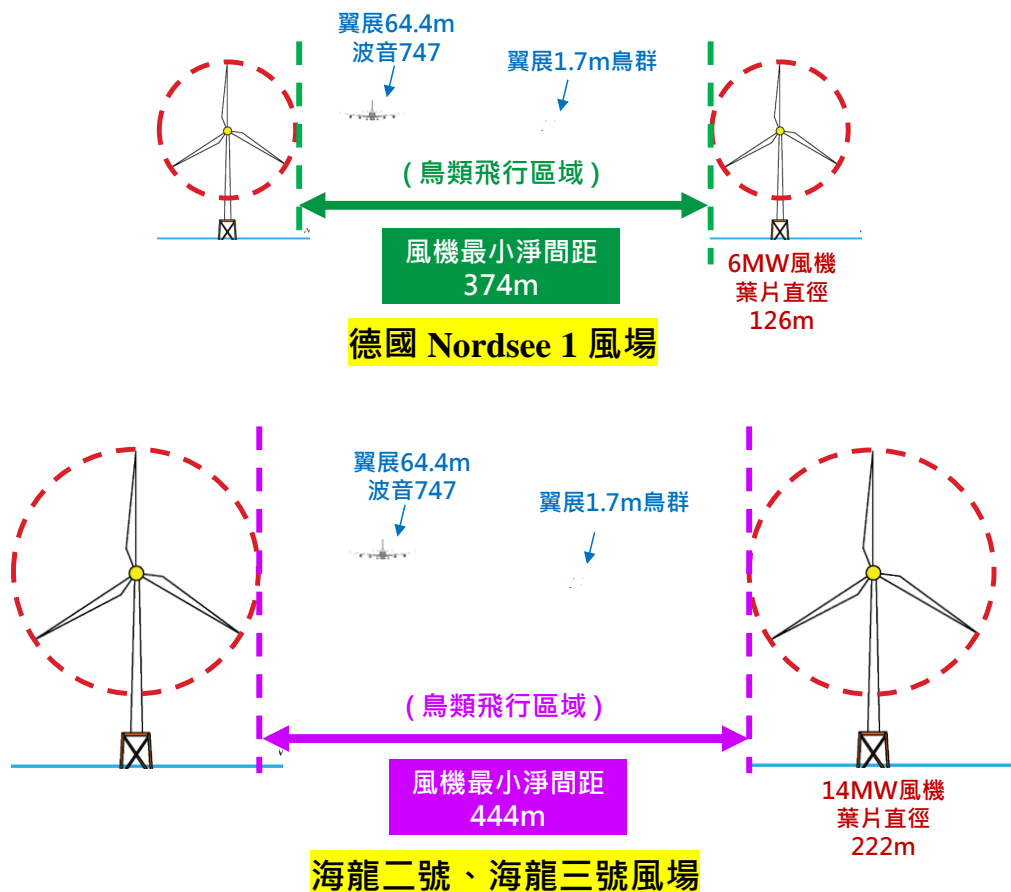
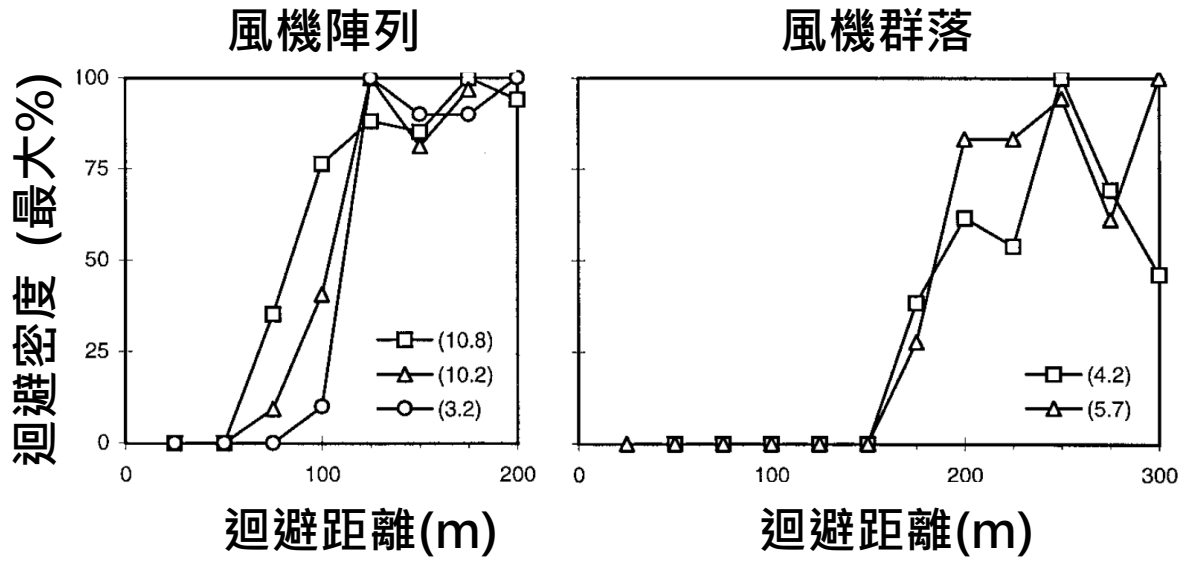


圖 3.3.1-2 海龍風場(14MW)及德國 Nordsee 1 風場(6MW)依實際風機尺寸按比例尺繪製之風機間距與鳥群、波音飛機對照圖



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 3.3.1-3 風機陣列及風機群落的鳥類迴避距離

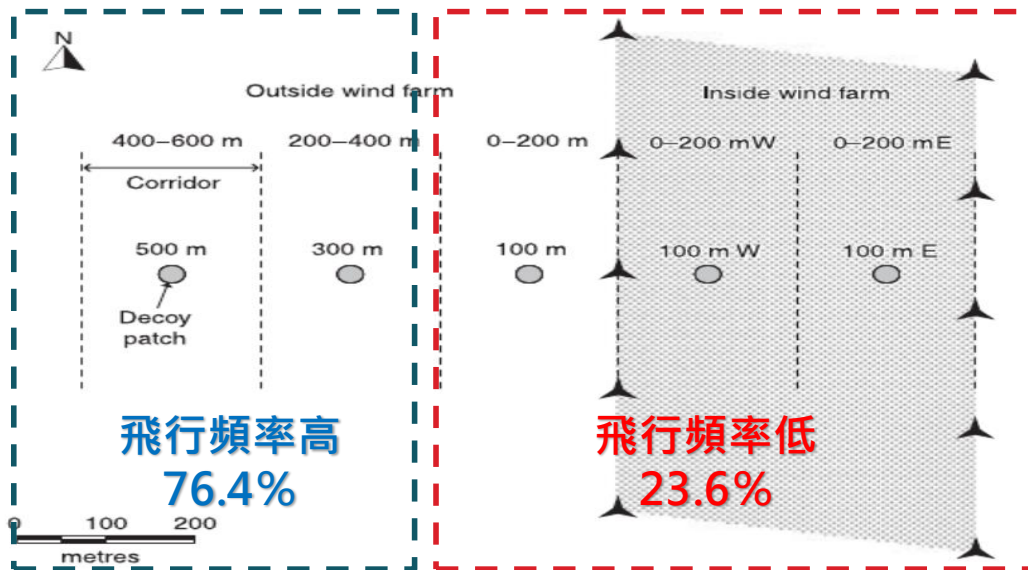


圖 3.3.1-4 丹麥 Tunø Knob 風場(間距約 200~400 公尺)鳥類與西側風機排觀測飛行頻率分布(營運期間)



圖 3.3.1-5 王功風力發電站(北側間距約 200 公尺)開發前後鳥類飛行路徑(施工前、施工期間、營運期間)

評估減輕項目	海龍二號+海龍三號		
	原環說風機方案 (6~9.5MW)	本次變更大型化風機方案 (11~15MW)	原環說與本次變更 規劃差異分析
風機	109~141部	69~94部	減少15~72部
水下基礎	109~141座	69~94座	減少15~72座
基樁	436~564支	276~376支	減少60~288支
打樁作業時間(4hrs)	1,744~2,256hrs	1,104~1,504hrs	減少240~1,152小時
基座面積	6MW : 88,125m <sup>2</sup> 9.5MW : 68,125m <sup>2</sup> (每部基座25×25m <sup>2</sup> )	11MW : 84,600m <sup>2</sup> 14MW : 65,700m <sup>2</sup> 15MW : 62,100m <sup>2</sup> (每部基座30×30m <sup>2</sup> )	較9.5MW減少2,425m <sup>2</sup> 較6MW減少22,425m <sup>2</sup> (原環說與14MW機組佈置規劃比較)
風機陣列排數	海二：9~10排 海三：7~8排	海二：6~7排 海三：2~3排	海二：減少2~4排 海三：減少4~6排

圖 3.3.1-6 海龍二號及三號風場原環說及本次變更規劃差異分析

表 3.3.1-3 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 (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 (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 (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 (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 影響時間	<ul style="list-style-type: none"> <li>每部風機打樁時間約 4hr，海龍二號、三號風場總打樁影響時間約 2,256 小時</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>海龍二號、三號風場總打樁影響時間為 1,104 小時</li> <li>較原環說規劃減少 1,152 小時</li> </ul>
底棲生態 影響面積	<ul style="list-style-type: none"> <li>6~9.5MW 風機水下基礎為 25x25m，海龍二號、三號風場總影響面積為 88,125m<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>11~15MW 風機水下基礎為 30x30m，海龍二號、三號風場總影響面積為 62,100m<sup>2</sup></li> <li>較原環說規劃減少 26,025m<sup>2</sup></li> </ul>

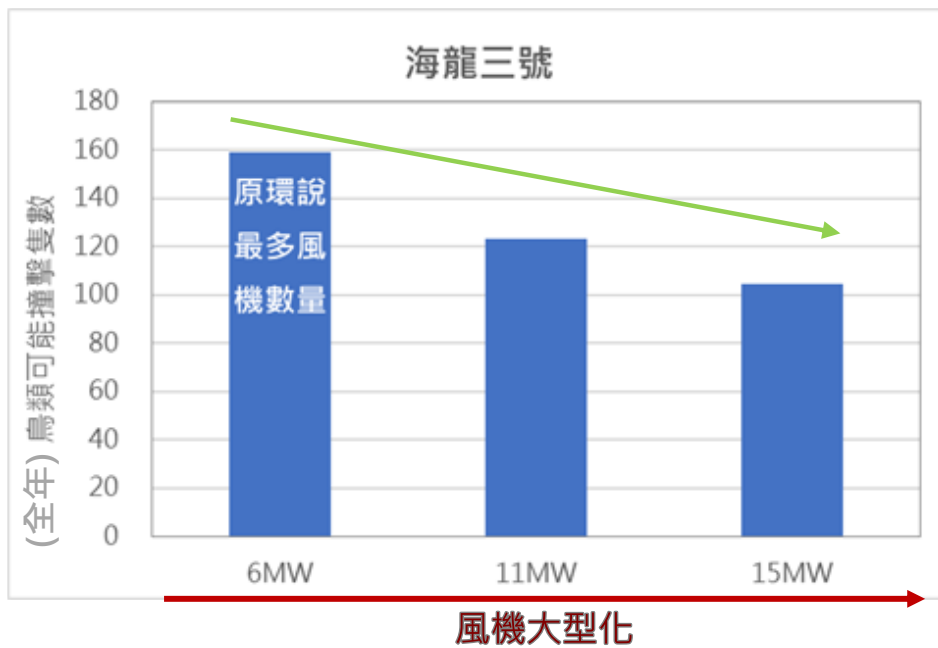
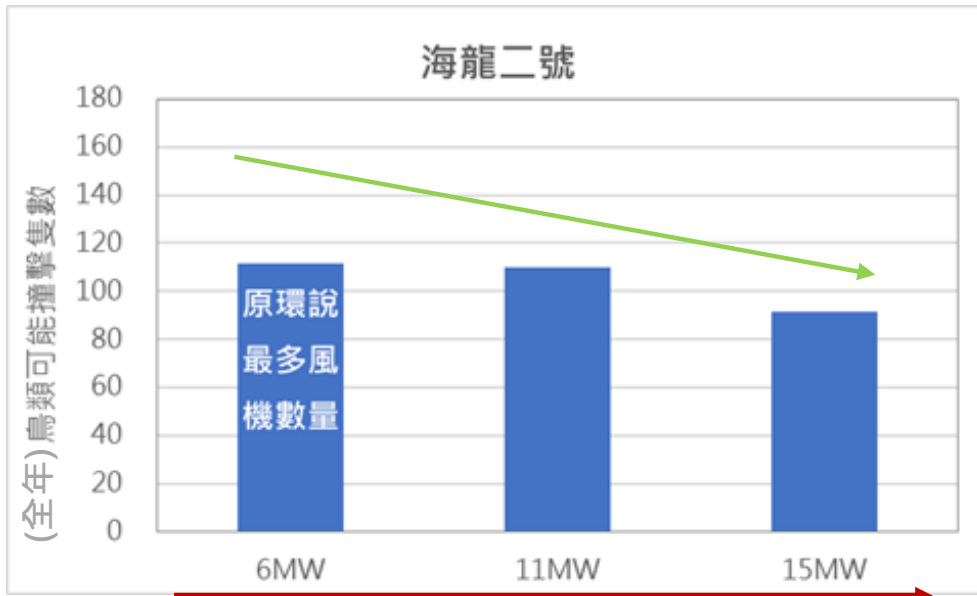


圖 3.3.1-7 海龍二號、三號不同風機配置下整體鳥類年撞擊隻次



圖 3.3.1-8 海龍風場留設銜接連續鳥類廊道，營造更友善鳥類飛行空間

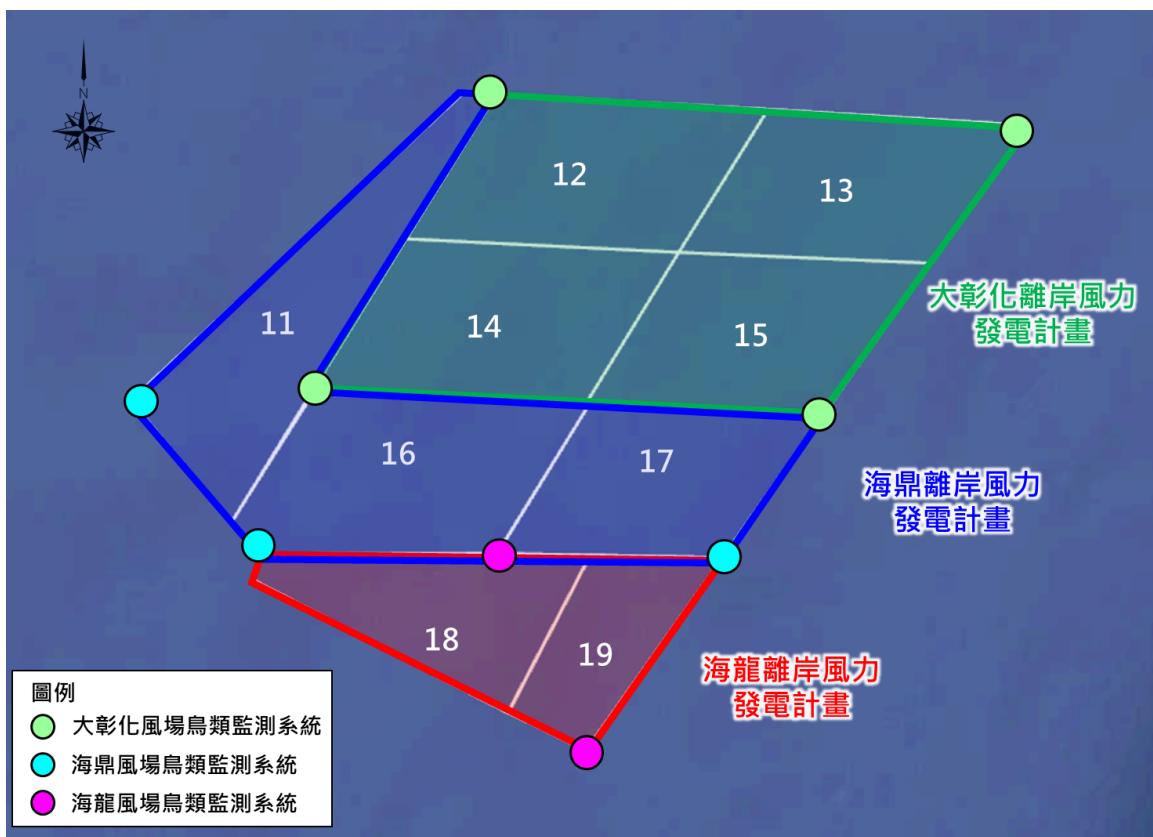


圖 3.3.1-9 海龍二號、海龍三號與相鄰風場聯合設置鳥類監測系統示意圖

表 3.3.1-4 本次變更施工前環境監測計畫表

類別	監測項目	地點	頻率	
海域水質	水溫、氫離子濃度、生化需氧量、鹽度、溶氧量、氨氮、營養鹽、懸浮固體物及葉綠素甲、大腸桿菌群	風場範圍和鄰近區域 5站(含淺層及深層)	施工前執行一次	
水下噪音 (含鯨豚聲學監測)	20 Hz~20kHz 之水下噪音,時頻譜及 1-Hz band、1/3 Octave band 分析	風場範圍 2 站	施工前一年將執行一年四季,每季 1 次且每季連續 14 天	
海域生態	1.水下攝影	預計風機位置一處	施工前執行一次	
	2.漁業資源調查	風場範圍漁業資源背景調查資料(含漁船數目、漁業活動形式、魚種、漁獲量等)	施工前執行一次	
鳥類生態	1.海上鳥類船隻目視調查: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 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 (24HR/垂直及水平雷達)	風場範圍	施工前執行 2 年 每年進行 17 日次調查 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		施工前執行 2 年 第 1 年於春、秋季每季 3 日次,夏、冬季每季 1 日次 第 2 年於春季每季 5 日次,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 2.澎湖鳳頭燕鷗	施工前執行一次	
文化資產	陸域文化資產判釋	陸域自設降壓站位置鑽孔取樣	考古專業人員協助判釋 (施工前鑽孔取樣至少三處)	
	水下文化資產判釋	每座風機位置鑽孔取樣	考古專業人員協助判釋	

註1.陸域監測(鳥類生態(海岸鳥類目視調查)、陸域文化資產判釋)項目將以陸域工程(降壓站及陸纜工程)開始施工日期往前起算其應監測期間。

註2.海域監測(海域水質、水下噪音(含鯨豚聲學監測)、海域生態、鳥類生態(海上鳥類船隻目視調查、鳥類雷達調查、鳥類繫放衛星定位追蹤)、水下文化資產判釋)項目將以海域工程開始施工日期往前起算其應監測期間。

註3.為使水下噪音(含鯨豚聲學)調查儀器能如預期佈設及回收,本計畫規劃水下噪音(含鯨豚聲學)儀器及數據回收遺失之應變作法,說明如下:

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

註4.水下攝影監測將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。

註5.海上鳥類目視調查考量調查船隻和人員安全風險,參考交通部中央氣象局航行海象系統或國際常用之海象預測系統(如Windguru、Windy、ECMWF等),於浪高≤1公尺之連續天數至少3天的海象條件下執行,若當月/季符合上述海象條件之次數不足應調查次數,得因海象條件不佳而順延執行,惟全年總調查次數不變。

註6.海上鳥類雷達調查考量調查船隻和人員安全風險,參考交通部中央氣象局航行海象系統或國際常用之海象預測系統(如Windguru、Windy、ECMWF等),於浪高≤1公尺之連續天數至少3天的海象條件下執行,若當月/季符合上述海象條件之次數不足應調查次數,得因海象條件不佳而順延執行,惟全年總調查次數不變。

表 3.3.1-5 本次變更施工期間環境監測計畫表

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

註1.營建噪音監測工作將分別於計畫降壓站工程及陸纜工程施工期間進行。

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

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

註4.為使水下噪音(含鯨豚聲學)調查儀器能如預期佈設及回收，本計畫規劃水下噪音(含鯨豚聲學)儀器及數據回收遺失之應變作法，說明如下：

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

註5.水下攝影監測將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。

註6.海上鳥類目視調查考量調查船隻和人員安全風險，參考交通部中央氣象局航行海象系統或國際常用之海象預測系統(如Windguru、Windy、ECMWF等)，於浪高≤1公尺之連續天數至少3天的海象條件下執行，若當月/季符合上述海象條件之次數不足應調查次數，得因海象條件不佳而順延執行，惟全年總調查次數不變。



表 3.3.1-6 本次變更營運期間環境監測計畫表

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

註1:於停止執行各監測項目前，將依環評法施行細則第37條規定申請停止營運階段之監測工作。

註2.為使水下噪音(含鯨豚聲學)調查儀器能如預期佈設及回收，本計畫規劃水下噪音(含鯨豚聲學)儀器及數據回收遺失之應變作法，說明如下：

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

註3.水下攝影監測將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。

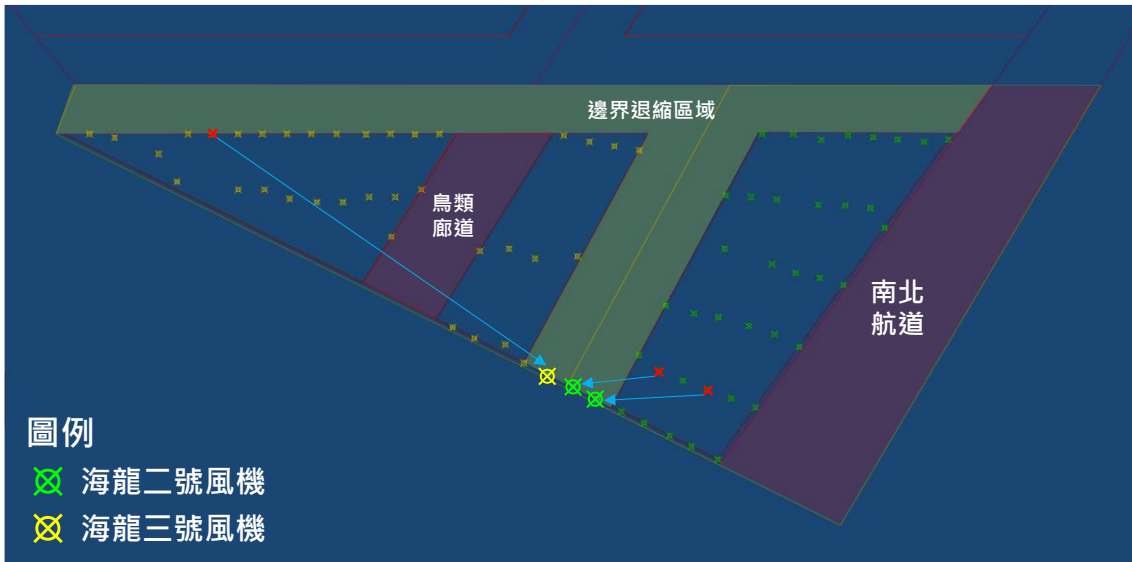
註4.海上鳥類目視調查考量調查船隻和人員安全風險，參考交通部中央氣象局航行海象系統或國際常用之海象預測系統(如Windguru、Windy、ECMWF等)，於浪高≤1公尺之連續天數至少3天的海象條件下執行，若當月/季符合上述海象條件之次數不足應調查次數，得因海象條件不佳而順延執行，惟全年總調查次數不變。

審 查 意 見	答 覆 說 明	修 訂 處	
		章 節	頁 次
(二)目前本縣外海之離岸風場經規劃連續之鳥類廊道後，海龍二號及海龍三號之風場間距被認為易成為鳥群飛行陷阱，惟本2案仍將「與相鄰風場間距至少為葉片直徑6倍」列為鳥類保護對策之一，恐不符鳥類保護之目的，建請予以調整，並建請說明除配合規劃之鳥類廊道外，本次變更後新增之鳥類保護對策。	敬謝指教。回答分列說明如下： 一、有關風場邊界留設6倍最大轉子直徑，本計畫已於2021年5月20日洽經濟部能源局研議「處理『海龍二號』及『海龍三號』風場場址之間邊界南方入口議題」，經與經濟部能源局討論後，於海龍二號、三號風場分別移動2部、1部風機，至兩風場邊界退縮區域南端入口，以避免鳥類由南往北飛時進入兩風場邊界退縮區域，降低撞擊風險，詳圖3.3.2-1所示。 二、鳥類保護對策 (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. 風機架設完成後，將於風場最外圍風力機組設置最少之航空警示燈，實際設置數量需依屆時所規劃之風力機組配置而定。 2. 依民航局最新頒布之「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」設置航空警示燈，並取得民航局同意函，燈具選擇可同步閃光的航空警示燈，以減少吸引鳥類靠近的	4.2	4-7~8
		4.3	4-13
		7.1	7-4~5

審 查 意 見	答 覆 說 明	修 訂 處	
		章 節	頁 次
	<p>可能性。</p> <p>3. 本計畫將持續蒐集並參考國外有關不同風機色彩是否可降低鳥類撞擊風險之研究，及利用自動聲光系統促使鳥類與風機保持距離之產品，並與時俱進，參考國際上已知對生態最有效及最友善之設計及施工方法。</p> <p>(1) 將優先選用較大風機，以降低鳥類影響。</p> <p>A. 風機大型化規劃，單機裝置容量除原6~9.5MW，並新增11~15MW規劃。</p> <p>B. 6~9.5MW風機間距部分，平行盛行風間距至少為葉片直徑7倍(1,057~1,148公尺)，非平行盛行風間距至少為葉片直徑5倍(755~820公尺)。新增之11~15MW風機間距將依風力機組型式及場址風況評估結果進行佈置，盛行風向間距至少1,158公尺，非盛行風向間距至少666公尺，風機間距不小於755公尺之風機數量至少33%，不小於666公尺至少67%。</p> <p>C. 與相鄰風場間距至少為葉片直徑6倍(依單機裝置容量不同約介於906~1,380公尺)。</p> <p>D. 風機葉片距離海面高度至少25米。</p> <p>(三) 營運期間</p> <p>1. 降低風機撞擊效應</p> <p>依歐洲經驗，風機上若設置太多警示燈光有吸引鳥類靠近之虞，風機架設完成後，將於風場最外圍風力機組設置最少之航空警示燈，實際設置數量需依屆時所規劃之風力機組配置而定。</p>		

審 查 意 見	答 覆 說 明	修 訂 處	
		章 節	頁 次
	<p>依民航局最新頒布之「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」設置航空警示燈，並取得民航局同意函，燈具選擇可同步閃光的航空警示燈，以減少吸引鳥類靠近的可能性。</p> <p>2. 觀測風場中鳥類活動</p> <p>(1) 將擇一海上變電站，設計適當空間做為研調平台，開放給相關單位，方便日後各項研調計畫或監測作業使用，例如架設雷達、紅外線攝影機等進行鳥類觀測調查或海上鯨豚調查研究。此項作為確實可方便相關單位進行研究調查工作，對於臺灣海域生態或海上鳥類生態環境的了解確有幫助性，可視為本計畫之環境友善作為，也可提升臺灣海域或海上鳥類生態環境了解。</p> <p>(2) 本計畫將於風場適當地點安裝至少1個高效能雷達，並將回傳資料處理。監測資料會公開於本開發單位網站。</p> <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3.3.2-2，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>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</p>		

審查意見	答覆說明	修訂處	
		章節	頁次
	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。		



註 1：實際風機配置規劃將考量海底地質條件(玄武岩等)、風況及核定風機間距予以調整。

註 2：本計畫將針對「海龍二號」及「海龍三號」風場場址間廊道進行地質調查，如地質調查結果顯示該區域適合放置風機，則會規畫將部分風機移至「海龍二號」及「海龍三號」風場場址間廊道。

圖 3.3.2-1 避免鳥類由南往北飛時進入兩風場邊界退縮區域，海龍二號、三號風場風機佈設示意圖(14MW)

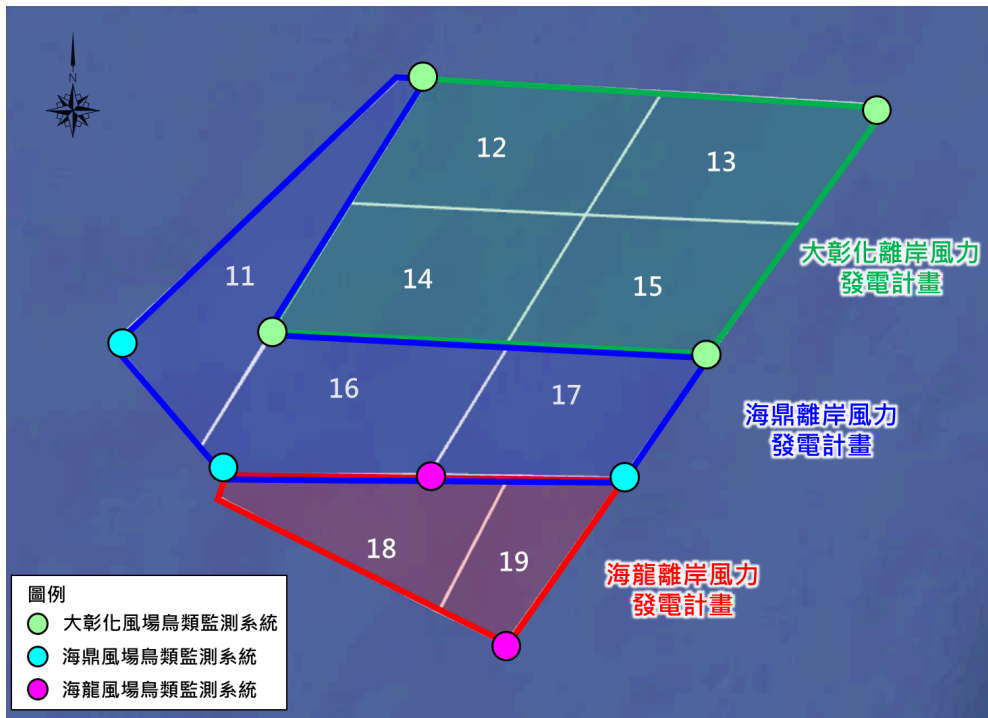


圖 3.3.2-2 海龍二號、海龍三號與相鄰風場聯合設置鳥類監測系統示意圖

審查意見	答覆說明	修訂處	
		章節	頁次
(三)考量離岸風電打樁產生之水下噪音為整體區域問題，建議環保署就打樁噪音啟動應變機制之警戒值及具體應變機制等具體內容，訂定一致之要求標準，以確保水下噪音於超標前有足夠之應變時間及處理機制，降低超標對整體區域鯨豚棲息之影響。	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： (一) 施工期間水下噪音監測計畫詳表3.3.3-1所示，監測目的簡述如下： 1. 距離風機基礎中心點位置750公尺4處進行水下噪音監測，目的在於監測風機打樁期間水下噪音聲曝值(SEL)。 2. 風場範圍2站進行水下噪音監測，目的在於進行水下噪音背景值量測。 (二) 水下噪音施工期間環境保護對策 1. 依海底地質及工法許可的條件，本計畫選用打樁噪音較小的套筒式基樁型式(Jacket Type)。 2. 本計畫風場以漸進式方式進行打樁作業，將於一座風機打樁完成後再移至下一座風機進行打樁，不會有同時2部以上風機進行打樁作業，且海龍二號風場與海龍三號風場將不會同時進行打樁作業，以減少海域大規模施工。 3. 打樁噪音監測 離岸風力發電機組施工期水下噪音評估方法及閾值，除配合經濟部能源局所提任務小組檢討研提本土規範辦理外，至少應採用德國StUK4(2013)的環評標準，測量方式參照附件技術指引，模擬方法參考附件技術指引，量測方法及閾值如下： (1) 施工期間將以風機基礎中心點為該機組750公尺執行水下噪音4處160分貝承諾限值及聲學監測基準點，於750公尺處選擇合理位置設置4座水下聲學監測設施並分布於4個方位，並將依照環檢所公告之「水下噪音測量方法(NIEA P210.21B)」確實辦理。 (2) 於750公尺監測處，水下噪音聲曝值(SEL)不得超過160dB re 1 $\mu$ Pa2s，作為影響評估閾值。 (3) 若未來主管機關及目的事業主管機關擬定水下噪音最大容忍值，本計畫將承諾依照最新法規執行	7.1	7-5~7
		7.2	7-13

審 查 意 見	答 覆 說 明	修 訂 處	
		章 節	頁 次
	<p>。</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 3.3.3-1 本次變更施工期間水下噪音監測計畫表

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

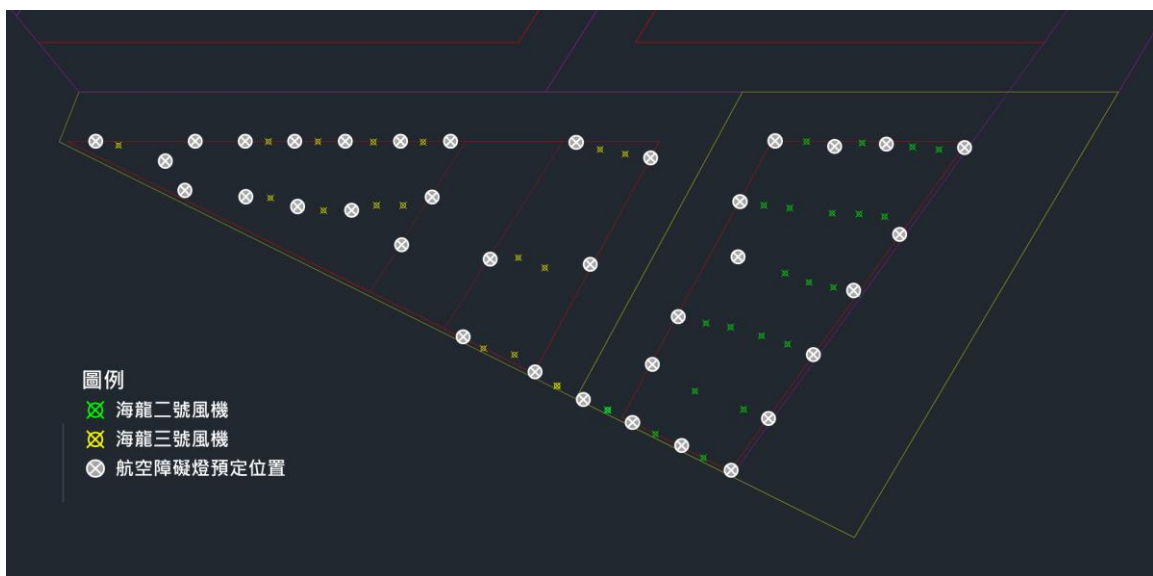
審查意見	答覆說明	修訂處	
		章節	頁次
(四)開發單位承諾若風場位於主要的鳥類遷徙路徑，則於取得電業執照之次年度執行鳥類繫放衛星追蹤或雷達調查分析，之後每5年進行1次，仍請具體說明「若風場位於主要的鳥類遷徙路徑」之明確定義，倘未能明確定義，建議於營運階段每5年進行1次鳥類繫放衛星追蹤或雷達調查，避免未具明確性而影響後續環評承諾追蹤執行。	敬謝指教。本計畫風場為確認是否位於主要的鳥類遷徙路徑，將委託專業調查及分析團隊，於施工前執行一次鳥類繫放衛星定位追蹤(表3.3.4-1)。若經調查評估後，計畫風場確實位於主要的鳥類遷徙路徑，則於取得電業執照之次年度執行一次鳥類繫放衛星定位追蹤作業或雷達調查分析。之後每5年進行一次相同作業。	7.1 7.2	7-10 7-12

表 3.3.4-1 施工前鳥類環境監測計畫表

類別	監測項目	地點	頻率	
鳥類生態	1.海上鳥類船隻目視調查：種類、數量、棲身及活動情形、飛行路徑、季節性之族群變化等	風場範圍	施工前執行1年 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 (24HR/垂直及水平雷達)	風場範圍	施工前執行2年 每年進行17日次調查 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		施工前執行2年 第1年於春、秋季每季3日次，夏、冬季每季1日次 第2年於春季每季5日次，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 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
<b>四、交通部民用航空局</b>			
請開發單位依本局「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」相關規定辦理案內航空障礙燈設置事宜。	遵照辦理。本計畫營運期間將依據 貴局最新頒布之「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」相關規定設置航空警示燈，以最有可能設置之14MW風機初步規劃航空警示燈佈設位置，詳圖3.4.1-1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 貴局同意函，達到維護飛航安全，降低夜間遷徙鳥類的死亡率目標。	—	—



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 3.4.1-1 依據「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」，  
規劃 14MW 風機航空警示燈佈設位置示意圖

審查意見	答覆說明	修訂處	
		章節	頁次
<b>五、本署環境督察總隊</b>			
(一)本次調整11~15MW風機機組間距(以塔柱為基準),非盛行風向間距不小於755公尺至少33%,不小於666公尺至少67%,盛行風向則全為至少1,158公尺,表3.1-2、表4.5-1及本案相關書件內容請修正一致。	遵照辦理。本計畫已修正表3.1-2、表4.5-1及相關報告章節內容,承諾本次變更新增11~15MW風機佈設規劃,非盛行風向風機間距不小於755公尺之風機數量比率至少33%,不小於666公尺之風機數量比率至少67%,盛行風向間距至少1,158公尺。	3.1 4.3 4.5	3-3 3-5 4-12~13 4-36 4-39
(二)呈上點,後段說明預留風機位置微調彈性以減少相關非必要性工作,但仍應符合上開間距及比例。	遵照辦理。本次變更承諾新增11~15MW風機佈設規劃,非盛行風向風機間距不小於755公尺之風機數量比率至少33%,不小於666公尺之風機數量比率至少67%,盛行風向間距至少1,158公尺。	3.1 4.3 4.5	3-3 3-5 4-12~13 4-36 4-39
(三)建議思考環境監測計畫執行時如遇長時間海況不佳,於考量人員船隻安全原則之應變方式。	遵照辦理。本計畫執行環境監測計畫期間,已規劃應變作法以因應長時間海況不佳情形。其中規劃採用之氣象預報系統或指標項目已補充說明於本計畫施工前、施工期間、營運期間環境監測計畫表備註,詳表3.5.3-1~3所示。	3.1 4.3 4.4.2 4.5 7.1	3-3 3-5 4-17 4-29~34 4-39 7-10~14

表 3.5.3-1 本次變更施工前環境監測計畫表

類別	監測項目	地點	頻率	
海域水質	水溫、氫離子濃度、生化需氧量、鹽度、溶氧量、氨氮、營養鹽、懸浮固體物及葉綠素甲、大腸桿菌群	風場範圍和鄰近區域 5 站(含淺層及深層)	施工前執行一次	
水下噪音 (含鯨豚聲學監測)	20 Hz~20kHz 之水下噪音,時頻譜及 1-Hz band、1/3 Octave band 分析	風場範圍 2 站	施工前一年將執行一年四季,每季 1 次且每季連續 14 天	
海域生態	1.水下攝影	預計風機位置一處	施工前執行一次	
	2.漁業資源調查	風場範圍漁業資源背景調查資料(含漁船數目、漁業活動形式、魚種、漁獲量等)	施工前執行一次	
鳥類生態	1.海上鳥類船隻目視調查: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 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 (24HR/垂直及水平雷達)	風場範圍	施工前執行 2 年 每年進行 17 日次調查 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		施工前執行 2 年 第 1 年於春、秋季每季 3 日次,夏、冬季每季 1 日次 第 2 年於春季每季 5 日次,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 2.澎湖鳳頭燕鷗	施工前執行一次	
文化資產	陸域文化資產判釋	陸域自設降壓站位置鑽孔取樣	考古專業人員協助判釋 (施工前鑽孔取樣至少三處)	
	水下文化資產判釋	每座風機位置鑽孔取樣	考古專業人員協助判釋	

註1.陸域監測(鳥類生態(海岸鳥類目視調查)、陸域文化資產判釋)項目將以陸域工程(降壓站及陸纜工程)開始施工日期往前起算其應監測期間。

註2.海域監測(海域水質、水下噪音(含鯨豚聲學監測)、海域生態、鳥類生態(海上鳥類船隻目視調查、鳥類雷達調查、鳥類繫放衛星定位追蹤)、水下文化資產判釋)項目將以海域工程開始施工日期往前起算其應監測期間。

註3.為使水下噪音(含鯨豚聲學)調查儀器能如預期佈設及回收,本計畫規劃水下噪音(含鯨豚聲學)儀器及數據回收遺失之應變作法,說明如下:

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

註4.水下攝影監測將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。

註5.海上鳥類目視調查考量調查船隻和人員安全風險,參考交通部中央氣象局航行海象系統或國際常用之海象預測系統(如Windguru、Windy、ECMWF等),於浪高 $\leq 1$ 公尺之連續天數至少3天的海象條件下執行,若當月/季符合上述海象條件之次數不足應調查次數,得因海象條件不佳而順延執行,惟全年總調查次數不變。

註6.海上鳥類雷達調查考量調查船隻和人員安全風險,參考交通部中央氣象局航行海象系統或國際常用之海象預測系統(如Windguru、Windy、ECMWF等),於浪高 $\leq 1$ 公尺之連續天數至少3天的海象條件下執行,若當月/季符合上述海象條件之次數不足應調查次數,得因海象條件不佳而順延執行,惟全年總調查次數不變。

表 3.5.3-2 本次變更施工期間環境監測計畫表

	類別	監測項目	地點	頻率
陸域施工	空氣品質	1.風向、風速 2.粒狀污染物(TSP、PM10、PM2.5)	降壓站附近1站	每季1次，每次連續24小時監測
	噪音振動	環境噪音振動： 各時段(日間、晚間、夜間)均能音量及日夜振動位準	1.降壓站附近1站 2.陸纜沿線1站	每季1次，每次連續24小時監測
		營建噪音： 1.低頻(20 Hz~200 Hz量測Leq) 2.一般頻率(20Hz~20kHz量測Leq及Lmax)	降壓站工地外周界1公尺處1站	每月1次，每次量測連續2分鐘以上
	陸域生態	陸域動、植物生態(環保署動、植物技術規範執行)	陸域輸電系統(含降壓站、陸纜及其附近範圍)	每季1次
文化資產	陸域施工考古監看	開挖範圍	考古專業人員每日監看	
海域施工	海域水質	水溫、氫離子濃度、生化需氧量、鹽度、容氧量、氨氮、營養鹽、懸浮固體物及葉綠素甲、大腸桿菌群	風場鄰近區域5站(含淺層及深層)	每季1次
	鳥類生態	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 春、夏、秋季每月1次，冬季每季1次
		2.海岸鳥類目視調查：種類、數量、棲身及活動情形、飛行路徑、季節性之族群變化等(含岸邊陸鳥及水鳥)	上岸點鄰近海岸	
	海域生態	1.潮間帶：底棲生物	海纜上岸段潮間帶2站	每季1次
		2.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	
		3.魚類	調查3條測線	
		4.鯨豚生態調查 海上船隻目視調查；調查期間將全程錄影)	風場範圍	
		5.水下攝影	與施工前調查同一風機位置	
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	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	

註1.營建噪音監測工作將分別於計畫降壓站工程及陸纜工程施工期間進行。

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

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

註4.為使水下噪音(含鯨豚聲學)調查儀器能如預期佈設及回收，本計畫規劃水下噪音(含鯨豚聲學)儀器及數據回收遺失之應變作法，說明如下：

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

註5.水下攝影監測將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。

註6.海上鳥類目視調查考量調查船隻和人員安全風險，參考交通部中央氣象局航行海象系統或國際常用之海象預測系統(如Windguru、Windy、ECMWF等)，於浪高≤1公尺之連續天數至少3天的海象條件下執行，若當月/季符合上述海象條件之次數不足應調查次數，得因海象條件不佳而順延執行，惟全年總調查次數不變。

表 3.5.3-3 本次變更營運期間環境監測計畫表

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

註1:於停止執行各監測項目前，將依環評法施行細則第37條規定申請停止營運階段之監測工作。

註2.為使水下噪音(含鯨豚聲學)調查儀器能如預期佈設及回收，本計畫規劃水下噪音(含鯨豚聲學)儀器及數據回收遺失之應變作法，說明如下：

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

註3.水下攝影監測將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。

註4.海上鳥類目視調查考量調查船隻和人員安全風險，參考交通部中央氣象局航行海象系統或國際常用之海象預測系統(如Windguru、Windy、ECMWF等)，於浪高≤1公尺之連續天數至少3天的海象條件下執行，若當月/季符合上述海象條件之次數不足應調查次數，得因海象條件不佳而順延執行，惟全年總調查次數不變。

審 查 意 見	答 覆 說 明	修 訂 處	
		章 節	頁 次
<b>六、苗栗自然生態學會 陳祺忠</b>			
<p>發言摘要：無太大意見，我今天先來測試環保署直播情形，今天直播沒有什麼太大問題，但是明天要直播的會議資料，還沒有寄給我們，看起來會議進行不會有太大問題，但是會議資料不曉得什麼時候寄給我們，這一點還請環保署在每次開會時確認這個東西都會依序進行。然後剛才看簡報，這件事情看起來是為鳥類做一些比較進步的作法，但是回到我自己在石虎協會做那麼久的經驗，監測只是在看前後狀況，並不是保育措施，未來應該要依照監測結果，去看如果監測結果不好，保育措施應該要重新訂定。</p>	<p>敬謝指教。本計畫為確實滾動式檢討鳥類生態保育措施，將於施工前成立環境保護監督小組，監督環境影響說明書及審查結論中有關生態保育及環境監測議題之執行情形，且監督小組會議召開前1週，擇適當地點及網站，公布開會訊息，以利民眾申請列席旁聽或表示意見，相關調查及監督資料並將公布於開發單位網站上供大眾參閱，以達資訊公開。</p>	—	—



録

# 目 錄

第一章 開發單位之名稱及其營業所或事務所地址 .....	1-1
第二章 綜合評估者及影響項目撰寫者之簽名.....	2-1
第三章 本次及歷次申請變更內容與原通過內容之比較 .....	3-1
第四章 開發行為或環境保護對策變更之理由及內容 .....	4-1
4.1 開發行為變更之理由 .....	4-1
4.2 本次變更與原環說主要差異 .....	4-4
4.3 開發行為變更之內容 .....	4-9
4.4 環境保護對策及環境監測計畫變更之理由及內容 .....	4-19
4.4.1 環境保護對策檢討及修正 .....	4-19
4.4.2 環境監測計畫檢討及修正 .....	4-29
4.5 開發行為變更內容差異說明 .....	4-36
第五章 變更內容無第三十八條第一項各款應重新辦理環境影響評估適用情形之具體說明 .....	5-1
第六章 開發行為或環境保護對策變更後，對環境影響之差異分析 ....	6-1
6.1 變更差異影響評估.....	6-3
6.1.1 空氣品質(海域工程).....	6-3
6.1.2 噪音振動(營運期間空傳噪音).....	6-13
6.1.3 水下噪音(基礎打樁).....	6-24
6.1.4 鳥類撞擊評估 .....	6-28
6.1.5 海域生態 .....	6-50
6.1.6 水下文化資產 .....	6-52
第七章 環境保護對策之檢討及修正，或綜合環境管理計畫之檢討及修正 .....	7-1
7.1 環境保護對策檢討及修正 .....	7-1
7.2 環境監測計畫檢討及修正 .....	7-11
第八章 其他經主管機關指定之事項 .....	8-1
參考文獻 .....	參-1



# 圖 目 錄

圖 4.1-1	國際間風機大型化趨勢.....	4-2
圖 4.1-2	海龍風場因應航道退縮，風場面積減少 40% 示意圖 .....	4-2
圖 4.2-1	鳥類廊道整體規劃-現行方案與評估調整方案比較 .....	4-5
圖 4.2-2	海龍二號、三號風場實際可佈設風機面積、避免鳥類由南往北 飛時進入兩風場邊界退縮區域之風機佈設示意圖(14MW).....	4-7
圖 4.3-1	本計畫與相鄰風場銜接連續之鳥類通行廊道規劃.....	4-9
圖 4.3-2	原環說最多風機佈設示意圖(18 號風場).....	4-11
圖 4.3-3	本次變更 14MW 風機佈設示意圖 (18 號風場).....	4-13
圖 4.4.1-1	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(變更後).....	4-29
圖 6.1.1-1	海域及陸域施工期程規劃.....	6-6
圖 6.1.1-2	船舶海上作業施工期間 TSP 最大日平均值增量模擬圖.....	6-9
圖 6.1.1-3	船舶海上作業施工期間 TSP 年平均增量模擬圖.....	6-9
圖 6.1.1-4	施工期間 TSP 最大日平均值增量模擬圖 (陸域工程及海域工 程合併評估) .....	6-12
圖 6.1.1-5	施工期間 TSP 年平均增量模擬圖 (陸域工程及海 域 工程合併評估) .....	6-12
圖 6.1.2-1	本次變更營運期間風力機組全頻噪音影響模擬圖.....	6-16
圖 6.1.2-2	本次變更營運期間風力機組低頻噪音影響模擬圖.....	6-16
圖 6.1.2-3	本次變更海龍二號、三號風場-營運期間風力機組 全頻噪音影 響模擬圖.....	6-20
圖 6.1.2-4	本次變更海龍二號、三號風場-營運期間風力機組 低頻噪音影 響模擬圖.....	6-20
圖 6.1.2-5	彰化地區外海 9 座風場同時運轉之全頻噪音影響模擬圖.....	6-23
圖 6.1.3-1	施工模擬點位示意圖.....	6-24
圖 6.1.3-2	P1~P3 點位打樁施工，距離 750 公尺之聲壓分布 (減噪前).6-26	
圖 6.1.3-3	P1~P3 點位打樁施工，距離 750 公尺之聲壓分布 (減噪後).6-27	
圖 6.1.4-1	丹麥 Horns Rev 風場(間距約 560 公尺)鳥類飛行 路徑紀錄(營運 期間).....	6-30
圖 6.1.4-2	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).....	6-30
圖 6.1.4-3	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).....	6-31
圖 6.1.4-4	風機陣列及風機群落的鳥類迴避距離.....	6-31
圖 6.1.4-5	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).....	6-33
圖 6.1.4-6	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佈(營運期間).....	6-33
圖 6.1.4-7	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).....	6-34
圖 6.1.4-8	進行 Band model 模擬所需之各項風機參數 .....	6-35
圖 6.1.4-9	海龍三號不同風機配置下各類群鳥種之年撞擊隻次.....	6-42
圖 6.1.4-10	海龍三號各月份各保育類鳥種之撞擊隻次 (迴避率 0.98).....	6-42
圖 6.1.4-11	彰化地區外海 9 塊風場最多風機數量配置下 保育類鳥類之年撞擊隻次.....	6-45
圖 6.1.4-12	鳥類廊道調整後對鳥類飛行風險評估比較.....	6-47
圖 6.1.4-13	整體風場模擬圖.....	6-48
圖 6.1.4-14	風機沿扇葉中心高度之水平剖面流場分布圖.....	6-48
圖 6.1.4-15	風機沿盛行風向之垂直剖面流場分布圖.....	6-48
圖 6.1.4-16	海龍風場(14MW)及德國 Nordsee 1 風場(6MW)依實際風機尺寸按比例尺繪製之風機間距及鳥群大小對照圖.....	6-49
圖 6.1.6-1	新增 11~15MW 風機配置規劃與疑似目標物套繪 示意圖 .....	6-52
圖 7.1-1	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(變更後).....	7-11

# 表 目 錄

表 1-1	開發單位之名稱及其營業所或事務所地址.....	1-1
表 2-1	綜合評估者及影響項目撰寫者之簽名.....	2-1
表 2-2	開發單位主辦環評業務部門及委辦環評作業機構資料.....	2-3
表 3.1-1	本計畫環評歷次變更內容說明表.....	3-1
表 3.1-2	本次及歷次申請變更內容與原通過內容之比較表.....	3-2
表 4.2-1	本次變更新增大型化風機與原環說最多風機數量 差異說明整理表.....	4-4
表 4.2-2	海龍二號、三號風場實際可設置風機面積.....	4-6
表 4.2-3	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.....	4-7
表 4.3-1	原環說風機佈置規劃(18 號風場).....	4-11
表 4.3-2	本次變更風機佈置規劃(18 號風場).....	4-13
表 4.3-3	原環說施工前環境監測計畫表.....	4-16
表 4.3-4	本次變更施工前環境監測計畫表.....	4-17
表 4.3-5	變更前後施工期間鳥類環境保護對策(海域範圍).....	4-18
表 4.4.1-1	變更前後施工前環境保護對策.....	4-21
表 4.4.1-2	變更前後施工期間環境保護對策(海域範圍).....	4-22
表 4.4.1-3	變更前後施工期間環境保護對策(陸域文化資產).....	4-27
表 4.4.1-4	變更前後營運期間環境保護對策(鳥類生態).....	4-28
表 4.4.2-1	原環說施工前環境監測計畫表.....	4-30
表 4.4.2-2	本次變更施工前環境監測計畫表.....	4-31
表 4.4.2-3	原環說施工期間環境監測計畫表.....	4-32
表 4.4.2-4	本次變更施工期間環境監測計畫表.....	4-33
表 4.4.2-5	原環說營運期間環境監測計畫表.....	4-34
表 4.4.2-6	本次變更營運期間環境監測計畫表.....	4-35
表 4.5-1	開發行為變更內容差異說明表.....	4-36
表 4.5-1	開發行為變更內容差異說明表(續 1).....	4-37
表 4.5-1	開發行為變更內容差異說明表(續 2).....	4-38
表 4.5-1	開發行為變更內容差異說明表(續 3).....	4-39
表 4.5-1	開發行為變更內容差異說明表(續 4).....	4-40

表 4.5-1	開發行為變更內容差異說明表(續 5).....	4-41
表 6-1	變更前後環境因子差異性分析.....	6-2
表 6.1.1-1	船舶作業之空氣污染物係數.....	6-4
表 6.1.1-2	海上作業船隻之空氣污染物排放強度及排放係數.....	6-4
表 6.1.1-3	本次變更各項海上工程所需之作業船隻及操作數量.....	6-5
表 6.1.1-4	ISCST3 模式控制參數.....	6-6
表 6.1.1-5	船舶海上作業之空氣污染物模擬結果.....	6-8
表 6.1.1-6	施工期間空氣污染物模擬結果(陸域工程及海域工程合併評估).....	6-11
表 6.1.2-1	本次變更營運期間風力機組全頻噪音評估模式 模擬結果輸出 摘要表.....	6-14
表 6.1.2-2	本次變更營運期間風力機組低頻噪音評估模式 模擬結果輸出 摘要表.....	6-15
表 6.1.2-3	本次變更海龍二號、三號風場-營運期間風力機組全頻噪音評估 模式模擬結果輸出摘要表.....	6-18
表 6.1.2-4	本次變更海龍二號、三號風場-營運期間風力機組低頻噪音評估 模式模擬結果輸出摘要表.....	6-19
表 6.1.2-5	彰化地區外海 9 座風場同時運轉之全頻噪音評估 模式模擬結 果輸出摘要表.....	6-21
表 6.1.2-6	彰化地區外海 9 座風場同時運轉之低頻噪音評估 模式模擬結 果輸出摘要表.....	6-22
表 6.1.3-1	水下噪音模擬點位經緯度以及水深.....	6-24
表 6.1.3-2	水下噪音模擬評估條件一覽表.....	6-24
表 6.1.3-3	P1~P3 點位打樁施工距離聲源 750 公尺處聲壓值 SEL(dB re 1 $\mu$ "Pa2s" ).....	6-25
表 6.1.4-1	丹麥 Horns Rev 離岸風場、Nysted 離岸風場、王功風力發電站 之風機佈置規劃.....	6-29
表 6.1.4-2	丹麥 Horns Rev 風場 2003~2005 年雷達調查時程 一覽表.....	6-29
表 6.1.4-3	海龍三號風場鳥類撞擊評估參數符號說明.....	6-36
表 6.1.4-4	日間鳥類密度.....	6-37
表 6.1.4-5	海龍三號風機配置 11MW 時各物種各月之撞擊隻次.....	6-43
表 6.1.4-6	海龍三號風機配置 15MW 時各物種各月之撞擊隻次.....	6-44

表 6.1.4-7	6MW 與 14MW 風場退縮空間及風機最小間距布置差異比較表 (海龍二號、海龍三號).....	6-46
表 6.1.5-1	本次變更新增大型化風機與原環說最多風機數量差異說明整理 表.....	6-50
表 7.1-1	變更前後施工前環境保護對策.....	7-3
表 7.1-2	變更前後施工期間環境保護對策(海域範圍).....	7-4
表 7.1-3	變更前後施工期間環境保護對策(陸域文化資產).....	7-9
表 7.1-4	變更前後營運期間環境保護對策(鳥類生態).....	7-10
表 7.2-1	本次變更施工前環境監測計畫表.....	7-12
表 7.2-2	本次變更施工期間環境監測計畫表.....	7-13
表 7.2-3	本次變更營運期間環境監測計畫表.....	7-14

# 附 錄 目 錄

- 附錄一 環境敏感區位及特定目的區位限制調查證明文件與資料
- 附錄二 綜合評估者及影響項目撰寫者學經歷資料
- 附錄三 水下噪音模擬評估報告
- 附錄四 變更營業所地址證明文件
- 附錄五 歷次審查會議記錄
  - 附錄 5.1 第一次專案小組書面意見回覆說明對照表
  - 附錄 5.2 第一次專案小組會議紀錄及意見回覆說明對照表
  - 附錄 5.3 第二次專案小組書面意見回覆說明對照表
  - 附錄 5.4 第二次專案小組會議紀錄及意見回覆說明對照表
  - 附錄 5.5 第三次專案小組書面意見回覆說明對照表
  - 附錄 5.6 第三次專案小組會議紀錄及意見回覆說明對照表
  - 附錄 5.7 環境影響評估審查委員會第 385 次書面意見回覆說明對照表
  - 附錄 5.8 環境影響評估審查委員會第 385 次會議紀錄及意見回覆說明對照表
  - 附錄 5.9 第四次專案小組書面意見回覆說明對照表
  - 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
  - 附錄 5.11 第五次專案小組書面意見回覆說明對照表
  - 附錄 5.12 第五次專案小組會議紀錄及意見回覆說明對照表
  - 附錄 5.13 環境影響評估審查委員會第 396 次書面意見回覆說明對照表
  - 附錄 5.14 環境影響評估審查委員會第 396 次會議紀錄及意見回覆說明對照表
  - 附錄 5.15 環境影響評估審查委員會第 397 次書面意見回覆說明對照表
  - 附錄 5.16 環境影響評估審查委員會第 397 次會議紀錄

# 第一章 開發單位之名稱及其營業所或事務所地址

表 1-1 開發單位之名稱及其營業所或事務所地址

單位名稱	海龍三號風電股份有限公司籌備處
營業所或事務所地址	10488臺北市中山區南京東路三段168號13樓之3

註：

- 1.開發單位為有行為能力之自然人，應列出自然人姓名。
- 2.送審時之開發單位為政府專案計畫之規劃設計或施工機構，應在說明書、評估書初稿、評估書說明其任務，並檢附該機構之組織章則。
- 3.開發單位如為投資財團、集團或為合夥合資機構，應在說明書、評估書初稿、評估書說明其任務，並檢附有關之證明文件。

## 第二章 綜合評估者及影響項目撰寫者之簽名

表 2-1 綜合評估者及影響項目撰寫者之簽名(1/2)

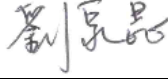

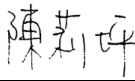




綜合評估者	姓名	劉家昆	簽名	
	服務單位	光宇工程顧問股份有限公司		
	相關學歷	國立臺灣大學土木工程碩士		
	相關實務經歷與證照	光宇工程顧問股份有限公司 15 年經驗(共有 20 年顧問公司經驗)		
綜合評估者	姓名	曾元璟	簽名	
	服務單位	光宇工程顧問股份有限公司		
	相關學歷	國立臺灣大學環境衛生碩士		
	相關實務經歷與證照	光宇工程顧問股份有限公司 13 年經驗 環保署環訓所環境影響評估訓練班訓練合格(97)環訓字第 E0030302 號		
綜合評估者	姓名	陳莉坪	簽名	
	服務單位	光宇工程顧問股份有限公司		
	相關學歷	國立台灣大學森林環境暨資源學系碩士		
	相關實務經歷與證照	光宇工程顧問股份有限公司 10 年經驗 VCS/ISO 14064:2006 溫室氣體盤查暨減量主任查證員 PAS 2050 產品碳足跡及生命週期溫室氣體排放主任查證員		
噪音振動	姓名	謝智超	簽名	
	服務單位	光宇工程顧問股份有限公司		
	相關學歷	國立成功大學環境工程碩士		
	相關實務經歷與證照	顧問公司 3 年經驗 環境影響評估訓練班 (105) 環訓字第 E0030074 號 甲級廢水處理專責人員合格證書(103) 環署訓證字第 GA250097 號 甲級空氣污染防治專責人員合格證書(102) 環署訓證字第 FA300189 號 甲級廢棄物處理技術員合格證書(102) 環署訓證字第 HA190640 號		



表 2-1 綜合評估者及影響項目撰寫者之簽名(2/2)

空氣品質	姓名	林 怡 秀	簽 名	
	服務單位	光宇工程顧問股份有限公司		
	相關學歷	國立台灣大學環境工程學碩士		
	相關實務經歷與證照	顧問公司 6 年經驗 環境影響評估訓練班(104)環署訓字第 E0030082 號 乙級空氣污染防治專責人員資格(103)環署訓證字 FB020102 號 勞工安全衛生管理員(北勞檢字第 1033050765 號，中職在員訓 103 字第 0211-25709 號) 甲種職業安全衛生業務主管(新北勞檢字第 1043069686 號)		
鳥類撞擊評估	姓名	連 裕 益	簽 名	
	服務單位	福爾摩莎自然史資訊有限公司		
	相關學歷	國立臺灣大學植物病蟲害學碩士		
	相關實務經歷與證照	福爾摩莎自然史資訊有限公司 14 年經驗 離岸風力發電第一期計畫環境影響說明書、澎湖低碳島風力發電計畫環境影響說明書。		
水下噪音	姓名	陳 琪 芳	簽 名	
	服務單位	臺灣大學工程科學及海洋工程學系暨研究所		
	相關學歷	麻省理工學院海洋工程系博士		
	相關實務經歷與證照	臺灣大學工程科學及海洋工程學系暨研究所教授(現職)、從事水中聲學國防科技研究至今已有 19 年(1991.3~迄今)，近 5 年之研究計畫研究成果內容為：彰化大城工業專用港設置計畫—水下音源調查、行政院農委會林務局林業發展計畫—中華白海豚族群生態及重要棲息環境方案規畫、麥寮六輕港航道水下噪音調查計畫。		

- 註：1. 撰寫者應符合開發行為環境影響評估作業準則第二條之一之要件，並檢附相關證明文件影印本；如具專業技師資格或有相關證照，應於相關經歷欄中註明證照文號。  
2. 撰寫者應親自簽名並承擔環境影響評估法第二十條之法律責任。  
3. 撰寫者與外業實際調查者非同一人者應分別簽名；實際調查者為環境檢驗測定機構者，應加註機構名稱、代表人、機構許可文件、檢測類別許可文件；如委託學術機關、教授、研究員或非商業性團體者，應在現況調查一節中註明。  
4. 撰寫者為受委託承辦環境影響評估之技師、建築師事務所或諮詢服務研究團體之職員者，該受委託承辦機構應在附表二之一受委託機構欄內簽章，並承擔相關之法律責任。  
5. 開發單位主辦環境影響評估業務之部門或經辦人，請填附表二之一。

表 2-2 開發單位主辦環評業務部門及委辦環評作業機構資料

開發單位主辦環評業務部門	業務部門名稱		海龍三號風電股份有限公司籌備處				
	地址		10488 臺北市中山區南京東路三段 168 號 13 樓之 3				
	作業單位主管	職稱	許可總監	電話	0900-841-600		
		姓名	吳晉宇	傳真	—		
	主辦人	職稱	許可工程師	電話	0900-841-212		
姓名		黃昭凱	傳真	—			
受委辦環評作業機構	機構名稱		光宇工程顧問股份有限公司		執照字號	工程技顧登字第 000153 號	
	地址		22101 新北市汐止區新台五路一段 77 號 17 樓之 7				
	法定代表人	職稱	負責人	姓名	羅光楣	電話	(02)2698-1277
	委託任務		環境影響評估技術顧問				
	承辦部門名稱		環境評估部				
	承辦部門地址		22101 新北市汐止區新台五路一段 77 號 17 樓之 7				
	負責人	職稱	總經理	電話	(02)2698-1277		
		姓名	劉家昆	傳真	(02)2698-1284		
主辦人	職稱	協理	電話	(02)2698-1277			
	姓名	陳莉坪	傳真	(02)2698-1284			



蓋機構印鑑

註：本表由開發單位主辦環評業務部門及受委辦環評作業機構分別填列，以利主管機關審查及追蹤查核監督聯絡。

### 第三章 本次及歷次申請變更內容與原通過內容之比較

海龍三號離岸風力發電計畫(以下簡稱本計畫)環境影響說明書於民國 106 年 12 月 27 日(環署綜字第 1070004941 號)經環境影響評估審查委員會第 323 次會議決議通過環境影響評估審查，並於民國 107 年 7 月 18 日取得環境影響說明書定稿本核備函(環署綜字第 1070043469 號)。

本次為辦理第一次環評變更，擬變更營業所地址、相鄰風場銜接連續之鳥類廊道規劃、機組佈置規劃、風機基樁直徑、預定工程進度、環境保護對策及環境監測計畫等。摘要如表 3.1-1，與原環說通過內容比較如表 3.1-2。

**表 3.1-1 本計畫環評歷次變更內容說明表**

變更序次 (環評變更形式)	主要變更內容	核准日期及文號
原環說 (環境影響說明書)	—	民國 107 年 7 月 18 日 環署綜字第 1070043469 號
本次變更 (環境影響差異分析 報告)	1. 營業所地址 2. 相鄰風場銜接連續之鳥類 廊道規劃 3. 機組佈置規劃 4. 風機基樁直徑 5. 預定工程進度 6. 環境保護對策 7. 環境監測計畫	—

資料來源：本計畫整理。

表 3.1-2 本次及歷次申請變更內容與原通過內容之比較表(1/4)

項目	原環說通過內容	本次變更內容
營業所地址	營業所： 10533 臺北市松山區南京東路 4 段 130 號 10F-2	營業所： 10488 臺北市中山區南京東路三段 168 號 13 樓之 3
鳥類廊道規劃	—	本計畫配合經濟部整體規劃，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，將於海龍三號風場留設 2,000 公尺(約 9D)銜接連續之鳥類廊道，以提供鳥類更友善飛行空間。
機組佈置規劃	<p>(1) 單機裝置容量 原環說單機裝置容量介於 6~9.5 MW(表 4.3-1)，若以 6MW 進行機組佈置，則佈置數量約為 78 部，裝置容量為 468MW；若以 9.5MW 進行機組佈置，則佈置數量約為 53 部，裝置容量不超過原經濟部能源局轉送開發行為申請規模之 512 百萬瓦(MW)。隨單機裝置容量增加，則機組佈置數量減少，但總裝置容量則增大，故本計畫最多風機機組數量為 78 部，最大裝置容量為 512MW，如未來技術提升，也可能採用單機容量更大的機組。</p> <p>(2) 風力機組間距 原環說風力機組最小非平行盛行風向間距至少為 5 倍葉輪直徑(約 5D)佈置，最小平行盛行風向間距至少為 7 倍葉輪直徑(約 7D)佈置，其風機間距均大於 4D 之設計原則，其風機設置方案參考如表 4.3-2 所示。惟實際依採用之風力機組型式及風能效益評估，而有不同機組間距調整。</p>	<p>(1) 單機裝置容量 本次變更除維持原 6~9.5MW 規劃外(表 4.3-1)，新增較大單機容量 11MW~15MW 規劃，若以單機容量 11MW 進行機組佈置，則佈置數量約為 46 部，裝置容量為 506MW；若以單機容量 15MW 進行機組佈置，則佈置數量約為 34 部，總裝置容量約為 510MW，裝置容量不超過原經濟部能源局轉送開發行為申請規模之 512 百萬瓦(MW)，如未來技術提升，也可能採用單機容量更大的機組。</p> <p>(2) 風力機組間距 本次變更新增較大單機容量 11MW~15MW 風力機組，非盛行風向風機間距不小於 755 公尺之風機數量比率至少 33%，不小於 666 公尺之風機數量比率至少 67%，盛行風向間距至少 1,158 公尺，其風機設置方案參考如圖 4.3-3 所示(本圖風機點位僅為示意，點位配置將依照實際條件予以調整)。惟實際依採用之風力機組型式及風能效益評估，而有不同機組間距調整。</p>

表 3.1-2 本次及歷次申請變更內容與原通過內容之比較表(2/4)

項目	原環說通過內容	本次變更內容
機組佈置規劃	<p>(3) 與相鄰潛力場址緩衝間距</p> <p><u>原環說與相鄰潛力場址之邊界將留設 6 倍最大轉子直徑做為緩衝區(依單機裝置容量不同,約介於 906~984 公尺)。而與相鄰航道部份,航港局目前擬定中的航道總寬度為 9 哩,已超出國際慣例約 7 哩,已預留足夠安全緩衝帶,故在航道側邊界未再留設 6D 緩衝區,最短僅留有風扇最長垂直投影線不超過邊界的距離(約 0.6D)。</u></p>	<p>(3) 與相鄰潛力場址緩衝間距</p> <p><u>本次變更與相鄰潛力場址之邊界將留設 6 倍最大轉子直徑做為緩衝區(依單機裝置容量不同,約介於 906~1,380 公尺)。而與相鄰航道部份,航港局目前擬定中的航道總寬度為 9 哩,已超出國際慣例約 7 哩,已預留足夠安全緩衝帶,故在航道側邊界未再留設 6D 緩衝區,惟仍將依經濟部能源局相關規定,風機掃風範圍(離岸風機扇葉 360 度動態旋轉垂直投影)不超過風場邊界。</u></p>
風機基樁直徑	<p><u>原環說基樁直徑約在 2.6~3.5 公尺之間。</u></p>	<p><u>本次變更除維持原 6~9.5MW 規劃外,新增較大單機容量 11MW~15MW 風機基樁直徑約在 3.2~4.4 公尺之間。</u></p>
預定工程進度	<p><u>本計畫工程施工、竣工驗收及移交預計約 4 年完成,施工期程預計 2022~2024 年,於 2024 年底完工商轉。其中陸上電纜等施工與基樁、基礎、海纜、塔柱及風機等海事工程施工可同時進行施作。屆時以執行之取得進度為準。</u></p>	<p><u>本次變更工程施工、竣工驗收及移交預計約 4 年完成,施工期程預計 2023~2026 年,於 2026 年底完工商轉。其中陸上電纜等施工與基樁、基礎、海纜、塔柱及風機等海事工程施工可同時進行施作。屆時以執行之取得進度為準。</u></p>

表 3.1-2 本次及歷次申請變更內容與原通過內容之比較表(3/4)

項目	原環說通過內容	本次變更內容
環境保護對策	<p>1. 鳥類環境保護對策</p> <p>將優先選用較大風機，以降低鳥類影響。</p> <p>(1) 風機大型化規劃，單機裝置容量採 6~9.5MW。</p> <p>(2) 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)。</p> <p>(3) 與相鄰風場間距至少為葉片直徑 6 倍(906~984 公尺)。</p> <p>(4) 風機葉片距離海面高度至少 25 米。</p>	<p>1. 鳥類環境保護對策</p> <p>將優先選用較大風機，以降低鳥類影響。</p> <p>(1) 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>(2) 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，風機間距不小於 755 公尺之風機數量至少 33%，不小於 666 公尺至少 67%。</p> <p>(3) 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>(4) 風機葉片距離海面高度至少 25 米。</p>
	<p>2. 原環說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、表 4.4.1-3、表 4.4.1-4。</p>	<p>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、表 4.4.1-3、表 4.4.1-4。</p>
環境監測計畫	<p>本計畫相關監測資料依法均須定期呈報環保主管機關並受電業主管機關定期追蹤考核，未來僅會在開發單位網站上提供摘要性的資訊。</p>	<p>本計畫相關監測資料依法均須定期呈報環保主管機關並受電業主管機關定期追蹤考核，並於開發單位網站公開完整環境監測報告。</p>
	<p>原環說施工前環境監測計畫詳表 4.3-3 所示。</p>	<p>本次變更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，詳表 4.3-4 所示，說明如下：</p> <p>註 1.陸域監測(鳥類生態(海岸鳥類目視調查)、陸域文化資產判釋)項目將以陸域工程(降壓站及陸纜工程)開始施工日期往前起算其應監測期間。</p> <p>註 2.海域監測(海域水質、水下噪音(含鯨豚聲學監測)、海域生態、鳥類生態(海上鳥類船隻目視調查、鳥類雷達調查、鳥類繫放衛星定位追蹤)、水下文化資產判釋)項目將以海域工程開始施工日期往前起算其應監測期間。</p>

表 3.1-2 本次及歷次申請變更內容與原通過內容之比較表(4/4)

項目	原環說通過內容	本次變更內容
環境 監測 計畫	原環說施工前、施工期間、營運期間環境監測計畫如表 4.4.2-1、表 4.4.2-3、表 4.4.2-5 所示。	<p>本次變更調整施工前、施工期間、營運期間環境監測計畫如表 4.4.2-2 和表 4.4.2-4、表 4.4.2-6 所示。項目如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 施工前、施工期間、營運期間「海上和海岸鳥類船隻目視調查」分項說明。</li> <li>2. 新增施工前、施工期間、營運期間「水下噪音(含鯨豚聲學)儀器及數據回收遺失之應變作法」。</li> <li>3. 調整施工期間「水下噪音」第一項之監測地點說明為「距離風機基礎中心點位置 750 公尺 4 處」。</li> <li>4. 新增施工前、施工期間、營運期間「水下攝影監測將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」。</li> <li>5. <u>新增施工前、施工期間、營運期間「海上鳥類目視調查考量調查船隻和人員安全風險，參考交通部中央氣象局航行海象系統或國際常用之海象預測系統(如 Windguru、Windy、ECMWF 等)，於浪高<math>\leq 1</math>公尺之連續天數至少 3 天的海象條件下執行，若當月/季符合上述海象條件之次數不足應調查次數，得因海象條件不佳而順延執行，惟全年總調查次數不變」。</u></li> <li>6. <u>新增施工前「海上鳥類雷達調查考量調查船隻和人員安全風險，參考交通部中央氣象局航行海象系統或國際常用之海象預測系統(如 Windguru、Windy、ECMWF 等)，於浪高<math>\leq 1</math>公尺之連續天數至少 3 天的海象條件下執行，若當季符合上述海象條件之次數不足應調查次數，得因海象條件不佳而順延執行，惟全年總調查次數不變」。</u></li> </ol>
	原環說施工前、營運期間環境監測計畫如表 4.4.2-1、表 4.4.2-5 所示。	<p>本次變更調整施工前、營運期間環境監測計畫如表 4.4.2-2 和表 4.4.2-6 所示。項目如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 增加鳥類雷達調查秋季調查次數。監測頻率調整為春、夏季每季 5 日次，<u>秋季每季 6 日次</u>，冬季每季 1 日次，每年共進行 <u>17 日次</u> 調查。</li> <li>2. <u>增加鳥類雷達調查搭配鳥類目視調查進行。施工前執行 2 年，第 1 年於春、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；第 2 年於春季每季執行 5 日次，秋季每季執行 3 日次，夏、冬季每季執行 1 日次。</u></li> </ol>

# 第四章 開發行為或環境保護對策變更之理由及內容

## 4.1 開發行為變更之理由

本次擬變更內容包括變更營業所地址、相鄰風場銜接連續之鳥類廊道規劃、機組佈置規劃、風機基樁直徑、預定工程進度、環境保護對策及環境監測計畫等，相關說明如下：

### 一、因應公司辦公地點搬遷，變更營業所地址

因應本公司搬遷辦公地點，故於本次變更營業所地址。相關證明文件詳附錄四。

### 二、營造鳥類友善飛行空間，劃設相鄰風場銜接連續之鳥類廊道規劃

依據審查結論及原環說定稿本承諾：「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。」

本計畫配合審查結論及原環說定稿本承諾，於 106 年秋季至 107 年春季完成鳥類調查作業，並配合其他風場調查成果提出「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」送審，目前已於 109 年 5 月 8 日通過專案小組第 3 次初審會議。本計畫依據專案小組第 3 次初審會議決議，劃設海龍二號、海龍三號與相鄰風場銜接連續之鳥類通行廊道規劃，提升鳥類友善飛行空間，對於鳥類飛行將具有更正面助益。

### 三、配合風機大型化趨勢，新增較大單機容量之風機佈置規劃

配合全球風機朝向大型化發展趨勢(圖 4.1-1)，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。

海龍二號風場依據「彰化外海岸風電潛力場址海域預定航道」退縮風場，由 100.5km<sup>2</sup> 減少為 59.2km<sup>2</sup>，面積減少 40%(圖 4.1-2)，故擬採更大型化風機，以符合政府核准分配容量。



## Evolution of wind turbine heights and output

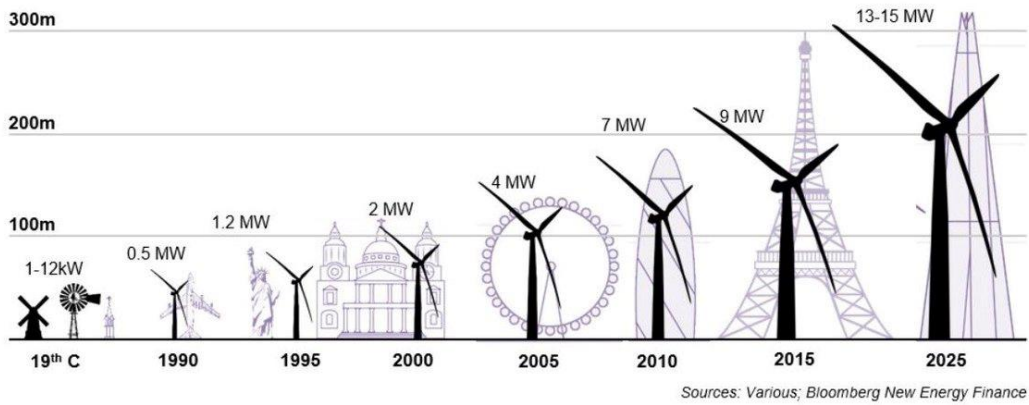


圖 4.1-1 國際間風機大型化趨勢



圖 4.1-2 海龍風場因應航道退縮，風場面積減少 40% 示意圖

四、配合完工併聯年度時程，調整計畫預計施工期程為 2023~2026 年，並於 2026 年底完工商轉。

本計畫環境影響說明書於 2018 年 7 月 18 日取得定稿核備函，後續依據經濟部「離岸風力發電規劃場址容量分配作業要點」，於 2019 年 5 月分別取得遴選及競價分配容量，遴選分配容量預定完工併聯年度為 2024 年，競價分配容量預定完工併聯年度為 2025 年，預估整體完工商轉期程為 2026 年。

五、因應新增較大風機單機容量，配合補充原環說施工期間鳥類環境保護對策第(二)條第 1 項第(3)款內容。

六、新增陸域及海域施工前環境監測工作起始日期說明

離岸風力發電施工項目可分為海域工程及陸域工程兩大部分，海域工程包含風力機組工程及海底電纜工程，陸域工程包含陸域輸電系統工程及自設降壓站工程，工程規劃進度均有所不同，因此海域工程及陸域工程施工啟動時間亦有所差異。

本計畫原環說之施工前環境監測計畫，原環說無「備註」說明陸域及海域施工前環境監測工作起始日期，故本次變更主要為明確定義前述之環境監測計畫啟動時間，使施工前、施工期間環境監測時程與工程進度完整銜接，且利於掌握施工前海域及陸域之環境變化。

## 4.2 本次變更與原環說主要差異

### 一、減少風機、水下基礎(含基樁)設置數量、風機陣列排數

新增 11MW~15MW 大型化風機方案若與原環說風機方案(6~9.5MW)比較，預估可減少風機設置數量，且預期機組陣列量將減少，邊界退縮空間亦將增加；另也可減少水下基礎、施作基樁數量(詳如表 4.2-1)，是採用大型化風機之方案，評估將可降低整體環境影響之衝擊，如減少水下噪音影響期間、海床懸浮固體擾動及底棲生態影響面積等海域環境之影響，並增加空域環境之鳥類飛行空間，相關模擬評估結果均已詳述於本次變更報告第六章。

表 4.2-1 本次變更新增大型化風機與原環說最多風機數量差異說明整理表

評估減輕項目	原風機方案 (6~9.5MW)	大型化風機方案 (11~15MW)	6MW 與 15MW 規劃差異分析
風機	53~78 部	34~46 部	最多減少 44 部
水下基礎	53~78 座	34~46 座	最多減少 44 座
基樁	212~312 支	136~184 支	最多減少 176 支
風機陣列排數	7~8 排	2~3 排	最多減少 6 排

### 二、提出相鄰風場銜接連續之鳥類廊道規劃

本計畫配合經濟部整體規劃，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，將於海龍三號風場留設 2,000 公尺(約 9D)銜接連續之鳥類廊道，以提供鳥類更友善飛行空間，詳圖 4.2-1 所示。

### 三、微調風場內之風機間距規劃

(一) 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。

(二) 本次變更新增 11~15MW 風機，因仍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。

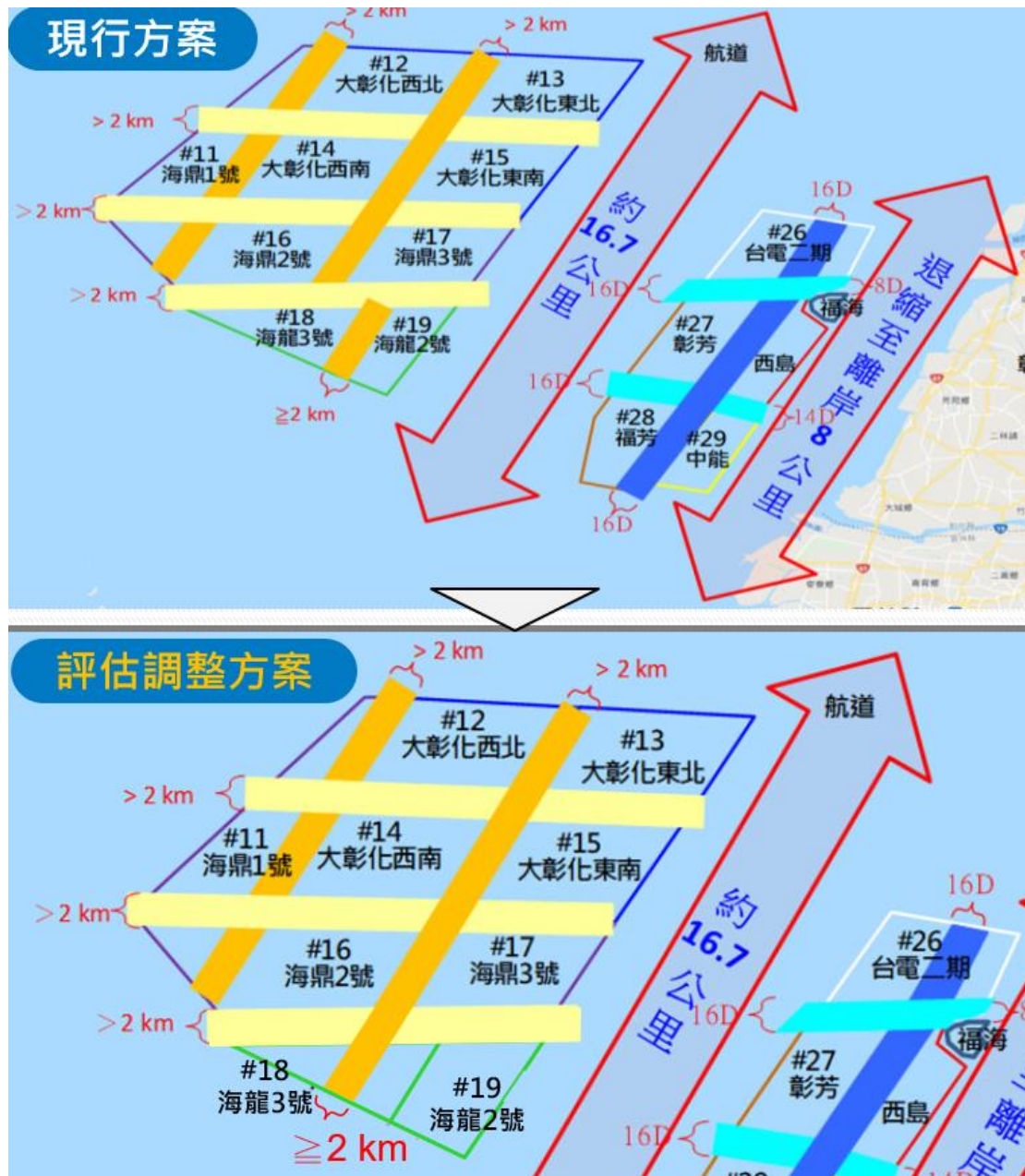


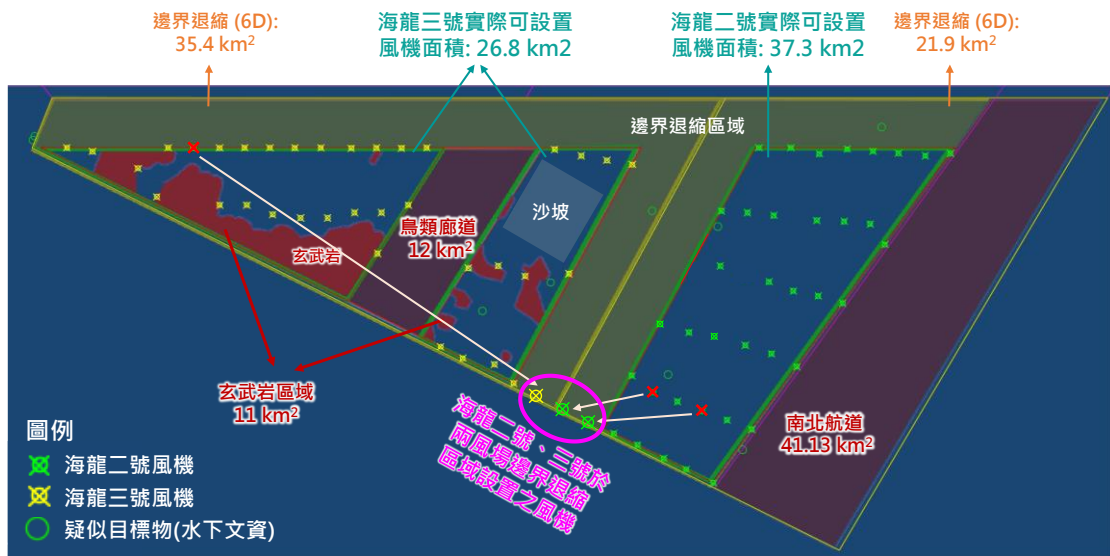
圖 4.2-1 鳥類廊道整體規劃-現行方案與評估調整方案比較

(三) 爰此，海龍二號風場配合交通部航港局於 106 年 11 月 21 日公告之「臺灣彰化外海岸風電潛力場址海域預定航道」退縮風場在先，場址面積減少 41.13km<sup>2</sup>，縮減達 41.1%，退縮寬度達 3,500 公尺，另海龍三號風場為配合「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」及經濟部整體規劃，於風場開發面積及總裝置容量等設置條件均維持不變下，於海龍三號風場新增 2,000 公尺銜接鄰近風場連續之鳥類廊道(面積約 12km<sup>2</sup>)。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，以 14MW 估算，於風場內兩場址間共退縮 2,664 公尺(6D+6D)。加上海龍三號風場受澎湖群島延伸的玄武岩影響，再加上沙坡地形限制，風場內有多處區域無法設置風機，使得海龍三號風場面積再減少 11 km<sup>2</sup>；整體海龍二號風場實際可設置風機面積從 100.33 平方公里縮減至 37.3 平方公里，海龍三號風場從 85.2 平方公里縮減至 26.8 平方公里，大幅限制風場實際可佈設風機面積(詳表 4.2-2、圖 4.2-2)。

**表 4.2-2 海龍二號、三號風場實際可設置風機面積**

	海龍二號	海龍三號
原風場面積(km <sup>2</sup> )	100.3	85.2
南北慣用航道影響面積縮減(km <sup>2</sup> )	(41.13)	-
鳥類廊道影響面積縮減(km <sup>2</sup> )	-	(12)
玄武岩地質影響不宜設置面積(km <sup>2</sup> )	-	(11)
邊界退縮 6D 規定不得設置面積(km <sup>2</sup> )	(21.9)	(35.4)
<b>實際可設置風機面積(km<sup>2</sup>)</b>	<b>37.3</b>	<b>26.8</b>

(四) 本計畫於原環評核定後進行場址風況及地質地形調查，並選用大型化風機(11~15MW)以進一步降低對環境衝擊；風機供應商根據個案風場之核定容量、風場面積、地質地形、水深、服務年限、安全距離及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；經評估為了減少整體風場受力，需加大盛行風向間距及微縮部分非盛行風向間距，方能通過風機供應商的風機合適性審查(Turbine Suitability Review)；風況條件方面，調查結果顯示風向頻率分佈非常集中，東北-西南方向約佔 60%~70%，風機供應商需與非盛行風向方位綜合考量，方可制定出合理可行的風機間距。



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

圖 4.2-2 海龍二號、三號風場實際可佈設風機面積、避免鳥類由南往北飛時進入兩風場邊界退縮區域之風機佈設示意圖(14MW)

(五) 參考國內外施工或營運中風場淨間距實例(表 4.2-3)，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。

表 4.2-3 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	國外案例			國內案例		
	丹麥 Nysted 風場	英格蘭 Thanet 風場	德國 Nordsee 1 風場	海龍 風場	海洋 風場	大彰化 東南風場
單機裝置 容量(MW)	2.3	3.0	6.0	14	6.0	8.0
風機最小 間距(m) (A)	480	500	500	666	455	500
風機葉片 直徑(m) (B)	82.4	90	126	222	154	167
風機最小 淨間距(m) (A)-(B)	397.6	410	374	<u>444</u>	301	333

資料來源：本計畫整理。

- (六) 因應風機技術條件，大型化風機規劃更需考量前排風機對於後排風機之影響，以確保風機運轉效率和年限；透過場址內減少機組陣列排數，拉大前排風機與後排風機間距，以使氣流影響降至最低。
- (七) 本次變更已於實際可設置風機面積中，盡力調整並擴大風機間距，經評估規劃後，盛行風向間距至少 1,158 公尺，非盛行風向風機間距不小於 755 公尺之風機數量比率至少 33%，不小於 666 公尺之風機數量比率至少 67%。整體風場僅有部分非盛行風向間距縮小，並非所有風機非盛行風向間距皆縮小至 666 公尺，於配合風場地質地形現況，亦有部分風機於盛行風向及非盛行風向間距皆加寬情形；若採用最有可能設置之 14MW 風機進行估算，海龍二號共設置 37 部，承諾 13 部以上風機間距不小於 755 公尺，數量達 35%，海龍三號共設置 36 部，承諾 12 部以上風機間距不小於 755 公尺，數量達 33%。另本計畫為減少施工風險，須預留風機位置微調的彈性，以減少非必要之加強打樁、海底床整平之工作。
- (八) 基此，本計畫係整體考量船舶航行安全、鳥類飛行環境、場址邊界緩衝、場址規劃條件、風況評估條件、風機技術條件，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；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 4.2-2 所示。

#### 四、避免鳥類由南往北飛時進入兩風場邊界退縮區域

本計畫已於 2021 年 5 月 20 日洽經濟部能源局研議「處理『海龍二號』及『海龍三號』風場場址之間邊界南方入口議題」，經與經濟部能源局討論後，於海龍二號、三號風場分別移動 2 部、1 部風機，至兩風場邊界退縮區域南端入口，以避免鳥類由南往北飛時進入兩風場邊界退縮區域，降低撞擊風險，詳圖 4.2-2 所示。

## 4.3 開發行為變更之內容

### 一、營業所地址

#### (一) 原環說

營業所地址為：10533 臺北市松山區南京東路 4 段 130 號 10F-2

#### (二) 本次變更

營業所地址為：10488 台北市中山區南京東路三段 168 號 13 樓之 3

### 二、相鄰風場銜接連續之鳥類廊道規劃

#### (一) 原環說

原環說尚未劃設大尺度鳥類通行廊道。俟依據審查結論及原環說定稿本承諾：「將於 106 年秋季至 107 年春季鳥類調查作業完成後提出環境影響調查報告送審，同時將配合其他風場案例之調查成果進行整體評估，以研擬最適鳥類保護對策。並依環境影響評估法第 18 條規定完成審查後，提出鳥類通行廊道之規劃。」

#### (二) 本次變更

本計畫已完成 106 年秋季至 107 年春季鳥類調查作業，並配合其他風場調查成果提出「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」送審，目前已於 109 年 5 月 8 日通過專案小組第 3 次初審會議，依據會議決議提出海龍二號、海龍三號與相鄰風場銜接連續之鳥類通行廊道規劃，詳圖 4.3-1。

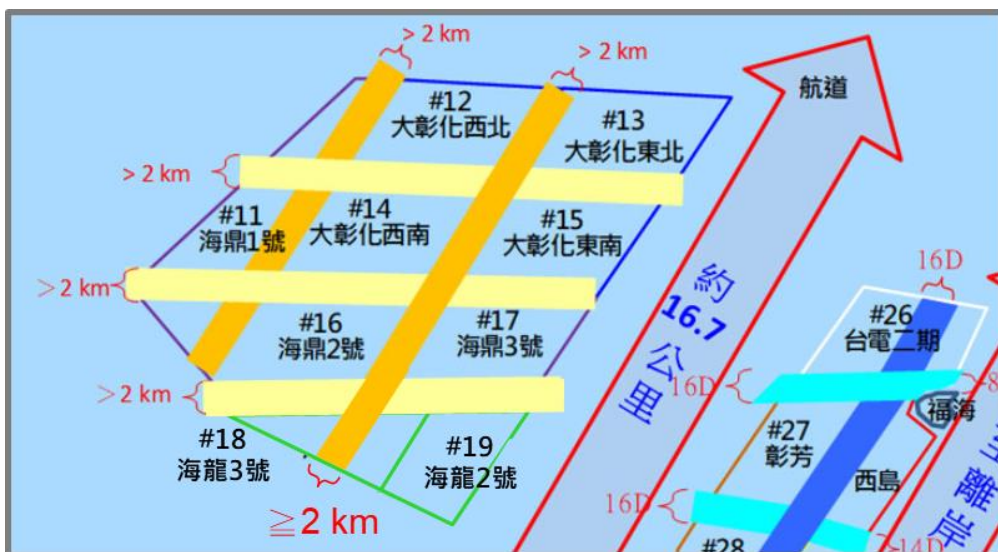


圖 4.3-1 本計畫與相鄰風場銜接連續之鳥類通行廊道規劃



### 三、機組佈置規劃

#### (一) 原環說

##### 1. 單機裝置容量

本計畫單機裝置容量介於 6~9.5MW(詳表 4.3-1)，若以 6MW 進行機組佈置，則佈置數量約為 78 部，裝置容量為 468MW；若以 9.5MW 進行機組佈置，則佈置數量約為 53 部，裝置容量不超過原經濟部能源局轉送開發行為申請規模之 512 百萬瓦(MW)。隨單機裝置容量增加，則機組佈置數量減少，但總裝置容量則增大，故本計畫最多風機機組數量為 78 部(詳圖 4.3-2)，最大裝置容量為 512MW，如未來技術提升，也可能採用單機容量更大的機組。

##### 2. 風力機組間距

本計畫風力機組最小非平行盛行風向間距至少為 5 倍葉輪直徑(約 5D)佈置，最小平行盛行風向間距至少為 7 倍葉輪直徑(約 7D)佈置，其風機間距均大於 4D 之設計原則，其風機設置方案參考如表 4.3-1 所示。惟實際依採用之風力機組型式及風能效益評估，而有不同機組間距調整。

##### 3. 與相鄰潛力場址緩衝間距

本計畫與相鄰潛力場址之邊界將留設 6 倍最大轉子直徑做為緩衝區(依單機裝置容量不同，約介於 906~984 公尺)。而與相鄰航道部份，航港局目前擬定中的航道總寬度為 9 浬，已超出國際慣例約 7 浬，已預留足夠安全緩衝帶，故在航道側邊界未再留設 6D 緩衝區，最短僅留有風扇最長垂直投影線不超過邊界的距離(約 0.6D)。

表 4.3-1 原環說風機佈置規劃(18 號風場)

項目	6.0MW 機組 (最小風機)		8.0MW 機組		9.5MW 機組 (最大風機)	
	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		512.0		503.5	
葉片直徑 D(m)	-	151	-	164	-	164
輪鼓高程(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 非平行盛行風向/ 平行盛行風向(m)	755 (5D)	1,057 (7D)	820 (5D)	1,148 (7D)	820 (5D)	1,148 (7D)

註 1：本風場規劃之風機間距均大於 4D (4 倍轉子直徑) 之佈設原則。

註 2：參考海平面高程採“平均海平面”。

註 3：本計畫風機採不同方案規劃，實際配置參數將依後續細設階段予以調整。

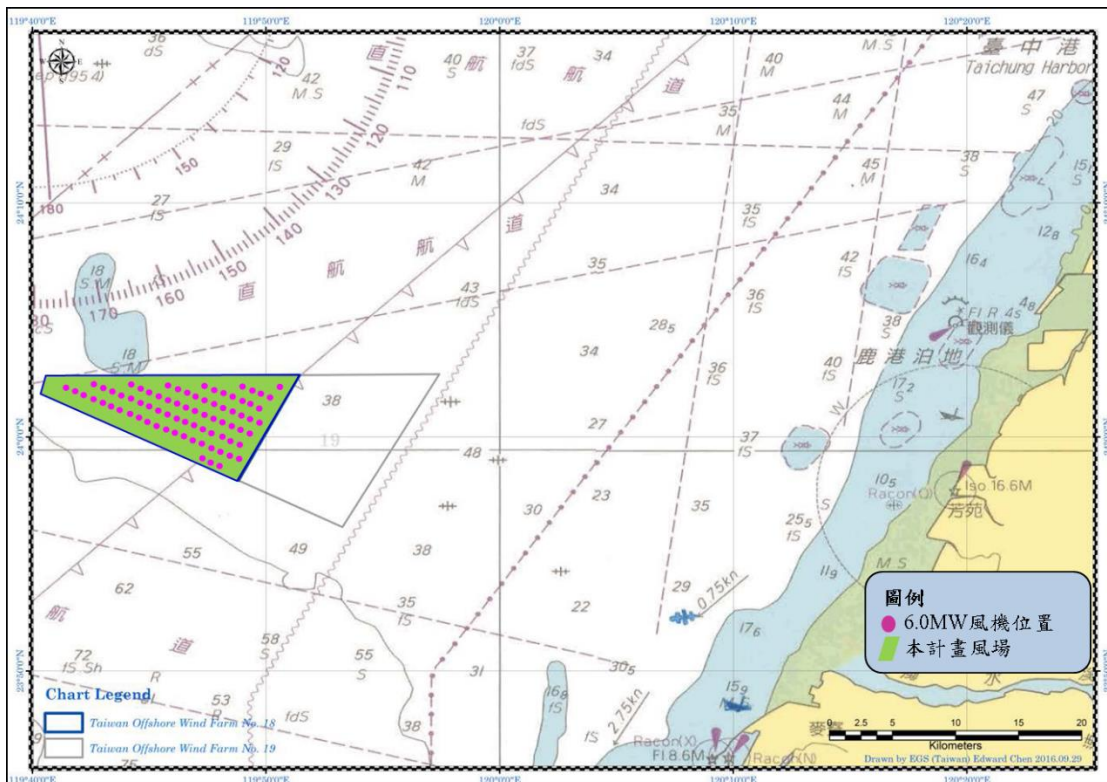


圖 4.3-2 原環說最多風機佈設示意圖(18 號風場)

## (二) 本次變更

### 1. 單機裝置容量

本次變更新增較大單機容量 11MW~15MW 規劃(詳表 4.3-2、圖 4.3-3)，若以單機容量 11MW 進行機組佈置，則佈置數量約為 46 部，裝置容量為 506MW；若以單機容量 15MW 進行機組佈置，則佈置數量約為 34 部，總裝置容量約為 510MW，裝置容量不超過原經濟部能源局轉送開發行為申請規模之 512 百萬瓦(MW)。如未來技術提升，也可能採用單機容量更大的機組。

### 2. 風力機組間距

本次變更新增較大單機容量 11MW~15MW 風力機組，非盛行風向風機間距不小於 755 公尺之風機數量比率至少 33%，不小於 666 公尺之風機數量比率至少 67%，盛行風向間距至少 1,158 公尺，其風機設置方案參考如圖 4.3-3 所示(本圖風機點位僅為示意，點位配置將依照實際條件予以調整)。惟實際依採用之風力機組型式及風能效益評估，而有不同機組間距調整。

### 3. 與相鄰潛力場址緩衝間距

本次變更與相鄰潛力場址之邊界將留設 6 倍最大轉子直徑做為緩衝區(依單機裝置容量不同，約介於 906~1,380 公尺)。而與相鄰航道部份，航港局目前擬定中的航道總寬度為 9 浬，已超出國際慣例約 7 浬，已預留足夠安全緩衝帶，故在航道側邊界未再留設 6D 緩衝區，惟仍將依經濟部能源局規定，風機掃風範圍(離岸風機扇葉 360 度動態旋轉垂直投影)不超過風場邊界。

表 4.3-2 本次變更風機佈置規劃(18 號風場)

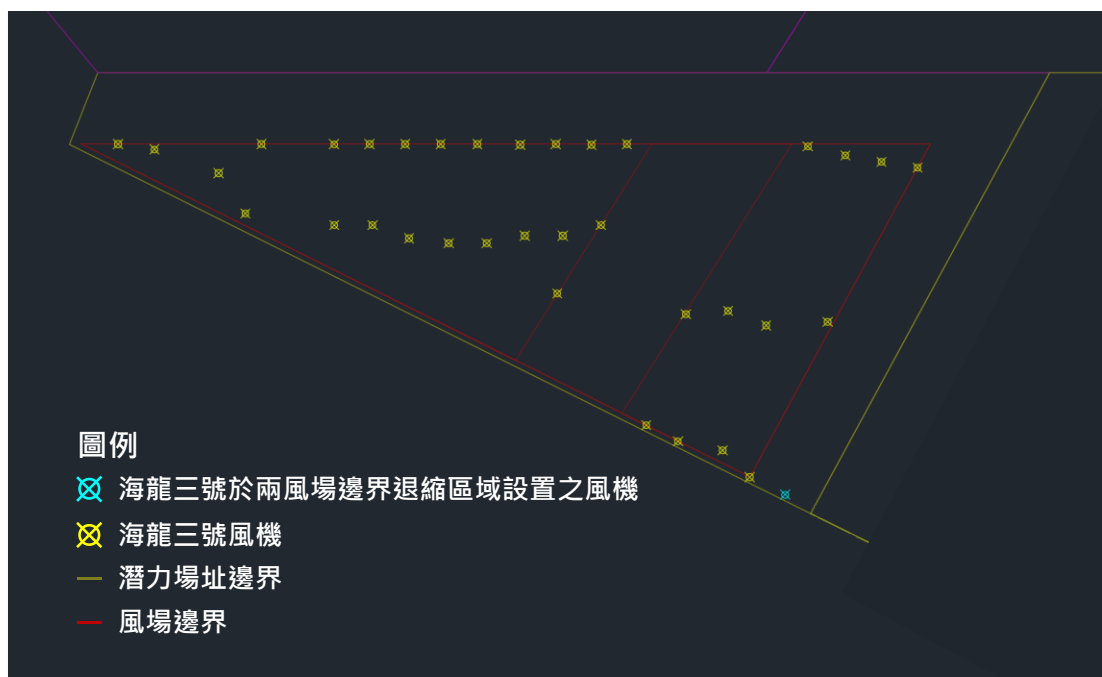
項目	6.0MW 機組 (最小風機)		8.0MW 機組		9.5MW 機組		11~15MW 機組 (最大風機)	
	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大
風機數量	78		64		53		46~34	
總裝置容量(MW)	468		512.0		503.5		不超過 512	
葉片直徑 D (m)	-	151	-	164	-	164	不超過 230	
輪 轂 高 程 (m) @MSL	99	112	107	119	107	119	不超過 170	
風機葉片運轉高度 (m)@MSL	25	187	25	201	25	201	25	不超過 285
最小機組間距 非盛行風向/盛行風 向(m)	755	1,057	820	1,148	820	1,148	盛行風向： 至少 1,158 非盛行風向： 至少 666	

註 1：參考海平面高程採“平均海平面”。

註 2：本次變更 11~15MW 非盛行風向風機間距不小於 755 公尺之風機數量比率至少 33%，不小於 666 公尺之風機數量比率至少 67%，盛行風向間距至少 1,158 公尺。

註 3：原環說 6~9.5MW 機組之風機間距維持原佈設原則。

註 4：本計畫風機採不同方案規劃，實際配置參數將依後續細設階段予以調整。



註 1：實際風機配置規劃將考量海底地質條件(玄武岩等)、風況及核定風機間距予以調整。

註 2：本計畫將針對「海龍二號」及「海龍三號」風場場址間廊道進行地質調查，如地質調查結果顯示該區域適合放置風機，則會規畫將部分風機移至「海龍二號」及「海龍三號」風場場址間廊道。

圖 4.3-3 本次變更 14MW 風機佈設示意圖 (18 號風場)

#### 四、風機基樁直徑

##### (一) 原環說

原環說基樁直徑約在 2.6~3.5 公尺之間。

##### (二) 本次變更

本次變更新增 11MW~15MW 風機基樁直徑約在 3.2~4.4 公尺之間。

#### 五、預定工程進度

##### (一) 原環說

本計畫工程施工、竣工驗收及移交預計約 4 年完成，施工期程預計 2022~2024 年，於 2024 年底完工商轉。其中陸上電纜等施工與基樁、基礎、海纜、塔柱及風機等海事工程施工可同時進行施作。屆時以執行之取得進度為準。

##### (二) 本次變更

本計畫工程施工、竣工驗收及移交預計約 4 年完成，施工期程預計 2023~2026 年，於 2026 年底完工商轉。其中陸上電纜等施工與基樁、基礎、海纜、塔柱及風機等海事工程施工可同時進行施作。屆時以執行之取得進度為準。

#### 六、鳥類環境保護對策

##### (一) 原環說

原環說施工期間鳥類環境保護對策詳表 4.3-5 所示。

##### 1. 鳥類

將優先選用較大風機，以降低鳥類影響。

(1) 風機大型化規劃，單機裝置容量採 6~9.5MW。

(2) 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)。

(3) 與相鄰風場間距至少為葉片直徑 6 倍 (906~984 公尺)。

(4) 風機葉片距離海面高度至少 25 米。

## (二) 本次變更

本次變更新增較大風機單機容量，配合補充原環說施工期間鳥類環境保護對策第(二)條第 1 項第(3)款內容，詳表 4.3-5 所示。調整如下：

### 1. 鳥類

將優先選用較大風機，以降低鳥類影響。

(1) 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。

(2) 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，風機間距不小於 755 公尺之風機數量至少 33%，不小於 666 公尺至少 67%。

(3) 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)。

(4) 風機葉片距離海面高度至少 25 米。

## 七、環境監測計畫

### (一) 原環說

原環說無「備註」說明陸域及海域施工前環境監測工作起始日期。如表 4.3-3 所示。

### (二) 本次變更

本次變更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 1.陸域監測項目將以陸域工程(降壓站及陸纜工程)開始施工日期往前起算其應監測期間」及「備註 2.海域監測項目將以海域工程開始施工日期往前起算其應監測期間」，詳表 4.3-4 所示。

表 4.3-3 原環說施工前環境監測計畫表

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

表 4.3-4 本次變更施工前環境監測計畫表

類別	監測項目	地點	頻率	
海域水質	水溫、氫離子濃度、生化需氧量、鹽度、溶氧量、氨氮、營養鹽、懸浮固體物及葉綠素甲、大腸桿菌群	風場範圍和鄰近區域 5站(含淺層及深層)	施工前執行一次	
水下噪音 (含鯨豚聲學監測)	20 Hz~20kHz 之水下噪音，時頻譜及 1-Hz band、1/3 Octave band 分析	風場範圍 2 站	施工前一年將執行一年四季，每季 1 次且每季連續 14 天	
海域生態	1.水下攝影	預計風機位置一處	施工前執行一次	
	2.漁業資源調查	風場範圍漁業資源背景調查資料(含漁船數目、漁業活動形式、魚種、漁獲量等)	施工前執行一次	
鳥類生態	1.海上鳥類船隻目視調查：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 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 (24HR/垂直及水平雷達)	風場範圍	施工前執行 2 年 每年進行 17 日次調查 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		施工前執行 2 年 第 1 年於春、秋季每季 3 日次，夏、冬季每季 1 日次 第 2 年於春季每季 5 日次，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 2.澎湖鳳頭燕鷗	施工前執行一次	
文化資產	陸域文化資產判釋	陸域自設降壓站位置鑽孔取樣	考古專業人員協助判釋 (施工前鑽孔取樣至少三處)	
	水下文化資產判釋	每座風機位置鑽孔取樣	考古專業人員協助判釋	

註1.陸域監測(鳥類生態(海岸鳥類目視調查)、陸域文化資產判釋)項目將以陸域工程(降壓站及陸纜工程)開始施工日期往前起算其應監測期間。

註2.海域監測(海域水質、水下噪音(含鯨豚聲學監測)、海域生態、鳥類生態(海上鳥類船隻目視調查、鳥類雷達調查、鳥類繫放衛星定位追蹤)、水下文化資產判釋)項目將以海域工程開始施工日期往前起算其應監測期間。

註3.為使水下噪音(含鯨豚聲學)調查儀器能如期佈設及回收，本計畫規劃水下噪音(含鯨豚聲學)儀器及數據回收遺失之應變作法，說明如下：

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

註4.水下攝影監測將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。

註5.海上鳥類目視調查考量調查船隻和人員安全風險，參考交通部中央氣象局航行海象系統或國際常用之海象預測系統(如 Windguru、Windy、ECMWF等)，於浪高 $\leq 1$ 公尺之連續天數至少3天的海象條件下執行，若當月/季符合上述海象條件之次數不足應調查次數，得因海象條件不佳而順延執行，惟全年總調查次數不變。

註6.海上鳥類雷達調查考量調查船隻和人員安全風險，參考交通部中央氣象局航行海象系統或國際常用之海象預測系統(如 Windguru、Windy、ECMWF等)，於浪高 $\leq 1$ 公尺之連續天數至少3天的海象條件下執行，若當月/季符合上述海象條件之次數不足應調查次數，得因海象條件不佳而順延執行，惟全年總調查次數不變。



表 4.3-5 變更前後施工期間鳥類環境保護對策(海域範圍)

項目	原環說環境保護對策	本次變更後環境保護對策
鳥類	<p>(一) 潮間帶 海纜上岸的施工將降低對於潮間帶泥灘地的干擾。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 經本計畫環境調查期間分析結果，本計畫上岸點已避開保育類物種棲息地，以保護保育類物種。</li> <li>2. 施工期間潮間帶施作將禁止排放污水、傾倒廢土，以避免干擾潮間帶泥質灘地的原有生態功能，且將針對廢棄物進行集中管理。</li> <li>3. 針對鳥類主要覓食棲息之潮間帶區域，其越堤段電纜鋪設將採用地下工法(水平鑽掘或推管)，以減少對於生態棲地之影響，其餘非地下工法部分之電纜鋪設，則將避開候鳥過境期 11 月至隔年 3 月。</li> <li>4. 配合經濟部公告之「彰化離岸風電海纜上岸共同廊道範圍」規劃。</li> </ol>	維持不變
	<p>(二) 海上</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。警示燈光以符合民航局「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」設置，並取得民航局同意函，燈具選擇可切換紅白光且閃爍頻率為 20~40fpm 的 LED 燈，以減少吸引鳥類靠近的可能性。</li> <li>(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。</li> <li>(3) 將優先選用較大風機，以降低鳥類影響。 <ol style="list-style-type: none"> <li>A. 風機大型化規劃，單機裝置容量採 6~9.5MW。</li> <li>B. 風機間距部分，平行盛行風間距至少為葉片直徑 7 倍(1,057~1,148 公尺)，非平行盛行風間距至少為葉片直徑 5 倍(755~820 公尺)。</li> <li>C. 與相鄰風場間距至少為葉片直徑 6 倍(906~984 公尺)。</li> <li>D. 風機葉片距離海面高度至少 25 米。</li> </ol> </li> </ol> </li> </ol>	<p>本次變更調整第(二)條第 1 項第(1)款內容如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 風機架設完成後，將於風場最外圍風力機組設置最少之航空警示燈，實際設置數量需依屆時所規劃之風力機組配置而定。 <u>依民航局最新頒布之「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」設置航空警示燈，並取得民航局同意函，燈具選擇可同步閃光的航空警示燈，以減少吸引鳥類靠近的可能性。</u></li> </ol> <p>本次變更補充第(二)條第 1 項第(3)款內容：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(3) 將優先選用較大風機，以降低鳥類影響。 <ol style="list-style-type: none"> <li>A. 風機大型化規劃，單機裝置容量除原 6~9.5MW，並新增 11~15MW 規劃。</li> <li>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，風機間距不小於 755 公尺之風機數量至少 33%，不小於 666 公尺至少 67%。</li> <li>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)。</li> <li>D. 風機葉片距離海面高度至少 25 米。</li> </ol> </li> </ol>

## 4.4 環境保護對策及環境監測計畫變更之理由及內容

### 4.4.1 環境保護對策檢討及修正

#### 一、原環說

原環說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。

#### 二、本次變更

原環說及本次變更施工前及施工期間海域環境保護對策之調整及新增內容對照說明詳表 4.4.1-1、表 4.4.1-2 所示。

(一) 本次變更因應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

##### 1. 鳥類

將優先選用較大風機，以降低鳥類影響。

(1) 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。

(2) 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，風機間距不小於 755 公尺之風機數量至少 33%，不小於 666 公尺至少 67%。

(3) 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)。

(4) 風機葉片距離海面高度至少 25 米。

(二) 配合相關機關審查意見，新增之環境保護對策如下：

##### 1. 施工前

##### (1) 文化資產

A. 本計畫施工前陸域文化資產判釋將依據「考古遺址發掘資格條件審查辦法」提送「考古鑽探之發掘申請書及計畫書」至彰化縣文化局審查，經核准同意後執行，定稿本將提送文化部文化資產局存查。

- B. 本計畫海域施工前將提送核定風機點位及海纜位置圖至文化部文化資產局(含風機點位與水下文化資產調查報告書備查本之調查結果比對套疊圖資、與疑似目標物安全距離說明等資料)。

## 2. 施工期間

### (1) 鯨豚

本計畫於風機打樁作業期間將配合海洋保育署公布之「臺灣鯨豚觀察員制度作業手冊」執行。

### (2) 海域水質

本計畫海域水質涉及海洋委員會已公告項目之監測，將依海洋委員會公告之方法辦理。

### (3) 船舶

A. 本計畫後續將依照海巡署三階段岸際雷達之要求，於適當位置配合增設雷達。雷達設置前將與交通部航港局確認實際設置位置及數量，設置後將雷達資料提供交通部航港局使用。

B. 本計畫海域施工前將依災害防救法規定，訂定「離岸風電災害防救業務計畫」提送中央目的事業主管機關核定。

### (4) 文化資產

A. 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。

B. 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。

C. 施工期間陸域施工考古監看成果報告將提交彰化縣政府備查，並提送 1 份至文化部文化資產局存查。

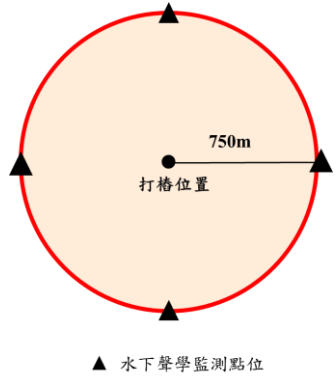
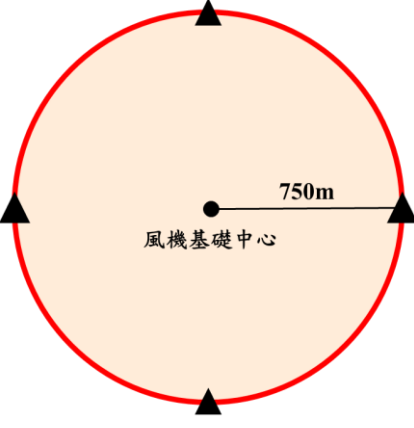
表 4.4.1-1 變更前後施工前環境保護對策

項目	原環說環境保護對策	本次變更後環境保護對策
地形地質	施工前進行更詳盡地質調查與鑽探，供做為風機基礎及其施工設計之依據，並將因應場址地質特性進行施工規劃。	維持與原環說相同。
海域生態(含魚類)	<p>(一) 監測計畫</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 施工前執行一次風場範圍漁業資源背景調查資料(含漁船數目、漁業活動形式、魚種、漁獲量等)，並提出指標物種，作為營運後影響比較依據及漁業活動管制參考。</li> <li>2. 施工前將於預計風機位置一處執行 1 次水下攝影，以最先施作的風機進行調查。</li> </ol> <p>(二) 海底電纜鋪設工程將依「在中華民國大陸礁層鋪設維護變更海底電纜或管道之路線劃定許可辦法」相關規定辦理。</p> <p>(三) 將配合中油天然氣事業部召開技術相關會議，討論有關電纜跨越海底天然氣輸送管線之問題及間隔保護工及施工方法。</p> <p>(四) 海纜路徑將避開「線西保護礁禁漁區」、「崙尾保護礁禁漁區」、「鹿港保護礁禁漁區」。海纜若有通過涉及「鹿港保護礁禁漁區」，將於開發前依規定提供公告機關風機配置及海纜路線座標點位資料，並洽詢意見。</p>	維持與原環說相同。
鳥類	<p>(一) 本計畫將於 106 年秋季至 107 年春季鳥類調查作業完成後提出環境影響調查報告送審，同時將配合其他風場案例之調查成果進行整體評估，以研擬最適鳥類保護對策。並依環境影響評估法第 18 條規定完成審查後，提出鳥類通行廊道之規劃。</p> <p>(二) 規劃階段將進行一次鳥類繫放衛星定位追蹤監測以了解主要的鳥類遷徙路徑，預計在春季臺灣沿海水鳥北返之季，進行彰化海岸的鳥類繫放衛星追蹤，以衛星追蹤器進行候鳥的遷移路線確認。</p> <p>(三) 規劃階段將進行一次澎湖群島燕鷗之繫放衛星定位追蹤監測，以分析其棲地利用。預計選擇夏季以衛星追蹤器進行鳳頭燕鷗的繫放和追蹤。</p>	維持與原環說相同。
鯨豚	本計畫將於施工前一年於風場範圍選擇 2 站進行水下噪音調查(含鯨豚聲學監測)，調查時間將執行一年四季，每季一次且每季連續 14 天，以充分掌握水下噪音長期背景值。	維持與原環說相同。
文化資產	<p>(一) 每一個風機位置進行鑽孔取樣，並將取得之岩心或岩心照片委由合格考古人員進行判讀，以瞭解其下是否有文化資產存在。</p> <p>(二) 調查結果發現疑似水下文化資產對象，將由水下專業考古人員確認。</p> <p>(三) 風場範圍內若發現有疑似水下文化資產目標物且無法確認時，將配合調整風機設置位置至無水下文化資產目標物處。</p>	<p>本次變更新增：</p> <p>(一) <u>本計畫施工前陸域文化資產判釋將依據「考古遺址發掘資格條件審查辦法」提送「考古鑽探之發掘申請書及計畫書」至彰化縣文化局審查，經核准同意後執行，定稿本將提送文化部文化資產局存查。</u></p> <p>(二) <u>本計畫海域施工前將提送核定風機點位及海纜位置圖至文化部文化資產局(含風機點位與水下文化資產調查報告書備查本之調查結果比對套疊圖資、與疑似目標物安全距離說明等資料)</u></p>

表 4.4.1-2 變更前後施工期間環境保護對策(海域範圍)


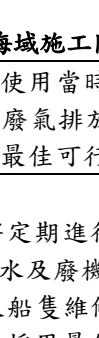
項目	原環說環境保護對策	本次變更後環境保護對策
海域生態	<p>(一) 本計畫場址選擇已採用「預防原則」，以避開所有生態敏感之棲地的方式，而非以少數保育物種的方式規劃。已避開已劃設、即將劃設或未來可能會劃設的海洋保護區，如中華白海豚重要野生棲息地，以避免可能帶來的生態衝擊。</p> <p>(二) 本計畫海底防淘刷保護將不會採用對海域生態影響較大之拋石措施，且未來本計畫若經設計考量需設置防淘刷保護時，將選用能增強藻類及生物附着能力之人造墊塊為原則，以彌補因海底硬鋪面增加所消失棲息地環境。</p> <p>(三) 在考量技術可行性及合理性的情況下，海纜規劃擬以最短距離連接至上岸點，減少施工對環境影響。</p> <p>(四) 海纜採分段施工，每段施工完即恢復既有狀態，以減輕施工影響。</p> <p>(五) 本計畫風場以漸進式方式進行打樁作業，將於一座風機打樁完成後再移至下一座風機進行打樁，不會有同時 2 部以上風機進行打樁作業，且海龍二號風場與海龍三號風場將不會同時進行打樁作業，以減少海域大規模施工。</p> <p>(六) 打樁期間選擇與施工前調查同一風機位置於打樁後執行 1 次水下攝影。</p>	維持與原環說相同。
鳥類	<p>(一) 潮間帶</p> <p>海纜上岸的施工將降低對於潮間帶泥灘地的干擾。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 經本計畫環境調查期間分析結果，本計畫上岸點已避開保育類物種棲息地，以保護保育類物種。</li> <li>2. 施工期間潮間帶施作將禁止排放污水、傾倒廢土，以避免干擾潮間帶泥質灘地的原有生態功能，且將針對廢棄物進行集中管理。</li> <li>3. 針對鳥類主要覓食棲息之潮間帶區域，其越堤段電纜鋪設將採用地下工法(水平鑽掘或推管)，以減少對於生態棲地之影響，其餘非地下工法部分之電纜鋪設，則將避開候鳥過境期 11 月至隔年 3 月。</li> <li>4. 配合經濟部公告之「彰化離岸風電海纜上岸共同廊道範圍」規劃。</li> </ol>	維持與原環說相同。
	<p>(二) 海上</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。警示燈光以符合民航局「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」設置，並取得民航局同意函，燈具選擇可切換紅白光且閃爍頻率為 20~40fpm 的 LED 燈，以減少吸引鳥類靠近的可能性。</li> <li>(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。</li> <li>(3) 將優先選用較大風機，以降低鳥類影響。 <ol style="list-style-type: none"> <li>A. 風機大型化規劃，單機裝置容量採 6~9.5MW。</li> <li>B. 風機間距部分，平行盛行風間距至少為葉片直徑 7 倍(1,057~1,148 公尺)，非平行盛行風間距至少為葉片直徑 5 倍(755~820 公尺)。</li> </ol> </li> </ol> </li> </ol>	<p>本次變更調整第(二)條第 1 項第(1)款內容如下：</p> <p>(2) 風機架設完成後，將於風場最外圍之風力機組設置最少之航空警示燈，實際設置數量需依屆時所規劃之風力機組配置而定。</p> <p>依民航局最新頒布之「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」設置航空警示燈，並取得民航局同意函，燈具選擇可同步閃光的航空警示燈，以減少吸引鳥類靠近的可能性。</p> <p>本次變更補充第(二)條第 1 項第(3)款內容：</p> <p>(3) 將優先選用較大風機，以降低鳥類影響。</p>

項目	原環說環境保護對策	本次變更後環境保護對策
	<p>C. 與相鄰風場間距至少為葉片直徑 6 倍(906~984 公尺)。</p> <p>D. 風機葉片距離海面高度至少 25 米。</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，風機間距不小於 755 公尺之風機數量至少 33%，不小於 666 公尺至少 67%。</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>A. 風機葉片距離海面高度至少 25 米。</p>
鯨豚	<p>經由本環境評估調查及比對白海豚公告保育範圍，本計畫區域為鯨豚類活動頻率甚低之區域，然本計畫仍基於環境保護原則擬定保護對策，相關內容如下：</p> <p>(一) 依海底地質及工法許可的條件，本計畫選用打樁噪音較小的套筒式基樁型式(Jacket Type)。</p> <p>(二) 本計畫風場以漸進式方式進行打樁作業，將於一座風機打樁完成後再移至下一座風機進行打樁，不會有同時 2 部以上風機進行打樁作業，且海龍二號風場與海龍三號風場將不會同時進行打樁作業，以減少海域大規模施工。</p> <p>(三) 打樁前預防措施</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 參照本計畫打樁期間監測作業所採行之「聲音監測法」及「人員監看法」確認警戒區內連續 30 分鐘無鯨豚活動後，方可開始打樁。</li> <li>2. 採漸進式打樁，由低打樁力道開始，慢慢增加到全力道，此過程至少需要 30 分鐘。</li> <li>3. 本計畫承諾不使用聲音驅趕裝置。</li> <li>4. 「日落前 1 小時後至日出前不得啟動新設風機打樁作業」且所有打樁作業(包含施工現場的吊樁及翻樁作業)必須在施工船上全程錄影，錄影畫面應顯示拍攝的日期與時間，錄影資料應保存備查至少 5 年。</li> </ol> <p>(四) 打樁期間對策</p> <p>整個打樁期間將以聲音監測法、人員監看法(或熱影像儀)進行監測。以打樁地點為中心，採半徑 750 公尺範圍內作為警戒區，半徑 750 至 1,500 公尺範圍作為預警區。</p> <p>打樁期間，一旦於警戒區範圍內發現有鯨豚活動，施工單位即應在無工程安全疑慮情況下停止打樁，等待鯨豚離開警戒區 30 分鐘後，</p>	<p>(一) 本次變更新增： 本計畫於風機打樁作業期間將配合海洋保育署公布之「臺灣鯨豚觀察員制度作業手冊」執行。</p> <p>(二) 本次變更調整第(四)條內容： 施工期間將以風機基礎中心點為該機組 750 公尺執行水下聲學監測基準點，採半徑 750 公尺範圍內作為警戒區，半徑 750 至 1,500 公尺範圍作為預警區。</p> <p>1. 聲音監測法 打樁期間將於距風機基礎中心 750 公尺處四個方位(圖 1)，全程執行設置水下聲學監測設施，持續偵測是否有鯨豚在附近活動。</p>

項目	原環說環境保護對策	本次變更後環境保護對策
	<p>再採取漸進式打樁慢慢回復到正常打樁力道繼續工程。若發現鯨豚進入預警區則觀察記錄其移動方向，確認海豚是否有往警戒區移動。</p> <p>所謂“無工程安全疑慮情況下停止打樁”係指當有鯨豚進入 750m 警戒區內，且同時滿足下列兩種條件之情況將停止打樁：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 基樁已有足夠深度，無須施工船隻輔助，足以支撐自體至下次啟動打樁作業，而不會造成工程安全危害。</li> <li>◆ 施工區域海氣象環境良好，不致因停止打樁而導致施工人員及船隊可能暴露於惡劣天候條件下。</li> </ul> <p>1. 聲音監測法</p> <p>打樁期間將於距打樁位置 750 公尺處四個方位(圖 1)，全程執行設置水下聲學監測設施，持續偵測是否有鯨豚在附近活動。</p>  <p style="text-align: center;">▲ 水下聲學監測點位</p> <p style="text-align: center;"><b>圖 1 本計畫水下聲學監測配置示意圖</b></p> <p>2. 人員監看法</p> <p>於施工船上配置至少 3 位以上之鯨豚觀測員(至少 1 位為民間生態團體成員)於基礎打樁過程全程執行目視觀察，觀察範圍必須涵蓋 4 個方位之警戒區(750 公尺內)和預警區(750 公尺~1,500 公尺內)。</p> <p>3. 熱影像儀調查法</p> <p>如有夜間打樁活動，將於施工船上裝載熱影像儀持續監測，以確認沒有鯨豚進入警戒區。</p> <p>本計畫以白天進行打樁作業為原則，日落前 1 小時後至日出前不得啟動新設風機打樁作業，惟考量工程必要性和安全性，若打樁作業係於日落前 1 小時以前即已開始，則應可在工程必要性和安全性考量下，允許單部機組夜間持續打樁完成。</p> <p>(五) 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[1]，測量方式參照附件技術指引[2]，模擬方法參考附件技術指引[3]，量測方法及閾值如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 在距離打樁位置外 750 公尺處選擇合理方位全程執行設置 4 座水下聲學監測設施並分布於 4 個方位，持續監測打樁水下噪音值。</li> <li>2. 於 750 公尺監測處，水下噪音聲曝值(SEL)不得超過 160dB re 1μPa<sup>2</sup>s，作為影響評估閾值。 若未來主管機關及目的事業主管機關擬定水下噪音最大容忍值，本計畫將承諾依照最新法規執行。</li> <li>3. 在計算水下噪音聲曝值(SEL)時，採用單次打樁事件為基準，</li> </ol>	<p>本次變更後環境保護對策</p>  <p style="text-align: center;">▲ 水下聲學監測點位</p> <p style="text-align: center;"><b>圖 1 本次變更水下聲學監測配置示意圖</b></p> <p>(三) 本次變更調整第(五)條第 1 項內容：</p> <p><u>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。</u></p>

項目	原環說環境保護對策	本次變更後環境保護對策
	<p>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 <math>L_{eq30s}</math>)，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>(六) 減噪措施 打樁期間將全程採行申請開發時已商業化之最佳噪音防制工法(如氣泡幕(Bubble Curtain)，如圖 2)，惟實際仍將以打樁當時已商業化之最佳噪音防制工法為優先。</p> <div data-bbox="459 539 778 920" style="text-align: center;"> </div> <p>註：本圖僅為示意圖，實際將以打樁當時已商業化之最佳噪音防制工法為優先。</p> <p>圖 2 水下氣泡幕示意圖</p> <p>(七) 船速管制 中華白海豚野生動物重要棲息環境(含預告)及邊界以外 1,500 公尺半徑內施工船隻船速將管制在 6 節以下，且盡可能避免在中華白海豚活動高峰時間進入已知之中華白海豚活動密集位置，航道劃設也將避開敏感區位。</p> <p>(八) 施工階段鯨豚生態調查頻率採每年 20 趟次(非僅限於 4-9 月執行，調整前應依法申請變更)。</p>	
海域水質	<p>(一) 為掌握工期以減輕因風機基礎施工、海底電纜鋪設等作業引起海底底質揚起對海域水體干擾，將研擬適當的施工計畫、確實控管施工進度。</p> <p>(二) 確實執行施工期間海域水質環境監測工作，隨時掌握海事工程對周遭海域環境水質之影響。</p> <p>(三) 本計畫上岸點將避開蚵架區。且越堤段電纜鋪設將採用地下工法(水平鑽掘或推管)，海底電纜鋪設施工期間，於潮間帶施工時為降低減少懸浮影響，並降低海域生物或魚群進入工區範圍之可能性，潮間帶施工範圍邊界將設置污染防止膜或防濁布，將揚</p>	<p>(一) 本次變更新增： <u>本計畫海域水質涉及海洋委員會已公告項目之監測，將依海洋委員會公告之方法辦理。</u></p>



項目	原環說環境保護對策	本次變更後環境保護對策
	<p>起之懸浮物質圍束於施工範圍以避免擴散（圖3）。</p>  <p>資料來源<a href="http://img.dlytrade.com/cding/131639/33215175/0/1375944779.jpg">http://img.dlytrade.com/cding/131639/33215175/0/1375944779.jpg</a> 防濁幕於海域實際應用情形</p>  <p>資料來源<a href="http://www.xinlao.com.cn/cdp/131639/3pd-1003204/4066510.html">http://www.xinlao.com.cn/cdp/131639/3pd-1003204/4066510.html</a> 防濁幕產品實景圖</p> <p><b>圖3 海域施工防濁幕(或稱防濁布、防污屏等)示意圖</b></p>	
空氣品質	<p>(一) 工作船舶使用當時工作港口可取得之最低含硫量油品。</p> <p>(二) 工作船隻廢氣排放管加裝濾煙器或活性炭過濾或其他施工時已商業化之最佳可行控制技術。</p>	維持與原環說相同。
船舶	<p>(一) 港區</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 船隻將定期進行機械設備維護。</li> <li>2. 廢(污)水及廢機油，將依據相關水污染防治法規定辦理。</li> <li>3. 機具及船隻維修廢水為含油脂性較高之廢水，將收集後集中處置或採用最佳管理方式(BMP)予以處理。</li> </ol> <p>(二) 航道</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 由於施工期間之大型作業船機數量較多，且頻繁航行往來於工址至工作碼頭間海域，考量船機航行安全與作業順利，將規劃施工船舶航路供作業航行船機運航，避免妨礙鄰近漁船或進出台中港船舶安全。</li> <li>2. 規劃於工址至工作碼頭間規劃一條施工船舶航路。施工單位於施工前須提送港務公司核備，並公開發佈於各港口與相關漁、商船公會等單位。</li> <li>3. 通知航行該海域之各種船隻注意，避免海事事故發生。</li> <li>4. 大型工作船進行運送時，兩側規劃備有船隻進行警戒。而相關施工船機未來需配合承包廠商之相關船機特性進行施工管理與規劃。</li> </ol> <p>(三) 作業場址</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本計畫開發期間所使用之工作船舶皆由專業團隊調度執行，並且進行妥善之船舶安全檢查，其作業範圍即為各風場場址，皆將依據核備之施工航道來行駛。</li> <li>2. 本計畫未來施工時若發生漏油事件，開發單位與施工船隊將會協同合作以防止污染擴大情事。且於施工期間為避免非工作船隻進入施工區發生擦撞等意外事件，造成漏油等污染，將設置施工範圍警示設施，以避免碰撞意外發生。</li> <li>3. 船舶之廢(污)水、油、廢棄物或其他污染物質，除依規定得排洩於海洋者外，將留存船上或排洩於岸上收受設施。</li> <li>4. 使用之工作船壓艙水設置壓艙水處理設備，妥善處理後排放。</li> <li>5. 若船隻有意外事件致污染海域或有污染之虞時，將採取措施以防止、排除或減輕污染，例如設置攔油索縮小污染範圍，以及汲油設備收集海上浮油，並即通知當地航政主管機關、港</li> </ol>	<p>(一) 本次變更新增：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) <u>本計畫後續將依照海巡署三階段岸際雷達之要求，於適當位置配合增設雷達。雷達設置前將與交通部航港局確認實際設置位置及數量，設置後將雷達資料提供交通部航港局使用。</u></li> <li>(2) <u>本計畫海域施工前將依災害防救法規定，訂定「離岸風電災害防救業務計畫」提送中央目的事業主管機關核定。</u></li> </ol>

項目	原環說環境保護對策	本次變更後環境保護對策
	<p>口管理機關及地方主管機關。</p> <p>6. 選用狀況良好之施工機具及船隻，作好定期、不定期保養維護工作，並留存保養記錄，以減少排放廢氣之污染物濃度。</p> <p>7. 嚴格要求承攬商施工機具及船隻採用符合管制標準之油品。</p> <p>8. 依「海洋污染防治法」相關規定，設置防止污染設備，並不得污染海洋；如發生海難或因其他意外事件，致污染海域或有污染之虞時，船長及船舶所有人應即採取措施以防止、排除或減輕污染，並即通知當地航政主管機關、港口管理機關及地方主管機關。</p> <p>9. 如發生意外事故，將依「重大海洋油污染緊急應變計畫」及「水污染事件緊急應變聯防體系作業要點」通報相關主管機關(航管局、彰化縣政府、彰化縣環保局)，並且配合應變措施作業提供相關圖資及派遣熟悉發生污染設施之相關人員協助處理。</p>	
廢棄物	<p>施工期間所產生之相關廢棄物，將依照「廢棄物清理法」相關規定，由船舶運回陸域進行妥善處理。</p>	<p>維持與原環說相同。</p>
文化資產	<p>將依文化資產保存法第 33 條、57 條、77 條、88 條、水下文化資產保存法第 13 條相關辦法辦理。發現疑似水下文化資產時，應即停止該影響疑似水下文化資產之活動，維持現場完整性，並立即通報主管機關處理。但為避免緊急危難或重大公共利益之必要，得不停止該活動，並應於發現後立即通報主管機關處理。</p>	<p>(一) 本次變更新增：  <u>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。</u>  <u>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。</u></p>

表 4.4.1-3 變更前後施工期間環境保護對策(陸域文化資產)

項目	原環說環境保護對策	本次變更後環境保護對策
文化資產	<p>(一) 施工期間將依文化資產保存法第 33 條、57 條、77 條、88 條等相關規定辦理，營建工程或其他開發行為進行中，發見具古蹟、歷史建築、紀念建築及聚落建築群價值之建造物時，應即停止工程或開發行為之進行，並報主管機關處理。發見疑似考古遺址時，應即停止工程或開發行為之進行，並通知所在地直轄市、縣(市)主管機關。發見具古物價值者，應即停止工程或開發行為之進行，並報所在地直轄市、縣(市)主管機關依第六十七條審查程序辦理。發見具自然地景、自然紀念物價值者，應即停止工程或開發行為之進行，並報主管機關處理。</p> <p>(二) 本計畫於降壓站及纜線施工開挖期間，委請合格考古人員進行每日施工監看，以減少海域大規模施工。</p>	<p>(一) 本次變更新增：  <u>施工期間陸域施工考古監看成果報告將提交彰化縣政府備查，並提送 1 份至文化部文化資產局存查。</u></p>

表 4.4.1-4 變更前後營運期間環境保護對策(鳥類生態)

項目	原環說環境保護對策	本次變更後環境保護對策
鳥類生態	<p>(一) 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，<u>將於風場最外圍之風力機組設置航空警示燈</u>，實際設置數量需依屆時所規劃之風力機組配置而定。</p> <p><u>警示燈光以符合民航局「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」設置，並取得民航局同意函，燈具選擇可切換紅白光且閃爍頻率為20~40fpm 的 LED 燈</u>，以減少吸引鳥類靠近的可能性。</p> <p><u>依據民航局頒布之『航空障礙物標誌與障礙燈設置標準』第十七條規定，風力發電機支撐結構物應使用 A 型中亮度障礙燈，其設置應符合水平方向設置間距應不超過九百公尺且位於最角落或最外圍之發電機支撐結構物應予設置，故未來本計畫將於風場最外圍之風力機組設置航空警示燈，設置數量需依屆時所規劃之風力機組配置而定。</u></p> <p>(二) 觀測風場中鳥類活動</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 將擇一海上變電站，設計適當空間做為研調平台，開放給相關單位，方便日後各項研調計畫或監測作業使用，例如架設雷達、紅外線攝影機等進行鳥類觀測調查或海上鯨豚調查研究。此項作為確實可方便相關單位進行研究調查工作，對於臺灣海域生態或海上鳥類生態環境的了解確有幫助性，可視為本計畫之環境友善作為，也可提升臺灣海域或海上鳥類生態環境了解。</li> <li>2. 本計畫將於風場適當地點安裝至少 1 個高效能雷達，並將回傳資料處理。監測資料會公開於本開發單位網站。</li> <li>3. 風場將擇三處適當位置設置高效能錄影機，記錄風場內鳥類的活動。</li> <li>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 4.4.1-1，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。</li> <li>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。</li> </ol>	<p>本次變更調整第(一)條內容如下：</p> <p>(一) 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，<u>將於風場最外圍風力機組設置最少之航空警示燈</u>，實際設置數量需依屆時所規劃之風力機組配置而定。</p> <p><u>依民航局最新頒布之「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」設置航空警示燈，並取得民航局同意函，燈具選擇可同步閃光的航空警示燈</u>，以減少吸引鳥類靠近的可能性。</p> <p>(刪除)</p>

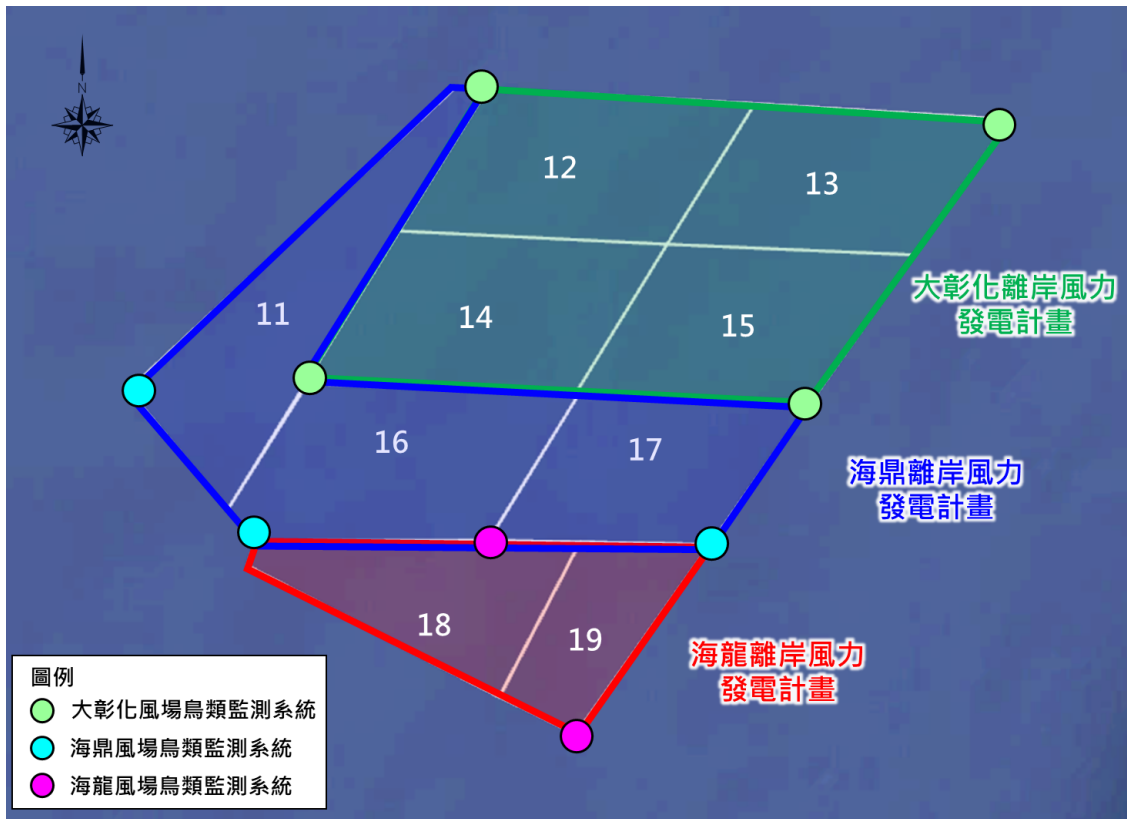


圖 4.4.1-1 海龍案(本案)、大彰化案及海鼎案聯合設置鳥類監測系統示意圖(變更後)

## 4.4.2 環境監測計畫檢討及修正

### 一、原環說

原環說施工前、施工期間、營運期間環境監測計畫，如表 4.4.2-1 和表 4.4.2-3 所示。

### 二、本次變更

本次變更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 1.陸域監測項目將以陸域工程(降壓站及陸纜工程)開始施工日期往前起算其應監測期間」及「備註 2.海域監測項目將以海域工程開始施工日期往前起算其應監測期間」。另配合環境督察總隊意見，於開發單位網站公開完整環境監測報告，將施工前、施工期間、營運期間環境監測計畫之「海上和海岸鳥類船隻目視調查」分項說明，以及新增施工前、施工期間、營運期間環境監測計畫「水下噪音(含鯨豚聲學)儀器及數據回收遺失之應變作法」，新增施工前、施工期間、營運期間「海上鳥類目視調查」及施工前「海上鳥類雷達調查」得因海象條件不佳而順延執行；並調整施工期間環境監測計畫之「水下噪音」第一項之監測地點說明為「距離風機基礎中心點位置 750 公尺 4 處」；因應委員意見增加鳥類雷達調查秋季調查次數，以及增加鳥類雷達調查搭配鳥類目視調查進行，其餘維持與原環說內容不變。本次變更施工前、施工期間、營運期間環境監測計畫，如表 4.4.2-2、表 4.4.2-4 和表 4.4.2-6 所示。

表 4.4.2-1 原環說施工前環境監測計畫表

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

表 4.4.2-2 本次變更施工前環境監測計畫表

類別	監測項目	地點	頻率	
海域水質	水溫、氫離子濃度、生化需氧量、鹽度、溶氧量、氨氮、營養鹽、懸浮固體物及葉綠素甲、大腸桿菌群	風場範圍和鄰近區域 5站(含淺層及深層)	施工前執行一次	
水下噪音 (含鯨豚聲學 監測)	20 Hz~20kHz 之水下噪音,時頻譜及 1-Hz band、1/3 Octave band 分析	風場範圍 2 站	施工前一年將執行一年四季,每季 1 次且每季連續 14 天	
海域生態	1.水下攝影	預計風機位置一處	施工前執行一次	
	2.漁業資源調查	風場範圍漁業資源背景調 查資料(含漁船數目、漁 業活動形式、魚種、漁獲 量等)	施工前執行一次	
鳥類生態	1.海上鳥類船隻目視調查: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 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 (24HR/垂直及水平雷達)	風場範圍	施工前執行 2 年 每年進行 17 日次調查 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		施工前執行 2 年 第 1 年於春、秋季每季 3 日次,夏、 冬季每季 1 日次 第 2 年於春季每季 5 日次,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 2.澎湖鳳頭燕鷗	施工前執行一次	
文化資產	陸域文化資產判釋	陸域自設降壓站位置鑽孔 取樣	考古專業人員協助判釋 (施工前鑽孔取樣至少三處)	
	水下文化資產判釋	每座風機位置鑽孔取樣	考古專業人員協助判釋	

註1.陸域監測(鳥類生態(海岸鳥類目視調查)、陸域文化資產判釋)項目將以陸域工程(降壓站及陸纜工程)開始施工日期往前起算其應監測期間。

註2.海域監測(海域水質、水下噪音(含鯨豚聲學監測)、海域生態、鳥類生態(海上鳥類船隻目視調查、鳥類雷達調查、鳥類繫放衛星定位追蹤)、水下文化資產判釋)項目將以海域工程開始施工日期往前起算其應監測期間。

註3.為使水下噪音(含鯨豚聲學)調查儀器能如預期佈設及回收,本計畫規劃水下噪音(含鯨豚聲學)儀器及數據回收遺失之應變作法,說明如下:

1.本計畫將要求水下噪音(含鯨豚聲學)調查團隊於每季的第一個月進行佈放後,監測14日以上,並視海況條件允許,儘速出海回收儀器。

2.於回收時若發現調查儀器遺失,將提出本計畫確實已出海執行此項監測工作之證明,以利後續說明。

3.後續在海況條件允許下,將再盡快安排補救之水下噪音(含鯨豚聲學)調查,且為確保補救資料能確實回收,調查船隻將於儀器布放下水後,於附近海域進行儀器戒護工作,如量測過程中GPS浮標位置顯示有超出風場範圍或異常情況,則前往排除異常情況。待量測時間滿24小時,即回收各點位儀器。

4.為確保調查人員及船隻安全性,若遇有突發海象條件惡劣變化因素,基於安全考量將駛回港口待命。

5.倘採用補救措施,應加註說明。

註4.水下攝影監測將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。

註5.海上鳥類目視調查考量調查船隻和人員安全風險,參考交通部中央氣象局航行海象系統或國際常用之海象預測系統(如Windguru、Windy、ECMWF等),於浪高 $\leq 1$ 公尺之連續天數至少3天的海象條件下執行,若當月/季符合上述海象條件之次數不足應調查次數,得因海象條件不佳而順延執行,惟全年總調查次數不變。

註6.海上鳥類雷達調查考量調查船隻和人員安全風險,參考交通部中央氣象局航行海象系統或國際常用之海象預測系統(如Windguru、Windy、ECMWF等),於浪高 $\leq 1$ 公尺之連續天數至少3天的海象條件下執行,若當月/季符合上述海象條件之次數不足應調查次數,得因海象條件不佳而順延執行,惟全年總調查次數不變。

表 4.4.2-3 原環說施工期間環境監測計畫表

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

註1.營建噪音監測工作將分別於計畫降壓站工程及陸纜工程施工期間進行。

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

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

表 4.4.2-4 本次變更施工期間環境監測計畫表

類別	監測項目	地點	頻率	
陸域施工	空氣品質 1.風向、風速 2.粒狀污染物(TSP、PM <sub>10</sub> 、PM <sub>2.5</sub> )	降壓站附近1站	每季1次，每次連續24小時監測	
	噪音振動 環境噪音振動： 各時段(日間、晚間、夜間)均能音量及日夜振動位準 營建噪音： 1.低頻(20 Hz~200 Hz量測Leq) 2.一般頻率(20Hz~20kHz量測Leq及Lmax)	1.降壓站附近1站 2.陸纜沿線1站	每季1次，每次連續24小時監測	
		降壓站工地外周界1公尺處1站	每月1次，每次量測連續2分鐘以上	
	陸域生態	陸域動、植物生態(環保署動、植物技術規範執行)	陸域輸電系統(含降壓站、陸纜及其附近範圍)	每季1次
	文化資產	陸域施工考古監看	開挖範圍	考古專業人員每日監看
海域施工	海域水質	水溫、氫離子濃度、生化需氧量、鹽度、溶氧量、氨氮、營養鹽、懸浮固體物及葉綠素甲、大腸桿菌群	風場鄰近區域5站(含淺層及深層)	每季1次
	鳥類生態	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 春、夏、秋季每月1次，冬季每季1次
		2.海岸鳥類目視調查：種類、數量、棲身及活動情形、飛行路徑、季節性之族群變化等(含岸邊陸鳥及水鳥)	上岸點鄰近海岸	
	海域生態	1.潮間帶：底棲生物	海纜上岸段潮間帶2站	每季1次
		2.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	
		3.魚類	調查3條測線	每季1次
		4.鯨豚生態調查(海上船隻目視調查；調查期間將全程錄影)	風場範圍	每年視覺監測20趟次(涵蓋春、夏、秋、冬4個季節)
		5.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	

註1.營建噪音監測工作將分別於計畫降壓站工程及陸纜工程施工期間進行。

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

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

註4.為使水下噪音(含鯨豚聲學)調查儀器能如期佈設及回收，本計畫規劃水下噪音(含鯨豚聲學)儀器及數據回收遺失之應變作法，說明如下：

1.本計畫將要求水下噪音(含鯨豚聲學)調查團隊於每季的第一個月進行佈設後，監測14日以上，並視海況條件允許，儘速出海回收儀器。

2.於回收時若發現調查儀器遺失，將提出本計畫確實已出海執行此項監測工作之證明，以利後續說明。

3.後續在海況條件允許下，將再盡快安排補救之水下噪音(含鯨豚聲學)調查，且為確保補救資料能確實回收，調查船隻將於儀器布放下水後，於附近海域進行儀器戒護工作，如量測過程中GPS浮標位置顯示有超出風場範圍或異常情況，則前往排除異常情況。待量測時間滿24小時，即回收各點位儀器。

4.為確保調查人員及船隻安全性，若遇有突發海象條件惡劣變化因素，基於安全考量將駛回港口待命。

5.倘採用補救措施，應加註說明。

註5.水下攝影監測將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。

註6.海上鳥類目視調查考量調查船隻和人員安全風險，參考交通部中央氣象局航行海象系統或國際常用之海象預測系統(如Windguru、Windy、ECMWF等)，於浪高≤1公尺之連續天數至少3天的海象條件下執行，若當月/季符合上述海象條件之次數不足應調查次數，得因海象條件不佳而順延執行，惟全年總調查次數不變。



表 4.4.2-5 原環說營運期間環境監測計畫表

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

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

表 4.4.2-6 本次變更營運期間環境監測計畫表

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

註1:於停止執行各監測項目前，將依環評法施行細則第37條規定申請停止營運階段之監測工作。

註2.為使水下噪音(含鯨豚聲學)調查儀器能如預期佈設及回收，本計畫規劃水下噪音(含鯨豚聲學)儀器及數據回收遺失之應變作法，說明如下：

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

註3.水下攝影監測將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。

註4.海上鳥類目視調查考量調查船隻和人員安全風險，參考交通部中央氣象局航行海象系統或國際常用之海象預測系統(如Windguru、Windy、ECMWF等)，於浪高 $\leq 1$ 公尺之連續天數至少3天的海象條件下執行，若當月/季符合上述海象條件之次數不足應調查次數，得因海象條件不佳而順延執行，惟全年總調查次數不變。

## 4.5 開發行為變更內容差異說明

本次變更前後差異說明如表 4.5-1。

表 4.5-1 開發行為變更內容差異說明表

項目	原環說通過內容	本次變更內容	說明
營業所地址	營業所： 10533 臺北市松山區南京東路 4 段 130 號 10F-2	營業所： 10488 臺北市中山區南京東路三段 168 號 13 樓之 3	因應本公司搬遷辦公地點，故於本次變更營業所地址。
鳥類廊道規劃	—	本計畫配合經濟部整體規劃，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，將於海龍三號風場留設 2,000 公尺(約 9D)銜接連續之鳥類廊道，以提供鳥類更友善飛行空間。	本計畫配合審查結論及原環說定稿本承諾，於 106 年秋季至 107 年春季完成鳥類調查作業，並配合其他風場調查成果提出「彰化雲林地區離岸式風力發電計畫環境影響調查報告書」送審，目前已於 109 年 5 月 8 日通過專案小組第 3 次初審會議。本計畫依據專案小組第 3 次初審會議決議，劃設海龍二號、海龍三號與相鄰風場連續之鳥類通行廊道規劃，提升鳥類友善飛行空間，對於鳥類飛行將具有正面助益。
機組佈置規劃	(1) 單機裝置容量 <u>原環說單機裝置容量介於 6~9.5 MW(表 4.3-1)</u> ，若以 6MW 進行機組佈置，則佈置數量約為 78 部，裝置容量為 468MW；若以 9.5MW 進行機組佈置，則佈置數量約為 53 部，裝置容量不超過原經濟部能源局轉送開發行為申請規模之 512 百萬瓦(MW)。隨單機裝置容量增加，則機組佈置數量減少，但總裝置容量則增大，故本計畫最多風機機組數量為 78 部，最大裝置容量為 512MW，如未來技術提升，也可能採用單機容量更大的機組。	(1) 單機裝置容量 <u>本次變更除維持原 6~9.5MW 規劃外(表 4.3-1)</u> ，新增較大單機容量 11MW~15MW 規劃，若以單機容量 11MW 進行機組佈置，則佈置數量約為 46 部，裝置容量為 506MW；若以單機容量 15MW 進行機組佈置，則佈置數量約為 34 部，總裝置容量約為 510MW，裝置容量不超過原經濟部能源局轉送開發行為申請規模之 512 百萬瓦(MW)，如未來技術提升，也可能採用單機容量更大的機組。	配合全球風機朝向大型化發展趨勢(圖 4.1-1)，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。海龍二號風場依據「彰化外海岸風電潛力場址海域預定航道」退縮風場，由 100.5km <sup>2</sup> 減少為 59.2km <sup>2</sup> ，面積減少 40%(圖 4.1-2)，故擬採更大型化風機，以符合政府核准分配容量。

表 4.5-1 開發行為變更內容差異說明表(續 1)

項目	原環說通過內容	本次變更內容	說明
機組佈置規劃	<p>(2) 風力機組間距 原環說風力機組最小非平行盛行風向間距至少為 5 倍葉輪直徑(約 5D)佈置，最小平行盛行風向間距至少為 7 倍葉輪直徑(約 7D)佈置，其風機間距均大於 4D 之設計原則，其風機設置方案參考如表 4.3-2 所示。惟實際依採用之風力機組型式及風能效益評估，而有不同機組間距調整。</p> <p>(3) 與相鄰潛力場址緩衝間距 原環說與相鄰潛力場址之邊界將留設 6 倍最大轉子直徑做為緩衝區(依單機裝置容量不同，約介於 906~984 公尺)。而與相鄰航道部份，航港局目前擬定中的航道總寬度為 9 浬，已超出國際慣例約 7 浬，已預留足夠安全緩衝帶，故在航道側邊界未再留設 6D 緩衝區，最短僅留有風扇最長垂直投影線不超過邊界的距離(約 0.6D)。</p>	<p>(2) 風力機組間距 本次變更新增較大單機容量 11MW~15MW 風力機組，非盛行風向風機間距不小於 755 公尺之風機數量比率至少 33%，不小於 666 公尺之風機數量比率至少 67%，盛行風向間距至少 1,158 公尺，其風機設置方案參考如圖 4.3-3 所示(本圖風機點位僅為示意，點位配置將依照實際條件予以調整)。惟實際依採用之風力機組型式及風能效益評估，而有不同機組間距調整。</p> <p>(3) 與相鄰潛力場址緩衝間距 本次變更與相鄰潛力場址之邊界將留設 6 倍最大轉子直徑做為緩衝區(依單機裝置容量不同，約介於 906~1,380 公尺)。而與相鄰航道部份，航港局目前擬定中的航道總寬度為 9 浬，已超出國際慣例約 7 浬，已預留足夠安全緩衝帶，故在航道側邊界未再留設 6D 緩衝區，惟仍將依經濟部能源局相關規定，風機掃風範圍(離岸風機扇葉 360 度動態旋轉垂直投影)不超過風場邊界。</p>	<p>配合全球風機朝向大型化發展趨勢(圖 4.1-1)，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。</p> <p>海龍二號風場依據「彰化外海岸風電潛力場址海域預定航道」退縮風場，由 100.5km<sup>2</sup> 減少為 59.2km<sup>2</sup>，面積減少 40%(圖 4.1-2)，故擬採更大型化風機，以符合政府核准分配容量。</p>
風機基樁直徑	原環說基樁直徑約在 2.6~3.5 公尺之間。	本次變更除維持原 6~9.5MW 規劃外，新增較大單機容量 11MW~15MW 風機基樁直徑約在 3.2~4.4 公尺之間。	

表 4.5-1 開發行為變更內容差異說明表(續 2)

項目	原環說通過內容	本次變更內容	說明
預定工程進度	<p>本計畫工程施工、竣工驗收及移交預計約 4 年完成，<u>施工期程預計 2022~2024 年，於 2024 年底完工商轉。</u>其中陸上電纜等施工與基樁、基礎、海纜、塔柱及風機等海事工程施工可同時進行施作。屆時以執行之取得進度為準。</p>	<p>本次變更工程施工、竣工驗收及移交預計約 4 年完成，<u>施工期程預計 2023~2026 年，於 2026 年底完工商轉。</u>其中陸上電纜等施工與基樁、基礎、海纜、塔柱及風機等海事工程施工可同時進行施作。屆時以執行之取得進度為準。</p>	<p>配合完工併聯年度時程，調整計畫預計施工期程為 2023~2026 年，並於 2026 年底完工商轉。</p> <p>本計畫環境影響說明書於 2018 年 7 月 18 日取得定稿核備函，後續依據經濟部「離岸風力發電規劃場址容量分配作業要點」，於 2019 年 5 月分別取得遴選及競價分配容量，遴選分配容量預定完工併聯年度為 2024 年，競價分配容量預定完工併聯年度為 2025 年，預估整體完工商轉期程為 2026 年。</p>
環境保護對策	<p>1. 鳥類環境保護對策 將優先選用較大風機，以降低鳥類影響。</p> <p>(1) 風機大型化規劃，單機裝置容量採 6~9.5MW。</p> <p>(2) 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)。</p> <p>(3) 與相鄰風場間距至少為葉片直徑 6 倍(906~984 公尺)。</p> <p>(4) 風機葉片距離海面高度至少 25 米。</p>	<p>1. 鳥類環境保護對策 將優先選用較大風機，以降低鳥類影響。</p> <p>(1) 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>(2) 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，風機間距不小於 755 公尺之風機數量至少 33%，不小於 666 公尺至少 67%。</p> <p>(3) 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 906~1,380 公尺)。</p> <p>(4) 風機葉片距離海面高度至少 25 米。</p>	<p>配合補充原環說施工期間鳥類環境保護對策第(二)條第 1 項第(3)款內容</p>

表 4.5-1 開發行為變更內容差異說明表(續 3)

項目	原環說通過內容	本次變更內容	說明
環境保護對策	2. 原環說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、表 4.4.1-3、表 4.4.1-4。	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、表 4.4.1-3、表 4.4.1-4。	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、文化資產、營運期間鳥類生態等環境保護對策。
環境監測計畫	本計畫相關監測資料依法均須定期呈報環保主管機關並受電業主管機關定期追蹤考核， <u>未來僅會在開發單位網站上提供摘要性的資訊。</u>	本計畫相關監測資料依法均須定期呈報環保主管機關並受電業主管機關定期追蹤考核， <u>並於開發單位網站公開完整環境監測報告。</u>	因應環境督察總隊意見，於開發單位網站公開完整環境監測報告。
	原環說施工前環境監測計畫詳表 4.3-3 所示。	本次變更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，詳表 4.3-4 所示，說明如下： 註 1.陸域監測(鳥類生態(海岸鳥類目視調查)、陸域文化資產判釋)項目將以陸域工程(降壓站及陸纜工程)開始施工日期往前起算其應監測期間。 註 2.海域監測(海域水質、水下噪音(含鯨豚聲學監測)、海域生態、鳥類生態(海上鳥類船隻目視調查、鳥類雷達調查、鳥類繫放衛星定位追蹤)、水下文化資產判釋)項目將以海域工程開始施工日期往前起算其應監測期間。	離岸風力發電施工主要包含海域工程及陸域工程，由於海、陸域工程規劃進度及施工啟動時間不相同。 因此本次變更配合工程規劃，新增陸域及海域施工前環境監測工作起始日期說明。

表 4.5-1 開發行為變更內容差異說明表(續 4)

項目	原環說通過內容	本次變更內容	說明
環境 監測 計畫	原環說施工前、施工期間、營運期間環境監測計畫如表 4.4.2-1、表 4.4.2-3、表 4.4.2-5 所示。	<p>本次變更調整施工前、施工期間、營運期間環境監測計畫如表 4.4.2-2 和表 4.4.2-4、表 4.4.2-6 所示。項目如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 施工前、施工期間、營運期間「海上和海岸鳥類船隻目視調查」分項說明。</li> <li>2. 新增施工前、施工期間、營運期間「水下噪音(含鯨豚聲學)儀器及數據回收遺失之應變作法」。</li> <li>3. 調整施工期間「水下噪音」第一項之監測地點說明為「距離風機基礎中心點位置 750 公尺 4 處」。</li> <li>4. 新增施工前、施工期間、營運期間「水下攝影監測將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」。</li> <li>5. <u>新增施工前、施工期間、營運期間「海上鳥類目視調查考量調查船隻和人員安全風險，參考交通部中央氣象局航行海象系統或國際常用之海象預測系統(如 Windguru、Windy、ECMWF 等)，於浪高 <math>\leq 1</math> 公尺之連續天數至少 3 天的海象條件下執行，若當月/季符合上述海象條件之次數不足應調查次數，得因海象條件不佳而順延執行，惟全年總調查次數不變」。</u></li> <li>6. <u>新增施工前「海上鳥類雷達調查考量調查船隻和人員安全風險，參考交通部中央氣象局航行海象系統或國際常用之海象預測系統(如 Windguru、Windy、ECMWF 等)，於浪高 <math>\leq 1</math> 公尺之連續天數至少 3 天的海象條件下執行，若當季符合上述海象條件之次數不足應調查次數，得因海象條件不佳而順延執行，惟全年總調查次數不變」。</u></li> </ol>	<p>因應環境督察總隊意見及環境影響評估審查委員會第 385 次會議結論，分項說明施工前、施工期間、營運期間「海上和海岸鳥類船隻目視調查」，新增施工前、施工期間、營運期間水下噪音(含鯨豚聲學)儀器及數據回收遺失之應變作法，調整施工期間水下噪音第一項之監測地點，新增水下攝影量化分析說明，<u>新增海上鳥類目視調查、海上鳥類雷達調查於得</u>  <u>因海象條件不佳而順延執行。</u></p>

表 4.5-1 開發行為變更內容差異說明表(續 5)

項目	原環說通過內容	本次變更內容	說明
環境 監測 計畫	原環說施工前、營運期間環境監測計畫如表 4.4.2-1、表 4.4.2-5 所示。	<p>本次變更調整施工前、營運期間環境監測計畫如表 4.4.2-2 和表 4.4.2-6 所示。項目如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 增加鳥類雷達調查秋季調查次數。監測頻率調整為春、夏季每季 5 日次，<u>秋季每季 6 日次</u>，冬季每季 1 日次，每年共進行 <u>17 日次</u> 調查。</li> <li>2. <u>增加鳥類雷達調查搭配鳥類目視調查進行</u>。施工前執行 2 年，第 1 年於春、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；第 2 年於春季每季執行 5 日次，秋季每季執行 3 日次，夏、冬季每季執行 1 日次。</li> </ol>	<p>因應委員意見增加鳥類雷達調查秋季調查次數，以建立鳥類生態調查基礎資料；也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，對於實際飛行經過的隻數和鳥種等，尚有其技術困難性，遂於各季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。</p>



## 第五章 變更內容無第三十八條第一項各款應重新 辦理環境影響評估適用情形之具體說明

本次變更並未涉及環境影響評估法施行細則第 38 條所列之項目並逐條說明  
如表 5-1：

**表 5-1 本次開發案環境影響評估法施行細則第 38 條檢討一覽表**

施行細則第 38 條	本計畫逐項檢討說明
一、計畫產能、規模擴增或路線延伸百分之十以上者。	本次變更維持原環說風場面積 85.2 平方公里、最多風機數量 78 部及最大總裝置容量 512MW 之規劃，變更項目僅包含變更營業所地址、相鄰風場銜接連續之鳥類廊道規劃、機組佈置規劃、風機基樁直徑、預定工程進度、環境保護對策以及環境監測計畫等。 <b>不涉及計畫產能、規模擴增或路線延伸百分之十以上者。</b>
二、土地使用之變更涉及原規劃之保護區、綠帶緩衝區或其他因人為開發易使環境嚴重變化或破壞之區域者。	本次變更項目僅包含變更營業所地址、相鄰風場銜接連續之鳥類廊道規劃、機組佈置規劃、風機基樁直徑、預定工程進度、環境保護對策以及環境監測計畫等。 <b>不涉及原規劃之保護區、綠帶緩衝區或其他因人為開發易使環境嚴重變化或破壞之區域。</b>
三、降低環保設施之處理等級或效率者。	本次變更項目僅包含變更營業所地址、相鄰風場銜接連續之鳥類廊道規劃、機組佈置規劃、風機基樁直徑、預定工程進度、環境保護對策以及環境監測計畫等。 <b>不涉及降低環保設施之處理等級或效率者之情形。</b>
四、計畫變更對影響範圍內之生活、自然、社會環境或保護對象，有加重影響之虞者。	本次變更項目僅包含變更營業所地址、相鄰風場銜接連續之鳥類廊道規劃、機組佈置規劃、風機基樁直徑、預定工程進度、環境保護對策以及環境監測計畫等。經評估空氣品質(海域工程)、噪音振動(風機運轉噪音)與背景濃度加成後均符合環境品質標準，水下噪音、鳥類撞擊評估與原環評比較後，未有加重環境影響之虞。 <b>不涉及計畫變更對影響範圍內之生活、自然、社會環境或保護對象有加重影響之虞者。</b>
五、對環境品質之維護，有不利影響者。	本次變更項目僅包含變更營業所地址、相鄰風場銜接連續之鳥類廊道規劃、機組佈置規劃、風機基樁直徑、預定工程進度、環境保護對策以及環境監測計畫等。經評估空氣品質(海域工程)、噪音振動(風機運轉噪音)、水下噪音(海域工程)、鳥類撞擊評估與原環評比較後，未有加重環境影響之虞。 <b>本計畫已擬定相關減輕對策，對環境品質之維護無不利影響。</b>
六、其他經主管機關認定者。	本計畫屬潔淨再生能源風力發電計畫，僅以天然風力提供機組運轉發電，並無其他經主管機關認定有顯著不利之影響狀況。

資料來源：本計畫整理。

## 第六章 開發行為或環境保護對策變更後， 對環境影響之差異分析

本次變更計畫為離岸風力發電計畫，變更內容包含變更營業所地址、相鄰風場銜接連續之鳥類廊道規劃、機組佈置規劃、風機基樁直徑、預定工程進度、環境保護對策、環境監測計畫等。不涉及風場範圍、總裝置容量、陸域輸電系統工程、陸上降壓站工程等。

變更前後主要差異為新增風機機組大型化規劃，將減少風場內風機數量，涉及重新評估項目包括空氣品質(海域工程)、噪音振動(風機運轉噪音)、水下噪音、鳥類撞擊評估等，評估結果與原環說比對後影響差異輕微，以下針對上述影響差異環境因子項目進行評估。變更前後環境影響差異分析如表 6-1。模擬評估情境及評估結果簡述如下：

一、空氣品質(海域工程)：本次變更與原環說相同評估條件，以單日海上工程作業船隻最大操作數量進行評估，惟氣象檔更新至 106 年。

由於本計畫風場離岸最近距離約 50~60 公里，因此施工階段船隻空污排放源距離岸上敏感受體(彰濱秀傳紀念醫院和線西服務中心)相對遙遠，變更前後模擬結果顯示，除 PM<sub>2.5</sub> 背景值已超過空氣品質標準外，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，空氣污染物增量極為輕微。

二、噪音振動(風機運轉噪音)：本次變更採用 11MW 風力發電機組同時運轉情況作為模擬評估情境。

本次變更模擬評估結果與原環說比對，變更前後全頻噪音經衰減至距離風機最近敏感受體噪音增量為 0.0dB(A)，低頻噪音經衰減至距離風機最近敏感受體噪音增量為 0.0dB(A)。

三、水下噪音(基礎打樁)：本次變更採用 15MW 風力發電機組基礎打樁情況作為模擬評估情境，以最大樁槌能量 2,500 kJ 進行模擬。

本次變更模擬評估結果與原環說比對，風機單機容量由 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 $\mu$ Pa2s」。

四、鳥類撞擊評估(風機同時運轉)：本次變更分別以 11 MW 及 15 MW 風機同時運轉作為模擬評估情境。

由於本計畫機組數量由 53~78 部減至 34~46 部，風機陣列排數由 7~8 排減至 2~3 排，所需架設的風機數量減少，可減少鳥類飛行閃避，提升鳥類飛行廊

道。故本次變更模擬評估結果與原環說比對，無論 11 MW 或 15 MW 風機造成的鳥類撞擊數量均低於原環說最大撞擊量。

五、海域生態：本次變更新增風機大型化方案(11~15MW)，可減少整體風機設置數量，評估將可降低整體海域環境影響之衝擊，如減少水下噪音影響期間、海床懸浮固體擾動及底棲生態等海域環境之影響。

表 6-1 變更前後環境因子差異性分析

環境因子	影響範圍	場址周邊	
		施工期間	營運期間
地形及地質		無差異	無差異
水文及水質		無差異	無差異
空氣品質(陸域工程)		無差異	無差異
空氣品質(海域工程)		影響差異輕微	無差異
噪音振動(陸域工程)		無差異	無差異
噪音振動(風機運轉噪音)		無差異	影響差異輕微
水下噪音		影響差異輕微	無差異
電磁場		無差異	無差異
廢棄物		無差異	無差異
剩餘土方處理計畫		無差異	無差異
通訊干擾		無差異	無差異
溫室氣體減量		無差異	無差異
生態環境(陸域、海域、漁業資源、陸域鳥類、鯨豚)		無差異	無差異
生態環境(鳥類撞擊評估)		無差異	影響差異輕微
景觀美質及遊憩		無差異	無差異
社會經濟		無差異	無差異
交通環境		無差異	無差異
文化資產		無差異	無差異
安全評估		無差異	無差異
健康風險評估		無差異	無差異

註：本次變更整理。

## 6.1 變更差異影響評估

### 6.1.1 空氣品質(海域工程)

#### 一、 海域施工作業船隻空氣污染物排放係數

未來海域施工行為對空氣可能的影響主要產生在於施工時所配置工作船、警戒船、輔助船及測量船等大型船隻燃燒燃料所排放之空氣污染物，每艘工作船隻均單獨視為一個空氣污染物排放點源進行評估計算。

本次變更新增大型化風機(11~15MW)，機組基座大小由 25x25 公尺調整為 30x30 公尺，由於變更前後風機基礎形式均為套筒式基礎，故施工流程、施工船舶及作業機具並無明顯差異，故施工時所配置施工作業船隻維持與原環說相同。

本次變更採用 ISCST3 點源模式模擬分析海域施工作業船隻對空氣品質影響，參考美國環保署發表「Emissions Processing and Sensitivity Air Quality Modeling of Category 3 Commercial Marine Vessel Emissions」之模擬係數，其大型船舶煙囪之排放特性如下：

- (一) 管道高度：20 公尺
- (二) 管道流速：25 公尺/秒
- (三) 管道內徑：0.8 公尺
- (四) 管道溫度：282 °C

本次變更將所有船隻採上述大型船隻之管道參數做保守評估，排放係數則依據 TEDS 9.0 版之「船舶燃燒—商船重油」係數(如表 6.1.1-1)，以各類船隻之耗油量及船隻尺寸，換算各類船隻對各項空氣污染物之排放強度及排放係數，如表 6.1.1-2 所示。

## 二、海上工程及作業船隻

海上工程包含海上變電站工程、海域纜線工程、風機間纜線工程、風機基礎施工、風機上部組件安裝工程、安裝完成後機電測試工程，各項工程所需使用之船隻類別、數量等均不相同，本次變更假設所有工程項目於同一時間，於風場內離岸最近一側(東側)同時施做，單日海上作業船隻最大操作數量及最大耗油量詳表 6.1.1-3。

**表 6.1.1-1 船舶作業之空氣污染物係數**

排放係數(kg/kL, 公斤/公秉)				
TSP	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub>
1.78	1.78	1.48	17.00S	2.66

註：國際商船重油硫含量為 2.7%。

資料來源：臺灣空氣污染排放量[TEDS9.0]面源—排放量推估手冊（106 年 1 月 3 日版）。

**表 6.1.1-2 海上作業船隻之空氣污染物排放強度及排放係數**

船型	單船耗油量 (mt/day)	單船排放係數 (g/s)				
		TSP	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub>
		>50Te Bollard pull towing tug	8	0.18	0.18	0.15
50Te Bollard pull towing tug	8	0.18	0.18	0.15	4.72	0.27
300' x 90' barge	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cable Lay Vessel	15	0.34	0.34	0.28	8.85	0.51
Crew Transfer Vessels	2	0.05	0.05	0.04	1.18	0.07
DP2 supply vessel	20	0.46	0.46	0.38	11.81	0.68
Heavy Lift Vessel	25	0.57	0.57	0.47	14.76	0.86
Jack-up Vessel	15	0.34	0.34	0.28	8.85	0.51
tug	8	0.18	0.18	0.15	4.72	0.27

註 1：本表所載之海上作業船隻尺寸及耗油量係參考船隻型錄，未來實際開發使用之作業船隻依據實際工程作業需求規劃。

註 2：重油比重為 0.9。

表 6.1.1-3 本次變更各項海上工程所需之作業船隻及操作數量

工程名稱	船型	單船耗油量	數量	單日最大耗油量
		(mt/day)		(mt)
海上變電站工程	300' x 90' barge (for OSS topsides, jacket and piles)	0	1	0
	>50Te Bollard pull towing tug (for OSS topsides, jackets and piles)	8	1	8
	Heavy Lift Vessel (assumed for piles, jacket and topsides installation)	25	1	25
	DP2 supply vessel (assumed for grouting jacket foundation)	20	1	20
	DP2 supply vessel (grouting supply)	20	1	20
海域纜線工程	Cable lay vessel	15	1	15
	Tug (PLGR)	8	1	8
風機間纜線工程	Cable Lay Vessel	15	1	15
	tug (PLGR)	8	1	8
	tug (burial)	8	1	8
風機基礎施工	300' x 90' barge (piles)	0	1	0
	>50Te Bollard pull towing tug (piles)	8	1	8
	Jack-up Vessel (assumed for piling)	15	1	15
	300' x 90' barge (jackets)	0	1	0
	50 Te Bollard pull towing tug (jackets)	8	1	8
	Heavy Lift Vessel (assumed for jacket installation)	25	1	25
	DP2 supply vessel (assumed for grouting jacket foundation)	20	1	20
DP2 supply vessel (grouting supply)	20	1	20	
風機上部組件安裝工程	Jack-up vessel	15	1	15
安裝完成後機電測試工程	Crew Transfer Vessels (for mechanical completion & commissioning)	2	4	8
合計		—	23	246

### 三、工區排放空氣污染評估模式

本次變更計畫選擇美國環保署推薦優選模式 ISCST3 模式評估施工裸露面源與施工機具排放空氣污染量，其中氣象資料採用環保署模式支援中心下載之民國 106 年(2017 年)ISC 標準氣象檔，資料來源為梧棲測站地面氣象資料及板橋探空站同年探空資料。模擬控制參數列於表 6.1.1-4。

表 6.1.1-4 ISCST3 模式控制參數

施工區域	模擬範圍 (TWD97 座標)	X 起點	95800	X 終點	215800
		Y 起點	2611700	Y 終點	2701700
	承受點配佈	直角座標網格:241 點×181 點			
		極座標網格:			
離散承受點:2 點					
控制參數	城鄉形態	<input checked="" type="checkbox"/> 鄉村型		<input type="checkbox"/> 都市型	
	垂直剖面係數	<input checked="" type="checkbox"/> 使用模式內設值		<input type="checkbox"/> 使用者自定	
	煙流型態	<input checked="" type="checkbox"/> 使用最終煙流高度			
		<input type="checkbox"/> 以下風距離為煙流上昇函數			
	垂直位溫梯度	<input checked="" type="checkbox"/> 使用模式內設值		<input type="checkbox"/> 使用者自定	
	地形修正	<input type="checkbox"/> 使用		<input checked="" type="checkbox"/> 不使用	
	煙囪頂下沖	<input type="checkbox"/> 使用		<input checked="" type="checkbox"/> 不使用	
	浮力擴散	<input checked="" type="checkbox"/> 使用		<input type="checkbox"/> 不使用	
靜風處理	<input checked="" type="checkbox"/> 使用模式內之靜風處理				
	<input type="checkbox"/> 不使用模式內之靜風處理				

### 四、海域及陸域施工期程規劃

本計畫陸域工程預計 2023 年第 1 季開始動工，海域工程預計 2023 年第 2 季開始動工，陸域工程及海域工程施工期程於 2023 年第 2 季至 2024 年第 2 季有重疊情況，各工項同時施工時間如圖 6.1.1-1 所示。

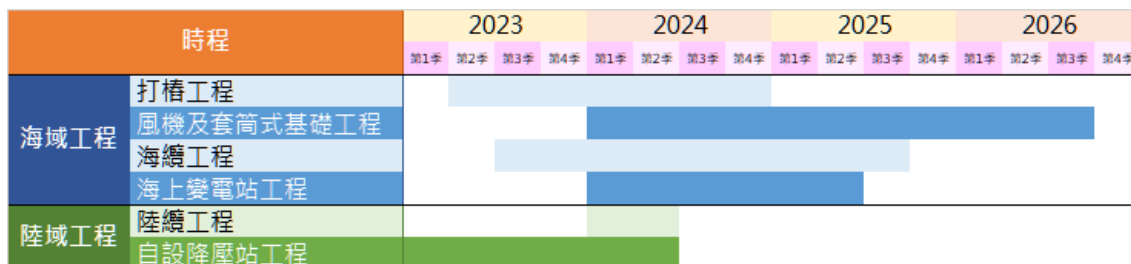


圖 6.1.1-1 海域及陸域施工期程規劃

## 五、空氣品質模擬結果

### (一) 海域工程單獨模擬

以 ISCST3 模式保守模擬在同一時間內之最多作業船隻數量情況，其各空氣污染物擴散模擬結果如表 6.1.1-5、圖 6.1.1-2~3 所示，最大著地濃度落於場址周邊區域。

TSP 經遠距離擴散至敏感受體彰濱秀傳紀念醫院最大日平均值增量 0.01 微克/立方公尺，最大年平均增量為 0.00(0.0005)微克/立方公尺；經遠距離擴散至敏感受體線西服務中心最大日平均值增量為 0.01 微克/立方公尺，最大年平均增量為 0.00(0.0006)微克/立方公尺，與背景濃度加成後均符合空氣品質標準。

PM<sub>10</sub> 經遠距離擴散至敏感受體彰濱秀傳紀念醫院最大日平均值增量 0.01 微克/立方公尺，最大年平均增量為 0.00(0.0005)微克/立方公尺；經遠距離擴散至敏感受體線西服務中心最大日平均值增量為 0.01 微克/立方公尺，最大年平均增量為 0.00(0.0006)微克/立方公尺，與背景濃度加成後均符合空氣品質標準。

PM<sub>2.5</sub> 經遠距離擴散至敏感受體彰濱秀傳紀念醫院最大日平均值增量為 0.01 微克/立方公尺，最大年平均增量為 0.00(0.0004)微克/立方公尺；經遠距離擴散至敏感受體線西服務中心最大日平均值增量為 0.01 微克/立方公尺，最大年平均增量為 0.00(0.0005)微克/立方公尺。本案線西服務中心 PM<sub>2.5</sub> 背景值為 58 微克/立方公尺，已超過空氣品質標準，評估之敏感受體與背景濃度加成後高於空氣品質標準。

SO<sub>2</sub> 經遠距離擴散至敏感受體彰濱秀傳紀念醫院最大小時平均值增量為 0.93ppb，日平均最大值增量為 0.06ppb，年平均增量為 0.01ppb；經遠距離擴散至敏感受體線西服務中心最大小時平均值增量為 1.17ppb，日平均最大值增量為 0.06ppb，年平均增量為 0.01ppb，與背景濃度加成後均符合空氣品質標準。

NO<sub>2</sub> 經遠距離擴散至敏感受體彰濱秀傳紀念醫院最大小時平均值增量為 0.07ppb，年平均最大增量為 0.00(0.0004)ppb；經遠距離擴散至敏感受體線西服務中心最大小時平均值增量為 0.09ppb，年平均最大增量為 0.00(0.0004)ppb，與背景濃度加成後均符合空氣品質標準。

由於本計畫風場離岸最近距離約 50~60 公里，因此施工階段船隻空污排放源距離岸上敏感受體(彰濱秀傳紀念醫院和線西服務中心)相對遙遠，模擬結果除 PM<sub>2.5</sub> 背景值已超過空氣品質標準外，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，空氣污染物增量極為輕微。



表 6.1.1-5 船舶海上作業之空氣污染物模擬結果

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

註 1：模擬環境敏感點背景濃度採於敏感點架設臨時空氣品質測站之實測(詳原環說表 6.1.3-2)

最大值，最大著地位置背景濃度採於場址附近所架設臨時空氣品質測站之實測最大值。

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

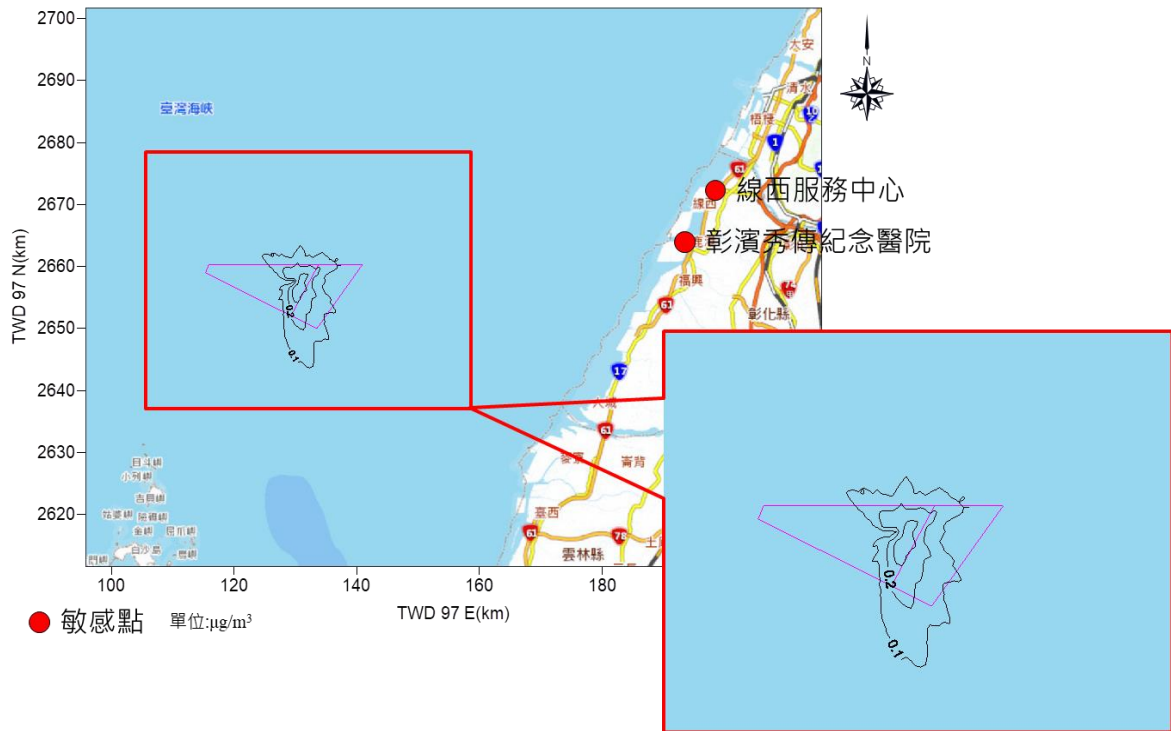


圖 6.1.1-2 船舶海上作業施工期間 TSP 最大日平均值增量模擬圖

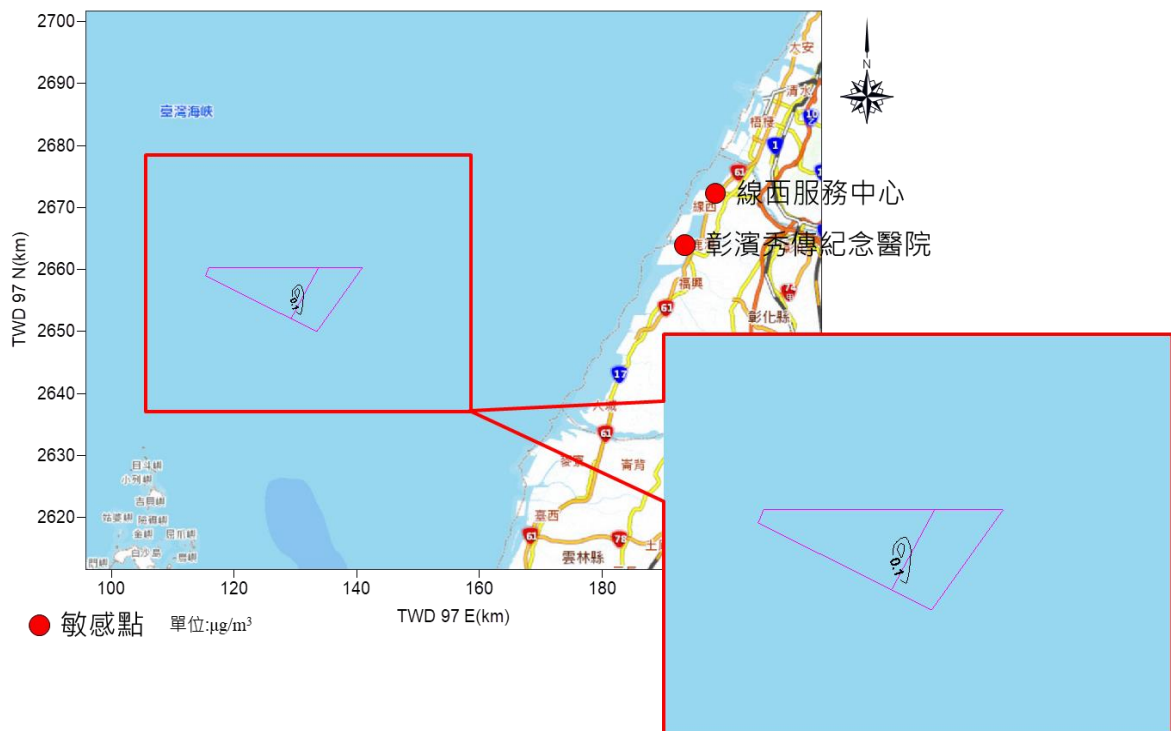


圖 6.1.1-3 船舶海上作業施工期間 TSP 年平均增量模擬圖

## (二) 陸域工程及海域工程合併評估

陸域工程空氣污染來源主要為自設降壓站及陸纜工程，海域工程為對空氣可能的影響主要產生在於施工時所配置工作船、警戒船、輔助船及測量船等大型船隻燃燒燃料所排放之空氣污染物。設置敏感受體點位為彰濱秀傳紀念醫院及線西服務中心。將上述施工期間施工作業產生之空氣污染物輸入 ISCST3 模式中運算，並與現況調查成果中取最大之空氣品質背景值進行疊加。合併評估模擬項目其污染擴散模擬結果如表 6.1.1-6、圖 6.1.1-4~5 所示。

TSP 經擴散至敏感受體彰濱秀傳紀念醫院最大日平均值增量 0.09 微克/立方公尺，最大年平均增量為 0.02 微克/立方公尺；經擴散至敏感受體線西服務中心最大日平均值增量為 0.03 微克/立方公尺，最大年平均增量為 0.00(0.0031)微克/立方公尺，與背景濃度加成後均符合空氣品質標準。

PM<sub>10</sub> 經擴散至敏感受體彰濱秀傳紀念醫院最大日平均值增量 0.07 微克/立方公尺，最大年平均增量為 0.02 微克/立方公尺；經擴散至敏感受體線西服務中心最大日平均值增量為 0.02 微克/立方公尺，最大年平均增量為 0.00(0.0027)微克/立方公尺，與背景濃度加成後均符合空氣品質標準。

PM<sub>2.5</sub> 經擴散至敏感受體彰濱秀傳紀念醫院最大日平均值增量 0.05 微克/立方公尺，最大年平均增量為 0.01 微克/立方公尺；經擴散至敏感受體線西服務中心最大日平均值增量為 0.02 微克/立方公尺，最大年平均增量為 0.00(0.0020)微克/立方公尺，與背景濃度加成後均符合空氣品質標準。本案線西服務中心 PM<sub>2.5</sub> 背景值為 58 微克/立方公尺，已超過空氣品質標準，評估之敏感受體與背景濃度加成後高於空氣品質標準。

SO<sub>2</sub> 經擴散至敏感受體彰濱秀傳紀念醫院最大小時平均值增量為 1.03ppb，日平均最大值增量為 0.06ppb，年平均增量為 0.01ppb；經擴散至敏感受體線西服務中心最大小時平均值增量為 1.30ppb，日平均最大值增量為 0.07ppb，年平均增量為 0.01ppb，與背景濃度加成後均符合空氣品質標準。

NO<sub>2</sub> 經擴散至敏感受體彰濱秀傳紀念醫院最大小時平均值增量為 2.84ppb，年平均最大增量為 0.06ppb；經擴散至敏感受體線西服務中心最大小時平均值增量為 1.40pb，年平均最大增量為 0.01ppb，與背景濃度加成後均符合空氣品質標準。

本計畫風場離岸最近距離約 50~60 公里，因此陸域工程及海域工程幾乎不會產生累積效應，變更前後各項空氣污染物擴散至敏感受體濃度增量以陸域工程為主，海域工程影響不大。模擬結果顯示，除 PM<sub>2.5</sub> 背景值已超過空氣品質標準外，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，變更前後空氣污染物增量極為輕微。

表 6.1.1-6 施工期間空氣污染物模擬結果(陸域工程及海域工程合併評估)

空氣污染物	位置	模擬項目	模擬最大值	背景值【註】	總量	空氣品質標準
TSP ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	彰濱秀傳紀念醫院	24 小時值	0.09	116	116.09	—
		年平均值	0.02	—	—	—
	線西服務中心	24 小時值	0.03	180	180.03	—
		年平均值	0.0031	—	—	—
PM <sub>10</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	彰濱秀傳紀念醫院	24 小時值	0.07	58	58.07	100
		年平均值	0.02	—	—	50
	線西服務中心	24 小時值	0.02	93	93.02	100
		年平均值	0.0027	—	—	50
PM <sub>2.5</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	彰濱秀傳紀念醫院	24 小時值	0.05	24	24.05	35
		年平均值	0.01	—	—	15
	線西服務中心	24 小時值	0.02	58	58.02	35
		年平均值	0.0020	—	—	15
SO <sub>2</sub> (ppb)	彰濱秀傳紀念醫院	最大小時值	1.03	8	9.03	75
		24 小時值	0.06	4	4.06	—
		年平均值	0.01	—	—	20
	線西服務中心	最大小時值	1.30	20	21.30	75
		24 小時值	0.07	6	6.07	—
		年平均值	0.01	—	—	20
NO <sub>2</sub> (ppb)	彰濱秀傳紀念醫院	最大小時值	2.84	20	22.84	100
		年平均值	0.06	—	—	30
	線西服務中心	最大小時值	1.40	18	19.40	100
		年平均值	0.01	—	—	30

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

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

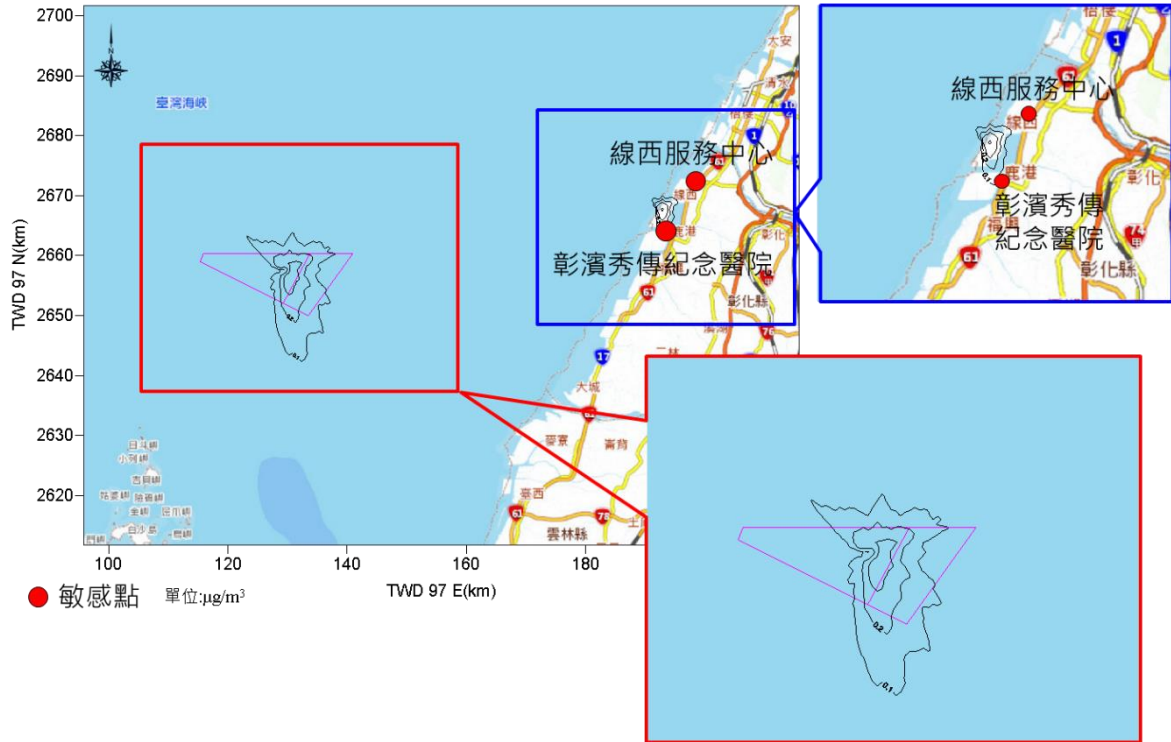


圖 6.1.1-4 施工期間 TSP 最大日平均值增量模擬圖  
(陸域工程及海域工程合併評估)

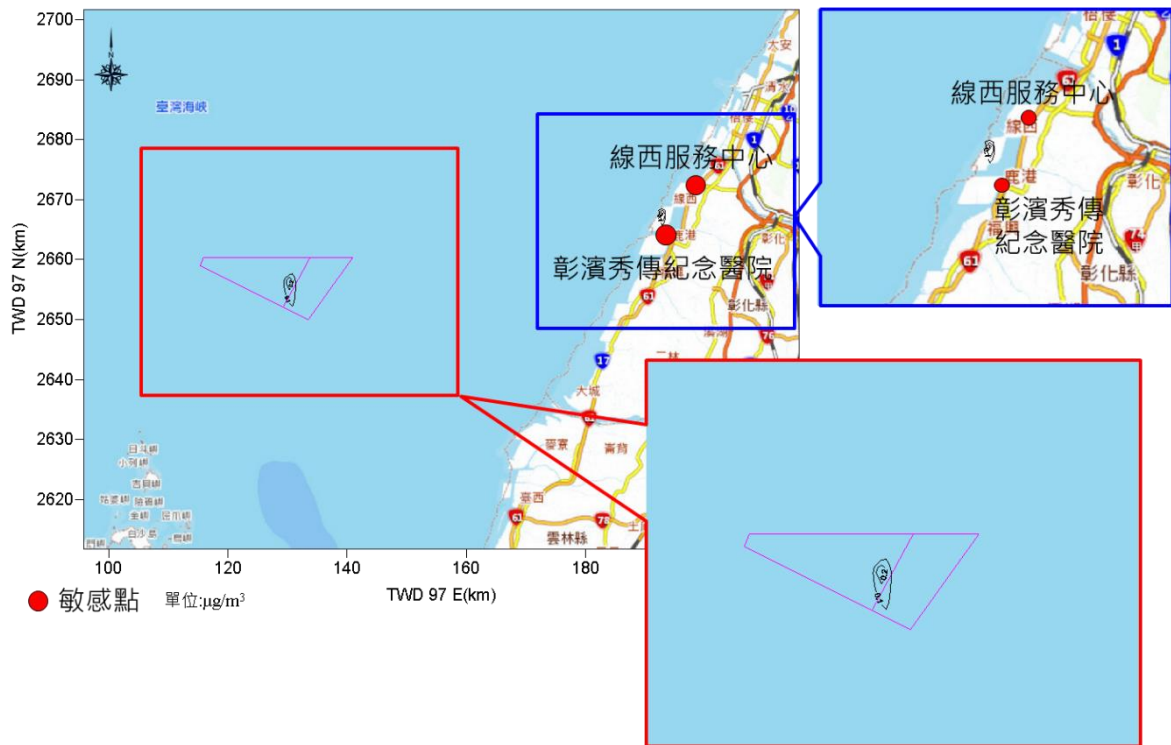


圖 6.1.1-5 施工期間 TSP 年平均增量模擬圖  
(陸域工程及海域工程合併評估)

## 6.1.2 噪音振動(營運期間空傳噪音)

### 一、噪音源說明

風力發電機營運期間噪音源主要為風力發電機之風扇運轉所產生，環保署於中華民國 102 年 8 月 5 日行政院環境保護署環署空字第 1020065143 號令修正發布噪音管制標準，其中第八條其他經主管機關公告之場所及設施之噪音管制標準將風力發電機組全頻及低頻噪音納入管制範圍，本次變更採用新增 11MW、輪轂高度 122 公尺之風力發電機組同時運轉產生之全頻及低頻噪音影響模擬評估。

### 二、噪音源頻譜資料

依據國際電工委員會(International Electrotechnical Commission, IEC)風機噪音量測規範(IEC 61400-11)，實測超過 8MW 以上風機機組，其聲功率不會隨風速而線性提升，而是在 8m/s 後逐漸趨近聲功率最大值，因此風機廠商係根據此規範，執行風速 8m/s 時之全頻及低頻噪音頻譜值。故本次變更採用以風速 8m/s 作為為量測基準之 11MW 風力發電機組運轉全頻及低頻噪音源頻譜作為模擬資料。

### 三、模擬區域

模擬區域係由能源局公布之第 18 號潛力場址進行風機運轉噪音之評估模擬，以評估風機運轉噪音群聚效應可能造成周邊環境之影響。

### 四、評估方法

本計畫採用以風速 8m/s 作為為量測基準之 11MW 風力發電機組運轉全頻及低頻噪音源頻譜，輸入 SoundPLAN 模式中做為點音源，模擬出風機同時運轉時噪音量衰減到受體處的噪音值，再以模擬噪音值與實測值合成後，與各受體所在區域之環境音量標準(全頻)或噪音管制標準(低頻)各時段管制音量進行比較。

### 五、評估結果

#### (一) 單獨評估

由於本計畫離岸最近距離約 50~60 公里，全頻噪音及低頻噪音經衰減至距離風機最近敏感受體噪音增量均為 0.0dB(A)，顯示營運階段所產生全頻噪音及低頻噪音，對附近敏感受體屬於無影響或可忽略影響。

#### 1. 全頻噪音(25 Hz 至 20 kHz)

本次變更模擬結果如表 6.1.2-1 及圖 6.1.2-1 所示。經模式模擬得知，全部風機同時運轉產生之全頻噪音經衰減至距離風機最近受體，受體

噪音量為 0.0dB(A)，顯示本次變更風機營運階段所產生全頻噪音，對附近敏感受體屬於無影響或可忽略影響。

## 2. 低頻噪音(25 Hz 至 200 Hz)

本次變更模擬結果如表 6.1.2-2 及圖 6.1.2-2 所示。經模式模擬得知，全部風機同時運轉產生之低頻噪音經衰減至距離風機最近受體，受體噪音量為 0.0dB(A)，各時段噪音增量皆為 0.0dB(A)，均小於環保署公告風力發電機組 20Hz 至 200Hz 噪音管制區低頻噪音日、晚、夜間標準值，顯示本次變更對附近敏感受體屬於無影響或可忽略影響。

**表 6.1.2-1 本次變更營運期間風力機組全頻噪音評估模式  
模擬結果輸出摘要表**

單位：dB(A)

受體名稱	項目	時段	現況環境背景全頻音響量	無風機運轉背景全頻音響量	風機運轉全頻音響量	含風機運轉合成音響量	噪音增量	噪音管制區類別	環境音響標準	影響等級
線工路與中華路 (受體 1)		日	70.7	70.7	0.0	70.7	0.0	第三類或第四類管制區 內緊鄰 8 公尺以上道路	76	無影響或可忽略影響
		晚	63.4	63.4	0.0	63.4	0.0		75	無影響或可忽略影響
		夜	62.6	62.6	0.0	62.6	0.0		72	無影響或可忽略影響
彰濱西二路 自設降壓站 (受體 2)		日	61.7	61.7	0.0	61.7	0.0	第三類或第四類管制區 內緊鄰 8 公尺以上道路	76	無影響或可忽略影響
		晚	53.9	53.9	0.0	53.9	0.0		75	無影響或可忽略影響
		夜	54.6	54.6	0.0	54.6	0.0		72	無影響或可忽略影響
彰濱超高壓 變電所 (受體 3)		日	63.4	63.4	0.0	63.4	0.0	第三類或第四類管制區 內緊鄰 8 公尺以上道路	76	無影響或可忽略影響
		晚	60.6	60.6	0.0	60.6	0.0		75	無影響或可忽略影響
		夜	55.8	55.8	0.0	55.8	0.0		72	無影響或可忽略影響
慶安路與慶安南一路 (受體 4)		日	61.1	61.1	0.0	61.1	0.0	第三類或第四類管制區 內緊鄰 8 公尺以上道路	76	無影響或可忽略影響
		晚	56.1	56.1	0.0	56.1	0.0		75	無影響或可忽略影響
		夜	53.7	53.7	0.0	53.7	0.0		72	無影響或可忽略影響

註：1.本計畫營運期間背景音響量係假設與目前背景值相同。

2.敏感點背景值係採實測值。

3.合成值=營運期間背景音響量⊕營運噪音響量小計。”⊕”表示依聲音計算原理之相加。

4.噪音增量=合成值－營運期間背景音響量。

表 6.1.2-2 本次變更營運期間風力機組低頻噪音評估模式  
模擬結果輸出摘要表

單位：dB(A)

項目 受體名稱	時段	現況環境背景 低頻音量	無風機運轉背景 低頻噪音	風機運轉 低頻噪音	含風機運轉 合成音量	噪音 增量	噪音管制 區類別	噪音管制 標準	影響 等級
彰濱線西工業區彰濱西二路自設變電站(受體 1)	日	26.6	26.6	0.0	26.6	0.0	風力發電機組第四類 低頻噪音管制標準	47	無影響或可忽略影響
	晚	20.7	20.7	0.0	20.7	0.0		47	無影響或可忽略影響
	夜	19.5	19.5	0.0	19.5	0.0		44	無影響或可忽略影響
彰濱超高壓變電所(E/S)(受體 2)	日	30.8	30.8	0.0	30.8	0.0	風力發電機組第四類 低頻噪音管制標準	47	無影響或可忽略影響
	晚	22.8	22.8	0.0	22.8	0.0		47	無影響或可忽略影響
	夜	23.1	23.1	0.0	23.1	0.0		44	無影響或可忽略影響
育新國小(受體 3)	日	37.0	37.0	0.0	37.0	0.0	風力發電機組第二類 低頻噪音管制標準	39	無影響或可忽略影響
	晚	34.3	34.3	0.0	34.3	0.0		39	無影響或可忽略影響
	夜	31.8	31.8	0.0	31.8	0.0		36	無影響或可忽略影響
普天宮(受體 4)	日	34.4	34.4	0.0	34.4	0.0	風力發電機組第三類 低頻噪音管制標準	44	無影響或可忽略影響
	晚	32.4	32.4	0.0	32.4	0.0		44	無影響或可忽略影響
	夜	23.6	23.6	0.0	23.6	0.0		41	無影響或可忽略影響
新街玄武宮(受體 5)	日	31.1	31.1	0.0	31.1	0.0	風力發電機組第三類 低頻噪音管制標準	44	無影響或可忽略影響
	晚	22.7	22.7	0.0	22.7	0.0		44	無影響或可忽略影響
	夜	21.3	21.3	0.0	21.3	0.0		41	無影響或可忽略影響
西港國小(受體 6)	日	29.9	29.9	0.0	29.9	0.0	風力發電機組第二類 低頻噪音管制標準	39	無影響或可忽略影響
	晚	24.3	24.3	0.0	24.3	0.0		39	無影響或可忽略影響
	夜	24.3	24.3	0.0	24.3	0.0		36	無影響或可忽略影響

註：1.本計畫營運期間背景音量係假設與目前背景值相同。

2.敏感點背景值係採實測值。

3.合成值=營運期間背景音量 $\oplus$ 營運噪音量小計。” $\oplus$ ”表示依聲音計算原理之相加。

4.噪音增量=合成值-營運期間背景音量。



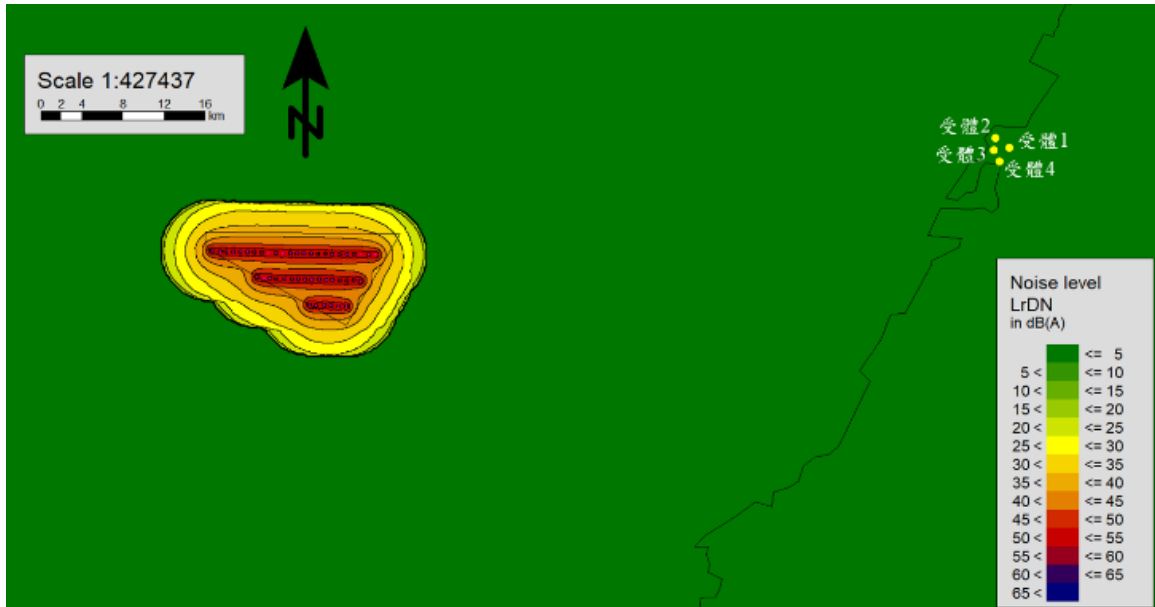


圖 6.1.2-1 本次變更營運期間風力機組全頻噪音影響模擬圖

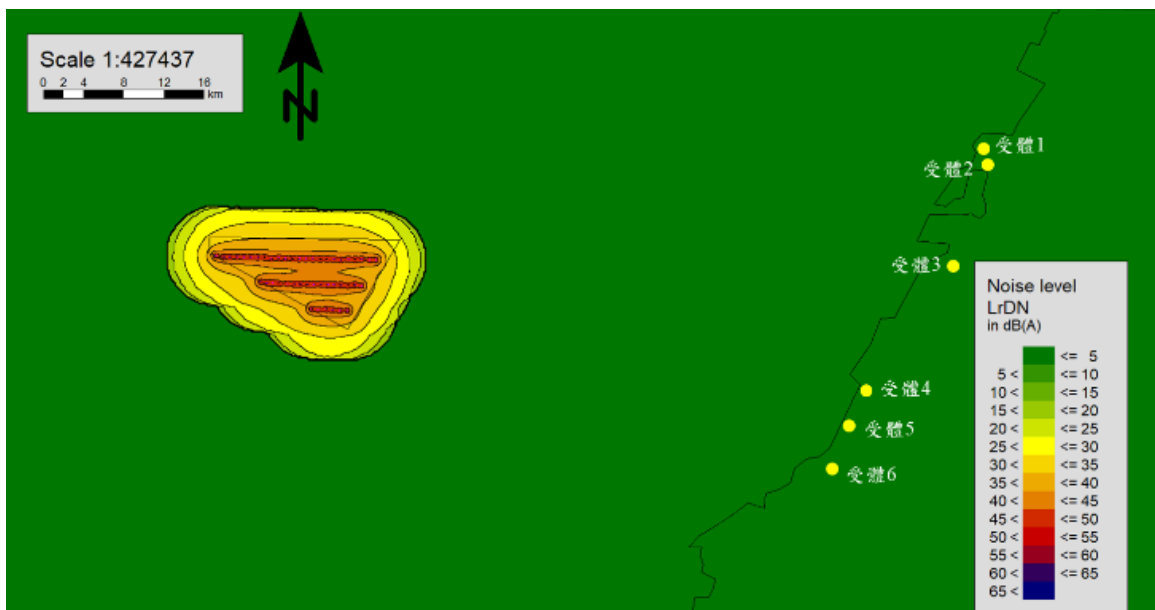


圖 6.1.2-2 本次變更營運期間風力機組低頻噪音影響模擬圖

## (二) 海龍二號、三號風場合併評估

由於海龍二號、三號風場離岸最近距離約 50~60 公里，全頻噪音及低頻噪音經衰減至距離風機最近敏感受體噪音增量均為 0.0dB(A)，顯示營運階段所產生全頻噪音及低頻噪音，對附近敏感受體屬於無影響或可忽略影響。

### 1. 全頻噪音(25 Hz 至 20 kHz)

本次變更海龍二號、三號兩座風場風機同時運轉之噪音模擬結果如表 6.1.2-3 及圖 6.1.2-3 所示，兩座風場全部風機同時運轉產生之全頻噪音經衰減至距離風機最近受體，受體噪音量為 0.0dB(A)，顯示本次變更風機營運階段所產生全頻噪音，對附近敏感受體屬於無影響或可忽略影響。

### 2. 低頻噪音(25 Hz 至 200 Hz)

本次變更海龍二號、三號兩座風場風機同時運轉之噪音模擬結果如表 6.1.2-4 及圖 6.1.2-4 所示，兩座風場全部風機同時運轉產生之低頻噪音經衰減至距離風機最近受體，受體噪音量為 0.0dB(A)，各時段噪音增量皆為 0.0dB(A)，均小於環保署公告風力發電機組 20Hz 至 200Hz 噪音管制區低頻噪音日、晚、夜間標準值，顯示本次變更對附近敏感受體屬於無影響或可忽略影響。

表 6.1.2-3 本次變更海龍二號、三號風場-營運期間風力機組全頻噪音評估模式模擬結果輸出摘要表

單位：dB(A)

項目 受體名稱	時段	現況環境背景全頻音量	無風機運轉背景全頻噪音	風機運轉全頻噪音	含風機運轉合成音量	噪音增量	噪音管制區類別	環境音量標準	影響等級
線工路與中華路(受體 1)	日	70.7	70.7	0.0	70.7	0.0	第三類或第四類管制區內緊鄰 8 公尺以上道路	76	無影響或可忽略影響
	晚	63.4	63.4	0.0	63.4	0.0		75	無影響或可忽略影響
	夜	62.6	62.6	0.0	62.6	0.0		72	無影響或可忽略影響
彰濱西二路自設降壓站(受體 2)	日	61.7	61.7	0.0	61.7	0.0	第三類或第四類管制區內緊鄰 8 公尺以上道路	76	無影響或可忽略影響
	晚	53.9	53.9	0.0	53.9	0.0		75	無影響或可忽略影響
	夜	54.6	54.6	0.0	54.6	0.0		72	無影響或可忽略影響
彰濱超高壓變電所(受體 3)	日	63.4	63.4	0.0	63.4	0.0	第三類或第四類管制區內緊鄰 8 公尺以上道路	76	無影響或可忽略影響
	晚	60.6	60.6	0.0	60.6	0.0		75	無影響或可忽略影響
	夜	55.8	55.8	0.0	55.8	0.0		72	無影響或可忽略影響
慶安路與慶安南一路(受體 4)	日	61.1	61.1	0.0	61.1	0.0	第三類或第四類管制區內緊鄰 8 公尺以上道路	76	無影響或可忽略影響
	晚	56.1	56.1	0.0	56.1	0.0		75	無影響或可忽略影響
	夜	53.7	53.7	0.0	53.7	0.0		72	無影響或可忽略影響

註：1.本計畫營運期間背景音量係假設與目前背景值相同。

2.敏感點背景值係採實測值。

3.合成值=營運期間背景音量 $\oplus$ 營運噪音量小計。” $\oplus$ ”表示依聲音計算原理之相加。

4.噪音增量=合成值-營運期間背景音量。

表 6.1.2-4 本次變更海龍二號、三號風場-營運期間風力機組  
低頻噪音評估模式模擬結果輸出摘要表

單位：dB(A)

受體名稱	項目	時段	現況環境背景 低頻音量	無風機運轉背景 低頻噪音	風機運轉 低頻噪音	含風機運轉 合成音量	噪音增量	噪音管制 區類別	環境音 量標準	影響 等級	
彰濱線西工業區彰濱西二路自設變電站(受體 1)		日	26.6	26.6	0.0	26.6	0.0	風力發電機組第四類管制區低頻噪音管制標準	47	無影響或可忽略影響	
		晚	20.7	20.7	0.0	20.7	0.0		47	無影響或可忽略影響	
		夜	19.5	19.5	0.0	19.5	0.0		44	無影響或可忽略影響	
彰濱超高壓變電所(E/S)(受體 2)		日	30.8	30.8	0.0	30.8	0.0		47	無影響或可忽略影響	
		晚	22.8	22.8	0.0	22.8	0.0		47	無影響或可忽略影響	
		夜	23.1	23.1	0.0	23.1	0.0		44	無影響或可忽略影響	
育新國小(受體 3)		日	37.0	37.0	0.0	37.0	0.0	風力發電機組第二類管制區低頻噪音管制標準	39	無影響或可忽略影響	
		晚	34.3	34.3	0.0	34.3	0.0		39	無影響或可忽略影響	
		夜	31.8	31.8	0.0	31.8	0.0		36	無影響或可忽略影響	
普天宮(受體 4)		日	34.4	34.4	0.0	34.4	0.0	風力發電機組第三類管制區低頻噪音管制標準	44	無影響或可忽略影響	
		晚	32.4	32.4	0.0	32.4	0.0		44	無影響或可忽略影響	
		夜	23.6	23.6	0.0	23.6	0.0		41	無影響或可忽略影響	
新街玄武宮(受體 5)		日	31.1	31.1	0.0	31.1	0.0		風力發電機組第二類管制區低頻噪音管制標準	44	無影響或可忽略影響
		晚	22.7	22.7	0.0	22.7	0.0			44	無影響或可忽略影響
		夜	21.3	21.3	0.0	21.3	0.0			41	無影響或可忽略影響
西港國小(受體 6)		日	29.9	29.9	0.0	29.9	0.0	風力發電機組第二類管制區低頻噪音管制標準	39	無影響或可忽略影響	
		晚	24.3	24.3	0.0	24.3	0.0		39	無影響或可忽略影響	
		夜	24.3	24.3	0.0	24.3	0.0		36	無影響或可忽略影響	

註：1.本計畫營運期間背景音量係假設與目前背景值相同。

2.敏感點背景值係採實測值。

3.合成值=營運期間背景音量⊕營運噪音量小計。”⊕”表示依聲音計算原理之相加。

4.噪音增量=合成值－營運期間背景音量。

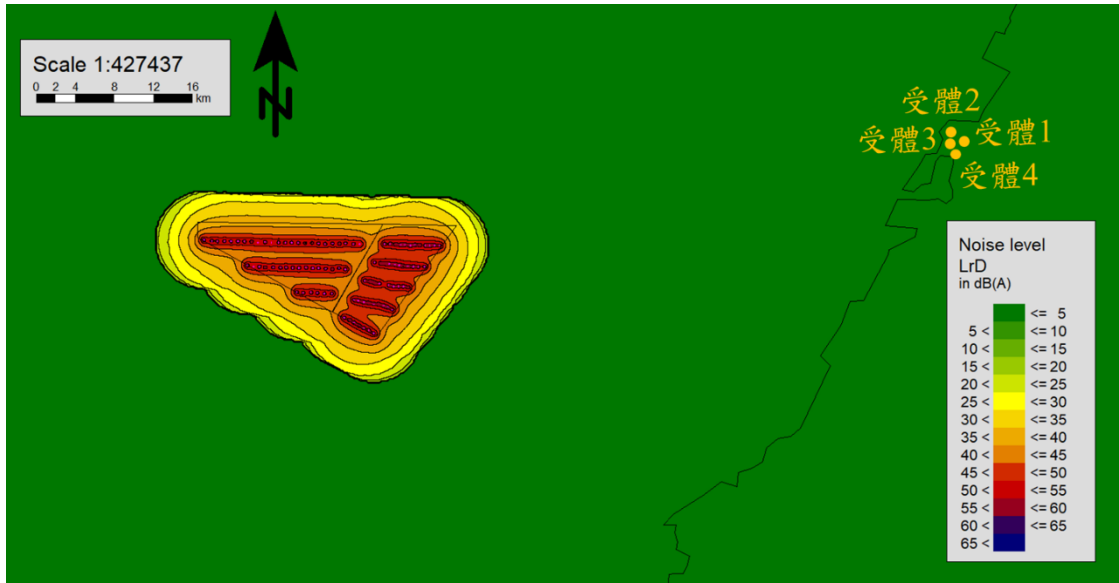


圖 6.1.2-3 本次變更海龍二號、三號風場-營運期間風力機組全頻噪音影響模擬圖

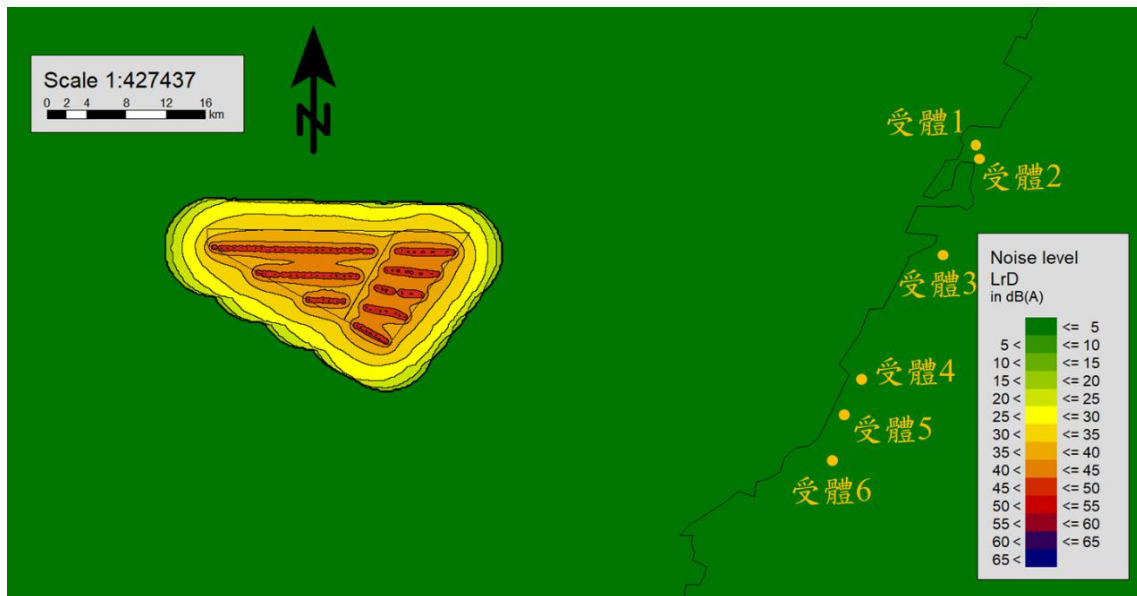


圖 6.1.2-4 本次變更海龍二號、三號風場-營運期間風力機組低頻噪音影響模擬圖

(三) 與鄰近風場累積效應影響模擬及評估

海龍風場北側有海鼎三座風場及大彰化四座風場，本計畫假設 9 座風場之風機同時運轉來進行合併模擬評估。評估結果顯示，各風場所產生之全頻及低頻噪音傳播至距離至少 40 公里處之岸上敏感點模擬值已衰減至 0.0dB(A)(如表 6.1.2-5、表 6.1.2-6、圖 6.1.2-5、圖 6.1.2-6)，顯示未來營運階段時，9 座風場風機同時運轉之空傳噪音對陸域敏感受體影響屬無影響或可忽略影響。

(四) 風機運轉水下噪音對海洋生物之影響模擬及評估

經模擬評估在風機近距離內(100 公尺內)受體之全頻及低頻噪音增量，全頻噪音對受體增量為 0.2 dB(A)，低頻噪音增量為 3.0 dB(A)。噪音由空氣傳至水中時，介質的變化會降低聲波所攜帶的能量，經此衰減後顯示風機運轉所產生之噪音，對海洋生物的影響應不顯著。

表 6.1.2-5 彰化地區外海 9 座風場同時運轉之全頻噪音評估  
模式模擬結果輸出摘要表

單位：dB(A)

受體名稱	項目	時段	現況環境背景全頻音量	無風機運轉背景全頻噪音	風機運轉全頻噪音	含風機運轉合成音量	噪音增量	噪音管制區類別	環境音量標準	影響等級
線工路與中華路 (受體 1)		日	70.7	70.7	0.0	70.7	0.0	第三類或第四類管制區 內緊鄰 8 公尺以上道路	76	無影響或可忽略影響
		晚	63.4	63.4	0.0	63.4	0.0		75	無影響或可忽略影響
		夜	62.6	62.6	0.0	62.6	0.0		72	無影響或可忽略影響
彰濱西二路 自設降壓站 (受體 2)		日	61.7	61.7	0.0	61.7	0.0	第三類或第四類管制區 內緊鄰 8 公尺以上道路	76	無影響或可忽略影響
		晚	53.9	53.9	0.0	53.9	0.0		75	無影響或可忽略影響
		夜	54.6	54.6	0.0	54.6	0.0		72	無影響或可忽略影響
彰濱超高壓 變電所 (受體 3)		日	63.4	63.4	0.0	63.4	0.0	第三類或第四類管制區 內緊鄰 8 公尺以上道路	76	無影響或可忽略影響
		晚	60.6	60.6	0.0	60.6	0.0		75	無影響或可忽略影響
		夜	55.8	55.8	0.0	55.8	0.0		72	無影響或可忽略影響
慶安路與慶安南一路 (受體 4)		日	61.1	61.1	0.0	61.1	0.0	第三類或第四類管制區 內緊鄰 8 公尺以上道路	76	無影響或可忽略影響
		晚	56.1	56.1	0.0	56.1	0.0		75	無影響或可忽略影響
		夜	53.7	53.7	0.0	53.7	0.0		72	無影響或可忽略影響

註：1.本計畫營運期間背景音量係假設與目前背景值相同。

2.敏感點背景值係採實測值。

3.合成值=營運期間背景音量⊕營運噪音量小計。”⊕”表示依聲音計算原理之相加。

4.噪音增量=合成值－營運期間背景音量。

表 6.1.2-6 彰化地區外海 9 座風場同時運轉之低頻噪音評估  
模式模擬結果輸出摘要表

單位：dB(A)

項目 受體名稱	時段	現況環境背景 低頻音量	無風機運轉背景 低頻噪音	風機運轉 低頻噪音	含風機運轉 合成音量	噪音 增量	噪音管制區 類別	環境音 量標準	影響 等級
彰濱線西工業區彰濱西二路自設變電站 (受體 1)	日	26.6	26.6	0.0	26.6	0.0	風力發電機組第四類管制區低頻噪音管制標準	47	無影響或可忽略影響
	晚	20.7	20.7	0.0	20.7	0.0		47	無影響或可忽略影響
	夜	19.5	19.5	0.0	19.5	0.0		44	無影響或可忽略影響
彰濱超高壓變電所(E/S) (受體 2)	日	30.8	30.8	0.0	30.8	0.0	風力發電機組第四類管制區低頻噪音管制標準	47	無影響或可忽略影響
	晚	22.8	22.8	0.0	22.8	0.0		47	無影響或可忽略影響
	夜	23.1	23.1	0.0	23.1	0.0		44	無影響或可忽略影響
育新國小 (受體 3)	日	37.0	37.0	0.0	37.0	0.0	風力發電機組第二類管制區低頻噪音管制標準	39	無影響或可忽略影響
	晚	34.3	34.3	0.0	34.3	0.0		39	無影響或可忽略影響
	夜	31.8	31.8	0.0	31.8	0.0		36	無影響或可忽略影響
普天宮 (受體 4)	日	34.4	34.4	0.0	34.4	0.0	風力發電機組第三類管制區低頻噪音管制標準	44	無影響或可忽略影響
	晚	32.4	32.4	0.0	32.4	0.0		44	無影響或可忽略影響
	夜	23.6	23.6	0.0	23.6	0.0		41	無影響或可忽略影響
新街玄武宮 (受體 5)	日	31.1	31.1	0.0	31.1	0.0	風力發電機組第三類管制區低頻噪音管制標準	44	無影響或可忽略影響
	晚	22.7	22.7	0.0	22.7	0.0		44	無影響或可忽略影響
	夜	21.3	21.3	0.0	21.3	0.0		41	無影響或可忽略影響
西港國小 (受體 6)	日	29.9	29.9	0.0	29.9	0.0	風力發電機組第二類管制區低頻噪音管制標準	39	無影響或可忽略影響
	晚	24.3	24.3	0.0	24.3	0.0		39	無影響或可忽略影響
	夜	24.3	24.3	0.0	24.3	0.0		36	無影響或可忽略影響

註：1.本計畫營運期間背景音量係假設與目前背景值相同。

2.敏感點背景值係採實測值。

3.合成值=營運期間背景音量 $\oplus$ 營運噪音量小計。” $\oplus$ ”表示依聲音計算原理之相加。

4.噪音增量=合成值-營運期間背景音量。

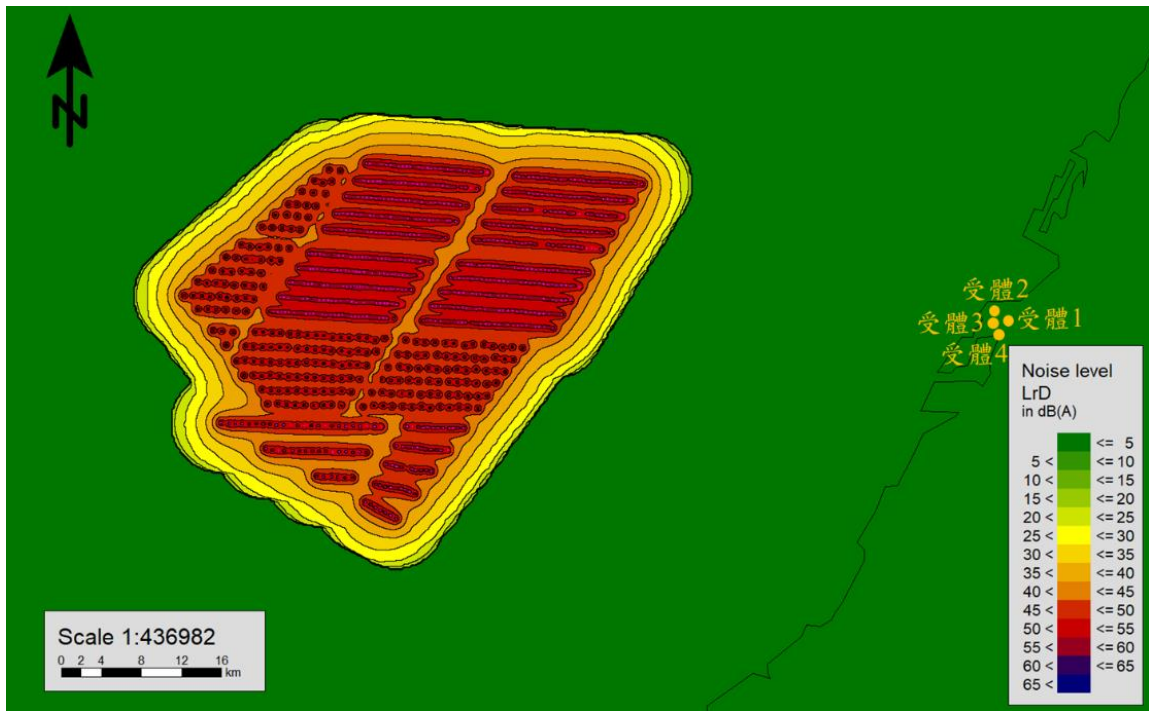


圖 6.1.2-5 彰化地區外海 9 座風場同時運轉之全頻噪音影響模擬圖

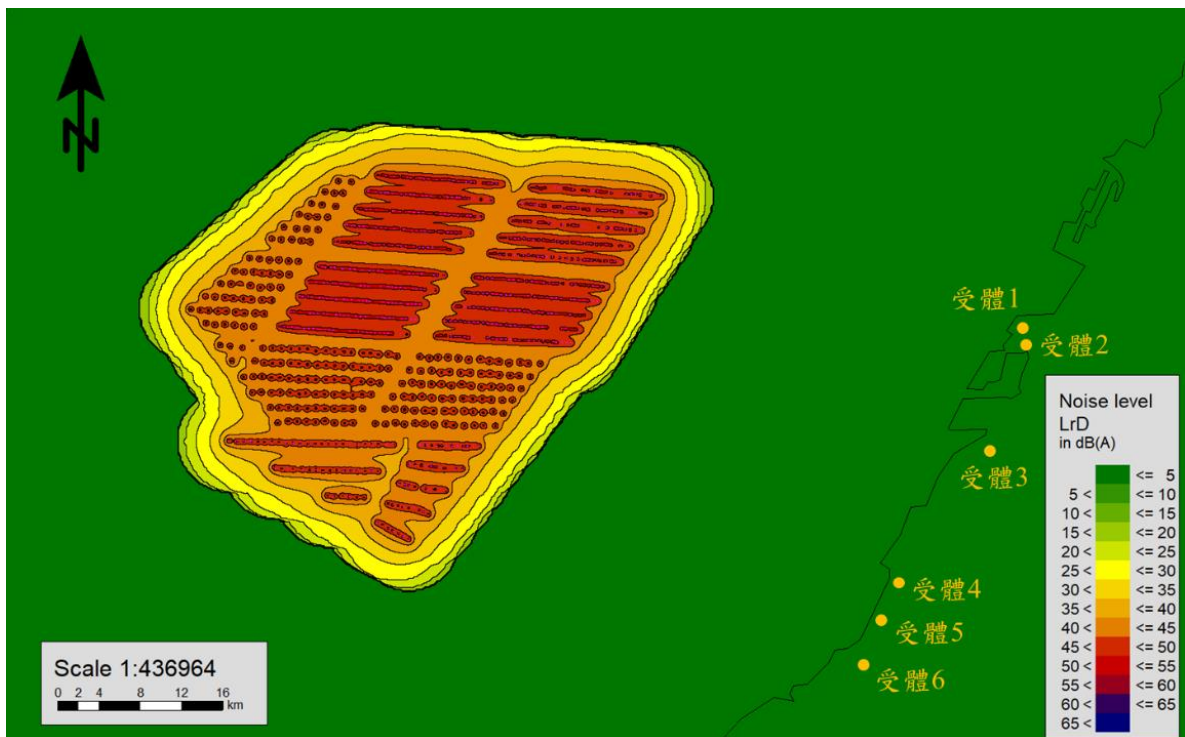


圖 6.1.2-6 彰化地區外海 9 座風場同時運轉之低頻噪音影響模擬圖



### 6.1.3 水下噪音(基礎打樁)

#### 一、評估方法

本次變更之風力機組施工模擬點位如圖 6.1.3-1 及表 6.1.3-1 所示，採用有限元素模擬計算 15MW 風力機組打樁所產生噪聲，並利用 RAM(Range dependent Acoustic Model) 聲學傳播模式模擬風機之打樁噪音之傳播情形，評估參數詳表 6.1.3-2，影響評估結果主要因素為海床底質，次要為海床地形。

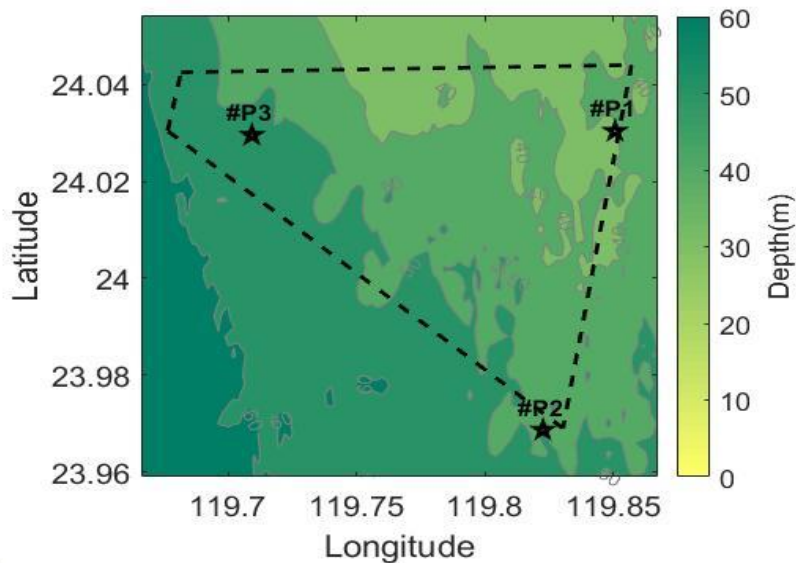


圖 6.1.3-1 施工模擬點位示意圖

表 6.1.3-1 水下噪音模擬點位經緯度以及水深

點位	經度	緯度	水深(公尺)
P1	119° 51.05'	24° 1.821'	34.8
P2	119° 49.36'	23° 58.12'	44.2
P3	119° 42.55'	24° 1.772'	48.2

表 6.1.3-2 水下噪音模擬評估條件一覽表

	模擬條件(15MW)
最大樁錘能量(kJ)	2500
打樁設備	液壓樁錘為主
離樁1 m聲曝值SEL(dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ )	210
風機樁柱結構	鋼材及厚板構造
基樁直徑(m)	4.4公尺(以最大值預估)
樁體長度(m)	80公尺(以最大值預估)
入土深度(m)	78公尺(以樁體長度最大值預估)

## 二、 施工噪音模擬結果

本計畫海龍三號(18號風場)和海龍二號(19號風場)離岸風力發電計畫係屬於同一個開發集團，依據環評承諾，風場內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，因此海龍三號和海龍二號兩座風場不會有同時正在打樁的情形，故有關本節中有關水下噪音評估，係以單一打樁噪音進行評估。

經上述步驟計算後可獲得施工處周邊各方位角上之所接收到之打樁噪音位準，將各方向之噪音位準距離聲源750公尺處之聲壓值繪製於圖6.1.3-2，並將各模擬點位之結果列於表6.1.3-3。由模擬結果可知，由打樁點距離750公尺處之聲壓值介於166~167dB。

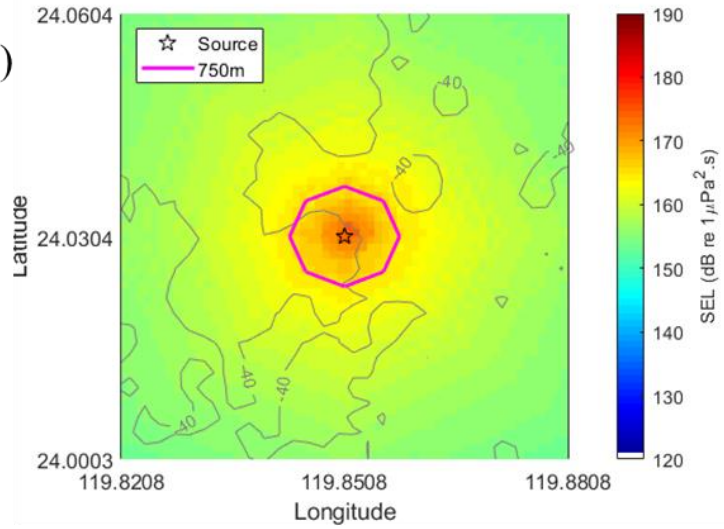
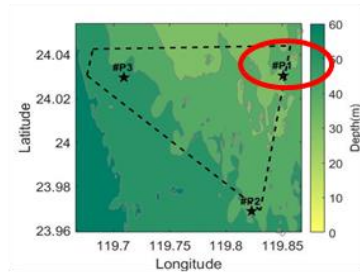
另經減噪措施(減10dB)距離750公尺處之聲壓分布繪製於圖6.1.3-3，並將各模擬點位之結果列於表6.1.3-3。由模擬結果顯示，由打樁點距離750公尺處之聲壓值介於156~157dB。

**表 6.1.3-3 P1~P3 點位打樁施工距離聲源 750 公尺處聲壓值  
SEL(dB re 1  $\mu$ Pa<sup>2</sup>s)**

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

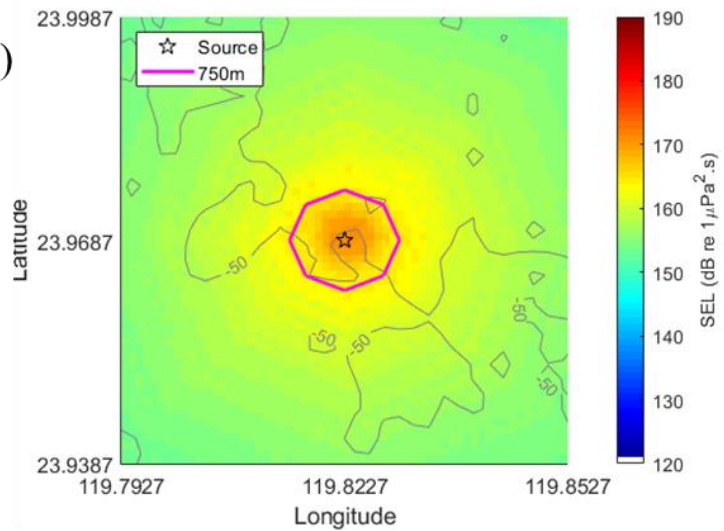
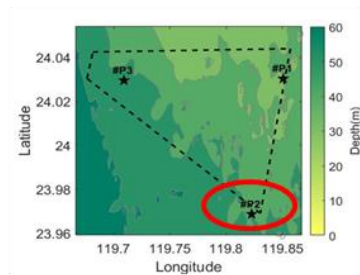
P1

(119°51.05', 24°1.821')  
水深34.8公尺



P2

(119°49.36', 23°58.12')  
水深44.2公尺



P3

(119°42.55', 24°1.772')  
水深48.2公尺

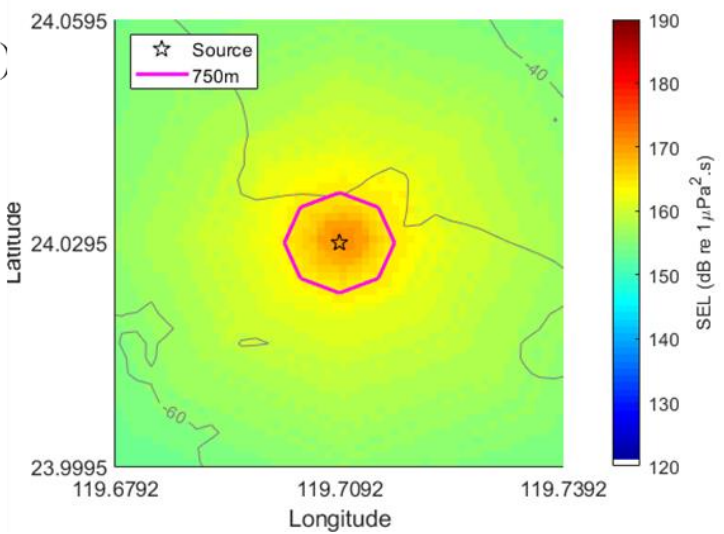
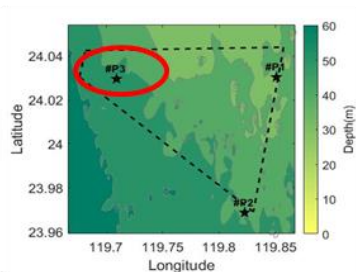
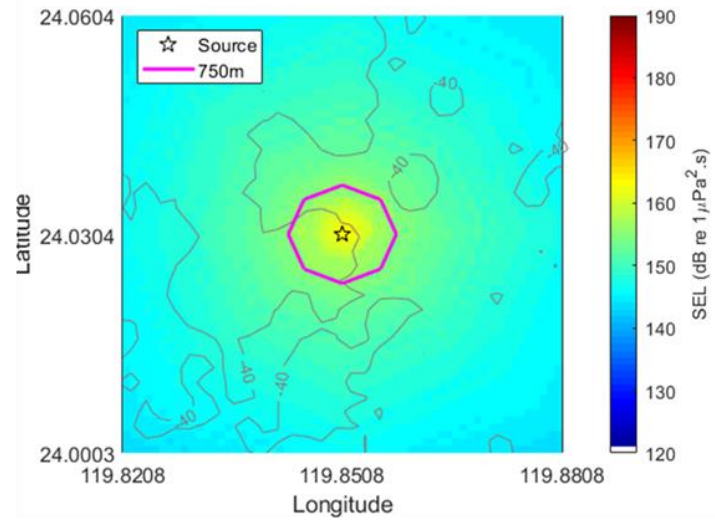
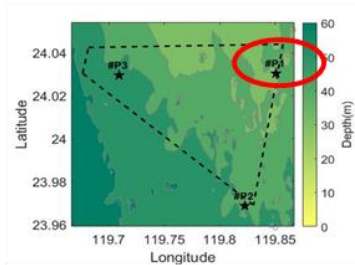


圖 6.1.3-2 P1~P3 點位打樁施工，距離 750 公尺之聲壓分布 (減噪前)

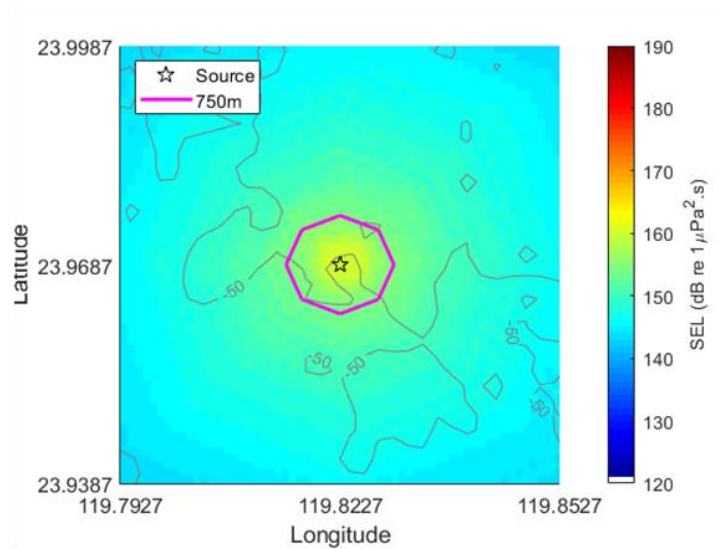
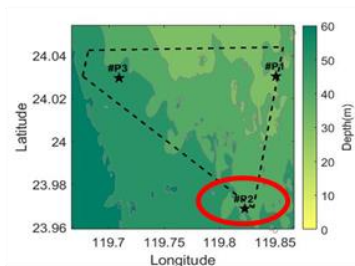
P1

(119°51.05', 24°1.821')  
水深34.8公尺



P2

(119°49.36', 23°58.12')  
水深44.2公尺



P3

(119°42.55', 24°1.772')  
水深48.2公尺

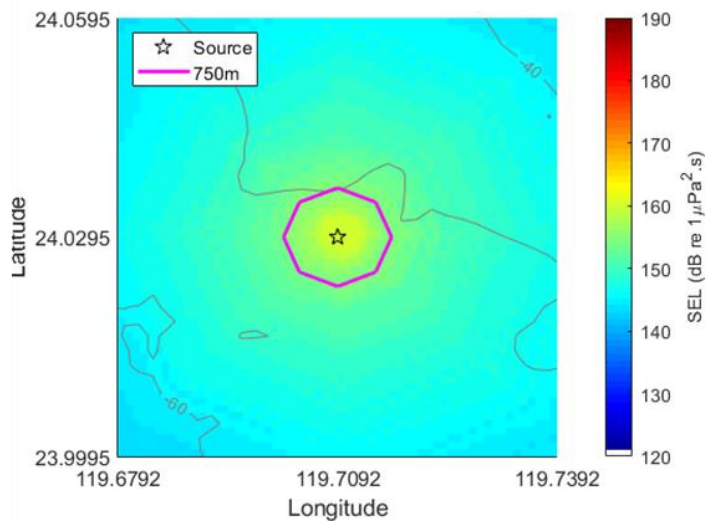
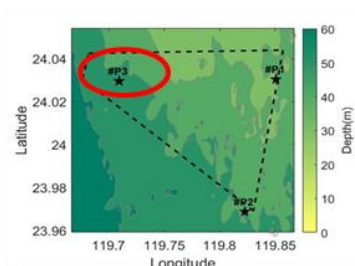


圖 6.1.3-3 P1~P3 點位打樁施工，距離 750 公尺之聲壓分布 (減噪後)

## 6.1.4 鳥類撞擊評估

### 一、鳥類遇到風場之國內外鳥類監測調查補充說明

綜整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：

(一) 鳥類於遠處會提前避開風場，僅少部分進入風場後仍會主動迴避風機

1. 根據英國鳥類信託組織(British Trust for Ornithology, BTO)之長期調查監測研究發現，99%海鳥在遇上風機群時，將改變飛行路徑避免撞擊。

2. 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)。

3. 依據丹麥 Nysted、Horns Rev 風場鳥類雷達調查情形 (Final results of bird studies at the offshore wind farms at Nysted and Horns Rev, Denmark, 2006)，鳥類於距離風場遠處開始改變飛行方向，顯示鳥類會提前改變飛行方向以避開風場。詳如圖 6.1.4-1、圖 6.1.4-2 所示。Nysted、Horns Rev 風場規劃詳表 6.1.4-1，Nysted 風場採用於風場附近觀測塔裝設固定雷達進行觀測，Horns Rev 風場採用船載雷達進行觀測，調查時程詳表 6.1.4-2 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。

4. 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 6.1.4-3 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。

5. 參考國外觀察鳥類迴避風機的行為研究(Effects of wind turbines and other physical elements on field utilization by pink-footed geese: A landscape perspective, Larsen and Madsen,2000)，鳥類通過單一支風

機及風機陣列迴避距離為 100 公尺，通過風機群落迴避距離為 200 公尺，詳如圖 6.1.4-4。

**表 6.1.4-1 丹麥 Horns Rev 離岸風場、Nysted 離岸風場、王功風力發電站之風機佈置規劃**

	Horns Rev風場	Nysted風場	王功風力發電站
單機容量(MW)	2	2.3	2.3
葉片直徑(m)	80	82.4	71
輪轂高程(m)	70	69	75
風機葉片運轉高度(m)	30~110	27.8~110.2	39.5~110.5
風機數量	80	72	10
總裝置容量(MW)	160	166	23
盛行風向風機間距(m)	560	850	500(南北向)
非盛行風向風機間距(m)		480	200(東西向)

資料來源：

1.Petersen, I.K.; Christensen, T.K.; Kahlert, J.; Desholm, M.; Fox, A.D. (2006) Final Results of Bird Studies at the Offshore Wind Farms at Nysted and Horns Rev, Denmark.

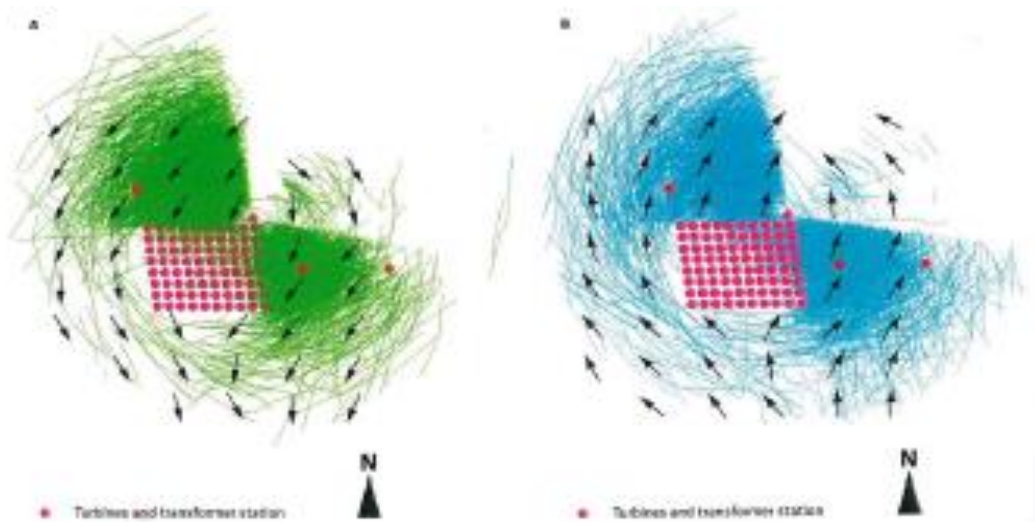
2.<https://zh.wikipedia.org/wiki/王功風力發電站>。

3.臺灣電力股份有限公司，王功與永興風力發電計畫環境影響說明書，民國97年4月。

**表 6.1.4-2 丹麥 Horns Rev 風場 2003~2005 年雷達調查時程一覽表**

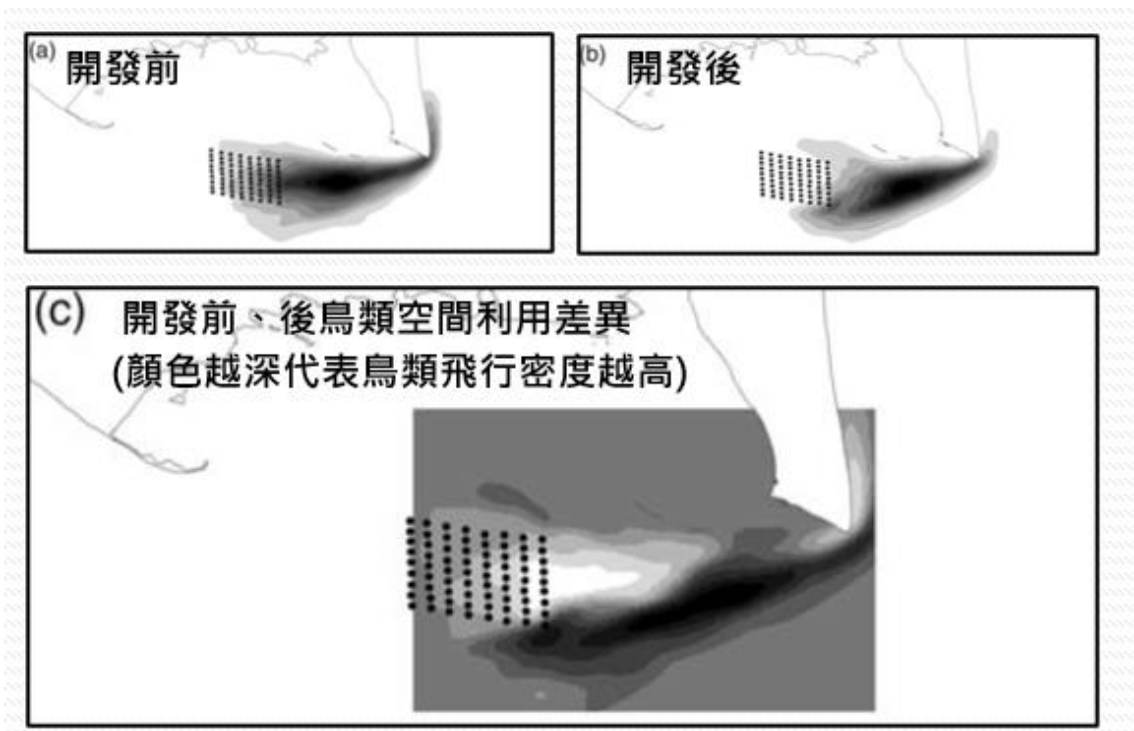
調查日期	調查時數	調查日期	調查時數
2003/8/6-8	7h53min	2005/3/8-11	22h45min
2003/8/25-29	32h20min	2005/4/20-24	34h15min
2003/10/13-16	39h20min	2005/5/10-13	24h15min
2003/11/11-13	32h45min	2005/5/25-27	17h45min
2004/3/24-27	24h45min	2005/8/16-19	37h0min
2004/4/19-22	24h55min	2005/9/20-22	5h30min
2004/5/11-14	34h30min	2005/10/18-19	20h45min
2004/8/31-9/1	23h0min	2005/11/22-24	28h0min
		2005/11/22-23&28	5h35min
合計			427h18min

參考資料：Petersen, I.K.; Christensen, T.K.; Kahlert, J.; Desholm, M.; Fox, A.D. (2006) Final Results of Bird Studies at the Offshore Wind Farms at Nysted and Horns Rev, Denmark. p26~28.



註 1：鳥類遇上風機群，將改變飛行路徑避免撞擊。

圖 6.1.4-1 丹麥 Horns Rev 風場(間距約 560 公尺)鳥類飛行路徑紀錄(營運期間)



註 1：鳥類進入風場將沿較寬之通道飛行。

註 2：(a)：開發前鳥類飛行密度；(b)：開發完成後鳥類飛行密度；(c)：代表(a)和(b)間的空間利用差異，深色代表較高的飛行密度，淺色代表較低的飛行密度。

資料來源：Desholm&Kahlert, 2005.

圖 6.1.4-2 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)

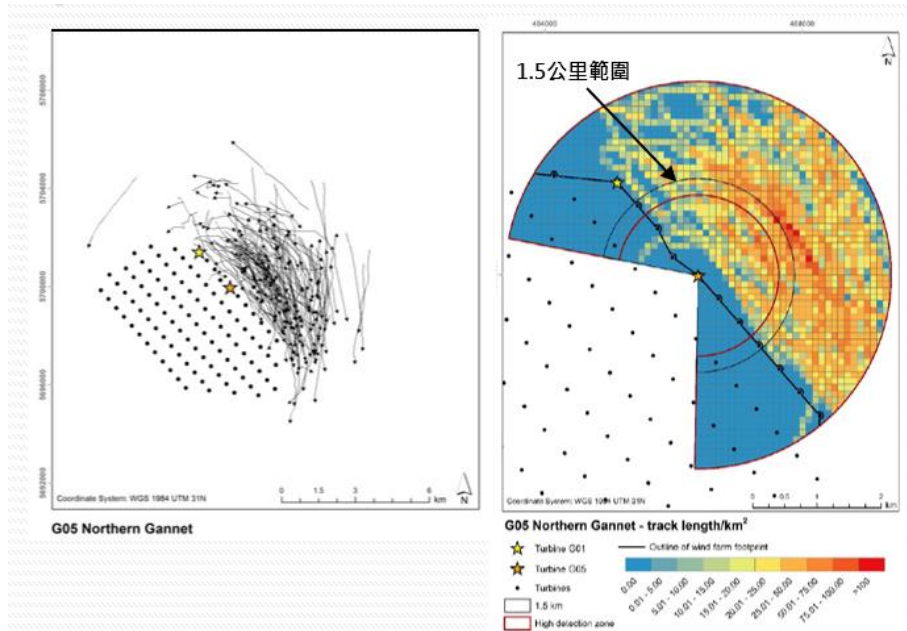
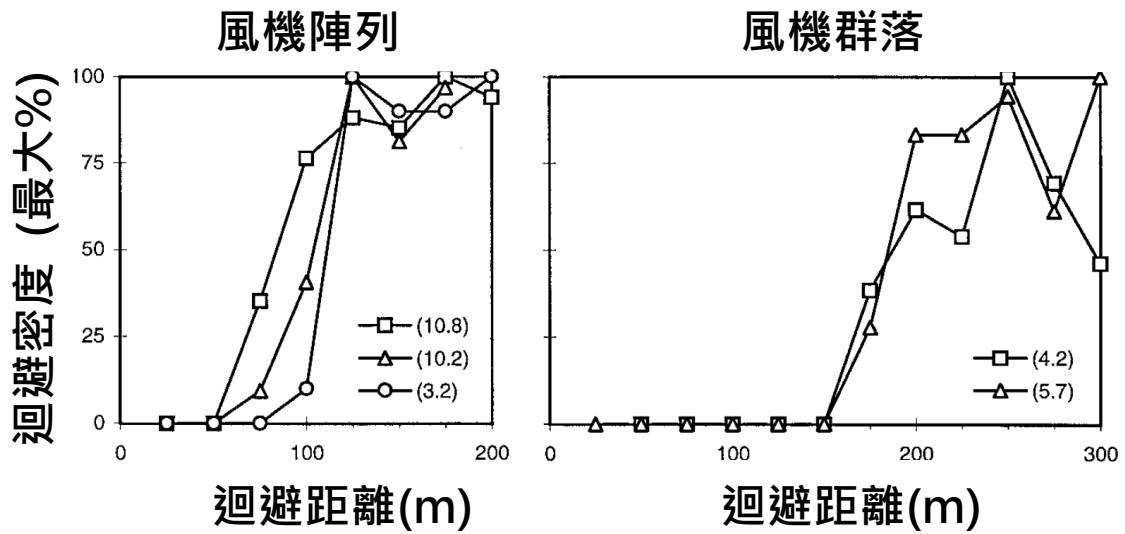


圖 6.1.4-3 英格蘭 Thanet 風場(間距約 500 ~ 800 公尺)鳥類飛行路徑及飛行密度紀錄(營運期間)



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 6.1.4-4 風機陣列及風機群落的鳥類迴避距離



(二) 經國外監測案例顯示，鳥類飛行方向與大範圍廊道空間顯著相關

1. 依據丹麥 Tunø Knob 風場鳥類目視調查情形(Effects of wind turbines on flight behaviour of wintering common eiders: implications for habitat use and collision risk, 2007)，風場範圍及風機外 200 公尺、風機外 200~600 公尺鳥類數量比例分別為 23.6%、76.4%，顯示鳥類迴避風機約為 200 公尺，鳥類於飛行走廊(距風機約 200~600 公尺處)出現的頻率高，顯示鳥類飛行方向與大範圍廊道空間顯著相關。詳如圖 6.1.4-5 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 6.1.4-6 所示。

(三) 經國內監測案例顯示，留設鳥類廊道確實有利於鳥類飛行

1. 依據臺灣「王功風力發電計畫」鳥類雷達調查顯示，風機設置後，北堤(風機間距 200 公尺，淨間距 129 公尺)鳥類數量由 49%降至 17%，約 38%鳥類轉移至環評階段規劃預留之東側鳥類飛行廊道，顯示鳥類飛行路徑因風機開發而有轉移現象；另一部份則改由西堤進出(風機間距 500 公尺，淨間距 429 公尺)，約佔 34%，顯示已有充分空間提供鳥類飛行，與前述鳥類迴避風機情形相符，鳥類飛行已避開風機所在路線。詳如圖 6.1.4-7 所示，風場規劃詳表 6.1.4-1。
2. 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。

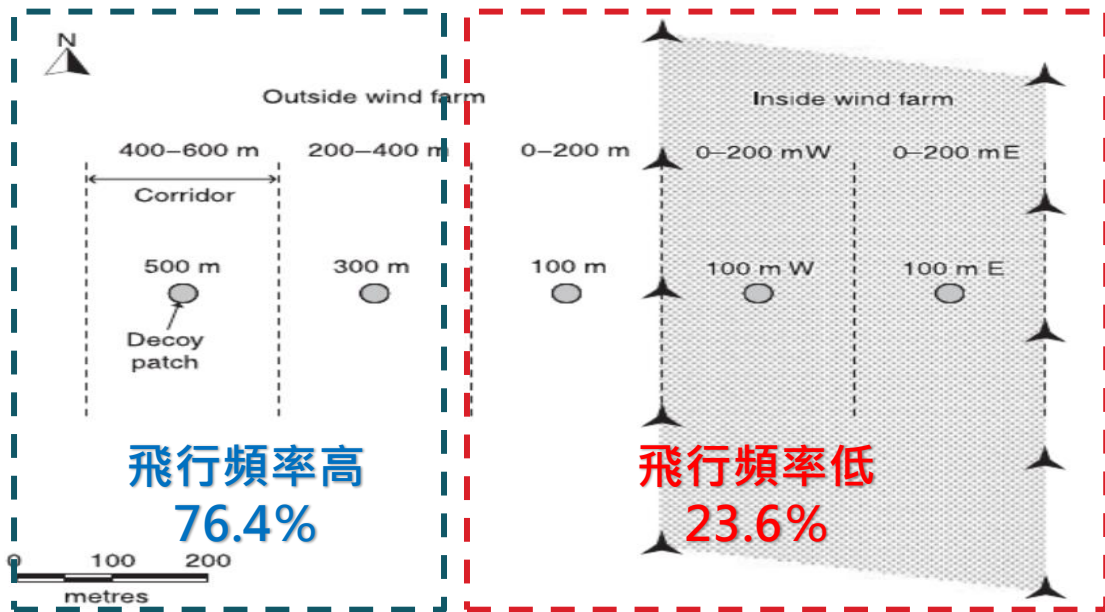


圖 6.1.4-5 丹麥 Tunø Knob 風場(間距約 200~400 公尺)鳥類與西側風機排觀測飛行頻率分布(營運期間)

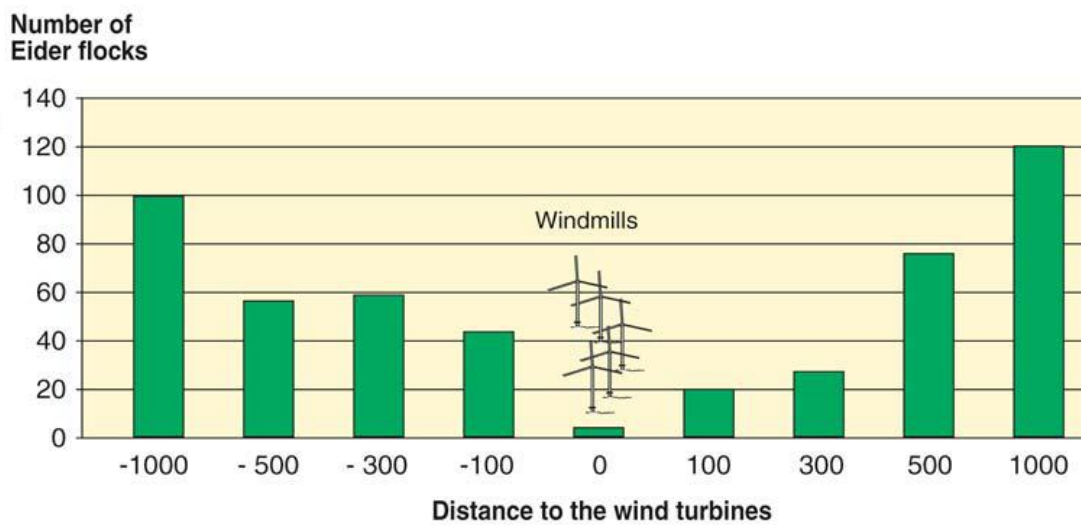


圖 6.1.4-6 瑞典 Yttre Stengrund 風場(間距約 400 ~ 500 公尺)鳥類與風機最近距離累積飛行頻率分佈(營運期間)

風機間距 500 公尺  
(淨間距 429 公尺)  
不影響鳥類飛行

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



圖 6.1.4-7 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)

## 二、鳥類撞擊評估方法

進行鳥類撞擊風險評估，必須 (1) 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；(2) 蒐集分析模式所需的各項參數，包括各鳥種的形值、風場的配置與風機的設計等；以及 (3) 結合以上資訊運用數學模式估算撞擊風險。本風場已於 2016 年 3 月至 12 月間共進行 4 季 8 次的海上鳥類調查以獲取鳥類密度，並採用在歐洲最為廣泛使用的 Band Model (Band 2012, Masden 2015) 進行模擬。以下針對這些方法進一步說明：

### (一) 海上鳥類調查

船隻調查 (boat survey) 是普遍應用於海洋環境的生物調查方式 (Camphuysen et al. 2004)。研究者根據樣區的大小，以各風場連同其周邊 1 km 的緩衝區為範圍，設立可充分涵蓋樣區的穿越線，使用船隻等速 (約 12 km/h) 行駛於穿越線並記錄沿線出現的鳥類。

每船至少有兩名經過訓練的調查員，配備 GPS、具雷射測距功能之雙筒望遠鏡以及具 400 mm 以上望遠鏡頭之單眼數位相機。調查員們在船隻進行期間持續掃視周邊，如發現鳥類活動時，即記錄鳥類的種類、

數量、飛行方向與飛行高度等，並記錄觀測者的 GPS 座標以及與鳥類出現位置的方位角。座標與方位角值將後續處理以轉換成鳥類的位置座標，並計算其與穿越線的垂直距離。由於海鳥通常距離遙遠且飛行迅速，不容易在海上即時判別物種，因此儘可能以長鏡頭對所有出現的鳥類做拍照記錄，以便進一步做鳥種鑑定。

調查所得的數據依距離採樣法 (distance sampling) 估算各鳥種在風場中之密度 (Buckland et al. 1993)。由於鳥類被偵測到的機率與其和穿越線的距離有關，且不同鳥種由於體型、飛行方式等差異，其偵測機率對出現距離的函數 (detection function) 也會各有不同，因此需先對各鳥種分別建立此函數，推算出有效偵測寬度 (effective stripe width) 並對實際記錄到的數量進行校正，方能可靠估算密度。而若只根據單一風場內的調查資料，所得各鳥種的記錄筆數並不足以建立偵測機率對距離的函數；因此採用福爾摩莎海上資料庫的數據來進行此函數的推導，此資料庫彙整了福爾摩莎自然史資訊公司在台灣海峽東北段所有的海上鳥類調查記錄。函數的推導以及各風場各月的鳥類密度計算主要以 R 統計軟體之 Rdistance 模組進行 (McDonald et al. 2015)。

## (二) 模式相關參數

### 1. 風場配置與風機物理參數

進行撞擊模式運算需要多項風機相關參數，包括風機高度、風機葉片長度、葉片最大寬度，葉片旋轉速度與葉片斜角等 (表 6.1.4-3、圖 6.1.4-8)，依風機規格而有所不同。

#### 風場參數

1	總裝置容量 (MW)	Target power
2	風場全年之平均風速 (m/s)	Wind speed, mean
3	風速年標準差	Wind speed, std

#### 風機參數

4	單機發電量 (MW)	Output power
5	旋轉速度 (rpm)	Rotation speed
6	旋轉速度標準差	Rotation speed, std
7	轉子半徑 (m) a	Rotor radius
8	葉片最低高度 (m) b	Min. tip height
9	葉片最大寬度 (m) c	Max. chord
10	預期風機運作時間 (%)	Turbine operation time
11	葉片角度 (degree)	Pitch

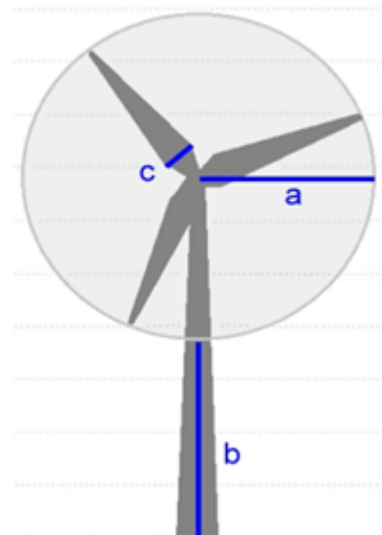


圖 6.1.4-8 進行 Band model 模擬所需之各項風機參數

表 6.1.4-3 海龍三號風場鳥類撞擊評估參數符號說明

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

註 1：若缺乏資料，使用模式預設值或建議值。

註 2：根據風場緯度計算。

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

## 2. 鳥類生物參數

進行撞擊評估需要鳥類的形質、飛行速度、飛行高度、夜間活動係數與迎風飛行比例、密度等資訊(表 6.1.4-3、表 6.1.4-4)。其中各鳥種或種群的飛行高度分布導自福爾摩莎自然史資訊公司的海上資料庫。鳥類形質等資訊參考劉小如等 (2012) 與蕭木吉、李政霖 (2015)，鳥種或種群的飛行高度參考實際海上調查資料及 Johnston et al. (2014) 推導分布函數，以鳥類體重進行推估，夜間鳥類活動密度與迎風飛行比例 (proportion of flights upwind) 採用 Band Model 建議之預設值 (Band, W. 2012)，鳥類密度參考環說期間執行海上鳥類目視調查結果，經由距離抽樣(distance sampling) 估算日間鳥類密度(Buckland et al. 1993, McDonald et al. 2015)，夜間鳥類活動密度需參考不同鳥種的日夜活動比例進行評估，本計畫燕鷗類參考孫元勳教授針對澎湖鳳頭燕鷗進行衛星追蹤結果， $f_{\text{night}}$  參數採用模式最大值 1，代表夜間密度活動密度為日間的 100%，其餘鳥種在文獻中並沒有相同物種的  $f_{\text{night}}$  值可參考，因此  $f_{\text{night}}$  參數採用模式預設值 0.5，代表夜間密度活動密度為日間的 50%，鳥類飛行速度參考 Alerstam et al. (2007)，針對 138 種鳥類的飛行速度 (m/sec) 與體重 (kg) 所推算出之關係方程式，以鳥類之體重預估其飛行速度，其方程式如下：

$$\text{飛行速度}(v) = 15.93 \times (\text{體重})^{0.13}$$

表 6.1.4-4 日間鳥類密度

單位：隻次/平方公里

鳥種	風場	Mar	Apr	May	Jul	Sep	Oct	Nov	Dec
白眉燕鷗	#18	0	0.04	0.16	0.24	3.56	0	0	0
	#19	0	0.20	0.08	1.66	1.53	0	0	0
鳳頭燕鷗	#18	0	0.19	0	0	0	0	0	0
	#19	0	0.07	0	0	0	0	0	0
玄燕鷗	#18	0	0	0	0	0.48	0	0	0
	#19	0	0	0	0	0.38	0	0	0
小燕鷗	#18	0	0	0	0.08	0	0	0	0
	#19	0	0	0	0	0	0	0	0
魚鷹	#18	0	0	0	0	0	0.01	0	0
	#19	0	0	0	0	0	0	0	0

### 3. Band Model

過去 20 年來，透過模擬運算以預測鳥類受風機撞擊風險的模式不下 10 種。在此採用的是由蘇格蘭自然遺產 (SNH) 和英國風能協會 (British Wind Energy Association) 所發展的撞擊模式。此模式最早建立於 2000 年，後來經過 Band 的數次改良使其能應用於海上風場 (Band 2012)，因此一般稱為「Band Model」，是最普遍使用的撞擊模式。計算式如下：

$$\text{Collisions} = N_p \times P_c \times Q_{op} \times (1-A)$$

#### A. 通過風機葉片旋轉區的鳥類隻數

在此模式最基本的設定中，通過風機葉片旋轉區的鳥類隻數估算，是將船隻或航空調查所得的鳥類密度 (DA)，轉換成鳥類通行流量 (Bird Flux, FL)，即在單位時間內通過單一風機葉片旋轉範圍內的鳥類數量。然後再將鳥類通行流量乘以風場內機組總數量以及鳥類活動的時間 (t)，即可得到通過風場內整個風機葉片旋轉區的鳥類隻數，其方程式如下：

$$\text{通過風機葉片旋轉區的鳥類總隻數 (Np)} = \text{FL} \times N \times t$$

$$= \left( v \times \frac{D_A \times Q_{2R}}{2R} \right) \times N \pi R^2 \times (t_{\text{day}} + f_{\text{night}} \times t_{\text{night}})$$

其中 R = 風機葉片半徑，v = 鳥類飛行速度，N 為風場內的風機總數量， $t_{\text{day}}$  和  $t_{\text{night}}$  則分別代表鳥類在白天與夜晚的活動時間， $f_{\text{night}}$  = 夜間活動係數 (nocturnal activity factor)，分為 0%、25%、50%、75% 與 100% 五個等級。夜間活動係數視目標物種而有所差異，而即使是同一個鳥種，在不同地區或不同階段 (i.e. 遷徙或繁殖期) 也會有所不同，必須有地區性的觀察或研究提供相關資訊，或者借助專家意見以定義之。

#### B. 撞擊機率與迴避率

##### a. 撞擊機率

鳥類通過單一風機葉片旋轉範圍時的撞擊機率，取決於鳥類的體長 (l)、翼展 (w)、飛行速度 (v)，以及風機的葉片寬度 (c)、與機組的夾角 ( $\gamma$ ) 與旋轉速度等 ( $\Omega$ )。在將鳥的體型簡化為對稱十字，以及風機葉片沒有厚度的兩個前提下，當鳥

進入風機葉片旋轉範圍內時，在距離中心點  $r$  處的碰撞機率為：

$$p(r) = (b\Omega/2\pi v) [ |\pm c \sin\gamma + \alpha c \cos\gamma| + \begin{matrix} 1 & \text{for } \alpha < \beta \\ w\alpha F & \text{for } \alpha > \beta \end{matrix} ]$$

$b$  是單一風機的葉片數目， $\beta =$  鳥類的展弦比 (i.e.  $l/w$ )， $\alpha = v/r\Omega$ 。 $F$  則與鳥類的飛行行為相關；當目標物種以拍翅飛行為主時， $F = 1$ ，若其為滑翔飛行，則  $F = (2/\pi)$ 。

將以上方程式由中心點至葉片末端，以  $r/R = 0.05$  的區段積分起來，便是鳥類通過風機葉片旋轉範圍任一位置的平均撞擊機率 ( $P_c$ )，即：

$$P_c = 1/(\pi R^2) \iint p(r, \varnothing) r dr d\varnothing = 2 \int p(r)(r/R) d(r/R)$$

其中  $\varnothing$  為鳥類與葉片平面之垂直夾角，當鳥在葉片之上， $\varnothing = 0$ ，而當鳥位於葉片之下， $\varnothing = \pi$ 。

蘇格蘭自然遺產組織所提供的風機撞擊機率試算表是以物種為單位；在某些情況下，例如因氣候不佳造成能見度不足，或者當地鳥類通過風場時大量混群，難以辨識到物種的層級，可考慮計算出各個優勢物種的風機撞擊機率，取平均值作為後續運算的參數值。

#### b. 迴避率 (Avoidance rate)

大多數鳥類對於風機會表現出迴避行為 (Desholm & Kahlert 2005, Plonczkier & Simms 2012)，降低實際的風機撞擊死亡風險，因此除了原始的鳥類風機撞擊死亡隻數外，也應在考量鳥類對於風機迴避行為的情況下，評估鳥類風機撞擊風險，以提供決策者參考。鳥類的迴避行為會隨著風場地點與目標物種而有所不同，蘇格蘭自然遺產組織整理數種不同類群鳥種的迴避率，其中除了紅隼與白尾海鷗迴避率為 95%，其餘鳥種(包括多種猛禽)迴避率皆在 98% 以上，故此份指引建議，對於該指引中未列及的物種，可採用 98% 作為迴避率之預設值用於 Band Model 的模擬(SNH, 2010 and 2018)。此外，Cook et al. (2014) 針對北方塘鵝與數種鷗科鳥種於海上飛行模式進行分析，亦顯示海鳥的迴避率都超過 98%。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。



### C. 誤差範圍

Band (2012)指出，此模式的誤差來源主要來自於三個部分：(1) 鳥類飛行資料本身的變異；(2) 模式簡化；(3) 風場內機組空間配置的不確定性等等。此三個來源的誤差值應該各自評估後，以下列方程式整合成一個整體的誤差範圍：

$$\text{整體誤差範圍} = \sqrt{(u_1^2 + u_2^2 + u_3^2)}$$

$u_1^2$ 、 $u_2^2$ 、 $u_3^2$  各自代表不同來源的誤差範圍，以百分比表示。

然而，在實際情況下，來源 (1) 與 (3) 的誤差範圍往往缺乏數據可以量化，而因模式簡化對於鳥類風機撞擊死亡所造成的影響，大約是±20%左右。

### (三) 模擬結果

#### 1. 單獨評估

本次變更所有鳥種均採用 98%與 99%二個迴避率值分別進行計算，以瞭解不同可能情況下的撞擊風險。原環說海上鳥類目視調查依據區域特性，規劃於春(3~5 月)、秋(9~11 月)候鳥過境期間進行每月一次調查，在夏季(7 月)與冬季(12 月)進行每季一次調查，全年共進行 8 次調查，並依此實際目視調查結果，進行全年度鳥類撞擊模擬評估。因此模擬出每月的撞擊隻數估值後，需將夏季與冬季的月撞擊隻數分別加乘 3 倍，再與春、秋各月的撞擊隻數相加，以得到約略的全年撞擊隻數估值。評估結果顯示，變更後 11MW 及 15MW 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。其中，15MW 配置所造成的鳥類撞擊量又較 11MW 配置少。15MW 的風機，單支風機的旋轉半徑較大，葉片較寬，但其所需架設的風機支數較少，因此整體衝擊相對較小。

#### (1) 原環說

海龍三號風場於 0.98 的迴避率下，整體全年的最大撞擊數量估值為 159.4 隻。海龍三號風場保育類最大全年的撞擊數量估值分別約為魚鷹 3 隻、玄燕鷗 18 隻、白眉燕鷗 32 隻、小燕鷗<0.1 隻、鳳頭燕鷗 5 隻。

#### (2) 本次變更

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 104.56~123.6 隻，詳表 6.1.4-5、表 6.1.4-6、圖 6.1.4-9、圖 6.1.4-10 所示。保育類最大撞擊數量估值說明如下：

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

風機大型化時，由於風機旋轉面積增加，單部風機會使鳥類撞擊風險提高，但同時較慢的轉速又會降低撞擊風險。在總裝置容量不變的前提下，海龍二號機組數量由 56~63 部減至 35~48 部，風機陣列排數由 9~10 排減至 6~7 排，海龍三號風場機組數量由 53~78 部減至 34~46 部，風機陣列排數由 7~8 排減至 2~3 排，所需架設的風機數量減少，使得整體飛行空間增加，因此整體衝擊相對較小。此外，依據海龍二號、三號風場實際調查結果，飛行高度在葉片旋轉範圍以下(25 公尺)佔 83~93%，風機大型化時，風機高度增加，但與海平面最低距離不變，因此單部風機撞擊風險增加有限。

就鳥種而言，風場範圍內以繁殖海鳥（燕鷗類）的年撞擊隻次最高，其次為遷徙性水鳥（鸕鶿類及鷺科鳥類），非繁殖海鳥（鱸形目為主）與遷徙性陸鳥（家燕為主）遭受風機撞擊的數量相當少。一方面是調查區域內部分月份燕鷗類及鸕鶿類的密度相當高，一方面也因為這兩類群鳥種的飛行高度分布與風機的旋轉區高度有較多重疊，較容易發生撞擊。反之，非繁殖海鳥與遷徙性陸鳥的飛行高度通常貼近海面，不易遭受風機撞擊。

就月份分布而言，9 月是撞擊事件最多的月份，發生撞擊的鳥種以燕鷗類為主，有可能是此時期在澎湖繁殖的燕鷗幼鳥離巢，也可能是其他地區的燕鷗遷徙經過，導致此海域的燕鷗數量大幅增加。撞擊事件次多的月份為 3 月，此時為鸕鶿類遷徙的高峰期，發生撞擊的鳥種以鸕鶿類為主。10、11、12 月在此海域活動的鳥類數量較少，因此極少發生撞擊事件。

就保育類鳥種而言，風場範圍共紀錄到魚鷹、玄燕鷗、白眉燕鷗、小燕鷗、鳳頭燕鷗等 5 種二級保育類。玄燕鷗、白眉燕鷗與鳳頭燕鷗均有相當數量，也遭受一定程度的撞擊影響。其中白眉燕鷗發生的撞擊次數最多，且從 4 月到 9 月均會發生，以 7 月及 9 月的撞擊

量較大，可能與幼鳥離巢或遷徙性的族群通過有關。玄燕鷗的撞擊事件集中在9月，鳳頭燕鷗則集中在4月，是由於其他地區的遷徙個體通過，或是因澎湖族群棲地利用的季節變化所導致，則有待進一步釐清。

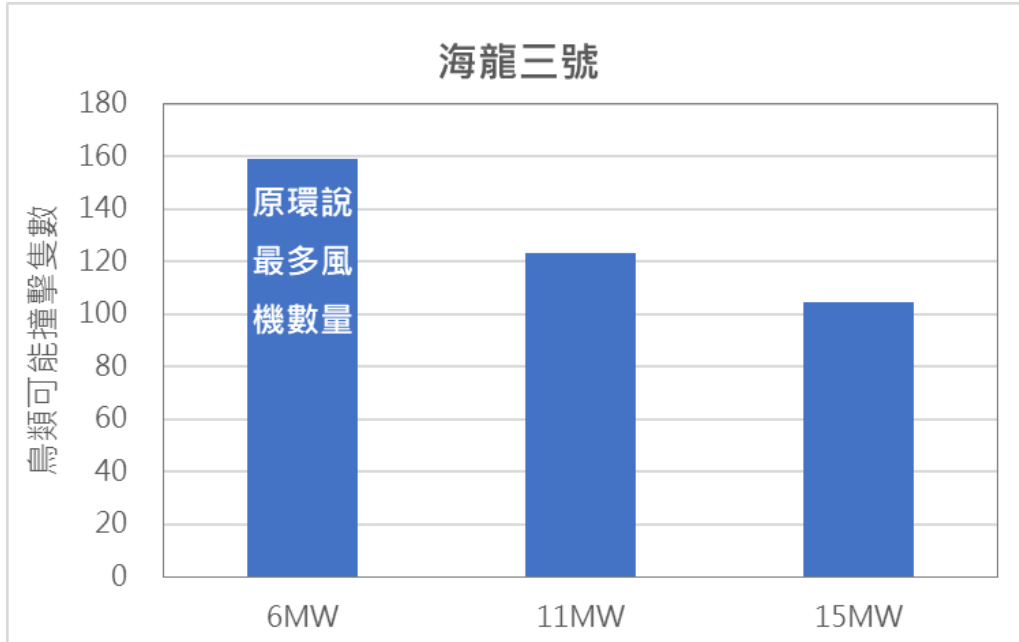


圖 6.1.4-9 海龍三號不同風機配置下各類群鳥種之年撞擊隻次

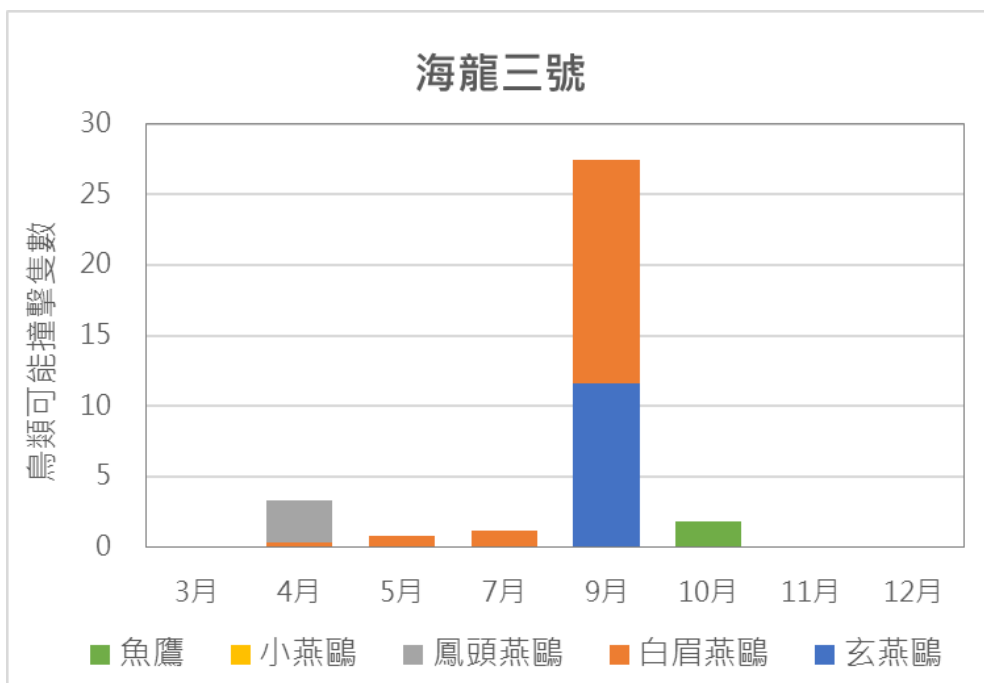


圖 6.1.4-10 海龍三號各月份各保育類鳥種之撞擊隻次 (迴避率 0.98)

表 6.1.4-5 海龍三號風機配置 11MW 時各物種各月之撞擊隻次

迴避率: 0.98											
中文名稱	英文名稱	學名	3月	4月	5月	7月	9月	10月	11月	12月	全年估值
穴鳥	Bulwer's Petrel	<i>Bulweria bulwerii</i>			<0.1						<0.1
黑背白腹穴鳥	Tahiti Petrel	<i>Pseudobulweria rostrata</i>					<0.1				<0.1
大水薙鳥	Streaked Shearwater	<i>Calonectris leucomelas</i>	<0.1	<0.1				<0.1		<0.1	<0.1
未知鷓形目	Unknown Procellariiformes	Procellariiformes spp.				<0.1	<0.1				<0.1
白腹鯨鳥	Brown Booby	<i>Sula leucogaster</i>				<0.1					<0.1
小白鷺	Little Egret	<i>Egretta garzetta</i>	1.0								1.0
魚鷹	Osprey	<i>Pandion haliaetus</i>						2.2			2.2
紅領瓣足鷗	Red-necked Phalarope	<i>Phalaropus lobatus</i>	<0.1								<0.1
未知鷗鵲類	Unknown shorebirds	Charadriiformes spp.	40.5				2.4				42.9
未知鷗	Unknown gulls	Larinae spp.	2.3								2.3
玄燕鷗	Brown Noddy	<i>Anous stolidus</i>					13.8				13.8
白眉燕鷗	Bridled Tern	<i>Onychoprion anaethetus</i>		0.3	0.9	1.4	19.0				24.4
小燕鷗	Little Tern	<i>Sternula albifrons</i>				<0.1					<0.1
鷗嘴燕鷗	Gull-billed Tern	<i>Gelochelidon nilotica</i>					2.3				2.3
白翅黑燕鷗	White-winged Tern	<i>Chlidonias leucopterus</i>			0.9						0.9
鳳頭燕鷗	Great Crested Tern	<i>Thalasseus bergii</i>		3.6							3.6
未知燕鷗	Unknown terns	Sterninae spp.					29.6				29.6
家燕	Barn Swallow	<i>Hirundo rustica</i>	0.2								0.2
未知燕科	Unknown swallows	Hirundinidae spp.	0.2								0.2
合計			44.2	3.9	1.8	1.4	67.1	2.2	0.0	0.0	123.55
迴避率: 0.99											
中文名稱	英文名稱	學名	3月	4月	5月	7月	9月	10月	11月	12月	全年估值
穴鳥	Bulwer's Petrel	<i>Bulweria bulwerii</i>			<0.1						<0.1
黑背白腹穴鳥	Tahiti Petrel	<i>Pseudobulweria rostrata</i>					<0.1				<0.1
大水薙鳥	Streaked Shearwater	<i>Calonectris leucomelas</i>	<0.1	<0.1				<0.1		<0.1	<0.1
未知鷓形目	Unknown Procellariiformes	Procellariiformes spp.				<0.1	<0.1				<0.1
白腹鯨鳥	Brown Booby	<i>Sula leucogaster</i>				<0.1					<0.1
小白鷺	Little Egret	<i>Egretta garzetta</i>	0.5								0.5
魚鷹	Osprey	<i>Pandion haliaetus</i>						1.1			1.1
紅領瓣足鷗	Red-necked Phalarope	<i>Phalaropus lobatus</i>	<0.1								<0.1
未知鷗鵲類	Unknown shorebirds	Charadriiformes spp.	20.2				1.2				21.4
未知鷗	Unknown gulls	Larinae spp.	1.2								1.2
玄燕鷗	Brown Noddy	<i>Anous stolidus</i>					6.9				6.9
白眉燕鷗	Bridled Tern	<i>Onychoprion anaethetus</i>		0.1	0.5	0.7	9.5				12.1
小燕鷗	Little Tern	<i>Sternula albifrons</i>				<0.1					<0.1
鷗嘴燕鷗	Gull-billed Tern	<i>Gelochelidon nilotica</i>					1.2				1.2
白翅黑燕鷗	White-winged Tern	<i>Chlidonias leucopterus</i>			0.5						0.5
鳳頭燕鷗	Great Crested Tern	<i>Thalasseus bergii</i>		1.8							1.8
未知燕鷗	Unknown terns	Sterninae spp.					14.8				14.8
家燕	Barn Swallow	<i>Hirundo rustica</i>	0.1								0.1
未知燕科	Unknown swallows	Hirundinidae spp.	0.1								0.1
合計			22.1	2.0	1.0	0.7	33.6	1.1	0.0	0.0	61.7

表 6.1.4-6 海龍三號風機配置 15MW 時各物種各月之撞擊隻次

迴避率: 0.98											
中文名稱	英文名稱	學名	3月	4月	5月	7月	9月	10月	11月	12月	全年估值
穴鳥	Bulwer's Petrel	Bulweria bulwerii			<0.1						<0.1
黑背白腹穴鳥	Tahiti Petrel	Pseudobulweria rostrata					<0.1				<0.1
大水薙鳥	Streaked Shearwater	Calonectris leucomelas	<0.1	<0.1				<0.1		<0.1	<0.1
未知鷲形目	Unknown Procellariiformes	Procellariiformes spp.				<0.1	<0.1				<0.1
白腹鯨鳥	Brown Booby	Sula leucogaster				<0.1					<0.1
小白鷺	Little Egret	Egretta garzetta	0.8								0.8
魚鷹	Osprey	Pandion haliaetus						1.8			1.8
紅領瓣足鷸	Red-necked Phalarope	Phalaropus lobatus	<0.1								<0.1
未知鷓鴣類	Unknown shorebirds	Charadriiformes spp.	34.9				2.1				37.0
未知鷗	Unknown gulls	Larinae spp.	1.9								1.9
玄燕鷗	Brown Noddy	Anous stolidus					11.6				11.6
白眉燕鷗	Bridled Tern	Onychoprion anaethetus		0.3	0.8	1.2	15.9				20.4
小燕鷗	Little Tern	Sternula albifrons				<0.1					<0.1
鷗嘴燕鷗	Gull-billed Tern	Gelochelidon nilotica					2.0				2.0
白翅黑燕鷗	White-winged Tern	Chlidonias leucopterus			0.8						0.8
鳳頭燕鷗	Great Crested Tern	Thalasseus bergii		3.0							3.0
未知燕鷗	Unknown terns	Sterninae spp.					25.0				25.0
家燕	Barn Swallow	Hirundo rustica	0.2								0.2
未知燕科	Unknown swallows	Hirundinidae spp.	0.2								0.2
合計			38.0	3.3	1.6	1.2	56.4	1.8	0.0	0.0	104.56
迴避率: 0.99											
中文名稱	英文名稱	學名	3月	4月	5月	7月	9月	10月	11月	12月	全年估值
穴鳥	Bulwer's Petrel	Bulweria bulwerii			<0.1						<0.1
黑背白腹穴鳥	Tahiti Petrel	Pseudobulweria rostrata					<0.1				<0.1
大水薙鳥	Streaked Shearwater	Calonectris leucomelas	<0.1	<0.1				<0.1		<0.1	<0.1
未知鷲形目	Unknown Procellariiformes	Procellariiformes spp.				<0.1	<0.1				<0.1
白腹鯨鳥	Brown Booby	Sula leucogaster				<0.1					<0.1
小白鷺	Little Egret	Egretta garzetta	0.4								0.4
魚鷹	Osprey	Pandion haliaetus						0.9			0.9
紅領瓣足鷸	Red-necked Phalarope	Phalaropus lobatus	<0.1								<0.1
未知鷓鴣類	Unknown shorebirds	Charadriiformes spp.	17.5				1.0				18.5
未知鷗	Unknown gulls	Larinae spp.	1.0								1.0
玄燕鷗	Brown Noddy	Anous stolidus					5.7				5.7
白眉燕鷗	Bridled Tern	Onychoprion anaethetus		0.1	0.4	0.5	7.9				10.0
小燕鷗	Little Tern	Sternula albifrons				<0.1					<0.1
鷗嘴燕鷗	Gull-billed Tern	Gelochelidon nilotica					0.9				0.9
白翅黑燕鷗	White-winged Tern	Chlidonias leucopterus			0.4						0.4
鳳頭燕鷗	Great Crested Tern	Thalasseus bergii		1.4							1.4
未知燕鷗	Unknown terns	Sterninae spp.					12.5				12.5
家燕	Barn Swallow	Hirundo rustica	0.1								0.1
未知燕科	Unknown swallows	Hirundinidae spp.	0.1								0.1
合計			19.1	1.6	0.8	0.5	28.0	0.9	0.0	0.0	51.9

## 2. 與鄰近風場累積效應影響模擬及評估

海龍二號、三號風場與鄰近大彰化離岸風力發電計畫(共 4 案)、海鼎離岸式風力發電計畫(共 3 案)等 9 個開發案，依據各案環說階段核定最多風機數量及海龍二號、三號風場新增較大單機容量 11MW、15MW 風機佈置規劃進行保育鳥類合併撞擊評估，變更後模擬評估結果與原環說比對，鳥類撞擊數量低於原環說最大鳥類可能撞擊數量。

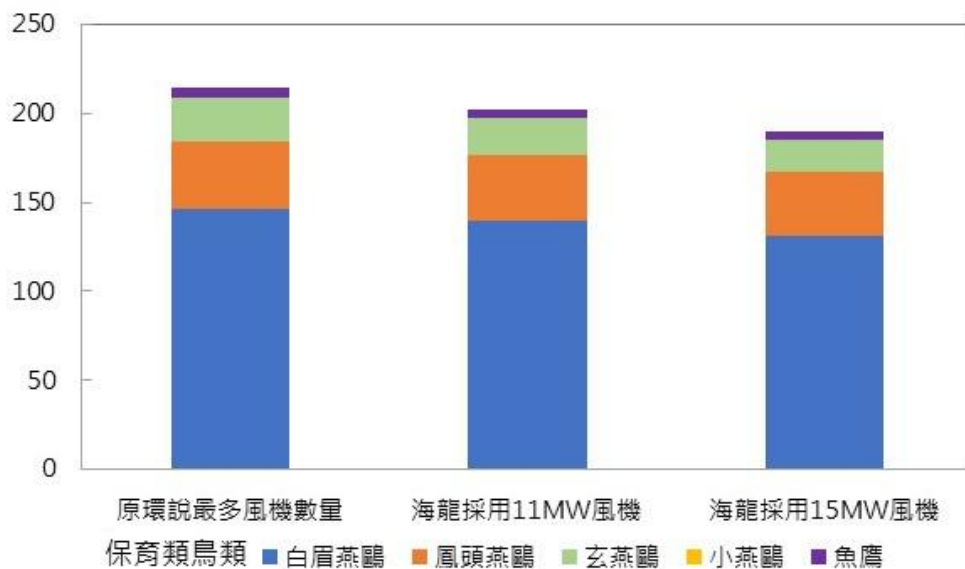


圖 6.1.4-11 彰化地區外海 9 塊風場最多風機數量配置下保育類鳥類之年撞擊隻次

### (1) 原環說(均採用環說階段核定最多風機數量)

於 0.98 的迴避率下，保育類最大全年的撞擊數量估值分別約為白眉燕鷗 147 隻、鳳頭燕鷗 37 隻、玄燕鷗 24 隻、小燕鷗<0.1 隻、和魚鷹 6 隻。

### (2) 本次變更(鄰近風場採用環說階段核定最多風機數量，海龍採大型化風機)

#### A. 海龍二號、三號風場採用 11MW 風機規劃、鄰近風場採用各案環說階段核定最多風機數量

於 0.98 的迴避率下，保育鳥類全年的撞擊數量估值分別約為白眉燕鷗 140 隻、鳳頭燕鷗 36 隻、玄燕鷗 21 隻、小燕鷗

<0.1 隻、和魚鷹 5 隻。

B. 海龍二號、三號風場採用 15MW 風機規劃、鄰近風場採用各案環說階段核定最多風機數量

於 0.98 的迴避率下，保育鳥類全年的撞擊量估值分別約為白眉燕鷗 132 隻、鳳頭燕鷗 36 隻、玄燕鷗 18 隻、小燕鷗 <0.1 隻、和魚鷹 5 隻。

3. 變更後整體鳥類飛行風險評估

鑒於國內外調查研究均顯示，大部分鳥類會主動迴避風場(50%~80%)，少部分在風場邊緣飛行(17%)，進入風場僅有 3%，進入風場後的鳥類絕大多數(99.4%)於風機間會自行迴避。換句話說，100 隻鳥中僅有約 3 隻會飛進風場，其中 99.4% 會自行迴避風機。

本計畫雖微調縮減風機間距，但改採大型化風機後，可大幅減少風機支數及排數，並留設一致性鳥類廊道，增加邊界退縮空間等(詳表 6.1.4-7 所示)，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(詳圖 6.1.4-12 所示)，本計畫以海三留設鳥類廊道，並採盛行風向至少 1,158 公尺及非盛行風向至少 666 公尺之間距條件佈置，確可降低鳥類飛行所面臨之實際風險。

表 6.1.4-7 6MW 與 14MW 風場退縮空間及風機最小間距布置差異比較表(海龍二號、海龍三號)

比較項目	6MW		14MW		6MW 與 14MW 規劃差異	
	退縮距離	退縮面積	退縮距離	退縮面積	退縮距離	退縮面積
場址邊界	雙側 1,812m	41.44km <sup>2</sup>	雙側 2,664m	66.42km <sup>2</sup>	雙側 426m	+24.98 km <sup>2</sup>
鳥類廊道	東西向 1,000m 南北向 2,000m		東西向 1,000m 南北向 2,000m		-	
直航航道	3,500m	41.13km <sup>2</sup>	3500m	41.13km <sup>2</sup>	-	-
<b>總計</b>	<b>6,406m</b>	<b>82.57km<sup>2</sup></b>	<b>6,832m</b>	<b>107.55km<sup>2</sup></b>	<b>426m</b>	<b>+24.98km<sup>2</sup></b>
風機最小間距	6MW		14MW		6MW 與 14MW 差異	
非盛行風向	5D(≥755m)		≥666m		-89m	
盛行風向	7D(≥1,057m)		≥1,158m		+101m	
<b>總計</b>	<b>1,812m</b>		<b>1,824m</b>		<b>+12m</b>	

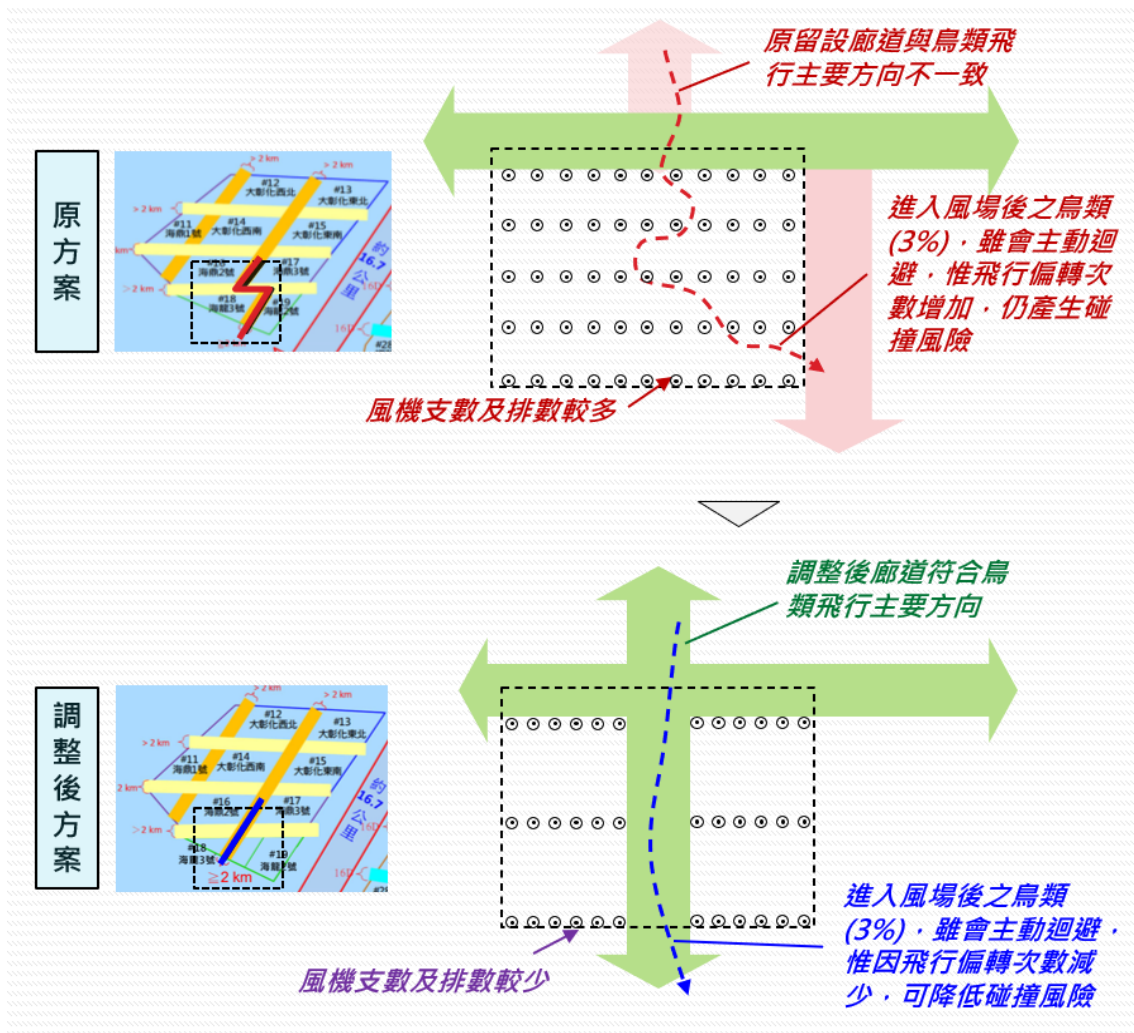


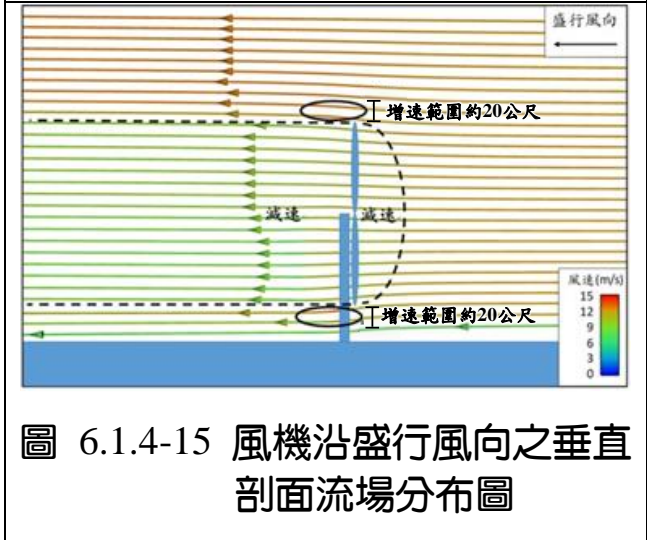
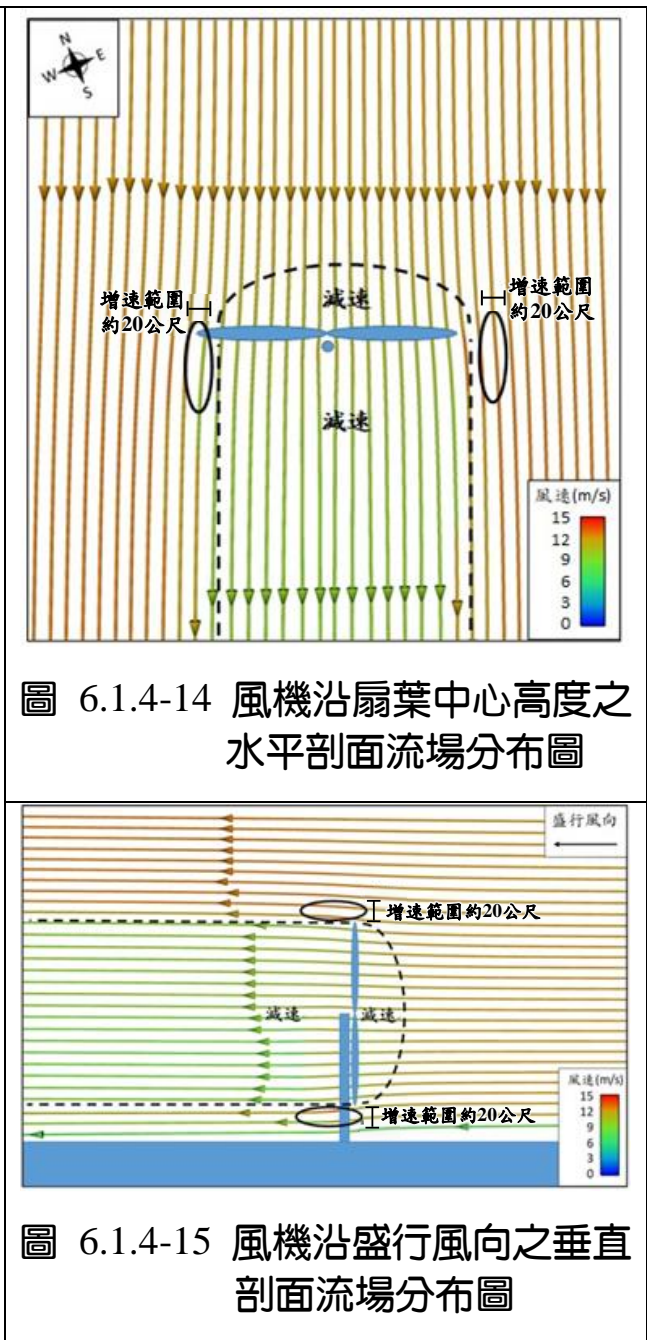
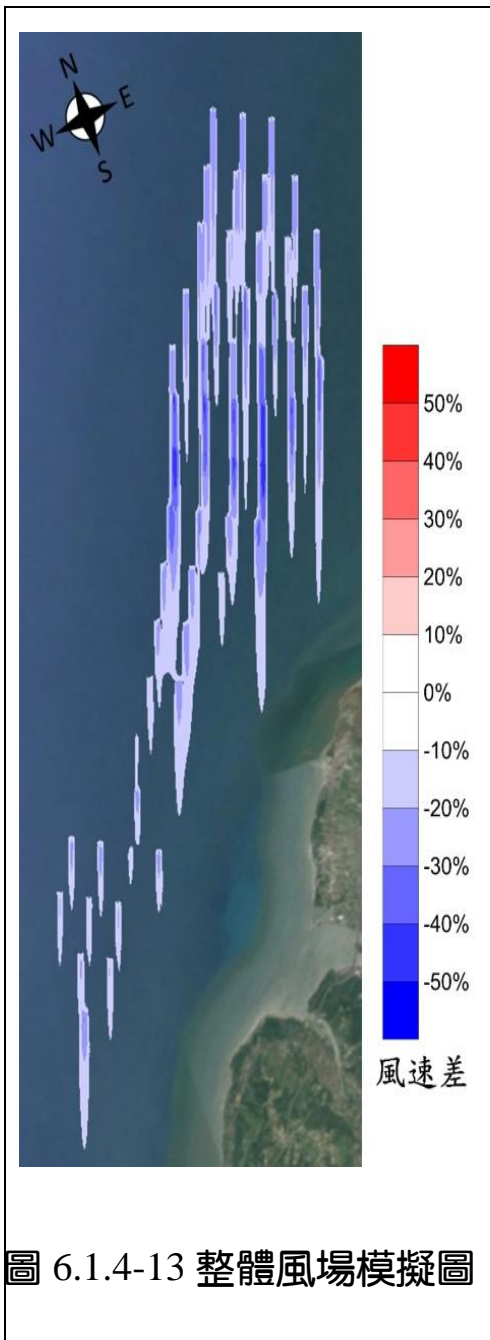
圖 6.1.4-12 鳥類廊道調整後對鳥類飛行風險評估比較

### 三、葉片間漩渦及末端氣流擾動影響及可利用空間檢核

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」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，為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，風機設置後對於整體風場的影響以減速為主(圖 6.1.4-13)，減速區域位於風機旋轉範圍、前方與後方，風能在風機扇葉前方約 40 公尺處已開始呈現減速現象(圖 6.1.4-14)；風機旋轉範圍外約 20 公尺區域有局部氣流擠壓，呈現增速現象(圖 6.1.4-15)；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。





#### 四、分析實際風機尺寸、風機間距及鳥類大小關係

本計畫為分析實際風機尺寸、風機間距及鳥類大小關係，按等比例尺繪製如圖 6.1.4-16 所示，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。經比對本計畫風機淨間距(444 公尺)及翼展 170 公分大型鳥群後，評估留設風機間距可提供鳥類於風機間飛行迴避空間。

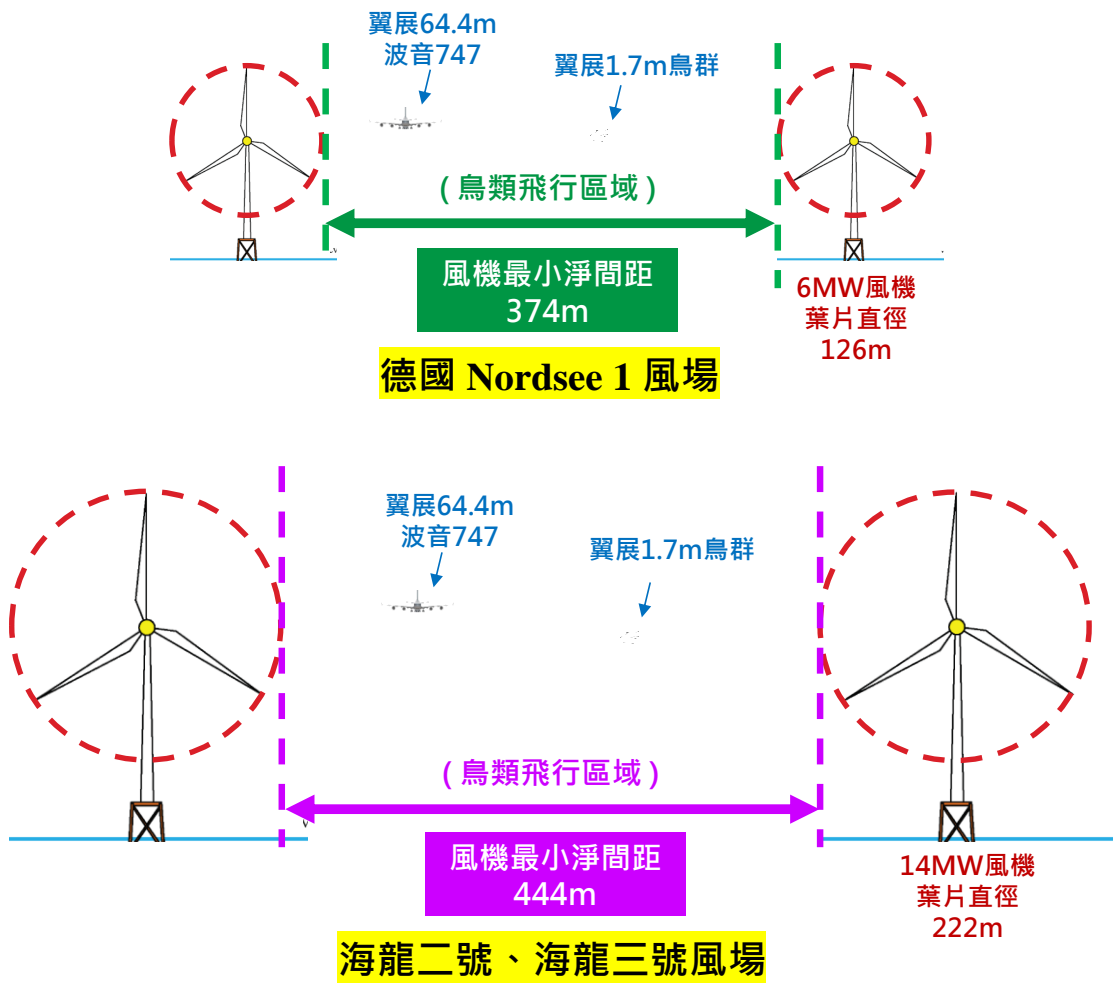


圖 6.1.4-16 海龍風場(14MW)及德國 Nordsee 1 風場(6MW)依實際風機尺寸按比例尺繪製之風機間距及鳥群大小對照圖

## 6.1.5 海域生態

本次變更新增大型化風機(11~15MW)，將減少風機實設數量，可減少開發面積、打樁噪音影響期間、海床懸浮固體擾動及底棲生態影響面積，降低對於海洋生態影響。機組基座大小由 25x25 公尺調整為 30x30 公尺，可提升聚魚效果。此外，由於變更前後均採用套筒式基礎，施工流程及施工時間並無明顯差異，僅施工時間將因海象、氣象及海域環境有所調整。說明如下：

### 一、降低海域開發規模

- (一) 減少風機打樁數量，可減少打樁噪音影響期間，降低對於海洋生態影響。
- (二) 實設風機數量降低，可減少海域點狀開發數量、海床懸浮固體擾動及底棲生態影響面積、底棲生態影響(表 6.1.5-1)。
- (三) 文獻顯示，水下基礎具有「聚魚效果」，本次變更機組基座大小由 25x25 公尺調整為 30x30 公尺，可微略提升聚魚效果。

**表 6.1.5-1 本次變更新增大型化風機與原環說最多風機數量差異說明整理表**

評估減輕項目	原風機方案 (6~9.5MW)	大型化風機方案 (11~15MW)	6MW 與 15MW 規劃差異分析
風機	53~78 部	34~46 部	最多減少 44 部
水下基礎	53~78 座	34~46 座	最多減少 44 座
基樁	212~312 支	136~184 支	最多減少 176 支
基座面積(m <sup>2</sup> )	48,750	30,600	最多減少 18,150m <sup>2</sup>
風機陣列排數	7~8 排	2~3 排	最多減少 6 排
打樁作業時間 (hr)	3.5hr × 312 = 1,092	4hr × 136 = 544	最多減少 548 小時
基樁直徑(m)	2.6~3.5 公尺	3.2~4.4 公尺	最多增加 1.8 公尺
樁體長度(m)	67~102 公尺	77公尺 (以平均值預估)	仍在原環說之規劃範圍內
入土深度(m)	65~100 公尺	75公尺 (以樁體長度平均值預估)	仍在原環說之規劃範圍內

備註：本表數值係為工程規劃平均值，實際量化數值將依工程細部設計及地質情況調整。

## 二、減少打樁作業水下噪音影響時間

打樁時將產生噪音或震波，將對近距離範圍內的海洋環境造成局部影響。本次變更新增 11MW~15MW 風機機組單支基樁從開始打樁到完成的時間平均約為 4.0 小時，原環說 6~9.5MW 風機打樁時間平均約為 3.5 小時(但仍取決於打樁點地質、地形條件及環境狀況)。經評估後，變更前後總打樁作業時間最多減少 548 小時，說明如下：

### (一) 原環說(採最多風機數量 6MW 風機)

採用單支基樁打樁時間為 3.5 小時估算，原環說於採用 6MW 進行佈設情境下，總基樁數量共 312 支，整體打樁時間為 1,092 小時。

### (二) 本次變更(採 15MW 風機)

採用單支基樁打樁時間為 4.0 小時估算，本次變更於採用 15MW 進行佈設情境下，總基樁數量共 136 支，整體打樁時間為 544 小時。

## 三、減少海床懸浮固體擾動及底棲生態影響面積

風機設置將會影響海床地貌，影響的面積與整體發電風場海域範圍來比較是相對地很小，打樁時在極小範圍內的沙泥或懸浮物會被揚起，而增加局部範圍內海水的濁度，打樁結束後隨著海流的擴散在短時間內即可恢復正常。原環說 6.0~9.5MW 風機基座約為 25x25 公尺，本次變更新增 11MW 及 15MW 風機基座約為 30x30 公尺，變更後海龍二號、三號風場整體影響面積約可減少 26,025 平方公尺。

### (一) 原環說(採最多風機數量 6MW 風機)

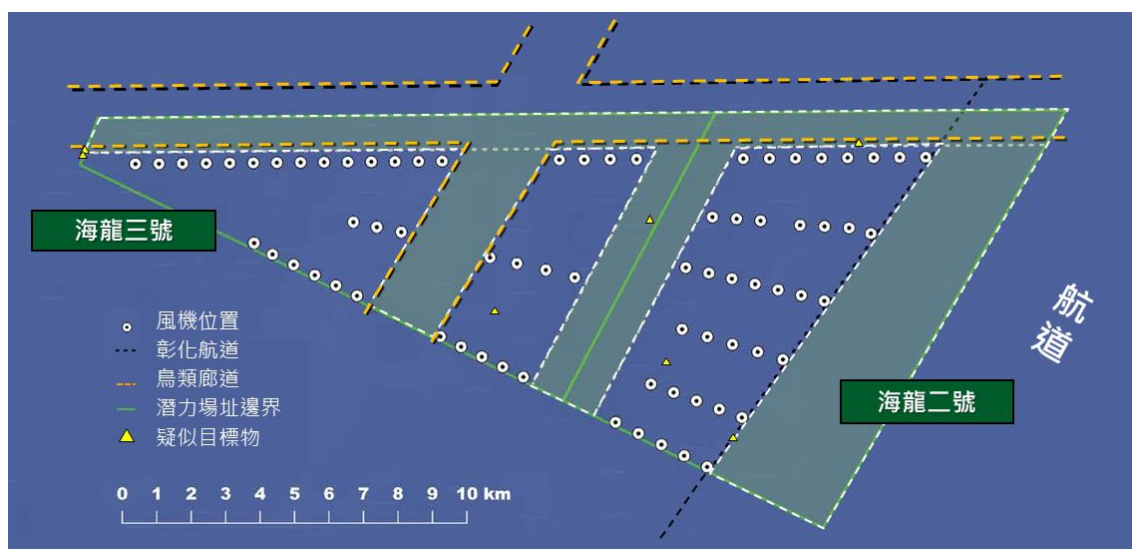
海龍二號、三號風場整體影響面積約為 88,125 平方公尺。

### (二) 本次變更(採 15MW 風機)

海龍二號、三號風場整體影響面積約為 62,100 平方公尺。

## 6.1.6 水下文化資產

本次變更新增 11~15MW 風機配置規劃及海纜鋪設線路區位已參考「海龍二號、海龍三號離岸風力發電開發計畫-水下文化資產調查-水域細部調查(目標物區複查)成果報告書」避開疑似目標物，詳圖 6.1.6-1 所示。



資料來源：海龍二號、三號離岸風力發電開發計畫-水下文化資產調查-水域細部調查(目標物區複查)成果報告書，107 年 10 月。

圖 6.1.6-1 新增 11~15MW 風機配置規劃與疑似目標物套繪示意圖

# 第七章 環境保護對策之檢討及修正，或綜合 環境管理計畫之檢討及修正

## 7.1 環境保護對策檢討及修正

原環說及本次變更施工前及施工期間海域環境保護對策之調整及新增內容對照說明詳表 7.1-1、表 7.1-2 所示。

一、本次變更因應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

### (一) 鳥類

將優先選用較大風機，以降低鳥類影響。

1. 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。
2. 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，風機間距不小於 755 公尺之風機數量至少 33%，不小於 666 公尺至少 67%。
3. 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)。
4. 風機葉片距離海面高度至少 25 米。

二、配合相關機關審查意見，新增之環境保護對策如下：

### (一) 施工前

#### 1. 文化資產

- (1) 本計畫施工前陸域文化資產判釋將依據「考古遺址發掘資格條件審查辦法」提送「考古鑽探之發掘申請書及計畫書」至彰化縣文化局審查，經核准同意後執行，定稿本將提送文化部文化資產局存查。

- (2) 本計畫海域施工前將提送核定風機點位及海纜位置圖至文化部文化資產局(含風機點位與水下文化資產調查報告書備查本之調查結果比對套疊圖資、與疑似目標物安全距離說明等資料)。

## (二) 施工期間

### 1. 鯨豚

本計畫於風機打樁作業期間將配合海洋保育署公布之「臺灣鯨豚觀察員制度作業手冊」執行。

### 2. 海域水質

本計畫海域水質涉及海洋委員會已公告項目之監測，將依海洋委員會公告之方法辦理。

### 3. 船舶

(1) 本計畫後續將依照海巡署三階段岸際雷達之要求，於適當位置配合增設雷達。雷達設置前將與交通部航港局確認實際設置位置及數量，設置後將雷達資料提供交通部航港局使用。

(2) 本計畫海域施工前將依災害防救法規定，訂定「離岸風電災害防救業務計畫」提送中央目的事業主管機關核定。

### 4. 文化資產

(1) 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。

(2) 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。

(3) 施工期間陸域施工考古監看成果報告將提交彰化縣政府備查，並提送 1 份至文化部文化資產局存查。

表 7.1-1 變更前後施工前環境保護對策

項目	原環說環境保護對策	本次變更環境保護對策
地形地質	施工前進行更詳盡地質調查與鑽探，供做為風機基礎及其施工設計之依據，並將因應場址地質特性進行施工規劃。	維持與原環說相同。
海域生態(含魚類)	<p>(一) 監測計畫</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 施工前執行一次風場範圍漁業資源背景調查資料(含漁船數目、漁業活動形式、魚種、漁獲量等)，並提出指標物種，作為營運後影響比較依據及漁業活動管制參考。</li> <li>2. 施工前將於預計風機位置一處執行 1 次水下攝影，以最先施作的風機進行調查。</li> </ol> <p>(二) 海底電纜鋪設工程將依「在中華民國大陸礁層鋪設維護變更海底電纜或管道之路線劃定許可辦法」相關規定辦理。</p> <p>(三) 將配合中油天然氣事業部召開技術相關會議，討論有關電纜跨越海底天然氣輸送管線之問題及間隔保護工及施工方法。</p> <p>(四) 海纜路徑將避開「線西保護礁禁漁區」、「崙尾保護礁禁漁區」、「鹿港保護礁禁漁區」。海纜若有通過涉及「鹿港保護礁禁漁區」，將於開發前依規定提供公告機關風機配置及海纜路線座標點位資料，並洽詢意見。</p>	維持與原環說相同。
鳥類	<p>(一) 本計畫將於 106 年秋季至 107 年春季鳥類調查作業完成後提出環境影響調查報告送審，同時將配合其他風場案例之調查成果進行整體評估，以研擬最適鳥類保護對策。並依環境影響評估法第 18 條規定完成審查後，提出鳥類通行廊道之規劃。</p> <p>(二) 規劃階段將進行一次鳥類繫放衛星定位追蹤監測以了解主要的鳥類遷徙路徑，預計在春季臺灣沿海水鳥北返之季，進行彰化海岸的鳥類繫放衛星追蹤，以衛星追蹤器進行候鳥的遷移路線確認。</p> <p>(三) 規劃階段將進行一次澎湖群島燕鷗之繫放衛星定位追蹤監測，以分析其棲地利用。預計選擇夏季以衛星追蹤器進行鳳頭燕鷗的繫放和追蹤。</p>	維持與原環說相同。
鯨豚	本計畫將於施工前一年於風場範圍選擇 2 站進行水下噪音調查(含鯨豚聲學監測)，調查時間將執行一年四季，每季一次且每季連續 14 天，以充分掌握水下噪音長期背景值。	維持與原環說相同。
文化資產	<p>(一) 每一個風機位置進行鑽孔取樣，並將取得之岩心或岩心照片委由合格考古人員進行判讀，以瞭解其下是否有文化資產存在。</p> <p>(二) 調查結果發現疑似水下文化資產對象，將由水下專業考古人員確認。</p> <p>(三) 風場範圍內若發現有疑似水下文化資產目標物且無法確認時，將配合調整風機設置位置至無水下文化資產目標物處。</p>	<p>本次變更新增：</p> <p>(一) <u>本計畫施工前陸域文化資產判釋將依據「考古遺址發掘資格條件審查辦法」提送「考古鑽探之發掘申請書及計畫書」至彰化縣文化局審查，經核准同意後執行，定稿本將提送文化部文化資產局存查。</u></p> <p>(一) <u>本計畫海域施工前將提送核定風機點位及海纜位置圖至文化部文化資產局(含風機點位與水下文化資產調查報告書備查本之調查結果比對套疊圖資、與疑似目標物安全距離說明等資料)</u></p>



表 7.1-2 變更前後施工期間環境保護對策(海域範圍)

項目	原環說環境保護對策	本次變更環境保護對策
海域生態	<p>(一) 本計畫場址選擇已採用「預防原則」，以避開所有生態敏感之棲地的方式，而非以少數保育物種的方式規劃。已避開已劃設、即將劃設或未來可能會劃設的海洋保護區，如中華白海豚重要野生棲息地，以避免可能帶來的生態衝擊。</p> <p>(二) 本計畫海底防淘刷保護將不會採用對海域生態影響較大之拋石措施，且未來本計畫若經設計考量需設置防淘刷保護時，將選用能增強藻類及生物附着能力之人工造墊塊為原則，以彌補因海底硬鋪面增加所消失棲息地環境。</p> <p>(三) 在考量技術可行性及合理性的情況下，海纜規劃擬以最短距離連接至上岸點，減少施工對環境影響。</p> <p>(四) 海纜採分段施工，每段施工完即恢復既有狀態，以減輕施工影響。</p> <p>(五) 本計畫風場以漸進式方式進行打樁作業，將於一座風機打樁完成後再移至下一座風機進行打樁，不會有同時 2 部以上風機進行打樁作業，且海龍二號風場與海龍三號風場將不會同時進行打樁作業，以減少海域大規模施工。</p> <p>(六) 打樁期間選擇與施工前調查同一風機位置於打樁後執行 1 次水下攝影。</p>	維持與原環說相同。
鳥類	<p>(一) 潮間帶 海纜上岸的施工將降低對於潮間帶泥灘地的干擾。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 經本計畫環境調查期間分析結果，本計畫上岸點已避開保育類物種棲息地，以保護保育類物種。</li> <li>2. 施工期間潮間帶施作將禁止排放污水、傾倒廢土，以避免干擾潮間帶泥質灘地的原有生態功能，且將針對廢棄物進行集中管理。</li> <li>3. 針對鳥類主要覓食棲息之潮間帶區域，其越堤段電纜鋪設將採用地下工法(水平鑽掘或推管)，以減少對於生態棲地之影響，其餘非地下工法部分之電纜鋪設，則將避開候鳥過境期 11 月至隔年 3 月。</li> <li>4. 配合經濟部公告之「彰化離岸風電海纜上岸共同廊道範圍」規劃。</li> </ol>	維持與原環說相同。
	<p>(二) 海上</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。<u>警示燈光以符合民航局「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」設置，並取得民航局同意函，燈具選擇可切換紅白光且閃爍頻率為 20~40fpm 的 LED 燈，以減少吸引鳥類靠近的可能性。</u></li> <li>(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。</li> <li>(3) 將優先選用較大風機，以降低鳥類影響。 <ol style="list-style-type: none"> <li>A. 風機大型化規劃，單機裝置容量採 6~9.5MW。</li> <li>B. <u>風機間距部分</u>，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)。</li> <li>C. 與相鄰風場間距至少為葉片直徑 6 倍(906~984 公尺)。</li> </ol> </li> </ol> </li> </ol>	<p>本次變更調整第(二)條第 1 項第(1)款內容如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>A. 風機架設完成後，將於風場最外圍風力機組設置最少之航空警示燈，實際設置數量需依屆時所規劃之風力機組配置而定。<u>依民航局最新頒布之「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」設置航空警示燈，並取得民航局同意函，燈具選擇可同步閃光的航空警示燈，以減少吸引鳥類靠近的可能性。</u></li> </ol> <p>本次變更補充第(二)條第 1 項第(3)款內容：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>A. 將優先選用較大風機，以</li> </ol>

項目	原環說環境保護對策	本次變更環境保護對策
	<p>D. 風機葉片距離海面高度至少 25 米。</p>	<p>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，風機間距不小於 755 公尺之風機數量至少 33%，不小於 666 公尺至少 67%。</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>
鯨豚	<p>經由本環境評估調查及比對白海豚公告保育範圍，本計畫區域為鯨豚類活動頻率甚低之區域，然本計畫仍基於環境保護原則擬定保護對策，相關內容如下：</p> <p>(一) 依海底地質及工法許可的條件，本計畫選用打樁噪音較小的套筒式基樁型式(Jacket Type)。</p> <p>(二) 本計畫風場以漸進式方式進行打樁作業，將於一座風機打樁完成後再移至下一座風機進行打樁，不會有同時 2 部以上風機進行打樁作業，且海龍二號風場與海龍三號風場將不會同時進行打樁作業，以減少海域大規模施工。</p> <p>(三) 打樁前預防措施</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 參照本計畫打樁期間監測作業所採行之「聲音監測法」及「人員監看法」確認警戒區內連續 30 分鐘無鯨豚活動後，方可開始打樁。</li> <li>2. 採漸進式打樁，由低打樁力道開始，慢慢增加到全力道，此過程至少需要 30 分鐘。</li> <li>3. 本計畫承諾不使用聲音驅趕裝置。</li> <li>4. 「日落前 1 小時後至日出前不得啟動新設風機打樁作業」且所有打樁作</li> </ol>	<p>(一) 本次變更新增： 本計畫於風機打樁作業期間將配合海洋保育署公布之「臺灣鯨豚觀察員制度作業手冊」執行。</p> <p>(二) 本次變更調整第(四)條內容： 施工期間將以風機基礎中心點為該機組 750 公尺執行水下聲學監測基準點，採半徑 750 公尺範圍內作為警戒區，半徑 750 至 1,500 公尺範圍作為預警區。</p>

業（包含施工現場的吊樁及翻樁作業）必須在施工船上全程錄影，錄影畫面應顯示拍攝的日期與時間，錄影資料應保存備查至少 5 年。

#### (四) 打樁期間對策

整個打樁期間將以聲音監測法、人員監看法(或熱影像儀)進行監測。

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

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

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

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

#### 1. 聲音監測法

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

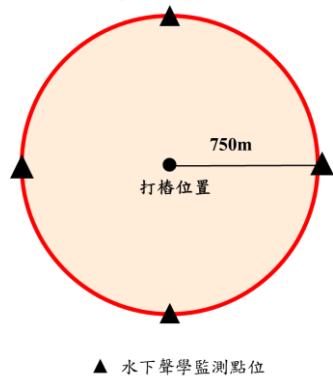


圖 1 本計畫水下聲學監測配置示意圖

#### 2. 人員監看法

於施工船上配置至少 3 位以上之鯨豚觀測員(至少 1 位為民間生態團體成員)於基礎打樁過程全程執行目視觀察，觀察範圍必須涵蓋 4 個方位之警戒區(750 公尺內)和預警區(750 公尺~1,500 公尺內)。

#### 3. 熱影像儀調查法

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

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

#### (五) 打樁噪音監測

離岸風力發電機組施工期水下噪音評估方法及閾值，除配合經濟部能源局所提任務小組檢討研提本土規範辦理外，至少應採用德國 StUK4(2013)的環評標準

#### 1. 聲音監測法

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

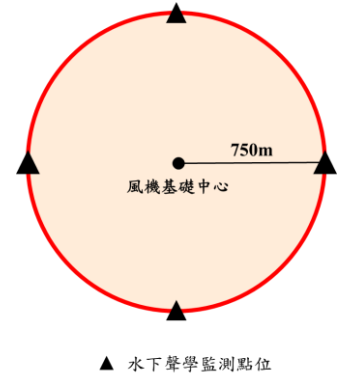




圖 1 本次變更水下聲學監測配置示意圖

#### (三) 本次變更調整第(五)條第 1 項內容：

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。

項目	原環說環境保護對策	本次變更環境保護對策
	<p>[1]，測量方式參照附件技術指引[2]，模擬方法參考附件技術指引[3]，量測方法及閾值如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <u>在距離打樁位置外 750 公尺處選擇合理方位全程執行設置 4 座水下聲學監測設施並分布於 4 個方位，持續監測打樁水下噪音值。</u></li> <li>2. 於 750 公尺監測處，水下噪音聲曝值(SEL)不得超過 160dB re 1<math>\mu</math>Pa<sup>2</sup>s，作為影響評估閾值。 若未來主管機關及目的事業主管機關擬定水下噪音最大容忍值，本計畫將承諾依照最新法規執行。</li> <li>3. 在計算水下噪音聲曝值(SEL)時，採用單次打樁事件為基準，每次以 30 秒為資料分析長度，計算出打樁次數 N 及平均聲曝值(equivalent SEL 或 average level，簡稱 L<sub>eq30s</sub>)，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。</li> </ol> <p>(六) 減噪措施 打樁期間將全程採行申請開發時已商業化之最佳噪音防制工法(如氣泡幕(Bubble Curtain)，如圖 2)，惟實際仍將以打樁當時已商業化之最佳噪音防制工法為優先。</p> <div data-bbox="470 936 798 1317" data-label="Image"> </div> <p>註：本圖僅為示意圖，實際仍以打樁當時已商業化之最佳噪音防制工法為優先。</p> <p><b>圖 2 水下氣泡幕示意圖</b></p> <p>(七) 船速管制 中華白海豚野生動物重要棲息環境(含預告)及邊界以外 1,500 公尺半徑內施工船隻船速將管制在 6 節以下，且盡可能避免在中華白海豚活動高峰時間進入已知之中華白海豚活動密集位置，航道劃設也將避開敏感區位。</p> <p>(八) 施工階段鯨豚生態調查頻率採每年 20 趟次(非僅限於 4-9 月執行，調整前應依法申請變更)。</p>	
海域水質	<p>(一) 為掌握工期以減輕因風機基礎施工、海底電纜鋪設等作業引起海底底質揚起對海域水體干擾，將研擬適當的施工計畫、確實控管施工進度。</p> <p>(二) 確實執行施工期間海域水質環境監測工作，隨時掌握海事工程對周遭海域環境水質之影響。</p> <p>(三) 本計畫上岸點將避開蚵架區。且越堤段電纜鋪設將採用地下工法(水平鑽掘或推管)，海底電纜鋪設施工期間，於潮間帶施工時為降低減少懸浮影響，並降低海域生物或魚群進入工區範圍之可能性，潮間帶施工範圍邊界將設置污染防止膜或防濁布，將揚起之懸浮物質圍束於施工範圍以避免擴散(圖</p>	<p>(一) 本次變更新增： <u>本計畫海域水質涉及海洋委員會已公告項目之監測，將依海洋委員會公告之方法辦理。</u></p>

項目	原環說環境保護對策	本次變更環境保護對策
	<p>3)。</p>  <p>資料來源<a href="http://img.diytrade.com/cding/131639/33215175/0/1375944779.jpg">http://img.diytrade.com/cding/131639/33215175/0/1375944779.jpg</a> 防濁幕於海域實際應用情形</p>  <p>資料來源<a href="http://www.xinhao.com.cn/sdp/131639/3-pd-1003204/4066310.html">http://www.xinhao.com.cn/sdp/131639/3-pd-1003204/4066310.html</a> 防濁幕產品實景圖</p> <p><b>圖 3 海域施工防濁幕(或稱防濁布、防污屏等)示意圖</b></p>	
空氣品質	<p>(一) 工作船舶使用當時工作港口可取得之最低含硫量油品。</p> <p>(二) 工作船隻廢氣排放管加裝濾煙器或活性碳過濾或其他施工時已商業化之最佳可行控制技術。</p>	維持與原環說相同。
船舶	<p>(一) 港區</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 船隻將定期進行機械設備維護。</li> <li>2. 廢(污)水及廢機油，將依據相關水污染防治法規定辦理。</li> <li>3. 機具及船隻維修廢水為含油脂性較高之廢水，將收集後集中處置或採用最佳管理方式(BMP)予以處理。</li> </ol> <p>(二) 航道</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 由於施工期間之大型作業船機數量較多，且頻繁航行往來於工址至工作碼頭間海域，考量船機航行安全與作業順利，將規劃施工船舶航路供作業航行船機運航，避免妨礙鄰近漁船或進出台中港船舶安全。</li> <li>2. 規劃於工址至工作碼頭間規劃一條施工船舶航路。施工單位於施工前須提送港務公司核備，並公開發佈於各港口與相關漁、商船公會等單位。</li> <li>3. 通知航行該海域之各種船隻注意，避免海事事故發生。</li> <li>4. 大型工作船進行運送時，兩側規劃備有船隻進行警戒。而相關施工船機未來需配合承包廠商之相關船機特性進行施工管理與規劃。</li> </ol> <p>(三) 作業場址</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本計畫開發期間所使用之工作船舶皆由專業團隊調度執行，並且進行妥善之船舶安全檢查，其作業範圍即為各風場場址，皆將依據核備之施工航道來行駛。</li> <li>2. 本計畫未來施工時若發生漏油事件，開發單位與施工船隊將會協同合作以防止污染擴大情事。且於施工期間為避免非工作船隻進入施工區發生擦撞等意外事件，造成漏油等污染，將設置施工範圍警示設施，以避免碰撞意外發生。</li> <li>3. 船舶之廢(污)水、油、廢棄物或其他污染物質，除依規定得排洩於海洋者外，將留存船上或排洩於岸上收受設施。</li> <li>4. 使用之工作船壓艙水設置壓艙水處理設備，妥善處理後排放。</li> <li>5. 若船隻有意外事件致污染海域或有污染之虞時，將採取措施以防止、排</li> </ol>	<p>(一) 本次變更新增：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本計畫後續將依照海巡署三階段岸際雷達之要求，於適當位置配合增設雷達。雷達設置前將與交通部航港局確認實際設置位置及數量，設置後將雷達資料提供交通部航港局使用。</li> <li>2. 本計畫海域施工前將依災害防救法規定，訂定「離岸風電災害防救業務計畫」提送中央目的事業主管機關核定。</li> </ol>

項目	原環說環境保護對策	本次變更環境保護對策
	<p>除或減輕污染，例如設置攔油索縮小污染範圍，以及油設備收集海上浮油，並即通知當地航政主管機關、港口管理機關及地方主管機關。</p> <p>6. 選用狀況良好之施工機具及船隻，作好定期、不定期保養維護工作，並留存保養記錄，以減少排放廢氣之污染物濃度。</p> <p>7. 嚴格要求承攬商施工機具及船隻採用符合管制標準之油品。</p> <p>8. 依「海洋污染防治法」相關規定，設置防止污染設備，並不得污染海洋；如發生海難或因其他意外事件，致污染海域或有污染之虞時，船長及船舶所有人應即採取措施以防止、排除或減輕污染，並即通知當地航政主管機關、港口管理機關及地方主管機關。</p> <p>9. 如發生意外事故，將依「重大海洋油污染緊急應變計畫」及「水污染事件緊急應變聯防體系作業要點」通報相關主管機關(航管局、彰化縣政府、彰化縣環保局)，並且配合應變措施作業提供相關圖資及派遣熟悉發生污染設施之相關人員協助處理。</p>	
廢棄物	<p>施工期間所產生之相關廢棄物，將依照「廢棄物清理法」相關規定，由船舶運回陸域進行妥善處理。</p>	<p>維持與原環說相同。</p>
文化資產	<p>將依文化資產保存法第 33 條、57 條、77 條、88 條、水下文化資產保存法第 13 條相關辦法辦理。發現疑似水下文化資產時，應即停止該影響疑似水下文化資產之活動，維持現場完整性，並立即通報主管機關處理。但為避免緊急危難或重大公共利益之必要，得不停止該活動，並應於發現後立即通報主管機關處理。</p>	<p>(一) 本次變更新增：  <u>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。</u>  <u>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。</u></p>

表 7.1-3 變更前後施工期間環境保護對策(陸域文化資產)

項目	原環說環境保護對策	本次變更環境保護對策
文化資產	<p>(一) 施工期間將依文化資產保存法第 33 條、57 條、77 條、88 條等相關規定辦理，營建工程或其他開發行為進行中，發見具古蹟、歷史建築、紀念建築及聚落建築群價值之建造物時，應即停止工程或開發行為之進行，並報主管機關處理。發見疑似考古遺址時，應即停止工程或開發行為之進行，並通知所在地直轄市、縣(市)主管機關。發見具古物價值者，應即停止工程或開發行為之進行，並報所在地直轄市、縣(市)主管機關依第六十七條審查程序辦理。發見具自然地景、自然紀念物價值者，應即停止工程或開發行為之進行，並報主管機關處理。</p> <p>(二) 本計畫於降壓站及纜線施工開挖期間，委請合格考古人員進行每日施工監看，以減少海域大規模施工。</p>	<p>(一) 本次變更新增：  <u>施工期間陸域施工考古監看成果報告將提交彰化縣政府備查，並提送 1 份至文化部文化資產局存查。</u></p>

表 7.1-4 變更前後營運期間環境保護對策(鳥類生態)

項目	原環說環境保護對策	本次變更環境保護對策
鳥類生態	<p>(一) 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。<u>警示燈光以符合民航局「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」設置，並取得民航局同意函，燈具選擇可切換紅白光且閃爍頻率為 20~40fpm 的 LED 燈，以減少吸引鳥類靠近的可能性。依據民航局頒布之『航空障礙物標誌與障礙燈設置標準』第十七條規定，風力發電機支撐結構物應使用 A 型中亮度障礙燈，其設置應符合水平方向設置間距應不超過九百公尺且位於最角落或最外圍之發電機支撐結構物應予設置，故未來本計畫將於風場最外圍之風力機組設置航空警示燈，設置數量需依屆時所規劃之風力機組配置而定。</u></p> <p>(二) 觀測風場中鳥類活動</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 將擇一海上變電站，設計適當空間做為研調平台，開放給相關單位，方便日後各項研調計畫或監測作業使用，例如架設雷達、紅外線攝影機等進行鳥類觀測調查或海上鯨豚調查研究。此項作為確實可方便相關單位進行研究調查工作，對於臺灣海域生態或海上鳥類生態環境的了解確有幫助性，可視為本計畫之環境友善作為，也可提升臺灣海域或海上鳥類生態環境了解。</li> <li>2. 本計畫將於風場適當地點安裝至少 1 個高效能雷達，並將回傳資料處理。監測資料會公開於本開發單位網站。</li> <li>3. 風場將擇三處適當位置設置高效能錄影機，記錄風場內鳥類的活動。</li> <li>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 7.1-1，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。</li> <li>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。</li> </ol>	<p>本次變更調整第(一)條內容如下：</p> <p>(一) 降低風機撞擊效應</p> <p>依歐洲經驗，風機上若設置太多警示燈光有吸引鳥類靠近之虞，風機架設完成後，將於風場最外圍風力機組設置最少之航空警示燈，實際設置數量需依屆時所規劃之風力機組配置而定。<u>依民航局最新頒布之「航空障礙物標誌與障礙燈設置標準」設置航空警示燈，並取得民航局同意函，燈具選擇可同步閃光的航空警示燈，以減少吸引鳥類靠近的可能性。</u></p> <p>(刪除)</p>

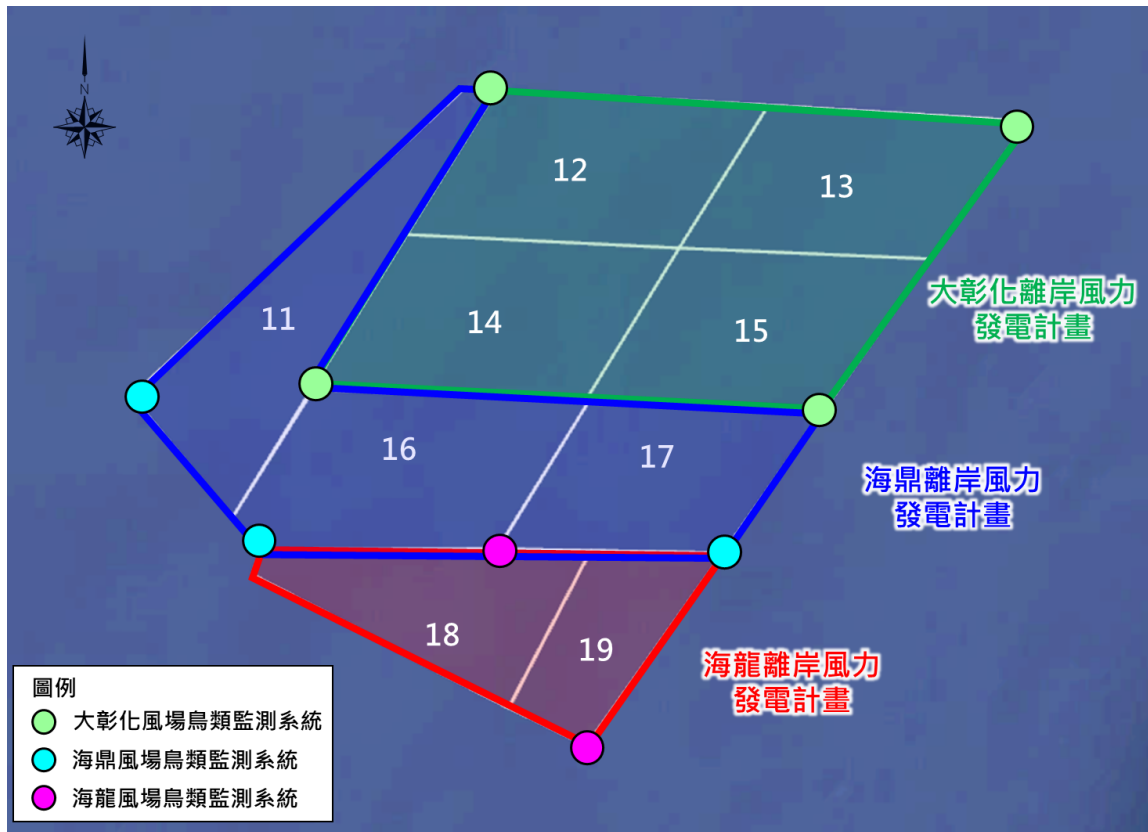


圖 7.1-1 海龍案(本案)、大彰化案及海鼎案聯合設置鳥類監測系統示意圖 (變更後)

## 7.2 環境監測計畫檢討及修正

本次變更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 1.陸域監測項目將以陸域工程(降壓站及陸纜工程)開始施工日期往前起算其應監測期間」及「備註 2.海域監測項目將以海域工程開始施工日期往前起算其應監測期間」。另配合環境督察總隊意見，於開發單位網站公開完整環境監測報告，將施工前、施工期間、營運期間環境監測計畫之「海上和海岸鳥類船隻目視調查」分項說明，以及新增施工前、施工期間、營運期間環境監測計畫「水下噪音(含鯨豚聲學)儀器及數據回收遺失之應變作法」，新增施工前、施工期間、營運期間「海上鳥類目視調查」及施工前「海上鳥類雷達調查」得因海象條件不佳而順延執行；並調整施工期間環境監測計畫之「水下噪音」第一項之監測地點說明為「距離風機基礎中心點位置 750 公尺 4 處」；因應委員意見增加鳥類雷達調查秋季調查次數，以及增加鳥類雷達調查搭配鳥類目視調查進行，其餘維持與原環說內容不變。本次變更施工前、施工期間、營運期間環境監測計畫，如表 7.2-1~表 7.2-3 所示。



表 7.2-1 本次變更施工前環境監測計畫表

類別	監測項目	地點	頻率	
海域水質	水溫、氫離子濃度、生化需氧量、鹽度、溶氧量、氨氮、營養鹽、懸浮固體物及葉綠素甲、大腸桿菌群	風場範圍和鄰近區域 5 站(含淺層及深層)	施工前執行一次	
水下噪音 (含鯨豚聲學 監測)	20 Hz~20kHz 之水下噪音,時頻譜及 1-Hz band、1/3 Octave band 分析	風場範圍 2 站	施工前一年將執行一年四季, 每季 1 次且每季連續 14 天	
海域生態	1.水下攝影	預計風機位置一處	施工前執行一次	
	2.漁業資源調查	風場範圍漁業資源背景調 查資料(含漁船數目、漁業 活動形式、魚種、漁獲量等)	施工前執行一次	
鳥類生態	1.海上鳥類船隻目視調查: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 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(含岸邊陸島及水 鳥)	上岸點鄰近海岸		
	3.鳥類雷達調查	鳥類雷達調查 (24HR/垂直及水 平雷達)	風場範圍	施工前執行 2 年 每年進行 17 日次調查 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		施工前執行 2 年 第 1 年於春、秋季每季 3 日次, 夏、冬季每季 1 日次 第 2 年於春季每季 5 日次,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 2.澎湖鳳頭燕鷗	施工前執行一次	
文化資產	陸域文化資產判釋	陸域自設降壓站位置鑽孔 取樣	考古專業人員協助判釋 (施工前鑽孔取樣至少三處)	
	水下文化資產判釋	每座風機位置鑽孔取樣	考古專業人員協助判釋	

註1.陸域監測(鳥類生態(海岸鳥類目視調查)、陸域文化資產判釋)項目將以陸域工程(降壓站及陸纜工程)開始施工日期往前起算其應  
監測期間。

註2.海域監測(海域水質、水下噪音(含鯨豚聲學監測)、海域生態、鳥類生態(海上鳥類船隻目視調查、鳥類雷達調查、鳥類繫放衛星  
定位追蹤)、水下文化資產判釋)項目將以海域工程開始施工日期往前起算其應監測期間。

註3.為使水下噪音(含鯨豚聲學)調查儀器能如預期佈設及回收,本計畫規劃水下噪音(含鯨豚聲學)儀器及數據回收遺失之應變作法,  
說明如下:

1.本計畫將要求水下噪音(含鯨豚聲學)調查團隊於每季的第一個月進行佈放後,監測14日以上,並視海況條件允許,儘速出  
海回收儀器。

2.於回收時若發現調查儀器遺失,將提出本計畫確實已出海執行此項監測工作之證明,以利後續說明。

3.後續在海況條件允許下,將再盡快安排補救之水下噪音(含鯨豚聲學)調查,且為確保補救資料能確實回收,調查船隻將於  
儀器布放下水後,於附近海域進行儀器戒護工作,如量測過程中GPS浮標位置顯示有超出風場範圍或異常情況,則前往  
排除異常情況。待量測時間滿24小時,即回收各點位儀器。

4.為確保調查人員及船隻安全性,若遇有突發海象條件惡劣變化因素,基於安全考量將駛回港口待命。

5.倘採用補救措施,應加註說明。

註4.水下攝影監測將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。

註5.海上鳥類目視調查考量調查船隻和人員安全風險,參考交通部中央氣象局航行海象系統或國際常用之海象預測系統(如Windguru  
、Windy、ECMWF等),於浪高≤1公尺之連續天數至少3天的海象條件下執行,若當月/季符合上述海象條件之次數不足應調查  
次數,得因海象條件不佳而順延執行,惟全年總調查次數不變。

註6.海上鳥類雷達調查考量調查船隻和人員安全風險,參考交通部中央氣象局航行海象系統或國際常用之海象預測系統(如Windguru  
、Windy、ECMWF等),於浪高≤1公尺之連續天數至少3天的海象條件下執行,若當月/季符合上述海象條件之次數不足應調查  
次數,得因海象條件不佳而順延執行,惟全年總調查次數不變。

表 7.2-2 本次變更施工期間環境監測計畫表

類別	監測項目	地點	頻率	
陸域施工	空氣品質 1.風向、風速 2.粒狀污染物(TSP、PM10、PM2.5)	降壓站附近1站	每季1次，每次連續24小時監測	
	噪音振動： 環境噪音振動： 各時段(日間、晚間、夜間)均能音量及日夜振動位準 營建噪音： 1.低頻(20 Hz~200 Hz量測Leq) 2.一般頻率(20Hz~20kHz量測Leq及Lmax)	1.降壓站附近1站 2.陸纜沿線1站  降壓站工地外周界1公尺處1站	每季1次，每次連續24小時監測  每月1次，每次量測連續2分鐘以上	
	陸域生態	陸域動、植物生態(環保署動、植物技術規範執行)	陸域輸電系統(含降壓站、陸纜及其附近範圍)	
	文化資產	陸域施工考古監看	開挖範圍	
海域施工	海域水質	風場鄰近區域5站(含淺層及深層)	每季1次	
	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	
		2.海岸鳥類目視調查：種類、數量、棲身及活動情形、飛行路徑、季節性之族群變化等(含岸邊陸鳥及水鳥)	上岸點鄰近海岸	
	海域生態	1.潮間帶：底棲生物	海纜上岸段潮間帶2站	每季1次
		2.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	
		3.魚類	調查3條測線	每季1次
		4.鯨豚生態調查(海上船隻目視調查；調查期間將全程錄影)	風場範圍	每年視覺監測20趟次(涵蓋春、夏、秋、冬4個季節)
水下噪音	5.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	
		距離風機基礎中心點位置750公尺4處	每部風機打樁期間	
	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	

註1.營建噪音監測工作將分別於計畫降壓站工程及陸纜工程施工期間進行。

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

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

註4.為使水下噪音(含鯨豚聲學)調查儀器能如預期佈設及回收，本計畫規劃水下噪音(含鯨豚聲學)儀器及數據回收遺失之應變作法，說明如下：

1.本計畫將要求水下噪音(含鯨豚聲學)調查團隊於每季的第一個月進行佈放後，監測14日以上，並視海況條件允許，儘速出海回收儀器。

2.於回收時若發現調查儀器遺失，將提出本計畫確實已出海執行此項監測工作之證明，以利後續說明。

3.後續在海況條件允許下，將再盡快安排補救之水下噪音(含鯨豚聲學)調查，且為確保補救資料能確實回收，調查船隻將於儀器布放下水後，於附近海域進行儀器戒護工作，如量測過程中GPS浮標位置顯示有超出風場範圍或異常情況，則前往排除異常情況。待量測時間滿24小時，即回收各點位儀器。

4.為確保調查人員及船隻安全性，若遇有突發海象條件惡劣變化因素，基於安全考量將駛回港口待命。

5.倘採用補救措施，應加註說明。

註5.水下攝影監測將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。

註6.海上鳥類目視調查考量調查船隻和人員安全風險，參考交通部中央氣象局航行海象系統或國際常用之海象預測系統(如Windguru、Windy、ECMWF等)，於浪高≤1公尺之連續天數至少3天的海象條件下執行，若當月/季符合上述海象條件之次數不足應調查次數，得因海象條件不佳而順延執行，惟全年總調查次數不變。

表 7.2-3 本次變更營運期間環境監測計畫表

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

註1:於停止執行各監測項目前，將依環評法施行細則第37條規定申請停止營運階段之監測工作。

註2.為使水下噪音(含鯨豚聲學)調查儀器能如期佈設及回收，本計畫規劃水下噪音(含鯨豚聲學)儀器及數據回收遺失之應變作法，說明如下：

1.本計畫將要求水下噪音(含鯨豚聲學)調查團隊於每季的第一個月進行佈放後，監測14日以上，並視海況條件允許，儘速出海回收儀器。

2.於回收時若發現調查儀器遺失，將提出本計畫確實已出海執行此項監測工作之證明，以利後續說明。

3.後續在海況條件允許下，將再盡快安排補救之水下噪音(含鯨豚聲學)調查，且為確保補救資料能確實回收，調查船隻將於儀器布放下水後，於附近海域進行儀器戒護工作，如量測過程中GPS浮標位置顯示有超出風場範圍或異常情況，則前往排除異常情況。待量測時間滿24小時，即回收各點位儀器。

4.為確保調查人員及船隻安全性，若遇有突發海象條件惡劣變化因素，基於安全考量將駛回港口待命。

5.倘採用補救措施，應加註說明。

註3.水下攝影監測將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。

註4.海上鳥類目視調查考量調查船隻和人員安全風險，參考交通部中央氣象局航行海象系統或國際常用之海象預測系統(如Windguru、Windy、ECMWF等)，於浪高≤1公尺之連續天數至少3天的海象條件下執行，若當月/季符合上述海象條件之次數不足應調查次數，得因海象條件不佳而順延執行，惟全年總調查次數不變。

## 第八章 其他經主管機關指定之事項

依據環保署「開發行為環境影響評估作業準則（106年12月8日修正公告）」第三十八條規定，開發行為可能運作或運作時衍生危害性化學物質者，開發單位應依健康風險評估技術規範進行健康風險評估，並將其納入說明書或評估書初稿。由於變更項目僅包含變更營業所地址、相鄰風場銜接連續之鳥類廊道規劃、機組佈置規劃、風機基樁直徑、預定工程進度、環境保護對策及環境監測計畫等。並無涉及使用或衍生如環保署「健康風險評估技術規範（100年7月20日修正公告）」第三條所稱之危害性化學物質，對於鄰近地區居民健康並無增量風險，故應無須進行健康風險評估。

## 參考文獻

### 一、一般參考

1. 行政院環境保護署，「環境影響評估法規」，民國101年10月。
2. 行政院環境保護署，「開發行為環境影響評估作業準則」，民國100年8月。
3. 行政院環境保護署，「空氣品質模式評估技術規範」，民國87年7月。
4. 行政院環境保護署，「空氣品質監測報告」(89年版)民國90年。
5. 行政院環境保護署，「營建工程逸散粉塵量推估及其污染防治措施評估」，國立台北技術學院土木系，民國85年6月。
6. 行政院環境保護署，「各縣市空氣品質改善維護計畫之執行追蹤檢討訓練課程－空氣污染排放量推估訓練教材」，中鼎工程股份有限公司，民國85年2月。
7. 行政院衛生署環保局，「噪音管制手冊」，民國76年。
8. 中華民國音響協會，「第一屆學術研討會論文集」－工程營建施工噪音評估之研究，民國77年11月。
9. 中華民國音響學會第一屆學術研討論文集，「工程營建施工噪音評估之研究」，民國77年11月。
10. 海龍三號離岸風力發電計畫環境影響說明書(定稿本)，環署綜字第1070043469號，民國107年7月18日。

### 二、鳥類撞擊評估

1. Alerstam T, Rosén M, Bäckman J, Ericson PGP, Hellgren O. (2007) Flight speeds among bird species: allometric and phylogenetic effects. *PLoS Biology* 5:e197.
2. Band, W. (2012) Using a Collision Risk Model to Assess Bird Collision Risks for Offshore Windfarms. SOSS Report, the Crown Estate.  
<https://www.bto.org/science/wetland-and-marine/soss/projects>
3. Buckland, S. T., Anderson, D. R., Burnham, K. P. & Laake, J. L. (1993) Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations. Chapman and Hall, London.
4. Camphuysen, C. J., Fox, A. D., Leopold, M. F., and Petersen, I. K.

- (2004). Towards Standardised Seabirds at Sea Census Techniques in Connection With Environmental Impact Assessments for Offshore Wind Farms in the UK: A Comparison of Ship and Aerial Sampling Methods for Marine Birds and Their Applicability to Offshore Wind Farm Assessments. Royal Netherlands Institute for Sea Research.
5. Desholm, M. and Kahlert, J. (2005) Avian Collision Risk at an Offshore Wind Farm. *Biology Letters*, 1, 296-298
  6. Johnston, A, Cook, AS, Wright, LJ, Humphreys, EM, & Burton, NH. (2014). Modelling flight heights of marine birds to more accurately assess collision risk with offshore wind turbines. *Journal of Applied Ecology*, 51(1), 31-41
  7. Masden, E. (2015) Developing an Avian Collision Risk Model to Incorporate Variability and Uncertainty. *Marine Scotland Science*.  
<http://www.nerc.ac.uk/innovation/activities/infrastructure/offshore/avian-collision-risk-model/>
  8. McDonald, T., Nielson, R. & Carlisle, J. (2015). Rdistance: Distance Sampling Analyses. R package version 1.3.2.  
<http://CRAN.R-project.org/package=Rdistance>
  9. Plonczkier, P. and Simms, I.C. (2012), Radar monitoring of migrating pink-footed geese: behavioural responses to offshore wind farm development. *J Appl Ecol*, 49: 1187-1194
  10. SNH (2010) Use of Avoidance Rates in the SNH Wind Farm Collision Risk Model. SNH Guidance Note
  11. SNH (2018) Avoidance Rates for the onshore SNH Wind Farm Collision Risk Model. SNH Guidance Note
  12. 吳森雄等 (1999) 台灣野鳥圖鑑。亞舍圖書有限公司。
  13. 劉小如、丁宗蘇、方偉宏、林文宏、蔡牧起、顏重威 (2012) 台灣鳥類誌。行政院農業委員會林務局。
  14. 蕭木吉、李政霖 (2015) 台灣野鳥手繪圖鑑。行政院農業委員會林務局。

### 三、水下噪音

1. ATKINS ,“Sound/Noise Disturbance Due To Installation of Piled Foundation Solutions– For Information only”.
1. Joachim Gabriel, Andrea Lübben, and Thomas Neumann, “Long term

hydro sound measurements at the Alpha Ventus offshore wind farm focussing on pile driving noise” Fourth International Meeting on Wind Turbine Noise,Rome Italy 12-14 April 2011

2. Final report ,Schall alpha ventus, Rustemeier et al. 2012
3. Jonathan Gordon, David Thompson, Douglas Gillespie, Mike Lonergan, Susannah Calderan, Ben Jaffey, Victoria Todd, “Assessment of the potential for acoustic deterrents to mitigate the impact on marine mammals of underwater noise arising from the construction of offshore windfarms ” , COWRIE DETER-01-2007,p4.
4. Collins, M.D. “A split-step Padé solution for the parabolic equation method,” J. Acoust. Soc. Am. 93, 1993, pp.1736–1742
5. Finn B.Jensen,WilliamA.Kuperman,MichaelB.Porter,Henrik Schmidt, “Computational Ocean Acoustics”,p611-p658
6. 海測局，海洋環境沉積物分佈圖，93年11月版。
7. 林勝豐、胡哲魁、顏志偉 「臺灣四週上層海域海流能量計算」，第三十二屆海洋工程研討會論文集，2010，第 803-807 頁。
8. Standard Acoustic Emission,COPP SWT-4.0-120,Rev.2,SIEMENS
9. 福海離岸風力發電計畫第一階段環境影響評估工作水下噪音振動調查、分析期末報告。計畫編號：14950.001.001.0001
10. G. M. Wenz, “Acoustic Ambient Noise in the Ocean : Spectra and Sources“, J. Acoustic. Soc. Am.Vol. 34, No.12, pp. 1936-1956, 1962.
11. 胡惟鈞、陳琪芳、周蓮香、吳誌豪、Shane Guan、魏瑞昌、陳乃菘、王煒傑、李沛沂、楊瑋誠，「離岸風力發電水下打樁噪音對中華白海豚棲地的影響」，2016台灣風能學術研討會暨第二期國家能源計畫(NEP II)離岸風力及海洋能源主軸論文集，2016。