

表 7.1.4-4 三案升(降)壓站及陸纜埋設工程噪音評估模擬結果輸出摘要表 (L<sub>日</sub>)

單位：dB(A)

項目 受體名稱	現況 環境 背景 音量	施工期間 背景音量 [1]	升(降)壓站及陸 纜施工期間最大 營建噪音	施工期間 合成音量 [3]	噪音 增量 [4]	噪音 管制區類別	環境 音量 標準	影響 等級 [5]
彰濱工業區 服務中心	51.2	51.2	46.1	52.4	1.2	第三類或第四類管 制區內緊鄰八公尺 以上之道路	76	無影響 或可忽 略影響
彰濱西二路	61.7	61.7	69.1	69.8	8.1	第三類或第四類管 制區內緊鄰八公尺 以上之道路	76	無影響 或可忽 略影響
彰濱東三路 與線工南 二路口	61.8	61.8	46.3	61.9	0.1	第三類或第四類管 制區內緊鄰八公尺 以上之道路	76	無影響 或可忽 略影響
彰濱路與線 工路口	66.3	66.3	50.2	66.4	0.1	第三類或第四類管 制區內緊鄰八公尺 以上之道路	76	無影響 或可忽 略影響
彰濱變電所	63.4	63.4	46.6	63.5	0.1	第三類或第四類管 制區內緊鄰八公尺 以上之道路	76	無影響 或可忽 略影響
慶安路與慶 安南一路口	61.1	61.1	43.2	61.2	0.1	第三類或第四類管 制區內緊鄰八公尺 以上之道路	76	無影響 或可忽 略影響
線工路與中 華路口	70.7	70.7	43.5	70.7	0	第三類或第四類管 制區內緊鄰八公尺 以上之道路	76	無影響 或可忽 略影響

註[1]：本評估工作假設“施工期間背景音量”與“現況環境背景音量”相同。

[2]：預估“施工期間最大營建噪音”以所有可能同時操作之作業機具施工噪音量加以合成，亦即採用影響最大之施工階段進行營建噪音之模擬分析。

[3]：“施工期間合成音量”=“施工期間背景音量”⊕“施工期間最大營建噪音”。⊕表示依聲音計算原理之相加。

[4]：“噪音增量”=“施工期間合成音量”-“施工期間背景音量”（“施工期間合成音量”符合“環境音量標準”）；  
“噪音增加量”=“施工期間合成音量”-“環境音量標準”（“施工期間合成音量”不符合“環境音量標準”時）。

[5]：影響等級評估基準參見圖 7.1.4-1。

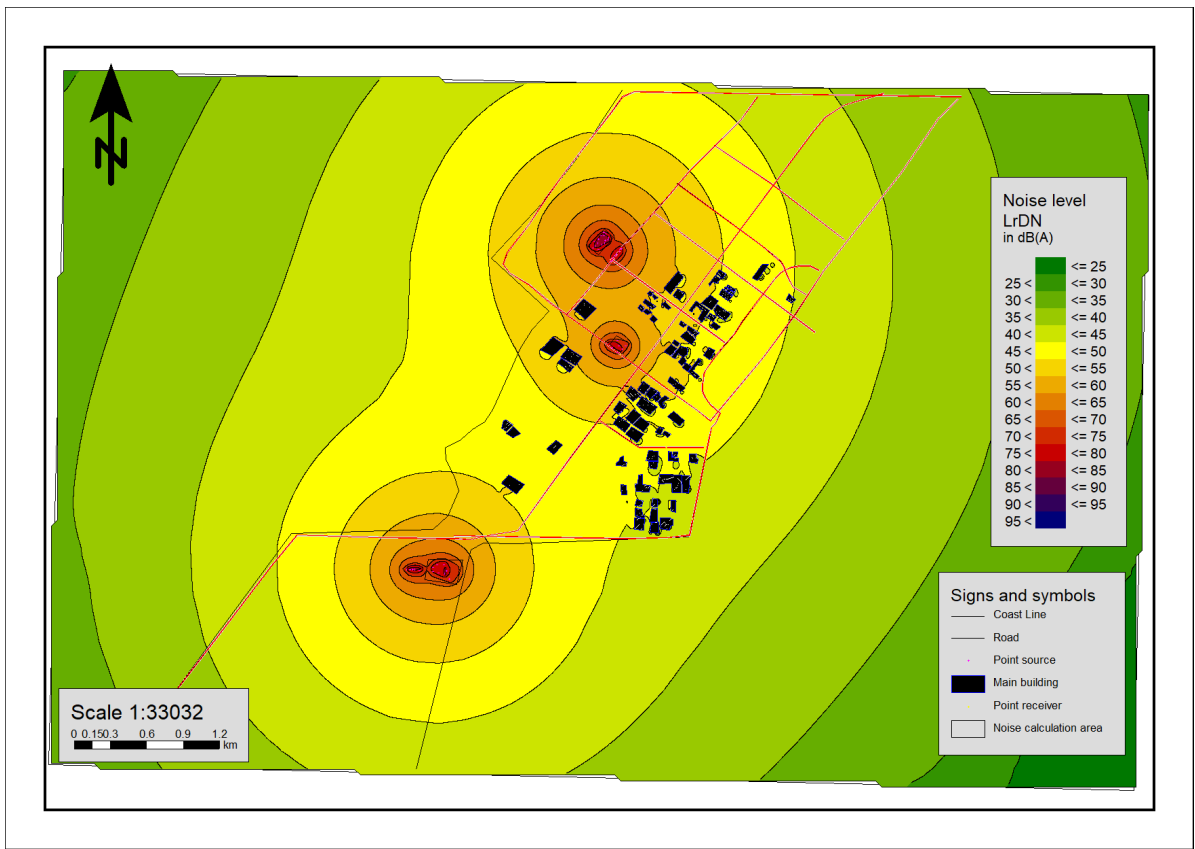


圖7.1.4-4三案升(降)壓站及陸纜埋設工程噪音評估模擬圖

## (二)振動

### 1. 評估基準

在振動影響程度方面，本計畫主要係參照環保署「環境振動評估模式技術規範」進行影響評估分析，在施工機具振動影響依據其「附件五：工廠及作業場所振動預測模式使用指南」進行預測推估；而道路交通振動影響則依據其「附件四：日本建設省交通振動模式使用指南」進行推估。開發行為所引起之振動將對附近建築物及居民生活將造成不同程度的影響，嚴重時可能導致建築物龜裂及妨礙生理睡眠等現象，如表 7.1.4-5 所示，由表可知 55dB 以下為無感振動現象(人體對振動之有感位準 55dB)。並輔以日本振動規制法施行細則振動管制標準(如表 7.1.4-6 所示)作為本節振動影響評估之比較基準。

表 7.1.4-5 振動對建築物及日常生活環境之影響分析

影響評估	(日本氣象廳)	(日本江島淳-地盤振動的對策)	日本(JIS)	
			對生理影響	對睡眠影響
振動級	地震級	可導致建築物損害之影響		
55dB 以下	○級-無感	—	經常之微重力	—
55-65dB	I級-微震	無被害-弱振動	開始感覺振動	對睡眠無影響
65-75dB	II級-輕震	無被害-中等振動	—	低度睡眠有感覺
75-85dB	III級-弱震	粉刷龜裂-強振動	工廠作業工人八小時有不舒服感	深度睡眠有感覺
85-95dB	IV級-中震	牆壁龜裂-強烈的振動	人體開始有生理影響	深度睡眠有感覺
95-105 dB	V級-強震	構造物受破壞-非常強烈的振動	生理顯著影響	—
105-110	VI級-裂震	—	—	—
110dB 以上	VII級-激震	—	—	—

表 7.1.4-6 日本振動規制法施行細則振動基準

單位：dB

區域別	時 段	
	日 間	夜 間
第一種區域	65	60
第二種區域	70	65

註：1.摘譯自日本環境廳總務課，「環境六法」，平成13年。

2.第一種區域：供住宅使用而需安寧之地區。

第二種區域：供工商業使用而需保全居民生活環境之地區。

3.日間：上午5時(或6時、7時、8時)~下午7時(或8時、9時、10時)。

夜間：下午7時(或8時、9時、10時)~翌日上午5時(或6時、7時、8時)。

### 2. 施工階段振動影響

施工階段振動之主要來源為施工機具振動及道路交通振動。振動較大之施工機具包括挖土機、植樁機等，道路交通振動則由重件運輸、砂土及物料等之施工卡車所引起。以下分就此二種振動源進行施工期間最大之振動影響評估。

(1) 施工機具振動影響

施工期間常見引起振動之施工項目，包括植樁、夯實、土方開挖等經由近距離之土傳振動（Groundborne Vibration），往往為開發行為中主要振動影響因素。

一般施工計畫內容產生最大振動為基礎工程階段，其施工機具同噪音施工機具，以下振動評估工作依此為評估依據。根據「高速公路施工環境管理與監測技術準則」（交通部台灣區國道新建工程局，民國 81 年，整理如表 7.1.4-7），基礎工程施工機具之最大振動源為植樁機，其 10 公尺處之振動值約 74dB，依行政院環境保護署民國 92 年 1 月 9 日公告「環境振動評估模式技術規範」之附件五「工廠及作業場所振動預測模式使用指南」之估算如表 7.1.4-8 所示。

表 7.1.4-7 施工機具實測振動位準

機具名稱	距離 10 公尺處實測振動位準
挖土機	54~71 dB
推土機	68~74 dB
平路機	63~67 dB
壓路機	62~71 dB
震動壓路機	65~71 dB
膠輪壓路機	62~66 dB
反循環鑽掘機	64~72 dB
鑽孔機	53~61 dB
傾卸卡車	54~58 dB
拖車	54~58 dB
吊車	53~57 dB
混凝土泵浦車	55~60 dB
混凝土拌合車	54~58 dB
混凝土震動機	64~71 dB
瀝青混凝土鋪料機	53~57 dB
開炸	97~101 dB
空氣壓縮機	48~52 dB

註：1.參考值： $10^{-5}m/sec^2$

2.資料來源：高速公路施工環境管理與監測技術準則，交通部台灣區國道新建工程局，民國 81 年。

表 7.1.4-8 本計畫施工之機具振動位準評估表

單位：dB

施工機具名稱	數量	$L_0$ (單部)	$L_0$ (合成)	$L_{v10}$ (合成) 距 50 公尺
吊車	2	57.0	60.0	25.1
挖土機	2	71.0	74.0	39.1
混凝土車	2	60.0	63.0	28.1
傾卸卡車	1	58.0	58.0	23.1
灑水車	1	58.0	58.0	23.1
合計			74.7	39.8

註：本評估工作 n 為 2， $\alpha$  採 0.02， $r_0$  為 10 公尺。

A. 模式說明

$$L_{V10} = L_0 - 20\log(r/r_0)^n - 8.68\alpha(r-r_0)$$

$L_{V10}$ ：距振動發聲源 r（公尺）距離之振動位準（預測值）

$L_0$ ：距振動發聲源  $r_0$ （公尺）距離之振動位準（基準值）

n：半無限自由表面之傳播實體波場合 n=2

r：預測點距高架柱中心線之距離

$r_0$ ：基準點柱中心線之距離

$\alpha$ ：地盤之內部衰減（黏土：0.01~0.02，淤泥：0.02~0.03）

B. 預測結果

由表 7.1.4-8 可知，降壓站工程振動量最大之植樁階段，全部施工機具所影響之振動量自振動源以外 50 公尺處已降至 39.8dB，屬於人體無感位準之振動影響（人體對振動之有感位準 55dB），在一般施工情況下，由於本計畫降壓站施工地點距離最近的民宅有 50 公尺以上，因此對於鄰近地區之居民影響輕微。

(2) 道路交通振動影響

由於傳遞介質上之多樣性，使得在預期卡車運輸所造成之道路振動時，很難從學理上推論出可廣泛應用之解析公式，因此目前以既有之經驗法則來進行預測，本計畫係依據「環境振動評估模式技術規範」之附件四「日本建設省交通振動模式使用指南」之估算，其結果詳表 7.1.4-9 所示。

表 7.1.4-9 施工運輸車輛振動模擬結果輸出摘要表

單位：dB

項目 受體名稱	現況環境 振動量 <sup>5</sup>	施工期間 背景振動 量 <sup>1</sup>	施工期間 運輸車輛 振動量	施工期間 運輸 車輛合成 振動量 <sup>2</sup>	振動 增量 <sup>3</sup>	環境振動 量標準 <sup>4</sup>
線工路與中華 路	47.2	47.2	37.6	47.7	0.5	70
彰濱西二路自 設降壓站	41.4	41.4	38.0	43.0	1.6	70

- 註：1. 施工期間背景振動量假設與現況環境振動量相同。  
 2. "施工期間運輸車輛合成振動量"="施工期間背景振動量"⊕"施工期間運輸車輛振動量"。⊕表示依振動計算原理之相加。  
 3. "振動增量"="施工期間運輸車輛合成振動量"-“施工期背景振動量”  
 4. 環境振動量標準係參考日本振動規則法施行規則。

### A. 模式說明

預測基準點的振動位準  $L_{V10}$  (dB)

$$L_{V10} = 65 \log(\log Q^*) + 6 \log V + 4 \log M + 35 + \alpha_\sigma + \alpha_f$$

$L_{V10}$ : 振動位準的 80% 範圍的上端值 (預測值) (dB)

$Q^*$ : 500 秒鐘之間的每一車道的等價交通量 (輛/500 秒/車道), 依下式得之

$$Q^* = \frac{500}{3600} \cdot \frac{1}{M} \cdot (Q_1 + 12Q_2)$$

$Q_1$ : 小型車小時交通量 (輛/小時)

$Q_2$ : 大型車小時交通量 (輛/小時)

$M$ : 雙向車道合計的車道數

$V$ : 平均行駛速率 (公里/小時)

$\alpha_\sigma$ : 依路面的平坦性作的補正值 (dB)

$\alpha_\sigma = 14 \log \sigma$ : 瀝青路面時,  $\sigma \geq 1\text{mm}$

$18 \log \sigma$ : 混凝土路面時,  $\sigma \geq 1\text{mm}$

$0$ :  $\sigma \leq 1\text{mm}$

在此,  $\sigma$ : 使用 3m 剖面計 (profile meter) 時之路面凹凸的標準偏差值 (mm)。

$\alpha_f$ : 依地盤卓越振動數作的補正值 (dB)

$$\alpha_f = -20 \log f \quad : f \geq 8$$

$$-18 \quad : 8 > f \geq 4$$

$$-24 + 10 \log f \quad : 4 < f$$

$f$ : 地盤的卓越振動數 (Hz)

### B. 預測結果

本計畫施工運輸卡車平均每小時進出 9 車次(單向), 經評估施工期間運輸振動與背景之振動量增量最大為 1.6dB, 其合成振動量最大為 47.7dB, 均符合日本振動規則第二種區域的要求 (70dB), 故預期對運輸沿線影響為輕微。

## 二、營運階段

### (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，本計畫針對風力機組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

參考 IEC61400-11 及 IEC/TS61400-14 量測規範，選用輪轂高度 100 公尺之風速 8 公尺/秒以及最大數量風機之單機容量 6MW，為本次風場風能進行風機運轉噪音源頻譜之模擬，較符合實際運作之情形。

### (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

為確實瞭解風機運轉噪音所可能造成之影響，本計畫將全頻及低頻實測音量輸入 SoundPLAN 模式中做為點音源，將依照 IEC 61400-11 量測規範於風速 8 公尺/秒(較符合本計畫場址)之各頻率之實測值輸入 SoundPLAN 模式點音源，音源高度為 100 公尺，以最多數量 78 支風機進行 SoundPLAN 模擬，並進行 outdoor noise 之 single point 的模擬計算如表 7.1.4-10、表 7.1.4-11，及 outdoor noise 之 Grid map 模擬計算結果如圖 7.1.4-5、圖 7.1.4-6 所示。模擬出各風機同時運轉時噪音量衰減到受體處的噪音值，再以此模擬值與實測值音量合成後得到當地的噪音預測值，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)各時段管制音量來比較。

### (五) 模式預測結果

#### 1. 風力機組全頻噪音(25 Hz 至 20 kHz)

將原廠依照 IEC 61400-11 量測規範於風速 8 公尺/秒之全頻範圍各頻率之實測值輸入 SoundPLAN 模式點音源，音源高度為 100 公尺，模擬計算結果如表 7.1.4-10 及圖 7.1.4-5 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)，顯示本計畫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. 風力機組低頻噪音(25 Hz 至 200 Hz)

將原廠依照 IEC 61400-11 量測規範於風速 8 公尺/秒之低頻範圍各頻率之實測值輸入 SoundPLAN 模式點音源，音源高度為 100 公尺，模擬計算結果如表 7.1.4-11 及圖 7.1.4-6 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，顯示對附近敏感受體屬於無影響或可忽略影響。

表 7.1.4-10 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	無風機 運轉背景 全頻音	風機 運轉全 頻音	含風機 運轉全 頻音	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



表 7.1.4-11 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)

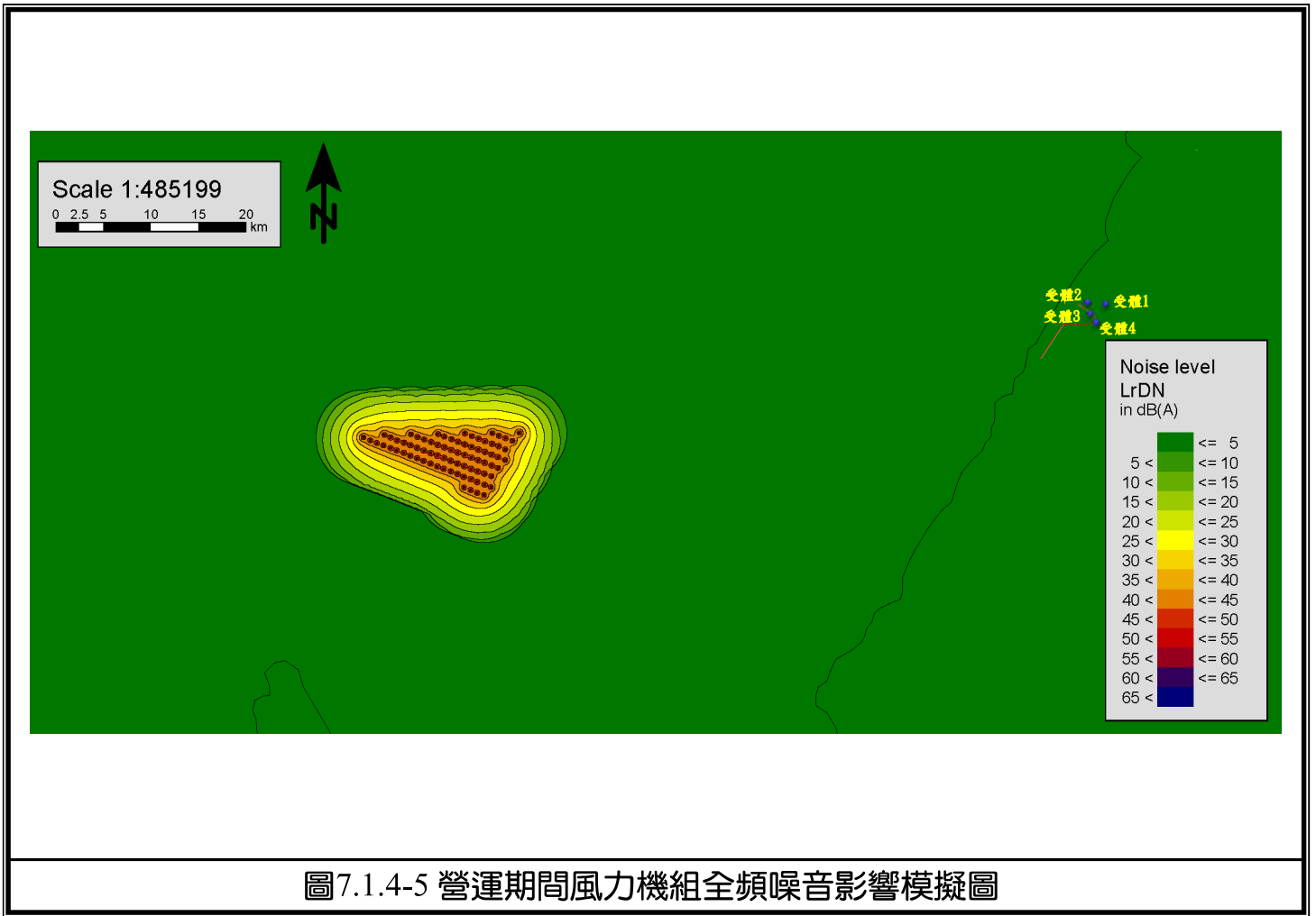
項目 受體名稱	時段	現況環境 背景低頻 音量	無風機運 轉背景低 頻噪音	風機運 轉低頻 噪音	含風機 運轉合 成音量	噪音 增量	噪音管制 區類別	噪音 管制 標準	影響 等級
彰濱線西工業 區彰濱西二路 自設變電站 (受體 1)	日	26.6	26.6	0.0	26.6	0.0	風力發電機 組第四類管 制區低頻噪 音管制標準	47	無影響或可 忽略影響
	晚	20.7	20.7	0.0	20.7	0.0		47	無影響或可 忽略影響
	夜	19.5	19.5	0.0	19.5	0.0		44	無影響或可 忽略影響
彰濱超高壓變 電所(E/S) (受體 2)	日	30.8	30.8	0.0	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⊕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。



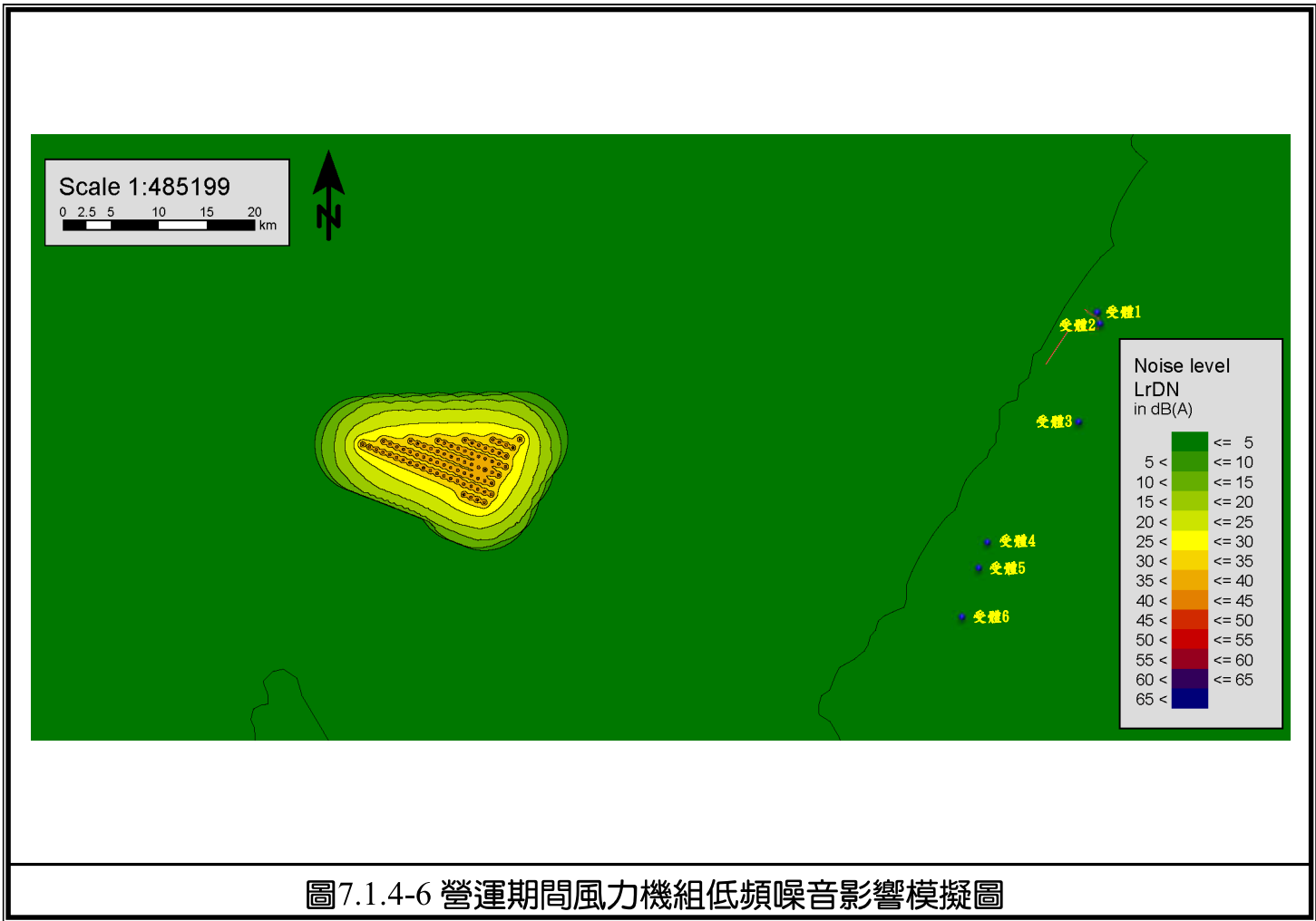


圖7.1.4-6 營運期間風力機組低頻噪音影響模擬圖

### 三、水下噪音

#### (一) 施工模擬

本計畫之風力發電機施工模擬點位如圖 7.1.4-7 及表 7.1.4-12 所示，將針對風場預定地點之 3 處(M1、M2、M3)進行水下噪音及風力發電機施工模擬噪音評估，使用數值模式推估出該海域之聲場及傳播特性，以了解其施工噪音對海洋環境之影響。

##### 1. 施工音源模擬

目前台灣由在 2016 年 9 月於苗栗竹南離岸示範風場已完成基礎打樁工程，並於在距離打樁點 750 公尺與 3,000 公尺進行打樁噪音量測，由圖 7.1.4-8 所示距離 750 公尺量測結果表示，打樁噪音之聲壓位準為 170dB re 1 $\mu$ Pa (rms)；距離打樁位置 3,000 公尺量測所得，打樁噪音之聲壓位準為 155~160dB re 1 $\mu$ Pa (rms)，如圖 7.1.4-9 所示。再經打樁點位與量測距離推估聲源強度，則得知打樁噪音聲源約為 210~219 dB。

表 7.1.4-12 模擬點位經緯度以及水深

模擬點位	經度	緯度	水深(公尺)
M1	119 度 51.050 分	24 度 1.821 分	34.8
M2	119 度 49.360 分	23 度 58.120 分	44.2
M3	119 度 42.550 分	24 度 1.772 分	48.2

目前計畫風場預計採用 6~8MW 之風機，但其 6MW 基本尺寸與基礎形式與 7 MW 之風機相同，施工方式預定為套管式(Jacket)，參閱表 7.1.4-13，3.6MW~7MW 之機組訊號強度上峰對峰(peak to peak)約 180~230dB re 1 $\mu$ Pa，計算聲源強度時，主要依據德國風場 Alpha Ventas 所實際測量之資料，圖 7.1.4-10 之近距離聲源訊號時序列實測值及其頻譜強度，圖 7.1.4-11 為 1/3 octave band 頻譜強度，經換算後可得 1Hz 之頻譜強度，參考圖 7.1.4-12 右上方紅色線條。由於高頻噪音在水中隨著距離衰減迅速，傳播距離超過 10 公里之後，高頻的貢獻度遠小於低頻，參考圖 7.1.4-11，計算頻率上選擇以低頻噪音做模擬範圍 80 Hz - 400Hz，特別考慮之因素為低頻噪音穿透力強，傳播距離較遠，若聲源強度過大，可能對海洋生物造成傷害。由於模擬聲源訊號經驗證後在時域與頻率之特徵均近似於參考圖 7.1.4-10 資料所提供之資訊，參考圖 7.1.4-12 右上方藍色線條，後續將以此聲源訊號進行海下傳播模擬，在訊號強度上以峰對峰(peak to peak)236dB (RMS 220dB) re 1 $\mu$ Pa 為初始聲源訊號強度，參閱圖 7.1.4-12。

表 7.1.4-13 各施工方式之聲源

	Sub-structure Type	Turbine (MW)	Water Depth (公尺)	soil Type	individual Length (公尺)	Approximate Number of Blows		Approx. (dB)	Hammer Energy (kJ)
						Plugged	Unplugged		
MIN	MONOPILE	3.6	20	B1	42	-	4360	240~270	550~800
MAX	MONOPILE	5	30	B1	52	-	Refusal at 40 公尺		
MIN	JACKET	3.6	20	B1	34	3994	4074	180~230	108~206
MAX	JACKET	7	50	C3	46	5851	3410		
MIN	KEYSTONE	3.6	20	B1	35	4571	3779		
MAX	KEYSTONE	7	50	B2	-	-	-		
MIN	TRIPOD	3.6	20	B1	31	Refusal at 28 公尺	2541		
MAX	TRIPOD	5	40	B2	40	Refusal at 25 公尺	3352		

## 2. 施工噪音之寬頻模擬

施工噪音之音傳計算是採用拋物線方程聲學模式 Range-dependent Acoustic Mode (RAM) 1.5 版進行寬頻計算，計算 80 Hz 到 400Hz 間各頻率之聲場，並以傅立葉合成(Fourier Synthesis)之方式計算時序列聲場，計算流程如圖 7.1.4-13 所示。

模擬時採用之環境資料庫，可分為水文、地形及底質三大項：

- (1) 在水文方面，搭配工研院所研發之「多尺度臺灣海域即時海流預報作業模式，TCONFS (Taiwan Coastal Ocean Nowcast/Forecast System)，補足歷史及實測資料不足的資訊，適切描述風力發電施工環境之水文時空變化及分佈情形。
- (2) 在地形方面，將使用科技部海科中心之地形資料庫(taidp200m)，資料格點間距為 200 公尺。
- (3) 在底質方面，則結合表層沉積物資料庫及 Hamilton 經驗公式，提供聲學模式所需之底質參數。另外，為模擬實際海洋情況，聲線傳播至底床時的傳播損失，需製造一層人工吸收層，故再增加一層吸收係數為 10 (dB/λ) 的底質參數供聲學模式計算。

本模擬設定噪音源位於距離海面水深 5 公尺處，且接收深度位於距離海面水深 5 公尺處，以 22.5 度為間隔計算打樁噪音往各方向傳播之情形，共計算以打樁位置為中心點之 12 個方位角上 10 公里內之聲場，並採用計算網格水平距離 100(公尺)以及採用垂直距離 1(公尺)，更加符合淺海區之聲場模擬。另外考慮到海洋物理性質是屬於大尺度變化，因此在水文採取單一剖面輸入，意即環境參數不隨距離變化。

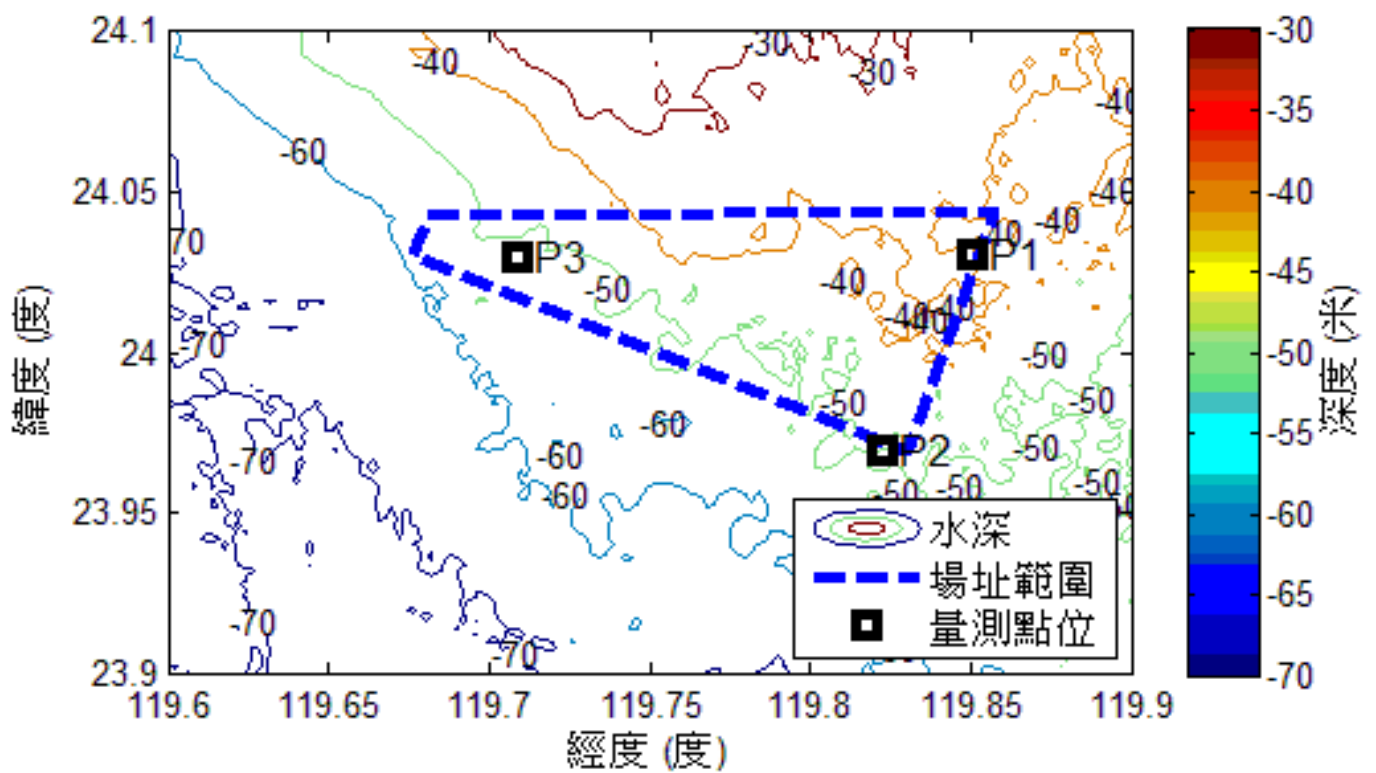


圖7.1.4-7 風力發電機施工模擬點位示意圖

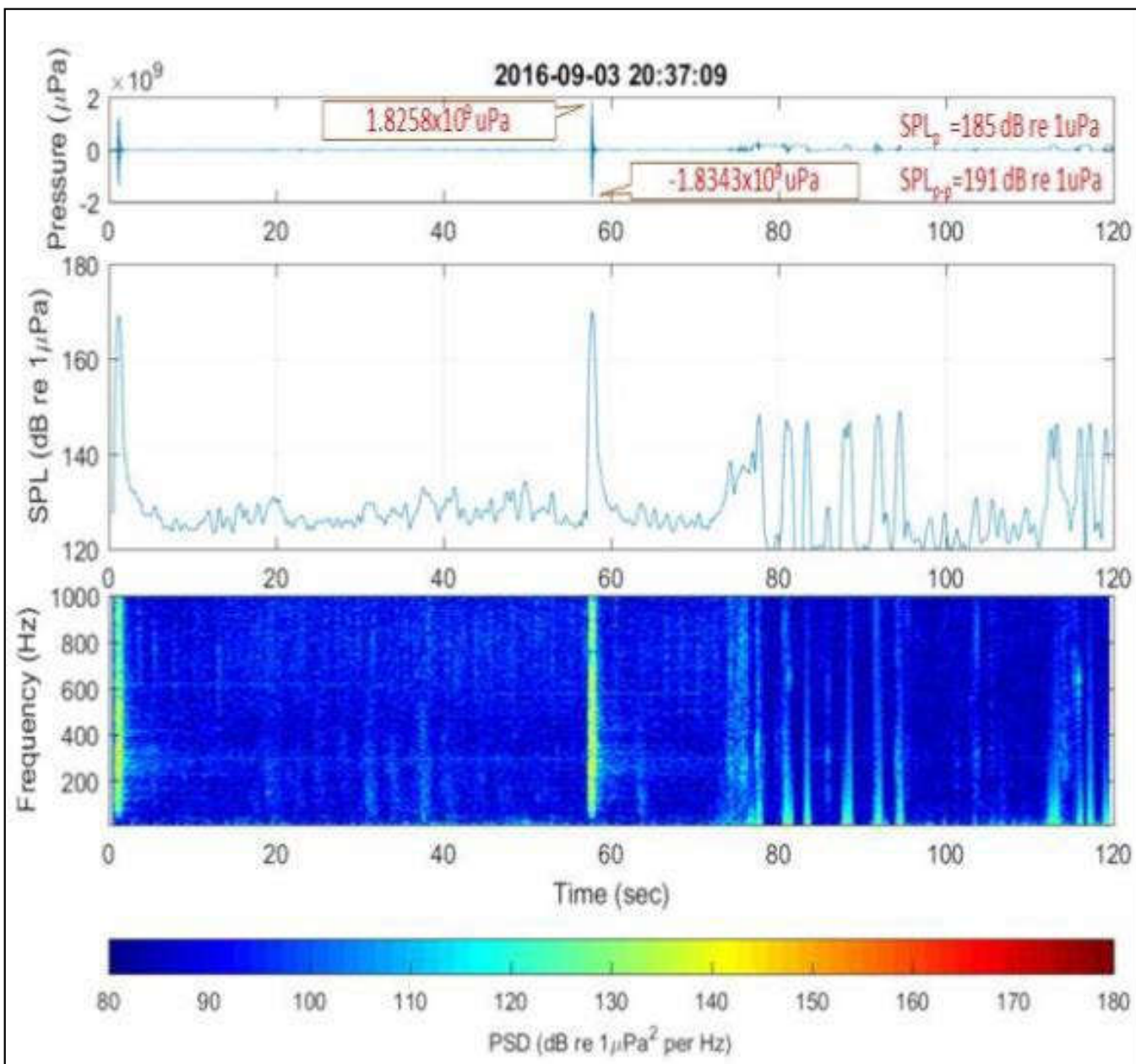


圖7.1.4-8 距打樁點750 公尺之量測結果

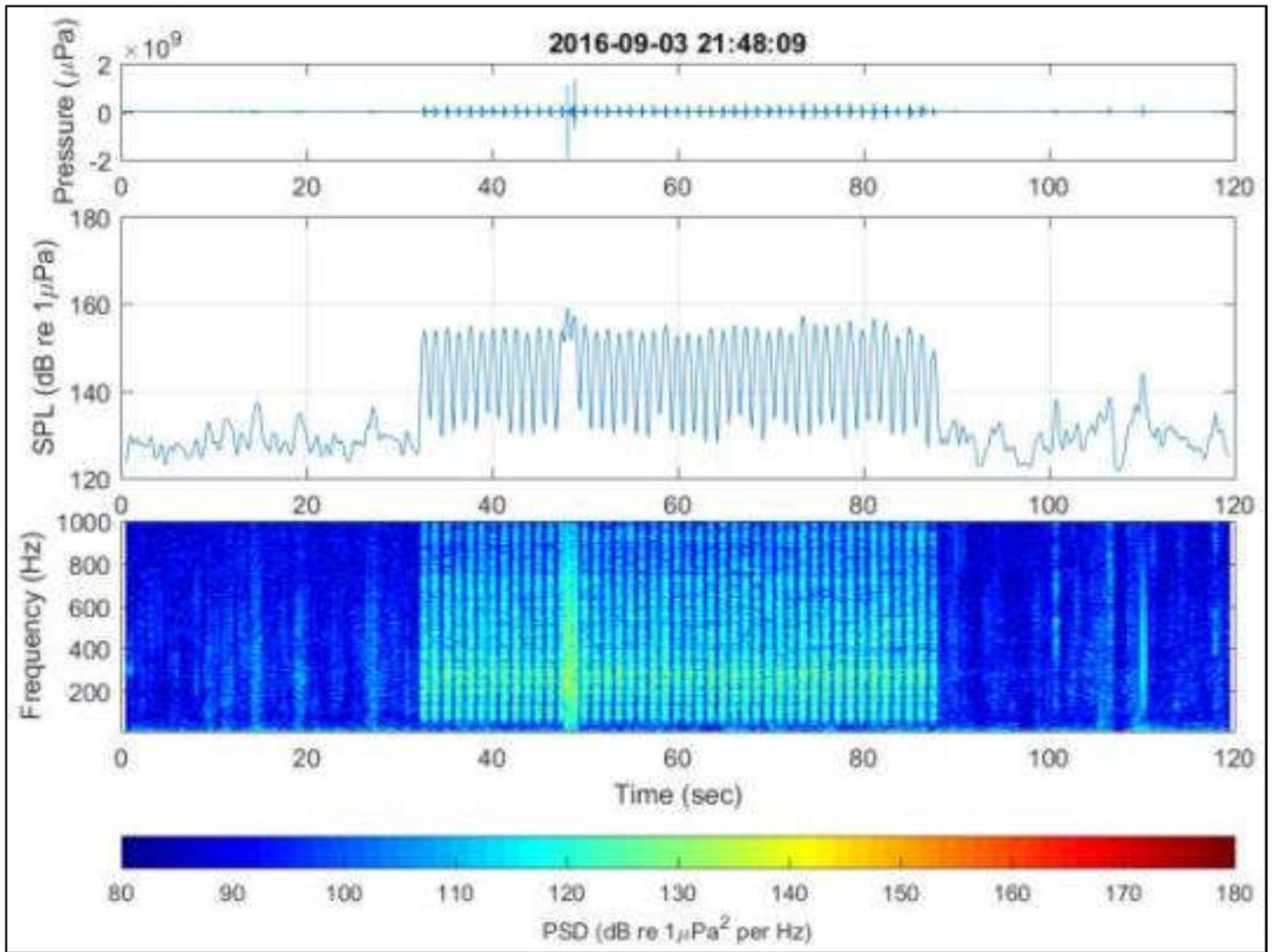


圖7.1.4-9 距打樁點3,000公尺之量測結果



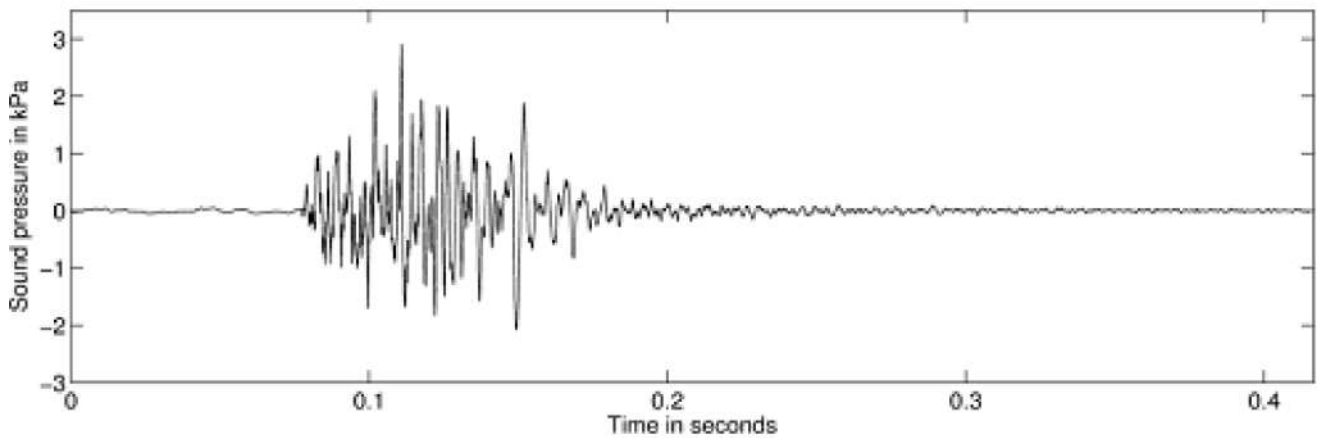
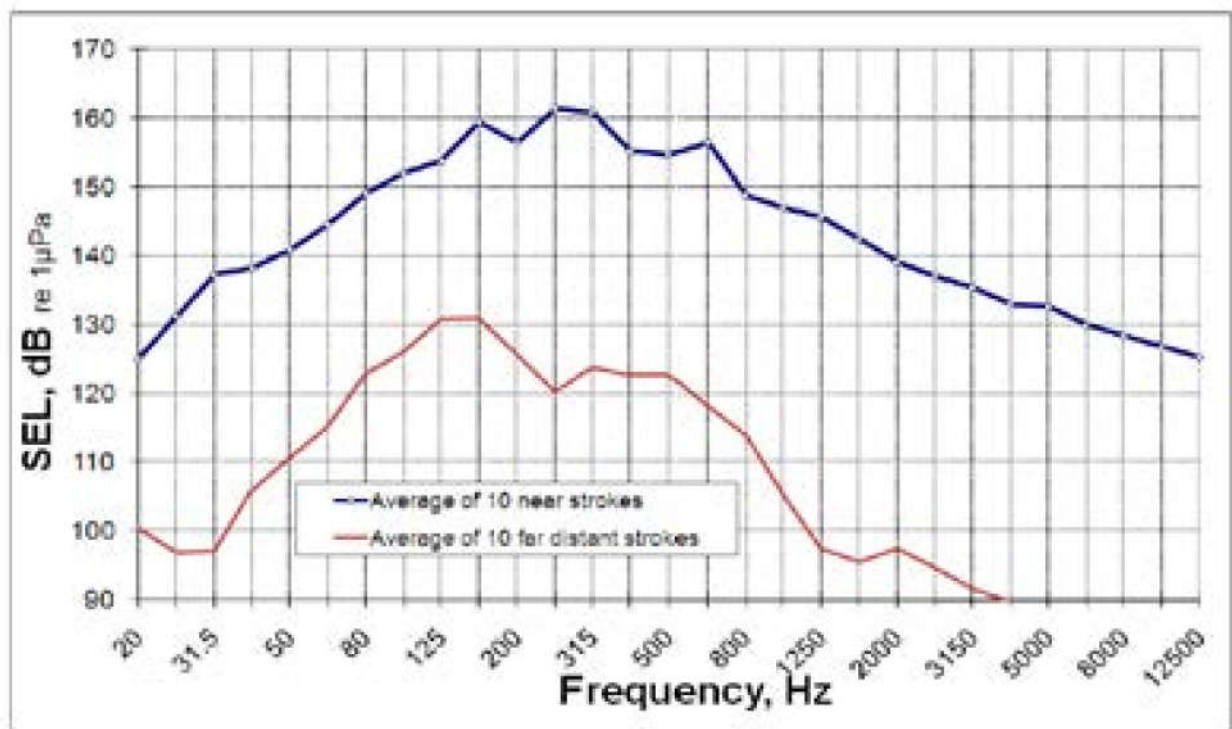
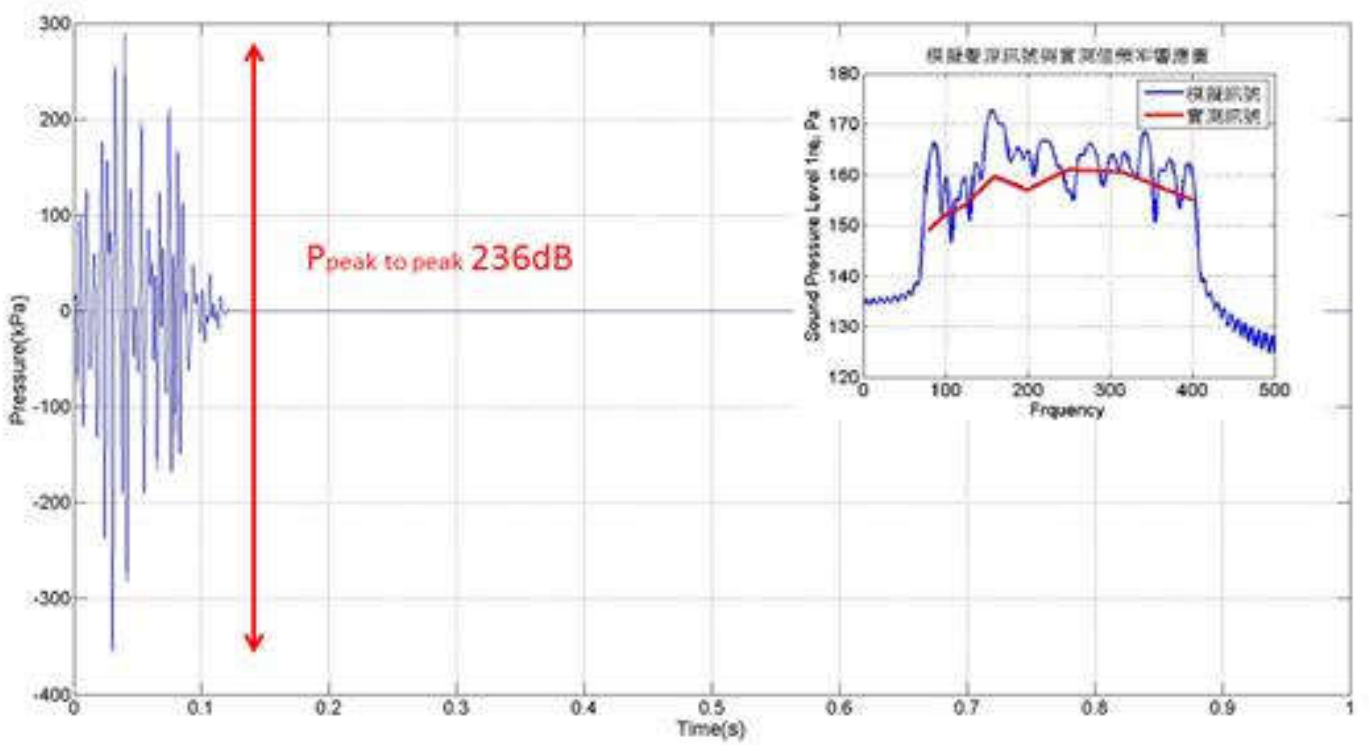


圖7.1.4-10 德國Alpha Ventus聲源訊號時序列之實測值



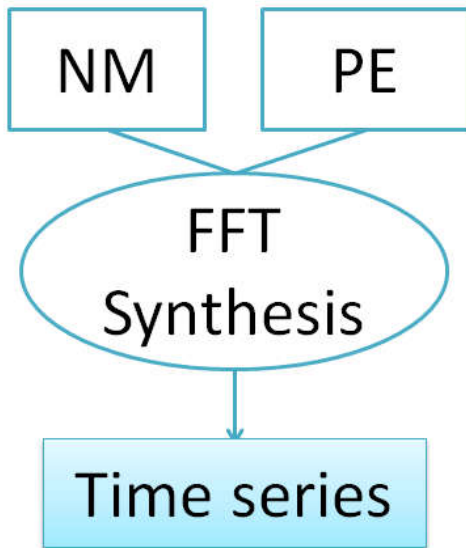
藍線為近場1公里處量測值，紅線為遠場10公里外量測值，將量測值作平均10秒之結果

圖7.1.4-11 聲源之1/3 octave band頻譜強度



紅色線條經換算1Hz頻寬之模擬聲源頻譜強度(藍色線條)

圖7.1.4-12 模擬打樁時的時序列訊號(236dB)以及實測之1/3 octave band頻譜強度



$$S(\mathbf{f}) \rightarrow \boxed{G(\mathbf{f})} \rightarrow P(\mathbf{f})$$

(Waveguide)

$$P(f) = S(f) * G(f)$$

$$P(r, z, t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} P(r, z, \hat{\omega}) e^{-i\hat{\omega}t} d\hat{\omega}$$

$$= \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} s(\hat{\omega}) g(r, z, \hat{\omega}) e^{-i\hat{\omega}t} d\hat{\omega}$$

圖7.1.4-13 寬頻計算流程示意圖

### 3. 單獨施工噪音模擬結果

本計畫(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，針對未來打樁作業，依目前規劃，採逐一進行打樁，亦即同一個時間只會有一支風機基礎正在進行打樁作業，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(圖 7.1.4-14)，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 7.1.4-15、圖 7.1.4-16，並將各模擬點位之結果列於表 7.1.4-14。由模擬結果可知，各點聲源均在 100 公尺至 300 公尺內衰減至 170 dB，160 dB 警戒距離約 1.1 公里以上，以及由打樁點距離 750 公尺處之聲壓值介於 162~164 dB。

另以聲源強度 SEL 210 dB 經減噪措施(減 10 dB)距離 750 公尺處之聲壓分布繪製於圖 7.1.4-17、圖 7.1.4-18，並將各模擬點位之結果列於表 7.1.4-15。由模擬結果顯示，經減噪措施後各點聲源往開放海域傳播之方位要衰減至 170 dB 之距離均在 100 公尺以內，衰減至 160 dB 之距離均在 300 公尺以內，以及由打樁點距離 750 公尺處之聲壓值介於 152~154 dB。

**表 7.1.4-14 M1~M3 點位打樁施工，聲源強度 SEL 210 dB 降至 SEL160 dB 及 SEL170dB 門檻值之距離和距離聲源 750 公尺處聲壓值**

單位：公尺(m)

方位角	M1			M2			M3		
	SEL	SEL	Distance	SEL	SEL	Distance	SEL	SEL	Distance
	160dB	170dB	750m	160dB	170dB	750m	160dB	170dB	750m
0 <sup>0</sup>	1500m	200m	164dB	1300m	100m	162dB	1100m	100m	163dB
30 <sup>0</sup>	1600m	200m	164dB	1200m	100m	162dB	1200m	100m	163dB
60 <sup>0</sup>	1300m	200m	162dB	1300m	100m	162dB	1500m	100m	163dB
90 <sup>0</sup>	1500m	200m	162dB	1300m	100m	163dB	1200m	100m	163dB
120 <sup>0</sup>	1100m	200m	162dB	1300m	100m	163dB	1300m	100m	163dB
150 <sup>0</sup>	1500m	200m	163dB	1200m	100m	163dB	1300m	100m	163dB
180 <sup>0</sup>	1400m	200m	163dB	1200m	100m	163dB	1300m	100m	163dB
210 <sup>0</sup>	1300m	300m	164dB	1100m	100m	163dB	1400m	100m	162dB
240 <sup>0</sup>	1300m	300m	164dB	1300m	100m	163dB	1300m	100m	163dB
270 <sup>0</sup>	1400m	200m	164dB	1200m	100m	162dB	1200m	100m	163dB
300 <sup>0</sup>	1500m	200m	163dB	1200m	100m	162dB	1400m	100m	163dB
330 <sup>0</sup>	1500m	200m	163dB	1300m	100m	162dB	1100m	100m	163dB

註：方位角 0<sup>0</sup>表示正北方，90<sup>0</sup>表示正東方，依此類推。

表 7.1.4-15 M1~M3 點位打樁施工，聲源強度 SEL 210 dB 經減噪措施(減 10 dB)降至 SEL170 dB 及 SEL160dB 門檻值之距離和距離聲源 750 公尺處聲壓

單位：公尺(m)

方位角	M1			M2			M3		
	SEL	SEL	Distance	SEL	SEL	Distance	SEL	SEL	Distance
	160dB	170dB	750m	160dB	170dB	750m	160dB	170dB	750m
0 <sup>0</sup>	200m	100m	154dB	100m	100m	152dB	100m	100m	153dB
30 <sup>0</sup>	200m	100m	154dB	100m	100m	153dB	100m	100m	153dB
60 <sup>0</sup>	200m	100m	152dB	100m	100m	152dB	100m	100m	153dB
90 <sup>0</sup>	200m	100m	152dB	100m	100m	152dB	100m	100m	153dB
120 <sup>0</sup>	200m	100m	152dB	100m	100m	152dB	100m	100m	153dB
150 <sup>0</sup>	200m	100m	153dB	100m	100m	152dB	100m	100m	153dB
180 <sup>0</sup>	200m	100m	153dB	100m	100m	153dB	100m	100m	153dB
210 <sup>0</sup>	300m	100m	154dB	100m	100m	153dB	100m	100m	152dB
240 <sup>0</sup>	300m	100m	154dB	100m	100m	153dB	100m	100m	153dB
270 <sup>0</sup>	200m	100m	154dB	100m	100m	153dB	100m	100m	153dB
300 <sup>0</sup>	200m	100m	153dB	100m	100m	153dB	100m	100m	153dB
330 <sup>0</sup>	200m	100m	153dB	100m	100m	153dB	100m	100m	153dB

註：方位角 0<sup>0</sup> 表示正北方，90<sup>0</sup> 表示正東方，依此類推。

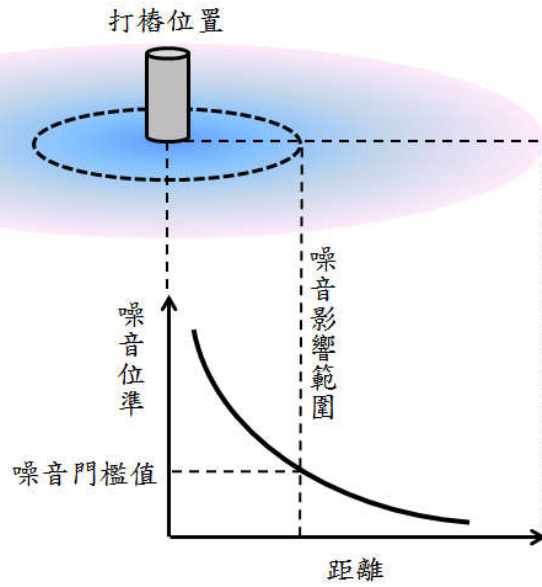


圖7.1.4-14 打樁噪音位準隨距離的變化與噪音門檻值之關係圖

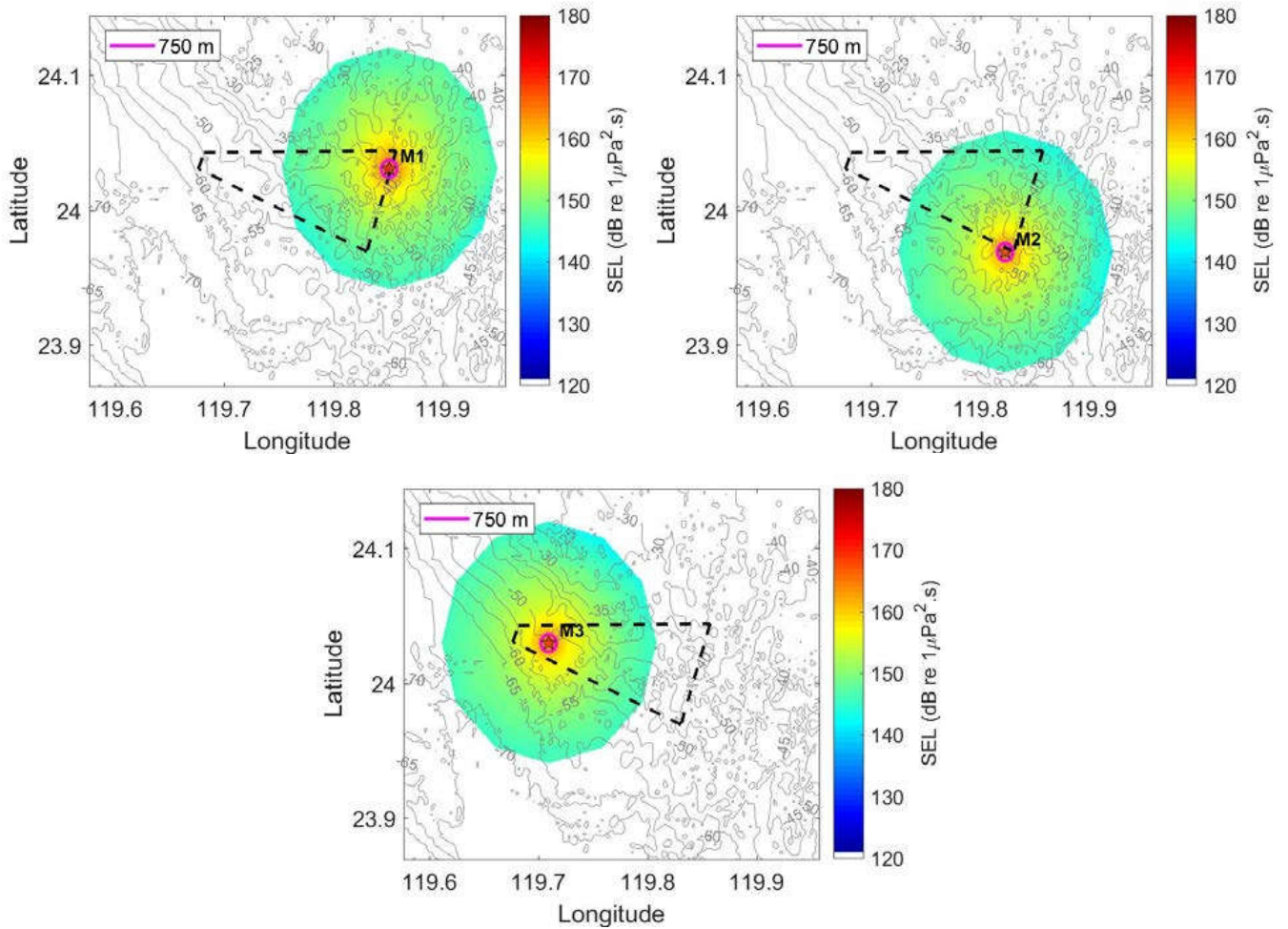


圖7.1.4-15 M1~M3點位打樁施工，聲源強度SEL 210 dB距離750公尺之聲壓分布

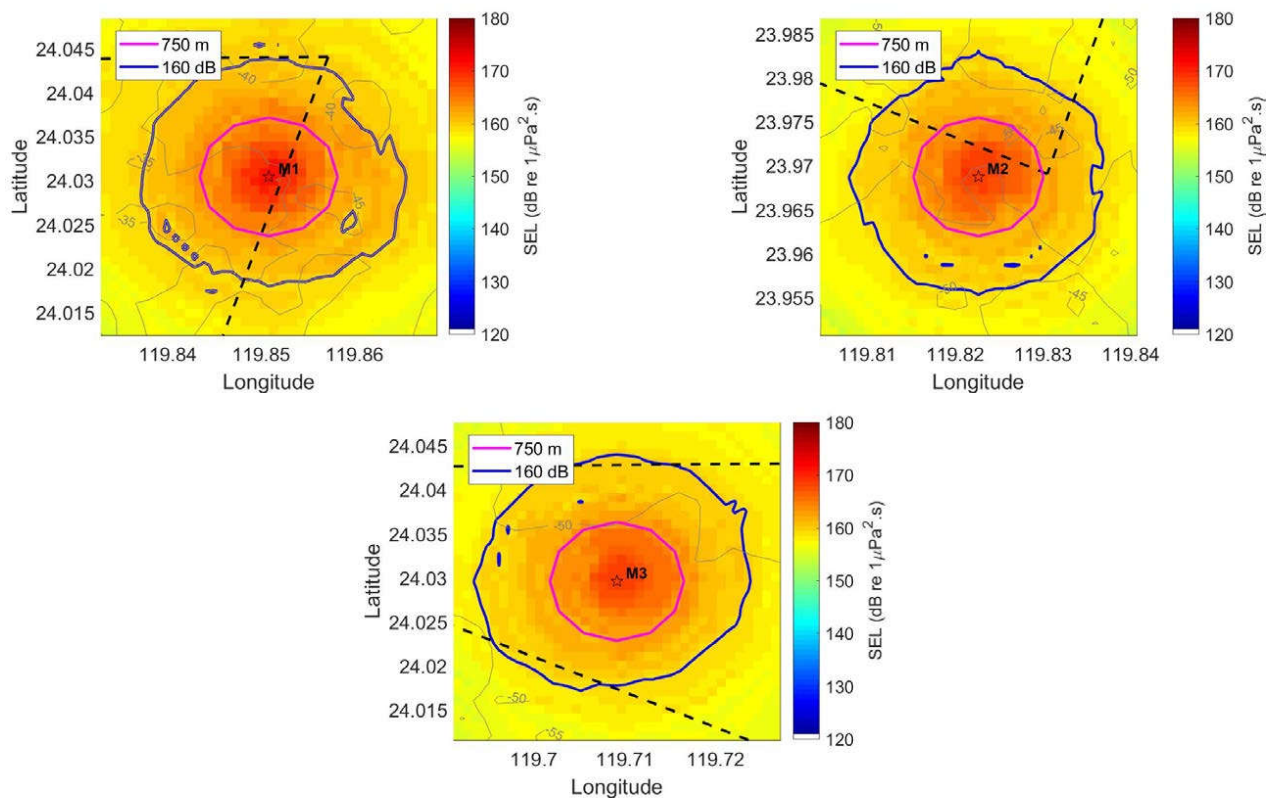


圖7.1.4-16 M1~M3點位打樁施工，聲源強度SEL 210 dB降至SEL160 dB門檻值及距離750公尺之聲壓分布

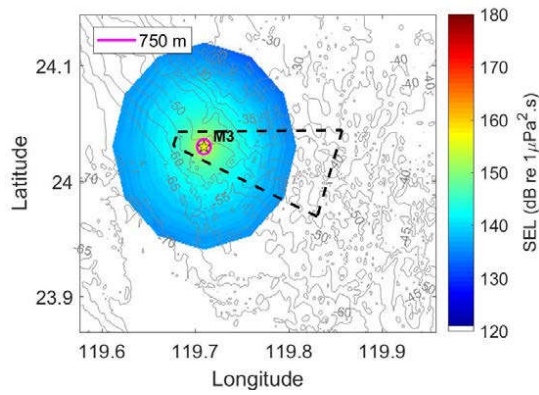
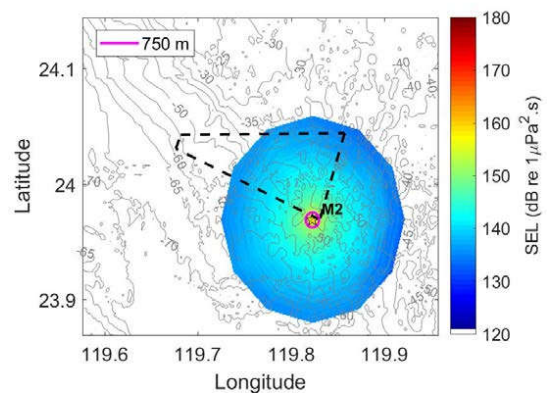
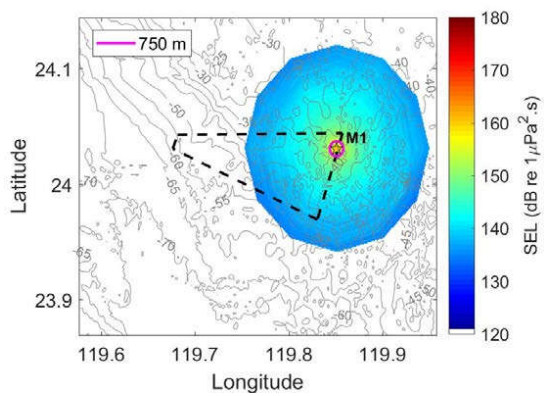


圖7.1.4-17 M1~M3點位打樁施工，聲源強度SEL 210 dB經減噪措施(減10 dB)距離750公尺處之聲壓分布



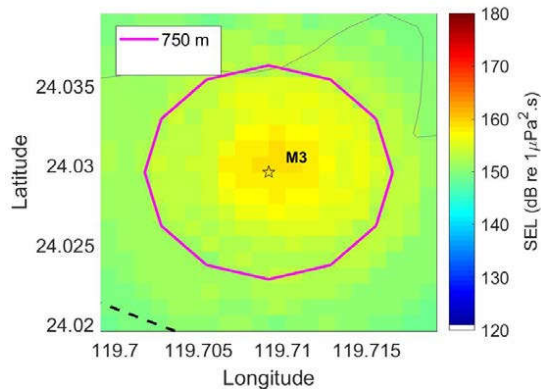
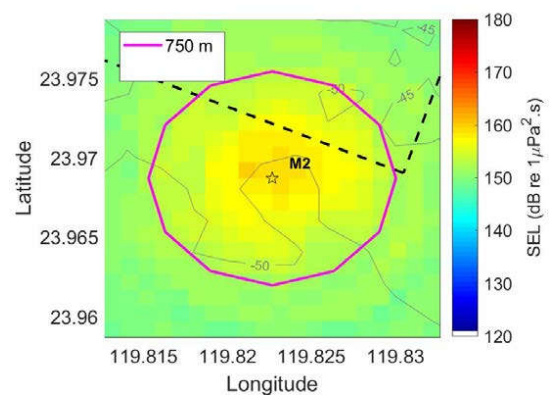
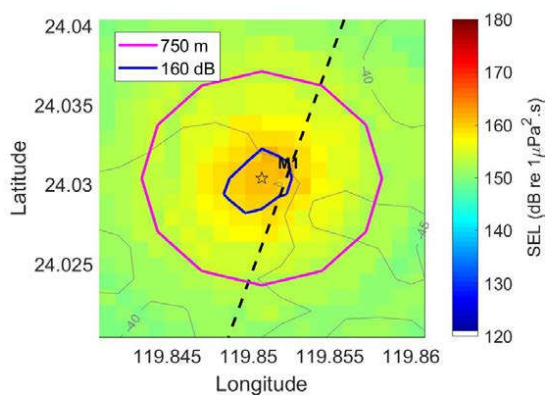


圖7.1.4-18 M1~M3點位打樁施工，聲源強度SEL 210 dB經減噪措施(減10 dB)降至SEL160 dB門檻值及距離750公尺之聲壓分布

#### 4. 與鄰近風場累積效應影響模擬結果

本計畫周邊尚有其他鄰近之開發案，考量其他風場與本計畫風場同時進行打樁作業之可能，故選取未來大彰化地區航道外 9 塊風場最有可能採用的套筒管架式基礎進行打樁水下噪音累積效應影響模擬及評估。相關模擬評估結果，分別說明如下：

##### (1) 二個風場2部機組同時進行基礎打樁施工模擬評估結果

選擇海龍三號及二號 2 個離岸風力發電計畫靠近航道各 1 部風機(#18 為海龍三號風場及#19 為海龍二號風場) 進行同時基礎打樁施工其相關結果說明如下：

- A. 2部機組同時打樁施工時，海龍三號風場#18水下噪音值衰減至160dB邊界與打樁原點之距離約1,300m。
- B. 2部機組同時打樁施工時，海龍二號風場#19水下噪音值衰減至160dB邊界與打樁原點之距離約700 m。

由模擬結果(圖 7.1.4-19)顯示海龍三號及二號風場 2 部機組距離約 9 公里同時進行打樁的施工情境下，水下噪音衰減至 160dB 的狀況與單一風場單部風機施工打樁的水下噪音衰減狀況大致相同，2 個風場 2 部機組同時打樁施工累積效應影響相當輕微。

##### (2) 三家開發廠商6個風場6部機組同時進行基礎打樁施工模擬評估結果(各2個風場各1部機組)

選擇大彰化東北及東南 2 個離岸風力發電計畫靠近航道各 1 部風機(#13 為東北風場及#15 為東南風場)，及海鼎三號及二號風場，及海龍三號及二號風場，6 個風場 6 部機組同時進行基礎打樁施工，其模擬評估分析相關結果說明如下：

- A. 6部機組同時打樁施工時，東北風場#13水下噪音值衰減至160dB邊界與打樁原點之距離約150m。
- B. 6部機組同時打樁施工時，東南風場#15水下噪音值衰減至160dB邊界與打樁原點之距離約130m。
- C. 6部機組同時打樁施工時，海鼎三號風場#17水下噪音值衰減至160dB邊界與打樁原點之距離約1,300m。
- D. 6部機組同時打樁施工時，海鼎二號風場#16水下噪音值衰減至160dB邊界與打樁原點之距離約1,500m。
- E. 6部機組同時打樁施工時，海龍三號風場#18水下噪音值衰減至160dB邊界與打樁原點之距離約1,400m。
- F. 6部機組同時打樁施工時，海龍二號風場#19水下噪音值衰減至160dB邊界與打樁原點之距離約700m。

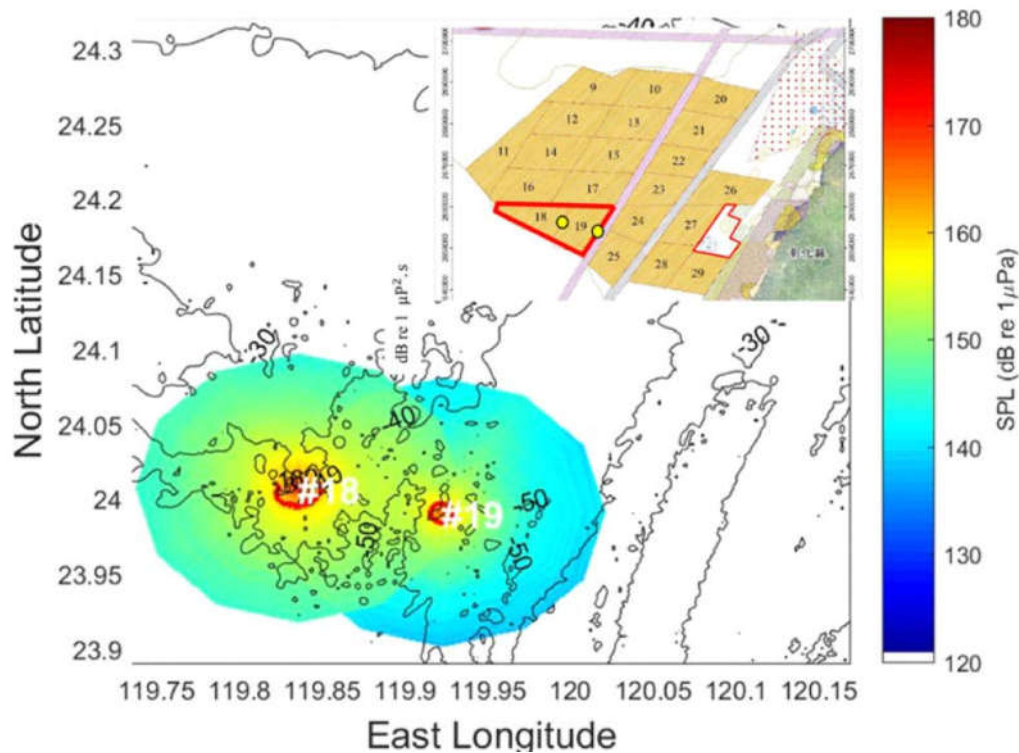


圖7.1.4-19 海龍二號及三號風場同時施工水下噪音噪音源衰減分佈圖

SL(RMS)=220dB re 1 μPa @ 1m; SL(SEL)=210dB re 1 μPa<sup>2</sup>

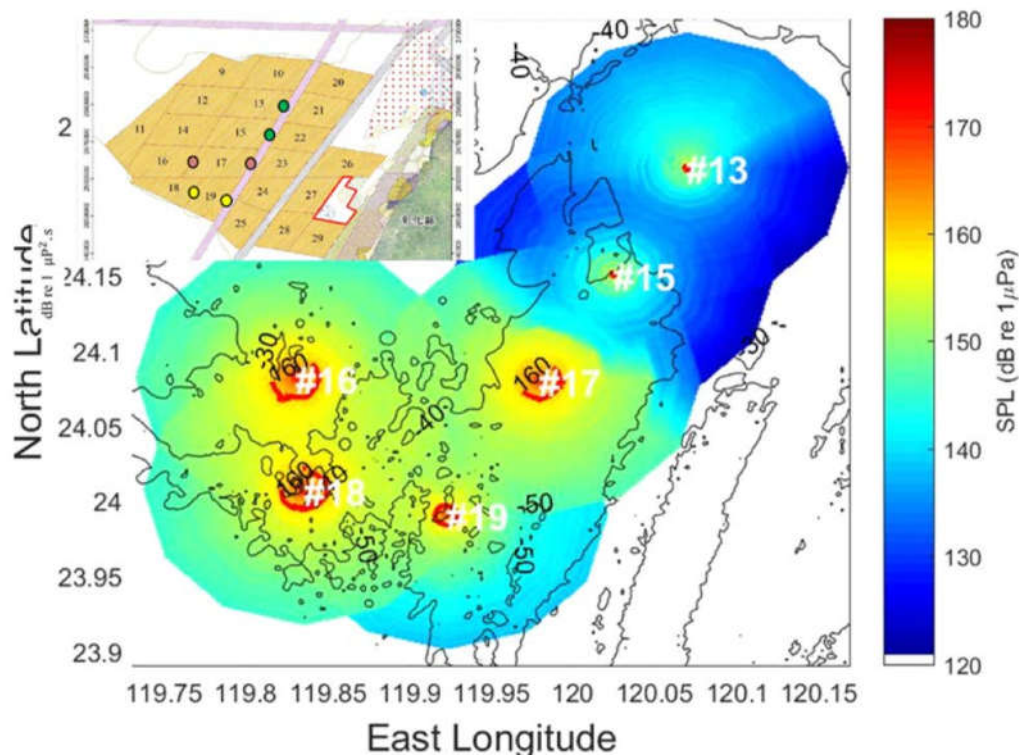


圖7.1.4-20 大彰化東北及東南、海鼎二號及三號、海龍二號及三號風場同時施工水下噪音噪音源衰減分佈圖

SL(RMS)=220dB re 1 μPa @ 1m; SL(SEL)=210dB re 1 μPa<sup>2</sup>

由模擬結果(圖 7.1.4-20)顯示大彰化東北及東南風場 2 部機組距離約 9 公里、海鼎三號及海鼎二號風場 2 部機組距離約 12.5 公里、海龍三號及海龍二號風場 2 部機組距離約 9 公里共 6 部同時進行打樁的施工情境下，水下噪音衰減至 160dB 的狀況與單部風機施工打樁的水下噪音衰減狀況，除了海龍三號風場受累積效應影響衰減至 160dB 邊界距離稍微加長 100 公尺外，其餘大致相同，評估結果顯示未來在 3 家開發廠商同時進行打樁施工時，在選擇套筒式管架式基礎的條件下，及在各部機組基礎打樁施工點位保持一定距離的條件下，6 個風場 6 部機組同時打樁施工所產生水下噪音累積效應影響相當輕微。

## (二) 營運階段

### 1. 風力機組聲源

SIEMENS 以 IEC 61400-11 規範針對 SIEMENS Haliade 150-6MW 離岸風力發電機於風速 8 m/s 時進行量測，其產生之聲功率位準( $L_{WA}$ , Sound Power Level)以表 7.1.4-16 Octave band 頻譜，以及表 7.1.4-17 One third Octave band 頻譜表示。表中  $L_{WA}$  為 A 加權值是為了將噪音訊號轉換成人耳聽到感受到的噪音量，因此必須對噪音儀器量測到不同頻率域的訊號，進行頻域加權。

在圖 7.1.4-21 及圖 7.1.4-22 中紅色線條為實際聲功率位準，經轉換發現最大噪音出現低頻段處，此噪音資料為風機運轉實葉片產生的風切噪音。然而水下運轉噪音不同，水下運轉噪音實則上是由風機振動經塔架往水中傳遞。因此參考「福海離岸風力發電計畫」之「壹、風力發電機振動噪音量測」的資料作為運轉噪音源振動資料如圖 7.1.4-23。

透過圖 7.1.4-23 得知風力發電機運轉時，塔架結構在 Z 方向最大速度為  $u_{3.15-Hz} = 2.8 \times 10^{-4}$  公尺/秒，但是其頻率低於聽力範圍(僅 3.15 Hz)，因此使用 125Hz 的速度( $u_{125-Hz} = 1.7 \times 10^{-4}$  公尺/秒)進行計算，再透過聲阻抗(acoustic impedance)計算可得聲源位準為

$$20 \log \frac{u_{125-Hz} \rho_0 c}{P_{ref}} = 20 \log \frac{1.7 \times 10^{-4} \times 1.48 \times 10^6}{1 \times 10^{-6}} \cong 168 \text{ dB re } 1 \mu\text{Pa}@1\text{m}$$

然而，此風力發電機運轉時在水中的附加質量(added mass)約為空氣中的 3 倍，而流體阻尼(fluid damping)約為 5 倍，因此次風力機在水中所生的振動約減少為 1/15，也就是約為 24 dB(音傳損耗)的下降，因此水中的風力發電機運轉聲源應修正至( $SL_{125Hz}$ )144 dB re 1 $\mu$ Pa @1 公尺。

表 7.1.4-16 風速為 8 公尺/秒，octave band 頻譜

中心頻率(Hz)	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
$L_{WA}$ (dB)	76.1	88.8	97.4	102.3	103.9	102.5	98.3	91.6	82.6	71.1
A-weighting	-39.4	-26.2	-16.1	-3.2	0	1.2	1	-1.1	-4.3	-6.6
$L_w$	115.5	115	113.5	105.5	103.9	101.3	97.3	92.7	86.9	77.7

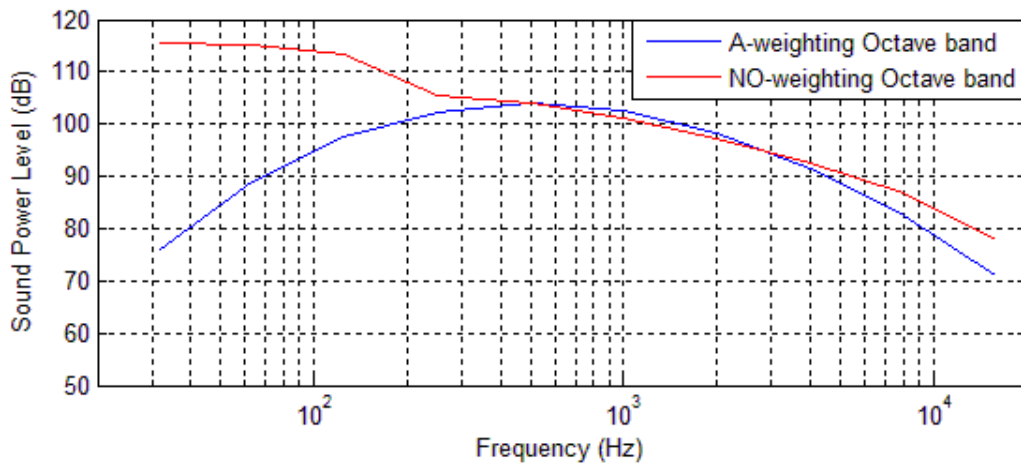


圖7.1.4-21 實際值(紅色,  $L_w$ )與A加權修正(藍色,  $L_{WA}$ )1/1 octave band頻譜

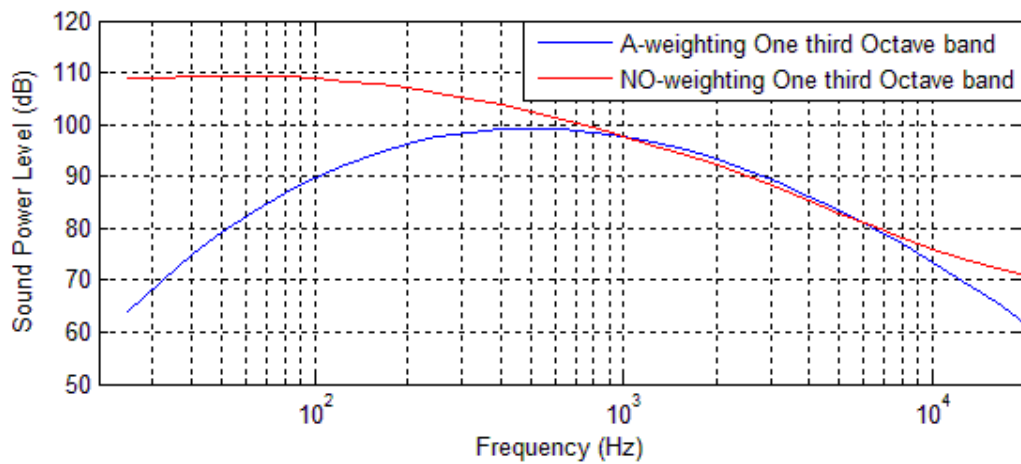


圖7.1.4-22 實際值(紅色,  $L_w$ )與A加權修正(藍色,  $L_{WA}$ )1/3 octave band頻譜

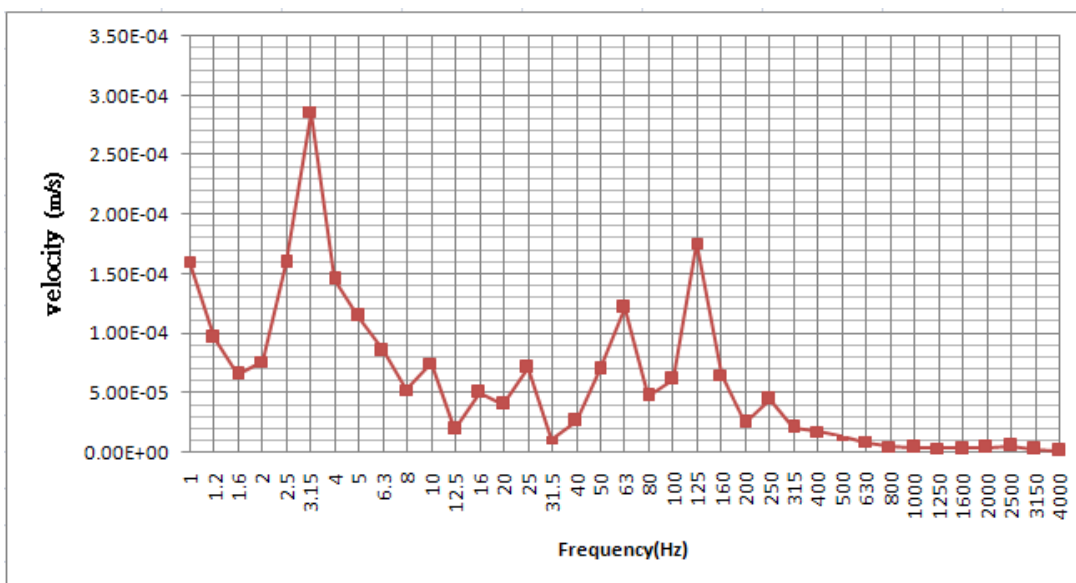


圖7.1.4-23 福海1號風力發電機Z方向速度頻譜

表 7.1.4-17 風速為 8 m/s，1/3 octave band 頻譜

中心頻率(Hz)	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200
L <sub>WA</sub> (dB)	64.1	69.6	74.7	79.1	83.1	86.7	89.7	92.2	94.6	96.3
A-weighting	-44.7	-39.4	-34.6	-30.2	-26.2	-22.5	-19.1	-16.1	-13.4	-10.9
L <sub>W</sub>	108.8	109	109.3	109.3	109.3	109.2	108.8	108.3	108	107.2
中心頻率(Hz)	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000
L <sub>WA</sub> (dB)	97.6	98.5	99.1	99.3	99.1	98.6	97.8	96.6	95.1	93.3
A-weighting	-8.6	-6.6	-4.8	-3.2	-1.9	-0.8	0	0.6	1	1.2
L <sub>W</sub>	106.2	105.1	103.9	102.5	101	99.4	97.8	96	94.1	92.1
中心頻率(Hz)	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000	20000
L <sub>WA</sub> (dB)	91.3	89.0	86.2	83.5	80.4	76.9	73.5	69.8	65.6	61.6
A-weighting	1.3	1.2	1	0.5	-0.1	-1.1	-2.5	-4.3	-6.6	-9.3
L <sub>W</sub>	90	87.8	85.2	83	80.5	78	76	74.1	72.2	70.9

## 2. 運轉噪音-單頻聲場模擬

在遠場條件下，以聲波方程式模擬聲音在海中的傳遞，其圓柱座標系之表示式如下：

$$\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} + \rho \frac{\partial y}{\partial x} \left( \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} \right) + k^2 p = 0 \quad (1)$$

其中  $\rho$  為海水密度， $k$  為波數， $c$  為聲速， $\omega$  為頻率。拋物線方程式(parabolic equation, PE)，由(1)式可推得

$$\left( \frac{\partial}{\partial r} + ik_0(1+x)^{\frac{1}{2}} \right) \left( \frac{\partial}{\partial r} - ik_0(1+x)^{\frac{1}{2}} \right) p = 0 \quad (2)$$

$$X = k_0^{-2} \left( \rho \frac{\partial}{\partial z} \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial z} + k^2 - k_0^2 \right) \quad (3)$$

其中  $k = \left( 1 + i\mu\beta \frac{\omega}{c} \right)$ ， $\beta$  為衰減率， $\eta = (40\pi \log_{10} e)^{-1}$ ， $k_0 = \frac{\omega}{c_0}$

$C_0$  為參考聲速

而其向外傳遞之聲波方程式可標示如下：

$$\frac{\partial}{\partial r} = ik_0(1+X)^{\frac{1}{2}} p \quad (4)$$

並由上式整理如下：

$$p(r + \Delta r, z) = \exp \left( ik\Delta r(1+X)^{\frac{1}{2}} \right) p(r, z) \quad (5)$$

M.D. Collins 所推導之 PE 程式中，利用一階有理函式進行簡化，可整理如下：

$$p(r + \Delta r, z) = \exp \left( ik\Delta r(1+X)^{\frac{1}{2}} \right) \prod_{j=1}^n \frac{1 + \alpha_{j,n} X}{1 + \beta_{j,n} X} p(r, z) \quad (6)$$

$$TL = 20 \log p(r + \Delta r, z) \quad (7)$$

而 RAM 就是以(7)為基礎所撰寫出來的，其優點為計算跨距大，此點意謂所需計算量與所需時間較少。透過以下式子(8)，即可得到單頻之聲壓強度

$$\text{SPL (聲壓強度)} = \text{SL (聲源強度)} - \text{TL (音傳損耗)} \quad (8)$$

### 3. 運轉噪音-單頻聲場模擬結果

本計畫模擬 125Hz 之音傳結果，計算距離為 10 公里，網格計算水平距離為 100 公尺，網格計算垂直距離為 1 公尺，接收深度及聲源深度皆 5 公尺。由運轉噪音之主要頻率運用式(8)即可計算在水下之聲壓位準。與上述之打樁噪音類似，均進行 12 方位之聲學計算，設定運轉噪音為 144dB，噪音門檻值為此頻率之噪音平均值，因此將運轉噪音衰減 40dB 之距離繪製於圖 7.1.4-24，並將各方向之結果整理於表 7.1.4-18。

**表 7.1.4-18 各點位 125Hz 頻段保守估計音傳損耗 40dB 之最大距離**

單位：公尺

方位角	M1	M2	M3
0 <sup>0</sup>	200	100	100
30 <sup>0</sup>	200	100	100
60 <sup>0</sup>	200	100	100
90 <sup>0</sup>	200	100	100
120 <sup>0</sup>	200	100	100
150 <sup>0</sup>	200	100	100
180 <sup>0</sup>	200	100	100
210 <sup>0</sup>	200	100	100
240 <sup>0</sup>	200	100	100
270 <sup>0</sup>	200	100	100
300 <sup>0</sup>	200	100	100
330 <sup>0</sup>	200	100	100

註：方位角 0<sup>0</sup> 表示正北方，90<sup>0</sup> 表示正東方，依此類推。

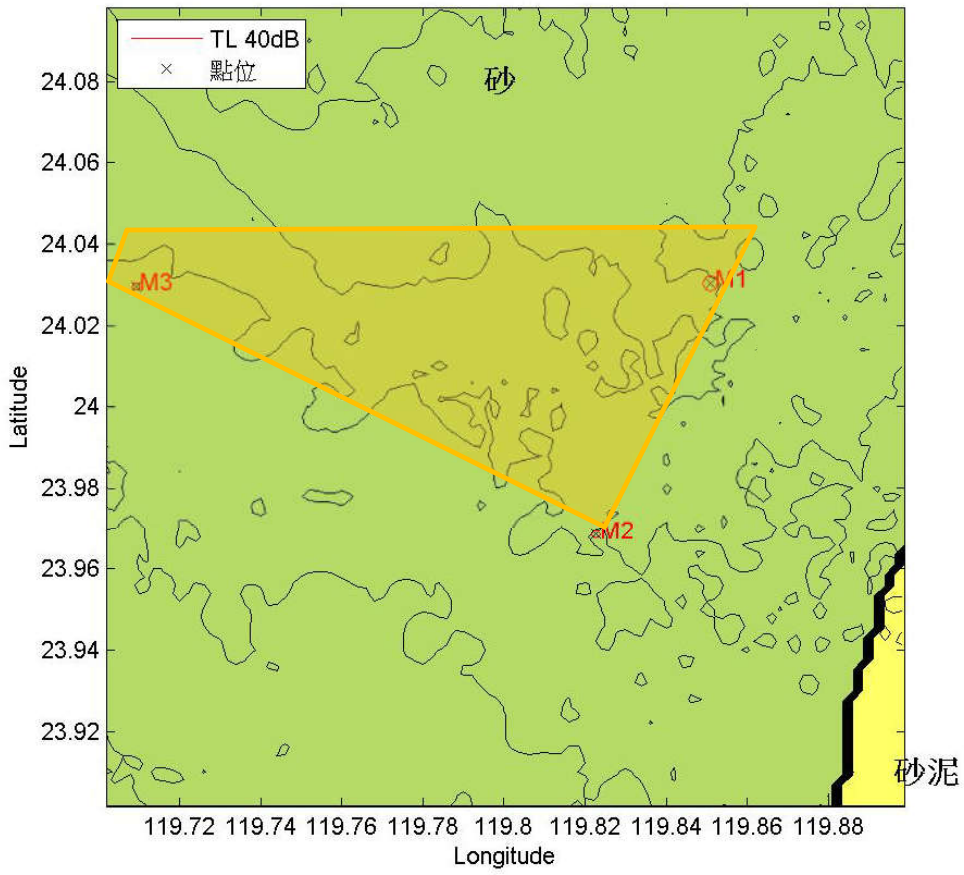


圖7.1.4-24 M1~M3點位125Hz頻段保守估計音傳損耗40dB之最大距離



## 7.1.5 電磁場

### 一、評估方法

有關電磁場估算將依『電磁場測量及電磁場強度檢討計算書規範』規定，本計畫有 A、B、C 三個路纜路徑規劃方案，取附近的敏感點，共 8 個調查點，分別進行模擬和計算。其評估步驟分別說明如下：

- (一) 計算路徑上各敏感點之電磁場值：以定點方式計算一次三軸合成電磁場值。
- (二) 計算三維空間電磁場源：完整包括水平與垂直走向之 245kV、161kV 電力電纜。
- (三) 計算考量：計算時各方向地下電纜均有考慮，分別對地下電纜各相序排列方式進行運算。
- (四) 計算結果：均遠低於環保署 833mG 的參考位準值（建議值）進行比對。

本計畫電磁場模擬演算，其中電力頻率磁場計算方法將從相關電磁場理論進行推導，電力頻率場源所產生的磁場行為類似靜磁場，將利用有限元素法套裝軟體，針對 245kV、161kV 電纜三維空間品字、L 型配置，及各電纜之載流條件進行模擬演算。在確定磁場計算條件後，模擬演算降壓站 245kV、161kV 電力電纜之三維空間配置儘量依據實際情形。

### 二、計算條件

#### (一) 電磁場計算檢討地點

本計畫依據電磁場環境現況監測之量測地點如表 6.2.9-1 及圖 6.2.9-1 所示，共 8 個量測點，最大裝置容量為 512MW。本計畫電磁場計算條件如表 7.1.5-1 所示。

表 7.1.5-1 本計畫電磁場計算條件

輸電電纜區段	電壓等級(kV)	電流值(A)
陸上連接站→自設陸上降壓站	245(2 回線)	603.3/回線
自設陸上降壓站→彰濱變電所	161(1 回線)	1,836.1/回線

\*假設風機總裝置容量約為 512MW。

#### (二) 電力電纜三維空間配置模擬

本計畫陸纜地下管路埋設斷面圖如圖 7.1.5-1 所示。開挖深度最深為 7.5 公尺。模擬時，以三維空間模擬電磁場源，完整包括水平與垂直走向之 245kV 與 161kV 電力電纜。

在進行電磁場模擬時，需要有每回線正確的電流值。本案輸出總發電為 512MW，陸纜配置方面，245kV 採用 2 回線做計算，經自設陸上降壓站 161kV 側與 19 號風場 161kV 拼接(Tie-in)後，以 1 回線併入彰濱超高壓變電所，故採用 1 回線做計算，陸纜路徑分為 A、B、C 三種方案，分別由不同上岸點上岸(陸纜佈設規劃詳 5.2.2 節)。由上岸點連接到自設陸上降壓站一律採用 245kV 傳輸，經過降壓後，以 161kV 採 1 回線傳輸至彰濱變電所。

### 三、模擬計算結果

陸纜路徑分為 A、B、C 三種方案，各調查點之電磁場計算值和計算值加上背景值之影響的預估值，預估值為模擬計算值與實際測量值之平方相加開根號，如表 7.1.5-2~7.1.5-4 所示。

A 方案計算結果以 T1 測點之預估值最大，約為 18.10 毫高斯，而其他輸電線路或設施沿線之敏感受體，電磁場預估結果介於 0.35~3.20 毫高斯；B 方案計算結果以 T7 測點之預估值最大，約為 6.75 毫高斯。而其他輸電線路或設施沿線之敏感受體，電磁場預估結果介於 0.10~3.21 高斯；C 方案計算結果以 T4 測點之預估值最大，約為 3.21 毫高斯。而其他輸電線路或設施沿線之敏感受體，電磁場預估結果介於 0.10~2.96 毫高斯。

綜上所述，電纜對各調查點造成的電磁影響加上實際量測時的背景值依然遠低於環保署 833 毫高斯(mG)參考位準值。

表 7.1.5-2 A 方案各觀測點之計算值與預估值

調查點編號	調查點	計算值(mG) <sup>註1</sup>	預估值(mG) <sup>註2</sup>	背景值(mG)
T1	上岸點 A	18.10	18.10	0.10
T2	昇輪	2.00	2.29	1.10
T3	彰濱 ES	1.22	3.20	2.96
T4	彰濱線西工業區慶安路、慶安南路一路自設陸上降壓站	0.00	0.36	0.36
T5	星能電力	0.00	2.12	2.12
T6	台電管線埋設點	0.00	1.28	1.28
T7	上岸點 B	0.00	0.88	0.88
T8	上岸點 C	0.00	0.35	0.35

註 1：計算值為模擬出來之計算值。

註 2：預估值為計算值與背景最大平均值兩者取幾何平均之結果。

表 7.1.5-3 B 方案各觀測點之計算值與預估值

調查點編號	調查點	計算值(mG) <sup>註1</sup>	預估值(mG) <sup>註2</sup>	背景值(mG)
T1	上岸點 A	0.00	0.10	0.10
T2	昇輪	0.00	1.10	1.10
T3	彰濱 ES	0.02	2.96	2.96
T4	彰濱線西工業區慶安路、慶安南路一路自設陸上降壓站	3.19	3.21	0.36
T5	星能電力	0.18	2.13	2.12
T6	台電管線埋設點	1.03	1.65	1.28
T7	上岸點 B	6.69	6.75	0.88
T8	上岸點 C	1.37	1.42	0.35

註1：計算值為模擬出來之計算值。

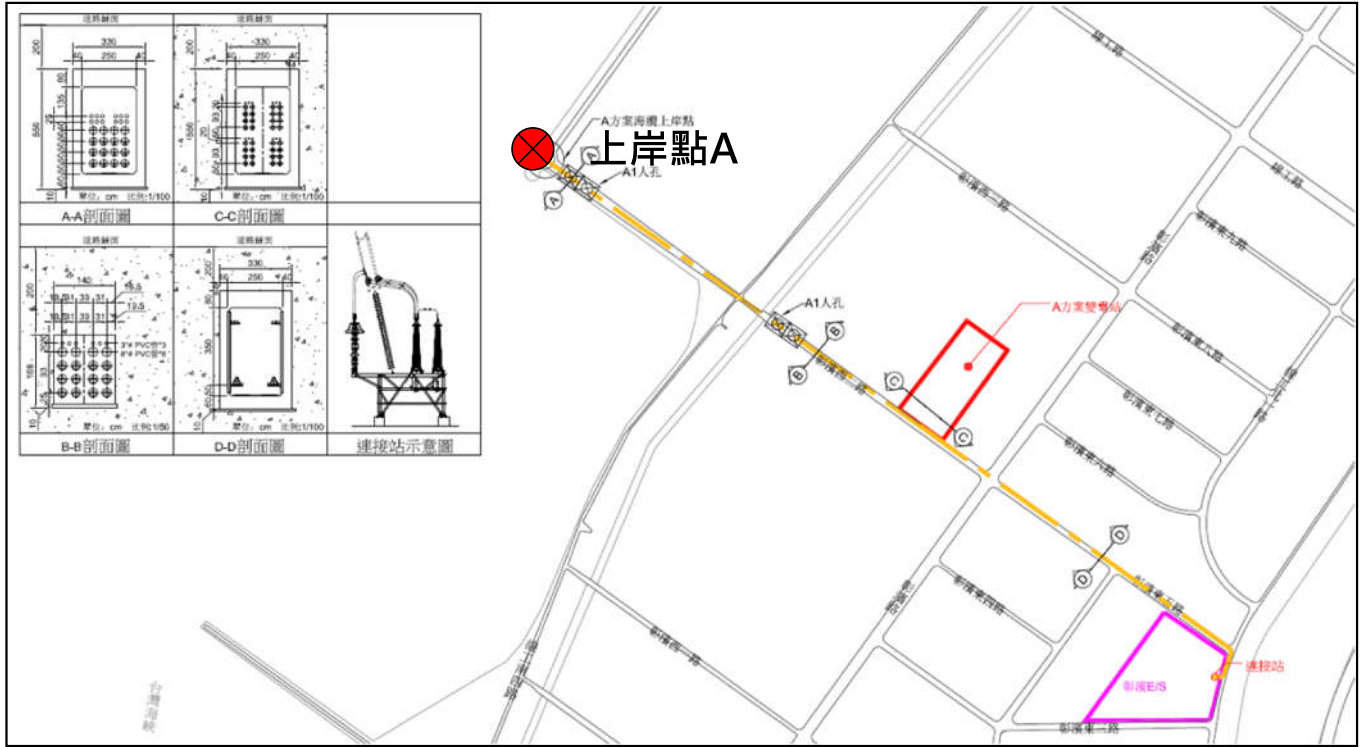
註2：預估值為計算值與背景最大平均值兩者取幾何平均之結果。

表 7.1.5-4 C 方案各觀測點之計算值與預估值

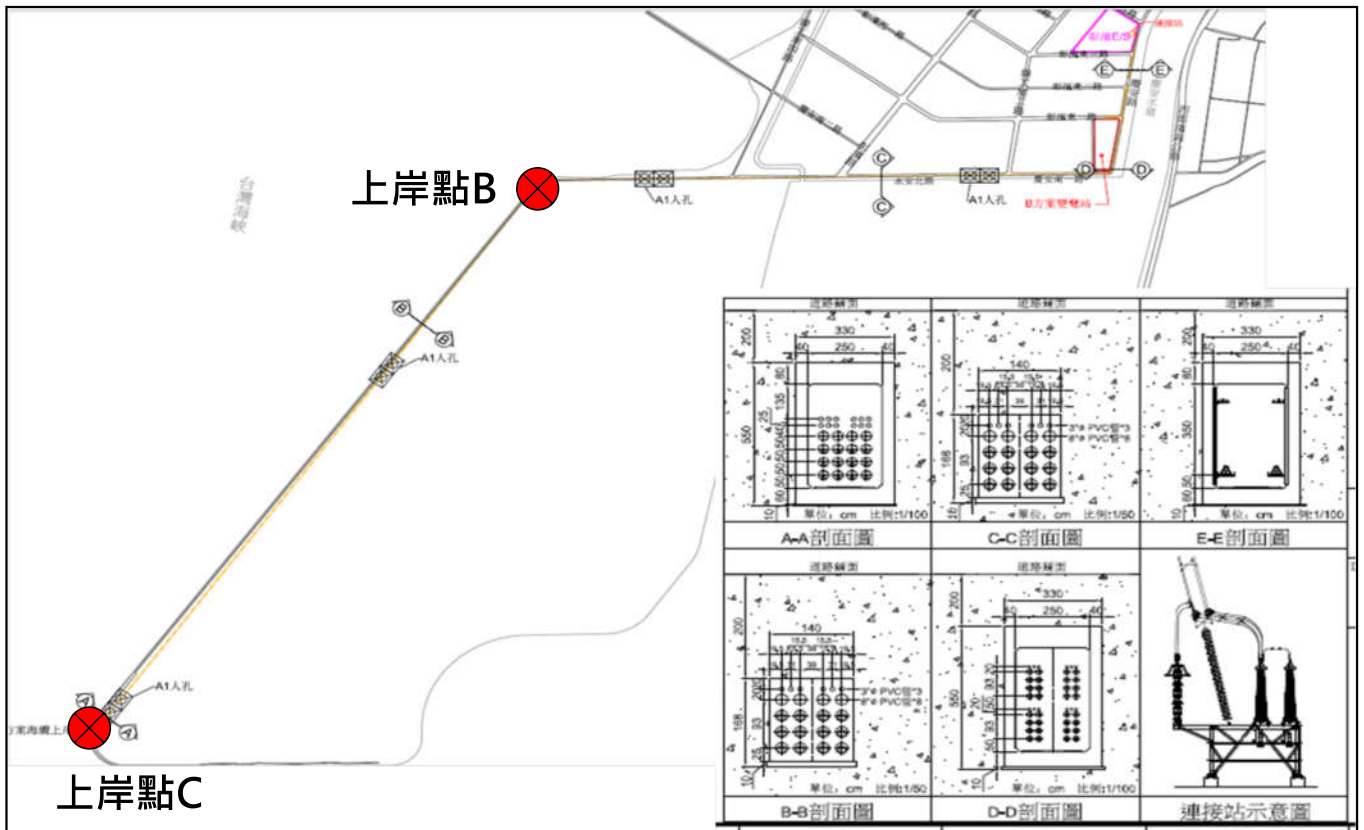
調查點編號	調查點	計算值(mG) <sup>註1</sup>	預估值(mG) <sup>註2</sup>	背景值(mG)
T1	上岸點 A	0.00	0.10	0.10
T2	昇輪	0.00	1.10	1.10
T3	彰濱 ES	0.02	2.96	2.96
T4	彰濱線西工業區慶安路、慶安南路一路自設陸上降壓站	3.19	3.21	0.36
T5	星能電力	0.18	2.13	2.12
T6	台電管線埋設點	0.97	1.61	1.28
T7	上岸點 B	1.28	1.55	0.88
T8	上岸點 C	0.00	0.35	0.35

註1：計算值為模擬出來之計算值。

註2：預估值為計算值與背景最大平均值兩者取幾何平均之結果。



A方案



B方案及C方案

圖7.1.5-1 陸纜各路段斷面圖

## 7.1.6 廢棄物

### 一、 施工期間

施工人員產生之生活垃圾與一般生活垃圾性質相近，可以臨時定點收集方式，配合代清除處理業或鄰近鄉鎮公所統籌收集處理及處置。本計畫區施工期間最多同時施工人員約 30 人，以環境保護署 105 年度統計資料，彰化縣每人每日垃圾產生量為 0.852 公斤，則每日廢棄物產量為 25.56 公斤。施工期間產生之廢棄物，已計入海上工作人員，且承諾海上人員產生之廢棄物將運回岸上處理；並積極執行資源回收再利用，以達到資源永續利用及垃圾減量目標，這些廢棄物將妥善收集於各分區工地事務所垃圾收集桶內後，並將委託代清除處理業或鄉公所代為清理。因產生垃圾量不大，而且為一般生活垃圾，對彰化縣合格代清除處理業或處理設施無影響。

### 二、 營運期間

本計畫離岸風力機及自設降壓站運轉期間大部分為海上維修活動，陸域僅有少數操作及維修人員，產生廢棄物極少，對附近區域廢棄物清除處理設施影響輕微。

## 7.1.7 剩餘土方處理計畫

依據「彰濱工業區鹿港區、線西區土地出租要點」規定，彰化濱海工業區為國有土地，援此，本區興建工程產生之營建剩餘土石方，以於本區土地內就地整平不外運為原則。

本計畫陸纜埋設工程及自設降壓站興建工程施工前將向彰化濱海工業區服務中心提出申請，本計畫開挖所產生之土方除了用於現地回填外，剩餘之土石方將運至彰濱工業區內依服務中心指示運至工業區內指定區回收，因此沒有外運土方。

## 7.1.8 通訊干擾

本計畫通訊導航評估將參考目前國外各影響評估報告的做法：依據現有文獻中的理論與實測報告，尤其是英國海事與海岸警備局（Maritime and Coast Guard Agency, MCA）與研究組織 QinetiQ 在 2004 年間於英國第一座離岸風場 North Hoyle 實測並驗證理論的研究報告，以及後續因倫敦港務局（Port of London Authority）對泰晤士河口 Kentish Flats 離岸風場之開發接近航道有顧慮而針對海用雷達影響進行實測的研究報告。

### 一、 對通訊系統的影響

依據 2004 年 QinetiQ 的海事特高頻段 VHF 通訊測試結果，風力機造成的遮蔽在其正後方 500m 處僅 2-3dB，緊貼著風力機正後方則有大約 10dB 的遮蔽效果。因此除非是接收與發射兩端距離相當遠，或是在該頻道有其他使用者的干擾，否則離岸風場風力機不致影響 VHF 系統的運作。該結果與 2002 年的理論評估相當吻合。

MCA 的 2004 年實測結果如下：

- (一) VHF 通訊：離岸風場結構物對於風場內或是船對岸的 VHF 語音通訊並無顯著影響；但是救生艇的自動數位測向設備應至少遠離結構物 50m 以上，以免影響測向功能。

- (二) 行動通訊：對行動通訊系統無顯著影響。
- (三) 數位選擇呼叫 (Digital Selective Calling, DSC)：船岸通訊不受影響。
- (四) 船舶自動辨識系統 (Automatic Identification System, AIS)：船舶之間的 AIS 運作正常，且各船舶都能持續被岸上監控，顯示 AIS 的 GPS 與 VHF 都能正常運作。

## 二、對 GPS 衛星定位與磁羅經的影響

2004 年 QinetiQ 的 GPS 測試包括：沿著離岸風場週邊航行、沿對角線穿越離岸風場以及靜止在風力機旁邊。結果顯示：風力機對於追蹤接收到的 GPS 衛星數量以及定位誤差都沒有顯著影響。即使 GPS 天線非常接近風力機的塔柱，也都可以接收到充份數量的 GPS 衛星用於定位。

2004 年 MCA 的磁羅經測試結果顯示：離岸風場的發電機以及電力電纜（無論是風機之間的電纜或是上岸的輸出電纜）都未見造成磁羅經的偏差。但是在接近風力機塔柱時，應注意鐵質金屬對磁羅經的影響。

## 三、對船舶雷達的影響

在離岸風場對船用雷達效能的影響方面，MCA(2004)的實測顯示：

- (一) 在風力機造成的雷達盲區與遮蔽區（陰影）內的其他風力機與小型船舶可能無法被雷達偵測到，除非雷達觀測船移動。
- (二) 在離岸風場內偵測雷達目標時，其方位與距離的鑑別度受到風力機橫向與縱向回跡的限制而降低。
- (三) 風力機結構物的垂直範圍使其雷達回跡相當大。
- (四) 雷達主波束的半功率 (-3dB) 點以外的角度以及在雷達主波束 10° 以外的旁波束，都可能來自風力機的強回跡。
- (五) 降低雷達的接收機放大增益 (Gain) 可以降低這些假回跡效應，卻也會降低雷達目標（例如小型船舶或浮標等）的訊號增益，可能因此降低至雷達顯示的門檻以下而看不見。
- (六) 大約航行至距離離岸風場 1.5 哩時，船舶雷達會開始出現旁波束與反射等造成的假回跡，對 S-band 的影響大於 X-band。
- (七) 以避碰雷達的目標自動測繪功能 (ARPA) 追蹤風場內的船舶時，容易因為風力機的強回跡而造成目標交換 (targetswop)。
- (八) 如果船舶與目標都平行於風力機的排列方向航行，而且目標與風力機保持 300 公尺的距離，則 S-band 與 X-band 雷達的目標測繪都沒問題。

2004 年於 NorthHoyle 的雷達實測研究包括請一艘商船（長 167 公尺，寬 23.4 公尺，1.7 萬噸的 Norbay）特意偏離航道接近風場後以 800m 的距離沿風場北側航行，至西側南下再東轉，然後北上穿越風場後離開回到原航道。實測結果發現的多重回跡如圖 7.1.8-1，但未深入分析。

2007 年於 Kentish Flats 的雷達影響實測研究則是涵蓋在該風場附近活動的各類船舶，航海人員、船舶交通服務 (VTS)、領港等都有參與。該研究的主要結果如下：

- (一) 船用雷達顯示器在風場附近偵測到的現象，可能由接近該觀測船的其他強回跡所造成，只是影響的程度可能不同。受過良好訓練的航海人員可以認知並了解這些現象的原因。
- (二) 觀測到的現象有許多是船舶結構體與配件造成的反射與失真，來自風場的強反射突顯了在船舶雷達天線安裝方面的一些弱點。

- (三) 觀測到的現象是短暫的，相對於船舶通過風場場址附近的速率；
- (四) 假回跡常常是由船舶的結構體與配件結合風力機的反射品質產生的。
- (五) 其他效應則是因船用雷達系統的固有局限結合風力機的反射品質產生的。
- (六) 在這些測試中，航海人員都能有效地追蹤其他船舶，無論是從風場內或是風場後方。
- (七) 在風場內及附近作業的小船可以被風場附近作業船舶的雷達偵測到，其回跡訊號穿過風場陣列時不致受影響。
- (八) 小船的雷達回跡在接近風力機時，可能會被併入風力機相對大很多的回跡，但這只是暫時性的，一旦小船通過該風機，該船的獨立回跡即可被雷達再次擷取。
- (九) 此研究在整個測試過程中以一個設在風場外的方位浮標（裝有雷達反射器）做為參考目標，讓航海人員確認雷達效能與設定增益。即使在風場風力機陣列的另一側，該浮標的回跡訊號也都能被偵測，未見明顯不利影響。
- (十) 如果通過的船舶提供適當的反射面，固定於岸際的 VTS 雷達也可能受上述現象影響。
- (十一) 裝有 AIS 的船舶，沒有任何一艘有失去訊號的情況，無論是在風場內或風場外運作。

圖 7.1.8-2~圖 7.1.8-4 擷取自 MARICO 將 2006 年於 Kentish Flats 實測研究，觀測成果應用於美國麻省 Nantucket Sound 離岸風場開發計畫的報告。

#### 四、對海巡署岸際雷達的影響

離本計畫風場潛力區塊最近的海巡岸際雷達站是吉貝雷達站，如圖 7.1.8-5 標示「吉貝」的點位，其最近距離分別約 18.3 浬，都已超出岸際雷達的 12 浬範圍，最遠距離約 27.7 浬，對於海巡署岸際雷達目標偵測應無明顯影響。而「新寶、姑寮、許厝寮」等岸際雷達距離本計畫風場更遠，初步評估本計畫風場開發對於其岸際雷達偵蒐應無明顯直接影響。因此除了如前節所述因通過船舶提供反射面造成假回跡以外，對於目標偵測應無明顯影響。整體而言，只要離岸風場與各風機等結構物本身皆依據 IALA Recommendation O-139 的建議予以適當標誌，並標繪於海圖，將可有效抵銷前述可能的通訊干擾或影響，甚至提供更好的航路標誌與定位效益

#### 五、對航港局燈塔的影響

本計畫區域距離目斗嶼燈塔 16 浬以上，在目斗嶼燈塔燈光的 26.8 浬公稱光程（約為大氣能見度為 10 浬時之燈光射程）內，參考中華民國燈表（海軍大氣海洋局刊行），目斗嶼燈塔資料如表 7.1.8-1 所示。

表 7.1.8-1 目斗嶼燈塔資料

編號	34950 F4658	
燈名	目斗嶼燈塔	
位置	目斗嶼上	
座標(WGS84)	北緯(N)	0.991041
	東經(E)	4.98337
燈質及光力(燭光)	白閃光 20 秒明 1.2 秒；暗 18.8 秒 1,500,000	
高度高潮面起(公尺)	49	
見距(浬)	26.8	
構造	黑白相間平行橫條紋圓形鐵塔	
高度(公尺)	39.9	
附註	海關設置	

資料來源：中華民國燈表，海軍大氣海洋局。

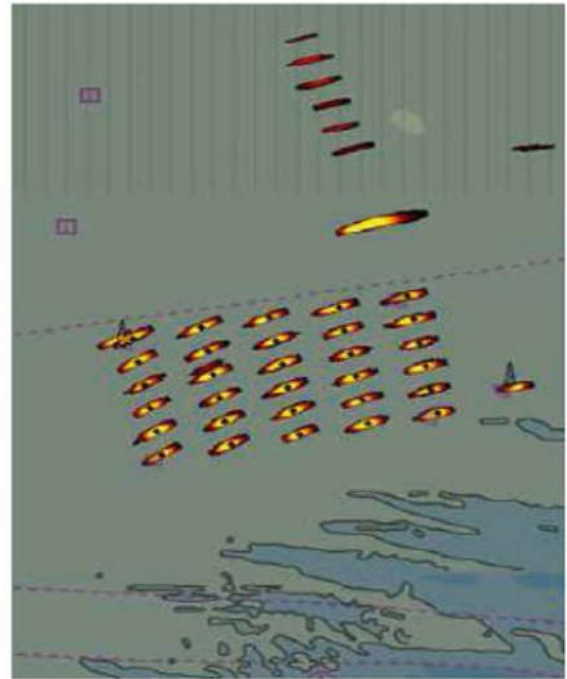
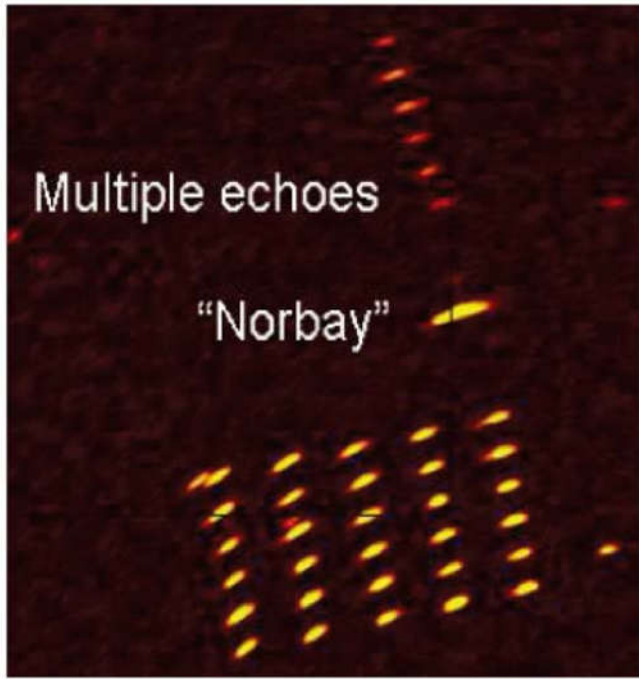


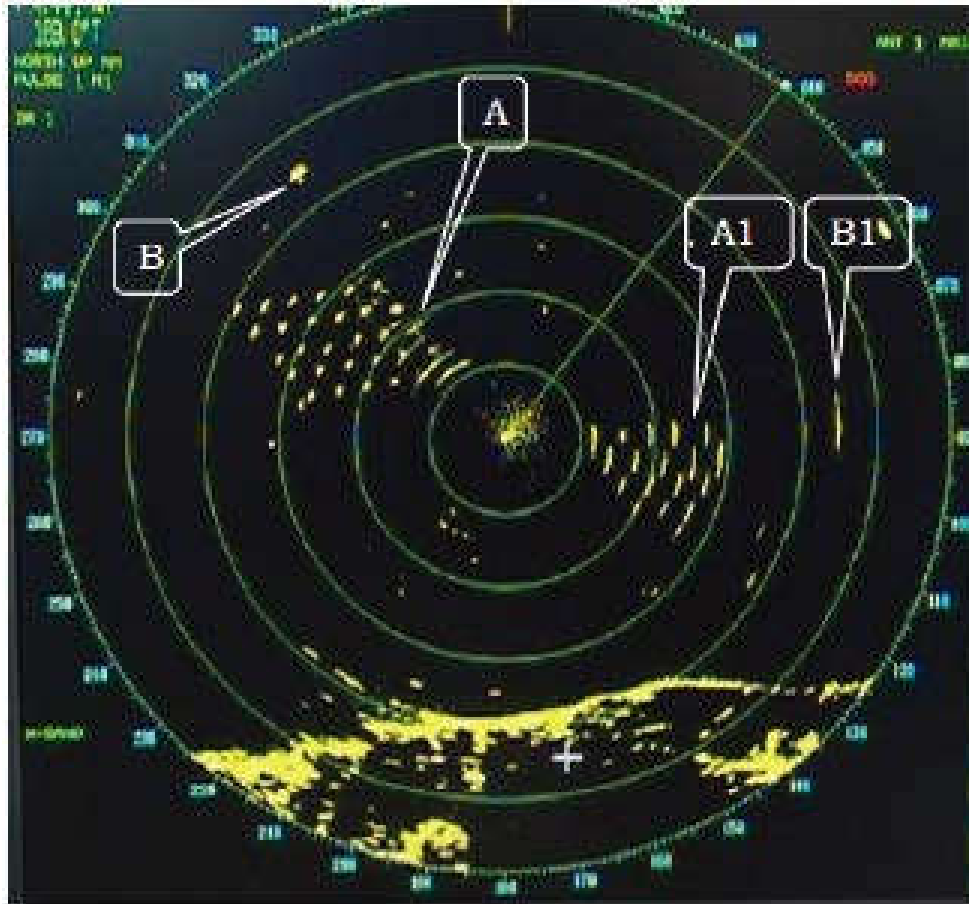
圖7.1.8-1 商船Norbay通過風場東北角時的多重回跡



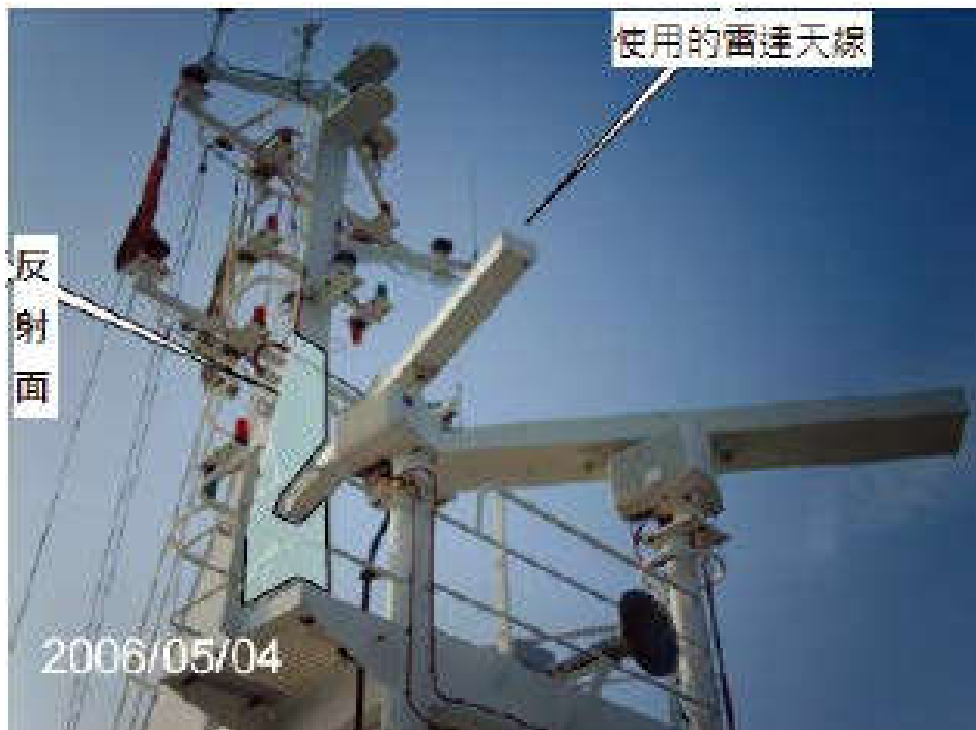
資料來源：MARICO Marine, "Investigation of Technical and Operational Effects on Marine Radar Close to Kentish Flats Offshore Wind Farm," British Wind Energy Association (BWEA) Report, 2007.

圖7.1.8-2 油輪雷達觀測到的6.5哩遠風場內小船





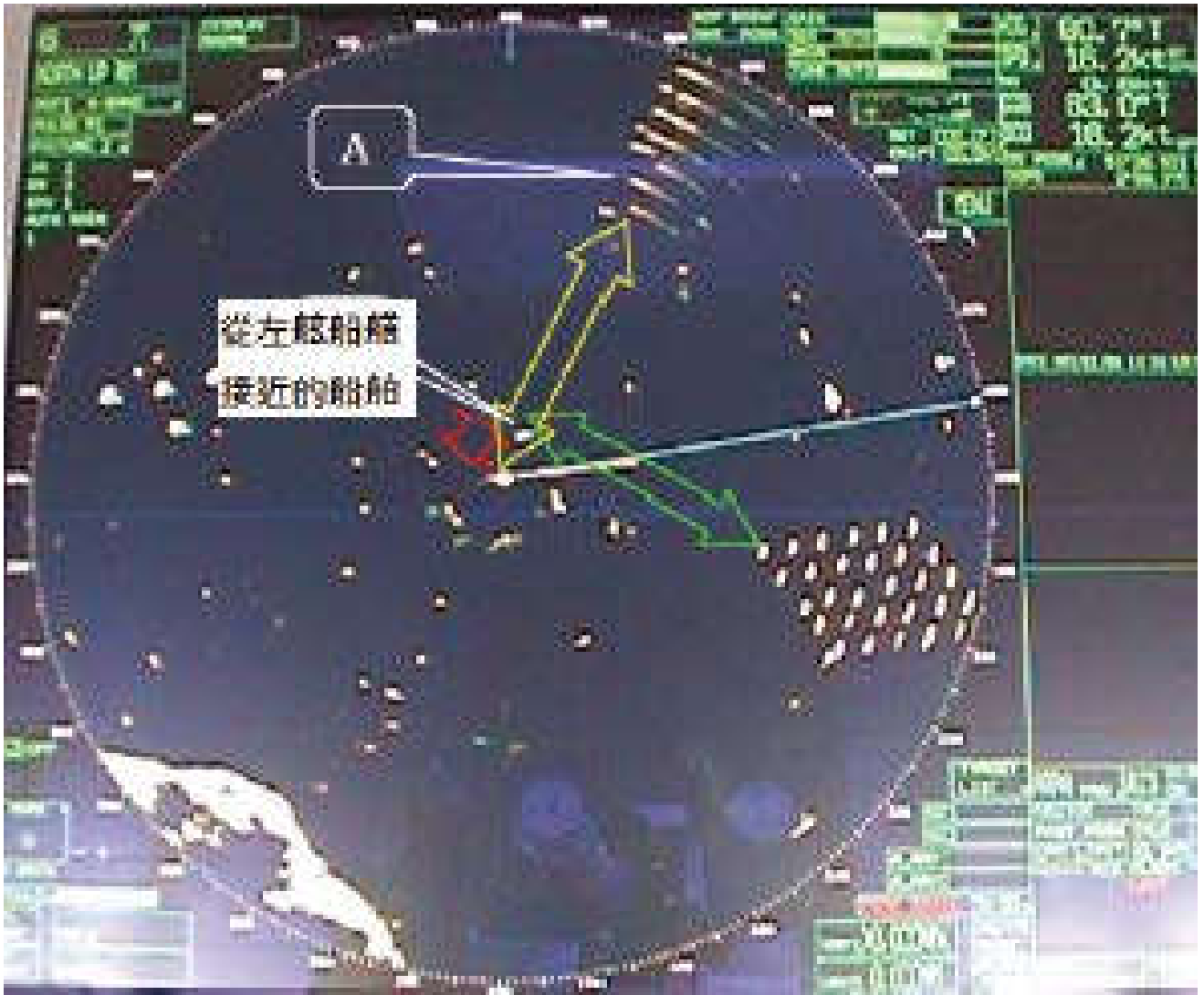
(a) A與B分別是風場與戰時堡壘的真回跡；A1與B1是假回跡



(b) 使用的雷達天線以及造成假回跡的反射面

資料來源：MARICO Marine, "Investigation of Technical and Operational Effects on Marine Radar Close to Kentish Flats Offshore Wind Farm," British Wind Energy Association (BWEA) Report, 2007.

圖7.1.8-3 船舶結構物反射造成的假回跡



圖中A係因接近的船舶反射造成

資料來源：MARICO Marine, "Investigation of Technical and Operational Effects on Marine Radar Close to Kentish Flats Offshore Wind Farm," British Wind Energy Association (BWEA) Report, 2007.

圖7.1.8-4 風場的假回跡

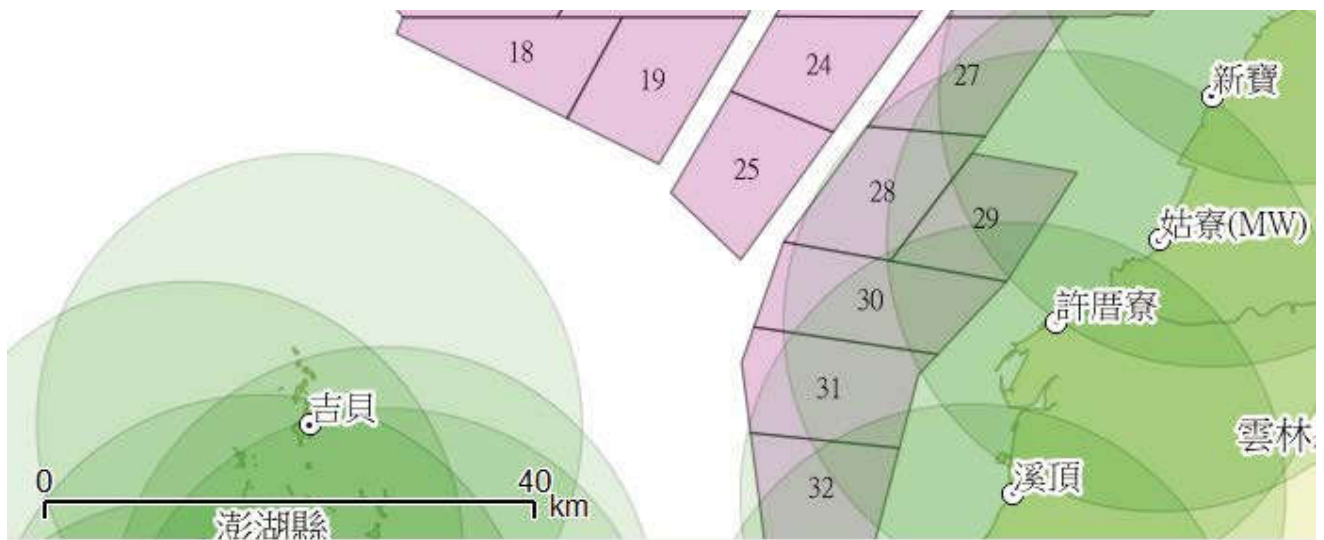


圖7.1.8-5 距離最近的海巡署岸際雷達站位置

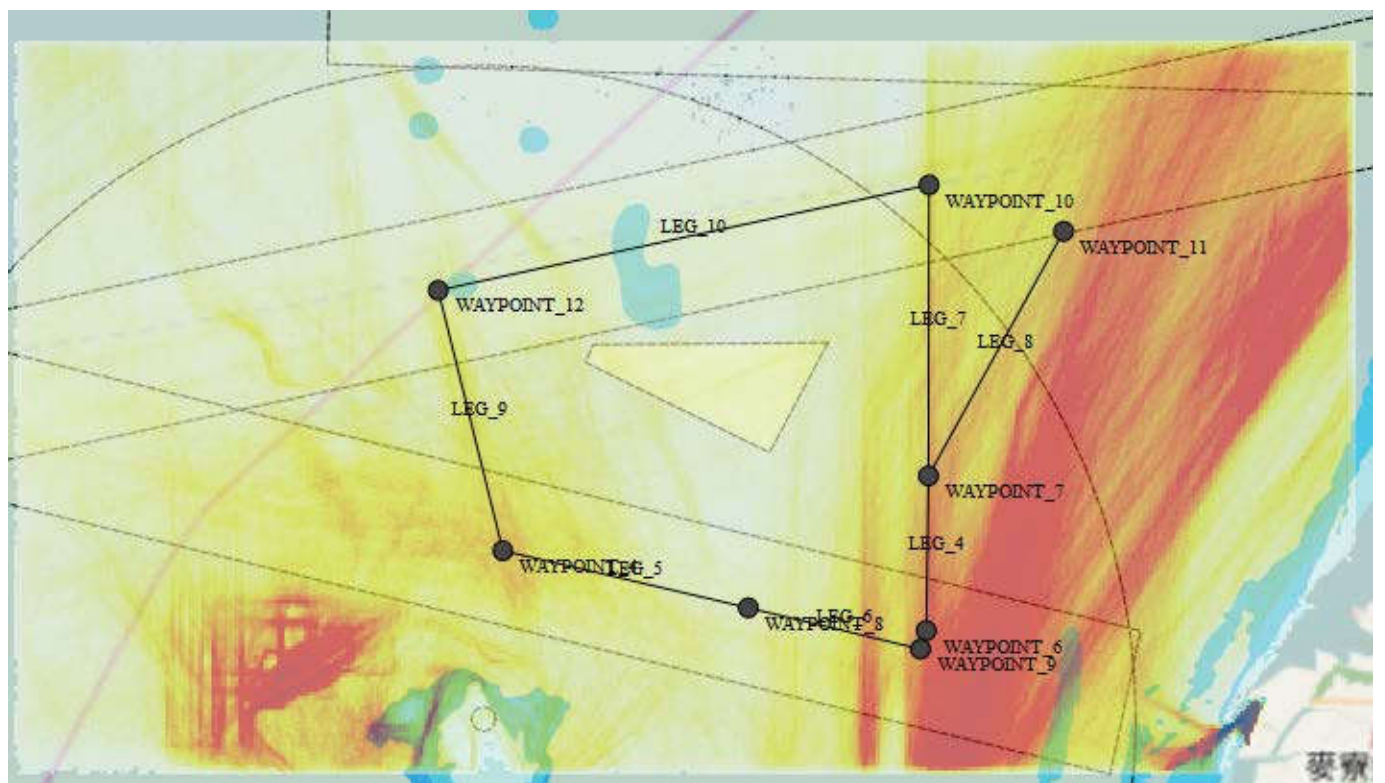


圖7.1.8-6 航路交通流與目斗嶼燈塔公稱光程的相對關係

由圖 7.1.8-6 可見，可能受本計畫風場影響的是 LEG\_6 與 LEG\_12 的船舶交通流，且可能影響的位置距離目斗嶼燈塔已超過 20 浬。影響的航行長度小於 9 浬，以 LEG\_6 交通流主要的速度 12 節貨輪而言，可能影響時間至多 45 分鐘。

可能受影響處距離目斗嶼燈塔已超過 20 浬，而 IALA Recommendation O-139 要求海上結構物應以公稱光程達 10 浬的白閃光標誌。受影響的燈光範圍應可改由風場內各結構物以及風場角落邊緣的燈光等導航標誌取代。

整體而言，只要離岸風場與各風機等結構物本身皆依據 IALA Recommendation O-139 的建議予以適當標誌，並標繪於海圖，將可有效抵銷前述可能的干擾或影響，甚至提供更好的航路標誌與定位效益。

## 7.1.9 溫室氣體減量

### 一、溫室氣體範疇界定

本計畫施工及營運期間之溫室氣體排放量和減量，遵照環保署公告之「開發行為溫室氣體排放增量評估及抵換規劃計算指引」進行估算。

#### (一) 溫室氣體排放來源

##### 1. 施工期間

(1) 陸域施工主要包含降壓站工程和陸纜工程和台中港施工(工作碼頭)組裝吊掛作業。其主要溫室氣體排放來源為施工機具、運輸車輛和吊掛機械/車輛之燃料使用，以及用電排放。

(2) 海域施工主要包含海上變電站工程、海纜工程、風機基礎工程、風機組件安裝及機電測試工程等作業。其主要溫室氣體排放來源為海上工作船之燃料使用。

##### 2. 營運期間

(1) 運維中心之辦公用電量。

(2) 降壓站機房用電。

(3) 風機維護或維修時船隻之燃料使用。

#### (二) 溫室氣體減量來源

營運期間風力發電機組發電量取代傳統燃煤燃氣之用電量。

### 二、施工期間柴油使用量估算依據

施工期間柴油使用量估算依據，除參考國內相關研究報告(林政興等，2009)，不同載貨量之傾卸貨車平均油耗量整理(表 7.1.9-1)，亦根據開發單位過去執行離岸風場開發經驗，以各工程所需使用工作船、機具或運輸車數量乘上每日預估耗油量再乘上預估施工天數推估而得。

表 7.1.9-1 材料運輸之車種規格及耗油率

名稱	燃料	載貨量(m <sup>3</sup> )	平均耗油率(l/h)
傾卸卡車	高級柴油	5	13.63
		8	19.27
		12	25.38
預拌混凝土車	高級柴油	3.5	19.43
		5.5	27.47

資料來源：「生態工程節能減碳評估」，林政興等，2009年，海峽兩岸水利科技交流研討會。

### 三、溫室氣體排放及減量估算

#### (一) 施工期間溫室氣體排放量

##### 1. 陸域施工

本計畫陸域施工之溫室氣體排放來源主要分為機具燃料及工作碼頭用電兩部分，其中機具燃料部分主要來自降壓站工程和陸纜工程和台中港施工(工作碼頭)組裝吊掛作業，其主要溫室氣體排放來源為土方運輸車輛、預拌混凝土車和吊掛機械之燃料使用產生之溫室氣體排放。

##### (1) 降壓站工程

降壓站工程假設約需預拌混凝土 4,000 m<sup>3</sup>，假設灌漿作業集中施作，工期約 30 天，每日施工 8 小時，以 5.5 公噸預拌混凝土車運送，則每小時約為 6 車次(雙向)，以每小時平均油耗 27.47 公升計算，則預拌混凝土車之總柴油使用量約 39,600 公升，乘以柴油溫室氣體排放係數 2.646kgCO<sub>2</sub>e/L，推算其溫室氣體排放量約為 105 公噸 CO<sub>2</sub>e。估算如下：

$6 \text{ 車次} \times 30 \text{ 天} \times 8 \text{ 小時} \times 27.47 \text{ 公升/小時} \times 2.646 \text{ kgCO}_2\text{e/L} \div 1,000 \approx 105 \text{ 公噸 CO}_2\text{e}$

降壓站工程產生之最大剩餘土石方(鬆方)量約為 12,000 立方公尺，施工日約 50 日，每天運輸 8 小時，以 12 m<sup>3</sup> 傾卸卡車運送，則每小時約有 6 車次運土卡車(雙向)。以每小時平均油耗 25.38 公升計算，則傾卸卡車之總柴油使用量約 61,000 公升，乘以柴油溫室氣體排放係數 2.646kgCO<sub>2</sub>e/L，推算其溫室氣體排放量約為 161 公噸 CO<sub>2</sub>e。

$6 \text{ 車次} \times 50 \text{ 天} \times 8 \text{ 小時} \times 25.38 \text{ 公升/小時} \times 2.646 \text{ kgCO}_2\text{e/L} \div 1,000 \approx 161 \text{ 公噸 CO}_2\text{e}$

合計降壓站工程產生之溫室氣體排放量約為 266 公噸 CO<sub>2</sub>e。

##### (2) 陸纜工程

陸纜工程產生之最大剩餘土石方(鬆方)量約為 63,000 立方公尺，施工日約 170 日，每天運輸 8 小時，以 12 m<sup>3</sup> 傾卸卡車運送，則每小時約有 8 車次運土卡車(雙向)。以每小時平均油耗 25.38 公升計算，則傾卸卡車之總柴油使用量約 162,500 公升，乘以柴油溫室氣體排放係數 2.646kgCO<sub>2</sub>e/L，推算其溫室氣體排放量約為 731 公噸 CO<sub>2</sub>e。

$8 \text{ 車次} \times 170 \text{ 天} \times 8 \text{ 小時} \times 25.38 \text{ 公升/小時} \times 2.646 \text{ kgCO}_2\text{e/L} \div 1,000 \approx 731 \text{ 公噸 CO}_2\text{e}$



## (二) 營運期間溫室氣體排放

### 1. 運維中心(管理中心)之辦公用電

本計畫參考開發團隊過去執行離岸風力發電場之經驗，推估運維中心(管理中心)之年用電量約為 220,000 度電。依據經濟部能源局公告民國 105 年電力排放係數 0.529kgCO<sub>2</sub>e/度，推估本計畫之年溫室氣體排放最少約為 116 公噸。評估結果整理如表 7.1.9-2：

$$220,000\text{kWh} \times 0.529\text{kg CO}_2/\text{度} \div 1,000 \doteq 116 \text{ 公噸 CO}_2$$

### 2. 降壓站機房用電

本計畫參考開發團隊過去執行離岸風力發電場之經驗，推估降壓站機房每年用電量約 550,000 度電，依據經濟部能源局公告民國 105 年電力排放係數 0.529kgCO<sub>2</sub>e/度，推估本計畫之年溫室氣體排放最少約為 291 公噸。評估結果整理如表 7.1.9-2：

$$550,000\text{kWh} \times 0.529\text{kg CO}_2/\text{度} \div 1,000 \doteq 291 \text{ 公噸 CO}_2$$

### 3. 風機維護或維修時船隻之燃料使用

營運階段主要使用船隻為風機維護及維修時船隻。本計畫參考相關船隻型錄，每年油耗量估計約 350,000 公升柴油，乘以柴油溫室氣體排放係數 2.646kgCO<sub>2</sub>e/L，推算營運期間每年維修船隻燃料使用之溫室氣體排放量約為 926 公噸 CO<sub>2</sub>e(表 7.1.9-2)。

$$350,000 \times 2.646\text{kgCO}_2\text{e/L} \div 1,000 \doteq 926 \text{ 公噸 CO}_2\text{e}$$

$$350,000 \times 2.646\text{kgCO}_2\text{e/L} \div 1,000 \times 20 \doteq 18,520 \text{ 公噸 CO}_2\text{e(生命週期 20 年)}$$

表 7.1.9-2 溫室氣體排放統計表

工程項目		施工期間總 柴油使用量 (l)	用電量 (度)	CO <sub>2</sub> 排放係數 (kgCO <sub>2</sub> e/L)	溫室氣體排放量 (公噸 CO <sub>2</sub> e)	
施 工 期 間	陸域 工程	降壓站工程	100,600	—	2.646	266
		陸纜工程	276,200	—	2.646	731
	工作 碼頭	燃料排放	205,500	—	2.646	544
		用電排放	—	356,000	0.529	188
	海域 工程	海上變電站工程	750,000	—	2.646	1,985
		海纜工程	9,488,000	—	2.646	25,105
		風機基礎工程	23,116,000	—	2.646	61,164
風機組件安裝及機電測 試工程		5,505,000	—	2.646	14,566	
營 運 期 間	運維中心(管理中心)辦公用電		—	220,000	0.529	116
	降壓站機房用電		—	550,000	0.529	291
	風機維護及維修作業		350,000		2.646	926
總計					105,882	
					131,209 (營運期間排放為 生命週期 20 年)	

### (三) 營運期間溫室氣體減量

以 78 部 6MW 風力機組方案進行溫室氣體減量推估，考量可利用率、輸電效率、電廠整體運轉率、遲滯效應、機組與葉片損耗及尾流效應等因素，年淨發電量約為 1,681GWh/年。依據經濟部能源局公告民國 105 年電力排放係數 0.529kgCO<sub>2</sub>e/度，推估年溫室氣體減量約為 889,249 公噸 CO<sub>2</sub>e，若以生命週期 20 年估算，則溫室氣體減量合計約為 17,784,980 公噸 CO<sub>2</sub>e(表 7.1.9-3)。

1,681,000 千度(即 1,681GWh/年)×0.529 kg CO<sub>2</sub>/度=889,249 公噸 CO<sub>2</sub>e/年  
1,681,000 千度×0.529 kg CO<sub>2</sub>/度×20 年=17,784,980 公噸 CO<sub>2</sub>e/生命週期 20 年

表 7.1.9-3 溫室氣體減量統計表

類別	總發電量(千度)	電力排放係數 (kg CO <sub>2</sub> e /度)	溫室氣體減量 (公噸 CO <sub>2</sub> e)
風力發電機組 (78 部 6MW)	33,620,000 (生命週期 20 年)	0.529	17,784,980 (生命週期 20 年)

註：電力排放係數採用經濟部能源局公告之 105 年度電力排放係數 0.529 kgCO<sub>2</sub>e/度。

### (四) 溫室氣體淨減排量估算

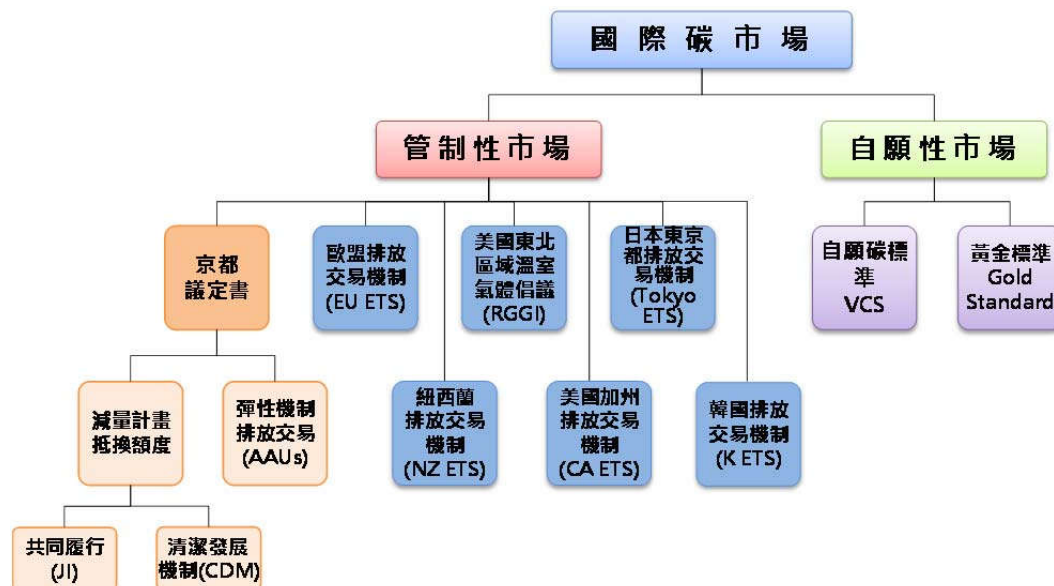
1. 施工和營運期間之總溫室氣體排放量(考量生命週期 20 年)為  
 $105+161+731+544+188+1,985+25,105+61,164+14,566+(116+291+926) \times 20$   
 $=131,209$  公噸 CO<sub>2</sub>e
2. 營運期間溫室氣體減排量(考量生命週期 20 年)為 15,341,000 公噸 CO<sub>2</sub>e
3. 淨溫室氣體減排量为 17,784,980-131,209=17,653,771 公噸 CO<sub>2</sub>e

## 四、國際間碳交易市場

國際間碳交易市場包括管制性市場(如 CDM)和自願性市場(如 VCS)，其中管制性市場必須為聯合國締約國的成員才能參與，而自願性市場則無論是否為聯合國締約國成員均可參與(圖 7.1.9-1)。由於台灣非屬聯合國締約國成員，因此未來本計畫在碳權爭取上，以參與國際自願性市場或者國內抵換專案的可行性較高。

經本計畫初步搜尋，目前國內再生能源計畫均有參與國際自願性市場或者國內抵換專案之相關碳權申請案例，整理如表 7.1.9-4。本計畫將評估初步判定各技術可行方案之預估申請、第三方確證(certification)與查證(verification)等預計所需時間、成本與預估交易效益，並與各相關機關確認國內相關規定與限制，以選擇最適合本計畫之碳權方案，確認本計畫開發對溫室氣體減量之價值。





資料來源：本計畫整理。

圖 7.1.9-1 全球碳交易市場結構

表 7.1.9-4 碳權抵換技術可行性初步評估

市場型式	參與資格	過去是否有台灣再生能源計畫申請案例	技術可行性
國際管制市場 (CDM, JI 等)	聯合國締約國成員	無	目前不可行
國際自願市場 (VCS, GS)	均可參與	有 1.八里垃圾焚化爐 2.西口水力發電廠 3.苗栗風力發電 4.彰濱與台中風力發電	可行
國內抵換專案	台灣企業	有	可行

另針對國際自願性市場和國內抵換專案介紹如下：

(二) 自願性市場

1. 碳標準

主要的國際自願減碳標準包含自願碳標準(Voluntary Carbon Standard, VCS)和黃金標準(Gold Standard, GS)。

2. 自願碳標準

自願碳標準(Voluntary Carbon Standard, VCS)乃國際碳排放交易協會(International Emission Trading Association, IETA)與世界經濟論壇(World Economics Forum, WEF)於 2005 年底開始所倡議之標準，該標準引用 ISO14064-2 條文之精神，進行溫室氣體減量專案之量化、監督與報告，作為自願碳市場產生可靠的減量額度(Voluntary Carbon Unit, VCU)所遵行標準，為有心進行溫室氣體減量計畫之企業，提供一個自願性減量登錄平台，藉由自由貿易來達成企業溫室氣體減量之目的。台灣相關申請案例包括八里垃圾焚化爐和西口水力發電廠，均成功註冊於 VCS 登錄平台，並順利取得減量額度(Voluntary Carbon Units, VCUs)。

3. 黃金標準

黃金標準(Gold Standard)為符合京都議定書規範下之 CDM、JI 與自願性減量市場中之溫室氣體減量認證機制。由世界自然基金會 (World Wide Fund For Nature) 和其他國際性非政府組織於 2003 年建立，於 2006 年 5 月首次提出針對自願碳市場的自願黃金標準(Voluntary Gold Standard)，並於 2008 年 8 月提出針對自願碳市場的第二版自願黃金標準。

黃金標準基金會的目標為：幫助具有可持續能源專案的投資；確保可持續性開發案貢獻的顯著性與持久性；確保投資案對環境之影響；提高公眾對 再生能源與能源效率的支持。經 Gold Standard 認證的碳資產是嚴格地經審查以確保專案的開發不具負面影響。透明的評估、制度化的程式以及長期地監控皆是 Gold Standard 清楚表示專案之正面影響的方法。

台灣相關申請案例有苗栗風力發電、彰濱與台中風力發電，均已順利取得黃金標準碳權。

### (三) 國內抵換專案

抵換專案係企業依聯合國清潔發展機制 (CDM) 及環保署認可之減量方法進行溫室氣體減量之專案，申請者須依環保署格式提出專案計畫書，經審議、確證、註冊等程序後，依計畫書執行減量活動，其執行減量成效經查驗機構查證與環保署審查通過後，可得環保署核發減量額度。抵換專案則是指依符合環保署規定減量方法。能源部門抵換專案簡單可分為再生能源類、燃料轉換類及節能改善類。再生能源類:因為再生能源發電加入可取代化石燃料發電，而降低溫室氣體排放。經計算減量績效，製作抵換專案計畫書，向環保署申請碳權。台灣申請案例如表 7.1.9-5 所列計畫。

表 7.1.9-5 環保署抵換專案申請計畫列表

專案名稱	申請階段	申請進度	年平均排放減量估計值(tCO <sub>2</sub> e)*
台中港風力站風力發電機組	計畫書申請	---	485,877
台電公司一期,二期,三期暨離島風力發電計畫	計畫書申請	---	1,520,717
龍港風力發電計畫	計畫書申請	撤案	177,919

資料來源：行政院環保署國家溫室氣體登錄平台  
[https://ghgregistry.epa.gov.tw/offset/offset\\_Search.aspx](https://ghgregistry.epa.gov.tw/offset/offset_Search.aspx)。

## 7.2 生態環境

### 7.2.1 陸域生態

#### 一、植物生態

##### (一) 對物種組成的可能影響

調查區以人工林、鹽鹼荒地為主，人工林全是防風林，地勢平坦、土層深厚，植物種類與附近地區相近。調查所發現之物種組成以原生種 50.00% 最高，其次為歸化種 44.74%。陸域工程皆在工業區內沿著既有道路及已劃設為廠房用地的區域上施工，不會破壞植被，對物種組成幾無影響。

##### (二) 對稀特有物種的可能影響

本區域特有植物有臺灣欒樹、臺灣虎尾草、臺灣海棗 3 種，稀有植物只有繖楊 1 種，屬於臺灣維管束植物紅皮書初評名錄之物種，但為人工植栽，且未名列「植物生態評估技術規範」所附之臺灣地區植物稀特有植物名錄中，且皆不在陸域工程施工範圍，評定對稀特有植物為沒有影響。

##### (三) 對當地植被生態的可能影響

調查範圍內的植被為自然度較低的人工林與鹽鹼荒地。本計畫陸域工程不會破壞任何林相，評定對植被生態為沒有影響。

#### 二、動物生態

##### (一) 一般物種

由於調查區位於工業區內，自然度低，各動物類群所出現的物種以能適應人工環境與頻繁人類活動的常見種類為主，預估施工行為、施工機具產生之棲地干擾與破壞對於區內陸域動物的影響，應為局部且暫時性的。施工車輛的進出，則有可能造成地面小型哺乳類、兩棲類與爬蟲類的路殺效應；不過區內出現的一般物種均為繁殖力與播遷能力強的種類，加上物種和數量皆不多，原生族群相對較少，估計路殺效應對於族群的影響應不大。

##### (二) 保育類物種

根據三季的陸域生態調查結果，陸域哺乳類、兩棲類、爬蟲類、蝴蝶與蜻蜓類均無保育類物種；保育類鳥類則有五種，其中小燕鷗、紅隼與黑翅鳶屬於第 II 級珍貴稀有保育類，夏候鳥燕鴿與冬候鳥紅尾伯勞則屬於第 III 級其他應予保育類。小燕鷗為夏候鳥或局部留鳥，本區在夏季有 1 隻次記錄，應為偶發性出現的個體；紅隼與黑翅鳶均會盤旋大面積的開闊地以覓食，陸纜開挖區面積不大，工程又屬暫時性的，不至於造成其覓食棲地嚴重喪失。燕鴿在彰濱工業區有繁殖族群，不過是位於崙尾區內，與陸纜路線有相當距離；調查中記錄到的燕鴿僅為飛行經過，陸纜施工對其影響不大。紅尾伯勞在台灣西部為廣泛分布的冬候鳥，其會在道路附近活動，因此陸纜施工時會限制紅尾伯勞對該地點的使用；不過該區域適合紅尾伯勞的棲地很多，局部而暫時的施工應不至於造成顯著影響。

## 7.2.2 海域生態

目前在離岸風場海域生態方面研究的資料主要來自丹麥、德國、英國及瑞典等歐洲地區的研究，且多是零星個別生物之研究，對熱帶海域及整個生態系的影響程度所知仍相當少。國際自然保育聯盟(IUCN)曾評估離岸風機區可能對海洋生物可能之時間與空間影響以及程度詳見表 7.2.2-1。其影響程度目前尚無定論。根據目前歐洲已營運的甚多風場的調查研究與監測，目前並沒有太多或明顯的負面影響或報導。

表 7.2.2-1 海上離岸風機施工及運轉對海洋生態及沿岸漁業可能之影響

主要環境議題	影響程度(1 低到 5 高)	衝擊大小估計(n.a=未評估)			
		空間	時間	風場內物種及群聚之嚴重性(-)或受益性(+)	
魚類	施工時聲波影響	5	局部	n.a	小(-)
	施工時之棲地改變或喪失	3	非常局部	短	大(-)
	施工時之懸浮物擴散	1	廣	短	小(-)
	運轉時噪音干擾	4	非常局部	長	小(-)
	底拖網無法進入	5	廣	長	大(+)
	人工魚礁的效果	3	局部	長	中(+)
	電磁場	2	局部(洄游魚除外)	長	小(-)
	撞擊風機	2	n.a	n.a	小(-)
	噪音矇蔽生物發聲	2	局部	長	小(-)

註：表中空間尺度上的等級：「非常局部」係指離風機 10 m，「局部」為 10-100 m，「廣」為 100-1000 m，「很廣」指>1000 m；時間軸的等級：「短期」指的是只有在施工期間，「長期」則含營運期間；衝擊大小係指對群聚結構及其種數之影響，等級設有輕微(「小」)，中等(「中」)或顯著(「大」)。

本計畫風場位置已避開保育類動物包括中華白海豚的最常出沒的淺海域以及 3 海裡外。潮間帶電纜鋪設位置也已避開重要的海岸溼地，根據目前國外的資料，負面影響大多是來自施工期間，長期營運所可能帶來的負面影響雖仍不能完全排除，但如果妥於規劃，則風機之建設反而可能會帶來一些正面之效果，包括：

- 一、可以有效防止底拖這種破壞海底棲地，且不分對象魚種及大小的無選擇性的不永續的漁法，因此本風場的設置會妨礙底拖網的作業，故也多少能發揮防止底拖的功能。
- 二、離岸風機本身的結構物及基座表面會有附著生物生長，可提供食物及路標的功能，可發揮「聚魚裝置」來聚集魚類，可提高魚類的存活率。
- 三、離岸風場多少會發揮「海洋保護區」的效果，使魚類可以有一個可以棲息及繁衍的場所或庇護所，提高存活率及成長率，當魚源多時會有溢出效應(spillover)而補充到附近的漁場，供漁民永續利用。
- 四、海床機樁密度對水環境影響，首先是海床原先生態環境，由硬鋪面取代，但通