

海洋生態評估技術規範修正規定

- 一、為執行開發行為環境影響評估作業準則（以下簡稱作業準則）第五十八條規定，特訂定本規範。
- 二、辦理環境影響評估作業時，涉及海洋生態之評估應依本規範之規定辦理。
- 三、本規範適用範圍包括海灣、河口、潮間帶、海岸及我國轄屬海域。
- 四、海洋生態評估作業步驟、內容、方法，依下列規定辦理：
 - （一）與海洋生態有關之環境現況說明，其項目包括地理位置、水文、水質、海象、海底地形、底質、海域使用現況、棲地環境及生態相關之特殊地區等，其作業內容、方法，參考附件一辦理，並應釐清開發基地及鄰近環境敏感區之距離，若距離小於五百公尺，應加強環境敏感區之說明及調查。
 - （二）海洋生態調查、分析，其作業內容、方法，參考附件二辦理。
 - （三）海洋生態影響評估，應依開發行為對海洋生物棲息環境變動的影響、重要物種影響等，進行影響分析與預測，並對生態影響進行綜合評估分析，評估內容參考附件三辦理。
 - （四）海洋生態影響減輕對策及替代方案，應考量對重要棲地及海洋生物之影響，參考附件四之原則擬定。
 - （五）海洋生態監測計畫，參考附件五之建議辦理。
 - （六）海洋生態調查之原始數據資料保存，參考附件六辦理。
 - （七）離岸風力發電開發計畫與後續之監測作業其生態調查方法、資料蒐集與分析，參考附件七、七之一、七之二及七之三辦理。
- 五、開發單位在撰寫環評書件時，可利用各機構已公開之生態資料庫（如生物多樣性資料庫共通查詢系統、國家公園生物多樣性資料庫、濕地環境資料庫、國家海洋資料庫及共享平台…或國際間資料庫，如GBIF、OBIS）作為環評書件之生態背景內容，探討開發行為可能涉及生態議題，並研擬適切調查方法及因應對策。其資料之有效時

間應以作業準則規定為基準，並得考慮納入近六年之資料，且應有明確數量、座標及努力量。若資料不完整，僅得作為背景參考。若資料庫資料有疑慮時，不應納入。

六、因區位或開發行為特性，其與影響海洋生態因子無顯著關聯者，經敘明理由，得免依上述規定辦理。

附件一修正規定

附件一、環境現況說明

海洋生態評估應依據開發行為的範疇、可能影響的時間和範圍，就生態評估所須之水文、水質、海象、海底地形、底質、海域使用現況、棲地環境…等環境現況資料，進行說明。季節之區分則與動物生態評估技術規範、植物生態評估技術規範一致，春季為3至5月、夏季為6至8月、秋季為9至11月、冬季為12至翌年2月。

一、地理位置

說明開發行為所在地（以下統稱開發基地）的地理位置、行政區域、鄰近鄉鎮與縣市、附近重要設施、海上與陸上交通系統，並以適當比例之地圖標明。

二、水文、水質與海象

內容應包括與海洋生態有關之水文與水質特性（包括水溫、鹽度、酸鹼值、溶氧量、無機營養鹽、懸浮固體物、生化需氧量、重金屬等），及歷年統計之海象資料（包括流向與流速、潮汐、波浪、颱風及降雨量及水質）等，並以圖、表說明。

三、海底地形

內容應包括開發基地所處之地形（包括海域及海岸），並說明其與海洋生態之關聯性。如有特殊的地形，如懸崖、潮間帶灘地、沙丘或沙洲、岩礁、珊瑚礁、海蝕平台、海溝、漂沙活動等，均應特別註明，並附適當比例尺且加註等深線之地形圖說明。

四、底質

內容應包括開發基地所處海域及沿岸之底質狀況和粒徑資料，其調查項目參見附件七中有關底質因子之敘述。

海床底質粒徑的變動是牽動沙泥底生態系重要的關鍵因子。唯符合標準底質調查的不易以漁船進行，建議可採用專業調查船舶或導入海洋研究船進行，其頻率以每半年1次為執行要求，若開發區域有密集之變化，或因應審查之要求，則應加強其頻率。底質採樣儀器及方法，應至包含抓泥器、各類岩心採樣器等。

五、海域使用現況

內容應包括開發基地及鄰近區域，有關沿岸及海域的使用狀態。

以臺灣海洋使用狀態而言，目前使用狀況，如海洋牧場、海埔地開發、填海造地、海洋棄置區、港口與碼頭區、錨泊區、濱海工業區或工廠、海水浴場、海上娛樂區、海濱公園、海岸風景遊覽區、水產養殖區、海底採礦區、軍事禁區、離岸風力發電場域、航道區、取水區、污（廢）水放流區、廢棄土傾倒區、衛生掩埋場、漁業權範圍及其他功能等，開發案應以地圖方式，詳加說明其位置與範圍、使用單位及規模。

六、棲地環境說明

以生態的觀點說明開發基地和可能影響範圍內之現有海洋生物棲地類型，建議考慮製作一幅適當比例的棲地地圖，呈現開發行為範圍內及可能受到影響的範圍（即衝擊區）的各類型生態環境與棲地特徵，圖中應充分註明各類棲地環境內的已知重要物種與具有保育價値物種等資訊。

七、生態相關之特殊地區

建議以高精度地圖方式呈現開發基地和相鄰地區內，與海洋生態有關之特殊生態保育區，如自然保留區、野生動物保護區、國家公園、野生動物重要棲息環境、沿海保護區、人工魚礁區及保護礁區、水產動植物繁殖保育區、海岸分區、海岸濕地、海域珊瑚礁區、禁漁區…等；以及具有重要生態性質的環境敏感區，如河口、海岸潟湖、紅樹林沼澤、草澤、沙丘、沙洲等。並建議就這些區域之主管機關和相關法規說明。

附件二修正規定

附件二、生態調查和資料分析

海洋生態調查除應蒐集與開發基地和可能影響範圍相關的生態文獻外，應有實地調查或採樣，海洋生態調查和資料分析應依本技術規範之內容辦理，如未能符合，應敘明採用之依據、理由。以下分別說明海洋生態調查、分析項目、測站配置與測站數、調查時間與頻率、採樣點深度配置、座標資料等。海洋生態受季節變化影響，調查資料應具備不同季節或潮汐條件之觀測代表性，並說明各測點代表性。

一、調查、分析

為評估開發案件的開發行為對於海洋生態之影響，應依下列原則辦理生態調查、分析，若因區位環境或個案特性，而有變更，得敘明理由，調整調查、分析項目…等。採樣點應區分衝擊區和對照區，衝擊區之範圍須依據開發行為之狀態而選定，對照區則指開發行為基地外，但未受到各設施布設或營運時所影響且生態基準（如水文和水深）類似之鄰近海域，但也應考慮到不同類型之物種的差異，例如：鯨豚和蝙蝠部份以風場周邊一公里區域做為對照區，建議參考附件七之內容。

（一）海洋生態調查，應依據各個開發行為之特性、棲地類型選擇下列適當之項目進行調查：

- 1、依據開發行為選項：不同開發行為之海洋生態調查選項，參考表2-1所示。
- 2、依據棲地類型選項：不同棲地類型之海洋生態調查選項，參考表2-2所示。

（二）海洋生態分析，應依據第一或第二階段環評作業、棲地類型，選擇下列適當之項目予以分析：

- 1、依環評階段選項：不同階段環境影響評估之生物統計與生態分析選項，參考表2-3所示。
- 2、依據棲地類型選項：不同棲地類型之生物統計與生態分析選項，參考表2-4所示。

二、海洋生態調查項目

以下十二項調查內容為執行海洋生態調查中應予考慮之基本項目，不同類型之海洋生態系有其特殊性和資源，調查時仍應將這些生態系和資源納入考量。例如在桃園市的海岸出現有許多的藻礁，在此生態系內出現不同種類的殼狀珊瑚藻，具有特色，值得進行調查，並釐清其分布、覆蓋率與物種多樣性。若開發區位在海岸淺海區域，若有珊瑚分布，也應有詳實的調查。

- (一) 微生物調查：測定海水中之大腸桿菌群落及總菌落數。若開發區域位於海岸附近，建議考慮納入腸球菌調查，此與人體健康與環境衛生有關，目前臺灣的海灘水質品質標準也以大腸桿菌群和腸球菌群為判定依據。
- (二) 葉綠素a調查：測定海水中之葉綠素a含量。
- (三) 基礎生產力調查：測定海水中之基礎生產力。
- (四) 植物性浮游生物調查：調查植物性浮游生物之種類、組成，密度及總數量。
- (五) 動物性浮游生物調查：調查動物性浮游生物之種類、組成，個體量、生物量、密度及總數量。
- (六) 底棲動物調查：調查底棲動物種類和豐度、密度，生物量、群聚結構（分析數量較多或特定之類群）與物種多樣性。
- (七) 固著性植物（海藻、海草）調查：調查海藻與海草等大型固著性海洋植物的種類、藻體重量或藻體密度、相對豐度與群聚結構。
- (八) 魚類（成魚、魚卵及仔稚魚）調查：調查成魚種類、組成、數量及其生物學特性。調查魚卵及仔稚魚種類，密度與出現季節。
- (九) 爬蟲類調查：調查海洋爬蟲類動物（至少應包括海蛇、海龜等）出現之種類與數量（含出現時間、季節、體形大小、出現地點）。
- (十) 鳥類調查：調查海洋上方鳥類出現之種類與數量（含出現時間、季節、出現地點）。

(十一) 哺乳類調查：調查鯨豚、蝙蝠等海洋哺乳類動物出現之種類與數量、族群特徵（含出現時間、季節、出現地點與活動範圍）。

(十二) 漁業資源調查：調查當地海域或鄰近海域漁業（含淺海養殖、箱網養殖…）漁獲物的經濟種類（含經濟魚苗，如鰻魚苗…）、漁獲量及其季節變動，並分析其資源動態。

以上之項目僅為必須之內容，不同的海洋區位和環境可能有其特殊之物種類型，執行調查時，應考量這些課題進行適當之調查。

各種海洋生態調查項目之調查方法和頻度，可參考附件七之說明。

三、資料分析

(一) 生物群聚分析

1、豐度(Richness)分析

豐度是被用來表示生物群聚（或樣品）中種類豐富程度的指數。豐度指數適用於海洋中各類型生物之生態分析及評估。

2、均勻度(Evenness)分析

均勻度可顯示在整個群聚中個體數在物種間分布的均勻程度。均勻度指數適用於植物性浮游生物、動物性浮游生物、底棲動物、固著性海洋植物及魚類等項目之海洋生態分析及評估。

3、多樣性(Diversity)分析

多樣性分析可顯示在整個群聚中物種的豐富程度，及整個群聚中個體數在物種間分布的均勻程度。多樣性指數適用於海洋中植物性浮游生物、動物性浮游生物、底棲動物、固著性海洋植物及魚類等項目之海洋生態分析及評估。相關之指數內容，請參考動物生態評估技術規範之說明辦理。

4、優勢度(Dominance)分析

優勢度分析可顯示在整個群聚中存在有某些優勢物種

的程度，優勢度與均勻度是相對應的指數。優勢度指數適用於海洋中植物性浮游生物、動物性浮游生物、底棲動物、固著性海洋植物及魚類等項目之海洋生態分析及評估。

5、相似度(Similarity)分析

分析或比較不同調查測站、地點、斷面或時間，生物樣本中種類或群聚相似程度。本指數適用於海洋中植物性浮游生物、動物性浮游生物、底棲動物、固著性海洋植物及魚類等項目之海洋生態分析及評估。

6、集群分析(Cluster analysis)

對不同測站或調查時間以不加權平均法(UPGMA)的分析方法，將具有多項變數的樣本區分歸類，使性質相近者予以歸類，整個分析的結果再以樹狀結構圖(Dendrogram)顯現，以呈現各測站或調查時間之關係。

7、空間排序分析(Ordination)

樣本以不同測站或調查時間作為分類單位(operational taxonomic units)，各樣本特徵為物種之有無或豐度作為特徵，利用主成分分析(PCA)、對應分析(Correspondence analysis)、多度空間尺度分析(MDS)或其他多變值統計等空間排序方法，將分析之對象在新的二度或三度空間上作分布圖，可顯示出各樣本間之類緣關係。此法可將類緣關係較遠距的類群間之關係表現得更好，此與群集分析可忠實呈現較近類群間關係之特點正好相反，但卻互補。

(二) 整合分析及其他分析

1、整合分析

(1) 生物群聚與環境因子相關性分析

為了解影響各項海洋生物群聚（如底棲生物、浮游植物等）分布之生態特性，可進行生物與環境因子的相關性分析。例如：為判斷在不同測站間，或不同時間，因環境因子的差異，或豐度、均勻度、多樣

性指數、優勢度、個體數、物種數等多種參數間之關係，應用變數分析(ANOVA) (包括單變數分析、雙變數及多變數分析)、相關性分析(Correlation analysis)或多變值統計分析方法，分析環境因子與特定生物的物種密度、數量、分布等之相關性，以顯現其間之關聯性。

(2) 生物物種間關聯性分析

生存於同一海域中之各類生物物種，存在著或多或少的某些關聯性，例如相互的攝食行為所產生的食物關聯，相互利益與共的共生關聯，甚或特殊的寄生關聯等。為瞭解影響各生物物種間或生物群聚間（如浮游植物與浮游動物間、浮游動物與魚卵及仔稚魚間、底棲動物與初級生產間等）之生態特性，可進行不同物種間之生物物種密度、數量、分布等相關性分析。

(3) 攝食關聯(Predator and prey relationship)分析

經由海洋生物之獵物或胃內含物調查分析，了解海域內物種間之攝食關聯情形，再以食物鏈、食物塔或食物網予以顯現。建議可增加說明食物階層(trophic level)或食物鏈長度(trophic length)分析。

(4) 能量流動(Energy flow)分析

調查海域內各物種或重要物種之生物量，經轉換為生物能量單位，再配合各物種之攝食關聯，利用生態系統分析模式，進行調查海域內各物種間的生物能量流程，藉以得知調查海域內各物種間之相互依賴的程度。

攝食關聯與能量流動之分析需要較充分之生態調查內容，分析時可以採用目前應用較多之生態模式或相關技術執行分析，以呈現可能之海洋生態內容。

2、其他分析

(1) 指標物種分析

指標物種分析是以海域中重要或優勢物種，或對某些環境因子變動較為敏感之特殊物種進行分析。例如當環境因子有變動時，此類指標物種的個體數量或生物密度將大為減少或大幅變動。

(2) 種群比率分析(群聚結構分析)

種群比率分析是利用指標物種或指標生物種類對某些環境因子變動，因其敏感度的差異，產生不同的反映，分析其在群聚組成中比例關係的改變程度。例如：當海域水質受到過多耗氧性有機物污染時，多毛類種類及數量比例會趨向增加，而軟體動物、甲殼動物、棘皮動物的種類及數量比例趨向減少。

(3) 初級生產力(Primary productivity)分析

海洋生態系中，初級生產力是生物進行光合作用將無機物合成為含較高能量有機物的一種過程，生物能量再經由生物的攝食作用，進入浮游動物、底棲動物、魚類等消費者生物體內，最後經由分解者的作用，形成完整的海洋生態系。初級生產力易受溫度、光度及無機營養鹽、濃度等因素的影響而變動，因此進行海洋生態調查與評估時，必須考量環境因子的變動對海洋初級生產力的連帶影響。

(4) 生物體污染物累積分析

包括環境及海域中之重要或優勢物種體內污染物濃度分析。

(5) 生物毒性試驗(Bioassay)

利用海洋生物對水體污染物的毒性進行試驗，判斷污染物毒性之強弱。作為污染排放標準、水體涵容能力及水體環境品質標準之制定及檢討之依據。採樣時，應注意採體與水體污染物之空間距離以求能得到具有代表性之數值。

(6) 魚類迴避試驗

魚類的迴避反應可明確得知魚類等動物，對海域環境變動的迴避能力及忍受能力。作為制定最高容許排放濃度和診斷、評估生態系統品質之依據。

(7) 整合性分析

建議納入「累積影響評估」之考慮，許多之開發案，常面臨有鄰近區域之開發，必須評估相鄰或潛在之累積效應。因此，應考量鄰近海域同類開發行為之累積影響，並作適當之分析，也可以考量運用類似GIS之空間分析技術，納入空間性的重疊分析，以利掌握區域生態之整體影響。

表2-1、不同開發行為之海洋生態調查項目建議，部分未納入之內容，得依區位環境或個案特性，自行增加。離岸風力發電開發案則請參考附件七辦理。

調查選項	開發行為 ^(註1, 2, 4, 5)											
	港灣開發	濱海工業區	人工島嶼新市鎮	電廠	LNG接收站	天然氣油品管線	採礦及探勘	漁池開發	掩埋場或土石方資源堆置處	遊樂區風景區	核廢料儲存及處理	其他
1.微生物	√	√	●	√	√	√	√	●	●	●	√	√
2.葉綠素 a	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
3.基礎生產力	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
4.植物性浮游生物	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
5.動物性浮游生物	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
6.底棲動物	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
6a.軟底質	●	●	●	●	√	√	√	√	√	√	√	√
6b.硬底質	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
7.固著性海洋植物	●	●	√	√	√	√	√	√	√	√	●	√
8.魚類 ^(註3)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
8a.成魚	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
8b.魚卵、仔稚魚	√	√	√	●	√	√	√	√	√	√	●	√
9.海洋爬蟲類	√	●	●	●	●	●	√	√	√	√	√	√
10.海洋鳥類	√	√	√	●	●	√	√	√	●	●	√	√
11.海洋哺乳類	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
12.漁業資源	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

註1：●指必需性調查項目，√指選擇性調查項目，若因區位環境或個案特性，得敘明理由，調整、增加或刪減項目

註2：所列開發行為類別係參照「開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準」。

註3：成魚調查若無法進行時，可以選用魚卵、仔稚魚替代。

註4：調查期間若發現保育類種類之固定棲所，則需進行專案調查。

註5：上述開發行為若有填海造陸者，調查選項應至少包含珊瑚、底棲生物、魚卵、仔稚魚、海洋爬蟲類與鯨豚。

表2-2、不同棲地類型之海洋生態調查選項

調查選項	沙灘海岸	岩礁海岸	河口域 ^{註2}	珊瑚礁 ^{註3}	濕地 ^{註1}	海岸潟湖	紅樹林 ^{註5}	其他海域 ^{註4}
1.微生物	√	√	●	√	●	●	●	√
2.葉綠素a	●	●	●	●	●	●	●	●
3.基礎生產力	√	●	●	●	●	●	●	●
4.植物性浮游生物	●	●	●	●	●	●	●	●
5.動物性浮游生物	●	●	●	●	●	●	●	●
6.底棲動物 6a.軟底質	● ^{註9}	●	● ^{註9}	●	● ^{註9}	● ^{註9}	● ^{註9}	●
6b.硬底質	√	●	√	●	√	√	√	●
7.固著性海洋植物	√ ^{註10}	●	●	●	●	●	●	●
8.魚類 8a.成魚 ^{註6}	●	●	●	●	●	●	●	●
8b.魚卵、仔稚魚	√	√	●	√	●	●	√	●
9.海洋爬蟲類 ^{註7}	●	●	●	●	●	●	●	●
10.海洋鳥類 ^{註7}	√	√	●	√	●	●	√	●
11.海洋哺乳類 ^{註7}	●	●	●	●	●	●	●	●
12.漁業資源	●	●	●	●	●	●	●	●
調查頻率（每年最低次數）	2	3	3	4	3	3	4	2

註1：長度超過一公里以上。

註2：主要河川與次要河川之河口感潮帶水域範圍。

註3：已成形之珊瑚群聚。

註4：面積達一公頃以上。

註5：紅樹林已成林。

註6：成魚調查若無法進行時，可以選用魚卵、仔稚魚替代。

註7：若發現保育類種類之棲所，則需進行專案調查。

註8：●指必需性調查項目，√指選擇性調查項目。若因區位環境或個案特性，得敘明理由，調整或刪減項目。

註9：含中型底棲動物。

註10：沙灘海岸若有濕地草澤，本選項為必需性項目。

註11：此項指的是前述環境類型中未能納入之選項，若有開發案建議作適當之評估選擇。調查之頻率也建議採更密集之理念執行，以獲得更具有代表性之調查成果。

表2-3、生態統計與分析選項

分析項目	第一階段 環評 ^{註3}	第二階段 環評 ^{註3}
1. 豐度分析	●	●
2. 均勻度分析	●	●
3. 多樣性分析	●	●
4. 優勢度分析	●	●
5. 相似度分析	●	●
6. 群集分析及空間排序分析	●	●
7a. 整合分析 ^{註1}	√	●
7b. 其他分析 ^{註2}	√	●

註1：整合分析包括生物群聚與環境因子相關性分析、生物物種間關聯性分析、生態系食物關聯性分析、生態系能流分析等項目，至少選擇一種項目進行分析。

註2：其他分析包括指標物種分析、生物體污染物累積分析、生物毒性試驗、魚類迴避試驗等項目，至少選擇一種項目進行分析。

註3：●為必需性分析項目，√為選擇性分析項目，若因區位環境或個案特性，得敘明理由以調整或刪減項目。

表2-4、不同棲地類型之生態統計與分析方法選項

分析項目	沙灘 海岸 ^{註1}	岩礁 海岸 ^{註1}	河口域 ^{註2}	珊瑚礁 ^{註3}	濕地 ^{註4}	海岸 潟湖 ^{註4}	紅樹林 ^{註5}	其他海 域 ^{註8}
生物群聚分析	●	●	●	●	●	●	●	●
1. 整合分析								
a. 生物群聚與環境因子相關性	●	●	●	●	●	●	●	●
b. 生物物種間關聯性	√	√	√	√	√	√	√	●
c. 生態系食物關聯性	√	√	√	√	√	●	√	●
d. 生態系能量流動	√	√	√	√	√	√	√	●
2. 指標物種分析 (包括指標物種)	●	●	●	●	●	●	●	●
3. 群聚結構分析	√	●	●	●	●	●	●	●
4. 初級生產力分析	●	●	●	●	●	●	●	●
5. 生物污染物累積分析	√	√	√	●	●	√	●	●
6. 生物毒性試驗	√	√	●	√	●	√	√	●
7. 魚類迴避試驗	√	√	●	√	●	●	√	●

註1：長度超過一公里以上。

註2：主要河川與次要河川之河口感潮帶水域範圍。

註3：已成形之珊瑚群聚。

註4：面積達一公頃以上。

註5：紅樹林已成林。

註6：任何期間若發現保育類種類之固定棲所，則需進行專案調查。

註7：●指必需性分析項目，√指選擇性分析項目，若因區位環境或個案特性，得敘明理由，調整或刪減項目。

註8：此項指的是前述環境類型中未能內入之選項，若有開發案建議作適當之評估選擇。

四、測站配置與測站數

(一) 測站配置

測站配置方式應能涵蓋計畫基地區位，及其周邊可能影響海域範圍，以及影響範圍外之對照站。測站位置應經衛星定位系統(GPS)定位，以註明定位之精確度及定位系統，並記錄正確之經緯度座標。調查測站應區分衝擊區和對照區，對照區之生態狀態（特別是水深條件）應與衝擊區相似，並盡可能鄰近開發區。

以離岸風電之開發為例，考慮到沙泥海床會因為鄰近或離岸水深的差異而不同，對照測站的設置建議考慮水深因子，其設置位置依風場而異，若風場位於水深十至二十五公尺之海域，則對照區也應選擇鄰近且未受干擾之類似深度海域。

(二) 測站數

應就調查範圍大小及底質特性規劃測站數，衝擊區和對照區之測站數應考量資料之代表性，且能計算統計和進行比較分析為原則。

五、調查時間與頻率

執行現場調查前，應蒐集既有生態文獻資料或參考資料庫之內容，分析該開發區域之生態特色，並依其特性調整海洋生態背景調查的次數。六個月內至少進行兩次，並涵蓋二季；如為一年期調查其頻率應涵蓋春、夏、秋、冬四季或更密集；相鄰兩季之調查時間應至少有四十五天之間距，但冬季時，在調查資料具有代表性之前提下，可考慮因為天候因素，進行適當之調整，並檢具改變之理由。調查區域如無既有之生態資料可供參考，則應進行較密集之生態調查，以利提供具有代表性、完整和準確之生態資料。建議納入

註1：★標示者為必填欄位，其他為選填欄位

註2：請依照地點時間，自行編號，此編號需填入調查資料表中，編號不可重複

註3：請使用十進位經緯度，經緯度之數值其小數位建議可至小數點下四位或以下

表2-7、海洋生態調查資料表，相關生態資料之建置內容可參考附件六之說明

時間★	地點★	科名★	學名★ ^{註1}	個體數 (面積/密度)★	體長 範圍	單位	生物量	單位	調查者 姓名★	調查方法	鑑定者 姓名

註1：學名以TaiCOL物種名錄為基準，部分難以分類之物種，其分類建議應鑑定到「科」的等級，呈現時，若鑑定到「屬」之狀態，則應呈現「屬」之內容

表2-8、海洋生態調查及分析方法彙整（範例），進一步之調查方法說明，可再請參閱附件七

類別選項	使用單位 表示	採樣器具	調查方法	分析方法	說明
1.微生物	依環境部 檢測方法 規定	依環境部 檢測方法 規定	依環境部 檢測方法 規定	依環境部 檢測方法 規定	參見附 件七之 說明
2.葉綠素 <i>a</i>	mg/m ³	van Don或 Niskin	過濾法		參見附 件七之 說明
3.基礎生 產力	gC/m ² / day或 tonC /km ² /day	van Don或 Niskin	明、暗瓶 法	溶氧測定 法或碳- 14標記法	
4.植物性 浮游生 物	cells/L	van Don或 Niskin	濃縮法	顯微鏡下 鑑定計數	

5.動物性浮游生物	ind./m ³	北太平洋浮游生物標準網	垂直採樣	顯微鏡下鑑定計數	斜拖從底部至表層採樣
6.底棲動物	軟底質大型： ind./net	各式底棲生物採樣器或方形定量框（潮間帶）	-	鑑定計數	亞潮帶調查得用個體數單位表示
	軟底質中型： ind./m ² , mg/m ²	各式底棲生物採樣器或方形定量框（潮間帶）	橫截線法或方框法	顯微鏡下鑑定計數	
	硬底質大型： ind./net	矩形生物採樣器（亞潮帶）		計數	
	硬底質底棲： ind./m ² , g/m ² , 或 個體數	公方形定量框（潮間帶）（亞潮帶）	方框法或橫截線法	顯微鏡下鑑定計數	
	珊瑚：群體數，覆蓋率(%)	潛水實地調查，採非破壞性調查	橫截線法	鑑定計數	
7.固著性海洋植物	潮間帶：覆蓋率(%)，藻重g/m ²	方形定量框	橫截線法或方框法	鑑定計數	
	亞潮帶：覆蓋率(%)	-	橫截線法	顯微鏡下鑑定計數	

8.魚類-成魚 ^{註1}	尾/網次 ，總尾數	拖網或中層拖網，手抄網、刺網	定線調查	鑑定計數	若以拖船調查，以掃海面積推估單位面積尾數
-魚卵	個/1,000 m ³ ，eggs /1,000m ³	仔稚魚網或北太平洋浮游生物標準網	水平採樣，慢速拖曳	顯微鏡下鑑定計數	
-仔稚魚	尾/1,000 m ³ ，ind./1,000m ³				
9.海洋爬蟲類	種類、隻數	文獻、訪談、現場調查	採非破壞性調查	鑑定計數	含保育類種類
10.海洋鳥類	種類、隻數	文獻、訪談、現場調查	採非破壞性調查	鑑定計數	含保育類
11.海洋哺乳類	種類、隻數	文獻、訪談、船調、直昇機或無人機調查	採非破壞性調查	鑑定計數	含保育類，建議拍攝照片存證
12.漁業資源	產量公噸，產值仟元，CPU E單位	資料蒐集、現場調查	標本戶調查、現場實測	經濟種類，季節變化，CPU E等	

註1：成魚魚類之採樣器方式若包括拖網和中層拖網，在距岸三哩區為拖網漁業禁漁區，請注意觸法問題

表2-9、海洋生態調查結果及比較彙整（範例）

調查選項	調查結果	結果比較 ^{註1}	說明
1.微生物	0~350 MPN/100ml	大腸桿菌群含量高於鄰近海域	受附近河川注排水影響
2.葉綠素a	1.03至1.58 µg/L	高於鄰近海域	無機營養鹽含量高
3.基礎生產力	1.0~12	高於黑潮海域，	無機營養鹽含量

	$\mu\text{gC/L/hr}$	低於鄰近海域	高、水溫適合
4.植物性浮游生物	1,390~59,800， 平均14,100 cells/L	高於黑潮海域， 略高於鄰近海域	無機營養鹽含量高
5.動物性浮游生物	229~2,710，平 均794 ind./m ³	高於鄰近海域	尾虫類及幼生類 大量出現
6.底棲動物	海域軟底質大型 ：5~20 ind./網次	低於鄰近海域	底質為沙質含量 較低
	海域軟底質中小 型：120~420 ind./m ²	低於鄰近海域	底質為沙質含量 較低
	潮間帶岩礁： 60~230 ind./m ²	高於鄰近區域	礁石區種類豐 度及密度較高
	亞潮帶岩礁珊瑚 ：平均覆蓋率 12.0%	低於鄰近區域	北部地區，冬季 水溫較低
7.固著性海洋植物	潮間帶：覆蓋率 70.5%	高於鄰近區域	礁石區，冬季藻 相豐富
	亞潮帶：覆蓋率 0%	-	底質為沙質無分 佈
8.魚類 -成魚 -魚卵 -仔稚魚	8~45尾/網次 25~170，平均85 個/1,000m ³ 12~30尾/1,000m ³	低於鄰近海域 低於鄰近海域 低於鄰近海域	可能非主要魚群 棲息處 冬季含量較低 冬季含量較低
9.海洋爬蟲類	0隻	未出現	
10.海洋鳥類	0隻	未出現	
11.海洋哺乳類	0頭	未出現	
12.漁業資源	白鯧最主要 ，CPUE=185 kg/小時	底棲魚類為主， 漁業資源尚佳	

註1：可與黑潮海域、臺灣海峽海域、南灣海域、鄰近海域及以往數據作比較。

表2-10、海洋生態分析及比較彙整表（範例）

調查選項		分析方法	結果比較	說明
1.微生物				
2.葉綠素 a				
3.基礎生產力				
4.植物性浮游生物				
5.動物性浮游生物				
6.底棲 動物	-軟底質大型			
	-軟底質中型			
	-硬底質岩礁			
7.固著性海洋植物				
8.魚類	-成魚			
	-魚卵、仔稚魚			
9.海洋爬蟲類				
10.海洋鳥類				
11.海洋哺乳類				
12.漁業資源				

附件三修正規定

附件三、海洋生態影響分析與預測

一、環境變動分析

海域環境的開發造成生態系的變動，對生存於海洋環境中的海洋生物有可能會產生一定程度的影響，因此任何開發行為之生態影響評估，均需明確分析開發行為對於海洋生態的影響，並說明特定之開發行為對海洋生物棲息環境變動的影響。

例如海域附近的電廠溫排水可能造成鄰近海水的增溫現象，評估時應分析這種海水增溫對海洋生物的衝擊；又例如液化天然氣廠的冷排水對附近海域水溫有降溫情形，評估時應分析這種改變對於鄰近海域的生物影響。海水淡化廠的高鹽滷排水，可能對附近海域鹽度的變動，進而可能對海洋生物的衝擊情形，也是種重要的分析重點。此外，港灣防波堤或突出之構造物均可能營造突堤效應，可能對沿岸環境造成改變，進而產生後續的改變情形。

二、生態系內重要物種的影響分析

(一) 分析開發行為影響當地重要物種的族群數量或其群聚特性

應針對開發行為產生之海域環境變動對該地重要物種族群數量或群聚特性關連之影響，進行深入分析。例如：

- 1、分析電廠溫排水或液化天然氣廠之冷排水可能會對附近海域生態所產生之影響；
- 2、分析海水淡化廠的高鹽滷排水可能會對附近海域生態所產生之影響；
- 3、分析電廠因汲入海水所造成之撞擊效應，導致浮游生物、魚卵、仔稚魚及魚類死亡現象，影響附近海域之魚類或漁業資源等；
- 4、分析電廠入水口因電解海水所產生之次溴酸或次氯酸等毒性物質，對附近海域生態之影響，特別是仔稚魚及海洋生物之幼生等。

(二) 分析當地重要生態物種受開發行為影響，間接影響其他物種

群聚或魚類及漁業資源

許多的開發行為（如工業區或港埠的開發），常需填海造地，致使海岸棲地因挖掘、掩埋等原因遭受破壞或消失，或可能因為這些設施造成突堤效應，影響周圍海岸區之生態狀態。若該海域已知為附近魚類的重要產卵場，可能導致附近海域魚類資源的減少；或該海域的底棲生物為附近魚類的攝食餌料，今因棲地破壞或消失使底棲生物量減少，導致附近海域的魚類或漁業資源的減少。這些影響應有明確之評估。

三、海洋生態影響預測

（一）預測原則

1、生態系之影響預測

對於海洋生態之影響評估須根據開發行為，針對蒐集到的生態背景資料，依據學理，預測開發行為可能造成的生態影響。評估影響之項目建議以生態系為基準，至少可以包括：直接棲地的改變程度、影響範圍大小、影響期間（施工階段或營運階段）、影響程度（棲地環境與物種）、可回復性、直接的影響（例如棲地或物種的消失），間接的誘發或後續的影響（例如失去覓食場所或產卵場所）…等。

針對潛在之影響，包括長期曝露（如生物體內重金屬的長期累積性造成的危害），與其他開發行為的協同作用（如兩個以上開發行為所產生的加成效應）等，均須明列。並清楚說明選用方法的適當性，再作出審慎、有科學理論依據的預測，並儘可能以核對表（描述式、按大小排列等）、矩陣、網絡、生態特徵等方式呈現。

開發行為所處之基地與影響範圍內之棲地環境與物種的影響程度，均須列出。尤其是影響程度較高者，如生態環境或棲地屬於原生狀態、生態環境可再複製性低、生態環境或棲地的一致性高、棲地內的保育類物種或特稀有物種多、生物群聚的物種多樣性高、重要生態物種的產卵

場、繁殖場或孵育場等特性，更應明確評估開發行為之潛在衝擊。

單一生物指標常無法代表整個生態系之狀況，若以生物指標作為預測之基準，應同時考量不同類型之生物指標。

目前所見，以數學模式進行海洋生態之定量式預測分析仍屬少數，強烈建議開發單位能依據所得到之生物調查成果，結合非生物性之因子，進行量化分析，藉此評估開發行為之可能影響，並藉此研擬可行的減輕衝擊對策。

2、漁業資源影響預測原則

針對漁業資源之評估，應考量開發行為所處基地與影響範圍內之漁業資源、水產動植物繁殖保育區、淺海養殖區…等的影響預測，可分直接影響與間接影響兩方面。直接影響包括：作業漁場或養殖漁場的消失（影響為永久性、長期性或不可回復性）、漁業型態的被迫改變、捕撈作業被干擾、捕撈或養殖物種生存的危害等；間接影響則包括：作業漁場的改變、產卵場、哺育場或攝餌場的消失或改變、經濟漁獲物種的改變（高經濟價值漁獲物種消失或減少，被低經濟價值漁獲物種取代）、作業漁船需繞道避開致增加航程等。前述各種漁業資源影響預測，應儘可能予以量化，呈現出對當地或附近漁業資源影響程度，例如對當地或附近漁業資源影響比率或比重、漁業生產量值或捕獲量值的影響比率或比重等。

此外，部分之開發行為可能在短期有負面之影響，但長期卻有正面之效益，亦可於評估時納入說明。

（二）預測方法

1、邏輯性（定性式）預測

邏輯性預測是生態預測的主要方法之一，它是依據取得的各項數據、資料及資訊，輔以一些簡單的數學方法，分析經濟、社會與生態環境品質間的關連性，判斷生態環

境品質的變化和發展趨勢。它的特點是簡便易行，但其精確性取決於預測者的經驗和資料的豐富程度。此外，本方式大多為定性式之預測，定量化程度較低。

邏輯性預測通常可分為下列幾種方式：

- (1) 依據預測的目的要求，經由調查研究蒐集到的數據，結合以往的經驗案例，研判環境變動的方向和趨勢。
- (2) 利用各指標之間的相關性，進行預測。
- (3) 經由各種領域專家的集體智慧和經驗，參考以往案例與文獻，研判影響預測。

2、生物準則比對預測

生物準則(biological criteria)的比對，可作為海域環境中對生物完整性(biological integrity)預測及評估之基準。實際應用時，可選定附近一處或多處環境特性類似、且未受干擾海域（例如對照區）之生物測值或指標值（例如底棲生物的個體密度、種類數或多樣性指標數值等可量化之數據）為基礎，並依據海域水體分類標準與用途訂定不同的測值準則。海洋的生態品質好壞或變化程度，可藉由與此準則之比對結果，進行影響預測分析，並可作為影響減輕對策規劃之參考。此項生物準則比對，較適用於底棲動物的測值。

3、數學模式（定量式）預測

利用各項可量化的生物分析與統計分析資料，建立或選用適當的數值模式，進行長期影響分析及動態模擬預測。數值模式預測的特點是變動靈敏度較高，且可予以量化，故定量程度較高。但分析者需要擁有足夠的背景資料與專業知識，並需經過多次之校驗，才得應用。部分之統計模式，如多變值統計，需要較多的樣本才適合執行，由於這些方法可以執行整合性的分析，仍值得推薦利用。

四、影響預測摘要

海域生態影響預測應摘要說明，並可以檢附如表3-1表示，請注意：此表之內容僅為示意性，環評中之評估種類和內容得依據開發所在之區域和生態特性，作必要之調整：

表3-1、港埠（含工業區）開發對附近海域生態影響預測摘要說明範例

項目	種類	長期/短暫影響		可回復性程度		直接/間接影響		影響範圍		正面(+)/負面(-)影響	
		施工階段	營運階段	施工階段	營運階段	施工階段	營運階段	施工階段	營運階段	施工階段	營運階段
一、水質	1. 濁度、懸浮物與透明度	施工期間	長期	高	中等	直接	直接	施工及鄰近海域	鄰近海域	--	-
	pH	施工期間	短期	低	低	直接	直接	施工海域	鄰近海域	--	-
	2. 無機營養鹽	施工期間	長期	高	中等	直接	直接	施工及鄰近海域	鄰近海域	-	-
	3. 生化需氧量	施工期間	長期	高	中等	直接	直接	施工及鄰近海域	鄰近海域	--	--
	4. 溶氧	施工期間	長期	高	中等	直接	直接	施工及鄰近海域	鄰近海域	-	-
	5. 油脂	施工期間	長期	高	中等	直接	直接	施工及鄰近海域	鄰近海域	-	-

	6. 重金屬	施工期間	長期	高	中等	直接	直接	施工及鄰近海域	鄰近海域	--	-
二、底質變動	1. 粒度	長期	長期	中等	中等	直接	直接	施工海域	營運海域	---	-
	2. 重金屬	長期	長期	中等	中等	直接	直接	施工海域	營運海域	--	-
三、海域生產	1. 葉綠素a	施工期間	長期	高	高	直接	直接	施工海域	營運海域	-	0
	2. 基礎生產力	施工期間	長期	高	高	直接	直接	施工海域	營運海域	-	0
四、海域植物	1. 浮游藻類	施工期間	長期	高	高	直接	直接	施工及鄰近海域	鄰近海域	-	0
	2. 附著藻類	施工期間	長期	高	高	直接	直接	施工及鄰近海域	鄰近海域	-	+
五、海域動物	1. 浮游動物	施工期間	長期	高	高	直接	直接	施工及鄰近海域	鄰近海域	--	0
	2. 底棲生物	長期	長期	低	高	直接	直接	施工海域	營運海域	---	+
	3. 魚卵、仔稚魚	長期	長期	低	中等	直接	直接	施工海域	營運海域	--	0
	4. 魚類	施工期間	長期	高	中等	間接	間接	施工海域	營運海域	-	+
六、漁業資源		施工期間	長期	高	中等	間接	間接	施工及鄰近海域	營運海域	--	+

四、海洋生態影響綜合評估

分析開發案對海域生態之水質因子（包括水溫、鹽度、溶氧、酸鹼度、透明度、無機營養鹽等）、底質因子（包括粒徑分析、總有機碳含量、沉積物污染物含量…等），與海域植物、動物及漁業資源等生物因子在施工及營運期間的變動與影響情形，得視對生態影響的重要性予以適當的權數加以量化，進行施工及營運期間綜合評估分析，並得檢附表3-2所示方式表列分析結果，並請參見表3-3之範例。

建議進行評估時，應參考海洋保育法之要求和國際間之最新發展，如OECMs的作法、概念或承諾，評估海域開發對海洋生態環境可能產生短、中長期可能影響，並因應其後變遷，強化海洋生態環境的韌性與調適規劃，提出因應對策並納入企業治理，共同承擔海域生態環境管理責任，資訊公開與分享，以善盡企業社會責任。若有必要，也建議依法向保育主管機關申請認證。

表3-2、施工期間或營運期間生態變動與影響程度綜合評估

生態或生物種類	權數 ^{註4}	影響程度級數 ^{註1}			
		無影響或影響甚微(1.0)	輕度影響(0.75)	中度影響(0.5)	嚴重影響(0.25)
一、水質	15~20				
二、底質	15~20				
三、海域植物 (包括浮游植物)	15~20				
四、海域動物 (含保育種類)	15~30				
五、漁業資源	20~30				
總分 ^{註2, 註3}	100				

註1：單項分數為權數×級數。

註2：總分為100；85~100者為無影響或影響甚微、70~85者為輕度影響、55~70者為中度影響、<55者為嚴重影響。

註3：若總分60以下，則必須提出明確可行的減輕衝擊對策。

註4：權數可視開發個案情形予以調整，或採用更客觀的評斷方法加以訂定，並註明調整之理由。

表3-3、施工期間（或營運期間）的變動與影響程度綜合評估範例

生態或生物種類	權重*	影響程度級數			
		無影響或 影響甚微 (1.0)	輕度影 響 (0.75)	中度影 響(0.5)	嚴重影 響(0.25)
一、水質					
1. 濁度、懸浮物與透明度	4		3		
2. 無機營養鹽	3	3			
3. 溶氧量	2	2			
4. 生化需氧量	2	2			
5. 油脂	3	3			
6. 重金屬	4	4			
7. 其他(如水溫、鹽度)	2	2			
二、底質					
1. 粒度	6		4.5		
2. 重金屬	5		3.75		
3. 其他（如總有機碳）	4		3		
三、海域植物					
1. 葉綠素a	3	3			
2. 基礎生產力	3	3			
3. 浮游藻類	4	4			
4. 固著性藻類	5	5			
四、海域動物					
1. 浮游動物	4	4			
2. 底棲生物	6			3	
3. 魚卵、仔稚魚	5		3.75		
4. 珊瑚	8		6		
5. 魚類	7	7			
6. 保育類	0	0			
五、漁業資源	20		15		
總分	100	42	39	3	0
		84			

*：可採專家建議

附件四修正規定

附件四、海洋生態影響減輕對策、生態補償及替代方案

經由評估後發現開發行為可能對環境有影響，則應釐清可能的因子，據此研擬降低影響之減輕對策、生態補償或替代方案，其做法可能因為生態系類型和國內外之發展而異，建議應參考海洋保育法之要求和國際間之最新發展。特別是各方倡議的OECMs(Other Effective area-based Conservation Measures，一般翻譯為有效保育措施區域或有效保護生態的其他場域)概念，值得開發單位思考並採用。基本上，建議開發單位應該將開發區視作是可以進行生態保育的場所，認養其環境，善盡企業社會責任，以更多環境減輕作為和保育作為來保育開發區域的生物多樣性狀態，使其維持一個穩定甚至是良好品質的生態狀態。

建議考量下列原則，包括採行減輕對策、實施生態補償與考慮替代方案：

一、減輕對策

(一) 採取適當可行的措施，以儘量減少無可避免的生態影響。可行的考量至少包括：將重要的物種移棲、將工程限於某一特定時段、季節或地區進行、受干擾地區的盡量修復等。

在海洋生態議題的減輕對策，至少包括：

- 1、採用低噪音或低振動的施工機具，以達降低噪音與振動，減少對動物（如鯨豚、海龜、魚類…）活動的干擾。
- 2、選用適當的抽沙機具，抽沙作業時可降低水中懸浮物，填土時，設置泥沙沈澱池，減少懸浮物的排出量。
- 3、若影響程度達到或超過原預期之最大容許值時，應採取短暫停工，減少更進一步的衝擊。
- 4、海域施工儘可能避開漁撈作業之盛漁期或魚類之產卵期，減輕對漁業經營及保育類海洋生物的衝擊。
- 5、在特定動物活躍之高峰期，如候鳥季節，降低或停止施工之狀態，避免不必要之影響。
- 6、在一些重要的生態系內，降低干擾程度，並執行必要的保

育作為。

7、許多生態系，如紅樹林、海草床，具有碳匯之價值，應減少不必要之破壞。

(二) 重要物種及棲地的喪失，可藉其他地方（工程場地內或工程場地外）提供相同或近似物種及棲地的方法予以彌補，或考慮採取物種及棲地的適當保護措施，提高或增加物種及棲地的豐富度。如下列所示：

- 1、人工魚礁（或類似之結構）的投放，提供魚類的棲息處所，增加生態系生產力，並增加魚源。
- 2、可以考慮許多機構常用之魚苗或種苗的放流，不過，有鑑於這種方式仍有爭議，建議必須有適當之事先評估，並應有合理之成效評估機制，以驗證其效能。
- 3、以OECMs的理念，將開發區認為是海洋的有效保育措施區域，致力於生態之維護，以提高物種的豐富度。已有一些研究顯示，離岸風場的基礎設施有類似OECMs的效益，對於海洋生物的多樣性和魚類資源有正面的助益，也應注意開發行為可能的負面影響（如噪音影響魚類和鯨豚），建議開發單位可以落實海洋生態資源之管理，以OECMs的態度，管理海域，並以生態監測資料來驗證成效，或進行必要的改善作為。
- 4、藉由滾動式之監測資料檢討，若發現有生態資源下降的情形，主動提出改善措施。
- 5、進行生態補償及回饋措施。

二、生態補償

若已預知開發行為可能對海洋生態造成明顯的衝擊，若減輕衝擊對策並無法完全消除這些衝擊，則應考慮實施生態補償作為，以減輕開發行為所帶來的潛在影響，許多的研究顯示，生態衝擊可以透過一些棲地補償的創新作為來降低其影響，甚至達到生態增益的效能。

生態補償的內容可依開發行為的特性和海洋生態系的特徵，而

有不同的選擇和做法，建議開發單位在進行環評作業時，廣泛蒐集海洋生態之特色，針對開發行為的課題，進行適當的衝擊評估，釐清各項潛在議題後，透過迴避、減輕衝擊對策進行改善，若仍有顯著影響時，應再提出適當可行的生態補償作為。

所執行之生態補償作為應同時提出監測計畫，藉由監測資料之回饋了解此作為的效益，若有負面之情形，也應適時檢討，並即時進行改善。

三、替代方案

以更改開發場地、變更設計、改進施工或建造方法、路線、規劃設計、工程計劃等方式，或採用合適的替代方案，儘可能避免對海洋生態造成潛在的影響。

附件五修正規定

附件五、海洋生態監測計畫

海洋生態監測計畫之研擬及執行，應參照下列原則辦理：

- 一、應按開發行為施工及營運兩階段，分別研擬適當之監測計畫。
- 二、監測之測站應區分衝擊區及對照區，其位置在施工及營運階段應維持一致，且其數量應足夠，以利資料後續之運算需求。衝擊區的位置應以能夠反應開發行為之潛在影響範圍為選擇依據，例如在沿岸開發之商港而言，可能對於鄰近地區產生突堤效應或對於河口區的生態造成影響，設計生態類的環境監測計畫時，應納入考量。
- 三、監測計畫內容應包括監測頻率與時間、監測範圍、測站配置（含座標位置）、監測類別與項目、取樣及分析方法、品管（品保）規劃、評估結果檢討分析等項目。
- 四、監測頻率與期間，應視開發行為特性、影響程度及規模而訂定。
- 五、監測計畫之取樣及分析方法、品管（品保）規劃（含精確度、單位等）應與背景調查所採用者一致。
- 六、監測類別及項目應儘量選擇與比對分析有關者，除特殊需要外，監測項目以不超過背景調查之項目為原則。
- 七、監測計畫之測站位置及配置，應儘可能與背景調查（即環評報告書時期）之測站位置一致，以便於比較。
- 八、監測計畫所採用之統計方式、生態指標、預測模式等，除特殊需要外，應儘量與環評階段所採用者一致。後續若有增加，請敘明理由。
- 九、監測計畫之成果應進行適時（如每二年一次）的檢討（即適應性經營管理，或稱滾動式檢討），若發現生態品質有負面之情形，應釐清其原因，並作適當的改善。若有正面效益，亦應公告讓各界了解。
- 十、環評時期的資料和各期監測之資料，應參考附件六之格式建立資料庫，除了進行必要之比較、趨勢分析之外，也應上傳到環境部之原始資料數位倉儲系統。

十一、生態資料應加強數值分析和趨勢分析。

附件六修正規定

附件六、海洋生態調查原始數據保存

生物分布與其他相關的資料庫是值得建置的資訊，臺灣有關生物多樣性調查經費補助的部會或縣市政府，包括農業部林業及自然保育署和生物多樣性研究所、內政部國家公園署（國家公園、濕地）、經濟部水利署、海洋委員會（含海洋保育署），均已要求生物資料必須有空間座標之建立。過去，環評書件的生態資料仍未有完整數位資料之建立，使生物分布資料較難彙整，也不易與其他部會資料庫互相整合。不過，環境部（包括前身環境保護署）的「原始數據共享倉儲系統」已建置，但各調查機構在生物資料建置的空間精細度或資料欄位上，仍有改善之空間。

生物分布資料一旦空間化，可以充分利用，例如以GIS畫製生物分布地圖、生物分布熱點圖、稀有種和保育類分布地圖、研擬保育機制…等，也可以減少一些弊端。同時，更可以與其他單位已建立的生物分布資料整合，釐清稀有物種的分布情形、活動特性與族群分布，更可進一步運用物種分布預測模式，評估這些稀有物種的分布和潛在的保育方向，進而擬訂更合理的減輕衝擊策略。

為了提升環評生態調查資料之準確性，並作為往後生物分布資料庫之建置與生物分布之預測工作，本規定參考臺灣國土資訊系統中有關生物多樣性分布資料之建置內容，建議環評生態調查中的每一筆生物調查資料都應記錄GPS座標位置，並依標準化資料表格建置繳交。本附件要求的核心欄位符合環境部「原始數據共享倉儲系統」的內容，也與國發會制定的「生物多樣性領域標準」相似。

由於在海洋生態調查中仍有許多的數位資訊，如鯨豚聲音、生態照片、雷達資料，其內容並不在本附件的建議範圍，建議資料調查者應參考相關的做法妥善保存這些資料，以做為佐證或後續分析之用。

一、生物分布資料提交流程

環境影響評估之生物資料提交標準流程，如圖6-1所示，調查者應依據本附件、海洋、動物、植物生態評估技術規範，進行生態調

查，並下載標準資料表格，將調查紀錄到的生物資料建檔（檔案為Excel形式），繳交時，可將檔案燒錄於光碟中，於環評書件送審時一併繳交。環評書件審查期間新增之生物調查資料，也應依標準資料表格建置，燒錄於光碟片或儲存媒體中，與環評書件定稿本一併繳交。當然，前述之資料亦可直接上傳到「原始數據共享倉儲系統」。

另外，開發過程中的生態監測調查也應依據本指引執行，記錄到的動、植物資料也應依標準資料表格建檔，並燒錄於光碟片中，與環境調查或監測報告一併繳交，或直接上傳到「原始數據共享倉儲系統」。

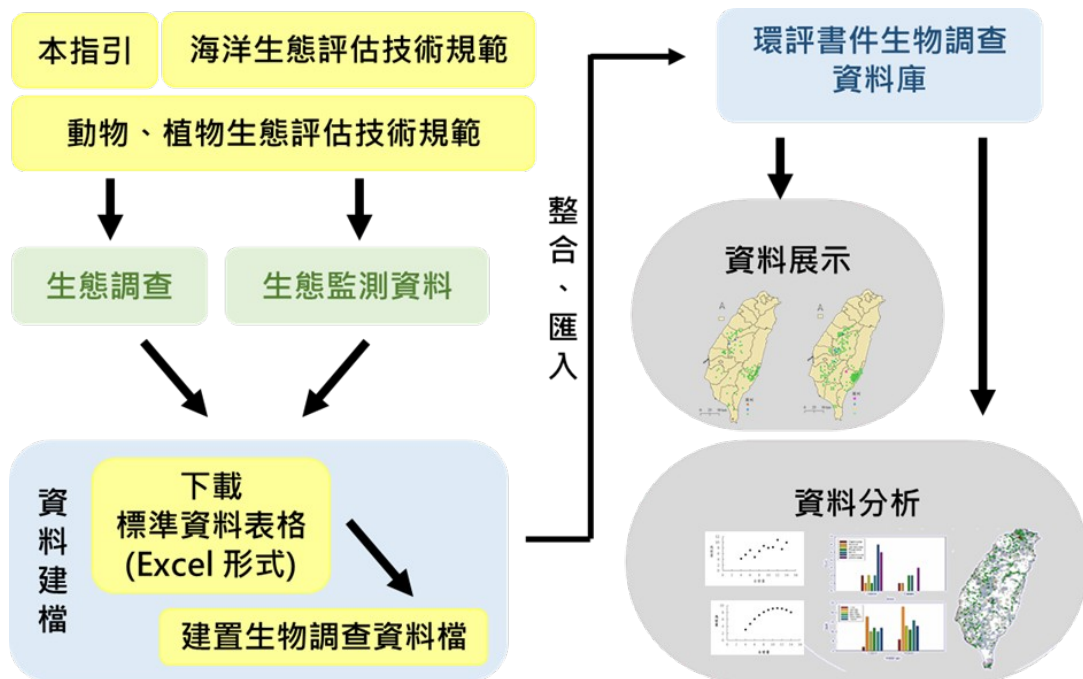


圖6-1、環境影響評估生物分布資料提交流程

二、標準化資料表格

為了彙整環境影響評估之生態調查資料，必須將各環評計畫之生態調查所得資料以相同欄位規則輸入至資料庫當中，建議以兩個層級的標準化表格，來彙整環評書件和生物分布資料，包括：環評書件（表6-1）以及生物調查資料（表6-2）兩項核心欄位。若有必要，亦可做適當的整合或精進，但核心欄位仍應維持。

環評書件之核心欄位以登錄環評書件和其生態調查基本資料為主；生物調查資料之核心欄位則是以登錄生態調查所得之每筆物種

分布資料為主。兩項核心欄位之間，將以環評案號或環評書件名稱作為連結，屆時資料庫當中，在查詢各物種分布資料的同時，將可同時得知該計畫與樣區的相關資訊。以下將針對各核心欄位的細項逐一說明，開發單位得依據各自的需求增加資料欄位。

本附件所提之資料建置僅針對生物分布資料，但在蝙蝠的音頻、鳥類雷達調查、照片、影片、航拍或其他的數位資訊，其詮釋資料的欄位格式，請參考國內外各相關機關的建議內容。此外，海洋生態之資料，亦應考量調查時可能涉及的三度空間，例如進行生物拖網或採水作業，建議應建立資料之深度資訊。

表6-1、環評書件 - 核心欄位

核心欄位	內容定義和資料屬性
環評案號	環評書件查詢系統中對應之案號，若無案號，則請空白
環評書件名稱	環評書件之名稱
年度	環評書件出版之西元年份，例如：2014
生態調查單位	進行生態調查之單位名稱
研究者	主要研究或調查者姓名
調查範圍	描述動物調查進行之範圍（如：以開發區邊界向外延伸五百公尺），並標明該地區之縣市/鄉鎮/村名或地名（如：南投縣/信義鄉/觀高）

表6-2、生物調查資料 - 核心欄位

核心欄位	內容定義和資料屬性	範例
環評書件之案號或名稱	環評書件查詢系統中對應之案號，若查詢不到案號，則填入環評書件名稱	1090811A

<p>動、植物出現之 X座標</p>	<p>用以表示該個體出現的座標位置，如為本島區域的樣點則填寫臺灣二度分帶系統TWD97之E座標資料，共有六碼。若為外島區域或離岸風力發電開發計畫，不適用於本島TWD97系統之區域，建議以經緯度的WGS84的數值來記錄，單位以「度」表示，並記錄到小數點四位或以下，若為「分」或「秒」單位者，請自行轉換回「度」</p>	<p>310086 ; 120.083188</p>
<p>動、植物出現之 Y座標</p>	<p>用以表示該個體出現的座標位置，如為本島區域的樣點則填寫臺灣二度分帶系統TWD97之N座標資料，共有七碼。若為外島區域或離岸風力發電開發計畫，不適用於本島TWD97系統之區域，建議以經緯度的WGS84的數值來記錄，若為「分」或「秒」單位者，請自行轉換回「度」</p>	<p>2652071 ; 23.156515</p>
<p>座標系統</p>	<p>經緯度座標所依據的參考橢球體、大地基準或空間參考系統</p>	<p>TWD97-TM2 ; WGS84</p>
<p>調查日期</p>	<p>記錄觀察到該物種的日期，資料格式以西元日期八位數字輸入『yyyymmdd』，若為連續捕捉的陷阱，則以巡邏該陷阱並觀察到該個體的日期記錄之</p>	<p>20210125</p>

調查時間	進行調查的時間，資料格式為24小時制hh:mm。短時間的陷阱（鳥網、蝙蝠豎琴網），請記錄捕獲當時的時間；使用紅外線相機調查，請記錄拍攝到物種的時間；但若為長時間的陷阱（掉落式陷阱法、鼠籠），則時間記錄「99:99」，且必須在調查方法欄位中，註明陷阱放置的時段	08:00
調查地點	採集或觀測地點的明確描述	彰化外海
物種類別	該物種於生物分類階層「綱」的名稱，建議參考臺灣物種名錄(TaiCOL)之物種名稱。若有分類困難，應鑑定到「科」的等級	鳥綱
鑑定層級	該物種所能鑑定到的最小分類單元，用以了解資料品質。門、綱、目、科、屬、種，擇一填寫。	種，原則以種為分類標的
物種中文名稱	該物種之中文名稱，建議參考臺灣物種名錄(TaiCOL)之物種名稱。	黑面琵鷺
物種學名	該物種之中文名稱或學名，建議參考臺灣物種名錄(TaiCOL)之物種名稱。但若有分類上之難度，建議鑑定到「科」或「屬」之等級處理。學名採最簡學名，不包含命名者和年代資訊	<i>Platalea minor</i>

調查方法	描述於該筆調查資料使用之調查方法。	群集計數法
數量	以數字填寫。數量不確定則可填寫「-99999」	10
數量單位	調查所得之該物種數量的計數單位	隻(粒)/1,000m ³ ； 尾/1,000m ³
調查者	調查者之姓名全名	王小明
鑑定者	物種鑑定者之姓名	王小明
密度值	該筆資料是否為監測資料計算的密度值	否
空間精度	資料的空間精度（不準度），例如定點調查可能產生的誤差大小或植物調查的樣區大小	25~50公尺
其他	其他值得說明的事項	群聚覓食
環境現況描述	調查地點周邊環境描述	人工溝渠
調查頻率	關於該物種之調查計畫所施行的調查頻率	每季1次或更多
調查項目	關於該物種之調查計畫所施行的調查物種類群	魚類

附件七修正規定

附件七、離岸風力發電開發計畫生態調查

一、為協助離岸風力發電開發計畫之環境影響評估（下稱環評）審查、相關資料建檔、監測資料分析、呈現與後續審查、監督作業，特訂定本附件。

二、本附件用詞，定義如下：

（一）環評書件：環評審查中的環境影響說明書、環境影響評估報告書初稿、環境影響差異分析報告、環境現況差異分析及對策檢討報告、因應對策、環境影響調查報告書及變更內容對照表等。

（二）風場：離岸風力發電開發計畫之場址，或稱為計畫基地。

（三）衝擊區：指離岸風力發電開發計畫可能造成生態影響之區位，包括風場和其附近、輸配電線（包括海纜）路徑、升壓站與鄰近之區域。

（四）對照區：指風場開發行為之區域以外，但未受到各設施布設或營運時所影響且生態基準（如水深）類似之區域。

（五）施工期：離岸風力發電開發計畫之工程施工期間。

（六）營運期：離岸風力發電開發計畫工程完工後進入發電之時期。

（七）除役期：風機永久停止運作後之時期。

（八）生態評估技術規範：環境部依據「環境影響評估法」及「開發行為環境影響評估作業準則」公告之生態調查規定與評估建議，包括海洋生態評估技術規範、動物生態評估技術規範及植物生態評估技術規範。

三、離岸風力發電開發計畫環評書件所需執行之基礎環境及生態背景調查內容，至少包括海洋環境因子、生態因子，如：浮游動植物、底棲生物、魚類、海洋爬蟲類、鯨豚、珊瑚、潮間帶生物、鳥類與蝙蝠、輸配線連接陸地變電站之陸域、水域生態等。各調查方法請參考附件七之一。附件七之一針對各類型物種提出多種之調查方法，

運用時可擇適合之方法使用，並於各調查時期使用一致性之方法和樣區執行。為了確保資料之代表性和監測比較，針對鯨豚、海龜、鳥類等移動性之動物，可增加具有時段性之觀測，並增加自動記錄設備，如聲學錄音器、攝影器，以強化調查時間、改善天候條件之限制。

- 四、生態調查時需考量離岸風力發電開發計畫之生命週期，以吻合空間、試驗設計與統計原則規劃，並加強各相關物種之監測，環境影響說明書之生態監測應選擇與背景調查時相似之調查方法、位置與努力量執行，生態資料之分析應周全、吻合統計之原理，更應釐清開發行為是否造成生態影響。請參考附件七之二。
- 五、離岸風力發電之生態影響評估，應依據開發行為對生態之干擾與棲地影響予以考量，視開發行為可能產生之污染、物理、化學性改變與對生物活動或棲地變化等衝擊進行評估，並考量開發行為對海洋環境之影響，擬定減輕衝擊對策及可行之生態補償措施。請參考附件七之三。
- 六、為了分析開發行為對海洋生態環境之影響與趨勢變化，離岸風力發電開發計畫之生態調查與監測資料應記錄每一物種和調查點之出現座標，依環境部「原始數據共享倉儲系統」之格式，建置數位檔，並於環評書件審查期間上傳至該系統。資料建置建議內容，請參考附件六辦理。附件六沒有說明者，則請依據相關之規定或建議，辦理數位資料之保存。
- 七、開發單位於撰寫環評書件時，可依基地所在位置，查詢國內外各單位已公開之生態資訊數據，如國家公園生物多樣性資料庫、濕地環境資料庫、國家海洋資料庫及共享平台、台灣生物多樣性資訊聯盟、eBird、GBIF、OBIS...等，作為生態之背景內容，惟其資料有效時間應以「開發行為環境影響評估作業準則」之規定為基準，且應有明確之量化與努力量資訊，若不完整，則這些資料僅可作為背景參考。
- 八、相關之監測調查成果應適時公布，提升生態資訊之公開透明。開發單位在提出新的離岸風電開發案時，若已有一些過去開發案件之監

測成果，建議考慮將其監測內容扼要呈現於環說書中。

九、本附件之內容亦可適用於附件一至五。

附件七之一修正規定

附件七之一、離岸風力發電開發計畫之生態調查方法

本附件彙整與離岸風力發電開發計畫中所可能採行之生態調查方法，包括環境部公告之生態評估技術規範（即「海洋生態評估技術規範」、「動物生態評估技術規範」及「植物生態評估技術規範」）、海洋委員會海洋保育署之「臺灣離岸風場生態調查方法指引」與國內外相關生態調查方法報告，針對離岸風力發電開發計畫在環評審查中各項環評書件所要求的生態基準背景資料、衝擊評估、資料庫建置和可能的監測資料分析，進行彙整，提供開發業者、環評顧問公司及負責生態調查團隊參考利用，以期能提升環評中有關離岸風力發電開發計畫環評書件在生態資料之完整度和審查效率，並可據此執行環境保護和監測計畫，達到整體海域環境保護之目的。

本附件方法係依據離岸風力發電開發計畫所涉及之區位加以考量，因此包括海洋生態系、潮間帶生態系與陸域生態系等類型，因所涵蓋之生物類型與種類眾多，考量臺灣海洋及陸域之生態特色、開發行為已知的受影響生物，以及國內生物分類狀態、生物和生物群集指標、生態資料採集的難易程度與既有生態評估技術規範之內容，選定海洋生態系的魚類、底棲生物、海洋哺乳類、海洋爬蟲類、珊瑚類與鳥類、陸域生態系之植物及動物、浮游動植物，以及潮間帶生態系的鳥類和底棲生物、浮游動植物。

本附件之內容為環評審查之最低標準，開發單位在執行調查時，應考慮開發區域的生態特色和狀態，加強調查各項調查作業，避免因環評書件中之生態資料不足，而造成環評審查期間的延宕。此外，許多海域的風場有緊鄰之現象，評估時應加強累積性之正、負面影響探討。

海洋區域之季節區分，建議參照本技術規範，春季為三至五月、夏季為六至八月、秋季為九至十一月、冬季為十二月至翌年二月。調查時，不應以相隔太近之月份作為兩季之調查資料，為避免爭議，也考量到氣候條件的限制，建議相鄰兩季之間隔約在四十五日之間距，如有不得已之理由時，得說明之。冬季常因為海象不佳，可能有無法或不易出

海調查之情形，建議於撰寫相關監測計畫時應納入考量。部分位置之調查時間應以出現於該區域之重要物種為依據，例如：海洋性鳥類之調查應注重其遷移性，春、秋季調查最為重要，海岸區鳥類則更應包括冬季；部分海洋爬蟲類（如綠蠵龜）之遷移季節亦是調查重點，應一併納入考量。目前離岸風場均位於臺灣的西海岸海域，因為岩礁較少，加上漂砂和沉積物偏多，珊瑚分布較少，但是部分區域仍有一些值得注意之珊瑚出現，調查時，仍應注意並呈現於環評書件中。

目前國際間已有一些正在發展中之新方法若能得到物種之數量及分布資料，亦可採用。

生態調查依據離岸風力發電開發計畫之風場、鋪設海纜與其他相關之開發內容，應有一定之範圍，為了釐清開發行為之可能影響，建議應依據所在開發行為和風場環境之生態特性，建立衝擊區及對照區，並於區域內選擇足夠數量且具有代表性之樣點或樣線，執行調查作業。相關試驗設計考量請參考附件七之二。

生態調查資料之呈現及影響評估，應依據調查成果，以科學標準方式展現於環評書件內。生態調查資料之分析，以及開發行為造成之生態衝擊評估，建議參考附件七之二及附件七之三。

選擇調查方法時，應以能呈現較精確座標資訊之方法執行，且於環境影響說明書之審查階段、施工前、施工期間及營運期間儘量採用同一種方法、相似之努力量及類似之地點執行。生物資源調查強調調查工作必須建置以空間資訊為基礎之資料檔案，國家發展委員會於西元2021年制定「生物多樣性領域標準」，採用國際間通用建議，以及國內相關機關的資料庫，如環境部的原始數據共享倉儲系統、內政部的國家公園生物多樣性資料庫、濕地環境資料庫、海洋委員會的國家海洋資料庫及共享平台、eBird…等，作為日後生態資料評審、驗證、分析、監測比較之基礎，環境部之「原始數據共享倉儲系統」(<https://rdswww.epa.gov.tw/rdswww/>)亦有規定。相關資料記錄標準及數位資料之建置，請參考附件六。此外，建議調查單位儘量提供各類型之數位檔案，以利後續查核或比對。

以下分別介紹各類型生物之調查方法。

一、海域環境因子

(一) 調查方式

- 1、調查或監測範圍建議涵蓋風場最外側風機基樁向外延伸至少一公里之船隻可安全航行範圍。
- 2、應依據監測範圍大小、水深、海域底質、粒徑大小特性等規劃測站之位置及數量，位置可與浮游動、植物測站相同。
- 3、調查項目參照現行之「海洋生態評估技術規範」辦理，至少應包含：
 - (1) 海域水質：水溫、鹽度、pH、溶氧量、無機營養鹽濃度、懸浮固體物、透明度、生化需氧量(BOD)、葉綠素a、測定生物體（如魚肉、海魚肉等）重金屬的銅、鋅、鎘濃度等。
 - (2) 海域底質：底泥粒徑分析和總有機質含量。應考量沙灘及不同水深海床漂沙底質粒徑調查，分析底質粒徑分析和總有機質含量，另建議於港區範圍，重金屬含量應納入評估。評估漂砂活動及海床地形變遷之趨勢。
 - (3) 沙波移動：建議評估納入調查。

(二) 調查頻率

每年四季應於衝擊區和對照區之各測站（建議至少二站）進行至少每季一次採樣。沙波移動則以至少每二年進行一次為原則。

二、陸域植物生態和動物生態

陸域植物生態及動物生態之調查，請參考現行之「植物生態評估技術規範」及「動物生態評估技術規範」辦理。

稀有植物之認定，除依植物生態評估技術規範之標準外，請參考農業部生物多樣性研究所（原特有生物研究保育中心）出版之臺灣維管束植物紅皮書；稀有動物之認定，除相關政府機關公告之保育類外，亦請參考農業部生物多樣性研究所出版之動物紅皮書名

錄。

各項調查請依據各類型物種之出沒時間或季節，選定合理之頻率及範圍。以蝙蝠為例，目前已知三月至十月為蝙蝠活躍時期，調查時間應兼顧，勿僅以每季調查為規劃方式。海岸鳥類之情形亦同。此外，採用紅外線自動相機調查已是基本要求，調查時也須採用。

海纜上岸後可能有經過防風林，有鑑於這些區域對於海岸地區生態和對居民的重要性，建議應有綠覆狀態圖、自然度變化圖來呈現，並說明其演替（或稱消長）之狀態，同時也建議開發行為應盡可能減少破壞這些防風林。相關之內容請參考植物生態評估技術規範。

三、浮游動、植物（包含葉綠素a和基礎生產力）

（一）調查方式

可參考本部國家環境研究院之浮游動物檢測方法(NIEA E701.20C)和水中浮游植物採樣方法－採水法(NIEA E505.50C)。水中葉綠素a檢測方法有兩個版本，NIEA E507.04B和NIEA E509.02C，兩者均可，呈現時應說明採用之方法。

有網站提到可以利用葉綠素a之數值推估基礎生產力，但細究該網站之說明，其實完全沒有提到如何推估。因此，不能採用。

（二）調查頻率

每年四季應於各測站進行至少每季一次調查。

四、陸域、海岸與海洋性鳥類

陸域性鳥類之調查，依據現行之「動物生態評估技術規範」辦理。和海洋性鳥類請參考以下之說明。稀有鳥類之認定，除參照海洋委員會及農業部分別依「海洋保育法」和「野生動物保育法」公告之保育類名錄外，亦請參考鳥類紅皮書名錄。評估時，應釐清撞擊風險。

調查樣區應區分衝擊區和對照區。

(一) 調查方式

海洋性鳥類

1、船隻穿越線調查

- (1) 監測範圍建議以至少涵蓋風場最外側風機基樁向外延伸至少一公里之船隻可安全航行範圍。
- (2) 船隻穿越線以Z型或弓形路線設置，穿越線儘量垂直或平行於海岸線，且每條路線間距至少一公里以上，穿越線面積（面積計算方式為計算穿越線兩側各三百公尺之帶狀區域涵蓋範圍總面積）應占監測範圍百分之十以上。為了能有效偵測到海洋鳥類，調查時船隻速度應維持十節以下進行，建議以六至十節為佳。
- (3) 目視調查應配合雷達之偵測，盡可能釐清鳥隻的種類、數量、飛行高度…等重要參數。
- (4) 大陸棚屬於開闊之海域環境，調查建議使用船舶活動之不定寬度穿越線法，以八倍至十倍雙筒望遠鏡觀察，並搭配具三百公厘以上長焦段望遠鏡頭之數位相機，拍攝出現鳥類。若調查遷移性之鳥類，可使船舶停俾漂流，並以不定半徑定點計數法進行調查。
- (5) 船舶活動之穿越線法，應於日間能見度良好時進行，可安排多位觀察員進行調查，觀察人員之視野需能涵蓋船隻前方、左側、右側，並定時彼此輪替換位。
- (6) 船隻停泊時之定點計數法，應於日間能見度良好時進行，可安排多位觀察員進行調查，觀察人員之視野需能涵蓋船隻前方、左側、右側與後方，並定時彼此輪替換位。
- (7) 調查應記錄可察覺到所有鳥類之種類、數量、距穿越線／定點之距離、方位、飛行高度、飛行方向與行為等，勿僅記錄一定距離內之鳥隻。
- (8) 穿越線調查應逢機並平均分配各趟次之船行方向為順行或逆行，以降低不同調查時間造成之誤差。

2、海上鳥類雷達和其他儀器調查

- (1) 監測範圍需涵蓋風場最外側風機基樁向外延伸至少一公里之船隻可安全航行範圍。
- (2) 各式儀器之架設應依據監測範圍大小、海洋環境特性，選擇布放儀器數量及位置，並有效涵蓋風場之監測範圍。同時，亦應注意各類型雷達偵測鳥隻／種之有效性。
- (3) 鳥類雷達包含水平雷達、垂直雷達，其他儀器則包含熱成像儀、錄音機與攝影機等。營運階段於海上固定式平台或船舶進行，請依據各海洋環境狀態，選擇偵測度最佳、最合適之儀器執行。
- (4) 一個調查日原則上定義為連續二十四小時，若因海況問題導致無法連續定錨二十四小時，可分兩次完成，惟時間仍需涵蓋完整日夜。日間雷達調查，建議能配合目視調查進行。
- (5) 垂直雷達的掃描範圍建議設定為一千公尺；水平雷達的掃描總範圍應完整涵蓋與船隻穿越線調查相同之監測範圍，惟各次調查之掃描範圍設定不應超過十六公里，風場面積過大時，應分次執行調查。
- (6) 以X波段（亦可為S波段或其他）之水平及垂直雷達連續二十四小時不間斷掃描該海域，以偵測鳥類之飛行軌跡、速度與高度。
- (7) 於可視範圍內之雷達軌跡，應搭配定點調查，儘可能以目擊方式確認是否為鳥類及其種類。

3、衛星繫放歷史資料和氣象雷達監測

- (1) 利用衛星追蹤及氣象雷達監測鳥類之衛星發報器追蹤與繫放之歷史或現況調查，以關注鳥種（如：黑面琵鷺、灰面鵟鷹、赤腹鷹…）為主，目的在了解其遷徙路徑、遷徙時間與飛行高度等資訊。
- (2) 成群活動之鳥類，以氣象雷達資料輔助監測其遷徙路

徑和時間，並建立雷達軌跡資訊，飛行之高度若能建立，自是最佳。資料蒐集後，可分析其年間變化（如軌跡、數量…）之可能性，特別是在營運期間。由於臺灣能夠利用的氣象雷達並不多，且涵蓋度有其限制，使用氣象雷達資料輔助監測猛禽之遷徙路徑，並非絕對必要，但仍應採用各種已知的資料（如相關已發表之文獻），釐清開發風場內是否有遷移性猛禽通過。

海岸鳥類調查

- 1、監測範圍於海纜上岸段、陸域配電系統衝擊區及對照區之陸域、潮間帶，並選擇適合全年調查且環境安全之地點作為觀察點。若開發區域內有濕地存在，建議加強調查作業。
- 2、調查可以全域計數法、群集計數法、棲所計數法…進行，並記錄種類、數量，每個計數區塊距離觀察點不超過一百五十公尺。
- 3、調查時間選擇適當日期中滿潮前後四個小時內完成。

（二）調查頻率

海洋鳥類每年至少應進行十日次調查，即春、夏、秋各季均至少季三日次，冬季則為一日次，並依實際需求增加調查日次，建議每月調查一次較佳。

海岸鳥類每年至少應進行十二日次調查，即春、夏、秋、冬各季均至少季三日次，建議每月調查一次較佳，並依實際需求增加調查日次，特別是在候鳥出現頻繁的春、秋和冬季。

五、潮間帶生物

（一）調查方式

- 1、底棲大型無脊椎動物（移動性較佳者，如：蝦、蟹類）
 - （1）監測範圍至少涵蓋海纜上岸段潮間帶，並區分衝擊區和對照區。
 - （2）以測線沿線調查法進行調查，於上潮帶至下潮帶間設

置一條固定長度的測線，再以測線左、右兩旁各一公尺內為範圍，記錄其範圍內活動之生物種類、數量與其覆蓋面積。以拍照或攝影記錄方式，再進行種類判讀及計算其覆蓋面積或群體數量。

2、底棲大型無脊椎動物（緩慢移動者，如：螺、貝類與底內生物）

(1) 監測範圍至少涵蓋海纜上岸段潮間帶衝擊區及對照區。

(2) 以定框法進行調查，於上潮帶至下潮帶位置拉一固定長度之測線，以測線左、右兩旁放置固定數量之1公尺x 1公尺之採樣框（採樣面積可依現地環境狀況進行調整），直接記錄樣框內之生物種類、數量與其覆蓋面積，並以拍照或攝影記錄方式，再進行種類判讀及計算其覆蓋面積或群體數量。

(3) 若為軟底質潮間帶，底內生物則搭配鏟具往下挖掘十公分進行採集。捕獲之物種均馬上鑑定、計數後放回，若無法馬上進行鑑定者，則於拍照記錄特徵後再進行鑑定。

(二) 調查頻率

每季至少進行一次。

六、海洋哺乳類

主要包括鯨豚及蝙蝠兩大類別，以下調查方法中，第一至四項為鯨豚（均應執行），第五項為蝙蝠之調查方法。各項之調查樣區應區分衝擊區和對照區。

(一) 調查方法

1、海上目視觀測調查

(1) 調查範圍需包含衝擊區與向外擴張至少一公里之船隻可安全航行範圍（可視為對照區，但此區位亦可考慮擴大）。此外，也應納入海纜鋪設工程、施工運維船隻於風場周圍例行性航行之範圍，並依據目標物種之

分布與棲地利用等因素，增加外擴範圍之可能。

- (2) 無論是衝擊區或對照區，需以船隻目視觀察（或以飛行器輔助）執行監測，調查範圍中每組穿越線之可觀測範圍（穿越線兩側各約一千公尺範圍）應至少占調查範圍百分之十以上，所有不重複之可觀測範圍應占調查範圍百分之九十以上。視調查範圍狀況，採用傳統穿越線、Z字形穿越線調查法或更理想之代表性調查方法執行。鯨豚調查時，其船隻速度應維持在五至十節進行。

但若合併海洋爬蟲類之調查，則應將最低時速定為五節。由於海洋哺乳類和海洋爬蟲類的調查方式仍有一些差異，不建議合併執行。

- (3) 進行調查時，以手持式全球GPS定位，發現鯨豚時，填寫目擊紀錄表。使用相機或攝影機記錄鯨豚影像，以便進行影像辨識並做後續的資料分析，拍攝時應儘可能將群體個體完整拍攝，避免僅拍攝部分個體。
- (4) 天氣、海況要求高能見度至少一千公尺以上、低浪高（蒲氏風級四級以下，三級以下為佳）之狀況以利鯨豚目視調查。惟遇大霧等特殊狀況致使能見度下降至五百至一千公尺時，穿越線之可觀測範圍須改以五百公尺計。
- (5) 可考慮隨機指派獨立觀察員，比較獨立觀察員與值勤觀察員間之群次觀測紀錄，以估測航線上之發現機率。
- (6) 中華白海豚海上目視觀測調查

A 調查區域之規劃，可依據衝擊區和海洋委員會公告之「中華白海豚野生動物重要棲息環境之類別及範圍」，以及過去已知的中華白海豚出現區域，進行航線設計，調查航線可考慮沿著水深五至十五公尺之等深線，進行白海豚海上目視觀測調查。

B 使用具有二樓甲板之漁船作為海上平台，依循沿岸進行固定航線調查，平行海岸一公里，水深約五至十公尺之範圍。

C 應建立 photo-ID 制度，詳實記錄出現之白海豚的個體，以釐清其出現之活動範圍和成長情形，以及相關之生態狀態。photo-ID 之內容建議參考海保署的相關公告資訊，或調查者可以自行利用大數據相片資料建立，但應將資料公告並做比對。

D 調查船應保持與鯨豚群體維持至少五十公尺以上的安全距離，不要自鯨豚群體中央穿越，或阻擋移動路徑。若鯨豚主動游向船隻，應立即減速或停船，待其遠離後再前進。若群體中包含母子對或育幼群，需更加留意。

2、水下聲景與海洋噪音監測調查

- (1) 水下噪音調查，應至少包括聲源特性、頻譜、背景音。
- (2) 水下聲學監測報告，應提供儀器設備參數，至少包含水下麥克風靈敏度/有效測量頻率範圍、訊號放大器增益值/輸入輸出電壓範圍、數位擷取器之取樣率/動態範圍（或資料深度）/輸入電壓範圍等。
- (3) 水下聲學儀器（如：麥克風）的取樣頻率至少須達三十 kHz（千赫茲）以上，以調查出現海域或擱淺的臺灣周遭海域主要鯨豚物種。報告中應提供各項儀器設備之敏感度（至少包括有效調查距離和範圍）。
- (4) 調查之測站設置於風場最外側風機基樁向外延伸五百至一千公尺處，並於衝擊區及對照區適當點位，各設至少設置數個測站。風場面積小於一百平方公里以下者，應設立四處聲學測站；面積超過一百平方公里，每一百平方公里增設二處聲學測站。半數測站設置於衝擊區內，半數設置於對照區內。

- (5) 水下錄音可二十四小時連續錄音之錄音排程，以了解目標物種在每日的活動變化。
- (6) 水下聲學儀器布放於平均水深，每次布放時間約十四日，並連續二十四小時監測。
- (7) 水下聲學儀器測量深度應布設於水面下二公尺至海床上二公尺之間；若水下聲學儀器布放於十至二十公尺水深處，錄音機裝置於可抗壓至少一百公尺水深之防水盒內，每台錄音機皆連接一組水下麥克風。
- (8) 風機打樁期間應於風機基礎中心點外七百五十公尺處增設分布於四個方位之測站，並採用二十四小時連續即時之錄音。
- (9) 如有儀器遺失狀況，除非當季可執行天數不足十四日，否則仍應補足原承諾執行日數。若發現調查儀器遺失，須提出確實已出海執行此項監測工作之證明，後續於海況條件允許下，儘速安排水下聲學補充調查，完成調查資料之收集；在最差之狀態下，若未能依前述規定補足十四日，為確保調查資料能確實回收，調查船隻應於儀器布放下水後，於至少二十四小時回收各點位儀器，也應提出具體之改善作為，以避免此種資料收集之錯誤重複發生。
- (10) 詳細之調查方法可參閱環境部水下噪音測量方法(NIEA P210.21B)。此外，國際間之最新標準和方法，亦可參照。
- (11) 錄音內容建議保留原始性（即非破壞性錄音）數位檔案格式。
- (12) 利用聲紋資料區分海洋動物有其限制，分析時應盡可能區分海洋哺乳類、石首魚、槍蝦…等不同動物種類的聲音或工程噪音，並盡可能釐清海洋哺乳類之生態特徵，如出現時間、物種、出現頻度…等。其資料應有數量之判斷，並與前項海上目視觀測調查之成

果，進行比較。亦可應將噪音資料與鯨豚、魚類迴避行為調查結合探討。

3、陸地觀測

- (1) 若有明顯阻礙鯨豚洄游路徑之海堤、突堤等構造物時，可進行鯨豚之陸地觀測。
- (2) 調查範圍於鄰近衝擊區及對照區之陸域，選取若干觀察點進行先期測試後，選擇適合全年調查且安全之觀察點。
- (3) 乾潮時段（日間潮水最低之二小時）、漲潮中期（日間潮水由最低到最高期中段之二小時）、高潮時段（日間潮水最高之二小時）與退潮中期（日間潮水由最高到最低期中段之二小時），共四個時段進行鯨豚目擊觀察。
- (4) 若開發區域遠離海岸達十五公里以上，除非開發行為涉及岸際工程（如海纜鋪設），則可以不須執行陸地觀測。

4、死亡和活體擱淺個體調查

- (1) 蒐集海洋保育署與相關研究機構之歷史性鯨豚擱淺調查報告或資料庫，了解開發基地鄰近海域的鯨豚之潛在活動範圍與擱淺數量、種類，分析其趨勢和型態。
- (2) 若開發基地鄰近海域的鯨豚擱淺數量於施工期後有增加趨勢，應釐清開發行為是否與鯨豚擱淺數量增加有關。

5、蝙蝠超音波調查法

- (1) 調查範圍需具代表性，衝擊區之範圍建議應至少涵蓋風場最外側風機基樁向外延伸一公里之船隻可安全航行範圍。而對照區可考慮風場鄰近之區域。
- (2) 以蝙蝠聲波偵測器、超音波錄音機或其他適合儀器，錄製蝙蝠超音波音訊。
- (3) 蒐集之測站應考量其在整體空間與基地之代表性及完

整性，測站之數量應有效涵蓋開發基地與鄰近區域。由於蝙蝠調查機器涵蓋範圍之限制，建議可考慮執行多個樣點（至少三樣點，不同季節或可改變其位置）之資料蒐集，於環評審查過程呈現。

- (4) 錄音器材之頻率敏感度表現於十至一百二十五kHz之頻段至少為負四十分貝，可偵測之水平面角度至少為一百八十度。
- (5) 每次調查蝙蝠聲波偵測器啟動時間，由當日下午四時至翌日上午八時，可與鳥類雷達調查併同進行。若於調查中，能建立該區位蝙蝠出沒之高峰資訊，後續之調查可選在具有代表性之時段加強執行。
- (6) 確認環境中是否存在蝙蝠，並將所記錄之超音波波型及頻率比對音頻資料庫。
- (7) 調查時，海域之風速以小於六公尺/秒為佳。
- (8) 建議保留音頻之數位檔，以利後續之利用和檢核，也建議應說明採用之儀器設備規格。

(二) 調查頻率

1、陸地觀測

至少進行一次，觀察量至少需涵蓋各個潮汐時段。

2、蝙蝠音波調查法

每年進行至少十日次調查，春季三日次、夏三日次、秋季三日次，冬季一日次。除了冬季外，不同日之樣點位置可以不同，以求能獲得最佳之蝙蝠出沒資訊。器設備規格。

七、海洋爬蟲類

(一) 調查方式

1、配合鯨豚調查或獨立調查

採用目視調查方式，可配合鯨豚之調查作業，或應單獨執行，由於海洋哺乳類和海洋爬蟲類的調查方式，仍有一些差異，除非調查船之船速可以維持在五節，則不建議

合併執行。

調查時，檢視是否發現海龜浮出水面。調查船隻之速度應維持五節或以下，方能得到合理的調查成果。

此外，在近岸的上岸點區域，應增加陸域觀調查，或是利用空拍影像以增加棲息海龜族群的調查資料。

位於離島的開發案，調查應納入產卵母龜、產卵母龜在產卵間期的洄游與幼龜的生態資料等。

2、漁業工作者協助海龜、海蛇資料蒐集

於離岸風力發電開發計畫開發範圍涉及地區，尋找當地最常接觸海龜、海蛇之人士（如：表層流刺網業漁民）合作，依據其提供相關資料所記錄、觀測到海龜、海蛇之時間與地點，再進行資料分析。必要時，可委請專家建立標準作業程序，進行漁民之調查訓練，建立公民科學家協助調查制度，強化海龜、海蛇之調查作業。

3、海岸擱淺紀錄

參考海洋保育署公布之海龜擱淺紀錄，了解海龜之潛在活動範圍及擱淺數量，分析其趨勢。若擱淺數量於施工期後有增加趨勢，應釐清開發行為是否與海龜擱淺數量增加有關。

4、野放海龜衛星發報器追蹤和評估

彙整過去執行之野放海龜移動追蹤紀錄及圖資，評估風場範圍、海纜鋪設工程、施工運維船隻於風場周遭例行性航行對海龜移動之影響。

5、參考相關之文獻和資料庫

部分區域過去執行之海龜、海蛇之調查並有相關之文獻發表，或於相關之資料庫中建立有其出現之座標資訊，均可以詳加利用。

八、魚類

（一）調查方法

魚類之調查方法眾多，調查時可依據區位特性選擇合適之

方法執行，如漁船採樣、水肺潛水、刺網、水下無人載具 (ROV)…等。以下說明魚類調查常用之方法。

1、傳統漁船採樣

- (1) 調查範圍以衝擊區為調查區域，需包含衝擊區及外圍風機與最近一座風機之距離，作為半徑所涵蓋之圓形海域。營運期間範圍之選擇，可參考環評書件中噪音模擬圖規劃。
- (2) 離岸三海浬外可使用漁船作業方式，離岸三海浬內可使用一支釣為作業方式，亦可依據當地漁業現況，選擇慣用漁法、刺網、延繩釣、燈火漁業…等方式進行調查。若有海洋研究船支援，亦可考慮。
- (3) 衝擊區和對照區域應採用相同設備與方法進行調查，開發前後之調查亦應採用相同之方法，若有其他原因而改變調查方法，應進行調查資料之標準化作業，並說明改變之理由。調查前須詳細記錄所使用漁具形式、網具之網口大小、網身長、網目等參數，皆須載明採樣器具尺寸型式和照片。調查後依據漁法估計單位努力漁獲量(Catch Per Unit Effort, CPUE)。若以拖網進行採樣，估計單位面積下的漁獲量，計算豐度，以更精確呈現漁獲量的資訊。
- (4) 針對連接風場與併網之海底電纜經過路線，依其路線進行規劃，若為拖網形式調查至少設置三測線，若採用其餘漁法也至少需設置三測站／線或更多之重複採樣。
- (5) 調查時間至少三十分鐘／網次。若為一支釣，建議每次調查至少需有三十桿次，並應有一定且具有代表性之垂釣時間。
- (6) 同一季節之調查，衝擊區和對照區必需在十五日內完成，需避開颱風等其他可能造成底質擾動之干擾狀況，建議為交通部中央氣象署公告之海況條件風浪三

級以下（示性波高一點五公尺以下），確保調查期間環境條件一致。

- (7) 採樣完成後進行形態鑑定、計數，並計算豐度、多樣性指數等指標。

2、水肺潛水

- (1) 若開發場域影響範圍有珊瑚礁分布時，可考慮選用水肺潛水調查。
- (2) 適用於海水清澈、水深二十至四十公尺之近岸，或風機基樁等人造魚礁作業。
- (3) 若採穿越線潛水目測法，應採用國際潛水調查時常用之長度三十或五十公尺，寬度二或五公尺，設立三至五條穿越柱，分割左、右半區，安排二位潛水員分別負責半區，並同時進行。
- (4) 行進時保持在水層中間位置，依據能見度調整調查之內容，以緩慢且穩定之直線方式前進，沿途記錄（建議可以採用攝影、照相或其他更先進之技術）所有魚類之體長、個體數（尾），並對個體進行辨識，為了要達到後續之物種辨認，影像之內容應有足夠之清晰度。

3、水下無人載具(ROV)

- (1) 若開發場域影響範圍有珊瑚礁分布或有特定需求時，可考慮採用ROV調查。
- (2) 建議參照Christ and Wernli(2014)和國際海事承包商協會(IMCA)等所提供之ROV操作手冊程序進行，使用型階Class I、Class II或Class III ROV，並於ROV上裝載GoPro或類似之水下相機，進行攝影。
- (3) 依據調查範圍調整拍攝時間，參照珊瑚礁魚類調查程序進行，之後對所拍攝得之魚類照片，進行鑑定分類和記數。
- (4) 每處所拍攝之照片應有一定之數量，以利進行統計分

析。

4、魚卵、仔稚魚豐度與種類組成

- (1) 建議設置多個測站，其範圍需有效涵蓋衝擊區及其周邊可能影響海域範圍，以及影響範圍外之對照區。
- (2) 測站經GPS定位，記錄正確之經緯度座標，並呈現調查路線，非必要不得更改。建議就調查範圍大小和底質特性，規劃測站數量，可與浮游動、植物相同測站。
- (3) 以水平拖網採樣，採用北太平洋標準網或仔稚魚網（網口直徑一公尺，網目一百一十至三百三十微米）進行採樣，於測站將其下放，深度約水下五公尺內。水平拖網以船速低於二節以下速度，進行船尾拖曳五分鐘，拖曳過程須確保網口於水面之下。
- (4) 採樣後用洗瓶過濾海水，將網目上之魚卵、仔稚魚沖洗入網尾樣本瓶內，馬上加入95%乙醇溶液中冰存，攜回實驗室進行鑑種、計數，並計算個體豐度（粒／ $1,000\text{m}^3$ ；尾／ $1,000\text{m}^3$ ）、生物量密度（ $\text{gCarbon}/\text{m}^3$ ）、多樣性指數等。
- (5) 鑑種方式以形態鑑定為主，並可選用生命條碼定序之方式，提升鑑種之準確性。
- (6) 可考慮額外增加蝦蟹幼生之分析，以了解部分海域（如：雲彰隆起海域）之劍蝦漁業及三點蟬之產量，也可推估白海豚食源魚類（如：石首魚及舌鰷）之餌料豐富度。

(二) 調查頻率

1、傳統漁船採樣、水肺潛水、ROV或其他方法

每年四季，每季各進行至少一次調查。

2、魚卵、仔稚魚豐度與種類組成

每年四季於各測站，每季各進行至少一次採樣。

3、位於主要漁場區域之物種調查

位於臺灣主要漁場，如澎湖海域，有許多無脊椎動物（包括軟體動物的頭足類、小卷、花枝…等），若風場位於其鄰近海域，也應蒐集或調查這些資源的狀態。其調查頻率建議每年於各測站每季進行至少一次採樣。

九、底棲生物

（一）調查方法

底棲生物種類眾多，為了分類之鑑定、資訊之彙整與資料庫之建置，建議至少應包括各類可見之物種，以及可能的魚類和仔稚魚類、大型植物等物種為基礎，並應考慮因為各區位海洋生態系的獨特性，納入更多的物種類型。

其調查範圍應包括底表間隙和底表生物，以及底表上方可採集的底棲生物。主要的調查方法請參考環境部國家環境研究院公告的方法辦理。以下僅針對蝦、蟹、螺、貝類之調查方法說明。

1、蝦蟹螺貝類取樣調查

- （1）測站位置設置範圍，涵蓋衝擊區及其周邊可能影響海域範圍，以及影響範圍外之對照區。測站經GPS定位，記錄經緯度座標，非必要不應更改，並應就調查範圍大小和底質特性規劃測站數量。
- （2）調查方式每個樣站均以低於二節速度，以矩形底棲生物採樣器(Naturalist's rectangular dredge)網目5公厘x5公厘，網口長四十五公分，網口高十八公分底拖採樣。取網後以篩網清洗底泥，拍攝記錄特徵後，將捕獲之樣品攜回實驗室進行鑑定，各站拖網時間不少於十分鐘（以網具著底開始至起網止）。此外，亦可考慮採用調查區當地慣用漁法進行採樣。
- （3）採樣完成後進行鑑種、計數、並計算豐度(ind./m²)或多樣性指數等。

2、視訊影像調查

- （1）調查範圍同蝦蟹螺貝類取樣調查。請注意，此方法有

其限制，僅能調查到表棲的物種。

- (2) 採用約五條影像穿越線調查約十五分鐘，最大漂移速度一節，記錄穿越線的地理定位。影像調查應使用攝影機進行，每張圖片都顯示測站站號、GPS資料、日期和水深。
- (3) 調查限制：衝擊區和對照區之調查必須在十五日內完成，以避免因為颱風或其他氣候等其他可能造成底質擾動之干擾狀況，建議於海況條件二級以下（示性波高一點五公尺以下）執行，確保調查期間環境條件一致。

3、傳統漁船採樣

利用魚類調查進行傳統漁船採樣後，分析捕獲之底棲生物種類和數量。

(二) 調查頻率

每季至少進行一次調查。

十、珊瑚

(一) 調查方法

1、穿越線潛水目測法

- (1) 測站範圍涵蓋衝擊區及其周邊可能影響海域範圍，以及影響範圍外之對照區。
- (2) 執行穿越線潛水目測法，於各測站五至十公尺處，分別設置三條三十公尺長等深線作為穿越線，穿越線皆平行於海岸線；惟當珊瑚礁結構不平行海岸線時，以珊瑚礁走向為規劃穿越線之基準。
- (3) 取樣時以二十五平方公分或更大之樣框沿穿越線記錄底質組成，儘可能以現場觀察記錄為主，並輔以相機記錄。
- (4) 建議將底質分類成石珊瑚、軟珊瑚、殼狀珊瑚藻 (crustose coralline algae)、大型藻類 (macro algae)、草皮狀藻類 (turf algae)、空基質 (包含裸

岩與礫石、砂、碎珊瑚骨骼）、其他（海葵、海綿其他底棲生物）等七大類，計算樣框內各底棲類別之覆蓋率，得到珊瑚礁出現資料，並比較各區域之差異。

(5) 以穿越線為單位計算各地點各類底棲類別之覆蓋率，每條測線拍攝一百二十個25公分x25公分樣框，共三百六十個樣框。

(6) 將拍攝之樣框照片以CPCe (Kohler and Gill 2006, 下載點 <https://hcas.nova.edu/tools-and-resources/cpce/index.html>) 軟體隨機取五十個辨認點於每張照片，計算各種底質之樣點數與其覆蓋率，分析其生長型，並對珊瑚的各生長情形進行比較。此外，亦可考慮採用其他已發展且常用之方法，如CorelNet(<https://coralnet.ucsd.edu/>)。

(二) 調查頻率

每季至少調查一次。

十一、漁業資源

(一) 調查方法

漁業資源的資訊建議採用以下三種方式獲得，由於漁獲資訊頗為重要，建議應以多重管道得到必要之資訊，資料收集之範圍也應具有代表性和精確性，以作為環評之依據。

1、傳統漁船採樣

利用漁船調查所得之漁獲量，進行經濟魚類分析。

2、訪談、問卷調查

可考慮選用，訪談當地漁業相關從業人員、問卷調查、魚市場訪查或其他合適方法等方式調查，項目包含當地漁法、漁期、漁獲種類、漁獲銷路與作業範圍，作為補充資料，加強對開發區域實際漁業活動與漁業經濟之了解。

3、歷史資料分析

利用漁業統計年報分析歷史資料，了解主要漁法、魚

種分布與歷史漁獲量變動。

此外，針對開發行為可能影響的海域，可以蒐集已發表之文獻或各研究機構擁有的漁業資源資料，納入評估。

（二）調查頻率

每年至少調查一次，但應可依據資料取得的難易、即時性，以及開發區位之特殊性，加強資料之頻度。例如：傳統漁船採樣和訪談調查，每季至少一次。

十二、其他

前述物種為目前已知的海洋生態系和陸地生態系相關的重要物種類型，在不同的區位可能有一些特殊之生態資源，不在前述建議調查項目內。建議參酌科學界和各單位已知之研究成果，選取適當之生物項目進行調查作業，呈現於環評書件內，並依據環境部海洋生態評估技術規範、海洋委員會海洋保育署的離岸風力發電生態調查方法指引，以及各相關單位的建議，加強說明開發區域生態資源的狀態。

各項未於前述所提及的生態資源，其調查方法可參照前述之方法或科學界常用之方法，採最佳可行且取得數量和分布資訊之方式，進行調查資料彙整、量化和分析，評估開發行為可能之影響，並提出必要之迴避、減輕衝擊或生態補償措施。

前述之調查方法，需明確說明調查或監測範圍、方法、努力量、調查日期、時間、測線、測站等，倘若實務上具可行性，並考慮增加計畫基地範圍外擴之距離和調查日次，以強化資料之代表性和合理性，與分析的深度和彈性。

除前述之調查方法外，若其他調查方法亦能有效取得物種分布和數量等重要生態資訊，亦可考慮選用。

另外，在施工完畢後，由於調查作業安全、環境條件不同或法規的限制，使得有些測站不得已需作調整時，應提出證據，並敘明原因。

附件七之二修正規定

附件七之二、離岸風力發電開發計畫海洋生態之試驗設計規劃和資料分析建議

在臺灣，區域性的開發往往伴隨施工的進行，造成生物棲息地的改變，對當地動、植物生態造成明顯的改變，因此開發前的生物資源調查與衝擊評估，甚至開發或營運過程中的環境監測，都極為重要，方能確保經濟發展與環境保護並重。

環境監測計畫可以釐清並驗證開發案是否對於衝擊區和鄰近區域造成衝擊，一套設計良好的環境監測計畫，可以為環境把關，取信於委員或對本開發案的關心者。以動物生態為例，動物監測計畫應考慮以良好的試驗設計執行，選擇指標物種或類群、監測地點、監測頻度和監測時程，同時，開發前，應建立詳實的基準資料，以作為後續監測追蹤之比較依據。

一、背景、監測與調查設計

生態監測計畫之執行是為了解開發案在開發前、後動、植物資源之變化，特別是開發行為對特定生物類型、指標生物或生物類群、保育類動物是否造成影響，並驗證環評期間之預測是否準確。因此，設計良好的抽樣監測調查才能合理反映開發行為對環境之影響。

環評之相關生態調查在試驗之規劃上，應考量開發行為的生命週期、風場之範圍、鄰近區域的開發行為，擬定衝擊區和對照區之位置，設計合理的調查位置。執行調查工作後，建立資料庫，並適時公開調查內容，作必要之分析，以即時釐清開發行為對生態相關議題的可能影響。若發現有負面之影響，應檢討原因並及時改善，以求能降低對生態的衝擊。

(一) 監測週期

生態調查和監測作業應在整體開發行為的生命週期上有合理之考量，亦即從環評時期到除役期均應有充分的生態調查，並據此監測資料以驗證環評書件所提的開發行為並無對各項重

點生態因子造成影響。

(二) 監測範圍和試驗設計

每一個離岸風力發電開發計畫屬於個案環評，以每一處風場為範圍執行各自的調查和監測，若每一處風場的空間涵蓋是各自獨立的，則在設計衝擊區和對照區上可以清楚呈現。但是，以臺灣現有的狀態而言，在很多適合開發之地點，常有各風場相連的情形，如何釐清每一處風場的生態影響，如何界定衝擊區、對照區，也將因為空間的複雜程度而必須再思考。建議可將開發區位之地理位置配合鄰近區域開發案之內容，在空間上作適當之呈現，若彼此之間的距離超出二公里以上，依據歐洲地區離岸風力發電的監測研究成果而言，或可視為是獨立的影響，但若距離在此範圍內，則應考慮合成之影響；不過，臺灣海域的狀態是否如此，有待後續的研究。

依各海洋區位之生態特色，設定適合的監測點位和調查項目。點位之設計應能區分每一開發案之代表性，並能吻合試驗設計原理和後續的統計分析。若兩個或多個開發案相距太近，或開發時程不一致，則可整合各開發單位，採共同設計合適的監測點位和監測計畫。

監測計畫目的為驗證開發（干擾）並無對各項重點生態因子造成明顯的影響，因此在蒐集監測資料後建議進行適當之分析。針對監測計畫的因果分析所使用的試驗設計，以BACI(Before-After Control-Impact)較為普遍。除BACI外，尚有多種試驗設計方法（如 Matched Pairs BACI design、Impact-Control Design、Before-After Design、Impact Gradient Design等）亦可適用，惟其使用狀態也較有其特殊性，使用時需注意，建議可參考相關的試驗設計書籍或文獻。以下簡介BACI的設計：

BACI為不重複出現的干擾所設計，因此依干擾前、後將調查階段分為環評時期(Before)、施工時期（干擾）與營運期(After)，而調查樣區上，則設置衝擊區(Impact)和控制區

(Control, 本附件稱為對照區)。在執行調查時,應選擇足夠數量之樣區作為調查之努力量,且在各個調查階段、各調查區(衝擊區和對照區),務必運用相同的方法和努力量,執行定點、定時、定量的生態資源調查。爾後利用調查成果進行因果分析,分析特定資源(如生物類群、指標生物、保育類等)的分布、豐度等指標的改變趨勢,是否於統計上具有顯著差異,進一步解釋開發行為對生態因子造成影響程度。

BACI的試驗調查設計常可能因為某種因素之下而有缺失的情形,要落實Before和After的比較,建議開發單位或環境檢測公司盤點彙整過去的調查資料,了解開發區域過去的生態基線,與現況的差異,並提出海域的生物指標,做為持續監測的重點。分析時,更應釐清物種的出現、數量變化狀態,以及統計運算後狀態。

在檢核這些成果後,應依據環評書件之承諾研擬更多的改善作為,進行必要的經營管理努力,這種主動式的努力統稱為適應性經營管理(adaptive management,或滾動式檢討),對於生態環境之維護和保育貢獻甚大。

在監測計畫的設計階段,應先考慮何種的分析方法,較適合用於解釋未來產出的結果。由於監測計畫的設計會嚴重影響後續的分析,因此,在設計階段就可諮詢統計學者的意見。

在資料蒐集後準備進入分析階段前,可視覺化檢視資料查看比較,以了解資料結構。並應測試統計方法的基礎假設(例如:獨立性、變異數同質性、常態性),違反統計假設的資料,可以通過資料轉換來解決(例如:對數化、平方根),但也可能需要使用不同的分析方法。不同類型的資料,如計數資料、出現資料、BACI等需要以完全不同的方式進行分析。統計分析之運用,可以依據各實際之抽樣設計而有差異,大致可以包括:t-test、F-test、ANOVA、迴歸分析...等,視需求與試驗設計狀態而定。

(三) 對照區之設置

對照區的位置必須在衝擊區之外，且沒有已知的干擾因子（例如他案之開發案件），其自然環境條件（位置、現況、水深、沉積物比例、尺寸、物種與數量）盡可能與衝擊區類似，也須符合「不會受到風力機施工和營運影響」之條件。若衝擊區之相鄰區域有已開發或正在申請環評案件，環境監測計畫可以考慮以聯合方式辦理共用對照區，或可參照國外案例，對照區之選擇以衝擊區向外擴張一定之距離為基準。

（四）生態項目

生態調查之項目雖然有共同性，但仍可依據開發基地所在之水深、地理位置、已知的生態特色等因素，來擬定適當的生態類型或監測項目。

以目前已知的可能生態影響而言，水下的魚類、底棲生物、海洋哺乳類和水面上的鳥類和蝙蝠是重要的項目，此外，若基地和已知的海洋爬蟲類遷移路徑、鯨豚活動區位有衝突、有珊瑚出現或其他關注的生物…等，均應擬定合理之保育對策，藉由生態資訊的蒐集，來維護生態資源，善盡企業社會責任，在兼顧綠能發展之同時，也能達到生態環境保護之目的。

二、監測物種、類群或內容之選擇

指標生物（或指標生物類群）的選擇應以能代表開發區域的生態特性，作為選擇的依據。基本上，這些指標動、植物必需能夠反應開發區內的重要生態特性。以風力發電的風機設立而言，鳥類、蝙蝠是重要的影響指標，而所設之區位若與海洋爬蟲類遷移路線或鯨豚活動路線有關，亦需考慮。又如在臺灣海岸的開發案中，也應考慮對鯨豚（特別是一級保育類：中華白海豚、露脊鼠海豚等）、遷徙性鳥類（如冬候鳥或繁殖性夏候鳥）、魚類（特別是洄游性）、各種蟹類、珊瑚類之衝擊。

環評中指標生物的選擇，建議以數量多、調查容易發現（偵測度高），或具有生態代表價值者為選擇依據。在陸域生態系中，哺乳類、兩生類和爬蟲類動物的種類和數量，相對於鳥類而言，均較為稀少、不易發現或不易估算族群量，因此鳥類是合適的指標類

群，此外，稀有植物、植栽存活率與自然度圖也是重點；但是陸纜區域若有特定生態資源，如石虎等，亦應關注；水域生態系的動物中，則以淡水魚類和蜻蜓類最容易發現，分類系統也最清楚，可明確辨認各物種的差異。海洋生態系中，也有重點生物指標，如魚類和鯨豚。整體而言，這些動、植物的相關研究文獻也較豐富，在食物鏈中從初級消費者到高級消費者均有涵蓋，較適宜作為指標生物的種類，況且鳥類、鯨豚、魚類等作為環境改變的監測指標，已有許多實例，亦有許多理論基礎。

以鳥類為例，鳥類具有強大的遷移能力，如果一個地區的環境變得不適合，鳥類將可以很輕易的移往他處，藉由調查鳥種數量與組成的監測，可明確判斷該區位的生態狀況。因此，進行某些生態類型的生態監測時，可以考慮以鳥類作為生態系的指標。但是，適當的指標物種或生物類群，仍應視開發基地實際的生態特色而選定。

監測工作必需遵循定點、定時、定量和固定方法之要件，否則，各時期的資料將無法比對，也不易看出環境的變遷趨勢。由於生態環境的品質好壞、是否有重大改變等資訊，須藉由比較之前的資料才能了解，進行環境監測時，建議要使用和進行背景調查時相同的方法，以相同的人力、努力量、調查路徑（或地點、測站）、調查方法、調查時間…等，甚至選擇相似的氣候條件進行。如此調查所得到的資料，能用於分析環境是否受到開發行為的影響，了解其影響的範圍，並做必要的改善，達到監測的意義，也盡到維護環境的社會責任。

採用航、遙測或無人機空中攝影方式，監測地景的變遷情形或生物之出沒，也是值得考慮之方法。此方法以大面積的方式，直接讀取環境的地貌，得到當時期的環境資訊，再藉由與之前的資料進行比對，可以看出環境的變化趨勢。不僅可以釐清地景、自然度、生態棲地的變化，也可以藉由建立動物與地景棲息地之關係，監看特定動物棲息地的改變情形。在海洋生態系中，也可偵測特定物種，如海龜、鯨豚。

採樣位置之標記是重要的資訊，主要考量監測計畫需要多次的採樣，不應假設調查人員總是能夠使用GPS重新定位採樣位置，有可能會因為複雜的環境條件妨礙衛星信號的接收。因此，測站的位置、穿越線的起始位置等，除了地理資訊系統(GIS)之外，可考慮建立一些視覺標記，以利調查進行。視覺標記的選用可依標誌的耐久性、對自然的干擾少的方式，選用自然地景或安裝人工標誌（例如：T型柱、浮標等）。這些視覺標記都應該記錄座標訊息、與其他標記物的距離、方位、標記物資訊、地點環境描述，用以進行數據分析、儲存與檢索。

若監測計畫需要進行實驗室分析，則應確定進行分析的設施和適當的運輸方法。亦可考慮最終收藏標本的博物館或大學，缺乏這些考慮可能會使數據碎片化，並對未來的分析造成障礙。數位資料的保存，如蝙蝠錄音、雷達資訊，也非常重要。

三、資料分析

監測計畫中獲得的動、植物出現資料，如：指數、計數、出現次數等形式，依據資料形式的不同，各自可能有不同的分布模型或模式(model，以下統一採用模式)，適用於不同的統計方法。各種統計模式有其前提假設，分析使用時需特別注意，例如：由於監測資料的特性，樣本通常取自相近的站點，或於短時間內重複取樣，因此也需要注意獨立性假設。

資料分析的問題相當複雜，想要建立一個有效的監測資料分析框架，必需在制定監測計畫的早期階段，便諮詢統計專家，盡可能避免於蒐集資料後才開始尋求專業意見，此時專家的協助就有限制。

以下介紹常用於分析監測計畫資料的一些分析作法。

（一）資料視覺化（了解資料）

執行資料分析前，須了解手上的資料，透過將資料轉換為圖形的形式展示，並以視覺查看比較，讓使用者可以快速從中找出資料的特性，如趨勢和極端值。引導後續分析和選擇統計模式。資料視覺化可考慮掌握幾個要點：

- 1、能完整呈現資料。
- 2、在小空間範圍內呈現大量資料。
- 3、使大型資料集連貫且視覺豐富。
- 4、製圖應有明確目的，用於描述資料、資料探勘。
- 5、依據視覺引導思考資料本身特性，避免扭曲資料內容。
- 6、以視覺比較不同資料或不同層次。
- 7、可從宏觀到微觀多層次的展現資料。

圖7-2為資料視覺化的範例，可以發現，A圖可使用簡單迴歸解釋，然而B、C、D各圖卻不合適；B圖較適合以對數模式解釋；C圖需對離群值(outliner)做處理，查明其是否為真；D圖則表示兩者無關。這些例子說明資料視覺化的價值。

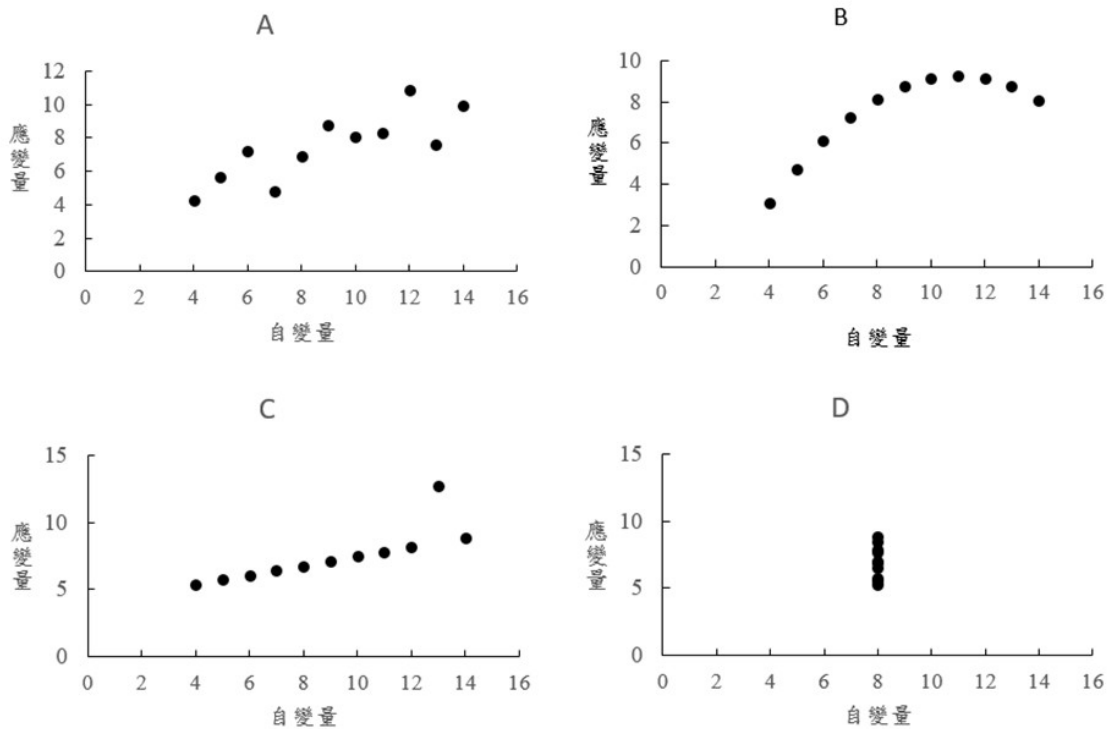


圖7-2、四組不同的X-Y關係

資料視覺化具有多種形式，如：直方圖、盒鬚圖、表格、時間軸、地圖等等。其中，利用GIS以地圖方式展示物種的空間分布，於許多的情況下，可輕易判斷物種分布的變遷趨勢；或通過調查到的累積物種總數對採樣的次數作圖，形成的採樣

努力量曲線，可初估調查所得的物種豐度，並粗略估計最小的抽樣工作量。建議在監測初期可利用此種方式進行試點研究，有助後續監測計畫的施行。

物種豐度分布模式(species-abundance distribution)為監測計畫中常用的視覺模式之一，可依監測分析需求選擇適合的模式建構，實務上的使用，例如：以指數或對數描述風機基座人工魚礁的物種豐度變化。其他常用的模式包括對數常態分布、McArthur's broken stick、指數系列模式、對數系列模式等多種。

信賴區間(confidence intervals)為另一種資料分析的可行方法，確立信賴區間比簡單地提供P值提供更多的資訊，廣泛使用在估計族群密度、隨時間推移樣本族群量變化的影響。

資料視覺化相當有效，但在使用上仍需注意。在比對應變數與多個自變數後，可能會發現某個自變數與應變數有預期外的關係，此時需特別留意其可能為虛假關係(spurious relationship)，此現象尤其容易出現在小樣本多變值的分析中。合理的關係與假設應以監測計畫的概念、相關領域專家意見、已發展完善的理論為基礎，建立的先前試驗進行發展，若出現預期外的關係，需小心驗證以避免發生謬誤。

(二) 資料視覺化 (了解適用統計模式)

大多數的統計模式都建立在對樣本的前提假設上，若疏忽這些假設而誤用不適合的統計模式，會造成統計上的謬誤。通常，有母數檢定的假設是最需要關注的，因為與其相關的數種檢定(ANOVA、迴歸分析等)較為最常用的，前提假設如下：

獨立性

每一筆資料在空間與時間上都具有獨立性與隨機選擇性，而在監測計畫中，通常會在相隔固定時間，在數個測站進行採樣，因此需特別注意每個採樣單元之間對空間與時間的依賴性，可能導致的空間或時間自相關性。利用空間相關圖、時間

序列圖並繪製殘差圖，可用檢視採樣點的獨立性。

變異數同質性

各組樣本必須取自變異數相等的母體，最佳的檢測方法為根據分析的預測值繪製殘差圖（殘差分析），透過觀察殘差圖的散射模式，直觀地確定是否違反同質性假設。若資料間具有異質性，則須考慮資料轉換，也可以確定其分布類型。此外，尚有數種檢驗方式，如F-test、Bartlett's test、Levene's test可供選擇，使用這些方法時須注意其假設樣本為常態分布。

常態性 (Normality)

生態資料較少服從常態分布，且常態分布主要描述連續變量，而監測所得的計數資料是離散的，因此大多生態資料會偏離常態。不過，當樣本量(n)夠大時（例如： $n > 20$ ），則可以使用以下的分析評估其常態性。利用圖形化檢定，如：直方圖，莖葉圖，進行視覺判斷，或利用統計檢定，樣本量大較適用的Shapiro-Wilk test、the Kolmogorov-Smirnov D-test。視覺檢通常比正式檢定更適合，因為它們可以讓使用者發現問題的程度和類型。

如果資料不符合有母數檢定的假設，有兩種可嘗試的方式尋求解決，一為資料變換，另一則為無母數檢定。

資料轉換

轉換資料的目的在於提高變異數的同質性，並產生近似的常態分布。在分析後必須對結果進行反向轉換，以利使用原尺度展示數據。幾種轉換方式包括對數化、平方根、反轉、反正弦平方根、Box-Cox變換。

無母數檢定

適用於母群體分布，為小樣本、不為常態、不易進行資料轉換時，無母數檢定的假設相對較為寬鬆，但其檢定力也略弱，因此，若情況允許，首選有母數檢定。

(三) 生物分布的聚集程度

計算生物體出現在特定棲息地的機率時，採樣方式與選用

的統計模式會直接影響其結果。生物監測資料通常為計數資料，因此很可能近似於隨機分布或聚集分布，將資料擬合到卜瓦松分布(或泊松分布，Poisson distribution)或負二項式分布(negative binomial distribution)為較為常用的做法。

卜瓦松分布

物種分布的常見模式，適用於任何樣本檢測到個體的機率都相當低時，如果平均計數（例如：每個樣區的底棲動物）為一至五時，卜瓦松分布可以較好適配資料，然而大於十時，則會趨近於常態分布。在實務上，也可以透過分析過程中的殘差圖的散射模式，評估是否存在卜瓦松分布。

負二項式分布

負二項分布是另一種常用的方法，是描述聚集空間模式的數學分布之一，以平均值和分散參數(k)表示聚集程度。其中推薦使用零膨脹卜瓦松模式（ZIP模式）來分析具有頻繁零值的計數資料，例如：環境中特定動物群集的分布。由於自然界的群聚模式相當多，卜瓦松分布和負二項分布可能並不一定能充分擬合調查的資料。

（四）物種豐度

絕對密度和族群量

族群密度與有效族群密度為評估物種的族群狀況、保育政策的施行的重要指標，用以評估族群變化趨勢。當調查對象為植物、固著動物（例如：珊瑚、藤壺）時，對物種進行普查是相對可行的，透過在地塊上計數或量測個體間間距則較為常見。然而當對象為動物時，就必須考慮捕獲率、觀察者偏誤、偵測度、季節性變化等問題，增加施行的困難與成本。除普查方法外，標記再捕法(mark-recapture models)是可以採用的方法，除密度和數量外，尚可提供動物活動、地理分布等額外資訊。

相對豐度指數

相對豐度指數，即每個單位時間、努力量的檢測或觀察到

個體數量。監測研究分析中，有時可以利用相對族群密度或豐度指數來完成，估計量雖然可以表示族群密度的絕對值，但其耗費的時間、成本較高，實務上使用豐度指數可以較有效率地，評估族群在時間空間上的差異。

然而，指數存在與絕對族群量間相關性不足，以及對於族群量變動敏感性較低的疑慮。因此使用時應特別注意，透過試點研究、實驗設計、資料分析和足夠的樣本數等方式，消除疑慮，解釋結果時也需要特別謹慎。

另外，由於相對豐度指數著重在計數資料，可以使用卜瓦松分布、負二項式分布來擬合數據。在實務上經常以相對豐度指數進行多樣性指數的計算，評估棲地的物種歧異度、均勻度。

廣義線性模式GLM

GLM，為一種較為靈活的迴歸模式，可以適用於類別資料、計數資料、二元資料、比例資料等形式的資料，尤其生物資料多為計數資料，因此使用越來越廣泛。

廣義線性混合模式(GLMM)是GLM的擴充形式，最適合處理監測計畫中常見的巢狀資料(nested data)。在每個站點的多個不同位置蒐集有關物種豐度或出現資料，或研究人員在不同年份從一個地點取樣，均是巢狀資料。在這兩種情況下，資料都“嵌套”在一個站點或同一年內，若忽略站點、年份的影響，可能會造成假性重複(偽複製，pseudoreplication)。雖然可以透過將同個站點、年份的資料平均來規避此問題，不過，若使用GLMM可以進一步分析時間、站點影響與其他變數之間的差異。

物種出現、分布分析

監測計畫中常需要考慮，物種是否會確定出現或不出現在區域內，或物種可能出現在區域內的何處。此類問題可以透過蒐集物種出現座標資料，並利用空間技術（如GIS和遙測資訊）來分析，相對於使用物種豐度、族群量統計，更具成本效

益。

物種出現資料可以：

- 1、辨識可乘載最多或最少物種的棲地，
- 2、闡述物種分布，
- 3、呈現棲地類型、生態結構與物種發生或物種豐富度之間的關係。

原本此類資料只做為項目初始的前導資料，近年利用佔據模式 (occupancy modeling) 或生物分布預測模式 (species distribution models) 來估計，已經成為預測評估或監測動、植物狀態之重要項目，主要可以針對稀有物種、或難以調查的物種進行分析，亦可呈現生物分佈之熱點。然而這些模式尚有難以排除未檢出的問題（即未檢出並不代表該物種未出現），因此若要使用此種分析，需要透過重複調查，處理未檢出的問題。此外，科學界亦嘗試整合多個預測模式的方式來減少預測的誤差。

除了上述的佔據模式外，也可以進行物種多樣性、物種出現的機率指數、物種密度的預測等分析。使用以上模式應注意，未檢出不代表物種真的不存在，在不了解生物的情況下推斷密度沒有意義，並注意測量物種多樣性的侷限性，且此種定性資料的價值較低，因為並不考慮物種豐富度，對樣本變化的敏感度較低。

（五）趨勢分析

若監測計畫的目標是檢測生物族群隨時間的變化，則應使用趨勢模式，利用在設定時間區段內，重複觀察估計族群量，進行分析。趨勢分析在物種管理上至關重要，將有助於：

- 1、認知族群量的下降關注受影響的物種。
- 2、找出與趨勢相關的環境因子，從而建立因果研究的假設。
- 3、提升有效的管理決策。

設計監測趨勢的計畫時，可考慮使用相對豐富度指數取代實際規模的族群量測量，降低成本提高效益。

而後的趨勢分析中，模式的選擇可能會大幅影響解釋的結果，因此需要嚴格檢視資料是否符合模式的假設需要。以下為幾種常用於趨勢分析的方法：

- 1、卜瓦松分布：不受有母數檢定的假說限制，尤其適用於計數資料。
- 2、線性迴歸模式：常用於估計採樣週期內的族群變化，非常易於解釋，然而，計數資料經常違反線性迴歸的有母數檢定的假說。
- 3、貝氏推理(Bayesian inference)：當無法獲得大樣本資料或變異數過大造成無法可靠的估計時，可使用貝氏推理來解決此類問題。

儘管趨勢分析在探討族群或生物類群的變遷方面很有用，卻無法告訴我們潛在的機制。最終，只有精心設計的因果研究才能驗證因果關係並促進資源經營管理決策。

(六) 監測資料因果分析

趨勢分析可以檢驗族群量變化，然而要了解造成族群量變化的原因，必須透過因果分析來檢驗背後的關係。與趨勢分析類似，可以使用相對豐度或絕對豐度的資料進行分析，其中ANOVA模式（變異數分析）與信賴區間為最常用的分析方法。

此外，監測計畫中經常以BACI法監控干擾前後對環境生態的影響，然而BACI法對衝擊區和對照區進行比較時，任何趨勢的差異都會被證明為時間（干擾前後）與空間（衝擊區及對照區）的相互作用，可能會造成誤判，需要特別留意並通過多個樣本和隨機分配站點來改進。

(七) 資料詮釋

隨機化檢驗 (Randomization test)

比較兩組獨立數據的總體平均是否不同，為一種獨特的估計統計顯著性的方法。不需做任何的分布假定，且用途廣泛可用於檢驗各種模式資料。尤其分析非隨機選擇的站點資料時，

特別有價值。

赤池訊息量準則(Akaike Information Criterion, 簡稱AIC)

用於從多個備選的模式中，選出最佳的擬合模式。任何基於最大概率估計(maximum likelihood estimation)的統計模式，包括線性迴歸、ANOVA和GLM，皆可計算出AIC值。AIC值越低模式越佳，一旦確認最佳的模式，就可以根據解釋變量隨時間的變化來呈現結果。AIC也能夠對多個模式進行排序，可以跨多個模式進行加權平均，進行估計與預測，降低因採用單個模式造成的誤差。

貝氏推理

貝氏推理是指在面對不確定性時，利用既有資料進行推理的一種獨特方法。與一般檢驗不同，不是通過拒絕或接受假設，而是透過計算假說為真的機率來檢驗假設。例如，監測分析的結論可以表述為：「開發行為有百分之六十五的可能性會對特定物種產生負面影響」。可用於各種統計分析，包括假設檢驗、事後多重比較檢驗、趨勢分析、ANOVA和敏感性分析等。

尤其適用於小樣本，以更簡單更直觀的方式量化推理，在需要在不確定性下做出決策的管理環境更是如此。

(八) 事後檢定力分析 (post hoc power analysis)

統計檢驗結果有可能因統計測試的低功效，導致研究地點真實發生生態的變化，結果卻顯示無變化(Type II error)。因此，進行資料分析時，應該執行事後檢定力分析，來定期評估統計檢定結果的有效性。每當結果顯示不顯著且未能拒絕虛無假設時，都必須進行事後檢定力分析，雖然在實務中很少執行，但對數據解釋和外推是至關重要的一環。

(九) 小結

在監測計畫的設計階段，應先考慮何種的分析方法，較適合用於解釋未來產出的結果。由於監測計畫的設計會嚴重影響後續的分析，因此，建議在設計階段就應諮詢統計學者。

在資料蒐集後準備進入分析階段前，建議將資料視覺化，以圖形方式查看比較，了解資料結構。並應測試統計方法的基礎假設（例如：獨立性、變異數同質性、常態性），違反假設的資料，或可以通過資料轉換來解決（例如：對數化、平方根），但也可能需要使用不同的分析方法。不同類型的資料，如計數資料、出現資料、BACI等需要以完全不同的方式進行分析。

此外，採用多變值分析和其他資料探勘分析，也是可以考慮的分析內容。分析時，仍須注意資料的特性、每個方法的資料需求和假設，以及是否可以釐清相關的重點。

附件七之三修正規定

附件七之三、離岸風力發電開發計畫之海洋生態影響評估

在臺灣，區域性的開發往往伴隨施工的進行，造成生物棲息地類型的改變，而對當地動、植物生態造成明顯的改變，因此開發前的生物資源調查與衝擊評估，甚至開發過程中的環境監測都極為重要。

環境監測計畫可以釐清開發案是否對於開發區和鄰近區域造成衝擊，一套設計良好的環境監測計畫，可以為環境把關。以動物生態為例，動物監測計畫應考慮以良好的試驗設計方式，建議選擇指標物種或生物類群、監測地點、監測頻度和監測時程，同時，開發前，應建立翔實的基準生態資料，以作為後續追蹤之比較依據。

由於目前臺灣離岸風場的規劃狀態常有區塊性之聚集情形，許多風場相鄰，執行環境生態調查時，可能不易選擇對照區，又加上常有聯合開發的狀態，建議各風場的開發業者可以考慮在施工期和營運期間，以各指標物種（如：中華白海豚或鯨豚、鳥類、魚類…）為基礎，針對衝擊區和對照區的考量，建立聯合監測系統。對照區之選擇亦可採共同之對照區。

以鳥類保育為例，除了建立鳥類飛行廊道外，應考量風機大型化，且風機間距>七百公尺（含與其他風場之風機間距），葉片與另一葉片之淨間距>四百公尺（含與其他風場之葉片間距），浮動式風機間距至少一公里以上。並於其風場取得電業執照且風機布設達半數以上時，提出環境影響調查報告書，針對生態調查（特別是鳥類雷達調查和潛在撞擊情形）之成果與分析，並研擬具體可行之風機降轉或停機機制，送本部審議。

一、各期之生態評估

（一）施工期

施工期間對海洋生態系的干擾源自施工的噪音、底層的沉積物、水下海纜的鋪設和工作船隻的移動。這些干擾對於出現施工區域的鯨豚、海洋爬蟲類、底棲生物和魚類，以及漁民的捕魚作業，均可能有明顯影響，建議開發單位可針對已知的出

現物種和開發海域生態性，作適當的評估，特別是鯨豚、海洋爬蟲類與某些種魚類的影響，可遠達一公里以上，應做必要的減輕衝擊對策研擬。

以施工段水下噪音為例，可行的減輕衝擊對策至少可包括：

- 1、採用低噪音水下基礎與工法（如管架式負壓沉箱工法）；
- 2、最新以商業化最佳噪音防制工法技術；
- 3、全程採行水下噪音監測預警機制及應變規劃；
- 4、單一開發案或聯席審查案之風場同一時間僅能進行一隻基樁施作、僅有一艘基礎安裝船打樁。

此外，當風機進入營運後，可能會對海面上的蝙蝠和鳥類造成撞擊風險，也應在完成架設工程後，及早執行減輕衝擊對策。

（二）營運期

營運期間對海洋生態系的干擾，至少包括水下噪音、海纜的電磁場、漁場的排除和水上的風機結構。此外，在風機的機座可能因為棲息地的營造，也可能會有正面的聚魚效果。

水下噪音源自風機運作時的聲音，雖然此干擾源會隨距離而減少，減低對海下生物的影響，但對於一些敏感性的物種，如某些魚類、鯨豚和海洋爬蟲類，仍會有一些潛在衝擊而可能迴避此海域，減少這些動物的活動空間。

水下海纜可能造成電磁波的增加，改變水下特定區域的電磁波狀態，目前相關的研究甚少，無法釐清可能的衝擊。不過，從陸地電纜線的了解而言，處理得當後，其影響範圍可能有限，且這些潛在影響也可透過將海纜線埋深後得到適度的改善。未來仍須有相當的研究來，以了解海纜線電磁波的可能衝擊。

由於風場佔據許多的海域，減少漁民的捕魚區域，對漁業而言，可能是負面的影響，如何改善這種潛在的影響，有賴各界的努力，在環說書中也應有合理的影響評估，並提出合理可

行的監測計畫。

風機設立形成整體的風場後，對利用於水面上的鳥類和蝙蝠可能是明顯的衝擊。如果風場的風機數量稀少，這些飛行的動物或可因為風機的間距較寬而可以通行，但是一般的風場所配備的風機數多，且各風場也可能會相隔頗近，風機形成風機群體後，雖然飛行的動物可以因為風機間距寬而進入風場內，但很可能會碰到更多且排列錯綜的風機而造成撞擊風險，甚至死亡。因此，建議開發單位和調查公司，在執行基準調查時，可先利用雷達所得到的鳥類飛行軌跡圖，釐清何時、哪種高度、哪個區位會有較多的飛行動物（鳥類或蝙蝠），進入風場內，有多少數量的動物其飛行高度會在風機葉片的轉動範圍內，了解那些時間（季節）和方位應配置驅鳥的警示設備，以減少飛行動物的進入，降低潛在撞擊威脅。

（三）除役期

除役期的生態工作，建議可以利用已完成的監測資料，透過適當的分析，考慮針對每一處風場的重點生態項目，進行重點性的普查工作。其結果應與環說書時期、施工期與營運期間的調查或監測結果，進行比對。建議可以檢視是否有物種消失、增加、數量減少或整體生物群集的改變等，均應妥善分析，以呈現開發計畫對環境的影響或改善。

二、環境監測計畫

開發單位在研擬環境監測計畫中，應依據在現況調查中所發現的重要的生態系因子，研擬指標項目，並以執行監測計畫應有的原則，採用同樣之方法，以定時、定量、定點的方式，逐一執行各項因子的監測工作，並建立資料。

監測工作所得到的成果，均應建立合理的數位資料檔，以提供資料的整合和分析。環境部的「原始數據共享倉儲系統」已訂有數位檔的基準格式內容，如附件六，應確實執行並建置數位資料庫。未來的成果和原始資料亦可考慮提供各界檢驗，並上傳到環境部的「原始數據共享倉儲系統」。

三、小結

綜合而言，離岸風力發電計畫對於海洋生態系，可能會因為所在的區域、生物物種特性和生態系的狀態而有某種程度之衝擊，但是可透過在環評階段的基準調查，了解開發區域的生態特性，再配合風場內風機之空間設置，以迴避、減輕衝擊或生態補償作為，進行必要的生態改善，並針對各項影響因子提出可行減輕衝擊對策後，預期可將這些較負面的影響降低。

聯合國於西元2015年提出的永續發展目標 (Sustainable Development Goals, SDGs) 中，就生態面而言，SDG-14和SDG-15均是離岸風力發電計畫中應該重視的永續發展指標，KM-GBF行動目標十五的ESG（環境保護、社會責任、公司治理）更是期望及要求開發單位善盡企業社會責任，提出更多吻合現況需求的良善環境監測計畫和生態環境改善或精進方案。建議每年應實施監測計畫的資料檢討會議，以釐清開發行為對海洋生態的影響，透過滾動式的努力來減少開發的可能影響。

參考文獻

環境保護署。2002。植物生態評估技術規範。行政院環境保護署，臺北市。

環境保護署。2011。動物生態評估技術規範，修訂一版。行政院環境保護署，臺北市。

環境保護署。2016。植物生態評估技術規範（草案），修訂一版。行政院環境保護署，臺北市。

環境保護署。2021。動物生態評估技術規範（草案），修訂二版。行政院環境保護署，臺北市。

陳孟仙。2020。離岸風力發電場生態保育環境監測研究：底棲環境改變對海洋生態之潛在影響案。國家海洋研究院，高雄市。

經濟部能源局。2021。離岸風場海洋生態研析：示範風場營運期海洋生態監測作業研究（摘要版）。經濟部能源局，臺北市。

經濟部能源局。2021。海洋生態調查與監測作業方法草案。經濟部能源

局，臺北市。

海洋保育署。2021。離岸風力發電生態調查方法指引（初稿）。海洋委員會海洋保育署，高雄市。

海洋保育署。2022。離岸風力發電生態調查方法指引（第一版）。海洋委員會海洋保育署，高雄市。

Allison, T. D., J. E. Diffendorfer, E. F. Baerwald, J. A. Beston, D. Drake, A. M. Hale, C. D. Hein, M. M. Huso, S. R. Loss, J. E. Lovich, M. D. Strickland, K. A. Williams, and V. L. Winder. 2019. Impacts to Wildlife of Wind Energy Siting and Operation in the United States. Issues in Ecology Report No. 21, The Ecological Society of America, Washington, D.C., US.

Bailey, H., K. L. Brookers, and P. M. Thompson. 2014. Assessing environmental impacts of offshore wind farms: lessons learned and recommendations for the future. *Aquatic Biosystems* 2014, 10:8
<http://www.aquaticbiosystems.org/content/10/1/8>

Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH). 2013. Investigation of the Impacts of Offshore Wind Turbines on the Marine Environment (StUK4). Available at
https://www.bsh.de/DE/PUBLIKATIONEN/_Anlagen/Downloads/Offshore/Standards/Standard-Auswirkungen-Offshore-Windenergieanlagen-Meeresumwelt.html

Christ, R. D., and R. L. Wernli, Jr. 2014. *The ROV Manual: A User Guide for Remotely Operated Vehicles*, 2nd edition. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.

Committee on Environmental Impacts of Wind Energy Projects. 2007. *Environmental Impacts of Wind-Energy Projects*. National Research Council of the National Academies, Washington, D.C., US.

Cook, A. S. C. P., E. M. Humphreys, E. A. Masden, and N. H. K. Burton. 2014. *The Avoidance Rates of Collision Between Birds and Offshore Turbines*. The British Trust for Ornithology, Marine Scotland Science, Norfolk, UK.

Dannheim, J., L. Bergstro, S. N. R. Birchenough, R. Brzana, A. R. Boon, J. W.

P. Coolen, J.-C. Dauvin, I. De Mesel, J. Derweduwen, A. B. Gill, Z. L. Hutchison, A. C. Jackson, U. Janas, G. Martin, A. Raoux, J. Reubens, L. Rostin, J. Vanaverbeke, T. A. Wilding, D. Wilhelmsson, and S. Degraer. 2020. Benthic effects of offshore renewables: identification of knowledge gaps and urgently needed research. *ICES Journal of Marine Science* 77:1092–1108.

Draget, E. 2014. Environmental Impacts of Offshore Wind Power Production in the North Sea: A Literature Overview. WWF Report, World Wide Fund for Nature, Oslo, Norway.

European Commission. 2020. Guidance Document on Wind Energy Developments and EU Nature Legislation. European Commission, Brussels, Belgium.

Herzog, M. H., G. Francis, and A. Clarke. 2019. *Understanding Statistics and Experimental Design: How to Not Lie with Statistics*. Springer, Cham, Switzerland.

Hutchison, Z. L., M. L. Bartley, S. Degraer, P. English, A. Khan, J. Livermore, B. Rumes, and J. W. King. 2020. Offshore wind energy and benthic habitat changes. *Oceanography* 33: 58-69. (Special Issue on Understanding the Effects of Offshore Wind Energy Development on Fisheries)

Kohler, K.E. and S.M. Gill, 2006. Coral point count with Excel extensions (CPCe): A Visual Basic program for the determination of coral and substrate coverage using random point count methodology. *Computers and Geosciences* 32:1259-1269.

Kraus, S. D., R. D. Kenney, and L. Thomas. 2019. A Framework for Studying the Effects of Offshore Wind Development on Marine Mammals and Turtles. Report prepared for the Massachusetts Clean Energy Center, Boston, and the Bureau of Ocean Energy Management, .

Lagerveld, S., D. Gerla, J. T. van der Wal, P. de Vries, R. Brabant, E. Stienen, K. Deneudt, J. Manshanden, and M. Scholl. 2017. Spatial and temporal occurrence of bats in the southern North Sea area. Wageningen Marine Research Report, Wageningen University & Research, Den Helder, The

Netherlands.

Long, R. J. 2013. Offshore Wind Energy Development and Ecosystem-based Marine Management in the EU: Are Regulatory Answers Really Blowing in the Wind? Pages 13-52 in *The Regulation of Continental Shelf Development: Rethinking International Standards*, Center for Oceans Law and Policy, Volume 17. DOI: https://doi.org/10.1163/9789004256842_003

Lüdeke, J. 2017. Offshore wind energy: Good practice in impact assessment, mitigation and compensation. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management* 19: <https://doi.org/10.1142/S1464333217500053>

McComb, B. C., B. Zuckerberg, D. G. Vesely, and C. A. Jordan. 2020. *Monitoring Animal Populations and Their Habitats: A Practitioner's Guide*. Oregon State University, Corvallis, Oregon, US.

Quinn, G. P., and M. J. Keough. 2002. *Experimental Design and Data Analysis for Biologists*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Silvy, N. J., editor. 2020. *The Wildlife Techniques Manual*, 8th edition. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland.

WWF European Policy Office. 2021. *Nature Protection and Offshore Renewable Energy in the European Union: Position Paper*. WWF European Policy Office, Brussels, Belgium.

Zucco, C., W. Wende, T. Merck, I. Köchling, and J. Köppel, editors. 2006. *Ecological Research on Offshore Wind Farms: International Exchange of Experiences PART A: Assessment of Ecological Impacts*. Bundesamt für Naturschutz (BfN), Federal Agency for Nature Conservation, Bonn, Germany.