



108年鯨豚觀察員培訓課程參考教材  
相關內容請逕依最新研究或規定調整

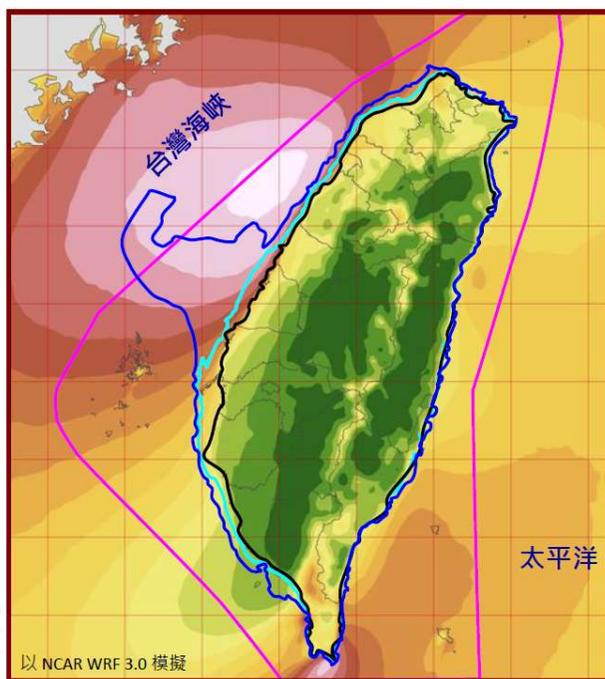
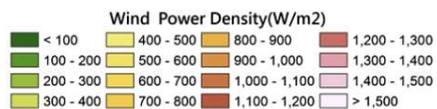
# 打樁工程與減輕措施



# 臺灣海峽風能資源評估

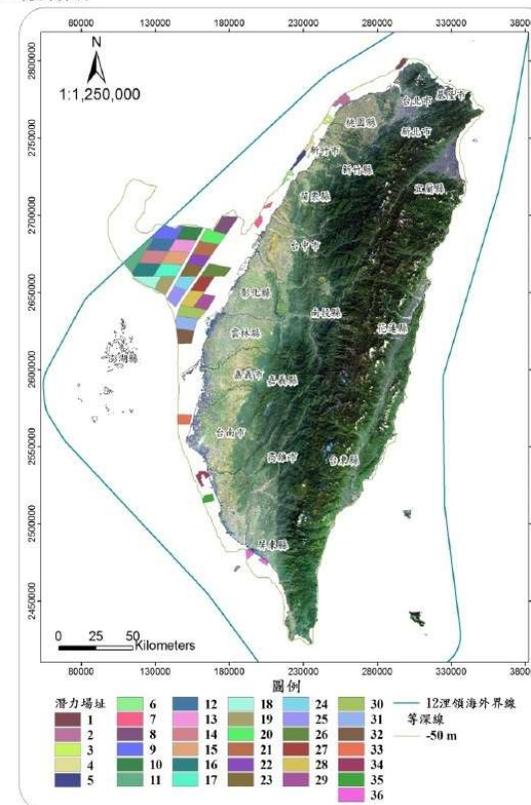
108年鯨豚觀察員培訓課程參考教材  
 相關內容請逕依最新研究或規定調整

- 淺海區 (5-20 m)
  - 面積: 1,779.2 km<sup>2</sup>
  - 潛能: 9 GW
  - 可開發: 1.2 GW
- 深海區 (20-50 m)
  - 面積: 6,547 km<sup>2</sup>
  - 潛能: 48 GW
  - 可開發: 5 GW
- 極深區 (> 50 m)
  - 潛能: 90 GW
  - 可開發: 9 GW



資料來源：工研院綠能所 (2011)臺灣風能評估手冊

潛力場址範圍圖資料

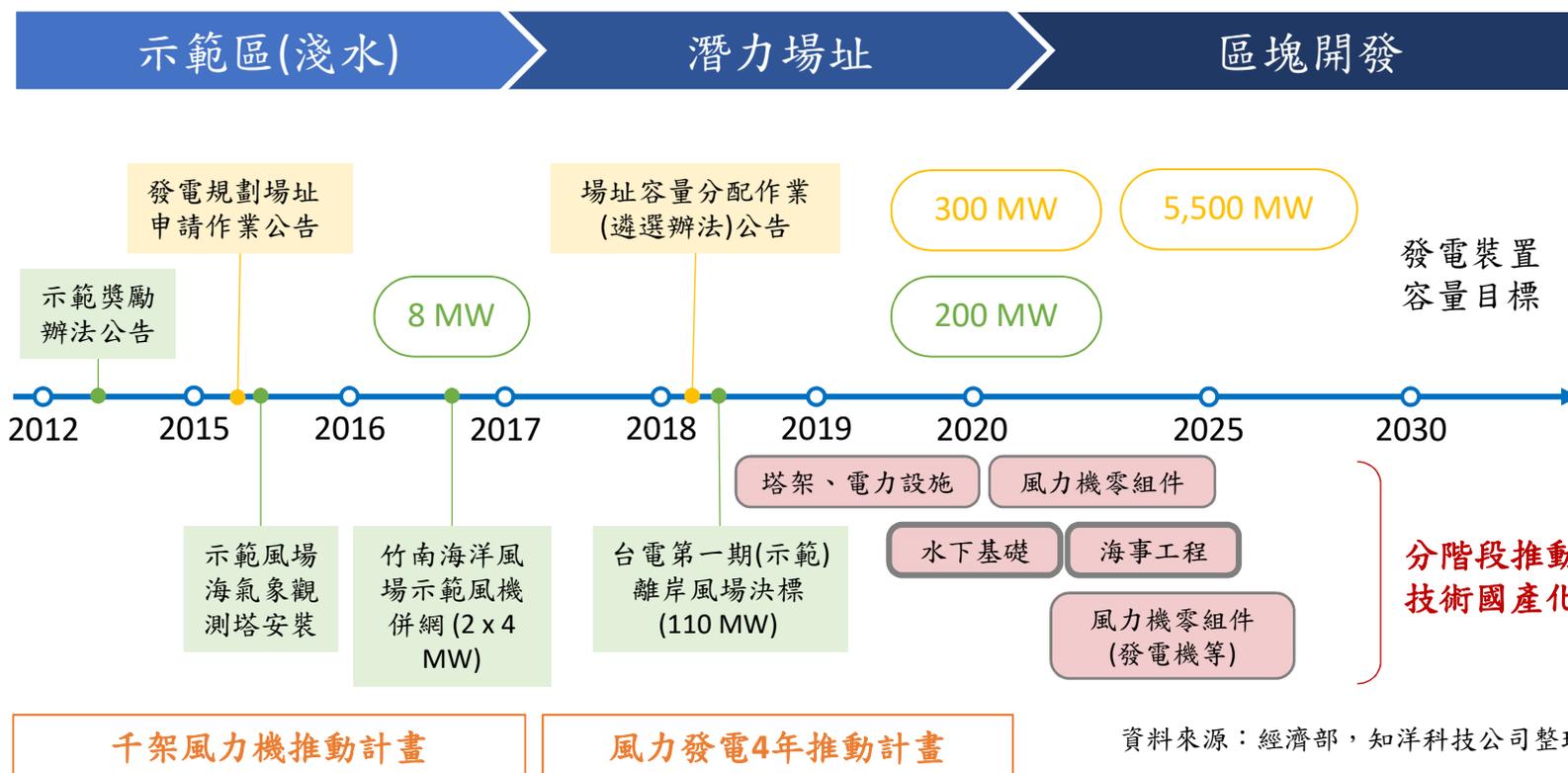


圖片來源：經濟部能源局 104年7月2日公告



# 離岸風電政策推動策略與目標

108年鯨豚觀察員培訓課程參考教材  
相關內容請逕依最新研究或規定調整





# 示範風場及潛力場址遴選結果

108年鯨豚觀察員培訓課程參考教材  
 相關內容請逕依最新研究或規定調整

風場開發商 Developer	風場或潛力場址 Wind Farm / Potential Site	核配容量 Capacity (MW)	併網年度 On-grid by Year
上緯/麥格理/沃旭 (Swancor/Macquarie/Ørsted)	示範(海洋)	100	2019
台電(TPC)	示範(第一期)	100	2019-2020
上緯/麥格理 (Swancor/Macquarie)	海能No. 5, 6 (苗栗)	378	2020
達德(wpd)	允能(雲林)	360+348	2020/2021
達德(wpd)	麗威No. 2 (桃園)	350	2021
沃旭(Ørsted)	大彰化No. 14, 15	900	2021
哥本哈根基金(cip)	彰芳No. 27 (彰化)	100+452	2021+2023
哥本哈根基金(cip)	西島(彰化)	48	2024
中鋼(CSC)	中能No.29 (彰化)	300	2024
台電(TPC)	第二期N.26 (彰化)	300	2024
玉山能源/北陸(Yushan/NPI)	海龍No. 18, 19 (彰化)	300+744(競)	2024
沃旭(Ørsted)	大彰化No. 12, 14	920(競)	2025

資料來源：經濟部公告，知洋科技公司整理(2018)

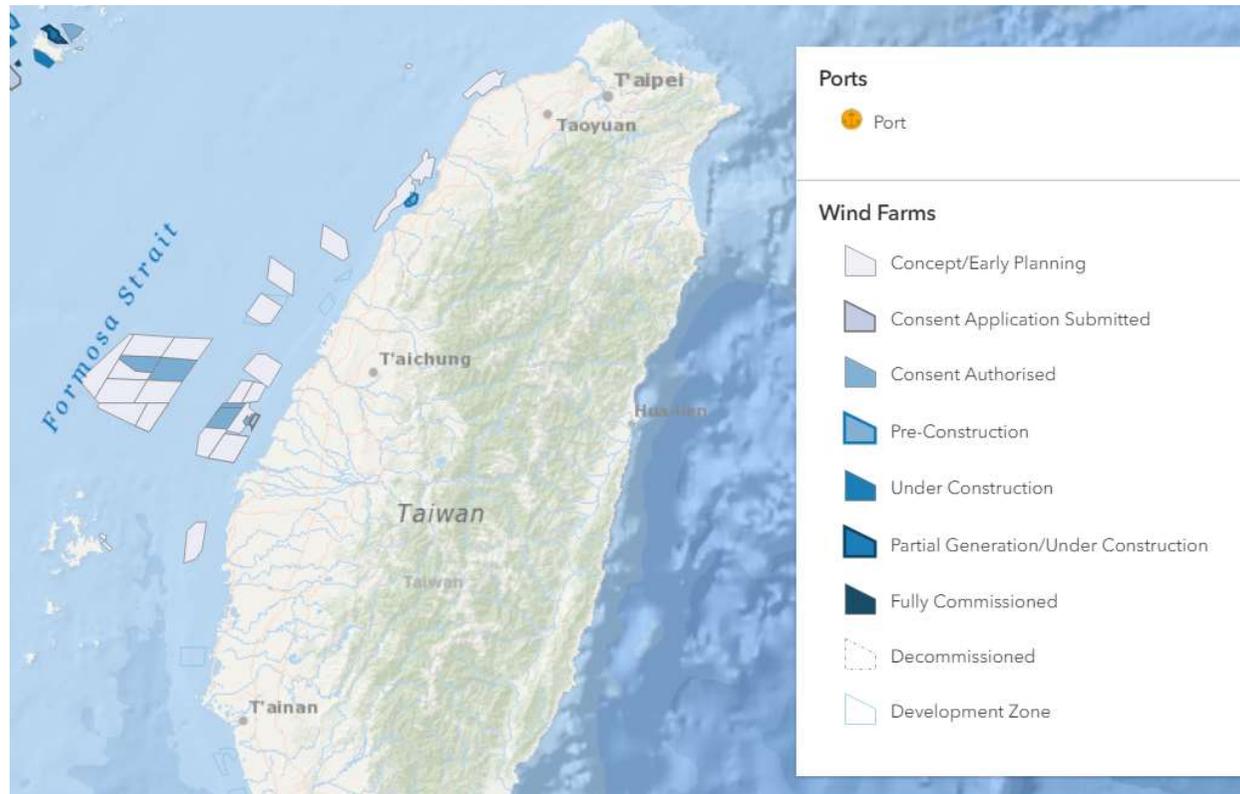


圖片來源：4COffshore (www.4coffshore.com)



# 臺灣離岸風場開發進度公開資訊

108年鯨豚觀察員培訓課程參考教材  
相關內容請逕依最新研究或規定調整

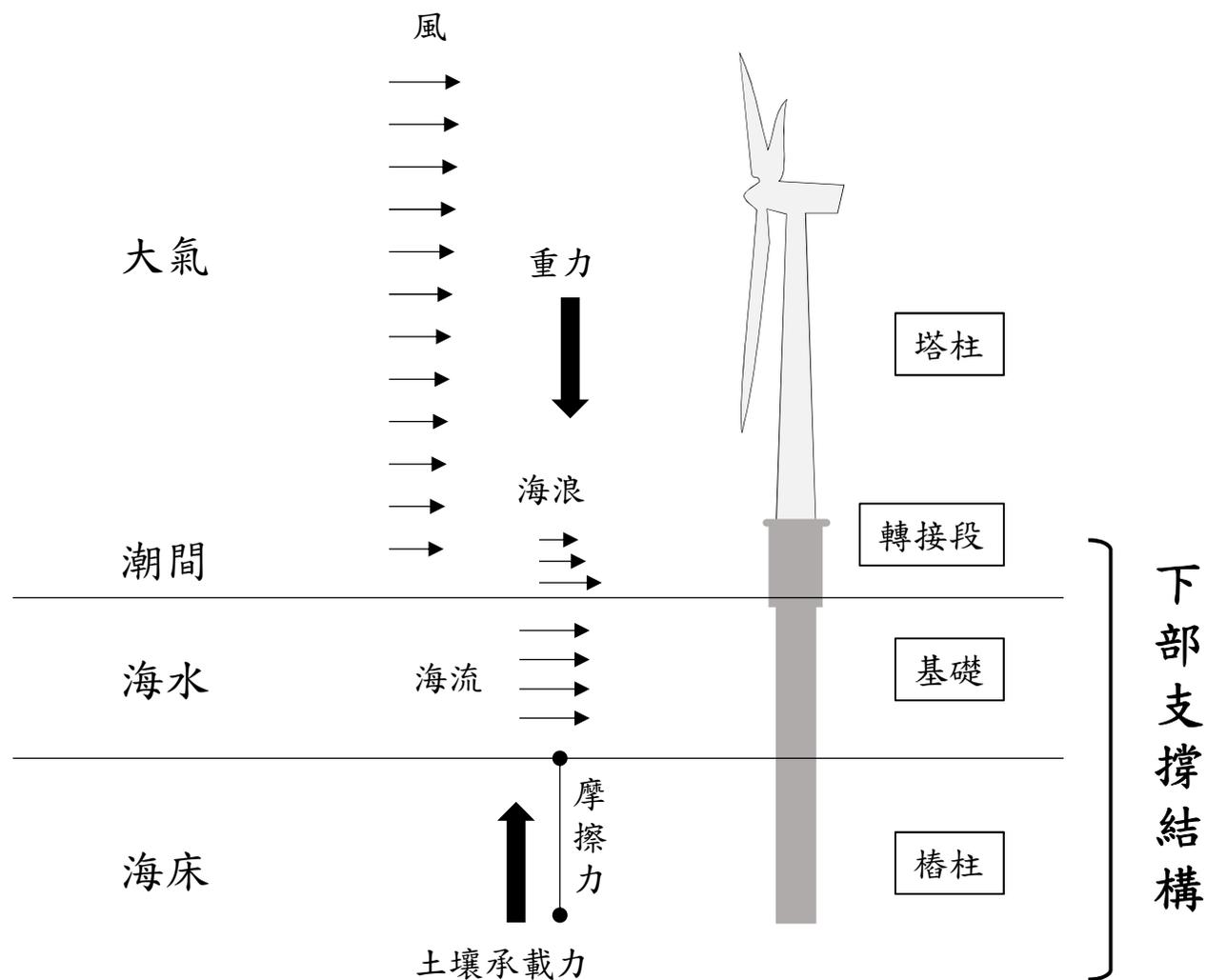


圖片來源：4Coffshore (2019/4/8) ([www.4coffshore.com](http://www.4coffshore.com))



# 離岸風機支撐結構介紹

108年鯨豚觀察員培訓課程參考教材  
相關內容請逕依最新研究或規定調整

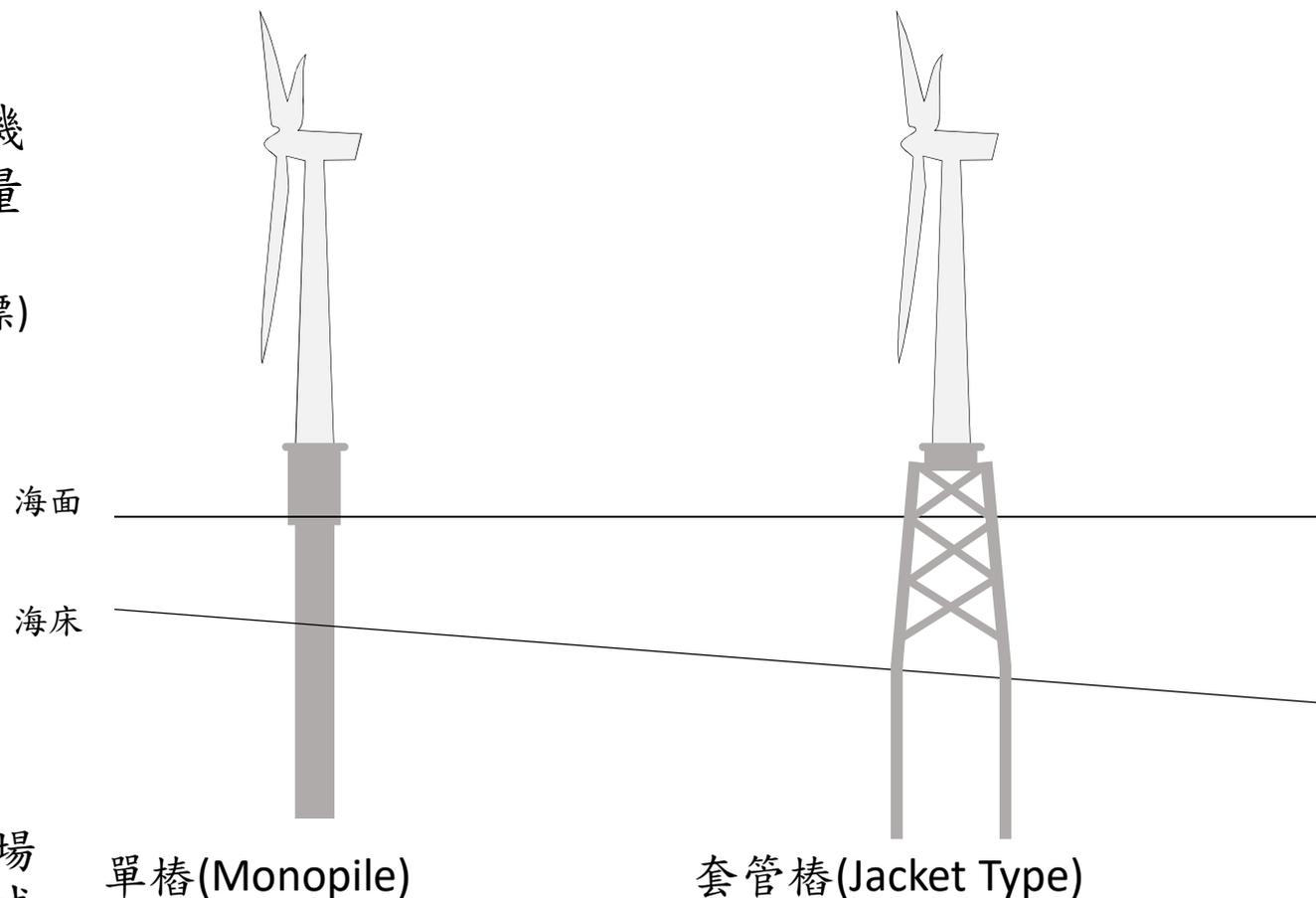




# 離岸風機水下基礎型式

108年鯨豚觀察員培訓課程參考教材  
相關內容請逕依最新研究或規定調整

臺灣離岸風機  
裝置額定容量  
4.0~9.5 MW  
(2019年技術指標)

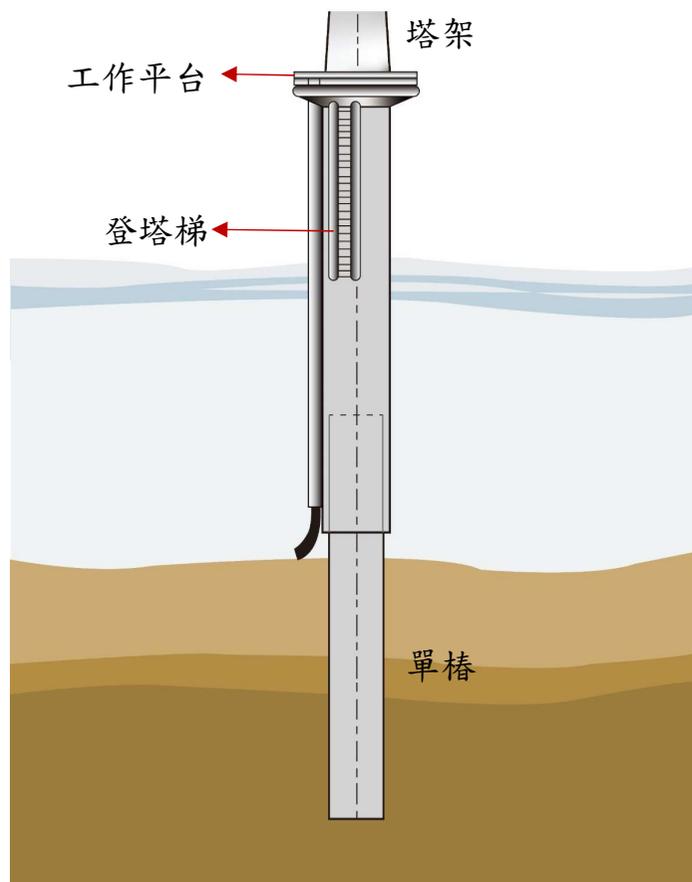


臺灣離岸風場  
大多採用型式



# 水下基礎單樁附屬結構

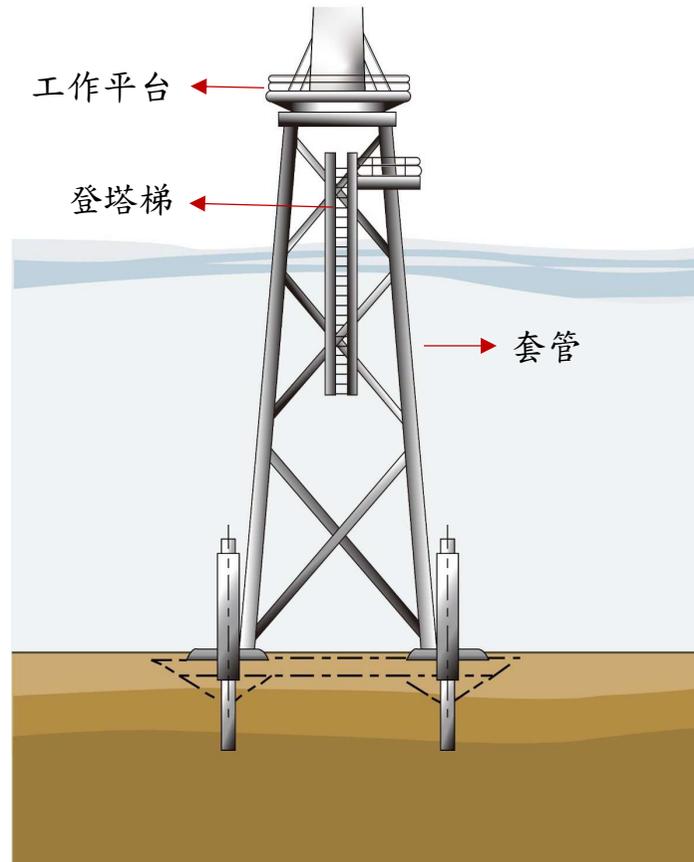
108年鯨豚觀察員培訓課程參考教材  
相關內容請逕依最新研究或規定調整





# 水下基礎套管樁附屬結構

108年鯨豚觀察員培訓課程參考教材  
相關內容請逕依最新研究或規定調整





# 水下基礎型式規格比較

108年鯨豚觀察員培訓課程參考教材  
相關內容請逕依最新研究或規定調整

比較項目	單樁	套管樁
適用水深	淺水(<30 m)	深水(20~50 m)
結構重量	輕	重
樁柱數量	1	3~4
樁柱直徑	6公尺	2公尺
樁柱長度	長	短
參考案例	London Array 厚度 150 mm 總重 650 t	

資料來源：4coffshore網站，知洋科技整理(2019/4/8)  
<https://www.4coffshore.com/windfarms/monopiles-support-structures-aid4.html>  
<https://www.4coffshore.com/news/jacket-or-lattice-structures-aid5.html>



# 施工單位的減輕措施方案

108年鯨豚觀察員培訓課程參考教材  
相關內容請逕依最新研究或規定調整

## ■ 改變源頭

例如：改變打樁施工法、降低打樁功率、減噪工法

## ■ 改變途徑

例如：打樁噪音應避開受體敏感的聽力頻率範圍



# 打樁工法改變

108年鯨豚觀察員培訓課程參考教材  
相關內容請逕依最新研究或規定調整

- 使用油壓衝擊式取代重錘式，降低整體噪音量
- 歐洲正研發水壓衝擊式打樁機，降低並減少低頻噪音量



# 打樁緩啟動

108年鯨豚觀察員培訓課程參考教材  
相關內容請逕依最新研究或規定調整

- 在剛開始打樁時，僅使用1/2或1/3或更低的打樁功率，產生不足以傷害鯨豚聽力的噪音，驅使在打樁附近的鯨豚離開。
- 從歐洲離岸風場的經驗，緩啟動是有效驅離海豚的減輕措施。



# 減噪工法

108年鯨豚觀察員培訓課程參考教材  
相關內容請逕依最新研究或規定調整

- 氣泡幕：對高頻噪音較有效
  - 單層
  - 雙層
- 圍籬(cofferdam)：對低頻噪音較有效
- 氣球網
- 多層複合材料套管





# 減噪工法選擇

108年鯨豚觀察員培訓課程參考教材  
相關內容請逕依最新研究或規定調整

- 與降低水下噪音的幅度有關
- 以降低水下噪音頻段為考量  
(與減輕措施的受體對象有關)
- 必要時須採用多重減噪方式



# 減輕措施監測必要性

108年鯨豚觀察員培訓課程參考教材  
相關內容請逕依最新研究或規定調整

- 當環境影響評估認定有各種程度影響時，在減輕措施執行下，開發單位必須有監測數據佐證減輕措施效果
- 監測數據不只有環境條件資料，還有受體(如鯨豚)改變調查資料
- 對生態影響而言，必須倚賴長期監測數據才能佐證減輕措施效果



# 水下噪音監測目的

108年鯨豚觀察員培訓課程參考教材  
相關內容請逕依最新研究或規定調整

以儀器測量推估鯨豚現場實際聽到水下聲壓值





# 水下噪音監測與研究之差異比較

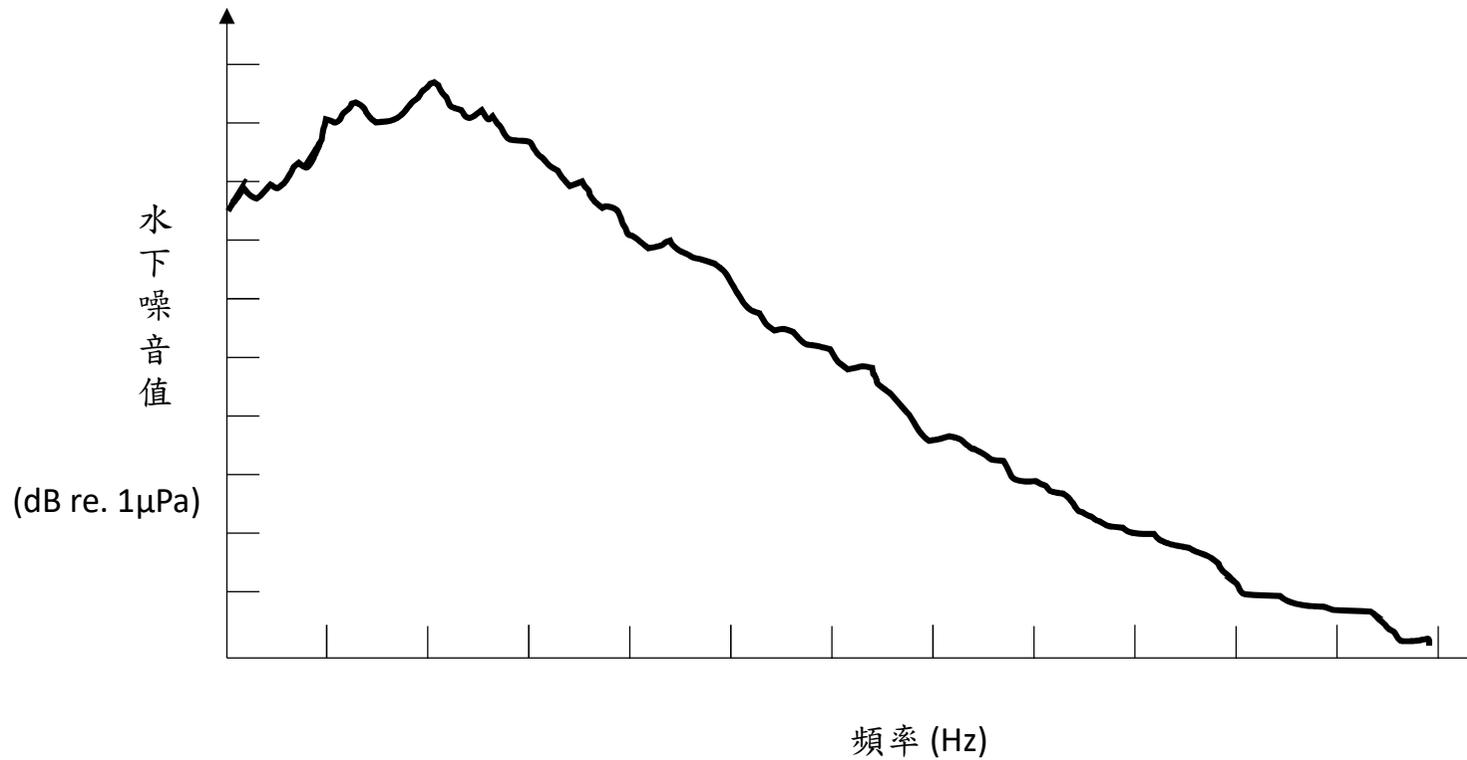
108年鯨豚觀察員培訓課程參考教材  
相關內容請逕依最新研究或規定調整

比較項目	水下噪音監測	水下噪音研究
測量目標	減輕措施效果	發生原因
分析目的	增減或合格	變化趨勢
測量位置	施工區及對照區	顯著改變位置
測量期程	依影響程度	依研究目標
作業方式	依標準或規範	依研究目標
設備規格	依標準或規範	依研究目標
錯誤容許	低	中
數據公開	必要(環評法)	非必要



# 水下噪音頻譜圖

108年鯨豚觀察員培訓課程參考教材  
相關內容請逕依最新研究或規定調整

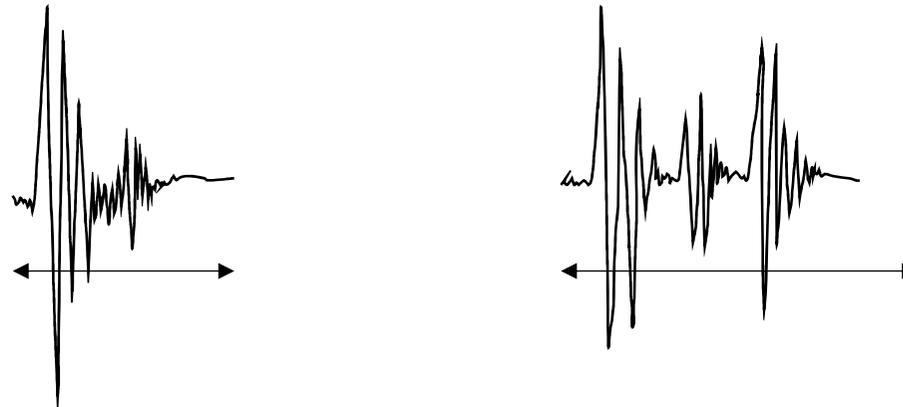




# 水下噪音聲曝值計算

108年鯨豚觀察員培訓課程參考教材  
相關內容請逕依最新研究或規定調整

採用聲曝值(sound exposure level)計算方式較符合  
哺乳類動物對噪音的聽覺及壓力反應

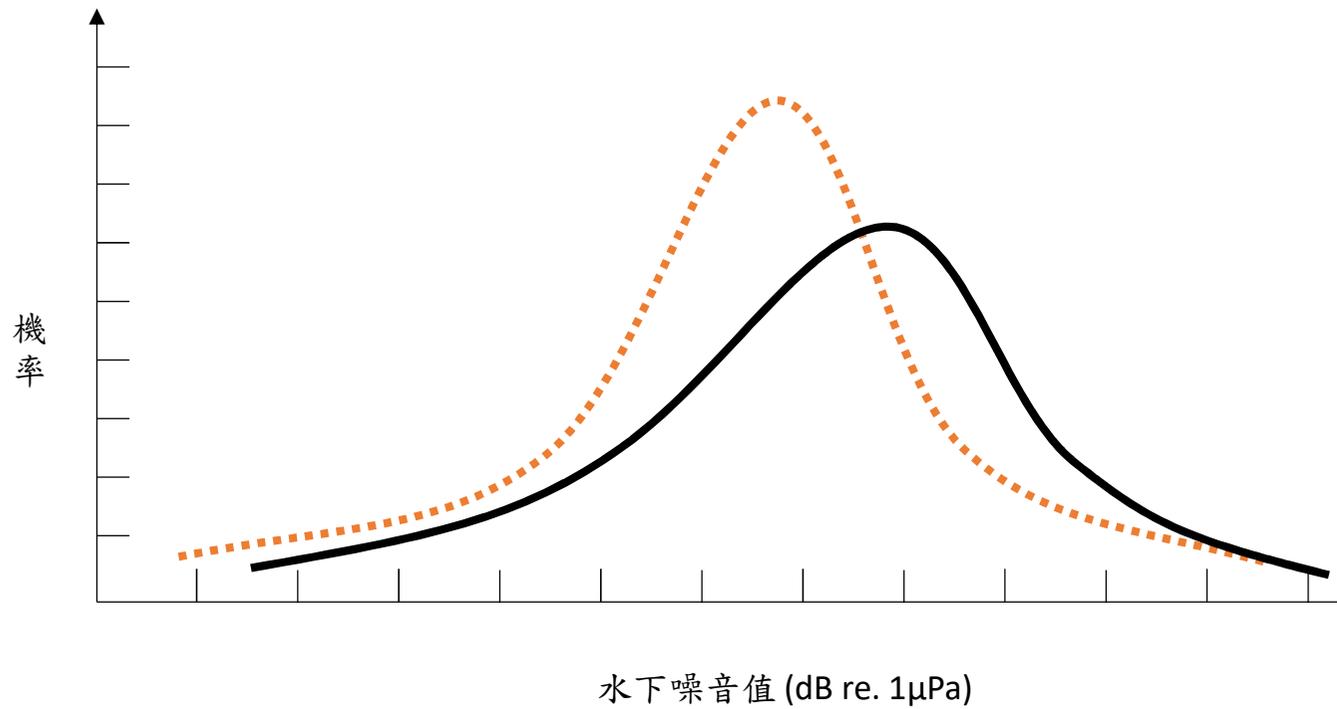


隨噪音影響時間累積聲壓值



# 水下噪音發生機率統計圖

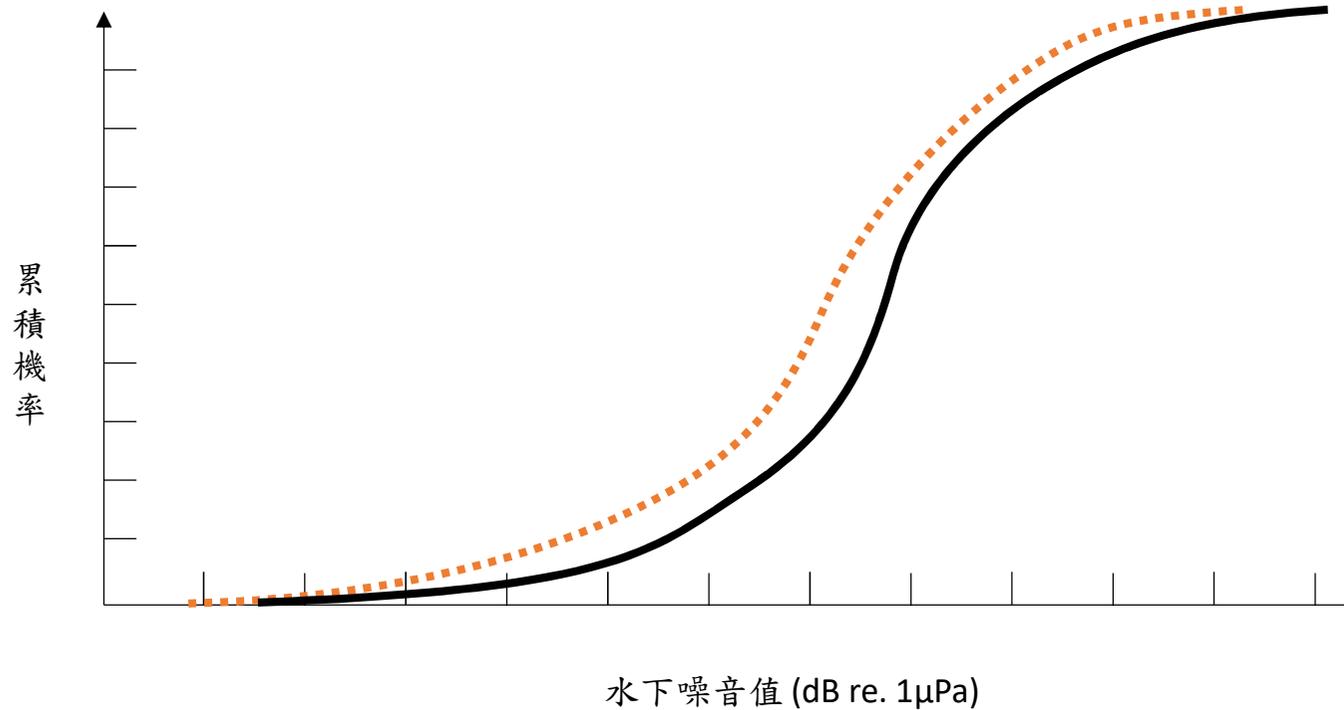
108年鯨豚觀察員培訓課程參考教材  
相關內容請逕依最新研究或規定調整





# 水下噪音累積機率統計圖

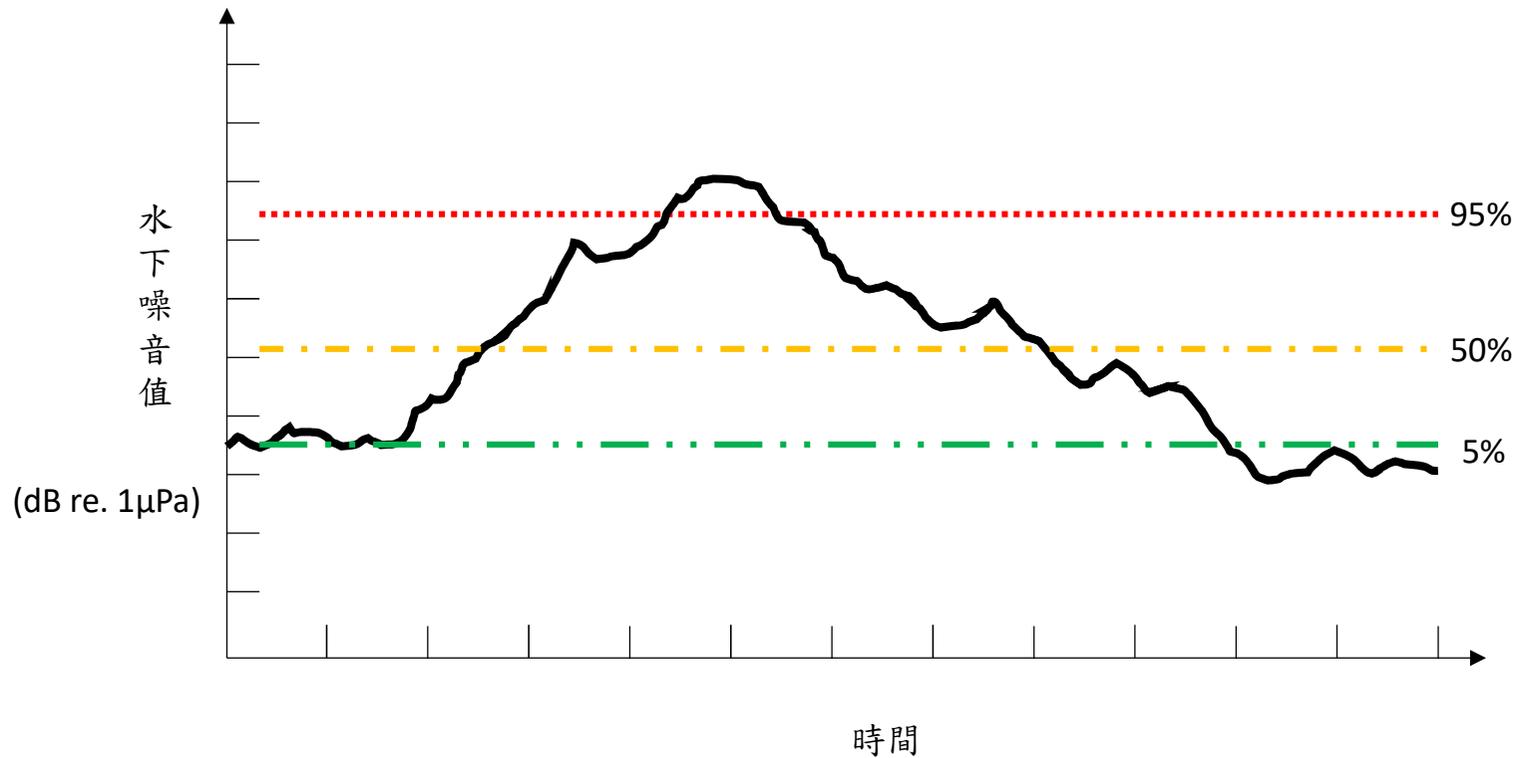
108年鯨豚觀察員培訓課程參考教材  
相關內容請逕依最新研究或規定調整





# 水下噪音時間序列分析

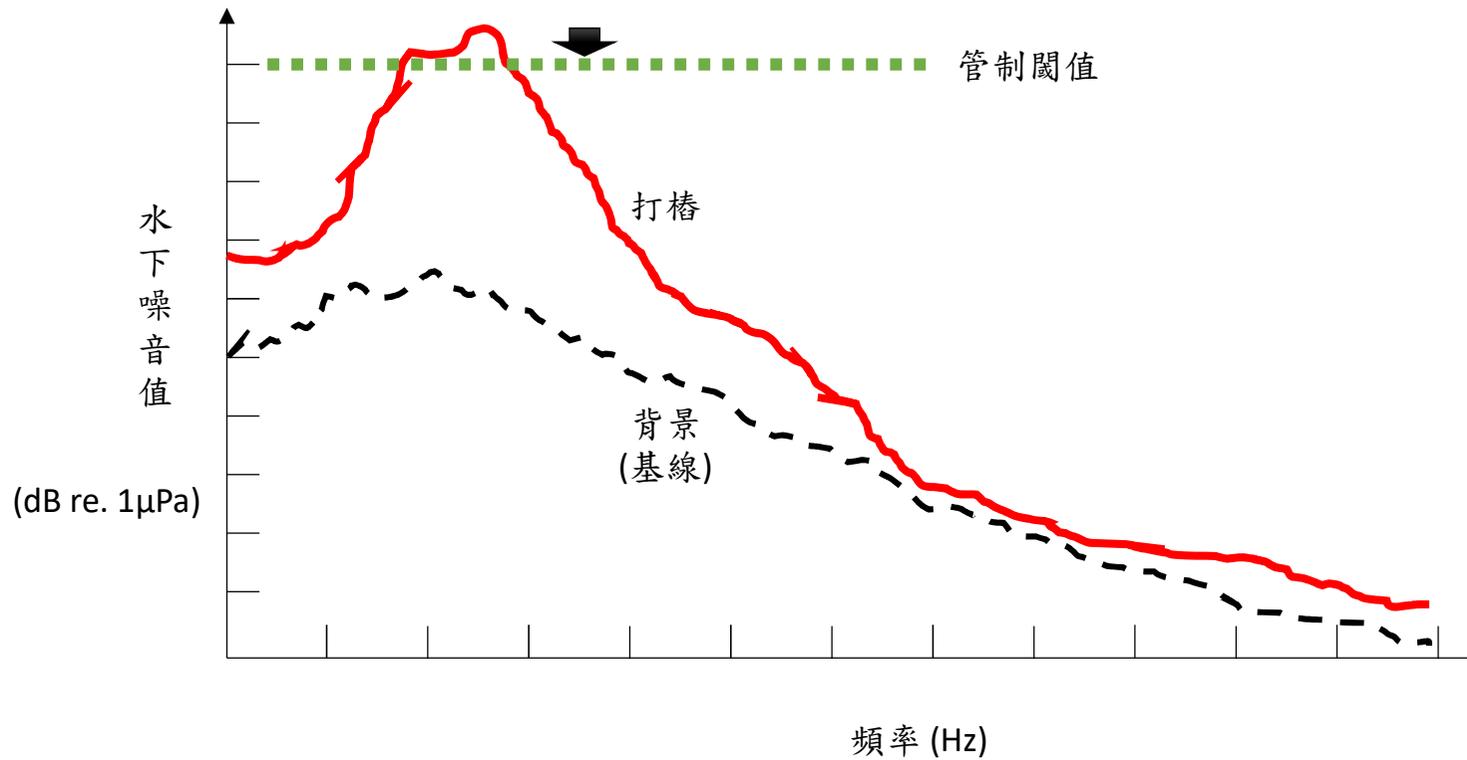
108年鯨豚觀察員培訓課程參考教材  
相關內容請逕依最新研究或規定調整





# 水下噪音管制閾值監測

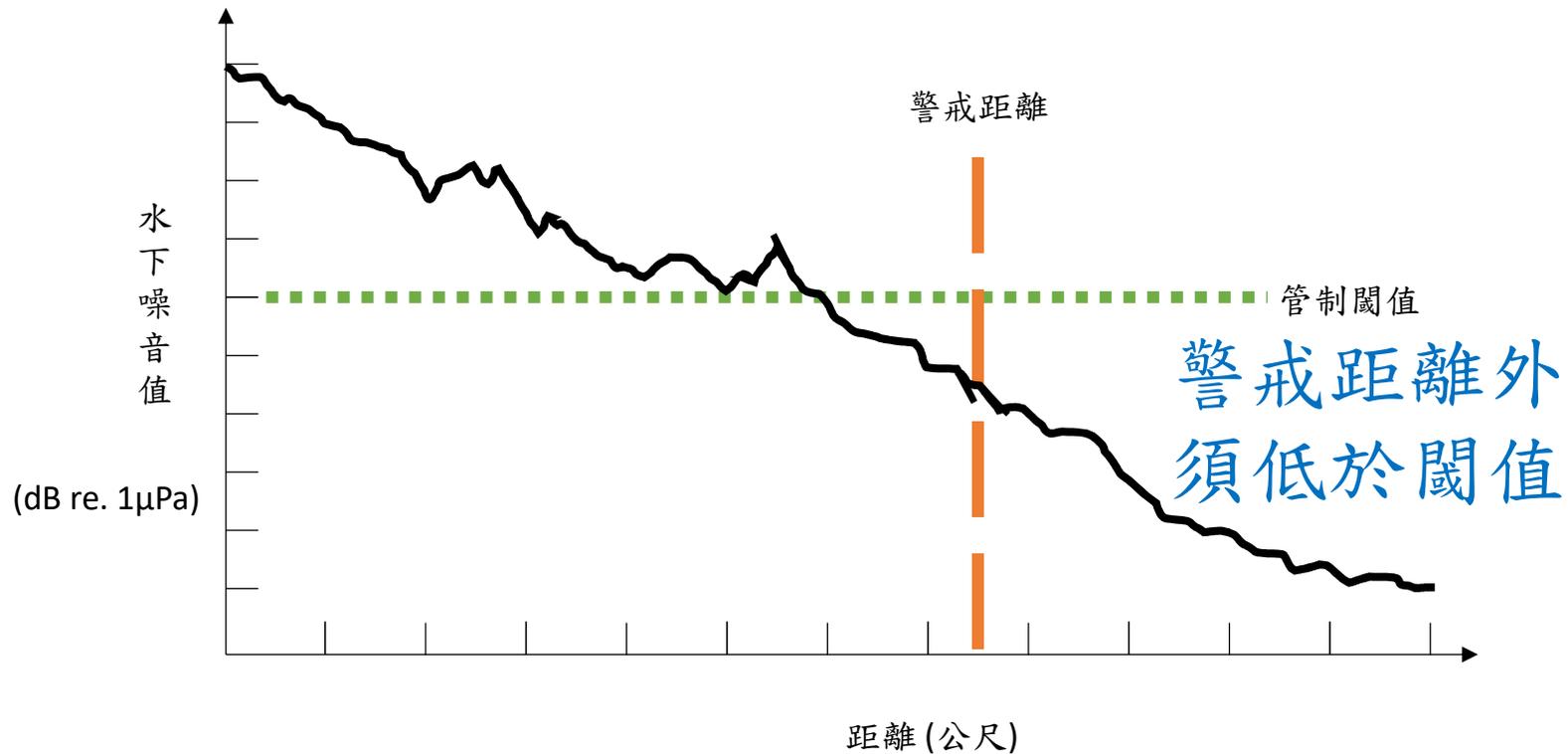
108年鯨豚觀察員培訓課程參考教材  
相關內容請逕依最新研究或規定調整





# 水下噪音警戒距離監測

108年鯨豚觀察員培訓課程參考教材  
相關內容請逕依最新研究或規定調整





# 水下噪音警戒距離(半徑)

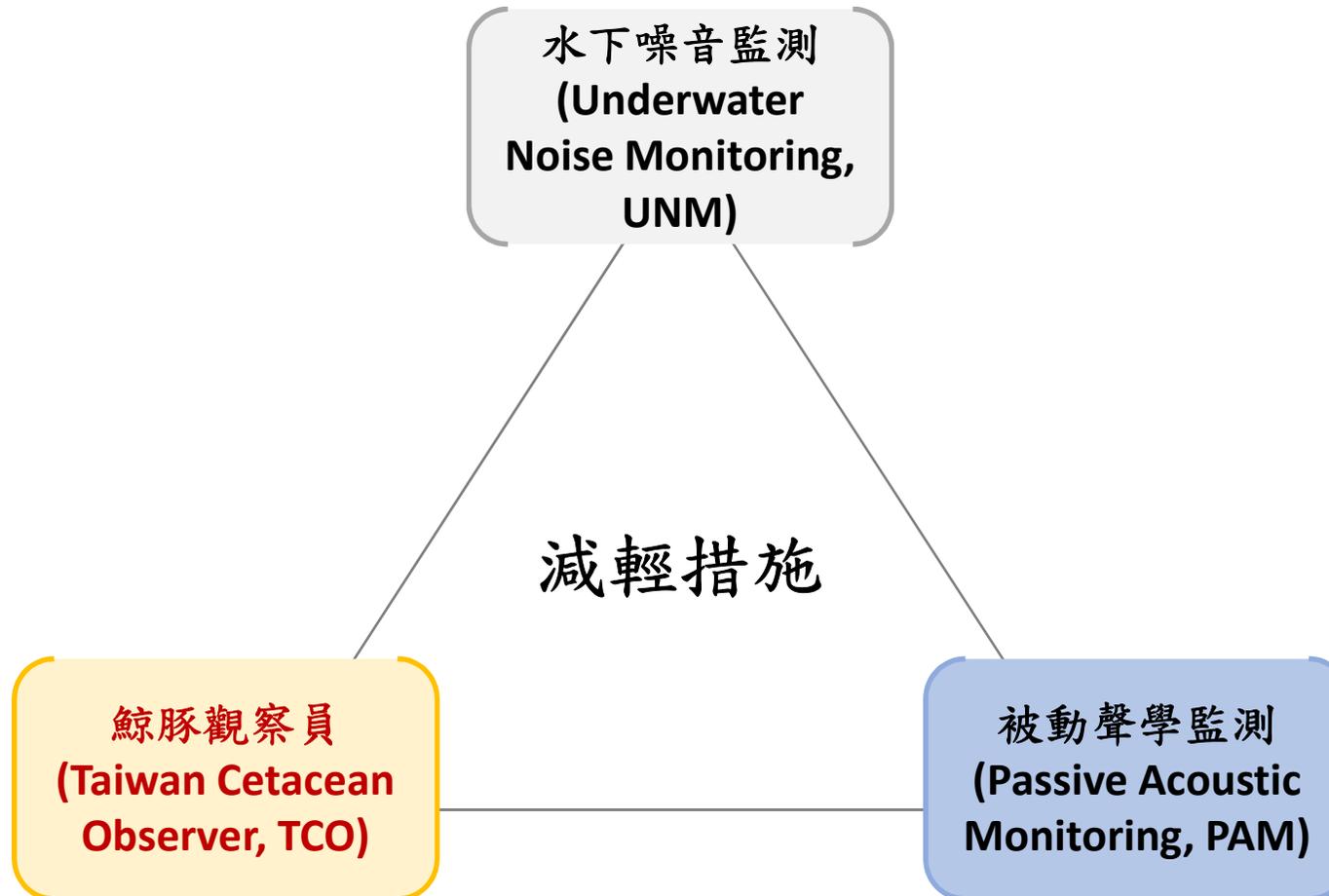
108年鯨豚觀察員培訓課程參考教材  
相關內容請逕依最新研究或規定調整

- 水下噪音警戒距離與鯨豚聽力閾值相關
- 鯨豚聽力閾值越敏感則警戒距離應越大
- 聽力閾值評估不一定需要鯨豚聽力加權  
(當有行為改變聽力閾值時)



# 水下噪音影響減輕措施

108年鯨豚觀察員培訓課程參考教材  
相關內容請逕依最新研究或規定調整





# 離岸風機打樁減輕措施監測方式

108年鯨豚觀察員培訓課程參考教材  
相關內容請逕依最新研究或規定調整

Mitigation zone  
警戒區外圍

Construction  
emergency zone  
工作區危險範圍

TIV工作船

Piling  
打樁

Cofferdam  
減噪圍籬

Bubble curtain  
減噪氣泡幕

TCO鯨豚觀察員

PAM 被動聲學監測

UNM 水下噪音監測

監測範圍依據不同施工計劃而異



# 減輕措施對鯨豚生態調查方式

108年鯨豚觀察員培訓課程參考教材  
相關內容請逕依最新研究或規定調整

鯨豚觀察  
Cetacean Observation



<http://www.seichetraining.com/jncc-mmo-course>

被動聲學監測  
Passive Acoustic Monitoring

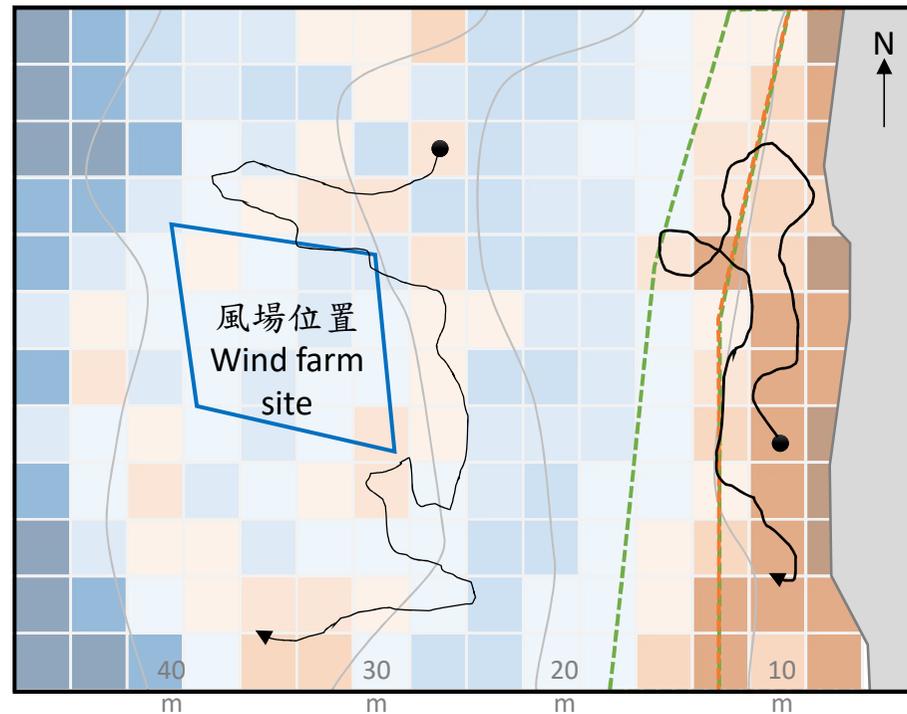


<http://www.seichetraining.com/pam-level-2>

海洋哺乳類標記追蹤  
Marine Mammal Tagging



<https://dosits.org/galleries/technology-gallery/observing-and-monitoring-marine-animals/passive-acoustic-recording-tags/>



圖片來源：知洋科技公司



# 參考資料

108年鯨豚觀察員培訓課程參考教材  
相關內容請逕依最新研究或規定調整

- The Crown Estate. (2010). A Guide to an Offshore Wind Farm. <https://bvgassociates.com/>
- [www.4coffshore.com](http://www.4coffshore.com)
- 臺灣風能評估手冊