

標題：離岸風電發展與水下基礎之探討

●屬性：技術

●期別：第 341 期

●資料來源：

[1] U.S. Department of Energy, 2018 Offshore Wind Technologies Market Report,2018.

[2] D. Moulas, M. Shafiee, “Damage analysis of ship collisions with offshore wind turbine foundations”,2017.

離岸風電發展與水下基礎之探討

依據市場調查顯示，2018 年全球新的離岸風電裝機容量達到了創紀錄的 5652 MW，如圖 1 所示。全球容量的增加可歸因於來自亞洲市場的強勁部署，中國大陸離岸風電新增裝機容量 2652 MW，其次是英國的 2120 MW，德國的 835MW，丹麥的 28 MW。截至 2018 年底，全球海上風電裝機容量增加到 22592 MW，對於後續的預測，表示基於當前正在建設的項目，全球新產能將增加。全球離岸風電市場仍以歐洲為中心，累計裝機容量約為 17,979 MW，亞洲是第二大區域市場，擁有 4,639 MW，而北美是第三大市場。OWDB 表示，未來的市場增長將轉向亞洲和美國市場。

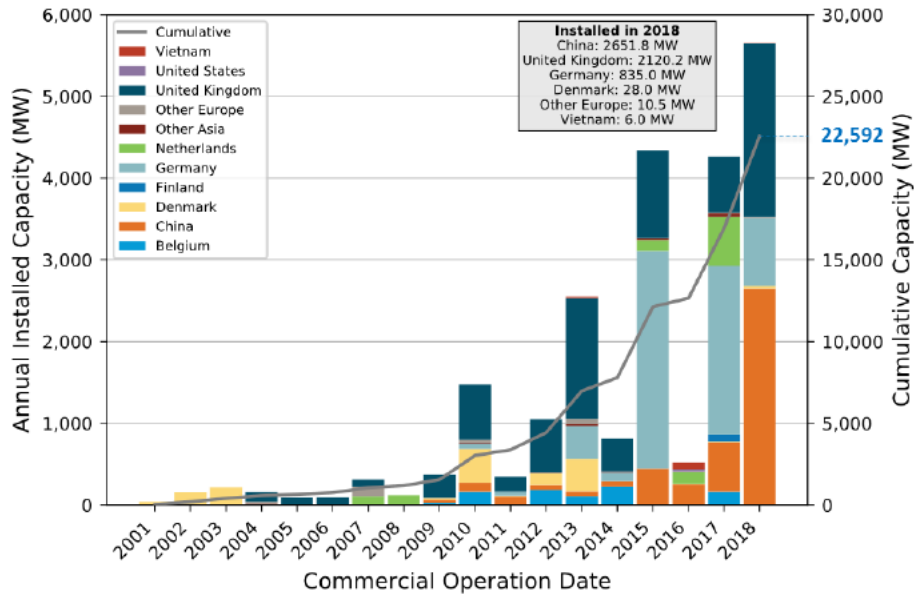


圖 1 全球 2018 年離岸風電(Source: U.S. Department of Energy, "2018 Offshore Wind Technologies Market Report")

水下基礎型式

配合不同場址環境條件，水下基礎會呈現不同樣貌；台灣的地質及海氣象情況與歐洲不同，歐洲風場風況穩定，地貌多呈平坦，而台灣除了受颱風、地震等天然災害威脅外，由於西部海域多屬海床沈積層，以砂土與黏土層層堆疊，容易面臨潮流不斷沖刷而產生侵蝕問題，致使水下基礎在設計階段，便須將這些特殊因素納入考量。且因容量更大的風力機有助於捕捉較多風能，隨著風力機設計與製造技術更臻成熟，水下基礎穩定度要求更為嚴謹，不同海床條件所適用的水下基礎型式不同；依固定式基礎結構，水下基礎大致可分為幾種型態，包含重力式(Gravity base)、吸力沉箱(Suction bucket)、單樁式(Monopile)、三腳式(Tripod)與套管式(Jacket)等，如圖 2 所示。

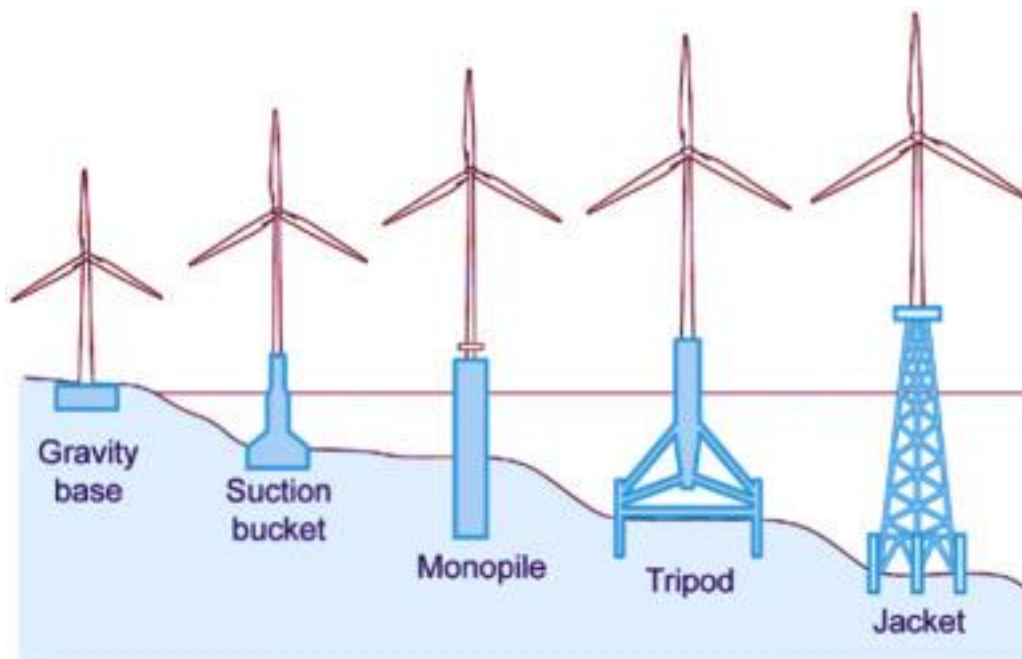


圖 2 幾種不同水下基礎型式(Source: D. Moulas, M. Shafiee, “Damage analysis of ship collisions with offshore wind turbine foundations”)

離岸風電水下基礎類型之占比

對於離岸風力發電水下基礎，特別是單樁基礎是這種海上基礎結構中最常用的，經統計單樁式基礎仍然是最常見的安裝結構類型，隨著離岸風電朝更遠更深海域的開發，套管式基礎的使用也有越來越多的趨勢；圖 3 顯示了 2018 年底運行的固定式水下基礎結構類型，2018 年單樁式基礎持續在全球離岸風機的營運中占主導地位，佔總市場的 73.5%。其他水下結構類型，如重力式、套管式、三腳架式和浮動式基礎，各自約佔市場的 5%。展望未來，開發人員已說明計畫將套管式基礎的使用量增加大約四倍，這種變化對應於在更深的水深中開發以及增加套管式製造選項。基於重力的基礎，在安裝過程中不需要打樁，從而消除了水下噪聲以及對海洋哺乳動物的潛在負面影響，也有慢慢提高其市場使用率趨勢。對於水深超過 60m 時，則需要使用浮動式基礎。

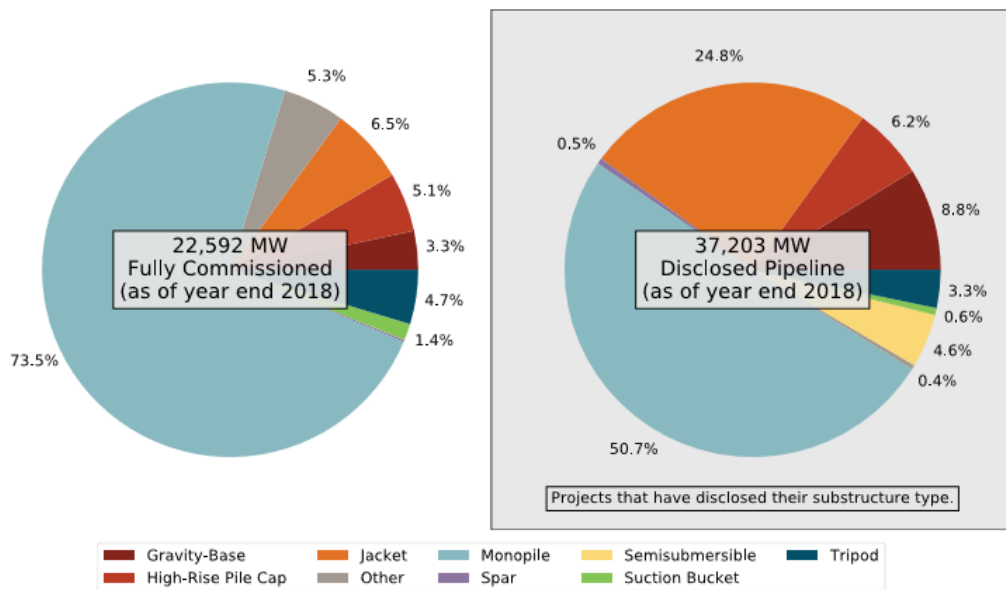


圖 3 不同水下基礎類型之占比 (Source: U.S. Department of Energy, "2018 Offshore Wind Technologies Market Report")

不同水深的基礎支撐結構類型

對於水深較淺的海域，單樁和混凝土重力基礎是好的解決方案，在 25m 至 50m 水深則以套管式或三角架式較為經濟，對於這種固定式類型的支撐結構，必須以最低的成本維持強度和剛度要求，以防止由於結構的不可接受的位移或旋轉而導致結構元件疲勞。在深水海域則用拉力錨固定在海床上的浮動支撐平台是最經濟的解決方案，這些基礎概念如圖 4 之示意圖所示

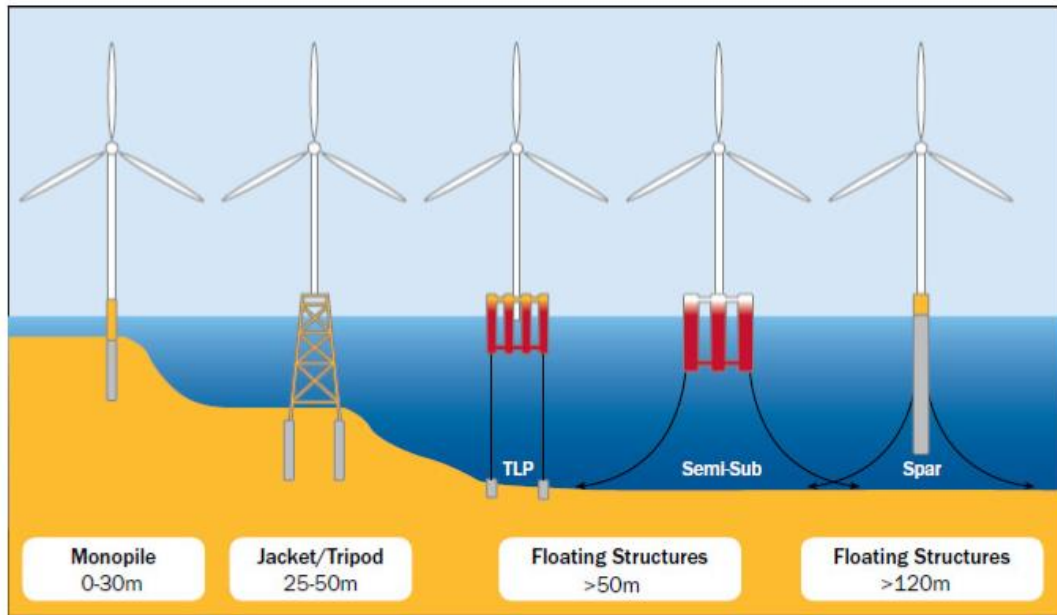


圖 4 根據水深選擇的支撐結構類型 (Source: Fazeres - Ferradosa T., “Risk analysis of dynamic scour protection systems for the optimization of offshore foundations”)

對於更深、距離海岸更遠的水下基礎，近幾年來有各種式各樣的海上支撐結構在不斷增加，美國、中國、日本、挪威和許多其他國家/地區的許多海上風資源潛力都可在 30m 以上的水中建置。在離岸風場中，水下基礎是整個結構中最昂貴的元件之一，僅次於風力機機艙，佔海上風力發電機的 20%~35%。若僅考慮安裝，則水下基礎實際上是最昂貴的組件。基於這些原因，希望透過優化結構設計來獲得較佳的經濟效率。離岸風電水下基礎的發展歷程如圖 5 所示。

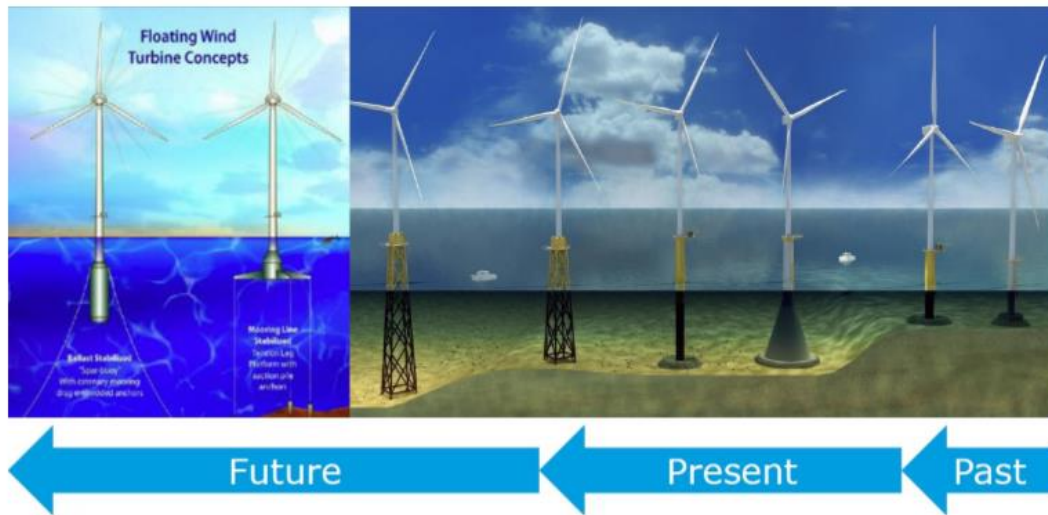


圖 5 離岸風電水下基礎的發展歷程(Source: N. Dedic, “Offshore Wind Turbine Foundation”)