

離岸風力規劃設計施工及 船舶後勤介紹 A

蕭計畫經理永盛

中興工程顧問公司

中國土木水利工程學會 能源委員會

離岸風力規劃設計施工 及船舶後勤介紹A

中興工程顧問公司 蕭永盛

2017年 10月

簡報大綱

- 前言
- 規劃設計
 - 基本資料蒐集及環境調查
 - 離岸風電相關法規
 - 風能評估與風機選擇
 - 結構選擇、設計與考量
 - 系統及電氣規劃
 - 碼頭與海事工程
 - 運轉與維護

前言 台灣離岸風力潛能

•淺海域(5-20m)

- 面積：1,779.2 km²
- 總潛能：9 GW
- 可開發：1.2 GW

•中海域(20-50m)

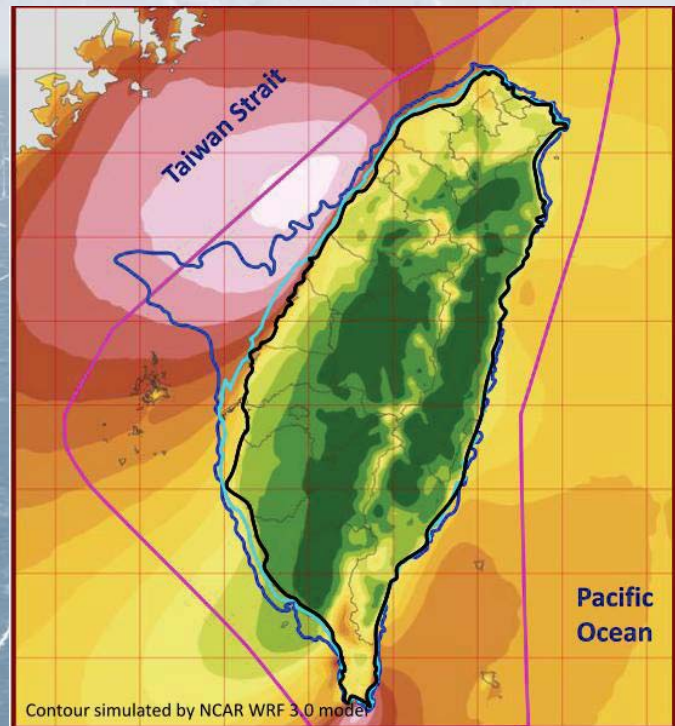
- 面積：6,547 km²
- 總潛能：48 GW
- 可開發：5 GW

•深海域(>50m)

- 總潛能：90 GW
- 可開發：9 GW

風能密度(W/m²)

< 100	400 - 500	800 - 900	1,200 - 1,300
100 - 200	500 - 600	900 - 1,000	1,300 - 1,400
200 - 300	600 - 700	1,000 - 1,100	1,400 - 1,500
300 - 400	700 - 800	1,100 - 1,200	> 1,500



3

前言 台灣離岸風力發展之環境挑戰

離岸風力發展所面臨之台灣工程環境挑戰

1. **欠缺專業工作團隊**：對工法執行及施工效率的衝擊。
2. **西海岸爛泥海床**：對吊運及站立海床施工的衝擊。
3. **颱風**：對安裝施工、基礎淘沙及海床地貌的衝擊。
4. **地震**：對基礎強度、海床液化及自升船站立的衝擊。
5. **海水溫度高之嚴重腐蝕**：對風機及基礎營運維護的衝擊。
6. **瀕臨絕種之白海豚棲息地議題**：對生態、施工的衝擊。
7. **東北季風期(十月到隔年三月)**：對施工的衝擊。
8. **漁民及居民抗爭**：對公權力、廠商施工的干擾。

4

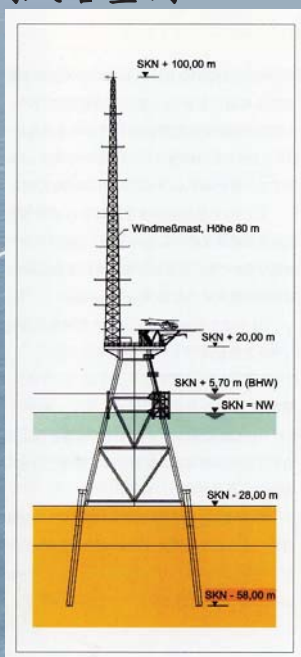
規劃設計

1. 基本資料蒐集及環境調查
2. 地質鑽探、海域調查及海床測量
3. 風能調查及評估
4. 風機選擇
5. 基礎及支撐結構
6. 風場佈置
7. 海上變電站、電纜佈置及連接至電網
8. 施工碼頭及建造與施工場地
9. 施工船隊、運輸及後勤規劃
10. 運轉及維護

5

規劃設計 基本資料蒐集及環境調查

測風塔量測



離岸風場開發前，需先進行基本資料蒐集與分析，如有資料不足則需進行調查工作以補設計理論之不足，包括：

- 風能調查(不同高度的風速和風向，尤其颱風。)
- 氣象測量(溫度、壓力、太陽、雨、雷擊)
- 海象測量(海流、潮汐、波浪、冰、溫度、密度)
- 地形測量及海域調查
- 地質鑽探及大地力學試驗
- 生態環境調查(漁場、魚、候鳥、海底生物、雷擊)
- 船舶來往計數
- 腐蝕與沖蝕調查(水面上、潮間帶、水下)

6

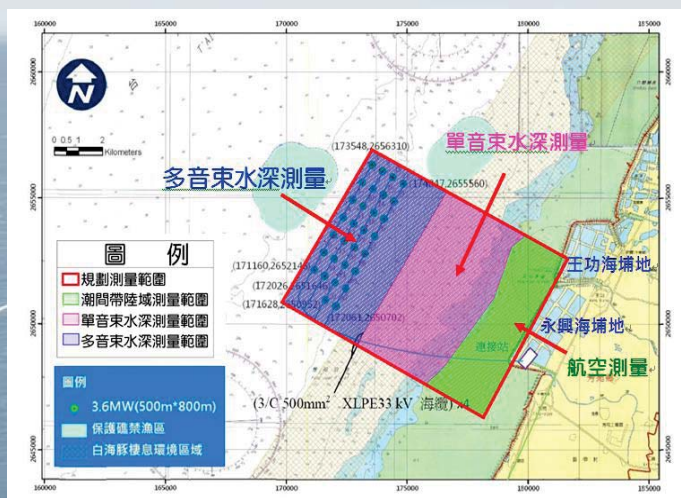
規劃設計 基本資料蒐集及環境調查

地形測量及海域調查



規劃設計 基本資料蒐集及環境調查

海域地形測量



單音束測深儀



多音束側深儀



空載雷射掃描儀

	水深	測量方法	音頻
海域水深測量(近岸)	0~15m	單音束水深測量	33-200kHz
海域水深測量(遠岸)	15~25m	多音束水深測量	200-400kHz
陸地地形測量	潮間帶	航空攝影或空載光達雷射掃描	

規劃設計 基本資料蒐集及環境調查

地質調查及海域調查工作流程



*1 : 執行固定式CPT試驗，了解地層分布。

*2 : 包含其餘CPT孔位、大地電阻係數量測、土壤熱阻抗調查與試驗及標準貫入試驗等

規劃設計 基本資料蒐集及環境調查

地質調查及大地力學試驗



SPT施工



CPT施工



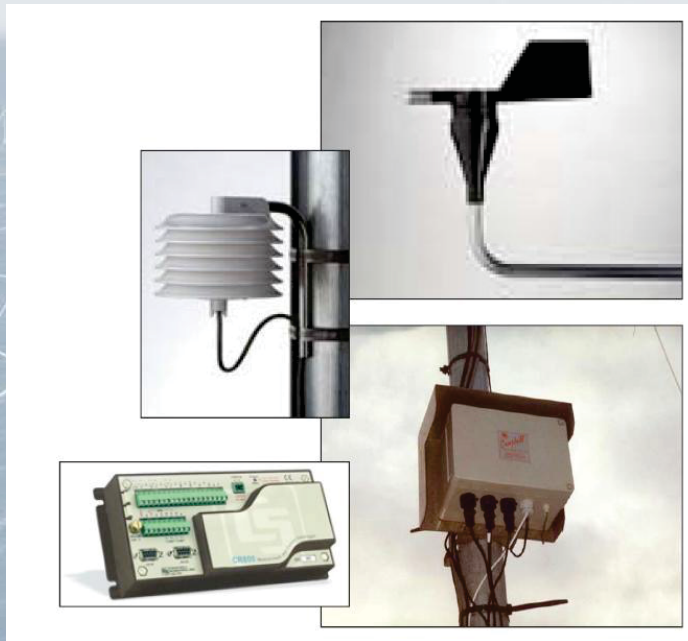
CPT現地試驗：
• 錐頭阻抗、摩擦阻力、孔隙水壓
SPT室內試驗：
• 直剪、單壓、三軸、三軸動力、共振柱、底質分析

地質調查位置平面
土壤強度及勁度

規劃設計 基本資料蒐集及環境調查

測風塔儀器

- 傳統測風塔元件
 - 風向儀
 - 風速計
 - 溫度計
 - 壓力計
- 電源供應
 - 太陽能板
 - 小型發電機
 - 電池



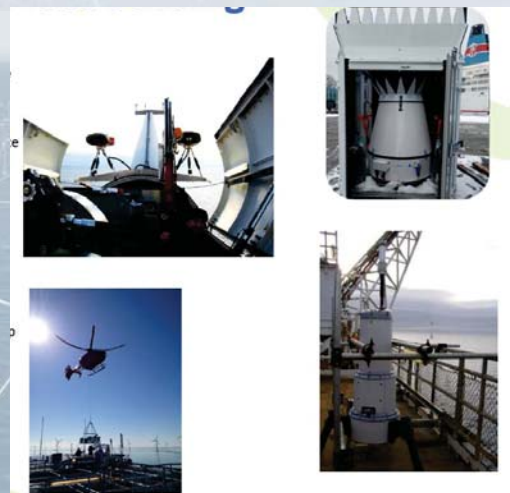
Sources from: Offshore wind resources presentation by DNVGL

11

規劃設計 基本資料蒐集及環境調查

遙測技術(測風塔替代方案)

- 測風遙測技術
 - LiDAR(Light Detection And Ranging)**
- LiDAR遙測技術
 - 掃描範圍-**2km~12km**
 - 掃描速率-**180°/min**
 - 陸基掃描LiDAR光達、海基LiDAR
(安裝在船上或浮台上)
- 運用
 - **風場**設立前的量測
 - 安裝在風機機艙前，量測風力作為**風機性能**評估的依據



12

規劃設計 離岸風電相關法規

國內法規

申辦項目	法 規	主管機關	申辦時程
環評許可	環境影響評估法	環保署	9個月~1年
勘測許可	在中華民國大陸礁層鋪設維護變更海底電纜或管道之路線劃定許可辦法	內政部地政司	2~3個月
區位許可	非都市土地使用管制規則	內政部營建署	3個月
特定區位 申請許可	海岸管理法 一級海岸保護區以外特定區位利用管理辦法 一級海岸保護區以外特定區位申請許可案件審查規則	內政部營建署	6~8個月
獨占性 使用許可	近岸海域及公有自然沙灘獨占性使用管理辦法	內政部營建署	
水下文化 資產調查 審查	水下文化資產保存法 水域開發利用前水下文化資產調查及處理辦法 涉及海床或底土活動通知及管理辦法	文化部	3~6個月
海域土地 合法使用權	國有非公用土地提供申請開發案件處理要點	財政部國有財產署	

13

規劃設計 離岸風電相關法規

海事工程相關之國際規範

ISO 29400法規 Ships and marine technology-Offshore wind energy-Port and marine operations, 2015 · 內容包含：

- Onshore transport and nearshore transport
- Intermediate storage areas
- **Pre-assembly**
- Harbour activities
- Weight control
- Stability
- Ballasting operations
- **Loadout**
- **Transportation**
- Temporary mooring and stationkeeping for marine operations
- **Offshore installation operations**
- Design of lifting equipment
- **Laying, burial and pull-in of sub-sea cables**
- Personnel transfer
- **Construction management**

14

規劃設計 風機選擇與風能評估

氣象資料蒐集

物理量	量測位置	量測頻率	量測範圍	解析度
風速	10公尺、30公尺、50公尺、輪載高度(70公尺以上)；輪載高度須依照 IEC 61400-12-1 規定設置兩組風速計	連續取樣率至少 1Hz 至少每 1秒記錄一次	0 - 70 m/s	≤ 0.1 m/s
風向	10公尺、30公尺、50公尺、輪載高度(70公尺以上)	連續取樣率至少 1Hz 至少每 1秒記錄一次	0°- 360°	≤ 1°
氣壓	10 公尺、輪載高度(70公尺以上)	連續取樣率至少 1Hz 至少每 1分鐘記錄一次	500~1100 mb	≤ 1.0 mb at 0~40°C
溫度	10公尺、輪載高度(70公尺以上)	連續取樣率至少 1Hz 至少每 1分鐘記錄一次	-40°C~60°C	≤ 0.1°C
濕度	10公尺、輪載高度(70公尺以上)	連續取樣率至少 1Hz 至少每 1分鐘記錄一次	0.8~100%	≤ 1%
降雨量	10公尺	連續取樣率至少 1Hz 至少每 1分鐘記錄一次	4.73 ml/tip	0.5 mm (per tip)
淨輻射量		至少每 1小時記錄一次每次連續量測 60分鐘連續取樣率至少為每 3秒一次		最大 0.01 w/m ²



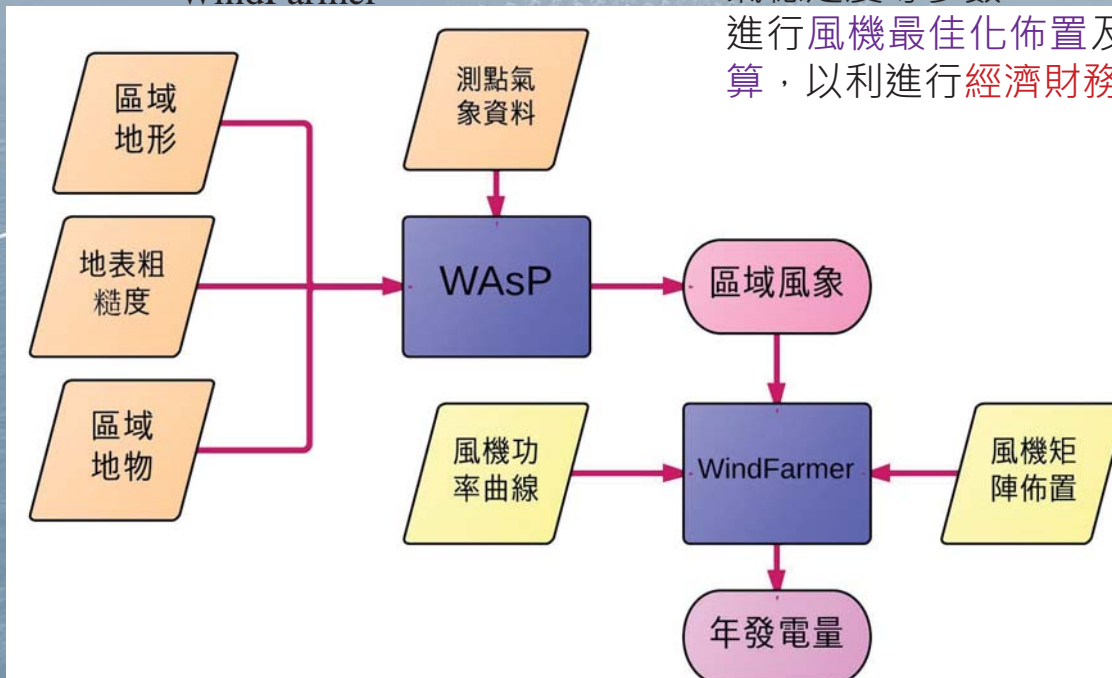
台電離岸測風塔 15

規劃設計 風機選擇與風能評估

風能評估 分析軟體：
 WAsP
 Windographer
 WindFarmer

WindSim
 WindPro
 其他...

評估目的：
 了解場址的風資源特性，包括風速、風向、風切、紊流強度、空氣穩定度等參數
 進行風機最佳化佈置及發電量估算，以利進行經濟財務分析



規劃設計 風機選擇與風能評估

2017能源論壇研討會

現行離岸風機主流機型統計表

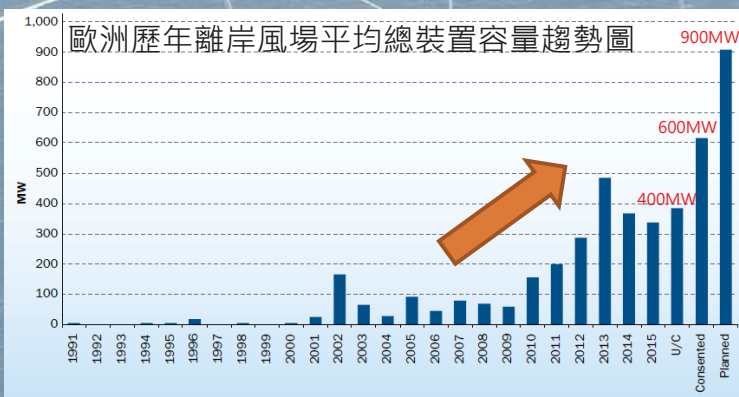
廠商	現行主流機型	採用風場及現況
Adwen (包含 Areva 及 Gamesa)	M5000-116 (單機 5MW)	Trianel Windpark Borkum(phase 1) 已於 2015 年開始商轉，該機型現已停售
	AD 5-135 (單機 5MW)	Wikinger Offshore Wind Farm 預計 2017 年開始商轉
	AD 8-180 (單機 8MW)	原型機測試中，預計 2018 年量產
GE	Haliade 150-6MW (單機 6MW)	Block Island Wind Farm 部分機體已於 2016 年底開始商轉
Hitachi	HTW 2.0-86 (單機 2MW)	Sakiyama 2MW floating wind turbine 已於 2016 年開始商轉
	HTW5.0-126 (單機 5MW)	原型機測試中
MHI Vestas	V112-3.3MW (單機 3MW)	Eneco Luchterduinen Offshore Wind Farm 已於 2015 年開始商轉
	V164-8.0 MW (單機 8MW)	Burbo Bank Extension Offshore Wind Farm 風機已安裝，預計 2017 年商轉
Siemens	SWT-3.6-120 (單機 3.6MW)	Riffgat Offshore Wind Farm 已於 2014 年開始商轉， 該機型目前已停售
	SWT-4.0-120 (單機 4.0MW)	Borkum Riffgrund 1 Offshore Wind Farm 已於 2015 年開始商轉
	SWT-4.0-130 (單機 4.0MW)	Sandbank Offshore Wind Farm 預計 2017 年完工
	SWT-6.0-154 (單機 6.0MW)	Westermost Rough Wind Farm 已於 2015 年開始商轉
	SWT-7.0-154 (單機 7.0MW)	Walney Extension Offshore Wind Farm 已取得訂單，預計 2017 年量產
	SWT-8.0-154 (單機 8.0MW)	原型機預計 2017 年開始測試
Senvion	5M (單機 5.0MW)	Ormonde Wind Farm 已於 2012 年商轉，該機型目前已停售。
	6.2M126 (單機 6.2MW)	Nordsee-Ost Offshore Wind Farm 已於 2015 年商轉
	6.2M152 (單機 6.2MW)	Trianel Windpark Borkum II 預計 2018 年初開始建置風場

歐洲各國2015年度完工之風場資料統計表

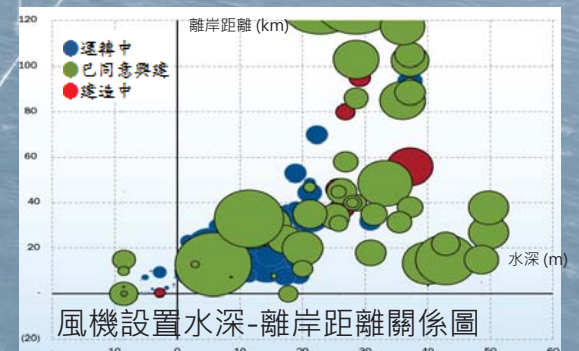
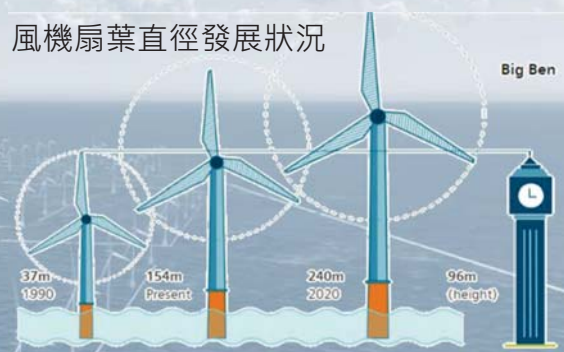
風場名稱	國家	裝置容量	風機機型
Gwynt y Mor	英國	576 MW	Siemens SWT-3.6-107
Humber Gateway	英國	219 MW	MHI Vestas V112 3.0MW
Westermost Rough	英國	210 MW	Siemens SWT-6.0-154
Kentish Flats 2 Extension	英國	140 MW	MHI Vestas V112 3.0MW V112 3.3MW
Meerwind Süd Ost	德國	288 MW	Siemens SWT-3.6-120
DanTysk	德國	288 MW	
Amrumbank West	德國	302 MW	
Baltic 2	德國	288 MW	
Butendiek	德國	288 MW	
Borkum Riffgrund I	德國	312 MW	Siemens SWT-4.0-120
Global Tech 1	德國	400 MW	Areva M5000-116 (Adwen AD 5-116)
Trianel Windpark Borkum I	德國	200 MW	
Nordsee Ost	德國	295.2 MW	Senvion 6.2M-126
Luchterduinen	荷蘭	129 MW	MHI Vestas V112 3.0MW

規劃設計 風機選擇與風能評估

主流機組調查與發展趨勢預測



風機扇葉直徑發展狀況



規劃設計 結構選擇、設計與考量

風機基礎型式比較

項目	單樁式(Monopile)	三桿式(Tripod) 三樁式(Tripile)	套筒式(Jacket)
結構穩定度	單自由度，穩定性較差	自由度增加，穩定性較佳	結構靜不定度高， 穩定性佳
耐震能力	抗液化能力差	缺乏側撐，桿件尺寸大	可利用增加樁間距，提高耐震能力
國內施工船機可行性	樁徑大重量大，需較大施工能力 彰化外海樁徑8m，板厚14cm，國內無法生產較無抗傾斜性	打樁能量可能不足，若採一桿多樁，則施工時間及成本增加 大尺寸需在高處焊接，品質難以掌握	樁徑約(1.6~2.0m) 台灣有施工能力
型式照片			

規劃設計 結構選擇、設計與考量

基樁貫入深度檢核

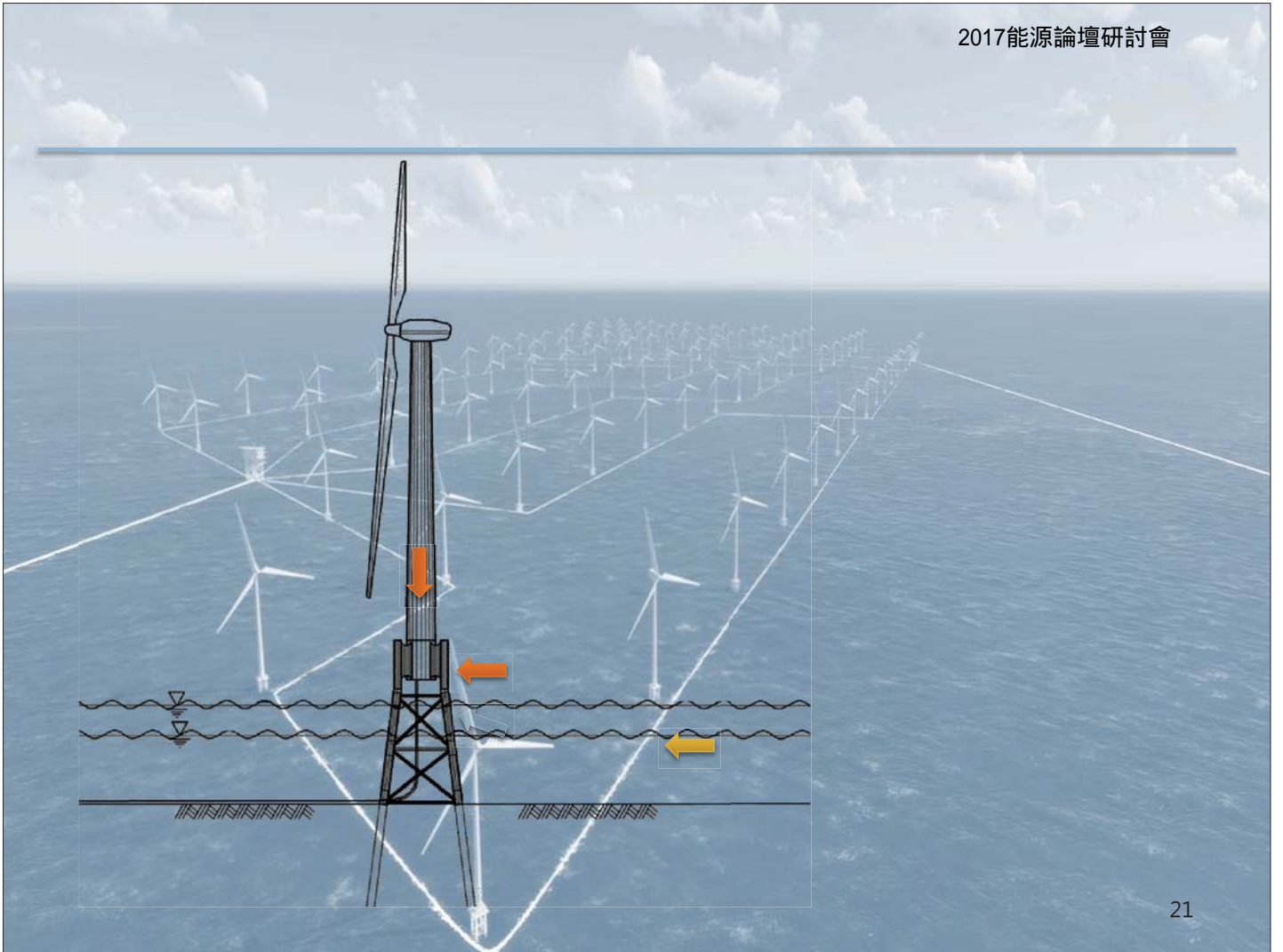
一般深基礎結構設計，基樁垂直承載力、橫向承載力是基本的考量，風機基礎同樣需考慮承載力，垂直承載力通常不是控制因素，但基樁側向變形與風機廠商要求有關，通常需控制在極小的變形。

另一個有關的因素是基礎淘蝕範圍，這包含兩種設計思維。

1. 設計防淘刷材，定期維護，確保樁頭不會裸露，設計時樁長不需折減。
2. 不設計防淘刷材，而以淘刷深度折減設計，這種方式類似橋梁基礎，但離岸基礎的淘刷深度還需要數據佐證，淘刷深度造成的基礎裸露，直接影響結構強度與疲勞特性。

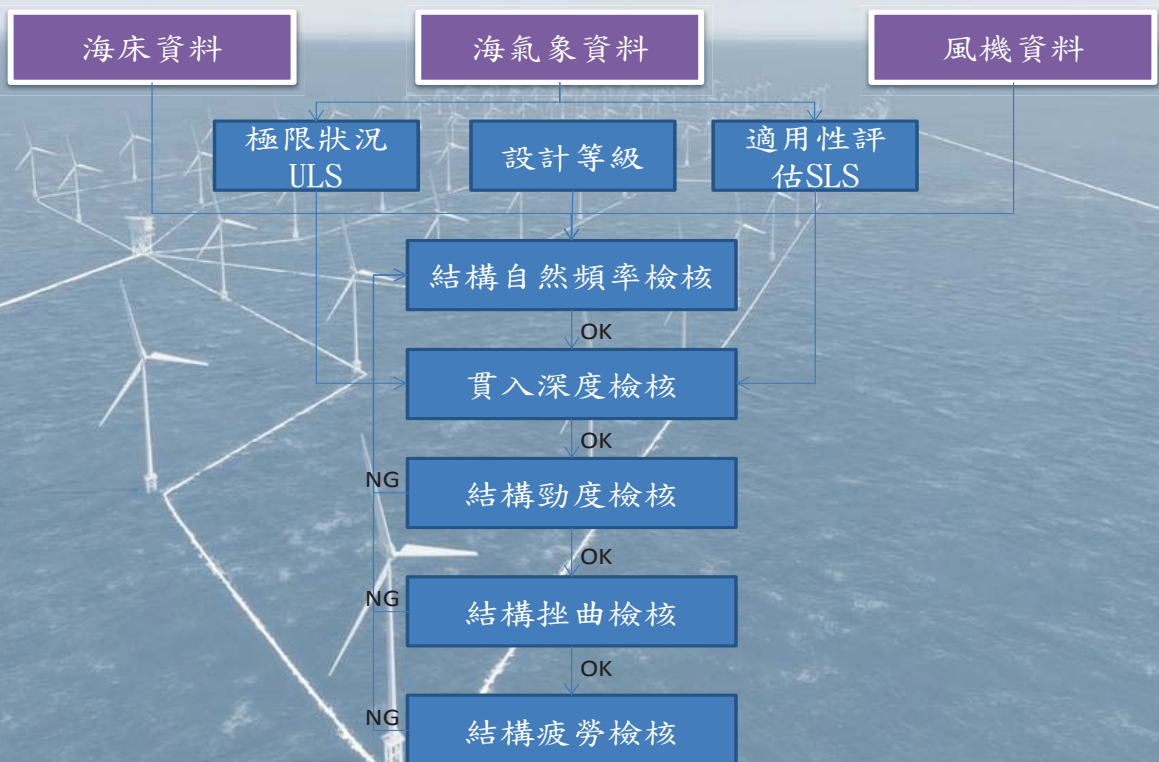
基礎結構之防淘刷規範

DNV GL規範：DNV GL-ST-0126:2016第7.6.5節有Scour and scour prevention之相關敘述。



規劃設計 結構選擇、設計與考量

支撐結構設計步驟



規劃設計 結構選擇、設計與考量

載重組合分析

結構受力的極限情況，依據DNV GL-ST-0437:2016的規定，分為：

- 最終極限狀態(ULS)：相當於最大負載阻抗。
- 疲勞界限狀態(FLS)：相當於因循環負載效應導致之破壞，即反覆負載累積的破壞。
- 偶發極限狀態(ALS)：相當於偶發(罕見)負載之最大承載能力或意外受損後結構之整體性損害。
- 使用極限狀態(SLS)：相當適用於正常使用之容差標準。

由以上的受力極限情況，加上各種受力方向，可排出各種的載重組合，用於令基組之支撐結構分析。

23

規劃設計 結構選擇、設計與考量

結構自然頻率檢核

地震檢核及海床液化危害評估：現有國外的離岸風力機多設置在非地震帶，因此國際規範中相關或常規設計程序中對地震之影響甚少強調，而我國因位於地震帶，地震頻繁下一般建築設計規則對地震設計已是常規設計檢核的必經程序。

地震設計首先應了解地震的可能週期，離岸風力機的結構自然頻率也需設計在地震可能引發的主要激震頻率以外。

離岸風力機的地震強度設計規模，依據內政部「建築物耐震設計規範及解說」之建議，應設計為475年回歸期。因我國在台海的地震規模的調查較少，在離岸風場位置的475年回歸期控制地震設計規模，應增加參考國家地震中心對鄰近地區的地震可能發生規模的研究成果為依據加以設計。

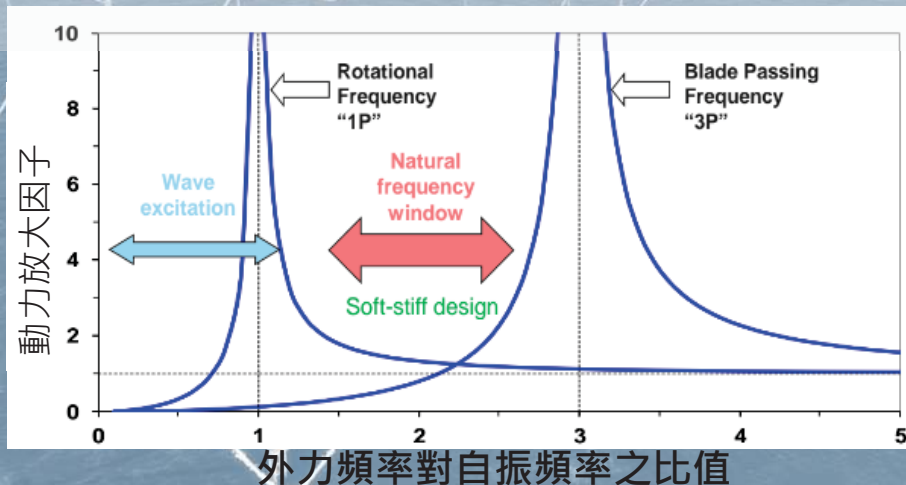
我國西海岸淺層海床的構成，主要來自近百年來的各河川的沖刷沉積，含有細粒沙質土壤的機率極高，在不同地震規模襲擊下，一定深度細粒土壤因水平震波使土壤液化失去承載力的可能，風力機的基礎可能因此偏斜，因此在設計程序上，應先研討在不同深度的土壤液化的可能性，並在基礎設計上，合理加入此土壤液化危害可能程度的考量。

24

規劃設計 結構選擇、設計與考量

結構共振

- 當風機結構自然頻率接近1P或3P時，外力引發**共振效應**，造成結構損毀
- 設計時須檢討風機結構避免發生共振
- 營運中因海生附著物等環境因素影響，可能與設計出現差異，故需藉由營運中監測資料進行分析檢討



25

規劃設計 結構選擇、設計與考量

偶發極限狀態(ALS)

除颱風、風浪、洋流、潮汐、地震、掏沙等自然環境外力之外，人為或類似狀況也會有不意的外來衝擊力，如：飛鳥、直升機、交通船、漁船、遊艇、渡輪、郵輪、貨船、油輪、潛艇等，來自空中、海上與海裡皆有可能，在結構設計上只能作輕重取捨的準備，不太可能作全面性考慮，然應記住那些項目是該區域必然會碰到的，就以其調查統計數目作為列入考慮之基準。

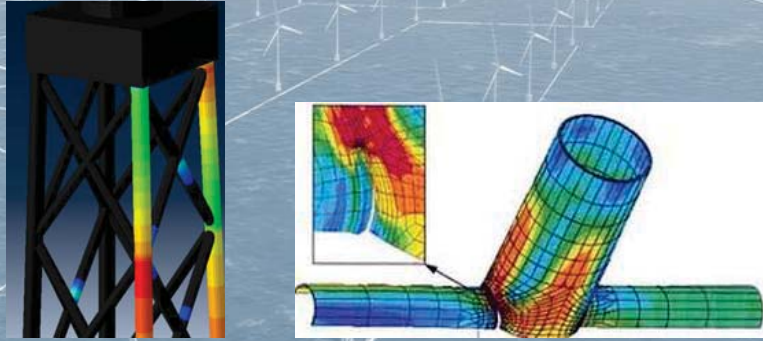


26

規劃設計 結構選擇、設計與考量

疲勞界限狀態(FLS) --- 疲勞檢核

依據油氣產業經驗，海中結構物經常性受波浪反覆載重，結構物的疲勞特性常常是失敗的主因，尤其是jacket type基礎的節點(Joint)，因為幾何及焊接因素造成的應力集中，疲勞設計變成相當關鍵。



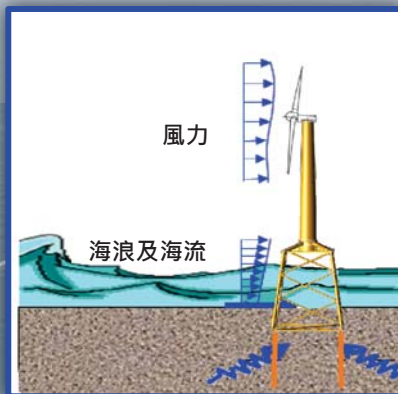
對於風機基礎的疲勞設計，反覆外力來源，除了波浪力外，最主要來自於風機的外力，兩者均需利用時間序列的資料當作輸入，並依據使用年限可能遭遇的次數，計算出疲勞壽命，也就是S-N curve的觀念。

27

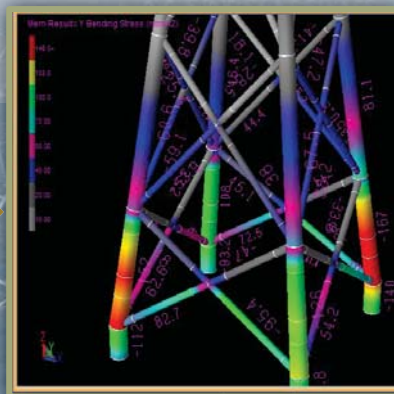
規劃設計 結構選擇、設計與考量

疲勞效應

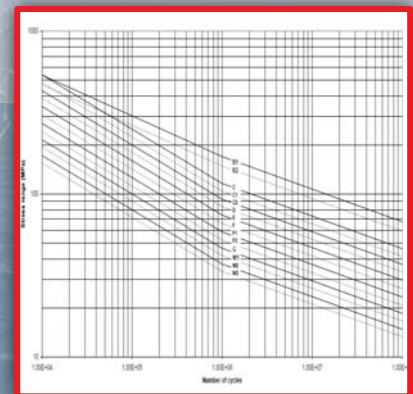
風機下部結構受到**反覆動態應力**造成材料產生脆化行為



- 疲勞荷重
 - 風
 - 波
 - 流



- 應力分析



- 疲勞分析
 - 疲勞應力範圍
 - S-N 曲線
 - Miner's Law

28

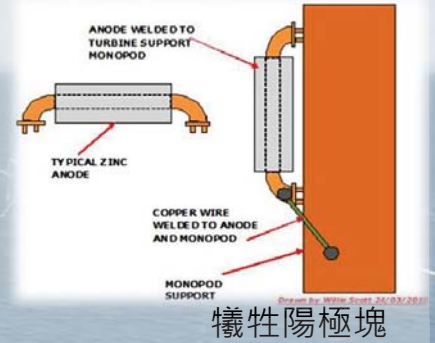
規劃設計 結構選擇、設計與考量

防蝕保護

- 塗裝系統
 - NORSOK M-501
 - EN ISO 12944
- 犧牲陽極塊/外加電流
 - DNV-RP-B401
 - NACE RP 0387
- 腐蝕餘裕 (飛濺區之要求)



廠內塗裝



犧牲陽極塊

適用區域	腐蝕速率(外表面)	腐蝕速率(內表面)
海水年均溫度 ≤ 12°C	0.3 mm/yr	0.1 mm/yr
亞熱帶、熱帶區	0.4 mm/yr	0.2 mm/yr

腐蝕餘裕 = 腐蝕速率 × (設計年限 - 塗裝設計年限)

規劃設計 系統及電氣規劃

海纜選用及測試

特性選用		試驗項目	主要內容
電氣	絕緣耐壓	型式試驗	捲繞試驗、張力彎曲試驗 
	絕緣材料(XLPE)		
	容許電流及短路電流		老化試驗 
機械	海流及波浪外力	例行試驗	電阻量測、絕緣層及被覆層量測、金屬被覆層量測
	運輸、佈設過程之外力		

規劃設計 系統及電氣規劃

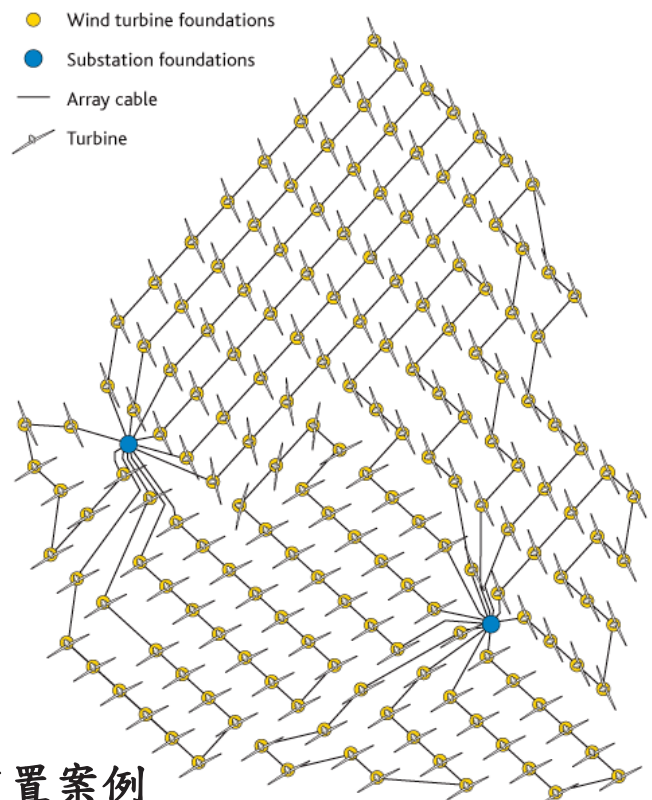
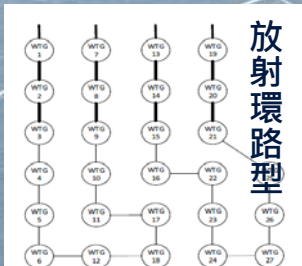
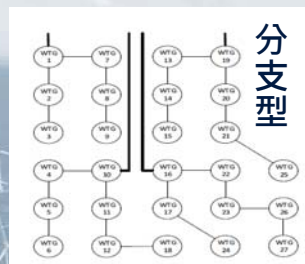
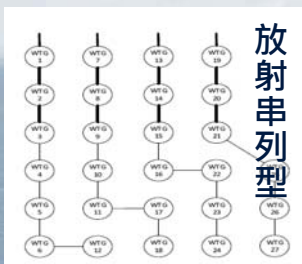
風機海纜連接陣列結構

- 放射串列型(Tapered String)**：每部風機至多連接至2部其它風力機組
- 分支型(branched)**：每部風力機組可連接超過2串分支
- 放射環路型(Tapered Loop)**：風機串列的上游端利用一條較小直徑的備用電纜連接至另一串列風機可形成一個環路
- 全環路型(Full Loop)**：類似放射環路型結構，全體風機陣列均使用較大直徑的電纜，以允許當電纜中斷時仍可往外輸送電力

31

規劃設計 系統及電氣規劃

海纜基本設計



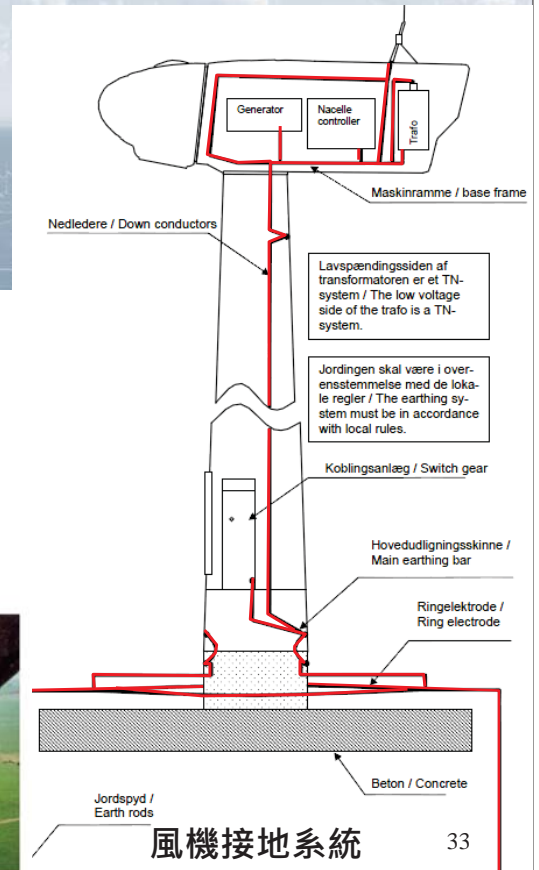
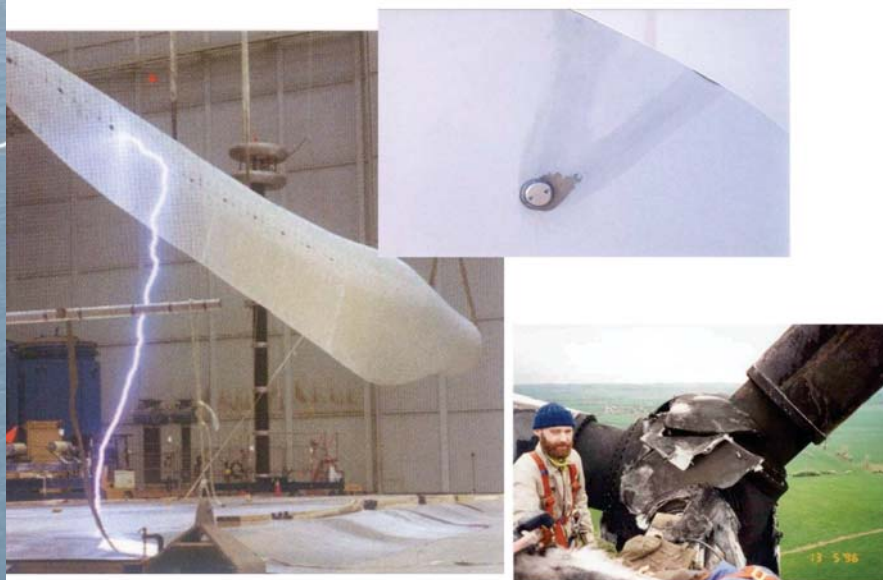
風場電纜之佈置案例

32

規劃設計 系統及電氣規劃

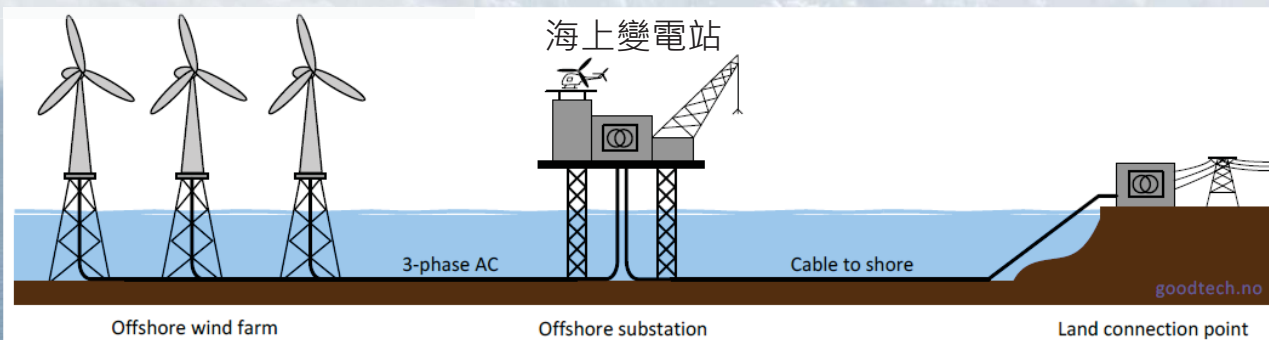
雷擊保護

- 葉片 - 安裝**收集器**
- 機艙 - 配置**鋼製環型裝置**
- 發電機 - IEC 61400-24配置**突波吸收器**



規劃設計 系統及電氣規劃

海上變電站型式



HVAC-Platform

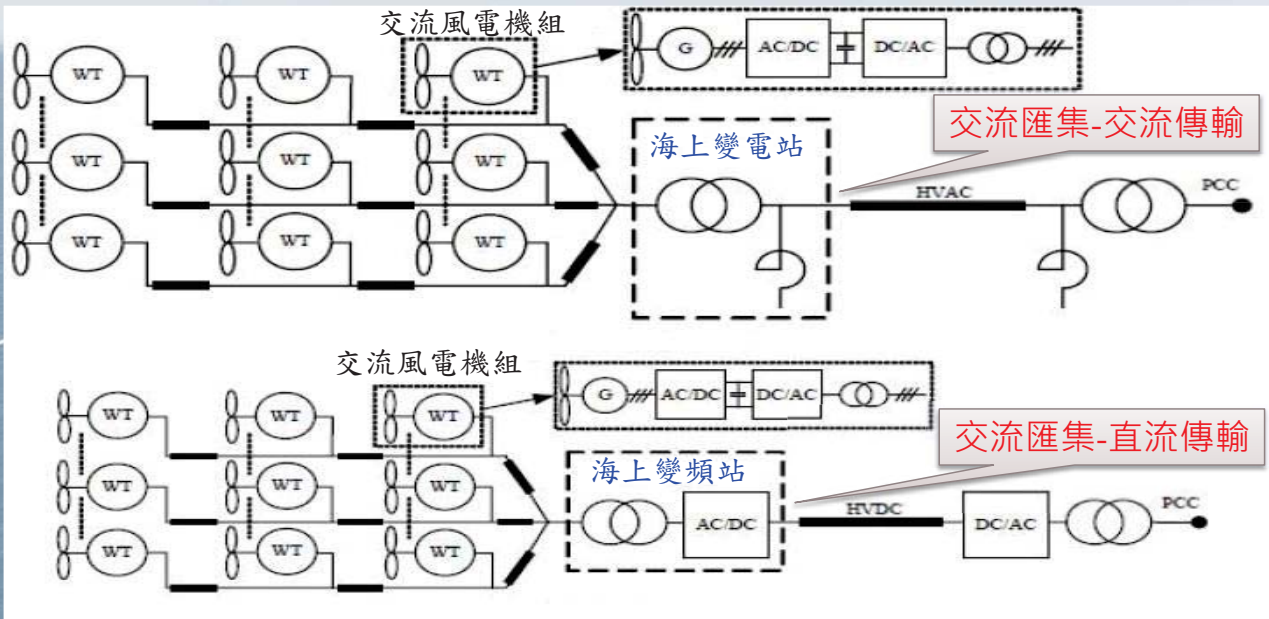


HVDC-Platform



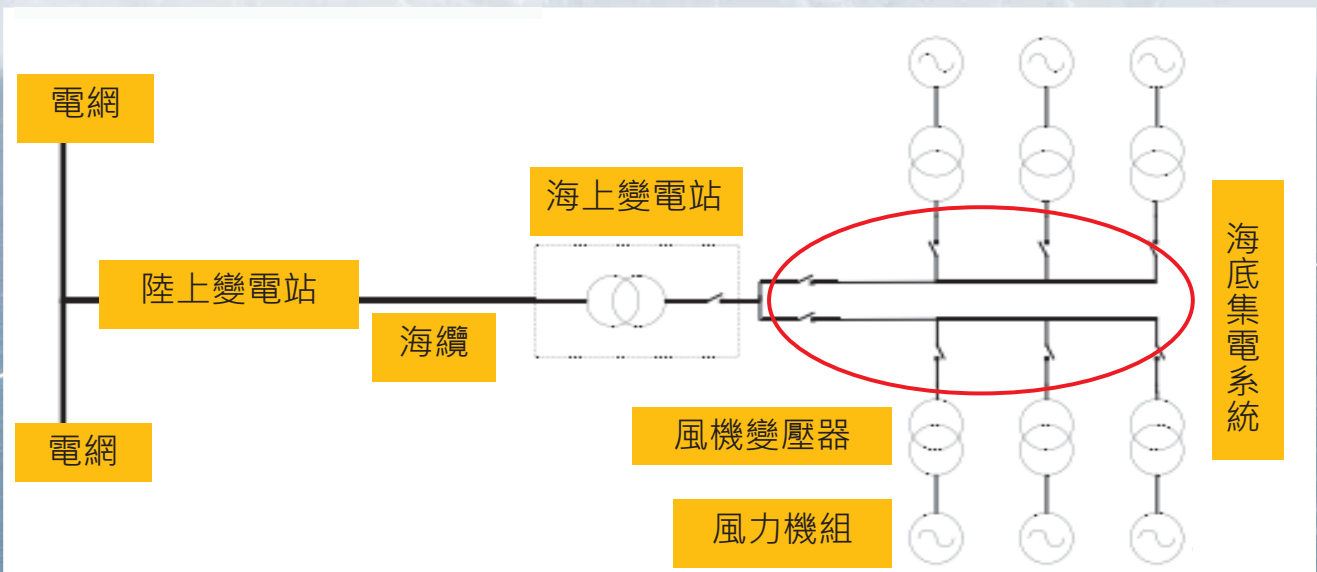
規劃設計 系統及電氣規劃

海上變電站電氣型式



規劃設計 系統及電氣規劃

海上變電站與電網連結



風力機透過風機變壓器升壓至690V/66kV，然後電能匯入集電系統
 集電系統包括連接各風機的海底電纜、斷路器、隔離開關等設備
 再透過海上變電站升壓至66kV/161kV，輸送至陸上變電站

規劃設計 系統及電氣規劃

海上變電站設計原則

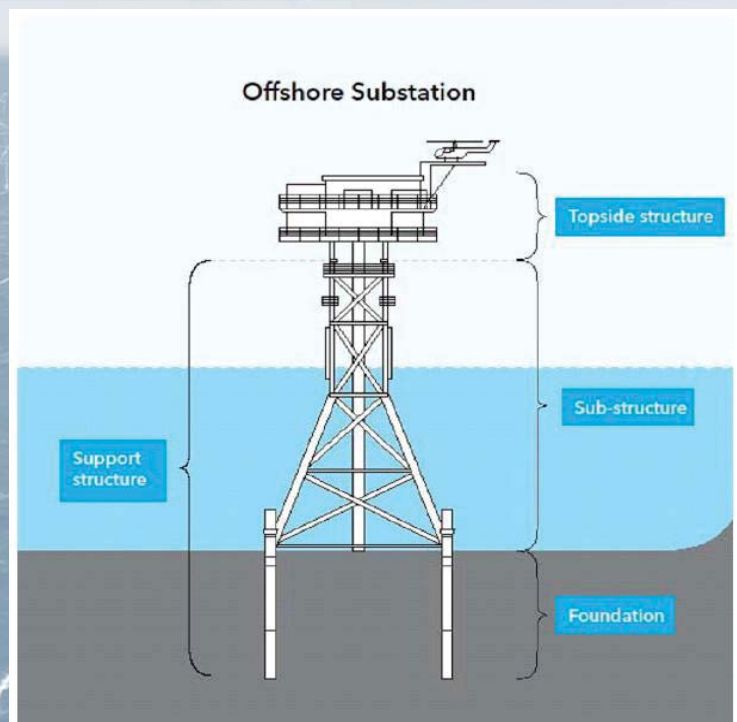
- 可靠性
必須保證供電可靠，**避免停電造成經濟損失**
- 靈活性
需能靈活改變運行方式，**事故時可盡快切除故障，縮短停電時間和範圍**
- 經濟性
設計時應在滿足可靠性及靈活性的前提下做到經濟合理。
盡量從**節省一次投資、節約占地面積、降低電能損耗**等三個方面提高經濟性

37

規劃設計 系統及電氣規劃

海上變電站主要設備

變壓器
高壓開關
高壓電抗器
中壓開關
接地/輔助變壓器
中性點接地電阻
緊急柴油發電機
低壓系統
不斷電系統
通訊、監控及保護系統



海上變電站立面圖

38

規劃設計 碼頭與海事工程

碼頭規劃

風機製造 - Hull



基礎製造 - Bremerhaven



風機施工 - Eemshaven



基礎施工 - Eemshaven



製造港距風場運距短，可考慮同時兼施工港

規劃設計 碼頭與海事工程

國內碼頭規劃

台中港#5A、#5B碼頭(港務分公司正辦理改/新建)

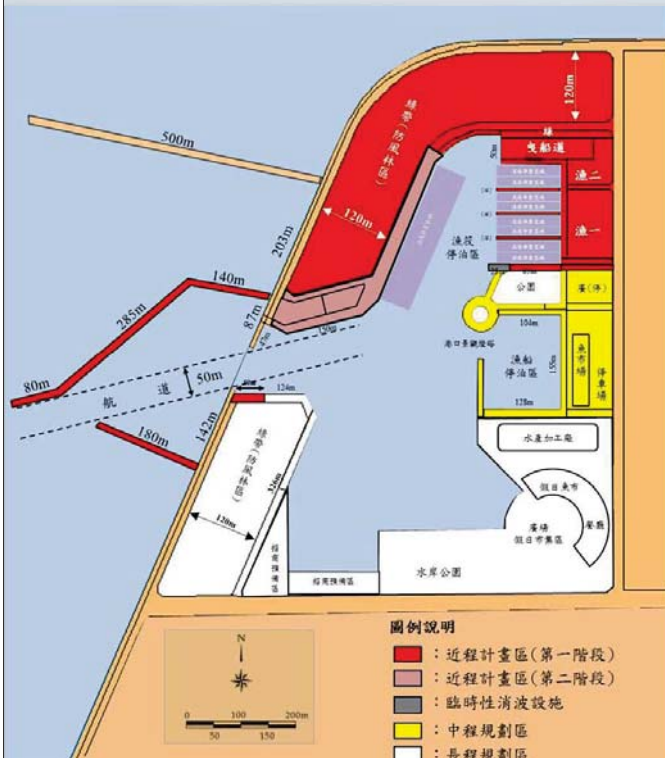
- 碼頭長度：220m + 180m
- 碼頭寬度：30m
- 設計水深：-11m
- 碼頭承載力：50T/m²
- 船席海床承載力：法線前 55m × 390m範圍海床改良
- 後線場地：6.8公頃(#5A、#5B後線)+6.1公頃(#4C後線)



規劃設計 碼頭與海事工程

運維碼頭規劃

彰化漁港(潛力場址)



現況條件：

- 尚未開港
- 近程計畫執行中



規劃設計 碼頭與海事工程

碼頭裝載

陸上吊運

船上吊運

Ro-Ro運輸



SPMT



吊車



門型起重機



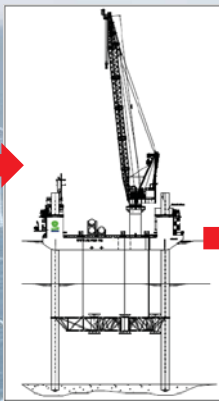
規劃設計 碼頭與海事工程

裝載與施工(結構部分)

打樁船定位、jack-up



Template定位



基樁運送至工址(feeder barge)



打樁作業



水下grouting 接合，完成套筒式基礎安裝

Jacket水下安裝



Jacket吊運



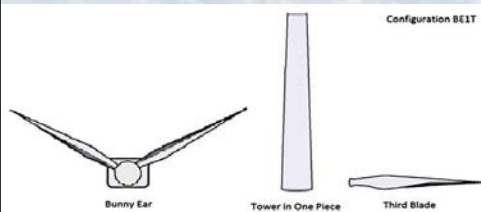
Jacket運送至工址(feeder barge)



打樁完成，回收template

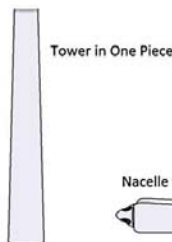
規劃設計 碼頭與海事工程

裝載與施工(風機部分)



Bunny ear

(a)

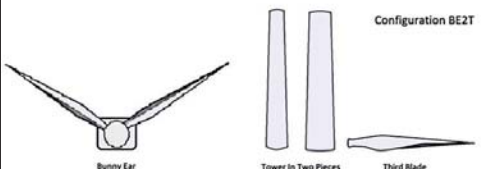


Configuration SP5

Nacelle with Hub



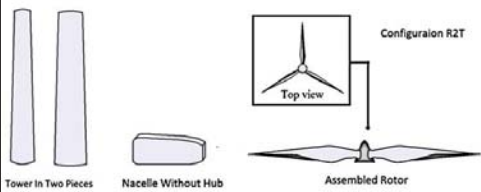
(d)



Bunny ear

(b)

台電第一期離岸風電計畫規劃方式



Rotor

(c)

隨風機容量及尺寸加大之趨勢，採用Bunny ear與Rotor安裝方式漸減





運維費用

設備直接費用
與損失費用

運維基地

監控中心與備
品倉庫

監控與監測

長期收集現地
資訊並回傳至
陸上資料處理

檢測計畫

定期至現場進
行檢查、修復
等查驗工作

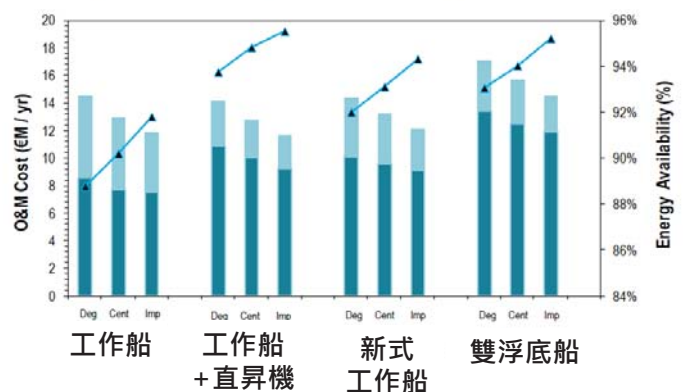
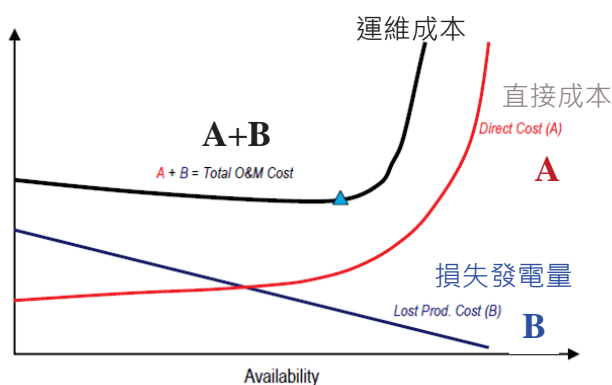
規劃設計 運轉與維護

運維費最佳化

- 運維系統直接費用
 - 包括船、機、人月、油料費
 - 考量環境及技術等的選項限制
- 修護期間產能的損失費用



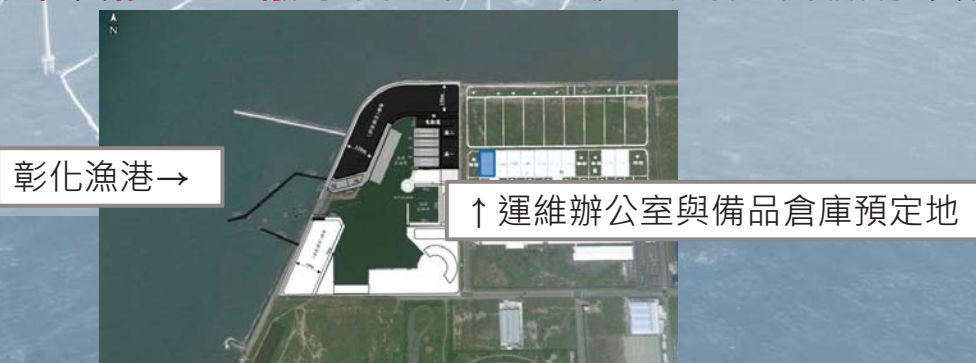
■ 直接成本 ■ 損失發電量 ▲ 可利用率



各運維系統年運維成本及可利用率

運維基地

- 風機、基礎及海纜皆位於海上，面臨惡劣環境，機組容易出現故障且維修較陸上而言難度大，因此**運維基地須儘量靠近運維碼頭**，以利設備運搬及人員運輸，增加運輸時效。
- 台電公司離岸風力發電一期計畫，將在**彰化漁港**附近設置離岸風電監控中心，相關監控將可於該監控中心進行全年無間斷監控，而**備品倉庫**及**修理工廠**亦就近設置，供風場設備儲存及修護之用。



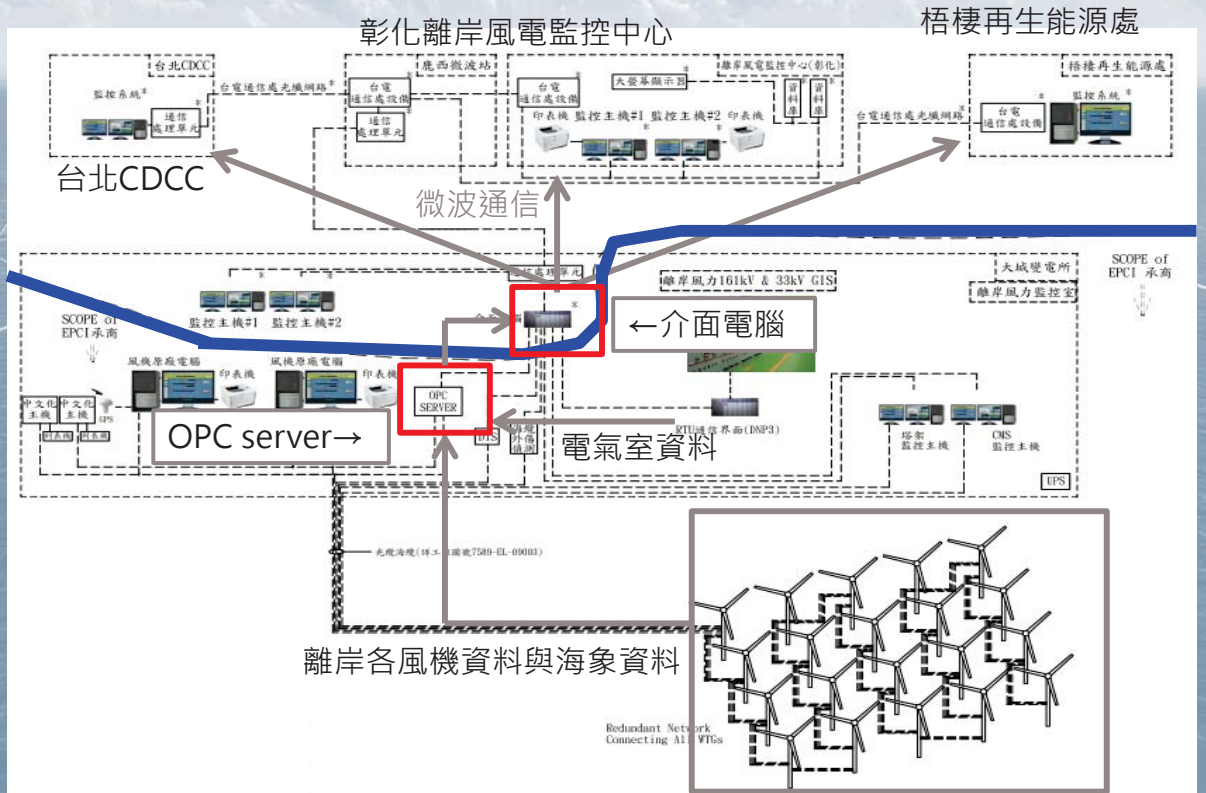
47

規劃設計 運轉與維護

機電監控

- 風機廠家需提供**OPC SERVER**，供外界通訊連接
 - 離岸各風機資料(收集至風機原廠資料伺服器)
 - 電氣室資料(DNP 3.0介面)
 - 海象資料(OPC介面)
- 以上資料須接至**介面電腦**，再以台電**微波通信**方式送至
 - 彰化離岸風電監控中心
 - 梧棲再生能源處監控中心
 - 台北CDCC之監控電腦顯示。

機電監控系統



規劃設計 運轉與維護

結構監測

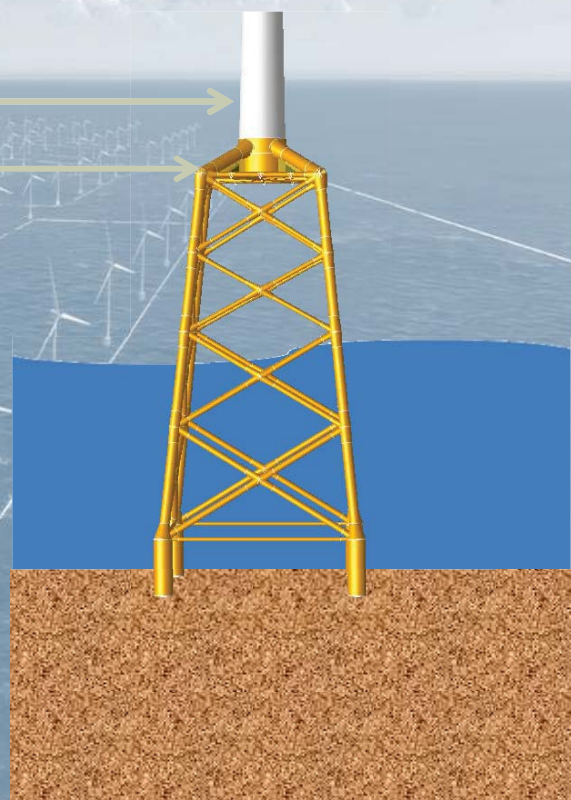
應變計



速度計



傾斜儀



定期檢測計畫

位置	海平面上	海平面下
檢測重點	支承結構、機組、防蝕塗裝	腐蝕情形(陽極塊)、海生物附著、淘刷



定期性塗裝檢測



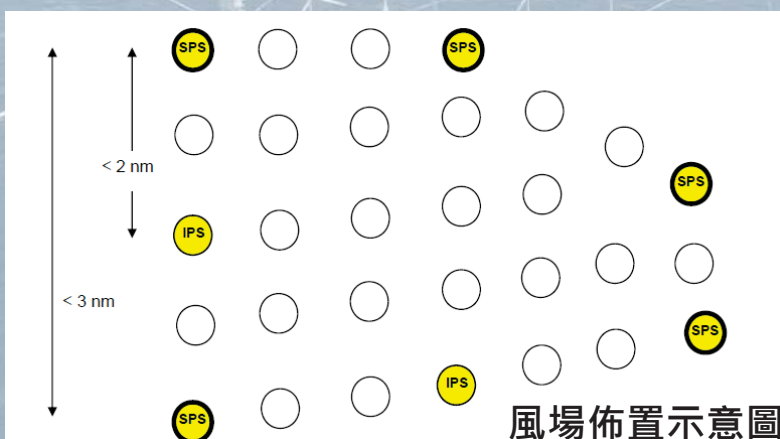
ROV檢測陽極塊使用狀況

<http://paint-inspection.co.uk>
<http://tamboritha.com.au/>

規劃設計 運轉與維護

風場警戒

- 依據IALA之「Marking of Man-Made Offshore Structures (IALA Recommendation O-139, Dec. 2013)」
- SPS: 應配置 LED黃光閃燈，公稱光程 **5海里** ↑
- IPS: 應配置 LED黃光閃燈，公稱光程 **2海里** ↑



SPS Significant Peripheral Structure
IPS Intermediate Peripheral Structure



簡報完畢
敬請指教