

離岸風電海纜工程經驗分享

林副理俶寬

台灣世曦工程顧問公司

2017年土水學會能源論壇研討會



Renewable Resources
Renewable Resources

離岸風電海纜工程經驗分享

簡報人：

台灣世曦工程顧問股份有限公司：

林淑寬

2017. Oct. 17

0



台灣世曦工程顧問股份有限公司

簡報內容

- 壹、概述
- 貳、離岸風力電場
- 參、海纜工程規設與施工技術探討
- 肆、結論與建議

106年10月17日

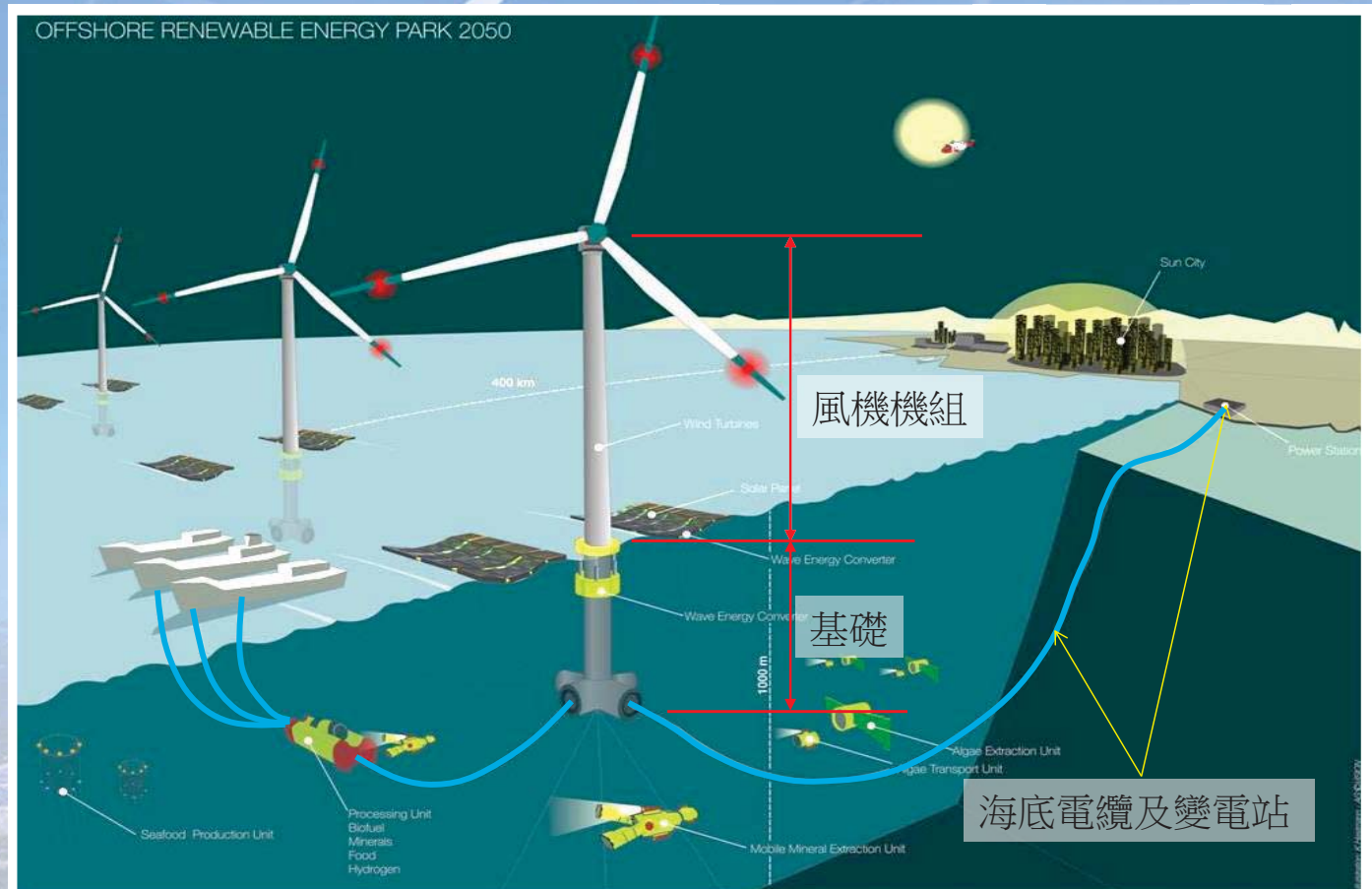


壹、緣起



壹、緣起

2. 離岸風力發電系統介紹



貳、離岸

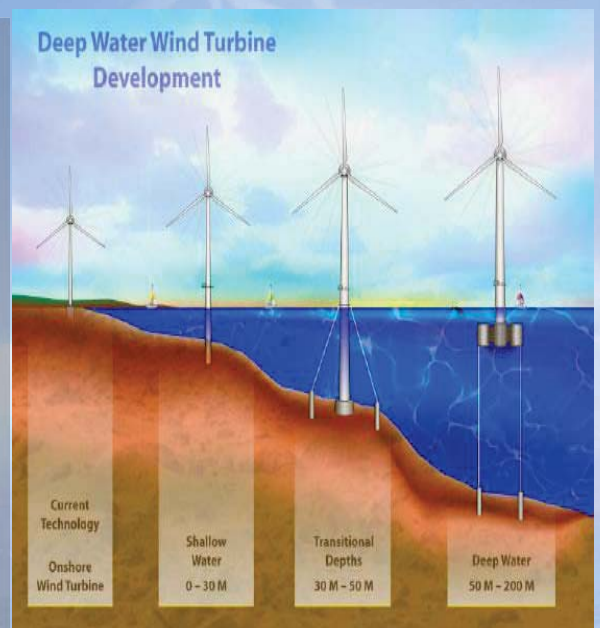
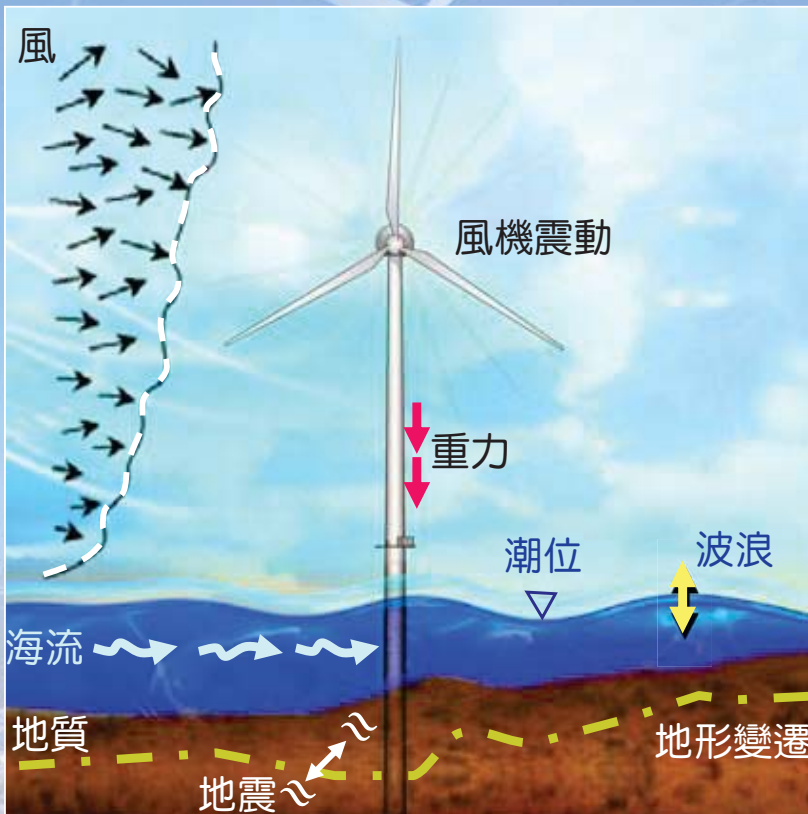
風力電場



貳、離岸風力電場

1. 基本配置

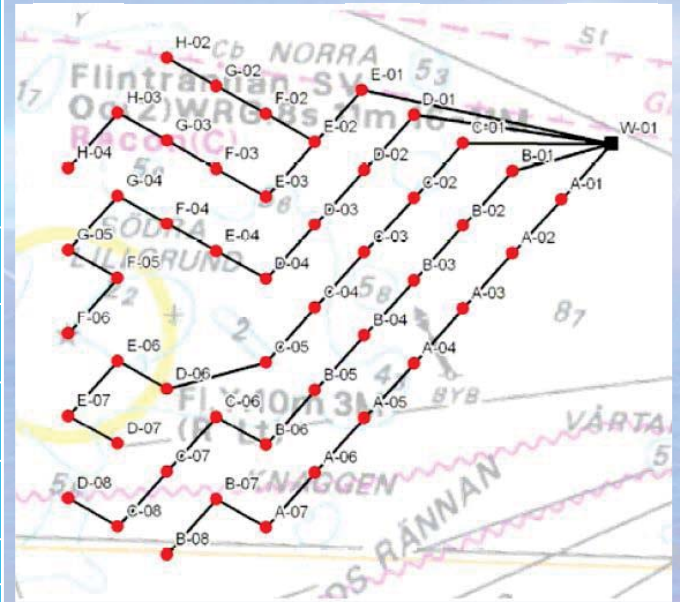
● 離岸風電外力因子



- 離岸風機組成
 - ➔ 風力發電機+塔架+基礎構造

● 海纜平面配置與路徑

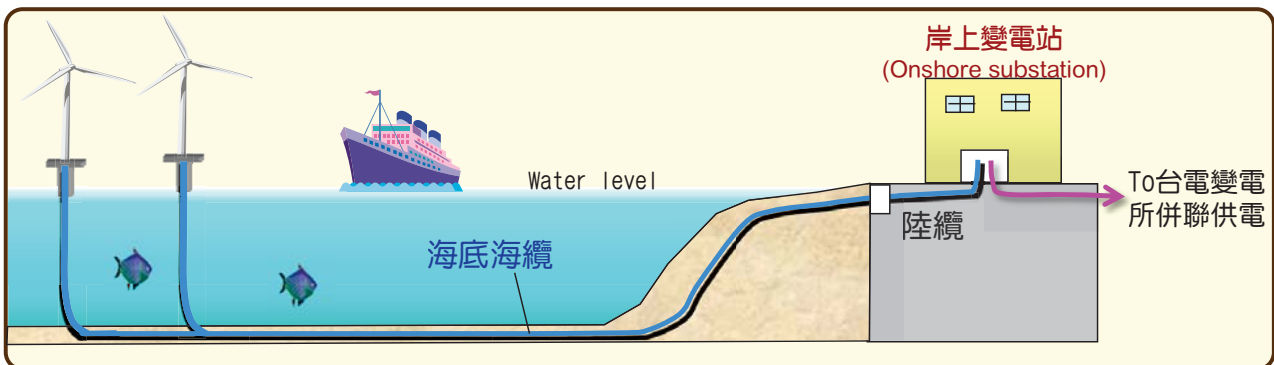
1. 風場內海纜串聯配置
33/66kV三芯電纜
2. 風場連外海纜配置
161/220kV三芯海纜



迴路型式	鏈形佈設	環形佈設
示意圖		
初期投資成本	低	高
施工性	工期短 無須設置多組開關	工期長 須設置多組開關
維護性	無開關維護問題	增加維護時間成本
故障機會成本	低	高
可靠性	高	低
贅餘度	高	低

3. 示範機組海纜配置

● 海底電纜配置- 風場~岸上變電站





資料來源：<https://dieppe-le-treport.eoliennes-mer.fr/en/offshore-wind-power/how-offshore-wind-farms-work/>

離岸風電海纜工程經驗分享

參、海纜工程規設與 施工技術探討



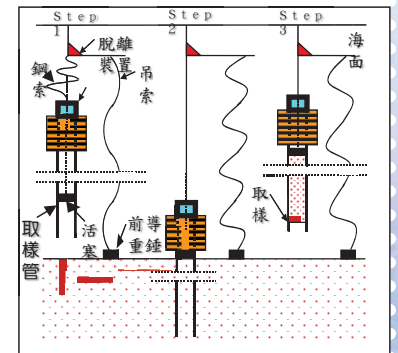
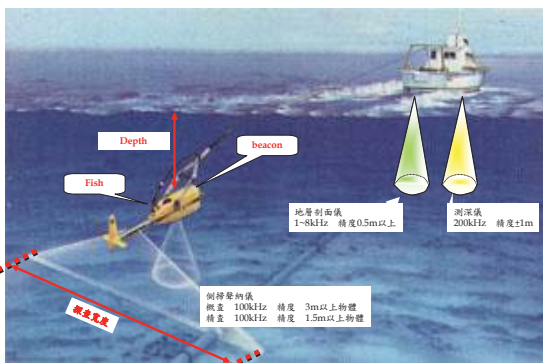
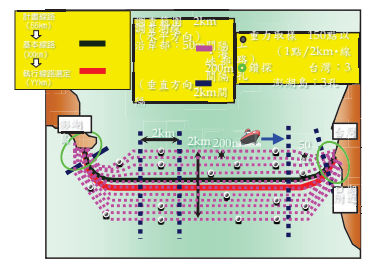
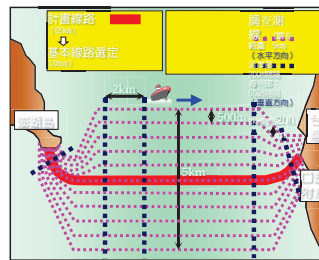
使用儀器

工作項目	勘查儀器	製造商及型號
定位	全球差分衛星定位系統 (GcGPS)	C-Nav GcGPS
水深測量	單音束測深儀 (Single Beam Echo Sounder, 登陸段區域用)。 多音束測深儀 (Multi-Beam/Swath System, 海域段區域用)	Knudsen 320M or equal L3 Bottomchart Compact MKII or equal
淺層物探	淺層物探儀 (Shallow Seismic Profiler, 船裝式、浮拖式及拖魚式應用於登陸段和海域段區域)	Seismic Profiling system Geo Acoustics Pinger system
側掃聲納	側掃聲納儀 (Side Scan Sonar, 拖魚式應用於登陸段和海域段區域)	Edgetech 260/272TD Klein 2000
磁力測量	磁力儀 (Magnetometer, 拖魚式應用於登陸段和海域段區域)	Marine Magnetics Seaspy
沉積物取樣	重力沉積物取樣器 (Gravity-Corer, 海域段區域應用)	Gravity Corer Vibra Corer
圓錐貫入試驗**	圓錐貫入探測儀 (CPT System, 海域區域用)	MCPT
海流及潮位調查	Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP) 自記潮位儀	RDI Workhorse ADCP Valeport Recording Tide Gauge

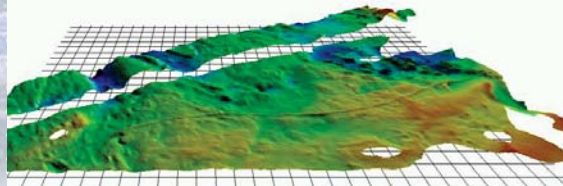
量測項目



具動力補償能力之專門海域調查船



海床取樣



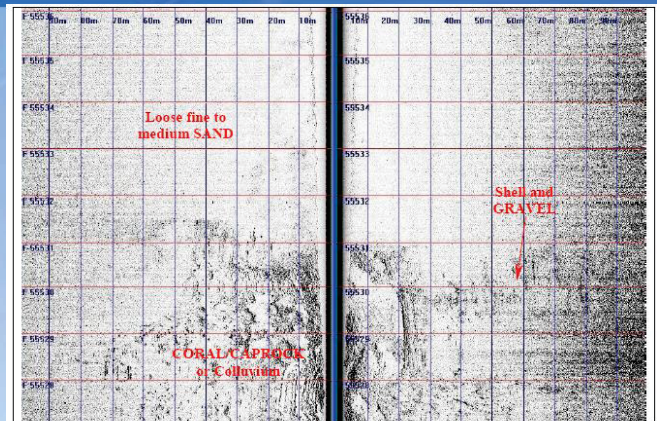
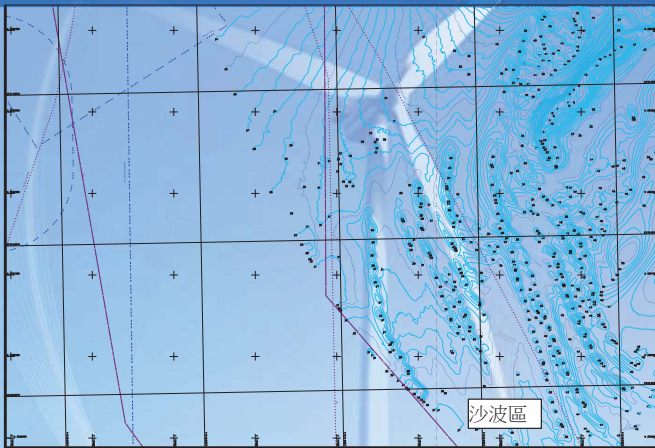
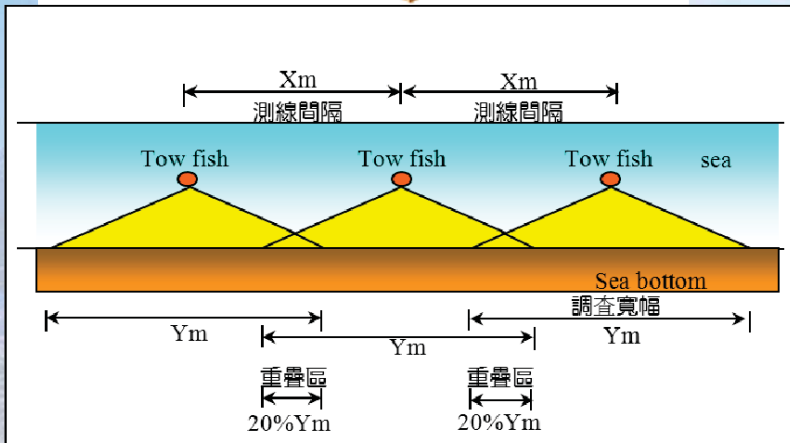
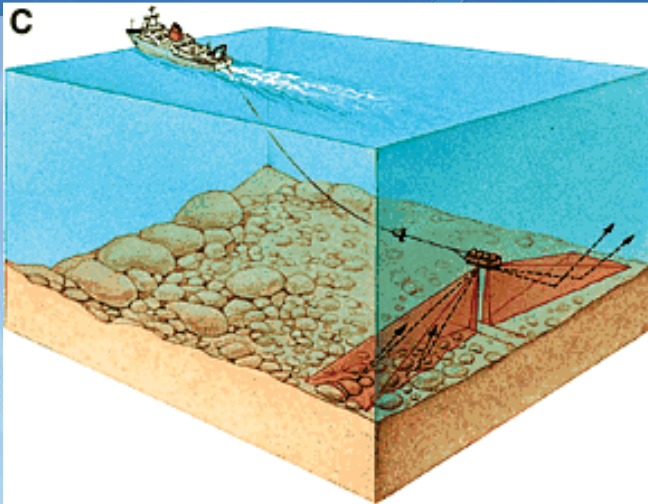


Figure 4-7: SSS data example showing CORAL/CAPROCK or Colluvium at Peng Hu

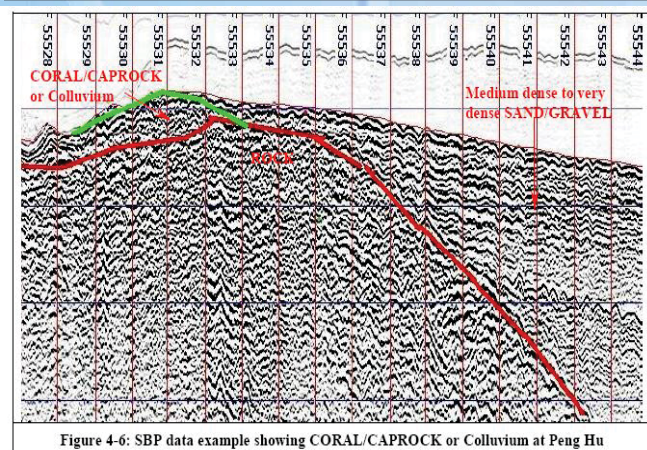
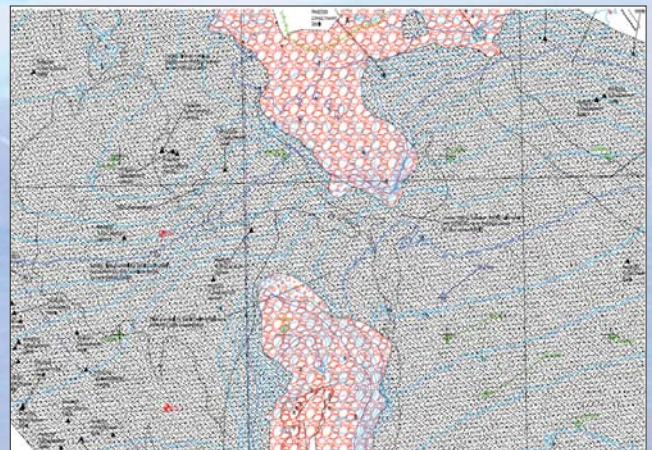
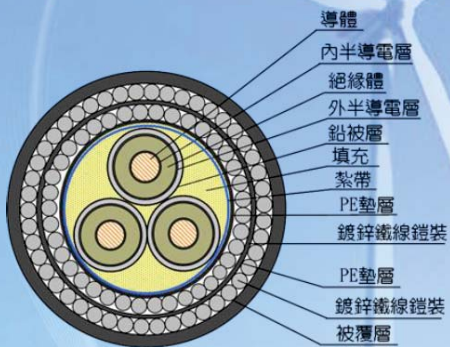
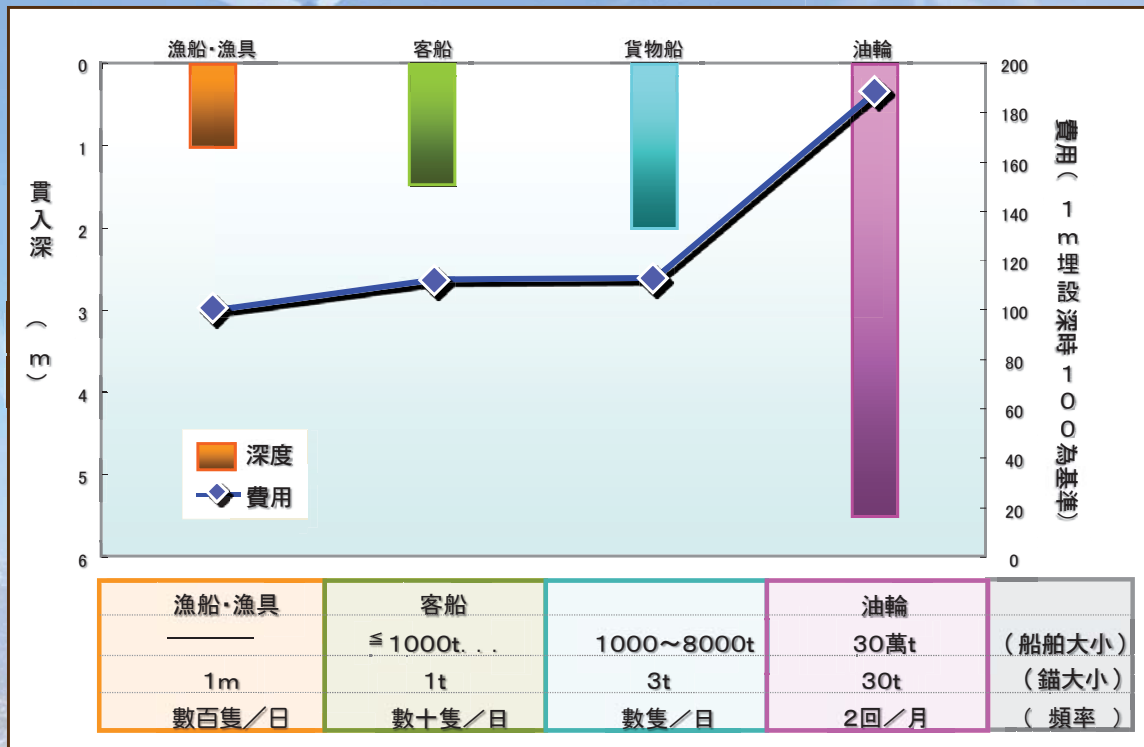


Figure 4-6: SBP data example showing CORAL/CAPROCK or Colluvium at Peng Hu



海底纜線埋深分析與比較



海底電纜設計斷面(Design section)



耐衝擊波試驗



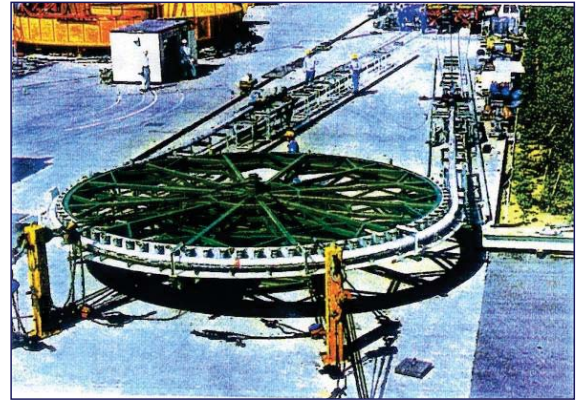
海纜定型試驗(彎曲試驗)



海纜成品試驗(Sample test)

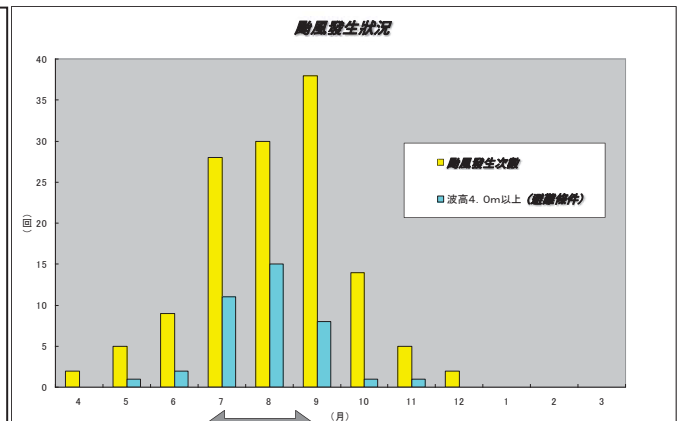
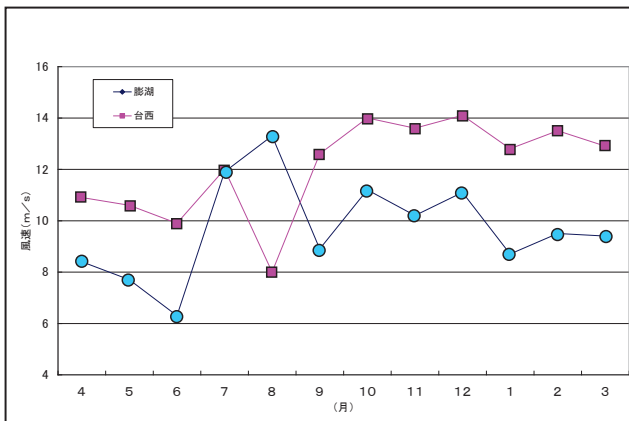
■ 海纜具有適足輸電負荷能力

- 海纜構造採用雙層鋼線及具金屬被套，金屬層可承受系統故障電流
- 海纜採用耐高壓絕緣材料，長時間導體容許96°C，緊急過載時可承受105°C，短路時250°C
- 選擇有運轉時績之海纜廠，並須有獨立試驗室(ILAC)認證之定型試驗及老化試驗核可證明



1. 施工條件擬定

項 目	天候比較條件		對 象 作 業 區 域
	有義波高	平均風速	
作業中止條件1	1.0m以上	10m/sec以上	佈設台船以外之船隻作業
作業中止條件2	1.5m以上	15m/sec以上	佈設台船同時埋設區間之作業
避難條件	4.0m以上	20m/sec以上	全海域



佈纜作業中止可能性低

每年東北季風避免海纜施工



起始點海岸

起始點小船拉放



起始點海岸

浮球固定纜線

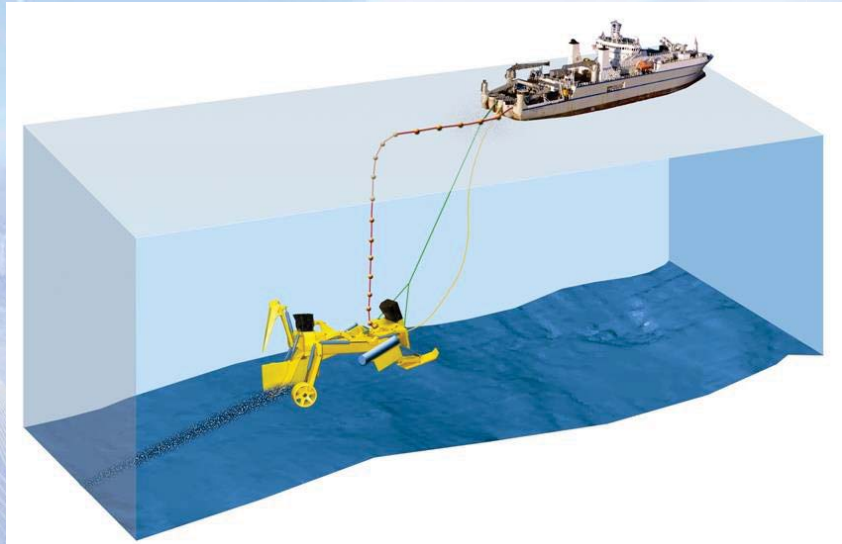


起始點海岸

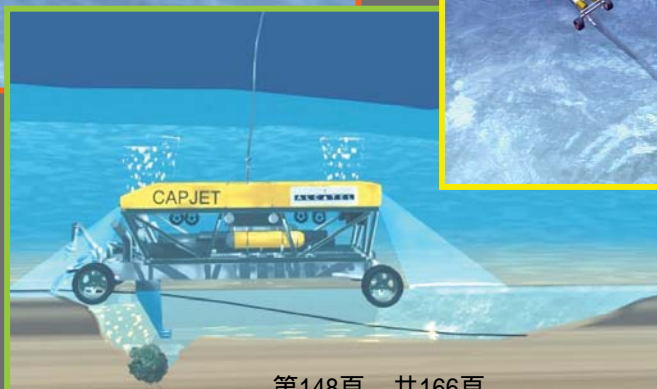
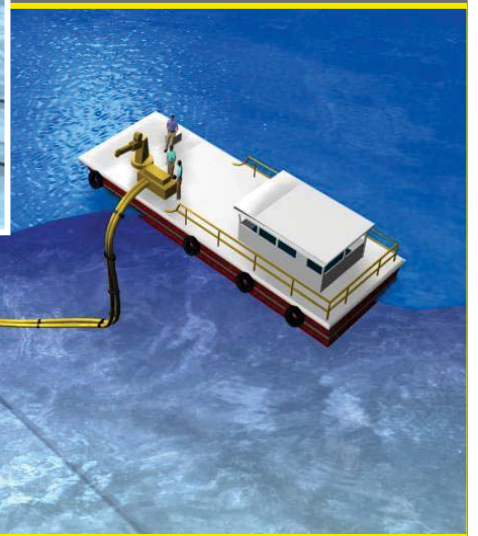
纜線下沉佈放



ROV佈纜埋設

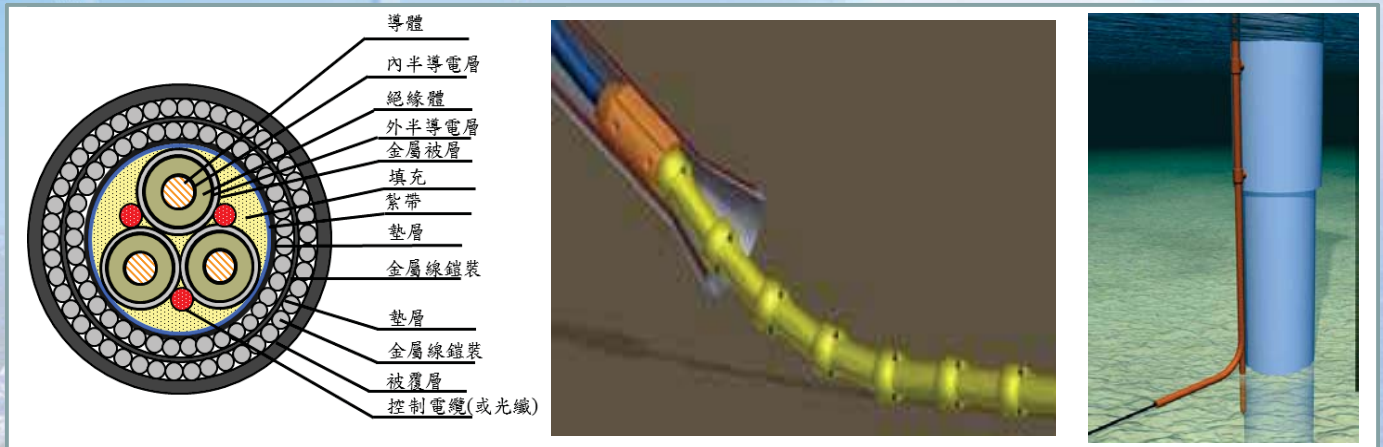


砂質海床佈纜施工



■ 避免海纜受海流及外力衝擊造成事故

- 海纜埋設於海床下2.0m以上
- 海纜構造採用雙層鋼線及具金屬被套
- 海纜以可繞性管保護引上至風機
- 海纜引上至風機後，以J-tube管保護並加設固定裝置

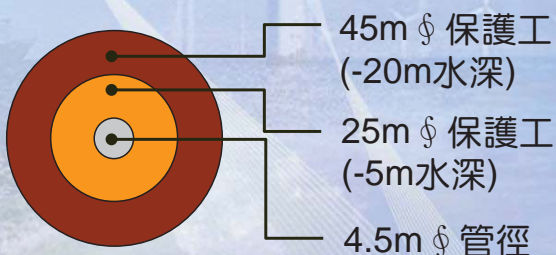


● 淘刷防治對策

- 需考量海域整體性之侵蝕趨勢
- 審慎研擬施工計畫
- 設置經妥善設計之保護工

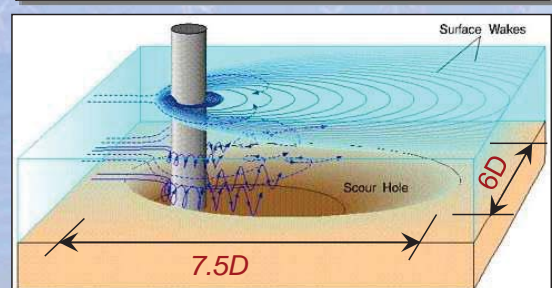
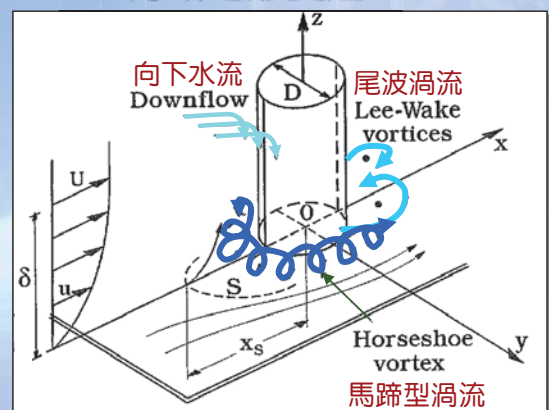
● 淘刷保護基本設計

- 面層拋放足夠重量之護面石
- 底層鋪設土工織物
- 中間加設濾層



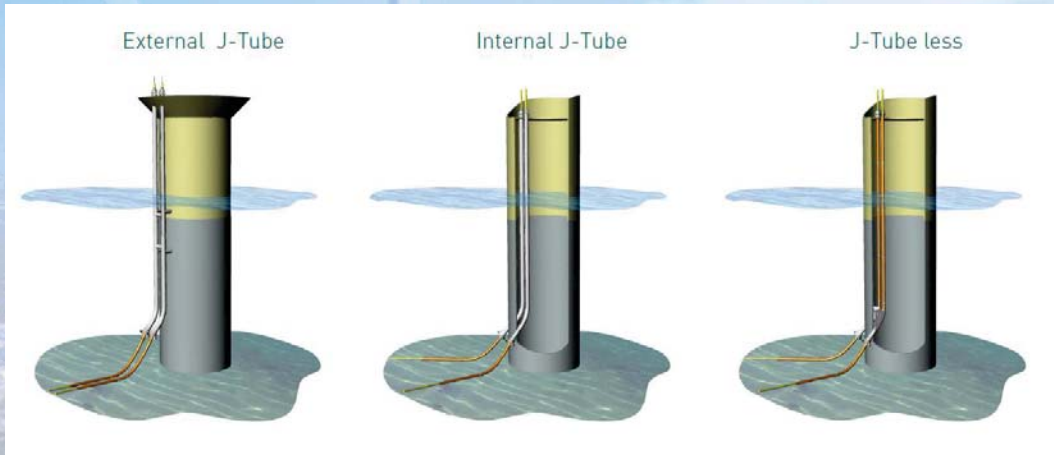
● 基樁淘刷成因

- 波浪
- 海流
- 海域地形變遷

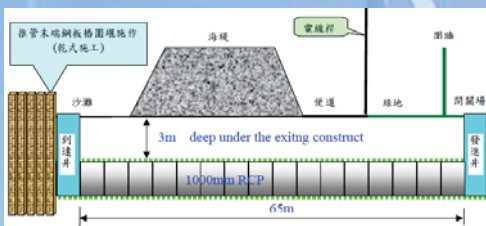


基礎保護工及海纜布設介面

- 基礎保護工範圍、先拋或後拋
- 海纜施工在基礎完成之後，風機吊放之前。
- 預留海纜路徑延放所需範圍



上岸段越堤工法



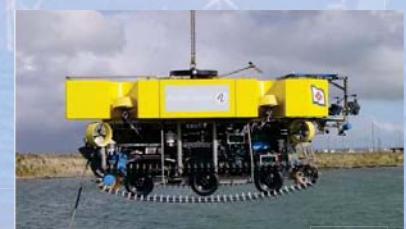
(1)推進工法-適用於沙灘



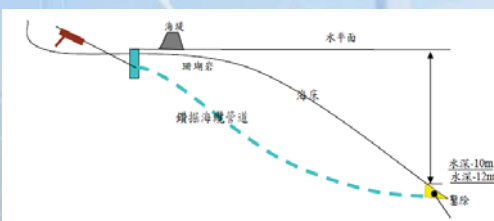
佈覽駁船



近岸沖埋機



深海沖埋機



(2)HDD水平鑽掘工法-適用礫石海岸



GROUT BAG / SAND BAG

沙袋保護

穿越深海岩石區使用

保護工法



MATTRESS

專用護毯



LANDFALL PROTECTION TRENCH PROJECT

上岸挖溝工程



CONCRETE BOX PROTECTION

箱涵

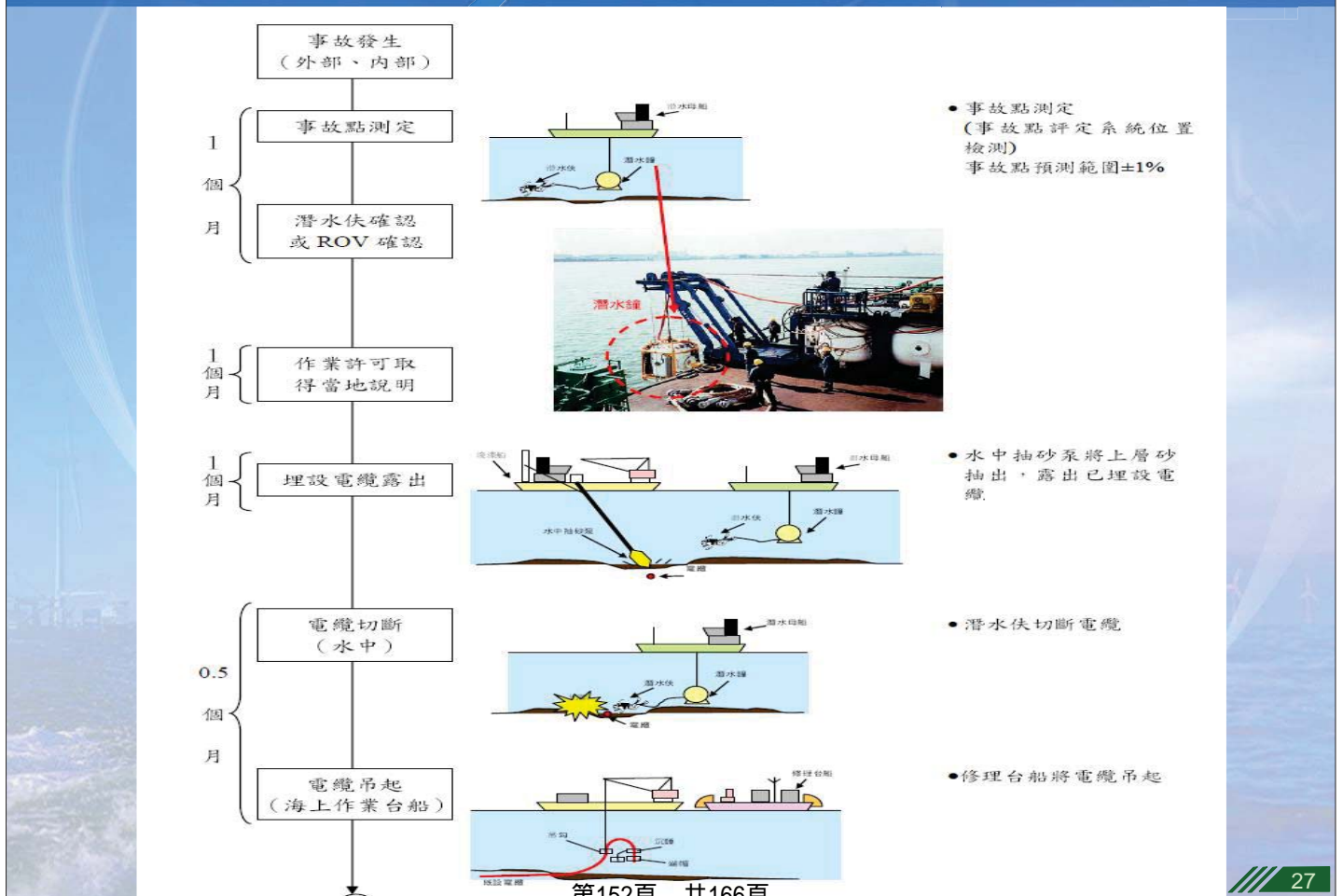
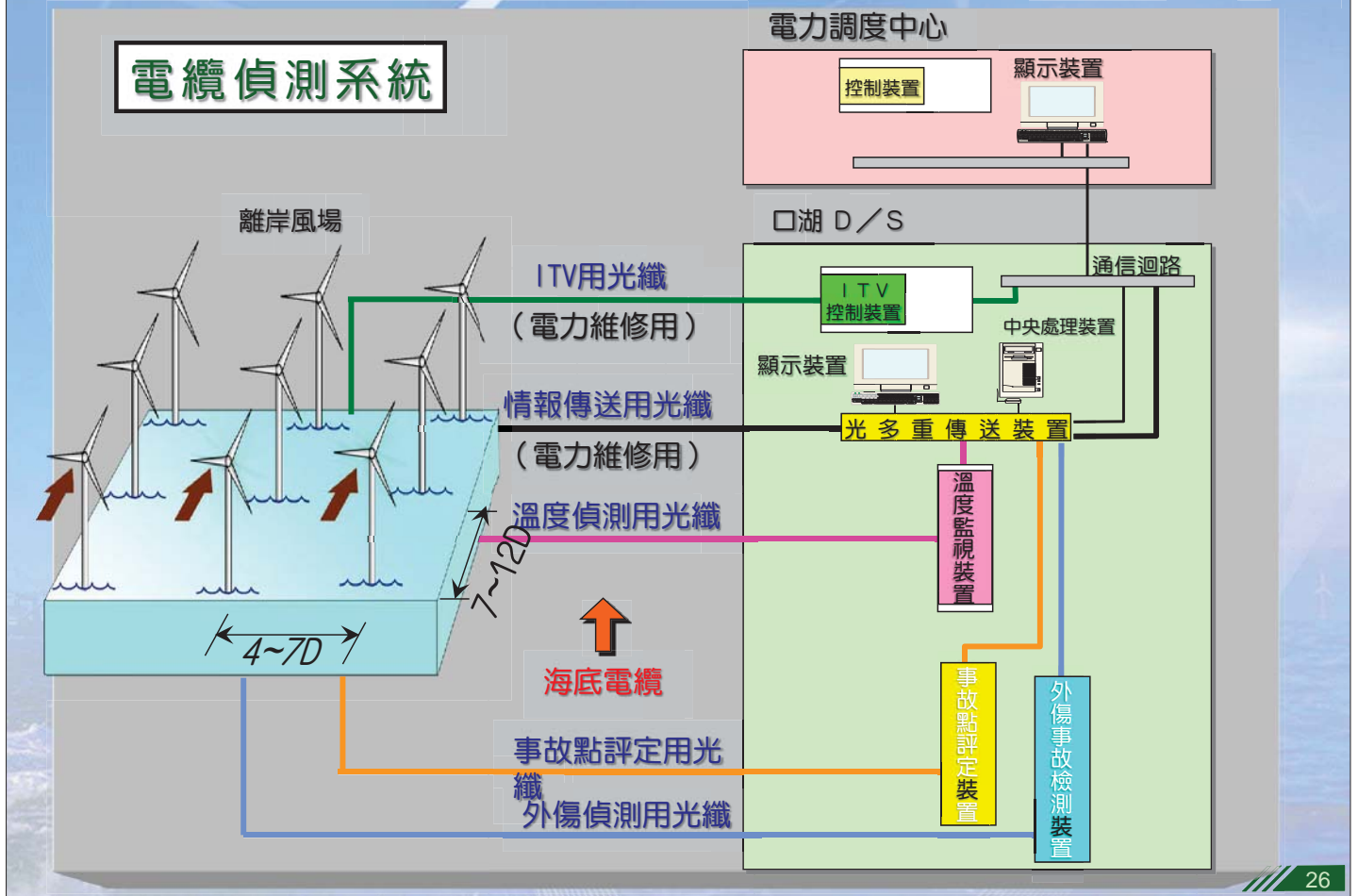


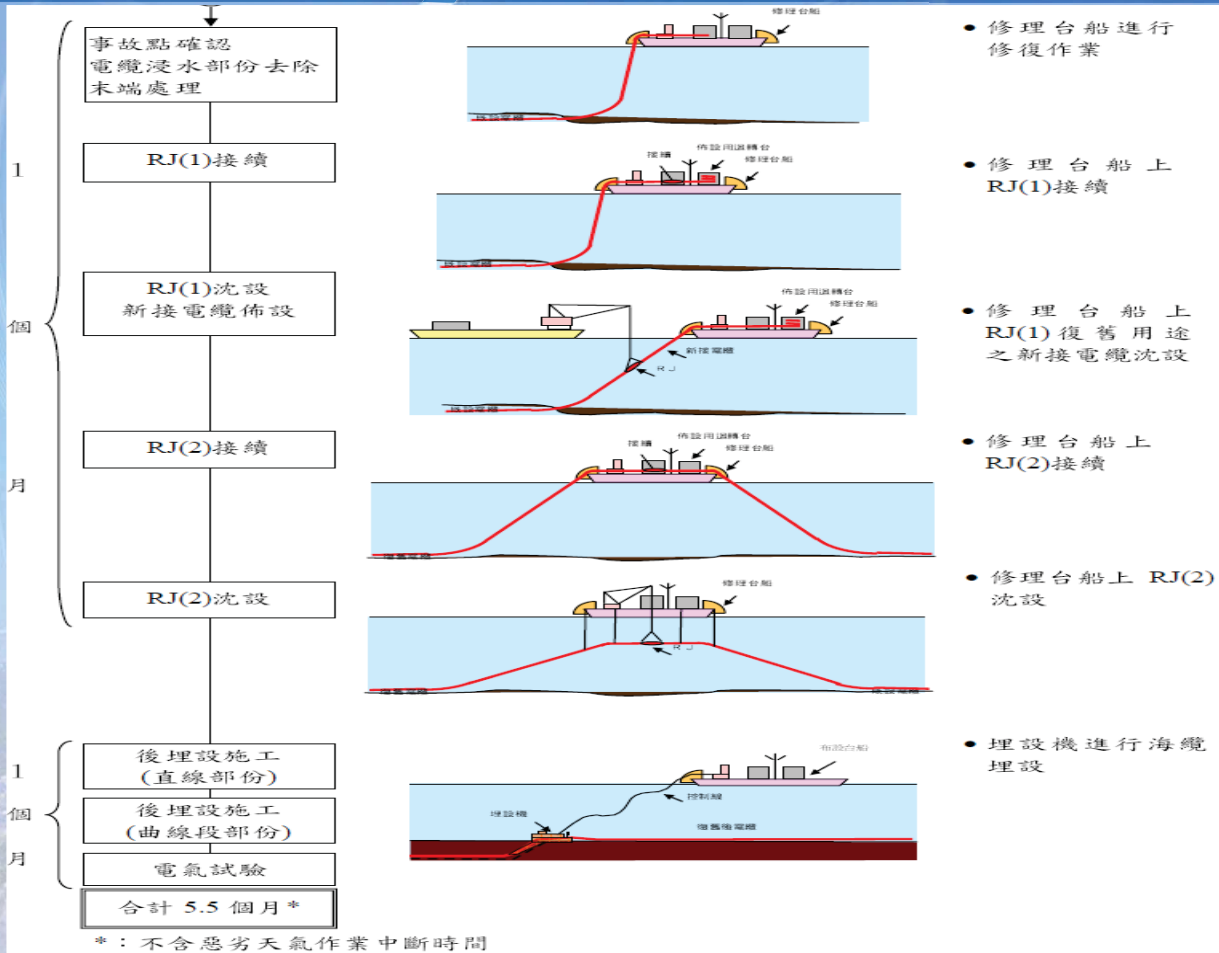
珊瑚覆蓋率調查



污染防止膜防治效果







離岸風電海纜工程經驗分享

肆、結論

與建議



- 一、台灣海峽風能豐富，值得開發。
- 二、面臨颱風及地震等強大外力，非目前歐美規範慮及範圍，需要產官學界可共同研發解決問題。
- 三、離岸風電之海纜工程在國內雖已有一個案例，但仍存在許多未定因素，需透過技術交流，制訂相關規範，以利資源整合，開創離岸工程之新局。

**簡報結束
敬請指教**