離岸風力發電工程

綜覽及執行經驗分享



中興工程顧問股份有限公司
SINOTECH ENGINEERING CONSULTANTS, LTD.

中部工程中心
Central Taiwan Project Center

簡報：黃崇哲

2024.04.24.



黃崇哲

任職

中興工程顧問公司

中部工程中心 技術經理

專業證照 環工技師

學歷

交通大學 土木所 碩士

中興大學 環工系 學士

31年工程經歷

- 中部轄區管理
  - ✓ 竹科寶山 科學園區開發
  - ✓ 中科二林 科學園區開發
  - ✓ 彰濱工業區開發
  - ✓ 中龍鋼鐵廠房興建
  - ✓ 離岸風力發電工程
  - ✓ 台電輸變電工程
  - ✓ 晶圓廠新建工程管理
  - ✓ 台鐵橋梁補強工程
  - ✓ 整地、道路、排水設計
- 離岸風力發電工程
- 中科台中園區擴建工程
- 污水下水道工程
- 水資源處理廠工程
- 垃圾資源回收廠工程
- 台電馬鞍水力發電工程



- 中興工程顧問公司形象影片

中興磐石 專業領航

- 台灣離岸風場發展進程
- 離岸風電法令簽證需求
- 執行之離岸風電計畫
- 國內供應商製造監督
- 水下基礎、風機安裝監督
- 未來的挑戰



台灣離岸風場發展進程



台灣離岸風場發展進程

台灣風力發電優勢

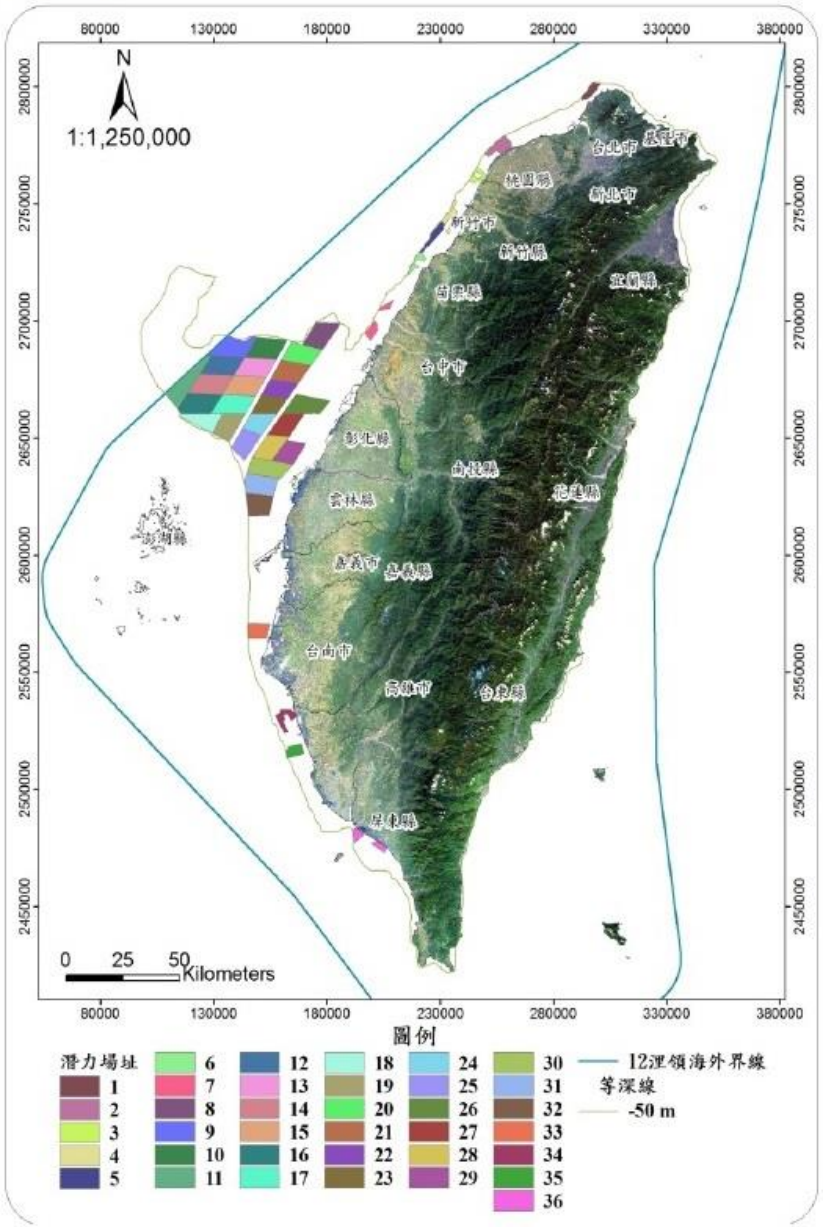
根據國際工程顧問公司4C Offshore在2014年發布的全球「23年平均風速觀測」研究，竟發現世界上風況最好的20處離岸風場，台灣海峽就占了16處。甚至排在前十名的，除第一名是位於中國南海外，風速每秒12多米（12.04~12.11m/s），其他9處都在台灣領海，平均風速約每秒近12米（11.94~12.02m/s）。

最主要的原因是台灣地理位置深受季風影響，台灣海峽在每年10月開始迎接東北季風，外加台灣中央山脈與福建武夷山脈的夾擊，讓平均風速可以達到罕見速度；美國太空總署NASA也發現彰化沿海地區的常年風速高達7m/s以上，風力平均密度超過750W/m2，因此，不難想像台灣海上風力發電的潛力驚人。

經濟部能源局於104年7月2日公告「離岸風力發電規劃場址申請作業要點」，總開發潛能概估約可達 23 GW，業者可考量風場土質、地質、地形、風能等條件，自行評估「技術上」與「財務上」之可行性。

離岸規劃場址

潛力場址範圍資料



台灣離岸風場發展進程

為達成114年再生能源占比20%之政策目標，創造離岸風電友善發展環境，經濟部以行穩致遠原則、採「先淺海、後深海」開發模式，以「**先示範、次潛力、後區塊**」3階段策略有效推動離岸風電發展。

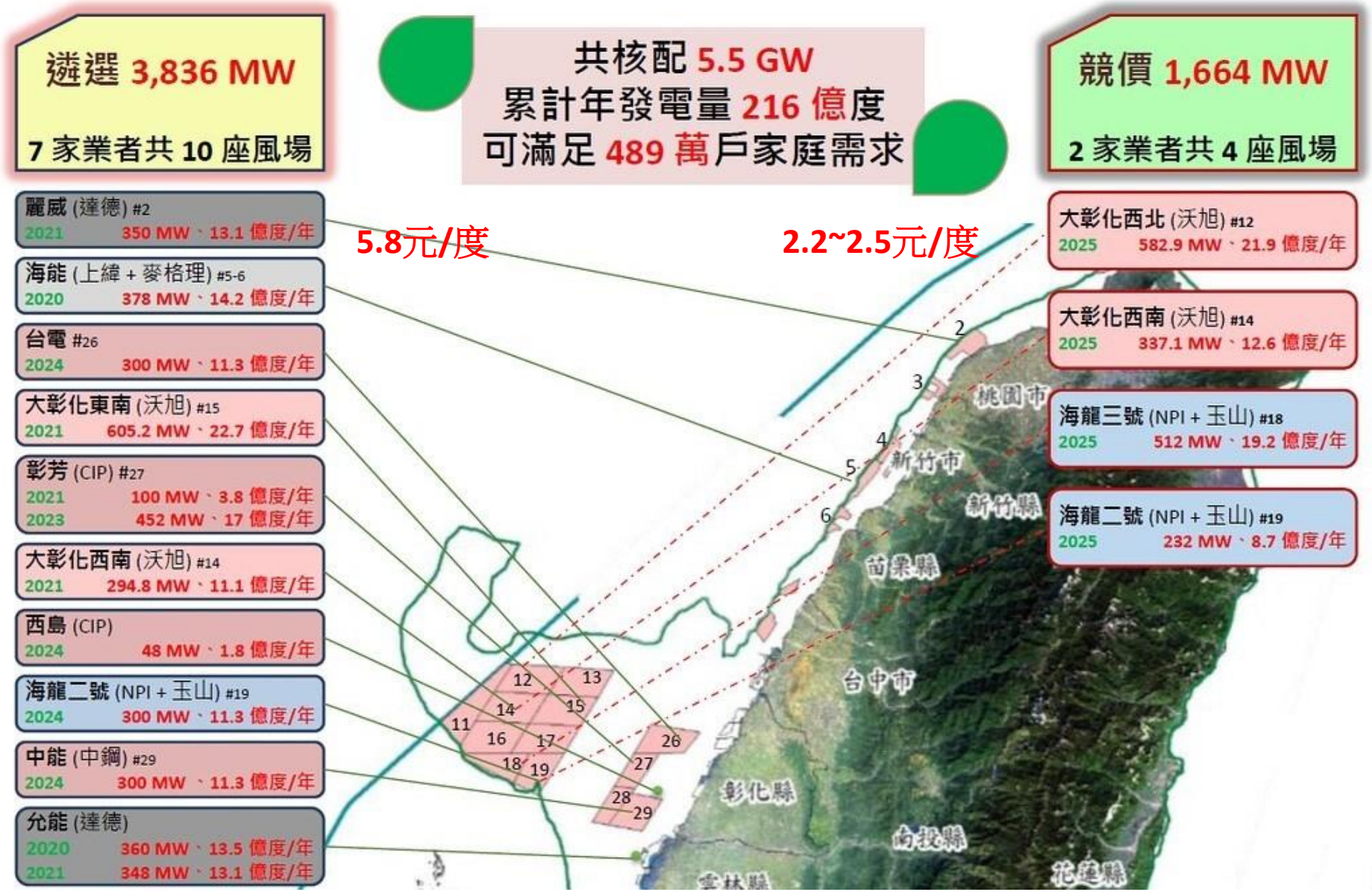
第一階段示範風場:

1. 海洋風場
   6MW*20, 120MW
2. 台電一期
   5.2MW*21, 109MW

第二階段潛力風場:

採「先遴選3.5 GW，後競價2 GW」策略，穩健有序的方式建置國內離岸風電，並以市場帶動產業鏈實績。

第三階段區塊開發:



第二階段潛力風場

台灣離岸風場發展進程

現階段台灣風場版圖



台灣離岸風場發展進程

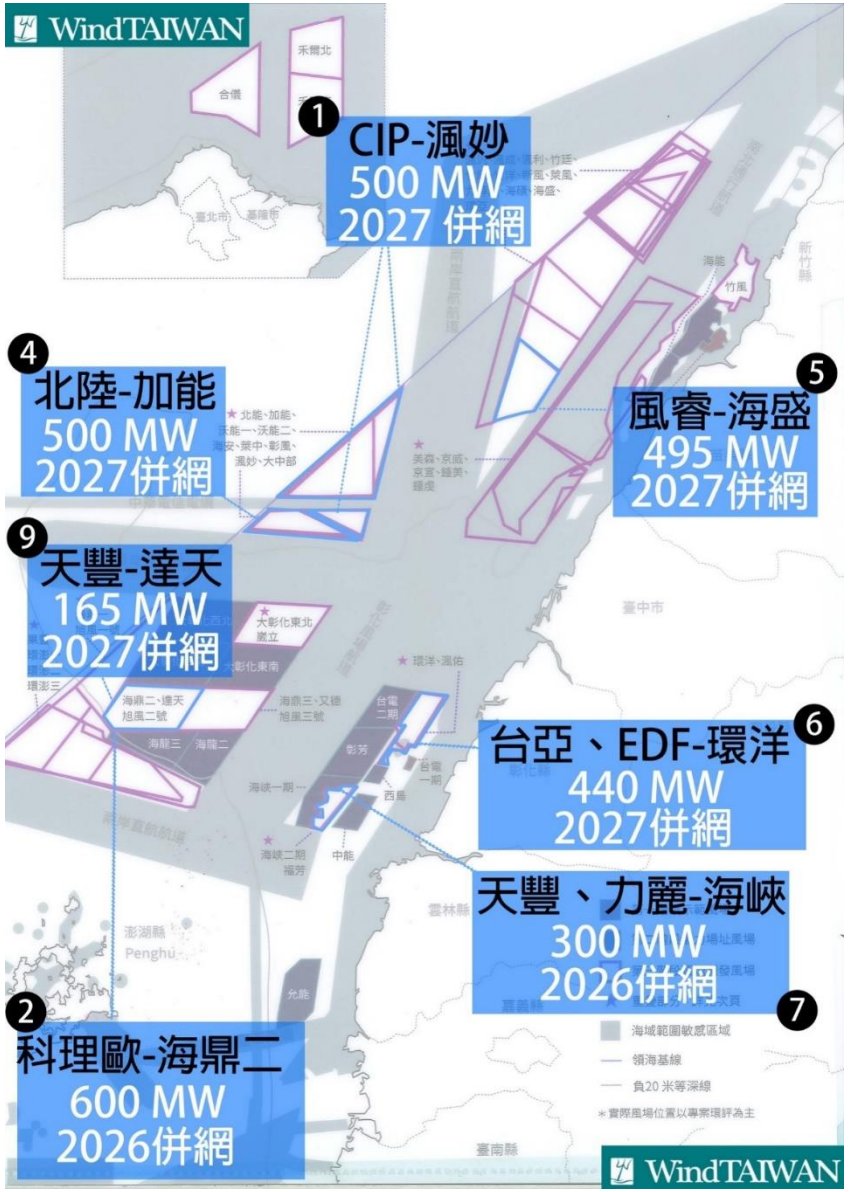
第三階段區段開發-第一期容量分配結果

經濟部發布「**離岸風力發電區塊開發容量分配作業要點**」，正式定案從115年到124年共釋出15 GW容量，並明確第1階段以115年到120年分3期釋出共9 GW辦理選商。

各期將以「**履約能力審查**」及「**競比作業**」兩階段方式進行

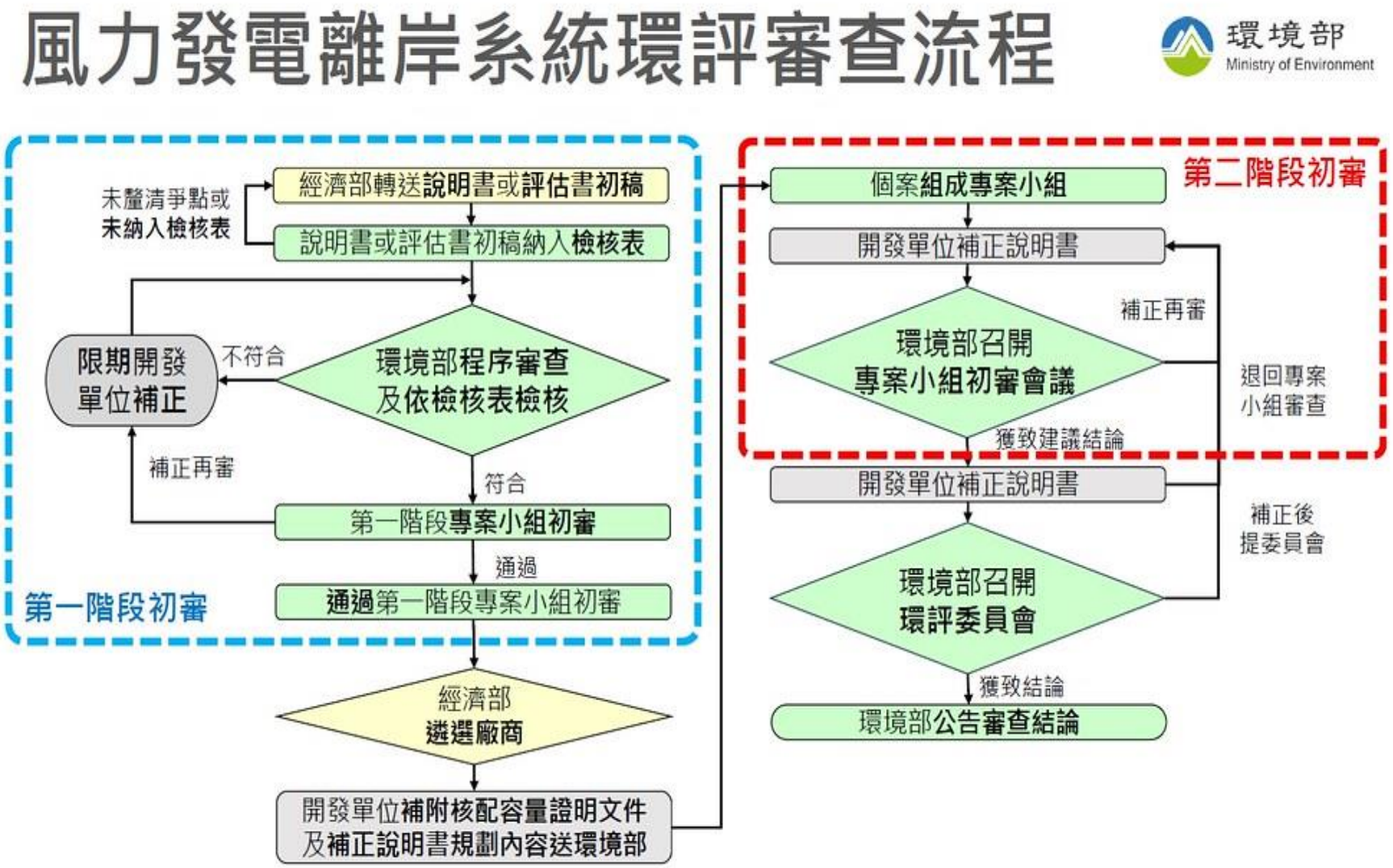
1. 以技術能力、財務能力及產業關聯方案3大項目，審查業者履約能力。
2. 通過審查的業者才可參與競比作業，並依投標價格高低決定獲選業者，並分配風場併網年度及容量。以新臺幣**2.49元/度**作為區塊開發第1期選商的投標價格上限（低於目前平均電價），下限則為新臺幣**0元/度**。

獲選申請案	容量分配結果	
	獲配容量 (MW)	完工併聯年度
泓妙離岸風力發電股份有限公司籌備處	500	2027
海鼎二風力發電股份有限公司籌備處	600	2026
加能離岸風力發電股份有限公司籌備處	500	2027
海盛發電股份有限公司籌備處	495	2027
台灣環洋風力能源股份有限公司籌備處	440	2027
海峽風電股份有限公司籌備處	300	2026
達天風力發電股份有限公司籌備處	165	2027



台灣離岸風場發展進程

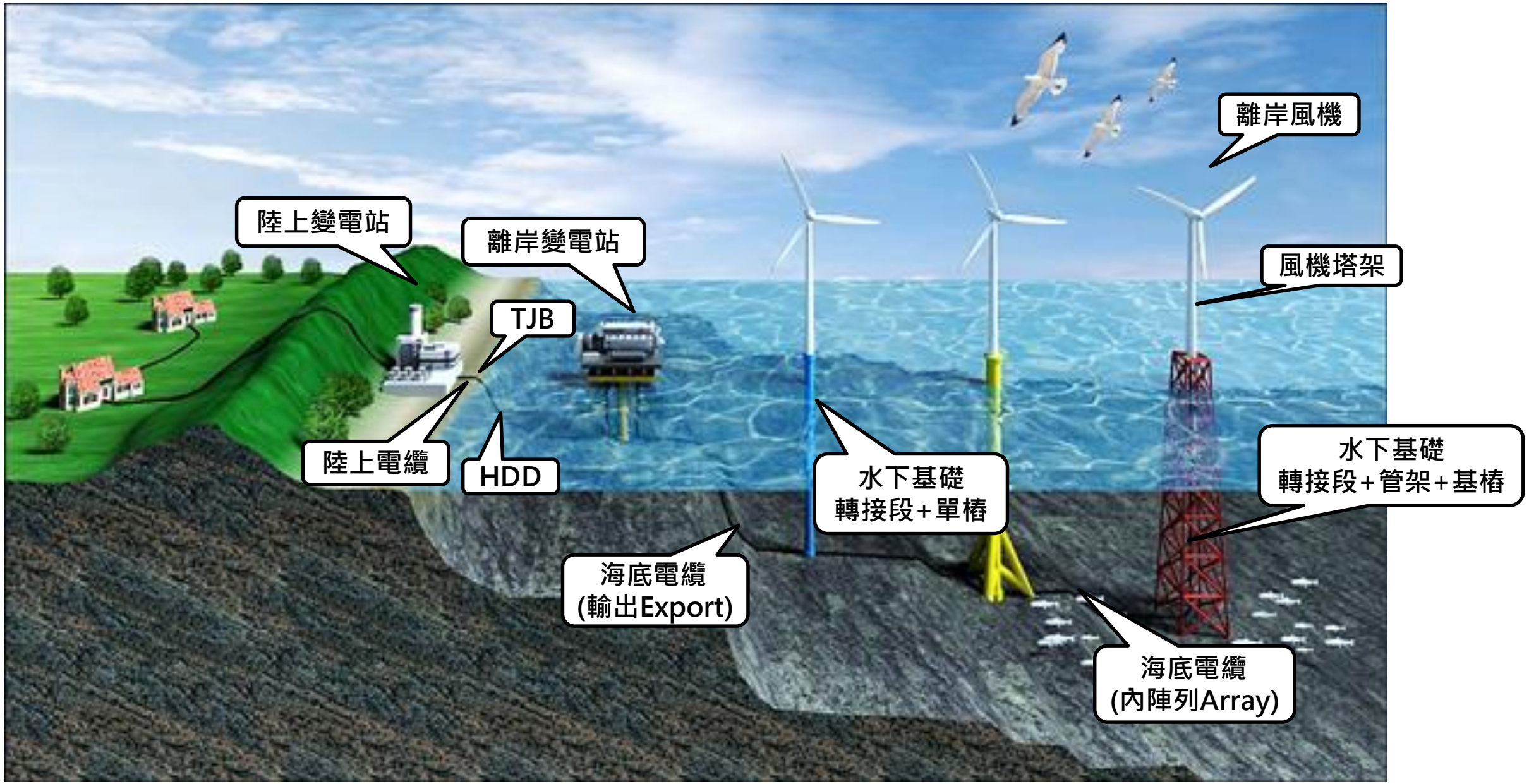
離岸風電環評流程改新制



- 經濟部「先環評、再遴選」的離岸風電區塊開發選商規定，離岸風場必須通過環評初審才能參與遴選。
- 根據統計，第三階段區塊開發已受理39件離岸風場環評案，其中24件通過初審，第二期遴選將完成，預計最多僅有11案能夠在區塊開發中獲配容量，等於過半通過初審的案件是做白工。
- 為降低行政成本，環境部預告新作業要點，未來離岸風場環評初審改為「先遴選、再環評」，案件在第一階段初審經確認符合共通標準，就能參與經濟部遴選，如獲選的開發案可進入第二階段初審。

台灣離岸風場發展進程

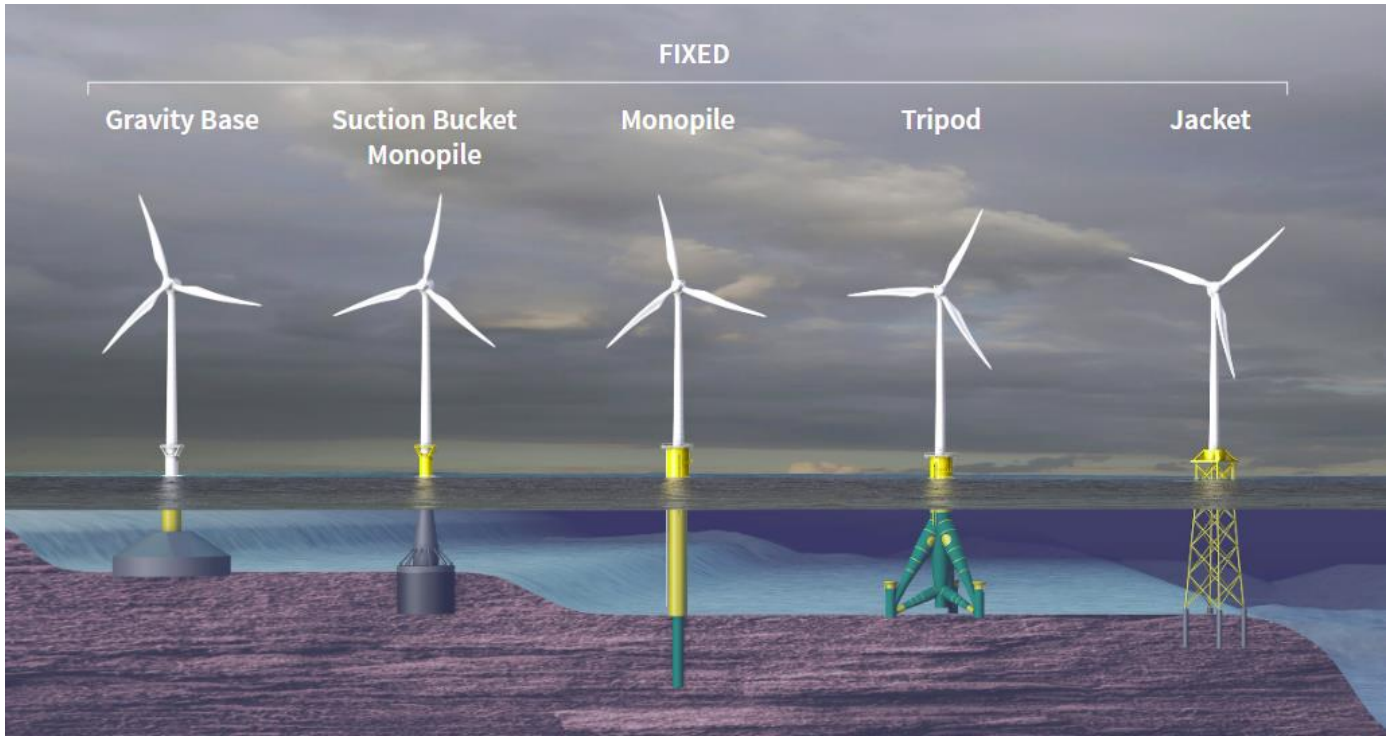
離岸風場組成



台灣離岸風場發展進程

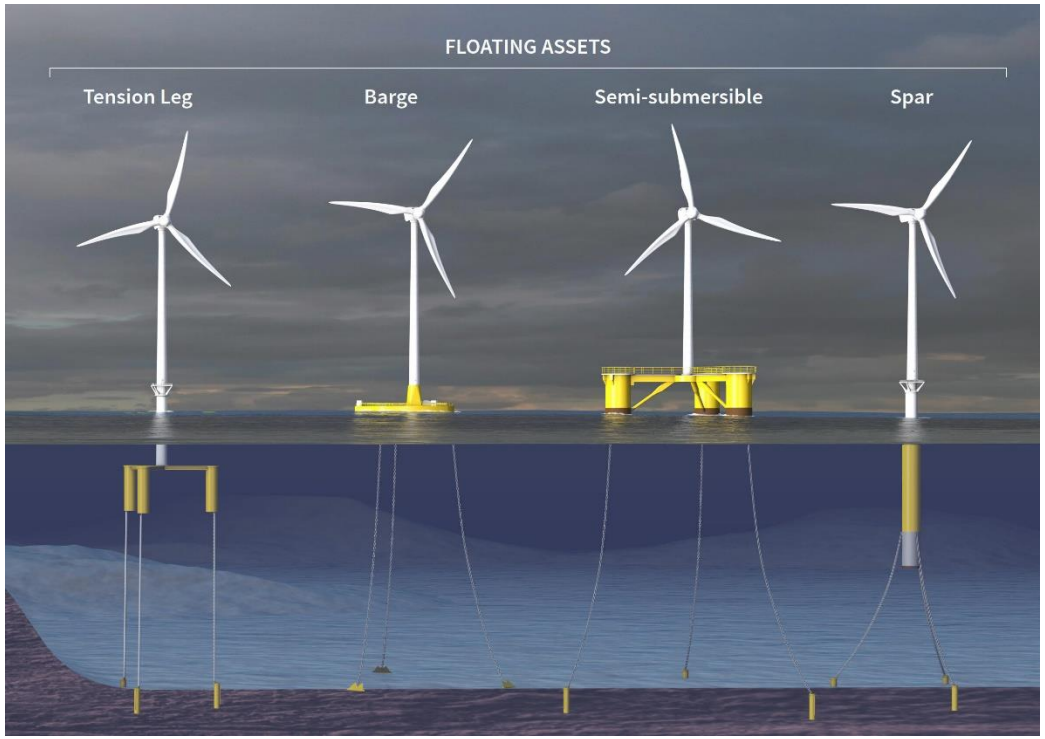
離岸風機基礎型式

固定式



重力式　沉吸式單樁　單樁式　三腳式　管架式

漂浮式



張力式　駁船式　半沉式　桶式

躉購

- ✓ 躉購可以說是對綠電的「保證收購」，源自德國2000年《再生能源法》的Feed-In Tariff（簡稱FIT）制度，這套制度讓德國再生能源裝置量迅速提升，目前已有全球70多個國家或地區採用。
- ✓ 買綠電而不是買設備，讓政策更延續
- ✓ 隨著再生能源成本價格一再降低，從躉購走向競標制度，出現競標價零元的超低價。

PPA vs CPPA

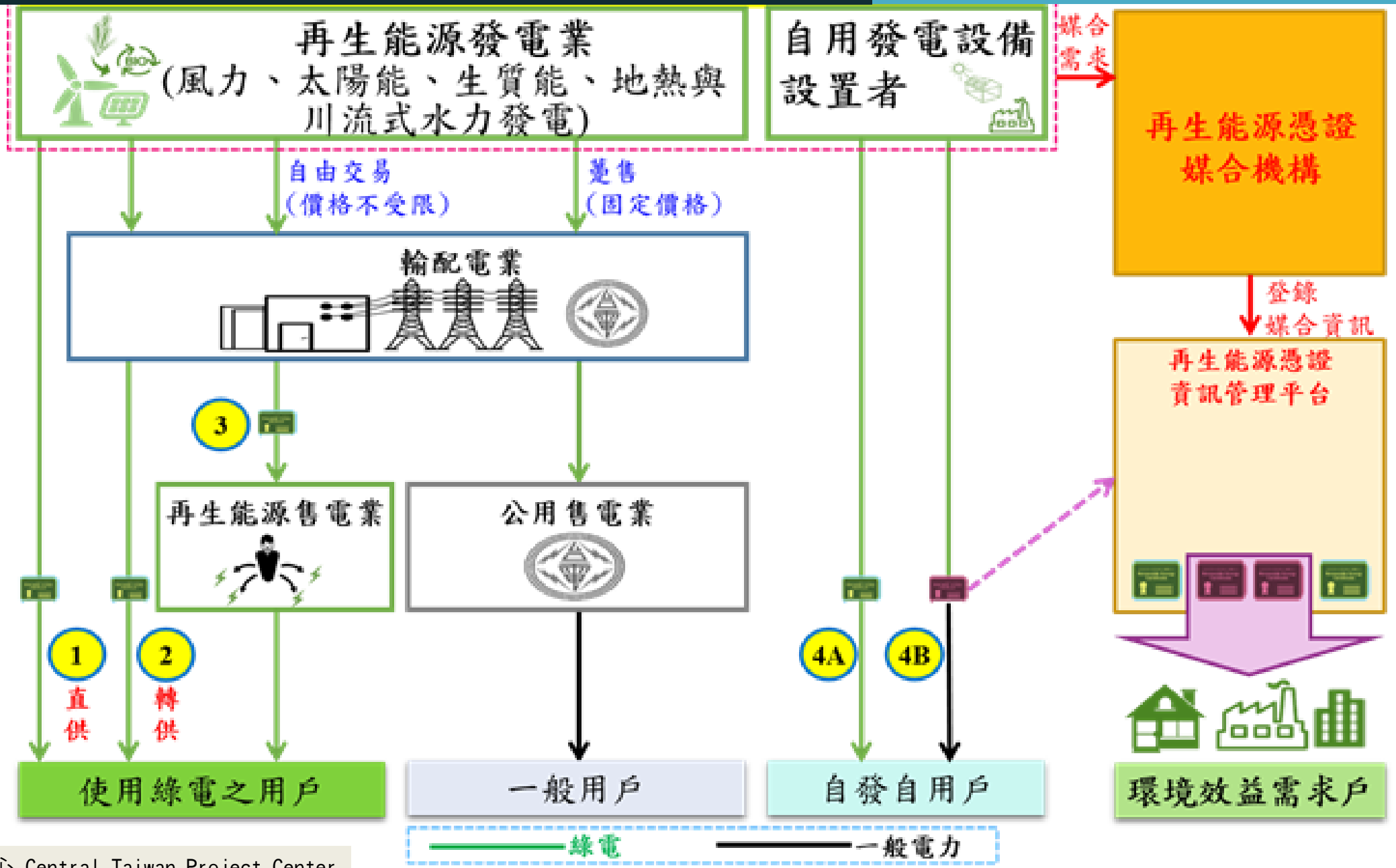
- ✓ PPA（Power Purchase Agreement）「購售電契約」。
- ✓ CPPA（Corporate Power Purchase Agreement）係指電力用戶與再生能源發電業者，直接簽訂的購售電契約。
- ✓ 綠電除了由台電以躉購費率保證收購20年之外，還可以透過CPPA的簽訂，直接銷售給有需求的企業，理應能為電力市場開啟更多交易選擇。

RE100

- ✓ RE100意旨「100%再生能源」，是由氣候組織（TCG）與碳揭露計畫（CDP）所主導的全球再生能源倡議，匯聚全球最具影響力企業，共同努力提升使用綠電的友善環境。
- ✓ 加入RE100的會員，必須公開承諾於2050年前有階段性地達成100%再生能源之目標，並提報逐年使用綠電的進程。
- ✓ RE100認證對台灣許多中小企業至關重要，身為國際大廠的代工企業或指定合作廠商，若沒有取得RE100認證，代表可能會失去國際訂單，在市場失去競爭優勢。

台灣離岸風場發展進程

再生能源電網



何謂綠能?

電動車算綠色交通工具嗎?

離岸風電工程融資



離岸風電法令簽證需求



離岸風電法令簽證需求

◆Technical Requirement技術要求

The Consultant shall provide the PE Construction Supervision service for the offshore wind farm to fulfill all applicable local regulations, and obtain the electricity enterprise licenses.提供海上風場之監造技師簽證服務，需符合所有適用當地法令，並獲得電力許可證。

◆Legal Basis and Related Regulations適用法令

- **Electricity Equipment and Electrical Equipment Engineering Design and Construction Supervision Scope 電業設備及用戶用電設備工程設計及監造範圍認定標準**

Article 4-Electrical equipment engineering should be designed and supervised by professional electrical engineers or related professional engineers registered in accordance with the law. The scope of creation is as follows:

5. Wind turbine generator support structure engineering.

第4條 電業設備工程應由依法登記執業之電機技師或相關專業技師辦理設計及監造之範圍如下：

五、風力發電機組支撐結構工程。(2019.04.15新增)

- **Directions on Completion Auditing of Electric Power Industry電業竣工查驗作業要點**

法令需求

離岸風電工程技術服務應由執業技師辦理之相關法規

- 電業法第61條第1項規定，**電業設備**屬中央主管機關所定工程範圍者，其設計及監造，應由依法登記執業之電機技師或相關專業技師辦理。
- 經濟部**108年4月15日修正**「電業設備及用戶用電設備工程設計及監造範圍認定標準」第4條第1項第5款及第7條規定，**風力發電機組支撐結構工程之設計及監造，應由依法登記執業之相關專業技師辦理，並自110年1月1日施行**。

4

風力發電機組支撐結構工程之設計及監造相關規定

- **機關核准**民間機構參與或投資興辦之離岸風電工程屬公共工程專業技師簽證規則第5條第1項第6款**「電業設備工程」，並應實施技師簽證**。(簽證規則§3、§5)
- 離岸風電工程之設計、監造簽證，承辦技師需本人或在其監督下完成相關結構設計、監造工作，始得辦理簽證；**如僅就已完成的設計成果進行審查，或未實際監督查核而辦理簽證，即違反技師法第16條第2項規定**。

10

離岸風電法令簽證需求

◆Legal Basis and Related Regulations適用法令

➢ Professional Engineers Act技師法

Article 16第16條

All drawings and documents produced by professional engineers in practice shall be signed personally by the professional engineers and be further affixed with their practice seal. When **different branches of engineering** are involved in the professional practices, **the documents shall be produced by professional engineers of corresponding branches and the scope of their respective responsibilities shall be specified.**技師執行業務所製作之圖樣及書表，應由技師本人簽署，並加蓋技師執業圖記。涉及不同科別技師執業範圍者，應由不同科別技師為之，並分別註明負責之範圍。

A professional engineer shall conduct certification in person and shall provide certification only for the works that are completed by himself/herself or under his/her supervision. When work involves site operations, the professional engineer shall conduct inspections at the work site in person.**技師僅得就其本人或在本人監督下完成之工作為簽證**；涉及現場作業者，技師應親自赴現場實地查核。

A professional engineer, when conducting certification, shall submit certification report and keep a record of the certification process. **The report and record, along with all the relevant data and documents, shall be compiled into worksheets.**

技師執行簽證，應提出簽證報告，並將簽證經過確實作成紀錄，**連同所有相關資料、文據彙訂為工作底稿。**

➢ Enforcement Rules of Professional Engineers Act技師法施行細則

風力發電機組支撐結構工程之設計及監造相關規定

- 技師執行業務所製作之**圖樣及書表，應由該執業技師簽署**，並加蓋執業圖記。涉及不同科別技師執業範圍者，應由不同科別技師為之。(技師法§16)
- **技師僅得就其本人或在本人監督下完成之工作為簽證**；涉及現場作業者應親自赴現場實地查核。(技師法§16)
- **技師執行簽證，應提出簽證報告**，並將簽證經過確實作成紀錄，**彙訂工作底稿**；**主管機關及中央目的事業主關機關得辦理業務查核**。(技師法§16、§23)

9

離岸風電法令簽證需求

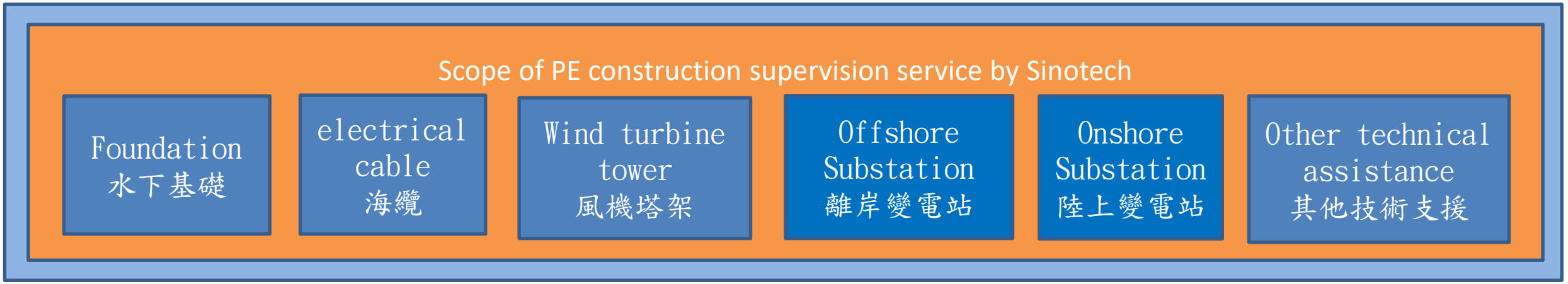
風力發電機組支撐結構製造及安裝

	Wind turbine generator support structure engineering Facbrication	Wind turbine generator support structure engineering T&I and commisisoning
the plan may include quality control plan and construction execution plan review 品質計畫與施工計畫審查	Project Quality Plan	Project Quality Plan
	Inspection and Test Plan - Fabrication	Inspection and Test Plan - Grouting
	Inspection and Test Plan - Coating	Inspection and Test Plan - Pin Pile Load out
	Welding Plan/ WPS	Inspection and Test Plan - Pin Pile Installation
	NDT Plan (VT, MT, UT))	Inspection and Test Plan - Jacket Load out
	Corrosion Protection Application Procedures	Inspection and Test Plan - Jacket Installation
	Incoming goods/ materials control and storage procedures	Inspection and Test Plan - Soil Plug Removal
	Welder register (including certificates)	Inspection and Test Plan - Internal Pile Cleaning
	NDT personnel register	Inspection and Test Plan - Stopper Removal
	Coating personnel register	
construction drawings and documents review 施工圖說審查	Shop Drawings	Installation Sequence Drawings - Pin Pile
	Corrosion Protection Drawings	Installation Sequence Drawings - Jacket
sample check of materials & equipment 材料與設備抽驗	Steel Plates Certificates	Grout Certificate
	Flanges Certificates	Grouting Test Reports
	Welding Consumable Certificates	
	Corrosion Protection Material Certificates	
	Material / Welding / Coating Traceability	
	NDT Reports (VT, MT, UT))	
	Dimension Measure Reports	
	Coating / Marking Reports	
	FAI/ FAT / HAT Reports	
	As-bulit quality records / Documentation as above	
construction inspection and audit 施工查驗與查核		Record of Inspections or Tests
		As-bulit quality records / Documentation as above
sample check of the equipment function operating tests 設備功能運轉測試之抽驗		
other items as necessary 其他必要項目	Construction supervision and certification plans and Construction Supervision Report	
	Reports of random inspection of materials, equipment, and construction	

- **公共工程專業技師簽證規則第6條**…其屬監造簽證者，得包括品質計畫與施工計畫審查、施工圖說審查、材料與設備抽驗、施工查驗與查核、設備功能運轉測試之抽驗及其他必要項目。
- **鋼構造建築物鋼結構施工規範(營建署)、建築鋼結構工程施工品質管理及查核作業手冊(工程會)**

離岸風電法令簽證需求

簽證服務範圍

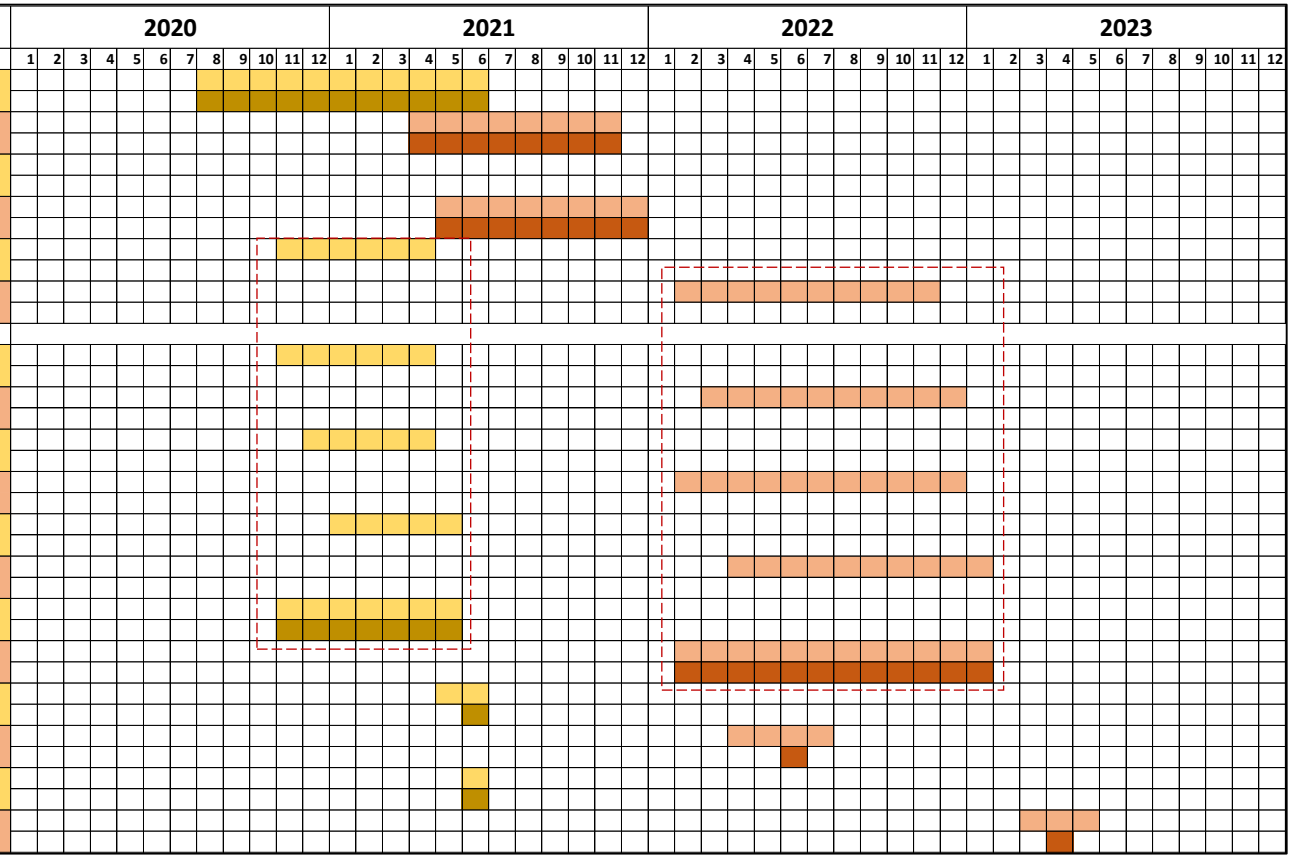


- Foundation;水下基礎
  - Fabrication製造
    - Pin pile, Jacket 基樁、管架式基礎
    - Monopile, TP 單樁、轉接段
  - T&I and commissioning運輸、安裝及試運轉
    - Pin pile, Jacket T&I and commissioning
    - Monopile, TP T&I and commissioning
- Offshore electrical cable海纜
  - Fabrication製造
    - Cable fabrication海纜製造
  - T&I and commissioning運輸、安裝及試運轉
    - Cable T&I and commissioning
- Wind turbine tower 風機塔架
  - Fabrication製造
    - Tower fabrication
  - T&I and commissioning運輸、安裝及試運轉
    - Tower T&I and commissioning
- Substation變電站
- Other technical assistance其他技術支援
  - Consultancy顧問諮詢
    - Ad-hoc support
  - As-built WTG coordinate verification竣工圖座標簽證
    - As-built WTG installation drawings

離岸風電法令簽證需求

規劃執行方式

WBS				Supplier ID	Location	Tentative period		
Level 1	Level 2	Level 3				Phase	Start	End
		Pin pile	-		Taiwan onshore 1	Ⅰ	Aug. 2020	Jun. 2021
						Ⅱ	Apr. 2021	Nov. 2021
					Taiwan onshore 2	Ⅰ	NA	NA
						Ⅱ	May. 2020	Dec. 2022
Foundation	Fabrication	Jacket	Electrical component	10	Taipei, Taiwan	Ⅰ	Nov. 2020	Apr. 2021
						Ⅱ	Feb. 2022	Nov. 2022
			Final assembly and welding of the jacket					
			Assembly, welding and upending of the	11	Taipei, Taiwan	Ⅰ	Nov. 2020	Apr. 2021
						Ⅱ	Mar. 2022	Dec. 2022
			Assembly and welding of the TP on upper jacket	11	Taipei, Taiwan	Ⅰ	Dec. 2020	Apr. 2021
						Ⅱ	Feb. 2022	Dec. 2022
			Assembly and welding of lower and upper jacket	11	Taipei, Taiwan	Ⅰ	Jan. 2021	May. 2021
						Ⅱ	Apr. 2022	Jan. 2023
			Taiwan onshore 5 (Final assembly combine schedule)			Ⅰ	Nov. 2020	May. 2021
						Ⅱ	Feb. 2022	Jan. 2023
	T&I and commissioning	Pin pile T&I and commissioning	-		Taiwan offshore	Ⅰ	May. 2021	Jun. 2021
						Ⅱ	Apr. 2022	Jul. 2022
		Jacket T&I and commissioning	-		Taiwan offshore	Ⅰ	Jun. 2021	Jun. 2021
						Ⅱ	Mar. 2023	May 2023



離岸風電工程特性-製造期長、安裝期短

- 水下基礎基樁Pin Pile及管架Jacket、風機塔架Tower，製造期長達一年半至兩年。
- 各構件海上安裝排程2~4個月。(每年3~9月適合海上安裝，東北季風期間多無法施工。)

離岸風電法令簽證需求

◆國內製造監督

➢針對國內供應商部份，規劃派員駐廠及在監造技師親自監督下，執行多個製造廠之製造程序見證監督，監督活動如下

1.Kick-off meeting 啟動會議

2.Factory Audit 工廠稽核/驗廠

3.First Article Inspection (FAI) 首件檢驗

4.Factory Acceptance Test (FAT) 工廠可接收度測試



◆海外製造監督

➢針對海外供應商部份，規劃安排數個行程執行監督工作。

➢因應Covid-19疫情，另委託第三方檢測公司海外人員執行，監造技師採視訊。

•結構部份

1.啟動會議及工廠稽核為第一次行程、2.首件檢驗或最終完成檢驗為第二次行程。

•海纜部份

1.型式測試 、2.製造、3.中間測試、4.工廠可接收度測試



◆安裝及試運轉監督

➢岸上工程，規劃派員及在監造技師親自監督下，執行工程期間見證監督。

➢離岸工程，規劃安排7~14天為1個行程，指派2名人員(工程師、監造技師)上船輪值，執行安裝期間見證監督。



Pin pile T&I 基樁運輸及安裝



Jacket T&I 管架運輸及安裝



WTG T&I 風機塔架運輸及安裝

離岸風電計畫監造技師群

Kuo, Chao-Hung 郭昭宏
PE(Civil)土木技師



G公司離岸風場風機支撐結構簽證

富崴台電離岸風電二期技術總顧問

Lee, Min-Fu 李明富
PE(Civil)土木技師

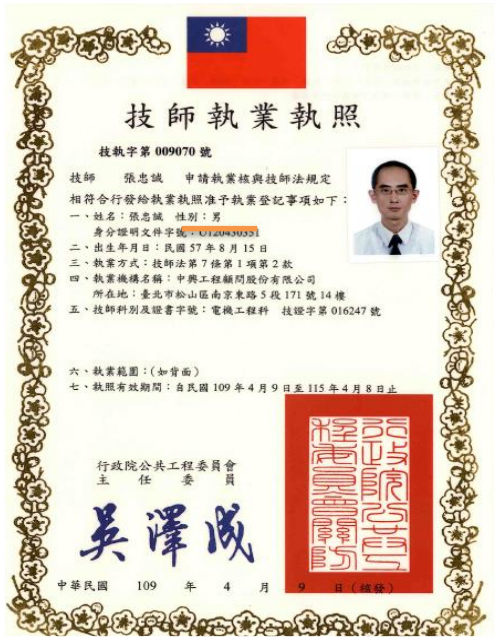


台電一期離岸風力規劃、設計及諮詢

P公司彰芳、西島海上風場監造

中能風場離岸風電開發監造簽證

Chang, Chung-Cheng
張忠誠
PE(E&M)電機技師



P公司彰芳、西島海上風場監造

中能風場離岸風電開發監造簽證

PE(Surveying)測量技師
Peng,De-Xi彭德熙



P公司彰芳、西島海上風場監造
（委外廠商）

離岸風電計畫專業證照團隊

◆International Welding Engineer(IWE)國際焊接工程師

➢焊接專業須取得國際焊接工程師證照。

◆GWO(BST)基礎安全培訓證照

➢執行業務之監造技師及工程師均取得全球風能組織(Global Wind Organization,GWO)風電產業基礎安全培訓 (Basic Safety Training,BST)證照。











離岸風電法令簽證需求

PPE個人防護裝備

1	背負式安全帶 (3M DBI-SALA 1113211)	
2	救生衣 (SOLAS 275N)	
3	海上搜救定位器 (PLB)	
4	快扣 (KONG FROG)	
5	雙母索式減震包安全掛繩 (3M PROTECTA AE532/3)	
6	可調式安全掛繩 (INNOTECH PSA-BRAKE-2)	



7	工作服 (ROOTS)	
8	安全鞋 (IRONSTEEL T-1231)	
9	覆蓋式透明安全眼鏡 (ELVEX SG-37G)	
10	工作手套 (MAPA 533)	
11	耳罩 (3M X4A)	

主管機關 vs 權責劃分

電業法　主管機關-經濟部能源局

技師法　主管機關-公共工程委員會
PE(Professional Engineer)

離岸風電驗證　主管機關-經濟部標檢局
PC(Project Certification)



執行之離岸風電計畫



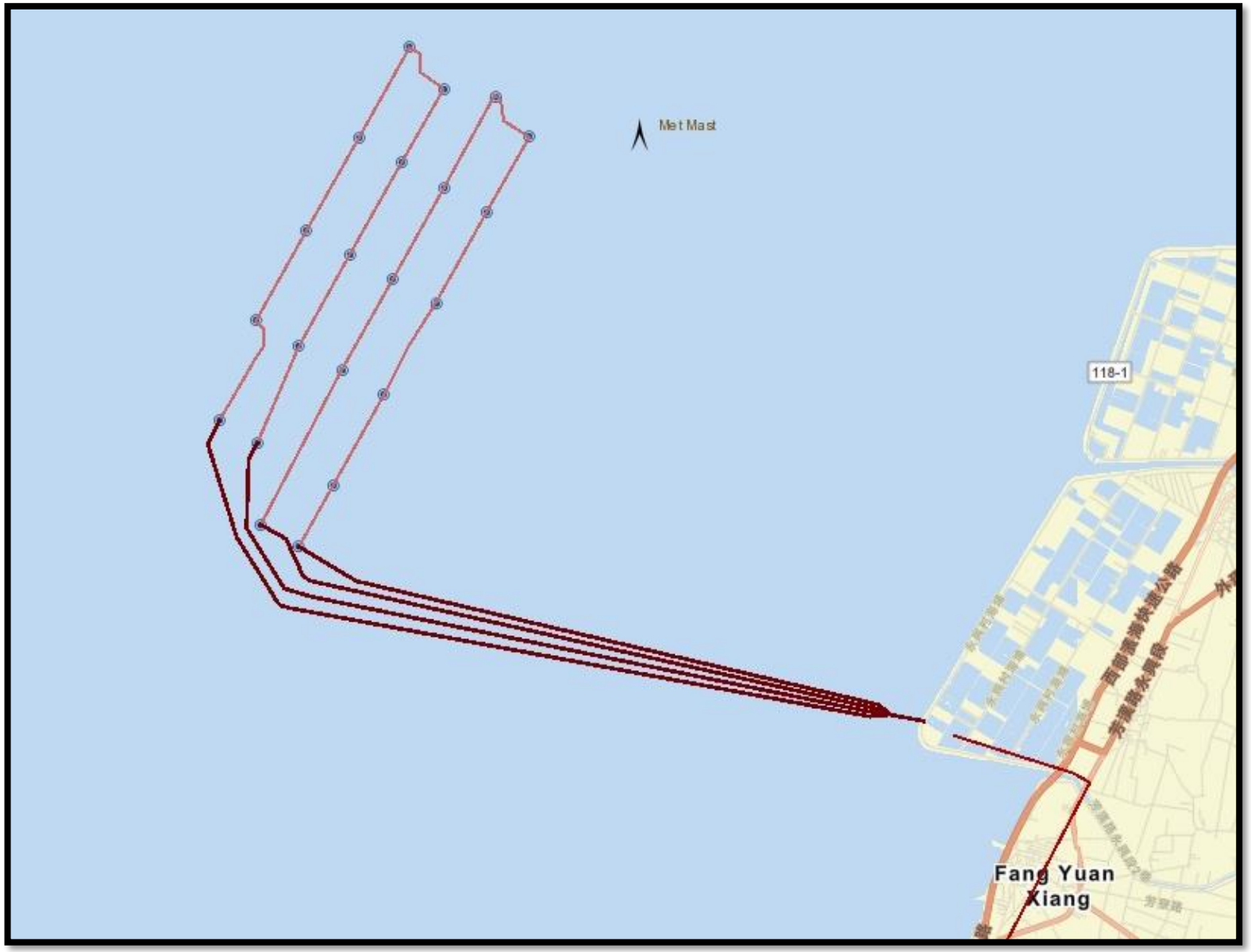
執行之離岸風電計畫

三處離岸風場基本資料

開發商	風場	風機		總容量(MW)	風機塔架		水下基礎					
TPC 台電	台電一期示範風場	廠牌	日立 Hitachi	109.5	高度(M)	66.8	TP轉接段+Jacket管架	高度(M)	55.38 58.42 61.88	Pin Pile 基樁	長度(M)	63~82
		功率(MW)	5.2		外徑(M)	3.7~5.148					外徑(M)	3.099
		葉片長度(M)	62		鋼板厚度(mm)	21~48		總重量(T)	984、1039、1081		鋼板厚度(mm)	50~74.5
		支數	21		總重量(T)	360					總重量(T)	239.3~310.8
達德 WPD	雲林允能風場	廠牌	西門子歌美颯 Siemens Gamesa	640	高度(M)	87.04	TP轉接段	高度(M)	26.226	Mono Pile 單樁	長度(M)	80.11~89
		功率(MW)	8		外徑(M)	4.145~6.024		外徑(M)	6.0~8.232		外徑(M)	6.5~8.0
		葉片長度(M)	81.4		鋼板厚度(mm)	21~68		鋼板厚度(mm)	70~88		鋼板厚度(mm)	70~96
		支數	80		總重量(T)	456		總重量(T)	370.2		總重量(T)	1310~1440
哥本哈根基礎基金 CIP	彰芳、西島風場	廠牌	三菱重工維特斯 MVOW	600	高度(M)	88.96	TP轉接段+Jacket管架	高度(M)	53.47 56.03 59.96 62.31	Pin Pile 基樁	長度(M)	61.02~77.17
		功率(MW)	9.5		外徑(M)	4.505~6.466					外徑(M)	3.5
		葉片長度(M)	82		鋼板厚度(mm)	17~34		總重量(T)	1100~1350		鋼板厚度(mm)	45~96
		支數	62		總重量(T)	310					總重量(T)	272.6~374.9

執行之離岸風電計畫

台電一期離岸風力規劃、設計及諮詢



本計畫風場場址位於彰化縣芳苑鄉外海約 7.2~8.7 公里 處，風力發電機組佈設水深範圍為 18~28 公尺間海域，預定裝設 21 部 5.2MW 風力發電機組，於台中港進行機艙、葉片及塔架的預組裝後運送至各風力發電機組裝設位置進行離岸組裝作業。

風場海域涵蓋範圍面積總計約 835.89 公頃； 海纜規劃佈設範圍長約 9.2 公里、寬約 1.1 公里，海纜開發面積約 794.82 公頃，風場海域及海纜規劃範圍共1630.71 公頃。

工作項目

- 環安衛
  HSE
- 基礎安裝
  Foundation
- 塔架安裝
  WTG
- 海纜鋪設
  Cable
- 風機試運轉
  Commissioning



五項專業外國顧問，各搭配一位國內技術人員

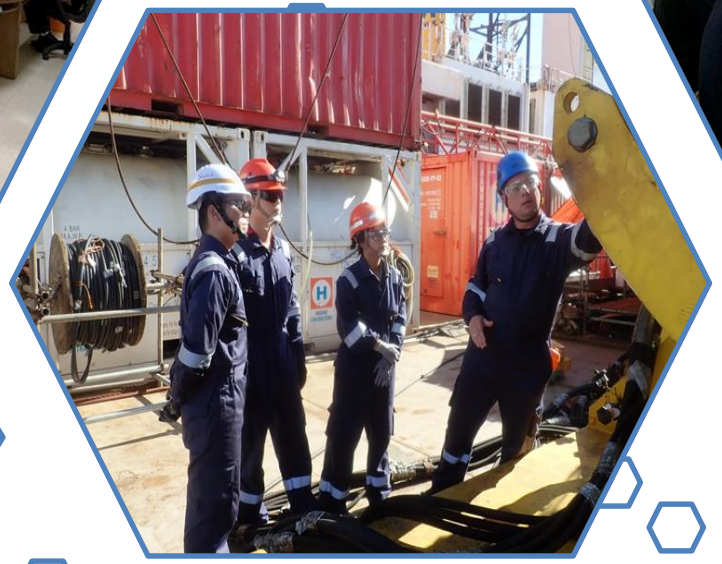
工作內容

- 教育訓練
- 上船安裝作業諮詢
- 下船再教育訓練



上船安裝作業諮詢

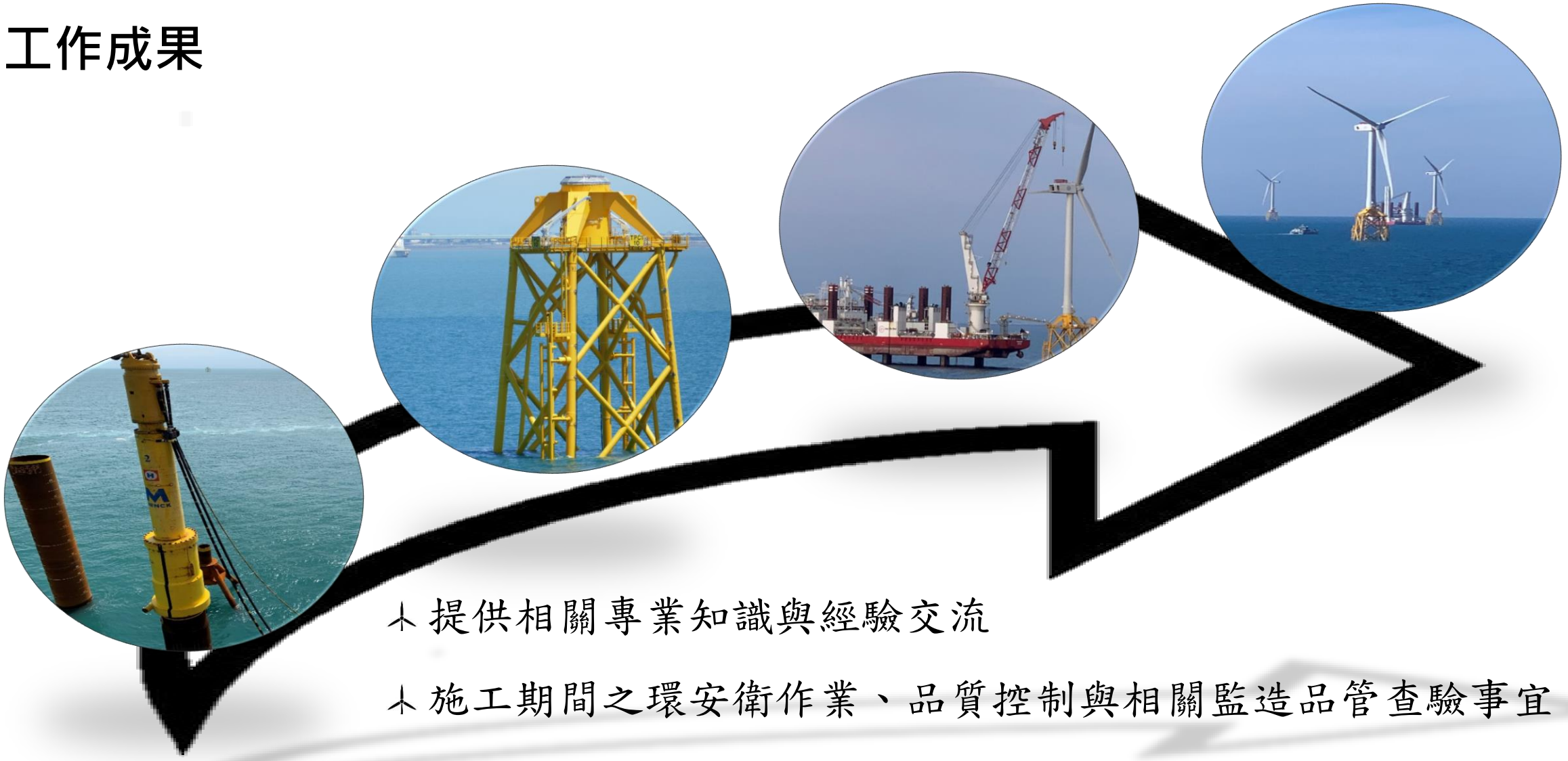




教育訓練

下船再教育訓練

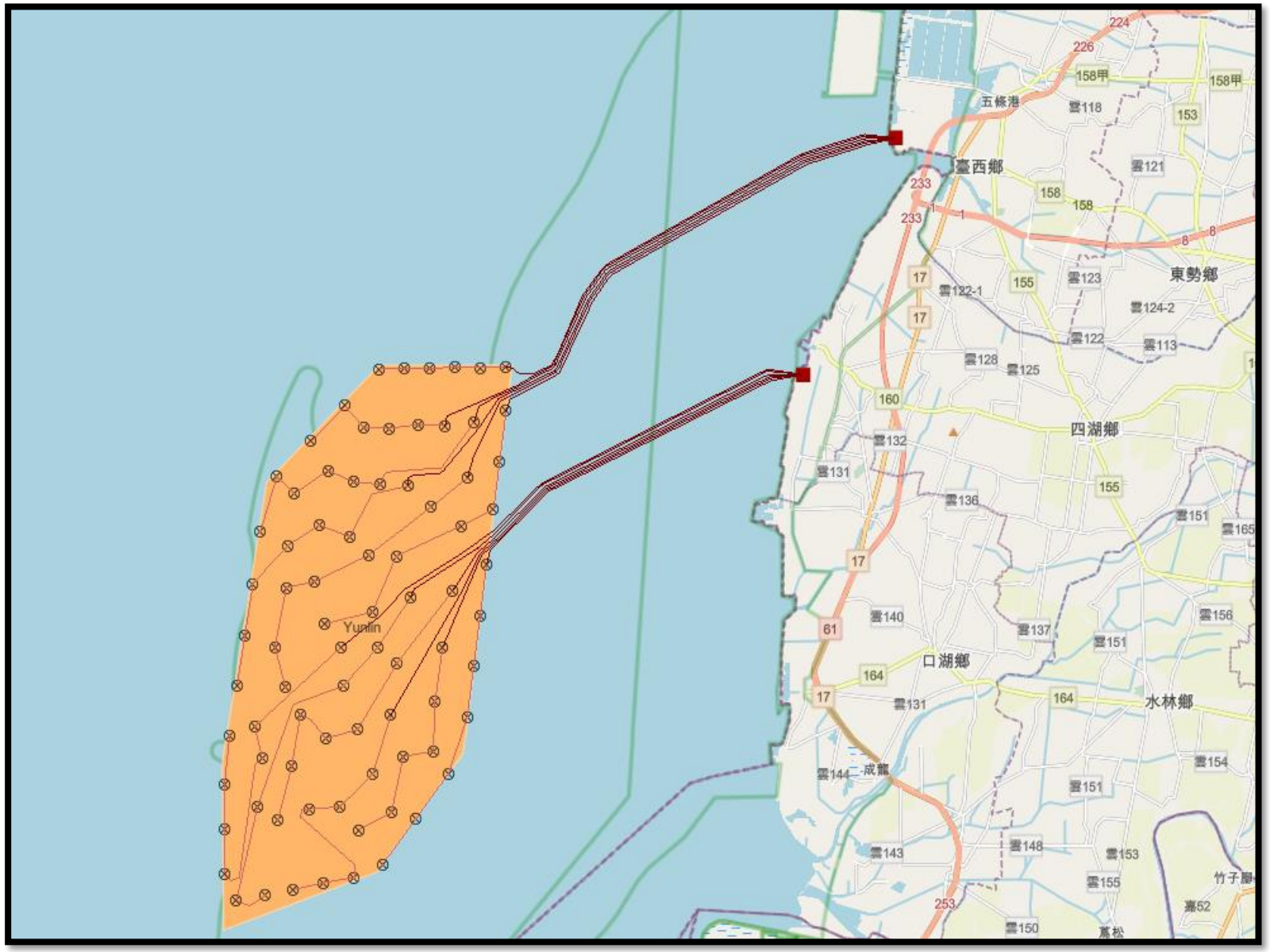
工作成果



- 提供相關專業知識與經驗交流
- 施工期間之環安衛作業、品質控制與相關監造品管查驗事宜
- 撰寫船上施工日報，以利後續回顧檢討

執行之離岸風電計畫

G公司離岸風場風機支撐結構簽證



雲林離岸風力發電廠專案是由WPD Offshore GmbH的子公司允能風力發電股份有限公司所開發。

此專案位於台灣海峽，距台灣西海岸約8至17公里，水深7至35米，總面積為82平方公里，佔雲林海域6%，共計設置80座風力發電機，總裝置容量為640MW 。

其發電電力將經由位於雲林縣台西鄉和四湖鄉的兩個陸上變電站分別饋入電網。

第一座風機預計於2020年第三季度開始發電;本案工程計劃於2021年12月完成本案工程。(迄今尚未完工)

執行之離岸風電計畫

G公司離岸風場風機支撐結構簽證

水下基礎生產

2019, 7月 (歐洲)

塔架生產



2019, 11月 (越南及台灣)

轉接段生產



2019, 8月(歐洲及台灣)

水下基礎抵台暫置



2019, 11月

(已完成)

- 設計文件/ 生產施工廠商計畫書書圖審閱
- 40支撐結構生產製作監督(國外)
- MP結構生產製作監督(台塑重工)
- TP結構生產製作監督(俊鼎)
- Tower結構生產製作監督(金豐)

(執行中)

- 支撐結構吊裝安裝監督(MP)
- 支撐結構吊裝安裝監督(TP)

(已完成)

- 支撐結構吊裝安裝監督(TOWER)

執行之離岸風電計畫

G公司離岸風場風機支撐結構簽證

塔架 風機 葉片到港暫置



2020, 4月

水下基礎生產



2020, 1月 (台灣)

轉接段到港暫置



海纜鋪設

第一批風機送電

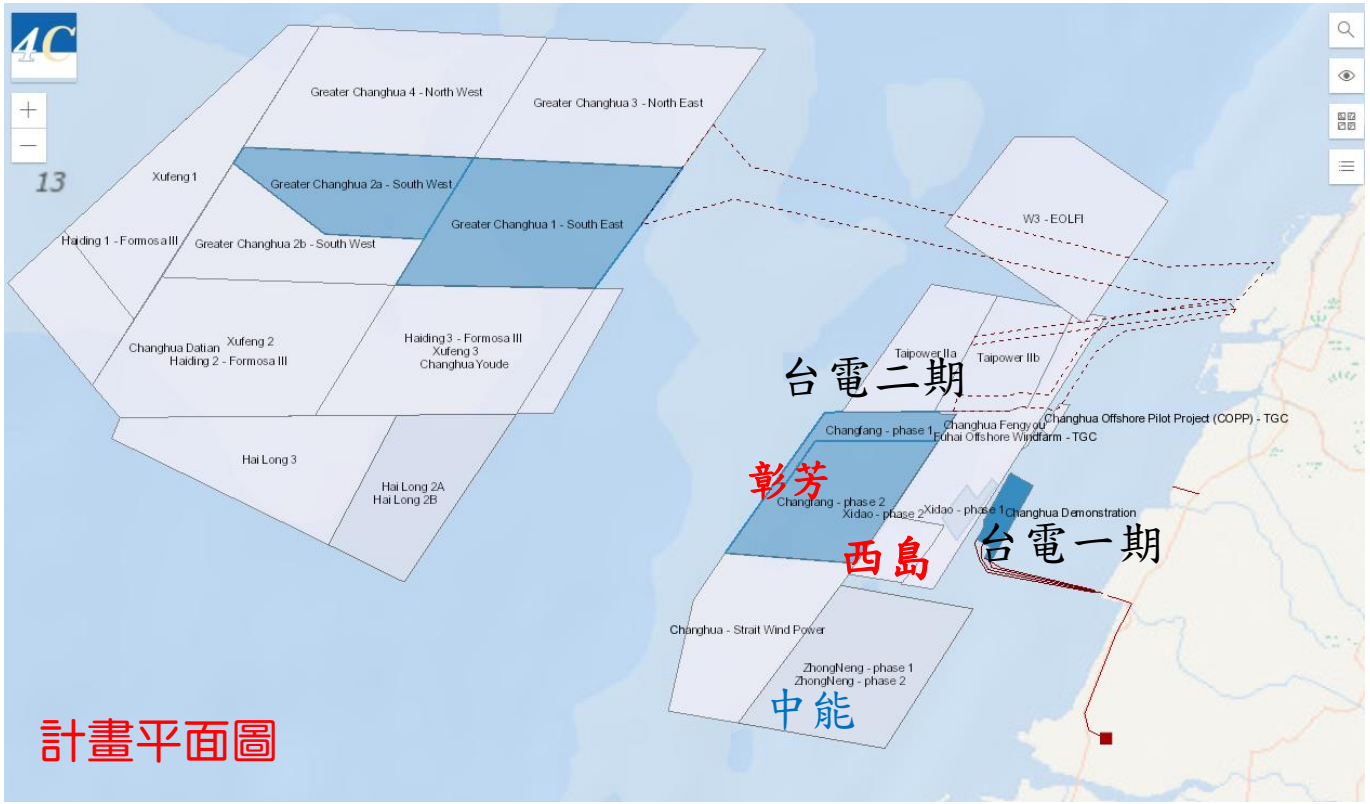
風場全運營



- 允能雲林離岸風場第一座風機的轉接段及塔架，於2021.04.23.順利完成整機吊裝作業。
- 已於2021.08.08~2021.08.14.完成Tower海上安裝監督。
- 預計2022.03以後，進行MP、TP海上安裝監督，。

執行之離岸風電計畫

P公司彰芳、西島海上風場監造



哥本哈根彰芳、西島海上風場位於台灣西部距離彰化縣海岸約14至15公里的外海區域。

彰芳海上風電場由57座海上風力發電機組成，西島海上風電場由5座海上風力發電機組成。

	第一階段（2022）			第二階段(彰芳:2023、西島:2024)		
	風機基礎	渦輪發電機	裝機容量	風機基礎	渦輪發電機	裝機容量
彰芳	15	10	100MW	42	47	452MW
西島	1	0	-	4	5	48MW

風機塔架Tower
MVOW/Vestas、CS Wind/金豐

基樁Pin Pile
1.CTCIM俊鼎
分包商Weisheng維勝、APEX前端
2.CIS世紀鋼鐵

轉接段及管架TP & Jacket
CWP世紀風電
北-分包商，CIS世紀鋼鐵、冠龍
中-分包商，TS台欣工業、APEX前端
南-分包商，CTCIM俊鼎、萬機

水下基礎安裝Foundation T&I
Bokalis/伯威海事

塔架風機安裝Tower T&I
Fred. Olsen Windcarrier(FOWIC)

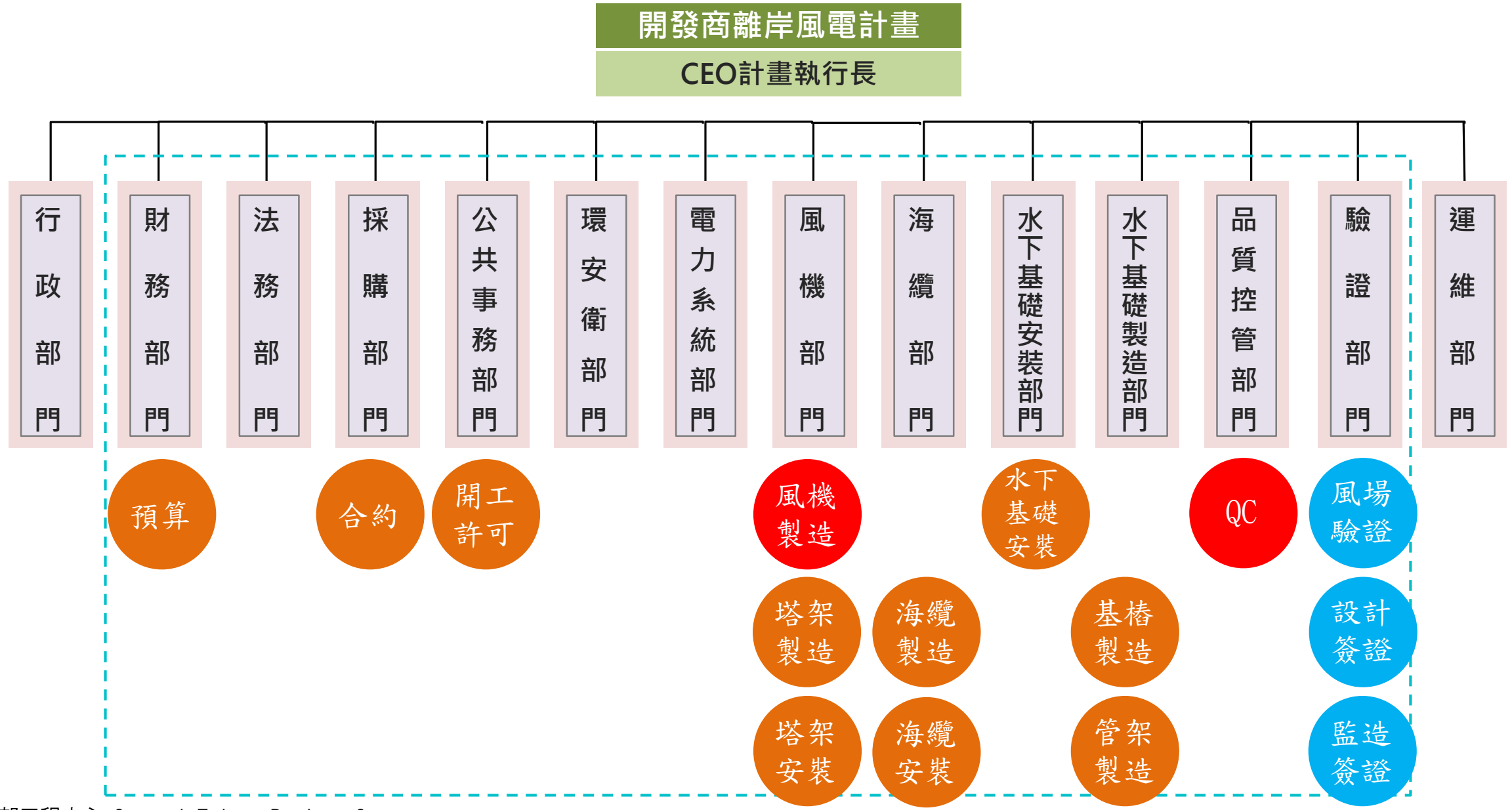
海纜Cable
LS Cable, Korea

HDD施工
Seaway 7/宏華營造

Cable施工
Seaway 7

執行之離岸風電計畫

開發商組織架構



執行之離岸風電計畫

2019.06.24.	Invite To Tender
2019.06.25.	Acknowledgement of Tender
2019.07.01.	Query Deadline
2019.07.05.	Responses to Queries or Clarifications
2019.07.12.	Tender Deadline – 1st Proposal – 47,XXX,XXX
2019.07.23.	Tenderer Presentation – 1st
2019.09.27.	2nd Proposal – 64,XXX,XXX
2019.10.09.	2nd Presentation
2019.10.23.	Tender Negotiation Meeting
2019.11.06.	3rd Proposal – 61,XXX,XXX
2019.11.15.	Draft Contract
2019.12.03.	Draft Final Contract
2019.12.13.	Final Presentation
2020.01.20.	Notice of Contract Award
2020.01.22.	Agreement Signed
2020.02.27.	Notice to Proceed

BAFO

Best And Final Order

最佳和最終報價

備標過程

2019.07.04.	投標簽辦單
2019.07.10.	授權書
2019.08.02.	投標風險評估會議
2019.11.04.	報價審查
2019.11.19.	標前協議-協辦承諾書
2019.12.05.	契約審查 業務部:專責險及其他保險 財會部:履約保證金
2020.02.07.	計畫工作開始申請單 專責險及其他保險
2020.02.12.	履約保證金

離岸風場執行延宕問題?

設計應考慮施工性

風機廠商市場與競爭



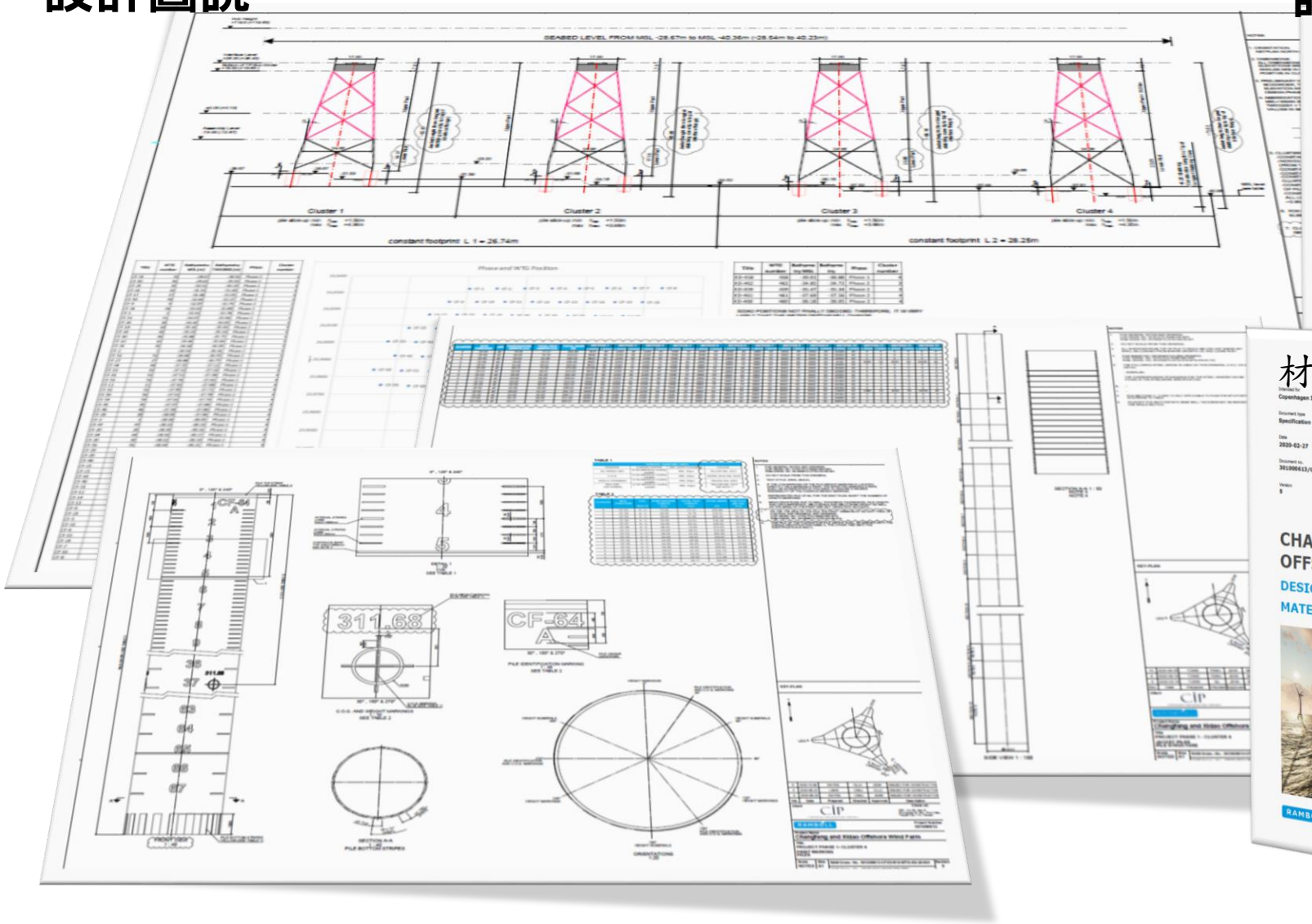
國內供應商製造監督



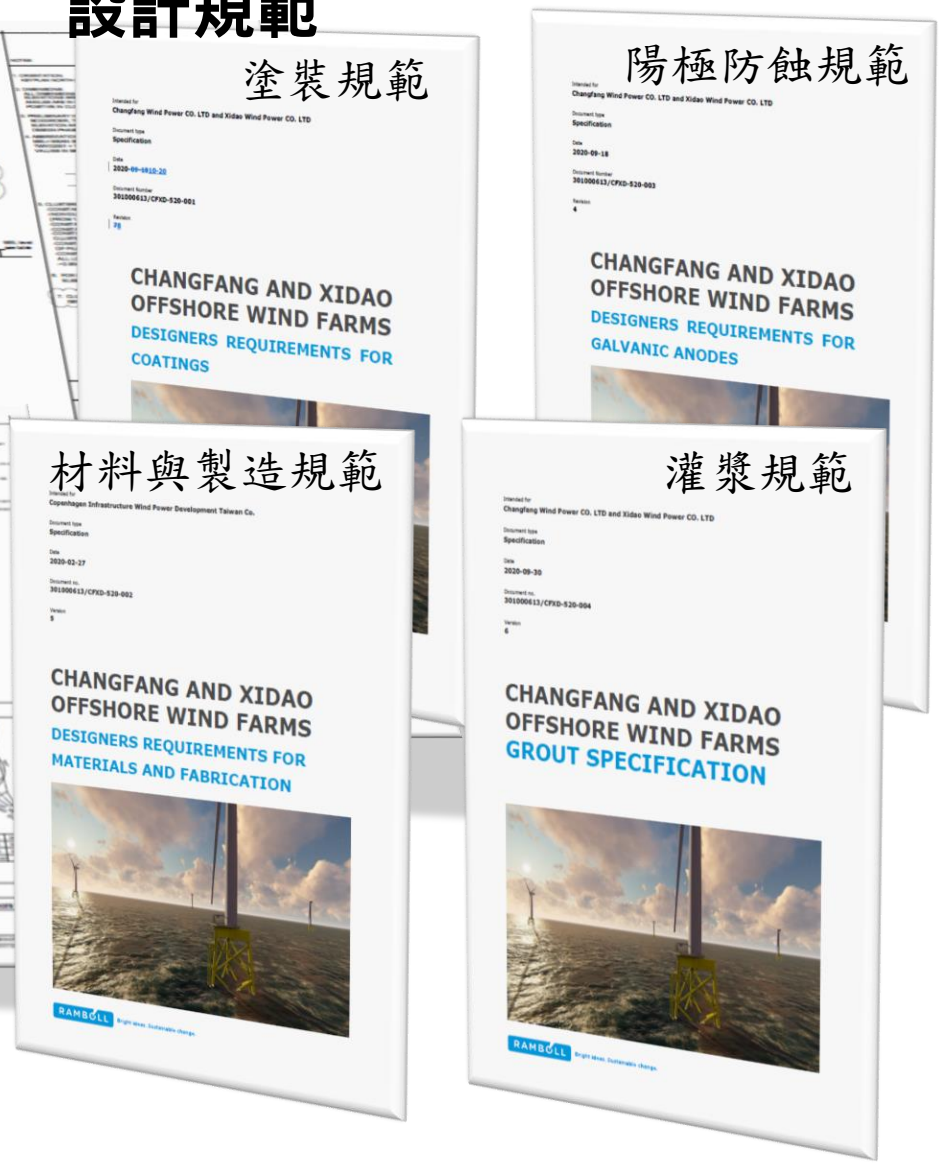
國內供應商製造監督

開發商設計圖說與規範

設計圖說



設計規範



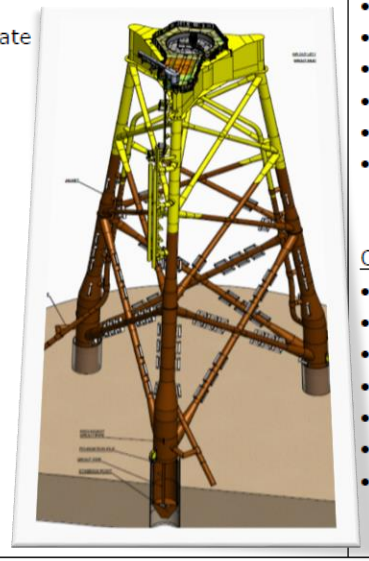
結構分類 DNV-ST-0126

2.1 Structural categories Support Structures for Wind Turbines

Members (carbon steel, stainless steel and aluminum) are classified in accordance with DNVGL-ST-0126, ref. /1/, as:

Table 2-1: Structural category matrix

Special structures • Flanges (Main structure as e.g Tower – TP) • Tubular joints, jacket nodes main steel (can and stub sections) • Transition piece (all members and connections)	Secondary structures, *fatigue critical* • Boat landing • External ladder • J-tubes • Crane support
Primary structures • Tubulars, jacket legs and braces (between cans and stubs) • Piles • Stabbing arrangement and lip plate (in case used during sea transport as fixation points) • Assembly plate	Secondary structures, *not fatigue critical* • External platform • Intermediate platform • Internal platform(s) • Anchor points • Attachment points • Upper access ladder • Internal ladder • Guiding (Stabbing) plates • Anodes • Stopper • Other items not denoted in the special or primary structures category. Other Secondary structures: • Kickplates • End Caps • Swing gates • Railing • Grout and flooding pipes • Earthing Bushing/bar • Grating supports on TP



焊接執行等級

Table 3-1: Execution class overview

Structural member	Execution class	
• Tubular joints, jacket nodes main steel (can and stub sections)	EXC 4, without project specific requirements made in this document	DNVGL-ST-0126, sec. 4.2.3.4, ref. /1/
• Transition piece (all members and connections) • Tubulars, jacket legs and braces (between cans and stubs) • Piles • Stabbing arrangement and lip plate (in case used during sea transport as fixation points) • Assembly plate • Flanges (Main structure as e.g Tower – TP) • Boat landing • J-tubes	EXC 3	

結構類別	結構類別之決定原則
特殊	破壞會導致嚴重後果且受複雜應力條件之結構部位。 可能增加脆性破壞機率之結構部位(1)
主要	破壞會導致嚴重後果之結構部位。
次要	破壞不會導致嚴重後果之結構部位。
註: (1)複雜接頭存在三軸或雙軸之應力型態，具缺陷且破壞韌性低之材料，在拉應力作用處，可能發生脆性破壞。	

若結構依據歐盟規範 3(Eurocode 3)系列進行設計與分析者，鋼管接頭因雙軸或三軸應力之型態與脆性破壞之風險，分類為 EXC4，此將影響板厚限制。

因塔柱為無贅餘度結構，其應力型態主要為單軸應力且可忽略脆性破壞之風險，通常分類為 EXC3。同樣地，單樁基礎結構亦分類為 EXC3。

梯子，平台，軌道，船靠設施，與 J 形管通常分類為 EXC2。

執行等級(EXC)依據 EN 1990 與 EN 1090-2 之定義。

材料證明

Table 4-5 Material certificates

Structural category	*Material certificate (EN 10204)*
Special	3.2
Primary	3.1
Secondary	2.2

驗證程序	材料證明 (EN 10204)	結構類別
試驗證明 如工作證明，獨立第三方機構對檢驗與試驗進行之監督與簽認	3.2	特殊
工作證明 從供應產品之取樣樣品中所有指定試驗項目的試驗結果。檢驗與試驗應由品保部門監督與簽認	3.1	主要
試驗報告 製造商確認供應之產品符合購買規格，與從標準製程(不必從供應產品) 所得之試驗數據。	2.2	次要

鋼板等級

Table 4-2 Steel grade conversions [1)]

	EN 10025-2	*EN 10025-3*	*EN 10025-4*	*VL grade*
Normal strength steel (NS)	S235JR	–	–	VL A
	S235J0	–	–	VL B
	S235J2+N	–	–	VL D
	–	–	–	VL E
High strength steel (HS)	S275J0	S275N	S275M	VL A27S
	S275J2+N	S275N	S275M	VL D27S
	–	S275NL	S275ML	VL E27S
	–	–	–	VL F27S
	(S355J0)	S355N	S355M	VL A36
	S355K2+N, (S355J2+N)	S355N	S355M	VL D36
	–	(S355NL)	S355ML	VL E36
	–	–	–	VL F36

Examples of steel names for structural steels	
Standard	Steel name according to EN 10027-1
EN 10025-2	S235JR S355JR S355J0 S355J2 S355K2 S450J0
EN 10025-3	S355N S355NL
EN 10025-4	S355M S355ML

國內供應商製造監督

品質文件架構

Master Document Register(MDR) 主要文件清單

- CE Certificates
- DW Detail/Shop Drawing (Drawing)
- GL Guidelines & Procedures
- RB Inspection & Test Procedure (Technical Report)
- QR Quality Assurance & Control / Quality Records

文件送審管制總表
- 計畫書送審管制總表
- 分項計畫送審管制總表
- 材料設備送審管制總表
- 施工圖送審管制總表

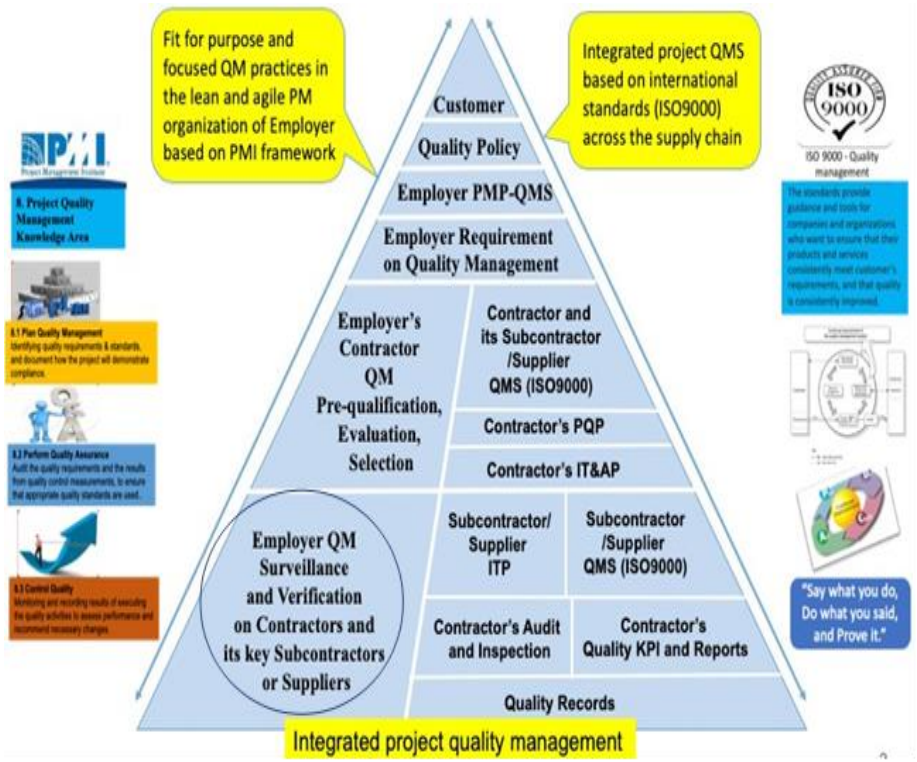
Project Quality Plan 品質計畫

施工計畫、品質計畫

- Scope of the Works (QA and QC activities and deliverables)工作範圍
- Quality policy (to be aligned with Employer's Quality Policy)品質政策
- The Index of applicable QMS procedures品質管理系統
- Project organization, roles and responsibilities人員組織與職掌
- Project quality risk assessment品質風險評估
- Time schedule with key QA&QC activities like submission of PQP, ITP (Inspection & Test Plan) and conducting of FAT (Factory Acceptance Test) or SAT (Site Acceptance Test)主要品質活動期程表
- Quality metrics or Key Performance Indicators associated with the scope of work to be measured and reported KPI指標
- Qualification criteria of key QAQC personnel like lead assessor, inspectors, etc.主要人員與證照
- Quality Audits (internal and external)品質稽核
- Document control on quality records including maintaining and verification on quality records, certificates, third party certification, and final documentation for handover文件管制紀錄
- Project quality induction including trainings品質統計包括訓練
- Communication, notifications, and reporting to the Employer通訊
- Continuous improvement program such as lessons learnt, Root Cause Analysis (RCA) on major incidents重大不合格原因分析

國內供應商製造監督

品質文件架構



Inspection & Testing Plan (ITP) 檢驗與測試計畫

- Document reference data (i.e. number, revision, date)
- Subcontractors/Suppliers: name, scope of work, location of the works
- Inspection activity matrix (table like) identifying, for each work phase:

a) Step inspection activity description, including, if applicable, any FAI (First Article Inspection),首件檢驗

b) FAT (Factory Acceptance Test) or SAT (Site Acceptance Test)/Test on completion testing工廠可接受度測試、現地可接受度測試

c) Inspection activity reference documentation,檢驗參考文件

d) Acceptance criteria and frequency of test (where appropriate)允收標準、頻率

e) Inspection resulting quality records品質紀錄

f) Involvement columns to enter each involvement body responsibility (Contractor, Employer and/or Third Party as applicable) with type of inspection to be performed: (Witness, Hold, Review, Random Inspection). 見證點、檢驗停留點、審查點、隨機檢查點

分項施工計畫

Project Quality Plan
品質計畫

Inspection & Testing Plan (ITP) - Fabrication

Inspection & Testing Plan (ITP) - Coating

分項計畫

NDT Procedure

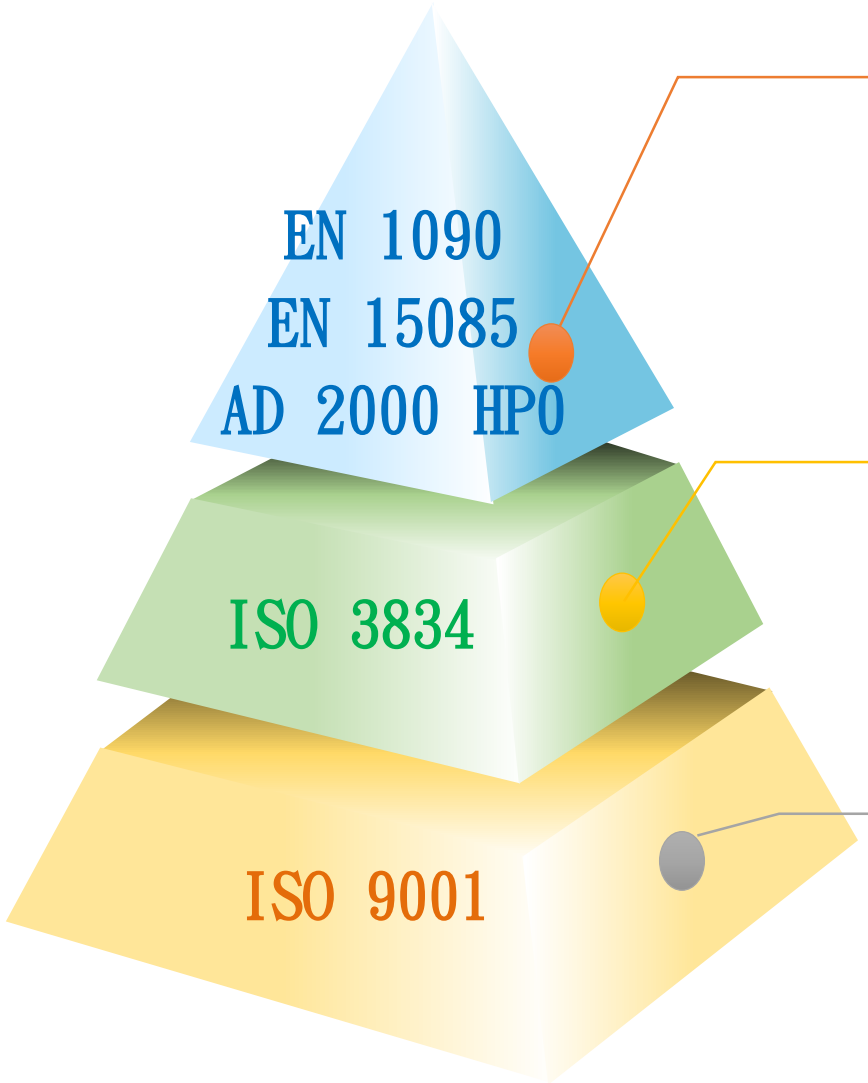
Dimension Check Procedure

檢驗程序

Quality Record

品質紀錄
允收標準

ISO 3834 焊接工藝



- EN 1090 建築鋼結構/鋁結構系統認證:歐洲客戶
- EN 15085 軌道交通車輛製造系統認證:車輛廠
- AD 2000 HP0 德國壓力容器製造系統認證:德國客戶

- ISO 3834:金屬材料熔化焊接管理系統
- ISO 3834標準是基於ISO 9000系列標準形成及發展，是對ISO 9000標準的細化。
- 與ISO 9000相比，內容更具體，操作性更強。

- ISO 9001:品質管理系統
- 焊接在ISO 9000系統為一門特殊工藝，因此要求有專門針對此項工藝具體品質管理系統，因此形成ISO 3834標準。

國內供應商製造監督

工廠稽核(驗廠) Factory Audit

ISO 3834焊接體系認證是針對焊接這個特殊的工藝過程，要求企業將設計、工藝、生產、品質保證結合起來，共同形成成熟的體系，才能保證產品最終的品質需求。ISO 3834認證是根據ISO 9000的基礎上，結合焊接實際應用條件，描述了保證焊接品質體系應包括的焊接品質要求。

ISO 3834是對於焊接的全面品質管控，主要審核要求如下：

1. 技術評審和要求評審
2. 分承包
3. 焊接人員
4. 檢驗和試驗人員
5. 設備
6. 焊接及相關活動
7. 焊接耗材
8. 母材的存儲
9. 焊後熱處理
10. 檢驗和試驗
11. 不符合項目及矯正措施
12. 試驗、測量和檢驗設備的校準和標定
13. 標識和可追溯性
14. 品質記錄



台灣重山CS Wind/金豐機械
風機塔架製造工廠稽核
(台中港區)



俊鼎CTCIM
基樁製造工廠稽核
(高雄小港)



前端APEX(新光鋼集團)
基樁協力製造工廠稽核
(彰化線西)

國內供應商製造監督

工廠稽核(驗廠) Factory Audit

中興工程顧問股份有限公司 SINOTECH ENGINEERING CONSULTANTS, LTD.

表 1-1稽核計畫 Table 1-1 Audit Plan

專案 Project:	彰芳西島離岸風場 Changfang and Xidao Offshore Wind Farm
稽核形式 Type of Audit	■ Factory audit plan ☐ First Article Inspection plan ☐ Process visit audit plan ☐ Final Acceptance Test plan ☐ T&I plan ☐ Commissioning plan
日期 Date:	1 day, 08th of July 2020.
位置 Location	CTCIM supplier (Kaohsiung Da-lin Shop, Taiwan) No. 12, Hongxing Second Road, Xiaogang District, Kaohsiung City 高雄市小港區鴻星二路 12 號
使用語言 Language of the audit:	Audit interview: Chinese (English where needed) Audit report: English
稽核標的 Audit targets:	-Ensure that the required Qualification are applicable -Identify the interface to CIP, Sinotech PE, CTCIM
標準及法規 Standards and Regulations	CFXD OWF Design Drawings and Specifications EN 1090-1,1090-2,ISO 3834-2 PE Construction Supervision ISO 9001: Quality Management System
稽核評等 Audit criteria:	Non-Conformity (NC) General Finding (F) Advice (A)
稽核時間表 Audit Schedule:	See attached table1-2.
稽核團隊 Audit teams:	• Employer/Supervisor -CIP • Auditor/PE Consultant -Sinotech
前次稽核 Previous audits:	None 無
防護具 PPE	Hard hat / helmet 安全帽 Safety Shoes 安全鞋
附註 Notes:	The audit plan can be adjusted by the audit team due to the findings during the audit. The agenda and the order of the topics can be adjusted due to daily business and operations demands. 稽核團隊可以根據發現的情況調整稽核計畫，可以根據日常工作調整主題的議程和順序

中興工程顧問股份有限公司 SINOTECH ENGINEERING CONSULTANTS, LTD.

表 1-2 稽核時間表 Table 1-2 Audit Schedule

Time	Team	Agenda
10:00-10:15	CIP Sinotech	Kickoff Meeting 啟始會議 Introduction 介紹
10:15-10:30	CTCIM	Presentation of Production 生產介紹 Workflow for Pin Piles Fabrication 基樁製造流程 HSE Introduction HSE 介紹
10:30-12:00	CIP Sinotech	Quality Management Systems 質量管理系統 1. Certificates 證書 2. Project Quality Plan 專案質量計畫 3. EN 1090-1, EN 1090-2, ISO 3834-2
12:00-13:00		Lunch Brake 午餐
13:00-15:00	CIP Sinotech	Shop Tour 工廠查訪 Check of Production Capability 生產能力檢查 If Applicable 如適用時: 1. Material storage area 材料儲存地點 2. Bending and welding station 捲板焊接工作站 3. NDT station 非破壞檢測工作站 4. Sandblasting and painting station 噴砂塗裝工作站 5. Assembly station 組裝工作站 6. Finished product storage area 成品儲存地點
15:00-15:30		Tea Brake 休息時間 Consolidate Audit opinions 稽核意見彙整
15:30-16:00	CIP Sinotech	Close Meeting 總結會議
16:00-16:30		Reserve

109.07.08俊鼎大林廠稽核，經檢核該廠**人員證照、機械設備、物料控管、作業方法等4M**，具備符合彰芳西島計畫Pin Pile製造能力及時程需求，無重大缺失，開立5項一般缺失於總結會議告知，CTCIM與會人員同意接受於CIP規定回覆期限前完成改善。

中興工程顧問股份有限公司 SINOTECH ENGINEERING CONSULTANTS, LTD.

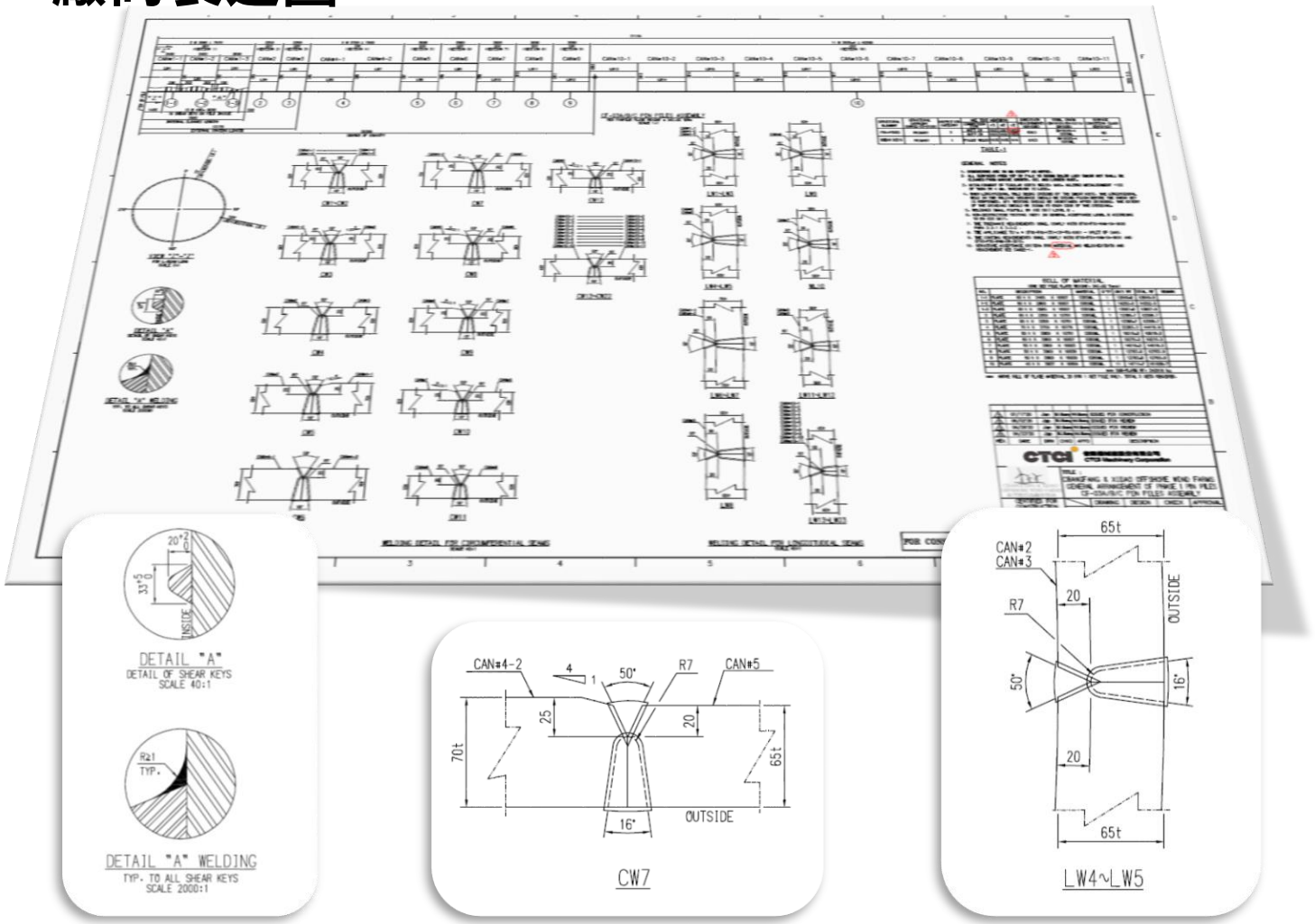
Audit Report 稽核報告

General information 一般資訊			
Fabricator 製造廠	CTCIM supplier (Kaohsiung Da-lin Shop, Taiwan)		
Location 位置	No. 12, Hongxing Second Road, Xiaogang District, Kaohsiung City 高雄市小港區鴻星二路 12 號		
Structural member 結構部位	■Pin pile ☐Tower ☐Jacket Final Assembly and welding Jacket Primary Steel Structure: ☐Flanges ☐Transition piece ☐Upper jacket Structure ☐X-braces ☐Legs ☐Other_____ Jacket Secondary Steel Structure: ☐Boat-landing ☐J-tube ☐Anodes ☐Secondary steel-external platform ☐ Secondary steel-internal platform ☐Railing ☐Grating ☐Other_____		
Audit date(s) 稽核日期	08th of July 2020.		
Audit purpose 稽核目的	PE Construction Supervision 專業技師監造簽證		
Audit type 稽核型式	■1090 ■3834 ■Taiwan Professional Engineer Act ■Other:		
Audit criteria 稽核準則	CFXD QM Framework and Coordination on PE Construction Supervision		
Project name 專案名稱	Changfang & Xidao Offshore Wind Farms 彰芳西島離岸風場		
Auditor 稽核人員	Area 類別	Name and title 名稱與職稱	Company 公司
	PECS	黃崇哲 Lucas Huang	Sinotech
	PECS	郭昭宏 Kuo, Chao-Hung	Sinotech
	PECS	林瑋晟 Lin, Wei-Cheng	Sinotech
Participants 與會人員	Area 類別	Name and title 名稱與職稱	Company 公司
	製造專案部經理	趙國華	CTCIM
	專案經理	陳玉茜	CTCIM
	品管組長	王承峰	CTCIM
	品保工程師	葉振峰	CTCIM

國內供應商製造監督

供應商製造圖與程序書

廠商製造圖



剪力榫焊接

C線(環縫)焊接

L線(直縫)焊接

品質計畫與程序書



國內供應商製造監督

檢驗與測試計畫(ITP)

ITEM NO.	INSPECTION ITEM		CONTROL DOCUMENT	ACCEPTANCE CRITERIA	Responsible	REPORT	Inspection criterion							
							CTCIM QC		CIP*		DNVGL		PE	
檢驗項目			管控文件	允收標準			Name / sign		Name / sign		Name / sign		Name / sign	
12	INSPECTOIN FOR INSIDE L-LINE WELDING	VT (100%)	Visual Examination Procedure (4100A-F1WI-605-E)	ISO 5817 Class B; Refer to Employers documentation CDXD-FOU-RAM-SA-0002 para 3.5.2.2; NDT Reporting Templates (VT, MT, UT) (4100A-TP-008)	QC Engineer	O	H	製造廠一級	M*/R	開發商二級	M/R		W	簽證二級
13	OUTSIDE L-LINE MILLING & WELDING		WPS/WPQR General Fabrication Procedures (4100A-F1TD-512) Welding sequence and NDT plan including register (4100A-F1WI-526) Weld Heat Control (4100A-F1WI-525)	WPS DRAWING Refer to Employers documentation CDXD-FOU-RAM-SA-0002 para. 3.4.2; Refer to Employers documentation ER Chapter 6 para. 4.6 Welding logs (Weld & NDT register) (4100A-WB-001)	Fabrication Engineer / Welding Engineer		W		M*		M		W	
14	INSPECTION FOR OUTSIDE L-LINE MILLING & WELDING	VT (100%)	Visual Examination Procedure (4100A-F1WI-605-E)	ISO 5817 Class B; Refer to Employers documentation CDXD-FOU-RAM-SA-0002 para 3.5.2.2; NDT Reporting Templates (VT, MT, UT) (4100A-TP-008)	QC Engineer	O	H		M*/R		M/R		W	
		PT (100%)	Liquid Penetrant Examination Procedure (4100A-F1WI-602-B) (Note: Only for Internal inspection)	Liquid Penetrant Examination Procedure (4100A-F1WI-602-B) (Note: Only for Internal inspection)	QC Engineer									
15	REMOVAL OF RUN-OFF PLATES AND TEMPORARY ATTACHMENTS		Procedure for removing Run-on/run-off plates & temporary attachments (4100A-F1WI-527)	Refer to Employers documentation CDXD-FOU-RAM-SA-0002 para.3.4.5 Procedure for removing Run-on/run-off plates & temporary attachments (4100A-F1WI-527)	Fabrication Engineer		W		M*		M		NA	

檢驗類別

H=Hold
停檢
W=Witness
見證
M=Monitoring
監視
R=Review
審查
NA
不適用

設計規範–鋼板要求

Steel plates to be delivered with:

- Thickness tolerance C
- Normal flatness tolerance class N

DS/EN 10029; Table 1 and Table 4, ref. /17/

Table 1 — Tolerances on thickness

Dimensions in mm

Nominal thickness t	Tolerances on the nominal thickness (see 6.1.1)							
	Class A		Class B		Class C		Class D	
	Lower	Upper	Lower	Upper	Lower	Upper	Lower	Upper
$3 \le t < 5$	–0,3	+0,7	–0,3	+0,7	0	+1,0	–0,5	+0,5
$5 \le t < 8$	–0,4	+0,8	–0,3	+0,9	0	+1,2	–0,6	+0,6
$8 \le t < 15$	–0,5	+0,9	–0,3	+1,1	0	+1,4	–0,7	+0,7
$15 \le t < 25$	–0,6	+1,0	–0,3	+1,3	0	+1,6	–0,8	+0,8
$25 \le t < 40$	–0,7	+1,3	–0,3	+1,7	0	+2,0	–1,0	+1,0
$40 \le t < 80$	–0,9	+1,7	–0,3	+2,3	0	+2,6	–1,3	+1,3
$80 \le t < 150$	–1,1	+2,1	–0,3	+2,9	0	+3,2	–1,6	+1,6
$150 \le t < 250$	–1,2	+2,4	–0,3	+3,3	0	+3,6	–1,8	+1,8
$250 \le t \le 400$	–1,3	+3,5	–0,3	+4,5	0	+4,8	–2,4	+2,4

Table 4 — Normal tolerances on flatness (class N)

Dimensions in mm

Nominal thickness t	Steel Type L[a]		Steel Type H[a]	
	Measuring length[b]			
	1 000	2 000	1 000	2 000
$3 \le t < 5$	9	14	12	17
$5 \le t < 8$	8	12	11	15
$8 \le t < 15$	7	11	10	14
$15 \le t < 25$	7	10	10	13
$25 \le t < 40$	6	9	9	12
$40 \le t < 250$	5	8	8	12
$250 \le t \le 400$	6	9	9	13



鋼板標示



鋼板入料文件查對



鋼板厚度檢測儀器



鋼板刮痕檢測儀器



鋼板厚度量測



鋼板刮痕深度量測

焊接程序書

Welding Procedure Specification (WPS)

According to ISO 15614-1:2017 / DNVGL-OS-C401:2018

Welding Procedure Specification 銲接程序編號: ISO-S1-040 Rev. 3
WPQR No. 銲接程序檢定紀錄編號: EM20036A1-S7

Manufacturer: [redacted]
製造商

Welding Process: 121 + 121-2 潛弧銲接
銲接方法

Mode of metal transfer: N/A
金屬移行方式

Joint Type and Weld Type: BW 對接銲 + FW填角銲 (without shop primer)
銲口型式

Weld Preparation Details(Sketch)*
銲口準備

Method of Preparation and Cleaning: Cutting、Grinding、Brushing、Acetone
準備和清潔方法 切割、砂輪機研磨、鋼刷、丙酮

Parent Material Designation: S355ML to S355ML
母材規格 TM steel Ceq≦0.36

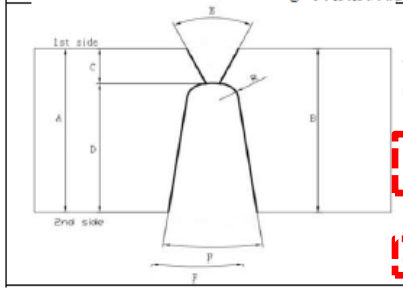
Group No.: 1.2 to 1.2
母材組別

Material thickness(mm): 35~140mm
母材厚度範圍

Outside Diameter(mm): >500mm
管徑範圍

Welding Position: PA 平銲
銲接姿勢

Joint Design 銲接接頭形式



t(A/B)=35~140mm
C=0.2t~0.8t
D=t-C+5mm(after milling)
E=50°(-5°,+20°)
F=16°(-0°,+20°)
R=5~10mm
(radius after gouging/milling)
Gap=3~5mm(-2,+6)

Welding Sequences 銲接順序



Step 1:
1st side welding
Step 2:
2nd side milling
(Back gouging/milling will be carried out to ensure removal of root run)
Step 3:
2nd side welding

Welding Details 銲接參數

Run 銲層	Process 銲接方法	Size of Filler Material 銲材尺寸	Current (A) 電流	Voltage (V) 電壓	Type of Current/Polarity 電流特性	Wire Feed Speed 送線速度	Travel Speed (cm/min) 銲接速率	Heat inpute (kJ/mm) 入熱量
1st side Root	121	4	500~540	28~31	DCEP	N/A	45~59	1.42~2.23
1st side Fill	121-2	4	500~580/550~600	28~32/31~34	DCEP / AC	N/A	75~90	2.07~3.12
1st side Cap	121-2	4	450~550/500~600	28~32/30~33	DCEP / AC	N/A	85~95	1.84~2.72
2nd side Fill	121-2	4	450~600/550~750	28~32/30~34	DCEP / AC	N/A	82~88	1.98~3.27
2nd side Cap	121-2	4	450~550/500~600	28~32/30~33	DCEP / AC	N/A	85~95	1.84~2.72

DNVGL-OS-C401

Fabrication and testing of offshore structure

Table 5 Qualified thickness range

Thickness of test piece, t (mm)	*Qualification range*[1) 2) 3) 4)]	
	Single run, or single run from both sides	*Multi-run and all fillet welds*[5) 6)]
t ≤ 3	0.7 × t to 1.3 × t	0.7 × t to 2 × t
3 < t ≤ 12	0.7 × t to 1.1 × t	3 mm to 2 × t
12 < t ≤ 100	0.7 × t to 1.1 × t	0.5 × t to 2 × t (max. 150 mm)
t > 100	Not applicable	0.5 × t to 2 × t

f) any change of groove angle outside the following limits, unless otherwise accepted:

Groove angle β from WPQT	*Qualified tolerances β (°)*
β < 35°	-0, +20
35° ≤ β < 40°	Min. 35°, +20
β ≥ 40°	-5, +20

g) any change of root gap outside the following limits. Different gaps and tolerances may be accepted based on adequate qualification:

Backing	*Welding method*	*Root gap (mm)*		
		Standard	*Max.*	*Tolerances*
With backing	All	3-10	16[1)]	-2, +6
Without backing	Manual, semi-automatic	3	5	±2
	Automatic	0.8	2	-0.8, +1.2

1) Welding of root gap more than 16 mm is considered remedial welding. See also [1.1.2.3].

國內供應商製造監督

一、二級廠 分佈圖

世紀風電(Jacket,Pin Pile)
台北港

世紀鋼
桃園觀音

前端
彰化線西

金豐機械(Tower)
台中港

台欣工業
彰化芳苑

遠東機械
嘉義民雄

興達海基(Jacket)
高雄興達港

萬機
高雄燕巢

俊鼎大社廠
高雄大社

台船
高雄港

俊鼎大林廠(Pin Pile)
高雄港

銘榮元
屏東新園



國內供應商製造監督

基樁Pin Pile製造流程

鋼板入料

Material Storage



標示、切割、開槽

Marking & Cutting



鋼板捲圓

Can Bending



內直縫焊接

Longi. Welding



外清根銑削

Weld Milling



外直縫焊接

SAW Welding



鋼環存放

Can Storage



鋼環對接、內環縫焊接

Can Fit-up Welding



外清根銑削

Weld Milling



外環縫焊接

SAW Welding



非破壞性檢驗

NDE Inspection



港口堆置區待運送

Ready for Transportation



國內供應商製造監督

基樁Pin Pile製造流程



鋼環CAN



鋼環對接-段SECTION



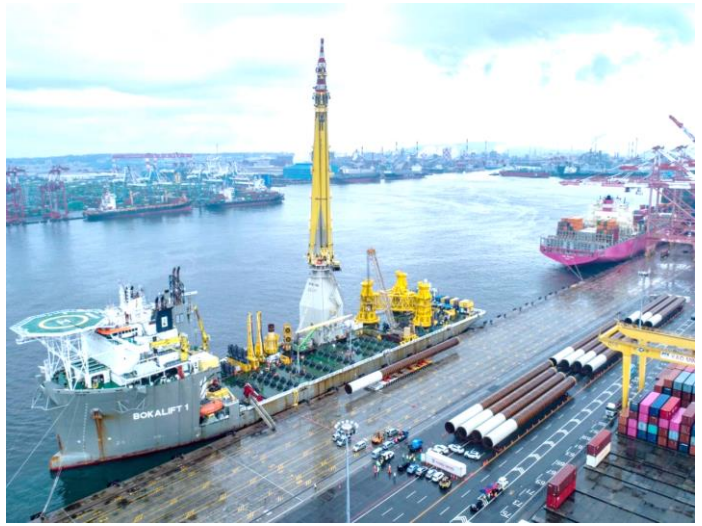
上半段-噴漆COATING



上下半段對接



標記MARKING

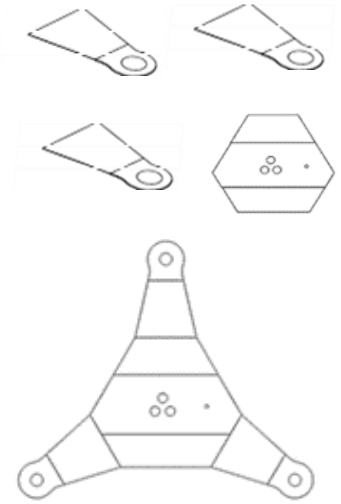
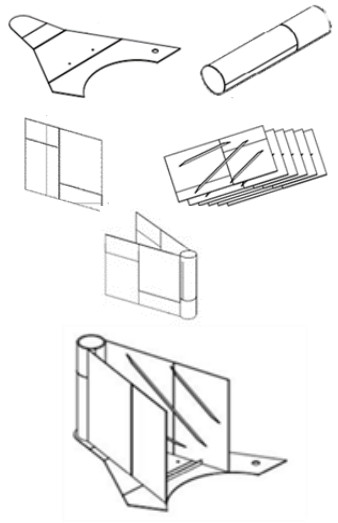
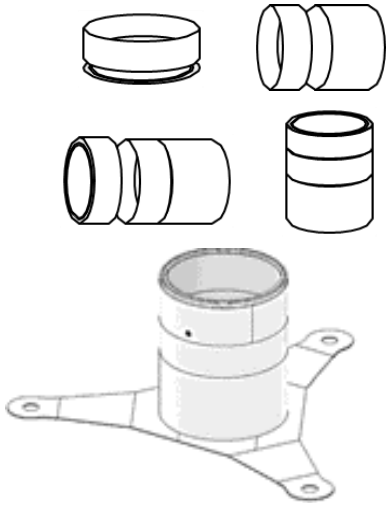
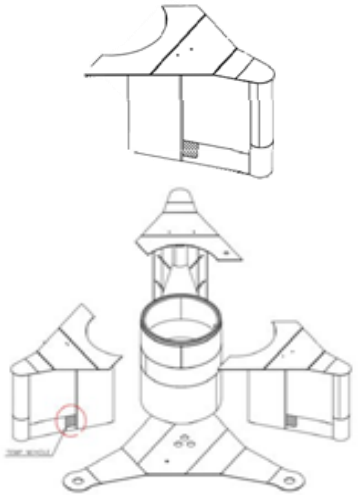
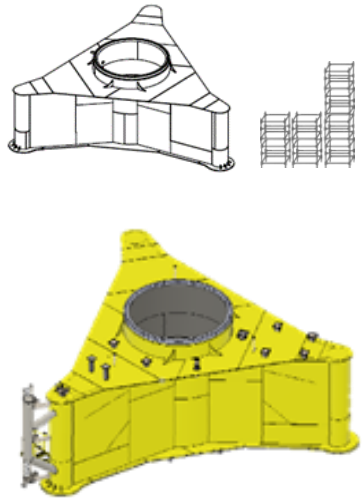


港口堆置區

管架Jacket-轉接段TP製造流程

TP Production flowchart

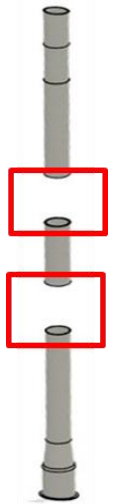
Pre-Facbrication	Center lid Plates	Wing Parts	Center Can	TP Assembly	Complete
-Material Receiving -Cuting & Beveling -Welding consumable	-Weld coner lid plates x 3 -Weld center lid plates, NDT -Weld lid plates, NDT	-Top desk x3 -Corner tube -Lift pieces of Girder x2, NDT -Stiffeners of Girder, NDT -Assembly Girders on corner tube -Assembly top desk on the wing	-Can 1 onto flange -Fitup Can 2 & Can 3 -Fitup Can 1+Flange & Can 2+3 -Center Can NDT	-Lift center can on the coner lid plates -Upend Wing part and open a man hole -Bring Wing Parts to Center Can -Build scaffoldings inside and outside	-Complete fully welding -Dismount inside scaffoldings and close man holes -Small work on TP -QC measurement control -Dismount scaffoldings -Transport to the painting house

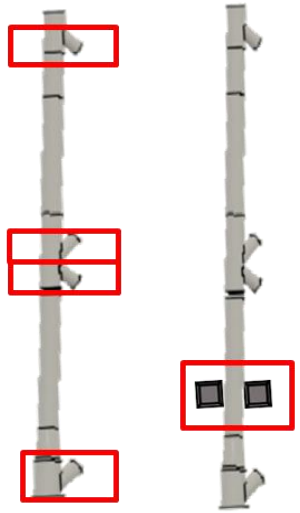







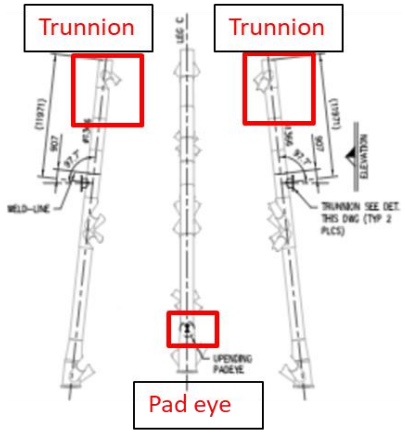
Upper Jacket Production flowchart

Pre-Facbrication	Leg Assembly	Stub assembly leg	Trunnions and Padeyes assembly	leg-A, B and X-brace assembly	leg-C and X-brace assembly
-Material Receiving -Cuting & Beveling -Welding consumable	-Section 1+2+3 -Internal C-seam welding -Milling -External C-seam welding -Grout pipe assembly -Weld grout pipe to supports -Weld grout pipe section together	-8 stubs assembly to each leg -Grinding after welding **J-tube & Anode assembly** -Weld 4 supports of J-tube to the leg -Position anodes and fillet weld	-Weld trunnions -Weld Padeyes	-Tack weld X-braces parts -X-braces fully welding -Position and aliment -Weld leg-A, B and X-brace -QC Measurement -NDT	-Position and aliment -Weld next X-brace and leg-C -QC Measurement -NDT -Dismount scaffoldings -Transport to the painting house

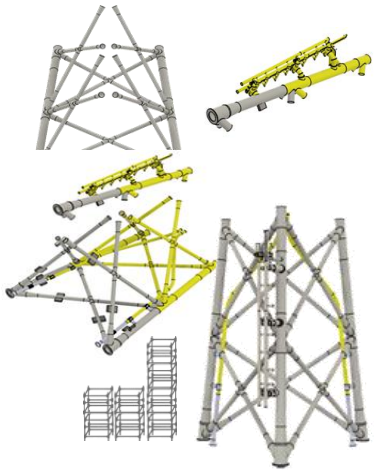








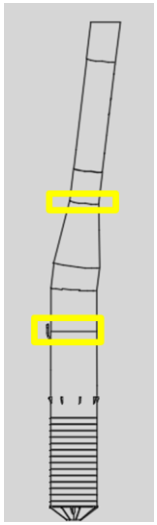




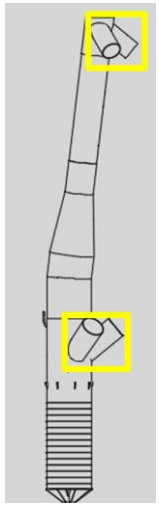
Lower Jacket Production flowchart

Pre-Facbrication	Leg Assembly	Stub assembly leg	Pile stopper & J-tube & Anode	leg-A, B and X-brace assembly	leg-C and X-brace assembly
-Material Receiving -Cuting & Beveling -Welding consumable	-Section 1+2+3 -Internal C-seam welding -Milling -External C-seam welding -Grout pipe assembly -Weld grout pipe to supports -Weld grout pipe section together	-8 stubs assembly to each leg -Grinding after welding	-Pile stopper installing to the leg -Weld 4 supports of J-tube to the leg -Weld J-tube to the leg **Trunnions and Padeyes assembly** -Weld trunnions -Weld Padeyes	-Position and aliment -Weld leg-A, B and X-brace -QC Measurement -NDT -Weld next X-brace and leg-C -QC Measurement -NDT	-Position and aliment -Weld leg-A, B and X-brace -QC Measurement -NDT -Weld next X-brace and leg-C -QC Measurement -NDT

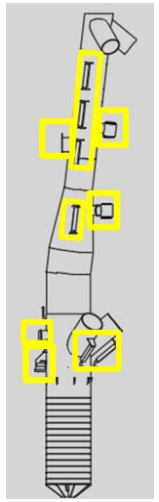


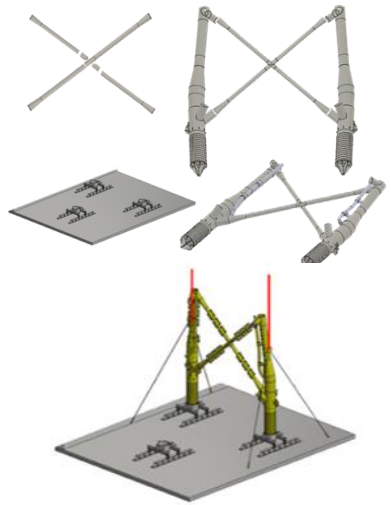


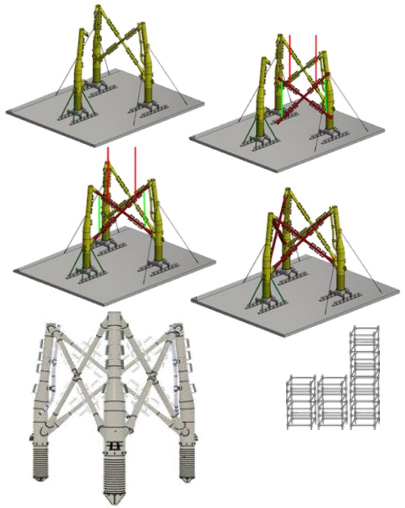












Jacket Assembly Production flowchart

Internal Platform Pre-Facbricated	Mounting EP onto TP	Upper Jacket Structure	Mounting EP, TP on Upper Jacket	Mounting Davit Crane, ladders foghorn on Upper Jacket	Mounting Uppet Jacket on Lower Jacket
-Bolting Platform -Equipment Platform -Grating and handrails -Electrical cable trays, electrical items and cables	-Lifting equipment -Radar Platform -Spec. elevator	-Pre-assembly upper jacket -Put on the support	-Welding cylinder support on UJ -Install cylinder support on UJ -Lifting TP to the top of UJ -Connection grout pipe -QC Measurement -Full welding leg A,B,C and J-tube -NDT -Mounting gratings on rest platform -Blasting and painting touch up	-Davit crane mounting on TP -Davit crane load test -Mount Davit crane elcetrical -Mount top ladder on TP and fall aressters -Mount foghorn -Foghorn electrical mounting -Get ready for lifting on LJ	-Lifting TP+UJ to the top of LJ -Connection grout pipe inside leg -QC Measurement -Full welding for 3 legs -Welding the last J-tube -NDT -Install messenger wire inside J-tube from the top TP and down -Painting touch up for TP
External Platform Pre-Facbricated	Mounting IP into TP	Lower Jacket Structure			
-Grating, Railings and gates -name plate, light, signal light cable trays	-Lifting IP into TP -Completeg gratings, railings, inside ladder and fall arresters -Set electrical work and commissioning	-Pre-assembly loweer jacket -Put on the support -Welding cylinder support on LJ -Install cylinder support on LJ			

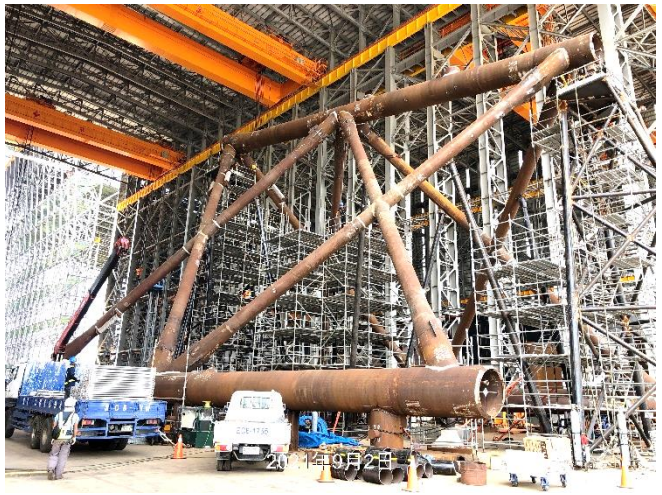


國內供應商製造監督

管架Jacket-組合製造流程



轉接段TP組立中



Upper Jacket 3D組立中



Lower Jacket 3D組立中



Korea Samkang Jacket



世紀風電台北港廠房

國內供應商製造監督

塔架Tower製造流程

1



Material receiving

2



Cutting

3



Beveling

4



Rolling

5



Longitudinal weld

6-1



Fit flange on table

6-2



Fit flange on roller

7



Skirt and skirt Fit up

國內供應商製造監督

塔架Tower製造流程

8



Circumferential weld

9



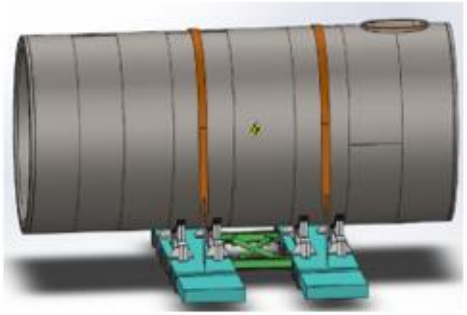
Door frame Fit up and welding

10



Bracket Fit up and welding

11



Handling from BT to WT

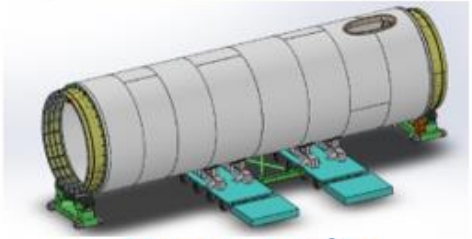
12



Washing

13





Mount paint skirt
Metalize flange surface before mount paint skirt

14





Abrasive blasting

15

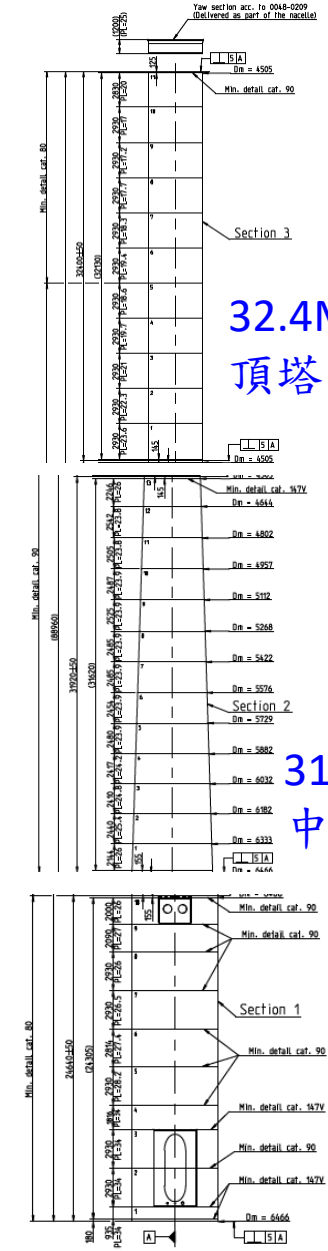


Metalizing full outside section

CS WIND Creating New Values for Human Beings and Nature

國內供應商製造監督

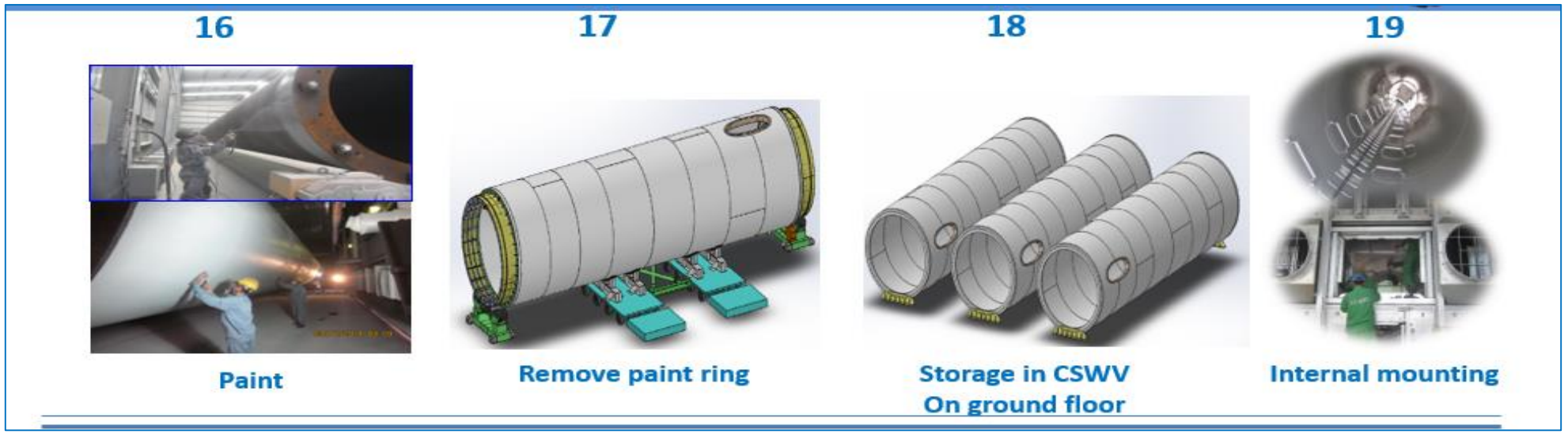
塔架Tower製造流程



32.4M
頂塔

31.9M
中塔

24.6M
底塔





頂塔



中塔



底塔

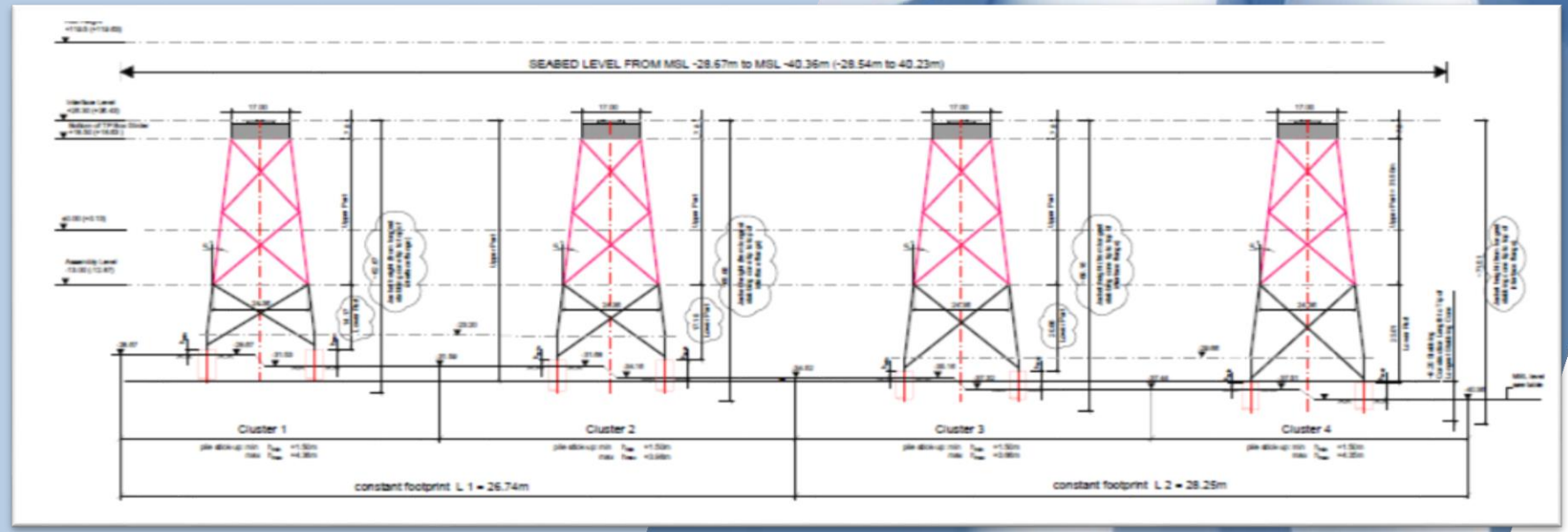


預組裝場

離岸風場水下基礎、風機國產化問題

離岸風場制定國內規範

模組化製造



水下基礎、風機安裝監督



水下基礎、風機安裝監督

以P公司彰芳西島海上風場為例

TRANSPORTATION

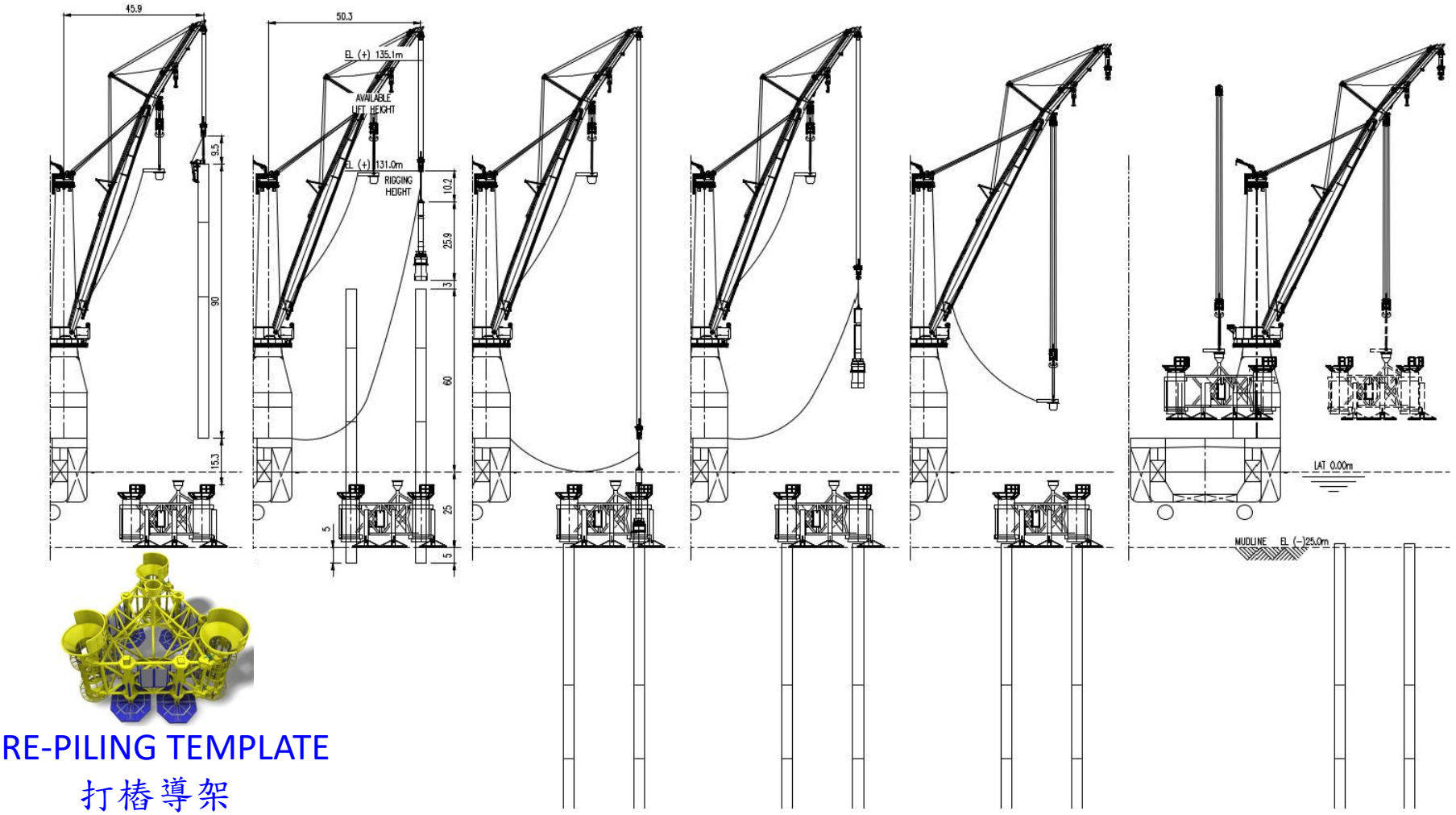
- All pin piles and jackets are transported on the HLV Bokalift 2 deck
- Similar distance to site from Taipei and Kaohsiung (approx.115NM = 12 hrs)
- Grout is transported by the CSV to site from Taichung.





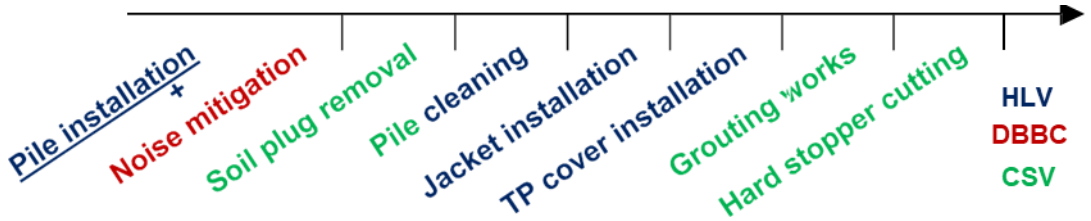
水下基礎、風機安裝監督

基樁Pin Pile安裝



PRE-PILING TEMPLATE

打樁導架





吊放基樁貫入土層



基樁打設作業

水下基礎、風機安裝監督

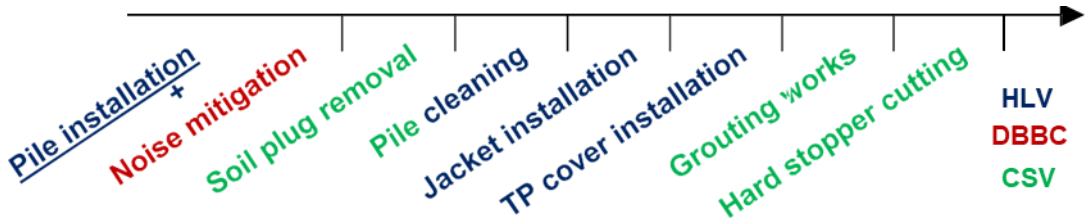
基樁Pin Pile安裝

基樁Pin Pile打設作業詳細流程如下:

1. 目視檢查鋼管樁概況
2. 取得MWS認可並簽屬CoA
3. 啟動氣泡幕
4. 起吊短引樁並放置於基樁上方
5. 起吊樁錘並放置於短引樁上方
6. 基樁打設至第一階段目標深度
7. 起吊短引樁回甲板並繫固
8. 起吊長引樁並放置於基樁上方
9. 起吊樁錘並放置於長引樁上方
10. 基樁打設至最終目標深度
11. 起吊樁錘、長引樁回甲板並繫固
12. 通知氣泡幕船關閉氣泡幕
13. 起吊打樁導架回甲板
14. 離開安裝地點

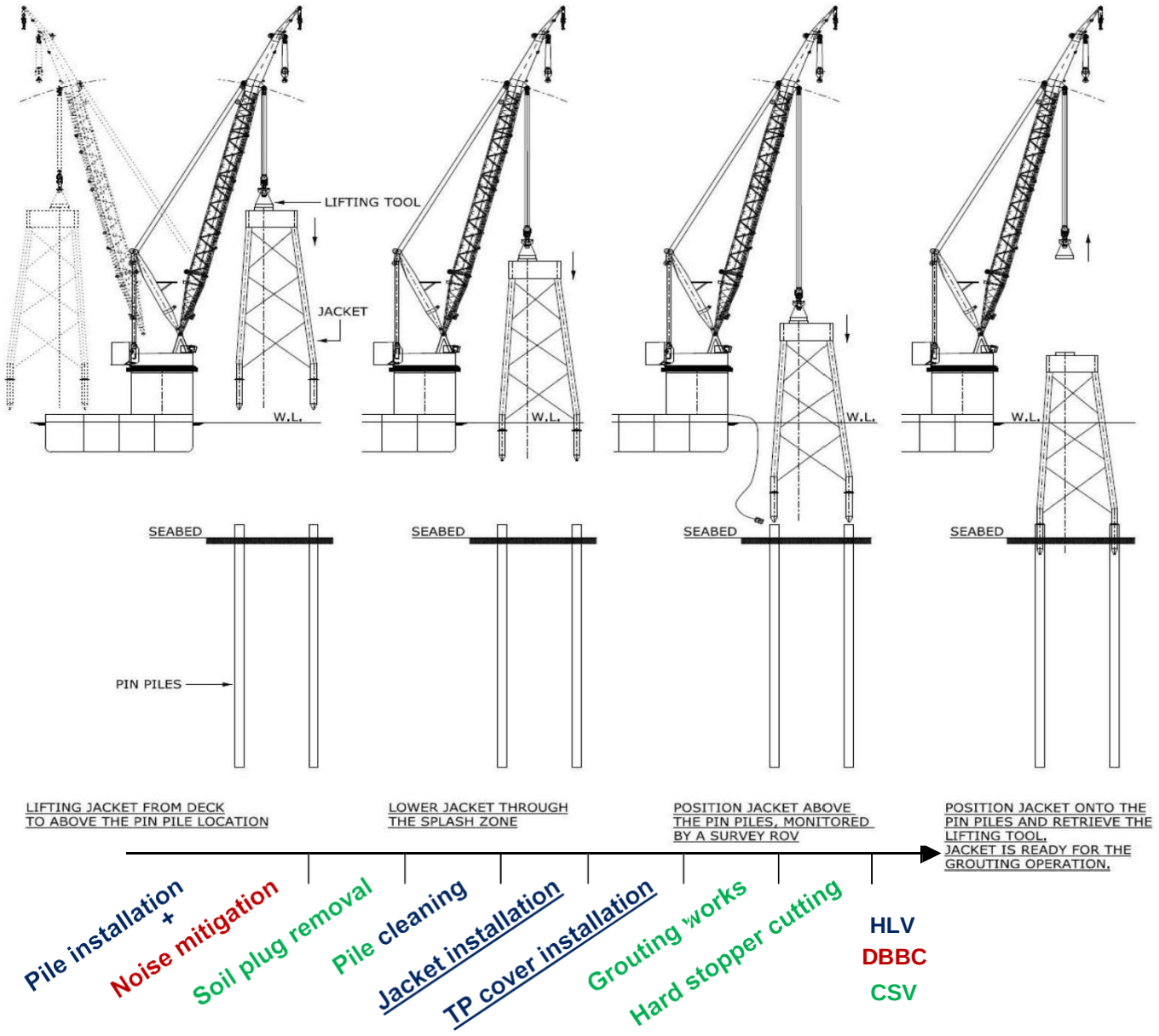


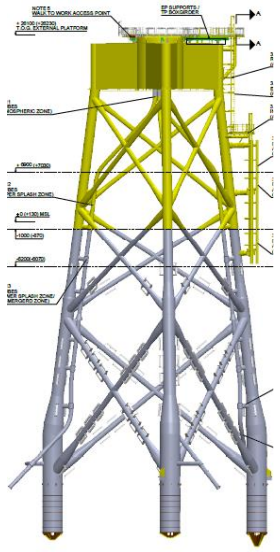
基樁打設作業流程圖

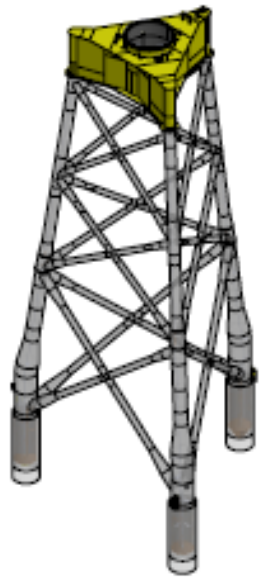


水下基礎、風機安裝監督

管架Jacket安裝及接合灌漿

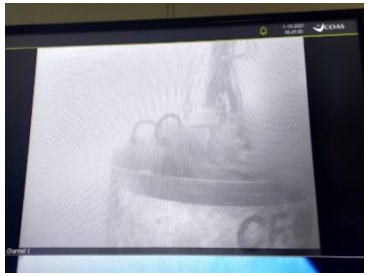






3D VIEW

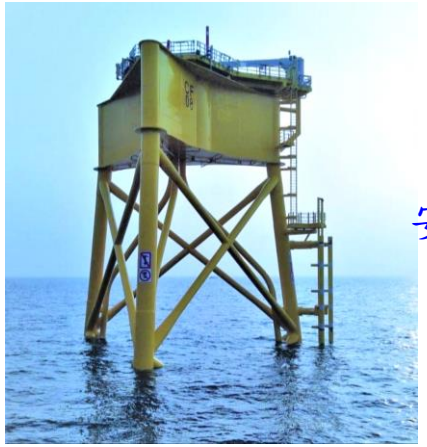




清樁作業



接合灌漿



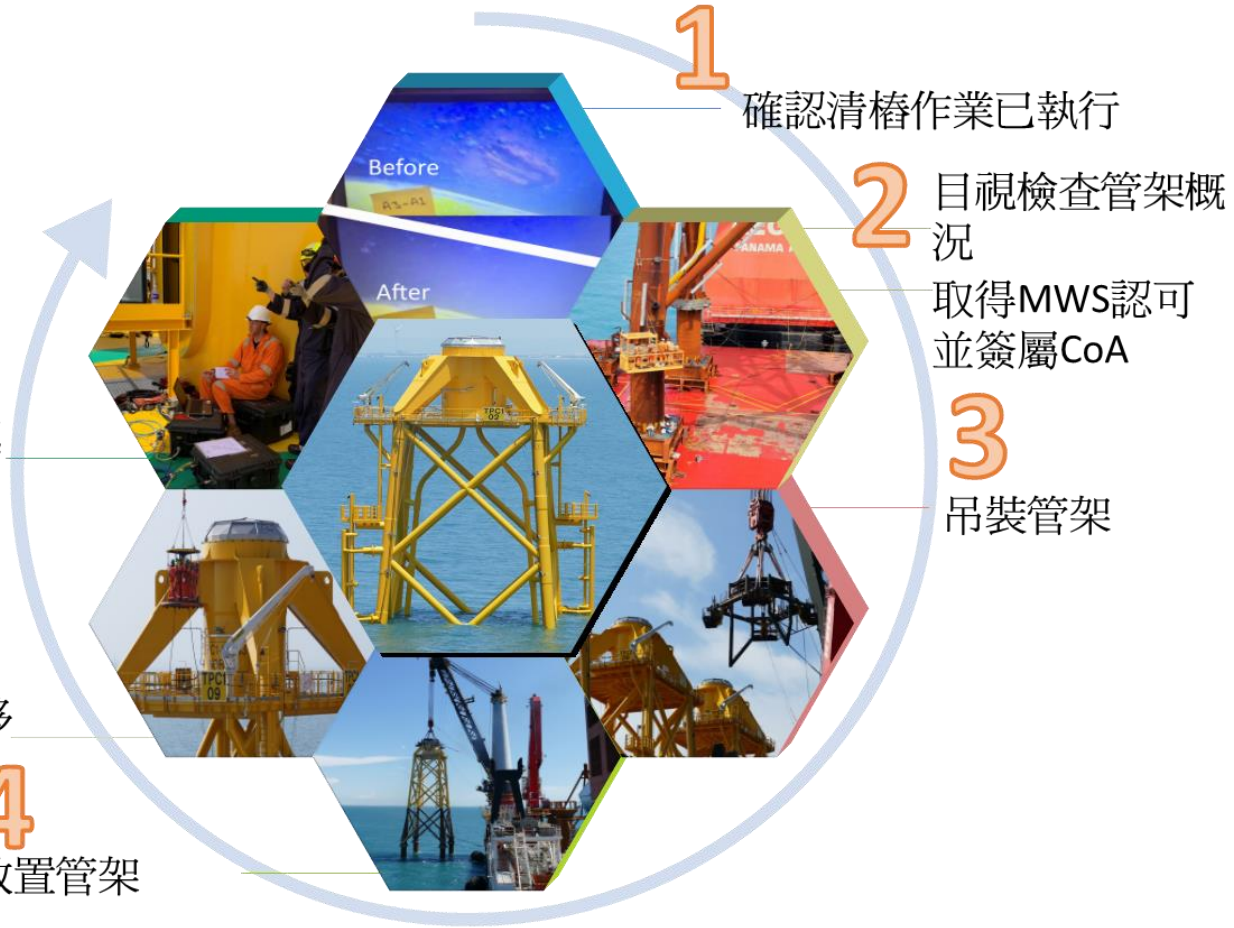
安裝完成

水下基礎、風機安裝監督

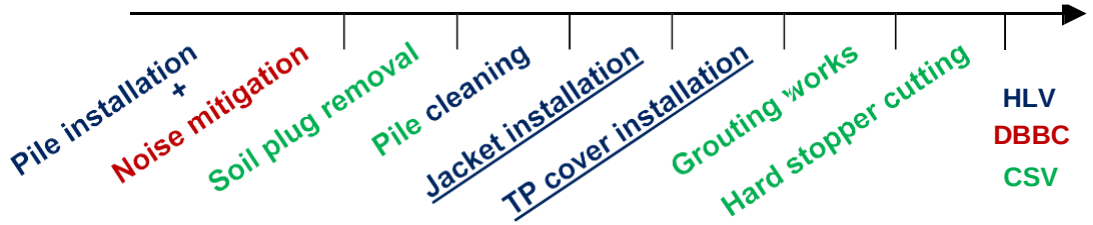
管架Jacket安裝及接合灌漿

管架Jacket安裝詳細流程如下:

1. 確認清樁作業已執行
2. 目視檢查管架概況
3. 目視檢查管架抱樁器液壓管及抱樁器
4. 目視檢查海上繫固設備
5. 取得MWS認可並簽屬CoA
6. 吊裝管架
7. 放置管架於基樁上(搭配ROV輔助)
8. 操作人員轉移至管架平台
9. 調整及測量管架
10. 確認管架安裝資訊
11. 操作人員及設備轉移回重型吊桿船
12. 離開安裝地點



管架安裝作業流程圖

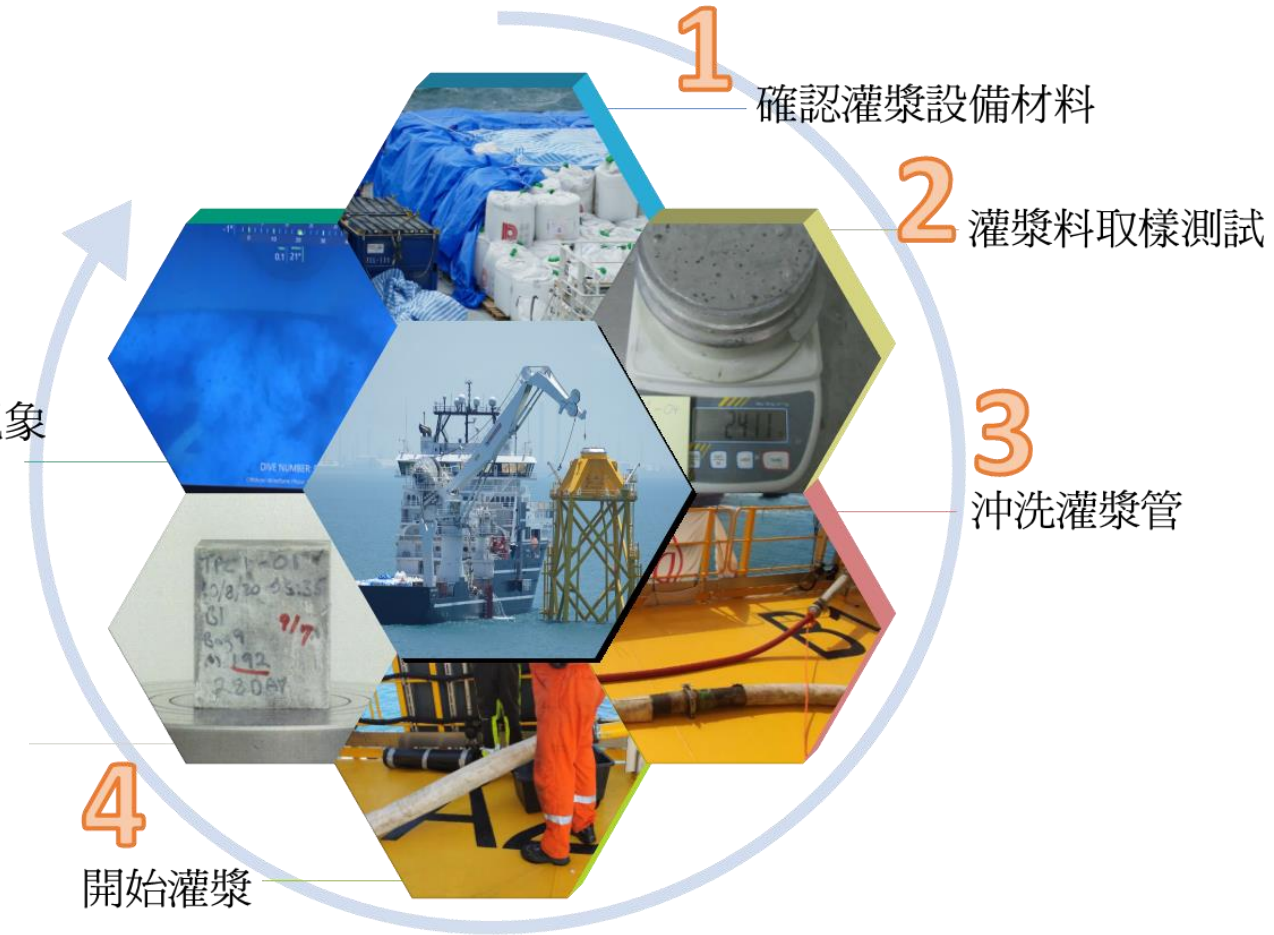


水下基礎、風機安裝監督

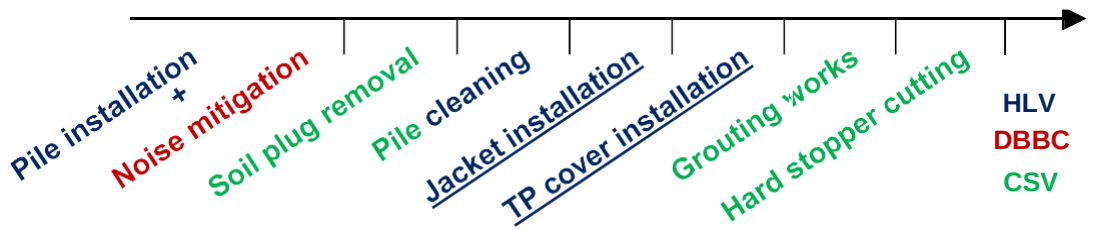
管架Jacket安裝及接合灌漿

接合灌漿Grouting作業詳細流程如下:

1. 準備灌漿設備並確認
2. 取得MWS認可並簽屬CoA
3. 灌漿料取樣並測試密度
4. 連接沖洗管沖洗灌漿管
5. 連接灌漿軟管至管架之灌漿管
6. 攪拌灌漿料並開始送漿
7. 取試體(75mm立方體)
8. 觀測到溢流現象且達到預期灌漿量
9. 灌漿作業完成
10. 離開作業地點

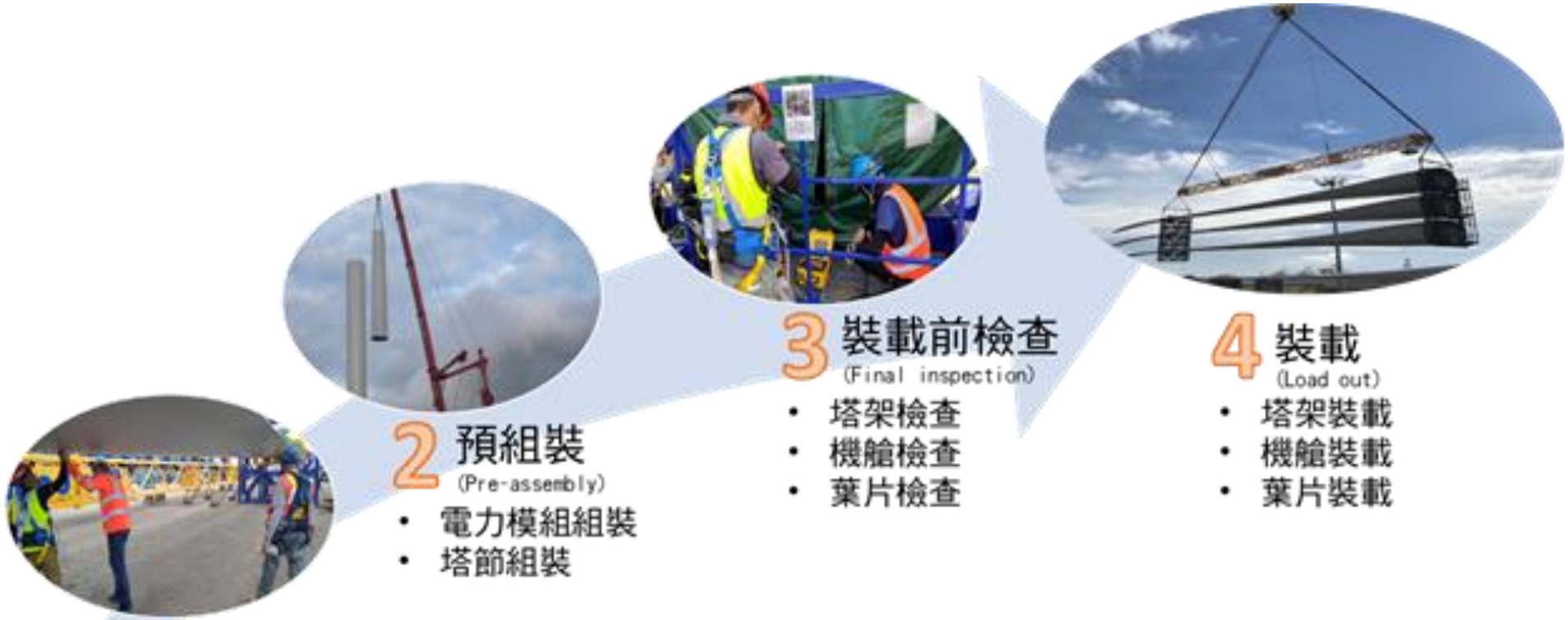


接合灌漿作業流程圖



水下基礎、風機安裝監督

風機岸上預組裝



離岸風力發電機的安裝通常分為**岸上預組裝(Pre-assembly)與離岸安裝(Offshore Installation)**兩個部分，預組裝由風機供應商在施工碼頭進行風機部件的組裝、測試及裝載作業，離岸安裝由風機供應商提供安裝人員與安裝船船東提供風機安裝船與輪機人員共同執行安裝程序。

水下基礎、風機安裝監督



當安裝船定位完成後，接下來即需將**安裝船頂升離至一定高度(Jack up)**，依據每個風機點位不同的海床及水深條件，以及風機機組的大小，其需求的吊裝高度不同。



離岸風場安裝船投資報酬

海上安裝執行與監督權力

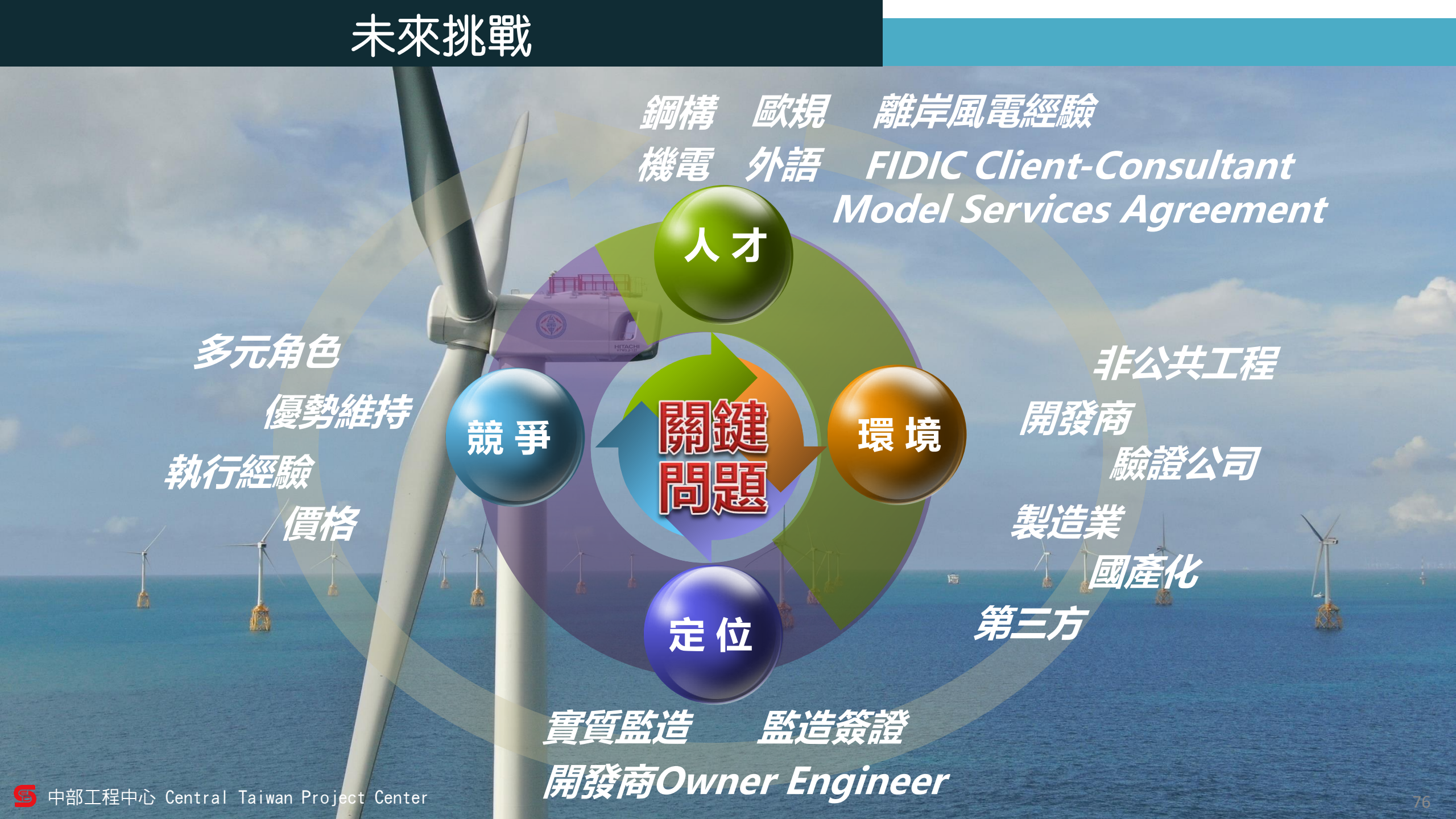
- 船東
- 海事擔保（Marine Warranty Survey, MWS）
- 業主



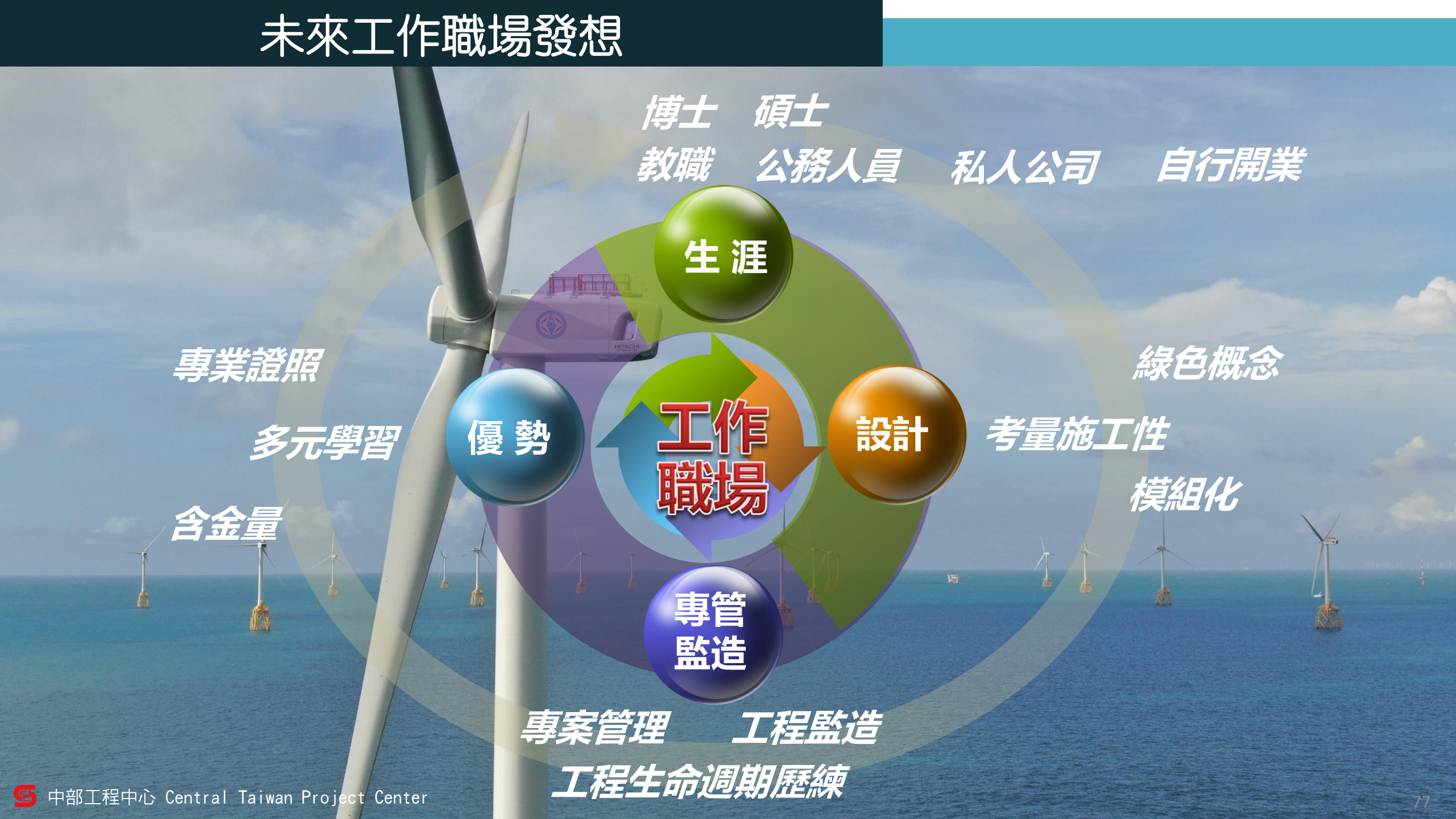
未來的挑戰



未來挑戰


鋼構 歐規 離岸風電經驗
機電 外語 FIDIC Client-Consultant Model Services Agreement
人才
多元角色
優勢維持
執行經驗
價格
競爭
關鍵問題
環境
非公共工程
開發商
驗證公司
製造業
國產化
第三方
定位
實質監造 監造簽證
開發商Owner Engineer

未來工作職場發想


博士 碩士
教職 公務人員 私人公司 自行開業
生涯
專業證照
多元學習
含金量
優勢
工作職場
設計
綠色概念
考量施工性
模組化
專管監造
專案管理 工程監造
工程生命週期歷練


爬山過程 不要緊盯著山頭
而是要看顧好自己狀況
才能有機會爬上山頂
簡報結束
The end