

離岸風機預組裝工程紀實

機械工廠 黃建遠

一、前言

近年來政府大力推行綠色能源政策，希冀提升台灣自主之潔淨再生能源比例，其中又以離岸風力發電為最新興之海洋風能產業，因風力發電需要幅員廣闊的區域架設風力發電機組，但是台灣目前現階段陸域風機已逐漸趨近飽和，因此風力發電機勢必需開始朝離岸發展，加上海風不易受地形影響，相較於陸風，風量穩定、發電效率更高，故發展「離岸風力發電」已刻不容緩。

歐洲各國如丹麥、英國等已早先全球 20 年發展離岸風電，亞太地區相對起步較晚，而本公司配合經濟部能源局「風力發電離岸示範系統獎勵辦法」，與福海風力發電股份有限公司於 104 年 7 月 24 日完成台灣首座離岸風場海氣象觀測塔運輸與安裝工程，為我國發展離岸風電跨出第一大步，也是本公司全力發展為海工專業工程廠商的一大步。隨後於隔(105)年配合海洋風力發電股份有限公司之台灣首兩座離岸示範風機工作，提供風機儲放及預組裝場地、起重機具與碼頭，配合國際風電大廠 Siemens 公司於本公司廠內進行離岸風機預組裝工作，亦寫下台灣發展離岸風電一頁新的歷史。

二、離岸風機預組裝工程作業紀實

本文將針對離岸風機預組裝工程之作業過程做一簡要紀實。本次預組裝作業標的物為兩組 Siemens 4.0MW 風機，每一組風機包含 3 座塔筒(Tower)、一組

機艙(Nacelle)及三支葉片(Blade),預組裝及儲放場地使用公司 RS21 區及 RS31 區。

(一)風機塔筒(Tower)卸載

風機塔筒於 105 年(下同)5 月 25 日由 BBC Northsea 運輸船運抵本公司二號碼頭主塢門，靠泊塢門後由 GOC-1 將 6 座塔筒卸載至 RS21 區。

運輸船靠泊完成後，開始進行解繫固座業，解除繫固後由船體起重人員配合吊運每一座塔筒，於卸載過程中，甲板、艦橋及地面均需有我方人員持無線電配合與船上工作人員溝通，因卸載過程中，船體的姿態會隨重量轉移而有變化，因此預調壓載及起吊過程中的壓載監控顯得非常重要，甲板及艦橋工作人員需時時掌握無線電狀況，以確保作業過程順暢及安全。



圖一、塔筒運輸船靠泊主塢門

(二)風機葉片(Blade)及機艙(Nacelle)卸載

葉片及機艙運輸船(Industrial Challenger)原定 6 月 2 日到港卸貨，因風機廠商之運輸船於國外中途港停靠時發生非預期因素，導致船期臨時延誤，致

使本公司原先安排好之靠泊碼頭，該運輸船無法準時到港卸貨，等待其問題排除後，運輸船到港已延後 11 天，而當時正值 14000TEU 貨櫃船趕工期間，為避免影響到新造船流程，因此風機運輸船臨時改靠泊一號碼頭，然而因風機運輸船延誤到港，已使得整體工期拉長，業主要求風機廠商加快後續作業速度，業主及風機廠商遂請求本公司幫忙協助先於一號碼頭暫時將風機葉片卸下後，以便將船艙內裝有工具的貨櫃先卸載運至 RS21 區預做準備。

然而因考量一號碼頭迴轉空間有限，而葉片長度達 58 公尺，且風機廠商攜帶來台之葉片運輸工具(Blade Dolly)其輪組無轉向功能，若要在陸上運輸葉片，如此將會需要非常大之迴轉半徑，因此將船艙內貨櫃卸載完成後，隨即需再將葉片吊裝回運輸船，前後花了約 3 天時間，將葉片回裝後，隔日運輸船再移泊至二號碼頭主塢門進行卸載。

而葉片卸載作業因考量 RS21 區儲放場地佈置與空間，及葉片本身長度問題，因此卸載工法之設計為，先由 GOC-1 主鉤頭吊掛葉片根部，輔鉤頭吊掛葉片尖部吊點，GOC-1 水平起吊將葉片卸載至塢門通道口，此時 GOC-1 輔鉤頭摘除，換由 LLC-10 吊掛葉片之尖部吊點，由 GOC-1 與 LLC-10 合吊，GOC-1 配合 LLC-10 動作，而 LLC-10 負責將葉片尖部轉向 90 度後，合吊放置於 RS21 區，總計 6 支葉片反覆操作。

而機艙之卸載則由 GOC-1 單車卸載，吊裝治具使用風機廠商提供之 T-yoke，因機艙重量較重，因此卸載前船舶需預先調壓載，而船艙空間較小也考驗著起重機操作者細膩的吊掛操作技術，及整個團隊的吊裝專業與配合，

總計 6 支葉片及 2 組機艙於一天內順利卸載完成。



圖二、風機組件運輸船靠泊一號碼頭

(三)風機預組裝

本次風機預組裝作業大部分都已由風機廠商於歐洲出貨前組裝完畢，運至本公司後，需要進行大組的構件為下段塔筒(Bottom tower)、變壓單元(TU)、動力單元(PU)之組裝，組裝工作皆由風機廠商人員進行組裝，本公司提供起重機具吊掛服務，由 GOC-1 負責將下段塔筒翻轉後，將塔筒套入對接好之 TU 及 PU，下段塔筒組立後再由風機廠商人員進行內部之組裝作業，整體組裝完成後由風機廠商做測試，而於儲放期間並須供電力予塔筒內部及機艙內部除溼機作動及部分機件潤滑。



圖三、風機預組裝及儲放場地 RS21

(四)風機裝船

本次裝船作業因業主之海底基礎(Foundation)施工機具及天候因素等問題，以至於業主前段工期延誤，期間又遭逢兩次颱風，以及業主施工機具臨時修改等問題，所以風機組件一直到 10 月初才得以裝船出貨。

裝船作業由本公司 GOC-1 負責將機艙及塔筒一一吊運至 RS31 區碼頭邊，由風機安裝船主起重機負責將之從碼頭邊吊裝至甲板後進行繫固座業。因裝船作業屬於海事工程的一部分，業主的海事保險涵蓋裝船、海上運輸與海上安裝，因此海事擔保勘驗(MWS, Marine Warranty Survey)於裝船階段即需介入，以確保裝船作業符合安全作業要求，所有吊裝治具(包含鋼索、纖維索、卸扣等)皆需有合格有效之證書(Certificate)，吊裝計畫需要事先經過 MWS 審核通過，而現場作業前之天氣預報與評估能否執行作業亦是重要一環，經過 MWS

現場核可批准並發予 COA (Certificate of Approval)後，業主接下來執行之吊裝作業才能受到保險的保障。



圖四、風機安裝船靠泊二(#87)號碼頭裝船



圖五、機艙裝船作業

三、結語

此次的離岸風電工程為台灣首次執行離岸風機預組裝工程，本公司響應政

府的綠能政策，於 105 年協助海洋風電公司及國際風電廠商 Siemens 公司順利完成風機預組裝作業並裝船出貨，對於公司近年來跨足綠能產業領域具有象徵性指標。

藉由本次專案的進行，過程中也與國際風電大廠、海事擔保勘驗(MWS)等密切配合，除了提供作業過程的協助與技術交流，也能從中窺探歐洲廠商如何將安全落實於管理之中。

機械廠雖然作為公司進軍離岸風電產業的前鋒，但背後有船體廠、修船廠、船塢長室、艙裝廠、企劃處、物料處、環公處等全公司各單位的鼎力相助，才能讓本次風電專案順利完成，特別是現場的領班、班長、技術師及工程師們，大家不辭辛勞，從一大清早一直到晚上戮力以赴，展現出台船人的敬業態度與專業度，共同完成這一項具歷史意義的任務，也替公司多角化經營觸角更拓展延伸至海洋綠能產業並開啟新的扉頁。

