

# 航向偉大的航道 — 大地探勘船 參訪聯誼活動

黃宗宸 環球測繪股份有限公司 / 總經理、大地技師

陳俊吉 高標工程顧問有限公司 / 經理、大地技師

## 一、前言

所有的工程建設在開發之前，都必須針對其場址進行確切的工程調查，除了蒐集既有的各種相關資料之外，地質鑽探調查與各類型大地工程試驗，是大地工程師取得安全評估與設計參數的必要手段。針對水域與海事工程，不論是在比較淺水域的潮間帶、近岸工程、碼頭工程，到深水水域的離岸場址工程，在選址及規劃設計階段，亦有不同程度之場址調查工作需求。

就離岸風場之場址調查來說，首先需對場域進行概略性的了解，此時會於場址內選定數個具代表性的調查位置，佈設各類監測儀器，以蒐集場域大氣、洋流與漂砂一整年度之變化，判斷風場是否具備開發條件、經濟性及潛在風險；爾後即於場址進行初步大範圍之地球物理調查，用以確認海床地形地貌、地質分層情形、既有埋設物（如既有纜線、水下文化資產、未爆彈等），以及是否有蓄積在地層縫隙中的可燃氣體存在，同時選定具代表性的調查位置進行初步的鑽探取樣與圓錐貫入試驗（CPT）調查。

設計單位可依據選定場域內進行一整年之監測工作，並於取得初步之大範圍概略性的調查結果後，依據現場的地形與各種條件進行進一步的規劃與風場初步的配置與設計，並選定每一座風機坐落之工程位置，緊接針對其個別位置，進行小範圍且精度較高之地球物理探測，例如透過

Multi Beam 進行海床地形測深、透過 Side Scan Sonar 進行海床地貌調查、透過磁力儀探測埋在海床下之既有纜線與未爆彈、透過海床震測得知地層剖面與地層構造情形，並透過水下無人載具攝影調查以確認海床是否有沉船或既有的文化遺跡等，於此類探測工作之後，即可針對各點位進行較為詳細的地質鑽探取樣、CPT 以及其他孔內試驗調查（如：孔內懸宕式震測（PS Logging）調查、孔內攝影、 $\gamma$  射線調查、孔內側向載重試驗（LLT）等）。

除了地球物理探測之外，可經由鑽探取得試驗土樣，挑選具代表性之土壤樣品於探勘船上之相關試驗室進行土壤試驗。於試驗室內以水平向頂土器頂出土樣，進行拍照、土壤判讀、簡便之力學試驗（如：無圍壓縮試驗、迷你十字片剪試驗、口袋式扭轉儀試驗與口袋式貫入儀試驗等），並測定土樣之單位重與含水量之後，薄管土壤樣品會經由蠟封後存放於冷藏儲存櫃中，於探勘船靠岸後，以冷藏車運送至陸上試驗室，用以進行其他相關土壤試驗（包含：土壤物理性質、化學性質、力學與動力學試驗）。無論是透過 CPT 取得之現地土壤力學參數，或者鑽探取得之土樣經實驗室試驗所得到之力學參數，皆為工程顧問公司於設計基礎型式、尺寸、貫入深度之計算依據，亦為評估未來風機使用安全性之重要參數。

目前我國擁有一艘本土大地工程探勘船，除了由鈹大公司所擁有之「奧黛麗絲」探勘船之外，本次福委會參訪聯誼活動所榮幸造訪之探勘船舶，乃為環球測繪股份有限公司（PDE Offshore Corporation）所擁有的兩艘專業探勘船 — 大地能源 Geo Energy 與大地能量 Geo Power。

### 1. 大地能源號 Geo Energy

大地能源 Geo Energy 船長 72.2 m、寬 16 m，總噸位 2151 噸，為我國第一艘國籍探勘船，取得 DNV 國際船級社與 CR 船級社認證，船身設計及引擎動力系統皆為勞斯萊斯公司設計及製造，具備 DP2 動態定位系統與機械式鑽管裝卸系統，在鑽探設備的部分備有 Downhole CPT 與取樣設備，足夠提供世界各地海洋地質探勘技術服務。本船已改裝添加鑽台、絞盤、月池、土壤實驗室以及所有相關之設備，各類證照齊全，該船亦裝設有 Inmarsat-C 及 V-Sat 衛星通訊系統，可確保船隻於外海工作時與後方辦公室人員的通訊順暢，各類數據及報告都能在探勘過程進行中同時傳遞至岸上，如照片 1 所示。

### 2. 大地能量號 Geo Power

大地能量 Geo Power 船長 87.9 m、寬 18.8 m，總噸位 4213 噸，為我國第一艘備有 Seabed CPT 與 Downhole CPT 雙系統調查設備，與 DP2 動態定位系統的油電混合動力探勘船，取得 BV 國際船級社與 CR 船級社認證，由於該輪噸數與

動力皆比較大，因此在執行深水域地質調查工作時，提供更好的穩定性與抗浪特性。本船於 2012 年於波蘭建造，為油電混合動力之 DP2 船舶，透過動態定位系統結合電推系統控制兩具主要螺旋槳與四具側推螺旋，於海域場址執行調查作業時具備精確快速之定位能力，如照片 2 所示。

## 二、參訪隨筆

2025 年 2 月 10 日，南台灣安平商港一如往常的烈日當空，一大早迎著刺痛皮膚的陽光，50 位在活動報名開放第一時間就搶著登記的公會會員陸續報到，隨著港區閘口刷卡登記的指引，我們抵達了平時無法觸及的商港港口，在那裏迎接會員們的是環球測繪股份有限公司總經理，也是本公會總是熱心公會事務且待人熱情的黃宗宸監事，他帶領著探勘船上相關工作人員熱情的招呼著我們，並在港口上為我們簡要的介紹大地探勘船的工作項目與內容之後，便領著會員們走過狹窄的工作船甲板，為我們深入導覽本日參訪活動的重頭戲，如照片 3 所示。

當會員們登上船舶進入船艙，仔細聆聽著船上工程師耐心叮嚀之各項安全講習時，相信大家立刻感受到與陸地截然不同的氛圍，船上的每一樣東西，不管是龐大的鑽探設備，還是看似平凡的桌椅，全都得牢牢固定在船體上，畢竟在搖晃不定的海面上，沒有什麼是真正「穩如泰山」



照片 1 大地能源號 Geo Energy (環球測繪股份有限公司提供)



照片 2 大地能量號 Geo Power (環球測繪股份有限公司提供)



照片 3 會員準備登船參訪 (陳俊吉攝)



照片 4 船長介紹船舶操控室功能 (陳俊吉攝)

的，由於船上空間有限，整艘船就像一座迷你工廠，走動都得格外小心，深怕一個踉蹌就撞上昂貴的儀器。

當我們走進船長所在的操控室，映入眼簾的是前後兩面錯綜複雜的儀表板，密密麻麻的指針和螢幕，瞬間把大家看得目不暇給，有人忍不住低聲問：「為什麼要兩套操縱系統？」其實，這正是海上探勘船與一般船隻最大的不同，為了在瞬息萬變的海況下維持高度穩定性，船上特別配備了「雙重動力系統」，一套是負責移動航行的推進動力系統，另一套則是精準定位的動態定位系統，能讓整艘船在海浪波濤中穩穩停在目標位置，因此，工程師只要一上船，就彷彿啟動了「戰鬥模式」，就得把握片刻平穩的海象，24小

時不間斷接力施工，力求在有限的時間內完成任務，如**照片 4**所示。

相比於陸地上的鑽探工作，那些在陸地上輕鬆以對的施作步驟，到了海面上作業的挑戰真的是數倍不止，光是要把鑽桿垂直，準確地安置在深不見底的目標位置，就是一場技術與耐力的考驗。船上那宛如鋼鐵巨獸的定位器需要展現它驚人的威力，將鑽桿良好控制在穩定位置上，才能確保鑽探成果的正確性。而且在海面上執行鑽探工作，鑽桿的長度不只要考量鑽探深度，還得額外加上海床的水深，光想像要組裝這麼多段鑽桿，就讓人覺得腰痠背痛，幸好動力輔助系統扮演了可靠的幫手，如**照片 5**所示，才讓這一切看似不可能的任務變得可行。



照片 5 海上鑽探井架與活動式動力管鉗系統 (陳俊吉攝)



照片 6 船上實驗室 (環球測繪股份有限公司攝)



照片 7 會員與大地能源號合影 (環球測繪股份有限公司攝)



照片 8 會員與大地能源號合影 (環球測繪股份有限公司攝)

經歷一連串感官震撼，再加上南台灣熱情似火的陽光洗禮，大家汗如雨下地聽著工程師分享他們每趟出航動輒一兩週，才能再踏上陸地時，有會員好奇發問：「那採集到的土樣，要怎麼在船上就得知地層特性呢？」工程師微笑著，轉身帶著我們走向船上建構中的土壤實驗室，自信地介紹著等待此區完工後，它將會像一座小型的快篩中心，能即時分析剛採集的樣品，協助工程團隊迅速掌握海床地層的分布與性質，把每一筆寶貴的數據，第一時間轉化成設計依據，如**照片 6**所示，由此可見，海上鑽探面面俱到，並具備更縝密的計畫與周全考量，才能帶來更可靠的海床資訊，對於未來相關的工程應用創造更優質的設計資料庫。

歷經兩個小時，輪流參訪兩艘大地探勘船的聯誼活動，就在各位會員逮到總經理、船長、船上工程師就無限發問的歡聲笑語中進入尾聲，最後會員們再次刷卡過關依依不捨的互道再見，讓這次福委會在短短一個月內臨時籌劃的參訪聯誼活動得以圓滿完成，畫下令人難以忘懷的大地專業句點，如**照片 7**和**照片 8**所示。

### 誌謝

感謝環球測繪股份有限公司提供如此珍貴的參訪機會。

### 參考文獻

1. 環球測繪股份有限公司 <https://www.pde-offshore.com>