

**112 年及 113 年水深測量作業採購案  
(第 2 作業區)**

**2023 and 2024 Government  
Procurement for Hydrography  
Surveying  
(2<sup>nd</sup> Work Zone)**

113 年度工作總報告  
Final Report of 2024



標案案號：NLSC—112—19

主辦單位：內政部國土測繪中心

執行單位：詮華國土測繪有限公司

臺灣環海探測技術股份有限公司

中華民國 114 年 03 月

## 摘 要

臺灣四面環海，海域國土（包含內水、領海及鄰接區海域）廣達 8 萬平方公里，海洋資源豐富，而海洋領域業務也成為政府未來政策與施政重心之一。為建立完整海域圖資，內政部自 93 年度起辦理海域基本圖測量，嗣於「國家基本測量發展計畫」(93-96 年)、「基本測量及圖資測製實施計畫」(99-101 年)、「我國大陸礁層與島礁調查計畫」(102-103 年)、「我國海域調查與圖資整合發展計畫」(104-109 年)與「海域測繪與多維圖資應用發展計畫」(110-115 年)項下，持續推動海域測量工作，以建立臺灣周圍完整海域基本圖資。

113 年度第 2 作業區原作業範圍為澎湖縣外海部分海域，面積約為 1,635 平方公里，後增購範圍為澎湖縣外海部分海域及近岸部分海域，面積約為 113 平方公里，合計共 1,748 平方公里。本工作採用多音束測深系統測繪水深地形資料，測量等級為 1a，本案成果總傳播不確定度分析中，詮華國土測繪有限公司(以下簡稱詮華公司)測區最低天文潮成果之總傳播不確定度分析為 98.28%符合 1a 精度要求；臺灣環海探測技術股份有限公司(以下簡稱臺灣環海公司)測區最低天文潮成果之總傳播不確定度分析為 99.83%符合 1a 精度要求。另本次水下特徵物偵測及圖載航安資訊確認成果中 113 年度電子航行圖中心(以下簡稱 TENCC)提供特徵物資料查詢，經實地搜查後 3 處無發現沉船或特徵物存在，4 處有發現沉船或特徵物存在，其中一處為金合興 168 漁船，距離 2 個來源位置分別為 0.6 公里及 1.5 公里〔皆符合既有特徵物 3 浬(即 5 公里)之間〕；且另外新發現 1 艘沉船及 53 處障礙物，故特於本報告中列出，以供後續製圖參考。

完整海域圖資為國家海洋發展之基石，提供作為國土管理維護、航行安全與生態保育等基礎圖資。本工作共計完成數值地形模型、清繪圖、水深紀錄檔。

關鍵字:數值地形模型、清繪圖、總傳播不確定度、詮釋資料

# Abstract

Taiwan is surrounded by the sea. The maritime territory (including internal waters, territorial waters and adjacent areas) covers an area of 80,000 square kilometers. It is rich in marine resources and marine business has become one of the government's future policies and governance priorities. In order to establish a complete sea area map data, the Ministry of the Interior has carried out basic sea area map surveys since 2004, following the "National Basic Survey Development Plan" (2004-2007), "Basic Survey and Map Data Survey System Implementation Plan" (2010 -2012), "my country's Continental Reef and Island Reef Survey Plan" (2013-2014) and "my country's Sea Area Survey and Map Information Integration Development Plan" (2015-2020), Sea area surveying and mapping and multi-dimensional map data application development plan (2021-2026), continue to promote sea area survey work , In order to establish a basic map of the complete sea area around Taiwan.

The original operating scope of the second operation area in 2024 was part of the sea off the coast of Penghu County, covering 1,635 km<sup>2</sup>. Later, the expanded scope was part of the sea off the coast of Penghu County and some coastal areas, covering 113 km<sup>2</sup>, a total of 1,748 km<sup>2</sup>. This work uses a multi-beam bathymetric system to survey and map water depth and terrain data. More than 95% of the water depth data should meet the IHO 1a operational accuracy requirements. In the analysis of the total propagation uncertainty of the results in this case, The total propagation uncertainty analysis of the lowest astronomical tide results in the survey area of RealWorld Surveying and Geomatics Corp (hereinafter referred to as Chuanhua Company) is 98.28%, which meets the 1a accuracy requirements; the total propagation uncertainty analysis of the lowest astronomical tide results in the survey area of EGS Taiwan Co., Ltd. (hereinafter referred to as Taiwan Huanhai Company) is 99.83%, which meets the 1a accuracy requirements. In addition, the 113 Annual Taiwan ENC Center (hereinafter referred to as TENCC) provided the feature information query in the underwater feature detection and chart-borne navigation safety information confirmation results. After on-site searches, no sunken ships or feature objects were found in 3 places, and wrecks or feature objects were found in 4 places. One of them was the Jinhexing 168 fishing boat, which was 0.6 kilometers and 1.5 kilometers away from the two source locations respectively [both of which are consistent with existing features within 3 nautical miles (i.e. 5 kilometers)]; and additionally new discoveries were made. 1 sunken ship and 53 obstacles are listed in this report for reference in subsequent mapping.

Complete sea area maps are the cornerstone of national maritime development, providing basic maps for land management and maintenance, navigation safety and ecological conservation. This work has completed the construction of digital terrain model, fair chart, water depth record files.

Keywords: digital terrain model, fair chart, total propagation uncertainty, interpretation data



# 目 錄

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 摘 要.....                    | 1   |
| Abstract.....               | 2   |
| 目 錄.....                    | I   |
| 表 目 錄 .....                 | III |
| 圖 目 錄 .....                 | V   |
| 壹、前言.....                   | 1   |
| 一、計畫緣起 .....                | 1   |
| 二、作業範圍 .....                | 3   |
| 貳、作業規劃及作業範圍特性分析 .....       | 4   |
| 一、作業流程 .....                | 4   |
| 二、作業規劃 .....                | 5   |
| 三、作業範圍特性分析 .....            | 21  |
| 參、工作項目、內容、執行方法、情形及成果.....   | 25  |
| 一、工作時程及應交付成果 .....          | 25  |
| 二、工作項目及內容 .....             | 29  |
| 三、執行方法及情形 .....             | 30  |
| 四、成果製作 .....                | 70  |
| 肆、自我檢核方式及處理原則說明 .....       | 74  |
| 一、測帶角度 .....                | 74  |
| 二、總傳播不確定度 TPU.....          | 76  |
| 三、蜿蜒度 .....                 | 82  |
| 四、系統性誤差及粗差 .....            | 83  |
| 五、測點密度及資料覆蓋率(HOLIDAYS)..... | 91  |
| 六、交錯檢核 .....                | 94  |
| 伍、友善職場說明 .....              | 99  |
| 一、人員組織 .....                | 101 |
| 二、主要人員專長與學經歷資料 .....        | 103 |
| 陸、檢討與建議 .....               | 105 |
| 一、檢討 .....                  | 105 |
| 二、建議 .....                  | 106 |
| 柒、參考文獻 .....                | 107 |

附錄一、歷次工作會議結論與追蹤事項辦理情形

附錄二、工作總報告審查意見處理情形對照表

附錄三、113 年度其他敘述性報告

附錄四、儀器校正重要資訊

以下以電子檔提供(位於工作成果硬碟之中)

附件 1.儀器出廠證明檢校報告與船隻資訊

附件 2.進出港證明

附件 3.詮華公司工作規則

附件 4.臺灣環海公司工作規章

附件 5.儀器校正報告

## 表 目 錄

|                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| 表 1-1、113 年作業範圍相關基本資料統計表.....                                     | 3  |
| 表 2-1、控制測量點位數量統計表.....                                            | 6  |
| 表 2-2、113 年臨時潮位站控制測量成果表.....                                      | 6  |
| 表 2-3、追蹤站公告坐標彙整表 TWD97[2020].....                                 | 7  |
| 表 2-4、直接水準觀測路線規劃表.....                                            | 8  |
| 表 2-5、測深系統檢查數量表.....                                              | 9  |
| 表 2-6、113 年水深測量施測規範.....                                          | 12 |
| 表 2-7、國際海道測量組織(IHO)最新版海道測量最低標準.....                               | 13 |
| 表 2-8、全漁 888 號船籍基本資料.....                                         | 14 |
| 表 2-9、金勝發 6 號船籍基本資料.....                                          | 14 |
| 表 2-10、裕和艇船籍基本資料.....                                             | 14 |
| 表 2-11、富勝 3 號船籍基本資料.....                                          | 15 |
| 表 2-12、R2 SONIC 2026 多音束測深儀規格表.....                               | 16 |
| 表 2-13、Kongsberg EM2040 及 Norbit WINGHEAD i80S 多音束測深儀規格表<br>..... | 17 |
| 表 3-1、113 年預定工作進度表.....                                           | 26 |
| 表 3-2、113 年度各階段成果繳交期程表.....                                       | 28 |
| 表 3-3、113 年度調查工作項目及內容彙整表.....                                     | 29 |
| 表 3-4、已知控制點清理結果清冊.....                                            | 30 |
| 表 3-5、控制測量點位數量統計表.....                                            | 31 |
| 表 3-6、已知高程控制點檢測成果表.....                                           | 32 |
| 表 3-7、臨時潮位站高程控制測量成果表.....                                         | 32 |
| 表 3-8、臨時潮位站略圖及現況照片.....                                           | 34 |
| 表 3-9、驗收水準測量成果檢核表.....                                            | 34 |
| 表 3-10、海象預報資料表.....                                               | 35 |
| 表 3-11、R2 Sonic 2026 先驗誤差檢核表.....                                 | 40 |
| 表 3-12、Norbit i80S(SN2326571)先驗誤差檢核表.....                         | 41 |
| 表 3-13、EM2040 先驗誤差檢核表.....                                        | 42 |
| 表 3-14、Norbit i80S(SN2324445)先驗誤差檢核表.....                         | 43 |
| 表 3-15、測深系統檢查各套測量成果內精度表.....                                      | 44 |
| 表 3-16、R2 SONIC 2026 水深資料交錯檢核表.....                               | 44 |
| 表 3-17、R2 SONIC 2026 檢核線檢核表.....                                  | 45 |
| 表 3-18、Norbit i80S(SN2326571)水深資料交錯檢核表.....                       | 46 |
| 表 3-19、Norbit i80S(SN2326571)檢核線檢核表.....                          | 47 |
| 表 3-20、EM2040 水深資料交錯檢核表.....                                      | 48 |
| 表 3-21、EM2040 檢核線檢核表.....                                         | 49 |
| 表 3-22、Norbit i80S(SN2324445)水深資料交錯檢核表.....                       | 50 |
| 表 3-23、Norbit i80S(SN2324445)檢核線檢核表.....                          | 51 |
| 表 3-24、測深系統檢查各套測量成果差異分析表-1.....                                   | 52 |

|                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------|-----|
| 表 3-25、測深系統檢查各套測量成果差異分析表-2 .....                            | 53  |
| 表 3-26、測深系統檢查各套測量成果差異分析表-3 .....                            | 53  |
| 表 3-27、疊合測試作業方式 .....                                       | 59  |
| 表 3-29、水下特徵物及有礙航安疑義資料探測成果表 .....                            | 66  |
| 表 3-30、新發現障礙物清查成果表 .....                                    | 67  |
| 表 3-31、數值地形模型成果清冊 .....                                     | 71  |
| 表 4-1、第 6 階段測帶角度檢核 .....                                    | 74  |
| 表 4-2、第 7 階段測帶角度檢核 .....                                    | 75  |
| 表 4-3、TPU 數值設定表 .....                                       | 76  |
| 表 4-4、第 6 階段 6-1 批 R2 Sonic 2026 先驗 TPU 檢核成果 .....          | 77  |
| 表 4-5、第 6 階段 6-2 批 R2 Sonic 2026 先驗 TPU 檢核成果 .....          | 78  |
| 表 4-6、第 6 階段 6-1 及 6-2 批 EM2040 先驗 TPU 檢核成果 .....           | 79  |
| 表 4-7、第 7 階段 R2 Sonic 2026 先驗 TPU 檢核成果 .....                | 79  |
| 表 4-8、第 7 階段 Norbit i80S(SN2324445)先驗 TPU 檢核成果 .....        | 80  |
| 表 4-9、第 7 階段 EM2040&Norbit i80S(SN2326571)先驗 TPU 檢核成果 ..... | 81  |
| 表 4-10、R2 Sonic 2026 蜿蜒度檢核成果 .....                          | 82  |
| 表 4-11、Norbit i80S(SN2326571)蜿蜒度檢核成果 .....                  | 83  |
| 表 4-12、標準差(Std_Dev)圖 .....                                  | 84  |
| 表 4-13、坡度(Slope)圖 .....                                     | 85  |
| 表 4-14、第 6 階段 Slope、Std_Dev 及 Gross 統計資訊-1 .....            | 86  |
| 表 4-15、第 6 階段 Slope、Std_Dev 及 Gross 統計資訊-2 .....            | 87  |
| 表 4-16、第 6 階段 Slope、Std_Dev 及 Gross 統計資訊-3 .....            | 88  |
| 表 4-17、第 7 階段 Slope、Std_Dev 及 Gross 統計資訊-1 .....            | 89  |
| 表 4-18、第 7 階段 Slope、Std_Dev 及 Gross 統計資訊-2 .....            | 90  |
| 表 4-19、第 7 階段 Slope、Std_Dev 及 Gross 統計資訊-3 .....            | 91  |
| 表 4-20、第 6 階段測點密度及資料覆蓋率統計資訊-1 .....                         | 92  |
| 表 4-21、第 6 階段測點密度及資料覆蓋率統計資訊-2 .....                         | 92  |
| 表 4-22、第 7 階段測點密度及資料覆蓋率統計資訊-1 .....                         | 93  |
| 表 4-23、第 7 階段測點密度及資料覆蓋率統計資訊-2 .....                         | 93  |
| 表 4-24、第 7 階段測點密度及資料覆蓋率統計資訊-3 .....                         | 94  |
| 表 4-25、第 6 階段水深資料交錯檢核表-1 .....                              | 96  |
| 表 4-26、第 6 階段水深資料交錯檢核表-2 .....                              | 96  |
| 表 4-27、第 7 階段水深資料交錯檢核表-3 .....                              | 97  |
| 表 4-28、第 7 階段水深資料交錯檢核表-4 .....                              | 97  |
| 表 4-29、第 7 階段水深資料交錯檢核表-5 .....                              | 98  |
| 表 5-1、詮華公司人員學歷統計表 .....                                     | 99  |
| 表 5-2、工作人員證照一覽表 .....                                       | 99  |
| 表 5-3、臺灣環海公司人員學歷統計表 .....                                   | 100 |
| 表 5-4、工作人員證照一覽表 .....                                       | 100 |

## 圖 目 錄

|                                                 |    |
|-------------------------------------------------|----|
| 圖 1-1、內政部歷年施測範圍.....                            | 2  |
| 圖 1-2、113 年度第 2 作業區範圍圖(含增購範圍).....              | 3  |
| 圖 2-1、本案作業流程圖.....                              | 4  |
| 圖 2-2、控制點、潮位站及衛星追蹤站分布位置圖 .....                  | 7  |
| 圖 2-3、測深系統檢查作業區位置圖.....                         | 9  |
| 圖 2-4、113 年度第 2 作業區分批交付範圍圖.....                 | 10 |
| 圖 2-5、113 年度第 2 作業區水深測線規劃圖.....                 | 11 |
| 圖 2-6、113 年度第 2 作業區實際作業航跡圖.....                 | 12 |
| 圖 2-7、R2 Sonic 2026 多音束測深機掃幅角度即時調整畫面.....       | 17 |
| 圖 2-8、澎湖馬公潮位站歷年潮位統計資料圖 .....                    | 22 |
| 圖 2-9、澎湖浮標每月波高統計圖(2006~2024).....               | 23 |
| 圖 2-10、澎湖浮標每月示性波高分布圖(2006~2024).....            | 23 |
| 圖 2-11、113 年度第 2 作業區前置作業清查水下特徵物位置分布圖.....       | 24 |
| 圖 3-1、控制點及臨時潮位站位置圖.....                         | 31 |
| 圖 3-2、外垵水準路線圖.....                              | 33 |
| 圖 3-3、七美水準路線圖.....                              | 33 |
| 圖 3-4、R2 SONIC 2026 實測軌跡圖 .....                 | 36 |
| 圖 3-5、R2 SONIC 2026 多音束測深成果水深色階圖.....           | 36 |
| 圖 3-6、Norbit i80S(SN2326571)實測軌跡圖 .....         | 37 |
| 圖 3-7、Norbit i80S(SN2326571)多音束測深成果水深色階圖 .....  | 37 |
| 圖 3-8、EM2040 實測軌跡圖.....                         | 38 |
| 圖 3-9、EM2040 多音束測深成果水深色階圖 .....                 | 38 |
| 圖 3-10、Norbit i80S(SN2324445)實測軌跡圖 .....        | 39 |
| 圖 3-11、Norbit i80S(SN2324445)多音束測深成果水深色階圖 ..... | 39 |
| 圖 3-12、水深測量作業流程圖.....                           | 54 |
| 圖 3-13、水深測量資料處理流程圖.....                         | 54 |
| 圖 3-14、儀器架設示意圖.....                             | 55 |
| 圖 3-15、潮位站與潮位分區示意圖.....                         | 56 |
| 圖 3-16、潮位資料比較圖.....                             | 56 |
| 圖 3-17、離距模型.....                                | 57 |
| 圖 3-18、CARIS HIPS 11 使用離距模型轉換操作畫面 .....         | 58 |
| 圖 3-19、聲速剖面量測情形(左圖)及聲速剖面圖(右圖).....              | 59 |
| 圖 3-20、TERRAPOS 計算流程圖 .....                     | 60 |
| 圖 3-21、POSPac 計算流程圖.....                        | 61 |
| 圖 3-22、水深測量誤差分布圖.....                           | 62 |
| 圖 3-23、113 年度水深測量成果色階圖(最低天文潮).....              | 63 |
| 圖 3-24、水下特徵物分布位置圖.....                          | 65 |
| 圖 3-25、CARIS 軟體正高基準轉換設定圖.....                   | 70 |
| 圖 3-26、海域數值地形模型 DTM 製作流程圖.....                  | 70 |

|                                       |     |
|---------------------------------------|-----|
| 圖 3-27、清繪圖成果示意圖.....                  | 72  |
| 圖 4-1、檢核線網格位於地形崎嶇處示意圖 .....           | 95  |
| 圖 4-2、檢核線網格該區域水深範圍應以不同網格大小檢查示意圖 ..... | 95  |
| 圖 5-1、詮華公司性別統計比例圖.....                | 100 |
| 圖 5-2、臺灣環海公司性別統計比例圖.....              | 101 |
| 圖 5-3、工作人員組織圖.....                    | 101 |

# 壹、前言

## 一、計畫緣起

臺灣四面環海，海域國土面積廣達8萬平方公里，海洋資源豐富，尤其是在有限的陸地資源下，海洋資源的應用與永續經營更形重要。政府於民國90年首次公布「海洋白皮書」，宣示我國為「海洋國家」、以「海洋立國」；為落實「海洋之保護與保全」，民國93年發布「國家海洋政策綱領」作為我國整體國家海洋政策指導方針，以引導我國邁向生態、安全、繁榮的海洋國家境界；為貫徹綱領精神及目標策略，於民國95年公布「海洋政策白皮書」，更以整體海洋臺灣為思考基模，透過各項政策之規劃，全面推動海洋發展。鑒於海洋白皮書之政策方針，政府為因應及掌握全球永續經營海洋的趨勢，展現我國在邁入二十一世紀之際重視海洋、關懷海洋的決心，由行政院研訂「海洋白皮書」，作為我國海洋事務發展的指導原則，以確保國人世代享受及經營海洋的多元利益。訂定原則為：保障國家權益、維繫民生福祉、永續生態環境、推動發展研究教育以及整合強化行政管理能力。

目前全球皆重視海洋資源的開發、維護管理與應用，國土由陸域延伸至海洋，拓展各自的領海、鄰接區及專屬的經濟海域。然我國缺乏完整海域基本圖資，而海軍大氣海洋局出版之海軍水道圖範圍有限、資料較老舊且密度過疏。配合內政部「海域測繪與多維圖資應用發展計畫(110-115年)」辦理臺灣周邊海域基礎調查工作，由內政部國土測繪中心(以下簡稱國土測繪中心)執行，優先辦理近岸海域圖資測繪，建構全國陸域、海域一致性之高精度基本測繪成果，提供國土規劃利用，以輔助國家經濟建設發展。

內政部於93年至109年已分別辦理「九十三年度領海及鄰接區海域基本圖測量工作」、「九十五年度領海及鄰接區海域基本圖測量工作」、「九十六年度領海及鄰接區海域基本圖測量工作」、「100年度海域基本圖測繪工作」、「101年度海域基本圖測量工作」、「102年度水深資料蒐集及整理工作」、「103年度水深測量資料蒐集及整理作業」、「104年度水深測量資料蒐集及整理作業」、「105年度水深測量資料調查及整理作業採購案」、「106年度水深測量資料調查及整理作業採購案」、「107年度水深測量資料調查及整理作業採購案」、「108年度水深測量資料調查及整理作業採購案」、「109年度水深測量資料調查及整理作業採購案」及「110年及111年水深測量資料調查及整理作業採購案」。113年繼續辦理「112年及113年水深測量作業採購案」(以下簡稱本案)，持續推動我國海域測繪及海圖建置等工作，為本國的海圖建置工作盡一份心力。內政部歷年測製範圍如圖 1-1。

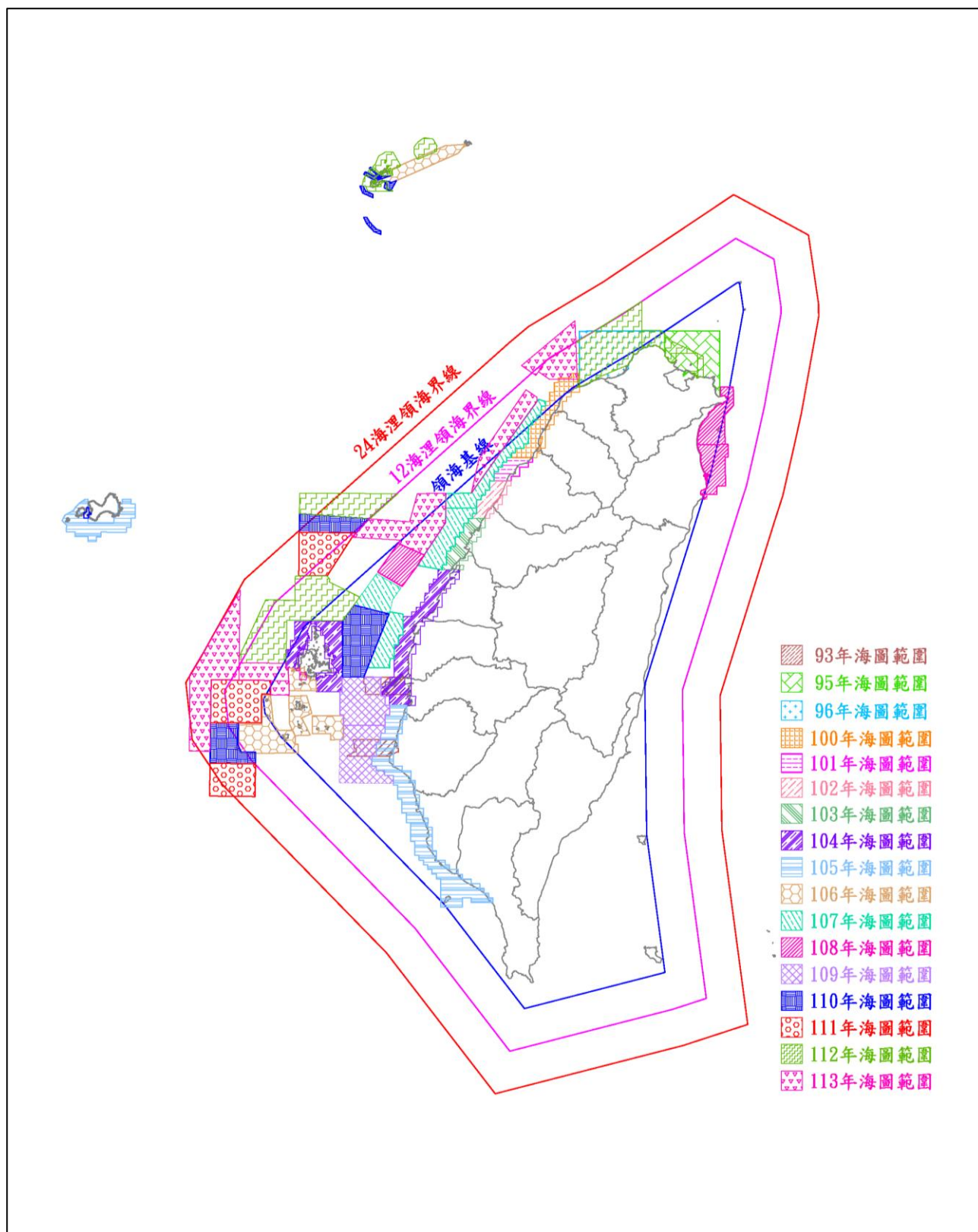


圖 1-1、內政部歷年施測範圍

## 二、作業範圍

詮華公司與臺灣環海公司共同承攬「112年及113年水深測量作業採購案」第2作業區，113年度原測製範圍如圖 1-2粉紅色(1a等級測區)區域，面積約為1,635平方公里，113年度增購範圍如圖 1-2黃色(1a等級測區)區域，面積約為113平方公里，合計共1,748平方公里。測量標準皆為IHO 1a等級，海域地形測量各項作業需依水深測量作業規範辦理。測區相關資訊統計彙整於表 1-1。

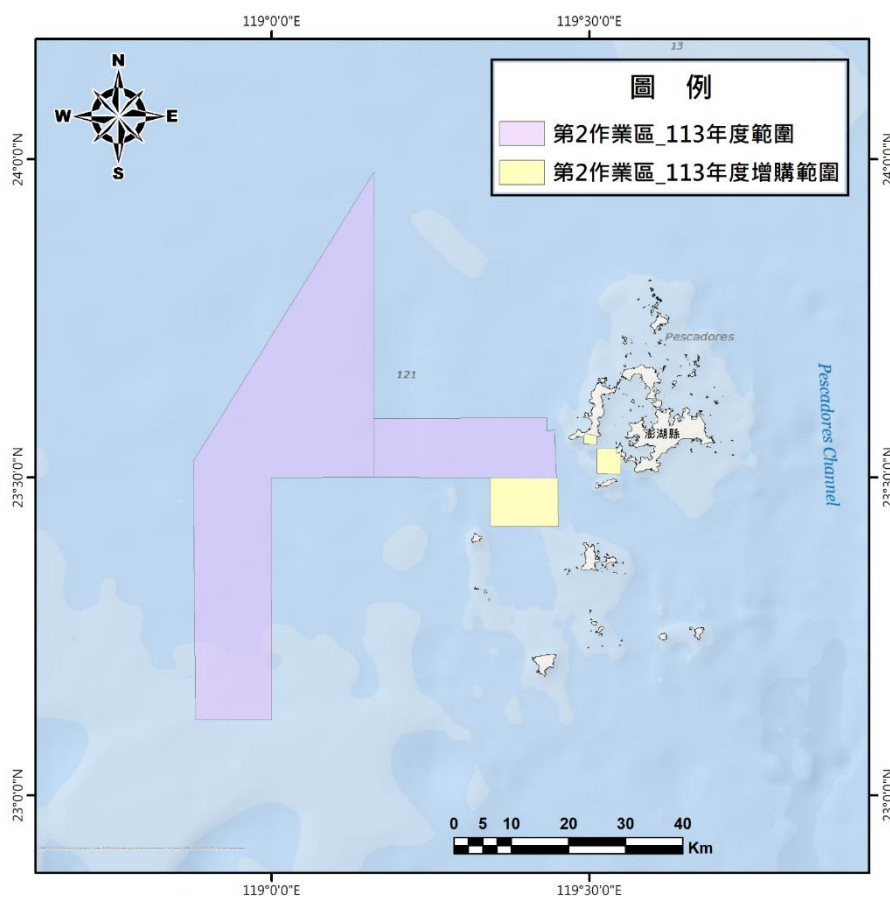


圖 1-2、113年度第2作業區範圍圖(含增購範圍)

表 1-1、113 年作業範圍相關基本資料統計表

| 作業區別 | 第2作業區(113年度) |                          |                              |                    |                    |
|------|--------------|--------------------------|------------------------------|--------------------|--------------------|
| 測區面積 | 1a 等級測區      | 1,748km <sup>2</sup>     | 113km <sup>2</sup><br>(增購範圍) | 詮華公司               | 臺灣環海公司             |
|      | 第 6 階段       | 853km <sup>2</sup> (49%) | 93km <sup>2</sup> (5%)       | 612km <sup>2</sup> | 334km <sup>2</sup> |
|      | 第 7 階段       | 782km <sup>2</sup> (45%) | 20km <sup>2</sup> (1%)       | 320km <sup>2</sup> | 482km <sup>2</sup> |
| 測線里程 | 1a 等級測區      | 13,494km                 | 1,008km<br>(增購範圍)            | 詮華公司               | 臺灣環海公司             |
|      | 第 6 階段       | 6,847km(51%)             | 649km(5%)                    | 5,470km            | 2,026km            |
|      | 第 7 階段       | 5,639km(42%)             | 359km(2%)                    | 2,972km            | 3,026km            |

## 貳、作業規劃及作業範圍特性分析

### 一、作業流程

本案之整體工作構想及作業流程如圖 2-1，作業區工作範圍如圖 1-2，相關之作業執行計畫及作業方法說明如後。

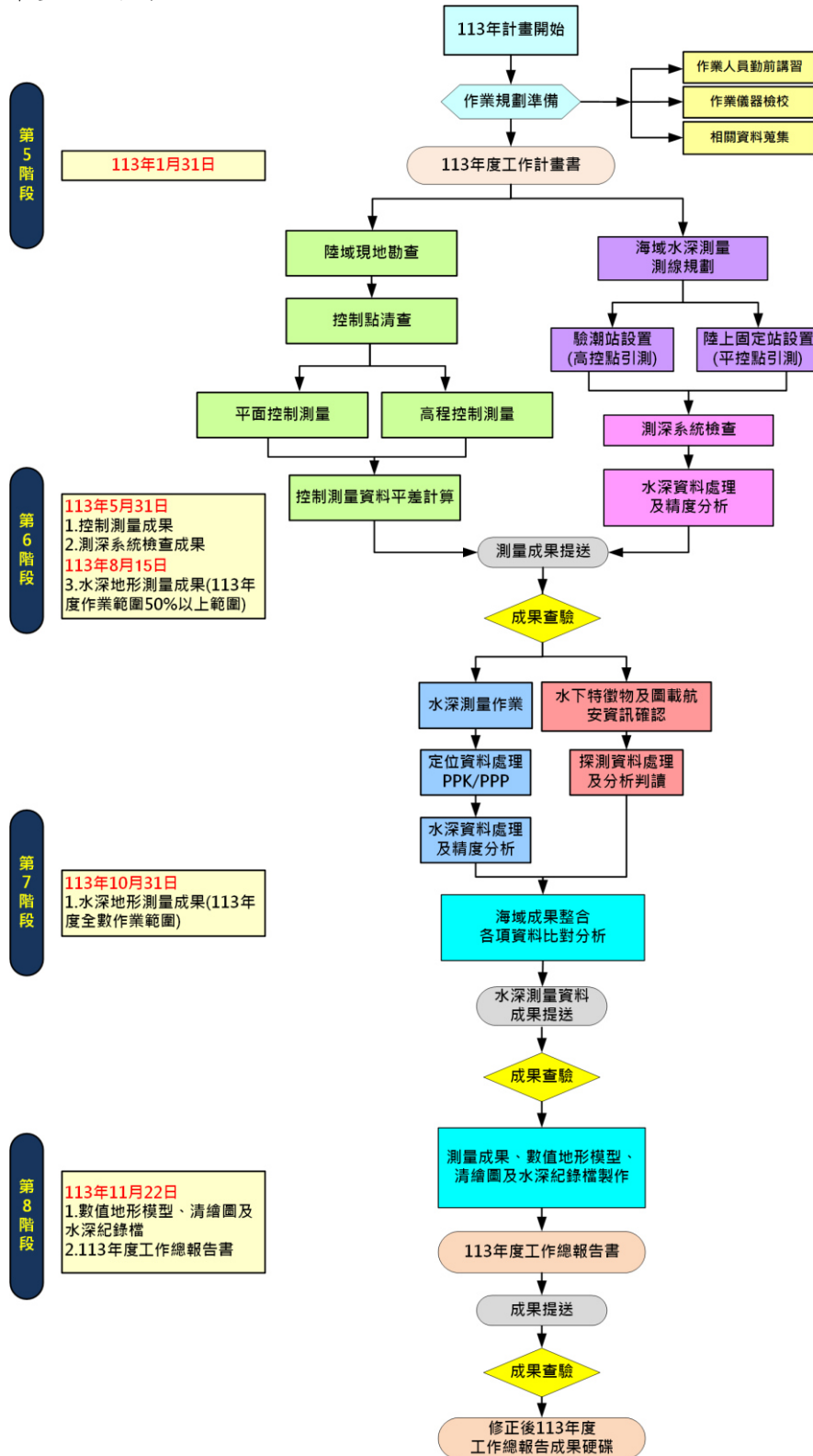


圖 2-1、本案作業流程圖

## 二、作業規劃

### (一) 測量基準及參考系統

本案控制測量及水深地形測量作業所用之平面及高程坐標系統，依據中央主管機關公告之測量基準與參考系統實施，現行國家坐標系統為一九九七坐標系統2020年成果（TWD97[2020]），高程系統為二〇〇一高程系統（TWVD2001），平面坐標及高程數值以公尺為單位，計算至公厘止。

1. 平面基準：採用內政部最新公告之TWD97[2020]二度分帶坐標系統。
2. 高程基準：採用內政部最新公告之TWVD2001高程系統，離島地區高程基準以內政部公告最新離島高程測量成果為依據。
3. 投影坐標系統：採用經差2度分帶之橫麥卡托坐標系統(TM2)，中央子午線尺度比為0.9999，中央子午線與赤道之交點為坐標原點，橫坐標西移250,000公尺，第2作業區中央子午線為東經119度。

電子航行圖所需之數值成果檔之大地基準為WGS84(經緯度，解析度需為10-7度)，深度以最低天文潮面(Lowest Astronomical Tide, LAT)為基準，橋高以最高天文潮位面(High Astronomical Tide, HAT)為基準，燈高則以平均高潮位面(Mean High Water, MHW)為基準。

### (二) 控制測量

#### 1. 高程控制點位選取清查

- (1) 113年本案採**動態後處理定位(Post Processed Kinematic, PPK)**方法辦理海域地形測量為原則，PPK主站採用國土測繪中心提供之衛星追蹤站之觀測資料，如前述觀測資料因故漏失時，得改採精密單點定位(Precise Point Positioning, PPP)方法辦理海域地形測量。
- (2) 設置高程控制點，主要用途為潮位量測所需而設立，將已知高程引測至驗潮站設置的高程控制點上，依此量測之潮位高程才能與陸上高程系統一致，歸算後的海域地形成果才得以在同一高程基準下與陸域圖資作整合。考量與各年度海圖成果銜接問題，臨時潮位站選擇歷年設置於主要港區之既有臨時潮位站，依潮位分區概念以多(雙)潮位觀測修正方式歸算海域水深測量成果，如此才能將潮位修正方式控制在同一條件下以達成果高程基準一致之目的。
- (3) 本案以GNSS Tide橢球高透過離距模式轉換獲得最低天文潮成果為主要方式，倘若橢球高成果不佳則改採以潮位修正方式，作為補救輔助之用。

- (4) 展繪第2作業區附近內政部及國土測繪中心所建置的衛星控制點、衛星追蹤站及一等水準點，點位分布情形如圖 2-2所示。
- (5) 113年度本作業區選定外垵及七美設置臨時潮位站，潮位站名稱及高程控制點編號分別為外垵TDWN及七美TDCM，如此配置使得各潮位站能均勻分布，透過多潮位同時觀測修正才能更符合實際情況，儘量避免潮位外插問題產生。以上所述潮位站高程控制點分布位置如圖 2-2。
- (6) 本作業區各類控制點彙整如表 2-1，113年度測量成果高程彙整如表 2-2，追蹤站公告坐標彙整如表 2-3。

表 2-1、控制測量點位數量統計表

| 項次 | 控制點類別 | 數量  | 點號                                                                       | 測量方式          |
|----|-------|-----|--------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1  | 衛星追蹤站 | 4 點 | JIBE 吉貝(國土測繪中心)<br>WIAN 外垵(國土測繪中心)<br>HUSI 湖西(國土測繪中心)<br>CIME 七美(國土測繪中心) | 選用國土測繪中心提供之資料 |
| 2  | 臨時潮位站 | 2 點 | TDWN(外垵)、TDCM(七美)                                                        | 直接水準測量方式      |

表 2-2、113 年臨時潮位站控制測量成果表

| 序號 | 所在地 | 點名 | 點號   | 正高(m) |
|----|-----|----|------|-------|
| 1. | 澎湖  | 外垵 | TDWN | 2.651 |
| 2. | 澎湖  | 七美 | TDCM | 3.382 |

表 2-3、追蹤站公告坐標彙整表 TWD97[2020]

| 序號 | 點名 | 點號   | 縱坐標         | 橫坐標        | 橢球高(m) |
|----|----|------|-------------|------------|--------|
| 1. | 吉貝 | JIBE | 2626521.982 | 312530.039 | 31.018 |
| 2. | 外垵 | WIAN | 2607212.44  | 299080.394 | 45.005 |
| 3. | 湖西 | HUSI | 2607164.681 | 318334.78  | 44.903 |
| 4. | 七美 | CIME | 2567008.705 | 294012.142 | 54.878 |

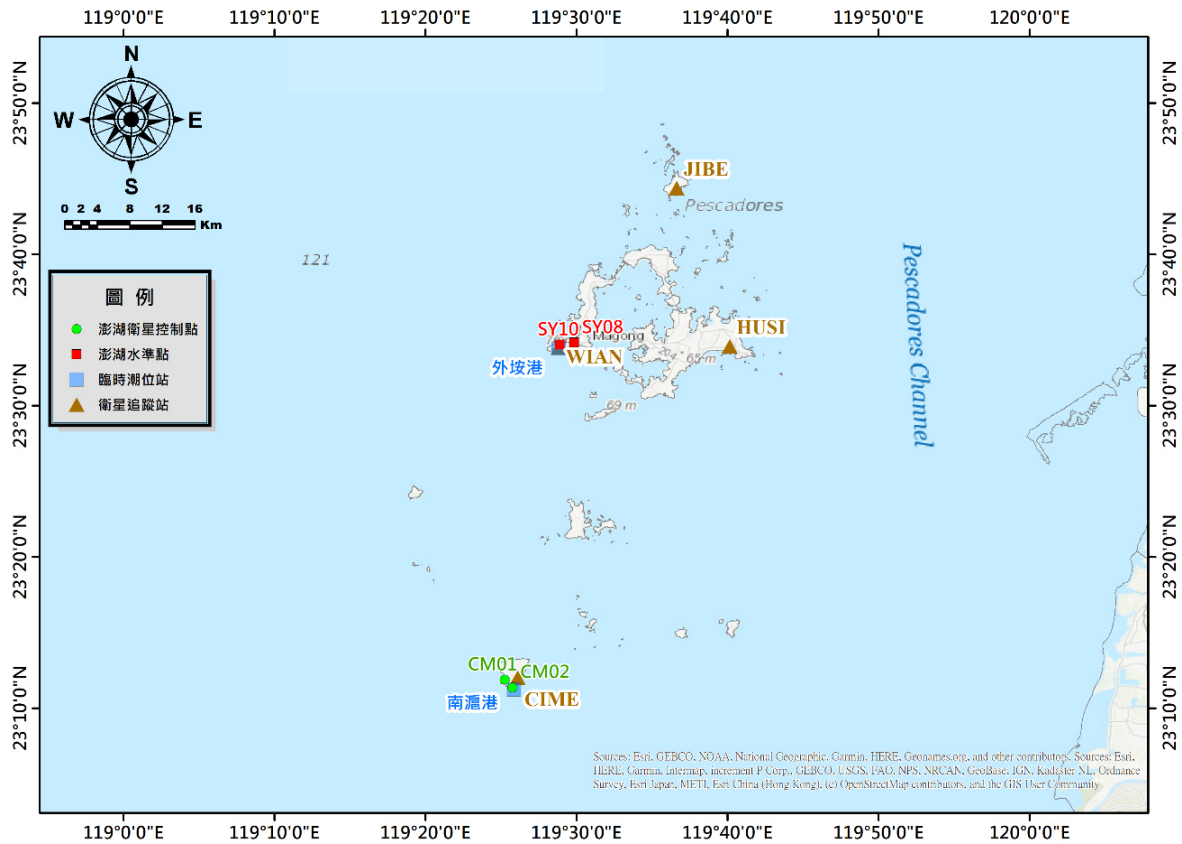


圖 2-2、控制點、潮位站及衛星追蹤站分布位置圖

## 2. 高程控制測量

高程控制基準引用內政部107年離島一等水準點測量成果，經檢測其高程正確無誤後方可作為本案高程控制基準，以引測臨時潮位站之高程。測量方式採直接水準測量，若施測點位無法採用直接水準測量時，則改以靜態衛星定位測量方式執行，相關作業敘述如下：

- (1) 外垵臨時潮位站(TDWN)位於澎湖本島，有內政部108年1月公告之107年離島一等水準點水準測量成果，可採直接水準測量方式測得正高。

- (2) 儀器採用DiNi03一等精密自動電子水準儀搭配條碼尺自動記錄，儀器最小讀數在0.1mm(含)以下，每公里往返觀測標準誤差為±2mm以下。
- (3) 以直接水準測量往返觀測方式，各潮位站新設之高程控制點由鄰近之一等水準點點對經檢測合格後聯測其高程值。
- (4) 已知高程控制點以水準測量檢測方式為原則，檢測項目為相鄰已知高程控制點間檢測高程差與公告高程差之差值，高程差之差值需小於 $20mm\sqrt{S}$ （S為單一測段長度之公里數，小於1公里時閉合差不得大於20mm）。檢測結果符合規範者，即視已知控制點位無變動，可應用於後續新設控制測量之依據，檢測結果不合格，造成已知控制點點數不足或無法涵蓋全部測區，則再另外清查鄰近已知控制點並辦理檢測作業。
- (5) 本計畫選擇內政部一等水準點作為已知高程控制點，分別選用「SY08、SY10」等2點，並聯測臨時潮位站「TDWN」；選用「CM01、CM02」等2點，並聯測臨時潮位站「TDCM」，共計2點。水準觀測路線規劃如表 2-4。

表 2-4、直接水準觀測路線規劃表

| 點名 | 點號   | 水準路線            |
|----|------|-----------------|
| 外垵 | TDWN | SY09A-SY10-TDWN |
| 七美 | TDCM | CM01-TDCM-CM02  |

### (三) 測深系統檢查

本案113年度第2作業區選擇之檢查區位於112年度作業範圍內一沉船處(圖 2-3)，以此處沉船當特徵物，亦可藉此比較不同廠商各別測深儀器之系統差。此處具備緩降斜坡、平坦地形，且有一沉船可作為水下特徵物，作業時選擇海象平穩的情況下進行，以作為本案所使用的測深系統儀檢核比對之用。在預選的檢查區中規劃多音束測深系統之檢校測線。原規劃作業區本團隊投入3套多音束測深系統進行海域水深測量工作，而針對增購作業區本團隊由詮華公司投入2套多音束測深系統進行海域水深測量工作，其中增購近岸區使用Norbit i80S進行施測，外海區使用R2 Sonic 2026進行施測，所選用之測深儀解析力皆優於0.1公尺。在多音束測深儀檢查方面，多音束測深儀詮華公司使用之R2 Sonic 2026掃瞄角度設定130度；Norbit i80S掃瞄角度設定140度，臺灣環

海公司使用之Norbit i80S掃瞄角度設定130度；EM2040掃瞄角度設定136度。此測試區水深介於60~65公尺左右，主測線每160公尺規劃一條，總共規劃7條，並規劃3條檢核測線，每條間隔350公尺，並作疊合測試(Patch Test)，校驗項目包含Latency（資料傳輸延遲時間）、Roll（搖擺角）、Yaw（航偏角）及Pitch（俯仰角）等，且測線長度應大於200公尺。詮華公司計畫投入兩套水深測量儀器(R2 Sonic 2026及Norbit i80S)、臺灣環海公司則計畫投入兩套水深測量儀器(Norbit i80S及EM2040)進行測深系統檢查，總共四套，如表 2-5。

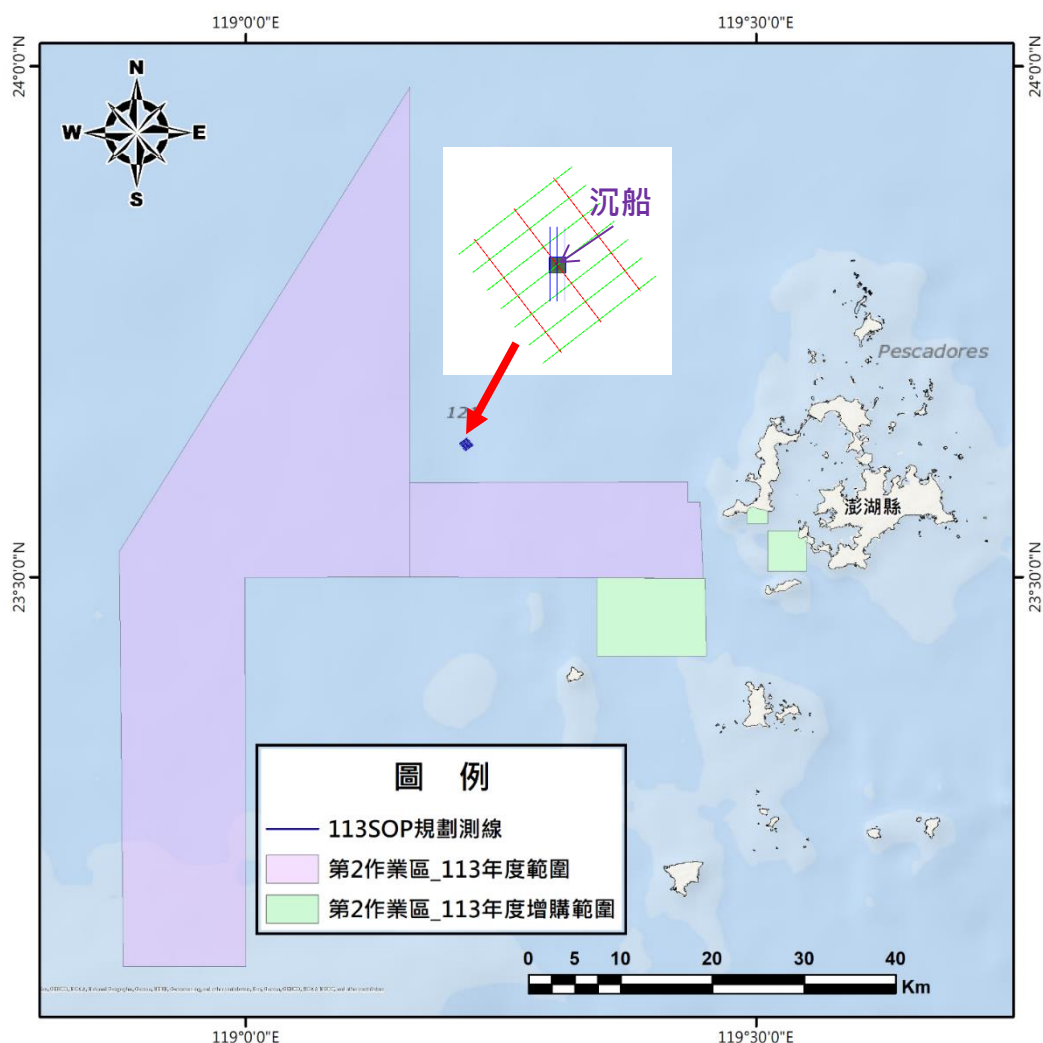


圖 2-3、測深系統檢查作業區位置圖

表 2-5、測深系統檢查數量表

| 儀器型號          | 測量廠商 | 搭配船隻     | 檢查前<br>設定角度 | 音束數 |
|---------------|------|----------|-------------|-----|
| R2 Sonic 2026 | 詮華公司 | 全漁 888 號 | 130 度       | 256 |
| Norbit i80S   | 詮華公司 | 富勝 3 號   | 140 度       | 512 |
| Norbit i80S   | 臺灣環海 | 裕和艇      | 130 度       | 512 |
| EM2040        | 臺灣環海 | 金勝發 6 號  | 136 度       | 512 |

#### (四) 測線規劃

本案海域全部辦理水深測量作業，不辦理陸域岸線測量。本案海域地形測量作業皆採多音束測深系統施測，淺水區應測量至深度2公尺之位置，深度2公尺至8公尺範圍得不辦理全覆蓋測量，測線間距以25公尺施測，深度8公尺以上範圍應辦理全覆蓋測量(有效覆蓋率至少100%)。第2作業區1a等級測區施測面積約1,748平方公里，分批交付範圍圖如圖 2-4，第6階段交付面積約946平方公里(佔54%施測面積)，第7階段交付面積約802平方公里(佔46%施測面積)。

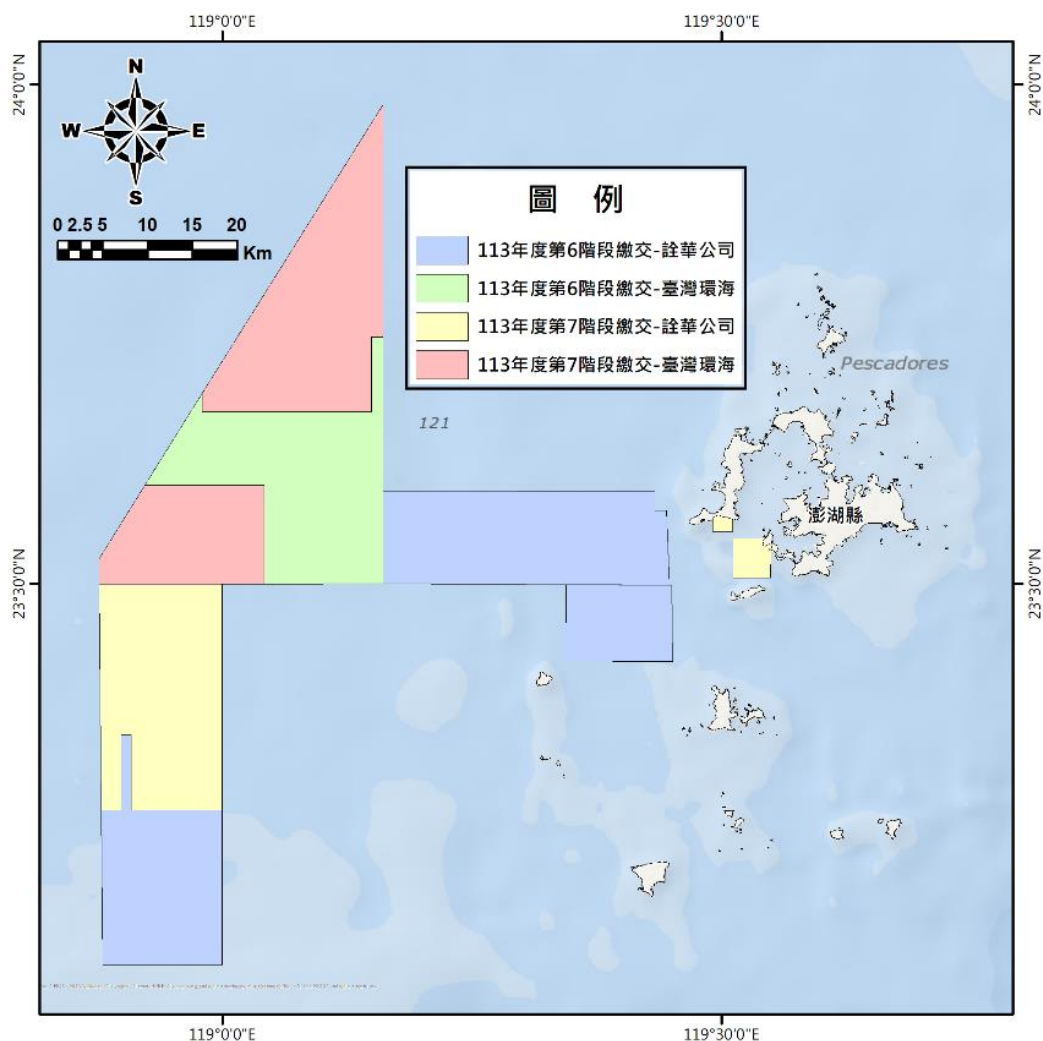


圖 2-4、113年度第2作業區分批交付範圍圖

本案113年度計畫於113年8月25日完成113年度所有測區範圍之測量，因113年度範圍含增購區域為1,748平方公里，測線總里程約13,494公里，其中測量區域涵蓋近岸及外海區域，其中外海區域最遠處距離澎湖本島有80公里遠，故船隻航行水路需耗掉許多時間，因此採用24小時連續作業之方式，並且派遣2艘船隻同時作業增加作業量能，在有限且海象穩定的作業時間內順利完成外業測量工作。

多音束測線施測有效覆蓋率需達100%以上，全覆蓋作業範圍之檢核測線

間距不得大於3公里。海域水深測線規劃如圖 2-5，並將各作業區分批交付成果測線先選好，第2作業區113年度多音束規劃測線總長約13,494公里，第6階段交付成果測線總長7,496公里共佔56%(詮華公司5,470公里，臺灣環海公司2,026公里)，第7階段交付成果測線總長5,998公里共佔44%(詮華公司2,972公里，臺灣環海公司3,026公里)，各作業區測線里程規劃及各批次交付數量，已彙整詳如表 1-1，實際作業航跡圖如圖 2-6所示。

作業區若有礁岩、漁捕設施(定置漁網)、海上養殖場(蚵架、蚵棚、箱網養殖)等水深測量工作執行困難之處，養殖區之主要工作航行水道仍會進行必要水深測量，惟實際漁網區及蚵架區確實無法施測處會標示出範圍，並以衛星影像、航照影像或現況照片等佐證資料，以書面提送給國土測繪中心審查，經認可後始得免除該區測量工作。

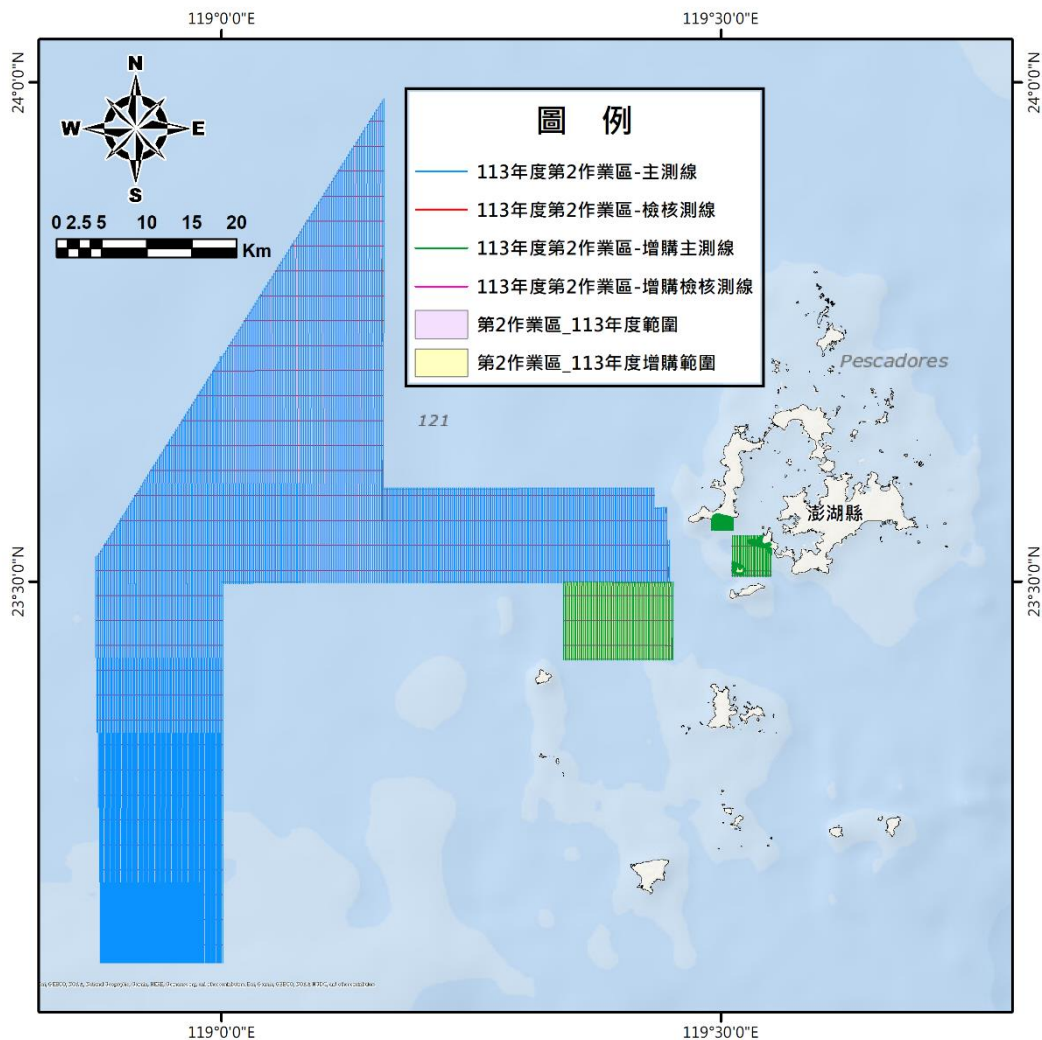


圖 2-5、113年度第2作業區水深測線規劃圖

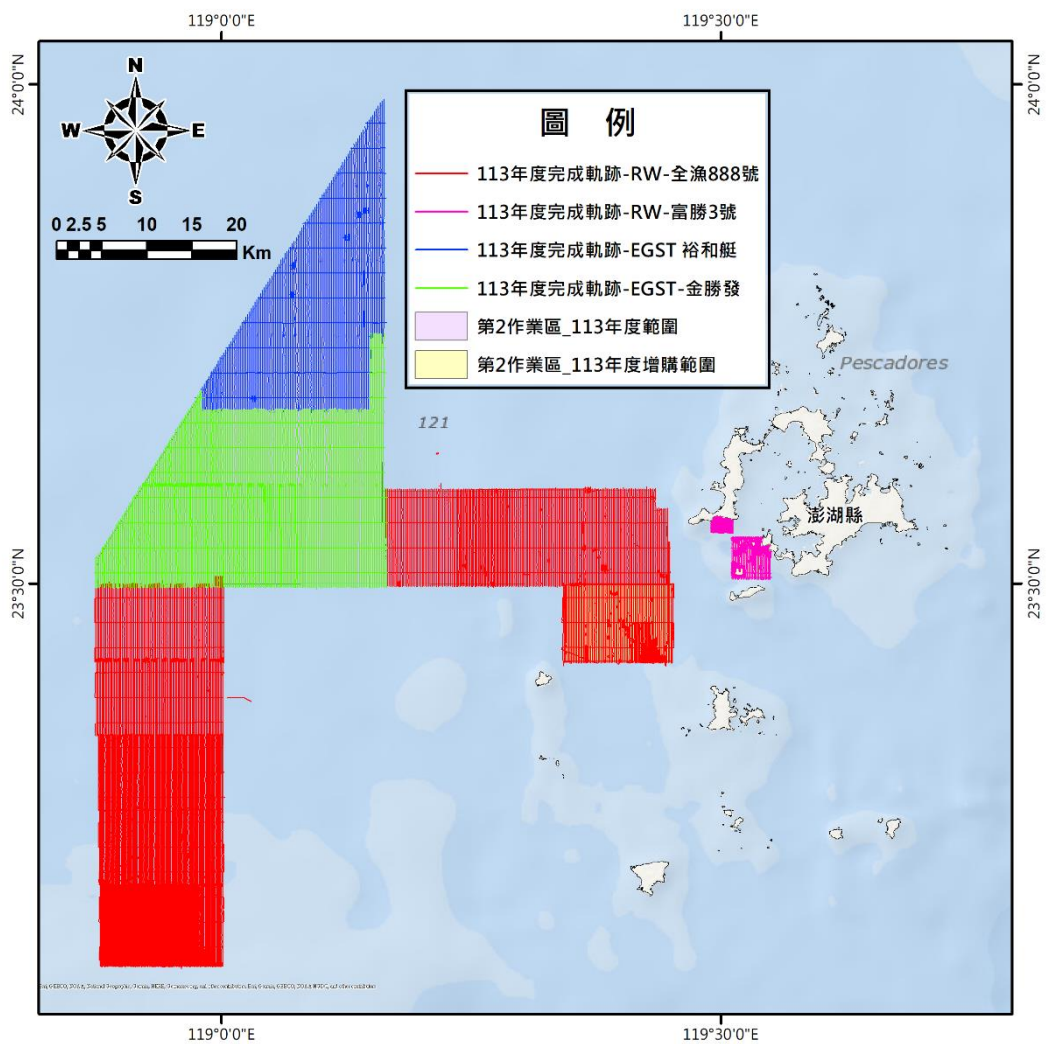


圖 2-6、113年度第2作業區實際作業航跡圖

#### (五) 作業規範及精度等級

本案海域地形測量作業以多音束測深系統施測為原則，淺水區應測量至深度2公尺之位置，深度2公尺至8公尺範圍得不辦理全覆蓋測量，測線間距以25公尺施測，深度8公尺以深範圍應辦理全覆蓋測量(有效覆蓋率至少100%)。針對多音束測深儀施測規範如表 2-6。本案水深測量作業應符合IHO 1a等級要求，相關作業規範如表 2-7所列。

表 2-6、113 年水深測量施測規範

| 施測方式<br>作業要求 | 多音束水深測量                      |                                                     |
|--------------|------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 施測區域         | 深度 2 公尺至 8 公尺(最低天文潮)之海域得使用之。 | 全區(深度 8 公尺以深)。                                      |
| 施測覆蓋率        | 無                            | 100%以上                                              |
| 測線間距         | ● 25 公尺                      | 依施測覆蓋率決定                                            |
| 檢核線間距        | ● 檢核測間距不得大於主測線間距之 15 倍       | 所有測帶至少與檢核測線交錯 1 次，檢核測線間距不得大於 3 公里且總長度應達主測線總長度之 5%以上 |

表 2-7、國際海道測量組織(IHO)最新版海道測量最低標準

| 等級                       | 2 等               | 1b                    | 1a                                               | 特等<br>(Special Order) | 專等<br>(Exclusive Order) |
|--------------------------|-------------------|-----------------------|--------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| 適用水域描述                   | 水深超過 200 公尺的水域    | 對於預期通過該水域的船舶，船底淨空不是問題 | 船底淨空需求較低，但可能存在影響航安之特徵物的水域(備註 2)                  | 船底淨空需求很重要的水域(備註 3)    | 船底淨空需求更嚴格的水域(備註 4)      |
| 平面不確定度<br>(95%信心區間)      | 20 公尺<br>+10%×水深  | 5 公尺<br>+5%×水深        | 5 公尺<br>+5%×水深                                   | 2 公尺                  | 1 公尺                    |
| 深度不確定度<br>備註 1 (95%信心區間) | a=1 公尺<br>b=0.023 | a=0.5 公尺<br>b=0.013   | a=0.5 公尺<br>b=0.013                              | a=0.25 公尺<br>b=0.0075 | a=0.15 公尺<br>b=0.0075   |
| 水下特徵物偵測                  | 未標明               | 未標明                   | 水深 40 公尺內，特徵物大於 2 公尺；超過 40 公尺，特徵物大於 10% 水深(備註 5) | 特徵物大於 1 公尺            | 特徵物大於 0.5 公尺            |
| 水下特徵物搜尋                  | 非必要               | 非必要                   | 100%                                             | 100%                  | 200%                    |
| 測深覆蓋率                    | 5%                | 5%                    | ≤100%<br>(備註 6)                                  | 100%                  | 200%                    |

備註 1：以  $\sqrt{a^2 + (b \times d)^2}$  公式計算

a：固定水深誤差 b：從屬水深誤差因子 d：水深(公尺)

備註 2：例如沿岸水域、港口、航道。

備註 3：例如泊區、港區，以及主航道和航道(shipping channels)中的極重要區域。

備註 4：前述特等適用水域中的淺水區，船底淨空極關鍵且海床底質對船舶有潛在危險。

備註 5：水深超過 40 公尺以上，要偵測的特徵物尺寸隨著深度增加而增加。

備註 6：但必須取得所有顯著特徵物的最淺深度。

#### (六) 船舶及儀器設備

本團隊進行水深地形測量採用船舶資料資料如表 2-8至表 2-11所示。

表 2-8、全漁 888 號船籍基本資料

|          |                           |                                                                                     |
|----------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 船名       | 全漁 888 號                  |  |
| 船長（註冊尺度） | 18.26 公尺                  |                                                                                     |
| 船體       | 玻璃纖維強化塑膠                  |                                                                                     |
| 噸位       | 總噸位：19.82 噸<br>淨噸位：2.95 噸 |                                                                                     |
| 動力       | 柴油機                       |                                                                                     |
| 馬力       | 444 匹                     |                                                                                     |
| 船籍港(母港)  | 將軍港                       |                                                                                     |
| 進出港      | 將軍港                       |                                                                                     |

表 2-9、金勝發 6 號船籍基本資料

|          |                        |                                                                                      |
|----------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 船名       | 金勝發 6 號                |  |
| 船長（註冊尺度） | 17.15 公尺               |                                                                                      |
| 船體       | 玻璃纖維強化塑膠               |                                                                                      |
| 噸位       | 總噸位：19.98 噸/淨噸位：5.99 噸 |                                                                                      |
| 動力       | 柴油機                    |                                                                                      |
| 馬力       | 450 匹                  |                                                                                      |
| 船籍港(母港)  | 梧棲港                    |                                                                                      |
| 進出港      | 梧棲港                    |                                                                                      |

表 2-10、裕和艇船籍基本資料

|          |             |                                                                                       |
|----------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 船名       | 裕和艇         |  |
| 船長（註冊尺度） | 20.1 公尺     |                                                                                       |
| 船體       | 玻璃纖維強化塑膠    |                                                                                       |
| 噸位       | 總噸位：45.84 噸 |                                                                                       |
| 動力       | 柴油機         |                                                                                       |
| 馬力       | 1200 匹      |                                                                                       |

|         |     |  |
|---------|-----|--|
| 船籍港(母港) | 高雄港 |  |
| 進出港     | 高雄港 |  |

表 2-11、富勝 3 號船籍基本資料

|           |                          |                                                                                    |
|-----------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 船名        | 富勝 3 號                   |  |
| 船長 (註冊尺度) | 6.99 公尺                  |                                                                                    |
| 船體        | 玻璃纖維強化塑膠                 |                                                                                    |
| 噸位        | 總噸位：1.89 噸<br>淨噸位：0.57 噸 |                                                                                    |
| 動力        | 汽油舷外機                    |                                                                                    |
| 馬力        | 200 匹                    |                                                                                    |
| 船籍港(母港)   | 馬公港                      |                                                                                    |
| 進出港       | 馬公港                      |                                                                                    |

詮華公司採用自有之R2 Sonic 2026多音束測深儀、Norbit WINGHEAD i80S及臺灣環海公司自有之EM2040、Norbit WINGHEAD i80S。儀器規格詳表 2-12~表 2-13所列。

本團隊最新購置之**Norbit WINGHEAD i80S**多音束測深儀為Norbit最新機型，整合IMU與慣性導航系統，為一整合型多音束測深機型。

1. 系統操作時可選擇等角度或等密度(距離)施測模式，採等密度(距離)模式施測時可讓水深測點均勻分布，採集中掃幅(如 $5^{\circ}$ ~ $20^{\circ}$ )以高頻(700kHz)窄音束角( $0.3^{\circ} \times 0.5^{\circ}$ )施測，藉由超高密度點雲可清楚呈現水下特徵物(例如:管線)。不論水深地形、水下特徵物、甚至於垂直構造物之構造狀況都能細緻呈現，且由於其廣角涵蓋範圍與可變更掃幅角度之特性可測得更完善的水深地形。
2. 詮華公司使用i80S實際測深時角度設定130度、音束數512Beam、頻率400kHz、音束大小為 $0.5^{\circ} \times 0.9^{\circ}$ 及等距模式進行施測；臺灣環海公司實際測深角度設定120度、音束數512Beam、頻率400kHz、音束大小為 $0.5^{\circ} \times 0.9^{\circ}$ 及等距模式進行施測。

**R2 Sonic 2026多音束測深儀**掃幅範圍(角度)可由 $10^{\circ}$ ~ $160^{\circ}$ ，對於淺水域或是船隻無法靠近的水域，寬廣掃幅角度可加大施測範圍，更可使地形資料完整呈現。

1. 詮華公司自有之**R2 Sonic 2026多音束測深儀**，本系統包含多音束音鼓、聲納處理器界面模組(SIM)、資料收集電腦等，並搭配周邊配備如GNSS、電羅經、運動姿態感測器、聲速剖面儀及潮(水)位儀等。儀器

主要性能及特點簡要說明如下。

2. 本機具**256個音束**，可以160°廣角涵蓋範圍或集中施測角度等操作特性(圖 2-7)，以及其窄音束角度、高密度之測深點雲資料，系統操作時可選擇等角度或等密度(距離)施測模式，採等密度(距離)模式施測時可讓水深測點均勻分布，採集中掃幅(如10°~20°)以高頻(400kHz)窄音束角(0.5°×1.0°)施測(圖 2-7之右圖)，藉由高密度點雲可清楚呈現水下特徵物(例如:礁石)。不論水深地形、水下特徵物、甚至於垂直構造物之構造狀況都能細緻呈現，且由於其廣角涵蓋範圍與可變更掃幅角度之特性可測得更完善的水深地形，再加上500m~800m之施測深度，可謂水深測量及水下探測的最佳利器。
3. R2 Sonic 2026於實際測深時角度設定130度、音束數256Beam、頻率200kHz、音束大小為1.0°\*1.0°及等距模式進行施測。

**EM2040多音束測深儀**，將輔以可同時收錄GPS L1 & L2 Band 資料之Applanix POS MV 320姿態及定位補償系統以及Fugro Sea Star 9200/9205動態RTK 等級的衛星差分服務來提供即時公分級的動態定位資訊，Kongsberg EM2040也可組合成雙音鼓模式有效提升作業效率。並且具有Dual Swath的功能，對於海域淺水區，獲得符合需求且兼具高品質的水深資料極具有效率，EM2040於實際測深時角度設定130度、音束數800Beam、頻率400kHz、音束大小為2.0°\*2.0°及等距模式進行施測。

表 2-12、R2 SONIC 2026 多音束測深儀規格表

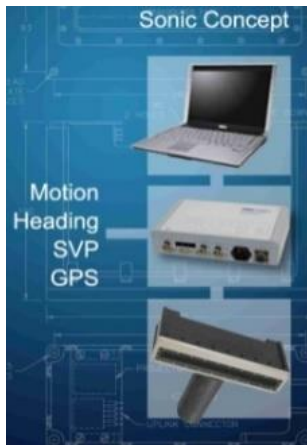
| R2 SONIC 2026 儀器規格                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 儀器照片                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>✧ 具有 256 個音束，掃幅角度為 10°~160°，可即時變更掃幅角度。</li><li>✧ 聲納頻率為 170~450kHz，超過 20 個頻段可供即時選擇。</li><li>✧ 音束大小為 0.45°*0.45°(450kHz)或 1.0°*1.0°(200kHz)。</li><li>✧ 測深可達 800m，測深解析度 1.25cm，測深精度符合國際海測組織 IHO 規範要求。</li><li>✧ 具等角度及等密度(間距)測深模式，水深測點能均勻分布。</li><li>✧ 施測頻率最高可達 60Hz，音鼓抗壓深度至少 100m。</li><li>✧ 儀器輕巧、整合界面簡化，縮短外業儀器安裝時間並減少各配備間連線故障問題。</li></ul> |  |

表 2-13、Kongsberg EM2040 及 Norbit WINGHEAD i80S 多音束測深儀規格  
表

| Kongsberg EM2040<br>儀器規格                                                                                                                                                                                                                                                           | Norbit WINGHEAD i80S<br>儀器規格                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>✧ 作業頻率為可調式 200-400kHz</li> <li>✧ IEEE1588 精確時間同步系統</li> <li>✧ FM&amp;CW 拍發模式，施測頻率最高 60Hz</li> <li>✧ 測深模式可調整等角、等距、高密度水深三種</li> <li>✧ roll, pitch and yaw stabilization</li> <li>✧ 符合 IHO 國際水道組織特等精度精度要求</li> </ul> <p>音束波長可調整，最短波長 14 微秒</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✧ roll, pitch and yaw stabilization</li> <li>✧ 聲納頻率為 200~700kHz，3 個頻段可供即時選擇。</li> <li>✧ 音束大小為 0.3°*0.5°(700kHz) 或 0.5°*0.9°(400kHz)。</li> <li>✧ 測深可達 300m，測深解析度 1.25cm</li> <li>✧ 測深精度符合國際海測組織 IHO 規範(&gt;155°內)</li> <li>✧ 具等角度及等密度(間距)測深模式</li> <li>✧ 施測頻率最高可達 60Hz</li> <li>✧ 具備雙測帶模式(Dual Swath),增加縱向資料密度</li> <li>✧ 儀器輕巧、整合界面簡化並減少各配備間連線故障問題。</li> </ul> |
| 儀器照片                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

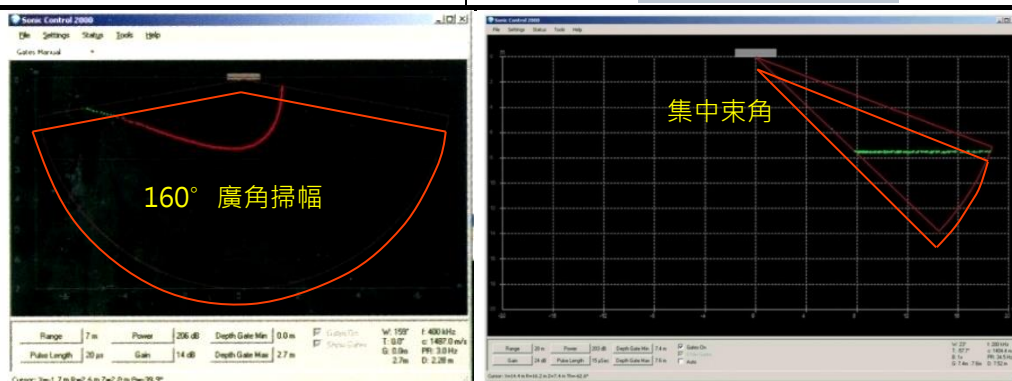


圖 2-7、R2 Sonic 2026 多音束測深機掃幅角度即時調整畫面

以下所列儀器設備包含**定位儀器**、**水深測量**及**周邊軟硬體配備**皆為**本團隊自有設備**，配合本案使用。各類儀器名稱、數量、規格、照片匯整如表 2-14 及表 2-15。

為確保成果品質，定位儀器作業應使用3年內由**國家度量衡標準實驗室**或**簽署國際實驗室認證聯盟(ilac)相互承認辦法**之認證機構所認證之實驗室校正後之儀器設備。

表 2-14、詮華公司儀器設備一覽表

| 儀器名稱                                                                                    | 數量 | 規格說明                                                                                                                                                                                                | 照片                                                                                    | 校正/出廠日期                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| R2 Sonic 2026<br>多音束測深儀                                                                 | 1套 | SN: 104939<br>256音束，掃幅角度10~160°可變更<br>頻率170~450kHz<br>音束角1.0°*1.0°(200kHz)<br>解析力1.25cm<br>具等角度及等密度測深模式                                                                                             |     | 110.01.21              |
| 多音束測深儀<br>Norbit<br>WINGHEAD<br>i80S                                                    | 1台 | 聲納頻率為200~700kHz，3個頻段可供即時選擇。<br>音束大小為0.3°*0.5°(700kHz) 或0.5°*0.9°(400kHz)。<br>測深可達300m，測深解析度1.25cm<br>測深精度符合國際海測組織IHO規範(>155°內)<br>具等角度及等密度(間距)測深模式<br>施測頻率最高可達60Hz<br>*具備雙條幅模式(Dual Swath),增加縱向資料密度 |     | 112.01.17              |
| Septentrio<br>AsteRx<br>衛星定位儀                                                           | 3台 | 支援訊號GNSS、GLONASS、GALILEO、BEIDOU、IRNSS、QZSS<br>水平定位精度：6mm+0.5ppm<br>垂直定位精度：10mm+1ppm<br>時間延遲：<20ms<br>SN:3202350、3203401、3016440                                                                     |    | 112.02.04<br>112.03.17 |
| 慣性導航系統<br>SBG Navsight<br>Apogee Marine                                                 | 2台 | RTK 精度：位置 0.01m<br>橫向/縱向 0.008 度<br>航向精度 0.03 度 2 米基線<br>深沉 2cm<br>PPK 精度：位置 0.01m<br>橫向/縱向 0.005 度<br>航向精度 0.0015 度 2 米基線<br>深沉2cm                                                                 |   | 113.03.01              |
| CAMPBELL<br>SCIENTIFIC<br>CRS456<br>自動驗潮儀                                               | 6台 | SN14010029、14010034、14010036<br>解析度: 0.0035% Full Scale<br>精確度:優於0.1% Full Scale<br>取樣頻率:可達1Hz                                                                                                      |   | 107.08.26              |
| AML<br>Oceanographic<br>Micro.X series+<br>SV•Xchange™<br>Calibrated<br>Sensor<br>表面聲速儀 | 2台 | SN:203402、203086<br>量測範圍:1375 – 1625m/sec<br>深度可達:6000m，解析力:0.001m/sec<br>準確度Accuracy:±0.025%<br>精確度Precision:±0.006m/sec                                                                           |  | 102.01.03              |
| AML<br>Oceanographic<br>Minos.X series+<br>SV•Xchange™<br>聲速剖面儀                         | 2台 | SN:203098、303091<br>量測範圍:1375 – 1625m/sec<br>深度可達:6000m，解析力:0.001m/sec<br>準確度Accuracy:±0.025%<br>精確度Precision:±0.006m/sec                                                                           |  | 102.03.13              |

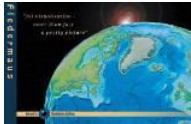
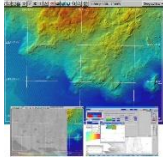
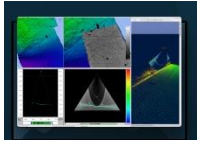
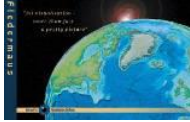
|                                         |    |                                           |                                                                                     |    |
|-----------------------------------------|----|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| HYPACK MAX<br>專業水深測量作業軟體                | 2套 | 導航、單音束及多音束水深測量資料接收處理、側掃聲納影像接收處理、精度計算、成果展示 |  | -- |
| Caris HIPS & SIPS Professional Software | 1套 | 水深測量及側掃聲納資料處理軟體                           |  | -- |
| FLEDERMAUS                              | 1套 | 3D視覺化資料處理及展示軟體                            |  | -- |
| TerraPOS                                | 1套 | 可後處理解算衛星定位資料軟體                            |   | -- |

表 2-15、臺灣環海公司儀器設備一覽表

| 儀器名稱                                           | 數量 | 規格說明                                                                                                                                                                                                | 照片                                                                                    | 校正/出廠日期   |
|------------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Kongsberg EM2040Dual Head Dual Swath<br>多音束測深儀 | 1套 | 作業頻率為可調式200-400kHz<br>IEEE1588精確時間同步系統<br>FM&CW拍發模式，施測頻率最高60Hz<br>測深模式可調整等角、等距、高密度水深三種<br>高密度水深，roll, pitch and yaw stabilization<br>符合IHO國際水道組織特等精度精度要求<br>音束波長可調整，最短波長14微秒                        |  | 112.03.01 |
| 多音束測深儀<br>Norbit WINGHEAD i80S                 | 1台 | 聲納頻率為200~700kHz，3個頻段可供即時選擇。<br>音束大小為0.3°*0.5°(700kHz) 或0.5°*0.9°(400kHz)。<br>測深可達300m，測深解析度1.25cm<br>測深精度符合國際海測組織IHO規範(>155°內)<br>具等角度及等密度(間距)測深模式<br>施測頻率最高可達60Hz<br>*具備雙條幅模式(Dual Swath),增加縱向資料密度 |  | 112.04.17 |
| Septentrio AsteRx<br>衛星定位儀                     | 2台 | SN:3250268、3250274<br>支援訊號 GNSS、GLONASS、GALILEO、BEIDOU、IRNSS、QZSS<br>水平定位精度：6mm+0.5ppm x D<br>垂直定位精度：10mm+1ppm x D<br>時間延遲：<20ms                                                                    |  | 112.03.28 |

|                                        |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                       |           |
|----------------------------------------|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Valeport Mini SV<br>表層聲速儀              | 2 台 | SN:85387、85388<br>Range: 1375 - 1900m/s<br>Resolution: 0.001m/s<br>Accuracy: Total max theoretical error $\pm 0.017$ m/s<br>Voltage: 8 - 30vDC                                                                                                                                                                                                                                                                   |    | 112.01.24 |
| Valeport Mini SVP<br>聲速剖面儀             | 2 台 | SN:85389、85390<br><b>Sound Velocity:</b><br>Range: 1375 - 1900m/s<br>Resolution: 0.001m/s<br>Accuracy: $\pm 0.02$ m/s<br><b>Temperature:</b><br>Range: -5°C to +35°C<br>Resolution: 0.001°C<br>Accuracy: $\pm 0.01$ °C<br><b>Pressure:</b><br>Range: 300 Bar<br>Resolution: 0.001% range<br>Accuracy: $\pm 0.05$ % range                                                                                         |    | 112.01.24 |
| POS MV<br>Oceanmaster<br>慣性航儀          | 2 台 | SN:10434、10435<br>Position : 0.02 ~ 0.10 m<br>Roll & Pitch : 0.010° (RTK Mode)<br>True Heading : 0.010° with 4 m Baseline<br>GPS Outage : Drift Less than 1° per Hour (Negligible Outages < 60 s)<br>Heave : 5 cm or 5 %<br>Improved Accuracy and Productivity with “ TrueHeading ”<br>Immunity to GNSS Outages<br>Post-Processing Capabilities<br>Self-Calibration<br>Operation in a High Multipath Environment |   | 108.03.01 |
| Seafloor Information<br>Systems ( SIS) | 2 套 | Kongsberg EM2040 and EM712 資料收集專業水深測量作業軟體                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  | --        |
| QPS Qinsy                              | 1 套 | 可完成測量計畫、導航作業、資料收集和資料處理的專業軟體                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | --        |
| Trimble Applanix<br>POSPac             | 1 套 | 可後處理解算衛星定位資料軟體                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | --        |

|                                         |    |                |                                                                                     |    |
|-----------------------------------------|----|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Caris HIPS & SIPS Professional Software | 1套 | 水深測量資料處理軟體     |  | -- |
| FLEDERMAUS                              | 1套 | 3D視覺化資料處理及展示軟體 |  | -- |

### 三、作業範圍特性分析

#### (一) 作業環境及位置概述

本案測製範圍為澎湖外海海域，本團隊彙整第2作業區相關資料，配合本案需求進行整合，以便在作業之前先掌握充份資料並對作業環境有所瞭解。本節先針對本案作業環境作一概述說明。

澎湖群島位居臺灣嘉義縣與福建金門縣之間，海岸線總長約320公里，北端連絡馬祖列島、大陳島、舟山群島，南經東、南沙群島而達南洋各國，西扼臺灣海峽咽喉，據大陸與臺灣本島的中繼站，可說擁有得天獨厚的地理位置。

澎湖群島計共有大小島嶼64座，多數為無人居住之小島，最東為查母嶼，極西為花嶼，極北為目斗嶼，極南是七美嶼，而以澎湖本島、白沙嶼及西嶼三島為最大。全段海岸豐富的海洋資源、多變的海底景觀、深具地方色彩的古蹟建築和特殊的玄武岩地形等，使得澎湖群島成為絕佳的渡假休閒場所。

澎湖群島沿海除西南、東南、東側及南側為砂質海岸外，其他地方大部份係石、沉泥及玄武岩層所組成。本群島海岸線相當曲折，島嶼眾多，除西南、東南側部分海灘留有岸上沖刷而下之砂灘外，其餘多為曲折岩礁海岸，亦多闢為港澳設施。部分海灘由於港澳設施及開發方案規劃不當，以致造成砂灘流失、海岸線後退現象，尤以海砂質海岸為最。(資料來源:經濟部水利署網站)

#### (二) 海象資料

澎湖地區處於臺灣海峽中南部，其潮汐現象受地形影響較大，澎湖附近海域之潮汐為半日潮。根據交通部中央氣象署(以下簡稱中央氣象署)於馬公港設置之長期潮位觀測站，觀測時間自1955年起至今，統計中央氣象署提供2003~2023年間之年報統計資料。由表 2-16、圖 2-8可知馬公港測站在2003~2023年期間潮位統計資料。

表 2-16、澎湖馬公潮位站歷年(2003-2023)潮位統計資料表

| 月份 | 最高高潮位(m) | 最高天文潮(m) | 平均高潮位(m) | 平均潮位(m) | 平均低潮位(m) | 最低天文潮(m) | 最低低潮位(m) |
|----|----------|----------|----------|---------|----------|----------|----------|
| 1  | 1.565    | 1.412    | 1.085    | -0.087  | -1.227   | -1.766   | -1.816   |
| 2  | 1.600    | 1.464    | 1.070    | -0.084  | -1.180   | -1.680   | -1.759   |
| 3  | 1.775    | 1.497    | 1.076    | -0.072  | -1.167   | -1.457   | -1.749   |
| 4  | 1.578    | 1.504    | 1.064    | -0.052  | -1.148   | -1.554   | -1.852   |
| 5  | 1.462    | 1.410    | 1.072    | -0.024  | -1.126   | -1.585   | -1.751   |
| 6  | 1.683    | 1.321    | 1.092    | -0.012  | -1.147   | -1.612   | -1.808   |
| 7  | 1.684    | 1.410    | 1.157    | 0.022   | -1.142   | -1.592   | -1.802   |
| 8  | 1.962    | 1.576    | 1.224    | 0.077   | -1.064   | -1.543   | -1.755   |
| 9  | 1.985    | 1.649    | 1.275    | 0.120   | -0.980   | -1.371   | -1.394   |
| 10 | 1.873    | 1.664    | 1.275    | 0.131   | -0.951   | -1.491   | -1.511   |
| 11 | 1.673    | 1.554    | 1.184    | 0.033   | -1.078   | -1.642   | -1.776   |
| 12 | 1.632    | 1.392    | 1.129    | -0.036  | -1.180   | -1.739   | -1.826   |
| 全年 | 1.985    | 1.664    | 1.142    | 0.002   | -1.121   | -1.766   | -1.852   |

資料來源：中央氣象署；測站地點為澎湖縣馬公市，經度 119.578056，緯度 23.560278

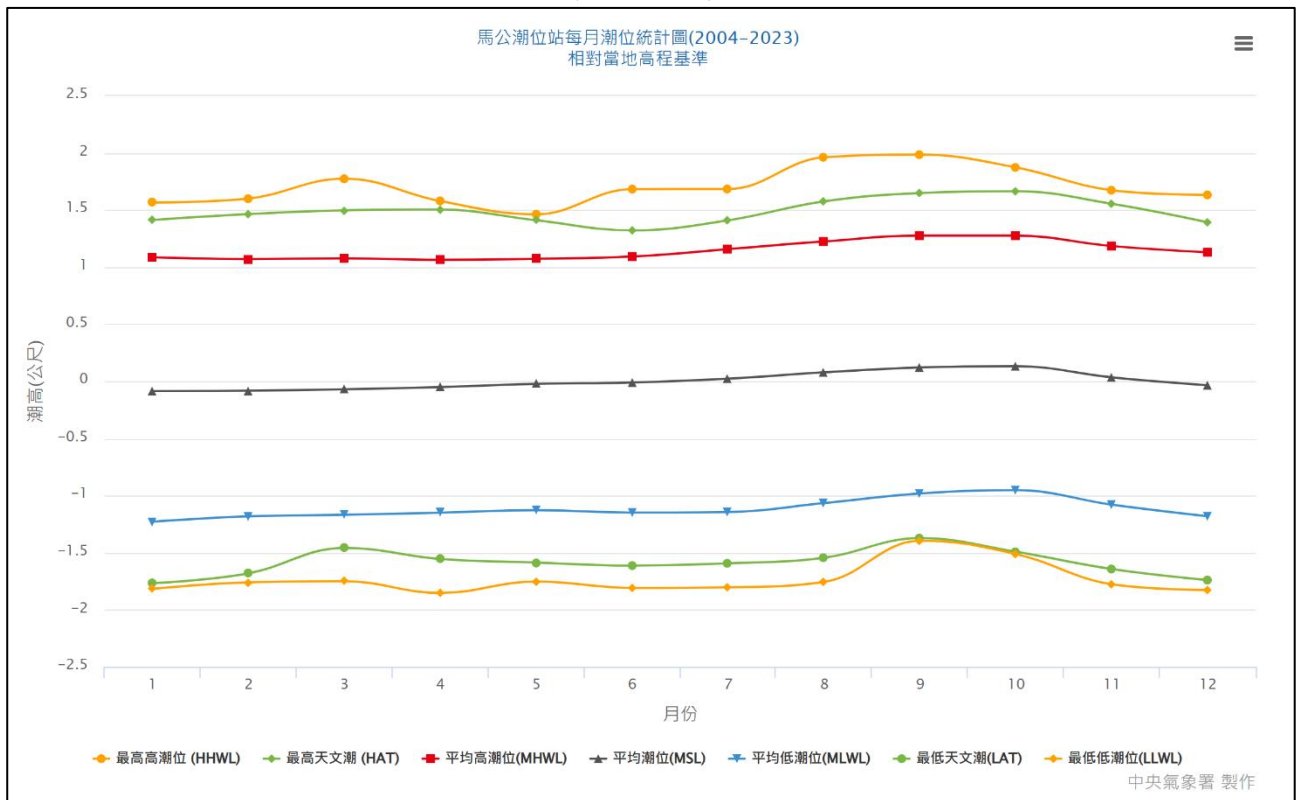


圖 2-8、澎湖馬公潮位站歷年潮位統計資料圖

以中央氣象署於澎湖所佈置的長期資料浮標波浪紀錄，自2006年至2024年。將歷年各月份的分析統計的結果整理如表 2-17所示。最大波浪6.8m，對應週期10.4sec、波向NNE。各資料浮標歷年分月統計圖，如圖 2-9及圖 2-10所示。夏季(4~9月)波浪來向較為分散，以NE為主軸包括NNE與N向，但有部分WSW向；冬季(10~3月)以NE為主，其次為NNE與N向。

表 2-17、澎湖浮標每月波高統計表 (2006-2024)

| 月份 | 觀測次數  | 最大波浪    |         |       |            | 平均示性波高(m) | 平均週期(s) | 示性波高分佈百分比  |               |               |            |
|----|-------|---------|---------|-------|------------|-----------|---------|------------|---------------|---------------|------------|
|    |       | 示性波高(m) | 尖峰週期(s) | 波向(度) | 發生時間       |           |         | <0.5m微浪(%) | 0.5~1.5m小浪(%) | 1.5~2.0m中浪(%) | >2.0m大浪(%) |
| 1  | 12054 | 5.8     | 11.6    | 33    | 2011/01/15 | 1.7       | 5.2     | 8.4        | 31.4          | 42.7          | 17.5       |
| 2  | 10000 | 5.3     | 11.6    | 33    | 2012/02/07 | 1.5       | 5.1     | 20.1       | 31.8          | 36.1          | 12.0       |
| 3  | 10957 | 4.9     | 9.5     | 56    | 2011/03/23 | 1.2       | 4.9     | 29.5       | 37.8          | 23.4          | 9.2        |
| 4  | 9930  | 5.1     | 10.4    | 67    | 2009/04/01 | 1.0       | 4.7     | 36.6       | 39.9          | 19.8          | 3.7        |
| 5  | 10316 | 4.2     | 10.4    | 45    | 2011/05/28 | 0.7       | 4.6     | 56.2       | 32.9          | 10.0          | 0.8        |
| 6  | 10548 | 5.4     | 10.2    | 326   | 2012/06/20 | 0.5       | 4.6     | 71.0       | 25.9          | 2.9           | 0.1        |
| 7  | 10607 | 3.7     | 10.4    | 22    | 2008/07/27 | 0.5       | 4.6     | 70.4       | 26.4          | 2.7           | 0.5        |
| 8  | 10981 | 6.5     | 8.7     | 337   | 2015/08/08 | 0.7       | 4.8     | 55.8       | 39.0          | 4.1           | 1.1        |
| 9  | 11545 | 6.7     | 8.0     | 303   | 2016/09/27 | 1.0       | 4.9     | 37.8       | 43.0          | 16.1          | 3.1        |
| 10 | 12246 | 6.8     | 10.4    | 45    | 2011/10/03 | 1.7       | 5.2     | 8.8        | 36.2          | 41.6          | 13.4       |
| 11 | 12347 | 6.2     | 13.1    | 56    | 2009/11/17 | 1.6       | 5.2     | 10.9       | 36.7          | 35.8          | 16.6       |
| 12 | 12486 | 6.0     | 11.6    | 45    | 2011/12/09 | 1.9       | 5.3     | 5.9        | 28.3          | 44.2          | 21.6       |

註：1.資料來源：中央氣象署；

2.測站：澎湖縣馬公市(經度：119.55 緯度：23.73)

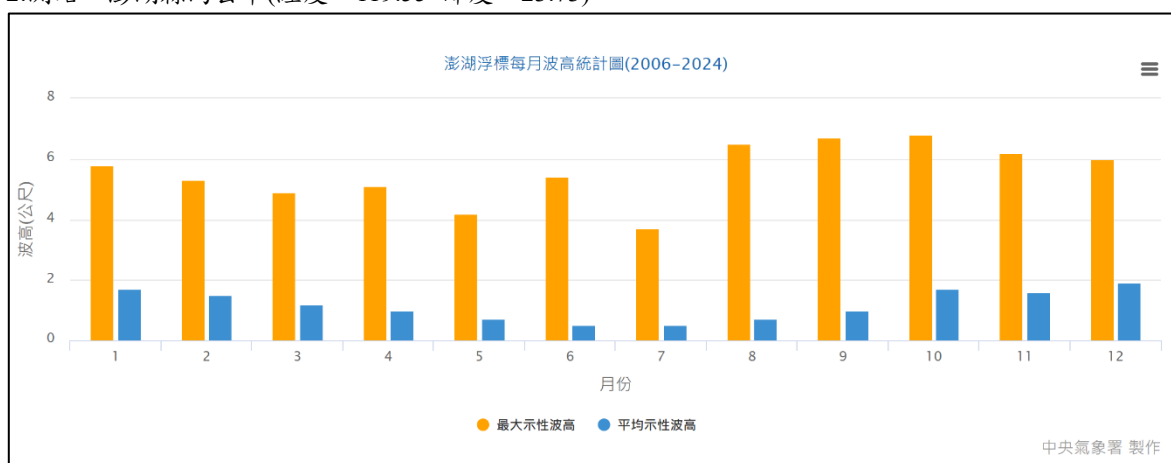


圖 2-9、澎湖浮標每月波高統計圖(2006~2024)

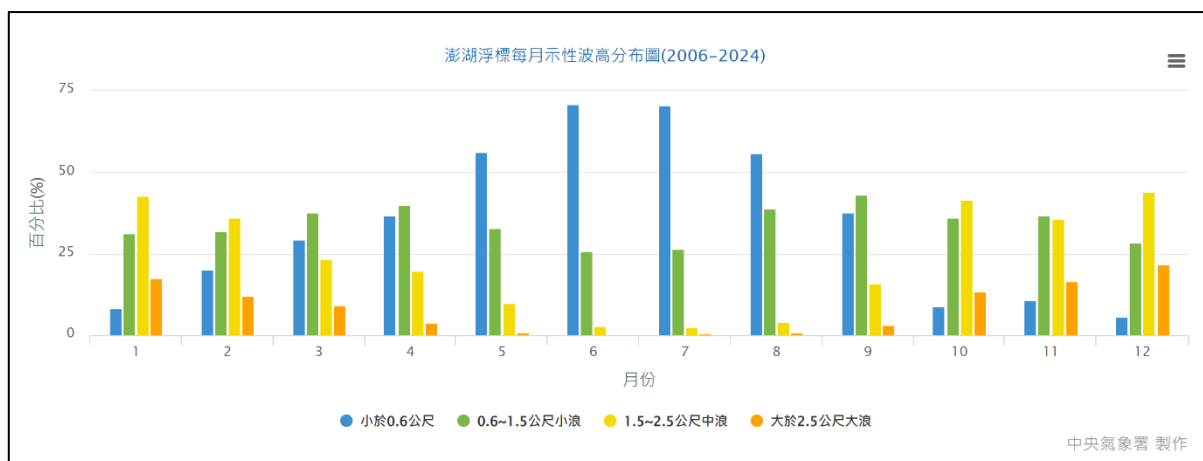


圖 2-10、澎湖浮標每月示性波高分布圖(2006~2024)

### (三) 水下特徵物偵測及圖載航安資訊確認(前置作業)

#### 1. 助導航設施

本案113年度第2作業區沿岸之助導航設施，以參考內政部電子航行圖、各單位航船佈告及海軍大氣海洋局出版之中華民國新版最大比例尺海圖(含最新燈表)……等(113年版-0313、112年版-0319、113年版-0328A、113年版-0328B、112年版-0331、112年版-0336)為依據，清查結果113年度第2作業區(含增購範圍)共有4處助導航設施。

#### 2. 水下特徵物

根據內政部電子航行圖、各單位航船佈告及海軍大氣海洋局出版之中華民國新版最大比例尺海圖(含最新燈表)……等(113年版-0313、112年版-0319、113年版-0328A、113年版-0328B、112年版-0331、112年版-0336)為依據，本案113年度第2作業區之水下特徵物，前置作業清查數量結果如表 2-18，位置如圖 2-11。

表 2-18、113年度第2作業區水下特徵物前置作業清查表

| 水下特徵物項目 | 海軍水道圖 | TENCC提供 |
|---------|-------|---------|
| 助導航設施   | 1     | 3       |
| 沉船      | --    | 6       |

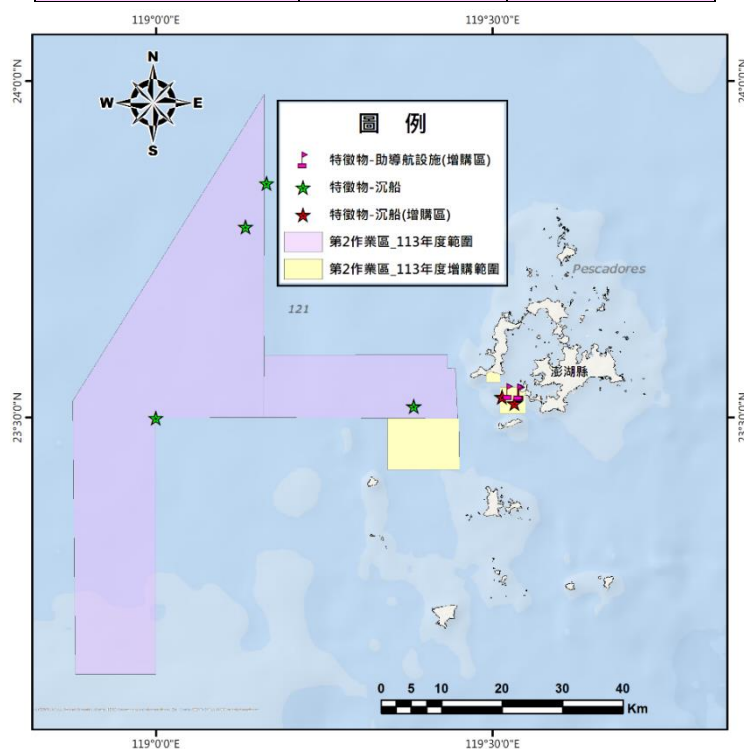


圖 2-11、113年度第2作業區前置作業清查水下特徵物位置分布圖

## 參、工作項目、內容、執行方法、情形及成果

### 一、工作時程及應交付成果

由於本案內、外業測量工作量繁多，包含基本資料蒐集及現地勘查與海域地形測量等外業工作，以及多音束水深資料處理、水下特徵物偵測及圖載航安資訊確認、數值地形模型製作、清繪圖及水深紀錄檔製作及成果報告編撰等內業成果。對於繁多的工作項目，在相關作業間之聯繫、作業進度管理與協調、資料蒐集、外業調查作業時間的掌握及資料計算處理、成果製作分析等方面皆為工作能順利進行與否的重要環節。

本團隊有豐富的人力資源、自有的軟硬體儀器設備、船隻和多年的水深測量及水下探測相關經驗，並經審慎評估後，投入詮華公司二位測量技師擔任計畫主持人及共同主持人，並由臺灣環海公司『文展權董事長』擔任本計畫協同主持人共同協助執行本計畫，以及配置四大工作編組(包含控制測量、水深測量、資料處理、圖資繪製)，並再搭配本團隊『品質暨進度管制小組』等，投入30人以上進行本案各項作業，以如此堅強的團隊陣容，相信對於作業品質及時程掌控上能合乎預期。本案作業時程分別如表 3-1所示。

因本案所需動員的人員儀器設備眾多，為確保各項工作項目進度順利，由本團隊之計畫主持人、協同主持人、測量技師及相關專業人員組成「品質進度管制小組」，每日彙整並檢核外業觀測數據，定期檢討各組測量作業進度，定時(或視需要隨時)開會針對本案各項工作管理、困難問題處理、數據資料審查等進度及任務分派予以檢討及掌控，並視需要由國土測繪中心召開工作會報，確保工作如期完工並達本案精度要求。

表 3-1、113 年預定工作進度表

| 項次 | 作業項目      | 權重   | 預定進度 |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |        |
|----|-----------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
|    |           |      | 1 月  | 2 月  | 3 月  | 4 月   | 5 月   | 6 月   | 7 月   | 8 月   | 9 月   | 10 月  | 11 月  | 12 月   |
| 1  | 作業計畫      | 5%   | 4.0% | 5.0% | 5.0% | 5.0%  | 5.0%  | 5.0%  | 5.0%  | 5.0%  | 5.0%  | 5.0%  | 5.0%  | 5.0%   |
| 2  | 控制測量      | 5%   |      |      |      | 2.0%  | 4.0%  | 5.0%  | 5.0%  | 5.0%  | 5.0%  | 5.0%  | 5.0%  | 5.0%   |
| 3  | 測深系統檢查    | 5%   |      |      |      | 3.0%  | 4.0%  | 5.0%  | 5.0%  | 5.0%  | 5.0%  | 5.0%  | 5.0%  | 5.0%   |
| 4  | 水深地形測量    | 70%  |      |      |      |       | 10.6% | 25.3% | 42.0% | 57.9% | 68.3% | 70.0% | 70.0% | 70.0%  |
| 5  | 數值地形模型製作  | 5%   |      |      |      |       |       |       |       |       |       | 4.0%  | 5.0%  | 5.0%   |
| 6  | 清繪圖及水深紀錄檔 | 5%   |      |      |      |       |       |       |       |       |       | 4.0%  | 5.0%  | 5.0%   |
| 7  | 工作總報告     | 5%   |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       | 4.0%  | 5.0%   |
|    |           | 100% | 4.0% | 5.0% | 5.0% | 10.0% | 23.6% | 40.3% | 57.0% | 72.9% | 83.3% | 93.0% | 99.0% | 100.0% |

(一) 本案成果包含：

1. 作業計畫。
2. 控制測量。
3. 測深系統檢查。
4. 水深地形測量。
5. 數值地形模型製作。
6. 清繪圖及水深紀錄檔製作。
7. 進度報告及工作總報告。

(二) 各項工作完成後將測量成果整理彙編，並依國土測繪中心規定送交校核及保管。相關規範如下：

1. 提交之報告與圖說以中文編纂，單位以公制為原則。
2. 提交之報告樣式、紙張、照片、圖面、圖檔等，經審核如有意見退回，應於國土測繪中心規定之時間內完成修正稿再送審核至核定為止。
3. 繳交成果分4階段辦理，項目包含作業計畫、各式成果圖檔及正式報告，各階段應交付成果項目、數量及繳交期限如表 3-2。
4. 各批水深地形測量成果應以繳送連續性區域資料為原則。
5. 第6及7階段水深地形測量完成後需繳交各項測量文件、觀測資料及作業表格，相關規定參照『水深測量作業成果交付說明』。
6. 第8階段需繳交圖資製作成果與工作總報告書，相關圖資製作成果相關規定參照『水深測量作業成果交付說明』。
7. 於辦理第8階段成果審查合格後，將當年各階段所有成果(含歷次會議簡報檔案)以USB外接式硬碟3顆交予國土測繪中心。
8. 應於決標次月起，每月28日前提出當月之工作執行書面報告交付國土測繪中心，報告內容包含預定及實際執行工作進度，作業與成果檢查情形，視需要提出工作協調事項及工作遭遇困難，並於工作會議時出席報告。
9. 工作總報告：於履約期限日前提送正式報告書，並依國土測繪中心需求提送份數，正式報告內容至少包含：
  - (1) 技師簽證。
  - (2) 中、英文摘要(含關鍵字)。

- (3) 前言（計畫緣起、計畫範圍）。
- (4) 作業規劃及作業範圍特性分析。
- (5) 工作項目、內容、執行方法、情形及成果。
- (6) 自我檢核方式及處理原則說明。
- (7) 各次工作會議結論與追蹤事項辦理情形。
- (8) 檢討與建議。
- (9) 其他(含遵守性別工作平等法之規定辦理情形及作業人力之性別分析說明統計資料)。

表 3-2、113 年度各階段成果繳交期程表

|        |                                      | 繳交期限            | 繳交審查期限          | 檢查期限                                                | 實際繳交日期          |
|--------|--------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------------------------------|-----------------|
| 第 5 階段 | 113 年度作業計畫(初稿)10 份及電子檔 1 份。          | 113 年 1 月 31 日  |                 |                                                     | 113 年 1 月 30 日  |
|        | 113 年度作業計畫(修正版)10 份及電子檔 3 份。         | 113 年 3 月 1 日   |                 |                                                     | 113 年 2 月 29 日  |
| 第 6 階段 | 113 年度控制測量成果                         | 113 年 5 月 31 日  | 113 年 5 月 31 日  |                                                     | 113 年 5 月 22 日  |
|        | 113 年度測深系統檢查成果                       | 113 年 5 月 31 日  | 113 年 5 月 01 日  | 113 年 5 月 30 日                                      | 113 年 4 月 18 日  |
|        | 水深地形測量成果(113 年度作業範圍 50%以上範圍)。        | 113 年 8 月 15 日  | 113 年 7 月 15 日  | 113 年 8 月 15 日<br>因颱風展延至<br><b>113 年 8 月 18 日</b>   | 113 年 9 月 11 日  |
| 第 7 階段 | 水深地形測量成果(113 年度全數作業範圍，含第 6 階段已繳交範圍)。 | 113 年 10 月 31 日 | 113 年 9 月 30 日  | 113 年 10 月 31 日<br>因颱風展延至<br><b>113 年 11 月 8 日</b>  | 113 年 11 月 22 日 |
| 第 8 階段 | 數值地形模型、清繪圖及水深紀錄檔(113 年度全數作業範圍)。      | 113 年 11 月 22 日 | 113 年 10 月 22 日 | 113 年 11 月 22 日<br>因颱風展延至<br><b>113 年 11 月 30 日</b> | 114 年 2 月 21 日  |
|        | 113 年度工作總報告(初稿)10 份及電子檔 1 份。         | 113 年 11 月 22 日 | 113 年 10 月 22 日 |                                                     | 114 年 2 月 21 日  |
|        | 113 年度工作總報告(修正版)10 份及電子檔 3 份。        |                 |                 |                                                     |                 |

## 二、工作項目及內容

本案主要工作內容及方式經整理彙整後如表 3-3。

表 3-3、113 年度調查工作項目及內容彙整表

| 項次 | 工作項目   | 工作內容                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 控制測量   | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓平面基準：均採用內政部公告之TWD97[2020]二度分帶坐標系統。</li> <li>✓高程基準：採用內政部最新公告之TWVD2001高程系統，離島地區高程基準以內政部公告最新離島高程測量成果為依據。</li> <li>✓本案採動態後處理定位(Post Processed Kinematic, PPK)方法辦理水深地形測量為原則，採用e-GNSS即時動態定位系統之衛星基準站為PPK主站，觀測資料由國土測繪中心提供，如前述觀測資料因故漏失或資料品質不佳時，得改採精密單點定位(Precise Point Positioning, PPP)方法辦理水深地形測量。</li> <li>✓第2作業區新設臨時潮位站共2點。</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                 |
| 2  | 測深系統檢查 | <p>在本案選擇 1 處不小於 1 平方公里區域作為檢核作業區，宜選擇潮汐變化較小且有坡度變化之平坦地形，最好有水下特徵物之區域，並選擇海象平穩之時間作業，以作為本案測深系統之檢核。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 3  | 水深地形測量 | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓本案分2年辦理臺灣周邊海域之水深測量作業。</li> <li>✓第2作業區海域皆為1a等級範圍。</li> <li>✓水深地形測量範圍:第2作業區113年度海域測量面積含增購區約1,748平方公里。</li> <li>✓多音束測量:採用多音束測深儀進行全覆蓋施測，每條主測線均應有檢核線通過，全覆蓋作業範圍之檢核測線間距不得大於3公里，非全覆蓋作業範圍主測線間距為25公尺，檢核測線間距不得大於主測線間距之25倍，前述檢核測線總長度應達主測線總長度5%以上；淺水區應測量至深度2公尺之位置，深度2公尺至8公尺範圍得不辦理全覆蓋測量，測線間距以25公尺施測，深度8公尺以上範圍辦理全覆蓋測量(有效覆蓋率至少100%)。</li> <li>✓重疊區測量:於不同測區接邊處，本團隊自行加測100公尺(含)以上之重疊區域，以利後續資料比對連接之用。</li> <li>✓水下特徵物及圖載航安資訊確認: 參考內政部電子航行圖、各單位航船佈告及海軍大氣海洋局出版之中華民國新版最大比例尺海圖(含最新燈表)...等，將水下特徵物(沉船、暗礁及障礙物等資訊)及航安資訊確認列表，並實測之。</li> <li>✓水深測量精度:須符合IHO1等規範要求。</li> </ul> |
| 4  | 圖資成果製作 | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓數值地形模型、清繪圖及水深紀錄檔、詮釋資料等製作。</li> <li>✓包含作業計畫、各階段成果報告與工作總報告等。</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

### 三、執行方法及情形

#### (一) 控制測量

##### 1. 平面控制測量

因本案平面採用e-GNSS即時動態定位系統之衛星基準站為PPK主站，且有公告之TWD97〔2020〕坐標，故不辦理平面控制測量。

##### 2. 高程控制點位選取清查

- (1) 為配合水深測量作業，需在作業區周邊尋找已知控制點進行檢測，並布設高程控制點，如新設臨時潮位站以供後續海域地形測量使用。
- (2) 於作業區附近選定適當位置設置臨時潮位站，各潮位站名稱及高程控制點編號分別為外垵港TDWN以及七美港TDCM，透過多潮位同時觀測修正才能更符合實際情況，儘量避免潮位外插問題產生。以上所述潮位站高程控制點分布位置如圖 3-1。
- (3) 展繪作業區附近內政部及國土測繪中心所建置的一等水準點。首先清查涵蓋作業區範圍及其毗鄰區域之已知控制點，並於派員清查且將清查結果彙整成已知控制點清查結果清冊，記載點號、點位類別及等級、樁標種類、樁標現況及備註說明等，如表 3-4所列。
- (4) 控制測量點位數量統計如表 3-5所示。

表 3-4、已知控制點清理結果清冊

| 序號 | 點名     | 點號   | 類別及等級 | 標石號碼 | 測設年度  | 測設作業名稱                                     | 樁標種類 | 樁標現況 | 測量現況 | 所在地點   | 清查日期     | 備註 |
|----|--------|------|-------|------|-------|--------------------------------------------|------|------|------|--------|----------|----|
| 1  | 內垵國小   | SY08 | 一等水準點 | SY08 | 106/5 | 107 年離島衛星定位測量 TWD97[2010]、107 年離島一等水準點測量成果 | 鋼樁   | 良好   | 正常   | 澎湖縣西嶼鄉 | 113/5/15 |    |
| 2  | 外垵國小   | SY10 | 一等水準點 | SY10 | 106/5 | 107 年離島衛星定位測量 TWD97[2010]、107 年離島一等水準點測量成果 | 石樁   | 良好   | 正常   | 澎湖縣西嶼鄉 | 113/5/15 |    |
| 3  | 南滬崎頂涼亭 | CM01 | 一等水準點 | CM01 | 106/5 | 107 年離島衛星定位測量 TWD97[2010]、107 年離島一等水準點測量成果 | 鋼樁   | 良好   | 正常   | 澎湖縣七美鄉 | 113/5/14 |    |
| 4  | 望夫石涼亭  | CM02 | 一等水準點 | CM02 | 106/5 | 107 年離島衛星定位測量 TWD97[2010]、107 年離島一等水準點測量成果 | 鋼樁   | 良好   | 正常   | 澎湖縣七美鄉 | 113/5/14 |    |

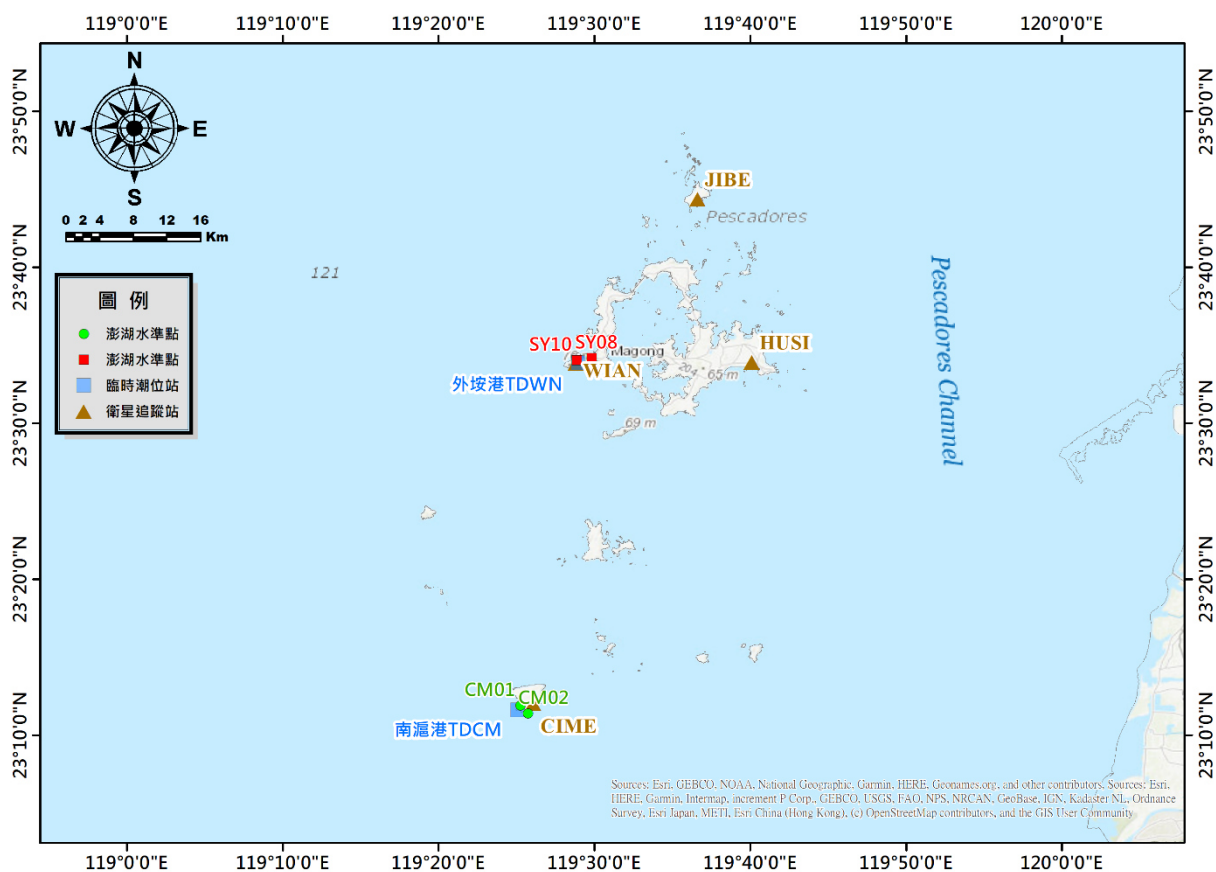


圖 3-1、控制點及臨時潮位站位置圖

表 3-5、控制測量點位數量統計表

| 項次 | 控制點類別              | 數量  | 點號                      | 測量方式 |
|----|--------------------|-----|-------------------------|------|
| 1  | 已知高程控制點<br>(一等水準點) | 4 點 | SY08、SY10、<br>CM01、CM02 | 水準測量 |
| 2  | 臨時潮位站              | 2 點 | 外坵 TDWN、七美<br>TDCM      | 水準測量 |

### 3. 高程控制測量

- (1) 檢測兩相鄰已知點位間正高差，並與公告正高差比較，其檢測標準為正高差不大於 $20\text{毫米}\sqrt{K}$ （ $K$ 為單一測段長度之公里數）。
- (2) 辦理往返觀測，測段往返閉合差不得大於 $20\text{毫米}\sqrt{K}$ （ $K$ 為單一測段長度之公里數，小於1公里時閉合差不得大於20毫米）。
- (3) 本計畫選擇內政部一等水準點作為已知高程控制點，分別選用「SY08、SY10」等2點，並聯測臨時潮位站「TDWN」；選用「CM01、CM02」等2點，並聯測臨時潮位站「TDCM」，共計2點。
- (4) 採用水準測量往返觀測方式，儀器最小讀數在0.1mm(含)以下，每公里往返觀測標準誤差為 $\pm 1\text{mm}$ 。

- (5) 本次所選用的2個一等水準點，採用內政部「107年離島一等水準點測量成果」之測量成果為依據，以水準測量往返觀測方式檢測，比較相鄰已知高程控制點間檢測高程差與公告高程差之較差值，需小於 $20\sqrt{K}$  mm，若不符合精度要求則視為新點重新計算其高程值。檢測結果詳表 3-6。
- (6) 依檢測合格之一等水準點為各水準測段端點，以水準測量往返觀測方式，聯測控制點高程，所設臨時潮位站高程控制測量成果彙整如表 3-7，水準路線圖如圖 3-2及圖 3-3，臨時潮位站點位略圖及現況照片如表 3-8。
- (7) 本計畫各檢測已知高程控制點2點，經檢測無誤後作為本計畫之高程控制依據。

表 3-6、已知高程控制點檢測成果表

| 起點   |               | 終點   |               | 資料高差<br>H2-H1 | 檢測高差       | 高程較差            | 測段距離      | 規範精度                 | 是否符合<br>精度規範 |
|------|---------------|------|---------------|---------------|------------|-----------------|-----------|----------------------|--------------|
| 點號   | 高程值<br>H1 (m) | 點號   | 高程值<br>H2 (m) | dH1<br>(m)    | dH2<br>(m) | dH1-dH2<br>(mm) | K<br>(km) | $20\sqrt{K}$<br>(mm) |              |
| SY10 | 16.56700      | SY08 | 5.46600       | -11.10100     | -11.09862  | 2.38            | 2.75      | 33.16625             | 是            |
| CM01 | 13.91900      | CM02 | 25.89000      | 11.97100      | 12.00257   | -31.57          | 2.86      | 33.82306             | 是            |

表 3-7、臨時潮位站高程控制測量成果表

| 站名      | 點號   | 正高(m) | 引用之一等水<br>準點 | 點位說<br>明 |
|---------|------|-------|--------------|----------|
| 外垵臨時潮位站 | TDWN | 2.651 | SY08、SY10    | 外垵港      |
| 七美臨時潮位站 | TDCM | 3.382 | CM01、CM02    | 南滬港      |

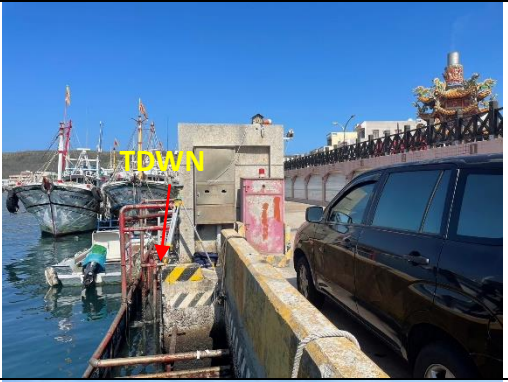


圖 3-2、外垵水準路線圖



圖 3-3、七美水準路線圖

表 3-8、臨時潮位站略圖及現況照片

| 潮位站                     | 點位略圖                                                                               | 現況照片                                                                                |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 澎湖<br>外垵港<br>TDWN       |   |   |
| 澎湖<br>七美<br>南滬港<br>TDCM |  |  |

#### 4. 控制測量驗收

依112年及113年水深測量作業採購案需求規格書規定，控制測量成果採實地驗收方式辦理，113年6月4日至6月6日國土測繪中心派員至現場實地驗收成果，驗收數據及結果如表 3-9所示，檢核結果皆為合格。

表 3-9、驗收水準測量成果檢核表

| 測段 | 控制測量成果                                                                                                                     |        |      |        | 控制測量<br>成果高程差 | 實地檢查高程差 |   |    | 測段<br>距離<br>(m) | 較差<br>(mm) | 通過<br>標準<br>(mm) | 檢核結果 |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------|--------|---------------|---------|---|----|-----------------|------------|------------------|------|
|    | 點號                                                                                                                         | 高程     | 點號   | 高程     |               | 往       | 返 | 平均 |                 |            |                  |      |
| 1  | SY08                                                                                                                       | 5.466  | TDWN | 2.651  | -2.815        | -2.819  | - | -  | 1854.58         | 3.93       | 27.237           | 合格   |
| 2  | TDWN                                                                                                                       | 2.651  | SY10 | 16.567 | 13.916        | 13.920  | - | -  | 843.13          | -3.63      | 20               | 合格   |
| 3  | CM01                                                                                                                       | 13.919 | TDCM | 3.382  | -10.537       | -10.524 |   |    | 1309.54         | -13.14     | 22.887           | 合格   |
| 4  | TDCM                                                                                                                       | 3.382  | CM02 | 25.890 | 22.508        | 22.525  |   |    | 1558.65         | -16.90     | 24.969           | 合格   |
| 說明 | 測段總數：4 段<br>檢核標準：抽查點位間之測段高程差與繳交成果高程差比較，應小於 20 毫米 $\sqrt{S}$ （S 為單一測段長度之公里數，小於 1 公里時閉合差不得大於 20 毫米）<br>不合格測段：0 段<br>合格率：100% |        |      |        |               |         |   |    |                 |            |                  |      |

## (二) 測深系統檢查

### 1. 測深系統檢查作業

112年9月19日進行R2 Sonic 2026多音束測深系統檢查作業，112年12月9日進行Norbit i80S(SN2326571)多音束測深系統檢查作業，113年3月25日進行EM2040多音束測深系統檢查作業，113年5月6日進行Norbit i80S(SN2324445)多音束測深系統檢查作業。於施測前一日，藉由中央氣象署預報觀測資料去預測測量當日之海象，相關資料如表 3-10。

表 3-10、海象預報資料表

| 預報地區 | 觀測時間               | 預測時間       | 風向         | 風力(級)                         | 浪高     | 風浪 | 天氣         |
|------|--------------------|------------|------------|-------------------------------|--------|----|------------|
| 澎湖海面 | 112/09/18<br>16:30 | 19日<br>00時 | 東北轉<br>偏北風 | 4級陣風 6級以下                     | 約 0.5m | 小浪 | 晴時多雲       |
| 澎湖海面 | 112/12/08<br>10:30 | 09日<br>00時 | 偏北轉<br>東北風 | 4級陣風 6級以下                     | 約 0.5m | 小浪 | 晴時多雲       |
| 澎湖海面 | 113/03/24<br>16:30 | 25日<br>00時 | 偏南風        | 4級陣風 6級以下                     | 約 0.5m | 小浪 | 晴時多雲<br>有霧 |
| 澎湖海面 | 113/05/05<br>16:30 | 06日<br>00時 | 偏南轉<br>西南風 | 4至5級陣風 7級晚<br>轉 4級陣風 6級以<br>下 | 約 0.5m | 小浪 | 晴時多雲       |

### 2. 測深系統檢查作業說明

為求各儀器間精度能符合規範要求故而進行本次檢查作業。測深系統檢查作業方式與水深測量相同主要是以測深儀測深，搭配GNSS衛星定位系統定位，並配合周邊設備如運動姿態感測器、羅經、聲速儀、潮位儀等施測，達到高精度、高效率之海域地形測量方式。相關作業流程同水深測量作業流程。

### 3. 測深系統檢查作業軌跡與成果

將各套測深系統實測軌跡與成果(最低天文潮)分別於下列展示：

#### (1) R2 Sonic 2026:

112年9月19日R2 Sonic 2026施測軌跡如圖 3-4所示，成果色階圖如圖 3-5所示，外業設定掃描角度為130度，檢查後角度為約130度。

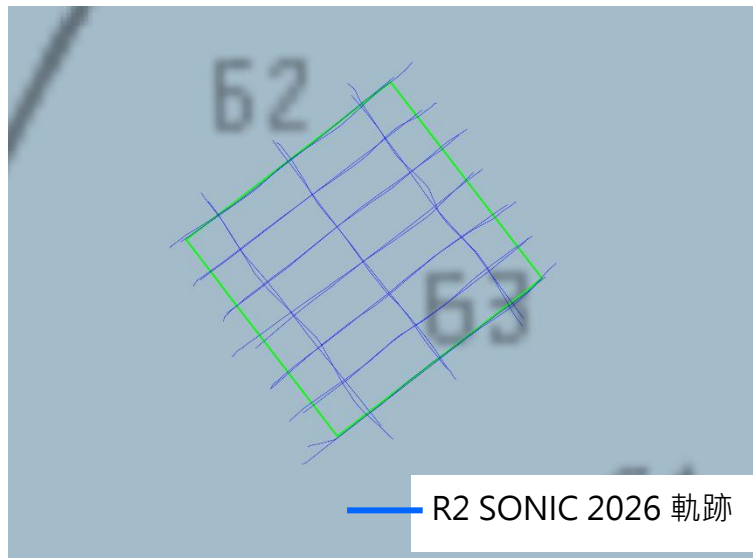


圖 3-4、R2 SONIC 2026實測軌跡圖

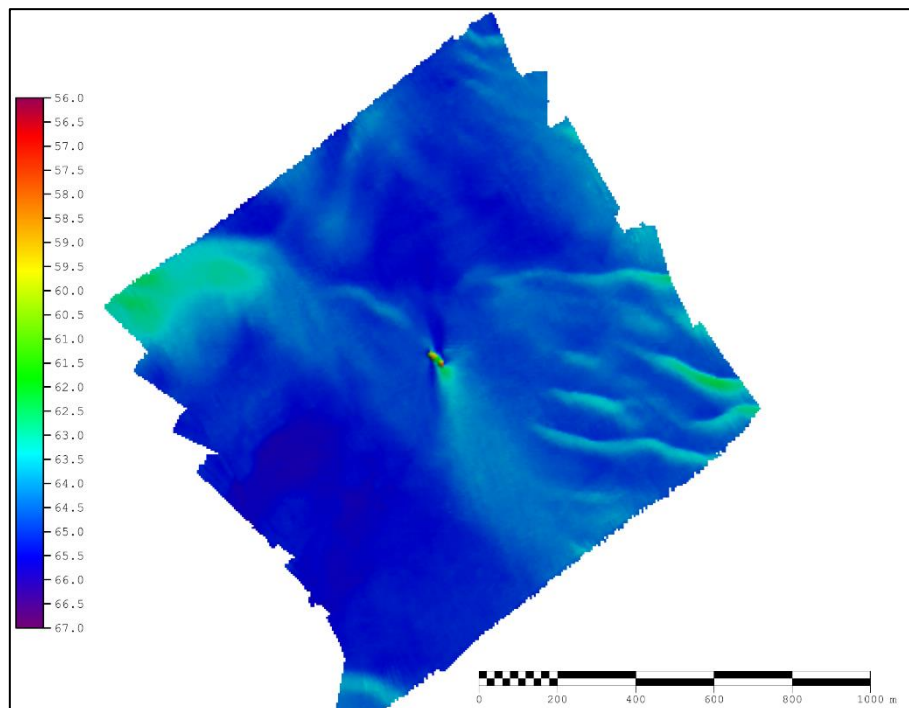


圖 3-5、R2 SONIC 2026多音束測深成果水深色階圖

**(2) Norbit i80S(SN2326571):**

112年12月9日Norbit i80S(SN2326571)施測軌跡如圖 3-6所示，成果色階圖如圖 3-7所示，外業設定掃描角度為130度，檢查後角度為約121度。

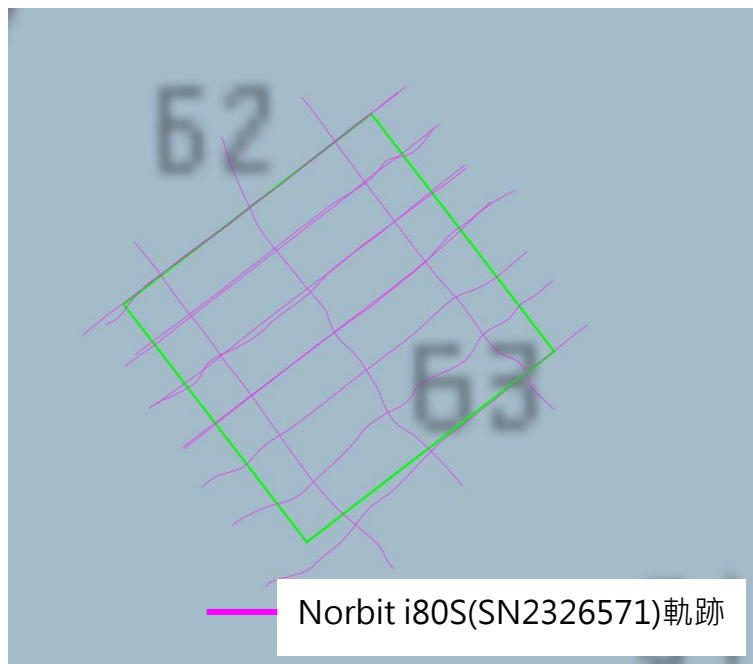


圖 3-6、Norbit i80S(SN2326571)實測軌跡圖

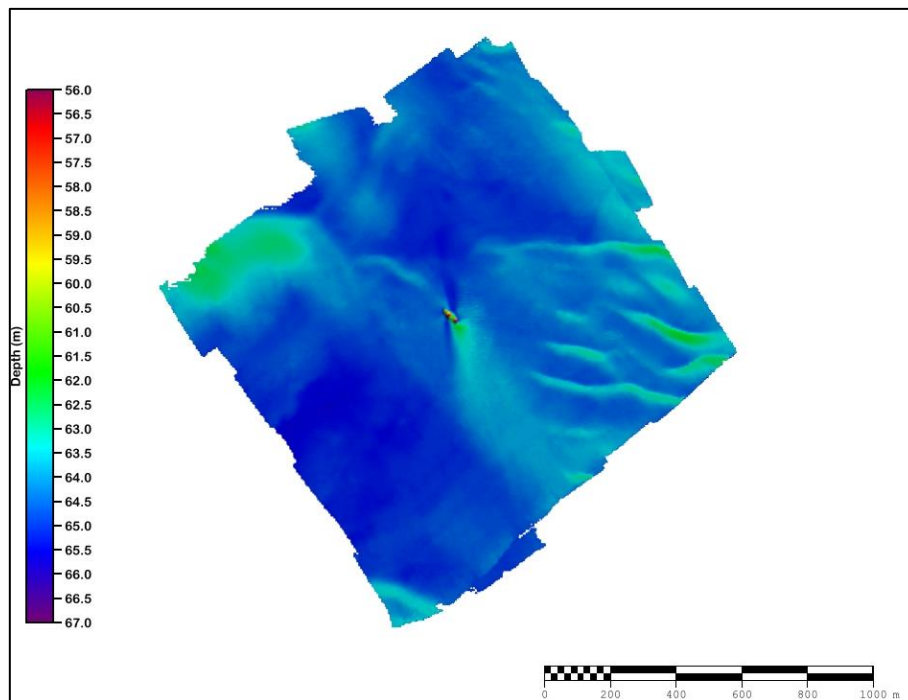


圖 3-7、Norbit i80S(SN2326571)多音束測深成果水深色階圖

### (3) EM2040:

113年3月25日EM2040施測軌跡如圖 3-8所示，成果色階圖如圖 3-9所示，外業設定掃描角度為136度，檢查後角度為約133度。

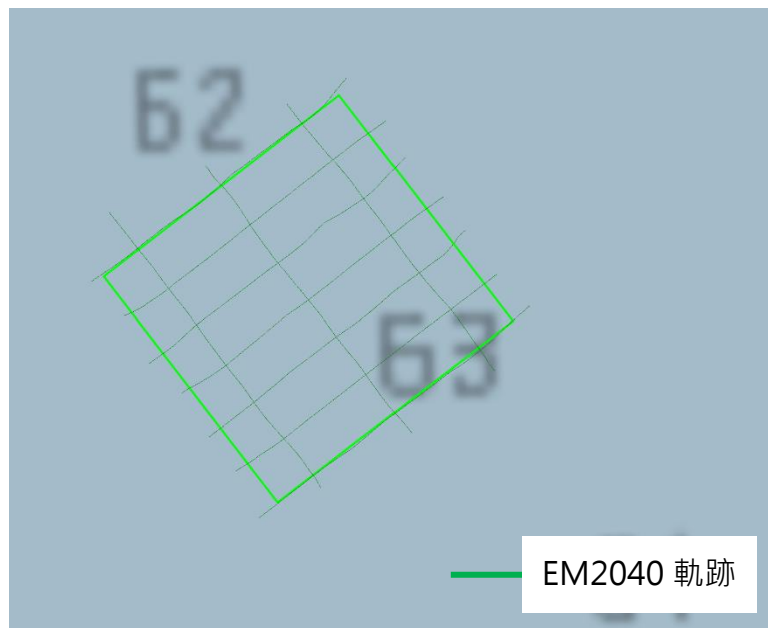


圖 3-8、EM2040實測軌跡圖

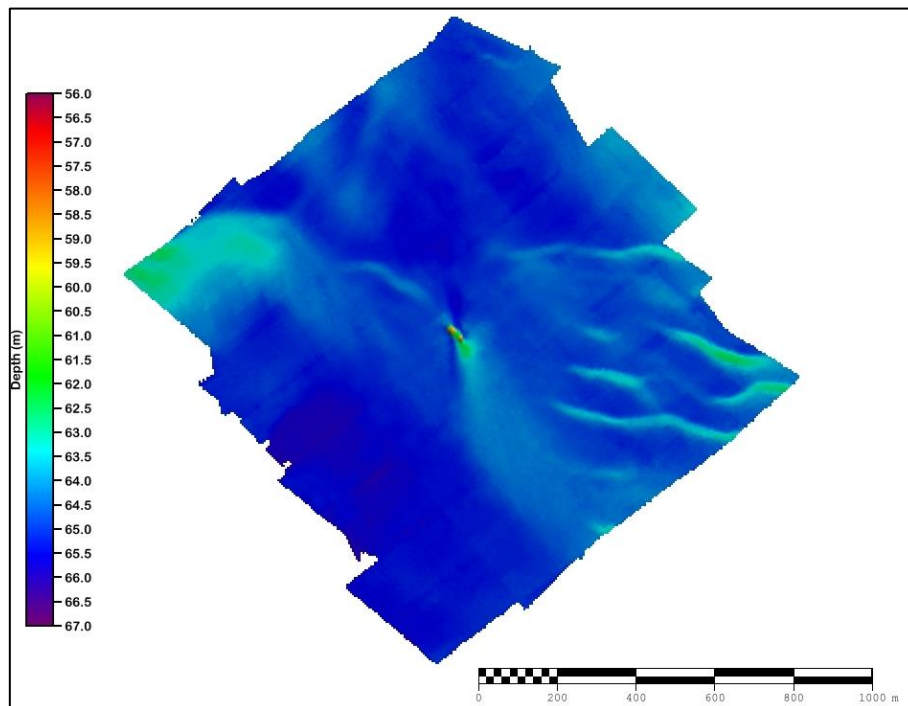


圖 3-9、EM2040多音束測深成果水深色階圖

**(4) Norbit i80S(SN2324445):**

113年5月6日Norbit i80S(SN2324445)施測軌跡如圖 3-10所示，成果色階圖如圖 3-11所示，外業設定掃描角度為140度，檢查後角度為約138度。

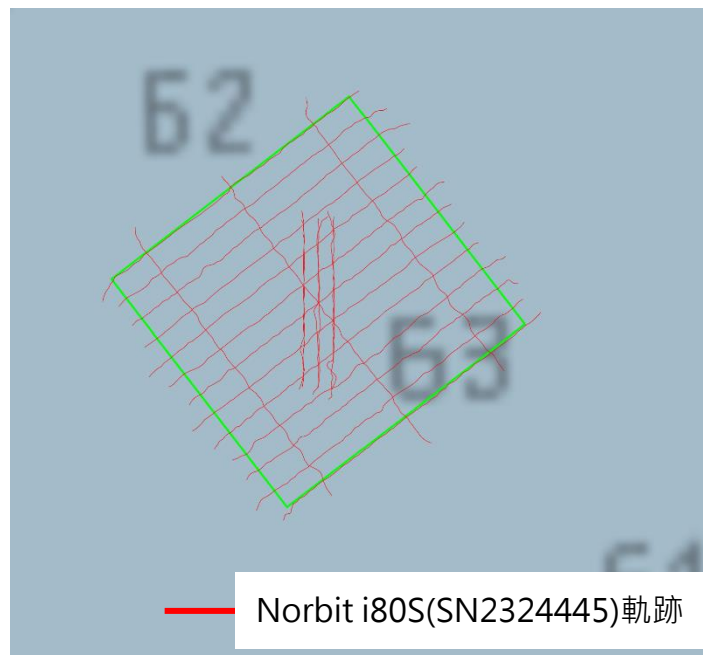


圖 3-10、Norbit i80S(SN2324445)實測軌跡圖

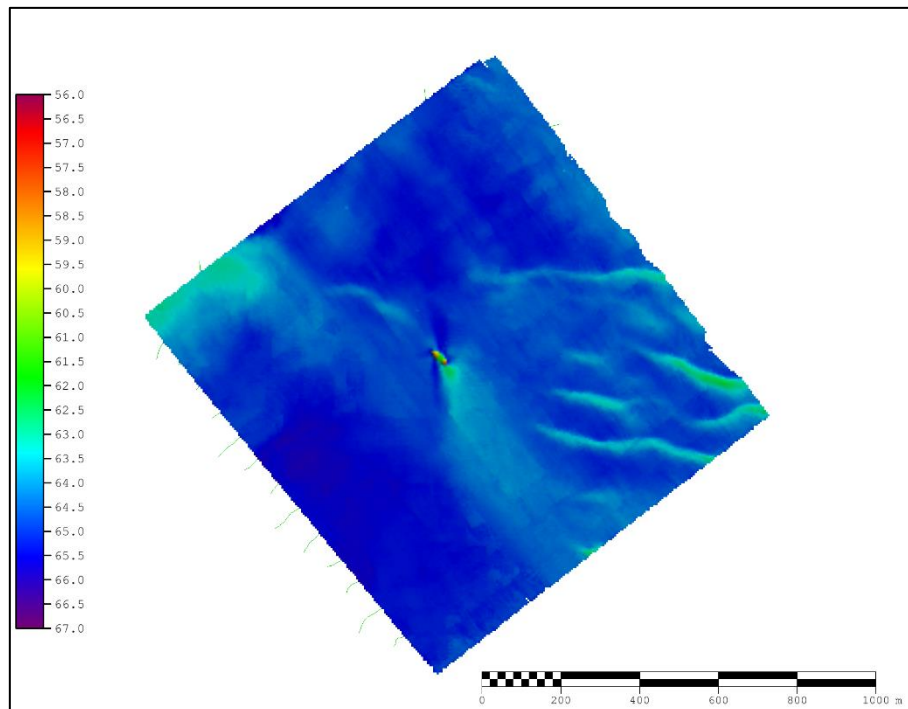


圖 3-11、Norbit i80S(SN2324445)多音束測深成果水深色階圖

#### 4. 不確定度估計值分析

將本次測深系統檢查水深測量成果中所有點雲經濾除雜訊後再進行輸出所有水深點之THU及TVU，TPU檢核成果統計如表 3-11~表 3-14所示。

表 3-11、R2 Sonic 2026 先驗誤差檢核表

| 20230919                |           |                                   |           |        |      |         |  |
|-------------------------|-----------|-----------------------------------|-----------|--------|------|---------|--|
| R2 SONIC 2026(SN104939) |           |                                   |           |        |      |         |  |
| 深度範圍                    | Min depth | 58.823                            | Max depth | 79.958 | 全部點雲 |         |  |
| THU 範圍                  | Min THU   | 0.371                             | Max THU   | 0.772  |      |         |  |
| S-44                    | THU       | A+b*depth                         |           |        | 評估   |         |  |
|                         | a         | b                                 | min       | max    |      |         |  |
| Ex                      | 1         | 0                                 | 1         | 1      | V    |         |  |
| S                       | 2         | 0                                 | 2         | 2      | V    |         |  |
| 1a 1b                   | 5         | 5.00%                             | 7.941     | 8.998  | V    |         |  |
| 2                       | 20        | 10.00%                            | 25.882    | 27.996 | V    |         |  |
| 深度範圍                    | Min depth | 58.823                            | Max depth | 79.958 |      |         |  |
| TVU 範圍                  | Min TVU   | 0.098                             | Max TVU   | 0.489  |      |         |  |
| S-44                    | TVU       | $\sqrt{(a^2+(b*\text{depth})^2)}$ |           |        | 評估   | Std_Dev |  |
|                         | a         | b                                 | min       | max    |      | 1/2 TVU |  |
| Ex                      | 0.15      | 0.75%                             | 0.466     | 0.618  | V    | 0.309   |  |
| S                       | 0.25      | 0.75%                             | 0.507     | 0.650  | V    | 0.325   |  |
| 1a 1b                   | 0.5       | 1.30%                             | 0.914     | 1.153  | V    | 0.577   |  |
| 2                       | 1         | 2.30%                             | 1.682     | 2.093  | V    | 1.047   |  |

表 3-12、Norbit i80S(SN2326571)先驗誤差檢核表

| 20231209               |           |                                   |           |        |      |         |  |
|------------------------|-----------|-----------------------------------|-----------|--------|------|---------|--|
| Norbit i80S(SN2326571) |           |                                   |           |        |      |         |  |
| 深度範圍                   | Min depth | 50.774                            | Max depth | 67.051 | 全部點雲 |         |  |
| THU 範圍                 | Min THU   | 0.240                             | Max THU   | 0.641  |      |         |  |
| S-44                   | THU       | A+b*depth                         |           |        | 評估   |         |  |
|                        | a         | b                                 | min       | max    |      |         |  |
| Ex                     | 1         | 0                                 | 1         | 1      | V    |         |  |
| S                      | 2         | 0                                 | 2         | 2      | V    |         |  |
| 1a 1b                  | 5         | 5.00%                             | 7.539     | 8.353  | V    |         |  |
| 2                      | 20        | 10.00%                            | 25.077    | 26.705 | V    |         |  |
| 深度範圍                   | Min depth | 50.774                            | Max depth | 67.051 |      |         |  |
| TVU 範圍                 | Min TVU   | 0.143                             | Max TVU   | 0.469  |      |         |  |
| S-44                   | TVU       | $\sqrt{(a^2+(b*\text{depth})^2)}$ |           |        | 評估   | Std_Dev |  |
|                        | a         | b                                 | min       | max    |      | 1/2 TVU |  |
| Ex                     | 0.15      | 0.75%                             | 0.409     | 0.525  | V    | 0.262   |  |
| S                      | 0.25      | 0.75%                             | 0.456     | 0.562  | V    | 0.281   |  |
| 1a 1b                  | 0.5       | 1.30%                             | 0.828     | 1.005  | V    | 0.502   |  |
| 2                      | 1         | 2.30%                             | 1.537     | 1.838  | V    | 0.919   |  |

表 3-13、EM2040 先驗誤差檢核表

| 20240325-0326              |           |                                   |           |        |      |         |  |
|----------------------------|-----------|-----------------------------------|-----------|--------|------|---------|--|
| EM2040(RX：SN2251；TX：SN458) |           |                                   |           |        |      |         |  |
| 深度範圍                       | Min depth | 57.984                            | Max depth | 66.989 | 全部點雲 |         |  |
| THU 範圍                     | Min THU   | 0.244                             | Max THU   | 0.745  |      |         |  |
| S-44                       | THU       | A+b*depth                         |           |        | 評估   |         |  |
|                            | a         | b                                 | min       | max    |      |         |  |
| Ex                         | 1         | 0                                 | 1         | 1      | V    |         |  |
| S                          | 2         | 0                                 | 2         | 2      | V    |         |  |
| 1a 1b                      | 5         | 5.00%                             | 7.899     | 8.349  | V    |         |  |
| 2                          | 20        | 10.00%                            | 25.798    | 26.699 | V    |         |  |
| 深度範圍                       | Min depth | 57.984                            | Max depth | 66.989 |      |         |  |
| TVU 範圍                     | Min TVU   | 0.123                             | Max TVU   | 0.373  |      |         |  |
| S-44                       | TVU       | $\sqrt{(a^2+(b*\text{depth})^2)}$ |           |        | 評估   | Std_Dev |  |
|                            | a         | b                                 | min       | max    |      | 1/2 TVU |  |
| Ex                         | 0.15      | 0.75%                             | 0.460     | 0.524  | V    | 0.262   |  |
| S                          | 0.25      | 0.75%                             | 0.502     | 0.561  | V    | 0.281   |  |
| 1a 1b                      | 0.5       | 1.30%                             | 0.905     | 1.004  | V    | 0.502   |  |
| 2                          | 1         | 2.30%                             | 1.667     | 1.837  | V    | 0.918   |  |

表 3-14、Norbit i80S(SN2324445)先驗誤差檢核表

| 20240506               |           |                                   |           |        |      |         |  |
|------------------------|-----------|-----------------------------------|-----------|--------|------|---------|--|
| Norbit i80S(SN2324445) |           |                                   |           |        |      |         |  |
| 深度範圍                   | Min depth | 57.763                            | Max depth | 66.824 | 全部點雲 |         |  |
| THU 範圍                 | Min THU   | 0.177                             | Max THU   | 0.856  |      |         |  |
| S-44                   | THU       | A+b*depth                         |           |        | 評估   |         |  |
|                        | a         | b                                 | min       | max    |      |         |  |
| Ex                     | 1         | 0                                 | 1         | 1      | V    |         |  |
| S                      | 2         | 0                                 | 2         | 2      | V    |         |  |
| 1a 1b                  | 5         | 5.00%                             | 7.888     | 8.341  | V    |         |  |
| 2                      | 20        | 10.00%                            | 25.776    | 26.682 | V    |         |  |
| 深度範圍                   | Min depth | 57.763                            | Max depth | 66.824 |      |         |  |
| TVU 範圍                 | Min TVU   | 0.101                             | Max TVU   | 0.649  |      |         |  |
| S-44                   | TVU       | $\sqrt{(a^2+(b*\text{depth})^2)}$ |           |        | 評估   | Std_Dev |  |
|                        | a         | b                                 | min       | max    |      | 1/2 TVU |  |
| Ex                     | 0.15      | 0.75%                             | 0.458     | 0.523  | V    | 0.262   |  |
| S                      | 0.25      | 0.75%                             | 0.500     | 0.560  | V    | 0.280   |  |
| 1a 1b                  | 0.5       | 1.30%                             | 0.902     | 1.002  | V    | 0.501   |  |
| 2                      | 1         | 2.30%                             | 1.663     | 1.834  | V    | 0.917   |  |

## 5. 測深系統檢查成果檢核

### (1) 系統內精度

以下將測深系統檢查成果檢核統整列於表 3-15中，本次檢查結果各測深系統皆可符合「IHO專等精度之規範要求」，詳細內容於後文說明。

表 3-15、測深系統檢查各套測量成果內精度表

| 內精度比較                  | 檢核方式 | 主測帶及檢核測帶檢核  |
|------------------------|------|-------------|
|                        |      | 最低天文潮       |
| R2 Sonic 2026          |      | 99.74%      |
| Norbit i80S(SN2326571) |      | 99.70%      |
| EM2040                 |      | 99.58%      |
| Norbit i80S(SN2324445) |      | 98.94%      |
|                        |      | 以上均符合專等精度要求 |

本案網格產生方式及網格檢查大小為將已剔除錯誤及雜點等應刪除資料後之水深點雲資料網格化，以進行後續成果審查，採SDTP，Shoalest Depth True Position方式建立網格，深度淺於30公尺區域，製作1公尺網格，深度30公尺以上至50公尺區域，製作2公尺網格，深度50公尺以上至100公尺區域，製作5公尺網格，深度100公尺以上至200公尺區域，製作10公尺網格，深度深於200公尺以上區域，製作20公尺網格。

#### A. R2 SONIC 2026

利用 R2 SONIC 2026 全區之主測線點雲與檢核測線水深點以STDP 方式製成 5m\*5m 的網格進行交錯檢核分析，所得結果顯示**最低天文潮成果 99.74%**點數符合「水深測量作業規範」海道測量等級分類之專等規範，如表 3-16~表 3-17 所列。

表 3-16、R2 SONIC 2026 水深資料交錯檢核表

|             |               |     |
|-------------|---------------|-----|
| 測量日期        | 20230919      |     |
| 儀器型號        | R2 Sonic 2026 |     |
| Track 測線數   | 14            |     |
| Check 測線數   | 6             |     |
| 1. 整體       |               |     |
| 專等          | 通過            |     |
| 特等          | 通過            |     |
| 1 等         | 通過            |     |
| 2 等         | 通過            |     |
| 2. 單條測線     |               |     |
|             | 通過            | 不通過 |
| 專等          | 14            | 0   |
| 特等          | 14            | 0   |
| 1 等         | 14            | 0   |
| 2 等         | 14            | 0   |
| 無效 Track 測線 | 0             |     |

表 3-17、R2 SONIC 2026 檢核線檢核表

|                                    |            |
|------------------------------------|------------|
| #DATA<br>RECORD                    | ALL        |
| #Number of Points of<br>Comparison | 3466876    |
| #Data Mean                         | -65.987008 |
| #Reference Mean                    | -65.883349 |
| #Mean                              | -0.103660  |
| #Median                            | -0.097270  |
| #Std. Deviation                    | 0.110100   |
| #Data Z-Range                      | -67.54     |
|                                    | -58.91     |
| #Ref. Z Range                      | -66.67     |
|                                    | -58.86     |
| #Diff Z-Range                      | -7.18      |
|                                    | 4.07       |
| #Mean+2*stddev                     | 0.323862   |
| #Median+2*stddev                   | 0.317473   |
| #Ord1 Error Limit                  | 0.991748   |
| #Ord2 Error Limit                  | 1.815540   |
| #Special Order Error Limit         | 0.553769   |
| #Custom Error Limit                | 0.516391   |
| #Ord 1 P-Statistic                 | 0.000548   |
| #Ord 2 P-Statistic                 | 0.000311   |
| #Special Order P-Statistic         | 0.002188   |
| #Custom P-Statistic                | 0.002628   |
| #Ord1-#Rejected                    | 1899       |
| #Ord2-#Rejected                    | 1078       |
| #SpecialOrder-#Rejected            | 7584       |
| #Custom-#Rejected                  | 9110       |
| #Order 1 Survey                    | 1          |
| #Order 2 Survey                    | 1          |
| #Special Order Survey              | 1          |
| #Custom Survey                     | 1          |

## B. Norbit i80S(SN2326571)

利用 Norbit i80S(SN2326571)全區之主測線點雲與檢核測線水深點以 STDP 方式製成 5m\*5m 的網格進行交錯檢核分析，所得結果顯示**最低天文潮成果 99.70%**點數符合「水深測量作業規範」海道測量等級分類之專等規範，如表 3-18~表 3-19 所列。

**表 3-18、Norbit i80S(SN2326571)水深資料交錯檢核表**

|             |                        |     |
|-------------|------------------------|-----|
| 測量日期        | 20231209               |     |
| 儀器型號        | Norbit i80S(SN2326571) |     |
| Track 測線數   | 8                      |     |
| Check 測線數   | 3                      |     |
| 1. 整體       |                        |     |
| 專等          | 通過                     |     |
| 特等          | 通過                     |     |
| 1 等         | 通過                     |     |
| 2 等         | 通過                     |     |
| 2. 單條測線     |                        |     |
|             | 通過                     | 不通過 |
| 專等          | 7                      | 0   |
| 特等          | 7                      | 0   |
| 1 等         | 7                      | 0   |
| 2 等         | 7                      | 0   |
| 無效 Track 測線 | 1                      |     |

**表 3-19、Norbit i80S(SN2326571)檢核線檢核表**

|                                    |            |
|------------------------------------|------------|
| #DATA<br>RECORD                    | ALL        |
| #Number of Points of<br>Comparison | 3386334    |
| #Data Mean                         | -65.260102 |
| #Reference Mean                    | -65.135036 |
| #Mean                              | -0.125070  |
| #Median                            | -0.119390  |
| #Std. Deviation                    | 0.126710   |
| #Data Z-Range                      | -66.85     |
|                                    | -57.93     |
| #Ref. Z Range                      | -66.11     |
|                                    | -57.93     |
| #Diff Z-Range                      | -7.22      |
|                                    | 1.33       |
| #Mean+2*stddev                     | 0.378479   |
| #Median+2*stddev                   | 0.372799   |
| #Ord1 Error Limit                  | 0.983359   |
| #Ord2 Error Limit                  | 1.801200   |
| #Special Order Error Limit         | 0.548767   |
| #Custom Error Limit                | 0.511023   |
| #Ord 1 P-Statistic                 | 0.001218   |
| #Ord 2 P-Statistic                 | 0.000689   |
| #Special Order P-Statistic         | 0.002535   |
| #Custom P-Statistic                | 0.002955   |
| #Ord1-#Rejected                    | 4124       |
| #Ord2-#Rejected                    | 2333       |
| #SpecialOrder-#Rejected            | 8584       |
| #Custom-#Rejected                  | 10006      |
| #Order 1 Survey                    | 1          |
| #Order 2 Survey                    | 1          |
| #Special Order Survey              | 1          |
| #Custom Survey                     | 1          |

### C. EM2040

利用 EM2040 全區之主測線點雲與檢核測線水深點以 STDP 方式製成 5m\*5m 的網格進行交錯檢核分析，所得結果顯示**最低天文潮成果 99.58%**點數符合「水深測量作業規範」海道測量等級分類之專等規範，如表 3-20~表 3-21 所列。

表 3-20、EM2040 水深資料交錯檢核表

|             |          |     |
|-------------|----------|-----|
| 測量日期        | 20240325 |     |
| 儀器型號        | EM2040   |     |
| Track 測線數   | 7        |     |
| Check 測線數   | 3        |     |
| 1. 整體       |          |     |
| 專等          | 通過       |     |
| 特等          | 通過       |     |
| 1 等         | 通過       |     |
| 2 等         | 通過       |     |
| 2. 單條測線     |          |     |
|             | 通過       | 不通過 |
| 專等          | 7        | 0   |
| 特等          | 7        | 0   |
| 1 等         | 7        | 0   |
| 2 等         | 7        | 0   |
| 無效 Track 測線 | 0        |     |

表 3-21、EM2040 檢核線檢核表

|                                    |            |
|------------------------------------|------------|
| #DATA<br>RECORD                    | ALL        |
| #Number of Points of<br>Comparison | 3165682    |
| #Data Mean                         | -65.173418 |
| #Reference Mean                    | -65.020870 |
| #Mean                              | -0.152550  |
| #Median                            | -0.153170  |
| #Std. Deviation                    | 0.162990   |
| #Data Z-Range                      | -66.92     |
|                                    | -58.33     |
| #Ref. Z Range                      | -65.72     |
|                                    | -62.51     |
| #Diff Z-Range                      | -7.25      |
|                                    | 3.61       |
| #Mean+2*stddev                     | 0.478532   |
| #Median+2*stddev                   | 0.479153   |
| #Ord1 Error Limit                  | 0.982081   |
| #Ord2 Error Limit                  | 1.799016   |
| #Special Order Error Limit         | 0.548004   |
| #Custom Error Limit                | 0.510205   |
| #Ord 1 P-Statistic                 | 0.000669   |
| #Ord 2 P-Statistic                 | 0.000426   |
| #Special Order P-Statistic         | 0.002584   |
| #Custom P-Statistic                | 0.004208   |
| #Ord1-#Rejected                    | 2118       |
| #Ord2-#Rejected                    | 1348       |
| #SpecialOrder-#Rejected            | 8180       |
| #Custom-#Rejected                  | 13320      |
| #Order 1 Survey                    | 1          |
| #Order 2 Survey                    | 1          |
| #Special Order Survey              | 1          |
| #Custom Survey                     | 1          |

#### D. Norbit i80S(SN2324445)

利用 Norbit i80S(SN2324445)全區之主測線點雲與檢核測線水深點以 STDP 方式製成 5m\*5m 的網格進行交錯檢核分析，所得結果顯示**最低天文潮成果 98.94%**點數符合「水深測量作業規範」海道測量等級分類之專等規範，如表 3-22~表 3-23 所列。

表 3-22、Norbit i80S(SN2324445)水深資料交錯檢核表

|             |                        |     |
|-------------|------------------------|-----|
| 測量日期        | 20240506               |     |
| 儀器型號        | Norbit i80S(SN2324445) |     |
| Track 測線數   | 13                     |     |
| Check 測線數   | 3                      |     |
| 1.整體        |                        |     |
| 專等          | 通過                     |     |
| 特等          | 通過                     |     |
| 1 等         | 通過                     |     |
| 2 等         | 通過                     |     |
| 2.單條測線      |                        |     |
|             | 通過                     | 不通過 |
| 專等          | 13                     | 0   |
| 特等          | 13                     | 0   |
| 1 等         | 13                     | 0   |
| 2 等         | 13                     | 0   |
| 無效 Track 測線 | 0                      |     |

**表 3-23、Norbit i80S(SN2324445)檢核線檢核表**

|                                    |            |
|------------------------------------|------------|
| #DATA<br>RECORD                    | ALL        |
| #Number of Points of<br>Comparison | 5157313    |
| #Data Mean                         | -65.123901 |
| #Reference Mean                    | -64.978650 |
| #Mean                              | -0.145250  |
| #Median                            | -0.141990  |
| #Std. Deviation                    | 0.154350   |
| #Data Z-Range                      | -66.75     |
|                                    | -57.90     |
| #Ref. Z Range                      | -65.74     |
|                                    | -62.83     |
| #Diff Z-Range                      | -7.48      |
|                                    | 2.01       |
| #Mean+2*stddev                     | 0.453952   |
| #Median+2*stddev                   | 0.450691   |
| #Ord1 Error Limit                  | 0.981609   |
| #Ord2 Error Limit                  | 1.798209   |
| #Special Order Error Limit         | 0.547723   |
| #Custom Error Limit                | 0.509902   |
| #Ord 1 P-Statistic                 | 0.000485   |
| #Ord 2 P-Statistic                 | 0.000266   |
| #Special Order P-Statistic         | 0.006500   |
| #Custom P-Statistic                | 0.010579   |
| #Ord1-#Rejected                    | 2502       |
| #Ord2-#Rejected                    | 1372       |
| #SpecialOrder-#Rejected            | 33525      |
| #Custom-#Rejected                  | 54557      |
| #Order 1 Survey                    | 1          |
| #Order 2 Survey                    | 1          |
| #Special Order Survey              | 1          |
| #Custom Survey                     | 1          |

## (2) 系統外精度

本次檢查之目的在於使用不同測深系統時各儀器間之精度是否符合規範要求，以及多套測深系統間是否有其系統誤差之存在，為避免此情況產生，使用之4套多音束測深系統於測試區內分別先後進行施測，並將各套系統所得成果進行誤差分析，外精度分析網格產生方式採STDP建立5公尺網格，看是否符合規範要求。

Norbit i80S(SN2326571)與R2 Sonic 2026較差平均值為0.264m、Norbit i80S(SN2326571)與112年部分3階成果較差平均值為0.03m、R2 Sonic 2026與112年部分3階成果較差平均值為0.23m；EM2024與R2 Sonic 2026較差平均值為0.08m、EM2024與Norbit i80S(SN2326571)較差平均值為-0.184m、EM2024與112年部分3階成果較差平均值為-0.161m、Norbit i80S(SN2324445)與R2 Sonic 2026較差平均值為0.014m、Norbit i80S(SN2324445)與Norbit i80S(SN2326571)較差平均值為-0.252m、Norbit i80S(SN2324445)與EM2040較差平均值為-0.067m、Norbit i80S(SN2324445)與112年部分3階成果較差平均值為-0.233m，以上皆符合IHO 1a等級規範要求，詳細結果如表 3-24~表 3-26所列。

表 3-24、測深系統檢查各套測量成果差異分析表-1

| A            |                             |                              |                              |
|--------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 測量日期         | 20231209                    | 20231209                     | 20230919                     |
| 儀器型號<br>(序號) | Norbit i80S<br>(SN2326571)  | Norbit i80S<br>(SN2326571)   | R2 SONIC 2026<br>(SN104939)  |
| 網格大小         | 5 公尺                        | 5 公尺                         | 5 公尺                         |
| B            |                             |                              |                              |
| 測量日期         | 20230919                    | 20230819                     | 20230819                     |
| 儀器型號<br>(序號) | R2 SONIC 2026<br>(SN104939) | Norbit i80S<br>112 年部分 3 階成果 | Norbit i80S<br>112 年部分 3 階成果 |
| 網格大小         | 5 公尺                        | 5 公尺                         | 5 公尺                         |
| 差異分析 A-B     |                             |                              |                              |
| Min          | -11.292                     | -10.305                      | -4.668                       |
| Max          | 0.753                       | 7.885                        | 0.991                        |
| Mean         | 0.264                       | 0.030                        | 0.230                        |
| Std_Dev      | 0.108                       | 0.134                        | 0.091                        |

表 3-25、測深系統檢查各套測量成果差異分析表-2

| C            |                                    |                                    |                                    |
|--------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 測量日期         | 20240325                           | 20240325                           | 20240325                           |
| 儀器型號<br>(序號) | EM2040<br>(RX：SN2251；<br>TX：SN458) | EM2040<br>(RX：SN2251；<br>TX：SN458) | EM2040<br>(RX：SN2251；<br>TX：SN458) |
| 網格大小         | 5 公尺                               | 5 公尺                               | 5 公尺                               |
| D            |                                    |                                    |                                    |
| 測量日期         | 20230919                           | 20231209                           | 20230819                           |
| 儀器型號<br>(序號) | R2 SONIC 2026<br>(SN104939)        | Norbit i80S<br>(SN2326571)         | Norbit i80S<br>112 年部分 3 階成果       |
| 網格大小         | 5 公尺                               | 5 公尺                               | 5 公尺                               |
| 差異分析 C-D     |                                    |                                    |                                    |
| Min          | -6.083                             | -7.224                             | -2.831                             |
| Max          | 1.784                              | 10.292                             | 1.438                              |
| Mean         | 0.080                              | -0.184                             | -0.161                             |
| Std_Dev      | 0.111                              | 0.132                              | 0.110                              |

表 3-26、測深系統檢查各套測量成果差異分析表-3

| E            |                             |                            |                                    |                                  |
|--------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| 測量日期         | 20240506                    | 20240506                   | 20240506                           | 20240506                         |
| 儀器型號<br>(序號) | Norbit i80S<br>(SN2324445)  | Norbit i80S<br>(SN2324445) | Norbit i80S<br>(SN2324445)         | Norbit i80S<br>(SN2324445)       |
| 網格大小         | 5 公尺                        | 5 公尺                       | 5 公尺                               | 5 公尺                             |
| F            |                             |                            |                                    |                                  |
| 測量日期         | 20230919                    | 20231209                   | 20240325                           | 20230819                         |
| 儀器型號<br>(序號) | R2 SONIC 2026<br>(SN104939) | Norbit i80S<br>(SN2326571) | EM2040<br>(RX：SN2251；<br>TX：SN458) | Norbit i80S<br>112 年部分 3 階<br>成果 |
| 網格大小         | 5 公尺                        | 5 公尺                       | 5 公尺                               | 5 公尺                             |
| 差異分析 E-F     |                             |                            |                                    |                                  |
| Min          | -3.472                      | -5.973                     | -1.329                             | -1.336                           |
| Max          | 3.816                       | 10.387                     | 3.530                              | 3.779                            |
| Mean         | 0.014                       | -0.252                     | -0.067                             | -0.233                           |
| Std_Dev      | 0.123                       | 0.143                      | 0.127                              | 0.124                            |

### (三) 水深地形測量

依臺灣海象而言，一般水深測量最佳作業時段約在四月至八月間，但夏季為颱風季節，若有颱風侵襲或環流影響，往往一耽擱便是一、二週的時間，而接近秋冬之季又有東北季風影響，更無法進行海上作業，再者，近年來全球氣候變化異常，常有天災或極端天候發生，使得天候狀況更難以預期。水深測量作業流程如圖 3-12，水深測量資料處理流程如圖 3-13，各項作業項目分述如下。

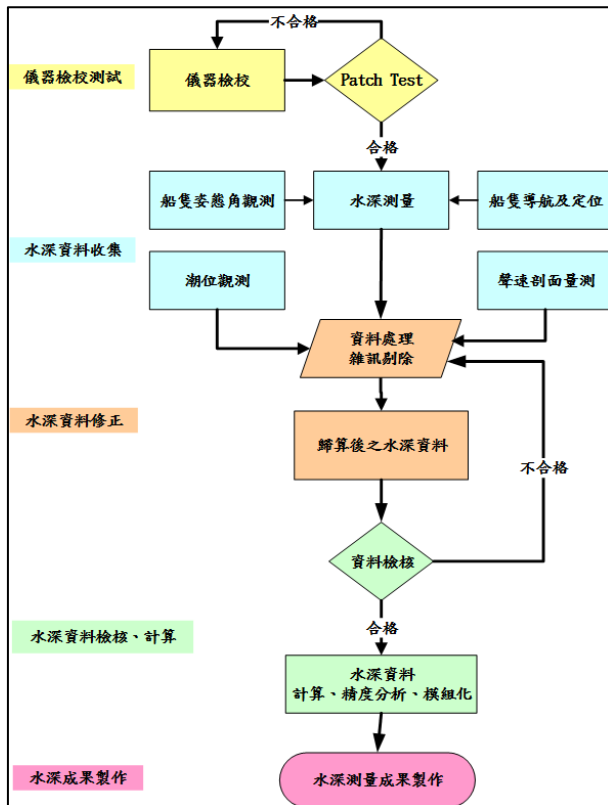


圖 3-12、水深測量作業流程圖

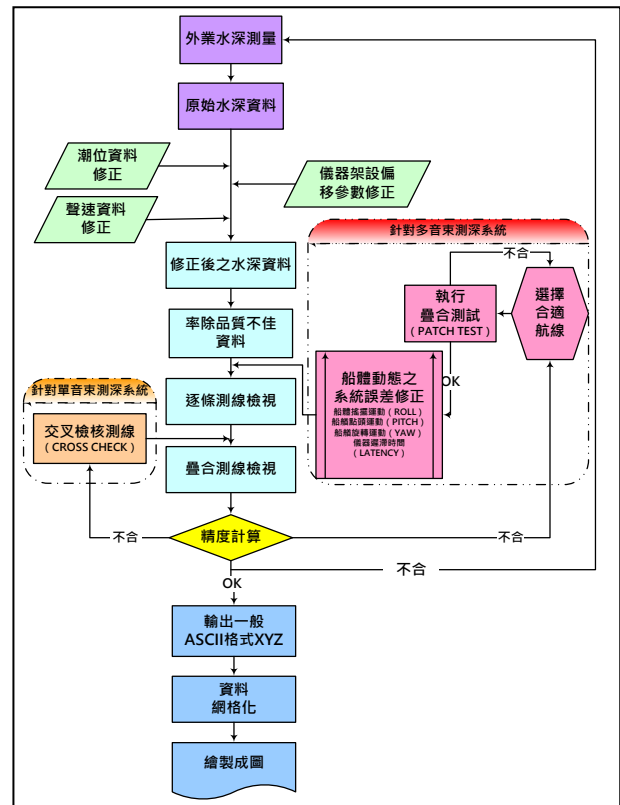


圖 3-13、水深測量資料處理流程圖

### 1. 船隻姿態角觀測

實施多音束水深測量則配置船隻姿態感測器(Motion Sensor)及羅經(Gyrocompass)以記錄船隻的前後傾斜(pitch)、左右搖擺(roll)、船向(yaw)之角度及上下起伏之高度。

### 2. 船隻導航及定位

本案水深測量均需記錄橢球高及GNSS原始資料，於水深測量時採用**PPK動態後處理衛星定位**辦理定位資料處理。各項定位方式之定位時間間隔皆小於或等於1秒，且測深系統及定位系統之時間皆需採用協調世界時(UTC)，以確保各項資料時間序列之一致性。

### 3. 儀器架設偏移修正

以船隻重心為相對坐標之中心，船隻重心至船首方向為基準方向，在安置測深系統的各項裝置時記錄並繪製各裝置的相對位置(圖 3-14)，其中包括:音鼓吃水深、音鼓平面位置、定位儀平面位置、定位儀高程、船隻姿態感測器位置、多音束測深儀音鼓的安置角度(經由patch test求取)，原112年R2 Sonic 2026並未將姿態感測器(Motion Sensor)與音鼓設於同軸位置，造成部分範圍成果因為時間修正不同步，Roll角無法及時修正造成系統差之情事，自113年測區範圍起將姿態感測器與音鼓更改為同軸設置用以改善資料之品質，故此狀況已

不復見。

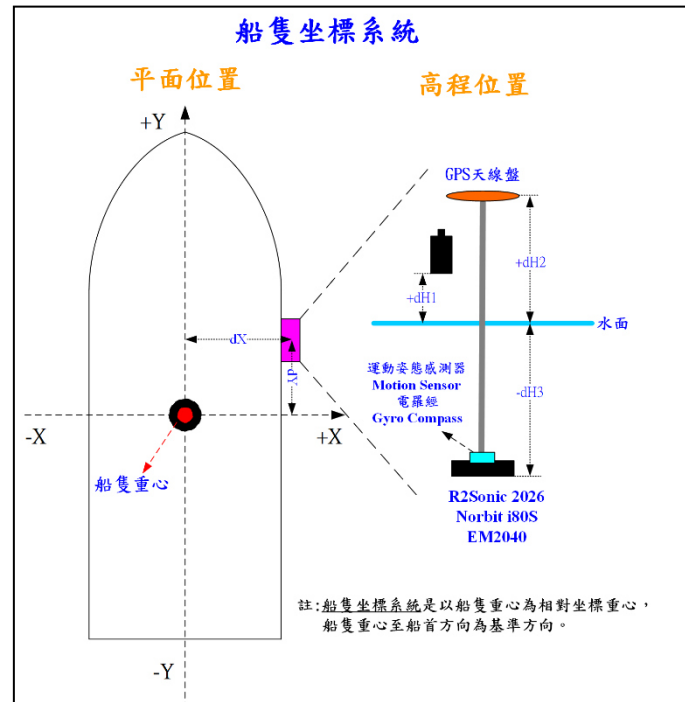


圖 3-14、儀器架設示意圖

#### 4. 潮位觀測

在水深測量作業時，需同步配合量取潮位高程資料以將水深資料歸算至海床高度。驗潮站設置位置需在測區內選擇風浪及淤沙影響最小處設置驗潮儀，或採用港域內已設立之驗潮儀（經驗證正確方可採用）。

- (1) 經查詢中央氣象署海象環境資訊平台後，得知在113年度第2作業區鄰近之潮位站有吉貝、澎湖馬公及七美南滬港長期潮位觀測站，臨時長期潮位站選用外垵及七美兩站設置，潮位站位置分布如圖 3-15。
- (2) 潮位觀測每6分鐘記錄一次，潮位觀測誤差維持在5公分以內，可以人工驗潮方式檢核，並製作潮位記錄表、潮位曲線圖，記載潮位觀測時間、地點、天候狀況、驗潮站高程、驗潮儀設定參數等，以備查核。以潮位曲線圖(潮位高程時序列圖)檢視潮位資料的正確性，查看是否有錯誤或奇異值，並了解當時潮位變化狀況，如圖 3-16。
- (3) 本案以GNSS Tide橢球高透過離距模式轉換獲得最低天文潮成果為主要方式，倘若橢球高成果不佳則改採以潮位修正方式，作為補救輔助之用。

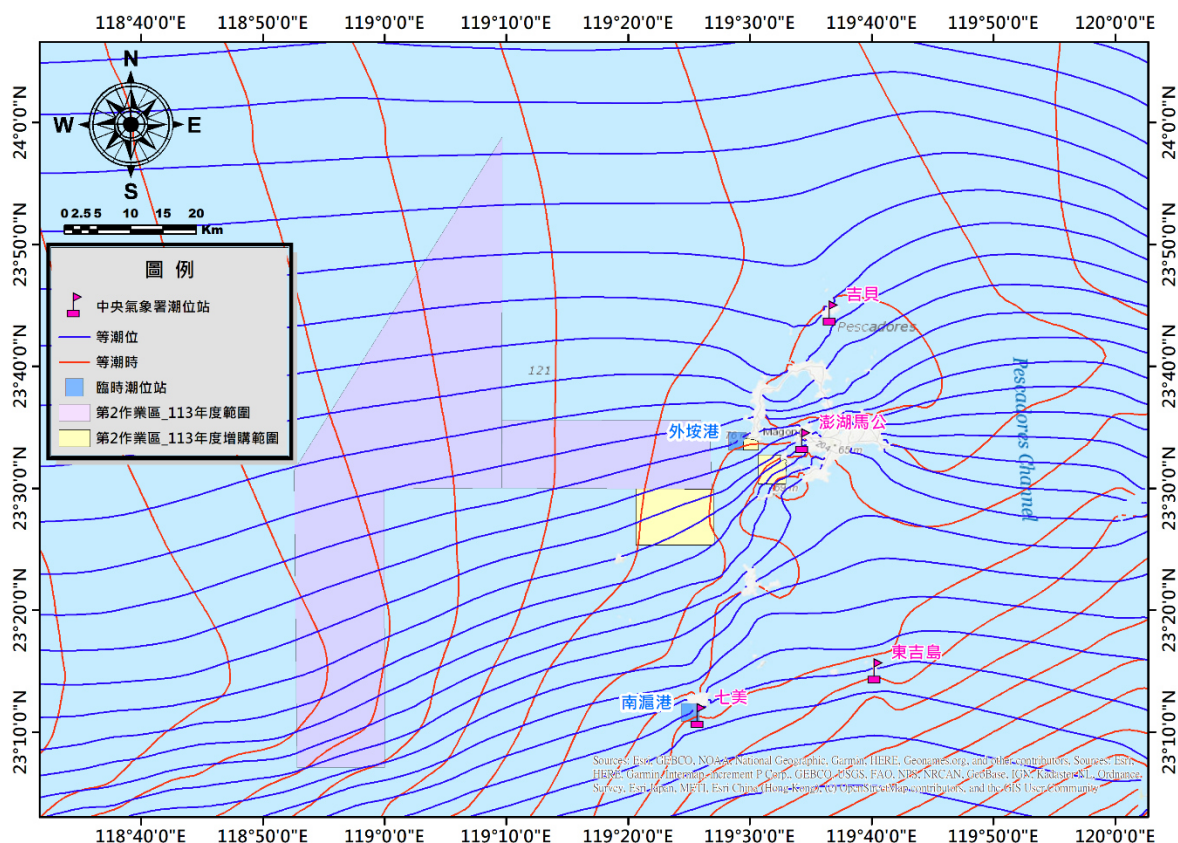


圖 3-15、潮位站與潮位分區示意圖

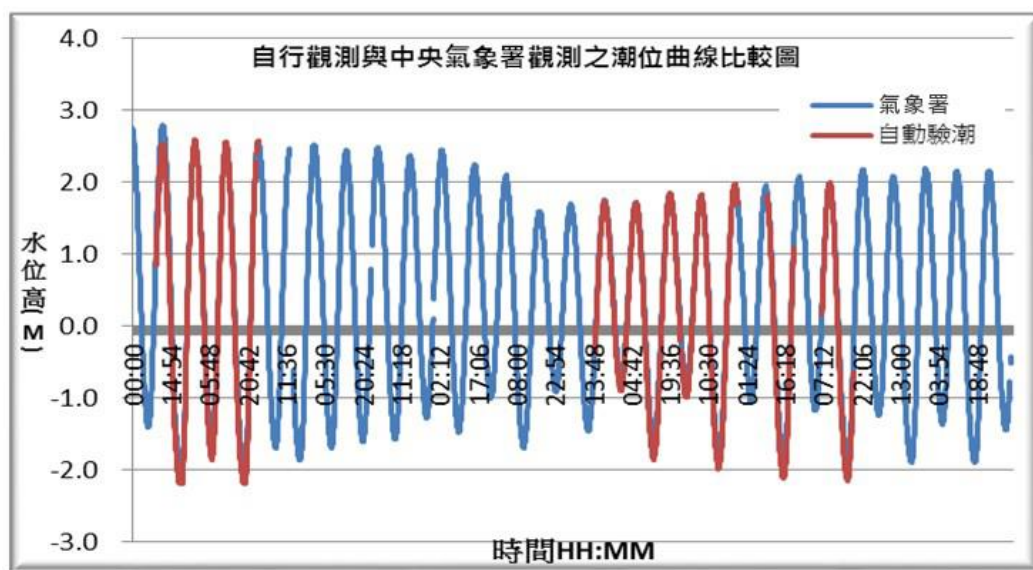


圖 3-16、潮位資料比較圖

## 5. 基準轉換

本案以GNSS Tide橢球高透過離距模式轉換獲得最低天文潮為主要作業方式。利用橢球高資料將船測GNSS天線盤相位中心至橢球面之距離，經由「最低天文潮LAT」與橢球面關係的「離距模型SEP」(如圖 3-17)化算，便得到「海圖」所需之深度。而離距模型則採用內政部111年4月14日公告之「深度基準及深度系統」之成果以Caris HIPS 11載入離距模型SEP.tif或SEP.xyz將橢球高成果

轉換成最低天文潮成果，操作設定畫面如圖 3-18所示。

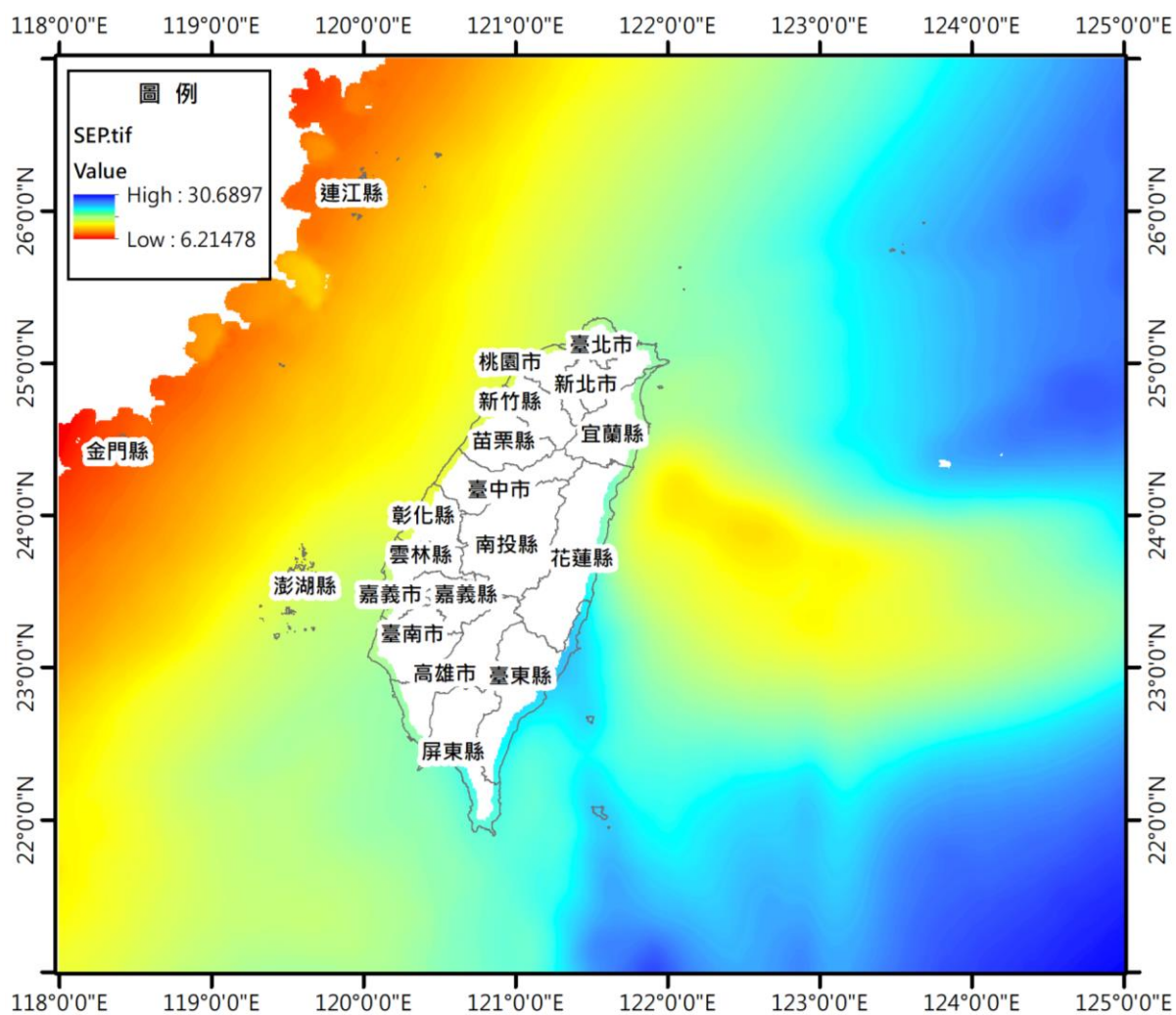


圖 3-17、離距模型

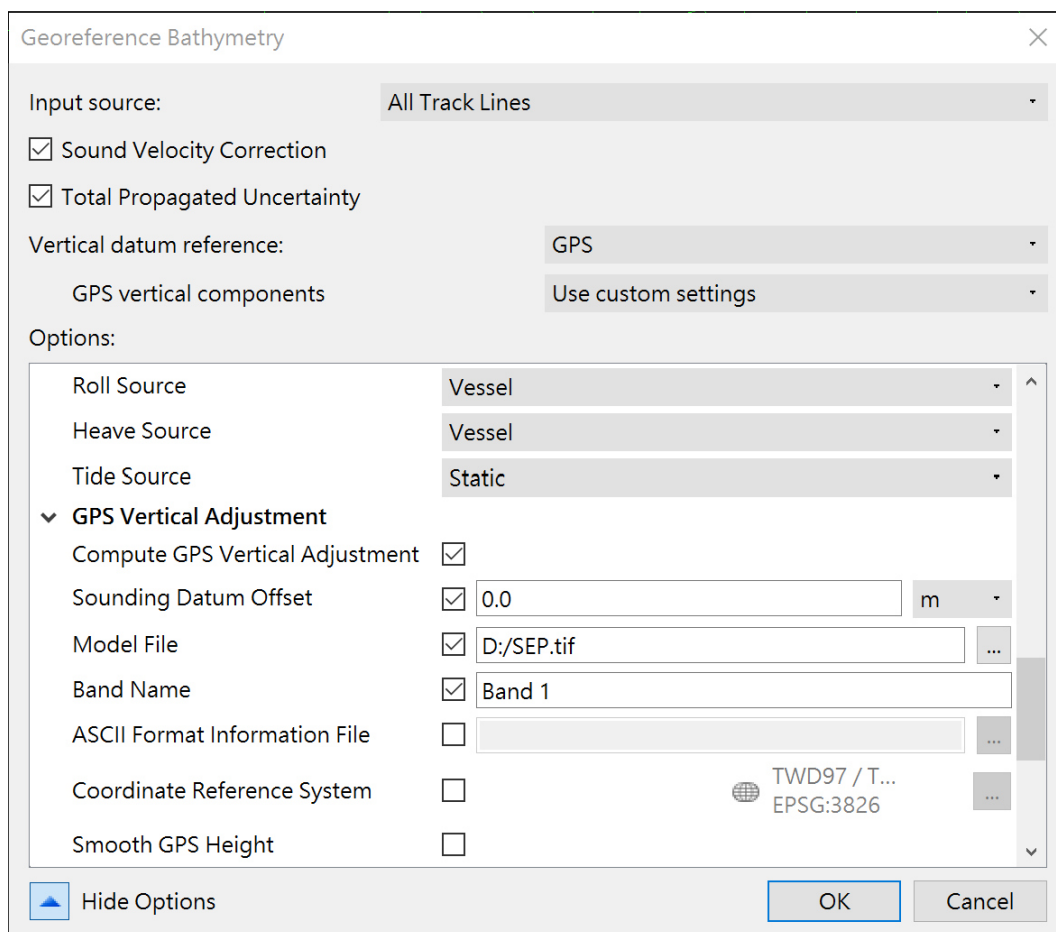


圖 3-18、CARIS HIPS 11使用離距模型轉換操作畫面

## 7. 聲速量測

每日水深測量的作業範圍內，選取較深之位置作聲速量測，若於測量期間氣候變化遽烈導致水中溫差變化大，則再次量取水中聲速剖面。為求水深資料之品質，水中聲速剖面每天至少量測2~3次；針對河口及電廠附近區域，因水溫及水中介質變化大，影響水中聲速甚鉅，會增加聲速量測次數，以求正確測得水中聲速的變化，精確修正水深測量成果。

本團隊使用之聲速儀包含直接量測式及鹽溫壓(CTD)式聲速儀，量測聲速之最小記錄單位皆小於0.5公尺/秒，記錄時視測區深度及聲速變化情況而定，取樣間隔在2公尺間。

聲速量測時製作聲速剖面記錄圖表，除記載聲速剖面值外，並記錄量測人員、時間、位置坐標及天候狀況等資訊。水中聲速量測情形及聲速剖面圖如圖3-19。

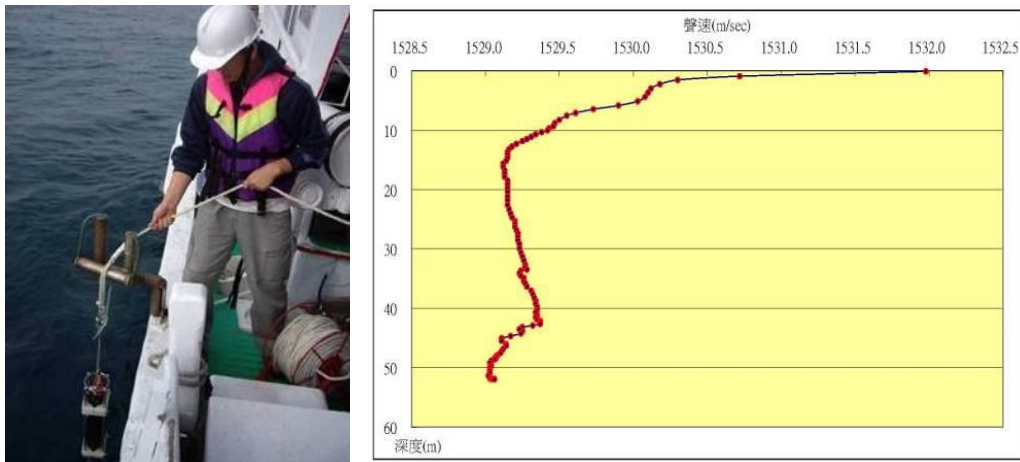


圖 3-19、聲速剖面量測情形(左圖)及聲速剖面圖(右圖)

## 8. 率定測試

多音束水深測量:在所有儀器安置完成後，實地至測區尋找適當地點作系統的疊合測試(patch test)，分別求取音鼓安置的俯仰角(pitch)、搖擺角(roll)、航偏角(yaw)之角度及GNSS的時間延遲量(GNSS Latency)，經由多次的反覆測試與計算求取出最佳的率定值，以修正音鼓安置角度的偏差及GNSS時間延遲的影響。疊合測試作業方式如下表 3-27所示。

表 3-27、疊合測試作業方式

| 測試項目         | 地形條件        | 航線規劃               | 船速  | 圖例<br>(對應右圖)           | 多音束水深測量<br>疊合測試示意圖 |
|--------------|-------------|--------------------|-----|------------------------|--------------------|
| GNSS Latency | 斜坡或淺灘特徵物    | 同向測線               | 不等速 | --                     |                    |
| Roll         | 平坦海床        | 反向測線               | 等速  | 測線 a<br>(綠線)           |                    |
| Pitch        | 斜坡或淺灘特徵物    | 反向測線               | 等速  | 測線 b<br>(藍線)           |                    |
| Yaw          | 平坦海床上特徵物或淺灘 | 正或反向平行測線，並應取水深值為間距 | 等速  | 測線 b 及<br>測線 c<br>(紅線) |                    |

## 9. 水深測量資料處理解算橢球高系統

本團隊主要採用PPK定位方式，詮華公司解算軟體採用TERRAPOS進行解算，臺灣環海公司解算軟體採用PosPac進行解算，以下列出本團隊歸算橢球高系統之作業方法。

詮華公司將實測GNSS定位資料以專業軟體” TERRAPOS”進行後解算(圖 3-20)，藉由後處理的方式獲得高精度的移動站軌跡，以求得PPK位置與橢球高之高度。處理步驟如下：

- (1) 使用TERRAPOS軟體將原始GPS資料(\*.o)檔案輸入軟體，並將IMU資料一起導入。
- (2) 再將船隻設定檔案及主站資料導入程式中。
- (3) 並檢查主站與移動站觀測時段是否有資料縫隙(Gaps)等情況。
- (4) 設定好TERRAPOS相關參數。
- (5) 下載完精密星曆後交由程式進行後解算。
- (6) 解算完成後輸出成果供後續軟體使用。

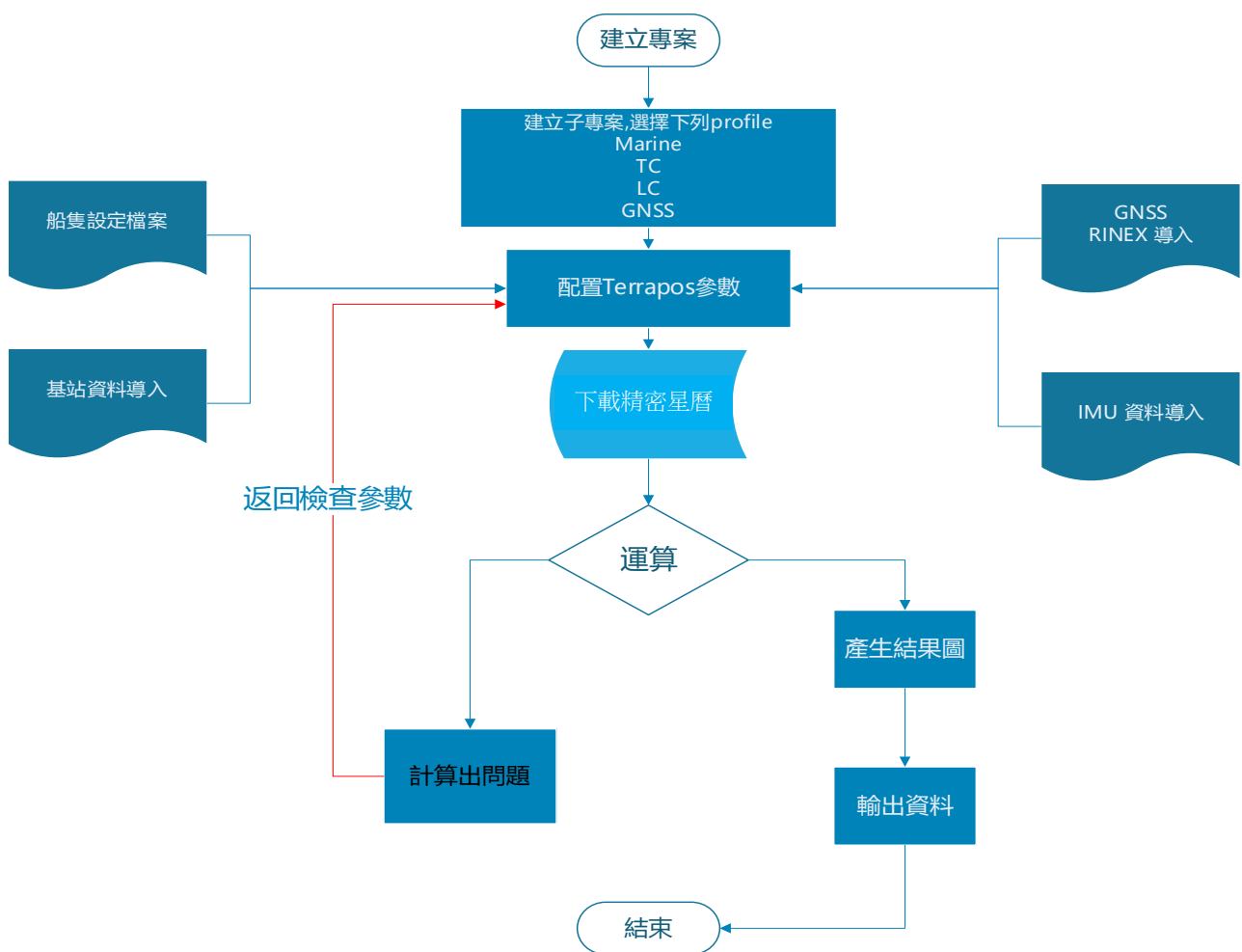


圖 3-20、TERRAPOS計算流程圖

臺灣環海公司將實測GNSS定位資料以專業軟體POSPac進行後解算(圖3-21)，藉由後處理的方式獲得高精度的移動站軌跡，以求得PPK位置與橢球高之高度。處理步驟如下：

- (1) 現場蒐集作業時，同時確認GNSS記錄檔案是否完整。

- (2) 使用POSPac軟體將原始GPS資料(\*.000~.999)檔案輸入軟體，並匯入固定衛星追蹤站資料。
- (3) 軟體自動匯入星曆資料，檢查POSPac所匯入的POSMV系統設定資料。
- (4) 將固定衛星追蹤站設為主站，由POSPac程式檢查主站Rinex檔案資料品質，以及與移動站觀測時段是否有資料不連續有無資料縫隙(Gaps)等情況。
- (5) 確認資料包含所需時段後，POSPac程式進行沿時間序順向解算，觀察解算精度與結果。
- (6) 順向解算結果正常，繼續由程式進行後解算，完成後再次確認與檢查解算精度。
- (7) 解算完成後輸出成果供後續軟體使用。

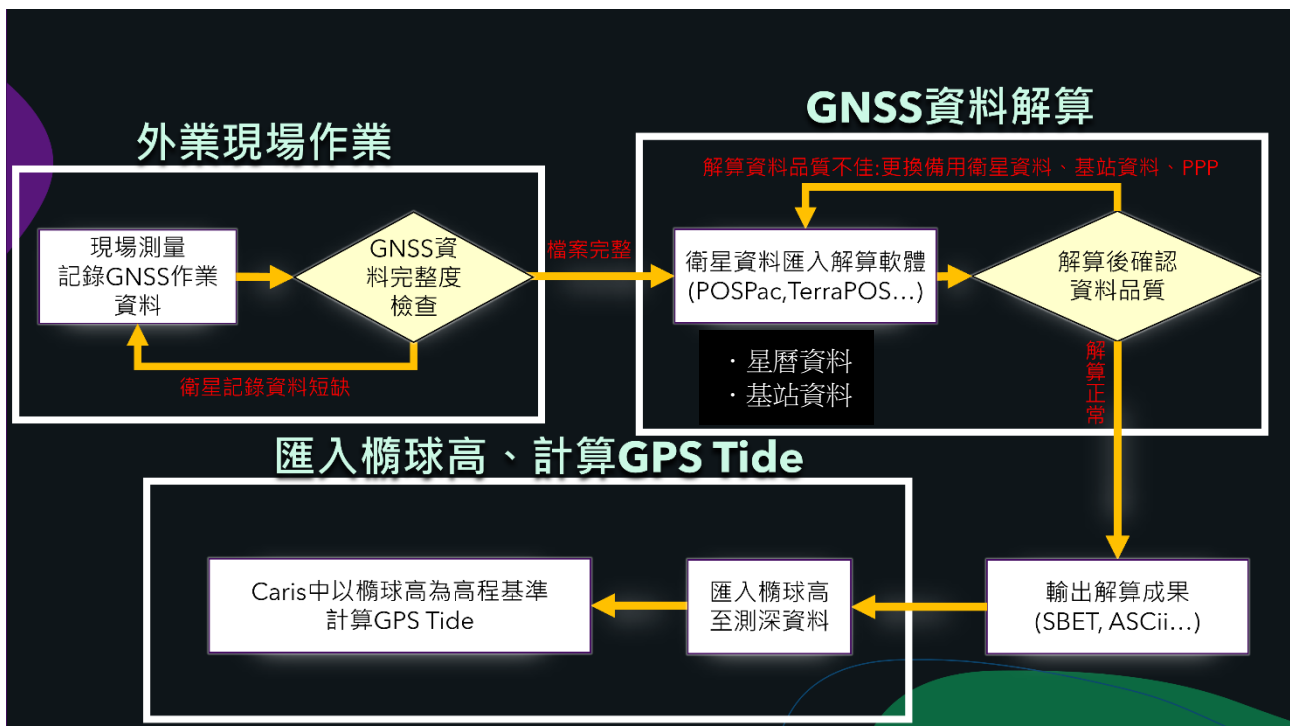


圖 3-21、POSPac計算流程圖

## 10. 水深測量作業記錄

記錄水深測量的作業日期、起迄時間、海象天候、風浪大小、作業人員、水深測量儀器、儀器架設偏移參數、引用的潮位資料、聲速資料、系統率定值及處理軟體等，並附船隻進出港証明，以利資料處理及後續查核，各項海域水深測量作業記錄表彙整水深測量作業程果交付說明之附錄2-1、水深測量作業

表格。

## 11. 水深測量資料處理

- (1) 單一測線初步篩除可疑的水深資料，如訊號品質不佳的水深值、異常的水深值及定位品質不佳的水深點。多音束水深資料由於測點密集、資料量龐大，需藉由海測專業處理軟體來作計算處理。
- (2) 加入各項修正資料，包含聲速剖面資料、儀器架設偏移參數、船隻姿態資料及率定資料等，需經檢核無誤後才加入水深資料的修正計算，可得到歸算後的水深資料。
- (3) 整合測區的測深資料，利用資料間的相互重疊或交錯部分來比較其差值以剔除不符水深點，水深資料處理作業流程如圖 3-13所示。
- (4) 將所有原始點雲資料(Point Cloud)(依水深深度製作不同大小網格)透過CARIS軟體工具，產製標準差(STD)或坡度(Slope)等兩種參考面，輔助了解測量點雲離散程度、地形落差程度，亦可協助判示有無系統偏差。
- (5) 並使用Fledermaus軟體中的子程式Crosscheck將主測線濾除雜點後製成的網格點載入後與檢核線之實際點進行交錯檢核品質，觀看品質管結果是否符合水深測量之規範(如)。
- (6) 113年度水深測量成果(最低天文潮)如圖 3-23所示。

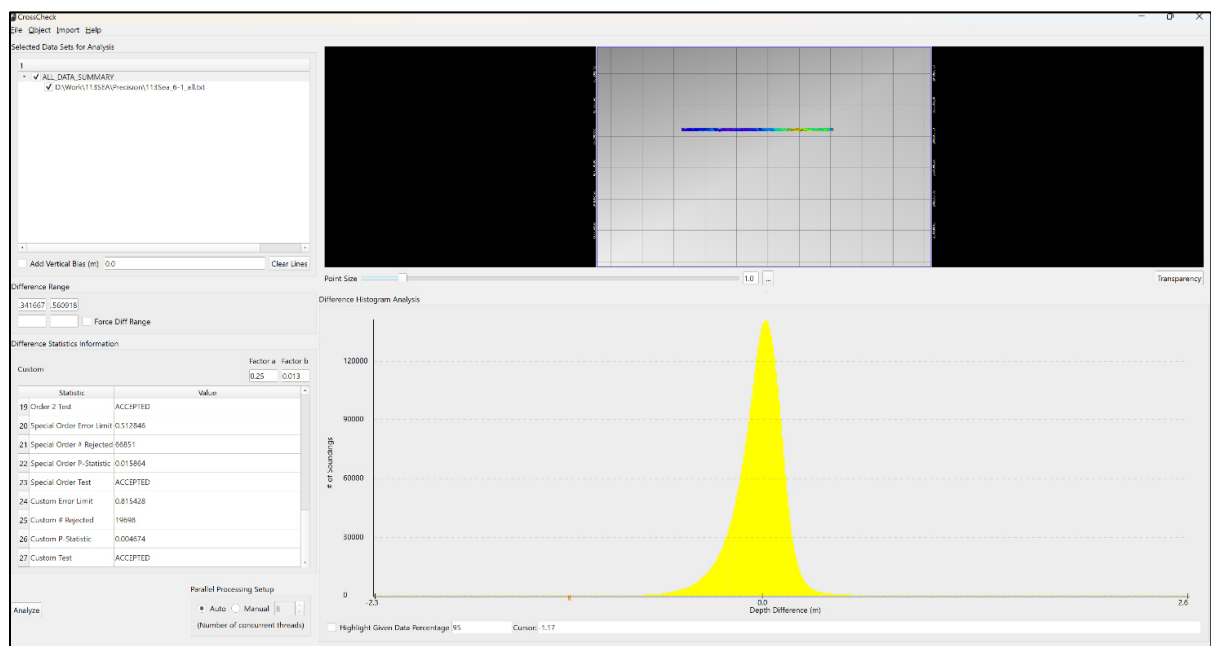


圖 3-22、水深測量誤差分布圖

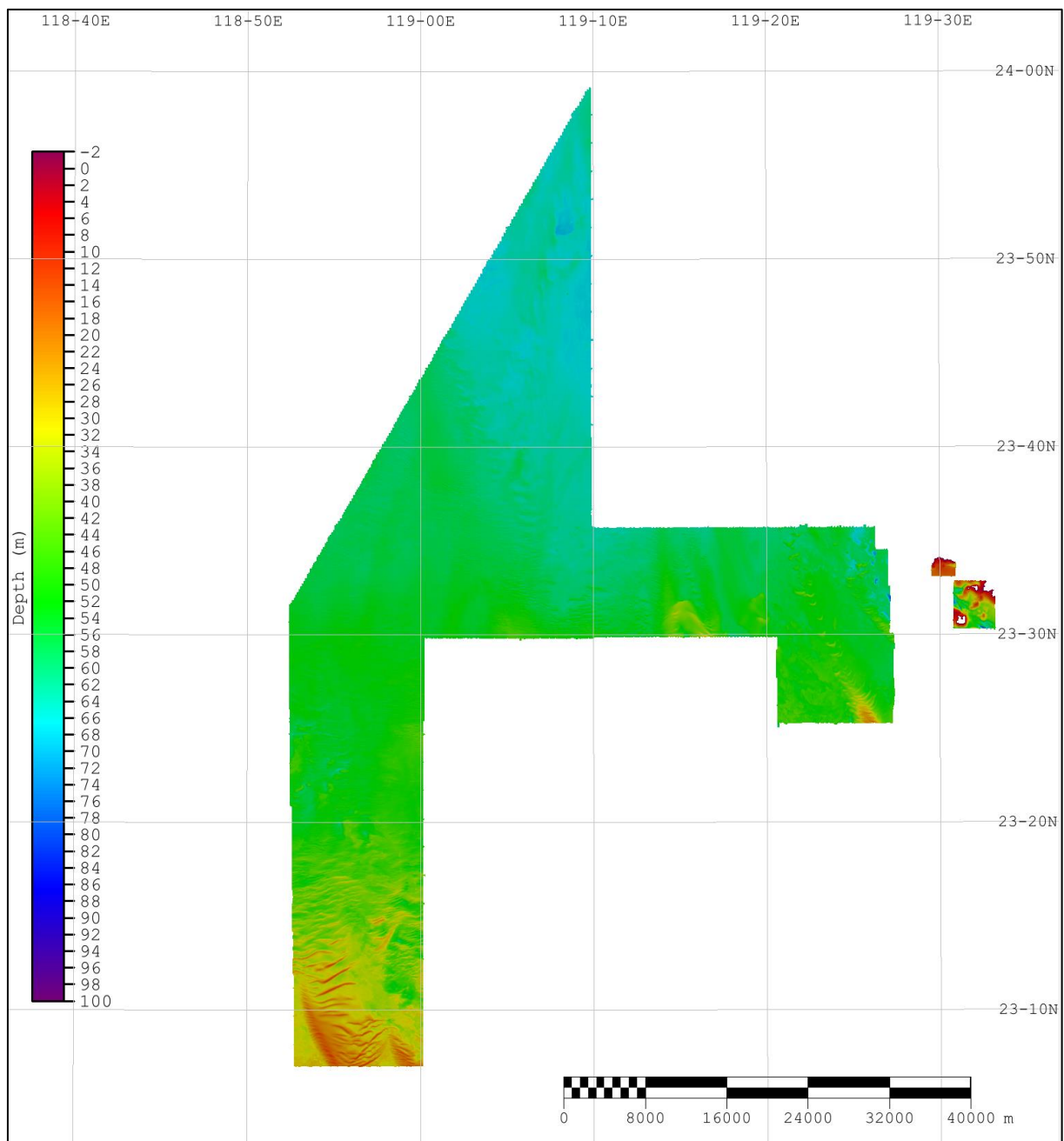


圖 3-23、113年度水深測量成果色階圖(最低天文潮)

#### (四) 水下特徵物偵測及圖載航安資訊確認（結果）

為辦理電子海圖前置資料建置，本案將進行「水下特徵物」及「圖載航安資訊確認」（水深測量作業規範第406節）。

##### 1. 作業規範

- (1) 專等、特等與1a等級之區域須辦理全覆式海底搜索，使用之設備必須具備明顯能夠偵測表 2-7所規定尺寸的特徵物，惟非針對海上航行安全為目的者，得免做特徵物偵測。
- (2) 深度淺於30公尺範圍內應偵測出大於1 公尺之特徵物；深度30公尺至50 公尺範圍內應偵測出大於2公尺之特徵物；深度50公尺至100公尺應偵測出大於5公尺之特徵物；深度100公尺至200公尺應偵測出大於10公尺之特徵物；深度深於200公尺應偵測出大於20公尺之特徵物。
- (3) 施測前應調查內政部電子航行圖、各單位航船佈告及海軍大氣海洋局出版之中華民國新版最大比例尺海圖(含最新燈表)…等，將特徵物(沉船、暗礁、航標及障礙物等資訊)及航安疑義資料列表。
- (4) 交付成果：需將調查結果填具水深資料調查特徵物及疑義資料通報表，提送機關審查合格後，由機關函轉內政部。
- (5) 為了提高航行安全，針對原海圖上存在PA(Position Approximate)、PD(Position Doubtful)、ED(Existence Doubtful)、SD(Sounding Doubtful)之區域，應仔細搜查該區域。

##### 2. 特徵物及有礙航安疑義資料實測結果:

本探測之目的在於了解海床上是否有特徵物或礙航物存在，清查數量統計如表 3-28所示，特徵物分布位置如圖 3-24所示，清查成果則彙整於表 3-29及表 3-30，其中一處為金合興168漁船，來源位置有兩處，距離分別為0.6公里及1.5公里，因皆符合既有特徵物3浬(即5公里)之間，故特此說明。其他各特徵物之多音束掃描之成果詳見附錄三、其他敘述性報告。

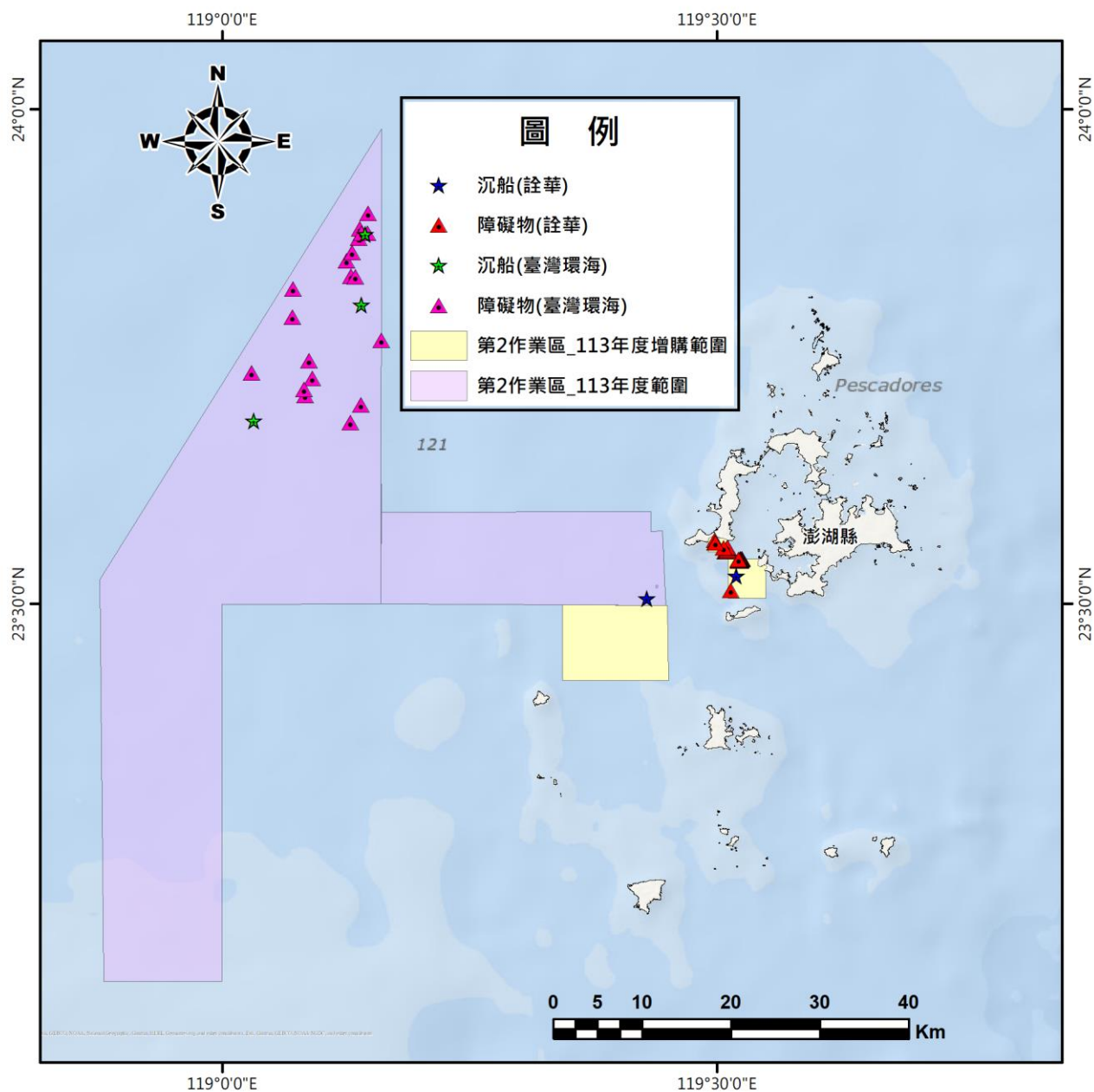


圖 3-24、水下特徵物分布位置圖

表 3-28、113年度第2作業區水下特徵物清查結果表

| 水下特徵物項目 | 清查結果數量統計 |
|---------|----------|
| 沉船      | 5        |
| 障礙物     | 53       |

表 3-29、水下特徵物及有礙航安疑義資料探測成果表

| 編號                | 特徵物<br>種類 | 探測結果      |           |                             |                             |                |                                                |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------------------------|-----------------------------|----------------|------------------------------------------------|
|                   |           | 有/無<br>發現 | 尺寸<br>(M) | 位置坐標                        | 最淺水<br>深<br>(最低<br>天文<br>潮) | 探測方式*<br>/施測日期 | 說明                                             |
| WRECKS-<br>RW01   | 沉船        | 有         | 80*40*2.5 | 23.5051207N<br>119.4295743E | 54.251                      | MB/113.03.30   | 發現明顯船型特徵物，距離來源位置約 4.8 公里 (符合既有特徵物 3 哩/5 公里之間)。 |
| WRECKS-<br>RW02   | 沉船        | 無         | --        | NONE                        | NONE                        | MB/113.06.20   | 無發現明顯沉船特徵物。                                    |
| WRECKS-<br>RW03   | 沉船        | 有         | 54*11*5   | 23.5279395N<br>119.5197937E | 43.858                      | MB/113.07.13   | 發現明顯沉船特徵物，距離來源位置約 0.6 公里 (符合既有特徵物 3 哩/5 公里之間)。 |
| WRECKS-<br>RW04   | 沉船        | 有         | 54*11*5   | 23.5279395N<br>119.5197937E | 43.858                      | MB/113.07.13   | 發現明顯沉船特徵物，距離來源位置約 1.5 公里 (符合既有特徵物 3 哩之間)。      |
| WRECKS-<br>EGST01 | 沉船        | 有         | 66*15*13  | 23.8021100N<br>119.1409132E | 53.873                      | MB/112.12.10   | 發現明顯沉船特徵物，距離來源位置約 1.9 公里 (符合既有特徵物 3 哩之間)。      |
| WRECKS-<br>EGST03 | 沉船        | 有         | 21*8*2.7  | 23.8733752N<br>119.1447782E | 64.475                      | MB/113.03.28   | 發現明顯沉船特徵物，距離來源位置約 3.4 公里 (符合既有特徵物 3 哩之間)。      |
| WRECKS-<br>EGST04 | 沉船        | 無         | --        | NONE                        | NONE                        | MB/113.04.21   | 無發現明顯沉船特徵物。                                    |

備註\*:MB 為多音束測深系統。

表 3-30、新發現障礙物清查成果表

| 編號              | 特徵物<br>種類 | 有/無<br>發現 | 探測結果      |                             |                     |                |              |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------------------------|---------------------|----------------|--------------|
|                 |           |           | 尺寸<br>(M) | 位置坐標                        | 最淺水深<br>(最低天文<br>潮) | 探測方式*<br>/施測日期 | 說明           |
| OBSTRN-<br>RW01 | 障礙物       | 有         | 11*2*1    | 23.5614639N<br>119.4985223E | 12.049              | MB/113.05.07   | 發現明顯障<br>礙物。 |
| OBSTRN-<br>RW02 | 障礙物       | 有         | 3*3*1.3   | 23.5567154N<br>119.5067015E | 15.572              | MB/113.05.07   | 發現明顯障<br>礙物。 |
| OBSTRN-<br>RW03 | 障礙物       | 有         | 10*4*2    | 23.5567261N<br>119.5108362E | 15.495              | MB/113.05.07   | 發現明顯障<br>礙物。 |
| OBSTRN-<br>RW04 | 障礙物       | 有         | 8*5*2     | 23.5564775N<br>119.5107091E | 15.309              | MB/113.05.07   | 發現明顯障<br>礙物。 |
| OBSTRN-<br>RW05 | 障礙物       | 有         | 6*2*2     | 23.5557076N<br>119.5106410E | 14.978              | MB/113.05.07   | 發現明顯障<br>礙物。 |
| OBSTRN-<br>RW06 | 障礙物       | 有         | 8*5*2     | 23.5544421N<br>119.5107482E | 14.907              | MB/113.05.07   | 發現明顯障<br>礙物。 |
| OBSTRN-<br>RW07 | 障礙物       | 有         | 5*5*2     | 23.5540712N<br>119.5108056E | 14.841              | MB/113.05.07   | 發現明顯障<br>礙物。 |
| OBSTRN-<br>RW08 | 障礙物       | 有         | 2*2*2     | 23.5533139N<br>119.5109374E | 15.181              | MB/113.05.07   | 發現明顯障<br>礙物。 |
| OBSTRN-<br>RW09 | 障礙物       | 有         | 2*2*1.5   | 23.5531294N<br>119.5101713E | 15.900              | MB/113.05.07   | 發現明顯障<br>礙物。 |
| OBSTRN-<br>RW10 | 障礙物       | 有         | 2*2*1     | 23.5528814N<br>119.5092834E | 16.697              | MB/113.05.07   | 發現明顯障<br>礙物。 |
| OBSTRN-<br>RW11 | 障礙物       | 有         | 2*2*2     | 23.5525575N<br>119.5086208E | 16.153              | MB/113.05.07   | 發現明顯障<br>礙物。 |
| OBSTRN-<br>RW12 | 障礙物       | 有         | 4*4*2     | 23.5447133N<br>119.5221681E | 32.752              | MB/113.05.11   | 發現明顯障<br>礙物。 |
| OBSTRN-<br>RW13 | 障礙物       | 有         | 9*6*2.5   | 23.5439150N<br>119.5218894E | 37.511              | MB/113.05.11   | 發現明顯障<br>礙物。 |
| OBSTRN-<br>RW14 | 障礙物       | 有         | 10*5*2.5  | 23.5434149N<br>119.5219081E | 41.611              | MB/113.05.11   | 發現明顯障<br>礙物。 |
| OBSTRN-<br>RW15 | 障礙物       | 有         | 25*10*2   | 23.5431492N<br>119.5220487E | 42.171              | MB/113.05.11   | 發現明顯障<br>礙物。 |
| OBSTRN-<br>RW16 | 障礙物       | 有         | 2*2*2     | 23.5431997N<br>119.5225860E | 41.709              | MB/113.05.11   | 發現明顯障<br>礙物。 |
| OBSTRN-<br>RW17 | 障礙物       | 有         | 25*14*2.5 | 23.5435588N<br>119.5228668E | 39.954              | MB/113.05.11   | 發現明顯障<br>礙物。 |
| OBSTRN-<br>RW18 | 障礙物       | 有         | 2*2*2     | 23.5437305N<br>119.5230736E | 39.700              | MB/113.05.12   | 發現明顯障<br>礙物。 |
| OBSTRN-<br>RW19 | 障礙物       | 有         | 2*2*2     | 23.5440828N<br>119.5233035E | 37.410              | MB/113.05.12   | 發現明顯障<br>礙物。 |
| OBSTRN-<br>RW20 | 障礙物       | 有         | 25*13*2   | 23.5450063N<br>119.5234492E | 27.488              | MB/113.05.12   | 發現明顯障<br>礙物。 |

| 編號                | 特徵物<br>種類 | 有/無<br>發現 | 探測結果        |                             |                     |                |                |
|-------------------|-----------|-----------|-------------|-----------------------------|---------------------|----------------|----------------|
|                   |           |           | 尺寸<br>(M)   | 位置坐標                        | 最淺水深<br>(最低天文<br>潮) | 探測方式*<br>/施測日期 | 說明             |
| OBSTRN-<br>RW21   | 障礙物       | 有         | 5*2*1.5     | 23.5431542N<br>119.5232254E | 39.828              | MB/113.05.12   | 發現明顯障<br>礙物。   |
| OBSTRN-<br>RW22   | 障礙物       | 有         | 1.5*1.5*1.5 | 23.5431431N<br>119.5235067E | 39.609              | MB/113.05.12   | 發現明顯障<br>礙物。   |
| OBSTRN-<br>RW23   | 障礙物       | 有         | 7*1.5*1.5   | 23.5434736N<br>119.5239024E | 39.145              | MB/113.05.12   | 發現明顯障<br>礙物。   |
| OBSTRN-<br>RW24   | 障礙物       | 有         | 28*5*1.5    | 23.5438750N<br>119.5242105E | 37.494              | MB/113.05.12   | 發現明顯障<br>礙物。   |
| OBSTRN-<br>RW25   | 障礙物       | 有         | 8*2*1.5     | 23.5440335N<br>119.5243932E | 36.054              | MB/113.05.26   | 發現明顯障<br>礙物。   |
| OBSTRN-<br>RW26   | 障礙物       | 有         | 4.5*2*2     | 23.5444975N<br>119.5249450E | 32.692              | MB/113.05.12   | 發現明顯障<br>礙物。   |
| OBSTRN-<br>RW27   | 障礙物       | 有         | 10*3*2      | 23.5447323N<br>119.5250514E | 30.902              | MB/113.05.24   | 發現明顯障<br>礙物。   |
| OBSTRN-<br>RW28   | 障礙物       | 有         | 6*3*2       | 23.5450279N<br>119.5251848E | 26.417              | MB/113.05.24   | 發現明顯障<br>礙物。   |
| OBSTRN-<br>RW29   | 障礙物       | 有         | 7*2*2       | 23.5452058N<br>119.5253083E | 23.788              | MB/113.05.24   | 發現明顯障<br>礙物。   |
| OBSTRN-<br>RW30   | 障礙物       | 有         | 2*2*2       | 23.5453980N<br>119.5254627E | 19.283              | MB/113.05.24   | 發現明顯障<br>礙物。   |
| OBSTRN-<br>RW31   | 障礙物       | 有         | 3.5*1.6*1.4 | 23.5135450N<br>119.5141016E | 6.065               | MB/113.05.12   | 發現明顯障<br>礙物。   |
| OBSTRN-<br>RW32   | 障礙物       | 有         | 7*2*2       | 23.5453840N<br>119.5235393E | 25.061              | MB/113.05.12   | 發現明顯障<br>礙物。   |
| OBSTRN-<br>RW33   | 障礙物       | 有         | 10*2*2      | 23.5622413N<br>119.4984738E | 11.309              | MB/113.05.07   | 發現明顯障<br>礙物。   |
| OBSTRN-<br>RW34   | 障礙物       | 有         | 16*2*1      | 23.5643006N<br>119.4979771E | 6.663               | MB/113.05.10   | 發現明顯障<br>礙物。   |
| WRECKS-<br>EGST02 | 沉船        | 有         | 40*10*5.5   | 23.6847822N<br>119.0320317E | 57.940              | MB/113.03.31   | 發現明顯沉<br>船特徵物。 |
| OBSTRN-<br>EGST01 | 障礙物       | 有         | 32*17*1.6   | 23.7894029N<br>119.0710651E | 64.527              | MB/113.03.25   | 發現明顯障<br>礙物。   |
| OBSTRN-<br>EGST02 | 障礙物       | 有         | 17*9*1.2    | 23.8179869N<br>119.0714256E | 65.383              | MB/113.03.25   | 發現明顯障<br>礙物。   |
| OBSTRN-<br>EGST03 | 障礙物       | 有         | 14*7.5*2.2  | 23.8465871N<br>119.1255286E | 60.871              | MB/113.03.28   | 發現明顯障<br>礙物。   |
| OBSTRN-<br>EGST04 | 障礙物       | 有         | 32*10*0.6   | 23.8696434N<br>119.1381496E | 67.033              | MB/113.03.28   | 發現明顯障<br>礙物。   |
| OBSTRN-<br>EGST05 | 障礙物       | 有         | 35*27.5*1.7 | 23.7663998N<br>119.1608085E | 65.366              | MB/112.12.09   | 發現明顯障<br>礙物。   |

| 編號            | 特徵物<br>種類 | 有/無<br>發現 | 探測結果         |                             |                     |                |          |
|---------------|-----------|-----------|--------------|-----------------------------|---------------------|----------------|----------|
|               |           |           | 尺寸<br>(M)    | 位置坐標                        | 最淺水深<br>(最低天文<br>潮) | 探測方式*<br>/施測日期 | 說明       |
| OBSTRN-EGST06 | 障礙物       | 有         | 16.6*11*1.4  | 23.6831895N<br>119.1295788E | 61.787              | MB/113.04.03   | 發現明顯障礙物。 |
| OBSTRN-EGST07 | 障礙物       | 有         | 26*7*0.5     | 23.7455231N<br>119.0880059E | 64.886              | MB/113.04.02   | 發現明顯障礙物。 |
| OBSTRN-EGST08 | 障礙物       | 有         | 73*39*0.7    | 23.7278073N<br>119.0910825E | 66.498              | MB/113.04.02   | 發現明顯障礙物。 |
| OBSTRN-EGST09 | 障礙物       | 有         | 10.5*7*0.5   | 23.8746537N<br>119.1467289E | 65.426              | MB/113.03.29   | 發現明顯障礙物。 |
| OBSTRN-EGST10 | 障礙物       | 有         | 39.5*17*0.75 | 23.8948053N<br>119.1475414E | 64.537              | MB/113.03.29   | 發現明顯障礙物。 |
| OBSTRN-EGST11 | 障礙物       | 有         | 16*9.5*2.2   | 23.7332400N<br>119.0297183E | 61.640              | MB/113.03.31   | 發現明顯障礙物。 |
| OBSTRN-EGST12 | 障礙物       | 有         | 17*11*0.5    | 23.8309186N<br>119.1304008E | 65.500              | MB/113.03.28   | 發現明顯障礙物。 |
| OBSTRN-EGST13 | 障礙物       | 有         | 21.5*16*0.3  | 23.8305773N<br>119.1346968E | 65.936              | MB/113.03.28   | 發現明顯障礙物。 |
| OBSTRN-EGST14 | 障礙物       | 有         | 15*11*0.4    | 23.7008458N<br>119.1401993E | 63.430              | MB/113.04.03   | 發現明顯障礙物。 |
| OBSTRN-EGST15 | 障礙物       | 有         | 29*24*0.6    | 23.8789579N<br>119.1392699E | 66.894              | MB/113.03.28   | 發現明顯障礙物。 |
| OBSTRN-EGST16 | 障礙物       | 有         | 18*10*0.5    | 23.8742454N<br>119.1409688E | 67.078              | MB/113.03.28   | 發現明顯障礙物。 |
| OBSTRN-EGST17 | 障礙物       | 有         | 19*12*0.5    | 23.8547534N<br>119.1315972E | 68.878              | MB/113.03.28   | 發現明顯障礙物。 |
| OBSTRN-EGST18 | 障礙物       | 有         | 19*9*0.2     | 23.7103049N<br>119.0840703E | 64.590              | MB/113.04.02   | 發現明顯障礙物。 |
| OBSTRN-EGST19 | 障礙物       | 有         | 16.5*16*0.3  | 23.7167438N<br>119.0826375E | 65.045              | MB/113.04.02   | 發現明顯障礙物。 |

## 四、成果製作

### (一) 數值地形模型

#### 1. 製作流程、方法

本次作業係以多音束測深之技術產生高精度高解析度之海域數值高程模型，將橢球高成果利用CARIS軟體配合內政部提供之離距模型轉換成正高基準成果(圖 3-25)，再將正高成果進行數值高程模型（DTM）製作，流程如圖 3-26所示。本案所使用的數值高程模型（DTM）是採用網格間距5公尺之規則方格網數值地形模型製作，113年度所得成果共產製5千分之1比例尺共326幅數值地形模型(5公尺\*5公尺)，其中詮華公司測區170幅，臺灣環海測區156幅。

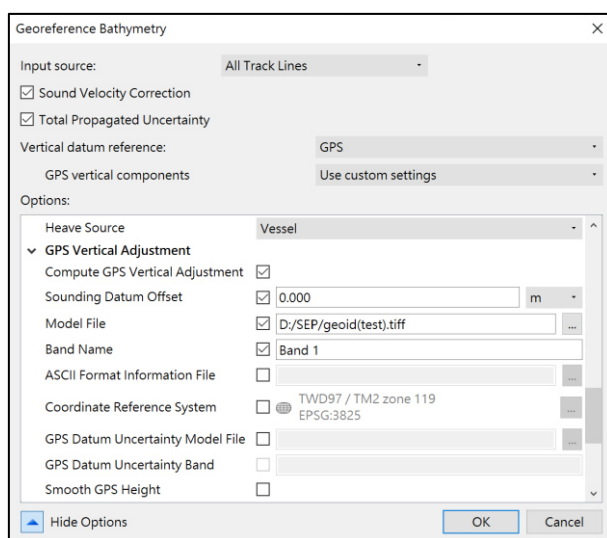


圖 3-25、CARIS軟體正高基準轉換設定圖

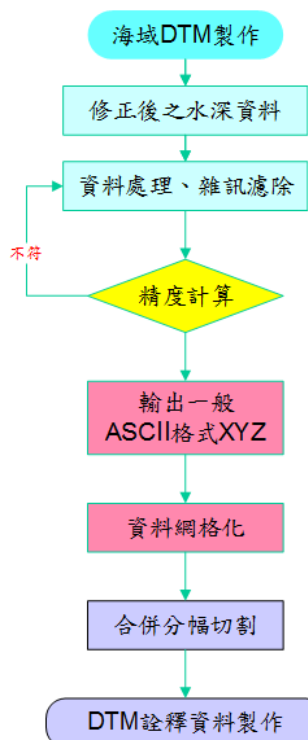


圖 3-26、海域數值地形模型DTM製作流程圖

## 2. 數值地形模型詮釋資料

113年度詮釋資料依據內政部國土資訊系統之「地理資訊詮釋資料標準」(TaiWan Spatial Metadata Profile; TWSMP)相關規定填寫各項成果之詮釋資料，並利用內政部「詮釋資料建置系統」針對詮釋資料資訊、識別資訊、限制資訊、資料品質資訊、資料歷程資訊、空間展示資訊、供應資訊、範圍資訊、維護資訊、引用資訊、參考系統資訊等類別按規定之項目填寫。

## 3. 成果交付

本案所得各項資料經整合後依不同圖幅、間距分別建立不同之數值地形模型，以下分別列出數值地形模型須交付成果清冊，如表 3-31、數值地形模型成果清冊。

表 3-31、數值地形模型成果清冊

| 類別                     | 檔名   | 交付比例尺 | 網格間距 |
|------------------------|------|-------|------|
| 數值地形模型製作成果交付檔頭資料檔      | hdr檔 | 5000  | 5m   |
| 數值地形模型成果檔              | grd檔 | 5000  | 5m   |
| 符合國土資訊系統NGIS之詮釋資料V2.0版 | xml檔 | 5000  | --   |

## (二) 清繪圖

### 1. 清繪圖成果基準

- (1) 大地基準：WGS84(經緯度，解析度需為 $10^{-7}$ 度)。
- (2) 深度基準：最低天文潮。

### 2. 清繪圖(field sheet或smooth sheet)製作流程方法如下:

- (1) 首先將之前繪製完成圖檔分別將各個不同之圖層轉換成以S57物件為分類之圖層，並依照圖資幾何形態分類為點、線、面等三種圖層。舉例來說:沉船面的圖層為WRECKS(A)；沉船點的圖層則為WRECKS(P)。
- (2) 檢查各圖形有無重複或不連續之端點。面域多邊形則需使其封閉。
- (3) 使用CARIS軟體建立物件屬性資料。

### 3. 清繪圖所需內容包括下列各項，清繪圖成果展示如圖 3-27:

- (1) 電子航行圖所需之數值成果檔之大地基準為WGS84(經緯度，解析度需為 $10^{-7}$ 度)，深度以最低天文潮面(Lowest Astronomical Tide，LAT)為基準，橋高以最高天文潮位面(High Astronomical Tide，HAT)為基準，燈高則以平均高潮位面(Mean High Water，MHW)為基準。
- (2) 自然岸線或海岸結構物，應標明類別。
- (3) 海床底質描述。
- (4) 海岸重要地標。
- (5) 水下礁岩、沉船、障礙物、不良泊地、漁捕設施、海上養殖場及助導航設施等障礙物。
- (6) 上述2至5數值成果檔(GIS格式)圖層類別屬性內容應依國際海道測量組織(IHO)規範內容填寫。
- (7) 應繪製測量資料之外圍邊界。

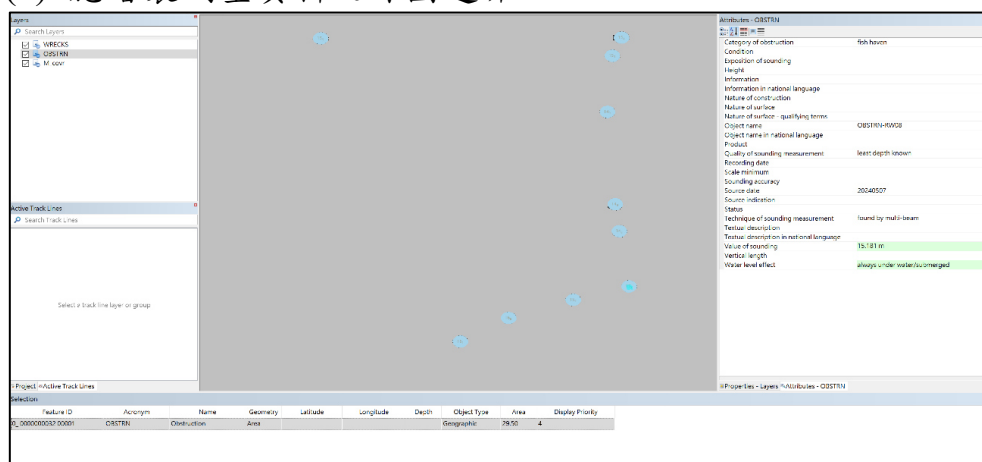


圖 3-27、清繪圖成果示意圖

### (三) 水深紀錄檔

1. 提供製作電子海圖製圖用之水深紀錄檔，應以純文字檔（ASCII碼）格式提供，需製作橢球高與最低天文潮系統兩種水深紀錄檔。
2. 每筆水深紀錄應至少包括「測量日期」、「測量時間」、「潮位修正值」、「地理坐標系統經度」、「地理坐標系統緯度」、「水深」、「平面不確定度」、「深度不確定度」等欄位，並以半形斜線符號分隔欄位值。
3. 測量日期及時間可為UTC或UTC+8記錄到秒後第三位，需於報告內說明清楚。
4. 水深的解析度應為小數點後第3位。
5. 定位坐標以經緯度（WGS84）表示，解析度需為 $10^{-7}$ 度。

6. 所有水深點皆應列於水深資訊檔內。
7. 多音束測深值必須是符合水平與水深精度規範，所有的水深均維持其原測量位置，而不是該音束區域的中心點或其他內插所得的位置。

#### (四) 其他敘述性資料

1. 本案實地調繪之所有的固定或浮動助航設施、明顯陸標的位置(WGS84經緯度，並說明定位方式)與特質屬性、礙航危險物(例如：礁岩、沉船、人工魚礁、漁網區／海上養殖場等)的坐標位置(WGS84經緯度，並說明定位方式)或範圍、深度、水位效應、水深品質、水深測繪方式等，就任何移位、破壞、已移除、失去原設作用、海圖尚未標繪記載或錯誤等狀況提出報告，以word檔方式提供，對於可見的特徵物請附照片影像檔，並請盡量在紙海圖上標註後，以該區塊圖片當成附圖。
2. 描述類別與特徵屬性時，需依據國際海測組織(IHO)電子航行圖標準之定義。
3. 描述有關IHO S-44測量精度分類區域圖層說明及深度基準與最低天文潮之推算，另說明有關WGS84橢球高與最低天文潮系統之水深計算。
4. 113年度特徵物調查之成果說明請詳見附錄三、113年度其他敘述性報告。

## 肆、自我檢核方式及處理原則說明

### 一、測帶角度

本案多音束測深系統最大掃描角度應不逾120度，若經測深系統檢查結果，掃描角度大於120度時，仍可獲得具一致性之內、外側音束資料品質及測點密度成果，得不受最大掃描角度之限制，惟不得大於測深系統檢查之最大掃描角度。

本案113年送審R2 Sonic 2026、EM2040、Norbit i80S(SN2326571及SN2324445)測深系統檢查成果共四套，後於測區測量時，設定掃描角度不得超過測深系統檢查後之角度。R2 Sonic 2026於測深系統檢查後掃描角度為130度，於測區測量時掃描角度設定為130度、EM2040於測深系統檢查後掃描角度為133度，於測區測量時掃描角度設定為130度、Norbit i80S(SN2326571)於測深系統檢查後掃描角度為121度，於測區測量時掃描角度設定為120度、Norbit i80S(SN2324445)於測深系統檢查後掃描角度為138度，於測區測量時掃描角度設定為130度，以下列出113年度送審資料測線審查之成果如表 4-1及表 4-2所示。

第6階段角度檢核R2 Sonic 2026介於85.76~114.94度之間；EM2040介於108.49~108.65度之間，兩套儀器均未能達130度原因在於水深越深外側音束離散情況越嚴重，外業同仁為顧及資料品質，採取縮小束角方式進行測量，故檢查後之角度才未達130度。

第7階段角度檢核R2 Sonic 2026介於119.41~119.52度之間；Norbit i80S(SN2324445)介於125.85~128.51度之間；EM2040介於98.14~99.12度之間；Norbit i80S(SN2326571)介於97.28~98.08度之間，與第6階段狀況相同，因外業同仁為顧及資料品質，採取縮小束角方式進行測量，故檢查後之角度才未能達到測量時設定之最大角度大小。

表 4-1、第 6 階段測帶角度檢核

| 作業階段           | 第 6 階段        |     |                 |
|----------------|---------------|-----|-----------------|
| 測區             | 澎湖測區          |     |                 |
| 儀器型號           | R2 Sonic 2026 |     | KONGBEGR EM2040 |
| 批次             | 6-1           | 6-2 | 6-1、6-2         |
| 1.測線數          |               |     |                 |
| Patch Test     | 16            | 4   | 0               |
| Track          | 446           | 494 | 444             |
| Check          | 17            | 14  | 38              |
| Infill/Holiday | 109           | 264 | 0               |
| Unclassified   | 0             | 0   | 0               |
| 測線總數           | 588           | 776 | 482             |

|                 |        |        |        |        |        |        |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 2.音束            |        |        |        |        |        |        |
| 音束數             | 256    |        | 256    |        | 512    |        |
| 音束最小<br>角度範圍(a) | -70.91 | -43.91 | -76.51 | -11.17 | -75.53 | -37.01 |
| 音束最大<br>角度範圍(b) | 44.03  | 69.68  | 10.91  | 74.59  | 32.96  | 71.64  |
| 3.測帶            |        |        |        |        |        |        |
| 測帶角度範圍<br>(b-a) | 114.94 | 113.59 | 87.42  | 85.76  | 108.49 | 108.65 |

表 4-2、第 7 階段測帶角度檢核

|                 |                  |        |                               |        |        |        |                               |        |
|-----------------|------------------|--------|-------------------------------|--------|--------|--------|-------------------------------|--------|
| 測量日期            | 第 7 階段           |        |                               |        |        |        |                               |        |
| 測區              | 澎湖測區             |        |                               |        |        |        |                               |        |
| 儀器型號            | R2 Sonic<br>2026 |        | NORNIT<br>i80S<br>(SN2324445) |        | EM2040 |        | NORNIT<br>i80S<br>(SN2326571) |        |
| 批次              | 7-1              |        | 7-2                           |        | 7-1    |        | 7-2                           |        |
| 1.測線數           |                  |        |                               |        |        |        |                               |        |
| Patch Test      | 0                |        | 0                             |        | 0      |        | 21                            |        |
| Track           | 437              |        | 958                           |        | 286    |        | 416                           |        |
| Check           | 12               |        | 45                            |        | 30     |        | 58                            |        |
| Infill/Holiday  | 12               |        | 14                            |        | 0      |        | 0                             |        |
| Unclassified    | 0                |        | 0                             |        | 0      |        | 0                             |        |
| 測線總數            | 461              |        | 1017                          |        | 316    |        | 495                           |        |
| 2.音束            |                  |        |                               |        |        |        |                               |        |
| 音束數             | 256              |        | 512                           |        | 512    |        | 512                           |        |
| 音束最小<br>角度範圍(a) | -75.33           | -45.06 | -88.89                        | -40.73 | 27.45  | 70.25  | -71.13                        | -26.56 |
| 音束最大<br>角度範圍(b) | 44.19            | 74.35  | 36.96                         | 87.78  | -71.67 | -27.89 | 26.95                         | 70.72  |
| 3.測帶            |                  |        |                               |        |        |        |                               |        |
| 測帶角度範圍<br>(b-a) | 119.52           | 119.41 | 125.85                        | 128.51 | 99.12  | 98.14  | 98.08                         | 97.28  |

## 二、總傳播不確定度 TPU

總傳播不確定度計算之參數設定會根據該儀器的精度及作業的方式不同而有所差異，儀器精度的參數會依據原廠提供之數值來設定，為固定值；影響最大的因子為作業當下的環境與方式，因此外業人員在架設儀器時會將各項儀器架設穩定，不因船隻搖晃而有所擺動，提高測量成果的品質。

評估水深測量成果平面不確定度(THU)、深度不確定度(TVU)及總不確定度(TPU)時，應確保各不確定度來源參數之正確性與合理性，所有測線皆應完整套用前述各不確定度參數，並刪除超出不確定度容許範圍之水深點，於確保各成果檔欄位順序、格式、值域之合理性後，再輸出水深紀錄檔成果。經由儀器本身精度值所評估之經驗值帶入各項計算TPU所需填寫的數值，各項數值詳如表 4-3所示，以下列出第6及第7階段先驗TPU檢核成果如表 4-4~表 4-9所示。

第6階段R2 Sonic 2026水深深度介於11.896~88.98公尺之間，THU有達特等精度標準，TVU達1等精度標準；EM2040水深深度介於43.774~67.794公尺之間，THU有達特等精度標準，TVU達1等精度標準。

第7階段R2 Sonic 2026水深深度介於30.919~71.461公尺之間，THU有達特等精度標準，TVU達特等精度標準；Norbit i80S(SN2324445)水深深度介於0~102.275公尺之間，THU有達特等精度標準，TVU達特等精度標準；Norbit i80S(SN2326571)及EM2040水深深度介於49.756~70.719公尺之間，THU有達特等精度標準，TVU達一等精度標準。

表 4-3、TPU 數值設定表

| 設定值                           | MB/2026<br>SBG/<br>GNSS | MB/i80S<br>POSMV/<br>GNSS | MB/2040<br>POSMV<br>GNSS | 來源依據 |
|-------------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|------|
| Motion Gyro (deg)_運動姿態感測儀指向精度 | 0.015                   | 0.030                     | 0.020                    | 儀器規格 |
| Heave % Amp_上下起伏振幅比率          | 0.000                   | 5.000                     | 5.000                    | 儀器規格 |
| Heave (m)_上下起伏精度              | 0.050                   | 0.050                     | 0.050                    | 儀器規格 |
| Roll (deg)_搖擺角精度              | 0.005                   | 0.020                     | 0.020                    | 儀器規格 |
| Pitch (deg)_俯仰角               | 0.005                   | 0.020                     | 0.020                    | 儀器規格 |
| Position Nav (m)_定位儀定位        | 0.010                   | 0.010                     | 0.010                    | 儀器規格 |
| Timing Trans (s)_時間傳輸延遲       | 0.005                   | 0.050                     | 0.050                    | 經驗值  |
| Nav Timing (s)_定位儀延遲時間        | 0.005                   | 0.050                     | 0.005                    | 經驗值  |
| Gyro Timing (s)_指向延遲時間        | 0.005                   | 0.005                     | 0.005                    | 經驗值  |
| Heave Timing (s)_上下起伏延遲時間     | 0.005                   | 0.005                     | 0.005                    | 經驗值  |
| Pitch Timing (s)_俯仰角延遲時間      | 0.005                   | 0.050                     | 0.005                    | 經驗值  |
| Roll Timing (s)_搖擺角延遲時間       | 0.005                   | 0.005                     | 0.005                    | 經驗值  |
| Offset X (m)_儀器架設偏移量 X 軸誤差    | 0.040                   | 0.020                     | 0.020                    | 經驗值  |
| Offset Y (m)_儀器架設偏移量 Y 軸誤差    | 0.040                   | 0.020                     | 0.020                    | 經驗值  |
| Offset Z (m)_儀器架設偏移量 Z 軸誤差    | 0.060                   | 0.020                     | 0.040                    | 經驗值  |

| 設定值                                            | MB/2026<br>SBG/<br>GNSS | MB/i80S<br>POSMV/<br>GNSS | MB/2040<br>POSMV<br>GNSS | 來源依據 |
|------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|------|
| Vessel Speed (m/s) 船速                          | 0.030                   | 0.030                     | 0.030                    | 經驗值  |
| Loading (m) 荷重誤差                               | 0.003                   | 0.020                     | 0.020                    | 經驗值  |
| Draft (m) 吃水誤差                                 | 0.020                   | 0.020                     | 0.010                    | 經驗值  |
| Delta Draft (m) 動態吃水誤差                         | 0.010                   | 0.010                     | 0.010                    | 經驗值  |
| MRU Align StdDev gyro 運動姿態感測儀與指向一致性            | 0.100                   | 0.100                     | 0.100                    | 經驗值  |
| MRU Align StdDev Roll/Pitch 運動姿態感測儀與搖擺角/俯仰角一致性 | 0.010                   | 0.100                     | 0.100                    | 經驗值  |
| Measured Tide Values (m) 潮位儀精度                 | 0.020                   | 0.020                     | 0.020                    | 儀器規格 |
| Zoning Tide Values (m) 潮位分區誤差值                 | 0.050                   | 0.050                     | 0.050                    | 經驗值  |
| Measured Sound Speed Values (m/s) 聲速儀精度        | 0.025                   | 0.025                     | 0.025                    | 儀器規格 |
| Surface Sound Speed Values (m/s) 表面聲速儀精度       | 0.025                   | 0.025                     | 0.025                    | 儀器規格 |

表 4-4、第 6 階段 6-1 批 R2 Sonic 2026 先驗 TPU 檢核成果

| 第 6 階段                  |           |                                   |           |        |      |         |  |
|-------------------------|-----------|-----------------------------------|-----------|--------|------|---------|--|
| R2 SONIC 2026(SN104939) |           |                                   |           |        |      |         |  |
| 6-1 批                   |           |                                   |           |        |      |         |  |
| 深度範圍                    | Min depth | 18.576                            | Max depth | 88.98  | 全部點雲 |         |  |
| THU 範圍                  | Min THU   | 0.308                             | Max THU   | 0.788  |      |         |  |
| S-44                    | THU       | A+b*depth                         |           |        | 評估   |         |  |
|                         | a         | b                                 | min       | max    |      |         |  |
| Ex                      | 1         | 0                                 | 1         | 1      | V    |         |  |
| S                       | 2         | 0                                 | 2         | 2      | V    |         |  |
| 1a 1b                   | 5         | 5.00%                             | 5.929     | 9.449  | V    |         |  |
| 2                       | 20        | 10.00%                            | 21.858    | 28.898 | V    |         |  |
| 深度範圍                    | Min depth | 18.576                            | Max depth | 88.98  |      |         |  |
| TVU 範圍                  | Min TVU   | 0.098                             | Max TVU   | 0.877  |      |         |  |
| S-44                    | TVU       | $\sqrt{(a^2+(b*\text{depth})^2)}$ |           |        | 評估   | Std_Dev |  |
|                         | a         | b                                 | min       | max    |      | 1/2 TVU |  |
| Ex                      | 0.15      | 0.75%                             | 0.205     | 0.684  | V    | 0.342   |  |

|       |      |       |       |       |   |       |
|-------|------|-------|-------|-------|---|-------|
| S     | 0.25 | 0.75% | 0.286 | 0.713 | V | 0.356 |
| 1a 1b | 0.5  | 1.30% | 0.555 | 1.260 | V | 0.630 |
| 2     | 1    | 2.30% | 1.087 | 2.278 | V | 1.139 |

表 4-5、第 6 階段 6-2 批 R2 Sonic 2026 先驗 TPU 檢核成果

| 第 6 階段                  |           |                                   |           |        |      |         |  |
|-------------------------|-----------|-----------------------------------|-----------|--------|------|---------|--|
| R2 SONIC 2026(SN104939) |           |                                   |           |        |      |         |  |
| 6-2 批                   |           |                                   |           |        |      |         |  |
| 深度範圍                    | Min depth | 11.896                            | Max depth | 66.527 | 全部點雲 |         |  |
| THU 範圍                  | Min THU   | 0.3                               | Max THU   | 0.892  |      |         |  |
| S-44                    | THU       | A+b*depth                         |           |        | 評估   |         |  |
|                         | a         | b                                 | min       | max    |      |         |  |
| Ex                      | 1         | 0                                 | 1         | 1      | V    |         |  |
| S                       | 2         | 0                                 | 2         | 2      | V    |         |  |
| 1a 1b                   | 5         | 5.00%                             | 5.595     | 8.326  | V    |         |  |
| 2                       | 20        | 10.00%                            | 21.190    | 26.653 | V    |         |  |
| 深度範圍                    | Min depth | 11.896                            | Max depth | 66.527 |      |         |  |
| TVU 範圍                  | Min TVU   | 0.098                             | Max TVU   | 0.531  |      |         |  |
| S-44                    | TVU       | $\sqrt{(a^2+(b*\text{depth})^2)}$ |           |        | 評估   | Std_Dev |  |
|                         | a         | b                                 | min       | max    |      | 1/2 TVU |  |
| Ex                      | 0.15      | 0.75%                             | 0.175     | 0.521  | V    | 0.261   |  |
| S                       | 0.25      | 0.75%                             | 0.265     | 0.558  | V    | 0.279   |  |
| 1a 1b                   | 0.5       | 1.30%                             | 0.523     | 0.999  | V    | 0.499   |  |
| 2                       | 1         | 2.30%                             | 1.037     | 1.828  | V    | 0.914   |  |

表 4-6、第 6 階段 6-1 及 6-2 批 EM2040 先驗 TPU 檢核成果

| 第 6階段                      |           |                                   |           |        |      |         |  |
|----------------------------|-----------|-----------------------------------|-----------|--------|------|---------|--|
| EM2040(RX：SN2251；TX：SN458) |           |                                   |           |        |      |         |  |
| 6-1 批及 6-2 批               |           |                                   |           |        |      |         |  |
| 深度範圍                       | Min depth | 43.774                            | Max depth | 67.794 | 全部點雲 |         |  |
| THU 範圍                     | Min THU   | 0.233                             | Max THU   | 0.741  |      |         |  |
| S-44                       | THU       | A+b*depth                         |           |        | 評估   |         |  |
|                            | a         | b                                 | min       | max    |      |         |  |
| Ex                         | 1         | 0                                 | 1         | 1      | V    |         |  |
| S                          | 2         | 0                                 | 2         | 2      | V    |         |  |
| 1a 1b                      | 5         | 5.00%                             | 7.189     | 8.390  | V    |         |  |
| 2                          | 20        | 10.00%                            | 24.377    | 26.779 | V    |         |  |
| 深度範圍                       | Min depth | 43.774                            | Max depth | 67.794 |      |         |  |
| TVU 範圍                     | Min TVU   | 0.152                             | Max TVU   | 0.583  |      |         |  |
| S-44                       | TVU       | $\sqrt{(a^2+(b*\text{depth})^2)}$ |           |        | 評估   | Std_Dev |  |
|                            | a         | b                                 | min       | max    |      | 1/2 TVU |  |
| Ex                         | 0.15      | 0.75%                             | 0.361     | 0.530  | V    | 0.265   |  |
| S                          | 0.25      | 0.75%                             | 0.413     | 0.567  | V    | 0.283   |  |
| 1a 1b                      | 0.5       | 1.30%                             | 0.758     | 1.013  | V    | 0.507   |  |
| 2                          | 1         | 2.30%                             | 1.419     | 1.852  | V    | 0.926   |  |

表 4-7、第 7 階段 R2 Sonic 2026 先驗 TPU 檢核成果

| 第 7 階段                  |           |           |           |        |      |  |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|--------|------|--|
| R2 SONIC 2026(SN104939) |           |           |           |        |      |  |
| 深度範圍                    | Min depth | 30.919    | Max depth | 71.461 | 全部點雲 |  |
| THU 範圍                  | Min THU   | 0.321     | Max THU   | 0.69   |      |  |
| S-44                    | THU       | A+b*depth |           |        | 評估   |  |
|                         | a         | b         | min       | max    |      |  |

|        |           |                                   |           |        |    |         |
|--------|-----------|-----------------------------------|-----------|--------|----|---------|
| Ex     | 1         | 0                                 | 1         | 1      | V  |         |
| S      | 2         | 0                                 | 2         | 2      | V  |         |
| 1a 1b  | 5         | 5.00%                             | 6.546     | 8.573  | V  |         |
| 2      | 20        | 10.00%                            | 23.092    | 27.146 | V  |         |
| 深度範圍   | Min depth | 30.919                            | Max depth | 71.461 |    |         |
| TVU 範圍 | Min TVU   | 0.098                             | Max TVU   | 0.526  |    |         |
| S-44   | TVU       | $\sqrt{(a^2+(b*\text{depth})^2)}$ |           |        | 評估 | Std_Dev |
|        | a         | b                                 | min       | max    |    | 1/2 TVU |
| Ex     | 0.15      | 0.75%                             | 0.276     | 0.557  | V  | 0.278   |
| S      | 0.25      | 0.75%                             | 0.341     | 0.591  | V  | 0.296   |
| 1a 1b  | 0.5       | 1.30%                             | 0.642     | 1.055  | V  | 0.528   |
| 2      | 1         | 2.30%                             | 1.227     | 1.924  | V  | 0.962   |

表 4-8、第 7 階段 Norbit i80S(SN2324445)先驗 TPU 檢核成果

| 第 7 階段                 |           |                                   |           |         |      |         |  |
|------------------------|-----------|-----------------------------------|-----------|---------|------|---------|--|
| Norbit i80S(SN2324445) |           |                                   |           |         |      |         |  |
| 深度範圍                   | Min depth | 0                                 | Max depth | 102.275 | 全部點雲 |         |  |
| THU 範圍                 | Min THU   | 0.1                               | Max THU   | 0.845   |      |         |  |
| S-44                   | THU       | A+b*depth                         |           |         | 評估   |         |  |
|                        | a         | b                                 | min       | max     |      |         |  |
| Ex                     | 1         | 0                                 | 1         | 1       | V    |         |  |
| S                      | 2         | 0                                 | 2         | 2       | V    |         |  |
| 1a 1b                  | 5         | 5.00%                             | 5         | 10.114  | V    |         |  |
| 2                      | 20        | 10.00%                            | 20        | 30.228  | V    |         |  |
| 深度範圍                   | Min depth | 0                                 | Max depth | 102.275 |      |         |  |
| TVU 範圍                 | Min TVU   | 0.098                             | Max TVU   | 0.639   |      |         |  |
| S-44                   | TVU       | $\sqrt{(a^2+(b*\text{depth})^2)}$ |           |         | 評估   | Std_Dev |  |

|       | a    | b     | min  | max   |   | 1/2 TVU |
|-------|------|-------|------|-------|---|---------|
| Ex    | 0.15 | 0.75% | 0.15 | 0.782 | V | 0.391   |
| S     | 0.25 | 0.75% | 0.25 | 0.807 | V | 0.403   |
| 1a 1b | 0.5  | 1.30% | 0.5  | 1.420 | V | 0.710   |
| 2     | 1    | 2.30% | 1    | 2.556 | V | 1.278   |

表 4-9、第 7 階段 EM2040&Norbit i80S(SN2326571)先驗 TPU 檢核成果

| 第 7 階段                        |           |                                   |           |        |      |         |  |
|-------------------------------|-----------|-----------------------------------|-----------|--------|------|---------|--|
| EM2040&Norbit i80S(SN2326571) |           |                                   |           |        |      |         |  |
| 深度範圍                          | Min depth | 49.756                            | Max depth | 70.719 | 全部點雲 |         |  |
| THU 範圍                        | Min THU   | 0.21                              | Max THU   | 0.721  |      |         |  |
| S-44                          | THU       | A+b*depth                         |           |        | 評估   |         |  |
|                               | a         | b                                 | min       | max    |      |         |  |
| Ex                            | 1         | 0                                 | 1         | 1      | V    |         |  |
| S                             | 2         | 0                                 | 2         | 2      | V    |         |  |
| 1a 1b                         | 5         | 5.00%                             | 7.488     | 8.536  | V    |         |  |
| 2                             | 20        | 10.00%                            | 24.976    | 27.072 | V    |         |  |
| 深度範圍                          | Min depth | 49.756                            | Max depth | 70.719 |      |         |  |
| TVU 範圍                        | Min TVU   | 0.098                             | Max TVU   | 0.638  |      |         |  |
| S-44                          | TVU       | $\sqrt{(a^2+(b*\text{depth})^2)}$ |           |        | 評估   | Std_Dev |  |
|                               | a         | b                                 | min       | max    |      | 1/2 TVU |  |
| Ex                            | 0.15      | 0.75%                             | 0.402     | 0.551  | V    | 0.276   |  |
| S                             | 0.25      | 0.75%                             | 0.449     | 0.586  | V    | 0.293   |  |
| 1a 1b                         | 0.5       | 1.30%                             | 0.818     | 1.047  | V    | 0.523   |  |
| 2                             | 1         | 2.30%                             | 1.520     | 1.909  | V    | 0.955   |  |

### 三、蜿蜒度

船測作業測線應以直線航行為原則，船速變化應介於合理範圍內，避免順流及逆流船速差異過大，測量成果不得納入船隻停滯、回轉及轉彎處等品質不佳之資料。以下列出蜿蜒度檢核大於1.02之測線，如表 4-10及表 4-11所示，下列各條測線雖蜿蜒度大於1.02，但經檢視後資料品質為可用資料且非船隻轉彎或迴轉所測之資料。

表 4-10、R2 Sonic 2026 蜿蜒度檢核成果

| No. | Day      | Line Name      | Line Class     | sinuosity   |
|-----|----------|----------------|----------------|-------------|
| 1   | 2023-264 | 1385_1628      | Infill/Holiday | 1.021129785 |
| 2   | 2023-264 | 1386_1610      | Infill/Holiday | 1.069889915 |
| 3   | 2024-085 | 0490_2150      | Track          | 1.023885147 |
| 4   | 2024-085 | 1741_1013      | Infill/Holiday | 1.029588609 |
| 5   | 2024-089 | 1764_0907      | Infill/Holiday | 1.029241505 |
| 6   | 2024-091 | 0001_1217      | Infill/Holiday | 1.023621205 |
| 7   | 2024-091 | 0022_1240      | Infill/Holiday | 1.027977109 |
| 8   | 2024-091 | 0023_1245      | Infill/Holiday | 1.03631382  |
| 9   | 2024-091 | 0436_0043      | Infill/Holiday | 1.031660568 |
| 10  | 2024-092 | 0445_1533      | Track          | 1.03968539  |
| 11  | 2024-092 | 1767_1510      | Infill/Holiday | 1.037621397 |
| 12  | 2024-103 | 0039_0054      | Infill/Holiday | 1.035062252 |
| 13  | 2024-103 | 0646_1250      | Infill/Holiday | 1.058712518 |
| 14  | 2024-104 | 0619_1130      | Infill/Holiday | 1.048848167 |
| 15  | 2024-104 | 0630_0205      | Infill/Holiday | 1.078257019 |
| 16  | 2024-105 | 0591_1133_0001 | Track          | 1.025514024 |
| 17  | 2024-105 | 0591_1143      | Track          | 1.03458513  |
| 18  | 2024-105 | 0593_0948      | Infill/Holiday | 1.021863776 |
| 19  | 2024-105 | 0593_1050      | Infill/Holiday | 1.057539442 |
| 20  | 2024-113 | 0179_1415      | Infill/Holiday | 1.031778934 |
| 21  | 2024-113 | 0184_1107      | Infill/Holiday | 1.027150783 |
| 22  | 2024-113 | 0190_0622      | Infill/Holiday | 1.020088616 |
| 23  | 2024-132 | 0157_0658      | Infill/Holiday | 1.021500453 |
| 24  | 2024-144 | 0003_0014      | Infill/Holiday | 1.022695563 |
| 25  | 2024-221 | 0002_0657      | Infill/Holiday | 1.021900699 |
| 26  | 2024-145 | 0377_0257      | Track          | 1.021617698 |
| 27  | 2024-146 | 0335_1044      | Track          | 1.060922771 |
| 28  | 2024-147 | 0315_0146      | Track          | 1.020342599 |
| 29  | 2024-158 | 0014_0021      | Infill/Holiday | 1.056595874 |
| 30  | 2024-158 | 0014_0022      | Track          | 1.031075737 |

表 4-11、Norbit i80S(SN2326571)蜿蜒度檢核成果

| No. | Day      | Line Name               | Line Class | sinuosity   |
|-----|----------|-------------------------|------------|-------------|
| 1   | 2024-091 | 20240331_232503_2_M0233 | Track      | 1.085825486 |
| 2   | 2024-092 | 20240401_223859_M0210   | Track      | 1.671885335 |
| 3   | 2024-092 | 20240401_233132_1_M0209 | Track      | 2.967401989 |
| 4   | 2024-092 | 20240401_233132_2_M0209 | Track      | 2.109657127 |
| 5   | 2024-093 | 20240402_232545_M0194   | Track      | 1.94235625  |
| 6   | 2024-093 | 20240402_223645_2_M0195 | Track      | 2.141802897 |
| 7   | 2024-094 | 20240403_034743_1_M0189 | Track      | 1.021750053 |

#### 四、系統性誤差及粗差

成果完成後，將已剔除錯誤及雜點等應刪除資料後之水深點雲資料網格化，以進行後續成果審查，採SDTP，Shoalest Depth True Position方式建立網格，深度淺於30公尺區域，製作1公尺網格，深度30公尺以上至50公尺區域，製作2公尺網格，深度50公尺以上至100公尺區域，製作5公尺網格，深度100公尺以上至200公尺區域，製作10公尺網格，深度深於200公尺以上區域，製作20公尺網格。

為檢查成果資料之系統性誤差及粗差，本團隊採製作之標準差圖(Std)及坡度圖(Slope)兩種方式來檢核資料是否有異常處，如有異常處則立刻進行修正，以減少成果有錯誤樣態之情事發生，以下列出各分批資料所產製之標準差圖及坡度圖如表 4-12及表 4-13所示，統計資訊如表 4-14~表 4-19表示。

當標準差及坡度超過標準值時，經檢視除系統性誤差及粗差須修正外，其餘皆為海底有起伏地形，例如沙波、沙鏈等等或是有特徵物存在，例如沉船、障礙物等等。

表 4-12、標準差(Std\_Dev)圖

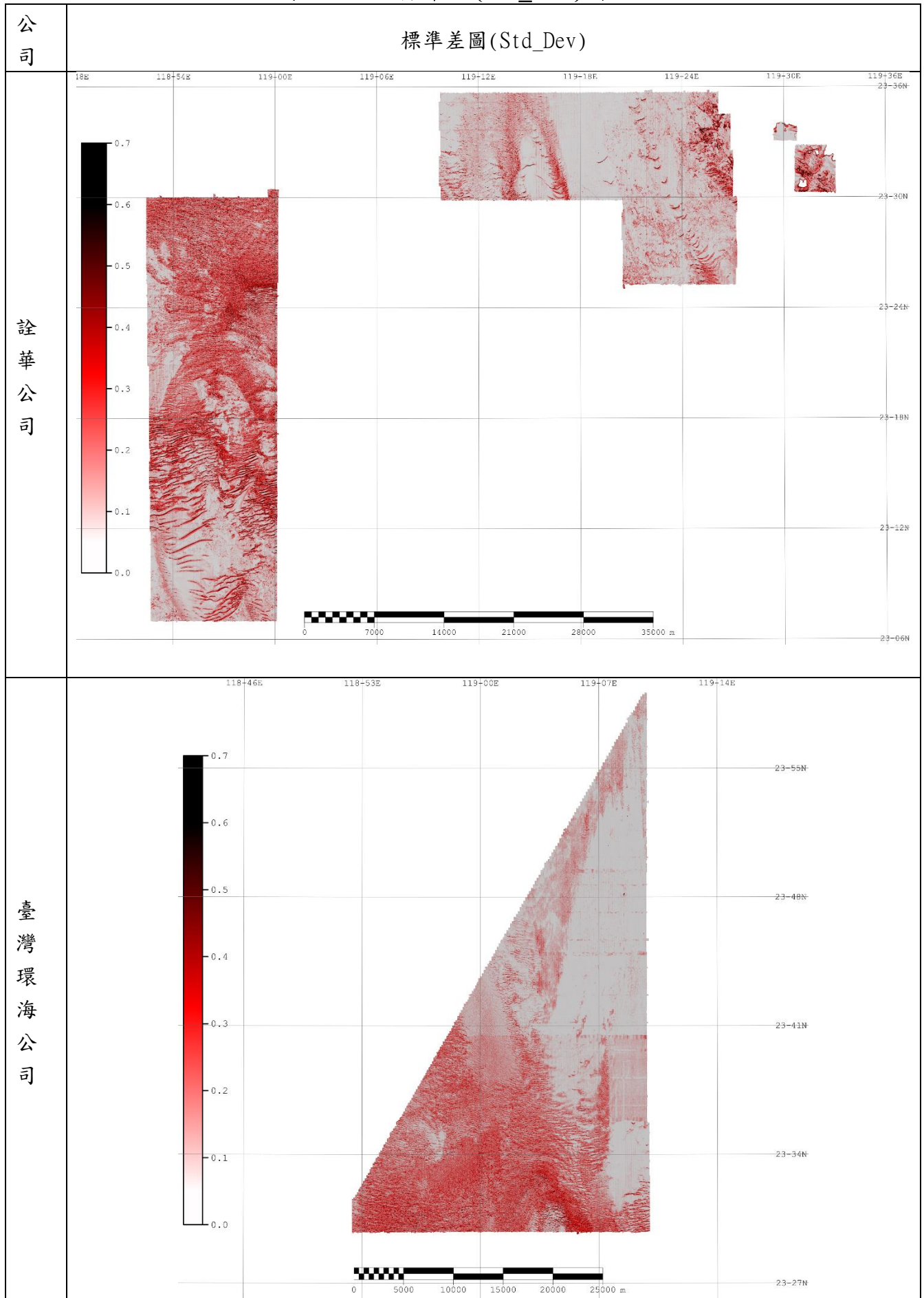
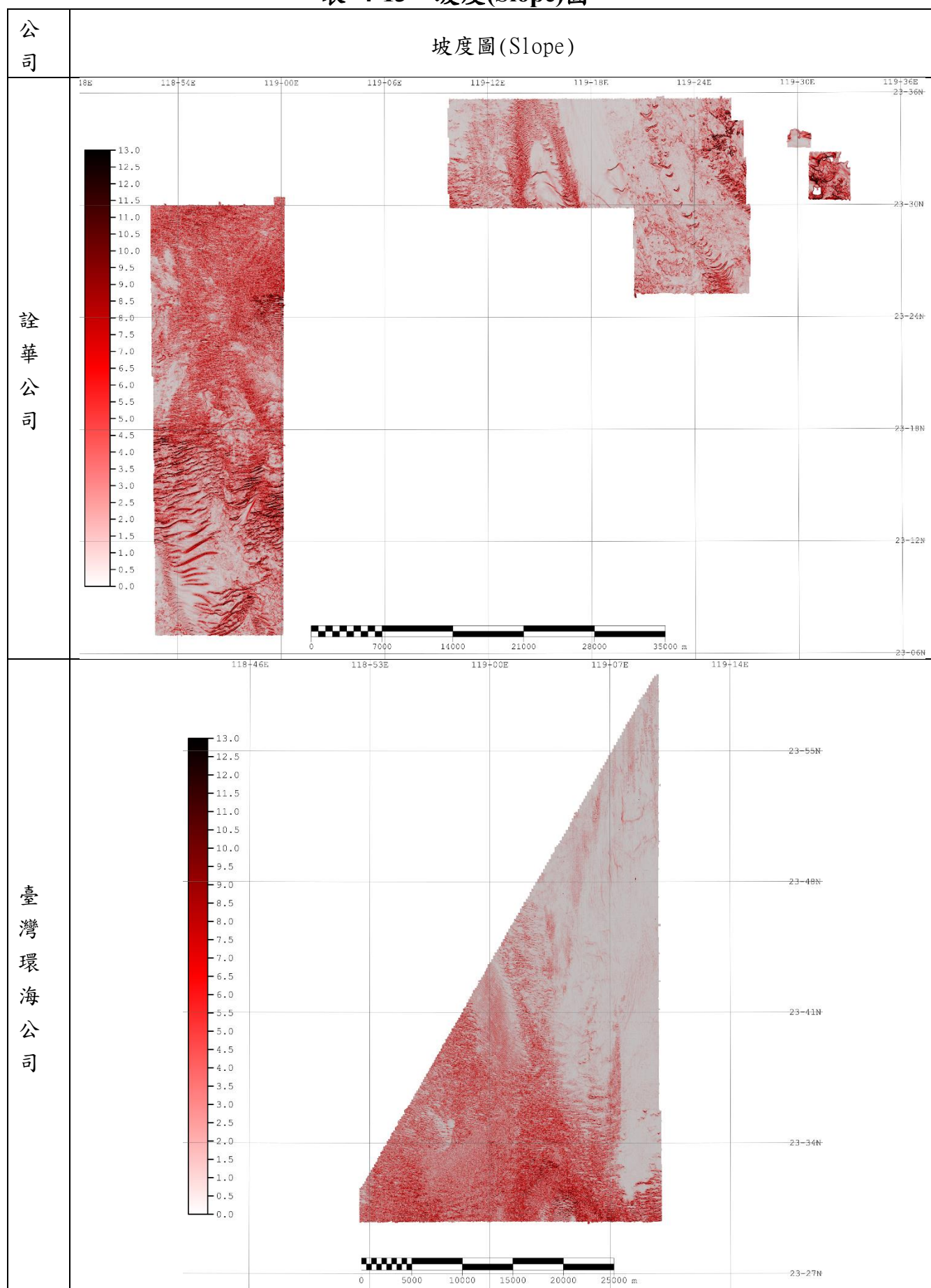


表 4-13、坡度(Slope)圖



**表 4-14、第 6 階段 Slope、Std\_Dev 及 Gross 統計資訊-1**

|                    |        |               |        |            |        |            |        |
|--------------------|--------|---------------|--------|------------|--------|------------|--------|
| 作業階段               |        | 第 6 階段        |        |            |        |            |        |
| 測區                 |        | 澎湖測區          |        |            |        |            |        |
| 儀器型號               |        | R2 Sonic 2026 |        |            |        |            |        |
| 批次                 |        | 6-1           |        |            |        |            |        |
| 深度範圍               |        | 淺於 30 公尺      |        | 30~50 公尺   |        | 50~100 公尺  |        |
| 網格大小               |        | 1 公尺          |        | 2 公尺       |        | 5 公尺       |        |
| 網格數                |        | 1,292,794     |        | 13,864,272 |        | 15,706,783 |        |
| 1.Slope            |        |               |        |            |        |            |        |
| Min(°)             | Max(°) | 0.011         | 47.576 | 0.000      | 57.057 | 0.000      | 45.693 |
| Mean(°)            |        | 6.039         |        | 2.671      |        | 1.532      |        |
| Std_Dev(°)         |        | 4.321         |        | 3.312      |        | 2.253      |        |
| 1a 換算角度值(°)        |        | 26.565        |        | 14.036     |        | 5.711      |        |
| Over 網格數           |        | 4,624         |        | 246,353    |        | 701,048    |        |
| Over 比例(%)         |        | 0.36%         |        | 1.78%      |        | 4.46%      |        |
| 2.Std Dev          |        |               |        |            |        |            |        |
| Min                | Max    | 0.000         | 0.901  | 0.000      | 2.967  | 0.000      | 3.275  |
| Mean               |        | 0.085         |        | 0.053      |        | 0.065      |        |
| Std_Dev            |        | 0.049         |        | 0.049      |        | 0.067      |        |
| 1a 1b 1/2TVU       |        | 0.317         |        | 0.410      |        | 0.625      |        |
| Over 1/2TVU 網格數    |        | 2,753         |        | 19,761     |        | 42,899     |        |
| Over 1/2 TVU 比例(%) |        | 0.21%         |        | 0.14%      |        | 0.27%      |        |
| 3.Gross            |        |               |        |            |        |            |        |
| 1a 1b 3/2 TVU      |        | 0.951         |        | 1.230      |        | 2.088      |        |
| Over 3/2TVU 網格數    |        | 57            |        | 2818       |        | 3869       |        |
| Over 3/2 TVU 比例(%) |        | 0.00%         |        | 0.02%      |        | 0.02%      |        |

**表 4-15、第 6 階段 Slope、Std\_Dev 及 Gross 統計資訊-2**

|                    |        |               |        |            |        |           |        |
|--------------------|--------|---------------|--------|------------|--------|-----------|--------|
| 作業階段               |        | 第 6 階段        |        |            |        |           |        |
| 測區                 |        | 澎湖測區          |        |            |        |           |        |
| 儀器型號               |        | R2 Sonic 2026 |        |            |        |           |        |
| 批次                 |        | 6-2           |        |            |        |           |        |
| 深度範圍               |        | 淺於 30 公尺      |        | 30~50 公尺   |        | 50~100 公尺 |        |
| 網格大小               |        | 1 公尺          |        | 2 公尺       |        | 5 公尺      |        |
| 網格數                |        | 51,762,000    |        | 46,919,507 |        | 633,353   |        |
| 1.Slope            |        |               |        |            |        |           |        |
| Min(°)             | Max(°) | 0.000         | 57.239 | 0.000      | 47.771 | 0.002     | 30.826 |
| Mean(°)            |        | 3.707         |        | 3.230      |        | 2.815     |        |
| Std_Dev(°)         |        | 3.853         |        | 3.757      |        | 2.861     |        |
| 1a 換算角度值(°)        |        | 26.565        |        | 14.036     |        | 5.711     |        |
| Over 網格數           |        | 213,030       |        | 1,265,677  |        | 73,256    |        |
| Over 比例(%)         |        | 0.41%         |        | 2.70%      |        | 11.57%    |        |
| 2.Std_Dev          |        |               |        |            |        |           |        |
| Min                | Max    | 0.000         | 1.207  | 0.000      | 1.674  | 0.000     | 1.3029 |
| Mean               |        | 0.049         |        | 0.063      |        | 0.099     |        |
| Std_Dev            |        | 0.033         |        | 0.048      |        | 0.070     |        |
| 1a 1b 1/2TVU       |        | 0.317         |        | 0.410      |        | 0.498     |        |
| Over 1/2TVU 網格數    |        | 40,117        |        | 52,269     |        | 1,539     |        |
| Over 1/2 TVU 比例(%) |        | 0.08%         |        | 0.11%      |        | 0.24%     |        |
| 3.Gross            |        |               |        |            |        |           |        |
| 1a 1b 3/2 TVU      |        | 0.951         |        | 1.230      |        | 2.088     |        |
| Over 3/2TVU 網格數    |        | 5,227         |        | 7,047      |        | 31        |        |
| Over 3/2 TVU 比例(%) |        | 0.01%         |        | 0.02%      |        | 0.00%     |        |

表 4-16、第 6 階段 Slope、Std\_Dev 及 Gross 統計資訊-3

|                    |        |          |        |            |        |
|--------------------|--------|----------|--------|------------|--------|
| 作業階段               |        | 第 6 階段   |        |            |        |
| 測區                 |        | 澎湖測區     |        |            |        |
| 儀器型號               |        | EM2040   |        |            |        |
| 批次                 |        | 6-1、6-2  |        |            |        |
| 深度範圍               |        | 30~50 公尺 |        | 50~100 公尺  |        |
| 網格大小               |        | 2 公尺     |        | 5 公尺       |        |
| 網格數                |        | 789,533  |        | 14,481,930 |        |
| 1.Slope            |        |          |        |            |        |
| Min(°)             | Max(°) | 0.005    | 33.241 | 0.000      | 25.585 |
| Mean(°)            |        | 6.375    |        | 1.904      |        |
| Std_Dev(°)         |        | 4.804    |        | 2.251      |        |
| 1a 換算角度值(°)        |        | 14.036   |        | 5.711      |        |
| Over 網格數           |        | 64,501   |        | 1,034,040  |        |
| Over 比例(%)         |        | 8.17%    |        | 7.14%      |        |
| 2.Std_Dev          |        |          |        |            |        |
| Min                | Max    | 0.000    | 0.653  | 0.000      | 1.222  |
| Mean               |        | 0.097    |        | 0.091      |        |
| Std_Dev            |        | 0.059    |        | 0.059      |        |
| 1a 1b 1/2TVU       |        | 0.410    |        | 0.505      |        |
| Over 1/2 TVU 網格數   |        | 555      |        | 9,147      |        |
| Over 1/2 TVU 比例(%) |        | 0.07%    |        | 0.06%      |        |
| 3.Gross            |        |          |        |            |        |
| 1a 1b 3/2 TVU      |        | 1.230    |        | 2.088      |        |
| Over 3/2 TVU 網格數   |        | 1        |        | 2          |        |
| Over 3/2 TVU 比例(%) |        | 0.00%    |        | 0.00%      |        |

表 4-17、第 7 階段 Slope、Std\_Dev 及 Gross 統計資訊-1

|                    |        |               |        |            |        |
|--------------------|--------|---------------|--------|------------|--------|
| 作業階段               |        | 第 7 階段        |        |            |        |
| 測區                 |        | 澎湖測區          |        |            |        |
| 儀器型號               |        | R2 Sonic 2026 |        |            |        |
| 批次                 |        | 7-1           |        |            |        |
| 深度範圍               |        | 30~50 公尺      |        | 50~100 公尺  |        |
| 網格大小               |        | 2 公尺          |        | 5 公尺       |        |
| 網格數                |        | 17,426,651    |        | 11,221,413 |        |
| 1.Slope            |        |               |        |            |        |
| Min(°)             | Max(°) | 0.000         | 47.264 | 0.000      | 29.921 |
| Mean(°)            |        | 4.236         |        | 2.948      |        |
| Std_Dev(°)         |        | 4.222         |        | 2.585      |        |
| 1a 換算角度值(°)        |        | 14.036        |        | 5.711      |        |
| Over 網格數           |        | 674,774       |        | 1,458,529  |        |
| Over 比例(%)         |        | 3.87%         |        | 13.00%     |        |
| 2.Std_Dev          |        |               |        |            |        |
| Min                | Max    | 0.000         | 1.593  | 0.000      | 1.765  |
| Mean               |        | 0.070         |        | 0.105      |        |
| Std_Dev            |        | 0.059         |        | 0.084      |        |
| 1a 1b 1/2TVU       |        | 0.410         |        | 0.505      |        |
| Over 1/2 TVU 網格數   |        | 43,692        |        | 68,371     |        |
| Over 1/2 TVU 比例(%) |        | 0.25%         |        | 0.61%      |        |
| 3.Gross            |        |               |        |            |        |
| 1a 1b 3/2 TVU      |        | 1.230         |        | 2.088      |        |
| Over 3/2 TVU 網格數   |        | 4,097         |        | 179        |        |
| Over 3/2 TVU 比例(%) |        | 0.02%         |        | 0.00%      |        |

**表 4-18、第 7 階段 Slope、Std\_Dev 及 Gross 統計資訊-2**

|                    |        |                        |        |           |        |           |        |
|--------------------|--------|------------------------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| 作業階段               |        | 第 7 階段                 |        |           |        |           |        |
| 測區                 |        | 澎湖測區                   |        |           |        |           |        |
| 儀器型號               |        | Norbit i80S(SN2324445) |        |           |        |           |        |
| 批次                 |        | 7-2                    |        |           |        |           |        |
| 深度範圍               |        | 淺於 30 公尺               |        | 30~50 公尺  |        | 50~100 公尺 |        |
| 網格大小               |        | 1 公尺                   |        | 2 公尺      |        | 5 公尺      |        |
| 網格數                |        | 10,947,132             |        | 1,779,286 |        | 204,017   |        |
| 1.Slope            |        |                        |        |           |        |           |        |
| Min(°)             | Max(°) | 0.000                  | 71.029 | 0.000     | 70.732 | 0.007     | 60.555 |
| Mean(°)            |        | 4.090                  |        | 5.262     |        | 5.544     |        |
| Std_Dev(°)         |        | 4.770                  |        | 5.241     |        | 5.461     |        |
| 1a 換算角度值(°)        |        | 26.565                 |        | 14.036    |        | 5.711     |        |
| Over 網格數           |        | 60,750                 |        | 106,684   |        | 67,172    |        |
| Over 比例(%)         |        | 0.55%                  |        | 6.00%     |        | 32.92%    |        |
| 2.Std_Dev          |        |                        |        |           |        |           |        |
| Min                | Max    | 0.000                  | 2.911  | 0.000     | 4.340  | 0.000     | 6.914  |
| Mean               |        | 0.038                  |        | 0.071     |        | 0.167     |        |
| Std_Dev            |        | 0.045                  |        | 0.083     |        | 0.171     |        |
| 1a 1b 1/2TVU       |        | 0.317                  |        | 0.410     |        | 0.696     |        |
| Over 1/2TVU 網格數    |        | 30,736                 |        | 13,146    |        | 3,974     |        |
| Over 1/2 TVU 比例(%) |        | 0.28%                  |        | 0.74%     |        | 1.95%     |        |
| 3.Gross            |        |                        |        |           |        |           |        |
| 1a 1b 3/2 TVU      |        | 0.951                  |        | 1.230     |        | 2.088     |        |
| Over 3/2TVU 網格數    |        | 12,609                 |        | 6,508     |        | 1,993     |        |
| Over 3/2 TVU 比例(%) |        | 0.12%                  |        | 0.37%     |        | 0.98%     |        |

表 4-19、第 7 階段 Slope、Std\_Dev 及 Gross 統計資訊-3

|                    |        |                               |        |            |        |
|--------------------|--------|-------------------------------|--------|------------|--------|
| 作業階段               |        | 第 7 階段                        |        |            |        |
| 測區                 |        | 澎湖測區                          |        |            |        |
| 儀器型號               |        | EM2040、Norbit i80S(SN2326571) |        |            |        |
| 批次                 |        | 7-1、7-2                       |        |            |        |
| 深度範圍               |        | 30~50 公尺                      |        | 50~100 公尺  |        |
| 網格大小               |        | 2 公尺                          |        | 5 公尺       |        |
| 網格數                |        | 57                            |        | 23,673,517 |        |
| 1.Slope            |        |                               |        |            |        |
| Min(°)             | Max(°) | 0.618                         | 14.979 | 0.000      | 53.971 |
| Mean(°)            |        | 5.788                         |        | 1.531      |        |
| Std_Dev(°)         |        | 3.343                         |        | 1.999      |        |
| 1a 換算角度值(°)        |        | 14.036                        |        | 5.711      |        |
| Over 網格數           |        | 2                             |        | 1,252,664  |        |
| Over 比例(%)         |        | 3.51%                         |        | 5.29%      |        |
| 2.Std_Dev          |        |                               |        |            |        |
| Min                | Max    | 0.026                         | 0.327  | 0.000      | 4.685  |
| Mean               |        | 0.136                         |        | 0.071      |        |
| Std_Dev            |        | 0.075                         |        | 0.061      |        |
| 1a 1b 1/2TVU       |        | 0.410                         |        | 0.523      |        |
| Over 1/2 TVU 網格數   |        | 0                             |        | 6429       |        |
| Over 1/2 TVU 比例(%) |        | 0.00%                         |        | 0.03%      |        |
| 3.Gross            |        |                               |        |            |        |
| 1a 1b 3/2 TVU      |        | 1.230                         |        | 2.088      |        |
| Over 3/2 TVU 網格數   |        | 0                             |        | 90         |        |
| Over 3/2 TVU 比例(%) |        | 0.00%                         |        | 0.00%      |        |

## 五、測點密度及資料覆蓋率(Holidays)

本案測點密度及資料覆蓋率以5X5網格之移動矩陣方法進行審查，審查網格大小依深度而定(深度淺於30公尺，審查1公尺網格，深度30公尺以上至50公尺區域，審查2公尺網格，深度50公尺以上至100公尺區域，審查5公尺網格，深度100公尺以上至200公尺區域，審查10公尺網格，深度深於200公尺以上區域，審查20公尺網格)，網格內未含任何有效測點稱為空窗(Raster Holidays)，如矩陣中央網格外之空窗數大於18個，則該矩陣之中央網格視為未滿足全覆蓋之要求，以下列出各階段之測點密度及資料覆蓋率統計資訊，如表 4-20~表 4-24所示，網格fill完後無空窗。

表 4-20、第 6 階段測點密度及資料覆蓋率統計資訊-1

|                            |     |               |     |          |     |           |      |          |     |          |     |           |     |
|----------------------------|-----|---------------|-----|----------|-----|-----------|------|----------|-----|----------|-----|-----------|-----|
| 作業階段                       |     | 第 6 階段        |     |          |     |           |      |          |     |          |     |           |     |
| 測區                         |     | 澎湖測區          |     |          |     |           |      |          |     |          |     |           |     |
| 儀器型號                       |     | R2 Sonic 2026 |     |          |     |           |      |          |     |          |     |           |     |
| 批次                         |     | 6-1           |     |          |     |           |      | 6-2      |     |          |     |           |     |
| 音束數                        |     | 256           |     |          |     |           |      | 256      |     |          |     |           |     |
| 深度範圍                       |     | 淺於 30 公尺      |     | 30~50 公尺 |     | 50~100 公尺 |      | 淺於 30 公尺 |     | 30~50 公尺 |     | 50~100 公尺 |     |
| 網格大小                       |     | 1 公尺          |     | 2 公尺     |     | 5 公尺      |      | 1 公尺     |     | 2 公尺     |     | 5 公尺      |     |
| 1.Density                  |     |               |     |          |     |           |      |          |     |          |     |           |     |
| Min                        | Max | 1             | 109 | 1        | 300 | 1         | 1106 | 1        | 594 | 1        | 890 | 1         | 659 |
| Mean                       |     | 12.632        |     | 17.169   |     | 68.860    |      | 11.508   |     | 23.345   |     | 104.084   |     |
| Std_Dev                    |     | 4.915         |     | 11.829   |     | 35.650    |      | 6.275    |     | 14.396   |     | 46.733    |     |
| 2.Depth and Holidays       |     |               |     |          |     |           |      |          |     |          |     |           |     |
| 作業範圍內<br>Holidays<br>(孔洞數) |     | 15            |     | 212      |     | 13        |      | 1,119    |     | 772      |     | 0         |     |
| 3.Fill Raster Holidays     |     |               |     |          |     |           |      |          |     |          |     |           |     |
| 作業範圍內<br>Holidays<br>(孔洞數) |     | 0             |     | 0        |     | 0         |      | 0        |     | 0        |     | 0         |     |

表 4-21、第 6 階段測點密度及資料覆蓋率統計資訊-2

|                            |     |          |     |           |       |
|----------------------------|-----|----------|-----|-----------|-------|
| 作業階段                       |     | 第 6 階段   |     |           |       |
| 測區                         |     | 澎湖測區     |     |           |       |
| 儀器型號                       |     | EM2040   |     |           |       |
| 批次                         |     | 6-1、6-2  |     |           |       |
| 音束數                        |     | 512      |     |           |       |
| 深度範圍                       |     | 30~50 公尺 |     | 50~100 公尺 |       |
| 網格大小                       |     | 2 公尺     |     | 5 公尺      |       |
| 1.Density                  |     |          |     |           |       |
| Min                        | Max | 1        | 147 | 1         | 2,273 |
| Mean                       |     | 15.947   |     | 80.879    |       |
| Std_Dev                    |     | 9.547    |     | 52.132    |       |
| 2.Depth and Holidays       |     |          |     |           |       |
| 作業範圍內<br>Holidays<br>(孔洞數) |     | 8        |     | 12        |       |
| 3.Fill Raster Holidays     |     |          |     |           |       |
| 作業範圍內<br>Holidays<br>(孔洞數) |     | 0        |     | 0         |       |

表 4-22、第 7 階段測點密度及資料覆蓋率統計資訊-1

|                            |     |               |     |           |       |
|----------------------------|-----|---------------|-----|-----------|-------|
| 作業階段                       |     | 第 7 階段        |     |           |       |
| 測區                         |     | 澎湖測區          |     |           |       |
| 儀器型號                       |     | R2 Sonic 2026 |     |           |       |
| 批次                         |     | 7-1           |     |           |       |
| 音束數                        |     | 256           |     |           |       |
| 深度範圍                       |     | 30~50 公尺      |     | 50~100 公尺 |       |
| 網格大小                       |     | 2 公尺          |     | 5 公尺      |       |
| 1.Density                  |     |               |     |           |       |
| Min                        | Max | 1             | 302 | 1         | 1,230 |
| Mean                       |     | 17.493        |     | 73.830    |       |
| Std_Dev                    |     | 9.187         |     | 38.384    |       |
| 2.Depth and Holidays       |     |               |     |           |       |
| 作業範圍內<br>Holidays<br>(孔洞數) |     | 456           |     | 32        |       |
| 3.Fill Raster Holidays     |     |               |     |           |       |
| 作業範圍內<br>Holidays<br>(孔洞數) |     | 0             |     | 0         |       |

表 4-23、第 7 階段測點密度及資料覆蓋率統計資訊-2

|                            |     |                        |        |          |     |           |       |
|----------------------------|-----|------------------------|--------|----------|-----|-----------|-------|
| 作業階段                       |     | 第 7 階段                 |        |          |     |           |       |
| 測區                         |     | 澎湖測區                   |        |          |     |           |       |
| 儀器型號                       |     | Norbit i80S(SN2324445) |        |          |     |           |       |
| 批次                         |     | 7-2                    |        |          |     |           |       |
| 音束數                        |     | 512                    |        |          |     |           |       |
| 深度範圍                       |     | 0~30 公尺                |        | 30~50 公尺 |     | 50~100 公尺 |       |
| 網格大小                       |     | 1 公尺                   |        | 2 公尺     |     | 5 公尺      |       |
| 1.Density                  |     |                        |        |          |     |           |       |
| Min                        | Max | 1                      | 50,109 | 1        | 614 | 1         | 2,617 |
| Mean                       |     | 128.247                |        | 41.232   |     | 166.881   |       |
| Std_Dev                    |     | 292.450                |        | 29.753   |     | 150.842   |       |
| 2.Depth and Holidays       |     |                        |        |          |     |           |       |
| 作業範圍內<br>Holidays<br>(孔洞數) |     | 104                    |        | 80       |     | 2         |       |
| 3.Fill Raster Holidays     |     |                        |        |          |     |           |       |
| 作業範圍內<br>Holidays<br>(孔洞數) |     | 0                      |        | 0        |     | 0         |       |

表 4-24、第 7 階段測點密度及資料覆蓋率統計資訊-3

|                            |                               |        |           |         |       |
|----------------------------|-------------------------------|--------|-----------|---------|-------|
| 作業階段                       | 第 7 階段                        |        |           |         |       |
| 測區                         | 澎湖測區                          |        |           |         |       |
| 儀器型號                       | EM2040、Norbit i80S(SN2326571) |        |           |         |       |
| 批次                         | 7-1、7-2                       |        |           |         |       |
| 音束數                        | 512                           |        |           |         |       |
| 深度範圍                       | 30~50 公尺                      |        | 50~100 公尺 |         |       |
| 網格大小                       | 2 公尺                          |        | 5 公尺      |         |       |
| 1.Density                  |                               |        |           |         |       |
| Min                        | Max                           | 7      | 41        | 1       | 1,806 |
| Mean                       |                               | 17.702 |           | 106.244 |       |
| Std_Dev                    |                               | 7.365  |           | 63.085  |       |
| 2.Depth and Holidays       |                               |        |           |         |       |
| 作業範圍內<br>Holidays<br>(孔洞數) |                               | 0      |           | 9       |       |
| 3.Fill Raster Holidays     |                               |        |           |         |       |
| 作業範圍內<br>Holidays<br>(孔洞數) |                               | 0      |           | 0       |       |

## 六、交錯檢核

本案每條主測線均應有檢核測線通過，主測線與檢核測線之交角應近似正交( $90^\circ \pm 15^\circ$ )，全覆蓋作業範圍之檢核測線間距不得大於3公里，非全覆蓋作業範圍主測線間距為25公尺，檢核線間距不得大於主測線間距之15倍，前述檢核測線總長度應達主測線總長度之5%以上；以實測點對網格進行交錯檢核品質，主測線為剔除錯誤及雜點之實測點，檢核測線依剔除錯誤及雜點之實測點製作網格。以1a為標準，表格中檢核結果為1表示為通過Accepted，若為0，表示為不通過Rejected。第6階段及第7階段水深資料交錯檢核表如表 4-25~表 4-29所示，其中檢核線網格未通過區域，皆位於地形崎嶇處，如圖 4-1所示，或該區域水深範圍應以不同網格大小檢查，如圖 4-2所示，左側為1m網格成果，右側為5m網格成果。顯而易見，1m網格具有較高解析度，能更細緻地描繪地形，於交錯檢核時，主測線點雲與檢核線網格亦較相近，故應依其水深範圍選擇適當的網格大小進行檢核。

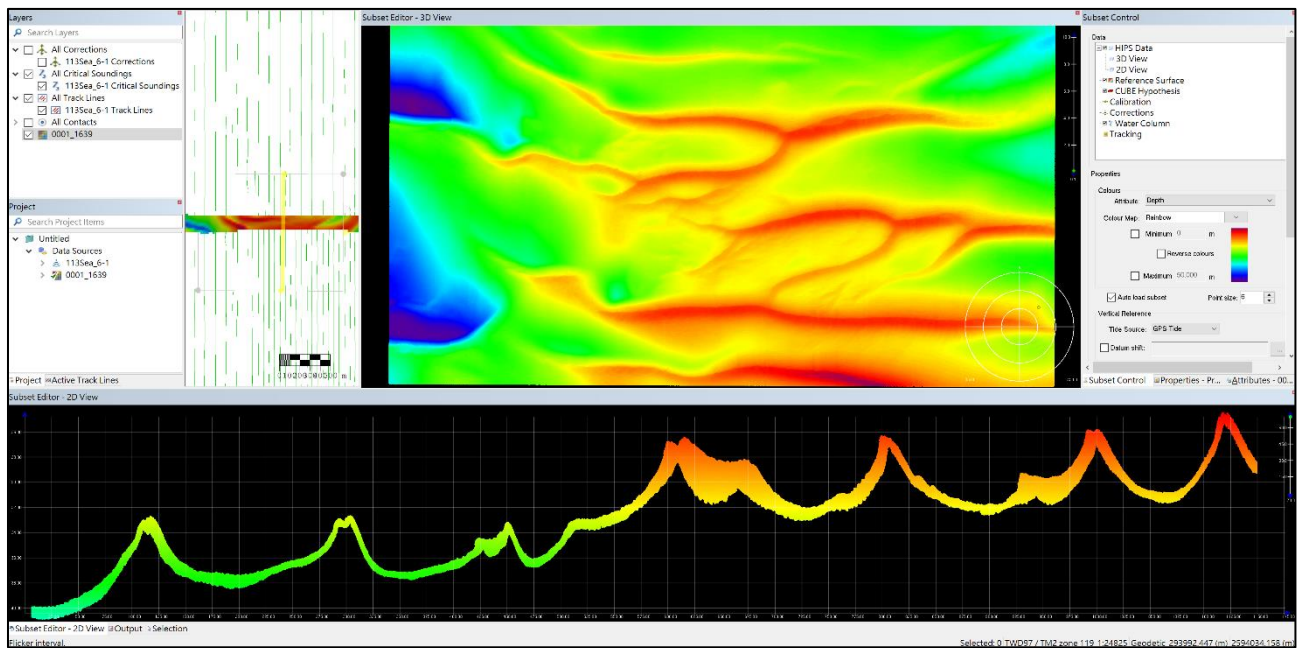


圖 4-1、檢核線網格位於地形崎嶇處示意圖

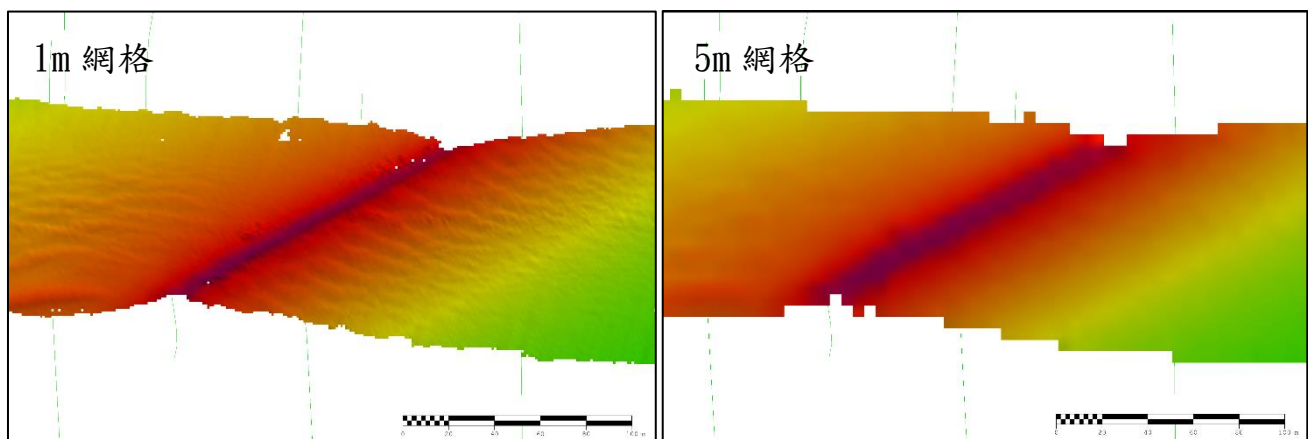


圖 4-2、檢核線網格該區域水深範圍應以不同網格大小檢查示意圖

表 4-25、第 6 階段水深資料交錯檢核表-1

|             |               |      |      |      |      |      |
|-------------|---------------|------|------|------|------|------|
| 作業階段        | 第 6 階段        |      |      |      |      |      |
| 測區          | 澎湖測區          |      |      |      |      |      |
| 儀器型號        | R2 Sonic 2026 |      |      |      |      |      |
| 批次          | 6-1           |      |      | 6-2  |      |      |
| Track 測線數   | 446           |      |      | 494  |      |      |
| Check 測線數   | 17            |      |      | 14   |      |      |
| Check 網格大小  | 1 公尺          | 2 公尺 | 5 公尺 | 1 公尺 | 2 公尺 | 5 公尺 |
| 1.整體        |               |      |      |      |      |      |
| 專等          | 通過            | 通過   | 通過   | 通過   | 不通過  | 不通過  |
| 特等          | 通過            | 通過   | 通過   | 通過   | 通過   | 不通過  |
| 1 等         | 通過            | 通過   | 通過   | 通過   | 通過   | 通過   |
| 2 等         | 通過            | 通過   | 通過   | 通過   | 通過   | 通過   |
| 2.單條測線      |               |      |      |      |      |      |
|             | 通過            | 不通過  | 通過   | 不通過  | 通過   | 不通過  |
| 專等          | 386           | 13   | 379  | 20   | 281  | 118  |
| 特等          | 393           | 6    | 389  | 10   | 308  | 91   |
| 1 等         | 399           | 0    | 399  | 0    | 385  | 14   |
| 2 等         | 399           | 0    | 399  | 0    | 405  | 0    |
| 無效 Track 測線 | 47            | 47   | 47   | 89   | 89   | 89   |

表 4-26、第 6 階段水深資料交錯檢核表-2

|             |         |      |     |     |
|-------------|---------|------|-----|-----|
| 作業階段        | 第 6 階段  |      |     |     |
| 測區          | 澎湖測區    |      |     |     |
| 儀器型號        | EM2040  |      |     |     |
| 批次          | 6-1、6-2 |      |     |     |
| Track 測線數   | 444     |      |     |     |
| Check 測線數   | 38      |      |     |     |
| Check 網格大小  | 2 公尺    | 5 公尺 |     |     |
| 1.整體        |         |      |     |     |
| 專等          | 通過      | 不通過  |     |     |
| 特等          | 通過      | 通過   |     |     |
| 1 等         | 通過      | 通過   |     |     |
| 2 等         | 通過      | 通過   |     |     |
| 2.單條測線      |         |      |     |     |
|             | 通過      | 不通過  | 通過  | 不通過 |
| 專等          | 407     | 4    | 248 | 163 |
| 特等          | 410     | 1    | 300 | 111 |
| 1 等         | 411     | 0    | 411 | 0   |
| 2 等         | 411     | 0    | 411 | 0   |
| 無效 Track 測線 | 33      |      | 33  |     |

表 4-27、第 7 階段水深資料交錯檢核表-3

|             |               |      |     |     |
|-------------|---------------|------|-----|-----|
| 作業階段        | 第 7 階段        |      |     |     |
| 測區          | 澎湖測區          |      |     |     |
| 儀器型號        | R2 Sonic 2026 |      |     |     |
| 批次          | 7-1           |      |     |     |
| Track 測線數   | 437           |      |     |     |
| Check 測線數   | 12            |      |     |     |
| Check 網格大小  | 2 公尺          | 5 公尺 |     |     |
| 1.整體        |               |      |     |     |
| 專等          | 通過            | 不通過  |     |     |
| 特等          | 通過            | 不通過  |     |     |
| 1 等         | 通過            | 通過   |     |     |
| 2 等         | 通過            | 通過   |     |     |
| 2.單條測線      |               |      |     |     |
|             | 通過            | 不通過  | 通過  | 不通過 |
| 專等          | 318           | 37   | 82  | 273 |
| 特等          | 330           | 25   | 124 | 231 |
| 1 等         | 355           | 0    | 350 | 5   |
| 2 等         | 355           | 0    | 355 | 0   |
| 無效 Track 測線 | 82            |      | 82  |     |

表 4-28、第 7 階段水深資料交錯檢核表-4

|             |                        |     |      |     |      |     |
|-------------|------------------------|-----|------|-----|------|-----|
| 作業階段        | 第 7 階段                 |     |      |     |      |     |
| 測區          | 澎湖測區                   |     |      |     |      |     |
| 儀器型號        | Norbit i80S(SN2324445) |     |      |     |      |     |
| 批次          | 7-2                    |     |      |     |      |     |
| Track 測線數   | 958                    |     |      |     |      |     |
| Check 測線數   | 45                     |     |      |     |      |     |
| Check 網格大小  | 1 公尺                   |     | 2 公尺 |     | 5 公尺 |     |
| 1.整體        |                        |     |      |     |      |     |
| 專等          | 不通過                    |     | 不通過  |     | 不通過  |     |
| 特等          | 不通過                    |     | 不通過  |     | 不通過  |     |
| 1 等         | 通過                     |     | 不通過  |     | 不通過  |     |
| 2 等         | 通過                     |     | 通過   |     | 通過   |     |
| 2.單條測線      |                        |     |      |     |      |     |
|             | 通過                     | 不通過 | 通過   | 不通過 | 通過   | 不通過 |
| 專等          | 323                    | 268 | 255  | 339 | 126  | 475 |
| 特等          | 395                    | 196 | 323  | 271 | 201  | 400 |
| 1 等         | 523                    | 68  | 451  | 143 | 333  | 268 |
| 2 等         | 590                    | 1   | 584  | 10  | 513  | 88  |
| 無效 Track 測線 | 367                    |     | 364  |     | 357  |     |

表 4-29、第 7 階段水深資料交錯檢核表-5

|             |                               |     |      |     |
|-------------|-------------------------------|-----|------|-----|
| 作業階段        | 第 7 階段                        |     |      |     |
| 測區          | 澎湖測區                          |     |      |     |
| 儀器型號        | EM2040、Norbit i80S(SN2326571) |     |      |     |
| 批次          | 7-1、7-2                       |     |      |     |
| Track 測線數   | 720                           |     |      |     |
| Check 測線數   | 88                            |     |      |     |
| Check 網格大小  | 2 公尺                          |     | 5 公尺 |     |
| 1.整體        |                               |     |      |     |
| 專等          | 通過                            |     | 通過   |     |
| 特等          | 通過                            |     | 通過   |     |
| 1 等         | 通過                            |     | 通過   |     |
| 2 等         | 通過                            |     | 通過   |     |
| 2.單條測線      |                               |     |      |     |
|             | 通過                            | 不通過 | 通過   | 不通過 |
| 專等          | 591                           | 0   | 389  | 202 |
| 特等          | 591                           | 0   | 433  | 158 |
| 1 等         | 591                           | 0   | 589  | 2   |
| 2 等         | 591                           | 0   | 591  | 0   |
| 無效 Track 測線 | 111                           |     | 111  |     |

## 伍、友善職場說明

本團隊為全方位專業測量團隊，有**10位測量技師**外，更擁有超過20名以上具備測量及海洋相關學、碩士學歷員工。本案以具有完整學經歷、測量工作經驗豐富之詮華公司水下探測部副總經理**洪志偉(執業測量技師)**擔任**計畫主持人**、總經理**陳典熙(執業測量技師)**擔任**共同計畫主持人**，二人亦是93、95、100~113年測量工作之計畫主持人，並有臺灣環海探測技術股份有限公司董事長**文展權**擔任**協同主持人**，3位主持人均對於本案工作內容、作業特性及作業規範皆有充份了解，並與國土測繪中心皆能保持良好的溝通管道，對於承辦本案有絕對信心。

本團隊**專業測量技師群**負責本案各項工作執行與督導，以及「**品質進度管制小組**」協助計畫主持人對計畫相關作業之流程進度及品質予以檢核管制，配合國土測繪中心進行審查及驗收工作。

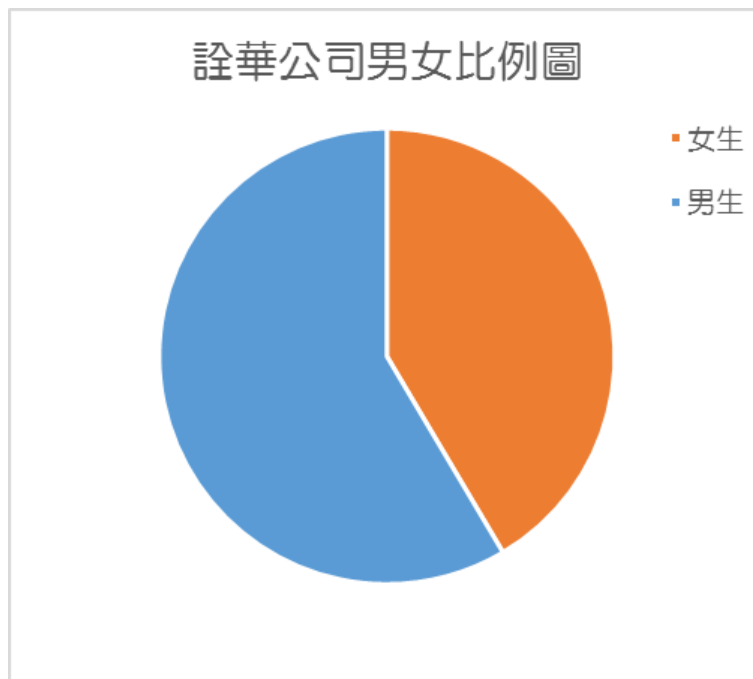
詮華公司員工之學歷統計詳表 5-1所列，主要工作人員證照詳表 5-2，員工主要為測量、土木、海洋及地理資訊等相關學系畢業。男生計有57人，女生計有41人，共計員工98人，女生人數佔總人數之42%，如圖 5-1所示；男性主管15人，女性主管4人，女性佔主管職比例約21%。並根據『性別工作平等法』，女性同仁享有生理假、分娩假、育嬰假等各項規定，相關資訊詳附件3、詮華國土測繪有限公司工作規則。

表 5-1、詮華公司人員學歷統計表

| 學歷<br>部門      | 高中 | 專科 | 學士 | 碩士 |
|---------------|----|----|----|----|
| 管理部           | -- | 1  | 2  | 4  |
| 航空測量部         | -- | 2  | 11 | 8  |
| 水下探測部         | 1  | -- | 2  | 6  |
| 陸域測量部         | -- | -- | 2  | 6  |
| 地理資訊部         | -- | -- | 12 | 8  |
| 圖資編輯部         | -- | 5  | 5  | -- |
| 行政部           | 2  | 1  | 1  | -- |
| 外業隊           | 6  | 10 | 3  | -- |
| 總計 98 人       | 9  | 19 | 38 | 32 |
| 百分比(%)        | 9  | 19 | 39 | 33 |
| 執業測量技師証照:10 人 |    |    |    |    |

表 5-2、工作人員證照一覽表

| 項次 | 證 照                     | 人數 |
|----|-------------------------|----|
| 1  | 執業測量技師執照                | 10 |
| 2  | 「開業建築師及執業技師政府採購法講習」參訓證明 | 4  |
| 3  | 地籍測量專業資格                | 4  |
| 4  | 勞工安全衛生管理員               | 3  |
| 5  | 丙種勞工安全衛生業務主管            | 6  |
| 6  | 工地主任                    | 1  |
| 7  | 公共工程品質管理                | 2  |
| 8  | 國際專案管理師(PMP)            | 1  |



**圖 5-1、詮華公司性別統計比例圖**

臺灣環海公司員工之學歷統計詳表 5-3所列，主要工作人員證照詳表 5-4，員工主要為測量、土木、海洋及地理資訊等相關學系畢業。男生計有15人，女生計有5人，共計員工20人，女生人數佔總人數之25%，如圖 5-2所示；男性主管7人，女性主管0人。並根據『性別工作平等法』，女性同仁享有生理假、分娩假、育嬰假等各項規定，相關資訊詳附件4、臺灣環海探測股份有限公司公司規章。

**表 5-3、臺灣環海公司人員學歷統計表**

| 學歷<br>部門     | 高中 | 專科 | 學士 | 碩士 |
|--------------|----|----|----|----|
| 管理部          | -- | -- | 2  | 5  |
| 地球物理測量部      | -- | 1  | 0  | 2  |
| ROV 及工程部     | 1  | 1  | 2  | 0  |
| 資訊部          | -- | -- | 2  | 0  |
| 綜合業務部        | -- | -- | -- | 2  |
| 行政中心         | -- | 1  | 1  | -- |
| 總計 20 人      | 1  | 3  | 7  | 9  |
| 百分比(%)       | 5  | 15 | 35 | 45 |
| 執業測量技師証照:1 人 |    |    |    |    |

**表 5-4、工作人員證照一覽表**

| 項次 | 證 照                     | 人數 |
|----|-------------------------|----|
| 1  | 執業測量技師執照                | 1  |
| 2  | 甲種職業安全衛生業務主管            | 1  |
| 3  | 英國倫敦地質學會會員證書            | 1  |
| 4  | 香港土木工程拓展署認可的合格資格工程地質技術員 | 1  |
| 5  | ISO27001 主導稽核人員         | 1  |
| 6  | ISO9001:2015 主導稽核人員     | 2  |
| 7  | 文化部水下考古人員證書             | 1  |
| 8  | 遙控無人機專業操作證              | 1  |

臺灣環海公司性男女比例圖

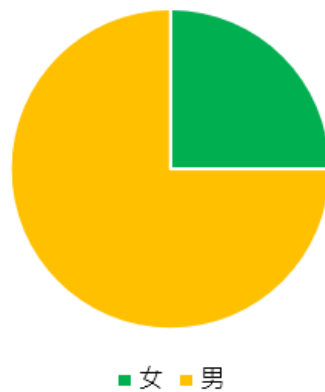


圖 5-2、臺灣環海公司性別統計比例圖

### 一、人員組織

本團隊工作人員編組詳圖 5-3 所示，本案任務執行主要分為控制測量、水深測量、資料處理及圖資繪製等四大任務編組，有 30 人以上投入本案工作，由計畫主持人統籌分配任務並掌管各項工作進度，在作業期間除透過本團隊的專業測量技師群業來督導各項工作的進行外，並由『進度及品質管制小組』來監督本案工作的進行，工作編組與職責分配詳表 5-5，主要人員專長與學經歷詳表 5-6 及表 5-7 所列。

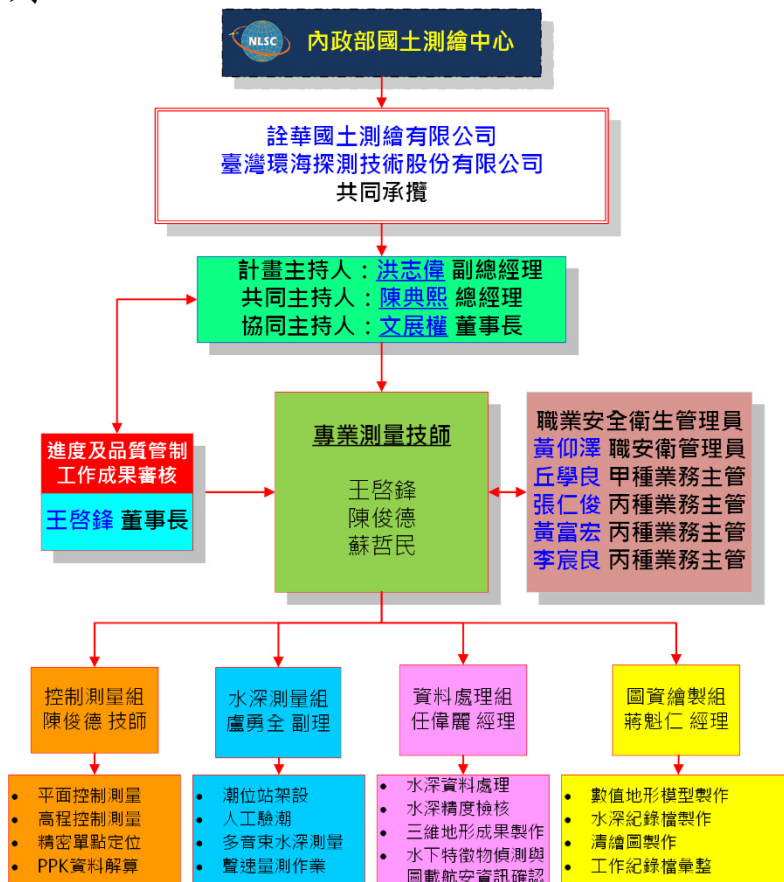


圖 5-3、工作人員組織圖

**表 5-5、工作編組及職責分配表**

| 工作編組            | 負責工作內容                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 計畫/共同/協同<br>主持人 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 負責與國土測繪中心承辦單位聯繫及協調本案之各事項。</li> <li>● 規劃及安排各項工作並交予各工作負責人。</li> <li>● 與各工作組聯繫各項工作事項。</li> <li>● 全程監控本案之進度與品質。</li> <li>● 提送各項成果資料並協助國土測繪中心承辦單位辦理各種驗收事項。</li> </ul>                                                           |
| 職業安全衛生<br>管理員   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 規劃外業測量人員之安全措施。</li> <li>● 交代各項安全注意事項予外業測量人員。</li> <li>● 監督外業測量人員之工作安全狀況。</li> </ul>                                                                                                                                        |
| 進度及品質<br>管制小組   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 協助計畫主持人控管各項工作之進度與品質。</li> <li>● 控制測量及海域地形測量調查成果檢核。</li> <li>● 地形圖圖面及圖形資料之檢核。</li> <li>● 整理並檢查測量成果簿之各項資料。</li> </ul>                                                                                                        |
| 控制測量組/組長        | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 本組負責控制點清查及控制測量等工作。</li> <li>● 負責平面及高程控制測量工作。</li> <li>● 負責指揮、監督外業測量人員各項工作及進度。</li> <li>● 安排外業測量組各種工作事項。</li> <li>● 協助勞工安全管理主任監督外業測量人員之工作安全。</li> <li>● 負責控制測量平差計算、計算成果及各項控制測量外業資料之檢核。</li> <li>● 與其他部門之聯繫及工作協調。</li> </ul> |
| 水深測量組/組長        | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 本組負責多音束水深測量工作。</li> <li>● 包含水深定位測量及水位量測等工作。</li> <li>● 負責水深測量工作進度管制、人員儀器安排調度等事宜。</li> <li>● 負責各項水深測量外業資料之檢核。</li> <li>● 與其他部門之聯繫及工作協調。</li> </ul>                                                                          |
| 資料處理組/組長        | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 負責水深資料整理及計算。</li> <li>● 負責水深測量精度計算。</li> <li>● 水下特徵物偵測及圖載航安資訊確認。</li> <li>● 三維地形成果及動態瀏覽成果製作。</li> <li>● 負責本組各項調查工作安排、問題解決及資料處理與成果製作。</li> <li>● 與其他部門之聯繫及工作協調。</li> </ul>                                                  |
| 圖資繪製組/組長        | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 本組負責高程地形模型DTM之製作。</li> <li>● 負責編輯部門之工作安排及問題解決。</li> <li>● 各種電腦繪圖程式之開發整合。</li> <li>● 負責清繪圖及水深紀錄檔製作。</li> <li>● 控制圖資編輯部門之工作進度。</li> <li>● 與其他部門之聯繫及工作協調。</li> </ul>                                                          |

## 二、主要人員專長與學經歷資料

表 5-6、詮華公司主要工作人員專長與學經歷資料

| 組別          | 姓名  | 專 長                                         | 學 歷                    | 相關工作<br>經驗 | 備註                                   |
|-------------|-----|---------------------------------------------|------------------------|------------|--------------------------------------|
| 專案管理 / 品質管制 | 陳典熙 | 專案管理、作業審查<br>地測(控制、地形)、水深測量<br>航測(空三、立測、正射) | 成功大學航空測量研究所            | 34 年       | 共同主持人<br>測量技師<br>採購專業人員基礎訓練          |
|             | 洪志偉 | 專案管理、作業審查<br>地測(控制、地形)<br>水深測量、水下探測         | 成功大學測量研究所              | 24 年       | 計畫主持人<br>測量技師<br>採購專業人員基礎訓練          |
|             | 王啓鋒 | 專案管理、品質管理、作業審查<br>地測(控制、地形)<br>航測(空三、立測、正射) | 成功大學航空測量研究所            | 33 年       | 測量技師、PMP受訓<br>採購專業人員基礎訓練<br>地籍測量專業資格 |
|             | 黃仰澤 | 專案管理、品質管理<br>勞工安全及衛生                        | 淡江大學土木系<br>海洋大學河海工程研究所 | 39 年       | 公共工程品質管理訓練<br>勞工安全衛生管理員<br>工地主任資格    |
| 控制測量組       | 陳俊德 | 品質管理、作業審查、地測(控制、地形)軌道測量                     | 交通大學土木研究所<br>測量組       | 24 年       | 測量技師、地測協理<br>勞工安全衛生管理員               |
|             | 蘇哲民 | 地測(控制、地形)、平差計算                              | 成功大學測量研究所              | 21 年       | 測量技師                                 |
|             | 朱康文 | 控制、平差計算                                     | 中央大學土木系研究所             | 17 年       | 工程師                                  |
| 水深測量組       | 盧勇全 | 河海水深測量、地形變遷分析                               | 成功大學測量系                | 18 年       | 海測部副理                                |
|             | 張仁俊 | 河海水深測量                                      | 中州技術學院                 | 15 年       | 海測組組長                                |
|             | 李宸良 | 河海水深測量                                      | 崇右技術學院                 | 4 年        | 工程師                                  |
|             | 黃富宏 | 河海水深測量                                      | 台中教育大學                 | 4 年        | 工程師                                  |
|             | 紀秉良 | 河海水深測量                                      | 崇右技術學院                 | 8 年        | 工程師                                  |
|             | 程耀玄 | 河海水深測量                                      | 正修科技大學                 | 2 年        | 工程師                                  |
|             | 蔡明正 | 河海水深測量                                      | 萬能科技大學                 | 2 年        | 工程師                                  |
| 資料處理組       | 任偉麗 | 河海水深測量、資料計算處理、<br>水下探測資料處理                  | 臺灣大學海洋研究所              | 21 年       | 海測部經理                                |
|             | 李昆霖 | 水深測量、資料計算處理、水下<br>探測資料處理                    | 臺灣大學海洋研究所              | 17 年       | 海測部副理                                |
|             | 丘學良 | 河海水深測量、資料計算處理、<br>海岸變遷分析                    | 海洋大學河海工程研究所            | 15 年       | 海測部副理、甲種職安衛<br>生業務主管                 |
|             | 蕭惟中 | 水下探測資料處理                                    | 中央大學地球物理研究所            | 3 年        | 工程師                                  |
|             | 翁筱彤 | 水下探測資料處理                                    | 中央大學地球物理研究所            | 4 年        | 工程師                                  |
|             | 任偉欣 | 水下探測資料處理                                    | 中國科技大學                 | 2 年        | 工程師                                  |
|             | 陳唐樂 | 水下探測資料處理                                    | 文化大學地質學系               | 2 年        | 工程師                                  |
|             | 施泉賢 | 水下探測資料處理                                    | 中正大學地震研究所              | 2 年        | 工程師                                  |
| 圖資繪製組       | 蔣魁仁 | 圖資編修、資料計算處理                                 | 萬能工專土木科                | 32 年       | 圖資部經理                                |
|             | 黃姿慧 | 圖資編修、資料計算處理                                 | 中華技術學院土木工程系            | 16 年       | 工程師                                  |

表 5-7、臺灣環海公司主要工作人員專長與學經歷資料

| 組別    | 姓名  | 專 長                          | 學 歷                                | 相關工作<br>經驗 | 備註                 |
|-------|-----|------------------------------|------------------------------------|------------|--------------------|
| 專案管理  | 文展權 | 專案管理、品質管理、水深測量、水下探測、決策分析     | 英國Plymouth大學<br>英國 Dundee 大學研究所    | 35 年       | 協同主持人<br>董事長       |
|       | 趙尊憲 | 專案管理、水深測量、水下探測、水中聲學          | 中正理工學院測量系<br>中山大學海下技術研究所           | 35 年       | 副總經理<br>甲種職安衛生業務主管 |
|       | 盧德華 | 專案管理、航空攝影測量、圖資整合、資訊安全管理、地理資訊 | 中正理工學院測量系<br>美國威斯康辛大學-麥帝生分校土木暨環工碩士 | 35 年       | 測量技師               |
| 水深測量組 | 林佑駿 | 水深測量、水下探測資料處理                | 高雄海洋科技大學航運技術研究所                    | 10 年       | 測量部經理              |
|       | 蔡旻穎 | 水深測量、控制、平差計算                 | 成功大學地球科學研究所                        | 15 年       | 工程師                |
|       | 潘登俊 | 水深測量、水下探測                    | 海軍專業士官班                            | 28 年       | 工程師                |
|       | 李國源 | 水深測量、水下探測                    | 海軍兵器學校                             | 25 年       | 工程師                |
|       | 陳相安 | 水深測量、水下探測                    | 海軍通信電子                             | 29 年       | 工程師                |
|       | 李宗寰 | 水深測量、水下探測                    | 東華大學材料系                            | 6 年        | 工程師                |
|       | 陳聖元 | 河海水深測量、水下探測資料處理              | 中山大學海洋環境及工程研究所                     | 1 年        | 工程師                |
| 資料處理組 | 程騰緯 | 水深測量、水下探測、資料處理與品質控管          | 海洋大學河海工程系                          | 20 年       | 副總經理               |
|       | 張芷瑜 | 水深測量、水下探測資料處理                | 成功大學地球科學系研究所                       | 6 年        | 資訊系統部經理            |
|       | 黃偉琳 | 水下探測資料處理、專案管理                | 中山大學海洋事務研究所                        | 8 年        | 專案工程師              |
|       | 簡至培 | 水下探測資料處理                     | 臺灣大學土木工程學系大地工程組研究所                 | 8 年        | 專案工程師、測量技師         |
|       | 詹勝光 | 水下探測資料處理、資料計算處理、IT 機敏資訊管理    | 成功大學測量及空間資訊學系                      | 6 年        | 資訊工程師              |
|       | 王雅芳 | 水下探測資料處理                     | 東華大學自然資源與環境研究所                     | 1 年        | 工程師                |

## 陸、檢討與建議

檢討本案作業範圍為澎湖縣外海海域，含增購區域面積約為1,748平方公里。規劃施測里程共計13,494公里。所得成果共產製數值地形模型(5公尺\*5公尺)、清繪圖、水深紀錄檔與各項成果之詮釋資料。

### 一、 檢討

#### (一) 海域水深測量精度

由於本案全部使用多音束測深系統以獲得海域地形資料，以實測點對網格進行交錯檢核品管，主測線為剔除錯誤及雜點之實測點，檢核測線依剔除錯誤及雜點之實測點製作網格，檢核結果均可符合一等精度規範要求，各測線之檢核結果請參閱表 4-25~表 4-29所列。

作業區範圍面積廣大，故外業測量時要求該趟次測量區域之檢核線以該趟次完成為原則，避免因時間間隔太久，有重大氣候事件，例如颱風等導致地形變遷而使檢核線與主測線無法交疊之情事發生。

113年度有一趟次之檢核線資料，由於海象之湧浪較大，且與主測線測量日期間隔較多天，故檢核成果較為不佳，此部分未來將會嚴格要求作業人員檢核線與主測線必須在同一趟次施測，避免同樣情形再度發生。

#### (二) 內外業工作進度及品質管制

113年度測量範圍含增購區約為1,748平方公里，因113年度為本計畫案之第二年度，故外業工作人員於執行112年度計畫完畢後，便趁海象狀況良好時提前施測113年度範圍，除避免該年度不可預期之海象因素導致工作進度延遲外，亦可爭取內業資料處理之時間。

因113年度測量範圍內沙波面積佔比超過50%，且沙波屬於較複雜之地形，資料處理或濾除雜訊較為不易，除需花費大量時間處理外，亦考驗內業資料處理人員的經驗是否足夠，導致內業資料處理上粗差較多，或是資料過刪無法呈現真實地形的部分，導致審查各階段皆有被退審之情形，待修正後再重新送審，如此一來一回之間就耗費數十天，未來除了加強內業人員相關之訓練，並另派人手專門進行資料成果檢核，提升成果品質，以期達到繳交成果之正確性。

#### (三) 水深區間與測帶掃描角度

113年於處理水深點雲資料時發生水深越深外側音束離散情況越嚴重的情形，為顧及資料品質故將外側音束濾除，依據113年度實務經驗，水深在40公尺以淺掃描角度以130度為最佳，水深40~50公尺掃描角度以120~130度間最佳，水深50~60公尺掃描角度以110~120度間最佳，水深60~70公尺掃描角度以110~120度間最佳，水深70公尺以深掃描角度以小於110度最佳，未來在外業執行水深測量時將會考慮依照此實務經驗，根據水深適當地調整掃描角度來維

護資料品質並減少內業人員處理資料的時間，提升工作效率。

## 二、建議

因本案目前檢核角度的方式為輸出所有有效水深點之音束數(beam)、角度(angle)，再取第一個及最後一個音束(此設備若有512音束，則取第1及第512的音束)之角度極值，以此計算測帶角度大小。而此方式僅可初步檢核在外業測量時，儀器設定之角度是否符合規範，無法作為全區域平均測帶角度之數值。

依據臺灣環海公司內部自行統計結果，第6階段EM2040最大角度為132.13度，平均為123.15度。第7階段EM2040最大角度為126.93度，平均為116.55度；Norbit i80S最大為126.12度，平均為117.13度。前述統計角度方式是以輸出所有有效水深點之測帶數(Profile)、音束數(beam)、角度(angle)，計算每條測帶最大有效掃描角度後，再根據每條測帶之角度統計最大及平均值。建議未來角度檢核方式可以前述方式做計算，較符合全區域平均測帶角度之數值。

## 柒、參考文獻

1. 航行指南(2010)，臺灣沿海，中華民國海軍大氣海洋局，第七版。
2. 水道燈表(2012)，中華民國海軍大氣海洋局，修訂版。
3. 水文年報(2023)，經濟部水利署。
4. 海軍水道圖(113年版-0313、112年版-0319、113年版-0328A、113年版-0328B、112年版-0331、112年版-0336)，中華民國海軍大氣海洋局。
5. 經濟部水利署網站，<https://www.wra.gov.tw/>。
6. 行政院農業委員會漁業署網站，<https://www.fa.gov.tw/cht/>。
7. 海軍全球資訊網網站，<http://cnmoo.mnd.gov.tw>。
8. 交通部中央氣象署網站，<https://www.cwa.gov.tw/V8/C/>。
9. 內政部國土測繪中心 e-GNSS 即時動態定位系統入口網站，  
<https://egnss.nlsc.gov.tw/HotNews.aspx>。
10. 內政部多維度海域資訊服務平台網站，  
<https://ocean.moi.gov.tw/Map/MainMap>。