



NLSC-105-50

# 105 年度高雄及屏東海域水深測量 資料調查及整理作業

## 工作總報告書

主辦機關：內政部國土測繪中心

執行單位：中興測量有限公司、

國際海洋船舶技術顧問有限公司

中華民國 106 年 7 月 17 日

105  
年度

高雄及屏東海域水深測量資料調查及整理作業

工作總報告書

內政部國土測繪中心

## 摘要

臺灣地理環境四面環海，其海域基礎圖資之建立乃為國土規劃、海洋永續經營與發展之重要參考。而近年來，隨著航運及漁業發展，海上航行安全日益受到重視，電子航行圖(*Electronic Navigational Charts, ENC*)為目前世界各國航船參考的通用圖資。基此，內政部為善盡海洋國家的國際社會責任及因應國際化與資訊化的國際現勢，擴大海域調查資料應用及圖資整合範疇，滿足國際海上人命安全公約(*International Convention for the Safety of Life at Sea, SOLAS*)對航行安全的要求，自105年度起水深資料調查及整理工作，以建置符合IHO規範要求之ENC前置資料為原則。

105年度分為三個作業區域進行測繪，本案為第二作業區，測製範圍為高雄及屏東沿海地區，海域地形測量採單音束測深系統及多音束測深系統掃瞄，岸邊地形採空載光達掃瞄及航空攝影測量，測量面積約706平方公里(包含約676平方公里的海域地形測量，及30平方公里的岸邊地形測量)，五千分之一比例尺圖幅116幅，兩萬五分之一比例尺圖幅10幅。

執行工作項目涵蓋控制測量、測深系統適用性評估、海域地形測量、岸線地形測量、海床特徵物偵測、電子航行圖前置資料製作、數值地形模型及詮釋資料等圖資製作，作為後續提供電子航行圖製作之基礎圖資，各項目概要說明如下。

1. 控制測量：新設控制點11點、臨時潮位站4點。
2. 測深系統適用性評估：2套單音束及3套多音束系統通過系統評估。
3. 海域地形測量：計完成約676平方公里測繪面積。

4. 海床特徵物偵測：計清查 38 處特徵物，包含 28 處海圖礙航物、8 處人工漁礁禁航區、未公告礁石及漁礁群各 1 處。
5. 電子航行圖前置資料：包含海測清繪圖、水深記錄檔及其他敘述性報告各 1 式。
6. 數值地形模型：建立 5 公尺\*5 公尺、10 公尺\*10 公尺、20 公尺\*20 公尺、50 公尺\*50 公尺、100 公尺\*100 公尺、250 公尺\*250 公尺網格高程數值模型。
7. 詮釋資料：符合五千分之一比例尺圖幅 116 幅。

關鍵字：電子航行圖、單音束測深系統、多音束測深系統、空載光達掃瞄、航空攝影測量

## ABSTRACT

*Taiwan is geographically surrounded with the ocean. The establishment of its basic chart of the marine areas one of the essential reference data of land-use planning, marine sustainable management and development, etc. In recent years, with the development of shipping and fisheries, maritime navigation safety has been paid more and more attention, the Electronic Navigational Charts (ENC) become the common data as the reference for maritime navigation. Based on the international social responsibility of the marine countries, and in response to the situation of internationalization at this information age, the Ministry of the Interior has expanded the application and integration of marine survey data to meet the requirements of navigation safety of the International Convention for the Safety of Life at Sea, (SOLAS). MOI start to collect the ocean depth data information from year 105, in order to build the basic data to satisfy the Electronic Navigation Chart (ENC) prerequisite of the IHO.*

*In year 105, the survey is divided into three operating areas for ocean bottom mapping. This project is for the second operating area with the scope the Kaohsiung and Pingtung coastal areas. The single-beam and multi-beam sounding systems has been used to scan the ocean bottom depth. Airborne LiDAR system and digital photogrammetry have been used for seashore terrain surveying. The total surveying area is about 706 square kilometers (including about 676 square kilometers of marine topography and 30 square kilometers of terrain topography). The final products will include 116 frames of five thousandth scale map and 10 frames of twenty-five thousandth scale map.*

*Implementation of the project covers the control survey, the applicability assessment of the water depth sounding system, the sea*

*area and seashore area topography measurement, the seabed feature detection, the electronic navigation map prefabricated data production, the digital topographic model with its implementation data etc. These products will be used as the basic data for the follow-up production of the electronic navigation maps. The outline of the project is as follows :*

- 1. Control Survey: 11 established control points and 4 temporary tidal stations.*
- 2. Applicability assessment of the water depth sounding system: 2 sets of single-beam and 3 sets of multi-beam sounding systems pass the system assessment.*
- 3. Sea area terrain measurement: the completion of about 676 square kilometers survey area.*
- 4. Seabed feature detection: 38 features have been detected, including 28 obstructions, 9 artificial fishing reefs, 1 for each of un-identified reefs and fishery reefs.*
- 5. Prefabricated data for electronic navigation map: including clear drawing of marine surveying, water depth record file and other narrative report.*
- 6. Numerical terrain model: including 5 m \* 5 m, 10 m \* 10 m, 20 m \* 20 m, 50 m \* 50 m, 100 m \* 100 m, 250 m \* 250 m grid digital elevation model.*
- 7. Interpretation information: 116 frames of 1/5000 scale map.*

*Keywords: Prefabricated data for electronic navigation map, single-beam sounding system, multi-beam sounding system, Airborne LiDAR, Aerial Photogrammetry*

## 目錄

第一章	前言.....	1
1.1	計畫緣起.....	1
1.2	作業範圍.....	1
1.3	工作項目和期程.....	4
第二章	作業規劃及作業範圍特性分析.....	7
2.1	作業規劃.....	7
2.1.1	海域地形測量規劃.....	7
2.1.2	岸線地形測量規劃.....	8
2.2	作業範圍特性分析.....	9
2.2.1	海域環境概述.....	9
2.2.2	海域環境概述.....	10
第三章	執行方法與成果展示.....	13
3.1	整體作業流程.....	13
3.2	控制測量.....	14
3.2.1	控制測量基準.....	14
3.2.2	點位清查.....	14
3.2.3	已知控制點檢核.....	16
3.2.4	航空標佈設.....	28
3.2.5	平面控制測量.....	29
3.2.6	高程控制測量.....	38

3.2.7 坐標成果表.....	42
3.3 測深系統適用性評估.....	45
3.3.1 測試區域選定.....	45
3.3.2 測線規劃.....	45
3.3.3 作業規劃.....	46
3.3.4 作業船隻及儀器設備.....	49
3.3.5 作業說明.....	50
3.3.6 測深評估系統成果.....	57
3.4 海域地形測量.....	75
3.4.1 作業船隻及儀器設備.....	75
3.4.2 作業說明.....	75
3.5 岸線地形測量.....	90
3.5.1 飛航申請作業.....	90
3.5.2 飛航掃瞄儀器.....	91
3.5.3 系統率定.....	92
3.5.4 飛航掃瞄作業.....	98
3.5.5 飛航成果.....	98
3.5.6 航帶平差精度評估.....	103
3.5.7 空中三角測量.....	104
3.5.7 正射影像.....	106
3.6 圖資成果製作.....	107

3.6.1 數值高程模型.....	107
3.6.2 電子航行圖前置資料.....	108
3.6.3 詮釋資料.....	114
第四章 海床特徵物之偵測及有礙航安疑義資料之消除.....	115
4.1 特徵物偵測.....	115
4.2 作業方法.....	117
4.3 資料確認.....	118
4.4 偵測成果.....	118
4.5 新發現之成果.....	130
4.6 未發現之特徵物說明.....	131
第五章 自我檢核方式及處理原則說明.....	135
5.1 海域數值地形模型檢核(正高).....	136
5.1.1 內精度資料檢核.....	136
5.1.2 外精度資料檢核.....	141
5.1.3 測線重疊區精度.....	141
5.2 海域數值地形模型檢核(橢球高).....	146
5.2.1 內精度資料檢核.....	146
5.2.2 外精度資料檢核.....	150
5.2.3 測線重疊區精度.....	151
5.3 精度超出標準之圖幅檢核.....	155
第六章 資料不確定度(TPU Uncertainty)計算差異說明.....	158

6.1 資料不確定度( <i>TPU Uncertainty</i> )之計算差異.....	158
6.1.1 <i>Hypack TPU Editor</i> .....	158
6.1.2 <i>CARIS HIPS&amp;SIPS</i> .....	159
6.1.3 不確定度( <i>TPU Uncertainty</i> )之計算差異.....	160
6.2 兩軟體輸出之地形資料差異 .....	160
第七章 檢討與建議 .....	164
7.1 檢討事項 .....	164
7.2 總結 .....	168
第八章 參考文獻 .....	170

## 紙本附件

附件 1、工作總報告書監審方審查意見及辦理情形

附件 2、工作總報告書主辦方審查意見及辦理情形

附件 3、各次工作會議結論與追蹤事項辦理情形

附件 4、其他敘述性報告

## 電子檔附件

附件 1、已知控制點清理結果清冊

附件 2、控制點紀錄表

附件 3、儀器檢校報告

附件 4、最小約制平差成果

附件 5、強制附合平差成果

附件 6、測深系統適用性評估報告

附件 7、第 1 批海域地形測量成果報告

附件 8、第 2、3 批海域地形測量成果報告

附件 9、飛航率定報告

附件 10、其他敘述性報告

## 圖目錄

圖 1-1 作業區示意圖.....	2
圖 1-2 高雄港區範圍圖.....	3
圖 1-3 左營軍港禁測範圍.....	4
圖 2-1 海域作業施測範圍示意圖(藍色為單音束區域，橘色為多音束區域).....	8
圖 2-2 本案航線規劃示意圖.....	9
圖 2-3 小琉球浮標每月波高統計圖(2003-2016)---摘自氣象局網站.....	12
圖 3-1 本案作業流程圖.....	13
圖 3-2 各級已知控制點分布圖.....	16
圖 3-3 航標點規格以及現場布設情形.....	28
圖 3-4 GNSS 外業測量圖.....	33
圖 3-5 GNSS 觀測網絡圖.....	34
圖 3-6 GNSS 基線解算流程圖.....	36
圖 3-7 水準觀測路線圖.....	40
圖 3-8 本案潮位站架設位置.....	42
圖 3-9 本案潮位站架設情形(由左至右依序為彌陀、鳳鼻頭以及枋寮潮位站).....	42
圖 3-10 測深系統適用性評估作業區位置圖.....	45
圖 3-11 測試區測線規劃示意圖(左圖為單音束測深系統規劃，右圖為多音束測深系統規劃示意。)	46

圖 3- 12 以 GNSS 儀器之 PPS 訊號作為校時器 .....	47
圖 3- 13 水下聲速變化剖面及現場作業照片 .....	47
圖 3- 14 疊合測試分析示意圖 .....	48
圖 3- 15 R2-2022 音鼓安裝照片(左)現場實做照片(右).....	50
圖 3- 16 R2-2026 架設照片(左)GNSS 架設照片(右) .....	50
圖 3- 17 各系統測點密度分析圖 .....	52
圖 3- 18 各裝置相對位置.....	53
圖 3- 19 三套多音束系統評估疊合測試航跡資料 .....	55
圖 3- 20 SB1_ODOM 實測航跡與水深色階圖 .....	57
圖 3- 21 SB2_ODOM 實測航跡與水深色階圖 .....	57
圖 3- 22 MB1_2022 實測航跡與水深色階圖 .....	58
圖 3- 23 MB2_2026 實測航跡與水深色階圖 .....	58
圖 3- 24 MB3_2024 水深色階圖 .....	58
圖 3- 25 SB1_ODOM 內較差精度圖 .....	60
圖 3- 26 SB2_ODOM 內較差精度圖 .....	61
圖 3- 27 MB1_2022 內較差精度圖 .....	62
圖 3- 28 MB2_2026 內較差精度圖 .....	63
圖 3- 29 MB3_2024 內較差精度圖 .....	64
圖 3- 30 SB1_ODOM 與 MB1_2022 外精度較差分析圖 .....	65
圖 3- 31 SB1_ODOM 與 MB2_2026 外精度較差分析圖 .....	66
圖 3- 32 SB1_ODOM 與 MB3_2024 外精度較差分析圖 .....	67

圖 3- 33 SB2_ODOM 與 MB1_2022 外精度較差分析圖 .....	68
圖 3- 34 SB2_ODOM 與 MB2_2026 外精度較差分析圖 .....	69
圖 3- 35 SB2_ODOM 與 MB3_2024 外精度較差分析圖 .....	70
圖 3- 36 SB1_ODOM 與 SB2_ODOM 外精度較差分析圖 .....	71
圖 3- 37 MB1_2022 與 MB2_2026 外精度較差分析圖 .....	72
圖 3- 38 MB1_2022 與 MB3_2024 外精度較差分析圖 .....	73
圖 3- 39 MB2_2026 與 MB3_2024 外精度較差分析圖 .....	74
圖 3- 40 海域地形測量作業流程圖 .....	76
圖 3- 41 施測軌跡圖 .....	78
圖 3- 42 外業現場即時監控畫面 .....	78
圖 3- 43e-GNSS 及衛星差分定位區域.....	80
圖 3- 44Marinestar 的陸上基站網路及衛星訊號傳輸範圍 .....	81
圖 3- 45Marinestar 作業時衛星接收情形 .....	81
圖 3- 46 定位系統資料差異性分析畫面 .....	82
圖 3- 47 彌陀、二港口、枋寮以及小琉球潮位站架設情形 .....	84
圖 3- 48 各潮位站 11/20 號資料比較表.....	85
圖 3- 49 潮位分區修正及潮位站設置圖 .....	85
圖 3- 50 相鄰兩潮位分區地形精度差異 .....	86
圖 3- 51Hypack 水深測量資料 Heave Processing 讀取畫面 .....	87
圖 3- 52RTK-tide 計算資料(綠線為即時計算資料，黃線為 60 秒平滑化資料).....	87

圖 3- 53 水深資料處理流程.....	88
圖 3- 54Hypack 刪除壞點示意圖(紅色點為壞點).....	89
圖 3- 55105 年度第 2 作業區全區水深測量成果色階圖 .....	89
圖 3- 56105 年度第 2 作業區高屏峽谷水深測量成果 3D 色階圖... ..	90
圖 3- 57 飛機安裝現況圖.....	90
圖 3- 58 雷射點至萃取面的距離分析示意圖.....	93
圖 3-59 雷射點至萃取面的距離統計分布圖.....	94
圖 3-60 雷射點至萃取面的距離統計直方圖.....	95
圖 3-61 率定飛行成果之高程分析統計直方圖.....	96
圖 3-62 確認飛行成果之高程分析統計直方圖.....	97
圖 3-63 平面精度分析圖.....	97
圖 3- 64 空載雷射掃瞄資料作業流程 .....	99
圖 3- 65105/9/25 之飛航軌道差異示意圖(飛航軌道差異值小於 20cm) .....	100
圖 3- 66105/11/5 之飛航軌道差異示意圖(飛航軌道差異值小於 20cm) .....	100
圖 3- 67 飛航軌跡圖 .....	101
圖 3- 68 95174031 單幅點雲成果圖(高程上彩)圖 .....	102
圖 3- 69 平差前航帶間差量統計圖 .....	103
圖 3- 70 平差後航帶間差量統計圖 .....	103
圖 3- 71 空中三角測量平差計算流程圖 .....	104

圖 3- 72 空中三角計算改正數與成果示意圖.....	106
圖 3- 73 無縫鑲嵌正射影像圖.....	107
圖 3- 74 數值高程地形模型製作流程.....	108
圖 3- 75 水深紀錄檔示意圖.....	109
圖 3- 76 海測清繪圖示意圖.....	113
圖 3- 77 符合國土資訊系統 <i>NGIS</i> 之詮釋資料 <i>V2.0</i> 版 ( <i>xml</i> 檔) .....	114
圖 4- 1 漁業署公布之人工漁礁禁漁區.....	116
圖 4- 2 海圖礙航物件標的.....	117
圖 4- 3 高屏特徵物探測北方區域成果.....	118
圖 4- 4 高屏特徵物探測西南方區域成果.....	119
圖 4- 5 高屏特徵物探測東南方區域成果.....	119
圖 5- 1 <i>Fledermaus</i> 製作網格 <i>SD</i> 檔畫面.....	135
圖 5- 2 <i>Fledermaus</i> 檢核測試畫面.....	136
圖 5- 3 交錯檢核不通過之區域(左圖為正高，右圖為橢球高).....	156
圖 6- 1 <i>Hypack TPU Editor</i> 操作介面.....	158
圖 6- 2 <i>CARIS HIPS&amp;SIPS Compute TPU</i> 畫面.....	159
圖 6- 3 各批水深資料 <i>CARIS HIPS&amp;SIPS</i> 資料不確定度計算成果 .....	160
圖 6- 4 94183028 外精度檢核分析成果圖.....	161
圖 6- 5 94171049 外精度檢核分析成果圖.....	162

圖 6-6 94171078 外精度檢核分析成果圖 .....	163
圖 7-1 海洋探勘者一號於港口翻覆 .....	165
圖 7-2 本團隊自有鐵殼船隻 .....	166
圖 7-3 本案趕工計畫進度甘特圖 .....	166
圖 7-4 推求兩航帶內某共軛點的相對高程差示意圖 .....	168
圖 7-5 全區水深色階地形圖 .....	169

## 表目錄

表 1- 1 成果交付項目及期限.....	4
表 1- 2 各工作項目實際繳交項目及數量 .....	5
表 2- 1 飛航參數規劃.....	8
表 2- 2 高雄潮位站歷年月潮位統計表(2004-2015)---摘自氣象局網站.....	10
表 2- 3 東港潮位站歷年月潮位統計表(2003-2015)---摘自氣象局網站.....	11
表 2- 4 小琉球潮位站歷年月潮位統計表(2002-2015)---摘自氣象局網站.....	11
表 2- 5 小琉球浮標每月波高統計表(2003-2016)---摘自氣象局網站.....	12
表 3- 1 各級控制點數量及點號統計表 .....	15
表 3- 2 平面控制點檢測規範.....	17
表 3- 3 已知控制點檢測成果.....	17
表 3- 4 已知水準點檢測比較表 .....	27
表 3- 5 衛星定位儀儀器校驗資訊一覽表 .....	29
表 3- 6 作業精度要求一覽表.....	30
表 3- 7 觀測時段表(1/5).....	30
表 3- 8 觀測時段表(2/5).....	31
表 3- 9 觀測時段表(3/5).....	31
表 3- 10 觀測時段表(4/5).....	32

表 3- 11 觀測時段表(5/5).....	32
表 3- 12 基線檢核項目與結果.....	37
表 3- 13 水準儀儀器校驗資訊一覽表 .....	38
表 3- 14 水準測線完成日期.....	38
表 3- 15 水準測段往返觀測精度統計表 .....	41
表 3- 16 表控制點坐標成果表(1/2).....	43
表 3- 17 控制點坐標成果表(2/2) .....	44
表 3- 18 疊合測試作業方式.....	48
表 3- 19 各項作業測深系統組合 .....	49
表 3- 20 各測深系統儀器架設偏移量 .....	53
表 3- 21 SBI_ODOM 檢校表 .....	54
表 3- 22 SB2_ODOM 檢校表(9/24).....	54
表 3- 23 SB2_ODOM 檢校表(10/3).....	54
表 3- 24 各多音束測深系統率定成果 .....	55
表 3- 25 SW10-1 控制點位資訊 .....	56
表 3- 26 SBI_ODOM 內較差精度表.....	60
表 3- 27 SB2_ODOM 內較差精度表.....	61
表 3- 28 MB1_2022 內較差精度表 .....	62
表 3- 29 MB2_2026 內較差精度表 .....	63
表 3- 30 MB3_2024 內較差精度表 .....	64
表 3- 31 SBI_ODOM 與 MB2_2022 外精度較差分析表.....	65

表 3- 32	<i>SBI_ODOM</i> 與 <i>MB2_2026</i> 外精度較差分析表	66
表 3- 33	<i>SB2_ODOM</i> 與 <i>MB3_2024</i> 外精度較差分析表	67
表 3- 34	<i>SB2_ODOM</i> 與 <i>MB1_2022</i> 外精度較差分析表	68
表 3- 35	<i>SB2_ODOM</i> 與 <i>MB2_2026</i> 外精度較差分析表	69
表 3- 36	<i>SB2_ODOM</i> 與 <i>MB3_2024</i> 外精度較差分析表	70
表 3- 37	<i>SBI_ODOM</i> 與 <i>SB2_ODOM</i> 外精度較差分析表	71
表 3- 38	<i>MB1_2022</i> 與 <i>MB2_2026</i> 外精度較差分析表	72
表 3- 39	<i>MB1_2022</i> 與 <i>MB3_2024</i> 外精度較差分析表	73
表 3- 40	<i>MB2_2026</i> 與 <i>MB3_2024</i> 外精度較差分析表	74
表 3- 41	各測深系統交錯評估成果	75
表 3- 42	海域地形測量作業日期	76
表 3- 43	各定位系統使用日期	79
表 3- 44	定位系統資料差異性分析	82
表 3- 45	各潮位站坐標資訊 <i>TWD97@2010</i>	84
表 3- 46	相鄰兩潮位分區精度分析表	86
表 3- 47	空載光達儀器	91
表 3- 48	航空攝影儀器	92
表 3- 49	率定飛行成果之高程分析統計表(單位:公分)	96
表 3- 50	確認飛行成果之高程分析統計表(單位:公分)	97
表 3- 51	105/9/25 飛航軌道差異成果統計表	101
表 3- 52	105/11/5 飛航軌道差異成果統計表	101

表 3- 53 空三平差計算審驗成果表 .....	106
表 3- 54 本案建立 S-57 物件及屬性表 .....	111
表 4- 1 海圖蒐集列表.....	115
表 4- 2 漁業署公布之人工漁礁禁漁區(WGS84).....	115
表 4- 3 海圖礙航物件標的(WGS84) .....	116
表 4- 4 漁礁坐標位置表.....	120
表 4- 5 沈船坐標位置表.....	121
表 4- 6 沈船坐標位置表.....	122
表 4- 7 漁礁群坐標位置表.....	123
表 4- 8 沈船坐標位置表.....	124
表 4- 9 漁礁群坐標位置表.....	125
表 4- 10 漁礁群坐標位置表.....	126
表 4- 11 漁礁群坐標位置表.....	127
表 4- 12 漁礁群坐標位置表.....	128
表 4- 13 漁礁群坐標位置表.....	129
表 4- 14 新發現之礁石坐標位置表 .....	130
表 4- 15 新發現之漁礁群坐標位置表 .....	131
表 4- 16 未發現之特徵物.....	131
表 5- 1 多音束水深資料內精度比較成果 .....	136
表 5- 2 單音束內精度比較成果.....	141
表 5- 3 外精度重疊檢核資料.....	141

表 5-4 相鄰測線重疊區精度檢核 .....	142
表 5-5 多音束水深資料內精度比較成果 .....	146
表 5-6 單音束內精度比較成果 .....	150
表 5-7 外精度重疊檢核資料 .....	151
表 5-8 相鄰測線重疊區精度檢核 .....	151
表 5-9 正高交錯檢核不通過之區域 .....	156
表 5-10 橢球高交錯檢核不通過之區域 .....	156
表 5-11 重新計算後之交錯檢核成果(正高) .....	157
表 5-12 重新計算後之交錯檢核成果(橢球高) .....	157
表 6-1 各測深系統 <i>Hypack</i> 資料不確定度計算成果 .....	159
表 6-2 94183028 外精度檢核分析成果表 .....	161
表 6-3 94171049 外精度檢核分析成果表 .....	162
表 6-4 94171078 外精度檢核分析成果表 .....	163
表 7-1 各套測深系統完成日期 .....	164
表 7-2 各批海域地形測量成果繳交日期 .....	165
表 7-3 第四階段成果審查日期及文號 .....	167

## 第一章 前言

### 1.1 計畫緣起

海域基礎圖資為國土規劃、海洋永續經營與發展之重要參考。有鑑於國內尚未建立完整海域基礎資料，且缺乏資料整合與分享供應之機制，加以周邊國家對於我國領土、大陸礁層或專屬經濟海域之主權、主權權利威脅依舊存在，因此，內政部辦理「我國海域調查與圖資整合發展計畫」（104-109年），預期達到海域國土基礎資料調查、海域空間資料整合與流通共享機制推動，並賡續大陸礁層與島礁調查、海洋法政與海域劃界方案研析等工作，務實維護國家海洋主權與權利，確保國家之安全、權益、永續經營與發展。

此外，隨著航運及漁業發展，海上航行安全日益受到重視，電子航行圖(*Electronic Navigational Charts, ENC*)為目前世界各國航船參考的通用圖資。基此，內政部為善盡海洋國家的國際社會責任及因應國際化與資訊化的國際現勢，擴大海域調查資料應用及圖資整合範疇，滿足國際海上人命安全公約 (*International Convention for the Safety of Life at Sea, SOLAS*)對航行安全的要求，自104年度起水深資料調查及整理工作，以建置符合IHO規範要求之ENC前置資料為原則。

今年為發展計畫的第二年度，作業項目包含了控制測量、測深系統適用性評估、海域地形測量(包含岸線地形測量)以及電子航行圖前置資料等相關作業，由內政部國土測繪中心(以下簡稱國土測繪中心)委託中興測量有限公司及國際海洋船舶技術顧問有限公司共同辦理「105年度高雄及屏東海域水深測量資料調查及整理作業採購案」(以下簡稱本案)，作為建構全國海、陸域之基本測繪成果。

### 1.2 作業範圍

本案測製範圍為高雄及屏東沿海地區，測量面積約706平方公里，約五分之一比例尺圖幅116幅(包含約676平方公里的海域地形測量及約30平

方公里的岸邊地形測量)，北邊與「105 年度水深測量資料調查及整理作業採購案」第 1 作業區銜接，往東測至堤防（含堤岸道路），無堤防處則測至明顯海陸交界處（如防風林、漁塭），以能銜接岸線圖資為原則，往西部分則需測滿五千分之一圖幅的範圍，作業區域如圖 1-1 所示。

其中，高雄港港區範圍則依海軍大氣海洋局出版之最新版海圖所畫範圍為準(如圖 1-2)，其內港區域之水深測量資料由國土測繪中心提供，屆時辦理水深測量時，作業範圍應與國土測繪中心提供之港區水深資料重疊(重疊範圍由港區水深資料範圍邊緣線起算，向港內方向延伸至少 50 米)。

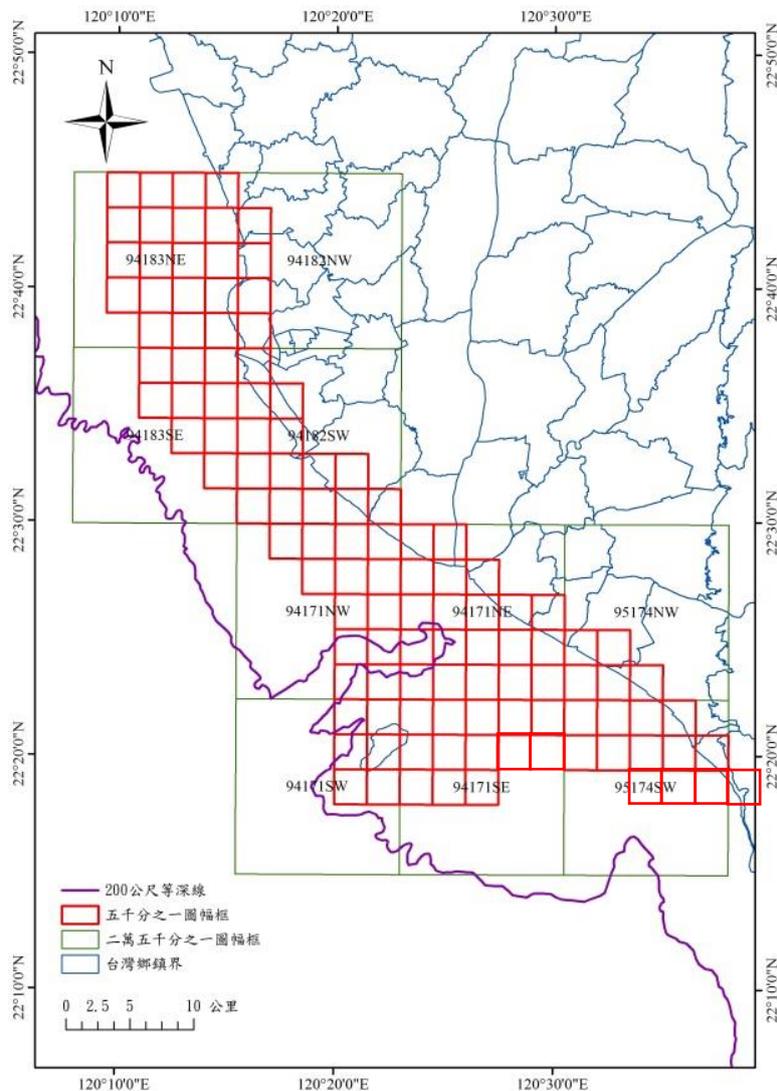


圖 1-1 作業區示意圖

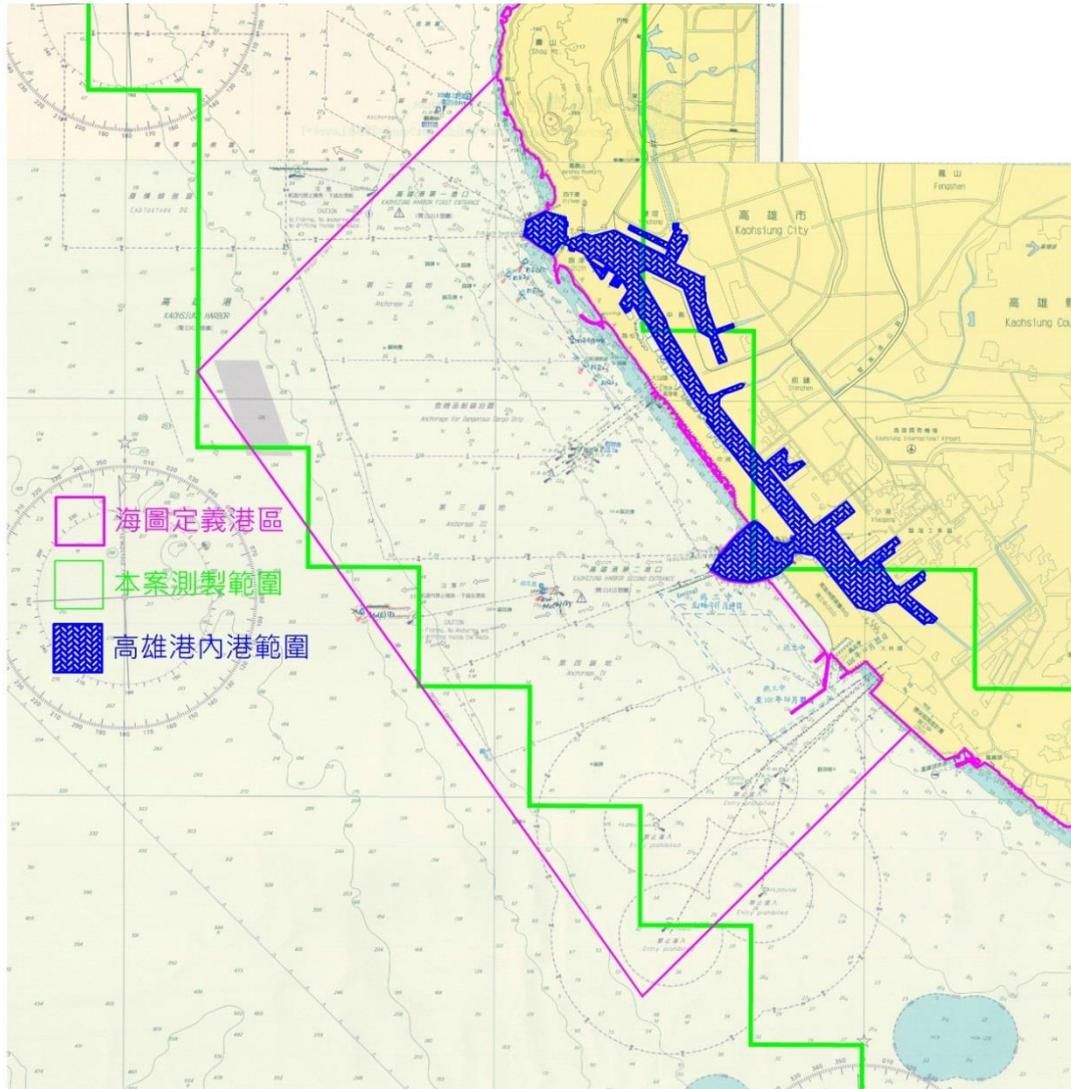


圖 1-2 高雄港區範圍圖

另本案測製區域因涉及左營軍港要塞管制區，依據民國 96 年 09 月 11 日猛獅字第 0960003089 號公告之高雄市左營軍港要塞管制區界線，該管制範圍內不得施測，管制範圍為水域管制區自軍用港口防波堤兩基點連線為基準左右各 60 度，向外海延伸 3500 公尺範圍，由 A1 至 A10、C、U、V 等 13 個基點連線之範圍，如圖 1-3 所示。



圖 1-3 左營軍港禁測範圍

### 1.3 工作項目和期程

本案作業期限由決標次日起算，由 105 年 5 月 6 日開始起算，至 106 年 3 月 1 日結束，總計 300 日曆天，分四階段辦理，各階段應交付項目及期限如表 1-1 所示，各工作項目實際繳交項目及數量彙整如表 1-2 所示。

表 1-1 成果交付項目及期限

階段	成果交付項目	單位	數量		繳交期限	實際繳交日期
			書面	電子檔		
第 1 階段	工作計畫書	份	10	3	105.06.04	105.06.04
第 2 階段	測深系統適用性評估成果 測深系統適用性評估成果報告書	份	3	3	105.07.04	105.11.15
	控制測量成果 控制測量成果報告書	份	3	3	105.07.19	105.07.19

階段	成果交付項目	單位	數量		繳交期限	實際繳交日期
			書面	電子檔		
	第 1 批海域地形測量成果 第 1 批海域地形測量成果報告書(本案作業範圍 <u>35%以上範圍</u> )	式	3	3	105.09.02	105.12.26
第 3 階段	第 2 批海域地形測量成果 (本案作業範圍 <u>35%以上範圍</u> )	式	-	3	105.11.01	106.01.12
	第 3 批海域地形測量成果 第 2、3 批海域地形測量成果報告書 (本案作業範圍扣除第 1 及第 2 批海域地形測量已繳交資料)	式	3	3	105.12.31	106.02.18
第 4 階段	數值地形模型 電子航行圖前置資料 詮釋資料	式	-	3	106.03.01	106.06.19
	工作總報告書	份	15	3		
	修正後工作總報告書	份	6	3	於審查通過後發文通知期限內繳交	

表 1-2 各工作項目實際繳交項目及數量

項次	工作項目	單位	數量	備註
一	工作計畫書	式	1	
二	控制測量	式	1	說明如下
1.	新設平面控制點	點	11	編碼為 CH01 至 CH11
2.	新設高程控制點 (自架潮位站)	點	4	CH01-1(彌陀)、CH06-1(鳳鼻頭)、CH10-1(枋寮)、CH11(小

				琉球)、K700(高雄潮位站)、GS03(東港潮位站)
3.	已知平面控制點 檢測	點	24	詳見表 3-2，其中連續追蹤站 LIUC 重新移設。
4.	已知高程控制點 檢測	點		詳見表 3-2。
三	測深系統適用性 評估	套	5	計有單音束系統 2 套，多音束系統 3 套。
四	海域地形測量	平方 公里	676	採單音束及多音束系統施測之。
五	岸線地形測量	平方 公里	30	採空載光達掃瞄及航空攝影測量。
六	數值地形模型	幅	116	網格大小為 5 公尺*5 公尺、10 公尺*10 公尺、20 公尺*20 公尺、50 公尺*50 公尺、100 公尺*100 公尺、250 公尺*250 公尺
七	電子航行圖前置 資料	式	1	
1.	海測清繪圖	式	1	以*.shp 檔案格式繳交。
2.	水深記錄檔	式	1	以*.txt 檔案格式繳交。
3.	其他敘述性報告	式	1	以*.doc 檔案格式繳交。
八	詮釋資料	幅	116	符合 XML V2.0 格式。
九	工作總報告書	式	1	

## 第二章 作業規劃及作業範圍特性分析

### 2.1 作業規劃

本案測製範圍為高雄及屏東沿海地區，海域地形測量及岸線地形測量面積約 706 平方公里，約五千分之一比例尺圖幅 116 幅，水深 20 公尺以內採單音束測量，其餘海域地區皆採用多音束測量，規劃示意圖如圖 2-1 所示。岸線地形測量由東測至堤防（含堤岸道路），無堤防處則測至明顯海陸交界處為原則。

#### 2.1.1 海域地形測量規劃

海域地形測量方式分為多音束測深系統與單音束測深系統，作業區及測線規劃原則如下：

1. 水深測量以多音束測深系統施測為原則，水深不足 20 公尺可採單音束測深系統施測。
2. 單音束測深系統施測測線最大間距，以 200 公尺為原則，測點間距不大於 10 公尺，每 1000 公尺施測一條約略與測線垂直之交叉測線。
3. 多音束測深系統有效資料覆蓋率需達 110% 以上，且船隻迴轉時所測得資料不得做為計算成果之資料，亦不納入前開有效資料覆蓋率計算，另需施測檢核測線，所有測線至少與檢核測線交錯一次。
4. 單音束測深區與多音束測深區接邊處，需有 100 公尺(含)以上之重疊區域。

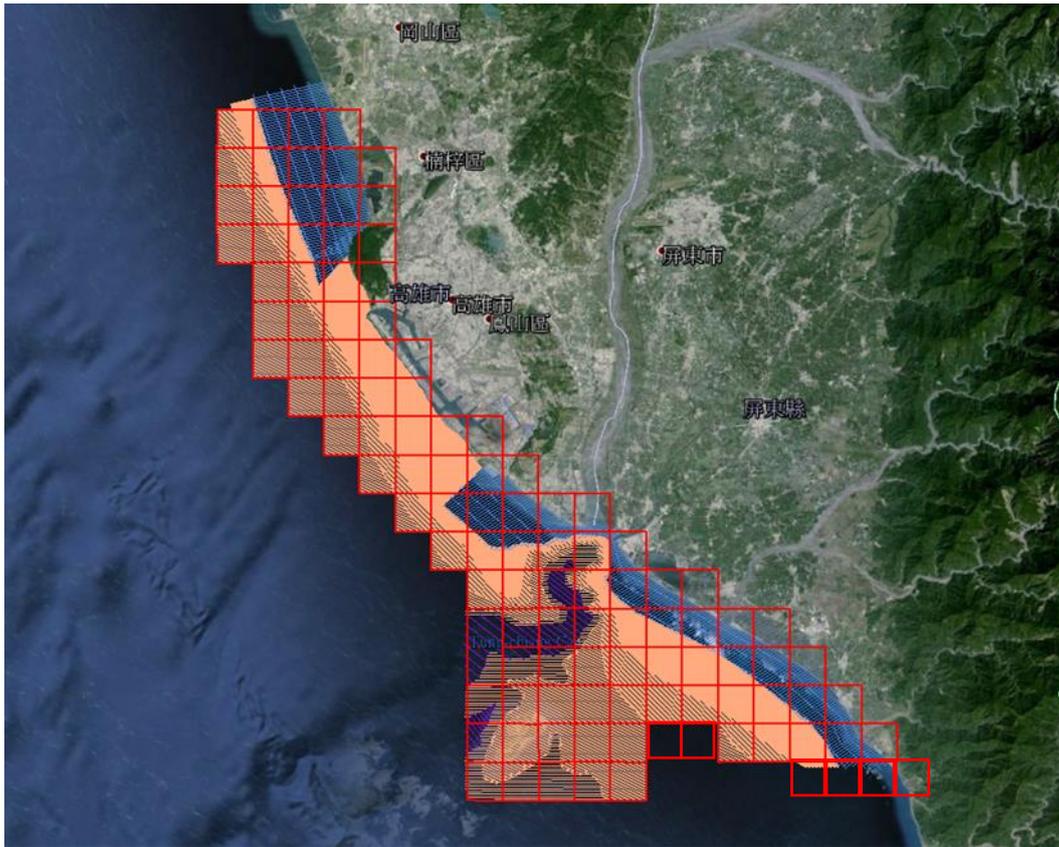


圖 2- 1 海域作業施測範圍示意圖(藍色為單音束區域，橘色為多音束區域)

### 2.1.2 岸線地形測量規劃

本案岸線地形測量使用空載光達掃瞄技術(*Optech Pegasus HD400*)，並搭配 *Dimac Ultralight + 60MP* 相機產製而成，飛航參數規劃如表 2- 1 所示，規劃飛航軌跡如圖 2- 2 所示。

表 2- 1 飛航參數規劃

飛航區域	航線數	航高 (m)	航速 (KTS)	掃瞄角度 (deg.)	雷射脈衝率 (KHz)	掃瞄頻率 (Hz)	掃瞄帶寬 (m)	重疊帶寬 (%)	點雲密度 (pt/m <sup>2</sup> )
岸線地形	11	2000	110	±20	100	40	1455.9	35	1.1
總公里 142.498 km									

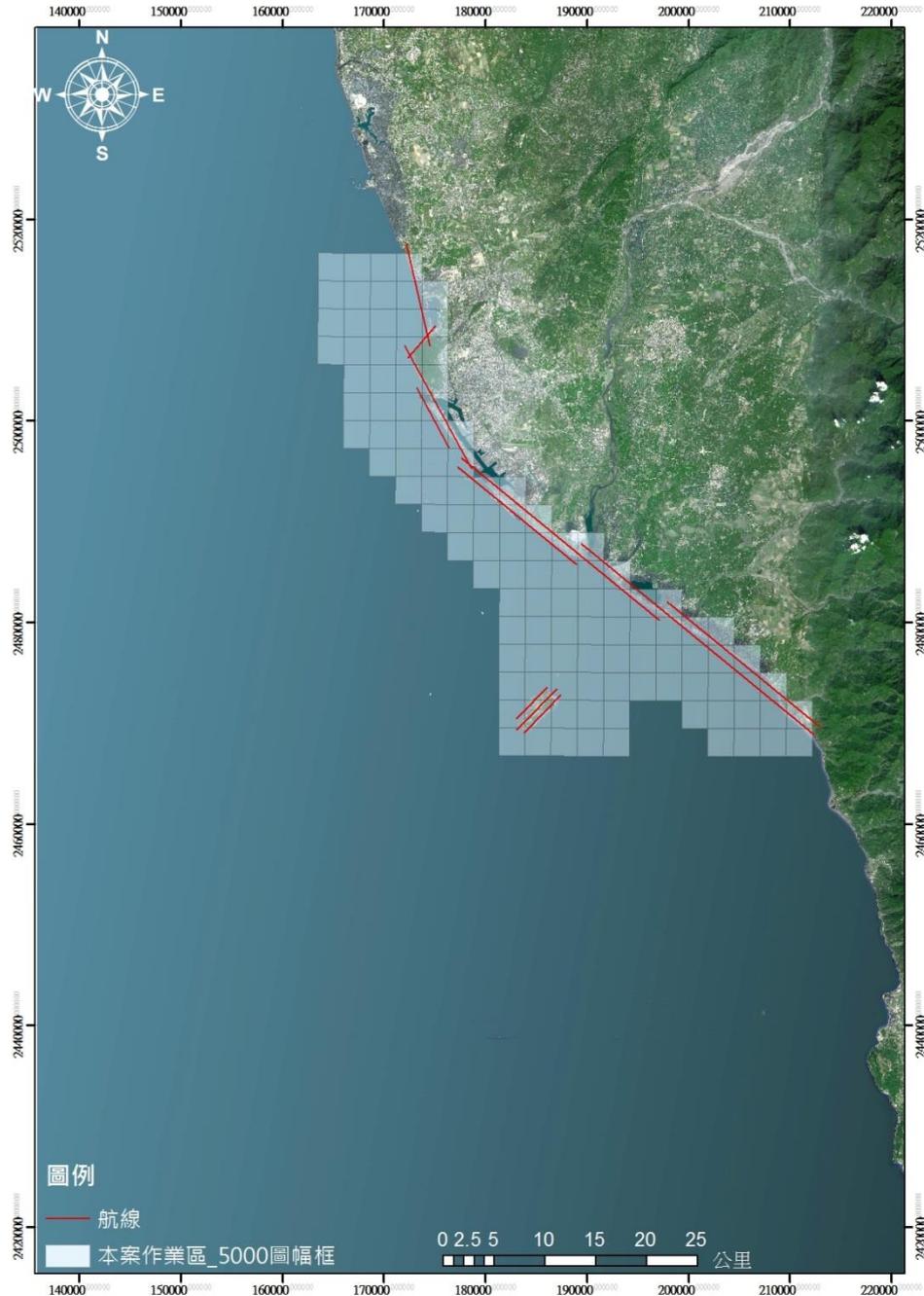


圖 2-2 本案航線規劃示意圖

## 2.2 作業範圍特性分析

### 2.2.1 海域環境概述

本案測量海域位於高雄及屏東外海海域，含小琉球島嶼及高雄港錨泊區，海域測量總面積約 680 平方公里，海岸屬沙岸地形，區域內多人工防波堤

及突堤，台灣主要商港高雄港之航道範圍也位於本案範圍之中，因此來往船隻較多，測量作業需多加小心。此區域以鳳鼻頭漁港為界，北邊水深地形資料變化較小，深度為 100 米內，而南邊地形由於在高屏溪出海口外有高屏峽谷，沿伸至小琉球嶼北方，水深地形變化較大，短短 1 公里範圍內，深度變化可從 20 公尺突深超過 100 公尺，最深可達 700 公尺。

### 2.2.2 海域環境概述

#### 一、潮汐：

中央氣象局在東港及小琉球設有潮位站，而高雄一港口則有內政部所設立之長期觀測潮位站，各潮位站之其歷年月潮位統計表如表 2-2、表 2-3、以及表 2-4。

高屏海域潮汐屬於以全日潮為主的混合潮，以高雄潮位站為例，平均潮差約 0.48 公尺，最大潮差為 1.2 公尺，相對於台灣其他地區來說，潮汐狀況算穩定。

表 2-2 高雄潮位站歷年月潮位統計表(2004-2015)---摘自氣象局網站

月份	最高高潮位 暴潮位(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	0.898	0.892	0.483	0.05	-0.299	-0.53	-0.641
2	0.783	0.853	0.472	0.093	-0.257	-0.501	-0.62
3	0.763	0.712	0.48	0.105	-0.233	-0.416	-0.657
4	0.814	0.769	0.512	0.143	-0.196	-0.324	-0.469
5	0.907	0.876	0.573	0.182	-0.169	-0.425	-0.447
6	1.059	0.953	0.631	0.223	-0.127	-0.504	-0.47
7	1.089	1.031	0.664	0.254	-0.07	-0.523	-0.432
8	1.195	1.018	0.694	0.298	-0.021	-0.486	-0.413
9	0.935	0.859	0.667	0.28	-0.058	-0.354	-0.379
10	0.899	0.805	0.63	0.247	-0.108	-0.356	-0.341
11	0.904	0.849	0.574	0.175	-0.168	-0.439	-0.423
12	0.856	0.85	0.526	0.084	-0.267	-0.499	-0.623
全年	1.195	1.031	0.579	0.183	-0.158	-0.53	-0.657

表 2-3 東港潮位站歷年月潮位統計表(2003-2015)---摘自氣象局網站

月份	最高高潮位 暴潮位(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	1.098	1.088	0.644	0.199	-0.159	-0.438	-0.486
2	1.091	1.04	0.65	0.218	-0.121	-0.389	-0.469
3	0.989	0.926	0.655	0.249	-0.098	-0.311	-0.573
4	1.021	0.996	0.69	0.283	-0.067	-0.213	-0.358
5	1.204	1.099	0.758	0.322	-0.066	-0.319	-0.362
6	1.288	1.2	0.818	0.356	-0.052	-0.377	-0.396
7	1.383	1.218	0.884	0.401	0.007	-0.389	-0.334
8	1.441	1.201	0.918	0.433	0.031	-0.363	-0.391
9	1.222	1.076	0.853	0.416	0.028	-0.252	-0.311
10	1.172	1.025	0.844	0.393	-0.017	-0.232	-0.272
11	1.234	1.108	0.756	0.31	-0.096	-0.316	-0.331
12	1.198	1.117	0.714	0.232	-0.15	-0.428	-0.494
全年	<b>1.441</b>	<b>1.218</b>	<b>0.763</b>	<b>0.317</b>	<b>-0.065</b>	<b>-0.438</b>	<b>-0.573</b>

表 2-4 小琉球潮位站歷年月潮位統計表(2002-2015)---摘自氣象局網站

月份	最高高潮位 暴潮位(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	0.83	0.897	0.362	-0.104	-0.473	-0.716	-0.771
2	0.752	0.838	0.348	-0.082	-0.424	-0.666	-0.747
3	0.64	0.681	0.346	-0.057	-0.403	-0.567	-0.773
4	0.707	0.72	0.385	-0.02	-0.371	-0.467	-0.587
5	0.867	0.823	0.438	0.014	-0.347	-0.583	-0.585
6	0.981	0.921	0.494	0.046	-0.318	-0.646	-0.65
7	1.07	0.951	0.544	0.087	-0.271	-0.672	-0.615
8	1.093	0.907	0.591	0.134	-0.224	-0.64	-0.618
9	0.887	0.788	0.558	0.128	-0.234	-0.509	-0.507
10	0.877	0.751	0.541	0.09	-0.298	-0.496	-0.529
11	0.92	0.806	0.472	0.017	-0.367	-0.628	-0.582
12	0.845	0.822	0.379	-0.059	-0.419	-0.687	-0.792
全年	<b>1.093</b>	<b>0.951</b>	<b>0.453</b>	<b>0.015</b>	<b>-0.347</b>	<b>-0.716</b>	<b>-0.792</b>

## 二、波浪

以小琉球浮標統計資料為例，小琉球浮標資料逐月波高統計資料如表 2-5，顯示其整年波高大都在小浪及中浪之間，僅在八月時有超過 30% 的大浪機率，為相對平穩的海域，圖 2-3 為小琉球浮標每月波高統計圖。

表 2-5 小琉球浮標每月波高統計表(2003-2016)---摘自氣象局網站

月份	觀測次數	最大示性波高				平均示性波高 (m)	平均週期 (秒)	示性波高分佈百分比			
		波高 (m)	尖峰週期(秒)	波向 (度)	發生時間			小於 0.6 公尺	0.6~1.5 小浪	1.5~2.5 中浪	大於 2.5 大浪
1	656	2.5	6.9	326	20050114	0.88	5	14%	82%	4%	0%
2	696	2.18	11.6	146	20080218	1.03	5.3	2%	94%	5%	0%
3	737	2.49	8.7	315	20090314	0.78	4.7	31%	67%	2%	0%
4	701	2.62	6.6	225	20160413	0.65	5.2	54%	45%	1%	0%
5	698	6.77	-	247	20060517	1.01	5	51%	36%	3%	10%
6	720	7.56	11.6	292	20090621	1.47	5.7	8%	60%	22%	10%
7	739	6.27	11.6	236	20060714	1.84	6.2	8%	37%	32%	23%
8	174	12.74	13.1	236	20090808	2.6	6.8	0%	37%	30%	33%
9	708	17.22	15.1	180	20160914	1.45	5.6	17%	51%	22%	10%
10	734	7.16	11.9	270	20161021	1.09	5.4	31%	50%	12%	7%
11	719	3.96	9.1	202	20131102	0.85	5.2	17%	76%	7%	1%
12	667	5.05	10.4	180	20041204	0.89	5.3	12%	83%	4%	1%



圖 2-3 小琉球浮標每月波高統計圖(2003-2016)---摘自氣象局網站

### 第三章執行方法與成果展示

#### 3.1 整體作業流程

本案工作項目包含控制測量、測深系統適用性評估、海域地形測量、岸線地形測量及各項成果產出(包含數值高程模型、電子航行圖前置資料、詮釋資料及工作總報告書)，依作業項目制定本案工作流程如圖 3-1 所示，以下將依序說明各作業流程的工法：

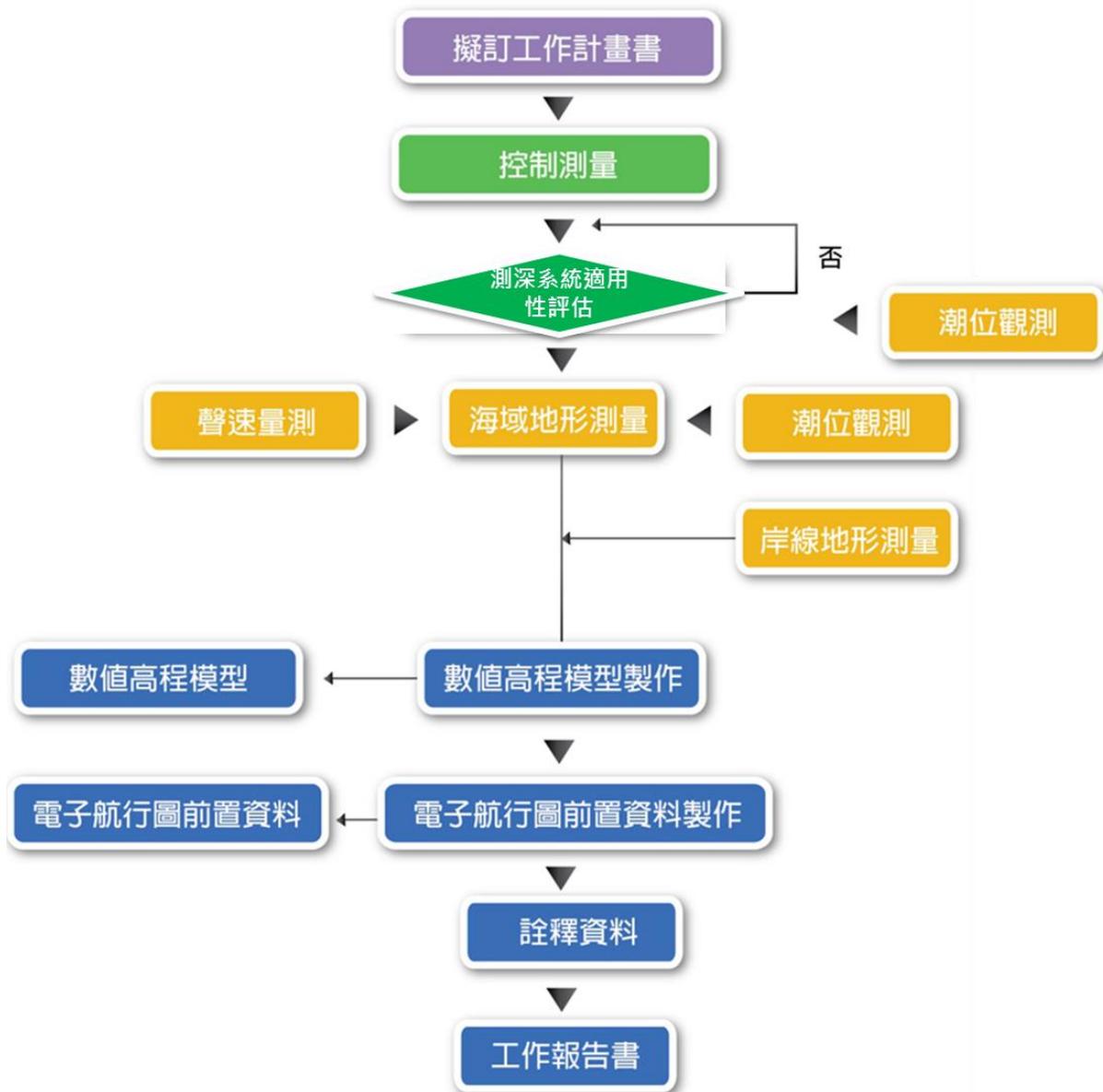


圖 3-1 本案作業流程圖

## 3.2 控制測量

控制測量系統為一切測量作業之根本，其成果之好壞將大幅影響資料的品質與精度，以下將分為 6 大部分，分別由 1. 控制測量基準、2. 點位清查、3. 已知控制點檢核、4. 航空標佈設、5. 平面控制測量、6. 高程控制測量以及 7. 坐標成果表，說明控制測量作業流程，並達到本案的規範要求。

### 3.2.1 控制測量基準

本案海域地形測量及岸線地形測量平面及高程基準，係依據中央主管機關公告規定實施之，如下所述：

1. 平面基準：採一九九七坐標系統 2010 年成果 (TWD97[2010])。
2. 高程基準：採二〇〇一高程系統 (TWVD2001)。

### 3.2.2 點位清查

在進行所有測量作業之前，蒐集附近現有已知控制點的資料，對已知控制點進行檢測並引測至新設控制點上，以作為全區控制的基礎，其中平面控制點部分蒐集包括內政部一、二、三等衛星控制點資料，高程控制部分蒐集內政部一等水準資料(清查結果詳見成果資料電子檔**附件 1、已知控制點清理結果清冊**)，而各項控制點選用考慮的條件如下：

1. 點位位於測區周圍且均勻分布。
2. 對空通視良好，若有部分遮蔽物應一併清除，若無法清除時應不予採用。
3. 遠離大功率無線電發射源(如廣播電台、電視轉播站、雷達站等)附近。
4. 儘量位於交通便利，易於到達之地方，便於使用。

依據以上選點原則，選定測區附近存在以及透空良好之內政部三等衛星控制點 14 點及連續追蹤站 10 點共計 24 點作為已知平面控制點，並選定內政部一等水準點共 15 點作為已知高程控制點。

另為了航空攝影測量，本案總計新設了 11 支航標點，編碼原則採英文及數字組成總計四碼，由 CH01 開始由北至南依序編列。

高程控制點則是採用 6 處潮位站(包含高雄及東港等 2 處永久潮位站，彌陀、二港口、小琉球以及枋寮等 4 處臨時潮位站)。

各級控制點數量及點號統計表如表 3-1 所示，分布圖如圖 3-2 所示：

表 3-1 各級控制點數量及點號統計表

項次	各級控制點	數量	點號
1	已知平面控制點	24	三等衛星控制點 14 點：S814、SW10、SX77、SY11、SY63、SY65、SY66、T014、T016、T018、T173、T216、T218 及 T317。 連續追蹤站 10 點：AKND、CTOU、FALI、JLUT、KASH、LIUC、NJOU、PTUN、SGAN、WDAN
2	已知高程控制點	15	G100、G103、G108、K700、G114、G117、G118、G119、X213、G123、G127、G130、1210、1212 及 1213
3	航標點	11	CH01、CH02、CH03、CH04、CH05、CH06、CH07、CH08、CH09、CH10、CH011
4	潮位站高程控制點	6	CH01-1(彌陀)、CH06-1(鳳鼻頭)、CH10-1(枋寮)、CH11(小琉球)、K700(高雄潮位站)、GS03(東港潮位站)

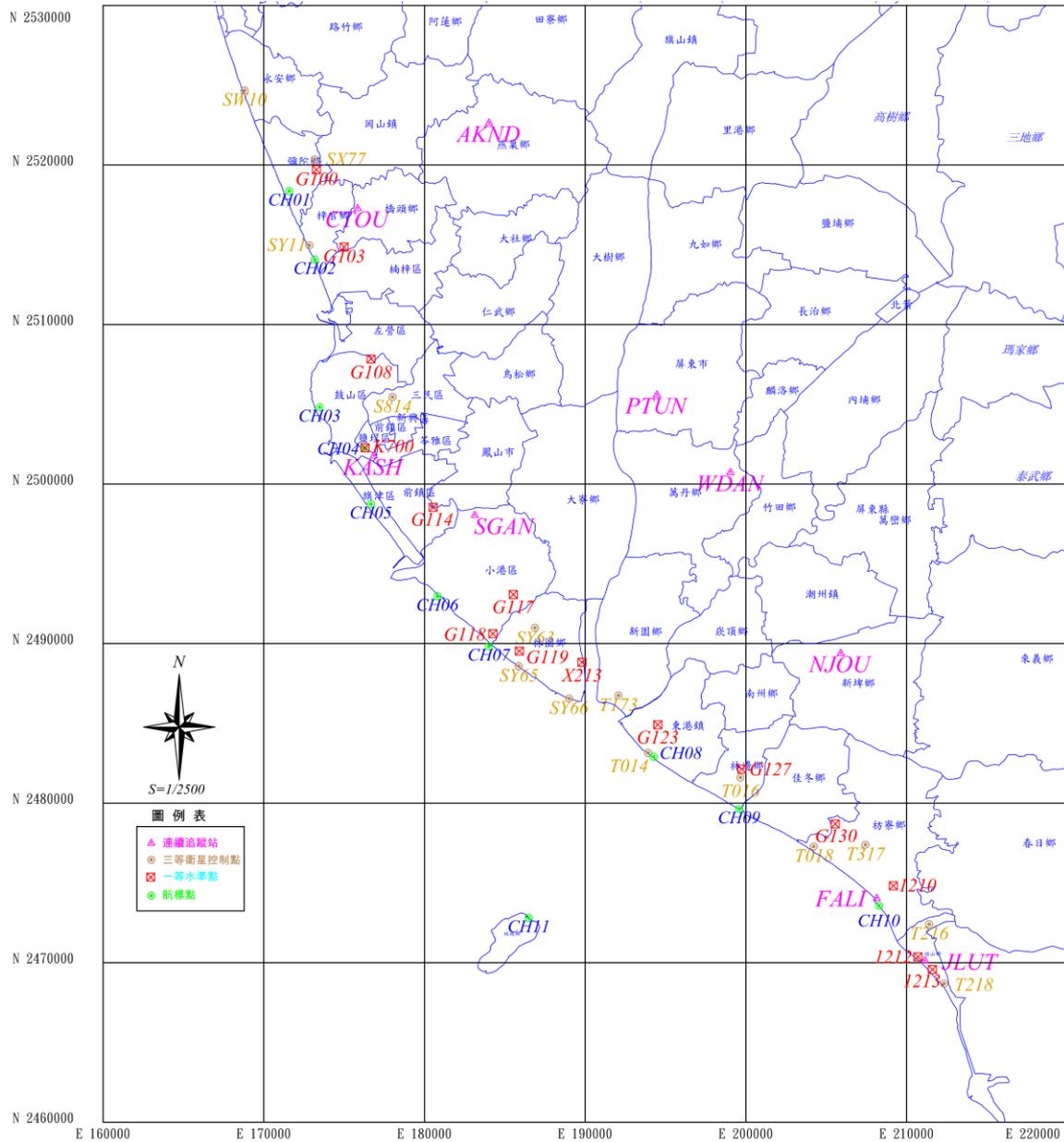


圖 3-2 各級已知控制點分布圖

### 3.2.3 已知控制點檢核

一、已知平面控制點檢核，選定測區附近透空良好之內政部三點衛星控制點 14 點 S814、SW10、SX77、SY11、SY63、SY65、SY66、T014、T016、T018、T173、T216、T218 及 T317，再加上連續追蹤站點 10 點 AKND、CTOU、FALI、JLUT、KASH、LIUC、NJOU、PTUN、SGAN、WDAN 共 24 點作為已知平面控制點。並約制 SGAN 進行自由網平差，檢測已知控制點成果是否正確，計算後與小琉球 LIUC 相關基線皆超出規範標準(檢測規範如表 3-2

所示)，經查係因 LIUC 重新移設後坐標尚未重新公告，於檢測時不合規範故不當已知控制點使用(檢測成果詳見表 3-3)。

表 3-2 平面控制點檢測規範

控制點	檢測標準
平面控制點	1. 距離不大於5公里時，檢測平面距離較差、橢球高差與距離之比值不大於二萬分之一。 2. 距離大於5公里時，檢測平面距離較差 <b>不大於30毫米+6ppm*L</b> 、橢球高差 <b>不大於75毫米+15ppm*L</b> ，L為點位間之公里數。

表 3-3 已知控制點檢測成果

\$ : [較差] > 3.0 cm + 6.0 ppm × [距離]

# : [較差] > 1/20000 × [距離]

序號	測站	測站	檢測距離(m)	反算距離(m)	較差	距離/較差	容許值#	容許值\$	是否合格
1	AKND	CTOU	9772.136	9772.133	0.003	3302742	0.489	0.089	是
2	AKND	FALI	54253.954	54254.061	-0.107	506958	2.713	0.356	是
3	AKND	JLUT	59100.920	59101.017	-0.098	604365	2.955	0.385	是
4	AKND	KASH	22074.852	22074.787	0.065	339733	1.104	0.162	是
5	AKND	LIUC	50635.889	50579.154	56.735	892	2.532	0.334	否
6	AKND	NJOU	39795.100	39795.209	-0.109	364861	1.990	0.269	是
7	AKND	PTUN	19986.725	19986.794	-0.069	290827	0.999	0.150	是
8	AKND	S814	18214.852	18214.793	0.058	311813	0.911	0.139	是
9	AKND	SGAN	24599.841	24599.789	0.053	466388	1.230	0.178	是
10	AKND	SW10	15348.763	15348.859	-0.096	159224	0.767	0.122	是
11	AKND	SX77	11097.360	11097.430	-0.070	157933	0.555	0.097	是
12	AKND	SY11	13569.063	13569.039	0.024	574892	0.678	0.111	是
13	AKND	SY63	31785.439	31785.387	0.052	607481	1.589	0.221	是
14	AKND	SY65	34113.923	34113.887	0.037	933550	1.706	0.235	是
15	AKND	SY66	36437.726	36437.683	0.044	836297	1.822	0.249	是
16	AKND	T014	40731.642	40731.616	0.026	1593669	2.037	0.274	是
17	AKND	T016	43925.059	43925.120	-0.061	716974	2.196	0.294	是

序號	測站	測站	檢測距離(m)	反算距離(m)	較差	距離/較差	容許值#	容許值\$	是否合格
18	AKND	T018	49660.681	49660.776	-0.095	525069	2.483	0.328	是
19	AKND	T173	36795.689	36795.653	0.036	1012476	1.840	0.251	是
20	AKND	T216	57218.020	57218.122	-0.102	561615	2.861	0.373	是
21	AKND	T218	60939.251	60939.350	-0.099	615304	3.047	0.396	是
22	AKND	T317	50961.559	50961.654	-0.096	533106	2.548	0.336	是
23	AKND	WDAN	26558.157	26558.245	-0.088	300729	1.328	0.189	是
24	CTOU	FALI	53982.665	53982.787	-0.122	441914	2.699	0.354	是
25	CTOU	JLUT	58912.545	58912.655	-0.111	532874	2.946	0.383	是
26	CTOU	KASH	15561.923	15561.875	0.048	321493	0.778	0.123	是
27	CTOU	LIUC	46192.433	46144.525	47.908	964	2.310	0.307	否
28	CTOU	NJOU	41010.325	41010.448	-0.122	335273	2.051	0.276	是
29	CTOU	PTUN	21995.522	21995.613	-0.091	242128	1.100	0.162	是
30	CTOU	S814	12049.464	12049.438	0.026	471764	0.602	0.102	是
31	CTOU	SGAN	20572.421	20572.395	0.026	780771	1.029	0.153	是
32	CTOU	SW10	10189.732	10189.768	-0.036	283702	0.509	0.091	是
33	CTOU	SX77	4046.857	4046.875	-0.018	223512	0.202	0.054	是
34	CTOU	SY11	3806.609	3806.587	0.022	173557	0.190	0.053	是
35	CTOU	SY63	28533.428	28533.398	0.030	966401	1.427	0.201	是
36	CTOU	SY65	30417.999	30417.983	0.016	1886194	1.521	0.213	是
37	CTOU	SY66	33448.608	33448.585	0.023	1445007	1.672	0.231	是
38	CTOU	T014	38653.860	38653.854	0.006	6406791	1.933	0.262	是
39	CTOU	T016	42917.162	42917.239	-0.077	555788	2.146	0.288	是
40	CTOU	T018	49062.339	49062.450	-0.111	441180	2.453	0.324	是
41	CTOU	T173	34601.340	34601.327	0.013	2572413	1.730	0.238	是
42	CTOU	T216	57274.485	57274.599	-0.114	500229	2.864	0.374	是
43	CTOU	T218	60788.856	60788.966	-0.110	552407	3.039	0.395	是
44	CTOU	T317	50909.681	50909.793	-0.112	453740	2.545	0.335	是
45	CTOU	WDAN	28503.050	28503.149	-0.099	287264	1.425	0.201	是
46	FALI	JLUT	4930.188	4930.176	0.012	426507	0.247	0.060	是

序號	測站	測站	檢測距離(m)	反算距離(m)	較差	距離/較差	容許值#	容許值\$	是否合格
47	FALI	KASH	41811.900	41812.035	-0.135	308852	2.091	0.281	是
48	FALI	LIUC	23264.690	23216.999	47.690	487	1.163	0.170	否
49	FALI	NJOU	15520.680	15520.684	-0.004	4142490	0.776	0.123	是
50	FALI	PTUN	34393.529	34393.573	-0.044	789951	1.720	0.236	是
51	FALI	S814	43515.307	43515.421	-0.113	384044	2.176	0.291	是
52	FALI	SGAN	34675.155	34675.281	-0.126	274655	1.734	0.238	是
53	FALI	SW10	64110.345	64110.493	-0.148	433732	3.206	0.415	是
54	FALI	SX77	58017.365	58017.500	-0.135	429368	2.901	0.378	是
55	FALI	SY11	54035.971	54036.117	-0.146	370448	2.702	0.354	是
56	FALI	SY63	27186.055	27186.180	-0.126	216054	1.359	0.193	是
57	FALI	SY65	26599.217	26599.326	-0.109	244490	1.330	0.190	是
58	FALI	SY66	22861.764	22861.880	-0.116	196356	1.143	0.167	是
59	FALI	T014	16877.928	16878.034	-0.106	159223	0.844	0.131	是
60	FALI	T016	11358.114	11358.158	-0.044	258516	0.568	0.098	是
61	FALI	T018	5082.218	5082.227	-0.009	543202	0.254	0.060	是
62	FALI	T173	20480.501	20480.616	-0.115	178646	1.024	0.153	是
63	FALI	T216	3653.140	3653.129	0.011	340926	0.183	0.052	是
64	FALI	T218	6807.468	6807.456	0.012	547672	0.340	0.071	是
65	FALI	T317	3407.073	3407.087	-0.014	252355	0.170	0.050	是
66	FALI	WDAN	28202.845	28202.867	-0.022	1279147	1.410	0.199	是
67	JLUT	KASH	46660.033	46660.156	-0.123	377821	2.333	0.310	是
68	JLUT	LIUC	26238.683	26200.106	38.578	680	1.312	0.187	否
69	JLUT	NJOU	19972.558	19972.554	0.004	5156113	0.999	0.150	是
70	JLUT	PTUN	39195.706	39195.739	-0.034	1162501	1.960	0.265	是
71	JLUT	S814	48417.811	48417.912	-0.101	477385	2.421	0.321	是
72	JLUT	SGAN	39554.894	39555.008	-0.114	345554	1.978	0.267	是
73	JLUT	SW10	69040.381	69040.517	-0.136	507778	3.452	0.444	是
74	JLUT	SX77	62947.461	62947.585	-0.123	509725	3.147	0.408	是
75	JLUT	SY11	58958.253	58958.387	-0.134	440855	2.948	0.384	是

序號	測站	測站	檢測距離(m)	反算距離(m)	較差	距離/較差	容許值#	容許值\$	是否合格
76	JLUT	SY63	31991.135	31991.250	-0.115	278324	1.600	0.222	是
77	JLUT	SY65	31290.480	31290.579	-0.098	318362	1.565	0.218	是
78	JLUT	SY66	27559.620	27559.727	-0.107	258113	1.378	0.195	是
79	JLUT	T014	21576.221	21576.318	-0.097	222568	1.079	0.159	是
80	JLUT	T016	16225.630	16225.661	-0.031	516246	0.811	0.127	是
81	JLUT	T018	9946.467	9946.465	0.003	3746923	0.497	0.090	是
82	JLUT	T173	25287.266	25287.370	-0.104	242386	1.264	0.182	是
83	JLUT	T216	2289.555	2289.554	0.002	1394536	0.114	0.044	是
84	JLUT	T218	1878.027	1878.026	0.001	2021759	0.094	0.041	是
85	JLUT	T317	8139.462	8139.464	-0.002	3518222	0.407	0.079	是
86	JLUT	WDAN	32913.601	32913.615	-0.014	2404864	1.646	0.227	是
87	KASH	LIUC	30841.674	30797.555	44.120	699	1.542	0.215	否
88	KASH	NJOU	31582.570	31582.678	-0.109	290414	1.579	0.219	是
89	KASH	PTUN	18041.936	18041.968	-0.031	580799	0.902	0.138	是
90	KASH	S814	3861.284	3861.277	0.007	534216	0.193	0.053	是
91	KASH	SGAN	7298.496	7298.507	-0.011	654607	0.365	0.074	是
92	KASH	SW10	24271.173	24271.125	0.048	508664	1.214	0.176	是
93	KASH	SX77	18927.465	18927.402	0.063	299801	0.946	0.144	是
94	KASH	SY11	13781.538	13781.528	0.010	1411887	0.689	0.113	是
95	KASH	SY63	14730.990	14730.996	-0.006	2386695	0.737	0.118	是
96	KASH	SY65	15979.990	15980.011	-0.021	776548	0.799	0.126	是
97	KASH	SY66	19481.497	19481.508	-0.011	1823517	0.974	0.147	是
98	KASH	T014	25276.952	25276.974	-0.022	1136243	1.264	0.182	是
99	KASH	T016	30453.833	30453.924	-0.091	334306	1.523	0.213	是
100	KASH	T018	36733.565	36733.690	-0.126	292123	1.837	0.250	是
101	KASH	T173	21395.290	21395.308	-0.017	1227550	1.070	0.158	是
102	KASH	T216	45353.286	45353.411	-0.125	364137	2.268	0.302	是
103	KASH	T218	48520.436	48520.558	-0.122	399029	2.426	0.321	是
104	KASH	T317	39125.956	39126.080	-0.124	315730	1.956	0.265	是

序號	測站	測站	檢測距離(m)	反算距離(m)	較差	距離/較差	容許值#	容許值\$	是否合格
105	KASH	WDAN	22222.827	22222.877	-0.050	445927	1.111	0.163	是
106	LIUC	NJOU	27216.497	27146.689	69.809	389	1.361	0.193	否
107	LIUC	PTUN	34908.603	34841.509	67.095	520	1.745	0.239	否
108	LIUC	S814	34145.448	34097.908	47.540	718	1.707	0.235	否
109	LIUC	SGAN	26108.322	26054.008	54.314	480	1.305	0.187	否
110	LIUC	SW10	55078.760	55036.354	42.406	1298	2.754	0.360	否
111	LIUC	SX77	49739.448	49693.738	45.710	1088	2.487	0.328	否
112	LIUC	SY11	44619.448	44575.797	43.651	1022	2.231	0.298	否
113	LIUC	SY63	19066.695	19005.190	61.505	310	0.953	0.144	否
114	LIUC	SY65	16587.357	16527.623	59.734	277	0.829	0.130	否
115	LIUC	SY66	15081.113	15014.211	66.902	225	0.754	0.120	否
116	LIUC	T014	14273.102	14201.348	71.754	198	0.714	0.116	否
117	LIUC	T016	17536.190	17468.782	67.409	260	0.877	0.135	否
118	LIUC	T018	19956.273	19899.754	56.519	353	0.998	0.150	否
119	LIUC	T173	16345.856	16275.388	70.467	231	0.817	0.128	否
120	LIUC	T216	26441.792	26398.119	43.673	605	1.322	0.189	否
121	LIUC	T218	27563.260	27527.722	35.538	775	1.378	0.195	否
122	LIUC	T317	23101.075	23046.026	55.048	419	1.155	0.169	否
123	LIUC	WDAN	31986.946	31916.322	70.624	452	1.599	0.222	否
124	NJOU	PTUN	19828.997	19829.036	-0.038	517149	0.991	0.149	是
125	NJOU	S814	32172.606	32172.698	-0.092	348782	1.609	0.223	是
126	NJOU	SGAN	24365.043	24365.138	-0.094	258216	1.218	0.176	是
127	NJOU	SW10	51184.884	51185.047	-0.163	313644	2.559	0.337	是
128	NJOU	SX77	45038.418	45038.564	-0.147	306944	2.252	0.300	是
129	NJOU	SY11	41786.490	41786.630	-0.140	299495	2.089	0.281	是
130	NJOU	SY63	19090.005	19090.073	-0.068	280817	0.955	0.145	是
131	NJOU	SY65	20056.635	20056.687	-0.052	384872	1.003	0.150	是
132	NJOU	SY66	17142.413	17142.452	-0.039	444006	0.857	0.133	是
133	NJOU	T014	13527.015	13527.016	-0.001	16037523	0.676	0.111	是

序號	測站	測站	檢測距離(m)	反算距離(m)	較差	距離/較差	容許值#	容許值\$	是否合格
134	NJOU	T016	10001.972	10001.970	0.002	4809268	0.500	0.090	是
135	NJOU	T018	12246.654	12246.650	0.004	2863867	0.612	0.103	是
136	NJOU	T173	14089.765	14089.794	-0.028	499550	0.704	0.115	是
137	NJOU	T216	17868.980	17868.979	0.002	10739241	0.893	0.137	是
138	NJOU	T218	21700.366	21700.365	0.002	13444419	1.085	0.160	是
139	NJOU	T317	12122.564	12122.554	0.010	1197186	0.606	0.103	是
140	NJOU	WDAN	13251.167	13251.188	-0.021	631340	0.663	0.110	是
141	PTUN	S814	16455.759	16455.788	-0.028	583253	0.823	0.129	是
142	PTUN	SGAN	13624.046	13624.036	0.010	1331104	0.681	0.112	是
143	PTUN	SW10	31970.629	31970.772	-0.143	223815	1.599	0.222	是
144	PTUN	SX77	25900.744	25900.869	-0.125	207476	1.295	0.185	是
145	PTUN	SY11	23565.642	23565.743	-0.101	232856	1.178	0.171	是
146	PTUN	SY63	16472.893	16472.837	0.056	293027	0.824	0.129	是
147	PTUN	SY65	19078.477	19078.435	0.042	450611	0.954	0.144	是
148	PTUN	SY66	19827.865	19827.801	0.064	310506	0.991	0.149	是
149	PTUN	T014	22480.244	22480.178	0.066	342016	1.124	0.165	是
150	PTUN	T016	24564.532	24564.539	-0.007	3677377	1.228	0.177	是
151	PTUN	T018	29960.734	29960.768	-0.034	885887	1.498	0.210	是
152	PTUN	T173	19019.891	19019.819	0.072	262890	0.951	0.144	是
153	PTUN	T216	37271.422	37271.458	-0.036	1025881	1.864	0.254	是
154	PTUN	T218	41019.454	41019.489	-0.035	1177262	2.051	0.276	是
155	PTUN	T317	31061.781	31061.812	-0.031	1005974	1.553	0.216	是
156	PTUN	WDAN	6675.279	6675.293	-0.014	484439	0.334	0.070	是
157	S814	SGAN	8983.352	8983.338	0.014	643426	0.449	0.084	是
158	S814	SW10	21316.260	21316.253	0.007	2862538	1.066	0.158	是
159	S814	SX77	15658.826	15658.798	0.029	548265	0.783	0.124	是
160	S814	SY11	10826.959	10826.979	-0.021	525919	0.541	0.095	是
161	S814	SY63	16960.492	16960.473	0.019	908206	0.848	0.132	是
162	S814	SY65	18604.058	18604.057	0.002	11664430	0.930	0.142	是

序號	測站	測站	檢測距離(m)	反算距離(m)	較差	距離/較差	容許值#	容許值\$	是否合格
163	S814	SY66	21859.997	21859.984	0.013	1669363	1.093	0.161	是
164	S814	T014	27401.270	27401.269	0.002	15305870	1.370	0.194	是
165	S814	T016	32205.330	32205.400	-0.070	458127	1.610	0.223	是
166	S814	T018	38472.971	38473.075	-0.104	370422	1.924	0.261	是
167	S814	T173	23398.319	23398.311	0.008	2907697	1.170	0.170	是
168	S814	T216	46975.404	46975.507	-0.103	457025	2.349	0.312	是
169	S814	T218	50291.721	50291.821	-0.100	502974	2.515	0.332	是
170	S814	T317	40661.110	40661.211	-0.102	400302	2.033	0.274	是
171	S814	WDAN	21545.265	21545.309	-0.044	494941	1.077	0.159	是
172	SGAN	SW10	30220.107	30220.094	0.012	2453737	1.511	0.211	是
173	SGAN	SX77	24401.824	24401.797	0.027	911066	1.220	0.176	是
174	SGAN	SY11	19782.193	19782.203	-0.009	2121382	0.989	0.149	是
175	SGAN	SY63	8006.444	8006.439	0.005	1568825	0.400	0.078	是
176	SGAN	SY65	9867.501	9867.512	-0.012	829789	0.493	0.089	是
177	SGAN	SY66	12923.918	12923.919	-0.001	21462864	0.646	0.108	是
178	SGAN	T014	18419.231	18419.243	-0.012	1500586	0.921	0.141	是
179	SGAN	T016	23329.274	23329.356	-0.083	281590	1.166	0.170	是
180	SGAN	T018	29610.444	29610.560	-0.117	253379	1.481	0.208	是
181	SGAN	T173	14426.027	14426.033	-0.006	2328026	0.721	0.117	是
182	SGAN	T216	38181.745	38181.861	-0.115	331176	1.909	0.259	是
183	SGAN	T218	41423.786	41423.899	-0.113	367044	2.071	0.279	是
184	SGAN	T317	31915.080	31915.194	-0.114	279449	1.596	0.221	是
185	SGAN	WDAN	16137.313	16137.330	-0.017	924909	0.807	0.127	是
186	SW10	SX77	6148.240	6148.256	-0.016	386082	0.307	0.067	是
187	SW10	SY11	10518.747	10518.714	0.032	325030	0.526	0.093	是
188	SW10	SY63	38226.435	38226.417	0.018	2168686	1.911	0.259	是
189	SW10	SY65	39919.624	39919.614	0.010	3978674	1.996	0.270	是
190	SW10	SY66	43141.847	43141.834	0.013	3355577	2.157	0.289	是
191	SW10	T014	48539.306	48539.315	-0.009	5336914	2.427	0.321	是

序號	測站	測站	檢測距離(m)	反算距離(m)	較差	距離/較差	容許值#	容許值\$	是否合格
192	SW10	T016	52982.988	52983.087	-0.099	535511	2.649	0.348	是
193	SW10	T018	59163.346	59163.481	-0.135	438039	2.958	0.385	是
194	SW10	T173	44497.154	44497.157	-0.003	13883434	2.225	0.297	是
195	SW10	T216	67427.718	67427.861	-0.142	473611	3.371	0.435	是
196	SW10	T218	70917.797	70917.933	-0.135	523958	3.546	0.456	是
197	SW10	T317	61063.260	61063.401	-0.140	434711	3.053	0.396	是
198	SW10	WDAN	38558.739	38558.889	-0.150	257674	1.928	0.261	是
199	SX77	SY11	5389.483	5389.414	0.069	78603	0.269	0.062	是
200	SX77	SY63	32394.664	32394.635	0.030	1088557	1.620	0.224	是
201	SX77	SY65	34200.992	34200.971	0.021	1667313	1.710	0.235	是
202	SX77	SY66	37314.640	37314.616	0.024	1570893	1.866	0.254	是
203	SX77	T014	42599.767	42599.765	0.002	19905294	2.130	0.286	是
204	SX77	T016	46931.050	46931.137	-0.087	539975	2.347	0.312	是
205	SX77	T018	53088.561	53088.683	-0.123	432807	2.654	0.349	是
206	SX77	T173	38549.590	38549.581	0.009	4305572	1.927	0.261	是
207	SX77	T216	61316.253	61316.382	-0.129	474422	3.066	0.398	是
208	SX77	T218	64824.149	64824.272	-0.123	526990	3.241	0.419	是
209	SX77	T317	54951.409	54951.536	-0.127	432648	2.748	0.360	是
210	SX77	WDAN	32457.189	32457.320	-0.131	247418	1.623	0.225	是
211	SY11	SY63	27778.634	27778.637	-0.004	7776807	1.389	0.197	是
212	SY11	SY65	29417.351	29417.368	-0.017	1751029	1.471	0.207	是
213	SY11	SY66	32684.031	32684.040	-0.009	3798557	1.634	0.226	是
214	SY11	T014	38171.657	38171.681	-0.023	1628473	1.909	0.259	是
215	SY11	T016	42802.605	42802.707	-0.102	419741	2.140	0.287	是
216	SY11	T018	49035.061	49035.196	-0.136	361237	2.452	0.324	是
217	SY11	T173	34146.643	34146.660	-0.017	1961883	1.707	0.235	是
218	SY11	T216	57428.339	57428.476	-0.137	419585	2.871	0.375	是
219	SY11	T218	60835.872	60836.005	-0.133	458783	3.042	0.395	是
220	SY11	T317	51077.673	51077.809	-0.136	376457	2.554	0.336	是

序號	測站	測站	檢測距離(m)	反算距離(m)	較差	距離/較差	容許值#	容許值\$	是否合格
221	SY11	WDAN	29809.326	29809.436	-0.110	271247	1.490	0.209	是
222	SY63	SY65	2612.773	2612.788	-0.015	170541	0.131	0.046	是
223	SY63	SY66	4920.140	4920.146	-0.006	845356	0.246	0.060	是
224	SY63	T014	10547.061	10547.077	-0.016	650195	0.527	0.093	是
225	SY63	T016	15856.582	15856.661	-0.079	199916	0.793	0.125	是
226	SY63	T018	22104.623	22104.739	-0.116	190827	1.105	0.163	是
227	SY63	T173	6706.340	6706.351	-0.011	612084	0.335	0.070	是
228	SY63	T216	30770.783	30770.897	-0.114	269247	1.539	0.215	是
229	SY63	T218	33842.120	33842.233	-0.113	299325	1.692	0.233	是
230	SY63	T317	24652.298	24652.410	-0.112	219469	1.233	0.178	是
231	SY63	WDAN	15589.540	15589.500	0.040	388945	0.779	0.124	是
232	SY65	SY66	3737.478	3737.470	0.008	491307	0.187	0.052	是
233	SY65	T014	9723.395	9723.397	-0.002	4422930	0.486	0.088	是
234	SY65	T016	15458.959	15459.018	-0.059	261954	0.773	0.123	是
235	SY65	T018	21555.180	21555.277	-0.098	220383	1.078	0.159	是
236	SY65	T173	6471.773	6471.776	-0.003	2154530	0.324	0.069	是
237	SY65	T216	30232.346	30232.444	-0.098	309651	1.512	0.211	是
238	SY65	T218	33111.446	33111.542	-0.096	345078	1.656	0.229	是
239	SY65	T317	24306.116	24306.212	-0.096	253098	1.215	0.176	是
240	SY65	WDAN	17930.912	17930.875	0.037	484714	0.897	0.138	是
241	SY66	T014	5987.114	5987.124	-0.010	595499	0.299	0.066	是
242	SY66	T016	11749.082	11749.146	-0.063	185046	0.587	0.100	是
243	SY66	T018	17818.863	17818.968	-0.105	169818	0.891	0.137	是
244	SY66	T173	3073.375	3073.382	-0.008	389226	0.154	0.048	是
245	SY66	T216	26495.091	26495.196	-0.105	252295	1.325	0.189	是
246	SY66	T218	29384.321	29384.426	-0.105	280678	1.469	0.206	是
247	SY66	T317	20588.902	20589.004	-0.102	202406	1.029	0.154	是
248	SY66	WDAN	17384.771	17384.708	0.063	277013	0.869	0.134	是
249	T014	T016	5939.039	5939.083	-0.044	135365	0.297	0.066	是

序號	測站	測站	檢測距離(m)	反算距離(m)	較差	距離/較差	容許值#	容許值\$	是否合格
250	T014	T018	11847.788	11847.882	-0.094	126585	0.592	0.101	是
251	T014	T173	4052.882	4052.889	-0.008	535986	0.203	0.054	是
252	T014	T216	20515.417	20515.511	-0.094	217148	1.026	0.153	是
253	T014	T218	23405.432	23405.527	-0.095	246352	1.170	0.170	是
254	T014	T317	14690.694	14690.784	-0.089	164359	0.735	0.118	是
255	T014	WDAN	18337.613	18337.534	0.078	234598	0.917	0.140	是
256	T016	T018	6282.759	6282.794	-0.034	183297	0.314	0.068	是
257	T016	T173	9166.007	9166.073	-0.066	138707	0.458	0.085	是
258	T016	T216	14917.650	14917.684	-0.034	441390	0.746	0.120	是
259	T016	T218	18095.196	18095.226	-0.030	609492	0.905	0.139	是
260	T016	T317	8849.324	8849.360	-0.036	244687	0.442	0.083	是
261	T016	WDAN	19155.356	19155.341	0.015	1299582	0.958	0.145	是
262	T018	T173	15399.655	15399.760	-0.104	147429	0.770	0.122	是
263	T018	T216	8683.052	8683.051	0.001	7410354	0.434	0.082	是
264	T018	T218	11818.981	11818.977	0.004	2846547	0.591	0.101	是
265	T018	T317	3220.644	3220.651	-0.006	533157	0.161	0.049	是
266	T018	WDAN	24029.618	24029.629	-0.011	2215941	1.201	0.174	是
267	T173	T216	24070.510	24070.613	-0.103	234361	1.204	0.174	是
268	T173	T218	27140.552	27140.655	-0.103	264499	1.357	0.193	是
269	T173	T317	17993.127	17993.226	-0.099	181045	0.900	0.138	是
270	T173	WDAN	15641.749	15641.670	0.078	200218	0.782	0.124	是
271	T216	T218	3839.298	3839.298	-0.001	7537937	0.192	0.053	是
272	T216	T317	6364.856	6364.858	-0.002	3115050	0.318	0.068	是
273	T216	WDAN	30916.603	30916.620	-0.017	1843029	1.546	0.215	是
274	T218	T317	9982.677	9982.680	-0.002	4290116	0.499	0.090	是
275	T218	WDAN	34707.104	34707.119	-0.016	2229923	1.735	0.238	是
276	T317	WDAN	24823.558	24823.567	-0.009	2687680	1.241	0.179	是

二、已知高程控制點部分，根據已知水準點資料，於測區附近選擇 15 點已知水準 G100、G103、G108、K700、G114、G117、G118、G119、X213、G123、G127、G130、1210、1212 及 1213，以精密水準儀往返檢測其間之高程差，往返閉合差不得超過 $\pm 20$  毫米 $\sqrt{S}$ ( $S$  為單一測段距離，單位為公里)，所測高程與原高程較差應小於 $\pm 20$  毫米 $\sqrt{S}$ 則做為高程測算之依據，已知水準點檢測後皆符合規範要求，如表 3-4。

因 G123 至 G127 及 G130 至 1210 水準測線較差值高於其他水準測段，經查 105 年度水利署水準資料後，1210 點位已遺失，故檢測 G123 至 G127 的測段精度，檢核成果如表 3-4，本案觀測水準資料與 105 年度水利署成果差異不大，顯示本案觀測品質是可信的，由於已知水準點高程值下降，初步研判是地層下陷所造成之差異，然詳細原因需再進行嚴謹檢測之，本文僅提出現象，不多加贅述。

表 3-4 已知水準點檢測比較表

起點		終點		資料高差	檢測高差	較差	測段距離	規範精度	是否合格
點號	高程值 (M)	點號	高程值 (M)	(M)	(M)	(mm)	S(KM)	$\pm 20$ $mm\sqrt{S}$	
G100	8.04572	G103	3.43247	-4.61325	-4.61766	4.41	17.69	$\pm 84.12$	是
G108	7.31128	K700	2.21241	-5.09887	-5.09743	-1.44	17.76	$\pm 84.29$	是
G117	7.50506	G118	11.62148	4.11642	4.11343	2.99	14.67	$\pm 76.60$	是
G118	11.62148	G119	5.83460	-5.78688	-5.78366	-3.22	2.06	$\pm 28.71$	是
G119	5.83460	X213	4.28004	-1.55456	-1.56248	7.91	13.33	$\pm 73.02$	是
G123	1.75192	G127	1.25684	-0.49508	-0.55775	62.66	18.39	$\pm 85.77$	是
G130	10.65174	1210	9.21617	-1.43557	-1.38729	-48.28	11.92	$\pm 69.05$	是
1212	4.75686	1213	5.75388	0.99702	0.99723	-0.21	1.27	$\pm 22.54$	是
105 年度水利署資料檢測成果									
G123	1.64128	G127	1.09088	-0.55040	-0.55775	7.34	18.39	$\pm 85.77$	是

\* S 為單一測段距離，單位為公里

### 3.2.4 航空標佈設

為因應計畫需求規劃選定新設航標點計 11 點，點位編號為 CH01~CH11。

其選點原則如下：

1. 對空通視良好，若有部分遮蔽物應一併清除。
2. 儘量位於交通便利，易於到達之地方，便於使用。
3. 地質穩固，無局部滑動之虞。
4. 點位附近可長期保持現狀，不做其他用途。
5. 遠離建築物及金屬物存在之位置，以避免潛在之多路徑效應(Mutipath)及雜訊影響觀測量品質。

佈設方式說明如下：

1. 航標點心採方形，航空標之形狀以十字形為準，如圖 3-3 所示。
2. 航標點之顏色及材料：硬地直接塗以白漆。
3. 航標點中心位置應與測設點位一致，最大偏心值不得大於 2 公分。
4. 航標點完成後，需製作點位紀錄表，內容含點號、點名、圖號(千分之一圖幅)、等級(已知點)、點位控制種類、測標形狀、坐標、建置單位、布標人員、日期、位置略圖、交通路線、點位照片等，詳見成果資料電子檔附件 2、控制點紀錄表。)

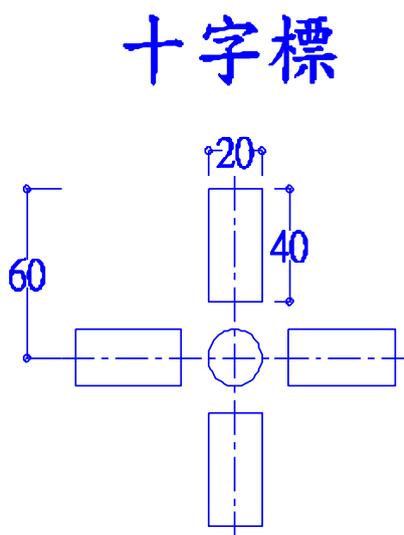


圖 3-3 航標點規格以及現場佈設情形

### 3.2.5 平面控制測量

本案平面控制測量及已知控制點檢測，皆採全球衛星定位系統(GNSS)靜態測量方式進行，作業規定依據國土測繪中心公布之加密控制測量手冊規範之。

#### 一、使用儀器設備：

本案總計投入 10 台衛星定位接收儀，為避免不同廠牌儀器造成的系統誤差，本案皆使用 Trimble 系列的衛星定位接收儀，包含 Trimble 5700 六台以及 Trimble 5700II 四台，各台儀器，檢校資訊表如表 3- 5 所示(校驗報告詳如成果資料電子檔**附件 3、儀器檢校報告**)。

表 3- 5 衛星定位儀儀器校驗資訊一覽表

儀器廠牌	型號	序號	校正單位	報告編號	校正日期
Trimble	5700	0220348500	國土測繪中心	D201603020102	105.03.03
Trimble	5700	0220348510	國土測繪中心	D201603020103	105.03.03
Trimble	5700	0220348512	國土測繪中心	D201603020104	105.03.03
Trimble	5700	0220348516	國土測繪中心	D201603020105	105.03.03
Trimble	5700	0220379080	國土測繪中心	D201603020107	105.03.04
Trimble	5700	0220380783	國土測繪中心	D201603020108	105.03.04
Trimble	5700II	5046455993	國土測繪中心	D201603020112	105.03.04
Trimble	5700II	5046455996	國土測繪中心	D201603020111	105.03.04
Trimble	5700II	5052458667	國土測繪中心	D201603020110	105.03.04
Trimble	5700II	5052458674	國土測繪中心	D201603020113	105.03.04

#### 二、GNSS 測量：

##### (一)、GNSS 施測規範及參數設定：

包括已知控制點檢測及航標點測量均採用 GNSS 靜態測量方式進行，其施測作業規定與精度需求如表 3- 6 所述：

表 3-6 作業精度要求一覽表

項目		作業規定與精度需求
(一)使用之星曆		精密星曆或廣播星曆
(二)觀測時間		≥90(分)
(三)連續且同步觀測時間		≥60(分)
(四)資料之記錄速率		5(秒)
(五)PDOP 最大值		≤10
(六)網形重複觀測	新點重覆觀測率	≥20%
	高程控制點重覆觀測率	≥25%
	平控控制點重覆觀測率	≥10%
	不同時段共同測站數	≥2
	不同時段基線重覆觀測率	≥5%

(二)、GNSS 觀測作業：

本案 GNSS 觀測作業於 105/6/3~105/6/4 進行，總計 2 個工作天，計 5 個時段(各時段詳見表 3- 7~表 3- 11)，各組人員依時段表內排定的內容實地進行野外觀測，觀測網絡圖如圖 3- 5 所示。

表 3- 7 觀測時段表(1/5)

105年度高雄及屏東海域水深測量資料調查及整理事業採購案GPS實際觀測時段表						
時段	2016155A	日期	2016.06.03	觀測時間	01:50~04:00	
組別	點名	點號	接收儀型式	天線盤型式	斜距(m)	垂距(m)
1		CH01	Trimble 5700	Zephyr Geodetic	1.699	1.699
2		CH02	Trimble 5700II	Zephyr GNSS Geodetic Model 2	1.558	1.590
3		CH03	Trimble 5700	Zephyr Geodetic	1.686	1.686
4		CH04	Trimble 5700II	Zephyr GNSS Geodetic Model 2	1.585	1.617
5	後勁	EW 11	Trimble 5700II	Zephyr GNSS Geodetic Model 2	1.650	1.682
6	三民地政事務所	S814	Trimble 5700	Zephyr Geodetic	1.583	1.583
7	前鎮地政事務所	S817	Trimble 5700	Zephyr Geodetic	1.512	1.511
8	永安	SW 10	Trimble 5700	Zephyr Geodetic	1.149	1.145
9	彌陀南	SX 77	Trimble 5700	Zephyr Geodetic	1.733	1.734
10	蚵寮	SY 11	Trimble 5700II	Zephyr GNSS Geodetic Model 2	1.729	1.762
11	阿公店水庫	AKND	Trimble NetR9	Zephyr GNSS Geodetic Model 2		0.085
12	橋頭鹽田	CTOU	Trimble NetR9	Zephyr GNSS Geodetic Model 2		0.085
13	六塊厝	PTUN	Trimble NetR9	Zephyr GNSS Geodetic Model 2		0.085
14	小琉球	LIUC	Trimble NetR9	Zephyr GNSS Geodetic Model 2		0.085

表 3-8 觀測時段表(2/5)

時段	2016155B	日期	2016.06.03	觀測時間	05:40~08:00	
組別	點名	點號	接收儀型式	天線盤型式	斜距(m)	垂距(m)
1		CH03	Trimble 5700	Zephyr Geodetic	1.785	1.786
2		CH04	Trimble 5700II	Zephyr GNSS Geodetic Model 2	1.644	1.676
3		CH05	Trimble 5700	Zephyr Geodetic	1.623	1.623
4		CH06	Trimble 5700	Zephyr Geodetic	1.665	1.665
5		CH07	Trimble 5700	Zephyr Geodetic	1.657	1.657
6	二橋	EW 16	Trimble 5700II	Zephyr GNSS Geodetic Model 2	1.455	1.486
7	三民地政事務所	S814	Trimble 5700	Zephyr Geodetic	1.699	1.699
8	前鎮地政事務所	S817	Trimble 5700	Zephyr Geodetic	1.440	1.439
9	山腳	SY 63	Trimble 5700II	Zephyr GNSS Geodetic Model 2	1.309	1.339
10	港埔	SY 65	Trimble 5700II	Zephyr GNSS Geodetic Model 2	1.627	1.659
11	桂林公園	SGAN	Trimble NetR9	Zephyr GNSS Geodetic Model 2		0.085
12	六塊厝	PTUN	Trimble NetR9	Zephyr GNSS Geodetic Model 2		0.085
13	萬丹	WDAN	Trimble NetR9	Zephyr GNSS Geodetic Model 2		0.085
14	高雄港	KASH	Trimble NetR9	Zephyr GNSS Geodetic Model 2		0.085

表 3-9 觀測時段表(3/5)

時段	2016155C	日期	2016.06.03	觀測時間	21:40~23:40	
組別	點名	點號	接收儀型式	天線盤型式	斜距(m)	垂距(m)
1		CH08	Trimble 5700	Zephyr Geodetic	1.624	1.624
2		CH09	Trimble 5700	Zephyr Geodetic	1.479	1.478
3		CH10	Trimble 5700	Zephyr Geodetic	1.663	1.663
4	大鵬社區	G124	Trimble 5700II	Zephyr GNSS Geodetic Model 2	1.621	1.653
5	東港	T014	Trimble 5700	Zephyr Geodetic	1.315	1.313
6	林邊	T016	Trimble 5700II	Zephyr GNSS Geodetic Model 2	1.104	1.132
7	枋寮	T018	Trimble 5700II	Zephyr GNSS Geodetic Model 2	1.168	1.197
8	古華	T216	Trimble 5700	Zephyr Geodetic	1.709	1.709
9	南世西	T218	Trimble 5700	Zephyr Geodetic	1.397	1.396
10	東海	T317	Trimble 5700II	Zephyr GNSS Geodetic Model 2	1.693	1.726
11	南州昌隆	CLON	Trimble NetR9	Zephyr GNSS Geodetic Model 2		0.085
12	加祿堂	JLUT	Trimble NetR9	Zephyr GNSS Geodetic Model 2		0.085
13	小琉球	LIUC	Trimble NetR9	Zephyr GNSS Geodetic Model 2		0.085
14	南州冀箕湖	NJOU	Trimble NetR9	Zephyr GNSS Geodetic Model 2		0.085
15	萬丹	WDAN	Trimble NetR9	Zephyr GNSS Geodetic Model 2		0.085

表 3- 10 觀測時段表(4/5)

時段	2016156A	日期	2016.06.04	觀測時間	01:50~03:20	
組別	點名	點號	接收儀型式	天線盤型式	斜距(m)	垂距(m)
1		CH09	Trimble 5700	Zephyr Geodetic	1.247	1.244
2		CH11	Trimble 5700II	Zephyr GNSS Geodetic Mode1 2	1.641	1.673
3	大鵬社區	G124	Trimble 5700	Zephyr Geodetic	1.747	1.748
4	琉球嶼	S041	Trimble 5700	Zephyr Geodetic	1.508	1.507
5	汕尾	SY66	Trimble 5700II	Zephyr GNSS Geodetic Mode1 2	1.709	1.742
6	東港	T014	Trimble 5700II	Zephyr GNSS Geodetic Mode1 2	1.210	1.239
7	林邊	T016	Trimble 5700	Zephyr Geodetic	1.076	1.071
8	琉球	T025	Trimble 5700	Zephyr Geodetic	1.364	1.362
9	鹽州	T173	Trimble 5700	Zephyr Geodetic	1.471	1.470
10	林園節點	X213	Trimble 5700II	Zephyr GNSS Geodetic Mode1 2	1.249	1.279
11	南州冀箕湖	NJOU	Trimble NetR9	Zephyr GNSS Geodetic Mode1 2		0.085
12	小琉球	LIUC	Trimble NetR9	Zephyr GNSS Geodetic Mode1 2		0.085
13	枋寮	FALI	Trimble NetR9	Zephyr GNSS Geodetic Mode1 2		0.085
14	加祿堂	JLUT	Trimble NetR9	Zephyr GNSS Geodetic Mode1 2		0.085

表 3- 11 觀測時段表(5/5)

時段	2016156B	日期	2016.06.04	觀測時間	04:20~6:30	
組別	點名	點號	接收儀型式	天線盤型式	斜距(m)	垂距(m)
1		CH07	Trimble 5700	Zephyr Geodetic	1.537	1.536
2		CH08	Trimble 5700II	Zephyr GNSS Geodetic Mode1 2	1.640	1.672
3	二橋	EW16	Trimble 5700II	Zephyr GNSS Geodetic Mode1 2	1.436	1.467
4	大鵬社區	G124	Trimble 5700	Zephyr Geodetic	1.674	1.674
5	山腳	SY63	Trimble 5700	Zephyr Geodetic	1.308	1.306
6	港埔	SY65	Trimble 5700II	Zephyr GNSS Geodetic Mode1 2	1.589	1.621
7	汕尾	SY66	Trimble 5700II	Zephyr GNSS Geodetic Mode1 2	1.522	1.554
8	東港	T014	Trimble 5700	Zephyr Geodetic	1.357	1.355
9	鹽州	T173	Trimble 5700	Zephyr Geodetic	1.554	1.554
10	林園節點	X213	Trimble 5700	Zephyr Geodetic	1.755	1.756
11	萬丹	WDAN	Trimble NetR9	Zephyr GNSS Geodetic Mode1 2		0.085
12	南州冀箕湖	NJOU	Trimble NetR9	Zephyr GNSS Geodetic Mode1 2		0.085

(三)觀測作業程序：

1. 於測站架設天線，並確實定心、定平。
2. 依指北針調整天線方位，使天線特定標誌指向北方。並量測天線高度且記錄之。

3. 確實接妥天線與接收儀之電纜及電源電纜。電池正、負極應注意正確接法，以免短路，損及電池或接收儀。
4. 打開接收儀電源，按儀器正常操作程序開機，檢查接收功能及記憶體空間是否足夠。
5. 按計畫觀測時段表內規劃之時段，輸入點號、天線高、時段代號、資料記錄速率，最少接收衛星個數等參數，開始觀測並填寫觀測紀錄表。
6. 以數位相機拍攝3張觀測作業情形相片，其中一張拍攝天線高量測情況，應可辨識讀數，一張須可見標石號碼，另一張應儘可能同時可見接收儀、點位標石及週遭環境，可做為後續檢核及偵錯之用，拍攝相片詳圖 3-4。
7. 觀測時段結束後關機，並重新量測天線高度，前後兩次天線高之差不應大於  $3mm$ ，取平均值做為最後天線高。若前後差值超過  $3mm$ ，應查明原因，提出處理意見填寫於觀測紀錄表備註欄。注意光學基座對心是否偏移，若有則估計其偏移量及方向，記載於觀測紀錄表備註欄。
8. 不同時段連續觀測之共同點位，應關機並重新整置儀器，量測天線高度。前後兩次天線高度應相差  $10\text{ cm}$ （含）以上，且基座及腳架方向應調整  $180$  度。



圖 3- 4GNSS 外業測量圖

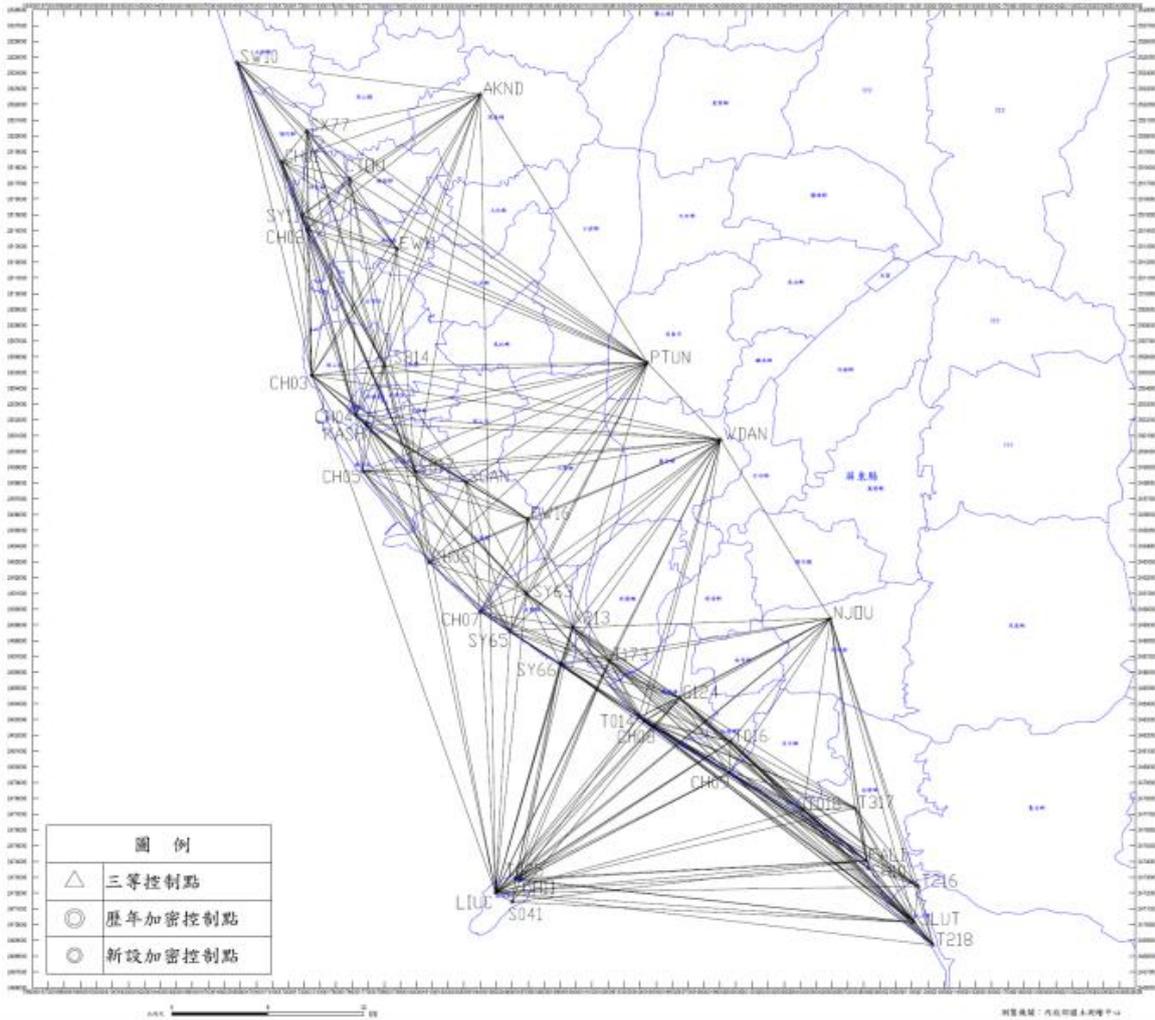


圖 3- 5GNSS 觀測網絡圖

(四)、觀測資料檢核及基線計算：

GNSS 測量成果的品質，取決於資料處理過程是否完善，故野外觀測蒐集的資料，應先逐日逐時段處理，求解各基線分量後，再結合全部所觀測基線的資料，進行基準轉換與網形平差的成果與分析。因此 GNSS 衛星控制點網系是分階段構建而成的，先是由時段的子測區內，以一小群點位進行每一時段的數據整理，其次才將每一時段成果，逐一納入一個既存的網系內。基線解算主要採用 *Topcon Tools V8.2* 版計算軟體而在基線向量計算前，則需先進行下列改正及檢查工作：

1. 對照計畫觀測時段表及觀測紀錄表，確保觀測點位正確，並檢核觀測相片是否相符。

2. 核對下載檔名與儀器儲存檔名是否相同，若否則研判是否儲存錯誤或下載錯誤。

3. 檢核點號、天線高、觀測時間是否正確，若否則加以註記並於後續進行修正。

4. 確定觀測資料量是否足夠，單點定位是否成功，否則須修正後續計畫進行重測。

5. 使用商用軟體 *Topcon Tools V8.2* 進行基線試算，確保整個外業觀測成功，若判定觀測失敗，則將觀測失敗的點位配合修正後續觀測計畫進行重測。

6. 資料於各階段均進行備份，確認觀測無誤後製作實際觀測時段。接著化算天線高至天線盤相位中心位置。

當觀測資料檢核無誤後，接著進行 *GNSS* 基線計算，其目的是為了計算出兩個測站之間的相對位置。由於衛星位置是根據所接收的衛星星曆資料來計算，所以載波相位觀測量是在 *TWD97[2010]* 坐標系統內進行的，所計算出的成果是兩個接收天線相位中心的相對坐標差值，最後再經由天線高度化算至測量點位，這坐標差值稱為基線分量 ( $\Delta x, \Delta y, \Delta z$ )。而在基線解算時，有下列幾項需考量的基本設定：

1. 由於此次採用的衛星定位接收儀均為雙頻接收儀，其基線解算是以觀測量線性組合組成的  $L_3$  觀測量，可消除大部分的電離層遲滯影響，故採用的基線必須是  $L_3$  觀測量的固定整數解 (*Iono free fixed*)。
2. 因為對流層對  $L_1$  和  $L_2$  遲滯的影響量是相同的，故無法用觀測量線性組合消除其影響，一般採用的方式是用折射模式計算其改正量，本次採用的模式為 *Modified Hopfield* 模式來改正對流層遲滯效應。

參考上述原則，整個基線計算的作業流程如圖 3-6 所示：

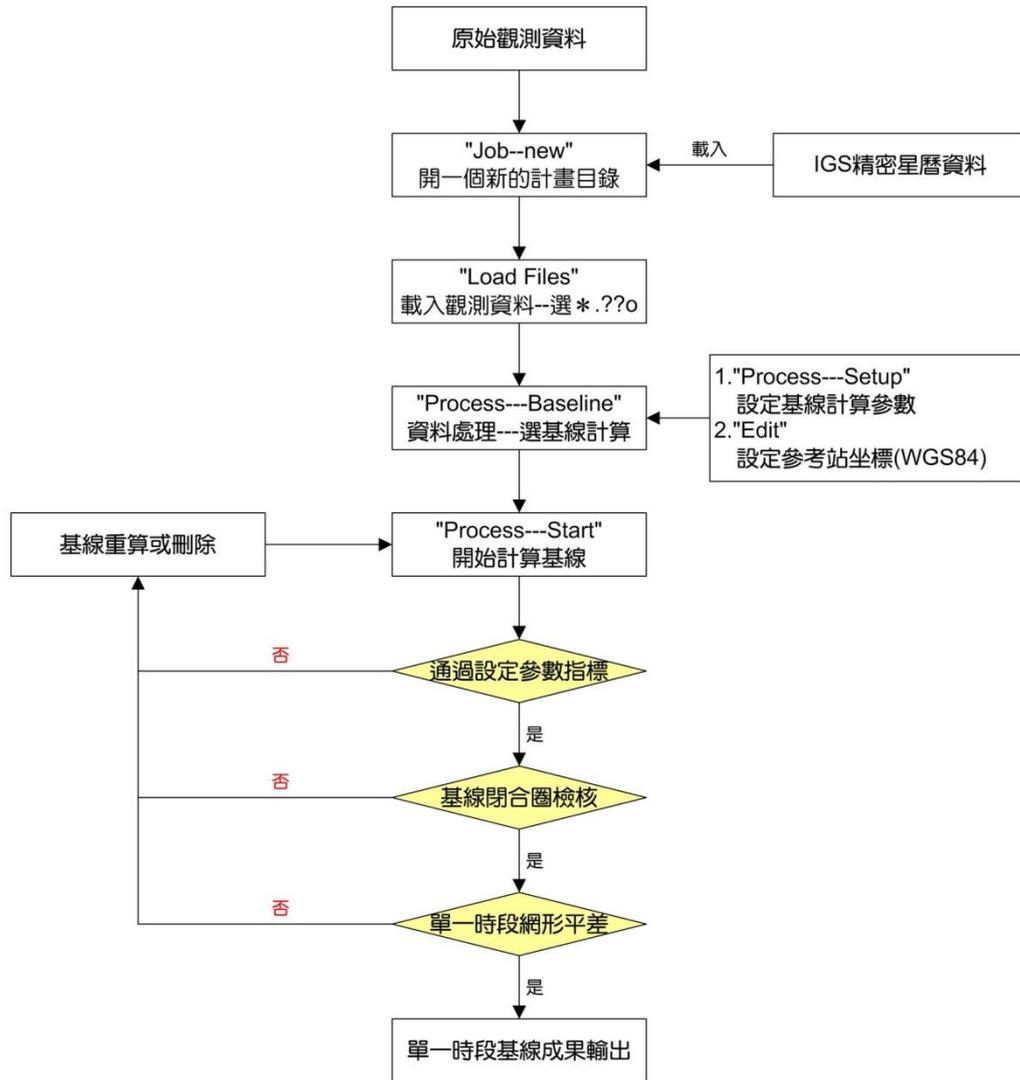


圖 3- 6GNSS 基線解算流程圖

### (五)、GNSS 網形平差

完成各時段的基線向量計算後，再使用內政部國土測繪中心「衛星定位基線網形平差系統」執行網形平差計算，先進行最小約制網形平差(成果詳見成果資料電子檔**附件 4、最小約制平差成果**)，進行基線偵錯，經檢核後因小琉球 LIUC 連續追蹤站移設之後尚未公告新的坐標，不合規範故不納入檢核，其餘基線精度檢核針對圖形閉合差、基線重複性以及成果精度進行檢核，檢核成果均合格，詳見表 3- 12。

表 3-12 基線檢核項目與結果

精度檢核項目		檢核內容	檢核結果	備註
圖形閉合差	產生圖形閉合圈	產生閉合圈總數：1264		
	可剔除之基線數目佔總獨立基線數比例 $\leq 40\%$	基線觀測量總數：442 剔除基線數目：61 剔除比率：13.80 %	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 不通過	
	各分量之平均閉合差 $\leq 80$ cm	平均閉合差： $\Delta X$ ：1.5 cm $\Delta Y$ ：2.1 cm $\Delta Z$ ：1.2 cm	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 不通過	
	各分量之閉合差對閉合圈總邊長之比數 $\leq 7.5 \times 10^{-6}$	比數最大值： $\Delta X$ ： $3.3 \times 10^{-6}$ $\Delta Y$ ： $4.2 \times 10^{-6}$ $\Delta Z$ ： $1.8 \times 10^{-6}$	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 不通過	
	全系各分量之平均閉合差對閉合圈總邊長之比數 $\leq 5.5 \times 10^{-6}$	平均閉合差對閉合圈總邊長之比數： $\Delta X$ ： $0.4 \times 10^{-6}$ $\Delta Y$ ： $0.6 \times 10^{-6}$ $\Delta Z$ ： $0.3 \times 10^{-6}$	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 不通過	
基線重複性	重複觀測基線水平分量之差值 $\leq (30+6 \times 10^{-6}L)$	重複觀測基線數量：56 差值最大值：20 mm 差值與基線長比值最大值： 1/44691	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 不通過	
	重複觀測基線垂直分量之差值 $\leq (75+15 \times 10^{-6}L)$	重複觀測基線數量：56 差值最大值：102 mm 差值與基線長比值最大值： 1/98481	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 不通過	
成果精度	邊長標準誤差 $\leq (15+3 \times 10^{-6}L)$	檢核數量：861 未通過數：0 邊長標準誤差最大值：3.67 mm	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 不通過	
	95% 信心區間 $\leq (30+6 \times 10^{-6}L)$	檢核基線數量：381 未通過數：0 基線改正數最大值：18.43 mm	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 不通過	

確定各基線符合規範後，固定檢核合格之已知控制點(三等衛星控制點 14 點 S814、SW10、SX77、SY11、SY63、SY65、SY66、T014、T016、T018、T173、T216、T218 及 T317，以及連續追蹤站點 9 點 AKND、CTOU、FALI、JLUT、KASH、NJOU、PTUN、SGAN、WDAN)，採強制附合網形平差計算(成果詳見成果資料電子檔附件 5、強制附合成果)，將成果皆架構在 TWD97[2010]坐標成果，詳如第 3.2.7 小節坐標成果表。

### 3.2.6 高程控制測量

本案高程控制測量主要採直接水準測量方式進行，因小琉球無一等水準點，CH11 係採 GNSS 高程引測，作業規範根據水深測量資料調查及整理作業說明。

#### 一、使用儀器：

水準測量採用 1 部精密電子自動水準儀 Zeiss DiNi 進行施測（其型式如表 3-13），無須如傳統水準儀由人工進行目視讀取水準尺上讀數及記錄，兼具高精度與高效率之優點。其觀測原理係由自動水準儀照準掃描條碼水準尺讀數進行比對分析，並自動將水準尺前後視讀數及視距資料、點號等自動紀錄於電子記錄器記憶體中，除提高精度與工作效率外，亦可避免人工操作讀數及記錄所可能產生之錯誤。

表 3-13 水準儀儀器校驗資訊一覽表

儀器廠牌	型號	序號	校正單位	報告編號	校正日期
Trimble	Dini	706211	工業技術 研究院	10507C00372-1-1-01	105.01.29

#### 二、直接水準測量：

水準觀測於 105/06/20~105/7/15 進行，總計觀測 17 個工作天，7 條水準測線，觀測長度約為 105 公里。各測線完成日期如表 3-14 所述，水準觀測路線圖詳見圖 3-7。

表 3-14 水準測線完成日期

水準測線	起點點位	迄點點位	測線長度(km)	完成日期
A1	G100	G103	17.692	6/20-6/21
A2	G108	K700	17.700	6/22-6/24
A3	CH05	G114	8.197	6/29-6/30
A4	G117	X213	30.086	7/1-7/4
A5	G123	G127	18.410	7/11-7/13

水準測線	起點點位	迄點點位	測線長度(km)	完成日期
A6	G130	1210	11.916	7/14-7/15
A7	1212	1213	0.998	7/5

詳細作業內容如下：

- (一) 豎立水準尺：將甲尺置於起點上，經由另一名引導員以水線實際量取前後視約相等距離後，引導乙尺置於尺墊上，調整水準尺上的氣泡，使其居中。
- (二) 將水準儀置於二根水準尺的中間，調整儀器使氣泡居中後，再觀測甲尺的讀數，每一次讀數設定至少三次。
- (三) 將水準儀轉向乙尺，不可轉動踵定螺旋，若氣泡偏離容許範圍，則儀器須重做檢定。若在容許範圍內，對準乙尺讀取讀數，並記錄讀數。
- (四) 記錄者下指令引導後視尺及儀器往進行方向移動，前視尺則轉動尺面，並確保尺墊位置不動，此時，前視尺變成後視尺，重覆(2)至(3)之步驟，直至甲尺再置於終點的水準點上。
- (五) 施測時於標尺底部設置尺墊，以使尺的支撐點置於標尺底部的中央，減少誤差。

### 三、水準資料計算：

在水準測量內業資料計算處理方面，本公司係採用水準網平差計算軟體來進行高程控制系統之解算與誤差分析，以避免直接水準高程引測未以網形閉合平差分析所可能發生之錯誤，以確保高可靠度與高精度之高程控制測量成果。經檢查後，各測段往返閉合差皆滿足不得大於  $20 \text{ 毫米} \sqrt{S}$  ( $S$  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) 之規範要求，詳如表 3-15 所示：

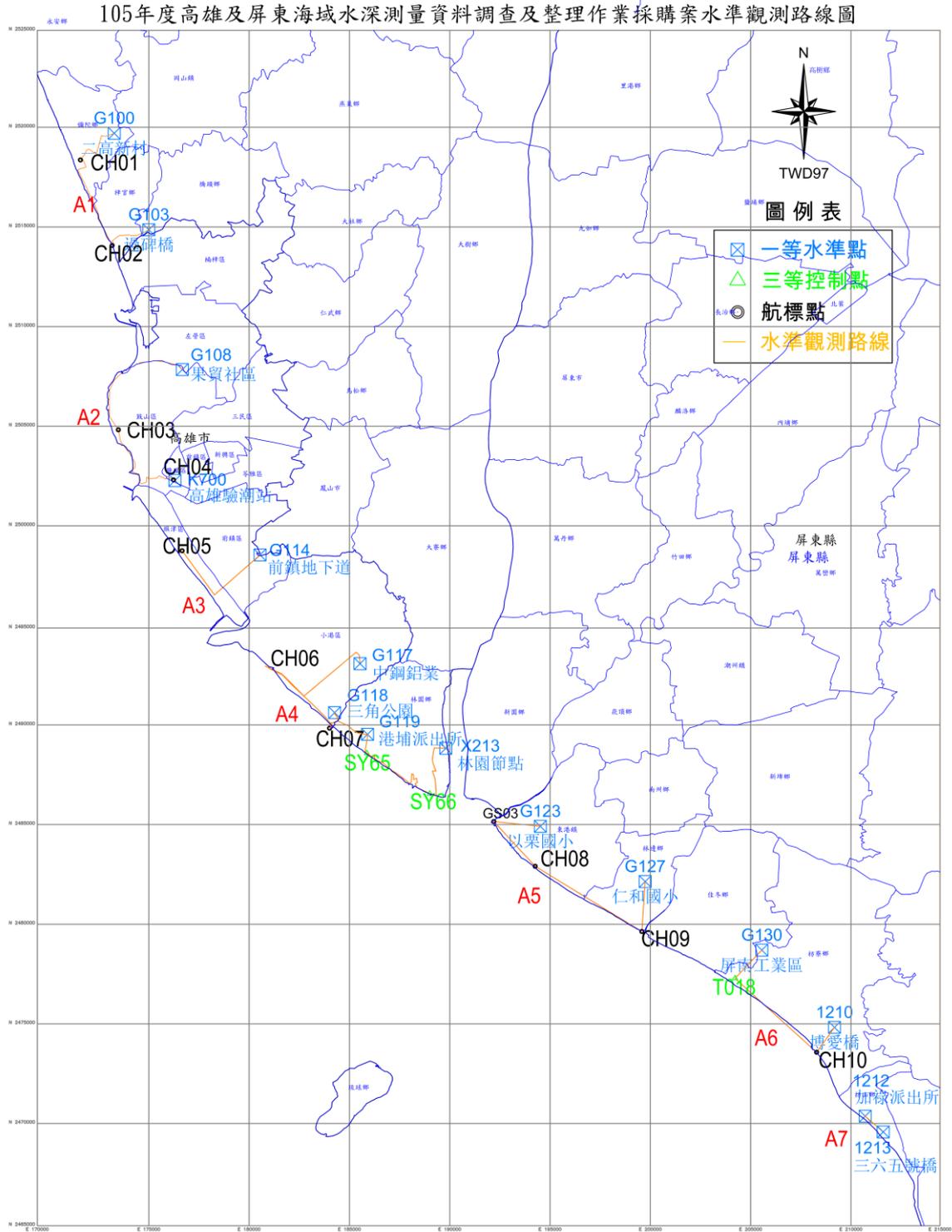


表 3-15 水準測段往返觀測精度統計表

工程名稱：105 年度高雄及屏東海域水深測量資料調查及整理作業採購案第 1 頁共 1 頁

起點 點名	終點 點名	往程 距離	往程觀測 高差	返程 距離	返程觀測 高差	高差 平均值	距離 平均值	觀測 誤差	觀測 精度
		(M)	(M)	(M)	(M)	(M)	(M)	(mm)	mm $\sqrt{S}$
G100	CH01	3972.71	-6.29638	3995.62	6.29277	-6.29458	3984.16	-3.61	1.81 $\sqrt{K}$
CH01	CH02	11110.45	0.43622	11081.59	-0.43621	0.43622	11096.02	0.01	0.00 $\sqrt{K}$
CH02	G103	2609.36	1.24003	2615.64	-1.24138	1.24071	2612.50	-1.35	0.84 $\sqrt{K}$
G108	CH03	13213.01	51.41365	13245.51	-51.40939	51.41152	13229.26	4.26	1.17 $\sqrt{K}$
CH03	CH04	4404.28	-56.99492	4551.59	57.00025	-56.99759	4477.93	5.33	2.52 $\sqrt{K}$
CH04	K700	82.76	0.48856	22.36	-0.48871	0.48864	52.56	-0.15	0.65 $\sqrt{K}$
CH05	G114	8196.94	-1.72381	8194.97	1.72001	-1.72191	8195.95	-3.80	1.33 $\sqrt{K}$
G117	CH06	8695.46	-3.42857	8796.70	3.43818	-3.43338	8746.08	9.61	3.25 $\sqrt{K}$
CH06	CH07	4733.69	-1.16775	4724.08	1.17483	-1.17129	4728.88	7.08	3.26 $\sqrt{K}$
CH07	G118	1241.46	8.71889	1150.24	-8.71730	8.71810	1195.85	1.59	1.45 $\sqrt{K}$
G118	G119	2063.64	-5.78317	2065.36	5.78415	-5.78366	2064.50	0.98	0.68 $\sqrt{K}$
G119	SY65	1029.88	-0.61952	1028.95	0.62118	-0.62035	1029.41	1.66	1.64 $\sqrt{K}$
SY65	SY66	8782.71	-0.34894	8698.82	0.35916	-0.35405	8740.77	10.22	3.46 $\sqrt{K}$
SY66	X213	3538.81	-0.58546	3574.12	0.59069	-0.58808	3556.47	5.23	2.77 $\sqrt{K}$
G123	GS03	3022.69	0.72509	2956.24	-0.72300	0.72405	2989.47	2.09	1.21 $\sqrt{K}$
GS03	CH08	5959.00	3.22439	5998.89	-3.22007	3.22223	5978.94	4.32	1.77 $\sqrt{K}$
CH08	CH09	6471.31	0.71503	6482.80	-0.72163	0.71833	6477.06	-6.60	2.59 $\sqrt{K}$
CH09	G127	2957.05	-5.21891	2941.51	5.22579	-5.22235	2949.28	6.88	4.01 $\sqrt{K}$
G130	T018	2372.64	-7.85036	2379.59	7.85167	-7.85102	2376.11	1.31	0.85 $\sqrt{K}$
T018	CH10	5893.60	-0.30228	5875.29	0.30768	-0.30498	5884.45	5.40	2.23 $\sqrt{K}$
CH10	1210	3649.54	6.77070	3662.89	-6.76671	6.76871	3656.22	3.99	2.09 $\sqrt{K}$
1212	1213	1278.66	0.99762	1260.27	-0.99684	0.99723	1269.47	0.78	0.69 $\sqrt{K}$
CH01	CH01-1	480.67	0.18545	504.84	-0.18539	0.18542	492.75	0.01	0.00 $\sqrt{K}$
CH06	CH06-1	466.61	1.65308	378.30	-1.65405	1.65357	422.61	-0.01	0.00 $\sqrt{K}$
CH10	CH10-1	124.94	1.97168	124.85	-1.97099	1.97134	124.90	0.07	0.00 $\sqrt{K}$

#### 四、潮位站高程引測：

本案總計架設 CH01-1(彌陀)、CH06-1(鳳鼻頭)、CH10-1(枋寮)、CH11(小琉球)、K700(高雄潮位站)、GS03(東港潮位站)等六處潮位站(架設位置詳圖 3-8, 架設情形詳圖 3-9), 其中 CH01-1(彌陀)、CH06-1(鳳鼻頭)、CH10-1(枋寮)、K700(高雄潮位站)、GS03(東港潮位站)皆採直接水準測量檢測及引測之。另 CH11(小琉球)由於小琉球上無一等水準點資料, 故採用 GNSS 靜態測量引測高程, 於同時段同時觀測 GS03(東港潮位站)引測之。

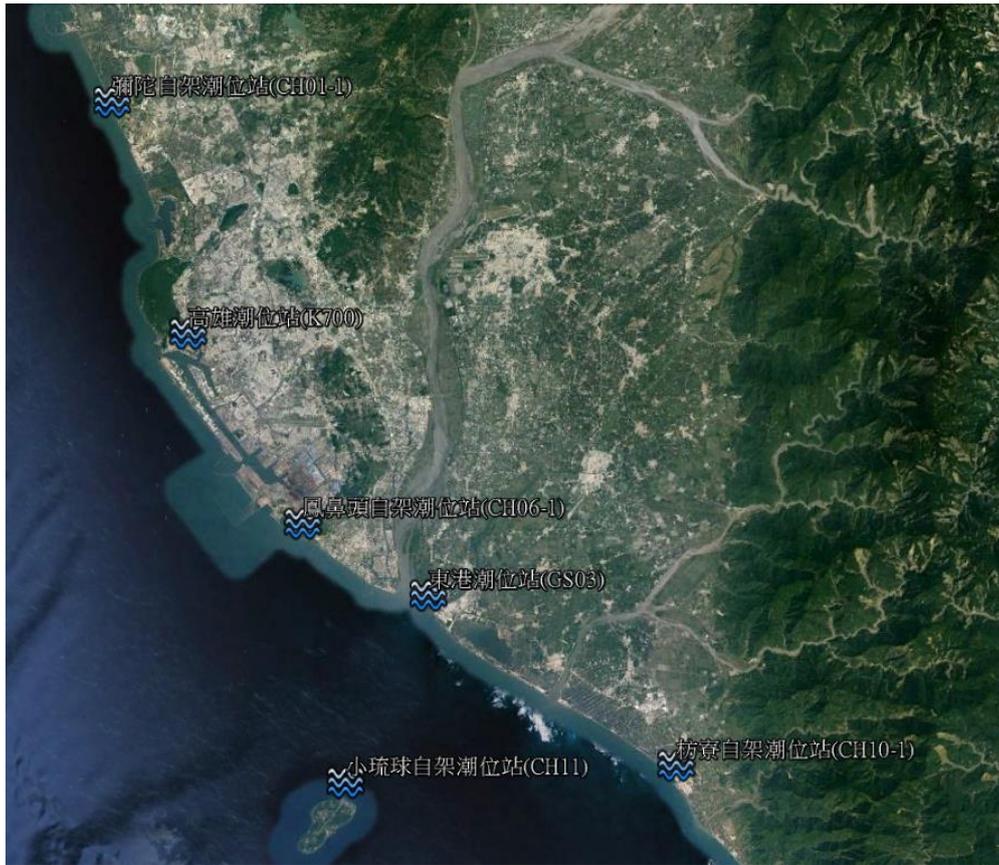


圖 3-8 本案潮位站架設位置



圖 3-9 本案潮位站架設情形(由左至右依序為彌陀、鳳鼻頭以及枋寮潮位站)

### 3.2.7 坐標成果表

表 3- 16 表控制點坐標成果表(1/2)

點號	TWD97[2010](m)		高程 (m)	坐標 測量模式	高程 測量模式
	縱坐標	橫坐標			
CH01	2518360.935	171587.684	1.752	航標點	直接水準_正高
CH02	2514068.882	173169.198	2.191	航標點	直接水準_正高
CH03	2504816.743	173478.093	58.722	航標點	直接水準_正高
CH04	2502301.189	176228.571	1.724	航標點	直接水準_正高
CH05	2498745.124	176657.908	4.731	航標點	直接水準_正高
CH06	2492962.626	180805.180	4.074	航標點	直接水準_正高
CH07	2489836.148	184005.548	2.904	航標點	直接水準_正高
CH08	2482904.833	194258.693	5.729	航標點	直接水準_正高
CH09	2479633.070	199573.929	6.469	航標點	直接水準_正高
CH10	2473572.158	208285.713	2.462	航標點	直接水準_正高
CH11	2472811.913	186484.284	3.250	航標點	GNSS 連測_正高
S814	2505449.325	178013.852	60.629	三等衛星控制點	橢球高
SW10	2524671.635	168800.601	22.646	三等衛星控制點	橢球高
SX77	2520337.122	173160.995	25.600	三等衛星控制點	橢球高
SY11	2514957.550	172835.435	26.984	三等衛星控制點	橢球高
SY63	2490991.069	186880.380	26.341	三等衛星控制點	橢球高
SY65	2488583.394	185865.608	25.728	三等衛星控制點	橢球高
SY66	2486552.370	189003.063	25.541	三等衛星控制點	橢球高
T014	2483138.425	193921.461	25.430	三等衛星控制點	橢球高
T016	2481601.823	199658.320	22.697	三等衛星控制點	橢球高
T018	2477282.814	204221.176	24.508	三等衛星控制點	橢球高
T173	2472891.896	186216.303	44.648	三等衛星控制點	橢球高
T216	2486743.937	192070.467	29.340	三等衛星控制點	橢球高
T218	2472413.284	211410.230	48.177	三等衛星控制點	橢球高
T317	2468686.379	212332.247	31.582	三等衛星控制點	橢球高
AKND	2522647.041	184015.288	64.938	連續站	橢球高
CTOU	2517300.219	175835.769	25.645	連續站	橢球高

表 3- 17 控制點坐標成果表(2/2)

點號	TWD97[2010](m)		高程 (m)	坐標 測量模式	高程 測量模式
	縱坐標	橫坐標			
FALI	2474055.178	208146.874	41.676	連續站	橢球高
JLUT	2470139.506	211142.540	29.957	連續站	橢球高
KASH	2501770.812	176840.490	25.624	連續站	橢球高
NJOU	2489413.108	205905.108	52.168	連續站	橢球高
PTUN	2505611.933	194468.824	40.522	連續站	橢球高
SGAN	2498063.313	183127.193	30.232	連續站	橢球高
WDAN	2500747.170	199039.776	36.433	連續站	橢球高
LIUC	2472020.165	184971.354	67.995	移設重新計算	橢球高
G100			8.046		一等水準點_正高
G103			3.432		一等水準點_正高
G108			7.311		一等水準點_正高
K700			2.212		一等水準點_正高
G114			3.010		一等水準點_正高
G117			7.505		一等水準點_正高
G118			11.621		一等水準點_正高
G119			5.835		一等水準點_正高
X213			4.280		一等水準點_正高
G123			1.752		一等水準點_正高
G127			1.257		一等水準點_正高
G130			10.652		一等水準點_正高
1210			9.216		一等水準點_正高
1212			4.757		一等水準點_正高
1213			5.754		一等水準點_正高
GS03			2.486		氣象局潮位站_正高
CH01-1			1.567		臨時潮位站_正高
CH06-1			2.420		臨時潮位站_正高
CH10-1			0.490		臨時潮位站_正高

### 3.3 測深系統適用性評估

本案投入 2 組單音束測深系統及 3 組多音束測深系統進行測深系統適用性評估，所選用之測深儀解析力皆優於 0.1 公尺。

#### 3.3.1 測試區域選定

為了解本次 3 家作業廠商作業方式以及不同測深系統施測成果，是否會造成水深地形之差異，本次測深系統評估區域統一辦理於興達港外約 4 海浬處、約 1 平方公里(圖 3-10)之漁礁區，此處位於同潮區，且根據漁業署網站上有一漁礁存在可作為水下特徵物，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適用性評估之用。

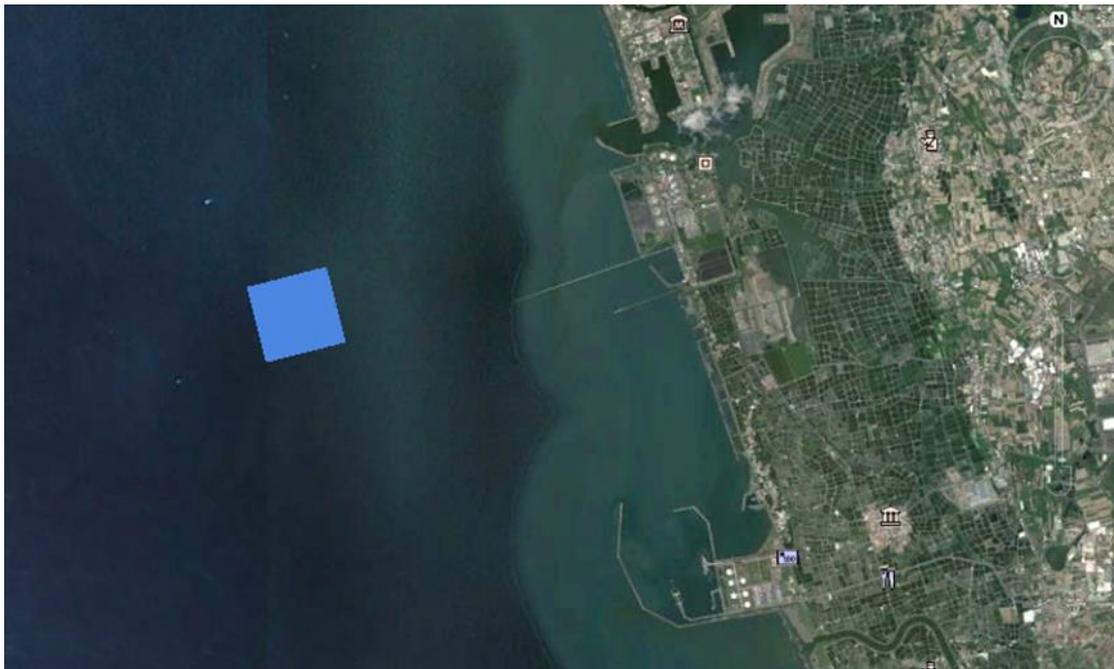


圖 3-10 測深系統適用性評估作業區位置圖

#### 3.3.2 測線規劃

單音束測深系統評估工作測線間距為 40 公尺，垂直測線之檢核測線間距為 50 公尺；多音束測深系統掃瞄角度不得逾 120 度，相鄰主測線須重疊 30%，檢核測線至少 3 條以上，測線間距應約略相等、

均勻分布，並作疊合測試(*PatchTest*)，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。規劃示意圖如下圖 3-11。

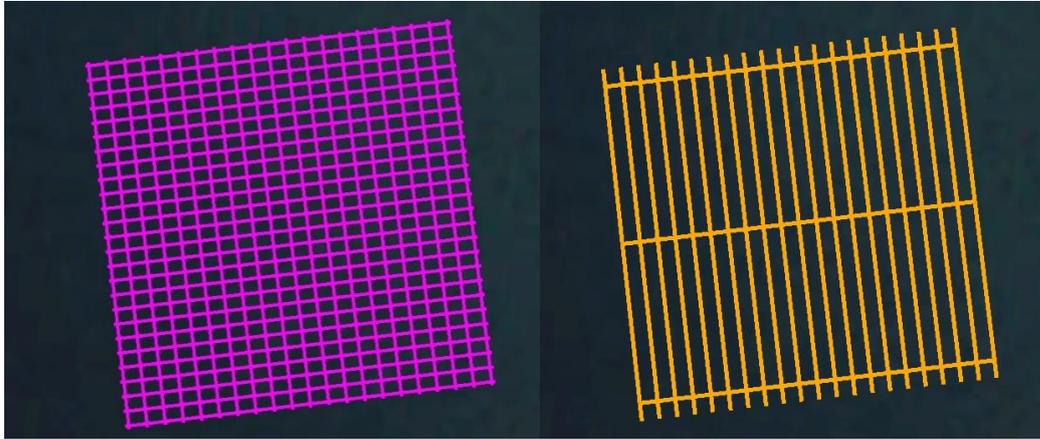


圖 3-11 測試區測線規劃示意圖 (左圖為單音束測深系統規劃，右圖為多音束測深系統規劃示意。)

### 3.3.3 作業規劃

1. 依上述小節規劃測線進行測深系統適用性評估時，作業船速以不逾 5 節為原則，且若波高超過 50 公分或蒲福風級 4 級 (含) 以上 (11-16 哩/小時) 則停止作業，波高與風力以中央氣象局資料為準。定位方式採即時動態衛星定位 (*RTK*) 辦理，並填載衛星定位測量外業紀錄表。

2. 於測試區附近受風、浪、船隻進出影響較小之處設立潮位站，並架設自錄式潮位儀觀測潮位，取樣間隔至少每 6 分鐘 1 筆，另辦理人工潮位觀測，取樣間隔至少每 60 分鐘 1 筆，並填載潮位觀測紀錄表。

3. 為避免衛星定位儀天線與測深音鼓每次裝設不在同一垂線位置上，本團隊測量船皆為自有船隻，且各種儀器支架皆以焊接方式裝設完成，可確定儀器之間的相對位置以及穩定性。

4. 多音束測深系統需加裝校時器以減少不同儀器間時間差之問題。本公司多音束系統作業皆使用 GNSS 主機 PPS 訊號(圖 3-12), 進行儀器間同步。



圖 3-12 以 GNSS 儀器之 PPS 訊號作為校時器

5. 於測試區深水區作 1 次 (含) 以上聲速剖面量測(圖 3-13), 於測量作業期間水溫溫差或鹽度變化較大時段再次量取聲速剖面並記錄測量時之平面坐標, 填載於聲速剖面紀錄表。

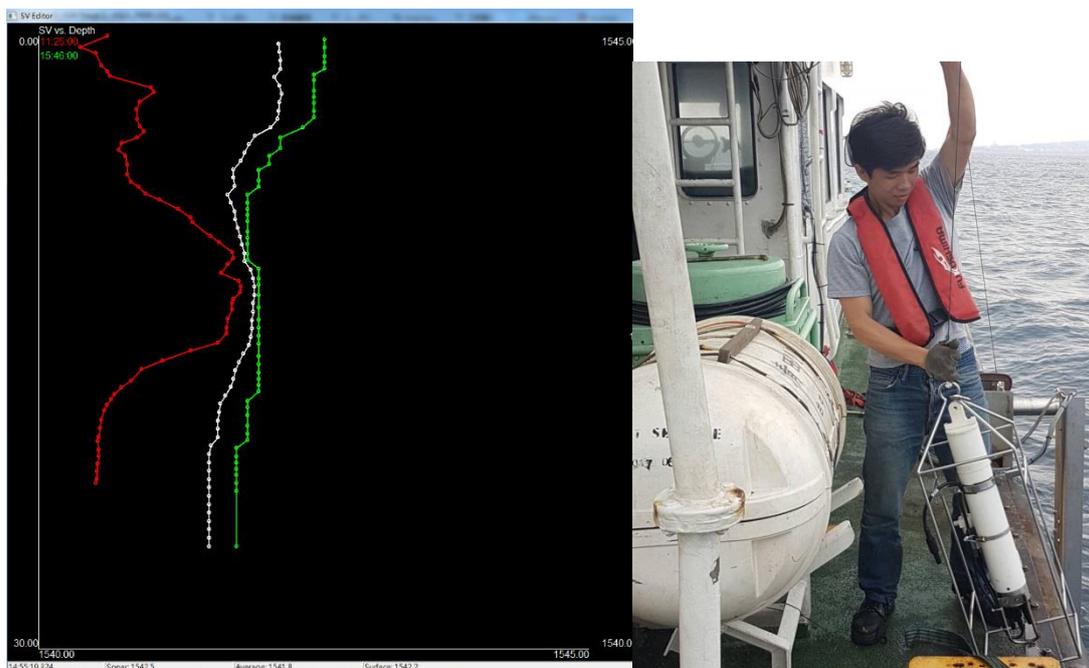


圖 3-13 水下聲速變化剖面及現場作業照片

6. 單音束測深系統應以檢校板 (Bar Check) 檢校測深儀零點誤差，並填載單音束水深測量聲速檢校板檢測紀錄表。

7. 多音束測深系統應辦理疊合測試(Patch Test)，疊合測試作業之地形條件、測線規劃、船速如下表 3-18 所示。

表 3-18 疊合測試作業方式

測試項目	地形條件	測線規劃	船速
資料傳輸時間延遲 (Latency)	斜坡或淺灘特徵物	同向測線	不等速
搖擺角(Roll)	平坦海床	反向測線	等速
航偏角(Yaw)	平坦海床上特徵物或淺灘凸出物	同向平行測線，並應取水深值為間距	等速
俯仰角(Pitch)	斜坡或淺灘特徵物	反向測線	等速

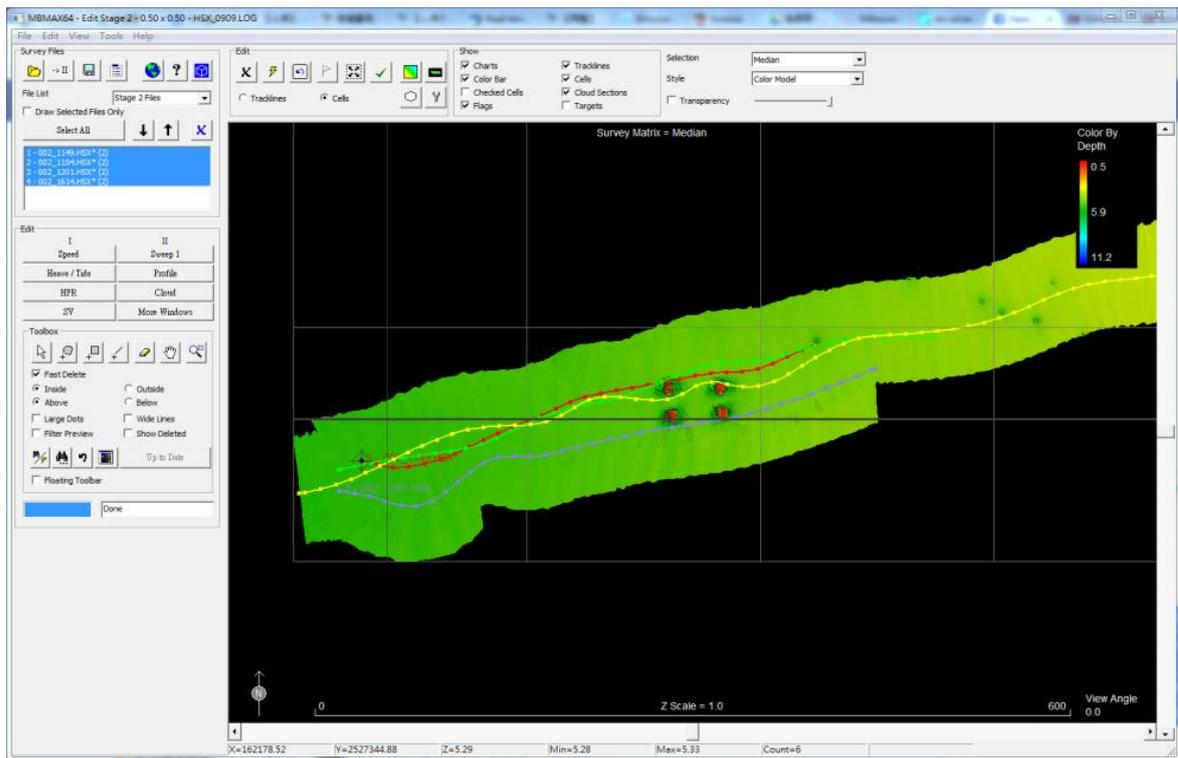


圖 3-14 疊合測試分析示意圖

### 3.3.4 作業船隻及儀器設備

本案系統評估船隻使用國際海洋所擁有的『海洋探勘者 1 號』、『海洋探勘者 2 號』，並租用『青田 11 號』進行測深系統評估作業，其各船隻之船籍資料、作業人員名冊、儀器資訊及進出港證明等，請參閱成果資料電子檔「**附件 6、測深系統適用性評估成果報告**」，測深評估系統組合分別敘述如表 3-19，相關設備安裝照片如圖 3-15 及圖 3-16：

表 3-19 各項作業測深系統組合

系統組合編號	作業系統	船隻	音鼓	船姿態紀錄	GNSS	驗潮計
SB1_ODOM	單音束	海洋探勘者 1 號	ODOM	TSS-CMS	Hi-Target V90	HOBO Water Level logger
SB2_ODOM			Hydrotrac SS510	Kongsburg Mruh	Hi-Target V60	
MB1_2022	多音束		R2-2022	SMC IMU Motion Sensors	Hemisphere VS330	
MB2_2026				青田 11 號	R2-2026	
MB3_2024	多音束		海洋探勘者 2 號	R2-2024	Appianix POS MV	
外業資料接收軟體						
Hypack Survey 2017		PosMV		R2Sonic		SeaCast
資料處理軟體						
Hysweep Editor 2017		Fledermaus		CARIS HIPS&SIPS 10.2		



圖 3- 15 R2-2022 音鼓安裝照片(左)現場實做照片(右)

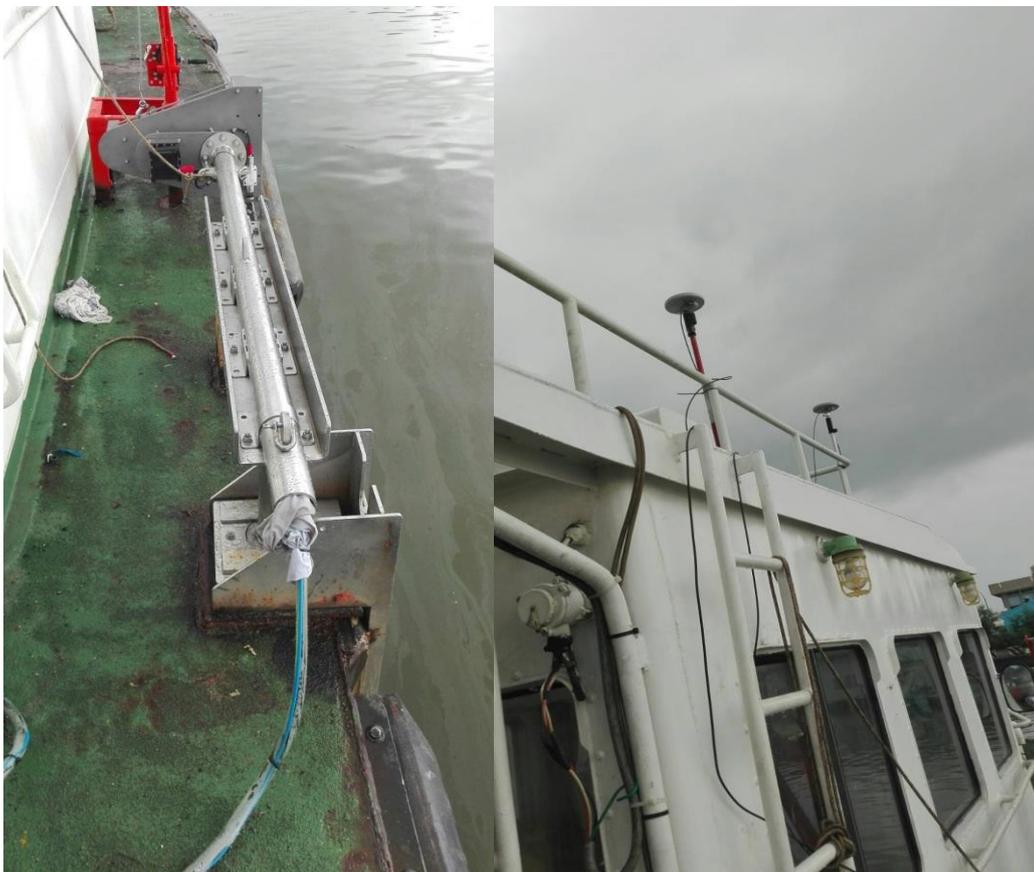


圖 3- 16 R2-2026 架設照片(左)GNSS 架設照片(右)

### 3.3.5 作業說明

1.各系統作業日期：

*SB1\_ODOM*：105/07/21

*SB2\_ODOM*：105/09/24、105/10/03

MB1\_2022 : 105/07/07

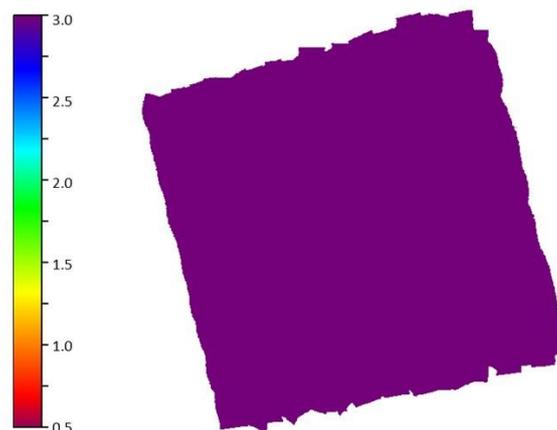
MB2\_2026 : 105/09/09

MB3\_2024 : 105/10/28

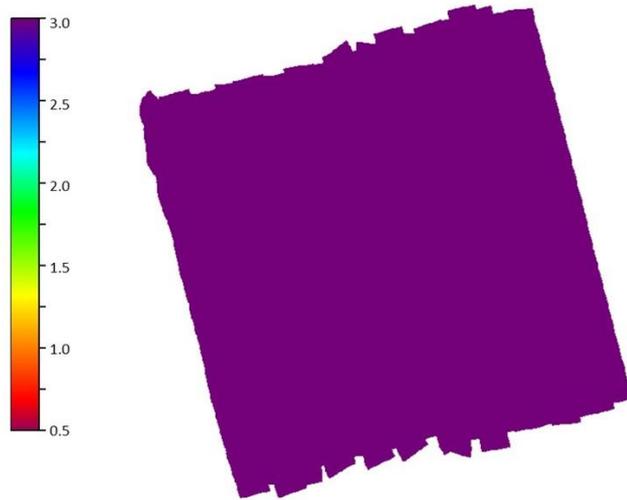
## 2. 船速及測點密度：

本案作業規範船速測深系統評估需在 5 節以內，但由於環境因素影響(如海流與風速)，均速約在 4~6 節以內，單音束測深儀器音鼓訊號頻率設置為 10Hz; R2-sonic 多音束測深儀器則依據深度有不同的發射頻率，本次水深測量深度約-20~-25m，發射頻率約為 20~30Hz。

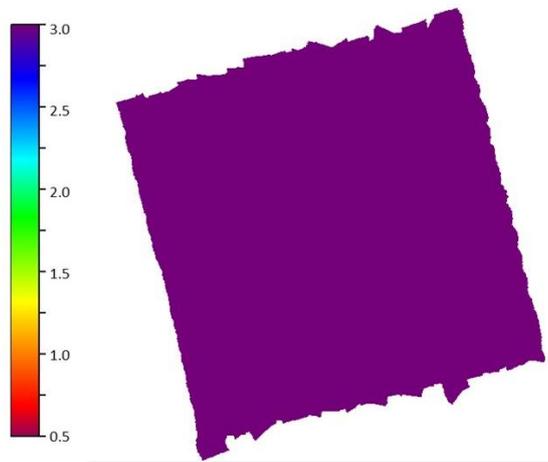
而本次測深評估系統作業，針對單音束成果資料計算，SB1 成果點平均間距約為 0.182733，每公尺約有 5.47 個點位; SB2 為 0.191379，每公尺約有 5.23 個點位，皆符合規範要求。本案另將多音束測深系統評估資料製成一米網格資料，計算網格內有效音束點且製成測點密度圖，當有效點數大於 3 點時以紫色表示，如圖 3- 17 所示，顯示三套多音束系統於測點密度皆符合規範。



R2\_2026 測點密度



R2\_2024 測點密度



R2\_2022 測點密度

圖 3-17 各系統測點密度分析圖

### 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  $Y$  方向，船隻重心至船右舷為  $X$  方向，在安置測深系統的各项裝置時記錄並繪製各裝置的相對位置以茲修正計算(詳圖 3-18)，表 3-20 為各測深系統儀器架設偏移量，其中：

(1) 音鼓吃水深( $DTs$ ):音鼓至水面距離。

(2) 音鼓平面位置( $DTh$ ):音鼓架設於船隻上的相對於船重心之位置。

- (3) 定位儀平面位置(DGs): 定位儀架設於船隻上的相對位置。
- (4) 定位儀高程(DMs): 定位儀至水面距離。
- (5) 船隻姿態感測器位置(DMh): 姿態感測器架設於船上的相對位置。
- (6) 多音束測深儀音鼓的安置角度。

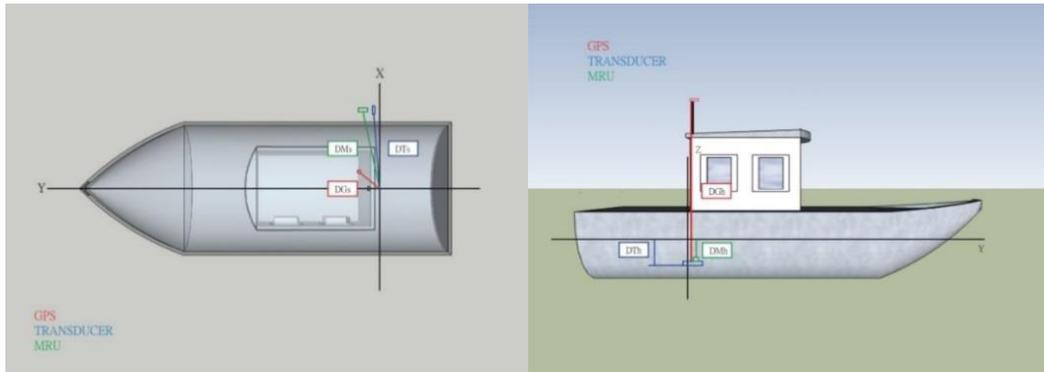


圖 3-18 各裝置相對位置

表 3-20 各測深系統儀器架設偏移量

		儀器架設偏移量					
		MB1	MB2	MB3	SB1	SB2-0924	SB-1003
音鼓	X	0.45M	2.692M	2.434M	1.41M	1.41M	-1.21M
	Y	0M	0.249M	0.251M	-0.82M	-0.82M	-1.19M
	Z	0.795M	1.161M	1.216M	0.56M	0.57M	0.6M
衛星定位儀	X	0M	0.961M	0M	0M	0M	0M
	Y	0.243M	0.304M	0M	0.24M	0.24M	0.24M
	Z	-2.242M	-5.038M	0.1M	-2.2M	-2.2M	-2.24M
姿態儀	X	0M	2.692M	0M	0M	0M	0M
	Y	0M	0.304M	0M	0M	0M	0M
	Z	-0.545M	0.843M	0M	-0.55M	-0.55M	-0.55M
測深儀 零點誤差		0M	0M	0M	0M	0M	0M

#### 4. 率定測試：

單音束水深測量以水深校正板檢校 (bar check)，先以聲速儀量測聲速並修正之，分別量測檢校板深度與測深儀讀數並記錄製作檢校表 (如表 3-21 至表 3-23)，檢視測深差異量是否在測深精度要求的合理範圍內。

表 3- 21 SB1\_ODOM 檢校表

測深組合：SB1_ODOM		
檢測日期：105.7.21	測深儀型號：Hydrotrac SS510	
檢測地點：興達漁港	音鼓吃水深：0.56 m	
測量員：張祐銓	設定聲速：1540 m/sec	
檢校盤施放深度 A (m)	測深機量測深度 B (m)	深度較差 C=B-A(m)
2.00	2.01	0.01
3.00	2.99	-0.01
4.00	4.00	0.00

表 3- 22 SB2\_ODOM 檢校表(9/24)

測深組合：SB2_ODOM		
檢測日期：105.9.24	測深儀型號：Hydrotrac SS510	
檢測地點：興達漁港	音鼓吃水深：0.57 m	
測量員：陳新友	設定聲速：1540 m/sec	
檢校盤施放深度 A (m)	測深機量測深度 B (m)	深度較差 C=B-A(m)
2.00	2.01	0.01
3.00	3.01	0.01
4.00	4.00	0.00

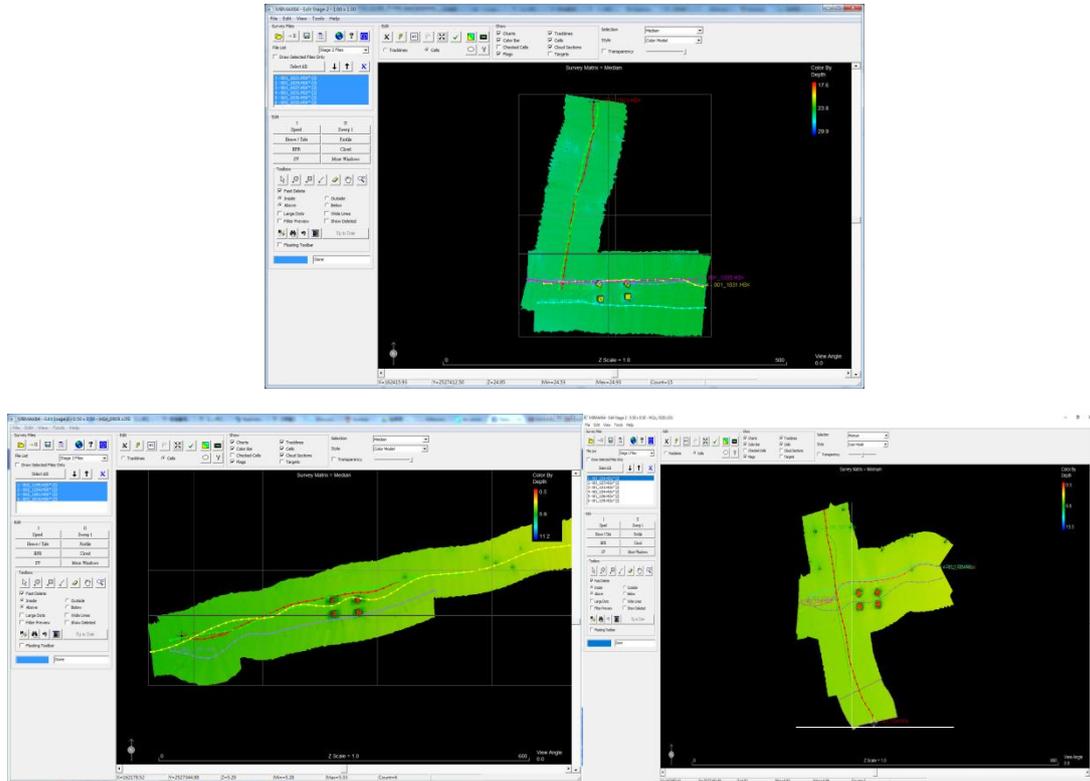
表 3- 23 SB2\_ODOM 檢校表(10/3)

測深組合：SB2_ODOM		
檢測日期：105.10.03	測深儀型號：Hydrotrac SS510	
檢測地點：興達漁港	音鼓吃水深：0.67 m	
測量員：余品毅	設定聲速：1540 m/sec	
檢校盤施放深度 A (m)	測深機量測深度 B (m)	深度較差 C=B-A(m)
2.00	2.00	0.00
3.00	3.00	0.00
4.00	3.99	-0.01

多音束水深測量時，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(patchtest)，分別求取音鼓安置的俯仰角(pitch)、搖擺角(roll)、航偏角(yaw)及 GNSS 的資料傳輸時間延遲(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，各系統成果率定成果見表 3- 24，圖 3- 19 為三套多音束系統評估疊合測試航跡資料。

表 3- 24 各多音束測深系統率定成果

	ROLL	PITCH	YAW
R2-2026	0	-1	1
R2-2024	0.05	-1	1
R2-2022	0.15	1.5	0



\*.上圖與右圖係因兩次疊合測試所產生之垂直測線，因此各圖幅中有兩組疊合測試成果

圖 3- 19 三套多音束系統評估疊合測試航跡資料

### 5. 船姿態改正方式

實施單音束水深測量配置湧浪補償儀記錄船隻上下起伏高度 (heave)，Heave 感測精度可達 5cm，多音束水深測量則配置船隻姿態感測器 (Motion Sensor) 及羅經 (Gyrocompass) 以記錄船隻的俯仰角 (pitch)、搖擺角 (roll)、航偏角 (yaw) 之角度及上下起伏之高度進一步用來修正水深資料。

### 6. 導航定位及潮位修正方法

本案單音束與多音束水深定位均採即時動態衛星定位 (RTK) 測

量方式，陸域固定基站設置於永新漁港附近控制點 *SW10-1* (如表 3- 25)，固定站距離測試區最遠處約 7 公里，採用內政部 101 年公告之 *TWD97(2010)* 坐標及橢球高程系統。同時，測試區與永新漁港同潮區，因此將潮位觀測站設置於固定基站旁內，高程為 1.285m，潮位資料皆使用自動式潮位儀 *HOBO Water Level logger*，至少間隔 6 分鐘取樣 1 筆潮位變化值，並辦理人工潮位觀測，間隔 60 分鐘紀錄 1 筆潮位資料。

表 3- 25 *SW10-1* 控制點位資訊

<i>SW10-1</i>	
經度( <i>TWD97</i> )	168495.317
緯度( <i>TWD97</i> )	2524506.556
橢球高程	21.374

## 7. 聲速修正方法

在施行水深測量的測深系統檢查作業範圍內，選取較深之位置作聲速量測，並依照不同時段施作不同儀器，增加量測次數，以求正確測得水中聲速的變化，精確修正水深測量成果。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；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，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。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。

## 8. 橢球高計算

利用 *RTK* 進行高程定位即時計算 *RTK tide*，並即時接收陸地基站 *SW10-1* 之橢球高程(21.374m)，同時資料處理時將接收到的高程資料作平均以避免 *double heave*，後製資料分析時，可直接使用 *RTK tide* 所蒐集之資料做計算。

### 3.3.6 測深評估系統成果

#### 一、實測軌跡與水深色階圖：

本案測深系統評估總共採用 3 套多音束以及 2 套單音束系統，於測試區先後進行測量，圖 3- 20 至圖 3- 24 為各系統作業軌跡與水深色階成果，資料成果及比對結果如下：

#### 1. SB1\_ODOM

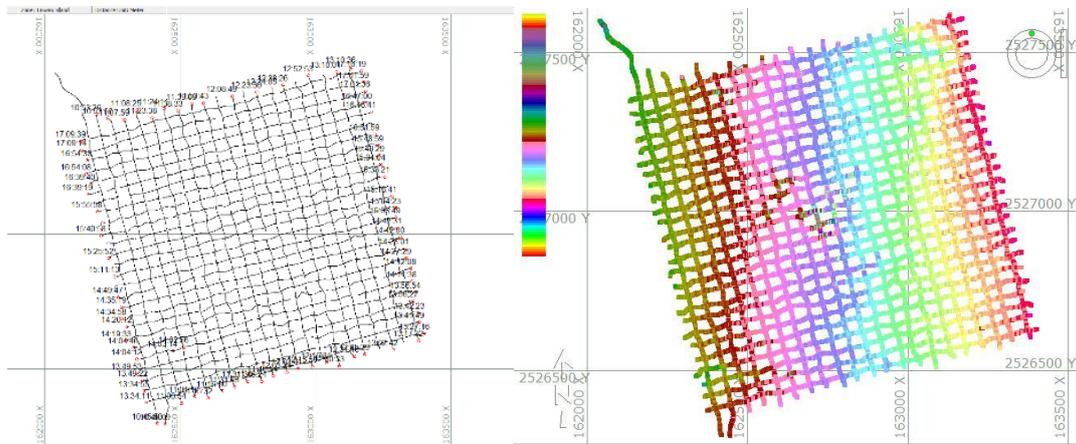


圖 3- 20SB1\_ODOM 實測航跡與水深色階圖

#### 2. SB2\_ODOM

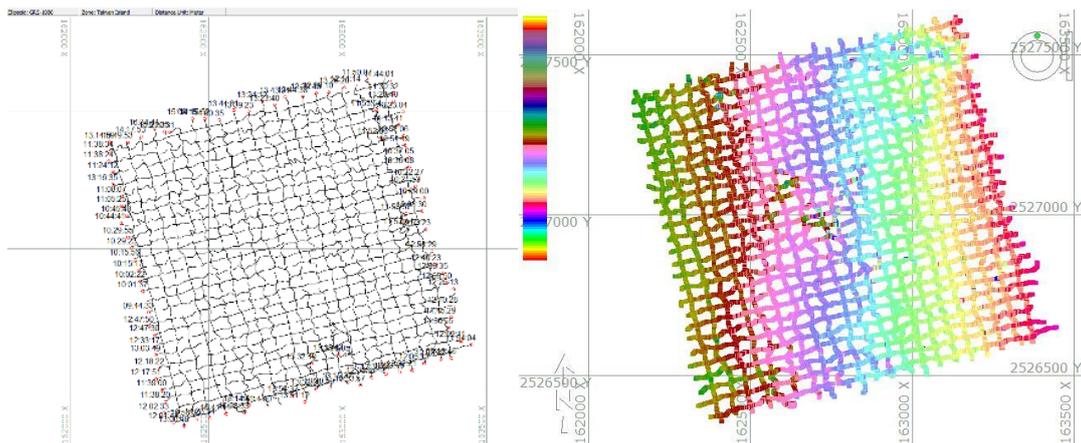


圖 3- 21SB2\_ODOM 實測航跡與水深色階圖

### 3. MB1\_2022

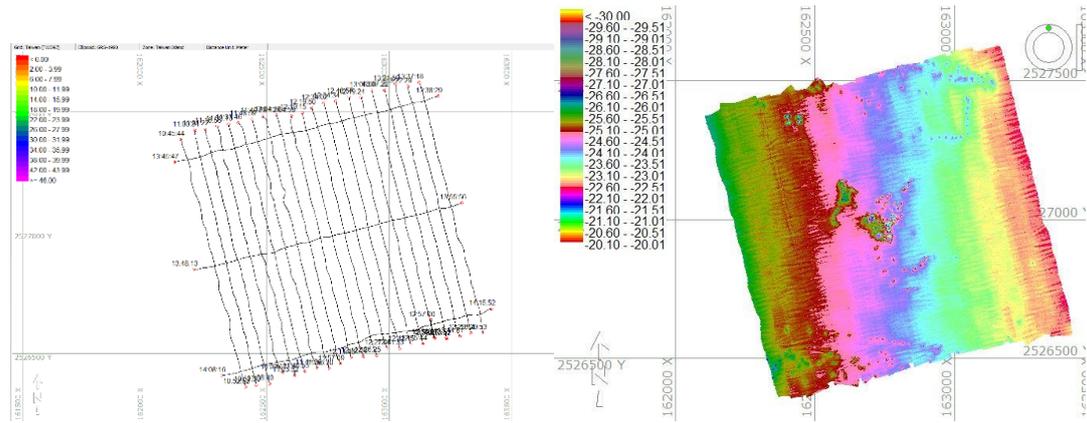


圖 3- 22MB1\_2022 實測航跡與水深色階圖

### 4. MB2\_2026

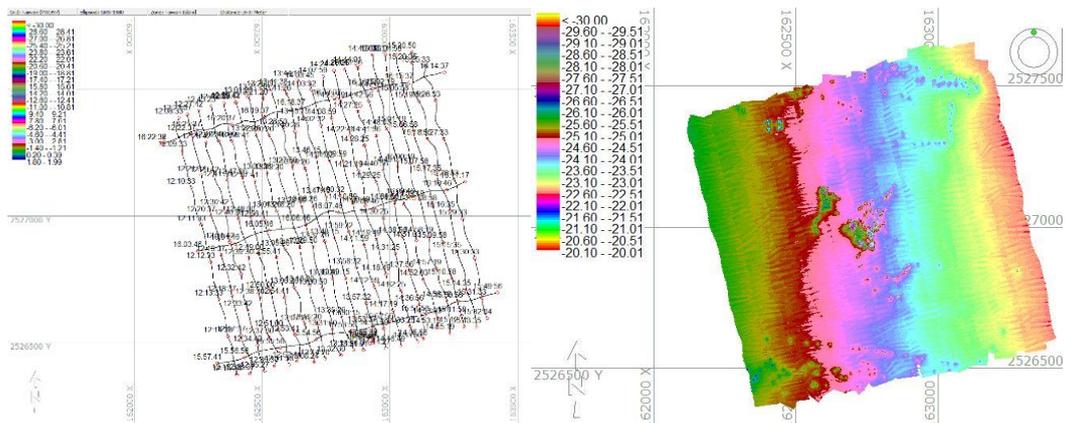


圖 3- 23MB2\_2026 實測航跡與水深色階圖

### 5. MB2\_2024

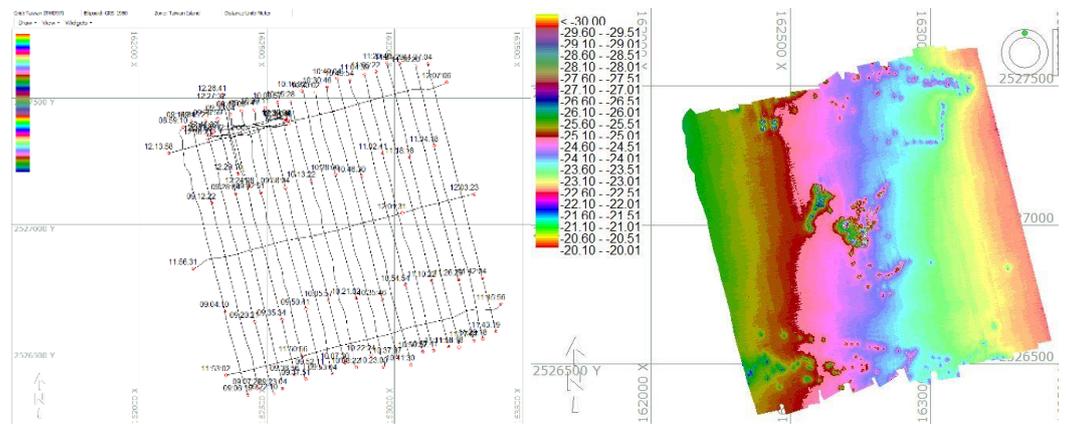


圖 3- 24MB3\_2024 水深色階圖

## 二、成果資料精度分析：

為確定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，因此，將各套儀器所得測量成果進行精度分析，以確認測深系統本身之內精度以及不同測深系統間之外精度是否符合規範。

### 1. 主測線網格製作\_多音束：

本測試區為魚礁區，魚礁種類除了大型鋼鐵礁 4 座以外，大多為方塊礁(大小約  $2.0m*2.0m$ )，因此，為了正確顯示魚礁形狀，以優於作業手冊的規範，採正下方音束約 1 倍平均足印 (*footprint*) 大小為內插網格單位，製作成  $0.5m*0.5m$  大小網格。

### 2. 主測線網格製作\_單音束：

單音束測深系統採用 *ODOM* 測深儀其使用之音束為 9 度，以正下方音束約 1 倍平均足印 (*footprint*) 大小為內插網格單位，製作成  $5.0m*5.0m$  大小網格。

### 3. 精度分析成果：

精度比對採用 *Fledermaus* 軟體，首先將各測深系統主測線依據正下方音束角之足印 (*footprint*) 大小，以距離反比權重方式內插製作成網格 *SD* 檔 (多音束為  $0.5m*0.5m$ 、單音束為  $5.0m*5.0m$ )，再以 *Fledermaus CrossCheck* 軟體，將製作好之網格與比較目標之點雲進行資料分析，得出精度結果，最後製成表格。各項正高系統資料精度比較分析之重疊交錯比對對象如下：

#### (1)內精度分析：

內精度為各測深系統主測線及檢核測線交錯分析，成果如下：

a. SBI\_ODOM

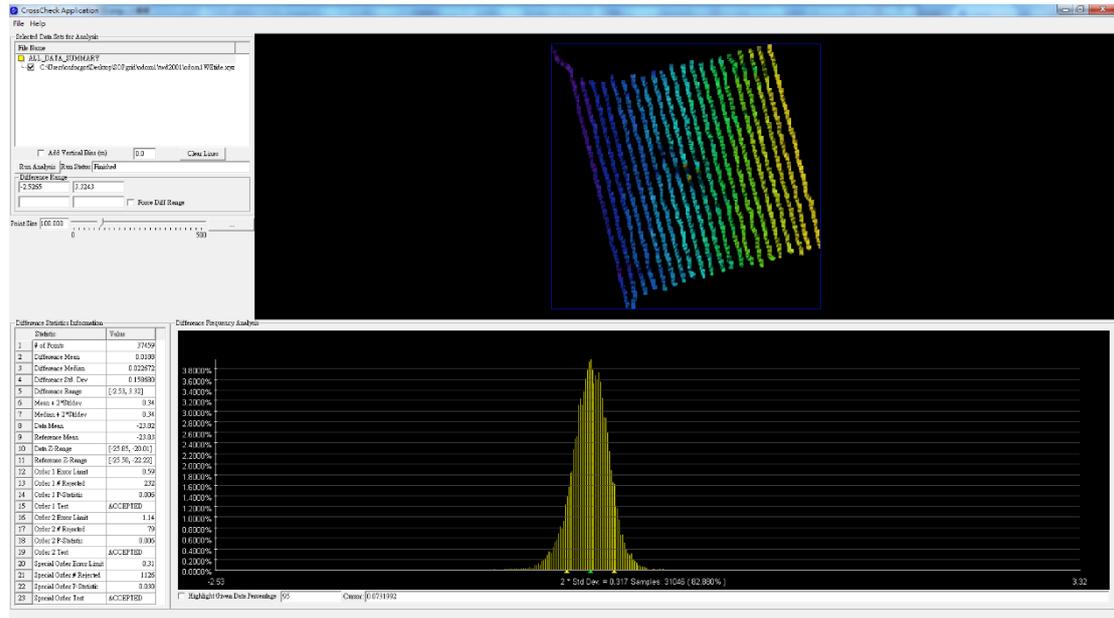


圖 3- 25 SBI\_ODOM 內較差精度圖

表 3- 26 SBI\_ODOM 內較差精度表

載入點數:	37,459				
檢核計算點數:	37,459				
較差平均值(m):	0.0188				
較差中誤差(m):	0.022672				
特等精度誤差極限(m)	0.31				
特等精度_不合格筆數:	1,126	不合格率:	3.01%	合格率	96.99%
1等精度誤差極限(m)	0.59				
1等精度_不合格筆數:	232	不合格率:	0.62%	合格率	99.38%
符合規範	特等精度規範				

b. SB2\_ODOM

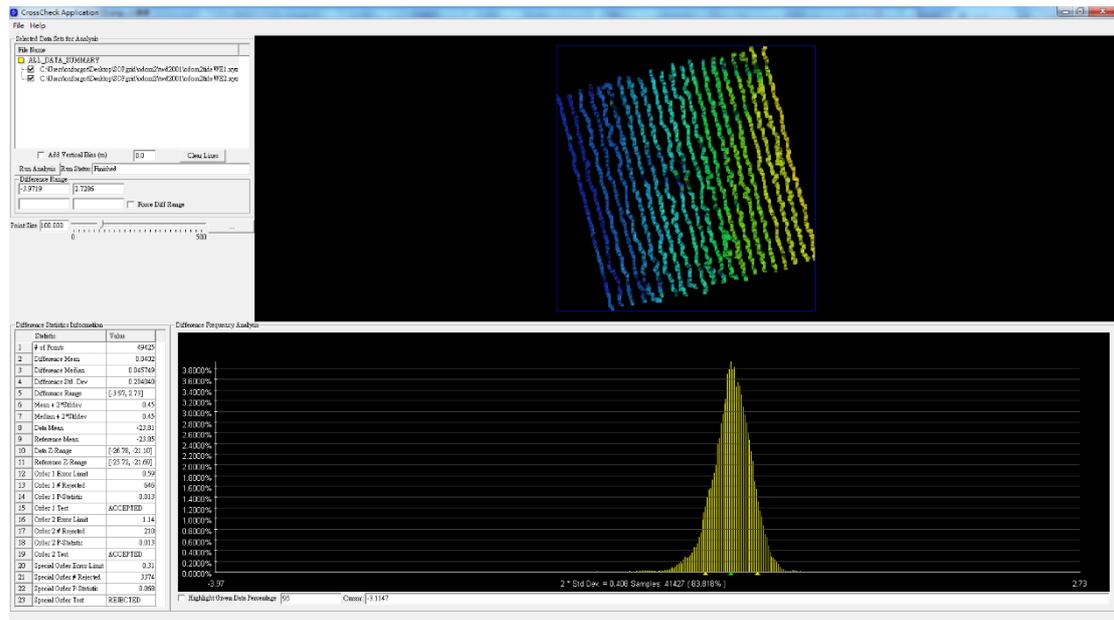


圖 3- 26 SB2\_ODOM 內較差精度圖

表 3- 27 SB2\_ODOM 內較差精度表

載入點數:	49,425				
檢核計算點數:	49,425				
較差平均值(m):	0.0103				
較差中誤差(m):	0.045749				
特等精度誤差極限(m)	0.31				
特等精度_不合格筆數:	3,374	不合格率:	6.83%	合格率	93.17%
1等精度誤差極限(m)	0.59				
1等精度_不合格筆數:	646	不合格率:	1.31%	合格率	98.69%
符合規範	1等精度規範				

c. MBI\_2022

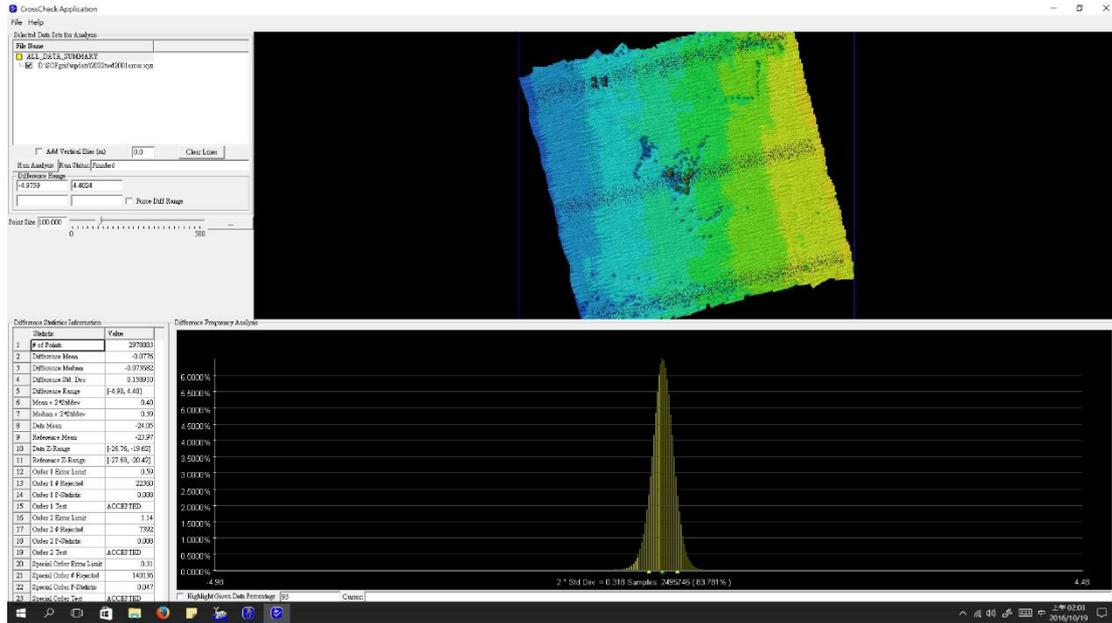


圖 3- 27 MBI\_2022 內較差精度圖

表 3- 28 MBI\_2022 內較差精度表

載入點數:	2,978,883				
檢核計算點數:	2,978,883				
較差平均值(m):	-0.0776				
較差中誤差(m):	-0.073682				
特等精度誤差極限(m)	0.31				
特等精度_不合格筆數:	140,136	不合格率:	4.70%	合格率	95.30%
1等精度誤差極限(m)	0.59				
1等精度_不合格筆數:	22,360	不合格率:	0.75%	合格率	99.25%
符合規範	特等精度規範				

d. MB2\_2026

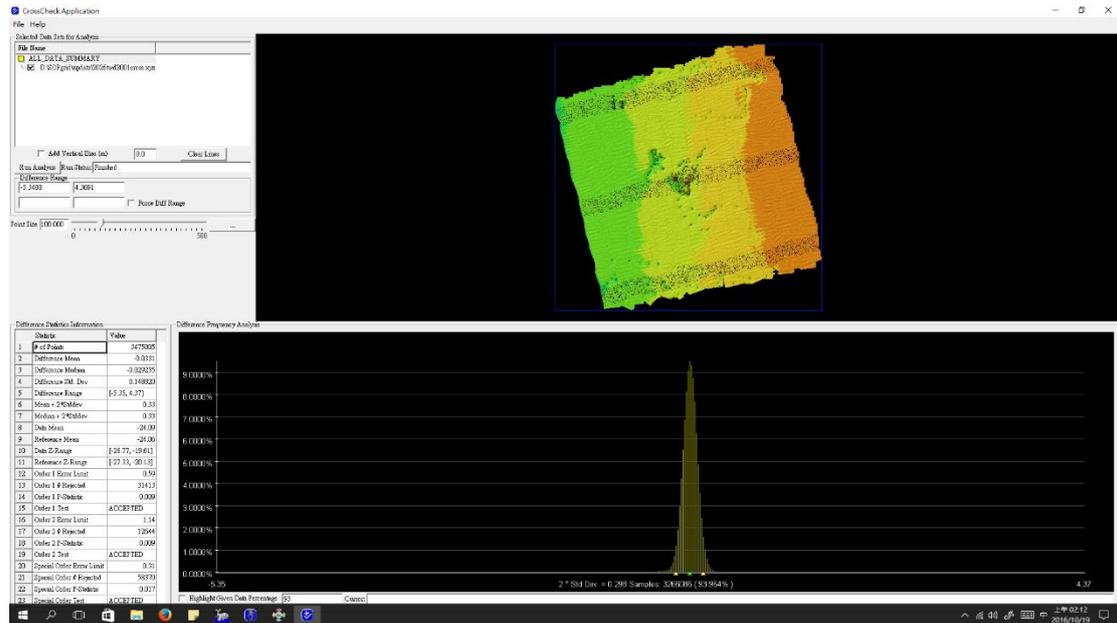


圖 3- 28 MB2\_2026 內較差精度圖

表 3- 29 MB2\_2026 內較差精度表

載入點數:	3,475,885				
檢核計算點數:	3,475,885				
較差平均值(m):	-0.0353				
較差中誤差(m):	-0.030214				
特等精度誤差極限(m)	0.31				
特等精度_不合格筆數:	58,370	不合格率:	1.68%	合格率	98.32%
1等精度誤差極限(m)	0.59				
1等精度_不合格筆數:	31,413	不合格率:	0.90%	合格率	99.10%
符合規範	特等精度規範				

e. MB3\_2024

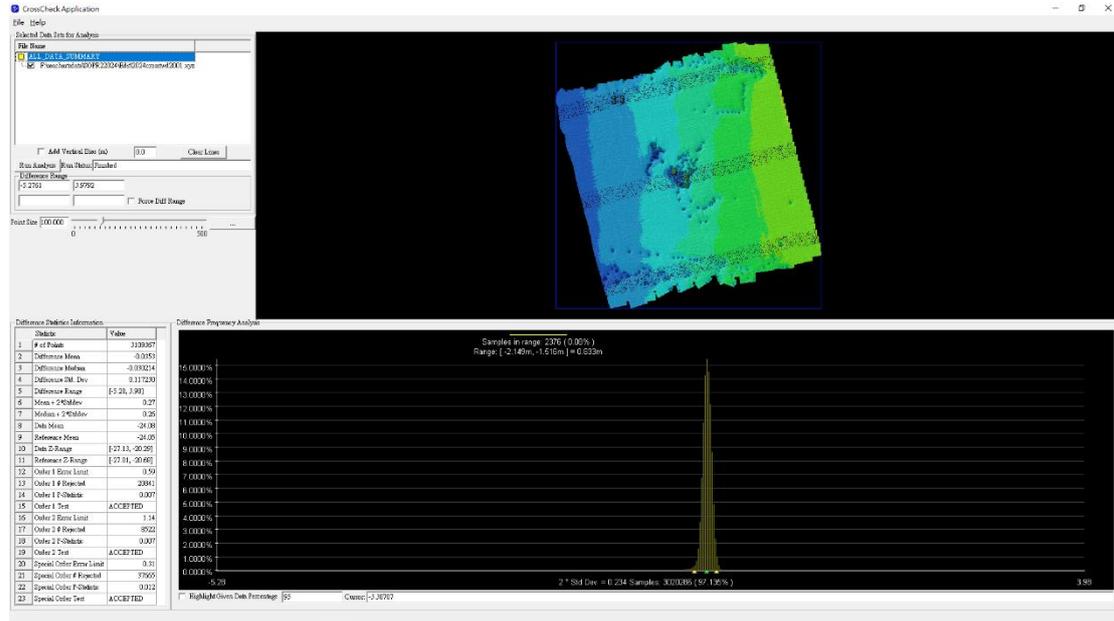


圖 3- 29 MB3\_2024 內較差精度圖

表 3- 30 MB3\_2024 內較差精度表

載入點數:	3,109367				
檢核計算點數:	3,109367				
較差平均值(m):	-0.0331				
較差中誤差(m):	-0.029235				
特等精度誤差極限(m)	0.31				
特等精度_不合格筆數:	37,665	不合格率:	1.2%	合格率	98.8%
1等精度誤差極限(m)	0.59				
1等精度_不合格筆數:	20,841	不合格率:	0.7%	合格率	99.3%
符合規範	特等精度規範				

(2)外精度分析：

外精度為各測深系統間資料的差異程度分析，成果如下：

a. *SBI\_ODOM*&*MB1\_2022*

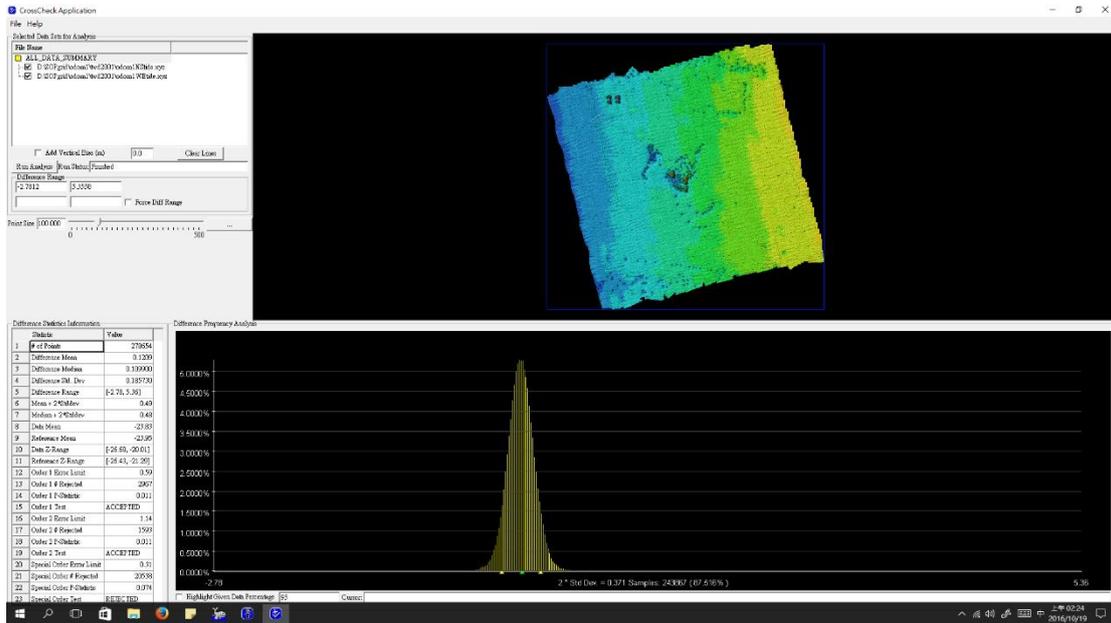


圖 3- 30 *SBI\_ODOM* 與 *MB1\_2022* 外精度較差分析圖

表 3- 31 *SBI\_ODOM* 與 *MB2\_2022* 外精度較差分析表

載入點數:	278,654				
檢核計算點數:	278,654				
較差平均值(m):	0.1209				
較差中誤差(m):	0.109900				
特等精度誤差極限(m)	0.31				
特等精度_不合格筆數:	20,538	不合格率:	7.37%	合格率	92.63%
1等精度誤差極限(m)	0.59				
1等精度_不合格筆數:	2,967	不合格率:	1.06%	合格率	98.94%
符合規範	1等精度規範				

b. SBI\_ODOM&MB2\_2026

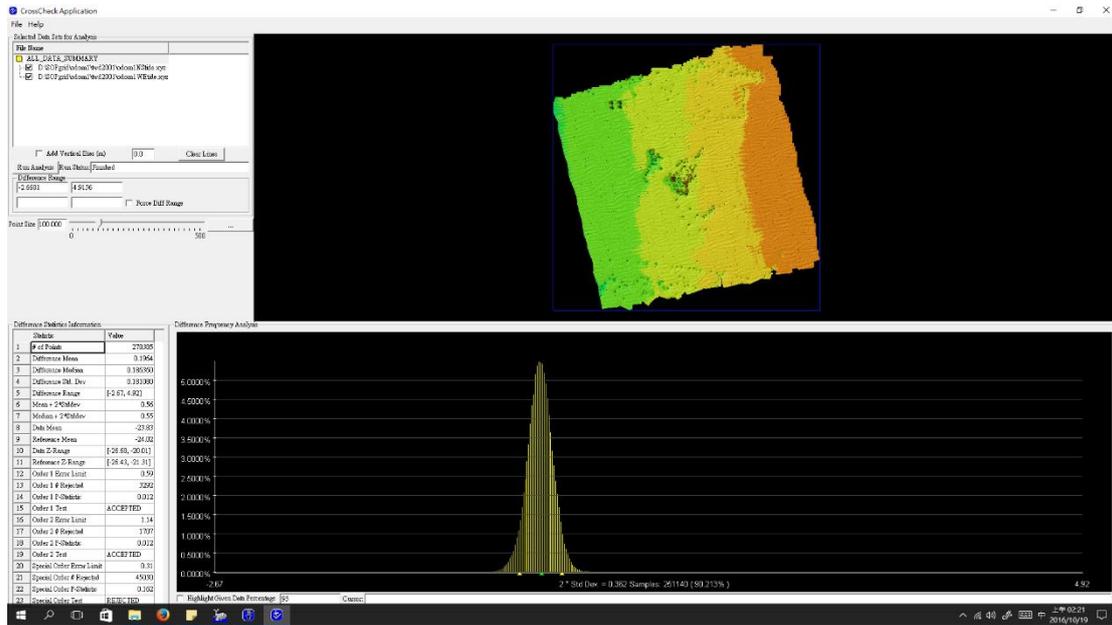


圖 3- 31 SBI\_ODOM 與 MB2\_2026 外精度較差分析圖

表 3- 32 SBI\_ODOM 與 MB2\_2026 外精度較差分析表

載入點數:	278,385				
檢核計算點數:	278,385				
較差平均值(m):	0.1904				
較差中誤差(m):	0.186360				
特等精度誤差極限(m)	0.31				
特等精度_不合格筆數:	45,030	不合格率:	16.18%	合格率	83.82%
1等精度誤差極限(m)	0.59				
1等精度_不合格筆數:	3,292	不合格率:	1.18%	合格率	98.82%
符合規範	1等精度規範				

c. SB1\_ODOM&MB3\_2024

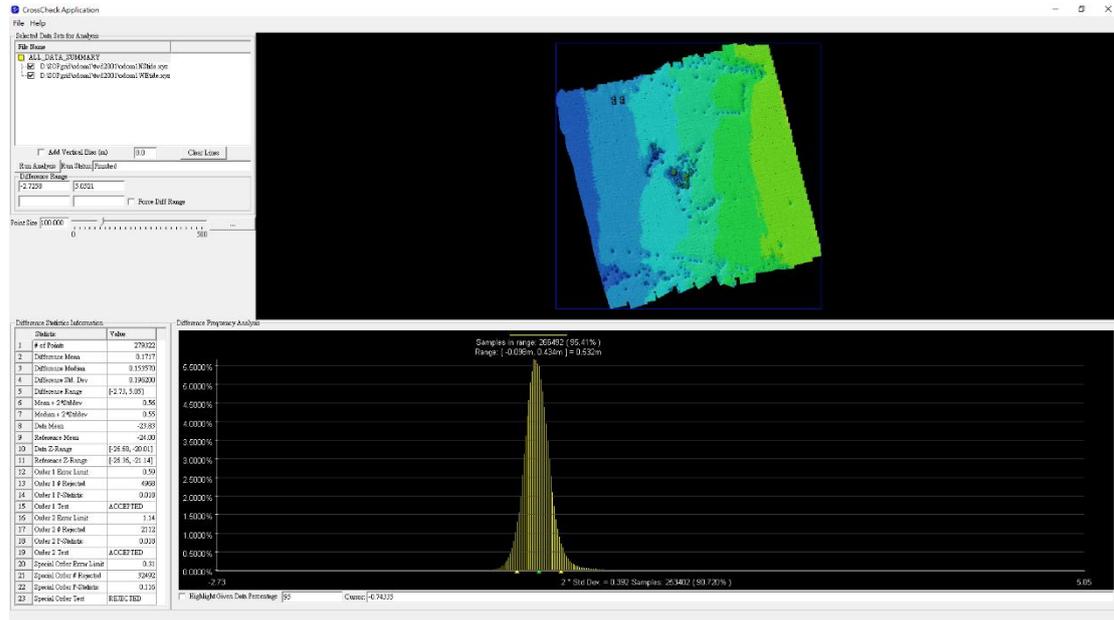


圖 3- 32 SB1\_ODOM 與 MB3\_2024 外精度較差分析圖

表 3- 33 SB2\_ODOM 與 MB3\_2024 外精度較差分析表

載入點數:	279,322				
檢核計算點數:	279,322				
較差平均值(m):	0.1717				
較差中誤差(m):	0.15357				
特等精度誤差極限(m)	0.31				
特等精度_不合格筆數:	32,492	不合格率:	11.63%	合格率	88.37%
1等精度誤差極限(m)	0.59				
1等精度_不合格筆數:	4,968	不合格率:	1.78%	合格率	98.22%
符合規範	1等精度規範				

d. SB2\_ODOM&MB1\_2022

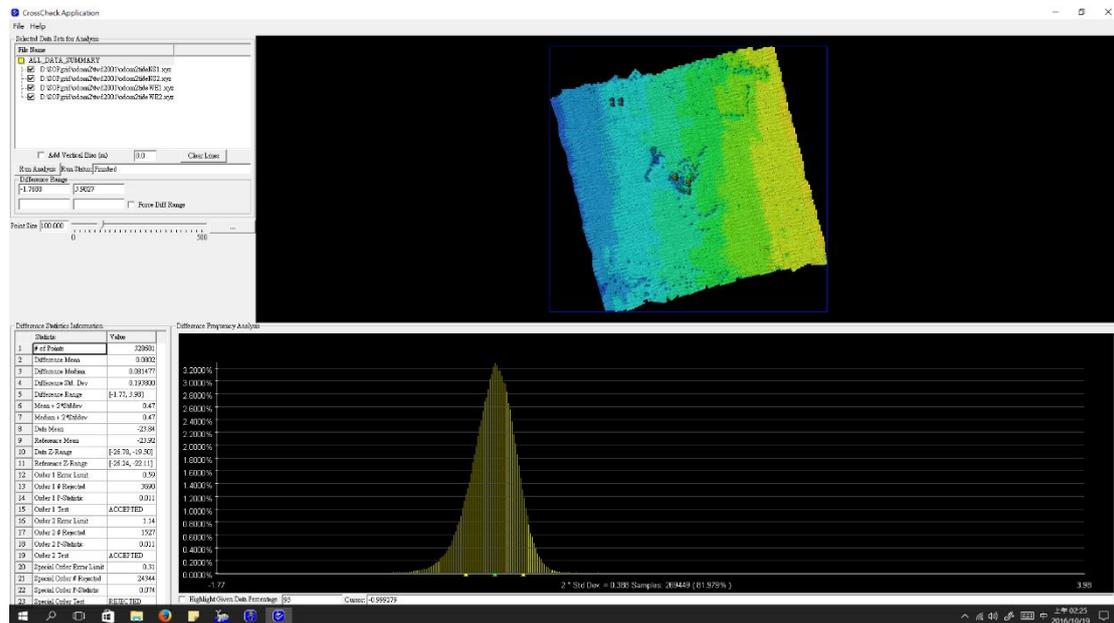


圖 3- 33 SB2\_ODOM 與 MB1\_2022 外精度較差分析圖

表 3- 34 SB2\_ODOM 與 MB1\_2022 外精度較差分析表

載入點數:	328,681				
檢核計算點數:	328,681				
較差平均值(m):	0.0802				
較差中誤差(m):	0.081477				
特等精度誤差極限(m)	0.31				
特等精度_不合格筆數:	24,344	不合格率:	7.41%	合格率	92.59%
I等精度誤差極限(m)	0.59				
I等精度_不合格筆數:	3,690	不合格率:	1.12%	合格率	98.88%
符合規範	I等精度規範				

e. SB2\_ODOM&MB2\_2026

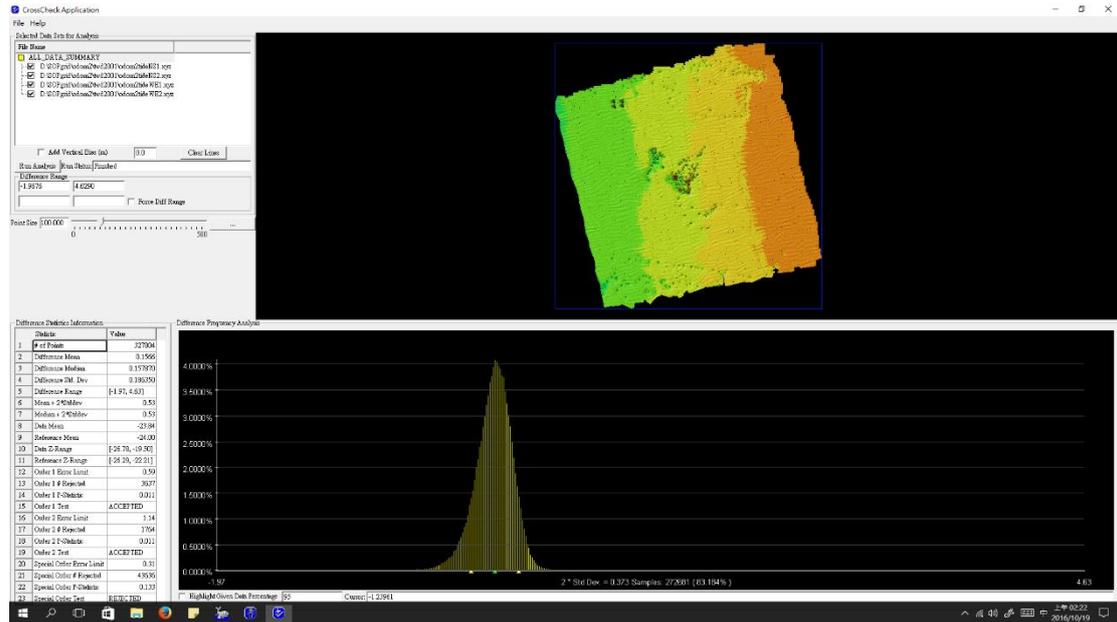


圖 3- 34 SB2\_ODOM 與 MB2\_2026 外精度較差分析圖

表 3- 35 SB2\_ODOM 與 MB2\_2026 外精度較差分析表

載入點數:	327,804				
檢核計算點數:	327,804				
較差平均值(m):	0.1566				
較差中誤差(m):	0.157870				
特等精度誤差極限(m)	0.31				
特等精度_不合格筆數:	43,636	不合格率:	13.31%	合格率	86.69%
1等精度誤差極限(m)	0.59				
1等精度_不合格筆數:	3,637	不合格率:	1.11%	合格率	98.89%
符合規範	1等精度規範				

f. SB2\_ODOM&MB3\_2024

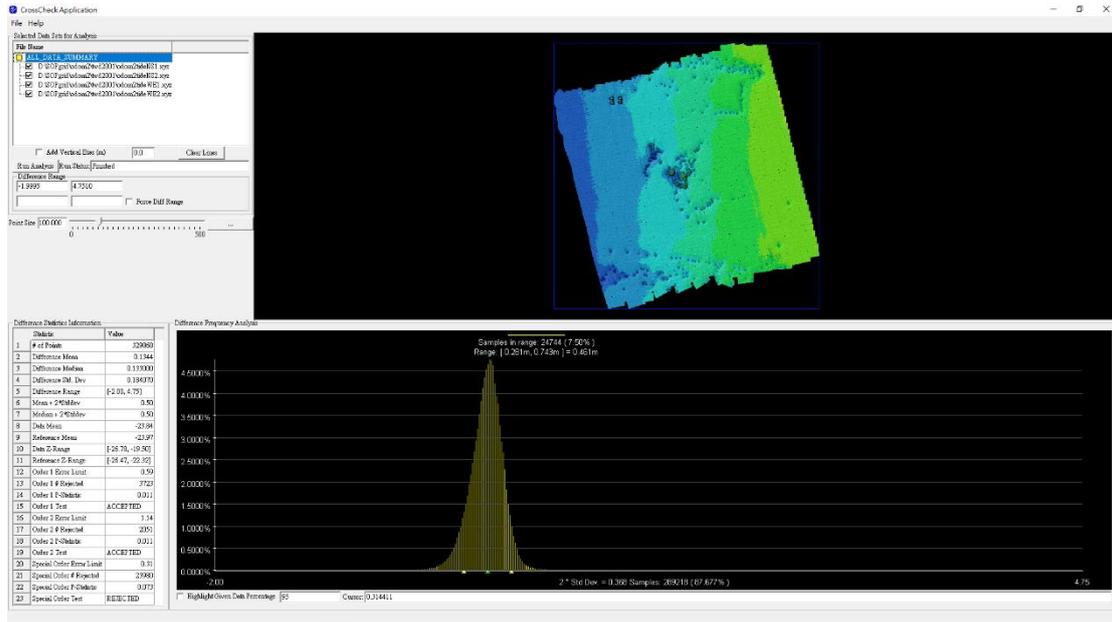


圖 3- 35 SB2\_ODOM 與 MB3\_2024 外精度較差分析圖

表 3- 36 SB2\_ODOM 與 MB3\_2024 外精度較差分析表

載入點數:	329,868				
檢核計算點數:	329,868				
較差平均值(m):	0.1344				
較差中誤差(m):	0.133				
特等精度誤差極限(m)	0.31				
特等精度_不合格筆數:	23,980	不合格率:	7.27%	合格率	92.73%
1等精度誤差極限(m)	0.59				
1等精度_不合格筆數:	3,723	不合格率:	1.13%	合格率	98.87%
符合規範	1等精度規範				

g. SB1\_ODOM&SB2\_ODOM

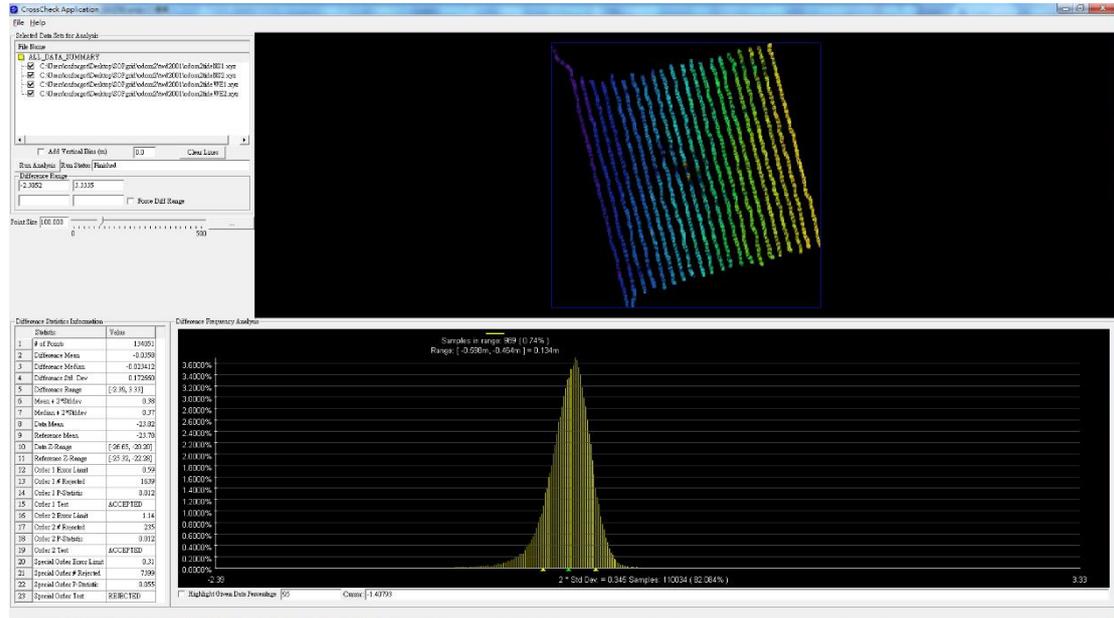


圖 3- 36 SB1\_ODOM 與 SB2\_ODOM 外精度較差分析圖

表 3- 37 SB1\_ODOM 與 SB2\_ODOM 外精度較差分析表

載入點數:	134,051				
檢核計算點數:	134,051				
較差平均值(m):	-0.0358				
較差中誤差(m):	-0.023412				
特等精度誤差極限(m)	0.31				
特等精度_不合格筆數:	7,399	不合格率:	5.52%	合格率	94.48%
1等精度誤差極限(m)	0.59				
1等精度_不合格筆數:	1,639	不合格率:	1.22%	合格率	98.78%
符合規範	1等精度規範				

h. MBI\_2022&MB2\_2026

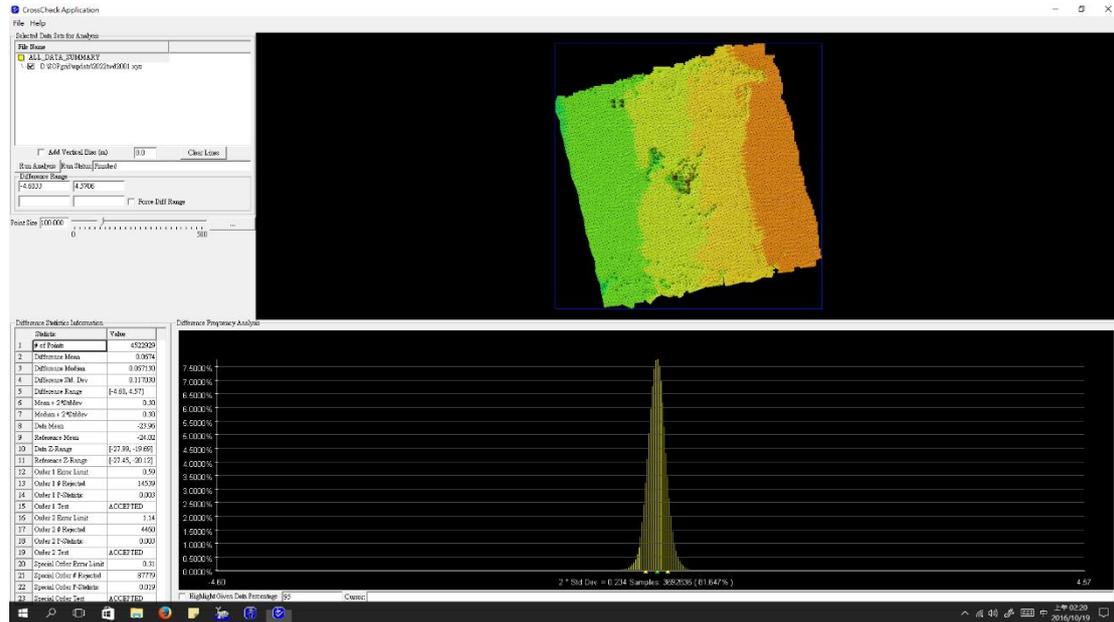


圖 3- 37 MBI\_2022 與 MB2\_2026 外精度較差分析圖

表 3- 38 MBI\_2022 與 MB2\_2026 外精度較差分析表

載入點數:	4,522,929				
檢核計算點數:	4,522,929				
較差平均值(m):	0.0674				
較差中誤差(m):	0.067130				
特等精度誤差極限(m)	0.31				
特等精度_不合格筆數:	87,779	不合格率:	1.94%	合格率	98.06%
1等精度誤差極限(m)	0.59				
1等精度_不合格筆數:	14,539	不合格率:	0.32%	合格率	99.68%
符合規範	特等精度規範				

i. MBI\_2022&MB3\_2024

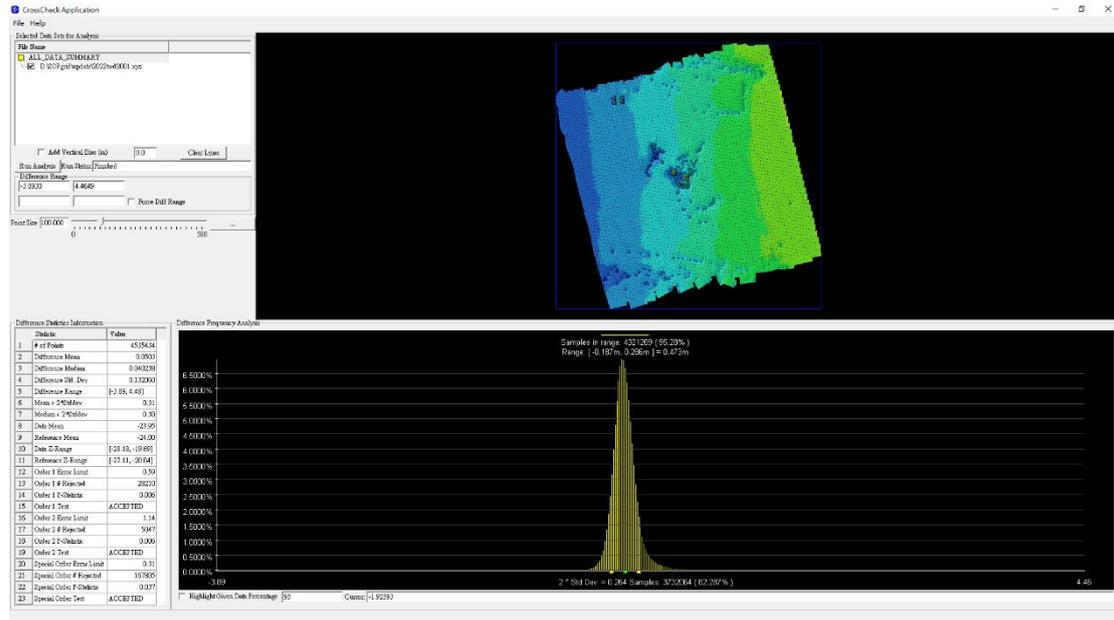


圖 3- 38 MBI\_2022 與 MB3\_2024 外精度較差分析圖

表 3- 39 MBI\_2022 與 MB3\_2024 外精度較差分析表

載入點數:	4,535,434				
檢核計算點數:	4,535,434				
較差平均值(m):	0.0503				
較差中誤差(m):	0.040238				
特等精度誤差極限(m)	0.31				
特等精度_不合格筆數:	167,805	不合格率:	3.70%	合格率	96.30%
1等精度誤差極限(m)	0.59				
1等精度_不合格筆數:	28,210	不合格率:	0.62%	合格率	99.38%
符合規範	特等精度規範				

j. MB2\_2026&MB3\_2024

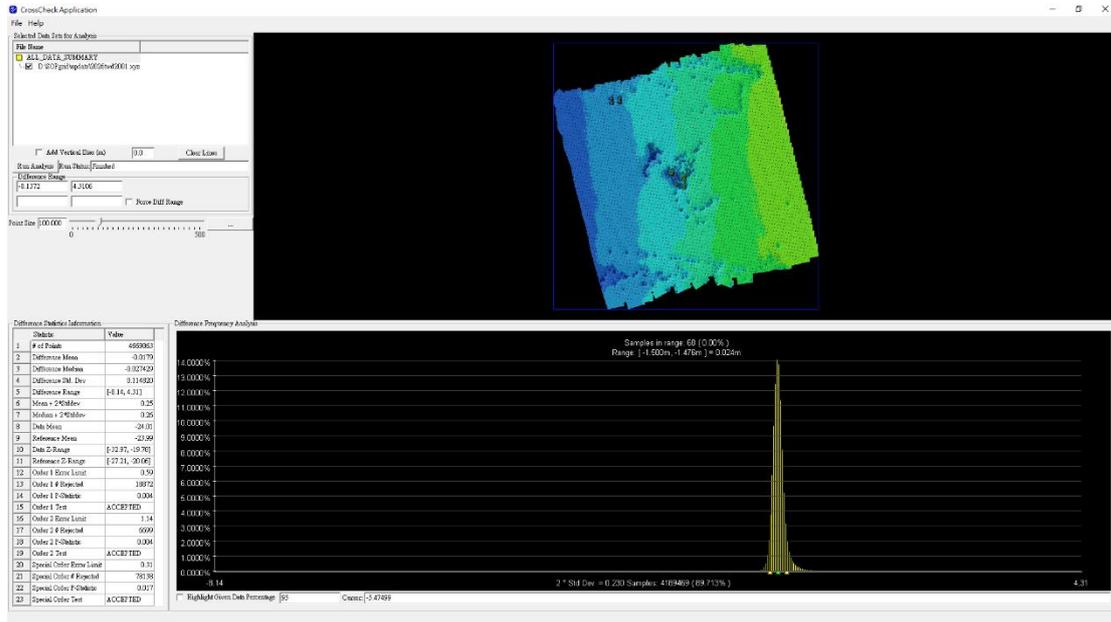


圖 3- 39 MB2\_2026 與 MB3\_2024 外精度較差分析圖

表 3- 40 MB2\_2026 與 MB3\_2024 外精度較差分析表

載入點數:	4,669,863				
檢核計算點數:	4,669,863				
較差平均值(m):	-0.0179				
較差中誤差(m):	-0.027429				
特等精度誤差極限(m)	0.31				
特等精度_不合格筆數:	78,138	不合格率:	1.67%	合格率	98.33%
1等精度誤差極限(m)	0.59				
1等精度_不合格筆數:	18,872	不合格率:	0.40%	合格率	99.60%
符合規範	特等精度規範				

將所有檢核精度成果整理如下表 3- 41，單音束系統皆滿足一等精度要求，多音束系統皆滿足特等精度要求：

表 3- 41 各測深系統交錯評估成果

	總點數	超出特等	符合比例	超出一等	符合比例	符合精度
<b>內精度</b>						
SB1_ODOM	37,459	1,126	96.99%	232	99.38%	特等精度
SB2_ODOM	49,425	3,374	93.17%	646	98.69%	一等精度
MB1_2022	2,978,883	140,136	95.30%	22,360	99.25%	特等精度
MB2_2026	3,475,885	58,370	98.32%	31,413	99.10%	特等精度
MB3_2024	3,109,367	37,665	98.79%	20,841	99.33%	特等精度
<b>外精度</b>						
SB1_ODOM與MB1_2022	278,654	20,538	92.63%	2,967	98.94%	一等精度
SB1_ODOM與MB2_2026	278,385	45,030	83.82%	3,292	98.82%	一等精度
SB1_ODOM與MB3_2024	279,322	32,492	88.37%	4,968	98.22%	一等精度
SB2_ODOM與MB1_2022	328,681	24,344	92.59%	3,690	98.88%	一等精度
SB2_ODOM與MB2_2026	327,804	43,636	86.69%	3,637	98.89%	一等精度
SB2_ODOM與MB3_2024	329,868	23,980	92.73%	3,723	98.87%	一等精度
SB1_ODOM&SB2_ODOM	134,051	7,399	94.48%	1,639	98.78%	一等精度
MB1_2022與MB2_2026	4,522,929	87,779	98.06%	14,539	99.68%	特等精度
MB1_2022與MB3_2024	4,535,434	167,805	96.30%	28,210	99.38%	特等精度
MB2_2026與MB3_2024	4,669,863	78,138	98.33%	18,872	99.60%	特等精度

### 3.4 海域地形測量

#### 3.4.1 作業船隻及儀器設備

本案海域地形測量資料使用國際海洋所擁有的『海洋探勘者 I 號』，並租用『青田 II 號』進行水深測量作業，其各船隻之船籍資料、作業人員名冊、儀器資訊及進出港證明等，請參閱成果資料電子檔「**附件七、第 1 批水深測量資料成果報告**」、「**附件八、第 2、3 批水深測量資料成果報告**」

#### 3.4.2 作業說明

海域地形測量是以測深儀測深，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。水深測量作業流程如圖 3- 40 所示，各項作業步驟分述如下：



圖 3- 40 海域地形測量作業流程圖

1. 海域測量作業日期：

本案海域地形測量施測日期由 7 月 23 日至 11 月 25 日，總計 93 船天，施測里程長度為 8544 公里，詳細測量日期如表 3- 42 所示，施測軌跡如圖 3- 41 所示，現場即時作業畫面如圖 3- 42 所示。

表 3- 42 海域地形測量作業日期

測量日期	使用系統	測量日期	使用系統
7 月 23 日	SBI_ODOM	10 月 10 日	MB2_2026
7 月 24 日	SBI_ODOM	10 月 11 日	MB2_2026
7 月 27 日	SBI_ODOM /MB1_2022	10 月 12 日	MB2_2026
7 月 28 日	SBI_ODOM /MB1_2022	10 月 13 日	MB2_2026
7 月 29 日	SBI_ODOM /MB1_2022	10 月 14 日	MB2_2026
7 月 30 日	SBI_ODOM /MB1_2022	10 月 15 日	MB2_2026
7 月 31 日	SBI_ODOM /MB1_2022	10 月 16 日	MB2_2026
8 月 5 日	MB1_2022	10 月 17 日	MB2_2026
8 月 6 日	MB1_2022	10 月 18 日	MB2_2026
8 月 7 日	SBI_ODOM /MB1_2022	10 月 19 日	MB2_2026

測量日期	使用系統	測量日期	使用系統
8月9日	SBI_ODOM/MB1_2022	10月22日	MB2_2026
8月10日	SBI_ODOM/MB1_2022	10月23日	MB2_2026
8月11日	SBI_ODOM	10月24日	MB2_2026
8月22日	SBI_ODOM	10月25日	MB2_2026
8月23日	SBI_ODOM	10月26日	MB2_2026
8月24日	SBI_ODOM	10月27日	MB2_2026
8月25日	SBI_ODOM	10月28日	MB2_2026
8月29日	SBI_ODOM	10月29日	MB2_2026
8月30日	SBI_ODOM	10月30日	MB2_2026
9月10日	MB2_2026	10月31日	MB2_2026
9月11日	MB2_2026	11月1日	MB2_2026
9月12日	MB2_2026	11月2日	MB2_2026
9月16日	MB2_2026	11月3日	MB2_2026
9月17日	MB2_2026	11月4日	MB2_2026
9月18日	MB2_2026	11月5日	MB2_2026
9月19日	MB1_2022/MB2_2026	11月7日	MB2_2026
9月20日	MB2_2026	11月8日	MB2_2026
9月21日	SBI_ODOM/MB2_2026	11月9日	MB2_2026
9月22日	SBI_ODOM/MB1_2022/ MB2_2026	11月10日	MB2_2026
9月23日	MB2_2026	11月11日	MB2_2026
9月24日	MB2_2026	11月12日	MB2_2026
9月25日	MB2_2026	11月13日	MB2_2026
9月26日	MB2_2026	11月14日	MB2_2026
9月30日	MB2_2026	11月15日	MB2_2026
10月1日	MB2_2026	11月20日	MB2_2026、MB1_2022
10月2日	MB2_2026	11月21日	MB2_2026
10月3日	MB2_2026	11月22日	MB2_2026、MB1_2022
10月4日	MB2_2026	11月23日	MB2_2026
10月5日	MB2_2026	11月25日	MB2_2026
10月6日	MB2_2026		

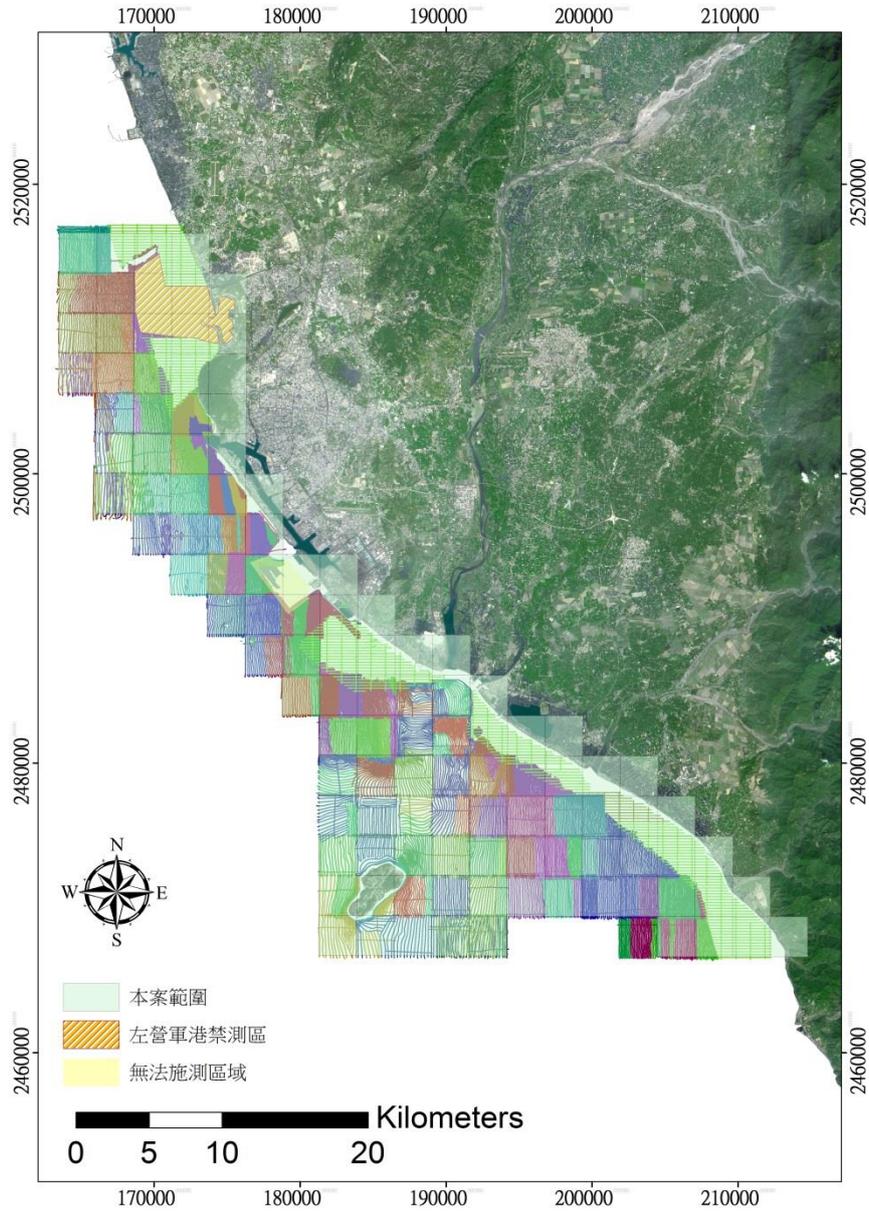


圖 3-41 施測軌跡圖



圖 3-42 外業現場即時監控畫面

## 2. 船隻導航及定位

本案多音束水深定位系統衛星接收儀，皆經過 TAF 認可校正實驗室校正(校驗報告詳如成果資料電子檔**附件 3、儀器檢校報告**)，分別採用 *Hemisphere*、*Hi-target v60* 及 *R2 Sonic I2NS*(Trimble 系統)，除 *Hemisphere* 為雙頻雙星系統外，其餘皆為雙頻三星以上系統，在 RTK 即時動態定位運算上可更快的獲取穩定之固定解，提高定位成果可信度。

為提高定位品質，本案於近岸地區採用國土測繪中心的 *e-GNSS* 即時動態定位系統，另外，由於部分測區離岸甚遠，離岸距離可超過十公里，對於岸上無線電及網路訊號接收困難。因此本案針對此種情況，另外向國外 *Fugro* 公司購買 *Marinestar* 衛星差分訊號，用來即時修正移動站因電離層或其他誤差造成的定位偏移。各定位系統使用日期如下表 3-43，實際接收區域詳如圖 3-43。

表 3-43 各定位系統使用日期

使用系統	使用日期					
	<i>e-GNSS</i>	7月23日	7月24日	7月27日	7月28日	7月29日
7月31日		8月5日	8月6日	8月7日	8月9日	8月10日
8月11日		8月22日	8月23日	8月24日	8月25日	8月29日
8月30日		9月10日	9月11日	9月12日	9月16日	9月17日
9月18日		9月19日	9月20日	9月21日	9月22日	11月20日
11月22日						
<i>Marinestar</i>	9月23日	9月24日	9月25日	9月26日	9月30日	10月1日
	10月2日	10月3日	10月4日	10月5日	10月6日	10月11日
	10月12日	10月13日	10月14日	10月15日	10月16日	10月17日
	10月18日	10月19日	10月22日	10月23日	10月24日	10月25日
	10月26日	10月27日	10月28日	10月29日	10月30日	10月31日
	11月1日	11月2日	11月3日	11月4日	11月5日	11月7日
	11月8日	11月9日	11月10日	11月11日	11月12日	11月13日
	11月14日	11月15日	11月20日	11月21日	11月22日	11月23日
	11月25日					

國土測繪中心提供的 *e-GNSS* 系統，測量成果坐標系統為 *e-GNSS* 坐標，與本案採用 *TWD97[2010]* 坐標系統並不相同，因此，於實際外

業時設定登入點為 *Taiwan*，再至 *e-GNSS* 系統三維坐標轉換服務平台進行不同系統間的坐標換算。根據國土測繪中心三維坐標轉換服務之說明，轉換後平面精度優於優於 $\pm 5cm$ ，高程精度優於  $10cm$ ，符合國際海道測量組織(IHO)最嚴謹之海上測量規範，可滿足本案精度要求。

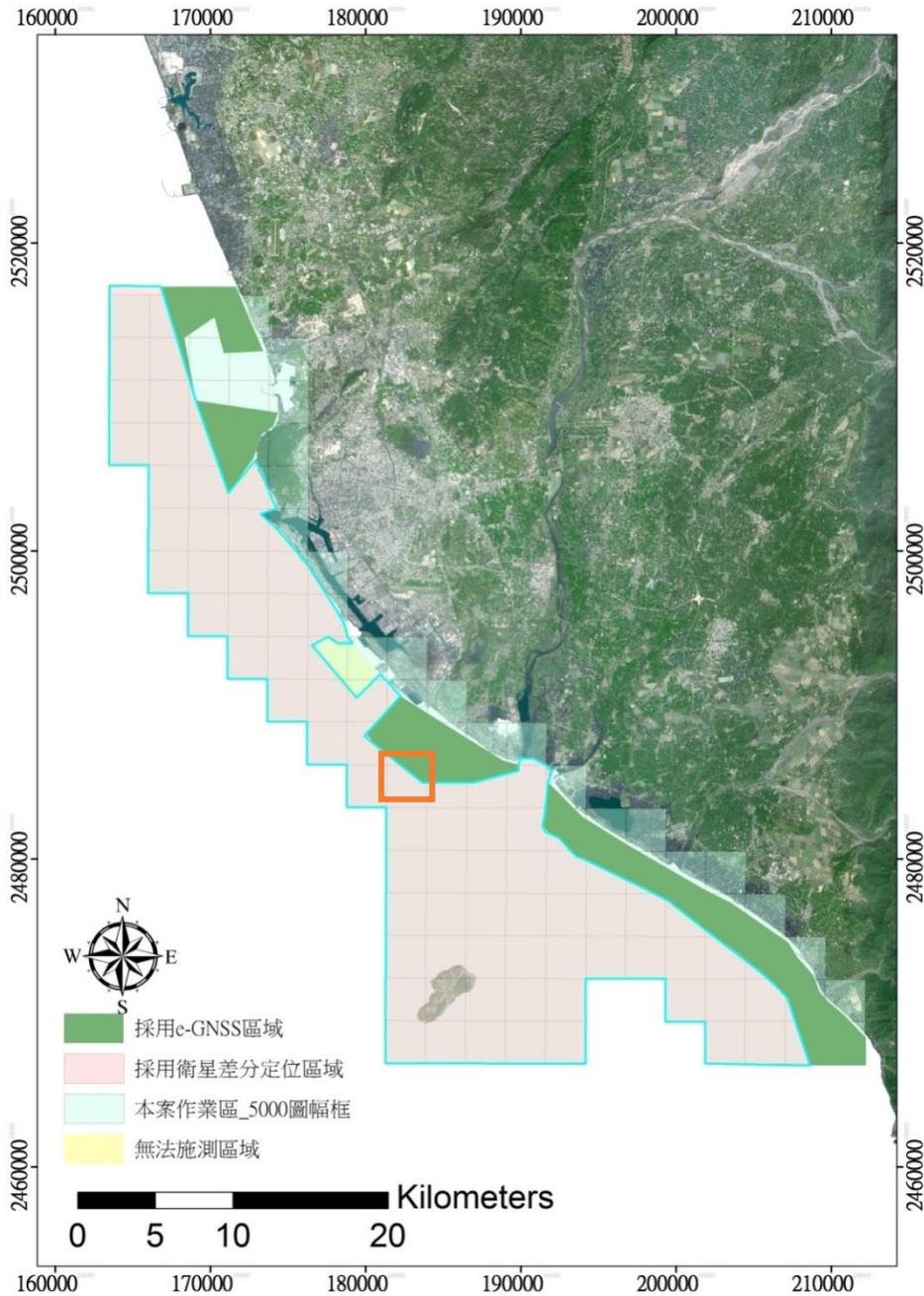


圖 3- 43e-GNSS 及衛星差分定位區域  
(橘框為使用不同系統之資料檢核區域)

國外 *Fugro* 公司的 *Marinestar* 衛星差分訊號系統，是利用全球各地陸上基站網路計算電離層干擾及其他誤差，並經過專屬衛星的傳輸，由使用者的天線接收解密後，做即時差分處理，其範圍便不受離岸遠近的限制，*Marinestar* 的陸上基站網路及衛星訊號傳輸範圍如圖 3-44。另為確保定位之品質，接收衛星狀態皆為固定解(Fix)以及衛星 PDOP 值小於 6 之情形，詳如圖 3-45 所示。

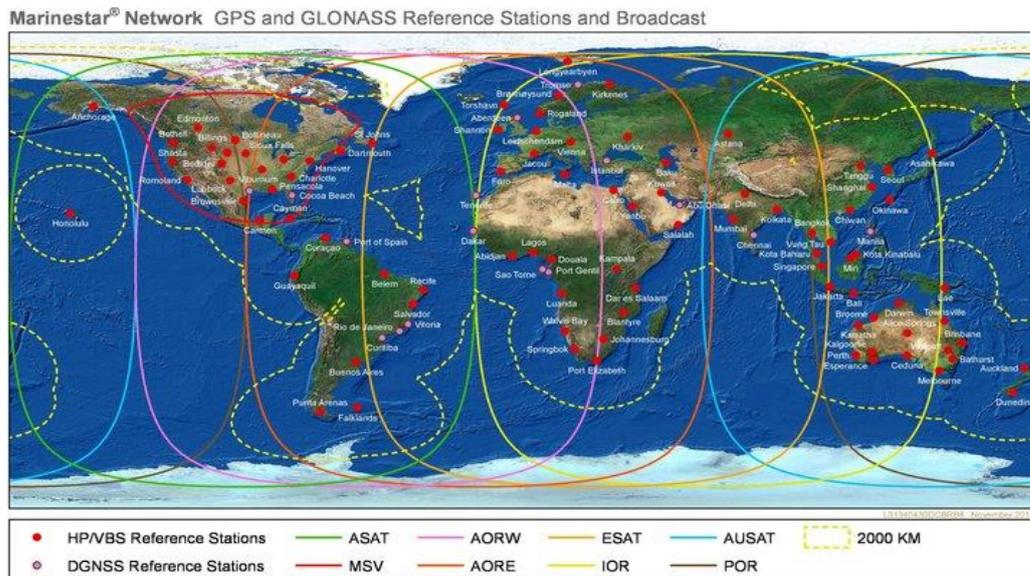


圖 3-44 *Marinestar* 的陸上基站網路及衛星訊號傳輸範圍

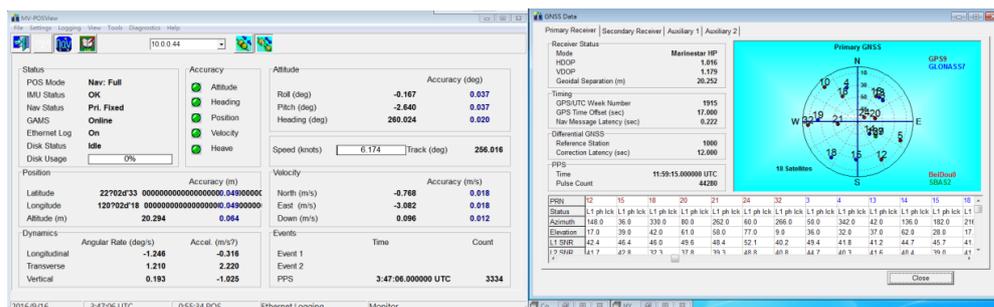


圖 3-45 *Marinestar* 作業時衛星接收情形

*Marinestar* 衛星差分訊號系統採用與 *TWD97* 相同的投影轉換參數，將經緯度成果轉換至平面坐標系統，然而，此平面坐標與 *TWD97[2010]* 坐標系統並不相同。因此，本案將 *Marinestar* 系統置於帶有 *TWD97[2010]* 坐標系統的已知控制點，求取兩系統間一平面轉換參數，轉後後兩系統於 *NE* 方向差異量級為皆為  $\pm 30$  公分左右，可滿

足本案水深測量平面定位精度±2m之需求。

此外，為了解在不同定位系統下蒐集之水深測量資料的差異性，本案針對二港口外，使用 *Marinestar* 與 *e-GNSS* 兩種不同定位系統之測量資料重疊區(見圖 3-43)，以 *e-GNSS* 計算後輸出的網格水深資料地形，疊上 *Marinestar* 計算後輸出的地形網格點，進行資料重疊檢核分析，檢核成果通過特等精度規範，如下圖 3-46 與表 3-44。

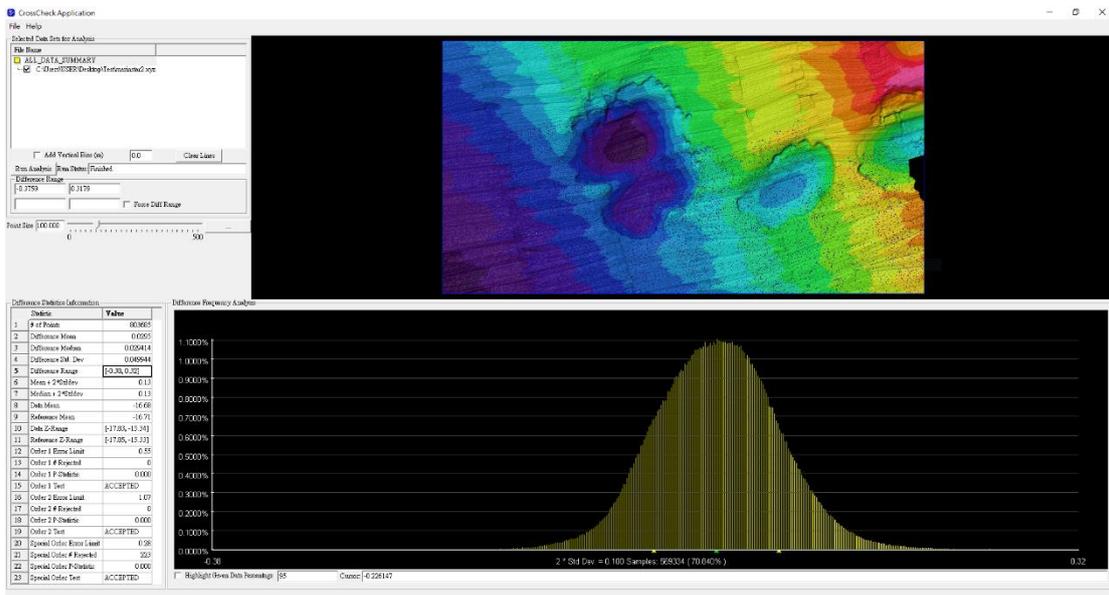


圖 3-46 定位系統資料差異性分析畫面

表 3-44 定位系統資料差異性分析

載入點數:	803,685				
檢核計算點數:	803,685				
較差平均值(m):	0.0295				
較差中誤差(m):	0.049944				
特等精度誤差極限(m)	0.31				
特等精度_不合格筆數:	223	不合格率:	0.01%	合格率	99.99%
I 級精度誤差極限(m)	0.59				
I 級精度_不合格筆數:	0	不合格率:	0%	合格率	100%
符合規範	特等精度規範				

### 3. 潮位修正：

本次高屏海域基本圖測量，在潮位修正的部分，參考內政部提供

之「98 年度臺灣西部潮位模式建立技術發展計畫」等潮圖，查其區域內潮差及潮時差異性不大，因此本案區分各單潮位修正區域進行水深資料之潮位修正。且為了解潮區邊界資料使用不同單潮位站修正之情形，選取其中一圖幅水深資料使用不同潮位站修正做資料比較，修正工作詳情及流程如下：

(1) 正高系統

a. 本案選用 6 個潮位站，分別位於彌陀、高雄一港口(近駁二碼頭)、高雄二港口南側、東港、枋寮與小琉球，而高雄一港口(K700)及東港潮位站(GS03)為氣象局之長期觀測站，坐標資訊詳見表 3- 45，皆於本案控制測量作業中完成檢測及引測作業。臨時潮位站架設情形詳如圖 3- 47 所示。

b. 各潮位站之資料皆為六分鐘一筆，如圖 3- 48。為了確認潮位資料之正確性，本案在高雄一港口與枋寮港進行人工潮位觀測，詳細觀測紀錄表請見成果資料電子檔**附件 6、測深系統適用性評估報告**。

c. 在資料蒐集完成後，檢視各位站所蒐集之資料，是否有資料異常的情形，並參考各潮區中心與各潮位站之距離，取離資料潮區較近之潮位站資料進行水深資料的修正，潮區與潮位站關係圖如圖 3- 49。

d. 為了解分區單潮位修正所造成的潮位差異情形，利用圖幅編號 94171050 之水深資料，使用不同潮位資料(東港潮位站與枋寮潮位站)修正後之地形，進行誤差分析比較，成果滿足 IHO 特等精度規範，詳見如圖 3- 50 與表 3- 46。

此外，在誤差分析成果表中，可以看見，使用不同潮位資料修正後的水深平均誤差約在 5 公分內，且兩水深資料誤差分析成果符合特等精度，甚至符合精度規範點數比例達到 99.99%，表示水深資料因單潮位修正，產生的地形資料差異可被 IHO 特等精度規範接受。

表 3- 45 各潮位站坐標資訊 TWD97@2010

潮位站名	E(m)	N(m)
東港潮位站	192193.768	2485151.270
高雄潮位站	176835.086	2501760.280
枋寮自架潮位站	208076.565	2473876.670
彌陀自架潮位站	171336.140	2517414.740
二港口自架潮位站	179318.114	2493924.410
小琉球自架潮位站	186491.052	2472826.480



圖 3- 47 彌陀、二港口、枋寮以及小琉球潮位站架設情形

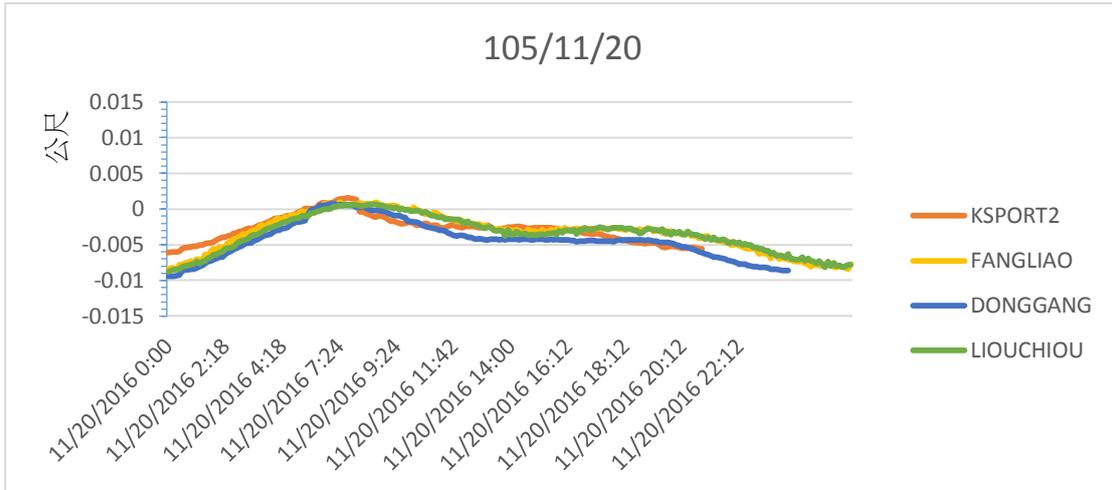


圖 3- 48 各潮位站 11/20 號資料比較表

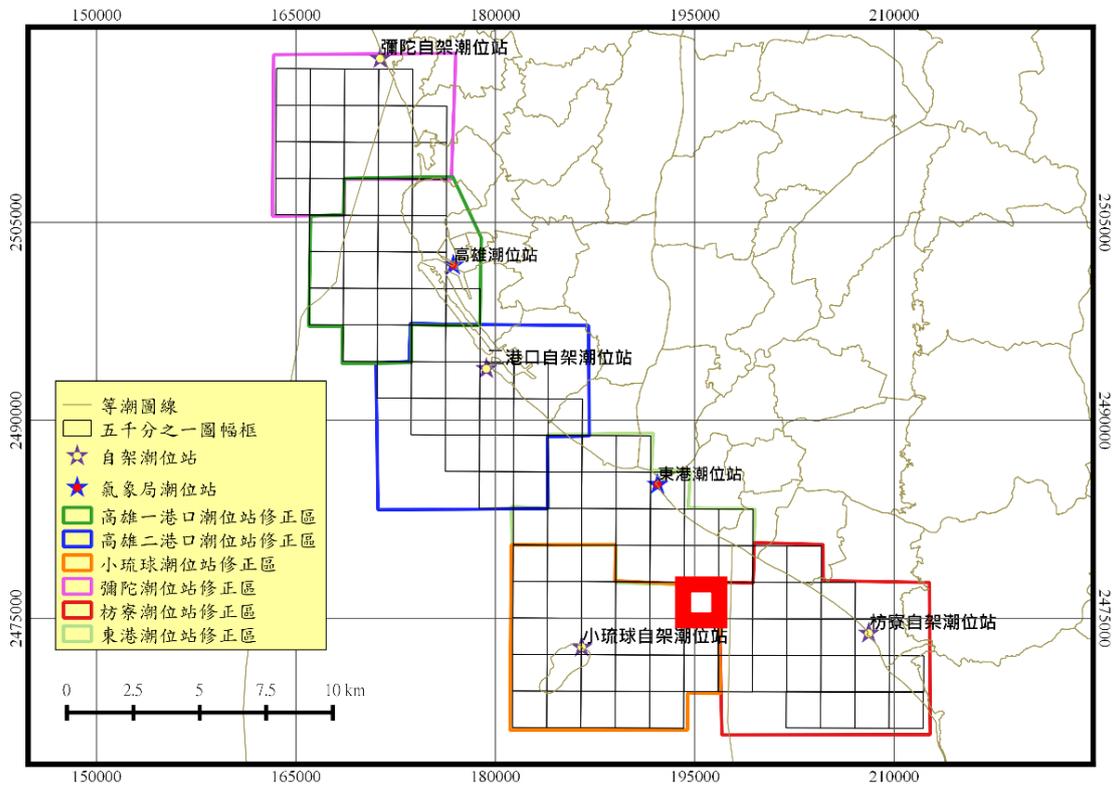


圖 3- 49 潮位分區修正及潮位站設置圖  
(紅色圖幅為使用不同潮位資料修正之檢核區域)

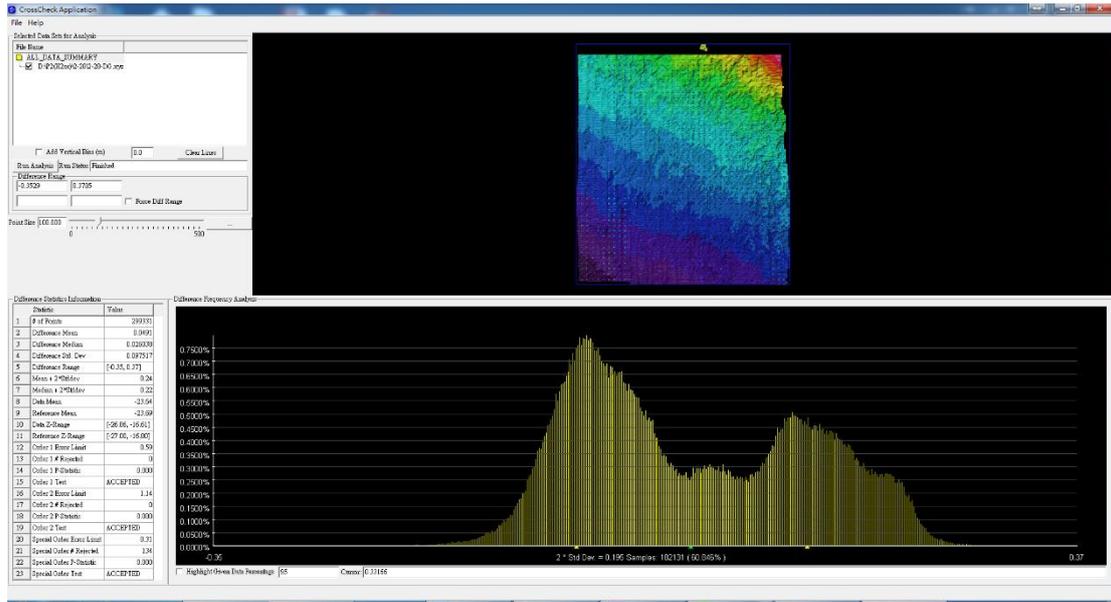


圖 3- 50 相鄰兩潮位分區地形精度差異

表 3- 46 相鄰兩潮位分區精度分析表

載入點數:	299331				
檢核計算點數:	299331				
較差平均值(m):	0.0491				
較差中誤差(m):	0.097517				
特等精度誤差極限(m)	0.31				
特等精度_不合格筆數:	134	不合格率:	0.01	合格率	99.99%
1 等精度誤差極限(m)	0.59				
1 等精度_不合格筆數:	0	不合格率:	0%	合格率	100%
符合規範	特等精度規範				

## (2) 橢球高系統

a. 使用國土測繪中心 *e-GNSS* 系統與 *FugroMarinestar* 接收差分定位訊號進行即時動態定位測量，即時計算出 *RTK-tide* 高程資訊，並由 *Hypack* 軟體直接紀錄在原始檔案中。

b. 內業資料處理時，使用 *Hypack* 從原始檔案中讀出 *RTK-tide* 資訊，如圖 3- 51，綠線為即時計算資料，包含了浪高，船隻吃水量等相關高程資訊，如要得到橢球高資訊，必須透過資料平滑化(60 秒取平均)，如圖 3- 52，由此修正水深高程資料值。

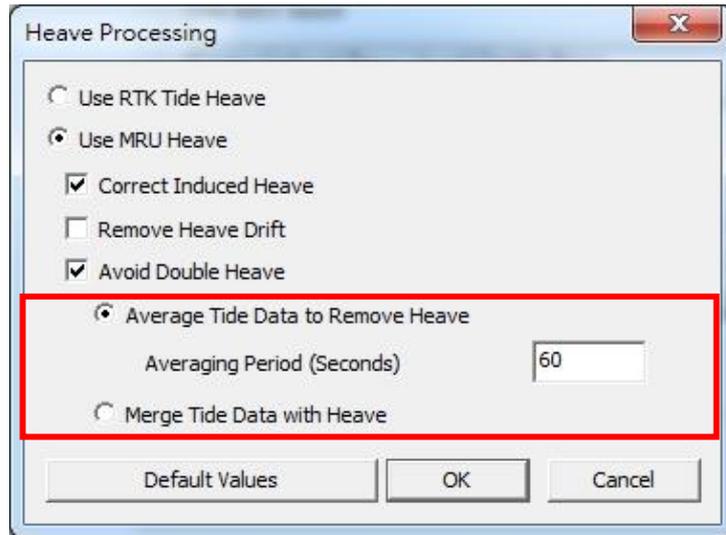


圖 3- 51Hypack 水深測量資料 *Heave Processing* 讀取畫面

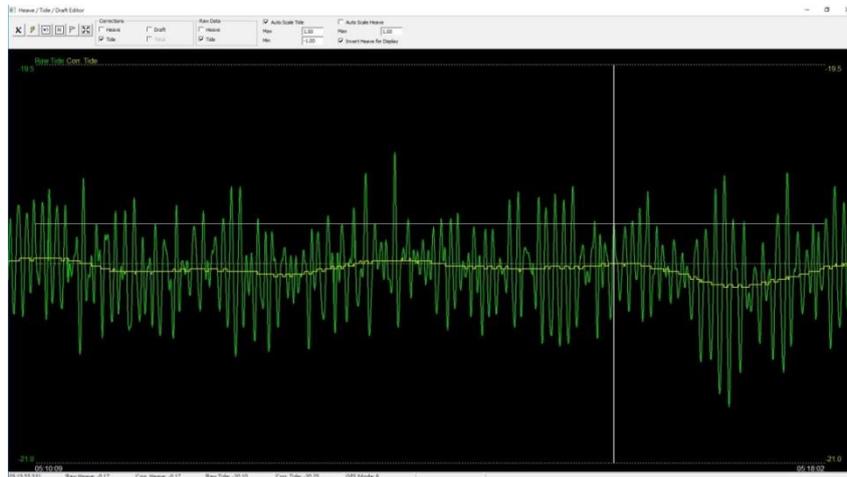


圖 3- 52RTK-tide 計算資料(綠線為即時計算資料，黃線為 60 秒平滑化資料)

#### 4. 水深資料處理：

單音束與多音束水深資料以國際通用軟體 *Hypack* 紀錄收集及處理，其軟體操作處理流程如圖 3- 53 所示，流程說明如下。

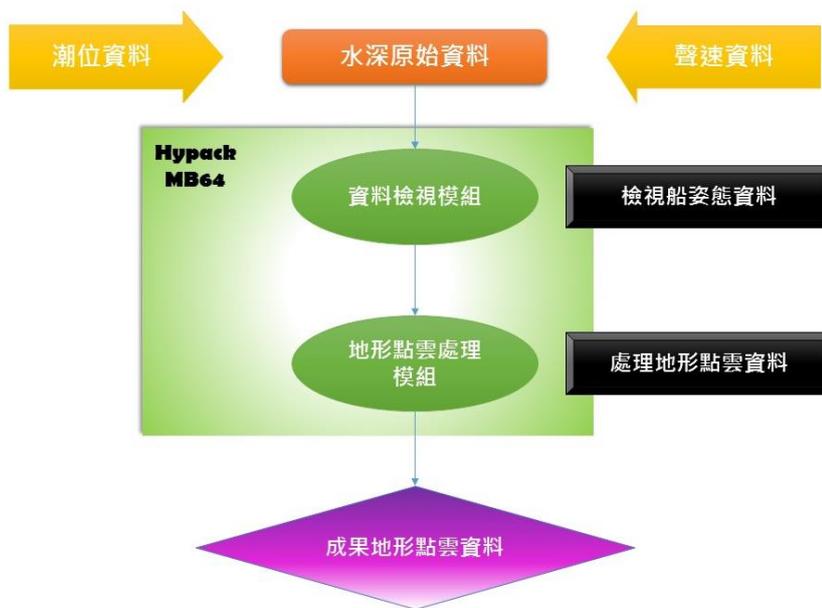


圖 3- 53 水深資料處理流程

- (1) 利用 *Hypack* 之 *MB64*，讀取所蒐集之原始資料檔案，並加入聲速及潮位檔案，同時調整儀器偏移參數及顯示網格大小等基本設定，設定完後顯示在資料檢視模組上。
- (2) 利用 *MB64* 的資料檢視模組，檢視輸入的聲速及潮位資料，以及原始資料內所紀錄的船姿態資料，如 *Heave*、*Roll*、*Pitch* 等，去除異常資料後，將資料輸至地形點雲處理模組。
- (3) 在地形點雲處理模組中，利用各項工具，檢視地形點雲資料，刪除不合理的地形點值，示意圖詳如圖 3- 54。
- (4) 為了解測深資料之誤差分布情形，將水深地形資料針對 1. 多音束交錯測線 2. 多音束重疊區域資料等兩大項進行誤差分析，以了解本次水深測量資料之精度，精度合格後才進行後續成果輸出及圖資製作。

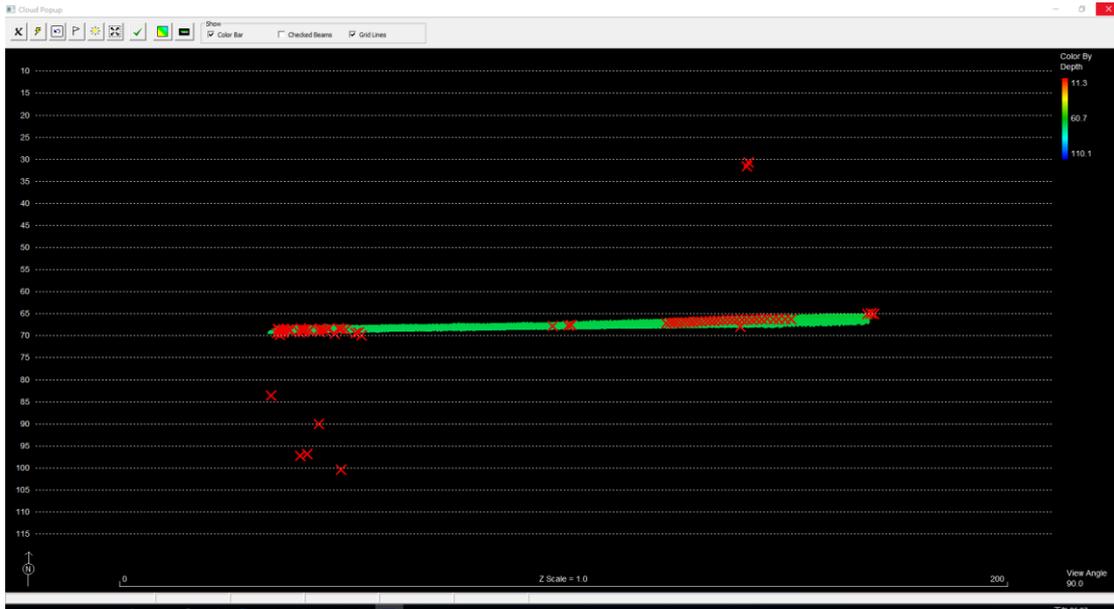


圖 3- 54Hypack 刪除壞點示意圖(紅色點為壞點)

5. 海域地形成果測量成果展示：

將測深成果內插成 5 公尺\*5 公尺的網格，製作成水深色階圖，如圖 3- 55，各圖幅檢核成果詳見第五章、自我檢核方式及處理情形。

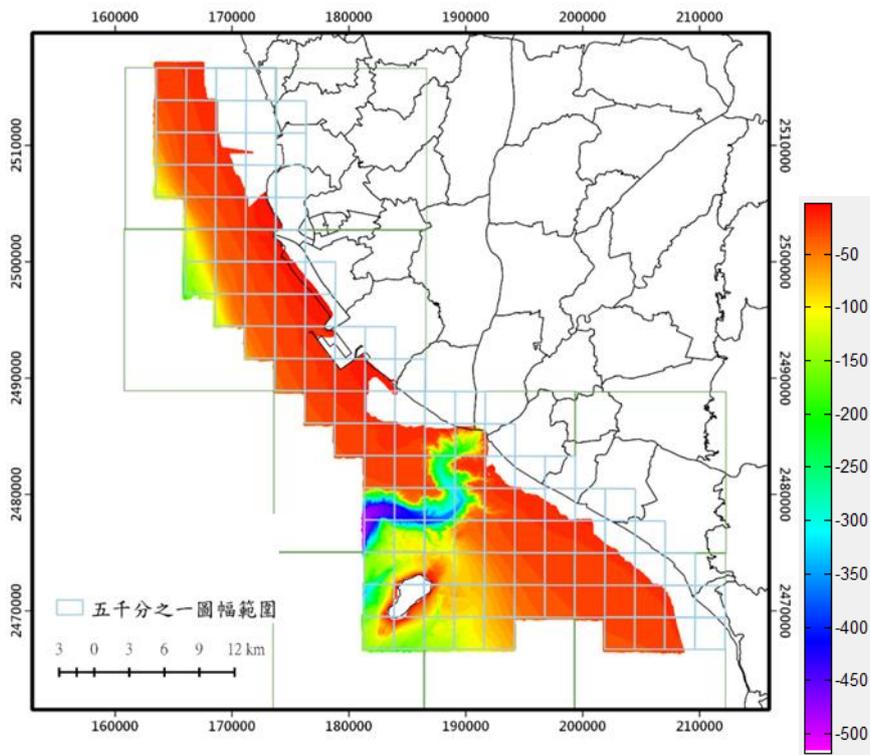


圖 3- 55105 年度第 2 作業區全區水深測量成果色階圖

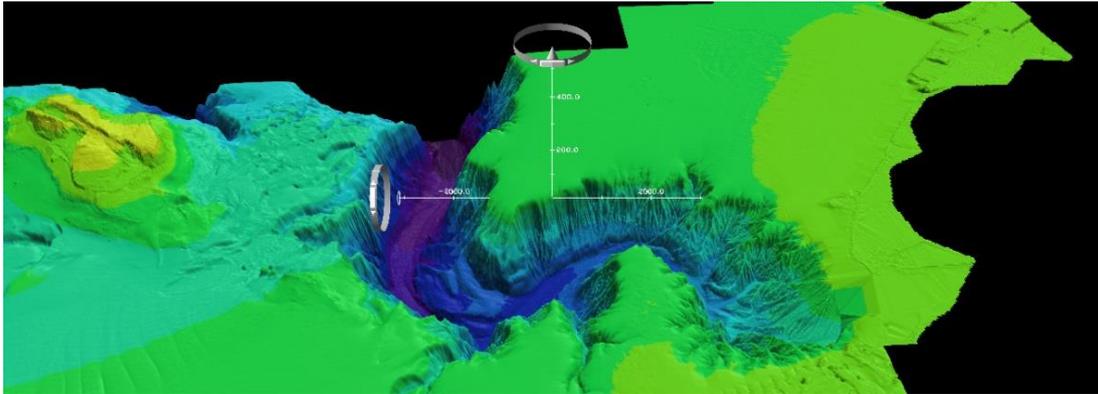


圖 3- 56105 年度第 2 作業區高屏峽谷水深測量成果 3D 色階圖

### 3.5 岸線地形測量

#### 3.5.1 飛航申請作業

本團隊依契約規定於本案依「國土測繪法」及「實施航空測量攝影及遙感探測管理規則」等相關規定，已於 105 年 5 月 10 日檢附相關文件(申請文號：(105)中興測字第 1050000206 號)向內政部提出申請實施本案飛航掃瞄作業，並於 105 年 6 月 8 日核復通過(核復文號：105 年 6 月 8 日-台內地字第 1050421113 號)。

且針對作業所需，租用前進航空 C208B 飛機(裝機安裝現況圖如圖 3- 57)，並申請自 105 年 6 月至 106 年 3 月為可作業的期程，依天氣狀況之許可執行掃瞄作業。



(a)前進航空之 C208B 飛機

(b)ALTM 裝設於固定翼之現況圖

圖 3- 57 飛機安裝現況圖

### 3.5.2 飛航掃瞄儀器

本案飛航掃瞄使用之光達與航空攝影儀器說明如下。

#### (一) 光達掃瞄儀器

本案使用之全波形空載光達儀器 *Optech ALTM Pegasus* 進行航拍工作(規格如表 3-47)。全波形空載光達系統為整合雷射測距、光學掃瞄、全球定位系統及慣性導航系統等技術，具有快速獲得掃瞄點之瞬時三維坐標及反射強度波形的特性。其原理為利用近紅外光之脈衝雷射進行掃瞄，接收目標物多重反射訊號進行測距，飛行載體則以後處理動態精密定位方法(*Post-Processing RTK, PPK*)，並利用 *IMU (Inertial Measurement Unit)* 獲取姿態參數後，整合光達測距成果計算測點的三維坐標(*Ackermann, 1999; Briese and Pfeifer, 2001; Wehr and Lohr, 1999*)。

全波形光達系統主要包含：「雷射掃瞄組件」以及「定位與定向組件(*Position and Orientation System, POS*)」二大部分。其中雷射掃瞄組件之性能如測距範圍、掃瞄寬度(掃瞄角)、點位密度(掃瞄頻率)等，直接影響施測之能力；定位與定向組件之性能，則是影響測點精度之關鍵。

表 3-47 空載光達儀器

設備名稱	廠牌/型式	儀器照片	說明	數量
空載光達	<i>Optech Pegasus HD400</i>		<ul style="list-style-type: none"> <li>· 掃瞄旋角視域 <i>FOV</i>：0~60 度</li> <li>· 脈衝率 <i>PRF</i>：100~400kHz</li> <li>· 掃瞄鏡頻率：0~140Hz</li> <li>· 掃瞄形式：<i>Oscillating, Mirror, Z-shaped</i></li> <li>· 高程精度：15 公分 (<math>1\sigma</math>, 航高 1,200 米) 25 公分 (<math>1\sigma</math>, 航高 32500 米)</li> <li>· 水平精度：1/5,500 航高</li> <li>· 最大掃瞄帶寬：0~0.93 航高</li> <li>· <i>Position Orientation System: Applanix POS 510</i></li> <li>· 作業用途：獲取高精度地表之三維點位</li> </ul>	1 台

## (二) 航空攝影儀器

本計畫正射影像測製以 *GNSS+IMU* 搭配 *Dimac Ultralight + 60MP*(規格如表 3- 48)隨空載光達掃瞄儀器一同進行拍攝作業。其利用記錄啟動快門時所送出的脈衝信號事件(*Event mark*)之瞬間，並以 *GNSS+IMU* 搭配地面 *GNSS* 主站，以動態定位方式求得拍攝瞬間的飛機位置坐標，作為數位影像投影中心點外方位參數資料來源。

航空攝影採用於 *1/5,000* 地形圖上進行航線規劃，航線方向主要依地形狀況而決定，其地面像元間距 (*GSD*) 需小於 *25cm* (含) 以下。原則上，航向重疊 (*overlap*) 為 *80%*，側向重疊 (*sidelap*) 則為 *30%*。各航帶前後應於測區外各多拍一個像對。

表 3- 48 航空攝影儀器

設備名稱	廠牌/型式	儀器照片	說明	數量
航空攝影數位相機	Rollei AIC Pro P45+		<ul style="list-style-type: none"> <li>· 掃瞄旋角視域 <i>FOV</i> : <i>23</i> 度</li> <li>· 像機焦距 : <i>70.4268mm</i></li> <li>· 像素大小 : <i>6 um</i></li> <li>· 影像感測器尺寸 : <i>8984×6732 pixels</i></li> <li>· 影像尺寸(<i>mm</i>) : <i>53.90×40.39</i></li> <li>· 快門速度 : <i>1/125-1/250</i></li> <li>· <i>Position Orientation System</i> : <i>Applanix POS 510</i></li> <li>· 作業用途 : 獲取高解析度影像資訊</li> </ul>	1 台

### 3.5.3 系統率定

雷射掃瞄器坐標系與機身坐標系之間，常因安置上或時間上的影響，造成不平行之偏差量，適時的修正偏差量方可得到較正確的結果。*Thiel* 和 *Wehr(1999)*中提出，以重覆漸進的方式來求解雷射掃瞄器的安置角。在每一次迭代過程中，依序分別針對俯仰角、航偏角和側向傾斜角進行率定，並且每求得一個角度，即需重新計算所有點位資料，再以新的資料進行下一次的計算。當三個角度的改正值都收斂到可接受的範圍內時，即代表完成率定的工作，本計畫採用之儀器在原廠建議與規定下，以此方式進行實際飛行，以完成確實率定作業。

ALTM Pegasus 系統於 105 年 07 月 14 日以前進航空(型號 C208B) 載具執行率定計畫來修正偏差量，以確保雷射點雲的精確度。此率定作業，乃參照加拿大原廠 Optech 公司建議與規定參考而記錄，相關執行過程與精度評估等，詳如附件 10、飛航率定報告說明。

率定後以雷射點至萃取面的距離分析點雲的精度，若儀器存在率定不完全的誤差，會反應於點至面的距離上，如圖 3- 58 所示，而率定前後的雷射點至共軛面的分析成果如圖 3-59 及圖 3-60 所示。

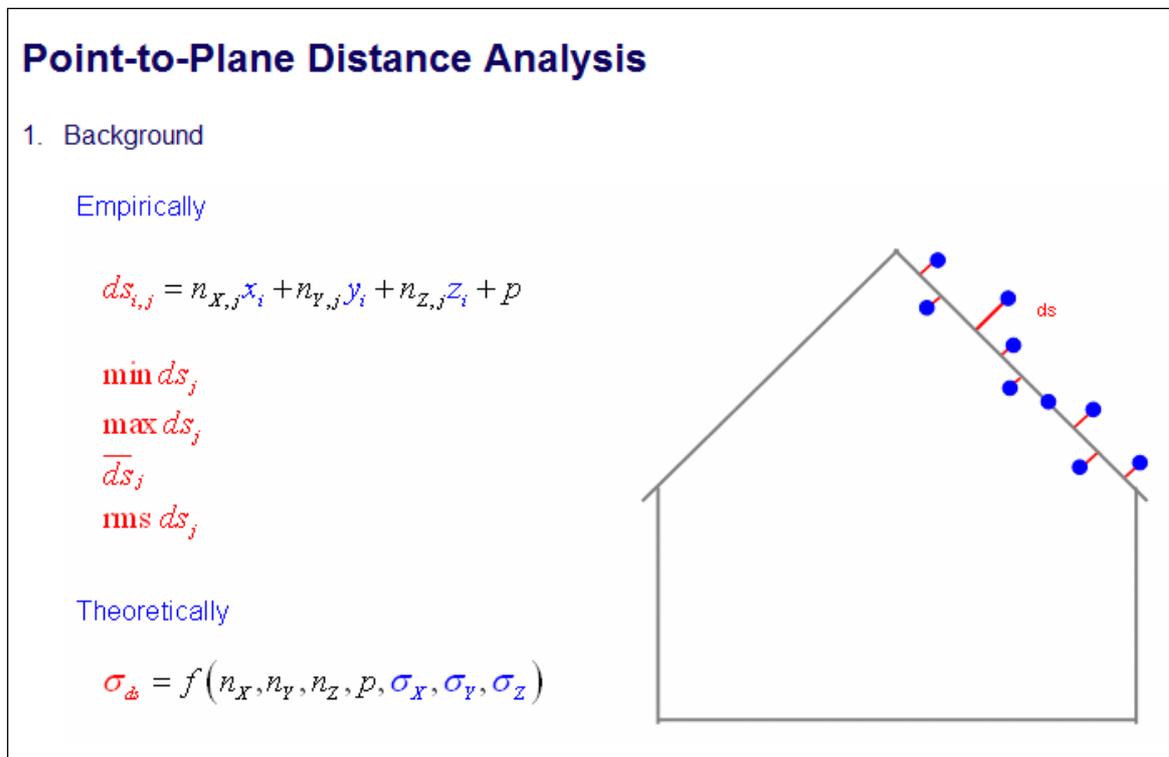
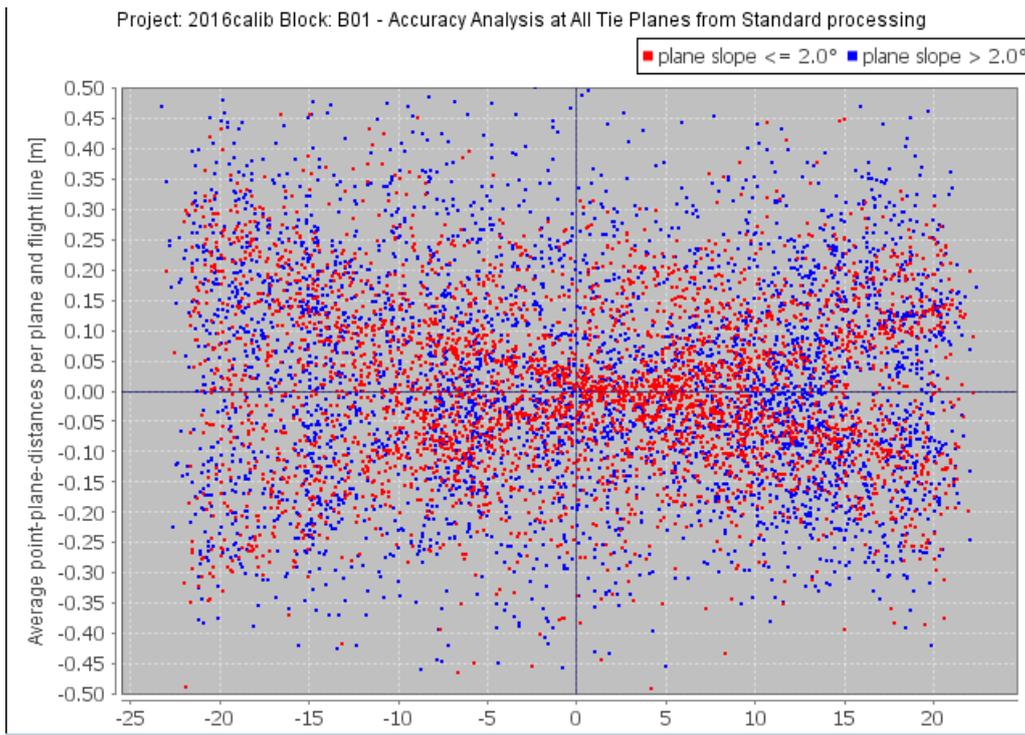
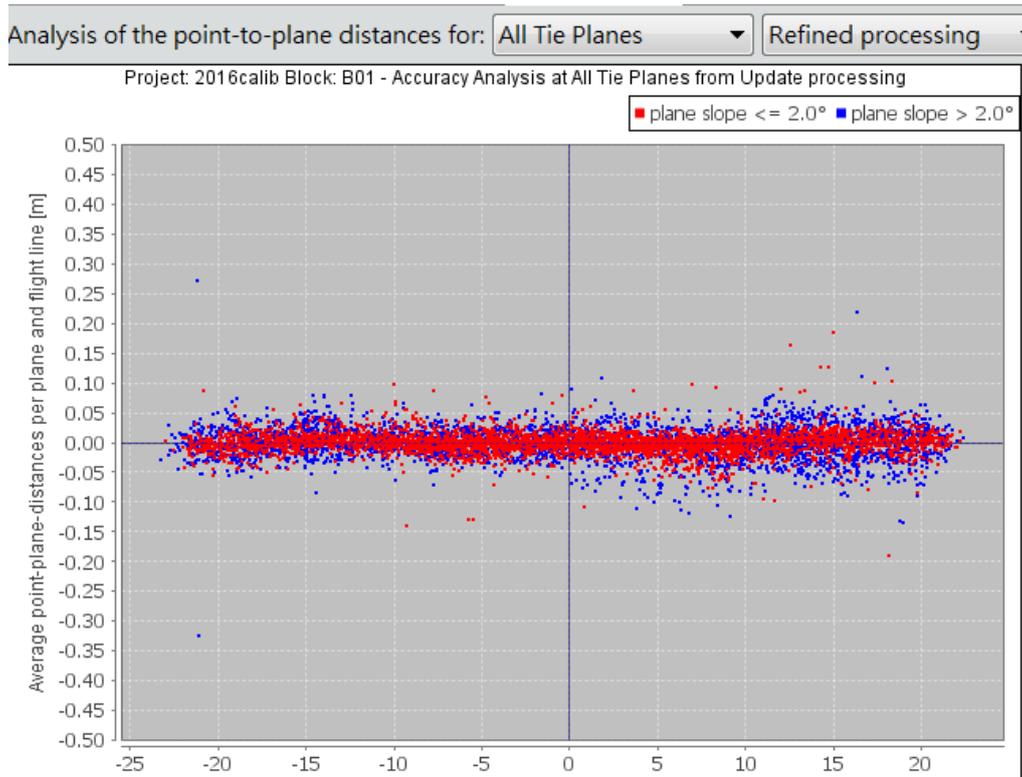


圖 3- 58 雷射點至萃取面的距離分析示意圖

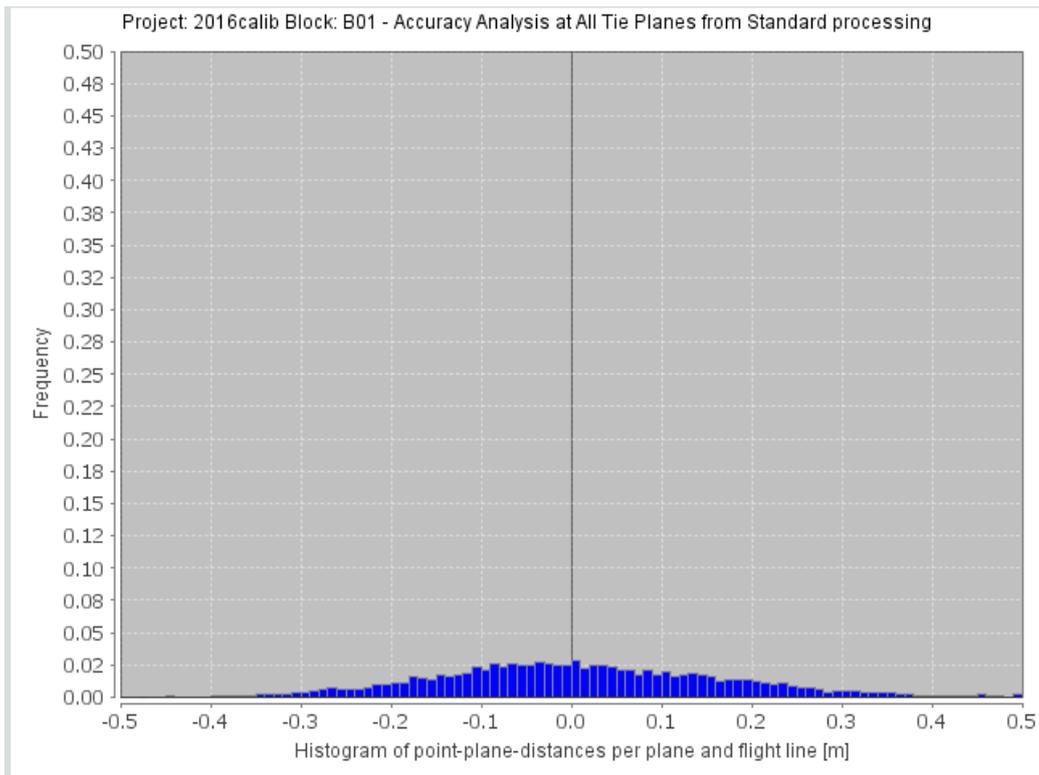


(a) 率定前

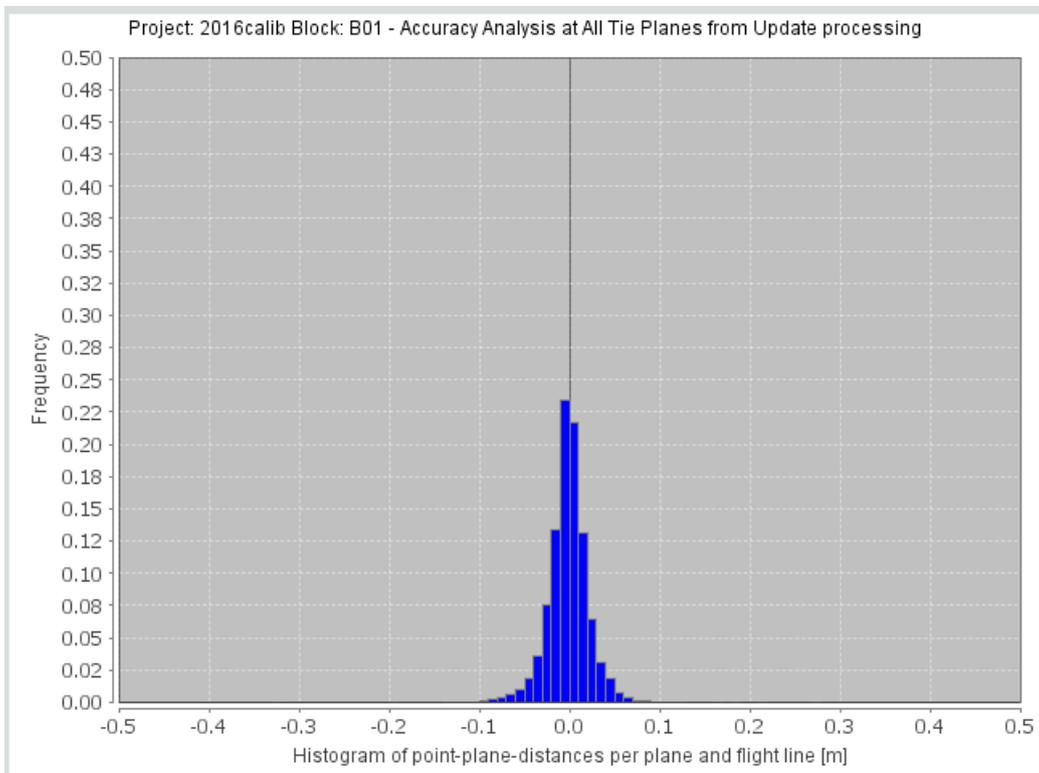


(b) 率定後

圖 3-59 雷射點至萃取面的距離統計分布圖



(a) 率定前



(b) 率定後

圖 3-60 雷射點至萃取面的距離統計直方圖

雷射點雲的高程精度是將率定後的成果，比對一條平坦且堅硬的地表如馬路，將雷射點分布軌跡比對此馬路，作高程精度分析。求得之率定參數解算確認飛行之點雲資料，確認不同航帶間之點雲無明顯偏移後，再次與地面實測點比較，其高程坐標差值亦應小於 10 公分。

以率定後新參數值算出新的成果，比對一條平坦且堅硬的地表，。高程精度因受 GNSS 軌跡精度的影響，若高程誤差量大於 10 公分精度方需針對測距距離進行修正。本次率定後雷射點成果與實測點比對後，最大高程差為 7.1 公分，均方根差為 2.6 公分，平均差量為 0.0 公分(圖 3-61 與表 3- 49)，符合依原廠建議與合約規範，故不針對測距進行高程率定的作業。率定確認飛行雷射點成果與實測點比對後(圖 3-62 與表 3- 50)，最大高程差為 9.4 公分，均方根為 2.9 公分，平均差量為 0.0 公分，符合依原廠建議與合約規範。詳如下列統計成果所示：

表 3- 49 率定飛行成果之高程分析統計表(單位:公分)

統計量	最大高程差	均方根高差	平均高差
雷射點雲比對馬路成果	7.10cm	2.60cm	0.00cm

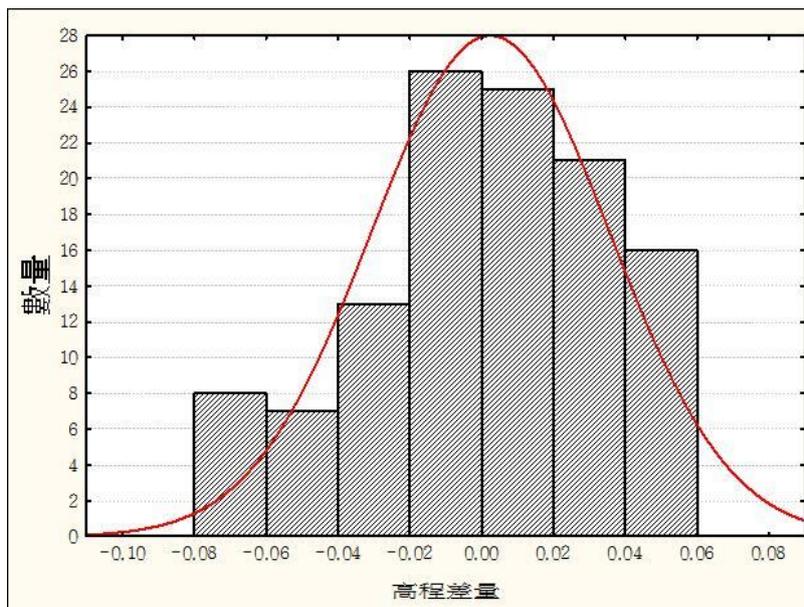


圖 3-61 率定飛行成果之高程分析統計直方圖

表 3- 50 確認飛行成果之高程分析統計表(單位:公分)

統計量	最大高程差	均方根高差	平均高差
雷射點雲比對馬路成果	9.10cm	3.90cm	0.01cm

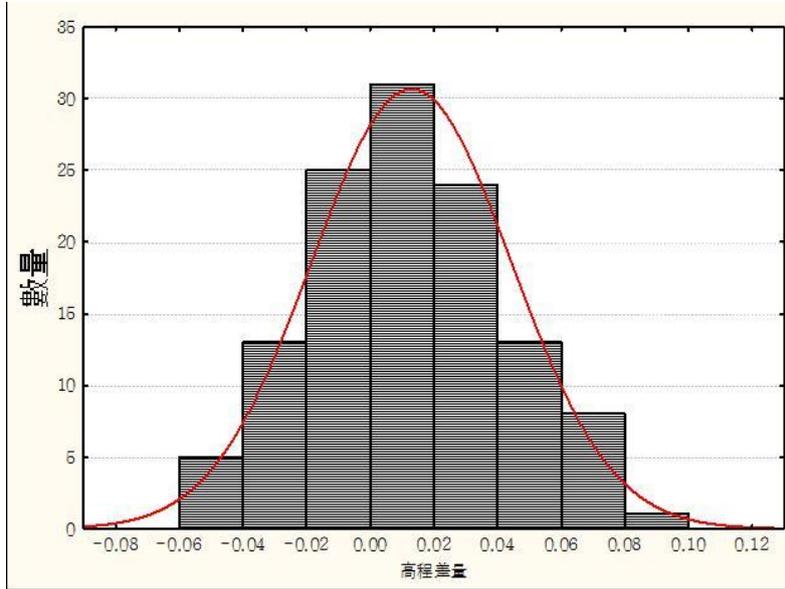


圖 3-62 確認飛行成果之高程分析統計直方圖

空載光達平面精度約為 40 公分且系統將率定參數帶入確認飛行之航線並將確認航線掃得之雷射點與實際屋頂實測得之屋頂平面位置做比對，其平面差量為小於 40 公分 (圖 3-63)，故合乎規範要求。

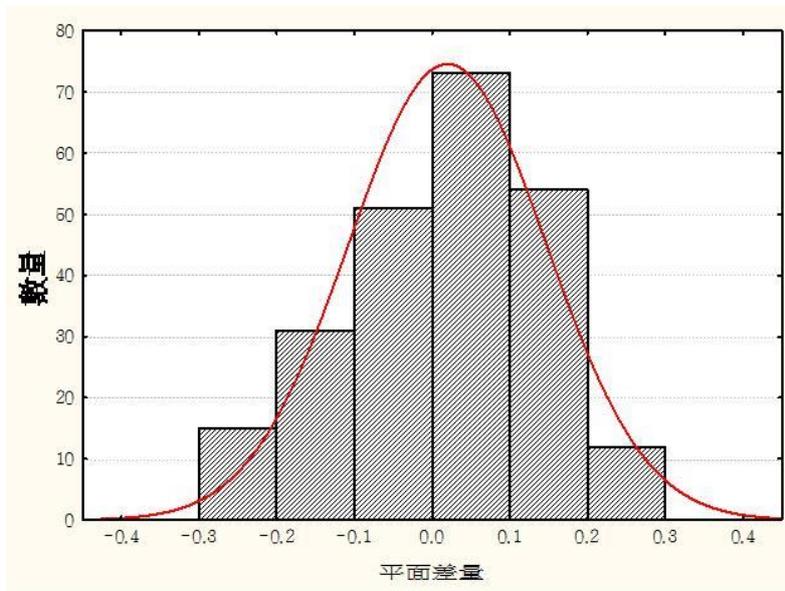


圖 3-63 平面精度分析圖

### 3.5.4 飛航掃瞄作業

本次計畫完成飛航作業時間為 105 年 09 月 25 日及 105 年 11 月 5 日總共兩架次飛航掃瞄，飛航掃瞄外業流程可分為以下 4 個步驟：

(一) 飛航導航：提供飛行員液晶顯示面板。導航修正航線飛到規劃的航線，操作者於機艙內監控即時飛行狀態系統，包括檢查掃瞄的軌跡是否在規劃航線上、是否有掃瞄裂縫，即時決策重掃，監控 GNSS 資料品質，監控 IMU 資料品質。

(二) 操作紀錄：記錄檔名、攝像圖名、記錄飛航參數、記錄時間計時器操作狀況、確認雷射操作狀態、異常狀態記錄、監視記錄儲存容量等。

(三) 飛航參數與掃瞄參數：配合航線圖說明每條航線之日期、航高、航速、掃瞄角度、掃瞄頻率、雷射脈衝率、每條航線計算 GNSS 所使用之地面控制點、使用儀器之規格等掃瞄參數與飛航參數及儀器資訊等。

(四) 本公司專業技術團隊以利用 KGNSS/IMU 進行相機外方位參數之工作經驗，於本案將採用 POSAV 510 系統提供直接定理定位方式 (*Direct Georeference*) 以獲取每個時刻的外方位資訊。

### 3.5.5 飛航成果

空載 LiDAR 資料處理作業包括原始資料整理備份、飛航掃瞄航跡 POS 解算及 LiDAR 原始點雲產出，作業流程如圖 3-64 所示：

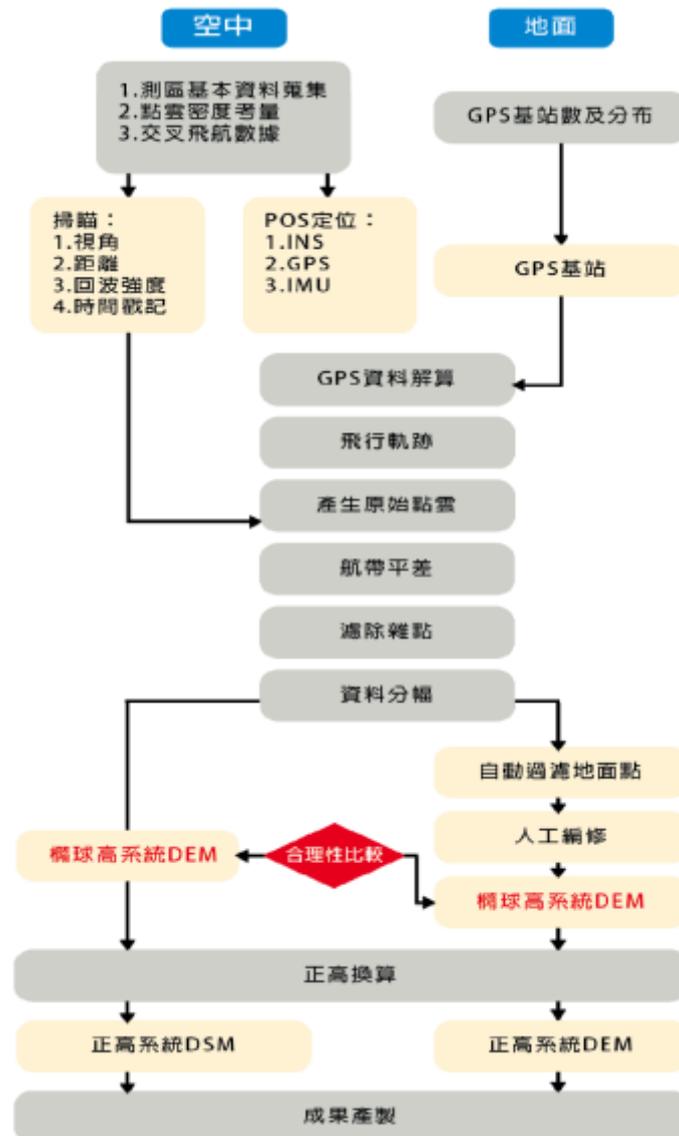


圖 3- 64 空載雷射掃瞄資料作業流程

(一)原始資料整理備份：

1. 蒐集彙整地面 GNSS 固定基站資料。
2. 下載 LiDAR 載體動態 GNSS 與 IMU 資料。
3. 下載 LiDAR 掃瞄原始資料，並依航線分類。
4. 原始資料依一定命名法則備份存檔。

(二) LiDAR 掃瞄中心航跡 POS 解算：

1.彙整地面 GNSS 固定基站資料及載體 POS (GNSS、IMU)資料，再搭配雷射掃瞄回波測距資料，以進行後續解算。

2.以 POSGNSS 將地面 GNSS 主站資料及 ALTM 系統之 GNSS 資料進行結合，過程中需輸入地面 GNSS 主站之坐標值，設定相關參數應用如 C/A Code、L1 相位值及是否利用 L2 載波處理電離層效應後，以動態差分原理求解 LiDAR 掃瞄儀航跡之精確三維坐標，其正向解與反向解差異應達一定之標準，如評估需在 20 公分以內，本次成果經檢核後合乎 20 公分的精度要求(如圖 3- 65 以及圖 3- 66)。

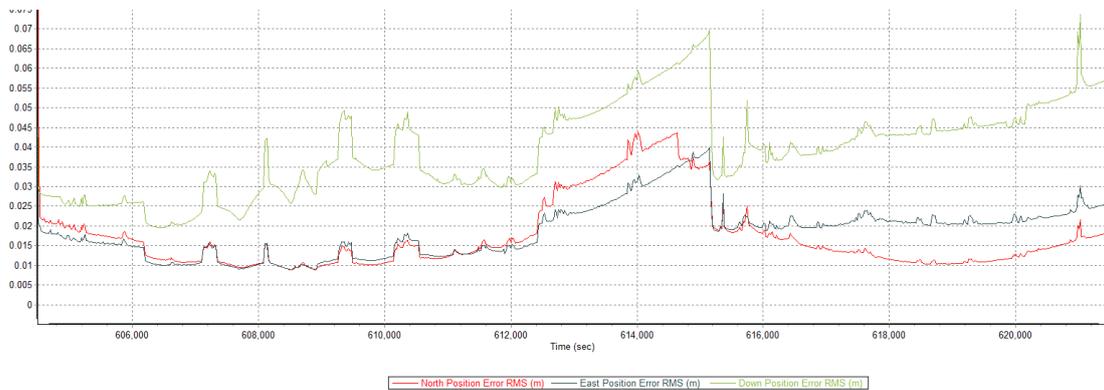


圖 3- 65 105/9/25 之飛航軌道差異示意圖(飛航軌道差異值小於 20cm)

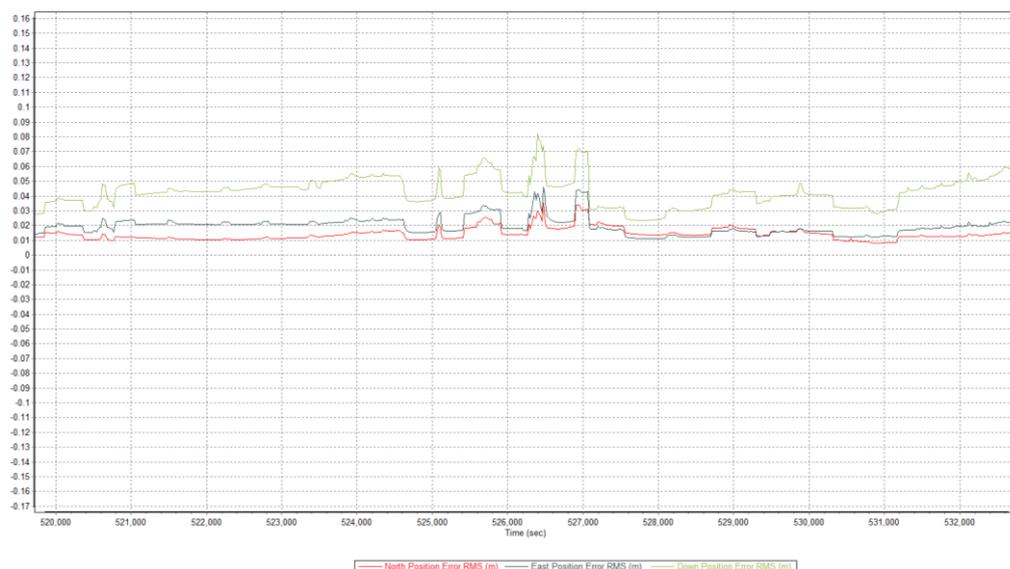


圖 3- 66 105/11/5 之飛航軌道差異示意圖(飛航軌道差異值小於 20cm)

表 3- 51105/9/25 飛航軌道差異成果統計表

日期	飛航軌道差異最大值(cm)	是否合乎小於 20(cm)
105/9/25	N:4.3	是
	E:4.0	是
	H:7.4	是

表 3- 52105/11/5 飛航軌道差異成果統計表

日期	飛航軌道差異最大值(cm)	是否合乎小於 20(cm)
105/11/5	N:3.0	是
	E:3.1	是
	H:3.1	是

3.最後將載體 *IMU* 資料內插到 *GNSS* 三維航跡上，求解出 *LiDAR* 掃瞄時掃瞄儀之瞬間位置與姿態資訊(*POS*)，一般稱為 *Sbet* 航跡資料(圖 3- 67)。

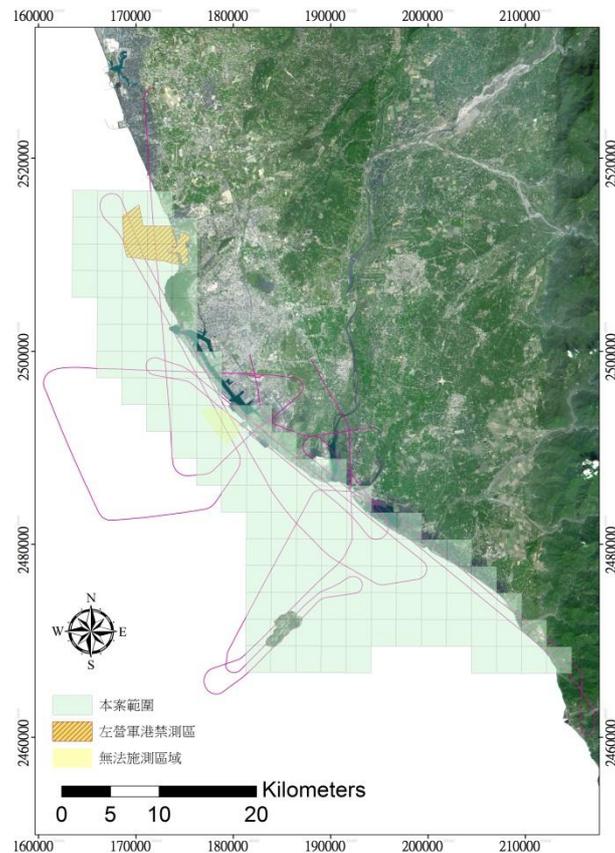


圖 3- 67 飛航軌跡圖

(三) 原始點雲產出與檢核：

結合 *LiDAR* 之 *POS Sbet* 軌跡資料與雷射掃瞄測距資料(掃瞄角與距離) 代入 *LMS* 軟體中，配合計算後的軌跡資訊輸入，加入各項系統誤差率定參數、坐標投影參數，逐條航線求解原始點雲資料，圖 3- 68 為 95174031 單幅點雲成果圖，可辨識水田、岸線地形、堤防、道路等特徵物，提供後續產製圖資使用。

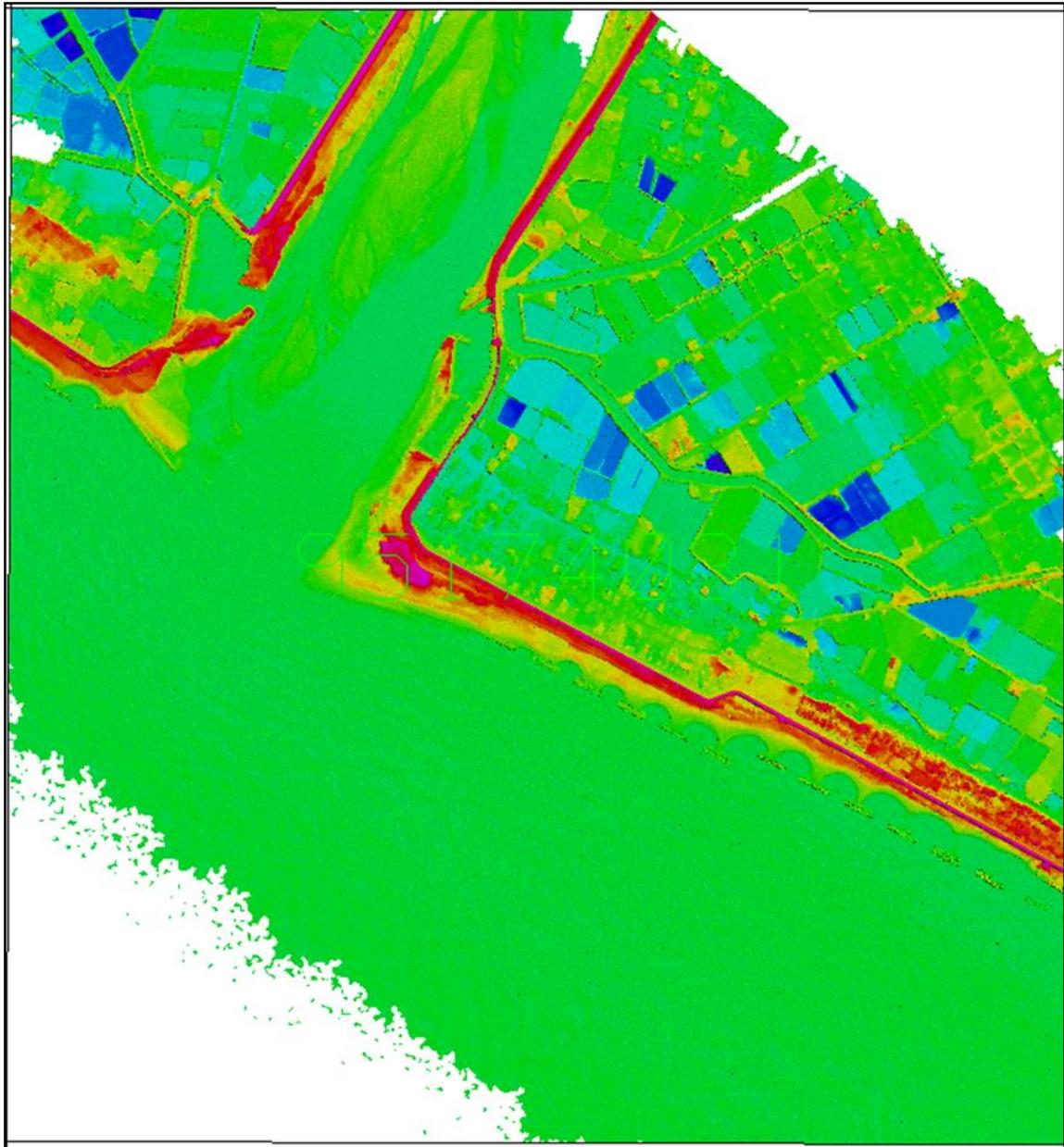


圖 3- 68 95174031 單幅點雲成果圖(高程上彩)圖

### 3.5.6 航帶平差精度評估

由於 *LiDAR* 掃瞄航帶間存有系統與偶然誤差，造成航帶重疊區之高程有不一致現象。因此，當每一次 *LiDAR* 飛航掃瞄任務或一區域完成後，需進行航帶平差修正。

平差作業流程之應用程式為 TerraScan 及 TerraMatch 商用軟體，由於平差觀測量必須是針對相同地面或地物在不同航帶之雷射點結果，為確保航帶間具有高程差值為相同地面，因此在進行平差作業前，應先進行各種地物點之前期分類作業，再進行相關航帶平差作業。

*TerraMatch* 為 *TerraSolid* 與瑞典 *Digpro AB* 公司合作研發軟體，具有雷射掃瞄航帶平差之功用，藉由比對航帶重疊區之差量以進行掃瞄時方位參數(*Roll*、*Pitch*、*Heading* 及 *dZ* 等)之改正，求得系統誤差來增加雷射點精度。圖 3- 69 以及圖 3- 70 為平差前後航帶間差量統計圖，誤差曲線也更趨於常態分布(*y* 軸為數量，*x* 軸為誤差量)。

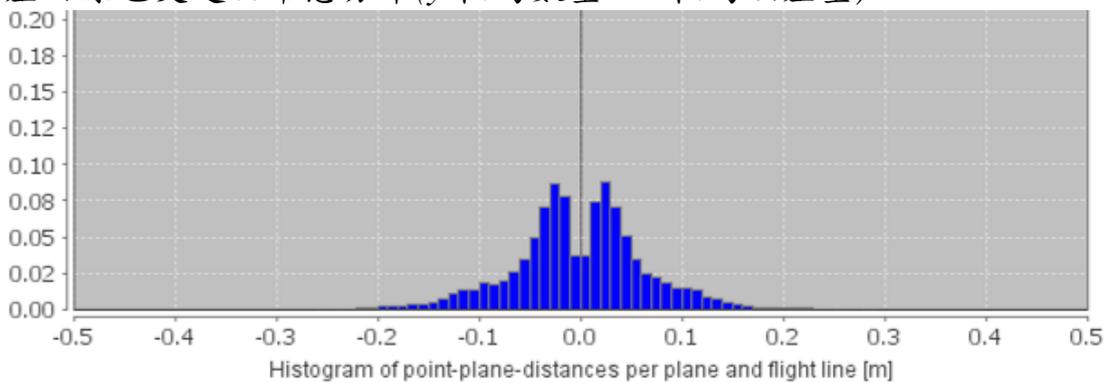


圖 3- 69 平差前航帶間差量統計圖

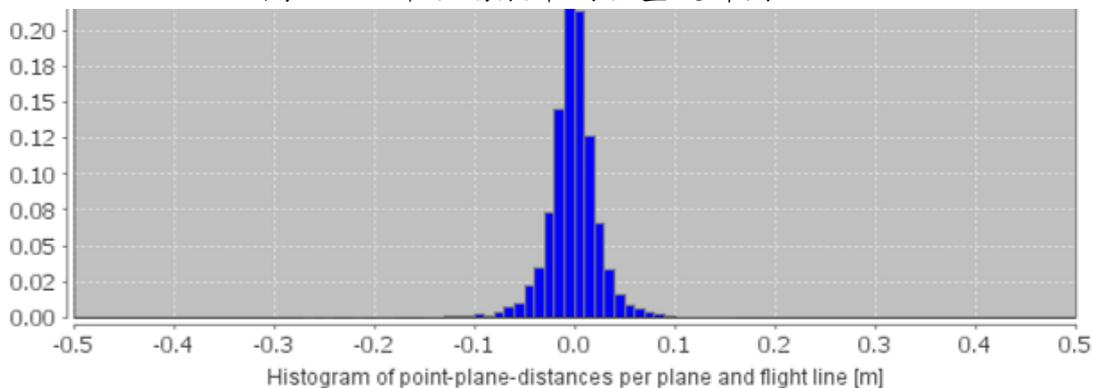


圖 3- 70 平差後航帶間差量統計圖

### 3.5.7 空中三角測量

以 GNSS 與 IMU 搭配 P45+ 型數位量測相機，利用記錄啟動快門時所送出的脈衝信號事件(Event mark)之瞬間，並分別利用 GNSS 求得拍攝瞬間的飛機位置坐標及 IMU 資料求得拍攝瞬間的姿態參數，此可作為數位影像投影中心點外方位參數資料來源，配合裝機後之安置角(Boresight Angles)率定以去除攝影中心與 IMU 之系統性角度偏差，可由 GNSS/IMU 資料直接求得影像外方位元素。

空中三角計算(Aerial Triangulation Calculation)是以航空攝影測量方法求定大量空間點位的一項工具。其具體流程如圖 3- 71 所示，過程如下所述。

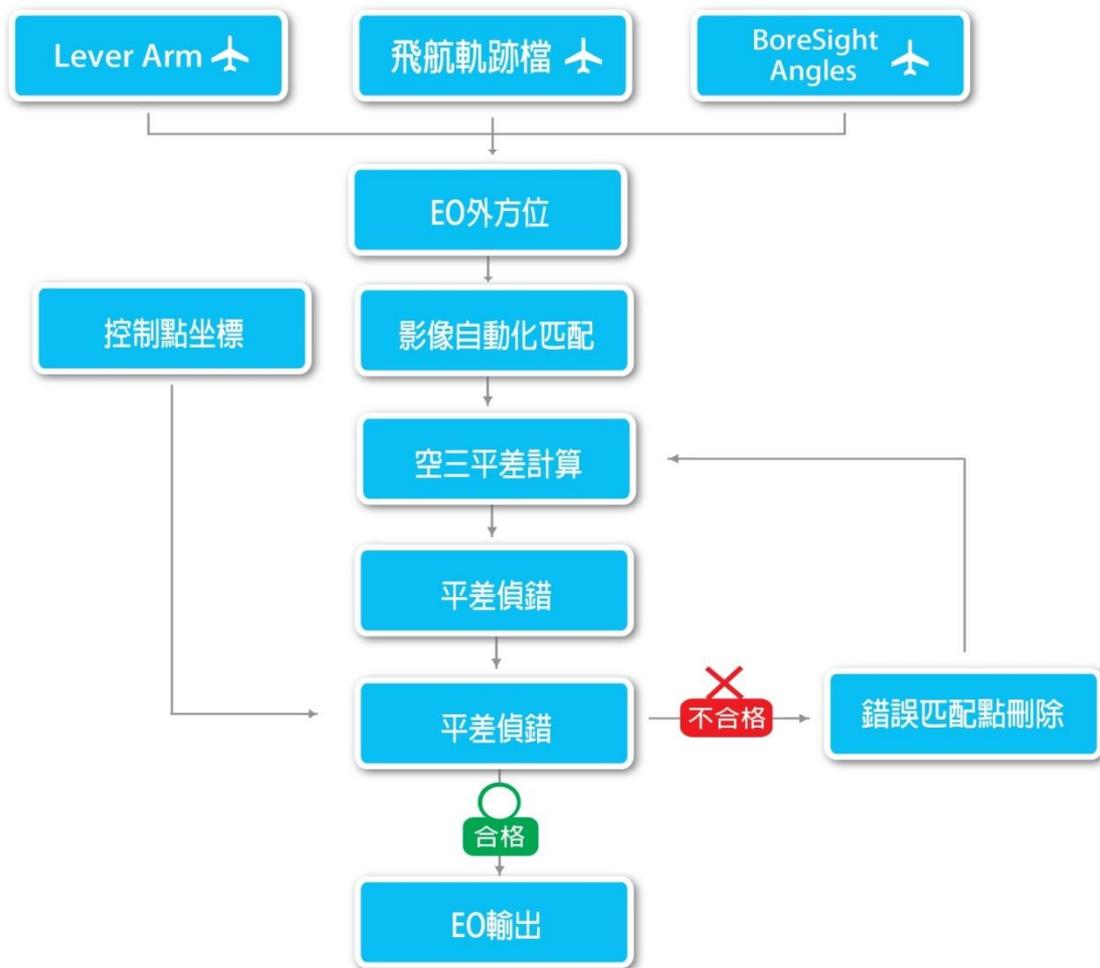


圖 3- 71 空中三角測量平差計算流程圖

### (一) BoreSight Angles 率定與外方位 EO 輸出

在輸出外方位 EO 之前，需進行 BoreSight 值的率定，本計畫所率定出之精確 BoreSight 值，其率定成果通過之 RMS 值在 Omega 與 Phi 值皆於 0.005° 以下，Kappa 值要小於 0.008° 以下。得到精確的 BoreSight Angles 值便能以 POSEO 輸出所對應任務之每張相片精確的外方位 EO 值，獲得外方位 EO 值後，可以進行後續計算作業。

### (二) ISAT 空中三角計算

空中三角計算(Aerial Triangulation Calculation)是以航空攝影測量方法求定大量空間點位的一項工具。本計畫利用 ISAT 進行自動化匹配量測及空中三角計算。將分別對其進行空三平差以求得更精確的外方位 EO 值。匹配結果 Pass Point 與 Tie Point 重點數，其空中三角像片連接點應分佈在一像片之九個標準點位上，每一標準點位上至少兩點，平差除後至少保留一點。

空中三角計算作業需先進行最小約制計算，利用空中三角計算結果去除匹配點中的大錯誤，確認 ISAT 軟體自動化匹配結果(如圖 3- 72)，並檢核匹配點位之間的相對關係是否無誤，本島匹配點數為 22,467 點，平差計算後中誤差為 1.6 $\mu$ m，網形自由度為 33,918。小琉球匹配點數為 2,350 點，平差計算後中誤差為 2.0 $\mu$ m，網形自由度為 3,773。

<p>本島計算成果</p>	<p>小琉球計算成果</p>

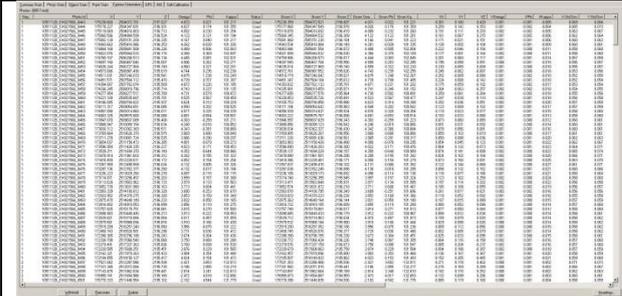
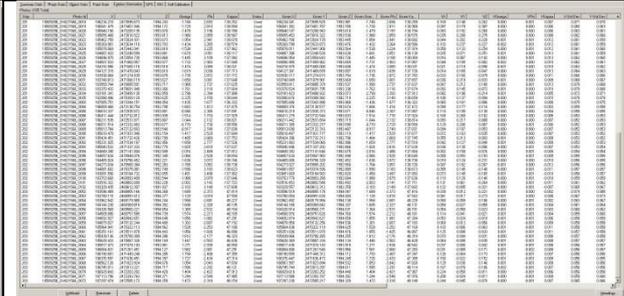
	
EO 改正數成果示意圖	EO 改正數示意圖

圖 3- 72 空中三角計算改正數與成果示意圖

表 3- 53 空三平差計算審驗成果表

合格要求	觀測量平面中誤差不得大於像機像元大小三分之一 ( $2.0\mu m$ )。
本島 平差結果	<i>SIGMA NAUGHT</i> : $1.8 \mu m$
	影像片數: 31 觀測點數: 1,328 多餘觀測數: 1,576 平均每張片觀測 42.8 點
小琉球 平差結果	<i>SIGMA NAUGHT</i> : $2.0 \mu m$
	影像片數: 368 觀測點數: 130,101 多餘觀測數: 215,424 平均每張片觀測 353.5 點

### 3.5.7 正射影像

依照前述先將所拍攝影像先進行色澤處理後，並獲得所有影像的外方位參數與 DEM 資料後，便可針對所拍攝的影像作方位糾正，並使影像賦予絕對的幾何坐標資訊；製作過程中應注意之細節說明如下：

(一)需進行全區網格式 DEM 鑲嵌作業(*mosaic*)，不得採用單模作業作為成果，以維持每個正射影像像元(*pixel*)坐標位置之精確。數值高程模型(*DEM*)：為不含地表植被及人工建物之高程模型，是正射影像製作之依據，本案將採用本公司同步 *LiDAR* 作業所產製之 *DEM* 成果作為製作之依據。

(二)由於數值高程資料錯誤會造成糾正成果有異常現象，如扭曲或錯移現象，故需經檢查修正之。此外，在鑲嵌前先確定參與的圖像

間沒有明顯的差異，以免形成輻射差異導致的接痕。

(三)最後，在進行單幅正射影像圖裁切時，必須注意圖幅範圍大小，適當調整影像像元(pixel)，以符合單張圖幅邊緣像元之完整性，達到無縫鑲嵌正射影像圖之目標(圖 3- 73)。

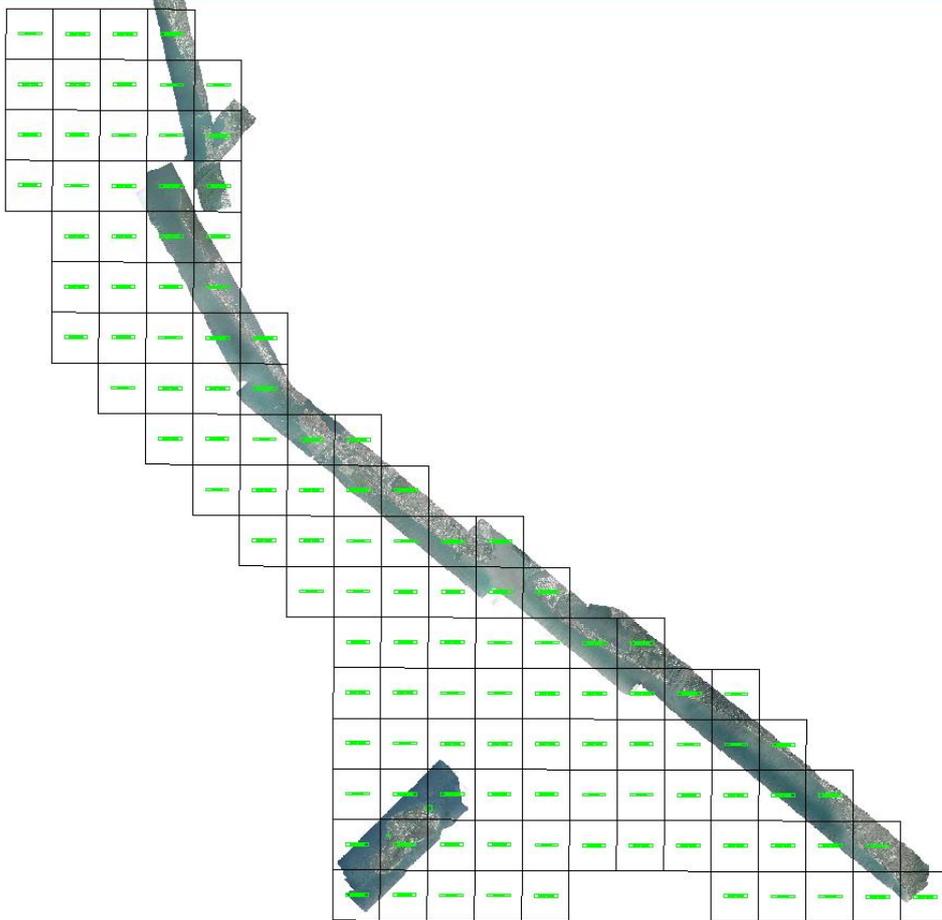


圖 3- 73 無縫鑲嵌正射影像圖

### 3.6 圖資成果製作

#### 3.6.1 數值高程模型

##### 一、製作流程

本工作係整合空載光達與海域測深資料，產生高精度之海、陸域高程模型，並依需求製作不同解析度之網格資料，其製作流程如下圖 3- 74。

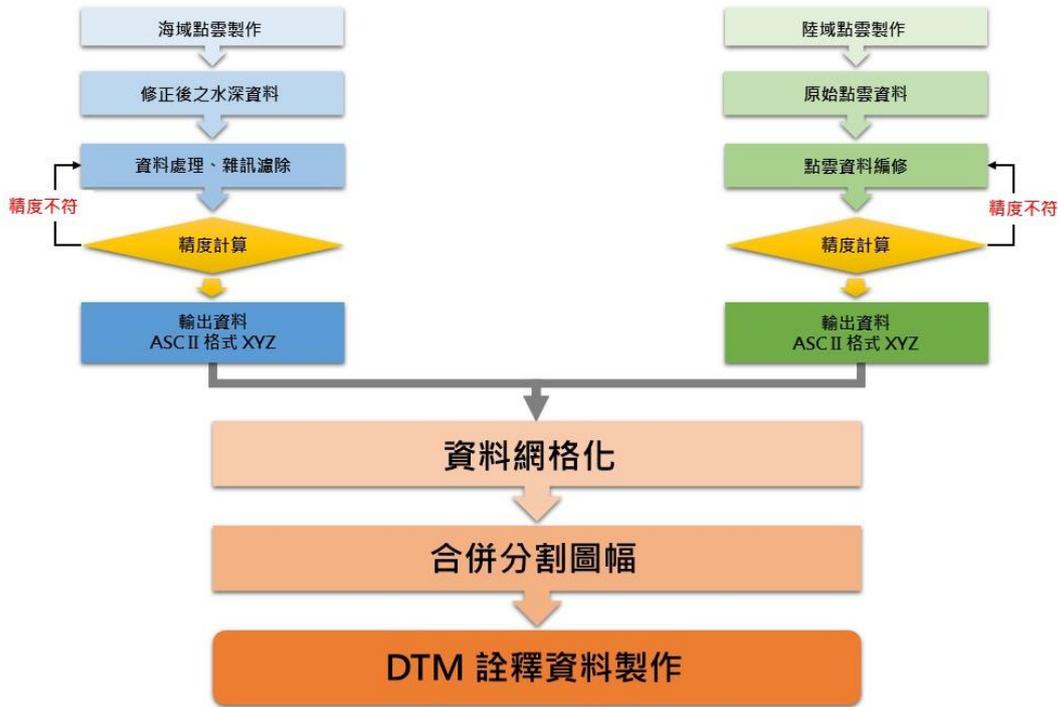


圖 3-74 數值高程地形模型製作流程

## 二、製作方法

本案將整合好之海、陸域成果點雲資料，利用距離反比權重法 (*Inverse Distance Weighted Interpolation*) 製作數值高程地形模型 (DTM)，依照合約規範，分別依據五千分之一之圖幅數量產製 5 公尺\*5 公尺、10 公尺\*10 公尺、20 公尺\*20 公尺、50 公尺\*50 公尺、100 公尺\*100 公尺、250 公尺\*250 公尺之數值地形模型。

### 3.6.2 電子航行圖前置資料

電子航行圖前置資料包括海測清繪圖 (*GIS* 格式)、水深紀錄檔 (*WGS84* 橢球高與當地最低低潮位面) 及其他敘述性資料，主要目的提供轉製電子航行圖所需資料。為配合電子航行圖之製作，需將本案之測量成果轉換為製圖所需之前置作業資料，其中深度基準係以當地約最低低潮位面為 0 公尺，相關製作說明如下：

## 一、成果基準：

- (一)、大地基準: WGS84 與橢球高。
- (二)、高度基準: TWVD2001 高程基準。
- (三)、深度基準: 約當地最低低潮位。

## 二、水深紀錄檔：

- (一)、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，並以五千分之一圖幅區分檔案，共計 116 個檔案。
- (二)、每筆水深紀錄包括「測繪日期時間」、「水深」、「定位坐標」、「潮差修正後之水深」、「是否標繪於清繪圖」等欄位，並以「,」分隔符號分隔欄位值。如下圖 3-75。

```
WGS84_Y WGS84_X 0.288 深度(潮位修正前) 日期 時間 定位精度 測量方式 TVU THU 是否標繪於清繪圖  
22.481356 120.2831348 -36.168 -36.68 2016/10/11 20:45:43 RTK MB 0.122 0.281 Y
```

圖 3-75 水深紀錄檔示意圖

- (三)、測量時間欄位紀錄採用 UTC 記錄到秒。
- (四)、水深的解析度為 0.01 公尺。
- (五)、定位坐標以經緯度 (WGS84) 表示，解析度為  $10^{-7}$  度。
- (六)、多音束測深值必須是符合水平與水深精度規範，以小於「 $5m+5\%$  水深」的音束範圍，取其較淺水深，所有的水深均維持其原測量位置，而不是該網格區域的中心點或其他內插所得的位置。
- (七)、水深紀錄檔應依圖幅範圍分割為各圖號之水深紀錄檔，考量資料處理之效率，應將水深紀錄檔資料予以適當分割，每個檔案大小不宜超過 1GB。

## 三、海測清繪圖：

(一)、製作流程：

1. 首先將依照 *IHO S-57* 定義海圖圖資物件之幾何形態分類為點、線、面等三種圖層。
2. 將各點、線、面等三種圖層，於地理資訊系統軟體(*ArcGIS*)直接繪製成 *shpfile(\*.shp)* 檔。並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. 指定圖面坐標系統為 *WGS84* 坐標。
4. 將屬性資料建置。

(二)、編繪原則如下：

1. 符合水平與水深精度規範，經過潮差改正，以 *shoal-biased* 原則篩選之原位置水深點（不能有內插或平均等處理）。海域水深點在圖上的分布密度應至少每 2 公分有 1 點。圖上的水深點必需附加標記（相當於 *GIS* 檔案中水深點的屬性之一），使其可以於必要時追蹤回溯至原始的多音束或單音束測繪資料。
2. 等深線：至少包括：*0m, 1m, 2m, 5m, 10m, 15m, 20m, 25m, 30m*，超過 *30m*，每 *10m* 加繪 1 條等深線。所有等深線必需是以「製作電子海圖用之水深紀錄檔」內之水深點產生，並參考顯示於圖面上之水深點，修正不合理之等深線。
3. 自然岸線（例如陡岸、平直岸、沙岸、石岸、卵石岸、紅樹林、沼澤岸、珊瑚礁岸、貝殼岸、隧道、築堤、沙丘、峭壁、岩堆）或人工岸線（例如防波堤、碼頭等），並標明類別。
4. 潮間帶之表層性質描述。
5. 海岸重要地標、港灣設施、助導航設施等特徵物。
6. 礁岩、沉船、人工魚礁、漁網區／海上養殖場等障礙物。

7. 陸域地物依大而重要、靠近海岸、在相關航行指南內有提到、在紙海圖的註記或標題等文字有提到、視覺上顯著等原則決定是否納入。
8. 應繪製測量資料之外圍邊界。
9. 海域清繪圖陸部高潮線以上之圖資應採用相對應比例尺之基本地形圖資處理轉換，同時提供該基本地形圖之編碼圖層編號與地物地貌所對應之電子航行圖前置資料 *Shape* 圖層之對照表，以確保圖層物件及地物地貌與電子航行圖物件解讀一致。
10. 繪製海域清繪圖全區之 *IHO S-44* 測量精度分類區域圖層，此為面 (*Area/Polygon*) 之 *Shape* 圖層，其連接之屬性資料欄位包括「不確定度等級」、「平面不確定度」、「深度不確定度」、「全覆式海床搜尋」、「海床特徵物偵測」、「固定助導航設施和重要地形特徵物定位」、「海岸線和次要地形特徵物定位」、「浮動的助導航設施平均位置」、「適用水域描述」、「其他」等十個屬性欄位。
11. 海域清繪圖之 *Shape* 圖資原則上採全區全幅資料處理，以便完整檢視資料。若因圖幅區域過大或圖資檔案儲存量過大時則採適當之區域大小分割或依相關比例尺之圖幅範圍分割。
12. 根據 *IHO S-57* 規範，全案總計建立項物件及其屬性，如表 3- 54 所示，其中，圖資幾何型態 *A* 為面圖層、*L* 為線圖層、*P* 為點圖層，圖 3- 76 為海測清繪圖消波塊、階梯、護岸圖層 (*SLCONS*) 示意圖。

表 3- 54 本案建立 *S-57* 物件及屬性表

項次	<i>Shape</i> _圖層名稱	圖資幾何型態	中文說明
1	<i>ADMARE</i>	<i>A</i>	行政管轄區
2	<i>BCNLAT</i>	<i>P</i>	立標(側面標誌- <i>Lateral</i> )
3	<i>BCNSPP</i>	<i>P</i>	特用標塔

項次	Shape_圖層名稱	圖資幾何型態	中文說明
4	BOYSPP	P	特用浮標
5	BRIDGE	A	橋樑、高架橋、行人陸橋
6	BUISGL	A	房屋/寺廟
7	CANALS	A	溝渠、小水溝
8	COALNE	L	海岸線-沙岸/石岸
9	CTRPNT	P	控制點
10	DEPARE	A	潮間帶
11	DEPCNT	L	等深線
12	FREME5K	A	5K 圖幅範圍
13	FREME25K	A	25K 圖幅範圍
14	GATCON(A)	A	水閘
15	HRBARE	A	港區
16	LAKARE	A	蓄水池/湖泊/養殖池
17	LIGHTS	P	燈
18	LNDARE	A	陸域
19	LNDELV(L)	L	等高線
20	LNDELV(P)	P	高程點
21	LNDMRK(P)	P	亭、牌坊、碑樓
22	M_QUAL_S44	A	海域清繪圖全區之 IHO S-44 測量精度分類區域圖層
23	OBSTRN(A)	A	人工漁礁
24	OBSTRN(P)	P	人工漁礁
25	PYLONS(P)	P	高壓電纜鐵塔
26	RIVERS(A)	A	河流
27	ROADWY	A	道路
28	SILTNK	A	水/油塔、儲存槽
29	SLCONS(A)	A	消波塊、階梯、護岸

項次	Shape_圖層名稱	圖資幾何型態	中文說明
30	SOUNDG	P	水深點
31	UNSARE	A	未測區
32	VEGATN	A	植被
33	WRECKS(A)	A	沈船
34	WRECKS	P	沈船



圖 3- 76 海測清繪圖示意圖

四、其他敘述性報告：

(一)、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。



## 第四章 海床特徵物之偵測及有礙航安疑義資料之消除

為配合電子航行圖之製作，本案據 IHO S-44 規範，偵測海床特徵物及有礙航安疑義資料之清除，特等區域之偵測要求為特徵物大於 1 公尺；一等 1a 區域之偵測要求為水深小於 40 公尺特徵物大於 2 公尺，水深超過 40 公尺特徵物大於 10% 水深須辦理海床特徵物偵測。

### 4.1 特徵物偵測

本案依據海軍大氣海洋局發布之最新海圖上(表 4- 1)，與漁業署所公佈之人工漁礁禁航區(表 4- 2)，初步發現全區有 28 處海圖礙航物件與 8 處人工漁礁禁航區(詳表 4- 2 及表 4- 3)，相關位置詳如圖 4- 1 及圖 4- 2 所示。

表 4- 1 海圖蒐集列表

海圖編號	海圖名稱	更新年份
0338	安平港至琉球嶼	2007
0341A	高雄港第一港口	2002
0341B	高雄港第二港口	2002
0341C	高雄港及附近	2002
0341D	琉球嶼	1988
0341	鵝鑾鼻至高雄港	2002
04503	琉球嶼附近海底地形圖	1996
04504	枋寮泊地至高雄港含琉球嶼	2001

表 4- 2 漁業署公布之人工漁礁禁漁區(WGS84)

ID	漁礁區	Northing	Easting	海圖編號
1	梓官人工魚礁禁漁區	22.721667	120.196667	0338
2	林園(一)人工魚礁禁漁區	22.45000	120.350000	0341C、 04504、0338
3	林園(二)人工魚礁禁漁區	22.45000	120.358333	0341C、 04504、0338
4	漁福村人工魚礁禁漁區	22.333333	120.372222	0341D、 04504、0338
5	林邊(一)人工魚礁禁漁區	22.366667	120.475000	04504、0338
6	林邊(二)人工魚礁禁漁區	22.375000	120.466667	04504、0338
7	林邊(三)人工魚礁禁漁區	22.383333	120.466667	04504、0338
8	枋寮(二)人工魚礁禁漁區	22.330556	120.567778	0341

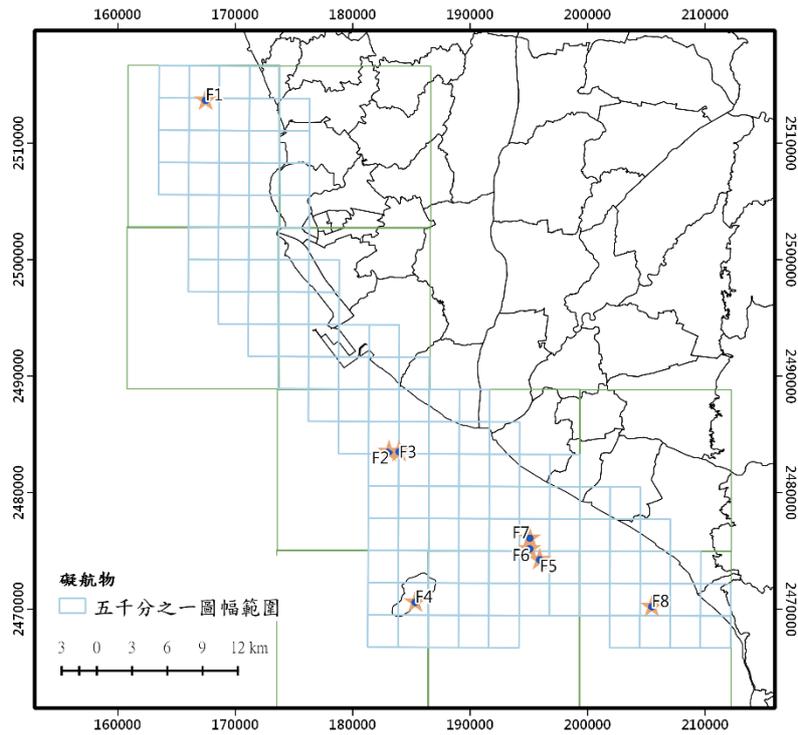


圖 4-1 漁業署公布之人工漁礁禁漁區

表 4-3 海圖礙航物件標的(WGS84)

X	Y	id	礙航物件	海圖編號
120.1969771	22.7224691	1	漁礁	0338
120.2763455	22.5922205	2	沈船	0341C、04504、0338、0341A
120.2547545	22.6715372	3	沈船	0341C、04504、0338、0341B
120.2640109	22.6040294	4	沈船	0341C、04504、0338、0341B
120.2037546	22.7426735	5	漁礁	0341C、04504、0338
120.4759053	22.3655591	6	漁礁	04504
120.2774842	22.5238873	7	沈船	0338
120.3479177	22.4495312	8	漁礁	0341D、04504、0338
120.3599471	22.4497055	9	漁礁	0341D、04504、0338
120.3334910	22.3432707	10	漁礁	04504、0338
120.3419465	22.3178170	11	漁礁	0338
120.3572013	22.3170325	12	漁礁	0338
120.3755070	22.3291492	13	漁礁	0338

X	Y	id	礙航物件	海圖編號
120.4317318	22.3315028	14	漁礁	04504
120.4183076	22.3199963	15	漁礁	04504
120.4040988	22.3094487	16	漁礁	04504
120.3842240	22.3060491	17	漁礁	04504
120.5365103	22.3632327	18	漁礁	04504
120.5433096	22.3488932	19	漁礁	0341
120.5859358	22.3461909	20	漁礁	0341
120.5723372	22.3374739	21	漁礁	04504、0338
120.5679787	22.3289312	22	漁礁	0341D、04504
120.5681531	22.3162044	23	漁礁	0341C、04504、0338
120.5800954	22.3041749	24	漁礁	0341C、04504、0338、0341B
120.4429985	22.3568693	25	沈船	0341
120.3949678	22.3586127	26	沈船	0341
120.2475194	22.5701093	27	沈船	0341
120.2913006	22.5316999	28	沈船	0341

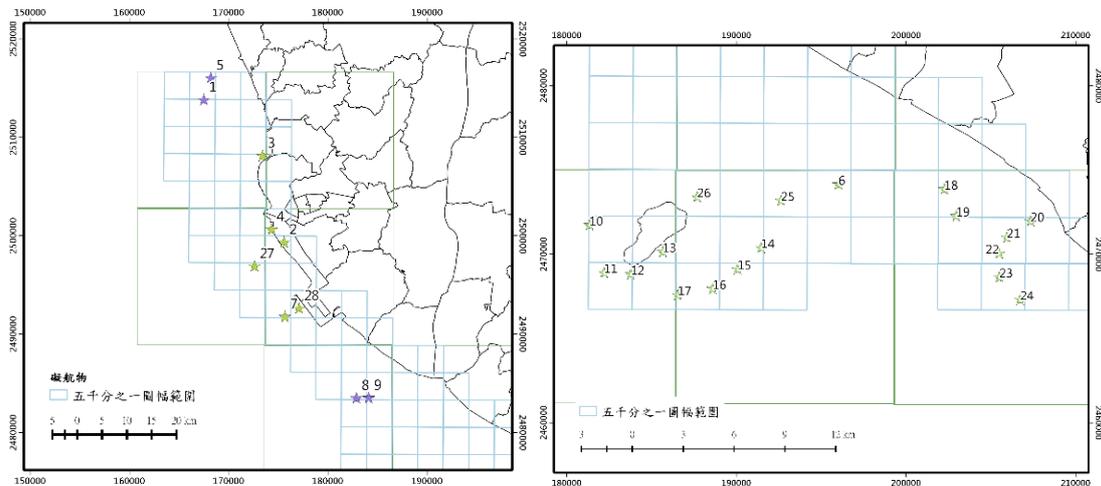


圖 4-2 海圖礙航物件標的

(左圖為東港以北之測區範圍，右圖為東港以南之測區範圍)

#### 4.2 作業方法

針對目標物區域，如在 MB 測量區域中，在探測目標坐標附近 500m 之水深點雲中搜尋礙航物，如在探測目標 500m 範圍內有搜尋到水下特徵物目標，則認定有搜尋到完整目標物；如探測目標位於

SB測量區域中，則使用MB在探測目標坐標附近500m進行詳細探測，並以同樣的方法辨認水下特徵物目標。

### 4.3 資料確認

針對相關特徵物偵測實測結果，列出仍有疑義或疑似「海床特徵物偵測」或「有礙航安疑義資料」的地點，經工作會議確認，並挑選需辦理地點後再次實地測量，並將檢查後之海域地形測量成果送交監審單位審查。如現場調查發現與蒐集的資料有異(新增或移除)，應於工作會議中提出討論，並由主辦單位決定是否需要再次至現場確認。

### 4.4 偵測成果

針本年度探測成果如圖 4-3 至圖 4-5，各探測搜尋到之特徵物點位坐標及最淺水深值如下。

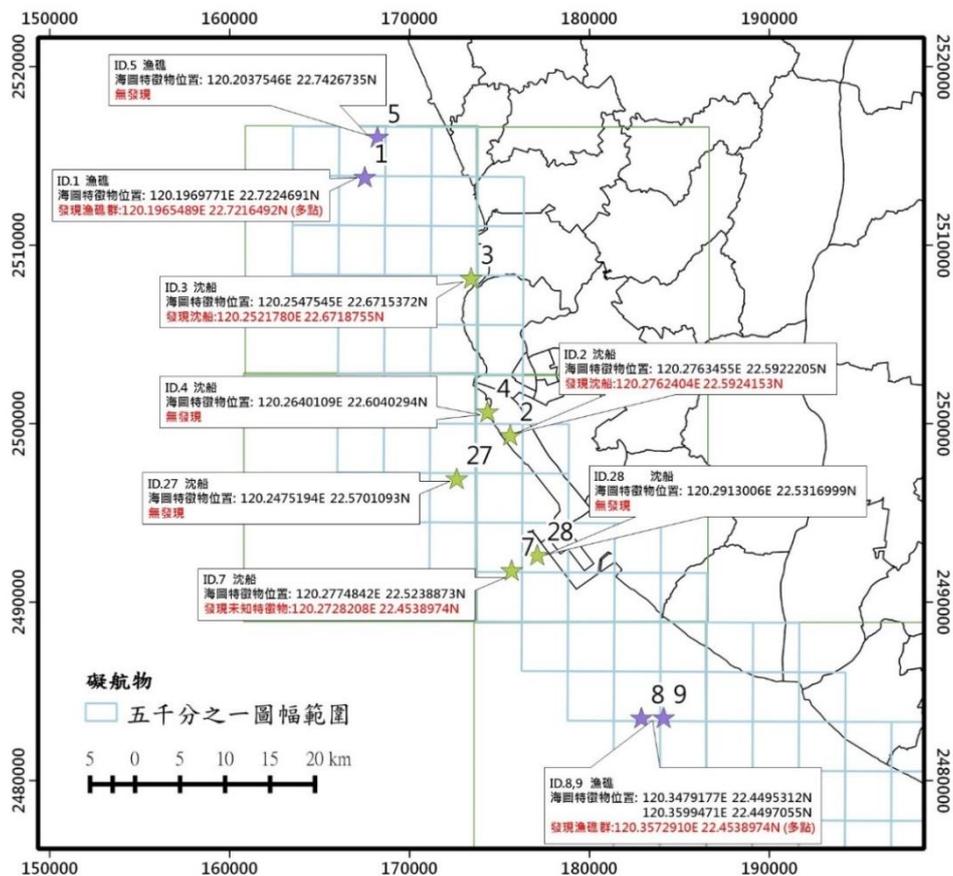


圖 4-3 高屏特徵物探測北方區域成果

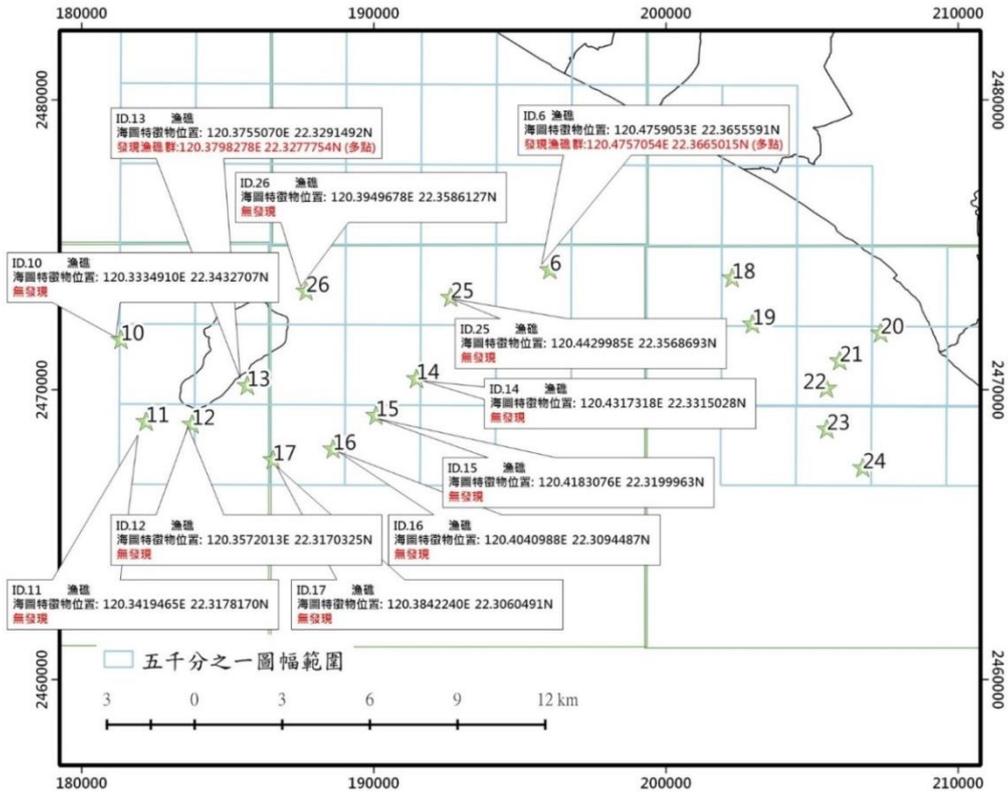


圖 4-4 高屏特徵物探測西南方區域成果

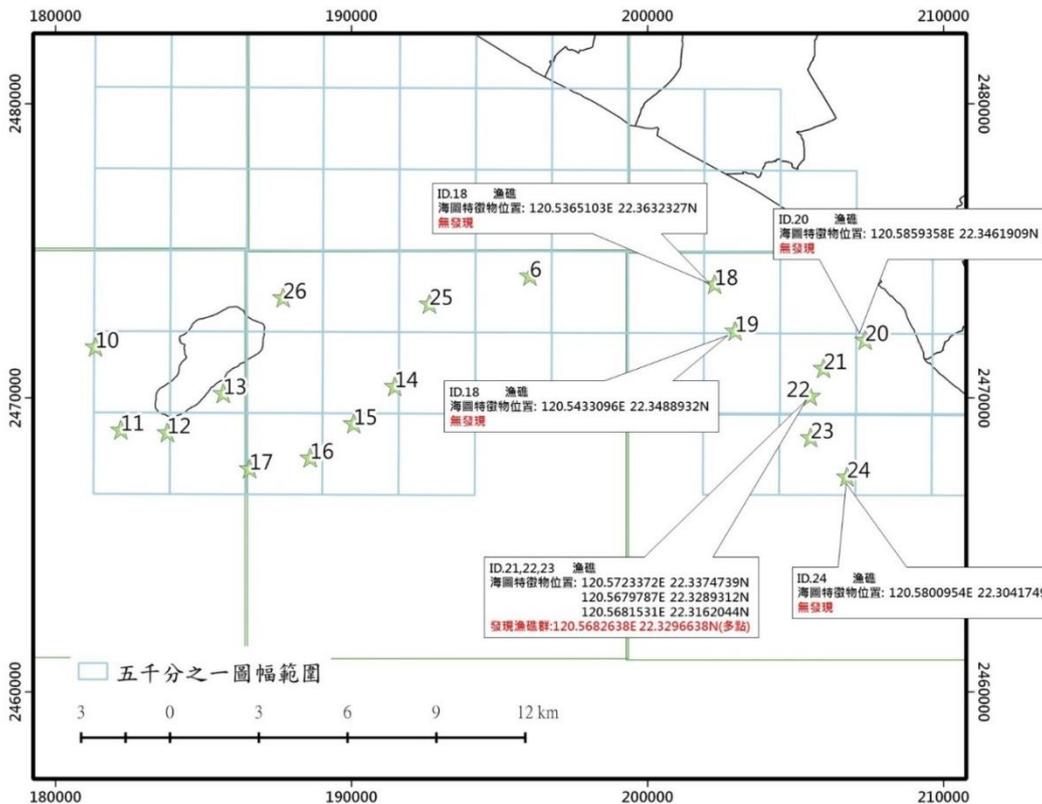


圖 4-5 高屏特徵物探測東南方區域成果

(一)、疑似漁礁 ID1(F1)

本漁礁於位於海圖上左營軍港禁制區西北角的位置外 600 公尺的位置，此處漁業署業有相同位置之禁漁區公告(ID F1)，經多音束全面掃測半徑 500 公尺範圍，在海圖標示位置西南方約 150 公尺處發現一座約 50 公尺正方漁礁，測掃成果如下，漁礁最淺坐標及深度如表 4-4。

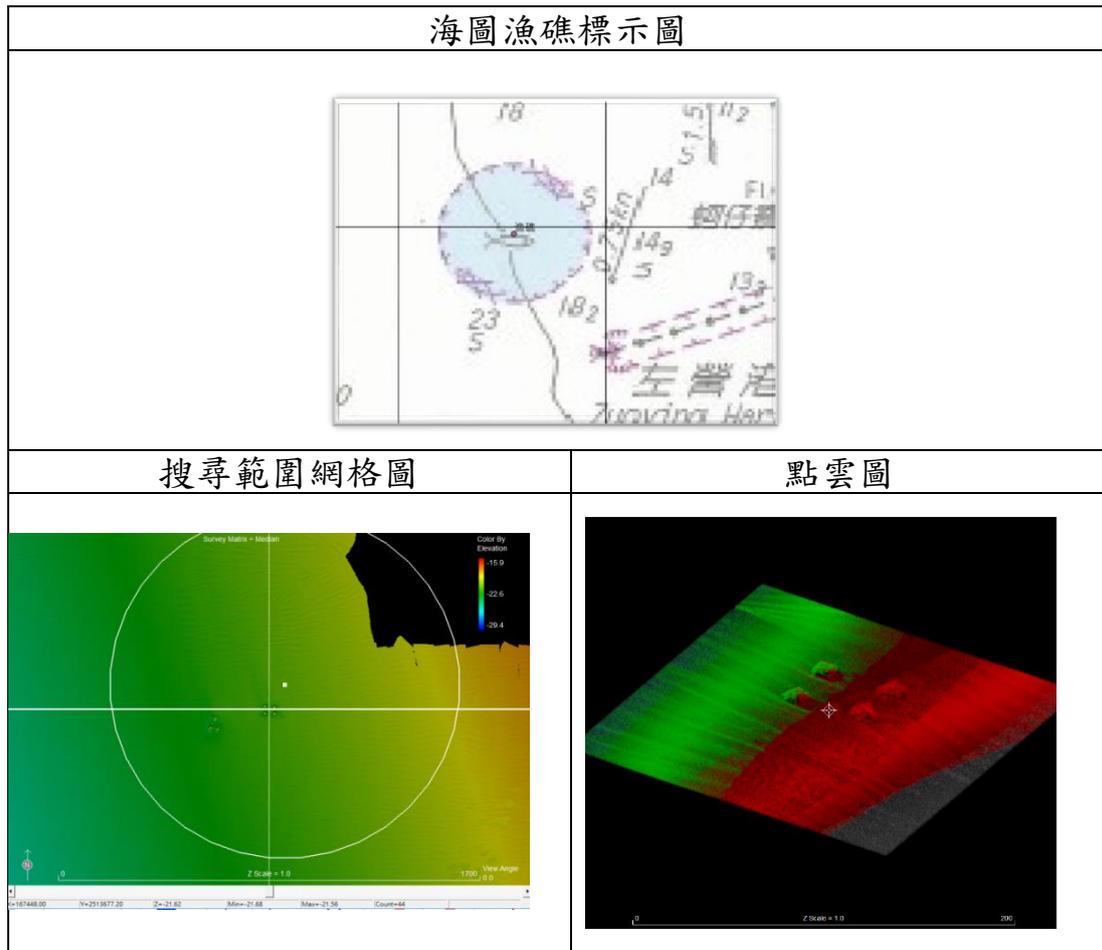


表 4-4 漁礁坐標位置表

特徵物名稱	中心位置經緯度			最淺水深	大小	
	度	分	秒			
漁礁	經	120	11	47.576049	-16.98	約 50*50 公尺
	緯	22	43	17.937106		

(二)、疑似沈船 ID2

本沈船於位於海圖上旗津風車公園外海約 200 公尺處的位置，經多音束全面掃測半徑 500 公尺範圍，發現一座長約 150 公尺、寬 45 公尺的沈船，測掃成果如下，沈船最淺坐標及深度如表 4-5。

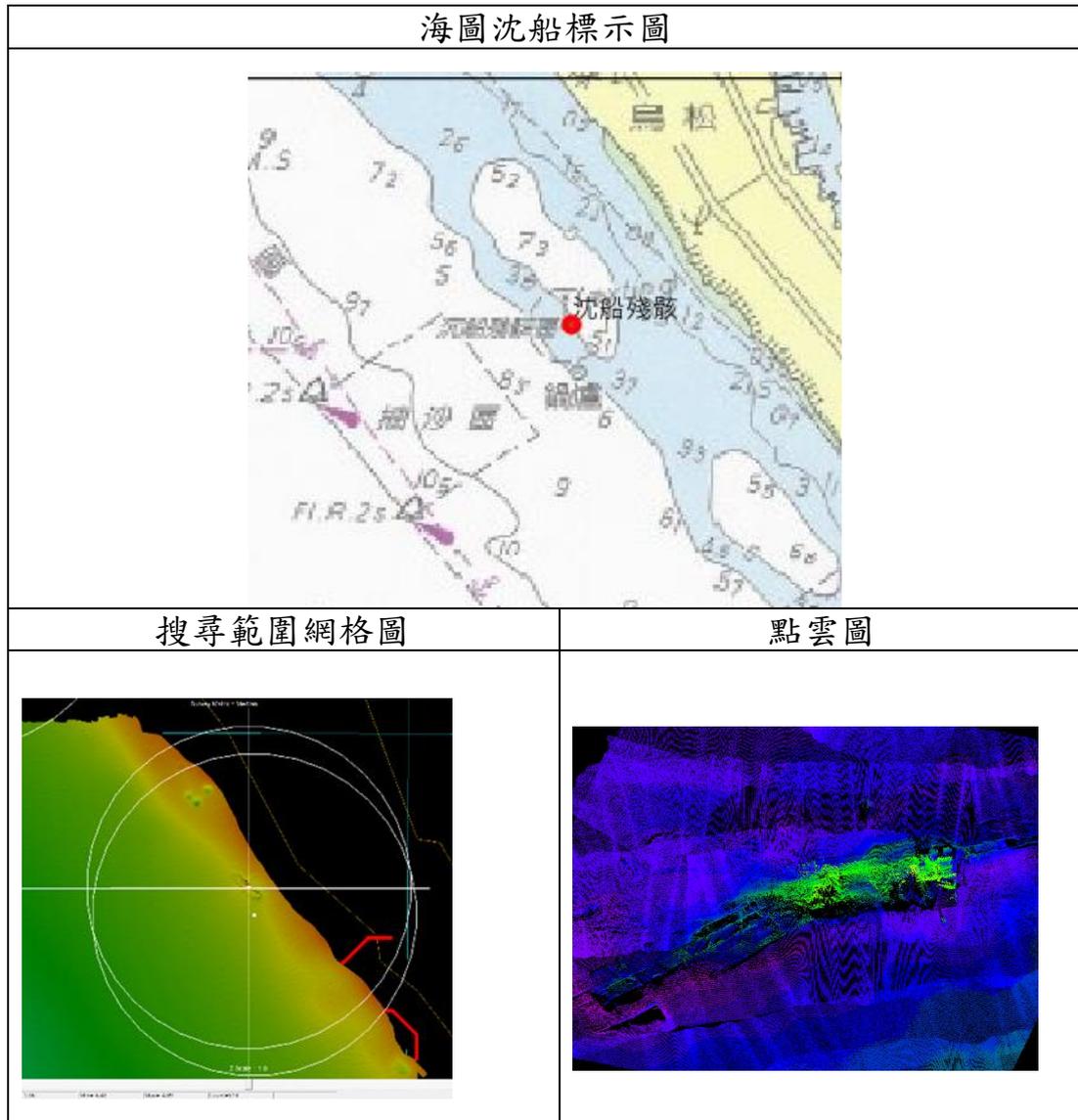


表 4-5 沈船坐標位置表

特徵物名稱	中心位置經緯度			最淺水深	大小
	度	分	秒		
沈船	經	120	16	-1.26	約 150 公尺 *45 公尺
	緯	22	35		

(三)、疑似沈船 ID3

本沈船於位於壽山北方海域外海約 350 公尺處的位置，經多音束全面掃測半徑 500 公尺範圍，在標註位置西南方約 200 公尺處，發現一座長約 15 公尺沈船，測掃成果如下，沈船最淺坐標及深度如表 4-6。

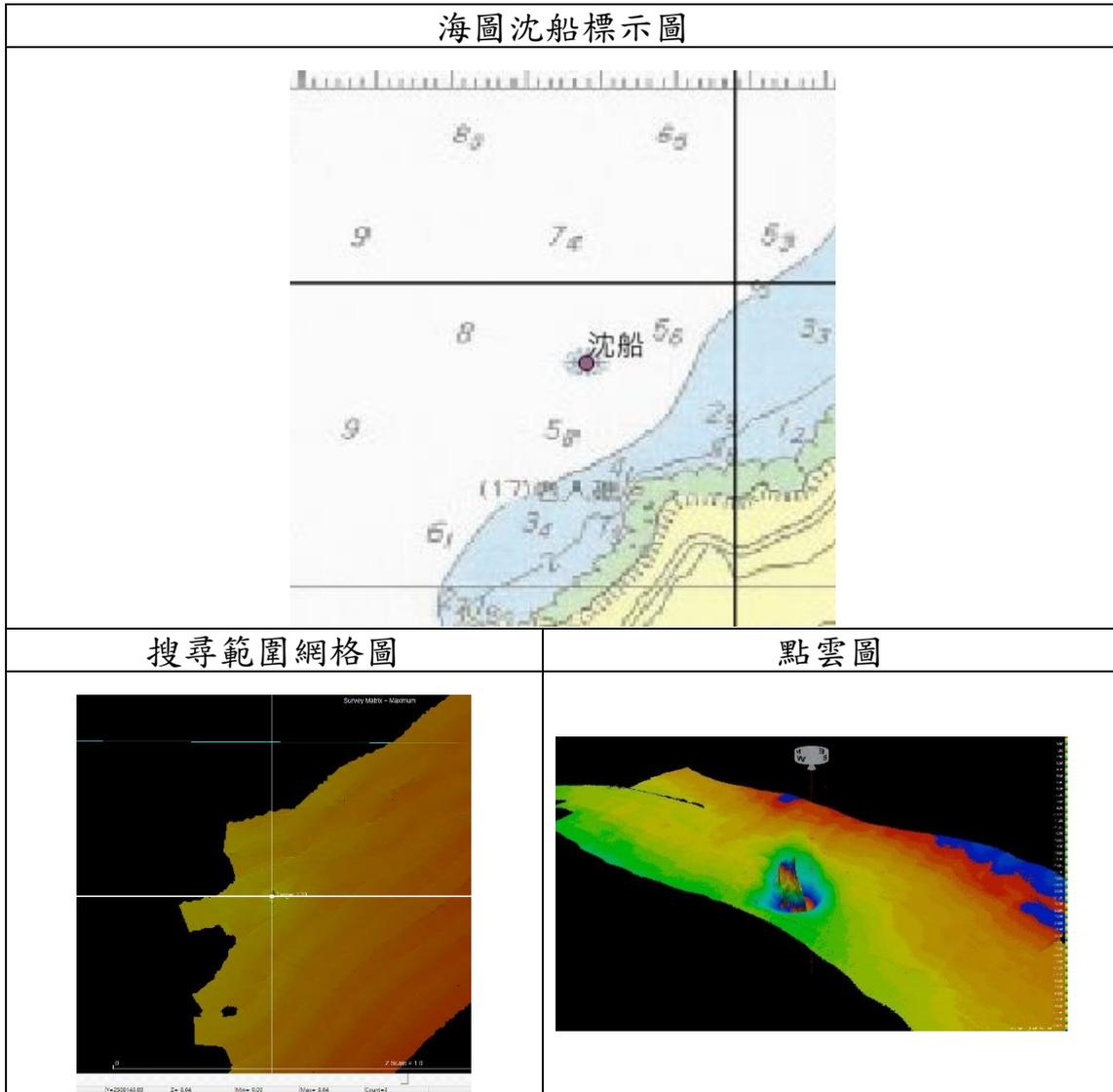


表 4-6 沈船坐標位置表

特徵物名稱	中心位置經緯度			最淺水深	大小	
	度	分	秒			
沈船	經	120	15	7.841066	-8.64	15 公尺
	緯	22	40	18.751891		

(四)、疑似漁礁群 ID6

本漁礁群於位於林邊海域外海約 6 公里處的位置，經多音束全面掃測，在標註位置半徑 500 公尺範圍內，發現總數約 6 個之人工漁礁群沉船，最淺深度為 25.75 公尺沈船，測掃成果如下，漁礁群最淺坐標及深度如表 4-7。

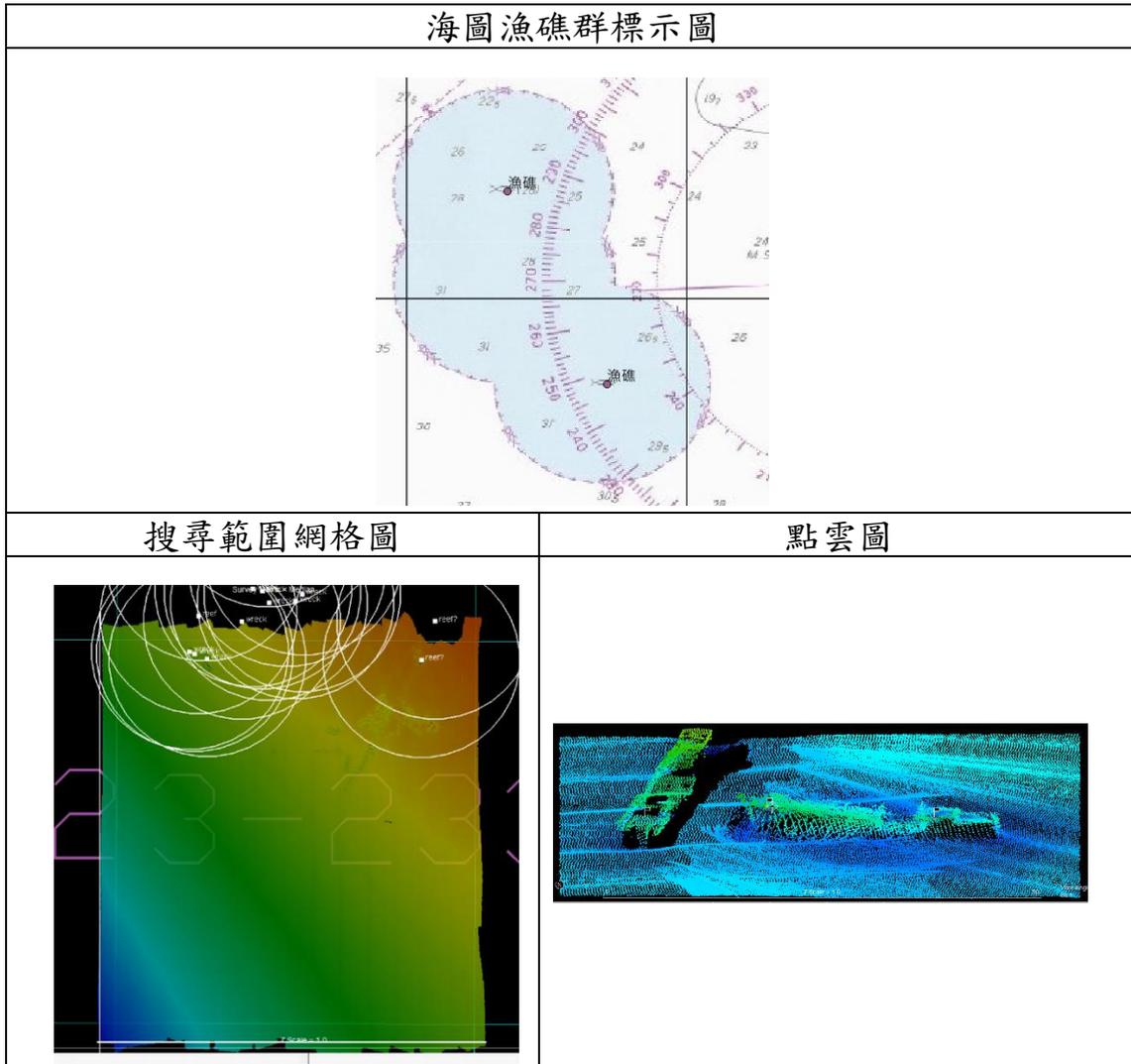


表 4-7 漁礁群坐標位置表

特徵物名稱	中心位置經緯度			最淺水深	大小
	度	分	秒		
漁礁群	經	120	28	-25.75	約 1 公里 方圓範圍
	緯	22	22		

(五)、疑似沈船 ID7

本沈船於位於高雄二港口外海約 3 公里處的位置，經多音束全面掃測，在標註位置半徑 500 公尺範圍內，發現約 1 長度約 15 公尺之沉船，測掃成果如下，沈船最淺坐標及深度如表 4-8。

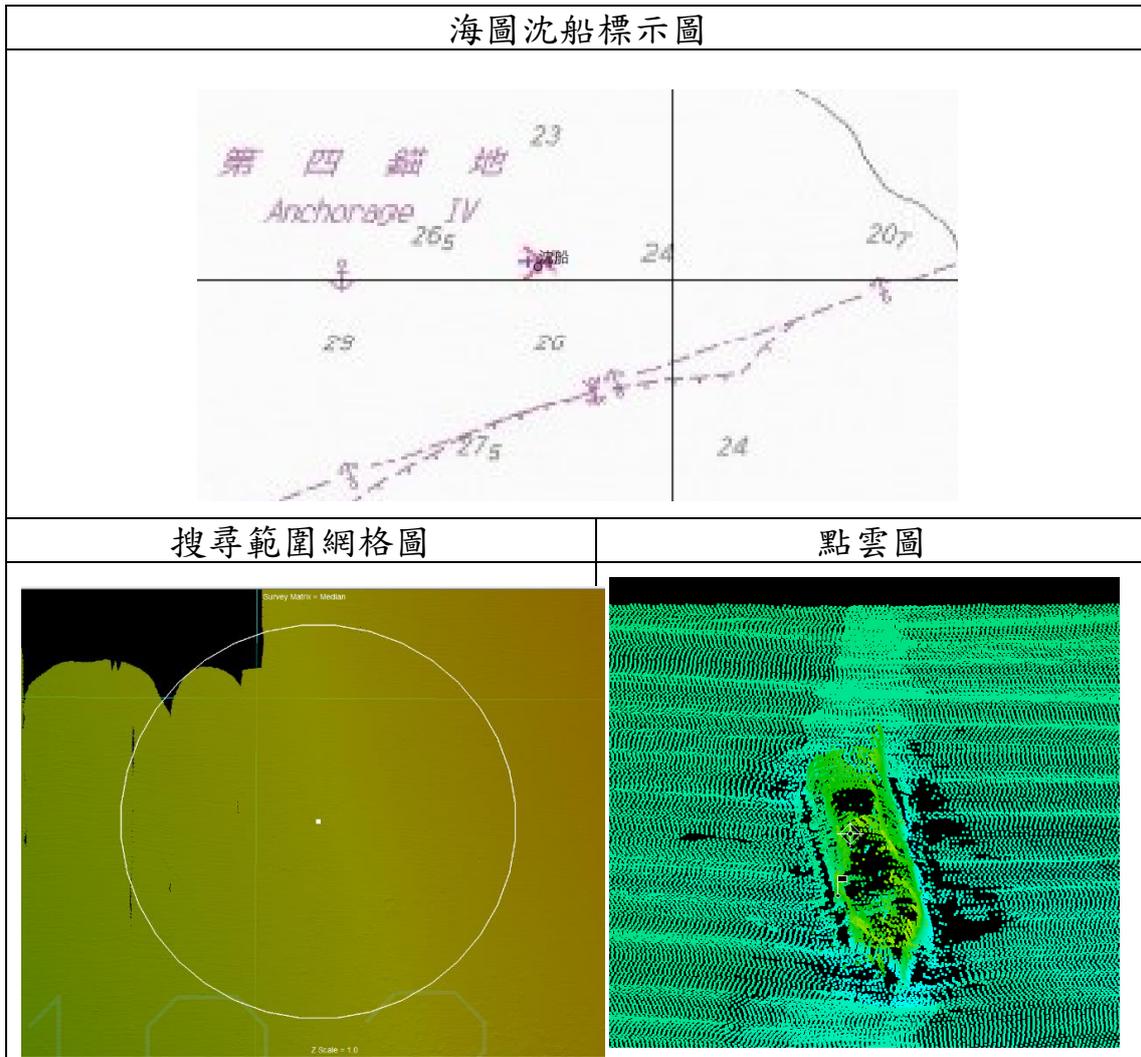


表 4-8 沈船坐標位置表

特徵物名稱	中心位置經緯度			最淺水深	大小	
	度	分	秒			
沈船	經	120	16	22.154713	-24.26	長約 15 公尺
	緯	22	31	27.939288		

(六)、疑似漁礁群 ID8,9(F2,F3)

本漁礁群在海圖上標注於位於東港外海約 7.5 公里處的位置，在漁業署的公告裡也有標示(IDF2F3)，經多音束全面掃測，在標註位置半徑 500 公尺範圍內，發現約 16 處大小不一，最淺深度為 17.87 公尺之天然漁礁，測掃成果如表 4-9。

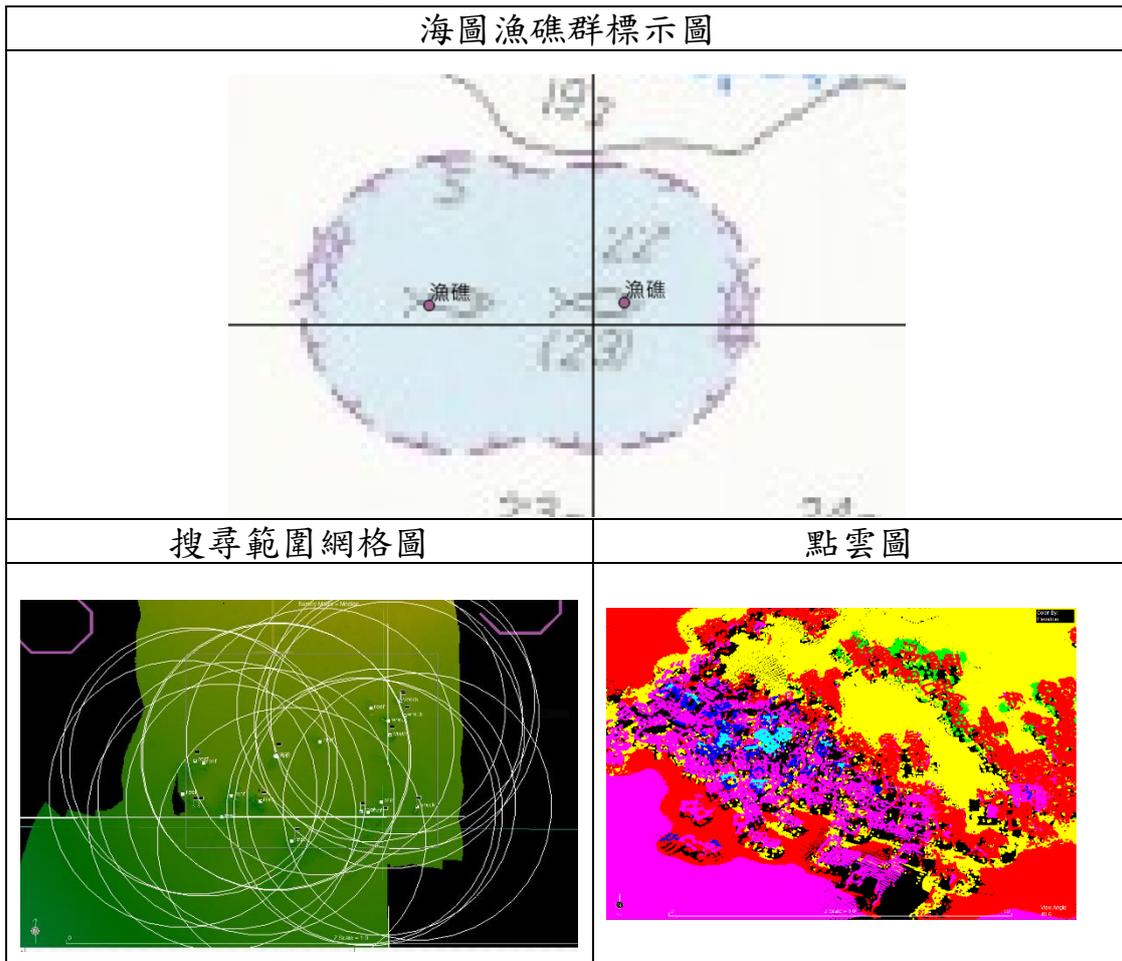


表 4-9 漁礁群坐標位置表

特徵物名稱	中心位置經緯度			最淺水深	大小
	度	分	秒		
漁礁群	經	120	21	35.288074	-17.87
	緯	22	26	57.764732	

(七)、疑似漁礁群 ID13

本漁礁群於位於小琉球島東南外海約 400 公尺處的位置，經多音束全面掃測，在標註位置 500 公尺範圍內，發現約 8 艘大小不一之人工漁礁群，最淺深度為 50.24 公尺，測掃成果如下，漁礁群最淺坐標及深度如下表 4-10。

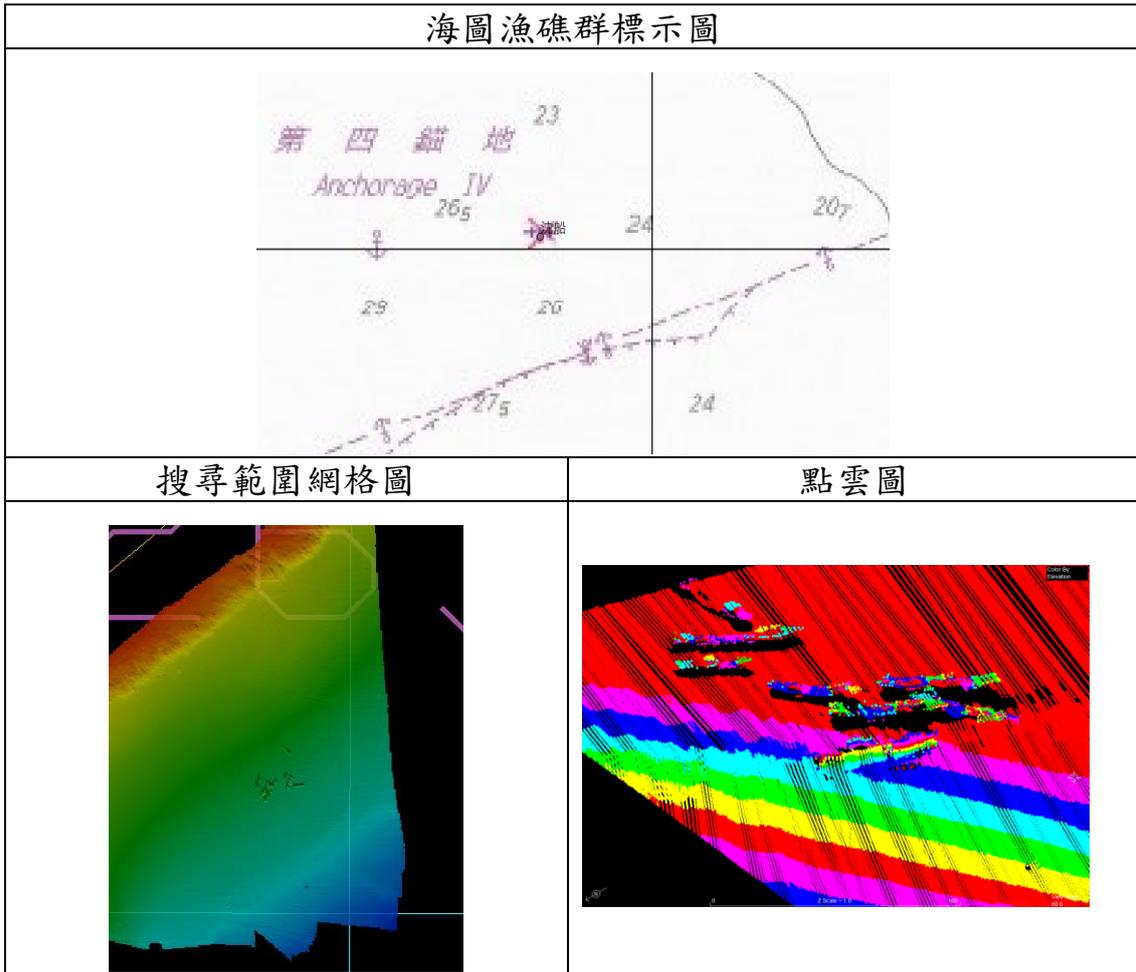


表 4-10 漁礁群坐標位置表

特徵物名稱	中心位置經緯度			最淺水深	大小
	度	分	秒		
漁礁群	經	120	22	51.257115	-50.24
	緯	22	19	43.268089	

(八)、疑似漁礁群 ID21,22,23

本漁礁群於位於林邊枋寮外海約 3~4 公里處的位置，經多音束全面掃測，在標註三個位置半徑 500 公尺範圍內，發現約 25 個大小不一之人工漁礁、天然漁礁或沈船，最淺深度為 20.35 公尺，測掃成果如下，漁礁群最淺坐標及深度如下表 4-11。

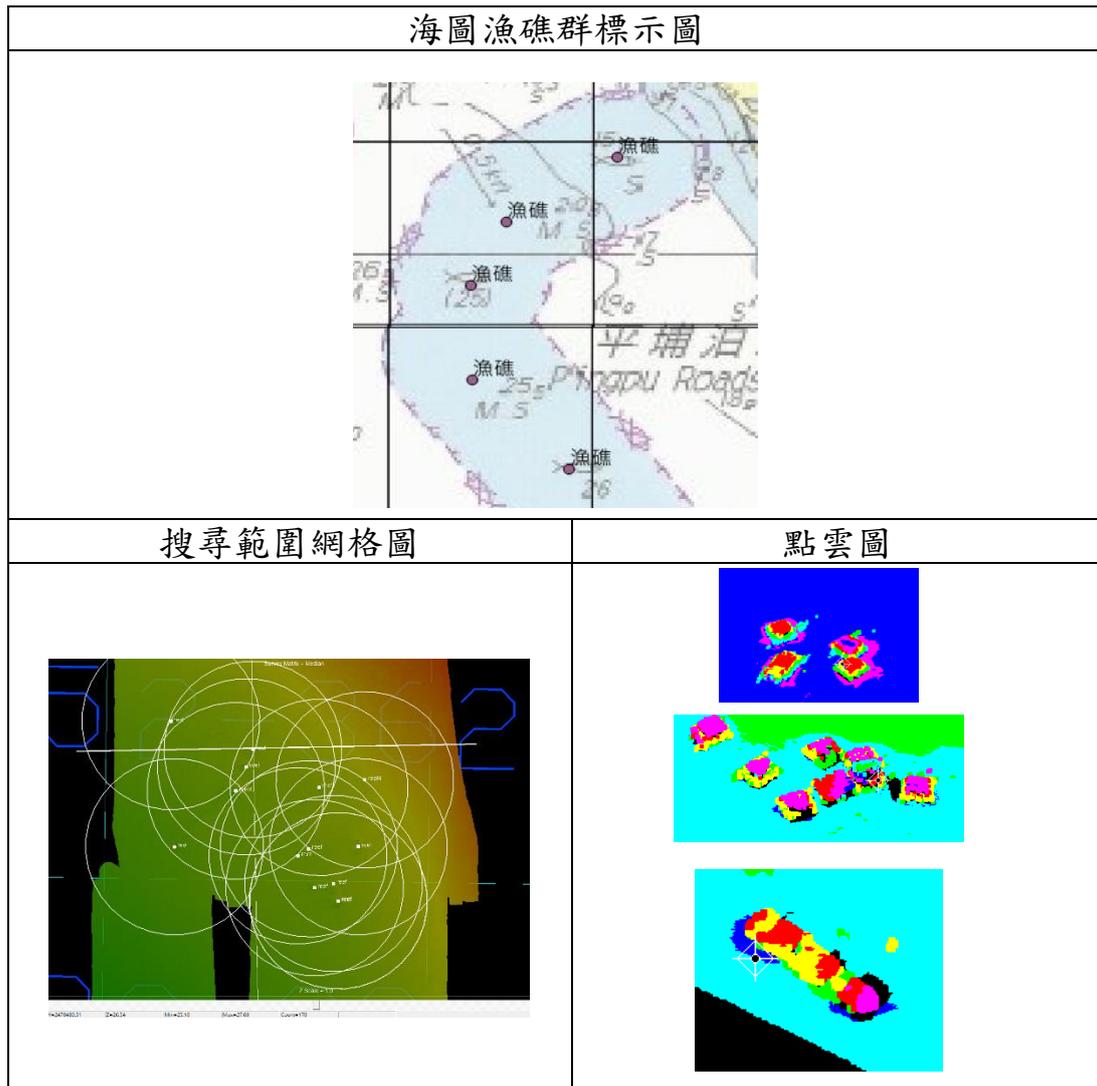


表 4-11 漁礁群坐標位置表

特徵物名稱	中心位置經緯度			最淺水深	大小
	度	分	秒		
漁礁群	經	120	34	9.879559	-20.35
	緯	22	19	58.057896	

(九)、疑似漁礁群 ID24

本漁礁群位於林邊枋寮外海約 3~4 公里處的位置，經多音束全面掃測，在標註位置半徑 500 公尺範圍內，發現約 25 個大小不一之人工漁礁，最淺深度為 26.10 公尺，測掃成果如下，漁礁群最淺坐標及深度如下表 4-12。

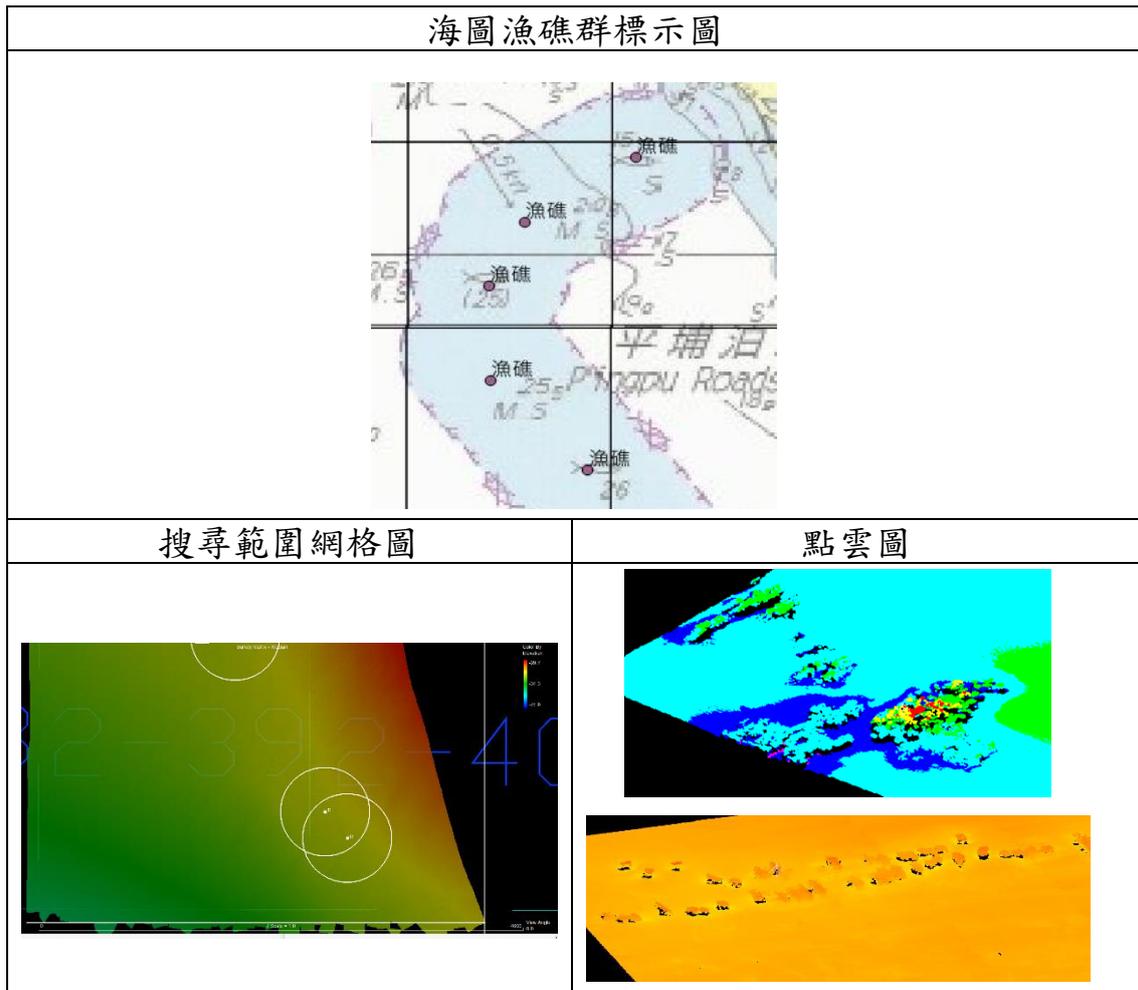


表 4-12 漁礁群坐標位置表

特徵物名稱	中心位置經緯度			最淺水深	大小
	度	分	秒		
漁礁群	經	120	35	11.542218	-26.10
	緯	22	18	16.280399	

(十)、疑似漁礁群 IDF6, F7

本漁礁群標示於漁業署禁漁區公告，位於林邊外海約 3~4 公里處的位置，經多音束全面掃測，在標註兩個位置半徑 500 公尺範圍內，發現約 33 個大小不一之人工漁礁、天然漁礁或沈船，最淺深度為 19.39 公尺，測掃成果如下，漁礁群最淺坐標及深度如下表 4-13。

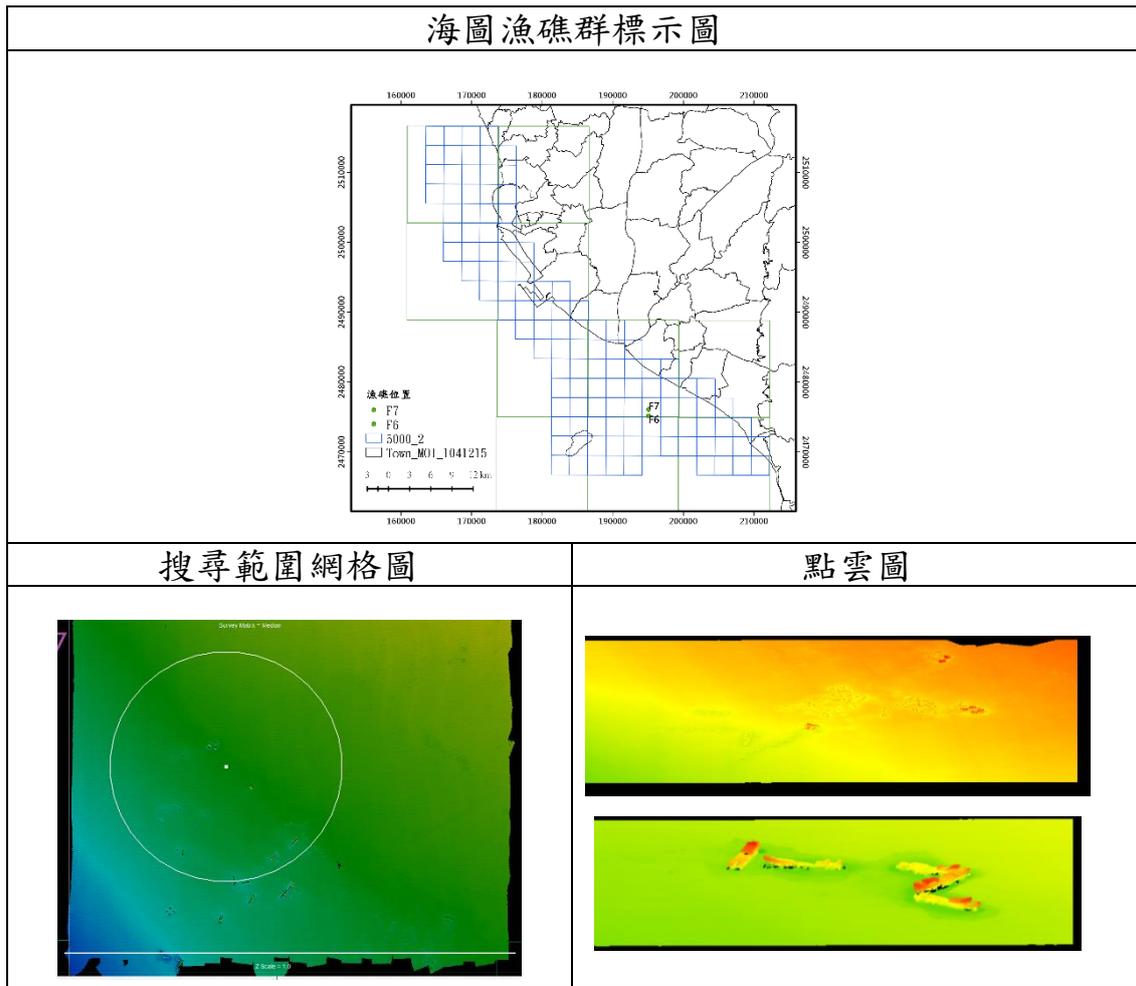


表 4-13 漁礁群坐標位置表

特徵物名稱	中心位置經緯度				最淺水深	大小
	度	分	秒			
漁礁群	經	120	28	10.784725	-19.39	
	緯	22	22	40.196199		

#### 4.5 新發現之成果

本次搜尋總計發現兩個新的航礙物，分別命名為 *New1* 及 *New2*。

##### (一)、新發現之礁石(*New1*)

本漁礁群在海圖及漁業署禁漁區資料都無標示，位於林邊外海約 2 公里處的位置，發現一約 10 公尺長之天然礁石，最淺深度為 18.65 公尺，測掃成果如下，此礁石最淺坐標及深度如下表 4-14。

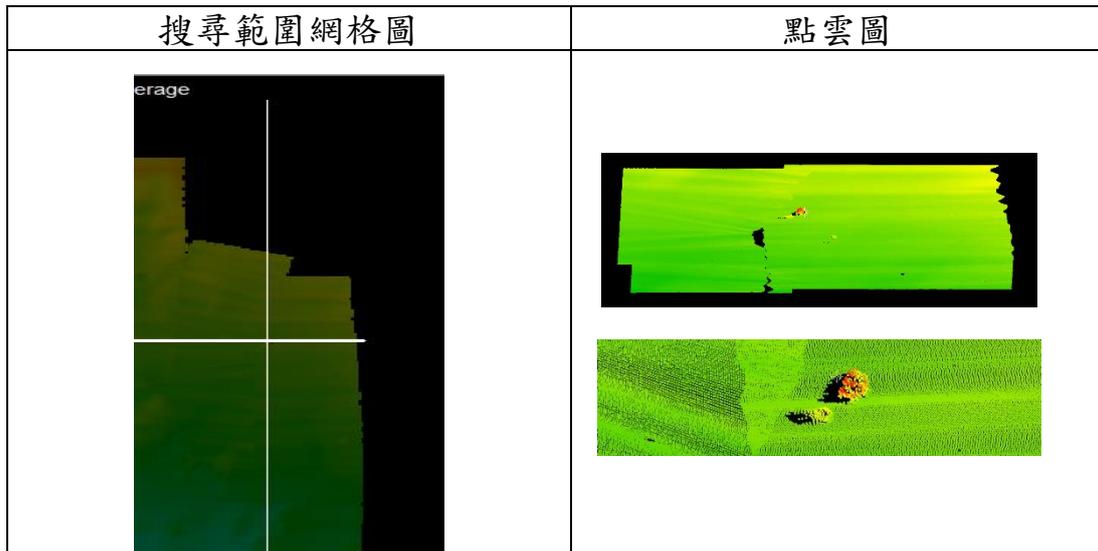


表 4-14 新發現之礁石坐標位置表

特徵物名稱	中心位置經緯度			最淺水深	大小	
	度	分	秒			
漁礁群	經	120	28	10.784725	-18.65	約 10 公尺 長
	緯	22	22	40.196199		

##### (二)、新發現之漁礁群(*New2*)

本漁礁群在海圖及漁業署禁漁區資料都無標示，位於小琉球島嶼西南海域的位置，發現約 32 個大小不一之人工漁礁、天然漁礁或沈船，最淺深度 28.35 公尺，測掃成果如下，此新發現之漁礁群最淺坐標及深度如下表 4-15。

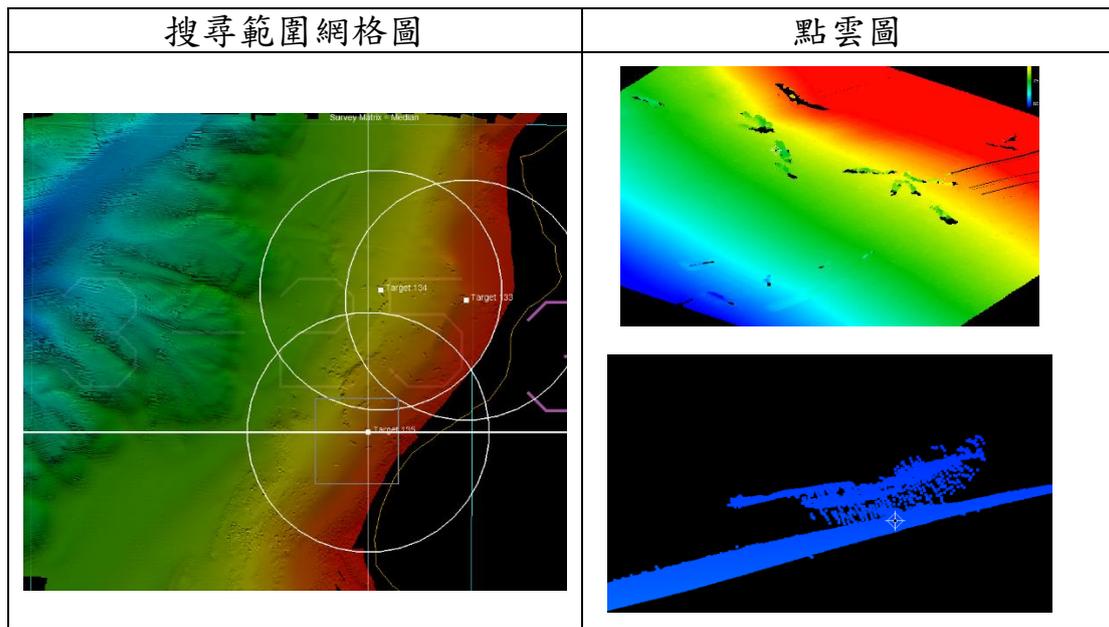


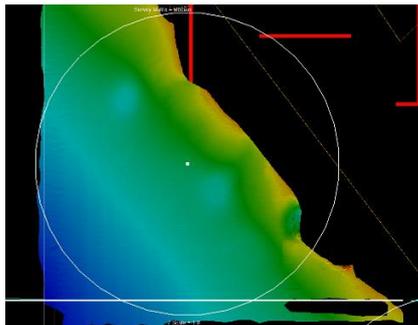
表 4-15 新發現之漁礁群坐標位置表

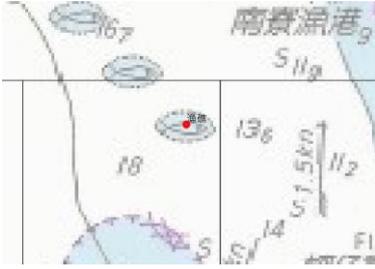
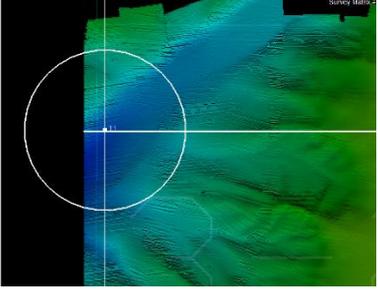
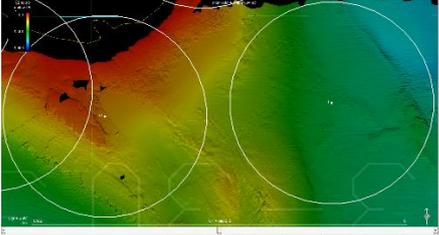
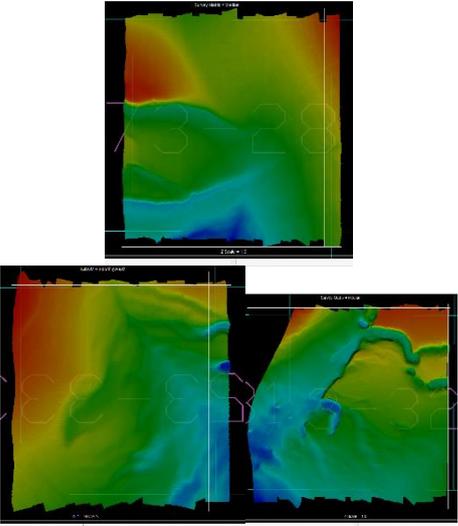
特徵物名稱	中心位置經緯度			最淺水深	大小
	度	分	秒		
漁礁群	經	120	21	21.591635	-28.35
	緯	22	20	7.051987	

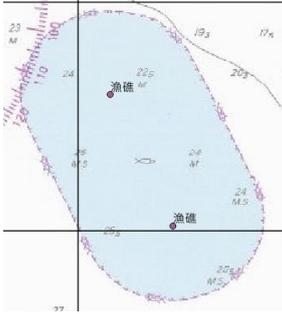
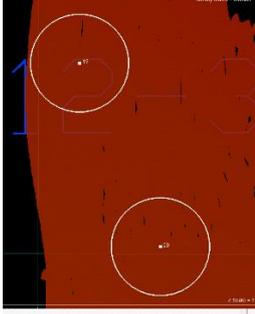
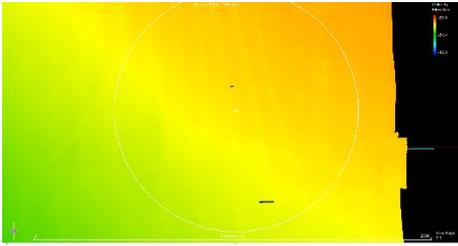
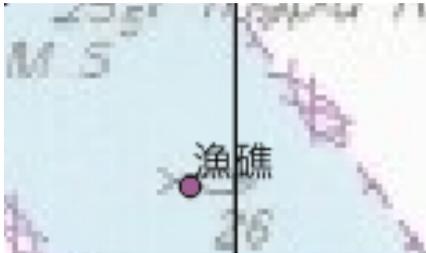
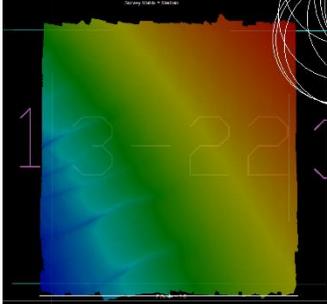
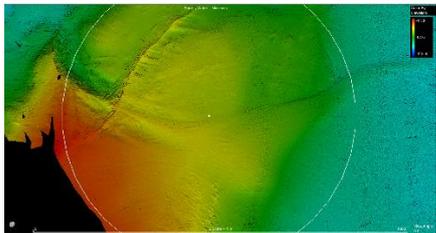
#### 4.6 未發現之特徵物說明

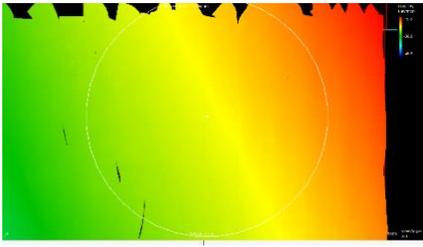
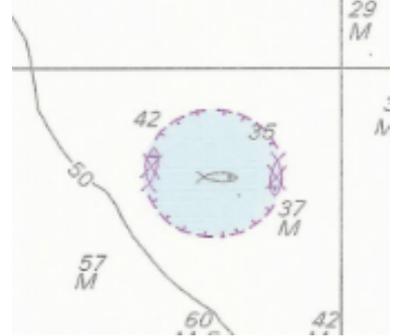
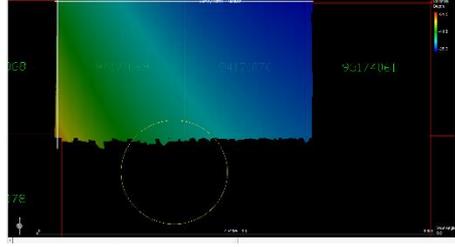
本案在特徵物搜尋中，28 處海圖礙航物件與 8 處人工漁礁禁航區之蒐尋成果，共有 17 處有發現特徵物，另外搜尋到兩處新發現之特徵物，其他 11 處並未發現可疑之特徵物，這 11 處之水深資料顯示如表 4-16。

表 4-16 未發現之特徵物

特徵物	海圖顯示	資料蒐尋成果
沈船		

特徵物	海圖顯示	資料蒐尋成果
漁礁		
漁礁		
漁礁		
漁礁		

特徵物	海圖顯示	資料蒐尋成果
漁礁		
漁礁		
漁礁		
沈船		

特徵物	海圖顯示	資料蒐尋成果
沈船		
漁礁		

## 第五章 自我檢核方式及處理原則說明

水深測量作業為保證其資料之品質，符合規範之要求，會針對多音束或單音束測量資料的 1.內精度 2.外精度 3.測線重疊區精度進行檢核，並參照 *IHO S-44* 的規範檢核資料是否符合精度範圍。

精度比對採用 *Fledermaus* 軟體，首先將各測深系統比對基準地形距離反比權重方式以 *FledermausDMagic* 工具內插製作成網格 *SD* 檔(網格大小為  $5m*5m$ )，如圖 5-1，再以 *Fledermaus CrossCheck* 工具將已內插好之網格 *SD* 檔與重疊點雲資料進行資料分析，得出精度結果，如錯誤! 找不到參照來源。，最後製成表格，各項資料檢核成果如下：

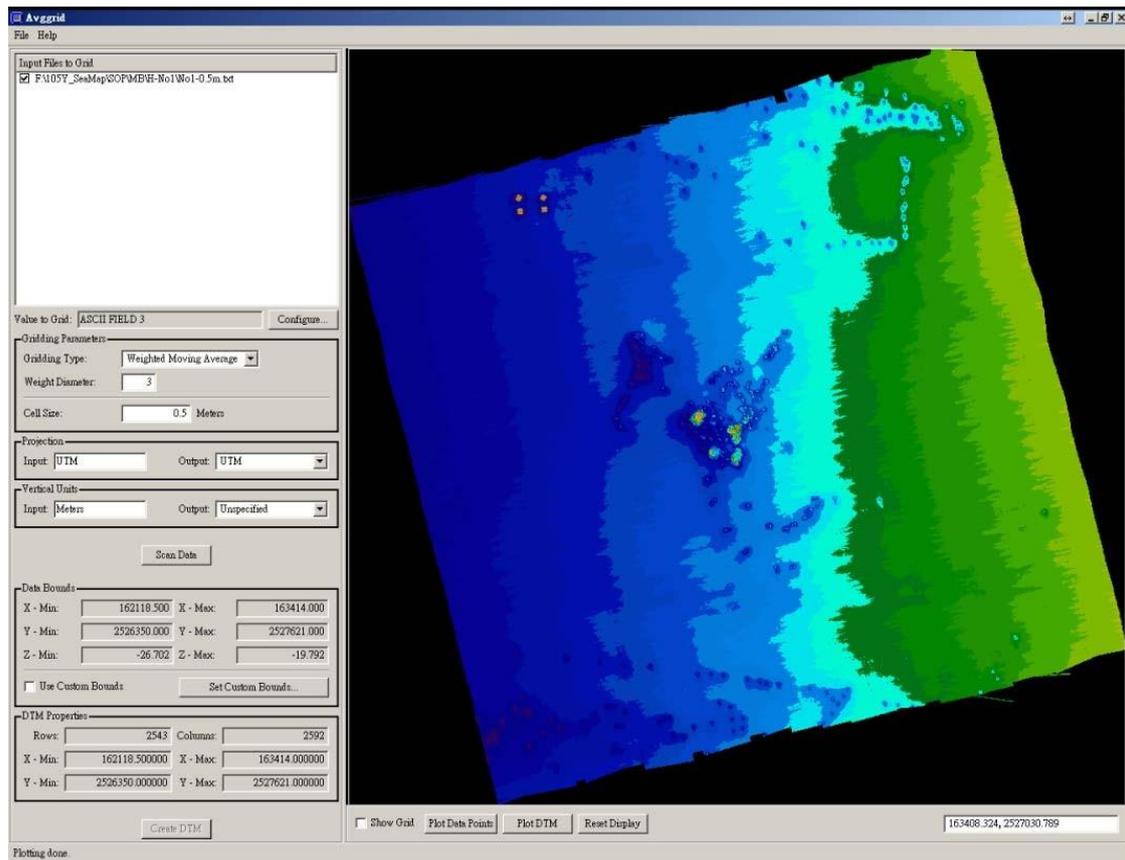


圖 5-1 *Fledermaus* 製作網格 *SD* 檔畫面

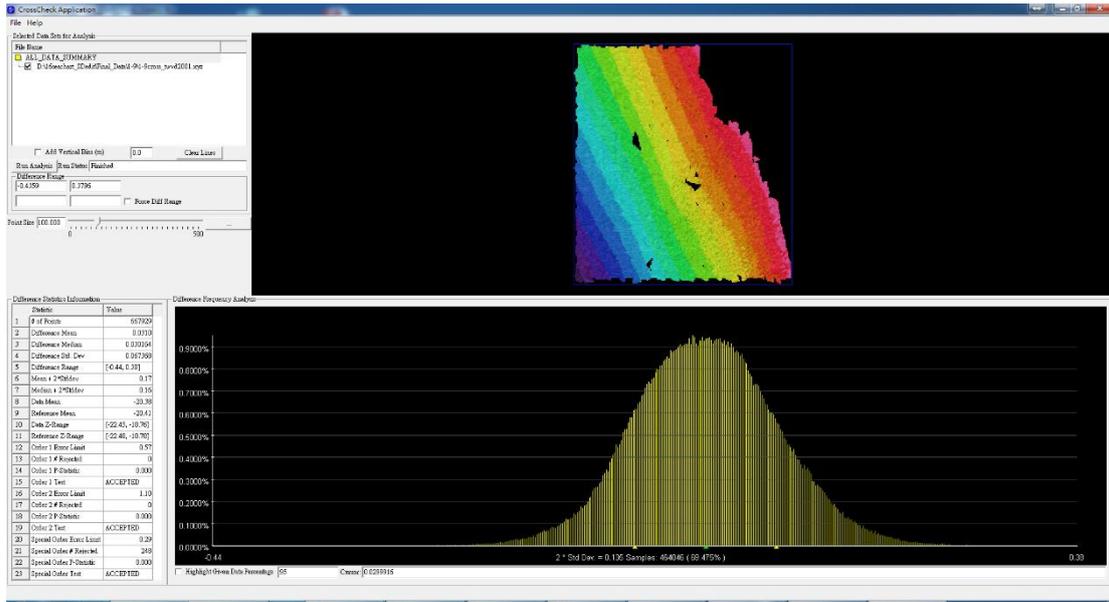


圖 5- 2 *Fledermaus* 檢核測試畫面

因本案水深測量高程資料分為正高系統及橢球高系統，為求各系統資料精度皆符合規範，以下內容將分別針對正高系統與橢球高系統之精度分析進行說明。

## 5.1 海域數值地形模型檢核(正高)

### 5.1.1 內精度資料檢核

#### (一)、多音束

多音束內精度資料檢核工作主要是依照各圖幅範圍，使用主測線資料製作成 5 公尺\*5 公尺網格地形高程，再將檢核測線的水深點雲資料做疊合比較，檢核資料是否符合精度要求。詳細精度比較如下**錯誤！找不到參照來源。**，本案檢核各圖幅之內精度，除部分坡度過大<sup>1</sup>區域(詳第 5.3 小節說明)，其餘全數圖幅皆符合 *IHO S-44* 測量規範標準。

表 5- 1 多音束水深資料內精度比較成果

<sup>1</sup> 坡度為表示斜坡的斜度，這個數值往往是以三角函數的正切函數 (*tangent*) 的百分比或千分比數值來陳述，即「爬升高度除以在水平面上的移動距離」。

圖幅編號	檢核總點數	超出特等標準點數	符合特等標準比例	超出一等標準點數	符合一等標準比例	符合標準
94171002	520,044	1,014	99.81%	21	100.00%	特等標準
94171003	1,384,419	8,729	99.37%	436	99.97%	特等標準
94171004	單音束區域					
94171005	單音束區域					
94171006	單音束區域					
94171007	單音束區域					
94171013	520,044	1,014	99.81%	21	100.00%	特等標準
94171014	1,700,989	26,137	98.46%	37	100.00%	特等標準
94171015	1,865,655	141,435	92.42%	26,624	98.57%	一等標準
94171016	單音束區域					
94171017	單音束區域					
94171018	單音束區域					
94171024	1,950,867	93	100.00%	23	100.00%	特等標準
94171025	1,314,405	327	99.98%	0	100.00%	特等標準
94171026	2,296,850	153,934	93.30%	56,403	97.54%	一等標準
94171027	坡度過大區域，詳第 5.3 小節說明					
94171028	單音束區域					
94171029	單音束區域					
94171030	陸地					
94171034	305,770	479	99.84%	76	99.98%	特等標準
94171035	373,557	14,633	96.08%	3,731	99.00%	特等標準
94171036	304,788	111,076	63.56%	38,098	87.50%	二等標準
94171037	坡度過大區域，詳第 5.3 小節說明					
94171038	1,143,410	58,482	94.89%	6,110	99.47%	一等標準
94171039	1,983,054	4,263	99.79%	258	99.99%	特等標準
94171040	1,895,142	8,001	99.58%	0	100.00%	特等標準
94171044	坡度過大區域，詳第 5.3 小節說明					
94171045	509,909	11,613	97.72%	1,564	99.69%	特等標準
94171046	坡度過大區域，詳第 5.3 小節說明					

圖幅編號	檢核總點數	超出特等標準點數	符合特等標準比例	超出一等標準點數	符合一等標準比例	符合標準
94171047	1,054,150	30,239	97.13%	6,218	99.41%	特等標準
94171048	1,455,340	96	99.99%	0	100.00%	特等標準
94171049	40,912	100	99.76%	22	99.95%	特等標準
94171050	1,365,869	6,434	99.53%	0	100.00%	特等標準
94171054	480,649	187,757	60.94%	99,507	79.30%	二等標準
94171055	631,790	34,749	94.50%	8,874	98.60%	一等標準
94171056	1,090,620	153,681	85.91%	28,530	97.38%	一等標準
94171057	1,113,765	610	99.95%	2	100.00%	特等標準
94171058	917,826	290	99.97%	8	100.00%	特等標準
94171059	1,062,862	10	100.00%	0	100.00%	特等標準
94171060	1,373,192	319	99.98%	2	100.00%	特等標準
94171064	744,122	64,204	91.37%	20,273	97.28%	一等標準
94171065	747,093	64,504	91.37%	19,153	97.44%	一等標準
94171066	1,106,948	60,568	94.53%	21,574	98.05%	一等標準
94171067	932,508	1,206	99.87%	118	99.99%	特等標準
94171068	827,996	274	99.97%	0	100.00%	特等標準
94171069	1,046,220	302	99.97%	22	100.00%	特等標準
94171070	1,492,174	506	99.97%	3	100.00%	特等標準
94171074	1,064,916	179,293	83.16%	32,641	96.93%	一等標準
94171075	517,080	5,638	98.91%	751	99.85%	特等標準
94171076	603,963	1,475	99.76%	280	99.95%	特等標準
94171077	710,207	12,447	98.25%	467	99.93%	特等標準
94171078	754,252	973	99.87%	2	100.00%	特等標準
94182011	左營軍區					
94182021	左營軍區					
94182031	陸地					
94182041	6,655,918	5,760	99.91%	722	99.99%	特等標準
94182051	2,200,762	45,830	97.92%	34,092	98.45%	特等標準
94182061	2,123,584	8,239	99.61%	79	100.00%	特等標準

圖幅編號	檢核總點數	超出特等標準點數	符合特等標準比例	超出一等標準點數	符合一等標準比例	符合標準
94182062	陸地					
94182071	2,396,137	2,161	99.91%	395	99.98%	特等標準
94182072	3,206,333	933	99.97%	0	100.00%	特等標準
94182081	1,007,259	41,795	95.85%	1,510	99.85%	特等標準
94182082	711,642	1,047	99.85%	0	100.00%	特等標準
94182083	南星計畫區					
94182084	南星計畫區					
94182091	942,302	4,422	99.53%	95	99.99%	特等標準
94182092	1,611,276	4,768	99.70%	187	99.99%	特等標準
94182093	單音束區域					
94182094	單音束區域					
94182095	陸地					
94183007	2,215,846	191	99.99%	0	100.00%	特等標準
94183008	1,118,412	5	100.00%	0	100.00%	特等標準
94183009	單音束區域					
94183010	單音束區域					
94183017	1,915,433	109	99.99%	14	100.00%	特等標準
94183018	1,883,051	93	100.00%	1	100.00%	特等標準
94183019	左營軍區					
94183020	左營軍區					
94183027	972,028	12,915	98.67%	2,274	99.77%	特等標準
94183028	1,915,433	3,956	99.79%	3	100.00%	特等標準
94183029	1,253,346	1,018	99.92%	3	100.00%	特等標準
94183030	左營軍區					
94183037	513,063	26,308	94.87%	4,037	99.21%	一等標準
94183038	1,470,119	3,412	99.77%	61	100.00%	特等標準
94183039	675,262	1,004	99.85%	0	100.00%	特等標準
94183040	單音束區域					
94183048	987,829	23,436	97.63%	10,002	98.99%	特等標準

圖幅編號	檢核總點數	超出特等標準點數	符合特等標準比例	超出一等標準點數	符合一等標準比例	符合標準
94183049	1,160,197	706	99.94%	0	100.00%	特等標準
94183050	6,655,918	5,760	99.91%	722	99.99%	特等標準
94183058	336,258	19,447	94.22%	1,912	99.43%	一等標準
94183059	1,246,429	4,902	99.61%	79	99.99%	特等標準
94183060	2,243,646	432	99.98%	0	100.00%	特等標準
94183068	748,555	271	99.96%	10	100.00%	特等標準
94183069	1,299,885	12,675	99.02%	187	99.99%	特等標準
94183070	1,616,739	4,543	99.72%	3	100.00%	特等標準
94183079	585,851	2,101	99.64%	0	100.00%	特等標準
94183080	1,267,791	54	100.00%	0	100.00%	特等標準
94183090	954,904	5,204	99.46%	78	99.99%	特等標準
95174031	陸地					
95174032	陸地					
95174041	單音束區域					
95174042	單音束區域					
95174043	單音束區域					
95174051	1,750,673	6,910	99.61%	1	100.00%	特等標準
95174052	1,917,036	56,732	97.04%	654	99.97%	特等標準
95174053	單音束區域					
95174054	單音束區域					
95174061	1,836,115	70,614	96.15%	0	100.00%	特等標準
95174062	1,870,887	149,380	92.02%	729	99.96%	一等標準
95174063	1,809,208	8,626	99.98%	4,520	99.75%	特等標準
95174064	單音束區域					
95174065	單音束區域					
95174073	1,622,207	283	99.98%	6	100.00%	特等標準
95174074	910,587	71	99.99%	0	100.00%	特等標準
95174075	單音束區域					
95174076	單音束區域					

## (二)、單音束

單音束內精度資料檢核工作，主要是將主測線之單音束資料先製作成 5 公尺\*5 公尺之網格，再與檢核測線實際測點比較，以計算水深測量成果是否符合規範要求。由於單音束資料量不大，因此直接進行全區單音束資料內精度計算，成果如下表 5-2。

表 5-2 單音束內精度比較成果

載入點數:	27,845				
檢核計算點數:	27,845				
較差平均值(m):	0.001				
較差中誤差(m):	0.001321				
特等精度誤差極限(m)	0.31				
特等精度_不合格筆數:	1,164	不合格率:	4.18%	合格率	95.82%
1 級精度誤差極限(m)	0.59				
1 級精度_不合格筆數:	272	不合格率:	0.98%	合格率	99.02%
符合規範	特等精度規範				

### 5.1.2 外精度資料檢核

比較單音束與多音束水深測量成果資料，在其重疊區域範圍內進行水深資料比對，檢核方法為將多音束水深測量資料製作成 5 公尺\*5 公尺網格地形，再將單音束水深點位資料交疊比較其差異性，如下表 5-3。

表 5-3 外精度重疊檢核資料

超出特等標準 點數	符合特等標準 比例	超出一級標準 點數	符合一級標 準比例	符合標準
1,625	96.03%	19	99.95%	特等標準
4,439	88.54%	107	98.88%	一級標準
2,798	89.48%	0	100.00%	一級標準
2,465	86.09%	92	99.48%	一級標準

### 5.1.3 測線重疊區精度

為了解測線重疊區資料的精度差異，針對相鄰測線資料水深測量資

料進行檢核分析，做法為將依據圖幅分開各主測線資料內插為 5 公尺 \*5 公尺之網格資料，並將相鄰測線資料交互重疊比較其精度，計算是否符合規範要求，成果如下表 5-4。

表 5-4 相鄰測線重疊區精度檢核

圖幅編號	檢核總點數	超出特等標準點數	符合特等標準比例	超出一等標準點數	符合一等標準比例	符合標準
94171002	50,093	210	99.58%	6	99.99%	特等標準
94171003	96,049	880	99.08%	45	99.95%	特等標準
94171004	單音束區域					
94171005	單音束區域					
94171006	單音束區域					
94171007	單音束區域					
94171013	50,486	1,450	97.13%	314	99.38%	特等標準
94171014	103,229	235	99.77%	55	99.95%	特等標準
94171015	178,272	2,305	98.71%	1,144	99.36%	特等標準
94171016	單音束區域					
94171017	單音束區域					
94171018	單音束區域					
94171024	102,246	4,809	95.30%	2,734	97.33%	特等標準
94171025	1,314,405	327	99.98%	0	100.00%	特等標準
94171026	坡度過大區域，詳第 5.3 小節說明					
94171027	坡度過大區域，詳第 5.3 小節說明					
94171028	單音束區域					
94171029	單音束區域					
94171030	陸地					
94171034	坡度過大區域，詳第 5.3 小節說明					
94171035	坡度過大區域，詳第 5.3 小節說明					
94171036	坡度過大區域，詳第 5.3 小節說明					
94171037	坡度過大區域，詳第 5.3 小節說明					
94171038	坡度過大區域，詳第 5.3 小節說明					

94171039	108,346	290	99.73%	30	99.97%	特等標準
94171040	30,388	6	99.98%	1	100.00%	特等標準
94171044	坡度過大區域，詳第 5.3 小節說明					
94171045	坡度過大區域，詳第 5.3 小節說明					
94171046	坡度過大區域，詳第 5.3 小節說明					
94171047	80,651	5,034	93.76%	1,852	97.70%	一等標準
94171048	152,267	1,048	99.31%	102	99.93%	特等標準
94171049	37,310	215	99.42%	97	99.74%	特等標準
94171050	45,307	74	99.84%	0	100.00%	特等標準
94171054	坡度過大區域，詳第 5.3 小節說明					
94171055	112,793	19,552	82.67%	5,455	95.16%	一等標準
94171056	1,090,620	153,681	85.91%	28,530	97.38%	一等標準
94171057	81,181	137	99.83%	16	99.98%	特等標準
94171058	158,375	422	99.73%	10	99.99%	特等標準
94171059	144,373	661	99.54%	49	99.97%	特等標準
94171060	150,036	50	99.97%	2	100.00%	特等標準
94171064	87,419	0	100.00%	0	100.00%	特等標準
94171065	32,483	4,672	85.62%	1,084	96.66%	一等標準
94171066	133,291	152	99.89%	9	99.99%	特等標準
94171067	107,838	254	99.76%	2	100.00%	特等標準
94171068	827,996	274	99.97%	0	100.00%	特等標準
94171069	91,477	73	99.92%	5	99.99%	特等標準
94171070	100,670	4	100.00%	1	100.00%	特等標準
94171074	147,618	78,065	47.12%	36,521	75.26%	二等標準
94171075	98,732	49,383	49.98%	25,513	74.16%	二等標準
94171076	95,822	3,610	96.23%	821	99.14%	特等標準
94171077	280,929	1,704	99.39%	421	99.85%	特等標準
94171078	261,620	147	99.94%	6	100.00%	特等標準
94182011	左營軍區					
94182021	左營軍區					

94182031	陸地					
94182041	6,511,548	246,364	96.22%	96,048	98.52%	特等標準
94182051	29,765	1,456	95.11%	999	96.64%	特等標準
94182061	106,536	270	99.75%	31	99.97%	特等標準
94182062	陸地					
94182071	78,510	73	99.91%	1	100.00%	特等標準
94182072	225,371	2,710	98.80%	756	99.66%	特等標準
94182081	207,563	40,312	80.58%	10,387	95.00%	一等標準
94182082	88,102	5,433	93.83%	1,969	97.77%	一等標準
94182083	南星計畫區					
94182084	南星計畫區					
94182091	80,030	2,967	96.29%	176	99.78%	特等標準
94182092	82,746	817	99.01%	25	99.97%	特等標準
94182093	單音束區域					
94182094	單音束區域					
94182095	陸地					
94183007	98,628	2	100.00%	1	100.00%	特等標準
94183008	50,559	76	99.85%	38	99.92%	特等標準
94183009	單音束區域					
94183010	單音束區域					
94183017	88,578	816	99.08%	19	99.98%	特等標準
94183018	95,816	333	99.65%	38	99.96%	特等標準
94183019	左營軍區					
94183020	左營軍區					
94183027	91,418	3,205	96.49%	889	99.03%	特等標準
94183028	99,720	15	99.99%	2	100.00%	特等標準
94183029	45,711	131	99.71%	9	99.98%	特等標準
94183030	左營軍區					
94183037	220,260	4,242	98.07%	340	99.85%	特等標準
94183038	102,595	24	99.98%	1	100.00%	特等標準

94183039	69,252	35	99.95%	1	100.00%	特等標準
94183040	單音束區域					
94183048	85,780	3,987	95.35%	903	98.95%	特等標準
94183049	97,477	107	99.89%	2	100.00%	特等標準
94183050	6,511,548	246,364	96.22%	96,048	98.52%	特等標準
94183058	122,405	17,559	85.66%	3,576	97.08%	一等標準
94183059	85,055	897	98.95%	97	99.89%	特等標準
94183060	96,103	404	99.58%	47	99.95%	特等標準
94183068	191,614	35,294	81.58%	11,823	93.83%	二等標準
94183069	105,981	2,218	97.91%	252	99.76%	特等標準
94183070	86,111	39	99.95%	3	100.00%	特等標準
94183079	63,455	1,184	98.13%	30	99.95%	特等標準
94183080	89,552	83	99.91%	1	100.00%	特等標準
94183090	25,903	3,000	88.42%	129	99.50%	一等標準
95174031	陸地					
95174032	陸地					
95174041	單音束區域					
95174042	單音束區域					
95174043	單音束區域					
95174051	43,633	80	99.82%	0	100.00%	特等標準
95174052	33,921	1,453	95.72%	1	100.00%	特等標準
95174053	單音束區域					
95174054	單音束區域					
95174061	91,336	2,648	97.10%	6	99.99%	特等標準
95174062	55,108	2,565	95.35%	4	99.99%	特等標準
95174063	134,042	132	99.90%	59	99.96%	特等標準
95174064	單音束區域					
95174065	單音束區域					
95174073	165,144	152	99.91%	9	99.99%	特等標準
95174074	60,788	0	100.00%	0	100.00%	特等標準

95174075	單音束區域
95174076	單音束區域

## 5.2 海域數值地形模型檢核(橢球高)

### 5.2.1 內精度資料檢核

#### (一)、多音束

多音束內精度資料檢核工作主要是依照各圖幅範圍，使用主測線資料製作成 5 公尺\*5 公尺網格地形高程，再將檢核測線的水深點雲資料做疊合比較，檢核資料是否符合精度要求。本案檢核各圖幅之內精度，除部分坡度過大區域(詳第 5.3 小節說明)，其餘全數圖幅皆符合 IHO S-44 測量規範標準，詳細精度比較如下表 5-5。

表 5-5 多音束水深資料內精度比較成果

圖幅編號	檢核總點數	超出特等標準點數	符合特等標準比例	超出一等標準點數	符合一等標準比例	符合標準
94171002	1,558,422	113,634	92.71%	14,636	99.06%	一等標準
94171003	1,384,419	72,110	94.79%	1,435	99.90%	一等標準
94171004	單音束區域					
94171005	單音束區域					
94171006	單音束區域					
94171007	單音束區域					
94171013	506,526	5,915	98.83%	66	99.99%	特等標準
94171014	1,700,989	13,728	99.19%	102	99.99%	特等標準
94171015	1,859,936	164,925	91.13%	33,032	98.22%	一等標準
94171016	單音束區域					
94171017	單音束區域					
94171018	單音束區域					
94171024	1,950,867	16,143	99.17%	48	100.00%	特等標準
94171025	1,314,405	4,088	99.69%	0	100.00%	特等標準
94171026	1,480,900	207,661	85.98%	73,621	95.03%	一等標準

94171027	坡度過大區域，詳第 5.3 小節說明					
94171028	單音束區域					
94171029	單音束區域					
94171030	陸地					
94171034	305,770	523	99.83%	90	99.97%	特等標準
94171035	373,557	17,075	95.43%	4,665	98.75%	特等標準
94171036	308,241	110,458	64.17%	42,159	86.32%	二等標準
94171037	坡度過大區域，詳第 5.3 小節說明					
94171038	1,132,107	69,611	93.85%	6,207	99.45%	一等標準
94171039	1,983,054	7,791	99.61%	319	99.98%	特等標準
94171040	1,895,142	23,918	98.74%	299	99.98%	特等標準
94171044	坡度過大區域，詳第 5.3 小節說明					
94171045	509,909	21,306	95.82%	2,948	99.42%	特等標準
94171046	坡度過大區域，詳第 5.3 小節說明					
94171047	1,054,150	184,853	82.46%	15,495	98.53%	一等標準
94171048	1,455,340	1,124	99.92%	0	100.00%	特等標準
94171049	1,469,217	11,744	99.20%	2,850	99.81%	特等標準
94171050	1,365,869	164,871	87.93%	1,083	99.92%	一等標準
94171054	坡度過大區域，詳第 5.3 小節說明					
94171055	631,790	59,633	90.56%	18,172	97.12%	一等標準
94171056	942,095	214,656	77.22%	40,766	95.67%	一等標準
94171057	1,113,765	10,148	99.09%	65	99.99%	特等標準
94171058	917,826	4,198	99.54%	15	100.00%	特等標準
94171059	1,062,862	297	99.97%	0	100.00%	特等標準
94171060	1,373,192	4,376	99.68%	6	100.00%	特等標準
94171064	744,122	95,967	87.10%	31,463	95.77%	一等標準
94171065	249,495	15,291	93.87%	3,392	98.64%	一等標準
94171066	1,106,948	32,679	97.05%	102,916	90.70%	一等標準
94171067	932,508	4,260	99.54%	229	99.98%	特等標準
94171068	803,275	96,136	88.03%	542	99.93%	一等標準

94171069	1,046,220	23,885	97.72%	48	100.00%	特等標準
94171070	1,492,174	7,224	99.52%	7	100.00%	特等標準
94171074	658,082	187,870	71.45%	30,398	95.38%	一等標準
94171075	415,049	9,163	97.79%	1,191	99.71%	一等標準
94171076	603,964	2,048	99.66%	388	99.94%	特等標準
94171077	710,207	45,683	93.57%	1,705	99.76%	一等標準
94171078	754,252	20,910	97.23%	83	99.99%	特等標準
94182011	左營軍區					
94182021	左營軍區					
94182031	陸地					
94182041	6,655,918	5,466	99.92%	2,123	99.97%	特等標準
94182051	2,200,762	40,899	98.14%	33,820	98.46%	特等標準
94182061	2,123,584	6,410	99.70%	90	100.00%	特等標準
94182062	陸地					
94182071	1,764,775	1,348	99.92%	0	100.00%	特等標準
94182072	3,206,384	4,583	99.86%	0	100.00%	特等標準
94182081	1,007,259	207,550	79.39%	19,695	98.04%	一等標準
94182082	716,054	1,850	99.74%	21	100.00%	特等標準
94182083	南星計畫區					
94182084	南星計畫區					
94182091	942,302	240,357	74.49%	2,214	99.77%	一等標準
94182092	1,611,276	38,563	97.61%	175	99.99%	特等標準
94182093	單音東區域					
94182094	單音東區域					
94182095	陸地					
94183007	2,215,846	13,131	99.41%	27	100.00%	特等標準
94183008	1,118,412	2,667	99.76%	2	100.00%	特等標準
94183009	單音東區域					
94183010	單音東區域					
94183017	1,798,544	1,404	99.92%	16	100.00%	特等標準

94183018	1,883,051	17,019	99.10%	2	100.00%	特等標準
94183019	左營軍區					
94183020	左營軍區					
94183027	972,028	27,761	97.14%	3,054	99.69%	特等標準
94183028	1,915,433	9,887	99.48%	31	100.00%	特等標準
94183029	1,253,346	10,962	99.13%	14	100.00%	特等標準
94183030	左營軍區					
94183037	3,394,464	273,786	91.93%	62,082	98.17%	一等標準
94183038	1,470,119	15,302	98.96%	72	100.00%	特等標準
94183039	675,262	2,763	99.59%	0	100.00%	特等標準
94183040	單音東區域					
94183048	987,829	70,200	92.89%	15,967	98.38%	一等標準
94183049	11,160,197	5,125	99.95%	27	100.00%	特等標準
94183050	6,655,918	5,466	99.92%	2,123	99.97%	特等標準
94183058	336,258	41,225	87.74%	4,678	98.61%	一等標準
94183059	1,246,831	23,668	98.10%	247	99.98%	特等標準
94183060	2,243,646	4,419	99.80%	1	100.00%	特等標準
94183068	797,501	109	99.99%	1	100.00%	特等標準
94183069	993,216	2,313	99.77%	106	99.99%	特等標準
94183070	1,613,096	54,083	96.65%	584	99.96%	特等標準
94183079	994,760	23,751	97.61%	2,270	99.77%	特等標準
94183080	1,452,505	666	99.95%	29	100.00%	特等標準
94183090	954,903	21,881	97.71%	696	99.93%	特等標準
95174031	陸地					
95174032	陸地					
95174041	單音東測區					
95174042	單音東測區					
95174043	單音東測區					
95174051	1,750,673	52,489	97.00%	751	99.96%	特等標準
95174052	1,917,036	62,852	96.72%	205	99.99%	特等標準

95174053	單音束測區					
95174054	單音束測區					
95174061	1,836,115	187,434	89.79%	1,012	99.94%	一等標準
95174062	1,870,887	108,176	94.22%	108,176	100.00%	一等標準
95174063	1,809,208	31,495	98.17%	5,865	99.68%	特等標準
95174064	單音束測區					
95174065	單音束測區					
95174073	1,622,207	6,419	99.60%	16	100.00%	特等標準
95174074	910,587	595	99.93%	0	100.00%	特等標準
95174075	單音束測區					
95174076	單音束測區					

## (二)、單音束

單音束內精度資料檢核工作，主要是將主測線之單音束資料先製作成 5 公尺\*5 公尺之網格，再與檢核測線實際測點比較，以計算水深測量成果是否符合規範要求。由於單音束資料量不大，因此直接進行全區單音束資料內精度計算，成果如下表 5-6。

表 5-6 單音束內精度比較成果

載入點數:	27,845					
檢核計算點數:	27,845					
較差平均值(m):	-0.0413					
較差中誤差(m):	0.23194					
特等精度誤差極限(m)	0.31					
特等精度_不合格筆數:	5,986	不合格率:	21.50%	合格率	78.50%	
1 級精度誤差極限(m)	0.59					
1 級精度_不合格筆數:	931	不合格率:	3.34%	合格率	96.66%	
符合規範	特等精度規範					

### 5.2.2 外精度資料檢核

比較單音束與多音束水深測量成果資料，在其重疊區域範圍內進行水深資料比對，檢核方法為將多音束水深測量資料製作成 5 公尺\*5 公尺網格地形，再將單音束水深點位資料交疊比較其差異性，如下表

5-7。

表 5-7 外精度重疊檢核資料

圖幅編號	檢核總點數	超出特等標準點數	符合特等標準比例	超出一級標準點數	符合一級標準比例	符合標準
1-6	40,934	5,221	87.25%	47	99.89%	一級標準
1-9	41,868	9,411	77.52%	82	99.80%	一級標準
1-40	26,598	1,058	96.02%	0	100.00%	特等標準
2-9	17,717	4,590	74.09%	96	99.46%	一級標準

### 5.2.3 測線重疊區精度

為了解測線重疊區資料的精度差異，針對相鄰測線資水深測量資料進行檢核分析，做法為將依據圖幅分開各主測線資料內插為 5 公尺\*5 公尺之網格資料，並將相鄰測線資料重疊比較其精度，計算是否符合規範要求，成果如下表 5-8。其中，本次所測量的高屏峽谷地區深度達 500 公尺，短距離變化深度可從 50 公尺變化為 450 公尺，峽谷兩側的平均坡度可達  $10^\circ$ ，正弦值約 0.2，以 5 公尺網格計算，峽谷區域的地形垂直變化可達 1 公尺，遠超過特等及 1 等標準的最高容許範圍。因此在精度檢核工作中，水深點容易超出精度規範範圍，產生資料無法符合規範的成果，已於第 5.3 小節說明之。

表 5-8 相鄰測線重疊區精度檢核

圖幅編號	檢核總點數	超出特等標準點數	符合特等標準比例	超出一等標準點數	符合一等標準比例	符合標準
94171002	7,500,782	210,091	97.20%	4,828	99.94%	特等標準
94171003	22,261,724	946,818	95.75%	110,800	99.50%	特等標準
94171004	單音束測區					
94171005	單音束測區					
94171006	單音束測區					
94171007	單音束測區					
94171013	6,198,751	589,918	90.48%	204,434	96.70%	一等標準
94171014	49,503,800	1,036,672	97.91%	134,765	99.73%	特等標準

94171015	41,124,929	1,647,615	95.99%	247,414	99.40%	特等標準
94171016	單音束測區					
94171017	單音束測區					
94171018	單音束測區					
94171024	102,246	4,809	95.30%	2,734	97.33%	特等標準
94171025	34,302,534	273,331	99.20%	42,884	99.87%	特等標準
94171026	坡度過大區域，詳第 5.3 小節說明					
94171027	坡度過大區域，詳第 5.3 小節說明					
94171028	單音束測區					
94171029	單音束測區					
94171030	陸地					
94171034	坡度過大區域，詳第 5.3 小節說明					
94171035	坡度過大區域，詳第 5.3 小節說明					
94171036	坡度過大區域，詳第 5.3 小節說明					
94171037	坡度過大區域，詳第 5.3 小節說明					
94171038	坡度過大區域，詳第 5.3 小節說明					
94171039	43,135,585	311,620	99.28%	9,668	99.98%	特等標準
94171040	9,062,236	73,002	99.19%	629	99.99%	特等標準
94171044	坡度過大區域，詳第 5.3 小節說明					
94171045	坡度過大區域，詳第 5.3 小節說明					
94171046	坡度過大區域，詳第 5.3 小節說明					
94171047	80,651	5,034	93.76%	1,852	97.70%	一等標準
94171048	16,117,582	128,210	99.20%	11,251	99.93%	特等標準
94171049	33,093	352	98.94%	91	99.73%	特等標準
94171050	9,544,560	160,431	98.32%	1,093	99.99%	特等標準
94171054	坡度過大區域，詳第 5.3 小節說明					
94171055	112,793	19,552	82.67%	5,455	95.16%	一等標準
94171056	1,764,008	93,646	94.69%	17,259	99.02%	一等標準
94171057	4,598,695	42,839	99.07%	1,951	99.96%	特等標準
94171058	8,377,419	138,765	98.34%	1,960	99.98%	特等標準

94171059	15,664,544	330,939	97.89%	27,705	99.82%	特等標準
94171060	21,696,134	216,981	99.00%	3,817	99.98%	特等標準
94171064	87,419	0	100.00%	0	100.00%	特等標準
94171065	32,483	4,672	85.62%	1,084	96.66%	一等標準
94171066	133,291	152	99.89%	9	99.99%	特等標準
94171067	4,583,884	58,663	98.72%	426	99.99%	特等標準
94171068	53,733	682	98.73%	5	99.99%	特等標準
94171069	91,477	73	99.92%	5	99.99%	特等標準
94171070	100,670	4	100.00%	1	100.00%	特等標準
94171074	147,618	78,065	47.12%	36,521	75.26%	二等標準
94171075	坡度過大區域，詳第 5.3 小節說明					
94171076	95,822	3,610	96.23%	821	99.14%	特等標準
94171077	280,929	1,704	99.39%	421	99.85%	特等標準
94171078	261,620	147	99.94%	6	100.00%	特等標準
94182011	左營軍區					
94182021	左營軍區					
94182031	陸地					
94182041	79,847,616	642,386	99.20%	428,717	99.46%	特等標準
94182051	43,447,063	1,035,399	97.62%	314,185	99.28%	特等標準
94182061	60,229,426	1,368,389	97.73%	306,997	99.49%	特等標準
94182062	陸地					
94182071	21,475,738	371,406	98.27%	3,655	99.98%	特等標準
94182072	71,088,343	1,534,421	97.84%	448,206	99.37%	特等標準
94182081	51,038,563	24,695,662	51.61%	1,613,922	96.84%	一等標準
94182082	33,433,003	3,889,867	88.37%	1,777,345	94.68%	一等標準
94182083	南星計畫區					
94182084	南星計畫區					
94182091	12,642,533	209,899	98.34%	90,842	99.28%	特等標準
94182092	18,023,120	592,678	96.71%	39,898	99.78%	特等標準
94182093	單音束測區					

94182094	單音束測區					
94182095	陸地					
94183007	16,986,014	1,104	99.99%	13	100.00%	特等標準
94183008	12,775,476	47,575	99.63%	17,952	99.86%	特等標準
94183009	單音束測區					
94183010	單音束測區					
94183017	758,704	131,850	82.62%	13,441	98.23%	一等標準
94183018	14,915,985	69,667	99.53%	14,045	99.91%	特等標準
94183019	左營軍區					
94183020	左營軍區					
94183027	3,901,649	89,948	97.69%	41,220	98.94%	特等標準
94183028	13,701,046	35,725	99.74%	1,541	99.99%	特等標準
94183029	12,585,694	125,892	99.00%	8,717	99.93%	特等標準
94183030	左營軍區					
94183037	220,260	4,242	98.07%	340	99.85%	特等標準
94183038	7,322,791	842	99.99%	121	100.00%	特等標準
94183039	15,472,628	869,295	94.38%	3,230	99.98%	一等標準
94183040	單音束測區					
94183048	4,449,021	132,308	97.03%	20,349	99.54%	一等標準
94183049	5,971,406	102,702	98.28%	1,974	99.97%	特等標準
94183050	79,847,616	642,386	99.20%	428,717	99.46%	特等標準
94183058	122,405	17,559	85.66%	3,576	97.08%	一等標準
94183059	7,865,212	147,752	98.12%	19,707	99.75%	一等標準
94183060	34,999,397	1,115,868	96.81%	217,668	99.38%	特等標準
94183068	191,614	35,294	81.58%	11,823	93.83%	二等標準
94183069	6,372,352	210,140	96.70%	26,653	99.58%	特等標準
94183070	15,753,878	196,005	98.76%	2,897	99.98%	一等標準
94183079	2,924,085	128,465	95.61%	6,233	99.79%	特等標準
94183080	10,241,701	101,253	99.01%	949	99.99%	特等標準
94183090	25,903	3,000	88.42%	129	99.50%	一等標準

95174031	陸地					
95174032	陸地					
95174041	單音束測區					
95174042	單音束測區					
95174043	單音束測區					
95174051	7,479,140	126,625	98.31%	1,263	99.98%	特等標準
95174052	6,674,237	133,981	97.99%	1,322	99.98%	特等標準
95174053	單音束測區					
95174054	單音束測區					
95174061	17,472,899	566,235	96.76%	197	100.00%	特等標準
95174062	12,422,046	817,891	93.42%	280,155	97.74%	一等標準
95174063	24,766,167	217,547	99.12%	22,364	99.91%	特等標準
95174064	單音束測區					
95174065	單音束測區					
95174073	22,341,238	96,736	99.57%	4,360	99.98%	特等標準
95174074	10,615,742	12,720	99.88%	218	100.00%	特等標準
95174075	單音束測區					
95174076	單音束測區					

### 5.3 精度超出標準之圖幅檢核

由於本案地形包含高屏峽谷出海處，因此坡度變化較大，在峽谷兩側，其坡度數值皆超過 20%，造成資料精度比對上的困難。因此本案先對地形成果資料計算，找出地形坡度過大之區域，再依據水深測量資料調查及整理作業說明手冊，先排除坡度過大之區域後，重新計算交錯檢核成果，以內精度交錯檢核成果為例，各高程基準不通過之圖幅如下表 5-9，圖幅位置如圖 5-3，針對這幾幅圖幅資料，將坡度過大的資料刪除後，重新進行資料檢核，其檢核成果皆能符合精度標準，檢核成果如下：

表 5-9 正高交錯檢核不通過之區域

圖幅編號	檢核總點數	超出特級標準點數	符合特級標準比例	超出一級標準點數	符合一級標準比例	符合標準
94171027	782, 827	550, 458	29. 68%	395, 955	49. 42%	不通過
94171037	482, 649	136652	71. 69%	92, 881	80. 76%	不通過
94171044	267, 410	95, 422	64. 32%	55, 897	79. 10%	不通過
94171046	636, 690	266, 901	58. 08%	183, 300	71. 21%	不通過

表 5-10 橢球高交錯檢核不通過之區域

圖幅編號	檢核總點數	超出特級標準點數	符合特級標準比例	超出一級標準點數	符合一級標準比例	符合標準
94171027	782,821	620,385	21%	469865	40%	不通過
94171037	482649	159094	67%	108075	78%	不通過
94171044	267410	105901	60%	64452	76%	不通過
94171046	636690	303667	52%	215256	66%	不通過
94171054	480662	225855	53%	133694	72%	不通過

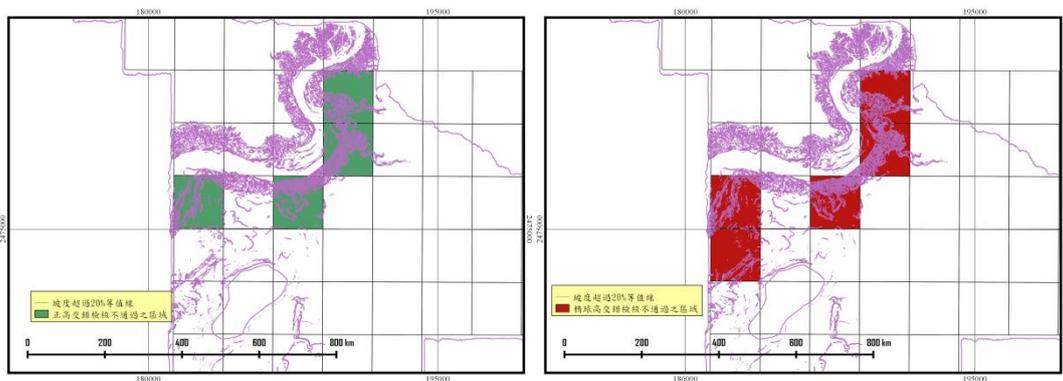


圖 5-3 交錯檢核不通過之區域(左圖為正高，右圖為橢球高)

表 5-11 重新計算後之交錯檢核成果(正高)

圖幅編號	檢核總點數	超出特級標準點數	符合特級標準比例	超出一級標準點數	符合一級標準比例	符合標準
94171027	318,228	52,259	83.58%	15,166	95.23%	一等標準
94171037	371,984	44,776	87.96%	16,496	95.57%	一等標準
94171044	115,485	25,834	77.63%	8,458	92.68%	二等標準
94171046	391,395	102,273	73.87%	58,716	85.00%	二等標準

表 5-12 重新計算後之交錯檢核成果(橢球高)

圖幅編號	檢核總點數	超出特級標準點數	符合特級標準比例	超出一級標準點數	符合一級標準比例	符合標準
94171027	253,522	160,594	37%	69,310	73%	二等標準
94171037	281296	62,597	78%	24,628	91%	二等標準
94171044	134624	27,479	80%	15,661	88%	二等標準
94171046	344254	82,574	76%	44,438	87%	二等標準
94171054	305714	88,087	71%	32,137	89%	二等標準

## 第六章 資料不確定度(TPU Uncertainty)計算差異說明

本案在執行過程中，分別使用 *Hypack* 與 *CARIS HIPS&SIPS* 軟體進行資料後處理。兩套軟體因設計程式的不同，在資料計算及處理有差異。此章節將針對資料不確定度(*TPU Uncertainty*)之計算與地形資料差異性進行說明。

### 6.1 資料不確定度(TPU Uncertainty)之計算差異

#### 6.1.1 Hypack TPU Editor

*Hypack* 針對資料不確定度之計算，設計一工具程式-----*TPU Editor*，此工具程式讓使用者輸入各項使用儀器、環境參數以及基本設定值，輸出個別音束資料不確定度值，並在圖上顯示其在深度不確定度 (*Depth Uncertainty*)(*TVU*)、平面不確定度 (*Position Uncertainty*)(*THU*)以及特徵物搜尋能力(*Target Detection*)與 *IHO* 標準規範的差異程度。此種做法雖能針對單一測深系統案件中，給出一套資料不確定度(*TPU Uncertainty*)，但無法針對個別水深點位的資料不確定度做處理。本案目前所輸出的水深資料於 *Hypack* 軟體計算資料不確定度，皆能符合 *IHO* 標準規範，如表 6-1。

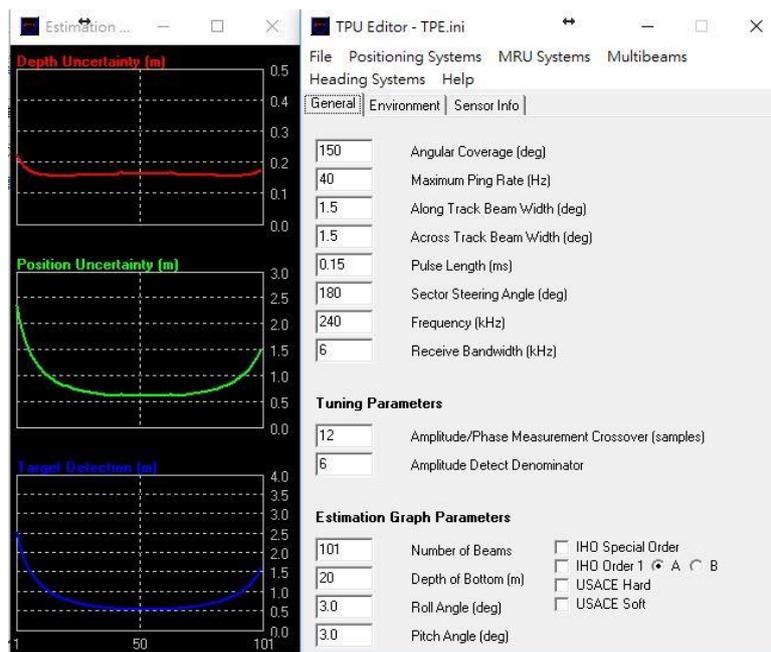


圖 6-1 Hypack TPU Editor 操作介面

表 6-1 各測深系統 *Hypack* 資料不確定度計算成果

系統	TVU	符合標準	THU	符合標準
MB1_2022	0.413	特等	3.933	特等
MB2_2026	0.384	特等	2.218	特等
MB3_2024	0.392	特等	2.994	特等

### 6.1.2 CARIS HIPS&SIPS

*CARIS HIPS&SIPS* 與 *Hypack* 在資料不確定度 (*TPU Uncertainty*) 參數設定上基本上無差異，僅在 *TPU* 資料之計算上，*CARIS HIPS&SIPS* 將環境參數的設定直接參照實際蒐集之水深點位之所在環境，如深度、坡度等，因此會給予個別水深點位一個資料不確定度值，與 *Hypack* 比較有較高的精準度。本案目前所輸出的水深資料於 *CARIS HIPS&SIPS* 軟體計算資料不確定度，皆能符合 *IHO* 標準規範。

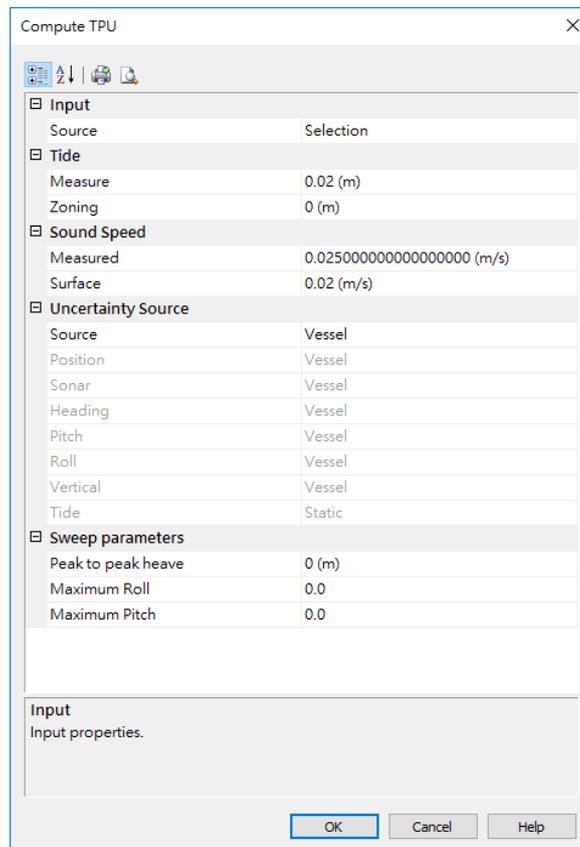


圖 6-2 *CARIS HIPS&SIPS* Compute TPU 畫面

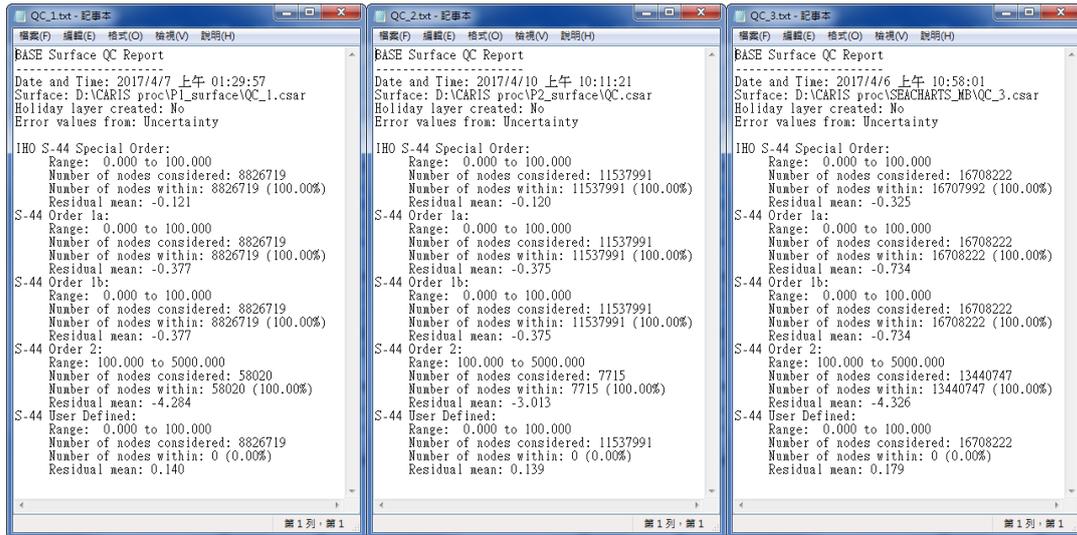


圖 6-3 各批水深資料 *CARIS HIPS&SIPS* 資料不確定度計算成果  
(由左至右分別為第一批成果水深資料到第三批水深成果資料)

### 6.1.3 不確定度(TPU Uncertainty)之計算差異

雖然 *CARIS HIPS&SIPS* 與 *Hypack* 在資料不確定度(TPU Uncertainty)計算的方式雖有差異，但依據需求不同，無法明確指稱孰優孰劣，但針對本案的資料，皆有通過 *IHO* 之標準，無礙成果資料之交付。

### 6.2 兩軟體輸出之地形資料差異

在資料處理時，本案使用 *Hypack* 做為處理軟體，每次處理完成之資料皆存為 *HSX* 檔(*Hypack* 處理記錄檔)，保留所有處理歷程，而在案件結案階段，本案使用 *CARIS HIPS&SIPS* 讀取 *HSX* 檔，將所有資料處理歷程一同輸入至軟體，因此兩軟體共用相同之資料處理歷程，無需於 *CARIS HIPS&SIPS* 重新處理，而在資料點位的計算輸出方面，*CARIS* 與 *Hypack* 略有差異，本案為了解不同軟體輸出之地形資料的差異性，將兩軟體輸出之地形網格資料(從 3 批資料各取一幅)進行資料檢核分析。

為了解兩軟體再輸出地形資料的差異性，針對本案所繳交的 3 批資料，於圖幅編號 94183028(第一批)、94171049(第二批)、94171078(第三批)所輸出之地形網格資料(正高系統)，以 *CARIS HIPS&SIPS* 輸出

之地形，疊上 Hypack 輸出之地形網格檔案進行外精度檢核分析，成果如下：

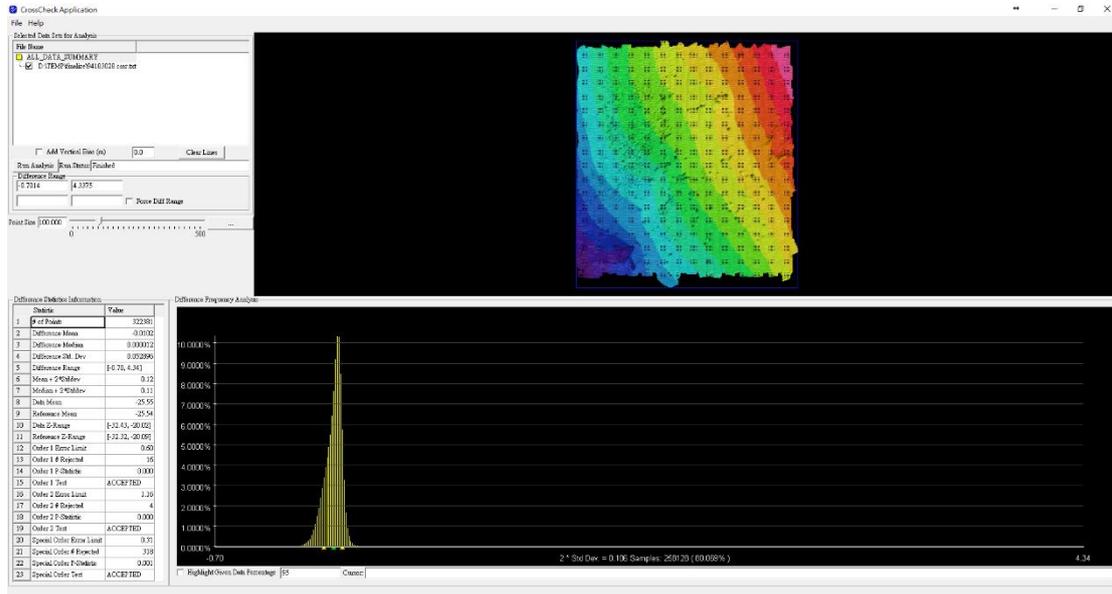


圖 6- 4 94183028 外精度檢核分析成果圖

表 6- 2 94183028 外精度檢核分析成果表

載入點數:	322,381				
檢核計算點數:	322,381				
較差平均值(m):	-0.0102				
較差中誤差(m):	0.000012				
特級精度誤差極限(m)	0.31				
特級精度_不合格筆數:	318	不合格率:	0.10%	合格率	99.90%
1 級精度誤差極限(m)	0.59				
1 級精度_不合格筆數:	16	不合格率:	0.00%	合格率	100.00%
符合規範	特級精度規範				

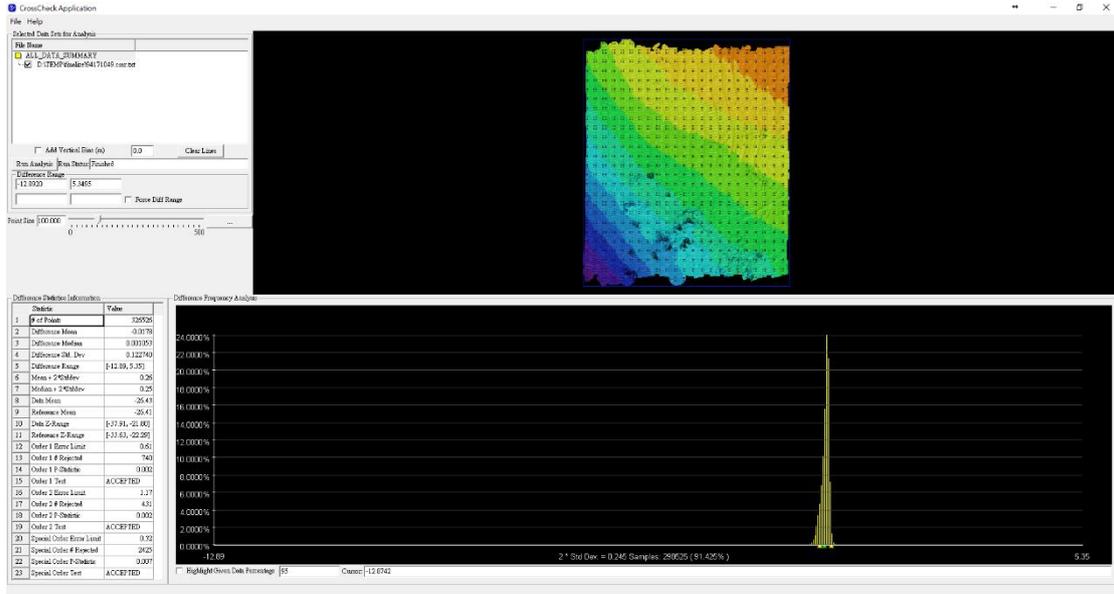


圖 6- 5 94171049 外精度檢核分析成果圖

表 6- 3 94171049 外精度檢核分析成果表

載入點數:	326,526				
檢核計算點數:	326,526				
較差平均值(m):	0.001053				
較差中誤差(m):	0.12274				
特級精度誤差極限(m)	0.31				
特級精度_不合格筆數:	2,425	不合格率:	0.74%	合格率	99.26%
1 級精度誤差極限(m)	0.59				
1 級精度_不合格筆數:	740	不合格率:	0.23%	合格率	99.77%
符合規範	特級精度規範				

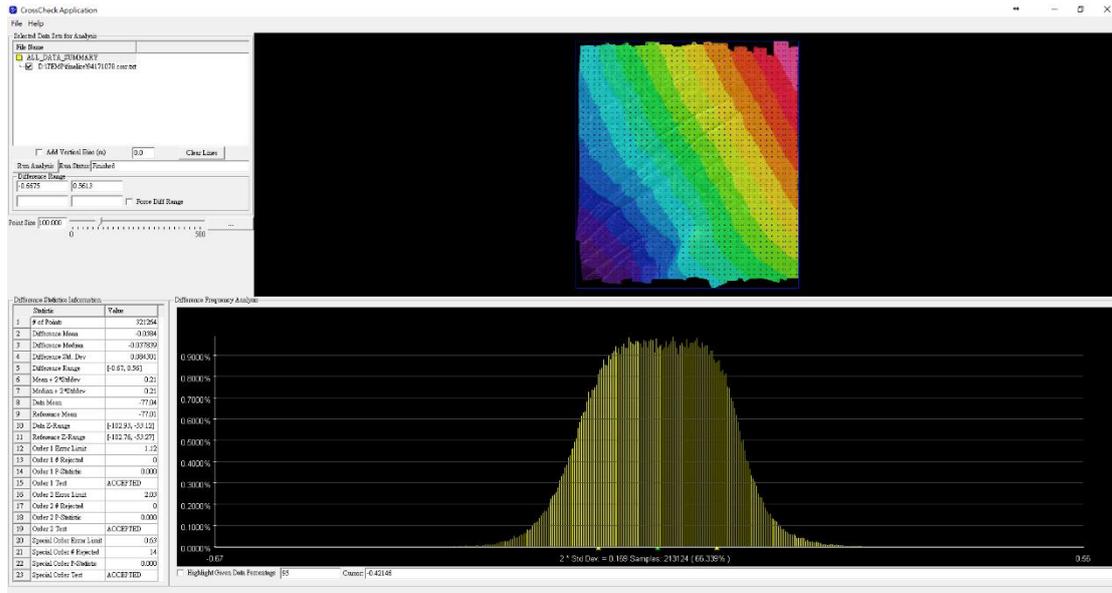


圖 6- 6 94171078 外精度檢核分析成果圖

表 6- 4 94171078 外精度檢核分析成果表

載入點數:	321,264				
檢核計算點數:	321,264				
較差平均值(m):	-0.384				
較差中誤差(m):	-0.084301				
特級精度誤差極限(m)	0.31				
特級精度_不合格筆數:	0	不合格率:	0.00%	合格率	100.00%
1 級精度誤差極限(m)	0.59				
1 級精度_不合格筆數:	0	不合格率:	0.00%	合格率	100.00%
符合規範	特級精度規範				

依照上述檢核成果，兩軟體輸出之地形差異性不大，皆符合 IHO 精度規範，於輸出之成果資料的品質差異較無影響。

## 第七章 檢討與建議

### 7.1 檢討事項

本案原作業期限由 105 年 5 月 6 日開始起算，至 106 年 3 月 1 日結束，總計 300 日曆天，然因進度落後，遲至 106 年 6 月 25 日方繳交工作總報告書。導致進度落後的工項為測深系統適用性評估、海域地形測量及電子航行圖前置資料，以下將針對各進度落後工項詳予檢討並分析原因，並針對往後執行相關作業提出建議。

#### 檢討事項一：測深系統適用性評估

說明：依據本案的期程及合約內容，測深系統適用性評估於 105 年 7 月 4 日前需完成至少 2 套單音束及 2 套多音束系統(因本團隊於服務建議書評選時，承諾將投入 2 套單音束及 3 套多音束系統，故於本案完成總計 5 套系統)，然而，因本團隊船隻調度及協調不佳，加上遭遇梅雨季節及颱風等天候影響，各系統實際完成日期如表 7-1 所示，完成日期超出合約規範。

表 7-1 各套測深系統完成日期

項次	系統名稱	完成日期
1.	SB1_ODOM	105 年 7 月 21 日
2.	SB2_ODOM	105 年 10 月 3 日
3.	MB1_2022	105 年 7 月 7 日
4.	MB2_2026	105 年 9 月 9 日
5.	MB2_2024	105 年 10 月 28 日

#### 歷史經驗學習：

1. 建議未來作業時間必須為 4 月底前完成測深系統適用性評估作業，由於測深系統適用性評估作業的成果好壞，將會影響後續水深資料測量的品質，所以作業環境的要求及限制上會較海域地型測量更為嚴苛，因此，建議後續作業時程，應盡量避免 5-6 月的梅雨季節以及 7-8 月

的颱風季節，方有較好的作業環境及成果品質。

2. 實際作業前，需審慎評估測深系統及船隻的數量，並做好相關調度與時程規劃，避免因調度不力導致後續作業的困難。

### 檢討事項二：海域地形測量

說明：依據本案的期程及合約內容，第一至第三批各階段合約日期及實際繳交日期如表 7-2 所示，導致延遲履約的因素總歸有 3 點，分別是 1. 測深系統適用性評估進度延遲、2. 海象環境不佳，由 7 月至 10 月，陸續遭遇尼伯特颱風、莫蘭蒂颱風、馬勒卡颱風、梅姬颱風及艾利颱風、3. 船隻未做好防颱措施，導致海洋探勘者一號翻覆(圖 7-1 所示)，嚴重影響後續進度。

表 7-2 各批海域地形測量成果繳交日期

項次	系統名稱	合約日期	實際繳交日期
1.	第 1 批海域地形測量成果	105 年 9 月 2 日	105 年 12 月 26 日
2.	第 2 批海域地形測量成果	105 年 11 月 1 日	105 年 1 月 12 日
3.	第 3 批海域地形測量成果	105 年 12 月 31 日	105 年 2 月 18 日



圖 7-1 海洋探勘者一號於港口翻覆

### 歷史經驗學習：

1. 為避免作業海象不佳影響整體進度，建議儀器通過測深系統適用性評估後，應立即出海作業，並隨時備有測深系統待命，以防進度落後時趕工使用。

2. 由於船隻的穩定性也是影響水深資料品質的因素之一，建議可使用鐵殼船作為載台(圖 7-2)，提升船隻的穩定性；另鐵殼船也可進行 24 小時作業，可大幅提升外業的進度和效率。以本年度專案為例，本團隊於 8 月份投入 24 小時作業後，仍可由落後 20%(約 3000 公里測線長度)的進度，於 11 月份趕上全案進度，進度表詳圖 7-3。



圖 7-2 本團隊自有鐵殼船隻

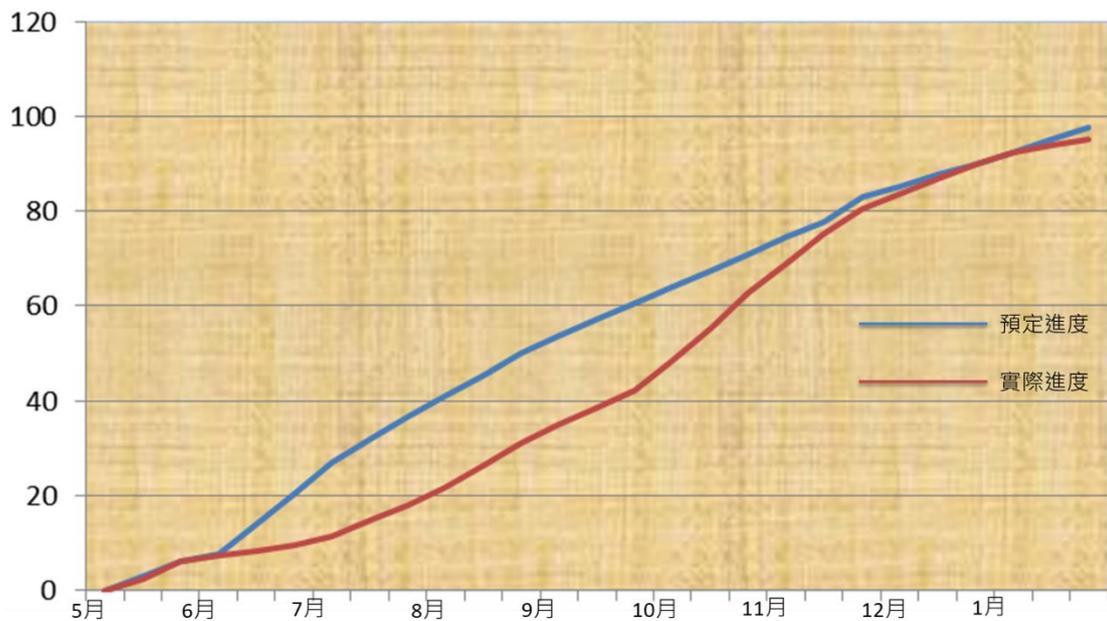


圖 7-3 本案趕工計畫進度甘特圖

### 檢討事項三：電子航行圖前置資料

說明：電子航行圖前置資料為後續製作電子航行圖的關鍵圖資，製作規範依循國際海道測量組織（*International Hydrographic Organization, IHO*）頒布的 *IHO-S57* 規範。然 *IHO-S57* 規範架構相當龐大，承蒙監審方指導與修正，前後歷經四次修正後，始通過審查合格，歷次修正時間與相關文號詳見表 7-3。

表 7-3 第四階段成果審查日期及文號

項次	發文日期	文號
1.	106 年 4 月 14 日	中心海科字第 1062900038 號
2.	106 年 5 月 4 日	中心海科字第 1062900056 號
3.	106 年 6 月 16 日	中心海科字第 1062900083 號
4.	106 年 6 月 19 日	中心海科字第 1062900084 號

歷史經驗學習：如前所述，*IHO-S57* 規範架構相當龐大，因本團隊第一次執行本項業務，相關經驗不足導致進度延宕，建議未來執行電子航行圖前置資料時，需事先蒐集相關的資料及請教相關專案人士，提早進行資料架構的分析與瞭解。

此外，於本報告附件附上監審方各次的審查意見，提供給後續製作電子航行圖前置作業的單位參考，可提升未來產製圖資的效率及正確性。

### 檢討事項四：水深變化過大區域處理方式

說明：本案作業區域位於高屏出海口以及高屏峽谷北段，水深自近岸淺水區到深水區可達 700 公尺案測區，部分區域其坡度甚至大於 20 度，因此，為了確保水深資料品質，外業須注意參數調整，內業進行交錯檢核計算時，需提升主測線網格。

## 歷史經驗學習：

1. 針對外業作業，本團隊於水深較深處，會降低施測船速，同時針對坡度較大區域，依據水深範圍進行分區測量，以求在施測作業時，資料參數的順利調整以及資料的穩定。
2. 依據水深資料調查及整理作業說明，現有水深資料交錯檢核程序，主測線網格是以內插 5 公尺網格，然在坡度變化較大的區域，無法呈現現地地形變化之情形，建議未來針對多音束測區，可將主測線網格縮小為 1 公尺網格，以真實反映現地地形的變化。
3. 另針對水深區域解析度不足 1 公尺網格之區域，建議未來可嘗試採用套裝模組進行航帶重疊數據連結點的高程與訊號強度值 (*Intensity*) 進行連結點的量測，示意圖如圖 7-4，以評估重疊航帶的內部精度不符值，並進一步改正系統誤差，藉此提升水深資料的精度與可信度。

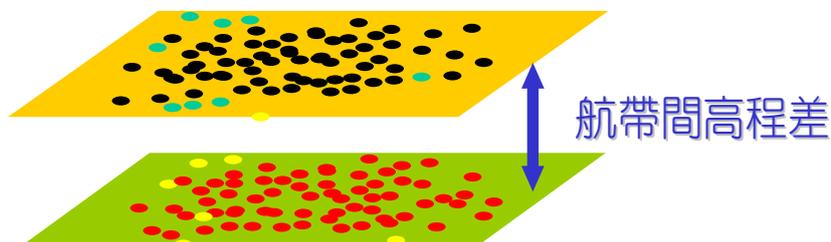


圖 7-4 推求兩航帶內某共軛點的相對高程差示意圖

## 7.2 總結

### 一、測量成果：

綜合本次工作成果，本案海域地形測量總天數為 93 船天，船行里程數共 8544 公里，總共蒐集了 114.5GB 的測量資料，包含各項水深、定位、聲速、船姿態及潮位修正資料。經過處理後之成果資料，各項檢核成果皆符合國際海道測量組織 IHO 之 S-44 之測量規範，資料區域深度範圍約 1m~751m。結合海、陸域全區水深色階地形如圖 7-5。

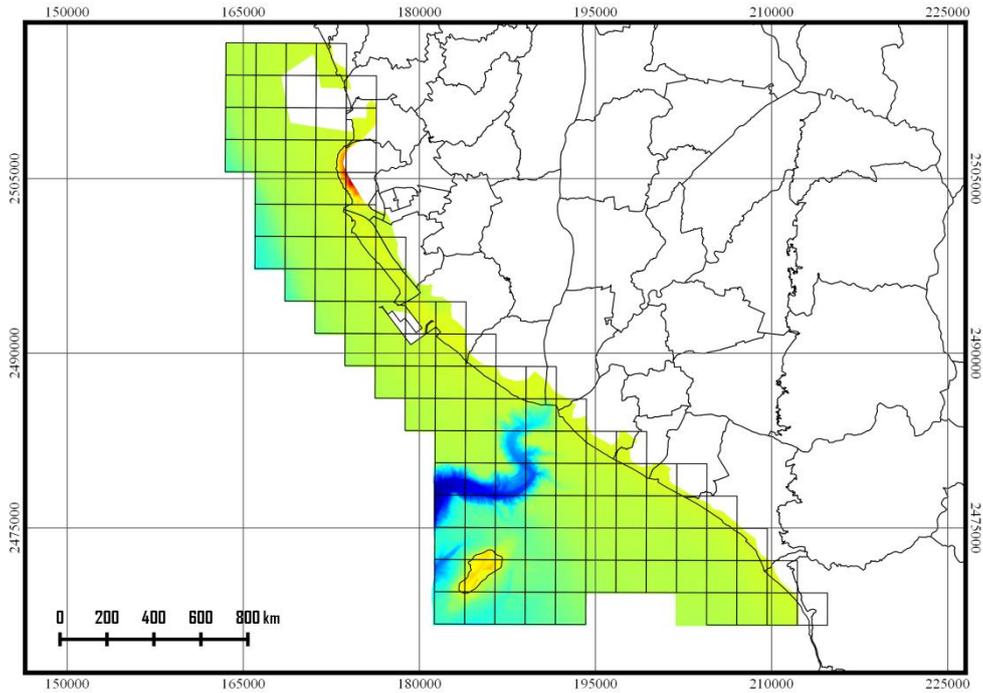


圖 7-5 全區水深色階地形圖

## 二、資料精度分類：

本案由於深度變化較大，且區域內同時包含航道及錨泊區，根據 *IHO S-44* 要求，錨泊區及航道水深測量資料皆為特等，如高雄港及港外錨泊區，而非航道及錨泊區之淺水區域範圍(水深小於 100 公尺)，如屏東及壽山北部外海，皆達到 1 等精度，大部分達到特等精度，而深水區(水深大於 100 公尺)或坡度變化大於 20 度之區域，經資料處理後亦可達到 2 等精度，符合規範要求。

## 三、特徵物偵測：

依據海軍大氣海洋局發布之最新海圖上，與漁業署所公佈之人工漁礁禁航區，發現全區有 28 處海圖礙航物件與 8 處人工漁礁禁航區，另於林邊外海約 2 公里處的位置，發現未公告約 10 公尺長之天然礁石，最淺深度為 18.65 公尺；以及小琉球島嶼西南海域的位置，發現約 32 個大小不一之人工漁礁及天然漁礁，最淺深度為 28.35 公尺，因特徵物未位於航道區域，且最淺深度為 18.65 公尺及 28.35 公尺，評估暫時不影響航行安全，並已提報內政部研處。

## 第八章 參考文獻

1. 「交通部中央氣象局」網站 <http://www.cwb.gov.tw/>。
2. 「行政院農業委員會漁業署」網站，<http://www.fa.gov.tw/cht/>。
3. 「國際水道測量組織 IHO」網站，<http://www.iho.int/>。
4. IHO S-57 / *Electronic Nautical Charts (ENCs) - Object and Attribute Catalogue. Free online version*, <http://www.s-57.com/>.
5. 「98 年度台灣西部潮位模式建立技術發展計畫」(2010)
6. 中華民國燈表(2012)，中華民國海軍大氣海洋局，第十版



內政部國土測繪中心

地址：臺中市南屯區黎明路 2 段 497 號 4 樓

網址：[www.nlsc.gov.tw](http://www.nlsc.gov.tw)

總機：(04) 22522966

傳真：(04) 22592533