



NLSC-105-31

105 年度水深測量資料調查及整理作業 (第 3 作業區)

工作總報告書

主辦機關：內政部國土測繪中心

執行單位：自強工程顧問有限公司

中華民國 106 年 3 月 3 日

採購案號：NLSC-105-31

計畫名稱：『105年度水深測量資料調查及整理作業採購案』（第3作業區）

簽證技師：藍國華

技師執業執照號碼：技執字第002480號

執業機關名稱：自強工程顧問有限公司

技師科別證書字號：測量科 技證字第000470號

法令依據：依技師法第十二條第三項規定訂定之。

委託單位：內政部國土測繪中心

地址：臺中市南屯區黎明路二段497號4樓

委託事項：海域水深測量等工作

開工日期：105年03月29日

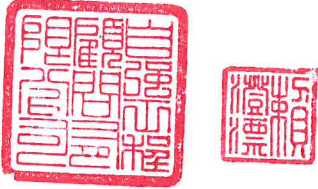
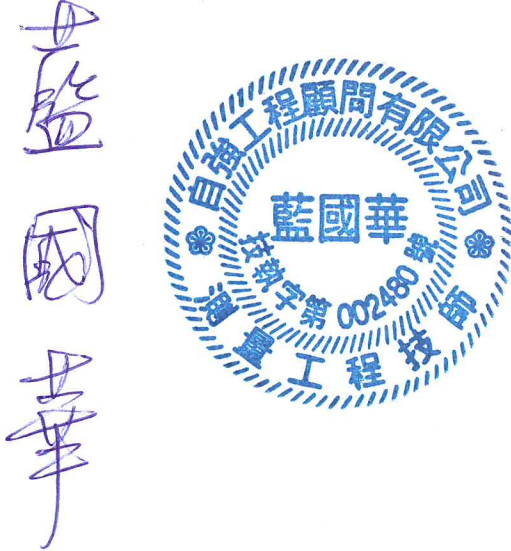
測量單位：自強工程顧問有限公司

地址：新北市中和區新民街112號5樓

簽證範圍、內容及項目：依『委託事項』辦理之相關測量成果，其詳細內容如
本工作總報告書內文所載。

簽證意見：所有簽證項目均符合合約工作規範說明書之各項要求。

簽證日期：106年03月03日

承辦廠商簽章	測量技師簽章
	

摘要

臺灣四面環海，海域國土（包含內水海岸與領海基線間之範圍）、領海及鄰接區範圍，面積廣達 8 萬平方公里，海洋資源豐富，而海洋領域業務已成為未來政策與施政重心之一。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。基此，內政部爰擬具「我國海域調查與圖資整合發展計畫」（104-109 年），於民國 103 年報奉行政院核定，每年度編列海域調查與圖資整合發展工作經費，建置臺灣周邊海域完整基本圖資。

本（105）年度延續 104 年度作業範圍分 3 處作業區進行測繪，本報告係針對第 3 作業區（金門沿海地區）調查成果進行說明，面積約 524 平方公里，其中陸域面積約 4 平方公里，海域面積約 520 平方公里，行政區包含金門縣金湖鎮、金城鎮、烈嶼鄉、金寧鄉及大、二膽島等，採用多音束測深系統與單音束測深系統測繪水深地形，以航空攝影測量及空載光達測量測繪海岸地形資料，以獲得完整之海、陸域地形成果，水深資料經檢核後均符合國際海道測量組織（IHO）所出版之海道測量手冊（S-44）及本案相關規範規定。

本工作特徵物共計偵測 1 處魚礁區與 5 處海圖疑似沈船標示區，其中 3 處疑似沈船區未發現沈船，僅於其中 1 處發現暗礁，另外於料羅錨泊區發現 2 艘未登錄沈船。

本工作完成 80 幅五千分之一與 8 幅二萬五千分之一比例尺電子航行圖前置資料建置與 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 公尺網格高程數值地形模型資料。

關鍵字：多音束測深系統、單音束測深系統、航空攝影測量、空載光達測量、電子航行圖前置資料、數值地形模型

Abstract

Taiwan is surrounded by sea, total area of territorial sea (including areas between the coastline of internal water and the baseline) and contiguous zone reach approximately 80,000 km² containing abundant natural resources. Due to insufficient data base establishment of territorial sea, and lacks of systematic operation for data sharing and integration, in addition to the threat of sovereignty comes from the neighboring countries to our country's territory, continental shelf or exclusive economic sea area still exists, Ministry of Interior had proposed 「The National Development Plan for Territorial Sea Investigation and Maps Integration (2015-2020)」 which was approved by the Executive Yuan in 2014, funding year by year to establish the basic maps of territorial sea around our country.

This year (2016) continuous last year's working scope which is separated to 3 operation areas. This report is written to explain the methodology of investigation and the results particularly focusing on the third operation area along with the coastline of Kinmen County with total area of approximately 524 km², within contains 4 km² land and 520 km² sea, including Jinhu Township, Jincheng Township, Lieyu Township, Jining Township, etc.. In this plan, water depth topography is surveyed by using single-beam and multi-beam echo sounder, and coastline topography is surveyed by aerial photogrammetry and airborne LiDAR, thus the results delivers comprehensive topographic data from the sea all the way to the land. The water depth data is fitted to both of this plan requirement and the contents of "Standards for Hydrographic Surveys" (S-44) which is published by the International Hydrographic Organization (IHO).

Total 1 reef zone and 5 suspected sunken boat zones are detected as features, within 3 zones that sunken boats are not actually detected, however only 1 submerged reef is successfully detected. Additionally, 2 unregistered sunken boats are also detected in the anchorage area of Liao Luo.

The results of this plan has accomplished setting up 80 items of 1/5,000 scale and 8 items of 1/25,000 scale and 5m by 5m, 10m by 10m, 20m by 20m, 50m by 50m, 100m by 100m and 250m by 250m digital elevation model.

Keywords: multi-beam echo sounder, single-beam echo sounder, aerial photogrammetry, airborne LiDAR, feature detection, pre-data for the electronic navigation chart, digital elevation model

目錄

摘要.....	i
Abstract.....	ii
目錄.....	I
表目錄.....	IV
圖目錄.....	IX
壹、前言.....	1
一、計畫緣起.....	1
二、計畫範圍.....	2
三、工作內容.....	4
貳、作業規劃及工作期程.....	5
一、作業流程.....	6
二、作業規劃.....	7
三、工作期程.....	11
參、作業範圍特性分析.....	12
一、海域環境概述.....	12
二、海氣象資料.....	12
肆、執行方法及成果.....	21
一、控制測量.....	21
二、測深系統適用性評估.....	40
三、陸域地形測量.....	76
四、海域地形測量.....	94
五、數值地形模型.....	112
六、電子航行圖前置資料製作.....	114
七、儀器設備.....	122
伍、海域地形測量成果檢核及精度分析.....	125
一、海域數值地形模型檢核.....	126
二、測深資料不確定度計算.....	161

三、陸域空載光達檢核	164
四、海、陸域數值地形模型檢核	164
陸、海床特徵物偵測及有礙航安疑義資料之消除	165
一、資料蒐集	165
二、作業方法	166
三、資料確認	167
四、偵測成果	167
柒、人員配置、作業時間與成本分析	178
一、人員配置	178
二、主要人員專長與負責項目	179
三、作業時間表	180
四、成本分析	181
捌、各次工作會議結論及追蹤事項辦理情形	182
一、第一次工作會議決議及辦理情形	182
二、第二次工作會議決議及辦理情形	182
三、第三次工作會議決議及辦理情形	182
四、第四次工作會議決議及辦理情形	182
五、第五次工作會議決議及辦理情形	183
六、第六次工作會議決議及辦理情形	183
七、第七次工作會議決議及辦理情形	183
八、第八次工作會議決議及辦理情形	183
九、第九次工作會議決議及辦理情形	183
玖、結論與建議.....	184
一、結論.....	184
二、建議.....	188
拾、參考文獻.....	190

附件 1、歷次工作會議結論與追蹤事項辦理情形

附件 2、審查意見處理情形對照表

附件 3、海軍大氣海洋局新發布航船布告

※附錄內容檢附於成果資料電子檔中

附錄 1.已知控制點清查結果清冊

附錄 2.控制點坐標成果表

附錄 3.控制點調查表

附錄 4.衛星定位測量計算成果報表

附錄 5.直接水準觀測計算表

附錄 6.測深系統適用性評估成果報告

附錄 7.第 1 批水深測量資料成果報告

附錄 8.第 2、3 批水深測量資料成果報告

附錄 9.海圖其它敘述性報告

表目錄

表 1-1	第 3 作業區作業範圍圖幅號.....	3
表 1-2	第 3 作業區超越海岸地區範圍免辦理海域地形測量之圖幅號.....	3
表 2-1	航空攝影航線規劃資訊.....	9
表 2-2	空載光達航線規劃資訊.....	10
表 2-3	105 年度第 3 作業區工作成果交付項目及繳交日期一覽表.....	11
表 3-1	金門料羅灣潮位站歷年月潮位統計表(2001-2015).....	13
表 3-2	金門水頭潮位站歷年月潮位統計表(2004-2015).....	14
表 3-3	金門潮位統計彙整表.....	15
表 3-4	金門浮標每月波高統計表(2000~2015).....	16
表 3-5	金門浮標測站全年流速流向聯合分佈統計 (2002~2011)	19
表 3-6	金門浮標測站春季流速流向聯合分佈統計 (2002~2011)	19
表 3-7	金門浮標測站夏季流速流向聯合分佈統計 (2002~2011)	19
表 3-8	金門浮標測站秋季流速流向聯合分佈統計 (2002~2011)	19
表 3-9	金門浮標測站冬季流速流向聯合分佈統計 (2002~2011)	20
表 4-1	已知控制點清查結果清冊.....	22
表 4-2	控制測量點位數量統計表.....	25
表 4-3	控制點坐標成果表.....	25
表 4-4	已知平面控制點檢測規範.....	26
表 4-5	GNSS 靜態測量作業規範.....	26
表 4-6	衛星定位觀測時段表(含 e-GNSS 基準站).....	27
表 4-7	已知控制點距離及角度檢核比較表.....	29
表 4-8	控制點基線平差前後距離比較表.....	30
表 4-9	e-GNSS 基準站之坐標高程比較表.....	35
表 4-10	已知高程控制點檢測規範.....	36
表 4-11	已知高程控制點檢核成果表.....	37
表 4-12	水準路線一覽表.....	37
表 4-13	水準測段閉合精度統計表.....	37
表 4-14	GNSS 一等水準高程引測成果表(正高).....	38
表 4-15	GNSS 高程引測基線高程分量殘差表.....	38
表 4-16	GNSS 高程與直接水準高程較差表(正高).....	39
表 4-17	潮位站三角高程引測計算表.....	39
表 4-18	疊合測試地形條件及作業方式.....	42

表 4-19	ODOM 004557 Bar Check 檢測表.....	45
表 4-20	ODOM 011070 Bar Check 檢測表.....	45
表 4-21	Reson 7125_No1 疊合測試測線資訊表.....	45
表 4-22	Reson 7125_No2 疊合測試測線資訊表.....	46
表 4-23	測深系統適用性分級表.....	50
表 4-24	Reson 7125_No1 檢核測線與全區之誤差比較表(正高).....	52
表 4-25	Reson 7125_No1 檢核測線與全區之誤差比較表(橢球高).....	52
表 4-26	Reson 7125_No2 檢核測線與全區之誤差比較表(正高).....	53
表 4-27	Reson 7125_No2 檢核測線與全區之誤差比較表(橢球高).....	54
表 4-28	ODOM 004557 檢核測線與全區之誤差比較表(正高).....	55
表 4-29	ODOM 004557 檢核測線與全區之誤差比較表(橢球高).....	56
表 4-30	ODOM 011070 檢核測線與全區之誤差比較表(正高).....	57
表 4-31	ODOM 011070 檢核測線與全區之誤差比較表(橢球高).....	58
表 4-32	Reson 7125_No1 與 Reson 7125_No2 之誤差比較表(正高).....	60
表 4-33	Reson 7125_No1 與 Reson 7125_No2 之誤差比較表(橢球高).....	60
表 4-34	Reson 7125_No1 與 ODOM 004557 之誤差比較表(正高).....	61
表 4-35	Reson 7125_No1 與 ODOM 004557 之誤差比較表(橢球高).....	62
表 4-36	Reson 7125_No1 與 ODOM 011070 之誤差比較表(正高).....	63
表 4-37	Reson 7125_No1 與 ODOM 011070 之誤差比較表(橢球高).....	64
表 4-38	Reson 7125_No2 與 ODOM 004557 之誤差比較表(正高).....	65
表 4-39	Reson 7125_No2 與 ODOM 004557 之誤差比較表(橢球高).....	66
表 4-40	Reson 7125_No2 與 ODOM 011070 之誤差比較表(正高).....	67
表 4-41	Reson 7125_No2 與 ODOM 011070 之誤差比較表(橢球高).....	68
表 4-42	ODOM 004557 與 ODOM 011070 之誤差比較表(正高).....	69
表 4-43	ODOM 004557 與 ODOM 011070 之誤差比較表(橢球高).....	70
表 4-44	CARIS HIPS TPU 儀器參數設定一覽表(多音束).....	71
表 4-45	CARIS HIPS TPU 儀器參數設定一覽表(單音束).....	72
表 4-46	資料同步時間誤差參數.....	72
表 4-47	CARIS HIPS TPU 人為因子參數設定一覽表.....	72
表 4-48	CARIS HIPS TPU 作業環境參數設定一覽表.....	73
表 4-49	Reson 7125_No1 TPU 計算資料統計表.....	73
表 4-50	Reson 7125_No2 TPU 計算資料統計表.....	74
表 4-51	ODOM 004557 TPU 計算資料統計表.....	74
表 4-52	ODOM 011070 TPU 計算資料統計表.....	75

表 4-53	航空攝影記錄表	78
表 4-54	P68C-TC 飛機規格.....	78
表 4-55	航空專用數位式像機(UltraCam-Xp)規格表	79
表 4-56	LMS-Q780 空載雷射掃瞄儀儀器規格效能表	84
表 4-57	航空專用數位像機 PhaseONE 規格表	85
表 4-58	率定飛航規劃資訊.....	87
表 4-59	和美率定場 LiDAR 率定成果參數表.....	90
表 4-60	LiDAR 率定計算模式參數表.....	90
表 4-61	各航線 LiDAR 率定成果參數表.....	90
表 4-62	LiDAR 率定成果成果航線精度.....	90
表 4-63	空載光達(Lidar)點雲平差精度表.....	92
表 4-64	海域測量作業日期與繳交原始觀測資料檔案對照表.....	96
表 4-65	疊合測試作業方式.....	100
表 4-66	歷次疊合測試測量計算成果表.....	101
表 4-67	GNSS 固定站一覽表.....	102
表 4-68	臨時潮位站高程連測表	103
表 4-69	數值地形模型成果清冊	113
表 4-70	金門 BM01(復國墩漁港)潮位站潮信表.....	118
表 4-71	金門 BM02(料羅港)潮位站潮信表	118
表 4-72	金門 BM03(新湖漁港)潮位站潮信表	119
表 4-73	金門 BM04(水頭商港)潮位站潮信表	119
表 4-74	金門 BM05(羅厝漁港)潮位站潮信表	120
表 4-75	金門 BM06(大膽島)潮位站潮信表	120
表 4-76	金門 BM07(金門嶼)潮位站潮信表.....	121
表 4-77	金門 BM08(石蚵架)潮位站潮信表	121
表 4-78	測量儀器設備一覽表	122
表 4-79	測量儀器校驗資訊一覽表.....	124
表 5-1	海道測量最低標準表	125
表 5-2	Reson 7125_No2 檢核測線與第 1 批測區誤差比較表(正高).....	127
表 5-3	Reson 7125_No2 檢核測線與第 1 批測區誤差比較表(橢球高).....	127
表 5-4	ODOM 004557 檢核測線與第 1 批測區誤差比較表(正高).....	128
表 5-5	ODOM 004557 檢核測線與第 1 批測區誤差比較表(橢球高).....	129
表 5-6	ODOM 011070 檢核測線與第 1 批測區誤差比較表(正高).....	130
表 5-7	ODOM 011070 檢核測線與第 1 批測區誤差比較表(橢球高).....	130

表 5-8	Reson 7125_No2 檢核測線與第 2 批測區誤差比較表(正高).....	131
表 5-9	Reson 7125_No2 檢核測線與第 2 批測區誤差比較表(橢球高).....	132
表 5-10	ODOM 004557 檢核測線與第 2 批測區誤差比較表(正高).....	133
表 5-11	ODOM 004557 檢核測線與第 2 批測區誤差比較表(橢球高).....	134
表 5-12	ODOM 011070 檢核測線與第 2 批測區誤差比較表(正高).....	135
表 5-13	ODOM 011070 檢核測線與第 2 批測區誤差比較表(橢球高).....	136
表 5-14	Reson 7125_No2 檢核測線與第 3 批測區誤差比較表(正高).....	137
表 5-15	Reson 7125_No2 檢核測線與第 3 批測區誤差比較表(橢球高)...	138
表 5-16	多音束奇數測線與偶數測線重疊區誤差比較表(正高).....	139
表 5-17	多音束奇數測線與偶數測線重疊區誤差比較表(橢球高).....	140
表 5-18	第 2 批多音束相鄰測線重疊區誤差比較表(正高).....	141
表 5-19	第 2 批多音束相鄰測線重疊區誤差比較表(橢球高).....	142
表 5-20	第 3 批多音束相鄰測線重疊區誤差比較表(正高).....	143
表 5-21	第 3 批多音束相鄰測線重疊區誤差比較表(橢球高).....	144
表 5-22	Reson 7125 No2 與 ODOM 004557 重疊測區誤差比較表(正高).	145
表 5-23	Reson 7125 No2 與 ODOM 004557 重疊測區誤差比較表(橢球高)	146
表 5-24	Reson 7125 No2 與 ODOM 011070 重疊測區誤差比較表(正高).	147
表 5-25	Reson 7125 No2 與 ODOM 011070 重疊測區誤差比較表(橢球高)	148
表 5-26	ODOM 004557 與 ODOM 011070 重疊測區誤差比較表(正高)...	149
表 5-27	ODOM 004557 與 ODOM 011070 重疊測區誤差比較表(橢球高)	150
表 5-28	Reson 7125 No2 與 ODOM 004557 重疊測區誤差比較表(正高).	151
表 5-29	Reson 7125 No2 與 ODOM 004557 重疊測區誤差比較表(橢球高)	152
表 5-30	Reson 7125 No2 與 ODOM 011070 重疊測區誤差比較表(正高).	153
表 5-31	Reson 7125 No2 與 ODOM 011070 重疊測區誤差比較表(橢球高)	154
表 5-32	ODOM 004557 與 ODOM 011070 重疊測區誤差比較表(正高)...	155
表 5-33	ODOM 004557 與 ODOM 011070 重疊測區誤差比較表(橢球高)	156
表 5-34	第 1 批與第 2 批資料重疊測區誤差比較表(正高).....	157
表 5-35	第 1 批與第 2 批資料重疊測區誤差比較表(橢球高).....	158
表 5-36	第 2 批與第 3 批資料重疊測區誤差比較表(正高).....	159
表 5-37	第 2 批與第 3 批資料重疊測區誤差比較表(橢球高).....	160
表 5-38	第 1 批多音束水深不確定度計算資料統計表.....	161
表 5-39	第 2 批多音束水深不確定度計算資料統計表.....	162
表 5-40	第 3 批多音束水深不確定度計算資料統計表.....	162
表 5-41	第 1 批單音束水深不確定度計算資料統計表.....	163

表 5-42	第 2 批單音束水深不確定度計算資料統計表	163
表 5-43	控制點高程值與空載光達點雲掃描高程比對成果表	164
表 6-1	海床特徵物事前調查成果表	165
表 6-2	有礙航安疑義資料事前調查成果表	165
表 6-3	暗礁調查成果表	168
表 6-4	疑似沉船(No2) 調查成果表	169
表 6-5	疑似沉船 No3 調查成果表	170
表 6-6	沉船 No4 調查成果表	171
表 6-7	沉船 No5 調查成果表	172
表 6-8	魚礁區範圍及最淺水深坐標位置表	173
表 6-9	新沉船 New1 調查成果表	177
表 6-10	新沉船 New2 調查成果表	177
表 7-1	主要人員專長及負責項目表	179
表 7-2	105 年度水深資料調查及整理工作項目及作業時間	180
表 7-3	105 年度水深資料調查及整理工作成本分析表	181

圖目錄

圖 1-1	第 3 作業區範圍圖	2
圖 2-1	105 年度第 3 作業區各項作業施測範圍示意圖	5
圖 2-2	作業流程圖	6
圖 2-3	第 3 作業區控制點相關位置圖	8
圖 2-4	第 3 作業區水深測線規劃圖	9
圖 3-1	金門料羅灣潮位站歷年月潮位統計資料圖	13
圖 3-2	金門水頭潮位站歷年月潮位統計資料圖	14
圖 3-3	金門浮標每月波高統計圖(2000~2015)	16
圖 3-4	金門浮標每月示性波高分布圖(2000~2015)	17
圖 3-5	金門浮標測站歷年各月海流玫瑰圖 (2002~2011)	18
圖 3-6	金門浮標測站歷年各季及全年海流玫瑰圖 (2002~2011)	20
圖 4-1	第 3 作業區已知控制點分布圖	22
圖 4-2	第 3 作業區新設控制點分布圖	24
圖 4-3	GNSS 衛星定位測量網形圖	28
圖 4-4	GNSS 衛星定位測量作業情形	29
圖 4-5	最小約制平差觀測網形圖	34
圖 4-6	直接水準測量作業情形	37
圖 4-7	經緯儀三角測量作業情形	39
圖 4-8	測深系統適用性評估測試區位置圖	40
圖 4-9	測深系統適用性評估測量船隻及儀器照片	43
圖 4-10	儀器相對位置坐標系統示意圖	44
圖 4-11	Bar Check 檢校(圖左)及聲速剖面量測(圖右)情形	44
圖 4-12	多音束疊合測試示意圖(左)及 Patch test 計算畫面(右)	46
圖 4-13	永新漁港臨時驗潮站設置位置	47
圖 4-14	04/20 與 04/21 永新漁港潮位比較圖	47
圖 4-15	4/20 定位橢球高變化曲線	48
圖 4-16	4/22 定位橢球高變化曲線	48
圖 4-17	Reson 7125_No1 軌跡圖	48
圖 4-18	Reson 7125_No2 軌跡圖	48
圖 4-19	ODOM 004557 軌跡圖	49
圖 4-20	ODOM 011070 軌跡圖	49
圖 4-21	Reson 7125_No1 水深色階圖	49

圖 4-22	Reson 7125_No2 水深色階圖	49
圖 4-23	ODOM 004557 水深色階圖	49
圖 4-24	ODOM 011070 水深色階圖	49
圖 4-25	Reson 7125_No1 檢核測線與全區之誤差分布圖(正高)	51
圖 4-26	Reson 7125_No1 檢核測線與全區之誤差分布圖(橢球高)	52
圖 4-27	Reson 7125_No2 檢核測線與全區之誤差分布圖(正高)	53
圖 4-28	Reson 7125_No2 檢核測線與全區之誤差分布圖(橢球高)	54
圖 4-29	ODOM 004557 檢核測線與全區之誤差分布圖(正高)	55
圖 4-30	ODOM 004557 檢核測線與全區之誤差分布圖(橢球高)	56
圖 4-31	ODOM 011070 檢核測線與全區之誤差分布圖(正高)	57
圖 4-32	ODOM 011070 檢核測線與全區之誤差分布圖(橢球高)	58
圖 4-33	Reson 7125_No1 與 Reson 7125_No2 之誤差分布圖(正高)	59
圖 4-34	Reson 7125_No1 與 Reson 7125_No2 之誤差分布圖(橢球高)	60
圖 4-35	Reson 7125_No1 與 ODOM 004557 之誤差分布圖(正高)	61
圖 4-36	Reson 7125_No1 與 ODOM 004557 之誤差分布圖(橢球高)	62
圖 4-37	Reson 7125_No1 與 ODOM 011070 之誤差分布圖(正高)	63
圖 4-38	Reson 7125_No1 與 ODOM 011070 之誤差分布圖(橢球高)	64
圖 4-39	Reson 7125_No2 與 ODOM 004557 之誤差分布圖(正高)	65
圖 4-40	Reson 7125_No2 與 ODOM 004557 之誤差分布圖(橢球高)	66
圖 4-41	Reson 7125_No2 與 ODOM 011070 之誤差分布圖(正高)	67
圖 4-42	Reson 7125_No2 與 ODOM 011070 之誤差分布圖(橢球高)	68
圖 4-43	ODOM 004557 與 ODOM 011070 之誤差分布圖(正高)	69
圖 4-44	ODOM 004557 與 ODOM 011070 之誤差分布圖(橢球高)	70
圖 4-45	內政部核可公文	76
圖 4-46	航測標規格示意圖	77
圖 4-47	航空攝影曝光點及像幅範圍展點圖	77
圖 4-48	P68C-TC 飛機	79
圖 4-49	航空專用數位式像機(UltraCam-Xp)實機照	79
圖 4-50	航空專用數位式像機(UltraCam-XP)校正報告書(封面)	80
圖 4-51	航空專用數位式像機(UltraCam-XP)率定報告書(總結)	81
圖 4-52	正射影像糾正示意圖	82
圖 4-53	正射影像無接縫鑲嵌示意圖	82
圖 4-54	空載光達簡介	83
圖 4-55	空載光達及航攝像機圖	84

圖 4-56	原廠率定建議之說明文件.....	86
圖 4-57	率定場航線規劃示意圖.....	87
圖 4-58	率定場點雲展示介面截圖.....	88
圖 4-59	率定解算前航帶偏差情況示意圖.....	89
圖 4-60	高程精度分析條狀圖.....	91
圖 4-61	平面精度分析示意圖.....	91
圖 4-62	率定完成之航線剖面圖（航線 1 vs. 航線 4）.....	91
圖 4-63	率定完成之航線剖面圖（航線 2 vs. 航線 5）.....	92
圖 4-64	光達掃瞄成果(金門田埔水庫附近沙灘).....	93
圖 4-65	水深測量使用船隻與儀器照片.....	94
圖 4-66	水深測量作業流程圖.....	95
圖 4-67	海域地形測量各批次作業航線軌跡圖.....	97
圖 4-68	儀器架設示意圖.....	98
圖 4-69	GPS 天線盤相位中心圖.....	99
圖 4-70	音鼓與姿態儀相位中心圖.....	99
圖 4-71	單音束 Bar Check 檢校(圖左)及聲速剖面量測(圖右)情形.....	99
圖 4-72	多音束水深測量疊合測試(左圖)及計算畫面(右圖).....	100
圖 4-73	船隻運動姿態角紀錄曲線圖.....	101
圖 4-74	水深測量 GNSS 固定站架設及天線高量測照片.....	102
圖 4-75	潮位曲線比較圖.....	104
圖 4-76	潮位修正分區圖.....	104
圖 4-77	潮位記錄表及潮位曲線圖.....	105
圖 4-78	船隻姿態 HVF 儀器相關位置設定畫面.....	106
圖 4-79	GPS Tide 計算畫面.....	106
圖 4-80	水深整合計算畫面.....	106
圖 4-81	聲速剖面量測情形(左圖)及聲速剖面圖(右圖).....	107
圖 4-82	水深測量資料以 3D 模式資料疊合比對、除錯.....	108
圖 4-83	多音束相鄰及檢核測線(不同顏色)資料疊合比對、除錯.....	108
圖 4-84	多音束水深測量資料處理流程圖.....	109
圖 4-85	105 年度第 3 作業區全區水深測量成果色階圖(正高).....	110
圖 4-86	105 年度第 3 作業區北碇島附近水深測量成果 3D 色階圖.....	110
圖 4-87	母嶼附近水深地形 3D 色階圖.....	111
圖 4-88	西南側漳州浯嶼附近九節礁海域 3D 色階圖.....	111
圖 4-89	海域數值地形模型 DTM 製作流程圖.....	112

圖 4-90	Surfer 地形模型 DTM 製作設定畫面	113
圖 4-91	海測清繪圖成果建置示意圖	115
圖 4-92	海測清繪圖成果示意圖	117
圖 5-1	Reson 7125_No2 檢核測線與第 1 批測區之誤差分布圖(正高).....	126
圖 5-2	Reson 7125_No2 檢核測線與第 1 批測區之誤差分布圖(橢球高).	127
圖 5-3	ODOM 004557 檢核測線與第 1 批測區之誤差分布圖(正高).....	128
圖 5-4	ODOM 004557 檢核測線與第 1 批測區之誤差分布圖(橢球高)....	129
圖 5-5	ODOM 011070 檢核測線與第 1 批測區之誤差分布圖(正高).....	129
圖 5-6	ODOM 011070 檢核測線與第 1 批測區之誤差分布圖(橢球高)....	130
圖 5-7	Reson 7125_No2 檢核測線與第 2 批測區之誤差分布圖(正高).....	131
圖 5-8	Reson 7125_No2 檢核測線與第 2 批測區之誤差分布圖(橢球高).	132
圖 5-9	ODOM 004557 檢核測線與第 2 批測區之誤差分布圖(正高).....	133
圖 5-10	ODOM 004557 檢核測線與第 2 批測區之誤差分布圖(橢球高)..	134
圖 5-11	ODOM 011070 檢核測線與第 2 批測區之誤差分布圖(正高).....	135
圖 5-12	ODOM 011070 檢核測線與第 2 批測區之誤差分布圖(橢球高)..	136
圖 5-13	Reson 7125_No2 檢核測線與第 3 批測區之誤差分布圖(正高)...	137
圖 5-14	Reson 7125_No2 檢核測線與第 3 批測區之誤差分布圖(橢球高)	138
圖 5-15	多音束奇數測線與偶數測線重疊區誤差分布圖(正高).....	139
圖 5-16	多音束奇數測線與偶數測線重疊區誤差分布圖(橢球高).....	140
圖 5-17	第 2 批多音束相鄰測線重疊區誤差分布圖(正高).....	141
圖 5-18	第 2 批多音束相鄰測線重疊區誤差分布圖(橢球高).....	142
圖 5-19	第 3 批多音束相鄰測線重疊區誤差分布圖(正高).....	143
圖 5-20	第 3 批多音束相鄰測線重疊區誤差分布圖(橢球高).....	144
圖 5-21	Reson 7125 No2 與 ODOM 004557 重疊測區誤差分布圖(正高).	145
圖 5-22	Reson 7125 No2 與 ODOM 004557 重疊測區誤差分布圖(橢球高)	146
圖 5-23	Reson 7125 No2 與 ODOM 011070 重疊測區誤差分布圖(正高).	147
圖 5-24	Reson 7125 No2 與 ODOM 011070 重疊測區誤差分布圖(橢球高)	148
圖 5-25	ODOM 004557 與 ODOM 011070 重疊測區誤差分布圖(正高)...	149
圖 5-26	ODOM 004557 與 ODOM 011070 重疊測區誤差分布圖(橢球高)	150
圖 5-27	Reson 7125 No2 與 ODOM 004557 重疊測區誤差分布圖(正高).	151
圖 5-28	Reson 7125 No2 與 ODOM 004557 重疊測區誤差分布圖(橢球高)	152
圖 5-29	Reson 7125 No2 與 ODOM 011070 重疊測區誤差分布圖(正高).	153
圖 5-30	Reson 7125 No2 與 ODOM 011070 重疊測區誤差分布圖(橢球高)	154
圖 5-31	ODOM 004557 與 ODOM 011070 重疊測區誤差分布圖(正高)...	155

圖 5-32	ODOM 004557 與 ODOM 011070 重疊測區誤差分布圖(橢球高)	156
圖 5-33	第 1 批與第 2 批資料重疊測區誤差分布圖(正高)	157
圖 5-34	第 1 批與第 2 批資料重疊測區誤差分布圖(橢球高)	158
圖 5-35	第 2 批與第 3 批資料重疊測區誤差分布圖(正高)	159
圖 5-36	第 2 批與第 3 批資料重疊測區誤差分布圖(橢球高)	160
圖 5-37	水深測帶與空載光達資料疊合精度比較表	164
圖 6-1	特徵物及有礙航安疑義資料事前調查成果相關位置圖	166
圖 6-2	特徵物及有礙航安疑義資料現地調查成果圖	167
圖 6-3	疑似沉船(No1) 實測成果地形圖與點雲圖	168
圖 6-4	疑似沉船(No2) 實測成果地形圖與點雲圖	169
圖 6-5	疑似沉船 No3 實測測線與成果地形圖	170
圖 6-6	沉船 No4 實測成果地形圖與點雲圖	171
圖 6-7	沉船 No5 實測測線與成果地形圖	172
圖 6-8	母嶼東南魚礁區多音束測掃成果圖	173
圖 6-9	A 區魚礁群分布位置及魚礁點雲圖	174
圖 6-10	B 區鋼鐵礁分布圖	174
圖 6-11	A 型與 B 型鋼鐵礁點雲與實物對照圖	175
圖 6-12	C 區鋼鐵礁分布圖	175
圖 6-13	D 區鋼鐵礁分布圖	176
圖 6-14	新沉船 New1 地形圖與點雲圖	176
圖 6-15	新沉船 New2 地形圖與點雲圖	177
圖 7-1	計畫組織架構圖	178
圖 9-1	新發現暗礁及沈船點雲圖	187
圖 9-2	潮位模式等潮圖與潮位觀測站位置圖	188
圖 9-3	羅厝漁港與石蚵架潮位比較圖	189

壹、前言

一、計畫緣起

臺灣四面環海，海域國土包含內水(海岸與領海基線間之範圍)、領海及鄰接區範圍，面積廣達 80,000 平方公里。海洋資源豐富，因我國海洋測繪資料不足，影響海洋經營、開發及管理甚鉅。基此，內政部推動「我國海域調查與圖資整合發展計畫」(104-109 年)編列臺灣週邊海域基礎調查經費，由內政部國土測繪中心(以下簡稱貴中心)執行，分區逐年調查，優先辦理近岸水深基本圖測繪，建構全國陸域、海域一致性之高精度基本測繪成果，提供國土規劃利用，以輔助國家經濟建設發展。本(105)年度係延續 104 年度作業範圍辦理「105 年度水深測量資料調查及整理作業採購案」(以下簡稱本計畫)，建構全國陸域、海域一致性之高精度基本測繪成果，提供國土規劃利用，以輔助國家經濟建設發展。此外，為發揮海域調查成果最大效益，促進海域航行與管理資訊化，提升航行安全，乃規劃整合相關海域調查成果，依據國際水文組織(IHO)相關規範，加值建置我國電子航行圖圖資。

目前全球皆重視海洋資源的開發、維護管理與應用，國土由陸域延伸至海洋，拓展各自的領海、鄰接區及專屬的經濟海域，而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，遂執行本計畫以建置我國領海電子航行圖圖資。

本計畫由內政部國土測繪中心(以下簡稱國土測繪中心)執行，委託自強工程顧問有限公司(以下簡稱本公司)辦理「105 年度水深測量資料調查及整理作業」第 3 作業區(金門沿海地區)海、陸域地形測繪工作。

二、計畫範圍

本作業區測製範圍為金門沿海地區(如圖 1-1),沿線經金湖鎮、金城鎮、烈嶼鄉、金寧鄉及大、二膽島外海,共辦理五千分之一比例尺圖幅 80 幅(圖幅編號如表 1-1),海域面積約 520 平方公里、陸域面積約 4 平方公里,總面積約 524 平方公里,往岸線應測至堤防(含堤岸道路),無堤防處應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,往外海部分則須測滿五千分之一比例尺圖幅範圍。其中 11 幅圖(圖幅編號如表 1-2)超越內政部 104 年 8 月 4 日台內營字第 1040812104 號公告海岸地區範圍以外之區域,免辦理海域地形測量。

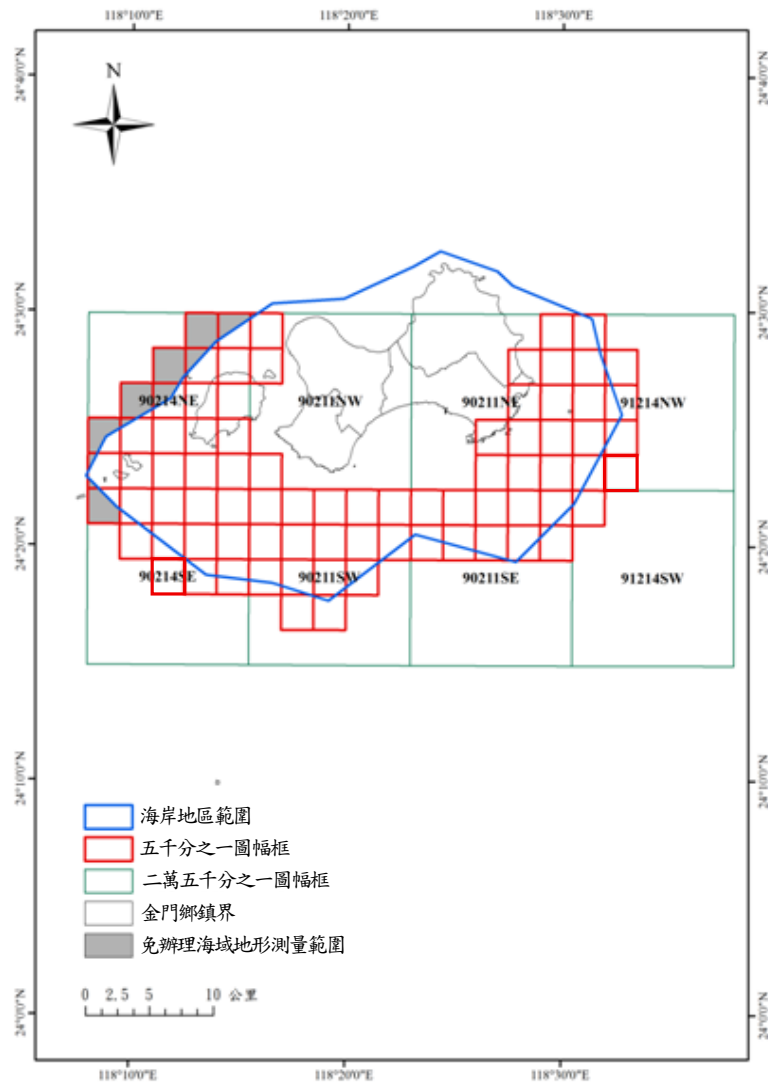


圖 1-1 第 3 作業區範圍圖

表 1-1 第 3 作業區作業範圍圖幅號

五千分之一圖幅號					
90211052	90211053	90211054	90211055	90211056	90211057
90211062	90211063	90211064	90211065	90211066	90211067
90211072	90211073	90211074	90211082	90211083	90211001
90211011	90211048	90211049	90211058	90211059	90211068
90211069	90211019	90211029	90211038	90211039	90211020
90211040	90211041	90211050	90211051	90211060	90211061
90211070	90211071	90211030	90211010	90214018	90214027
90214028	90214036	90214038	90214048	90214049	90214019
90214029	90214037	90214039	90214046	90214047	90214057
90214058	90214059	90214067	90214068	90214069	90214079
90214056	90214010	90214050	90214060	90214070	90214080
90214020	90214040	91214011	91214012	91214022	91214032
91214001	91214031	91214041	91214051	91214021	90214009
90214078	91214042				
(共 80 幅)					
二萬五千分之一圖幅號					
90214NE	90211NW	90211NE	91214NW	90214SE	90211SW
90211SE	91214SW	(共 8 幅)			

表 1-2 第 3 作業區超越海岸地區範圍免辦理海域地形測量之圖幅號

五千分之一圖幅號					
90214009	90214010	90214018	90214019	90214027	90214028
90214036	90214037	90214046	90214056	90211001	(共 11 幅)

三、工作內容

本工作主要工作項目及內容彙整如表 1-3 所列。

表 1-3 第 3 作業區調查工作項目及數量統計表

項次	工作項目	單位	數量	備註
1	已知平面 控制點檢測	點	8	W902、WX19、WX24、WX27、 WX45、WX46、WX48、WX50
2	已知高程 控制點檢測	點	14	KM01、KM02、KM06、KM24、 KM25、KM32、KM33、KM37、 KM51、KM52、KM53、KM54、 KM55、KM57
3	新設平面控制點測量 (GPS 岸上固定站)	點	4	GPS04、(WX24、WX27、WX45 等 3 點為三等衛星控制點共用)
4	新設高程控制點測量 (臨時潮位站)	點	8	BM01、BM02、BM03、BM04、 BM05、BM06、BM07、BM08
5	新設航空標控制點	點	8	ST01、ST02、ST03、ST04、ST05、 ST06、ST07、ST08
6	測深系統 適用性評估	台	4	多音束- Reson SeaBat 7125_No1、 Reson SeaBat 7125_No2 單音束- Hydrotrac ODOM_004507、 Hydrotrac ODOM_010051
7	海域地形測量	平方公里	524	(1)水深測量 A.多音束：210 平方公里 B.單音束：310 平方公里 (2)岸線地形：4 平方公里
8	數值高程 模型製作	式	1	製作 TWVD2001 數值地形模型依網 格間距分為 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，並含詮釋資料。
9	電子航行圖 前置資料製作	式	1	建立海域清繪圖、水深記錄檔及其他 敘述性資料。
10	工作總報告書	式	1	

貳、作業規劃及工作期程

本工作調查範圍為金門沿海地區，海岸線包含金湖鎮、金沙鎮、烈嶼鄉及大、二膽島等，海岸線長約 32.1 公里，測量面積約 524 平方公里。陸域應測至堤防（含堤岸道路），無堤防處應測至明顯海陸交界處(如防風林、漁塭)，面積約 4 平方公里（佔 0.8% 施測面積），本工作規劃航拍 4 條測線，以能銜接岸線圖資為原則，並需涵蓋海域測區範圍內的島礁。水深 20 公尺以上及航道、錨泊區等區域採多音束施測其面積約 210 平方公里（佔 40.0% 施測面積）、其他區域採單音束施測其面積約 310 平方公里（佔 59.2% 施測面積），各項作業施測位置示意如圖 2-1 所示。

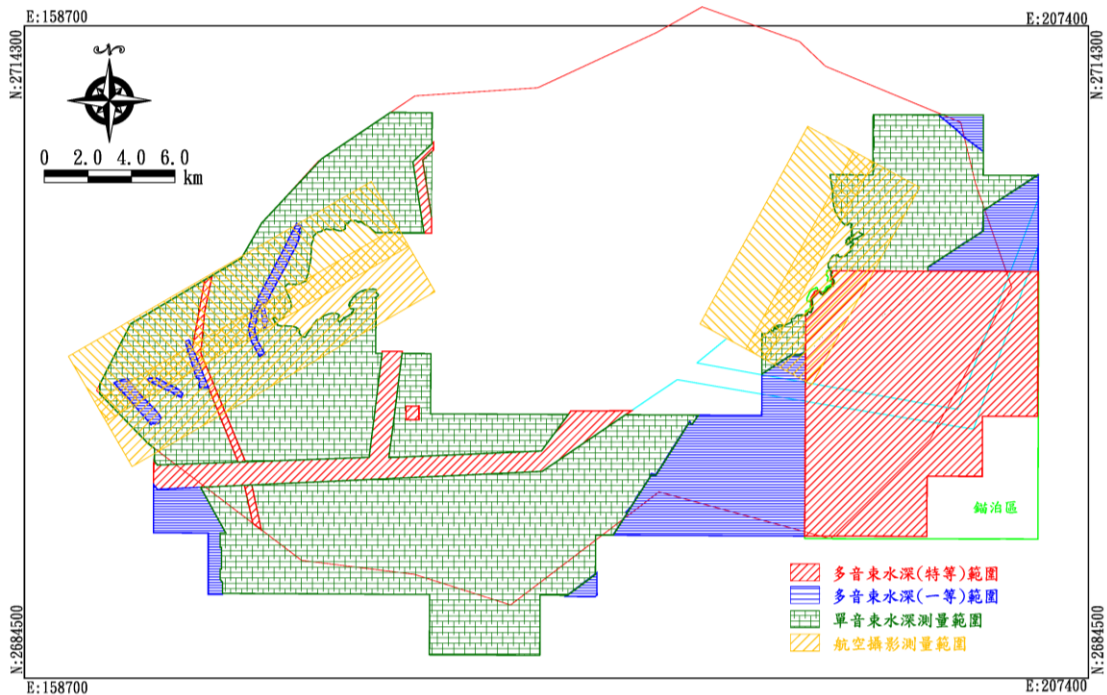


圖 2-1 105 年度第 3 作業區各項作業施測範圍示意圖

一、作業流程

針對水深資料調查及整理、海床特徵物偵測及有礙航安疑義資料之消除、工作總報告書彙整...等方面作一詳實規劃，來控管作業進度與協調管理工作推展，其整體作業流程如圖 2-2 所示，各項詳細作業詳參後續章節所述。

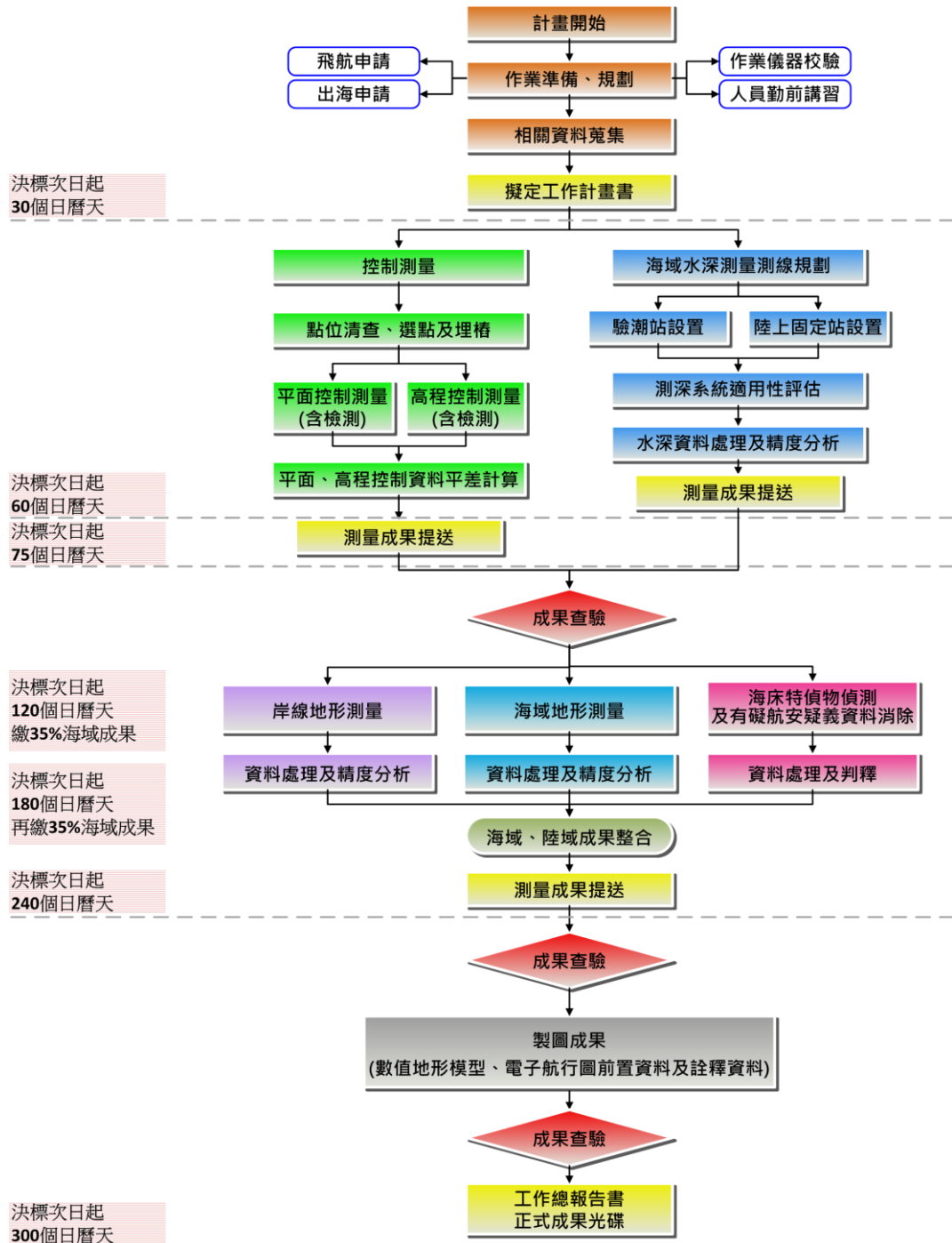


圖 2-2 作業流程圖

二、作業規劃

(一)測量基準及參考系統

本工作區域位於離島金門，控制測量及海域地形測量作業及數值地形模型成果所用平面及高程坐標系統，依據中央主管機關公告之測量基準與參考系統實施，現行馬祖、金門、澎湖等離島地區之大地基準為一九九七坐標系統（簡稱 **TWD97**），投影方式，採用橫麥卡托投影經差二度分帶，其中央子午線定於東經 119 度，投影原點向西平移 250,000 公尺，中央子午線尺度比為 0.9999。高程系統則依據內政部國土測繪中心「九十三年度離島一等水準點埋設及其水準、衛星定位、重力測量工作」之測量成果（簡稱**離島一等水準系統**）為依據。

電子航行圖前置資料之大地基準為 **WGS84**，陸域高程基準為**離島一等水準系統**、深度以當地約**最低低潮位面**為基準，燈高則以當地約**最高高潮位面**為基準。另外，水深點之深度資訊應額外記錄**橢球高程值**。

(二)控制測量

本工作控制測量主要依據岸線及海域作業範圍，進行已知點坐標、高程檢測、RTK 固定站與航空標測設以及臨時潮位觀測站測設等，如圖 2-3 所示，其相關規劃原則說明如下

- 1.清查涵蓋測區岸邊範圍之已知控制點（基本控制點或加密控制點），作為細部測量依據。
- 2.新設平面控制點以沿岸線每 5 公里布設 1 點，高程控制點則依潮位觀測站設置位置為主；航空標分布密度則參考基本圖測製作業規定辦理。
- 3.新設點位應儘量以學校、政府機構用地或其他適當地點，以便永久保存使用，若為私有土地，應先徵詢點位所在地之土地所有權人同意設置。若規劃新設點位附近有其他單位埋設之樁標，且該樁標維護及觀測環境符合作業需求，應共用該樁標。

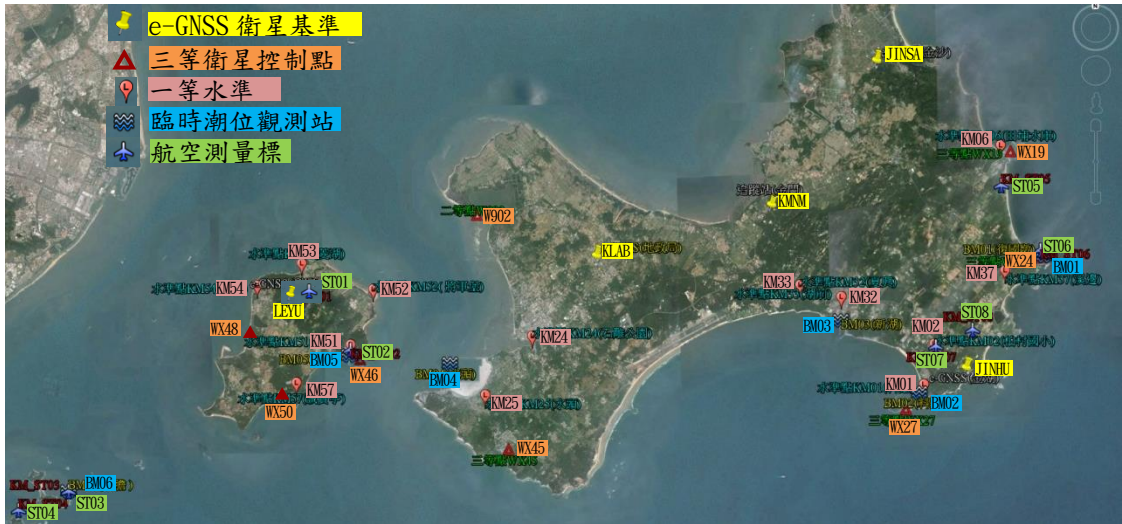


圖 2-3 第 3 作業區控制點相關位置圖

(三)海域水深測量

海域水深測量方式分為多音束測深系統與單音束測深系統，作業區域及測線規劃原則如下（水深測線規劃如圖 2-4 所示）：

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須達 110% 以上，且船隻回轉時所測得資料不得作為計算成果之資料，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 1 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。

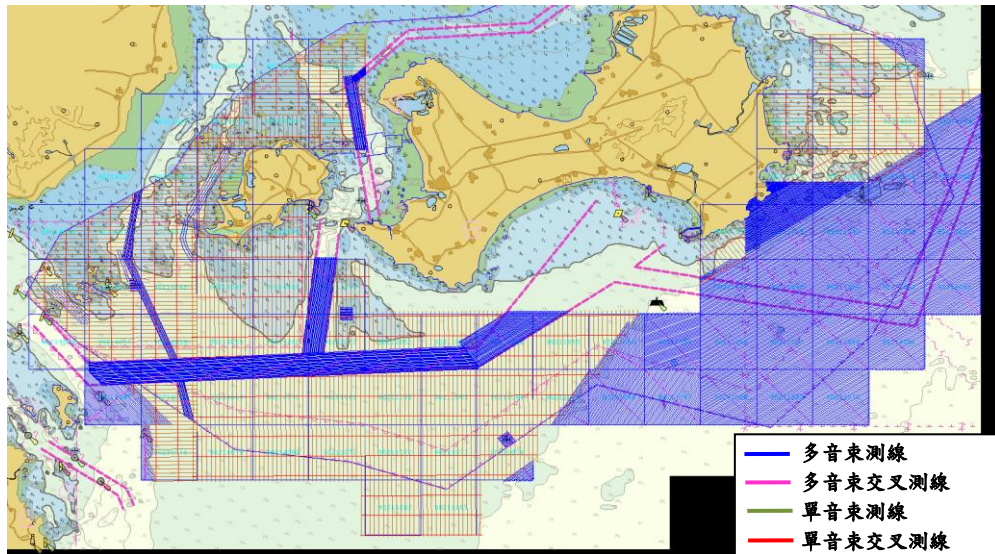


圖 2-4 第 3 作業區水深測線規劃圖

(四)岸線地形測量

本工作岸線地形測量主要採用航空攝影搭配空載光達方式進行，其測製工作係參考內政部「基本圖測製說明草案」規範辦理，航線規劃如表 2-1 與表 2-2 所示。

表 2-1 航空攝影航線規劃資訊

項目	規劃資訊
飛航高度	3333 m
航拍測線	4 條
飛航長度	43 km
UltraCam-Xp 航拍影像前後重疊	85%
UltraCam-Xp 航拍影像左右重疊	30%
UltraCam-Xp 航拍影像 GSD	20cm

航線規劃圖

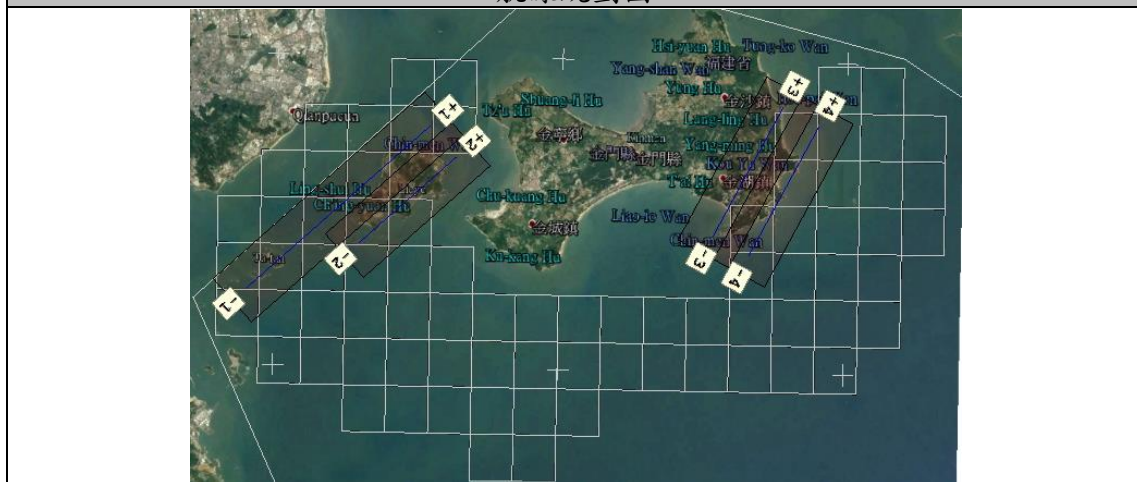


表 2-2 空載光達航線規劃資訊

項目	規劃資訊
飛航高度	1800 m
航拍測線	5 條
飛航長度	51 km
Riegl LMS-Q680i 掃瞄頻率	140 KHz
Riegl LMS-Q680i 點雲密度	≥ 1.0 點/m ²

航線規劃圖



三、工作期程

本工作分 4 階段辦理，各階段交付成果、繳交期限及實際交付日期如下表 2-3 所示：

表 2-3 105 年度第 3 作業區工作成果交付項目及繳交日期一覽表

階段	成果交付項目	單位	數量		繳交期限		
			書面	電子檔	決標次日起	契約日期	繳交日期
第 1 階段	工作計畫書	份	10	3	30 個日曆天	2016/04/27	2016/04/27
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	60 個日曆天	2016/05/27	2016/05/27
	控制測量成果 控制測量成果報告書	份	3	3	75 個日曆天	2016/06/11	2016/06/08
	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 (作業範圍 35% 以上範圍)	式	3	3	120 個日曆天	2016/07/26	2016/07/27
第 3 階段	第 2 批海域地形測量成果 (作業範圍 35% 以上範圍)	式	-	3	180 個日曆天	2016/09/24	2016/09/30
	1. 第 3 批海域地形測量成果(作業 範圍扣除第 1 及第 2 批海域地形 測量已繳交資料) 2. 第 2、3 批海域地形測量成果報 告書	式	3	3	240 個日曆天	2016/11/23	2016/12/01
第 4 階段	1. 數值地形模型 2. 電子航行圖前置資料 3. 詮釋資料	式	-	3	300 個日曆天	2017/01/22	01/22 遇假日 遞延 1 日
	工作總報告書	份	15	3			2017/01/23
	修正後工作總報告書	份	6	3	於審查通過後 發文通知期限		2017/03/03

參、作業範圍特性分析

一、海域環境概述

金門地區係由 16 個大小島嶼組成，總面積約為 178.956 平方公里，其島形如錠狀，中狹，東西向較寬約有二十公里，地質是由花崗片麻岩所組成。本工作範圍以大金門東南側及小金門西南北側為主，沿海除大金門東側多峽灣，其餘海岸以沙質為主。地屬亞熱帶海洋性氣候，因四面環海且無高山屏障，故於冬夏兩季之東北季風與西南季風，格外盛行。

其島上規劃三商港區，包括位於大金門島東南側之料羅港區、西側之水頭港區，以及位於小金門島東側之九宮港區。而漁港有三處，為大金門島東側復國墩漁港、南側新湖漁港及小金門島東側羅厝漁港。

二、海氣象資料

(一)潮汐

金門潮汐屬於半日潮，平均潮差約 4 公尺、最大潮差約 7 公尺。經濟部水利署在水頭及料羅灣設有長期觀測潮位站，統計料羅灣(2001-2015)、水頭港(2004-2015)如表 3-1 與表 3-2 所示。金門料羅灣最高高潮介於 2.811~3.509 公尺之間，最高天文潮介於 2.718~3.014 公尺之間，平均高潮位介於 1.916~2.229 公尺之間，平均潮位介於 -0.087~-0.204 公尺之間，平均低潮位介於 -2.226~-1.991 公尺之間，而最低天文潮則介於 -3.223~-2.789 公尺之間，而最低低潮位則介於 -3.461~-2.976 公尺之間；金門水頭最高高潮介於 2.901~3.770 公尺之間，最高天文潮介於 2.844~3.305 公尺之間，平均高潮位介於 1.999~2.411 公尺之間，平均潮位介於 -0.101~-0.228 公尺之間，平均低潮位介於 -2.320~-2.035 公尺之間，而最低天文潮則介於 -3.255~-2.917 公尺之間，而最低低潮位則介於 -3.410~-2.904 公尺之間。

表 3-1 金門料羅灣潮位站歷年月潮位統計表(2001-2015)

月份	最高高潮位 暴潮位 (公尺)	最高天文潮 (公尺)	平均高潮位 (公尺)	平均潮位 (公尺)	平均低潮位 (公尺)	最低天文潮 (公尺)	最低低潮位 (公尺)
1	2.811	2.746	2.009	0.033	-2.133	-3.157	-3.312
2	2.824	2.721	1.946	-0.013	-2.092	-3.011	-3.245
3	3.040	2.910	1.921	-0.057	-2.097	-2.789	-3.112
4	2.942	2.851	1.916	-0.087	-2.114	-2.965	-3.112
5	2.790	2.761	1.980	-0.033	-2.138	-3.132	-3.162
6	2.913	2.731	1.972	-0.039	-2.175	-3.188	-3.278
7	3.217	2.899	1.958	-0.069	-2.226	-3.223	-3.339
8	3.216	3.006	2.083	0.000	-2.197	-3.008	-3.461
9	3.509	3.014	2.186	0.111	-2.094	-2.739	-2.976
10	3.288	2.989	2.229	0.204	-1.991	-2.954	-3.031
11	2.999	2.844	2.136	0.113	-2.065	-2.995	-3.395
12	2.881	2.718	2.104	0.108	-2.077	-3.083	-3.275
全年	3.509	3.014	2.038	0.023	-2.118	-3.223	-3.461

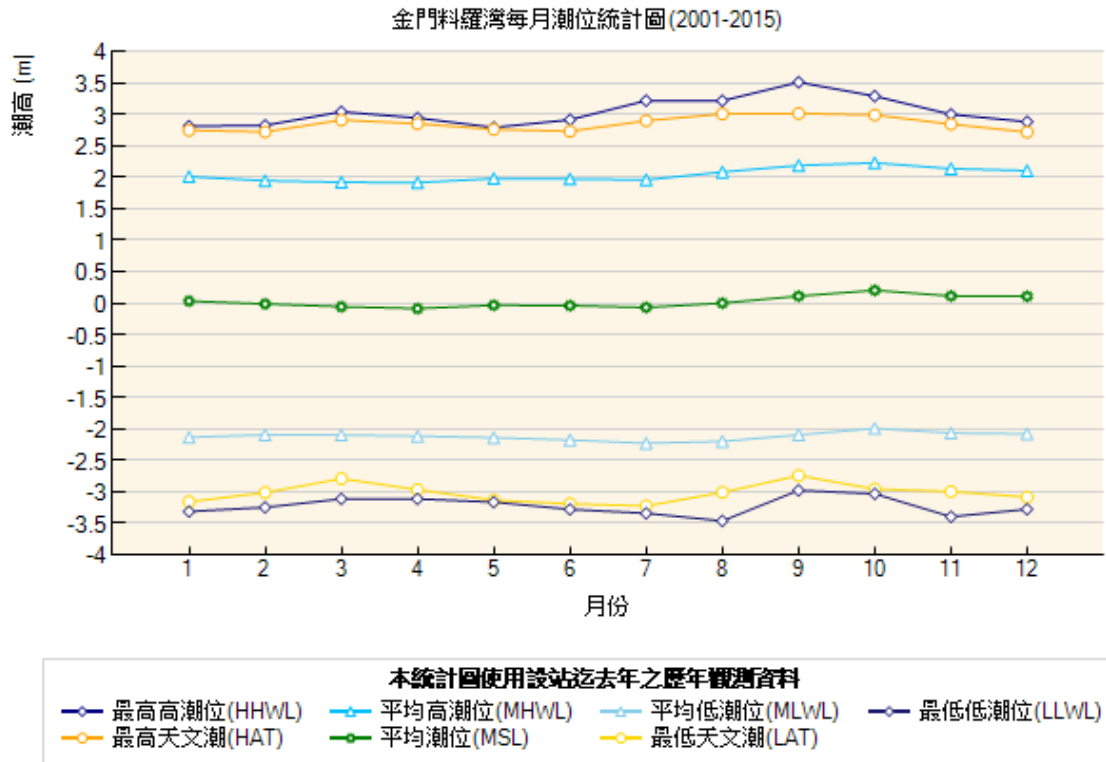


圖 3-1 金門料羅灣潮位站歷年月潮位統計資料圖

表 3-2 金門水頭潮位站歷年月潮位統計表(2004-2015)

月份	最高高潮位 暴潮位 (公尺)	最高天文潮 (公尺)	平均高潮位 (公尺)	平均潮位 (公尺)	平均低潮位 (公尺)	最低天文潮 (公尺)	最低低潮位 (公尺)
1	2.919	2.844	2.086	-0.016	-2.232	-3.205	-3.360
2	2.901	2.952	2.022	-0.054	-2.175	-3.091	-3.294
3	3.055	3.050	1.999	-0.101	-2.171	-2.945	-3.191
4	2.991	3.060	2.010	-0.13	-2.218	-3.035	-3.156
5	2.934	2.930	2.105	-0.059	-2.208	-3.163	-3.244
6	3.096	2.856	2.106	-0.049	-2.262	-3.212	-3.345
7	3.403	2.887	2.094	-0.082	-2.320	-3.255	-3.377
8	3.244	3.032	2.212	0.021	-2.232	-3.148	-3.329
9	3.770	3.305	2.354	0.148	-2.128	-2.917	-2.904
10	3.546	3.263	2.411	0.228	-2.035	-2.966	-3.046
11	3.161	2.956	2.265	0.127	-2.111	-3.016	-3.239
12	3.065	2.936	2.195	0.066	-2.173	-3.214	-3.410
全年	3.770	3.305	2.159	0.012	-2.187	-3.255	-3.410

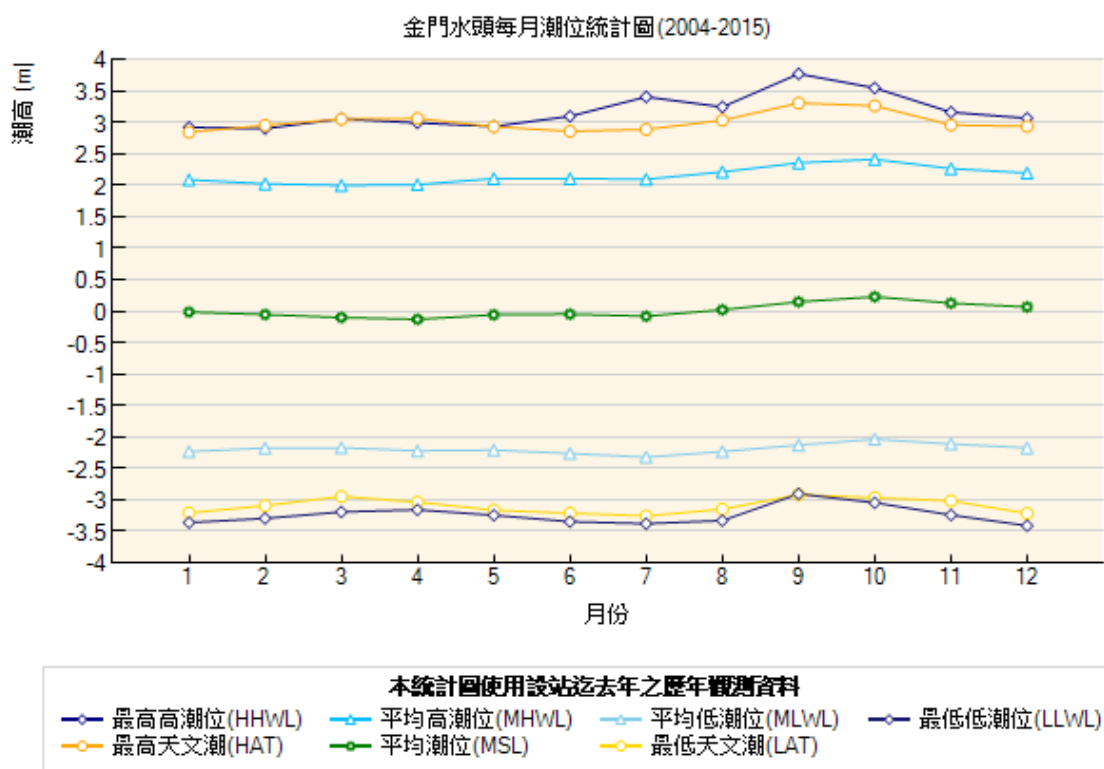
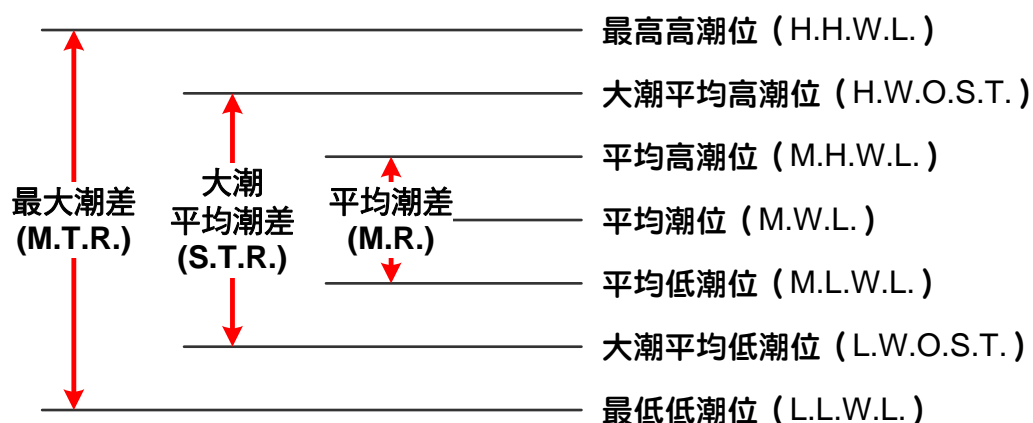


圖 3-2 金門水頭潮位站歷年月潮位統計資料圖

茲將前述資料統計彙整於表 3-3 所示，金門高程系統以水頭碼頭平均海水面為零公尺起算，整體而言，金門地區潮位以半日潮為主，潮差較大。

表 3-3 金門潮位統計彙整表

項目	簡稱	料羅灣潮位(m)	水頭潮位(m)
最高高潮位	H.H.W.L.	+3.509	+3.770
大潮平均高潮位	H.W.O.S.T.	+3.014	+3.305
平均高潮位	M.H.W.L.	+2.038	+2.159
平均潮位	M.W.L.	+0.023	+0.012
平均低潮位	M.L.W.L.	-2.118	-2.187
大潮平均低潮位	L.W.O.S.T.	-3.223	-3.255
最低低潮位	L.L.W.L.	-3.461	-3.410
平均潮差 ^{*註1}	M.R.	4.156	4.346
最大潮差 ^{*註2}	M.T.R.	6.970	7.180



【註 1】平均潮差：平均高潮位與平均低潮位之差值

【註 2】最大潮差：最高高潮位與最低低潮位之差值

(二)波浪

蒐集經濟部水利署金門浮標逐月波高統計資料如表 3-4，顯示其主要波向為 E 及 S 方向，平均示性波高介於 0.73 公尺~1.29 公尺。

表 3-4 金門浮標每月波高統計表(2000~2015)

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	0.6~1.5	1.5~2.5	大於 2.5
								公尺	小浪	中浪	大浪
1	9271	3.48	10.4	67	20110192	1.24	5.2	13%	56%	29%	01%
2	8055	3.73	6.9		20010224	1.12	5.2	23%	52%	23%	02%
3	8783	3.73	6.9		20010224	1.04	5.1	29%	51%	19%	02%
4	8885	3.18	8.7	112	20070422	0.85	4.9	40%	51%	10%	00%
5	8598	3.04	10.	101	20130511	0.73	4.6	46%	50%	04%	00%
6	6844	3.64	9.5	157	20120620	0.81	4.6	33%	62%	04%	00%
7	8938	3.74	9.5	180	20080729	0.90	4.8	27%	65%	08%	01%
8	9357	5.24	12.4	112	20150881	0.87	5.1	31%	59%	08%	01%
9	7902	9.12	11.6	112	20100920	0.97	5.0	25%	62%	12%	01%
10	7415	6.12	11.6	168	20101023	1.26	5.1	11%	60%	27%	02%
11	7929	4.36	10.4	90	20091121	1.29	5.3	10%	57%	31%	02%
12	8587	3.40	9.5	67	20111290	1.29	5.3	09%	59%	30%	02%
全年	100564	9.12	11.6	112	20100920	1.03	5.0	25%	57%	17%	01%

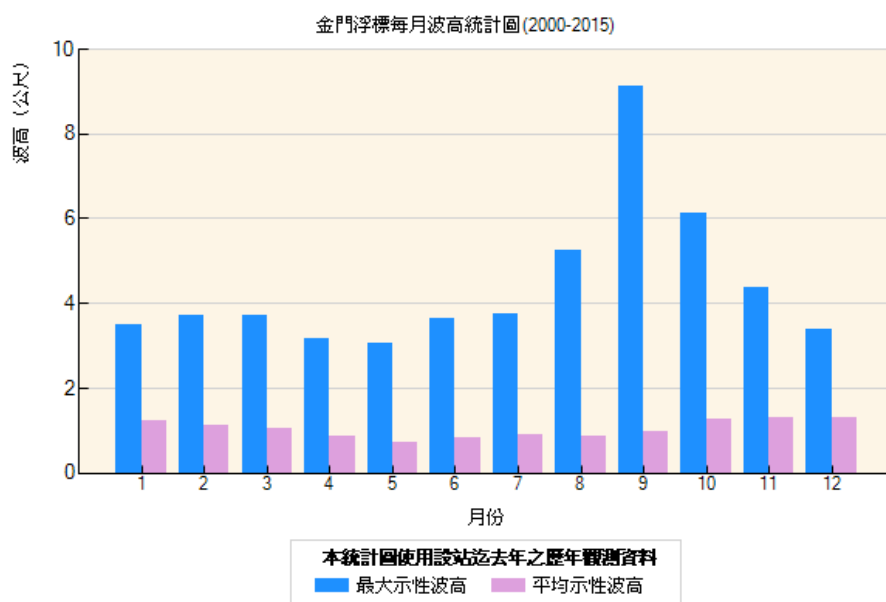


圖 3-3 金門浮標每月波高統計圖(2000~2015)

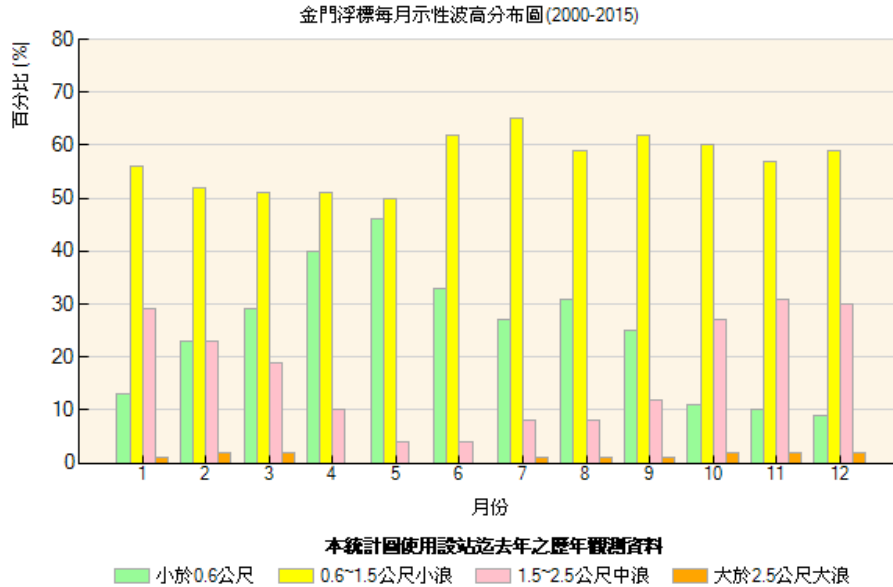
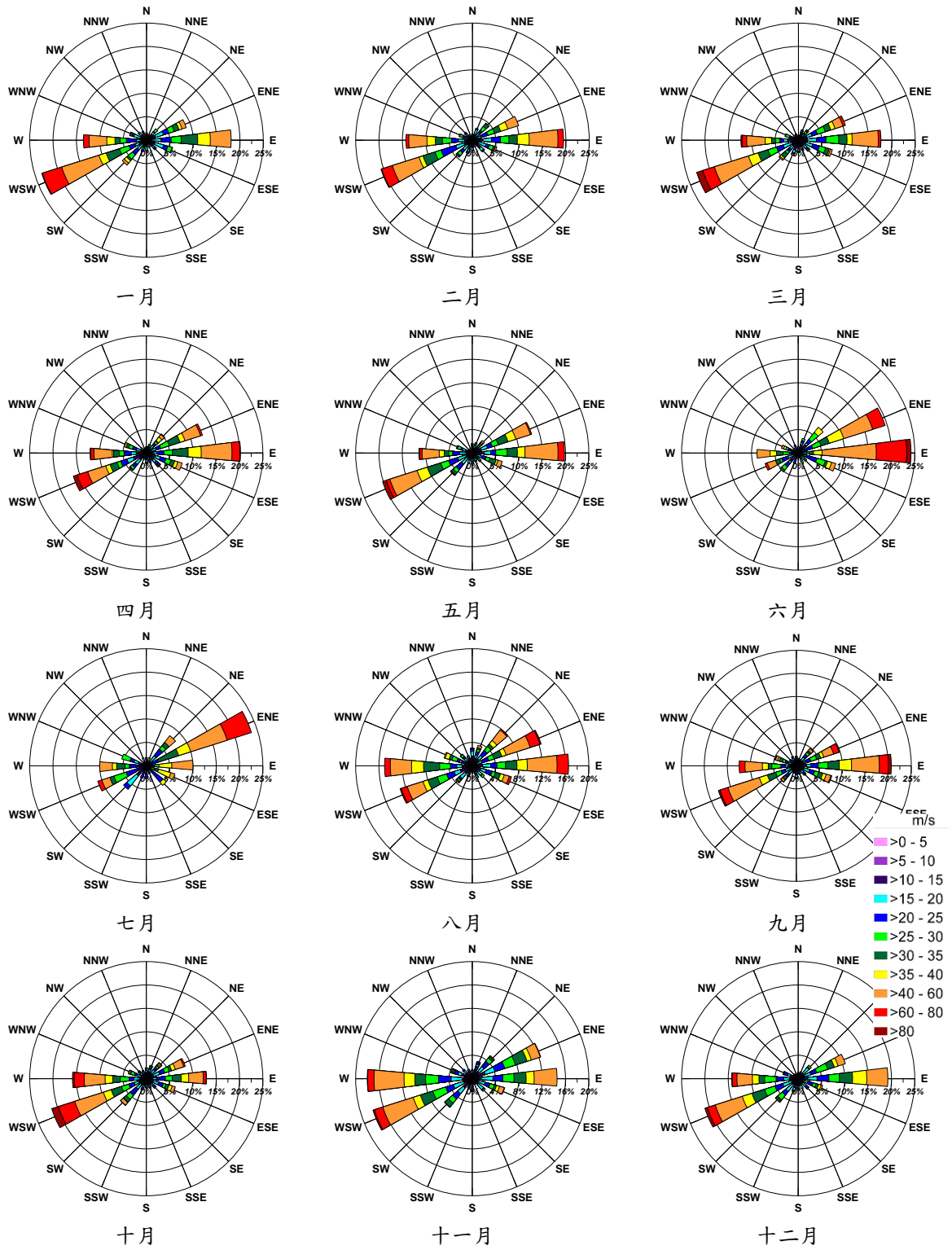


圖 3-4 金門浮標每月示性波高分布圖(2000~2015)

(三)流況

蒐集經濟部水利署 2012.06 『2002~2011 年臺灣水文年報』中，金門資料浮標測站之海流資料，測站位置坐標北緯 24°22'46" (N)、東經 118°24'50" (E)；位於料羅港南方約 4 公里；該處水深約-25 公尺處，其位置與波浪測站相同。

圖 3-5 為金門浮標海流測站歷年各月海流流向玫瑰圖，由圖可得知本區海域流向以 WSW 方向為最多，約佔全部流向 18.46% 左右，次為 E 方向，約佔全部流向 17.53% 左右。另表 3-5~表 3-9 則為全年及各季海流流速一流向統計表，依據統計結果繪製成為海流流速流向玫瑰圖，如圖 3-6 所示，結果顯示，流速平均值以夏季最大 (30.6 cm/s)；冬季最小 (27.8 cm/s)；全年平均流速為 29.3 cm/s，流速最大值為 108.7 cm/s (WSW 方向) 發生於秋季，全年流速分佈 <60 cm/s 佔全部之 94.00%；>60cm/s 為 5.24%。



依據經濟部水利署 2012.06 「2002~2011 年臺灣水文年報」自行繪製

圖 3-5 金門浮標測站歷年各月海流玫瑰圖 (2002~2011)

表 3-5 金門浮標測站全年流速流向聯合分佈統計 (2002~2011)

流速ms \ 流向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	合計(%)
0-5	0.12%	0.18%	0.16%	0.12%	0.19%	0.18%	0.09%	0.15%	0.14%	0.22%	0.21%	0.15%	0.16%	0.13%	0.09%	0.19%	2.50%
5-10	0.52%	0.45%	0.50%	0.47%	0.62%	0.48%	0.53%	0.48%	0.61%	0.55%	0.54%	0.64%	0.63%	0.52%	0.54%	0.54%	8.68%
10-15	0.55%	0.61%	0.74%	1.02%	0.96%	0.81%	0.83%	0.58%	0.79%	0.76%	0.82%	0.92%	0.86%	0.72%	0.48%	0.46%	11.90%
15-20	0.34%	0.46%	0.86%	1.12%	1.44%	1.17%	0.73%	0.48%	0.43%	0.39%	1.30%	1.50%	1.15%	0.69%	0.43%	0.28%	12.76%
20-25	0.18%	0.28%	0.72%	1.32%	1.73%	1.11%	0.42%	0.16%	0.13%	0.22%	1.01%	1.55%	1.40%	0.62%	0.23%	0.16%	11.22%
25-30	0.12%	0.20%	0.61%	1.58%	1.89%	0.84%	0.23%	0.07%	0.07%	0.08%	0.77%	1.76%	1.74%	0.53%	0.11%	0.03%	10.60%
30-35	0.01%	0.13%	0.28%	1.44%	2.33%	0.67%	0.06%	0.01%	0.04%	0.04%	0.54%	2.27%	1.42%	0.28%	0.03%	-	9.56%
35-40	-	0.03%	0.28%	1.01%	2.08%	0.60%	0.03%	-	0.01%	-	0.18%	1.59%	1.50%	0.22%	-	-	7.53%
40-50	-	0.05%	0.30%	1.58%	3.75%	0.43%	0.01%	0.01%	0.01%	0.02%	0.26%	3.43%	2.43%	0.12%	-	-	12.38%
50-60	-	0.02%	0.16%	0.84%	1.51%	0.26%	-	-	-	-	0.04%	2.46%	1.56%	0.03%	-	-	6.87%
60-70	-	-	0.06%	0.44%	0.70%	0.07%	-	-	-	-	0.01%	1.54%	0.79%	0.03%	-	-	3.48%
70-80	-	-	-	0.17%	0.31%	0.01%	-	-	-	-	-	0.65%	0.32%	0.01%	-	-	1.48%
80-90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00%
90-100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00%
>100	-	-	-	-	0.02%	-	-	-	-	-	0.01%	0.10%	-	-	-	-	0.13%
合計(%)	1.85%	2.39%	4.68%	11.10%	17.53%	6.61%	2.91%	1.95%	2.22%	2.33%	5.68%	18.46%	13.96%	4.01%	1.90%	1.65%	99.24%

【註1】：流速介於0cm/s佔12.76%，主流向WSW佔18.46%。
 【註2】：流速平均值=29.3m/s，流速最大值=108.7m/s，其流向為WSW。
 【註3】：流速小於25m/s佔47.06%；介於25~50m/s佔40.07%；流速大於50m/s佔12.11%。
 【註4】：流向介於N~E佔20.02%；E~S佔29%；S~W佔28.69%；W~N佔21.52%。
 【註5】：資料1小時記錄一次，合計10537筆(84.76%)。

表 3-6 金門浮標測站春季流速流向聯合分佈統計 (2002~2011)

流速ms \ 流向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	合計(%)
0-5	0.18%	0.32%	0.14%	0.05%	0.18%	0.05%	0.09%	0.23%	0.18%	0.18%	0.18%	0.28%	0.23%	0.14%	0.09%	0.23%	2.75%
5-10	0.60%	0.37%	0.46%	0.55%	0.69%	0.51%	0.55%	0.37%	0.60%	0.37%	0.60%	0.60%	0.69%	0.60%	0.32%	0.46%	8.31%
10-15	0.32%	0.37%	0.51%	1.10%	1.10%	1.01%	0.83%	0.60%	0.78%	1.01%	0.83%	1.06%	0.92%	0.60%	0.32%	0.23%	11.57%
15-20	0.14%	0.37%	0.46%	1.10%	1.38%	1.10%	0.64%	0.55%	0.46%	0.55%	1.24%	1.70%	1.19%	0.69%	0.51%	0.23%	12.30%
20-25	0.18%	0.23%	0.55%	1.15%	1.52%	1.38%	0.51%	0.32%	0.18%	0.05%	0.92%	1.65%	1.29%	0.55%	0.05%	0.09%	10.61%
25-30	0.09%	0.28%	0.46%	1.74%	2.39%	1.10%	0.28%	0.05%	0.14%	0.05%	0.73%	1.52%	0.92%	0.78%	0.05%	-	10.56%
30-35	-	0.23%	0.32%	1.93%	2.39%	1.01%	0.23%	0.05%	0.05%	0.05%	0.60%	2.30%	1.01%	0.28%	-	-	10.42%
35-40	-	-	0.46%	1.29%	1.70%	0.46%	-	-	-	-	0.14%	1.84%	0.87%	0.05%	-	-	6.80%
40-50	-	-	0.23%	1.93%	4.82%	0.46%	0.05%	0.05%	-	0.09%	0.23%	3.31%	2.48%	0.14%	-	-	13.77%
50-60	-	0.05%	0.18%	0.87%	1.79%	0.32%	-	-	-	-	0.23%	2.62%	1.42%	-	-	-	7.25%
60-70	-	-	0.05%	0.46%	1.01%	-	-	-	-	-	-	2.29%	0.51%	-	-	-	3.31%
70-80	-	-	-	0.18%	-	-	-	-	-	-	-	0.69%	0.23%	-	-	-	1.10%
80-90	-	-	-	-	0.05%	-	-	-	-	-	-	0.55%	0.14%	-	-	-	0.73%
90-100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.23%	0.05%	-	-	-	0.28%
>100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.23%	-	-	-	-	0.23%
合計(%)	1.52%	2.20%	3.81%	12.17%	19.19%	7.39%	3.17%	2.20%	2.39%	2.34%	5.46%	19.83%	11.94%	3.81%	1.33%	1.24%	100.00%

【註1】：流速介於40~50cm/s佔13.77%，主流向WSW佔19.83%。
 【註2】：流速平均值=29.6m/s，流速最大值=106.6m/s，其流向為WSW。
 【註3】：流速小於25m/s佔45.55%；介於25~50m/s佔41.55%；流速大於50m/s佔12.9%。
 【註4】：流向介於N~E佔19.7%；E~S佔31.96%；S~W佔30.03%；W~N佔18.32%。
 【註5】：資料1小時記錄一次，合計2178筆(98.64%)。

表 3-7 金門浮標測站夏季流速流向聯合分佈統計 (2002~2011)

流速ms \ 流向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	合計(%)
0-5	0.15%	0.15%	-	-	0.22%	0.45%	0.15%	0.15%	0.22%	0.45%	0.15%	0.07%	0.15%	0.15%	-	0.22%	2.68%
5-10	0.75%	0.30%	0.67%	0.30%	0.45%	0.22%	0.37%	0.89%	0.22%	0.30%	0.75%	0.52%	0.52%	0.97%	0.37%	0.37%	7.97%
10-15	0.52%	0.89%	0.89%	0.52%	0.89%	0.75%	0.75%	0.52%	0.37%	0.75%	0.89%	1.19%	0.97%	0.89%	0.67%	0.75%	12.22%
15-20	0.75%	0.52%	0.75%	0.67%	1.19%	0.75%	0.75%	0.30%	0.30%	0.15%	1.19%	1.04%	0.67%	0.37%	0.52%	0.37%	10.28%
20-25	0.45%	0.60%	1.19%	1.49%	0.89%	1.27%	0.37%	0.15%	0.37%	0.52%	1.64%	1.12%	0.45%	0.30%	0.07%	0.07%	11.03%
25-30	0.07%	0.37%	1.04%	1.04%	1.27%	0.82%	0.30%	0.22%	-	0.30%	1.49%	1.64%	0.82%	0.37%	0.07%	-	9.84%
30-35	-	0.22%	0.45%	1.71%	1.64%	0.82%	0.07%	-	0.07%	0.07%	0.22%	1.56%	2.53%	0.37%	0.07%	-	9.84%
35-40	-	-	0.82%	1.34%	1.71%	0.89%	0.07%	-	-	-	-	0.67%	1.79%	0.60%	-	-	7.90%
40-50	-	0.30%	1.12%	2.76%	3.73%	0.37%	-	-	-	-	0.07%	1.34%	2.38%	0.22%	-	-	12.30%
50-60	-	0.07%	0.75%	2.24%	2.46%	0.52%	-	-	-	-	0.07%	1.27%	1.12%	-	-	-	8.49%
60-70	-	-	0.15%	1.27%	1.49%	0.22%	-	-	-	-	-	0.82%	0.52%	-	-	-	4.47%
70-80	-	-	-	0.97%	1.12%	0.07%	-	-	-	-	-	0.15%	0.22%	-	-	-	2.53%
80-90	-	-	-	0.15%	0.15%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.30%
90-100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.07%	-	-	-	-	0.07%
>100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.07%	-	-	-	-	0.07%
合計(%)	2.68%	3.43%	7.82%	14.46%	17.21%	7.15%	2.83%	2.24%	1.34%	2.09%	4.17%	11.92%	13.64%	4.84%	2.31%	1.86%	100.00%

【註1】：流速介於40~50cm/s佔12.3%，主流向E佔17.21%。
 【註2】：流速平均值=30.6m/s，流速最大值=104.6m/s，其流向為WSW。
 【註3】：流速小於25m/s佔44.19%；介於25~50m/s佔39.87%；流速大於50m/s佔15.95%。
 【註4】：流向介於N~E佔28.39%；E~S佔29.43%；S~W佔19.52%；W~N佔22.65%。
 【註5】：資料1小時記錄一次，合計1342筆(45.46%)。

表 3-8 金門浮標測站秋季流速流向聯合分佈統計 (2002~2011)

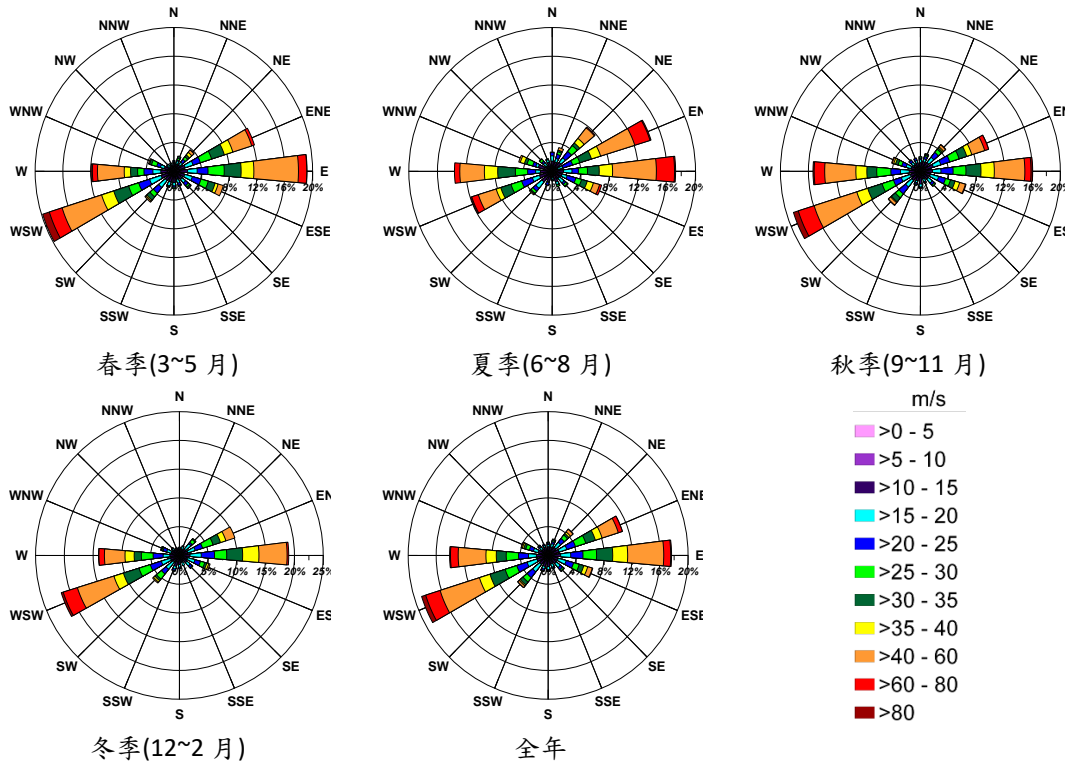
流速ms \ 流向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	合計(%)
0-5	0.12%	0.17%	0.24%	0.21%	0.19%	0.24%	0.05%	0.12%	0.10%	0.24%	0.29%	0.10%	0.14%	0.12%	0.07%	0.19%	2.57%
5-10	0.36%	0.50%	0.52%	0.50%	0.64%	0.48%	0.50%	0.43%	0.74%	0.52%	0.50%	0.52%	0.67%	0.60%	0.72%	0.50%	8.70%
10-15	0.72%	0.72%	0.79%	1.17%	0.86%	0.74%	0.81%	0.52%	0.93%	0.60%	0.81%	0.79%	0.79%	0.69%	0.41%	0.52%	11.85%
15-20	0.43%	0.43%	0.91%	1.12%	1.22%	1.22%	0.76%	0.45%	0.41%	0.31%	1.14%	1.41%	1.24%	0.69%	0.43%	0.38%	12.54%
20-25	0.17%	0.29%	0.88%	1.33%	1.72%	1.00%	0.38%	0.17%	0.07%	0.21%	1.19%	1.19%	1.33%	0.67%	0.41%	0.29%	11.30%
25-30	0.21%	0.24%	0.55%	1.45%	1.79%	0.74%	0.21%	0.07%	0.07%	0.12%	0.74%	1.74%	1.98%	0.55%	0.10%	0.05%	10.61%
30-35	0.02%	0.14%	0.24%	1.14%	2.12%	0.69%	-	0.02%	0.02%	0.69%	2.10%	1.43%	0.36%	-	-	-	8.99%
35-40	-	0.07%	0.19%	0.76%	1.95%	0.72%	0.05%	-	-	-	0.17%	1.67%	1.62%	0.29%	-	-	7.49%
40-50	-	0.02%	0.29%	1.31%	3.05%	0.62%	-	-	0.02%	-	0.38%	3.77%	2.67%	0.14%	-	-	12.28%
50-60	-	-	0.07%	0.62%	1.38%	0.24%	-	-	-	-	0.05%	2.62%	1.81%	0.07%	-	-	6.87%
60-70	-	-	0.07%	0.45%	0.55%	0.10%	-	-	-	-	0.02%	1.76%	1.00%	0.07%	-	-	4.03%
70-80	-	-	-	0.12%	0.33%	-	-	-	-	-	-	0.64%	0.50%	0.02%	-	-	1.62%
80-90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00%
90-100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00%
>100	-	-	-	-	0.05%	-	-	-	-	-	0.02%	0.12%	-	-	-	-	0.19%
合計(%)	2.03%	2.57%	4.74%	10.20%	15.85%	6.77%	2.77%	1.76%	2.36%	2.03%	6.01%	18.43%	15.18%	4.27%	2.12%	1.93%	99.02%

【註1】：流速介於15~20cm/s佔12.54%，主流向WSW佔18.43%。
 【註2】：流速平均值=29.7m/s，流速最大值=108.7m/s，其流向為WSW。
 【註3】：流速小於25m/s佔46.96%；介於25~50m/s佔39.36%；流速大於50m/s佔12.71%。
 【註4】：流向介於N~E佔19.55%；E~S佔27.15%；S~W佔28.82%；W~N佔23.5%。
 【註5】：資料1小時記錄一次，合計14195筆(96.04%)。

表 3-9 金門浮標測站冬季流速流向聯合分佈統計 (2002~2011)

流速ms \ 流向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	合計(%)
0-5	0.07%	0.11%	0.14%	0.11%	0.18%	0.07%	0.11%	0.14%	0.14%	0.11%	0.14%	0.18%	0.14%	0.14%	0.18%	0.14%	2.09%
5-10	0.60%	0.50%	0.43%	0.43%	0.60%	0.60%	0.64%	0.46%	0.60%	1.06%	0.50%	0.53%	0.60%	0.53%	0.46%	0.74%	9.28%
10-15	0.50%	0.50%	0.78%	0.99%	1.03%	0.78%	0.89%	0.67%	0.78%	0.82%	0.78%	0.89%	0.89%	0.78%	0.64%	0.39%	12.08%
15-20	0.18%	0.53%	1.17%	1.35%	1.95%	1.35%	0.74%	0.57%	0.50%	0.50%	1.63%	1.70%	1.20%	0.85%	0.32%	0.11%	14.64%
20-25	0.07%	0.14%	0.39%	1.35%	2.30%	0.99%	0.43%	0.04%	0.18%	0.28%	1.03%	1.95%	1.70%	0.67%	0.07%	0.07%	11.66%
25-30	0.04%	-	0.60%	1.88%	1.95%	0.78%	0.18%	-	0.04%	0.07%	1.06%	2.09%	2.06%	0.18%	0.07%	-	10.99%
30-35	-	-	0.21%	1.38%	2.94%	0.32%	-	-	0.04%	0.04%	0.43%	2.83%	1.20%	0.14%	0.07%	-	9.60%
35-40	-	-	0.04%	0.99%	2.73%	0.39%	-	-	-	-	0.32%	1.74%	1.67%	0.07%	-	-	7.97%
40-50	-	-	-	1.13%	3.97%	0.14%	-	-	-	-	0.18%	4.00%	2.06%	0.04%	-	-	11.52%
50-60	-	-	-	0.50%	1.03%	0.11%	-	-	-	-	0.04%	2.66%	1.49%	-	-	-	5.81%
60-70	-	-	-	-	0.32%	-	-	-	-	-	-	1.74%	0.82%	-	-	-	2.87%
70-80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.89%	0.18%	-	-	-	1.06%
80-90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00%
90-100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00%
>100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00%
合計(%)	1.45%	1.77%	3.76%	10.10%	18.99%	5.53%	2.98%	1.88%	2.30%	2.87%	6.09%	21.19%	14.00%	3.40%	1.81%	1.45%	99.57%

【註1】：流速介於15-20cm/s佔14.64%，主流向WSW佔21.19%。
 【註2】：流速平均值=27.8m/s，流速最大值=96.5m/s，其流向為WSW。
 【註3】：流速小於25m/s佔49.75%；介於25-50m/s佔40.08%；流速大於50m/s佔9.74%。
 【註4】：流向介於N-E佔17.08%；E-S佔29.38%；S-W佔32.46%；W-N佔20.66%。
 【註5】：資料1小時記錄一次，合計2822筆(97.18%)。



依據經濟部水利署 2012.06 「2002~2011 年臺灣水文年報」自行繪製

圖 3-6 金門浮標測站歷年各季及全年海流玫瑰圖 (2002~2011)

肆、執行方法及成果

依據作業規劃依序執行各項主要工作，包含控制測量、測深系統適用性評估、岸線地形測量、海域地形測量、數值地形模型製作及電子航行圖前置資料製作等，其執行方法及成果說明如下：

一、控制測量

進行海、陸域地形測量前，需先執行已知控制點清查、航空標布設、臨時潮位站設置、平面及高程控制測量(含已知點檢測)等工作，經控制測量工作完成後，再依續進行海、陸域地形測量及成果圖資製作等工作。

(一)測量基準

依據作業說明手冊本工作屬金門離島地區其大地基準為一九九七坐標系統(TWD97)，高程系統則依據內政部國土測繪中心「九十三年度離島一等水準點埋設及其水準、衛星定位、重力測量工作」之測量成果(離島一等水準系統)，金門地區以水頭平均海水面為零公尺起算；另外需同時計算各點位橢球高程，以利測深作業後處理計算各水深點橢球高程值。

(二)控制點清查及選點

- 1.為配合陸域岸線地形測量、海域地形測量及臨時潮位觀測架站需求，需在測區周邊清查已知控制點進行檢測，並布設平面及高程控制點，如航空標控制點、新設平面控制點(RTK 固定站)及臨時潮位觀測站，以供後續細部測量之依據。
- 2.展繪金門測區附近一至三等衛星控制點、e-GNSS 衛星基準站及離島一等水準點。首先清查涵蓋測區範圍及其毗鄰區域之已知控制點，本計畫選用三等衛星控制點作為已知平面控制點，離島一等水準點作為已知高程控制點，並於 105/04/11 至 105/04/12 派員清查三等衛星控制點 12 點及一等水準點 14 點共計 26 點，其中 WX36 附近有 3 支樁均無點號無法判別樁位不予採用、WX47 遺失、WX46 與 WX48 透空不佳，其餘樁位

皆保存良好。點位分布情形如圖 4-1，並將清查結果彙整成已知控制點清查結果清冊，記載點號、點位類別及等級、樁標種類、樁標現況及備註說明等如表 4-1。



圖 4-1 第 3 作業區已知控制點分布圖

表 4-1 已知控制點清查結果清冊

水深測量資料調查及整理作業-已知控制點清理結果清冊												
序號	點名	點號	類別及等級	標石號碼	測設年度	測設作業名稱	樁標種類	樁標現況	測量現況	所在地點	清查日期	備註
1	慈湖	W902	二等衛星控制點	W902	87.05		鋼樁	良好	正常	金寧鄉	04/11	
2	山后	WX11	三等衛星控制點	WX11	91.09	三等控制點補建新建九十年 度計畫	石樁	良好	正常	金沙鎮	04/11	
3	田浦	WX19	三等衛星控制點	NO24	91.09	三等控制點補建新建九十年 度計畫	鋼樁	良好	正常	金沙鎮	04/11	聯勤測量 NO24 共樁
4	新復國墩	WX24	三等衛星控制點	WX24	91.09	三等控制點補建新建九十年 度計畫	鋼樁	良好	正常	金湖鎮	04/11	
5	碼頭	WX27	三等衛星控制點	NO5	91.09	三等控制點補建新建九十年 度計畫	鋼樁	良好	正常	金湖鎮	04/11	金門港務處 NO5 共樁
6	湖南	WX36	三等衛星控制點	無	91.09	三等控制點補建新建九十年 度計畫	水泥樁	點位無法辨識	無法觀測	金寧鄉	04/11	現場有三支樁皆無點號
7	金門城	WX45	三等衛星控制點	WX45	91.09	三等控制點補建新建九十年 度計畫	鋼樁	良好	正常	金城鎮	04/11	
8	九宮碼頭	WX46	三等衛星控制點	WX46	91.09	三等控制點補建新建九十年 度計畫	鋼樁	良好	正常	烈嶼鄉	04/12	透空不佳
9	埔頭	WX47	三等衛星控制點		91.09	三等控制點補建新建九十年 度計畫		遺失		烈嶼鄉	04/12	遺失
10	西湖	WX48	三等衛星控制點	無	91.09	三等控制點補建新建九十年 度計畫	水泥樁	良好	正常	烈嶼鄉	04/12	透空不佳
11	大山頂	WX50	三等衛星控制點	無	91.09	三等控制點補建新建九十年 度計畫	水泥樁	良好	正常	烈嶼鄉	04/12	自備爬梯

水深測量資料調查及整理作業-已知控制點清理結果清冊												
序號	點名	點號	類別及等級	標石號碼	測設年度	測設作業名稱	樁標種類	樁標現況	測量現況	所在地點	清查日期	備註
12	地政局	WX51	三等衛星控制點	WX51	91.09	三等控制點補建新建九十年 度計畫	鋼樁	良好	正常	金寧鄉	04/12	
13	料羅	KM01	一等水準點	KM01	93.09	93 年度離島一等水準點埋設及其水準、衛星定位、重力測量工作	鋼樁	良好	正常	金湖鎮	04/11	
14	柏村國小	KM02	一等水準點	KM02	93.09	93 年度離島一等水準點埋設及其水準、衛星定位、重力測量工作	鋼樁	良好	正常	金湖鎮	04/11	
15	田埔水庫	KM06	一等水準點	KM06	93.09	93 年度離島一等水準點埋設及其水準、衛星定位、重力測量工作	鋼樁	良好	正常	金沙鎮	04/11	
16	石雕公園	KM24	一等水準點	KM24	93.09	93 年度離島一等水準點埋設及其水準、衛星定位、重力測量工作	鋼樁	良好	正常	金城鎮	04/11	
17	水頭	KM25	一等水準點	KM25	93.09	93 年度離島一等水準點埋設及其水準、衛星定位、重力測量工作	鋼樁	良好	正常	金城鎮	04/11	
18	夏興	KM32	一等水準點	KM32	93.09	93 年度離島一等水準點埋設及其水準、衛星定位、重力測量工作	鋼樁	良好	正常	金湖鎮	04/11	
19	湖前	KM33	一等水準點	KM33	93.09	93 年度離島一等水準點埋設及其水準、衛星定位、重力測量工作	鋼樁	良好	正常	金湖鎮	04/11	
20	溪邊	KM37	一等水準點	KM37	93.09	93 年度離島一等水準點埋設及其水準、衛星定位、重力測量工作	鋼樁	良好	正常	金湖鎮	04/11	
21	羅厝	KM51	一等水準點	KM51	93.09	93 年度離島一等水準點埋設及其水準、衛星定位、重力測量工作	鋼樁	良好	正常	烈嶼鄉	04/12	
22	將軍堡	KM52	一等水準點	KM52	93.09	93 年度離島一等水準點埋設及其水準、衛星定位、重力測量工作	鋼樁	良好	正常	烈嶼鄉	04/12	
23	菱湖	KM53	一等水準點	KM53	93.09	93 年度離島一等水準點埋設及其水準、衛星定位、重力測量工作	鋼樁	良好	正常	烈嶼鄉	04/12	
24	東坑	KM54	一等水準點	KM54	93.09	93 年度離島一等水準點埋設及其水準、衛星定位、重力測量工作	鋼樁	良好	正常	烈嶼鄉	04/12	
25	陵水湖	KM55	一等水準點	KM55	93.09	93 年度離島一等水準點埋設及其水準、衛星定位、重力測量工作	鋼樁	良好	正常	烈嶼鄉	04/12	
26	誠實亭	KM57	一等水準點	KM57	93.09	93 年度離島一等水準點埋設及其水準、衛星定位、重力測量工作	鋼樁	良好	正常	烈嶼鄉	04/12	

3.航空標控制點依據航空攝影規劃航線測帶範圍選定位置，在大金門島東南側新設 ST05、ST06、ST07 與 ST08 等 4 點、小金門島新設 ST01 與 ST02 等 2 點以及大膽島與二膽島各新設 1 點 ST03 與 ST04，總計 8 點，相關位置如圖 4-2。

4.平面控制點依水深測量作業範圍規劃，以控制點與水深測線之距離不超過 10 公里為原則新設或引用附近控制點，經上述條件選擇 WX24、WX27、WX45 與 GPS04（與 100A06 共樁）等 4 點布設平面控制點，除 GPS04 為新點外，其餘 3 點為三等衛星控制點共用點），相關位置如圖 4-2。

- 5.新設置高程控制點，主要用途為設置臨時潮位站所需，將已知高程引測至潮位站設置的高程控制點上，依此量測之潮位高程才能與陸上高程系統一致，歸算後的海域地形成果才得以在同一高程基準下與陸域圖資作整合。
- 6.金門海岸地形複雜多變、高低潮差變化極大，且潮區劃分不明確，而測區附近既有經濟部水利署設置的水頭潮位站與料羅灣潮位站。由於測區依順時針方向涵蓋大金門島東南側至南側、小金門島南側至東北側以及大、二膽島海域，因此於測區沿岸復國墩漁港、料羅港、新湖漁港、水頭、羅厝漁港、大膽島、小金門島東側金門嶼以及西北側外海廢棄蚵架區分別設置 8 處臨時潮位觀測站，潮位觀測站分布如圖 4-2，如此設置使得水深資料透過雙潮位修正能更符合實際情況。

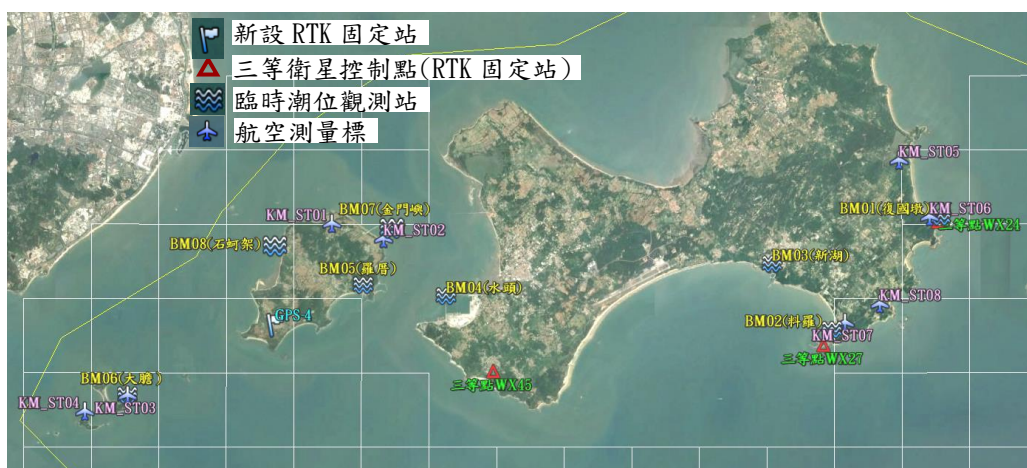


圖 4-2 第 3 作業區新設控制點分布圖

- 7.最終選定已知平面控制點 8 點及 e-GNSS 基準站 5 點、高程控制點 14 點進行檢測，須經檢測無誤後(檢測成果詳見表 4-7)方可作為本工作之已知平面或高程控制依據，同時新設 RTK 固定站 1 點、航空標 8 點及臨時潮位觀測站 8 點等，資料彙整如表 4-2，表中記載各類控制點類別、數量、點號及施測方式等。各類控制點經平差計算後之坐標成果如表 4-3;已知及新設控制點之調查表(樁位指示圖)，請參閱**成果資料電子檔**「附錄 3.控制點調查表」。詳細相關的控制測量作業說明如後所述。

表 4-2 控制測量點位數量統計表

項次	控制點類別	數量	點號	測量方式
1	已知平面控制點 TWD97	8 點	W902、WX19、WX24、WX27、 WX45、WX46、WX48、WX50	GNSS 靜態測量
2	e-GNSS 基準站	5 點	JNHU、JNSA、KLAB、KMNМ、LEYU	GNSS 靜態測量
3	已知高程控制點 (離島一等水準點)	14 點	KM01、KM02、KM06、KM24、 KM25、KM32、KM33、KM37、 KM51、KM52、KM53、KM54、 KM55、KM57	直接水準測量
4	新設平面控制點	1 點	GPS04(100A06)	GNSS 靜態測量
5	新設航空標控制點	8 點	ST01~ST08	GNSS 靜態測量 直接水準測量
6	新設臨時潮位站	11 點	BM01、BM02、BM03、BM04、BM05	直接水準測量
			BM06(大膽島)、BM07(金門嶼)、 BM08(廢蚵架)	三角高程測量

表 4-3 控制點坐標成果表

點名	二度分帶TWD97座標系統		高 程		控制點 等 級	備 註
	縱坐標N(Y)	橫坐標E(X)	正高	橢球高		
W902	2706647.885	178903.308	5.433 *	16.636	二等衛星控制點	固定坐標, 橢球高
WX19	2708181.816	195560.296	33.565 *	45.348	三等衛星控制點	固定坐標, 橢球高
WX24	2704875.343	196415.970	16.756 *	28.772	三等衛星控制點	固定坐標, 橢球高
WX27	2700298.183	192093.005	17.750 *	29.697	三等衛星控制點	固定坐標, 橢球高
WX45	2699379.192	179697.984	45.312 *	56.754	三等衛星控制點	固定坐標, 橢球高
WX46	2702276.617	175148.748	26.526 *	37.587 ^{註1}	三等衛星控制點	固定坐標
WX48	2703394.521	171851.811	4.294 *	15.207	三等衛星控制點	固定坐標, 橢球高
WX50	2701472.928	172959.302	73.907 *	84.861 ^{註1}	三等衛星控制點	固定坐標
JNHU	2701327.734	193958.092	31.221 *	43.231	e-GNSS追蹤站	新算坐標, 橢球高
JNSA	2710928.550	191399.033	24.342 *	35.947	e-GNSS追蹤站	新算坐標, 橢球高
KLAB	2705079.564	182479.050	26.703 *	38.106	e-GNSS追蹤站	新算坐標, 橢球高
KMNМ	2706528.908	188016.640	37.564 *	49.195	e-GNSS追蹤站	新算坐標, 橢球高
LEYU	2704039.796	172865.885	65.320 *	76.337	e-GNSS追蹤站	新算坐標, 橢球高
KM01	2700655.51 ^{註2}	192611.40 ^{註2}	5.669	17.594	一等水準點	固定正高, 橢球高新算
KM02	2701901.36 ^{註2}	193010.26 ^{註2}	12.298	24.225	一等水準點	固定正高, 橢球高新算
KM06	2707989.43 ^{註2}	195234.76 ^{註2}	8.407	20.314	一等水準點	固定正高, 橢球高新算
KM24	2702465.22 ^{註2}	180505.82 ^{註2}	3.726	15.086	一等水準點	固定正高, 橢球高新算
KM25	2700675.067	179001.021	22.688	34.014	一等水準點	固定正高, 橢球高新算
KM32	2703831.15 ^{註2}	188884.87 ^{註2}	28.077	39.784	一等水準點	固定正高, 橢球高新算
KM33	2703424.323	190143.220	38.330	50.087	一等水準點	固定正高, 橢球高新算
KM37	2704113.61 ^{註2}	195278.48 ^{註2}	13.911	25.866	一等水準點	固定正高, 橢球高新算
KM51	2702338.02 ^{註2}	174847.91 ^{註2}	6.072	17.153	一等水準點	固定正高, 橢球高新算
KM52	2704019.50 ^{註2}	175595.38 ^{註2}	6.068	17.136	一等水準點	固定正高, 橢球高新算
KM53	2704888.65 ^{註2}	173413.08 ^{註2}	16.046	26.993	一等水準點	固定正高, 橢球高新算
KM54	2704276.814	172017.927	7.553	18.444	一等水準點	固定正高, 橢球高新算
KM55	2702383.32 ^{註2}	171768.89 ^{註2}	4.351	15.279	一等水準點	固定正高, 橢球高新算
KM57	2701200.340	173163.597	22.675	33.689	一等水準點	固定正高, 橢球高新算
GPS04	2700670.103	171520.209	21.619 *	32.649	平面控制點	新測坐標, 高程
BM01	---	---	3.660	---	復國墩潮位站	新測正高
BM02	---	---	3.289	---	料羅潮位站	新測正高
BM03	---	---	2.994	---	新湖潮位站	新測正高
BM04	---	---	4.111	---	水頭潮位站	新測正高
BM05	---	---	3.928	---	羅厝潮位站	新測正高
BM06	---	---	0.848 *	---	大膽潮位站	新測正高
BM07	---	---	-0.595 *	---	金門嶼潮位站	新測正高
BM08	---	---	0.158 *	---	廢棄石蚵架潮位站	新測正高
ST01	2704607.475	173715.253	16.422	27.480	航測空標點	新測坐標, 高程
ST02	2704017.392	175589.198	6.224	17.384	航測空標點	新測坐標, 高程
ST03	2698208.023	165965.591	2.942 *	13.794	航測空標點	新測坐標, 高程
ST04	2697593.756	164325.309	11.891 *	22.684	航測空標點	新測坐標, 高程
ST05	2707638.732	195200.160	10.666	22.556	航測空標點	新測坐標, 高程
ST06	2704711.124	196085.936	28.548	40.551	航測空標點	新測坐標, 高程
ST07	2700773.071	192896.444	16.387	28.356	航測空標點	新測坐標, 高程
ST08	2701471.764	194193.561	22.430	34.427	航測空標點	新測坐標, 高程
TP01	---	---	4.020	---	水準轉點	新測正高

備註：“*”表示採用GPS及經緯儀間接觀測方式獲得之間接高程。
 “註1”表示採GPS靜態觀測經最小約制平差後，橢球高與原公告值超過10cm高程不固定之。
 “註2”表示該一等水準點之坐標成果為近似值(非本計畫重新檢測之坐標成果)。

(三)平面控制測量

對於已知平面控制點檢測或新設平面控制點連測所進行之平面控制測量，採用全球導航衛星定位系統(GNSS)靜態測量方式施測，相關作業規範及測量成果說明如下：

- 1.已知平面控制點檢測項目為檢測兩相鄰已知點位間之平面距離與橢球高差，並與公告坐標反算之水平距離與橢球高差比較，檢測標準如表 4-4。

表 4-4 已知平面控制點檢測規範

檢測方法	檢測標準
GNSS 靜態測量	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，檢測平面距離較差不大於 30 毫米+6ppm*L、橢球高差不大於 75 毫米+15ppm*L，L 為點位間之公里數。

- 2.利用 GNSS 靜態測量新設控制點位與已知平面控制點連成網系，相鄰時段間應有重複觀測量，外業觀測資料經基線計算檢核無誤後，先以最小約制網形平差計算，分析已知控制點位間是否相對位移，再將成果強制附合於檢測合格之已知點，作業規範如表 4-5。

表 4-5 GNSS 靜態測量作業規範

項目	作業規範
觀測時間	連續且同步 ≥ 60 分鐘（距離大於 5 公里者應適度延長觀測時間）
資料記錄速率	5 秒以下
重複觀測	新點重複觀測率 $\geq 25\%$
成果精度	基線水平分量 ≤ 30 毫米+6ppm*L 基線垂直分量 ≤ 75 毫米+15ppm*L (L 為基線長度，單位：公里)

- 3.選擇已知平面控制點「W902、WX19、WX24、WX27、WX45、WX46、WX48、WX50」等 8 點、新設航空標控制點「ST01~ST08」等 8 點、新設平面控制點「GPS04」1 點，共計施測 17 點。
- 4.儀器主要採用 Trimble 5700、Leica SR530、Leica GX1230GG

與 Javad TRIUMPH-1 等 4 種不同廠牌大地測量雙頻衛星接收儀進行觀測，觀測基線長標準誤差小於 5 毫米+1ppm。

5.分別於 105/04/16、105/04/17 與 105/05/12 等 3 日，以 4~9 台雙頻衛星定位儀，分 5 個觀測時段完成大、小金門島與大、二膽島控制測量連測，另將金門地區 5 個 e-GNSS 基準站觀測資料納入計算，觀測時段如表 4-6 所示、觀測網形圖如圖 4-3。同一時段所有接收儀連續且同步觀測至少達 60(含)分鐘以上，觀測取樣間隔為 5 秒，點位精度因子(PDOP)數值在 5 以內，點位遮蔽角以小於 15 度為原則。

6.施行 GNSS 衛星定位測量時，同時填寫觀測記錄表，記錄施測點名、點號、量測之天線高、儀器接收之起迄時間、衛星訊號接收狀況、點位透空情況及點位周遭環境(是否有廣播電臺、雷達站、微波站、高壓電塔等)。

表 4-6 衛星定位觀測時段表(含 e-GNSS 基準站)

日期：2016.04.16															
儀器	Leica GX1230GG	Leica SR530	Leica SR530	Leica SR530	Trimble 5700	Javad TriumphH-1	Javad TriumphH-1	Javad TriumphH-1	Javad TriumphH-1	TPS GB-1000	TPS GB-1000	Trimble NetR9	TPS GB-1000	TPS GB-1000	
天線型式	AX1202GG	AT502	AT502	AT502	ZEPHYR	TRIUMPH-1	TRIUMPH-1	TRIUMPH-1	TRIUMPH-1	TRM41249.0 0 SCIT	TRM41249.0 0 SCIT	TPS CR3_GGD CONE	TRM41249.0 0 SCIT	TRM41249.0 0 SCIT	
時段 1	點號	WX45	ST02	ST04	ST03	W902	KM54	KM57	ST01	GPS04	JNSA	JNHU	KMNM	KLAB	LEYU
	儀高	0.957	1.069	1.050	1.076	1.667	1.605	1.438	1.762	1.221	e-GNSS	e-GNSS	e-GNSS	e-GNSS	e-GNSS
	垂高	1.317	1.429	1.410	1.436	1.707	1.633	1.466	1.797	1.255					
	開機	08:10	10:03	09:25	09:55	08:11	09:55	09:32	09:50	09:36	08:00	08:00	08:00	08:00	08:00
時段 2	關機	17:50	11:50	11:50	11:50	17:41	13:35	13:35	13:35	13:37	17:50	17:50	17:50	17:50	17:50
	點號	WX45	WX46	ST04	ST03	W902	KM54	KM57	ST01	GPS04	JNSA	JNHU	KMNM	KLAB	LEYU
	儀高	0.957	0.622	1.050	1.076	1.667	1.605	1.438	1.762	1.221	e-GNSS	e-GNSS	e-GNSS	e-GNSS	e-GNSS
	垂高	1.317	0.982	1.410	1.436	1.707	1.633	1.466	1.797	1.255					
時段 3	開機	08:10	12:04	09:25	09:55	08:11	09:55	09:32	09:50	09:36	08:00	08:00	08:00	08:00	08:00
	關機	17:50	13:35	11:50	11:50	17:41	13:35	13:35	13:35	13:37	17:50	17:50	17:50	17:50	17:50
	點號	WX45	WX27	ST06	WX24	W902	ST05	ST07	WX19	ST08	JNSA	JNHU	KMNM	KLAB	LEYU
	儀高	0.957	0.560	1.071	1.199	1.667	1.402	1.421	1.59	1.574	e-GNSS	e-GNSS	e-GNSS	e-GNSS	e-GNSS
日期：2016.04.17	垂高	1.317	0.920	1.431	1.559	1.707	1.430	1.449	1.625	1.607					
	開機	08:10	15:24	15:05	15:10	08:11	15:00	14:50	15:00	15:02	08:00	08:00	08:00	08:00	08:00
	關機	17:50	16:55	16:55	16:55	17:41	16:55	16:57	16:55	17:05	17:50	17:50	17:50	17:50	17:50
	日期：2016.05.12	儀器	Leica GX1230GG	Leica SR530	Leica SR530	Leica SR530	Trimble NetR9	TPS GB-1000	TPS GB-1000	Trimble NetR9	TPS GB-1000	TPS GB-1000	TPS GB-1000	TPS GB-1000	TPS GB-1000
天線型式	AX1202GG	AT502	AT502	AT502	TPS CR3_GGD CONE	TRM41249.0 0 SCIT	TRM41249.0 0 SCIT	TPS CR3_GGD CONE	TRM41249.0 0 SCIT	TRM41249.0 0 SCIT	TPS CR3_GGD CONE	TRM41249.0 0 SCIT	TPS CR3_GGD CONE	TRM41249.0 0 SCIT	
時段 4	點號	KM25	W902	KM33	WX45	JNSA	JNHU	KMNM	KLAB	LEYU					
	儀高	1.45	1.759	1.659	1.482	e-GNSS	e-GNSS	e-GNSS	e-GNSS	e-GNSS					
	垂高	1.478	1.788	1.694	1.517										
	開機	07:37	07:18	07:50	07:37	07:00	07:00	07:00	07:00	07:00					
日期：2016.05.12	關機	09:20	09:20	09:20	09:20	09:20	09:20	09:20	09:20	09:20					
	點號	GPS04	WX50	WX48	ST01	KMNM	KLAB	LEYU							
	儀高	1.388	1.517	0.831	1.48	e-GNSS	e-GNSS	e-GNSS							
	垂高	1.423	1.552	0.858	1.508										
時段 5	開機	10:18	10:52	10:25	10:13	10:00	10:00	10:00							
	關機	12:30	12:30	12:30	12:30	12:30	12:30	12:30							

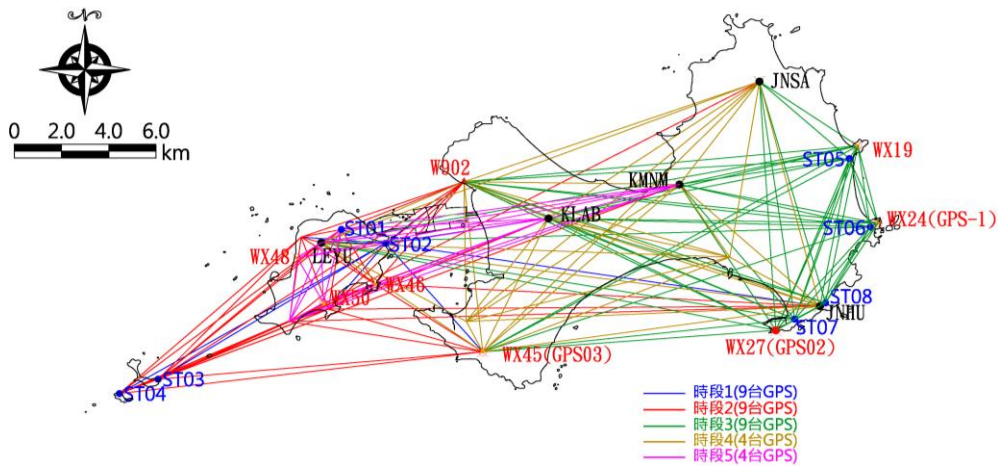


圖 4-3 GNSS 衛星定位測量網形圖

7. 新設控制點與已知控制點連成網系，同一網系內相鄰距離最短點位間，除具備基線觀測量，網系亦有多餘觀測。先以最小約制(自由網)平差計算及進行觀測量偵錯、改正或剔除錯誤後，再進行強制附合至已知控制點平差。
8. 資料處理採 Trimble Business Center 軟體，先解算同時段兩點間平面基線向量，檢核基線是否符合設定之精度，再進行最小約制網平差，剔除精度較差之基線，使所有基線平差後精度要求均符合作業規範。
9. 經過最小約制網平差計算偵錯後之成果，強制附合於檢測通過之 8 個已知平面控制點，以求得新設航空標控制點 (ST01~ST08) 及新設平面控制點 GPS04 之坐標。
10. 已知平面控制點基線檢測結果，其兩相鄰點距離不大於 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；兩相鄰點距離大於 5 公里時，檢測平面距離較差不大於 $30 \text{ 毫米} + 6 * \text{ppm} * L$ 、橢球高差不大於 $75 \text{ 毫米} + 15 * \text{ppm} * L$ ， L 為點位間之公里數，才可視為合格。檢測結果如表 4-7 所列，8 個已知控制點平面距離皆符合規範要求，可作為本工作之已知平面控制基準。另外，WX46 與 WX50 最小約制平差之高程值與公告之已知點高程較差大於 10 公分，檢測結果超出規範標準，故該 2 點位高程值不納入橢球高平差(固定點)計算。

表 4-7 已知控制點距離及角度檢核比較表

序號	基線		檢測距離	檢測高差	已知距離	已知高差	距離較差	高程較差	容許距離較差	容許高程較差	檢測方位角	反算方位角	方位角較差	檢測結果
			(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(mm)	度-分-秒	度-分-秒	秒	
1	W902	WX19	16727.490	28.782	16727.493	28.712	-0.003	0.070	0.130	0.326	84-44-18.25	84-44-18.63	-0.390	合格
2	W902	WX24	17602.149	12.150	17602.141	12.136	0.008	0.014	0.136	0.339	95-46-46.38	95-46-46.21	0.170	合格
3	W902	WX27	14638.547	13.056	14638.545	13.061	0.002	-0.005	0.118	0.295	115-42-23.79	115-42-24.50	-0.710	合格
4	W902	WX45	7312.098	40.123	7312.114	40.118	-0.016	0.005	0.074	0.185	173-45-38.01	173-45-38.57	-0.560	合格
5	W902	WX46	5762.416	20.844	5762.390	20.951	0.026	-0.107	0.065	0.161	220-39-36.16	220-39-35.53	0.630	合格
6	W902	WX48	7765.819	-1.349	7765.822	-1.366	-0.003	0.017	0.077	0.191	245-13-57.74	245-13-57.78	-0.040	合格
7	W902	WX50	7881.341	68.353	7881.373	68.225	-0.032	0.128	0.077	0.193	228-57-23.42	228-57-23.73	-0.310	合格
8	WX19	WX24	3415.485	-16.632	3415.438	-16.576	0.047	-0.056	0.171	0.171	165-29-27.14	165-29-27.14	-0.010	合格
9	WX19	WX27	8612.410	-15.726	8612.434	-15.651	-0.024	-0.075	0.082	0.204	203-44-24.60	203-44-25.13	-0.530	合格
10	WX19	WX45	18141.078	11.341	18141.093	11.406	-0.015	-0.065	0.139	0.347	240-58-20.29	240-58-20.55	-0.260	合格
11	WX19	WX46	21248.628	-7.938	21248.594	-7.761	0.034	-0.177	0.157	0.394	253-51-51.85	253-51-52.15	-0.300	合格
12	WX19	WX48	24187.005	-30.131	24187.008	-30.078	-0.003	-0.053	0.175	0.438	258-35-02.66	258-35-02.94	-0.280	合格
13	WX19	WX50	23575.711	39.571	23575.743	39.513	-0.032	0.058	0.171	0.429	253-28-00.90	253-28-01.14	-0.250	合格
14	WX24	WX27	6295.850	0.906	6295.905	0.925	-0.055	-0.019	0.068	0.169	223-21-51.40	223-21-50.51	0.900	合格
15	WX24	WX45	17598.259	27.973	17598.282	27.982	-0.023	-0.009	0.136	0.339	251-48-05.26	251-48-04.93	0.320	合格
16	WX24	WX46	21425.445	8.694	21425.410	8.815	0.035	-0.121	0.159	0.396	263-02-00.13	263-02-00.02	0.110	合格
17	WX24	WX48	24608.758	-13.499	24608.757	-13.502	0.001	0.003	0.178	0.444	266-33-00.72	266-33-00.59	0.130	合格
18	WX24	WX50	23702.181	56.203	23702.212	56.089	-0.031	0.114	0.172	0.431	261-44-48.49	261-44-48.29	0.210	合格
19	WX27	WX45	12429.079	27.067	12429.072	27.057	0.007	0.010	0.105	0.261	265-45-34.63	265-45-35.06	-0.420	合格
20	WX27	WX46	17059.418	7.788	17059.370	7.890	0.048	-0.102	0.132	0.331	276-39-34.49	276-39-35.19	-0.700	合格
21	WX27	WX48	20476.670	-14.405	20476.656	-14.427	0.014	0.022	0.153	0.382	278-41-49.57	278-41-50.04	-0.470	合格
22	WX27	WX50	19169.801	55.297	19169.811	55.164	-0.010	0.133	0.145	0.363	273-30-47.76	273-30-48.09	-0.330	合格
23	WX45	WX46	5393.633	-19.279	5393.606	-19.167	0.027	-0.112	0.062	0.156	302-29-33.73	302-29-35.55	-1.820	合格
24	WX45	WX48	8814.029	-41.472	8814.024	-41.484	0.005	0.012	0.083	0.207	297-06-04.46	297-06-04.99	-0.520	合格
25	WX45	WX50	7056.496	28.230	7056.512	28.107	-0.016	0.123	0.072	0.181	287-15-36.83	287-15-36.84	-0.010	合格
26	WX46	WX48	3481.349	-22.193	3481.379	-22.317	-0.030	0.124	0.174	0.174	288-43-50.67	288-43-49.57	1.100	合格
27	WX46	WX50	2332.710	47.509	2332.772	47.274	-0.062	0.235	0.117	0.117	249-50-35.05	249-50-35.23	-0.180	不合格
28	WX48	WX50	2218.993	69.702	2218.986	69.591	0.007	0.111	0.111	0.111	150-02-33.41	150-02-36.35	-2.940	不合格
總基線數：28條														
符合水平分量容許標準：28條			合格率：100.00%											
符合垂直分量容許標準：26條			合格率：92.86%											



圖 4-4 GNSS 衛星定位測量作業情形

12.本工作共觀測 26 個控制點，其中重複觀測點數為 11 點，重複觀測率為 42.3%；基線有 301 條，經最小約制平差計算後剔除 18 條（不納入平差計算），總計有 283 條基線，剔除率為 5.98%；另，重複觀測基線數為 104 條，基線重複率為 36.7%，基線長計算成果如表 4-8，最小約制平差計算之 GNSS 觀測網形圖如圖 4-5 所示，圖中桃紅色虛線即是剔除之基線。

表 4-8 控制點基線平差前後距離比較表

序號	基線		觀測距離 (m)	平差後距離 (m)	距離改正數	精度要求(m)	檢測結果
	起點	終點			水平分量 (m)	水平分量	
						30mm+6ppm*L	
1	JNHU	GPS04	22448.628	22448.622	-0.006	0.165	合格
2	JNHU	GPS04	22448.621	22448.622	0.001	0.165	合格
3	JNHU	GPS04	22448.632	22448.622	-0.011	0.165	合格
4	JNSA	GPS04	22370.745	22370.737	-0.008	0.164	合格
5	JNSA	GPS04	22370.747	22370.737	-0.010	0.164	合格
6	KLAB	GPS04	11813.151	11813.153	0.003	0.101	合格
7	KLAB	GPS04	11813.157	11813.153	-0.004	0.101	合格
8	KLAB	GPS04	11813.147	11813.153	0.007	0.101	合格
9	KM54	GPS04	3641.019	3641.030	0.010	0.052	合格
10	KM54	GPS04	3641.022	3641.030	0.008	0.052	合格
11	KM57	GPS04	1726.875	1726.875	0.000	0.040	合格
12	KM57	GPS04	1726.874	1726.875	0.001	0.040	合格
13	KMNM	GPS04	17506.741	17506.731	-0.009	0.135	合格
14	KMNM	GPS04	17506.740	17506.731	-0.008	0.135	合格
15	LEYU	GPS04	3628.829	3628.839	0.010	0.052	合格
16	LEYU	GPS04	3628.838	3628.839	0.001	0.052	合格
17	LEYU	GPS04	3628.837	3628.839	0.002	0.052	合格
18	ST01	GPS04	4508.064	4508.037	-0.028	0.057	合格
19	ST01	GPS04	4508.039	4508.037	-0.002	0.057	合格
20	ST01	GPS04	4508.028	4508.037	0.008	0.057	合格
21	ST02	GPS04	5269.054	5269.061	0.008	0.062	合格
22	ST03	GPS04	6075.984	6075.986	0.002	0.066	合格
23	ST04	GPS04	7825.161	7825.163	0.001	0.077	合格
24	W902	GPS04	9500.019	9500.029	0.010	0.087	合格
25	W902	GPS04	9500.011	9500.029	0.017	0.087	合格
26	WX45	GPS04	8279.405	8279.391	-0.014	0.080	合格
27	WX45	GPS04	8279.386	8279.391	0.005	0.080	合格
28	WX46	GPS04	3968.365	3968.406	0.041	0.054	合格
29	GPS04	WX48	2744.664	2744.657	-0.007	0.046	合格
30	GPS04	WX50	1648.796	1648.769	-0.027	0.040	合格
31	JNSA	JNHU	9936.625	9936.672	0.047	0.090	合格
32	JNSA	JNHU	9936.674	9936.672	-0.002	0.090	合格
33	JNSA	JNHU	9936.680	9936.672	-0.008	0.090	合格
34	JNSA	JNHU	9936.671	9936.672	0.001	0.090	合格
35	JNHU	KLAB	12077.324	12077.329	0.004	0.102	合格
36	JNHU	KLAB	12077.329	12077.329	0.000	0.102	合格
37	JNHU	KLAB	12077.325	12077.329	0.004	0.102	合格
38	JNHU	KLAB	12077.329	12077.329	-0.001	0.102	合格
39	JNHU	KLAB	12077.332	12077.329	-0.003	0.102	合格
40	JNHU	KM25	14972.124	14972.135	0.011	0.120	合格
41	JNHU	KM33	4353.312	4353.317	0.005	0.056	合格
42	JNHU	KM54	22138.542	22138.552	0.010	0.163	合格
43	JNHU	KM54	22138.556	22138.552	-0.004	0.163	合格
44	JNHU	KM57	20795.929	20795.930	0.002	0.155	合格
45	JNHU	KM57	20795.931	20795.930	0.000	0.155	合格
46	JNHU	KMNM	7896.941	7896.905	-0.036	0.077	合格
47	JNHU	KMNM	7896.904	7896.905	0.002	0.077	合格
48	JNHU	KMNM	7896.872	7896.905	0.033	0.077	合格
49	JNHU	KMNM	7896.911	7896.905	-0.006	0.077	合格
50	JNHU	LEYU	21267.017	21267.020	0.003	0.158	合格
51	JNHU	LEYU	21267.025	21267.020	-0.005	0.158	合格

序號	基線		觀測距離 (m)	平差後距離 (m)	距離改正數	精度要求(m)	檢測結果
	起點	終點			水平分量 (m)	水平分量 30mm+6ppm*L	
52	JNHU	LEYU	21267.021	21267.020	-0.001	0.158	合格
53	JNHU	LEYU	21267.020	21267.020	0.000	0.158	合格
54	JNHU	LEYU	21267.021	21267.020	-0.001	0.158	合格
55	JNHU	ST01	20507.861	20507.854	-0.008	0.153	合格
56	JNHU	ST01	20507.860	20507.854	-0.006	0.153	合格
57	JNHU	ST01	20507.858	20507.854	-0.004	0.153	合格
58	JNHU	ST02	18565.745	18565.740	-0.005	0.141	合格
59	JNHU	ST03	28167.010	28167.014	0.004	0.199	合格
60	JNHU	ST04	29868.350	29868.354	0.004	0.209	合格
61	JNHU	ST05	6432.430	6432.529	0.098	0.069	不合格
62	JNHU	ST06	3997.116	3997.158	0.042	0.054	合格
63	JNHU	ST07	1197.972	1197.980	0.008	0.037	合格
64	JNHU	ST08	276.186	276.185	0.000	0.032	合格
65	W902	JNHU	15968.068	15968.060	-0.009	0.126	合格
66	W902	JNHU	15968.067	15968.060	-0.008	0.126	合格
67	W902	JNHU	15968.058	15968.060	0.001	0.126	合格
68	W902	JNHU	15968.067	15968.060	-0.007	0.126	合格
69	WX19	JNHU	7039.324	7039.345	0.021	0.072	合格
70	WX24	JNHU	4316.138	4316.186	0.048	0.056	合格
71	WX27	JNHU	2130.527	2130.564	0.037	0.043	合格
72	WX45	JNHU	14393.459	14393.462	0.004	0.116	合格
73	WX45	JNHU	14393.468	14393.462	-0.006	0.116	合格
74	WX45	JNHU	14393.455	14393.462	0.007	0.116	合格
75	WX45	JNHU	14393.438	14393.462	0.025	0.116	合格
76	JNHU	WX48	22203.749	22203.769	0.020	0.163	合格
77	JNHU	WX50	21000.447	21000.477	0.030	0.156	合格
78	JNSA	KLAB	10667.224	10667.220	-0.004	0.094	合格
79	JNSA	KLAB	10667.215	10667.220	0.005	0.094	合格
80	JNSA	KLAB	10667.219	10667.220	0.002	0.094	合格
81	JNSA	KLAB	10667.214	10667.220	0.007	0.094	合格
82	JNSA	KM25	16089.484	16089.491	0.008	0.127	合格
83	JNSA	KM33	7609.062	7609.066	0.004	0.076	合格
84	JNSA	KM54	20491.733	20491.733	0.000	0.153	合格
85	JNSA	KM54	20491.731	20491.733	0.002	0.153	合格
86	JNSA	KM57	20669.060	20669.055	-0.005	0.154	合格
87	JNSA	KM57	20669.063	20669.055	-0.009	0.154	合格
88	JNSA	KMNM	5549.883	5549.901	0.018	0.063	合格
89	JNSA	KMNM	5549.890	5549.901	0.011	0.063	合格
90	JNSA	KMNM	5549.835	5549.901	0.066	0.063	不合格
91	JNSA	KMNM	5549.896	5549.901	0.006	0.063	合格
92	JNSA	LEYU	19773.065	19773.066	0.001	0.149	合格
93	JNSA	LEYU	19773.069	19773.066	-0.003	0.149	合格
94	JNSA	LEYU	19773.066	19773.066	0.000	0.149	合格
95	JNSA	ST01	18780.481	18780.470	-0.010	0.143	合格
96	JNSA	ST01	18780.464	18780.470	0.006	0.143	合格
97	JNSA	ST02	17255.281	17255.275	-0.007	0.134	合格
98	JNSA	ST03	28438.297	28438.290	-0.007	0.201	合格
99	JNSA	ST04	30180.693	30180.686	-0.007	0.211	合格
100	JNSA	ST05	5027.346	5027.417	0.071	0.060	不合格
101	JNSA	ST06	7786.703	7786.628	-0.075	0.077	合格
102	JNSA	ST08	9861.631	9861.685	0.054	0.089	合格
103	W902	JNSA	13209.314	13209.303	-0.011	0.109	合格
104	W902	JNSA	13209.313	13209.303	-0.010	0.109	合格
105	W902	JNSA	13209.293	13209.303	0.011	0.109	合格
106	W902	JNSA	13209.309	13209.303	-0.006	0.109	合格
107	WX19	JNSA	4986.317	4986.389	0.072	0.060	不合格
108	WX24	JNSA	7862.665	7862.519	-0.146	0.077	不合格
109	WX27	JNSA	10653.782	10653.669	-0.113	0.094	不合格
110	WX45	JNSA	16441.796	16441.797	0.001	0.129	合格
111	WX45	JNSA	16441.783	16441.797	0.014	0.129	合格
112	WX45	JNSA	16441.793	16441.797	0.004	0.129	合格
113	WX46	JNSA	18410.950	18410.913	-0.037	0.140	合格
114	KLAB	KM25	5612.393	5612.402	0.009	0.064	合格
115	KLAB	KM33	7841.344	7841.346	0.002	0.077	合格
116	KLAB	KM54	10492.290	10492.292	0.001	0.093	合格
117	KLAB	KM54	10492.288	10492.292	0.004	0.093	合格
118	KLAB	KM57	10091.292	10091.294	0.002	0.091	合格
119	KLAB	KM57	10091.294	10091.294	0.000	0.091	合格
120	KLAB	KMNM	5724.441	5724.441	0.001	0.064	合格
121	KLAB	KMNM	5724.420	5724.441	0.021	0.064	合格

序號	基線		觀測距離 (m)	平差後距離 (m)	距離改正數	精度要求(m)	檢測結果
	起點	終點			水平分量 (m)	水平分量 30mm+6ppm*L	
122	KLAB	KMNM	5724.444	5724.441	-0.002	0.064	合格
123	KLAB	KMNM	5724.441	5724.441	0.001	0.064	合格
124	KLAB	LEYU	9669.735	9669.735	0.001	0.088	合格
125	KLAB	LEYU	9669.732	9669.735	0.003	0.088	合格
126	KLAB	LEYU	9669.731	9669.735	0.004	0.088	合格
127	KLAB	LEYU	9669.719	9669.735	0.016	0.088	合格
128	KLAB	LEYU	9669.728	9669.735	0.007	0.088	合格
129	KLAB	ST01	8776.876	8776.870	-0.006	0.083	合格
130	KLAB	ST01	8776.869	8776.870	0.002	0.083	合格
131	KLAB	ST01	8776.863	8776.870	0.007	0.083	合格
132	KLAB	ST02	6971.569	6971.570	0.001	0.072	合格
133	KLAB	ST03	17886.695	17886.694	-0.001	0.137	合格
134	KLAB	ST04	19637.215	19637.215	0.000	0.148	合格
135	KLAB	ST05	12976.809	12976.742	-0.067	0.108	合格
136	KLAB	ST06	13612.743	13612.694	-0.049	0.112	合格
137	KLAB	ST07	11273.156	11273.091	-0.065	0.098	合格
138	KLAB	ST08	12258.355	12258.204	-0.150	0.104	不合格
139	W902	KLAB	3904.774	3904.791	0.017	0.053	合格
140	W902	KLAB	3904.796	3904.791	-0.005	0.053	合格
141	W902	KLAB	3904.796	3904.791	-0.005	0.053	合格
142	W902	KLAB	3904.818	3904.791	-0.027	0.053	合格
143	WX19	KLAB	13444.944	13444.880	-0.064	0.111	合格
144	WX24	KLAB	13939.311	13939.250	-0.061	0.114	合格
145	WX27	KLAB	10738.054	10737.916	-0.138	0.094	不合格
146	WX45	KLAB	6342.923	6342.936	0.014	0.068	合格
147	WX45	KLAB	6342.932	6342.936	0.005	0.068	合格
148	WX45	KLAB	6342.927	6342.936	0.010	0.068	合格
149	WX45	KLAB	6342.922	6342.936	0.014	0.068	合格
150	WX46	KLAB	7848.299	7848.259	-0.041	0.077	合格
151	KLAB	WX48	10760.430	10760.437	0.007	0.095	合格
152	KLAB	WX50	10180.598	10180.616	0.017	0.091	合格
153	KM25	KM33	11476.996	11477.002	0.006	0.099	合格
154	KMNM	KM25	10749.914	10749.919	0.005	0.094	合格
155	LEYU	KM25	6997.646	6997.648	0.002	0.072	合格
156	W902	KM25	5973.867	5973.878	0.011	0.066	合格
157	WX45	KM25	1471.661	1471.663	0.002	0.039	合格
158	KMNM	KM33	3763.323	3763.321	-0.002	0.053	合格
159	LEYU	KM33	17289.209	17289.220	0.011	0.134	合格
160	W902	KM33	11693.705	11693.703	-0.002	0.100	合格
161	WX45	KM33	11201.796	11201.809	0.013	0.097	合格
162	KM57	KM54	3283.011	3283.008	-0.003	0.050	合格
163	KM57	KM54	3283.004	3283.008	0.004	0.050	合格
164	KMNM	KM54	16157.177	16157.178	0.002	0.127	合格
165	KMNM	KM54	16157.179	16157.178	-0.001	0.127	合格
166	LEYU	KM54	882.377	882.375	-0.001	0.035	合格
167	LEYU	KM54	882.376	882.375	0.000	0.035	合格
168	KM54	ST01	1729.306	1729.297	-0.008	0.040	合格
169	KM54	ST01	1729.296	1729.297	0.002	0.040	合格
170	KM54	ST02	3580.785	3580.781	-0.003	0.051	合格
171	KM54	ST03	8571.132	8571.136	0.004	0.081	合格
172	ST04	KM54	10190.396	10190.394	-0.002	0.091	合格
173	W902	KM54	7282.421	7282.436	0.015	0.074	合格
174	W902	KM54	7282.423	7282.436	0.013	0.074	合格
175	WX45	KM54	9109.188	9109.204	0.017	0.085	合格
176	WX45	KM54	9109.211	9109.204	-0.007	0.085	合格
177	WX46	KM54	3715.400	3715.378	-0.022	0.052	合格
178	KMNM	KM57	15780.679	15780.672	-0.008	0.125	合格
179	KMNM	KM57	15780.678	15780.672	-0.007	0.125	合格
180	LEYU	KM57	2855.437	2855.437	0.000	0.047	合格
181	LEYU	KM57	2855.436	2855.437	0.001	0.047	合格
182	KM57	ST01	3451.618	3451.618	0.000	0.051	合格
183	KM57	ST01	3451.616	3451.618	0.002	0.051	合格
184	KM57	ST02	3717.586	3717.585	-0.001	0.052	合格
185	KM57	ST03	7795.425	7795.428	0.003	0.077	合格
186	ST04	KM57	9546.058	9546.059	0.001	0.087	合格
187	W902	KM57	7913.568	7913.578	0.010	0.077	合格
188	W902	KM57	7913.562	7913.578	0.016	0.077	合格
189	WX45	KM57	6783.731	6783.724	-0.007	0.071	合格
190	WX45	KM57	6783.734	6783.724	-0.011	0.071	合格
191	WX46	KM57	2258.163	2258.211	0.048	0.044	不合格

序號	基線		觀測距離 (m)	平差後距離 (m)	距離改正數	精度要求(m)	檢測結果
	起點	終點			水平分量 (m)	水平分量 30mm+6ppm*L	
192	KMNM	LEYU	15354.649	15354.647	-0.002	0.122	合格
193	KMNM	LEYU	15354.646	15354.647	0.001	0.122	合格
194	KMNM	LEYU	15354.647	15354.647	0.000	0.122	合格
195	KMNM	LEYU	15354.636	15354.647	0.011	0.122	合格
196	KMNM	ST01	14430.588	14430.573	-0.015	0.117	合格
197	KMNM	ST01	14430.571	14430.573	0.001	0.117	合格
198	KMNM	ST02	12679.329	12679.326	-0.004	0.106	合格
199	KMNM	ST03	23569.676	23569.672	-0.004	0.171	合格
200	KMNM	ST04	25321.230	25321.224	-0.007	0.182	合格
201	KMNM	ST05	7269.225	7269.256	0.031	0.074	合格
202	KMNM	ST06	8272.021	8272.056	0.035	0.080	合格
203	KMNM	ST07	7546.434	7546.501	0.068	0.075	合格
204	KMNM	ST08	7983.511	7983.571	0.059	0.078	合格
205	W902	KMNM	9114.632	9114.625	-0.007	0.085	合格
206	W902	KMNM	9114.635	9114.625	-0.010	0.085	合格
207	W902	KMNM	9114.634	9114.625	-0.009	0.085	合格
208	W902	KMNM	9114.613	9114.625	0.012	0.085	合格
209	WX19	KMNM	7723.098	7723.126	0.028	0.076	合格
210	WX24	KMNM	8561.093	8561.129	0.036	0.081	合格
211	WX27	KMNM	7446.156	7446.202	0.046	0.075	合格
212	WX45	KMNM	10969.566	10969.574	0.008	0.096	合格
213	WX45	KMNM	10969.564	10969.574	0.010	0.096	合格
214	WX45	KMNM	10969.564	10969.574	0.011	0.096	合格
215	WX45	KMNM	10969.563	10969.574	0.011	0.096	合格
216	WX46	KMNM	13552.996	13552.956	-0.039	0.111	合格
217	LEYU	ST01	1022.815	1022.813	-0.002	0.036	合格
218	LEYU	ST01	1022.810	1022.813	0.003	0.036	合格
219	LEYU	ST01	1022.817	1022.813	-0.004	0.036	合格
220	LEYU	ST02	2724.147	2724.143	-0.004	0.046	合格
221	LEYU	ST03	9035.031	9035.038	0.007	0.084	合格
222	LEYU	ST04	10700.541	10700.544	0.003	0.094	合格
223	LEYU	ST05	22623.692	22623.645	-0.048	0.166	合格
224	LEYU	ST06	23231.047	23231.060	0.013	0.169	合格
225	LEYU	ST07	20296.281	20296.299	0.017	0.152	合格
226	LEYU	ST08	21482.918	21482.910	-0.008	0.159	合格
227	W902	LEYU	6577.186	6577.201	0.015	0.069	合格
228	W902	LEYU	6577.156	6577.201	0.046	0.069	合格
229	W902	LEYU	6577.188	6577.201	0.014	0.069	合格
230	W902	LEYU	6577.189	6577.201	0.013	0.069	合格
231	WX19	LEYU	23070.590	23070.591	0.001	0.168	合格
232	WX24	LEYU	23566.230	23566.232	0.002	0.171	合格
233	WX27	LEYU	19588.918	19588.857	-0.061	0.148	合格
234	WX45	LEYU	8270.730	8270.738	0.008	0.080	合格
235	WX45	LEYU	8270.745	8270.738	-0.007	0.080	合格
236	WX45	LEYU	8270.677	8270.738	0.060	0.080	合格
237	WX45	LEYU	8270.733	8270.738	0.005	0.080	合格
238	WX46	LEYU	2884.803	2884.855	0.051	0.047	不合格
239	LEYU	WX48	1203.571	1203.557	-0.014	0.037	合格
240	LEYU	WX50	2568.684	2568.683	-0.001	0.045	合格
241	ST02	ST01	1964.750	1964.746	-0.004	0.042	合格
242	ST03	ST01	10050.622	10050.633	0.011	0.090	合格
243	ST04	ST01	11720.464	11720.476	0.013	0.100	合格
244	W902	ST01	5575.064	5575.084	0.021	0.063	合格
245	W902	ST01	5575.079	5575.084	0.006	0.063	合格
246	WX45	ST01	7945.699	7945.687	-0.012	0.078	合格
247	WX45	ST01	7945.682	7945.687	0.005	0.078	合格
248	WX46	ST01	2736.492	2736.499	0.007	0.046	合格
249	ST01	WX48	2223.542	2223.537	-0.005	0.043	合格
250	ST01	WX50	3225.026	3225.043	0.017	0.049	合格
251	ST03	ST02	11241.386	11241.390	0.003	0.097	合格
252	ST04	ST02	12967.127	12967.124	-0.004	0.108	合格
253	W902	ST02	4231.307	4231.330	0.024	0.055	合格
254	WX45	ST02	6196.760	6196.751	-0.009	0.067	合格
255	ST04	ST03	1751.571	1751.574	0.004	0.041	合格
256	W902	ST03	15447.606	15447.622	0.016	0.123	合格
257	WX45	ST03	13782.757	13782.747	-0.010	0.113	合格
258	W902	ST04	17161.316	17161.325	0.009	0.133	合格
259	WX45	ST04	15476.531	15476.523	-0.008	0.123	合格
260	ST05	ST06	3058.847	3058.937	0.090	0.048	不合格
261	ST07	ST05	7242.420	7242.326	-0.093	0.073	不合格

序號	基線		觀測距離 (m)	平差後距離 (m)	距離改正數 水平分量 (m)	精度要求(m) 水平分量 30mm+6ppm*L	檢測結果
	起點	終點					
262	ST08	ST05	6248.903	6249.007	0.104	0.067	不合格
263	W902	ST05	16327.815	16327.822	0.007	0.128	合格
264	WX19	ST05	652.084	652.086	0.002	0.034	合格
265	WX24	ST05	3019.152	3019.237	0.085	0.048	不合格
266	WX27	ST05	7971.608	7971.597	-0.011	0.078	合格
267	WX45	ST05	17566.248	17566.275	0.027	0.135	合格
268	ST07	ST06	5067.979	5068.010	0.031	0.060	合格
269	ST08	ST06	3751.827	3751.867	0.040	0.053	合格
270	W902	ST06	17292.428	17292.414	-0.014	0.134	合格
271	WX19	ST06	3510.436	3510.521	0.085	0.051	不合格
272	WX24	ST06	368.836	368.847	0.011	0.032	合格
273	WX27	ST06	5951.615	5951.672	0.057	0.066	合格
274	WX45	ST06	17234.558	17234.559	0.001	0.133	合格
275	ST07	ST08	1473.428	1473.433	0.005	0.039	合格
276	W902	ST07	15177.200	15177.140	-0.060	0.121	合格
277	WX19	ST07	7873.563	7873.642	0.079	0.077	不合格
278	WX24	ST07	5405.476	5405.515	0.039	0.062	合格
279	WX27	ST07	933.319	933.352	0.034	0.036	合格
280	WX45	ST07	13272.595	13272.636	0.041	0.110	合格
281	W902	ST08	16143.493	16143.495	0.002	0.127	合格
282	WX19	ST08	6848.240	6848.309	0.069	0.071	合格
283	WX24	ST08	4065.140	4065.185	0.045	0.054	合格
284	WX27	ST08	2406.290	2406.326	0.036	0.044	合格
285	WX45	ST08	14646.671	14646.700	0.029	0.118	合格
286	W902	WX19	16728.419	16728.424	0.004	0.130	合格
287	W902	WX24	17603.118	17603.109	-0.010	0.136	合格
288	WX27	W902	14639.399	14639.304	-0.095	0.118	合格
289	W902	WX45	7312.417	7312.436	0.019	0.074	合格
290	W902	WX45	7312.423	7312.436	0.013	0.074	合格
291	W902	WX45	7312.409	7312.436	0.027	0.074	合格
292	W902	WX45	7312.418	7312.436	0.018	0.074	合格
293	W902	WX46	5762.638	5762.612	-0.025	0.065	合格
294	WX19	WX24	3415.593	3415.676	0.083	0.050	不合格
295	WX19	WX27	8613.058	8613.010	-0.048	0.082	合格
296	WX19	WX45	18142.322	18142.171	-0.152	0.139	不合格
297	WX24	WX27	6296.260	6296.322	0.061	0.068	合格
298	WX45	WX24	17599.217	17599.315	0.099	0.136	合格
299	WX45	WX27	12429.739	12429.764	0.025	0.105	合格
300	WX45	WX46	5393.877	5393.834	-0.043	0.062	合格
301	WX48	WX50	2219.062	2219.063	0.001	0.043	合格
總基線數：301 條							
符合水平分量容許標準：283 條					合格率：94.02%		

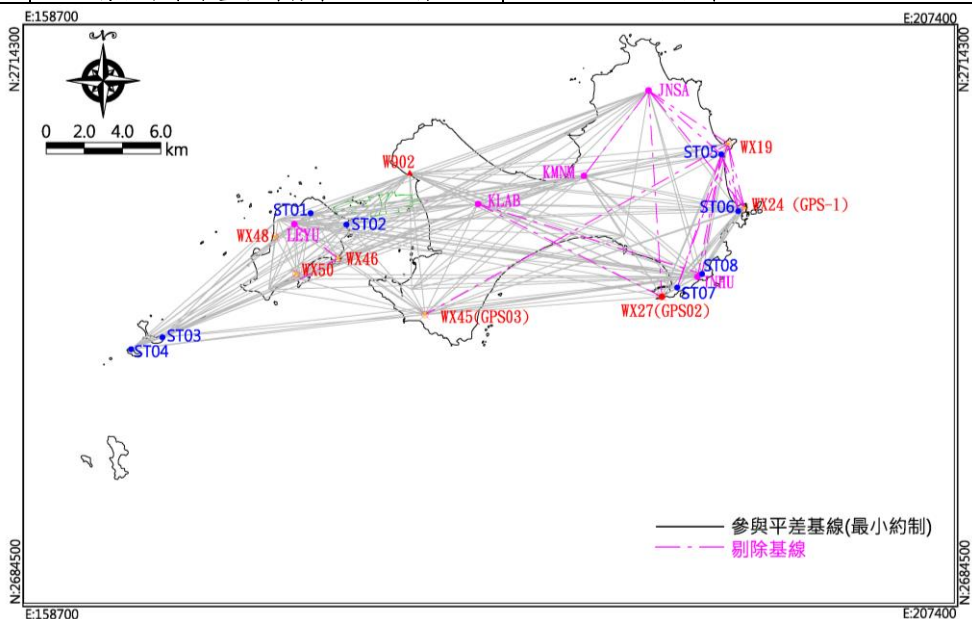


圖 4-5 最小約制平差觀測網形圖

13.本計畫將 e-GNSS 基準站納入網形平差計算，係以固定三等控制點成果（92 年公告成果）來進行坐標套合計算，重新計算 e-GNSS 基準站之坐標高程（橢球高）與其最新公告成果比較如表 4-9，坐標值之距離較差 0.006~0.028m，橢球高較差約在±0.080m 以內。

表 4-9 e-GNSS 基準站之坐標高程比較表

點號	最新公告之坐標.高程成果			備註
	X	Y	Z	ECEF坐標系統
	N	E	h(橢球高)	由ECEF轉換至TWD97_2° TM
	N	E	h(橢球高)	依據三等控制點基準新算之坐標.高程
	ΔN	ΔE	Δh	坐標高程差值
JNHU	-2768099.1820	5109388.1770	2620436.0520	
	2701327.726	193958.094	43.259	
	2701327.734	193958.092	43.231	
	-0.008	0.002	0.028	距離較差:0.008
JNSA	-2763920.1180	5107127.4310	2629163.1330	
	2710928.544	191399.033	35.959	
	2710928.550	191399.033	35.947	
	-0.006	0.000	0.012	距離較差:0.007
KLAB	-2757255.5096	5113503.2283	2623803.9000	
	2705079.553	182479.076	38.043	
	2705079.564	182479.050	38.106	
	-0.011	0.026	-0.063	距離較差:0.028
KMMN	-2761837.4370	5110347.2890	2625151.1100	
	2706528.903	188016.643	49.116	
	2706528.908	188016.640	49.195	
	-0.005	0.003	-0.079	距離較差:0.006
LEYU	-2749024.8240	5118483.9610	2622828.0410	
	2704039.790	172865.890	76.265	
	2704039.796	172865.885	76.337	
	-0.006	0.005	-0.073	距離較差:0.007

(四)高程控制測量

已知高程控制點檢測、新設航空標控制點與臨時潮位觀測站高程連測所進行之高程控制測量，主要採用精密自動記錄水準儀搭配條碼尺以直接水準測量方式進行觀測。另，大膽島、二膽島航測空標 ST03 與 ST04、大膽島潮位站 BM06 及小金門島外海 2 處潮位站(BM07 金門嶼、BM08 廢蚵架)等 5 點分別採用 GNSS 衛星定位靜態觀測及經緯儀間接高程方式引測高程資料，相關作業規範及測量方法說明如下。

1.直接水準測量

- (1)已知高程控制點檢測項目為檢測兩相鄰已知點位間之正高差，並與公告正高差比較，其檢測標準如表 4-10。

表 4-10 已知高程控制點檢測規範

控制點	檢測標準
高程控制點	正高差不大於 $20 \text{ 毫米} \sqrt{S}$ (S 為單一測段長度之公里數)

- (2)選擇已知平面控制點「KM01、KM02、KM06、KM24、KM25、KM32、KM33、KM37、KM51、KM52、KM53、KM54、KM55、KM57」等 14 點、新設航空標控制點「ST01、ST02、ST05~ST08」等 6 點、新設高程控制點(臨時驗潮觀測站)「BM01~BM05」等 5 點，共計施測 25 點。
- (3)採用 LEICA DNA03 一等精密自動電子水準儀搭配條碼尺自動記錄，儀器最小讀數在 0.1 毫米(含)以下，每公里往返觀測標準誤差為 ± 1 毫米。
- (4)已知高程檢測相鄰已知點位間之正高差不得大於 $20 \text{ 毫米} \sqrt{S}$ (S 為單一測段長度之公里數)，檢測結果如表 4-11，皆符合規範要求，可作為本工作之已知高程控制基準。
- (5)經施測 4 個測段，各測段水準路線點號如表 4-12，往返閉合精度如表 4-13，最大為 $4.42 \text{ 毫米} \sqrt{S}$ ，符合正高差不大於 ± 20 毫米 \sqrt{S} (S 為單一測段長度之公里數，小於 1 公里時閉合差

以 20 毫米計) 之規範要求。

表 4-11 已知高程控制點檢核成果表

起點		終點		資料高差 $ (H_2-H_1) $	檢測高程		檢測高差 $ (h_1+h_2)/2 $	高程較差	測段距離	容許高差 規範精度 $20\text{mm}\sqrt{S}$	檢測 成果
點號	公告高程 $H_1(\text{m})$	點號	公告高程 $H_2(\text{m})$	dH_1 (m)	往測 $h_1(\text{m})$	返測 $h_2(\text{m})$	dH_2 (m)	$ dH_2-dH_1 $ (mm)	S (km)	(mm)	
KM25	22.68760	KM24	3.72645	-18.961	-18.971	18.968	-18.969	8.320	6.543	51.159	合格
KM32	28.07687	KM33	38.32978	10.253	10.254	-10.257	10.256	2.590	2.429	31.170	合格
KM33	38.32978	KM02	12.29806	-26.032	-26.031	26.031	-26.031	0.720	3.455	37.175	合格
KM02	12.29806	KM01	5.66948	-6.629	-6.628	6.626	-6.627	1.580	4.661	43.179	合格
KM06	8.40666	KM37	13.91096	5.504	5.509	-5.512	5.511	6.200	9.619	62.029	合格
KM57	22.67532	KM51	6.07164	-16.604	-16.611	16.611	-16.611	7.320	2.529	31.806	合格
KM51	6.07164	KM52	6.06800	-0.004	-0.010	0.007	-0.009	4.860	2.139	29.251	合格
KM52	6.06800	KM53	16.04588	9.978	9.979	-9.972	9.976	2.380	4.081	40.403	合格
KM53	16.04588	KM54	7.55289	-8.493	-8.490	8.488	-8.489	3.990	2.900	34.058	合格
KM54	7.55289	KM55	4.35079	-3.202	-3.208	3.207	-3.208	5.400	2.140	29.257	合格

表 4-12 水準路線一覽表

測段編號	水準路線
1	KM25-BM04(水頭商港)-KM24
2	KM32-BM03(新湖漁港)-KM33-KM02-ST08(航標點) -ST07(航標點)-BM02(料羅港)-KM01
3	KM06-ST05(航標點)-ST06(航標點)-K01-K02- BM01(復國墩漁港)-KM37
4	KM57-BM05(羅厝漁港)-KM51-ST02(航標點)-KM52 -KM53-ST01(航標點)-KM54-TP01-KM55

表 4-13 水準測段閉合精度統計表

起點		終點		資料高差 $ (H_2-H_1) $	檢測高程		檢測高差 $ (h_1+h_2)/2 $	高程較差	測段距離	閉合精度	檢測成果
點號	公告高程 $H_1(\text{m})$	點號	公告高程 $H_2(\text{m})$	dH_1 (m)	往測 $h_1(\text{m})$	返測 $h_2(\text{m})$	dH_2 (m)	$ dH_2-dH_1 $ (mm)	S (km)	($\text{mm}\sqrt{S}$)	
KM25	22.68760	KM24	3.72645	-18.961	-18.971	18.968	-18.969	8.320	6.543	3.24	合格
KM32	28.07687	KM01	5.66948	-22.407	-22.405	22.400	-22.403	4.890	10.545	1.25	合格
KM06	8.40666	KM37	13.91096	5.504	5.509	-5.512	5.511	6.200	9.619	1.99	合格
KM57	22.67532	KM55	4.35079	-18.325	-18.340	18.341	-18.341	15.970	13.786	4.42	合格

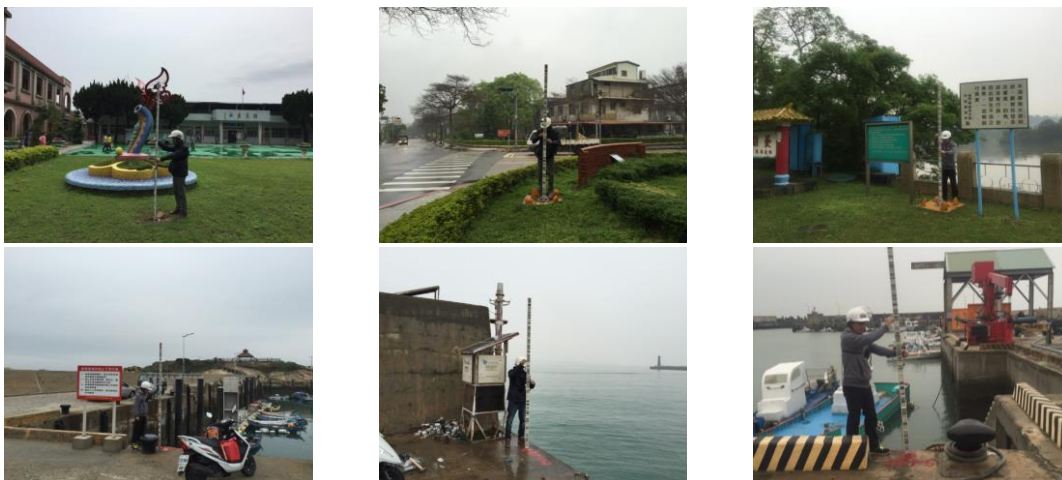


圖 4-6 直接水準測量作業情形

2. 間接水準測量

(1) GNSS 高程引測

大膽島與二膽島位於小金門島西南方約 5 公里處，本工作分別於島上布設航空標 ST03、ST04。由於島上並無一等水準高程控制點可供引用，因此採用 GNSS 靜態觀測方式，與最接近該島嶼之小金門島一等水準點 KM54、KM57 以及附近航空標控制點 ST01、ST02 進行連測，並以 Trimble Business Center 軟體解算，利用已知一等水準點新算的橢球高與公告之正高值計算大地起伏量，藉此大地起伏量推算出大、二膽島之正高值，正高計算成果如表 4-14 所示。另外，GPS 觀測基線在高程分量上之殘差統計整理如表 4-15。經比較航空標控制點 ST01、ST02 二點 GNSS 推算之正高值與直接水準高程較差如表 4-16，其高程較差約在 2~3 公分以內。

表 4-14 GNSS 一等水準高程引測成果表(正高)

Point ID	Elevation (m)	Elevation Error(m)
ST01	16.446	0.019
ST02	6.252	0.049
ST03	2.942	0.081
ST04	11.891	0.091

表 4-15 GNSS 高程引測基線高程分量殘差表

起點-->終點	Ellip Dist. Observation	Δ Ht. Observation	Δ Ht. A-posteriori Error	Δ Ht. Residual
KM54 --> ST01	1729.268 m	8.957 m	0.018 m	0.009 m
KM57 --> ST01	3451.596 m	-6.296 m	0.032 m	-0.030 m
KM54 --> ST02	3580.771 m	-1.138 m	0.049 m	-0.001 m
KM57 --> ST02	3717.535 m	-16.391 m	0.054 m	-0.053 m
KM54 --> ST03	8571.114 m	-4.727 m	0.052 m	0.032 m
KM57 --> ST03	7795.374 m	-19.979 m	0.057 m	0.021 m
ST04 --> KM54	10190.362 m	-4.164 m	0.058 m	0.025 m
ST04 --> KM57	9546.011 m	11.089 m	0.062 m	0.013 m

表 4-16 GNSS 高程與直接水準高程較差表(正高)

點號	直接水準高程 (m)	GNSS 引測高程 (m)	高程較差 (m)
ST01	16.422	16.446	-0.024
ST02	6.224	6.252	-0.028

(2)經緯儀高程引測

本工作分別於大膽島、小金門島東北側外海金門嶼與西北側外海廢棄石蚵架設置臨時潮位觀測站 BM06、BM07 與 BM08，潮位站高程引測採經緯儀，首先於最接近潮位站之海岸設置高程控制點 ST03、TP01 與 KM52，以直接水準方式(ST03 以 GNSS 高程)自一等水準點引測高程至控制點，再以經緯儀三角高程引測方式施測距離及垂直角，計算高差得出潮位站高程如表 4-17。

表 4-17 潮位站三角高程引測計算表

測站	前視	垂直角		測站儀器高 (m)	前視覘標高 (m)	斜距(m)		前視				測站 高程	前視 高程
		前視正鏡	前視倒鏡			前視正鏡	前視倒鏡	垂直角	斜距	平距	高差		
ST03	BM06	95.00.07	264.59.47	1.513	1.297	26.493	26.492	95.00.10	26.492	26.392	-2.094	2.942	0.848
TP01	BM08	90.41.37	269.18.35	1.663	1.297	350.796	350.777	90.41.31	350.786	350.761	-3.862	4.020	0.158
KM52	BM07	90.51.41	269.08.18	1.719	1.297	472.172	472.172	90.51.42	472.172	472.119	-6.663	6.068	-0.595

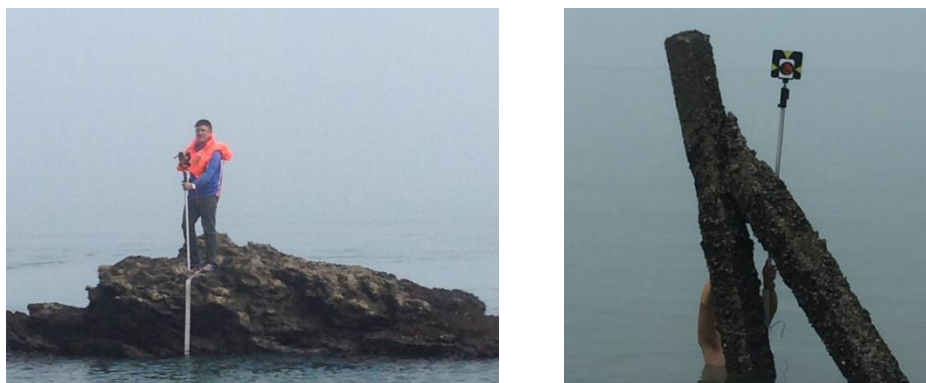


圖 4-7 經緯儀三角測量作業情形

二、測深系統適用性評估

(一)作業區位置

為了解作業廠商作業方式及不同測深系統施測成果之一致性，本年度工作 3 個作業區測深系統適用性評估測試區統一於高雄市茄萣區興達電廠外海約 4 公里、水深介於-20m~-25m 間之「茄萣（四）魚礁區」選定約 1 平方公里區域辦理，位置如圖 4-8，測試區與永新漁港屬同一潮區。

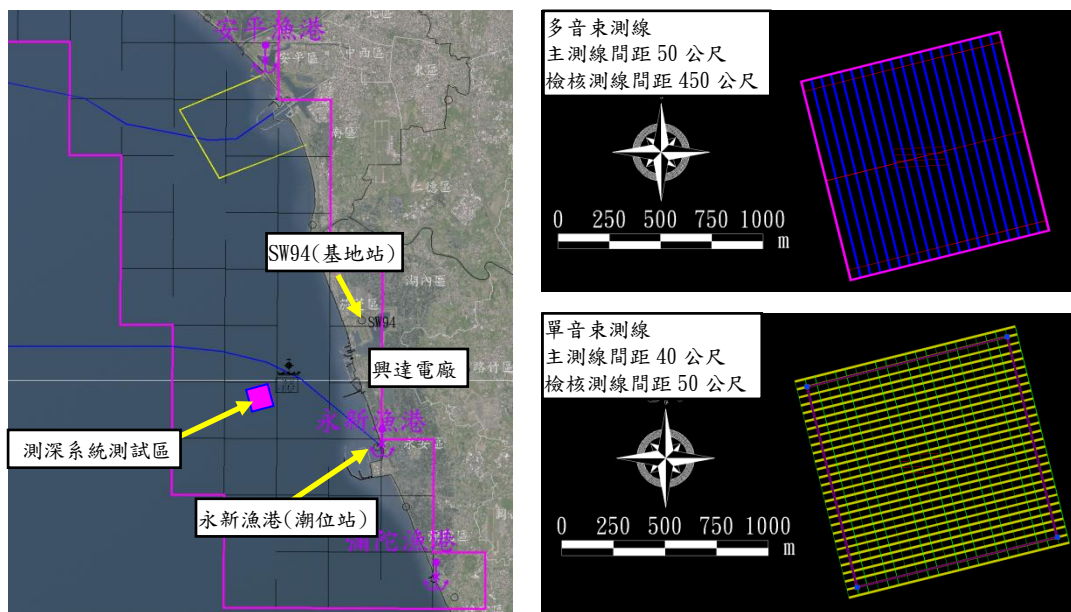


圖 4-8 測深系統適用性評估測試區位置圖

測線規劃在單音束測深系統方面，主測線間距為 40 公尺，約垂直主測線之檢核測線間距為 50 公尺；在多音束測深系統方面，多音束測深系統掃描角度以 120 度進行施測，相鄰主測線須重疊 30% 以上，間距約 50 公尺；約垂直主測線之檢核測線 3 條，間距約為 450 公尺。

測深系統適用性評估依規定投入 2 組多音束測深系統與 2 組單音束測深系統，所選用之測深儀解析力皆優於 0.1 公尺。

(二)作業要求

- 1.作業船速不得逾 5 節為原則，然沿測線方向資料密度不得疏於 3 點/公尺；且波高超過 50cm 或蒲福風級 4 級(含)以上 (11-16 哩/hr) 不得作業，波高與風力以中央氣象局資料為準。
- 2.定位採即時動態衛星定位(RTK)或動態後處理衛星定位(PPK)或同精度等級測量辦理，基站及無線電天線應穩固。
- 3.潮位觀測：水深作業應全程架設自錄式潮位儀觀測潮位，取樣間隔至少每 6 分鐘 1 筆，並辦理人工潮位觀測，取樣間隔至少每 60 分鐘 1 筆，並填載潮位觀測記錄表。
- 4.儀器裝載：衛星定位接收儀天線與測深音鼓應儘量安置在同一垂線位置上，以減少量測誤差，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。各架設參數應確實量測，填載於儀器架設資料記錄表。
- 5.作業中隨時監控船隻航行路徑、船隻航行速度、儀器狀態、資料傳輸狀況、資料品質等。
- 6.對測深系統所採用儀器，逐一確認皆可正常開機運作（如衛星定位測量接收儀、動態姿態感測儀、電羅經、音束測深儀、電腦及導航軟體）。
- 7.聲速測量
 - (1)單音束測深儀應於港區或海象平穩地區以檢校板 BarCheck 檢校測深儀零點誤差，並填載水深測量聲速檢校板檢測紀錄表。
 - (2)於測試區深水區作 1 次(含)以上聲速剖面量測，於測量作業期間水溫溫差較大時段再次量取聲速剖面並記錄坐標，填載於聲速剖面記錄表。
- 8.疊合測試 (PatchTest)
 - (1)多音束測深儀應辦理疊合測試，計算資料傳輸時間延遲 (Latency)、搖擺角(Roll)、航偏角(Yaw)及俯仰角(Pitch)

等音鼓軸系安置角度資料。

(2)測試區之海底地形，應先參考既有水深資料，盡量挑選同時具備緩降斜坡、平坦地與不規則地形或存在水下特徵物之區域，測線長度應大於 200 公尺。

A.緩降斜坡應為平坦之斜坡，坡度介於 5°到 20°，而斜坡之坡腳至坡頂須足以規劃 200m 長度以上之測線，以配合校驗資料傳輸時間延遲、俯仰角等音鼓軸系安置角度資料要求。

B.平坦地應盡可能找尋一坡度值平均不大於 5 度之區域，而平坦地之腹地須足以規劃 200 公尺長度以上之測線，以配合校驗搖擺角等音鼓軸系安置角度資料之要求。

C.測試區前兩類地形面積占全區比例不宜差異過大，另測試區應具備不規則地形（如海底礁石）或存在水下特徵物之區域，以配合校驗航偏角等音鼓軸系安置角度資料要求。

(3)疊合測試地形條件及作業方式如表 4-18。

(4)填載音鼓軸安置角度與時間延遲資料於儀器架設資料記錄表。

9.實地作業結束，應立刻下載資料，並彙集書面（記錄）資料。

表 4-18 疊合測試地形條件及作業方式

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

(三)作業船舶及儀器設備

水深測量租用『順盛 6 號』及『水利號』2 艘船舶進行測深系統評估測量作業，其中順盛 6 號搭載多音束測深系統，水利號搭載單音束測深系統(如圖 4-9)，各船隻之船籍資料、儀器裝載資訊、作業人員名單及進出港證明等，請參閱**成果資料電子檔**「附

錄 6.測深系統適用性評估成果報告」。







船舶名稱	測深儀器	
		
<p>順盛 6 號正面照片</p>	<p>Reson 7125_No1 多音束 儀器架設</p>	<p>Reson 7125_No2 多音束 儀器架設</p>
		
<p>水利號正面照片</p>	<p>ODOM_004557 單音束 儀器架設照片</p>	<p>ODOM_011070 單音束 儀器架設照片</p>

圖 4-9 測深系統適用性評估測量船隻及儀器照片

(四)作業說明

由於本工作依據作業規劃，針對不同水域特性需以不同測深系統進行海域地形測量，為求各測深系統施測成果能符合規範要求，故而進行本次檢查作業。

1.作業日期

- (1)105/04/20 進行 Reson 7125_No1 多音束測深系統檢核作業。
- (2)105/04/20 進行 ODOM 004557 單音束測深系統檢核作業。
- (3)105/04/22 進行 Reson 7125_No2 多音束測深系統檢核作業。
- (4)105/04/22 進行 ODOM 011070 單音束測深系統檢核作業。

2.各項修正參數

(1)儀器偏移參數：以船隻重心為相對坐標之中心，船隻重心至船首方向為基準方向，如圖 4-10，在安置測深系統的各项裝置時丈量記錄並繪製各裝置的相對位置以茲修正計算。

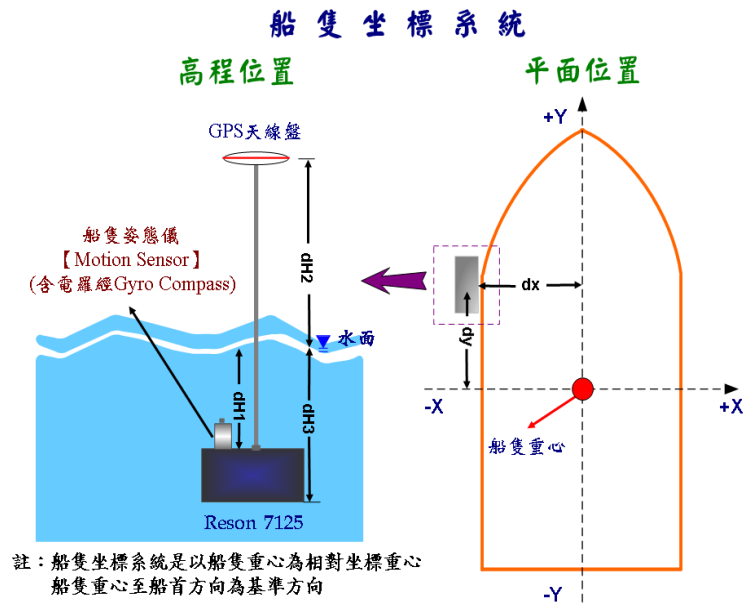


圖 4-10 儀器相對位置坐標系統示意圖

(2)測深系統率定

A.單音束測深系統以水深校正板檢校 (bar check)，先以聲速儀量測聲速並修正之，再分別量測不同檢校板深度與測深儀讀數並記錄製作檢校表，檢視測深差異量是否在測深精度要求的合理範圍內。檢校情形如圖 4-11，檢校表如表 4-19 與表 4-20 所示。



圖 4-11 Bar Check 檢校(圖左)及聲速剖面量測(圖右)情形

表 4-19 ODOM 004557 Bar Check 檢測表

檢測日期: 105.4.20		測深儀型號: ODOM 004557
檢測地點: 興達漁港		音鼓吃水深: 0.7 m
測量員: 黃揚俊		設定聲速: 1535 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)
1.00	1.00	0.00
2.00	2.01	0.01
3.00	3.00	0.00
4.00	4.01	0.01

表 4-20 ODOM 011070 Bar Check 檢測表

檢測日期: 105.4.22		測深儀型號: ODOM 011070
檢測地點: 興達漁港		音鼓吃水深: 0.7 m
測量員: 黃揚俊		設定聲速: 1535 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)
1.00	1.00	0.00
2.00	2.01	0.01
3.00	3.00	0.00
4.00	4.00	0.00

B. 多音束測深系統在所有儀器安置完成後，實地至測區尋找適當地點作系統的疊合測試(patch test)，分別求取音鼓安置的前後傾斜(pitch)、左右傾斜(roll)、船向偏差(yaw)之角度及 GPS 的時間延遲量(GPS 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 GPS 時間延遲的影響，計算畫面詳見圖 4-12。疊合測試測線平均長度約達 300 公尺符合規範要求，共計 8 條測線，詳細資訊如表 4-21 與表 4-22。

表 4-21 Reson 7125_No1 疊合測試測線資訊表

儀器編號	測線名稱	起始時間 (hh:mm:ss)	結束時間 (hh:mm:ss)	測線長度 (m)
Reson 7125_No1	20160420-065719	06:57:19	06:58:55	319.288
	20160420-065938	06:59:38	07:01:19	330.188
	20160420-065515	06:55:15	06:56:48	311.429
	20160420-065253	06:52:53	06:54:27	321.370
	20160420-065039	06:50:39	06:52:25	348.451
	20160420-064819	06:48:19	06:49:54	322.511
	20160420-064408	06:44:08	06:45:39	318.672
	20160420-064618	06:46:18	06:47:59	345.653

表 4-22 Reson 7125_No2 疊合測試測線資訊表

儀器編號	測線名稱	起始時間 (hh:mm)	結束時間 (hh:mm)	測線長度 (m)
Reson 7125_No2	20160422-044850	04:48:50	04:50:21	309.637
	20160422-045114	04:51:15	04:52:45	300.867
	20160422-045320	04:53:20	04:54:44	301.978
	20160422-045541	04:55:41	04:57:12	302.940
	20160422-050000	05:00:00	05:01:28	297.478
	20160422-045742	04:57:42	04:59:06	300.856
	20160422-050344	05:03:44	05:05:09	301.301
	20160422-050604	05:06:04	05:07:34	297.277

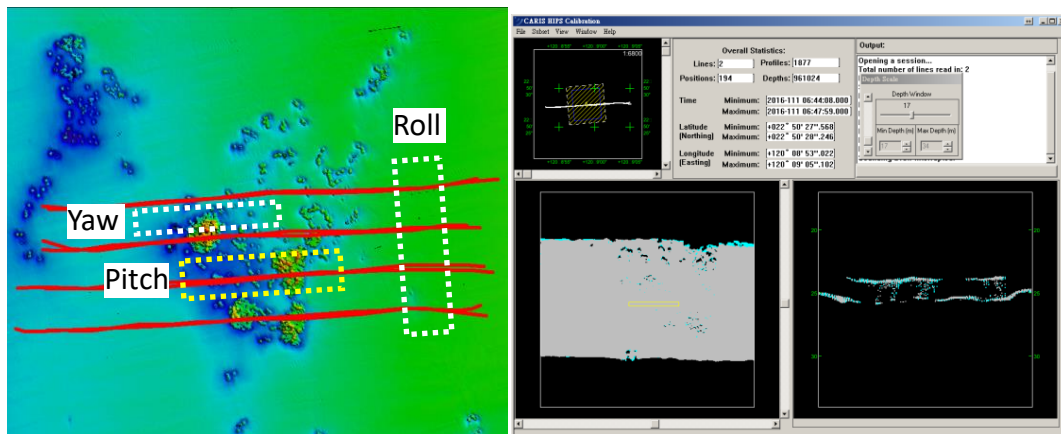


圖 4-12 多音束疊合測試示意圖(左)及 Patch test 計算畫面(右)

- (3)船隻姿態改正：單音束測深系統需配置湧浪補償器，以即時記錄測深時船隻上下起伏(heave)之高度，作為水深修正計算之參考數據；多音束測深系統需配置運動姿態感測器(Motion Sensor)及電羅經(Gyro Compass)以即時記錄測深時船隻的前後傾斜(pitch)、左右搖擺(roll)、船向(yaw)之角度及上下起伏(heave)之高度，並作為水深修正計算之參考數據。
- (4)船隻導航及定位：本工作單音束與多音束水深測量均採用動態後處理衛星定位 (PPK) 測量。
- (5)潮位修正：在水深測量作業時，需同步配合量取潮位高程資料以將水深資料歸算至海床高度，本評估作業於永新漁港，位置詳見圖 4-13，以自記式潮位儀間隔 6 分鐘記錄一筆潮位

資料，並每小時輔以人工潮位觀測資料進行資料檢核比對，檢核結果自動驗潮與人工驗潮較差平均小於 3cm，潮位比較如圖 4-14 所示。



圖 4-13 永新漁港臨時驗潮站設置位置

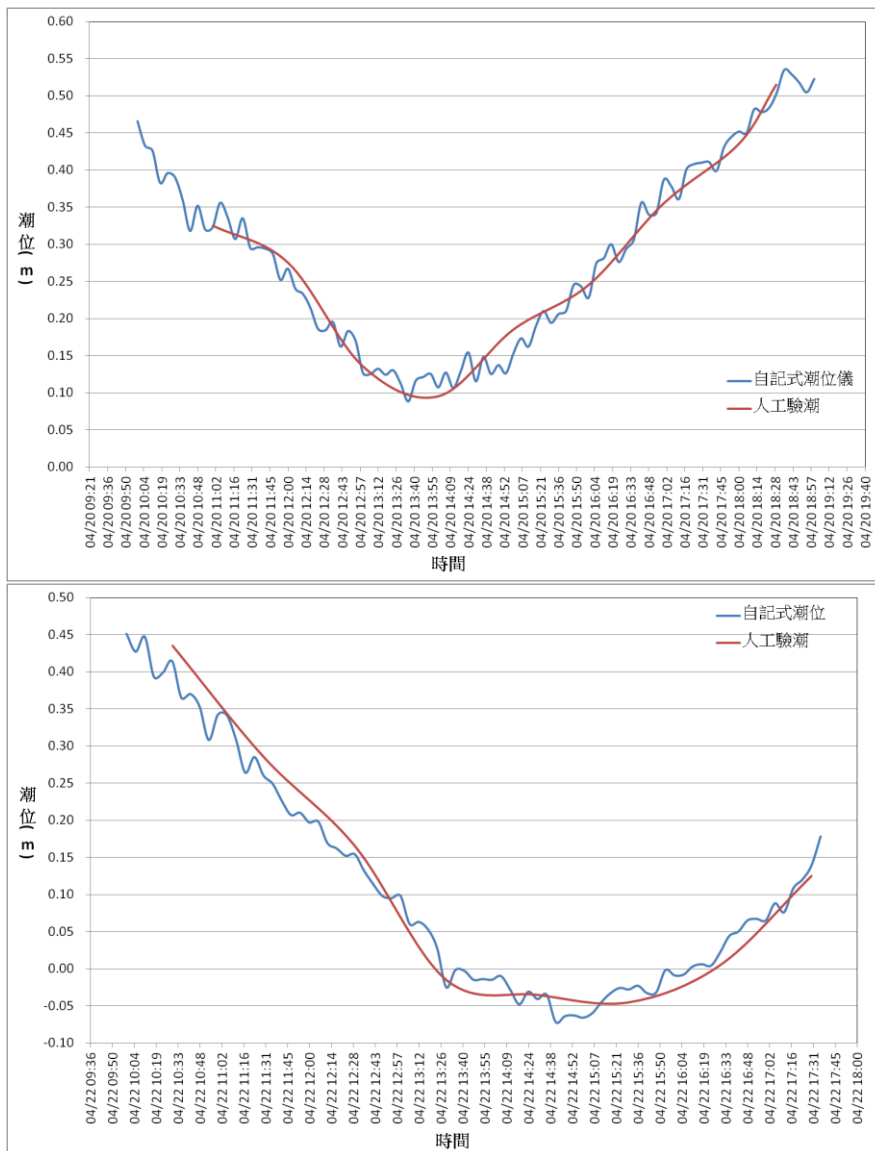


圖 4-14 04/20 與 04/21 永新漁港潮位比較圖

(6) 橢球高計算：以陸上固定站橢球高程為基準，將定位資料以後處理方式解算水深定位點 WGS84 橢球高(水面高)，再將計算後平面資料連同橢球高程值匯入水深計算軟體，取代現場作業定位坐標及高程(潮位高)。

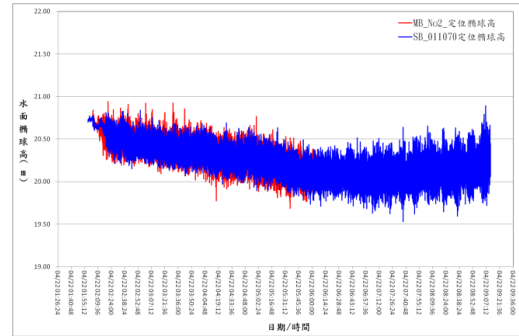
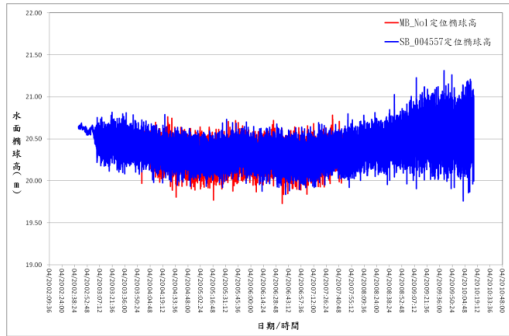


圖 4-15 4/20 定位橢球高變化曲線 圖 4-16 4/22 定位橢球高變化曲線

(7) 聲速修正：在施行水深測量測試區作業範圍內，選取較深之位置作聲速剖面量測，並於作業過程中注意表面聲速變化，適時增加量測次數，以求正確測得水中聲速的變化，精確修正水深測量成果。

(五) 成果資料比對

評估作業總計採用 2 套多音束測深系統與 2 套單音束測深系統，於測試區內先後進行測量，資料成果及比對結果說明如下。

1. 作業軌跡

各系統實際作業軌跡分別如下圖 4-17 ~ 圖 4-20。

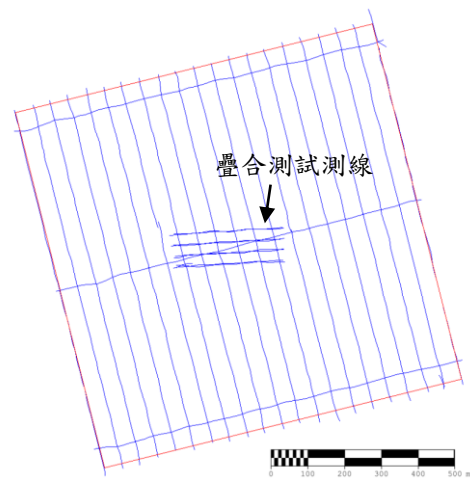
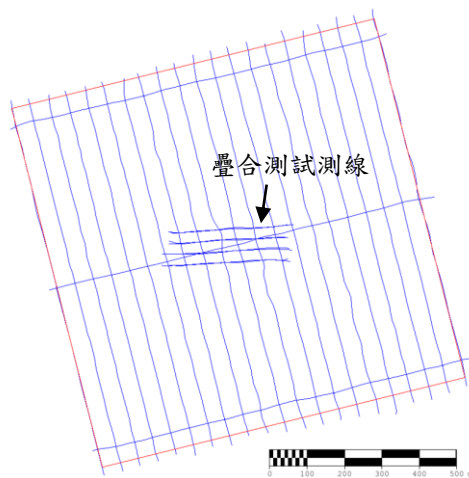


圖 4-17 Reson 7125_No1 軌跡圖 圖 4-18 Reson 7125_No2 軌跡圖

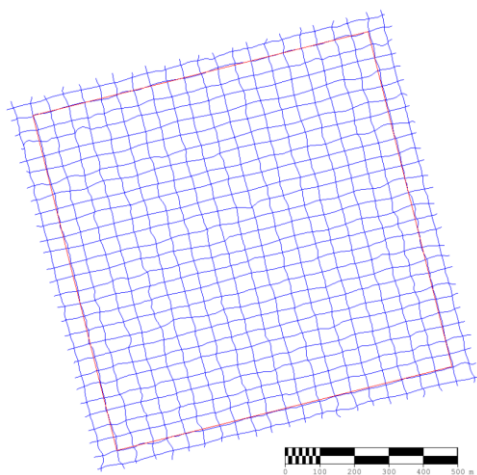


圖 4-19 ODOM 004557 軌跡圖

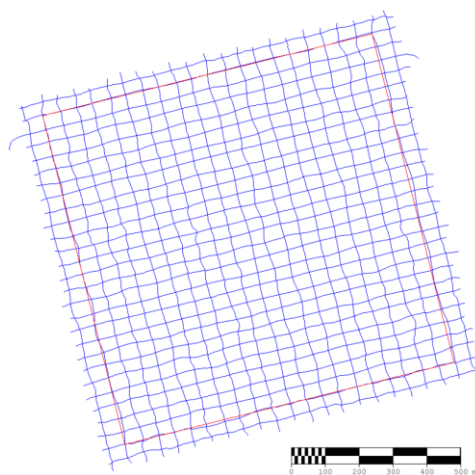


圖 4-20 ODOM 011070 軌跡圖

2.地形成果色階圖

水深測量資料經由各項檢核無誤之修正參數所得歸算後之水深成果色階圖如下圖 4-21~圖 4-24。

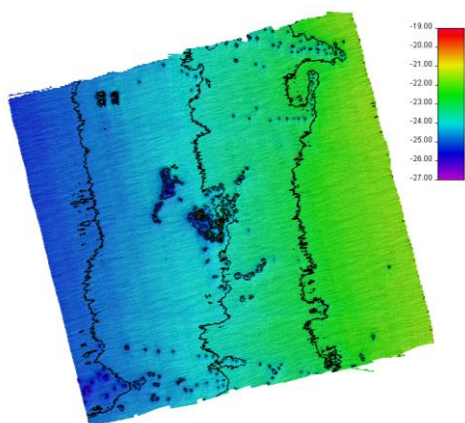


圖 4-21 Reson 7125_No1 水深色階圖

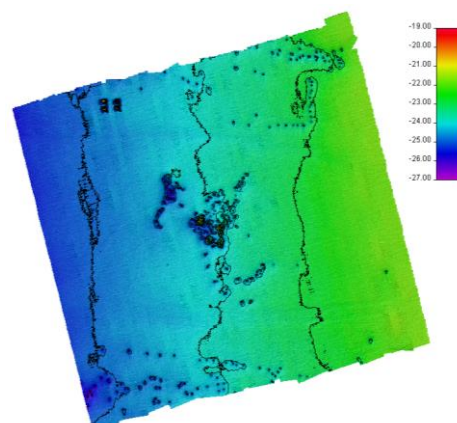


圖 4-22 Reson 7125_No2 水深色階圖

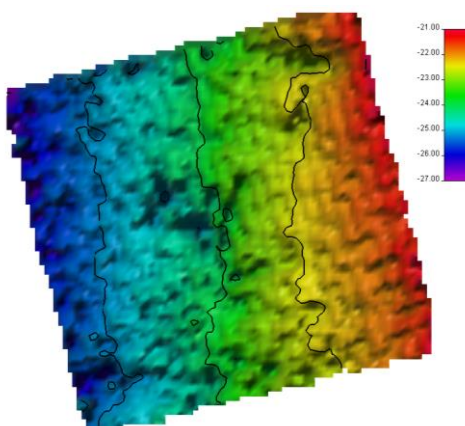


圖 4-23 ODOM 004557 水深色階圖

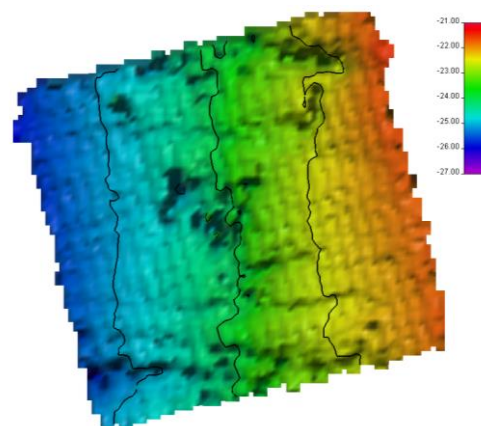


圖 4-24 ODOM 011070 水深色階圖

3.成果資料精度分析

測深系統適用性評估作業目的在於，檢核測深系統本身作業成果精度（儀器穩定度檢核，簡稱內精度），以及不同測深系統間是否有其系統誤差(資料一致性檢核，簡稱外精度)之存在，為避免此情況產生，因而將各套儀器所得測量成果進行誤差精度分析，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，規範要求如表 4-23。

表 4-23 測深系統適用性分級表

級別	特等	1 等		2 等
		1a	1b	
平面不確定度 (95%信心區間)	2 公尺	5 公尺+5%*水深	5 公尺+5%*水深	20 公尺+10%*水深
深度不確定度 (95%信心區間)	a=0.25 公尺 b=0.0075	a=0.5 公尺 b=0.013	a=0.5 公尺 b=0.013	a=1 公尺 b=0.023
適用水域描述	船底淨空需求很重要的水域	水深 100 公尺以內船底淨空需求較低，但可能存在影響航安的特徵物水域	水面船舶可能通過，但沒有船底淨空需求之水深 100 公尺以內的水域	水深超過 100 公尺的水域
備註：以 $[a^2+(b \times d)^2]^{1/2}$ 計算統計檢核線成果（95%信賴區間） a：固定水深誤差 b：從屬水深誤差因子 d：水深（公尺）				

(1)內精度分析

此工作項目之目的在於確認同一測深系統作業期間，量測之精度是否符合規範要求，因而將各套測深系統測量所得成果先進行各系統本身之精度分析，以確認儀器本身內精度是否符合規範。下列依照不同測深系統儀器本身內精度分別列出其精度計算比較表與誤差分布圖，其中比較表列出其檢核總點數、較差平均值、較差中誤差與其符合規範之比數與合格率。而誤差分布圖則繪出各測點之誤差量與要求規範之分布圖。

A.Reson 7125 多音束測深系統

本工作二套多音束測深系統均採 Reson 7125 多音束測深儀，其正下方音束寬為 1 度，依作業說明主測線網格

大小以正下方音束約 3 倍平均足印 (footprint) 大小為內插網格單位，實測結果測試區水深約-19 公尺至-27 公尺，若依規定則須製作成 1.5 公尺*1.5 公尺網格大小，而本測試區約 10%面積為魚礁區，魚礁種類除了大型鋼鐵礁 4 座以外，大多為方塊礁，方塊礁大小約 2.0 公尺*2.0 公尺，若製作成 1.5 公尺*1.5 公尺網格，將無法明確顯示魚礁形狀，進而與檢核測線原始水深點比對時容易呈現大量誤差。因此，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 0.5 公尺*0.5 公尺大小網格。

(A) Reson 7125_No1

主測線製成 0.5 公尺*0.5 公尺的網格資料與檢核測線原始測點檢核結果顯示，正高系統 99.15%、橢球高系統 99.04%，如圖 4-25、圖 4-26 與表 4-24、表 4-25，符合海道測量最低標準之特等規範。

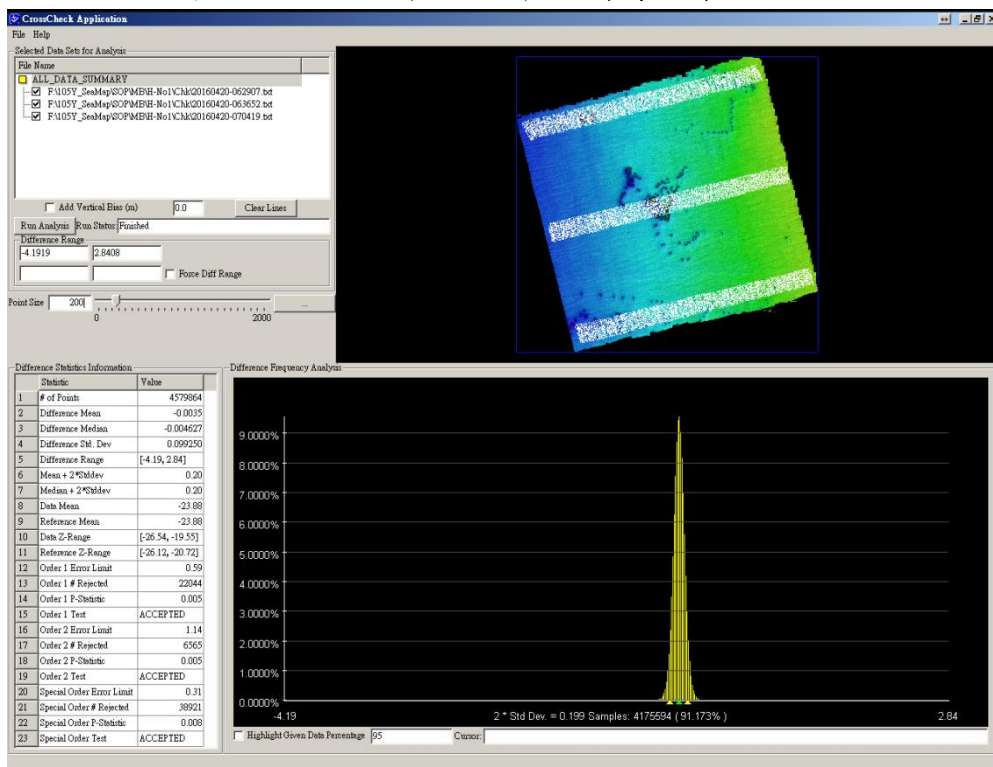


圖 4-25 Reson 7125_No1 檢核測線與全區之誤差分布圖(正高)

表 4-24 Reson 7125_No1 檢核測線與全區之誤差比較表(正高)

載入點數:	4,579,864		
檢核計算點數:	4,579,864		
較差平均值(m):	0.00		
較差中誤差(m):	0.10		
特等精度誤差極限(m)	0.31		
特等精度_合格筆數:	4,540,943	合格率:	99.15%
特等精度_不合格筆數:	38,921	不合格率:	0.85%
1等精度誤差極限(m)	0.59		
1等精度_合格筆數:	4,557,820	合格率:	99.52%
1等精度_不合格筆數:	22,044	不合格率:	0.48%

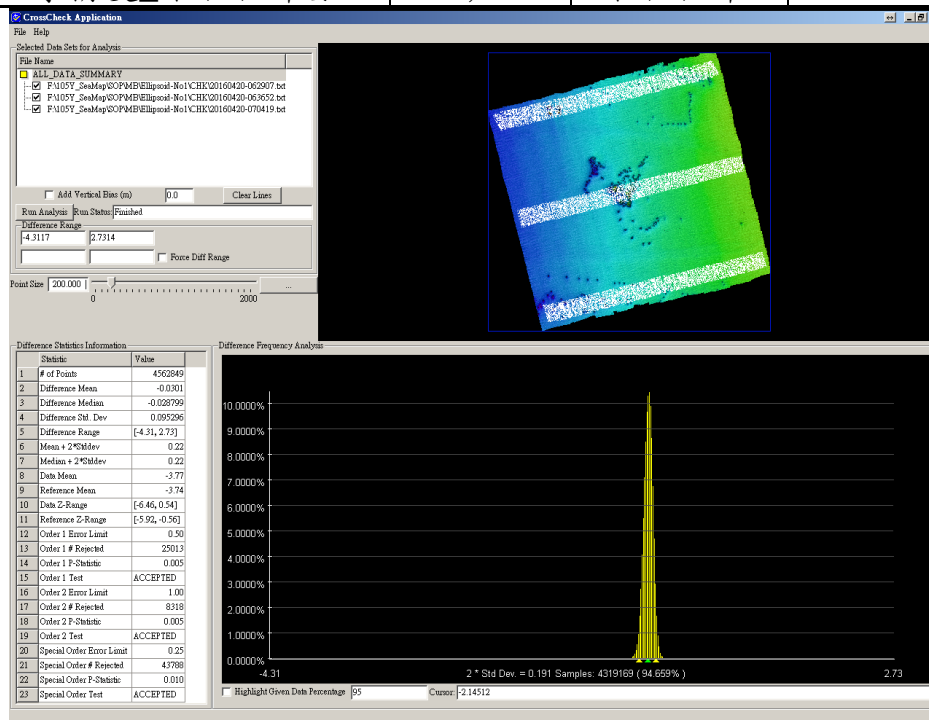


圖 4-26 Reson 7125_No1 檢核測線與全區之誤差分布圖(橢球高)

表 4-25 Reson 7125_No1 檢核測線與全區之誤差比較表(橢球高)

載入點數:	4,562,849		
檢核計算點數:	4,562,849		
較差平均值(m):	-0.03		
較差中誤差(m):	0.10		
特等精度誤差極限(m)	0.25		
特等精度_合格筆數:	4,519,061	合格率:	99.04%
特等精度_不合格筆數:	43,788	不合格率:	0.96%
1等精度誤差極限(m)	0.50		
1等精度_合格筆數:	4,537,836	合格率:	99.45%
1等精度_不合格筆數:	25,013	不合格率:	0.55%

(B).Reson 7125_No2

主測線製成 0.5 公尺*0.5 公尺的網格資料與檢核測線原始測點檢核結果顯示，正高系統 98.98%、橢球高系統 99.08%，如圖 4-27、圖 4-28 與表 4-26、表 4-27，符合海道測量最低標準之特等規範。

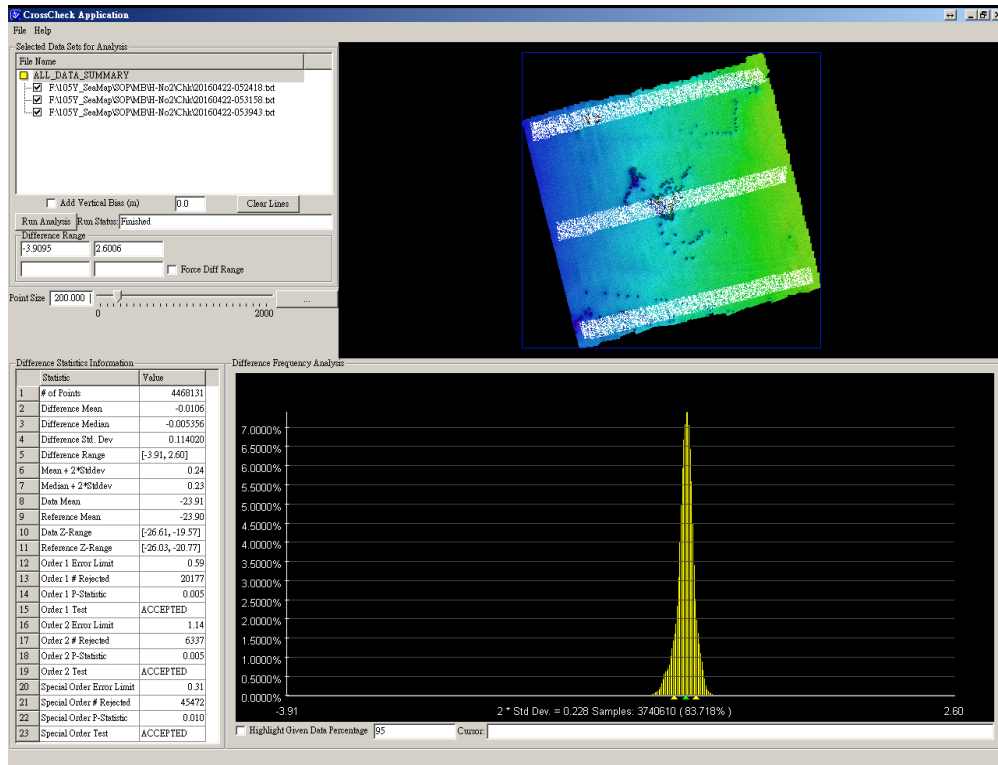


圖 4-27 Reson 7125_No2 檢核測線與全區之誤差分布圖(正高)

表 4-26 Reson 7125_No2 檢核測線與全區之誤差比較表(正高)

載入點數:	4,468,131		
檢核計算點數:	4,468,131		
較差平均值(m):	-0.01		
較差中誤差(m):	0.11		
特等精度誤差極限(m)	0.31		
特等精度_合格筆數:	4,422,659	合格率:	98.98%
特等精度_不合格筆數:	45,472	不合格率:	1.02%
1等精度誤差極限(m)	0.59		
1等精度_合格筆數:	4,447,954	合格率:	99.55%
1等精度_不合格筆數:	20,177	不合格率:	0.45%

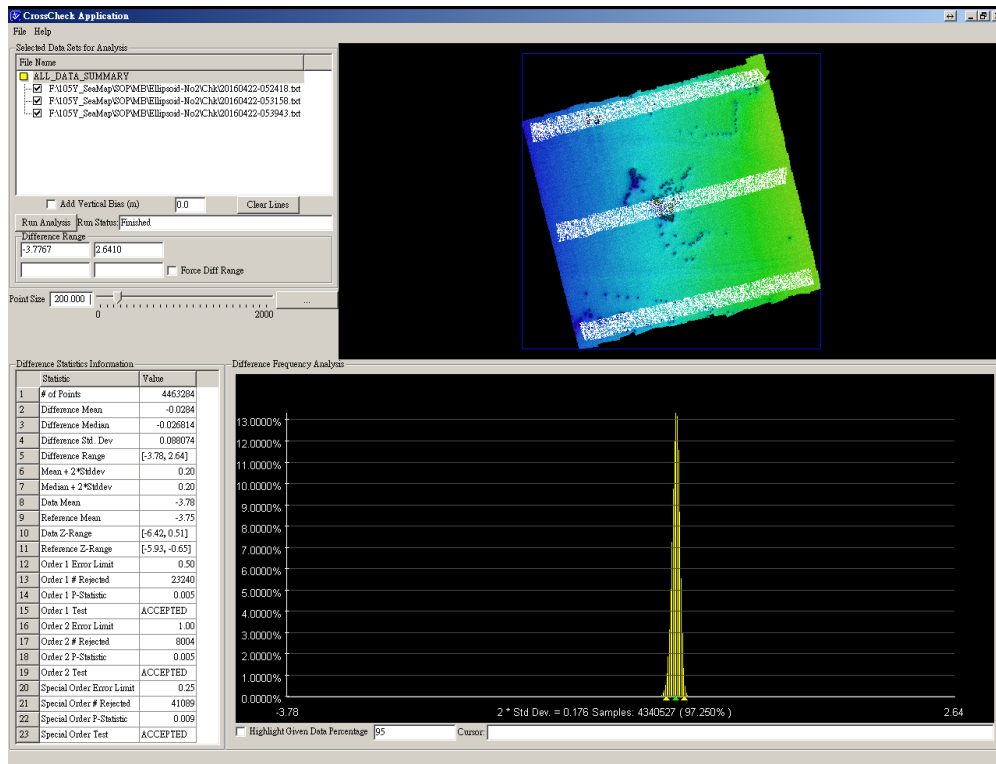


圖 4-28 Reson 7125_No2 檢核測線與全區之誤差分布圖(橢球高)

表 4-27 Reson 7125_No2 檢核測線與全區之誤差比較表(橢球高)

載入點數:	4,463,284		
檢核計算點數:	4,463,284		
較差平均值(m):	-0.03		
較差中誤差(m):	0.09		
特等精度誤差極限(m)	0.25		
特等精度_合格筆數:	4,422,195	合格率:	99.08%
特等精度_不合格筆數:	41,089	不合格率:	0.92%
1等精度誤差極限(m)	0.50		
1等精度_合格筆數:	4,440,044	合格率:	99.48%
1等精度_不合格筆數:	23,240	不合格率:	0.52%

B.ODOM Hydrotrac 單音束測深系統

本工作二套多音束測深系統均採 ODOM Hydrotrac 單音束測深儀，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 5.0 公尺*5.0 公尺大小網格。

(A) ODOM 004557

主測線製成 5 公尺*5 公尺的網格資料與檢核測線原始測點檢核結果顯示，正高系統 95.84%、橢球高系統 99.16%，如圖 4-29、圖 4-30 與表 4-28、表 4-29，符合海道測量最低標準之特等規範。

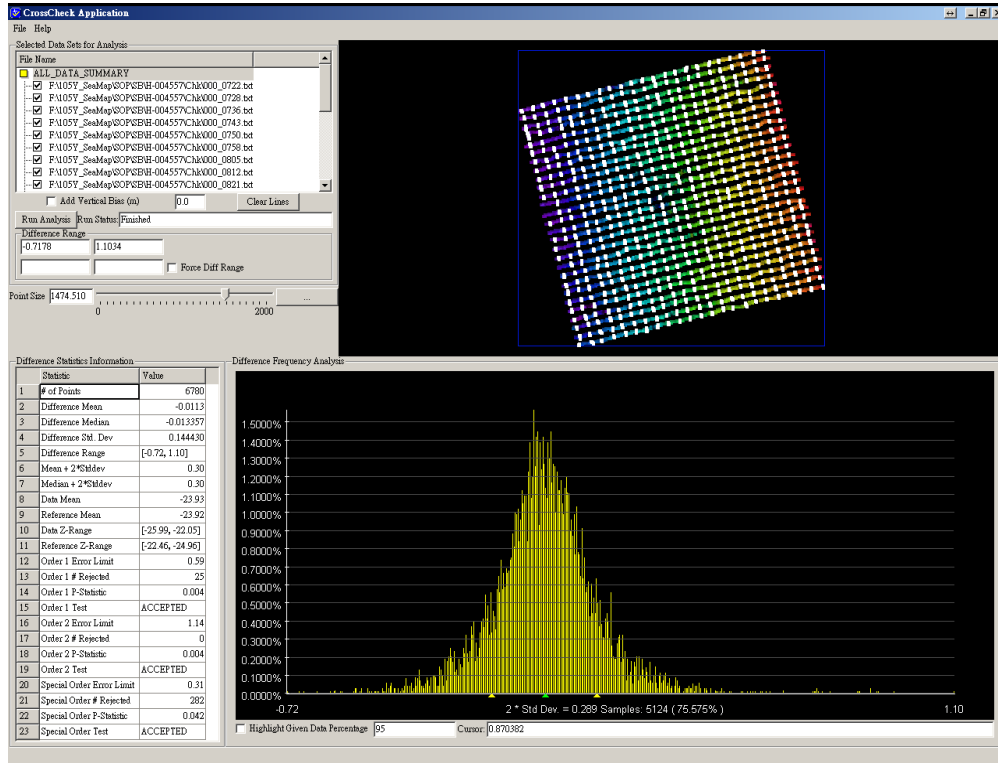


圖 4-29 ODOM 004557 檢核測線與全區之誤差分布圖(正高)

表 4-28 ODOM 004557 檢核測線與全區之誤差比較表(正高)

載入點數:	6,780		
檢核計算點數:	6,780		
較差平均值(m):	-0.01		
較差中誤差(m):	0.14		
特等精度誤差極限(m)	0.31		
特等精度_合格筆數:	6,498	合格率:	95.84%
特等精度_不合格筆數:	282	不合格率:	4.16%
1 等精度誤差極限(m)	0.59		
1 等精度_合格筆數:	6,755	合格率:	99.63%
1 等精度_不合格筆數:	25	不合格率:	0.37%

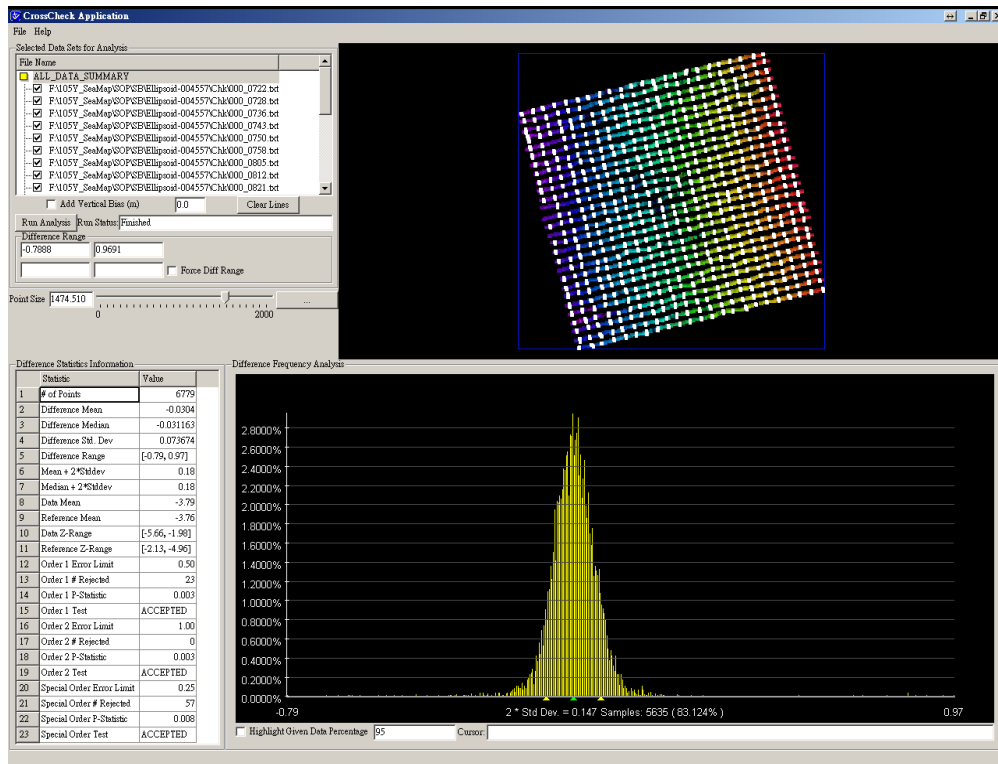


圖 4-30 ODOM 004557 檢核測線與全區之誤差分布圖(橢球高)

表 4-29 ODOM 004557 檢核測線與全區之誤差比較表(橢球高)

載入點數:	6,779		
檢核計算點數:	6,779		
較差平均值(m):	-0.03		
較差中誤差(m):	0.07		
特等精度誤差極限(m)	0.25		
特等精度_合格筆數:	6,722	合格率:	99.16%
特等精度_不合格筆數:	57	不合格率:	0.84%
1等精度誤差極限(m)	0.50		
1等精度_合格筆數:	6,756	合格率:	99.66%
1等精度_不合格筆數:	23	不合格率:	0.34%

(B)ODOM 011070

主測線製成 5 公尺*5 公尺的網格資料與檢核測線原始測點檢核結果顯示，正高系統 96.14%、橢球高系統 97.84%，如圖 4-31、圖 4-32 與表 4-30、表 4-31，符合海道測量最低標準之特等規範。

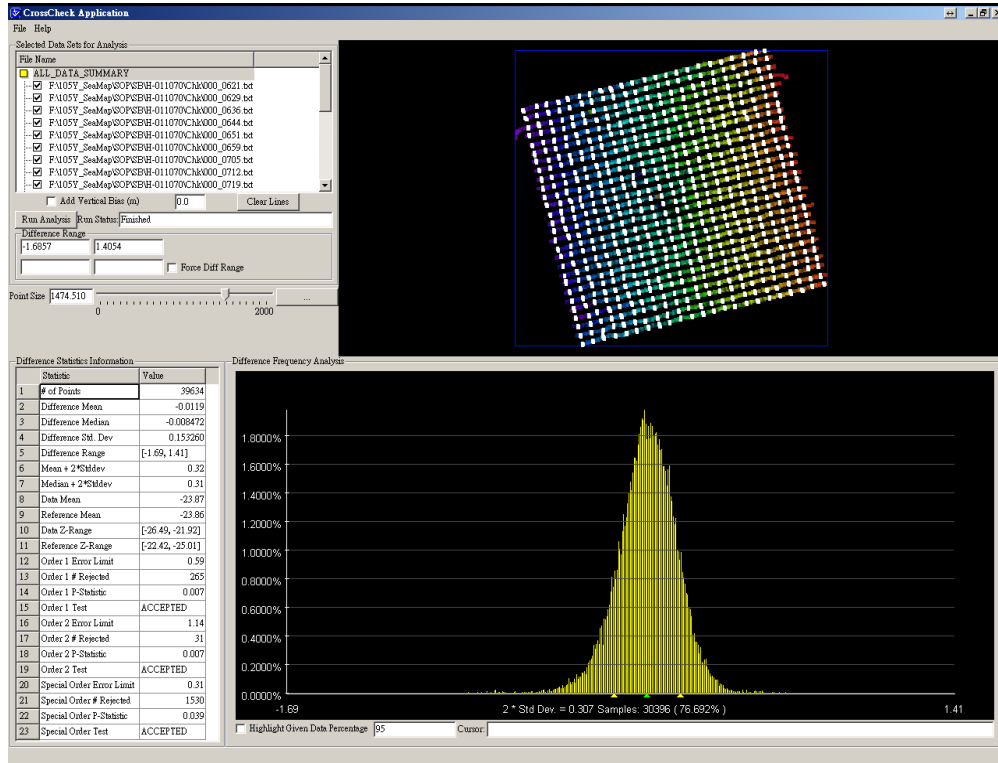


圖 4-31 ODOM 011070 檢核測線與全區之誤差分布圖(正高)

表 4-30 ODOM 011070 檢核測線與全區之誤差比較表(正高)

載入點數:	39,634		
檢核計算點數:	39,634		
較差平均值(m):	-0.01		
較差中誤差(m):	0.15		
特等精度誤差極限(m)	0.31		
特等精度_合格筆數:	38,104	合格率:	96.14%
特等精度_不合格筆數:	1,530	不合格率:	3.86%
1 等精度誤差極限(m)	0.59		
1 等精度_合格筆數:	39,369	合格率:	99.33%
1 等精度_不合格筆數:	265	不合格率:	0.67%

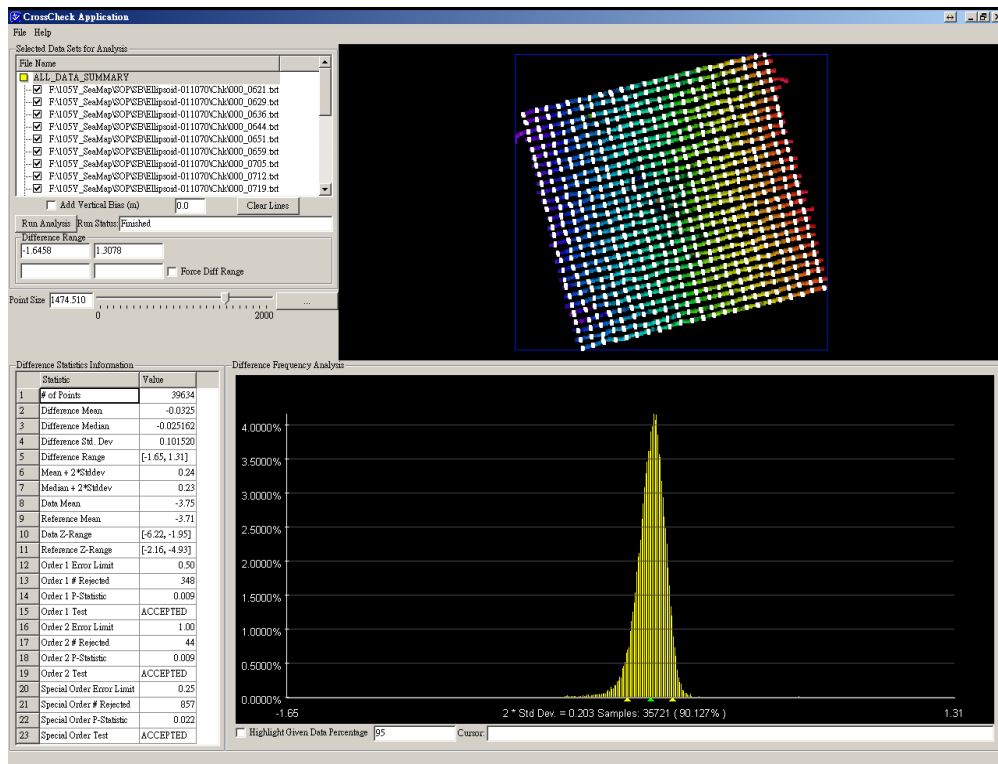


圖 4-32 ODOM 011070 檢核測線與全區之誤差分布圖(橢球高)

表 4-31 ODOM 011070 檢核測線與全區之誤差比較表(橢球高)

載入點數:	39,634		
檢核計算點數:	39,634		
較差平均值(m):	-0.03		
較差中誤差(m):	0.10		
特等精度誤差極限(m)	0.25		
特等精度_合格筆數:	38,777	合格率:	97.84%
特等精度_不合格筆數:	857	不合格率:	2.16%
1 等精度誤差極限(m)	0.50		
1 等精度_合格筆數:	39,286	合格率:	99.12%
1 等精度_不合格筆數:	348	不合格率:	0.88%

(2)外精度資料比對

此工作項目之目的在於確認使用不同測深系統時各系統施測成果彼此間資料高差是否符合規範要求，以及不同測深系統間是否有其系統誤差之存在，為避免此情況產生，於測試區內分別先後進行施測，並將各系統所得成果進行誤差分析，本項目依據各系統正射音束之 1 倍平均足印 (footprint) 分別內插成多音束系統 0.5 公尺*0.5 公尺、單音束系統 5 公尺*5 公尺的網格，比較不同測深系統網格與實際測點之水深誤差差值，是否符合規範要求。

A. Reson 7125_No1 – Reson 7125_No2

多音束測深系統 Reson 7125_No1 主測線網格大小為 0.5 公尺*0.5 公尺，與 Reson 7125_No2 主測線原始測點檢核結果顯示，正高 99.60%、橢球高 99.56% 符合海道測量最低標準之特等規範，如圖 4-33、圖 4-34 與表 4-32、表 4-33 所列。

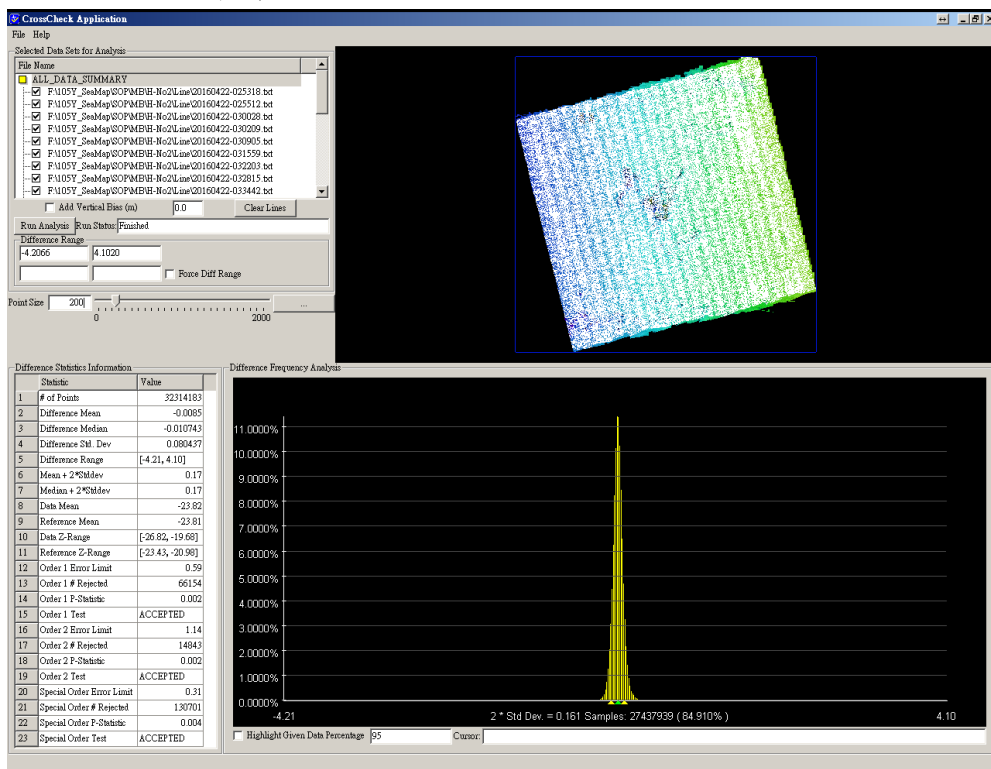


圖 4-33 Reson 7125_No1 與 Reson 7125_No2 之誤差分布圖(正高)

表 4-32 Reson 7125_No1 與 Reson 7125_No2 之誤差比較表(正高)

載入點數:	32,314,183		
檢核計算點數:	32,314,183		
較差平均值(m):	-0.01		
較差中誤差(m):	0.08		
特等精度誤差極限(m)	0.31		
特等精度_合格筆數:	32,183,482	合格率:	99.60%
特等精度_不合格筆數:	130,701	不合格率:	0.40%
1等精度誤差極限(m)	0.59		
1等精度_合格筆數:	32,248,029	合格率:	99.80%
1等精度_不合格筆數:	66,154	不合格率:	0.20%

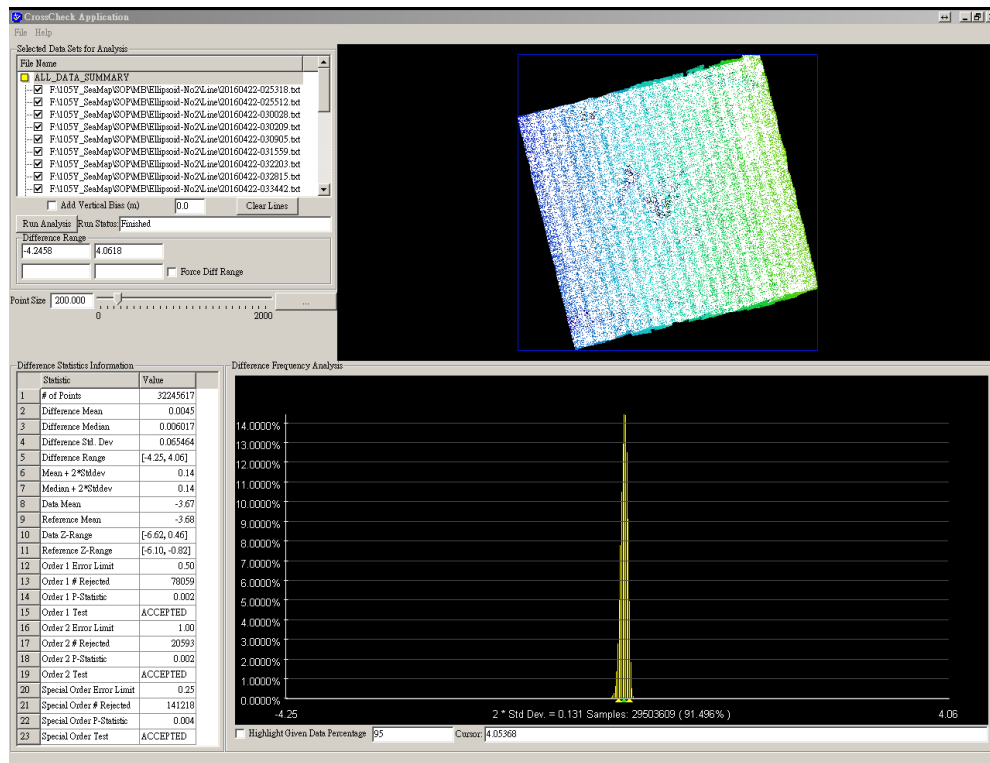


圖 4-34 Reson 7125_No1 與 Reson 7125_No2 之誤差分布圖(橢球高)

表 4-33 Reson 7125_No1 與 Reson 7125_No2 之誤差比較表(橢球高)

載入點數:	32,245,617		
檢核計算點數:	32,245,617		
較差平均值(m):	0.00		
較差中誤差(m):	0.07		
特等精度誤差極限(m)	0.25		
特等精度_合格筆數:	32,104,399	合格率:	99.56%
特等精度_不合格筆數:	141,218	不合格率:	0.44%
1等精度誤差極限(m)	0.50		
1等精度_合格筆數:	32,167,558	合格率:	99.76%
1等精度_不合格筆數:	78,059	不合格率:	0.24%

B. Reson 7125_No1 – ODOM 004557

多音束測深系統 Reson 7125_No1 主測線網格大小為 0.5 公尺*0.5 公尺，與單音束 ODOM 004557 原始測點檢核結果顯示，正高 98.24%、橢球高 99.29% 符合海道測量最低標準之特等規範，如圖 4-35、圖 4-36 與表 4-34、表 4-35 所列。

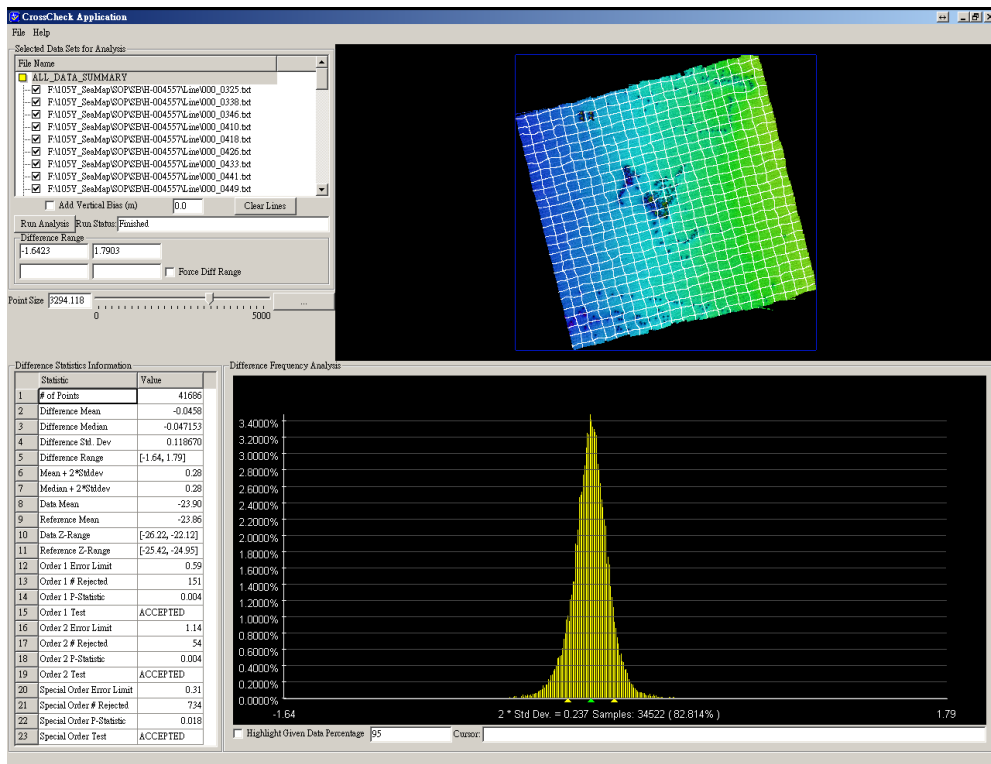


圖 4-35 Reson 7125_No1 與 ODOM 004557 之誤差分布圖(正高)

表 4-34 Reson 7125_No1 與 ODOM 004557 之誤差比較表(正高)

載入點數:	41,686		
檢核計算點數:	41,686		
較差平均值(m):	-0.05		
較差中誤差(m):	0.12		
特等精度誤差極限(m)	0.31		
特等精度_合格筆數:	40,952	合格率:	98.24%
特等精度_不合格筆數:	734	不合格率:	1.76%
1等精度誤差極限(m)	0.59		
1等精度_合格筆數:	41,535	合格率:	99.64%
1等精度_不合格筆數:	151	不合格率:	0.36%

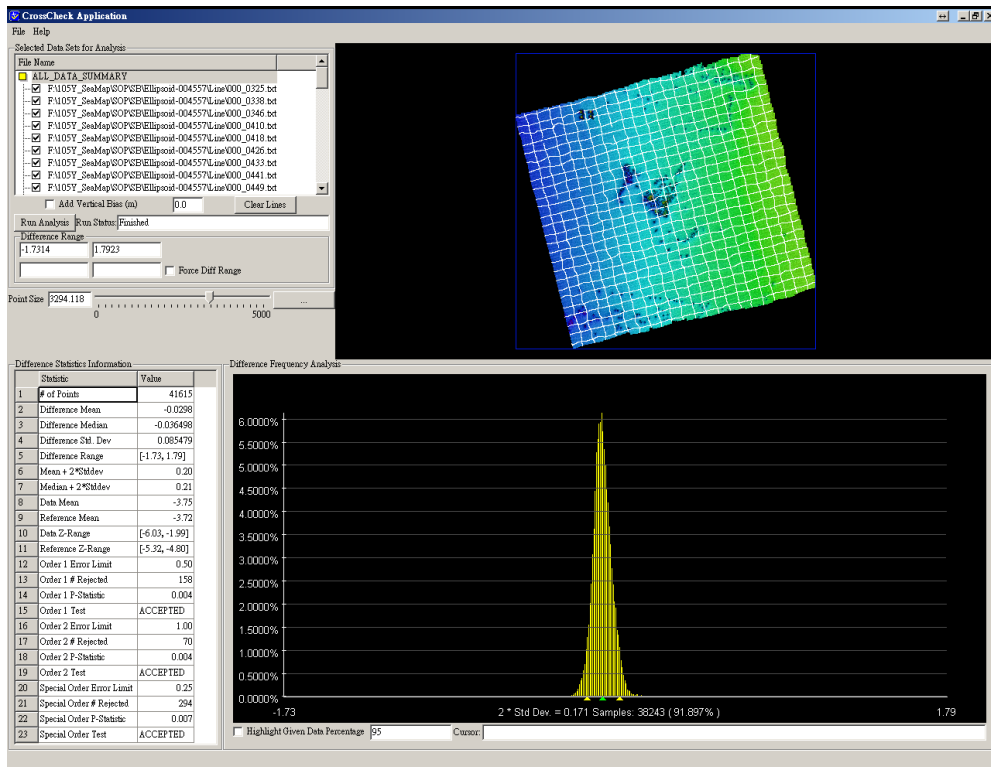


圖 4-36 Reson 7125_No1 與 ODOM 004557 之誤差分布圖(橢球高)

表 4-35 Reson 7125_No1 與 ODOM 004557 之誤差比較表(橢球高)

載入點數:	41,615		
檢核計算點數:	41,615		
較差平均值(m):	-0.03		
較差中誤差(m):	0.09		
特等精度誤差極限(m)	0.25		
特等精度_合格筆數:	41,321	合格率:	99.29%
特等精度_不合格筆數:	294	不合格率:	0.71%
1等精度誤差極限(m)	0.50		
1等精度_合格筆數:	41,457	合格率:	99.62%
1等精度_不合格筆數:	158	不合格率:	0.38%

C. Reson 7125_No1 – ODOM 011070

多音束測深系統 Reson 7125_No1 主測線網格大小為 0.5 公尺*0.5 公尺，與單音束 ODOM 011070 原始測點檢核結果顯示，正高 96.98%、橢球高 98.46% 符合海道測量最低標準之特等規範，如圖 4-37、圖 4-38 與表 4-36、表 4-37 所列。

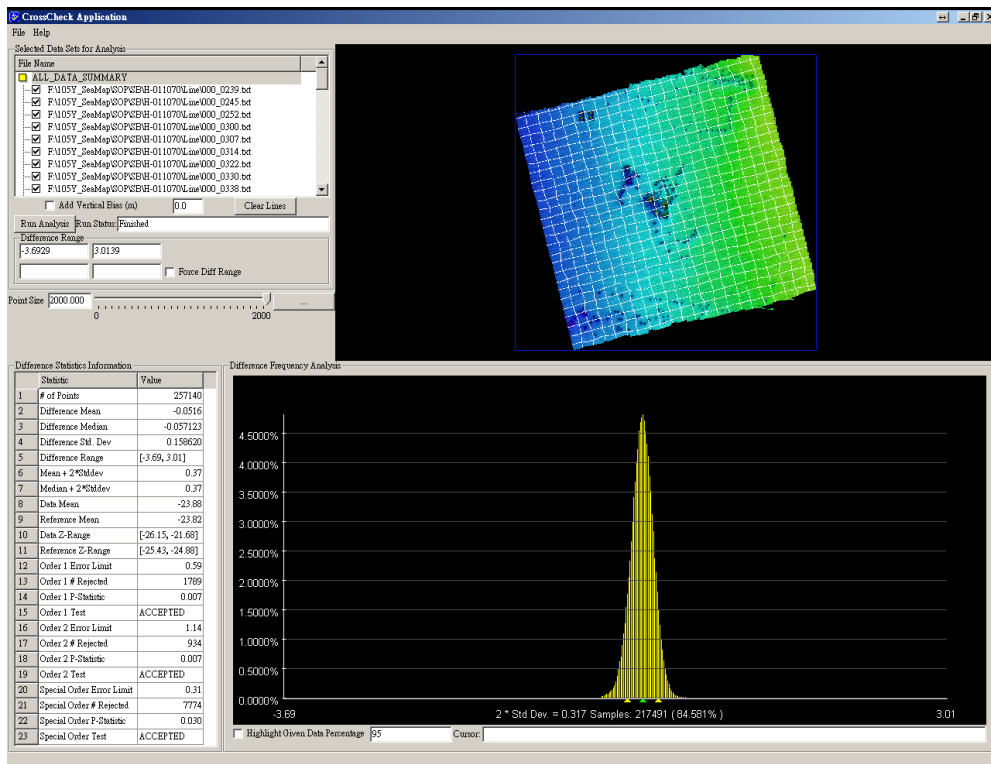


圖 4-37 Reson 7125_No1 與 ODOM 011070 之誤差分布圖(正高)

表 4-36 Reson 7125_No1 與 ODOM 011070 之誤差比較表(正高)

載入點數:	257,140		
檢核計算點數:	257,140		
較差平均值(m):	-0.05		
較差中誤差(m):	0.16		
特等精度誤差極限(m)	0.31		
特等精度_合格筆數:	249,366	合格率:	96.98%
特等精度_不合格筆數:	7,774	不合格率:	3.02%
1等精度誤差極限(m)	0.59		
1等精度_合格筆數:	255,351	合格率:	99.30%
1等精度_不合格筆數:	1,789	不合格率:	0.70%

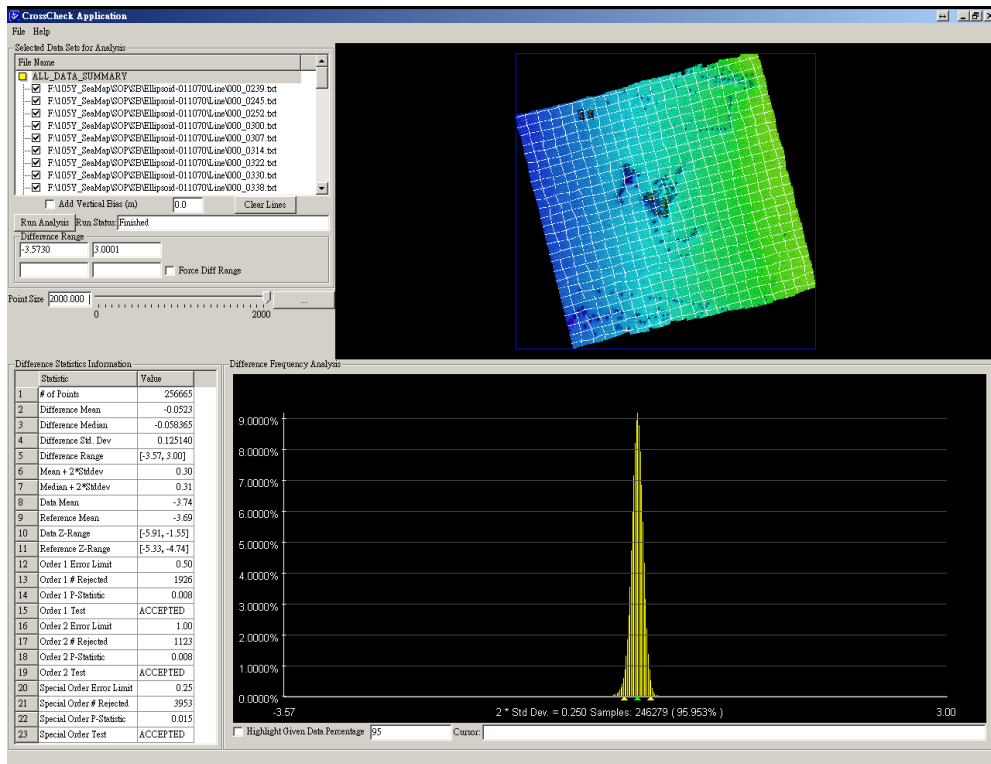


圖 4-38 Reson 7125_No1 與 ODOM 011070 之誤差分布圖(橢球高)

表 4-37 Reson 7125_No1 與 ODOM 011070 之誤差比較表(橢球高)

載入點數:	256,665		
檢核計算點數:	256,665		
較差平均值(m):	-0.05		
較差中誤差(m):	0.13		
特等精度誤差極限(m)	0.25		
特等精度_合格筆數:	252,712	合格率:	98.46%
特等精度_不合格筆數:	3,953	不合格率:	1.54%
1等精度誤差極限(m)	0.50		
1等精度_合格筆數:	254,739	合格率:	99.25%
1等精度_不合格筆數:	1,926	不合格率:	0.75%

D. Reson 7125_No2 – ODOM 004557

多音束測深系統 Reson 7125_No2 主測線網格大小為 0.5 公尺*0.5 公尺，與單音束 ODOM 004557 原始測點檢核結果顯示，正高 98.15%、橢球高 99.26% 符合海道測量最低標準之特等規範，如圖 4-39、圖 4-40 與表 4-38、表 4-39 所列。

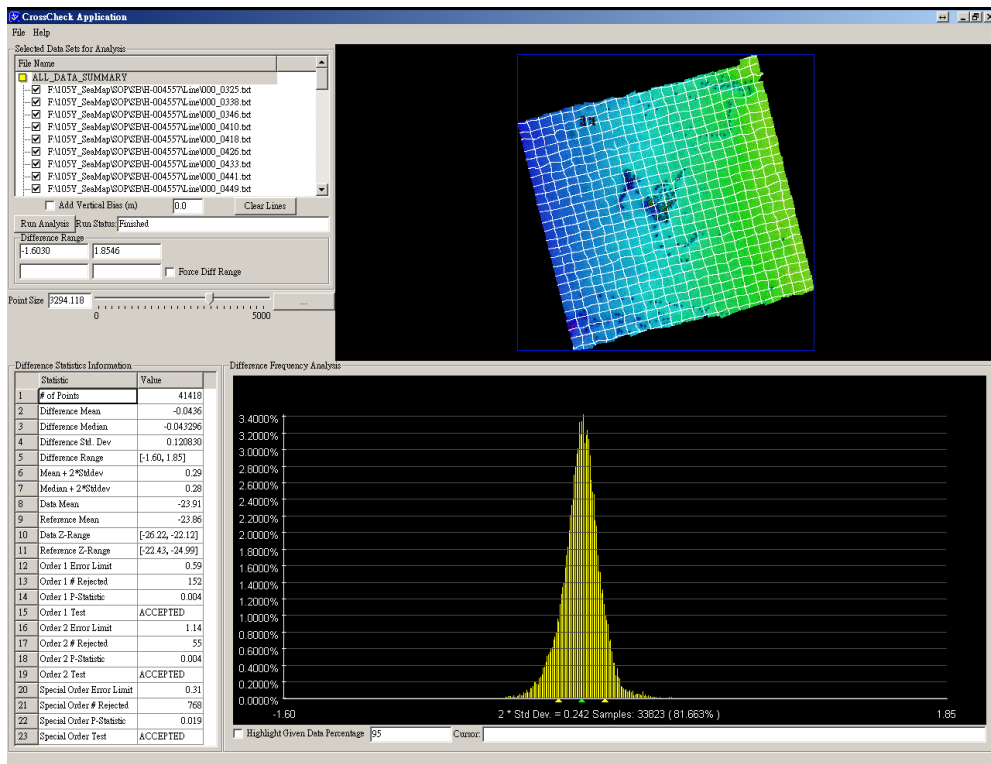


圖 4-39 Reson 7125_No2 與 ODOM 004557 之誤差分布圖(正高)

表 4-38 Reson 7125_No2 與 ODOM 004557 之誤差比較表(正高)

載入點數:	41,418		
檢核計算點數:	41,418		
較差平均值(m):	-0.04		
較差中誤差(m):	0.12		
特等精度誤差極限(m)	0.31		
特等精度_合格筆數:	40,650	合格率:	98.15%
特等精度_不合格筆數:	768	不合格率:	1.85%
1等精度誤差極限(m)	0.59		
1等精度_合格筆數:	41,266	合格率:	99.63%
1等精度_不合格筆數:	152	不合格率:	0.37%

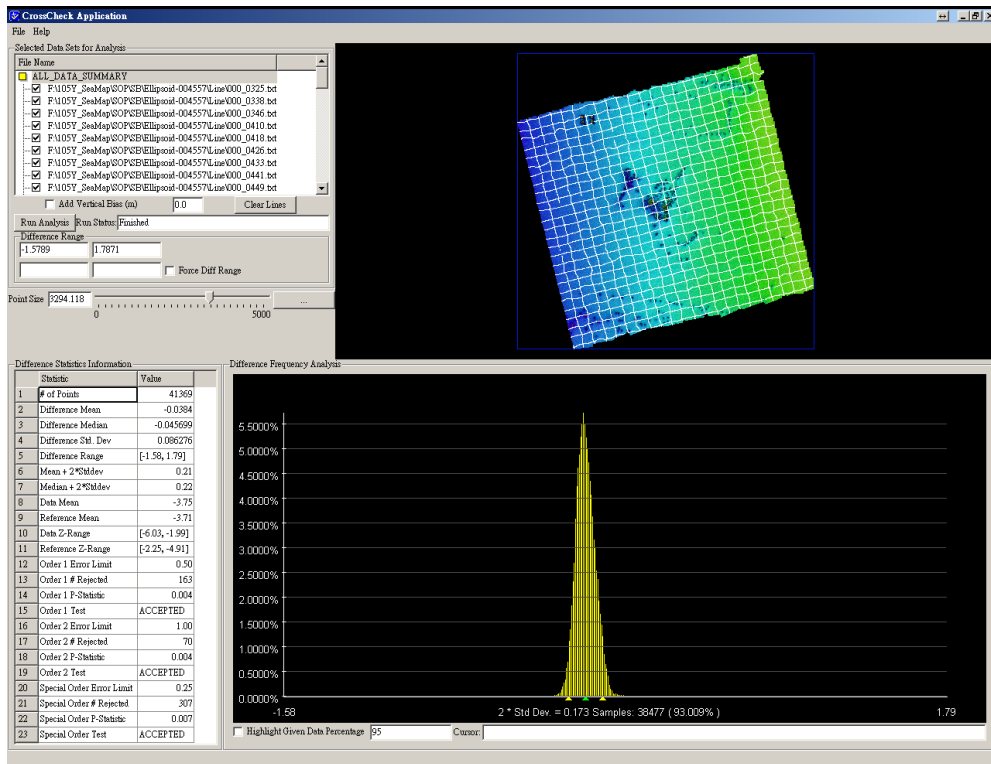


圖 4-40 Reson 7125_No2 與 ODOM 004557 之誤差分布圖(橢球高)

表 4-39 Reson 7125_No2 與 ODOM 004557 之誤差比較表(橢球高)

載入點數:	41,369		
檢核計算點數:	41,369		
較差平均值(m):	-0.04		
較差中誤差(m):	0.09		
特等精度誤差極限(m)	0.25		
特等精度_合格筆數:	41,062	合格率:	99.26%
特等精度_不合格筆數:	307	不合格率:	0.74%
1等精度誤差極限(m)	0.50		
1等精度_合格筆數:	41,206	合格率:	99.61%
1等精度_不合格筆數:	163	不合格率:	0.39%

E. Reson 7125_No2 – ODOM 011070

多音束測深系統 Reson 7125_No2 主測線網格大小為 0.5 公尺*0.5 公尺，與單音束 ODOM 011070 原始測點檢核結果顯示，正高 96.48%、橢球高 98.41% 符合海道測量最低標準之特等規範，如圖 4-41、圖 4-42 與表 4-40、表 4-41 所列。

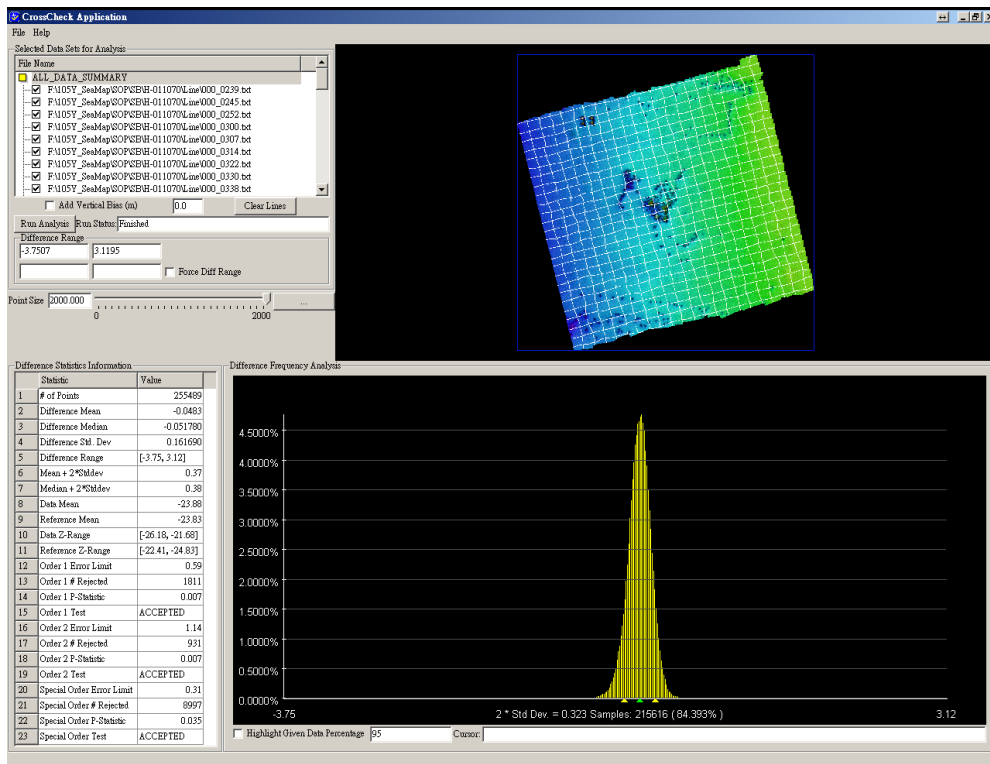


圖 4-41 Reson 7125_No2 與 ODOM 011070 之誤差分布圖(正高)

表 4-40 Reson 7125_No2 與 ODOM 011070 之誤差比較表(正高)

載入點數:	255,489		
檢核計算點數:	255,489		
較差平均值(m):	-0.05		
較差中誤差(m):	0.16		
特等精度誤差極限(m)	0.31		
特等精度_合格筆數:	246,492	合格率:	96.48%
特等精度_不合格筆數:	8,997	不合格率:	3.52%
1等精度誤差極限(m)	0.59		
1等精度_合格筆數:	254,308	合格率:	99.54%
1等精度_不合格筆數:	1,181	不合格率:	0.46%

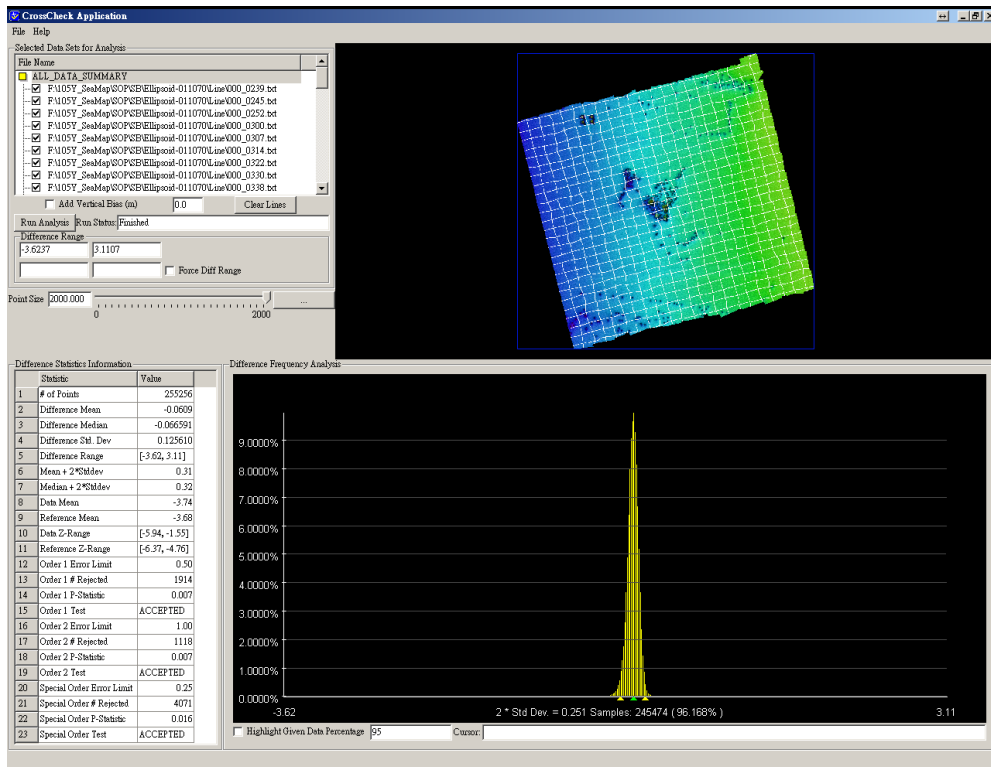


圖 4-42 Reson 7125_No2 與 ODOM 011070 之誤差分布圖(橢球高)

表 4-41 Reson 7125_No2 與 ODOM 011070 之誤差比較表(橢球高)

載入點數:	255,256		
檢核計算點數:	255,256		
較差平均值(m):	-0.06		
較差中誤差(m):	0.13		
特等精度誤差極限(m)	0.25		
特等精度_合格筆數:	251,185	合格率:	98.41%
特等精度_不合格筆數:	4,071	不合格率:	1.59%
1等精度誤差極限(m)	0.50		
1等精度_合格筆數:	253,342	合格率:	99.25%
1等精度_不合格筆數:	1,914	不合格率:	0.75%

F. ODOM 004557 – ODOM 011070

單音束測深系統 ODOM 004557 主測線網格大小為 5.0 公尺*5.0 公尺，與單音束 ODOM 011070 原始測點檢核結果顯示，正高 97.30%、橢球高 98.50% 符合海道測量最低標準之特等規範，如圖 4-43、圖 4-44 與表 4-42、表 4-43 所列。

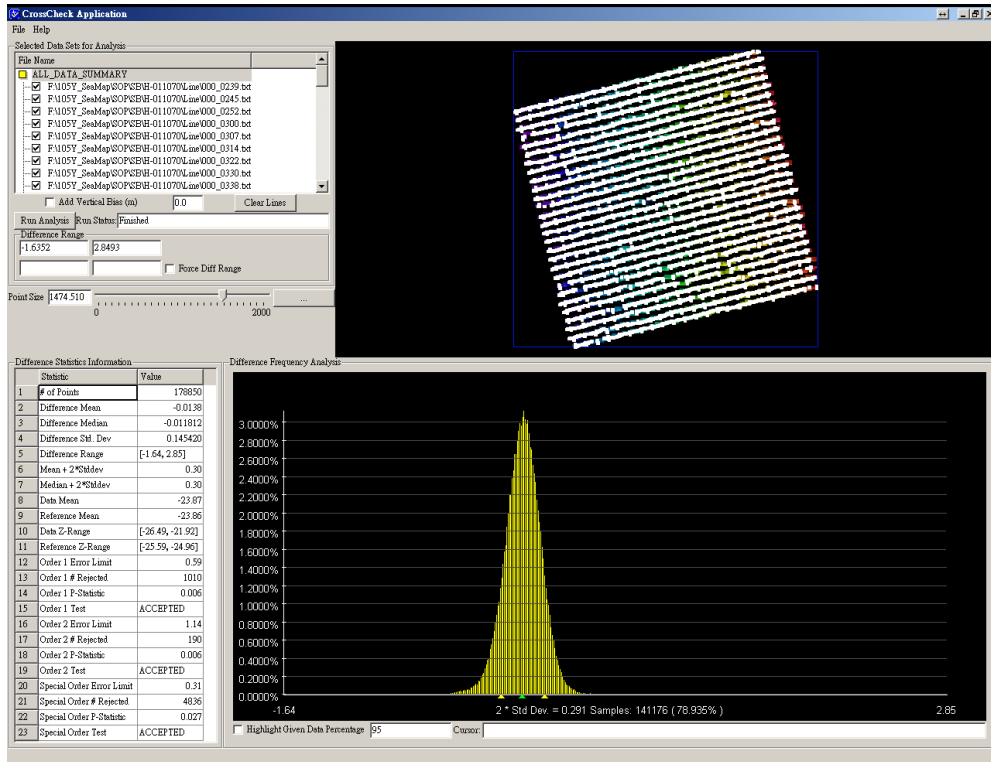


圖 4-43 ODOM 004557 與 ODOM 011070 之誤差分布圖(正高)

表 4-42 ODOM 004557 與 ODOM 011070 之誤差比較表(正高)

載入點數:	178,850		
檢核計算點數:	178,850		
較差平均值(m):	-0.01		
較差中誤差(m):	0.15		
特等精度誤差極限(m)	0.31		
特等精度_合格筆數:	174,014	合格率:	97.30%
特等精度_不合格筆數:	4,836	不合格率:	2.70%
1等精度誤差極限(m)	0.59		
1等精度_合格筆數:	177,840	合格率:	99.44%
1等精度_不合格筆數:	1,010	不合格率:	0.56%

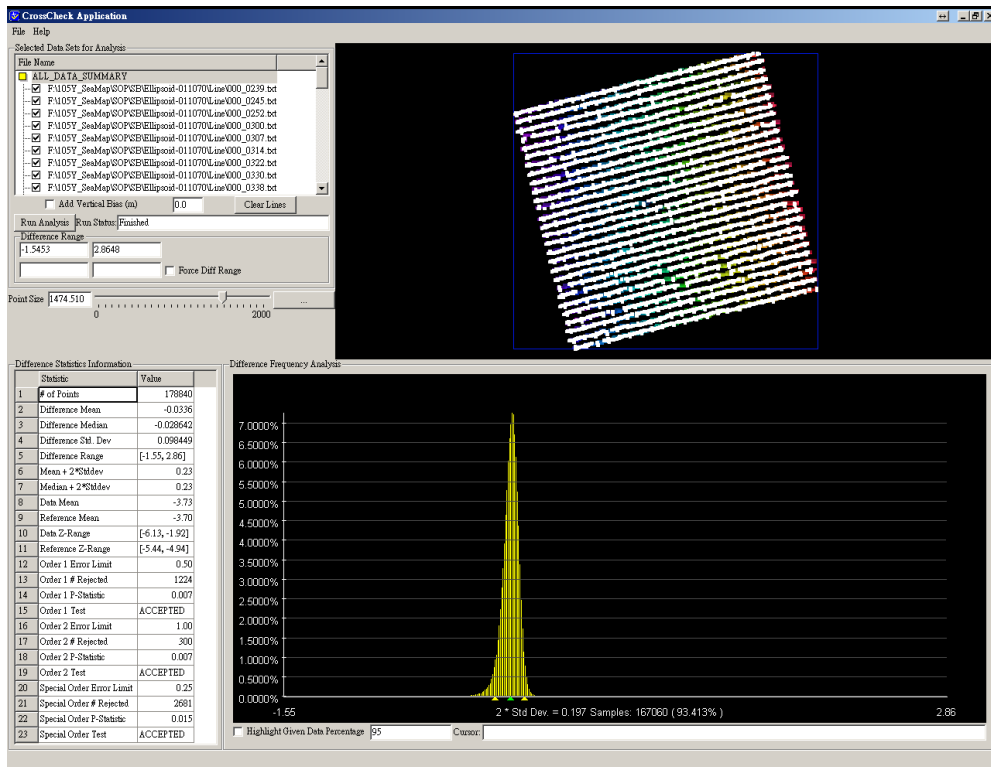


圖 4-44 ODOM 004557 與 ODOM 011070 之誤差分布圖(橢球高)

表 4-43 ODOM 004557 與 ODOM 011070 之誤差比較表(橢球高)

載入點數:	178,840		
檢核計算點數:	178,840		
較差平均值(m):	-0.03		
較差中誤差(m):	0.10		
特等精度誤差極限(m)	0.25		
特等精度_合格筆數:	176,159	合格率:	98.50%
特等精度_不合格筆數:	2,681	不合格率:	1.50%
1等精度誤差極限(m)	0.50		
1等精度_合格筆數:	177,616	合格率:	99.32%
1等精度_不合格筆數:	1,224	不合格率:	0.68%

4.資料不確定度分析

資料不確定度(TPU)計算（分為 THU-平面位置不確定度與 TVU-深度不確定度），採用 CARIS HIPS 軟體計算，影響因子主要分為儀器參數、人為誤差參數以及作業環境參數等三大項，說明如下：

(1)儀器參數：

針對各廠牌測深系統各項儀器規格（GPS、Motion、Gyrocompass），參照 CARIS「Manufacturer Accuracy Values for Total Propagated Uncertainty Computation」手冊，依據使用儀器，將原廠儀器誤差參數值設定於船隻姿態表中。

本工作各組測深系統儀器參數設定如表 4-44、表 4-45 與表 4-46。

表 4-44 CARIS HIPS TPU 儀器參數設定一覽表(多音束)

Reson 7125_No1			
類別	型號	HIPS 欄位名稱	參數值
Navigation	Javad TRIUMPH-1	Position Nav(m)	0.10
Gyro	Ixsea Octans 100	Motion Gyro(deg)	0.10
Heave	Ixsea Octans 100	Heave % Amp	5.00
	Ixsea Octans 100	Heave(m)	0.05
Roll	Ixsea Octans 100	Roll(deg)	0.01
Pitch	Ixsea Octans 100	Pitch(deg)	0.01
Reson 7125_No2			
類別	型號	HIPS 欄位名稱	參數值
Navigation	Javad TRIUMPH-1	Position Nav(m)	0.10
Gyro	Ixsea Octans 3000	Motion Gyro(deg)	0.10
Heave	Ixsea Octans 3000	Heave % Amp	5.00
	Ixsea Octans 3000	Heave(m)	0.05
Roll	Ixsea Octans 3000	Roll(deg)	0.01
Pitch	Ixsea Octans 3000	Pitch(deg)	0.01

表 4-45 CARIS HIPS TPU 儀器參數設定一覽表(單音束)

ODOM 004557			
類別	型號	HIPS 欄位名稱	參數值
Navigation	Javad ALPHA-2	Position Nav(m)	0.10
Gyro	無	Motion Gyro(deg)	0.00
Heave	TSS HS 50	Heave % Amp	5.00
	TSS HS 50	Heave(m)	0.05
Roll	無	Roll(deg)	0.00
Pitch	無	Pitch(deg)	0.00
ODOM 011070			
類別	型號	HIPS 欄位名稱	參數值
Navigation	Javad TRIUMPH-1	Position Nav(m)	0.10
Gyro	無	Motion Gyro(deg)	0.00
Heave	TSS HS 50	Heave % Amp	5.00
	TSS HS 50	Heave(m)	0.05
Roll	無	Roll(deg)	0.00
Pitch	無	Pitch(deg)	0.00

表 4-46 資料同步時間誤差參數

HIPS 項目	HIPS 參數值	說明
Timing Trans (s)	0.005	本工作測深系統採 GPS 1pps 時間校準，採 NOAA NOS 建議最小值。
Nav Timing (s)	0.005	
Gyro Timing (s)	0.005	
Heave Timing (s)	0.005	
Pitch Timing (s)	0.005	
Roll Timing (s)	0.005	

(2)人為誤差參數

根據船隻和各項儀器間相對位置量測方式、船隻載重和作業航行所造成儀器入水深度變化與儀器疊合測試計算精度等因子，參數設定如表 4-47。

表 4-47 CARIS HIPS TPU 人為因子參數設定一覽表

HIPS 項目	HIPS 參數值	說明
Offset X (m)	0.010	本公司各組測深系統均以固定架架設在同一位置，故量測偏差應可控制在 1~2 公分間
Offset Y (m)	0.010	
Offset Z (m)	0.020	
Vessel Speed (m/s)	0.030	RTK 定位誤差為公分，故採 NOAA NOS 建議值
Loading (m)	0.005	現場實測數據修正 0.01m/2 天
Draft (m)	0.020	量測誤差
Delta Draft (m)	0.010	採 NOAA NOS 建議值
MRU Align StdDev Gyro (deg)	0.100	儀器精度/疊合測試計算精度
MRU Align StdDev Roll/Pitch (deg)	0.010	儀器精度/疊合測試計算精度

(3)作業環境參數

主要針對測區潮位及聲速變化因儀器量測精度不同而有不同參數設定，本工作單音束或多音束測深系統採用儀器型號大致相同，僅聲速量測儀器（表面聲速及聲速剖面儀）有所不同，因此本項設定因儀器量測精度不同而給予不同參數值，參數設定如表 4-48。

表 4-48 CARIS HIPS TPU 作業環境參數設定一覽表

HIPS 項目	HIPS 參數值		說明
	No1	No2	
Measured Tide Values (m)	0.042	0.042	潮位儀精度+0.01m 量測誤差
Zoning Tide Values (m)	0.050	0.050	潮區誤差值
Measured Sound Speed Values (m/s)	0.010	0.025	儀器量測精度
Surface Sound Speed Values (m/s)	0.020	0.025	儀器量測精度

TPU 計算後以 CARIS 製作成多音束 0.5 公尺*0.5 公尺、單音束 5.0 公尺*5.0 公尺含 Uncertainty 資料網格檔，將 Uncertainty 網格檔利用 Surface QC Report 輸出統計報表，詳如表 4-49~表 4-52 所示。

表 4-49 Reson 7125_No1 TPU 計算資料統計表

```

BASE Surface QC Report
-----
Date and Time: 2016/5/4 下午 02:06:32
Surface: F:\105Y_SeaMap\Fieldsheets\201604_SOP\201604SOP\MB-No1_50cmTPU.csr
Holiday Search Radius: 2
Holiday Minimum Number of Nodes: 6
Holiday layer created: No
Error values from: Uncertainty

Number of nodes processed: 4513148
Number of nodes populated: 4512890 (99.99%)
Number of holidays detected: 0
IHO S-44 Special Order:
  Range: 0.000 to 100.000
  Number of nodes considered: 4512890
  Number of nodes within: 4512886 (100.00%)
  Residual mean: -0.140
S-44 Order 1a:
  Range: 0.000 to 100.000
  Number of nodes considered: 4512890
  Number of nodes within: 4512890 (100.00%)
  Residual mean: -0.421
S-44 Order 1b:
  Range: 0.000 to 100.000
  Number of nodes considered: 4512890
  Number of nodes within: 4512890 (100.00%)
  Residual mean: -0.421
S-44 Order 2:
  Range: 100.000 to 5000.000
  No depths within the specified range
=== 檔 尾 ===

```

表 4-50 Reson 7125_No2 TPU 計算資料統計表

```

BASE Surface QC Report
-----
Date and Time: 2016/5/4 下午 02:16:12
Surface: F:\105Y_SeaMap\Fieldsheets\201604_SOP\201604SOP\MB-No2_50cmTPU.csar
Holiday Search Radius: 2
Holiday Minimum Number of Nodes: 6
Holiday layer created: No
Error values from: Uncertainty

Number of nodes processed: 4450710
Number of nodes populated: 4450625 (100.00%)
Number of holidays detected: 0
IHO S-44 Special Order:
  Range: 0.000 to 100.000
  Number of nodes considered: 4450625
  Number of nodes within: 4450625 (100.00%)
  Residual mean: -0.140
S-44 Order 1a:
  Range: 0.000 to 100.000
  Number of nodes considered: 4450625
  Number of nodes within: 4450625 (100.00%)
  Residual mean: -0.421
S-44 Order 1b:
  Range: 0.000 to 100.000
  Number of nodes considered: 4450625
  Number of nodes within: 4450625 (100.00%)
  Residual mean: -0.421
S-44 Order 2:
  Range: 100.000 to 5000.000
  No depths within the specified range
=== 檔 尾 ===

```

表 4-51 ODOM 004557 TPU 計算資料統計表

```

BASE Surface QC Report
-----
Date and Time: 2016/5/4 下午 02:19:40
Surface: F:\105Y_SeaMap\Fieldsheets\201604_SOP\201604SOP\004557-5mTPU.csar
Holiday Search Radius: 2
Holiday Minimum Number of Nodes: 6
Holiday layer created: No
Error values from: Uncertainty

Number of nodes processed: 48345
Number of nodes populated: 20378 (42.15%)
Number of holidays detected: 577
IHO S-44 Special Order:
  Range: 0.000 to 100.000
  Number of nodes considered: 20378
  Number of nodes within: 20377 (100.00%)
  Residual mean: -0.085
S-44 Order 1a:
  Range: 0.000 to 100.000
  Number of nodes considered: 20378
  Number of nodes within: 20378 (100.00%)
  Residual mean: -0.335
S-44 Order 1b:
  Range: 0.000 to 100.000
  Number of nodes considered: 20378
  Number of nodes within: 20378 (100.00%)
  Residual mean: -0.335
S-44 Order 2:
  Range: 100.000 to 5000.000
  No depths within the specified range
=== 檔 尾 ===

```

表 4-52 ODOM 011070 TPU 計算資料統計表

BASE Surface QC Report

Date and Time: 2016/5/4 下午 02:26:20
Surface: F:\105Y_SeaMap\Fieldsheets\201604_SOP\201604SOP\011070-5mTPU.csar
Holiday Search Radius: 2
Holiday Minimum Number of Nodes: 6
Holiday layer created: No
Error values from: Uncertainty

Number of nodes processed: 49107
Number of nodes populated: 20669 (42.09%)
Number of holidays detected: 594
IHO S-44 Special Order:
 Range: 0.000 to 100.000
 Number of nodes considered: 20669
 Number of nodes within: 20668 (100.00%)
 Residual mean: -0.084

S-44 Order 1a:
 Range: 0.000 to 100.000
 Number of nodes considered: 20669
 Number of nodes within: 20669 (100.00%)
 Residual mean: -0.335

S-44 Order 1b:
 Range: 0.000 to 100.000
 Number of nodes considered: 20669
 Number of nodes within: 20669 (100.00%)
 Residual mean: -0.335

S-44 Order 2:
 Range: 100.000 to 5000.000
 No depths within the specified range

=== 檔 尾 ===

三、陸域地形測量

本工作岸線長約 32.1 公里，其中大金門島約 10.8 公里、小金門島約 14.3 公里、大膽島約 4.6 公里、二膽島約 2.4 公里，其中海岸沿線之陸域地形以航空攝影測量加空載光達(Lidar)方式進行測繪，作業方式說明如下：

(一)航空攝影測量

1.航拍申請

依「國土測繪法」及「實施航空測量攝影及遙感探測管理規則」等相關規定擬訂航空攝影計畫，並檢附相關文件於 105 年 4 月 8 日向內政部申請實施航空測量攝影，內政部申請核准於 105 年 5 月 26 日起始得執行飛航任務，核可公文如圖 4-45。

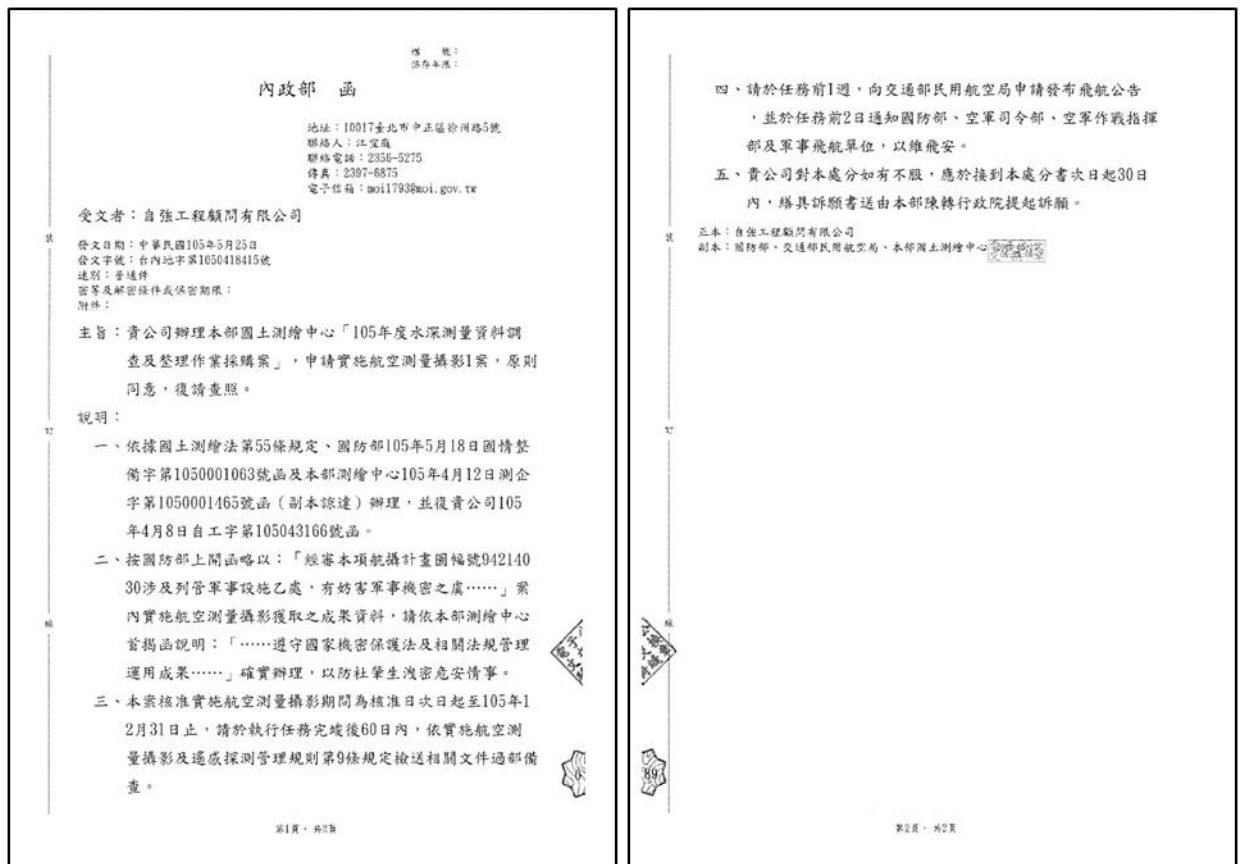


圖 4-45 內政部核可公文

2.航空標佈設

航空標設置應考慮其被遮蔽之問題，中心位置應與測設點位一致，其最大偏心值不得大於 2 公分。

航空標之形狀以十字形及 T 字形為準，其大小能在立體測繪時，辨認清楚為原則（其規格及大小如圖 4-46 所示）。

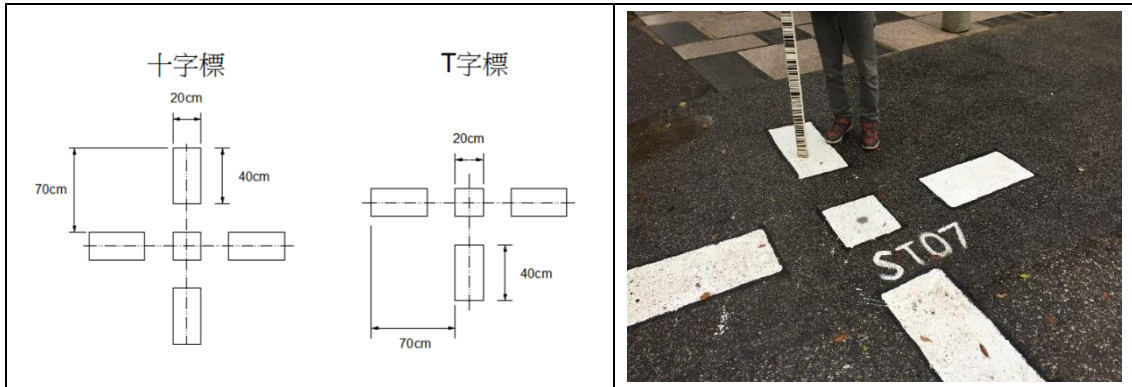


圖 4-46 航測標規格示意圖

3.航空攝影

(1)拍攝日期

航空攝影於 105 年 8 月 25 日進行拍攝，總計進行 4 條航線，拍攝 130 張影像，如圖 4-47，飛航紀錄表如表 4-53。



圖 4-47 航空攝影曝光點及像幅範圍展點圖

表 4-53 航空攝影記錄表

NO:Strong-UCXP-00

地區:金門		基地:		標高: 10000 ft 3300 m		攝影日期: 民國 105 年 08 月 25 日				
任務編號	-	攝影機	UCXP	焦 距	F=100.5mm		儲存設備	UCXP_DU		
		委託機關	-		作業人員	飛 行	楊適存	祝長毅	作業時間	飛 行
攝影目的	影像 UCXP	航空器	B68802	機 械		郭永井		2 時 20 分		
比 例 尺	1/23000			領 航		杜弨				離場 09 時 40 分
前後重疊度	80%	左右重疊度	30%	攝 影		杜弨		到場 12 時 00 分		
				擺 站		PPP				
氣象	航線	GPS 高度	儀器高度	航向	攝影開始	攝影終止	像片號碼	空照區間	備註	
能見度	晴	4	3300m		030	11:06	11:08	09-35	金門	
		3	3300m		210	11:13	11:15	36-62	金門	
太陽高度	40°	2	3300m		230	11:21	11:23	63-85	金門	
		1	3300m		230	11:35	11:39	87-130	金門	
備註										

(2) 飛航設備

A. 採用本公司自有之 P68C-TC 飛機執行本工作航拍計畫，其規格如表 4-54 所示；圖 4-48 為飛機示意圖。

表 4-54 P68C-TC 飛機規格

項次	項 目	內 容
1	有效負重	680 公斤
2	有效的電力供應	130 A
3	座位	3 席
4	最高時速	315 公里/小時
5	飛行高度	6100 米
6	最大巡航範圍	2280 公里
7	起飛距離	230 米
8	側滑長度	200 米
9	航行時間	4 小時

B. 採用航測專用數位式攝影機 (UltraCam-Xp 實機如圖 4-49 所示，詳細資訊如表 4-55)，該儀器於 2016 年 5 月 10 日完成校正，最能確保像機之效能及獲得影像之品質，率定報告書如圖 4-50 及圖 4-51 所示。



圖 4-48 P68C-TC 飛機



圖 4-49 航空專用數位式像機(UltraCam-Xp)實機照

表 4-55 航空專用數位式像機(UltraCam-Xp)規格表

項目	形式	備註
像機型式	陣列式 (area array) 數位式攝影機	-
影像大小 (像素)	17,310 × 11,310	像幅大，有效航拍面積廣
像素大小 (微米)	6	高解析度之航測數位像機
焦距 (mm)	100	屬常角鏡頭，建物傾斜及高差位移情形最少
視角 (°)	55	有效航拍視角廣
彩色影像大小 (像素)	5,770 × 3,770	像幅大，有效影像面積廣
航高為 1,000 公尺時 GSD (cm)	6	可製作極高解析度正射影像
連拍時間間隔 (秒)	2	連拍間隔短，可用於低航高及高解析的航拍作業
彩色影像成像方式	3CCD	飽和彩色影像
儲存空間 (張)	6,600	極充足的容量儲存影像
像移補償	TDI	避免影像模糊情形發生

校正報告

校正項目：航空測量攝影機

校正日期：2016年5月10日

報告編號：F201506150401



儀器名稱：航空測量攝影機

廠牌型號：UltraCAM/UltraCAM-Xp

儀器序號：UC-SXp-1-90618207

送校單位：自強工程顧問有限公司 UltraCAM-Xp 航測攝影機校

正報告

地址：23545 新北市中和區新民街 112 號 5 樓

上述儀器經本實驗室校正，結果如內文。

本報告含封面及 9 頁內文，分離使用無效。



黃吳亭
報告簽署人



內政部國土測繪中心測量儀器校正實驗室

臺中市南屯區黎明路 2 段 497 號 4 樓

圖 4-50 航空專用數位式像機(UltraCam-XP)校正報告書(封面)

Calibration Report

Summary



Camera: UltraCam Xp, S/N UC-SXp-1-90618207

Manufacturer: Vexcel Imaging GmbH, A-8010 Graz, Austria

Date of Calibration: Mar-05-2012
Date of Report: Mar-07-2012
Camera Revision: 3.0
Revision of Report: 3.0

The following calibrations have been performed for the above mentioned digital aerial mapping camera:

- Geometric Calibration
- Verification of Lens Quality and Sensor Adjustment
- Radiometric Calibration
- Calibration of Defective Pixel Elements
- Shutter Calibration
- Sensor and Electronics Calibration

This equipment is operating fully within specification as defined by Vexcel Imaging GmbH.


Dr. Michael Gruber
Chief Scientist, Photogrammetry
Vexcel Imaging GmbH



Ing. Peter Prassl
Senior Calibration Engineer
Vexcel Imaging GmbH

圖 4-51 航空專用數位式像機(UltraCam-XP)率定報告書(總結)

(3)彩色正射影像製作

A.利用數值航測影像工作站之航測儀器，配合數值地形模型資料作為正射糾正使用之高程控制資料，將中心投影的航空像片，糾正成正射投影，以消除像片上因影像傾斜、高差移位所造成比例尺不一致之投影誤差，如圖 4-52 所示。

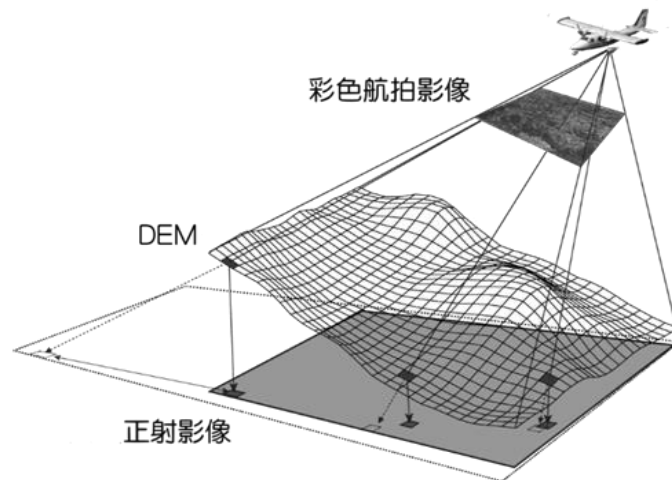


圖 4-52 正射影像糾正示意圖

- B.製作像元地面解析度為 25 公分之分幅正射影像圖（配合地形圖範圍），圖幅大小配合地形圖圖幅尺寸。
- C.數值正射影像以彩色影像表示，以濾波法及統計直方圖法並用來作調色及均勻化處理，並進行無接縫鑲嵌(mosaic)如圖 4-53 所示，及調整全區影像之色調、亮度一致，避免反光，保持柔和及清晰、色調均勻及色彩真實。

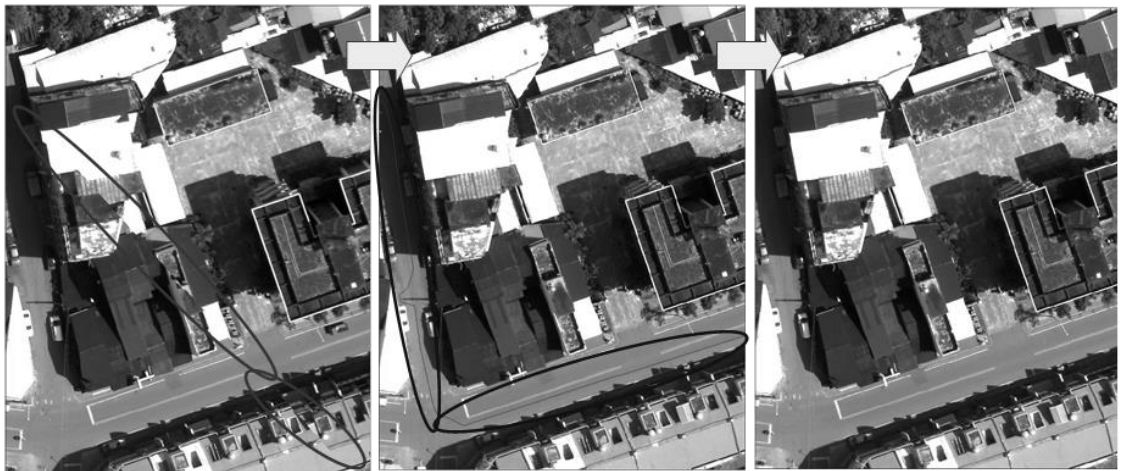


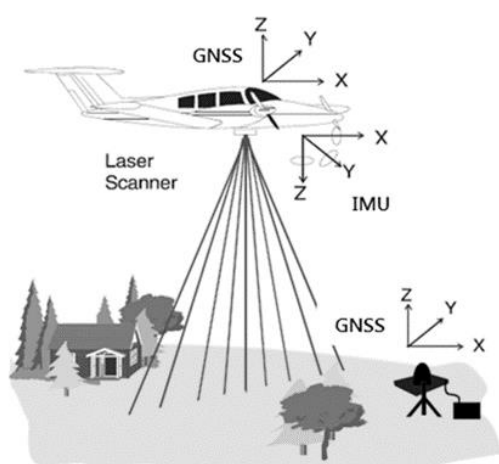
圖 4-53 正射影像無接縫鑲嵌示意圖

D.數位正射影像資料檔以 TIFF 格式儲存，包含影像定位檔 (.tfw)，並與各比例尺規劃圖幅相配合。

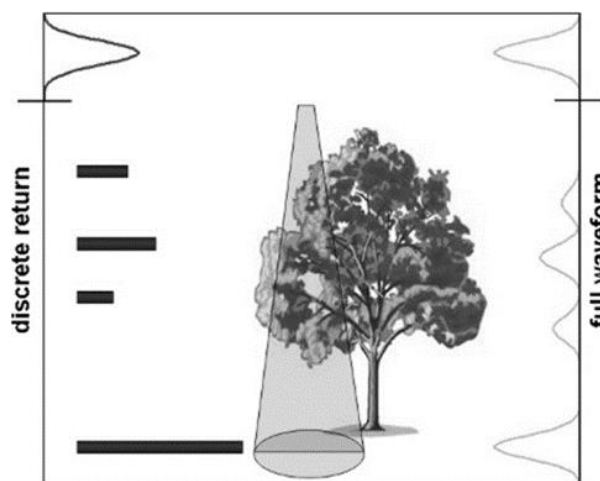
(二)空載光達(Lidar)掃瞄作業

1.系統簡介

空載光達為一主動式遙感探測系統，特點為可快速且大量的取得地表三維資訊，為產製數值高程模型 (Digital Elevation Model, DEM) 之重要技術。其量測原理為利用雷射脈衝進行掃瞄，取得掃瞄器與地表物之距離，並利用 GNSS 及 IMU 進行直接地理定位，將距離資訊轉為三維點坐標，其三維點稱為點雲 (Point cloud)，圖 4-54 為空載光達系統示意圖。光達之特點為該系統為主動式發射雷射脈衝進行掃瞄，雷射光束發射能量較強可部分穿透植被取得地表資訊，突破傳統攝影測量僅取得地物表面資訊之限制，且一雷射光束可能為唯一回訊或包含多重回訊，能應用其包含之多重回訊資訊，解析該地區地表樣貌。



a. 空載光達系統簡介 (Fugro EarthData, Inc.)



b. 光達穿透性示意圖 (Valerie, 2011)

圖 4-54 空載光達簡介

2.儀器設備

完整的空載雷射掃瞄系統由空載雷射掃瞄儀、飛行載具（固定翼載具或螺旋翼載具）、GPS/IMU 以及相關數據資料處理軟體等所構成。本工作採用奧地利 Riegl 公司所生產之 LMS-Q780 的空載雷射掃瞄儀，其相關儀器圖片及詳細規格效能，如圖 4-55、表 4-56 及表 4-57 所示。



圖 4-55 空載光達及航攝像機圖

表 4-56 LMS-Q780 空載雷射掃瞄儀儀器規格效能表

System Model	LMS-Q780		
Serial Number	2220561		
Laser Product Classification	Class 3B Laser Product according to IEC60825-1:2007 The following clause applied for instruments delivered into the United States: Complies with 21 CFR 1040.10 and 1040.11 except for deviations pursuant to Laser Notice No.50, dated June 24, 2007.		
Intensity Measurement	For each echo signal, high-resolution 16-bit intensity information is provided which can be used for target discrimination and/or identification/classification.		
Power Supply	18 - 32 VDC/approx. 7 A @ 24 VDC		
Main Dimensions (L x W x H)	480 × 212 × 279 mm		
Weight	approx. 20 kg		
Protection Class	IP54		
Max. Flight Altitude	18500 ft (5600 m) above MSL - operating 18500 ft (5600 m) above MSL - not operating		
Temperature Range	-5°C up to +40°C (Operation) -10°C up to +50°C (Storage)		
Mounting of IMU-Sensor	Steel thread inserts on both sides of the laser scanner, rigidly connected to the inner structure of the scanning mechanism		
Full Laser Power (Laser Power Level: 100%)			
Max. Measurement Performance	Laser Pulse Repetition Rate	Natural Targets $\rho \geq 20\%$	Natural Targets $\rho \geq 60\%$
	100 kHz	4100 m	5800 m
	200 kHz	3500 m	5100 m
	300 kHz	3000 m	4500 m
	400 kHz	2700 m	4100 m

Max. Operating Flight Altitude AGL	PRR	m	ft
	100 kHz	4700 m	15500 ft
	200 kHz	4200 m	13700 ft
	300 kHz	3700 m	12000 ft
	400 kHz	3300 m	11000 ft
NOHD ENOHD	PRR	NOHD	ENOHD
	100 kHz	200 m	1500 m
	200 kHz	160 m	1200 m
	300 kHz	125 m	960 m
	400 kHz	105 m	820 m
Reduced Laser Power (PRR: 400 kHz)			
Max. Measurement Performance	Laser Power Level	Natural Targets $\rho \geq 20\%$	Natural Targets $\rho \geq 60\%$
	50%	2100 m	3200 m
	25%	1500 m	2400 m
	12%	1120 m	1800 m
	6%	1350 m	50 m
Max. Operating Flight Altitude AGL	Laser Power Level	m	ft
	50%	2600 m	8600 ft
	25%	1950 m	6400 ft
	12%	1450 m	4800 ft
	6%	1100 m	3600 ft
NOHD ENOHD	Laser Power Level	NOHD	ENOHD
	50%	70 m	560 m
	25%	68 m	550 m
	12%	44 m	360 m
	6%	25 m	250 m
Minimum Range	50 m		
Accuracy	20 mm		
Precision	20 mm		
Laser Pulse Repetition Rate	up to 400 kHz		
Laser Wavelength	Near Infrared		
Laser Beam Divergence	≤ 0.25 mrad		
Number of Targets per Pulse	Digitized waveform processing: unlimited (practically limited only by the maximum data rate allowed for the <i>RIEGL</i> Data Recorder)		
Scanning Mechanism	Rotating Polygon Mirror		
Scan Pattern	Parallel Scan Lines		
Scan Angle Range	$\pm 30^\circ = 60^\circ$ total		
Scan Speed	14 - 200 lines/sec (laser power level $\geq 50\%$) 10 - 200 lines/sec (laser power level $< 50\%$)		
Angle Measurement Resolution	0.001°		
Scan Sync	Option for synchronizing scan lines to external timing signal		
Configuration	TCP/IP Ethernet (10/100 MBit), RS232 (19.2 kBd)		
Monitoring Data Output	TCP/IP Ethernet (10/100 MBit)		
Digitized Data Output	High speed serial data link to <i>RIEGL</i> Data Recorder		
Synchronization	Serial RS232 interface, TTL input for 1 pps synchronization pulse, accepts different data formats for GNSS-time information		

表 4-57 航空專用數位像機 PhaseONE 規格表

像機形式	陣列式(area array)數位式攝影機
影像大小 (像素)	10,328 × 7,760
像素大小 (微米)	5.2
焦距(mm)	55
視角	55°
彩色影像成像方式	CCD
像移補償	TDI

3. 率定作業

率定作業的主要目的在於求取雷射感測器與 GPS/IMU 的偏差量，其主要包含兩程序。其一為 GPS/IMU 天線的率定，其二則利用 GPS/IMU 所記錄的姿態數據求取飛行掃瞄率定場時兩者的偏差量。Riegl LMS-Q780 率定方式為利用率定場之建物平屋頂、斜屋頂與其他平面偵測共軛平面，並以此計算共軛平面間的誤差，續解算需校正之飛航參數。

依據原廠就率定作業的建議說明，如圖 4-56，率定場必須具備足夠量的平坦空地與建物。各建物的屋頂，其直角必須呈多方向排列，且飛航掃瞄重疊率必須大於 50%、點雲密度大於 4 點/平方米，並以相同航高但不同方向之航線進行掃瞄。

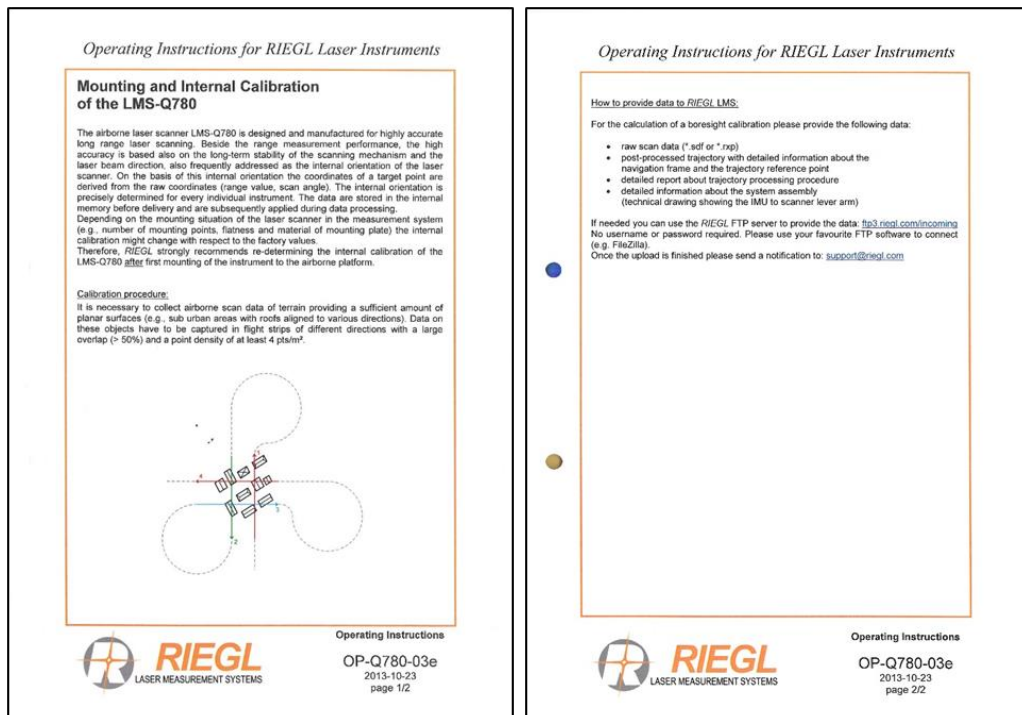


圖 4-56 原廠率定建議之說明文件

(1) 率定場場址

率定場設置於「彰化縣和美鎮」，率定場內之地表坡度平緩且植被覆蓋率小於 10%，並具有容易辨識之大型建物(平頂、斜頂)及道路標線等明顯特徵，且非地層下陷區域。

(2)航線規劃

採用 6 條正規航線（3 條東西向、3 條南北向），航高定為 500 米，雷射脈衝頻率為 400KHz，並增加兩條 1,000 米航高確認航線(Verification)，用以確認其率定解算後精度，詳細航線分布圖如圖 4-57，航線規劃資訊如表 4-58。

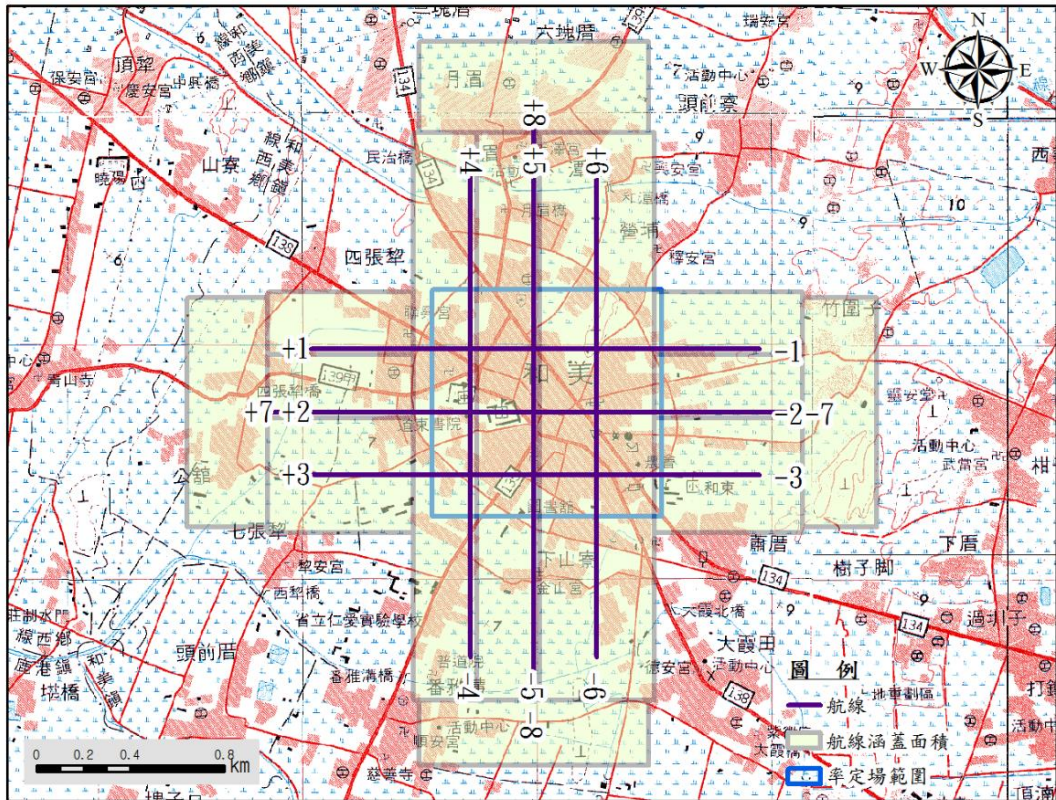


圖 4-57 率定場航線規劃示意圖

表 4-58 率定飛航規劃資訊

項次	項目	內容
1	航高	500 米（航線 1~航線 6） 1,000 米（航線 7、8）
2	雷射脈衝頻率	400 KHz
3	航線方向	東—西（航線 1~航線 3）
		南—北（航線 4~航線 6）
4	確認航線方向	東—西（航線 7）
		南—北（航線 8）
5	確認航線高度	1,000 米
6	點雲密度	大於 4 點/平方米
7	前後、側向重疊率	大於 50%

(3)率定時間

率定作業時間為 105 年 11 月 2 日，地點位於彰化縣和

美鎮率定場。

(4) GPS 基地站

設置在率定場 5 千米範圍內，仰角 10 度內無遮蔽之透空極佳處，避開車輛、電塔、基地台與多路徑反射效應等干擾位置，於內政部公告之三等衛星控制點 NM45 及 M807 上架設 GPS，觀測過程中 PDOP 皆小於 4，且衛星數量需大於 6 顆，並以 2 Hz/s 之接收頻率記錄。

4.率定計算

率定作業係利用 Riegl 原廠提供之 RiPROCESS 軟體進行解算，分為資料處理(Data processing wizard)與平差處理(Scan data adjustment)兩大步驟，內容說明如下。

(1)資料處理

將空載光達掃瞄後之資料產製點雲並展示，作業程序分為三個部分，即 Target extraction (解碼掃瞄成果資料)、Global registration (將解碼後之資料與地心坐標系統如 WGS84 進行套合)及 View preparation(點雲資料展點呈現)。

圖 4-58 為率定場點雲展示介面，圖 4-59 為率定解算前航帶點雲偏差情況。

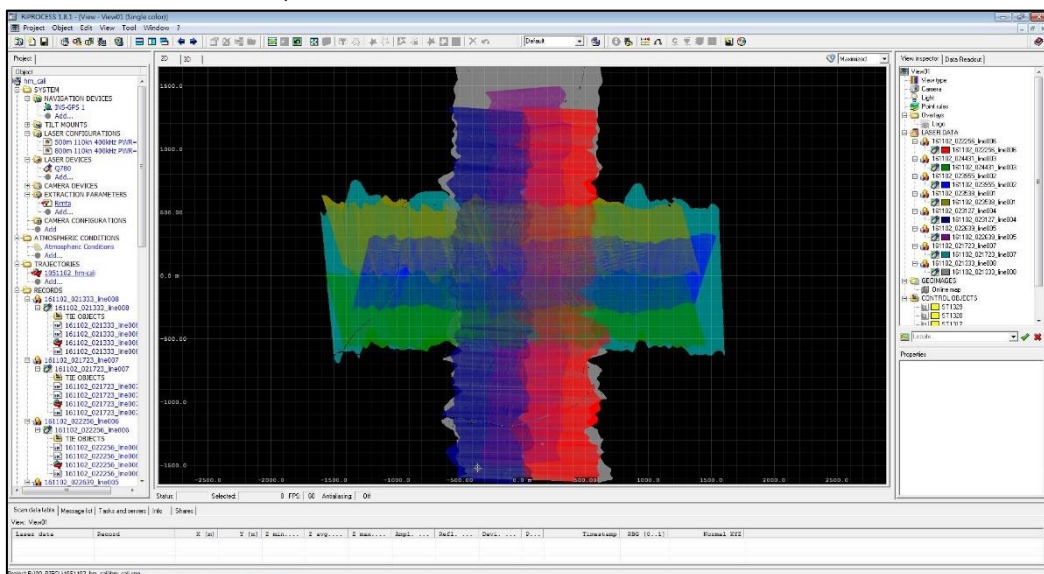


圖 4-58 率定場點雲展示介面截圖



圖 4-59 率定解算前航帶偏差情況示意圖

(2) 平差計算

將率定之飛行航線（計有 6 條）資料以 RiPROCESS 軟體實施平差計算。RiPROCESS 軟體之特點為能自動偵測重疊航帶中的平面狀物體（如斜屋頂、平台，稱為 Tie Plane）資料進行共軛匹配，若有地面測量所得之已知平面物體坐標亦可加入平差，以提升絕對位置之精度。

5. 率定成果

表 4-59 為和美率定場 LiDAR 之率定成果參數，其中顯示以 IMU-GPS 為基準，Riegl LMS-Q780 空載光達掃瞄儀的率定成果參數。表 4-60 則為 105 年 11 月 02 日彰化縣和美鎮率定場率定解算作業之計算模式參數，由計算結果可知本次率定成果高程中誤差精度為 3.50 公分，符合規範之要求。表 4-61 及表 4-62 分別為各線率定解算參數及率定完成後之成果精度表。經解算完成之高程精度直方圖如圖 4-60；平面精度方位圖如圖 4-61；重疊航帶剖面圖如圖 4-62、圖 4-63 所示。

表 4-59 和美率定場 LiDAR 率定成果參數表

儀器名稱	參數項目	105 年 11 月 02 日 和美率定場成果參數
Scanner 1 (Q780, 2220651)	Roll	-0.13313
	Pitch	0.05466
	Yaw	0.03133
	X	0.057
	Y	0.019
	Z	0.271
	Range Shift	0.0000
IMU-GPS 1 (IGI AEROcontrol, 12)	Roll	0.000
	Pitch	0.000
	Yaw	0.000
	East	0.000
	North	0.000
	Height	0.000
	Time	0.0000

表 4-60 LiDAR 率定計算模式參數表

	參數項目	計算參數
計算參數	計算模式	Adjustment
	計算時間	49 secs
	計算模式	Least Square Fit
	門檻值	0.000100
	Observations active	True
	觀測值個數	46,395
計算成果	自由參數個數	0
	觀測值個數	46,393
	中誤差 (米)	0.0350

表 4-61 各航線 LiDAR 率定成果參數表

參數項目	航線 1	信心值	航帶 2	信心值	航帶 3	信心值	航帶 4	信心值	航帶 5	信心值	航帶 6	信心值
Roll	-0.005	0	0.002	0	0.008	0	-0.008	0	0.004	0	0.006	0
Pitch	0.006	0	0.001	0	-0.004	0	-0.002	0	-0.001	0	0.001	0
Yaw	0.013	0	0.010	0	0.011	0	-0.009	0	-0.007	0	-0.002	0
East	0.034	0	0.047	0	0.049	0	0.059	0	0	0	0	0
North	-0.076	0	-0.015	0	0.042	0	-0.028	0	0	0	-0.004	0
Height	0.007	0	0.011	0	-0.027	0	-0.003	0	0	0	-0.058	0
Time	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

*信心值：說明計算成果參數之品質，信心值越低表示品質越好，其單位與所描述之參數相同。

表 4-62 LiDAR 率定成果航線精度

參數項目	航線 1	航線 2	航線 3	航線 4	航線 5	航線 6
平面數	14,660	18,845	10,935	14,500	19,798	14,048
Std. dev.(m)	0.036	0.035	0.036	0.035	0.033	0.036

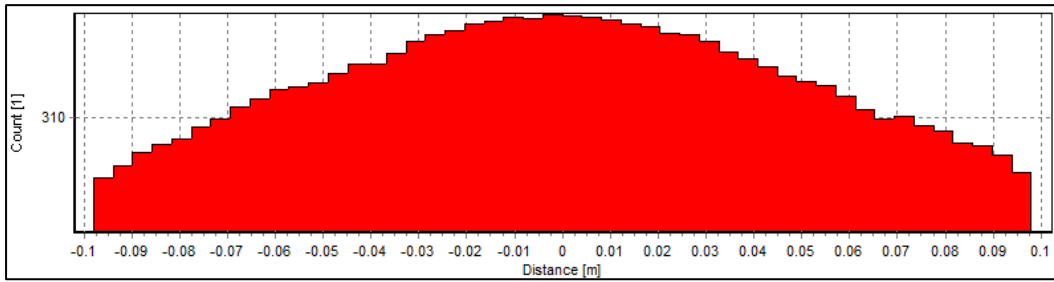


圖 4-60 高程精度分析條狀圖

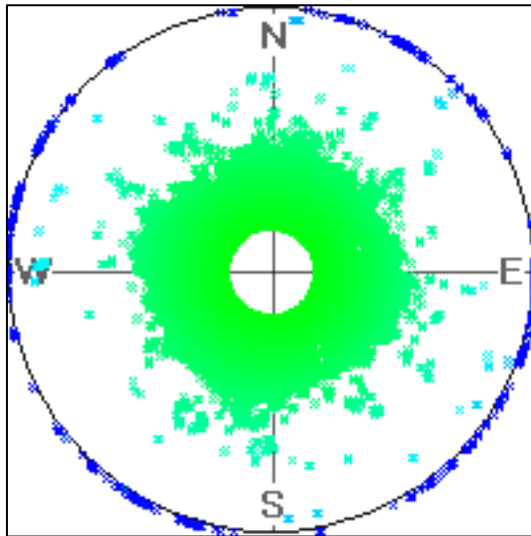


圖 4-61 平面精度分析示意圖

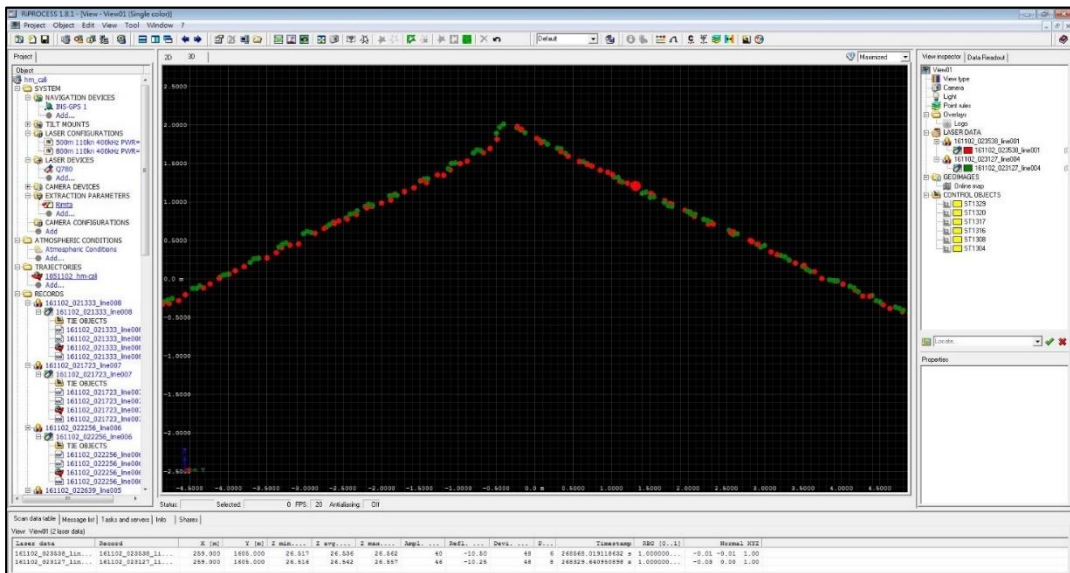


圖 4-62 率定完成之航線剖面圖 (航線 1 vs. 航線 4)

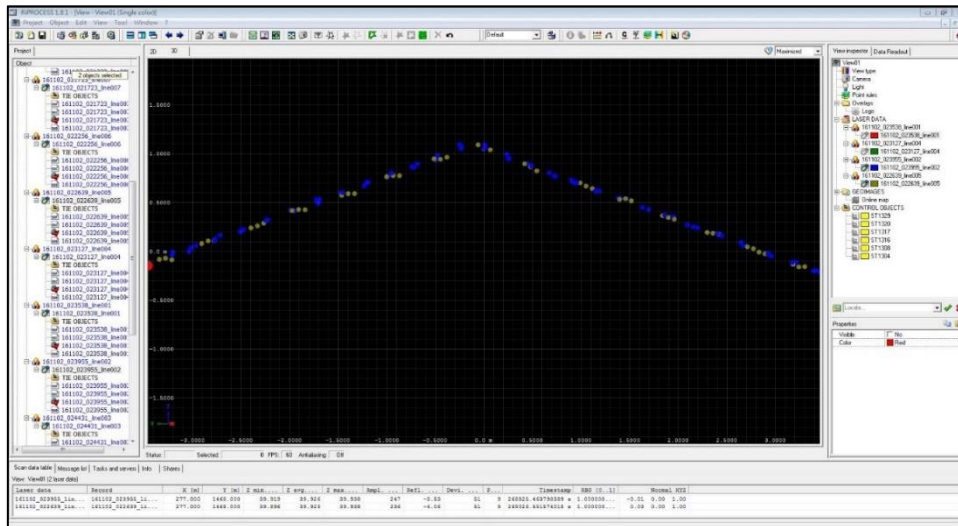


圖 4-63 率定完成之航線剖面圖 (航線 2 vs. 航線 5)

6.現場掃瞄作業

空載 LiDAR 作業日期為 12 月 19 日與 12 月 21 日 2 天，資料前處理作業包括原始資料整理備份、飛航掃描航跡 POS 解算及 LiDAR 原始點雲產出。利用 POSPAC 軟體針對 GPS/IMU 資料進行解算，並針對其成果精度作相關評估分析，通過檢核確認無誤後再進行點雲輸出及航帶平差部分。本工作空載光達平差精度約 0.0291 公尺，詳如表 4-63。

表 4-63 空載光達(Lidar)點雲平差精度表

Calculation parameters	
Calculation mode:	Adjustment
Calculation time:	7 secs
Calculation mode:	Least Square Fit
Tolerance:	0.0001
Use Manual Tie Objects:	TRUE
Search corresp. planes:	TRUE
Search radius [m]:	1
Angular tolerance [deg]:	5
Max. normal dist. [m]:	1
Observations active:	TRUE
Observations count:	2591

Calculation results	
Number of free parameters:	0
Number of observations:	2591
Error (Std. deviation) [m]:	0.0291

6. 掃瞄成果

LiDAR 掃瞄成果如圖 4-64，LiDAR 點雲分類及濾除雜訊將採用 TerraScan、RiPROCESS 及 RiANALYZE 等軟體，執行雜訊濾除、分離地面點/非地面點。經過人工的檢核及編修程序後，將已分類為地面點及地表點之點雲成果疏化為約 5 公尺 x 5 公尺原始測點。

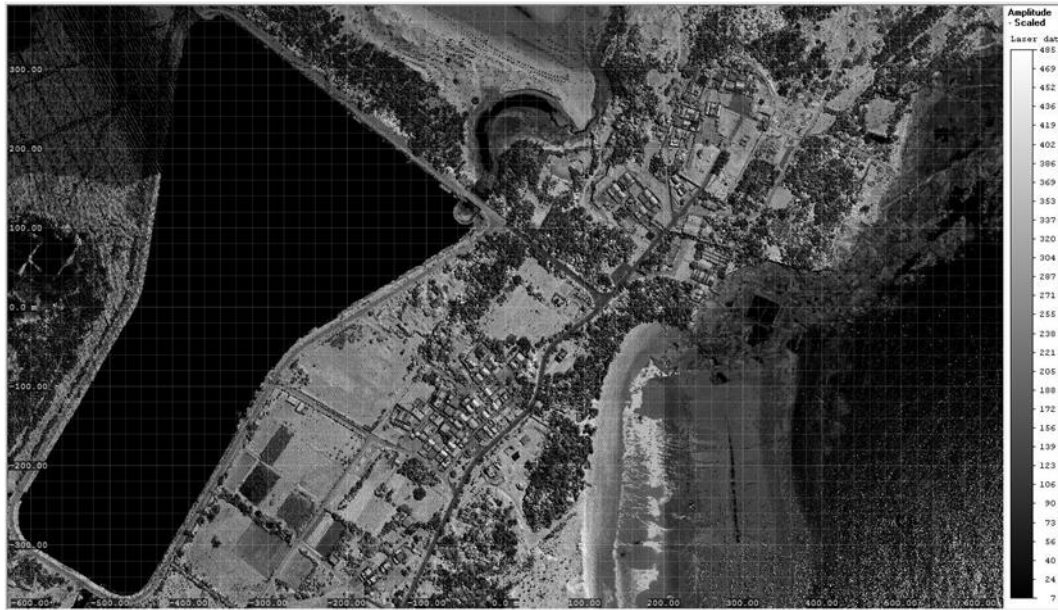


圖 4-64 光達掃瞄成果(金門田埔水庫附近沙灘)

四、海域地形測量

(一)船舶及儀器設備

水深測量租用當地『金勝福9號』、『金豐85號』及『金豐8號』進行水深測量作業，船隻與使用儀器設備照片如圖4-65所示，各船隻之船籍資料、儀器裝載資訊、作業人員名單及進出港證明等請參閱**成果資料電子檔**「附錄7.第1批水深測量資料成果報告」、「附錄8.第2、3批水深測量資料成果報告」。







船舶名稱	測深儀器
 <p data-bbox="491 1146 676 1182">金勝福9號</p>	 <p data-bbox="916 1146 1182 1182">Reson 7125_No2</p>
 <p data-bbox="497 1541 667 1576">金豐85號</p>	 <p data-bbox="943 1541 1155 1576">ODOM_004557</p>
 <p data-bbox="507 1930 657 1966">金豐8號</p>	 <p data-bbox="943 1930 1155 1966">ODOM_011070</p>

圖 4-65 水深測量使用船隻與儀器照片

(二)作業說明

水深測量主要是以測深儀測深，搭配GPS衛星定位系統定位，並配合周邊設備如運動姿態感測器、電羅經、水下聲速儀、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 4-66 所示，各項作業步驟分述如下：

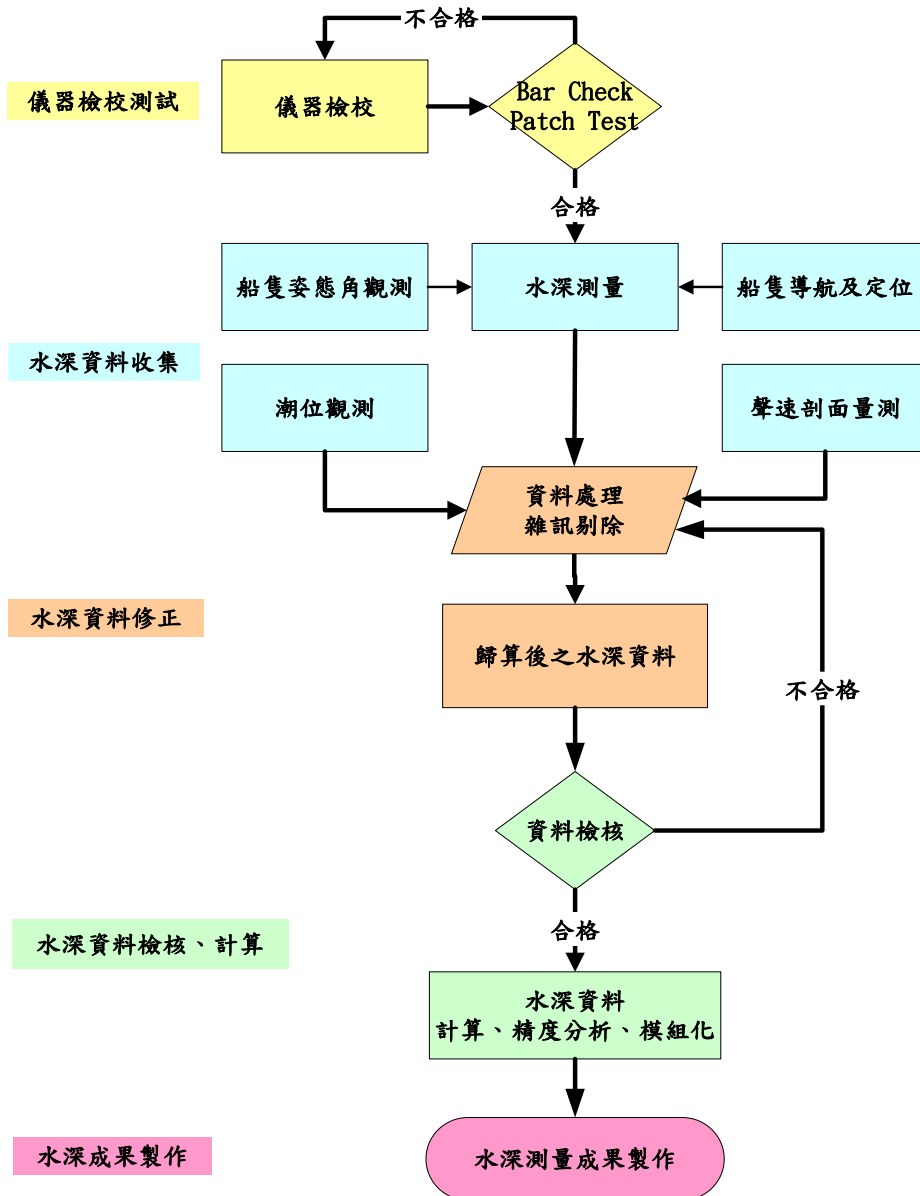


圖 4-66 水深測量作業流程圖

1. 海域測量作業日期

本工作多音束與單音束外業測量工作日期與繳交原始觀測資料檔案對照表如下表 4-64，總作業天數 63 天，其中多音

束採單組作業，作業天數 59 天；單音束 105/06/05~105/06/09 等 5 天同時採用 2 組作業，其餘採單組作業，作業天數 33 天，實際作業軌跡如圖 4-67。

表 4-64 海域測量作業日期與繳交原始觀測資料檔案對照表

天數	作業日期	多音束原始觀測檔 (Reson 7125)	天數	作業日期	單音束原始觀測檔 (ODOM)
1	105/04/30	1050430-No2	1	105/05/03	1050503-004557
2	105/05/01	1050501-No2	2	105/05/04	1050504-004557
3	105/05/02	1050502-No2	3	105/05/05	1050505-004557
4	105/05/03	1050503-No2	4	105/05/06	1050506-004557
5	105/05/04	1050504-No2	5	105/05/13	1050513-004557
6	105/05/05	1050505-No2	6	105/05/15	1050515-004557
7	105/05/06	1050506-No2	7	105/05/19	1050519-004557
8	105/05/19	1050519-No2	8	105/05/20	1050520-004557
9	105/05/20	1050520-No2	9	105/05/21	1050521-004557
10	105/05/21	1050521-No2	10	105/05/23	1050523-004557
11	105/05/23	1050523-No2	11	105/05/24	1050524-004557
12	105/05/24	1050524-No2	12	105/05/25	1050525-004557
13	105/05/25	1050525-No2	13	105/05/26	1050526-004557
14	105/05/26	1050526-No2	14	105/05/27	1050527-004557
15	105/05/27	1050527-No2	15	105/06/05	1050605-004557
16	105/06/05	1050605-No2			1050605-011070
17	105/06/06	1050606-No2	16	105/06/06	1050606-004557
18	105/06/07	1050607-No2			1050606-011070
19	105/06/08	1050608-No2	17	105/06/07	1050607-004557
20	105/06/09	1050609-No2			1050607-011070
21	105/06/18	1050618-No2	18	105/06/08	1050608-004557
22	105/06/19	1050619-No2			1050608-011070
23	105/06/20	1050620-No2	19	105/06/09	1050609-004557
24	105/06/26	1050626-No2			1050609-011070
25	105/06/27	1050627-No2	20	105/06/19	1050619-004557
26	105/07/05	1050705-No2	21	105/06/20	1050620-004557
27	105/07/22	1050722-No2	22	105/06/26	1050626-004557
28	105/07/23	1050723-No2	23	105/06/27	1050627-004557
29	105/07/24	1050724-No2	24	105/07/05	1050705-004557
30	105/07/25	1050725-No2	25	105/07/23	1050723-004557
31	105/07/26	1050726-No2	26	105/07/24	1050724-004557
32	105/08/04	1050804-No2	27	105/07/25	1050725-004557
33	105/08/06	1050806-No2	28	105/07/26	1050726-004557
34	105/08/07	1050807-No2	29	105/07/29	1050729-004557
35	105/08/08	1050808-No2	30	105/07/30	1050730-004557
36	105/08/09	1050809-No2	31	105/08/06	1050806-004557
37	105/08/10	1050810-No2	32	105/08/07	1050807-004557
38	105/08/20	1050820-No2	33	105/08/21	1050821-004557
39	105/08/21	1050821-No2	單音束完成		
40	105/08/22	1050822-No2			
41	105/08/24	1050824-No2			

天數	作業日期	多音束原始觀測檔 (Reson 7125)	天數	作業日期	單音束原始觀測檔 (ODOM)
42	105/08/25	1050825-No2			
43	105/08/26	1050826-No2			
44	105/08/27	1050827-No2			
45	105/08/30	1050830-No2			
46	105/09/30	1050930-No2			
47	105/10/02	1051002-No2			
48	105/10/03	1051003-No2			
49	105/10/04	1051004-No2			
50	105/10/23	1051023-No2			
51	105/10/25	1051025-No2			
52	105/10/26	1051026-No2			
53	105/10/27	1051027-No2			
54	105/10/28	1051028-No2			
55	105/11/05	1051105-No2			
56	105/11/06	1051106-No2			
57	105/11/07	1051107-No2			
58	105/11/08	1051108-No2			
59	105/11/13	1051113-No2			
多音束完成					

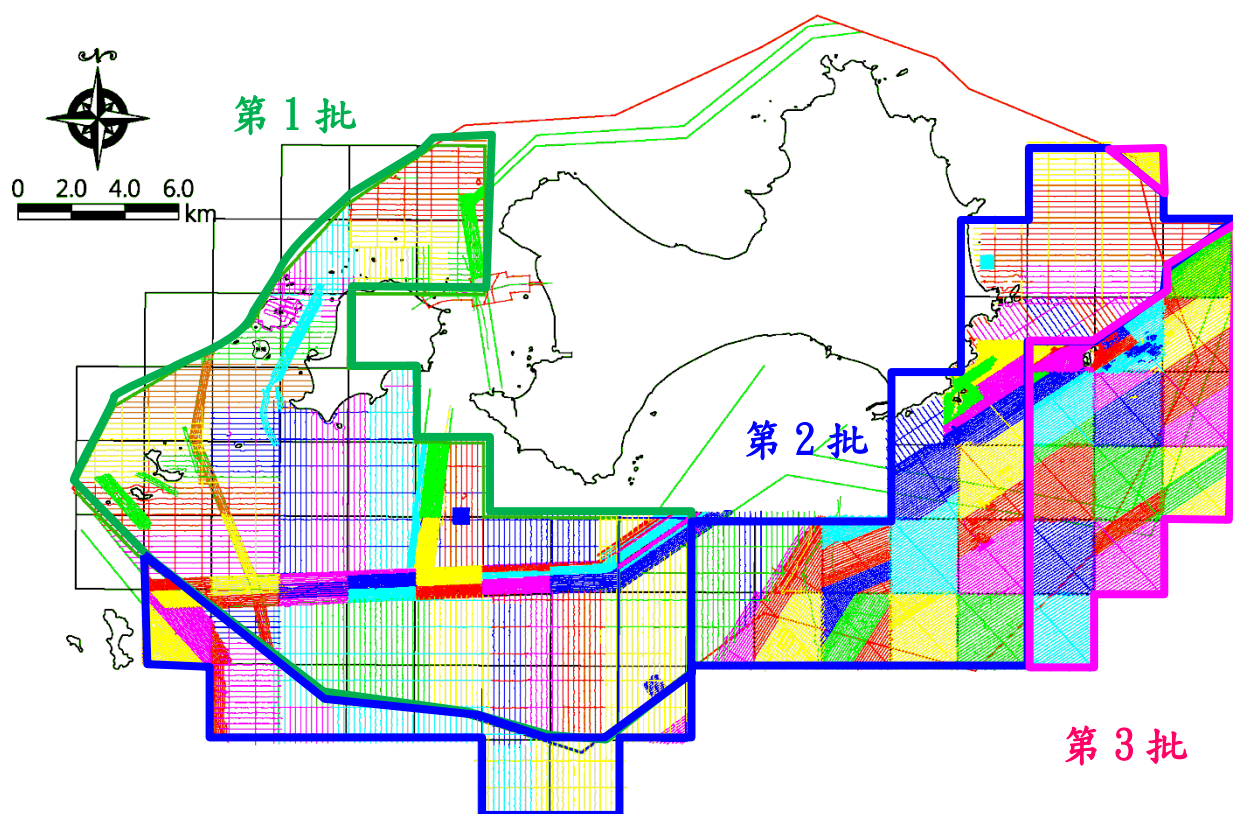


圖 4-67 海域地形測量各批次作業航線軌跡圖

2. 儀器架設偏移修正

以船隻重心為相對坐標之中心，船隻重心至船首方向為基準方向，在安置測深系統的各项裝置時記錄並繪製各裝置的相對位置以茲修正計算(如圖 4-68)，其中包括：

- 音鼓吃水深:音鼓至水面距離。
- 音鼓平面位置:音鼓架設於船隻上的相對位置。
- 定位儀平面位置:定位儀架設於船隻上的相對位置。
- 定位儀高程:定位儀至水面距離。
- 船隻姿態感測器位置:姿態感測器架設於船上的相對位置。
- 多音束測深儀音鼓的安置角度。

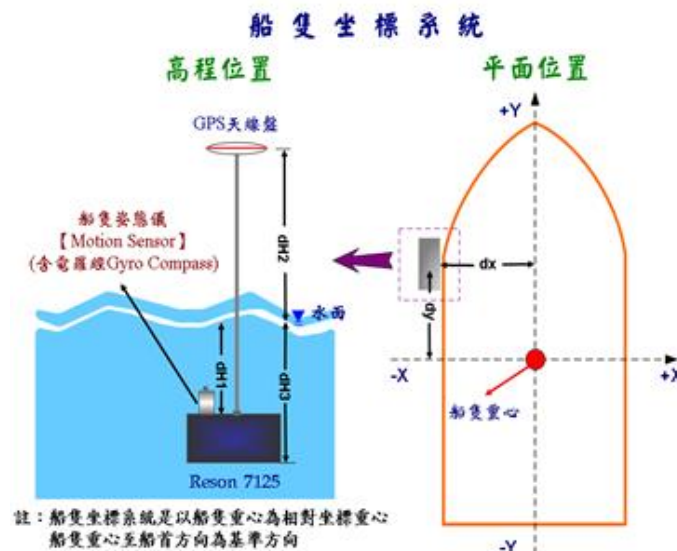


圖 4-68 儀器架設示意圖

本工作海域地形作業各項儀器架設偏移量，詳見**成果資料電子檔**中各批次報告作業表格，其中多音束測深系統以固定架將各儀器相對位置固定以減少量測誤差，GPS 天線盤及音鼓之相位中心位置及量測方式如圖 4-69 與圖 4-70。

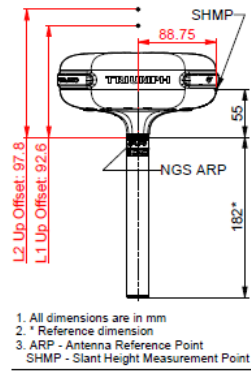
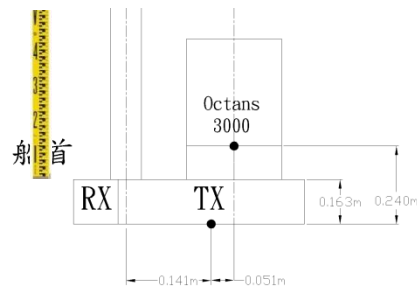


圖 4-69 GPS 天線盤相位中心圖



	X	Y	Z
SONAR REF	0	0	0 (PDS參考點)
OCTANS POSITION	0	-0.051	0.240
	0	0.141	現場量測

圖 4-70 音鼓與姿態儀相位中心圖

3. 率定測試

(1) 單音束水深測量以水深校正板檢校 (BarCheck)，分別量測檢校板深度與測深儀讀數並記錄製作檢校表，藉以校正測深儀零點誤差，並檢視測深差異量是否在測深精度要求的合理範圍內，再以聲速剖面儀量測水下聲速剖面並修正之。率定情形如圖 4-71 所示。



圖 4-71 單音束 Bar Check 檢校(圖左)及聲速剖面量測(圖右)情形

(2) 多音束水深測量在所有儀器安置完成後，實地至測區尋找適當地點作系統的疊合測試(patch test)，分別求取音鼓安置的

俯仰角(pitch)、搖擺角(roll)、航偏角(yaw)之角度及 GPS 的資料傳輸時間延遲(GPS 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 GPS 時間延遲的影響。

(3)多音束水深測量之疊合測試(patch test)如圖 4-72 所示，依序分別作俯仰角(pitch)、搖擺角(roll)、航偏角(yaw)的率定，其中 GPS 的資料傳輸時間延遲(GPS Latency)於新系統組成前會進行量測 GPS 與多音束系統間之時間差，故而於系統中均為一固定值。相關說明如下表 4-65，本工作歷次 Patch Test 計算成果如表 4-66。

表 4-65 疊合測試作業方式

測試項目	地形條件	航線規劃	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	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

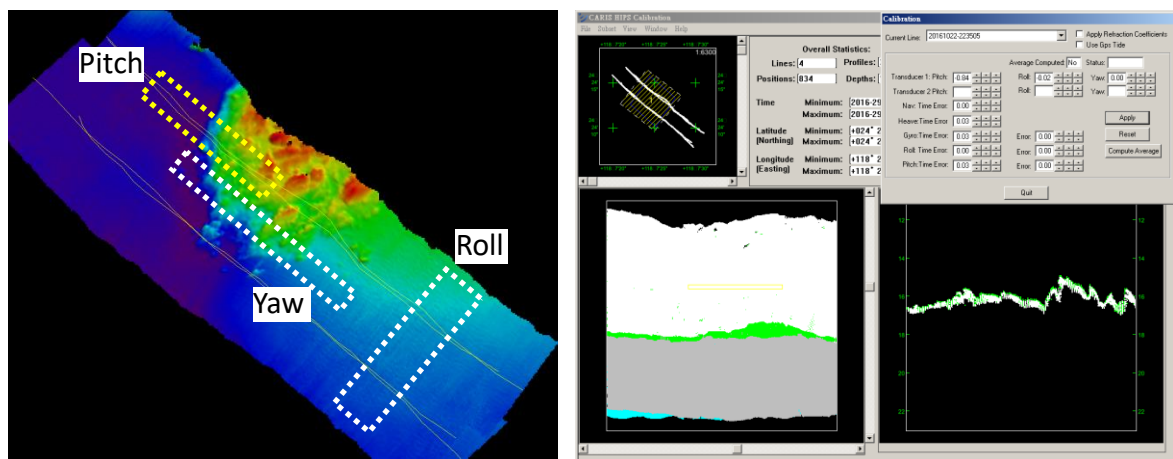


圖 4-72 多音束水深測量疊合測試(左圖)及計算畫面(右圖)

表 4-66 歷次疊合測試測量計算成果表

測試日期	時間延遲 Latency	俯仰角 Pitch	搖擺角 Roll	航偏角 Yaw
2016/04/29	0.000	-1.400	0.110	0.000
2016/05/18	0.000	-1.400	0.100	0.000
2016/06/18	0.000	-0.170	0.100	0.000
2016/07/19	0.000	-1.400	0.040	0.000
2016/07/25	0.000	-0.800	0.070	0.000
2016/08/03	0.000	-0.800	0.120	0.000
2016/08/19	0.000	-0.800	0.240	0.000
2016/09/29	0.000	-0.200	-0.120	0.000
2016/10/01	0.000	-0.200	-0.080	0.000
2016/10/21	0.000	-0.800	-0.020	0.000

4. 姿態改正

實施水深測量單音束至少需配置湧浪補償器即時紀錄上下起伏(heave)之高度，而多音束需配置運動姿態感測器(Motion Sensor)及電羅經(Gyro Compass)以即時記錄測深時船隻的俯仰角(pitch)、搖擺角(roll)、航偏角(yaw)之角度及上下起伏(heave)之高度，並作為水深的修正計算，姿態角觀測曲線如圖 4-73 所示。

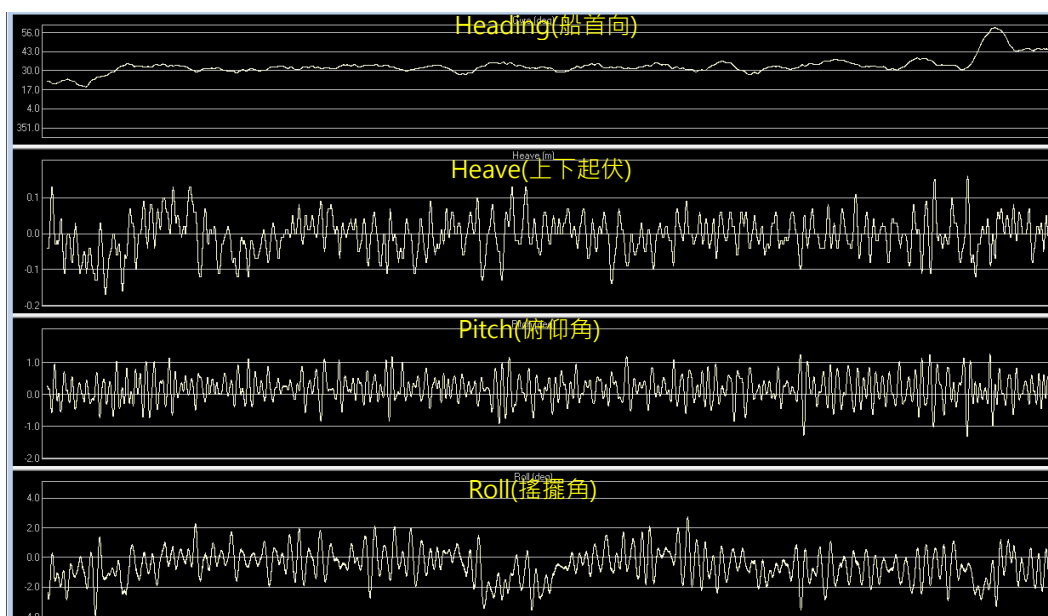


圖 4-73 船隻運動姿態角紀錄曲線圖

5. 船隻導航及定位

(1)單音束與多音束水深測量定位方式均採用動態後處理衛星定位(PPK)測量，於先前與已知控制點連測所設立之控制點

(如表 4-67) 做為固定基站，配合海上 GNSS 移動站測定船隻位置，記錄測深時刻的位置坐標。GNSS 固定站架設情形如圖 4-74 所示。

表 4-67 GNSS 固定站一覽表

站名	點號	TWD97 坐標系統		橢球高程系統(m)	點位說明
		縱坐標 N (m)	橫坐標 E (m)		
烈嶼 GNSS 固定站	GPS04	2700670.103	171520.209	32.649	烈嶼南側濱海大道 12.3K 處
金城 GNSS 固定站	WX45	2699379.192	179697.984	56.754	金城關帝廟正前方 15 公尺
料羅 GNSS 固定站	WX27	2700298.183	192093.005	29.697	料羅金門港務處後方
復國墩 GNSS 固定站	WX24	2704875.343	196415.970	28.772	復國墩欽月殿廟後廣場圍牆邊



圖 4-74 水深測量 GNSS 固定站架設及天線高量測照片

- (2)各項定位方式之定位時間間隔皆採用 0.5 秒，且測深系統及定位系統之時間皆需採用協調世界時(UTC)系統 (台灣當地時間為 UTC+8)，以確保各項資料時間序列之一致性。
- (3)以多音束測深系統施行水深測量時，特別是對於海域重點區域、港區及航道，使用 PPK 定位方式可大幅提昇定位精度至公分等級，對於成果精度及品質有顯著提昇。

6.潮位修正

(1)正高系統

- A.本工作選用之離島一等水準點，採用國土測繪中心提供之「九十三年度離島一等水準點埋設及其水準、衛星定位、重力測量工作」之測量成果，以水準測量往返觀測方式檢測，檢測結果說明詳見本文「**第肆章 一、控制測量**」，所有已知點位之高程較差皆符合規範要求，可作為本工作高程控制基準，並依此連測新設控制測量之高程。
- B.依檢測合格之一等水準點為各水準測段端點，以水準測量往返觀測方式，連測各類新設控制點高程，其中新設之臨時潮位站之點位資訊及引用之一等水準點點號彙整如表 4-68 所示。

表 4-68 臨時潮位站高程連測表

臨時潮位站 設置位置	臨時潮位站 高程控制點點號	引用之一等水準點	觀測日期
復國墩漁港	BM01	KM06、KM37	105/04/14
料羅港	BM02	KM01、KM02	105/04/14
新湖漁港	BM03	KM32、KM33	105/04/14
水頭商港	BM04	KM24、KM25	105/04/14
羅厝漁港	BM05	KM51、KM57	105/04/15
大膽島	BM06	KM54、KM57	105/04/16
金門嶼	BM07	KM54、KM55	105/04/29
廢棄蚵架	BM08	KM52	105/05/27

- C.水深測量作業時，需同步配合量取附近潮位高程資料以利將水深資料歸算至海床高度。
- D.以自動驗潮儀每 2 分鐘記錄潮位一次，並以人工驗潮記錄（每小時記錄潮位一次）與之校核，潮位比較圖如圖 4-75 所示。

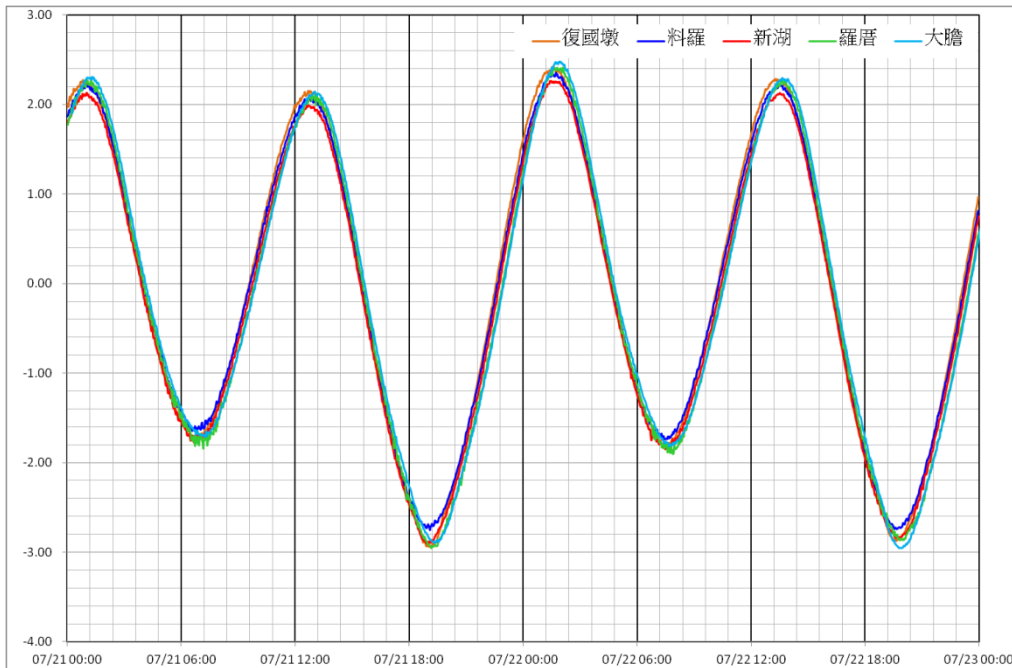


圖 4-75 潮位曲線比較圖

E.潮位修正就是以雙潮位站方式以實測潮位進行水深資料修正，雙潮位站分區原則依據內政部國土測繪中心「98 年度臺灣西部潮位模式建立技術發展計畫」等潮圖，劃分潮位分區如圖 4-76 所示。

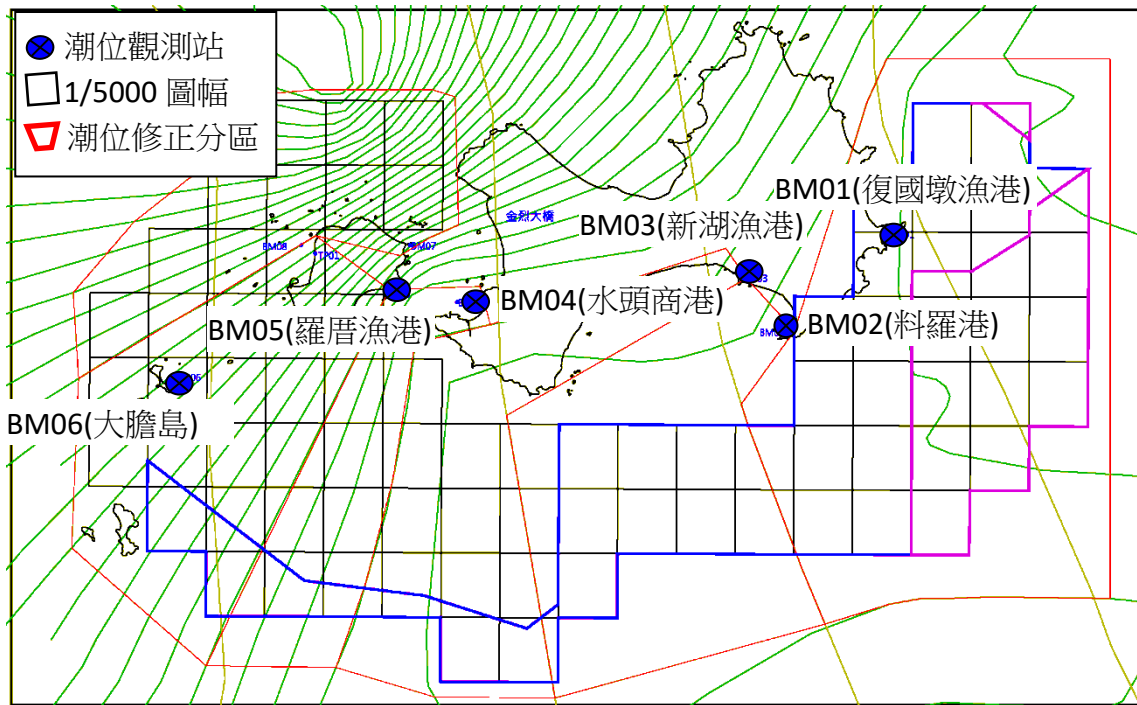


圖 4-76 潮位修正分區圖

F.潮位觀測需製作潮位記錄表、潮位曲線圖，記載潮位觀測時間、地點、天候狀況、驗潮站高程、驗潮儀設定參數等，如圖 4-77 所示，將化算出之海平面高度繪製潮位曲線圖(海平面高/時間)，檢視潮位量測的正確性，查看是否有奇異值，並檢視當時潮位變化狀況。

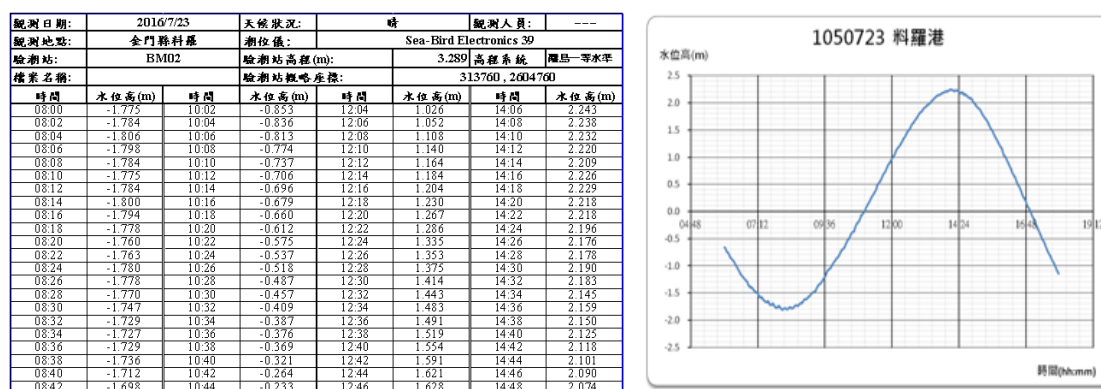


圖 4-77 潮位記錄表及潮位曲線圖

(1)橢球高系統

- A.陸上固定站需與已知平面控制點連測並計算橢球高，在水深作業時，GPS 固定站與移動站需同步觀測並記錄，以做為後續測深定位橢球高程後解算之參考依據。
- B.以陸上固定站橢球高程為基準，利用 Trimble Business Center (簡稱 TBC)地球空間資料處理軟體，將定位資料以後處理方式解算水深定位點 WGS84 橢球高(水面高)。
- C.再將計算後平面資料連同橢球高程值同步匯入 Caris HIPS (以下簡稱 Caris)水深計算軟體，取代現場作業定位坐標及高程。
- D.解算後之定位點水面橢球高程值包含 Heave 資料，利用 Caris「Compute GPS Tide 功能」，由於 GNSS 天線盤與音鼓、姿態儀固定在同軸，設定如圖 4-78，因此勾選「Apply Dynamic Heave」進行 Heave 修正，萃取出 GPS Tide，如圖 4-79，以避免重複修正 Heave。

E. 最後進行整合計算時勾選「Apply GPS Tide」計算先前匯入之橢球高程，如圖 4-80，即完成水深資料橢球高計算。

音鼓位置		Date	Time	Time Correctio...	X (m)	Y (m)	Z (m)	Pitch (deg)	Roll (deg)	Yaw (deg)	Manufacturer	Model
Gyro Heave Pitch	1	2016-121	00:00		0.000	0.000	0.000	0.000	-1.400	0.110	0.000 reson	7125 Reson SeaBat
	2	2016-140	00:00		0.000	0.000	0.000	0.000	-1.400	0.100	0.000 reson	7125 Reson SeaBat
	3	2016-170	00:00		0.000	0.000	0.000	0.000	-0.170	0.100	0.000 reson	7125 Reson SeaBat
	4	2016-200	00:00		0.000	0.000	0.000	0.000	1.400	0.100	0.000 reson	7125 Reson SeaBat

GNSS 位置		Date	Time	Time Correctio...	X (m)	Y (m)	Z (m)	Ellipsoid	Manufacturer	Model
Gyro Heave	1	2016-121	00:00		0.000	0.000	0.000	-3.773 WGS84	JAVAD	TRIUMPH-1
	2	2016-140	00:00		0.000	0.000	0.000	-3.773 WGS84	JAVAD	TRIUMPH-1

姿態儀位置		Date	Time	Time Correctio...	Error (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)	Apply?	Manufacturer	Model
Gyro Heave	1	2016-121	00:00		0.025	0.000	0.000	-0.051	-0.240 Yes	IXSEA	Octan3000
	2	2016-140	00:00		0.025	0.000	0.000	-0.051	-0.240 Yes	IXSEA	Octan3000
	3	2016-170	00:00		0.025	0.000	0.000	-0.051	-0.240 Yes	IXSEA	Octan3000

圖 4-78 船隻姿態 HVF 儀器相關位置設定畫面

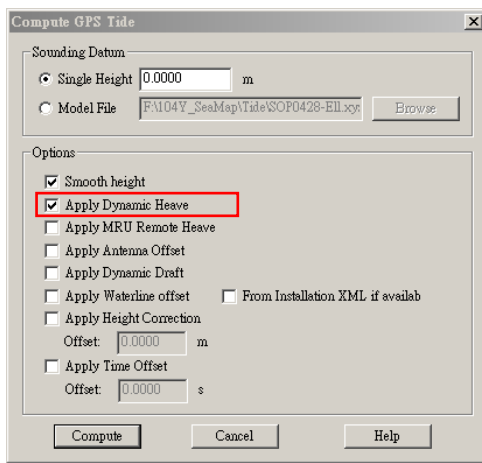


圖 4-79 GPS Tide 計算畫面

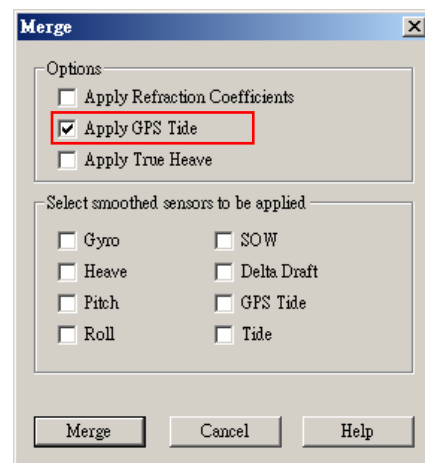


圖 4-80 水深整合計算畫面

7. 聲速修正

- (1) 在施行水深測量的作業範圍內，於每日選取較深之位置作聲速量測，並依照不同作業時段及區域，適時增加量測次數，以求正確測得水中聲速的變化，精確修正水深測量成果。
- (2) 本工作使用之聲速剖面儀包含直接量測式及鹽溫壓(CTD)式聲速儀，量測聲速之最小記錄單位皆小於 0.5 公尺/秒，記錄時視測區深度及聲速變化情況而定，取樣間隔在 1 公尺間。
- (3) 聲速量測時製作聲速剖面記錄圖表，除記載聲速剖面值外，並記錄量測人員、時間、位置坐標及天候狀況等資訊。水中聲速量測情形及聲速剖面圖示意如圖 4-81 所示。

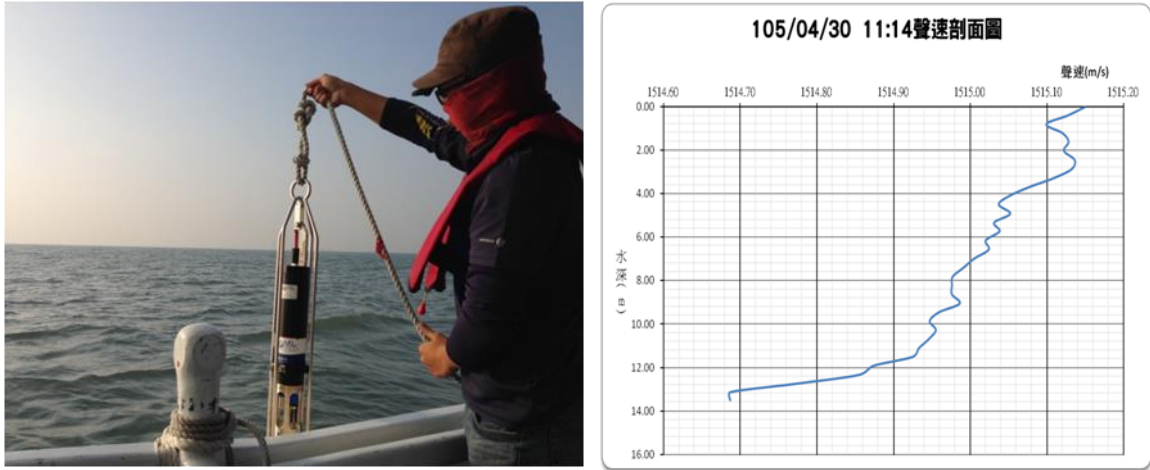
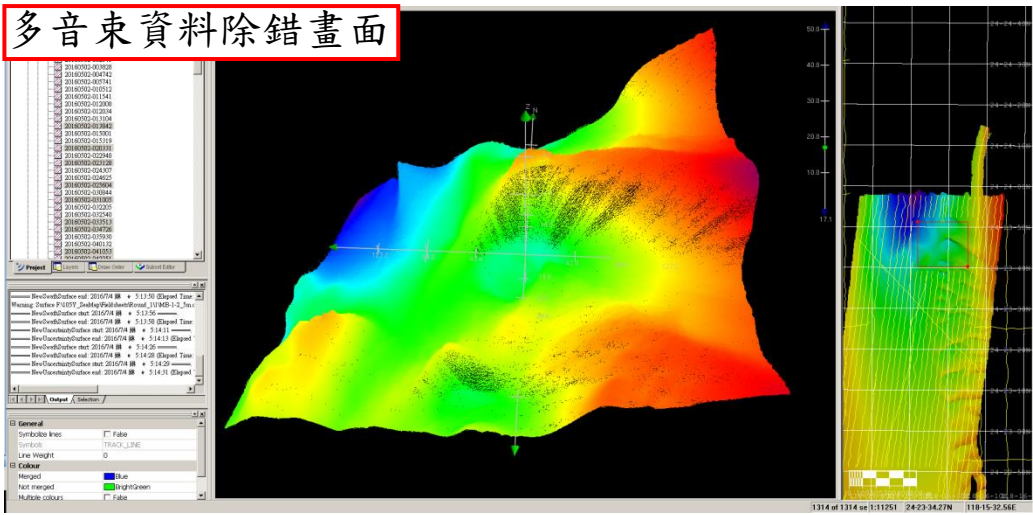


圖 4-81 聲速剖面量測情形(左圖)及聲速剖面圖(右圖)

8. 水深測量資料處理

- (1)先逐一對單一測線初步篩除可疑的水深資料，如訊號品質不佳的水深值、異常的水深值及定位品質不佳的水深點。多音束測深資料因資料量龐大，需藉由專業軟體(CARIS HIPS)輔助資料的篩選作業。
- (2)加入各項修正資料，包含水位資料、聲速剖面資料、儀器架設偏移參數、船隻姿態資料及率定資料等，經檢核無誤後才加入水深資料的修正計算，可得到歸算後的水深資料。
- (3)水深資料處理採用建立 3D 模型以利由不同視角進行不合水深點之人工刪除(如圖 4-82 與圖 4-83)，水深資料處理作業流程如圖 4-84 所示。
- (4)多音束水深資料修正計算後發現測線疊合結果不符規範要求，則重新選擇適合之測線進行疊合測試計算，精度計算合格後才進行後續成果輸出及圖資製作。

多音束資料除錯畫面



單音束資料除錯畫面

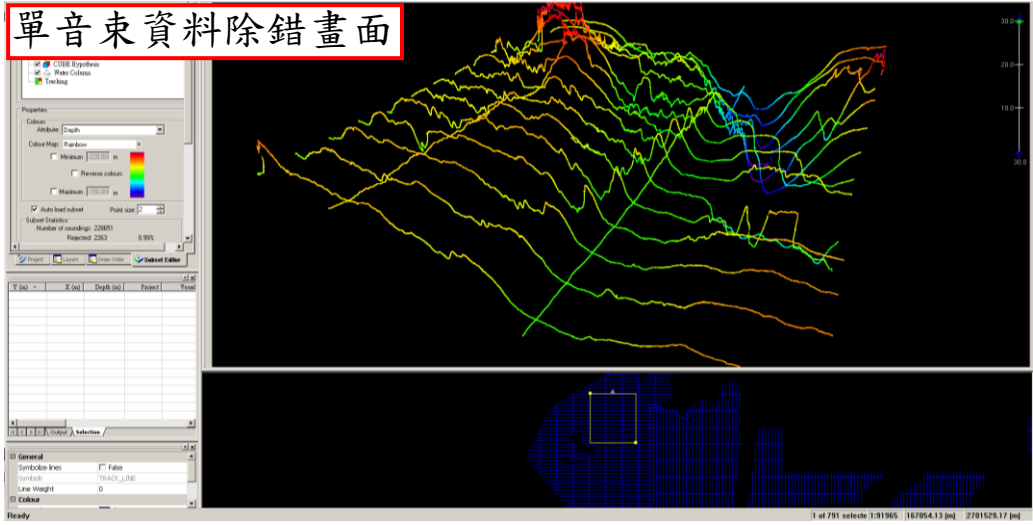


圖 4-82 水深測量資料以 3D 模式資料疊合比對、除錯

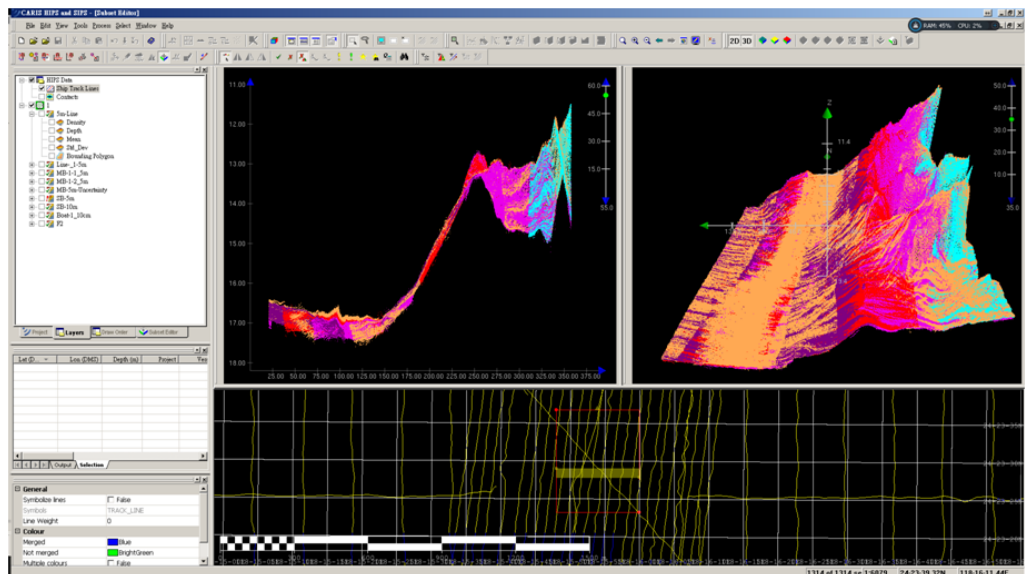


圖 4-83 多音束相鄰及檢核測線(不同顏色)資料疊合比對、除錯

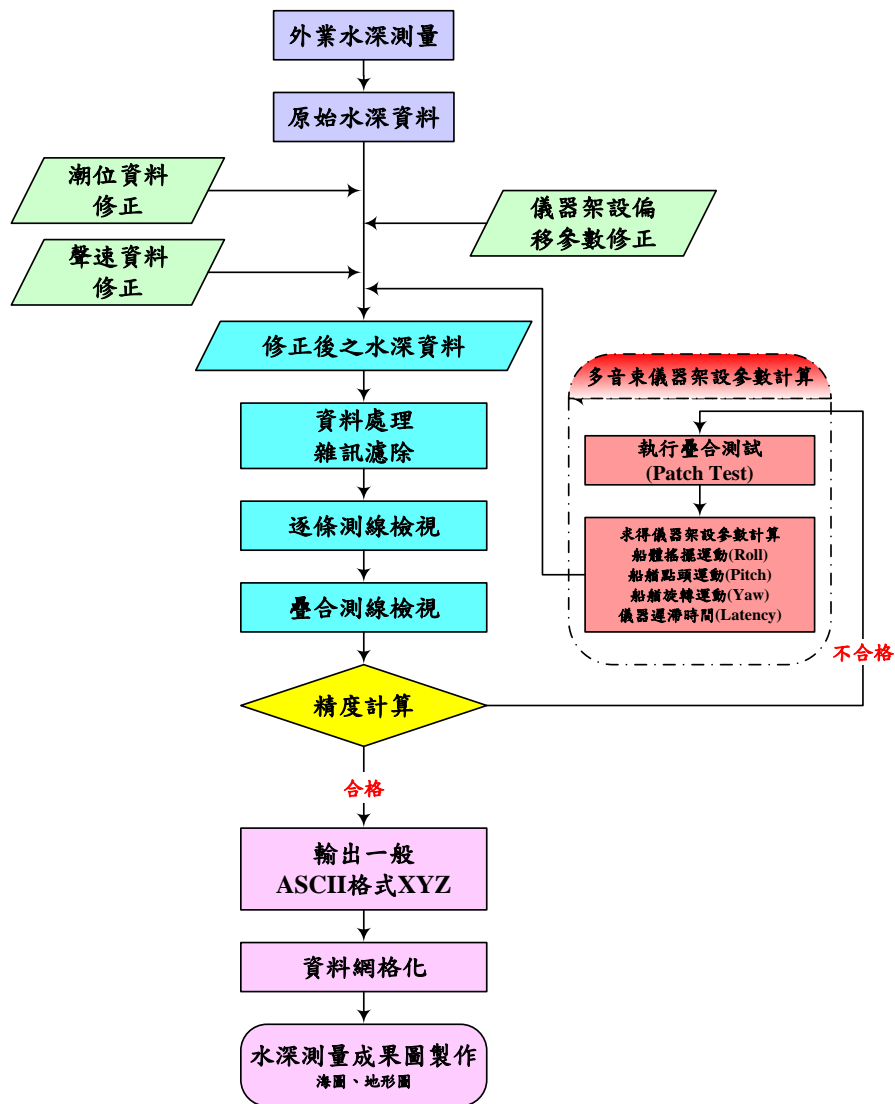


圖 4-84 多音束水深測量資料處理流程圖

9. 海域地形測量成果展示

將測深成果內插成 5 公尺*5 公尺網格，製作成水深色階圖，如圖 4-85~圖 4-88 所示。

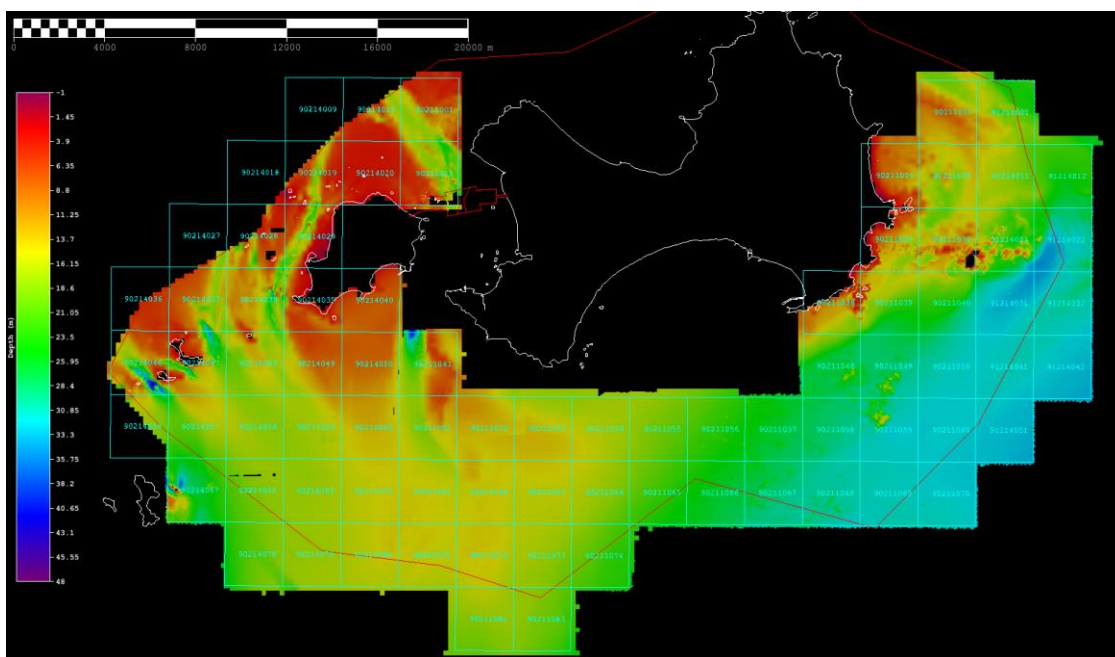


圖 4-85 105 年度第 3 作業區全區水深測量成果色階圖(正高)

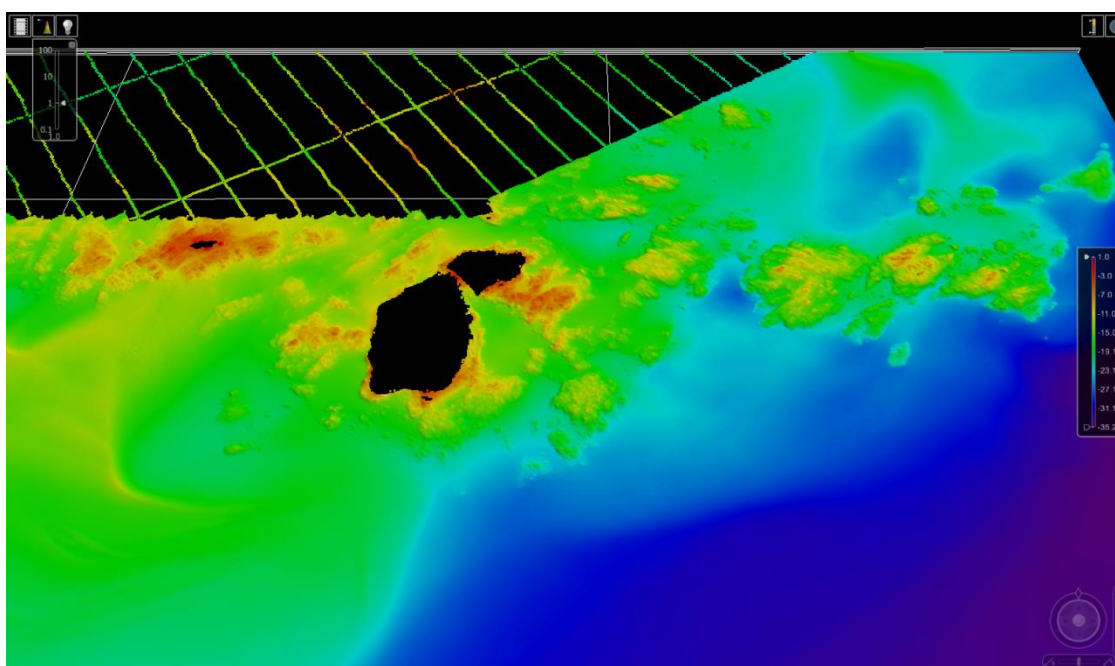


圖 4-86 105 年度第 3 作業區北碇島附近水深測量成果 3D 色階圖

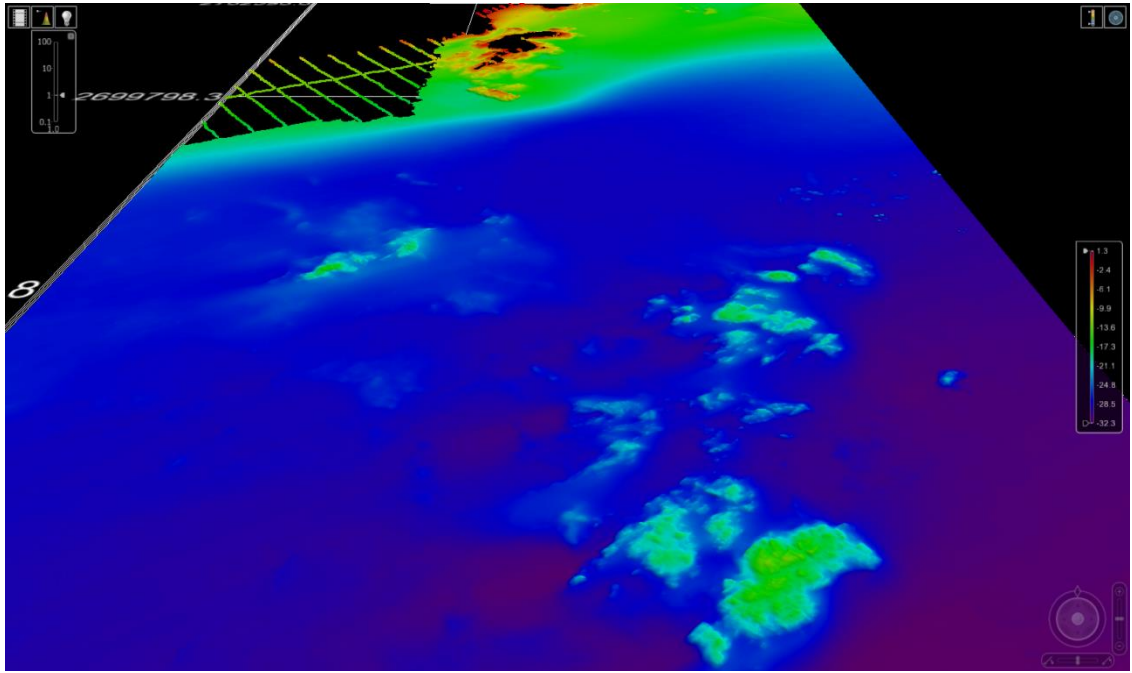


圖 4-87 母嶼附近水深地形 3D 色階圖

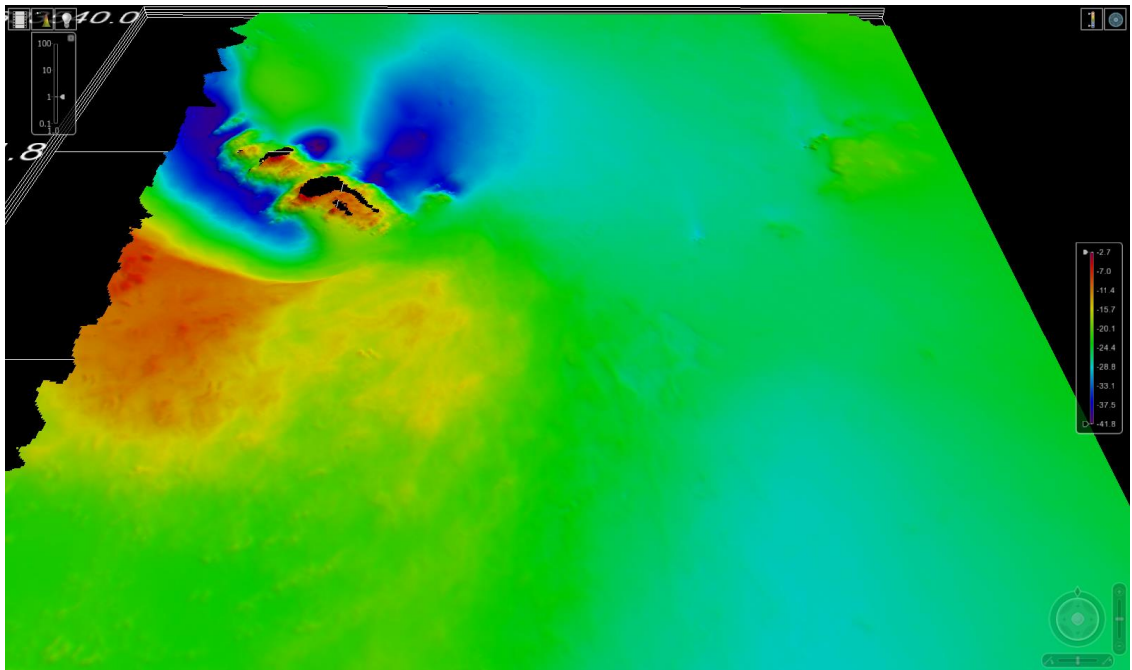


圖 4-88 西南側漳州浯嶼附近九節礁海域 3D 色階圖

五、數值地形模型

(一)製作流程

本工作係以空載光達與多音束水深搭配單音束水深之技術產生高精度高解析度之海、陸域數值高程模型，其製作流程如圖 4-89 所示。

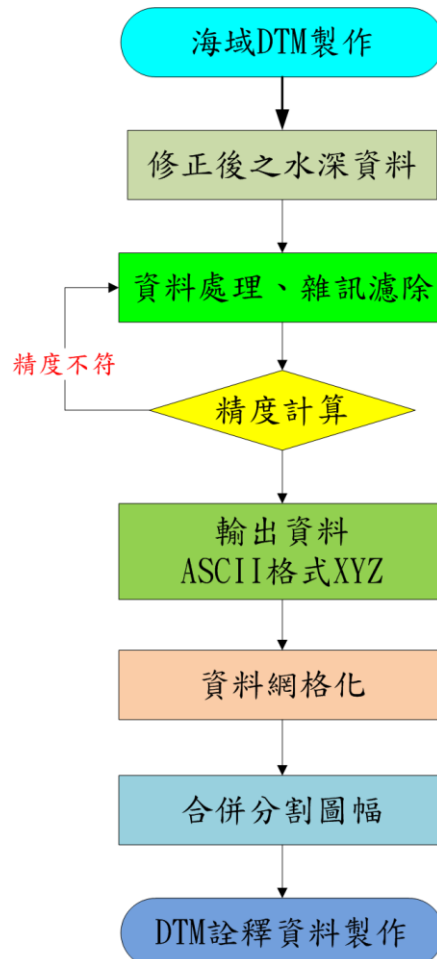


圖 4-89 海域數值地形模型 DTM 製作流程圖

(二)製作方法

所使用的數值高程模型 (DTM) 製作方式，是採用三維空間科學繪圖軟體 Golden Surfer，如圖 4-90 所示，利用其強大網格製作模式，以 Triangulation with Linear Interpolation(三角網線性內插模式)，如分別產製網格間距 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。

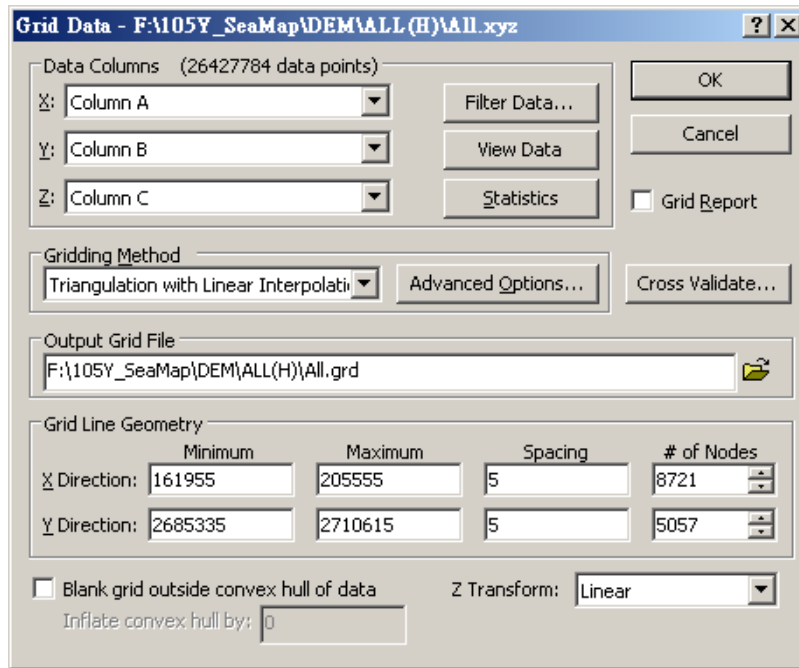


圖 4-90 Surfer 地形模型 DTM 製作設定畫面

(三)成果清冊

本案水深測量資料依不同比例尺、圖幅、間距分別建立不同之數值地形模型，以下列出數值地形模型成果清冊。

表 4-69 數值地形模型成果清冊

比例尺	網格間距	圖幅數
1/5000	5 公尺*5 公尺	80
1/5000	10 公尺*10 公尺	80
1/5000	20 公尺*20 公尺	80
1/5000	50 公尺*50 公尺	80
1/5000	100 公尺*100 公尺	80
1/5000	250 公尺*250 公尺	80
1/25000	5 公尺*5 公尺	8
1/25000	10 公尺*10 公尺	8
1/25000	20 公尺*20 公尺	8
1/25000	50 公尺*50 公尺	8
1/25000	100 公尺*100 公尺	8
1/25000	250 公尺*250 公尺	8

六、電子航行圖前置資料製作

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, 主要目的是提供轉製電子航行圖所需資料, 相關製作說明如下:

1. 電子海圖基準

- (1) 深度基準: 約當地最低低潮位面與 WGS84 橢球高。
- (2) 高度基準: 金門離島一等水準高程基準
- (3) 平面基準: WGS84

2. 水深紀錄檔

- (1) 提供製作電子海圖製圖用之水深紀錄檔, 應以純文字檔 (ASCII 碼) 格式提供, 並以五千分之一圖幅區分檔案, 共計 80 個。
- (2) 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」、「水深點之 WGS84 橢球高」、「是否標繪於清繪圖」、「測深方式(SB/MB)」、「定位精度」、「平面不確定度」、「深度不確定度」等欄位, 並以「,」分隔符號分隔欄位值。如:

測量日期,測量時間,水深,定位坐標TWD97_E,定位坐標TWD97_N,定位坐標WGS84_經度,定位坐標WGS84_緯度,潮差修正後之水深,測深方式(SB/MB),是否標繪於清繪圖(Y/N),定位方式,平面不確定度,深度不確定度
2015/09/22,03:47:22.654,64.538,294145.941,2627224.586,119.4330619,23.7483801,64.201,MB,N,PPK,0.558,0.199

- (3) 測量時間欄位紀錄採用 UTC 記錄到秒。
- (4) 水深的解析度為 0.01 公尺。
- (5) 多音束測深值必須是符合水平與水深精度規範, 以小於「5 公尺+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 bin 區域的中心點或其他內插所得的位置。
- (6) 水深紀錄檔應依圖幅範圍分割為各圖號之水深記錄檔, 令全區域之水深記錄檔, 考量資料處理之效率, 應將水深記錄檔

資料予以適當分割，每個檔案大小不宜超過 1GB。

3.海測清繪圖製作

(1)海測清繪圖(field sheet 或 smooth sheet)製作流程方法如下:

A.海測清繪圖以 CAD 檔案呈現，並以圖幅區分檔案，共計 80 幅。

B.將已繪製完成之立製圖檔分別將各個不同之圖層轉換成以 S57 物件為分類之圖層，並依照圖資幾何形態分類為點、線、面等三種圖層。舉例來說:單線道路層名則為 ROADWY(L); 雙線道路則為 ROADWY(A)。

C.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。

D.因 S57 海圖要求定位坐標以經緯度(WGS84)表示，故而須先指定圖面坐標系統為 TWD97 系統，在後續轉成 SHP 檔時才能轉換成 WGS84 坐標。

E.使用 AUTOCAD MAP 內建功能將圖層依序分類匯出成 SHP 檔。匯出圖檔時須注意為何種幾何形態(點、線或面)，並依照已區分好之圖層，選擇該圖層，點選其屬性資料，並將坐標改為 WGS84，若為面域之資料，則必須選擇“將封閉聚合線視為多邊形”

F.打開 OPEN GIS 之軟體(本次使用 Arc GIS 9.3)，並加入所有 SHP 檔資料。

G.海測清繪圖成果建置畫面，如圖 4-91。

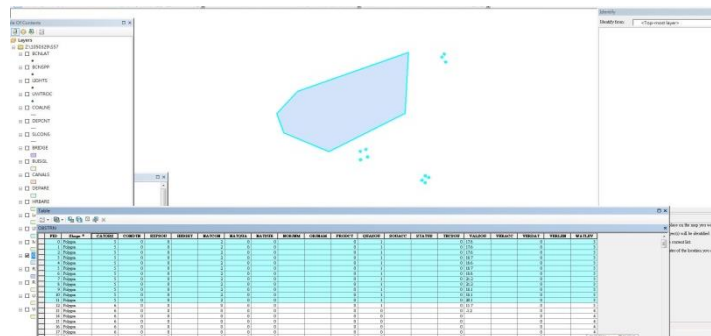


圖 4-91 海測清繪圖成果建置示意圖

(2)海測清繪圖所需內容包括下列各項::

- A.符合水平與水深精度規範，經過潮差改正，以最淺水深 (shoal-biased)原則篩選之原位置水深點。海域水深點在圖上的分布密度至少每 2 公分有 1 點。圖上水深點必須附加標記（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。
- B.等深線至少包括：0 公尺、1 公尺、2 公尺、5 公尺、10 公尺、15 公尺、20 公尺、25 公尺、30 公尺，超過 30 公尺，每 10 公尺加繪一條等深線。所有等深線是以「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。
- C.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。
- D.潮間帶之表層性質描述。
- E.海岸重要地標、港灣設施、助導航設施等特徵物。
- F.礁岩、沉船、人工魚礁、漁網區/海上養殖場等障礙物。
- G.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。
- H.應繪製測量資料之外圍邊界。
- I.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。
- J.繪製海域清繪圖全區之 IHO S-44 測量精度分類區域圖層，

航行圖標準之定義。

(3)約當地最低低潮資料之取得係依據作業期間現場布設多處潮位觀測站，至少連續觀測 1 個月以上之潮位資料，委請大氣海洋局推算出潮信資料如表 4-70~表 4-77。

表 4-70 金門 BM01(復國墩漁港)潮位站潮信表

海軍大氣海洋局潮信資料表						潮位	高程
站名	復國墩BM01					大潮平均高潮位 (H.W.O.S.T.)	+2.508 公尺
緯度	24°26'51.11"	經度	118°28'20.50"				
推算時間	08/10/2016 ~ 09/03/2016					小潮平均高潮位 (H.W.O.N.T.)	+1.344 公尺
潮信	平均高潮間隙 M.H.W.I.	大潮升 S.R.	小潮升 N.R.	基準面 D.L.	平均海面 (水尺零點起算) M.S.L.	平均潮位 (M.W.L.)	0.019 公尺
	11.7914小時	5.6276公尺	4.4642公尺	0.0599公尺	3.1991公尺	最低低潮位 (L.L.W.L.) = 基準面 (D.L.)	-3.120 公尺
						大潮升 (S.R.) = 大潮平均高潮位 - 最低低潮位	5.628 公尺
						小潮升 (N.R.) = 小潮平均高潮位 - 最低低潮位	4.464 公尺

表 4-71 金門 BM02(料羅港)潮位站潮信表

海軍大氣海洋局潮信資料表						潮位	高程
站名	料羅港BM02					大潮平均高潮位 (H.W.O.S.T.)	+2.715 公尺
緯度	24°24'34.61"	經度	118°25'55.52"				
推算時間	10/05/2016 ~ 11/13/2016					小潮平均高潮位 (H.W.O.N.T.)	+1.671 公尺
潮信	平均高潮間隙 M.H.W.I.	大潮升 S.R.	小潮升 N.R.	基準面 D.L.	平均海面 (水尺零點起算) M.S.L.	平均潮位 (M.W.L.)	0.390 公尺
	11.7086小時	5.1825公尺	4.1385公尺	0.6429公尺	3.5013公尺	最低低潮位 (L.L.W.L.) = 基準面 (D.L.)	-2.468 公尺
						大潮升 (S.R.) = 大潮平均高潮位 - 最低低潮位	5.183 公尺
						小潮升 (N.R.) = 小潮平均高潮位 - 最低低潮位	4.139 公尺

表 4-72 金門 BM03(新湖漁港)潮位站潮信表

海軍大氣海洋局潮信資料表						潮位	高程
站名	新湖BM03					大潮平均高潮位 (H.W.O.S.T.)	+2.482 公尺
緯度	24°25'54.28"	經度	118°24'35.86"				
推算時間	08/09/2016 ~ 09/03/2016					小潮平均高潮位 (H.W.O.N.T.)	+1.364 公尺
潮信	平均高潮間隙 M.H.W.I.	大潮升 S.R.	小潮升 N.R.	基準面 D.L.	平均海面 (水尺零點起算) M.S.L.	平均潮位 (M.W.L.)	0.085 公尺
	11.8858小時	5.4426公尺	4.3248公尺	0.2451公尺	3.2909公尺	最低低潮位 (L.L.W.L.) =基準面 (D.L.)	-2.961 公尺
						大潮升 (S.R.) = 大潮平均高潮位 - 最低低潮位 小潮升 (N.R.) = 小潮平均高潮位 - 最低低潮位	5.443 公尺 4.325 公尺

表 4-73 金門 BM04(水頭商港)潮位站潮信表

海軍大氣海洋局潮信資料表						潮位	高程
站名	水頭BM04					大潮平均高潮位 (H.W.O.S.T.)	+2.249 公尺
緯度	24°25'15.38"	經度	118°17'21.75"				
推算時間	04/26/2016 ~ 05/27/2016					小潮平均高潮位 (H.W.O.N.T.)	+1.329 公尺
潮信	平均高潮間隙 M.H.W.I.	大潮升 S.R.	小潮升 N.R.	基準面 D.L.	平均海面 (水尺零點起算) M.S.L.	平均潮位 (M.W.L.)	0.007 公尺
	12.0709小時	5.1109公尺	4.1911公尺	0.5269公尺	3.3821公尺	最低低潮位 (L.L.W.L.) =基準面 (D.L.)	-2.862 公尺
						大潮升 (S.R.) = 大潮平均高潮位 - 最低低潮位 小潮升 (N.R.) = 小潮平均高潮位 - 最低低潮位	5.111 公尺 4.191 公尺

表 4-74 金門 BM05(羅厝漁港)潮位站潮信表

海軍大氣海洋局潮信資料表						潮位	高程
站名	羅厝BM05					大潮平均高潮位 (H.W.O.S.T.)	+2.178 公尺
緯度	24°25'28.51"	經度	118°15'31.22"				
推算時間	06/22/2016 ~ 08/06/2016					小潮平均高潮位 (H.W.O.N.T.)	+1.123 公尺
潮信	平均高潮間隔 M.H.W.I.	大潮升 S.R.	小潮升 N.R.	基準面 D.L.	平均海面 (水尺零點起算) M.S.L.	平均潮位 (M.W.L.)	0.177 公尺
	12.1223小時	5.3286公尺	4.2738公尺	0.1213公尺	3.0953公尺		
						大潮升 (S.R.) = 大潮平均高潮位 - 最低低潮位	5.329 公尺
						小潮升 (N.R.) = 小潮平均高潮位 - 最低低潮位	4.274 公尺

表 4-75 金門 BM06(大膽島)潮位站潮信表

海軍大氣海洋局潮信資料表						潮位	高程
站名	大膽島BM06					大潮平均高潮位 (H.W.O.S.T.)	+2.308 公尺
緯度	24°23'15.00"	經度	118°10'17.11"				
推算時間	07/05/2016 ~ 08/10/2016					小潮平均高潮位 (H.W.O.N.T.)	+1.211 公尺
潮信	平均高潮間隔 M.H.W.I.	大潮升 S.R.	小潮升 N.R.	基準面 D.L.	平均海面 (水尺零點起算) M.S.L.	平均潮位 (M.W.L.)	0.081 公尺
	12.1933小時	5.4200公尺	4.3230公尺	0.1902公尺	3.2208公尺		
						大潮升 (S.R.) = 大潮平均高潮位 - 最低低潮位	5.420 公尺
						小潮升 (N.R.) = 小潮平均高潮位 - 最低低潮位	4.323 公尺

表 4-76 金門 BM07(金門嶼)潮位站潮信表

海軍大氣海洋局潮信資料表						潮位	高程
站名	金門嶼BM07					<p>大潮平均高潮位 (H.W.O.S.T.)</p>	<p>+3.330 公尺</p>
緯度	24°26'35.21"	經度	118°16'09.56"				
推算時間	07/05/2016 ~ 08/10/2016					<p>小潮平均高潮位 (H.W.O.N.T.)</p>	+2.382 公尺
潮信	平均高潮間隔 M.H.W.I.	大潮升 S.R.	小潮升 N.R.	基準面 D.L.	平均海面 (水尺零點起算) M.S.L.	<p>平均潮位 (M.W.L.)</p>	<p>1.026 公尺</p>
	12.1096小時	5.2079公尺	4.2603公尺	0.2869公尺	3.1914公尺		
						<p>最低低潮位 (L.L.W.L.) = 基準面 (D.L.)</p>	<p>-1.878 公尺</p>
<p>大潮升 (S.R.) = 大潮平均高潮位 - 最低低潮位</p>							5.208 公尺
<p>小潮升 (N.R.) = 小潮平均高潮位 - 最低低潮位</p>							4.260 公尺

表 4-77 金門 BM08(石蚵架)潮位站潮信表

海軍大氣海洋局潮信資料表						潮位	高程
站名	石蚵架BM08					<p>大潮平均高潮位 (H.W.O.S.T.)</p>	<p>+2.271 公尺</p>
緯度	24°26'13.49"	經度	118°13'33.70"				
推算時間	04/27/2016 ~ 06/30/2016					<p>小潮平均高潮位 (H.W.O.N.T.)</p>	+1.320 公尺
潮信	平均高潮間隔 M.H.W.I.	大潮升 S.R.	小潮升 N.R.	基準面 D.L.	平均海面 (水尺零點起算) M.S.L.	<p>平均潮位 (M.W.L.)</p>	<p>0.059 公尺</p>
	12.1652小時	5.2770公尺	4.3264公尺	0.6064公尺	3.5535公尺		
						<p>最低低潮位 (L.L.W.L.) = 基準面 (D.L.)</p>	<p>-3.006 公尺</p>
<p>大潮升 (S.R.) = 大潮平均高潮位 - 最低低潮位</p>							5.277 公尺
<p>小潮升 (N.R.) = 小潮平均高潮位 - 最低低潮位</p>							4.326 公尺





- (4)將各測站潮位資料換算成約當地最低低潮系統，再依前圖 4-76 潮位修正分區方式，進行最低低潮系統雙潮位站潮位修正。
- (5)完整之其他敘述性報告詳見成果資料電子檔「附錄 9.海圖其它敘述性報告」

七、儀器設備

本計畫作業內容包含控制測量、岸線地形測量、水深測量等，使用之相關儀器設備如表 4-78。

表 4-78 測量儀器設備一覽表

項目	儀器型式	儀器精度及規格	數量	儀器照片
控制測量	Trimble 5700 衛星定位儀	可作靜態、快速靜態、動態測量 靜態精度： $\pm 5\text{mm}+0.5\text{ppm}$ RTK 精度： $\pm 10\text{mm}+1\text{ppm}$ 儀器序號：4828155536	1 台	
	Leica SR 530 衛星定位儀	可作靜態、快速靜態、動態測量 靜態精度： $\pm 3\text{mm}+0.5\text{ppm}$ RTK 精度： $\pm 10\text{mm}+1\text{ppm}$ 儀器序號：471006、136245、136649、136754	4 台	
	Javad TRIUMPH-1 衛星定位儀	可作靜態、快速靜態、動態測量 靜態測量精度 平面： $\pm 3\text{mm}+0.5\text{ppm}$ 垂直： $\pm 5\text{mm}+0.5\text{ppm}$ 儀器序號：02772、02775、04829、04845	4 台	
	Leica DNA03 水準儀	測距範圍：1.8m~110m 高程解析度：0.01 mm 高程精度：0.01 mm 距離精度： $\pm 3\text{mm}+1\text{ppm}$ 儀器序號：346208	1 台	
	Leica TCR1105 經緯儀	角度精度：1.5 秒 距離精度：10 mm 儀器序號：632218	1 台	
水深測量	Javad TRIUMPH-1 衛星定位儀	動態定位精度 平面： $10\text{mm}+1\text{ppm}$ 垂直： $15\text{mm}+1\text{ppm}$ 更新速率：5Hz，時間延遲： $<0.05\text{sec}$ 儀器序號：02772、02775、04829、04845	4	
	Reson 7125 多音束測深儀	256~512 音束，掃幅角度 165° 可變更 頻率 200~400kHz 音束角 $0.5^\circ*1.0^\circ$ (400kHz) 音束角 $1.0^\circ*2.0^\circ$ (200kHz) 測深 500m，解析力 0.60cm 具等角度及等密度測深模式 儀器序號：18340915180	1	
	IXSea OCTANS 3000 運動姿態感測儀及電羅經	Heading 指向精度： $\pm 0.1^\circ$ Heave 感測精度：5cm 或 5% 浪高 Roll&Pitch 感測精度： 0.01° 儀器序號：PH-1761	1	

項目	儀器型式	儀器精度及規格	數量	儀器照片
水深測量	AML SV.Xchange 表面聲速儀	量測範圍:1375 – 1625m/sec 解析力:0.001m/sec 準確度 Accuracy:±0.025m/sec 精確度 Precision:±0.006 m/sec 儀器序號：010857	1	
	AML Minos Xchange 聲速剖面儀	量測範圍:1375 – 1625m/sec 深度可達:6000bar，解析力:0.001m/sec 準確度 Accuracy:±0.025m/sec 精確度 Precision±0.006m/sec 儀器序號：30325	1	
	ODOM Hydrotrac 單音束測深機	測深精度:1cm(200kHz) 測深可達 200m 含類比式測深紙 儀器序號：004557、011070	2	
	TSS HS-50 動態運動姿態 感測儀	Heave 感測精度:5cm 或 5%浪高 儀器序號：05094、031125	2	
	Sea & Sun Technology CTD48M 聲速剖面儀	量測範圍:1400 – 1600m/sec 深度可達:2000m，解析力:0.01m/sec 準確度 Accuracy:±0.03m/sec 儀器序號：CTM262	1	
	Sea-Bird Electronics 39 潮位儀	深度範圍:0~20m 深度精度:± 0.01m (RMS)。 儀器序號：1956、4670	2	
	AquaLogger 520P 潮位儀	深度範圍:0~10m 深度精度:± 0.02m (RMS)。 儀器序號：1172、1184、1185、1186	4	
航空攝影	UltraCam-Xp 航攝像機	影像大小: 17,310 × 11,310 像素 像素大小:6 微米 焦距:100mm 視角:55° 彩色影像大小: 5,770 × 3,770 像素 航高為 1,000 公尺時 GSD:6cm 連拍時間間隔:2 秒 彩色影像成像方式:3CCD 儀器序號：UC-SXp-1-90618207	1	


項目	儀器型式	儀器精度及規格	數量	儀器照片
航空攝影	Riegl LMS-Q780 空載光達掃瞄儀	精度:20mm 解析度:20mm 雷射脈衝重複率>400kHz 雷射波長:近紅外線 雷射光束發散角 ≤ 0.25 mrad 掃描機制:旋轉多邊形鏡 掃描模式:平行掃描線 掃描範圍角度: 60° 掃描速度: 14-200 lines/sec (laser power level $\geq 50\%$) 10-200 lines/sec (laser power level $< 50\%$) 測角分辨率:0.001° 儀器序號: 2220561	1	

表 4-79 測量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	4828155536	名家股份有限公司	BG104186801	104.11.26
Leica	GX1230GG	471006	名家股份有限公司	BG104186701	104.10.21
Leica	SR530	136245	名家股份有限公司	BG104186702	104.10.21
Leica	SR530	136649	名家股份有限公司	BG104183801	104.04.03
Leica	SR530	136754	名家股份有限公司	BG104183802	104.04.03
JAVAD	TRIUMPH-1	02772	名家股份有限公司	BG104187701	105.01.01
JAVAD	TRIUMPH-1	02775	名家股份有限公司	BG104187702	105.01.01
JAVAD	TRIUMPH-1	04829	名家股份有限公司	BG105188908	105.03.24
JAVAD	TRIUMPH-1	04845	名家股份有限公司	BG105188909	105.03.24
Leica	DNA03	346208	名家股份有限公司	BG104186704	104.10.21
Leica	TCR1105	632218	名家股份有限公司	BT105189206	105.04.14
Odom	Hydrotrac	004557	名家股份有限公司	EC-15030610	104.03.06
Odom	Hydrotrac	011070	名家股份有限公司	EC-15122101	104.12.21

伍、海域地形測量成果檢核及精度分析

海域地形測量成果精度須符合 IHO 海道測量最低標準(如表 5-1)，港區、航道及錨泊區等多音束作業區精度須達特等等級，水深 20 公尺以上多音束作業區精度須達 1a 等級，水深 0 公尺~20 公尺單音束作業區精度須達 1b 等級。

表 5-1 海道測量最低標準表

級別	特等	1 等		2 等
		1a(多音束)	1b(單音束)	
平面不確定度 (95%信心區間)	2 公尺	5 公尺+5%*水深	5 公尺+5%*水深	20 公尺+10%*水深
深度不確定度 (95%信心區間)	a=0.25 公尺 b=0.0075	a=0.5 公尺 b=0.013	a=0.5 公尺 b=0.013	a=1 公尺 b=0.023
全覆式海床搜尋	必要	必要	非必要	非必要
海床特徵物偵測	特徵物大於 1 公尺	水深 40 公尺內，特徵物大於 2 公尺；超過 40 公尺，特徵物大於 10%水深	不需要	不需要
固定助導航設施和重要地形特徵物定位	2 公尺	2 公尺	2 公尺	5 公尺
海岸線和次要地形特徵物定位	10 公尺	20 公尺	20 公尺	20 公尺
浮動的助導航設施平均位置	10 公尺	10 公尺	10 公尺	20 公尺
適用水域描述	船底淨空需求很重要的水域	水深 100 公尺以內船底淨空需求較低，但可能存在影響航安的特徵物水域	水面船舶可能通過，但沒有船底淨空需求之水深 100 公尺以內的水域	水深超過 100 公尺的水域
備註：以 $[a^2+(b \times d)^2]^{1/2}$ 計算統計檢核線成果 (95%信賴區間) a：固定水深誤差 b：從屬水深誤差因子 d：水深 (公尺)				

一、海域數值地形模型檢核

(一)主測線與檢核測線重疊檢核

水深測量作業為求其資料之品質保證，故於測量時會多加測檢核測線以計算本次測量之內精度是否符合規範要求，測深區域內精度檢核成果說明如下：

1.第 1 批測區檢核精度

(1)多音束

本批次多音束測量區域主要為航道範圍，比較時先將主測線所得水深資料內插成 5 公尺*5 公尺之網格點，再與檢核測線實際測點比較，以計算水深測量成果之精度是否符合規範要求，以下列出第 1 批作業資料比對成果，結果顯示**第 1 批**資料正高系統 **98.54%**、橢球高系統 **99.13%**符合 IHO 海道測量標準之航道測量精度（特等精度）要求，詳如圖 5-1、圖 5-2 與表 5-2、表 5-3。

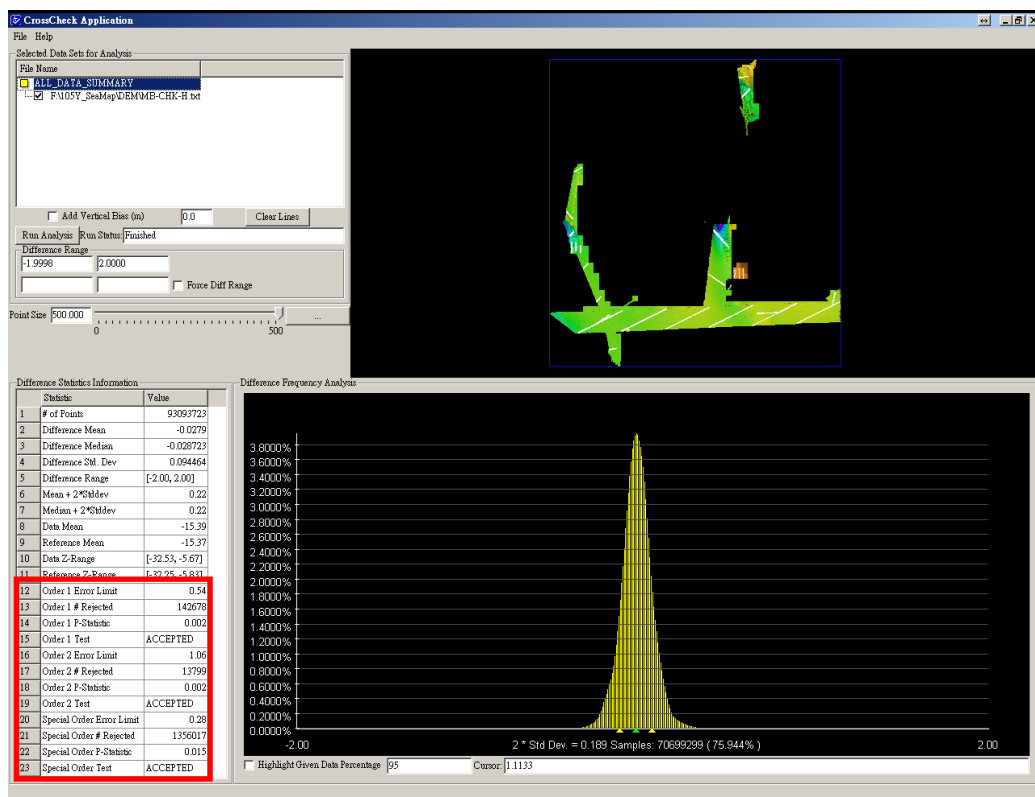


圖 5-1 Reson 7125_No2 檢核測線與第 1 批測區之誤差分布圖(正高)

表 5-2 Reson 7125_No2 檢核測線與第 1 批測區誤差比較表(正高)

載入點數:	93,093,723	
檢核計算點數:	93,093,723	
較差平均值(公尺):	-0.03	
較差中誤差(公尺):	0.09	
特等精度誤差極限	0.28	
特等精度_合格筆數:	91,737,706	合格率: 98.54%
特等精度_不合格筆數:	1,356,017	不合格率: 1.46%
近岸海域精度(1a)_合格筆數:	92,951,045	合格率: 99.85%
近岸海域精度(1a)_不合格筆數:	142,678	不合格率: 0.15%

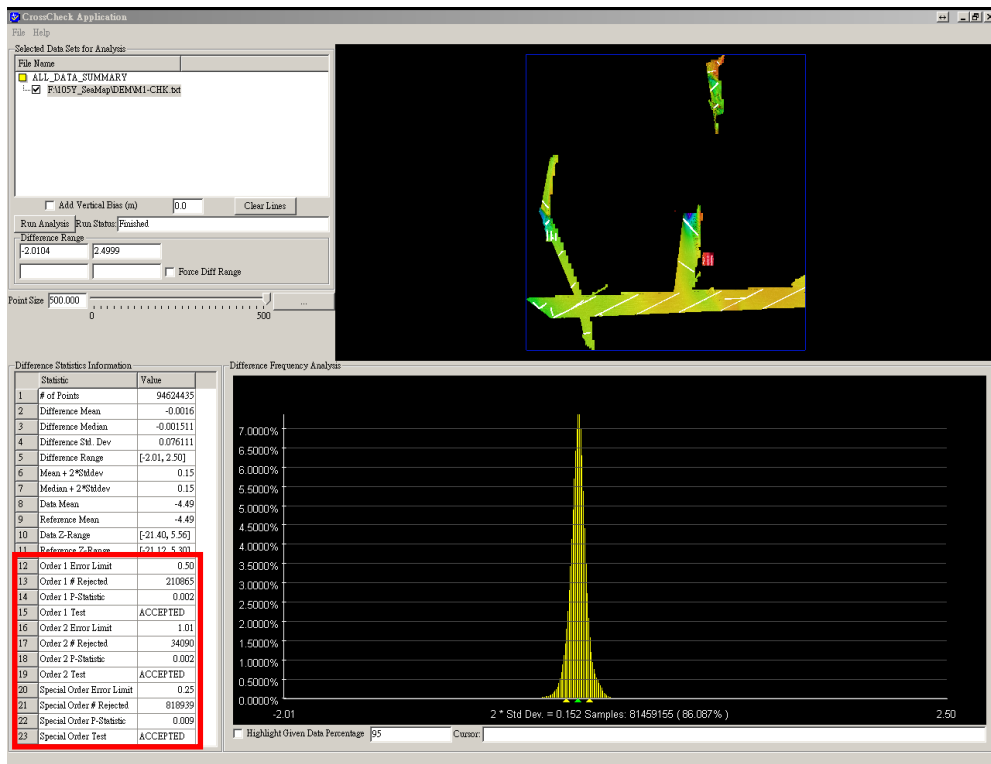


圖 5-2 Reson 7125_No2 檢核測線與第 1 批測區之誤差分布圖(橢球高)

表 5-3 Reson 7125_No2 檢核測線與第 1 批測區誤差比較表(橢球高)

載入點數:	94,624,435	
檢核計算點數:	94,624,435	
較差平均值(公尺):	0.00	
較差中誤差(公尺):	0.08	
特等精度誤差極限	0.25	
特等精度_合格筆數:	93,805,496	合格率: 99.13%
特等精度_不合格筆數:	818,939	不合格率: 0.87%
近岸海域精度(1a)_合格筆數:	94,413,570	合格率: 99.78%
近岸海域精度(1a)_不合格筆數:	210,865	不合格率: 0.22%

(2)單音束

單音束測量區域主要為近岸海域，比較時先將主測線所得水深資料內插成 5 公尺*5 公尺之網格點，再與檢核測線實際測點比較，以計算水深測量成果之精度是否符合規範要求，以下列出第 1 批作業資料比對成果，結果顯示**第 1 批**單音束資料正高系統 ODOM 004557 **98.43%**、ODOM 011070 **99.17%**、橢球高系統 ODOM 004557 **98.60%**、ODOM 011070 **99.98%**符合 IHO 海道測量標準之近岸海域精度（1b 精度）要求，詳如圖 5-3~圖 5-6 與表 5-4~表 5-7。

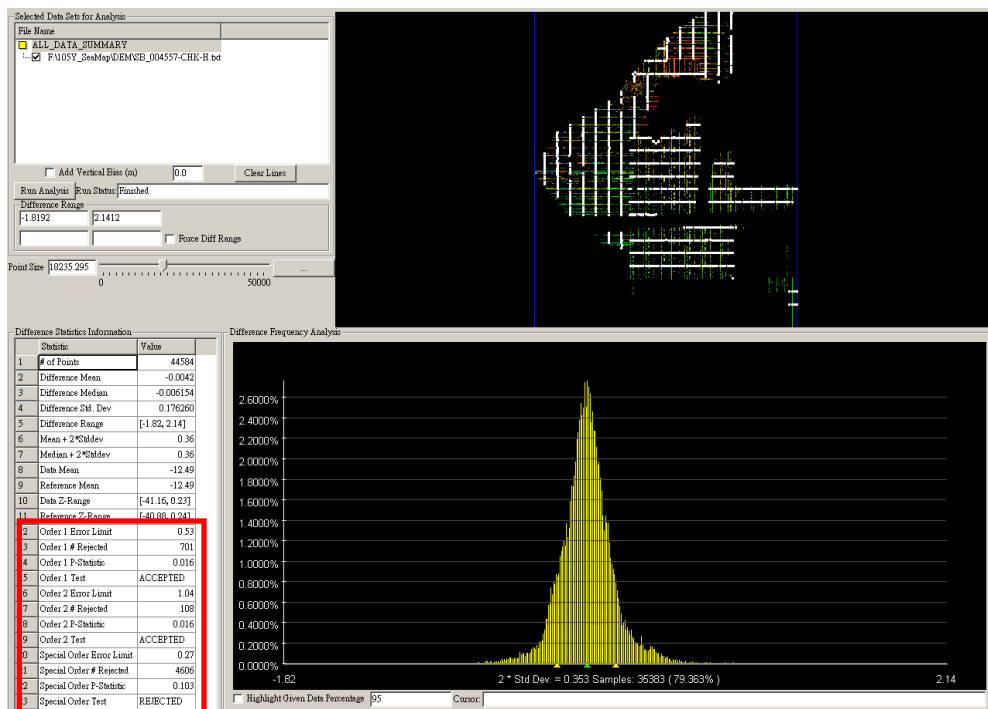


圖 5-3 ODOM 004557 檢核測線與第 1 批測區之誤差分布圖(正高)

表 5-4 ODOM 004557 檢核測線與第 1 批測區誤差比較表(正高)

載入點數:	44,584	
檢核計算點數:	44,584	
較差平均值(公尺):	0.00	
較差中誤差(公尺):	0.18	
近岸海域精度誤差極限	0.53	
特等精度_合格筆數:	39,978	合格率:89.67%
特等精度_不合格筆數:	4,606	不合格率:10.33%
近岸海域精度(1b)_合格筆數:	43,883	合格率: 98.43%
近岸海域精度(1b)_不合格筆數:	701	不合格率: 1.57%

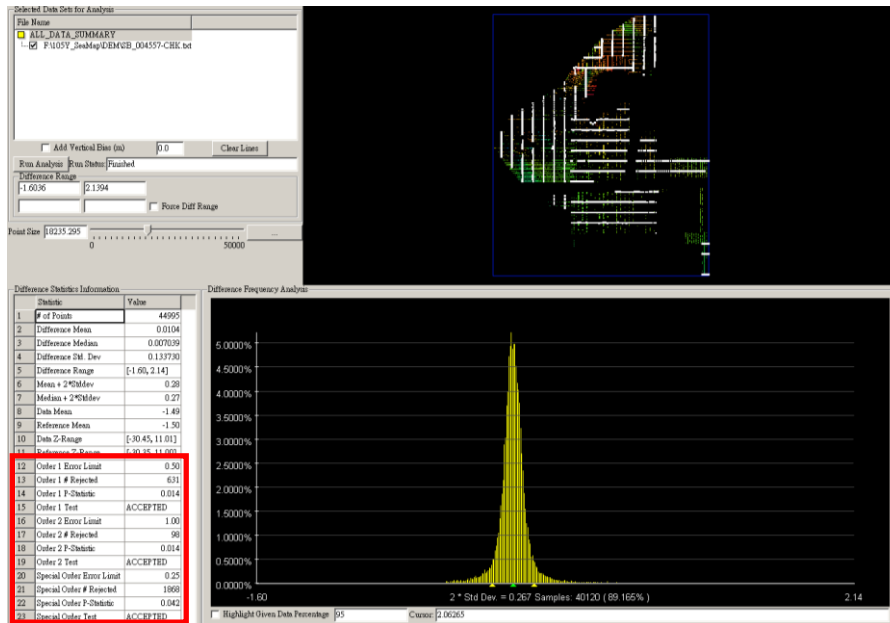


圖 5-4 ODOM 004557 檢核測線與第 1 批測區之誤差分布圖(橢球高)

表 5-5 ODOM 004557 檢核測線與第 1 批測區誤差比較表(橢球高)

載入點數:	44,995	
檢核計算點數:	44,995	
較差平均值(公尺):	0.01	
較差中誤差(公尺):	0.13	
近岸海域精度誤差極限	0.50	
特等精度_合格筆數:	43,127	合格率:95.85%
特等精度_不合格筆數:	1,868	不合格率:4.15%
近岸海域精度(1b)_合格筆數:	44,364	合格率: 98.60%
近岸海域精度(1b)_不合格筆數:	631	不合格率: 1.40%

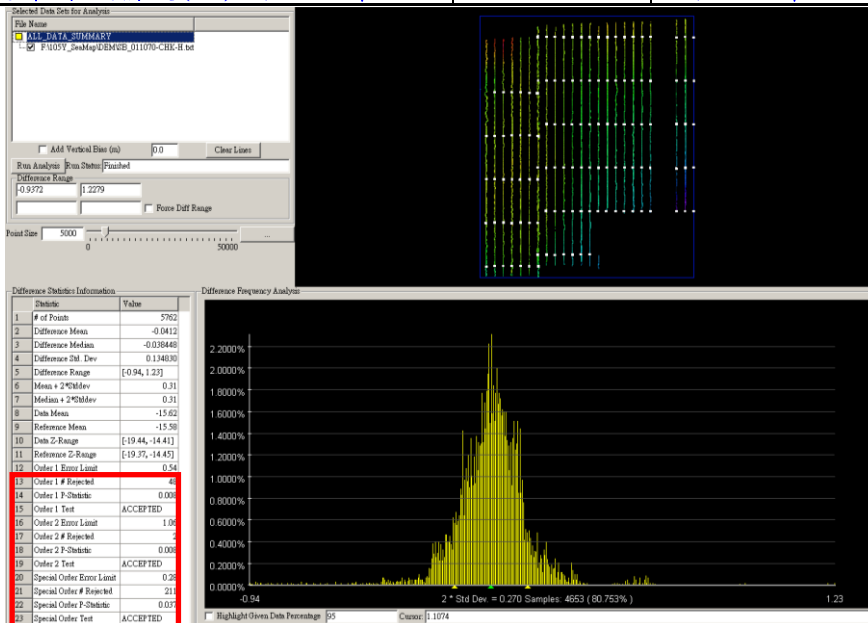


圖 5-5 ODOM 011070 檢核測線與第 1 批測區之誤差分布圖(正高)

表 5-6 ODOM 011070 檢核測線與第 1 批測區誤差比較表(正高)

載入點數:	5,762	
檢核計算點數:	5,762	
較差平均值(公尺):	-0.04	
較差中誤差(公尺):	0.14	
近岸海域精度誤差極限	0.54	
特等精度_合格筆數:	5,551	合格率: 96.34%
特等精度_不合格筆數:	211	不合格率: 3.66%
近岸海域精度(1b)_合格筆數:	5,714	合格率: 99.17%
近岸海域精度(1b)_不合格筆數:	48	不合格率: 0.83%

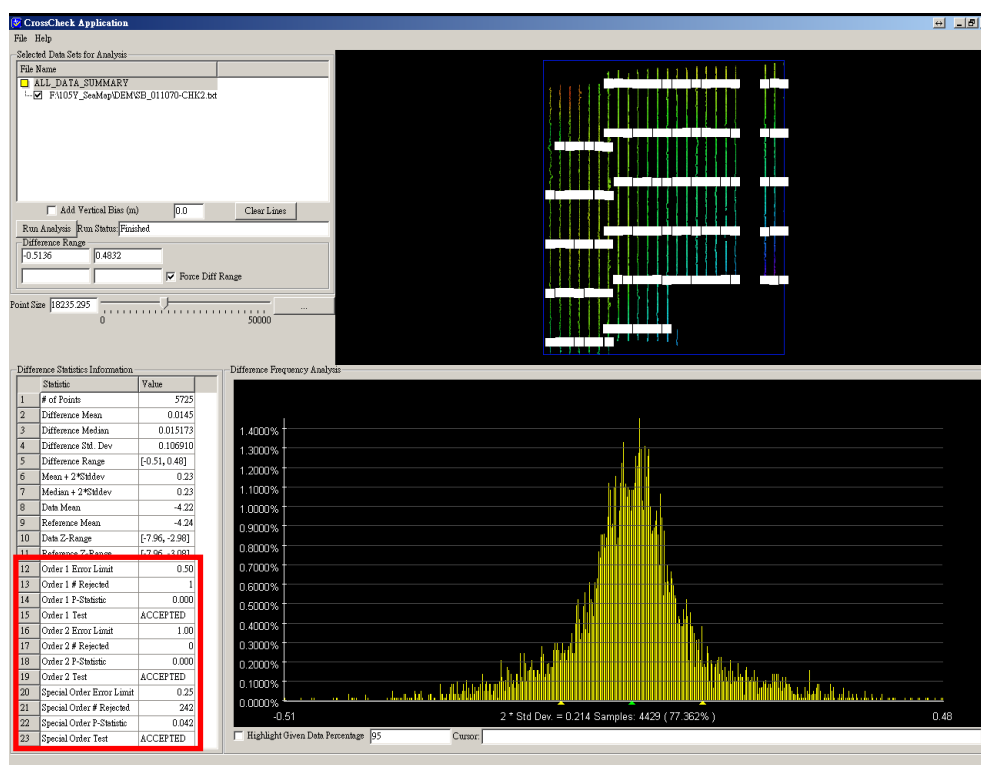


圖 5-6 ODOM 011070 檢核測線與第 1 批測區之誤差分布圖(橢球高)

表 5-7 ODOM 011070 檢核測線與第 1 批測區誤差比較表(橢球高)

載入點數:	5,725	
檢核計算點數:	5,725	
較差平均值(公尺):	0.01	
較差中誤差(公尺):	0.11	
近岸海域精度誤差極限	0.50	
特等精度_合格筆數:	5,483	合格率: 95.77%
特等精度_不合格筆數:	242	不合格率: 4.23%
近岸海域精度(1b)_合格筆數:	5,724	合格率: 99.98%
近岸海域精度(1b)_不合格筆數:	1	不合格率: 0.02%

2. 第 2 批測區檢核精度

(1) 多音束

本批次多音束測量區域主要為航道及料羅港錨泊區，比較時會先將主測線所得水深資料內插成 5 公尺*5 公尺之網格點，再與檢核測線實際測點比較，以計算水深測量成果之精度是否符合規範要求，以下列出第 2 批作業資料比對成果，結果顯示**第 2 批**資料檢核，正高系統 **97.83%**、橢球高系統 **99.02%**符合 IHO 海道測量標準之航道測量精度（特等精度）要求，詳如圖 5-7、圖 5-8 與表 5-8、表 5-9

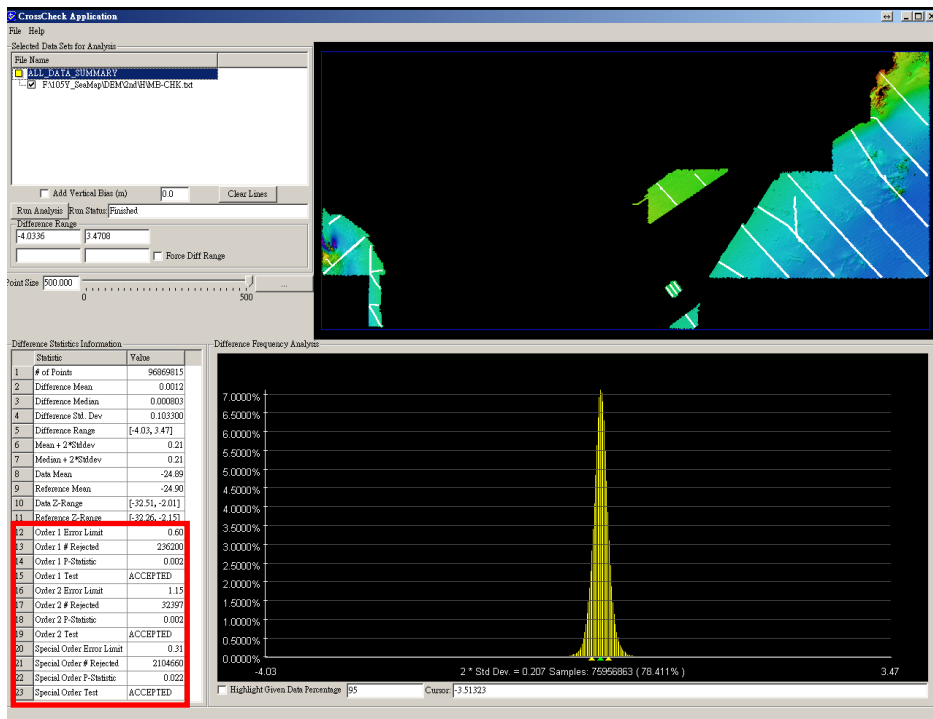


圖 5-7 Reson 7125_No2 檢核測線與第 2 批測區之誤差分布圖(正高)

表 5-8 Reson 7125_No2 檢核測線與第 2 批測區誤差比較表(正高)

載入點數:	96,869,815	
檢核計算點數:	96,869,815	
較差平均值(公尺):	0.00	
較差中誤差(公尺):	0.10	
特等精度誤差極限	0.31	
特等精度_合格筆數:	94,765,155	合格率: 97.83%
特等精度_不合格筆數:	2,104,660	不合格率: 2.17%
近岸海域精度(1a)_合格筆數:	96,633,615	合格率: 99.76%
近岸海域精度(1a)_不合格筆數:	236,200	不合格率: 0.24%

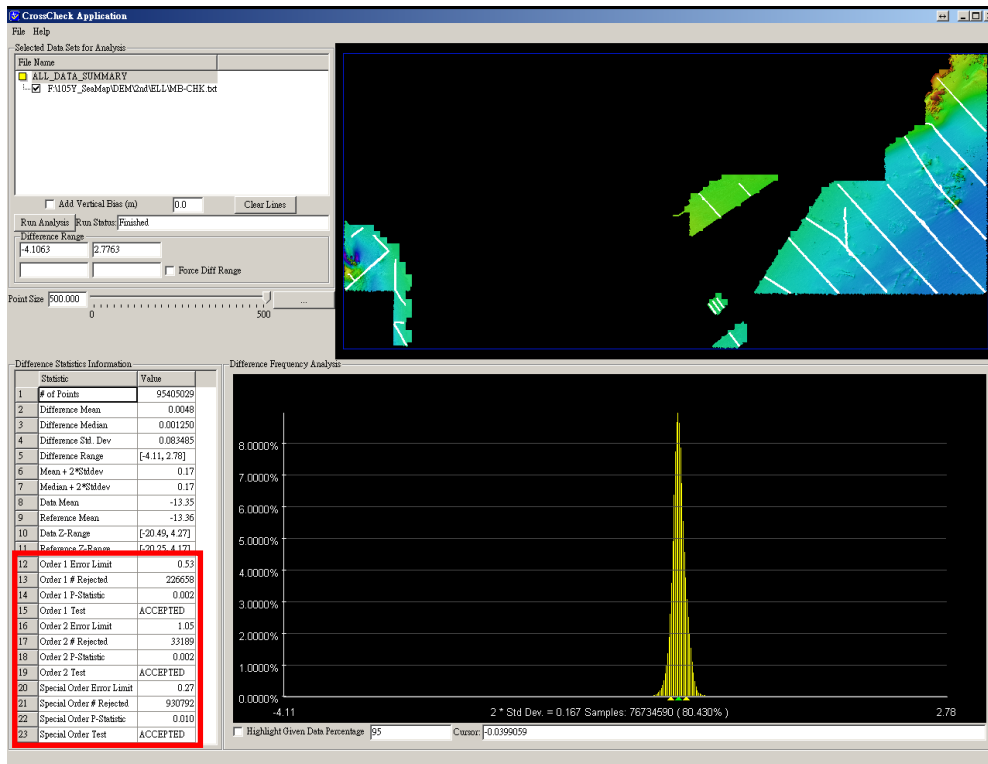


圖 5-8 Reson 7125_No2 檢核測線與第 2 批測區之誤差分布圖(橢球高)

表 5-9 Reson 7125_No2 檢核測線與第 2 批測區誤差比較表(橢球高)

載入點數:	95,405,029	
檢核計算點數:	95,405,029	
較差平均值(公尺):	0.00	
較差中誤差(公尺):	0.08	
特等精度誤差極限	0.27	
特等精度_合格筆數:	94,474,237	合格率: 99.02%
特等精度_不合格筆數:	930,792	不合格率: 0.98%
近岸海域精度(1a)_合格筆數:	95,178,371	合格率: 99.76%
近岸海域精度(1a)_不合格筆數:	226,658	不合格率: 0.24%

(2)單音束

單音束測量區域主要為近岸海域，於第 2 批作業時全數完成，比較時先將主測線所得水深資料內插成 5 公尺*5 公尺之網格點，再與檢核測線實際測點比較，以計算水深測量成果之精度是否符合規範要求，以下列出第 2 批單音束作業資料比對成果，結果顯示**第 2 批**單音束資料檢核，正高系統 ODOM 004557 **95.96%**、ODOM 011070 **99.80%**、橢球高系統 ODOM 004557 **98.77%**、ODOM 011070 **99.96%**

符合 IHO 海道測量標準之近岸海域精度 (1b 精度) 要求，
詳如圖 5-9~圖 5-12 與表 5-10~表 5-13。

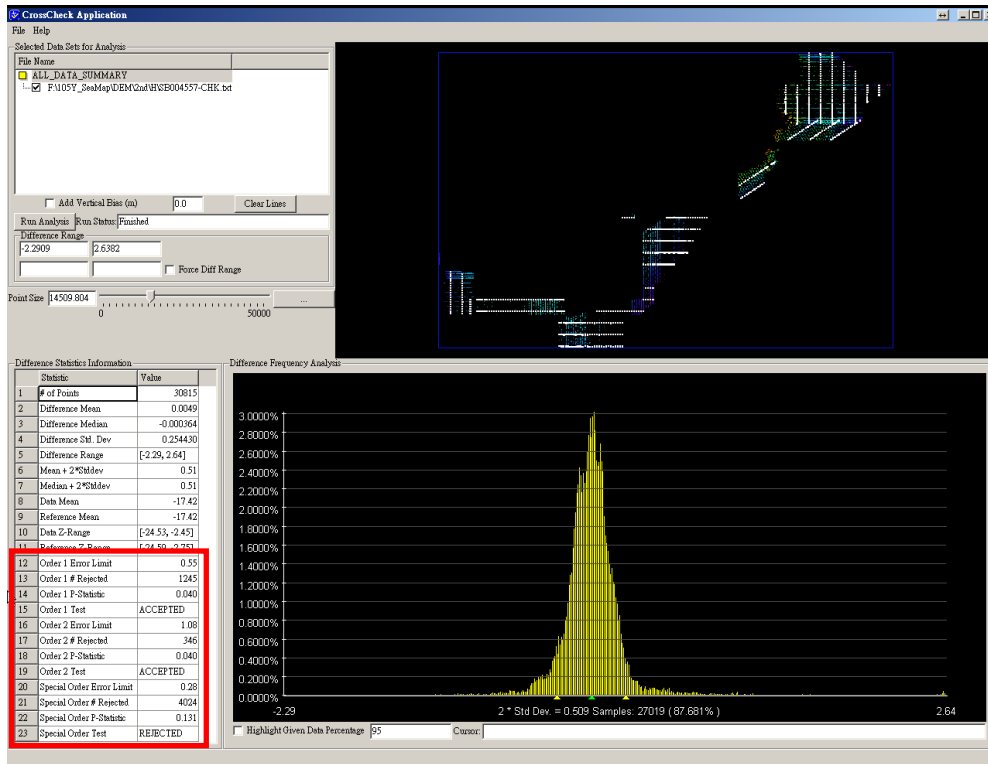


圖 5-9 ODOM 004557 檢核測線與第 2 批測區之誤差分布圖(正高)

表 5-10 ODOM 004557 檢核測線與第 2 批測區誤差比較表(正高)

載入點數:	30,815	
檢核計算點數:	30,815	
較差平均值(公尺):	0.00	
較差中誤差(公尺):	0.25	
近岸海域精度誤差極限:	0.55	
特等精度_合格筆數:	26,791	合格率:86.94%
特等精度_不合格筆數:	4,024	不合格率:13.06%
近岸海域精度(1b)_合格筆數:	29,570	合格率: 95.96%
近岸海域精度(1b)_不合格筆數:	1,245	不合格率: 4.04%

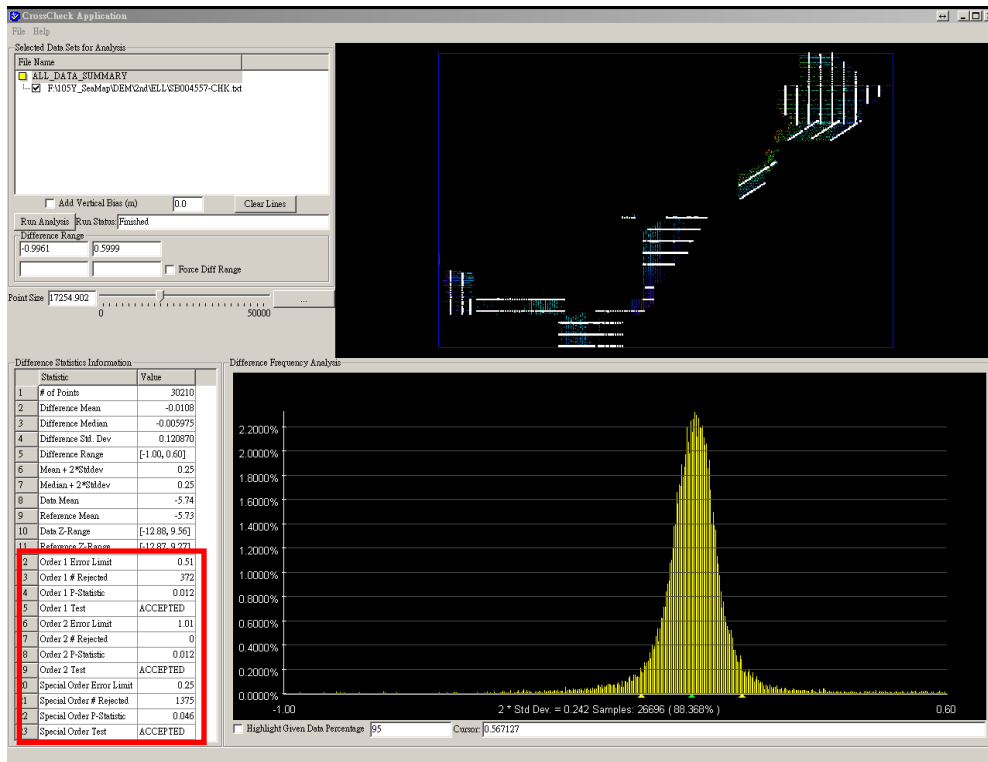


圖 5-10 ODOM 004557 檢核測線與第 2 批測區之誤差分布圖(橢球高)

表 5-11 ODOM 004557 檢核測線與第 2 批測區誤差比較表(橢球高)

載入點數:	30,210	
檢核計算點數:	30,210	
較差平均值(公尺):	-0.01	
較差中誤差(公尺):	0.12	
近岸海域精度誤差極限:	0.25	
特等精度_合格筆數:	28,835	合格率:95.45%
特等精度_不合格筆數:	1,375	不合格率:4.55%
近岸海域精度(1b)_合格筆數:	29,838	合格率: 98.77%
近岸海域精度(1b)_不合格筆數:	372	不合格率: 1.23%

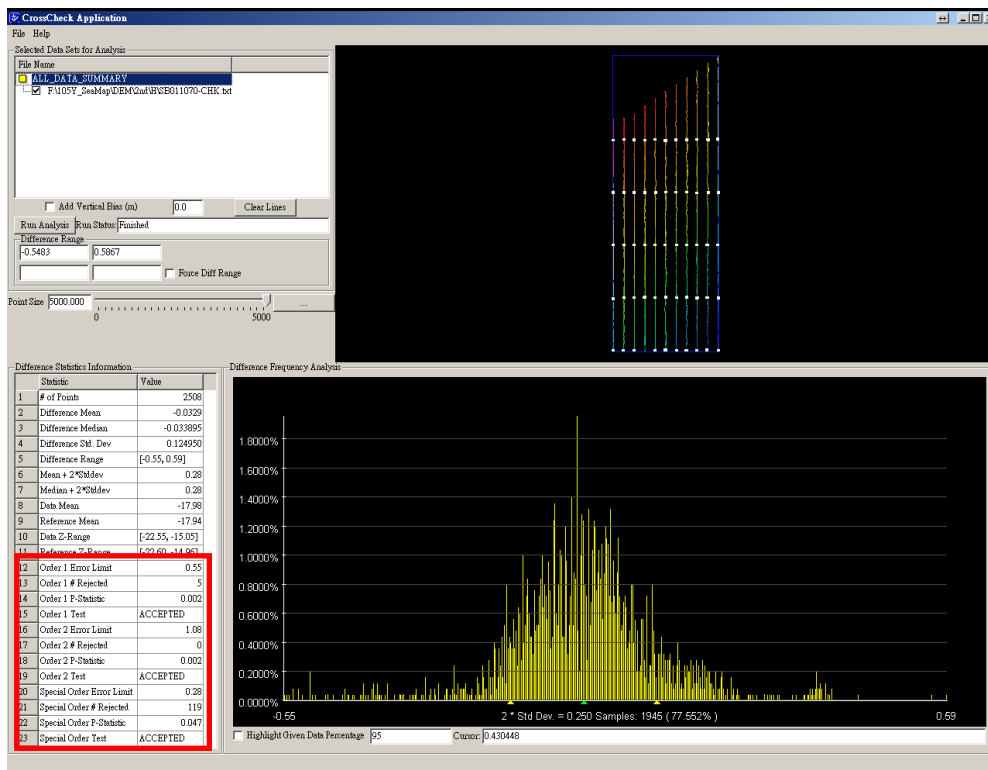


圖 5-11 ODOM 011070 檢核測線與第 2 批測區之誤差分布圖(正高)

表 5-12 ODOM 011070 檢核測線與第 2 批測區誤差比較表(正高)

載入點數:	2,508	
檢核計算點數:	2,508	
較差平均值(公尺):	-0.03	
較差中誤差(公尺):	0.12	
近岸海域精度誤差極限:	0.55	
特等精度_合格筆數:	2,389	合格率: 95.26%
特等精度_不合格筆數:	119	不合格率: 4.74%
近岸海域精度(1b)_合格筆數:	2,503	合格率: 99.80%
近岸海域精度(1b)_不合格筆數:	5	不合格率: 0.20%

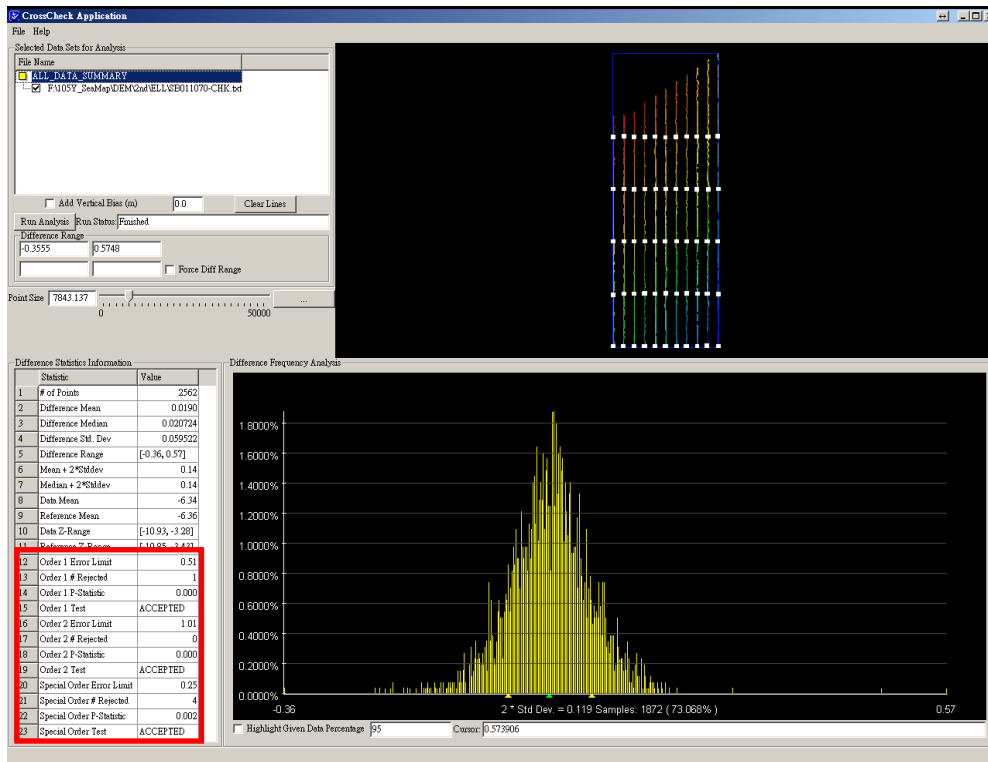


圖 5-12 ODOM 011070 檢核測線與第 2 批測區之誤差分布圖(橢球高)

表 5-13 ODOM 011070 檢核測線與第 2 批測區誤差比較表(橢球高)

載入點數:	2,562	
檢核計算點數:	2,562	
較差平均值(公尺):	0.02	
較差中誤差(公尺):	0.06	
近岸海域精度誤差極限:	0.51	
特等精度_合格筆數:	2,558	合格率: 99.84%
特等精度_不合格筆數:	4	不合格率: 0.16%
近岸海域精度(1b)_合格筆數:	2,561	合格率: 99.96%
近岸海域精度(1b)_不合格筆數:	1	不合格率: 0.04%

3.第 3 批測區檢核精度(本批無單音束)

本批次多音束測量區域主要為料羅港錨泊區，比較時會先將主測線所得水深資料內插成 5 公尺*5 公尺之網格式，再與檢核測線實際測點比較，以計算水深測量成果之精度是否符合規範要求，以下列出第 3 批作業資料比對成果，結果顯示第 3 批資料檢核，正高系統 96.92%、橢球高系統 97.50%符合 IHO 海道測量標準之航道測量精度(特等精度)要求，詳如圖 5-13、圖 5-14 與表 5-14、表 5-15。

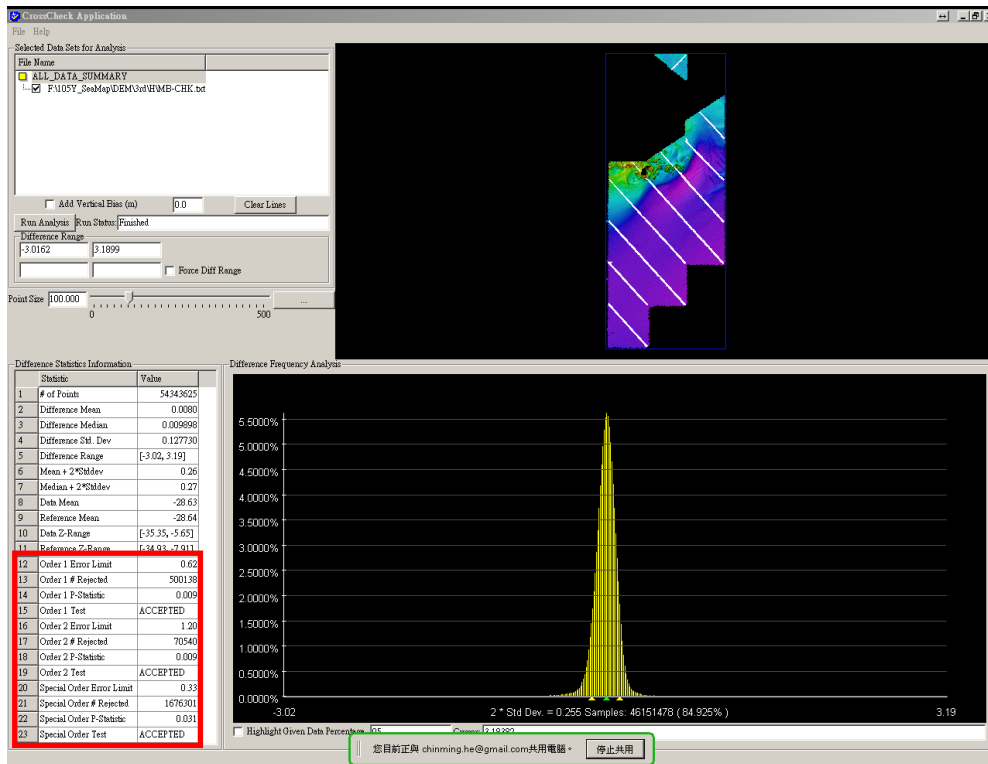


圖 5-13 Reson 7125_No2 檢核測線與第 3 批測區之誤差分布圖(正高)

表 5-14 Reson 7125_No2 檢核測線與第 3 批測區誤差比較表(正高)

載入點數:	54,343,625	
檢核計算點數:	54,343,625	
較差平均值(公尺):	0.01	
較差中誤差(公尺):	0.13	
特等精度誤差極限	0.33	
特等精度_合格筆數:	52,667,324	合格率: 96.92%
特等精度_不合格筆數:	1,676,301	不合格率: 3.08%
近岸海域精度(1a)_合格筆數:	53,843,487	合格率: 99.08%
近岸海域精度(1a)_不合格筆數:	500,138	不合格率: 0.92%

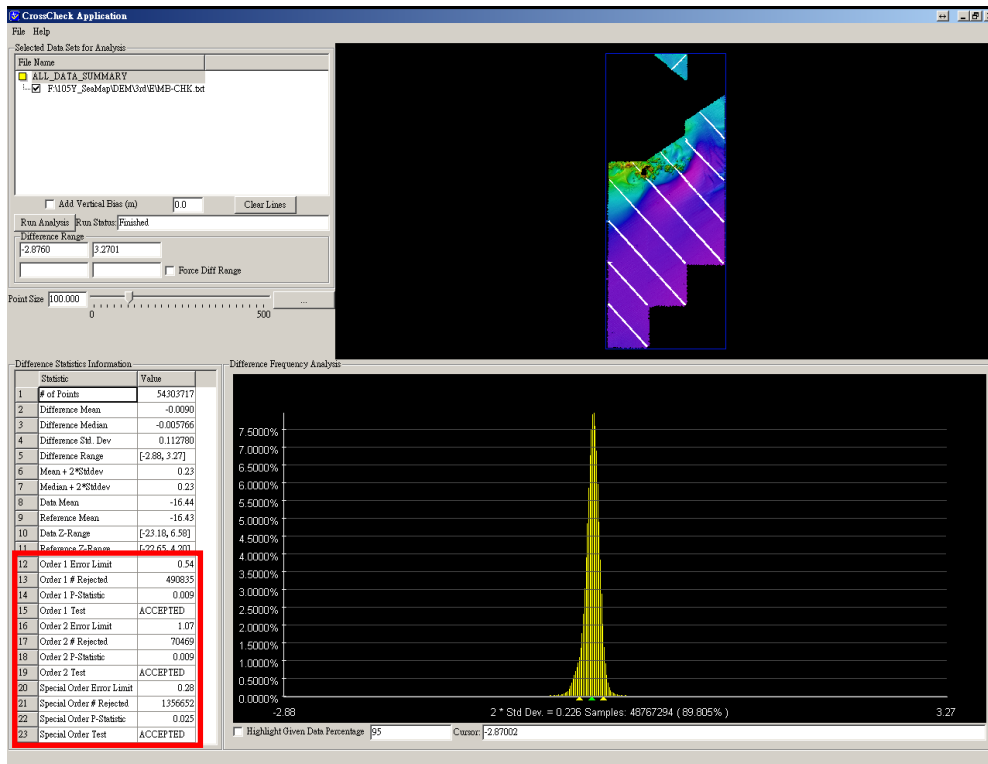


圖 5-14 Reson 7125_No2 檢核測線與第 3 批測區之誤差分布圖(橢球高)

表 5-15 Reson 7125_No2 檢核測線與第 3 批測區誤差比較表(橢球高)

載入點數:	54,303,717	
檢核計算點數:	54,303,717	
較差平均值(公尺):	-0.01	
較差中誤差(公尺):	0.11	
特等精度誤差極限	0.28	
特等精度_合格筆數:	52,947,065	合格率: 97.50%
特等精度_不合格筆數:	1,356,652	不合格率: 2.50%
近岸海域精度(1a)_合格筆數:	53,812,882	合格率: 99.10%
近岸海域精度(1a)_不合格筆數:	490,835	不合格率: 0.90%

(二) 多音束相鄰測帶重疊檢核

1. 第 1 批

比較時分別將測線所得水深資料內插成 5 公尺*5 公尺之網格點，比較重疊區域網格點，並計算水深測量成果之精度是否符合規範要求，以下列出本批作業資料比對成果，結果顯示本批資料正高系統 **98.28%**、橢球高系統 **99.02%**符合 IHO 海道測量標準之航道測量精度（特等精度）要求，詳如圖 5-15、圖 5-16 與表 5-16、表 5-17。

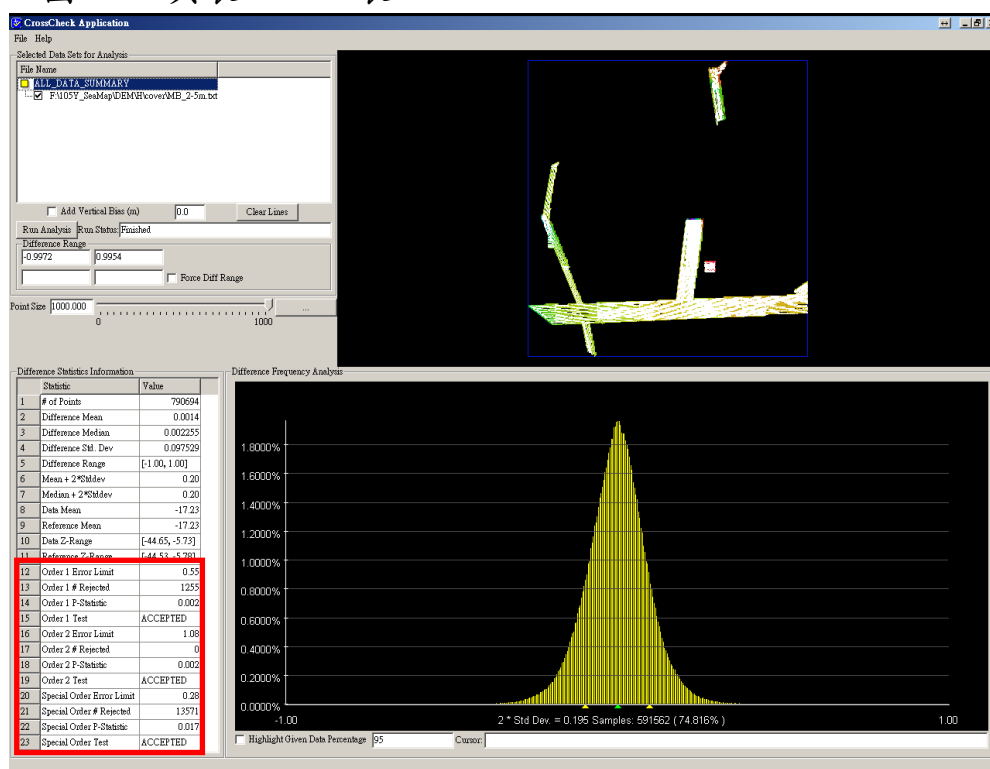


圖 5-15 多音束奇數測線與偶數測線重疊區誤差分布圖(正高)

表 5-16 多音束奇數測線與偶數測線重疊區誤差比較表(正高)

載入點數:	790,694	
檢核計算點數:	790,694	
較差平均值(公尺):	0.00	
較差中誤差(公尺):	0.10	
特等精度誤差極限	0.28	
特等精度_合格筆數:	777,123	合格率: 98.28%
特等精度_不合格筆數:	13,571	不合格率: 1.72%
近岸海域精度(1a)_合格筆數:	789,439	合格率: 99.84%
近岸海域精度(1a)_不合格筆數:	1,255	不合格率: 0.16%

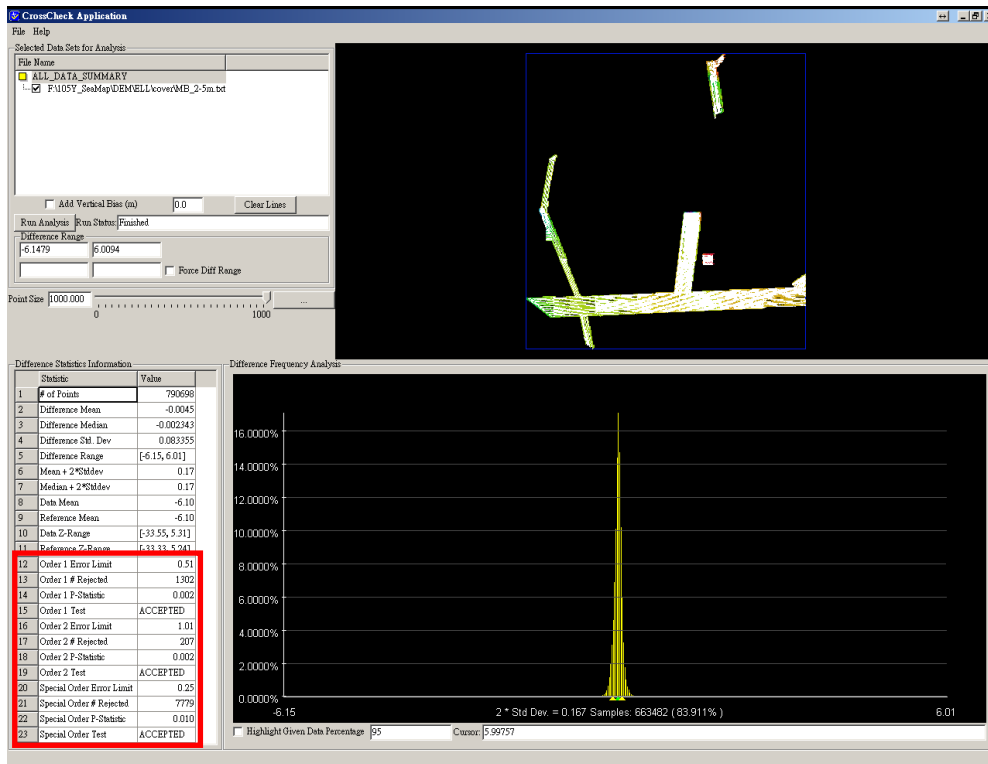


圖 5-16 多音束奇數測線與偶數測線重疊區誤差分布圖(橢球高)

表 5-17 多音束奇數測線與偶數測線重疊區誤差比較表(橢球高)

載入點數:	790,698	
檢核計算點數:	790,698	
較差平均值(公尺):	-0.00	
較差中誤差(公尺):	0.08	
特等精度誤差極限	0.25	
特等精度_合格筆數:	782,919	合格率: 99.02%
特等精度_不合格筆數:	7,779	不合格率: 0.98%
近岸海域精度(1a)_合格筆數:	789,396	合格率: 99.84%
近岸海域精度(1a)_不合格筆數:	1,302	不合格率: 0.16%

2.第 2 批

比較時分別將測線所得水深資料內插成 5 公尺*5 公尺之網格點，比較重疊區域網格點，並計算水深測量成果之精度是否符合規範要求，以下列出本批作業資料比對成果，結果顯示本批資料正高系統 **97.83%**、橢球高系統 **98.89%**符合 IHO 海道測量標準之航道及錨泊區測量精度（特等精度）要求，詳如圖 5-17、圖 5-18 與表 5-18、表 5-19。

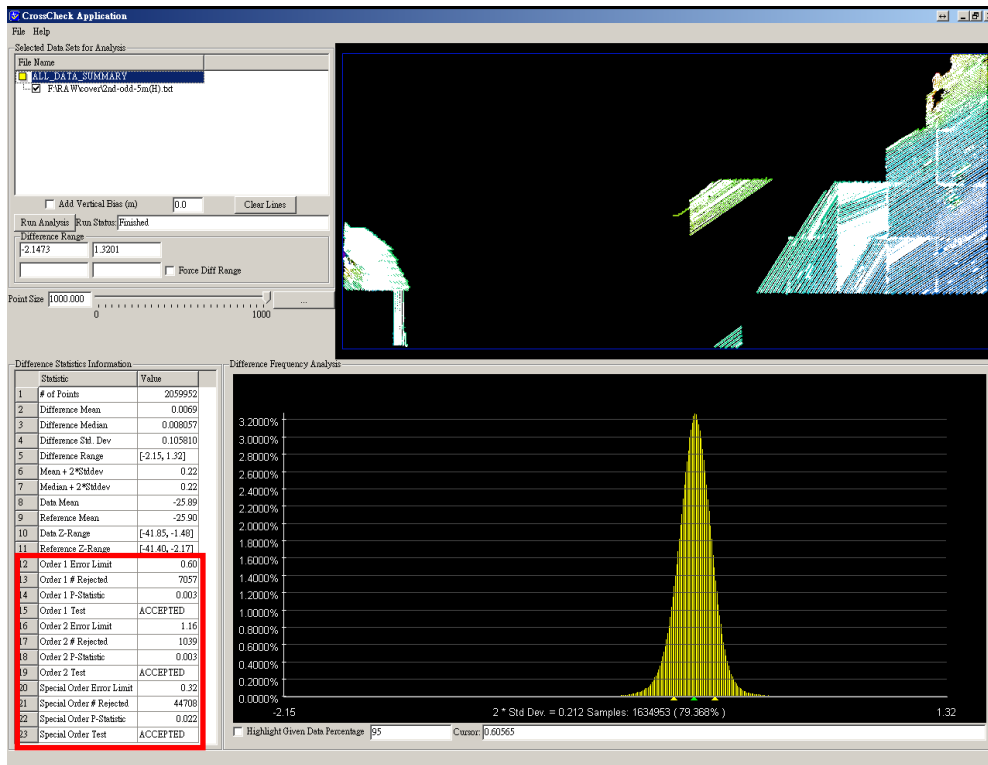


圖 5-17 第 2 批多音束相鄰測線重疊區誤差分布圖(正高)

表 5-18 第 2 批多音束相鄰測線重疊區誤差比較表(正高)

載入點數:	2,059,952	
檢核計算點數:	2,059,952	
較差平均值(公尺):	0.01	
較差中誤差(公尺):	0.11	
特等精度誤差極限:	0.32	
特等精度_合格筆數:	2,015,244	合格率: 97.83%
特等精度_不合格筆數:	44,708	不合格率: 2.17%
近岸海域精度(1a)_合格筆數:	2,052,895	合格率: 99.66%
近岸海域精度(1a)_不合格筆數:	7,057	不合格率: 0.34%

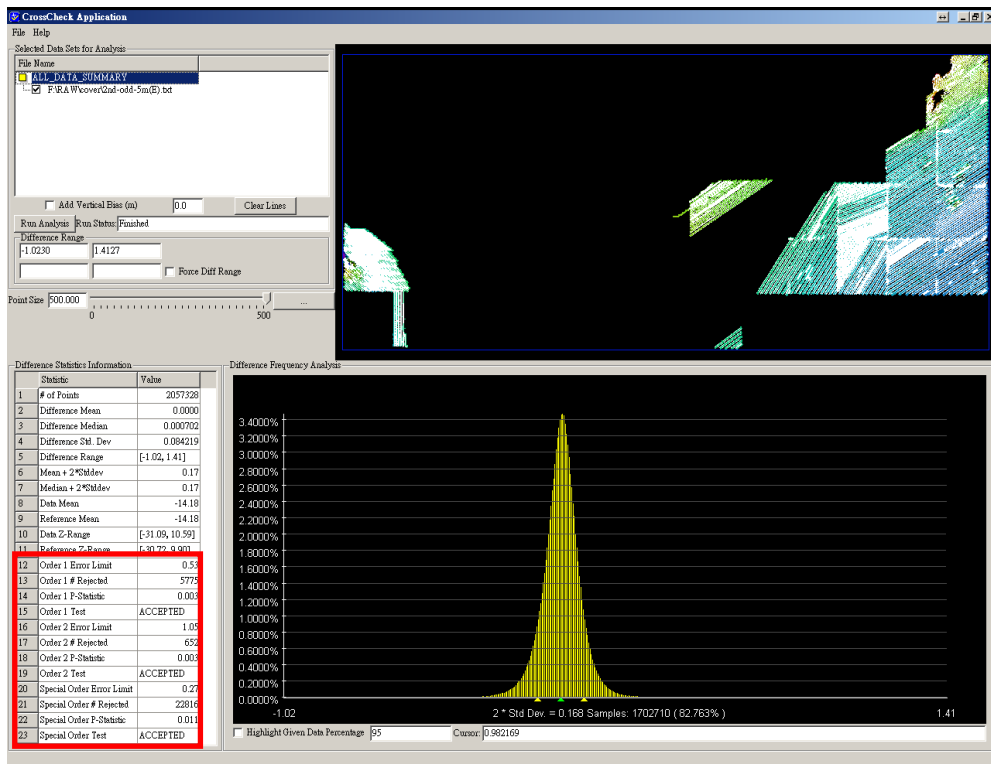


圖 5-18 第 2 批多音束相鄰測線重疊區誤差分布圖(橢球高)

表 5-19 第 2 批多音束相鄰測線重疊區誤差比較表(橢球高)

載入點數:	2,057,328	
檢核計算點數:	2,057,328	
較差平均值(公尺):	0.00	
較差中誤差(公尺):	0.08	
特等精度誤差極限:	0.27	
特等精度_合格筆數:	2,034,512	合格率: 98.89%
特等精度_不合格筆數:	22,816	不合格率: 1.11%
近岸海域精度(1a)_合格筆數:	2,051,553	合格率: 99.72%
近岸海域精度(1a)_不合格筆數:	5,775	不合格率: 0.28%

3.第 3 批

比較時分別將測線所得水深資料內插成 5 公尺*5 公尺之網格點，比較重疊區域網格點，並計算水深測量成果之精度是否符合規範要求，以下列出本批作業資料比對成果，結果顯示本批資料正高系統 97.62%、橢球高系統 98.50%符合 IHO 海道

測量標準之航道及錨泊區測量精度（特等精度）要求，詳如圖 5-19、圖 5-20 與表 5-20、表 5-21

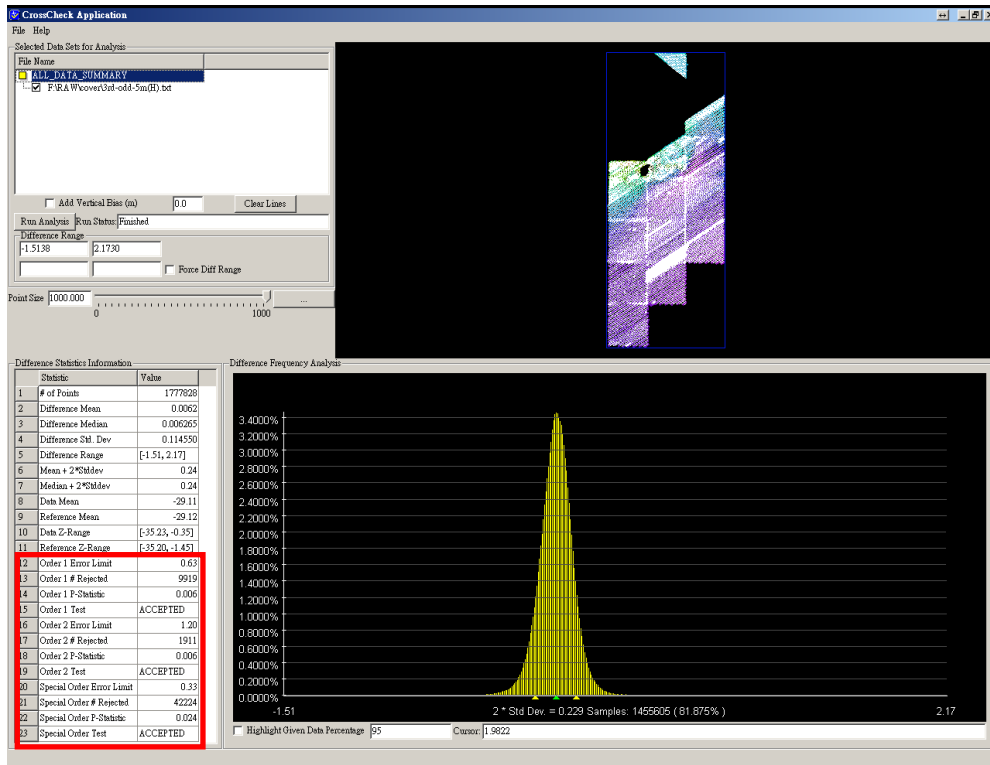


圖 5-19 第 3 批多音束相鄰測線重疊區誤差分布圖(正高)

表 5-20 第 3 批多音束相鄰測線重疊區誤差比較表(正高)

載入點數:	1,777,828	
檢核計算點數:	1,777,828	
較差平均值(公尺):	0.01	
較差中誤差(公尺):	0.11	
特等精度誤差極限:	0.33	
特等精度_合格筆數:	1,735,604	合格率: 97.62%
特等精度_不合格筆數:	42,224	不合格率: 2.38%
近岸海域精度(1a)_合格筆數:	1,767,909	合格率: 99.44%
近岸海域精度(1a)_不合格筆數:	9,919	不合格率: 0.56%

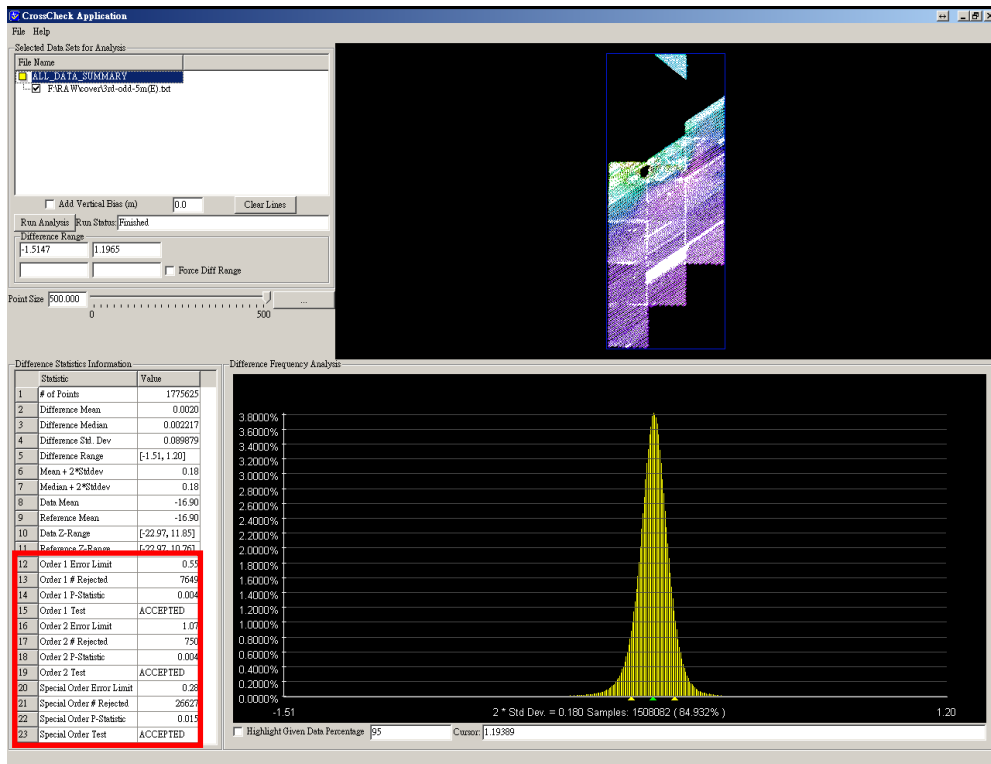


圖 5-20 第 3 批多音束相鄰測線重疊區誤差分布圖(橢球高)

表 5-21 第 3 批多音束相鄰測線重疊區誤差比較表(橢球高)

載入點數:	1,775,625	
檢核計算點數:	1,775,625	
較差平均值(公尺):	0.00	
較差中誤差(公尺):	0.09	
特等精度誤差極限	0.28	
特等精度_合格筆數:	1,748,998	合格率: 98.50%
特等精度_不合格筆數:	26,627	不合格率: 1.50%
近岸海域精度(1a)_合格筆數:	1,767,976	合格率: 99.57%
近岸海域精度(1a)_不合格筆數:	7,649	不合格率: 0.43%

(三) 不同儀器重疊區資料一致性(外精度)

1. 第 1 批

比較不同儀器設備施測成果，分別將多音束 Reson 7125 No2 與單音束 ODOM 004557 施測成果內插成 5 公尺*5 公尺之網格點，以此網格為基準面，互相比較 3 組(1 組多音束、2 組單音束)測深系統資料重疊區域之精度是否符合規範要求，以下列出本批作業不同測深系統資料比對成果，結果顯示多音束

Reson 7125 No2 與 ODOM 004557 資料正高 **98.27%**、橢球高 **97.81%**；與 ODOM 011070 資料正高 **97.77%**、橢球高 **99.96%** 符合近岸海域精度（1b 精度）要求，詳圖 5-21 ~圖 5-24、與表 5-22~表 5-25；單音束 ODOM 004557 與 ODOM 011070 資料正高 **97.95%**、橢球高 **98.10%** 符合近岸海域精度（1b 精度）要求，詳圖 5-25、圖 5-26 與表 5-26、表 5-27。

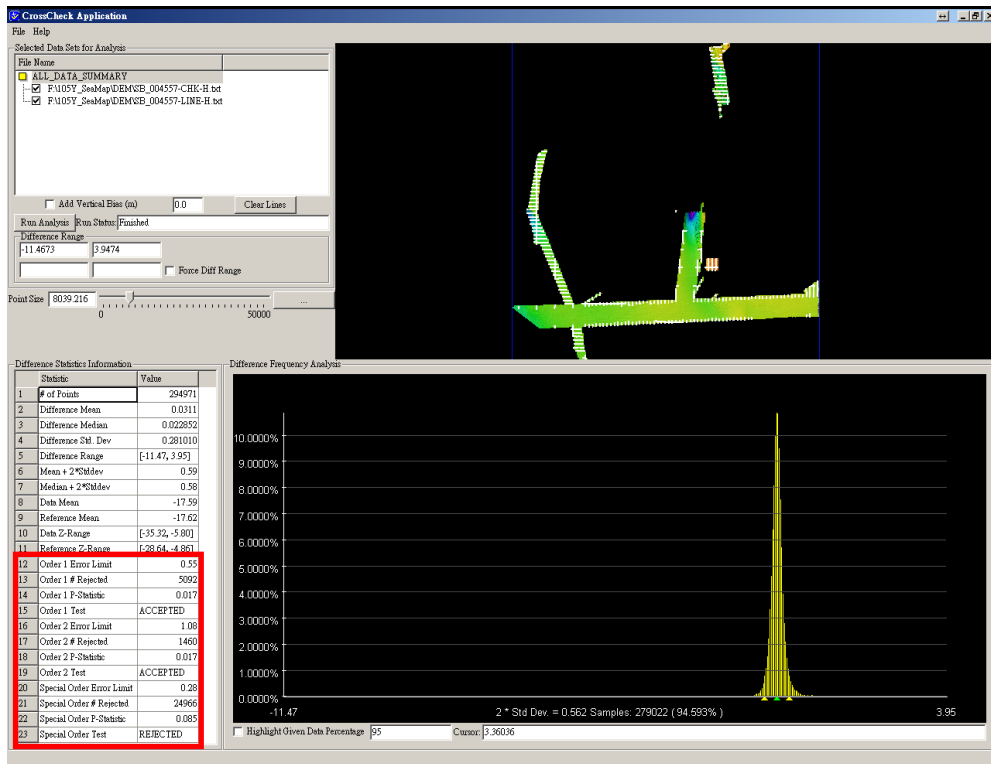


圖 5-21 Reson 7125 No2 與 ODOM 004557 重疊測區誤差分布圖(正高)

表 5-22 Reson 7125 No2 與 ODOM 004557 重疊測區誤差比較表(正高)

載入點數:	294,971	
檢核計算點數:	294,971	
較差平均值(公尺):	0.03	
較差中誤差(公尺):	0.28	
近岸海域精度誤差極限	0.55	
特等精度_合格筆數:	270,005	合格率: 91.54%
特等精度_不合格筆數:	24,966	不合格率: 8.46%
近岸海域精度(1b)_合格筆數:	289,879	合格率: 98.27%
近岸海域精度(1b)_不合格筆數:	5,092	不合格率: 1.73%

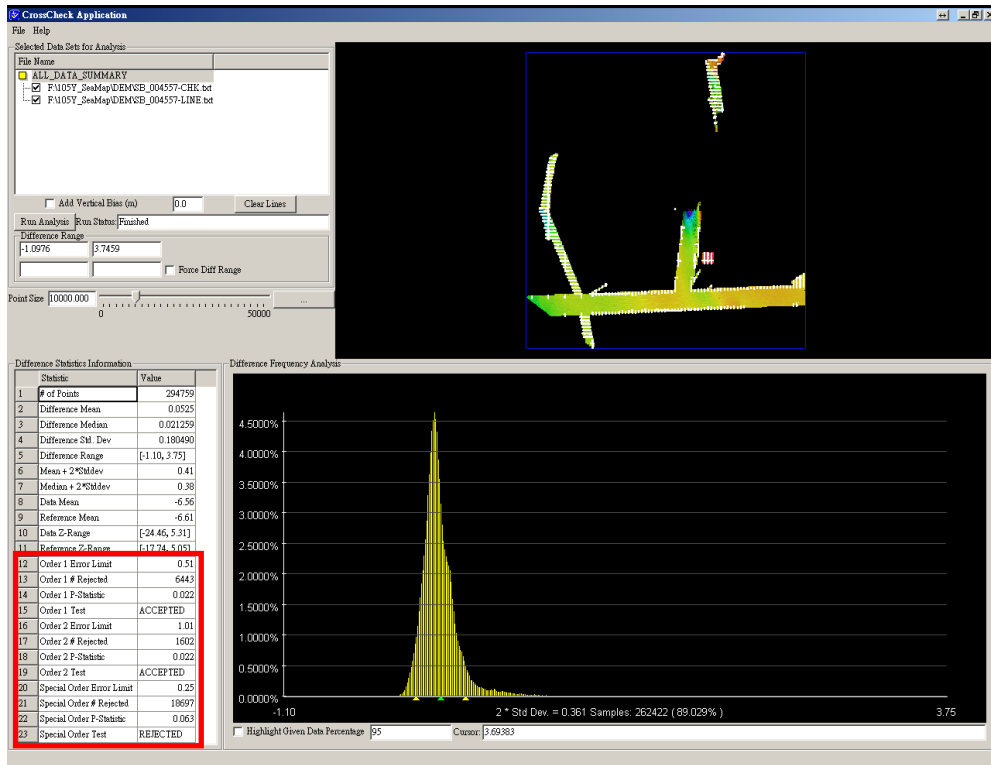


圖 5-22 Reson 7125 No2 與 ODOM 004557 重疊測區誤差分布圖(橢球高)

表 5-23 Reson 7125 No2 與 ODOM 004557 重疊測區誤差比較表(橢球高)

載入點數:	294,759	
檢核計算點數:	294,759	
較差平均值(公尺):	0.05	
較差中誤差(公尺):	0.18	
近岸海域精度誤差極限	0.50	
特等精度_合格筆數:	276,062	合格率: 93.66%
特等精度_不合格筆數:	18,697	不合格率: 6.34%
近岸海域精度(1b)_合格筆數:	288,316	合格率: 97.81%
近岸海域精度(1b)_不合格筆數:	6443	不合格率: 2.19%

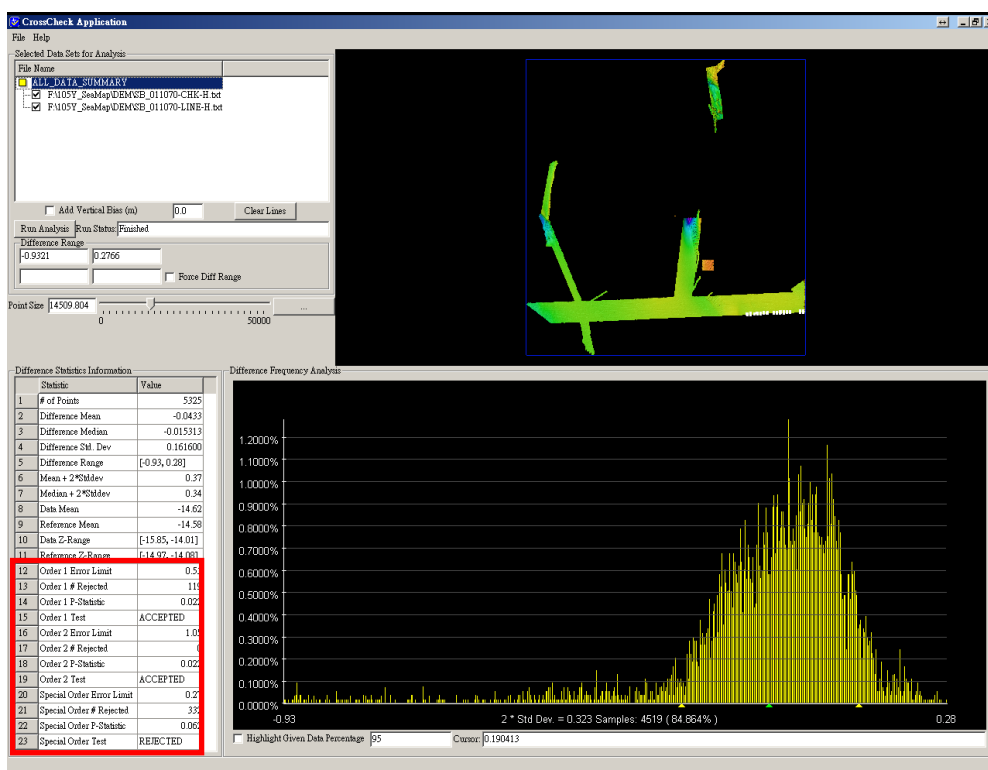


圖 5-23 Reson 7125 No2 與 ODOM 011070 重疊測區誤差分布圖(正高)

表 5-24 Reson 7125 No2 與 ODOM 011070 重疊測區誤差比較表(正高)

載入點數:	5,325	
檢核計算點數:	5,325	
較差平均值(公尺):	-0.04	
較差中誤差(公尺):	0.16	
近岸海域精度誤差極限	0.53	
特等精度_合格筆數:	4,993	合格率: 93.77%
特等精度_不合格筆數:	332	不合格率: 6.23%
近岸海域精度(1b)_合格筆數:	5,206	合格率: 97.77%
近岸海域精度(1b)_不合格筆數:	119	不合格率: 2.23%

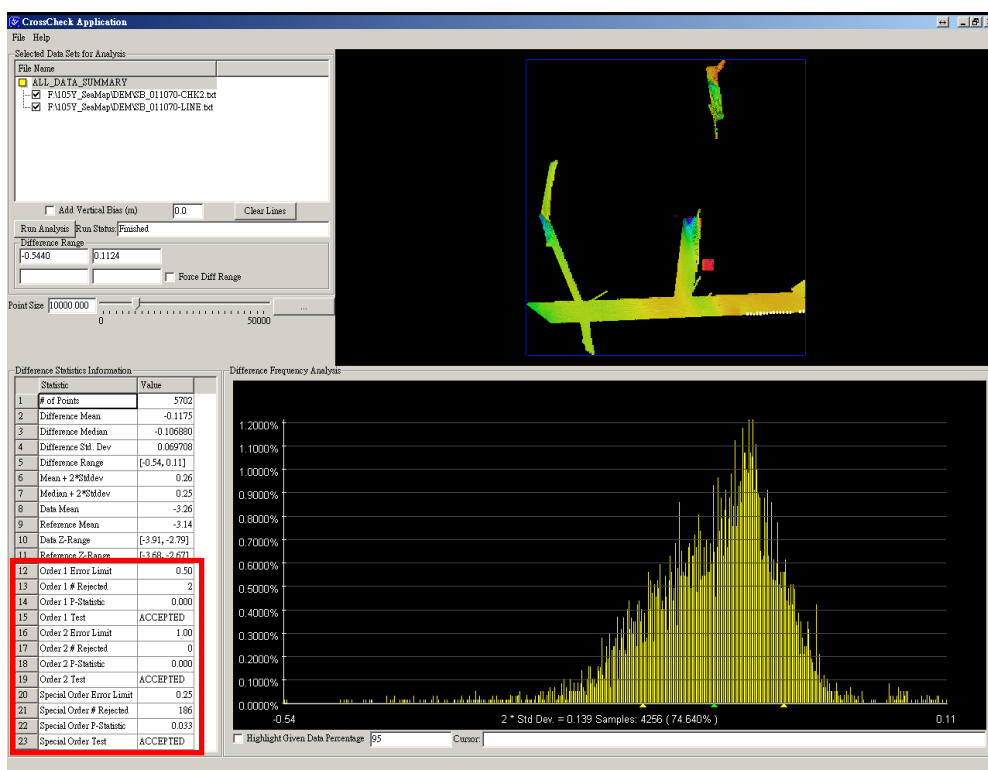


圖 5-24 Reson 7125 No2 與 ODOM 011070 重疊測區誤差分布圖(橢球高)

表 5-25 Reson 7125 No2 與 ODOM 011070 重疊測區誤差比較表(橢球高)

載入點數:	5,702	
檢核計算點數:	5,702	
較差平均值(公尺):	-0.11	
較差中誤差(公尺):	0.07	
近岸海域精度誤差極限	0.50	
特等精度_合格筆數:	5,516	合格率: 96.74%
特等精度_不合格筆數:	1,863	不合格率: 3.26%
近岸海域精度(1b)_合格筆數:	5,700	合格率: 99.96%
近岸海域精度(1b)_不合格筆數:	2	不合格率: 0.04%

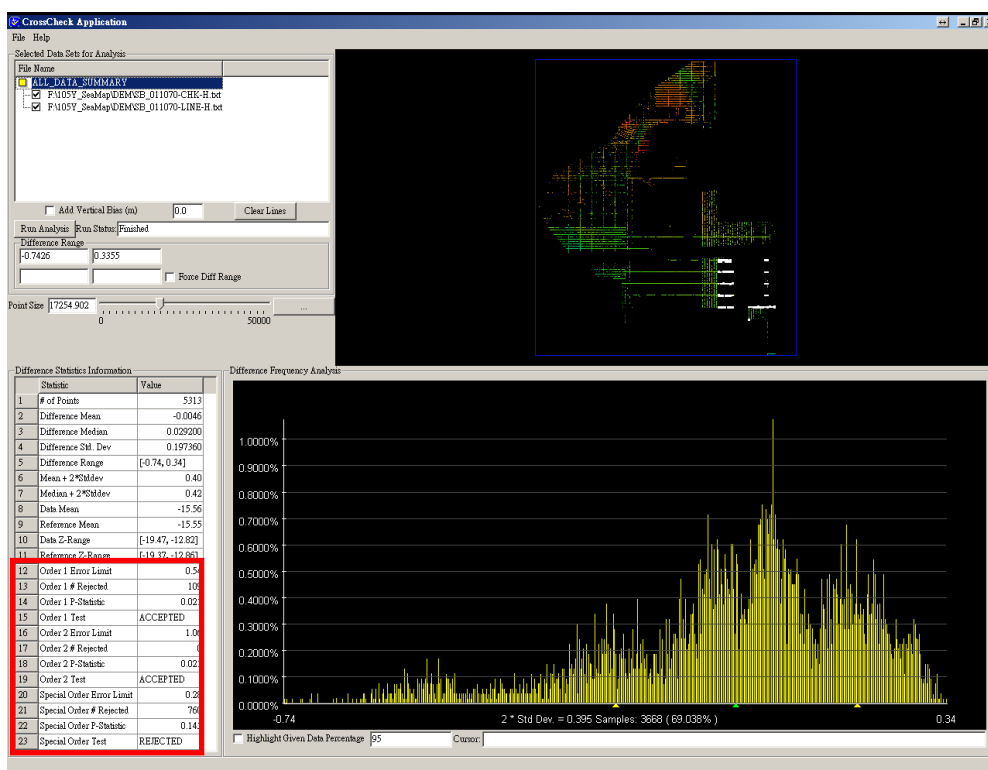


圖 5-25 ODOM 004557 與 ODOM 011070 重疊測區誤差分布圖(正高)

表 5-26 ODOM 004557 與 ODOM 011070 重疊測區誤差比較表(正高)

載入點數:	5,313	
檢核計算點數:	5,313	
較差平均值(公尺):	0.00	
較差中誤差(公尺):	0.19	
近岸海域精度誤差極限	0.54	
特等精度_合格筆數:	4,553	合格率: 85.70%
特等精度_不合格筆數:	760	不合格率: 14.30%
近岸海域精度(1b)_合格筆數:	5,204	合格率: 97.95%
近岸海域精度(1b)_不合格筆數:	109	不合格率: 2.05%

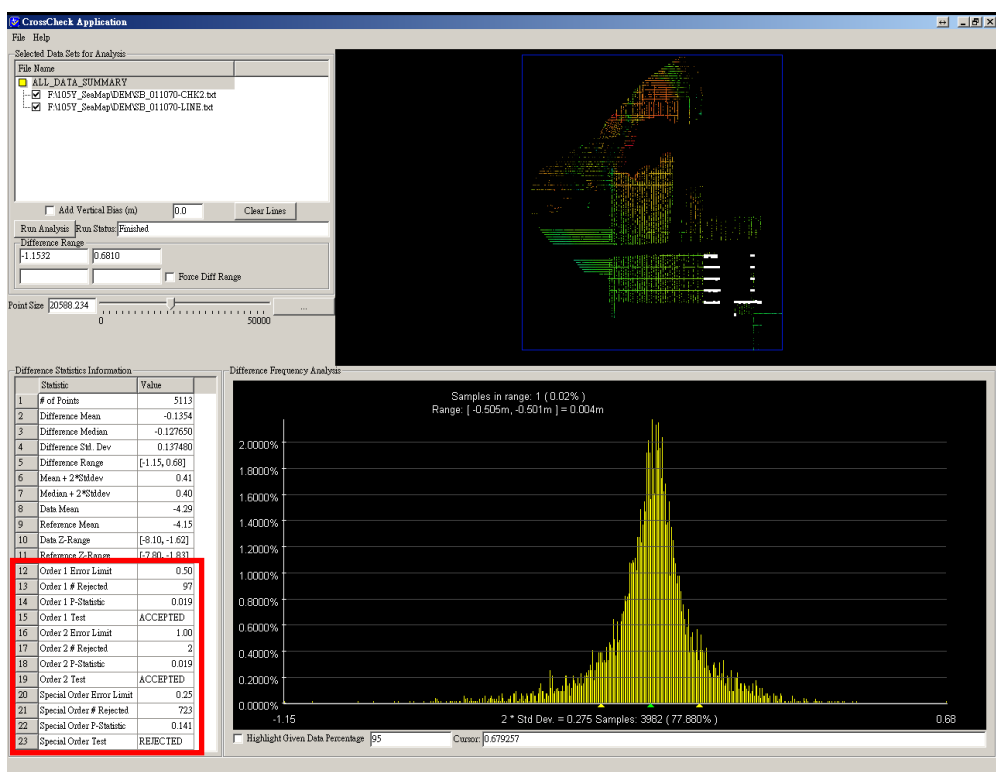


圖 5-26 ODOM 004557 與 ODOM 011070 重疊測區誤差分布圖(橢球高)

表 5-27 ODOM 004557 與 ODOM 011070 重疊測區誤差比較表(橢球高)

載入點數:	5,113	
檢核計算點數:	5,113	
較差平均值(公尺):	-0.14	
較差中誤差(公尺):	0.14	
近岸海域精度誤差極限	0.50	
特等精度_合格筆數:	4,390	合格率: 85.86%
特等精度_不合格筆數:	723	不合格率: 14.14%
近岸海域精度(1b)_合格筆數:	5,016	合格率: 98.10%
近岸海域精度(1b)_不合格筆數:	97	不合格率: 1.90%

2.第 2 批

比較不同儀器設備施測成果，分別將多音束 Reson 7125 No2 與單音束 ODOM 004557 施測成果內插成 5 公尺*5 公尺之網格點，以此網格為基準面，互相比較 3 組(1 組多音束、2 組

單音束)測深系統資料重疊區域之精度是否符合規範要求，以下列出本批作業不同測深系統資料比對成果，結果顯示多音束 Reson 7125 No2 與 ODOM 004557 資料正高 **95.63%**、橢球高 **96.29%**；與 ODOM 011070 資料正高 **99.67%**、橢球高 **99.99%** 符合近岸海域精度（1b 精度）要求，詳圖 5-27~圖 5-30、與表 5-28~表 5-31；單音束 ODOM 004557 與 ODOM 011070 資料正高 **98.37%**、橢球高 **99.67%** 符合近岸海域精度（1b 精度）要求，詳圖 5-31、圖 5-32 與表 5-32、表 5-33。

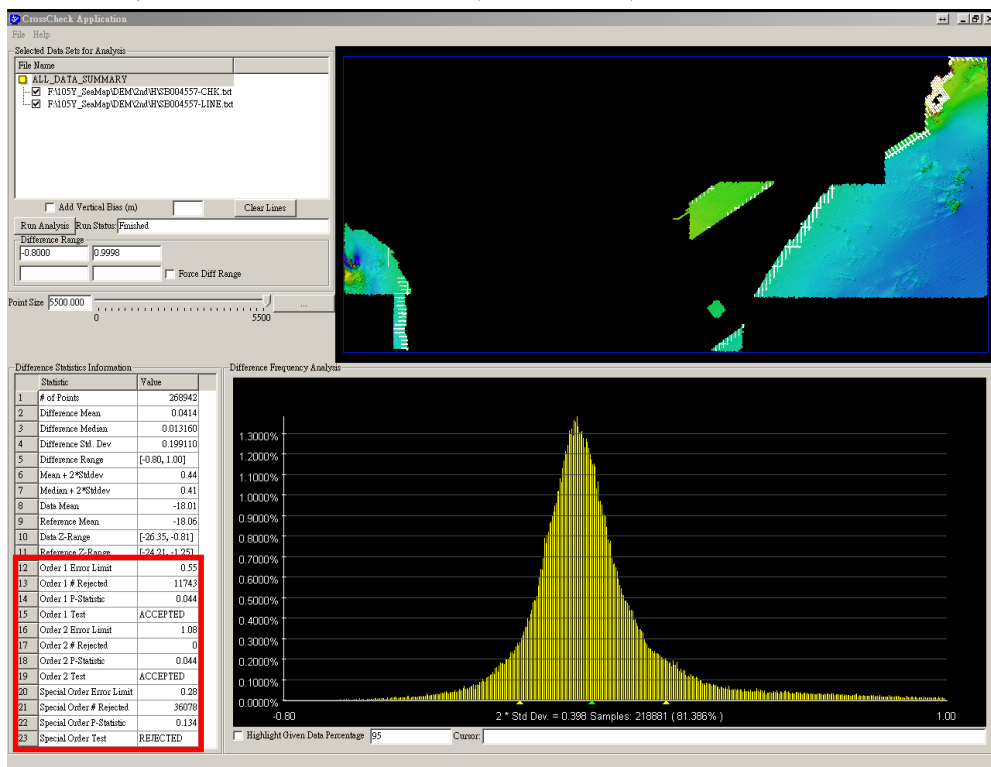


圖 5-27 Reson 7125 No2 與 ODOM 004557 重疊測區誤差分布圖(正高)

表 5-28 Reson 7125 No2 與 ODOM 004557 重疊測區誤差比較表(正高)

載入點數:	268,942	
檢核計算點數:	268,942	
較差平均值(公尺):	0.04	
較差中誤差(公尺):	0.20	
近岸海域精度誤差極限:	0.55	
特等精度_合格筆數:	232,864	合格率: 86.59%
特等精度_不合格筆數:	36,078	不合格率:13.41%
近岸海域精度(1b)_合格筆數:	257,199	合格率: 95.63%
近岸海域精度(1b)_不合格筆數:	11,743	不合格率:4.37%

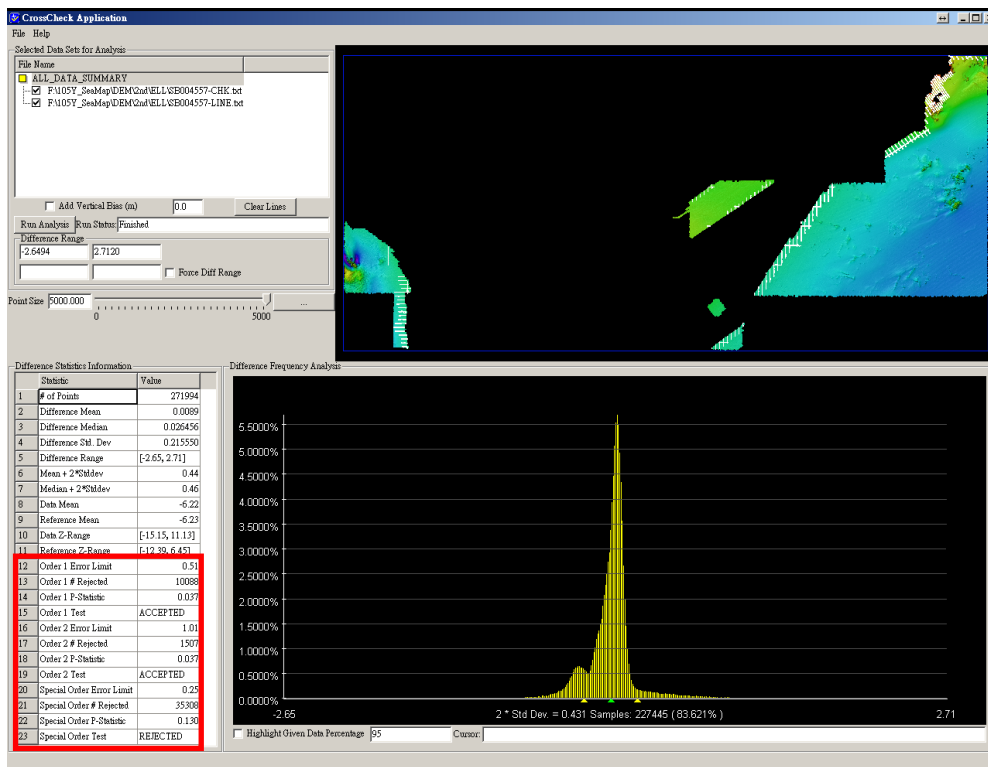


圖 5-28 Reson 7125 No2 與 ODOM 004557 重疊測區誤差分布圖(橢球高)

表 5-29 Reson 7125 No2 與 ODOM 004557 重疊測區誤差比較表(橢球高)

載入點數:	271,994	
檢核計算點數:	271,994	
較差平均值(公尺):	0.01	
較差中誤差(公尺):	0.22	
近岸海域精度誤差極限	0.51	
特等精度_合格筆數:	236,686	合格率: 87.02%
特等精度_不合格筆數:	35,308	不合格率: 12.98%
近岸海域精度(1b)_合格筆數:	261,906	合格率: 96.29%
近岸海域精度(1b)_不合格筆數:	10,088	不合格率: 3.71%

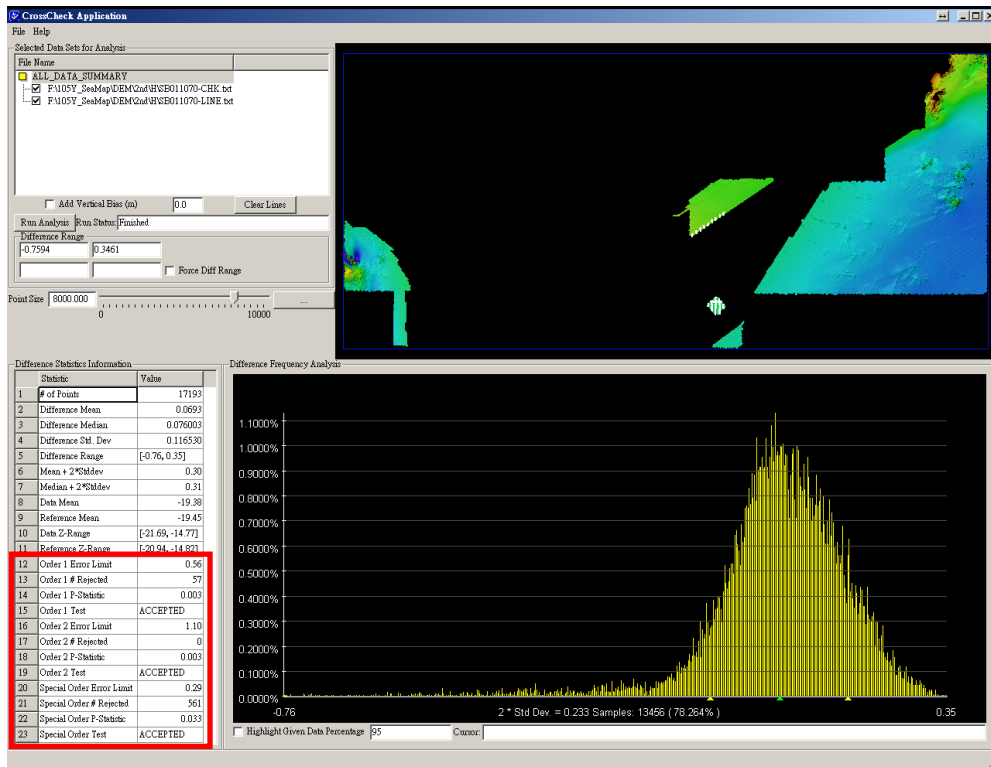


圖 5-29 Reson 7125 No2 與 ODOM 011070 重疊測區誤差分布圖(正高)

表 5-30 Reson 7125 No2 與 ODOM 011070 重疊測區誤差比較表(正高)

載入點數:	17,193	
檢核計算點數:	17,193	
較差平均值(公尺):	0.07	
較差中誤差(公尺):	0.12	
近岸海域精度誤差極限:	0.56	
特等精度_合格筆數:	16,632	合格率: 96.74%
特等精度_不合格筆數:	561	不合格率: 3.26%
近岸海域精度(1b)_合格筆數:	17,136	合格率: 99.67%
近岸海域精度(1b)_不合格筆數:	57	不合格率: 0.33%

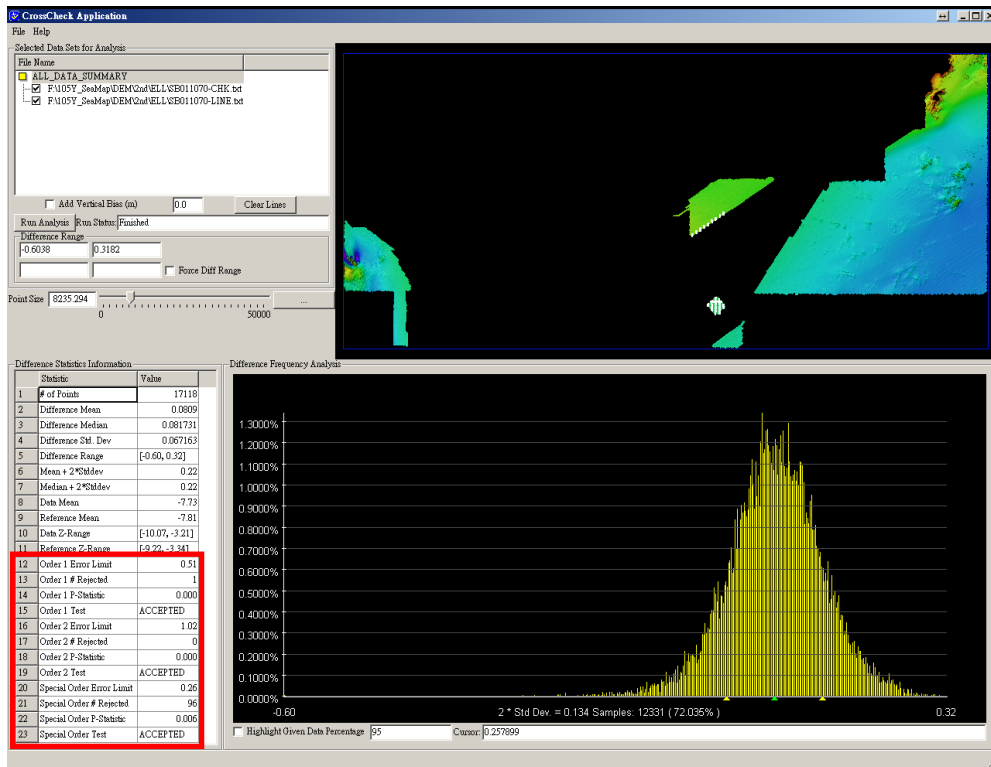


圖 5-30 Reson 7125 No2 與 ODOM 011070 重疊測區誤差分布圖(橢球高)

表 5-31 Reson 7125 No2 與 ODOM 011070 重疊測區誤差比較表(橢球高)

載入點數:	17,118	
檢核計算點數:	17,118	
較差平均值(公尺):	0.08	
較差中誤差(公尺):	0.07	
近岸海域精度誤差極限:	0.51	
特等精度_合格筆數:	17,022	合格率: 99.44%
特等精度_不合格筆數:	96	不合格率: 0.56%
近岸海域精度(1b)_合格筆數:	17,117	合格率: 99.99%
近岸海域精度(1b)_不合格筆數:	1	不合格率: 0.01%

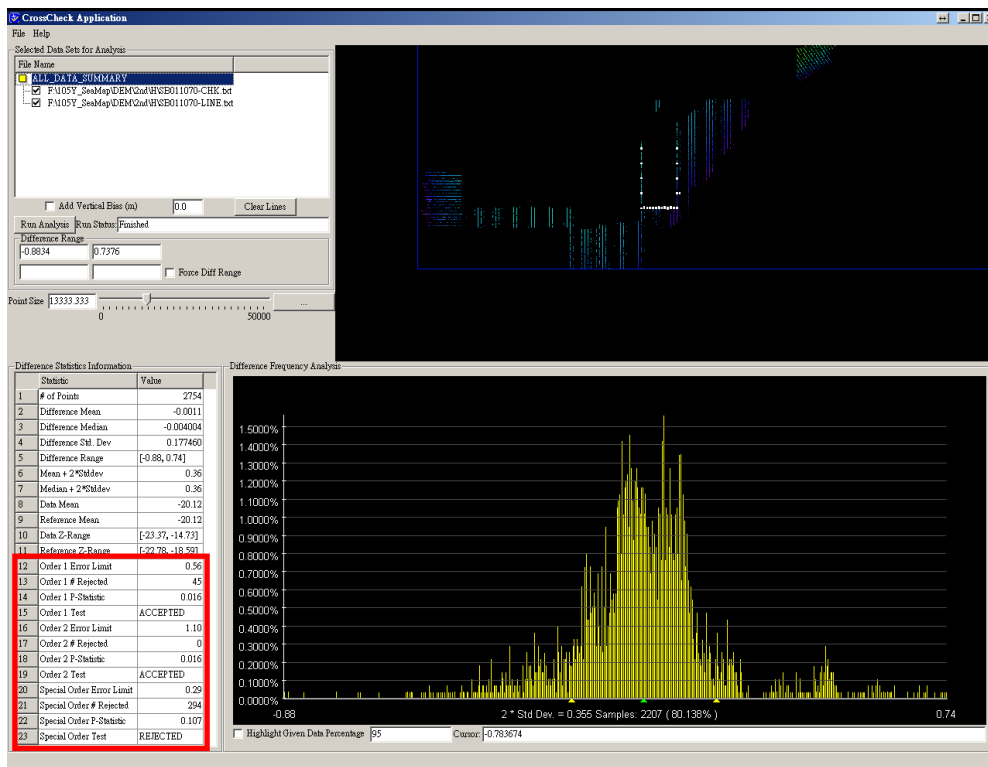


圖 5-31 ODOM 004557 與 ODOM 011070 重疊測區誤差分布圖(正高)

表 5-32 ODOM 004557 與 ODOM 011070 重疊測區誤差比較表(正高)

載入點數:	2,754	
檢核計算點數:	2,754	
較差平均值(公尺):	0.00	
較差中誤差(公尺):	0.18	
近岸海域精度誤差極限	0.56	
特等精度_合格筆數:	2,460	合格率: 89.32%
特等精度_不合格筆數:	294	不合格率: 10.68%
近岸海域精度(1b)_合格筆數:	2,709	合格率: 98.37%
近岸海域精度(1b)_不合格筆數:	45	不合格率: 1.63%

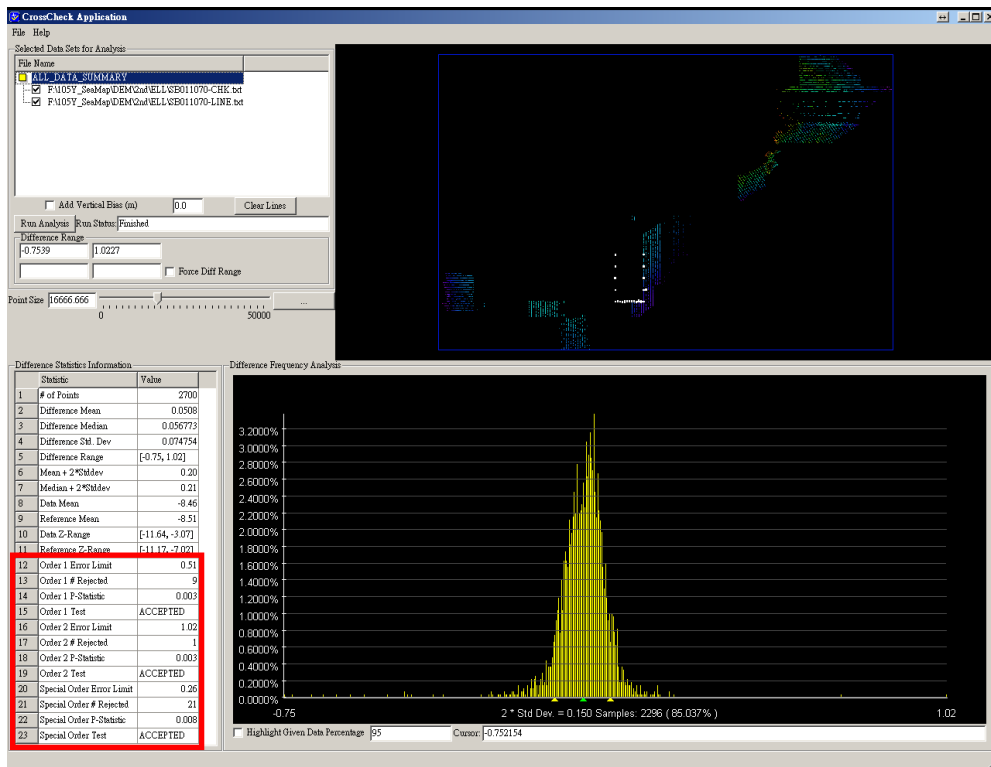


圖 5-32 ODOM 004557 與 ODOM 011070 重疊測區誤差分布圖(橢球高)

表 5-33 ODOM 004557 與 ODOM 011070 重疊測區誤差比較表(橢球高)

載入點數:	2,700	
檢核計算點數:	2,700	
較差平均值(公尺):	0.05	
較差中誤差(公尺):	0.07	
近岸海域精度誤差極限:	0.51	
特等精度_合格筆數:	2,679	合格率: 99.22%
特等精度_不合格筆數:	21	不合格率: 0.78%
近岸海域精度(1b)_合格筆數:	2,691	合格率: 99.67%
近岸海域精度(1b)_不合格筆數:	9	不合格率: 0.33%

3.第 3 批

本批次作業範圍僅施作多音束水深測量，故無單音束比較成果。

(四)不同作業批次重疊區資料一致性(外精度)

1.第 1 批測區與第 2 批測區重疊精度

比較第 1 批與第 2 批施測成果，分別將 2 批施測成果內插成 5 公尺*5 公尺之網格點，比較資料重疊區域之精度是否符合規範要求，以下列出本批作業不同多音束測深系統資料比對成果，結果顯示正高 97.42%、橢球高 99.41% 資料符合航道及錨泊區精度（特等精度）要求，平均誤差正高為 0.05 公尺、橢球高為-0.06 公尺，標準誤差正高為 0.11 公尺、橢球高為 0.07 公尺，詳圖 5-33、圖 5-34 與表 5-34、表 5-35。

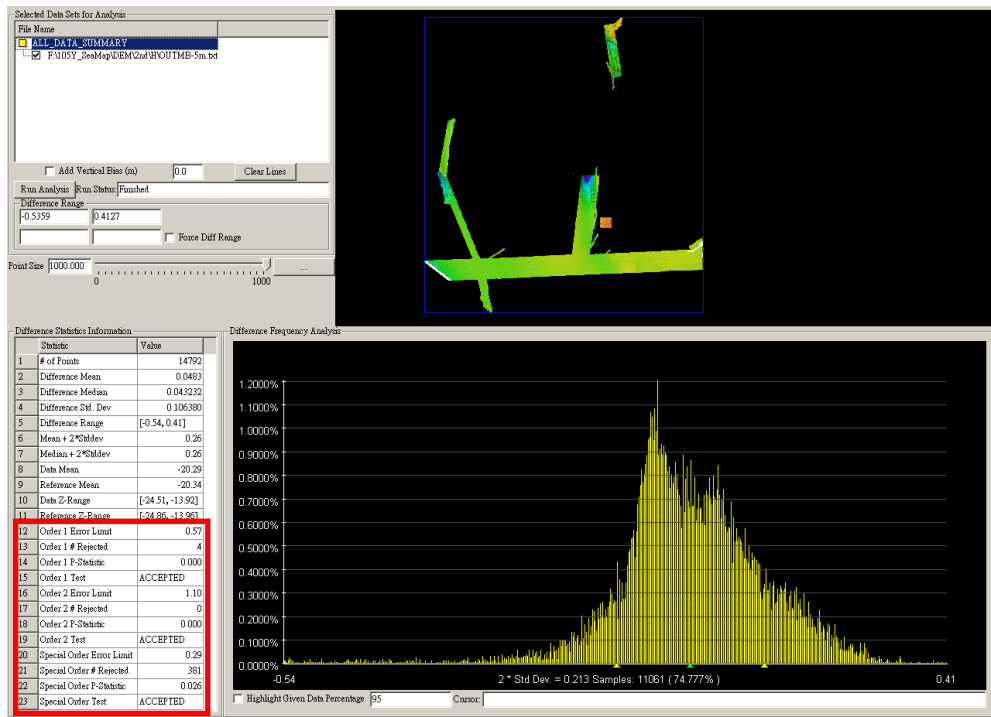


圖 5-33 第 1 批與第 2 批資料重疊測區誤差分布圖(正高)

表 5-34 第 1 批與第 2 批資料重疊測區誤差比較表(正高)

載入點數:	14,792	
檢核計算點數:	14,792	
較差平均值(公尺):	0.05	
較差中誤差(公尺):	0.11	
特等精度誤差極限:	0.29	
特等精度_合格筆數:	14,411	合格率: 97.42%
特等精度_不合格筆數:	381	不合格率: 2.58%
近岸海域精度(1b)_合格筆數:	14,788	合格率: 99.97%
近岸海域精度(1b)_不合格筆數:	4	不合格率: 0.03%

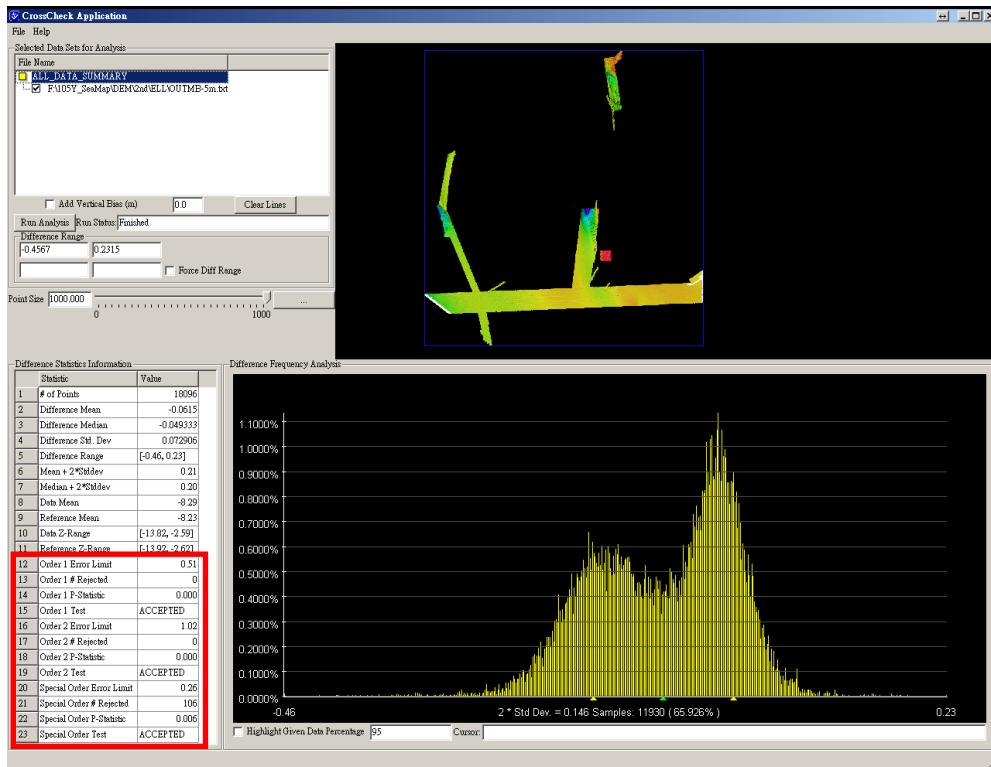


圖 5-34 第 1 批與第 2 批資料重疊測區誤差分布圖(橢球高)

表 5-35 第 1 批與第 2 批資料重疊測區誤差比較表(橢球高)

載入點數:	18,096	
檢核計算點數:	18,096	
較差平均值(公尺):	-0.06	
較差中誤差(公尺):	0.07	
特等精度誤差極限:	0.26	
特等精度_合格筆數:	17,990	合格率: 99.41%
特等精度_不合格筆數:	106	不合格率: 0.59%
近岸海域精度(1b)_合格筆數:	18,096	合格率: 100.00%
近岸海域精度(1b)_不合格筆數:	0	不合格率: 0.00%

2. 第 2 批測區與第 3 批測區重疊精度

比較第 2 批與第 3 批施測成果資料一致性，分別將 2 批施測成果內插成 5 公尺*5 公尺之網格點，比較資料重疊區域之精度是否符合規範要求，以下列出本批作業不同多音束測深系統資料比對成果，結果顯示正高 99.44%、橢球高 98.51% 資料符合航道及錨泊區精度(特等精度)要求，平均誤差正高為-0.07 公尺、橢球高為-0.05 公尺，標準誤差正高為 0.09 公尺、橢球高為 0.08 公尺，詳圖 5-35、圖 5-36 與表 5-36、表 5-37。

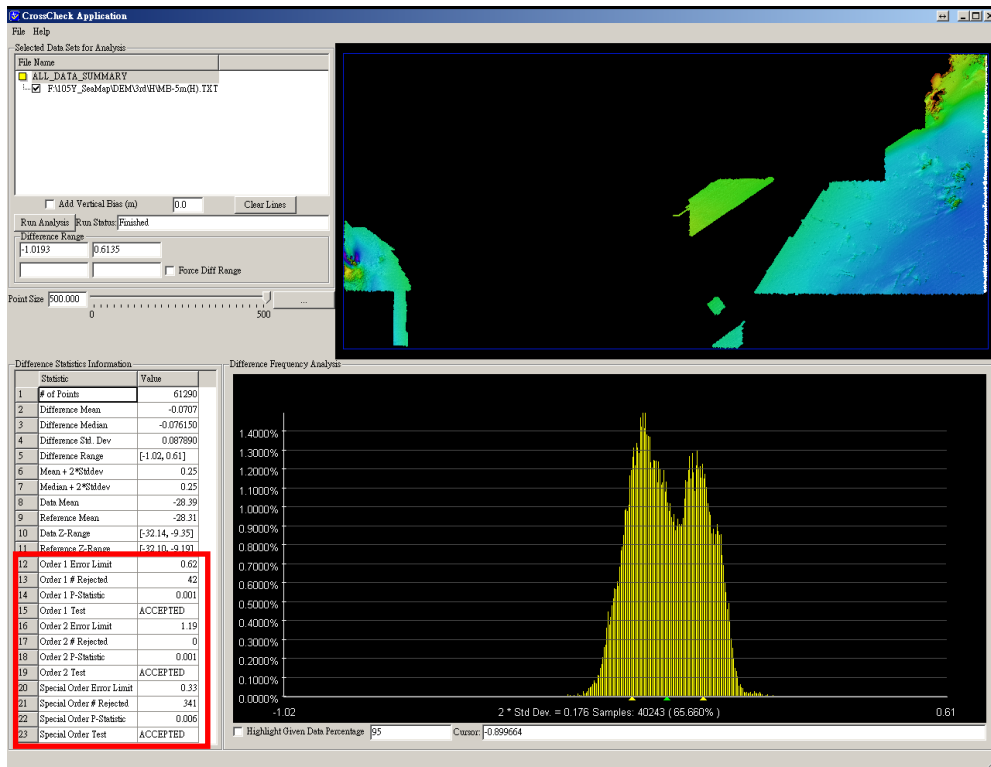


圖 5-35 第 2 批與第 3 批資料重疊測區誤差分布圖(正高)

表 5-36 第 2 批與第 3 批資料重疊測區誤差比較表(正高)

載入點數:	61,290	
檢核計算點數:	61,290	
較差平均值(公尺):	-0.07	
較差中誤差(公尺):	0.09	
特等精度誤差極限:	0.33	
特等精度_合格筆數:	60,949	合格率: 99.44%
特等精度_不合格筆數:	341	不合格率: 0.56%
近岸海域精度(1b)_合格筆數:	61,248	合格率: 99.93%
近岸海域精度(1b)_不合格筆數:	42	不合格率: 0.07%

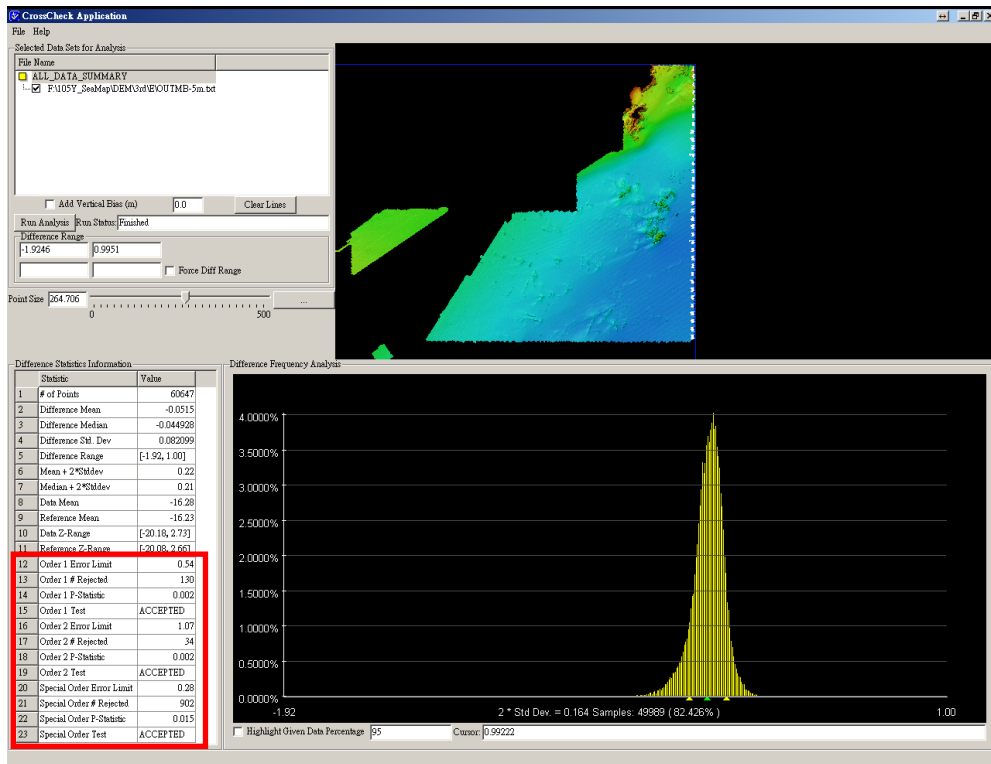


圖 5-36 第 2 批與第 3 批資料重疊測區誤差分布圖(橢球高)

表 5-37 第 2 批與第 3 批資料重疊測區誤差比較表(橢球高)

載入點數:	60,647	
檢核計算點數:	60,647	
較差平均值(公尺):	-0.05	
較差中誤差(公尺):	0.08	
特等精度誤差極限:	0.28	
特等精度_合格筆數:	59,745	合格率: 98.51%
特等精度_不合格筆數:	902	不合格率: 1.49%
近岸海域精度(1b)_合格筆數:	60,517	合格率: 99.79%
近岸海域精度(1b)_不合格筆數:	130	不合格率: 0.21%

二、測深資料不確定度計算

不確定度代表了量測結果的分散程度、可能誤差的範圍區間；測深量測過程中產生之誤差，除了儀器本身的誤差以外還包含人為量測誤差與作業環境產生之誤差。本案資料不確定度(TPU)計算(分為 THU-平面位置不確定度與 TVU-深度不確定度)，採用 CARIS HIPS 軟體計算，影響因子說明及相關參數設定請參閱前文「第肆章之二、測深系統適用性評估」有關資料不確定度計算說明。

(一)多音束計算成果

TPU 計算後以 CARIS 製作成 5 公尺*5 公尺含 Uncertainty 資料網格檔，最後將 Uncertainty 網格檔利用 Surface QC Report 輸出統計報表，本案依據水深測量資料繳交批次輸出統計報表，詳見表 5-38~表 5-40，其中各批資料之不確定度分析結果均為 100% 符合 IHO 特等精度要求。

表 5-38 第 1 批多音束水深不確定度計算資料統計表

BASE Surface QC Report

Date and Time: 2016/7/3 下午 09:45:25
Surface: F:\105Y_SeaMap\Fieldsheets\Round_1\1\MB-5m-Uncertainty.csar
Holiday Search Radius: 2
Holiday Minimum Number of Nodes: 6
Holiday layer created: No
Error values from: Uncertainty

Number of nodes processed: 1345415
Number of nodes populated: 1345385 (100.00%)
Number of holidays detected: 0
IHO S-44 Special Order:
 Range: 0.000 to 100.000
 Number of nodes considered: 1318835
 Number of nodes within: 1318835 (100.00%)
 Residual mean: -0.086

S-44 Order 1a:
 Range: 0.000 to 100.000
 Number of nodes considered: 1318835
 Number of nodes within: 1318835 (100.00%)
 Residual mean: -0.339

S-44 Order 1b:
 Range: 0.000 to 100.000
 Number of nodes considered: 1318835
 Number of nodes within: 1318835 (100.00%)
 Residual mean: -0.339

S-44 Order 2:
 Range: 100.000 to 5000.000
 No depths within the specified range

表 5-39 第 2 批多音束水深不確定度計算資料統計表

BASE Surface QC Report

 Date and Time: 2016/9/5 下午 10:14:55
 Surface: F:\105Y_SeaMap\Fieldsheets\Round_1\2nd\TPU-MB-5m.csar
 Holiday Search Radius: 2
 Holiday Minimum Number of Nodes: 6
 Holiday layer created: No
 Error values from: Uncertainty

Number of nodes processed: 4218496
 Number of nodes populated: 4211149 (99.83%)
 Number of holidays detected: 4
 IHO S-44 Special Order:
 Range: 0.000 to 100.000
 Number of nodes considered: 4211149
 Number of nodes within: 4211129 (100.00%)
 Residual mean: -0.146

S-44 Order 1a:
 Range: 0.000 to 100.000
 Number of nodes considered: 4211149
 Number of nodes within: 4211148 (100.00%)
 Residual mean: -0.433

S-44 Order 1b:
 Range: 0.000 to 100.000
 Number of nodes considered: 4211149
 Number of nodes within: 4211148 (100.00%)
 Residual mean: -0.433

S-44 Order 2:
 Range: 100.000 to 5000.000
 No depths within the specified range
 === 檔尾 ===

表 5-40 第 3 批多音束水深不確定度計算資料統計表

BASE Surface QC Report

 Date and Time: 2016/11/10 下午 04:44:01
 Surface: F:\105Y_SeaMap\Fieldsheets\Round_1\3rd\5m-uncertainty.csar
 Holiday Search Radius: 2
 Holiday Minimum Number of Nodes: 6
 Holiday layer created: No
 Error values from: Uncertainty

Number of nodes processed: 3507616
 Number of nodes populated: 3496580 (99.69%)
 Number of holidays detected: 3
 IHO S-44 Special Order:
 Range: 0.000 to 100.000
 Number of nodes considered: 3467953
 Number of nodes within: 3467953 (100.00%)
 Residual mean: -0.111

S-44 Order 1a:
 Range: 0.000 to 100.000
 Number of nodes considered: 3467953
 Number of nodes within: 3467953 (100.00%)
 Residual mean: -0.379

S-44 Order 1b:
 Range: 0.000 to 100.000
 Number of nodes considered: 3467953
 Number of nodes within: 3467953 (100.00%)
 Residual mean: -0.379

S-44 Order 2:
 Range: 100.000 to 5000.000
 No depths within the specified range
 === 檔尾 ===

(二)單音束計算成果

TPU 計算後以 CARIS 製作成 50m*50m 含 Uncertainty 資料網格檔，將 Uncertainty 網格檔利用 Surface QC Report 輸出統計報表詳見表 5-38~表 5-40，其中不確定度各批資料均為 100% 符合 IHO 特等精度要求。

表 5-41 第 1 批單音束水深不確定度計算資料統計表

BASE Surface QC Report

Date and Time: 2016/7/4 下午 06:55:52
Surface: F:\105Y_SeaMap\Fieldsheets\Round_1\1\SB-50m.csar
Holiday Search Radius: 2
Holiday Minimum Number of Nodes: 6
Holiday layer created: No
Error values from: Uncertainty

Number of nodes processed: 75537
Number of nodes populated: 48263 (63.89%)
Number of holidays detected: 11
IHO S-44 Special Order:
 Range: 0.000 to 100.000
 Number of nodes considered: 34266
 Number of nodes within: 34266 (100.00%)
 Residual mean: -0.082
S-44 Order 1a:
 Range: 0.000 to 100.000
 Number of nodes considered: 34266
 Number of nodes within: 34266 (100.00%)
 Residual mean: -0.334
S-44 Order 1b:
 Range: 0.000 to 100.000
 Number of nodes considered: 34266
 Number of nodes within: 34266 (100.00%)
 Residual mean: -0.334
S-44 Order 2:
 Range: 100.000 to 5000.000
 No depths within the specified range
=== 檔尾 ===

表 5-42 第 2 批單音束水深不確定度計算資料統計表

BASE Surface QC Report

Date and Time: 2016/9/5 下午 10:20:43
Surface: F:\105Y_SeaMap\Fieldsheets\Round_1\2nd\TPU-SB-50m.csar
Holiday Search Radius: 2
Holiday Minimum Number of Nodes: 6
Holiday layer created: No
Error values from: Uncertainty

Number of nodes processed: 51174
Number of nodes populated: 42687 (83.42%)
Number of holidays detected: 2
IHO S-44 Special Order:
 Range: 0.000 to 100.000
 Number of nodes considered: 42677
 Number of nodes within: 42677 (100.00%)
 Residual mean: -0.116
S-44 Order 1a:
 Range: 0.000 to 100.000
 Number of nodes considered: 42677
 Number of nodes within: 42677 (100.00%)
 Residual mean: -0.384
S-44 Order 1b:
 Range: 0.000 to 100.000
 Number of nodes considered: 42677
 Number of nodes within: 42677 (100.00%)
 Residual mean: -0.384
S-44 Order 2:
 Range: 100.000 to 5000.000
 No depths within the specified range
=== 檔尾 ===

三、陸域空載光達檢核

空載光達資料平差後與現場航空標控制點 5 點高程比對結果如表 5-43，平均高程差為-0.006 公尺，中誤差為 0.047 公尺。

表 5-43 控制點高程值與空載光達點雲掃描高程比對成果表

點號	E	N	控制點高程	LiDAR 高程	高程差
ST02	175589.198	2704017.392	6.224	6.192	-0.032
ST05	195200.160	2707638.732	10.666	10.633	-0.033
ST06	196085.936	2704711.124	28.548	28.612	0.064
ST07	192896.444	2700773.071	16.387	16.338	-0.049
ST08	194193.561	2701471.764	22.430	22.448	0.018

四、海、陸域數值地形模型檢核

將空載光達資料與水深測帶疊合處進行比對，共檢測 69,705 點，符合『一等精度』要求合格點數 67,777 點，合格率 97.23%，詳圖 5-37。

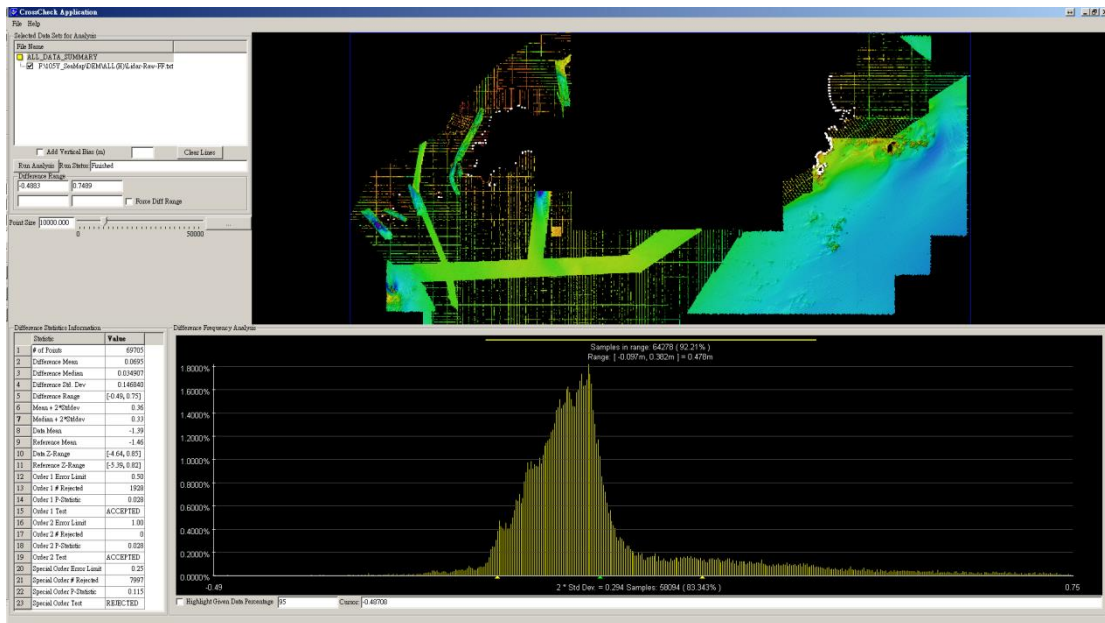


圖 5-37 水深測帶與空載光達資料疊合精度比較表

陸、海床特徵物偵測及有礙航安疑義資料之消除



一、資料蒐集

於作業前蒐集海軍大氣海洋局出版之中華民國最新版最大比例尺海圖、最新水道燈表及航船布告及其他單位（如漁業署），將海床特徵物（如沉船、暗礁、人工魚礁及障礙物等資訊）及航安疑義資料列表，於作業前提出經由監審單位及主辦單位確認無誤後執行。

(一)海床特徵物

本年度金門測區內海床特徵物依據行政院農業委員會漁業署公告人工魚礁區僅有 1 處，即「母嶼東南魚礁區」，且由民國九十九年十月十五日出版海圖(圖號：04526)及航船布告資料顯示，測區範圍內有沉船 2 處，分別位於北碇島東方以及復國墩漁港北方，坐標位置如表 6-1 所示，相關位置詳如圖 6-1 所示。

表 6-1 海床特徵物事前調查成果表

特徵物名稱	海圖圖資中心位置經緯度	海圖圖例
母嶼東南魚礁區	N24°23'22", E118°28'31" 半徑 500 公尺範圍內	
沉船(No4)	N24°25'55", E118°31'28"	
沉船(No5)	N24°27'36", E118°28'06"	104 年航船布告第 217 號

(二)有礙航安疑義資料

依據海軍大氣海洋局民國九十九年十月十五日出版海圖(圖號：04526)，初步發現全區有 3 處標示為 WRECK(疑似沉船)，坐標位置如表 6-2 所示，相關位置詳如圖 6-1 所示。

表 6-2 有礙航安疑義資料事前調查成果表

特徵物名稱	約略經緯度	海圖圖例	圖例說明
沉船(No1)	N24°12'18", E118°10'53"		礙航沉船，深度不詳，評估其對水面航行具潛在危險者
沉船(No2)	N24°22'25", E118°16'30"		
沉船(No3)	N24°19'00", E118°20'48"		

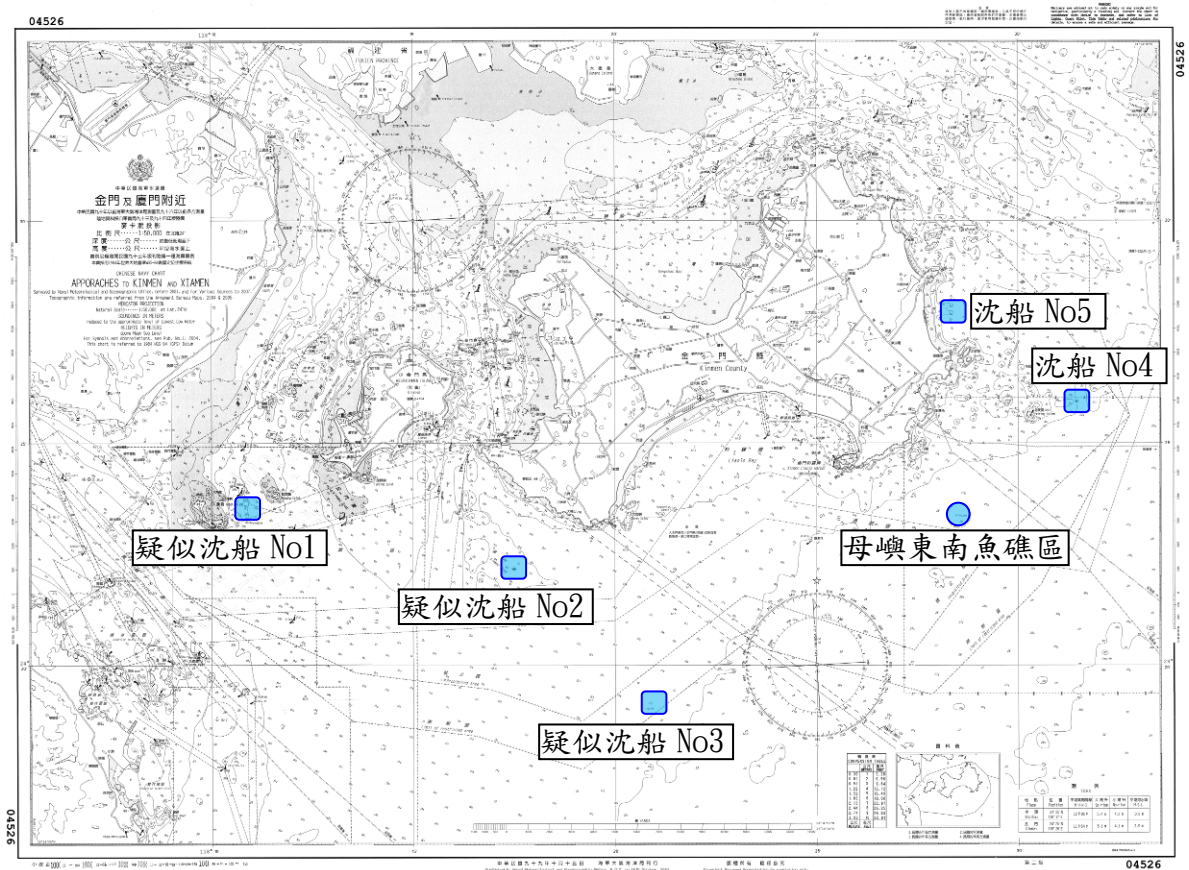


圖 6-1 特徵物及有礙航安疑義資料事前調查成果相關位置圖

二、作業方法

為確認海床特徵物（如沉船、暗礁、人工魚礁及障礙物等資訊）及有礙航安疑義資料是否仍存在，依據作業說明於作業時可採用下列任一方式作業：

- 1.採多音束加密測線。
- 2.採測掃聲納方式（side scan）。
- 3.採監審單位建議方式。

本工作由於特徵物及有礙航安疑義資料相關須調查位置較少、且大多位於多音束施測區，或附近，因此全面採用多音束測掃，並於資料處理時標註疑似特徵物坐標，針對疑似特徵物位置及分布情形，重新規劃測線，以最能顯示特徵物之測量方向施測，作業時放慢船速施測，讓資料能更完整呈現特徵物形狀。

三、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，並挑選須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。

四、偵測成果

本項工作事先以多音束確認位置，再針對發現特徵物位置加密測線方式細測確認，最後以點雲展示方式呈現，本年度偵測成果如圖 6-2，說明如下：

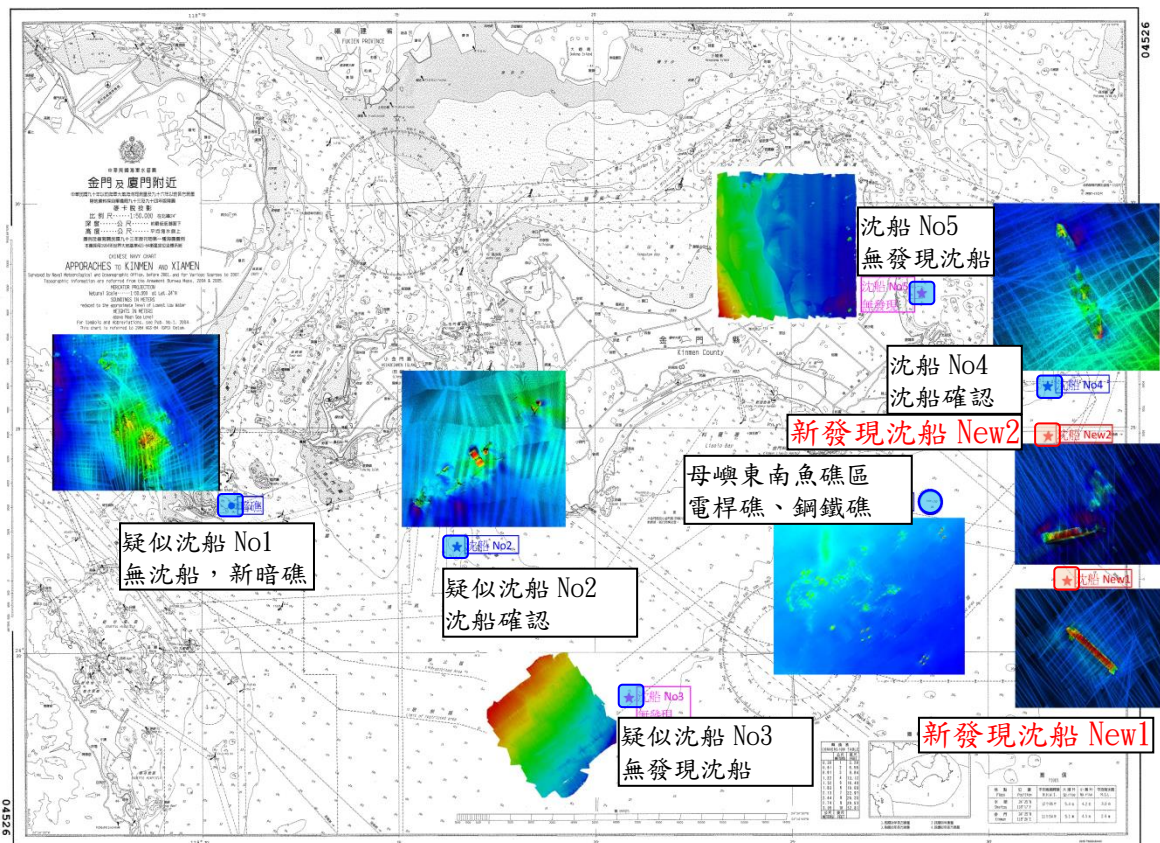


圖 6-2 特徵物及有礙航安疑義資料現地調查成果圖

(一)疑似沉船(No1)

本沉船海圖標註為 Rep(未確認沉船)，位置位於金廈航道左側邊緣，經由多音束全面測掃周遭半徑 500 公尺範圍，並無發現沉船，僅於沉船標註位置西北側金廈航道外發現疑似暗礁，測掃成果如圖 6-3 所示，暗礁坐標詳如表 6-3。

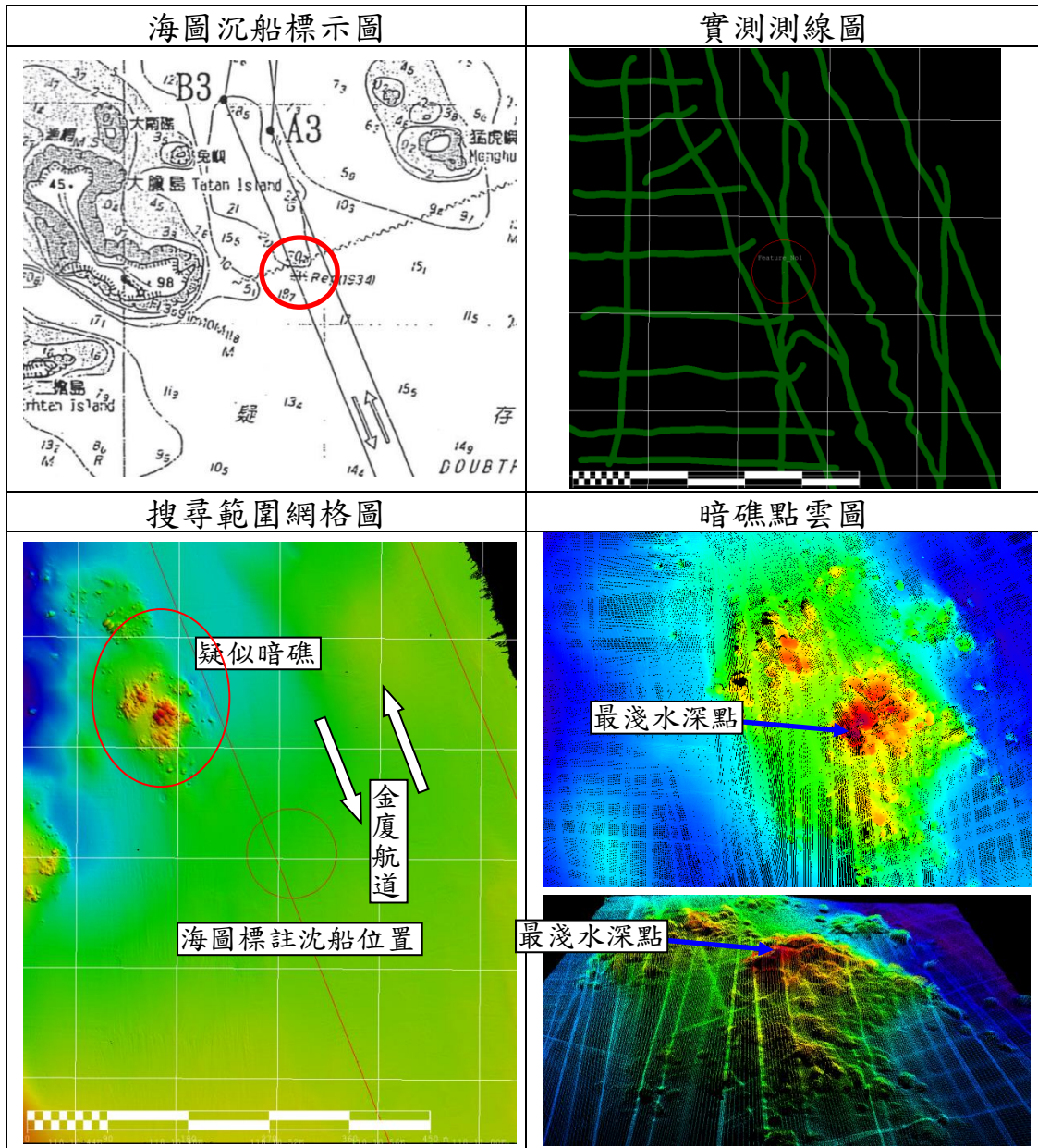


圖 6-3 疑似沉船(No1) 實測成果地形圖與點雲圖

表 6-3 暗礁調查成果表

特徵物名稱	最淺水深經緯度	最淺水深(低潮系統)	大小	調查日期
暗礁	N24°23'17.21", 118°10'47.45"	11.69 公尺	28 公尺*28 公尺	2016/05/23

(二)疑似沉船(No2)

本沉船於海圖上屬於疑似沉船，標註位置位於小三通航道旁海圖標註金門灘之沙灘上，經由多音束全面測掃周遭半徑 500 公尺範圍，發現一艘沉船，船體大部分被埋在沙裡，距離海圖標註位置往西北偏移約 150 公尺，測掃成果如圖 6-4 所示，實測沉船位置詳如表 6-4。

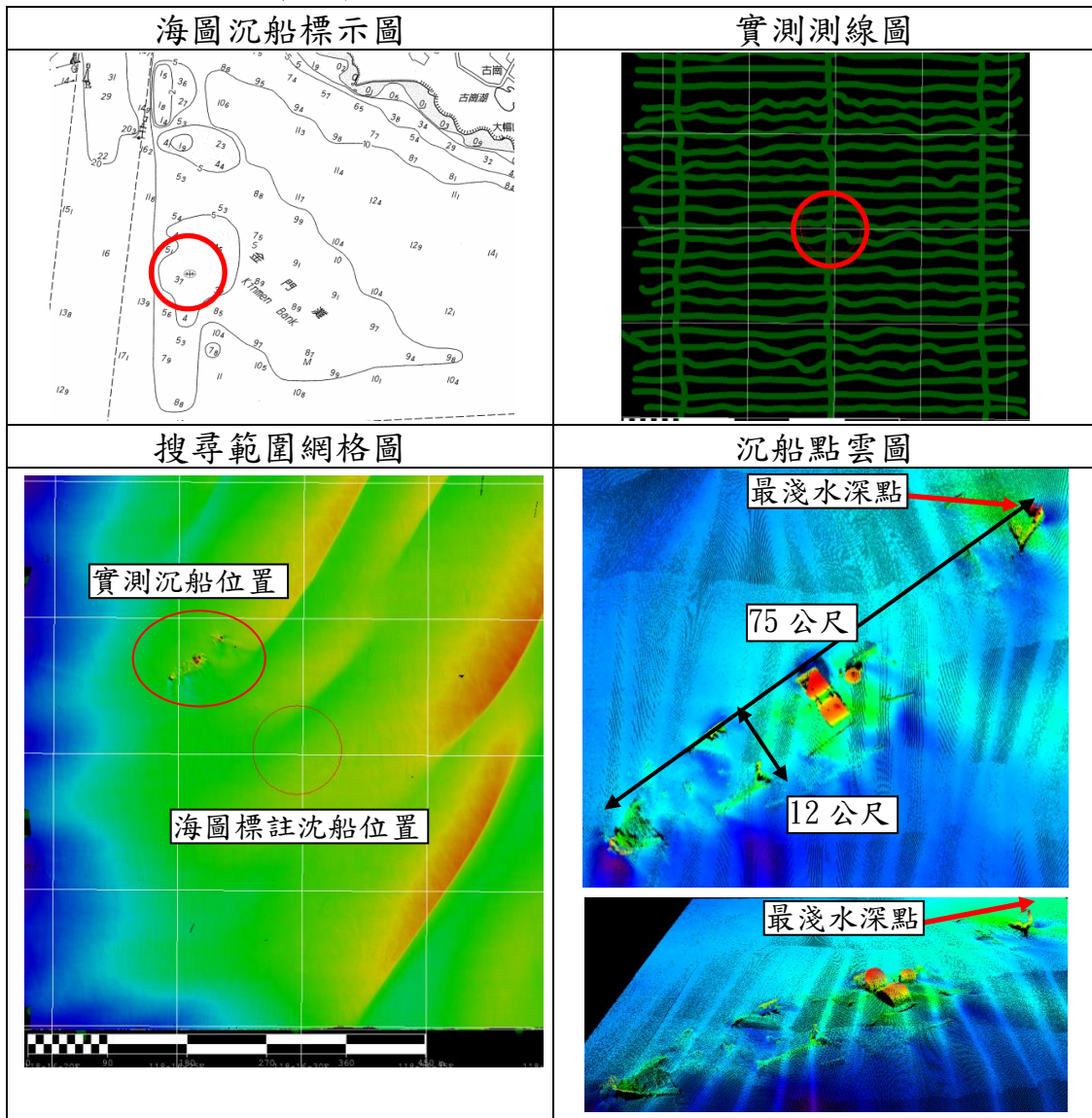


圖 6-4 疑似沉船(No2) 實測成果地形圖與點雲圖

表 6-4 疑似沉船(No2) 調查成果表

特徵物名稱	海圖標示位置經緯度	最淺水深經緯度	最淺水深(低潮系統)	大小	調查日期
沉船	N24°22'25", E118°16'30"	N24°22'28.57", E118°16'25.85"	1.72 公尺	75 公尺*12 公尺	2016/05/04

(三)疑似沉船(No3)

本沉船於海圖上屬於 PA(疑似沉船)標註位置位於測區南側海岸地區禁、限制範圍線附近，經由多音束全面測掃周遭半徑 500 公尺範圍，並無發現任何沉船，疑似沉船 No3 測線及測掃成果如圖 6-5 與表 6-5。

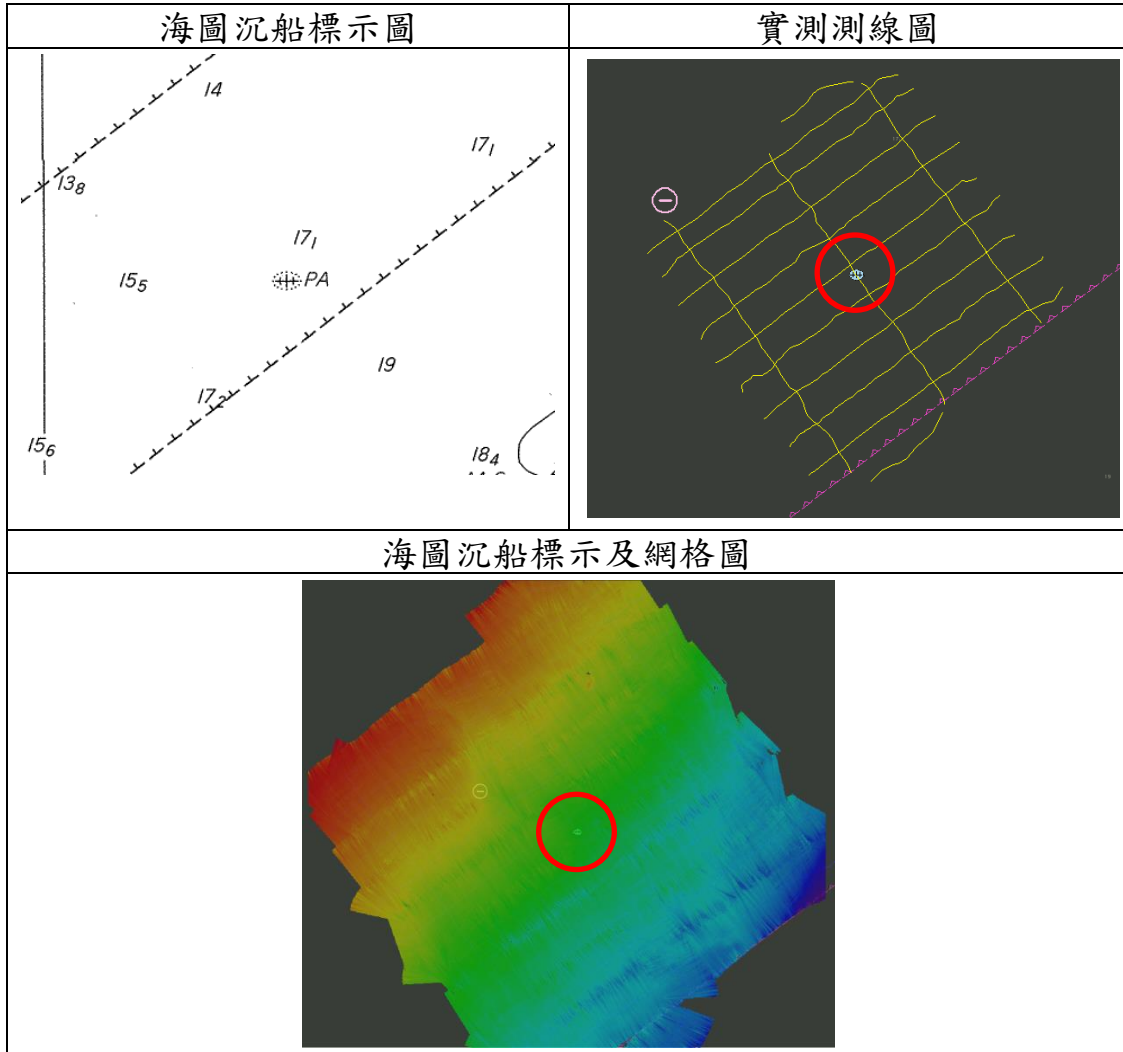


圖 6-5 疑似沉船 No3 實測測線與成果地形圖

表 6-5 疑似沉船 No3 調查成果表

海圖標示中心位置 經緯度	調查結果 最淺水深經緯度	最淺水深	調查日期
N24°19'00", E118°20'48"	無發現	無發現	2016/06/05

(四)沉船(No4)

本沉船於海圖上標示為沉船，位於北碇島東方，屬料羅港錨泊區，為多音束施測區，經測掃結果於原海圖標定位置東北方約 200 公尺處發現沉船，船體部分露出，最淺水深位於南側應屬船尾部分，深度為 13.29 公尺，測掃成果如圖 6-6 所示，實測沉船位置詳如表 6-6。

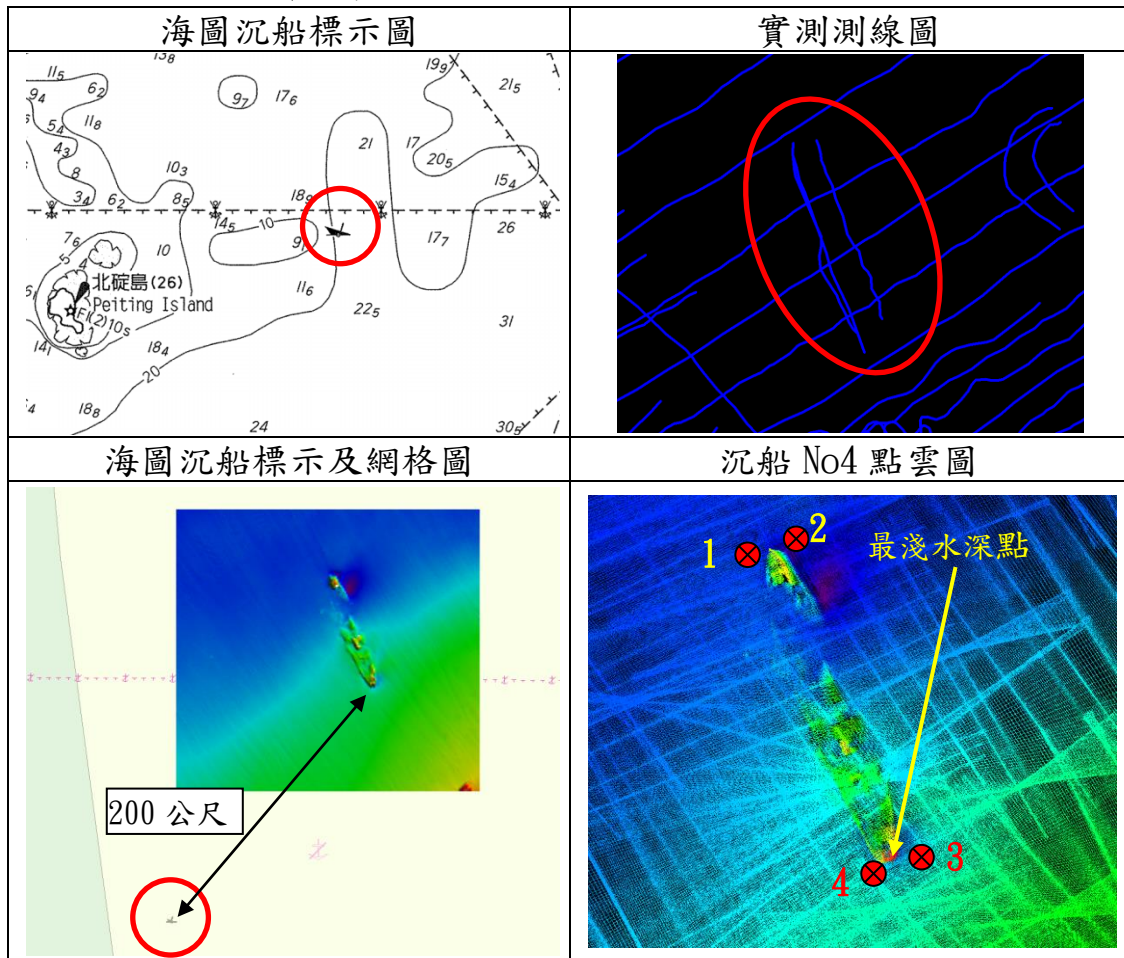


圖 6-6 沉船 No4 實測成果地形圖與點雲圖

表 6-6 沉船 No4 調查成果表

海圖標示中心 位置經緯度	調查結果船體範圍經緯度		最淺水深 (低潮系統)	調查日期
N24°19'00", E118°20'48"	1	N24°26'02.66" E118°31'31.08"	N24°26'00.38", E118°31'32.34" D 13.29 m	2016/11/04 2016/11/05 2016/11/13
	2	N24°26'02.80" E118°31'31.49"		
	3	N24°26'00.24" E118°31'32.65"		
	4	N24°26'00.09" E118°31'32.12"		

(五)沉船(No5)

本沉船原有海圖並無標示，是依據海軍大氣海洋局 104 年 12 月 4 日發布之航船布告第 217 號公告之位置，坐標展繪後位於復國墩漁港北側近岸，經由多音束全面測掃周遭半徑 500 公尺範圍，並無發現任何沉船，測線及測掃成果如圖 6-7 與表 6-7。

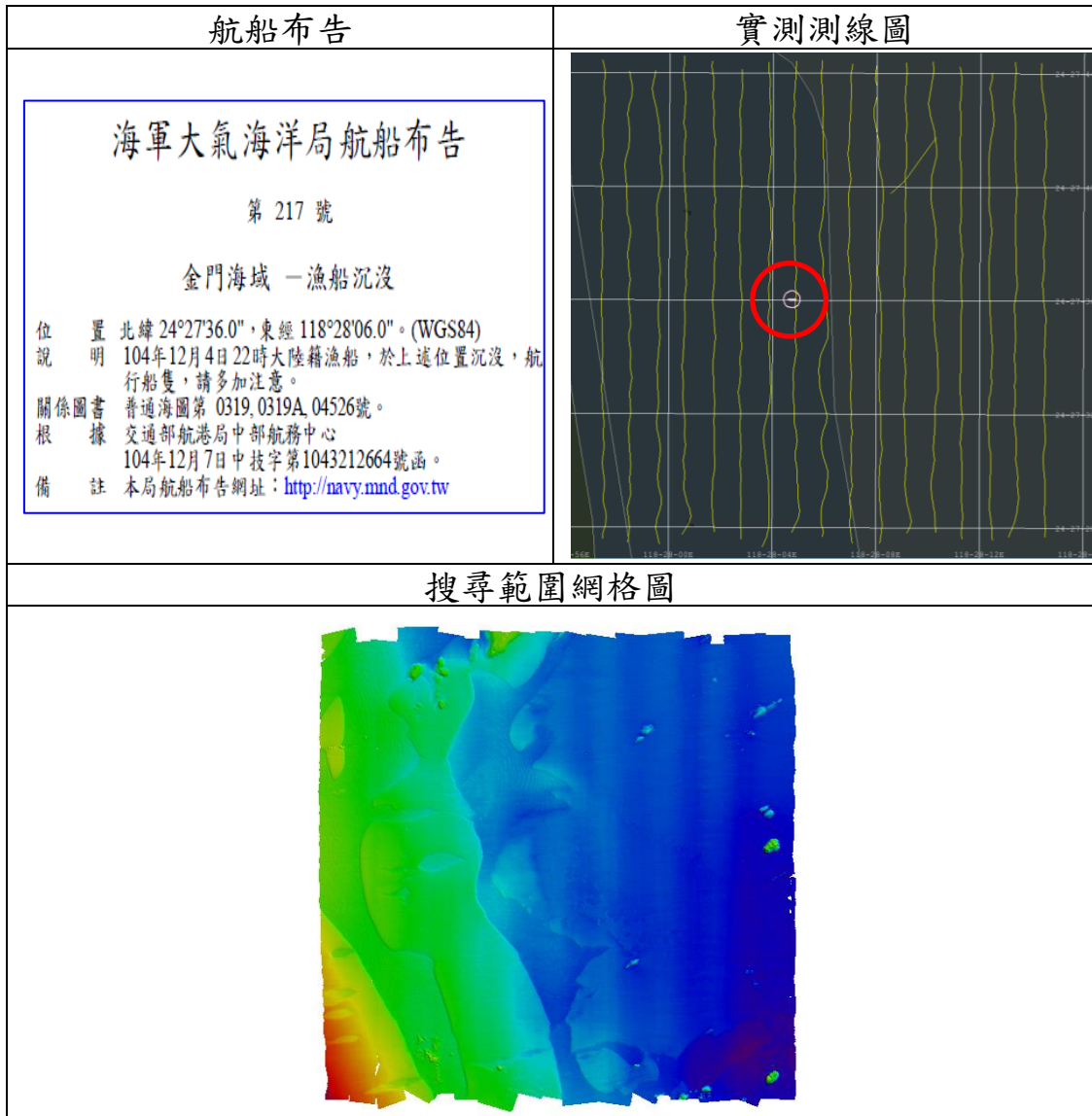


圖 6-7 沉船 No5 實測測線與成果地形圖

表 6-7 沉船 No5 調查成果表

海圖標示中心 位置經緯度	調查結果最淺 水深經緯度	最淺水深	調查日期
N24°27'36", E118°28'06"	無發現	無發現	2016/11/05

(六)母嶼東南魚礁區

依據漁業署公告魚礁區範圍，本案作業範圍內僅有 1 處魚礁區，其魚礁種類依相關公告資料，主要為電桿礁及大型鋼鐵礁，由於魚礁區水深大於 20 公尺本案屬於多音束測區，測掃成果如圖 6-8 與表 6-8，分 A、B、C、D 等 4 個區域說明如下。

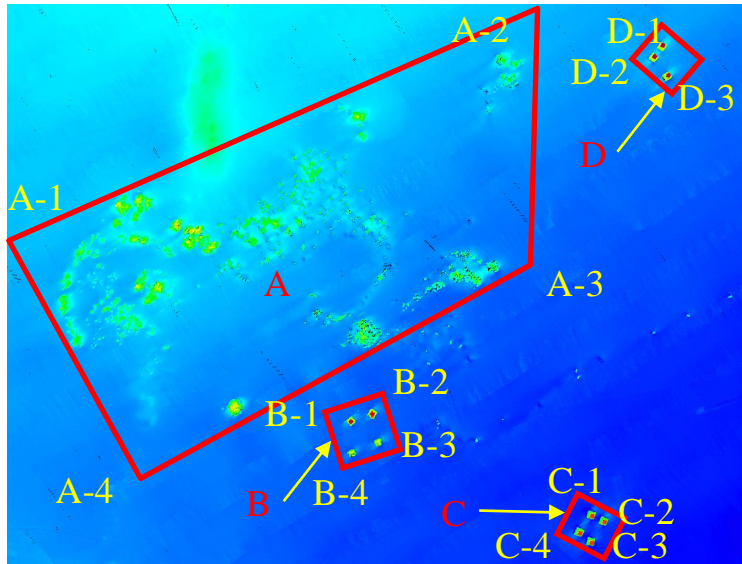


圖 6-8 母嶼東南魚礁區多音束測掃成果圖

表 6-8 魚礁區範圍及最淺水深坐標位置表

種類	編號	範圍坐標		最淺水深	調查日期及 多音束測線編號
		N(度-分-秒)	E(度-分-秒)	最低潮位系統 公尺	
A 區 魚礁群	A-1	24-23-21.47	118-28-17.08	20.08	2016/08/06 2016/08/07
	A-2	24-23-31.91	118-28-46.22	最淺水深坐標 24-23-21.50 118-28-28.25	
	A-3	24-23-19.24	118-28-46.17		
	A-4	24-23-09.72	118-28-26.59		
B 區 鋼鐵礁	B-1	24-23-12.01	118-28-36.88	18.13	
	B-2	24-23-12.49	118-28-38.02	18.06	
	B-3	24-23-11.06	118-28-38.33	21.16	
	B-4	24-23-10.43	118-28-36.88	21.16	
C 區 鋼鐵礁	C-1	24-23-07.34	118-28-49.95	18.69	
	C-2	24-23-07.21	118-28-50.64	18.62	
	C-3	24-23-06.06	118-28-49.93	18.70	
	C-4	24-23-06.58	118-28-49.18	18.77	
D 區 鋼鐵礁	D-1	24-23-30.80	118-28-53.69	17.59	
	D-2	24-23-30.24	118-28-53.17	17.64	
	F-3	24-23-29.25	118-28-53.99	17.81	

1.A 區魚礁群

魚礁被大面積密集拋放區域在此稱為魚礁群，此處魚礁大部份被拋放於公告範圍中心位置，其大面積分佈範圍如圖 6-9、相對應坐標範圍如前表 6-8。

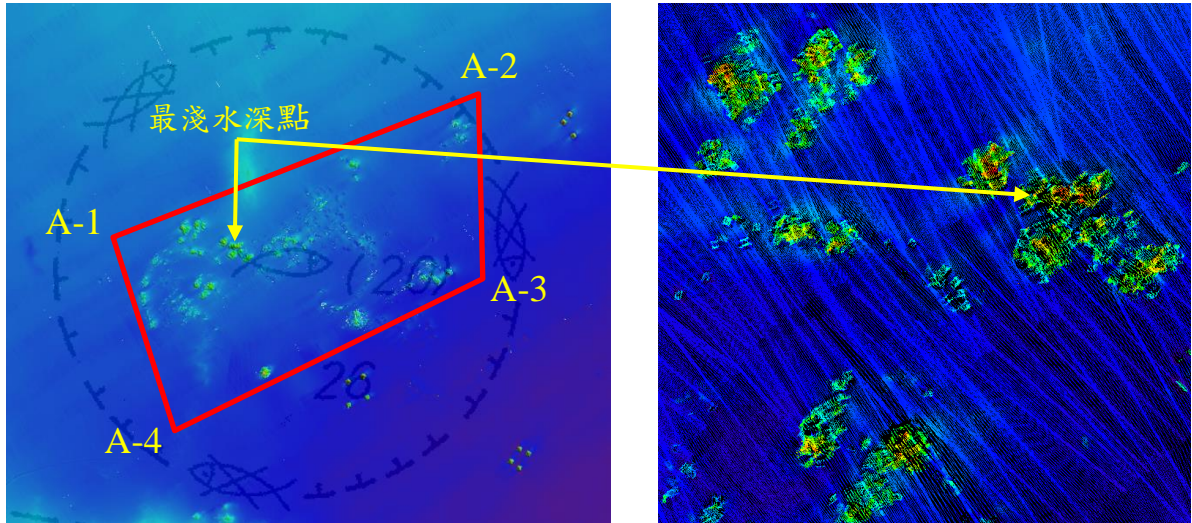


圖 6-9 A 區魚礁群分布位置及魚礁點雲圖

2.B 區鋼鐵礁

根據多音束掃描結果B區共有4個大型鋼鐵礁如圖 6-10，依據量取的尺寸其中 B-1 與 B-2 屬於 A 型鋼鐵礁 (10m*10m*8m)、B-3 與 B-4 屬於 B 型鋼鐵礁(10m*10m*5m)，點雲與實物對照如圖 6-11 所示。

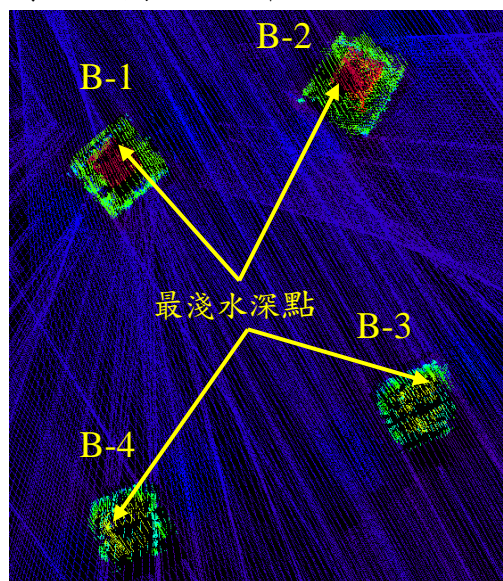


圖 6-10 B 區鋼鐵礁分布圖

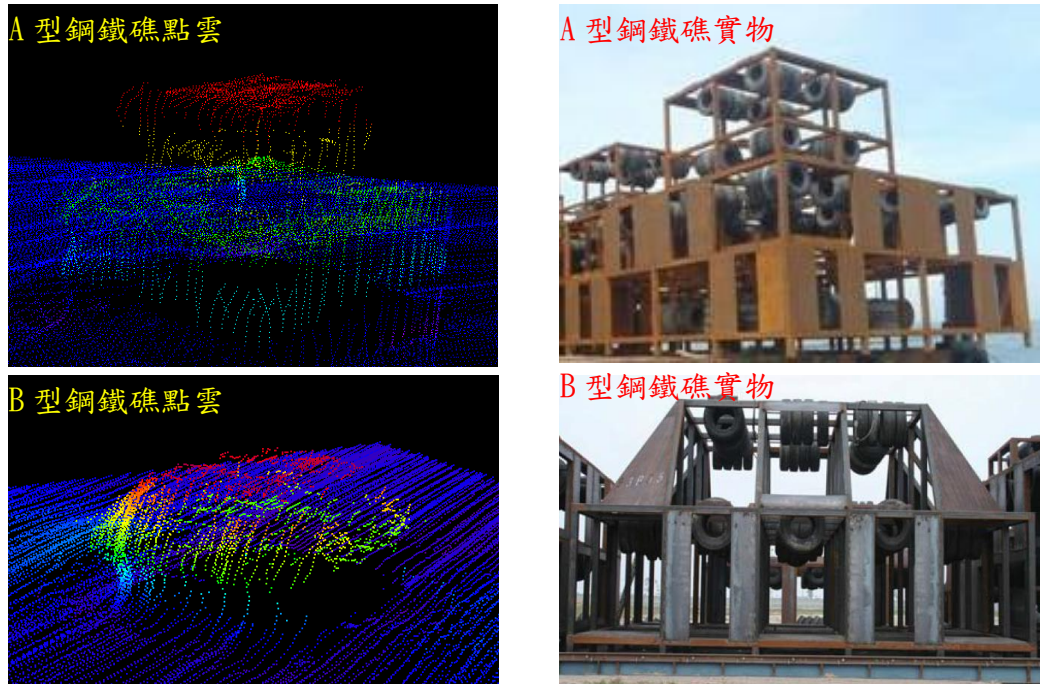


圖 6-11 A 型與 B 型鋼鐵礁點雲與實物對照圖

3.C 區鋼鐵礁

根據多音束掃描結果 C 區共有 4 個大型鋼鐵礁如圖 6-12，根據物體尺寸均屬於 A 型鋼鐵礁(10m*10m*8m)。

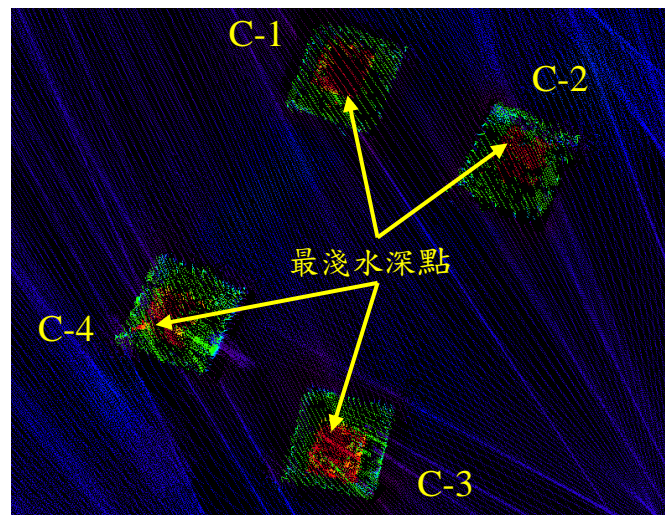


圖 6-12 C 區鋼鐵礁分布圖

4.D 區鋼鐵礁

多音束掃描結果 D 區共有 3 個大型鋼鐵礁如圖 6-13，根據物體尺寸均屬於 A 型鋼鐵礁(10m*10m*8m)。

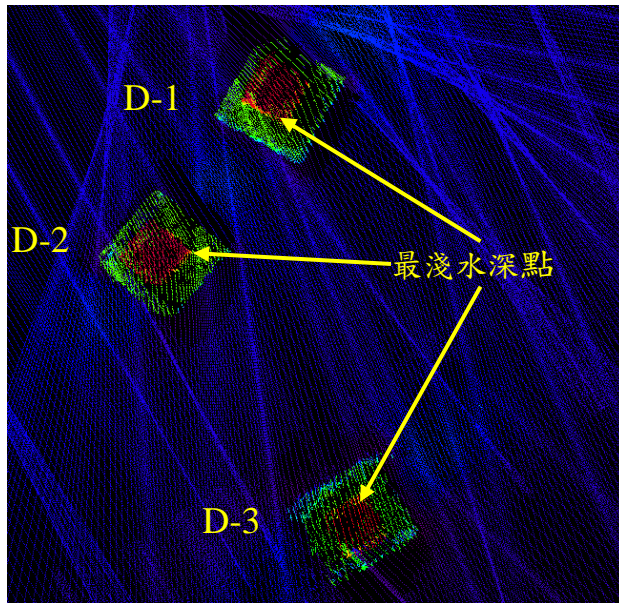


圖 6-13 D 區鋼鐵礁分布圖

(七)新發現沉船(New1)

本沉船查無公告資料，發現位置位於測區東南側海岸地區禁、限制範圍線外，屬料羅港錨泊區，為多音束施測區，經測掃結果發現沉船船體完整，船艙朝西北方，船身向西南側翻，船長約 100 公尺、寬約 10 公尺、高約 10 公尺，最淺水深約位於船腹位置，深度為 19.81 公尺，如圖 6-14 與表 6-9。

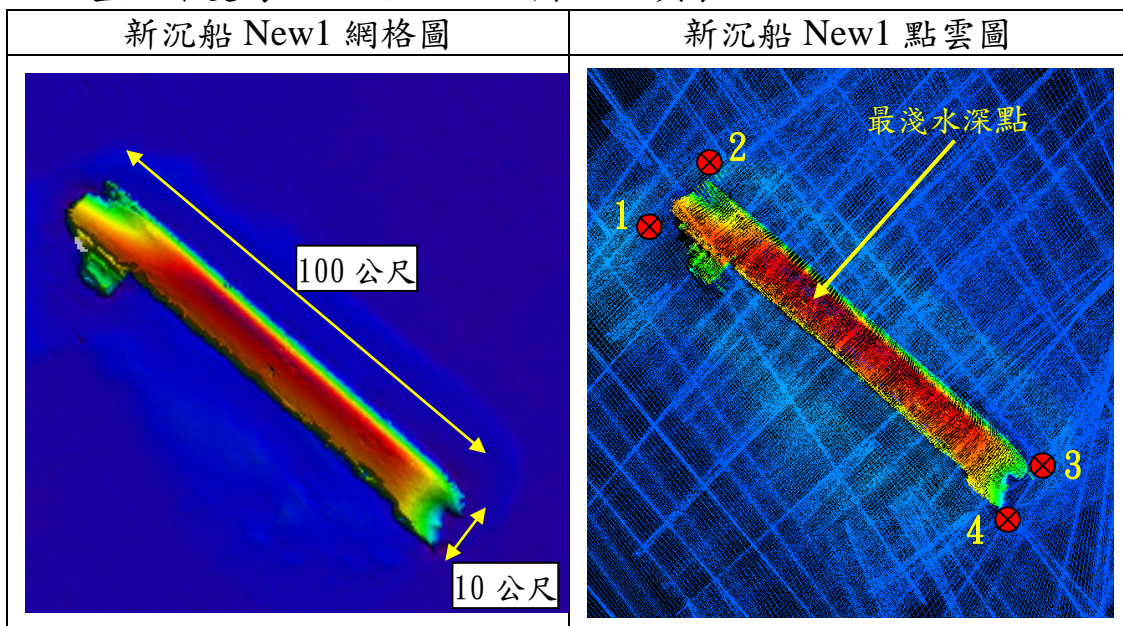


圖 6-14 新沉船 New1 地形圖與點雲圖

表 6-9 新沉船 New1 調查成果表

海圖標示中心 位置經緯度	調查結果船體範圍經緯度		最淺水深 (最低潮位系統)	調查日期及 多音束測線編號
無公告	1	N24°21'39.74" E118°31'54.08"	N24°21'39.26", E118°31'55.50" D 19.81 m	2016/08/27 2016/09/30
	2	N24°21'40.25" E118°31'54.58"		
	3	N24°21'37.96" E118°31'57.38"		
	4	N24°21'37.58" E118°31'56.92"		

(八)新發現沉船(New2)

本沉船查無公告資料，發現位置位於北碇島東南方約 2.2 公里，屬料羅港錨泊區，為多音束施測區，經測掃結果發現沉船船體不完整，船艏約略朝西方，船身向北側翻，僅剩船長約 50 公尺、寬高約 6 公尺、高約 9 公尺，最淺水深約位於船中心位置，深度為 22.11 公尺，如圖 6-15 與表 6-10。

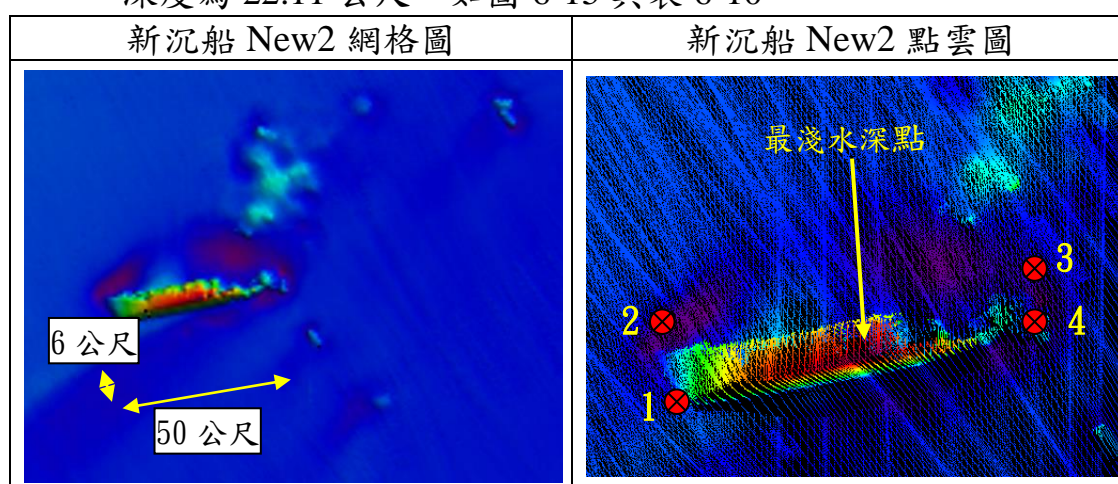


圖 6-15 新沉船 New2 地形圖與點雲圖

表 6-10 新沉船 New2 調查成果表

海圖標示中心 位置經緯度	調查結果船體範圍經緯度		最淺水深 (最低潮位系統)	調查日期及 多音束測線編號
無公告	1	N24°24'52.79" E118°31'19.44"	N24°24'53.15", E118°31'20.57" D 22.11 m	2016/10/23 2016/11/03
	2	N24°24'53.18" E118°31'19.30"		
	3	N24°24'53.616" E118°31'21.48"		
	4	N24°24'53.17" E118°31'21.64"		

柒、人員配置、作業時間與成本分析

一、人員配置

本案由具有完整學經歷、測量工作經驗豐富之副總經理藍國華 (測量執業技師)擔任計畫主持人，並由邱俊榮(測量執業技師)擔任本案共同計畫主持人，招集本公司現場經驗豐富及擁有多年資料處理經驗之工作團隊，全力投入本案。

工作人員編組詳圖 7-1 所示，針對本案任務執行主要分為控制測量、水深測量、陸域測量、圖資編輯與資料彙整等 5 大任務編組，共計投入 20 人以上，由計畫主持人統籌分配任務，並掌控各項工作進度，並在作業期間由進度及資料品管組來監督本案工作進行，勞工安全衛生管理員負責督導外業測量調查人員的安衛問題。



圖 7-1 計畫組織架構圖

二、主要人員專長與負責項目

表 7-1 主要人員專長及負責項目表

組別	姓名	專長	負責項目
專案管理 / 品質管制	藍國華 計畫主持人 (測量技師)	品質管制、作業審查 地測(控制、地形)、航測 水深測量、水下探測	統籌分配任務並掌控各項工作進度
	邱俊榮 共同主持人 (測量技師)	品質管制、作業審查 航空攝影測量、空載雷射掃描	協助統籌分配任務並掌控各項工作進度
	張順隆 (測量技師)	品質管制、作業審查	品質管理、作業審查
	何晉銘	河海水深測量、水下探測 勞工安全衛生	外業勞工安全衛生
	蔡欣達	河海水深測量、水下探測 勞工安全衛生	外業勞工安全衛生
控制測量組	林文凱	地測(控制、地形)、平差計算 地面光達測量	負責控制測量與聯繫各組相關事宜
	游勝宇	地測(控制、地形)、平差計算 地面光達測量	控制外業測量
	陳威丞	地測(控制、地形)、平差計算 地面光達測量	控制外業測量
	蔡杰修	地測(控制、地形)、平差計算 地面光達測量	控制外業測量
海域測量	何晉銘	河海水深測量、水下探測 勞工安全衛生	負責海測規劃與資料處理部分與 聯繫各組相關事宜
	周孟德	河海水深測量、水下探測 勞工安全衛生	負責海測外業部分與現場聯繫各 組相關事宜
	吳家瀚	河海水深測量、水下探測	海測外業測量
	林儒文	河海水深測量、水下探測	海測外業測量
	吳韶驊	河海水深測量、水下探測	海測外業測量
	江瑞杰	河海水深測量、水下探測	海測外業測量
	黃揚俊	河海水深測量、水下探測	海測外業測量
資料彙整組	何晉銘	品質管制、作業審查、地測 (控制、地形)、水深測量、水 下探測	負責各組資料彙整與聯繫各組相 關事宜
	杜凱鈞	基本資料蒐集、地形變遷分析	海測資料處理及分析
	饒芳如	基本資料蒐集、地形變遷分析	海測資料處理及分析
	郭峻庭	基本資料蒐集、地形變遷分析	海測資料處理及分析
圖資編輯組	董秀琪	CAD、GIS、編修	負責圖資處理部分與聯繫各組相 關事宜
	曾淑枝	CAD、GIS、編修	地理資訊圖層資料彙整、製作、 地形圖資製作、詮釋資料製作
	陳曉慧	CAD、GIS、編修	地理資訊圖層資料彙整、製作、 地形圖資製作、詮釋資料製作
	李雅雲	CAD、GIS、編修	地理資訊圖層資料彙整、製作、 地形圖資製作、詮釋資料製作

三、作業時間表

表 7-2 105 年度水深資料調查及整理工作項目及作業時間

階段	成果交付項目	繳交期限		實際作業時間
		決標次日起	日期	
第 1 階段	工作計畫書	30 日曆天	105/04/27	105/03/29~105/04/21 105/04/26~105/04/27 修訂 105/05/16~105/05/23 定稿
第 2 階段	測深系統適用性評估	60 日曆天	105/05/27	105/04/20~105/05/04 105/05/26~105/05/27 修訂 105/06/17~105/06/30 定稿
	控制測量成果	75 日曆天	105/06/11	105/04/11~105/06/08 105/08/09~105/08/22 定稿
	第 1 批海域地形測量 (本案作業範圍 35%以上範圍)	120 日曆天	105/07/26	105/04/30~105/07/06 105/07/26~105/07/27 修訂 105/09/05~105/09/12 定稿
第 3 階段	第 2 批海域地形測量 (本案作業範圍 35%以上範圍)	180 日曆天	105/09/24	105/07/07~105/09/06 105/09/29~105/09/30 修訂
	1.第 3 批海域地形測量(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) 2.海床特徵物偵測及有礙航 安疑義資料消除之試辦成果	240 日曆天	105/11/23	105/09/07~105/11/17 105/11/17~105/12/01 修訂 105/12/27~105/12/29 定稿
第 4 階段	1.數值地形模型 2.電子航行圖前置資料 3.詮釋資料	300 日曆天	106/01/22	105/11/17~105/12/23 106/01/22~106/01/23 修訂
	工作總報告書			106/02/17~106/03/03 定稿
	修正後工作總報告書	106/03/03		

四、成本分析

本案各項工作內容所需動員之內外業人力、軟硬體儀器設備、管理費、利稅及各項雜支等，經評估所需成本費用如表 7-3。

表 7-3 105 年度水深資料調查及整理工作成本分析表

項目	單位	數量	單價	總價	相關工作內容項目
一、工作計畫書	式	1	94,000	94,000	現地勘查、測量規劃、工作計畫書撰寫及編印等
二、水深資料蒐集及整理					
(一)控制測量	式	1	338,400	338,400	平面及高程控制測量，含已知點檢測、GPS 陸上固定站及臨時潮位站測設等
(二)測深系統適用性評估	式	1	423,000	423,000	投入工作之所有多音束測深系統檢校作業
(三)海域地形測量					總面積約 524 平方公里，包含岸線地形、單音束及多音束水深測量、潮位量測、聲速量測、GPS 陸上固定站架設等外業工作及內業資料整理作業
(1)水深測量(含海床特徵物及礙航物偵測)	平方公里	520	20,680	10,753,600	包含單音束及、多音束水深測量、潮位量測、聲速量測等外業工作及內業資料處理。
(2)岸線地形測量	平方公里	4	131,356	525,424	包含航空攝影及空載光達(Lidar)等外業工作及內業資料處理。
(四)數值地形模型製作	幅	80	752	60,160	包含 80 幅五千分之一比例尺圖幅範圍數值高程模型，與 8 幅二萬五千分之一比例尺圖幅範圍數值高程模型
(五)電子航行圖前置資料製作	幅	80	4,230	338,400	包含海測清繪圖及水深紀錄檔與其他敘述性資料製作
(六)詮釋資料製作	幅	80	470	37,600	依據內政部國土資訊系統之「地理資訊詮釋資料標準」相關規定填寫各項成果之詮釋資料
三、進度報告及工作總報告書	式	1	209,840	209,840	包含各階段測量成果彙整、工作總報告書撰寫與印製、成果簡報及工作會議等
合計				1,278,424	

捌、各次工作會議結論及追蹤事項辦理情形

本工作每個月召開工作會議，針對各作業區作業進度及工作執行上須注意事項與遭遇之作業難題提出討論，各次會議與本作業區相關之議題及辦理情形整理如下：

一、第一次工作會議決議及辦理情形

會議於4月7日召開，主要討論測深系統適用性評估作業區，各家廠商統一於高雄市興達港外海魚礁區進行，以及由各家廠商提出作業可能遭遇之問題及困難，如需甲方協助事項，請提出相關資料送交甲方辦理等，詳細事項與處理情形請參閱「附件 1、歷次工作會議結論與追蹤事項辦理情形」。

二、第二次工作會議決議及辦理情形

會議於5月13日召開，主要討論測深系統適用性評估作業進度、本作業區跨海峽中線海域測量請甲方協助申請海巡署戒護以及各作業區潮區設定問題，建議增設臨時潮位觀測站等，詳細事項與處理情形請參閱「附件 1、歷次工作會議結論與追蹤事項辦理情形」。

三、第三次工作會議決議及辦理情形

會議於6月17日召開，主要討論各作業區目前作業進度是否需增加人力、無法施測區域需依規定提出申請及報告書格式統一等，詳細事項與處理情形請參閱「附件 1、歷次工作會議結論與追蹤事項辦理情形」。

四、第四次工作會議決議及辦理情形

會議於7月7日召開，主要討論各作業區目前作業進度要求加速資料處理進度、海床特徵物於作業完成後立即提出討論及電子航行圖前置資料分類區域圖層增加「定位測量之方式」、「測深方法及儀器」2欄位等，詳細事項與處理情形請參閱「附件 1、歷次工作會議結論與追蹤事項辦理情形」。

五、第五次工作會議決議及辦理情形

會議於 8 月 18 日召開，主要討論各作業區目前作業進度、第 1、2 作業區安平港及高雄港港區成果資料請高雄港務公司盡早提送相關作業廠商以茲資比對及處理以及第 2 作業區趕工事宜等，詳細事項與處理情形請參閱「附件 1、歷次工作會議結論與追蹤事項辦理情形」。

六、第六次工作會議決議及辦理情形

會議於 9 月 13 日召開，主要討論各作業區目前作業進度、陸域航拍事關密級測區需函送內政部審查並於提送成果後銷毀及電子航行圖前置資料最低低潮位面相關基準計算及潮區劃分等，詳細事項與處理情形請參閱「附件 1、歷次工作會議結論與追蹤事項辦理情形」。

七、第七次工作會議決議及辦理情形

會議於 10 月 28 日召開，主要討論各作業區目前作業進度請把握海象盡速完成、請作業廠商提送潮位觀測資料，請海軍大氣海洋局協助計算最低低潮位面基準等，詳細事項與處理情形請參閱「附件 1、歷次工作會議結論與追蹤事項辦理情形」。

八、第八次工作會議決議及辦理情形

會議於 11 月 30 日召開，主要討論各作業區目前各作業區外業已全數完成，盡速加強後續圖資製作、如新發現特徵物盡速提供內政部地政司相關資料，以利辦理後續航船布告發布事宜，海軍大氣海洋局提供潮信計算成果，並請各廠商化算最低低潮系統後，進行後續電子航行圖前置資料製作，詳細事項與處理情形請參閱「附件 1、歷次工作會議結論與追蹤事項辦理情形」。

九、第九次工作會議決議及辦理情形

會議於 12 月 29 日召開，主要討論各作業區橢球高計算方式以及提醒各作業區資料處理時程，詳細事項與處理情形請參閱「附件 1、歷次工作會議結論與追蹤事項辦理情形」。

玖、結論與建議

一、結論

金門海圖圖資自民國 99 年至今久未更新，有鑑於近年兩岸通航頻繁，海圖圖資更新亦有其迫切性，因此本年度之作業範圍自大金門島東側以順時針方向至小金門島北側沿海地區，共計 80 幅五千分之一比例尺圖幅，測量面積約 524 平方公里，陸域面積約 4 平方公里、海域面積約 520 平方公里，其中多音束施測面積約 210 平方公里（佔 40.0%施測面積）、其他單音束施測面積約 310 平方公里（佔 59.2%施測面積），歷時 63 個工作天，其中多音束測深 59 天，單音束測深 33 天。所得成果共產製 80 幅比例尺五千分之一數值地形模型(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)，並將資料轉置成電子航行圖前置資料以供後續各項海域測繪成果之用。

(一)精度分析

1.資料一致性

本工作採用單音束與多音束測深系統以及空載光達，以獲取海域與陸域地形資料，不同儀器施測成果之一致性，影響數值地形成果製作之準確性，因此各項儀器測量成果比較也就格外重要，除儀器本身之內精度須符合規範要求外，其各項儀器間之外精度也須符合規範，本案之水深測量精度皆高於 **95%** 符合『一等精度』要求，航道及錨泊區之水深測量精度皆高於 **96%** 符合『特等精度』要求，以下列出各項測量系統精度（以正高系統為例）：

(1)多音束主測帶與檢核測帶重疊區檢核

先將主測線所得水深資料內插成 5 公尺*5 公尺之網格點，再與檢核測線實際測點比較，以計算水深測量成果之精度是否符合規範要求，本年度分為 3 批測區分批繳交成果，精度說明如下：

A.第 1 批測深檢核精度

第 1 批多音束測深成果，共檢核 93,093,723 點，符合『特等精度』要求合格點數 91,737,706 點，合格率 98.54%。

B.第 2 批測深檢核精度

第 2 批多音束測深成果，共檢核 96,869,815 點，符合『特等精度』要求合格點數 94,765,155 點，合格率 97.83%。

C.第 3 批測深檢核精度

第 3 批多音束測深成果，共檢核 54,343,625 點，符合『特等精度』要求合格點數 52,667,324 點，合格率 96.92%。

(2)單音束主測線與檢核測線重疊區檢核

先將主測線所得水深資料內插成 5 公尺*5 公尺之網格點，再與檢核測線實際測點比較，以計算水深測量成果之精度是否符合規範要求，本年度分為 2 批測區分批繳交成果，精度說明如下：

A.第 1 批測深檢核精度

第 1 批單音束測深成果，共檢核 44,584 點，符合『一等精度』要求合格點數 43,883 點，合格率 98.43%。

B.第 2 批測深檢核精度

第 2 批單音束測深成果，共檢核 30,815 點，符合『一等精度』要求合格點數 29,570 點，合格率 95.96%。

(3)多音束相鄰測帶重疊區檢核

將相鄰測帶所得水深資料分別內插成 5 公尺*5 公尺之網格點，比較相同位置不同水深誤差差值，以計算水深測量成果之精度是否符合規範要求，精度說明如下：

A.第 1 批測深檢核精度

第 1 批多音束相鄰測帶測深成果，共檢核 790,694 點，符合『特等精度』要求合格點數 777,123 點，合格率 98.28%。

B. 第 2 批測深檢核精度

第 2 批多音束相鄰測帶測深成果，共檢核 2,059,952 點，符合『特等精度』要求合格點數 2,015,244 點，合格率 97.83%。

C. 第 3 批測深檢核精度

第 3 批多音束相鄰測帶測深成果，共檢核 1,777,828 點，符合『特等精度』要求合格點數 1,735,604 點，合格率 97.62%。

(4) 不同儀器施測資料重疊區檢核

分別將多音束施測成果內插成 5 公尺*5 公尺之網格點，再與檢核測線實際測點比較，以計算水深測量成果之精度是否符合規範要求，精度說明如下：

A. 第 1 批多音束與單音束測深檢核精度

第 1 批多音束與單音束重疊區檢核成果，共檢核 294,971 點，符合『一等精度』要求合格點數 289,879 點，合格率 98.27%。

B. 第 2 批多音束與單音束測深檢核精度

第 2 批多音束與單音束重疊區檢核成果，共檢核 268,942 點，符合『一等精度』要求合格點數 257,199 點，合格率 95.63%。

(5) 海、陸域施測資料重疊區檢核

將空載光達資料與水深測帶疊合處進行資料比對，共檢測 69,705 點，符合『一等精度』要求合格點數 67,777 點，合格率 97.23%

2. 資料不確定度

水深資料的不確定度代表了量測結果的分散程度與可能的誤差範圍區間，在測深量測過程中因為儀器本身誤差、儀器相對位置人為量測誤差以及環境造成之誤差等因素影響，造成不同時間、不同地點測量成果本身存在一個基本誤差值，藉由軟體輸入各項誤差因子參數，計算得出每個水深測點不同之平面及高程資料不確定度，本計畫各批次資料不確定度分析結果100%符合 IHO 特等精度要求。

(二) 特徵物偵測

金門測區特徵物總計採用多音束加密測線方式偵測 1 處魚礁區及 5 處沉船(含疑似沉船)標註區，其中僅確認 2 處有沉船，另外 3 處疑似沉船標註區，經搜尋周邊 500 公尺範圍均無發現任何沉船遺跡，另外在西側測區金廈航道旁發現 1 處暗礁，東南方測區料羅港錨泊區新發現 2 艘未標註及公告之沉船，已報請內政部行文海軍大氣海洋局發布航船布告(如圖 9-1)。

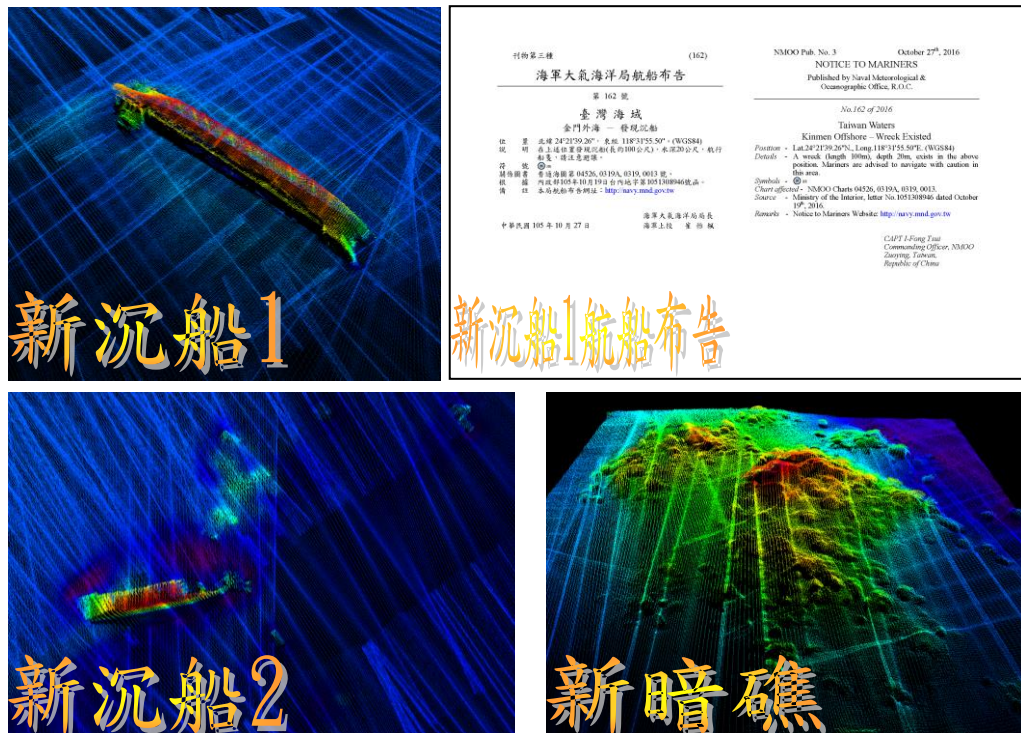


圖 9-1 新發現暗礁及沈船點雲圖

二、建議

(一)港區及錨泊區等淺水區測量

今年度料羅港錨泊區範圍北側近岸及外海有眾多礁島(如母嶼、北碇島及其他不知名礁島等)，由於錨泊區屬多音束施測區，資料需全覆蓋，然因當地潮差變化大，部分礁島屬於可涸岩，漲潮時沒入水中，一不小心船隻就有擱淺之疑慮，因此船隻無法太冒險靠近施測，以至於部分區域無法覆蓋。本年度雖經工作會議作成決議「水深淺於 5 公尺時，多音束測深最小測線間距得以 30 公尺為限，不受有效資料覆蓋率需達 110% 以上之限制。」，然多音束測深船隻噸位相對較大，作業水深有其範圍限制，因此建議外港區及錨泊區水深淺於 5 公尺區域改採單音束作業。

(二)潮區劃分

本公司去年(澎湖測區)及今年(金門測區)均施測離島測區，潮差變化大，根據內政部「98 年度臺灣西部潮位模式建立技術發展計畫」等潮圖，此 2 處測區均不適用，尤其今年金門測區，依據潮位模式等潮圖小金門島東、西側潮差變化可達 1 公尺，詳見圖 9-2，然而實際潮位觀測資料羅厝漁港(BM05)與石蚵架(BM08)潮差變化最大約 0.2 公尺，詳見圖 9-3。對於潮區之劃分，建議建立相關測區潮位修正之潮區劃分方式，以利後續相同測區資料維護有可依循之根據。

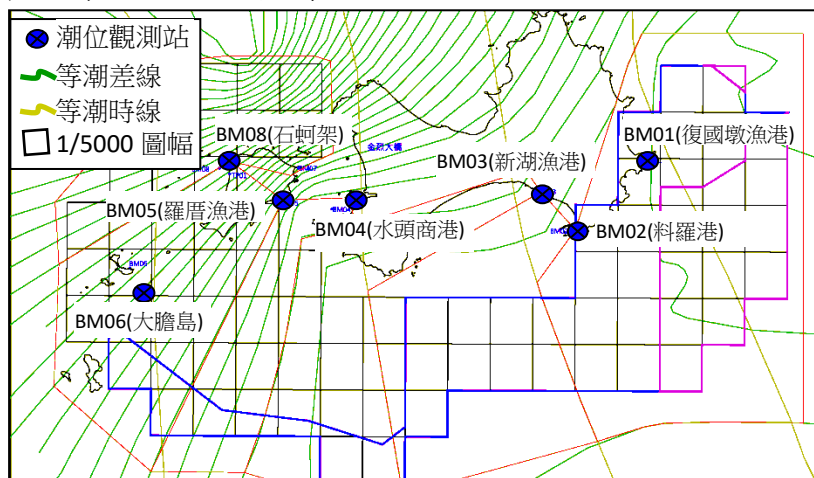


圖 9-2 潮位模式等潮圖與潮位觀測站位置圖

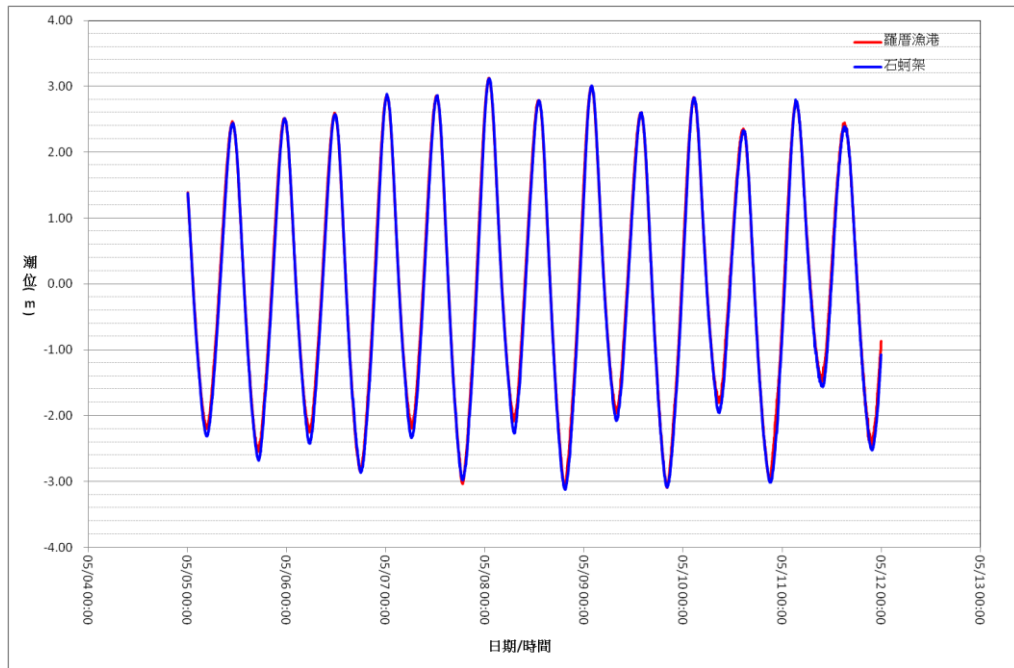


圖 9-3 羅厝漁港與石蚵架潮位比較圖

拾、參考文獻

1. 「交通部中央氣象局」網站，<http://www.cwb.gov.tw>
2. 98 年度臺灣西部潮位模式建立技術發展計畫(2010)，內政部國土測繪中心。
3. 中華民國燈表(2012)，中華民國海軍大氣海洋局，第十版。
4. 「行政院農業委員會漁業署」網站，<http://www.fa.gov.tw>
5. 經濟部水利署(2002~2011)「台灣水文年報」。
6. 「九十三年度離島一等水準點埋設及其水準、衛星定位、重力測量工作報告書」(2005)，內政部國土測繪中心。
7. 航船布告，「海軍全球資訊網」網站，<http://navy.mnd.gov.tw>。



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

總機：(04) 22522966

傳真：(04) 22592533