



NLSC-107-58

107 年度彰雲海域南北航道水深測量 資料調查及整理作業

2018 The Data Collection and Mapping of
Bathymetric Surveying along North-South
fairway of Changhua County to Yunlin County

工作總報告

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 109 年 1 月 6 日

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。有鑒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。

本報告係針對彰化縣大城鄉至雲林縣麥寮鄉外海南北航道海域調查成果進行說明，海域面積約 375 平方公里，全面採用多音束測深系統測繪水深地形，測區依據測深精度要求為特等精度區，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）及本案相關規範之精度標準。

本案**特徵物調查**共計偵測到 1 處沉船及 1 處未登錄沉船。

本案完成 73 幅五千分之一與 7 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、特徵物調查、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 report is written to explain the methodology of investigation and the results particularly focusing on the North-South fairway of Dacheng Township , Changhua County to Mailiao Township , Yunlin County with total area of approximately 375 km². In this plan, water depth topography is surveyed by using **multi-beam echo sounder**. 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 shipwreck and 1 unregistered sunken wreck are **detected as features**.

The results of this plan has accomplished setting up 73 items of 1/5,000 scale and 7 items of 1/25,000 scale **pre-data for the electronic navigation chart** 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, feature detection, pre-data for the electronic navigation chart, digital elevation model

目錄

摘要.....	摘要-I
Abstract.....	摘要-II
目錄.....	I
表目錄.....	III
圖目錄.....	VI
壹、前言.....	1
一、計畫緣起.....	1
二、計畫範圍.....	2
三、工作內容.....	3
貳、作業規劃及作業範圍特性分析.....	4
一、作業流程.....	4
二、作業規劃.....	5
三、工作期程.....	8
四、作業環境概述.....	9
五、海氣象資料.....	10
六、作業安排.....	11
參、執行方法及成果.....	12
一、測量基準及參考系統.....	12
二、測深系統適用性評估.....	16
三、海域地形測量.....	26
肆、海床特徵物偵測及有礙航安疑義資料之消除.....	44
一、資料蒐集.....	44
二、作業方法.....	45
三、資料確認.....	46
四、偵測成果.....	46
伍、電子航行圖前置資料.....	60
陸、自我檢查方式及處理原則.....	66
一、海域地形測量成果檢核及分析.....	66

二、電子航行圖前置資料數值地理資訊圖層檢查	89
柒、試辦精密單點定位成果	91
一、定位原理	91
二、作業要求	91
三、測線選擇	91
四、PPP 資料解算	92
五、定位資料分析	96
六、海域地形成果檢核分析	100
捌、檢討與建議	109
一、檢討	109
二、建議	113
玖、參考文獻	114

附錄一、歷次工作會議決議及辦理情形

附錄二、審查意見及回覆

附錄三、電子航行圖前置資料其他敘述性報告

表目錄

表 1-1	調查工作項目及數量統計表	3
表 2-1	工作成果交付項目及繳交日期一覽表	8
表 2-2	臺中港及箔子寮漁港潮位站歷年潮位統計表	10
表 2-3	臺中港浮標每月波高統計表(1999~2016)	11
表 3-1	e-GNSS 測量作業規範	13
表 3-2	e-GNSS 測量成果表 (單位：m)	13
表 3-3	2 組 180 筆固定解資料平均 (單位：m)	13
表 3-4	重複觀測較差檢核表 (單位：mm)	13
表 3-5	成果精度檢核表 (單位：mm)	13
表 3-6	已知高程控制點檢測規範	14
表 3-7	已知水準點資訊表 (單位：m)	14
表 3-8	水準測量路線圖	14
表 3-9	已知點高程精度檢核成果表	15
表 3-10	水準測量成果表	15
表 3-11	控制測量成果總表(單位：m)	15
表 3-12	疊合測試地形條件及作業方式	17
表 3-13	Reson 7125_No1 多音束測深系統儀器設備資訊	19
表 3-14	Reson 7125_No2 多音束測深系統儀器設備資訊	20
表 3-15	衛星定位儀儀器校正資訊一覽表	21
表 3-16	金勝發 6 號船籍基本資料	21
表 3-17	順洋 8 號船籍基本資料	21
表 3-18	Reson 7125_No1 疊合測試測線資訊表	24
表 3-19	Reson 7125_No2 疊合測試測線資訊表	24
表 3-20	疊合測試成果表	24
表 3-21	海域地形測量分批實作數量統計表	27
表 3-22	海域地形測量成果交付明細	27
表 3-23	萬寶龍 58 號與世通 168 號船籍基本資料	28
表 3-24	水深地形測量作業人員名單	28
表 3-25	海域測量作業日期與繳交原始觀測資料檔案對照表	30
表 3-26	疊合測試測量計算成果表	32
表 3-27	PPK 基準站一覽表	34
表 3-28	PPK 解算筆數及比例一覽表	37
表 3-29	聲速剖面量測時間及位置一覽表	39
表 3-30	多音束相鄰測線資料覆蓋率統計表	42

表 4-1	海床特徵物事前調查成果表	44
表 4-2	測深系統適用性評估測試區特徵物偵測成果表	47
表 4-3	海床特徵物及有礙航安疑義資料現場調查成果統計表	49
表 4-4	新發現海床特徵物現場調查成果統計表	49
表 4-5	水深資料調查特徵物及疑義資料通報表(Wreck1)	50
表 4-6	水深資料調查特徵物及疑義資料通報表(Wreck2)	52
表 4-7	水深資料調查特徵物及疑義資料通報表(Wreck3)	54
表 4-8	水深資料調查特徵物及疑義資料通報表(Wreck4)	56
表 4-9	水深資料調查特徵物及疑義資料通報表(New1)	58
表 5-1	臨時潮位站潮信資料統計表	64
表 6-1	海道測量最低標準表	66
表 6-2	Reson 7125_No1 檢核測線與全區之誤差比較表(正高)	69
表 6-3	Reson 7125_No1 檢核測線與全區之誤差比較表(橢球高)	69
表 6-4	Reson 7125_No2 檢核測線與全區之誤差比較表(正高)	70
表 6-5	Reson 7125_No2 檢核測線與全區之誤差比較表(橢球高)	71
表 6-6	Reson 7125_No1 相鄰測線重疊區之誤差比較表(正高)	72
表 6-7	Reson 7125_No1 相鄰測線重疊區之誤差比較表(橢球高)	73
表 6-8	Reson 7125_No2 相鄰測線重疊區之誤差比較表(正高)	74
表 6-9	Reson 7125_No2 相鄰測線重疊區之誤差比較表(橢球高)	75
表 6-10	Reson 7125_No1 與 Reson 7125_No2 之誤差比較表(正高)	76
表 6-11	Reson 7125_No1 與 Reson 7125_No2 之誤差比較表(橢球高)	77
表 6-12	CARIS HIPS TPU 儀器參數設定一覽表(多音束)	78
表 6-13	資料同步時間誤差參數	78
表 6-14	CARIS HIPS TPU 人為因子參數設定一覽表	79
表 6-15	CARIS HIPS TPU 作業環境參數設定一覽表	79
表 6-16	Reson 7125_No1 TPU 計算資料統計表	80
表 6-17	Reson 7125_No2 TPU 計算資料統計表	80
表 6-18	檢核測線與第 1 批全測區誤差比較表(正高)	82
表 6-19	檢核測線與第 1 批全測區誤差比較表(橢球高)	83
表 6-20	檢核測線與第 2 批全測區誤差比較表(正高)	83
表 6-21	檢核測線與第 2 批全測區誤差比較表(橢球高)	84
表 6-22	第 1 批全測區多音束相鄰測線重疊區誤差比較表(正高)	85
表 6-23	第 1 批全測區多音束相鄰測線重疊區誤差比較表(橢球高)	86
表 6-24	第 2 批全測區多音束相鄰測線重疊區誤差比較表(正高)	86
表 6-25	第 2 批全測區多音束相鄰測線重疊區誤差比較表(橢球高)	87
表 6-26	第 1 批多音束水深不確定度計算資料統計表	88

表 6-27	第 2 批多音束水深不確定度計算資料統計表	88
表 6-28	電子航行圖前置資料圖層分類對照表	89
表 7-1	第 1 批 PPP 定位解算成果較差統計表	96
表 7-2	第 2 批 PPP 定位解算成果較差統計表	98
表 7-3	第 1 批不同定位方式檢核測線與全區之誤差比較表	100
表 7-4	第 1 批不同定位方式相鄰測線之誤差比較表	102
表 7-5	第 1 批不同定位方式全區之誤差比較表	103
表 7-6	第 2 批不同定位方式檢核測線與全區之誤差比較表	105
表 7-7	第 2 批不同定位方式相鄰測線之誤差比較表	106
表 7-8	第 2 批不同定位方式全區之誤差比較表	107

圖目錄

圖 1-1	107 年度彰雲海域南北航道水深測量位置圖	2
圖 2-1	作業流程圖	4
圖 2-2	控制點與測區相關位置圖	5
圖 2-3	測深系統適用性評估測試區位置圖	6
圖 2-4	測線規劃示意圖	7
圖 3-1	測深系統適用性評估測量船隻及作業照片	18
圖 3-2	臨時潮位觀測站位置圖	22
圖 3-3	梧棲漁港潮位比較圖	22
圖 3-4	PPK 基準站觀測站位置圖	23
圖 3-5	多音束疊合測試示意圖(左)及 Patch test 計算畫面(右)	23
圖 3-6	聲速剖面量測情形(左圖)及聲速剖面圖	25
圖 3-7	Reson 7125_No1 軌跡圖	25
圖 3-8	Reson 7125_No2 軌跡圖	25
圖 3-9	Reson 7125_No1 水深色階圖	26
圖 3-10	Reson 7125_No2 水深色階圖	26
圖 3-11	海域水深測量分批作業範圍圖	26
圖 3-12	水深測量使用船隻與儀器照片	28
圖 3-13	水深測量作業流程圖	29
圖 3-14	海域地形測量作業航線軌跡圖	30
圖 3-15	儀器架設示意圖	31
圖 3-16	GPS 天線盤相位中心圖	31
圖 3-17	音鼓與姿態儀相位中心圖	31
圖 3-18	多音束水深測量疊合測試(左圖)及計算畫面(右圖)	32
圖 3-19	船隻運動姿態角紀錄曲線圖	33
圖 3-20	潮位站設置相關位置圖	35
圖 3-21	聲速剖面量測情形(左圖)及聲速剖面圖	36
圖 3-22	TBC 基線計算精度評估指標允收門檻值設定畫面	36
圖 3-23	多音束水深測量資料處理流程圖	37
圖 3-24	多音束水深測量相鄰及檢核測線資料疊合比對、除錯	38
圖 3-25	多音束水深測量資料以 3D 模式資料疊合比對、除錯	38
圖 3-26	104 年度「大陸礁層調查作業整合服務工作」潮位分區圖	40
圖 3-27	船隻姿態 HVF 儀器相關位置設定畫面	41
圖 3-28	GPS Tide 計算參數設定畫面	41
圖 3-29	水深測量成果色階圖(正高)	42

圖 3-30	水深測量成果色階圖(橢球高)	43
圖 4-1	特徵物及有礙航安疑義資料事前調查成果相關位置圖	45
圖 4-2	測試區特徵物相關位置圖	46
圖 4-3	特徵物及有礙航安疑義資料現地調查成果圖	49
圖 5-1	海測清繪圖成果示意圖	63
圖 6-1	Fledermaus 製作網格 SD 檔畫面	68
圖 6-2	Reson 7125_No1 檢核測線與全區之誤差分布圖(正高)	68
圖 6-3	Reson 7125_No1 檢核測線與全區之誤差分布圖(橢球高)	69
圖 6-4	Reson 7125_No2 檢核測線與全區之誤差分布圖(正高)	70
圖 6-5	Reson 7125_No2 檢核測線與全區之誤差分布圖(橢球高)	71
圖 6-6	Reson 7125_No1 相鄰測線重疊區之誤差分布圖(正高)	72
圖 6-7	Reson 7125_No1 相鄰測線重疊區之誤差分布圖(橢球高)	73
圖 6-8	Reson 7125_No2 相鄰測線重疊區之誤差分布圖(正高)	74
圖 6-9	Reson 7125_No2 相鄰測線重疊區之誤差分布圖(橢球高)	75
圖 6-10	Reson 7125_No1 與 Reson 7125_No2 之誤差分布圖(正高)	76
圖 6-11	Reson 7125_No1 與 Reson 7125_No2 之誤差分布圖(橢球高)	77
圖 6-12	水深測量精度分區示意圖	81
圖 6-13	檢核測線與第 1 批全測區之誤差分布圖(正高)	82
圖 6-14	檢核測線與第 1 批全測區之誤差分布圖(橢球高)	82
圖 6-16	檢核測線與第 2 批全測區之誤差分布圖(橢球高)	84
圖 6-17	第 1 批全測區多音束相鄰測線重疊區誤差分布圖(正高)	85
圖 6-18	第 1 批全測區多音束相鄰測線重疊區誤差分布圖(橢球高)	85
圖 6-19	第 2 批全測區多音束相鄰測線重疊區誤差分布圖(正高)	86
圖 6-20	第 2 批全測區多音束相鄰測線重疊區誤差分布圖(橢球高)	87
圖 6-21	ENC 前置資料製圖成果圖	89
圖 7-1	PPP 測區位置與 PPK 基準站距離圖	92
圖 7-2	第 1 批定位解算平面及高程時間-標準差曲線圖	93
圖 7-3	第 2 批定位解算平面及高程時間-標準差曲線圖	93
圖 7-4	第 1 批 CSRS 定位解算平面及高程時間-標準差曲線圖	94
圖 7-5	第 2 批 CSRS 定位解算平面及高程時間-標準差曲線圖	95
圖 7-6	第 1 批 PPP 定位解算成果 N 坐標時間-較差曲線圖	96
圖 7-7	第 1 批 PPP 定位解算成果 E 坐標時間-較差曲線圖	97
圖 7-8	第 1 批 PPP 定位解算成果 h 坐標時間-較差曲線圖	97
圖 7-9	第 2 批 PPP 定位解算成果 N 坐標時間-較差曲線圖	98
圖 7-10	第 2 批 PPP 定位解算成果 E 坐標時間-較差曲線圖	98
圖 7-11	第 2 批 PPP 定位解算成果 h 坐標時間-較差曲線圖	99

圖 7-12	第 1 批 PPK 定位方式檢核測線與全區誤差分布圖	101
圖 7-13	第 1 批 IE(PPP)定位方式檢核測線與全區誤差分布圖.....	101
圖 7-14	第 1 批 CSRS(PPP)定位方式檢核測線與全區誤差分布圖.....	101
圖 7-15	第 1 批 PPK 定位方式相鄰測線誤差分布圖.....	102
圖 7-16	第 1 批 IE(PPP)定位方式相鄰測線誤差分布圖.....	102
圖 7-17	第 1 批 CSRS(PPP)定位方式相鄰測線誤差分布圖.....	103
圖 7-18	第 1 批 PPK 與 IE(PPP)定位方式全區誤差分布圖	103
圖 7-19	第 1 批 PPK 與 CSRS(PPP)定位方式全區誤差分布圖	104
圖 7-20	第 1 批 IE(PPP)與 CSRS(PPP)定位方式全區誤差分布圖	104
圖 7-21	第 2 批 PPK 定位方式檢核測線與全區誤差分布圖	105
圖 7-22	第 2 批 IE(PPP)定位方式檢核測線與全區誤差分布圖.....	105
圖 7-23	第 2 批 CSRS(PPP)定位方式檢核測線與全區誤差分布圖.....	106
圖 7-24	第 2 批 PPK 定位方式相鄰測線誤差分布圖.....	106
圖 7-25	第 2 批 IE(PPP)定位方式相鄰測線誤差分布圖.....	107
圖 7-26	第 2 批 CSRS(PPP)定位方式相鄰測線誤差分布圖.....	107
圖 7-27	第 2 批 PPK 與 IE(PPP)定位方式全區誤差分布圖	108
圖 7-28	第 2 批 PPK 與 CSRS(PPP)定位方式全區誤差分布圖	108
圖 7-29	第 2 批 IE(PPP)與 CSRS(PPP)定位方式全區誤差分布圖	108

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 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。有鑒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)，並於民國 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。本案由內政部國土測繪中心(以下簡稱國土測繪中心)執行，分區逐年調查，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。107 年度為延續 100 年度~104 年度臺灣本島測區作業範圍往外海延伸，分為三個作業區，辦理「107 年度水深測量資料調查及整理作業採購案」，由三家作業廠商分區進行調查作業；同時為因應兩岸航運交通頻繁，急需建置外海航道詳細基本圖資，因此於 107 年 10 月辦理「**107 年度彰雲海域南北航道水深測量資料調查及整理作業採購案**」(以下簡稱本案)，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。

本案由國土測繪中心執行，委託自強工程顧問有限公司(以下簡稱本公司)辦理「107 年度彰雲海域南北航道水深測量資料調查及整理作業採購案」海域地形調查工作。

二、計畫範圍

本案測製區域為彰化縣大城鄉至雲林縣麥寮鄉外海南北航道（如圖 1-1），總面積約 375 平方公里。

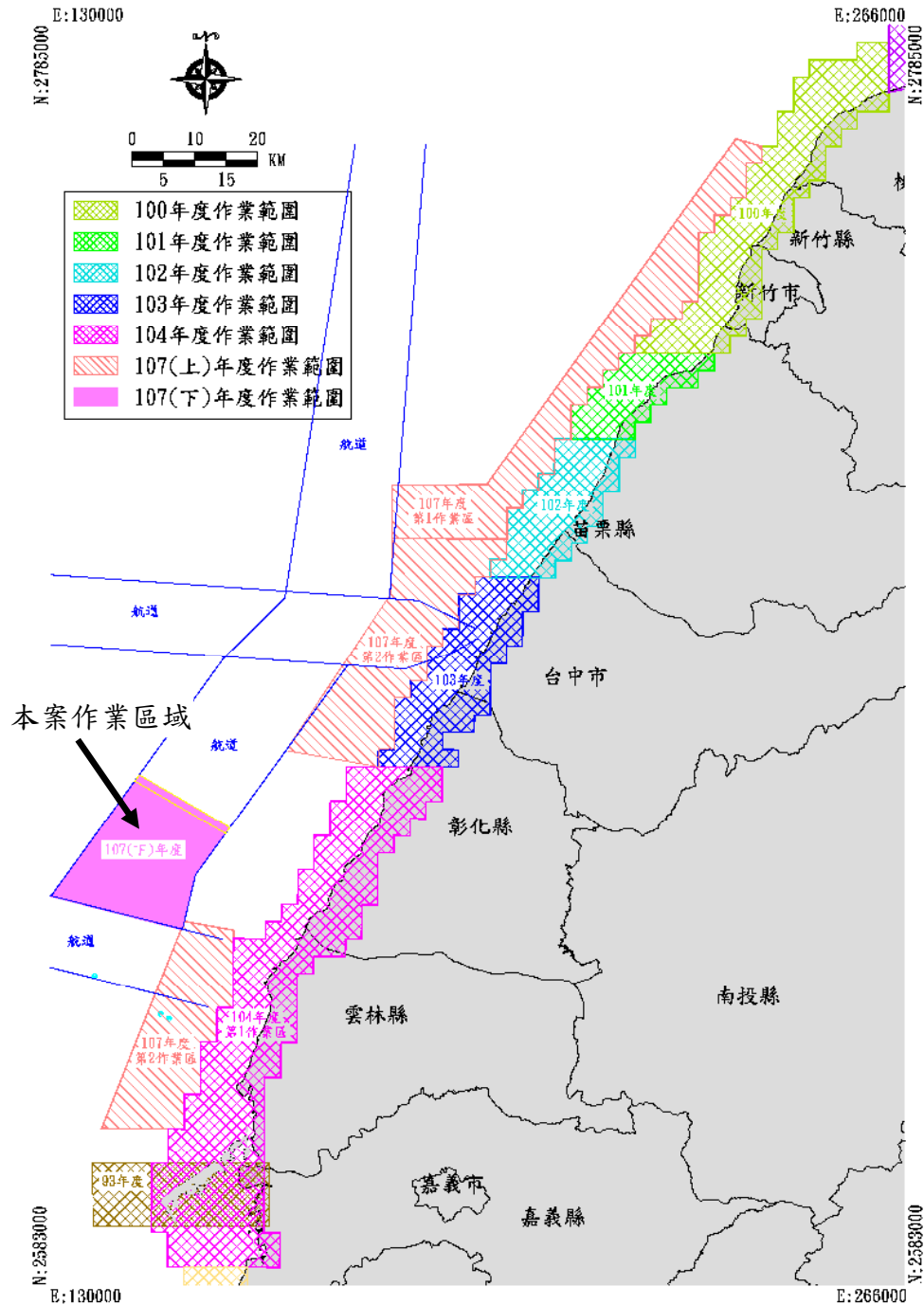


圖 1-1 107 年度彰雲海域南北航道水深測量位置圖

三、工作內容

本案主要工作項目及內容彙整如表 1-1 所列。

表 1-1 調查工作項目及數量統計表

階段	項次	工作項目	單位	數量	備註
1	1-1	工作計畫書	式	1	
2	2-1	控制測量	點	4	新設控制點測量由國土測繪中心南區第一測量隊施測
	2-2	新設平面控制點設置(PPK 固定站)	點	2	SEA001、SEA002
	2-3	新設高程控制點設置(臨時潮位站)	點	2	TCBM、W10A
	2-4	測深系統適用性評估	組	2	多音束- Reson SeaBat 7125_No1、Reson SeaBat 7125_No2
	2-5	第 1 批海域地形測量	平方公里	165	總面積 375 平方公里 佔總面積約 44%
	2-6	第 1 批單點定位試辦成果	公里	105	總測線至少 200 公里以上 本批次至少 100 公里以上
3	3-1	第 2 批海域地形測量	平方公里	210	總面積 375 平方公里 佔總面積約 56%
	3-2	第 2 批單點定位試辦成果	公里	118	總測線至少 200 公里以上 本批次至少 100 公里以上
4	4-1	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。
	4-2	電子航行圖前置資料	平方公里	375	建立海域清繪圖、水深記錄檔及其他敘述性資料。
	4-3	工作總報告書	式	1	

貳、作業規劃及作業範圍特性分析

一、作業流程

茲針對本案控制測量、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、相關調查資料彙整...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 2-1 所示，各項詳細作業詳參後續章節所述。

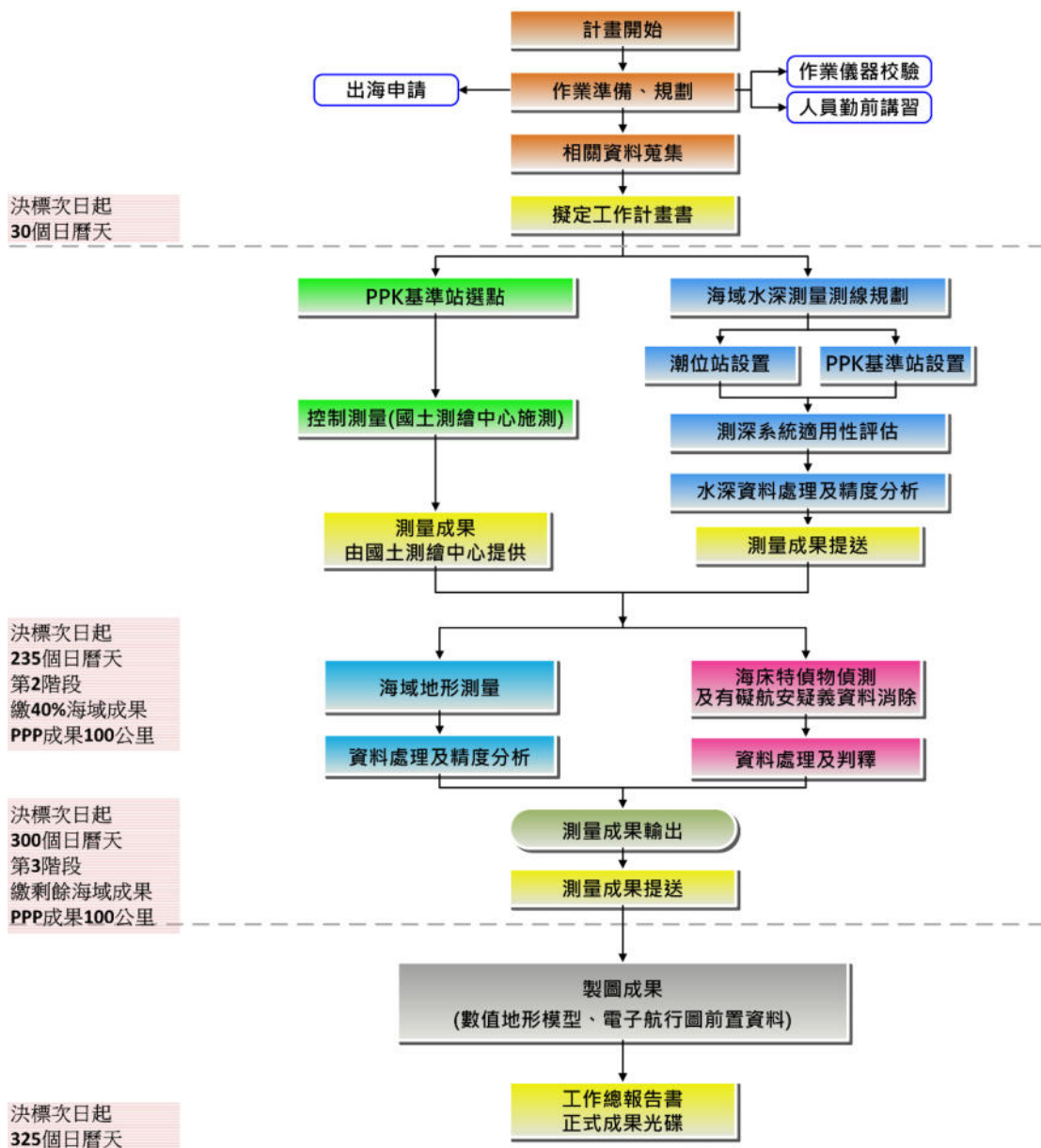


圖 2-1 作業流程圖

二、作業規劃

(一)測量基準及參考系統

本案作業區域位於彰化縣大城鄉至雲林縣麥寮鄉外海航道，離岸至少約 20 公里，控制點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。大地基準為內政部 101 年公告之一九九七坐標系統 2010 年成果（簡稱 **TWD97[2010]**）；高程系統則以內政部 105 年公告之「內政部 104 年臺灣一等水準網水準測量成果」為依據，唯本案最南側測區彰化縣為地層下陷監測區，故高程採用國土測繪中心提供之「107 年度地層下陷區水準網計算成果說明」相關點位測量成果。

電子航行圖前置資料之大地基準為 **WGS84**，深度以當地約最低低潮位面為基準。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

本案依據海域作業範圍首先由本公司選定 PPK 基準站與臨時潮位觀測站，經工作會議討論後由國土測繪中心南區第一測量隊執行測量作業，控制點與測區相關位置如圖 2-2 所示。



圖 2-2 控制點與測區相關位置圖

(三)測深系統適用性評估

為確保水深測量資料品質，本案水深測量工作使用之相關測深系統，應於工作展辦前辦理系統檢查及不確定度評估作業，以確認該測深系統適用作業精度範圍。

測深系統測試區位於臺中市梧棲漁港西側外海約 5 公里苗栗縣通霄至臺中港天然氣輸氣管線路線(此處為管溝，且周遭並無其他特徵物)、水深 30 公尺~50 公尺間約 1 平方公里之區域(如圖 2-3)，此處與梧棲漁港屬同一潮區，作業時選擇海象平穩的情況下進行，並依規定於波高超過 50 公分或蒲福風級 4 級(含)以上(11~16 浬/小時)不得作業。

多音束測深儀掃描角度設定為 120 度，相鄰主測線須重疊 30%，約垂直主測線之檢核測線 3 條，依據測區水深、掃描角度及重疊率規劃測線(南北向)，測線間距約 70 公尺至 100 公尺檢核測線(東南至西北向)間距為 450 公尺。

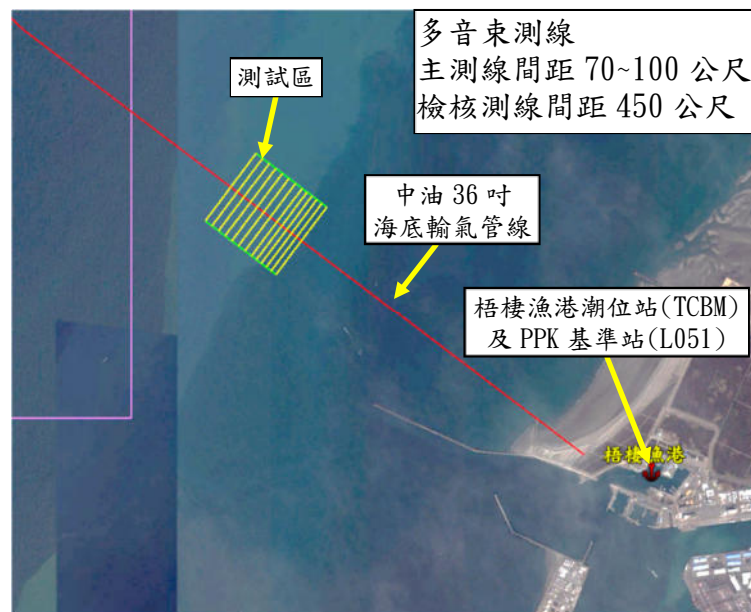


圖 2-3 測深系統適用性評估測試區位置圖

(四)海域水深測量

本案作業區屬南北航道，海域水深測量全面採多音束測深系統施測，主測線資料覆蓋率以 110%以上進行測線規劃，實際有效資

料覆蓋率需達 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（水深測線規劃如圖 2-4 所示）。

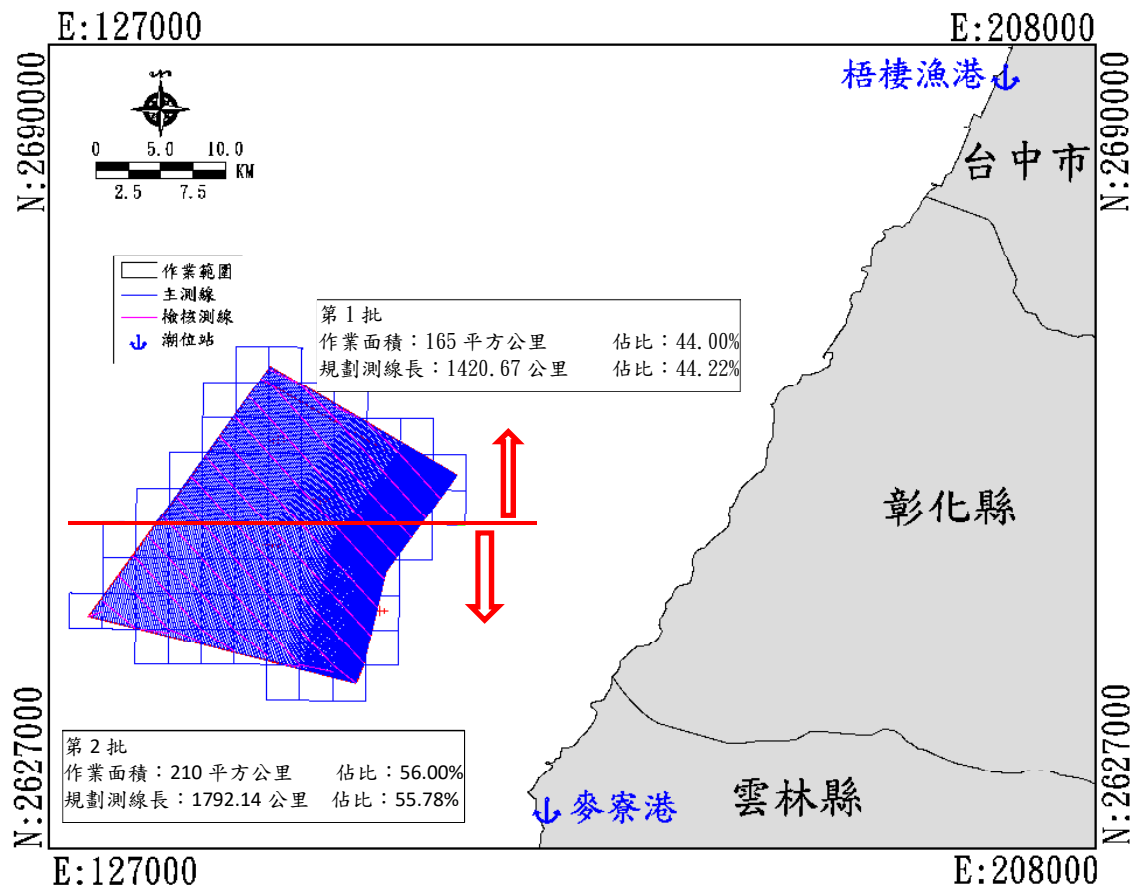


圖 2-4 測線規劃示意圖

三、工作期程

本案分 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 2-1 所示：

表 2-1 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		實際 繳交日期
			書面	電子檔	決標次日起	契約日期	
第 1 階段	工作計畫書（初稿）	份	6	3	30 個日曆天	107/11/28	107/11/22
	修正後工作計畫書	份	6	3	於審查通過後發文通知期限內繳交		107/12/21
第 2 階段	測深系統適用性評估成果	式	-	3	235 個日曆天	108/06/21	108/09/20
	第 1 批海域地形測量成果 （作業區 40%以上範圍）						
	第 1 批精密單點定位試辦成果 （100 公里測線以上數量）						
	第 2 階段成果報告書（初稿）	份	6				
	修正後第 2 階段成果報告書	份	3	3	於審查通過後發文通知期限內繳交		108/10/17
第 3 階段	第 2 批海域地形測量成果 （作業區扣除第 1 批海域地形測量 已繳交資料）	式	-	3	300 個日曆天	108/08/25	108/12/02
	第 2 批精密單點定位試辦成果 （應辦理之 200 公里數量扣除第 1 批精密單點定位試辦成果已繳 交之數量）						
	第 3 階段成果報告書（初稿）	份	6				
	修正後第 3 階段成果報告書	份	3	3	於審查通過後發文通知期限內繳交		108/12/02
第 4 階段	數值地形模型	式	-	3	325 個日曆天	108/09/19	108/12/23
	電子航行圖前置資料						
	工作總報告書（初稿）	份	10	3			
	修正後工作總報告書	份	10	3	於審查通過後發文通知期限內繳交		109/01/06

四、作業環境概述

(一)海岸地形

彰化海岸位於烏溪至濁水溪間，海岸線總長約 61 公里，因受烏溪、濁水溪甚至大甲溪之漂砂影響，形成隆起形沖積平原，海灘坡降極為平緩，退潮時海埔灘地寬達 5 公里。本段海岸已由堆積興盛之沙洲時期，進而降至潛沙洲期，雖仍具有堆積性能，但逐漸出現侵蝕現象。沿海地區因受海峽地形影響，暴潮位特高，且因海岸地帶地勢平緩，故海水常侵入內陸達數公里，為早年受災最嚴重之地區，亦是海堤整建重點地區。近年政府致力於開發海岸工業區，本段海岸多數列入其開發範圍中。沿海地區潮間帶寬達 3~5 公里，其生態系極其多樣化且豐富，往昔在芳苑等段海岸種植紅樹林，生長情形極為良好，若能妥為規劃、整建，將可成為具生態復育、親水、遊憩功能之海岸。

雲林海岸位於濁水溪至北港溪間，海岸線總長約 55km，早年因有外海沙洲阻隔，故雖沿海保護工均甚簡陋仍勉強可以禦潮。惟近年來各河川相繼整治、砂石外移、砂源減少，各沙洲已逐漸消退甚至完全消失。

因台塑六輕工業區及新興工業區相繼興建，阻擋外海波浪，海堤相對穩定，灘地仍極平緩，但近年來已呈顯著侵蝕，自 1904 至 1987 年間共後退約 100m。臺西海岸以南，潛沙洲及沙洲島連綿不斷直到曾文溪口，臺西以南之統汕洲向南延伸連接外傘頂洲。早年地方政府建有簡陋土堤保護功能不足，經多年整建尚稱穩定，保護功能已大為提升，惟因堤身填方多屬非凝固性土壤，仍有遭受潮浪淘空現象。近年來地盤下陷幅度不小，內水排除困難，內陸低窪地區常處於淹水狀態，災情嚴重，亟待予以改善。

(二)附近港口

本案作業區位於彰化縣與雲林縣交界處外海，離岸最短距離約 20 公里，自臺中市至雲林縣沿岸港口除梧棲漁港與麥寮港為深水

港以外，其餘港口皆為潮汐港，而麥寮港為工業港，一般作業船隻無法停泊，本案作業船隻主要停靠在梧棲漁港，而梧棲漁港至作業區最短距離為 53 公里。

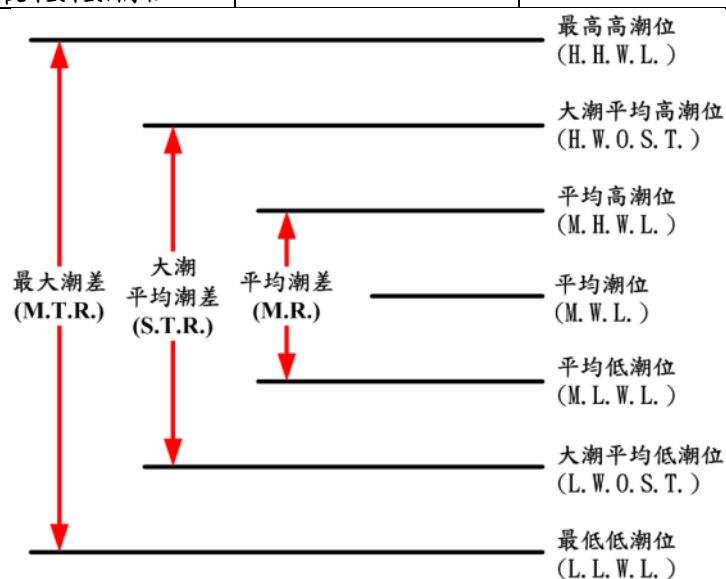
五、海氣象資料

(一)潮汐

本計畫測繪海域鄰近之潮位相關資料，有中央氣象局臺中港潮位站與箔子寮潮位站。臺中港與箔子寮潮汐均屬於半日潮，全年平均高低潮差臺中港約 4.087 公尺、箔子寮約 2.314 公尺，潮位統計如表 2-2 所示。根據統計資料顯示臺中港平均潮位約為 0.047 公尺，最低低潮位為-3.187 公尺；箔子寮平均潮位約為 0.539 公尺，最低低潮位為-1.272 公尺。

表 2-2 臺中港及箔子寮漁港潮位站歷年潮位統計表

潮位類別 \ 潮位站	臺中港潮位站 (1971-2017)	箔子寮潮位站 (2004-2017)
最高高潮位	3.338	2.714
最高天文潮	2.405	2.009
平均高潮位	2.070	1.962
平均潮位	0.047	0.539
平均低潮位	-2.017	-0.352
最低天文潮	-2.679	-1.016
最低低潮位	-3.187	-1.272



【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

依據港灣技術研究中心臺中港浮標站逐月波高統計表，如表 2-3 顯示，臺中港平均波高約為 1.47 公尺，平均週期 6.3 秒，全年波向東北及西北向間為主，冬季(12 月~2 月)平均波高約為 2.15 公尺，夏季(6 月~8 月)平均波高約為 0.87 公尺。

表 2-3 臺中港浮標每月波高統計表(1999~2016)

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)			小於 0.6 公尺	0.6~1.5 小浪	1.5~2.5 中浪	大於 2.5 大浪
1	8337	6.53	9.6	NNE	2.22	6.9	1.5%	7.8%	90.00%	0.70%
2	6903	6.24	6.2	NW	2.00	6.8	5.6%	15.6%	78.60%	0.10%
3	6873	6.91	6.2	N	1.67	6.40	10.7	20.5%	68.4%	0.40%
4	7805	5.86	9.3	N	1.17	6.1	22.4%	28.1%	49.30%	0.20%
5	8521	7.50	6.2	WSW	0.94	5.7	22.9%	40.9%	36.10%	0.10%
6	9416	4.14	9.7	N	0.81	5.5	22.7%	53.5%	23.90%	0.00%
7	9868	6.96	8.9	N	0.84	5.5	20.5%	58.8%	20.60%	0.20%
8	10167	10.95	9.9	SSW	0.95	6.0	20.6%	47.9%	31.20%	0.30%
9	9613	10.85	11.0	NNE	1.40	6.7	10.8%	27.1%	61.80%	0.30%
10	8960	7.45	8.9	NNW	2.05	6.9	1.5%	9.6%	88.60%	0.30%
11	7819	5.92	5.6	NNE	1.93	6.8	4.8%	11.9%	83.20%	0.20%
12	7494	8.44	11.1	N	2.22	7.0	2.1%	5.0%	92.60%	0.30%

六、作業安排

(一)作業時間

本案於 107 年 10 月 29 日決標，依據歷年海氣象資料顯示中部海域 4 月至 8 月較適合作業。本案於 108 年 2 月底即安排進行外業工作，由於作業區離港口遠，船舶自港口航行至測區耗時約 5~6 小時，因此海象條件要求較嚴，需連續 2 天以上海象預報為小浪(浪高須小於 1 公尺)才安排出港作業，海象預報網站參照 Windy.com 網站，參照位置為 N23°55'33"，E119°58'33"。

(二)潮位取樣間距

依據作業規範本案潮位紀錄間隔至少為 6 分鐘 1 筆，而梧棲潮位站屬半日潮，平均高潮間隙約 10.8 小時，依據統計此處平均潮差約 4.087 公尺，平均每分鐘潮位變化約 0.6 公分，6 分鐘變化至少為 3.6 公分，為縮減潮位紀錄間隙變化，本案潮位間隙設定為 3 分鐘紀錄 1 筆潮位資料。

參、執行方法及成果

依據作業前規劃內容依序執行各項主要工作，包含控制點選點、測深系統適用性評估、海域地形測量等，其執行方法及成果說明如下：

一、測量基準及參考系統

進行海域地形測量前，先執行測區附近 PPK 基準站及臨時潮位站設置，並完成平面及高程控制測量等工作，再依續進行海域地形測量等工作。

(一)測量基準

- 1.控制測量應依據內政部最新公告之測量基準與參考系統辦理。
- 2.大地基準：採一九九七坐標系統 2010 年成果(TWD97[2010])。
- 3.高程基準：採二〇〇一高程系統(TWVD2001)。另，彰雲嘉沉陷區係採國土測繪中心公布之「107 年度地層下陷區水準網計算成果說明」為依據。

(二)控制點選點

1.PPK 基準站

本案測區離岸約 20 公里，因此需長時間作業，考量 GNSS 觀測時間較長、避免人力浪費，PPK 基準站以靠近海岸之政府機關為原則，經現場勘查後選擇彰化縣大城鄉下海墘抽水站與彰化縣芳苑鄉芳苑抽水站頂樓設置 PPK 基準站。

2.臨時潮位觀測站

臨時潮位觀測站選擇主要以港區垂直碼頭為設置地點，選擇不易受外海風浪影響以及避免船隻進出頻繁造成水面不規則起伏之靜穩水域。本測區附近沿岸為沙岸，潮間帶範圍廣闊，漁港多為潮汐港，適合設置潮位站之地點僅有北側臺中市梧棲漁港及南側雲林縣麥寮港等 2 處。

(三)平面控制測量

平面控制測量由國土測繪中心南區第一測量隊施測，採用 e-GNSS 即時動態定位方法測量，作業規範如表 3-1。

表 3-1 e-GNSS 測量作業規範

項目	作業規範
資料記錄速率	1 秒
觀測數量	固定 (FIX) 解至少 180 筆以上
重複觀測	至少觀測 2 次，每次至少須間隔 60 分鐘以上，且兩次坐標較差要符合平面位置較差 ≤ 30 毫米，高程位置較差 ≤ 50 毫米。
成果精度	平面中誤差 ≤ 20 毫米 高程中誤差 ≤ 50 毫米

本案辦理 SEA001(芳苑抽水站)及 SEA002(下海墘抽水站)之衛星定位測量工作，測量人員分別於 2 個點位觀測 2 組 180 筆以上固定解資料，取 2 組觀測資料平均值為本次測量結果，各點位坐標成果彙整如表 3-2 及表 3-3，另彙整重複觀測檢核及成果精度檢核結果皆符合表 3-1 規範要求，相關檢核結果彙整如表 3-4 及表 3-5。

表 3-2 e-GNSS 測量成果表 (單位：m)

點號	2 次觀測平均值		
	N	E	h
SEA001	2646965.901	180149.749	31.595
SEA002	2640316.198	176193.503	33.966

表 3-3 2 組 180 筆固定解資料平均 (單位：m)

點號	第 1 組 180 筆固定解平均值			第 2 組 180 筆固定解平均值		
	N	E	h	N	E	h
SEA001	2646965.902	180149.747	31.613	2646965.900	180149.751	31.577
SEA002	2640316.194	176193.508	33.950	2640316.201	176193.498	33.966

表 3-4 重複觀測較差檢核表 (單位：mm)

點號	重複觀測較差			規範要求			檢核結果
	N	E	h	N	E	h	
SEA001	2	4	36	≤ 30	≤ 30	≤ 50	合格
SEA002	7	10	16	≤ 30	≤ 30	≤ 50	合格

表 3-5 成果精度檢核表 (單位：mm)

點號	第幾次	中誤差			規範要求			檢核結果
		N	E	h	N	E	h	
SEA001	第 1 組	2	3	6	≤ 20	≤ 20	≤ 50	合格
	第 2 組	4	2	6	≤ 20	≤ 20	≤ 50	合格
SEA002	第 1 組	3	3	7	≤ 20	≤ 20	≤ 50	合格
	第 2 組	2	3	7	≤ 20	≤ 20	≤ 50	合格

(四)高程控制測量

高程控制測量由國土測繪中心南區第一測量隊施測，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，相關作業規範如表 3-6。

表 3-6 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)

本案辦理 TCBM(梧棲潮位站)及 W10A(麥寮潮位站)之水準測量工作，鄰近一等水準點清查結果如表 3-7，水準路線規劃如表 3-8，相關精度檢核結果及測量結果如表 3-9 及表 3-10。

表 3-7 已知水準點資訊表 (單位：m)

序號	點號	點名	公告正高	備註
1	G002	清水農會倉庫	5.86067	104 年臺灣一等水準網水準測量成果
2	G003	北堤派出所	4.70489	
3	G033	施厝村	6.08200	107 年度地層下陷區水準網計算成果
4	G034	更生橋	5.81691	

表 3-8 水準測量路線圖

路線 1	路線總長 (單位：km)	備註
G002-G003-TCBM	4.441	梧棲港潮位站
		
路線 2	路線總長 (單位：km)	備註
G034-G033-W10A	14.848	麥寮港潮位站
		

表 3-9 已知點高程精度檢核成果表

起點		終點		資料高差 $ (H_2-H_1) $	測量高程		測量高差 $ (h_1+h_2)/2 $	高程較差	測段距離	容許高差 規範精度 20mm√S	確認 結果
點號	公告高程 $H_1(m)$	點號	公告高程 $H_2(m)$	dH_1 (m)	往測 $h_1(m)$	返測 $h_2(m)$	dH_2 (m)	$ dH_2-dH_1 $ (mm)	S (km)		
G002	5.86067	G003	4.70489	1.15578	-1.15662	1.15517	1.15590	0.115	2.079	28.837	合格
G033	6.08200	G034	5.81691	0.26509	-0.25952	0.26053	0.26003	5.065	1.371	23.418	合格

表 3-10 水準測量成果表

路線 1		測量資料			往返 高差 平均	測段 距離	容許 高差	檢核 結果	測量成果	
起點	迄點	往測	返測	往返 較差		S	20mm√S		點號	正高
		(m)	(m)	(mm)	(m)	(km)	(mm)			(m)
G002	G003	-1.15662	1.15517	1.45	-1.15590	2.079	±28.837	合格	G003	4.70489
G003	TCBM	-1.46346	1.46683	3.37	-1.46515	2.362	±30.738	合格	TCBM	3.23974
路線 2		測量資料			往返 高差 平均	測段 距離	容許 高差	檢核 結果	測量成果	
起點	迄點	往測	返測	往返 較差		S	20mm√S		點號	正高
		(m)	(m)	(mm)	(m)	(km)	(mm)			(m)
G033	G034	-0.25952	0.26053	1.01	-0.26003	1.371	±23.418	合格	G034	5.81691
G034	G034A	-2.78637	2.78927	2.90	-2.78782	1.969	±28.064	合格	G034A	3.02909
G034A	G034B	0.35746	-0.35650	0.96	0.35698	1.970	±28.071	合格	G034B	3.38607
G034B	G034C	0.55000	-0.55205	2.05	0.55103	1.969	±28.064	合格	G034C	3.93710
G034C	G034D	-0.04441	0.04488	0.47	-0.04465	1.969	±28.064	合格	G034D	3.89245
G034D	G034E	-0.60132	0.60510	3.78	-0.60321	1.983	±28.164	合格	G034E	3.28924
G034E	G034F	-0.19706	0.19809	1.03	-0.19758	1.955	±27.964	合格	G034F	3.09166
G034F	W10A	-0.15348	0.15264	0.84	-0.15306	1.677	±25.900	合格	W10A	2.93860

(五)控制測量成果

新設控制點平面及高程控制測量成果如表 3-11。

表 3-11 控制測量成果總表(單位：m)

點 名	TWD97[2010]		高 程		備註
	縱坐標 N	橫坐標 E	正高	橢球高	
SEA001	2646965.901	180149.749	-	31.595	PPK 主站
SEA002	2640316.198	176193.503	-	33.966	PPK 主站
TCBM	-	-	3.240	-	臨時潮位站
W10A	-	-	2.939	-	臨時潮位站

二、測深系統適用性評估

測深系統適用性評估測試區於臺中市清水區梧棲漁港西側外海約 5 公里苗栗縣通霄至臺中港天然氣輸氣管線位置處、水深 30 公尺~50 公尺間約 1 平方公里之區域辦理，位置如前圖 2-3，與梧棲漁港屬同一潮區，分別於 108 年 2 月 27 日以『金勝發 6 號』搭配 Reson 7125_No2 與 108 年 5 月 23 日『順洋 8 號』搭配 Reson 7125_No1 多音束測深系統進行，作業方法、時間及結果等相關資訊說明如下。

(一)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 50 公分或蒲福風級 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、測深儀、電腦及導航軟體）。
- 7.於測試區深水區每日至少 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 3-12。

表 3-12 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

(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。

(二)船舶及儀器設備

本項作業分別租用『金勝發 6 號』(搭載 RESON 7125 NO2)與『順洋 8 號』(搭載 RESON 7125 NO1)船舶進行 2 套多音束測深系統評估測量作業(如圖 3-1)，儀器設備資訊如表 3-13、表 3-14，衛星定位儀校正資訊如表 3-15，船隻之船籍資料如表 3-16、表 3-17。



圖 3-1 測深系統適用性評估測量船隻及作業照片

表 3-13 Reson 7125_No1 多音束測深系統儀器設備資訊

儀器名稱	原廠序號 / 說明	照片
Javad TRIUMPH-1 衛星定位儀(移動站)	SN:02772 靜態測量精度：(H)3mm+0.5ppm (V)5mm+0.5ppm 動態測量精度：(H)10mm+1.0ppm (V)15mm+1.0ppm 更新速率：5Hz	
Javad TRIUMPH-1 衛星定位儀(固定站)	SN:04845 靜態測量精度：(H)3mm+0.5ppm (V)5mm+0.5ppm 動態測量精度：(H)10mm+1.0ppm (V)15mm+1.0ppm 更新速率：5Hz	
Reson 7125_No1 多音束測深儀	SN:18340314112 256~512 音束，掃幅角度 165°可變更 頻率 200~400kHz 音束角 0.5°*1.0°(400kHz) 音束角 1.0°*2.0°(200kHz) 測深 500m，解析力 0.60cm 具等角度及等密度測深模式	
IXSea OCTANS 100 運動姿態感測儀及電羅經	SN:3471-858 Heading 指向精度:±0.1° Heave 感測精度: 5cm 或 5%浪高 Roll&Pitch 感測精度: 0.01°	
SeaBird SBE39 壓力式自動驗潮儀	SN: 4670、6271 測深精度:± 0.01m (RMS)。	
AML Micro X 表面聲速儀	SN: 010597 量測範圍:1375 – 1625m/sec 解析力:0.001m/sec 準確度 Accuracy:±0.025% 精確度 Precision:±0.006m/sec	
AML BASE X2 聲速剖面儀	SN: 25741 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	

表 3-14 Reson 7125_No2 多音束測深系統儀器設備資訊

儀器名稱	原廠序號 / 說明	照片
Javad TRIUMPH-1 衛星定位儀(移動站)	SN:04829 靜態測量精度：(H)3mm+0.5ppm (V)5mm+0.5ppm 動態測量精度：(H)10mm+1.0ppm (V)15mm+1.0ppm 更新速率：5Hz	
Javad TRIUMPH-1 衛星定位儀(固定站)	SN:04845 靜態測量精度：(H)3mm+0.5ppm (V)5mm+0.5ppm 動態測量精度：(H)10mm+1.0ppm (V)15mm+1.0ppm 更新速率：5Hz	
Reson 7125_No2 多音束測深儀	SN:18340915180 256~512 音束，掃幅角度 165°可變更 頻率 200~400kHz 音束角 0.5°*1.0°(400kHz) 音束角 1.0°*2.0°(200kHz) 測深 500m，解析力 0.60cm 具等角度及等密度測深模式	
IXSea OCTANS 3000 運動姿態感測儀及電羅經	SN:PH-1761 Heading 指向精度:±0.1° Heave 感測精度: 5cm 或 5%浪高 Roll&Pitch 感測精度: 0.01°	
SeaBird SBE39 壓力式自動驗潮儀	SN: 4670、6271 測深精度:± 0.01m (RMS)。	
AML Micro X 表面聲速儀	SN:010857 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	
AML BASE X2 聲速剖面儀	SN: 25780 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	

表 3-15 衛星定位儀儀器校正資訊一覽表

儀器種類	儀器廠牌	型號	天線盤型號	序號	校正單位	報告編號	校正日期	靜態相對定位器差
衛星 定位儀	JAVAD	TRIUMPH-1	TRIUMPH-1	02772	名家股份 有限公司	BG108203607	108.01.20	超短距離 △N -1.0mm △E -0.1mm △H -0.1mm 中距離 △N -7mm △E -6mm △H 0mm
	JAVAD	TRIUMPH-1	TRIUMPH-1	04829	名家股份 有限公司	BG108203607	108.01.220	超短距離 △N -0.4mm △E 3.7mm △H 1.4mm 中距離 △N -5mm △E -2mm △H 4mm
	JAVAD	TRIUMPH-1	TRIUMPH-1	04845	名家股份 有限公司	BG108203702	108.01.22	超短距離 △N -2.0mm △E 1.0mm △H 1.9mm 中距離 △N -5mm △E -6mm △H 4mm

表 3-16 金勝發 6 號船籍基本資料

船名	金勝發 6 號
船長（註冊尺度）	14.80 公尺
船寬	3.57 公尺
船體	F.R.P 殼漁業漁船
噸位	總噸位：19.98 噸／淨噸位：5.99 噸
動力	主機 6 缸 柴油機
馬力	450 匹
油量	12,977 公升
乘員	10 名
最高航速	--浬

表 3-17 順洋 8 號船籍基本資料

船名	順洋 8 號
船長（註冊尺度）	7.05 公尺
船寬	2.00 公尺
船體	F.R.P 殼漁業漁船
噸位	總噸位：2.13 噸／淨噸位：0.64 噸
動力	汽油舷外機
馬力	135 匹
油量	--公升
乘員	5 名
最高航速	--浬

(三)作業方法

1.潮位觀測

測試區與梧棲漁港屬同潮區，因此將潮位觀測站設置於梧棲漁港(點號:TCBM)詳見圖 3-2，潮位資料以自記式潮位儀間隔 3 分鐘取樣 1 筆潮位變化值，並辦理人工潮位觀測，間隔 60 分鐘紀錄 1 筆潮位資料，自記式潮位儀與人工潮位觀測資料比較如圖 3-3 所示。



圖 3-2 臨時潮位觀測站位置圖

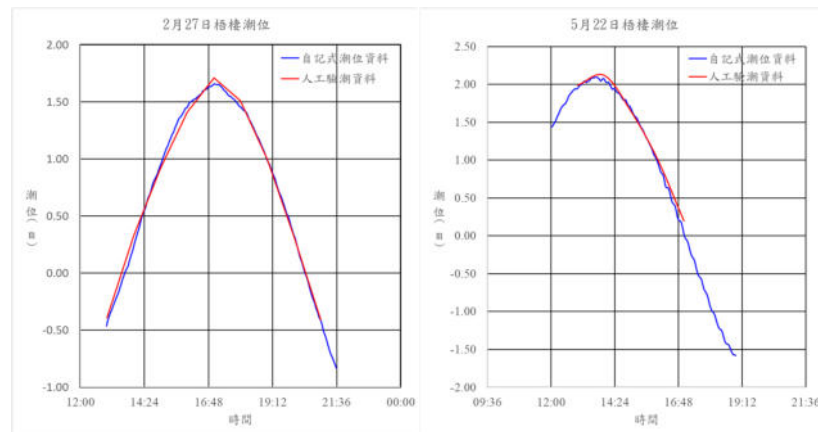


圖 3-3 梧棲漁港潮位比較圖

2. PPK 基準站設置

本案水深定位均採動態後處理衛星定位(PPK)測量，PPK 基準站設置於三等衛星控制點 L051 (點名：港濱休憩區)如圖 3-4，PPK 基準站距離測試區最遠處約 6 公里，採用內政部 101 年公告之 TWD97[2010]坐標及橢球高程系統。

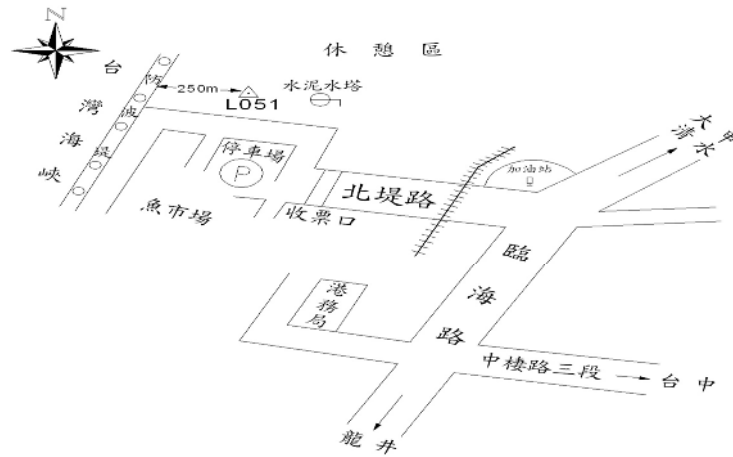


圖 3-4 PPK 基準站觀測站位置圖

3.測深系統率定

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 3-5。疊合測試測線平均長度約 230 公尺符合規範要求，詳細資訊如表 3-18 與表 3-19，疊合測試成果如表 3-20。

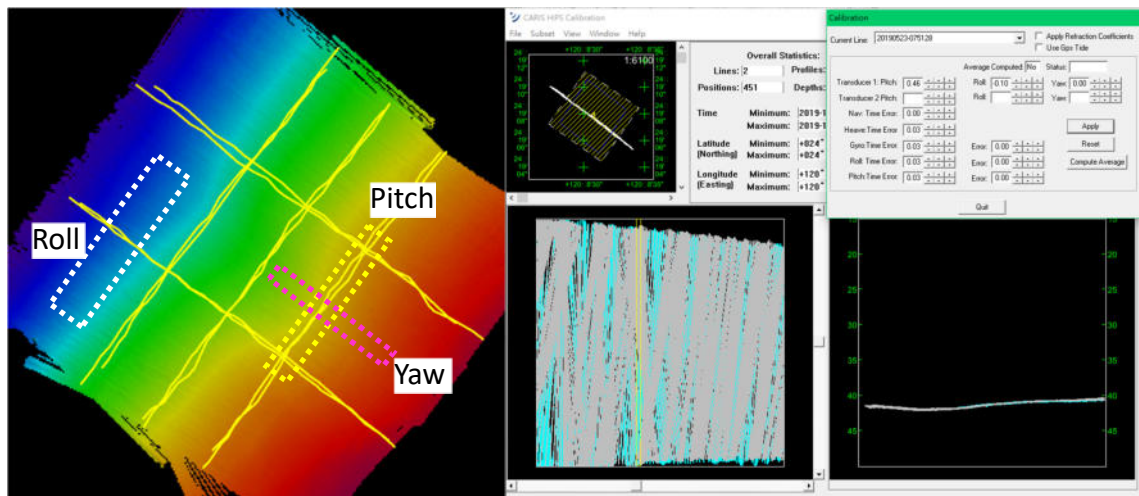


圖 3-5 多音束疊合測試示意圖(左)及 Patch test 計算畫面(右)

表 3-18 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	20190523-075128	07:51:29	07:53:12	240.062
	20190523-075425	07:54:25	07:56:26	228.051
	20190523-075736	07:57:37	07:59:28	235.467
	20190523-080020	08:00:21	08:02:28	242.918
	20190523-080411	08:04:11	08:06:05	231.610
	20190523-080649	08:06:49	08:08:23	222.472
	20190523-080913	08:09:14	08:11:04	233.014
	20190523-081153	08:11:53	08:13:36	235.594
	20190523-081419	08:14:19	08:16:10	233.813
	20190523-081705	08:17:05	08:18:43	232.547

表 3-19 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	20190227-125433	12:54:34	12:56:08	244.596
	20190227-125704	12:57:04	12:58:54	291.256
	20190227-130549	13:05:49	13:07:18	263.558
	20190227-124944	12:49:45	12:51:20	243.579
	20190227-130256	13:02:57	13:04:52	263.435
	20190227-125158	12:51:59	12:53:41	276.831
	20190227-130045	13:00:46	13:02:11	260.971

表 3-20 疊合測試成果表

測深系統	測試日期	時間延遲 Latency	俯仰角 Pitch	搖擺角 Roll	航偏角 Yaw
Reson 7125_NO2	108/02/27	0.000	1.000	0.630	0.000
Reson 7125_NO1	108/05/23	0.000	0.460	-0.100	0.000

4.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，並依照不同時段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。

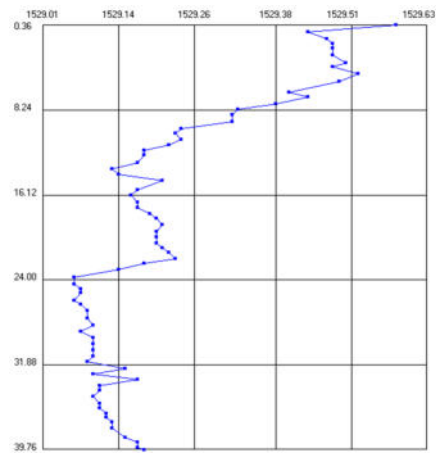


圖 3-6 聲速剖面量測情形(左圖)及聲速剖面圖

(四)地形成果

評估作業總計採用 2 套多音束測深系統，於測試區內先後進行測量，資料成果說明如下，資料比對分析結果說明詳見後續章節「陸、自我檢查方式及處理原則」，分析結果 Reson 7125_No1 與 Reson 7125_No2 均符合海道測量最低標準之特等精度規範。

1.作業軌跡

各系統實際作業軌跡分別如下圖 3-7 與圖 3-8。

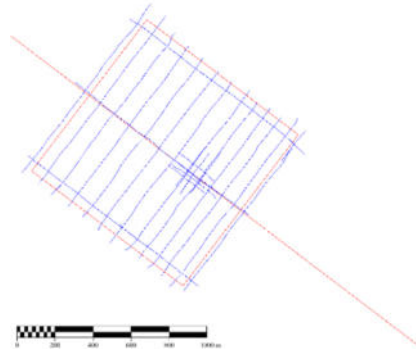
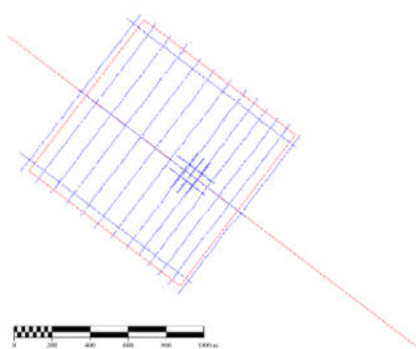


圖 3-7 Reson 7125_No1 軌跡圖 圖 3-8 Reson 7125_No2 軌跡圖

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(網格大小為 1.5 公尺*1.5 公尺)，輸氣管線管溝位置以紅線標示如下圖 3-9 與圖 3-10。

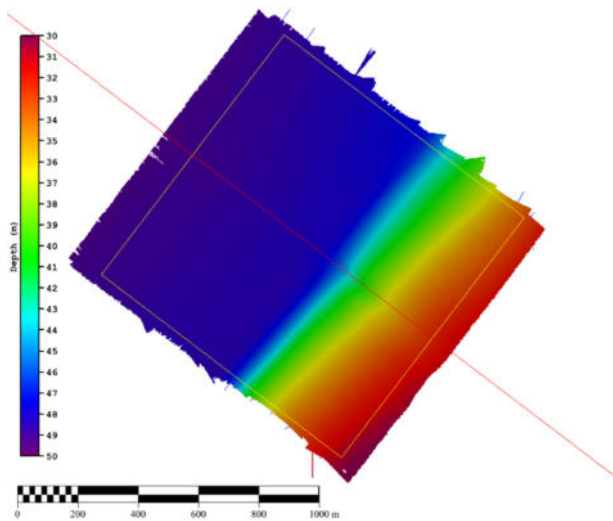


圖 3-9 Reson 7125_No1 水深色階圖

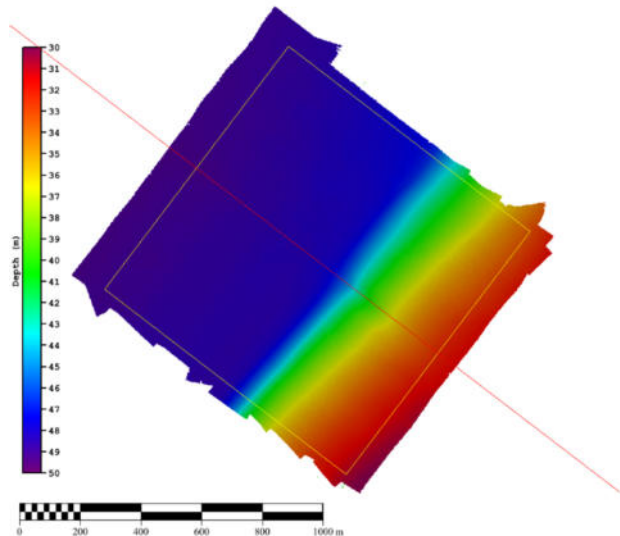


圖 3-10 Reson 7125_No2 水深色階圖

三、海域地形測量

(一)作業範圍

各批次海域地形測量範圍如圖 3-11 所示。

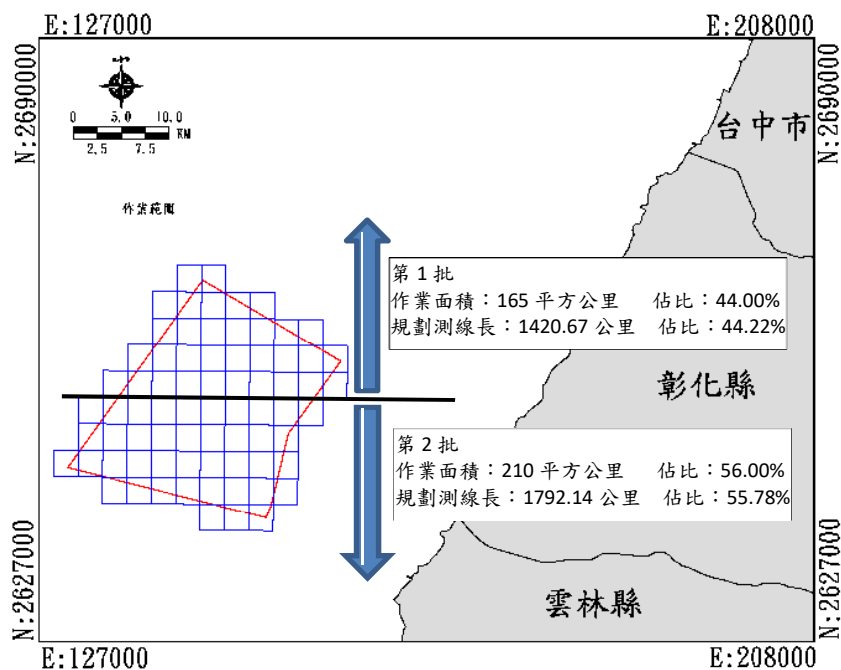


圖 3-11 海域水深測量分批作業範圍圖

(二)作業數量及繳交內容

本案依規定分別於決標次日起 235 個日曆天內繳交第 1 批海域地形測量成果，決標次日起 300 個日曆天內繳交第 2 批海域地

形測量成果，測量數量依據測量面積數量統計如表 3-21 所示，階段性需繳交內容說明如表 3-22。

表 3-21 海域地形測量分批實作數量統計表

批次	項目	單位	總數量	繳交數量	繳交比例
第 1 批	水深測量面積	平方公里	375	165	44.00%
	項目	單位	規劃測線	實測測線	測線規劃誤差
	多音束測線長	公里	1,420.67	1,536.26	+8.14%

批次	項目	單位	總數量	繳交數量	繳交比例
第 2 批	水深測量面積	平方公里	375	210	56.00%
	項目	單位	規劃測線	實測測線	測線規劃誤差
	多音束測線長	公里	1,792.14	2,240.12	+25.00%

表 3-22 海域地形測量成果交付明細

海域地形測量報告	包含測深儀資料(基本資料及序號)、儀器裝載資訊、作業船隻、進出港證明、作業人員、定位方法(含引用之控制點及其檢測資料)、姿態改正方法(含姿態儀器與精度)、聲速修正方法、潮位修正方式(含引用之潮位站、潮位資料及潮位站水準點連測資料)。
觀測資料	1. 測深資料(含疊合測試觀測資料)。 2. 定位資料。 3. 潮位觀測資料。 4. 聲速剖面資料。 5. 姿態資料。
作業表格	1. 儀器裝載紀錄表。 2. 衛星定位測量外業紀錄表。 3. 潮位觀測紀錄表。 4. 聲速剖面紀錄表。 5. 作業紀錄表。
成果計算報表	1. 正高高程系統及橢球高高程系統水深資料。 2. 不確定度之統計資料。 3. 交錯檢核品管之統計資料。 4. 水深色階圖檔。

(三)船舶及儀器設備

本案第 1 批作業租用『萬寶龍 58 號』搭配 RESON 7125_NO2，

第 2 批作業除上述船隻，另外新增『世通 168 號』搭配 RESON 7125_NO1 同時進行水深測量作業，船隻與使用儀器設備照片如圖 3-12 所示，各船隻之船籍資料及作業人員名單如表 3-23 與表 3-24，儀器裝載資訊如前表 3-13 Reson 7125_No1 與表 3-14 Reson 7125_No2 多音束測深系統儀器設備資訊。

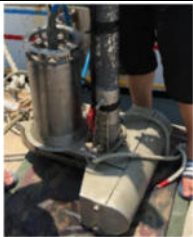
船舶名稱	測深儀器	船舶名稱	測深儀器
 萬寶龍 58 號	 Reson 7125 No2	 世通 168 號	 Reson 7125 No1

圖 3-12 水深測量使用船隻與儀器照片

表 3-23 萬寶龍 58 號與世通 168 號船籍基本資料

船名	萬寶龍 58 號
船長（註冊尺度）	11.56 公尺
船寬	2.90 公尺
船體	F.R.P 殼漁船
噸位	總噸位：11.75 噸／淨噸位：4.82 噸
動力	6 缸 柴油機
馬力	主機 300 匹
油量	2,939 公升
乘員	9 名
最高航速	一哩

船名	世通 168 號
船長（註冊尺度）	12.55 公尺
船寬	3.70 公尺
船體	F.R.P 殼娛樂漁船
噸位	總噸位：18.35 噸／淨噸位：6.59 噸
動力	主機 6 缸 副機 4 缸 柴油機
馬力	主機 218 匹 副機 58 匹
油量	2,400 公升
乘員	20 名
船速	18.5 哩

表 3-24 水深地形測量作業人員名單

船名	職稱	姓名
萬寶龍 58 號 Reson 7125_No2	船長	卓聰利
	測量工程師	馬英傑
	測量工程師	游少雄
世通 168 號 Reson 7125_No1	船長	王世通
	測量工程師	林儒文
	測量工程師	高偉敏

(四)作業說明

本案水深測量主要是以多音束測深儀測深，搭配 GNSS 衛星定位系統以資料後處理方式(PPK)將岸上基準站與船載移動站 GNSS 資料進行定位資料解算後替換原始測深紀錄定位成果，並配合周邊設備如運動姿態感測器、電羅經、水下聲速剖面儀、潮位儀等量測，資料整合計算以達到高精度、高效率之海域地形測量方式。水深測量作業流程如圖 3-13 所示，各項作業步驟分述如下：

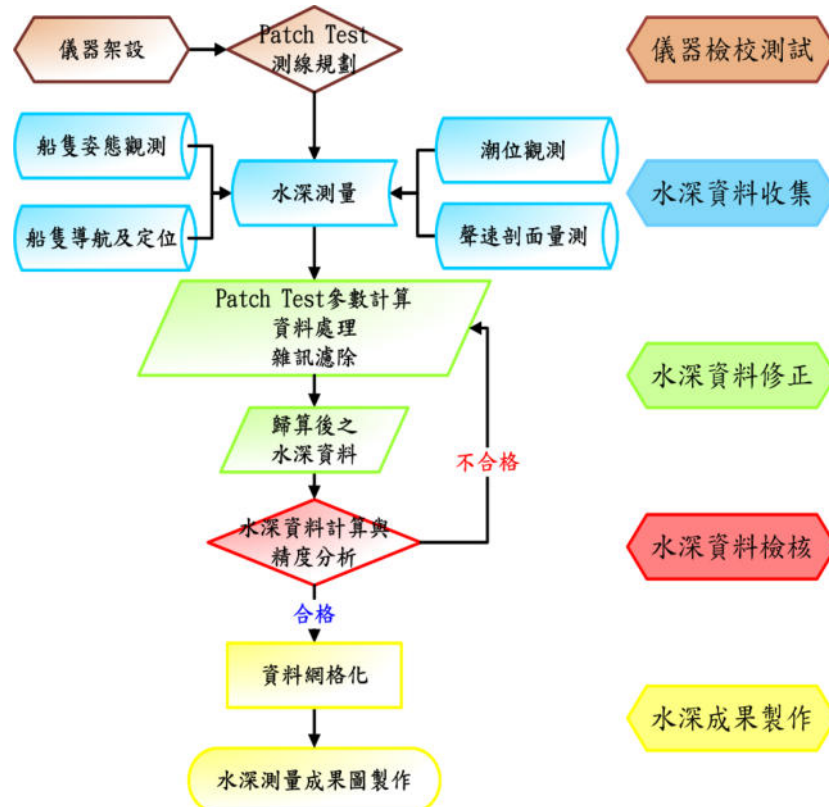


圖 3-13 水深測量作業流程圖

1.海域測量作業日期

本案多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 3-25，總作業天數 29 天，大部分均採 24 小時連續作業模式，實際作業軌跡如圖 3-14。

表 3-25 海域測量作業日期與繳交原始觀測資料檔案對照表

第 1 批			第 2 批		
天數	作業日期	多音束原始觀測檔 (Reson 7125)	天數	作業日期	多音束原始觀測檔 (Reson 7125)
1	108/03/18	20190318-19(NO2).rar	1	108/07/24	20190724-0727(NO1).rar
2	108/03/19		2	108/07/25	
3	108/04/07	20190407(NO2).rar	3	108/07/26	
4	108/04/08	20190408-0409(NO2).rar	4	108/07/27	20190729-0802(NO1).rar
5	108/04/09		5	108/07/29	
6	108/05/23	20190523(NO2).rar	6	108/07/30	
7	108/05/24	20190524(NO2).rar	7	108/07/31	
8	108/05/26	20190526(NO2).rar	8	108/08/01	20190819-0821(NO1).rar 20190819-0821(NO2).rar
9	108/05/27	20190527(NO2).rar	9	108/08/02	
10	108/05/31	20190531(NO2).rar	10	108/08/19	20190819-0821(NO1).rar 20190819-0821(NO2).rar
11	108/06/01	20190601(NO2).rar	11	108/08/20	
12	108/06/05	20190605(NO2).rar	12	108/08/21	20190909(NO1).rar 20191112(NO2).rar
13	108/06/06	20190606(NO2).rar	13	108/09/09	
14	108/06/07	20190607(NO2).rar	14	108/11/12	20191112(NO2).rar
			15	108/11/17	20191117(NO2).rar

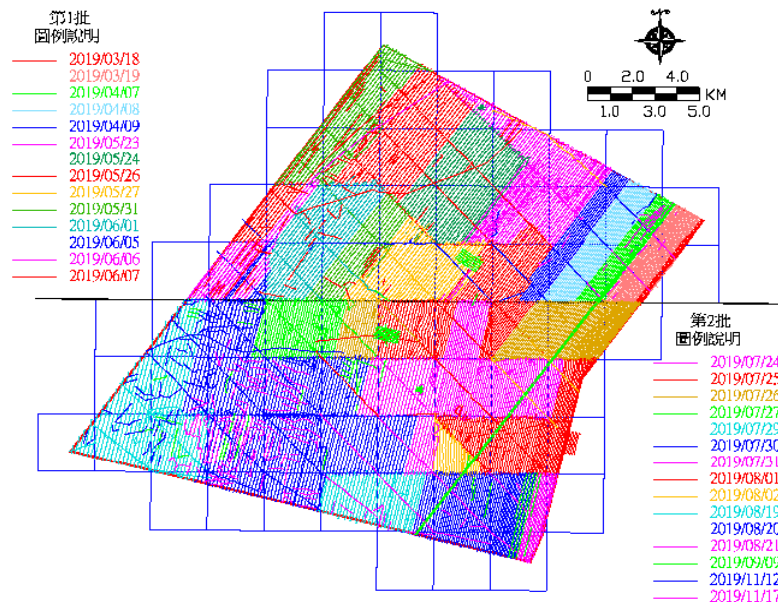


圖 3-14 海域地形測量作業航線軌跡圖

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 3-15)，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。

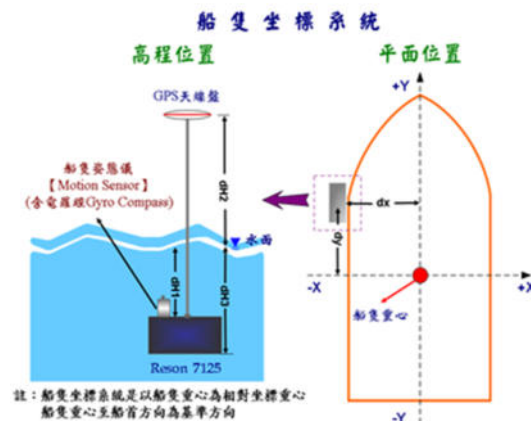


圖 3-15 儀器架設示意圖

本案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 3-16 與圖 3-17。

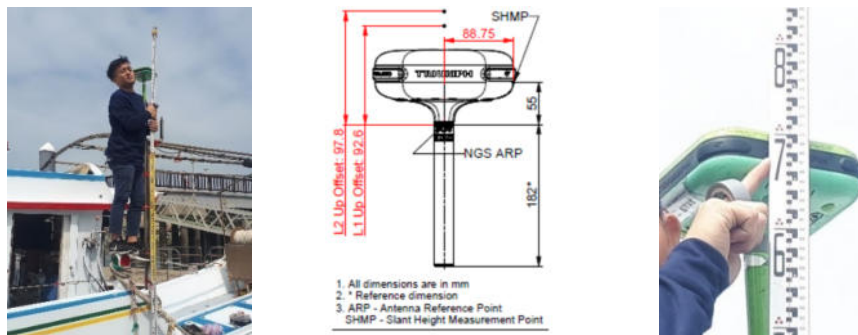


圖 3-16 GPS 天線盤相位中心圖

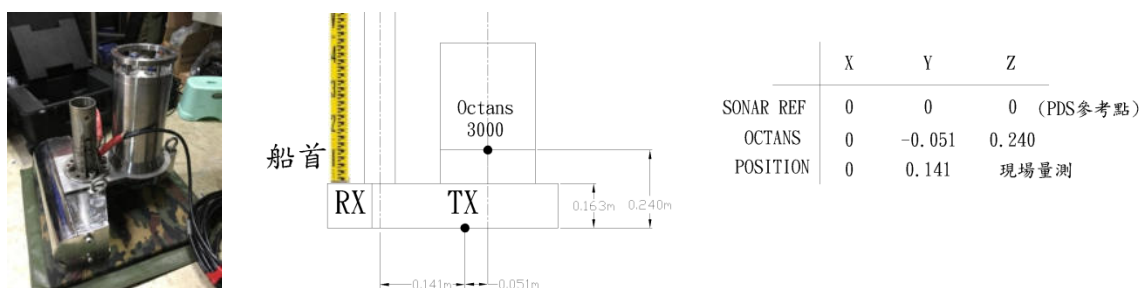


圖 3-17 音鼓與姿態儀相位中心圖

3.率定測試

(1)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。

(2)多音束水深測量之疊合測試(patch test)，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。本案 Patch Test 位置地形資料如圖 3-18。

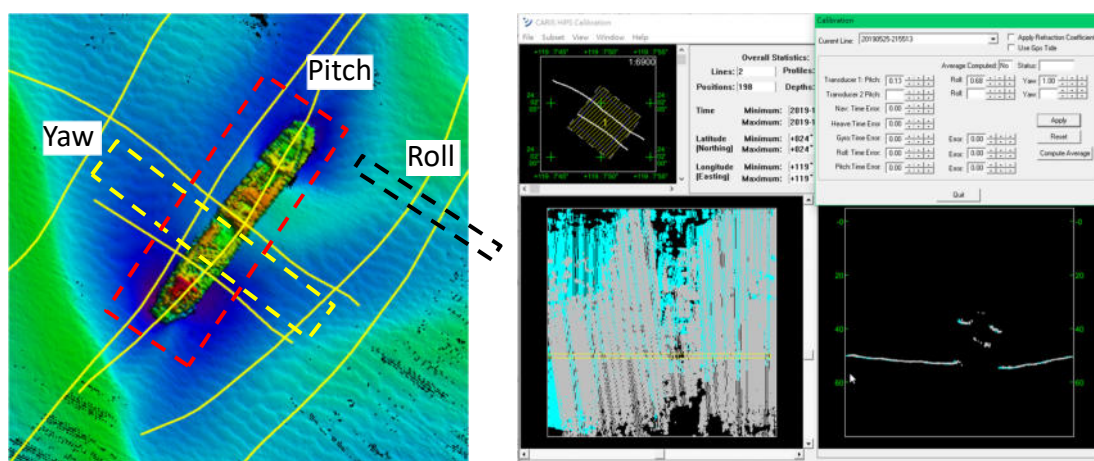


圖 3-18 多音束水深測量疊合測試(左圖)及計算畫面(右圖)

(3)率定結果：本案 2 套儀器歷次 Patch Test 計算成果如表 3-26。

表 3-26 疊合測試測量計算成果表

測深系統	測試日期	時間延遲 Latency	俯仰角 Pitch	搖擺角 Roll	航偏角 Yaw
Reson 7125_NO2	108/03/18	0.000	1.130	0.500	0.000
	108/04/07	0.000	1.370	0.750	0.000
	108/04/08	0.000	1.330	0.800	1.000
	108/05/22	0.000	0.130	0.600	0.000
	108/05/25	0.000	0.130	0.550	0.000
	108/05/30	0.000	0.130	0.530	1.000

測深系統	測試日期	時間延遲 Latency	俯仰角 Pitch	搖擺角 Roll	航偏角 Yaw
	108/06/05	0.000	0.130	0.550	0.000
	108/06/07	0.000	0.430	0.500	0.000
	108/08/19	0.000	1.100	0.360	0.500
	108/11/11	0.000	0.000	0.420	0.000
	108/11/17	0.000	0.000	0.420	0.000
Reson 7125_NO1	108/07/24	0.000	0.060	-0.020	0.000
	108/07/29	0.000	0.060	-0.020	0.000
	108/08/19	0.000	0.070	-0.040	0.000
	108/09/07	0.000	0.340	0.020	0.360

4.姿態改正

實施多音束水深測量時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 3-19 所示。

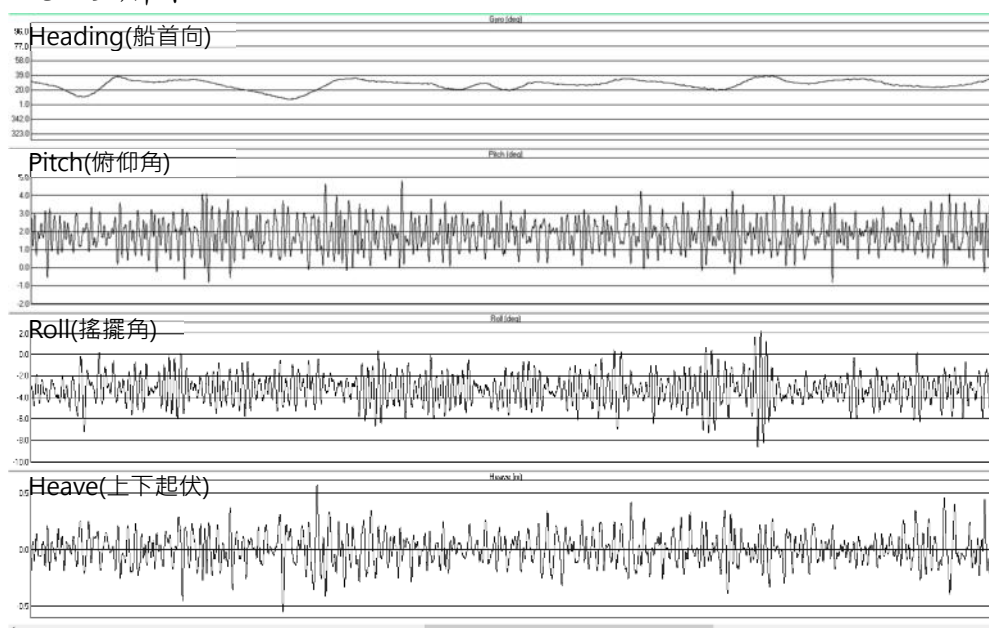


圖 3-19 船隻運動姿態角紀錄曲線圖

5.船隻導航及定位

(1)多音束水深測量定位方式採用動態後處理衛星定位(PPK)測量，採用本案新設立之控制點（如表 3-27）做為 PPK 基準站，配合海上 PPK 移動站測定船隻位置，記錄測深時刻的位置坐標。

表 3-27 PPK 基準站一覽表

站名	點號	TWD97[2010]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)		
芳苑抽水站	SEA001	2646965.901	180149.749	31.595	彰化縣芳苑鄉芳苑抽水站頂樓
下海墘抽水站	SEA002	2640316.198	176193.503	33.966	彰化縣大城鄉下海墘抽水站頂樓

- (2)各項定位方式之時間間隔皆採用 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.潮位觀測

- (1)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。本案臨時驗潮站配合水深測量施作區域，分別設置於臺中市梧棲漁港(TCBM) 與雲林縣麥寮鄉麥寮港(W10A)等 2 處，設置相關位置如圖 3-20 所示。
- (2)以自動驗潮儀每 3 分鐘記錄潮位一筆，並以每小時一筆人工驗潮記錄與之校核。
- (3)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，以備查核。
- (4)將計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。

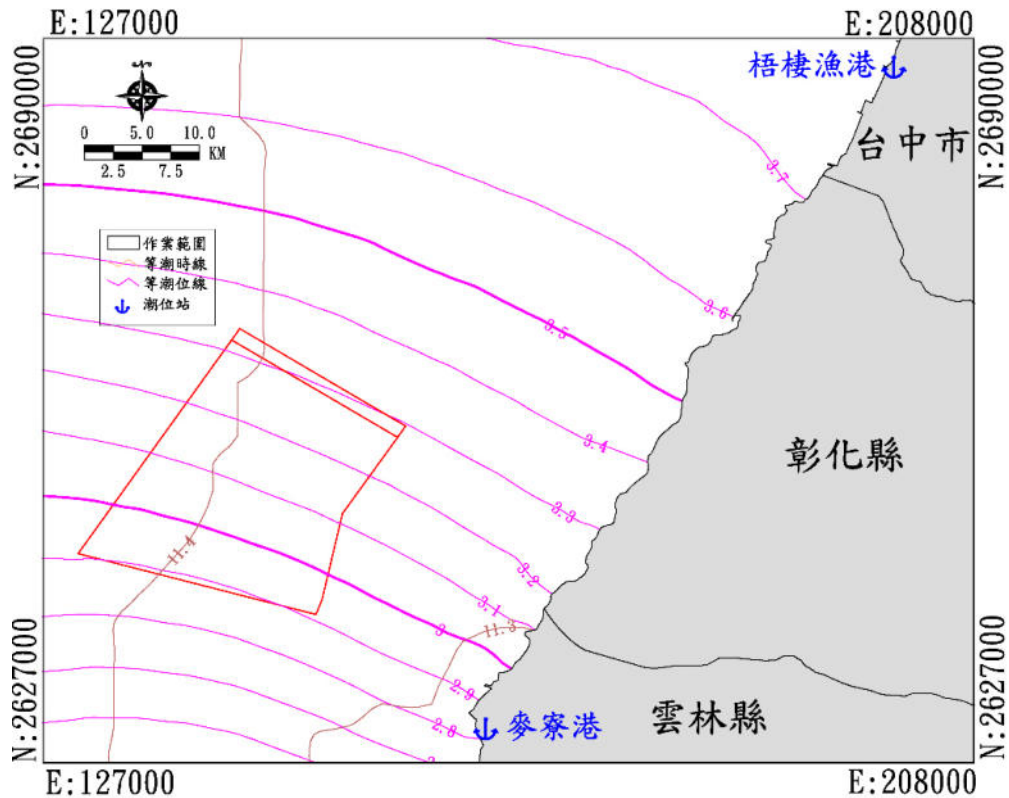


圖 3-20 潮位站設置相關位置圖

7.聲速修正：

- (1)在施行水深測量作業範圍內，選取較深之位置作聲速剖面量測，並依照不同時段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。
- (2)使用之聲速剖面儀為直接量測式及鹽溫壓(CTD)式聲速儀，量測聲速之最小記錄單位皆小於 0.5 公尺/秒，記錄時視測區深度及聲速變化情況而定，取樣間隔在 2 公尺間。
- (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如圖 3-21。

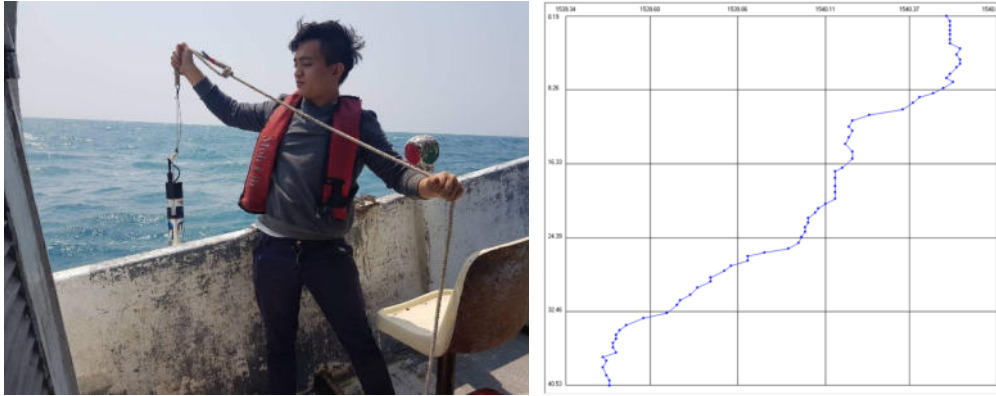


圖 3-21 聲速剖面量測情形(左圖)及聲速剖面圖

(五)資料處理

1.PPK 資料解算

水深測量定位方式採用動態後處理衛星定位(PPK)，GNSS 定位儀採用雙星系統，資料解算以 Trimble Business Center V2.5(簡稱 TBC)資料處理軟體進行，分別解算出測深軌跡點平面 TWD97 坐標及橢球高系統(化算至水面)。

在資料品管方面係利用 TBC 軟體設定基線解最低精度要求，本案基線解最低精度要求設定，平面精度為 0.05m+1ppm、高程精度為 0.10m+1ppm，設定畫面如圖 3-22，解算後可得出當次解算之基線總數及 Fix 解基線數與 Fail 解基線數，藉此可判斷該次 PPK 解算成果品質。本案 PPK 解算成果之 Fix 及 Float 數量與比例詳如表 3-28，Fix 成果比例均達 98.46%以上。

Acceptance criteria	Flag	Fail
☒ If horizontal precision >	0.050 m + 1.0 ppm	0.100 m + 1.0 ppm
☒ If vertical precision >	0.100 m + 1.0 ppm	0.200 m + 1.0 ppm
☐ Use optional acceptance criteria		
Optional acceptance criteria		
☒ If RMS (L1 only) >	0.010 m + 1.0 ppm	0.030 m + 1.0 ppm
☒ If RMS (dual frequency) >	0.005 m + 0.5 ppm	0.015 m + 0.5 ppm

圖 3-22 TBC 基線計算精度評估指標允收門檻值設定畫面

表 3-28 PPK 解算筆數及比例一覽表

組別	開始時間	結束時間	取樣間距(秒)	總筆數	Fix 筆數	Fix 百分比
NO2	108/03/18 20:37:58	108/03/19 10:08:13	0.5	97,230	97,218	99.988%
NO2	108/03/19 10:09:55	108/03/19 12:34:00	0.5	17,291	17,220	99.589%
NO2	108/04/07 11:54:22	108/04/07 18:07:33	0.5	44,783	44,776	99.984%
NO2	108/04/08 14:04:46	108/04/08 17:56:13	1.0	13,888	13,887	99.993%
NO2	108/04/08 17:57:47	108/04/09 09:08:39	1.0	54,653	54,651	99.996%
NO2	108/05/23 12:46:21	108/05/24 14:18:30	1.0	135,110	133,029	98.460%
NO2	108/05/25 18:12:13	108/05/27 14:23:18	1.0	159,065	159,049	99.990%
NO2	108/05/30 20:26:43	108/06/01 13:57:40	1.0	149,439	149,252	99.875%
NO2	108/06/05 08:35:44	108/06/06 13:54:00	1.0	62,267	62,258	99.986%
NO2	108/06/06 05:11:43	108/06/06 12:02:35	1.0	24,652	24,646	99.976%
NO2	108/06/07 06:38:26	108/06/07 22:15:30	1.0	56,225	56,224	99.998%
NO2	108/07/24 11:16:13	108/07/25 01:58:42	0.5	105,899	105,897	99.998%
NO2	108/07/25 13:58:42	108/07/25 16:58:42	0.5	108,000	107,997	99.997%
NO2	108/07/25 16:58:42	108/07/26 07:58:42	0.5	108,000	107,997	99.997%
NO2	108/07/29 05:58:43	108/08/01 11:27:30	0.5	557,854	557,773	99.985%
NO2	108/08/19 09:28:42	108/08/20 02:00:42	0.5	119,041	119,039	99.998%
NO2	108/08/20 01:58:42	108/08/20 19:00:42	0.5	122,641	122,639	99.998%
NO1	108/08/19 12:04:25	108/08/20 08:10:42	0.5	144,755	144,753	99.999%
NO1	108/09/08 03:44:54	108/09/10 07:35:58	0.5	373,328	373,295	99.991%
NO2	108/11/11 17:58:43	108/11/12 19:14:00	0.5	181,834	181,816	99.990%
NO2	108/11/16 14:58:43	108/11/17 12:21:36	0.5	153,946	153,943	99.998%

2. 水深資料處理

水深資料處理過程及資料檢視方式敘述如下，流程圖如

圖 3-23 所示。

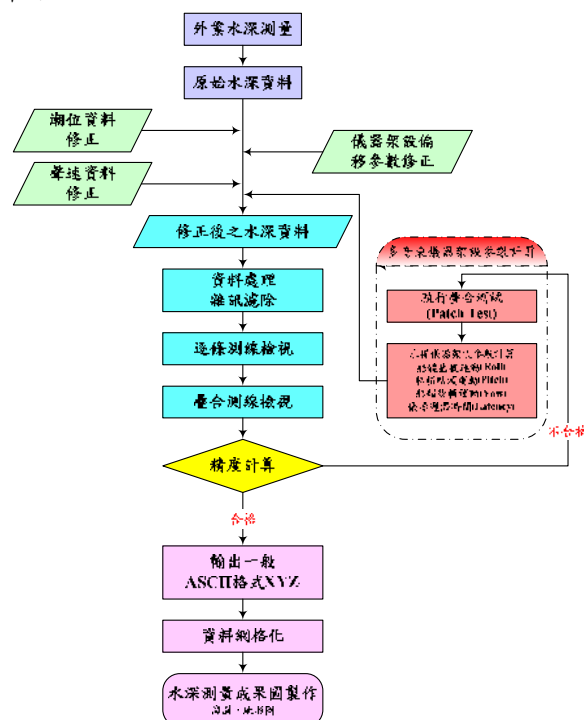


圖 3-23 多音束水深測量資料處理流程圖

- (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，需藉由專業軟體輔助資料的篩選作業
- (2)加入各項修正資料，包含水位、聲速剖面資料、儀器架設偏移參數、船隻姿態及率定資料等，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)多音束資料處理採用建立 3D 模型以利由不同視角進行不合水深點之人工刪除(如圖 3-24 與圖 3-25)

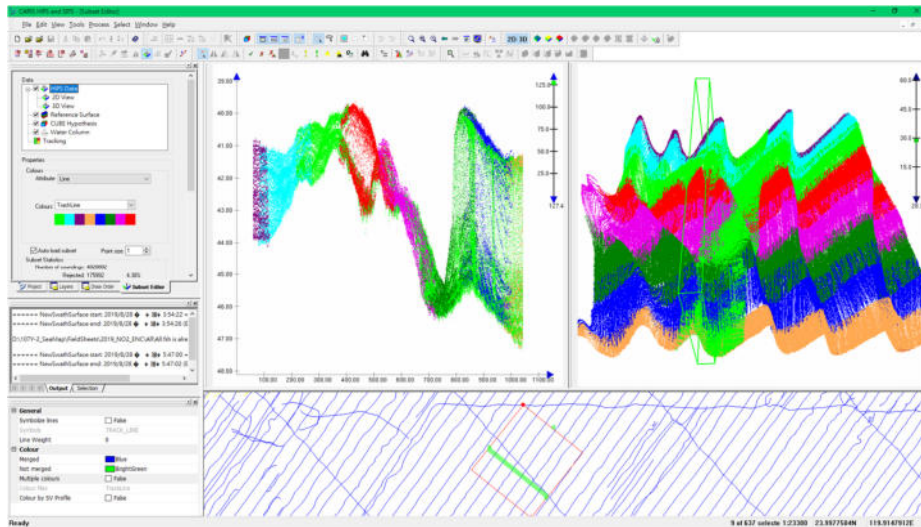


圖 3-24 多音束水深測量相鄰及檢核測線資料疊合比對、除錯

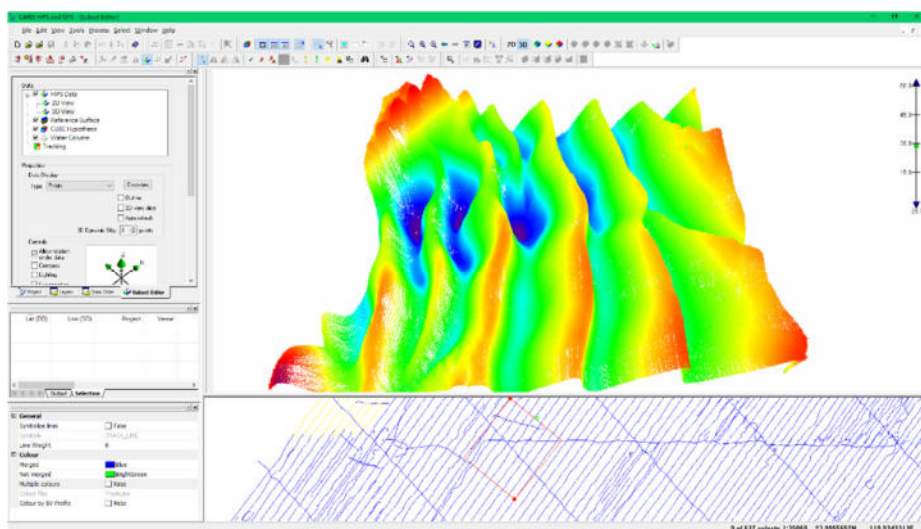


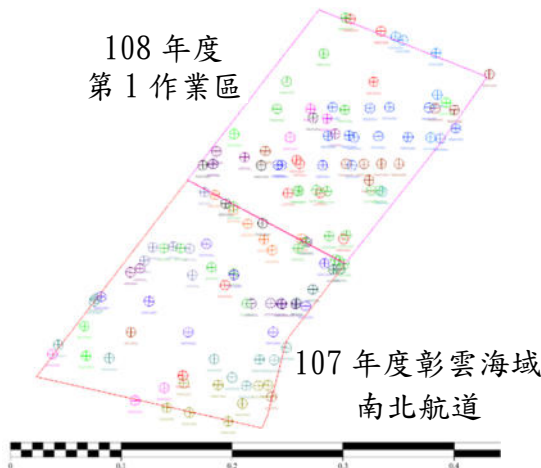
圖 3-25 多音束水深測量資料以 3D 模式資料疊合比對、除錯

(4)聲速剖面修正

依據作業時間長短及範圍大小，每天至少量測 2 次以上聲速剖面資料，量測時間位置如表 3-29，聲速剖面修正方式以量測時間為依據，選取”Nearest in time”為聲速修正模式。

表 3-29 聲速剖面量測時間及位置一覽表

NO1_SVP 拋放時間及位置			NO2_SVP 拋放時間及位置		
時間	N(度.分.秒)	E(度.分.秒)	時間	N(度.分.秒)	E(度.分.秒)
2019/06/30 07:14:19	24.05.50.14	120.01.31.30	2019/03/18 14:37:06	24.00.13.50	120.05.46.50
2019/06/30 18:24:46	24.05.51.14	119.58.20.68	2019/03/18 22:00:04	23.59.08.30	120.04.18.50
2019/07/01 10:58:13	24.03.46.86	119.59.35.95	2019/03/19 02:12:30	23.58.24.40	120.03.26.10
2019/07/24 04:01:36	24.00.32.43	120.04.56.35	2019/03/19 04:30:46	24.00.12.50	120.05.25.20
2019/07/24 10:26:39	23.59.55.38	120.00.02.38	2019/04/07 04:01:12	23.58.20.30	120.03.22.60
2019/07/25 02:32:02	23.58.44.53	119.52.51.55	2019/04/07 10:07:31	23.58.20.40	120.02.38.70
2019/07/25 10:54:24	24.01.35.67	119.58.33.68	2019/04/08 06:59:41	23.58.22.50	120.02.35.90
2019/07/26 04:18:34	23.58.14.35	120.03.55.58	2019/04/08 12:34:47	23.58.23.30	120.02.01.80
2019/07/26 10:34:28	23.56.50.33	120.02.09.89	2019/04/08 18:23:53	24.01.42.10	120.03.59.60
2019/07/26 22:56:59	23.58.29.48	119.55.27.04	2019/04/09 00:41:58	23.58.21.80	120.00.58.70
2019/07/27 04:26:45	23.56.49.86	119.57.34.62	2019/05/22 20:42:09	24.01.52.60	120.03.41.20
2019/07/29 06:48:53	23.58.29.79	119.52.28.41	2019/05/23 00:09:26	24.01.15.00	120.02.06.20
2019/07/29 13:11:41	23.56.08.71	119.50.32.13	2019/05/23 07:16:59	24.04.15.00	119.59.00.70
2019/07/29 22:37:58	23.55.25.00	119.53.18.00	2019/05/23 14:30:33	24.01.50.00	120.01.39.80
2019/07/30 10:59:30	23.58.37.40	119.52.33.50	2019/05/23 21:46:11	24.02.40.90	120.00.47.30
2019/07/31 00:07:26	23.55.22.08	119.58.58.58	2019/05/24 05:20:38	24.03.25.60	120.00.01.30
2019/07/31 12:57:07	23.55.20.51	120.01.25.29	2019/05/25 14:55:25	24.03.36.74	120.00.00.62
2019/07/31 22:23:16	23.55.19.55	120.02.13.39	2019/05/25 22:11:05	24.01.22.14	119.57.09.32
2019/08/01 06:00:16	23.53.55.41	120.00.43.01	2019/05/26 04:09:28	24.01.22.15	119.56.15.42
2019/08/01 12:53:15	23.54.22.44	119.59.56.80	2019/05/26 09:48:13	23.58.22.82	120.00.43.95
2019/08/01 20:53:43	23.55.59.42	120.02.53.08	2019/05/26 18:15:28	23.59.59.89	120.00.01.33
2019/08/19 04:10:46	23.55.38.75	119.50.13.94	2019/05/27 00:34:43	24.00.19.74	119.58.50.00
2019/08/20 01:52:09	23.53.07.65	119.54.41.51	2019/05/27 06:10:18	24.01.21.62	120.03.30.41
2019/08/20 09:20:24	23.53.48.74	119.56.15.96	2019/05/30 17:08:51	24.05.56.28	119.58.56.13
2019/08/21 05:53:43	24.08.54.33	120.04.10.73	2019/05/30 23:06:59	24.04.23.42	119.58.27.22
2019/08/21 12:12:34	24.07.20.87	120.03.04.88	2019/05/31 05:57:47	24.01.24.98	119.55.39.12
2019/08/22 00:55:33	24.08.22.25	120.05.04.94	2019/05/31 10:43:24	23.59.54.98	119.57.48.10
2019/09/08 03:53:34	24.13.45.37	120.06.20.68	2019/05/31 16:57:38	24.01.20.94	119.57.38.66
2019/09/08 16:08:26	24.01.51.96	120.05.58.03	2019/06/01 00:25:25	24.01.27.05	119.56.45.44
2019/09/08 23:04:50	23.59.22.07	119.59.33.76	2019/06/01 05:45:36	24.00.41.77	119.55.11.71
2019/09/09 05:26:09	23.54.28.73	119.57.17.30	2019/06/05 06:56:21	24.06.17.25	120.00.37.36
			2019/06/05 13:31:32	24.00.16.02	119.54.57.67
			2019/06/05 19:05:43	24.00.03.61	119.54.27.03
			2019/06/06 03:05:43	24.06.36.24	119.59.05.55
			2019/06/07 06:10:27	24.07.32.83	120.05.31.20
			2019/06/07 13:54:16	24.05.54.46	119.58.53.92
			2019/08/19 06:38:15	23.52.43.91	119.56.24.84
			2019/08/19 12:04:55	23.52.28.37	119.57.37.40
			2019/08/19 17:57:41	23.53.57.80	119.59.11.33
			2019/08/20 00:29:30	23.52.00.16	119.59.43.25
			2019/08/20 05:51:39	23.52.57.90	120.00.30.25
			2019/08/20 12:03:59	23.53.55.66	120.01.22.03
			2019/08/20 18:10:05	23.53.57.43	120.01.53.08
			2019/08/21 00:05:28	23.54.04.12	119.57.20.63
			2019/11/12 00:43:28	24.07.32.46	120.00.03.21
			2019/11/12 06:35:06	23.57.09.25	119.51.57.84
			2019/11/12 12:17:51	23.55.32.71	119.52.02.70
			2019/11/16 20:25:06	23.56.49.72	119.54.28.41
			2019/11/17 12:17:51	23.53.19.90	120.02.04.39



(5)正高系統計算

正高系統係採用潮位觀測資料為水深修正之基準，藉由潮位資料計算出水深正高系統，本作業區潮位高低落差最大約 5.1 公尺，且依據內政部「104 年度大陸礁層調查作業整合服務工作」潮位分析圖(如圖 3-26)，由分析圖顯示測區由北至南潮位差約 0.5 公尺，東至西潮時差約 6 分鐘。

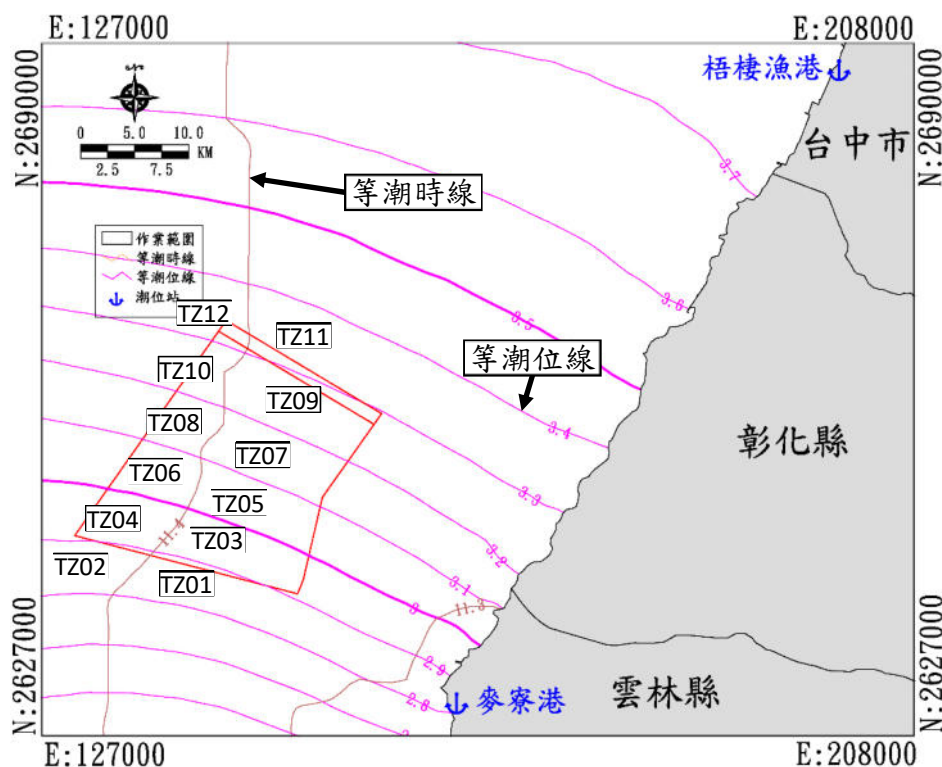


圖 3-26 104 年度「大陸礁層調查作業整合服務工作」潮位分區圖

依據此潮位分區圖等潮時線與等潮位線，劃分水深潮位修正潮區圖，將測區由南至北劃分為 12 個潮區(如上圖 3-26 所示)，依據潮位站與潮區之潮時差及潮位差相對差值設定相關參數，以雙潮位距離權重修正方式計算水深資料。

(6)橢球高系統

A.PPK 基準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 PPK 基準站橢球高程為基準，利用 TBC 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以時間為基準，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」，本案 GNSS 天線盤與音鼓、姿態儀固定在同軸，相關位置設定如圖 3-27，因此計算時勾選「Apply Dynamic Heave」與「Apply MRU Remote Heave」進行 GNSS 成果 Heave 修正，如圖 3-28。

E.最後進行整合計算時勾選「Apply GPS Tide」，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	Serial Number	Comments
Navigation	1	2019-156	00:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.130	0.550	0.000 reson	7125	Reson SeaBat	
Gyro	2	2019-158	00:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.430	0.500	0.000 reson	7125	Reson SeaBat	
Heave	3	2019-167	00:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.500	0.600	1.000 reson	7125	Reson SeaBat	
GNSS 位置	Date	Time	Time Correctio...	X (m)	Y (m)	Z (m)	Ellipsoid	Manufacturer	Model	Serial Number	Comments		
Navigation	1	2019-156	00:00	0.000	0.030	0.050	-4.093 WGS84		vector				
Gyro	2	2019-158	00:00	0.000	0.030	0.050	-4.093 WGS84		vector				
Heave	3	2019-167	00:00	0.000	0.010	0.010	-4.143 WGS84		vector				
姿態儀位置	Date	Time	Time Correctio...	Error (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)	Apply?	Manufacturer	Model	Serial Number	Comments	
Navigation	1	2019-156	00:00	0.003	0.000	0.000	-0.238	Yes	DBLUE	Octan3000	(null)	(null)	
Gyro	2	2019-158	00:00	0.003	0.000	0.000	-0.051	-0.238	Yes	DBLUE	Octan3000	(null)	(null)
Heave	3	2019-167	00:00	0.003	0.000	0.000	-0.051	-0.238	Yes	DBLUE	Octan3000	(null)	(null)

圖 3-27 船隻姿態 HVF 儀器相關位置設定畫面

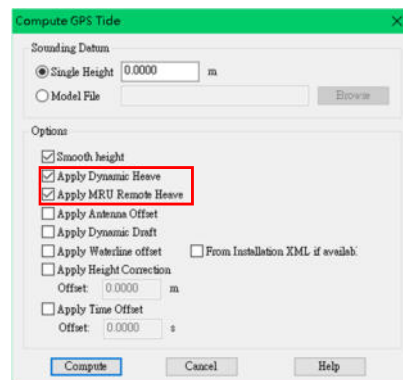


圖 3-28 GPS Tide 計算參數設定畫面

(六)多音束資料覆蓋率

依據作業說明手冊規定多音束有效資料覆蓋率需達 100%以上，本案採優規作業有效資料覆蓋率需達 110%以上。多音束資料覆蓋

率計算方式採多音束奇數測線與偶數測線分別輸出成 5 公尺*5 公尺網格，計算資料總點數再乘以單一網格面積 25 平方公尺，即得到測線涵蓋面積，再將奇數測線與偶數測線面積相加再除以多音束測區面積，即可得到資料覆蓋率如表 3-30 所示，結果顯示多音束有效資料覆蓋率第 1 批平均為 130%，第 2 批平均為 127%，符合作業規劃之 110% 以上。

表 3-30 多音束相鄰測線資料覆蓋率統計表

作業 批次	MB 面積 (平方公尺)	奇數測線面積 (平方公尺)	偶數測線面積 (平方公尺)	重疊面積 (平方公尺)	覆蓋率 (%)
第 1 批	168,390,300	108,579,000	111,101,975	51,290,675	130%
第 2 批	211,323,450	135,287,350	132,968,450	56,932,350	127%

(七)海域地形測量成果

將測深成果內插成 5 公尺*5 公尺網格，製作成正高與橢球高水深色階圖，如圖 3-29 與圖 3-30 所示。

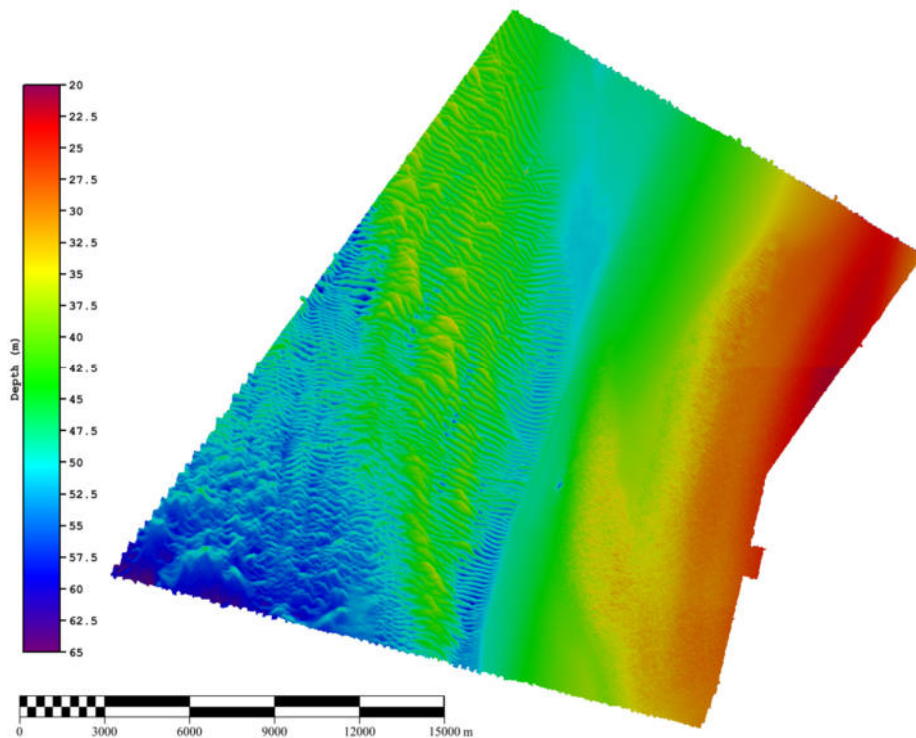


圖 3-29 水深測量成果色階圖(正高)

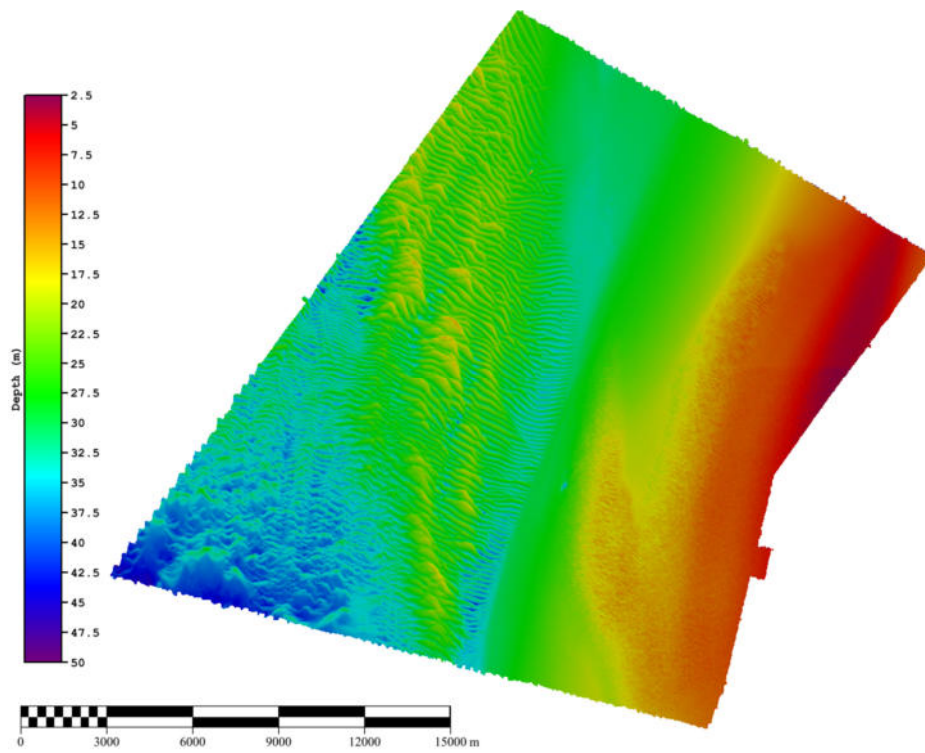


圖 3-30 水深測量成果色階圖(橢球高)

肆、海床特徵物偵測及有礙航安疑義資料之消除

一、資料蒐集

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)原海圖標示海床特徵物

本案作業區位於彰化縣大城鄉至雲林縣麥寮鄉外海南北航道，測區內海床特徵物依據最新版海圖(0356-99/07/31、0336-99/10/15、0313-106/03/31)資料顯示，本作業區內特徵物有不礙航沈船 3 處另加測 1 處位於測區外圍邊界處沈船，坐標位置如表 4-1 所示，相關位置詳如圖 4-1 所示。

表 4-1 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 約略經緯度	範圍	海圖圖例
Wreck1	N24.0319556°,E119.9657444°	位於測區西北側	++
Wreck2	N23.9912667°,E119.9979167°	位於測區北側	++
Wreck3	N23.9584306°,E119.9618583°	位於測區中央	++
Wreck4	N23.9122305°,E120.0434588°	位於測區外圍邊緣	++

(二)有礙航安疑義資料

經調查後發現本次作業區內並無相關有礙航安疑義資料。

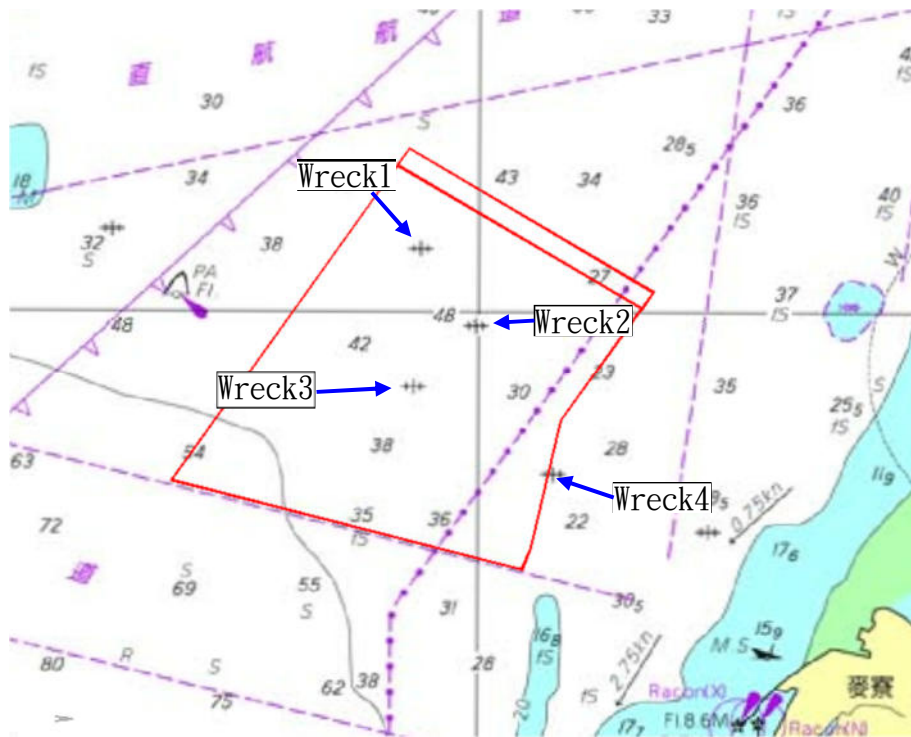


圖 4-1 特徵物及有礙航安疑義資料事前調查成果相關位置圖

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，依據作業說明手冊規定於作業時可採用下列任一方式作業：

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

本案由於特徵物及有礙航安疑義資料相關須調查位置較少、且測區採用多音束全覆蓋測掃，因此於資料處理時標註疑似特徵物位置，再針對疑似特徵物位置及分布情形規劃測線，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，再次以多音束進行實地複查，並依據複查後之海域地形測量成果，填寫特徵物調查表送交監審單位審查。如現場調查發現與事前蒐集的資料有異（新增或移除），於工作會議中提出討論，並提供相關資料及截圖給內政部。

四、偵測成果

(一)測深系統適用性評估測試區

本測試區位置係位於梧棲漁港西側外海約 5 公里苗栗通霄至臺中港天然氣管線路徑上，劃設 1 公里*1 公里範圍，做為本案測深系統適用性評估測試區，特徵物相關位置如圖 4-2，總計有 1 處特徵物，各特徵物成果說明如表 4-2 所示。

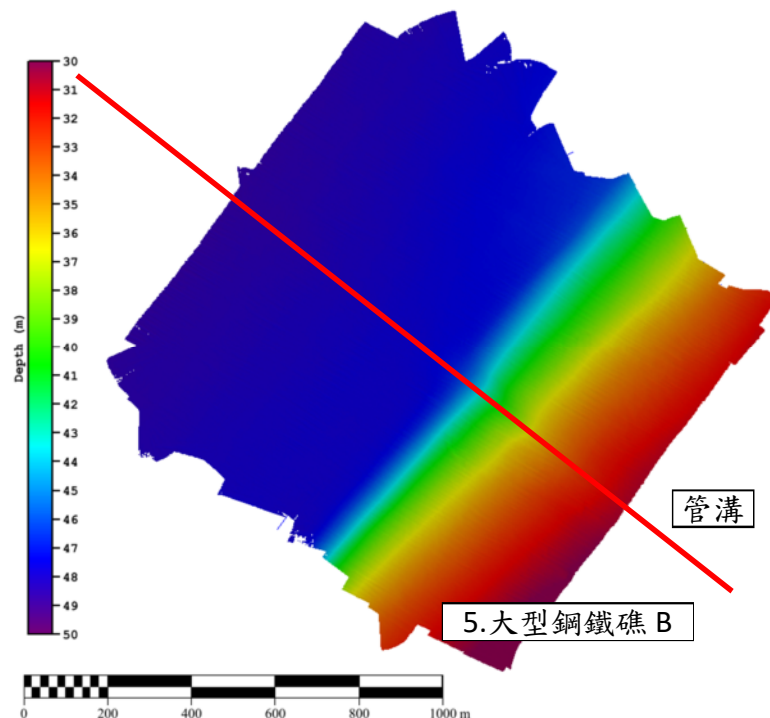
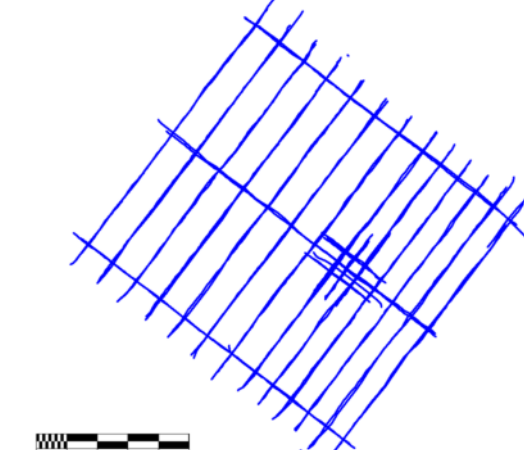
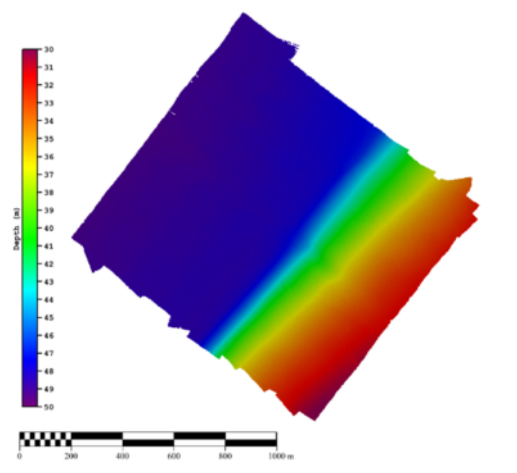
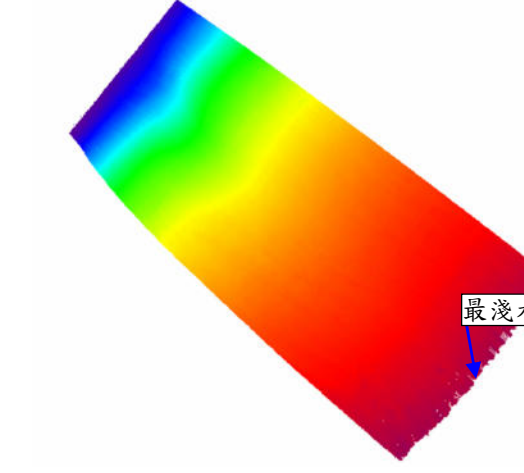
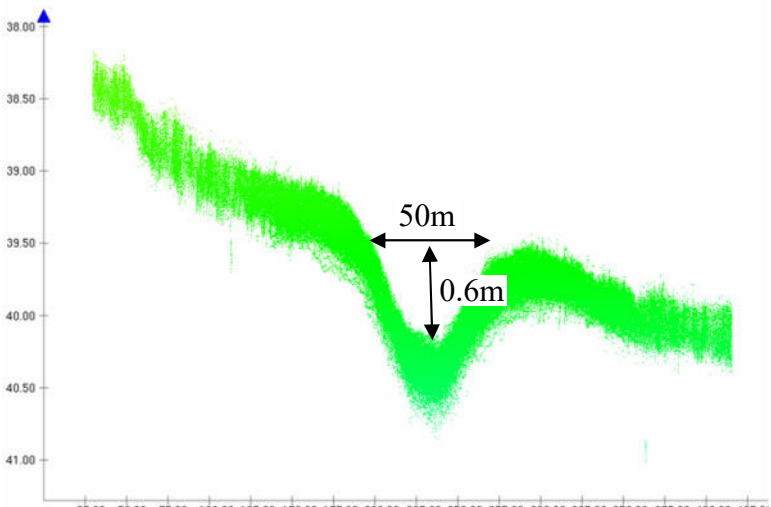


圖 4-2 測試區特徵物相關位置圖

表 4-2 測深系統適用性評估測試區特徵物偵測成果表

計畫名稱	107 年度彰雲海域南北航道水深測量資料調查及整理作業		
調查單位	自強工程顧問有限公司	調查日期	108/02/27 108/05/22
外業人員	林儒文、周孟德	填表人員	何晉銘
測量方式說明			
本次調查採用 RESON Seabat 7125 多音束測深系統，以動態後處理衛星定位 (PPK) 方式進行測量，以 AML Minos.X 聲速剖面儀量測聲速剖面並以 SeaBird 39 型壓力式潮位計間隔 3 分鐘自動記錄 1 筆潮位資料，經聲速剖面及潮位修正後標註位置及水深。			
資料來源資訊			
☒ 海圖：04510(中港泊地至大安港)-94/08/23 第二版 ☐ 航船布告 (下欄請填布告發布單位、發布日期及布告編號) ☐ 其它 (下欄請填來源單位等相關資訊)			
資料類別：管溝		資料符號：→ Gas →	
資料來源掃描影像		實測測線圖	
 影像檔名：04510-SOP.png 搜尋範圍網格圖(1.5m*1.5m)		 影像檔名：SOP 軌跡.png 目標點雲圖(標記最淺水深點)	
 影像檔名：SOP_網格.png		 影像檔名：SOP-點雲.tif	

調查成果資料		
特徵物名稱	管溝	
調查最淺點位置	N：24.3170568°	E：120.4784809°
最淺水深位置(m)	30.989 m(一等水準系統)	
調查測線檔名	NO1：20190523-052054、20190523-052952、 20190523-053851、20190523-054723、 20190523-055602、20190523-060414、 20190523-072709 NO2：20190227-103039、20190227-103709、 20190227-104405、20190227-105221、 20190227-105951、20190227-110804、 20190227-122535	
其他說明	管溝剖面 	

(二)海域地形測量作業區

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，若無發現特徵物則對周邊 500 公尺範圍加密測線進行確認，本案偵測成果統計如表 4-3 與表 4-4，相關特徵物位置如圖 4-3，將調查結果依據特徵物通報表格式詳實填寫，如表 4-5~表 4-9 所示。

表 4-3 海床特徵物及有礙航安疑義資料現場調查成果統計表

編號	特徵物 種類	探測結果					
		發現長度	有/無發現	最淺水深	最淺水深	探測 方式	說明
		(M)		位置坐標(度)	(約最低低潮)		
Wreck1	沈船	170m*25m*15m	有	24.0339349	24.596	MB	
				119.9638078			
Wreck2	沈船	--	無	23.9912667	--	MB	
				119.9979167			
Wreck3	沈船	--	無	23.95843064	--	MB	測區中央，海床砂丘分布，無發現任何物體
				119.9618583			
Wreck4	沈船	--	無	23.9122305	--	MB	測區邊緣，海床沙漣密布，無發現任何物體
				120.0434588			

表 4-4 新發現海床特徵物現場調查成果統計表

編號	特徵物種類	探測結果				說明
		尺寸 (公尺)	位置坐標	最淺水深 (約最低低潮)	探測方式* /施測日期	
New_1	沈船	130*22*12	23.9347161 119.9762104	41.389	MB/108.07.30 MB/108.09.08	發現完整船身，側躺於海床。

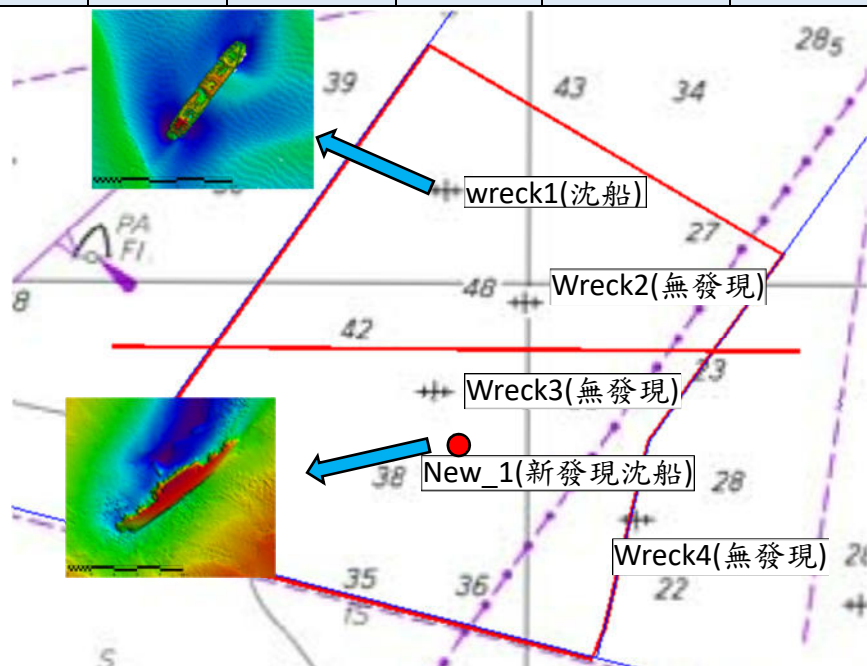
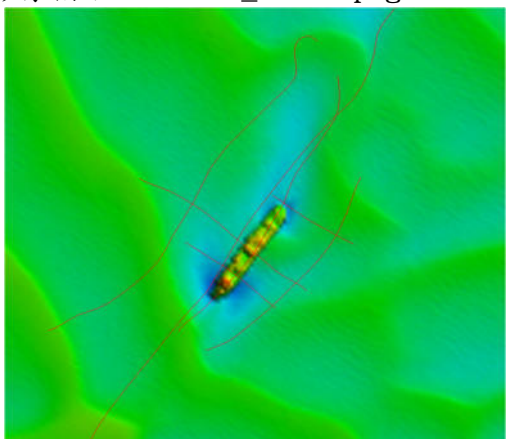
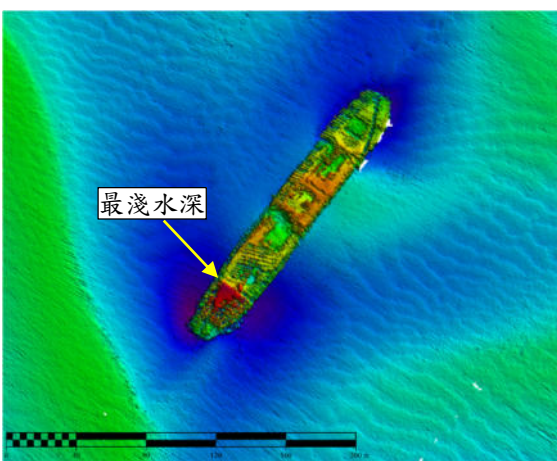
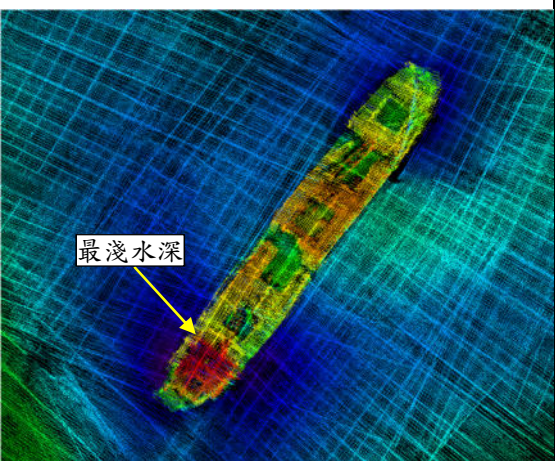


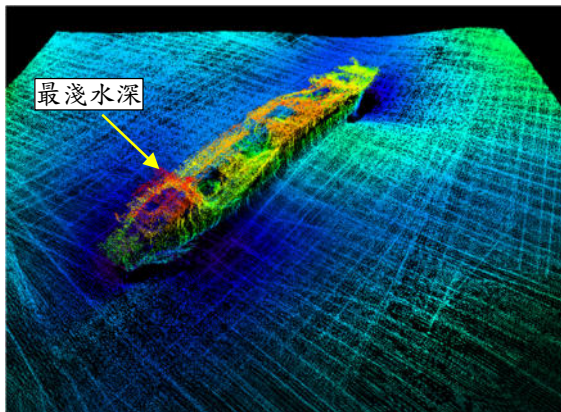
圖 4-3 特徵物及有礙航安疑義資料現地調查成果圖

表 4-5 水深資料調查特徵物及疑義資料通報表(Wreck1)

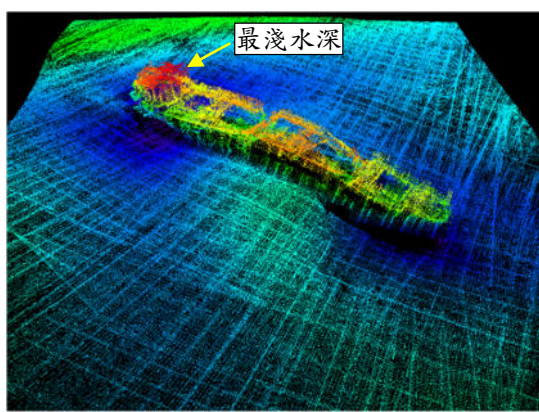
計畫名稱	107 年度彰雲海域南北航道水深測量資料調查及整理作業		
調查單位	自強工程顧問有限公司	調查日期	108/05/25
外業人員	林儒文	填表人員	何晉銘
測量方式說明			
本次調查採用 RESON Seabat 7125 多音束測深系統，以動態後處理衛星定位(PPK)方式進行測量，以 AML Minos.X 聲速剖面儀量測聲速剖面並以 SeaBird 39 型壓力式潮位計間隔 3 分鐘自動記錄 1 筆潮位資料，經聲速剖面及潮位修正後標註位置及水深。			
資料來源資訊			
☒ 海圖：0313(臺灣及附近島嶼)-106/03/31 第八版 ☐ 航船布告：(請填布告發布單位、發布日期及布告編號) ☐ 其它：(請填來源單位等相關資訊)			
資料類別：沈船		資料符號：++	
資料來源掃瞄影像		實測測線圖	
影像檔名：Fish4_index.png 		影像檔名：wreck1_track.png 	
搜尋範圍網格圖(1m*1m)		目標點雲圖(標記最淺水深點)	
影像檔名：wreck1_GRD.tif 		影像檔名：wreck1_PT1.png 	

目標點雲圖(標記最淺水深點)不同角度

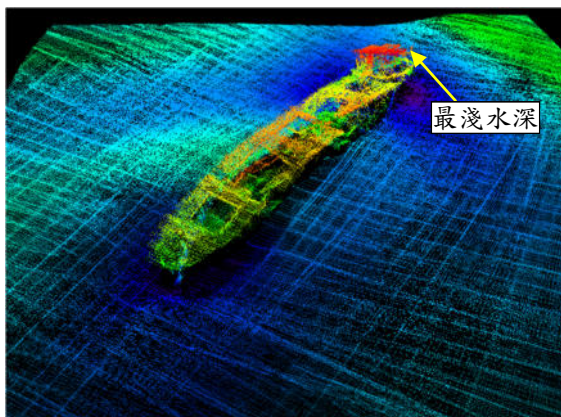
影像檔名：wreck1_PT2.png



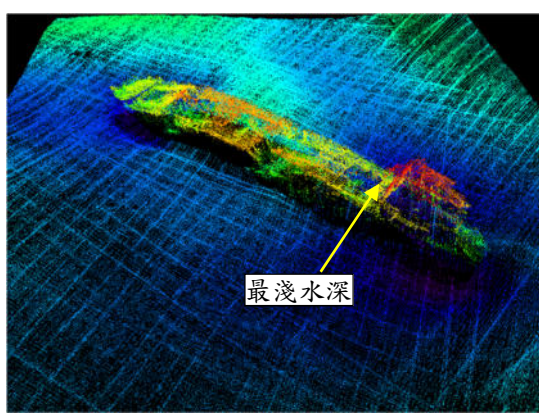
影像檔名：wreck1_PT3.png



影像檔名：wreck1_PT4.png



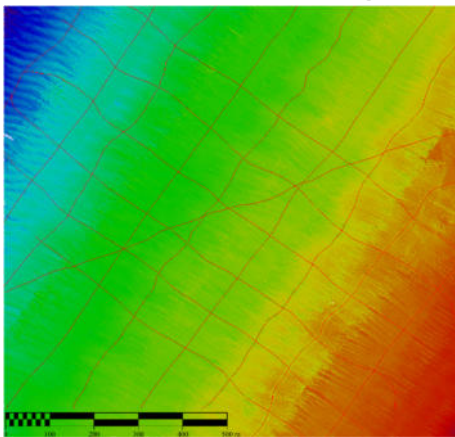
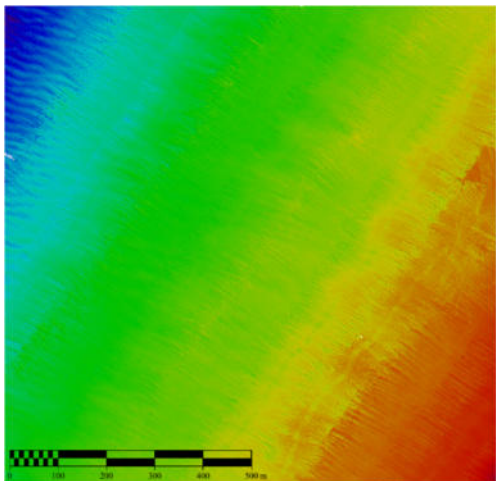
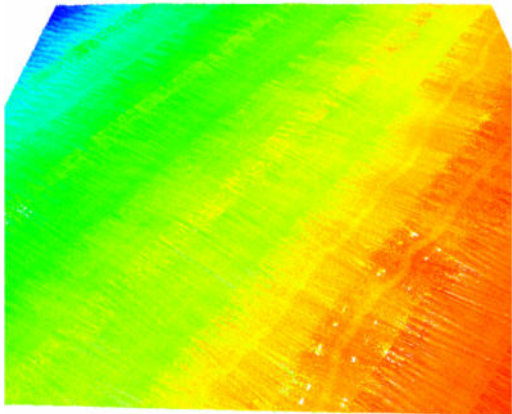
影像檔名：wreck1_PT5.png



調查成果資料

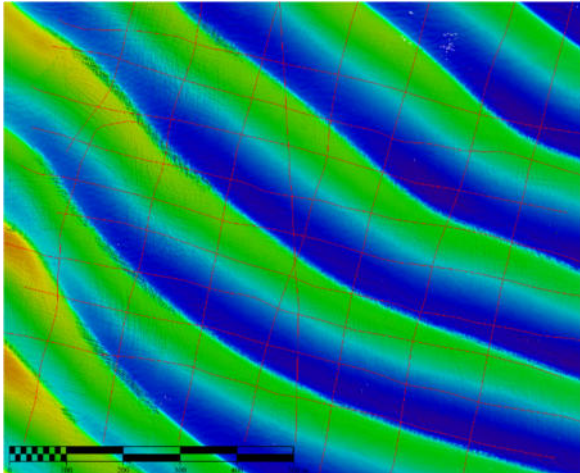
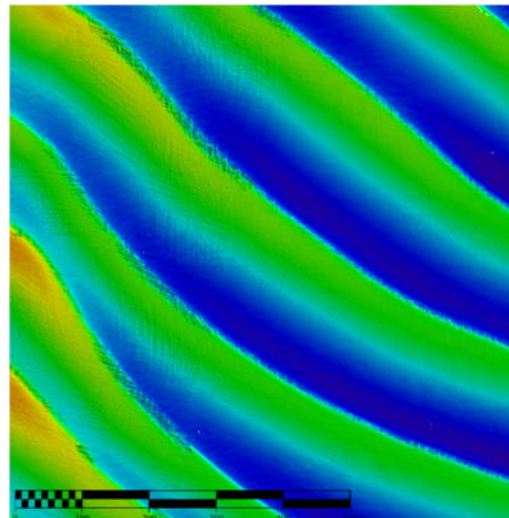
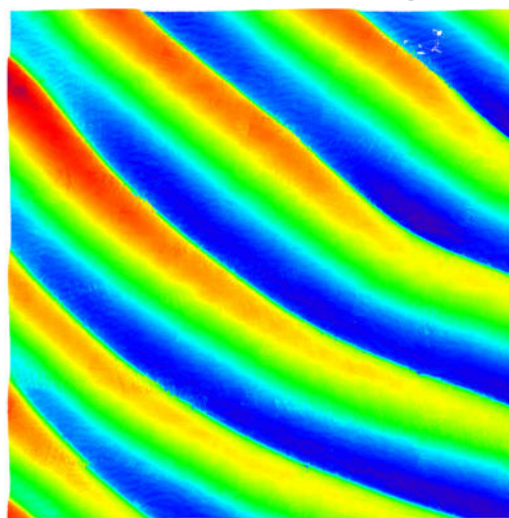
特徵物名稱	沈船
來源標示位置	N 24.0319556°， E 119.9657444°
調查最淺點位置	N 24.0339349°， E 119.9638078°
調查最淺水深	24.596 公尺(約最低低潮系統)
調查特徵物大小	(170 公尺* 25 公尺* 15 公尺)
調查測線檔名	20190525-201709、20190525-203244、 20190525-210048、20190525-212924、 20190525-213424、20190525-213805、 20190525-214152、20190525-215513、 20190525-215754
其他說明	

表 4-6 水深資料調查特徵物及疑義資料通報表(Wreck2)

計畫名稱	107 年度彰雲海域南北航道水深測量資料調查及整理作業		
調查單位	自強工程顧問有限公司	調查日期	108/05/26 108/09/08
外業人員	林儒文	填表人員	何晉銘
測量方式說明			
本次調查採用 RESON Seabat 7125 多音束測深系統，以動態後處理衛星定位(PPK)方式進行測量，以 AML Minos.X 聲速剖面儀量測聲速剖面並以 SeaBird 39 型壓力式潮位計間隔 3 分鐘自動記錄 1 筆潮位資料，經聲速剖面及潮位修正後標註位置及水深。			
資料來源資訊			
☒ 海圖：0313(臺灣及附近島嶼)-106/03/31 第八版 ☐ 航船布告：(請填布告發布單位、發布日期及布告編號) ☐ 其它：(請填來源單位等相關資訊)			
資料類別：沈船		資料符號：⛵	
資料來源掃瞄影像		實測測線圖	
影像檔名：wreck1_index.png 		影像檔名：wreck2_track.png 	
搜尋範圍網格圖(1m*1m)		目標點雲圖(標記最淺水深點)	
影像檔名：wreck2_GRD.tif 		影像檔名：wreck2_PT1.png 	

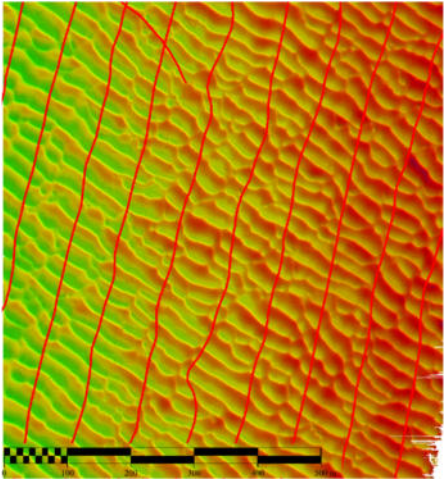
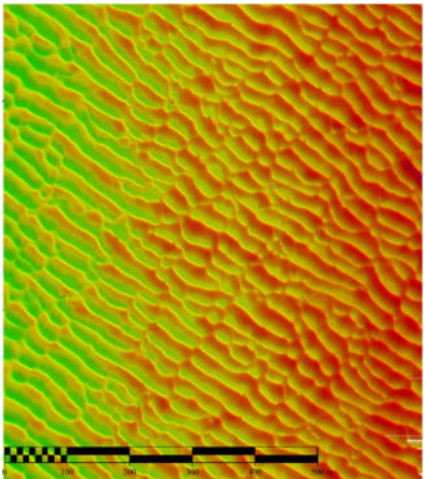
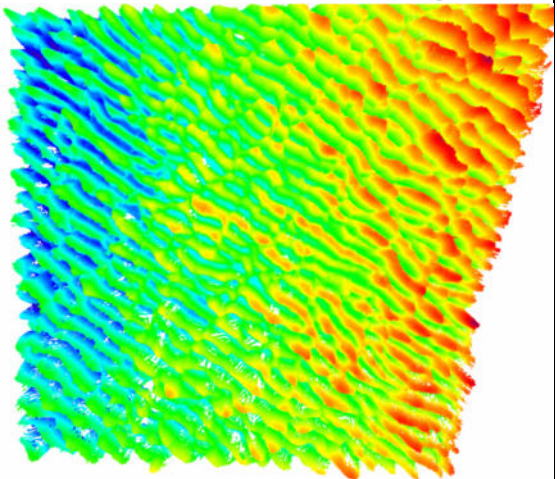
調查成果資料	
特徵物名稱	無
來源標示位置	N 23.9912667° , E 119.9979167°
調查最淺點位置	無
調查最淺水深	無
調查特徵物大小	無
調查測線檔名	20190526-152808、20190526-154229、 20190526-161958、20190526-163820、 20190526-165209、20190526-172630、 20190526-174201、20190526-182138、 20190908-220924、20190908-221356、 20190908-221553、20190908-222023、 20190908-222253、20190908-222721、 20190908-223036、20190908-223506、 20190908-223726、20190908-224156、 20190908-224404、20190908-224833、 20190908-225404、20190908-225834、
其他說明	

表 4-7 水深資料調查特徵物及疑義資料通報表(Wreck3)

計畫名稱	107 年度彰雲海域南北航道水深測量資料蒐集及整理作業		
調查單位	自強工程顧問有限公司	調查日期	2019/07/24 2019/09/08~09
外業人員	林儒文	填表人員	何晉銘
測量方式說明			
本次調查採用 RESON Seabat 7125 多音束測深系統，以動態後處理衛星定位(PPK)方式進行測量，以 AML BASE.X2 聲速剖面儀量測聲速剖面並以 SeaBird 39 型壓力式潮位計間隔 3 分鐘自動記錄 1 筆潮位資料，經聲速剖面及潮位修正後標註位置及水深。			
資料來源資訊			
☒ 海圖：0313(臺灣及附近島嶼)-106/03/31 第八版 ☐ 航船布告：(請填布告發布單位、發布日期及布告編號) ☐ 其它：(請填來源單位等相關資訊)			
資料類別：沈船		資料符號： 	
資料來源掃描影像		實測測線圖	
影像檔名：Feature Pos. png 		影像檔名：wreck3_track. png 	
搜尋範圍網格圖(1m*1m)		目標點雲圖(標記最淺水深點)	
影像檔名：wreck3_GRD.tif 		影像檔名：wreck3_PT1.png 	

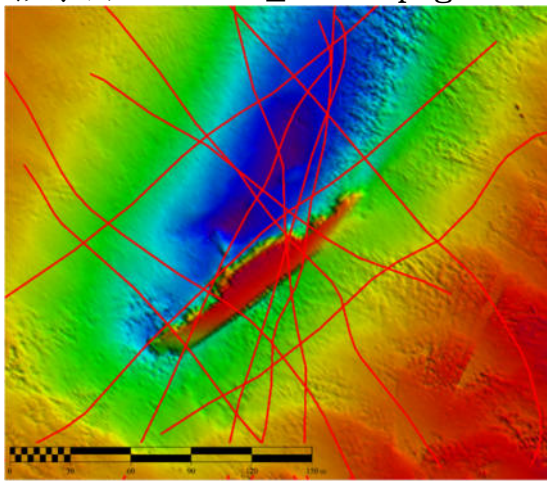
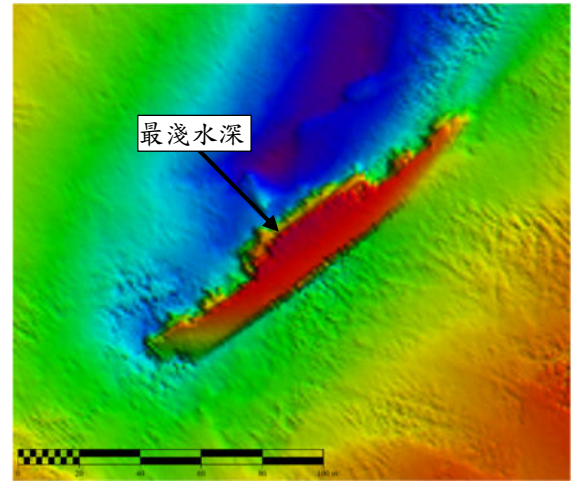
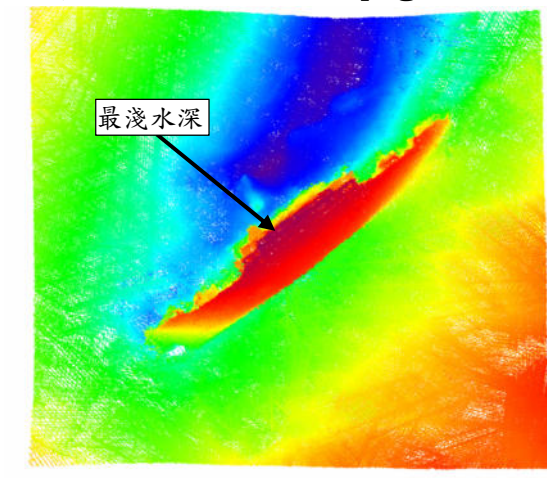
目標點雲圖(標記最淺水深點)-無	
調查成果資料	
特徵物名稱	無
來源標示位置	N 23.9584306° , E 119.9618583°
調查最淺點位置	無
調查最淺水深(m)	--
調查特徵物大小	--
調查測線檔名	20190724-215042 、 20190724-221003 、 20190724-222318 、 20190724-224216 、 20190724-225534 、 20190724-231437 、 20190724-232817 、 20190908-233301 、 20190908-233732 、 20190908-233829 、 20190908-234300 、 20190908-234430 、 20190908-234900 、 20190908-235010 、 20190908-235443 、 20190908-235555 、 20190909-000027 、 20190909-000119 、 20190909-000554 、 20190909-000650 、 20190909-001125 、 20190909-001216 、 20190909-001649 、 20190909-001738 、 20190909-002210 、 20190909-002452
其他說明	

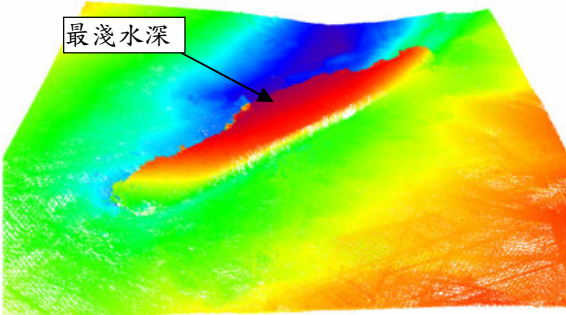
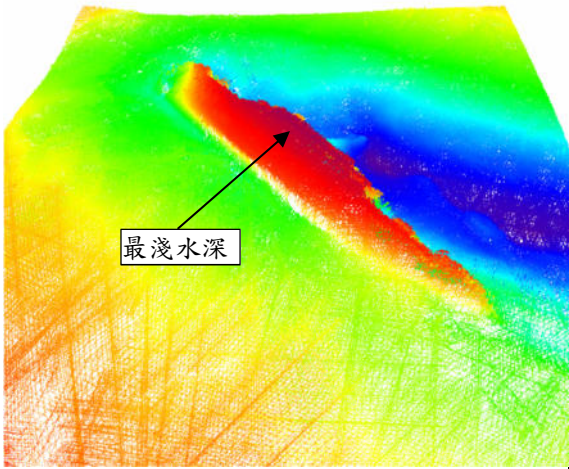
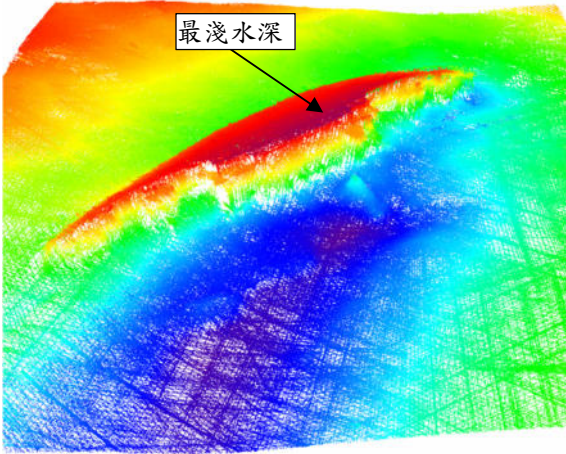
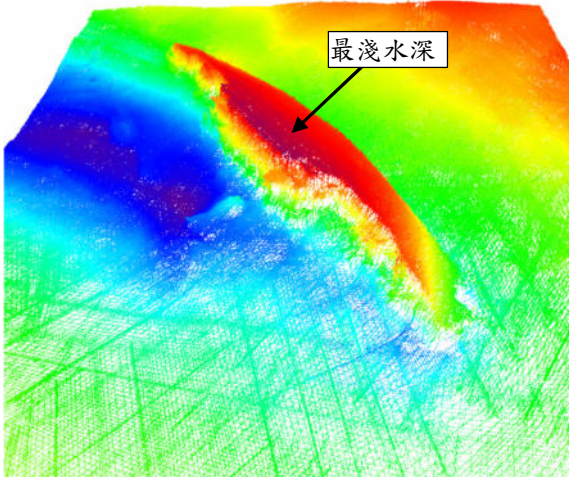
表 4-8 水深資料調查特徵物及疑義資料通報表(Wreck4)

計畫名稱	107 年度彰雲海域南北航道水深測量資料蒐集及整理作業		
調查單位	自強工程顧問有限公司	調查日期	2019/07/31 2019/08/01
外業人員	林儒文	填表人員	何晉銘
測量方式說明			
本次調查採用 RESON Seabat 7125 多音束測深系統，以動態後處理衛星定位(PPK)方式進行測量，以 AML BASE.X2 聲速剖面儀量測聲速剖面並以 SeaBird 39 型壓力式潮位計間隔 3 分鐘自動記錄 1 筆潮位資料，經聲速剖面及潮位修正後標註位置及水深。			
資料來源資訊			
☒ 海圖：0313(臺灣及附近島嶼)-106/03/31 第八版 ☐ 航船布告：(請填布告發布單位、發布日期及布告編號) ☐ 其它：(請填來源單位等相關資訊)			
資料類別：沈船		資料符號：	
資料來源掃描影像		實測測線圖	
影像檔名：Feature Pos. png 		影像檔名：wreck4_track.png 	
搜尋範圍網格圖(1m*1m)		目標點雲圖(標記最淺水深點)	
影像檔名：wreck4_GRD.tif 		影像檔名：wreck4_PT1.png 	
目標點雲圖(標記最淺水深點)			

調查成果資料	
特徵物名稱	無
來源標示位置	N 23.9584306° , E 119.9618583°
調查最淺點位置	無
調查最淺水深(m)	--
調查特徵物大小	--
調查測線檔名	20190731-195232、20190731-202353、20190731-204101、 20190801-013206、20190801-014102、20190801-014657、 20190801-015512、20190801-020056、20190801-020903
其他說明	

表 4-9 水深資料調查特徵物及疑義資料通報表(New1)

計畫名稱	107 年度彰雲海域南北航道水深測量資料蒐集及整理作業		
調查單位	自強工程顧問有限公司	調查日期	2019/07/30 2019/09/08
外業人員	林儒文	填表人員	何晉銘
測量方式說明			
本次調查採用 RESON Seabat 7125 多音束測深系統，以動態後處理衛星定位(PPK)方式進行測量，以 AML Minos.X 聲速剖面儀量測聲速剖面並以 SeaBird 39 型壓力式潮位計間隔 6 分鐘自動記錄 1 筆潮位資料，經聲速剖面及潮位修正後標註位置及水深。			
資料來源資訊			
☐ 海圖： ☐ 航船布告： ☒ 其它：現場調查成果			
資料類別：		資料符號：	
資料來源掃描影像		實測測線圖	
影像檔名：Feature Pos. png		影像檔名：New1_track. png	
			
搜尋範圍網格圖(1m*1m)		目標點雲圖(標記最淺水深點)	
影像檔名：New1_GRD.tif		影像檔名：New1_PT1. png	
			
目標點雲圖(標記最淺水深點)			

影像檔名：New1_PT2. png 	影像檔名：New1_PT3. png 
影像檔名：New1_PT4. png 	影像檔名：New1_PT5. png 
調查成果資料	
特徵物名稱	沈船
來源標示位置	無
調查最淺點位置	N 23.9347163°， E 119.9762105°
調查最淺水深(m)	41.389m (約最低低潮系統)
調查特徵物大小	130m * 22m * 12m
調查測線檔名	20190730-204718、20190730-211900、20190730-212628、 20190730-212846、20190730-213105、20190730-213243、 20190908-213037、20190908-213306、20190908-213600、 20190908-213903、20190908-214222、20190908-214417
其他說明	

伍、電子航行圖前置資料

電子航行圖前置資料包括海測清繪圖（GIS 格式）、水深紀錄檔（WGS84 橢球高與當地最低低潮位面）及其他敘述性資料，主要目的是提供轉製電子航行圖所需資料，相關製作說明如下：

1. 電子航行圖基準

- (1) 深度基準：約當地最低低潮位面與 WGS84 橢球高。
- (2) 高度基準：採二 0 0 一 高程系統（TWVD2001）。
- (3) 平面基準：WGS84

2. 水深紀錄檔

- (1) 提供製作電子航行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 73 個圖幅。
- (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
2019/08/20,22:26:41.713,30.051,150778.306,2639945.000,120.0258447,23.8607684,28.608,MB,N,PPK,0.144,0.170

- (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 檔案編輯，並以圖幅區分檔案，共計 73 幅 1/5,000 圖幅，7 幅 1/25,000 圖幅。
- 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。
- 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。

(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 1 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、2 公尺、5 公尺、10 公尺、20 公尺、30 公尺、40 公尺、50 公尺，超過 50 公尺，每 10

公尺加繪一條等深線，超過 500 公尺，每 100 公尺加繪一條等深線。所有等深線是以「製作電子航行圖用之水深紀錄檔」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、砂丘、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，此為面（Area/Polygon）之 Shape 圖層，其連接之屬性資料欄位包括「不確定度等級」、「平面不確定度」、「深度不確定度」、「全覆式海床搜尋」、「海床特徵物偵測」、「固定助導航設施和重要地形特徵物定位」、「海岸線和次要地形特徵物定位」、「浮動的助導航設施平均位置」、「適用水域描述」、「其他」等十個屬性欄位。

K.海域清繪圖之 Shape 圖資原則上採全區全幅資料處理如

圖 5-1，以便完整檢視資料。若因圖幅區域過大或圖資檔案儲存量過大時則採適當之區域大小分割或依相關比例尺之圖幅範圍分割。

本案位於外海航道，因此前置資料物件僅有 SOUND(水深點)、DEPCNT(等深線)與 WRECKS(沈船)，並無任何岸線地形線。

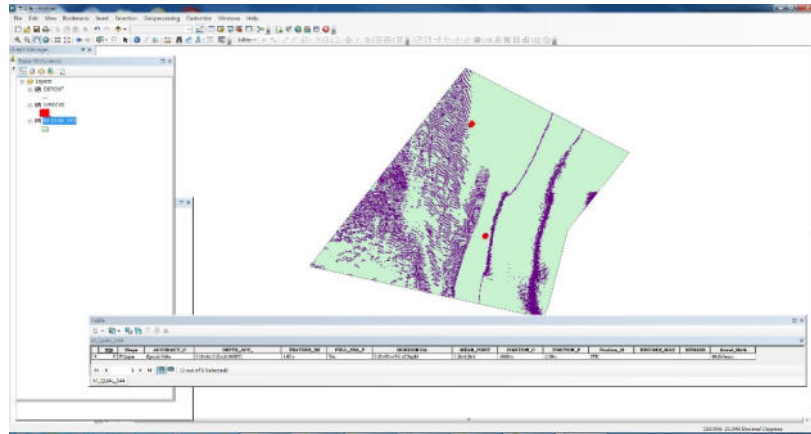


圖 5-1 海測清繪圖成果示意圖

4.其他敘述性報告

- (1)經實地調繪之所有的固定或浮動助航設施、明顯陸標的位置（WGS84 經緯度，並說明定位方式）與特質屬性、礙航危險物（例如：礁岩、沉船、人工魚礁、漁網區/海上養殖場等）的坐標位置（WGS84 經緯度，並說明定位方式）或範圍、深度、水位效應、水深品質、水深測繪方式等，就任何移位、破壞、已移除、失去原設作用、海圖尚未標繪記載或錯誤等狀況提出報告，對於可見的特徵物附照片影像檔，並在紙海圖上標註後，以該區塊圖片當成附圖。
- (2)描述類別與特徵屬性時，需依據國際海測組織（IHO）電子航行圖標準之定義。
- (3)約當地最低低潮資料之取得係依據作業期間現場布設之潮位觀測站，連續觀測 5 個月以上之潮位資料，委請大氣海洋局推算出潮信資料整理如表 5-1。

(4)將各測站潮位資料換算成約當地最低低潮系統，再依潮位分區方式，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「附錄三.電子航行圖前置資料其他敘述性報告」

表 5-1 臨時潮位站潮信資料統計表

潮位站	推算時間	大潮升	小潮升	約最低低潮位	平均潮位	小潮平均高潮	大潮平均高潮
TCBM 梧棲漁港	3/19~9/12	5.039	4.040	-2.469	0.280	1.571	2.570
W10A 麥寮港	4/10~9/11	3.711	3.058	-1.788	0.297	1.270	1.923

5.約最低低潮位面與實測潮汐檢核

由於電子航行圖前置資料查核基準「水深記錄檔中水深資料扣減潮汐後的水深應比原始水深還淺」，亦即潮汐資料不得為負值，然本案 2 處潮位站高程經換算成約最低低潮系統後實測潮位高程 TCBM(梧棲潮位)於 3/21、7/3~7/6、8/1~8/3、8/30~8/31；W10A(麥寮潮位) 於 7/4~7/6、8/1~8/3、8/30~8/31 等期間，大潮最低低潮高程小於約最低低潮高程基準面(潮汐為負值)，如圖 5-2 與圖 5-3，後續製作電子航行圖時須注意此段時間之水深值。

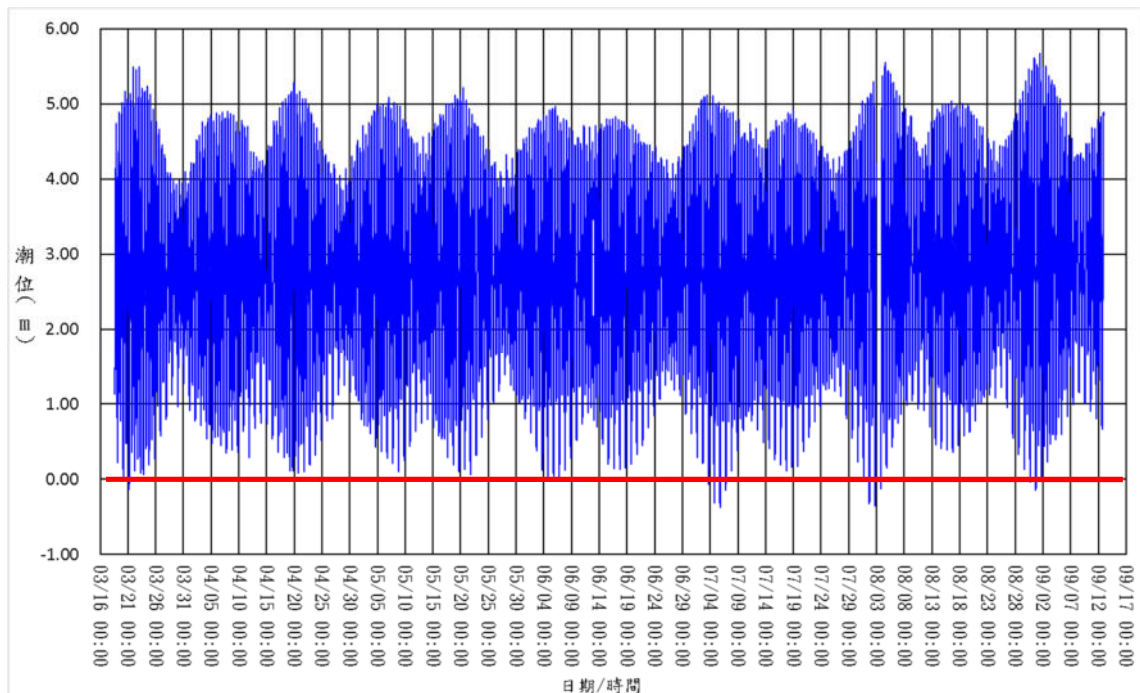


圖5-2 TCBM梧棲漁港約最低低潮系統潮位曲線圖

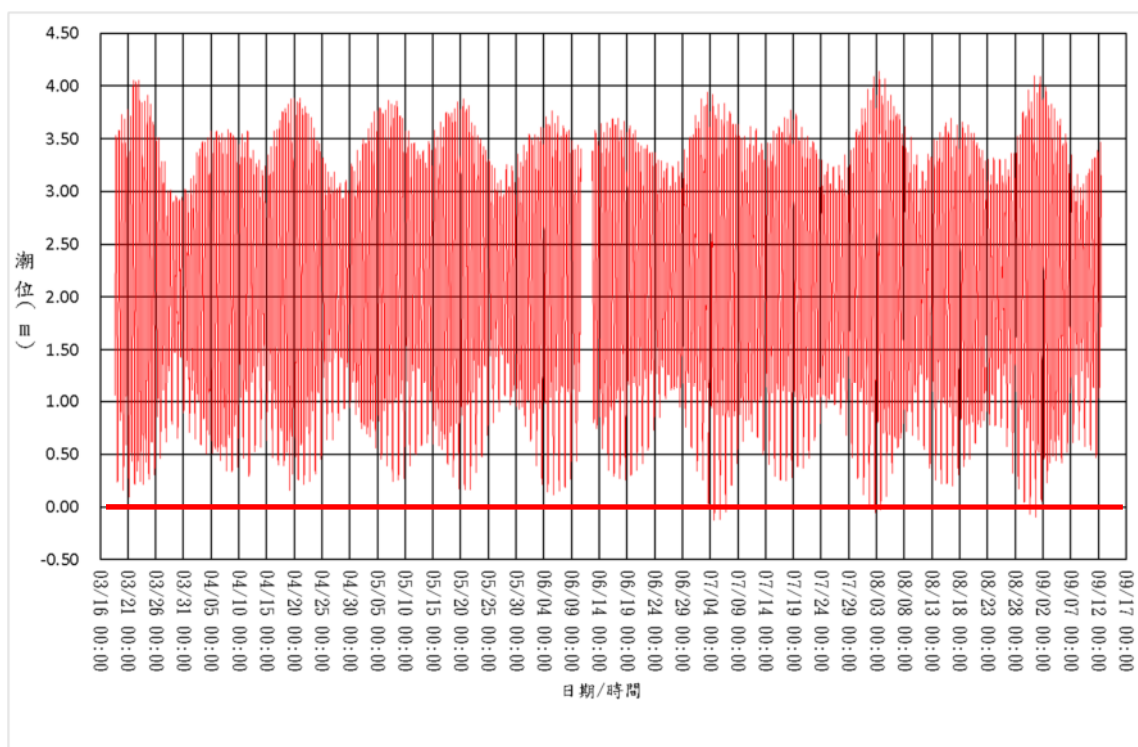


圖5-3 W10A麥寮港約最低低潮系統潮位曲線圖

陸、自我檢查方式及處理原則

本案工作項目不含陸域岸線地形測量，因此在資料、圖資自我檢核方面僅有海域地形測量成果檢核及電子航行圖前置資料數值地理資訊圖層檢查二項，其檢核結果及處理原則說明如下：

一、海域地形測量成果檢核及分析

海域測量成果精度須符合海道測量最低標準(如表 6-1)，在港區、航道及錨泊區等重要區域須採多音束全覆式海床搜尋精度須達特等精度，除上述重要區域外水深 20 公尺以上採多音束作業區須全覆式海床資料搜尋精度須達 1a 精度，水深 0 公尺~20 公尺多音束作業區不須全覆式海床資料搜尋精度須達 1b 精度。本作業區屬彰雲海域南北航道區依規定全區為特等精度區，面積約 375 平方公里。

表 6-1 海道測量最低標準表

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
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)測深系統適用性評估

1.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），檢核方式有檢核測線檢核與相鄰測線檢核；以及不同測深系統間是否有其系統誤差之存在（資料一致性檢核，簡稱外精度），檢核方式為重疊區資料檢核。為避免採用之儀器間產生精度不符合要求之成果品質，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 6-1，成果精度分析說明如下：

(1)檢核測線精度分析

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，以此判斷測深系統穩定度，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。

本案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 $0.5^{\circ} \times 1.0^{\circ}$ ，依作業說明手冊規定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-30 公尺至-50 公尺，音鼓正下方 1 倍足印約 0.5m~0.9m，依規定以音鼓正下方音束之約 3 倍平均足印將主測線製作成 1.5 公尺*1.5 公尺網格大小。

精度比對採用 Fledermaus 軟體，將各測深系統主測線依據正下方音束角之足印（footprint）大小，以 1 倍權重方

式內插製作成網格 SD 檔(如圖 6-1)，再以 Fledermaus CrossCheck 軟體進行資料分析，得出精度結果，最後製成表格。

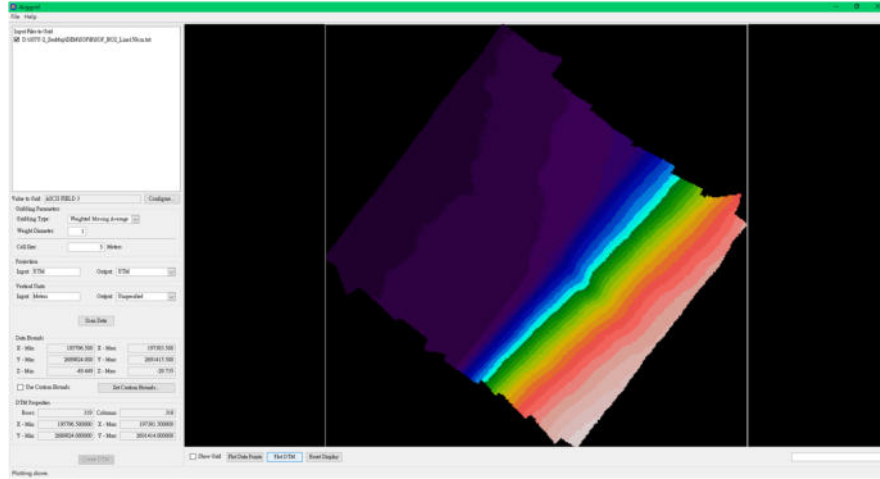


圖 6-1 Fledermaus 製作網格 SD 檔畫面

A.Reson 7125_No1

主測線製成 1.5 公尺*1.5 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 100.00%、橢球高系統 99.99%，如圖 6-2、圖 6-3 與表 6-2、表 6-3，符合海道測量最低標準之特等規範。

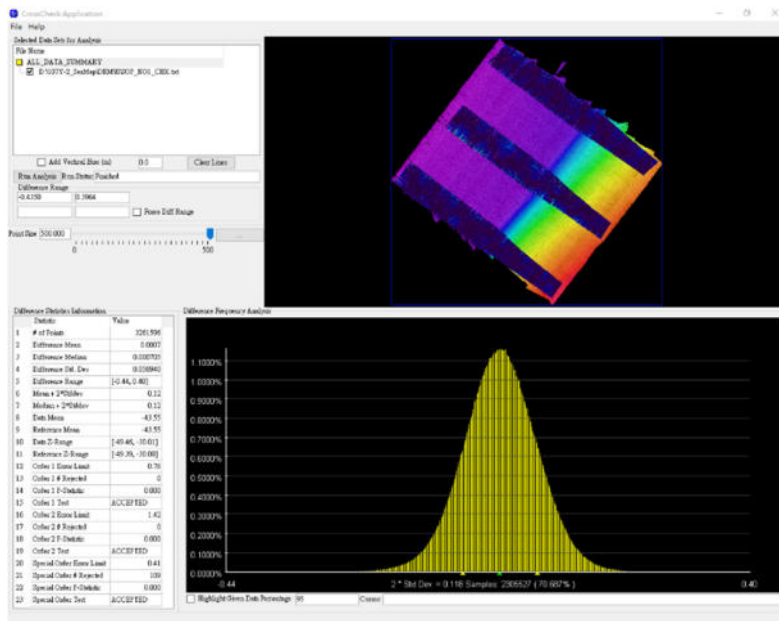


圖 6-2 Reson 7125_No1 檢核測線與全區之誤差分布圖(正高)

表 6-2 Reson 7125_No1 檢核測線與全區之誤差比較表(正高)

載入點數:	3,261,596		
檢核計算點數:	3,261,596		
較差平均值(m):	0.00		
較差中誤差(m):	0.06		
特等精度誤差極限(m)	0.41		
特等精度_合格筆數:	3,261,487	合格率:	100.00%
特等精度_不合格筆數:	109	不合格率:	0.00%
1 等精度誤差極限(m)	0.75		
1 等精度_合格筆數:	3,261,596	合格率:	100.00%
1 等精度_不合格筆數:	0	不合格率:	0.00%

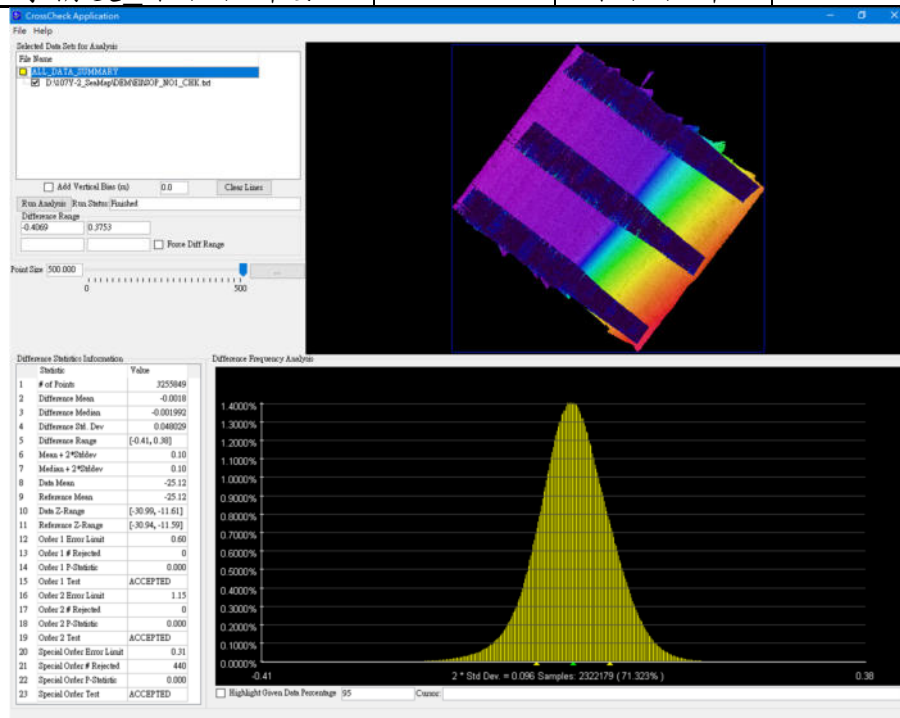


圖 6-3 Reson 7125_No1 檢核測線與全區之誤差分布圖(橢球高)

表 6-3 Reson 7125_No1 檢核測線與全區之誤差比較表(橢球高)

載入點數:	3,255,849		
檢核計算點數:	3,255,849		
較差平均值(m):	0.00		
較差中誤差(m):	0.05		
特等精度誤差極限(m)	0.31		
特等精度_合格筆數:	3,255,409	合格率:	99.99%
特等精度_不合格筆數:	440	不合格率:	0.01%
1 等精度誤差極限(m)	0.60		
1 等精度_合格筆數:	3,255,849	合格率:	100.00%
1 等精度_不合格筆數:	0	不合格率:	0.00%

B.Reson 7125_No2

主測線製成 1.5 公尺*1.5 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 100.00%、橢球高系統 99.98%，如圖 6-4、圖 6-5 與表 6-4、表 6-5，符合海道測量最低標準之特等規範。

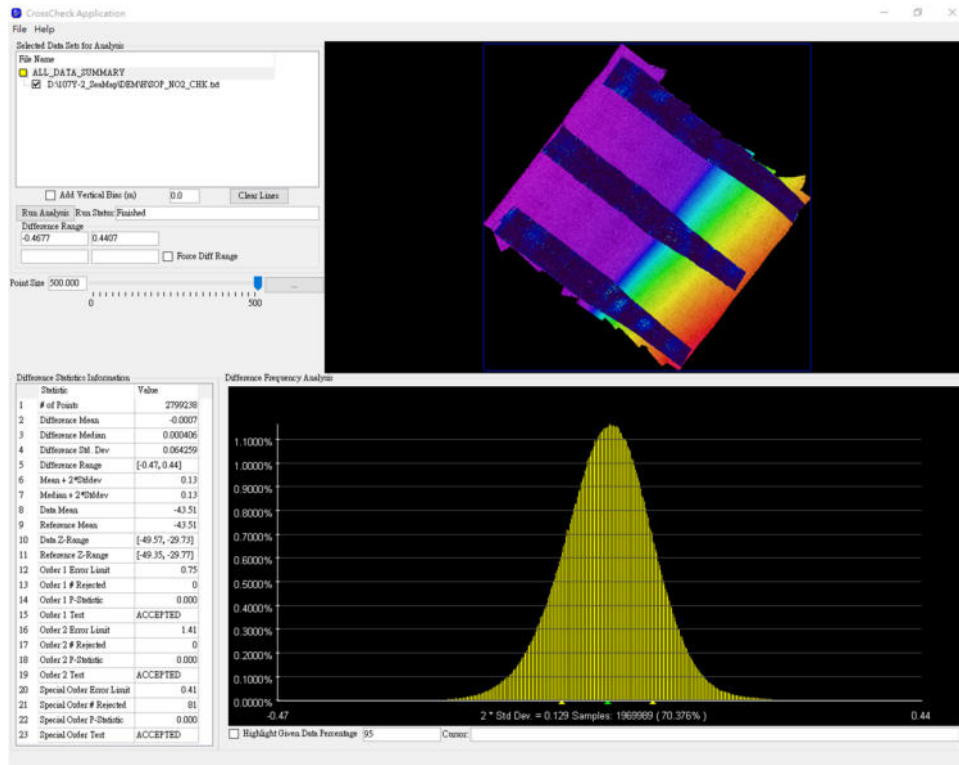


圖 6-4 Reson 7125_No2 檢核測線與全區之誤差分布圖(正高)

表 6-4 Reson 7125_No2 檢核測線與全區之誤差比較表(正高)

載入點數:	2,799,238		
檢核計算點數:	2,799,238		
較差平均值(m):	0.00		
較差中誤差(m):	0.06		
特等精度誤差極限(m)	0.41		
特等精度_合格筆數:	2,799,157	合格率:	100.00%
特等精度_不合格筆數:	81	不合格率:	0.00%
1 等精度誤差極限(m)	0.75		
1 等精度_合格筆數:	2,799,238	合格率:	100.00%
1 等精度_不合格筆數:	0	不合格率:	0.00%

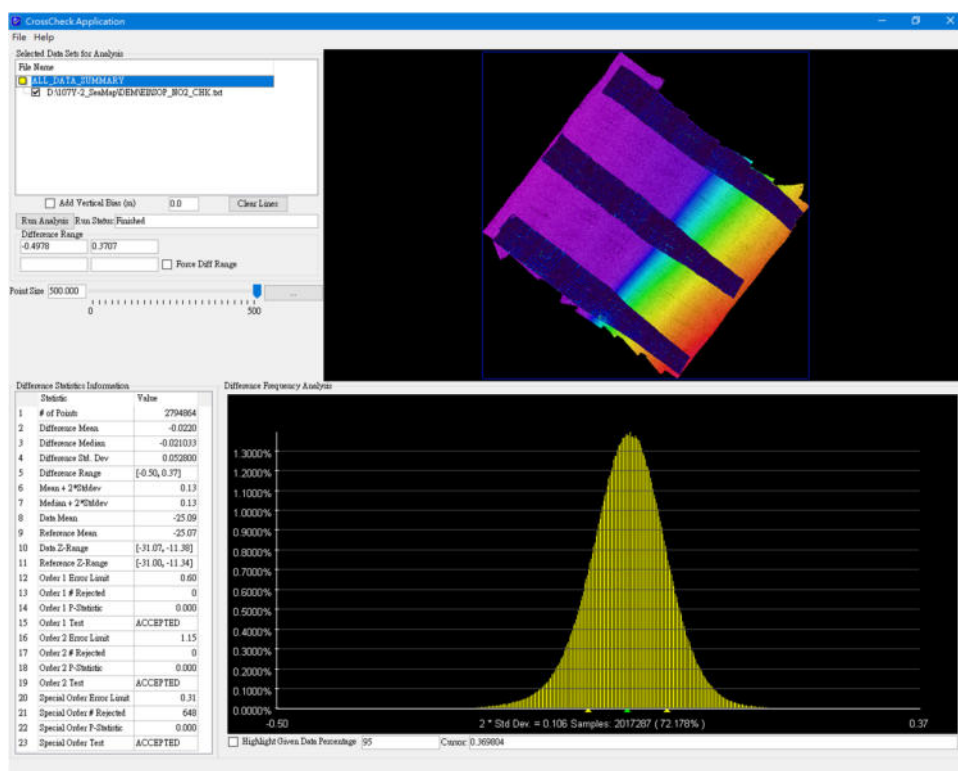


圖 6-5 Reson 7125_No2 檢核測線與全區之誤差分布圖(橢球高)

表 6-5 Reson 7125_No2 檢核測線與全區之誤差比較表(橢球高)

載入點數:	2,794,864		
檢核計算點數:	3,958,269		
較差平均值(m):	-0.02		
較差中誤差(m):	0.05		
特等精度誤差極限(m)	0.31		
特等精度_合格筆數:	2,794,216	合格率:	99.98%
特等精度_不合格筆數:	648	不合格率:	0.02%
1 等精度誤差極限(m)	0.60		
1 等精度_合格筆數:	2,794,864	合格率:	100.00%
1 等精度_不合格筆數:	0	不合格率:	0.00%

(2)相鄰測帶重疊檢核

A.Reson 7125_No1

將奇數測線製成 1.5 公尺*1.5 公尺的網格資料與偶數測線 1.5 公尺*1.5 公尺的網格資料檢核結果顯示，正高系統 99.99%、橢球高系統 99.96%，如圖 6-6、圖 6-7 與表 6-6、表 6-7，符合海道測量最低標準之特等規範。

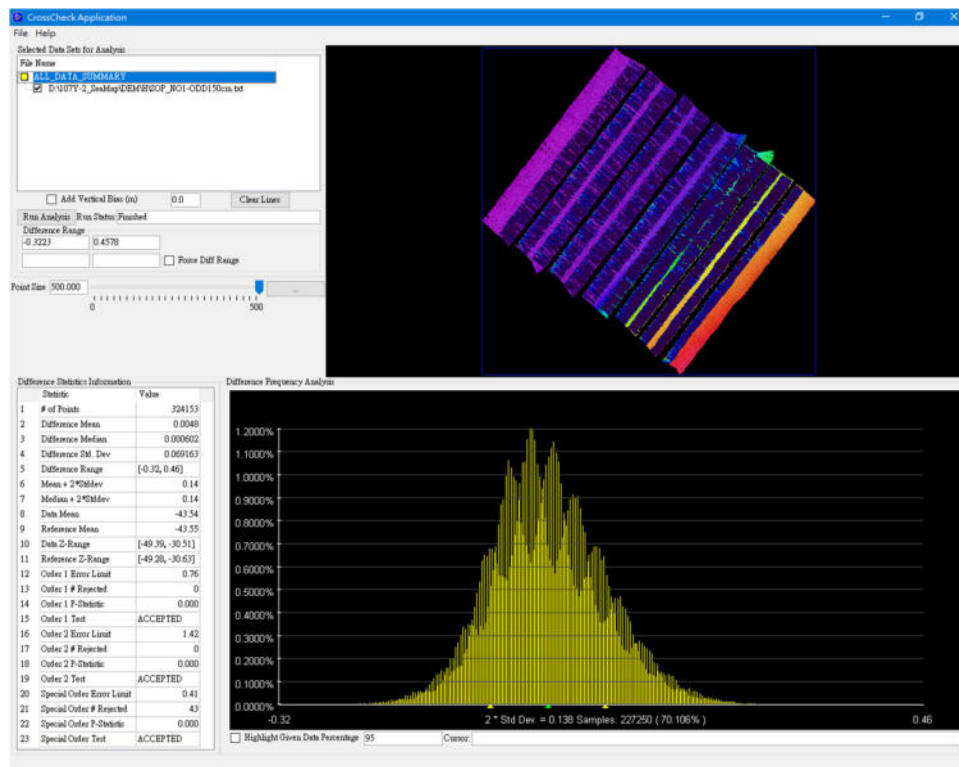


圖 6-6 Reson 7125_No1 相鄰測線重疊區之誤差分布圖(正高)

表 6-6 Reson 7125_No1 相鄰測線重疊區之誤差比較表(正高)

載入點數:	324,153		
檢核計算點數:	324,153		
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)	0.41		
特等精度 合格筆數:	324,110	合格率:	99.99%
特等精度 不合格筆數:	43	不合格率:	0.01%
1 等精度誤差極限(m)	0.76		
1 等精度 合格筆數:	324,153	合格率:	100.00%
1 等精度 不合格筆數:	0	不合格率:	0.00%

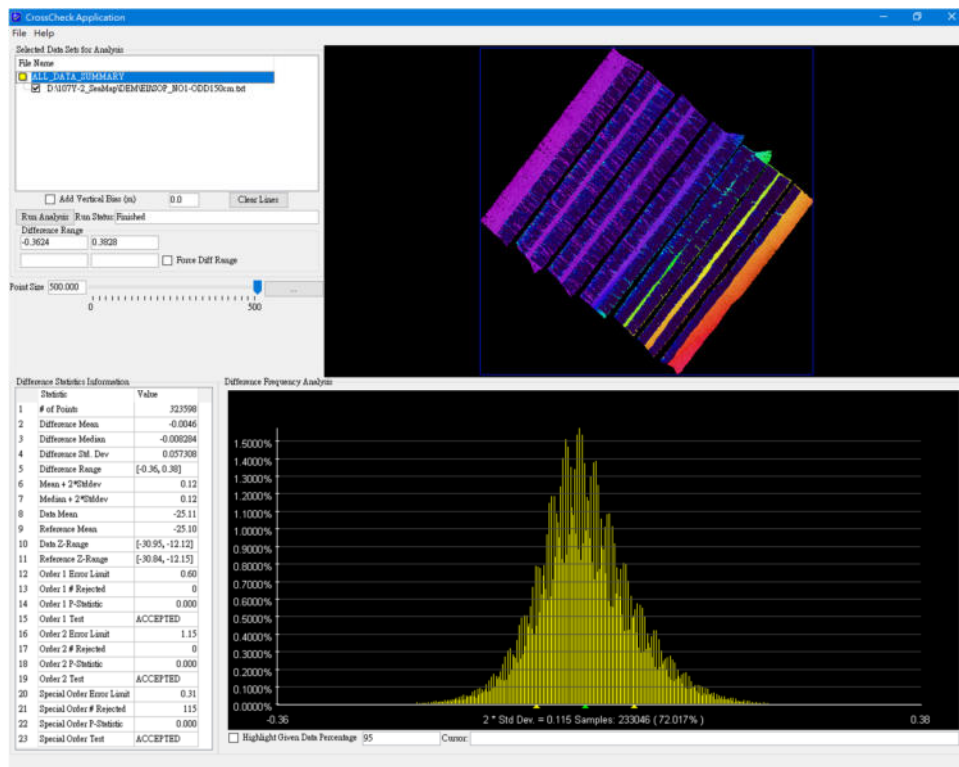


圖 6-7 Reson 7125_No1 相鄰測線重疊區之誤差分布圖(橢球高)

表 6-7 Reson 7125_No1 相鄰測線重疊區之誤差比較表(橢球高)

載入點數:	323,598		
檢核計算點數:	323,598		
較差平均值(m):	0.00		
較差中誤差(m):	0.06		
特等精度誤差極限(m)	0.31		
特等精度 合格筆數:	323,483	合格率:	99.96%
特等精度 不合格筆數:	115	不合格率:	0.04%
1 等精度誤差極限(m)	0.60		
1 等精度 合格筆數:	323,598	合格率:	100.00%
1 等精度 不合格筆數:	0	不合格率:	0.00%

B.Reson 7125_No2

將奇數測線製成 1.5 公尺*1.5 公尺的網格資料與偶數測線 1.5 公尺*1.5 公尺的網格資料檢核結果顯示，正高系統 100.00%、橢球高系統 99.98%，如圖 6-8、圖 6-9 與表 6-8、表 6-9，符合海道測量最低標準之特等規範。

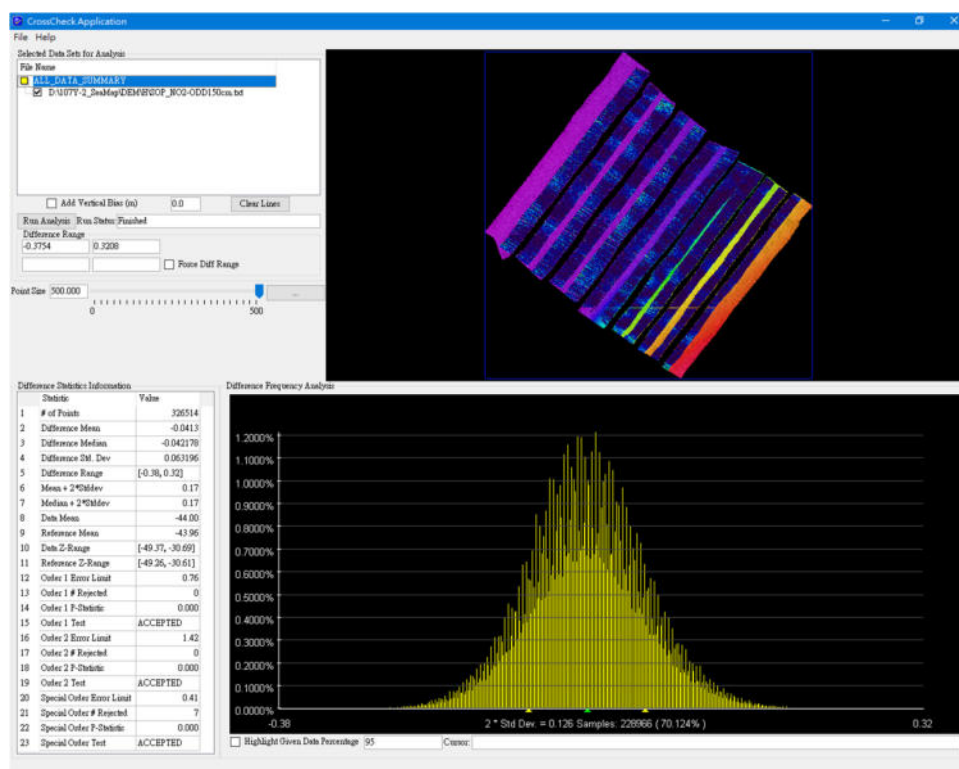


圖 6-8 Reson 7125_No2 相鄰測線重疊區之誤差分布圖(正高)

表 6-8 Reson 7125_No2 相鄰測線重疊區之誤差比較表(正高)

載入點數:	326,514		
檢核計算點數:	326,514		
較差平均值(m):	-0.04		
較差中誤差(m):	0.06		
特等精度誤差極限(m)	0.41		
特等精度 合格筆數:	326,507	合格率:	100.00%
特等精度 不合格筆數:	7	不合格率:	0.00%
1 等精度誤差極限(m)	0.76		
1 等精度 合格筆數:	326,514	合格率:	100.00%
1 等精度 不合格筆數:	0	不合格率:	0.00%

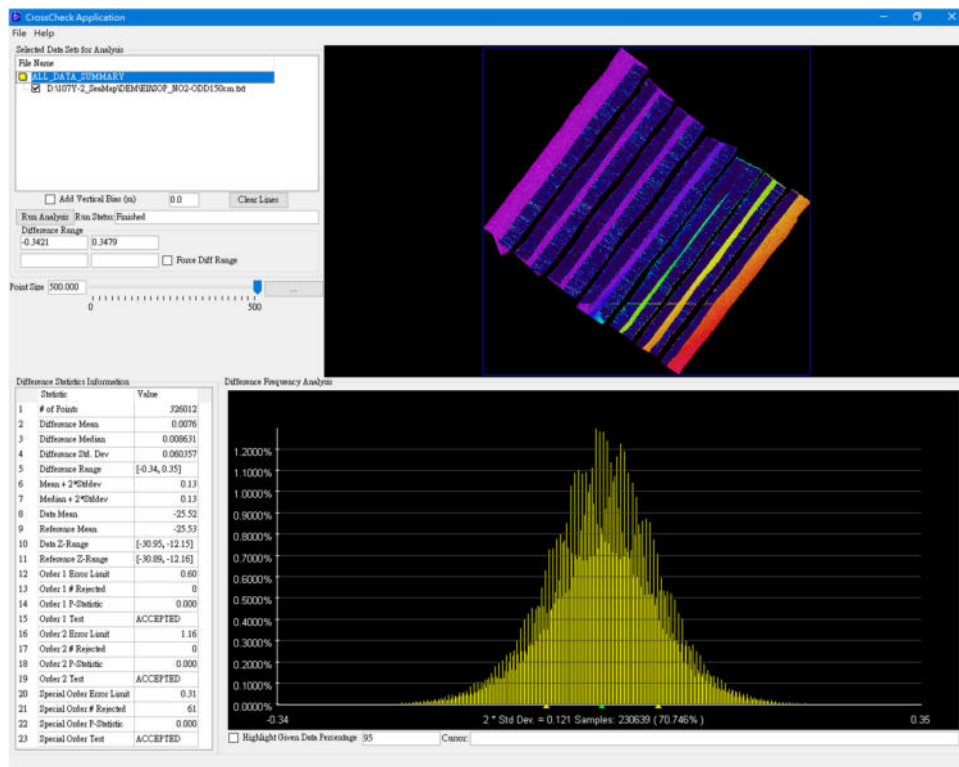


圖 6-9 Reson 7125_No2 相鄰測線重疊區之誤差分布圖(橢球高)

表 6-9 Reson 7125_No2 相鄰測線重疊區之誤差比較表(橢球高)

載入點數:	326,012		
檢核計算點數:	326,012		
較差平均值(m):	0.01		
較差中誤差(m):	0.06		
特等精度誤差極限(m)	0.31		
特等精度 合格筆數:	325,951	合格率:	99.98%
特等精度 不合格筆數:	61	不合格率:	0.02%
1 等精度誤差極限(m)	0.60		
1 等精度 合格筆數:	326,012	合格率:	100.00%
1 等精度 不合格筆數:	0	不合格率:	0.00%

(3)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下方音束之 3 倍平均足印

(footprint)分別內插成多音束系統 1.5 公尺*1.5 公尺，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。

以多音束測深系統 Reson 7125_No1 主測線網格大小為 1.5 公尺*1.5 公尺，與 Reson 7125_No2 主測線原始測點檢核結果顯示，正高 99.99%、橢球高 99.90%符合海道測量最低標準之特等規範，如圖 6-10、圖 6-11 與表 6-10、表 6-11 所列。

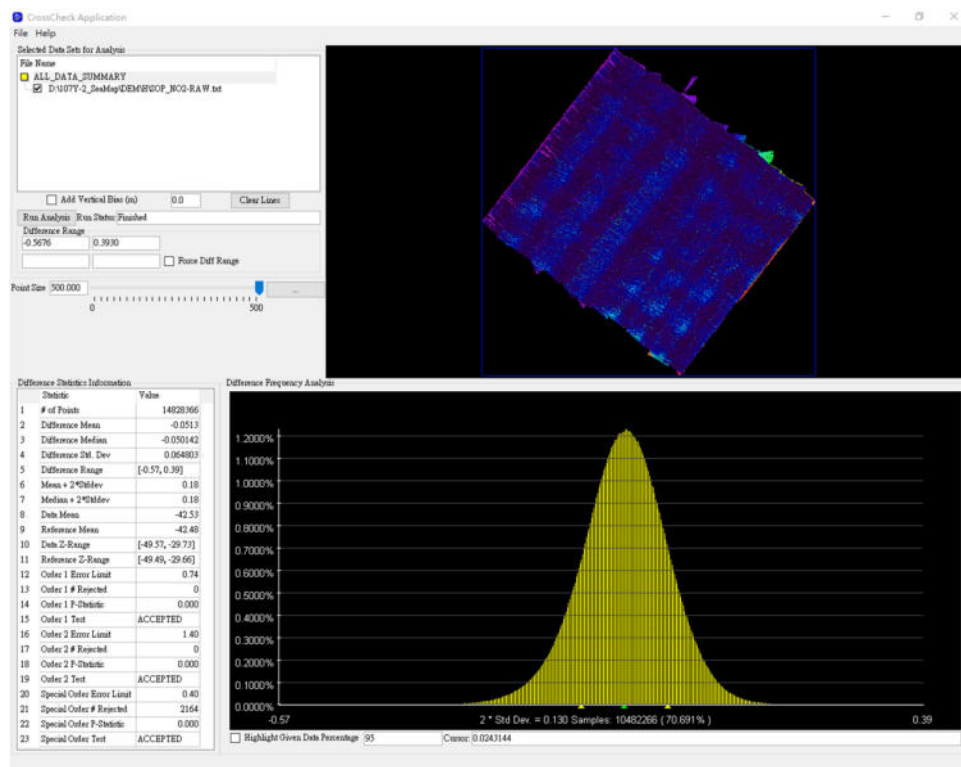


圖 6-10 Reson 7125_No1 與 Reson 7125_No2 之誤差分布圖(正高)

表 6-10 Reson 7125_No1 與 Reson 7125_No2 之誤差比較表(正高)

載入點數:	14,828,366		
檢核計算點數:	14,828,366		
較差平均值(m):	-0.05		
較差中誤差(m):	0.06		
特等精度誤差極限(m)	0.40		
特等精度 合格筆數:	14,826,202	合格率:	99.99%
特等精度 不合格筆數:	2,164	不合格率:	0.01%
1 等精度誤差極限(m)	0.74		
1 等精度 合格筆數:	14,828,366	合格率:	100.00%
1 等精度 不合格筆數:	0	不合格率:	0.00%

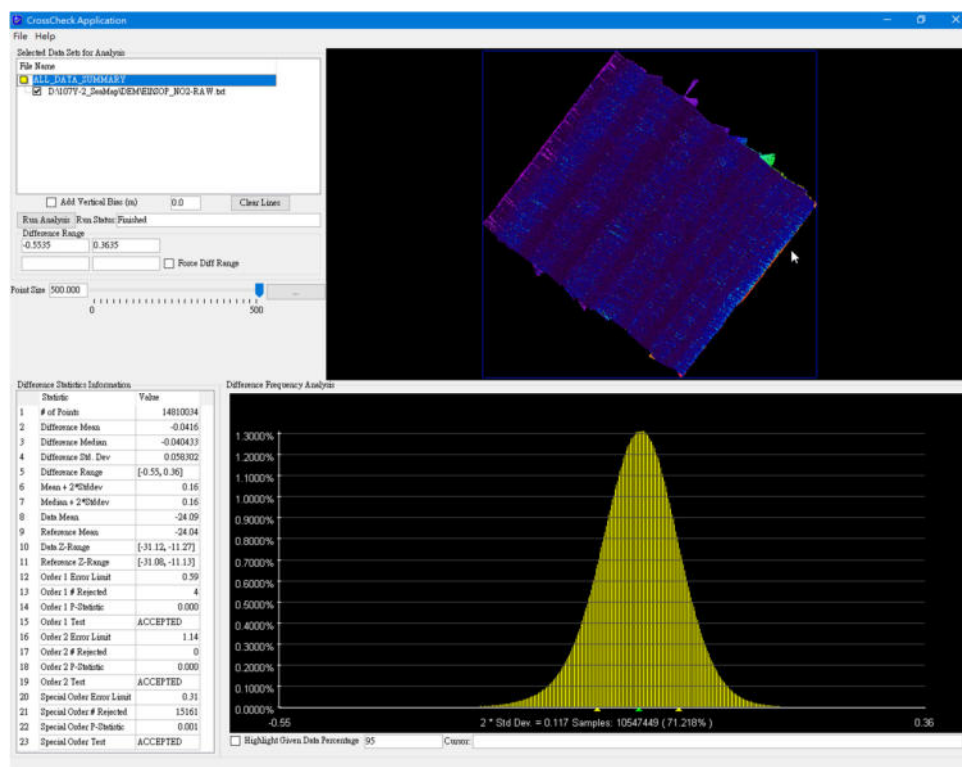


圖 6-11 Reson 7125_No1 與 Reson 7125_No2 之誤差分布圖(橢球高)

表 6-11 Reson 7125_No1 與 Reson 7125_No2 之誤差比較表(橢球高)

載入點數:	14,810,034		
檢核計算點數:	14,810,034		
較差平均值(m):	-0.04		
較差中誤差(m):	0.06		
特等精度誤差極限(m)	0.31		
特等精度 合格筆數:	14,794,873	合格率:	99.90%
特等精度 不合格筆數:	15,161	不合格率:	0.10%
1 等精度誤差極限(m)	0.59		
1 等精度 合格筆數:	14,810,030	合格率:	100.00%
1 等精度 不合格筆數:	4	不合格率:	0.00%

2. 資料不確定度分析

資料不確定度(Total Propagated Uncertainty 簡稱 TPU)計算分為平面位置不確定度(Total Horizontal Uncertainty 簡稱 THU)與深度不確定度(Total Vertical Uncertainty 簡稱 TVU)，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。

本案各組測深系統儀器參數設定如表 6-12 與表 6-13。

表 6-12 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 6-13 資料同步時間誤差參數

HIPS 項目	HIPS 參數值	說明
Timing Trans (s)	0.005	本案測深系統採 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 6-14。

表 6-14 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，本案多音束測深系統採用之儀器型號相同，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 6-15。

表 6-15 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)	0.025	0.025	儀器量測精度
Surface Sound Speed Values (m/s)	0.025	0.025	儀器量測精度

(4)計算成果

TPU 計算後以 CARIS 製作成多音束 1.0 公尺*1.0 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 6-16、表 6-17 所示，2 套多音束測深系統資料不確定度均符合特等精度規範要求。

表 6-16 Reson 7125_No1 TPU 計算資料統計表

BASE Surface QC Report

Date and Time: 2019/6/19 上午 11:34:56
 Surface: D:\107Y-2_SeaMap\Fieldsheets\20190227_N01_SOP\SOP_N01\TPU.csar
 Holiday Search Radius: 2
 Holiday Minimum Number of Nodes: 6
 Holiday layer created: Yes
 Error values from: Uncertainty

Number of nodes processed: 1278513
 Number of nodes populated: 1275576 (99.77%)
 Number of holidays detected: 1
 IHO S-44 Special Order:
 Range: 0.000 to 100.000
 Number of nodes considered: 1275576
 Number of nodes within: 1275576 (100.00%)
 Residual mean: -0.236
 S-44 Order 1a:
 Range: 0.000 to 100.000
 Number of nodes considered: 1275576
 Number of nodes within: 1275576 (100.00%)
 Residual mean: -0.581
 S-44 Order 1b:
 Range: 0.000 to 100.000
 Number of nodes considered: 1275576
 Number of nodes within: 1275576 (100.00%)
 Residual mean: -0.581
 S-44 Order 2:
 Range: 100.000 to 5000.000
 No depths within the specified range

表 6-17 Reson 7125_No2 TPU 計算資料統計表

BASE Surface QC Report

Date and Time: 2019/6/19 上午 11:34:19
 Surface: D:\107Y-2_SeaMap\Fieldsheets\20190227_N01_SOP\SOP_N02\TPU.csar
 Holiday Search Radius: 2
 Holiday Minimum Number of Nodes: 6
 Holiday layer created: Yes
 Error values from: Uncertainty

Number of nodes processed: 1296198
 Number of nodes populated: 1295310 (99.93%)
 Number of holidays detected: 1
 IHO S-44 Special Order:
 Range: 0.000 to 100.000
 Number of nodes considered: 1295310
 Number of nodes within: 1295310 (100.00%)
 Residual mean: -0.143
 S-44 Order 1a:
 Range: 0.000 to 100.000
 Number of nodes considered: 1295310
 Number of nodes within: 1295310 (100.00%)
 Residual mean: -0.429
 S-44 Order 1b:
 Range: 0.000 to 100.000
 Number of nodes considered: 1295310
 Number of nodes within: 1295310 (100.00%)
 Residual mean: -0.429
 S-44 Order 2:
 Range: 100.000 to 5000.000
 No depths within the specified range

(二)海域地形測量成果分析

本案多音束測深系統使用 Reson 7125_No1 與 Reson 7125_No2 測深系統，全區為南北航道範圍，測深精度要求屬特等精度區，如圖 6-12 所示，測區精度分析結果如下。

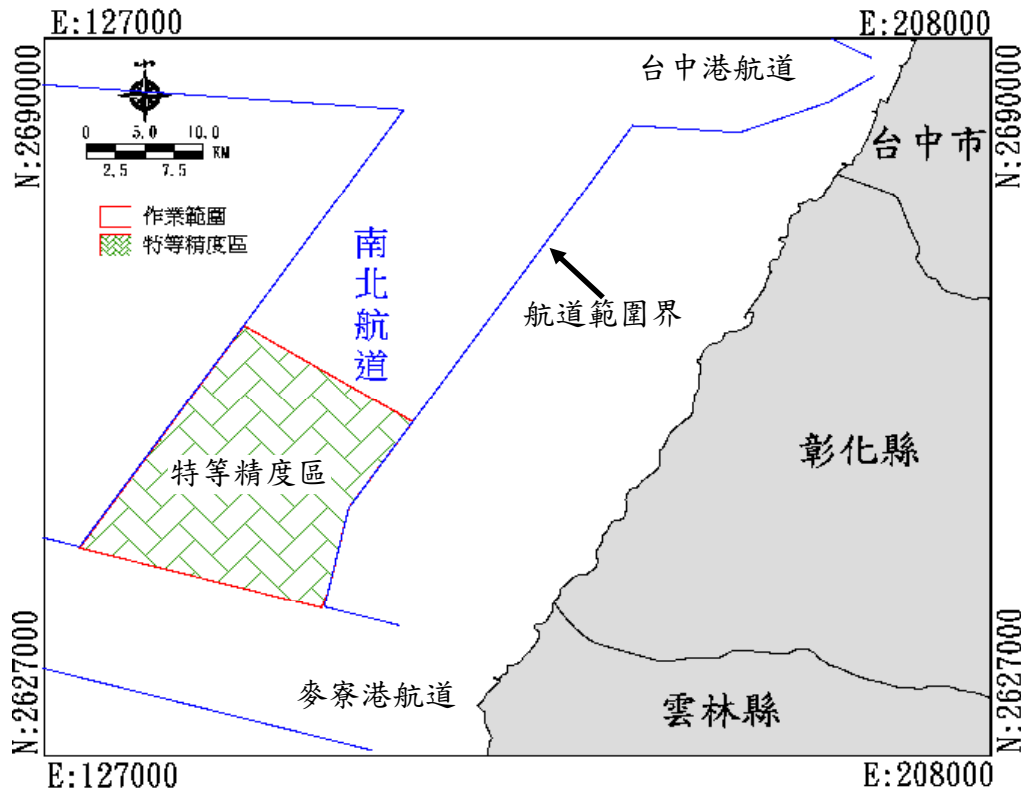


圖 6-12 水深測量精度分區示意圖

1. 成果資料精度分析

(1) 主測線與檢核測線重疊區檢核

水深測量作業為求資料之品質保證，於測量時會加測檢核測線以計算本次測量之檢核測線精度是否符合規範要求，測深區域內檢核精度成果說明如下：

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，檢核結果顯示第 1 批全區測深資料正高系統 95.59%、橢球高系統 96.25% 符合 IHO 海道測量標準之特等測量精度要求，詳如圖 6-13、圖 6-14 與表 6-18、

表 6-19；第 2 批全區測深資料正高系統 **95.44%**、橢球高系統 **95.54%**符合 IHO 海道測量標準之特等測量精度要求，詳如圖 6-15、圖 6-16 與表 6-20、表 6-21。

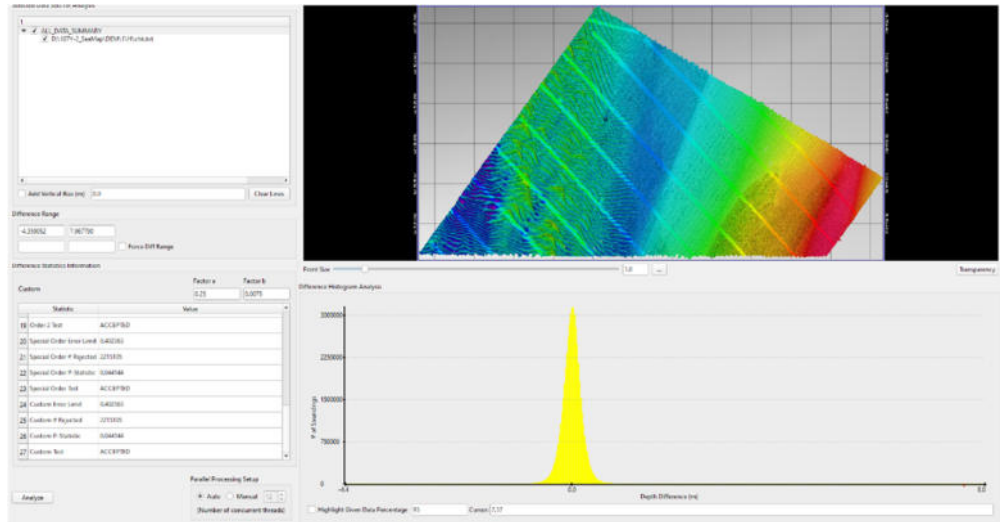


圖 6-13 檢核測線與第 1 批全測區之誤差分布圖(正高)

表 6-18 檢核測線與第 1 批全測區誤差比較表(正高)

載入點數:	50,179,040		
檢核計算點數:	50,179,040		
較差平均值(m):	0.02		
較差中誤差(m):	0.19		
特等精度誤差極限(m)	0.40		
特等精度 合格筆數:	47,963,935	合格率:	95.59%
特等精度 不合格筆數:	2,215,105	不合格率:	4.41%
1a 精度誤差極限(m)	0.74		
1a 精度 合格筆數:	49,891,803	合格率:	99.43%
1a 精度 不合格筆數:	287,237	不合格率:	0.57%

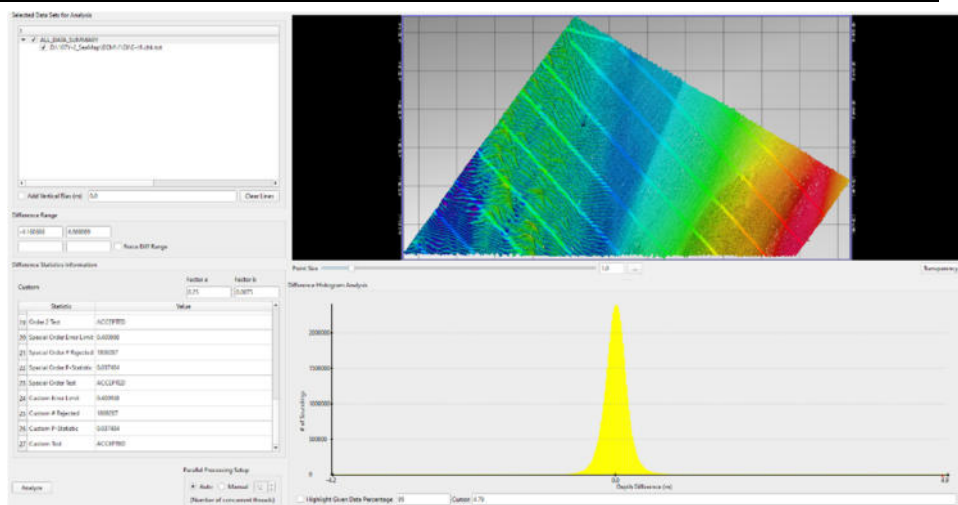


圖 6-14 檢核測線與第 1 批全測區之誤差分布圖(橢球高)

表 6-19 檢核測線與第 1 批全測區誤差比較表(橢球高)

載入點數:	49,869,165		
檢核計算點數:	49,869,165		
較差平均值(m):	0.00		
較差中誤差(m):	0.18		
特等精度誤差極限(m)	0.40		
特等精度 合格筆數:	47,999,878	合格率:	96.25%
特等精度 不合格筆數:	1,869,287	不合格率:	3.75%
1a 精度誤差極限(m)	0.74		
1a 精度 合格筆數:	49,617,820	合格率:	99.50%
1a 精度 不合格筆數:	251,345	不合格率:	0.50%

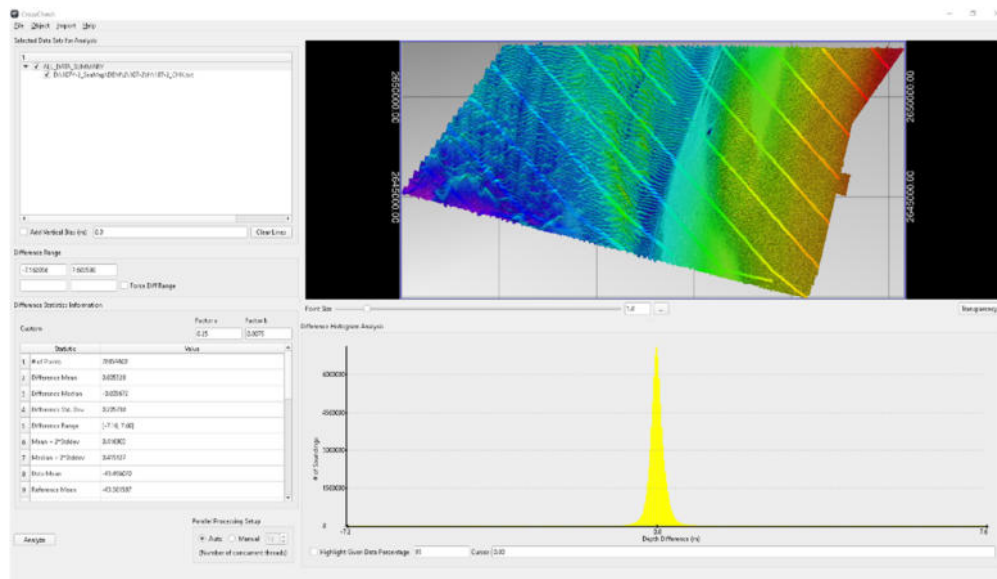


圖 6-15 檢核測線與第 2 批全測區之誤差分布圖(正高)

表 6-20 檢核測線與第 2 批全測區誤差比較表(正高)

載入點數:	78,854,400		
檢核計算點數:	78,854,400		
較差平均值(m):	0.01		
較差中誤差(m):	0.21		
特等精度誤差極限(m)	0.41		
特等精度 合格筆數:	75,257,739	合格率:	95.44%
特等精度 不合格筆數:	3,596,661	不合格率:	4.56%
1a 精度誤差極限(m)	0.75		
1a 精度 合格筆數:	78,020,349	合格率:	98.94%
1a 精度 不合格筆數:	834,051	不合格率:	1.06%

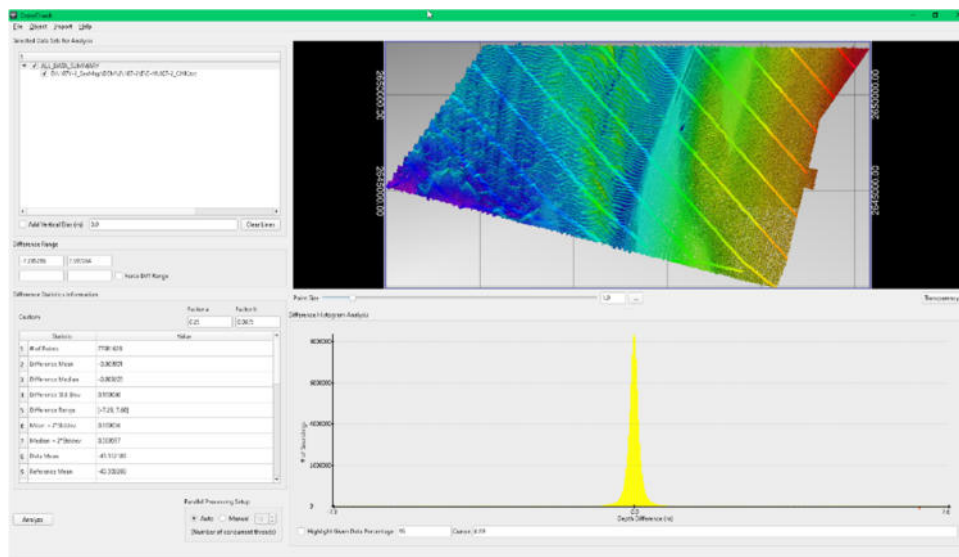


圖 6-16 檢核測線與第 2 批全測區之誤差分布圖(橢球高)

表 6-21 檢核測線與第 2 批全測區誤差比較表(橢球高)

載入點數:	77,981,628		
檢核計算點數:	77,981,628		
較差平均值(m):	-0.01		
較差中誤差(m):	0.19		
特等精度誤差極限(m)	0.41		
特等精度 合格筆數:	74,504,522	合格率:	95.54%
特等精度 不合格筆數:	3,477,106	不合格率:	4.46%
1a 精度誤差極限(m)	0.75		
1a 精度 合格筆數:	77,284,680	合格率:	99.11%
1a 精度 不合格筆數:	696,948	不合格率:	0.89%

(2)相鄰測線重疊檢核

將相鄰測線所得水深資料分別內插成 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，比對結果顯示第 1 批全區測深資料正高系統 96.04%、橢球高系統 95.93%符合 IHO 海道測量標準之特等測量精度要求，詳如圖 6-17、圖 6-18 與表 6-22、表 6-23；第 2 批全區測深資料正高系統 96.29%、橢球高系統 97.36%符合 IHO 海道測量標準之特等測量精度要求，詳如圖 6-19、圖 6-20 與表 6-24、表 6-25。

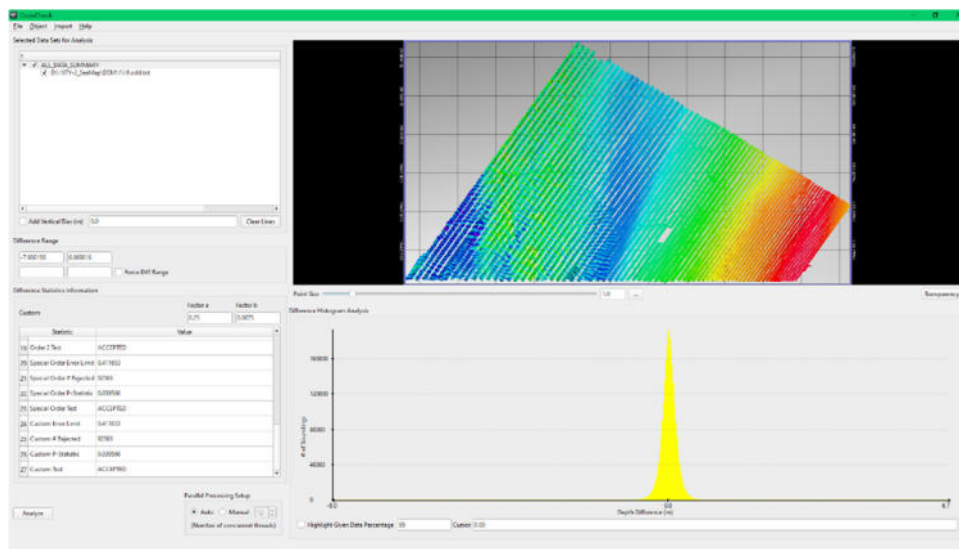


圖 6-17 第 1 批全測區多音束相鄰測線重疊區誤差分布圖(正高)

表 6-22 第 1 批全測區多音束相鄰測線重疊區誤差比較表(正高)

載入點數:	2,339,486		
檢核計算點數:	2,339,486		
較差平均值(m):	0.02		
較差中誤差(m):	0.20		
特等精度誤差極限(m)	0.41		
特等精度 合格筆數:	2,246,923	合格率:	96.04%
特等精度 不合格筆數:	92,563	不合格率:	3.96%
1a 精度誤差極限(m)	0.76		
1a 精度 合格筆數:	2,321,755	合格率:	99.24%
1a 精度 不合格筆數:	17,731	不合格率:	0.76%

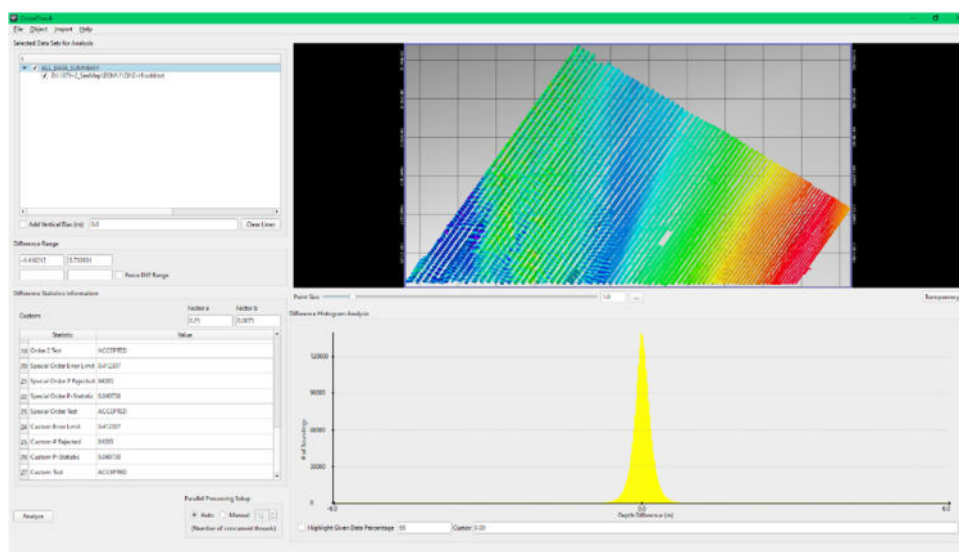


圖 6-18 第 1 批全測區多音束相鄰測線重疊區誤差分布圖(橢球高)

表 6-23 第 1 批全測區多音束相鄰測線重疊區誤差比較表(橢球高)

載入點數:	2,068,951		
檢核計算點數:	2,068,951		
較差平均值(m):	0.02		
較差中誤差(m):	0.20		
特等精度誤差極限(m)	0.41		
特等精度 合格筆數:	1,984,666	合格率:	95.93%
特等精度 不合格筆數:	84,285	不合格率:	4.07%
1a 精度誤差極限(m)	0.76		
1a 精度 合格筆數:	2,055,713	合格率:	99.36%
1a 精度 不合格筆數:	13,238	不合格率:	0.64%

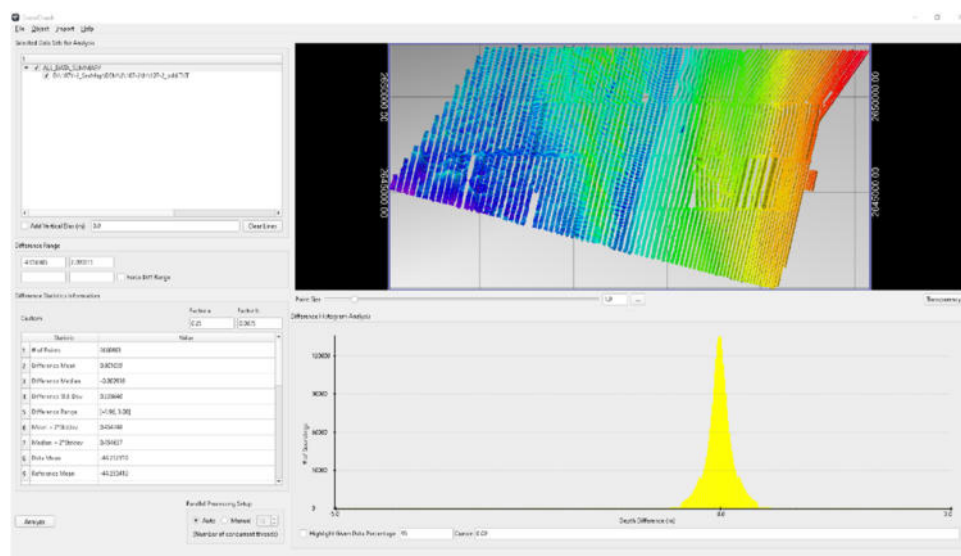


圖 6-19 第 2 批全測區多音束相鄰測線重疊區誤差分布圖(正高)

表 6-24 第 2 批全測區多音束相鄰測線重疊區誤差比較表(正高)

載入點數:	2,660,463		
檢核計算點數:	2,660,463		
較差平均值(m):	0.00		
較差中誤差(m):	0.23		
特等精度誤差極限(m)	0.42		
特等精度 合格筆數:	2,561,806	合格率:	96.29%
特等精度 不合格筆數:	98,657	不合格率:	3.71%
1a 精度誤差極限(m)	0.76		
1a 精度 合格筆數:	2,643,367	合格率:	99.36%
1a 精度 不合格筆數:	17,096	不合格率:	0.64%

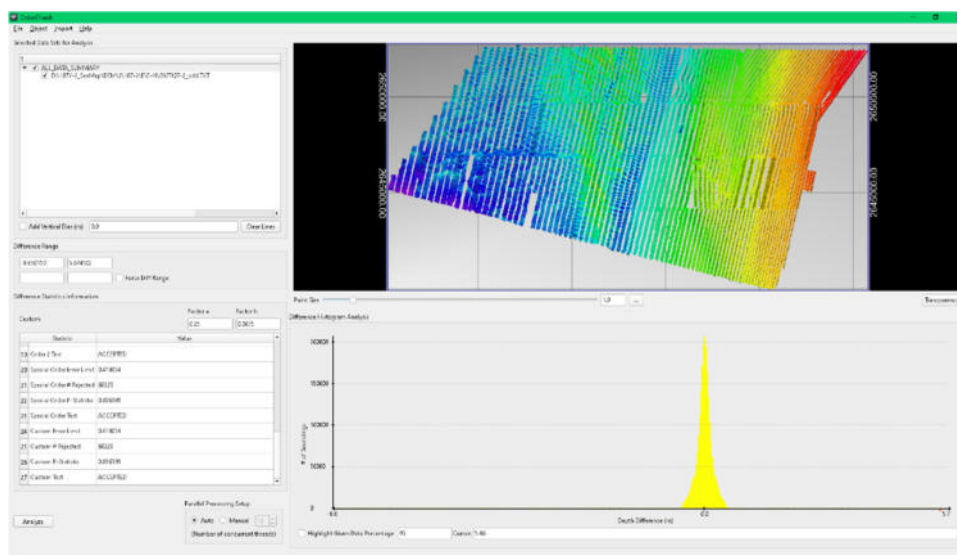


圖 6-20 第 2 批全測區多音束相鄰測線重疊區誤差分布圖(橢球高)

表 6-25 第 2 批全測區多音束相鄰測線重疊區誤差比較表(橢球高)

載入點數:	2,282,225		
檢核計算點數:	2,282,225		
較差平均值(m):	0.00		
較差中誤差(m):	0.18		
特等精度誤差極限(m)	0.42		
特等精度 合格筆數:	2,222,000	合格率:	97.36%
特等精度 不合格筆數:	60,225	不合格率:	2.64%
1a 精度誤差極限(m)	0.75		
1a 精度 合格筆數:	2,276,536	合格率:	99.75%
1a 精度 不合格筆數:	5,689	不合格率:	0.25%

2. 資料不確定度分析

不確定度代表量測結果的分散程度與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操作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（分為平面位置不確定度-THU 與深度不確定度-TVU），採用 CARIS HIPS 軟體輸入相關誤差參數後計算之，影響因子說明及相關參數設定請參閱前文表 6-12~表 6-15 有關資料不確定度計算說明。

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 6-26 與表 6-27，結果第 1 批特等精度平均殘差為 -0.232m，資料之不確定度分析結果為 100.00%；第 2 批特等精度平均殘差為 -0.200m，資料之不確定度分析結果為 99.57% 符合 IHO 特等精度要求。

表 6-26 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: 2019/8/29 下午 04:08:25
Surface: D:\107Y-2_SeaMap\FieldSheets\2019_NO2_ENC\All\1st-TPU.csar
Holiday Search Radius: 2
Holiday Minimum Number of Nodes: 6
Holiday layer created: Yes
Error values from: Uncertainty

Number of nodes processed: 6807415
Number of nodes populated: 6807134 (100.00%)
Number of holidays detected: 1
IHO S-44 Special Order:
  Range: 0.000 to 100.000
  Number of nodes considered: 6807134
  Number of nodes within: 6807134 (100.00%)
  Residual mean: -0.232
S-44 Order 1a:
  Range: 0.000 to 100.000
  Number of nodes considered: 6807134
  Number of nodes within: 6807134 (100.00%)
  Residual mean: -0.573
S-44 Order 1b:
  Range: 0.000 to 100.000
  Number of nodes considered: 6807134
  Number of nodes within: 6807134 (100.00%)
  Residual mean: -0.573
S-44 Order 2:
  Range: 100.000 to 5000.000
  No depths within the specified range

```

表 6-27 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: 2019/11/22 上午 09:35:35
Surface: D:\107Y-2_SeaMap\FieldSheets\2019_NO2_ENC\107Y-2\107-2_All.csar
Holiday Search Radius: 2
Holiday Minimum Number of Nodes: 6
Holiday layer created: Yes
Error values from: Standard Deviation

Number of nodes processed: 8597915
Number of nodes populated: 8463014 (98.43%)
Number of holidays detected: 30
IHO S-44 Special Order:
  Range: 0.000 to 100.000
  Number of nodes considered: 8463014
  Number of nodes within: 8426854 (99.57%)
  Residual mean: -0.200
S-44 Order 1a:
  Range: 0.000 to 100.000
  Number of nodes considered: 8463014
  Number of nodes within: 8463014 (100.00%)
  Residual mean: -0.491
S-44 Order 1b:
  Range: 0.000 to 100.000
  Number of nodes considered: 8463014
  Number of nodes within: 8463014 (100.00%)
  Residual mean: -0.491
S-44 Order 2:
  Range: 100.000 to 5000.000
  No depths within the specified range

```


二、電子航行圖前置資料數值地理資訊圖層檢查

本案位於外海航道區並無岸線資訊，僅就水深地形成果等深線與特徵物地形線整合，並依據內政部數值地形圖分類編碼表進行圖層分類。

最後利用 AcrGIS 將各類圖層轉製成符合 IHO S-44 分類圖層(如表 6-28)，並依據電子航行圖前置資料製圖規則於各分類圖層填入相對應之屬性資料製作成 shape 檔，以提供後續電子航行圖製圖應用。

本案位於外海航道區，並無岸線圖層資訊，資料圖層僅有 M_QUAL_S44(測量精度分類區域)、SOUND(清繪圖水深點)、DEPCNT(等深線)與 WRECKS(沈船)等 4 類圖層，各圖層屬性說明如下。

表 6-28 電子航行圖前置資料圖層分類對照表

電子航行圖 Shape 圖層名稱	地形圖編碼	地物地貌名稱	物件屬性	備註
M_QUAL_S44		測區範圍資訊	面	
SOUND	9810400	清繪圖水深點	點	
DEPCNT	9810301	等深線計曲線	線	
	9810302	等深線首曲線		
WRECKS	9591000	障礙物(特徵物)	面	

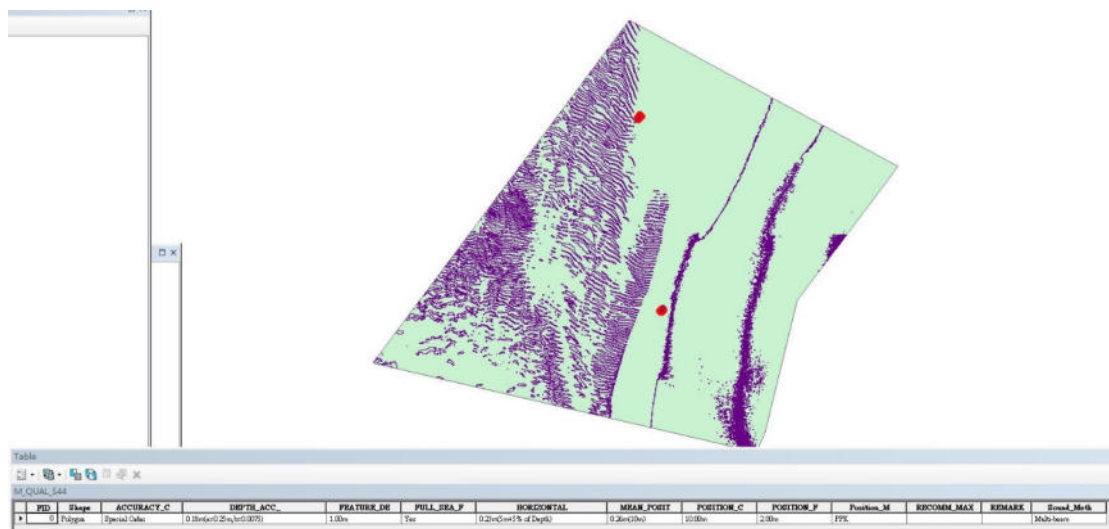


圖 6-21 ENC 前置資料製圖成果圖

(一)M_QUAL_S44(測量精度分類區域)

屬性分別填入 1.相對應區塊精度等級、2.平面精度、3.深度精度、4.是否為全覆式海床搜尋、5.海床特徵物偵測最小尺寸限制、6.固定助導航設施和地形特徵物定位精度(本案無此項)、7.固定助導航設施和地形特徵物定位精度(本案無此項)、8.浮動的助導航設施平均位置(本案無此項)、9.適用水域描述、10.建議最大測線間隔(全覆蓋免填)、11.定位方法(PPK)、12.測深方法及儀器與 13.備考等資料欄位。

(二)SOUND(水深點)

清繪圖水深點是依據原始水深點疏化成間距約 50 公尺之最淺原始水深點。

(三)DEPCNT(等深線)

針對原始水深點進行等深線繪製，測區水深介於 18.51 公尺~63.48 公尺，依據製圖規則需繪製 20 公尺、30 公尺、40 公尺、50 公尺與 60 公尺等深線。屬性除了 VALDOC(等深線高程)外還須填入 VERDAT(深度基準)。

(四)WRECKS(沈船)

本案特徵物計有 2 艘沈船，最淺深度分別為 24.596 公尺與 41.389 公尺，屬性資料有 CATWRK(沈船現狀)、QUASOU(測深準確性)、TECSOU(以何種調查方式發現)、VALSOU(最淺水深值)、VERDAT(深度基準)、WARLEV(沈船與水位關係)、SORDAT(發現時間)等項。

柒、試辦精密單點定位成果

一、定位原理

傳統水深定位(DGPS、RTK 或 PPK)技術均需架設 GNSS 觀測基準站，且移動站與基準站間之距離越遠其觀測精度越不佳。因此，發展出透過人造衛星或行動通訊網路，利用 IGS(international GNSS service)或其他 GPS (global positioning system) 衛星的精密軌道（星曆）和時鐘差資訊，只需要利用單機 GNSS 接收器的觀測數據（含非差分的虛擬距離與載波相位觀測量），在全球任意位置都可以即時或後處理獲得高精度定位，這種定位方法稱為精密單點定位（precise point positioning 簡稱 PPP）技術。

二、作業要求

PPP 成果依據本案需求規格書要求如下：

- (一)於作業範圍內規畫至少 200 公里以上(第 1 批 105 公里、第 2 批 118 公里)水深測線。
- (二)測線應平均分布於測區內，且皆須有檢核測線。
- (三)分析項目包含船隻定位與水深測量精度。

三、測線選擇

PPP 定位測線選擇，主要是以現有 PPK 基準站至測線距離與海床地形變化程度為參考之基準，茲依據測線與 PPK 基準站距離遠近與現場海床變化情形，2 批次 PPP 分析區域分別為：第 1 批測區中央偏北，右側地勢平坦、左側砂丘，測線總長約 105 公里。第 2 批為測區西南角大致為砂丘地形，測線總長約 118 公里，如圖 7-1 所示。

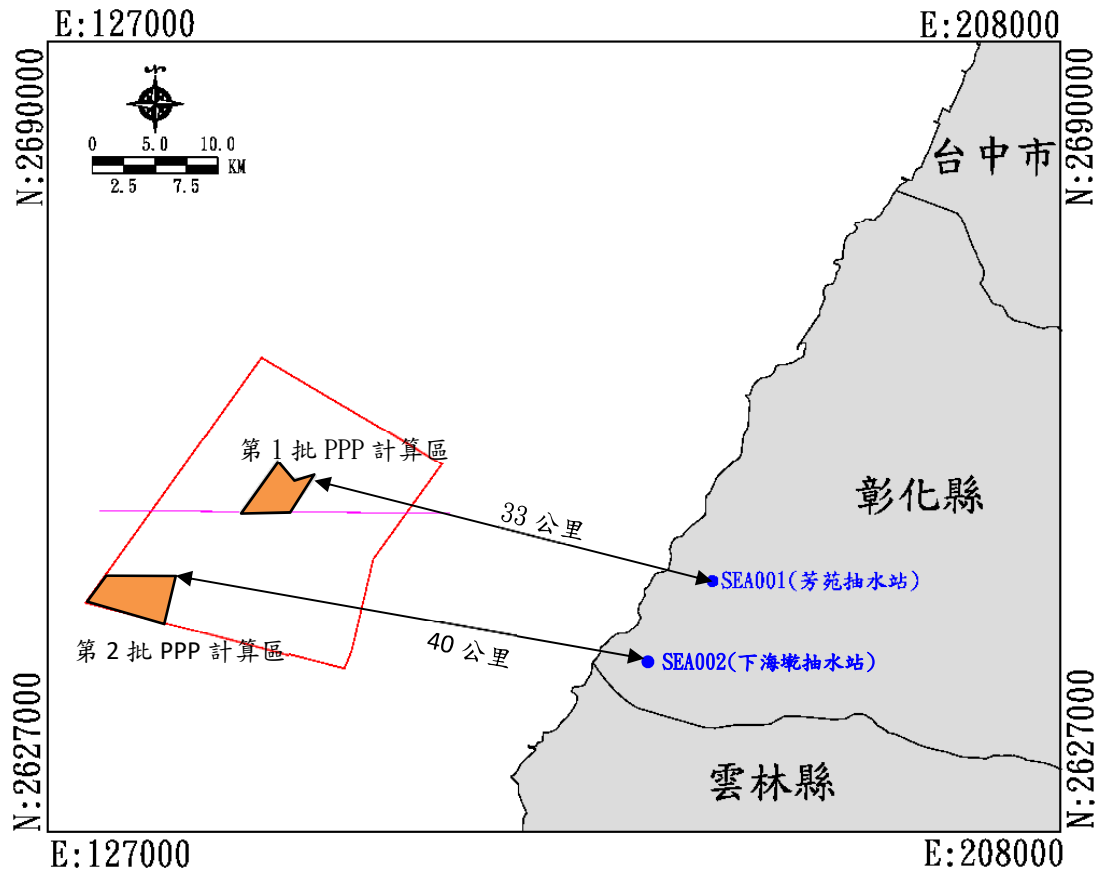


圖 7-1 PPP 測區位置與 PPK 基準站距離圖

四、PPP 資料解算

本公司分別採用 [Inertial Explorer Version 8.70.5101](#)(簡稱 IE) GNSS 資料後處理軟體與加拿大自然資源部 CSRS PPP 線上定位解算軟體分別計算，其計算成果坐標轉換說明如下。

(一) Inertial Explorer

Inertial Explorer 是 NovAtel 公司針對 GNSS(全球導航衛星系統)與 INS(慣性導航系統)資料後處理所發展之軟體。利用 IE 軟體 PPP 模組將船載 GNSS 資料計算出 PPP 成果，2 批次 IE_PPP 定位解算成果精度指標平面及高程時間-標準差曲線如圖 7-2 與圖 7-3。第 1 批平面標準差最大值為 0.075 公尺、最小值 0.031 公尺，高程標準差最大值為 0.127 公尺、最小值 0.045 公尺；第 2 批平面標準差最大值為 0.115 公尺、最小值 0.031 公尺，高程標準差最大值為 0.452 公尺、最小值 0.045 公尺。最後將 IE 計算成果以 ITRF 2014

NE 平面坐標系統匯出，再以 g-Trans 坐標轉換軟體，利用七參數將 ITRF 2014 NE 坐標轉換成 TWD97[2010]成果。

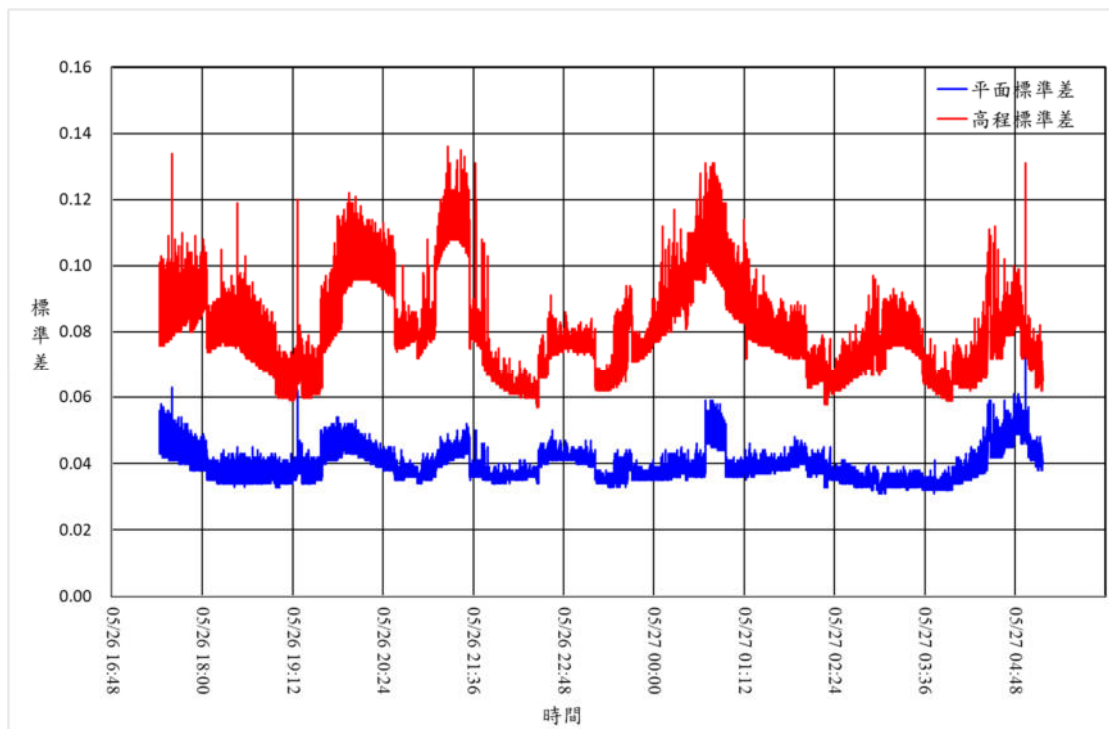


圖 7-2 第 1 批定位解算平面及高程時間-標準差曲線圖

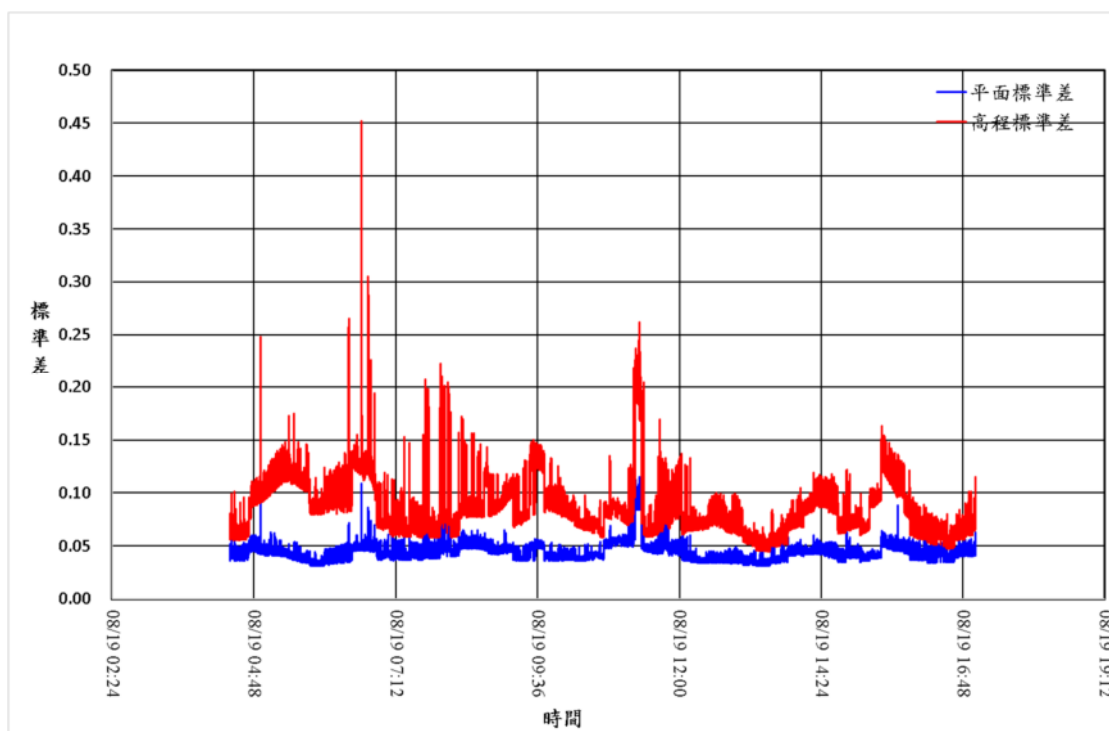


圖 7-3 第 2 批定位解算平面及高程時間-標準差曲線圖

(二) CSRS PPP 線上定位解算

CSRS 是加拿大自然資源部大地測量司於網站提供之免費 PPP 計算服務，其資料計算最終成果為 ITRF 2014 經緯度坐標，須經坐標轉換將 ITRF 經緯度坐標轉換成 TWD97[2010]。

坐標轉換過程首先將 ITRF 2014 經緯度坐標轉換成 NE 平面坐標，最後以 g-Trans 坐標轉換軟體，將平面坐標利用七參數轉換成 TWD97[2010]成果。另，由於 CSRS-PPP 計算成果並無設定 GPS 與 UTC 時間差(簡稱閏秒)，因此 CSRS-PPP 計算成果，時間需再減 18 秒，以符合 UTC 時間。

2 批次 CSRS-PPP 解算成果精度指標分布如圖 7-4 與，第 1 批平面標準差 N 最大值為 0.029 公尺、最小值 0.016 公尺，E 最大值為 0.033 公尺、最小值 0.018 公尺，高程標準差最大值為 0.087 公尺、最小值 0.040 公尺；第 2 批平面標準差 N 最大值為 0.662 公尺、最小值 0.026 公尺，E 最大值為 1.615 公尺、最小值 0.026 公尺，高程標準差最大值為 2.191 公尺、最小值 0.053 公尺。

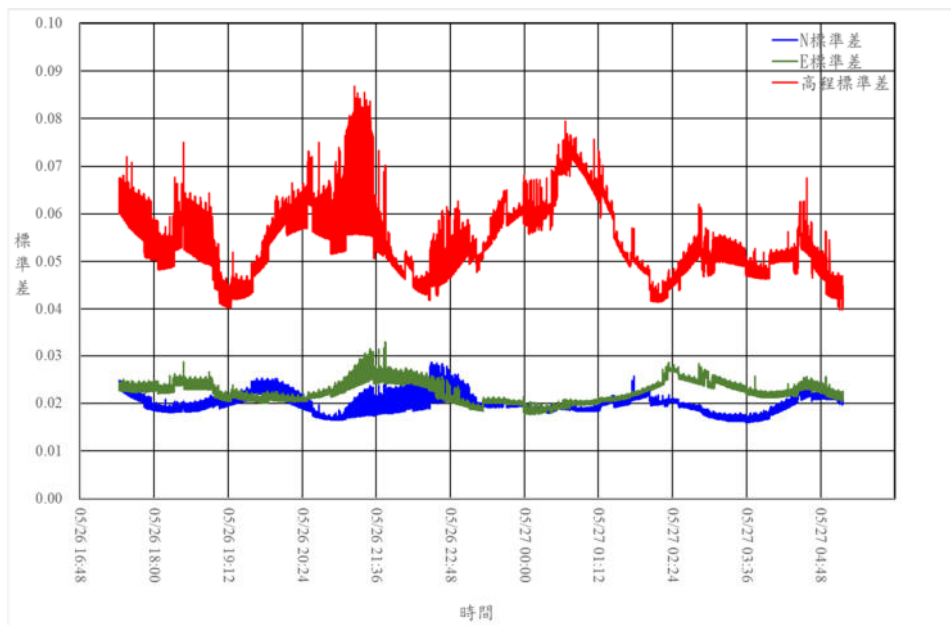


圖 7-4 第 1 批 CSRS 定位解算平面及高程時間-標準差曲線圖

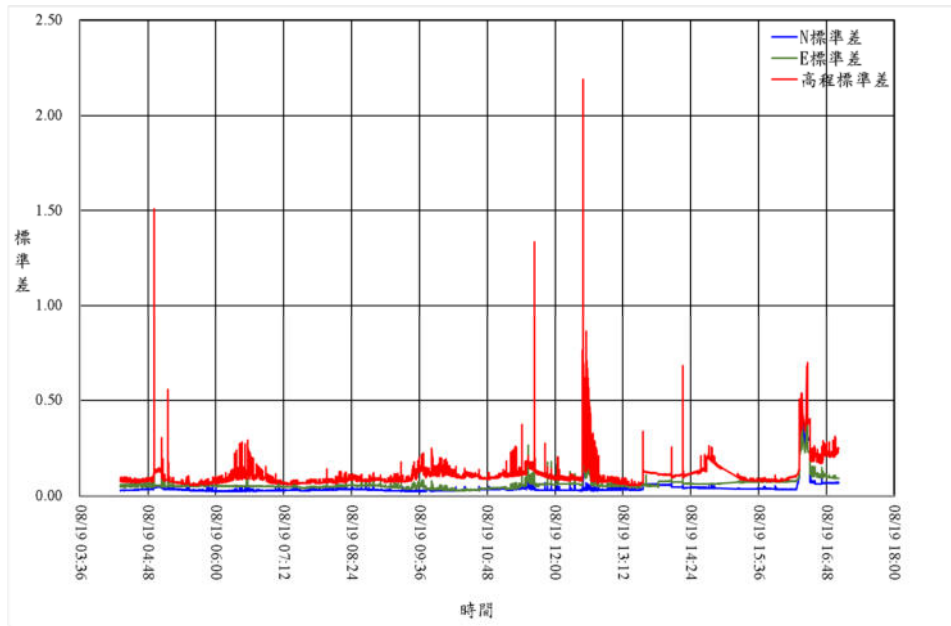


圖 7-5 第 2 批 CSRS 定位解算平面及高程時間-標準差曲線圖

五、定位資料分析

定位分析分別將本案定位後處理資料(PPK)、利用 IE 處理之 PPP 定位資料以及網站 CSRS-PPP 處理之定位資料，分別進行 N、E、h 坐標交叉比對，並計算出 PPP 測線時間段定位較差值以利後續分析。

第 1 批 PPP 測線作業時間自 108/05/26 17:26~108/05/27 05:10 (UTC 時間)與 PPK 基準站距離介於 33 公里~38 公里間，坐標分析結果如表 7-1，時間-較差值曲線如圖 7-6~圖 7-8，由較差統計表可看出 PPP 與 PPK 誤差平均值 N 約 -0.060m 與 -0.068m，E 約 0.343m 與 0.314m，h 誤差平均值約 -0.034m 與 -0.043m；2 套 PPP 解算成果誤差平均值 N 為 0.008m、E 為 0.029m、h 為 0.009m，解算成果相近。

表 7-1 第 1 批 PPP 定位解算成果較差統計表

項 目	IE(PPP)-PPK			CSRS(PPP)-PPK			IE(PPP)-CSRS(PPP)		
	dN	dE	dh	dN	dE	dh	dN	dE	dh
較差最小值(m)	-0.128	0.273	-0.185	-0.138	0.257	-0.178	-0.062	-0.059	-0.168
較差最大值(m)	-0.005	0.407	0.108	-0.022	0.373	0.123	0.088	0.098	0.160
較差平均值(m)	-0.060	0.343	-0.034	-0.068	0.314	-0.043	0.008	0.029	0.009
較差中值(m)	-0.059	0.347	-0.037	-0.066	0.315	-0.045	0.005	0.039	0.009
標準差	0.020	0.028	0.045	0.015	0.016	0.053	0.024	0.030	0.050

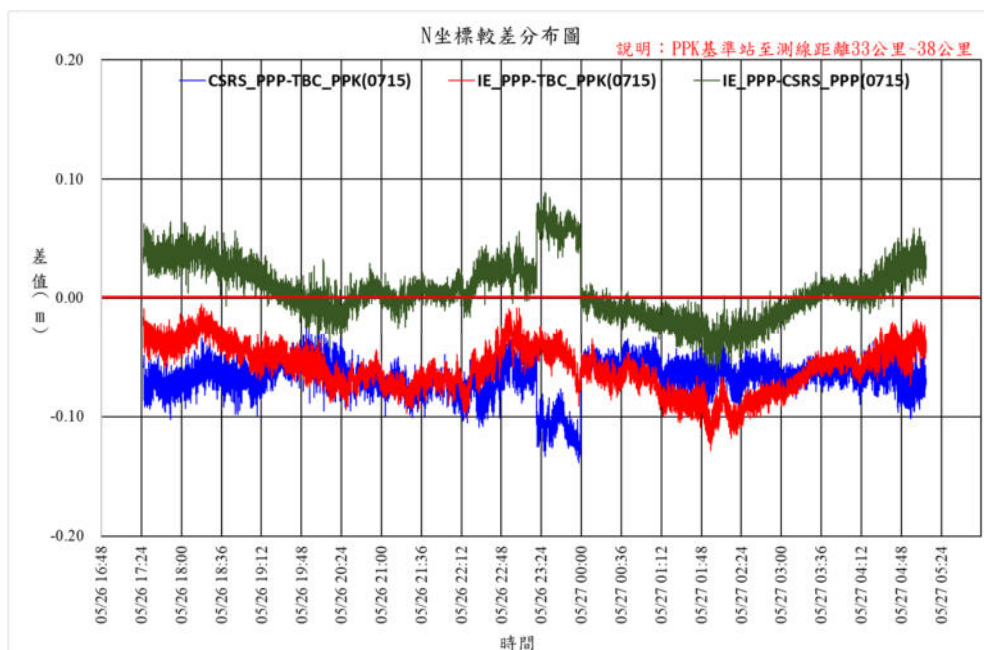


圖 7-6 第 1 批 PPP 定位解算成果 N 坐標時間-較差曲線圖

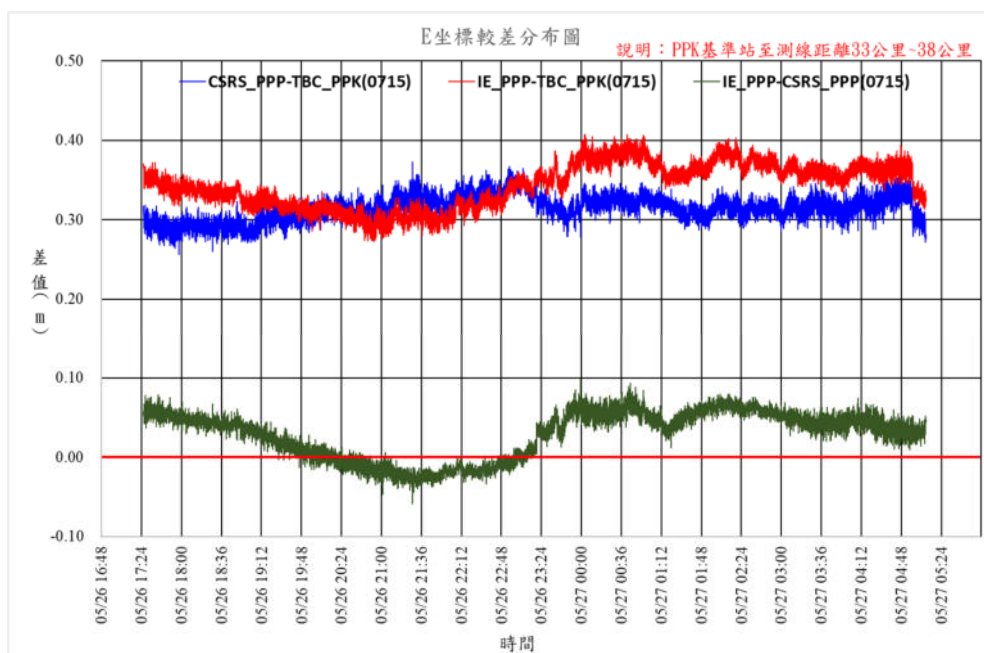


圖 7-7 第 1 批 PPP 定位解算成果 E 坐標時間-較差曲線圖

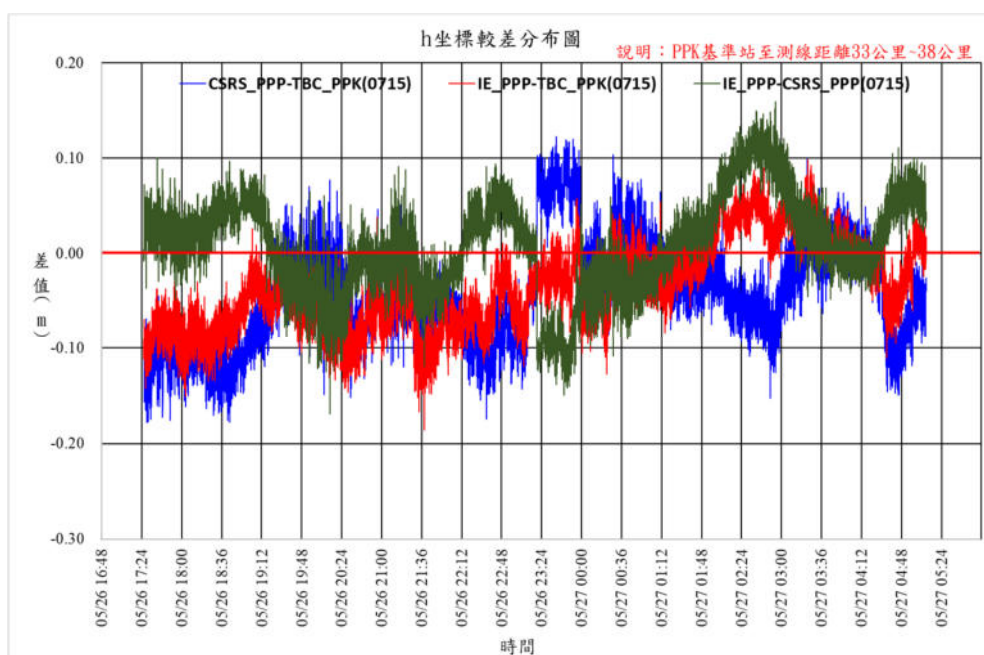


圖 7-8 第 1 批 PPP 定位解算成果 h 坐標時間-較差曲線圖

第 2 批 PPP 測線作業時間自 108/08/19 04:27~108/08/19 17:00 (UTC 時間)與 PPK 基準站(SEA002)距離介於 40 公里~46 公里間，坐標分析結果如表 7-2，時間-較差值曲線如圖 7-9~圖 7-11，由較差統計表可看出 PPP 與 PPK 誤差平均值 N 約-0.042m 與-0.044m，E 約 0.282m 與 0.393m，h 誤差平均值約 0.070m 與 0.032m；2 套 PPP 解

算成果誤差平均值 N 為 0.001m、E 為 -0.108m、h 為 0.036m，解算成果除 E 值偏差較大外 N、h 值相近。

表 7-2 第 2 批 PPP 定位解算成果較差統計表

項 目	IE(PPP)-PPK			CSRS(PPP)-PPK			IE(PPP)-CSRS(PPP)		
	dN	dE	dh	dN	dE	dh	dN	dE	dh
較差最小值(m)	-0.164	0.121	-0.308	-0.324	-0.305	-0.943	-0.365	-0.713	-0.910
較差最大值(m)	0.110	0.458	0.422	0.332	0.968	0.924	0.297	0.555	0.794
較差平均值(m)	-0.042	0.282	0.070	-0.044	0.393	0.032	0.001	-0.108	0.036
較差中值(m)	-0.039	0.272	0.075	-0.045	0.393	0.029	0.007	-0.119	0.035
標準差	0.042	0.055	0.099	0.077	0.116	0.132	0.089	0.128	0.182

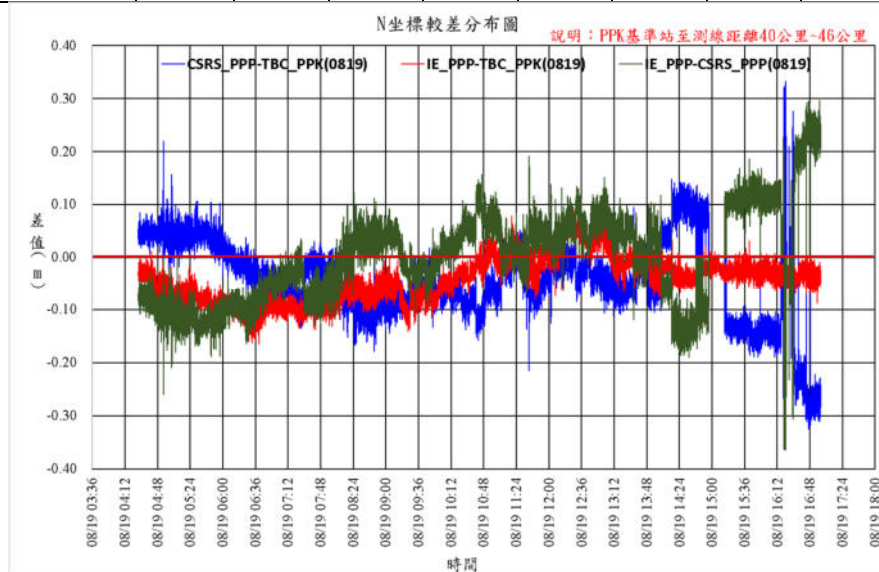


圖 7-9 第 2 批 PPP 定位解算成果 N 坐標時間-較差曲線圖

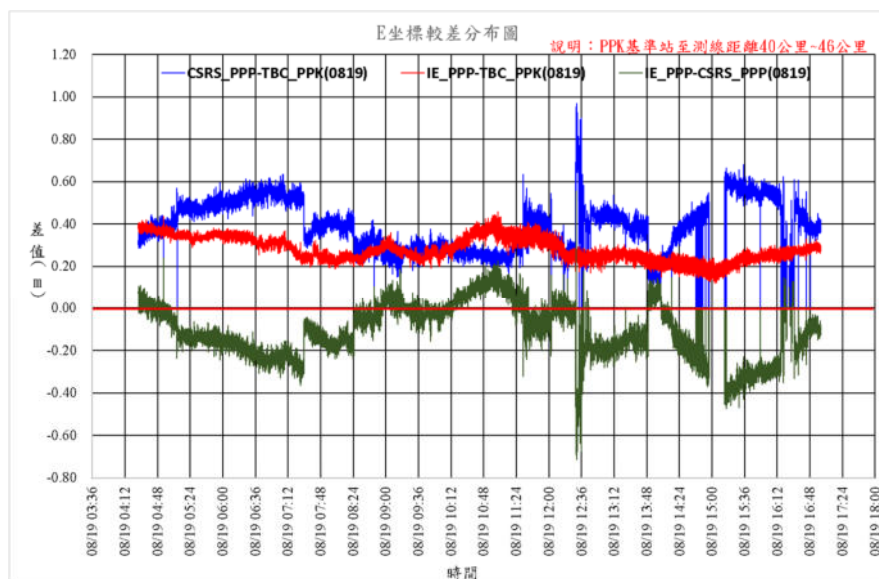


圖 7-10 第 2 批 PPP 定位解算成果 E 坐標時間-較差曲線圖

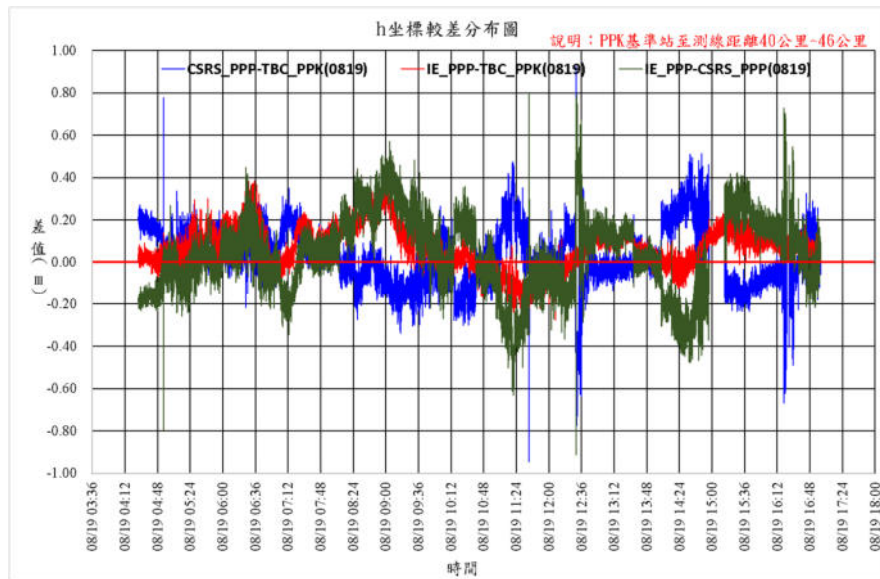


圖 7-11 第 2 批 PPP 定位解算成果 h 坐標時間-較差曲線圖

六、海域地形成果檢核分析

分別將 PPK、PPP 定位解算成果帶入海域地形資料中，以後處理解算橢球高程為基準，分別進行測深資料檢核測線比對分析、相鄰測線資料比對分析、不同定位解算成果全區比對分析，資料比對分析。

測深資料比對分析方式採用 Fledermaus CrossCheck 模組進行，將資料分成主測線、相鄰測線與全區測線(含檢核線)，製作成 5.0 公尺*5.0 公尺網格 SD 檔，再與檢核資料(除相鄰測線為網格資料外其餘資料為原始測點)進行比對分析，各區比對分析成果說明如下：

(一)第 1 批成果分析

第 1 批 PPP 計算區與 PPK 基準站距離介於 33 公里~38 公里間，地形深度介於 37 公尺~55 公尺，面積約 12.56 平方公里，比對分析結果如表 7-3~表 7-5 與圖 7-12~圖 7-20，較差平均值介於-0.048 公尺~0.003 公尺，較差中誤差介於 0.048 公尺~0.203 公尺。

1.檢核測線比對分析

表 7-3 第 1 批不同定位方式檢核測線與全區之誤差比較表

定位解算方式	PPK	IE(PPP)	CSRS(PPP)
檢核計算點數	2,411,711	2,411,796	2,411,308
較差平均值(m)	-0.006	0.002	-0.048
較差中值(m)	0.005	0.010	-0.039
較差中誤差(m)	0.183	0.187	0.186
特等精度誤差極限(m)	0.44	0.44	0.44
特等精度_合格筆數	2,346,388	2,344,442	2,331,523
符合特等精度佔比	97.29%	97.21%	96.69%
1a 精度誤差極限(m)	0.80	0.80	0.80
1a 精度_合格筆數	2,405,600	2,406,037	2,404,488
符合 1a 精度佔比	99.75%	99.76%	99.72%

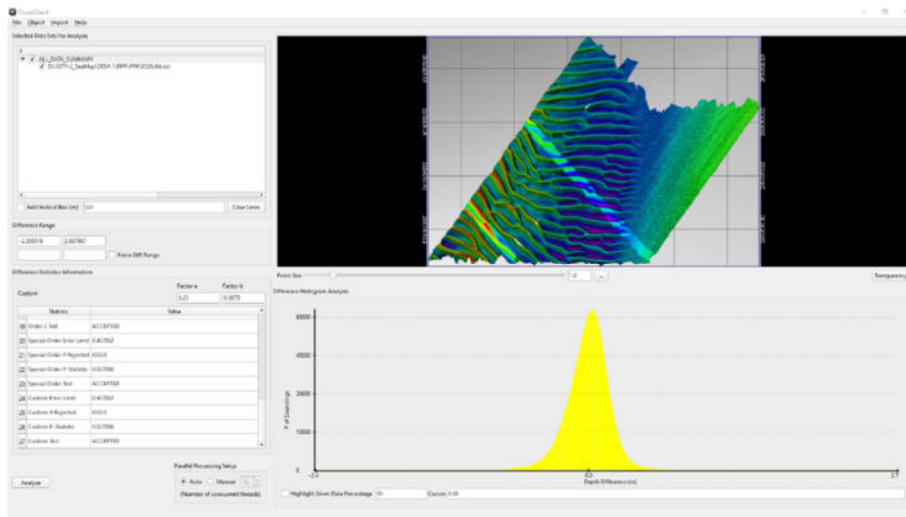


圖 7-12 第 1 批 PPK 定位方式檢核測線與全區誤差分布圖

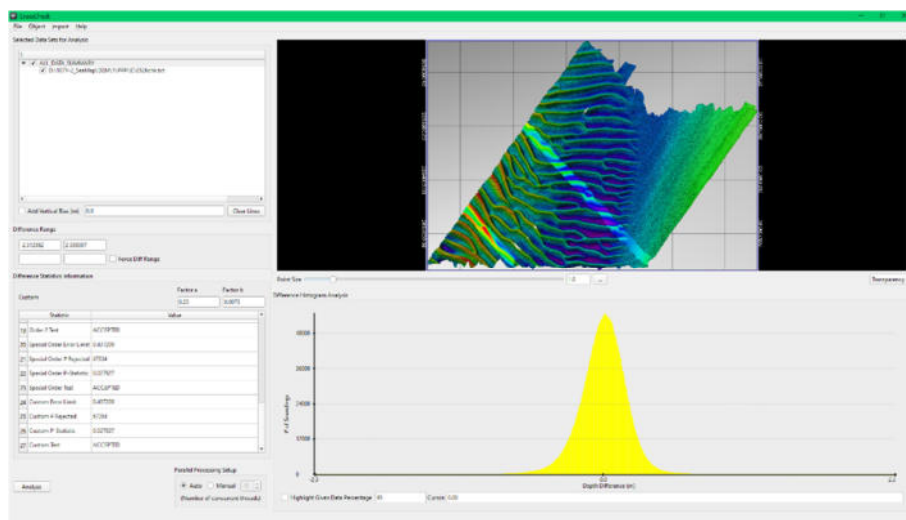


圖 7-13 第 1 批 IE(PPP)定位方式檢核測線與全區誤差分布圖

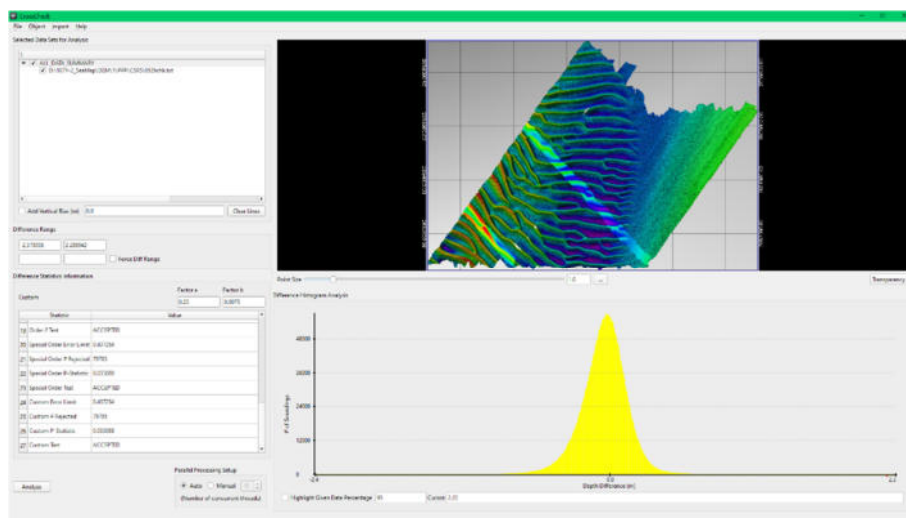


圖 7-14 第 1 批 CSRS(PPP)定位方式檢核測線與全區誤差分布圖

2.相鄰測線比對分析

表 7-4 第 1 批不同定位方式相鄰測線之誤差比較表

定位解算方式	PPK	IE(PPP)	CSRS(PPP)
檢核計算點數	236,930	236,958	236,934
較差平均值(m)	-0.012	-0.006	0.003
較差中值(m)	-0.021	-0.015	-0.003
較差中誤差(m)	0.197	0.202	0.203
特等精度誤差極限(m)	0.44	0.44	0.44
特等精度_合格筆數	229,581	228,805	228,802
符合特等精度佔比	96.90%	96.56%	96.57%
1a 精度誤差極限(m)	0.81	0.81	0.81
1a 精度_合格筆數	235,473	235,435	235,398
符合 1a 精度佔比	99.39%	99.36%	99.35%

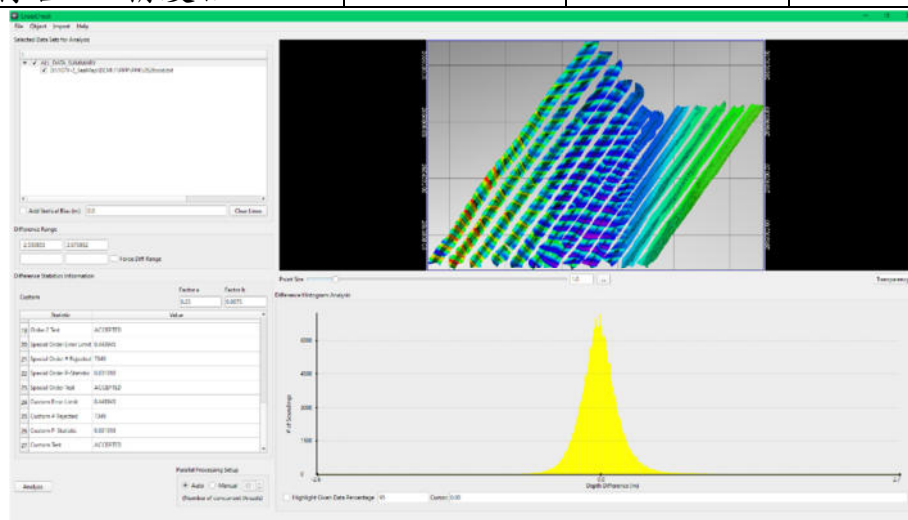


圖 7-15 第 1 批 PPK 定位方式相鄰測線誤差分布圖

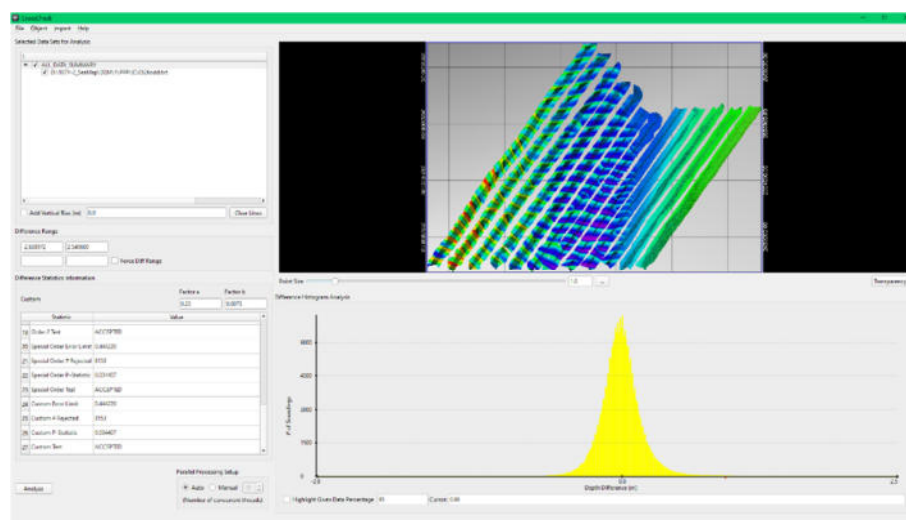


圖 7-16 第 1 批 IE(PPP)定位方式相鄰測線誤差分布圖

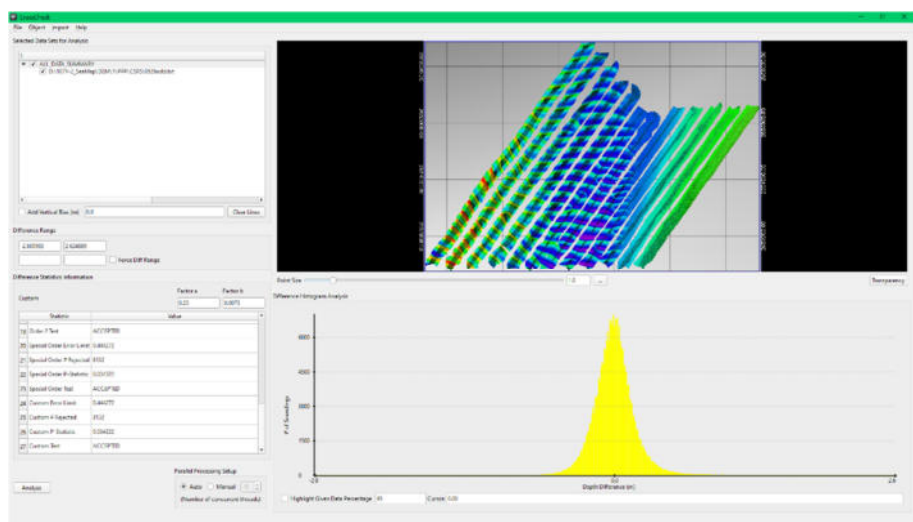


圖 7-17 第 1 批 CSRS(PPP)定位方式相鄰測線誤差分布圖

3.不同定位方式全區比對分析

表 7-5 第 1 批不同定位方式全區之誤差比較表

定位解算方式	PPK-IE(PPP)	PPK-CSRS(PPP)	IE(PPP)-CSRS(PPP)
檢核計算點數	552,984	552,977	553,115
較差平均值(m)	-0.033	-0.043	-0.009
較差中值(m)	-0.038	-0.044	-0.010
較差中誤差(m)	0.059	0.063	0.048
特等精度誤差極限(m)	0.44	0.44	0.44
特等精度_合格筆數	552,856	552,853	553,112
符合特等精度佔比	99.98%	99.98%	100.00%
1a 精度誤差極限(m)	0.80	0.80	0.80
1a 精度_合格筆數	552,979	552,971	553,115
符合 1a 精度佔比	100.00%	100.00%	100.00%

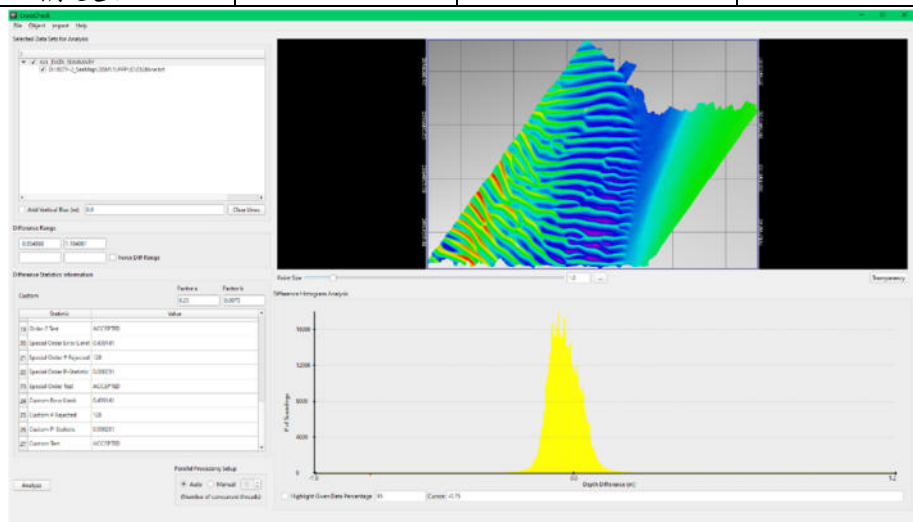


圖 7-18 第 1 批 PPK 與 IE(PPP)定位方式全區誤差分布圖

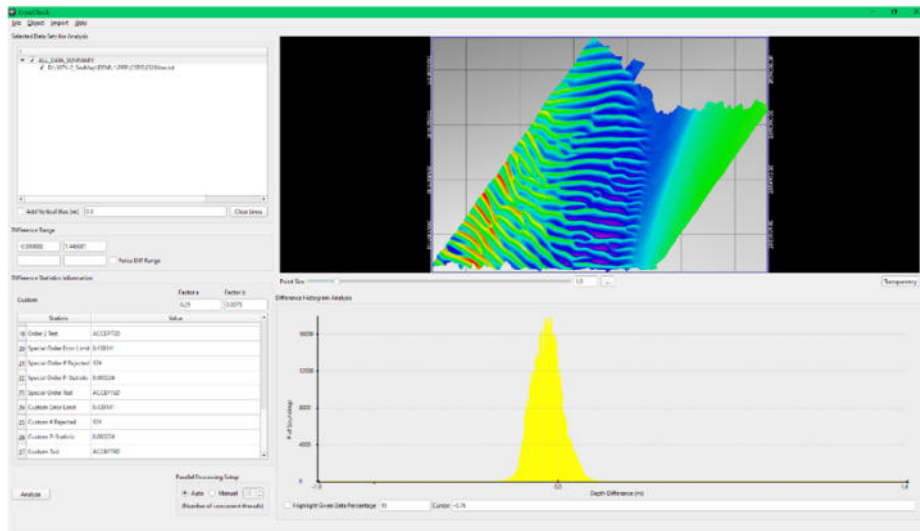


圖 7-19 第 1 批 PPK 與 CSRS(PPP)定位方式全區誤差分布圖

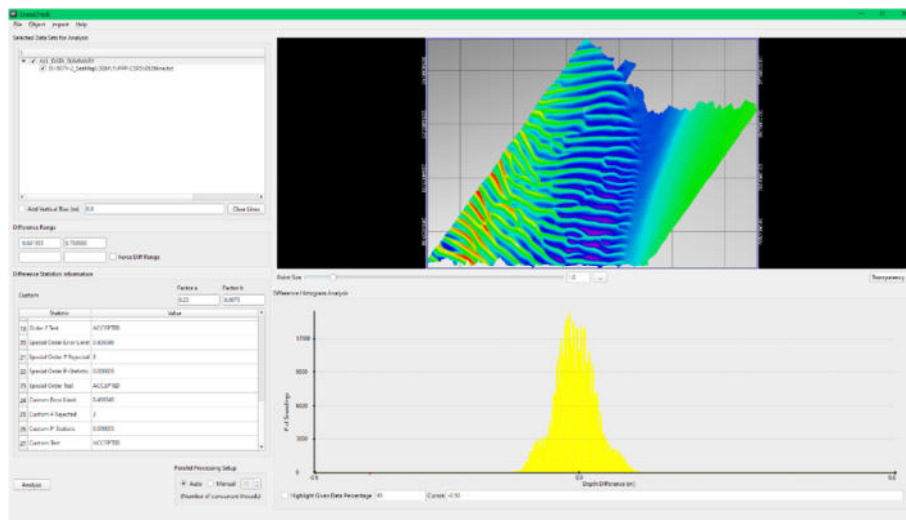


圖 7-20 第 1 批 IE(PPP)與 CSRS(PPP)定位方式全區誤差分布圖

(二)第 2 批成果分析

第 2 批 PPP 計算區與 PPK 基準站距離介於 40 公里~46 公里間，地形深度介於 48 公尺~66 公尺，面積約 13.77 平方公里，比對分析結果如表 7-6~表 7-8 與圖 7-21~圖 7-29，較差平均值介於-0.018 公尺~0.065 公尺，較差中誤差介於 0.037 公尺~0.270 公尺。其中 IE 與 CSRS PPP 相鄰測線檢核精度不符合特等精度要求。

1. 檢核測線比對分析

表 7-6 第 2 批不同定位方式檢核測線與全區之誤差比較表

定位解算方式	PPK	IE(PPP)	CSRS(PPP)
檢核計算點數	5,390,959	5,219,936	5,182,641
較差平均值(m)	-0.010	0.005	0.005
較差中值(m)	0.000	0.008	0.009
較差中誤差(m)	0.166	0.184	0.186
特等精度誤差極限(m)	0.50	0.50	0.50
特等精度_合格筆數	5,317,486	5,131,696	5,091,419
符合特等精度佔比	98.64%	98.31%	98.24%
1a 精度誤差極限(m)	0.91	0.91	0.91
1a 精度_合格筆數	5,385,816	5,214,742	5,176,647
符合 1a 精度佔比	99.90%	99.90%	99.88%

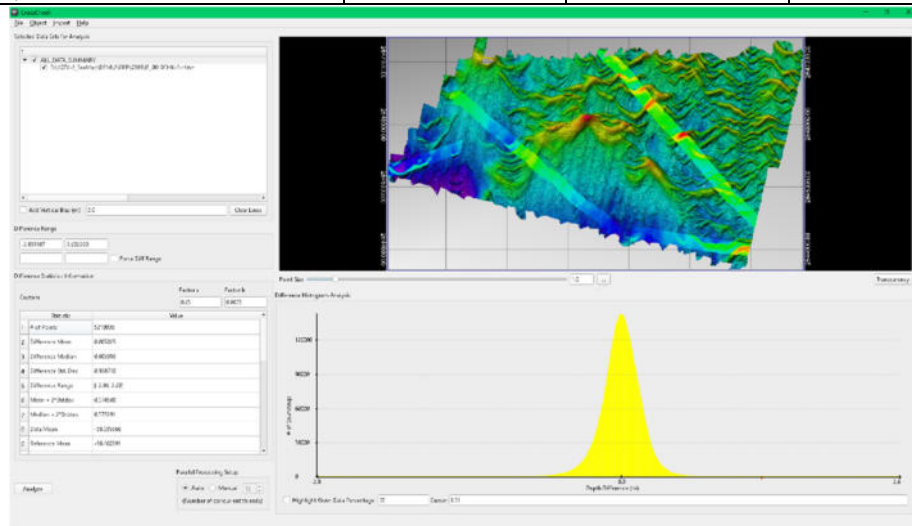


圖 7-21 第 2 批 PPK 定位方式檢核測線與全區誤差分布圖

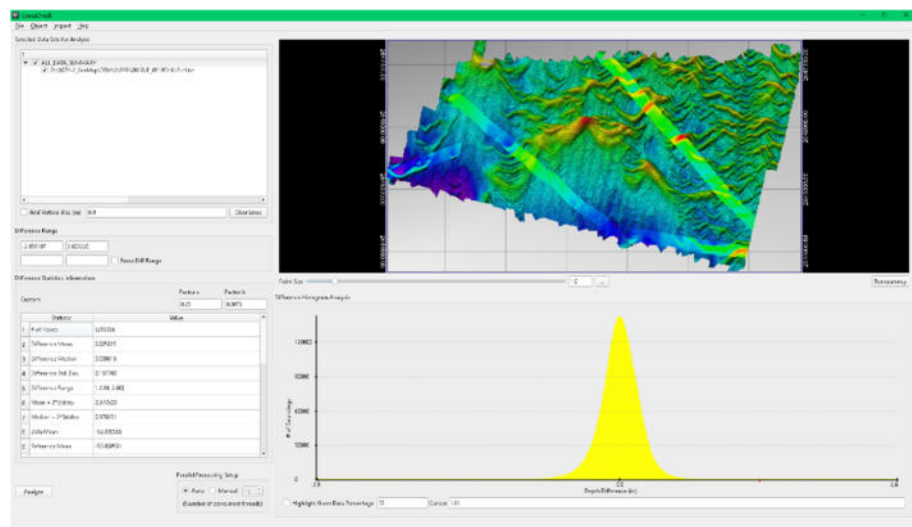


圖 7-22 第 2 批 IE(PPP)定位方式檢核測線與全區誤差分布圖

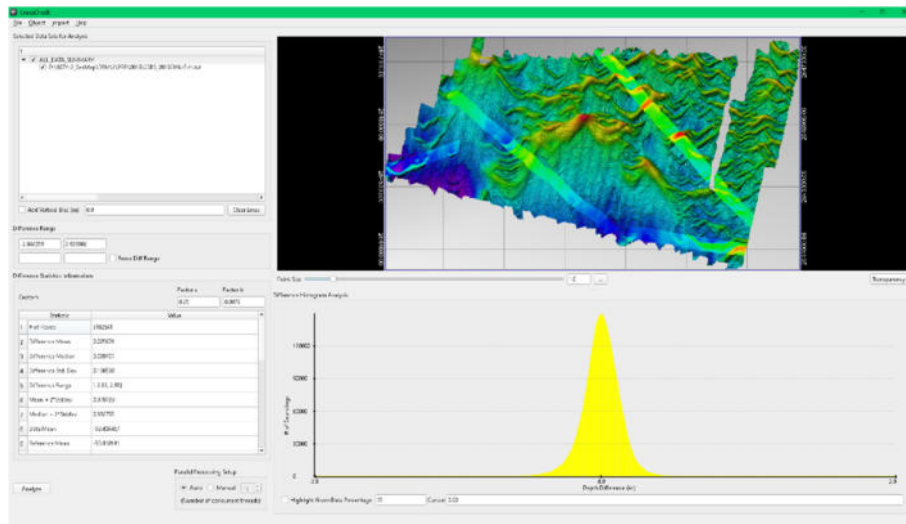


圖 7-23 第 2 批 CSRS(PPP)定位方式檢核測線與全區誤差分布圖

2.相鄰測線比對分析

表 7-7 第 2 批不同定位方式相鄰測線之誤差比較表

定位解算方式	PPK	IE(PPP)	CSRS(PPP)
檢核計算點數	215,218	214,202	201,054
較差平均值(m)	0.008	-0.018	-0.016
較差中值(m)	-0.006	-0.013	-0.011
較差中誤差(m)	0.253	0.269	0.270
特等精度誤差極限(m)	0.50	0.50	0.50
特等精度_合格筆數	204,673	201,154	188,580
符合特等精度佔比	95.10%	93.91%	93.80%
1a 精度誤差極限(m)	0.90	0.90	0.90
1a 精度_合格筆數	213,662	212,498	199,405
符合 1a 精度佔比	99.28%	99.20%	99.18%

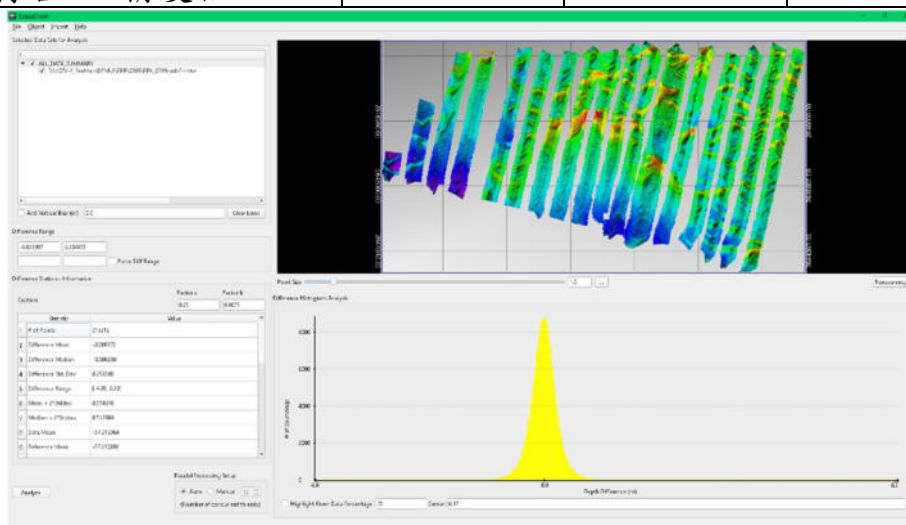


圖 7-24 第 2 批 PPK 定位方式相鄰測線誤差分布圖

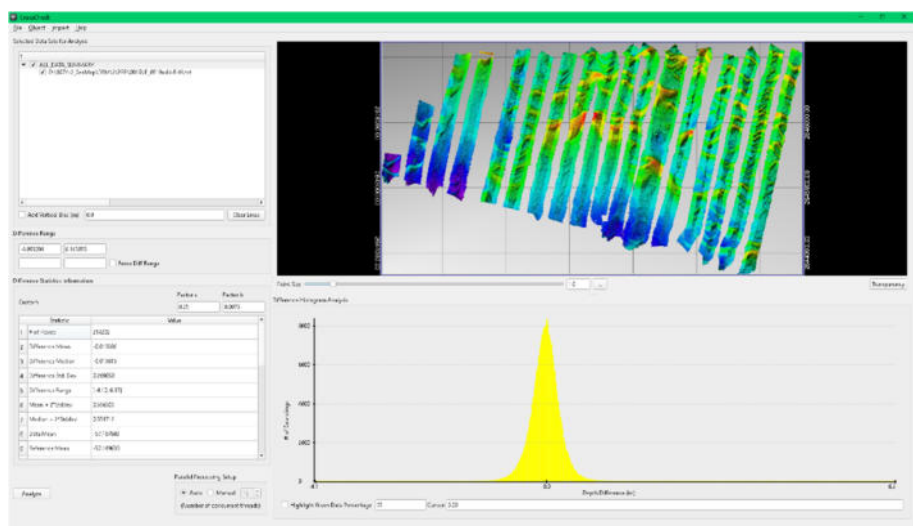


圖 7-25 第 2 批 IE(PPP)定位方式相鄰測線誤差分布圖

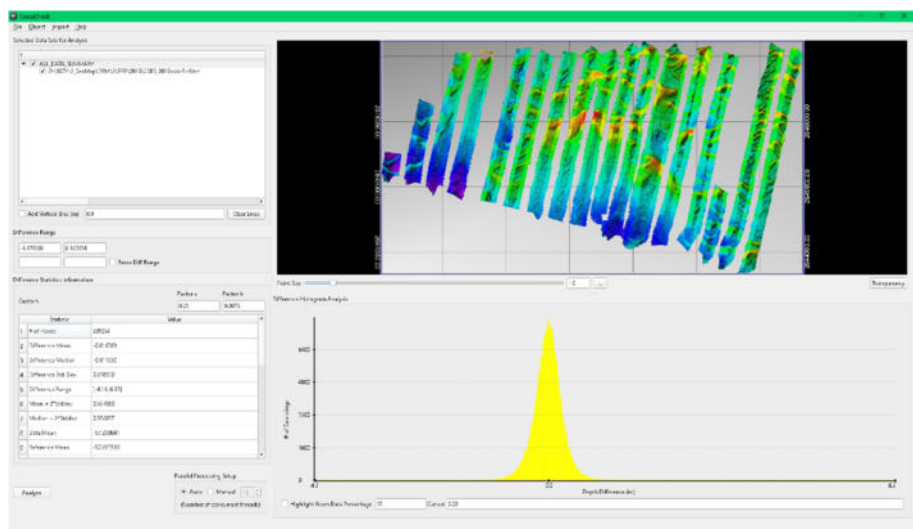


圖 7-26 第 2 批 CSRS(PPP)定位方式相鄰測線誤差分布圖

(三)不同定位方式全區比對分析

表 7-8 第 2 批不同定位方式全區之誤差比較表

定位解算方式	PPK-IE(PPP)	PPK-CSRS(PPP)	IE(PPP)-CSRS(PPP)
檢核計算點數	658,434	642,422	642,579
較差平均值(m)	0.065	0.062	0.000
較差中值(m)	0.072	0.065	0.000
較差中誤差(m)	0.107	0.112	0.037
特等精度誤差極限(m)	0.50	0.50	0.00
特等精度_合格筆數	658,181	641,853	642,281
符合特等精度佔比	99.96%	99.91%	99.95%
1a 精度誤差極限(m)	0.89	0.89	0.00
1a 精度_合格筆數	658,424	642,375	642,538
符合 1a 精度佔比	100.00%	99.99%	99.99%

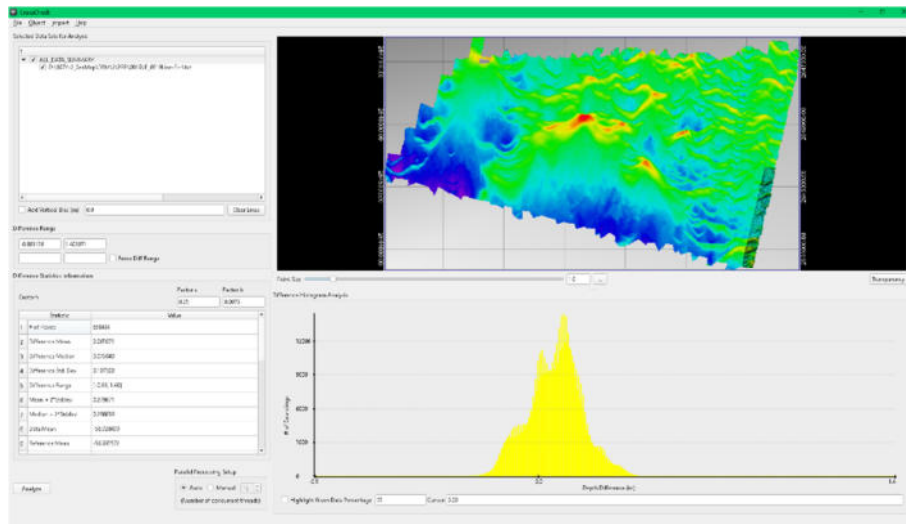


圖 7-27 第 2 批 PPK 與 IE(PPP)定位方式全區誤差分布圖

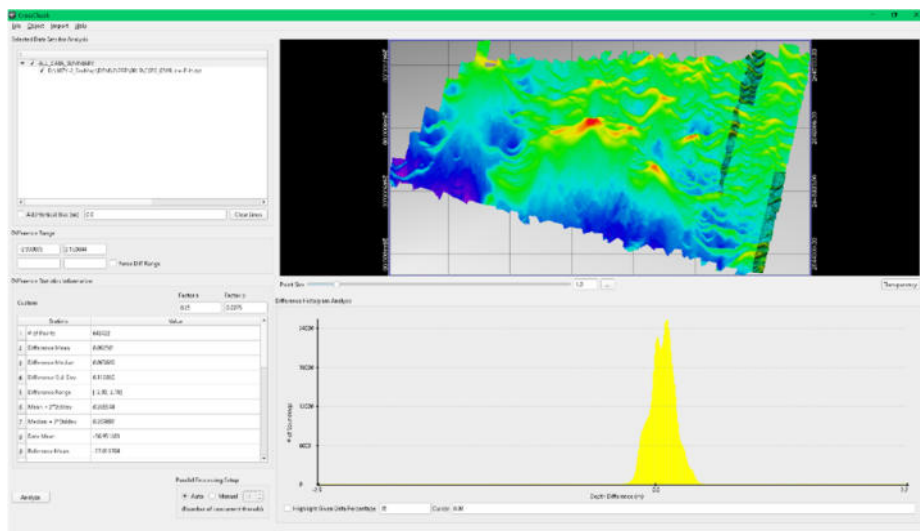


圖 7-28 第 2 批 PPK 與 CSRS(PPP)定位方式全區誤差分布圖

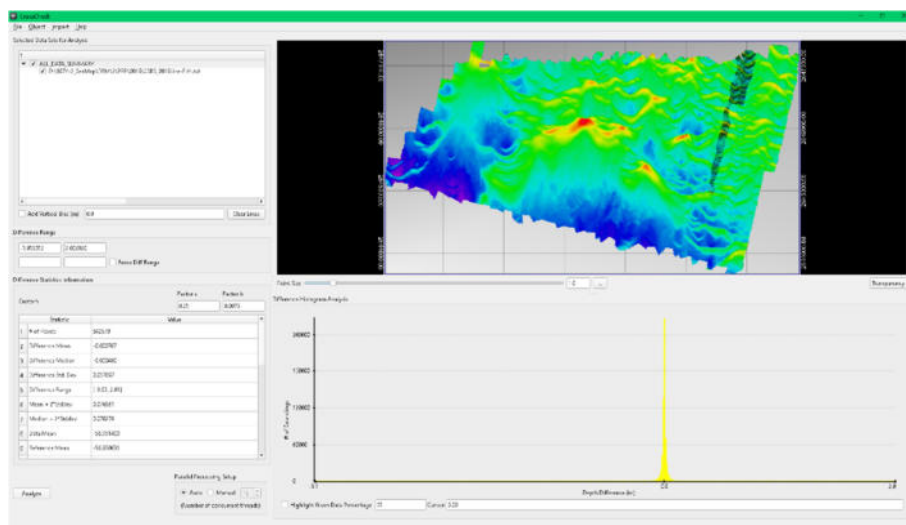


圖 7-29 第 2 批 IE(PPP)與 CSRS(PPP)定位方式全區誤差分布圖

捌、檢討與建議

一、檢討

(一)作業時程安排

本案測區位於彰化縣大城鄉至雲林縣麥寮鄉外海航道，離岸約 20 公里以上，且沿岸附近港口皆為潮汐港無法停靠較大船隻，因此工作船僅能從較遠之梧棲漁港進出，從港口至測區航行時間約 5~6 小時，每次出海作業時間至少需 2 天，作業時程較難安排。

由於測區離岸較遠，近岸海象與測區往往有所不同，時常發生近海風浪小，但當船隻接近測區時風浪變大之情形。本案從 3 月初進場執行外業調查，受到海象條件不穩定影響，導致進度落後，雖然在 6 月底加派 1 組多音束加緊趕工，還是無法如期完成。

➤檢討事項：

究其原因，首先本公司不了解現場海象條件與近岸有所不同，加上誤判今年海象穩定情形造成進度落後，雖然於 6 月底加派 1 組作業，還是無法趕上進度，應該於一開始即採 2 組作業人員同時進行。

(二)精度分析

水深測量作業為求其資料之品質保證，於測量時會加測檢核測線以計算測量之精度是否符合規範要求，同時檢核相鄰測線精度以確保疊合參數計算是否正確，本案檢核結果平均誤差介於-0.01 公尺~0.02 公尺，中誤差介於 0.18 公尺~0.23 公尺，檢核結果均符合本案特等精度規範，符合特等精度佔比正高介於 95.44%~96.29%，橢球高介於 95.54%~97.36%。

➤檢討事項：

1.海床地形變化

本案海床地形區分為東側為高差變化 5 公尺以內之沙漣地形，面積約佔全區 1/5，再往西側地形為平坦之緩坡，面積約佔全區 1/5，再往西側則為高差變化大於 5 公尺(最大高差

約 15 公尺)之砂丘地形，面積約佔全區 3/5。整體看來本區域地形高低起伏變化大，且本區屬航道特等精度區，水深介於 21 公尺至 65 公尺，資料檢核精度要求極高。

2.潮位變化大

本案測區近岸皆屬沙地，潮間帶範圍寬廣，且附近港口除麥寮港外皆為潮汐港，僅能於台中市梧棲漁港與雲林縣麥寮港設置潮位觀測站，且依據現地潮位觀測資料，梧棲與麥寮潮位振幅差約 1.0 公尺~1.3 公尺。依據內政部「104 年度大陸礁層調查作業整合服務工作」潮位分析圖，將本案測區以等潮位線與等潮時線劃分為 12 個潮區，並依潮區與潮位站間之振幅比、潮位差及潮時差設定潮位修正參數，以雙潮位距離權重方式進行修正。

潮區劃分準確度影響測深潮位修正之正確性，不同時間觀測之潮位修正資料均會影響資料檢核精度，本案比對橢球高 GPSTide 與潮區修正之潮位資料，經比對潮位振幅，誤差在特等精度要求可容許範圍內，顯示潮區劃分並無太大問題。

(三)資料不確定度分析

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，本案測深資料不確定度(TPU)分析結果平均殘差第 1 批為-0.323m，第 2 批為-0.200m，均符合特等精度要求。

➤檢討事項：

資料不確定度計算參數設定，依據各儀器類型、作業環境及人為因子(作業方式)而有差異，其中儀器類型及作業環境均為固定計算參數固定無法變動，因此人為因子影響資料不確定度計算成果較

顯著。本案各儀器相對位置採固定安置方式，因此儀器拆裝後各儀器間相對距離不變，且音鼓與姿態儀固定在一起，音鼓擺動角度與姿態儀量測資料接近，可減少人為儀器相對位置量測誤差，以提高整體測量成果精度。

(四)特徵物偵測

本案原有海圖上作業區內特徵物標示有 3 處沈船，作業區外測區邊緣有 1 艘沈船，總計 4 艘沈船標示。特徵物偵測方式採多音束加密測線方式偵測，首先於主測線發現特徵物後再針對特徵物位置加密測線，而原有標示區並無發現特徵物時再針對周邊 500 公尺範圍加密測線細測，偵測結果原海圖標示區僅發現並確認 1 處沈船，另於測區中央偏南側新發現 1 艘沈船，與原先海圖標示沉船位置距離約 3 公里。

➤檢討事項：

測區海床沙漣、砂丘密布，顯示本區海流強，而本案 2 處未發現之特徵物，事後採井字加密方式進行複查，亦未發現任何痕跡，可能被砂所掩埋。

(五)精密單點定位比較

1.定位資料精度指標

IE_PPP 與 CSRS_PPP 定位解算精度指標**第 1 批**資料品質較穩定，平面標準差小於 0.05 公尺，高程標準差小於 0.14 公尺。**第 2 批**資料品質較不穩定，IE_PPP 平面標準差小於 0.06 公尺，最大值為 0.11 公尺，高程標準差小於 0.25 公尺，最大值 0.45 公尺，CSRS_PPP 解算精度較差，平面標準差大部分小於 0.06 公尺，最大值為 1.62 公尺，高程標準差大部分小於 0.15 公尺，最大值 2.19 公尺。

2.定位解算成果比較分析

第 1 批 PPP 定位分析區域選定距離 PPK 基準站 SEA001 約 33 公里至 38 公里，第 2 批 PPP 定位分析區域選定距離

PPK 基準站 SEA002 約 40 公里至 46 公里，不同定位方式及軟體解算成果比較說明如下：

PPP 軟體 IE 與 CSRS 解算成果 dN、dE、dh 第 1 批平均誤差分別為 0.008 公尺、0.029 公尺、0.009 公尺；第 2 批平均誤差分別為 0.001 公尺、-0.108 公尺、0.036 公尺。

PPP 與 PPK 定位解算成果第 1 批平均誤差 dN 約 -0.060~-0.068 公尺、dE 約 0.314~0.343 公尺、dh 約 -0.034~-0.043 公尺；第 2 批平均誤差 dN 約 -0.042~-0.044 公尺、dE 約 0.283~0.393 公尺、dh 約 0.070~-0.032 公尺。

2.測深精度分析比較

分別將 PPK 與 PPP 定位解算成果代入測深資料進行計算，分別比對各定位系統測深成果本身檢核測線與相鄰測線測深精度，其中第 2 批 PPP 定位相鄰測線水深精度未達特等精度規範。

➤檢討事項：

測深精度受到地形變化及定位精度影響較大，本案 PPP 測試區第 1 批 PPP 定位解算精度指標變化不大，顯示資料品質較穩定，且測區有半數為較平坦之地形，因此得出之特等精度佔比均符合要求。第 2 批 PPP 定位解算精度指標在某些時段變化較大，顯示資料品質不穩定，且測區多為高低起伏變化劇烈之砂丘地形，因此在相鄰測線測深檢核時特等精度佔比不符合要求。

二、建議

(一)特徵物資訊

作業前海床特徵物資訊蒐集往往是從紙海圖及航船布告資訊獲得，然紙圖上相關特徵物經過各家廠商數化後取得坐標，現有海圖有些年代久遠，圖上標示之特徵物與內政部現有資料明顯不符，且依規定原有標示區若無發現特徵物，須搜尋特徵物周邊 500 公尺*500 公尺範圍海床，依據歷年作業經驗，海圖標示之特徵物大部分位置並無發現任何物體，如此一來在作業上新增周圍 500 公尺*500 公尺加密測線作業里程，增加作業成本。

► 建議事項

目前水深調查作業全面採多音束方式進行，除水深較淺區域不須全面覆蓋外，其餘區域為海床全覆蓋測掃，且水深資料密度(規定每 3 公尺或 10%深度的距離至少需有 3 個音束的點)，足以應付海道測量規範「1 等精度水深超過 40 公尺特徵物大於 2 公尺需進行偵測」之特徵物初步偵測。

內政部地政司已成立臺灣電子航行圖中心，大部分圖資均已建置完成，且特徵物資訊亦最完整，因此建議將來由內政部提供作業區內相關特徵物名稱及坐標，以達到資訊統一的目的。

玖、參考文獻

1. 「交通部中央氣象局」網站，<http://www.cwb.gov.tw>
2. 「臺中港務股份有限公司臺中港務分公司」網站，
<https://tc.twport.com.tw/>
3. 「臺灣環境資訊網」網站，<https://isohe.ihmt.gov.tw/>
4. 「104 年度大陸礁層調查作業整合服務工作案」(2015)，內政部。
5. 「行政院農業委員會漁業署」網站，<http://www.fa.gov.tw>
6. 「107 年度地層下陷區水準網計算成果說明」(2018)，內政部國土測繪中心。
7. 航船布告，「海軍全球資訊網」網站，<http://cnmoo.mnd.gov.tw>。
8. Precise Point Positioning，「CSRS-PPP Service」網站，
<https://webapp.geod.nrcan.gc.ca/geod/tools-outils/ppp.php?locale=en>。



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