



NLSC-104-21

# 104 年度水深測量資料蒐集及整理作業 (第 2 作業區)

## 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 105 年 7 月 4 日

採購案號：NLSC-104-21

計畫名稱：『104年度水深測量資料調查及整理作業採購案』（第2作業區）

簽證技師：藍國華

技師執業執照號碼：技執字第002480號

執業機關名稱：自強工程顧問有限公司

技師科別證書字號：測量科 技證字第000470號

法令依據：依技師法第十二條第三項規定訂定之。

委託單位：內政部國土測繪中心

地址：臺中市南屯區黎明路二段497號4樓

委託事項：海域水深測量等工作

開工日期：104年04月01日

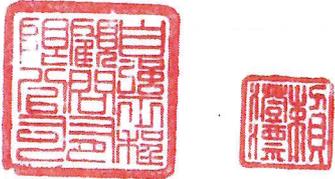
測量單位：自強工程顧問有限公司

地址：新北市中和區新民街112號5樓

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

簽證意見：所有簽證項目均符合合約工作規範說明書之各項要求。

簽證日期：105年7月4日

承辦廠商簽章	測量技師簽章
	

## 摘要

臺灣四面環海，海域國土(包含內水海岸與領海基線間之範圍)、領海及鄰接區範圍，面積廣達 8 萬平方公里，海洋資源豐富，而海洋領域業務已成為未來政策與施政重心之一。有鑑於國內尚未建立完整海域基礎資料，且缺乏資料整合與分享供應之機制，加以周邊國家對於我國領土、大陸礁層或專屬經濟海域之主權、主權權利威脅依舊存在。基此，內政部爰擬具「我國海域調查與圖資整合發展計畫」(104-109 年)，於民國 103 年報奉行政院核定，編列海域基本圖測繪工作經費，持續推動海域基本圖測量工作。

本(104)年度分二處作業區進行測繪，本案係針對澎湖群島沿海地區水深 20 公尺以上區域，面積約 690 平方公里，以多音束測深系統全面進行測繪作業，測繪資料 96% 以上符合作業精度要求。同時試辦海床特徵物偵測及有礙航安疑義資料消除等二項工作項目，並且發現未公告沈船與暗礁各一處。

海域基本圖為國家海洋發展之基石，提供作為國土管理維護、航行安全與生態保育等基礎圖資。本工作完成 117 幅五千分之一 11 幅二萬五千分之一比例尺海域基本圖、數值地理圖層與電子航行圖前置資料建置，並建立 5 公尺\*5 公尺、10 公尺\*10 公尺、20 公尺\*20 公尺、50 公尺\*50 公尺、100 公尺\*100 公尺、250 公尺\*250 公尺網格高程數值模型資料。

**關鍵字：**多音束測深系統、海床特徵物、海域基本圖、數值地形模型、電子航行圖前置資料

# ABSTRACT

Taiwan is surrounded by the sea, total area of its maritime homeland (includes area between internal waters and baseline), territorial sea and the contiguous zone reaches to 80,000 km<sup>2</sup> with plenty of sea resources, thus the maritime affairs has become one of the major focus of future policy and governance in Taiwan. Due to there not yet established a complete view of the domestic sea biography, and lack of mechanisms for data integration sharing of supply, and the remaining threats to the sovereignty of territory comes from neighboring countries, a “Domestic Sea Territory Investigation and Maps Integration Development Plan” (2015-2020) drawn by the Ministry of the Interior and approved by the Executive Yuan in 2014 has budgeted to promote survey works of the base charts of marine area.

There are 2 separate survey and mapping areas this year (2015), and this project focus on those coastal areas above depth of 20 meters around Penghu islands, total area approximately 690 km<sup>2</sup>. The survey works in this project are operated by multibeam echosounder system, and more than 96 % survey data in line with accuracy requirements. Meantime the sea bed features detection and data erasing of the obstruction of aviation security 2 work items are also executed as a test operation in this project, outcome one unidentified shipwreck and one submerged reef was discovered.

Base charts of marine area are the basis for national sea development, providing fundamental information for homeland management, navigational safety and conservation of natural resources. This project not only has completed 117 sheets of 1/5,000 and 11 sheets 1/25,000 basic maps, digital geography layers and establishment of, but also produces digital terrain model with 5m\*5m, 10m\*10m, 20m\*20m, 50m\*50m, 100m\*100m and 250m\*250m 6 different scales.

**Keywords: multibeam echosounder system, sea bed features, base charts of marine area, digital terrain model, pre-data of electronic navigation charts**

# 目錄

摘要.....	I
ABSTRACT.....	II
目錄.....	III
表目錄.....	VI
圖目錄.....	IX
壹、前言.....	1
一、計畫緣起.....	1
二、計畫範圍.....	2
三、工作內容.....	4
貳、作業規劃.....	5
一、潮位觀測站.....	5
二、衛星定位固定站.....	6
三、測線規劃.....	6
四、工作期程.....	8
參、作業範圍特性分析.....	9
一、海域環境概述.....	9
二、海象資料.....	9
肆、執行方法及成果.....	15
一、控制測量.....	16
二、測深系統檢查.....	28
三、海域地形測量.....	51
四、圖資製作成果.....	66
伍、自我檢查方式及處理原則說明.....	81
一、海域數值地形模型檢核.....	81
二、測深資料不確定度計算.....	91
三、數值地理資訊圖層資料.....	97
陸、海床特徵物偵測及有礙航安疑義資料之消除.....	102

一、海床特徵物偵測成果.....	103
二、有礙航安疑義資料.....	133
<b>柒、歷史資料比對分析.....</b>	<b>134</b>
一、比對範圍選定.....	134
二、控制系統.....	136
三、資料精度說明.....	136
三、資料比對分析.....	137
<b>捌、人員配置、作業時間與成本分析.....</b>	<b>141</b>
一、人員配置.....	141
二、主要人員專長與負責項目.....	142
三、作業時間.....	143
四、成本分析.....	144
<b>玖、歷次工作會議結論與追蹤事項辦理情形.....</b>	<b>145</b>
一、第一次工作會議決議及辦理情形.....	145
二、第二次工作會議決議及辦理情形.....	145
三、第三次工作會議決議及辦理情形.....	146
四、第四次工作會議決議及辦理情形.....	146
五、第五次工作會議決議及辦理情形.....	146
六、第六次工作會議決議及辦理情形.....	146
七、第七次工作會議決議及辦理情形.....	146
八、第八次工作會議決議及辦理情形.....	147
九、第九次工作會議決議及辦理情形.....	147
十、第十次工作會議決議及辦理情形.....	147
<b>拾、結論與建議.....</b>	<b>148</b>
一、結論.....	148
二、建議.....	153
<b>參考文獻.....</b>	<b>154</b>
<b>附錄一、歷次工作會議結論與追蹤事項辦理情形</b>	

## 附錄二、總報告審查意見處理情形對照表

### ※附件內容檢附於成果資料電子檔中

附件1. 已知控制點清查結果清冊

附件2. 控制點坐標成果表

附件3. 控制點調查表

附件4-1. 衛星定位測量最小約制網平差報表

附件4-2. 衛星定位測量強制附合網平差報表

附件5. 直接水準觀測計算表

附件6-1. 104 年度水深測量資料蒐集及整理作業-第1次測深系統檢查成果報告

附件6-1-1. 第1次測深系統檢查儀器裝載紀錄表

附件6-1-2. 第1次測深系統檢查成果潮位觀測紀錄表

附件6-1-3. 第1次測深系統檢查成果聲速剖面紀錄表

附件6-2. 104 年度水深測量資料蒐集及整理作業-第2次測深系統檢查成果報告

附件6-2-1. 第2次測深系統檢查儀器裝載紀錄表

附件6-2-2. 第2次測深系統檢查成果潮位觀測紀錄表

附件6-2-3. 第2次測深系統檢查成果聲速剖面紀錄表

附件7-1. 104 年度水深資料蒐集及整理工作-第1 批水深測量資料成果報告

附件7-2. 104 年度水深資料蒐集及整理工作-第2、3批水深測量資料成果報告

附件7-3. 儀器裝載紀錄表

附件7-4. 船隻資訊與音鼓架設相對位置一覽表

附件7-5. 潮位觀測紀錄表

附件7-6. 聲速剖面紀錄表

附件7-7. 104 年度海圖其它敘述性報告

## 表目錄

表 1-1	第 2 作業區作業範圍相關基本資料統計表.....	3
表 1-2	第 2 作業區調查工作項目及數量統計表.....	4
表 2-1	第 2 作業區調查工作項目及數量統計表.....	8
表 3-1	澎湖馬公潮位站歷年潮位統計資料表.....	10
表 3-2	澎湖浮標測站春季波高週期聯合機率表 (2007~2012) ..	11
表 3-3	澎湖浮標測站夏季波高週期聯合機率表 (2007~2012) ..	12
表 3-4	澎湖浮標測站秋季波高週期聯合機率表 (2007~2012) ..	12
表 3-5	澎湖浮標測站冬季波高週期聯合機率表 (2007~2012) ..	12
表 3-6	澎湖浮標測站全年波高週期聯合機率表 (2007~2012) ..	13
表 4-1	控制測量點位數量統計表.....	18
表 4-2	控制點坐標成果表.....	19
表 4-3	已知平面控制點檢測規範.....	20
表 4-4	GNSS 靜態測量作業規範.....	20
表 4-5	衛星定位觀測時段表.....	22
表 4-6	已知控制點檢測成果表.....	22
表 4-7	潮位站高程控制點連測表.....	24
表 4-8	已知高程控制點檢測成果表.....	25
表 4-9	臨時潮位站高程連測表.....	26
表 4-10	Hydrotrac ODOM Bar Check 檢測表.....	32
表 4-11	Reson 7125_No1 檢核測線與全區誤差比較表(正高) ...	40
表 4-12	Reson 7125_No1 檢核測線與全區誤差比較表(橢球高) .	40
表 4-13	Hydrotrac ODOM 檢核測線與全區誤差比較表(正高) ...	41
表 4-14	Hydrotrac ODOM 檢核測線與全區誤差比較表(橢球高) .	42
表 4-15	Reson 7125_No1 檢核測線與全區誤差比較表(正高) ...	43
表 4-16	Reson 7125_No1 檢核測線與全區誤差比較表(橢球高) .	44
表 4-17	Reson 7125_No2 檢核測線與全區誤差比較表(正高) ...	45
表 4-18	Reson 7125_No2 檢核測線與全區誤差比較表(橢球高) .	46
表 4-19	Reson 7125_No1 與 Hydrotrac ODOM 之誤差比較表(正高) .....	48
表 4-20	Reson 7125_No1 與 Hydrotrac ODOM 誤差比較表(橢球高) .....	48
表 4-21	Reson 7125_No1 與 Reson 7125_No2 誤差比較表(正高)	49

表 4-22	Reson 7125_No1 與 Reson 7125_No2 誤差比較表(橢球高)	50
表 4-23	多音束測深作業日期與繳交原始觀測資料檔案對照表	53
表 4-24	疊合測試作業方式	56
表 4-25	數值地形模型成果清冊	67
表 4-26	104 年度數值地形圖成果圖層表	70
表 4-27	104 年度數值地理資訊圖層分類內容說明表	72
表 4-28	數值地理資訊圖層資料建置作業成果清冊	74
表 4-29	澎湖 BM06(赤崁)潮位站潮信表	79
表 5-1	第 1 批檢核測線與測區之誤差比較表(正高系統)	82
表 5-2	第 1 批檢核測線與測區之誤差比較表(橢球高系統)	82
表 5-3	第 2 批檢核測線與測區之誤差比較表(正高系統)	83
表 5-4	第 2 批檢核測線與測區之誤差比較表(橢球高系統)	84
表 5-5	第 3 批檢核測線與測區之誤差比較表(正高系統)	85
表 5-6	第 3 批檢核測線與測區之誤差比較表(橢球高系統)	86
表 5-7	第 1 批測區與第 2 批測區資料重疊區誤差比較表(正高系統)	87
表 5-8	第 1 批測區與第 2 批測區資料重疊區誤差比較表(橢球高系統)	88
表 5-9	第 2 批測區與第 3 批測區資料重疊區誤差比較表(正高系統)	89
表 5-10	第 2 批測區與第 3 批測區資料重疊區誤差比較表(橢球高系統)	90
表 5-11	CARIS HIPS TPU 儀器參數設定一覽表	92
表 5-12	CARIS HIPS TPU 人為因素參數設定一覽表	93
表 5-13	CARIS HIPS TPU 環境因子參數設定一覽表	94
表 5-14	CARIS HIPS TPU 計算資料統計表(第 1 批)	95
表 5-15	CARIS HIPS TPU 計算資料統計表(第 2 批)	95
表 5-16	CARIS HIPS TPU 計算資料統計表(第 3 批)	96
表 6-1	漁業署公告魚礁位置統計表	104
表 6-2	鎖港魚礁詳細資料表	104
表 6-3	大型鋼鐵礁 B 型位置深度資訊表	105
表 6-4	鎖港 D 區魚礁群範圍深度資訊表	106
表 6-5	澎南魚礁詳細資料表	107

表 6-6	澎南魚礁區 A 區魚礁群範圍深度資訊表.....	108
表 6-7	澎南魚礁區 B 區魚礁群範圍深度資訊表.....	109
表 6-8	澎南魚礁區 C 區魚礁群範圍深度資訊表.....	110
表 6-9	澎南魚礁區 D 區魚礁群範圍深度資訊表.....	111
表 6-10	澎南魚礁區 E 區魚礁群範圍深度資訊表.....	112
表 6-11	澎南魚礁區 F 區魚礁群範圍深度資訊表.....	113
表 6-12	錠鈎嶼魚礁詳細資料表.....	114
表 6-13	錠鈎嶼魚礁區 A 區魚礁群範圍深度資訊表.....	115
表 6-14	錠鈎嶼魚礁區 B 區軍艦礁範圍深度資訊表.....	116
表 6-15	後寮北魚礁詳細資料表.....	117
表 6-16	後寮北魚礁區 A 區魚礁群範圍深度資訊表.....	118
表 6-17	後寮北魚礁區 B 區魚礁群範圍深度資訊表.....	119
表 6-18	貓鼻石魚礁詳細資料表.....	120
表 6-19	內垵北魚礁區軍艦礁範圍深度資訊表.....	122
表 6-20	04525 海圖暗礁與現場調查結果一覽表.....	123
表 6-21	航船布告海研五號沈船位置表.....	127
表 6-22	海研五號沈船位置表.....	128
表 6-23	未公告沈船位置表.....	129
表 6-24	海氣象觀測浮標位置調查表.....	133
表 7-1	資料比對區本次測線與檢核測線誤差比較表.....	137
表 7-2	歷史資料與 104 年度資料之誤差比較表.....	139
表 8-1	歷史資料與 104 年度資料之誤差比較表.....	142
表 8-2	104 年度水深測量資料蒐集及整理工作項目及作業時間	143
表 8-3	104 年度水深測量資料蒐集及整理工作成本分析表....	144
表 9-1	104 年度測深系統檢查測線資料密度統計表.....	145

## 圖目錄

圖 1-1	第 2 作業區作業範圍圖.....	2
圖 2-1	潮位站相關位置圖.....	5
圖 2-2	GPS 固定站相關位置圖.....	6
圖 2-3	水深測線規劃圖.....	7
圖 3-1	澎湖馬公潮位站歷年潮位統計資料圖.....	10
圖 3-2	澎湖浮標測站四季波浪波高分布曲線圖 (2007~2012) ..	13
圖 3-3	澎湖浮標測站四季波浪週期分布曲線圖 (2007~2012) ..	13
圖 3-4	臺灣附近海域流況圖.....	14
圖 4-1	水深測量資料蒐集及整理作業流程圖.....	15
圖 4-2	控制點分布圖.....	18
圖 4-3	GNSS 衛星定位測量網形圖.....	23
圖 4-4	GNSS 衛星定位測量作業情形.....	23
圖 4-5	臨時潮位站設置位置圖.....	24
圖 4-6	水準測段及路線圖.....	27
圖 4-7	直接水準作業情形.....	27
圖 4-8	第 1 次測深系統檢查作業區位置圖.....	29
圖 4-9	第 2 次測深系統檢查作業區位置圖.....	29
圖 4-10	第 1 次測深系統檢查測量船隻與儀器照片.....	30
圖 4-11	第 2 次測深系統檢查測量船隻與儀器擺放照片.....	31
圖 4-12	Bar Check 檢校情形.....	32
圖 4-13	Hydrotrac ODOM 實測軌跡圖(04/29).....	35
圖 4-14	Reson 7125_No1 實測軌跡圖(04/28).....	35
圖 4-15	Reson 7125_No1 實測軌跡圖(07/28).....	36
圖 4-16	Reson 7125_No2 實測軌跡圖(07/28).....	36
圖 4-17	Reson 7125_No1 多音束測深成果水深色階圖(04/28) ..	37
圖 4-18	Hydrotrac ODOM 多音束測深成果水深色階圖(04/29) ..	37
圖 4-19	Reson 7125_No1 多音束測深成果水深色階圖(07/28) ..	38
圖 4-20	Reson 7125_No2 多音束測深成果水深色階圖(07/28) ..	38
圖 4-21	Reson 7125_No1 檢核測線與全區誤差分布圖(正高) ...	39
圖 4-22	Reson 7125_No1 檢核測線與全區誤差分布圖(橢球高) .	40
圖 4-23	Hydrotrac ODOM 檢核測線與全區誤差分布圖(正高) ...	41
圖 4-24	Hydrotrac ODOM 檢核測線與全區誤差分布圖(橢球高) .	42

圖 4-25	Reson 7125_No1 檢核測線與全區誤差分布圖(正高) . . .	43
圖 4-26	Reson 7125_No1 檢核測線與全區誤差分布圖(橢球高) .	44
圖 4-27	Reson 7125_No2 檢核測線與全區誤差分布圖(正高) . . .	45
圖 4-28	Reson 7125_No2 檢核測線與全區誤差分布圖(橢球高) .	46
圖 4-29	Reson 7125_No1 與 Hydrotrac ODOM 誤差分布圖(正高)	47
圖 4-30	Reson 7125_No1 與 Hydrotrac ODOM 誤差分布圖(橢球高) .....	48
圖 4-31	Reson 7125_No1 與 Reson 7125_No2 誤差分布圖(正高)	49
圖 4-32	Reson 7125_No1 與 Reson 7125_No2 誤差分布圖(橢球高) .....	50
圖 4-33	水深測量使用船隻與儀器照片.....	51
圖 4-34	水深測量作業流程圖.....	52
圖 4-35	海域地形測量成果多音束航線軌跡圖.....	54
圖 4-36	儀器架設示意圖.....	55
圖 4-37	GPS 天線盤相位中心圖.....	55
圖 4-38	音鼓與姿態儀相位中心圖.....	55
圖 4-39	多音束水深測量疊合測試(左圖)及計算畫面(右圖)....	56
圖 4-40	船隻運動姿態角紀錄曲線圖.....	57
圖 4-41	水深測量 GPS 固定站架設照片.....	58
圖 4-42	臨時潮位站設置位置及潮觀測照.....	59
圖 4-43	潮位曲線比較圖.....	59
圖 4-44	潮位分區圖.....	60
圖 4-45	GPS Tide 計算畫面.....	61
圖 4-46	水深整合計算畫面.....	61
圖 4-47	聲速剖面量測情形(左圖)及聲速剖面圖(右圖).....	61
圖 4-48	多音束相鄰及檢核測線(不同顏色)資料疊合比對、除錯	62
圖 4-49	多音束水深測量資料以 3D 模式資料疊合比對、除錯 . . .	63
圖 4-50	多音束水深測量資料處理流程圖.....	63
圖 4-51	104 年度第 2 作業區全區水深測量成果色階圖(橢球高)	64
圖 4-52	104 年度第 2 作業區全區水深測量成果 3D 色階圖(橢球 高)-1.....	65
圖 4-53	104 年度第 2 作業區全區水深測量成果 3D 色階圖(橢球 高)-2.....	65
圖 4-54	海域數值地形模型 DTM 製作流程圖.....	66

圖 4-55	Surfer 地形模型 DTM 製作設定畫面 .....	67
圖 4-56	數值地形圖製作流程圖.....	69
圖 4-57	104 年度第 2 作業區-數值地形圖成果範例 .....	70
圖 4-58	數值地理資訊圖層及資料建置流程圖.....	71
圖 4-59	數值地理資訊圖層屬性資料格式設定畫面.....	73
圖 4-60	海測清繪圖成果建置示意圖.....	76
圖 4-61	海測清繪圖成果示意圖.....	77
圖 4-62	詮釋資料成果示意圖.....	80
圖 5-1	第 1 批檢核測線與測區之誤差分布圖(正高系統).....	81
圖 5-2	第 1 批檢核測線與測區之誤差分布圖(橢球高系統).....	82
圖 5-3	第 2 批檢核測線與測區之誤差分布圖(正高系統).....	83
圖 5-4	第 2 批檢核測線與測區之誤差分布圖(橢球高系統).....	84
圖 5-5	第 3 批檢核測線與測區之誤差分布圖(正高系統).....	85
圖 5-6	第 3 批檢核測線與測區之誤差分布圖(橢球高系統).....	86
圖 5-7	第 1 批測區與第 2 批測區資料重疊區誤差分布圖(正高系統) .....	87
圖 5-8	第 1 批測區與第 2 批測區資料重疊區誤差分布圖(橢球高系 統).....	88
圖 5-9	第 2 批測區與第 3 批測區資料重疊區誤差分布圖(正高系統) .....	89
圖 5-10	第 2 批測區與第 3 批測區資料重疊區誤差分布圖(橢球高系 統).....	90
圖 5-11	Caris 儀器不確定度參數設定畫面 .....	91
圖 5-12	Caris 人為因素不確定度參數設定畫面 .....	93
圖 5-13	測深儀器固定照片.....	93
圖 5-14	Caris 環境不確定度參數設定畫面 .....	94
圖 6-1	魚礁區位置圖.....	103
圖 6-2	鎖港魚礁區魚礁分布圖.....	105
圖 6-3	鎖港魚礁區大型鋼鐵礁 B 型點雲圖.....	106
圖 6-4	鎖港魚礁區 D 區魚礁群點雲圖.....	107
圖 6-5	澎南魚礁區魚礁分布圖.....	108
圖 6-6	澎南魚礁區 A 區魚礁群點雲圖.....	109
圖 6-7	澎南魚礁區 B 區魚礁群點雲圖.....	110
圖 6-8	澎南魚礁區 C 區魚礁群點雲圖.....	111

圖 6-9	澎南魚礁區 D 區魚礁群點雲圖.....	112
圖 6-10	澎南魚礁區 E 區魚礁群點雲圖.....	113
圖 6-11	澎南魚礁區 F 區魚礁群點雲圖.....	114
圖 6-12	錠鈎嶼魚礁區魚礁分布圖.....	115
圖 6-13	錠鈎嶼魚礁區 A 區魚礁群點雲圖.....	116
圖 6-14	錠鈎嶼魚礁區 B 區軍艦礁點雲圖.....	117
圖 6-15	後寮北魚礁區魚礁分布圖.....	118
圖 6-16	後寮北魚礁區 A 區魚礁群點雲圖.....	119
圖 6-17	後寮北魚礁區 B 區魚礁群點雲圖.....	120
圖 6-18	貓鼻石魚礁區海床現況圖.....	121
圖 6-19	內垵北魚礁區魚礁分布圖.....	121
圖 6-20	內垵北魚礁區軍艦礁點雲圖.....	122
圖 6-21	編號 04525 海圖暗礁位置圖.....	123
圖 6-22	內淺石點雲圖.....	124
圖 6-23	外淺石點雲圖.....	124
圖 6-24	北淺石點雲圖.....	125
圖 6-25	翁公石附近淺礁區色階圖.....	125
圖 6-26	翁公石暗礁點雲圖.....	126
圖 6-27	未公告暗礁點雲圖.....	126
圖 6-28	沈船位置分布圖.....	127
圖 6-29	海研五號點雲圖.....	128
圖 6-30	未公告沈船點雲圖.....	129
圖 6-31	查母嶼及查坡嶼範圍作業軌跡圖.....	130
圖 6-32	姑婆嶼及空殼嶼範圍作業軌跡圖.....	130
圖 6-33	海底纜線佈設深度示意圖.....	131
圖 6-34	東南側海域海底纜線佈設位置與海床現況圖.....	131
圖 6-35	西側海域海底纜線佈設位置與海床現況圖.....	132
圖 6-36	海氣象觀測浮標照片.....	133
圖 7-1	澎湖空載測深光達作業範圍圖.....	134
圖 7-2	104 年度第 2 作業區作業範圍圖.....	135
圖 7-3	資料比對區本次測線與檢核測線誤差分布圖.....	136
圖 7-4	資料網格製作相關設定畫面.....	137
圖 7-5	比對資料網格相減畫面.....	137
圖 7-6	歷史資料比對侵淤色階圖.....	138

圖 7-7	侵淤色階(左圖)與 99 年 9 月地形(右圖)對比圖.....	139
圖 7-8	歷史資料與 104 年度資料檢核成果圖.....	140
圖 8-1	工作人員組織圖.....	141
圖 10-1	山水潮位模式與實測資料比對曲線圖.....	149
圖 10-2	菓葉潮位模式與實測資料比對曲線圖.....	150
圖 10-3	赤崁潮位模式與實測資料比對曲線圖.....	150
圖 10-4	內垵北潮位模式與實測資料比對曲線圖.....	151
圖 10-5	潮位模式與實測資料潮位差值比對曲線圖.....	151

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

目前全球皆重視海洋資源的開發、維護管理與應用，國土由陸域延伸至海洋，拓展各自的領海、鄰接區及專屬的經濟海域，而海域基礎圖資為國土規劃、海洋永續經營與發展之重要參考。有鑑於國內尚未建立完整海域基礎資料，且缺乏資料整合與分享供應之機制，加以周邊國家對於我國領土、大陸礁層或專屬經濟海域之主權、主權權利威脅依舊存在。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，編列海域基本圖測繪工作經費，由內政部國土測繪中心（以下簡稱國土測繪中心）執行。本年度委託自強工程顧問有限公司（以下簡稱本公司）辦理「104 年度水深測量資料蒐集及整理作業」第 2 作業區澎湖周邊海域基本圖測繪工作，提供國土規劃利用，以輔助國家經濟建設發展。

## 二、計畫範圍

本案屬第2作業區，範圍為澎湖群島沿海地區，沿線經吉貝嶼、白沙鄉、湖西鄉、馬公市、西嶼鄉，自澎湖本島水深20公尺以上區域（如圖1-1，圖中20公尺水深線為概略位置），無須辦理岸線測量，共辦理五千分之一比例尺圖幅117幅，測量面積約690平方公里，相關資訊彙整如表1-1。

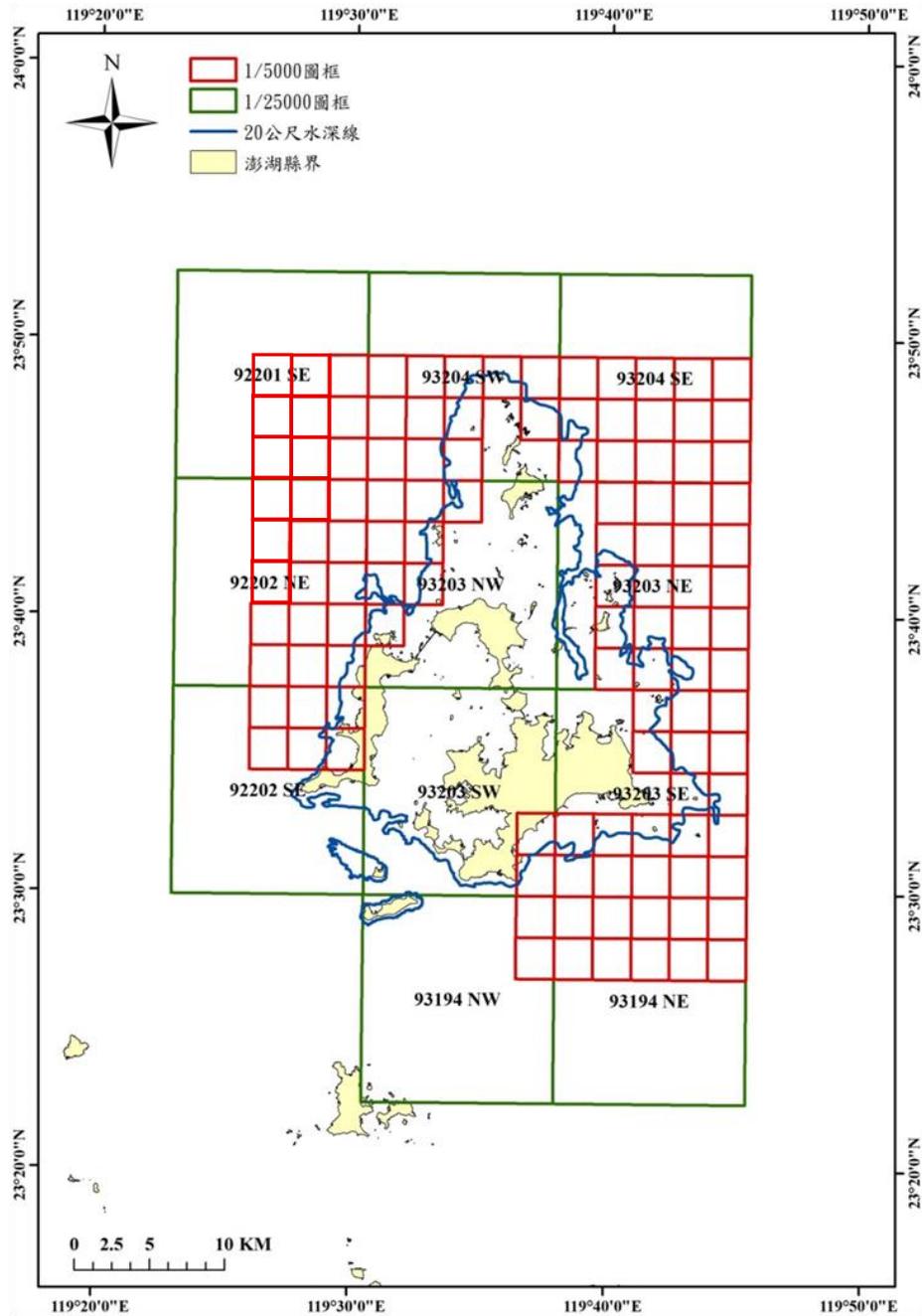


圖1-1 第2作業區作業範圍圖

表 1-1 第 2 作業區作業範圍相關基本資料統計表

多音束水深測量面積及規劃測線				
施測面積	690 平方公里	施測測線	7,895 公里	
五千分之一圖幅號 (共 117 幅)				
92201078	92201079	92201080	92201088	92201089
92201090	92201098	92201099	92201100	92202008
92202009	92202010	92202018	92202019	92202020
92202028	92202029	92202030	92202038	92202039
92202040	92202048	92202049	92202050	92202058
92202059	92202060	92202068	92202069	92202070
93194005	93194006	93194007	93194008	93194009
93194010	93194015	93194016	93194017	93194018
93194019	93194020	93203001	93203002	93203003
93203007	93203008	93203009	93203010	93203011
93203012	93203017	93203018	93203019	93203020
93203021	93203022	93203027	93203028	93203029
93203030	93203031	93203037	93203038	93203039
93203040	93203047	93203048	93203049	93203050
93203058	93203059	93203060	93203068	93203069
93203070	93203079	93203080	93203085	93203086
93203087	93203088	93203089	93203090	93203095
93203096	93203097	93203098	93203099	93203100
93204071	93204072	93204073	93204074	93204075
93204076	93204077	93204078	93204079	93204080
93204081	93204082	93204083	93204085	93204086
93204087	93204088	93204089	93204090	93204091
93204092	93204093	93204096	93204097	93204098
93204099	93204100			
二萬五千分之一圖幅號 (共 11 幅)				
92201SE	92202NE	92202SE	93194NE	
93194NW	93203NE	93203NW	93203SE	
93203SW	93204SE	93204SW		

### 三、工作內容

本案主要工作項目及內容彙整如表 1-2 所列。

表 1-2 第 2 作業區調查工作項目及數量統計表

項次	工作項目	單位	數量	備註
1	已知平面 控制點檢測	點	8	X003、X004、X008、X011、X024、X025、X034、 X036
2	已知高程 控制點檢測	點	13	BS03、BS06、PF04、PF05、PF06、PF09、PF10、 PF11、PF15、SY02、SY03、SY05、SY08
3	新設平面控制點測量 (GPS 岸上固定站)	點	7	BM10、(X003、X008、X011、X025、X034、 X036 等 6 點為三等衛星控制點共用)
4	新設高程控制點測量 (臨時潮位站)	點	11	BM01、BM02、BM03、BM04、BM05、BM06、BM07、 BM08、BM09、BM10、BM11
5	測深系統檢查	台	3	多音束- Reson SeaBat 7125_No1、Reson SeaBat 7125_No2 單音束- Hydrotrac ODOM_10051
6	海域地形測量	平方 公里	690	多音束：690 平方公里
7	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。
8	數值地形圖製作	式	1	1/5000 基本圖 117 幅 1/25000 基本圖 11 幅 詮釋資料
9	數值地理圖層 資料製作	式	1	分別建立圖層檔(*.shp)、專案檔(*.mxd)、 資料庫檔(*.mdb)與詮釋資料檔
10	電子航行圖 前置資料製作	式	1	建立海域清繪圖、水深記錄檔及其他敘述性 資料。
11	海床特徵物偵測及有 礙航安疑義資料之消 除成果報告書	式	1	標示海床特徵物位置、大小尺寸、最淺水深 以及礙航物位置調查。
12	歷史資料比對分析成 果報告書	式	1	比對分析 99 年度空載測深光達成果資料。
13	工作總報告書	式	1	

## 貳、作業規劃

本案調查範圍涵蓋澎湖本島自西嶼鄉外垵沿順時針方向至馬公市鎖港外海水深 20 公尺以上海域，無須辦理岸線測量，測量面積約 690 平方公里，全區採用多音束測深系統施測。

### 一、潮位觀測站

海域測量潮位修正資料主要來源來自作業區附近港灣潮位觀測資料，而影響潮位變化主要除了太陽與月球等引力作用、風、壓等海氣象之影響外，在近岸端還有受到地形遲滯作用。澎湖海岸地形複雜多變，而現有潮位模式在澎湖區域取樣樣本數不足情形下，無法完全依賴現有潮位模式及潮時、差分區，因此本案於澎湖本島沿海及離島設置 11 處臨時潮位觀測站，如圖 2-1 所示，提供水深作業潮位修正之依據，其中選定澎湖本島東(菓葉)、西(內垵北)、南(山水)、北(赤崁)等四處設置長期觀測潮位站，於作業時同步觀測，其餘測站依據作業位置機動設置。



圖2-1 潮位站相關位置圖

## 二、衛星定位固定站

衛星定位固定站設置原則，以作業範圍沿岸半徑 10 公里為原則選定，總計布設 7 站，如圖 2-2，其中大部分採用已知控制點，僅鳥嶼無已知控制點，需新測設(點號：BM10)。

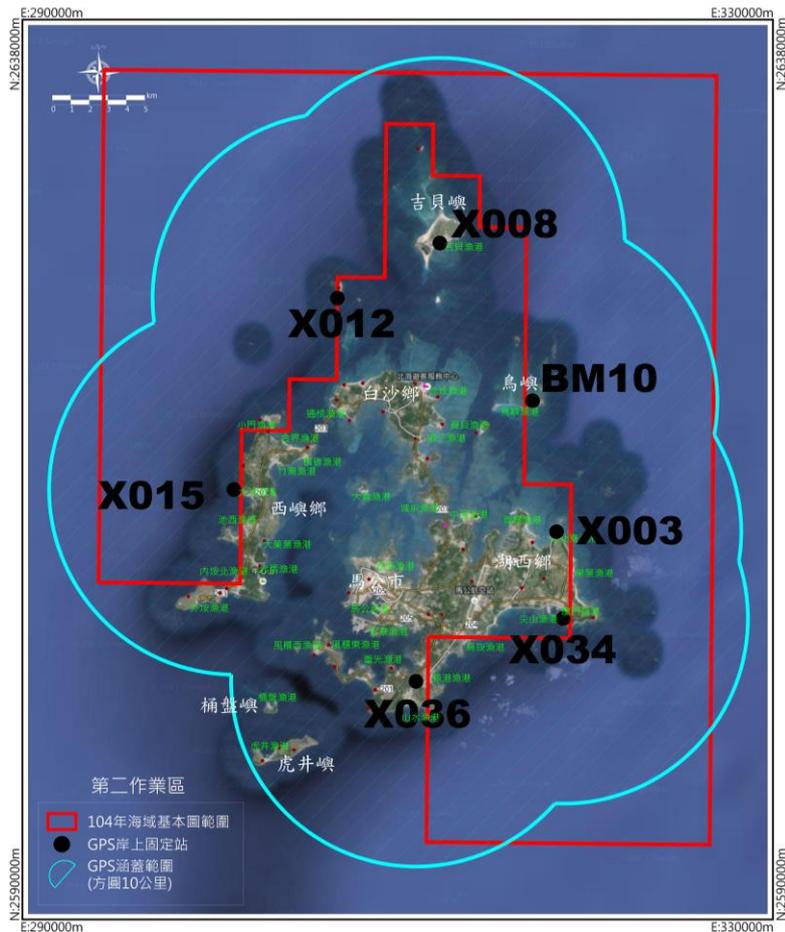


圖2-2 GPS固定站相關位置圖

## 三、測線規劃

1. 本案水深測量以多音束測深系統施測為原則，使用之多音束測深儀解析力皆優於 0.1 公尺。
2. 測線以平行等深線方式並依據五千分之一圖幅範圍規畫為原則。
3. 測線間距依據深度與施測覆蓋率 130%之規定為參考依據。
4. 所有測線至少與檢核測線交錯一次。

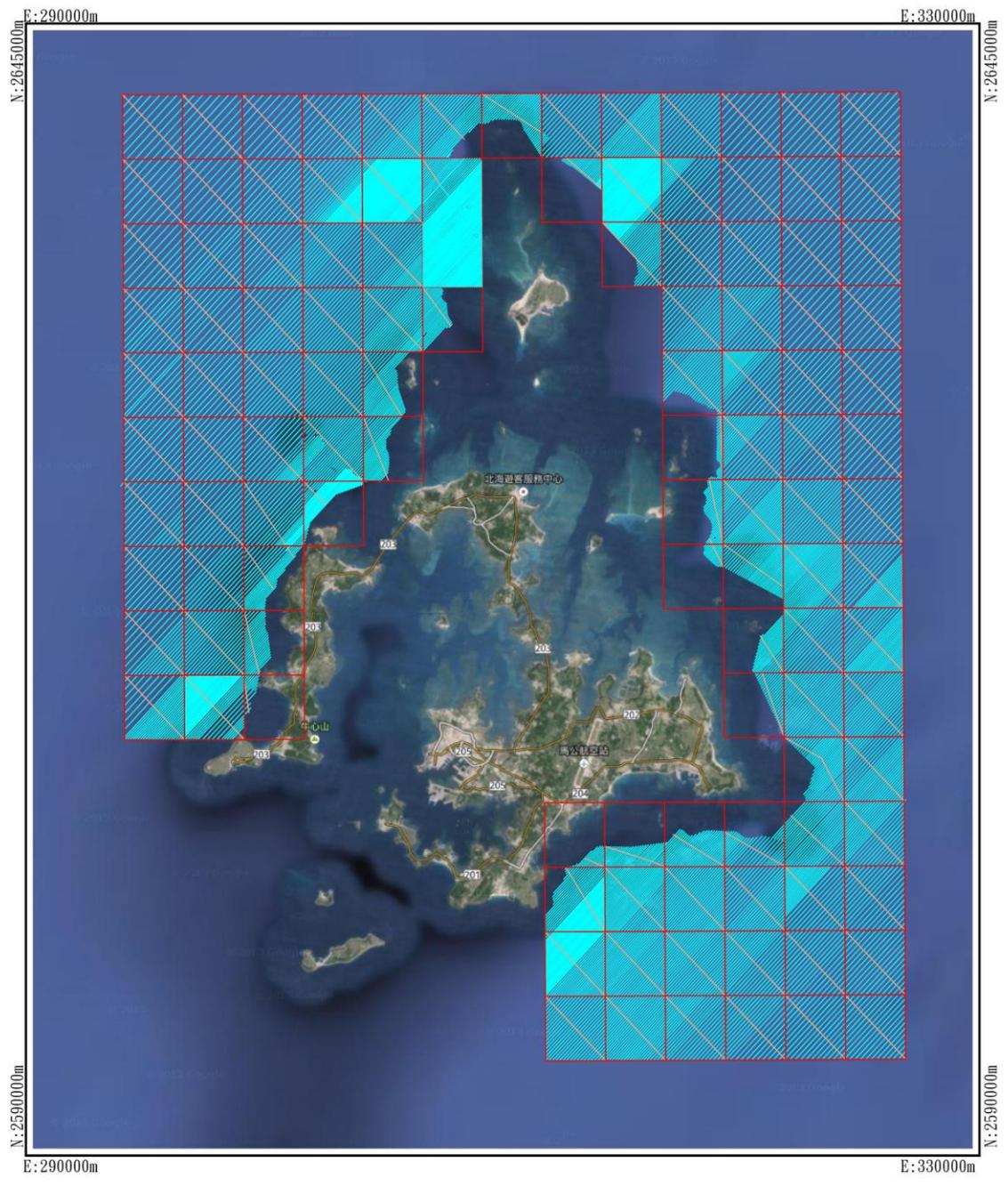


圖2-3 水深測線規劃圖

#### 四、工作期程

本案分為四階段辦理，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 第 2 作業區調查工作項目及數量統計表

階段	成果交付項目	單位	數量		繳交期限		
			書面	電子檔	決標次日起	日期	實際交付日期
第 1 階段	工作計畫書	份	10	3	30 個日曆天	104/04/30	104/04/30
第 2 階段	控制測量、測深系統檢查資料成果	份	3	3	60 個日曆天	104/05/30	104/05/29
	第 1 批海域地形測量 (本案作業範圍 35%以上範圍)	式	3	3	120 個日曆天	104/07/29	104/08/12
第 3 階段	第 2 批海域地形測量 (本案作業範圍 35%以上範圍)	式	3	3	180 個日曆天	104/09/27	104/10/02
	1. 第 3 批海域地形測量 (本案作業範圍扣除第 1 及第 2 批海域地形測量已繳交資料) 2. 海床特徵物偵測及有礙航安疑義資料消除之試辦成果	式	3	3	240 個日曆天	104/11/26	104/12/08
第 4 階段	1. 第 1 批製圖成果(本案作業範圍 50%以上之數值地形模型、數值地形圖) 2. 海床特徵物偵測及有礙航安疑義資料消除之試辦成果	式	-	3	280 個日曆天	105/01/05	105/01/08
	第 2 批製圖成果 (本案測繪範圍扣除第 1 批製圖成果之數值地形模型及數值地形圖，數值地理資訊圖層、電子航行圖前置資料及詮釋資料、歷史資料比對分析)	式	-	3	330 個日曆天	105/02/24	105/05/10
	工作總報告書	份	15	3			
	修正後工作總報告書	份	6	3	於審查通過後發文通知期限內繳交		

## 參、作業範圍特性分析

### 一、海域環境概述

澎湖群島位居臺灣嘉義縣與福建金門縣間，海岸線總長約 320 公里，北端連絡馬祖列島、大陳島、舟山群島，南經東沙群島、南沙群島而達南洋各國。澎湖群島計有大小島嶼 64 座，多數為無人居住小島，極東為查母嶼、極西為花嶼、極北為目斗嶼、極南是七美嶼，而以澎湖本島、白沙嶼及西嶼三島為最大。豐富海洋資源、多變海底景觀、深具地方色彩古蹟建築和特殊玄武岩地形等。



澎湖群島沿海除西南、東南、東側及南側為砂質海岸外，其它地方大多為咾咕石、沉泥及玄武岩層所組成。海岸線相當曲折，除西南、東南側部份海灘留有砂灘外，多為曲折岩礁海岸，亦有港澳設施。部份海灘因港澳設施及開發方案規劃不當，以致砂灘流失、海岸線後退現象，尤以砂質海岸較甚。

### 二、海象資料

#### (一) 潮汐

澎湖潮汐屬於半日潮，潮差 1 公尺，內海受地形影響，可達 3 公尺。中央氣象局在馬公港內設有長期觀測潮位站，統計自 1995 年至 2015 年期間歷年月潮位資料如表 3-1 與圖 3-1 所示。澎湖馬公最高高潮介於 1.023~1.510 公尺之間，最高天文潮介於 1.000~1.349 公尺之間，平均高潮位介於 0.613~0.826 公尺之間，平均潮位介於 -0.515~-0.307 公尺之間，平均低潮位介於 -1.631~-1.386 公尺之間，而最低天文潮則介於 -2.278~-1.867 公尺之間，而最低低潮位則介於 -2.270~-1.960 公尺之間。

表 3-1 澎湖馬公潮位站歷年潮位統計資料表

月份	最高高潮位 暴潮位 (公尺)	最高天文潮 (公尺)	平均高潮位 (公尺)	平均潮位 (公尺)	平均低潮位 (公尺)	最低天文潮 (公尺)	最低低潮位 (公尺)
1	1.128	1.065	0.633	-0.515	-1.631	-2.278	-2.270
2	1.154	1.142	0.631	-0.506	-1.603	-2.109	-2.167
3	1.264	1.136	0.635	-0.494	-1.551	-1.946	-2.157
4	1.170	1.067	0.613	-0.480	-1.546	-1.906	-2.260
5	1.023	1.000	0.630	-0.451	-1.560	-2.091	-2.142
6	1.222	1.003	0.643	-0.444	-1.568	-2.157	-2.216
7	1.392	1.085	0.701	-0.414	-1.574	-2.182	-2.210
8	1.510	1.178	0.776	-0.360	-1.479	-2.099	-2.163
9	1.456	1.219	0.810	-0.310	-1.398	-1.867	-1.990
10	1.465	1.349	0.826	-0.307	-1.386	-1.971	-1.960
11	1.204	1.040	0.742	-0.393	-1.510	-2.101	-2.190
12	1.131	1.051	0.679	-0.470	-1.606	-2.209	-2.250
全年	1.510	1.349	0.695	-0.427	-1.534	-2.278	-2.270

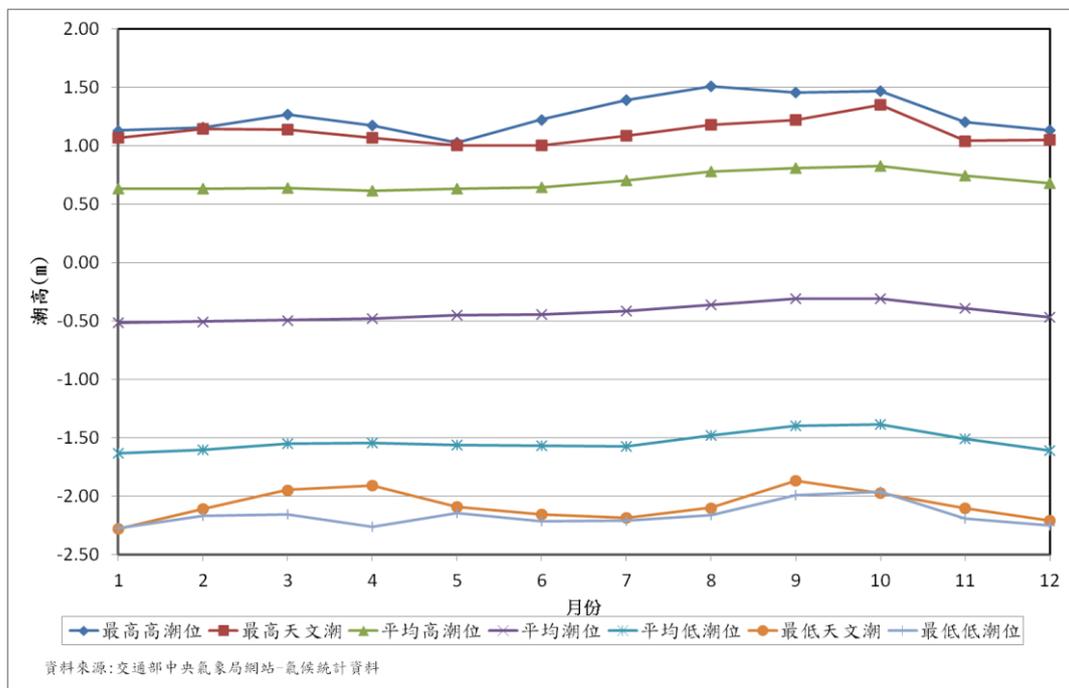


圖3-1 澎湖馬公潮位站歷年潮位統計資料圖

## (二)波浪

澎湖位於臺灣西側臺灣海峽中，主要受到東北季風與西南季風交互作用，依據經濟部水利署於澎湖姑婆嶼北北西方設置之浮標資料，自 2007 年至 2012 年觀測之波高週期進行分析，統計結果如表 3-2 至表 3-6 所示，分別為四季及全年統計結果，由全年統計結果顯示，波高  $H_{1/3}$  以 0.0 公尺~0.5 公尺佔最多，佔全部之 29.1%，週期  $T_{1/3}$  以 5.0 秒至 5.5 秒為最多，佔全部之 21.9%。

於資料觀測期間（2007 年至 2012 年間）最大波高為 6.84 公尺其週期為 8.4 秒，而最大週期為 9.6 秒其波高為 6.19 公尺。

另將各季（春 04-06 月、夏 07-09 月、秋 10-12 月、冬 01-03 月）波高週期機率分布統計資料彙整後繪製成波高超值累積曲線圖（圖 3-2），由圖上可得知澎湖地區示性波高以冬季為最大（2.0~2.5 公尺佔全部之 19.1%），夏季為最小（0.0~0.5 公尺佔全部之 67.5%）；另由各季週期分布圖（圖 3-3）可得知，夏季示性週期較短，以 4.0~4.5 秒佔全部之 31.7% 為最多，而冬季為最長，以 5.5~6.0 秒佔全部之 23.5% 為最多。

因此，較適合海域水深測量之作業期間落在春、夏兩季，即每年 4 月至 8 月之間，此即是本案執行海域水深測量最佳時機。

**表 3-2 澎湖浮標測站春季波高週期聯合機率表（2007~2012）**

$T_{1/3}(s) \backslash H_{1/3}(m)$	0~3	3~3.5	3.5~4	4~4.5	4.5~5	5~5.5	5.5~6	6~6.5	6.5~7	7~10	>10	合計 (%)	累計 (%)
0~0.5	-	0.6%	3.1%	10.3%	10.8%	3.9%	0.5%	0.0%	-	-	-	29.2%	29.2%
0.5~1	-	0.1%	0.6%	4.5%	10.1%	5.7%	1.3%	0.1%	-	-	-	22.4%	51.6%
1~1.5	-	-	0.0%	0.3%	5.7%	8.4%	1.6%	0.1%	-	-	-	16.1%	67.7%
1.5~2	-	-	-	-	0.9%	6.9%	4.7%	0.3%	0.0%	-	-	12.8%	80.5%
2~2.5	-	-	-	-	0.0%	1.2%	5.7%	2.2%	0.1%	-	-	9.2%	89.7%
2.5~3	-	-	-	-	-	-	1.0%	3.6%	0.8%	-	-	5.4%	95.1%
3~4	-	-	-	-	0.0%	-	-	1.4%	2.3%	0.7%	-	4.4%	99.5%
>4	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1%	0.4%	-	0.5%	100.0%
合計 (%)	0.0%	0.7%	3.7%	15.1%	27.5%	26.1%	14.8%	7.7%	3.3%	1.1%	0.0%	100.0%	---
累計 (%)	0.0%	0.7%	4.4%	19.5%	47.0%	73.1%	87.9%	95.6%	98.9%	100.0%	100.0%	---	---

【註1】：波高 $H_{1/3}$ 介於0.0m~0.5m佔29.2%。週期 $T_{1/3}$ 介於4.5秒~5.0秒佔27.5%。

【註2】：波高 $H_{1/3}$ 平均值=1.19m。最大波高 $H_{1/3}$ =5.07。週期為8.6秒。

【註3】： $H_{1/3}$ 小於1m佔51.6%。 $H_{1/3}$ 介於1~2m佔28.9%。 $H_{1/3}$ 大於2m佔19.5%。

【註4】： $T_{1/3}$ (秒)小於4佔4.4%；4~6佔83.5%；6~10佔12.1%；大於10佔0.0%。

【註5】：資料每小時記錄一次，合計11291筆(13248)。

**表 3-3 澎湖浮標測站夏季波高週期聯合機率表 (2007~2012)**

$H_{1/3}(m) \backslash T_{1/3}(s)$	0~3	3~3.5	3.5~4	4~4.5	4.5~5	5~5.5	5.5~6	6~6.5	6.5~7	7~10	>10	合計 (%)	累計 (%)
0~0.5	-	1.4%	14.9%	25.4%	18.2%	6.2%	1.2%	0.1%	0.1%	0.0%	-	67.5%	67.5%
0.5~1	-	0.0%	1.4%	5.9%	7.9%	5.0%	2.2%	0.7%	0.1%	0.0%	-	23.2%	90.7%
1~1.5	-	-	0.0%	0.4%	2.1%	1.6%	0.6%	0.2%	0.0%	0.1%	-	5.0%	95.7%
1.5~2	-	-	-	-	0.4%	1.2%	0.6%	0.1%	0.0%	0.0%	-	2.3%	98.0%
2~2.5	-	-	-	-	0.0%	0.3%	0.6%	0.1%	0.1%	0.0%	-	1.1%	99.1%
2.5~3	-	-	-	-	-	0.0%	0.2%	0.2%	0.1%	0.0%	-	0.5%	99.6%
3~4	-	-	-	-	-	-	0.0%	0.1%	0.1%	0.2%	-	0.4%	100.0%
>4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0%	-	0.0%	100.0%
合計 (%)	0.0%	1.4%	16.3%	31.7%	28.6%	14.3%	5.4%	1.5%	0.5%	0.3%	0.0%	100.0%	---
累計 (%)	0.0%	1.4%	17.7%	49.4%	78.0%	92.3%	97.7%	99.2%	99.7%	100.0%	100.0%	---	---

【註1】：波高 $H_{1/3}$ 介於0.0m~0.5m佔67.5%。週期 $T_{1/3}$ 介於4.0秒~4.5秒佔31.7%。

【註2】：波高 $H_{1/3}$ 平均值=0.5m。最大波高 $H_{1/3}$ =5.36。週期為8秒。

【註3】： $H_{1/3}$ 小於1m佔90.7%。 $H_{1/3}$ 介於1~2m佔7.3%。 $H_{1/3}$ 大於2m佔2.0%。

【註4】： $T_{1/3}$ (秒)小於4佔17.7%；4~6佔80.0%；6~10佔2.3%；大於10佔0.0%。

【註5】：資料每小時記錄一次。合計11228筆(12721)。

**表 3-4 澎湖浮標測站秋季波高週期聯合機率表 (2007~2012)**

$H_{1/3}(m) \backslash T_{1/3}(s)$	0~3	3~3.5	3.5~4	4~4.5	4.5~5	5~5.5	5.5~6	6~6.5	6.5~7	7~10	>10	合計 (%)	累計 (%)
0~0.5	-	0.1%	0.9%	3.6%	4.1%	2.6%	0.8%	0.0%	0.0%	-	-	12.1%	12.1%
0.5~1	-	0.0%	0.2%	3.0%	6.2%	4.6%	2.1%	0.7%	0.2%	0.0%	-	17.0%	29.1%
1~1.5	-	-	0.0%	0.4%	5.1%	7.7%	2.3%	0.6%	0.2%	0.1%	-	16.4%	45.5%
1.5~2	-	-	-	-	0.9%	8.7%	6.0%	0.8%	0.1%	0.1%	-	16.6%	62.1%
2~2.5	-	-	-	-	0.0%	2.0%	10.4%	3.6%	0.2%	0.0%	-	16.2%	78.3%
2.5~3	-	-	-	-	-	0.0%	2.3%	6.7%	1.4%	0.1%	-	10.5%	88.8%
3~4	-	-	-	-	-	-	0.1%	2.2%	4.2%	1.8%	-	8.3%	97.1%
>4	-	-	-	-	-	-	-	0.0%	0.3%	2.6%	-	2.9%	100.0%
合計 (%)	0.0%	0.1%	1.1%	7.0%	16.3%	25.6%	24.0%	14.6%	6.6%	4.7%	0.0%	100.0%	---
累計 (%)	0.0%	0.1%	1.2%	8.2%	24.5%	50.1%	74.1%	88.7%	95.3%	100.0%	100.0%	---	---

【註1】：波高 $H_{1/3}$ 介於0.5m~1.0m佔17.0%。週期 $T_{1/3}$ 介於5.0秒~5.5秒佔25.6%。

【註2】：波高 $H_{1/3}$ 平均值=1.72m。最大波高 $H_{1/3}$ =6.84。週期為8.4秒。

【註3】： $H_{1/3}$ 小於1m佔29.1%。 $H_{1/3}$ 介於1~2m佔33.0%。 $H_{1/3}$ 大於2m佔37.9%。

【註4】： $T_{1/3}$ (秒)小於4佔1.2%；4~6佔72.9%；6~10佔25.9%；大於10佔0.0%。

【註5】：資料每小時記錄一次。合計10649筆(10920)。

**表 3-5 澎湖浮標測站冬季波高週期聯合機率表 (2007~2012)**

$H_{1/3}(m) \backslash T_{1/3}(s)$	0~3	3~3.5	3.5~4	4~4.5	4.5~5	5~5.5	5.5~6	6~6.5	6.5~7	7~10	>10	合計 (%)	累計 (%)
0~0.5	-	0.1%	1.2%	3.0%	2.2%	0.8%	0.2%	0.0%	-	-	-	7.5%	7.5%
0.5~1	-	-	0.6%	4.2%	5.2%	2.0%	0.4%	0.1%	-	-	-	12.5%	20.0%
1~1.5	-	-	-	0.7%	5.7%	6.5%	1.1%	0.0%	-	-	-	14.0%	34.0%
1.5~2	-	-	-	-	1.4%	10.0%	6.6%	0.3%	0.0%	-	-	18.3%	52.3%
2~2.5	-	-	-	-	0.0%	2.3%	12.1%	4.6%	0.1%	0.0%	-	19.1%	71.4%
2.5~3	-	-	-	-	-	0.0%	3.0%	8.7%	2.1%	0.1%	-	13.9%	85.3%
3~4	-	-	-	-	0.0%	-	0.1%	2.9%	6.6%	2.1%	-	11.7%	97.0%
>4	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4%	2.6%	-	3.0%	100.0%
合計 (%)	0.0%	0.1%	1.8%	7.9%	14.5%	21.6%	23.5%	16.6%	9.2%	4.8%	0.0%	100.0%	---
累計 (%)	0.0%	0.1%	1.9%	9.8%	24.3%	45.9%	69.4%	86.0%	95.2%	100.0%	100.0%	---	---

【註1】：波高 $H_{1/3}$ 介於2.0m~2.5m佔19.1%。週期 $T_{1/3}$ 介於5.5秒~6.0秒佔23.5%。

【註2】：波高 $H_{1/3}$ 平均值=1.96m。最大波高 $H_{1/3}$ =5.96。週期為7.8秒。

【註3】： $H_{1/3}$ 小於1m佔20.0%。 $H_{1/3}$ 介於1~2m佔32.3%。 $H_{1/3}$ 大於2m佔47.7%。

【註4】： $T_{1/3}$ (秒)小於4佔1.9%；4~6佔67.5%；6~10佔30.6%；大於10佔0.0%。

【註5】：資料每小時記錄一次。合計11741筆(12264)。

表 3-6 澎湖浮標測站全年波高週期聯合機率表 (2007~2012)

$H_{1/3}(m)$ \ $T_{1/3}(s)$	$T_{1/3}(s)$											合計 (%)	累計 (%)	
	0~3	3~3.5	3.5~4	4~4.5	4.5~5	5~5.5	5.5~6	6~6.5	6.5~7	7~10	>10			
0~0.5	-	0.5%	5.0%	10.7%	8.9%	3.3%	0.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-	29.1%	29.1%
0.5~1	-	0.0%	0.7%	4.4%	7.4%	4.3%	1.5%	0.4%	0.1%	0.0%	-	-	18.8%	47.9%
1~1.5	-	-	0.0%	0.5%	4.6%	6.1%	1.4%	0.2%	0.0%	0.0%	-	-	12.8%	60.7%
1.5~2	-	-	-	-	0.9%	6.8%	4.5%	0.4%	0.0%	0.0%	-	-	12.6%	73.3%
2~2.5	-	-	-	-	0.0%	1.4%	7.3%	2.6%	0.1%	0.0%	-	-	11.4%	84.7%
2.5~3	-	-	-	-	-	0.0%	1.6%	4.8%	1.1%	0.1%	-	-	7.6%	92.3%
3~4	-	-	-	-	0.0%	-	0.0%	1.6%	3.3%	1.2%	-	-	6.1%	98.4%
>4	-	-	-	-	-	-	-	0.0%	0.2%	1.4%	-	-	1.6%	100.0%
合計 (%)	0.0%	0.5%	5.7%	15.6%	21.8%	21.9%	17.0%	10.0%	4.8%	2.7%	0.0%	-	100.0%	---
累計 (%)	0.0%	0.5%	6.2%	21.8%	43.6%	65.5%	82.5%	92.5%	97.3%	100.0%	100.0%	---	---	---

【註1】：波高 $H_{1/3}$ 介於0.0m~0.5m佔29.1%。週期 $T_{1/3}$ 介於5.0秒~5.5秒佔21.9%。

【註2】：波高 $H_{1/3}$ 平均值=1.34m。最大波高 $H_{1/3}$ =6.84。週期為8.4秒。

【註3】： $H_{1/3}$ 小於1m佔47.9%。 $H_{1/3}$ 介於1~2m佔25.4%。 $H_{1/3}$ 大於2m佔26.7%。

【註4】： $T_{1/3}$ (秒)小於4佔6.2%；4~6佔76.3%；6~10佔17.5%；大於10佔0.0%。

【註5】：資料每小時記錄一次，合計44909筆(49153)。

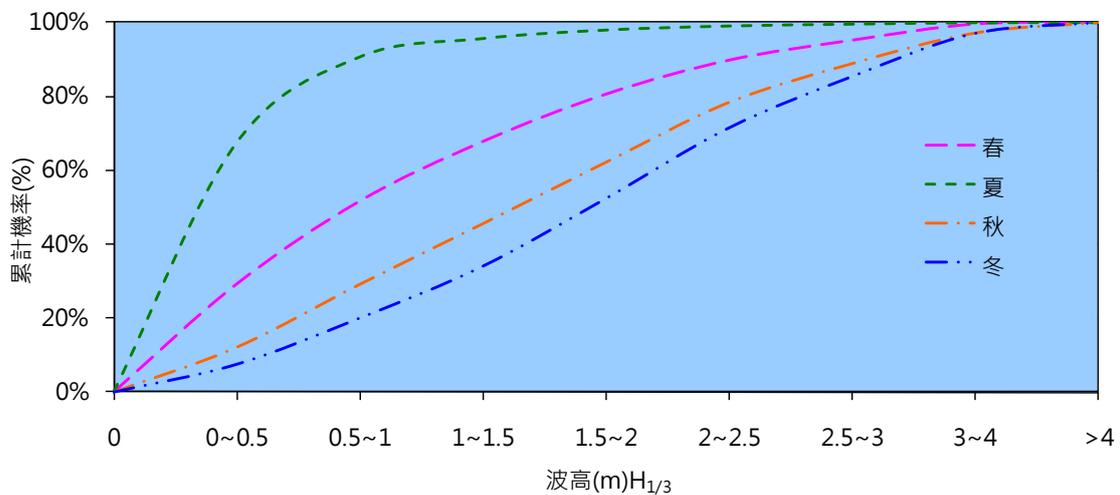


圖3-2 澎湖浮標測站四季波浪波高分布曲線圖 (2007~2012)

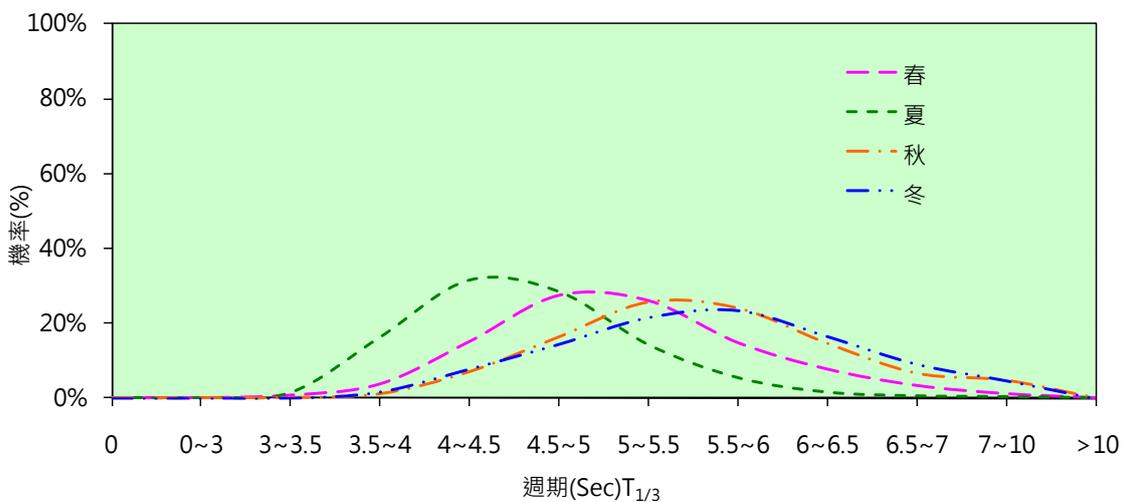


圖3-3 澎湖浮標測站四季波浪週期分布曲線圖 (2007~2012)

### (三)流況

澎湖群島及其附近海域海流主要受到中國沿岸流、黑潮支流、南中國海季風流所影響，海流平均流速約在 2~5 節(knot)。

夏季時受西南季風和南海表層流牽引南海季風流與黑潮支流匯合沿臺灣海峽向北，冬季時東北季風吹送中國沿岸流由北向南流經臺灣海峽至澎湖與由南向北黑潮支流聚合後往南流，如圖 3-4 所示。流向通常為漲潮向北，退潮向南，當潮流環繞島嶼轉向時，航道及諸島間水流之流向亦變。

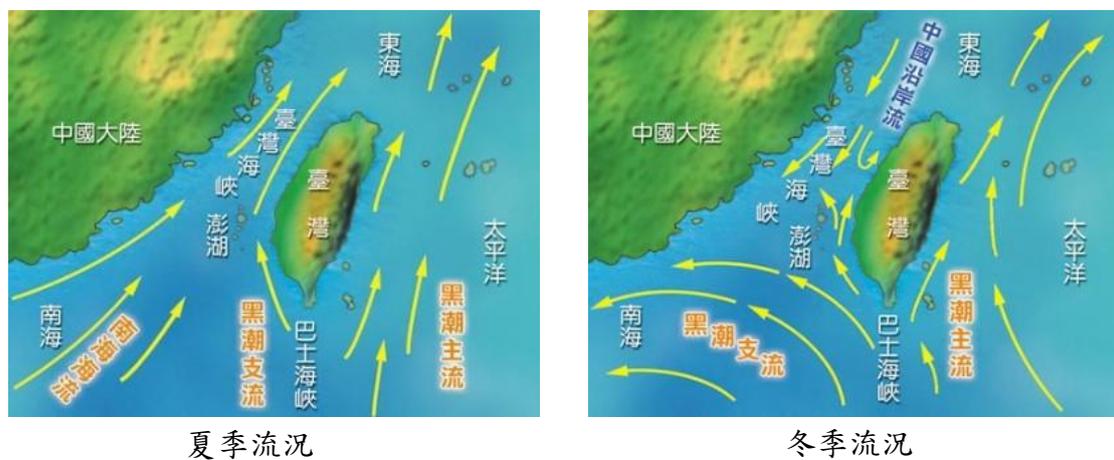


圖3-4 臺灣附近海域流況圖

## 肆、執行方法及成果

本案無需辦理岸線測量，工作執行方法與作業流程如圖 4-1，茲就控制測量、測深系統檢查、海域地形測量、海床特徵物偵測及有礙航安疑義資料調查、圖資成果製作等作業方法說明如下：

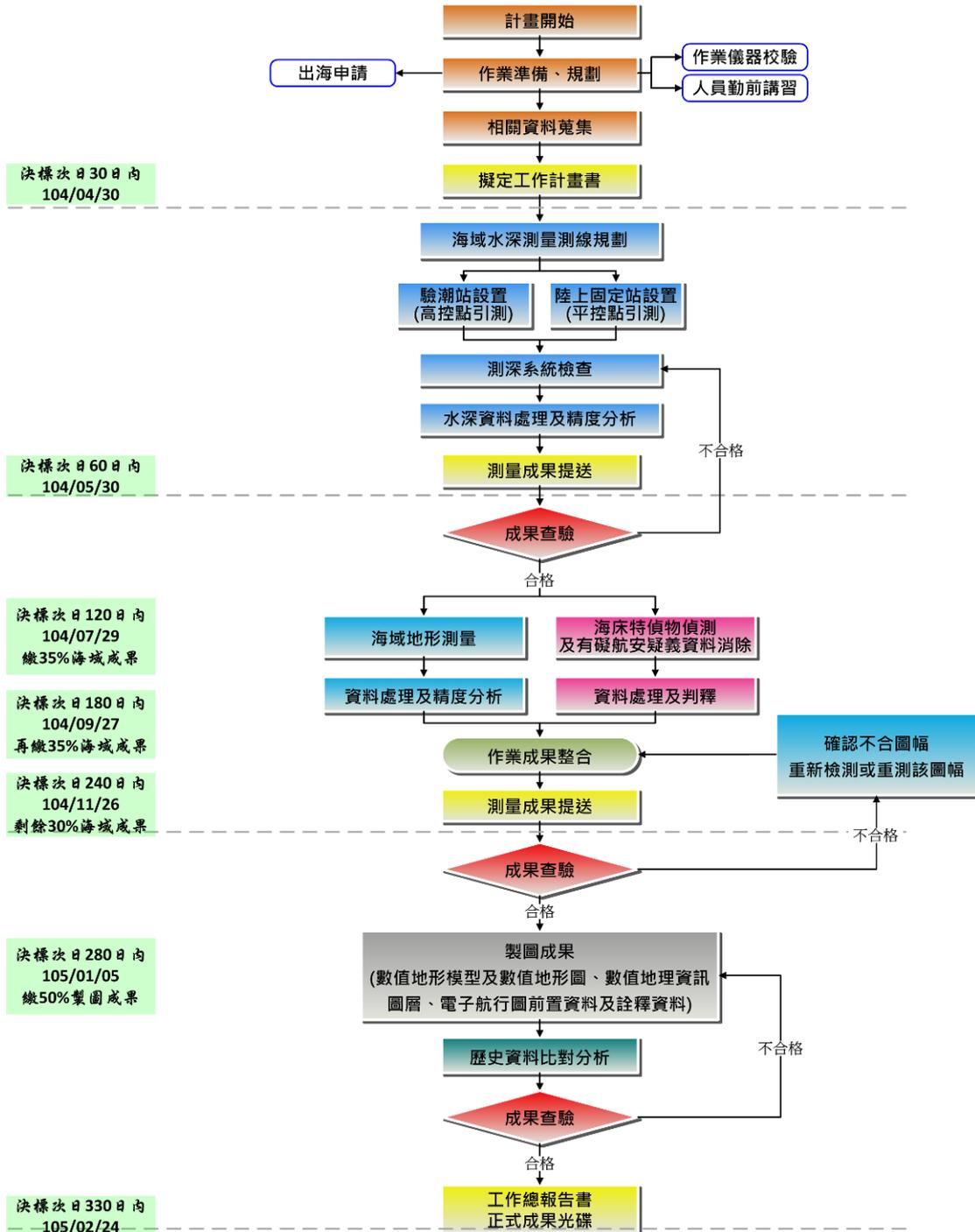


圖4-1 水深測量資料蒐集及整理作業流程圖

## 一、控制測量

本案在進行水深測量作業前，需先進行已知控制點清查、GPS 岸上固定站設置、臨時潮位站設置、平面及高程控制測量（含已知點檢測）等工作，上述作業完成後再依續進行水深測量及測量後成果圖資製作等後續工作。

### (一)控制系統

本案控制測量及海域地形測量作業所用平面及高程坐標系統，依據中央主管機關公告之測量基準與參考系統實施，現行澎湖等離島地區國家坐標系統為一九九七坐標系統（簡稱 **TWD97**），投影方式，採用橫麥卡托投影經差二度分帶，其中央子午線定於東經 119 度，投影原點向西平移 250,000 公尺，中央子午線尺度比為 0.9999。高程系統則依據「九十三年度離島一等水準點埋設及其水準、衛星定位、重力測量工作」之測量成果（簡稱**離島一等水準系統**），澎湖地區以馬公港平均海水面為零公尺起算。平面坐標及高程數值以公尺為單位，計算至公厘止。

1. 平面基準：採內政部公告之 TWD97 二度分帶坐標系統。
2. 高程基準：採用內政部離島一等水準系統。

### (二)控制點清查及選點

1. 為配合水深測量定位及臨時潮位觀測架站需求，在測區周邊清查已知控制點進行檢測，並布設平面及高程控制點。
2. 依水深測量作業範圍規劃，以控制點與水深測線之距離不超過 10 公里為原則來布設，經上述條件選擇 7 處地點布設新設平面控制點，分別為 BM10、X003、X008、X011、X025、X034、X036 等 7 點，除 BM10 為新點外，其餘 6 點為三等衛星控制點共用點)。
3. 新設置高程控制點，主要用途為設置臨時潮位站所需，將已知高程引測至潮位站設置的高程控制點上，依此量測之潮位高程才能與陸上高程系統一致，歸算後的海域地形成果才得以在同一高程基準下與陸域圖資作整合。

4. 澎湖海岸地形複雜多變，且潮區劃分不明確，而測區附近既有臺灣港務股份有限公司高雄港務分公司設置的尖山漁港潮位站。由於測區幾乎包含整個澎湖本島及吉貝嶼外海，因此於測區沿岸及離島設置 11 處臨時潮位觀測站，潮位測站分布詳見前圖 2-1，如此設置使得水深資料透過雙潮位修正能更符合實際情況。
5. 展繪澎湖海岸附近內政部及國土測繪中心所建置的一至三等衛星控制點及離島一等水準點，點位分布情形如圖 4-2。首先清查涵蓋測區範圍及其毗鄰區域之已知控制點，本計畫選用三等衛星控制點作為已知平面控制點，離島一等水準點作為已知高程控制點，並於 104/04/17 至 104/04/22 派員清查三等衛星控制點 8 點及一等水準點 13 點共計 21 點，並清查結果彙整成已知控制點清查結果清冊，記載點號、點位類別及等級、樁標種類、樁標現況及備註說明等，詳見**成果資料電子檔**「附件 1. 已知控制點清查結果清冊」。
6. 本案檢測已知平面控制點 8 點、高程控制點 13 點，經檢測無誤後作為本案已知平面或高程控制依據，同時新設控制固定站 1 點及臨時潮位觀測站 11 點等，資料彙整如表 4-1，表中記載各類控制點類別、數量、點號及施測方式等。各類控制點經平差計算後之坐標成果，請參閱表 4-2 或**成果資料電子檔**「附件 2. 控制點坐標成果表」；已知及新設控制點之調查表(樁位指示圖)，請參閱**成果資料電子檔**「附件 3. 控制點調查表」。詳細相關的控制測量作業說明如後所述。



表 4-2 控制點坐標成果表

點號	TWD97坐標		正高(H)	橢球高(h)	控制點類別	控制點等級(公告年份)	施測方式	
	縱坐標(N)	橫坐標(E)					平面	高程
X003	2610643.807	318588.652	4.234	23.361	已知平面控制點 與平面控制點共用	三等衛星控制點(90年)	GNSS靜態	直接水準
X004	2618493.974	311470.317	3.031	21.810	已知平面控制點	三等衛星控制點(90年)	GNSS靜態	直接水準
X008	2626232.205	312281.166	4.015	22.518	已知平面控制點 與平面控制點共用	三等衛星控制點(90年)	GNSS靜態	GNSS靜態
X011	2623810.943	306784.229	14.554	32.840	已知平面控制點 與平面控制點共用	三等衛星控制點(90年)	GNSS靜態	GNSS靜態
X024	2610974.272	312566.227	5.548	24.502	已知平面控制點	三等衛星控制點(90年)	GNSS靜態	GNSS靜態
X025	2612920.433	301140.212	17.034	35.430	已知平面控制點 與平面控制點共用	三等衛星控制點(90年)	GNSS靜態	GNSS靜態
X034	2605953.442	318947.000	6.455	25.660	已知平面控制點 與平面控制點共用	三等衛星控制點(90年)	GNSS靜態	直接水準
X036	2602556.417	310987.410	15.032	34.175	已知平面控制點	三等衛星控制點(90年)	GNSS靜態	GNSS靜態
BS03	--	--	7.516	26.135	已知高程控制點	一等水準點(93年)		直接水準
BS06	--	--	1.420	20.226	已知高程控制點	一等水準點(93年)		直接水準
PF04	--	--	19.332	38.356	已知高程控制點	一等水準點(93年)		直接水準
PF05	--	--	4.303	23.311	已知高程控制點	一等水準點(93年)		直接水準
PF06	--	--	18.873	37.841	已知高程控制點	一等水準點(93年)		直接水準
PF09	--	--	22.705	41.779	已知高程控制點	一等水準點(93年)		直接水準
PF10	--	--	25.017	44.111	已知高程控制點	一等水準點(93年)		直接水準
PF11	--	--	4.701	23.868	已知高程控制點	一等水準點(93年)		直接水準
PF15	--	--	8.909	27.984	已知高程控制點	一等水準點(93年)		直接水準
SY02	--	--	25.983	44.519	已知高程控制點	一等水準點(93年)		直接水準
SY03	--	--	26.922	45.430	已知高程控制點	一等水準點(93年)		直接水準
SY05	--	--	28.846	47.413	已知高程控制點	一等水準點(93年)		直接水準
SY08	--	--	5.057	23.651	已知高程控制點	一等水準點(93年)		直接水準
BM01(山水)	--	--	1.734	-	新設高程控制點	山水漁港臨時潮位站		直接水準
BM02(烏炭)	--	--	2.115	-	新設高程控制點	烏炭漁港臨時潮位站		直接水準
BM03(龍門)	2606340.390	318861.478	1.929	21.114	新設高程控制點	龍門漁港臨時潮位站	GNSS靜態	直接水準
BM04(菓葉)	2608489.738	319484.026	2.548	21.733	新設高程控制點	菓葉漁港臨時潮位站	GNSS靜態	直接水準
BM05(南北寮)	--	--	1.977	-	新設高程控制點	南北寮漁港臨時潮位站		直接水準
BM06(赤炭)	--	--	1.949	-	新設高程控制點	赤炭漁港臨時潮位站		直接水準
BM07(小門)	--	--	2.148	-	新設高程控制點	小門漁港臨時潮位站		直接水準
BM08(池西)	--	--	2.380	-	新設高程控制點	池西漁港臨時潮位站		直接水準
BM09(內垵北)	2608047.089	301098.118	2.158	20.809	新設高程控制點	內垵北漁港臨時潮位站	GNSS靜態	直接水準
BM10(烏嶼)	2617594.354	316919.544	2.111	20.995	新設平面控制點 新設高程控制點	烏嶼漁港臨時潮位站	GNSS靜態	GNSS靜態
BM11(吉貝)	2626304.820	312232.606	2.261	20.744	新設高程控制點	吉貝漁港臨時潮位站	GNSS靜態	GNSS靜態

### (三)平面控制測量

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

1. 已知平面控制點檢測項目為檢測兩相鄰已知點位間之平面距離與橢球高差，並與公告坐標反算之水平距離與橢球高差比較，檢測標準如表 4-3。

表 4-3 已知平面控制點檢測規範

檢測方法	檢測標準
GNSS 靜態測量	1. 距離不大於5公里時，檢測平面距離較差、橢球高差與距離之比值不大於二萬分之一。 2. 距離大於5公里時，檢測平面距離較差、橢球高差不大於28公分+6*ppm*L，L為點位間之公里數。

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

表 4-4 GNSS 靜態測量作業規範

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

3. 本案選擇已知平面控制點為「X003、X004、X008、X011、X024、X025、X034、X036」等 8 點，新設平面控制點「BM10」1 點，共計施測 9 點。

4. 本次主要採用 Trimble 5700、NetSurv3000VSR、LEICA SYSTEM 500 型與 Javad TRIUMPH-1 等 4 種不同廠牌大地測量雙頻衛星接收儀進行觀測，觀測基線長標準誤差小於 5 毫米+1ppm。

5. 分別於 104/04/18、104/04/20 與 104/04/21 等 3 日，以 6~7 台

雙頻衛星定位儀，採蛙跳方式分 4 個觀測時段完成澎湖本島、吉貝嶼與鳥嶼控制測量連測，觀測時段表如表 4-5 所示。同一時段所有接收儀連續且同步觀測至少達 60（含）分鐘以上，觀測取樣間隔為 5 秒，點位精度因子(PDOP)數值在 5 以內，點位遮蔽角以小於 15 度為原則。

6. 施行 GNSS 衛星定位測量時，同時填寫觀測記錄表，記錄施測點名、點號、量測之天線高、儀器接收之起迄時間、衛星訊號接收狀況、點位透空情況及點位周遭環境(是否有廣播電臺、雷達站、微波站、高壓電塔等)。
7. 新設控制點與已知控制點連成網系，同一網系內相鄰距離最短點位間，除具備基線觀測量，網系亦有多餘觀測。先以最小約制(自由網)平差計算及進行觀測量偵錯、改正或剔除錯誤後，再進行強制附合至已知控制點平差。
8. 資料處理採 Trimble Business Center 軟體，先解算同時段兩點間平面基線向量，檢核基線是否符合設定之精度，在進行最小約制網平差，剔除精度較差之基線，使所有基線平差後精度要求均符合作業規範。
9. 經過最小約制網平差計算偵錯後之成果，強制附合於檢測通過之 8 個已知平面控制點，以求得新設平面控制 BM10 之坐標，因本案澎湖各離島並無水準點可茲引測，因此 BM10(鳥嶼)與 BM11(吉貝)兩點高程採用 GNSS 靜態觀測方式，自澎湖本島一等水準點引測高程。
10. 已知平面控制點檢測結果，經原坐標反算角度、距離與自由網平差計算結果比較，其角度較差值需小於 20 秒、距離較差(經傾斜、化歸至平均海水面及尺度比改正後)需小於二萬分之一才可視為合格。檢測結果如表 4-6 所列，選用的 8 個已知控制點皆符合規範要求，可作為本案之已知平面控制基準。

表 4-5 衛星定位觀測時段表

4月18日	點號	X025	X011	X003	X008	BM11	X034	BM10
	儀器	NetSurv 3000VSR	Javad TRIUMPH-1	Trimble 5700	Leica SR530	Javad TRIUMPH-1	Trimble 5700	NetSurv 3000VSR
	天線型式	NSGPS-702	TRIUMPH-1	Zephyr	AT502	TRIUMPH-1	Zephyr	NSGPS-702
	儀器高	1.357	1.262	0.980	1.439	1.323	1.276	1.576
	開始時間	08:25	09:02	09:17	10:14	10:15	10:22	11:20
	結束時間	14:38	14:34	13:56	12:55	13:24	13:41	13:00
4月20日	點號	X036	X025	BM09	X024	X004	BM06A	
	儀器	Javad TRIUMPH-1	Trimble 5700	Trimble 5700	Javad TRIUMPH-1	NetSurv 3000VSR	Leica SR530	
	天線型式	TRIUMPH-1	Zephyr	Zephyr	TRIUMPH-1	NSGPS-702	AT502	
	儀器高	1.309	1.024	1.455	1.330	0.903	1.299	
	開始時間	15:34	15:47	15:55	16:00	16:18	16:30	
	結束時間	18:13	17:41	17:35	17:38	17:35	17:35	
4月21日	點號	BM04	X024	X034	BM03	BM02A	X036	
	儀器	Javad TRIUMPH-1	Javad TRIUMPH-1	Trimble 5700	NetSurv 3000VSR	Trimble 5700	NetSurv 3000VSR	
	天線型式	TRIUMPH-1	TRIUMPH-1	Zephyr	NSGPS-702	Zephyr	NSGPS-702	
	儀器高	1.088	1.362	1.150	1.748	1.279	1.139	
	開始時間	08:27	08:28	08:34	08:43	08:49	08:59	
	結束時間	11:51	14:00	11:51	10:00	10:03	10:02	
4月21日	點號	BM04	X024	X034	X003	BM05A	X004	
	儀器	Javad TRIUMPH-1	Javad TRIUMPH-1	Trimble 5700	Trimble 5700	NetSurv 3000VSR	NetSurv 3000VSR	
	天線型式	TRIUMPH-1	TRIUMPH-1	Zephyr	Zephyr	NSGPS-702	NSGPS-702	
	儀器高	1.088	1.362	1.150	1.040	1.367	0.866	
	開始時間	08:27	08:28	08:34	10:41	10:48	10:49	
	結束時間	11:51	14:00	11:51	11:53	11:50	14:03	

表 4-6 已知控制點檢測成果表

序號	基線		檢測距離	檢測高差	已知距離	已知高差	距離較差	高程較差	容許距離較差	容許高程較差	檢測結果
			(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(mm)	(mm)	
1	X004	X003	10596.938	1.644	10596.972	1.551	-0.034	0.093	0.344	0.344	合格
2	X011	X003	17683.821	-9.503	17683.831	-9.479	-0.010	-0.024	0.386	0.386	合格
3	X024	X003	6031.464	-1.111	6031.485	-1.141	-0.020	0.030	0.316	0.316	合格
4	X025	X003	17596.317	-12.058	17596.337	-12.069	-0.021	0.011	0.386	0.386	合格
5	X034	X003	4704.034	-2.425	4704.034	-2.299	0.000	-0.126	0.235	0.235	合格
6	X024	X004	7599.152	-2.832	7599.141	-2.692	0.011	-0.140	0.326	0.326	合格
7	X025	X004	11737.749	-13.679	11737.778	-13.620	-0.029	-0.059	0.350	0.350	合格
8	X034	X004	14600.263	-3.960	14600.196	-3.850	0.066	-0.110	0.368	0.368	合格
9	X036	X004	15944.789	-12.579	15944.871	-12.365	-0.083	-0.214	0.376	0.376	合格
10	X003	X008	16816.129	-0.852	16816.139	-0.843	-0.010	-0.009	0.381	0.381	合格
11	X011	X008	6006.547	-10.401	6006.565	-10.322	-0.018	-0.079	0.316	0.316	合格
12	X025	X008	17358.739	-13.058	17358.690	-12.912	0.049	-0.146	0.384	0.384	合格
13	X034	X008	21346.230	-3.387	21346.231	-3.142	-0.001	-0.245	0.408	0.408	合格
14	X025	X011	12266.128	-2.608	12266.138	-2.590	-0.010	-0.018	0.354	0.354	合格
15	X034	X011	21606.037	7.036	21606.095	7.180	-0.058	-0.144	0.410	0.410	合格
16	X025	X024	11590.530	-10.961	11590.572	-10.928	-0.042	-0.033	0.350	0.350	合格
17	X034	X024	8119.299	-1.182	8119.298	-1.158	0.001	-0.024	0.329	0.329	合格
18	X036	X024	8564.624	-9.637	8564.633	-9.673	-0.009	0.036	0.331	0.331	合格
19	X036	X024	8564.644	-9.639	8564.633	-9.673	0.010	0.034	0.331	0.331	合格
20	X034	X025	19121.189	9.672	19121.210	9.770	-0.020	-0.098	0.395	0.395	合格
21	X036	X025	14296.138	1.209	14296.158	1.255	-0.020	-0.046	0.366	0.366	合格
22	X034	X036	8654.147	8.493	8654.181	8.515	-0.035	-0.022	0.332	0.332	合格

\* 檢測距離為最小約制網坐標反算值。

\* 檢測規範精度：距離不大於5公里時，水平距離差及橢球高差與公告反算之水平距離與橢球高差之比值不大於1/20,000。  
距離大於5公里時，水平距離差及橢球高差不大於28cm+6ppm\*L。



點，新設高程控制點(臨時驗潮站)為「BM01~BM11」等 11 點，其中 BM10 與 BM11 位於澎湖本島外島嶼，島上並無已知高程控制點，因此採用 GNSS 衛星定位測量引測高程。於 104 年 04/17~04/22 進行水準測量工作，共計分為 11 個測段，各測段所對應之已知控制點、新設控制點如表 4-7 所列，另外 104/04/18 進行島嶼 BM10 與 BM11 兩點 GNSS 衛星定位測量，臨時潮位站相關位置如圖 4-5 所示。

表 4-7 潮位站高程控制點連測表

測段編號	水準路線	備註
1	PF06-TP01-PF05-TP01-PF06	檢測
2	PF04-TP03-PF09-TP03-PF04	檢測
3	PF10-PF11-PF10	檢測
4	SY02-BD214-SY03-BD214-SY02	檢測
5	PF09-BM02A-BM02(烏坎)-PF09- BM02(烏坎)-BM02A-PF09	
6	BD214-X051-BM07(小門)-BD214-BM07(小門)-X051-BD214	
7	PF11-X034-BM03(龍門)-TP05-PF11-TP05-BM03(龍門)-X034- PF11	
8	SY05-BM08(池西)-TP02-BM09(內垵北)-X031-SY08-X031-BM09(內垵北)-TP02-BM08(池西)-SY05	檢測
9	TP01-BM01(山水)-TP01-BM01(山水)-TP01	
10	BS06 -BM06(赤坎)-BM06A-X004-TP06-BS03-TP06-X004-BM06A-BM06(赤坎)-BS06	檢測
11	TP05-TP04-BM04(菓葉)-X003-BM05(南北寮)-BM05A-X053-PF15-X053-BM05A-BM05(南北寮)-X003-BM04(菓葉)-TP04- TP05	



圖4-5 臨時潮位站設置位置圖

- B. 直接水準測量儀器採用 LEICA DNA03 一等精密自動電子水準儀搭配條碼尺自動記錄，儀器最小讀數在 0.1 毫米(含)以下，每公里往返觀測標準誤差為±1 毫米。經施測 11 個測段，往返閉合差最大為-6.04 毫米 $\sqrt{S}$ ，符合不大於±20 毫米 $\sqrt{S}$  (S 為單一測段長度之公里數，小於 1 公里時閉合差以 20 毫米計)之規範要求。
- C. 以直接水準測量往返觀測方式，各潮位站新設之高程控制點由鄰近之一等水準點經檢測合格後連測其高程值，選用之一等水準點高程採用內政部「九十三年度離島一等水準點埋設及其水準、衛星定位、重力測量工作」之測量成果。
- D. 已知高程控制點檢測：採用直接水準測量檢測相鄰兩已知高程控制點，檢測高程差與原高程差比較差值，不大於±20 毫米 $\sqrt{S}$  (S 為水準路線長，以公里計)。檢測結果詳表 4-8，13 個已知高程控制點皆符合上述規範要求，可作為本案之已知高程控制基準。

表 4-8 已知高程控制點檢測成果表

起點		終點		資料高差 $ (H_2-H_1) $	檢測高程		檢測高差 $ (h_1+h_2)/2 $	高程較差	測段距離	規範精度	檢測 成果
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)	K (km)	$20*\sqrt{K}$ (mm)	
PF06	18.873	PF05	4.303	-14.569	-14.565	-14.566	-14.566	3.800	2.601	11.289	合格
PF04	19.332	PF09	22.705	3.373	3.371	3.371	3.371	2.085	1.546	8.704	合格
PF10	25.017	PF11	4.701	-20.316	-20.314	-20.317	-20.315	1.080	2.699	11.500	合格
SY02	25.983	SY03	26.922	0.939	0.930	0.932	0.931	7.560	1.565	8.758	合格
PF09	22.705	PF09	22.705	0.000	0.002	0.002	0.002	1.870	2.461	10.980	合格
PF11	4.701	PF11	4.701	0.000	0.005	0.008	0.006	6.080	8.996	20.995	合格
PF11	4.701	PF15	8.909	4.208	4.213	4.212	4.213	4.815	12.383	24.633	合格
SY05	28.846	SY08	5.057	-23.789	-23.789	-23.790	-23.789	0.365	5.225	16.001	合格
BS06	1.420	BS03	7.516	6.095	6.101	6.100	6.100	5.195	9.584	21.671	合格

- E. 依檢測合格之一等水準點為各水準測段端點，以水準測量往返觀測方式，連測各類新設控制點高程，其中新設之 9 個臨時潮位站(BM01~BM09)之點位資訊及引用之一等水準點點號彙整如表 4-9。

表 4-9 臨時潮位站高程連測表

漁港名稱	臨時潮位站 高程控制點點號	連測之一等水準點	觀測日期
山水漁港	BM01	PF05、PF06	104/04/20
烏炭漁港	BM02	PF09	104/04/20
龍門漁港	BM03	PF11	104/04/22
菓葉漁港	BM04	PF11、PF15	104/04/22
南北寮漁港	BM05	PF11、PF15	104/04/21
赤炭漁港	BM06	BS03、BS06	104/04/19
小門漁港	BM07	SY02、SY03	104/04/19
池西漁港	BM08	SY05、SY08	104/04/19
內垵北漁港	BM09	SY05、SY08	104/04/19

F. 直接水準測量計算及觀測記錄請詳**成果資料電子檔**「附件 5. 直接水準觀測計算表」，共引測 9 點新設潮位站控制點，水準平差閉合精度界於 0.16 毫米 $\sqrt{k}$ ~6.04 毫米 $\sqrt{k}$ ，直接水準測量網形如圖 4-6，直接水準測量作業情形如圖 4-7。

## 2. GNSS 高程引測

由於本計畫有二處潮位站分別位於烏嶼和吉貝嶼，此二島嶼均無一等水準高程資料，因此採用 GNSS 靜態觀測方式，以澎湖本島高程控制點 X003、BM09、X034、BM05A、BM04 與 X004 等 6 點高程為基準，引測計算 BM10(烏嶼)與 BM11(吉貝)高程。

離島潮位站的正高高程計算，係採用 NSSS 靜態觀測方式來推算，目前 GNSS 網形平差軟體計算係以橢球高為基礎，這時解算誤差主要來自於 1.天線盤高度之量測誤差(約 1-2 公分誤差)；2.觀測資料解算之精度(本次解算精度烏嶼約 14.3 公分、吉貝約 7.4 公分)。



圖4-6 水準測段及路線圖

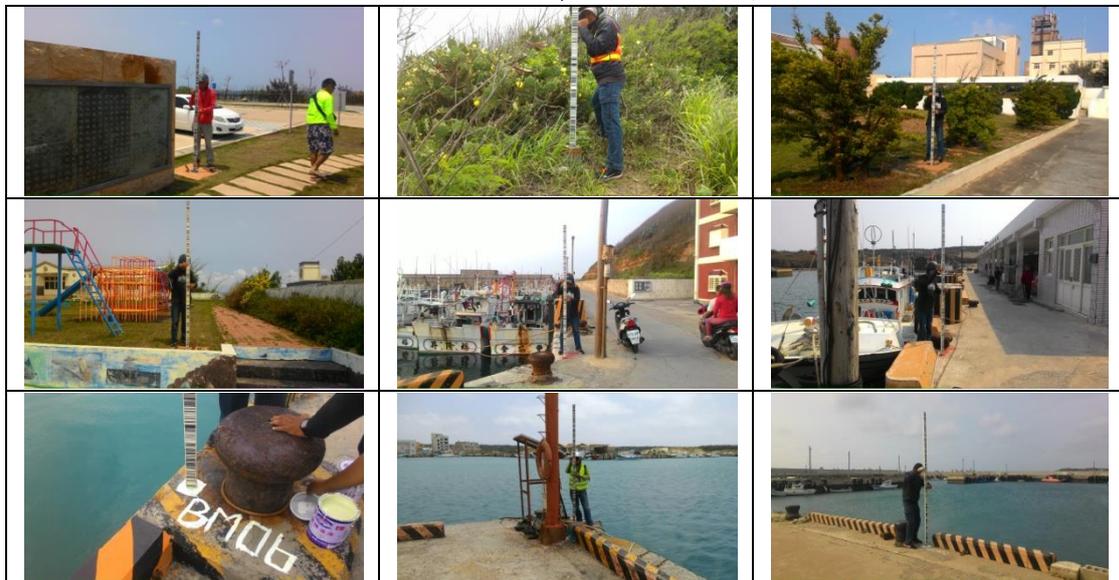


圖4-7 直接水準作業情形

## 二、測深系統檢查

### (一)作業區位置

本案測深系統檢查作業區**第 1 次作業**選定龍門漁港外海約 4 公里處，約 1 平方公里之區域(如圖 4-8)，此處位於同潮區，且具備**沙連地形**，可作為水下特徵物，本次投入**1 組多音束測深系統**與**1 組單音束測深系統**進行海域水深測量工作，所選用之測深儀解析力皆優於 0.1 公尺。

後因測區天候無法掌控，在工作時程壓力下，本公司新購置一組相同型號多音束測深系統，於第一批水深作業結束前投入本案，作業前進行測深系統檢查**第 2 次作業**，因作業船舶停靠港因素，本次選定南北寮漁港東側外海約 2.5 公里處錠鉤嶼魚礁區、約 1 平方公里之區域(如圖 4-9)，此處位於同潮區，且具備**魚礁**構造物，可作為水下特徵物，本次投入**2 組多音束測深系統**，所選用之測深儀解析力皆優於 0.1 公尺。

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 公分或風力 4 級(含)以上(11~16 浬/小時)不得作業，以此資料作為本案所使用的測深系統檢核比對之用。測線規劃在單音束測深系統檢查方面，主測線間距為 40 公尺，約垂直主測線之交錯測線間距為 50 公尺;在多音束測深系統檢查方面，多音束測深系統掃描角度以 120 度進行施測，測線其有效資料覆蓋率需達 130% 以上，約垂直主測線之交錯測線 3 條，間距約為 400-500 公尺。

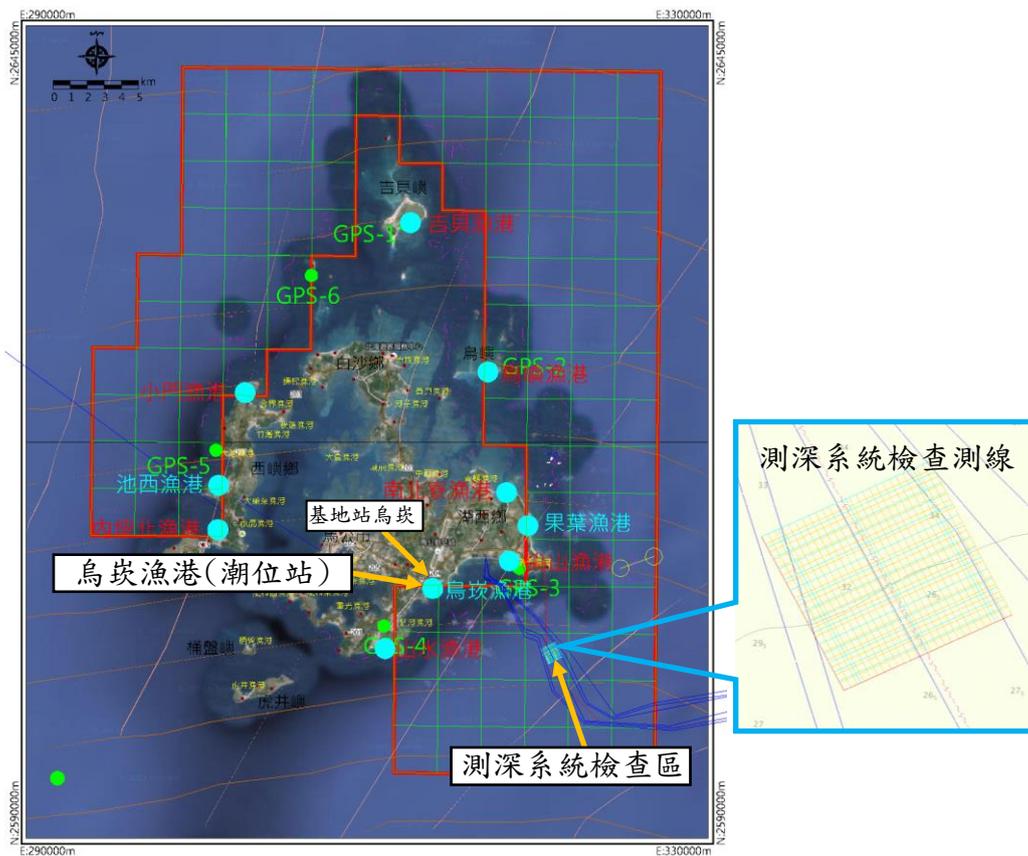


圖4-8 第1次測深系統檢查作業區位置圖

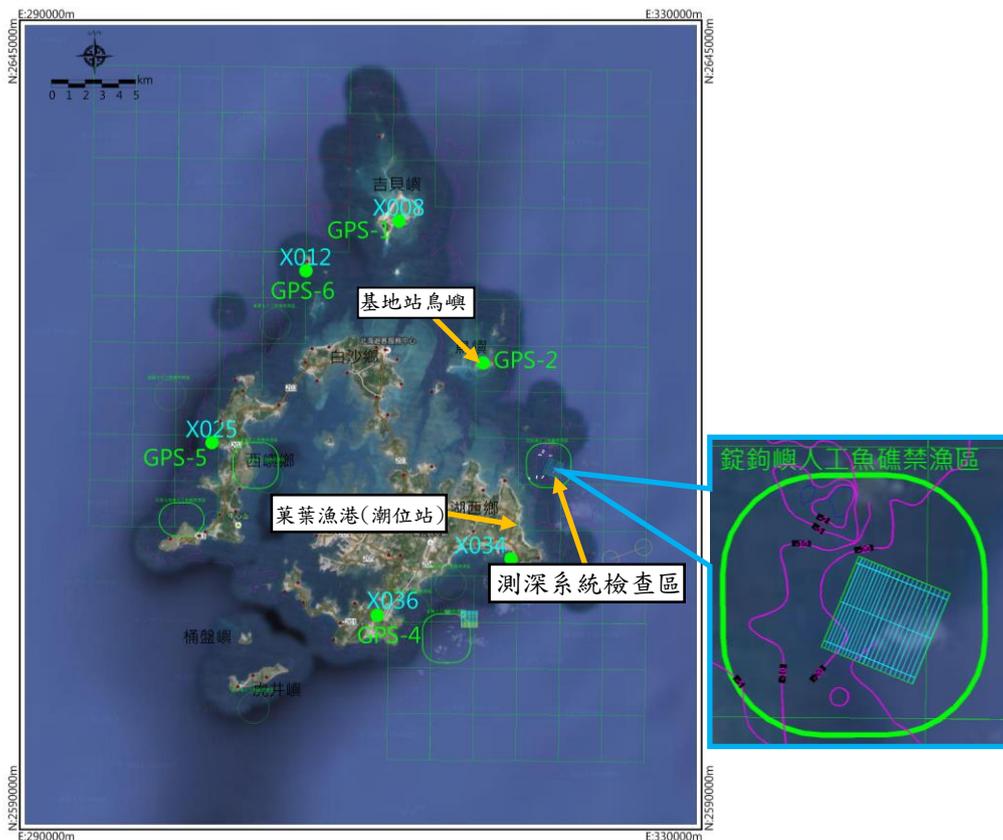


圖4-9 第2次測深系統檢查作業區位置圖

## (二)作業船舶及儀器設備

### 1. 第 1 次測深系統檢查

本次測深系統檢查作業租用『鳥敬發號』及『海洋福星號』等二艘作業船隻進行水深測量作業，船隻及儀器設備照片如圖 4-10 所示，各船隻之船籍資料、儀器裝載資訊、作業人員名單及進出港證明等請參閱**成果資料電子檔**「附件6-1. 104年度水深測量資料蒐集及整理作業-測深系統檢查成果報告」。

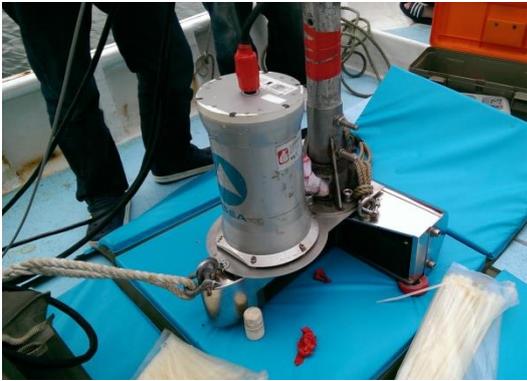
船舶名稱	測深儀器
 <p data-bbox="359 1077 651 1117">鳥敬發號側面照片</p>	 <p data-bbox="799 1077 1326 1117">Hydrotrac ODOM 單音束儀器照片</p>
 <p data-bbox="336 1507 671 1547">海洋福星號側面照片</p>	 <p data-bbox="799 1507 1326 1547">RESON 7125 多音束儀器架設照片</p>

圖4-10 第1次測深系統檢查測量船隻與儀器照片

### 2. 第 2 次測深系統檢查

本次測深系統檢查作業租用『海洋福星號』及『順盛6號』等二艘作業船隻進行水深測量作業，船隻及儀器設備照片如圖 4-11 所示，各船隻之船籍資料、儀器裝載資訊、作業人員名單及進出港證明等請參閱**成果資料電子檔**「附件6-2. 104年度水深測量資料蒐集及整理作業-測深系統檢查成果報告」。

船舶名稱	測深儀器
 <p data-bbox="336 696 670 734">海洋福星號側面照片</p>	 <p data-bbox="834 696 1299 734">RESON 7125_No1 多音束操作環境</p>
 <p data-bbox="355 1122 651 1160">順盛 6 號側面照片</p>	 <p data-bbox="834 1122 1299 1160">RESON 7125_No2 多音束操作環境</p>

圖4-11 第2次測深系統檢查測量船隻與儀器擺放照片

### (三)作業說明

#### 1. 第 1 次測深系統檢查

由於本案初期規劃需以不同測深儀器進行海域水深測量，為求各儀器間精度能符合規範要求故而進行本次檢查作業。

##### (1)作業日期

- 104/04/28 進行 Reson 7125 多音束測深系統檢核作業。
- 104/04/29 進行 Hydrotrac ODOM 單音束測深系統檢核作業。

##### (2)各項修正參數

A. 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。本次測深系統檢查各項儀器架設偏移量，詳如成果資料電子檔「附件 6-1-1. 第 1 次測深系統檢查儀器裝載紀錄表」。

## B. 率定測試

(A)單音束水深測量以水深校正板檢校 (bar check)，先以聲速儀量測聲速並修正之，分別量測檢校板深度與測深儀讀數並記錄製作檢校表，檢視測深差異量是否在測深精度要求的合理範圍內。檢校情形如圖 4-12，檢校表如表 4-1 所示。



圖4-12 Bar Check檢校情形

表 4-10 Hydrotrac ODOM Bar Check 檢測表

檢測日期: 104/4/29		測深儀型號: Hydrotrac ODOM
檢測地點: 烏坎漁港		音鼓吃水深: 0.8 公尺
測量員: 潘德鑫		設定聲速: 1530 公尺/秒
檢校盤施放深度 A (公尺)	測深機量測深度 B (公尺)	深度較差 C=B-A (公尺)
2.00	1.98	-0.02
3.00	2.98	-0.02
4.00	3.99	-0.01
5.00	4.99	-0.01

(B)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，疊合測試測線長度均大於200公尺。

- C. 船隻姿態改正方法:實施多音束水深測量需配置運動姿態感測器(Motion Sensor)及電羅經(Gyro Compass)以即時記錄測深時船隻的前後傾斜(pitch)、左右搖擺(roll)、船向(yaw)之角度及上下起伏(heave)之高度,並作為水深的修正計算。
- D. 船隻導航及定位方法:單音束與多音束水深測量均採用RTK動態後處理衛星定位測量。
- E. 潮位修正方式:在水深測量作業時,需同步配合量取潮位高程資料以將水深資料歸算至海床高度,本次於烏崁漁港進行自記式潮位觀測並與人工潮位觀測資料進行比對,觀測紀錄詳**成果資料電子檔**「附件 6-1-2、潮位觀測記錄表」,經檢核後自動驗潮與人工驗潮較差平均誤差約±5 公分。
- F. 聲速修正方法:在施行水深測量的測深系統檢查作業範圍內,選取較深之位置作聲速量測,並依照不同時段施作不同儀器,增加量測次數,以求正確測得水中聲速的變化,精確修正水深測量成果。本次聲速觀測紀錄詳**成果資料電子檔**「附件 6-1-3、聲速剖面量測記錄表」,聲速值約在 1530 公尺/秒 至 1533 公尺/秒之間。

## 2. 第 2 次測深系統檢查

本案全面採用多音束測深,有鑑於工作量龐大,加上時間壓力,於第1批水深資料繳交前夕投入另1組多音束測深系統(以下稱為Reson 7125\_No2),為確保本系統與前述多音束系統(以下稱為Reson 7125\_No1)儀器間測量成果精度能符合規範要求故而進行本次檢查作業。

### (1)作業日期

- 104/07/28 進行 Reson 7125\_No1 多音束測深系統檢核作業。
- 104/07/28 進行 Reson 7125\_No2 多音束測深系統檢核作業。

### (2)各項修正參數

- A. 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。本次測深系統檢查各項儀器架設偏移量，詳如**成果資料電子檔**「附件 6-2-1. 第 2 次測深系統檢查儀器裝載紀錄表」。

- B. 率定測試：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，疊合測試測線長度均大於 200 公尺。
- C. 船隻姿態改正方法：實施多音束水深測量需配置運動姿態感測器(Motion Sensor)及電羅經(Gyro Compass)以即時記錄測深時船隻的前後傾斜(pitch)、左右搖擺(roll)、船向(yaw)之角度及上下起伏(heave)之高度，並作為水深的修正計算。
- D. 船隻導航及定位方法：二套多音束水深測量均採用 RTK 動態後處理衛星定位測量。
- E. 潮位修正方式：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，本次於菓葉漁港進行自記式潮位觀測並與人工潮位觀測資料進行比對，觀測紀錄詳**成果資料電子檔**「附件 6-2-2、潮位觀測記錄表」。
- F. 聲速修正方法：在施行水深測量的測深系統檢查作業範圍內，選取較深之位置作聲速量測，並依照不同時段施作不同儀器，增加量測次數，以求正確測得水中聲速的變化，精確修正水深測量成果。本次聲速觀測紀錄詳**成果資料電子檔**「附件 6-2-3、聲速剖面量測記錄表」，聲速值早上量測值約在 1527 公尺/秒至 1537 公尺/秒之間，下午量測值約在 1532 公尺/秒至 1541 公尺/秒之間。

#### (四)各項儀器成果比對

本案 2 次測深系統檢查包含第 1 次 Reson 7125\_No1 多音束測深系統與 Hydrotrac ODOM 單音束測深系統資料比對，第 2 次 Reson 7125\_No1 與 Reson 7125\_No2 多音束測深系統間資料比對

##### 1. 作業軌跡

##### (1)第 1 次測深系統檢查

本次單音束與多音束儀器檢校作業實際軌跡分別如下

##### A. Hydrotrac ODOM 單音束測深系統：

104/04/29 Hydrotrac ODOM 施測軌跡如下

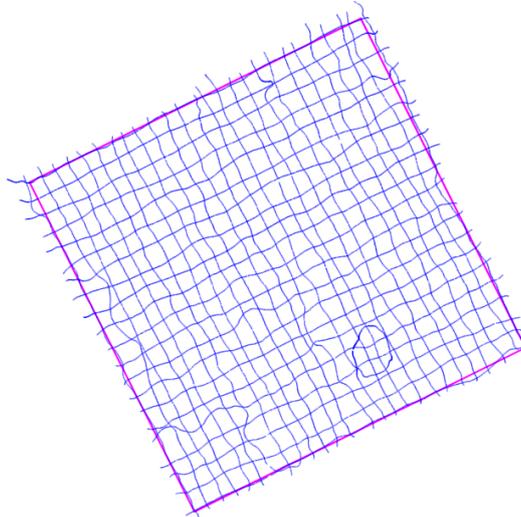


圖4-13 Hydrotrac ODOM實測軌跡圖(04/29)

##### B. Reson 7125\_No1 多音束測深系統：

104/04/28 Reson 7125\_No1 施測軌跡如下

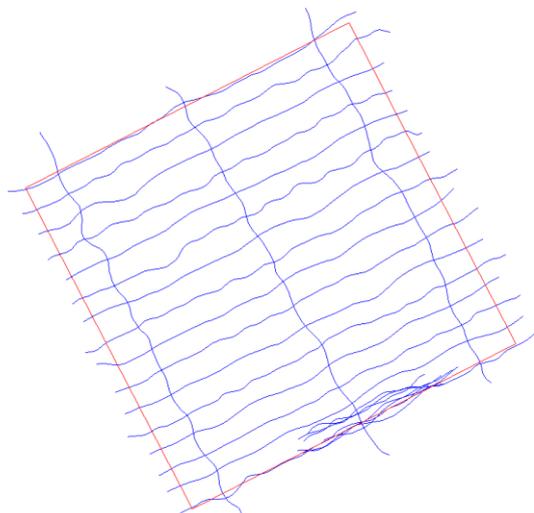


圖4-14 Reson 7125\_No1實測軌跡圖(04/28)

## (2) 第 2 次測深系統檢查

本次 2 套多音束儀器檢校作業實際軌跡分別如下

### A. Reson 7125\_No1 多音束測深系統：

104/07/28 Reson 7125\_No1 施測軌跡如下

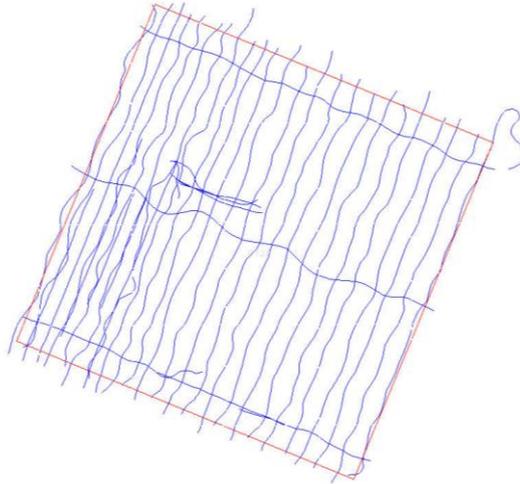


圖4-15 Reson 7125\_No1實測軌跡圖(07/28)

### B. Reson 7125\_No2 多音束測深系統：

104/07/28 Reson 7125\_No2 施測軌跡如下

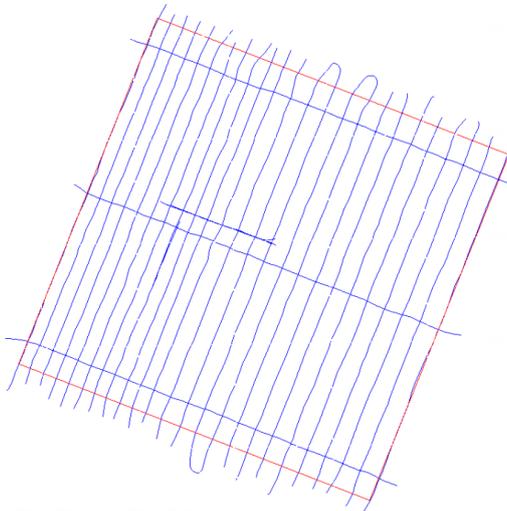


圖4-16 Reson 7125\_No2實測軌跡圖(07/28)

## 2. 測量資料成果

本次作業水深測量資料經由各項檢核無誤之修正參數所得歸算後之水深成果色階圖如下：

(1) 第 1 次測深系統檢查

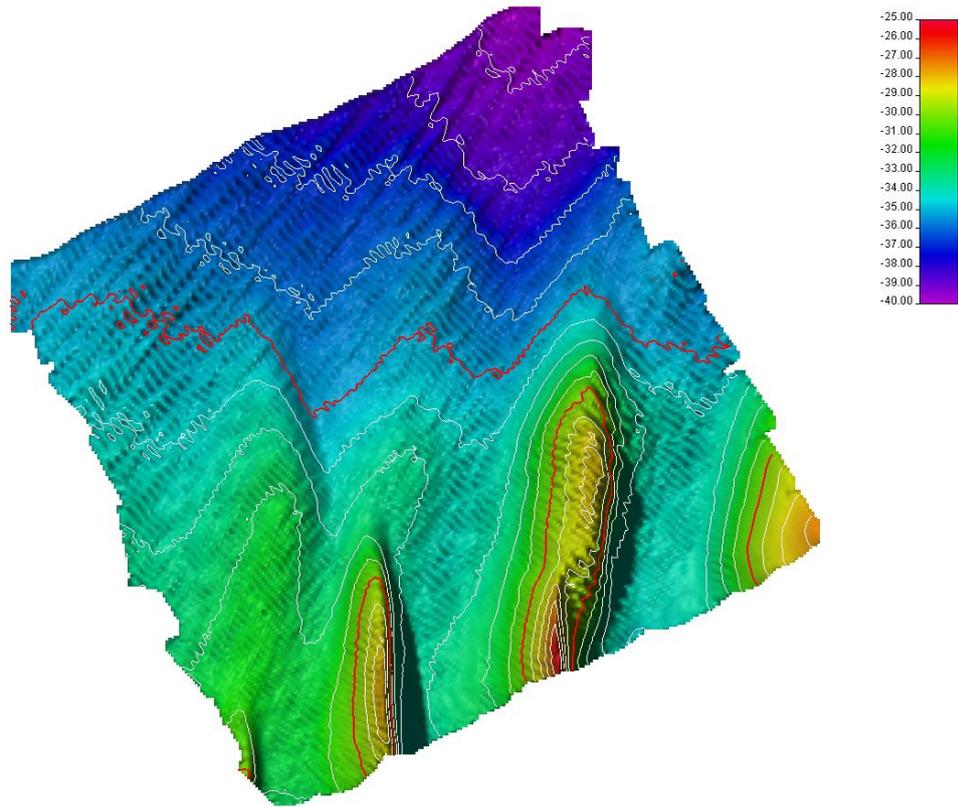


圖4-17 Reson 7125\_No1多音束測深成果水深色階圖(04/28)

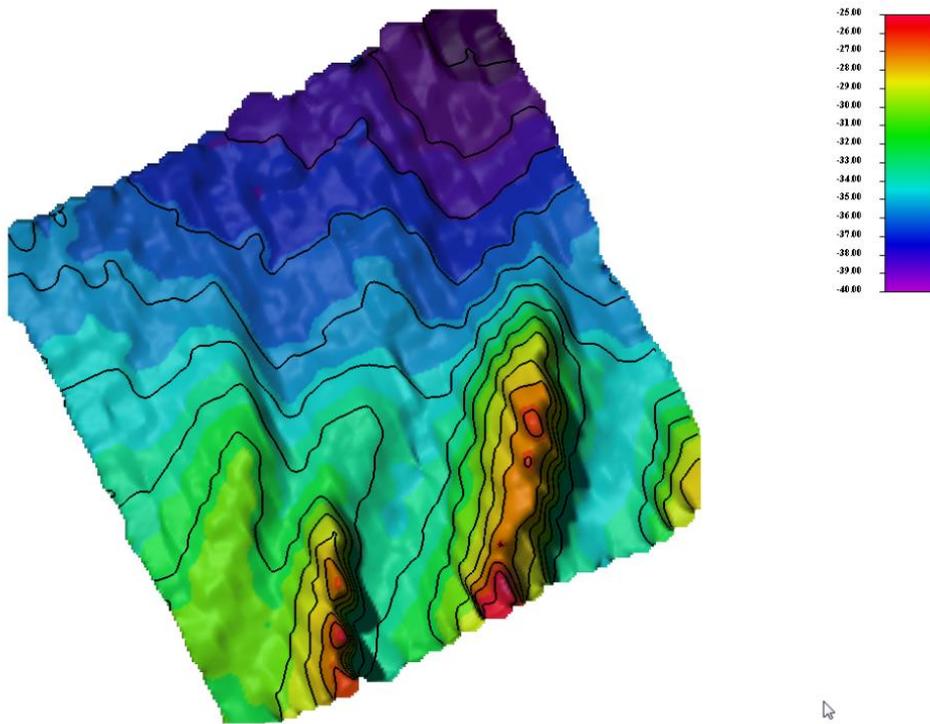


圖4-18 Hydrotrac ODOM多音束測深成果水深色階圖(04/29)

(2) 第 2 次測深系統檢查

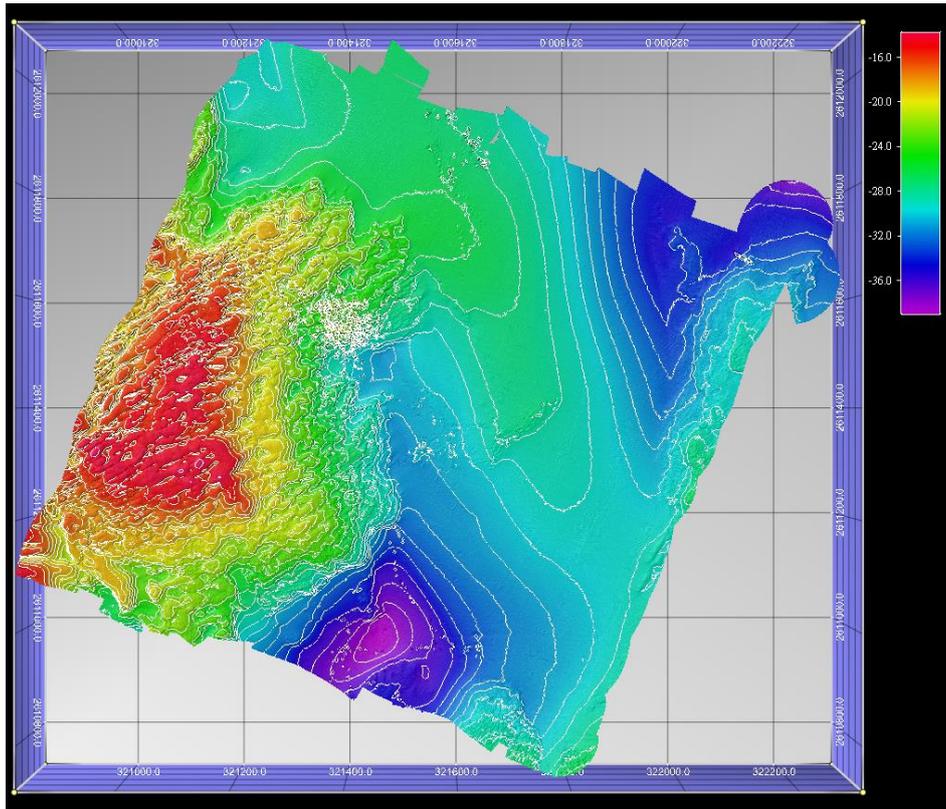


圖4-19 Reson 7125\_No1多音束測深成果水深色階圖(07/28)

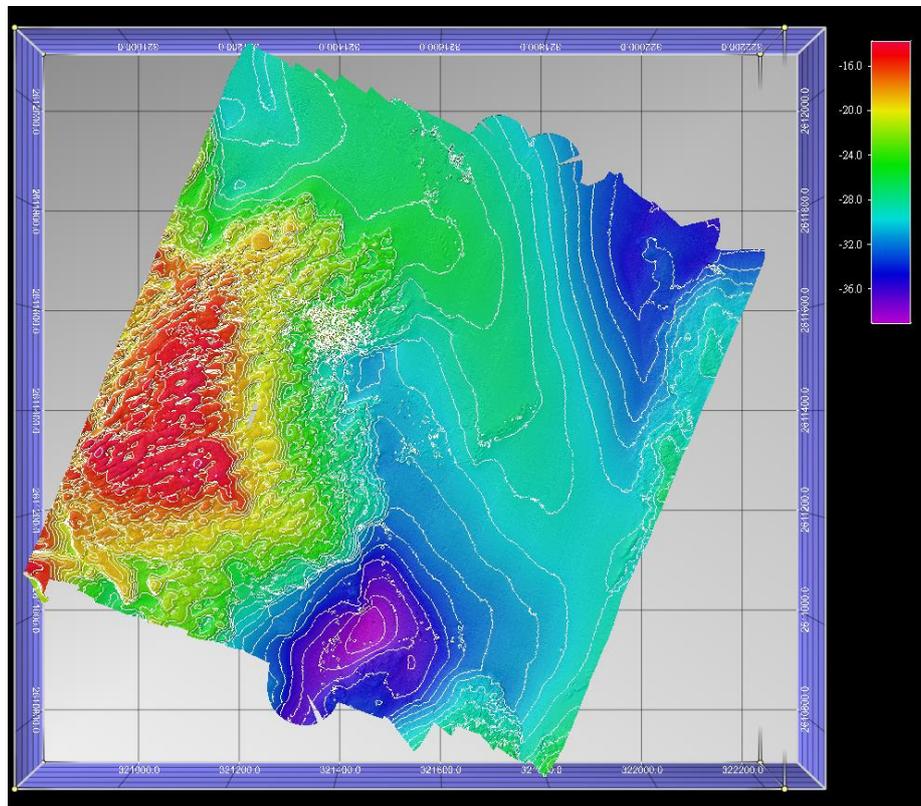


圖4-20 Reson 7125\_No2多音束測深成果水深色階圖(07/28)

### 3. 內精度比對（以儀器本身不同時段測線檢核其本身精度）

此工作項目之目的在於確認相同儀器作業期間，儀器本身量測之精度是否符合規範要求，因而將各套儀器測量所得成果先進行各儀器本身之精度分析，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，其中比較表列出其比較總點數、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。

#### (1) 第 1 次測深系統檢查

##### A. Reson 7125\_No1 多音束測深系統

利用 RESON 7125 全區之水深點，依據正射音束(1 度)之平均足印(footprint)內插成 0.5 公尺\*0.5 公尺的網格與檢核測線實際測點以計算多音束水深測量成果之精度，所得結果顯示正高系統 99.83% 點數、橢球高系統 98.54% 點數符合「104 年度水深測量資料蒐集及整理作業」海道測量精度等級精度分類之特等規範，如圖 4-21、圖 4-22 與表 4-11、表 4-12 所列，本系統為多音束測深系統，資料點密度較高且內精度亦較高，因此以本系統為後續各儀器之成果比對基準。

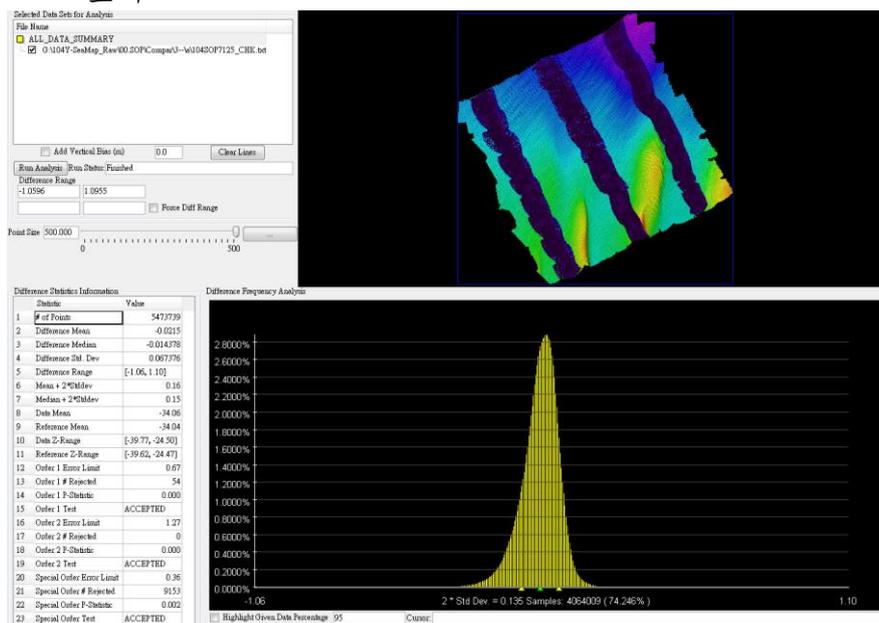


圖 4-21 Reson 7125\_No1 檢核測線與全區誤差分布圖(正高)

表 4-11 Reson 7125\_No1 檢核測線與全區誤差比較表(正高)

載入點數:	5473739		
檢核計算點數:	5473739		
較差平均值(公尺):	-0.01		
較差中誤差(公尺):	0.07		
<b>特等精度誤差極限(公尺)</b>	<b>0.36</b>		
<b>特等精度_合格筆數:</b>	<b>5464586</b>	<b>合格率:</b>	<b>99.83%</b>
<b>特等精度_不合格筆數:</b>	<b>9153</b>	<b>不合格率:</b>	<b>0.17%</b>
1 等精度誤差極限(公尺)	0.67		
1 等精度_合格筆數:	5473685	合格率:	100.00%
1 等精度_不合格筆數:	54	不合格率:	0.00%

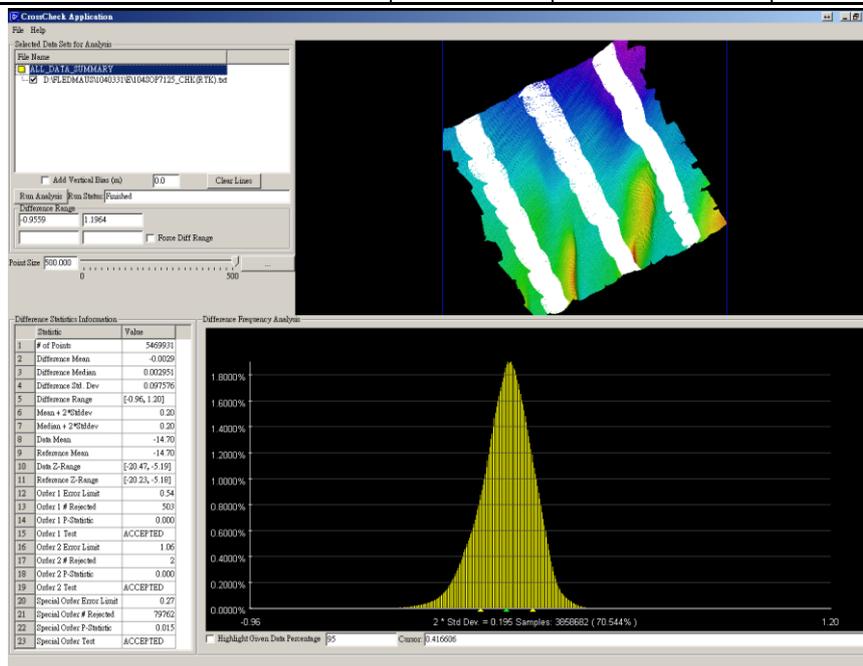


圖4-22 Reson 7125\_No1檢核測線與全區誤差分布圖(橢球高)

表 4-12 Reson 7125\_No1 檢核測線與全區誤差比較表(橢球高)

載入點數:	5469931		
檢核計算點數:	5469931		
較差平均值(公尺):	-0.00		
較差中誤差(公尺):	0.10		
<b>特等精度誤差極限(公尺)</b>	<b>0.27</b>		
<b>特等精度_合格筆數:</b>	<b>5390169</b>	<b>合格率:</b>	<b>98.54%</b>
<b>特等精度_不合格筆數:</b>	<b>79762</b>	<b>不合格率:</b>	<b>1.46%</b>
1 等精度誤差極限(公尺)	0.54		
1 等精度_合格筆數:	5469428	合格率:	99.99%
1 等精度_不合格筆數:	503	不合格率:	0.01%

## B.Hydrotrac ODOM 單音束測深系統

利用 Hydrotrac ODOM 全區之水深點依據正射音束(9度)之平均足印(footprint)內插成 4 公尺\*4 公尺的網格與檢核測線實際測點以計算單音束水深測量成果之精度，所得結果顯示正高 95.42%點數符合「104 年度水深測量資料蒐集及整理作業」海道測量精度等級精度分類之特等規範，可是橢球高 95.87%點數僅符合 **1 等規範**，亦符合本作業區最低等級規範要求，如圖 4-23、圖 4-24 與表 4-13、表 4-14 所列。

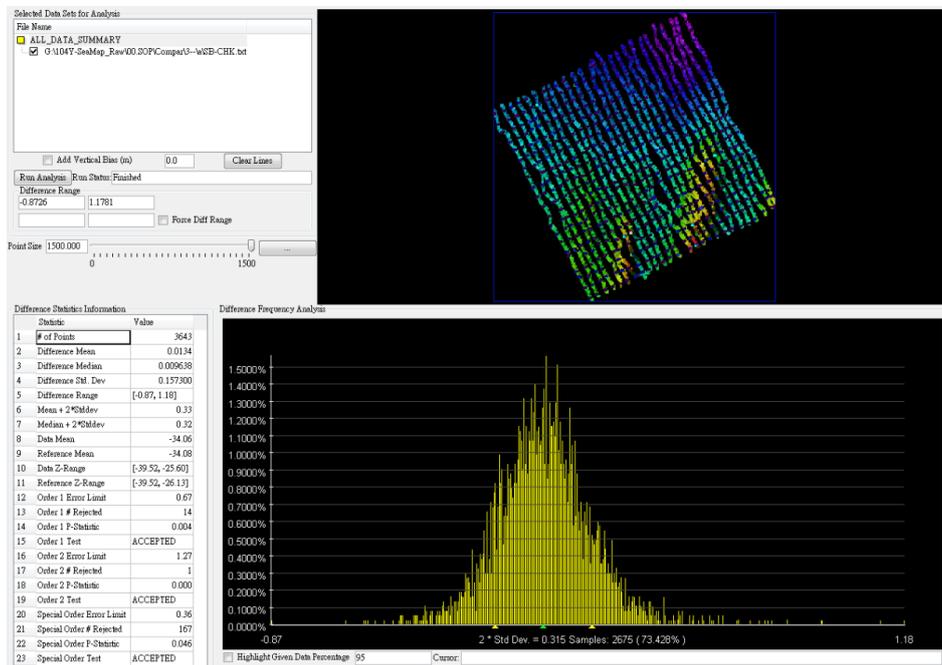


圖4-23 Hydrotrac ODOM檢核測線與全區誤差分布圖(正高)

表 4-13 Hydrotrac ODOM 檢核測線與全區誤差比較表(正高)

載入點數:	3643		
檢核計算點數:	3643		
較差平均值(公尺):	0.01		
較差中誤差(公尺):	0.16		
<b>特等精度誤差極限(公尺)</b>	<b>0.36</b>		
<b>特等精度_合格筆數:</b>	<b>3476</b>	<b>合格率:</b>	<b>95.42%</b>
<b>特等精度_不合格筆數:</b>	<b>167</b>	<b>不合格率:</b>	<b>4.58%</b>
1 等精度誤差極限(公尺)	0.67		
1 等精度_合格筆數:	3629	合格率:	99.62%
1 等精度_不合格筆數:	14	不合格率:	0.38%

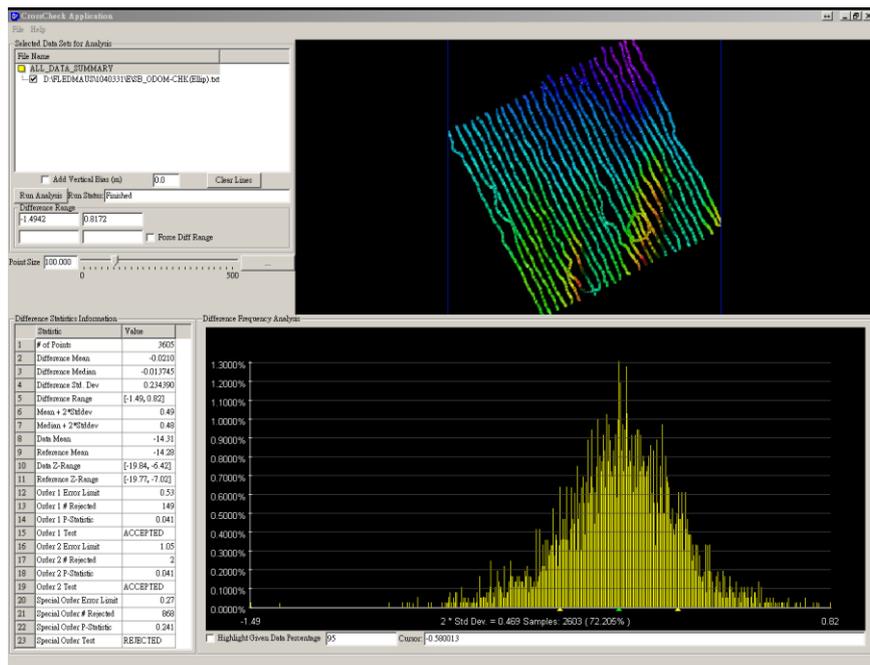


圖4-24 Hydrotrac ODOM檢核測線與全區誤差分布圖(橢球高)

表 4-14 Hydrotrac ODOM 檢核測線與全區誤差比較表(橢球高)

載入點數:	3643		
檢核計算點數:	3643		
較差平均值(公尺):	-0.02		
較差中誤差(公尺):	0.23		
特等精度誤差極限(公尺)	0.27		
特等精度_合格筆數:	2737	合格率:	75.92%
特等精度_不合格筆數:	868	不合格率:	24.08%
<b>1等精度誤差極限(公尺)</b>	<b>0.53</b>		
<b>1等精度_合格筆數:</b>	<b>3456</b>	<b>合格率:</b>	<b>95.87%</b>
<b>1等精度_不合格筆數:</b>	<b>149</b>	<b>不合格率:</b>	<b>4.13%</b>

## (2) 第 2 次測深系統檢查

### A. Reson 7125\_No1 多音束測深系統

利用 RESON 7125 全區之水深點，依據正射音束(1 度)之平均足印(footprint)內插成 0.5 公尺\*0.5 公尺的網格與檢核測線實際測點以計算多音束水深測量成果之精度，所得結果顯示正高 98.97% 點數、橢球高 96.38% 點數符合「104 年度水深測量資料蒐集及整理作業」海道測量精度等級精度分類之特等規範，如圖 4-25、圖 4-26 與表 4-15、表 4-16 所列，以本系統為後續各儀器之成果比對基準。

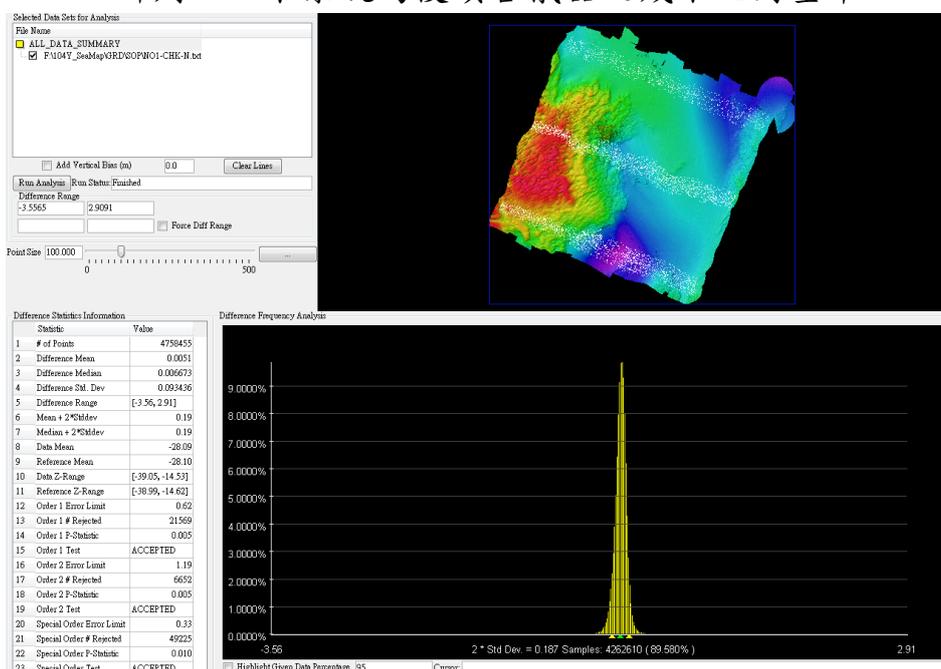


圖4-25 Reson 7125\_No1檢核測線與全區誤差分布圖(正高)

表 4-15 Reson 7125\_No1 檢核測線與全區誤差比較表(正高)

載入點數:	4758455		
檢核計算點數:	4758455		
較差平均值(公尺):	0.01		
較差中誤差(公尺):	0.09		
<b>特等精度誤差極限(公尺)</b>	<b>0.33</b>		
<b>特等精度_合格筆數:</b>	<b>4709230</b>	<b>合格率:</b>	<b>98.97%</b>
<b>特等精度_不合格筆數:</b>	<b>49225</b>	<b>不合格率:</b>	<b>1.03%</b>
1 等精度誤差極限(公尺)	0.62		
1 等精度_合格筆數:	4736886	合格率:	99.55%
1 等精度_不合格筆數:	21569	不合格率:	0.45%

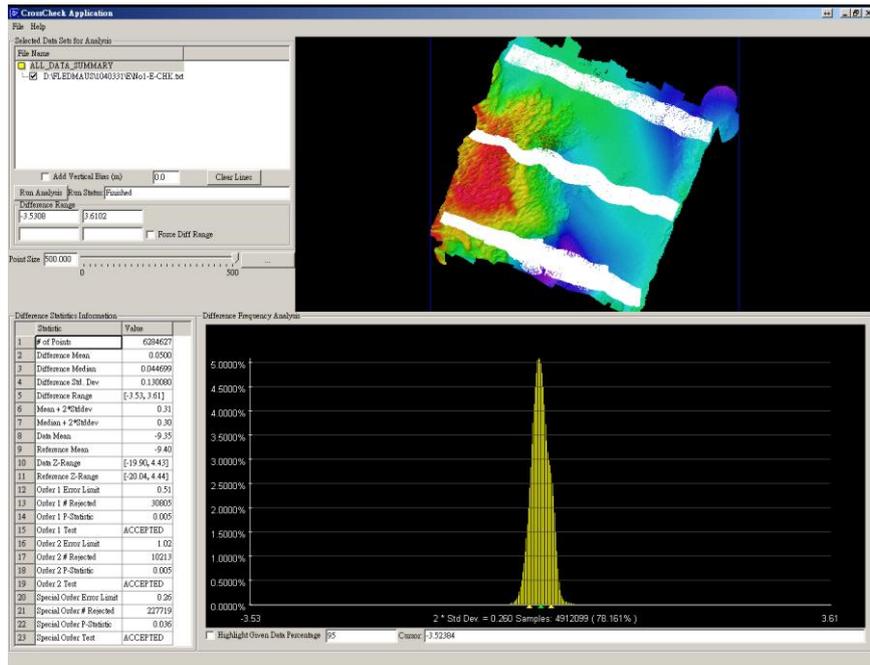


圖4-26 Reson 7125\_No1檢核測線與全區誤差分布圖(橢球高)

表 4-16 Reson 7125\_No1 檢核測線與全區誤差比較表(橢球高)

載入點數:	6284627		
檢核計算點數:	6284627		
較差平均值(公尺):	0.05		
較差中誤差(公尺):	0.13		
<b>特等精度誤差極限(公尺)</b>	<b>0.26</b>		
<b>特等精度_合格筆數:</b>	<b>6056908</b>	<b>合格率:</b>	<b>96.38%</b>
<b>特等精度_不合格筆數:</b>	<b>227719</b>	<b>不合格率:</b>	<b>3.62%</b>
1等精度誤差極限(公尺)	0.51		
1等精度_合格筆數:	6253822	合格率:	99.51%
1等精度_不合格筆數:	30805	不合格率:	0.49%

## B. Reson 7125\_No2 多音束測深系統

利用 Reson 7125\_No2 全區之水深點依據正射音束(1度)之平均足印(footprint)內插成 0.5 公尺\*0.5 公尺的網格與檢核測線實際測點以計算多音束水深測量成果之精度，所得結果顯示正高 97.95% 點數、橢球高 98.80% 點數符合「104 年度水深測量資料蒐集及整理作業」海道測量精度等級精度分類之特等規範，如圖 4-27、圖 4-28 與表 4-17、表 4-18 所列。

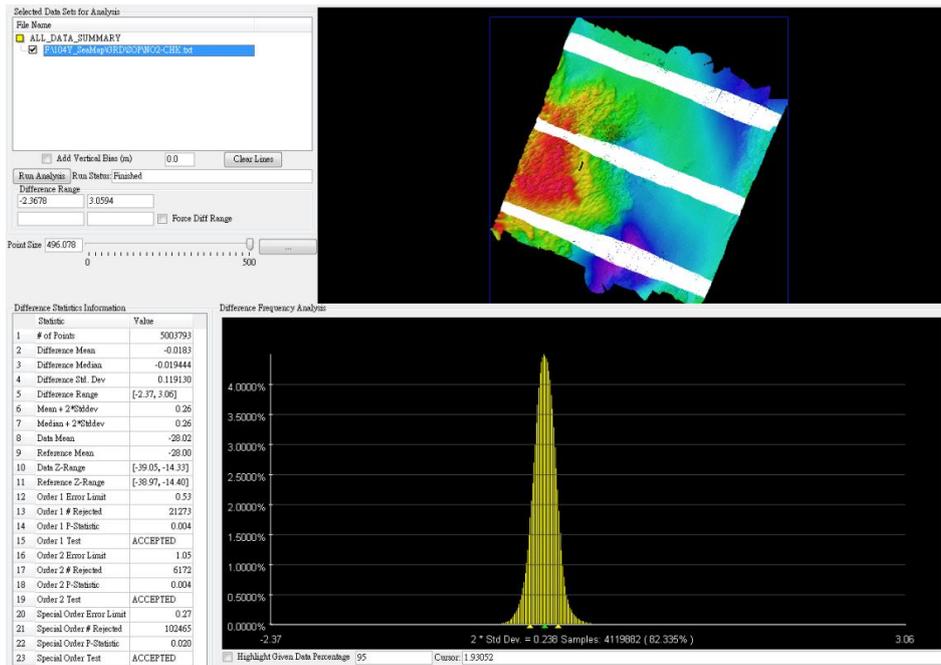


圖4-27 Reson 7125\_No2檢核測線與全區誤差分布圖(正高)

表 4-17 Reson 7125\_No2 檢核測線與全區誤差比較表(正高)

載入點數:	5003793		
檢核計算點數:	5003793		
較差平均值(公尺):	-0.02		
較差中誤差(公尺):	0.12		
<b>特等精度誤差極限(公尺)</b>	<b>0.27</b>		
<b>特等精度_合格筆數:</b>	<b>4901328</b>	<b>合格率:</b>	<b>97.95%</b>
<b>特等精度_不合格筆數:</b>	<b>102465</b>	<b>不合格率:</b>	<b>2.05%</b>
1等精度誤差極限(公尺)	0.53		
1等精度_合格筆數:	4982520	合格率:	99.57%
1等精度_不合格筆數:	21273	不合格率:	0.43%

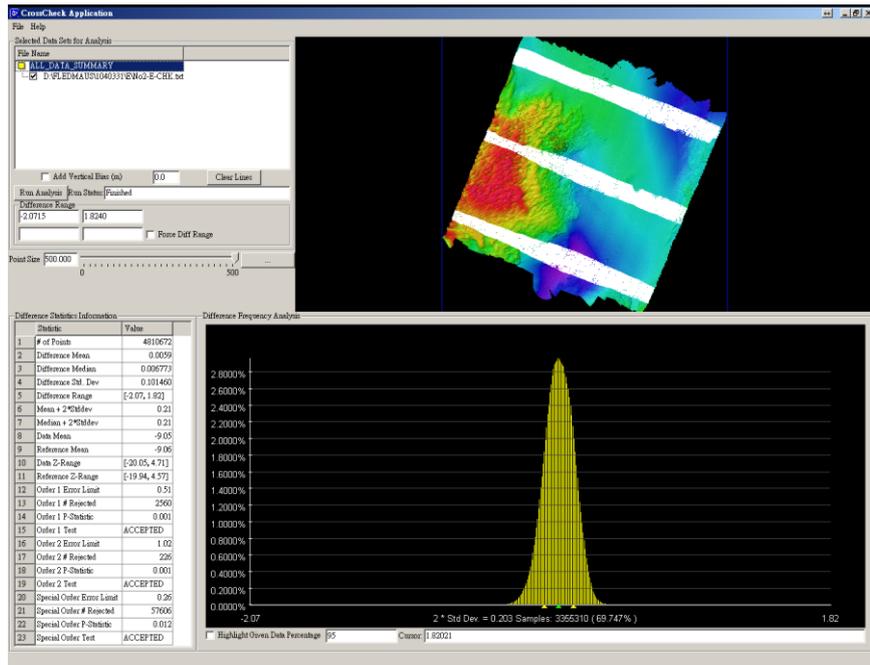


圖4-28 Reson 7125\_No2檢核測線與全區誤差分布圖(橢球高)

表 4-18 Reson 7125\_No2 檢核測線與全區誤差比較表(橢球高)

載入點數:	4810672		
檢核計算點數:	4810672		
較差平均值(公尺):	0.00		
較差中誤差(公尺):	0.10		
<b>特等精度誤差極限公尺 m)</b>	<b>0.26</b>		
<b>特等精度_合格筆數:</b>	<b>4753066</b>	<b>合格率:</b>	<b>98.80%</b>
<b>特等精度_不合格筆數:</b>	<b>57606</b>	<b>不合格率:</b>	<b>1.20%</b>
1等精度誤差極限(公尺)	0.51		
1等精度_合格筆數:	4808112	合格率:	99.95%
1等精度_不合格筆數:	2560	不合格率:	0.05%

#### 4. 外精度比對（以不同儀器計算儀器間系統差）

此工作項目之目的在於確認使用不同測深系統時各儀器間之精度是否符合規範要求，以及多套測深系統間是否有其系統誤差之存在，為避免此情況產生，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，本案以Reson 7125\_No1多音束測深系統為基準，依據正射音束(1度)之平均足印 (footprint)內插成0.5公尺\*0.5公尺的網格，再比較不同單音束測深系統與多音束測深系統的實際測點與相近位置之水深誤差差值，是否符合規範要求，以下分別列出第1次與第2次測深系統檢查系統間資料比對成果。

##### (1)第 1 次測深系統檢查

本次 RESON 7125\_No1 與 Hydrotrac ODOM 之交互比對成果，檢核成果顯示正高 97.96%點數符合「104 年度水深測量資料蒐集及整理作業」海道測量精度等級精度分類之特等規範，可是橢球高 97.56%點數僅符合 1 等規範，亦符合本作業區最低等級規範要求，成果如圖 4-29、圖 4-30 與表 4-19、表 4-20 所示。

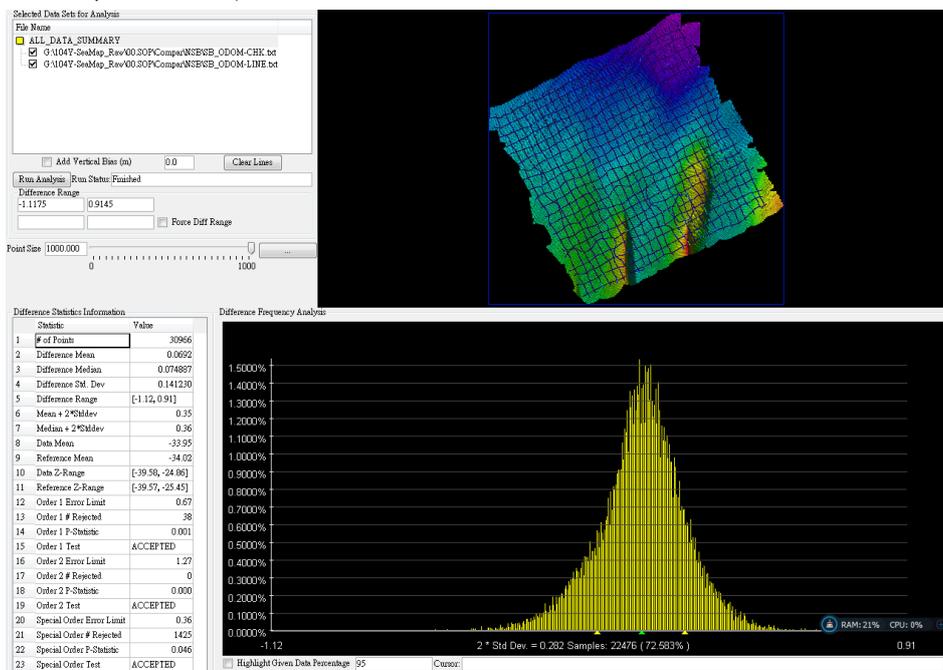


圖4-29 Reson 7125\_No1與Hydrotrac ODOM誤差分布圖(正高)

表 4-19 Reson 7125\_No1 與 Hydrotrac ODOM 之誤差比較表(正高)

載入點數:	30975		
檢核計算點數:	30975		
較差平均值(公尺):	0.06		
較差中誤差(公尺):	0.12		
<b>特等精度誤差極限(公尺)</b>	<b>0.36</b>		
<b>特等精度_合格筆數:</b>	<b>30344</b>	<b>合格率:</b>	<b>97.96%</b>
<b>特等精度_不合格筆數:</b>	<b>631</b>	<b>不合格率:</b>	<b>2.04%</b>
1 等精度誤差極限(公尺)	0.67		
1 等精度_合格筆數:	30964	合格率:	99.96%
1 等精度_不合格筆數:	11	不合格率:	0.04%

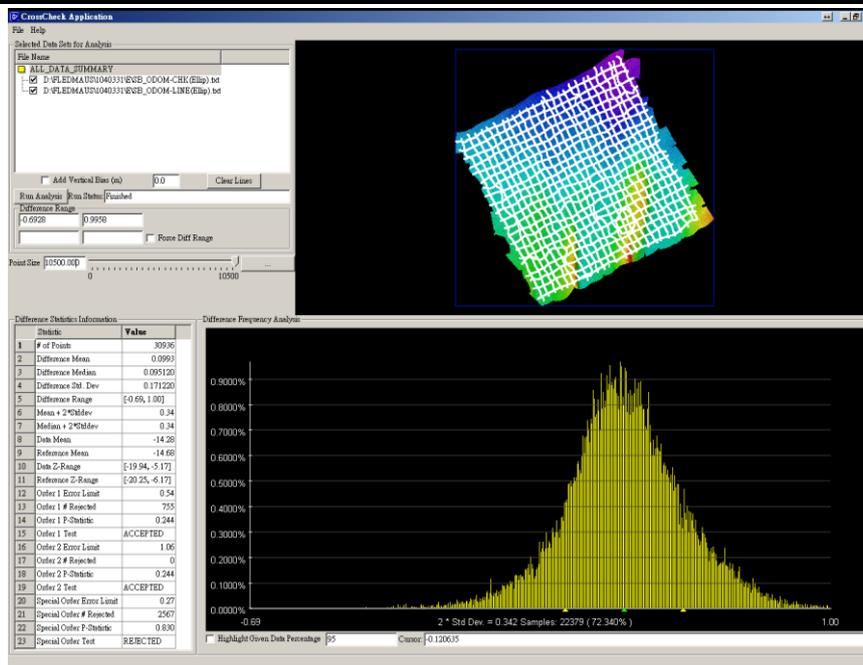


圖4-30 Reson 7125\_No1與Hydrotrac ODOM誤差分布圖(橢球高)

表 4-20 Reson 7125\_No1 與 Hydrotrac ODOM 誤差比較表(橢球高)

載入點數:	30936		
檢核計算點數:	30936		
較差平均值(公尺):	0.10		
較差中誤差(公尺):	0.17		
特等精度誤差極限(公尺)	0.27		
特等精度_合格筆數:	28369	合格率:	91.70%
特等精度_不合格筆數:	2567	不合格率:	8.30%
<b>1 等精度誤差極限(公尺)</b>	<b>0.54</b>		
<b>1 等精度_合格筆數:</b>	<b>30181</b>	<b>合格率:</b>	<b>97.56%</b>
<b>1 等精度_不合格筆數:</b>	<b>755</b>	<b>不合格率:</b>	<b>2.44%</b>

## (2) 第 2 次測深系統檢查

本次 Reson 7125\_No2 與 Reson 7125\_No1 之交互比對成果，檢核成果顯示正高 98.61% 點數、橢球高 98.18% 點數符合「104 年度水深測量資料蒐集及整理作業」海道測量精度等級精度分類之特等規範，成果如圖 4-31、圖 4-32 與表 4-21、表 4-22 所示。

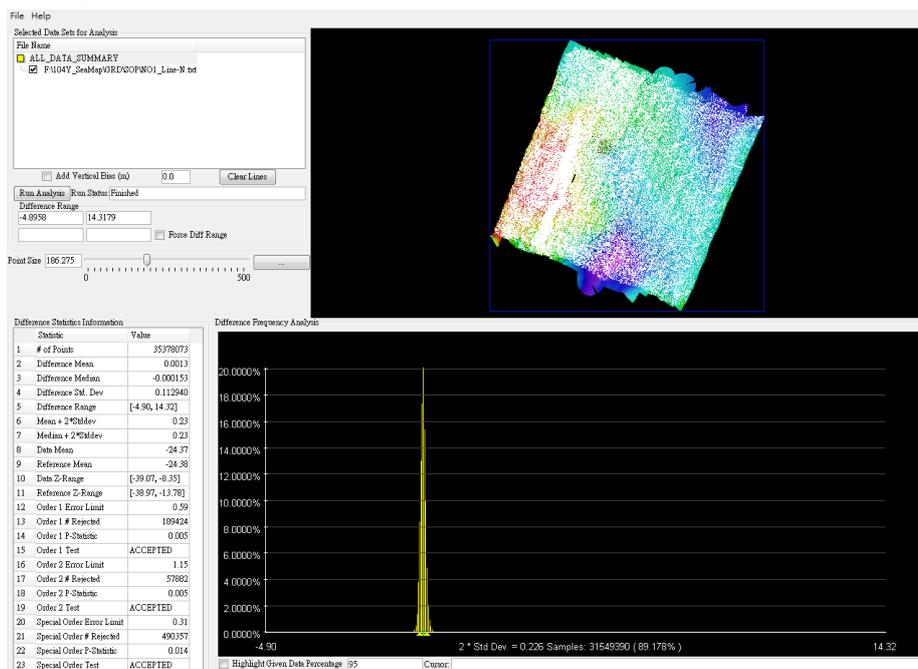


圖 4-31 Reson 7125\_No1 與 Reson 7125\_No2 誤差分布圖(正高)

表 4-21 Reson 7125\_No1 與 Reson 7125\_No2 誤差比較表(正高)

載入點數:	35378073		
檢核計算點數:	35378073		
較差平均值(公尺):	0.00		
較差中誤差(公尺):	0.11		
<b>特等精度誤差極限(公尺)</b>	<b>0.31</b>		
<b>特等精度_合格筆數:</b>	<b>34887716</b>	<b>合格率:</b>	<b>98.61%</b>
<b>特等精度_不合格筆數:</b>	<b>490357</b>	<b>不合格率:</b>	<b>1.39%</b>
1 等精度誤差極限(公尺)	0.59		
1 等精度_合格筆數:	35188649	合格率:	99.46%
1 等精度_不合格筆數:	189424	不合格率:	0.54%

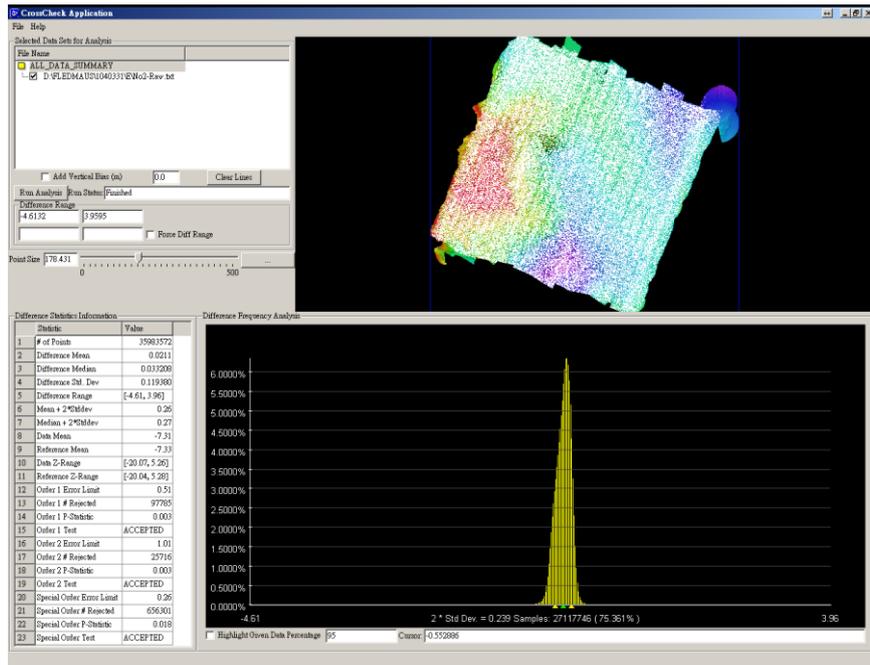


圖4-32 Reson 7125\_No1與Reson 7125\_No2誤差分布圖(橢球高)

表 4-22 Reson 7125\_No1 與 Reson 7125\_No2 誤差比較表(橢球高)

載入點數:	35983572		
檢核計算點數:	35983572		
較差平均值(公尺):	0.02		
較差中誤差(公尺):	0.12		
<b>特等精度誤差極限(公尺)</b>	<b>0.26</b>		
<b>特等精度_合格筆數:</b>	<b>35327271</b>	<b>合格率:</b>	<b>98.18%</b>
<b>特等精度_不合格筆數:</b>	<b>656301</b>	<b>不合格率:</b>	<b>1.82%</b>
1等精度誤差極限(公尺)	0.51		
1等精度_合格筆數:	35885787	合格率:	99.73%
1等精度_不合格筆數:	97785	不合格率:	0.27%

### 三、海域地形測量

#### (一)作業船舶及儀器設備

本案水深測量分別使用海洋福星及順盛 6 號二艘船隻進行水深測量作業，船隻與使用儀器設備照片如圖 4-33 所示，各船隻之船籍資料、儀器裝載資訊、作業人員名單及進出港證明等請參閱成果資料電子檔「附件 7-1、104 年度水深測量料蒐集及整理作業-第 1 批測量資料成果報告書」、「附件 7-2、104 年度水深測量料蒐集及整理作業-第 2、3 批測量資料成果報告書」。

船舶名稱	測深儀器
 <p data-bbox="244 1547 804 1592">海洋福星(左)與順盛 6 號(右)照片</p>	 <p data-bbox="882 1149 1345 1182">RESON 7125_No1 多音束操作環境</p> <p data-bbox="882 1574 1345 1608">RESON 7125_No2 多音束操作環境</p>

圖4-33 水深測量使用船隻與儀器照片

#### (二)水深測量作業說明

水深測量主要是以測深儀測深，搭配 GPS 衛星定位系統定位，並配合周邊設備如運動姿態感測器、羅經、聲速儀、潮位儀等施測，達到高精度、高效率之海域地形測量方式。水深測量作業流程如圖 4-34 所示，各項作業步驟分述如下：

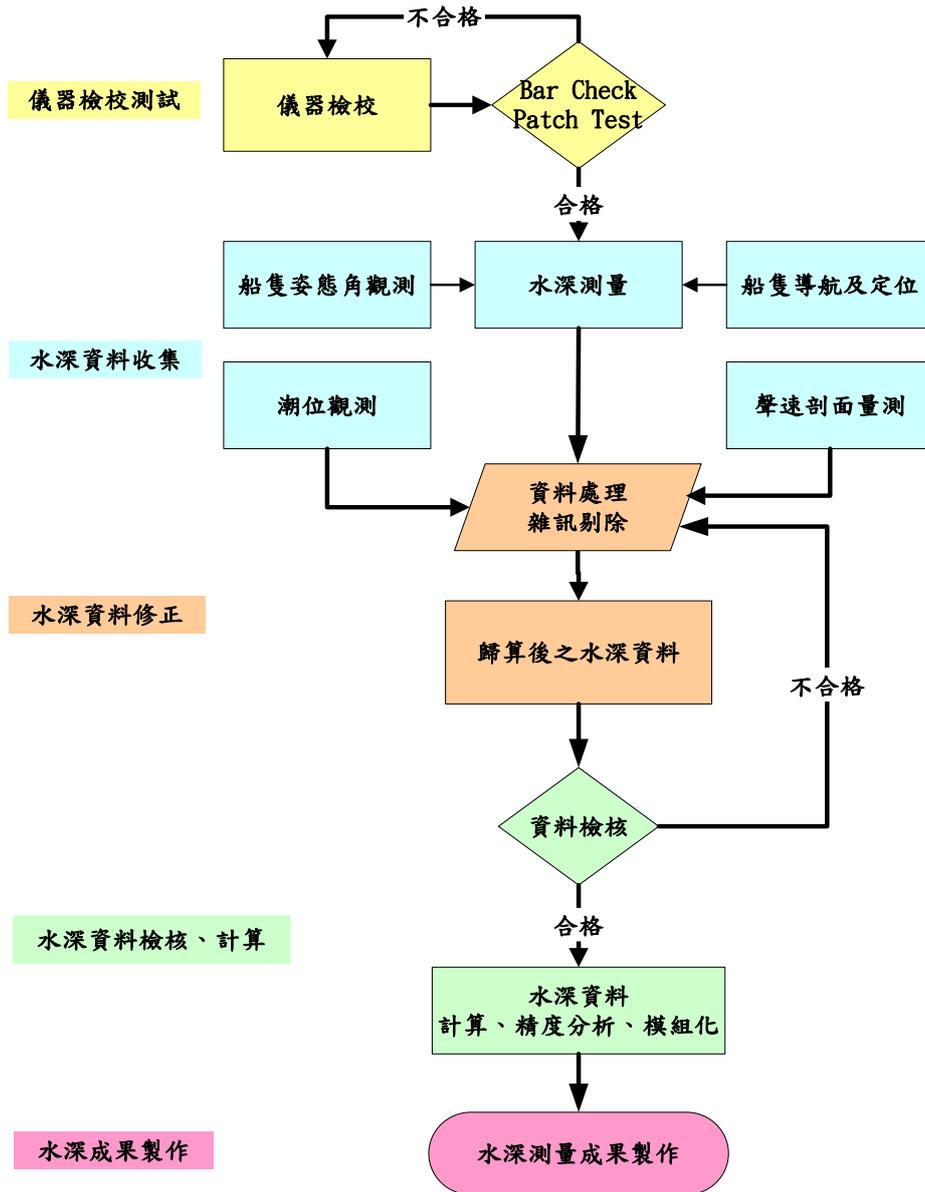


圖4-34 水深測量作業流程圖

### 1. 作業日期

本案全面採用多音束測深，外業測量工作日期與繳交原始觀測資料檔案對照表如下表4-23，總計作業75天，其中104/07/29、104/07/30、104/08/02~104/08/05、104/08/12~104/08/18、104/08/25~104/09/01、104/09/22~104/09/24、104/10/01、104/10/07、104/10/08、104/10.27、104/10/29等27天同時採用2組多音束測深，實際作業軌跡如圖4-35。

表 4-23 多音束測深作業日期與繳交原始觀測資料檔案對照表

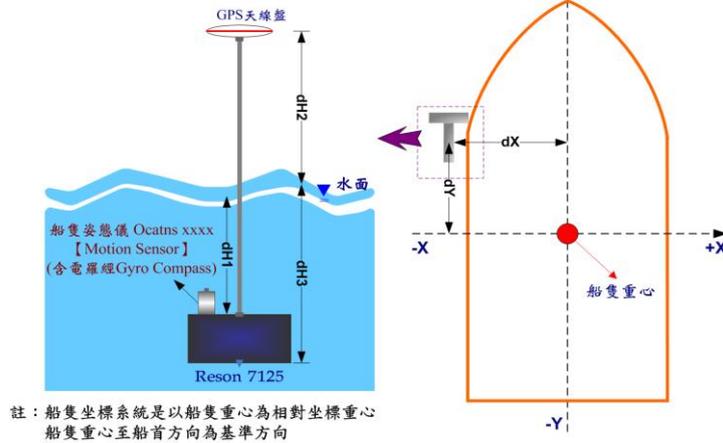
天數	作業日期	多音束原始觀測檔 (Reson SeaBat 7125)	天數	作業日期	多音束原始觀測檔 (Reson SeaBat 7125)
1	104/05/26	1040526No1	45	104/08/11	1040811No2
2	104/05/27	1040527No1	46	104/08/12	1040812No1
3	104/05/29	1040529No1		104/08/12	1040812No2
4	104/05/30	1040530No1	47	104/08/13	1040813No1
5	104/05/31	1040531No1		104/08/13	1040813No2
6	104/06/01	1040601No1	48	104/08/14	1040814No1
7	104/06/02	1040602No1		104/08/14	1040814No2
8	104/06/03	1040603No1	49	104/08/15	1040815No1
9	104/06/04	1040604No1		104/08/15	1040815No2
10	104/06/05	1040605No1	50	104/08/16	1040816No1
11	104/06/06	1040606No1		104/08/16	1040816No2
12	104/06/07	1040607No1	51	104/08/17	1040817No1
13	104/06/08	1040608No1		104/08/17	1040817No2
14	104/06/09	1040609No1	52	104/08/18	1040818No1
15	104/06/10	1040610No1		104/08/18	1040818No2
16	104/06/11	1040611No1	53	104/08/19	1040819No1
17	104/06/12	1040612No1	54	104/08/25	1040825No1
18	104/06/13	1040613No1		104/08/25	1040825No2
19	104/06/14	1040614No1	55	104/08/26	1040826No1
20	104/06/15	1040615No1		104/08/26	1040826No2
21	104/06/16	1040616No1	56	104/08/27	1040827No1
22	104/06/17	1040617No1		104/08/27	1040827No2
23	104/06/18	1040618No1	57	104/08/28	1040828No1
24	104/07/01	1040701No1		104/08/28	1040828No2
25	104/07/02	1040702No1	58	104/08/31	1040831No1
26	104/07/03	1040703No1		104/08/31	1040831No2
27	104/07/04	1040704No1	59	104/09/01	1040901No1
28	104/07/13	1040713No1		104/09/01	1040901No2
29	104/07/14	1040714No1	60	104/09/02	1040902No2
30	104/07/15	1040715No1	61	104/09/03	1040903No2
31	104/07/16	1040716No1	62	104/09/04	1040904No2
32	104/07/17	1040717No1	63	104/09/05	1040905No2
33	104/07/18	1040718No1	64	104/09/06	1040906No2
34	104/07/26	1040726No1	65	104/09/20	1040920No1
35	104/07/27	1040727No1	66	104/09/21	1040921No2
36	104/07/28	1040728No1	67	104/09/22	1040922No1
37	104/07/29	1040729No1		104/09/22	1040922No2
	104/07/29	1040729No2	68	104/09/23	1040923No1
38	104/07/30	1040730No1		104/09/23	1040923No2
	104/07/30	1040730No2	69	104/09/24	1040924No1
39	104/07/31	1040731No1		104/09/24	1040924No2
40	104/08/01	1040801No1	70	104/09/25	1040925No2
41	104/08/02	1040802No1	71	104/10/01	1041001No1
	104/08/02	1040802No2		104/10/01	1041001No2
42	104/08/03	1040803No1	72	104/10/07	1041007No1
	104/08/03	1040803No2		104/10/07	1041007No2
43	104/08/04	1040804No1	73	104/10/08	1041008No1
	104/08/04	1040804No2		104/10/08	1041008No2
44	104/08/05	1040805No1	74	104/10/27	1041027No1
	104/08/05	1040805No2		104/10/27	1041027No2
			75	104/10/29	1041029No1
				104/10/29	1041029No2



## 船隻坐標系統

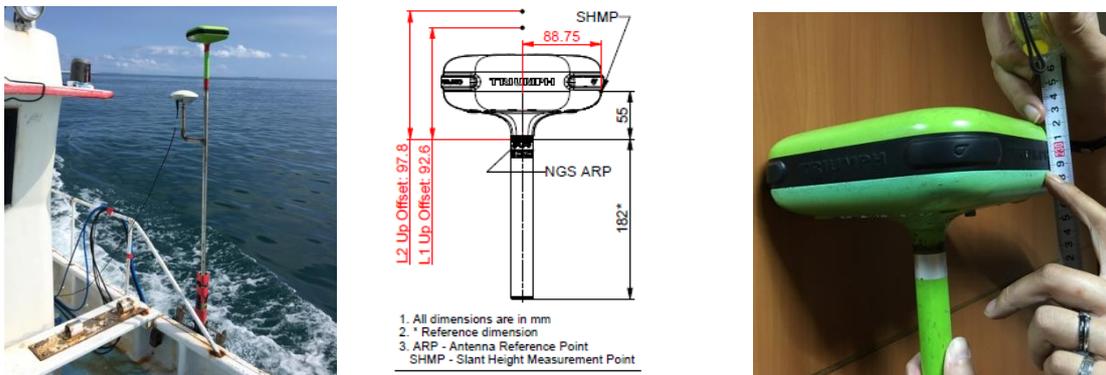
平面位置

高程位置

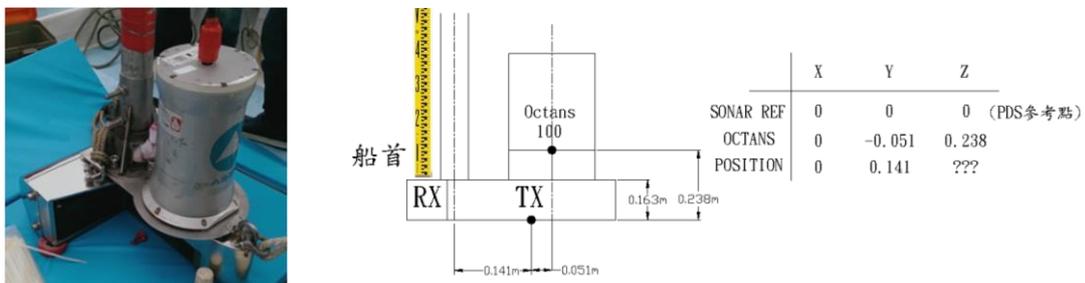


**圖4-36 儀器架設示意圖**

• 本案多音束水深作業各項儀器架設偏移量，詳見成果資料電子檔「附件7-3. 儀器裝載資訊與各項工作紀錄表」，多音束測深系統以固定架將各儀器相對位置固定，減少量測誤差，GPS天線盤及音鼓之相位中心位置及量測方式如圖4-37與圖4-38。



**圖4-37 GPS天線盤相位中心圖**



**圖4-38 音鼓與姿態儀相位中心圖**

### 3. 率定測試

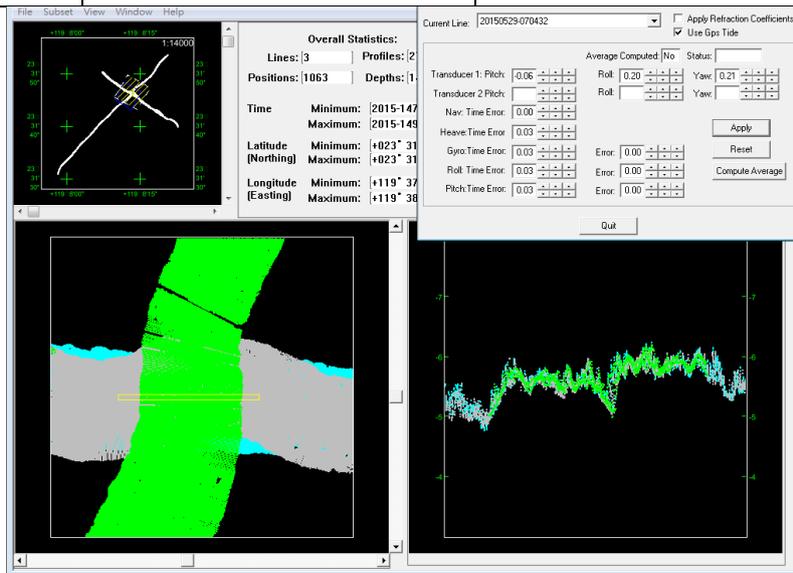
(1) 多音束水深測量：在所有儀器安置完成後，實地至測區尋找適當地點作系統的疊合測試(patch test)，分別求取音鼓安置

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)如圖 4-39 所示，依序分別作俯仰角(pitch)、搖擺角(roll)、航偏角(yaw)的率定，其中 GPS 的資料傳輸時間延遲(GPS Latency)於新系統組成前會進行量測 GPS 與多音束系統間之時間差，故而於系統中均為一固定值。相關說明如下表 4-24，各天多音束作業之率定參數詳**成果資料電子檔**「附件 7-4. 船隻資訊與音鼓架設相對位置一覽表」。

**表 4-24 疊合測試作業方式**

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



**圖 4-39 多音束水深測量疊合測試(左圖)及計算畫面(右圖)**

#### 4. 船隻姿態改正方法

實施多音束水深測量需配置運動姿態感測器(Motion Sensor)及電羅經(Gyro Compass)以即時記錄測深時船隻的俯仰角(pitch)、搖擺角(roll)、航偏角(yaw)之角度及上下起伏(heave)之高度，並作為水深的修正計算，姿態角觀測曲線如圖4-40所示。

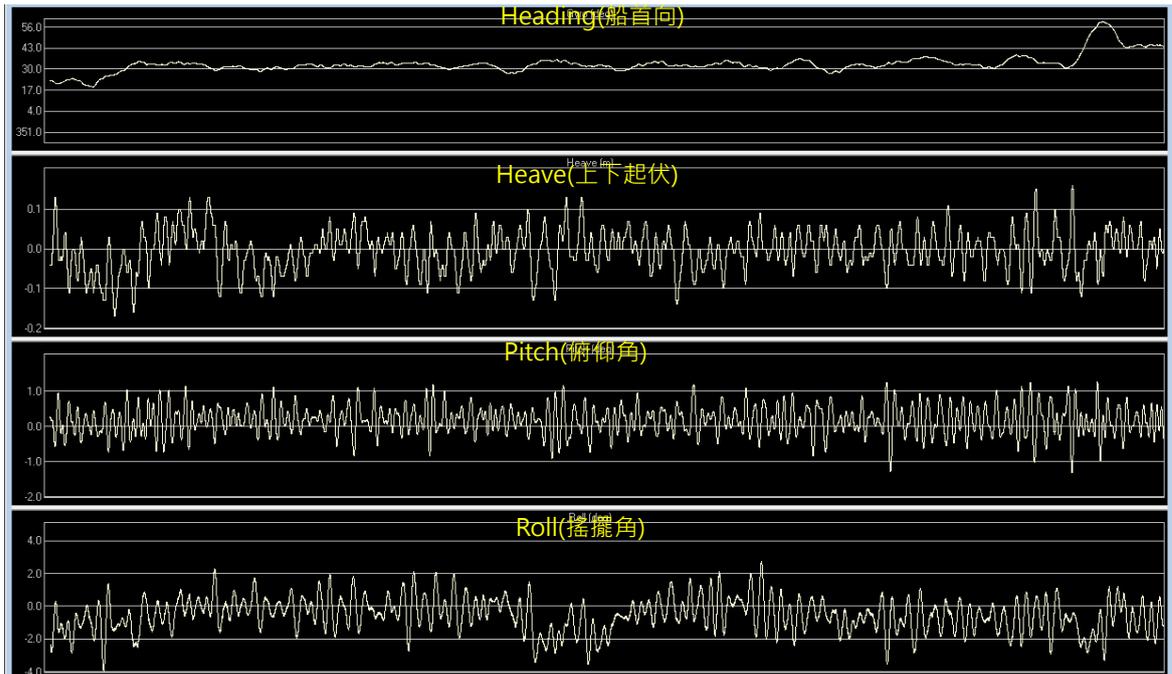


圖4-40 船隻運動姿態角紀錄曲線圖

#### 5. 船隻導航及定位方法

- (1)本次所選用之離島一等水準點，採用國土測繪中心提供之「九十三年度離島一等水準點埋設及其水準、衛星定位、重力測量工作」之測量成果為依據，以水準測量往返觀測方式檢測，檢測結果說明如「第四章第一節、控制測量」，所有已知點位之高程較差皆符合規範要求，可作為本案高程控制基準，並依此連測新設控制測量之高程。
- (2)依檢測合格之一等水準點為各水準測段端點，以水準測量往返觀測方式，連測各類新設控制點高程，其中新設之臨時潮位站之點位資訊及引用之一等水準點點號彙整如前表4-9。

- (3)水深測量採用 RTK 動態後處理衛星定位測量，於先前聯測所設立之控制點做為固定基站，配合海上 GPS 移動站測定船隻位置，記錄測深時刻的位置坐標。GPS 固定站架設情形如圖 4-41 所示。
- (4)各項定位方式之定位時間間隔皆採用 0.5 秒，且測深系統及定位系統之時間皆需採用協調世界時(UTC)系統（台灣當地時間為 UTC+8），以確保各項資料時間序列之一致性。
- (5)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 RTK 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，故進行多音束測深作業時皆搭配 RTK 動態後處理衛星定位方式施測。



圖4-41 水深測量GPS固定站架設照片

## 6. 潮位修正方式(正高)

- (1)在水深作業時，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。本案臨時潮位站配合水深測量施作分別設置於烏坎漁港(BM02)、龍門漁港(BM03)、菓葉漁港(BM04)、南北寮漁港(BM05)、赤坎漁港(BM06)、小門漁港(BM07)、內垵北漁港(BM09)、烏嶼漁港(BM10)與吉貝漁港(BM11)等 9 處受風浪影響小之處，設置地點如圖 4-42 所示。
- (2)以自動驗潮儀每 3 分鐘記錄潮位一次，並於最接近當天作業區潮位站以人工驗潮記錄(每小時記錄潮位一次)與之校核，經檢核後自動驗潮與人工驗潮較差平均小於 5 公分，潮位比較圖如圖 4-43 所示。

- (3)潮位修正是以雙潮位站方式以實測潮位進行水深資料修正，雙潮位站分區原則依據內政部「98 年度臺灣西部潮位模式建立技術發展計畫」等潮圖，劃分潮位分區如圖 4-44 。
- (4)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。潮位觀測記錄詳如成果資料電子檔「附件 7-5. 潮位觀測紀錄表」。



圖4-42 臨時潮位站設置位置及潮觀測照

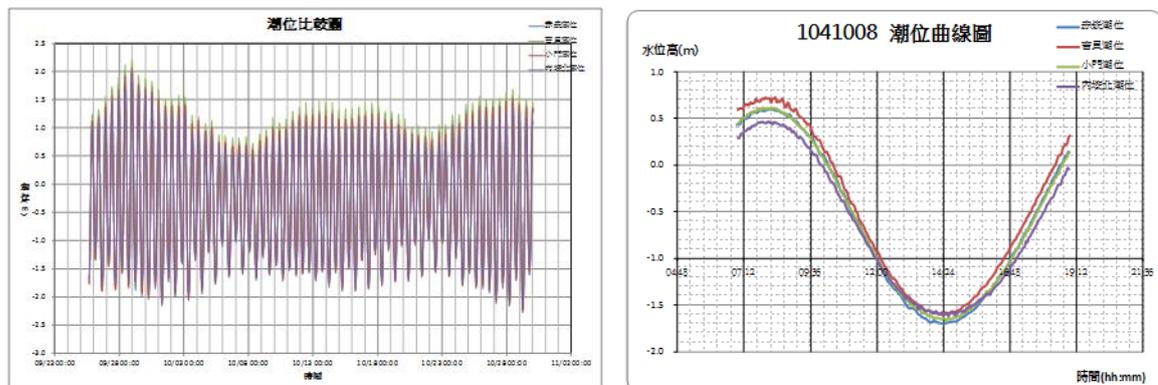


圖4-43 潮位曲線比較圖

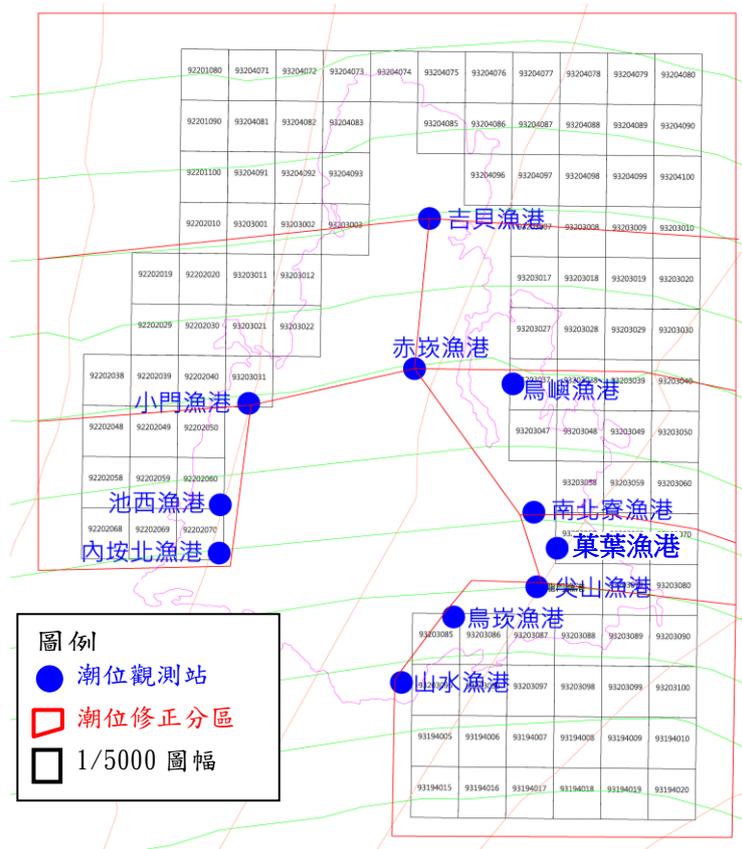


圖4-44 潮位分區圖

## 7. 橢球高計算

本計畫除以潮位觀測方式計算水深正高系統以外，另須提供WGS84橢球高水深資料，資料處理方式如下。

- (1)陸上固定站需有橢球高程，在水深作業時，GPS 固定站與移動站需同步觀測並記錄。
- (2)以基地站橢球高為高程基準，利用 Trimble Business Center (簡稱 TBC)地球空間資料處理軟體進行水深定位平面坐標及橢球高資料解算。
- (3)解算後資料以定位資料後處理方式匯入 Caris HIPS(以下簡稱 Caris)水深資料處理軟體，取代現場作業定位坐標及高程。
- (4)利用 Caris「Compute GPS Tide 功能」，並勾選「Apply Dynamic Heave」如圖 4-45，以避免重複修正 Heave。
- (5)於 Caris 整合計算時勾選「Apply GPS Tide」並計算之，如圖 4-46。

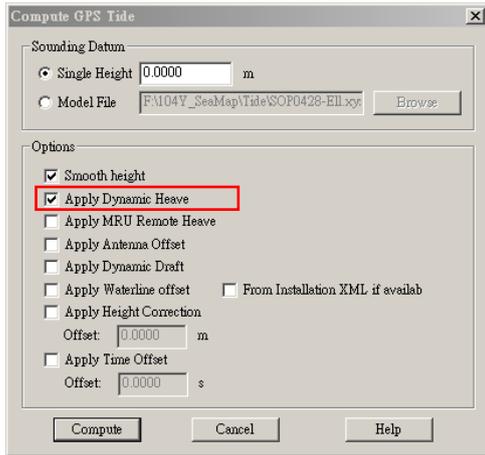


圖4-45 GPS Tide計算畫面



圖4-46 水深整合計算畫面

## 8. 聲速修正方式

- (1) 在本案施行水深測量的作業範圍內，於每日選取較深之位置作聲速量測，並依照不同作業時段及區域，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) 使用之聲速儀包含直接量測式及鹽溫壓(CTD)式聲速儀，量測聲速之最小記錄單位皆小於 0.5 公尺/秒，記錄時視測區深度及聲速變化情況而定，取樣間隔在 1 公尺間。
- (3) 聲速量測時製作聲速剖面記錄圖表，除記載聲速剖面值外，並記錄量測人員、時間、位置坐標及天候狀況等資訊。水中聲速量測情形及聲速剖面圖如圖 4-47。
- (4) 聲速量測記錄詳成果資料電子檔「附件 7-6. 聲速剖面量測記錄表」所示。

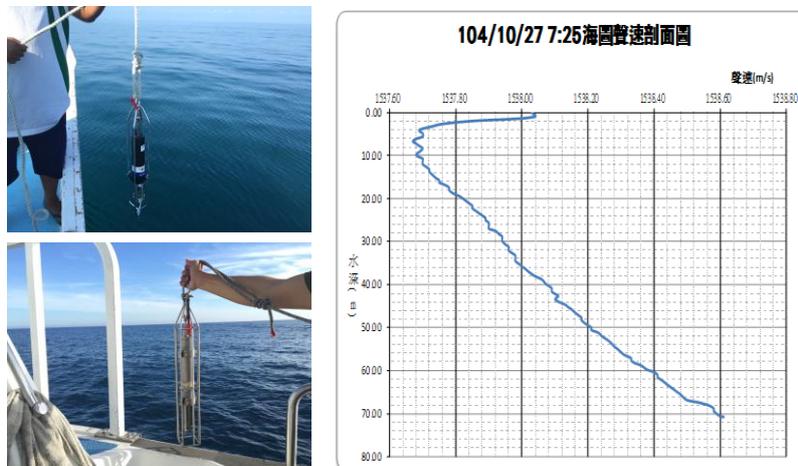


圖4-47 聲速剖面量測情形(左圖)及聲速剖面圖(右圖)

## 9. 水深測量資料處理

- (1)先逐一對單一測線初步篩除可疑的水深資料，如訊號品質不佳的水深值、異常的水深值及定位品質不佳的水深點。多音束測深資料因資料量龐大，需藉由專業軟體(CARIS HIPS)輔助資料的篩選作業。
- (2)加入各項修正資料，包含水位資料、聲速剖面資料、儀器架設偏移參數、船隻姿態資料及率定資料等，經檢核無誤後才加入水深資料的修正計算，可得到歸算後的水深資料。
- (3)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 4-48 與圖 4-49)，水深資料處理作業流程如圖 4-50 所示。
- (4)多音束水深資料修正計算後發現測線疊合結果不符規範要求，則重新選擇適合之測線進行疊合測試計算，精度計算合格後才進行後續成果輸出及圖資製作。

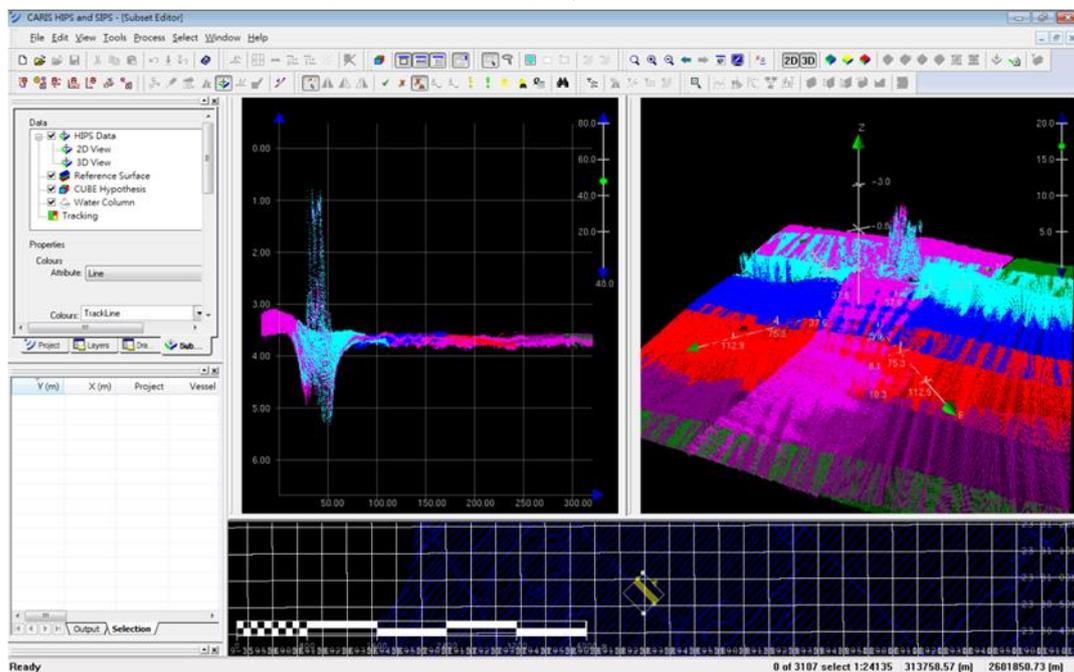


圖4-48 多音束相鄰及檢核測線(不同顏色)資料疊合比對、除錯

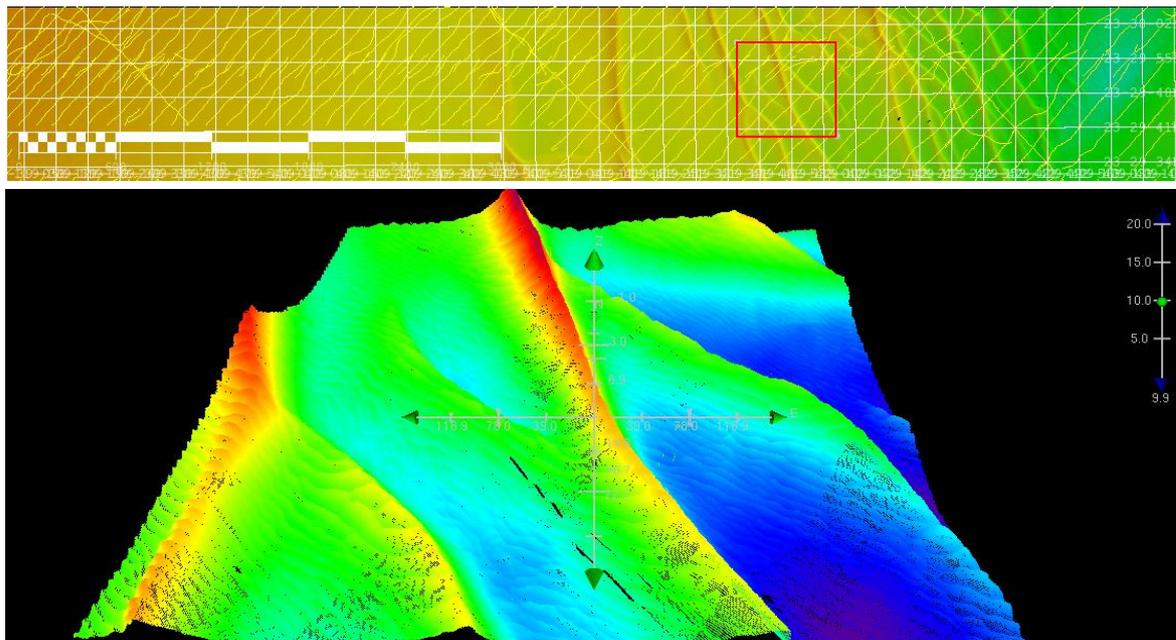


圖4-49 多音束水深測量資料以3D模式資料疊合比對、除錯

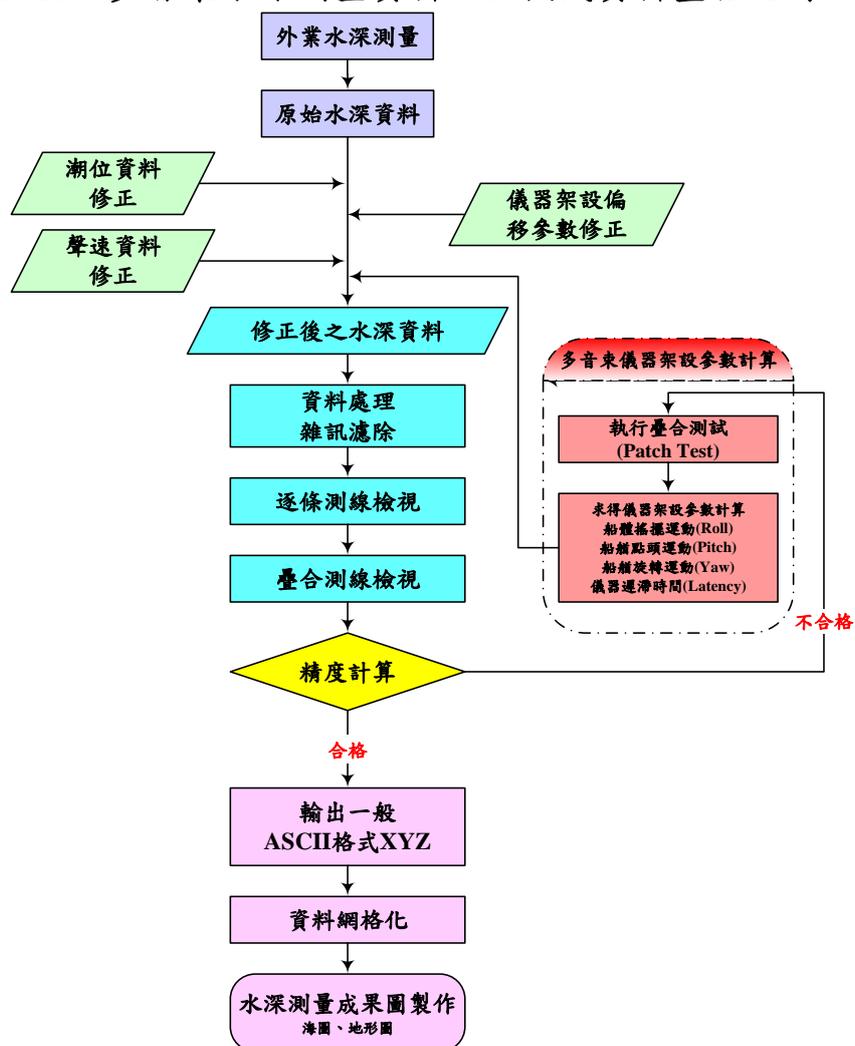


圖4-50 多音束水深測量資料處理流程圖

## 10. 水深測量成果展示

多音束測深資料輸出成5公尺\*5公尺網格，再以Fledermaus製成3D展示色階模型，如圖4-51~圖4-53所示。

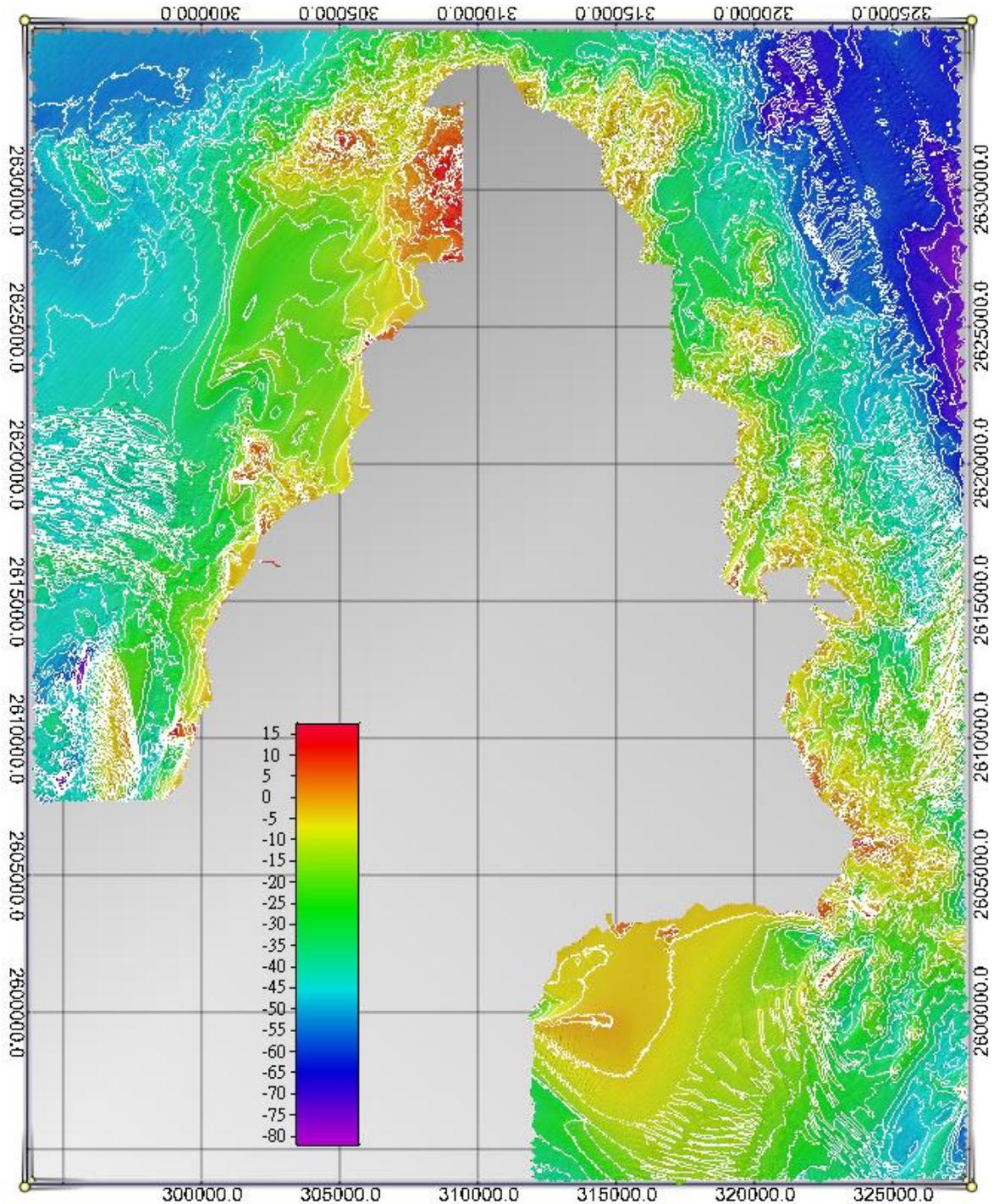


圖4-51 104年度第2作業區全區水深測量成果色階圖(橢球高)

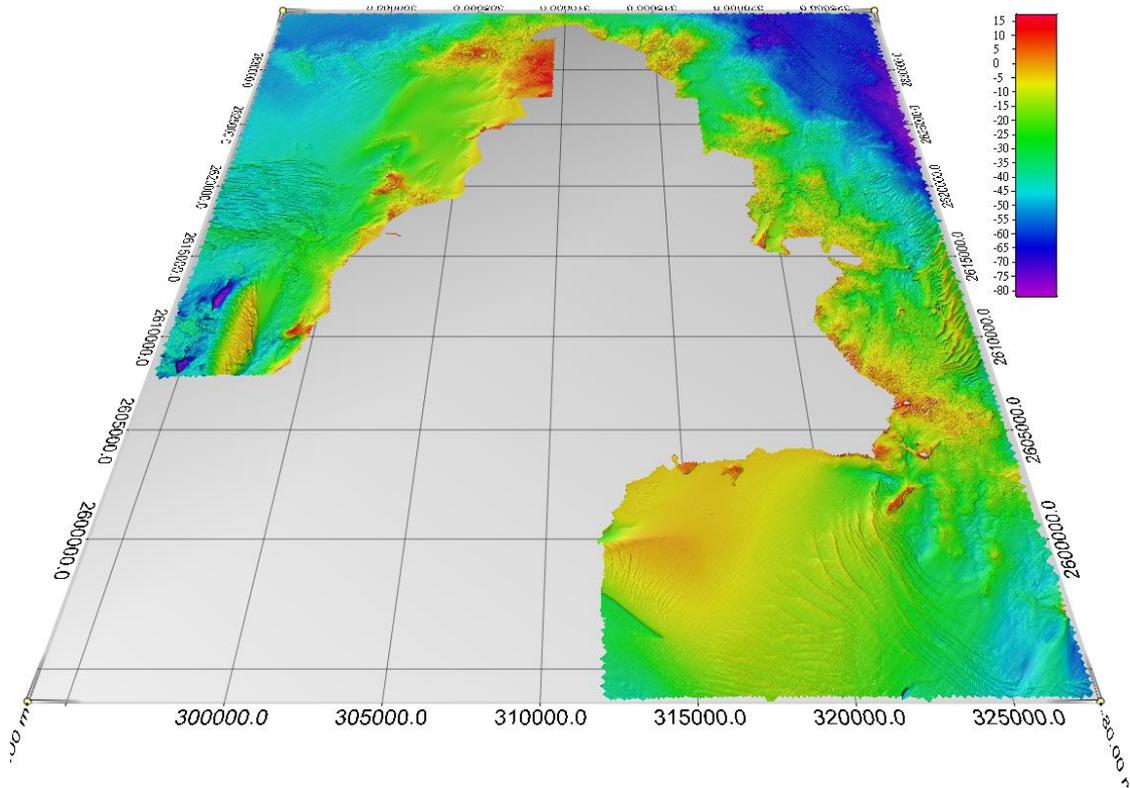


圖4-52 104年度第2作業區全區水深測量成果3D色階圖(橢球高)-1

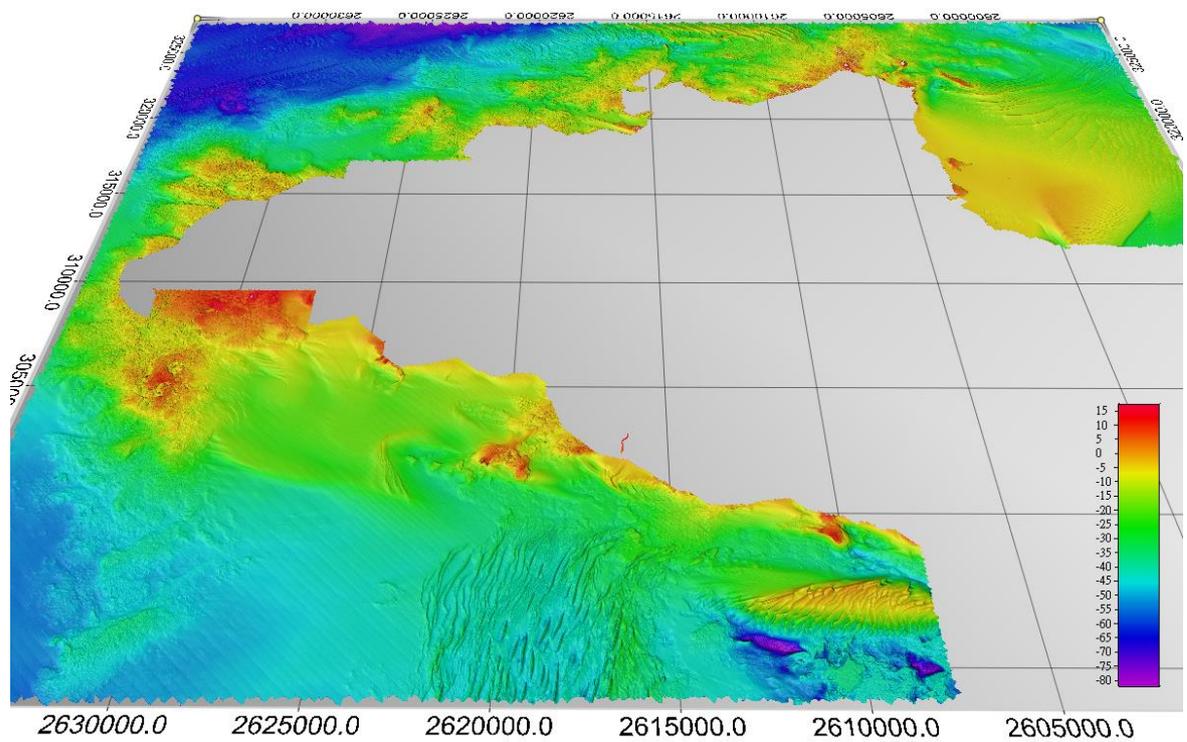


圖4-53 104年度第2作業區全區水深測量成果3D色階圖(橢球高)-2

## 四、圖資製作成果

### (一)數值地形模型

#### 1.製作流程及方法

本案作業全區採多音束測深，水深資料計算後產製高精度高解析度之海域數值高程模型，其製作流程如圖4-54所示。

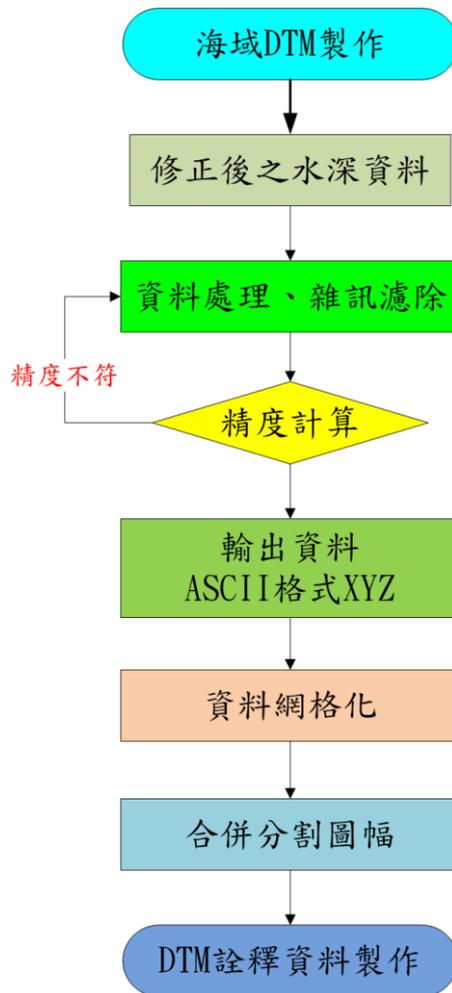


圖4-54 海域數值地形模型DTM製作流程圖

本案所使用的數值高程模型（DTM）製作方式，是採用三維空間科學繪圖軟體Golden Surfer，利用其強大網格製作模式，以Triangulation with Linear Interpolation(三角網線性內插模式)，如分別產製網格間距5公尺\*5公尺、10公尺\*10公尺、20公尺\*20公尺、50公尺\*50公尺、100公尺\*100公尺、250公尺\*250公尺之數值地形模型。

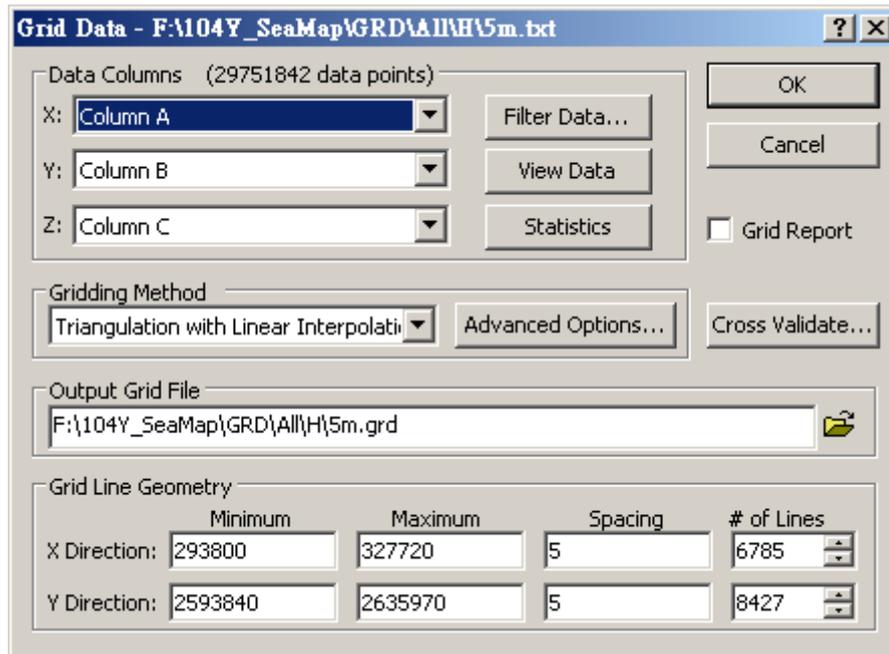


圖4-55 Surfer地形模型DTM製作設定畫面

## 2. 成果清冊

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

表 4-25 數值地形模型成果清冊

比例尺	網格間距	圖幅數
5000	5 公尺*5 公尺	117
5000	10 公尺*10 公尺	117
5000	20 公尺*20 公尺	117
5000	50 公尺*50 公尺	117
5000	100 公尺*100 公尺	117
5000	250 公尺*250 公尺	117
25000	5 公尺*5 公尺	11
25000	10 公尺*10 公尺	11
25000	20 公尺*20 公尺	11
25000	50 公尺*50 公尺	11
25000	100 公尺*100 公尺	11
25000	250 公尺*250 公尺	11

## (二)數值地形圖

### 1.製作流程、方法

- (1)平面基準採 TWD97 二度分帶坐標系統，高程基準採澎湖一等水準高程系統，數值地形圖製作流程如圖 4-56，相關製作規定說明如下。
- (2)圖幅範圍及圖號：圖幅分幅方式及圖幅編號與內政部相片基本圖及基本地形圖分幅方式相同。
- (3)地物、地類、地貌之分層分類參照內政部「基本地形圖資料分類編碼表」，辦理進行分類編碼。
- (4)圖式參照內政部「基本地形圖資料庫圖式規格表」與「基本地形圖資料分類編碼表」之數值地形圖資料分類補充表，如無規定則依中華民國海軍水道圖海圖圖例標準。
- (5)等深線之繪製以內插模式產生，依測點內插計算得正交網格(GRID)或組成不規則三角網(TIN)，再藉此內插產生等高(深)線。
- (6)海域地形之等深線間距，視海域地形走勢變化而定，原則上五千分之一成圖比例尺等高線測繪間隔在地形平坦地區為 1 公尺，在地形陡峭變化急遽區域間距為 5 公尺，二萬五千分之一成圖比例尺之等深線間距為 5 公尺，以選擇最小等深線間距且能圖上清楚展示為原則。若於地形變化遽烈處，於圖上呈現之等深線間距過密者(兩線間距在 1 毫米內)，可適當省略部分等深線、只保留最深及最淺等深線而刪除其中併列之等深線或選擇更大一級之等深線間距展繪。
- (7)測繪成果及內插產生之等高(深)線，依地物、地類、地貌等屬性加以分類分層編輯，並按規定分幅編輯、地物共同界線處理、圖面整飾(含地面控制點、圖廓、方格線、方格線坐標、圖號、比例尺、中英文地名、行政界線、圖幅接合表等)，每一主題圖層於編輯後必需為一完整圖層。
- (8)相鄰圖幅需加以接邊處理，接邊處理時需注意線狀物體、等

高(深)線、道路、方格線註記、地名、河川、河川流向及其他地物等彼此銜接及配合一致，地物共同界線必需是惟一的。

(9)數值地形圖詮釋資料(metadata)參照「國土資訊系統相關數值資訊詮釋資料製作須知」所規範的詮釋資料格式製作。

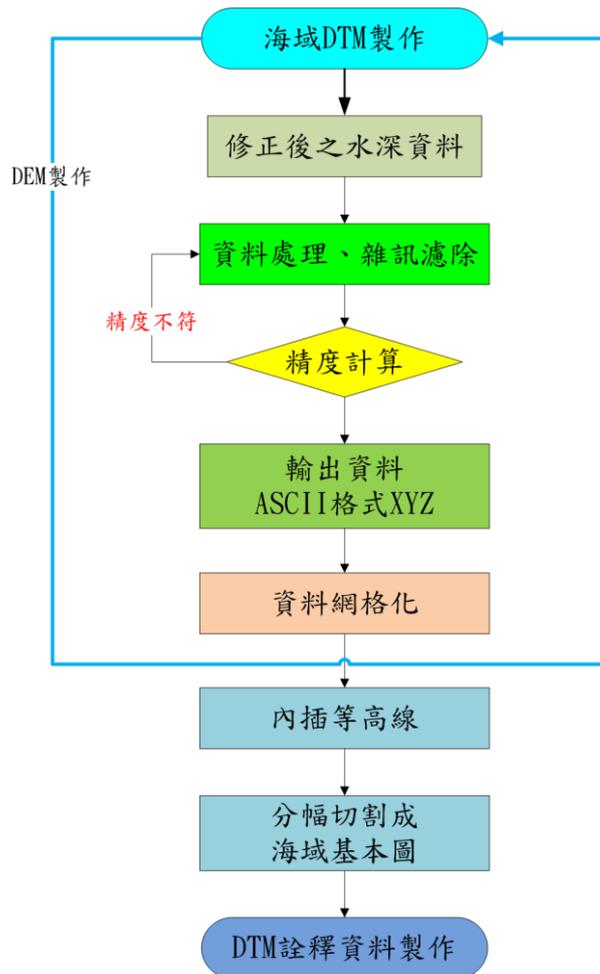


圖4-56 數值地形圖製作流程圖

## 2. 成果清冊

本案工作成果數值地形圖共計117 幅五千分之一比例尺圖幅與11 幅二萬五千分之一比例尺圖幅，數值地形圖成果圖層彙整於表4-26，各比例尺圖幅圖號詳列於前表1-1。

表 4-26 104 年度數值地形圖成果圖層表

9010101_圖廓	9020202_高程系統	9020303_圖料表	9590002_暗礁
9010102_圖廓註記	9020203_坐標系統	9020304_偏角圖	9590005_島嶼
9010201_方格線	9020204_投影方格	9020401_測製時間	9590300_人工魚礁
9010202_方格線註記	9020205_等高線間隔	9020402_主管機關	9590400_沈船
9020101_圖名	9020206_面積	9020403_主辦機關	9810301_等深線計曲線
9020102_圖號	9020301_圖幅接合表	9020404_測製機關	9810302_等深線首曲線
9020201_比例尺	9020302_行政界線略圖	9040000_圖例	9810400_水深點

3. 成果展示

本年度數值地形圖相關圖資成果展示如圖4-57。

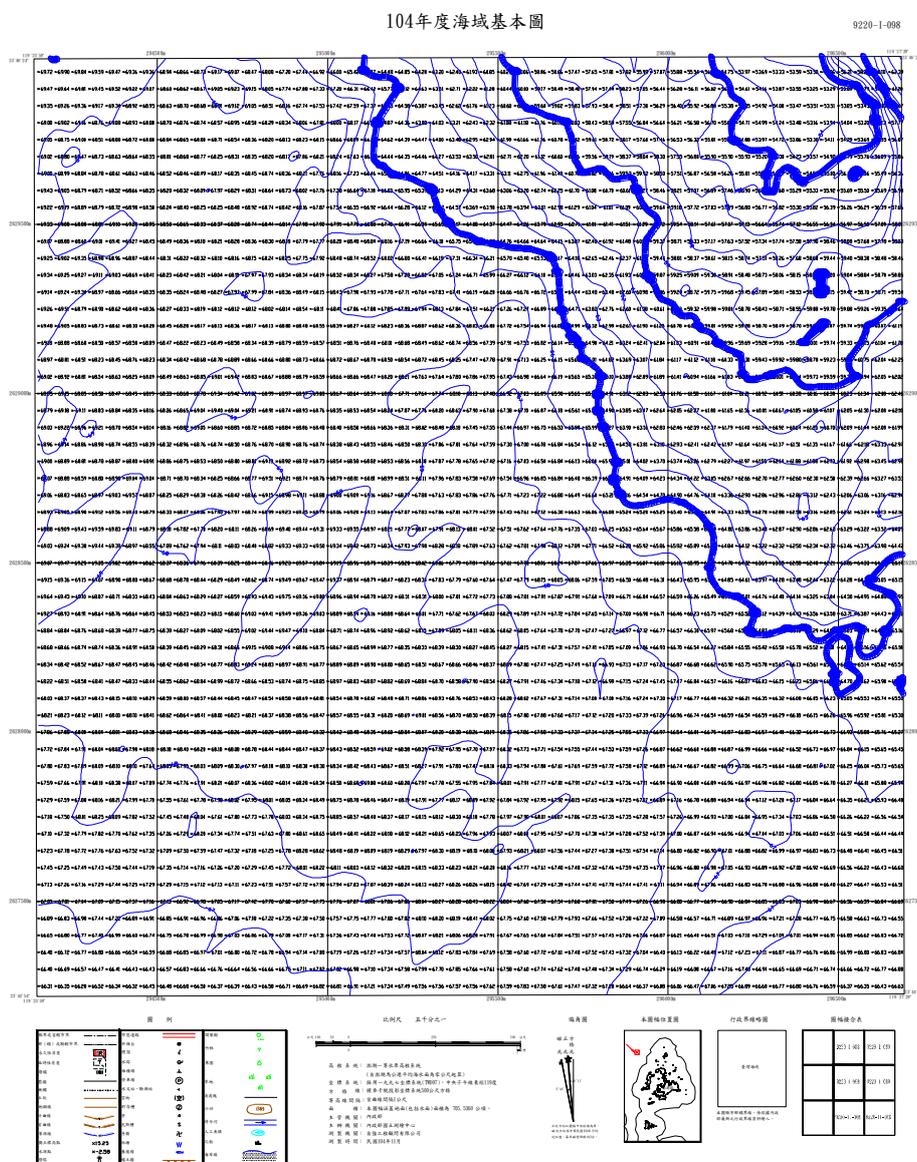


圖4-57 104年度第2作業區-數值地形圖成果範例

### (三)數值地理資訊圖層資料

#### 1.製作流程、方法

數值地理資訊圖層資料包含圖形資料及詮釋資料，建置程序則分成二個部分，首先為進行CAD 圖形轉檔、圖形整理、分層處理、位相關係建立、圖元編碼、屬性欄位建置、屬性建檔編修等CAD 地形圖轉置數值地理資訊圖層資料格式，而第二部分為詮釋資料的建立。為確保圖形及屬性的連接正確性，本案建置數值地理資訊圖層(圖中簡稱GIS)地形圖之程序如圖4-58所示。

由於CAD 格式在資料結構上與數值地理資訊圖層格式不同，需將CAD 資料結構拆解至數值地理資訊圖層空間結構的點、線及面圖徵，以下為數值地理資訊圖層資料庫建置作業方法說明之：

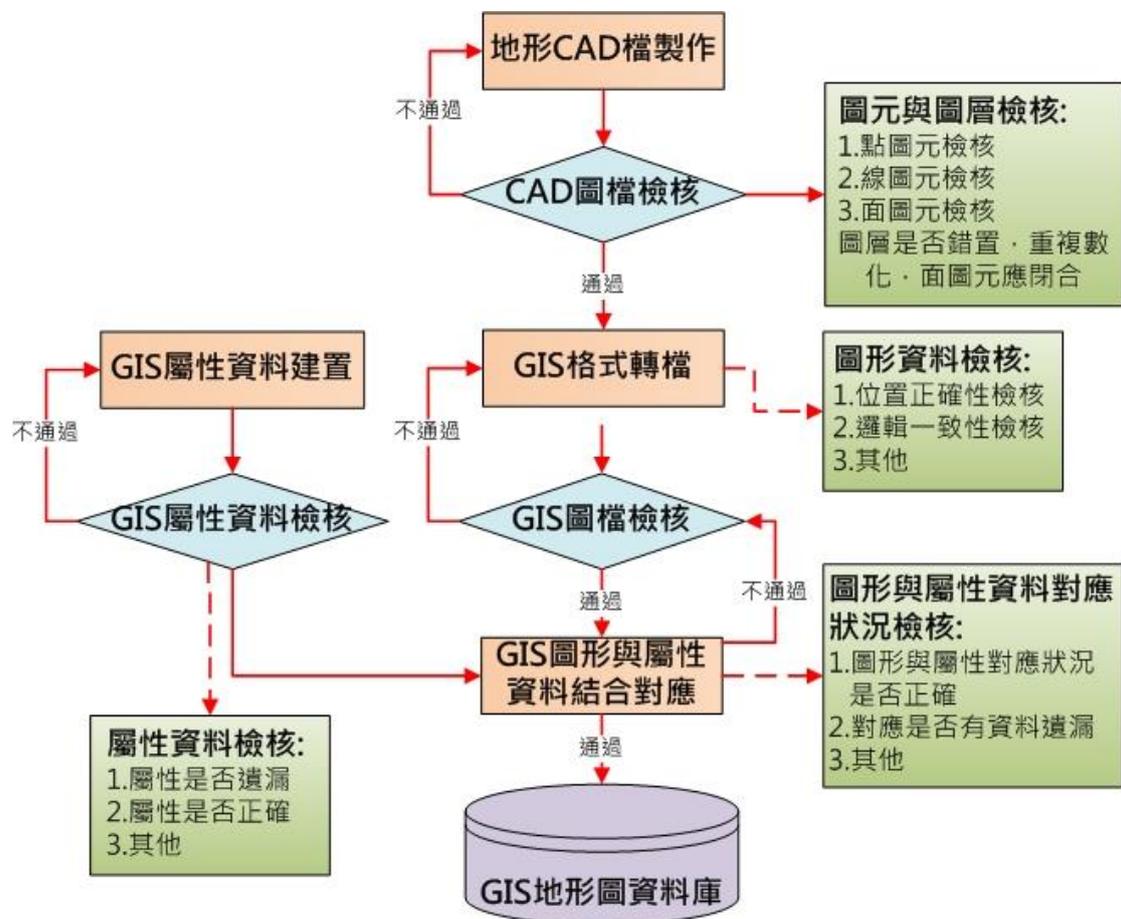


圖4-58 數值地理資訊圖層及資料建置流程圖

### (1) 資料庫圖層預處理

點物件在轉換前要確保只有一個 point 或 block，不然同一個點位會轉出兩個以上的資料，所以需要先對資料過濾，一個點為只保留一個 point 或 block。

線物件與面物件在轉換前要先就共線（界）部分預做處理，必須先將線與面共界部分做一明確區分，把線性物件分離出來（例如：線性人工構造物、牆垣、線性道路附屬設施、輸送線（高壓線）、海岸線及等高線等），剩下屬於面物件之線型物件透過人工與自動方式將其組成面狀物件（封閉空間）。並就面面重疊或相交之物件做剔除及修正動作，避免有不合邏輯及空間唯一性之問題產生。

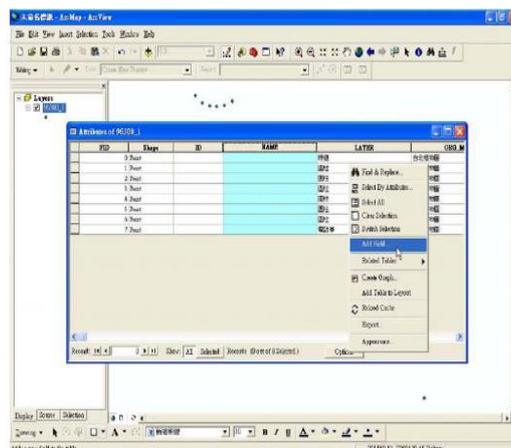
### (2) 空間資料與屬性資料進行萃取轉換

空間資料萃取轉換由於 CAD 向量圖資在 GIS 平台架構上會區分為 Annotation、MultiPatch、Point、Polyline 及 Polygon 五種，所以在空間資料的轉換上將依照各圖層特性，對 CAD 圖層進行空間資料的萃取。屬性資料萃取轉換 CAD 向量圖資在屬性資料表中，會夾帶 Layer、Elevation、RefName、Floor、Angle 等欄位，除了 Layer 欄位在轉換過程中為分辨其各個不同資料類型外。針對本次海域基本地形圖 GIS 資料庫特殊圖層轉換時需保留欄位，以作為其屬性資料欄位，本案 GIS 圖層分類如表 4-27 所示。以下由 AutoCAD MAP 軟體將 dwg 轉換到 shp 做說明。

表 4-27 104 年度數值地理資訊圖層分類內容說明表

類別	圖層名稱		型態
控制點	控制點	ControlPt	點
地貌	等深線	DepthContour	線
	網格水深點	GridSpot	點
圖幅	圖幅	FrameIndex	面
其他	人工魚礁	FishHaven	面
	沈船(船骸)	Wreck	面

- A.選用 AutoCAD MAP 內建之輸出工具，將 CAD 圖資直接輸出成 ESRI 之 Shapefile 格式。**
- B.輸出物件類型及圖層：**分別選定要轉換物件之類型（點、線、面、文字），以及要轉出的圖層。
- C.轉換屬性資料：**分層選擇轉換的屬性資料。CAD 中的資料屬性大多屬於幾何資訊（位置、長度、面積）或點位名稱，由 GIS 圖層欄位設計來決定要轉出的屬性資料。一般來說，點物件需要位置 XYZ（CENTER）；線物件需要長度（LENGTH）、起始坐標（X1、Y1、Z1）、終止坐標（X2、Y2、Z2）；面物件需要面積（AREA）。依照資料庫規格，設定資料欄位、資料格式、資料長度，如圖 4-59 所示。



**圖4-59 數值地理資訊圖層屬性資料格式設定畫面**

- D.轉換後空間資料修補：**原始 CAD 資料狀態在共界位置上，會因為圖層優先權情況，只有繪製單獨線段（例如：道路與水系共界，圖面會以道路等級優於水系，只會繪製道路線段），若以單獨圖層轉換，會產生圖層內的圖徵有破碎無法辨識得情況，所以 CAD 向量圖資轉換後的空間資料必須經過人工修補程序，將破碎的圖徵修正為連續完整的線段，並刪除不必要的雜訊。
- E.空間資料錯誤剔除與編修處理：**數值地理資訊圖層為點、

線及面之空間資料組成，所有顯示該圖徵意義的物件皆採以符號表示之。但 CAD 圖層轉至數值地理資訊圖層中，會因為繪製原理不同，造成轉換後的數值地理資訊圖層會保留原始 CAD 內所呈現符號物件。這樣會造成資料錯誤，所以必須清除這部分的雜訊，讓圖徵保持完整的點、線或面狀態。

然而部分圖徵會有未連接好或未延伸到該屬位置等情況，必須經過人工編修的動作。

**F.空間資料接邊、合併處理：**GIS 轉換後的圖層會因為當初製圖人員線段繪製停筆位置或各圖幅接合處位置等多項因素，造成圖徵中斷未連接的情況產生。此時我們可藉由該筆圖徵屬性值相同的原理，藉此將圖徵融合在一起，以達到接邊合併的目的。

**G.轉換後屬性資料建置：**GIS 轉換前已有考量屬性資料建置內容，故於 CAD 向量圖資轉換至地形圖 GIS 資料庫時，部分欄位會自動填寫屬性資料值進去，針對無法自動填寫的欄位再採以人工方式輸入，這樣的好處可以統一屬性資料值並加速作業的時間，減少屬性資料建置錯誤率。

## 2.成果清冊

本案資料經彙整後，將數值地形圖建置為數值地理資訊圖層，並將其資料成果列清冊（包含圖名、圖號、檔案格式、數量等），詳如表4-28所示。

**表 4-28 數值地理資訊圖層資料建置作業成果清冊**

圖層名稱(中文)	圖層名稱(英文)	檔案格式	數量
等深線	DEPTHCONTOUR	SHP & IDX& DBF	25603
圖幅	FRAMEINDEX	SHP & IDX& DBF	117
網格水深點	GRIDSPOT	SHP & IDX& DBF	576124

#### (四)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.電子海圖基準

- (1)深度基準: 赤崁潮位站約當地最低低潮位面與 WGS84 橢球高。
- (2)高度基準: 澎湖一等水準高程基準(本案無岸線測量)
- (3)平面基準: WGS84

##### 2.水深紀錄檔

- (1)提供製作電子海圖製圖用之水深紀錄檔, 應以純文字檔 (ASCII 碼)格式提供, 並以五千分之一圖幅區分檔案, 共計 117 個。
- (2)每筆水深紀錄包括「測繪日期時間」、「水深」、「定位坐標」、「潮差修正後之水深」、「是否標繪於清繪圖」、「DGPS/GPS」、「水平 uncertainty 值」、「深度 uncertainty 值」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,單或多音束(SB/MB),是否標繪於清繪圖(Y/N),定位方式,水平uncertainty值,深度uncertainty值

2015/09/22,03:47:22.654,64.538,294145.941,2627224.586,119.4330619,23.7483801,64.201,MB,N,PPK,0.558,0.199

- (3)測量時間欄位紀錄採用 UTC 記錄到秒。
- (4)水深的解析度為 0.1 公尺。
- (5)定位坐標以經緯度 (WGS84) 表示, 解析度為 $10^{-7}$ 度。
- (6)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。

### 3.海測清繪圖製作

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

- A.海測清繪圖以 CAD 檔案呈現，並以圖幅區分檔案，共計 84 幅。
- B.將已繪製完成之立製圖檔分別將各個不同之圖層轉換成以 S57 物件為分類之圖層，並依照圖資幾何形態分類為點、線、面等三種圖層。舉例來說:單線道路層名則為 ROADWY(L); 雙線道路則為 ROADWY(A)。
- C.檢查各圖形有無重複或不連續之端點。面域多邊形則需使其封閉。
- D.因 S57 海圖要求定位坐標以經緯度(WGS84)表示，故而須先指定圖面坐標系統為 TWD97 系統，在後續轉成 SHP 檔時才能轉換成 WGS84 坐標。
- E.使用 AUTOCAD MAP 內建功能將圖層依序分類匯出成 SHP 檔。匯出圖檔時須注意為何種幾何形態(點、線或面)，並依照已區分好之圖層，選擇該圖層，點選其屬性資料，並將坐標改為 WGS84，若為面域之資料，則必須選擇“將封閉聚合線視為多邊形”
- F.打開 OPEN GIS 之軟體(本次使用 Arc GIS 9.3)，並加入所有 SHP 檔資料。
- G.海測清繪圖成果建置畫面，如圖 4-60。

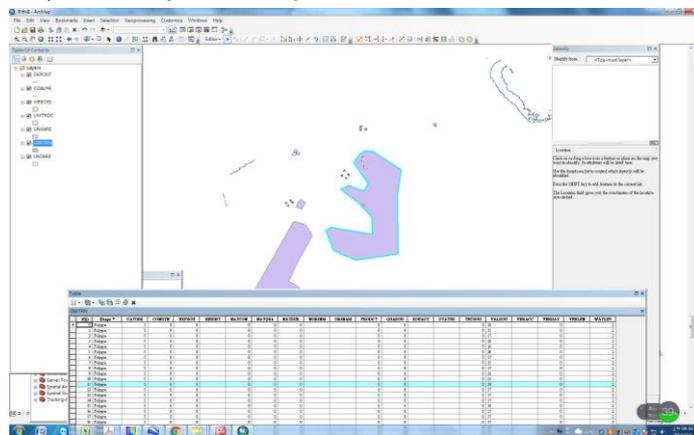


圖4-60 海測清繪圖成果建置示意圖

(2)海測清繪圖所需內容包括下列各項::

- A.符合水平與水深精度規範，經過潮差改正，以最淺水深 (shoal-biased)原則篩選之原位置水深點。海域水深點在圖上的分布密度至少每 2 公分有 1 點。圖上的水深點必須附加標記 (相當於 GIS 檔案中水深點的屬性之一)，使其可以於必要時追蹤回溯至原始的多音束或單音束測繪資料。
- B.等深線至少包括：0 公尺, 1 公尺, 2 公尺, 5 公尺, 10 公尺, 15 公尺, 20 公尺, 25 公尺, 30 公尺, (超過 30 公尺, 每 10 公尺加繪一條等深線)。所有等深線是以「製作電子海圖用之水深紀錄檔」內之水深點產生，並參考顯示於圖面上之水深點，修正不合理之等深線。
- C.岸線或人工岸線(高潮線)，並標明類別 (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、穿道隧道、築堤、沙丘、峭壁、岩堆)。
- 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、沈船、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.海測清繪圖 SHP 成果展示如圖 4-61。

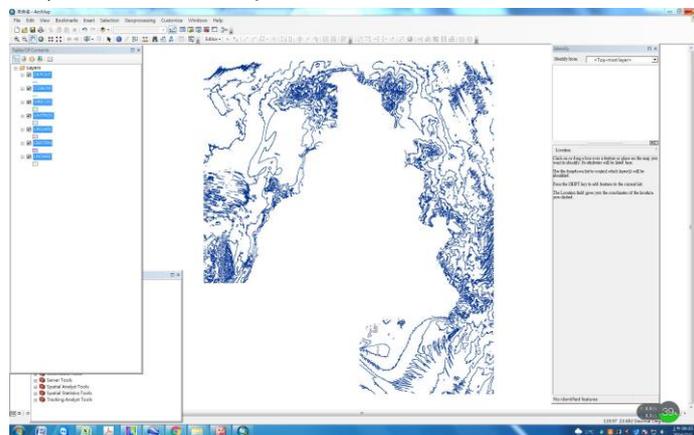


圖4-61 海測清繪圖成果示意圖

#### 4.其他敘述性報告

- (1)本案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)由於澎湖潮區劃分並不明確，因此考量未來澎湖潮區劃分確定後，方便將資料換算成適合當地之最低低潮系統，經工作會議討論後統一採用赤崁潮位站最低低潮系統（一等水準系統+2.398 公尺為本案電子航行圖前置作業深度基準。赤崁最低低潮位基準係由海軍大氣海洋局統計本計畫作業期間於 BM06(赤崁)潮位站連續觀測三個月之潮位資料，推算出潮信資料表如表 4-29。
- (4)完整之其他敘述性報告詳見**成果資料電子檔**「附件 7-7、104 年度數值地形圖其它敘述性報告」

表 4-29 澎湖 BM06(赤崁)潮位站潮信表

海軍大氣海洋局潮信資料表						潮位	高程
站名	BM06(赤崁)					大潮平均高潮位 (H. W. O. S. T.)	+1.240 公尺
緯度	23°40'03.72"N	經度	119°36'11.698"E			小潮平均高潮位 (H. W. O. N. T.)	+0.580 公尺
推算時間	06/30/2015 ~10/30/2015					平均潮位 (M. W. L.)	-0.334 公尺
潮信	平均高潮間隙 M.H.W.I.	大潮升 S.R.	小潮升 N.R.	基準面 D.L.	平均海面 (水尺零點起算) M.S.L.	最低低潮位 (L. L. W. L.) = 基準面 (D. L.)	-2.398 公尺
	11.3231小時	3.6379公尺	2.9779公尺	1.1528公尺	3.2167公尺	大潮升 (S. R.) =大潮平均 高潮位 - 最低低潮位	3.638 公尺
						小潮升 (N. R.) =小潮平均 高潮位 - 最低低潮位	2.978 公尺

(五) 詮釋資料

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

詮釋資料製作作業項目：數值地形模型詮釋資料、數值地形圖詮釋資料、數值地理資訊圖層詮釋資料及成果交付。

1. 數值地形模型詮釋資料

各種網格間距之各幅五千分之一數值地形模型、二萬五千分之一數值地形模型各填寫1筆，測製日期為全案完成審核驗收日期。

2. 數值地形圖詮釋資料

每幅五千分之一數值地形圖、二萬五千分之一地形圖各填

寫1筆，測製日期為全案完成審核驗收日期。

### 3. 數值地理資訊圖層詮釋資料

每圖層填寫詮釋資料。

### 4. 成果交付

- (1)數值地形模型詮釋資料符合國土資訊系統 NGIS 之詮釋資料 V2.0 版 (XML 檔)。
- (2)數值地形圖詮釋資料文字檔(CSV 格式)及 TWSMP (XML) 檔。
- (3)數值地理資訊圖層詮釋資料文字檔(CSV 格式)及 TWSMP (XML) 檔。
- (4)相關成果如圖 4-62 所示

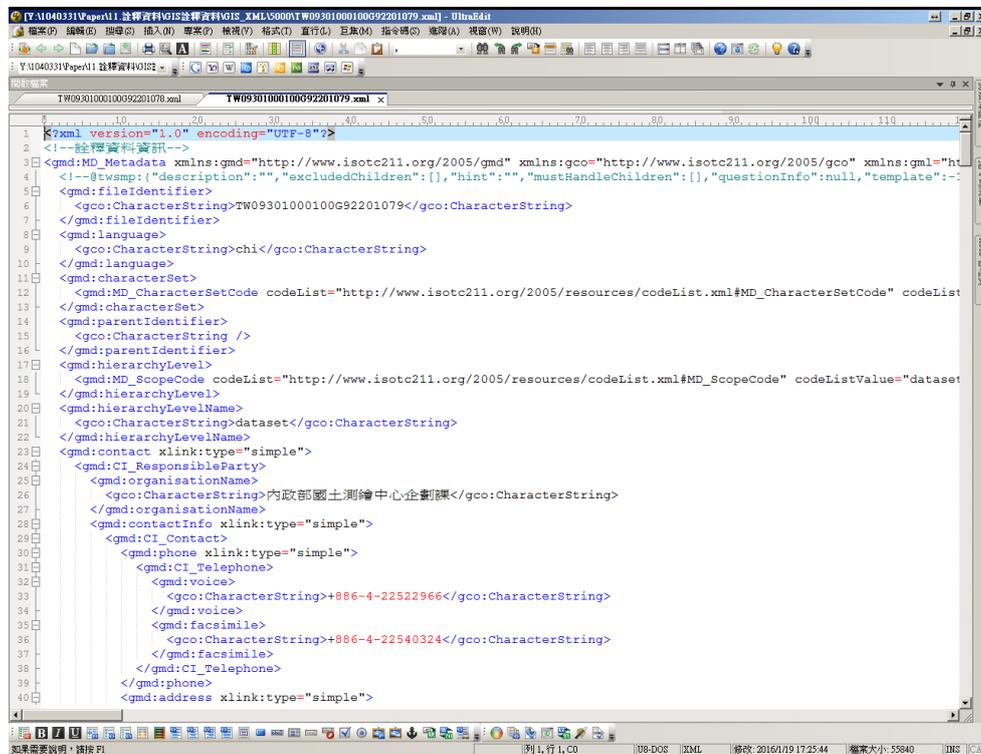


圖4-62 詮釋資料成果示意圖

## 伍、自我檢查方式及處理原則說明

本案海域地形測量，不含陸域岸線測量，因此資料圖資自我檢核僅有海域數值地形模型及數值地理資訊圖層二項，檢核結果如下：

### 一、海域數值地形模型檢核

#### (一)多音束主測帶與檢核測帶重疊檢核

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

#### 1. 第 1 批檢核精度

將本批主測線所得水深資料(正高與橢球高系統)輸出成5公尺\*5公尺之網格點，再與檢核測線實際測點比較，以計算多音束水深測量成果之精度是否符合規範要求，以下列出本批比對成果，結果顯示正高系統97.01%、橢球高系統97.55%資料符合近岸海域精度(1a精度)要求，詳如圖5-1、表5-1與圖5-2、表5-2。

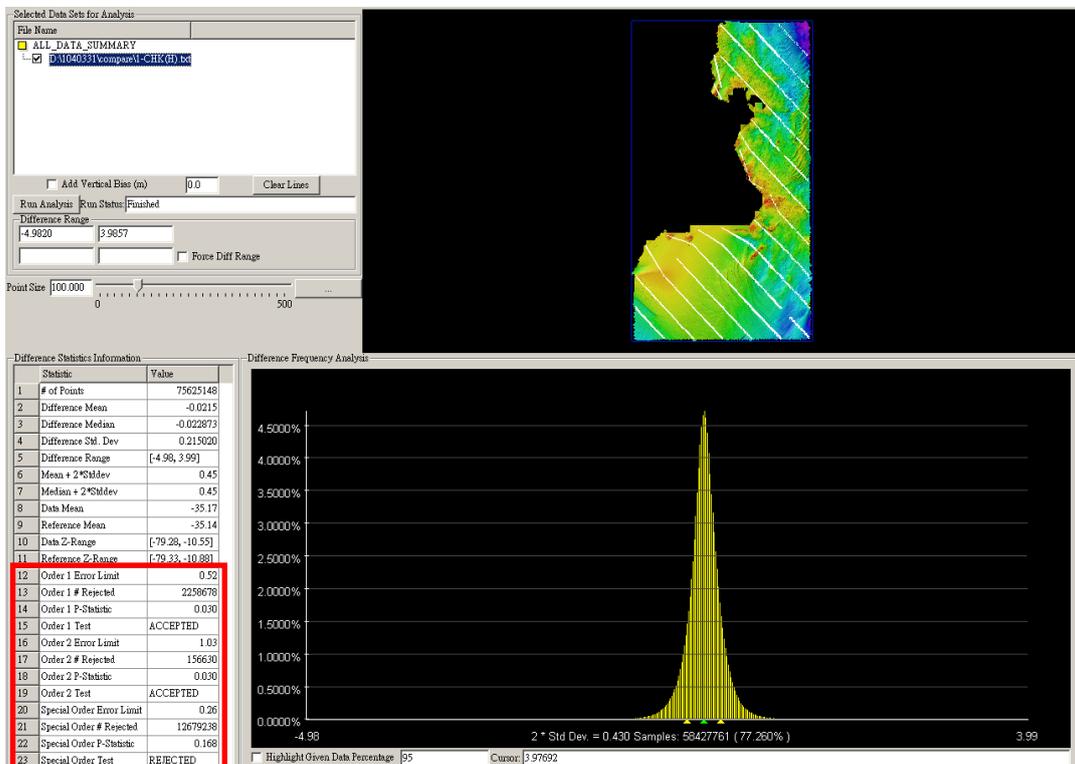


圖5-1 第1批檢核測線與測區之誤差分布圖(正高系統)

表 5-1 第 1 批檢核測線與測區之誤差比較表(正高系統)

載入點數:	75625148	
檢核計算點數:	75625148	
較差平均值(公尺):	-0.02	
較差中誤差(公尺):	0.23	
近岸海域精度誤差極限	0.52	
近岸海域精度(1a)_合格筆數:	73366470	合格率: 97.01%
近岸海域精度(1a)_不合格筆數:	2258678	不合格率: 2.99%

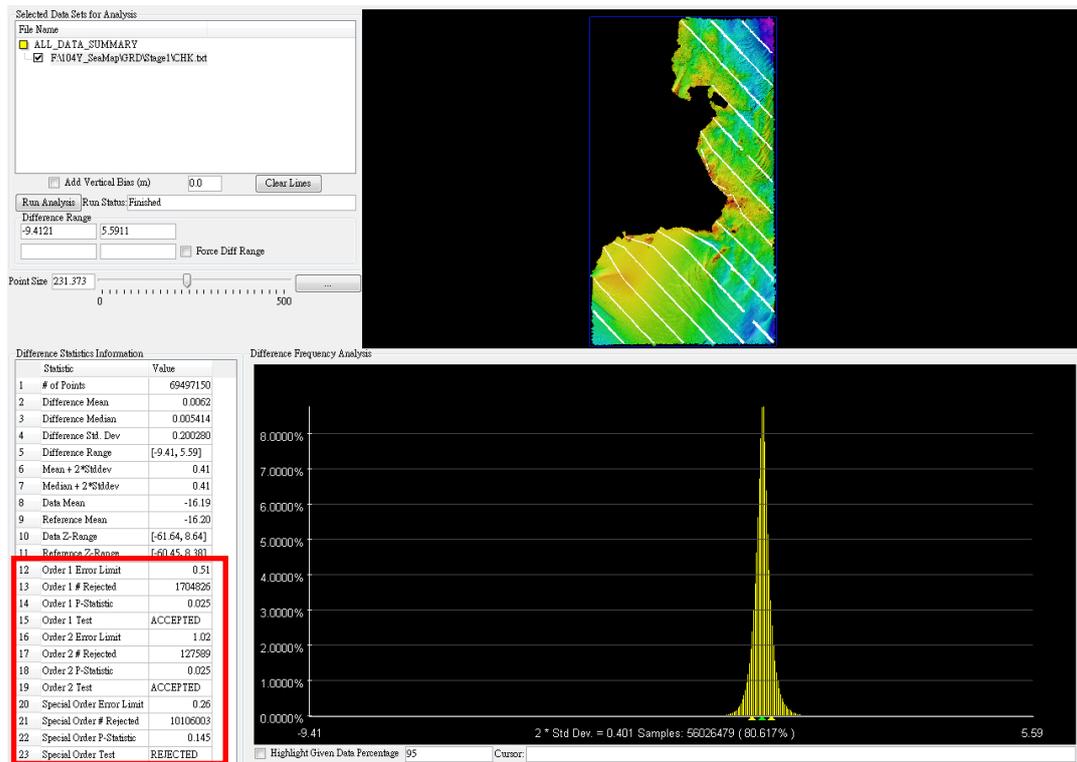


圖5-2 第1批檢核測線與測區之誤差分布圖(橢球高系統)

表 5-2 第 1 批檢核測線與測區之誤差比較表(橢球高系統)

載入點數:	69497150	
檢核計算點數:	69497150	
較差平均值(公尺):	0.01	
較差中誤差(公尺):	0.20	
近岸海域精度誤差極限	0.51	
近岸海域精度(1a)_合格筆數:	67792324	合格率: 97.55%
近岸海域精度(1a)_不合格筆數:	1704826	不合格率: 2.45%

## 2. 第 2 批檢核精度

將本批主測線所得水深資料輸出成5公尺\*5公尺之網格點，再與檢核測線實際測點比較，以計算多音束水深測量成果之精度是否符合規範要求，以下列出本批比對成果，結果顯示正高系統99.78%、橢球高系統99.57%資料符合近岸海域精度（1a精度）要求，詳如圖5-3、表5-3與圖5-4、表5-4。

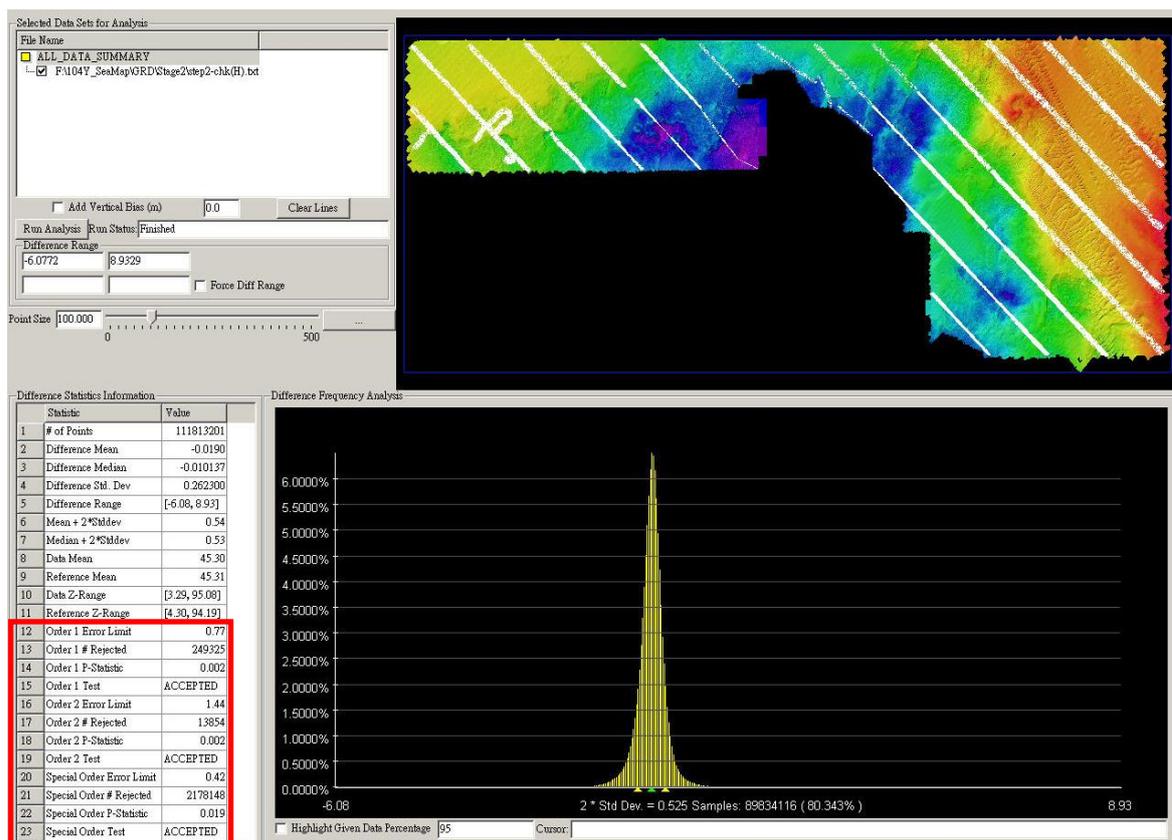


圖5-3 第2批檢核測線與測區之誤差分布圖(正高系統)

表 5-3 第 2 批檢核測線與測區之誤差比較表(正高系統)

載入點數:	111,813,201	
檢核計算點數:	111,813,201	
較差平均值(公尺):	-0.01	
較差中誤差(公尺):	0.26	
近岸海域精度誤差極限	0.77	
近岸海域精度(1a)_合格筆數:	111,563,876	合格率: 99.78%
近岸海域精度(1a)_不合格筆數:	249,325	不合格率: 0.22%

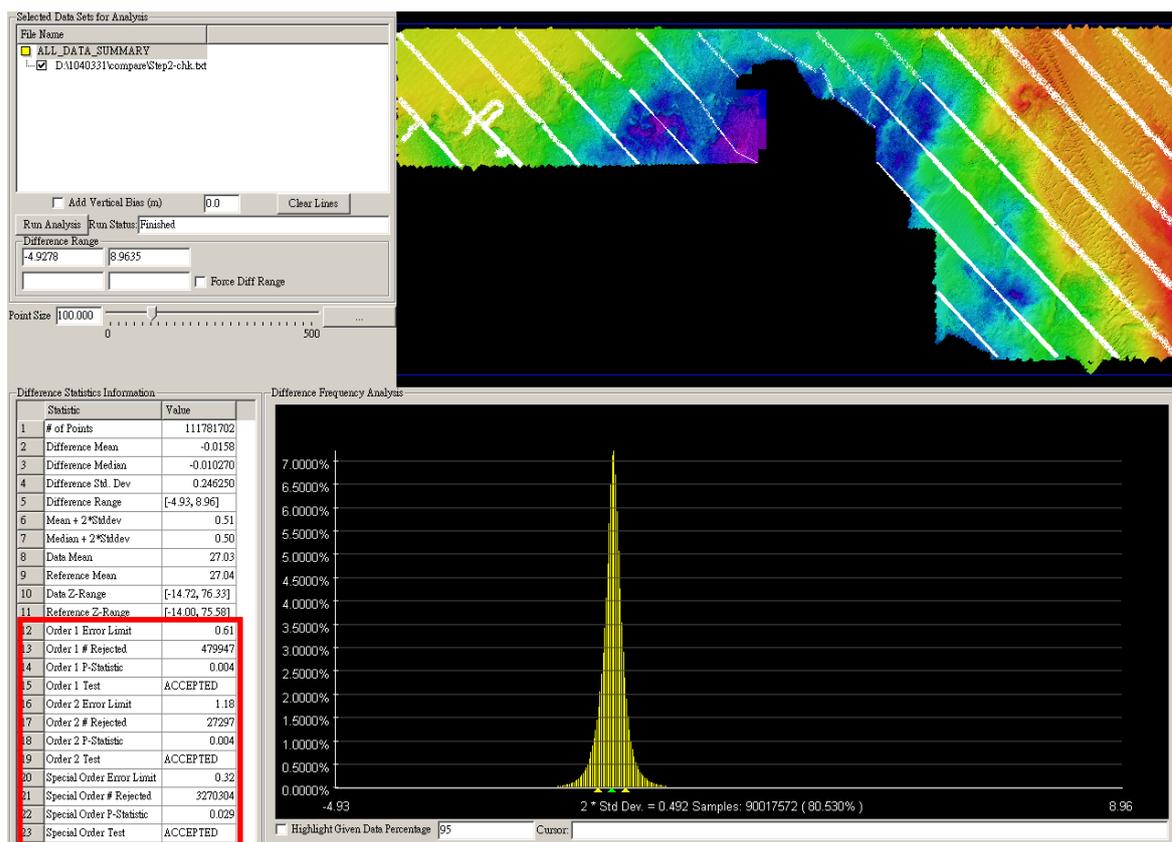


圖5-4 第2批檢核測線與測區之誤差分布圖(橢球高系統)

表 5-4 第 2 批檢核測線與測區之誤差比較表(橢球高系統)

載入點數:	111,781,702	
檢核計算點數:	111,781,702	
較差平均值(公尺):	-0.02	
較差中誤差(公尺):	0.25	
近岸海域精度誤差極限	0.61	
近岸海域精度(1a)_合格筆數:	111,301,755	合格率: 99.57%
近岸海域精度(1a)_不合格筆數:	479,947	不合格率: 0.43%

### 3. 第 3 批檢核精度

將本批主測線所得水深資料輸出成5公尺\*5公尺之網格點，再與檢核測線實際測點比較，以計算多音束水深測量成果之精度是否符合規範要求，以下列出本批比對成果，結果顯示正高系統99.79%、橢球高系統99.80%資料符合近岸海域精度（1a精度）要求，詳如圖5-5、表5-5與圖5-6、表5-6。

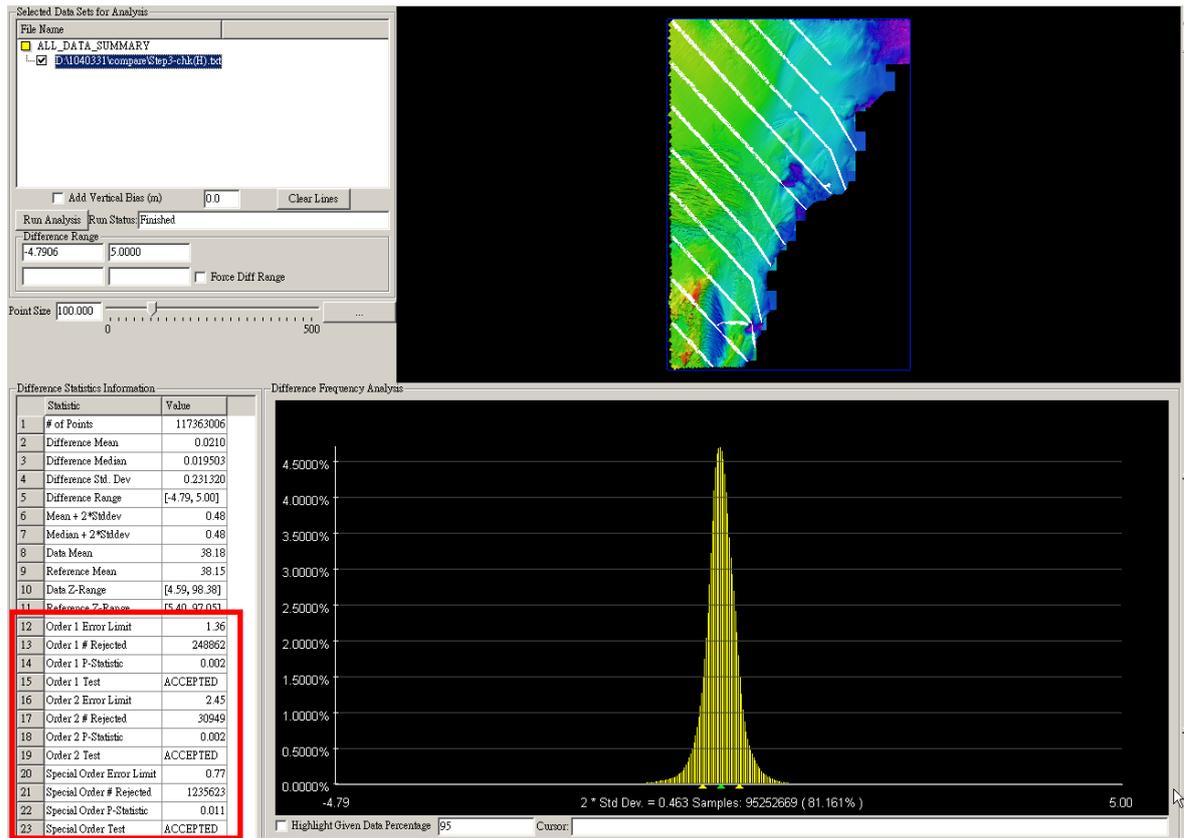


圖5-5 第3批檢核測線與測區之誤差分布圖(正高系統)

表 5-5 第 3 批檢核測線與測區之誤差比較表(正高系統)

載入點數:	117,363,006	
檢核計算點數:	117,363,006	
較差平均值(公尺):	0.02	
較差中誤差(公尺):	0.23	
近岸海域精度誤差極限	1.36	
近岸海域精度(1a)_合格筆數:	117,114,144	合格率: 99.79%
近岸海域精度(1a)_不合格筆數:	248,862	不合格率: 0.21%

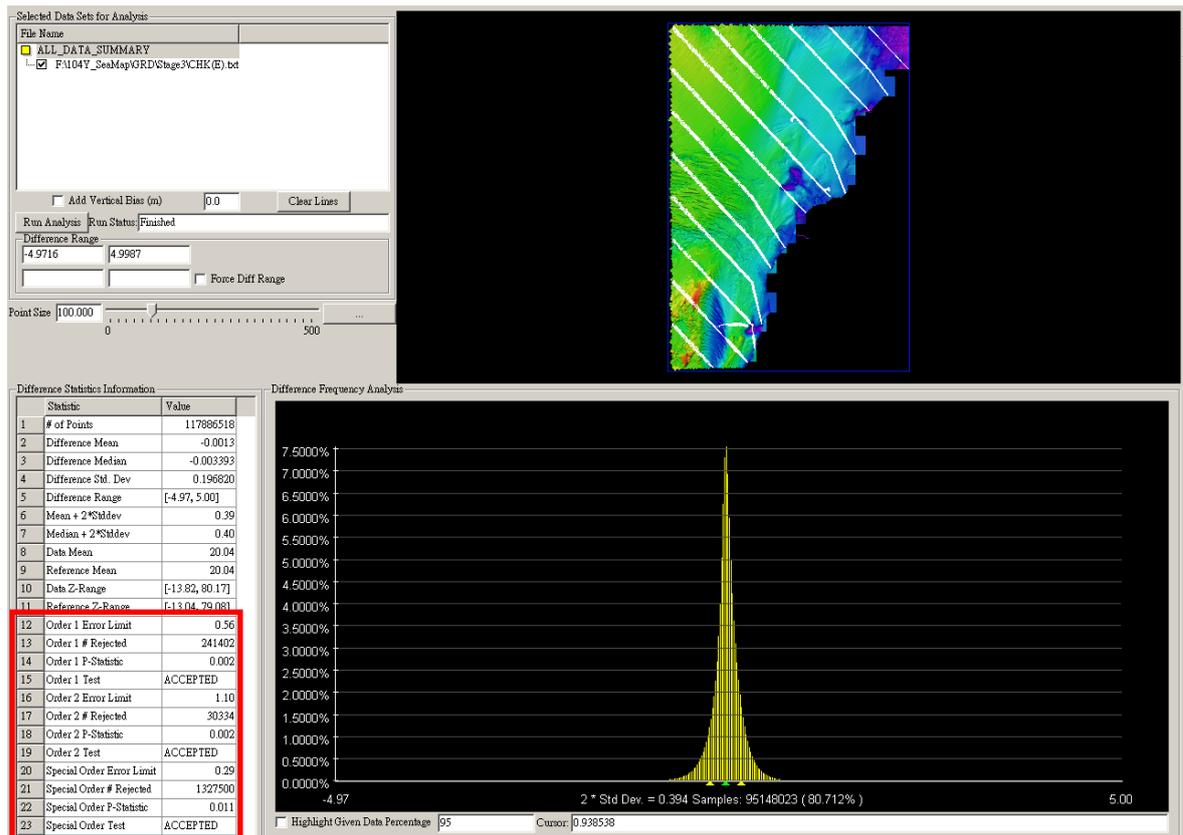


圖5-6 第3批檢核測線與測區之誤差分布圖(橢球高系統)

表 5-6 第 3 批檢核測線與測區之誤差比較表(橢球高系統)

載入點數:	117,886,518	
檢核計算點數:	117,886,518	
較差平均值(公尺):	0.00	
較差中誤差(公尺):	0.20	
近岸海域精度誤差極限	0.56	
近岸海域精度(1a)_合格筆數:	117,645,116	合格率: 99.80%
近岸海域精度(1a)_不合格筆數:	241,402	不合格率: 0.20%

## (二)不同批次數值地形資料重疊區檢核

茲比較不同批次銜接處水深測量作業成果，藉此可了解在不同時序下，以雙潮位修正之成果資料有無差別，比較方式是以各批次作業輸出成果(5 公尺\*5 公尺網格資料)相互比較，以下列出本案各批次間測深資料比對成果，結果第 1 批與第 2 批輸出成果

資料正高系統 99.53%、橢球高系統 98.63%資料符合特等精度要求，詳圖 5-7、表 5-7 與圖 5-8、表 5-8；第 2 批與第 3 批輸出成果資料正高系統 98.61%、橢球高系統 98.06%資料符合特等精度要求，詳圖 5-9、表 5-9 與圖 5-10 、表 5-10。

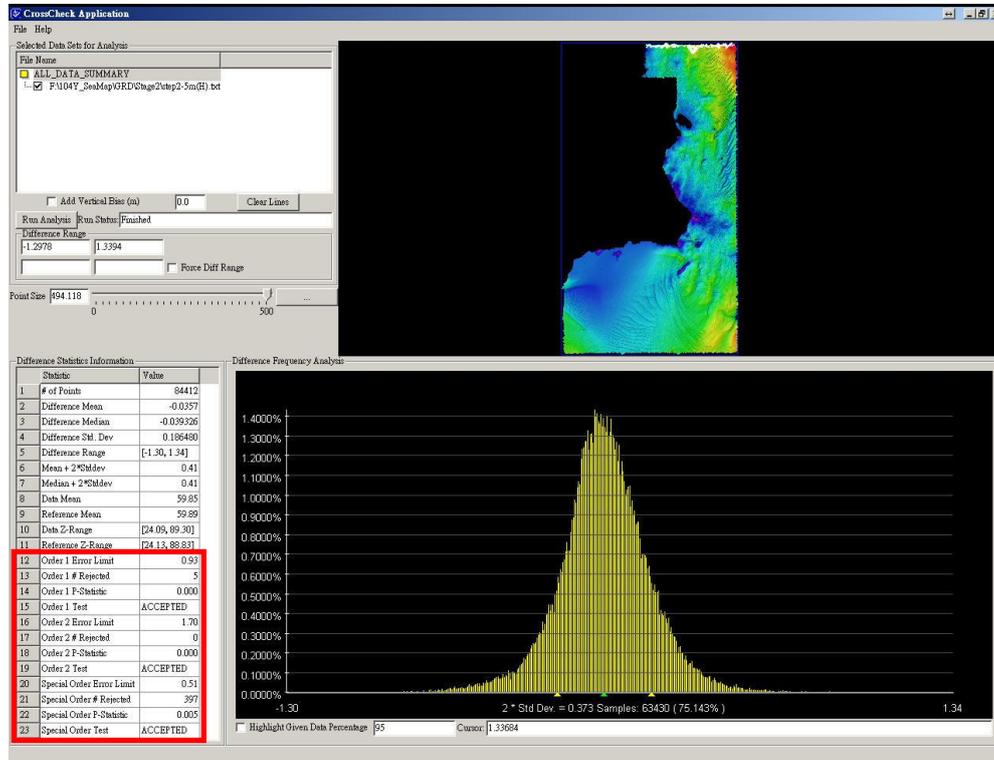


圖5-7 第1批測區與第2批測區資料重疊區誤差分布圖(正高系統)

表 5-7 第 1 批測區與第 2 批測區資料重疊區誤差比較表(正高系統)

載入點數:	84,412	
檢核計算點數:	84,412	
較差平均值(公尺):	-0.04	
較差中誤差(公尺):	0.19	
特等精度誤差極限	0.93	
特等精度_合格筆數:	84,015	合格率: 99.53%
特等精度_不合格筆數:	397	不合格率: 0.47%

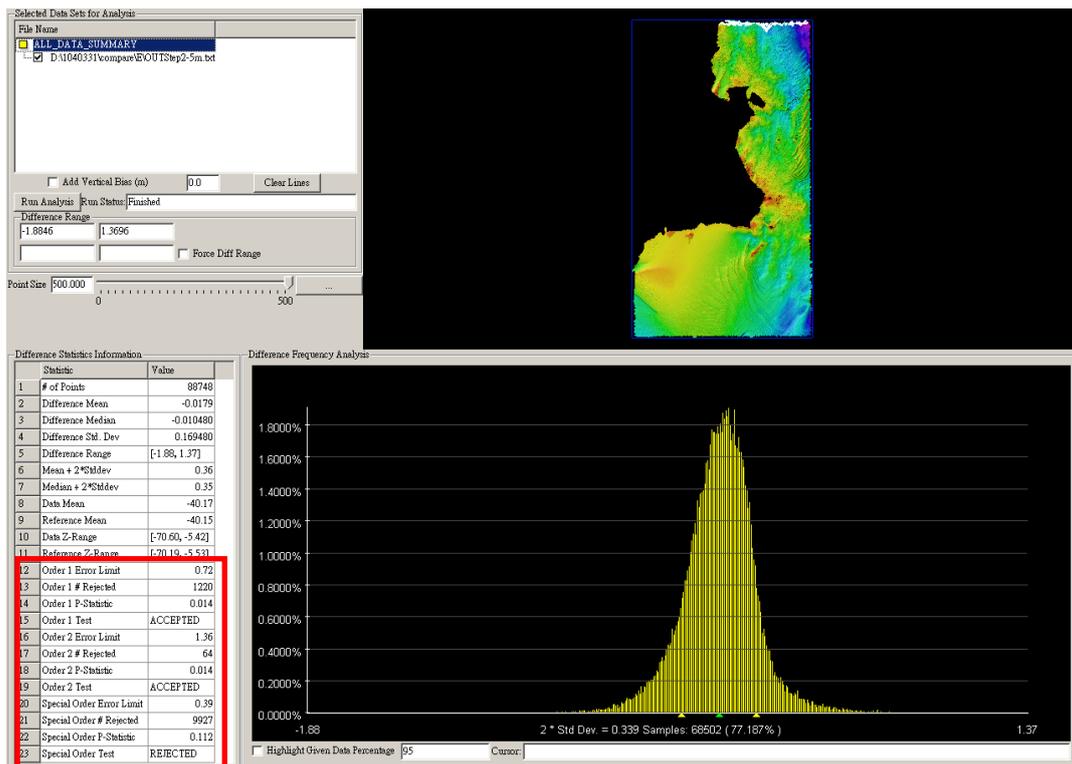


圖5-8 第1批測區與第2批測區資料重疊區誤差分布圖(橢球高系統)

表 5-8 第1批測區與第2批測區資料重疊區誤差比較表(橢球高系統)

載入點數:	88,748	
檢核計算點數:	88,748	
較差平均值(公尺):	-0.01	
較差中誤差(公尺):	0.17	
特等精度誤差極限	0.72	
特等精度_合格筆數:	87,528	合格率: 98.63%
特等精度_不合格筆數:	1220	不合格率: 1.37%

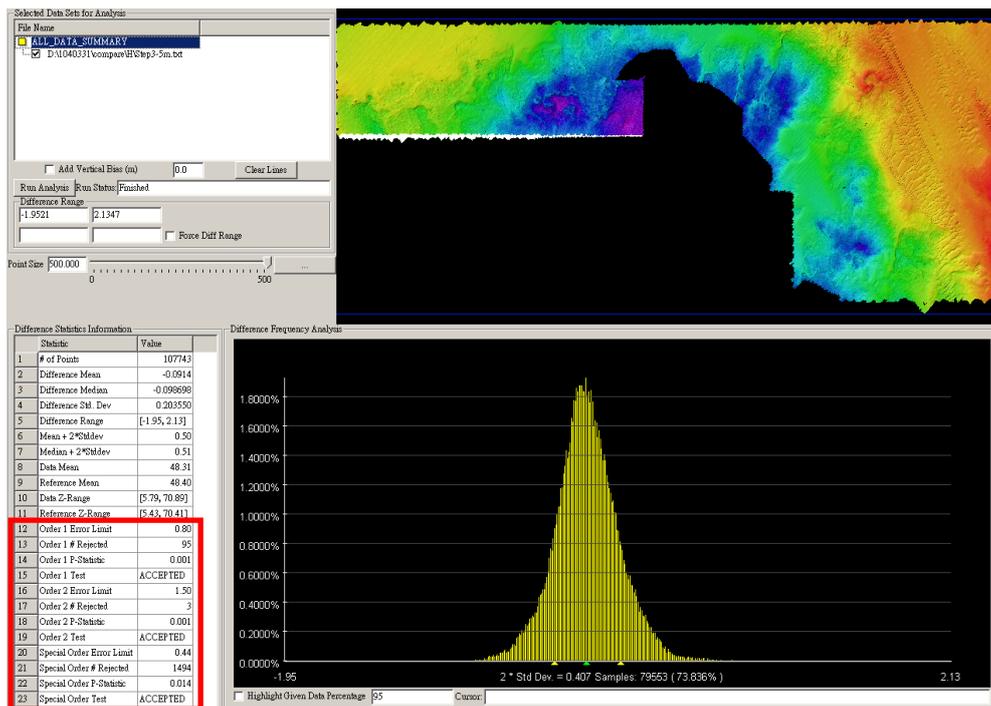


圖5-9 第2批測區與第3批測區資料重疊區誤差分布圖(正高系統)

表 5-9 第 2 批測區與第 3 批測區資料重疊區誤差比較表(正高系統)

載入點數:	107,743	
檢核計算點數:	107,743	
較差平均值(公尺):	-0.09	
較差中誤差(公尺):	0.20	
特等精度誤差極限	0.44	
特等精度_合格筆數:	106,249	合格率: 98.61%
特等精度_不合格筆數:	1,494	不合格率: 1.39%

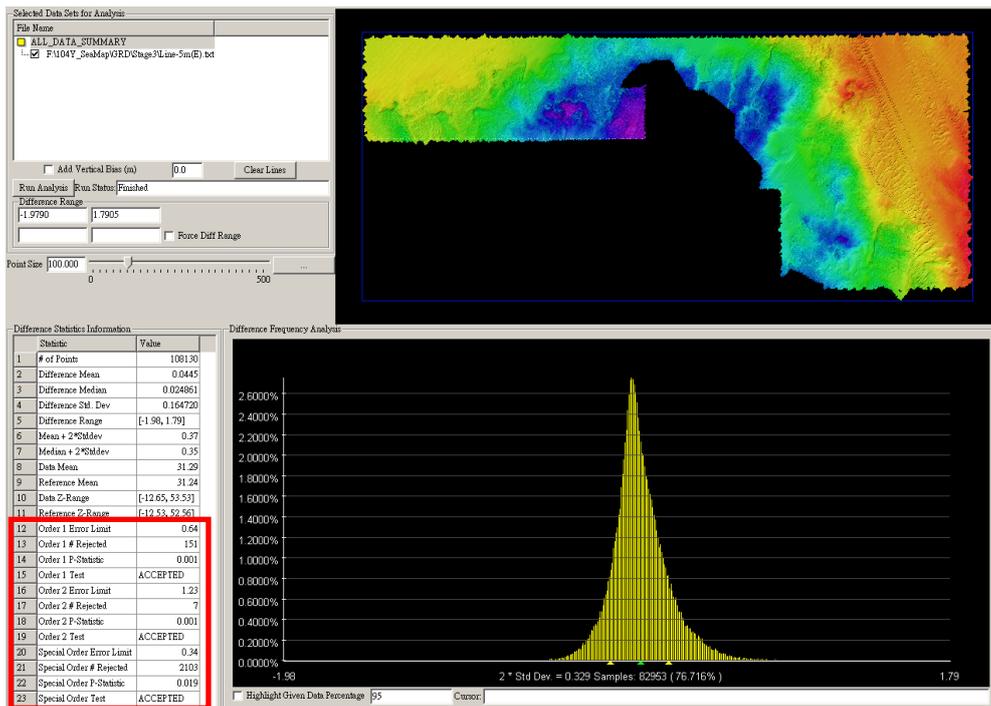


圖5-10 第2批測區與第3批測區資料重疊區誤差分布圖(橢球高系統)

表 5-10 第 2 批測區與第 3 批測區資料重疊區誤差比較表(橢球高系統)

載入點數:	108,130	
檢核計算點數:	108,130	
較差平均值(公尺):	0.00	
較差中誤差(公尺):	0.16	
特等精度誤差極限	0.34	
特等精度_合格筆數:	106,027	合格率: 98.06%
特等精度_不合格筆數:	2,103	不合格率: 1.94%

## 二、測深資料不確定度計算

不確定度代表了量測結果的分散程度、可能誤差的範圍區間；測深量測過程中產生之誤差，除了儀器本身的誤差以外還包含人為量測誤差與作業環境產生之誤差。本案資料不確定度(TPU)計算(分為 THU-平面位置不確定度與 TVU-深度不確定度)，採用 CARIS HIPS 軟體計算，影響因子說明如下：

- 1.儀器不確定度：針對各廠牌測深系統儀器規格（GPS、Motion、Gyrocompass），CARIS 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。
- 2.人為因素：儀器相對位置量測不確定度，儀器位置量測不確定度值以經驗值為基準，經討論後決定之，將其輸入於船隻姿態表中。
- 3.環境不確定度值：包含聲速修正不確定度，潮區修正不確定度等，於計算前輸入設定參數。

### (一)參數設定

#### 1.儀器不確定度參數

依據 CARIS 對各廠牌儀器 TPU 不確定度參數值，Caris 設定如圖 5-11，本案使用之儀器規格與參數設定對照如表 5-11。

(No1)

	Motion Gyro (d...	Heave % Amp	Heave (m)	Roll (deg)	Pitch (deg)	Position Nav (m)	Timing Trans (s)	Nav Timing (s)	Gyro Timing (s)	Heave Timing (s)	Pitch Timing (s)	Roll Timing (s)
1	0.100	5.000	0.050	0.010	0.010	0.020	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
2	0.100	5.000	0.050	0.010	0.010	0.020	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
3	0.100	5.000	0.050	0.010	0.010	0.020	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
4	0.100	5.000	0.050	0.010	0.010	0.020	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
5	0.100	5.000	0.050	0.010	0.010	0.020	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005

(No2)

	Motion Gyro (d...	Heave % Amp	Heave (m)	Roll (deg)	Pitch (deg)	Position Nav (m)	Timing Trans (s)	Nav Timing (s)	Gyro Timing (s)	Heave Timing (s)	Pitch Timing (s)	Roll Timing (s)
1	0.100	5.000	0.050	0.010	0.010	0.020	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
2	0.100	5.000	0.050	0.010	0.010	0.020	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
3	0.100	5.000	0.050	0.010	0.010	0.020	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005

圖5-11 Caris儀器不確定度參數設定畫面

表 5-11 CARIS HIPS TPU 儀器參數設定一覽表

儀器種類	儀器型號	HIPS欄位	HIPS Value	儀器精度
Gyro	No1 Ixsea Octans 100	Motion Gyro(deg)	0.10	<b>II.3.1.1 GYROCOMPASS TECHNICAL PERFORMANCES</b> Dynamic accuracy (whatever sea-state) 0.1 deg Secant Latitude(*) RMS Settle point error 0.05 deg Secant Latitude(*)RMS Settling time (static conditions) < 1 Minute Settling time at sea : < 3 Minutes Repeatability ± 0.025 deg Secant Latitude(*) Resolution 0.01 deg No Latitude limitation No Speed limitation (*) Secant Latitude = 1/cosine Latitude
	No2 Ixsea Octans 3000			
Heave	No1 Ixsea Octans 100	Heave % Amp	5.00	<b>II.3.1.2 MOTION SENSOR TECHNICAL PERFORMANCE</b> Heave, Surge & Sway : Accuracy 5 cm or 5% (whichever is highest) Resolution 1 cm Heave motion periods 0.03 to 40 s (self adaptive SAFE heave) Roll, Pitch & Yaw : Accuracy 0.01 deg RMS Range No limitation Follow-up speed Up to 500 deg/s
	No2 Ixsea Octans 3000			
Heave	No1 Ixsea Octans 100	Heave(m)	0.05	<b>II.3.1.2 MOTION SENSOR TECHNICAL PERFORMANCE</b> Heave, Surge & Sway : Accuracy 5 cm or 5% (whichever is highest) Resolution 1 cm Heave motion periods 0.03 to 40 s (self adaptive SAFE heave) Roll, Pitch & Yaw : Accuracy 0.01 deg RMS Range No limitation Follow-up speed Up to 500 deg/s
	No2 Ixsea Octans 3000			
Roll	No1 Ixsea Octans 100	Roll(deg)	0.01	<b>II.3.1.2 MOTION SENSOR TECHNICAL PERFORMANCE</b> Heave, Surge & Sway : Accuracy 5 cm or 5% (whichever is highest) Resolution 1 cm Heave motion periods 0.03 to 40 s (self adaptive SAFE heave) Roll, Pitch & Yaw : Accuracy 0.01 deg RMS Range No limitation Follow-up speed Up to 500 deg/s
	No2 Ixsea Octans 3000			
Pitch	No1 Ixsea Octans 100	Pitch(deg)	0.01	<b>II.3.1.2 MOTION SENSOR TECHNICAL PERFORMANCE</b> Heave, Surge & Sway : Accuracy 5 cm or 5% (whichever is highest) Resolution 1 cm Heave motion periods 0.03 to 40 s (self adaptive SAFE heave) Roll, Pitch & Yaw : Accuracy 0.01 deg RMS Range No limitation Follow-up speed Up to 500 deg/s
	No2 Ixsea Octans 3000			
Navigation	Javad TRIUMPH-1	Position Nav(m)	0.02	<b>Performance Specifications</b> Autonomous <2 m Static, Fast Static Accuracy Horizontal: 0.3 cm + 0.5 ppm * base_line_length Vertical: 0.5 cm + 0.5 ppm * base_line_length Kinematic Accuracy Horizontal: 1 cm + 1 ppm * base_line_length Vertical: 1.5 cm + 1 ppm * base_line_length RTK (OTF) Accuracy Horizontal: 1 cm + 1 ppm * base_line_length Vertical: 1.5 cm + 1 ppm * base_line_length DGPS Accuracy < 0.25 m Post Processing < 0.5 m Real Time Cold Start <35 seconds Warm Start <5 seconds Reacquisition <1 second

HIPS 項目	HIPS 參數值	說明
Timing Trans (s)	0.005	以 1pps 校準, 採 NOS 建議最小值。
Nav Timing (s)	0.005	以 1pps 校準, 採 NOS 建議最小值。
Gyro Timing (s)	0.005	以 1pps 校準, 採 NOS 建議最小值。
Heave Timing (s)	0.005	以 1pps 校準, 採 NOS 建議最小值。
Pitch Timing (s)	0.005	以 1pps 校準, 採 NOS 建議最小值。
Roll Timing (s)	0.005	以 1pps 校準, 採 NOS 建議最小值。

## 2.人為因素不確定度參數

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，Caris 參數設定畫面如圖 5-12，而本案將水深各項儀器以固定架固定位置，如圖 5-13，儀器間相對位置均固定不變，參數設定說明如表 5-12。

(No1)

	Offset X (m)	Offset Y (m)	Offset Z (m)	Vessel Speed (...)	Loading (m)	Draft (m)	Delta Draft (m)	MRU Align StdDev gyro	MRU Align StdDev Roll/P...	Comments
1	0.010	0.010	0.020	0.058	0.005	0.020	0.010	0.100	0.010	(null)
2	0.010	0.010	0.020	0.058	0.005	0.020	0.010	0.100	0.010	(null)
3	0.010	0.010	0.020	0.058	0.005	0.020	0.010	0.100	0.010	(null)
4	0.010	0.010	0.020	0.058	0.005	0.020	0.010	0.100	0.010	(null)
5	0.010	0.010	0.020	0.058	0.005	0.020	0.010	0.100	0.010	(null)

(No2)

	Offset X (m)	Offset Y (m)	Offset Z (m)	Vessel Speed (...)	Loading (m)	Draft (m)	Delta Draft (m)	MRU Align StdDev gyro	MRU Align StdDev Roll/P...	Comments
1	0.010	0.010	0.020	0.058	0.005	0.020	0.010	0.100	0.010	(null)
2	0.010	0.010	0.020	0.058	0.005	0.020	0.010	0.100	0.010	(null)
3	0.010	0.010	0.020	0.058	0.005	0.020	0.010	0.100	0.010	(null)

圖5-12 Caris人為因素不確定度參數設定畫面

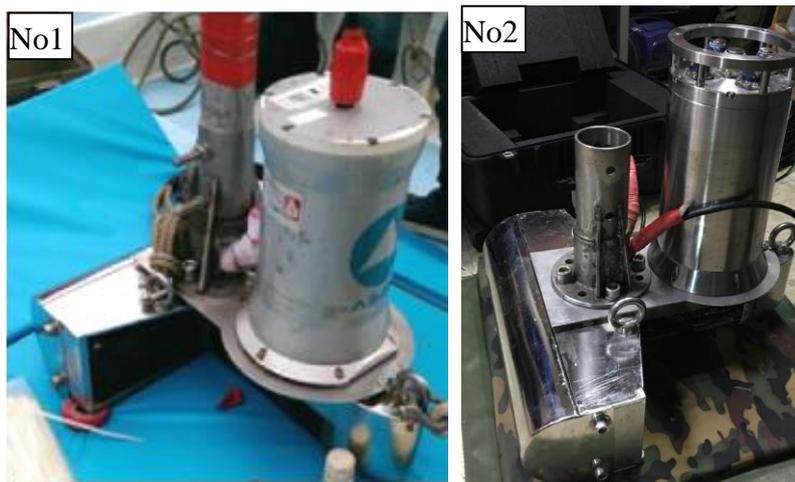


圖5-13 測深儀器固定照片

表 5-12 CARIS HIPS TPU 人為因素參數設定一覽表

HIPS 項目	HIPS 參數值	說明
Offset X (公尺)	0.010	儀器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 (公尺)	0.010	
Offset Z (公尺)	0.020	
Vessel Speed (公尺/秒)	0.030	RTK 定位誤差為 2 公分，故採 NOS 建議值。
Loading (公尺)	0.005	現場實測數據修正 0.01 公尺/2 天。
Draft (公尺)	0.020	量測誤差。
Delta Draft (公尺)	0.010	採 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.環境不確定度因子

本項目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，本案兩組多音束測深系統採用儀器大致相同，僅聲速量測儀器（表面聲速及聲速剖面儀）有所不同，因此本項設定因儀器量測精度不同而給予不同參數值，Caris 參數設定畫面如圖 5-14，參數設定說明如表 5-13。

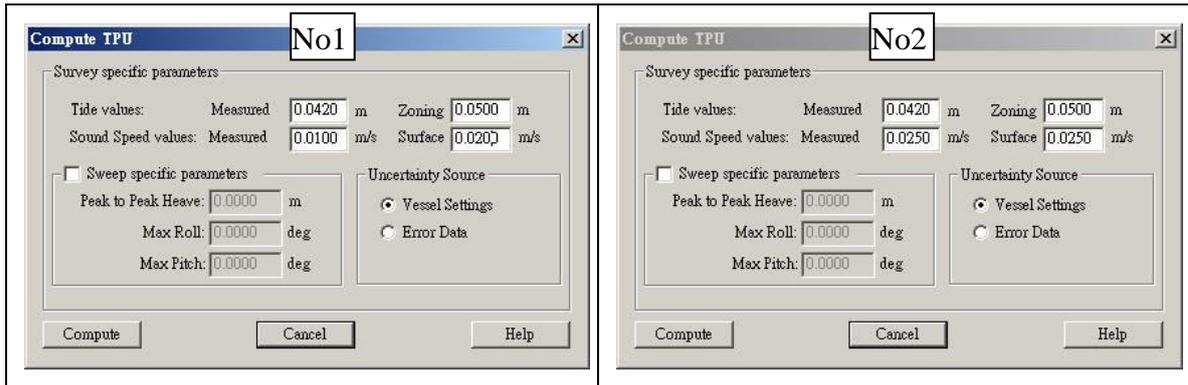


圖5-14 Caris環境不確定度參數設定畫面

表 5-13 CARIS HIPS TPU 環境因子參數設定一覽表

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

### (二)計算成果

TPU 計算後以 CARIS 製作成 5 公尺\*5 公尺含 Uncertainty 資料網格檔，最後將 Uncertainty 網格檔利用 Surface QC Report 輸出統計報表，本案依據水深測量資料繳交批次輸出統計報表，詳如表 5-14 至表 5-16，其中不確定度第 1 批資料 99.87%、第 2 批資料 99.64%、第 3 批資料 100.00%符合 IHO 特等精度要求。

**表 5-14 CARIS HIPS TPU 計算資料統計表(第 1 批)**

---

BASE Surface QC Report  
-----  
Date and Time: 2015/10/22 下午 02:40:37  
Surface: F:\104Y\_SeaMap\Fieldsheets\Stage\_1(H)\H\5m-uncertainty.csr  
Holiday Search Radius: 2  
Holiday Minimum Number of Nodes: 6  
Holiday layer created: No  
Error values from: Uncertainty

Number of nodes processed: 10484344  
Number of nodes populated: 10470132 (99.86%)  
Number of holidays detected: 72  
IHO S-44 Special Order:  
  Range: 0.000 to 100.000  
  Number of nodes considered: 10265229  
  Number of nodes within: 10251911 (99.87%)  
  Residual mean: -0.102

S-44 Order 1a:  
  Range: 0.000 to 100.000  
  Number of nodes considered: 10265229  
  Number of nodes within: 10265229 (100.00%)  
  Residual mean: -0.383

S-44 Order 1b:  
  Range: 0.000 to 100.000  
  Number of nodes considered: 10265229  
  Number of nodes within: 10265229 (100.00%)  
  Residual mean: -0.383

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

=== 檔 尾 ===

**表 5-15 CARIS HIPS TPU 計算資料統計表(第 2 批)**

---

BASE Surface QC Report  
-----  
Surface: F:\104Y\_SeaMap\Fieldsheets\Stage\_2(H)\H2\5m-Uncertainty.csr  
Holiday Search Radius: 2  
Holiday Minimum Number of Nodes: 6  
Holiday layer created: No  
Error values from: Uncertainty

Number of nodes processed: 10594094  
Number of nodes populated: 10592816 (99.99%)  
Number of holidays detected: 2  
IHO S-44 Special Order:  
  Range: 0.000 to 100.000  
  Number of nodes considered: 10592816  
  Number of nodes within: 10554761 (99.64%)  
  Residual mean: -0.292

S-44 Order 1a:  
  Range: 0.000 to 100.000  
  Number of nodes considered: 10592816  
  Number of nodes within: 10592816 (100.00%)  
  Residual mean: -0.706

S-44 Order 1b:  
  Range: 0.000 to 100.000  
  Number of nodes considered: 10592816  
  Number of nodes within: 10592816 (100.00%)  
  Residual mean: -0.706

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

=== 檔 尾 ===

表 5-16 CARIS HIPS TPU 計算資料統計表(第 3 批)

---

BASE Surface QC Report  
-----  
Date and Time: 2015/11/20 上午 09:00:33  
Surface: F:\104Y\_SeaMap\Fieldsheets\Stage\_3\S3\5m.csar  
Holiday Search Radius: 2  
Holiday Minimum Number of Nodes: 6  
Holiday layer created: No  
Error values from: Uncertainty

Number of nodes processed: 8927129  
Number of nodes populated: 8926412 (99.99%)  
Number of holidays detected: 3

IHO S-44 Special Order:  
Range: 0.000 to 100.000  
Number of nodes considered: 8583885  
Number of nodes within: 8583885 (100.00%)  
Residual mean: -0.173

S-44 Order 1a:  
Range: 0.000 to 100.000  
Number of nodes considered: 8583885  
Number of nodes within: 8583885 (100.00%)  
Residual mean: -0.480

S-44 Order 1b:  
Range: 0.000 to 100.000  
Number of nodes considered: 8583885  
Number of nodes within: 8583885 (100.00%)  
Residual mean: -0.480

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

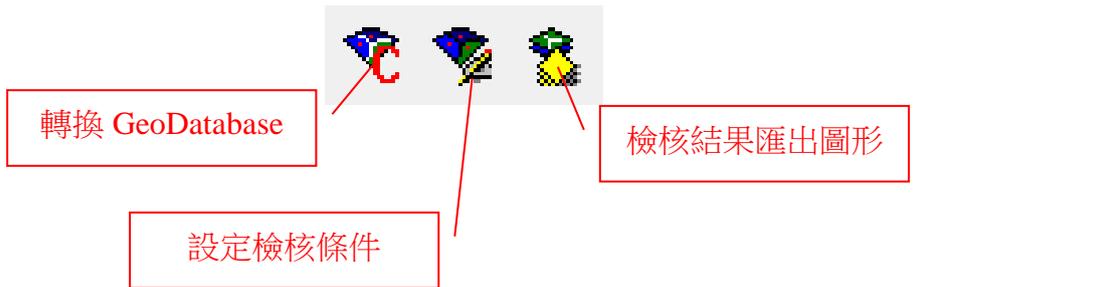
=== 檔 尾 ===

### 三、數值地理資訊圖層資料

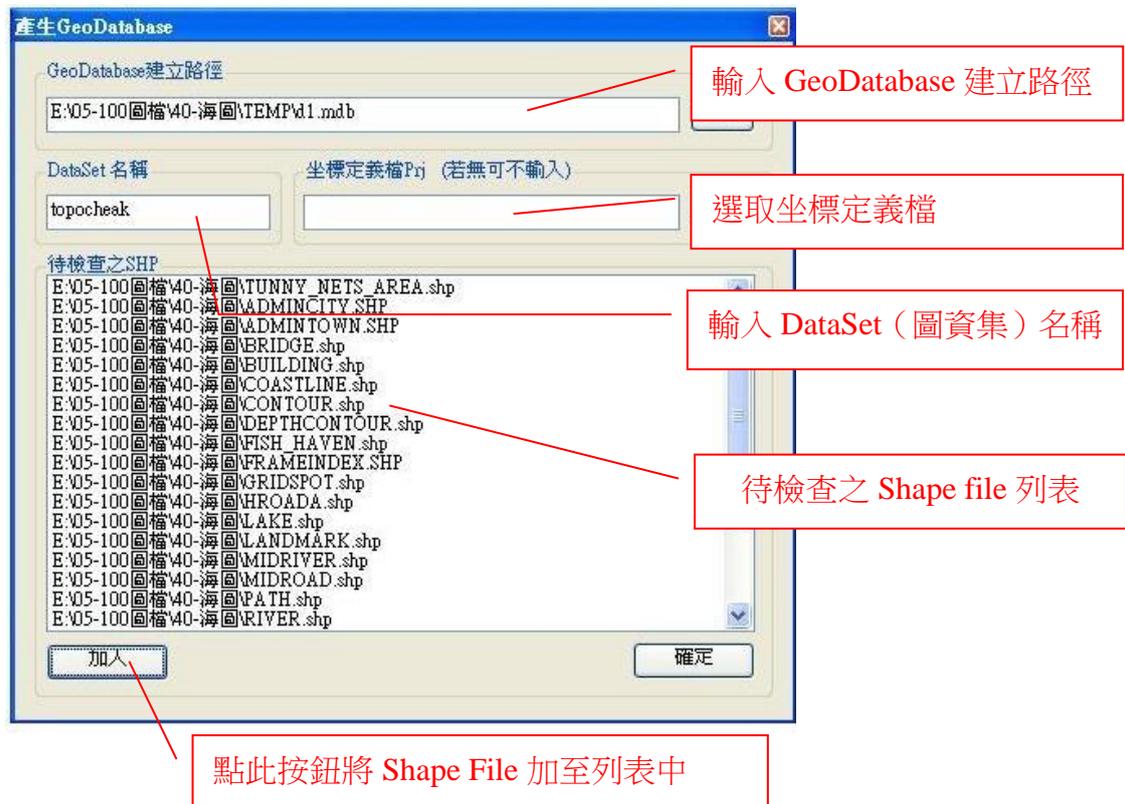
#### (一)GIS 檢核

操作平台部分，採用「100 年度海域基本圖測繪工作」於 ArcGIS Desktop 平台上開發設計之檢核模組，主要使用 ArcGIS 中的 Topology 功能進行檢核，可有效進行圖資圖形及屬性的檢核。

啟動 ArcMap 並開啟本系統的工具列，內有三個主要功能按鈕(如下圖)。

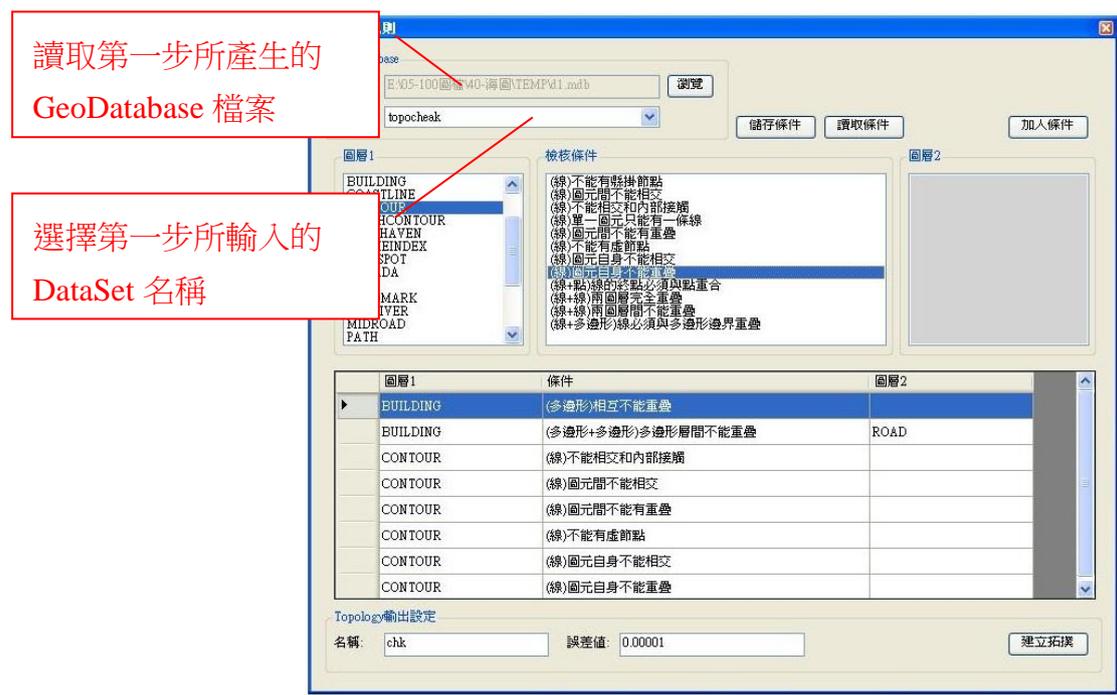


1. 將需進行檢核之圖資轉換成 Personal GeoDatabase 格式，點選  按鈕。

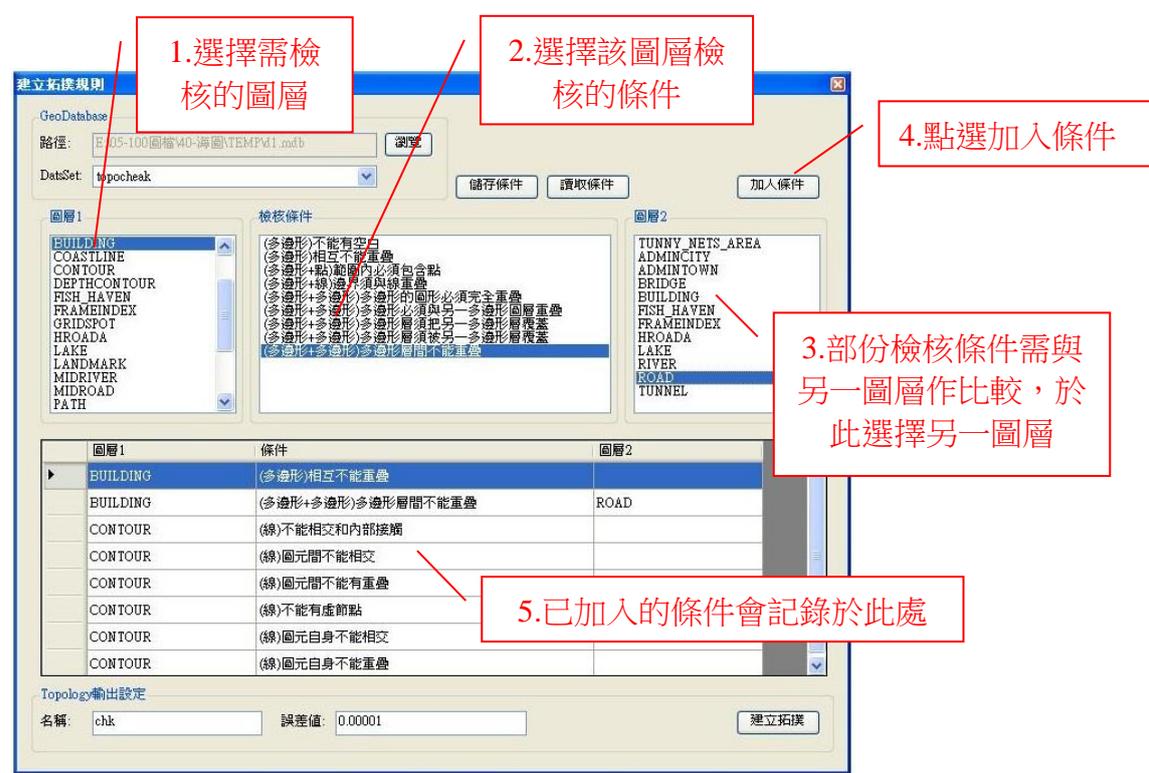


輸入相關設定與選擇檔案後，按【確定】即完成建立 GeoDatabase 檔案。

2. 設定所有Shape file的檢核條件，點選  按鈕



然後需設定檢核的內容：



註：檢核條件的設定可儲存成一個設定檔，若以後有相同圖層架構的檢核時，可讀取設定檔，節省設定的時間。

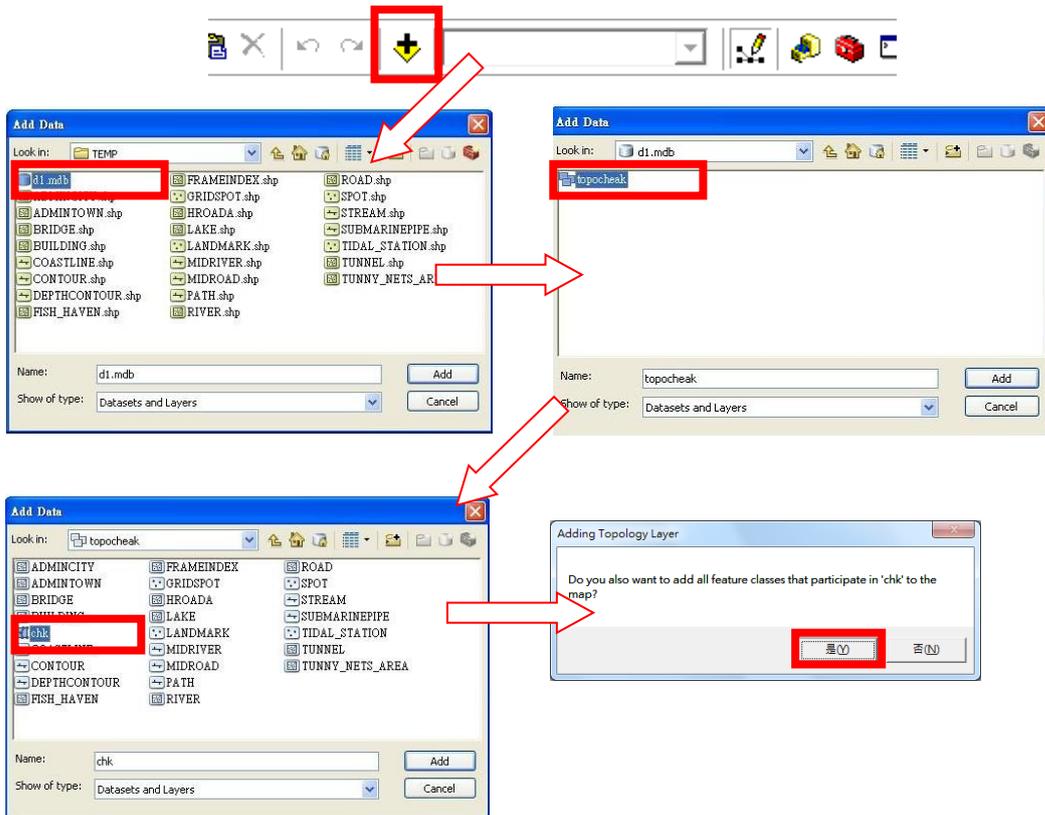


### 設定 Topology 輸出資訊



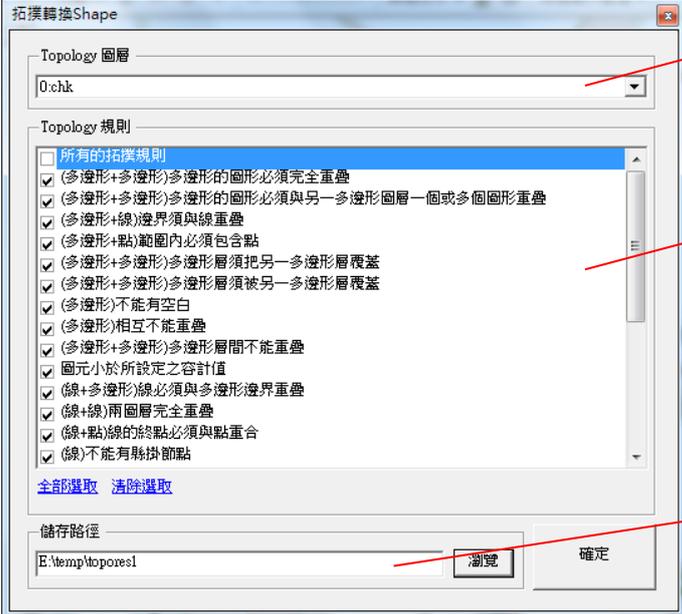
點選【建立拓撲】按鈕，即開始進行檢核。

### 3. 完成檢核後將Topology圖層加入至ArcMap中



4. 可將Topology檢核所得之結果，轉換回Shape file，供編圖人員修改圖檔。

點選  按鈕

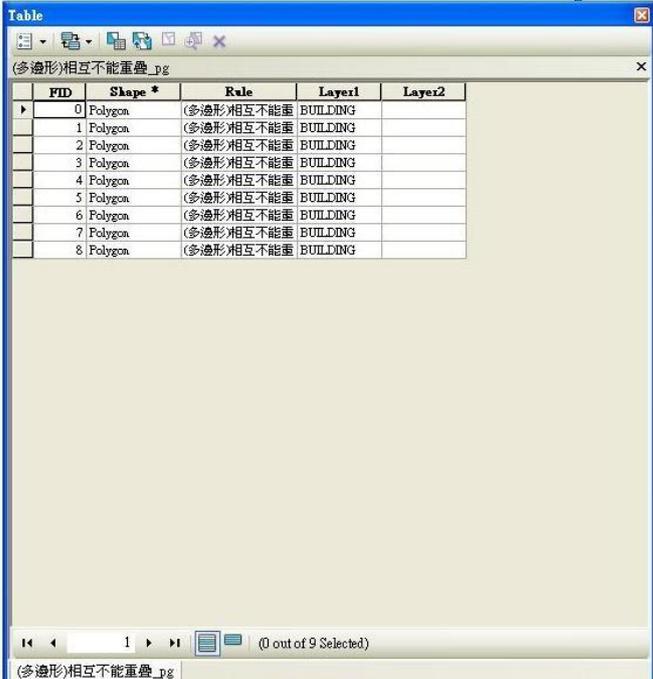


1. 選取已加入的 Topology 圖層

2. 勾選欲轉換的規則

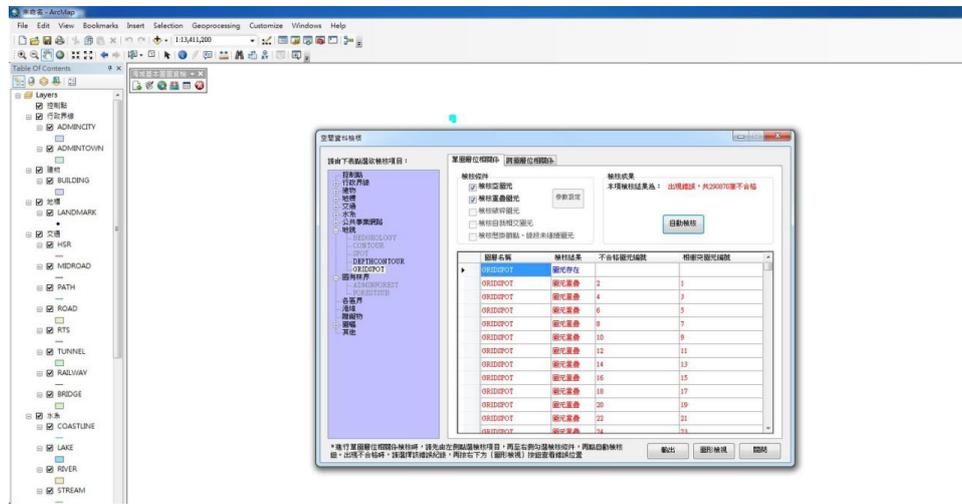
3. 選取圖檔儲存的資料夾

點選【確定】按鈕後，會將所有的錯誤轉換成不同的 Shape file 圖檔。且 Shape file 的屬性表中可以查詢錯誤原因、執行的圖層名稱、比較的圖層名稱的資訊。



FID	Shape *	Rule	Layer1	Layer2
0	Polygon	(多邊形)相互不能重疊	BUILDING	
1	Polygon	(多邊形)相互不能重疊	BUILDING	
2	Polygon	(多邊形)相互不能重疊	BUILDING	
3	Polygon	(多邊形)相互不能重疊	BUILDING	
4	Polygon	(多邊形)相互不能重疊	BUILDING	
5	Polygon	(多邊形)相互不能重疊	BUILDING	
6	Polygon	(多邊形)相互不能重疊	BUILDING	
7	Polygon	(多邊形)相互不能重疊	BUILDING	
8	Polygon	(多邊形)相互不能重疊	BUILDING	

5. 本年度自我檢查所查核出之錯誤訊息修訂畫面如下，主要是點圖元相互重疊



## 陸、海床特徵物偵測及有礙航安疑義資料之消除

本年度計畫為配合電子航行圖圖資製作，使其資料更臻完整，特試辦「海床特徵物偵測」及「有礙航安疑義資料之消除」作業，作業原則說明如下：

### 1. 資料蒐集

於作業前蒐集海軍大氣海洋局出版之中華民國最新版最大比例尺海圖、最新水道燈表及航船布告及其他單位(如漁業署)，將海床特徵物(如沈船、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。

### 2. 作業方式

為確認海床特徵物(如沈船、暗礁、人工魚礁及障礙物等資訊)及航安疑義資料是否仍存在，於作業時可採用下列任一方式作業：

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

### 3. 資料確認

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

## 一、海床特徵物偵測成果

本案海床特徵物偵測方式是以多音束測深系統加密測線方式細測確認，同時開啟回波強度(Snippets)影像，最後以點雲與影像同時展示方式呈現如下。

### (一)魚礁區

依據漁業署公告魚礁區範圍，本案作業範圍內總計有 6 處魚礁區，如圖 6-1 與表 6-1 所示，偵測成果說明如下：

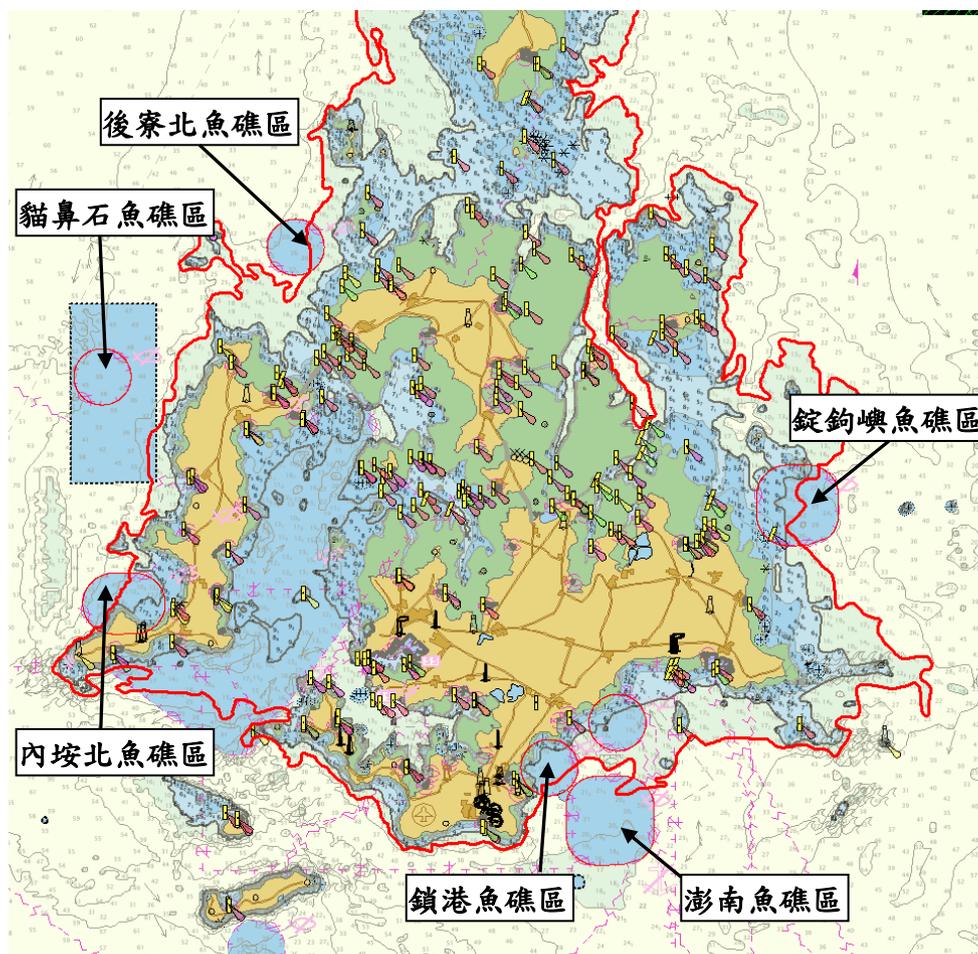


圖6-1 魚礁區位置圖

表 6-1 漁業署公告魚礁位置統計表

特徵物名稱	中心位置經緯度	平均水深	範圍	公告日期
鎖港人工魚礁禁漁區	N23°31'42", E119°37'06"	20 公尺	以中心位置經緯度為中心半徑 0.5 哩範圍內	88/12/13
澎南人工魚礁禁漁區	A 點:N23°31'00", E119°38'30" B 點:N23°30'30", E119°38'30" C 點:N23°30'30", E119°38'00" D 點:N23°31'00", E119°38'00"	25 公尺	以 A、B、C、D 四點所連成之四方形範圍及向外延伸 1000 公尺以內水域均屬之	88/12/13
錠鈎嶼人工魚礁禁漁區	A 點:N23°36'32", E119°41'40" B 點:N23°36'11", E119°41'40" C 點:N23°36'11", E119°42'03" D 點:N23°36'32", E119°42'03"	25 公尺	以 A、B、C、D 四點所連成之四方形範圍及向外延伸 1000 公尺以內水域均屬之	88/12/13
貓鼻(鼠)石人工魚礁禁漁區	N23°38'42", E119°28'36"	41 公尺	以中心位置經緯度為中心半徑 0.5 哩範圍內	88/12/13
後寮北人工魚礁禁漁區	N23°41'00", E119°32'18"	19 公尺	以中心位置經緯度為中心半徑 0.5 哩範圍內	88/12/13
內垵北海域人工魚礁禁漁區	A 點:N23°34.654', E119°29.197' B 點:N23°34.654', E119°28.796'	25 公尺	以 A、B 兩點所連成之標示直線周圍 1000 公尺以內水域均屬之	90/09/24

### 1. 鎖港魚礁區

由前圖6-1可看出作業範圍僅包含本魚礁區西南側，依據漁業署公告魚礁拋放類型，本區魚礁礁型如表6-2所示，大致分為 2.0公尺雙層水泥礁與1.5公尺方形水泥礁，然而，調查結果發現除上述礁型外，另有11座獨立大型鋼鐵礁，魚礁分布如圖6-2所示，偵測成果依分布區域說明如下：

表 6-2 鎖港魚礁詳細資料表

礁區	縣市別	年度別	礁型	投放數
鎖港	澎湖縣	66	2.0 公尺雙層框型水泥鋼礁	90
鎖港	澎湖縣	69	2.0 公尺雙層框型水泥鋼礁	60
鎖港	澎湖縣	71	1.5 公尺方型水泥礁	107
鎖港	澎湖縣	82	2.0 公尺雙層式水泥礁	600
鎖港	澎湖縣	83	2.0 公尺雙層式水泥礁	1400
鎖港	澎湖縣	84	2.0 公尺雙層式水泥礁	1000
鎖港	澎湖縣	85	2.0 公尺雙層式水泥礁	2220

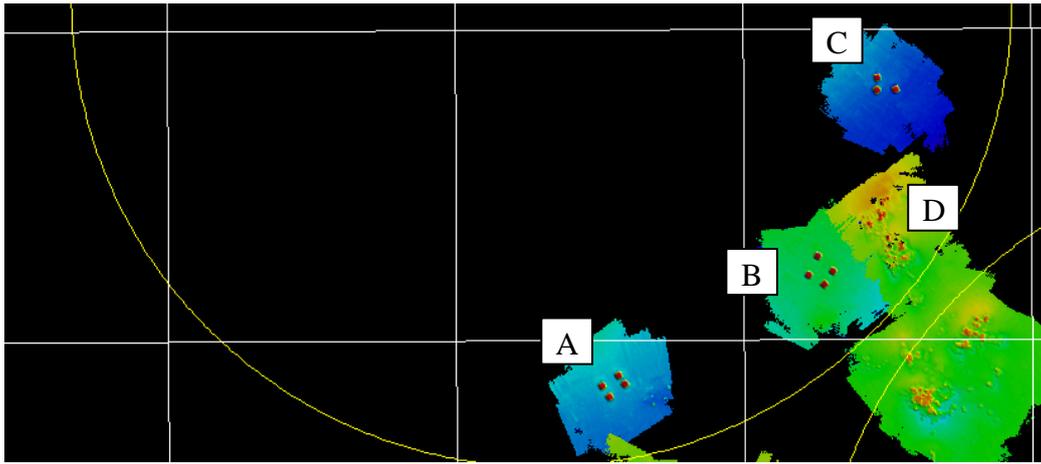


圖6-2 鎖港魚礁區魚礁分布圖

(1)大型鋼鐵礁B型（尺寸10公尺\*10公尺\*5公尺）

鋼鐵礁分布如前圖 6-2 標示之 A、B、C 三區，位置及最淺水深坐標統計如表 6-3 所示，魚礁點雲如圖 6-3 所示。

表 6-3 大型鋼鐵礁 B 型位置深度資訊表

編號	坐標		最淺水深 最低低潮位系統
	N(度-分-秒)	E(度-分-秒)	公尺
1	23-31-17.16	119-37-10.25	15.81
2	23-31-16.53	119-37-10.62	15.84
3	23-31-17.70	119-37-11.33	15.66
4	23-31-17.34	119-37-11.72	15.49
5	23-31-25.50	119-37-25.15	15.77
6	23-31-24.21	119-37-24.43	15.92
7	23-31-23.71	119-37-25.66	15.87
8	23-31-24.41	119-37-26.32	15.89
9	23-31-36.98	119-37-29.32	14.62
10	23-31-36.19	119-37-29.40	14.85
11	23-31-36.09	119-37-30.64	14.99

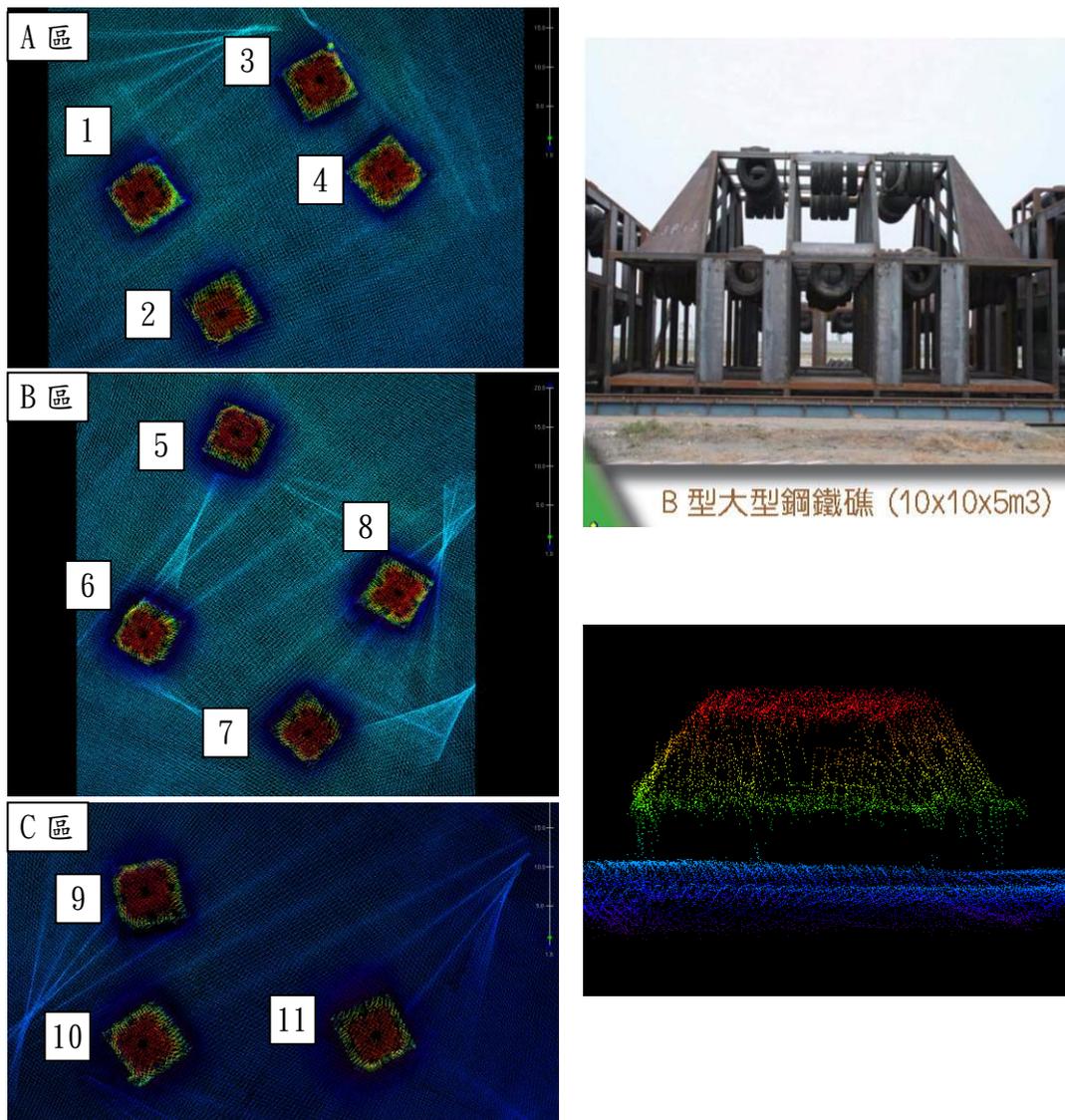


圖6-3 鎖港魚礁區大型鋼鐵礁B型點雲圖

(2)D 區魚礁群

魚礁大面積密集拋放區域稱為魚礁群，如前圖 6-2 右下角 D 區，大面積範圍及區域最淺水深坐標統計如表 6-4 所示，魚礁群點雲圖如圖 6 所示。

表 6-4 鎖港 D 區魚礁群範圍深度資訊表

編號	實測坐標(點或範圍)			最淺水深 最低低潮位系統
	坐標		海床高程 最低低潮位系統	
	N(度-分-秒)	E(度-分-秒)	公尺	公尺
1	23-31-27.92	119-37-28.02	19.41	N: 23-31-26.68 E: 119-37-30.05 H: 16.84 公尺
2	23-31-29.50	119-37-29.98	18.91	
3	23-31-22.81	119-37-33.45	20.51	
4	23-31-21.87	119-37-31.67	21.11	

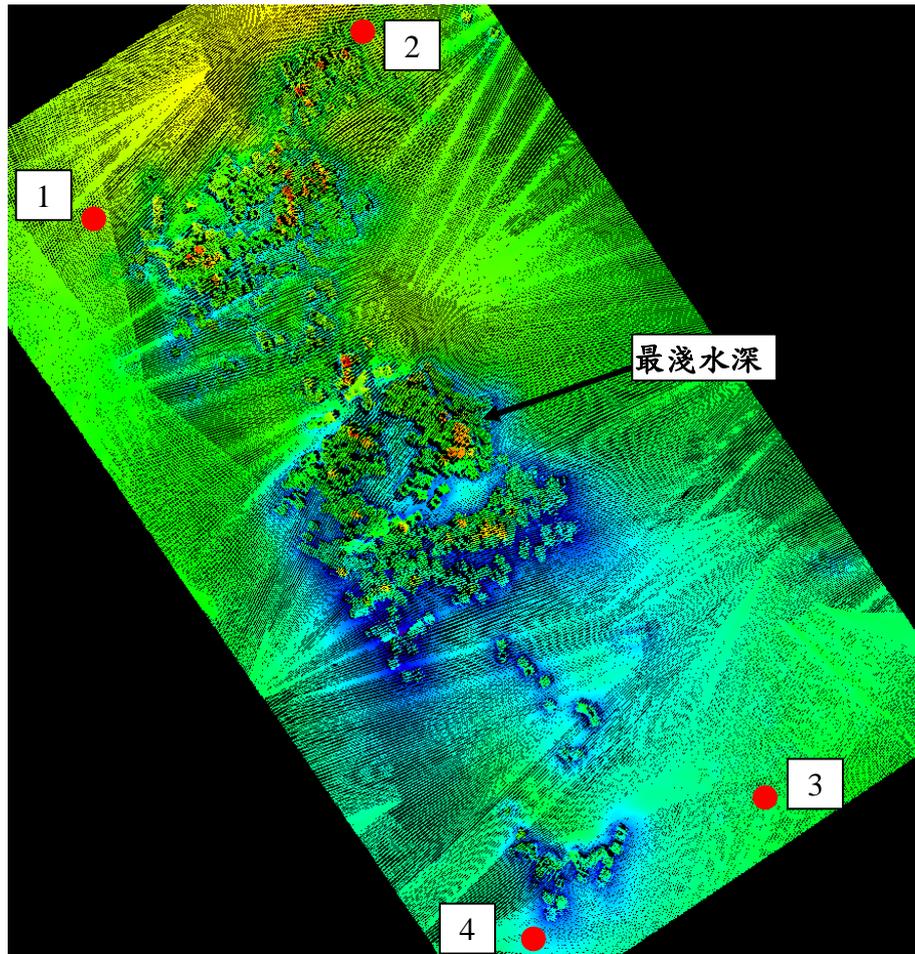


圖6-4 鎖港魚礁區D區魚礁群點雲圖

## 2. 澎南魚礁區

本魚礁區與鎖港魚礁區相鄰，依據漁業署公告魚礁拋放類型，本區魚礁礁型如表6-5所示，均為 2.0公尺雙層水泥礁，調查結果發現有部分魚礁拋放位置位於公告範圍外，分布如圖6-5所示，主要分為6個魚礁群，其中B區和F區魚礁分布於公告範圍外，魚礁偵測成果說明如下：

表 6-5 澎南魚礁詳細資料表

礁區	縣市別	年度別	礁型	投放數
澎南	澎湖縣	87	2.0 公尺雙層框型水泥鋼礁	1200
澎南	澎湖縣	88	2.0 公尺雙層框型水泥鋼礁	700

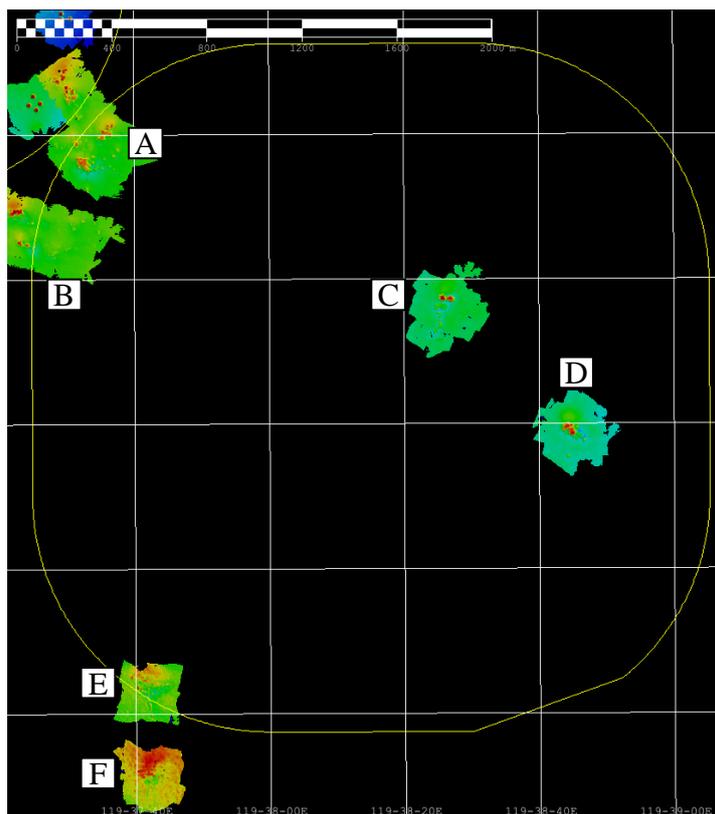


圖6-5 澎南魚礁區魚礁分布圖

(1)西北側 A 區魚礁群

魚礁大面積密集拋放區域範圍及區域內最淺水深坐標統計如表 6-6 所示，魚礁群點雲圖如圖 6-6 所示。

表 6-6 澎南魚礁區 A 區魚礁群範圍深度資訊表

編號	實測坐標(點或範圍)			最淺水深 最低低潮位系統
	坐標		海床高程 最低低潮位系統	
	N(度-分-秒)	E(度-分-秒)	公尺	公尺
1	23-31-18.77	119-37-28.51	22.41	N: 23-31-19.02 E: 119-37-31.42 H: 18.72 公尺
2	23-31-22.22	119-37-36.75	20.71	
3	23-31-17.21	119-37-40.62	21.91	
4	23-31-12-27	119-37-33.24	22.81	

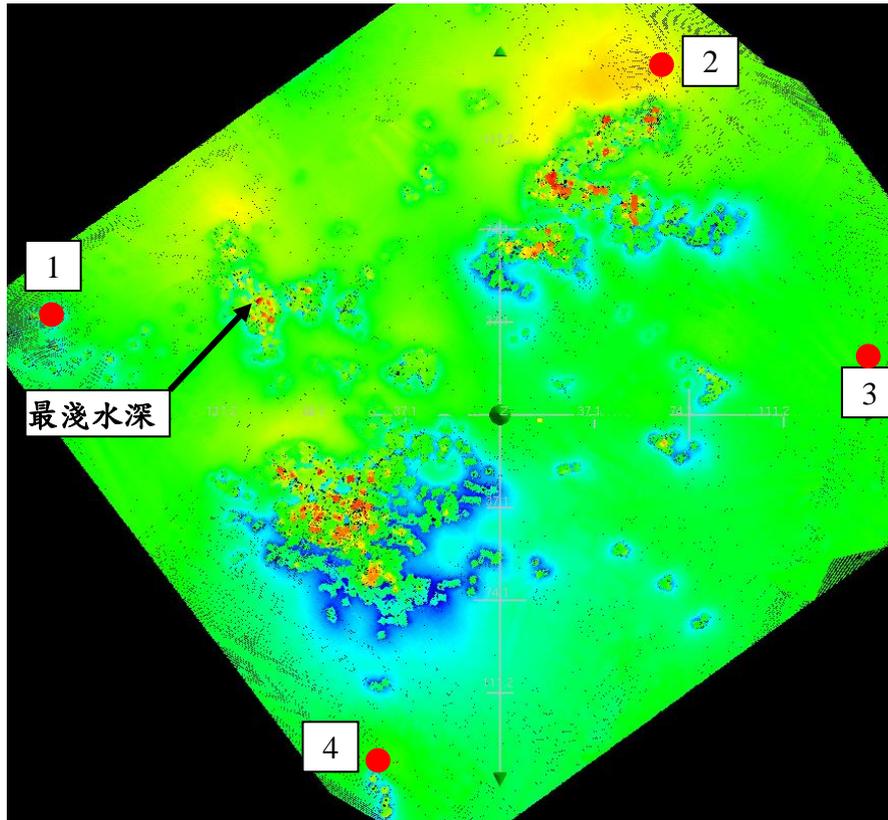


圖6-6 澎南魚礁區A區魚礁群點雲圖

(2)西北側B區魚礁群(公告範圍外)

本區魚礁大部分拋放在公告範圍線外，如前圖 6-5 左上角 B 區，分布範圍及區域最淺水深坐標統計如表 6-7 所示，魚礁群點雲圖如圖 6-7 所示。

表 6-7 澎南魚礁區 B 區魚礁群範圍深度資訊表

編號	實測坐標(點或範圍)			最淺水深 最低低潮位系統 公尺
	坐標		海床高程 最低低潮位系統 公尺	
	N(度-分-秒)	E(度-分-秒)	公尺	公尺
1	23-31-09.74	119-37-21.08	21.61	N: 23-31-09.57 E: 119-37-22.32 H: 19.56 公尺
2	23-31-10.18	119-37-23.96	21.61	
3	23-31-04.39	119-37-25.97	22.71	
4	23-31-03.09	119-37-23.03	22.21	

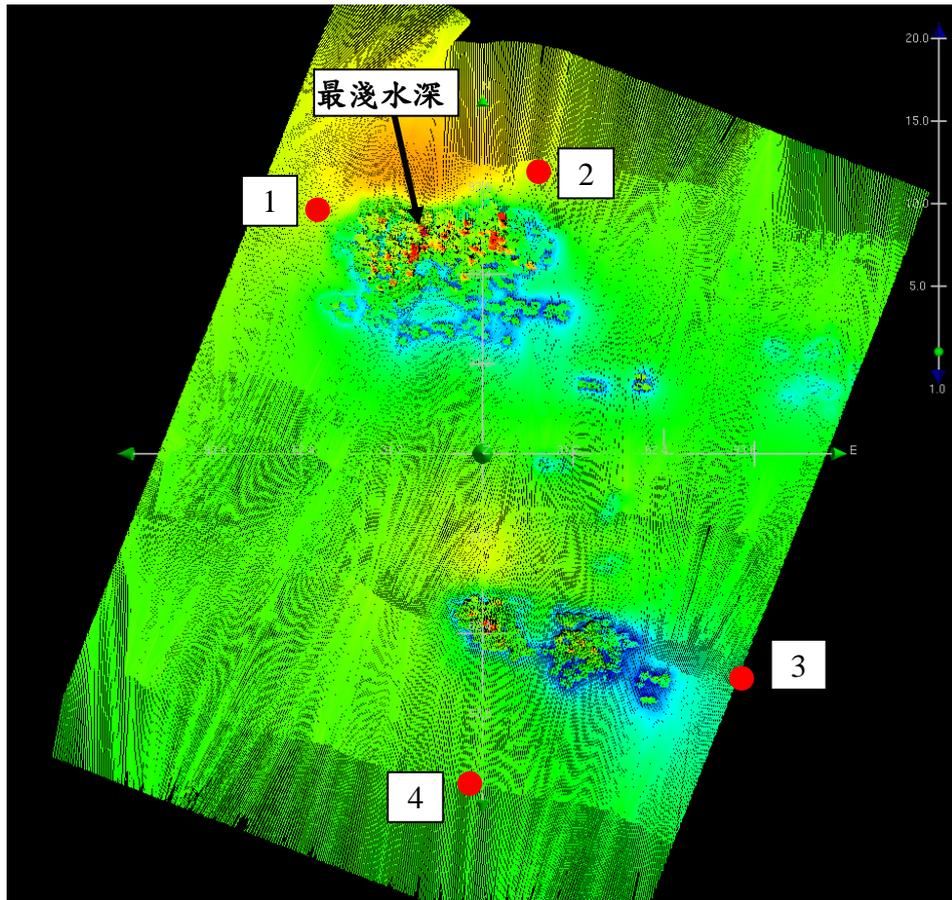


圖6-7 澎南魚礁區B區魚礁群點雲圖

### (3) 中央偏東北側 C 區魚礁群

本區魚礁群分三處，北側二處較密集，南側魚礁拋放距離較長且較稀疏，分布範圍及區域最淺水深坐標統計如表 6-8 所示，魚礁群點雲圖如圖 6-8 所示。

表 6-8 澎南魚礁區 C 區魚礁群範圍深度資訊表

編號	實測坐標(點或範圍)			最淺水深 最低低潮位系統
	坐標		海床高程 最低低潮位系統	
	N(度-分-秒)	E(度-分-秒)	公尺	公尺
1	23-30-58.72	119-38-26.03	19.91	N: 23-30-57.51 E: 119-38-25.75 H: 16.96 公尺
2	23-30-56.78	119-38-28.73	20.41	
3	23-30-51.42	119-38-24.57	20.51	
4	23-30-53.76	119-38-21.70	20.41	

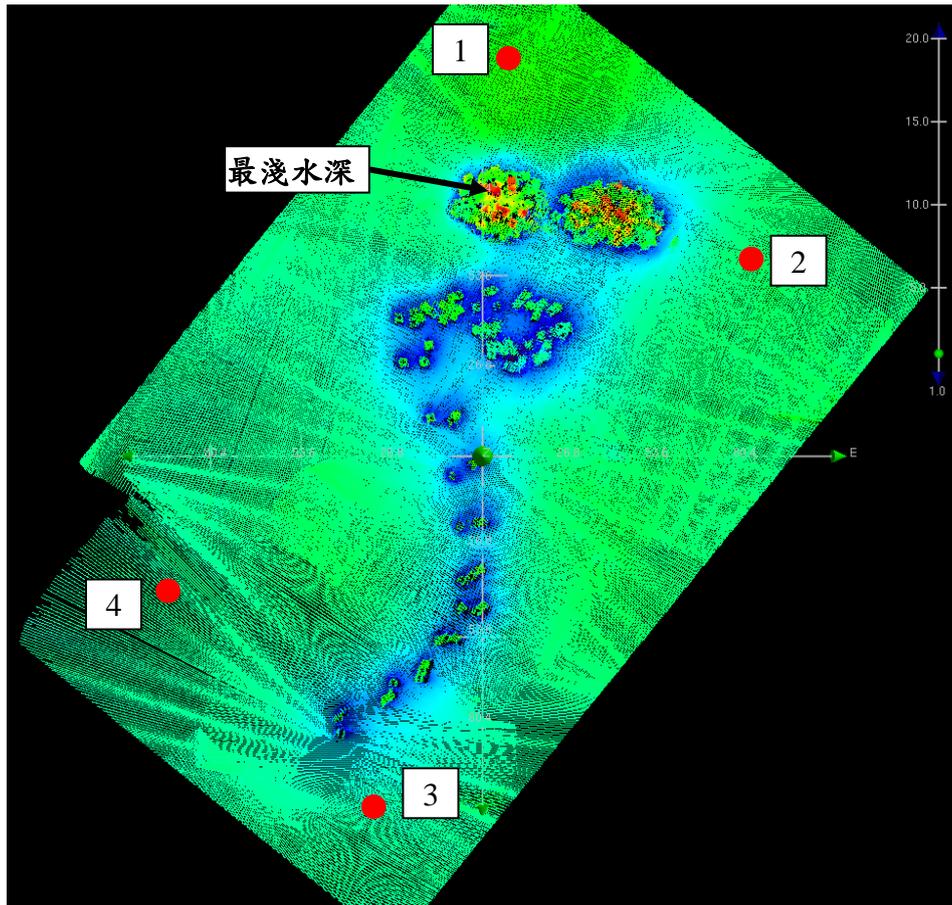


圖6-8 澎南魚礁區C區魚礁群點雲圖

(4) 中央偏東側 D 區魚礁群

本區僅有一處較密集魚礁拋放區，分布範圍及區域最淺水深坐標統計如表 6-9 所示，魚礁群點雲圖如圖 6-9 所示。

表 6-9 澎南魚礁區 D 區魚礁群範圍深度資訊表

編號	實測坐標(點或範圍)			最淺水深 最低低潮位系統 公尺
	坐標		海床高程 最低低潮位系統 公尺	
	N(度-分-秒)	E(度-分-秒)	公尺	公尺
1	23-30-41.14	119-38-44.02	19.71	N: 23-30-38.66 E: 119-38-45.10 H: 16.70 公尺
2	23-30-38.61	119-38-48.13	20.31	
3	23-30-36.36	119-38-46.49	20.51	
4	23-30-39.09	119-38-42.18	20.41	

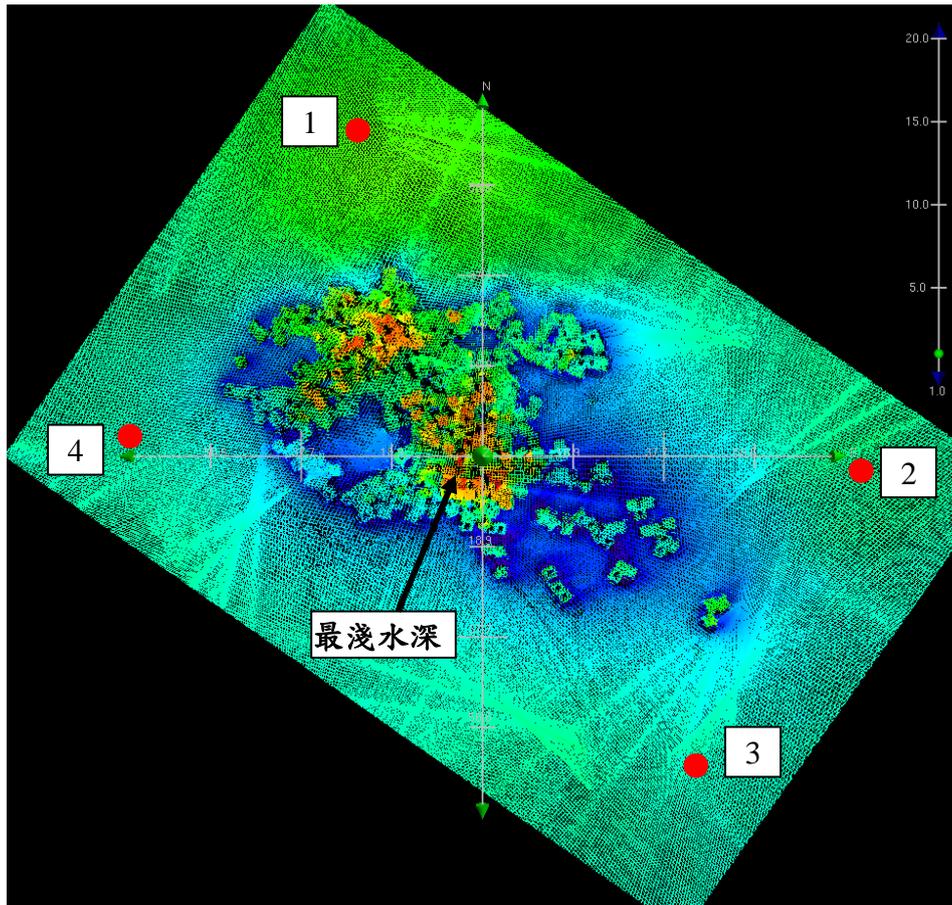


圖6-9 澎南魚礁區D區魚礁群點雲圖

(5)西南側E區魚礁群

本區位於澎南魚礁區左下角漁業署公告魚礁區邊界，魚礁拋放間距較大、範圍較廣，分布範圍及區域最淺水深坐標統計如表 6-10 所示，魚礁群點雲圖如圖 6-10 所示。

表 6-10 澎南魚礁區 E 區魚礁群範圍深度資訊表

編號	實測坐標(點或範圍)			最淺水深 最低低潮位系統
	坐標		海床高程 最低低潮位系統	
	N(度-分-秒)	E(度-分-秒)	公尺	公尺
1	23-30-06.12	119-37-39.39	16.31	N: 23-30-03.69 E: 119-37-40.36 H: 14.56 公尺
2	23-30-04.80	119-37-46.38	16.31	
3	23-29-59.14	119-37-43.63	16.91	
4	23-29-59.25	119-37-40.20	16.91	

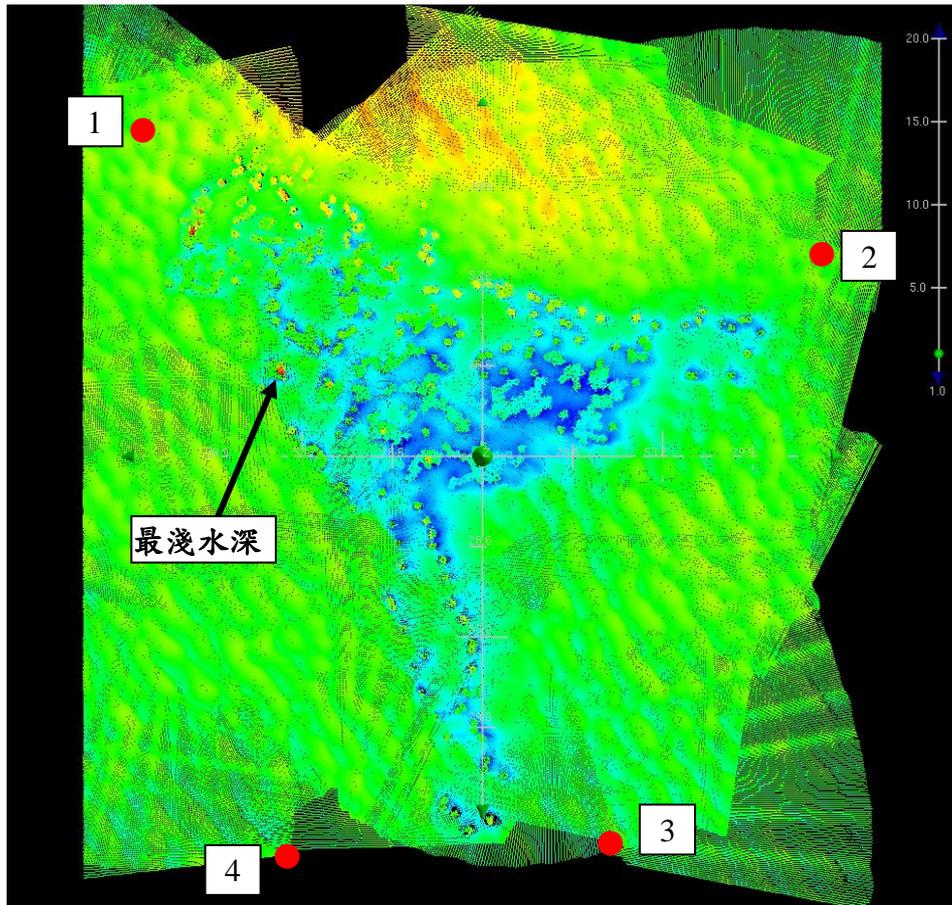


圖6-10 澎南魚礁區E區魚礁群點雲圖

(6)西南側F區魚礁群(公告範圍外)

本區位於澎南魚礁區左下角漁業署公告邊界範圍外，魚礁拋放間距較大、範圍較廣，分布範圍及區域最淺水深坐標統計如表 6-11 所示，魚礁群點雲圖如圖 6-11 所示。

表 6-11 澎南魚礁區 F 區魚礁群範圍深度資訊表

編號	實測坐標(點或範圍)			最淺水深 最低低潮位系統
	坐標		海床高程 最低低潮位系統	
	N(度-分-秒)	E(度-分-秒)	公尺	公尺
1	23-29-53.10	119-37-39.15	16.71	N: 23-29-53.48 E: 119-37-42.81 H: 15.83 公尺
2	23-29-54.00	119-37-44.76	16.81	
3	23-29-48.63	119-37-44.25	17.01	
4	23-29-48.46	119-37-39.61	17.41	

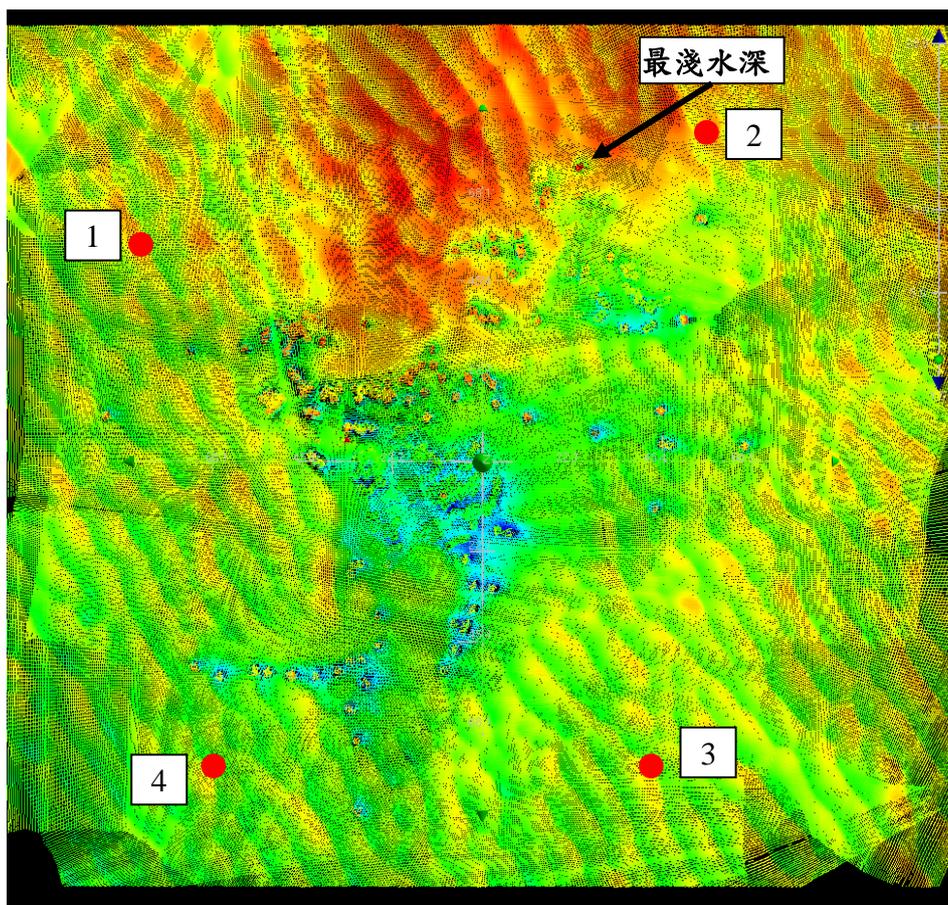


圖6-11 澎南魚礁區F區魚礁群點雲圖

### 3. 錠鈎嶼魚礁區

位於澎湖南北寮東側、錠鈎嶼南側，作業範圍僅包含魚礁區東側（如前圖6-1），依據漁業署公告魚礁拋放類型，本區魚礁礁型如表6-12所示，有軍艦礁、電桿礁與大型鋼鐵礁A型，本次作業範圍內調查結果發現有軍艦礁及電桿礁，同時發現一艘無公告之沈船（詳見後面章節（三）沈船），分布如圖6-12所示，魚礁偵測成果說明如下：

表 6-12 錠鈎嶼魚礁詳細資料表

礁區	縣市別	年度別	礁型	投放數
錠鈎嶼	澎湖縣	92	武勝艦軍艦礁	1
錠鈎嶼	澎湖縣	92	電桿礁	400
錠鈎嶼	澎湖縣	92	大型鋼鐵礁A型	4
錠鈎嶼	澎湖縣	93	電桿礁	2700

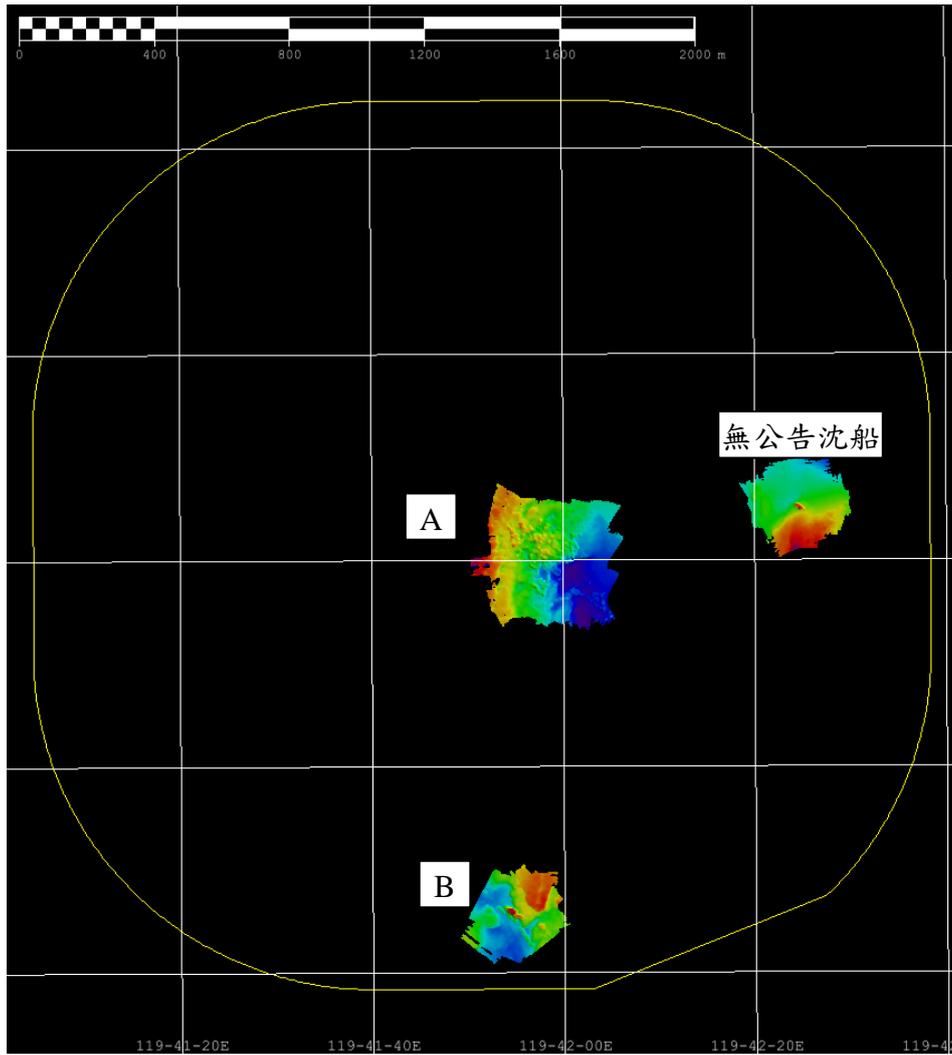


圖6-12 錠鉤嶼魚礁區魚礁分布圖

(1) 中央 A 區魚礁群

本區位於作業範圍水深 20 公尺邊界，魚礁分布範圍廣，分布範圍及區域最淺水深坐標統計如表 6-13 所示，魚礁群點雲圖如圖 6-13 所示。

表 6-13 錠鉤嶼魚礁區 A 區魚礁群範圍深度資訊表

編號	實測坐標(點或範圍)			最淺水深 最低低潮位系統
	坐標		海床高程 最低低潮位系統	
	N(度-分-秒)	E(度-分-秒)	公尺	公尺
1	23-36-23.41	119-41.53.65	18.21	N: 23-36-23.65 E: 119-41-55.69 H: 15.51 公尺
2	23-36-24.91	119.41-59.91	21.61	
3	23-36-20.47	119-42-02.78	26.91	
4	23-36-17.78	119-41-56.18	22.01	

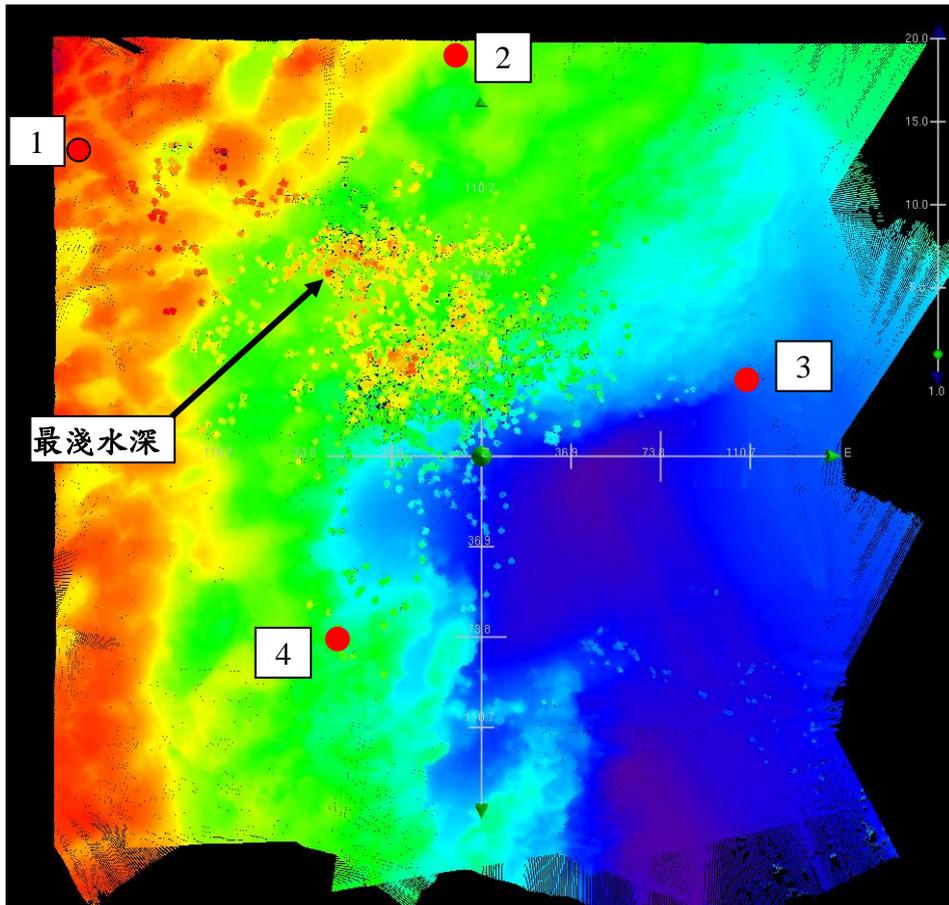


圖6-13 錠鈎嶼魚礁區A區魚礁群點雲圖

(2)南側B區武勝艦軍艦礁（尺寸：60公尺\*10公尺）

本軍艦礁位於錠鈎嶼魚礁區南側，軍艦斷裂成兩截，船艙段側躺，船尾段端坐海床，旁邊散布零星方塊形魚礁，礁體範圍及區域最淺水深坐標統計如表 6-14 所示，軍艦礁點雲圖如圖 6-14 所。

表 6-14 錠鈎嶼魚礁區 B 區軍艦礁範圍深度資訊表

編號	實測坐標(點或範圍)			最淺水深 最低低潮位系統
	坐標		海床高程 最低低潮位系統	
	N(度-分-秒)	E(度-分-秒)	公尺	公尺
1	23-35-46.49	119-41-53.89	31.11	N: 23-35-46.01 E: 119-41-54.67 H: 25.11 公尺
2	23-35-46.36	119-41-53.70	30.81	
3	23-35-45.34	119-41-54.75	31.01	
4	23-35-45.44	119-41-55.82	28.81	

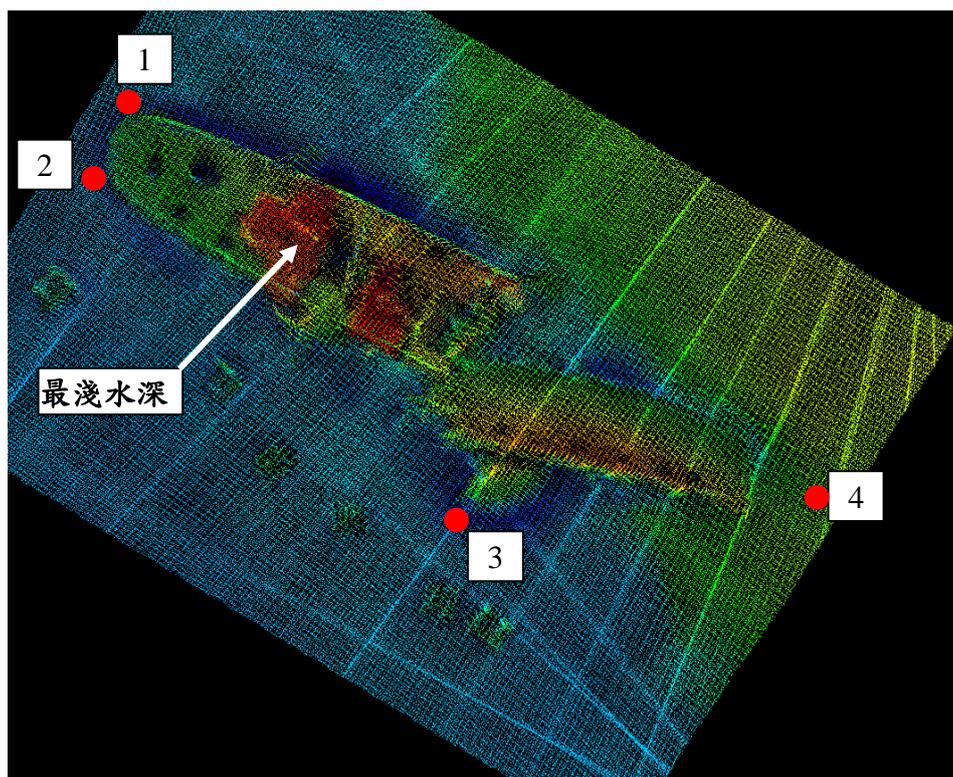


圖6-14 錠鈎嶼魚礁區B區軍艦礁點雲圖

#### 4.後寮北魚礁區

本魚礁區位於澎湖白沙鄉後寮漁港西側，依據漁業署公告魚礁拋放類型，本區魚礁礁型如表6-15所示，本區魚礁大致為方形水泥礁，現場調查結果僅在魚礁區東側，作業範圍20m線附近發現2處魚礁群蹤跡，魚礁分布如圖6-15所示，魚礁群偵測成果說明如下：

表 6-15 後寮北魚礁詳細資料表

礁區	縣市別	年度別	礁型	投放數
後寮北	澎湖縣	76	1.9 公尺雙層式水泥礁	119
後寮北	澎湖縣	78	1.9 公尺雙層式水泥礁	140
後寮北	澎湖縣	79	1.5 公尺方形水泥礁	810
後寮北	澎湖縣	79	2.0 公尺雙層式水泥礁	80
後寮北	澎湖縣	80	1.5 公尺方形水泥礁	265
後寮北	澎湖縣	80	1.5 公尺方形水泥礁	200
後寮北	澎湖縣	80	2.0 公尺雙層式水泥礁	640
後寮北	澎湖縣	81	1.5 公尺方形水泥礁	1380
後寮北	澎湖縣	81	2.0 公尺雙層式水泥礁	220

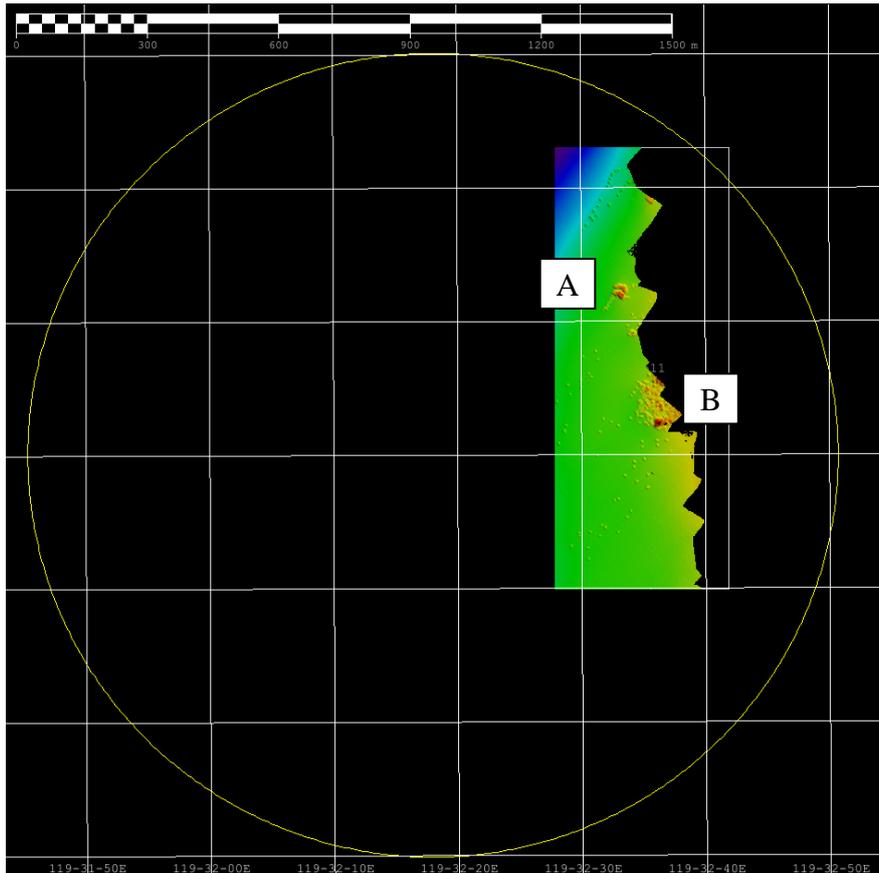


圖6-15 後寮北魚礁區魚礁分布圖

(1)東北側 A 區魚礁群

本區位於作業範圍 20 公尺線附近，魚礁群分布較密集，分布範圍及區域最淺水深坐標統計如表 6-16 所示，魚礁群點雲圖如圖 6-16 所示。

表 6-16 後寮北魚礁區 A 區魚礁群範圍深度資訊表

編號	實測坐標(點或範圍)			最淺水深 最低低潮位系統
	坐標		海床高程 最低低潮位系統	
	N(度-分-秒)	E(度-分-秒)	公尺	公尺
1	23-41-13.01	119-32-32.55	21.51	N: 23-41-11.98 E: 119-32-33.39 H: 16.37 公尺
2	23-41-12.55	119-32-34.23	20.31	
3	23-41-10.52	119-32-33.77	20.51	
4	23-41-10.79	119-32-31.42	21.91	

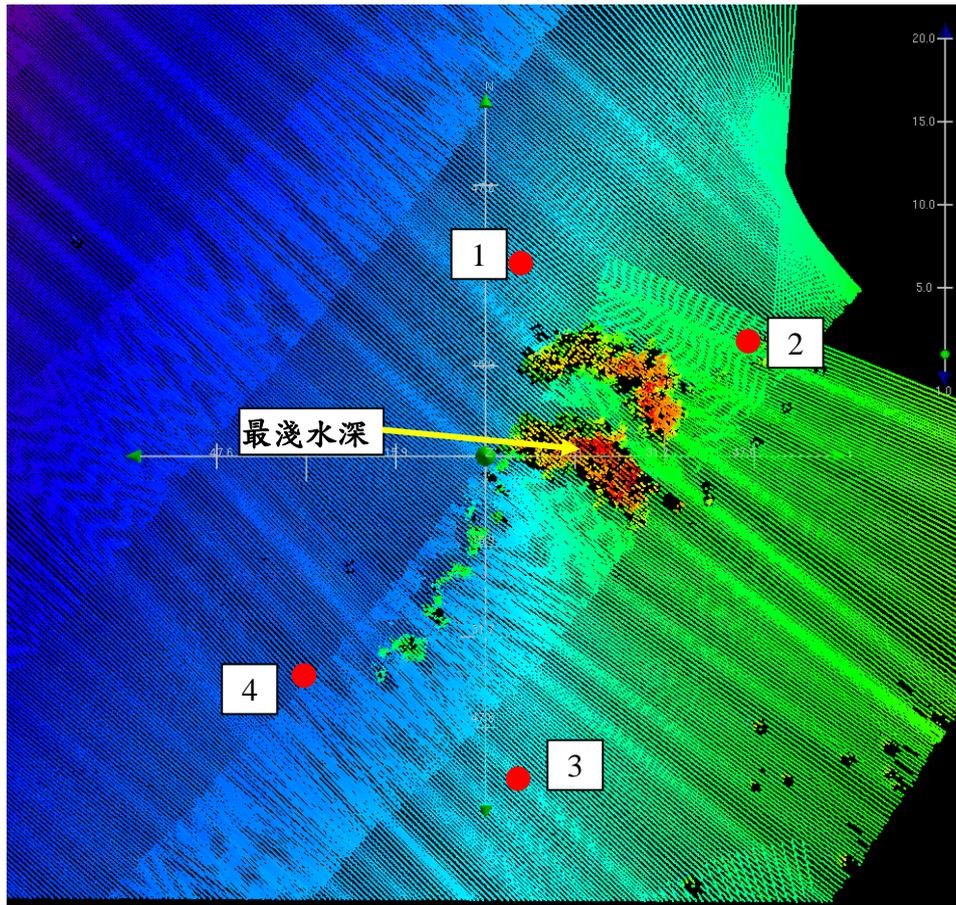


圖6-16 後寮北魚礁區A區魚礁群點雲圖

(2)東側B區魚礁群

本區位於作業範圍 20 公尺線附近，魚礁群分布範圍較廣，分布範圍及區域最淺水深坐標統計如表 6-17 所示，魚礁群點雲圖如圖 6-17 所示。

表 6-17 後寮北魚礁區 B 區魚礁群範圍深度資訊表

編號	實測坐標(點或範圍)			最淺水深 最低低潮位系統
	坐標		海床高程 最低低潮位系統	
	N(度-分-秒)	E(度-分-秒)	公尺	公尺
1	23-41-06.63	119-32-35.09	20.51	N: 23-41-02.44 E: 119-32-36.23 H: 14.38 公尺
2	23-41-01.79	119-32-39.24	18.81	
3	23-41-00.51	119-32-36.23	20.41	
4	23-41-02.76	119-32-32.28	21.11	

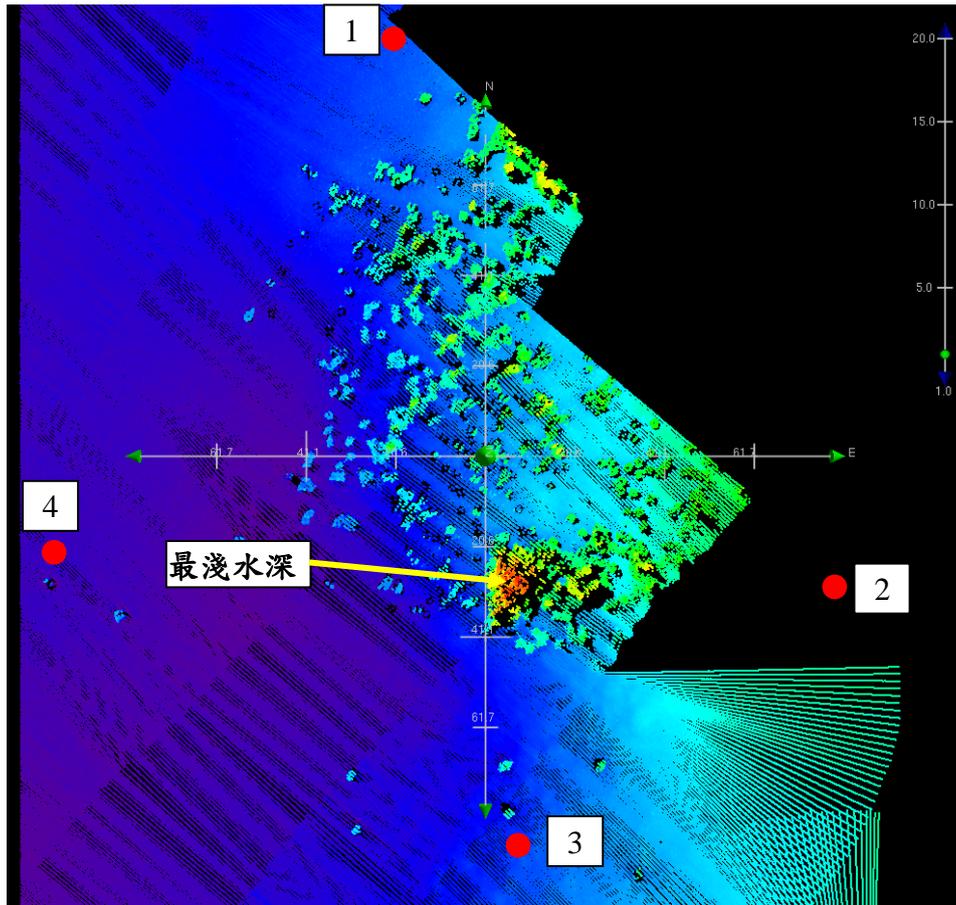


圖6-17 後寮北魚礁區B區魚礁群點雲圖

### 5. 貓鼻石魚礁區

位於澎湖西嶼鄉西側，依據漁業署公告魚礁拋放類型，本區魚礁礁型如表6-18所示，由於本區域為沙漣盛行區域，且魚礁投放年代久遠，因此，現場並無發現任何魚礁蹤影，現場海床現況如圖6-18所示。

表 6-18 貓鼻石魚礁詳細資料表

礁區	縣市別	年度別	礁型	投放數
貓鼻石與鼻頭間	澎湖縣	63	1.0 公尺方形方窗水泥礁	750
海墘岩北	澎湖縣	63	舊船(182.53 T)	20
海墘岩北	澎湖縣	63	林木	100
海墘岩北	澎湖縣	63	1.0 公尺方形方窗水泥礁	440
海墘岩北	澎湖縣	63	汽油桶	300
海墘岩北	澎湖縣	63	舊車廂	5

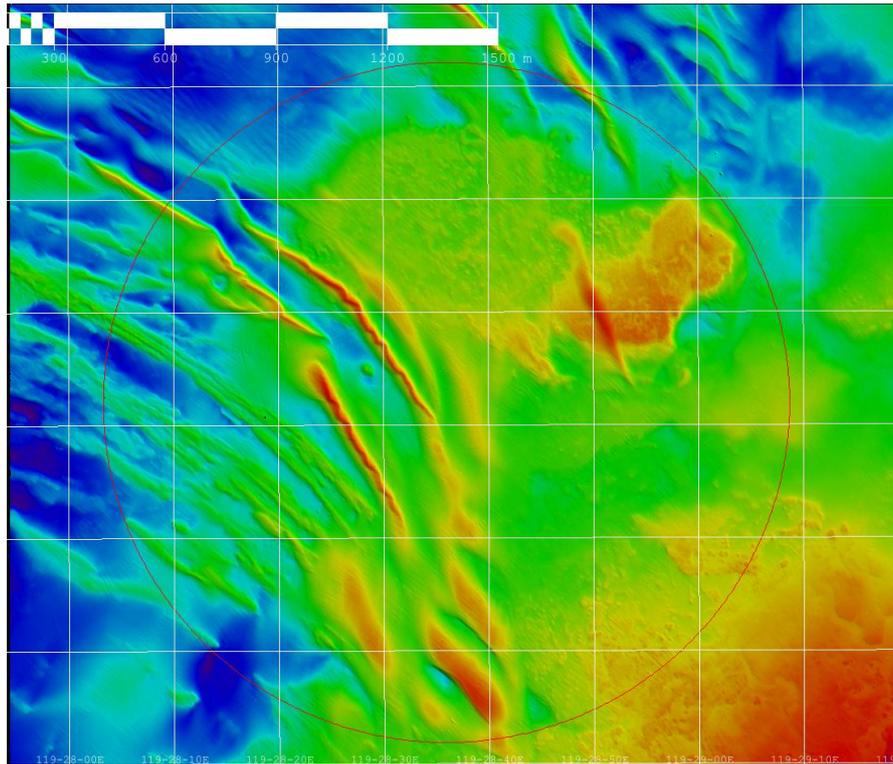


圖6-18 貓鼻石魚礁區海床現況圖

## 6.內垵北魚礁區

本魚礁區位於澎湖西嶼鄉南部內垵北漁港西側，作業範圍僅包含魚礁西半部，漁業署並無公告本區魚礁拋放類型，調查結果僅在魚礁區北側發現一座軍艦礁，其餘區域並無發現魚礁蹤跡，經由網路資訊搜尋到本區於2003年3月沉放一座萊陽艦軍艦礁，魚礁分布如圖6-19所示，魚礁偵測成果說明如下：

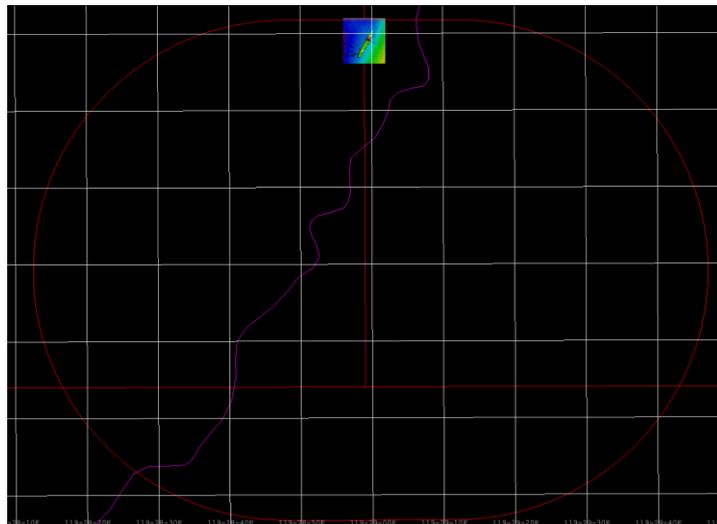


圖6-19 內垵北魚礁區魚礁分布圖

### 北側萊陽艦軍艦礁（尺寸：119 公尺\*12 公尺）

位於內垵北魚礁區北側，軍艦船體完整端座於海床，船艏朝東北，船體範圍及區域最淺水深坐標統計如表 6-19 所示，軍艦礁點雲圖如圖 6-20 所示。

表 6-19 內垵北魚礁區軍艦礁範圍深度資訊表

編號	實測坐標(點或範圍)			最淺水深 最低低潮位系統
	坐標		海床高程 最低低潮位系統	
	N(度-分-秒)	E(度-分-秒)	公尺	公尺
1	23-35-10.43	119-29-00.18	35.41	N: 23-35-09.30 E: 119-28-59.71 H: 22.91 公尺
2	23-35-08.98	119-28-59.71	33.21	
3	23-35-06.92	119-28-58.38	38.31	
4	23-35-07.03	119-28-58.20	38.91	
5	23-35-09.06	119-28-59.21	38.31	

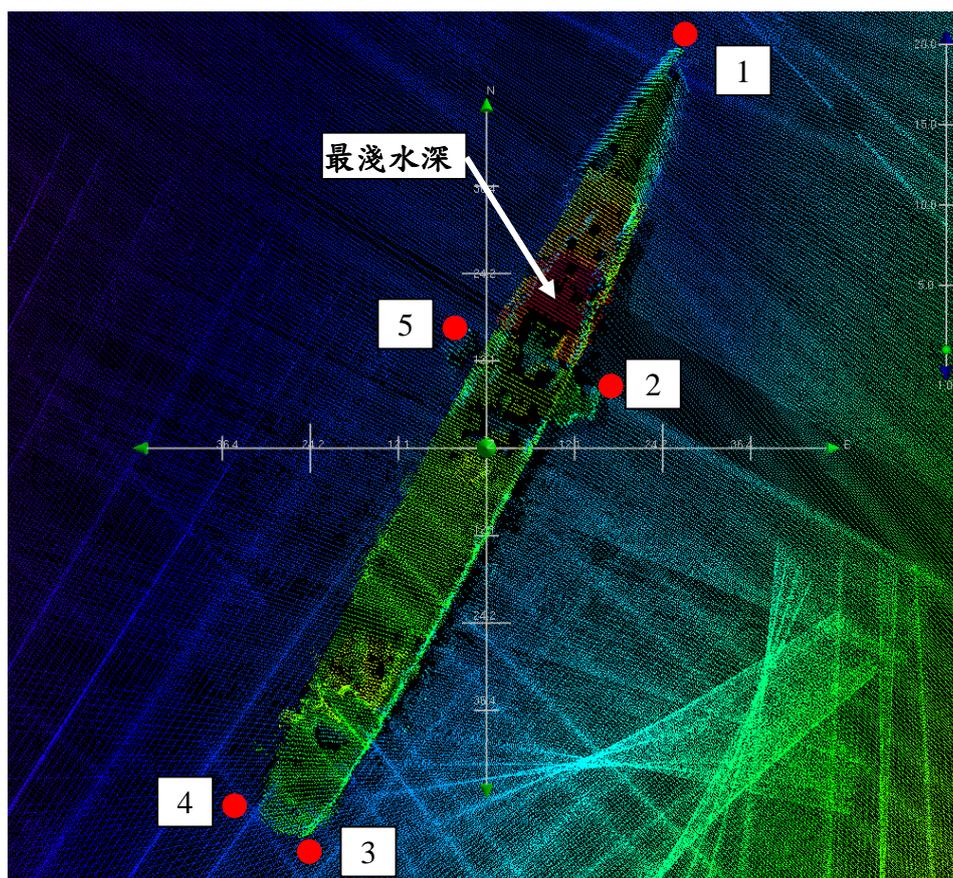


圖6-20 內垵北魚礁區軍艦礁點雲圖

## (二)暗礁

依據九十三年八月三十一日出版海圖(圖號：04525)，本作業區範圍內標示有 8 處暗礁(如圖 6-21)，經現場調查後統計如表 6-20 所示，調查結果形狀及尺寸說明如下：

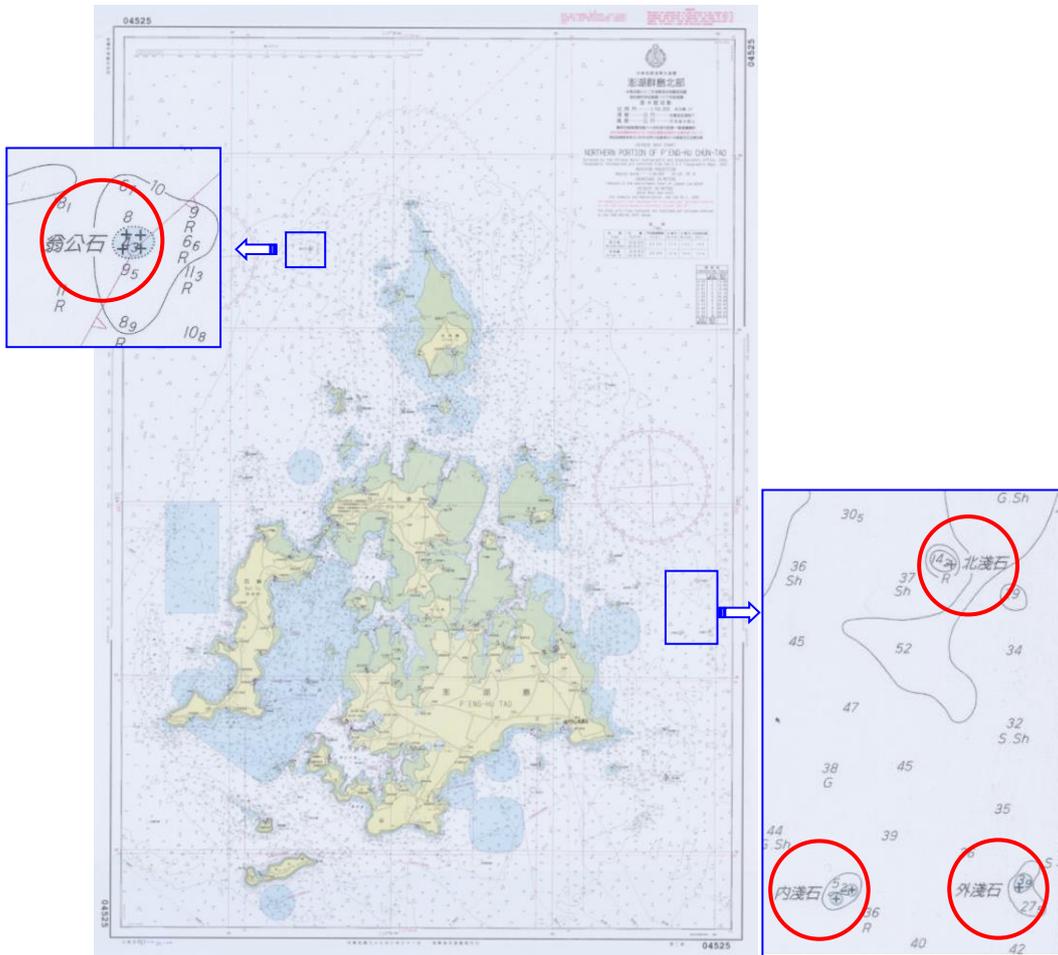


圖6-21 編號04525海圖暗礁位置圖

表 6-20 04525 海圖暗礁與現場調查結果一覽表

編號	海圖標示位置			最淺水深位置		
	N	E	名稱	N	E	水深(公尺) 最低低潮系統
1	23°36'16.19"	119°43'53.99"	內淺石	23°36'19.40"	119°43'55.86"	2.94
2	23°36'18.70"	119°43'58.72"				
3	23°36'19.45"	119°44'47.68"	外淺石	23°36'21.23"	119°44'49.88"	2.79
4	23°37'47.08"	119°44'27.58"	北淺石	23°37'47.12"	119°44'25.90"	12.99
5	23°47'18.37"	119°32'24.68"	翁公石	23°47'14.90"	119°32'26.28"	0.09
6	23°47'15.19"	119°32'23.81"				
7	23°47'15.29"	119°32'28.14"				
8	23°47'18.28"	119°32'28.07"		23°47'18.75"	119°32'26.65"	1.78
9	無	無	不知名	23°47'33.48"	119°32'33.87"	1.37

### 1.內淺石

位於南北寮漁港東方約6.5公里，此處海圖原標示為2處暗礁，現場調查結果發現僅有1處，形狀為東西向長條形，長約144公尺、寬約70公尺，如圖6-22所示。

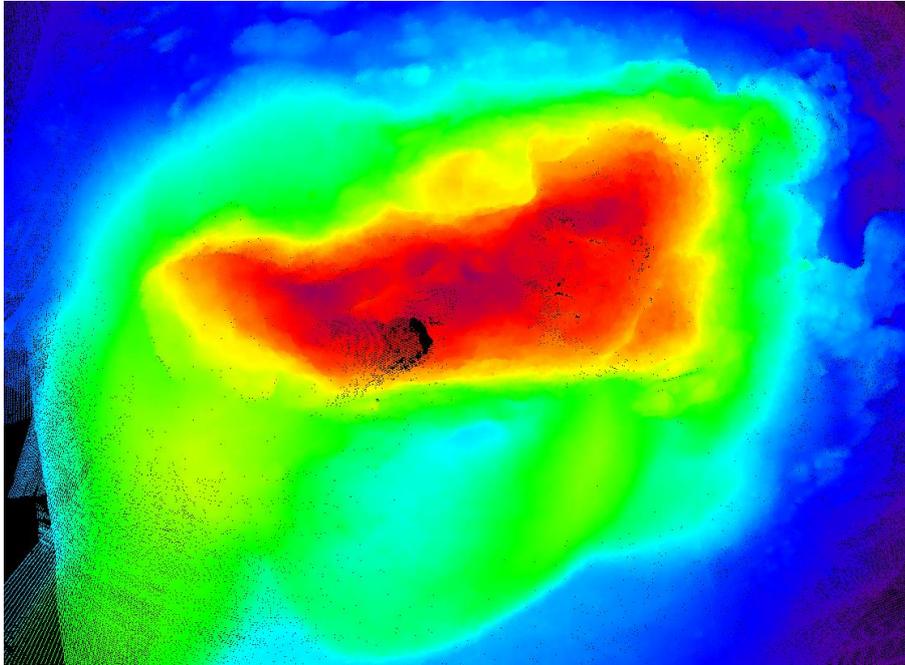


圖6-22 內淺石點雲圖

### 2.外淺石

位於內淺石東方約1.5公里，形狀接近圓形，直徑約220公尺，如圖6-23所示。

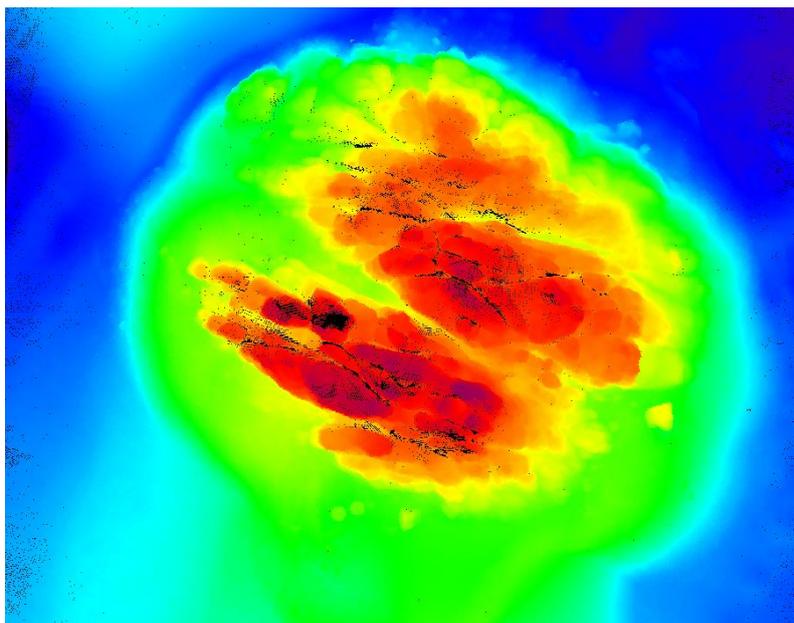


圖6-23 外淺石點雲圖

### 3.北淺石

位於內、外淺石北側，與內、外淺石呈現等腰三角形分布，距離約2.8公里，形狀呈現橢圓形，長軸約200公尺、短軸約150公尺，如圖6-24所示。

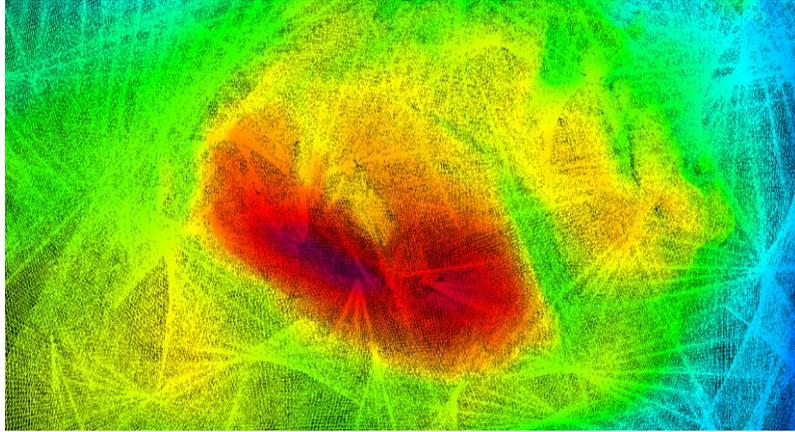


圖6-24 北淺石點雲圖

### 4.翁公石

位於吉貝東北側約8公里處，此處原為一大片淺礁區，如圖6-25所示，面積約59公頃，翁公石位於淺礁區西側，有3處凸起之暗礁，如圖6-26所示，其中「編號1」面積最大呈長條狀分布長約160公尺、寬約80公尺，「編號2」由若干小礁石組成，範圍呈現圓形分布，直徑約16公尺，「編號3」由7個小礁石組成，範圍呈現圓形分布，直徑約20公尺。

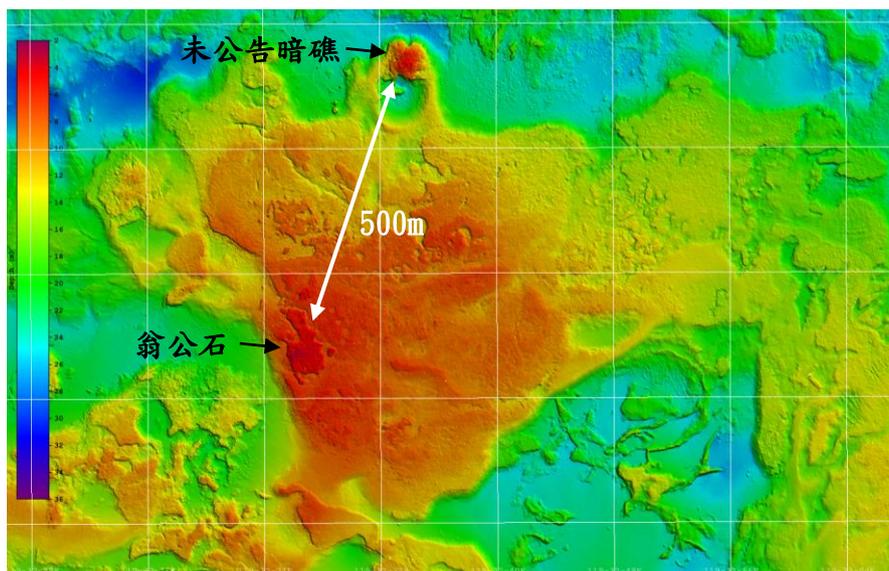


圖6-25 翁公石附近淺礁區色階圖

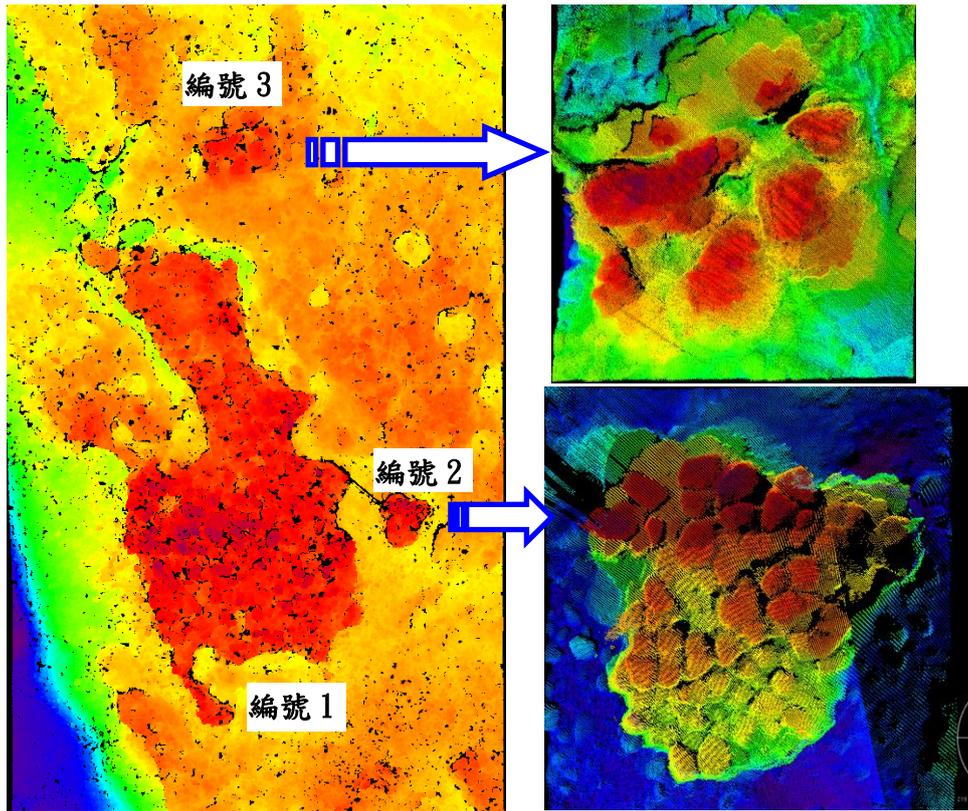


圖6-26 翁公石暗礁點雲圖

#### 5. 未公告暗礁

位於翁公石北北東約500公尺，位置如前圖6-25北側，屬於淺礁岩盤往北延伸之最北側，暗礁形狀接近圓形，直徑約80公尺，如圖6-27所示。

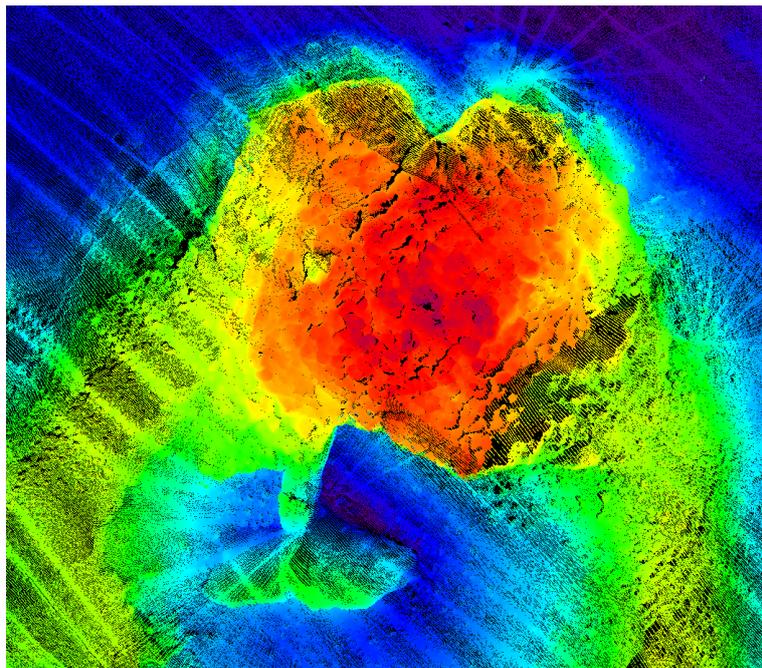


圖6-27 未公告暗礁點雲圖

### (三)沈船

依據九十三年八月三十一日出版海圖(圖號：04525)，本作業區範圍內並無沈船標示；然而，民國 103 年 10 月 10 日海研五號因執行任務返航時，因海象不佳，於澎湖縣湖西鄉龍門外海觸礁沉沒，由航船布告第 192 號得知海研五號沈船位置如表 6-21 所示，同時經由全區多音束測掃結果，本次作業區範圍內沈船特徵物除上述軍艦礁(武勝艦與萊陽艦)及海研五號以外，於錠鉤嶼魚礁區海床發現一艘形狀疑似為漁船之未公告沈船，分布位置如圖 6-28 所示，調查結果說明如下：

表 6-21 航船布告海研五號沈船位置表

編號	航船布告公告坐標		N(度-分-秒)	E(度-分-秒)
	坐標			
WGS84			23-33-18.0	119-44-00.0
			23-33-40.5	119-45-09.8
GRS67			23-33-24.2	119-43-30.8
			23-33-46.7	119-44-40.6

刊物第三種 (192)

海軍大氣海洋局航船布告

第 192 號

臺灣海域  
澎湖外海 - 沉船位置更正

參考布告 本局 103 年航船布告第 152 號。

位置 (A)北緯 23°33'18.0"，東經 119°44'00.0"。(WGS84)  
(B)北緯 23°33'40.5"，東經 119°45'09.8"。(WGS84)  
(A)北緯 23°33'24.2"，東經 119°43'30.8"。(GRS67)  
(B)北緯 23°33'46.7"，東經 119°44'40.6"。(GRS67)

說明 1. 上述參考布告之高線籍「海研五號」研究船，沉沒位置自(A)更正為(B)，另在沉船位置佈設一座每3秒一閃紅色警示燈浮，光程3哩。  
2. 航行船隻，請多加注意，並於相關圖書中予以訂正。

關係圖書 本局海圖第0013, 0313, 0319, 0331, 0336, 04525, 04529號。  
交通部航港局南部航務中心103年11月26日南技字第1033305215號函。

備註 本局航船布告網址：<http://navy.mnd.gov.tw>

海軍大氣海洋局局長  
中華民國 103 年 12 月 5 日 海軍上校 崔怡楓

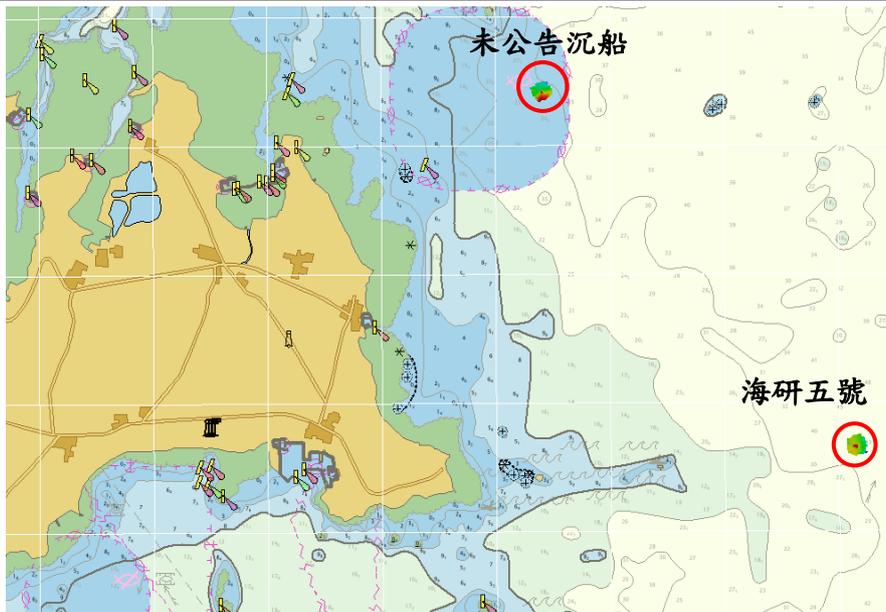


圖 6-28 沈船位置分布圖

## 1.海研五號沈船（尺寸：72 公尺\*13 公尺）

目前位於尖山漁港東方約6公里海床，如前圖6-28東側，船體呈現往南側躺狀態，船艏朝東，船體範圍及區域最淺水深坐標統計如表6-22所示，船體點雲圖如圖6-29所示。

表 6-22 海研五號沈船位置表

編號	航船布告公告坐標		實測坐標(點或範圍)			最淺水深 最低低潮系統
	坐標		坐標		海床高程 最低低潮系統	
	N(度-分-秒)	E(度-分-秒)	N(度-分-秒)	E(度-分-秒)	公尺	公尺
1	23-33-18.0	119-44-00.0	23-33-39.78	119-45-07.73	38.91	N: 23-33-39.64 E: 119-45-08.87 H: 29.41 公尺
2	23-33-40.5	119-45-09.8	23-33-39.80	119-45-10.33	38.21	
3			23-33-39.32	119-45-10.25	40.31	
4			23-33-38.61	119-45-09.31	37.51	
5			23-33-39.37	119-45-07.63	37.21	

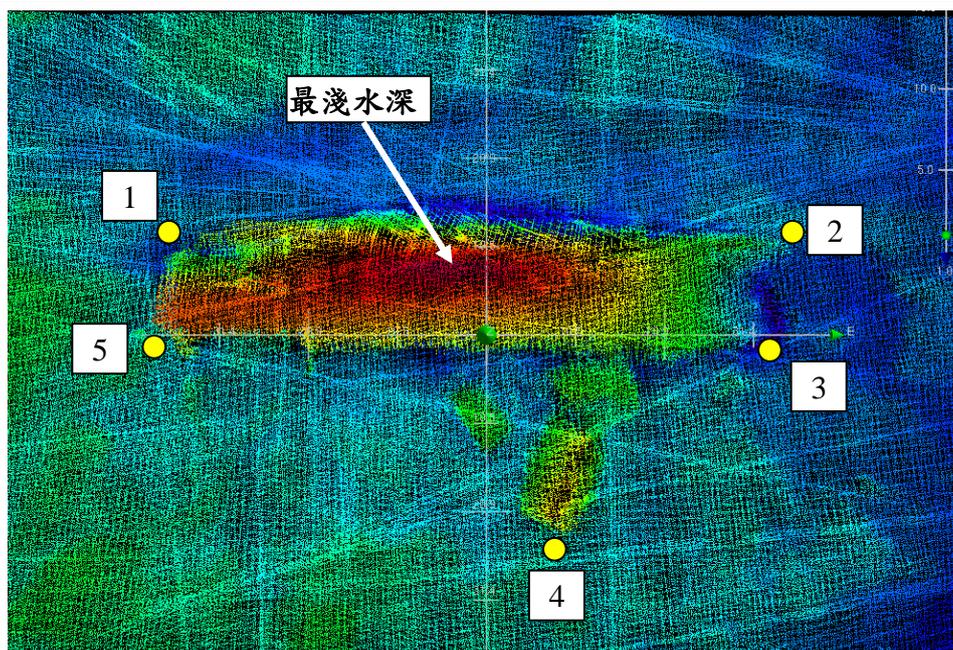


圖6-29 海研五號點雲圖

## 2.未公告沈船（尺寸：30 公尺\*5.5 公尺）

沈船位於湖西鄉南北寮漁港東北東方約4公里海床，如前圖6-28北側，船體呈現端坐海床狀態，船艏朝東南，船體範圍及區域最淺水深坐標統計如表6-23所示，船體點雲圖如圖6-30所示。

表 6-23 未公告沈船位置表

編號	實測坐標(點或範圍)			最淺水深 最低低潮系統
	坐標		海床高程 最低低潮系統	
	N(度-分-秒)	E(度-分-秒)	公尺	公尺
1	23-36-25.43	119-42-24.51	32.61	N: 23-36-25.39 E: 119-42-24.46 H: 27.24 公尺
2	23-36-25.25	119-42-24.30	31.31	
3	23-36-24.73	119-42-25.24	29.91	
4	23-36-24.85	119-42-25.29	30.11	

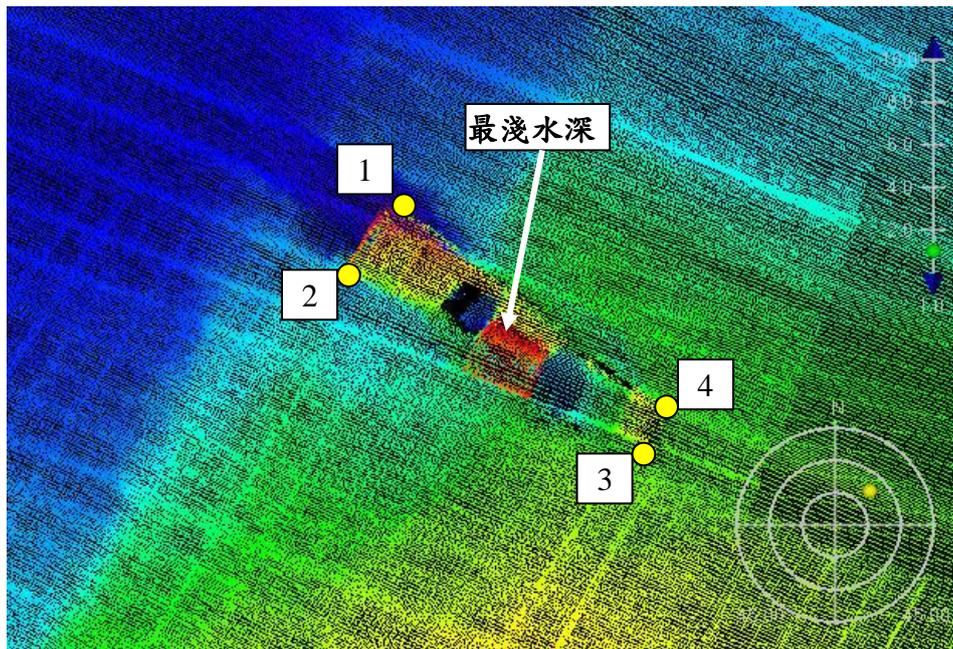


圖6-30 未公告沈船點雲圖

#### (四)露岩(島嶼)

由於本案並無辦理岸線測量，因此針對測區內露岩區域僅以船測方式，沿著露岩外圍環繞以標示位置，並於電子航行圖中標示為「未測區 (UNSARE)」，本測區施測之露岩範圍說明如下。

##### 1.查母嶼

位於澎湖縣湖西鄉龍門村裡正角東南方約3.5公里海面上，島嶼上設有一燈塔。

## 2. 查坡嶼

位於澎湖縣湖西鄉龍門村裡正角東方約3公里海面上，查母嶼北側。

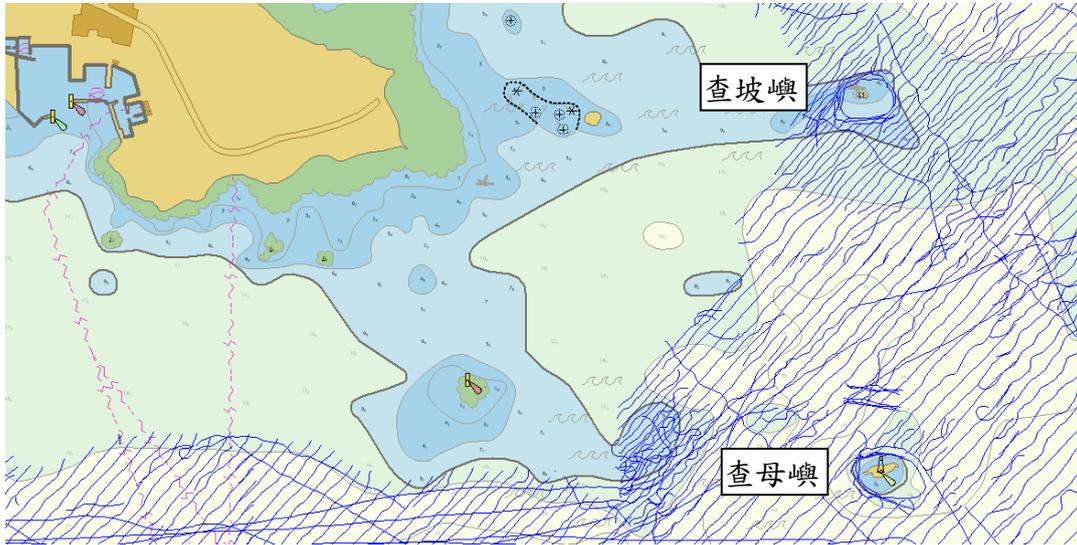


圖6-31 查母嶼及查坡嶼範圍作業軌跡圖

## 3. 姑婆嶼西北側礁岩

位於澎湖縣白沙鄉姑婆嶼西北角，為作業範圍20公尺線外，屬於姑婆嶼礁岩延伸之露岩。

## 4. 空殼嶼

位於澎湖縣白沙鄉姑婆嶼西南側約5.5公里，島嶼上設有一燈塔。

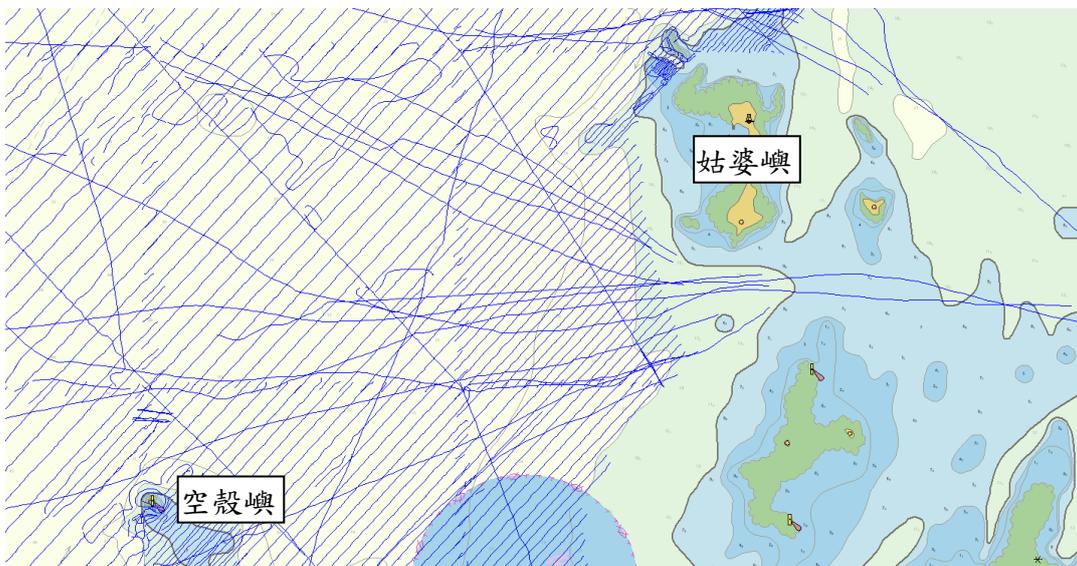


圖6-32 姑婆嶼及空殼嶼範圍作業軌跡圖

### (五)海底纜線

依據九十三年出版海圖與內政部大陸礁層海底纜線佈設資料顯示澎湖海纜主要分布於東南側(湖西鄉)與西側(西嶼鄉)，由纜線佈設資料顯示，海底電纜線佈設採用犁埋工法，即佈設同時將纜線埋於海床，且由於現場海床呈現沙漣地形，如圖 6-34 與圖 6-35 所示，因此並無發現海底纜線佈設痕跡。

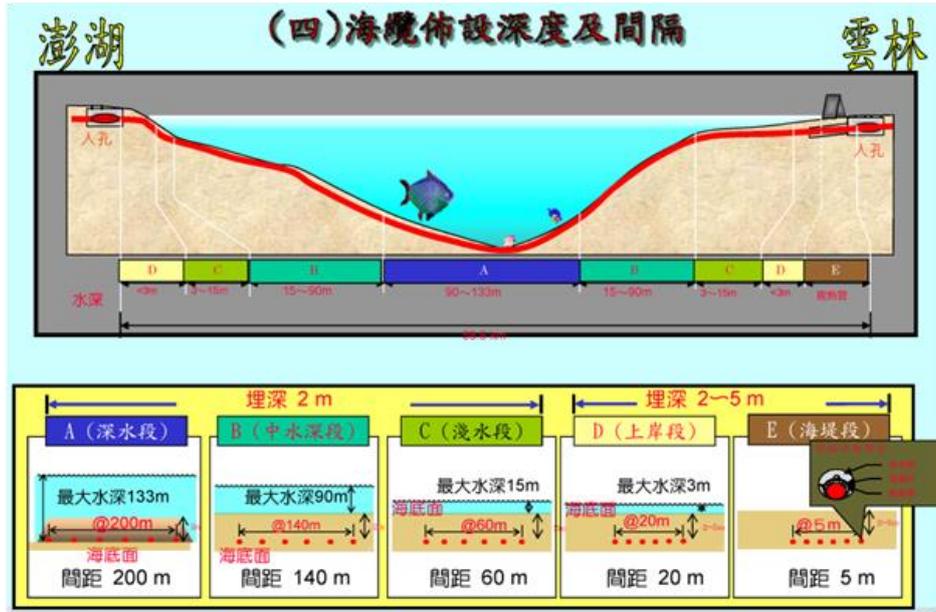


圖6-33 海底纜線佈設深度示意圖

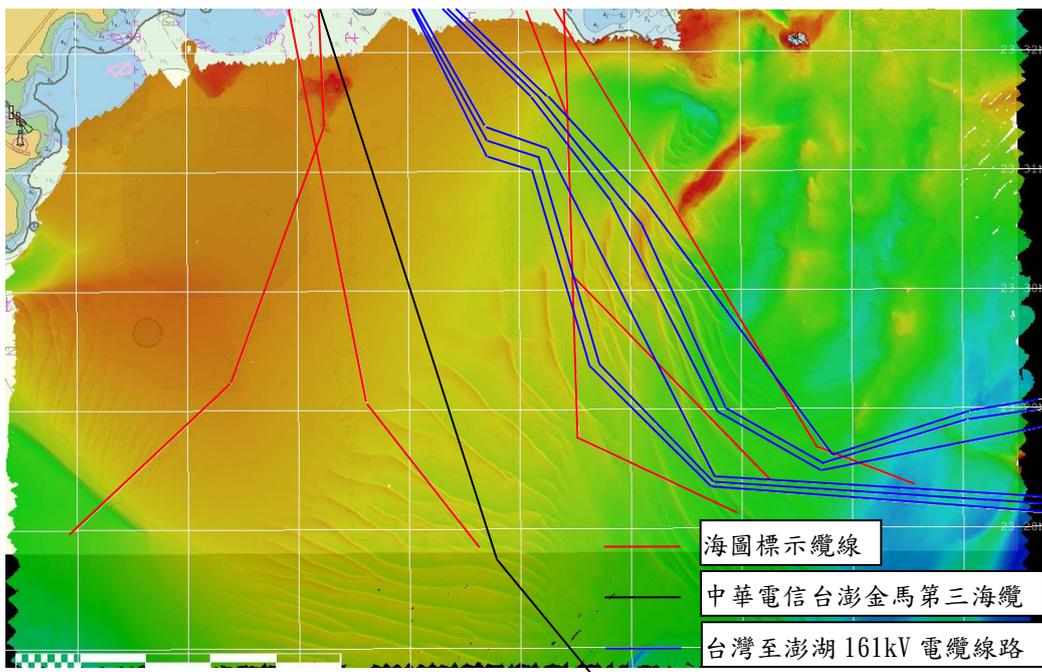


圖6-34 東南側海域海底纜線佈設位置與海床現況圖

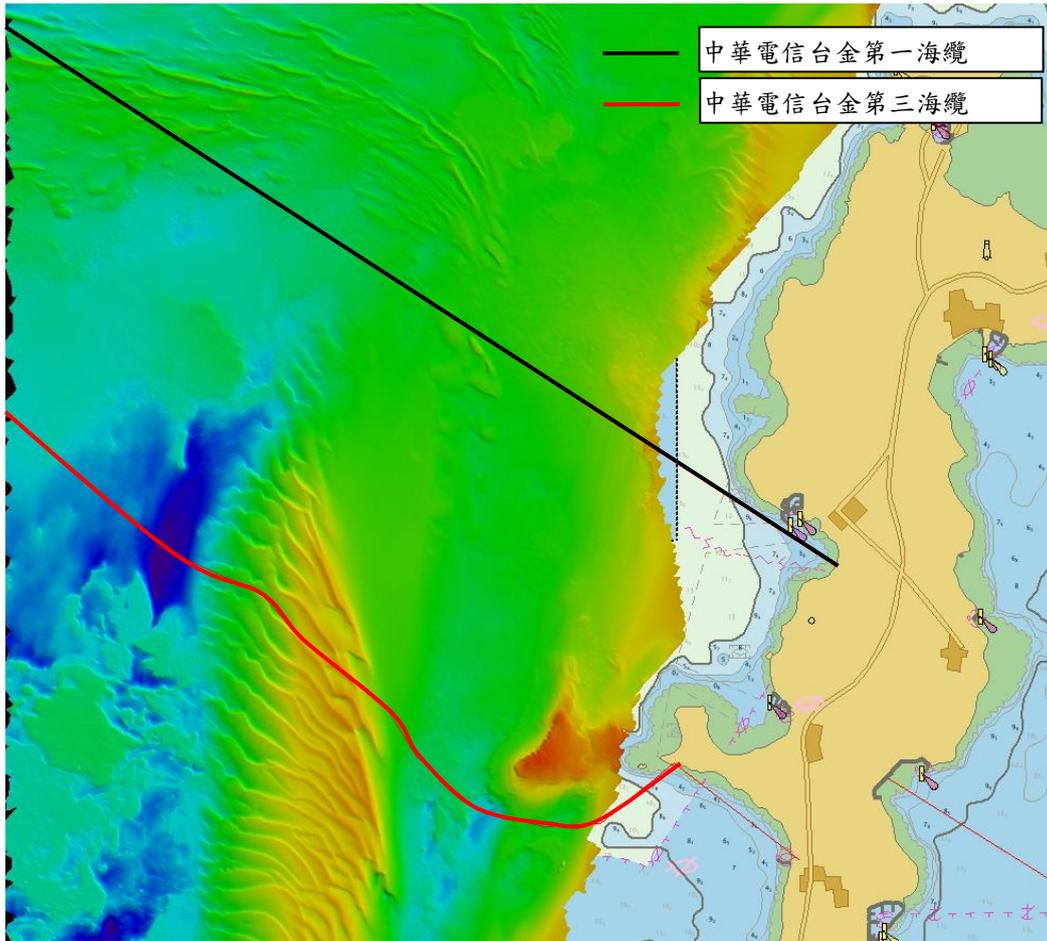


圖6-35 西側海域海底纜線佈設位置與海床現況圖

## 二、有礙航安疑義資料

依據中華民國 101 年第 10 版水道燈表，本作業區僅於澎湖縣白沙鄉姑婆嶼北方有一處海氣象觀測浮標，經現場以 RTK 定位並拍照記錄，成果如表 6-24 與圖 6-36 所示。

表 6-24 海氣象觀測浮標位置調查表

編號 No.	燈名 Name	位置 Position { WGS84 }	燈質及光力 (燭光) Characteristics & Candle Power (candelas)	高度 高潮面起 (公尺) Elevation above HW (meter)	見距 (哩) Range (mile)	構造及高度 (公尺) Structure Height (meter)	附註 Remarks, for signals, sectors
		水道燈表	水道燈表				
		實測位置	實際情況				
50110	海氣象 觀測浮標	23°43'36.0" 119°33'07.0"	紅閃光 4 秒			黃色鋁合金 製圓型浮體	成大研究發展 基金會設置
		23°43'40.9" 119°33'09.4"	紅閃光 4 秒				



圖6-36 海氣象觀測浮標照片

## 柒、歷史資料比對分析

### 一、比對範圍選定

內政部於民國 97 年為引進空載測深光達作業技術，於民國 97 年委託國立交通大學辦理澎湖及東沙環礁地區海域地形測量，並於民國 99 年 9 月進行外業資料蒐集。本作業區歷史資料比對係針對空載測深光達作業區域，選定澎湖縣吉貝嶼西北海域 1/5000 基本圖圖幅編號 93204083 與 93204093 兩幅圖（如圖 7-1 上方紅色圖幅）進行全圖幅範圍多音束水深測量，圖 7-2 為本作業區作業範圍圖。

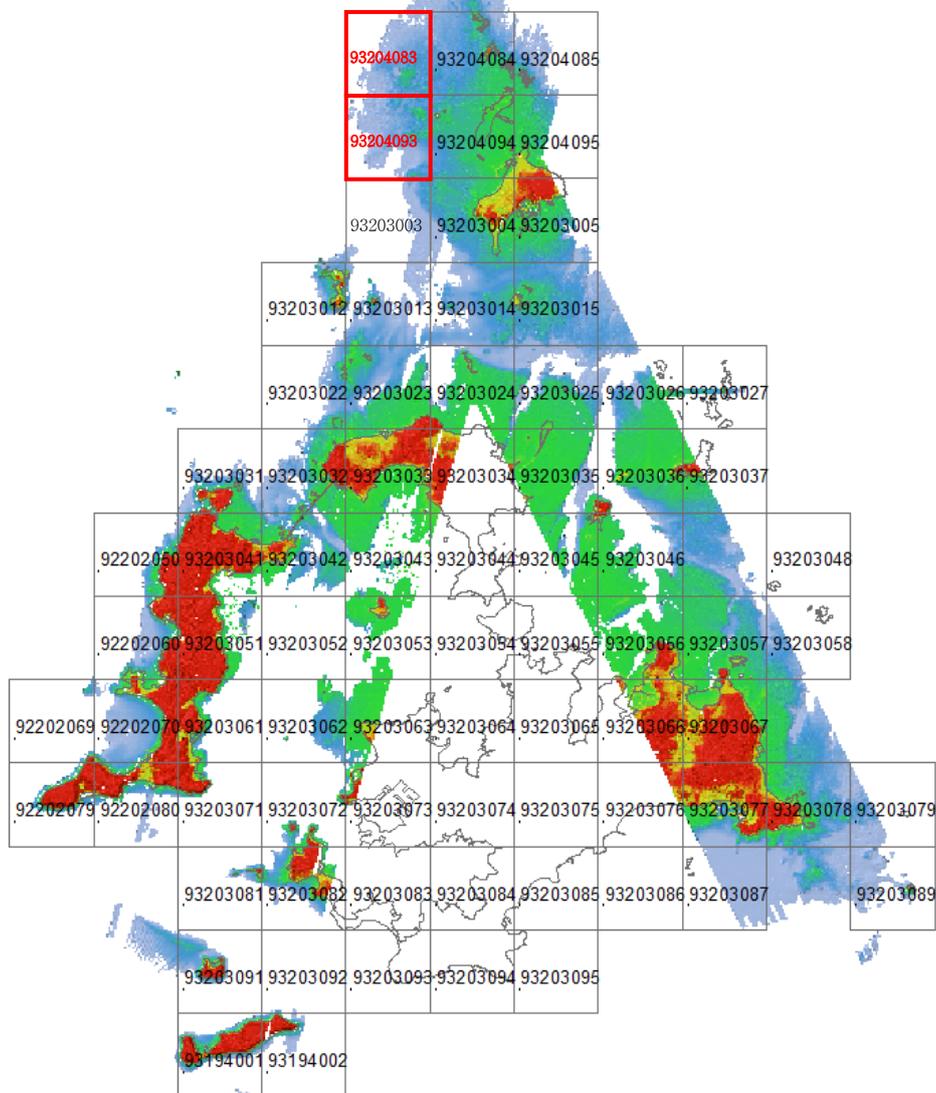


圖7-1 澎湖空載測深光達作業範圍圖

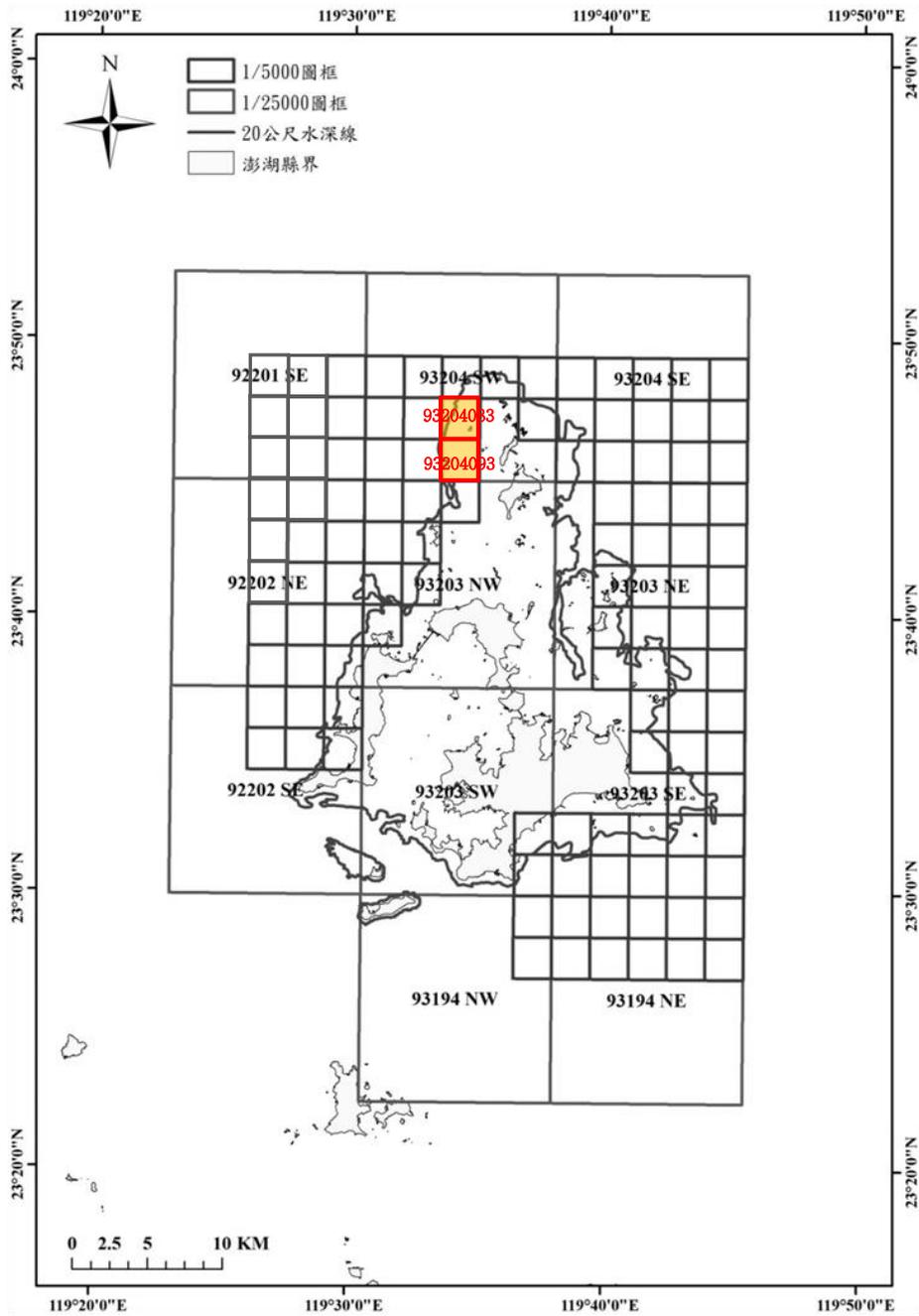


圖7-2 104年度第2作業區作業範圍圖

## 二、控制系統

### 1.坐標系統

大地基準採一九九七坐標系統 TWD97，中央子午線為 119 度。

### 2.高程系統

高程基準採用 WGS84 橢球高程系統。

## 三、資料精度說明

### (一)歷史資料精度

依據空載測深光達作業成果報告書內容，澎湖測區內部檢核精度平均較差為 5 公分，標準偏差為 23 公分；同時利用單音束聲納驗證結果，外部精度平均較差為 7 公分，標準偏差為 20.6 公分。

### (二)本次成果精度

依據本次資料比對區測線與檢核線自我檢核成果顯示顯示 95.16% 資料符合近岸海域精度 (1a 精度) 要求，詳見圖 7-3 與表 7-1，本次內部精度檢核平均較差為 4 公分，標準偏差為 23 公分，與歷史資料內精度成果相近。

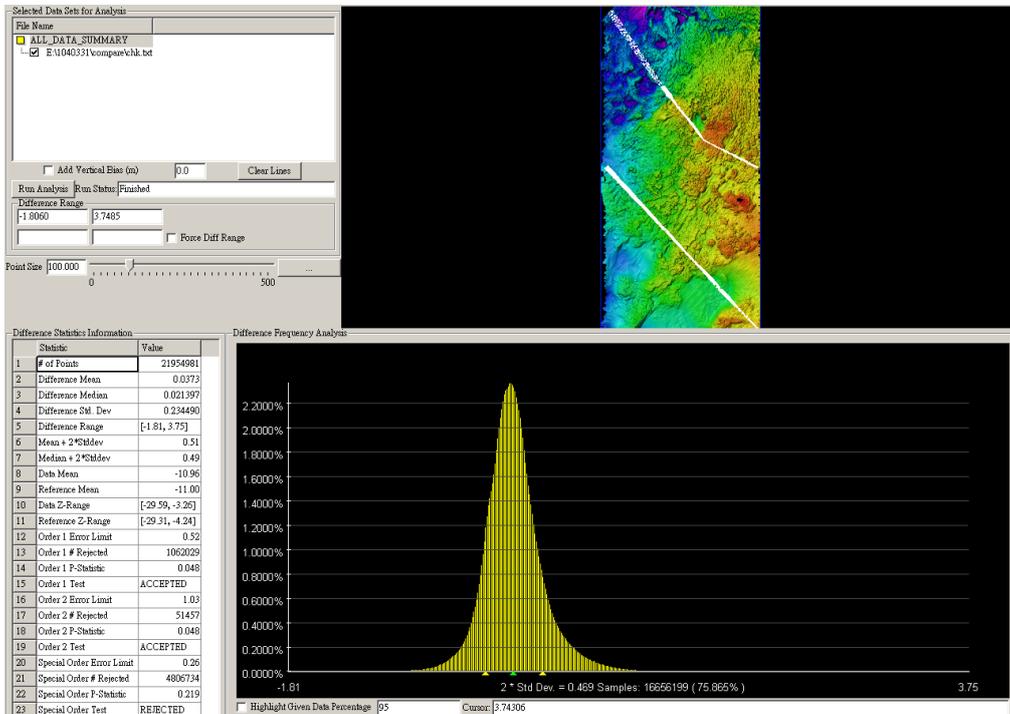


圖 7-3 資料比對區本次測線與檢核測線誤差分布圖

表 7-1 資料比對區本次測線與檢核測線誤差比較表

載入點數:	21,954,981	
檢核計算點數:	21,954,981	
較差平均值(公尺):	0.04	
較差中誤差(公尺):	0.23	
近岸海域精度誤差極限	0.52	
近岸海域精度(1a)_合格筆數:	20,892,952	合格率: 95.16%
近岸海域精度(1a)_不合格筆數:	1,062,029	不合格率: 4.84%

### 三、資料比對分析

#### (一)侵淤分析

歷史資料侵淤分析方式採用 Surfer 軟體進行數據網格化動作，由於原檔案已是 5 公尺\*5 公尺網格資料，為避免資料 2 次網格化造成資料失真，網格產製方式採三角網方式製作成 5 公尺\*5 公尺 GRD 檔（如圖 7-4），最後將前、後期 2 個 GRD 檔相減（如圖 7-5），最後產製侵淤色階圖（如圖 7-6）。

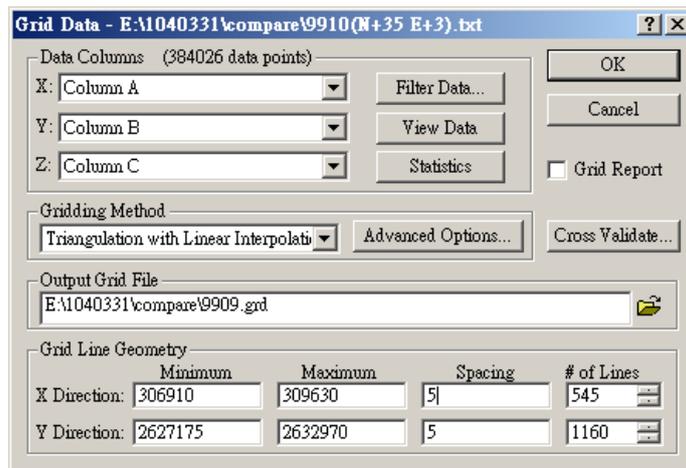


圖7-4 資料網格製作相關設定畫面

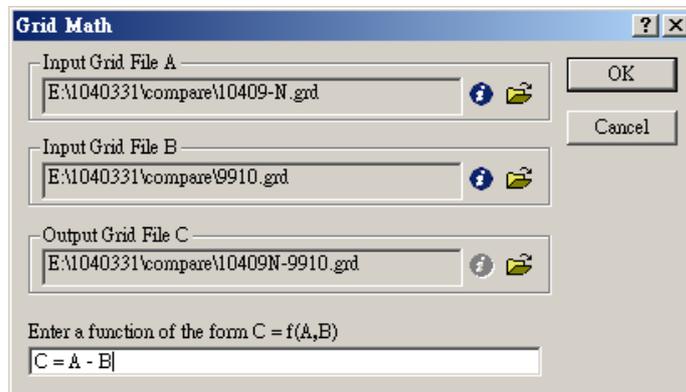


圖7-5 比對資料網格相減畫面

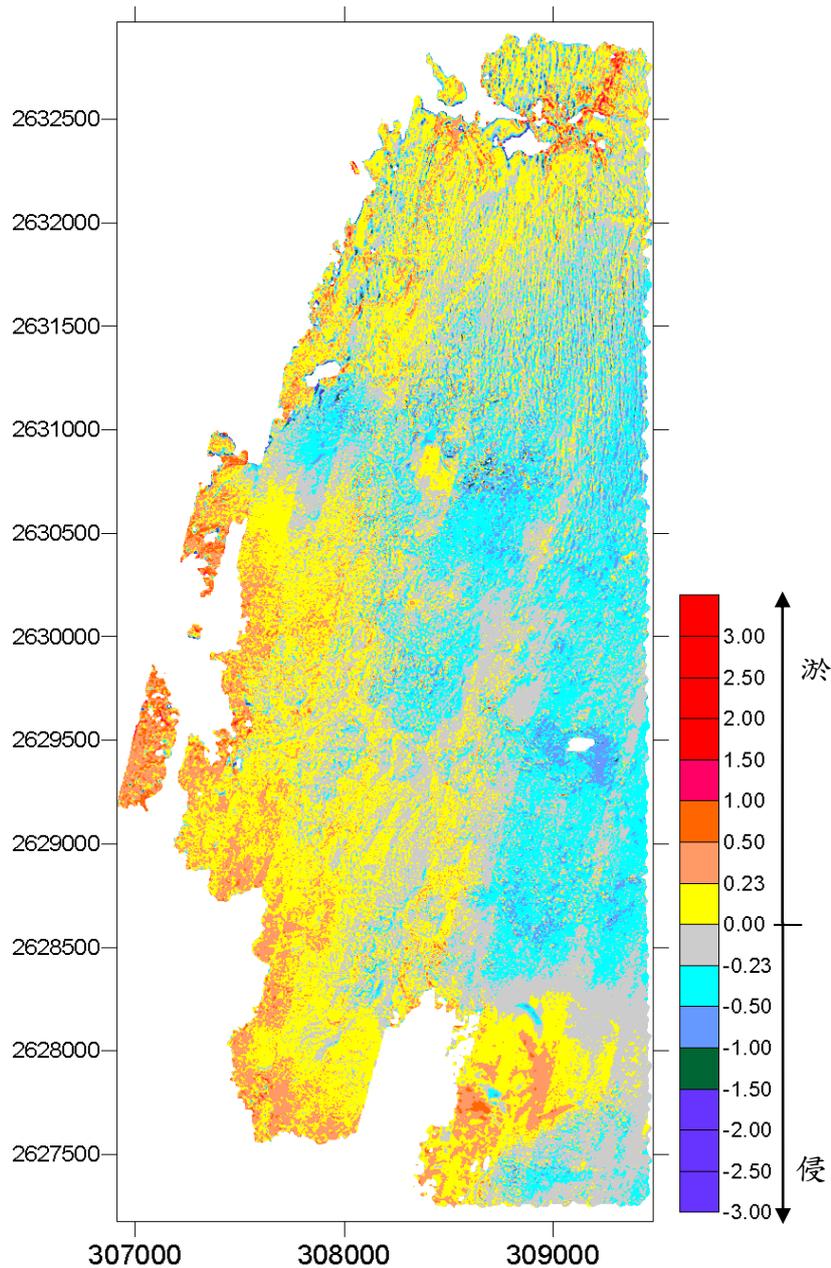


圖7-6 歷史資料比對侵淤色階圖

由上述侵淤色階圖，可明顯看出歷史資料比對區侵淤高差大致分布在 $\pm 0.50$ 公尺以內，由於空載測深光達與多音束測深系統內精度標準偏差均為23公分，因此特別於侵淤圖標示 $\pm 23$ 公分範圍色塊，結果顯示約有一半侵淤面積落在 $\pm 23$ 公分範圍內。

另外比較侵淤圖與原海床地形圖，如圖7-7所示，由地形掃描結果可判斷本區應為礁岩地形。由比較結果發現淺水區域，**侵蝕**情形明顯、而深水區域則**淤積**情形明顯。

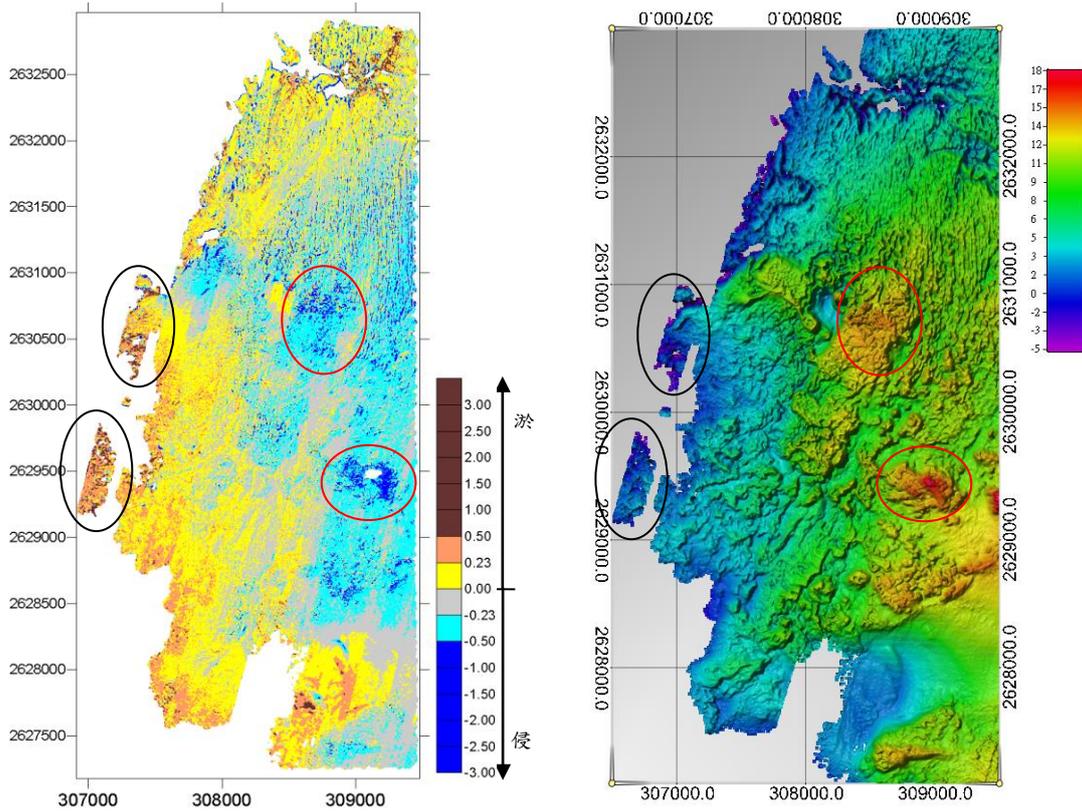


圖7-7 侵淤色階(左圖)與99年9月地形(右圖)對比圖

## (二)精度分析

上述侵淤比較後發現當水深越淺，侵蝕情形越明顯、水深越深則淤積情形越明顯。因此，特別將資料量化分析，以歷史資料5公尺\*5公尺網格為底圖，與104年度測量成果5公尺\*5公尺網格點比較，利用 Fledermaus CrossCheck 軟體計算精度，結果如表7-2與圖7-8所示，其平均較差為-6公分，標準偏差為33公分，顯示兩者誤差約落在±33公分以內。

表 7-2 歷史資料與 104 年度資料之誤差比較表

載入點數:	389,506	
檢核計算點數:	389,506	
較差平均值(公尺):	-0.06	
較差中誤差(公尺):	0.33	
近岸海域精度誤差極限	0.51	
近岸海域精度(1a)_合格筆數:	356,502	合格率: 91.53%
近岸海域精度(1a)_不合格筆數:	33,004	不合格率: 8.47%

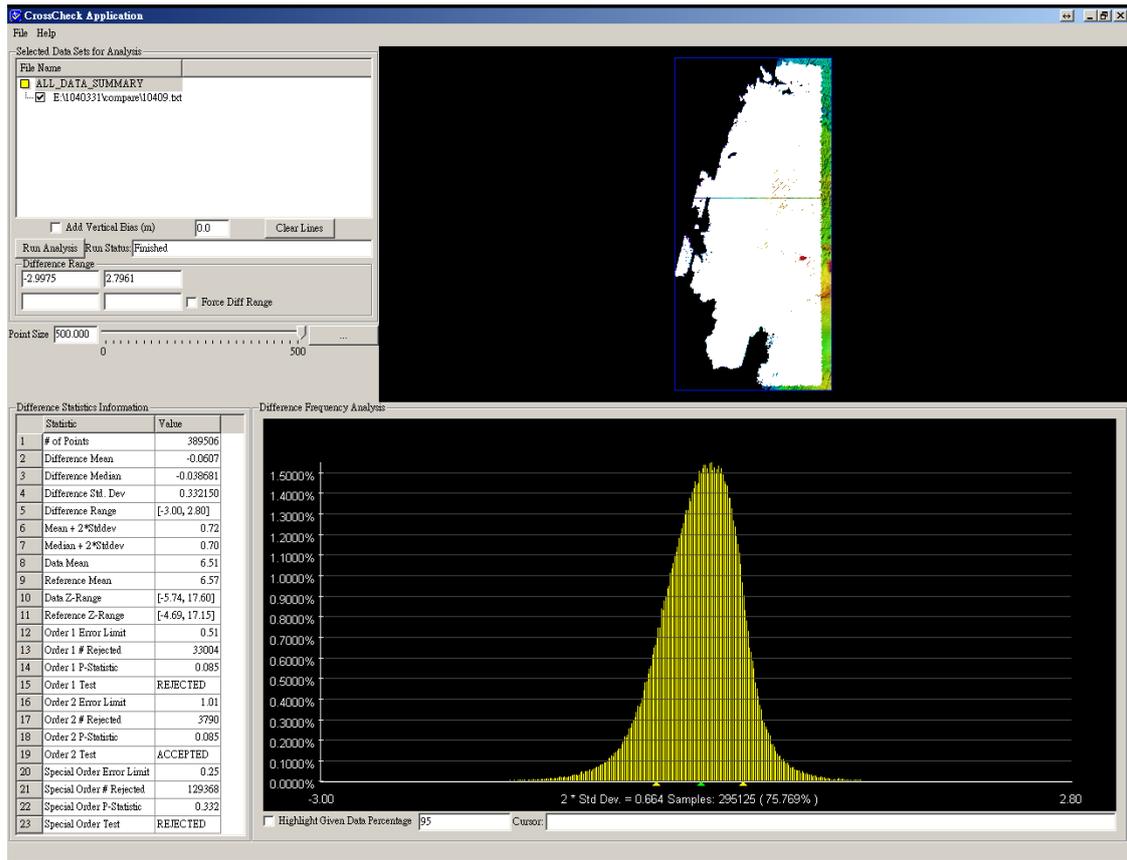


圖7-8 歷史資料與104年度資料檢核成果圖

# 捌、人員配置、作業時間與成本分析

## 一、人員配置

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

工作人員編組詳圖 8-1 所示，針對本案任務執行主要分為控制測量、水深測量、水下探測、圖資編輯與資料彙整等 5 大任務編組，共計投入 20 人以上，由計畫主持人統籌分配任務，並掌控各項工作進度，並在作業期間由進度及資料品管組來監督本案工作進行，勞工安全衛生管理員負責督導外業測量調查人員的安衛問題。



圖8-1 工作人員組織圖

## 二、主要人員專長與負責項目

表 8-1 歷史資料與 104 年度資料之誤差比較表

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

### 三、作業時間

表 8-2 104 年度水深測量資料蒐集及整理工作項目及作業時間

階段	成果交付項目	繳交期限		實際作業時間
		決標次日起	日期	
第 1 階段	工作計畫書	30 日曆天	104/04/30	104/04/01~104/04/17 104/04/27~104/04/28 修訂 104/05/13~104/05/26 定稿
第 2 階段	控制測量成果	60 日曆天	104/05/30	104/04/17~104/05/28
	測深系統檢查資料	60 日曆天	104/05/30	104/04/28~104/05/06 104/05/27~104/05/28 修訂 104/07/08~104/07/09 定稿
	第 1 批海域地形測量 (本案作業範圍 35%以上範圍)	120 日曆天	104/07/29	104/05/26~104/07/29 104/08/12 修訂 104/09/18~104/09/30 定稿
第 3 階段	第 2 批海域地形測量 (本案作業範圍 35%以上範圍)	180 日曆天	104/09/27	104/07/29~104/09/16 104/10/01~104/10/02 修訂
	1. 第 3 批海域地形測量(本案作業範圍扣除第 1 及第 2 批海域地形測量已繳交資料) 2. 海床特徵物偵測及有礙航安疑義資料消除之試辦成果	240 日曆天	104/11/26	104/09/16~104/11/23 104/12/07~104/12/08 修訂 104/12/30~104/12/31 定稿
第 4 階段	1. 第 1 批製圖成果(本案作業範圍 50%以上之數值地形模型、數值地形圖) 2. 海床特徵物偵測及有礙航安疑義資料消除之試辦成果	280 日曆天	105/01/05	104/11/23~104/12/17 105/01/07~105/01/08 修訂 105/01/13 定稿
	第 2 批製圖成果 (本案測繪範圍扣除第 1 批製圖成果之數值地形模型及數值地形圖，數值地理資訊圖層、電子航行圖前置資料及詮釋資料、歷史資料比對分析)	330 日曆天	105/02/24	
	工作總報告書			
	修正後工作總報告書			

#### 四、成本分析

本案各項工作內容所需動員之內外業人力、軟硬體儀器設備、管理費、利稅及各項雜支等，經評估所需成本費用如表 8-3 所列：

表 8-3 104 年度水深測量資料蒐集及整理工作成本分析表

項目	單位	數量	單價	總價	相關工作內容項目
<b>一、工作計畫書</b>	式	1	96,700	96,700	現地勘查、測量規劃、工作計畫書撰寫及編印等
<b>二、水深資料蒐集及整理</b>					
(一)控制測量	式	1	241,700	241,700	平面及高程控制測量，含已知點檢測、GPS 陸上固定站及臨時潮位站測設等
(二)測深系統檢查資料	式	1	294,900	294,900	投入工作之所有多音束測深系統檢校作業
(三)海域地形測量	幅	117	142,860	16,714,620	總面積約 690 平方公里，包含多音束水深測量、潮位量測、聲速量測、GPS 陸上固定站架設等外業工作及內業資料整理作業
(四)數值地形模型製作	幅	117	970	113,490	包含 117 幅五千分之一比例尺圖幅範圍數值高程模型，與 11 幅二萬五千分之一比例尺圖幅範圍數值高程模型
(五)數值地形圖編繪	幅	117	3,100	362,700	包含 117 幅五千分之一比例尺地形圖，並縮編至 11 幅二萬五千分之一比例尺地形圖
(六)數值地理資訊圖層製作	幅	117	1,160	135,720	產製圖層檔(*.shp)、專案檔(*.idx)與資料庫檔(*.dbf)，並將檔案依地形圖分幅方式處理
(七)電子航行圖前置資料製作	幅	117	2,420	283,140	包含海測清繪圖及水深紀錄檔與其他敘述性資料製作
(八)詮釋資料製作	幅	117	774	90,558	依據內政部國土資訊系統之「地理資訊詮釋資料標準」相關規定填寫各項成果之詮釋資料
<b>三、海床特徵物偵測及有礙航安疑義資料之消除</b>	式	1	930,533	930,533	以多音束加密測線偵測海床特徵物及有礙航安資料確認
<b>四、歷史資料比對分析</b>	式	1	116,000	116,000	包含分析比對歷史資料與本年度資料侵淤結果，撰寫成報告
<b>五、進度報告及工作總報告書</b>	式	1	212,312	212,312	包含各階段測量成果彙整、工作總報告書撰寫與印製、成果簡報及工作會議等

## 玖、歷次工作會議結論與追蹤事項辦理情形

### 一、第一次工作會議決議及辦理情形

本次會議於 104 年 4 月 14 日召開，主要討論作業注意事項、特徵物及有礙航安疑義資料統整、歷史資料比對方式以及繳交成果內容等事宜，詳細事項與處理情形請參閱「附錄一、各次工作會議結論與追蹤事項辦理情形」。

### 二、第二次工作會議決議及辦理情形

本次會議於 104 年 5 月 19 日召開，主要討論測深系統檢查作業船速超過 5 節之議題、RTK 以不同軟體解算與針對澎湖測區潮位特性因應對策等事項，詳細事項與處理情形請參閱「附錄一、各次工作會議結論與追蹤事項辦理情形」。

由於澎湖當地流速最快達到 5 節左右，而依據「海域基本圖測繪作業說明(草案)」規範測深系統檢查作業船速不得超過 5 節，由於原規範系以資料密度(3 點/公尺)為考量，因此本次會議決議，請作業廠商提出該次作業實際測點密度如表 9-1，並於海域地形測量作業時，應遵守「海域基本圖測繪作業說明」規定，以確保成果品質。

表 9-1 104 年度測深系統檢查測線資料密度統計表

Line	Min Time	Max Time	Total Time	Length	Speed	Total Depth	Accept Depth	Reject Depth	資料剔除率	面積(m <sup>2</sup> )	平均密度
20150428-073333	07:33:33	07:40:29	06:55.5	1090.22	5.10	2,014,720	1,925,961	88,759	4.41%	152631.08	12.62
20150428-074133	07:41:33	07:50:27	08:54.0	1151.86	4.19	2,592,256	2,450,423	141,833	5.47%	161260.96	15.20
20150428-075232	07:52:33	07:59:35	07:02.5	1077.08	4.96	2,045,952	1,965,640	80,312	3.93%	150791.48	13.04
20150428-080113	08:01:14	08:09:41	08:27.0	1074.24	4.12	2,421,248	2,358,083	63,165	2.61%	150393.46	15.68
20150428-081127	08:11:28	08:18:14	06:47.0	1054.34	5.04	1,862,656	1,827,997	34,659	1.86%	147606.90	12.38
20150428-082215	08:22:16	08:30:51	08:35.5	1112.24	4.19	2,348,032	2,346,566	1,466	0.06%	155713.88	15.07
20150428-083226	08:32:26	08:39:29	07:03.5	1068.70	4.91	1,949,696	1,944,799	4,897	0.25%	149617.58	13.00
20150428-084113	08:41:13	08:48:25	07:11.5	1156.70	5.21	2,007,040	1,999,202	7,838	0.39%	161937.30	12.35
20150428-084953	08:49:53	08:56:59	07:06.0	1112.05	5.07	2,040,832	2,024,590	16,242	0.80%	155687.56	13.00
20150428-085901	08:59:01	09:05:31	06:29.0	1129.19	5.64	1,869,824	1,852,278	17,546	0.94%	158087.02	11.72
20150428-090659	09:07:00	09:14:11	07:11.5	1103.40	4.97	2,129,920	2,126,611	3,309	0.16%	154475.86	13.77
20150428-091524	09:15:24	09:22:40	07:15.5	1174.36	5.24	2,147,840	2,107,754	40,086	1.87%	164410.96	12.82
20150428-092410	09:24:10	09:31:56	07:45.5	1084.51	4.53	2,322,944	2,303,441	19,503	0.84%	151831.82	15.17
20150428-093357	09:33:57	09:40:38	06:41.5	1120.83	5.43	2,051,072	2,020,391	30,681	1.50%	156916.62	12.88
20150428-094204	09:42:04	09:49:02	06:58.0	1101.60	5.12	2,106,880	2,100,633	6,247	0.30%	154224.14	13.62
20150428-095106	09:51:06	09:58:17	07:10.5	1145.45	5.17	2,235,904	2,198,025	37,879	1.69%	160363.14	13.71
20150428-100002	10:00:03	10:08:00	07:57.0	1229.95	5.01	1,969,664	1,942,728	26,936	1.37%	172193.00	11.28
20150428-100956	10:09:56	10:17:44	07:47.5	1218.63	5.07	1,896,448	1,875,372	21,076	1.11%	170608.62	10.99
20150428-101929	10:19:29	10:26:39	07:10.0	1176.46	5.32	1,952,256	1,926,223	26,033	1.33%	164704.12	11.70

### 三、第三次工作會議決議及辦理情形

本次會議於 104 年 6 月 12 日召開，主要討論衛星定位接收訊號精度設定、澎湖離島潮位站高程引測誤差與其他教育訓練有關電子航行圖前置資料繳交相關事項等，詳細事項與處理情形請參閱「附錄一、各次工作會議結論與追蹤事項辦理情形」。

### 四、第四次工作會議決議及辦理情形

本次會議於 104 年 7 月 15 日召開，討論工作進度落後趕工方式、澎湖潮位模式適用性與測深計算資料不確定度各項參數設定討論等，詳細事項與處理情形請參閱「附錄一、各次工作會議結論與追蹤事項辦理情形」。

由於第 1 批作業受海象影響進度落後，本公司決議增加 1 組多音束作業人員加緊趕工。另針對澎湖 4 處固定潮位站，比較潮位模式與實測資料之差異性進行分析，詳見第十章第一節結論(二)潮位模式與實測潮位比較。

### 五、第五次工作會議決議及辦理情形

本次會議於 104 年 8 月 20 日召開，主要討論工作進度、海床特徵物偵測及有礙航安疑義資料列表及澎湖潮位修正潮區劃分依據等，詳細事項與處理情形請參閱「附錄一、各次工作會議結論與追蹤事項辦理情形」。

### 六、第六次工作會議決議及辦理情形

本次會議於 104 年 9 月 25 日召開，主要討論工作進度、海床特徵物偵測及有礙航安疑義資料作業方式及第 2 批水深澎湖北側海域潮位修正方式等，詳細事項與處理情形請參閱「附錄一、各次工作會議結論與追蹤事項辦理情形」。

### 七、第七次工作會議決議及辦理情形

本次會議於 104 年 10 月 23 日召開，主要討論工作進度及最低低潮位面基準之劃分區域，詳細事項與處理情形請參閱「附錄一、各次

工作會議結論與追蹤事項辦理情形」。

## 八、第八次工作會議決議及辦理情形

本次會議於 104 年 11 月 27 日召開，主要討論工作進度及歷史資料比對分析成果表示方式，詳細事項與處理情形請參閱「附錄一、各次工作會議結論與追蹤事項辦理情形」。

## 九、第九次工作會議決議及辦理情形

本次會議於 104 年 12 月 29 日召開，主要討論工作進度及「海域基本圖測繪作業說明」修正討論，詳細事項與處理情形請參閱「附錄一、各次工作會議結論與追蹤事項辦理情形」。

## 十、第十次工作會議決議及辦理情形

本次會議於 105 年 1 月 19 日召開，主要討論工作進度及決定最低潮面之潮位站基準與區域劃分，詳細事項與處理情形請參閱「附錄一、各次工作會議結論與追蹤事項辦理情形」。

## 拾、結論與建議

### 一、結論

有鑑於民國 103 年 10 月海研五號研究船於澎湖觸礁沉沒，澎湖周邊海域電子航行圖圖資更新亦有其迫切性，而海軍大氣海洋局目前針對澎湖周邊水深 20 公尺以深區域電子航行圖圖資久未更新，因此本年度之作業範圍以澎湖群島沿海地區，沿線經吉貝嶼、白沙鄉、湖西鄉、馬公市、西嶼鄉，自澎湖本島水深 20 公尺以深區域，共計 117 幅五千分之一比例尺圖幅，測量面積約 690 平方公里，全面以多音束測深系統施測，測線總長為 7,895 公里，歷時 75 個工作天，其中 25 天同時以 2 組多音束測深系統同時作業。所得成果共產製 117 幅比例尺五千分之一海域基本圖、高程數值模型(5 公尺\*5 公尺、10 公尺\*10 公尺、20 公尺\*20 公尺、50 公尺\*50 公尺、100 公尺\*100 公尺、250 公尺\*250 公尺)、地理資訊圖層格式資料與各項成果之詮釋資料，並將資料轉置成電子航行圖前置資料以供後續各項海域測繪成果之用。

本案全面採用多音束測深系統，資料以面狀呈現，因此水深測量精度也就格外重要，除儀器本身之內精度須符合規範要求外，其各項儀器間之外精度也須符合規範，本案之水深測量精度皆高於 97%符合近岸海域規範(1a 精度)要求，同時本年度試辦特徵物偵測及有礙航安疑義資料之消除作業，並與 99 年空載測深光達資料進行歷史資料比對，以下分別列出各階段水深測量精度及特徵物偵測與資料比對結果。

#### (一)成果精度

##### 1.第 1 批測深檢核精度

第1批成果總計44個圖幅，主測線網格資料與檢核測線之原始水深資料比較結果，共檢核69,497,150點，符合近岸海域合格點數67,792,324點，合格率97.55%。

##### 2.第 2 批測深檢核精度

第2批成果總計38個圖幅，主測線網格資料與檢核測線之原

始水深資料比較結果，共檢核111,813,201點，符合近岸海域合格點數111,563,876點，合格率99.78%。

### 3.第3批測深檢核精度

第3批成果總計35個圖幅，主測線網格資料與檢核測線之原始水深資料比較結果，共檢核117,886,518點，符合近岸海域合格點數117,645,116點，合格率99.80%。

### 4.不同批次資料重疊區測深精度

第1批與第2批成果資料比較結果，共檢核84,412點，符合特等精度合格點數84,015點，合格率99.53%。

第2批與第3批成果資料比較結果，共檢核108,130點，符合特等精度合格點數106,027點，合格率98.06%。

## (二)潮位模式與實測潮位比較

依據內政部國土測繪中心「98年度臺灣西部潮位模式建立技術發展計畫」潮位模式模擬演算澎湖地區山水、菓葉、赤崁與內垵北等4處本計畫長期觀測潮位站，並與實際觀測資料進行資料比對，比對結果如圖10-1至圖10-4所示。

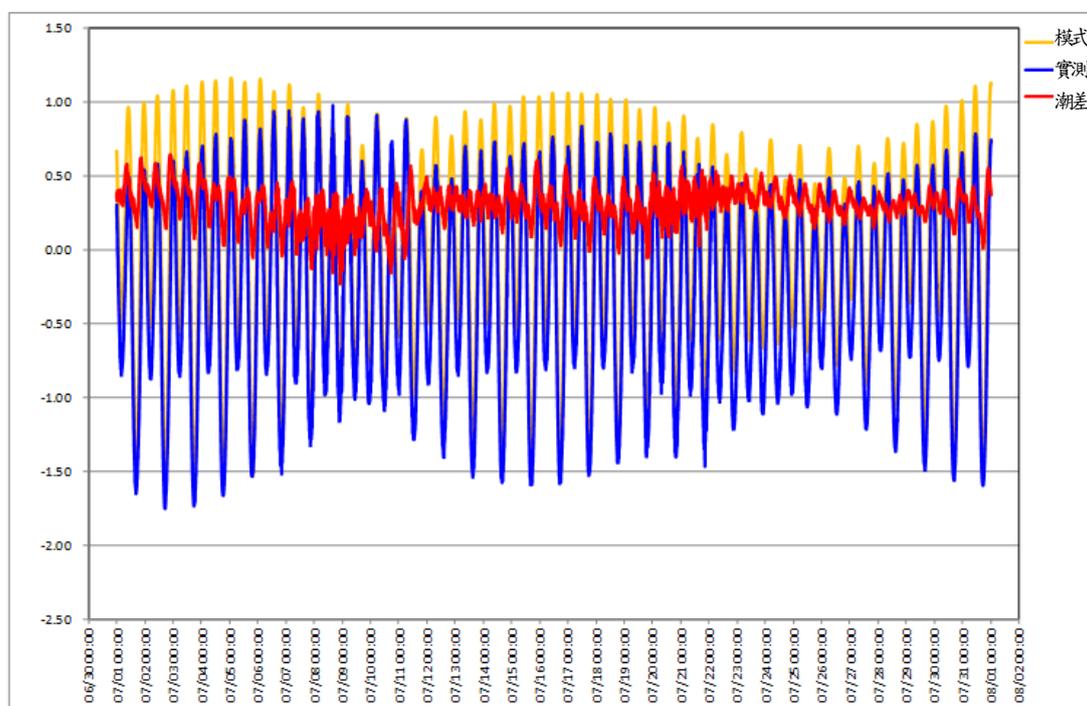


圖10-1 山水潮位模式與實測資料比對曲線圖

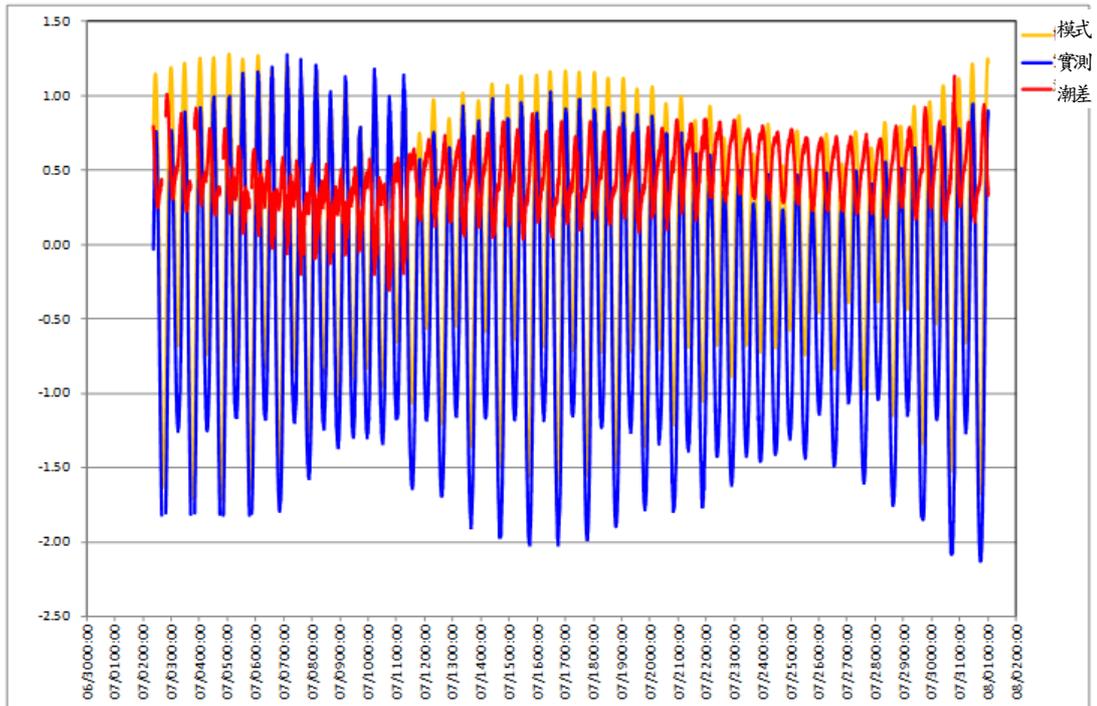


圖10-2 菓葉潮位模式與實測資料比對曲線圖

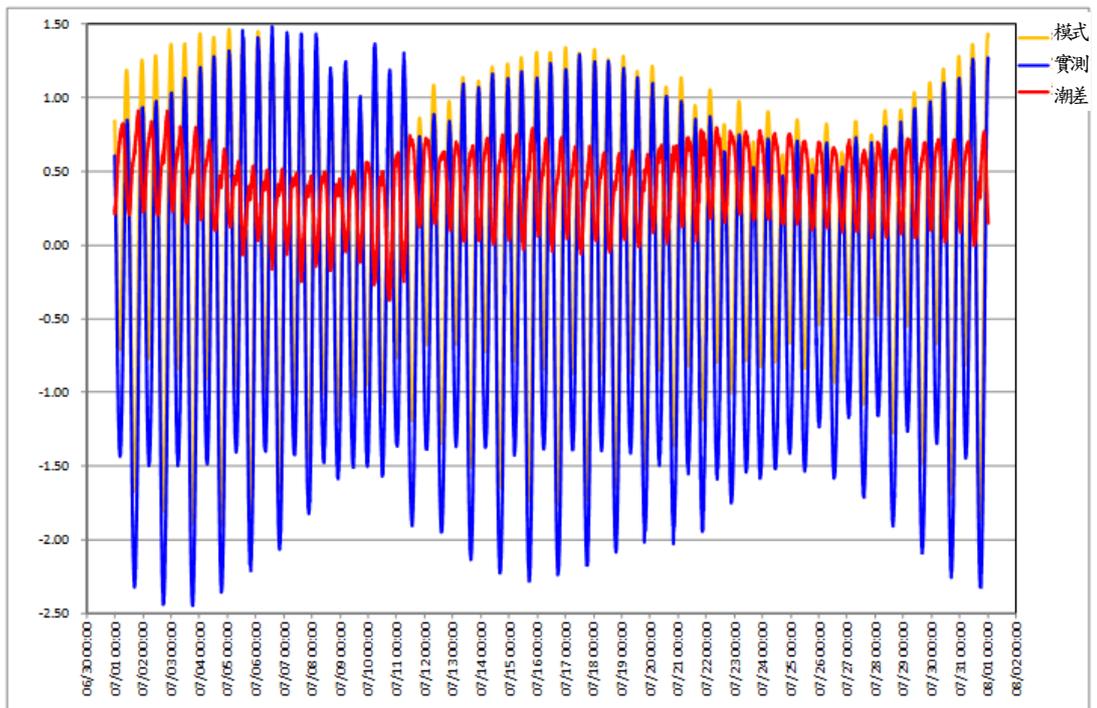


圖10-3 赤崁潮位模式與實測資料比對曲線圖

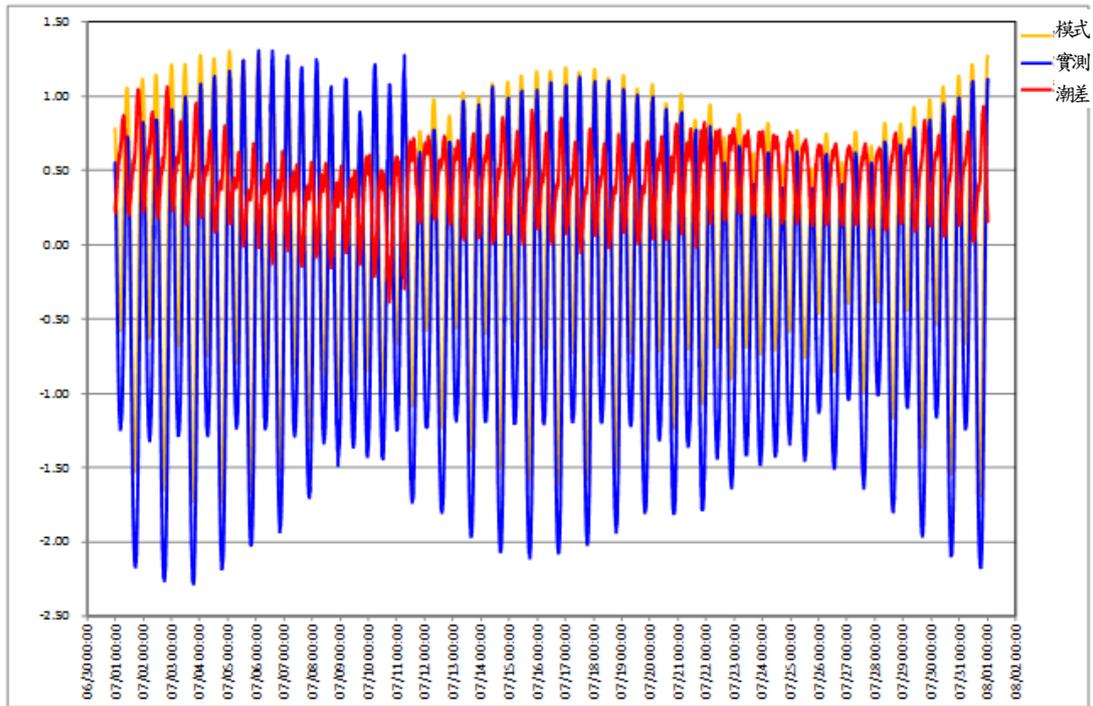


圖10-4 內垵北潮位模式與實測資料比對曲線圖

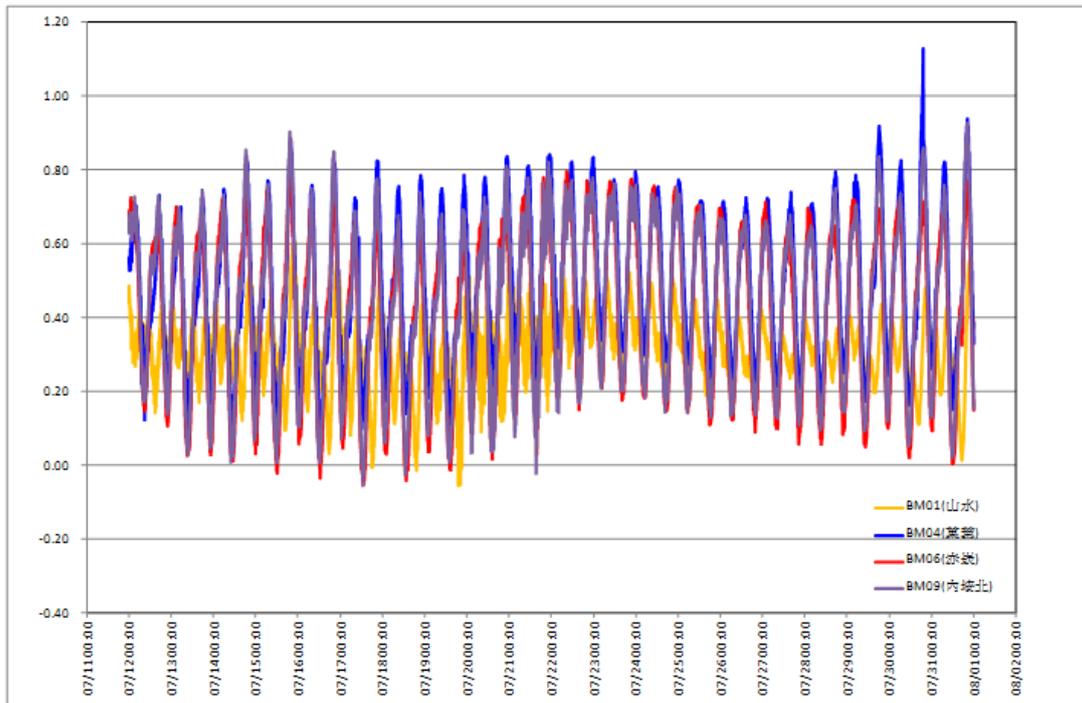


圖10-5 潮位模式與實測資料潮位差值比對曲線圖

由圖 10-5 顯示潮位模式演算結果較實測潮位資料為高，而在 7/5~7/11 潮差明顯與其他不同，經檢核資料這段期間為受蓮花颱風與昌鴻颱風影響造成，因此忽略之其中最高潮時高差約+0.7 公尺~+1.0 公尺間，最低潮時高差約-0.0 公尺~+0.2 公尺間，潮位差

值分布並無固定。本案潮位模式資料僅做資料比較用，並無實際用於潮位修正計算。

### (三)特徵物偵測

本案特徵物偵測採用多音束加密測線及開啟回波強度方式辦理，總計偵測 6 處魚礁區、8 處暗礁、4 處露岩、1 處沈船及 1 處海上氣象觀測浮標，其中 6 處魚礁區僅 1 處（貓鼻石）魚礁區並無發現魚礁蹤跡，另外於翁公石北側新發現 1 處未公告暗礁，同時於錠鉤嶼魚礁區發現 1 艘未公告沈船。

### (四)歷史資料比對

1. 空載測深光達與多音束測深系統之內精度標準偏差，二者皆為 0.23 公尺。
2. 資料比對區域屬於礁岩地形，從侵淤分析結果來看二次測量成果之高程較差平均誤差為 6 公分，標準偏差為 33 公分，侵蝕淤積情形並不明顯。
3. 另，資料比對區域之地形複雜，在淺水區域有侵蝕情形；而深水區域則呈現淤積情形。

## 二、建議

### (一)測深系統檢查

由於本案作業區域位於澎湖，在作業初期進行測深系統檢查作業時，人員及儀器動員相較於台灣本島困難，導致作業時間延後，且測深系統檢查作業區域選在不熟悉當地海域地形的情形下，往往需耗費時間搜尋符合作業規定特殊地形之測區，因此建議能在台灣本島建立一處測深系統檢查示範區，統一於此區進行各系統測深資料比對，如此除可正確檢測測深系統之精度外，亦可同時比較不同廠商(作業區)測量系統及資料處理結果之誤差。

### (二)橢球高解算

本公司採用雙星 GNSS 定位系統，由 GPS 解算後之橢球高帶入水深資料計算後，其檢核精度比採用正高系統(潮位修正)來得好，初步研判係因正高系統易受當地潮區(潮時及潮差)劃分之影響。根據本公司經驗，若單單使用 GPS 系統較容易受到干擾(訊號不佳造成衛星脫落)或受限於某時段衛星顆數少，導致訊號不穩定影響解算成果。建議定位系統能採用雙星 GNSS 系統，來提高處理解算精度(尤其是橢球高程)。

### (三)電子航行圖前置資料製作

電子航行圖前置資料製作耗時又費工，且製作之成果某些資料不符後端製圖需求，例如：水深資料測點太密，常造成繪製的等深線不平滑；另外，後端製圖時會依據成圖比例重新篩選水深資料點密度，因此等深線須重新繪製。建議針對電子航行圖製圖需求，重點繪製陸域岸線及高、低潮線位置與水下特徵線，至於等高(深)線則由製圖單位依據製圖需求擷取適當密度之高程點後再繪製，簡化前置資料製作內容，以避免浪費時間於繪製無用的圖資。

## 參考文獻

1. 「交通部中央氣象局」網站，<http://www.cwb.gov.tw>
2. 98 年度臺灣西部潮位模式建立技術發展計畫(2010)，內政部國土測繪中心。
3. 中華民國燈表(2012)，中華民國海軍大氣海洋局，第十版。
4. 「行政院農業委員會漁業署」網站，<http://www.fa.gov.tw>
5. 史天元、薛憲文、蕭輔導、陳雅信、徐佳筠、陳杰宗、陳佳勳(2002)，「澎湖與東沙環礁測深光達作業探討」，航測及遙測學刊，16(3)，151-164。
6. 台灣電力公司輸變電工程處，「台灣~澎湖 161KV 電纜線路工程規劃及監造技術服務工作第二階段成果報告」，民國 95 年 10 月。



內政部國土測繪中心

地址：臺中市南屯區黎明路 2 段 497 號 4 樓

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

總機：(04) 22522966

傳真：(04) 22592533