

101 年度海域基本圖測量工作

工作總報告書



主辦機關:內政部國土測繪中心

執行單位:詮華國土測繪有限公司

中華民國 101 年 11 月



摘 要

關鍵字: 海域基本圖、數值地理圖層、數值高程模型

臺灣四面環海，海域國土（包含內水、領海及鄰接區海域）廣達8萬 km^2 ，海洋資源豐富，而海洋領域業務也成為政府未來政策與施政重心之一，因此內政部現階段積極推動「基本測量及圖資測製實施計畫」（100-104年），計畫內容包含辦理海域基本圖測量工作，以建構全國海域高精度基本測繪成果。

今(101)年延續100年度作業範圍，測繪苗栗縣竹南鎮龍鳳漁港至苗栗縣後龍鎮（約通霄鎮白沙屯漁港北方）間近岸海域，面積約140 km^2 ，岸線長度約23km，行政區域包含苗栗縣竹南鎮與後龍鎮。本工作採用多音束測深系統與單音束測深系統測繪水深地形資料，採用航空攝影測量與空載光達測量測繪近岸地形資料，以獲得完整之海、陸域地形，資料99%符合作業精度要求。

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27幅五千分之一比例尺海域基本圖與建置數值地理圖層建置，並建立5m*5m、10m*10m、20m*20m、50m*50m、100m*100m、250m*250m網格高程數值模型資料。



Abstract

Keywords: the base chart of marine area, geographic information layers, DEM

Taiwan is surrounded by sea. We have vast ocean territory and rich ocean resources. Therefore ocean domain will be primary policy implementation of government in the future. "Plan for basic surveying and mapping" (2011-2015) is one of the most important programs designed by Ministry of the Interior. The plan contains the Territorial Sea and Contiguous Zone surveying and the base chart of marine area mapping.

This project is the 2nd year of the plan, the surveying range is continued from project 2011 and extend southward. Mapping marine territory between Longfeng Fish Port in Zhunan Town Miaoli County and the northern of Baishatun Fish Port in Tongxiao Town Miaoli County. The area is about 140 square kilometers and the coastline is about 23 km. This project gathered bathymetric terrain data by multi-beam echo sounder system and single-beam echo sounder system, besides gathered coastline terrain data by photogrammetry and airborne LiDAR. 99% of the output match the job accuracy.

The base chart of marine area is the cornerstone of the national oceanic development. It also serves as basic maps for national territory management, environmental maintenance, navigational safety and ecological conservation. This project has mapped 27 sheets of the base chart at the scale of 1/5000 with geographic information layers and resolution of 5m、10m、20m、50m、100m、250m DEM data.



目 錄

摘要	I
ABSTRACT.....	II
目錄	III
表目錄	V
圖目錄	VI
壹、計畫概述.....	1
一、前言	1
二、工作範圍	2
三、工作內容及作業規劃.....	4
四、工作期程及應交付成果資料.....	7
貳、背景環境瞭解與相關資料清查	8
一、海岸環境概述	8
二、海圖航行指南	9
三、海象資料.....	10
四、相關資料清查	11
參、工作執行方法及成果.....	17
一、控制測量	18
二、測深儀檢查	38
三、陸域地形測量	53
四、海域地形測量	77
五、圖資製作成果	92
肆、自我檢核方式及處理原則說明	107
一、數值高程模型	107
二、數值地理資訊圖層資料.....	110
伍、優規成果交付情形.....	129
一、高解析之正射影像	129
二、3D 地形動態展示成果.....	130
三、潮位模式修正	130
陸、結論與建議.....	132
一、結論.....	132
二、建議.....	134



參考文獻 136

- 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. 數值航測地形圖空標紀錄表
- 附件 5-1. 衛星定位測量定位紀錄表
- 附件 5-2. 衛星定位測量最小約制網平差報表
- 附件 5-3. 衛星定位測量圖形閉合精度分析報表
- 附件 5-4. 衛星定位測量重覆基線分析報表
- 附件 5-5. 衛星定位測量強制附合網平差報表
- 附件 6-1. 直接水準計算表
- 附件 6-2. 水準觀測記錄表
- 附件 7-1. 101 年度海域基本圖測量工作-測深儀檢查成果報告
- 附件 7-2. 測深儀檢查儀器裝載紀錄表
- 附件 7-3. 測深儀檢查儀器潮位觀測紀錄表
- 附件 7-4. 測深儀檢查儀器聲速剖面紀錄表
- 附件 8. 海圖影像檢核表
- 附件 9-1. 101 年度海域基本圖測量工作-海域地形測量成果報告
- 附件 9-2. 儀器裝載紀錄表
- 附件 9-3. 船隻資訊與音鼓架設相對位置一覽表
- 附件 9-4. 潮位觀測紀錄表
- 附件 9-5. 聲速剖面紀錄表



表 目 錄

表 1-1、作業範圍相關基本資料統計表.....	3
表 1-2、101 年海域基本圖調查工作項目及數量統計表.....	4
表 1-3、水深測量施測規範.....	6
表 1-4、101 年海域基本圖測量成果交付項目及繳交期限.....	7
表 2-1、竹苗海岸潮汐統計表.....	10
表 2-2、苗栗地區既有海岸防護設施一覽表.....	13
表 2-3、苗栗地區漁港一覽表.....	14
表 2-4、苗栗海岸助導航設施一覽表.....	15
表 2-5、臺灣海岸保護區統計表.....	16
表 3-1、控制測量點位數量統計表.....	22
表 3-2、控制點坐標成果表.....	23
表 3-3、TWD97@2010 坐標轉換控制點坐標成果表.....	24
表 3-4、TWD97 轉換至 TWD97@2010 四參數坐標轉換成果表.....	25
表 3-5、已知平面控制點檢測規範.....	27
表 3-6、GNSS 靜態測量作業規範.....	27
表 3-7、已知平面控制點檢測成果表.....	32
表 3-8、已知高程控制點檢測成果表.....	35
表 3-9、臨時潮位站及 GPS 陸上固定站高程連測表.....	35
表 3-10、RESON NaviSound 210 Bar Check 檢測表.....	41
表 3-11、RESON NaviSound 215 Bar Check 檢測表.....	41
表 3-12、RESON NaviSound210 內精度誤差比較表.....	46
表 3-13、RESON NaviSound215 內精度誤差比較表.....	47
表 3-14、R2 Sonic 2024 內精度誤差比較表.....	48
表 3-15、RESON NaviSound 210 與 R2 Sonic 2024 之誤差比較表.....	50
表 3-16、RESON NaviSound 215 與 R2 Sonic 2024 之誤差比較表.....	51
表 3-17、RESON NaviSound 210 與 RESON NaviSound 215 之誤差比較 表.....	52
表 3-18、航空攝影記錄表.....	58
表 3-19、立製光達點位比較.....	75



圖 目 錄

圖 1-1、101 年度海域基本圖作業範圍圖.....	2
圖 1-2、各項作業施測範圍示意圖.....	5
圖 1-3、水深測線規劃圖.....	7
圖 2-1、苗栗縣海岸地形現況照片.....	8
圖 2-2、新版海圖航行指南位置示意圖.....	9
圖 2-3、新竹海域國光平台波浪統計圖.....	11
圖 2-4、苗栗海岸防護施設影像圖.....	12
圖 2-5、苗栗海岸漁港航拍影像.....	14
圖 2-6、臺灣海岸保護區位置圖.....	15
圖 3-1、海域基本圖測量作業流程圖.....	17
圖 3-2、GPS 陸上固定站及臨時驗潮站位置圖.....	21
圖 3-3、控制點分布圖.....	22
圖 3-4、TWD97@2010 坐標轉換選用控制點分布圖.....	26
圖 3-5、GNSS 靜態測量觀測時段圖.....	30
圖 3-6、GNSS 衛星定位測量網形圖.....	31
圖 3-7、GNSS 衛星定位測量作業情形.....	33
圖 3-8、臨時驗潮站設置位置圖.....	36
圖 3-9、水準測量網形圖.....	37
圖 3-10、水準測量作業情形.....	37
圖 3-11、測深儀檢查作業區位置圖.....	39
圖 3-12、詮華一號測量船隻作業照片.....	40
圖 3-13、RESON NaviSound210 實測軌跡圖.....	42
圖 3-14、RESON NaviSound215 實測軌跡圖.....	43
圖 3-15、R2 Sonic 2024 實測軌跡圖.....	43
圖 3-16、NaviSound210 單音束測深成果水深色階圖.....	44
圖 3-17、NaviSound215 單音束測深成果水深色階圖.....	44
圖 3-18、R2 Sonic 2024 多音束測深成果水深色階圖.....	45
圖 3-19、RESON NaviSound210 內精度誤差分布圖.....	46
圖 3-20、RESON NaviSound215 內精度誤差分布圖.....	47
圖 3-21、R2 Sonic 2024 內精度誤差分布圖.....	48



圖 3-22、RESON NaviSound 210 與 R2 Sonic 2024 之誤差分布圖	50
圖 3-23、RESON NaviSound 215 與 R2 Sonic 2024 之誤差分布圖	51
圖 3-24、RESON NaviSound 210 與 RESON NaviSound 215 之誤差分布圖	52
圖 3-25、航空攝影測量作業流程圖	53
圖 3-26、航拍申請許可相關公文航空標佈設	54
圖 3-27、航空標規格圖及實地佈設情形	55
圖 3-28、航空攝影航線規劃及相片涵蓋示意圖	56
圖 3-29、航空攝影曝光點展點示意圖	57
圖 3-30、航拍攝影解析度示意圖	59
圖 3-31、航攝前後重疊度示意圖	60
圖 3-32、IAST 自動匹配	61
圖 3-33、IAST 粗差成果檢核	62
圖 3-34、正射影像接邊修正(上)及色調一致性修正(下)樣張	63
圖 3-35、全區正射影像圖	64
圖 3-36、空載光達掃瞄航線規劃圖	66
圖 3-37、空載光達作業流程圖	67
圖 3-38、全區空載光達掃瞄成果涵蓋示意圖	68
圖 3-39、重疊航帶數據之系統偏移量	71
圖 3-40、過濾演算法示意圖	72
圖 3-41、人工編修輔助過濾前後差異圖	73
圖 3-42、檢核點分布情形	74
圖 3-43、Terrascan 比較圖	74
圖 3-44、全區空載光達掃瞄點雲圖	75
圖 3-45、新竹外埔漁港空載光達掃瞄點雲圖	76
圖 3-46、水深測量使用船隻及儀器照片	77
圖 3-47、水深測量作業流程圖	78
圖 3-48、101 年度海域基本圖測繪工作實際軌跡圖	79
圖 3-49、儀器架設示意圖	80
圖 3-50、Bar Check 檢校情形	80
圖 3-51、多音束水深測量疊合測試示意圖(左圖)及 Patch test 計算畫面 (右圖)	81
圖 3-52、船隻運動姿態角記錄曲圖	82



圖 3-53、水深測量 GPS 陸上固定站架設照片	83
圖 3-54、外埔漁港臨時驗潮站設置位置.....	84
圖 3-55、臨時驗潮站自動驗潮儀架設情形.....	85
圖 3-56、101 年 05 月 14 日外埔漁港潮位曲線圖	85
圖 3-57、101 年 07 月 19 日外埔漁港潮位曲線圖	85
圖 3-58、聲速剖面量測情形(左圖)及聲速剖面圖(右圖).....	86
圖 3-59、單音束水深資料檢核示意圖	87
圖 3-60、多音束水深測量相鄰及檢核測線資料疊合比對、除錯.....	88
圖 3-61、多音束水深測量資料以 3D 模型資料疊合比對、除錯.....	88
圖 3-62、水深資料處理流程圖	89
圖 3-63、101 年海圖水深成果色階圖	90
圖 3-64、101 年海圖水深成果 3D 色階圖-1	90
圖 3-65、101 年海圖水深成果 3D 色階圖-2	91
圖 3-66、101 年海圖水深成果 3D 色階圖-3	91
圖 3-67、海域數值高程模型 DEM 製作流程圖	92
圖 3-68、TIN Model 程式所產生三角網	93
圖 3-69、可依需求輸出不同大小之規則網格資料	93
圖 3-70、海軍大氣海洋局潮信資料表	95
圖 3-71、海域基本圖製作流程圖	97
圖 3-72、101 年海域基本圖-數值地形圖成果範例.....	99
圖 3-73、數值地理資訊圖層及資料建置流程圖	100
圖 3-74、屬性資料格式設定畫面	103
圖 3-75、101 年海域基本圖-數值地理資訊圖層成果.....	106
圖 4-1、陸域數值高程模型檢核	107
圖 4-2、空載光達資料與水深測帶疊合處精度比較圖	108
圖 4-3、多音束主測線與檢核線精度比較圖	109
圖 4-4、單音束與多音束重疊區域精度比較圖	109
圖 5-1、正射影像提送成果公文	129
圖 5-2、潮位模式更新圖片	131



壹、計畫概述

一、前言

臺灣四面環海，海域國土面積廣達 8 萬 km²，海洋資源豐富，尤其是在有限的陸地資源下，海洋資源的應用與永續經營更形重要。政府於民國 90 年首次公布「海洋白皮書」，宣示我國為「海洋國家」、以「海洋立國」；為落實「海洋之保護與保全」，民國 93 年發布「國家海洋政策綱領」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；為貫徹綱領精神及目標策略，於民國 95 年公布「海洋政策白皮書」，更以整體海洋臺灣為思考基模，透過各項政策之規劃，全面推動海洋發展。鑒於海洋白皮書之政策方針，政府為因應及掌握全球永續經營海洋的趨勢，展現我國在邁入二十一世紀之際重視海洋、關懷海洋的決心，由行政院研訂「海洋白皮書」，作為我國海洋事務發展的指導原則，以確保國人世代代享受及經營海洋的多元利益。訂定原則為：保障國家權益、維繫民生福祉、永續生態環境、推動發展研究教育以及整合強化行政管理能力。

目前全球皆重視海洋資源的開發、維護管理與應用，國土由陸域延伸至海洋，拓展各自的領海、鄰接區及專屬的經濟海域。然我國缺乏完整海域基本圖資，因此，內政部「基本測量及圖資測製實施計畫」（100-104 年）編列海域基本圖測繪工作經費，由內政部國土測繪中心(以下簡稱測繪中心)執行，優先辦理近岸海域基本圖測繪，建構全國陸域、海域一致性之高精度基本測繪成果，提供國土規劃利用，以輔助國家經濟建設發展。



二、 工作範圍

本案作業範圍為圖 1-1 中粉紅色區域五千分之一圖幅之海域範圍，北起苗栗縣龍鳳漁港，南至苗栗縣白沙屯漁港以北，往東測至堤防(含堤岸道路)，無堤防處測至明顯海陸交界處(如防風林、漁塭)，以能銜接岸線圖資為原則，往西部分則測滿圖幅範圍（五千分之一）。測區北側與「100 年度海域基本圖測繪工作」測區銜接。本案海域深度約達 70m。沿線經苗栗縣竹南鎮與後龍鎮，岸線長度約 23km，共計 27 幅五千分之一比例尺圖幅。測區相關資訊統計彙整於表 1-1 中。

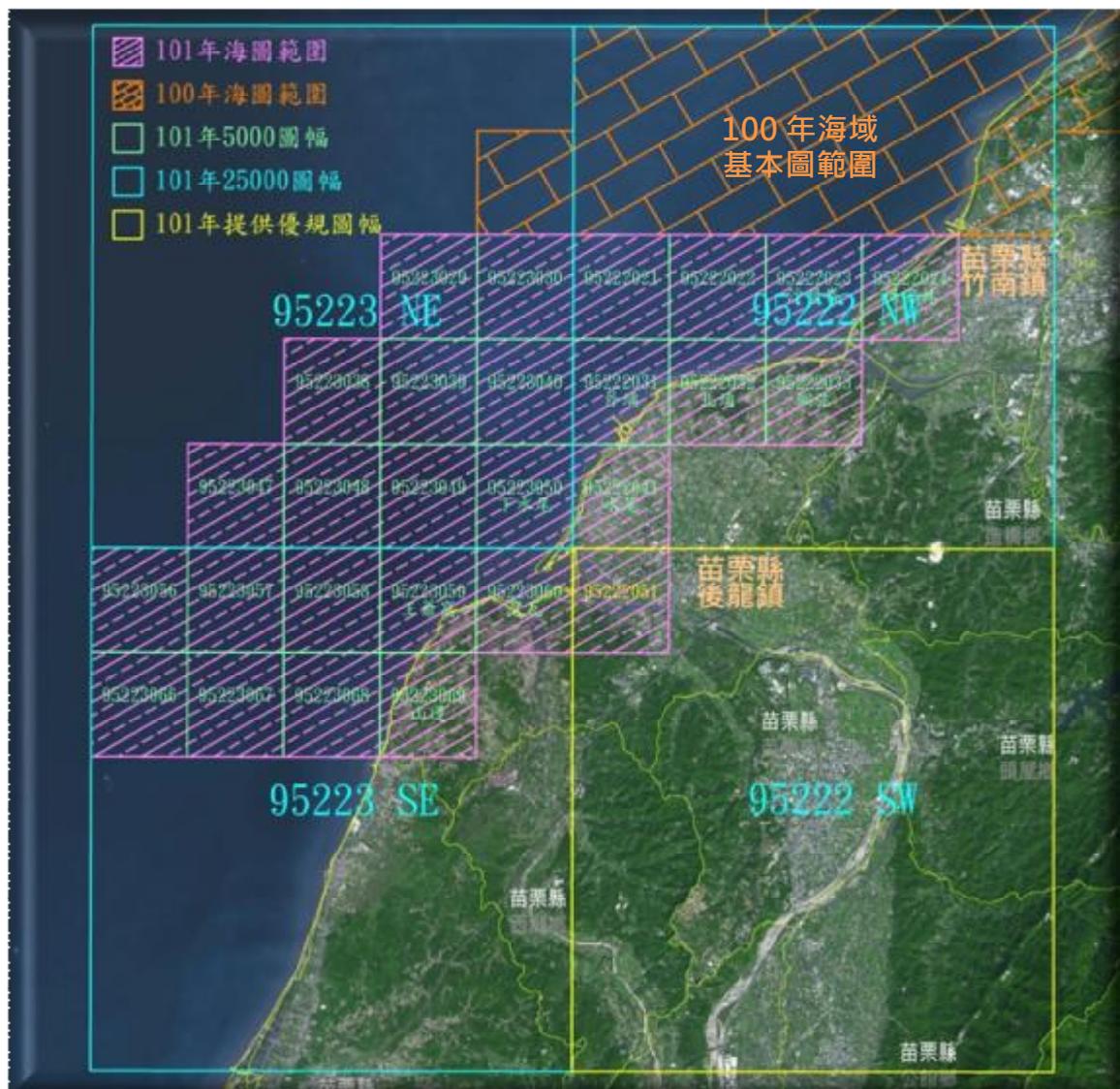


圖 1-1、101 年度海域基本圖作業範圍圖



表 1-1、作業範圍相關基本資料統計表

水深測量面積及規劃測線			
施測方式 工作數量	多音束水深測量 (所佔百分比)	單音束水深測量 (所佔百分比)	總計
施測面積	120km ² (86%)	20km ² (14%)	140 km²
測線里程	597km(51%)	563km(49%)	1160 km
行政區界及岸線長度(由北至南排序)			
行政區界(縣市/鄉鎮)		岸線長度	總計
苗栗縣/竹南鎮		4km	23km
苗栗縣/後龍鎮		19km	
作業範圍圖幅(順序由北自南，由西向東)			
圖幅比例尺	數量	圖號	
1/5,000	27幅	95222021、95222022、95222023、95222024(非滿幅)、95222031(非滿幅)、95222032(非滿幅)、95222033(非滿幅)、95222041(非滿幅)、95223029、95223030、95223038、95223039、95223040、95223047、95223048、95223049、95223050、95223056、95223057、95223058、95223059(非滿幅)、95223060(非滿幅)、95223066、95223067、95223068、95223069(非滿幅)、95222051(非滿幅)	
1/25,000(非滿幅)	4幅	95223NE、95222NW、95223SE、95222SW	



三、 工作內容及作業規劃

(一) 工作內容

本案主要工作內容及方式經整理彙整後如表 1-2 所列。

表 1-2、101 年海域基本圖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	1055、1059、1065、1068、6001、 B004、D043、D053
2.	已知高程 控制點檢測	點	17	1067、1070、1071、D037、D038、 D044、D045、D046、D047、D048、 D049、D050、D051、D052、D053、 D054、X014
3.	新設平面 控制點測量 (GPS 岸上固定站)	點	3	GPS06、GPS07、GPS08
4.	新設高程 控制點測量 (臨時驗潮站)	點	3	TD03、TD04、TD05
5.	新設航空標 控制點	點	18	ML01~ML18
6.	測深儀檢查	台	3	多音束-R2 Sonic 2024 單音束-Reson NaviSound 210、215
7.	海域地形測量	km ²	140	包含 多音束:120 km ² 單音束:20 km ²
8.	數值高程 模型製作	式	1	製作 TWVD2001 與低潮系統 2 套 數值高程模型依網格間距分為 5m*5m, 10m*10m, 20m*20m, 50m*50m, 100m*100m, 250m*250m, 並含詮釋資料。
9.	數值地形圖製作	式	1	1/5000 基本圖 27 幅 1/25000 基本圖 4 幅 詮釋資料
10.	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
11.	工作總報告書	式	1	



(二) 作業規劃

本案調查範圍含蓋苗栗縣之海岸共計長約23km，外業項目主要為海域地形測量工作，實際測量面積約140km²。為提供更完整之近岸水下地形資訊，將多音束測深範圍由水深20m處延伸至水深10m處，水深10m以上的多音束施測面積約120 km² (佔86%施測面積)、水深10m以內至岸線的單音束施測面積約20 km² (佔14%施測面積)。其中10m水深距離岸線平均距離約1.3km，測區西側外海邊界離岸平均距離約8km。此外，各項施測範圍及位置如圖 1-2所示，水深作業規劃原則如下所列：

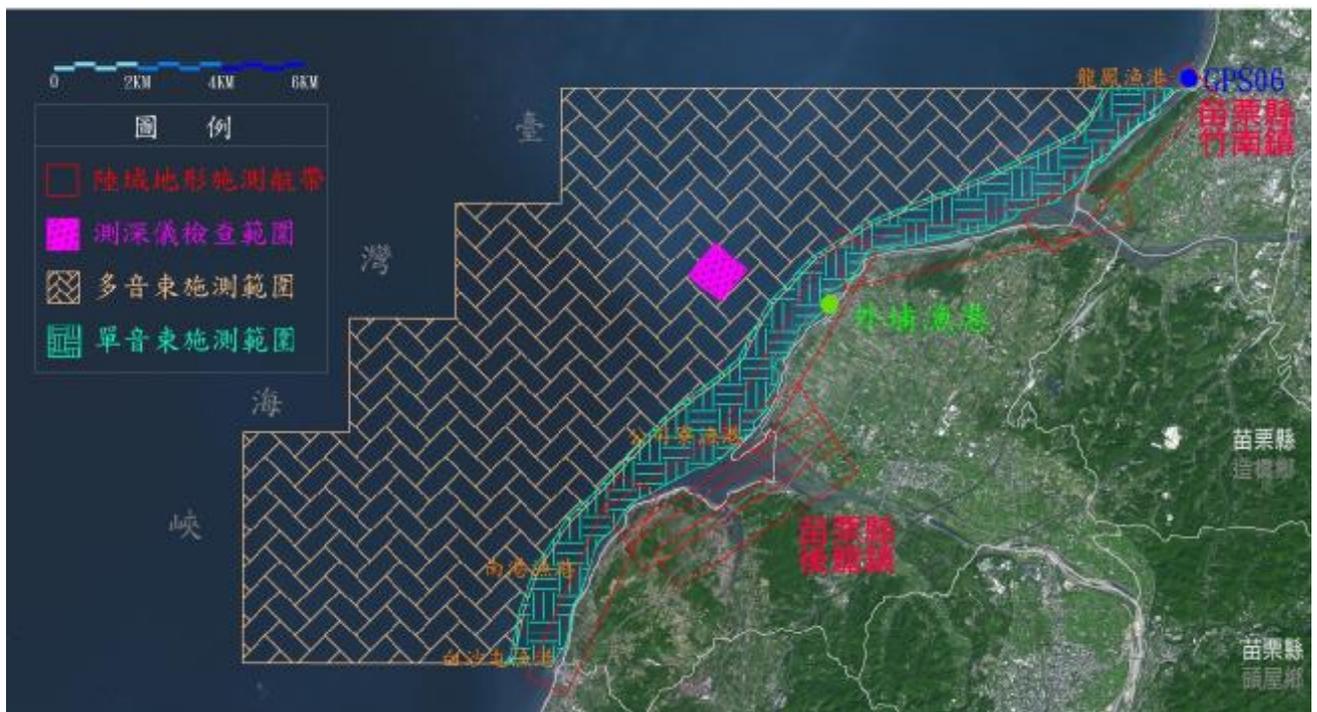


圖 1-2、各項作業施測範圍示意圖

1. 本案全區採多音束測深儀施測，所使用之多音束測深儀解析力皆優於0.1m，但於水深未達10m(平均潮位系統)之區域，得以單音束測深儀(音束束寬不得大於10度)施測，另用之單音束測深儀解析力亦優於0.1m，測深間距為50m，每500m施測1條約略與測線垂直之檢核測線。實際測線間隔誤差不大於50%，間隔過大者必則加以補測。針對單音束測深儀與多音束測深儀施測規範如表 1-3。



表 1-3、水深測量施測規範

施測方式 作業要求	單音束水深測量	多音束水深測量
施測區域	水深未達 20m(平均潮位系統)之海域(不含海域重點區域)得使用之	全區(水深未達 20m 以單音束施測區域得免施測)
施測覆蓋率	無	110%
測線間距	50m	依施測覆蓋率決定
檢核線間距	每 500m 至少 1 條約略與測線垂直之檢核測線	所有測帶至少與檢核測線交錯 1 次

2. 本案多音束測線規劃上即參考等潮位圖進行測區劃分及測線規劃。多音束測線施測覆蓋率需達110%以上，並於各圖幅加測一條檢核測線使得各測線均得以檢核測線交錯至少一次，且各條測線長度原則上**不超過8km**，總體平均長度約**4km**左右，較適合外業施測及內業資料解算處理，並避免同一測線跨越不同潮區徒增困擾；單音束測線則以50m等間距測線垂直岸線方向劃設，並每500m加測一條約略與主測線垂直(平行岸線)的檢校測線。海域水深測線規劃如圖 1-3，初估多音束規劃測線總長約**597km**，單音束規劃測線總長約**563km**。
3. 以單音束測深儀施測時，單音束測深區與多音束測深區接邊處，需有100m(含)以上之重疊區域，並將單音束區與多音束區進行測深資料成果檢核。

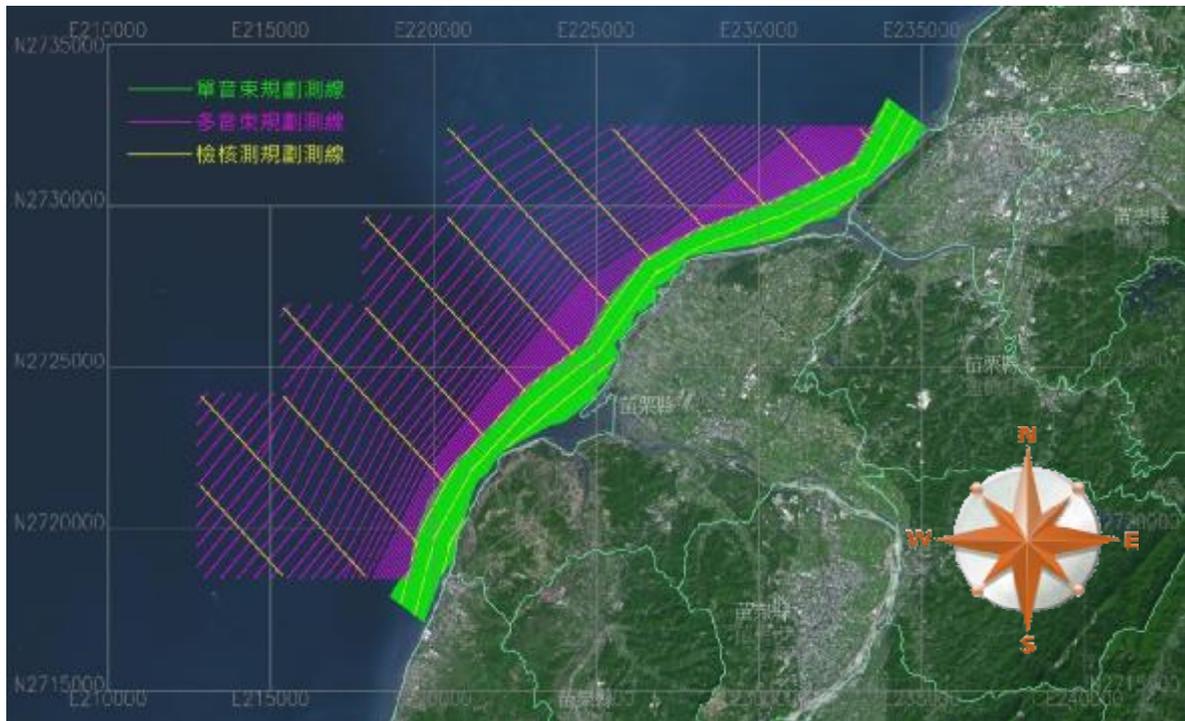


圖 1-3、水深測線規劃圖

四、工作期程及應交付成果資料

本案分二階段辦理，各階段交付成果及繳交期限如下表 1-4 所示：

表 1-4、101年海域基本圖測量成果交付項目及繳交期限

階段	成果交付項目	繳交期限	
		決標次日起	日期
第一階段	1.工作計畫書	30個日曆天	2012/03/18
	2.控制測量成果	180個日曆天	2012/08/15
	3.測深儀檢查成果		
	4.海域地形測量成果		
第二階段	1.圖資製作成果	240個日曆天	2012/10/14
	2.工作總報告書		



貳、背景環境瞭解與相關資料清查

一、海岸環境概述

98 及 99 年經濟部水利署第二河川局之「桃竹苗海岸基本資料監測調查計畫」，與本案施測範圍部分重疊，彙整相關資料配合本案需求進行整合，以充份掌握相關資料並對作業環境有所瞭解。本節先針對本案作業環境作一概述說明。

(一) 海岸概述

苗栗海岸包括竹南鎮、後龍鎮、通霄鎮及苑裡鎮等行政區域，介於鹽港溪及大安溪間，海岸線總長約50km，海岸線平直，岸線走向呈東北、西南向，為沙質海岸，受漂沙及潮差大之影響，海底坡度甚緩，而潮間帶沙灘甚為發達。縣境內有多條河川注入，沖積平原發達，尤以河口附近更為明顯。鹽港溪以南至竹南龍鳳漁港為廣闊的沙濱海岸，後龍、通霄間有外海沙洲形成，外埔以南海埔地尚稱發達，通霄、苑裡一帶由飛沙形成低沙丘，植有防風林定沙。



圖 2-1、苗栗縣海岸地形現況照片



(二) 海岸特性

苗栗海岸原有豐富之沙源，沙灘幅度寬廣，有高亢沙丘及礫石平緩海岸，但因建築漁港防波堤之阻隔及近年多次強烈颱風之影響，導致海岸面臨侵蝕。中港溪至後龍溪口因海岸迫近丘陵地，於外埔、水尾附近沖蝕嚴重；後龍溪口至灣瓦、白沙屯、新埔、通霄一帶，河線迫近洪積層沖蝕階地礫石層而形成礫石質海岸；而在苑裡附近反而漂沙旺盛覆蓋蚵園、房屋，造成嚴重飛砂災害。

(三) 河川水系

苗栗海岸境內主要河川，由北而南有中港溪、後龍溪、西湖溪、通霄溪、南勢溪、苑裡溪及房裡溪。其中，中港溪及後龍溪屬中央管河川，西湖溪、通霄溪、苑裡溪及房裡溪屬縣管河川，南勢溪屬縣管區域排水。

二、海圖航行指南

後龍泊地(24°37'N, 120°42'E)為後龍溪口外 3.5 哩處有一敞露錨地。溪口有涸灘，小舟可在高潮時通航，溪口向內 3.5km 處有觀海大橋橫跨溪上，外觀顯著。泊地南方約 7.5 km 高 168 m 之山頭，附近有一紅燈。

中港溪為另一半潮可航之溪流，於後龍泊地東北方 7 km 處入海。一 64 m 之高地，位於溪口南口地角上，其西方約 3 km 處有一高 53 m 之紅色懸崖及尖削之小峰。

中港泊地(24°41'N, 120°46'E)在 64m 高地之西北約 1.75 哩，水深 7 至 30m 處，為一敞露之錨地，可避南風，唯海底抓錨力不佳。泊地外 10 哩範圍內常進行攬油作業。尖筆山高 102m，在中港溪口東北方約 7.4km 處。



圖 2-2、新版海圖航行指南位置示意圖



三、海象資料

(一) 潮汐

由中央氣象局之新竹漁港與苗栗外埔漁港近年潮位測站資料作統計，二處潮位站的最高高潮位分別為2.88m及3.19m，平均潮位分別為0.08m及0.22m，最低低潮位分別為-2.38m及-2.46m，平均潮差分別為3.26m及3.32m。竹苗海岸潮汐統計資料詳表 2-1。

表 2-1、竹苗海岸潮汐統計表

潮位項目		潮位站	新竹漁港 潮位高(m)	苗栗外埔漁港 潮位高(m)
最高高潮位	HHWL		2.8760	3.1890
大潮平均高潮位	HWOSt		2.2173	2.4597
平均高潮位	MHWL		1.6635	1.9686
小潮平均高潮位	HWONT		0.6057	1.1856
平均潮位	MWL		0.0783	0.2167
小潮平均低潮位	LWONT		-0.6839	-0.3289
平均低潮位	MLWL		-1.5932	-1.1266
大潮平均低潮位	LWOSt		-2.1418	-1.7051
最低低潮位	LLWL		-2.3760	-2.4580
平均潮差	MR		3.2567	3.3161

資料來源:中央氣象局，95 年 1 月~99 年 3 月。

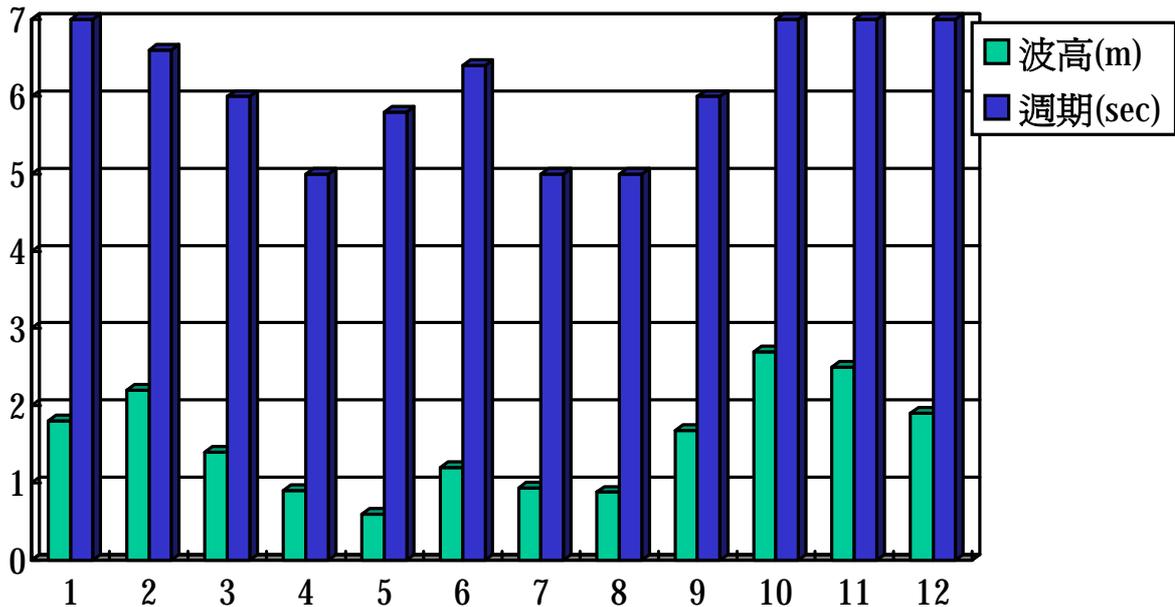
(二) 波浪

臺灣四面環海，冬季受東北季風影響，在臺灣西部及北部海域之冬季波向以北北東~北東向為主，波高約在1.5m~2.5m、週期則介於6~7秒;夏季臺灣海峽沿岸受西南季風影響，夏季波向為西南西~西南向，波高約在1.0m內、週期5~6秒。50年迴歸期之颱風波浪高達5.65m~9.1m，其相對之週期為9.67秒~12.7秒，影響最大之波向為北北東~北東方向。

為瞭解本區海岸冬、夏季季風期海面波浪大小，蒐集中油公司在新竹外海長康海域(CBK)有長期波浪與風速風向資料，整理其各月平均波高及週期，如圖2-3所示。本區除6、7、8月為典型夏季季風外，其餘10、11、12、1、2、3、4月則為冬季季風期，依推算結果本區季風波浪在冬季以北向為主、波高約在1.5~2.5m、週期則介於6~7秒，夏



季波浪則以西南西向為主、波高約為1.0m、週期5~6秒。而一般較適合海域水深測量之作業月份主要落在每年四月至八月之間，此即是本案執行海域水深測量之黃金時期，惟今年因天候異常故遲至9月才完成所有測量外業。



資料來源：中油公司。

圖 2-3、新竹海域國光平台波浪統計圖

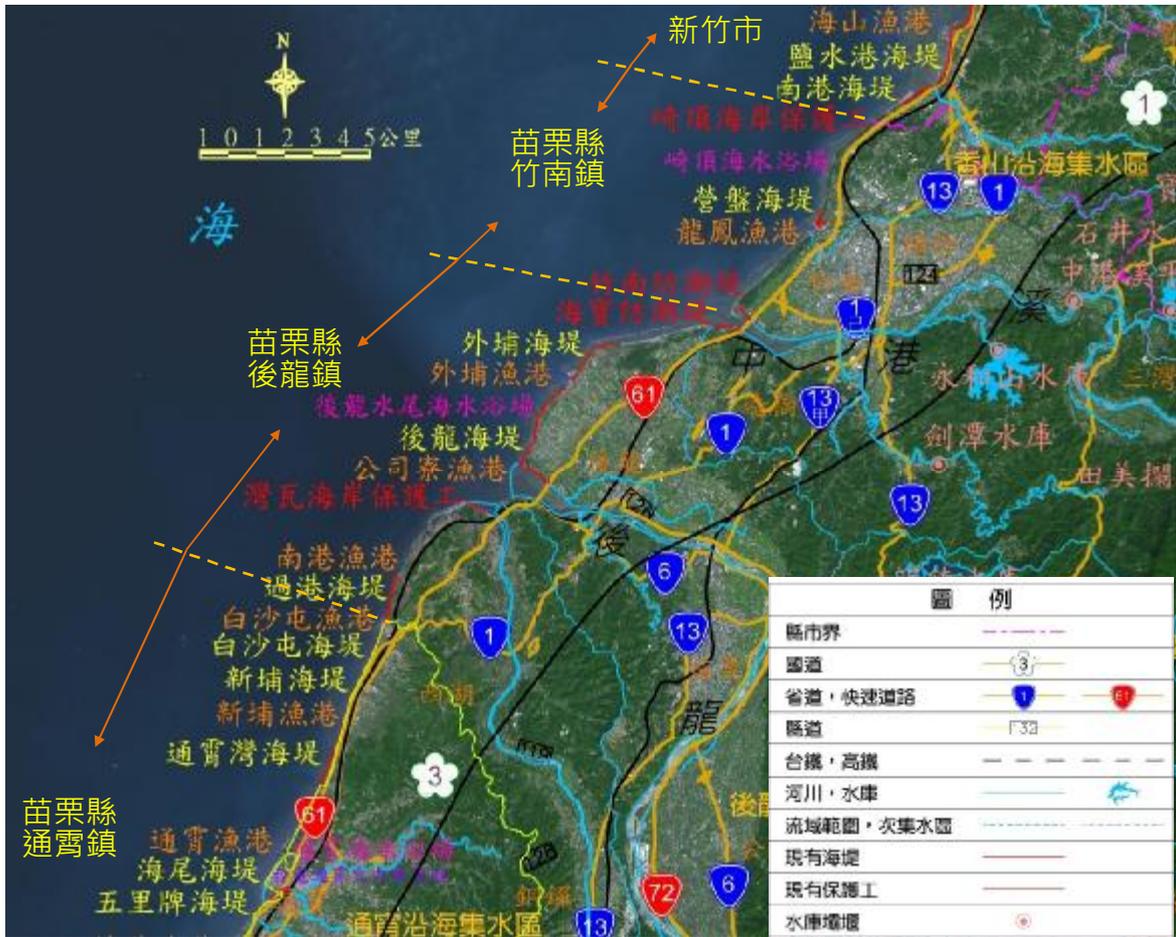
(三) 流況

苗栗海域流速大小約在每秒30cm~90cm左右，最大流速約在每秒136.5cm~115.9cm間，退潮時段流往北北東~北東方向為主，漲潮時段則以西南~南南西方向為主，主要流向約略平行海岸線。

四、相關資料清查

(一) 海岸防護設施

海岸防護設施有保護岸線完整及堤後人民生命財產安全功能，苗栗地區海岸防護設施座落位置及相關資料統計如圖 2-4及表 2-2所示。



資料來源:經濟部水利署第二河川局, 桃竹苗海岸基本資料監測調查計畫, 民國99年7月。

圖 2-4、苗栗海岸防護施設影像圖



表 2-2、苗栗地區既有海岸防護設施一覽表

縣市別	海堤名稱	海堤長度 (m)	海堤高度 (m)	是否位於 本案範圍
苗栗縣	崎頂海岸保護工	2,000	—	範圍外
苗栗縣	營盤海堤	1,330	6.2	範圍外
苗栗縣	竹南防潮堤	1,405	6.4	範圍內
苗栗縣	海寶防潮堤	1,790	5.7	範圍內
苗栗縣	外埔海堤	1,100	7.2	範圍內
苗栗縣	後龍海堤	3,490	7.2	範圍內
苗栗縣	灣瓦海岸保護工	700	—	範圍內
苗栗縣	過港海堤	250	5.7	範圍內
苗栗縣	白沙屯海堤	1,800	6.2	範圍外
苗栗縣	新埔海堤	2,600	6.2	範圍外
苗栗縣	通霄灣海堤	1,700	6.2	範圍外
苗栗縣	通霄海岸保護工	1,522	—	範圍外
苗栗縣	海尾海堤	628	5.7	範圍外
苗栗縣	五里牌海堤	350	5.7	範圍外
苗栗縣	苑裡海堤	1,770	6.2	範圍外
苗栗縣	房裡海堤	1,000	6.2	範圍外
苗栗縣海堤長度		19,213 m		

資料來源:經濟部水利署第二河川局, 桃竹苗海岸基本資料監測調查計畫, 民國99年7月。

(二) 港區及助導航設施

在苗栗海岸中並無商港，只有漁港。依現行漁港法第4條規定，我國漁港分為兩類，其分類依漁業發展需要及使用目的指定之，第一類漁港由中央主管機關管理，第二類漁港由直轄市、縣(市)主管機關管理。

在苗栗沿海所有漁港共計有12處(統整如表 2-3)，然在測區內的漁港僅有4處，而港區及航道是海域水深測量的重點施測區，需採多音束水深測量方式施測，然測區中只有外埔漁港港區範圍較大、航道碼頭設計水深較深，其它漁港情況則反之，不利多音束水深測量作業，且因潮汐漲落及泥沙淤積影響，進出港區需選擇漲潮時段，尤以愈往南之漁港此情形更為嚴重，如本次範圍內之福寧漁港與公司寮漁港(南港漁港只有防波堤及曳船道設施，無實際港區碼頭)。

在本次作業中，**外埔漁港**將會是一個重要據點，除因其為本案測區中唯一適合測量船隻出入停泊外，又地處本案測區居中位置，海、陸交通方便，亦為苗栗地區重要觀光景點，且設有中央氣象局的潮位觀測站，將是本案欲引用的潮位站之一，另其累積了長期的潮位觀測



資料，有足夠的代表性可作為當地最低低潮面基準的引用依據，惟最低低潮位面資料仍引用測繪中心所提供之新竹潮位站資料，而外埔漁港航道出口海域具有平坦之緩降斜坡地形，且最新版本之海圖上標示有水下特徵物，亦是本案水深儀器檢核之作業區。相關漁港航拍影像及現況照片如圖 2-5。

表 2-3、苗栗地區漁港一覽表

縣市別	漁港名稱	類別	主管機關	是否位於本案範圍
苗栗縣	青草漁港	第二類	縣市管	範圍外
	龍鳳漁港	第二類	縣市管	範圍外
	塭仔頭漁港	第二類	縣市管	範圍外
	外埔漁港	第二類	縣市管	範圍內
	公司寮漁港	第二類	縣市管	範圍內
	福寧漁港	第二類	縣市管	範圍內
	南港漁港	第二類	縣市管	範圍內
	白沙屯漁港	第二類	縣市管	範圍外
	新埔漁港	第二類	縣市管	範圍外
	通霄漁港	第二類	縣市管	範圍外
	苑港漁港	第二類	縣市管	範圍外
	苑裡漁港	第二類	縣市管	範圍外



圖 2-5、苗栗海岸漁港航拍影像



本案測區沿岸之助導航設施，以最新版海軍大氣海洋局所出版的海軍水道圖及最新版水道燈表為依據，清查結果如表 2-4。

表 2-4、苗栗海岸助導航設施一覽表

鄉鎮別	港區名稱	助導航設施數目
後龍鎮	外埔漁港	4
	公司寮漁港	0
	福寧漁港	0
	南港漁港	0

(三) 海岸保護區

根據內政部營建署之海岸地區調查規劃，目前所訂定出之海岸保護區如圖 2-6及表 2-5所示，共計有12處海岸保護區，唯本案作業範圍內(如圖2-6紅色範圍)並未有海岸保護區存在，可排除於重點作業區之中。



圖 2-6、臺灣海岸保護區位置圖



表 2-5、臺灣海岸保護區統計表

海岸地區	自然保護區	備註
淡水河口保護區	竹圍紅樹林	後依文資法劃為自然保留區
	挖子尾紅樹林	
	關渡草澤	
蘭陽海岸保護區	蘭陽溪口	
蘇花海岸保護區	烏石鼻海岸	後依文資法劃為自然保留區
	觀音海岸	亦為國有林自然保護區
	清水斷崖	
花東沿海保護區	花蓮溪口附近	
	水璉、磯崎間海岸	
	石門、靜埔間海岸及石梯坪附近海域	
	石雨傘海岸	
	三仙台海岸及其附近海域	
彰雲嘉沿海保護區	六腳大排以南，朴子溪口以北之紅樹林	
東北角沿海保護區		納入東北角海岸風景特定區計畫
墾丁沿海保護區		納入墾丁國家公園計畫
北海岸沿海保護區	富貴角與麟山鼻之沙丘與風稜石分佈地區	
	野柳岬之東西兩岬間	
北門沿海保護區	急水溪口以南之王爺港沙洲，現有海茄冬及紅樹林生育地	
尖山沿海保護區	海口附近沙丘分佈地區與珊瑚礁岩帶	
	尖山至海口附近海域。	
九棚沿海保護區	港仔與九棚間沙丘地。	
	九棚與南仁鼻間珊瑚礁岩帶	
好美寮沿海保護區	好美寮	原為一般保護區，76年公告為自然保護區



參、工作執行方法及成果

本案之工作執行方法及作業流程如圖 3-1，茲將本案中的控制測量、海陸域地形測量、圖資成果製作等之作業方法分別說明如下：

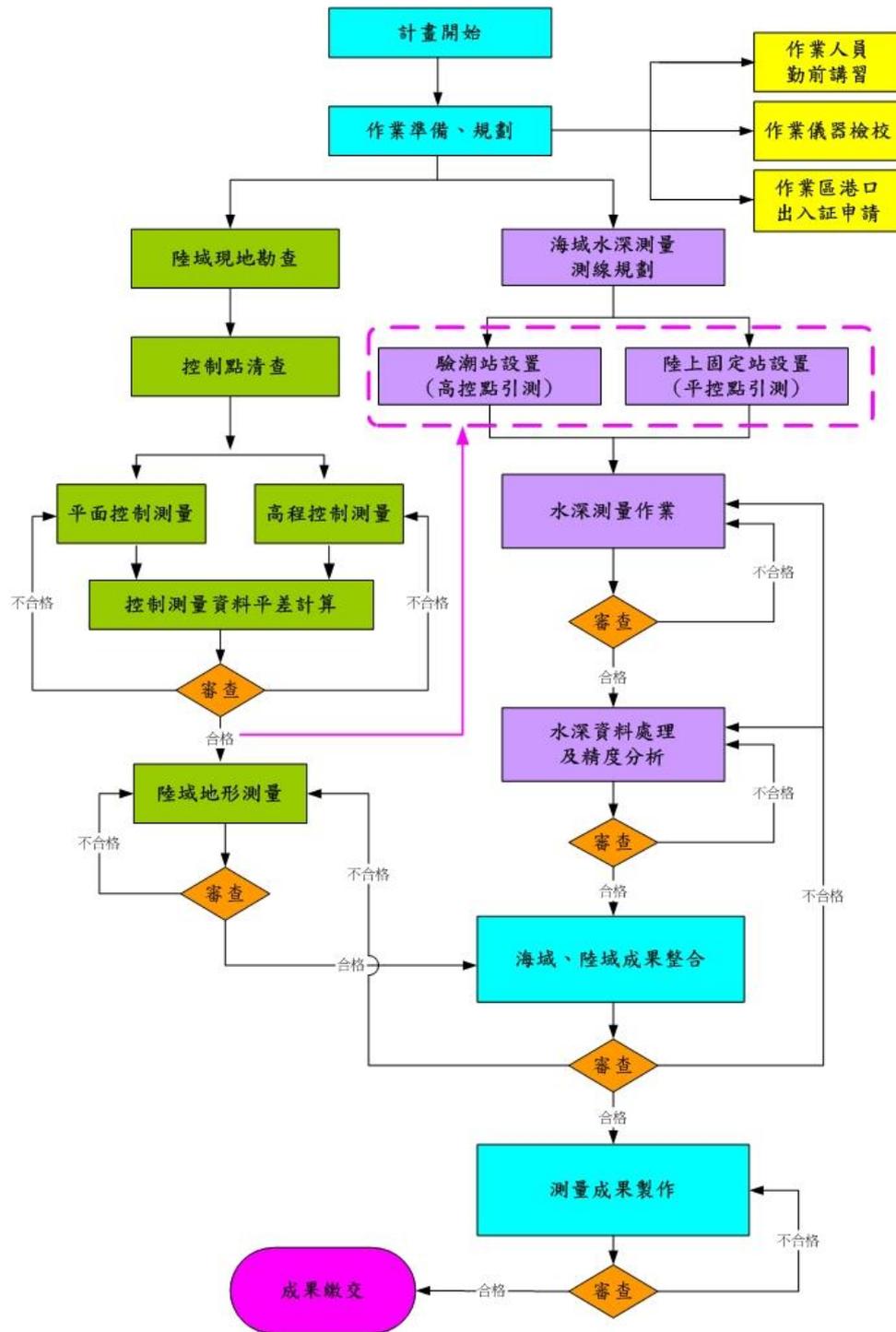


圖 3-1、海域基本圖測量作業流程圖



一、 控制測量

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

(一) 控制系統

本案控制測量及海陸域地形測量作業所用之平面及高程坐標系統，依據中央主管機關公告之測量基準與參考系統實施，現行國家坐標系統為一九九七坐標系統(TWD97)，高程系統為二〇〇一高程系統(TWVD2001)，平面坐標及高程數值以m為單位，計算至mm止。

1. 平面基準：採用內政部公告之TWD97二度分帶坐標系統。
2. 高程基準：採用內政部TWVD2001高程。
3. 投影坐標系統:採用經差2度分帶之橫麥卡托坐標系統(TM2)，中央子午線尺度比為0.9999，中央子午線與赤道之交點為坐標原點，橫坐標西移250,000m，臺灣本島之中央子午線為東經121度。

(二) 平面及高程控制點位選取清查

1. 為配合海域水深測量及陸域岸線地形測量作業，需在測區周邊尋找已知控制點進行檢測，並布設平面及高程控制點，如航空標控制點、GPS陸上固定站及臨時驗潮站後續海、陸域地形測量使用。
2. 當既有之已知控制點不足提供後續測量使用時，必須增設控制點。依規範平面控制點以沿岸線3km布設1點為原則，因本案岸線長約23km，故選取8點已知平面控制點;高程控制點則依驗潮需要設立，高程控制點均需測出橢球高與正高。
3. 新設平面控制點設置目的是作為水深測量定位之用，進行多音束水深測量時，採用RTK即時動態衛星定位方式，需於陸上平面控制點設置GPS固定基站。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10km為原則來布設，經上述條件規劃預選3處



地點布設平面控制點，分別為龍鳳漁港GPS06、外埔漁港GPS07及白沙屯漁港GPS08等3點(延續100年海域基本圖設置點位及編號)，各點位相距約10km，各點間其半徑10km的範圍可完全涵蓋本案測區，可滿足海域水深測量平面控制之需求。GPS陸上固定基站點位預設位置及其10km涵蓋範圍如圖 3-2所示。

4. 新設置高程控制點，主要用途為臨時驗潮站設立所需，將已知高程引測至驗潮站設置的高程控制點上，依此量測之潮位高程才能與陸上高程系統一致，歸算後的海域地形成果才得以在同一高程基準下與陸域圖資作整合。本案測區範圍岸線長約23km(直線距離約20km)，考量100年圖海域基本圖及後續海圖成果銜接問題，選擇主要港區設置臨時潮位站，以雙潮位觀測修正方式歸算海域水深測量成果，如此才能將潮位修正方式控制在同一條件下以達成果基準一致之目的。
5. 測區附近既有中央氣象局所設置的新竹(測區以北)及外埔(測區中央)2處潮位站，另在測區南側選定通霄漁港設置臨時驗潮站，本案所用之各潮位站名稱及高程控制點編號分別為新竹漁港TD03、外埔漁港TD04及通霄漁港TD05(延續100年海域基本圖設置點位及編號)，如此配置使得各潮位站能均勻分布且點位間距控制在30km內，透過雙潮位同時觀測修正才能更符合實際情況，且在測區外緣南北二側各有一潮位站作控制，亦能避免潮位外插問題產生。以上所述3處潮位站高程控制點分布位置如圖 3-2。
6. 展繪苗栗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一等水準點，點位分布情形如圖 3-3。首先清查涵蓋測區範圍及其毗鄰區域之已知控制點，本案選用一等水準點作為已知平面或已知高程控制點，於101年03月03日派員清查一等水準點共計31點，並將清查結果彙整成已知控制點清查結果清冊，記載點號、點位類別及等級、樁標種類、樁標現況及備註說明等，詳如附件1.已知控制點清查結果清冊。



7. 本案規劃檢測已知平面控制點8點及高程控制點17點，經檢測無誤後作為本案之已知平面或高程控制依據;另於101年03月19日~20日新設GPS陸上固定站3點、臨時驗潮站3點及航空標控制點(陸域岸線航空測量用)18點等，彙整如表 3-1，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 3-2或**附件2.控制點坐標成果表**;已知及新設控制點、航空標控制點之調查表(樁位指示圖)，請分別參閱**附件3.控制點調查表**及**附件4.數值航測地形圖空標紀錄表**。詳細相關的控制測量作業說明如後所述。
8. 為將本案測量成果轉換至TWD97@2010坐標系統，特別於測區周邊選擇具有TWD97@2010坐標成果之一至三等衛星控制點共計18點，所選用18個控制點之TWD97及TWD97@2010坐標詳表 3-3所列，點位分布情況如圖 3-4、TWD97@2010坐標轉換選用控制點分布圖。
9. 使用四參數坐標轉換計算方式，由TWD97轉換至TWD97@2010之轉換成果詳表 3-4所列，縱坐標平移量 $dN=-0.240m$ 、橫坐標平移量 $De=0.402m$ ，坐標軸旋轉量為 -0.0504 秒(逆時針方向為正)，調整尺度比為 1.00000045792719 。
10. 各類控制點經轉換至TWD97@2010之坐標成果，請參閱表 3-2或**附件2.控制點坐標成果表**。

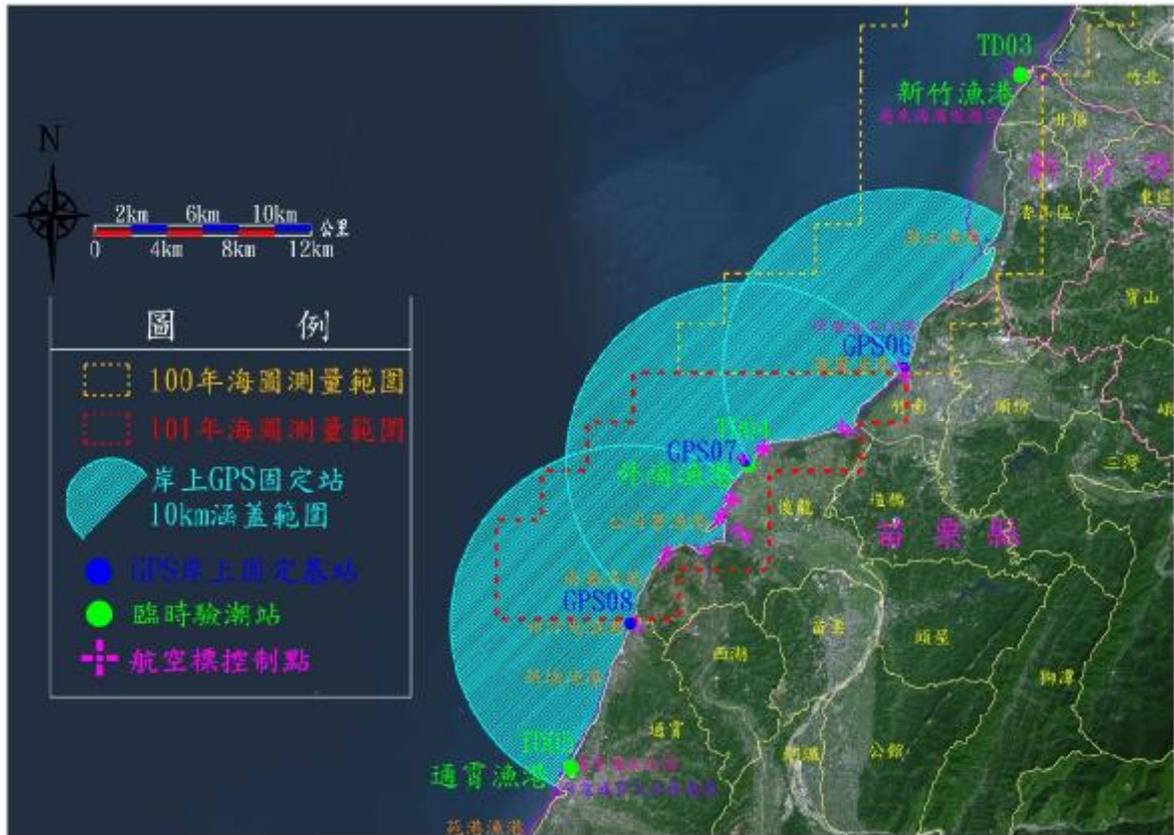


圖 3-2、GPS陸上固定站及臨時驗潮站位置圖

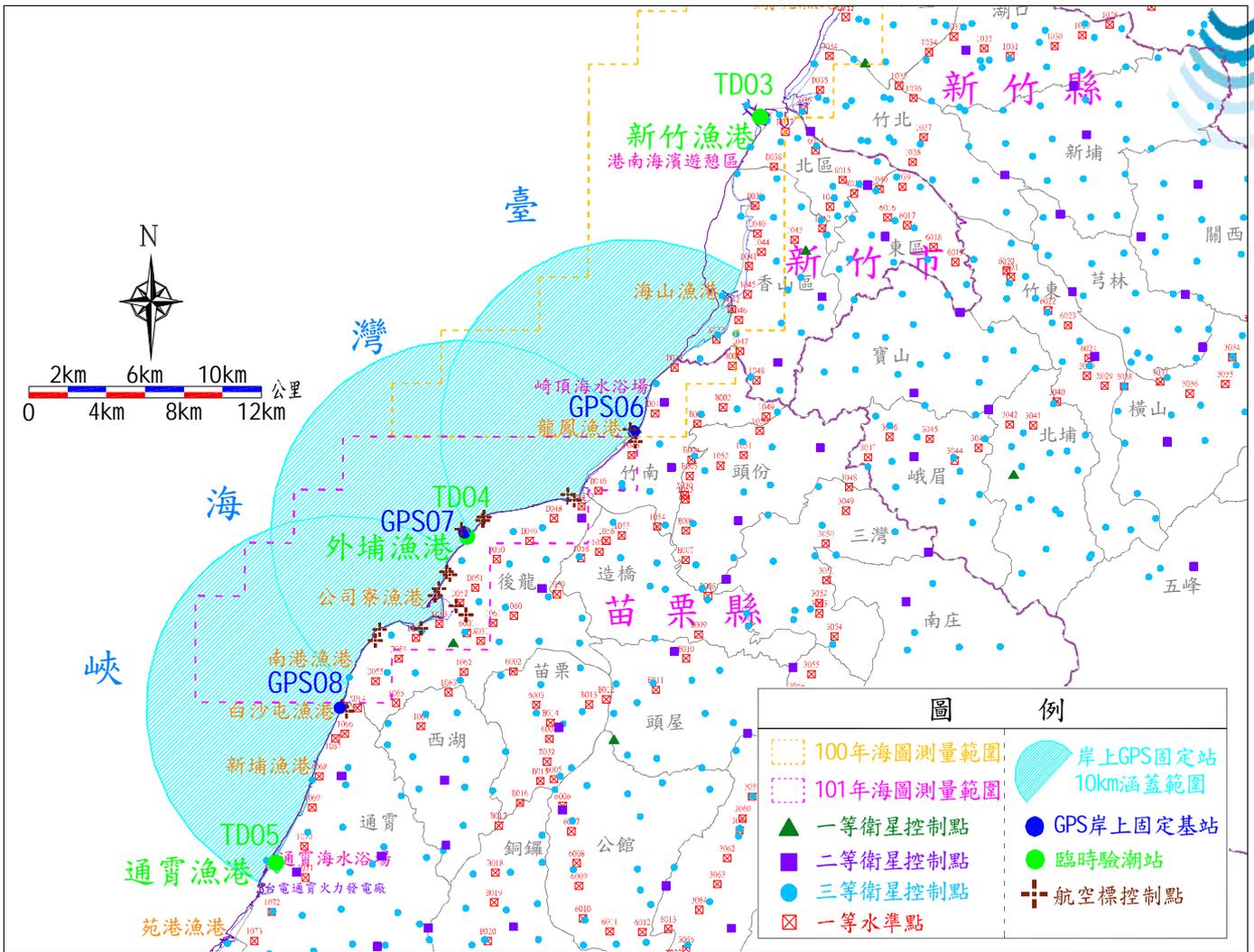


圖 3-3、控制點分布圖

表 3-1、控制測量點位數量統計表

項次	控制點類別	數量	點號	測量方式
1	已知平面控制點 (一等水準點)	8 點	1055、1059、1065、1068、6001、 B004、D043、D053	GNSS 靜態測量
2	已知高程控制點 (一等水準點)	17 點	1067、1070、1071、D037、D038、 D044、D045、D046、D047、D048、 D049、D050、D051、D052、D053、 D054、X014	水準測量
3	新設 GPS 陸上固定站	3 點	GPS06、GPS07、GPS08	GNSS 靜態測量 水準測量
4	新設臨時驗潮站	3 點	TD03、TD04、TD05	水準測量
5	新設航空標控制點	18 點	ML01~ML18	GNSS 靜態測量 水準測量



表 3-2、控制點坐標成果表

單位:m

序號	點號	TWD97 坐標		TWD97@2010 坐標		TWVD2001 高程	控制點類別	控制點等級	施測方式	
		縱坐標(N)	橫坐標(E)	縱坐標(N)	橫坐標(E)				平面	高程
1	1055	2727246.187	234840.668	2727245.948	234841.072	8.816	已知平面控制點	一等水準點	GNSS 靜態	--
2	1059	2724192.235	231487.295	2724191.995	231487.697	58.564	已知平面控制點	一等水準點	GNSS 靜態	--
3	1065	2718541.706	223200.001	2718541.465	223200.397	95.794	已知平面控制點	一等水準點	GNSS 靜態	--
4	1068	2714715.778	219220.669	2714715.537	219221.063	20.660	已知平面控制點	一等水準點	GNSS 靜態	--
5	6001	2722179.184	226845.615	2722178.944	226846.014	13.436	已知平面控制點	一等水準點	GNSS 靜態	--
6	B004	2731182.288	238437.087	2731182.050	238437.493	11.213	已知平面控制點	一等水準點	GNSS 靜態	--
7	D043	2735977.454	237567.367	2735977.218	237567.774	6.547	已知平面控制點	一等水準點	GNSS 靜態	--
8	D053	2721923.162	224212.609	2721922.923	224213.007	10.360	已知平面及高程控制點	一等水準點	GNSS 靜態	水準測量
9	1067	2716704.446	220062.438	2716704.205	220062.833	9.963	已知高程控制點	一等水準點	--	水準測量
10	1070	2711096.954	218460.623	2711096.711	218461.015	15.471	已知高程控制點	一等水準點	--	水準測量
11	1071	2709458.559	218512.676	2709458.315	218513.068	14.404	已知高程控制點	一等水準點	--	水準測量
12	D037	2748248.863	243269.603	2748248.631	243270.016	4.574	已知高程控制點	一等水準點	--	水準測量
13	D038	2746421.904	242690.559	2746421.671	242690.971	3.861	已知高程控制點	一等水準點	--	水準測量
14	D044	2733594.021	236552.122	2733593.784	236552.528	10.070	已知高程控制點	一等水準點	--	水準測量
15	D045	2731423.067	235338.952	2731422.829	235339.357	5.163	已知高程控制點	一等水準點	--	水準測量
16	D046	2729569.079	233634.689	2729568.841	233635.093	4.721	已知高程控制點	一等水準點	--	水準測量
17	D047	2728755.633	232764.471	2728755.395	232764.874	9.795	已知高程控制點	一等水準點	--	水準測量
18	D048	2728138.984	231346.872	2728138.746	231347.275	14.903	已知高程控制點	一等水準點	--	水準測量
19	D049	2726967.693	230073.684	2726967.455	230074.086	28.218	已知高程控制點	一等水準點	--	水準測量
20	D050	2726012.612	228379.360	2726012.374	228379.761	10.635	已知高程控制點	一等水準點	--	水準測量
21	D051	2724535.049	227281.976	2724534.810	227282.376	5.658	已知高程控制點	一等水準點	--	水準測量
22	D052	2723734.172	226481.578	2723733.933	226481.977	2.997	已知高程控制點	一等水準點	--	水準測量
23	D054	2720838.140	223329.572	2720837.900	223329.969	54.675	已知高程控制點	一等水準點	--	水準測量
24	X014	2718269.742	221198.644	2718269.502	221199.039	13.846	已知高程控制點	一等水準點	--	水準測量
25	ML01	2732658.658	235461.428	2732658.421	235461.833	3.127	新設控制點	航空標控制點	GNSS 靜態	水準測量
26	ML02	2732170.345	235585.577	2732170.108	235585.982	4.273	新設控制點	航空標控制點	GNSS 靜態	水準測量
27	ML03	2729726.006	233418.678	2729725.768	233419.082	3.297	新設控制點	航空標控制點	GNSS 靜態	水準測量
28	ML04	2729098.077	232411.515	2729097.839	232411.918	6.073	新設控制點	航空標控制點	GNSS 靜態	水準測量
29	ML05	2728235.526	227780.216	2728235.289	227780.617	4.093	新設控制點	航空標控制點	GNSS 靜態	水準測量
30	ML06	2727999.987	227695.384	2727999.750	227695.785	4.051	新設控制點	航空標控制點	GNSS 靜態	水準測量
31	ML07	2727189.527	226778.763	2727189.290	226779.163	3.253	新設控制點	航空標控制點	GNSS 靜態	水準測量
32	ML08	2724377.352	225373.013	2724377.114	225373.412	3.825	新設控制點	航空標控制點	GNSS 靜態	水準測量
33	ML09	2724028.671	225436.218	2724028.432	225436.617	7.216	新設控制點	航空標控制點	GNSS 靜態	水準測量
34	ML10	2724072.172	225832.208	2724071.933	225832.607	3.001	新設控制點	航空標控制點	GNSS 靜態	水準測量
35	ML11	2723446.334	226328.812	2723446.095	226329.211	3.072	新設控制點	航空標控制點	GNSS 靜態	水準測量
36	ML12	2723150.515	226624.770	2723150.276	226625.169	5.195	新設控制點	航空標控制點	GNSS 靜態	水準測量
37	ML13	2722364.060	222391.512	2722363.821	222391.909	5.790	新設控制點	航空標控制點	GNSS 靜態	水準測量
38	ML14	2721685.612	222265.018	2721685.373	222265.415	13.330	新設控制點	航空標控制點	GNSS 靜態	水準測量
39	ML15	2721442.107	223108.704	2721441.868	223109.101	49.183	新設控制點	航空標控制點	GNSS 靜態	水準測量
40	ML16	2721006.918	223508.355	2721006.679	223508.752	41.775	新設控制點	航空標控制點	GNSS 靜態	水準測量
41	ML17	2718401.651	220380.490	2718401.411	220380.885	4.966	新設控制點	航空標控制點	GNSS 靜態	水準測量
42	ML18	2718150.997	220657.343	2718150.757	220657.738	7.136	新設控制點	航空標控制點	GNSS 靜態	水準測量
43	GPS06	2732660.525	235452.108	2732660.288	235452.513	3.122	新設平面控制點	龍鳳漁港 GPS 岸上固定站	GNSS 靜態	水準測量
44	GPS07	2727175.990	226847.325	2727175.753	226847.725	3.486	新設平面控制點	外埔漁港 GPS 岸上固定站	GNSS 靜態	水準測量
45	GPS08	2718325.954	220302.318	2718325.714	220302.713	4.625	新設平面控制點	白沙屯漁港 GPS 岸上固定站	GNSS 靜態	水準測量
46	TD03	2749018	241979	--	--	3.382	新設高程控制點	新竹漁港臨時驗潮站	--	水準測量
47	TD04	2727194	226856	--	--	3.436	新設高程控制點	苗栗外埔漁港臨時驗潮站	--	水準測量
48	TD05	2710276	216794	--	--	3.217	新設高程控制點	苗栗通霄漁港臨時驗潮站	--	水準測量

備註: 1. 已知控制點平面或高程未檢測者, 其施測方式標註為"--", 其坐標或高程僅供參考。
2. 新設高程控制點(臨時驗潮站)所列近似平面坐標僅供參考。



表 3-3、TWD97@2010坐標轉換控制點坐標成果表

序號	點號	TWD97 坐標		TWD97@2010 坐標		控制點類別	控制點等級
		縱坐標(N)	橫坐標(E)	縱坐標(N)	橫坐標(E)		
1	M046	2721634.467	226147.419	2721634.214	226147.809	已知平面控制點	一等衛星控制點
2	M327	2709744.507	218061.463	2709744.256	218061.859	已知平面控制點	二等衛星控制點
3	M328	2724489.926	230731.468	2724489.680	230731.871	已知平面控制點	二等衛星控制點
4	M336	2714526.960	225688.413	2714526.720	225688.814	已知平面控制點	二等衛星控制點
5	M346	2728031.298	240846.555	2728031.074	240846.943	已知平面控制點	二等衛星控制點
6	M350	2710559.063	222449.151	2710558.819	222449.545	已知平面控制點	二等衛星控制點
7	M427	2714739.350	220382.712	2714739.113	220383.117	已知平面控制點	二等衛星控制點
8	M801	2730784.775	237391.305	2730784.562	237391.688	已知平面控制點	二等衛星控制點
9	M901	2734175.624	237044.151	2734175.358	237044.606	已知平面控制點	二等衛星控制點
10	N334	2736250.700	242883.235	2736250.456	242883.691	已知平面控制點	二等衛星控制點
11	K011	2730618.569	239123.954	2730618.342	239124.339	已知平面控制點	三等衛星控制點
12	K027	2726085.608	234772.990	2726085.373	234773.377	已知平面控制點	三等衛星控制點
13	K046	2722282.596	224510.706	2722282.342	224511.098	已知平面控制點	三等衛星控制點
14	K050	2721657.180	232662.039	2721656.947	232662.430	已知平面控制點	三等衛星控制點
15	KP01	2727452.587	229240.672	2727452.343	229241.081	已知平面控制點	三等衛星控制點
16	KP02	2729946.660	234848.518	2729946.427	234848.932	已知平面控制點	三等衛星控制點
17	KP08	2719968.081	228593.523	2719967.847	228593.911	已知平面控制點	三等衛星控制點
18	S164	2739706.348	240013.261	2739706.110	240013.654	已知平面控制點	三等衛星控制點



表 3-4、TWD97轉換至TWD97@2010四參數坐標轉換成果表

TWD97 區域中心坐標：N0= 2724591.9055 E0= 231410.640833333

$E(X) = A * (E - E0) + B * (N - N0) + C$

$N(Y) = -B * (E - E0) + A * (N - N0) + D$

A= 1.00000045792716

B= 2.44262479280651E-07

C= 231411.0425

D= 2724591.66572222

OFFSET N(Y)=-0.240 E(X)=0.402

旋轉： -0 度 00 分 00.0504 秒 (逆時針方向為正)

Scale： 1.00000045792719

轉換後 TWD97@2010 區域中心坐標 2724591.6657 231411.0425

點名	TWD97		TWD97@2010		DeltaN (m)	DeltaE (m)	點位誤差 (m)
	原坐標 N (m)	原坐標 E (m)	=> 轉換坐標 N (m)	轉換坐標 E (m)			
M901	2734175.624	237044.151	2734175.387	237044.558	0.029	-0.048	0.057
N334	2736250.700	242883.235	2736250.463	242883.645	0.007	-0.046	0.047
M801	2730784.775	237391.305	2730784.537	237391.711	-0.025	0.023	0.034
M328	2724489.926	230731.468	2724489.686	230731.869	0.006	-0.002	0.007
M046	2721634.467	226147.419	2721634.227	226147.818	0.013	0.009	0.016
M427	2714739.350	220382.712	2714739.108	220383.106	-0.005	-0.011	0.012
M327	2709744.507	218061.463	2709744.264	218061.855	0.008	-0.004	0.009
M350	2710559.063	222449.151	2710558.819	222449.545	0.000	0.000	0.000
M336	2714526.960	225688.413	2714526.717	225688.810	-0.003	-0.004	0.005
M346	2728031.298	240846.555	2728031.057	240846.962	-0.017	0.019	0.025
K011	2730618.569	239123.954	2730618.330	239124.361	-0.012	0.022	0.025
KP02	2729946.660	234848.518	2729946.422	234848.923	-0.005	-0.009	0.011
K027	2726085.608	234772.990	2726085.368	234773.394	-0.005	0.017	0.017
KP01	2727452.587	229240.672	2727452.349	229241.073	0.006	-0.008	0.010
K046	2722282.596	224510.706	2722282.357	224511.104	0.015	0.006	0.016
KP08	2719968.081	228593.523	2719967.840	228593.922	-0.007	0.011	0.013
K050	2721657.180	232662.039	2721656.939	232662.441	-0.008	0.011	0.013
S164	2739706.348	240013.261	2739706.113	240013.670	0.003	0.016	0.017

中誤差= 0.017 m

轉換參數	參數值
縱坐標平移量 dN	-0.240 m
橫坐標平移量 dE	0.402 m
坐標軸旋轉量	-0 度 00 分 00.0504 秒 (逆時針方向為正)
調整尺度比	1.00000045792719

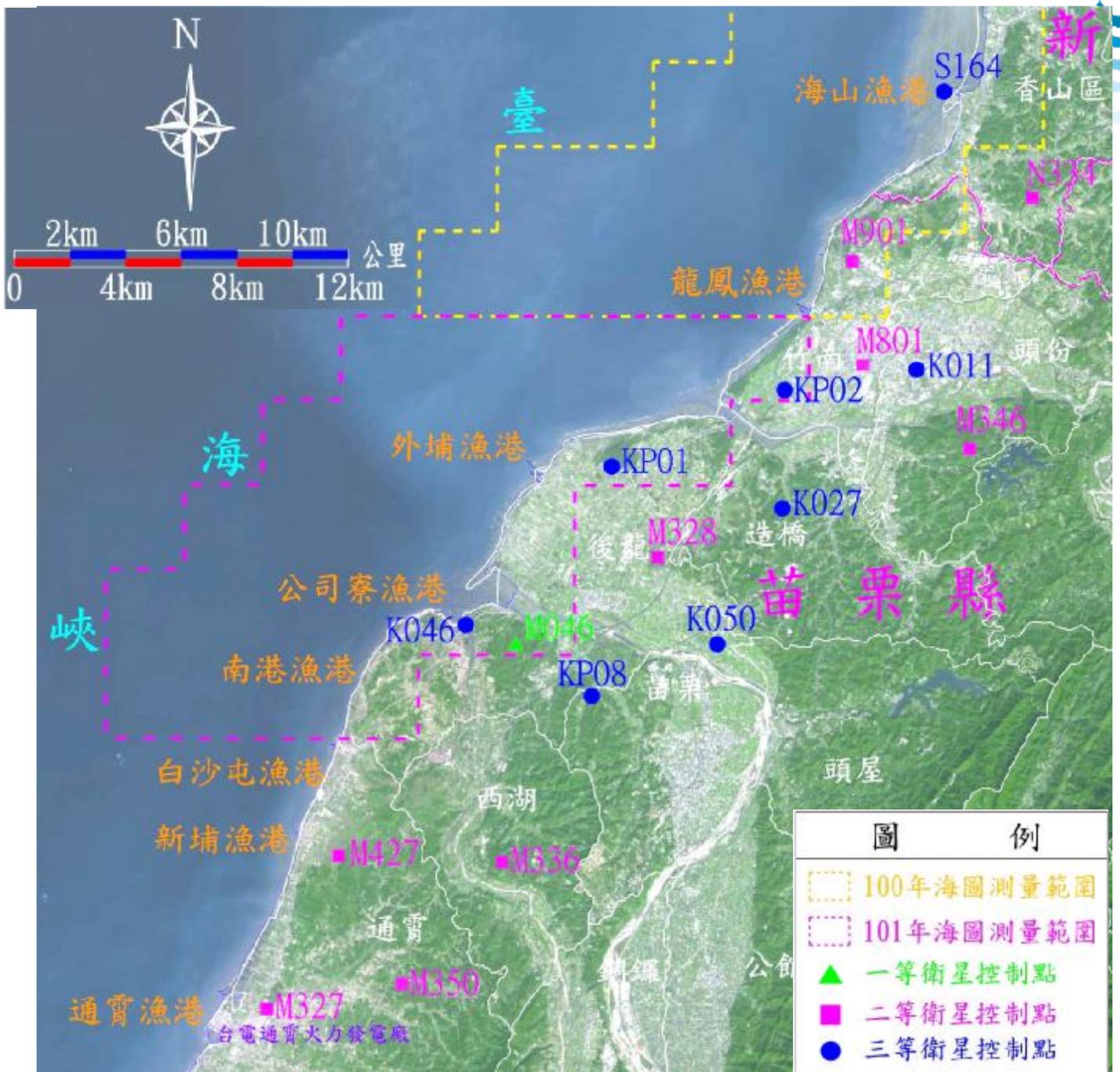


圖 3-4、TWD97@2010坐標轉換選用控制點分布圖



(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相鄰已知平面控制點間基線之水平分量及垂直分量與公告坐標反算之差值，檢測標準如表 3-5。

表 3-5、已知平面控制點檢測規範

檢測方法	檢測規範
GNSS靜態測量	基線水平分量之差值 $\leq 30\text{mm}+6\text{ppm}*\text{L}$ 基線垂直分量之差值 $\leq 75\text{mm}+15\text{ppm}*\text{L}$ (L為點位間距離)

2. 採用GNSS靜態測量將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 3-6。

表 3-6、GNSS靜態測量作業規範

項目	作業規範
衛星接收儀	雙頻以上
連續且同步觀測時間	≥ 45 (分) (距離大於5km者建議應延長觀測時間)
資料紀錄頻率	≤ 5 秒以下
新點重複觀測率	$\geq 25\%$
成果精度 (95%信心區間)	基線水平分量 $\leq 30\text{mm}+6\text{ppm}*\text{L}$ 基線垂直分量 $\leq 75\text{mm}+15\text{ppm}*\text{L}$ (L為點位間距離)

3. 本案選擇已知平面控制點為「1055、1059、1065、1068、6001、B004、D043、D053」等8點、新設GPS岸上固定站「GPS06、GPS07、GPS08」等3點、新設航空標控制點「ML01~ML18」等18點，共計施測29點。



4. 本次主要採用LEICA SYSTEM 300型與500型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 $5\text{mm}+1\text{ppm}$ 。
5. 於101年03月28日以10台雙頻衛星定位儀，採蛙跳方式分為4個測段同步觀測，同一時段所有接收儀連續且同步觀測至少達45（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，不同測段間有3~4個測站重覆觀測以作為測段間之銜接，其中第一測段與第二測段重覆觀測點位包含1055、ML04、ML05、ML06，第二測段與第三測段重覆觀測點位包含1059、ML08、ML10、ML11，第三測段與第四測段重覆觀測點位包含6001、ML13、ML15。本次已知控制點及新設控制點共計施測29點，新點重覆觀測數達8點，新點重覆觀測率達27.6%。GNSS靜態測量觀測時段詳圖 3-5，GNSS靜態測量觀測網形如圖 3-6。
6. 進行GNSS靜態衛星定位測量時，同時填寫定位紀錄表，記錄施測日期、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(PDOP值)、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)，相關資料詳附件5-1.衛星定位測量定位紀錄表。
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. 資料處理採用Leica Geo Office V8.2軟體，先解算出同步觀測兩點間基線向量，檢核基線是否通過程式所設定指標，並檢查重複觀測基線的精度，以檢核無誤之基線在WGS84坐標系統下進行最小約制(自由)網平差，網平差後精度較差或殘差較大的基線重新解算或剔除，至所有基線平差後精度皆符合作業規範。本次最小約制網平差結果在95%信心區間下，各點位精度之誤差橢圓長軸半徑皆在1cm內(最大值為1068之0.0065m)，點位之高程精度皆在2cm內(最



- 大值為1068之0.0144m)。本次最小約制網平差結果請參閱附件5-2. 衛星定位測量最小約制網平差報表。
9. 利用已知點最小約制網坐標與原坐標，計算相鄰點之距離，比較檢測距離(基線水平分量)與原坐標反算距離之較差值，須小於 $30\text{mm}+6\text{ppm}\cdot L$ (L為點位間距離)者視為檢測合格。本次檢測結果詳表 3-7所列，其中僅D043-B004之距離較差達-0.087m，超過規範之 $\pm 0.059\text{m}$ ，其餘基線水平分量檢測結果皆符合規範要求，故判定本次所選用的8個已知平面控制點之間無明顯相對位移，皆可作為本案之平面控制基準。
 10. 利用已知點最小約制網坐標高程與原坐標高程，計算二點間檢測高差(基線垂直分量)與原高差之較差值，須小於 $75\text{mm}+15\text{ppm}\cdot L$ 者視為檢測合格。本次檢測結果詳表 3-7、已知平面控制點檢測成果表所列，8個已知控制點之基線垂直分量檢測結果皆符合規範要求，故可判定8個已知控制點之間高程無明顯相對位移，其高程值可在強制附合平差中固定之。
 11. 分析本次基線閉合精度，X、Y、Z各坐標分量閉合差最大值分別為-2.49cm、3.91cm、1.85cm，皆在4cm以內，各坐標分量之閉合差對閉合圈總長之比最大值分別為3.0ppm、4.7ppm、2.7ppm，皆小於5ppm，且全系各坐標分量之平均閉合差對閉合圈總長之比分別為0.0008ppm、-0.0012ppm、-0.0003ppm，皆在1ppm以內。本次基線閉合精度分析結果請參閱附件5-3. 衛星定位測量圖形閉合精度分析報表。
 12. 比較本次重覆觀測基線，水平分量較差最大值為基線ML04-1055之差值達0.0289m，皆小於規範值 $30\text{mm}+6\text{ppm}\cdot L$;垂直分量較差最大值為基線ML10-ML11之差值達0.0488m，皆小於規範值 $75\text{mm}+15\text{ppm}\cdot L$ ，比較結果皆符合規範要求。本次重覆基線分析結果請參閱附件5-4. 衛星定位測量重覆基線分析報表。
 13. 將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18個航空標控制點及3個新設GPS陸



上固定點之坐標。本次強制附合網平差結果在95%信心區間下，各點位精度之誤差橢圓長軸半徑皆在2cm內(最大值為ML17之0.0190m)，各點位之高程因皆採直接水準觀測，故以水準觀測成果固定之。本次強制附合網平差結果請參閱附件5-5.衛星定位測量強制附合網平差報表。

14.GPS衛星定位測量作業情形如圖 3-7。

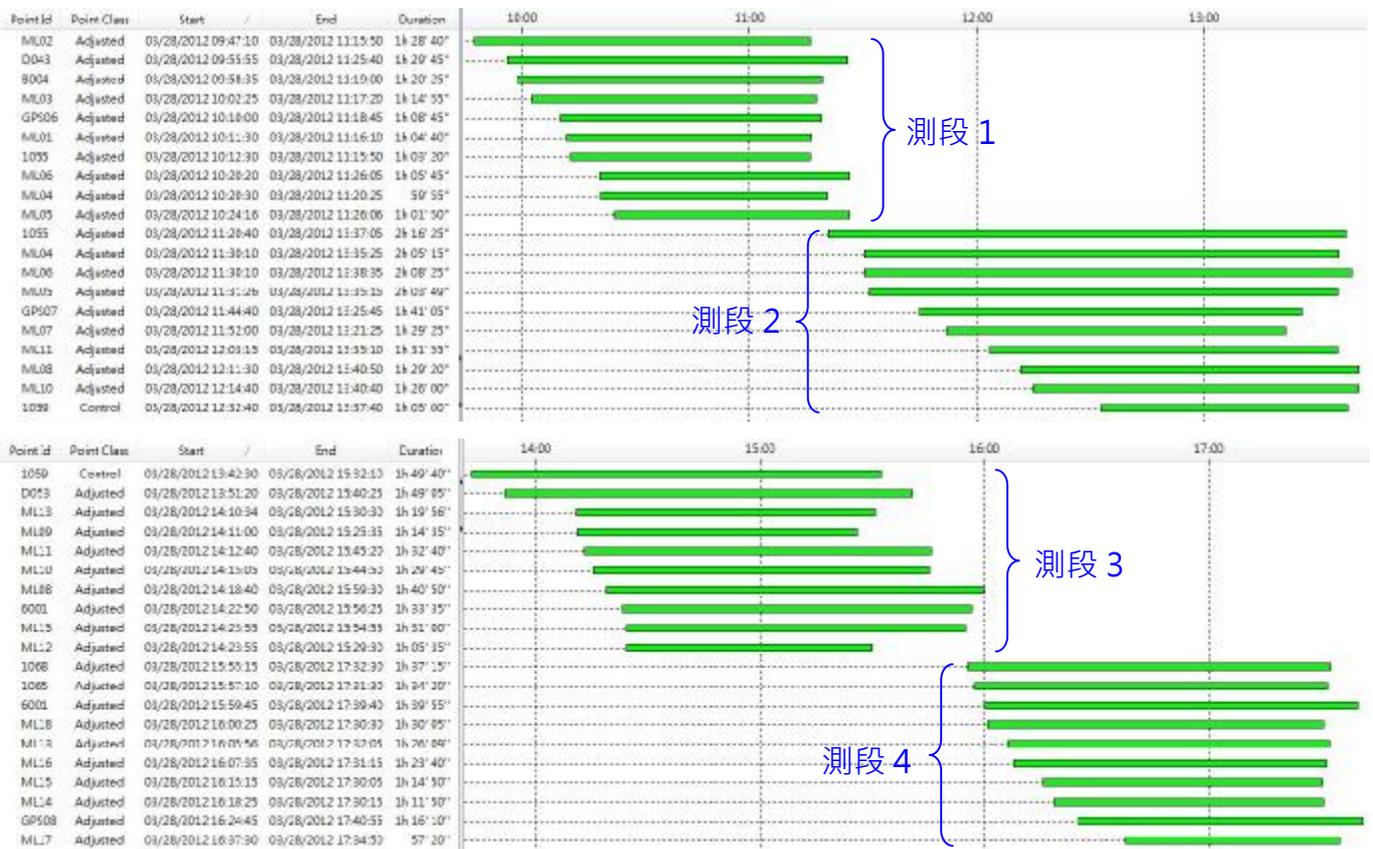


圖 3-5、GNSS靜態測量觀測時段圖

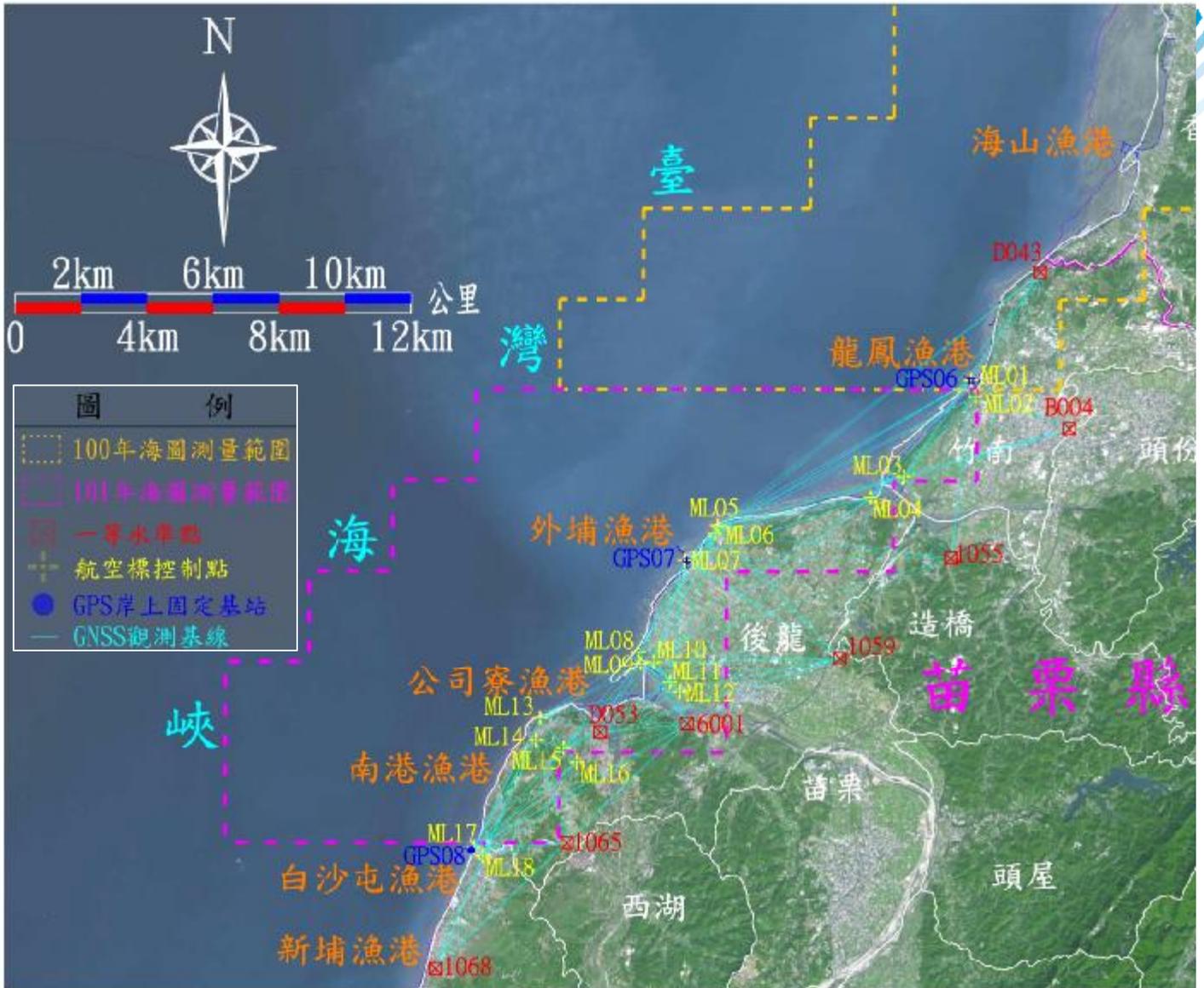


圖 3-6、GNSS衛星定位測量網形圖



表 3-7、已知平面控制點檢測成果表

點號 1	點號 2	反算距離 D1 (m)	反算高程差 H1 (m)	檢測距離 D2 (m)	檢測高程差 H2 (m)	距離較差 D2-D1 (m)	高程差較差 H2-H1 (m)	基線水平分量 容許差值 30mm+6ppm*L (m)	基線垂直分量 容許差值 75mm+15ppm*L (m)
1059	1055	4535.607	49.670	4535.635	49.613	0.028	-0.057	0.057	0.143
1065	1059	10030.340	36.858	10030.366	36.974	0.026	0.116	0.090	0.225
1068	1065	5520.218	-75.242	5520.240	-75.248	0.022	-0.006	0.063	0.158
6001	1068	10669.687	-6.948	10669.748	-7.060	0.060	-0.112	0.094	0.235
B004	6001	14677.129	-1.899	14677.157	-1.916	0.028	-0.017	0.118	0.295
D043	B004	4873.400	-4.982	4873.313	-4.963	-0.087	0.019	0.059	0.148
D053	D043	19387.436	3.625	19387.481	3.657	0.044	0.032	0.146	0.366
1055	D053	11886.557	-1.082	11886.570	-1.059	0.013	0.024	0.101	0.253
1065	1055	14535.237	86.528	14535.288	86.587	0.051	0.059	0.117	0.293
1068	1059	15500.753	-38.384	15500.801	-38.273	0.048	0.110	0.123	0.308
6001	1065	5149.927	-82.189	5149.965	-82.307	0.038	-0.118	0.061	0.152
B004	1068	25306.455	-8.846	25306.545	-8.976	0.090	-0.129	0.182	0.455
D043	6001	17474.216	-6.881	17474.242	-6.878	0.027	0.003	0.135	0.337
D053	B004	16972.542	-1.358	16972.575	-1.306	0.033	0.052	0.132	0.330
1055	D043	9147.126	2.542	9147.093	2.598	0.056	0.079	0.085	0.212
1059	D053	7620.351	48.588	7620.342	48.555	-0.009	-0.033	0.076	0.189
1068	1055	20024.872	11.287	20024.946	11.340	0.074	0.053	0.150	0.375
6001	1059	5059.404	-45.332	5059.390	-45.333	-0.013	-0.002	0.060	0.151
B004	1065	19797.806	-84.088	19797.873	-84.223	0.067	-0.135	0.149	0.372
D043	1068	28083.094	-13.829	28083.185	-13.938	0.090	-0.109	0.198	0.496
D053	6001	2645.424	-3.256	2645.426	-3.221	0.002	0.035	0.046	0.115
1055	B004	5331.709	-2.440	5331.724	-2.364	0.015	0.076	0.062	0.155
1059	D043	13261.171	52.212	13261.191	52.212	0.019	0.000	0.110	0.274
1065	D053	3529.819	85.446	3529.835	85.529	0.017	0.083	0.051	0.128
6001	1055	9465.484	4.339	9465.494	4.280	0.010	-0.059	0.087	0.217
B004	1059	9857.000	-47.230	9857.044	-47.249	0.044	-0.019	0.089	0.223
D043	1065	22592.621	-89.070	22592.686	-89.186	0.065	-0.116	0.166	0.414
D053	1068	8767.317	-10.204	8767.365	-10.281	0.048	-0.077	0.083	0.207

註：1. 檢測距離為最小約制網坐標反算值。

2. 檢測規範精度：距離較差值須小於 30mm+6ppm*L，高程較差值須小於 75mm+15ppm*L。

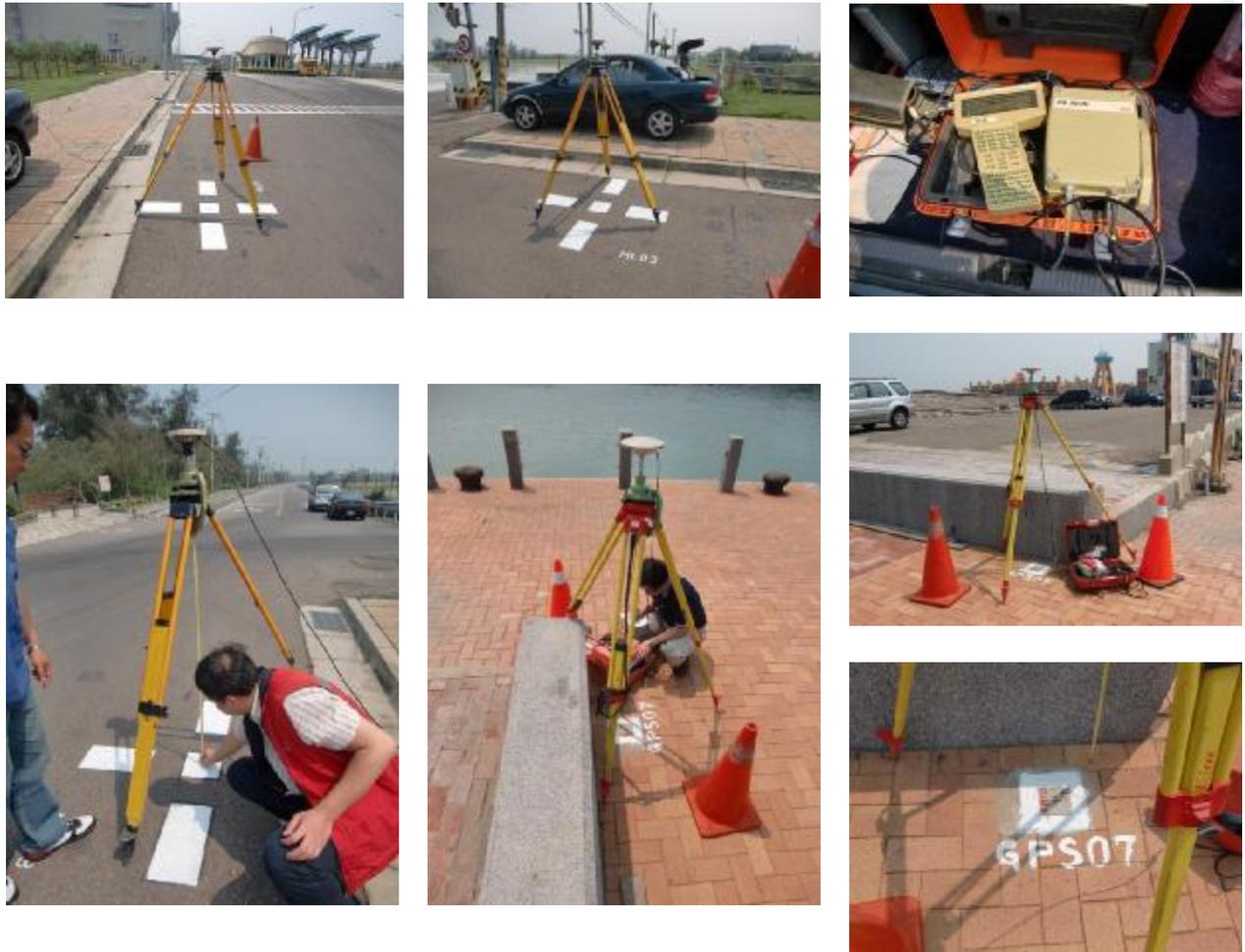


圖 3-7、GNSS衛星定位測量作業情形

(四) 高程控制測量

1. 本案選擇內政部一等水準點作為已知高程控制點，分別選用「1067、1070、1071、D037、D038、D044、D045、D046、D047、D048、D049、D050、D051、D052、D053、D054、X014」等17點，並連測新設高程控制點(臨時驗潮站)「TD03、TD04、TD05」等3點、新設GPS陸上固定站「GPS06、GPS07、GPS08」等3點及新設航空標控制點「ML01~ML18」等18點，於101年03月20日~03月27日間進行水準測量工作，共計分為12個測段。
2. 採用水準測量往返觀測方式，本次使用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0.1mm(含)以



- 下，每km往返觀測標準誤差為 $\pm 1\text{mm}$ 。經施測12個測段，測段往返閉合差最大為 $-4.6\sqrt{S}\text{mm}$ ，符合不大於 $\pm 20\sqrt{S}\text{mm}$ （ S 為單一測段長度之km數，小於1km時閉合差以20mm計）之範要求。
3. 本次所選用的17個一等水準點，採用內政部於98年3月最新公告之高程成果，以水準測量往返觀測方式檢測，比較相鄰已知高程控制點間檢測高程差與公告高程差之較差值，需小於 $20\sqrt{S}\text{mm}$ 。檢測結果詳表 3-8，高程較差最大者為D044與D045間之 $4.58\sqrt{S}\text{mm}$ ，所有已知點位之高程較差皆符合規範要求，即視已知控制點位間高程無變動，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。
 4. 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3個臨時驗潮站及3個GPS陸上固定站之點位資訊及引用之一等水準點點號彙整如表 3-9，臨時驗潮站點位略圖及現況照片如圖 3-8。
 5. 本次水準測量網形如圖 3-9，直接水準測量作業情形如圖 3-10。水準觀測計算及觀測記錄請參閱附件6-1.直接水準計算表及附件6-2.水準觀測記錄表。



表 3-8、已知高程控制點檢測成果表

起點		終點		資料高差 H2-H1	檢測高差	高程較差		測段距離	規範精度	檢測 結果
點號	高程值 H1 (m)	點號	高程值 H2 (m)	dH1 (m)	dH2 (m)	dH1-dH2		S (km)	20*√S (mm)	
	(mm)		√S(mm)							
D037	4.5744	D038	3.8610	-0.7134	-0.7196	6.2	2.41	6.604	51.4	合格
D045	5.1634	D044	10.0703	4.9069	4.8965	10.4	4.58	5.161	45.4	合格
D046	4.7214	D045	5.1634	0.4420	0.4400	2.0	1.13	3.109	35.3	合格
D047	9.7950	D048	14.9025	5.1075	5.1051	2.4	1.24	3.724	38.6	合格
D048	14.9025	D049	28.2179	13.3154	13.3116	3.8	2.81	1.823	27.0	合格
D050	10.6349	D049	28.2179	17.5830	17.5943	-11.3	-3.96	8.140	57.1	合格
D050	10.6349	D051	5.6577	-4.9772	-4.9817	4.5	2.97	2.301	30.3	合格
D051	5.6577	D052	2.9967	-2.6610	-2.6656	4.6	1.86	6.121	49.5	合格
1067	9.9629	X014	13.8463	3.8834	3.8789	4.5	2.36	3.645	38.2	合格
D053	10.3595	X014	13.8463	3.4868	3.4796	7.2	2.10	11.799	68.7	合格
D053	10.3595	D054	54.6752	44.3157	44.3116	4.1	3.37	1.477	24.3	合格
1071	14.4040	1070	15.4709	1.0669	1.0694	-2.5	-0.89	7.841	56.0	合格

表 3-9、臨時潮位站及GPS陸上固定站高程連測表

站名	點號	TWD97坐標系統		TWVD2001 高程(m)	引用之一等 水準點	點位說明
		縱坐標 N (m)	橫坐標 E (m)			
新竹漁港 臨時驗潮站	TD03	2749018	241979	3.382	D037、D038	約在測區北界以北 18km處
苗栗外埔漁港 臨時驗潮站	TD04	2727194	226856	3.436	D049、D050	約在測區中央位置
苗栗通霄漁港 臨時驗潮站	TD05	2710276	216794	3.217	1070、1071	約在測區南界以南 8km處
苗栗龍鳳漁港 GPS 岸上固定站	GPS06	2732660.525	235452.108	3.122	D044、D045	約在測區北端位置
苗栗外埔漁港 GPS 岸上固定站	GPS07	2727175.990	226847.325	3.486	D049、D050	約在測區中央位置
苗栗白沙屯漁港 GPS 岸上固定站	GPS08	2718325.954	220302.318	4.625	1067、X017	約在測區南端位置

註:臨時驗潮站所列近似平面坐標僅供參考。



潮位站	點位略圖	現況照片
新竹漁港 TD03		
外埔漁港 TD04		
通霄漁港 TD05		

圖 3-8、臨時驗潮站設置位置圖

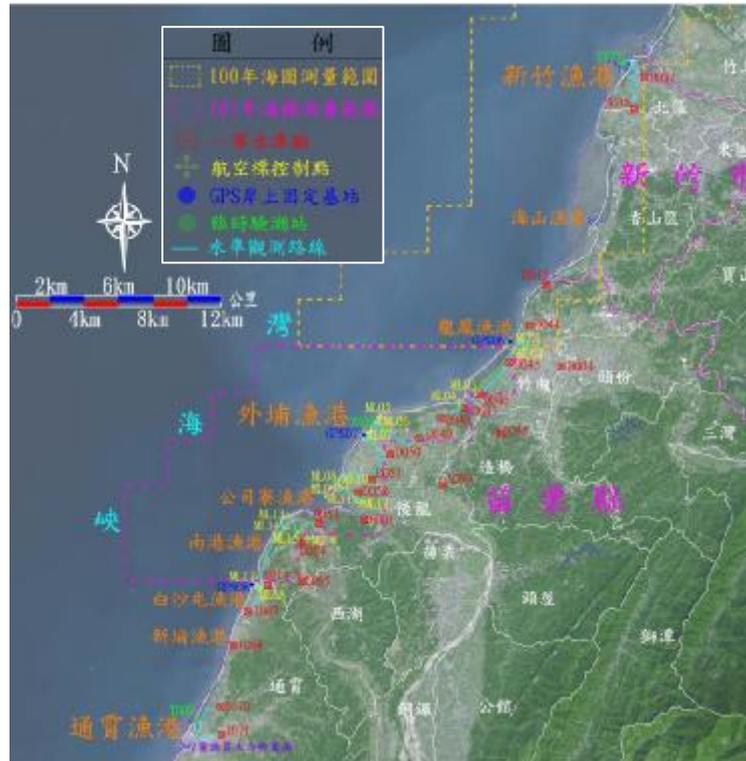


圖 3-9、水準測量網形圖



圖 3-10、水準測量作業情形



二、 測深儀檢查

(一) 測深儀檢查作業位置

本案所選擇檢查區規劃於外埔漁港外海約2km處、約1 km²之區域(圖 3-11)，此處位於同潮區，具備緩降斜坡、平坦地形，且根據最新版海圖上有一沉船可作為水下特徵物，作業時選擇海象平穩的情況下進行，並依規定於波高超過50cm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儀檢核比對之用。本次投入1組多音束測深系統與2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0.1m。測線規劃在單音束測深儀檢查方面，主測線間距為40m，約垂直主測線之交錯測線間距為40m;在多音束測深儀檢查方面，多音束測深儀掃瞄角度以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400-500m，以**詮華一號**作為使用載具。

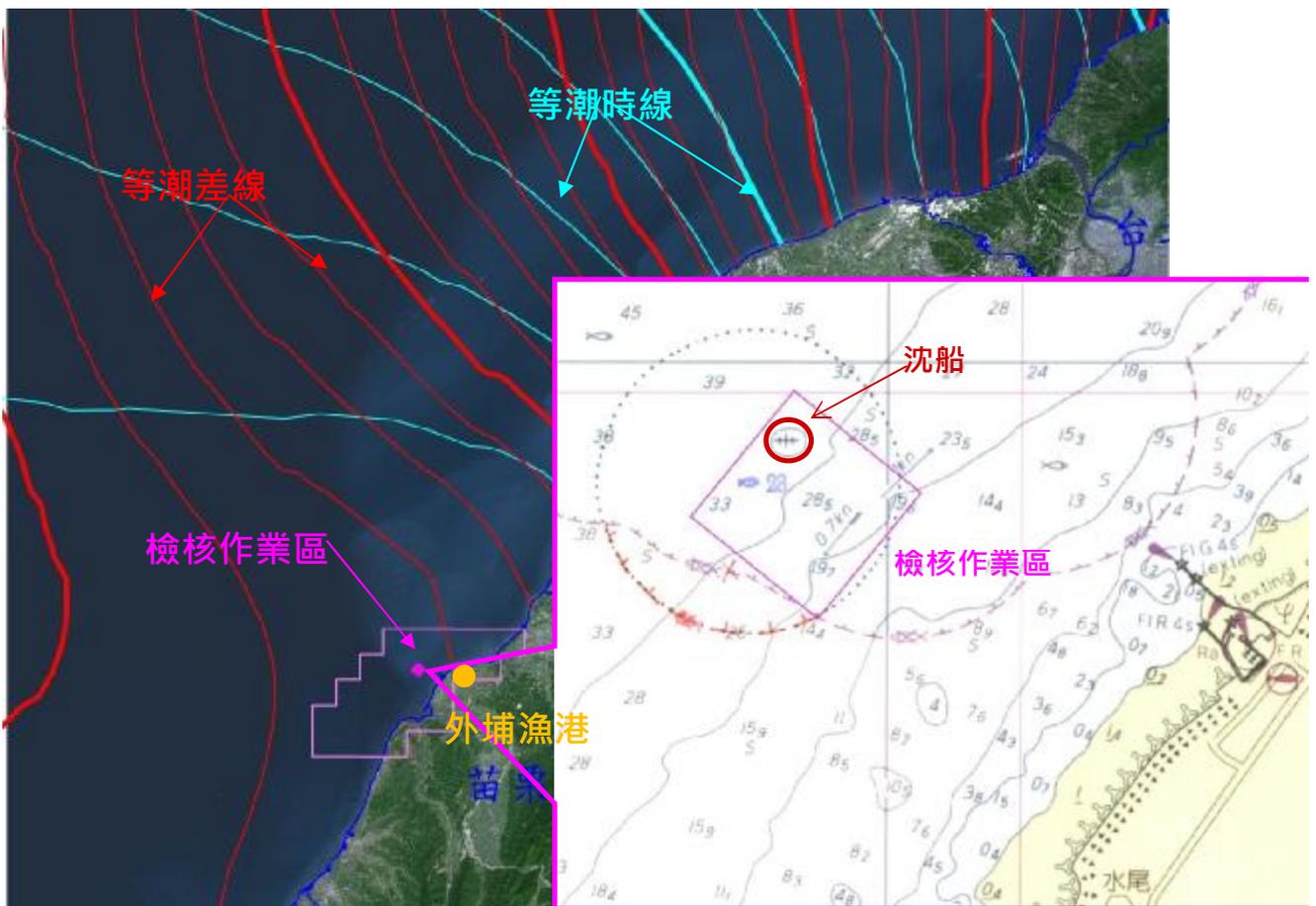




圖 3-11、測深儀檢查作業區位置圖

(二) 測深儀檢查作業船舶及儀器設備

本案測深儀檢查水深測量使用詮華一號進行水深測量作業，船隻與使用設備照片如圖 3-12所示，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附件7-1.101年度海域基本圖測量工作-測深儀檢查成果報告。



詮華一號與音鼓架設位置



多音束 R2 音鼓與 GPS 照片



多音束音鼓與天線盤



詮華一號正面照片



單音束測深儀工作照片



駕駛艙與導航螢幕



圖 3-12、詮華一號測量船隻作業照片

(三) 測深儀檢查作業說明

由於本案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：

- Ø 101 年 05 月 14 日進行 Reson NaviSound 210 單音束測深系統檢核作業與 Reson NaviSound 215 單音束測深系統檢核作業。
- Ø 101 年 07 月 19 日進行 R2 Sonic 2024 多音束測深系統檢核作業。

2. 各項修正參數

(1) 儀器架設偏移修正:以船隻重心為相對坐標之中心，船隻重心至船首方向為基準方向，在安置測深系統的各项裝置時記錄並繪製各裝置的相對位置以茲修正計算。本次測深儀檢查作業各項儀器架設偏移量，詳如附件 7-2.測深儀檢查儀器裝載紀錄表。

(2) 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。

B. 2套單音束測深儀檢校表分別如表 3-10~表 3-11所示。

C. 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，疊合測試測線共計25條測線，長度均大於200m，平均長度約達380m符合規範要求。

D. 多音束水深測量之疊合測試(patch test)方法詳見後續章節參、四、(二)海域水深測量作業說明之3.率定測試。

E. 多音束水深相關率定參數紀錄詳見附件9-3.船隻資訊與音鼓架設相對位置一覽表。



表 3-10、RESON NaviSound 210 Bar Check 檢測表

檢測日期: 101.5.14		測深儀型號: RESON NaviSound 210
檢測地點: 外埔漁港		音鼓吃水深: 0.86 m
測量員: 張仁豪		設定聲速: 1538 m/sec
檢校盤施放深度 A (m)	測深機量測深度 B (m)	深度較差 C=B-A (m)
2.0	1.99	-0.01
3.0	2.98	-0.02
4.0	3.98	-0.02

表 3-11、RESON NaviSound 215 Bar Check 檢測表

檢測日期: 101.5.14		測深儀型號: RESON NaviSound 215
檢測地點: 外埔漁港		音鼓吃水深: 0.86 m
測量員: 張仁豪		設定聲速: 1538 m/sec
檢校盤施放深度 A (m)	測深機量測深度 B (m)	深度較差 C=B-A (m)
2.0	1.98	-0.02
3.0	2.97	-0.03
4.0	3.96	-0.04

- (3) 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。修正方法詳見後續章節參、四、(二) 海域水深測量作業說明之 4. 船隻姿態改正方法。
- (4) 船隻導航及定位方法: 單音束水深測量採用 DGPS 差分衛星定位測量，多音束水深測量則採用 RTK 即時動態衛星定位測量。
- (5) 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，潮位觀測及修正方法詳見後續章節參、四、(二) 海域水深測量作業說明之 6. 潮位修正方式，觀測紀錄詳附件 7-3. 測深儀檢查儀器潮位觀測紀錄表。
- (6) 聲速修正方法: 在施行水深測量的作業範圍內，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。聲速觀測及修正方法詳見後續章節參、四、(二) 海域水深測量作業說明之 7. 聲速修正方法，觀測紀錄詳附件 7-4. 測深儀檢查儀器聲速剖面紀錄表。



(四) 各項儀器成果比對

本案測深儀檢查作業所使用之多音束測深系統與兩套單音束測深系統，於檢校區內分別先後進行施測。

1. 水深測量資料軌跡

本次儀器檢校作業實際軌跡分別如下：

(1) RESON NaviSound210:

101年05月14日 RESON NaviSound210施測軌跡如下

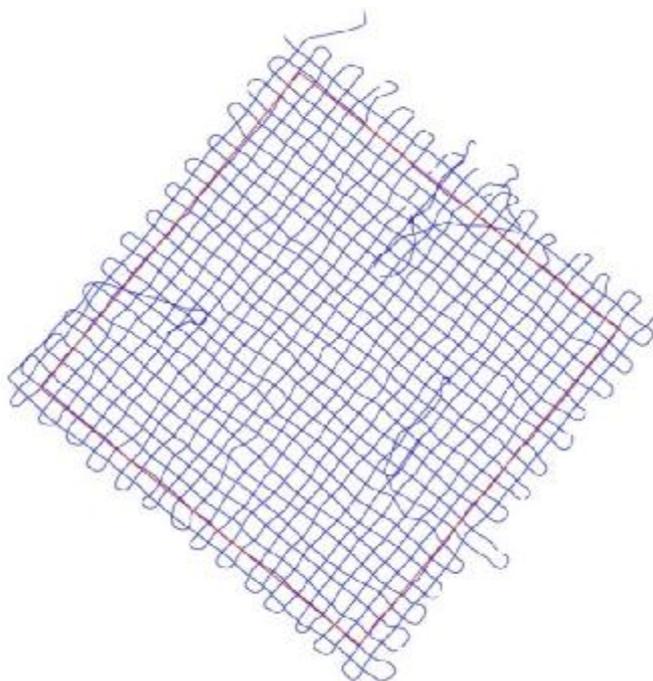


圖 3-13、RESON NaviSound210實測軌跡圖



(2) **RESON NaviSound215:**

101年05月14日 RESON NaviSound215施測軌跡如下

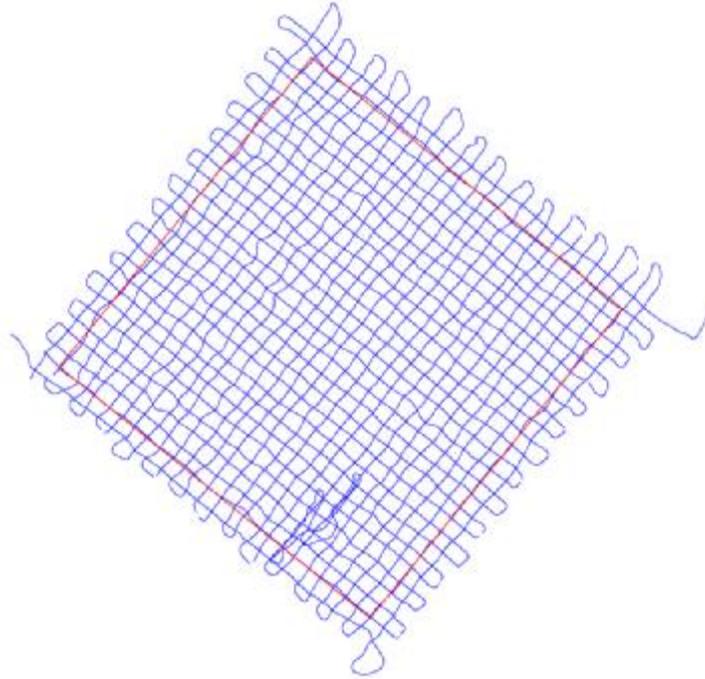


圖 3-14、RESON NaviSound215實測軌跡圖

(3) **R2 Sonic 2024:**

101年07月19日 R2 Sonic 2024施測軌跡如下

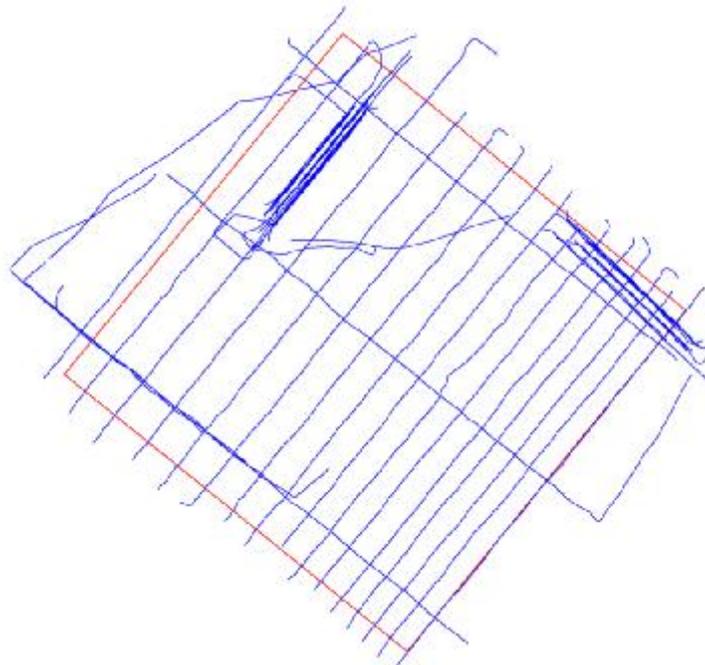


圖 3-15、R2 Sonic 2024實測軌跡圖



2. 水深測量資料成果

本案測深儀檢查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水深色階圖如下：

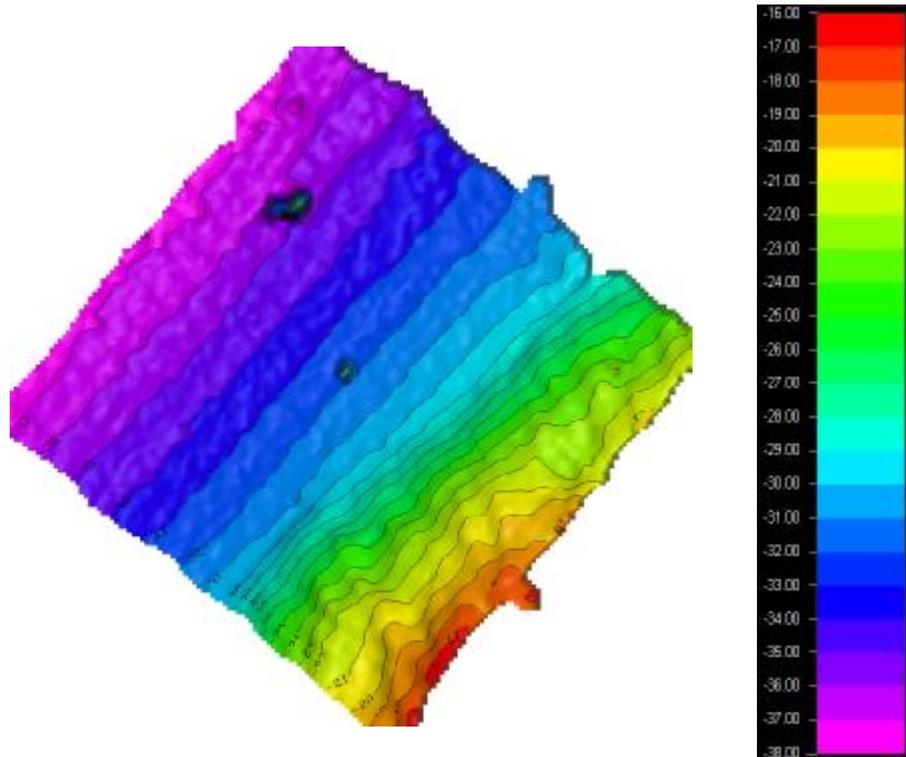


圖 3-16、NaviSound210單音束測深成果水深色階圖

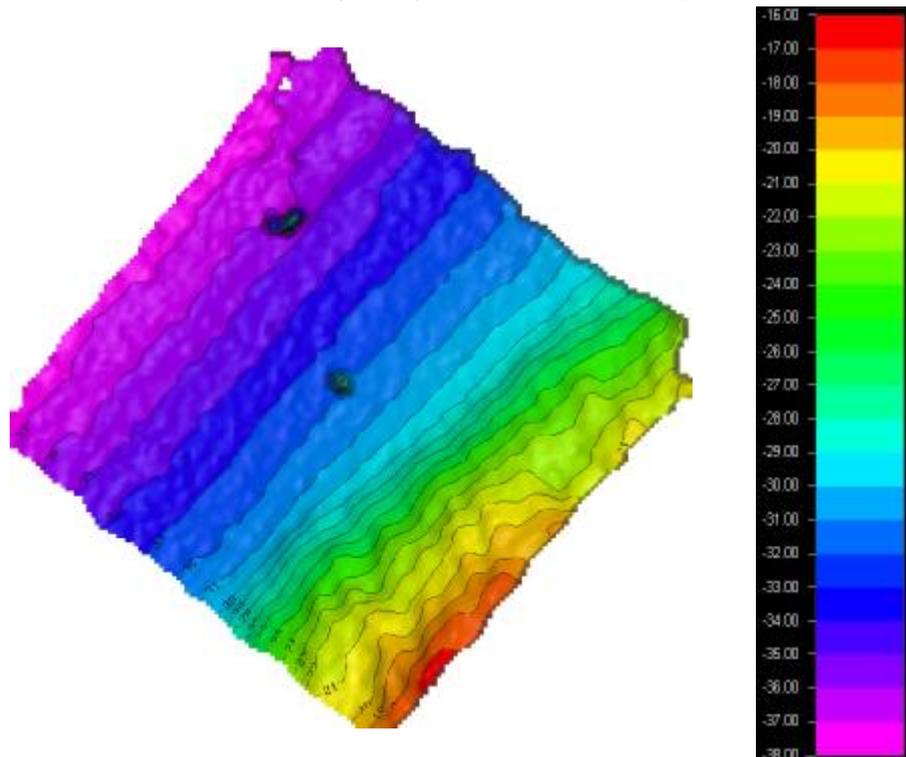


圖 3-17、NaviSound215單音束測深成果水深色階圖

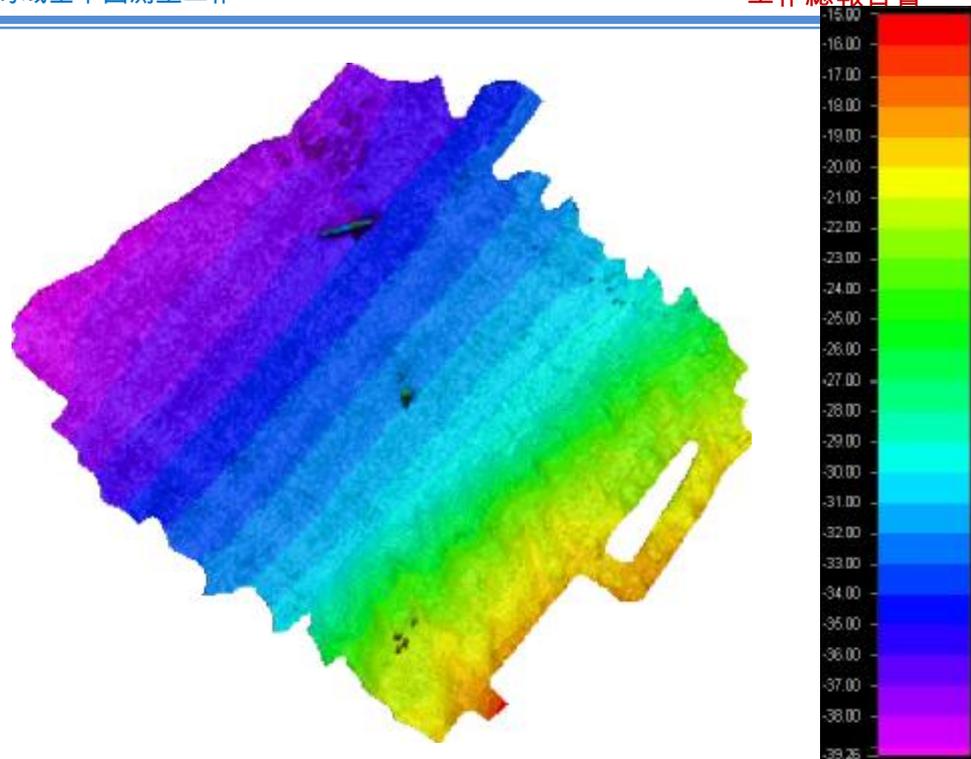


圖 3-18、R2 Sonic 2024 多音束測深成果水深色階圖

3. 內精度比對(以儀器本身不同時段測線檢核其本身精度)

本案之目的在於使用不同測深系統時各儀器間之精度是否符合規範要求，以及多套測深系統間是否有其系統誤差之存在，為避免此情況產生，因而將各套儀器所得測量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) RESON NaviSound210:

利用 NaviSound210 單音束測線於資料間的相互重疊或交錯部分來進行比較其內精度，所得結果顯示高達 **98.7%** 點數符合「101 年度海域基本圖測量工作」之**重點區、保護區**規範，如圖 3-19、表 3-12 所列

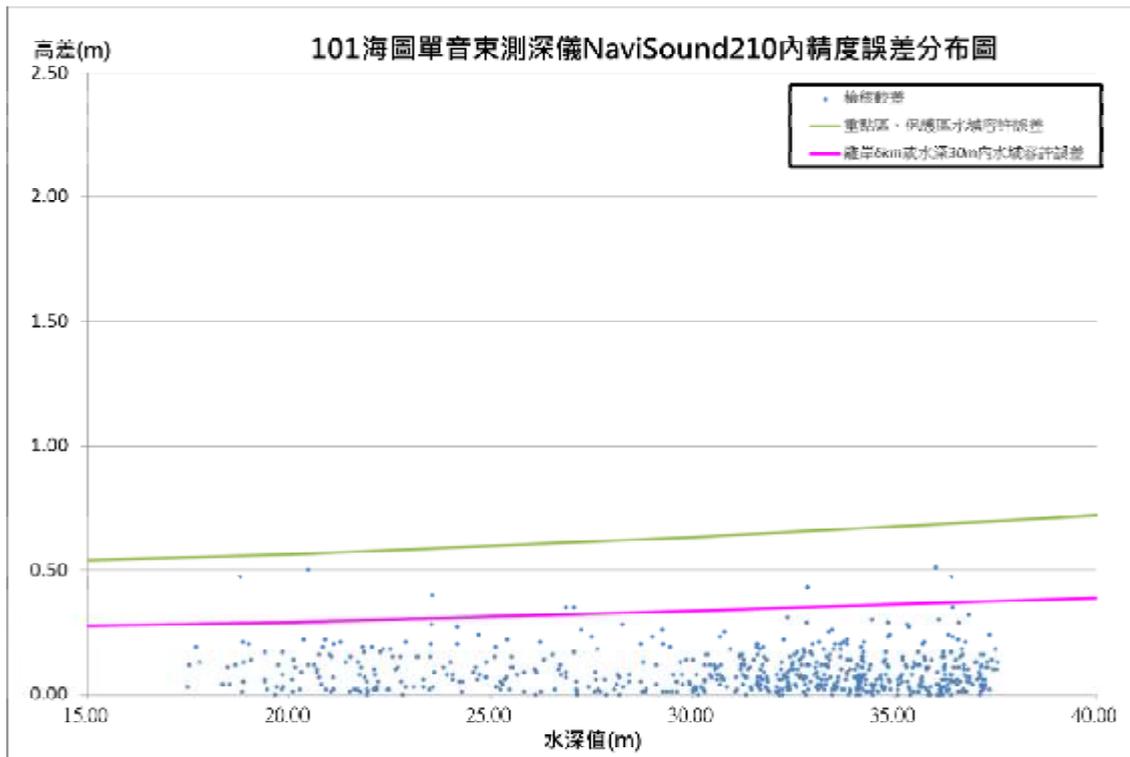


圖 3-19、RESON NaviSound210內精度誤差分布圖

表 3-12、RESON NaviSound210內精度誤差比較表

載入點數:	633	
檢核計算點數:	633	
較差平均值(m):	0.00	
較差中誤差(m):	0.10	
重點區、保護區水域精度_合格筆數:	625	合格率: 98.7 %
重點區、保護區水域精度_不合格筆數:	8	不合格率: 1.3 %
離岸 6km 或水深 30m 內水域精度_合格筆數:	633	合格率: 100.0 %
離岸 6km 或水深 30m 內水域精度_不合格筆數:	0	不合格率: 0.0 %



(2) RESON NaviSound215:

利用 NaviSound215 單音束測線於資料間的相互重疊或交錯部分來進行比較其內精度，所得結果顯示高達 **99.5%** 點數符合「101 年度海域基本圖測量工作」之**重點區、保護區**規範，如圖 3-20、表 3-13 所列：

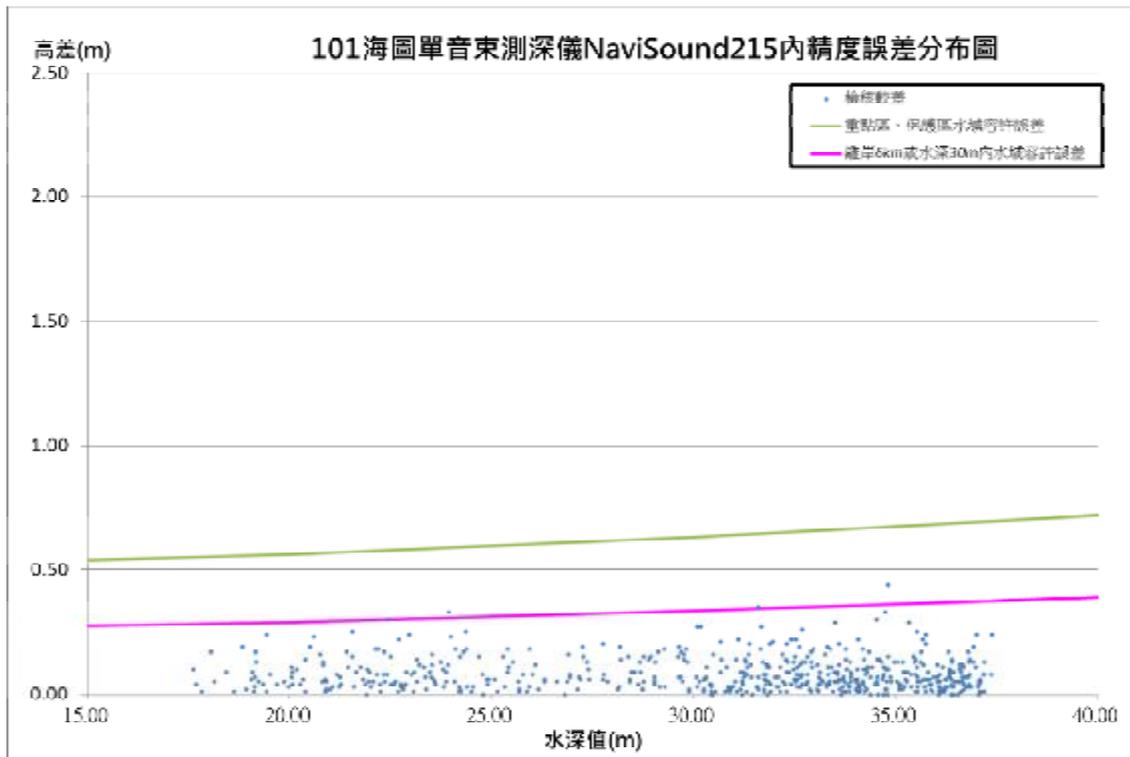


圖 3-20、RESON NaviSound215內精度誤差分布圖

表 3-13、RESON NaviSound215內精度誤差比較表

載入點數:	589	
檢核計算點數:	589	
較差平均值(m):	0.01	
較差中誤差(m):	0.09	
重點區、保護區水域精度_合格筆數:	586	合格率: 99.5 %
重點區、保護區水域精度_不合格筆數:	3	不合格率: 0.5 %
離岸 6km 或水深 30m 內水域精度_合格筆數:	589	合格率: 100.0 %
離岸 6km 或水深 30m 內水域精度_不合格筆數:	0	不合格率: 0.0 %



(3) R2 Sonic 2024:

利用 R2 Sonic 2024 全區之水深點內插成 2m*2m 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，所得結果顯示高達 **99.6%** 點數符合「101 年度海域基本圖測量工作」之**重點區、保護區**規範，如圖 3-21、表 3-14 所列，故而選定本系統作為後續各儀器之成果比對基準。

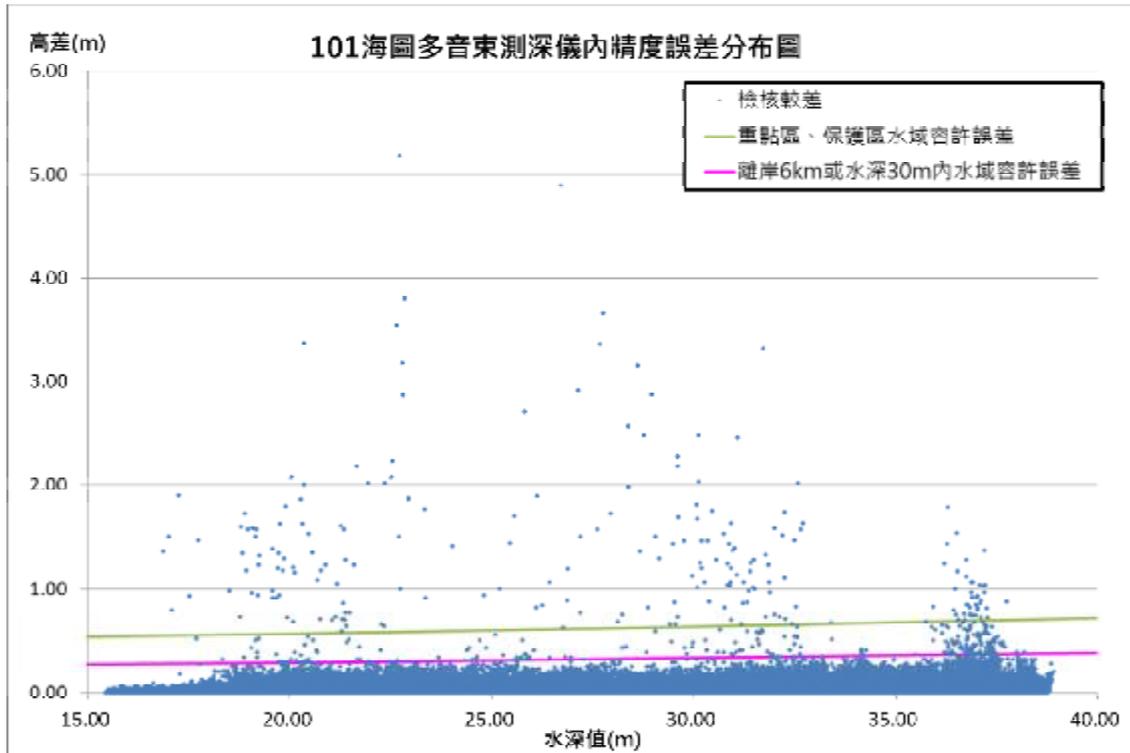


圖 3-21、R2 Sonic 2024內精度誤差分布圖

表 3-14、R2 Sonic 2024內精度誤差比較表

載入點數:	110135	
檢核計算點數:	110135	
較差平均值(m):	0.02	
較差中誤差(m):	0.10	
重點區、保護區水域精度_合格筆數:	109683	合格率: 99.6 %
重點區、保護區水域精度_不合格筆數:	452	不合格率: 0.4 %
離岸 6km 或水深 30m 內水域精度_合格筆數:	109916	合格率: 99.8 %
離岸 6km 或水深 30m 內水域精度_不合格筆數:	219	不合格率: 0.2 %



4. 外精度比對(以不同儀器於約略同時段所得測點計算儀器間之誤差量)

本案之目的在於使用不同測深系統時各儀器間之精度是否符合規範要求，以及多套測深系統間是否有其系統誤差之存在，為避免此情況產生，預計使用 R2 Sonic 2024 多音束測深系統為與兩套單音束測深系統，於檢校區內分別先後進行施測，並將各套系統所得成果進行誤差分析，比較時以 R2 Sonic 2024 此系統為基準，將多音束資料內插成 1m*1m 之網格點，再比較不同單音束測深儀器的實際測點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 RESON NaviSound 210 與 RESON NaviSound 215 之比對成果。並將兩套單音束測深系統資料內插成 5m*5m 之網格點，交叉比較兩套單音束測深儀間是否符合規範要求。下列依照不同儀器與多音束測點比較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) RESON NaviSound 210-R2 Sonic 2024

單音束系統 RESON NaviSound 210 與多音束系統 R2 Sonic 2024 比對結果如下：

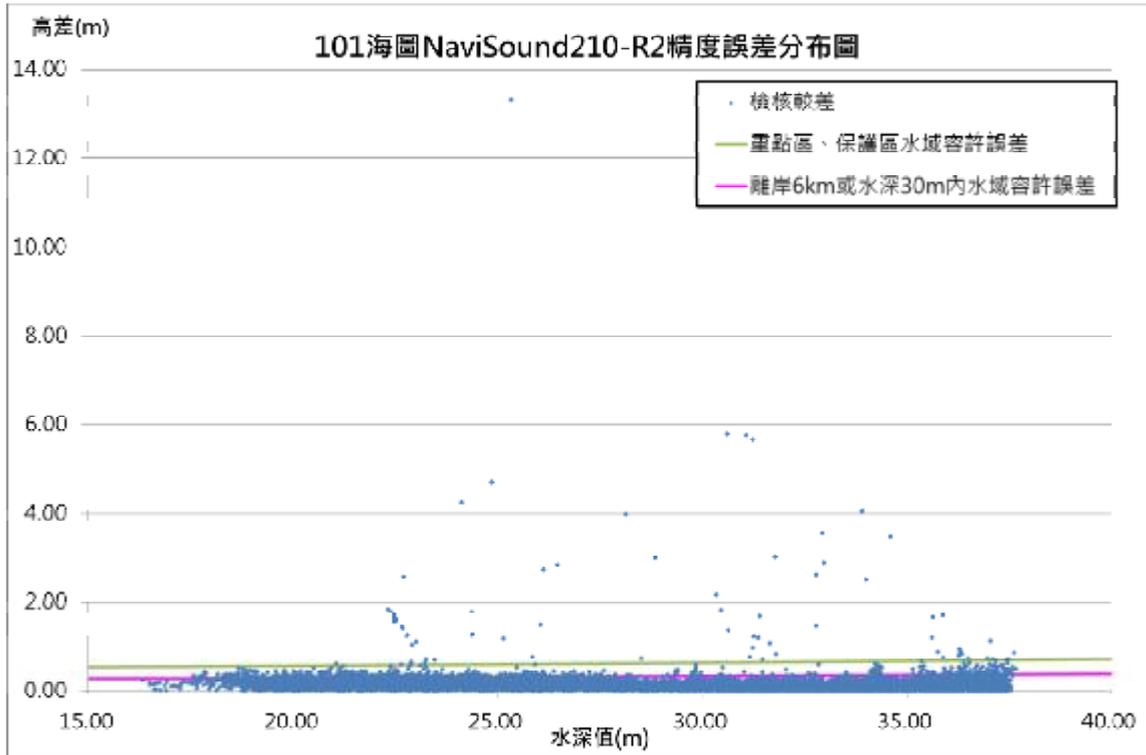


圖 3-22、RESON NaviSound 210與R2 Sonic 2024之誤差分布圖

表 3-15、RESON NaviSound 210與R2 Sonic 2024之誤差比較表

載入點數:	16234	
檢核計算點數:	16234	
較差平均值(m):	0.01	
較差中誤差(m):	0.23	
重點區、保護區水域精度_合格筆數:	15533	合格率: 95.7 %
重點區、保護區水域精度_不合格筆數:	701	不合格率: 4.3 %
離岸 6km 或水深 30m 內水域精度_合格筆數:	16164	合格率: 99.6 %
離岸 6km 或水深 30m 內水域精度_不合格筆數:	70	不合格率: 0.4 %



(2) RESON NaviSound 215-R2 Sonic 2024

單音束系統 RESON NaviSound 215 與多音束系統 R2 Sonic 2024 比對結果如下：

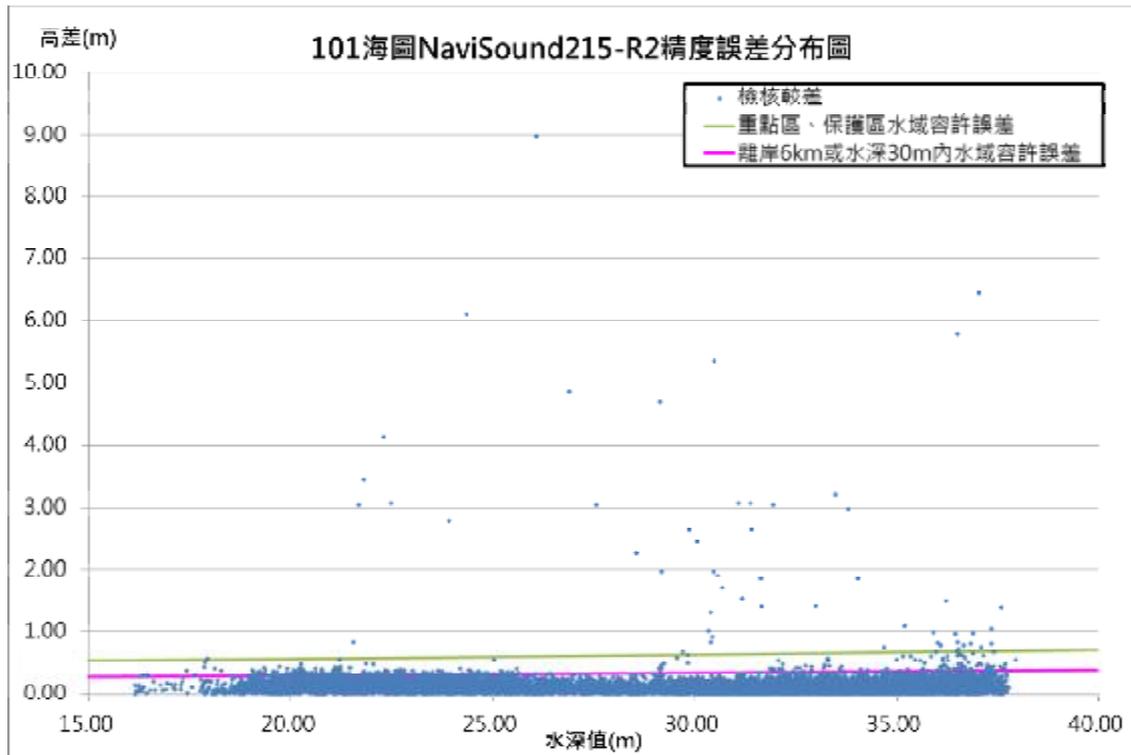


圖 3-23、RESON NaviSound 215與R2 Sonic 2024之誤差分布圖

表 3-16、RESON NaviSound 215與R2 Sonic 2024之誤差比較表

載入點數:	16864	
檢核計算點數:	16864	
較差平均值(m):	-0.01	
較差中誤差(m):	0.21	
重點區、保護區水域精度_合格筆數:	16518	合格率: 97.9 %
重點區、保護區水域精度_不合格筆數:	346	不合格率: 2.1 %
離岸 6km 或水深 30m 內水域精度_合格筆數:	16809	合格率: 99.7 %
離岸 6km 或水深 30m 內水域精度_不合格筆數:	55	不合格率: 0.3 %



(3) RESON NaviSound 210-RESON NaviSound 215

單音束系統 RESON NaviSound 210 與單音束系統 RESON NaviSound 215 比對結果如下：

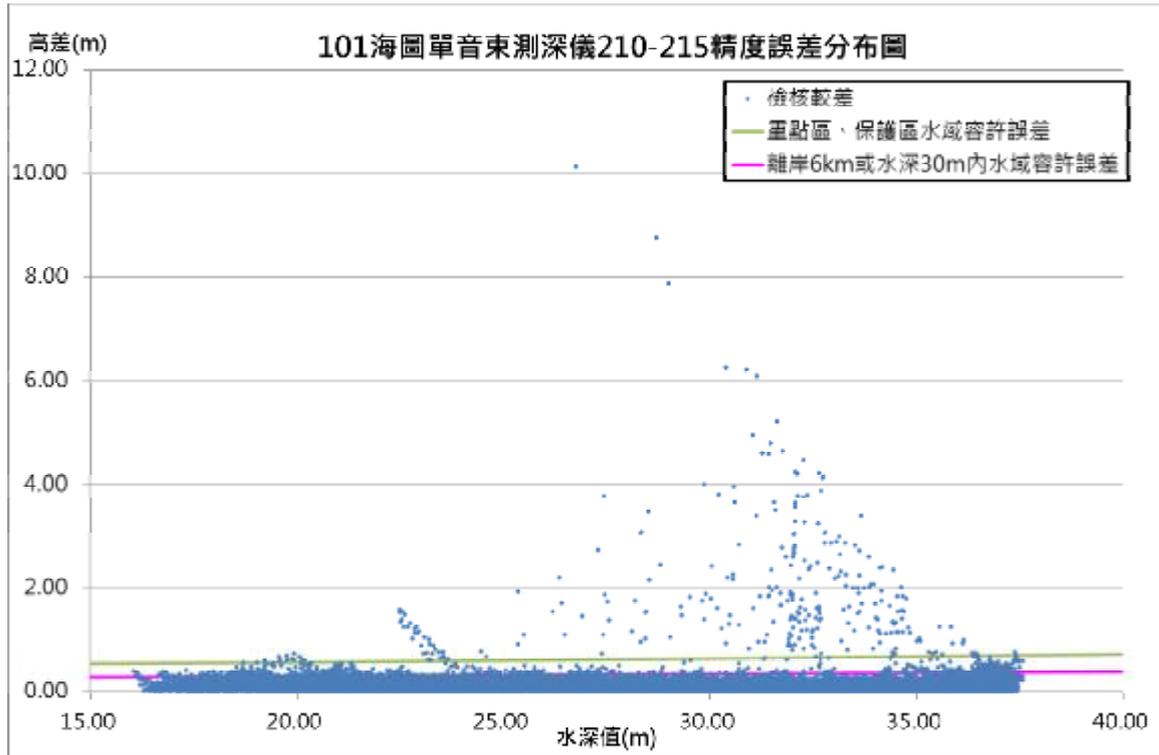


圖 3-24、RESON NaviSound 210與RESON NaviSound 215之誤差分布圖

表 3-17、RESON NaviSound 210與RESON NaviSound 215之誤差比較表

載入點數:	53566	
檢核計算點數:	53566	
較差平均值(m):	0.02	
較差中誤差(m):	0.20	
重點區、保護區水域精度_合格筆數:	52592	合格率:98.2%
重點區、保護區水域精度_不合格筆數:	973	不合格率:1.8 %
離岸 6km 或水深 30m 內水域精度_合格筆數:	53271	合格率: 99.5 %
離岸 6km 或水深 30m 內水域精度_不合格筆數:	294	不合格率:0.5 %



三、陸域地形測量

本案施測範圍涵蓋苗栗地區海岸線 23km，其中海岸沿線之陸域地形以**航空攝影加空載光達 LiDAR (空載雷射掃描)**方式進行測繪，其作業方法詳列如下：

(一) 航空攝影測量

航空攝影測量作業流程如圖 3-25，相關作業說明如下所述：

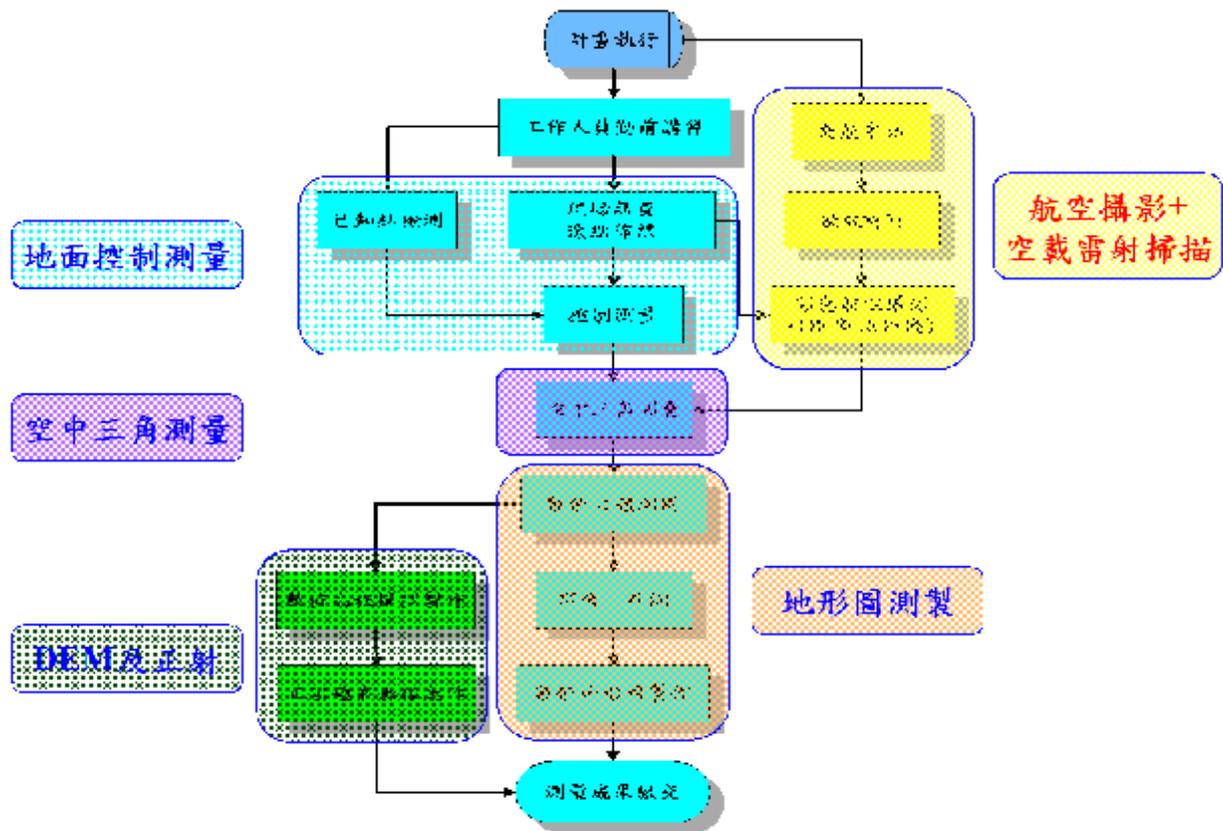


圖 3-25、航空攝影測量作業流程圖

1. 航拍申請

- (1) 依據國土測繪法第五十五條規定：『機關、團體或個人為實施本法測繪所為之航空攝影測量及遙感探測，應向中央主管機關申請核准』。
- (2) 依據本計畫工作範圍及飛航時程函請內政部及國防部申請飛航許可，並備妥相關證明文件(如航空器租賃證明、營業登記證明、相關公文等)，於本計畫核准工作期間內，執行飛航掃描攝影。



- (3) 本案於 101 年 02 月 20 日向內政部提出飛航申請(發文字號：壹零壹詮字第 0145 號)，內政部於 101 年 04 月 23 日原則同意辦理航空攝影測量(發文字號：台內地字第 1010173545 號)，相關文件如圖 3-26 共計歷時 64 天。
- (4) 於 101 年 04 月 29 日完成航空攝影，並提送相關成果備核審查。

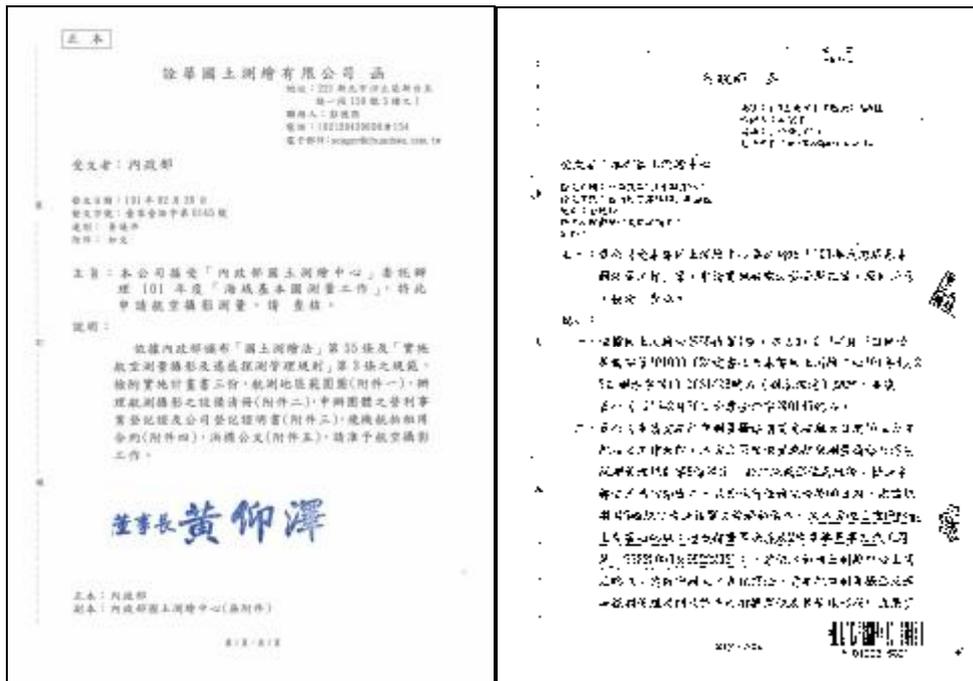


圖 3-26、航拍申請許可相關公文航空標佈設

2. 航空標佈設

- (1) 航測標之形狀以十字形航標為主(如圖 3-27)。其大小能在立體測圖儀上辨認清楚為原則。
- (2) 航空標材料：視點位之地面情形，選用與地面顏色對比差良好之材料，鬆地面用白色塑膠布或三夾板，柏油地直接塗白漆。航空標中心位置應與測設點位一致，最大偏心值不得大於 1cm。
- (3) 航空標設置完成後，應製作樁位指示圖。
- (4) 航空攝影前，派員至實地進行清標工作，如有油漆脫落或遭破壞之航測標，均予以重新補設，以確保航測標能清晰成像於影像中。
- (5) 航測標分佈原則：因採用 GPS+IMU 輔助空中三角測量方式進行航拍作業，可減少航測控制點布設數量，並於測區內均勻點位上



放置檢核標，確保空中三角測量之量測品質，且全數航測標皆為現場實測取得。

- (6) 航空攝影完成後，若發現原設置之航測標毀損遺失率過高，致影響空中三角測量及製圖作業時，則補設航測標並重新實施航空攝影或利用地面特徵點進行補測。

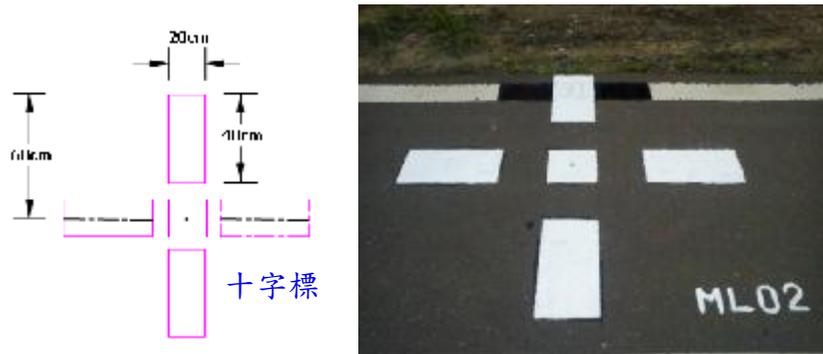


圖 3-27、航空標規格圖及實地佈設情形

3. 彩色航空攝影

- (1) 本案採用 Intergraph DMCII 進行航空攝影測量，並搭配 Optech Orion M200 同步進行空載光達掃瞄。
- (2) 在 1/25,000 地形圖上設計航線，本案共規劃 7 條航線，航線總長度約 40km。前後重疊 80%。航空攝影航線規劃分布及分析模擬之相片涵蓋示意如圖 3-28。
- (3) 航線規劃原則：以二萬五千分之一地形圖為底圖作為判斷測區地勢走向之依據，並以飛機安全拍攝為前提，同時節省飛機於天空繞行之時間，提升相機拍攝效率，因此，航線設計方向與拍攝區域坐落之位向同向。此外，將河道範圍及鄰近河道範圍之地形納入設計考量，再匯入自有之相機程式進行地形套疊分析運算，避免因地形高低起伏造成解析度不足或是重疊率不夠之情況。
- (4) 拍攝影像之原始像元解析度達 10cm，本航攝成果是專為本案拍攝之最新影像。
- (5) DMCII 航測數位相機以 14bit 方式記錄像元資料，為一般 8bit 影像之 32 倍，在陰影與能見度較低之天氣時，有較高之影像品質可供辨識。
- (6) 採用 GPS 導航及慣性姿態儀 (IMU)，除可準確控制像片曝光位



置外，可以大量減少外業佈標數量，且可以提升空中三角測量平差之精度及速度。

(7) DMCII 航拍數位相機之基本諸元說明如下：

- ┆ 影像：焦距92mm
- ┆ 大小12096 x 11200 pixels
- ┆ 像元大小：7.2 μ m
- ┆ 輻射解析度：14bit/12bit
- ┆ 儲存容量：500GB \geq 2000張



Intergraph DMCII

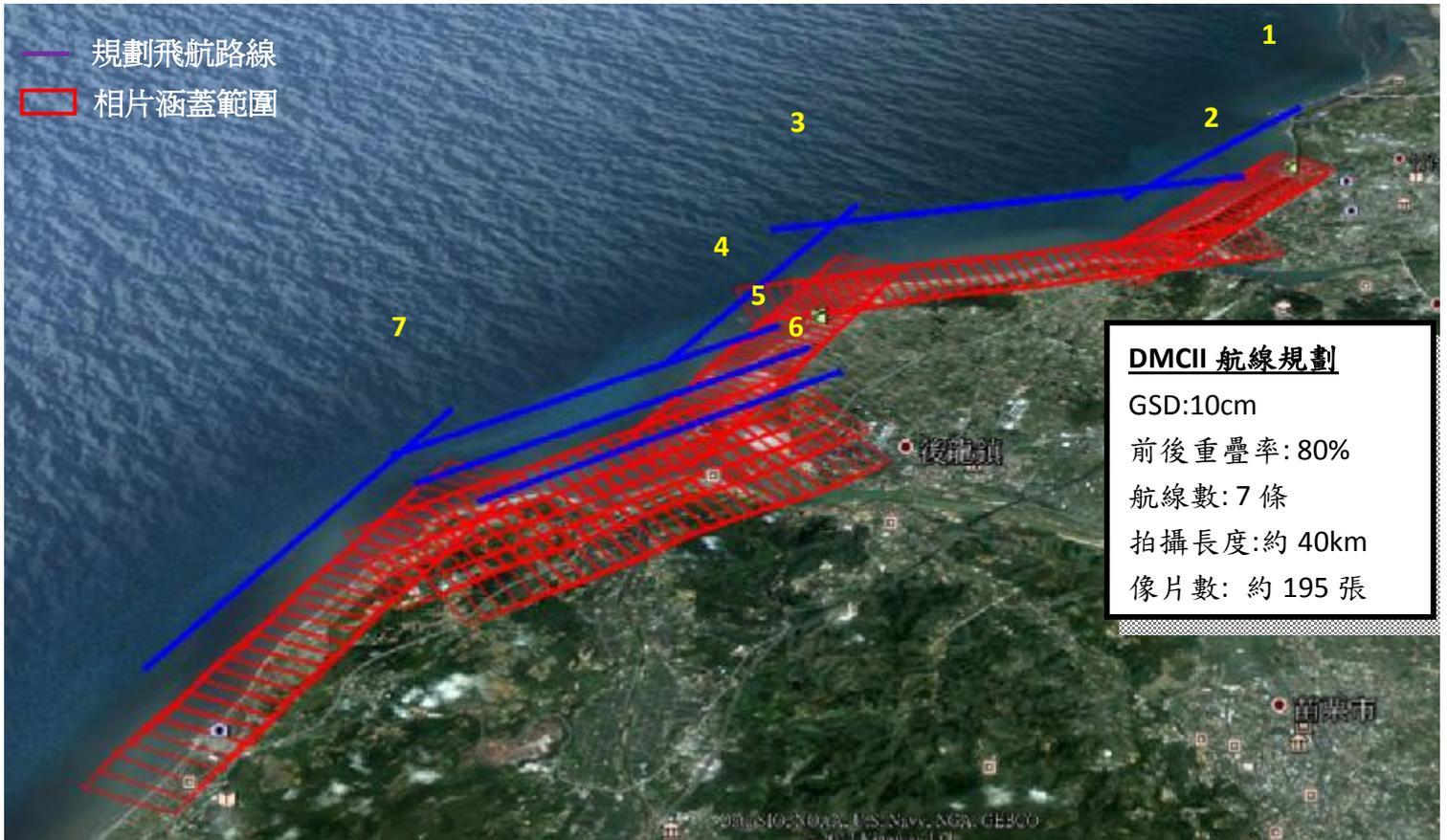


圖 3-28、航空攝影航線規劃及相片涵蓋示意圖



4. 航空攝影

- (1) 航拍日期：本案於 101 年 04 月 29 日進行航拍，共計拍攝 195 張影像，影像皆無雲霧陰影覆蓋，共計可用 195 張影像。圖 3-29 為攝影曝光點展點示意圖，表 3-18 為本案之航拍記錄表。



圖 3-29、航空攝影曝光點展點示意圖



表 3-18、航空攝影記錄表

工程編號：		作業區域：	屏東	訂製日期：								
工程名稱：	101 年度海域基本圖測量工作			開工日期：								
業務單位：				完工日期：								
建置單位：	詮華國土測繪有限公司			製表日期：								
工作內容：	航攝、影像融合、影像圖、影像圖			製表人員：	彭建勳							
任務：	航攝攝影	航空公司：	太古航空	攝影日期：	101.04.29							
正駕駛：	白志偉	副駕駛：	古國輝	領航攝影：	彭建勳							
機型：	ATR	機號：	B06301	像比例尺：	1:3000							
				GSD：	3cm							
序號	航線目標	攝影時間			前後重疊率	航高 (m)	片號		張數	是否使用	相機	相機
		日期	開始	結束			開始	結束				
1	1	1010429	09:53:27	09:55:11	80%	1250	2	27	25	Y	00204	DMCII
2	2	1010429	10:03:22	10:05:24	80%	1250	56	32	36	Y	00205	DMCII
3	3	1010429	10:12:49	10:14:58	80%	1250	93	118	27	Y	00206	DMCII
4	4	1010429	09:59:13	10:01:10	80%	1250	28	54	27	Y	00207	DMCII
5	5	1010429	10:21:16	10:22:22	80%	1250	120	118	27	Y	00108	DMCII
6	6	1010429	10:31:55	10:32:22	80%	1250	173	138	24	Y	00109	DMCII
7	7	1010429	10:37:35	10:38:38	80%	1250	147	172	26	Y	00208	DMCII
備註	本次航攝共拍攝 195 張影像，其中 195 張影像可用。							合計：	195	0	1250	

- (2) 航攝影像檢核：內容包含影像之涵蓋範圍、含雲量、影像色調、解析度、重疊率作為檢查要點。檢查依序如下：
- A. 涵蓋範圍：透過GPS/IMU提供之影像方位，快速地拼接正射影像，以確保施測區無遺漏且完整地紀錄於航攝影像上。
 - B. 含雲量：經影像融合後，經肉眼直觀判斷影像是否含雲、霧等自然現象造成影像模糊或是光線無法穿透雲層使得地形無法正確繪製，如圖 3-30之上圖。
 - C. 影像色調：融合影像之色調需均勻且色階分明，如圖 3-30之上圖。
 - D. 解析度：本案航拍之原始影像解析度為10cm，如圖 3-30之下圖。
 - E. 重疊率：飛行方向前後重疊率80%，相鄰航帶重疊率30%，如圖 3-31。
 - F. 針對解析度、前後重疊率、側向重疊率、航傾角、航偏角採全面檢核，相關成果均符合作業規範(參閱附件8.海圖影像檢核表)。



影像無雲且色調均勻

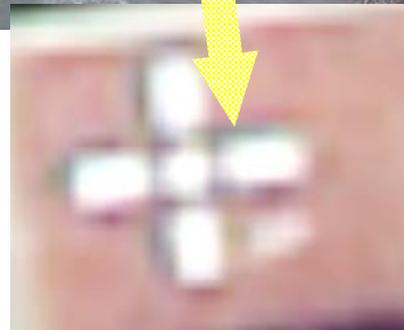
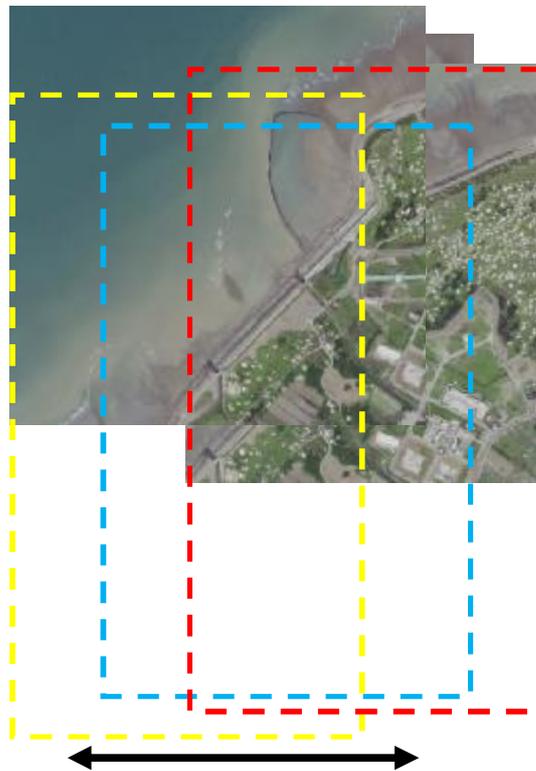


圖 3-30、航拍攝影解析度示意圖



前後重疊率 = 80%

圖 3-31、航攝前後重疊度示意圖



5. 空中三角測量

本案採用 GPS/IMU 輔助空中三角測量，相關作業流程及精度規範如下列所示。

- (1) 採用數值航測影像工作站進行空中三角測量，重複量測之中誤差不得大於 $10\ \mu\text{m}$ 。
- (2) 空中三角連接點分佈於每一張影像 9 個標準點上，空中三角平差計算偵錯後，每一個標準點位至少留存一點。本服務案以 Intergraph 公司之 ImageStation Automatic Traingulation(ISAT)進行影像自動匹配(如圖 3-32)，待自動匹配完畢後進行粗差成果檢核(如圖 3-33)。
- (3) 採用 PATB-NT 光束法進行平差計算，自由網平差後所得之觀測中誤差，不得大於 $10\ \mu\text{m}$ 。強制符合地面控制點後，中誤差之增加量不超過上值之 30%，如有超過，則應重新檢核地面控制點之正確性。
- (4) 本服務案空中三角測量成果如下:最小約制平差之中誤差為 $1.45\ \mu\text{m}$ ，強制附合平差中誤差為 $1.47\ \mu\text{m}$ 。增量約為 1.3%，相關空三精度成果均符合規範。

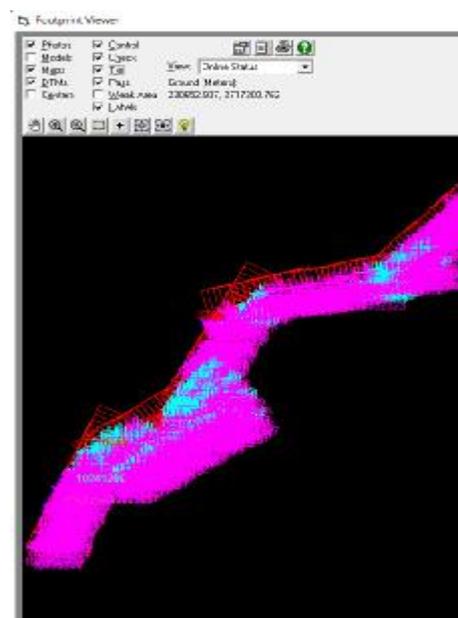


圖 3-32、IAST自動匹配

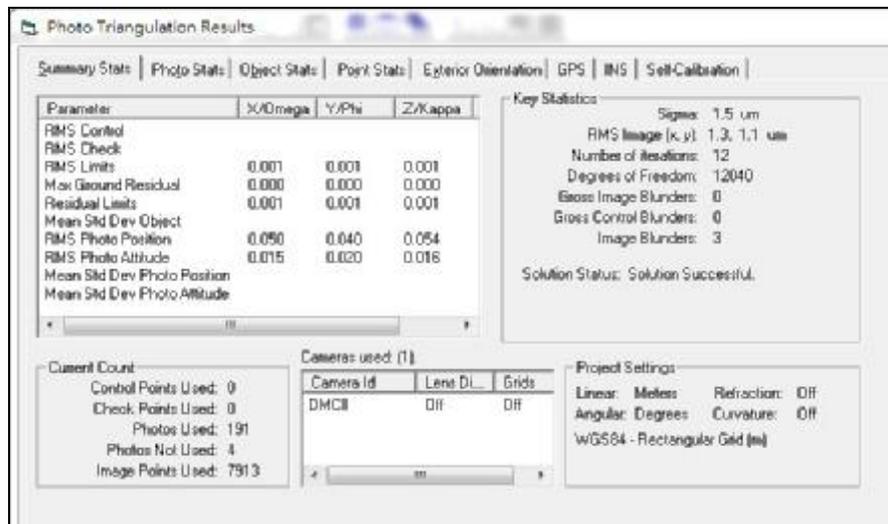


圖 3-33、IAST粗差成果檢核

6. 正射影像製作

(1) 正射影像糾正

- A. 正射影像之製作需要考量航攝影像之方位參數及地表之起伏。使用數值航測影像工作站，配合空中三角測量、地形高程資料 (DEM, Digital Elevation Model) 作為正射糾正及高程控制資料。
- B. 本次正射影像製作所用之DEM資料為利用空載光達掃瞄產製而成，因空載光達掃瞄具高精度特性，因此可提供一更細緻、高解析度之數值高程模型。
- C. 將中心投影之航空像片，以微分糾正方法消除因像機傾斜及地表起伏所造成的傾斜位移與高差位移，逐點糾正成正射投影，消除像片上投影誤差，製作數值正射影像資料檔，記錄在光碟等電腦媒體。

(2) 正射影像鑲嵌

- A. 相鄰像片之數值正射影像切去其邊緣與重複部分，使之互相拼接而成一地表連續之影像，逐一鑲嵌製作使成為一張無接縫的數值正射影像鑲嵌圖。
- B. 為減少高差位移的影響，鑲嵌時儘量選擇像主點附近的影像進行鑲嵌。



C. 四邊接合位置須拼接調整正確外，儘量選擇河川、道路等天然界線作為拼接線，拼接處之色調調整均勻柔和，如圖 3-34 所示。

D. 本次航空攝影所製作之全區正射影像成果如圖 3-35 所示。

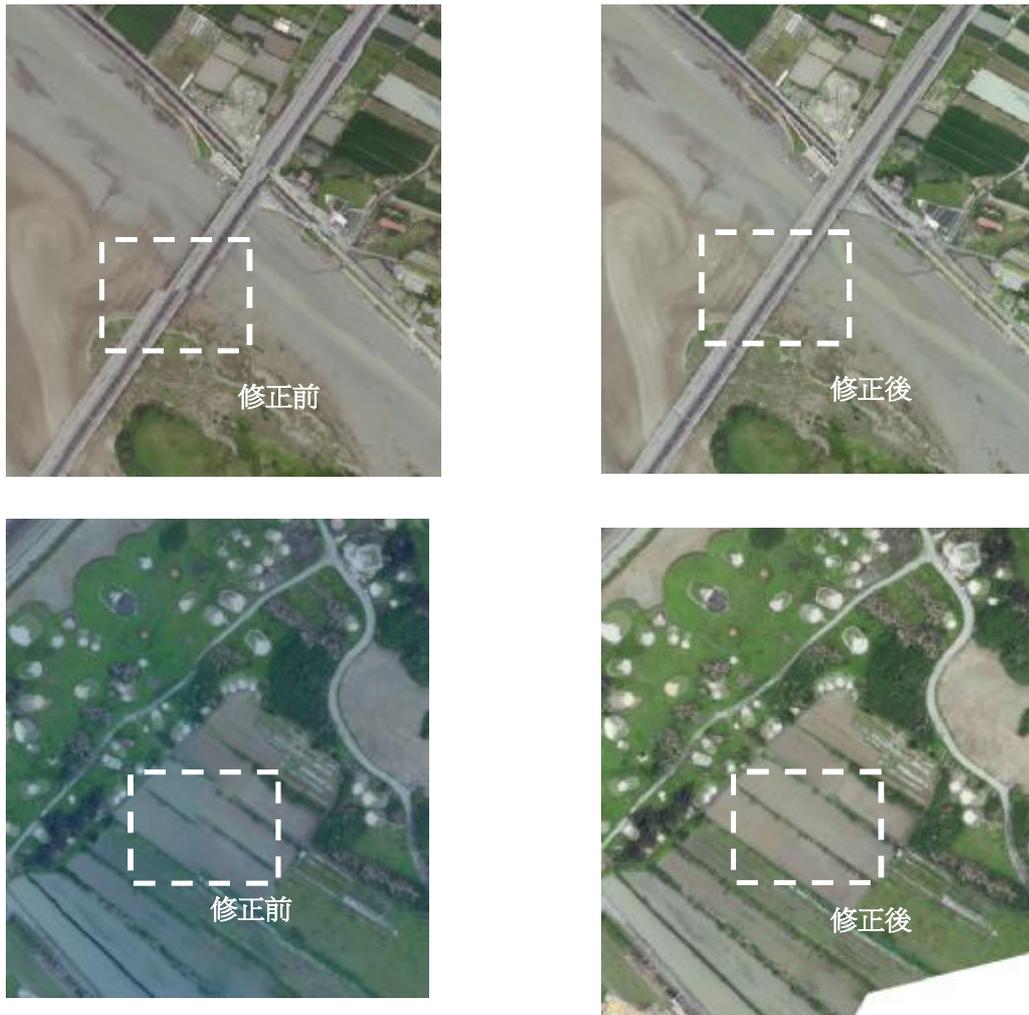


圖 3-34、正射影像接邊修正(上)及色調一致性修正(下)樣張

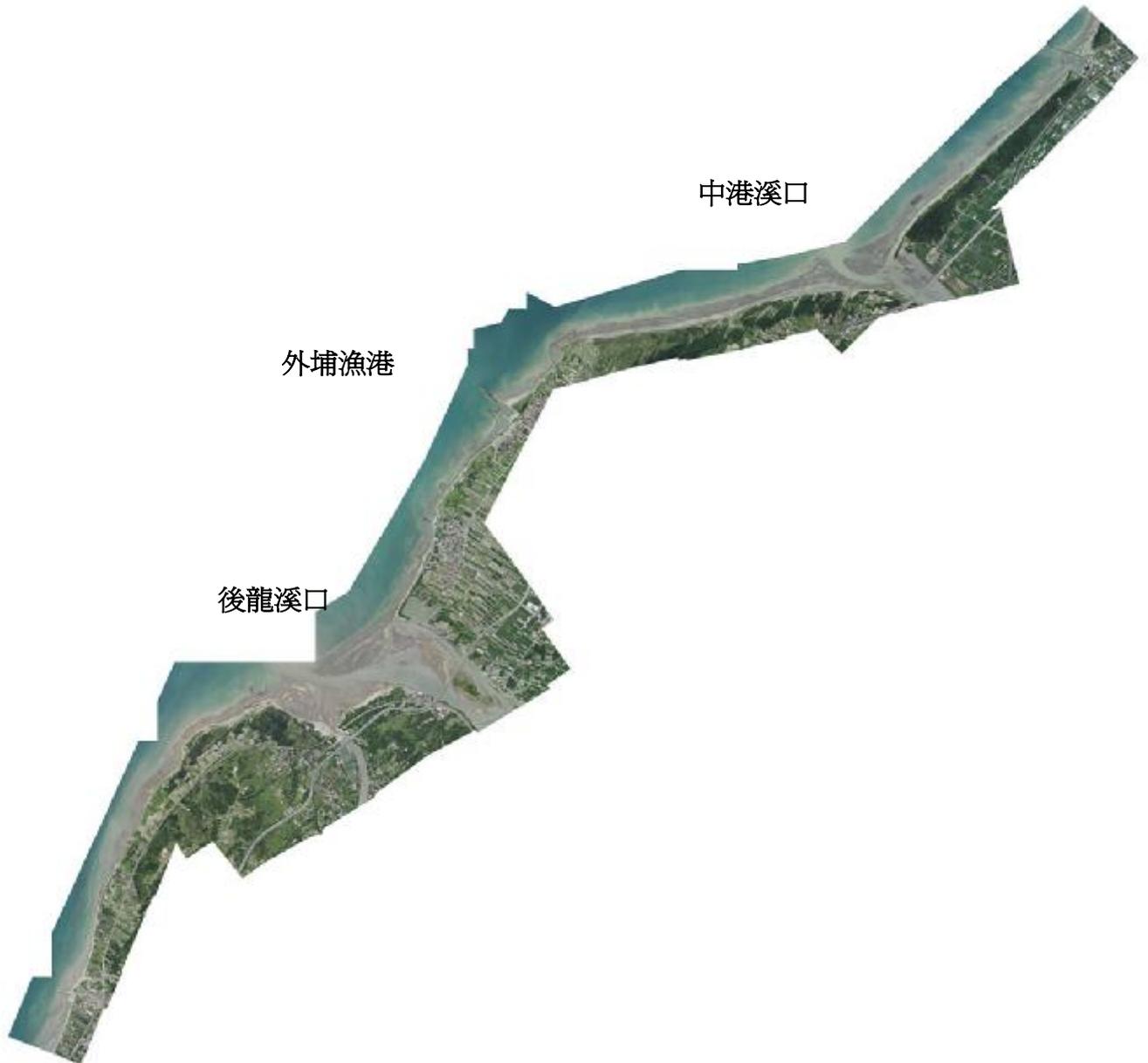


圖 3-35、全區正射影像圖



(二) 空載雷射掃瞄作業

1. 系統簡介

空載雷射掃瞄儀（以下簡稱空載光達，LiDAR）之技術源自西元 1970 至 1980 年之間，最初由美國太空總署(NASA)研發。而後由德國 Stuttgart 大學整合雷射掃瞄儀、全球衛星定位系統及慣性量測系統，利用其雷射測距及光學掃瞄原理，具快速掃瞄定位且測距精度高之特性，並搭載於飛行載具形成獲取高精度數值高程模型之最佳利器。

Optech 公司新款之 Optech Orion M200，利用光達掃瞄高精度及高密度之特性，紀錄其反射回波，以供後續高精度數值地形模型製作，提供詳細資料作為後續之加值分析應用

採用 Optech Orion M200 空載光達，具有以下優點：

- (1) 最大掃瞄視角(FOV)可達 60°。
- (2) 可依地形規劃掃瞄範圍，以及掃瞄之點雲密度。
- (3) 點位高程精度介於 5~20cm(依離地高而定)。
- (4) 依本案設定之飛航成果，可達 10cm 之精度(不含正高轉換之誤差)。
- (5) 脈衝頻率：依航高而定，最高 200KHz。
- (6) 掃瞄頻率：0~70Hz。
- (7) 可取得 4 次回波資訊及 12bit 地表強度反射資訊。

2. 空載雷射掃瞄

- (1) **計畫目標**：搭配航測專用相機 DMCII，於拍攝取像同時掃瞄地表，同步獲取地表高程模型，其中掃瞄點密度在 1.1 點/m² 內。
- (2) **採用感測器**：本次採用自有之空載光達系統 Optech Orion M200 系統作為本案之掃瞄工具，該系統亦搭載衛星定位系統及慣性測量單元執行航空掃瞄。
- (3) **航線設計原理**：由於 DMCII 相機之拍攝角及光達之掃瞄角未能完全一致，使得在設計航線初期，以同樣航高涵蓋範圍較小之光達航線為基礎，設計能同時滿足空載光達及航空攝影之規劃航



線。設計概念如同 DMCII 航線設計，考量地形起伏、測區走向，提供航空公司最佳效益之掃瞄航線，並匯入程式計算不同地形之掃瞄涵蓋範圍及對應之點雲密度，航線規劃如圖 3-36。

- (4) **掃瞄時間**：於 101 年 04 月 29 日配合 DMCII 完成空載雷射掃瞄工作。

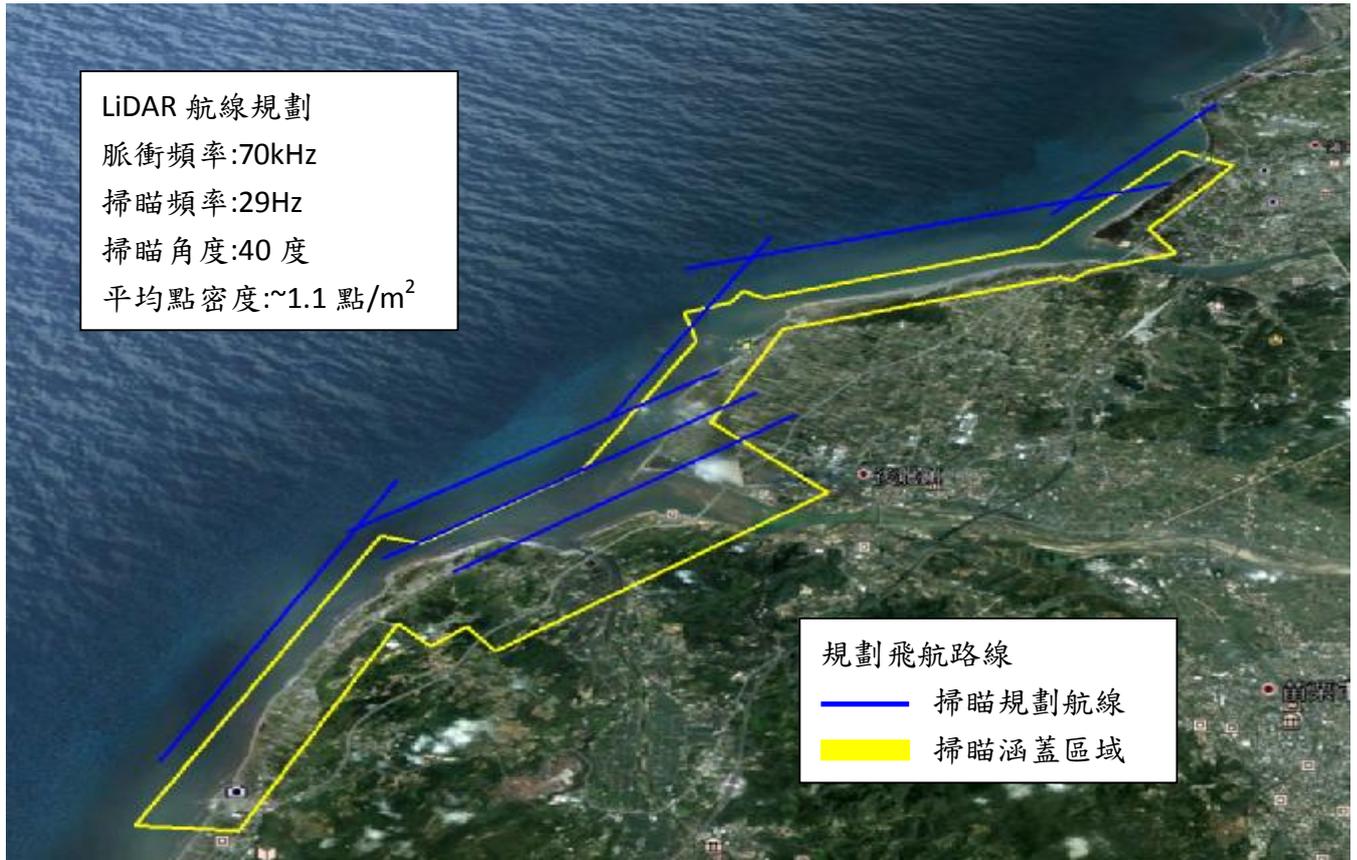


圖 3-36、空載光達掃瞄航線規劃圖



3. 空載雷射掃瞄作業流程

由於空載光達(LiDAR)掃瞄之點雲資料，須藉由全球定位系統及慣性量測系統決定其量測位置及精度，因此儀器與資料嚴密的率定及校正更顯其重要性。空載光達作業流程如圖 3-37 所示，本次空載光達掃瞄成果涵蓋情況如圖 3-38。

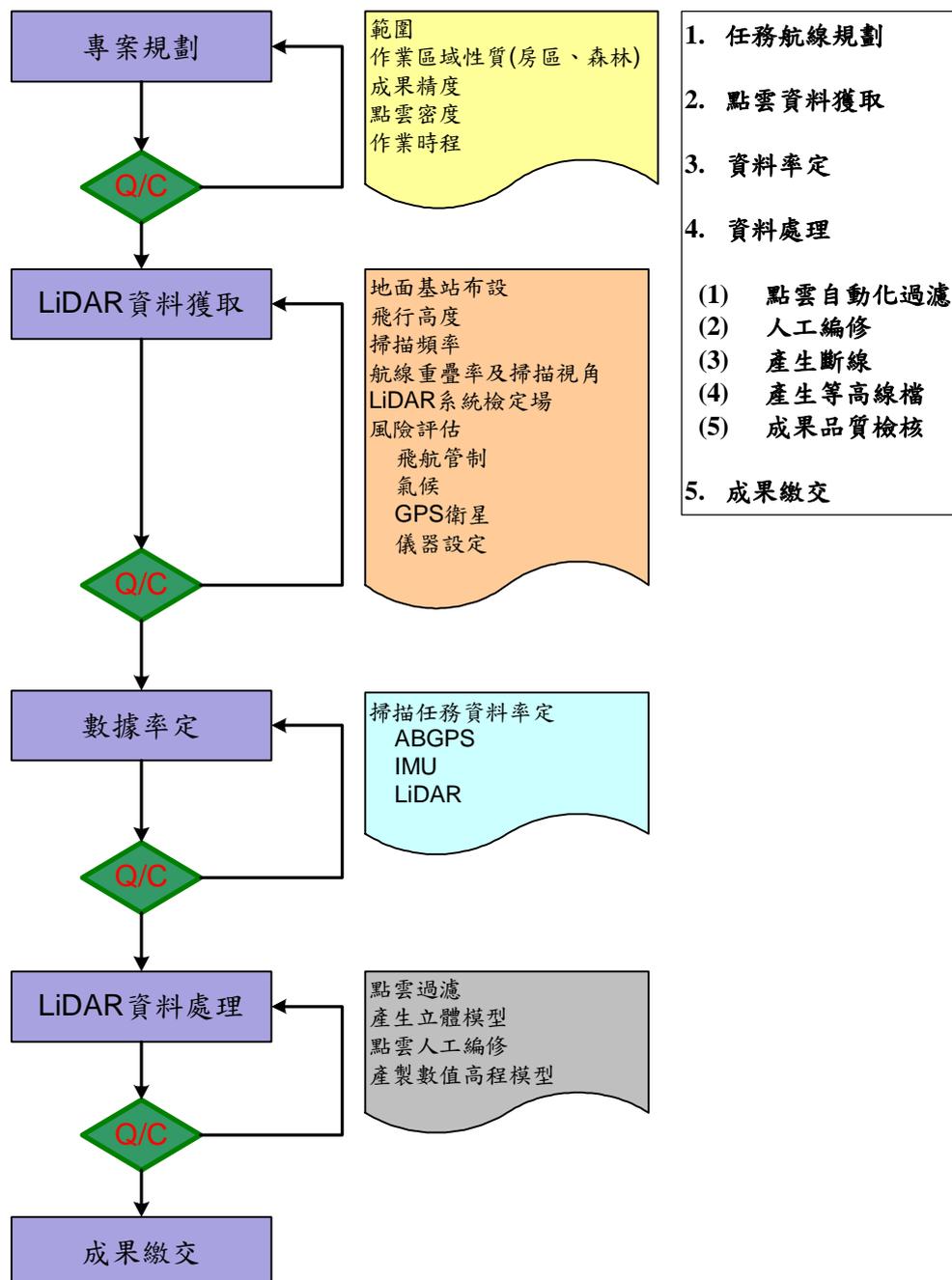


圖 3-37、空載光達作業流程圖



圖 3-38、全區空載光達掃瞄成果涵蓋示意圖

4. 空載光達系統率定作業

光達系統之率定校正部分分為出廠前之 Scanner Correction 及安裝後之 Boresight Calibration，並須配合率定場之地面控制資料以完成系統之率定。

(1) 空載光達率定作業

A. 率定飛航

空載光達系統每次拆裝皆須進行率定之動作，以達到高精度掃瞄成果，本次率定日期為 101 年 05 月 08 日，率定後儀器皆無經過任何拆裝，率定相關成果說明詳見附件率定報告書。茲就率定相關注意事項作精要說明。

起飛及降落階段，均應使飛機停在機坪或跑道上之固定位置，維持 15 分鐘以上穩定接收 GPS 訊號；且自系統開機起至完成作業後關機之過程，POS 系統均不得有斷訊或其他錯誤訊息產



生，飛航過程中飛機之傾斜角(Pitch、Roll)亦需保持在 15 度以內，以避免 GPS 訊號接收不足或中斷。

航線設計依原廠建議設定 2 種不同航高及航向，地面 GPS 基站所用之儀器為雙頻接收儀，並已完成儀器之檢校作業。

B. 掃瞄參數

率定飛航之掃瞄參數，包含 pulse rate、scan rate、FOV、height 等，根據儀器特性及原廠提供之方式設定，但必須完整加以紀錄。

(2) 求解率定參數

A. GPS 天線位置

GPS 與 IMU 之位置偏差量又稱 lever arm，採全測站測量，並於解算飛航軌跡前輸入，軌跡解算後須檢核其三軸(XYZ)之殘差是否穩定且近似於 0，若仍有偏差則須進行修正至完全去除為止。

B. Boresight Angle

Boresight Calibration 是以不同之航向、角度與高度之 LiDAR 掃瞄資料，利用共軌之 intensity image、laser point 進行計算，以求取 IMU 偏移值之系統誤差值。

(3) 率定成果檢核

A. GPS 精度評估

若要達到較佳點雲精度成果，首先必須接收到的 GPS 資料是有良好品質的。大致而言，影響 GPS 資料的因子諸如下列所示：

- | 每次接收的衛星數至少4顆以上。
- | 接收的衛星高度需高於地面 10° 。
- | 衛星的幾何分佈需是良好的(如：PDOP < 4)。
- | 飛機飛行平面保時穩定角度(Pitch、Roll)<15度。

而上述幾個因子中，若有一個或更多的因子不符合條件時，便會影響所接收的 GPS 精度，繼而影響到掃瞄的結果。GPS 解算成果同於 LiDAR 解算 GPS 精度成果規範。



B. 率定成果水平精度

雷射點雲比對地面水平精度，在率定過程中利用掃瞄建物的邊緣獲得建物邊緣坐標，再將之比對真實建物坐標，其中 Pitch、Roll 值可偵測 x 與 y 方向精度，故反覆測試 Pitch、Roll 值變化量達收斂理論精度約為 0.01° 範圍內時，即代表完成率定的工作。

C. 率定成果高程精度

雷射點雲的高程精度，是以 Pitch、Roll、Heading 最後率定完成值計算出新的雷射成果，比對一條平坦和堅硬的地表(如：馬路)，將雷射點分布軌跡比對此對平坦堅硬的地表，使高程中誤差小於 10cm，方為完成率定作業。

5. 空載光達資料獲取及後處理

(1) 掃瞄後原始光達資料前處理作業

空載 LiDAR 資料前處理作業包括原始資料整理備份、飛航掃瞄航跡 POS 解算及 LiDAR 原始點雲產出。利用 POSPAC 軟體針對 GPS/IMU 資料進行解算，並針對其成果精度作相關評估分析，通過檢核確認無誤後再進行點雲輸出及航帶平差部分。

(2) 航帶平差與內部精度評估

空載雷射掃瞄儀若系統率定不完整，GPS 與 IMU 系統誤差會影響到解算雷射測點三維坐標的精度，為了降低系統誤差採用 TerraMatch 模組進行雷射掃瞄航帶平差解算，利用航帶重疊數據連結點的高程與 Intensity 值進行連結點的量測，以評估重疊航帶的內部精度不符值，並進一步改正系統誤差。圖 3-39 為利用剖面圖檢視航帶重疊處數據的不吻合及系統偏移量。

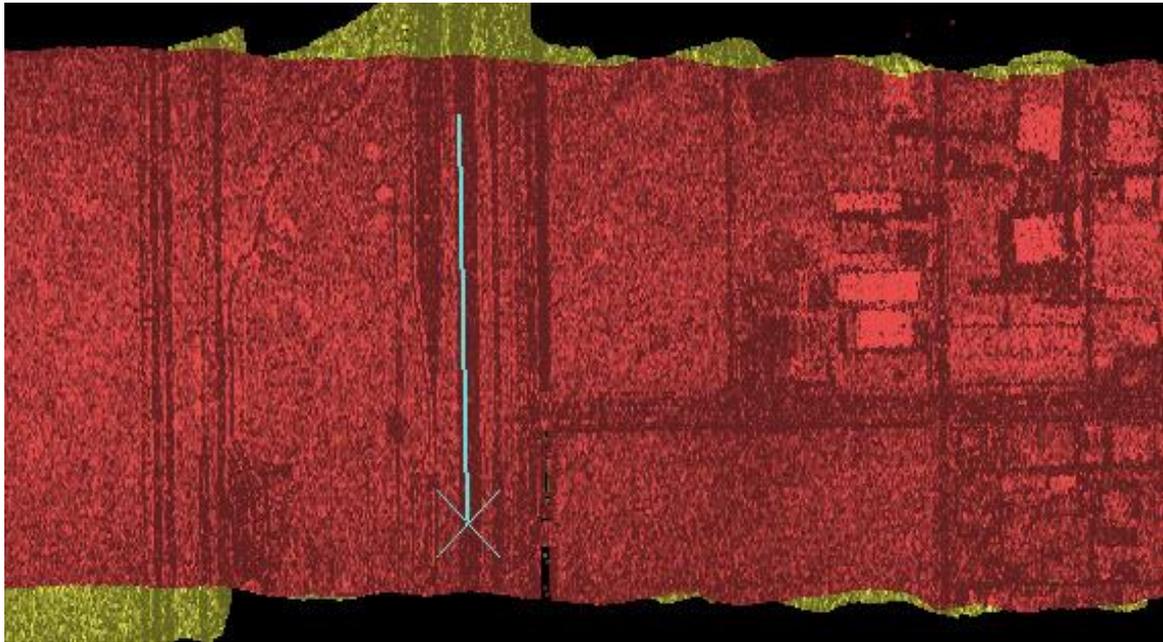


圖 3-39、重疊航帶數據之系統偏移量

6. 光達點雲過濾

本案使用商業軟體 TerraScan 對點雲資料進行過濾，該軟體分類地面點的演算法由 Axelsson 提出，其引用不規則三角網(Triangular Irregular Networks, TIN)來表示地表面，先依據區域內建物可能的最大平面範圍，由局部的低點組成初始的不規則三角網(TIN)，再循序從三角網內尋求可能的地表點將三角網細化，稱為 Adaptive TIN Surfaces。在三角網內判斷掃瞄點是否為地表點的方法，是利用點到三角平面的距離或點到三個角點的向量與平面的夾角來判斷(如圖 3-40)，可預先設定門檻值當成判斷的標準。

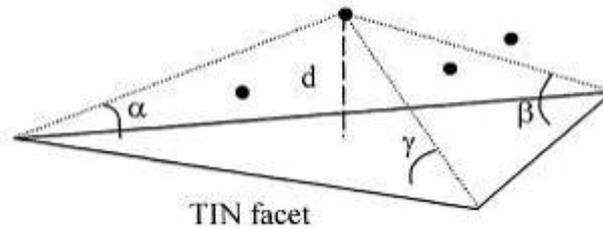


圖 3-40、過濾演算法示意圖

TerraScan 門檻參數設定的重點，搜尋範圍越小(Max building size 小)，濃密的植被覆蓋，會形成地面測點稀疏而有大空洞沒有地面點，當空洞大於搜尋範圍，植被點會視為地面(如山頭的效果)則濾除不乾淨，反之搜尋範圍越大，山頭山脊等地形特徵會被像房子一般被濾除侵蝕。而過濾處理會隨著地形坡度要變換門檻值，以及要隨著植被的特徵變換門檻值，達到參數自適性調整。

光達點雲過濾作業若單純採自動化處理，仍無法百分百分類地面、植被及其他非地面點，而在某些地形、地物較複雜的區域仍須輔以人工檢視編修方能正確判別地物。因此由上述可知，自動過濾後仍須進行人工編修作業最後確認。人工編修作業利用 TerraSolid 系列軟體進行，由原始雷射掃瞄點雲配合正射像片，可清楚辨別地類，藉由剖面圖進行比對，針對有誤的過濾結果進行編修，將點位歸類至正確的類別。

圖 3-41 為點雲資料過濾前後之比較圖，光達點雲資料需經過程式自動過濾後，並搭配人工編修方式，利用正射影像及 TIN 網模型判釋輔助編修，將點雲分類至正確類別(地面點及非地面點)，以供後續高精度數值高程模型之製作。

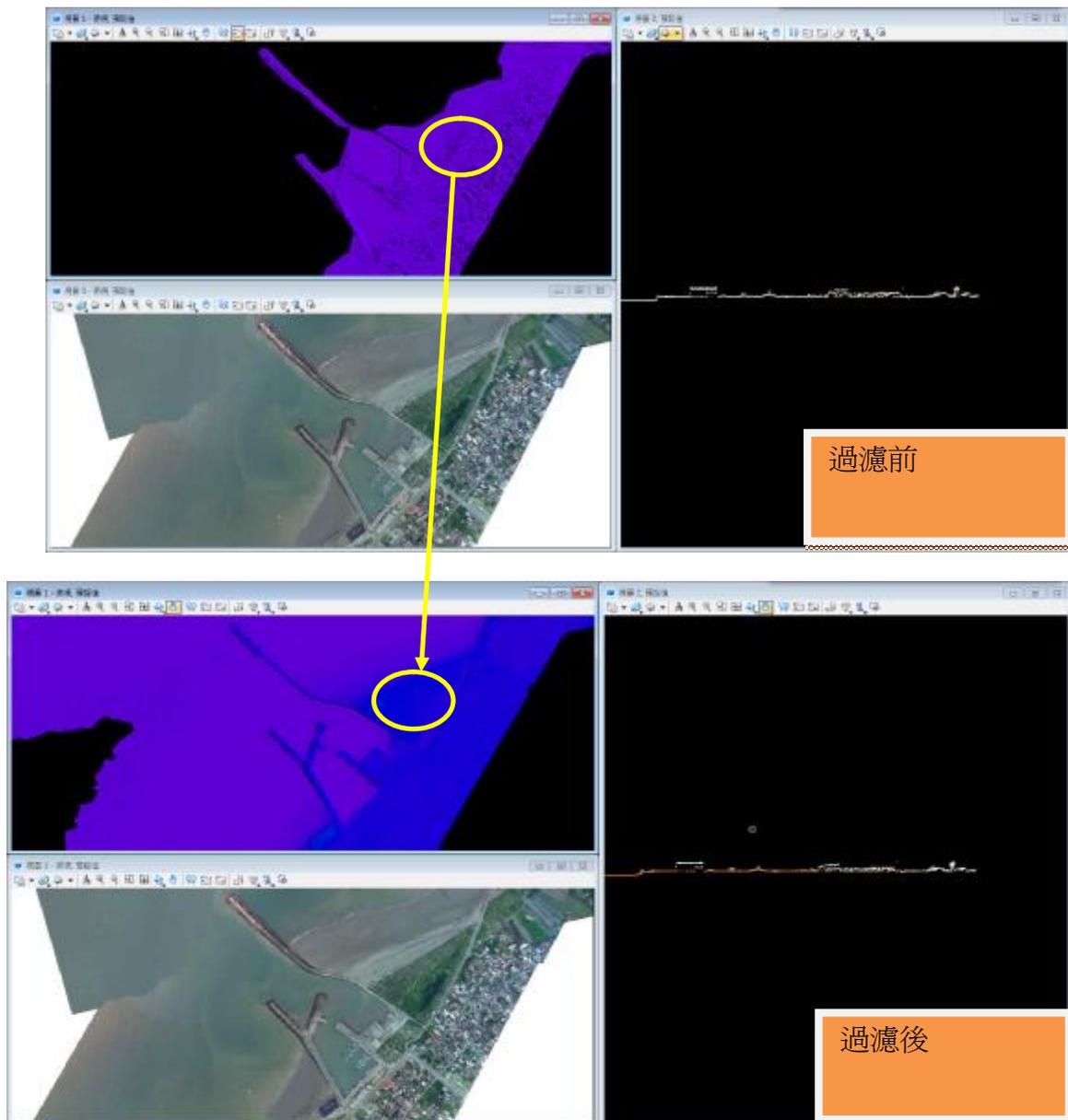


圖 3-41、人工編修輔助過濾前後差異圖

7. 光達點雲精度評估分析

本次作業區除以空載光達進行掃描外，並搭配航測專用數位相機進行拍攝，並於此測區內選擇測區三處將立製成果與空載光達資料比對，圖 3-42 為檢核測區分布情形，經由 Terra scan 中之 output file 進行比對(如圖 3-43)，其最大值為 0.290m，最小值為-0.240m，平均值為 0.04~0.09m，標準偏差為 0.077~0.098m。表 3-19 為立製光達點雲為比較表。

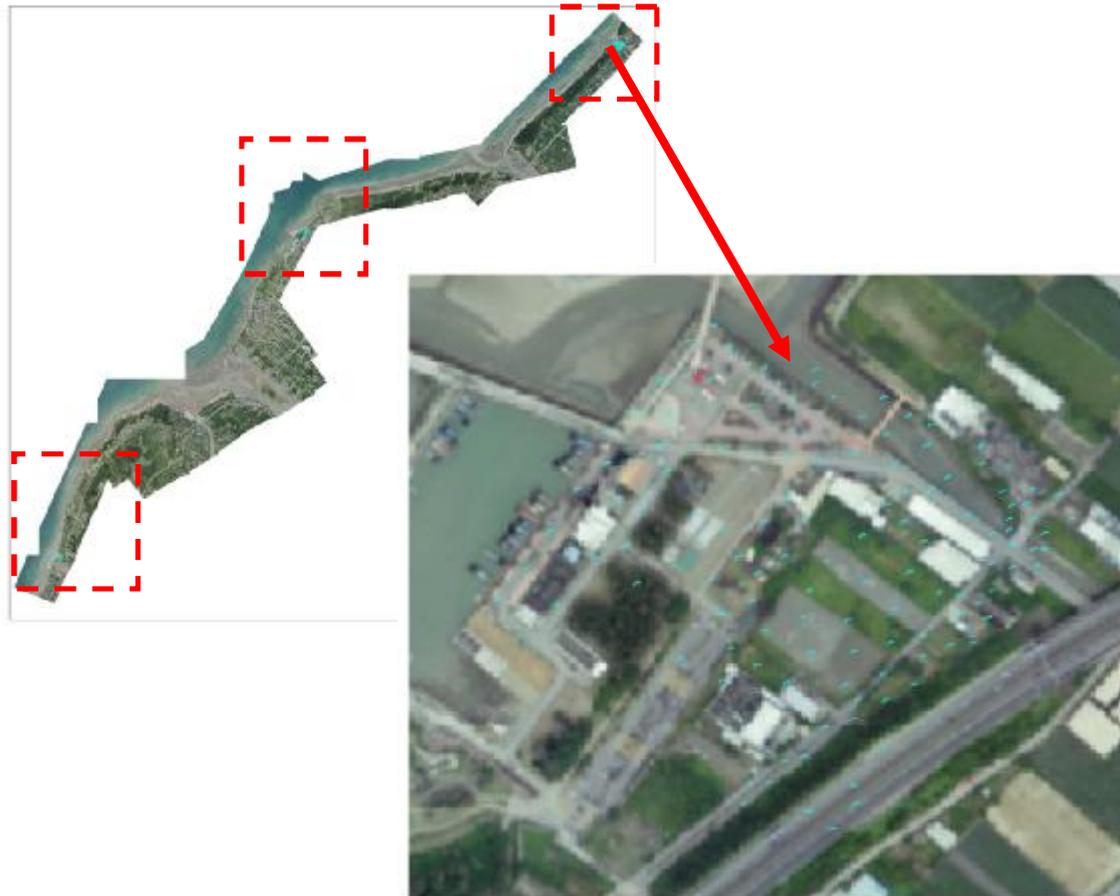


圖 3-42、檢核點分布情形

Control report - T:\暫存區\子繪\海圖\0808_高層點.xyz

Use	Number	Easting	Northing	Known Z	Laser Z	Dz
<input checked="" type="checkbox"/>	19	220408.43	2718443.12	23.300	23.590	+0.290
<input checked="" type="checkbox"/>	47	235812.44	2732426.43	23.600	23.890	+0.290
<input checked="" type="checkbox"/>	135	235944.14	2732468.85	23.800	24.080	+0.280
<input checked="" type="checkbox"/>	36	235880.46	2732452.62	22.800	23.060	+0.260
<input checked="" type="checkbox"/>	73	227315.37	2727419.59	24.100	24.350	+0.250
<input checked="" type="checkbox"/>	92	220516.68	2718491.13	21.700	21.940	+0.240
<input checked="" type="checkbox"/>	94	220573.32	2718514.02	21.500	21.740	+0.240
<input checked="" type="checkbox"/>	90	220507.72	2718522.16	23.300	23.540	+0.240
<input checked="" type="checkbox"/>	145	235981.11	2732524.83	23.100	23.340	+0.240
<input checked="" type="checkbox"/>	215	235954.15	2732552.01	24.100	24.340	+0.240
Average magnit		0.0671		Average dz		+0.0396
Std deviation		0.0845		Minimum dz		-0.2400
Root mean squa		0.0931		Maximum dz		+0.2900

Show location Identify

圖 3-43、Terrascan比較圖



表 3-19、立製光達點位比較

區塊	最大值(m)	最小值(m)	平均值(m)	標準偏差(m)
1	0.290	-0.240	0.040	0.085
2	0.250	-0.130	0.040	0.077
3	0.240	-0.040	0.089	0.098

8. DEM製作

本案利用空載光達掃瞄方式產製數值高程模型，因空載光達掃瞄高精度特性，且本案掃瞄點密度超過 1 點/m²，因此可提供一高解析度數值高程模型(1m×1m)，除可供正射影像糾正所需之高程資訊，更可於後續應用上提供更細緻之數值高程模型，以供相關單位分析研究。

針對上述自動化過濾檢查步驟可知，在過濾處理程序中，先利用程式查核大型建物、植被過濾瑕疵等檢核，接下來即可進行DEM編輯與檢查，其過程主要採視覺製圖人工檢視的方法，步驟包括：

- A. 整體性視覺分析檢查
- B. 局部性高程檢查統計
- C. 本次測區空載光達掃瞄點雲成果展示如圖 3-44及圖 3-45。

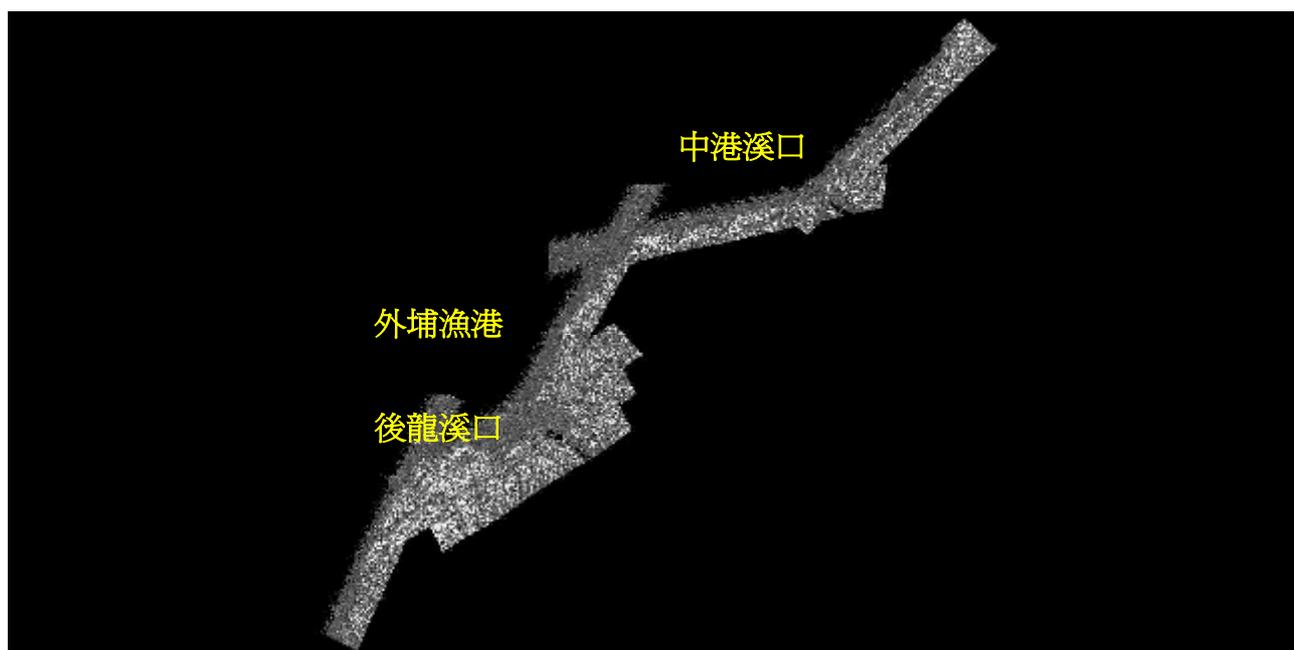


圖 3-44、全區空載光達掃瞄點雲圖

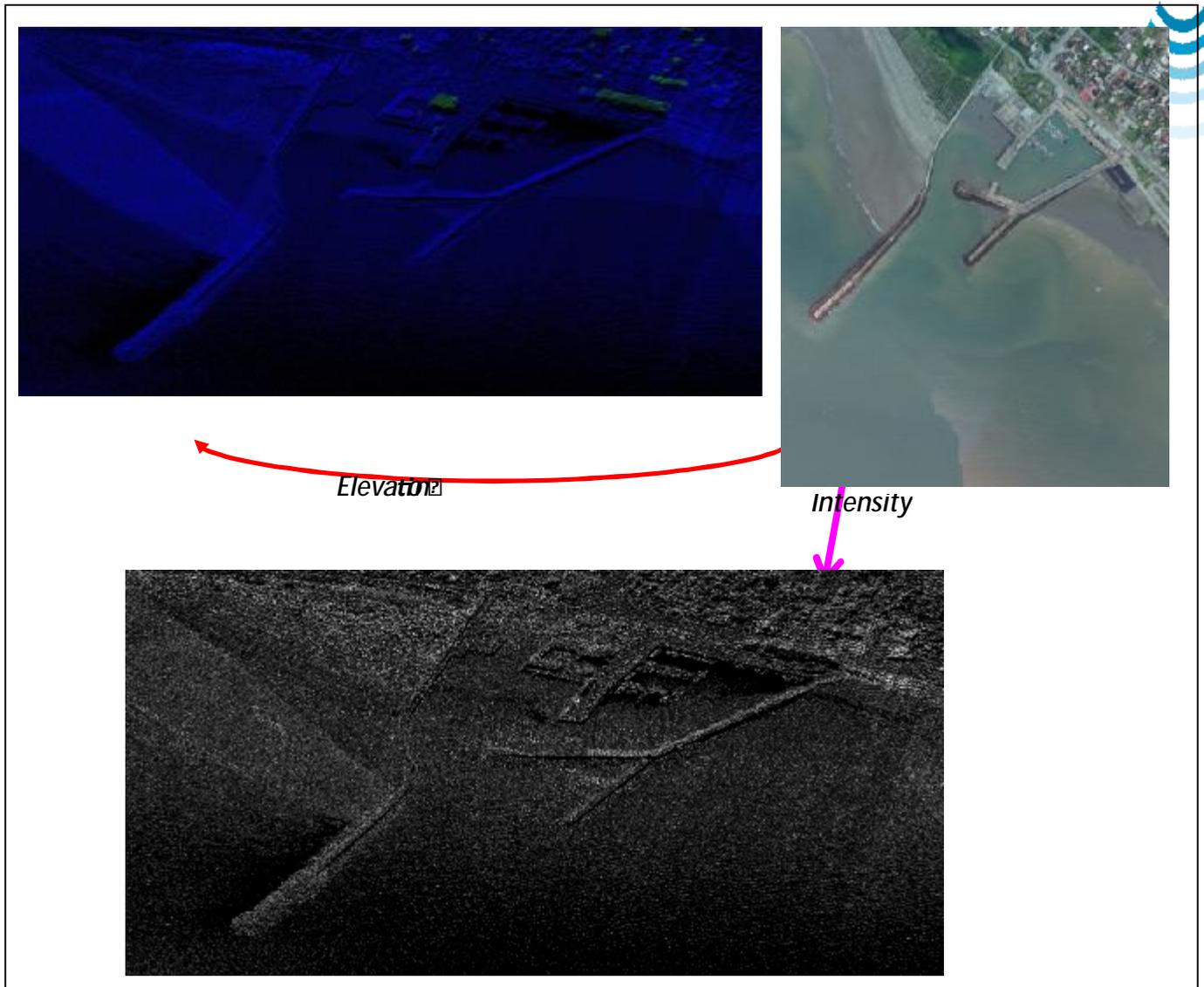


圖 3-45、新竹外埔漁港空載光達掃瞄點雲圖



四、 海域地形測量

(一) 水深測量作業船舶及儀器設備

本案水深測量分別使用詮華一號、春富順與眾神號進行水深測量作業，船隻與使用設備照片如圖 3-46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附件9-1.101年度海域基本圖測量工作-海域地形測量成果報告。

船舶名稱	測深儀器
 <p data-bbox="276 1093 738 1137">春富順號(左)與詮華一號(右)</p>	 <p data-bbox="991 1070 1217 1104">R2 Sonic 2024</p>
 <p data-bbox="453 1570 564 1608">眾神號</p>	 <p data-bbox="932 1552 1273 1585">Reson NaviSound 210</p>

圖 3-46、水深測量使用船隻及儀器照片



(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 3-47 所示，各項作業步驟分述如下：

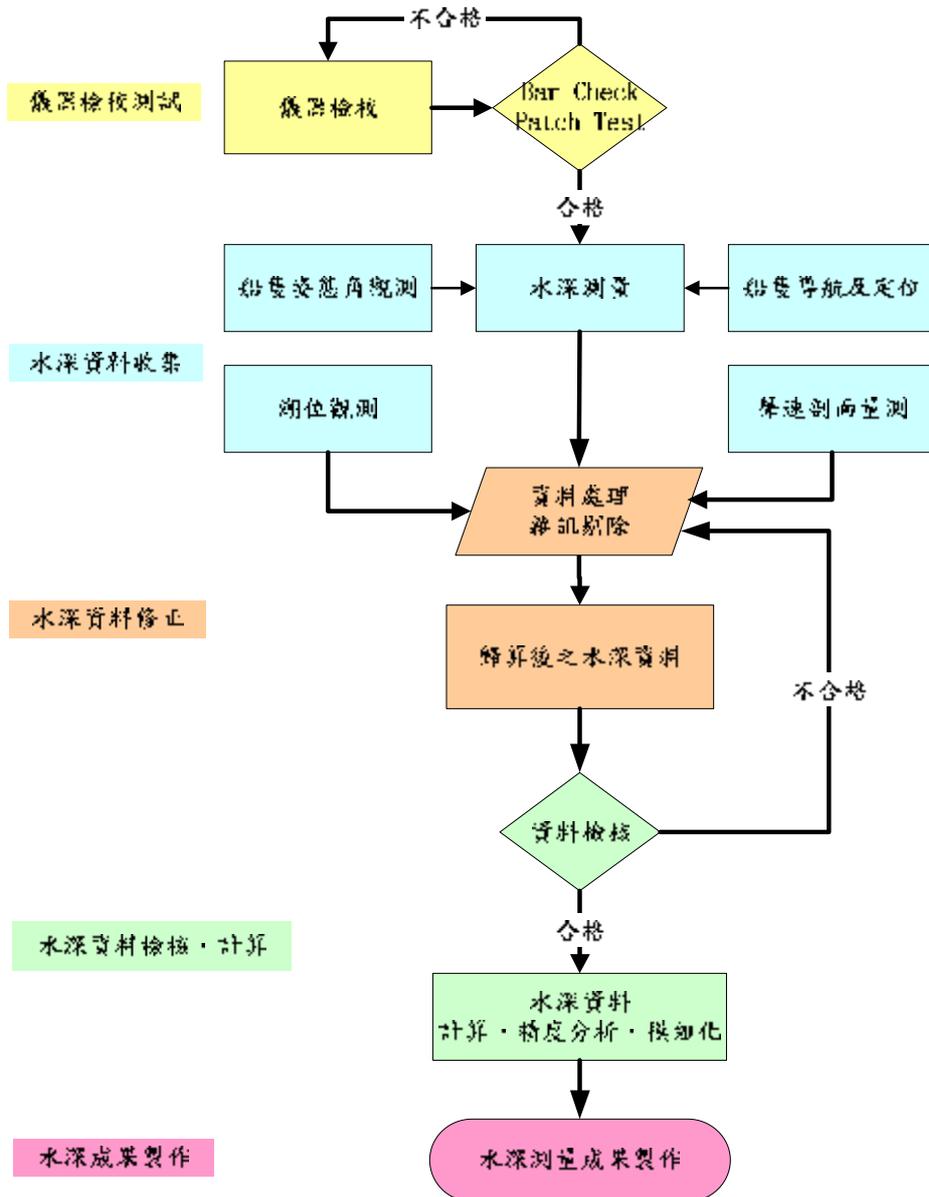


圖 3-47、水深測量作業流程圖



1. 作業日期:

- Ø 多音束測深作業外業工作日期:7/19、8/13~8/14、8/16~8/21、8/31、9/1 共計 11 天。
- Ø 單音束測深作業外業工作日期:6/7、6/27、7/1~7/2、7/4~7/6、7/19~7/20、8/14~8/15、8/17~8/18 共計 13 天。

實際作業軌跡圖如圖 3-48 所示:

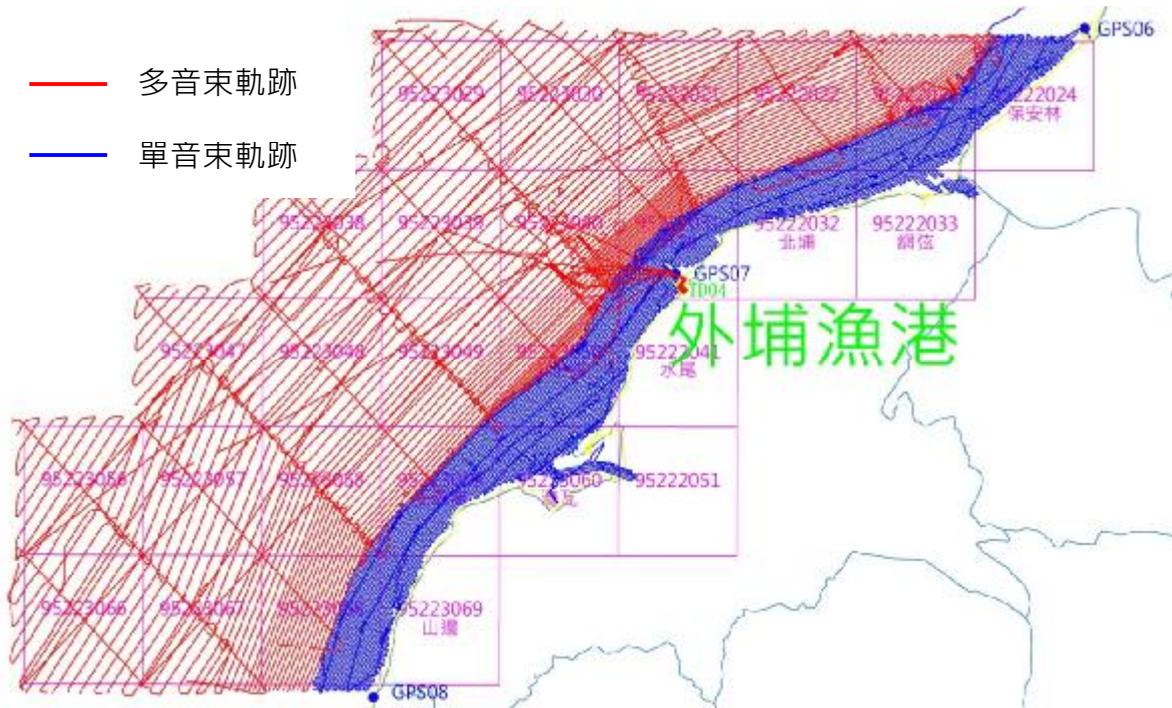


圖 3-48、101 年度海域基本圖測繪工作實際軌跡圖

2. 儀器架設偏移修正:

以船隻重心為相對坐標之中心，船隻重心至船首方向為基準方向，在安置測深系統的各项裝置時記錄並繪製各裝置的相對位置以茲修正計算(如圖 3-49)，其中包括:

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

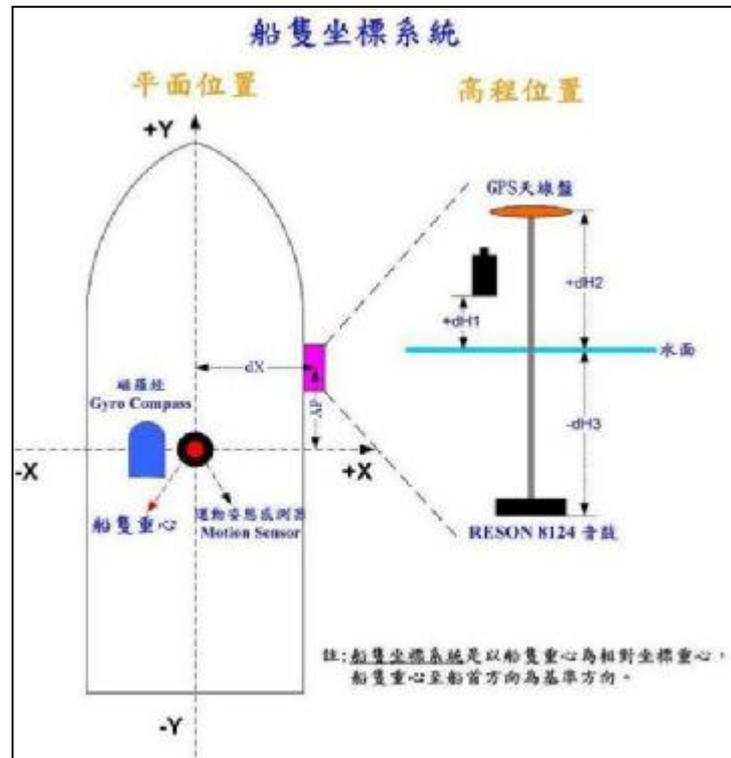


圖 3-49、儀器架設示意圖

本次測深儀檢查作業各項儀器架設偏移量，詳如附件 9-2.儀器裝載紀錄表。

3. 率定測試:

(1) 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。Bar Check 檢校情形如圖 3-50 所示。



圖 3-50、Bar Check 檢校情形



- (2) 多音束水深測量:在所有儀器安置完成後，實地至測區尋找適當地點作系統的疊合測試(patch test)，分別求取音鼓安置的前後傾斜(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。
- (3) 多音束水深測量之疊合測試(patch test)示意圖如圖 3-51 所示，依序分別作 Roll、Pitch、Yaw 的率定，相關說明如下表 3-20，各天之率定參數詳附件 9-3.船隻資訊與音鼓架設相對位置一覽表。

表 3-20、疊合測試作業方式

測試項目	地形條件	航線規劃	船速
Latency	斜坡或淺灘特徵物	同向測線	不等速
Roll	平坦海床	反向測線	等速
Yaw	平坦海床上特徵物或淺灘	反向平行測線，並應取水深值為間距	等速
Pitch	斜坡或淺灘特徵物	反向測線	等速

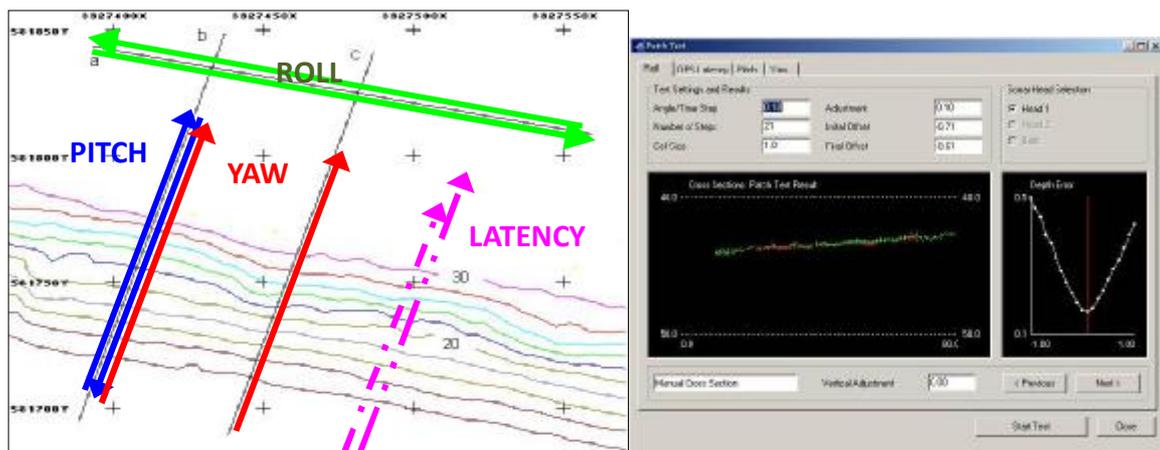


圖 3-51、多音束水深測量疊合測試示意圖(左圖)及Patch test計算畫面(右圖)

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，姿態角觀測曲線如圖 3-52 所示。

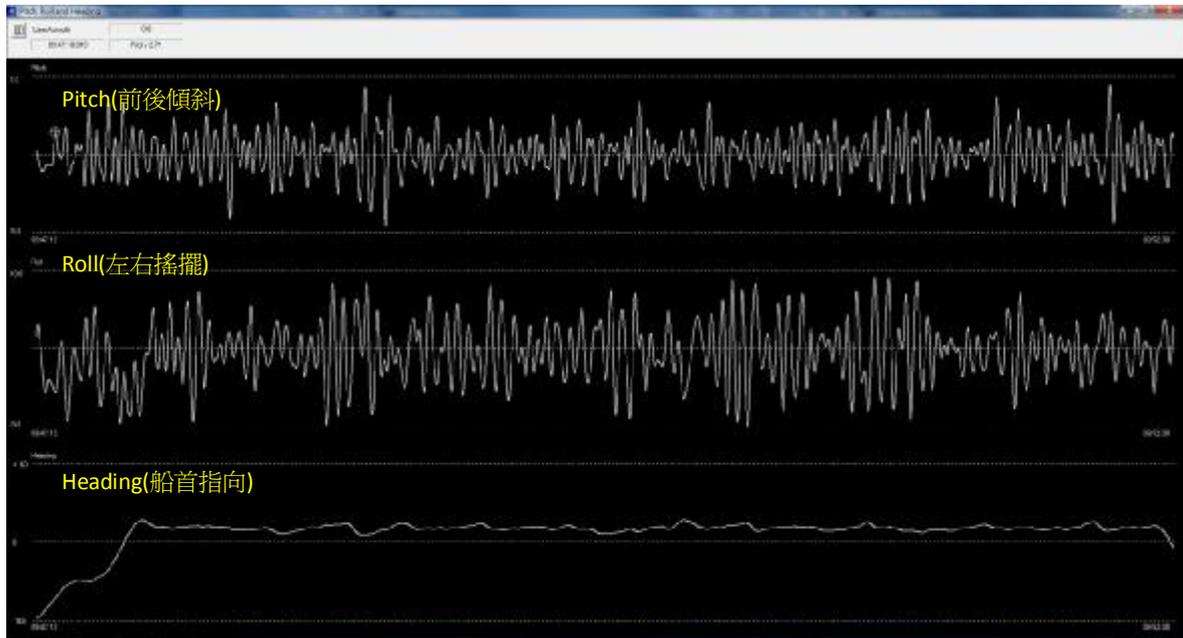


圖 3-52、船隻運動姿態角記錄曲圖

5. 船隻導航及定位方法:

- (1) 本次所選用之一等水準點，採用內政部於 98 年 3 月最新公告之高程成果，以水準測量往返觀測方式檢測，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 3 個臨時驗潮站及 3 個 GPS 陸上固定站之點位資訊及引用之一等水準點點號彙整如表 3-21。
- (3) 單音束水深測量採用 DGPS 差分衛星定位測量，多音束水深測量採用 RTK 即時動態衛星定位測量，於先前聯測所設立之控制點 GPS07 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。陸上 GPS 固定站架設情形如圖 3-53 所示。
- (4) 各項定位方式之定位時間間隔皆小於或等於 1 秒，且測深系統及定位系統之時間皆需採用協調世界時(UTC)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) 以多音束測深儀施行水深測量時，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 定位方式施測。

表 3-21、臨時潮位站及 GPS 陸上固定站高程連測表

站名	點號	TWD97坐標系統		TWVD2001 高程(m)	引用之一等 水準點	點位說明
		縱坐標 N (m)	橫坐標 E (m)			
新竹漁港 臨時驗潮站	TD03	2749018	241979	3.382	D037、D038	約在測區北界以北 18km處
苗栗外埔漁港 臨時驗潮站	TD04	2727194	226856	3.436	D049、D050	約在測區中央位置
苗栗通霄漁港 臨時驗潮站	TD05	2710276	216794	3.217	1070、1071	約在測區南界以南 8km處
苗栗龍鳳漁港 GPS 岸上固定站	GPS06	2732660.525	235452.108	3.122	D044、D045	約在測區北端位置
苗栗外埔漁港 GPS 岸上固定站	GPS07	2727175.990	226847.325	3.486	D049、D050	約在測區中央位置
苗栗白沙屯漁港 GPS 岸上固定站	GPS08	2718325.954	220302.318	4.625	1067、X017	約在測區南端位置

註：臨時驗潮站所列近似平面坐標僅供參考。

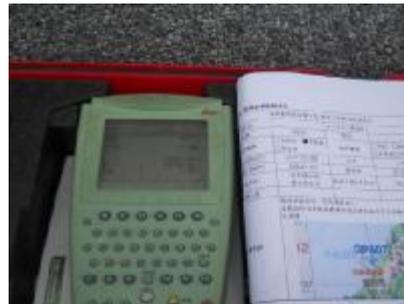


圖 3-53、水深測量GPS陸上固定站架設照片



6. 潮位修正方式

- (1) 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。本案臨時驗潮站配合測深儀檢查施作設置在苗栗外埔漁港受風浪影響小之處，設置地點如圖 3-54 所示，現地設置位置即同於中央氣象局驗潮站設置處，現地架設情形如圖 3-55 所示。
- (2) 以自動驗潮儀每 6 分鐘記錄潮位一次，並以人工驗潮記錄與之校核，經檢核後自動驗潮與人工驗潮較差平均小於 1cm；鑒於氣象局之潮位資料高程基準與本案所用之高程基準不一定為同一基準，但因氣象局之潮位資料為一長期連續之資料，因而使用調整後之氣象局潮位與人工驗潮進行比對，所得較差平均小於 3cm，符合一般規範之要求，潮位比較圖如圖 3-56 與圖 3-57 所示。
- (3) 鑒於本案測區之驗潮站均位於潮汐港內，於低潮時段均無潮位資料可用，故而利用測繪中心之「台灣海域潮位修正模式」進行低潮時段之潮位資料取代，以達潮位資料之完整性藉以修正所測得知水深值。
- (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，以備查核。潮位觀測記錄詳如附件 9-4.潮位觀測紀錄表。
- (5) 將化算出之海平面高度繪製潮位曲線圖(海平面高/時間)，檢視潮位量測的正確性，查看是否有奇異值，並檢視當時潮位變化狀況。



圖 3-54、外埔漁港臨時驗潮站設置位置



圖 3-55、臨時驗潮站自動驗潮儀架設情形

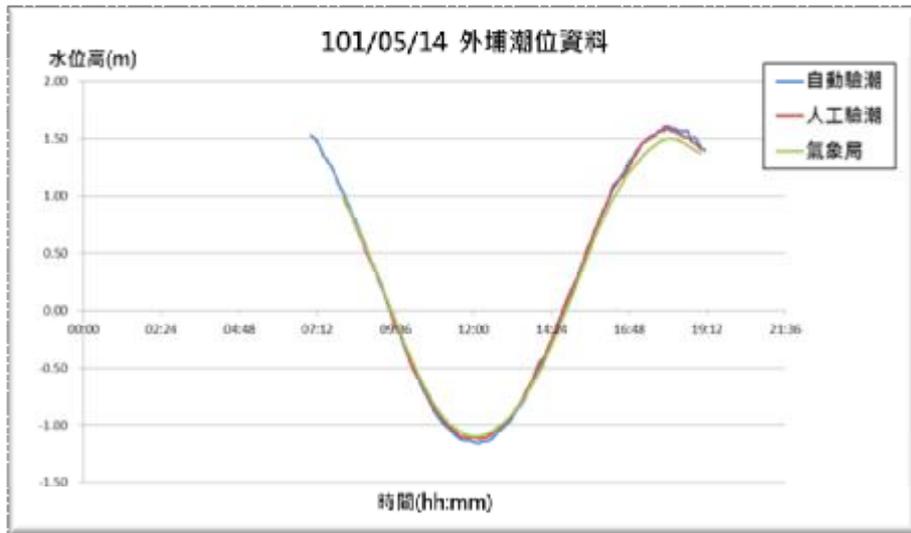


圖 3-56、101年05月14日外埔漁港潮位曲線圖

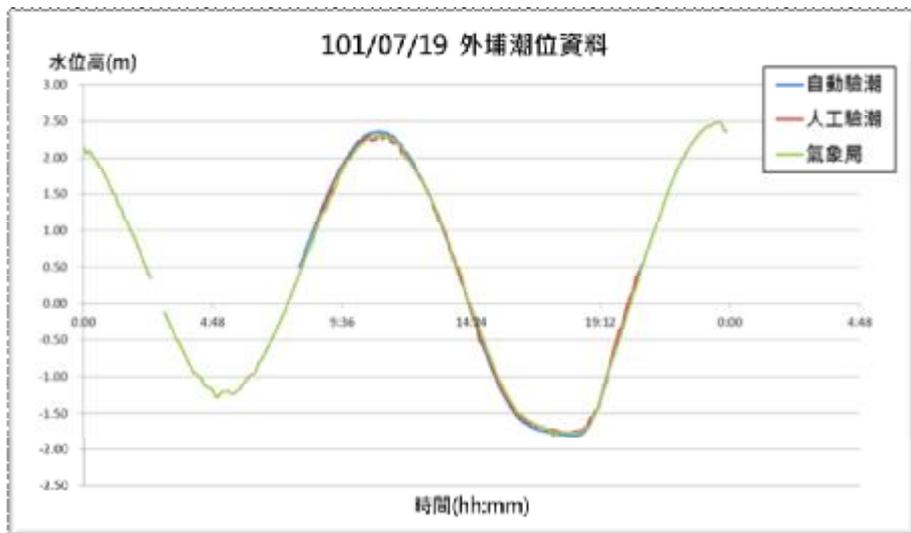


圖 3-57、101年07月19日外埔漁港潮位曲線圖



7. 聲速修正方法

- (1) 在施行水深測量的測深儀檢查作業範圍內，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。
- (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 0.5m/s，記錄時視測區深度及聲速變化情況而定，取樣間隔在 2m 間。
- (3) 聲速量測時製作聲速剖面記錄圖表，除記載聲速剖面值外，並記錄量測人員、時間、位置坐標及天候狀況等資訊。水中聲速量測情形及聲速剖面圖如圖 3-58。
- (4) 聲速量測記錄詳如附件 9-5.聲速剖面紀錄表。

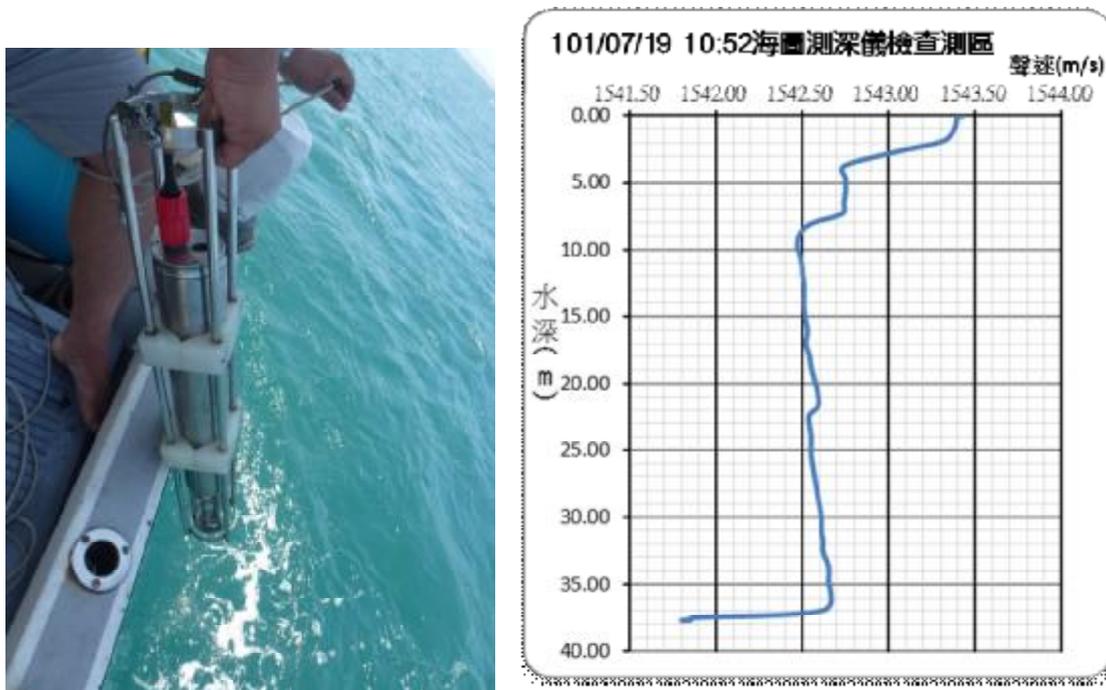


圖 3-58、聲速剖面量測情形(左圖)及聲速剖面圖(右圖)



8. 水深測量資料處理

- (1) 先逐一對單一測線初步篩除可疑的水深資料，如訊號品質不佳的水深值、異常的水深值及定位品質不佳的水深點。多音束測深資料因資料量龐大，需藉由專業軟體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) 整合同一測區的測深資料，單音束使用 AutoCAD 軟體將水深資料逐一展繪於圖上(如圖 3-59)，利用資料間的相互重疊或交錯部分來比較其差值以剔除不符的水深點，多音束則多建立 3D 模型以利由不同視角進行不合水深點之人工刪除(如圖 3-60 與圖 3-61)，水深資料處理作業流程如圖 3-62 所示。

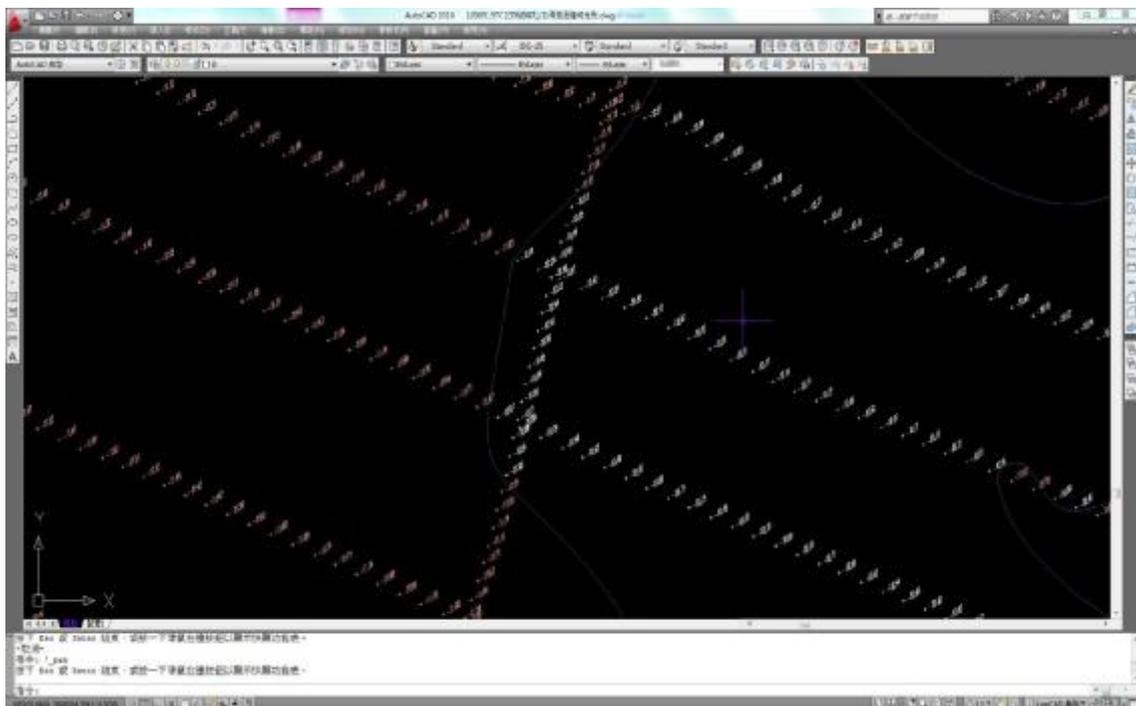


圖 3-59、單音束水深資料檢核示意圖

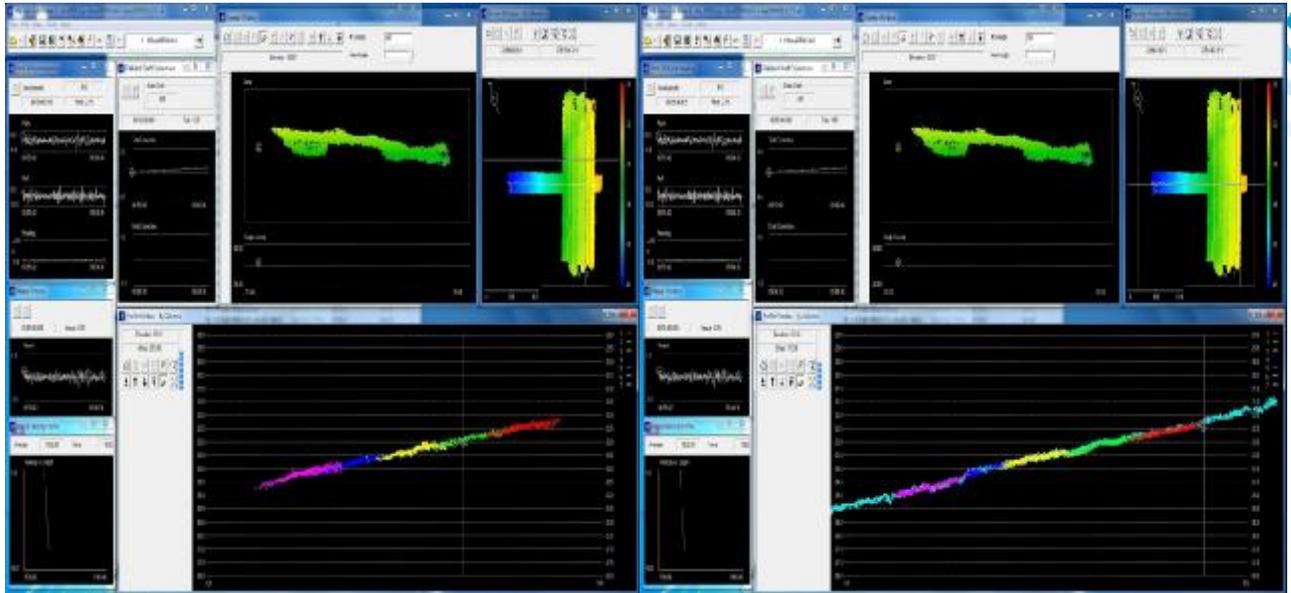


圖 3-60、多音束水深測量相鄰及檢核測線資料疊合比對、除錯

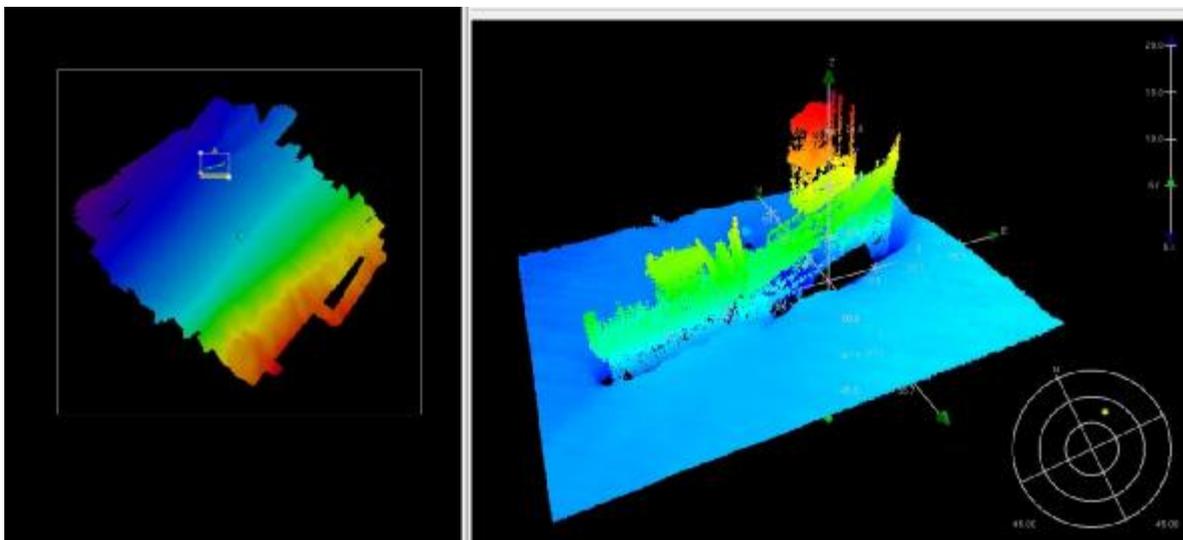


圖 3-61、多音束水深測量資料以3D模型資料疊合比對、除錯

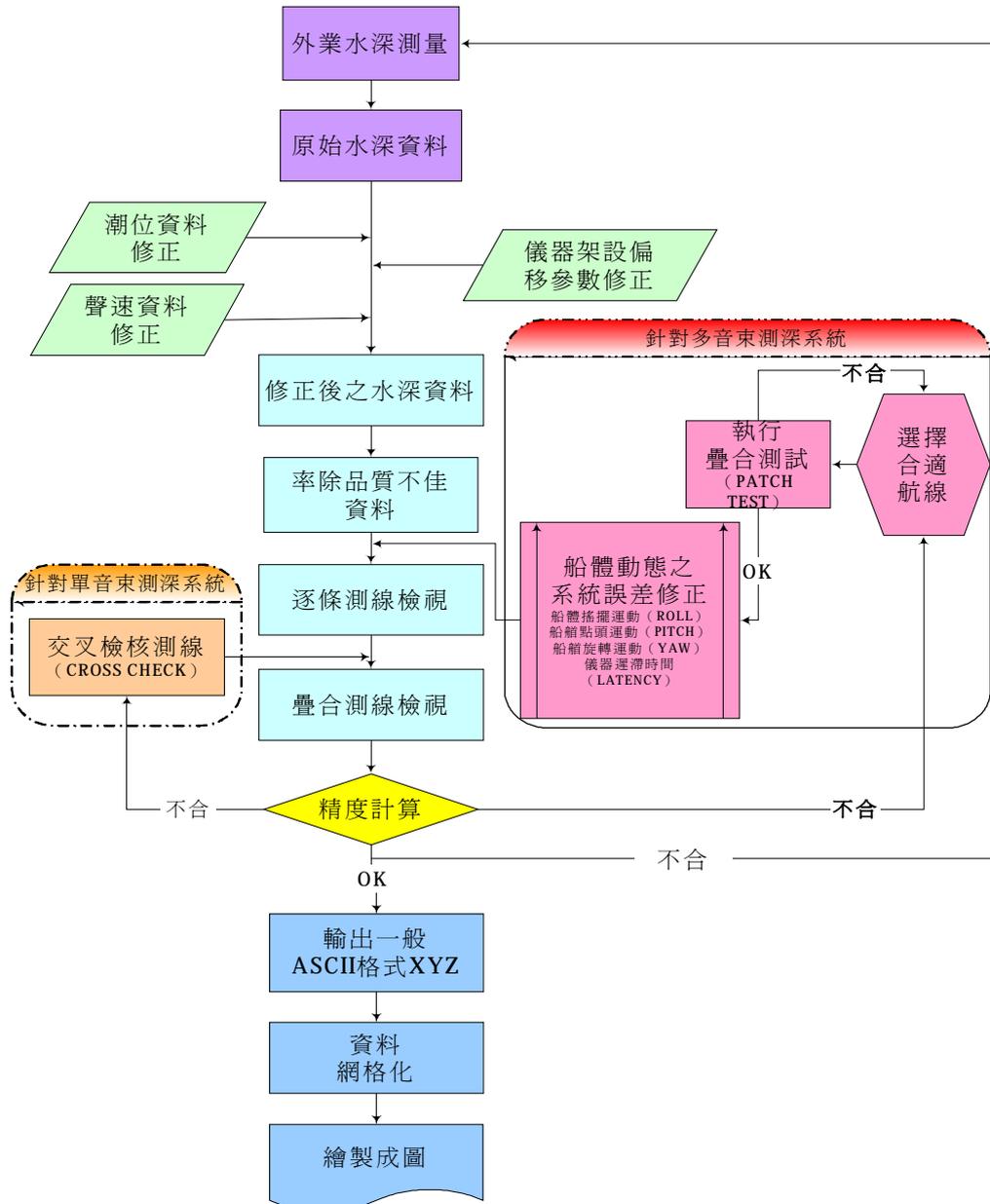


圖 3-62、水深資料處理流程圖



9. 水深測量成果展示

測深成果水深色階圖，如圖 3-62~圖 3-64 所示。

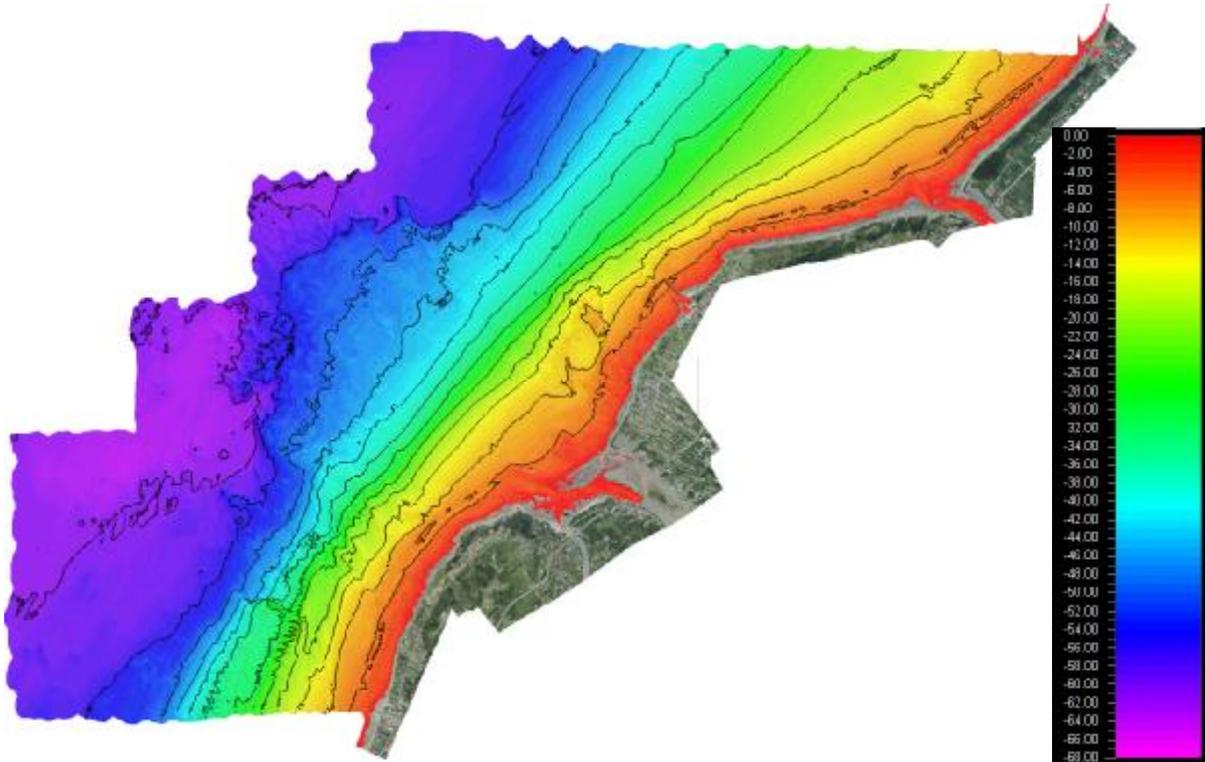


圖 3-63、101年海圖水深成果色階圖

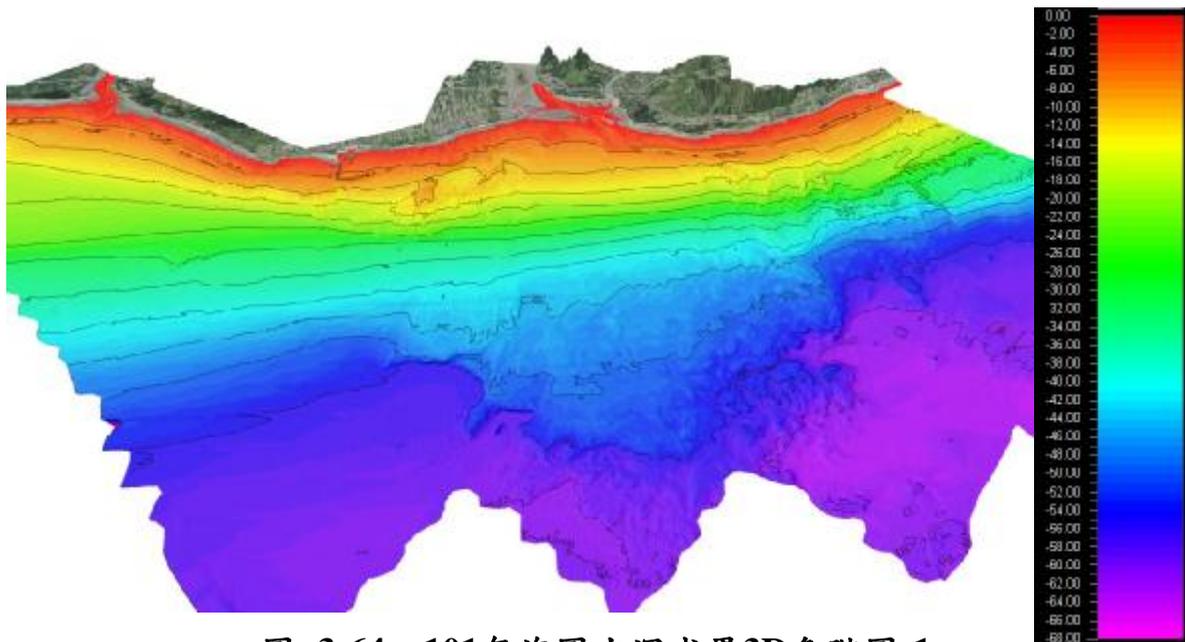


圖 3-64、101年海圖水深成果3D色階圖-1

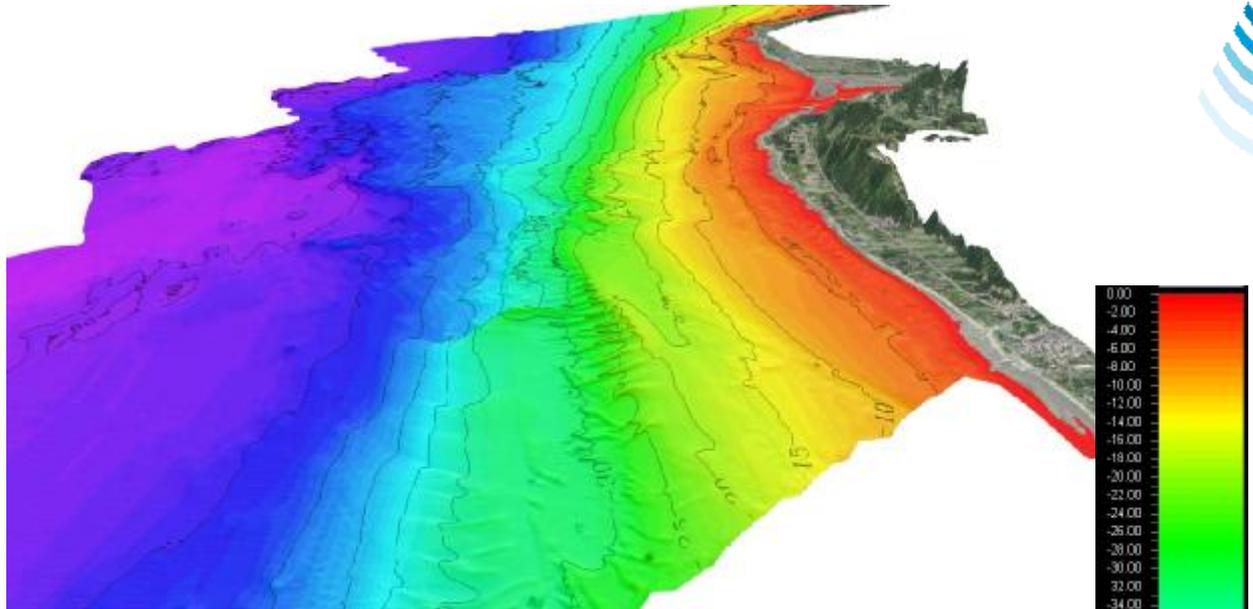


圖 3-65、101年海圖水深成果3D色階圖-2

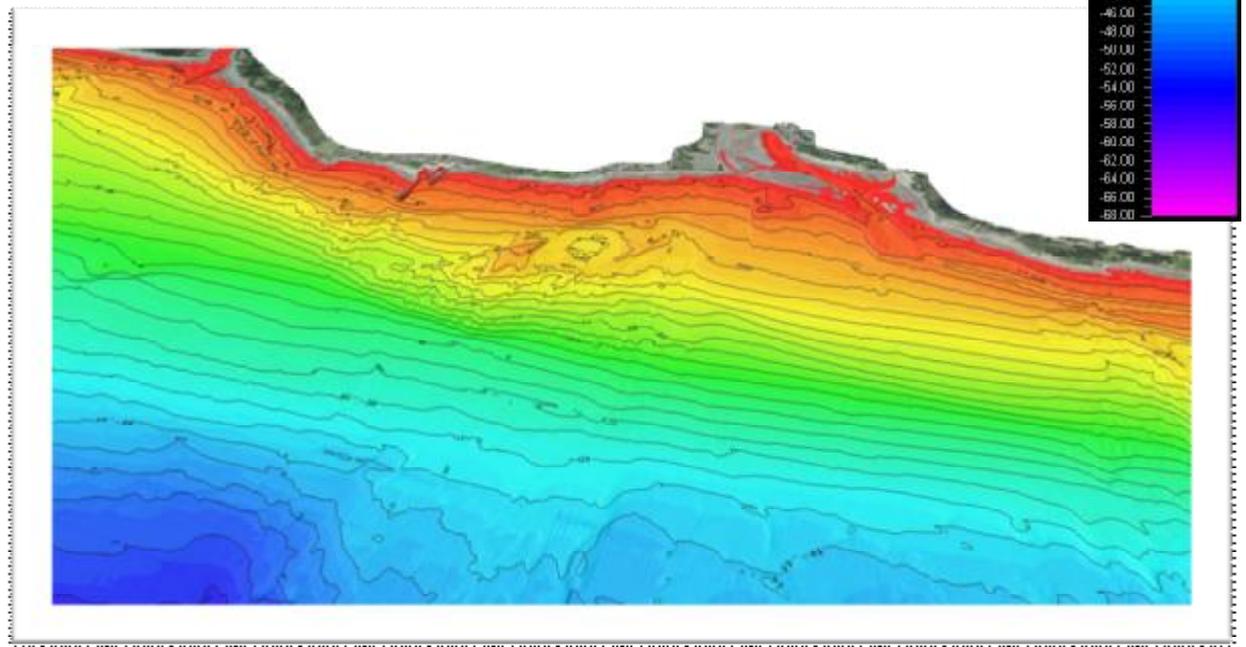


圖 3-66、101年海圖水深成果3D色階圖-3



五、圖資製作成果

(一) 數值高程模型

1. 製作流程、方法

本次作業係以空載光達與多音束水深搭配單音束水深之技術產生高精度高解析度之海、陸域數值高程模型，其中數值高程模型 (DEM) 製作流程如圖 3-67 所示。

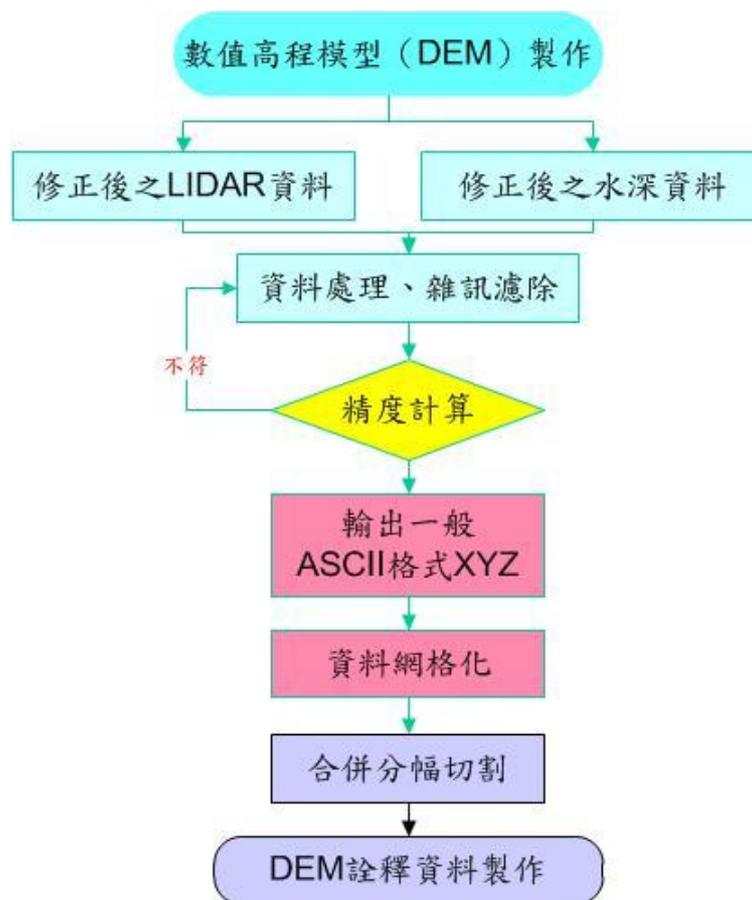


圖 3-67、海域數值高程模型 DEM 製作流程圖

本案所使用的數值高程模型 (DEM) 製作方式，是採用水深測量專業軟體 Hypack MAX V4.3 版中的 TIN(不規則三角網，Triangulated Irregular Network) Model 程式所產生，先以各輸入數值連成三角網，如圖 3-68，再以各三角形平面上，線性內插得較密之數值地形網格點。採用 TIN 的因素在於可充分且合理表達地形結構之脈絡，同時亦可展現 3D 趨勢面的變化特徵，對於離散點分布不



均的影響亦能充分考量。當以密集的地形特徵資料構成 TIN 之後，則可重新內插計算為規則網格資料，如圖 3-69。再依本案規範要求製作網格間距 5m*5m、10m*10m、20m*20m、50m*50m、100m*100m、250m*250m 之數值高程模型。

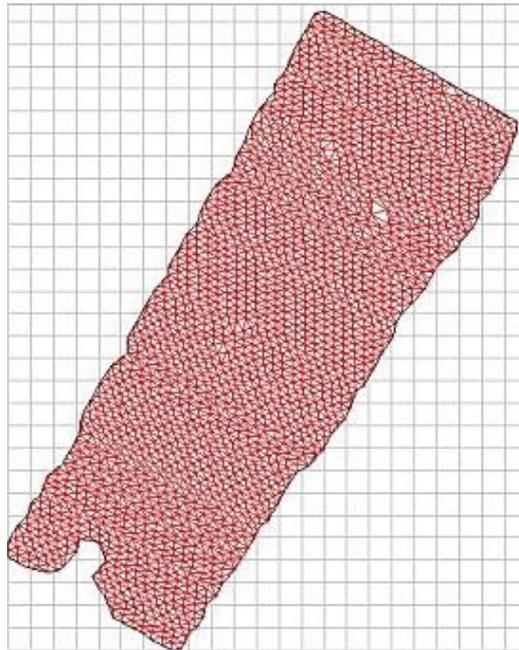


圖 3-68、TIN Model 程式所產生三角網



圖 3-69、可依需求輸出不同大小之規則網格資料



2. 成果清冊

本案所得各項資料經整合後依不同高程系統與不同圖幅、間距分別建立不同之數值高程模型，以下分別列出數值高程模型成果清冊。

表 3-22、數值高程模型成果清冊

高程系統	網格間距	圖幅數
TWVD2001	5m*5m	27
TWVD2001	10m*10m	27
TWVD2001	20m*20m	27
TWVD2001	50m*50m	27
TWVD2001	100m*100m	27
TWVD2001	250m*250m	27
新竹潮位站最低潮位面	5m*5m	27
新竹潮位站最低潮位面	10m*10m	27
新竹潮位站最低潮位面	20m*20m	27
新竹潮位站最低潮位面	50m*50m	27
新竹潮位站最低潮位面	100m*100m	27
新竹潮位站最低潮位面	250m*250m	27

3. 成果展示

- (1) 數值高程模型分別製作 TWVD2001 與新竹潮位站最低潮位面 2 套系統。依據海軍大氣海洋局潮信資料表之當地約最低潮位面資料與 TWVD2001 系統間高差 2.4m，詳圖 3-70。
- (2) 數值高程模型分別依網格間距 5m*5m、10m*10m、20m*20m、50m*50m、100m*100m、250m*250m 製作。
- (3) 依本案地形圖分幅方式分幅存檔，並依不同間距分別建立詮釋資料。



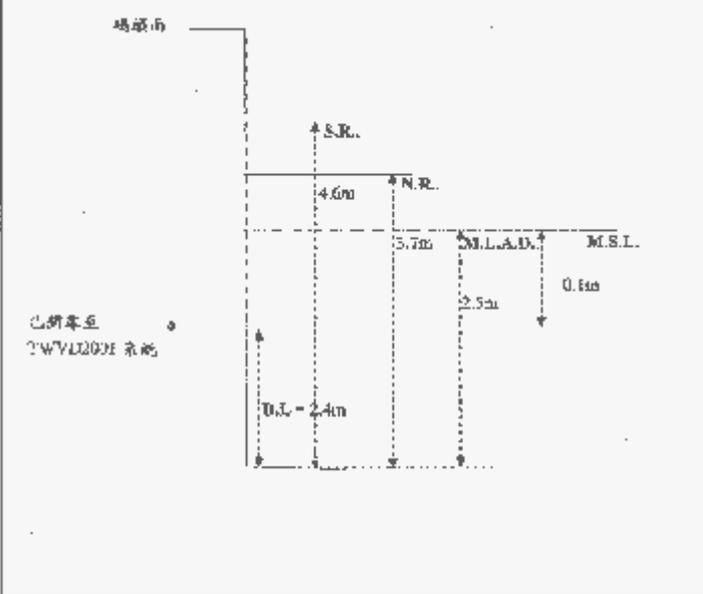
海軍大氣海洋局潮信資料表					
站名	新竹				
緯度	24°51'01"N	經度	120°54'44"E		
推算時間	01/01/2008-31/12/2010				
潮信	平均高潮間隔 M.H.W.L.	大潮升 S.R.	小潮升 N.R.	基準面 D.L.	平均海面 (本局標準基準) M.S.L.
	10.9小時	4.8公尺	3.7公尺	-2.4公尺	0.1公尺
 <p>場標高</p> <p>已調整至 TWVD2001 系統</p> <p>S.R.</p> <p>4.8m</p> <p>N.R.</p> <p>3.7m</p> <p>M.H.W.L.</p> <p>M.S.L.</p> <p>0.1m</p> <p>D.L. = -2.4m</p>					
資料來源 中央氣象局					
提供日期 100.06.23					

圖 3-70、海軍大氣海洋局潮信資料表



(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 TWVD2001 高程系統。海域基本圖製作流程如圖 3-71，相關製作規定說明如下。
- (2) 統整海、陸域測量資料，整合製作於相關成果中，數值地形圖編纂包含數值圖製作及詮釋資料製作。數值地形圖編纂比例尺為五千分之一，並縮編為二萬五千分之一比例尺。
- (3) 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。
- (4) 地物、地類、地貌之分層分類參照「基本地形資料分類編碼說明」與 101 年度「海域基本圖測繪工作」案服務建議徵求書之「數值地形資料分類補充表」辦理進行分類編碼。
- (5) 圖式參照內政部「基本地形圖資料庫圖式規格表」與 101 年度「海域基本圖測繪工作」案服務建議徵求書之「數值地形資料分類補充表」，如無規定則依中華民國海軍水道圖海圖圖例標準。
- (6) 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。
- (7) 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 1m，在地形陡峭變化急遽區域間距為 5m，二萬五千分之一成圖比例尺之等深線間距為 5m，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 1mm 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。
- (8) 將陸域、海域資料及內插產生之等高(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。
- (9) 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唯一的。
- (10) 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。

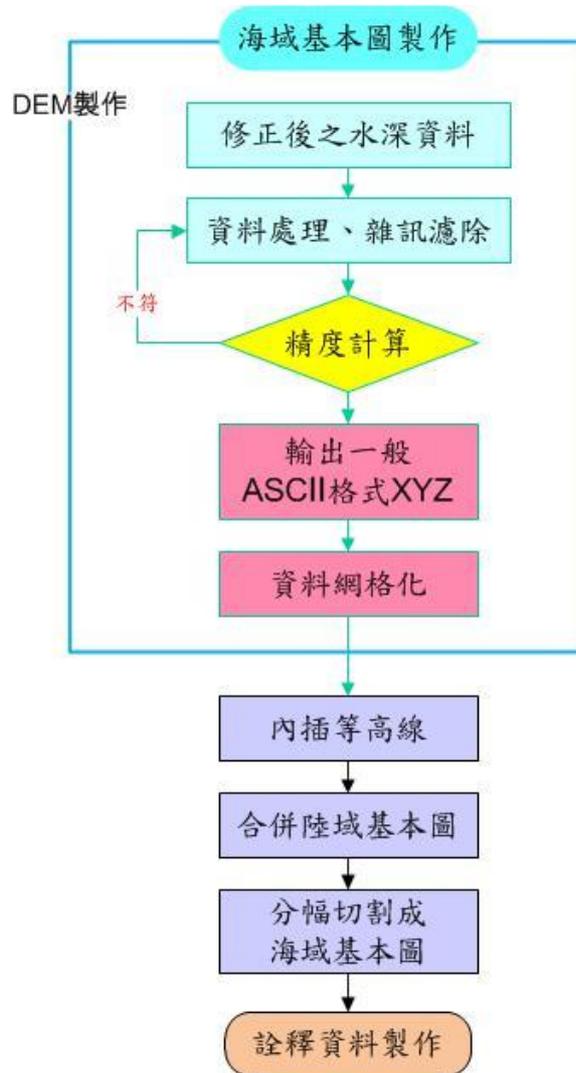


圖 3-71、海域基本圖製作流程圖

2. 成果清冊

本案工作成果數值地形圖共計 27 幅五千分之一比例尺圖幅與 4 幅二萬五千分之一比例尺圖幅，各比例尺圖幅圖號詳列於下表 3-23，數值地形圖成果圖層彙整於表 3-24。

表 3-23、101 年度海域基本圖作業範圍圖幅清冊

圖幅比例尺	圖號	數量
1/5,000	95222021、95222022、95222023、95222024(非滿幅)、95222031(非滿幅)、95222032(非滿幅)、95222033(非滿幅)、95222041(非滿幅)、95223029、95223030、95223038、95223039、95223040、95223047、95223048、95223049、95223050、95223056、95223057、95223058、95223059(非滿幅)、95223060(非滿幅)、95223066、95223067、95223068、95223069(非滿幅)、95222051(非滿幅)	27幅
1/25,000 (非滿幅)	95223NE、95222NW、95223SE、95222SW	4幅

表 3-24、101 年度海域基本圖數值地形圖成果圖層表

90330_中文註記	93614_宗祠	94433_擋土牆	97111_獨立樹
91220_精密導線點	93691_土地廟	94436_駁坎	97122_行道樹
91310_一等水準點	93726_堆積場	94628_消波塊	97132_闊葉樹
91920_航測控制點	93794_油槽	94904_省道編號	97135_竹林
92400_鄉、鎮、縣、省 轄市界	93796_儲存槽	95111_江、河、溪	97210_草地
93110_永久性房屋	93797_變壓箱座	95112_時令河	97220_細草地
93120_建築中房屋	93902_廢墟	95114_小河	97311_水田
93130_臨時性房屋	93904_階梯	95116_小水溝	97321_旱作地
93210A_水泥牆	93905_碉堡	95117_溝、渠	97331_果園
93210B_磚牆	93906_瞭望台塔	95126_水閘	97333_菜園
93210D_板牆	93908_金爐	95127_攔河堰、攔沙壩	97334_花園
93220A_竹垣	94110B_雙線鐵路	95129_石滬	97335_苗圃
93230A_水泥欄	94200B_高架道路	95129_漁梯	97411_魚池
93230B_鐵欄	94200C_鬆路面道路	95131C_混凝土堤	97913_空地
93230C_木欄	94212_省道	95134_土坎	97921_地類界
93240A_鐵絲網	94213_市區道路	95142_沙洲	97922_田埂
93250A_生籬	94216_小徑	95153_河川流向	98111_水深計曲線
93270_門	94219_區塊內道路	95217_蓄水池	98111_計曲線
93441_紀念碑	94224_中央分隔島	95312_海岸線	98112_水深首曲線
93443_紀念像	94225_行人陸橋	95411C_礫濱	98112_首曲線
93445_牌樓	94229A_平面停車場	95422_沙底地質	98120_獨立標高點
93453_水文觀測站	94232_交通號誌	96210_水管	98122_特殊標高點
93524_獨立墓	94421_鐵路橋	96913A_電力桿	98131_水深點
93556_球場	94422_公路橋	96913B_電信桿	99413_活動中心
93592_亭	94426_便橋	96914_路燈	99642_漁港
93593_水塔	94431_箱涵	96920_不知名圓形人孔	99820_發電廠
93612_寺廟	94432_管涵	95903_人工魚礁	95904_沉船



3. 成果展示

本年度數值地形圖相關圖資成果展示如圖 3-72。

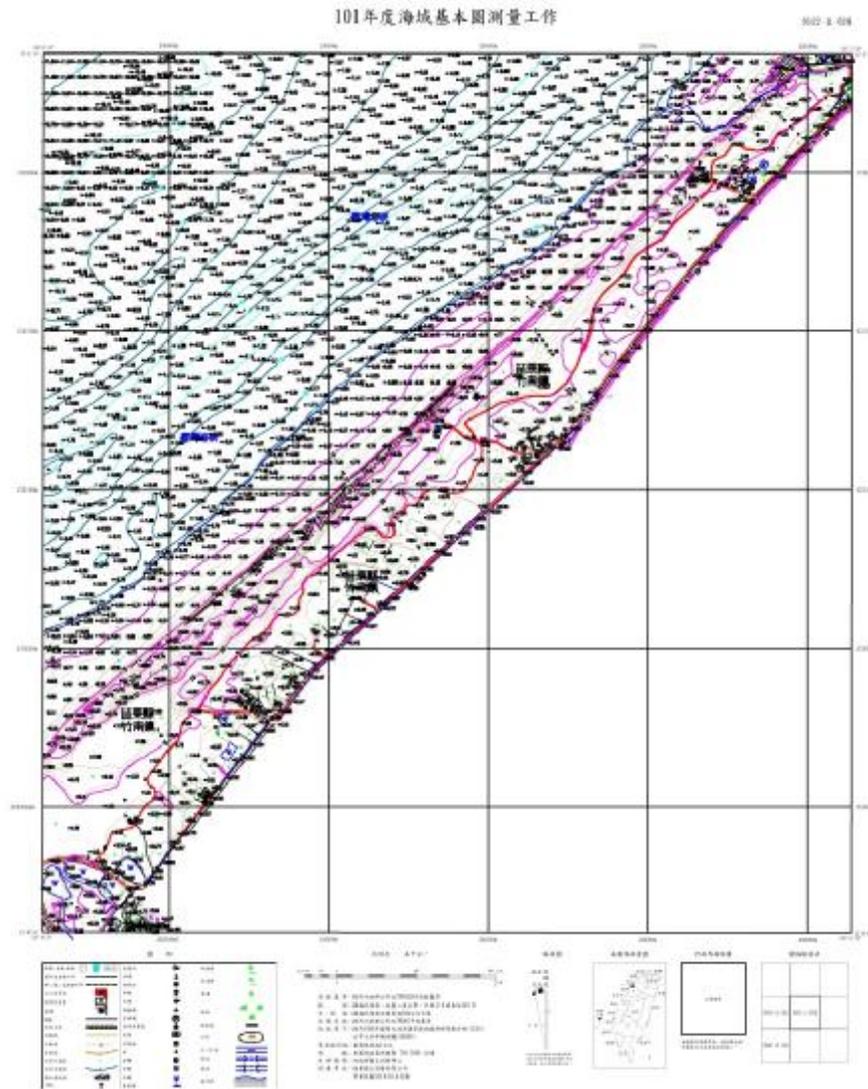


圖 3-72、101年海域基本圖-數值地形圖成果範例



(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 3-73 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：

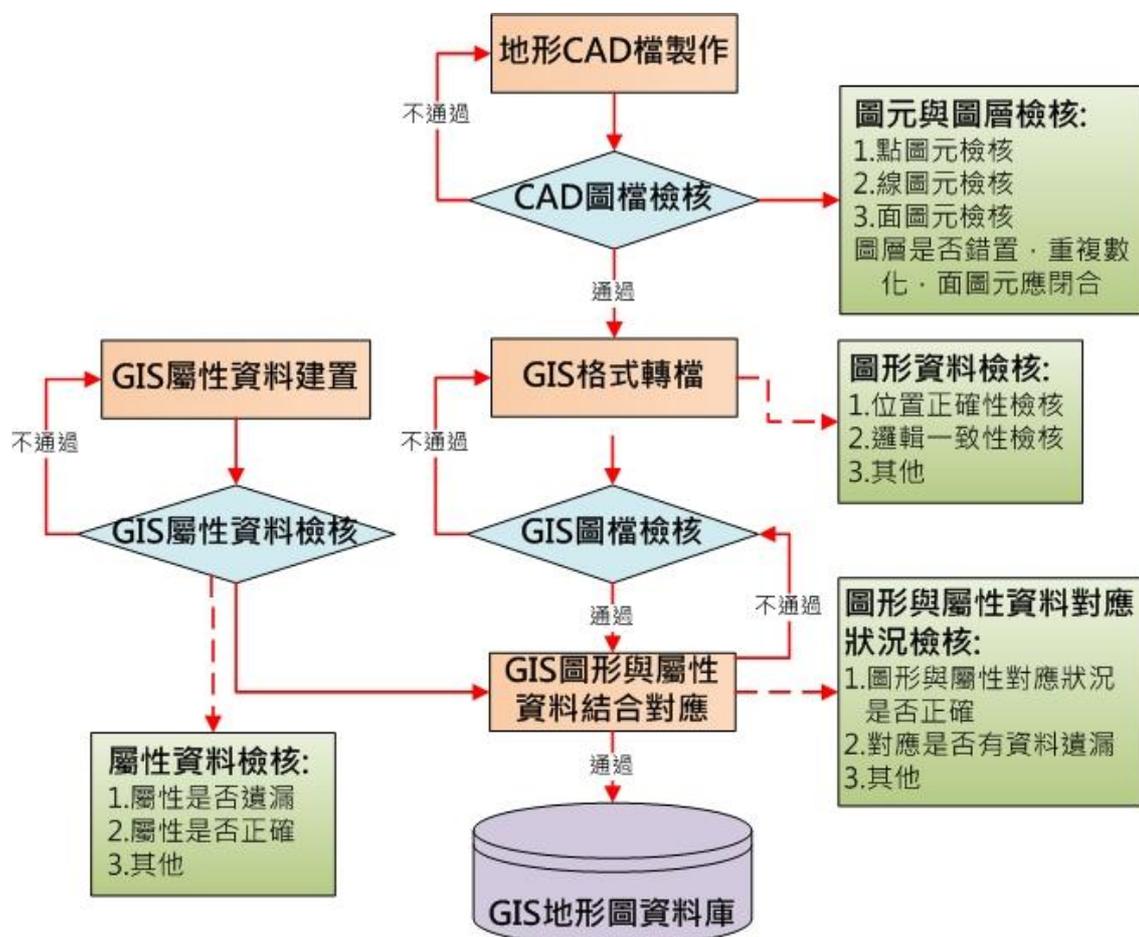


圖 3-73、數值地理資訊圖層及資料建置流程圖



(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 向量圖資在數值地理資訊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數值地理資訊圖層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，本案數值地理資訊圖層資料圖層分類如表 3-25 所示。以下由 AutoCAD MAP 軟體將 dwg 轉換到 shp 做說明。

表 3-25、數值地理資訊圖層資料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
行政界	直轄市、縣、省轄市界	AdminCity	面
	鄉、鎮、市、區界	AdminTown	面
	海事界線	MaritimeBoundarie	線
建物	房屋	Building	面
地標	地標	Landmark	點



類別	圖層名稱		型態
交通	鐵路	Railway	線
	高鐵	HSR	線
	捷運	RTS	線
	道路(雙線)	Road	面
	立體道路	Hroada	面
	小徑(單線)	Path	線
	隧道	Tunnel	面
	橋樑	Bridge	面
	路網	MidRoad	線
水系	河流	River	面
	小河	Stream	線
	水池湖泊	Lake	面
	流域中線	MidRiver	線
	海岸線	CoastLine	線
公共事業網路	高壓線塔	Tower	點
	海底管線	SubmarinePipe	線
地貌	等高線	Contour	線
	等深線	DepthContour	線
	獨立標高點	Spot	點
	網格水深點	GridSpot	點
	底質	BedGeology	面
國有林界	國有林事業區界	AdminForest	線
	國有林班界	ForestSub	線
圖幅	圖幅	FrameIndex	面
其他	人工魚礁	FishHaven	面
	水文站、驗潮站	TidalStation	點
	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，由數值



地理資訊圖層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 3-74所示。

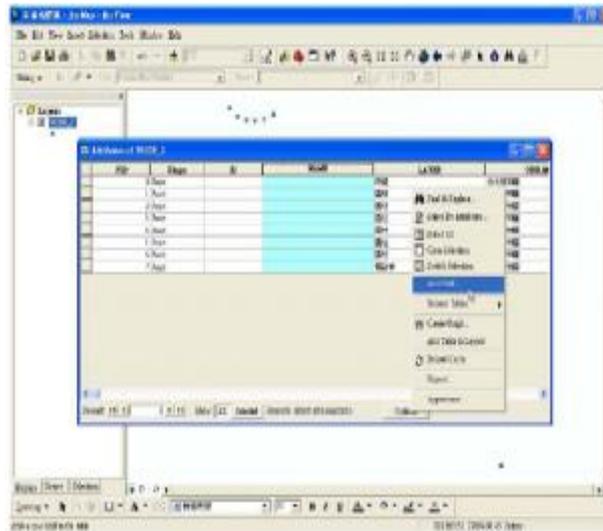


圖 3-74、屬性資料格式設定畫面

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。



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

數值地理資訊圖層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

數值地理資訊圖層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數值地理資訊圖層資料庫時，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 3-26、表 3-27 所示。

表 3-26、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
直轄市、縣、省轄市界	ADMINCITY	SHP&MXD&MDB	1
鄉、鎮、市、區界	ADMINTOWN	SHP&MXD&MDB	3
橋樑	BRIDGE	SHP&MXD&MDB	19
房屋	BUILDING	SHP&MXD&MDB	753
海岸線	COASTLINE	SHP&MXD&MDB	1
等高線	CONTOUR	SHP&MXD&MDB	1110
控制點	CONTROLPT	SHP&MXD&MDB	10
等深線	DEPTHCONTOUR	SHP&MXD&MDB	365
人工魚礁	FISH_HAVEN	SHP&MXD&MDB	46
圖幅	FRAMEINDEX	SHP&MXD&MDB	27



圖層名稱(中文)	圖層名稱(英文)	檔案格式	數量
網格水深點	GRIDSPOT	SHP&MXD&MDB	66252
立體道路	HROADA	SHP&MXD&MDB	2
水池湖泊	LAKE	SHP&MXD&MDB	113
地標	LANDMARK	SHP&MXD&MDB	18
流域中線	MIDRIVER	SHP&MXD&MDB	213
路網	MIDROAD	SHP&MXD&MDB	372
小徑(單線)	PATH	SHP&MXD&MDB	25
鐵路	RAILWAY	SHP&MXD&MDB	2
河流	RIVER	SHP&MXD&MDB	147
道路(雙線)	ROAD	SHP&MXD&MDB	12
獨立標高點	SPOT	SHP&MXD&MDB	4563
小河	STREAM	SHP&MXD&MDB	68
沈船(船骸)	WRECK	SHP&MXD&MDB	1

表 3-27、101 年海域基本圖數值地理資訊圖層資料庫圖幅清冊

編號	圖號	圖資涵蓋行政區	原始檔案格式	目前轉換檔案格式
1	95222021	台灣外海	CAD (dwg)	ESRI Personal Geodatabase(mdb)
2	95222022	台灣外海	CAD (dwg)	ESRI Personal Geodatabase(mdb)
3	95222023	台灣外海、苗栗縣	CAD (dwg)	ESRI Personal Geodatabase(mdb)
4	95222024	台灣外海、苗栗縣	CAD (dwg)	ESRI Personal Geodatabase(mdb)
5	95222031	台灣外海、苗栗縣	CAD (dwg)	ESRI Personal Geodatabase(mdb)
6	95222032	台灣外海、苗栗縣	CAD (dwg)	ESRI Personal Geodatabase(mdb)
7	95222033	台灣外海、苗栗縣	CAD (dwg)	ESRI Personal Geodatabase(mdb)
8	95222041	台灣外海、苗栗縣	CAD (dwg)	ESRI Personal Geodatabase(mdb)
9	95222051	台灣外海、苗栗縣	CAD (dwg)	ESRI Personal Geodatabase(mdb)
10	95223029	台灣外海	CAD (dwg)	ESRI Personal Geodatabase(mdb)
11	95223030	台灣外海	CAD (dwg)	ESRI Personal Geodatabase(mdb)
12	95223038	台灣外海	CAD (dwg)	ESRI Personal Geodatabase(mdb)
13	95223039	台灣外海	CAD (dwg)	ESRI Personal Geodatabase(mdb)
14	95223040	台灣外海	CAD (dwg)	ESRI Personal Geodatabase(mdb)
15	95223047	台灣外海	CAD (dwg)	ESRI Personal Geodatabase(mdb)
16	95223048	台灣外海	CAD (dwg)	ESRI Personal Geodatabase(mdb)
17	95223049	台灣外海	CAD (dwg)	ESRI Personal Geodatabase(mdb)
18	95223050	台灣外海	CAD (dwg)	ESRI Personal Geodatabase(mdb)



編號	圖號	圖資涵蓋行政區	原始檔案格式	目前轉換檔案格式
19	95223056	台灣外海	CAD (dwg)	ESRI Personal Geodatabase(mdb)
20	95223057	台灣外海	CAD (dwg)	ESRI Personal Geodatabase(mdb)
21	95223058	台灣外海	CAD (dwg)	ESRI Personal Geodatabase(mdb)
22	95223059	台灣外海、苗栗縣	CAD (dwg)	ESRI Personal Geodatabase(mdb)
23	95223060	台灣外海、苗栗縣	CAD (dwg)	ESRI Personal Geodatabase(mdb)
24	95223066	台灣外海	CAD (dwg)	ESRI Personal Geodatabase(mdb)
25	95223067	台灣外海	CAD (dwg)	ESRI Personal Geodatabase(mdb)
26	95223068	台灣外海、苗栗縣	CAD (dwg)	ESRI Personal Geodatabase(mdb)
27	95223069	台灣外海、苗栗縣	CAD (dwg)	ESRI Personal Geodatabase(mdb)

3. 成果展示

本年度數值地理資訊圖層資料相關成果展示如圖 3-75。

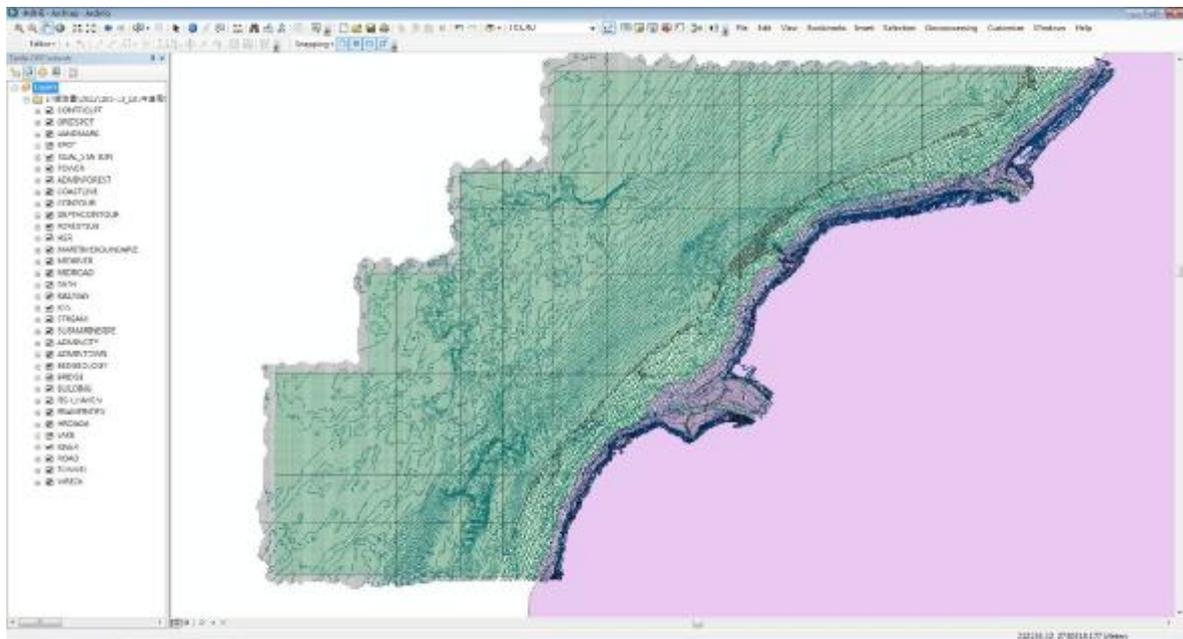


圖 3-75、101年海域基本圖-數值地理資訊圖層成果



肆、自我檢核方式及處理原則說明

一、數值高程模型

(一) 陸域數值高程模型檢核

以人工立製方式檢核空載光達測點是否吻合，以確定陸域數值高程模型之精度，如圖 4-1。

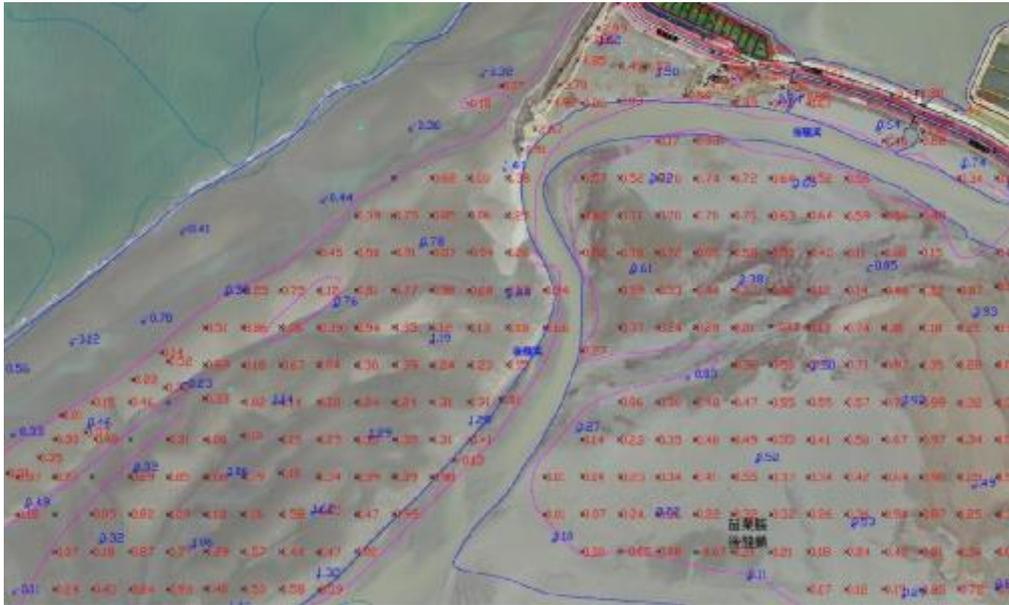


圖 4-1、陸域數值高程模型檢核
(藍色點為人工立製點，紅色點為空載光達測點)

(二) 海、陸域數值高程模型檢核

將空載光達資料與水深測帶疊合處進行比對，共檢測11249點，符合『離岸6km或水深30m內水域』規範要求合格點數11205點，合格率99.6%，詳圖 4-2。

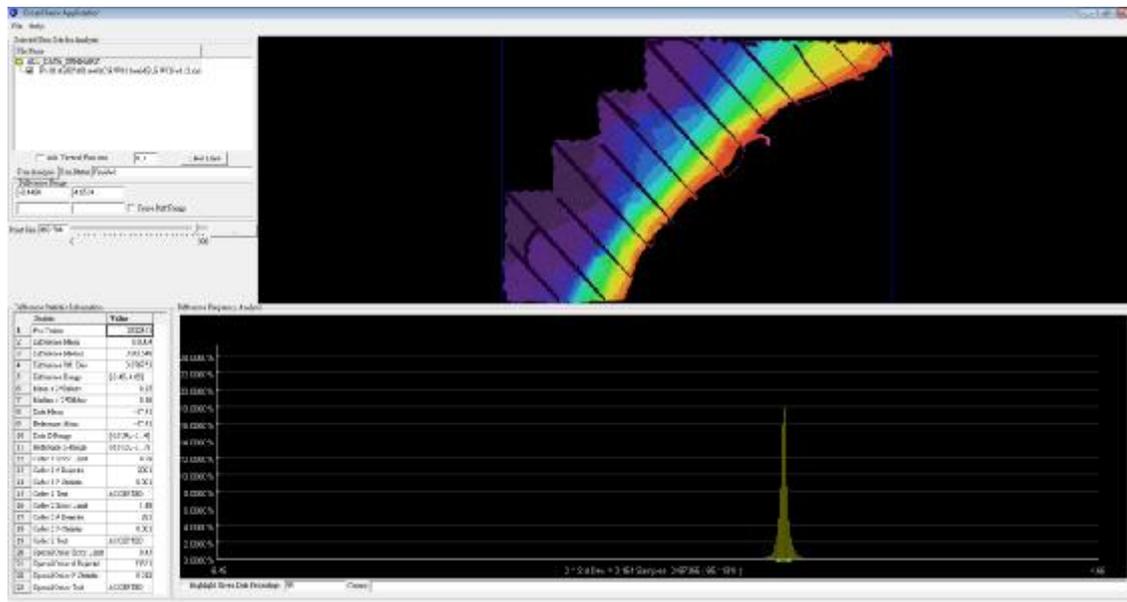


圖 4-3、多音束主測線與檢核線精度比較圖

3. 單音束與多音束重疊區域

- (1) 先將多音束測深成果製作成 5m×5m 格點後，再以單音束測點位置來搜尋最接近之格點，比對其多音束格點水深值與單音束測深值之差異。
- (2) 經比對單音束與多音束測深重疊施測區域共檢核 25919 點，符合『離岸 6km 或水深 30m 內水域』規範要求合格點數 25727 點，合格率 99.3%，詳圖 4-4。

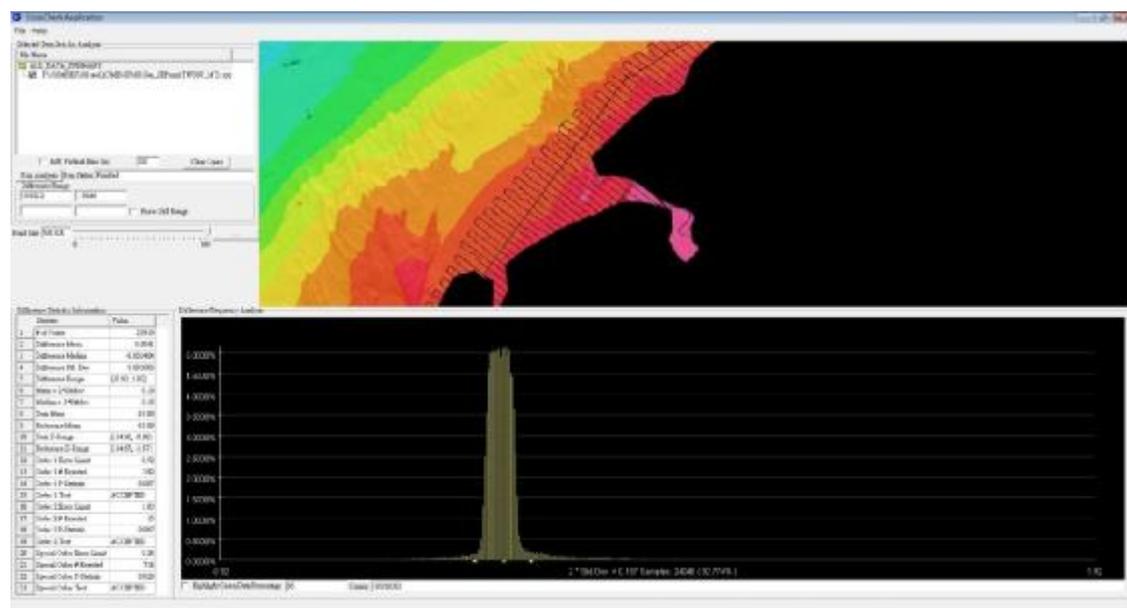


圖 4-4、單音束與多音束重疊區域精度比較圖



二、 數值地理資訊圖層資料

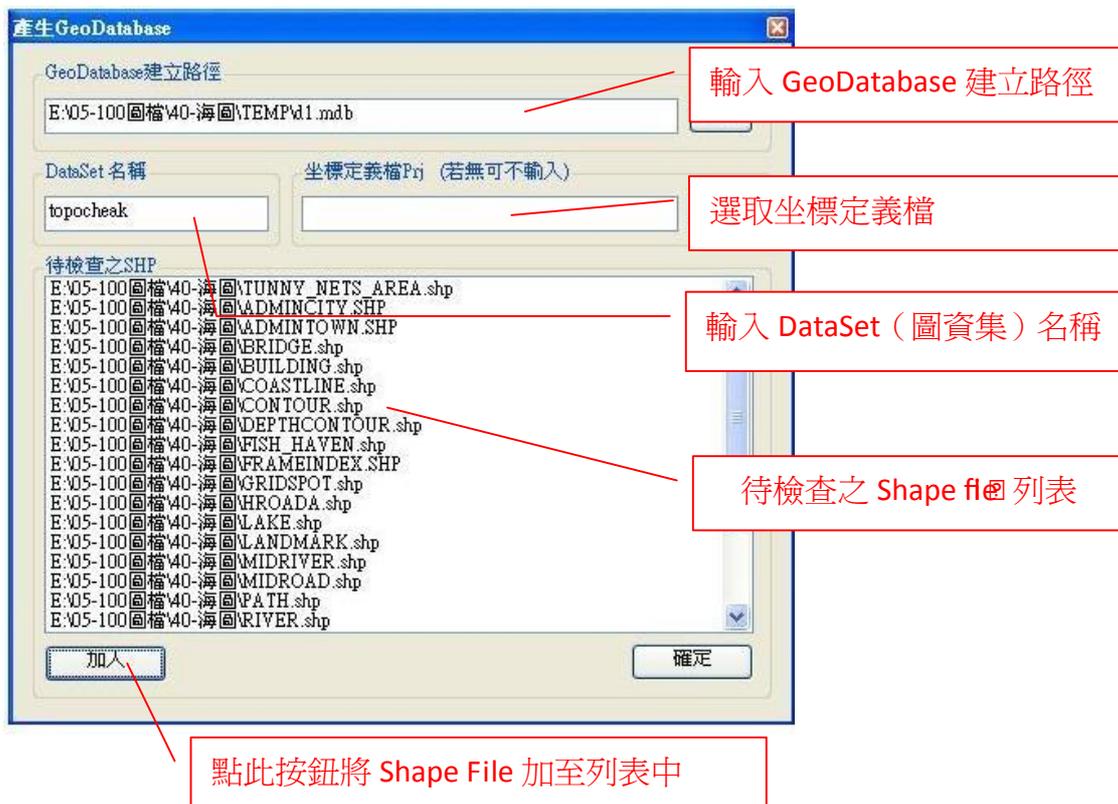
(一) GIS 檢核程式檢查

操作平台部分，於ArcGIS Desktop平台上設計檢核模組，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，內有三個主要的功能按鈕。



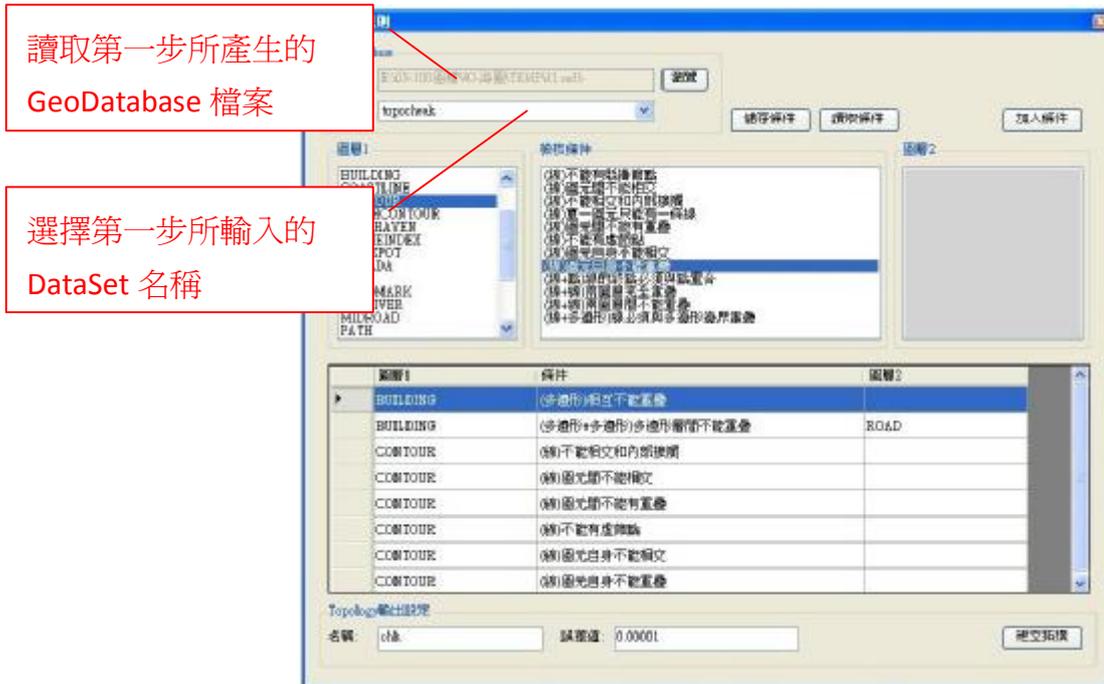
1. 將需進行檢核之圖資轉換成Personal GeoDatabase格式，點選 按鈕



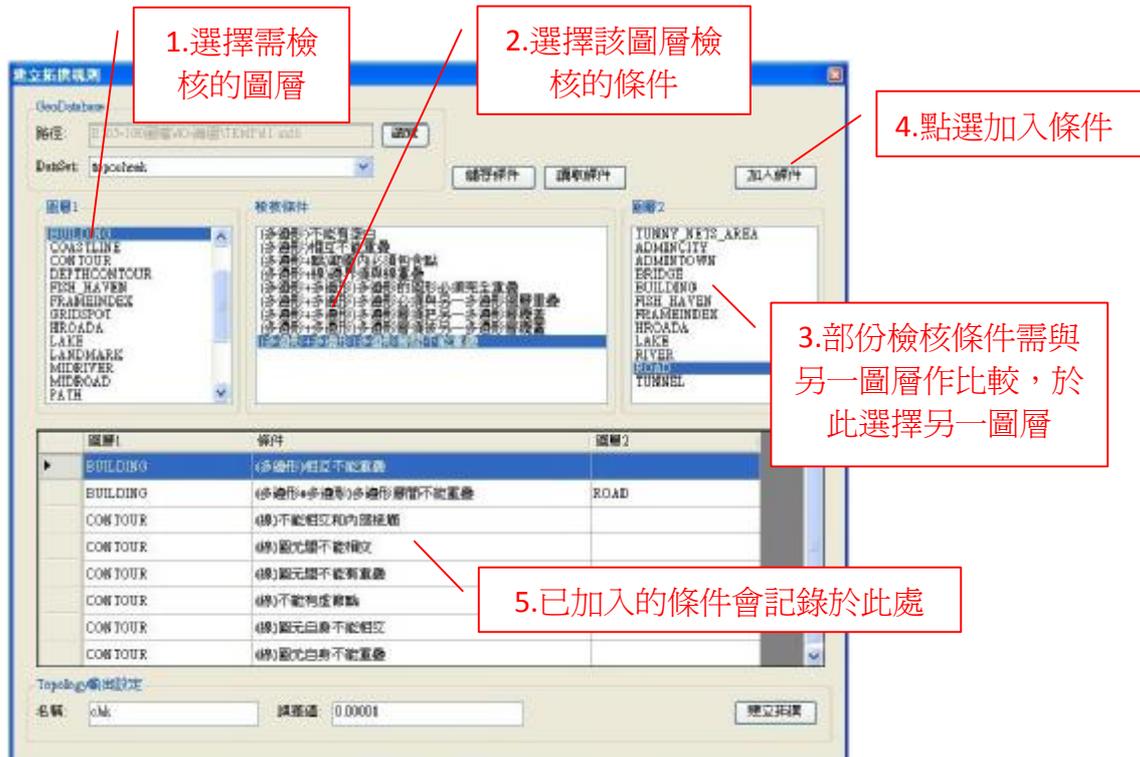
輸入相關設定與選擇檔案後，按【確定】即完成建立 GeoDatabase 檔案。



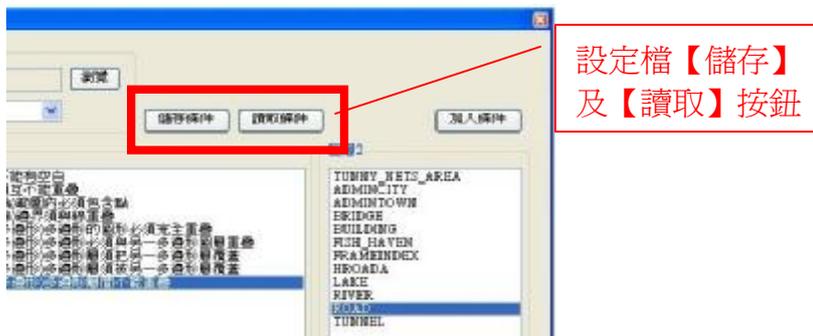
2. 設定所有 Shape file 的檢核條件，點選  按鈕



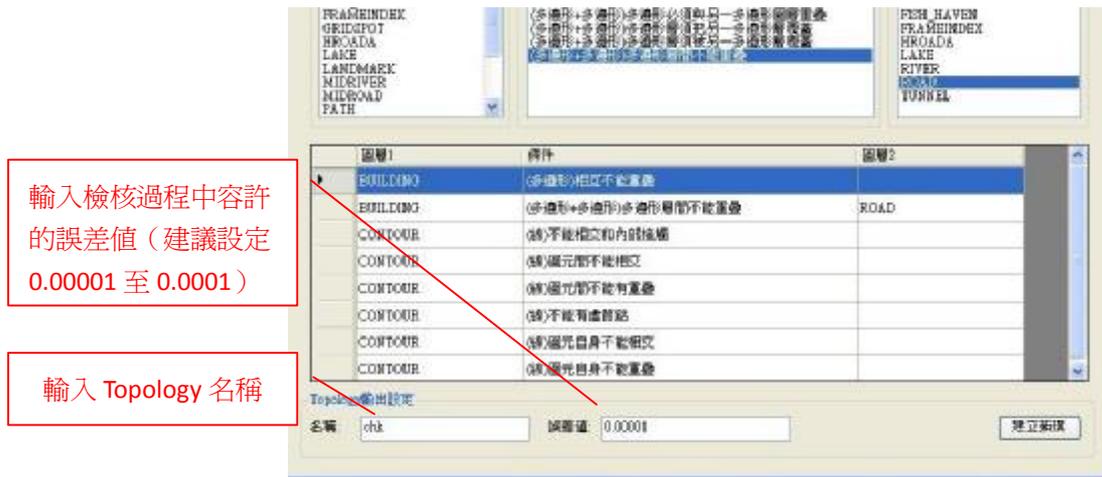
然後需設定檢核的內容：



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。

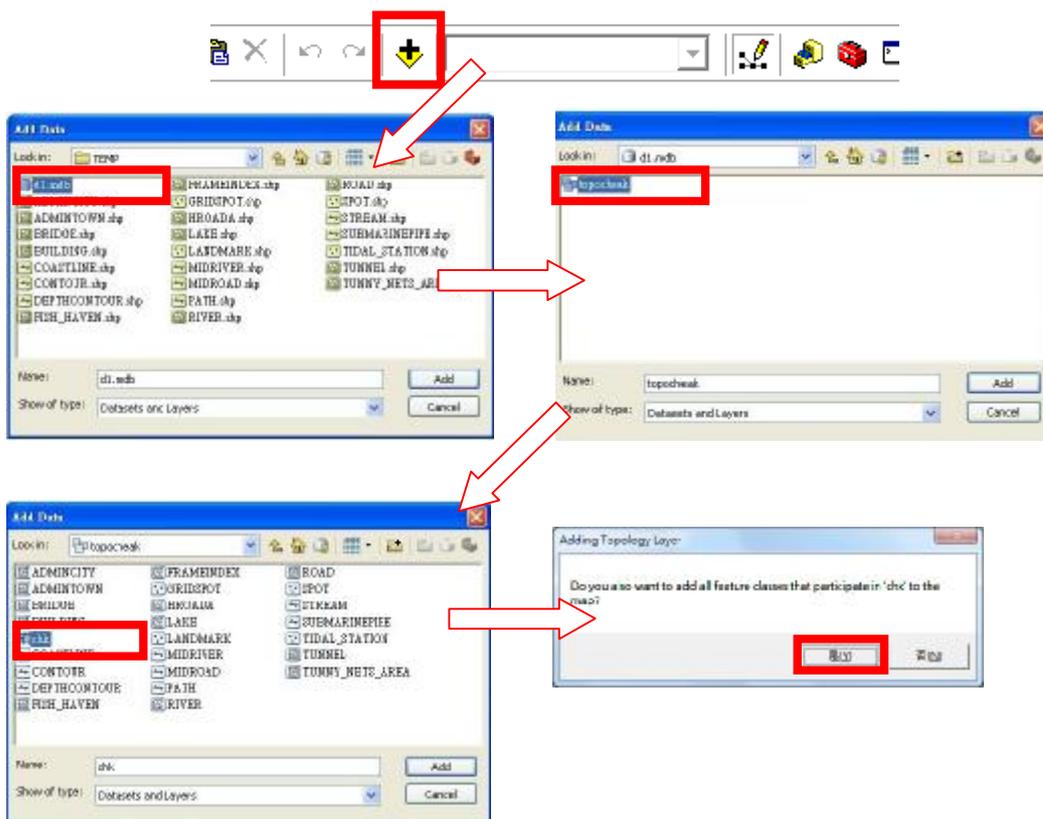


設定 Topology 輸出資訊



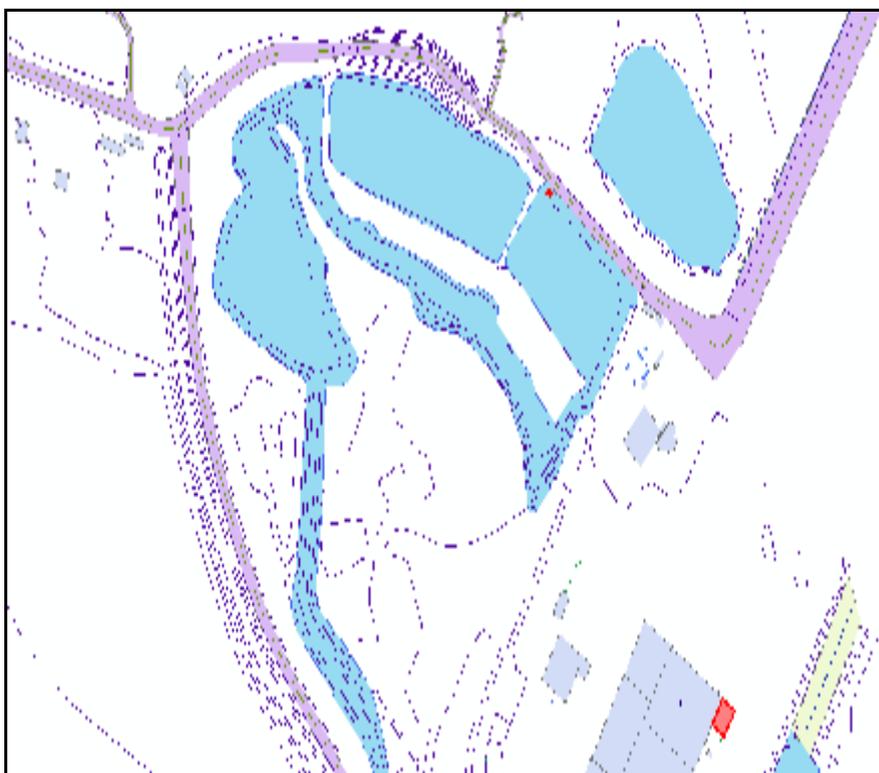
點選【建立拓撲】按鈕，即開始進行檢核。

3. 完成檢核後將Topology圖層加入至ArcMap中



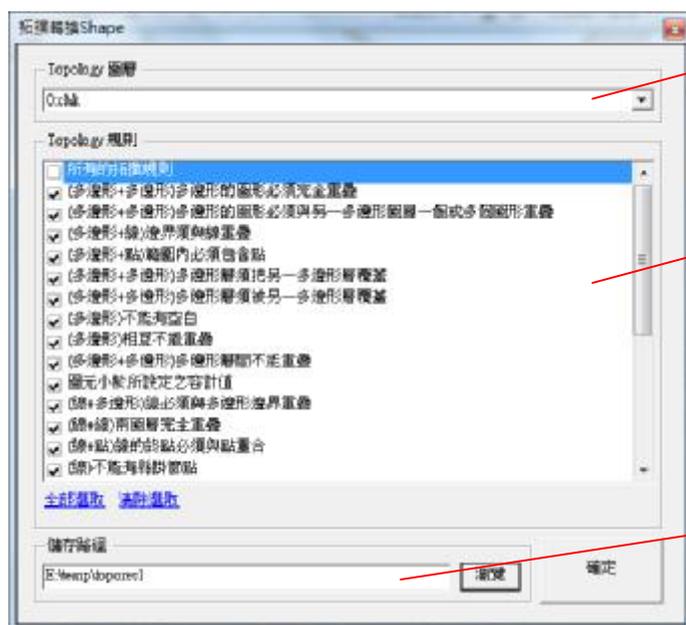


加入後從圖面中可看出所有的錯誤位置（圖中標示紅色的位置）



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

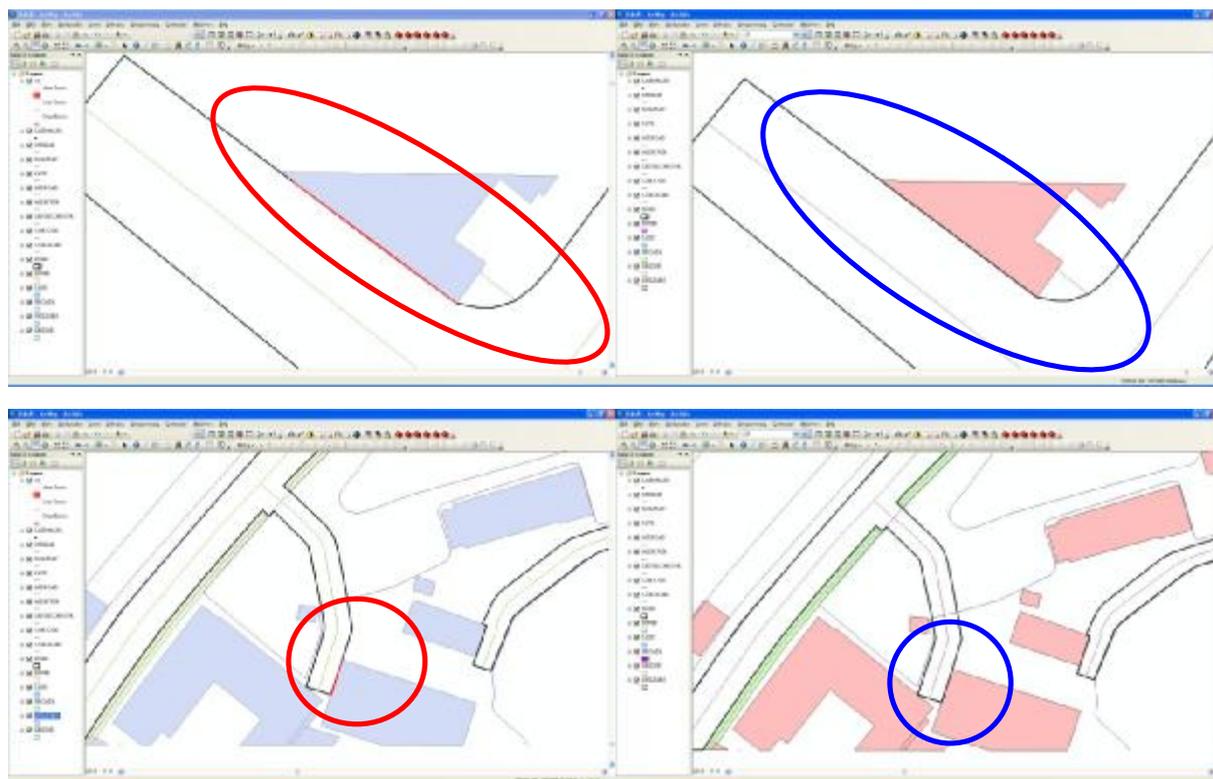
3. 選取圖檔儲存的資料夾

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	

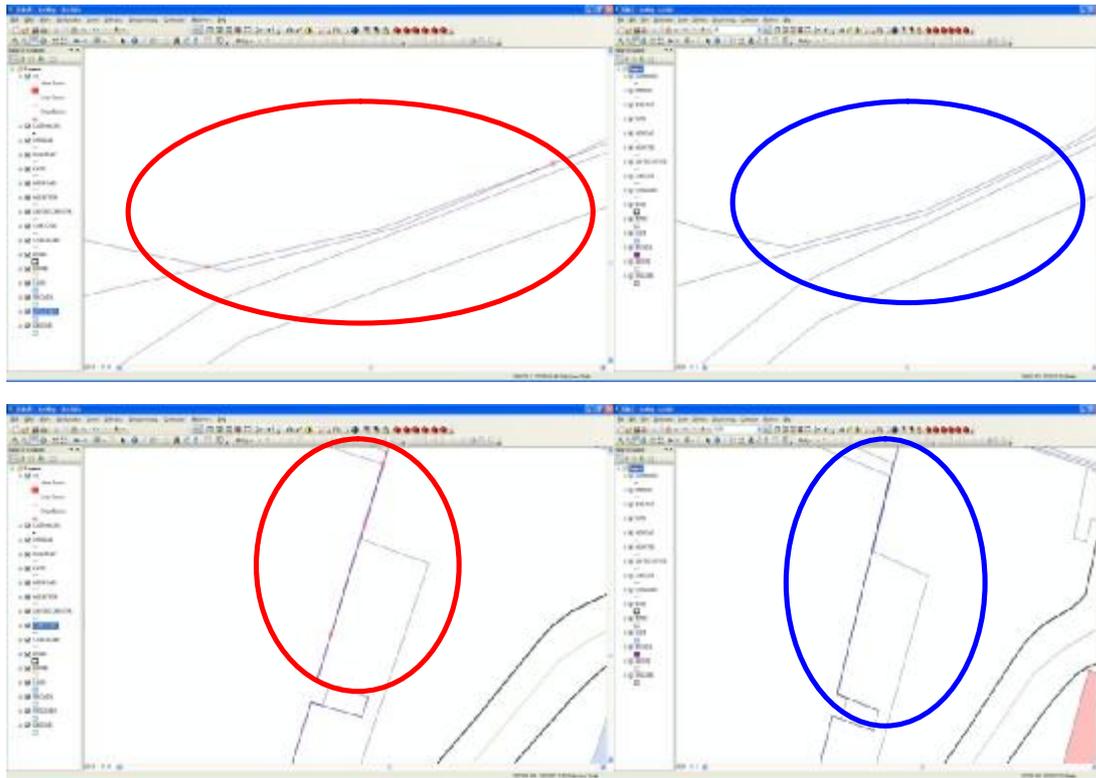
5. 本年度自我檢查所查核出之錯誤訊息修訂畫面如下，左圖為所抓出之錯誤畫面，右圖則為修正過後之成果。
面(BUILDING & ROAD 查核)
BUILDING & ROAD 圖元相互重疊





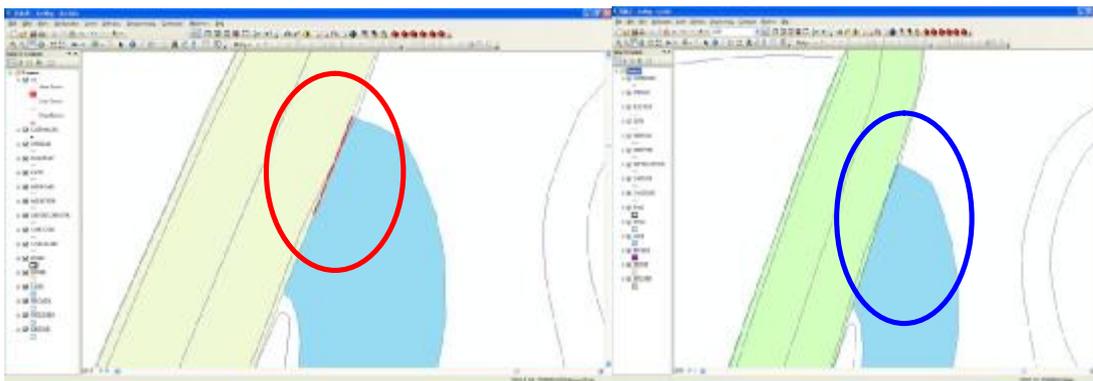
線(CONTOUR 查核)

線圖元相交重疊



面(LAKE & RIVER 查核)

LAKE & RIVER 圖元相互重疊





(二) 海域基本圖圖資檢核工具檢查

另外利用「海域基本圖圖資檢核工具」檢查，以減少GIS圖資圖形及屬性的錯誤，並使各年度檢核機制相同。以下為程式之使用方法及結果(引用“海域基本圖圖資檢核工具操作說明手冊”)：

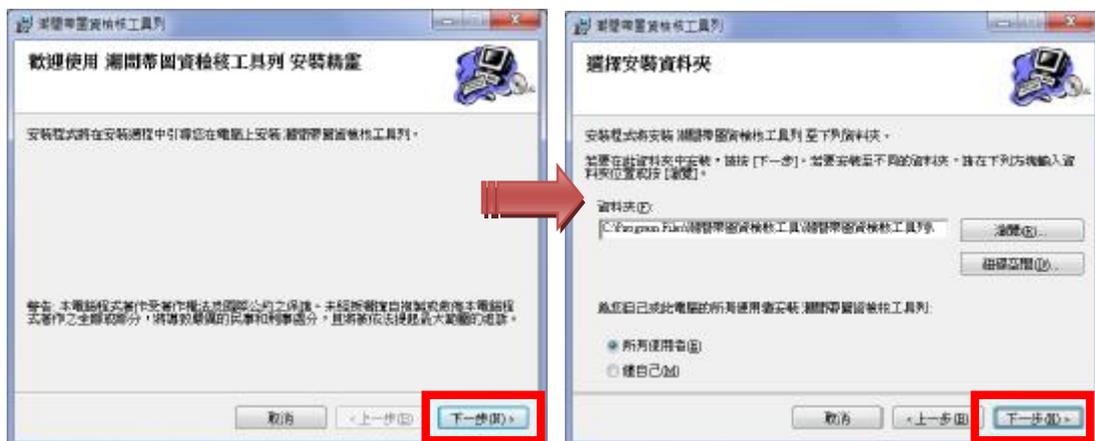
1. 安裝及工具載入

(1) 安裝

執行「海域基本圖圖資檢核工具列.msi」檔案：

 海域基本圖圖資檢核工具列.msi

執行即可進行海域基本圖檢核工具的安裝，預設之安裝目錄為「C:\Program Files\海域基本圖圖資檢核工具\海域基本圖圖資檢核工具列」。

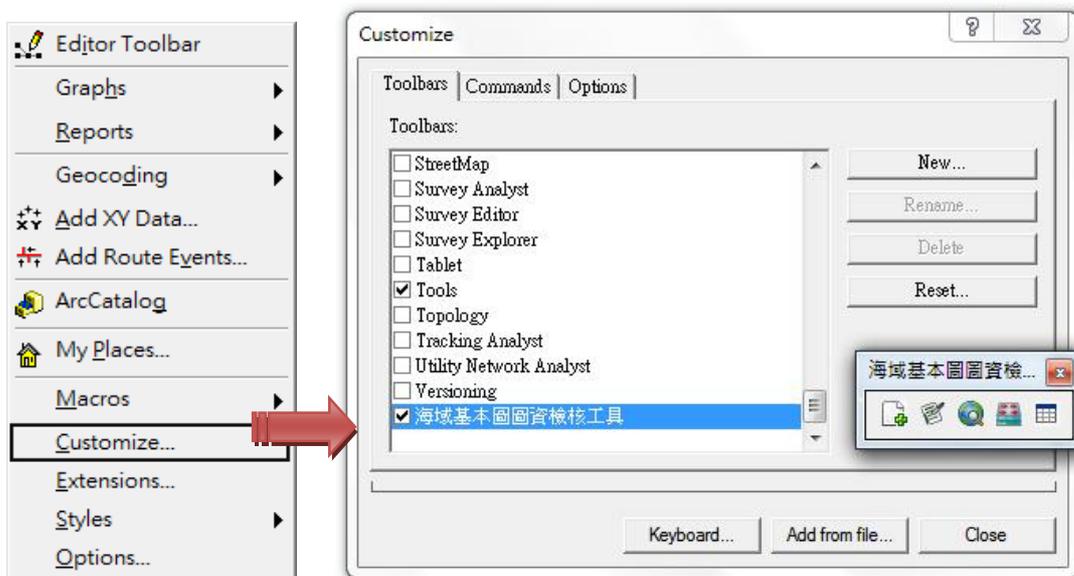


(2) 工具載入

本檢核工作需配合ArcMap軟體來使用（ArcView9.3以上版本），工具在安裝完成後預設為開啟狀態，若未開啟可依循以下操作步驟載入ArcMap中：

A. 開啟ArcMap（程式集 → ArcGIS → ArcMap）。

B. 選擇Tools選單下的Customize，於Toolbars頁籤下，勾選「海域基本圖圖資檢核工具」，即可將本工具列載入至ArcMap。



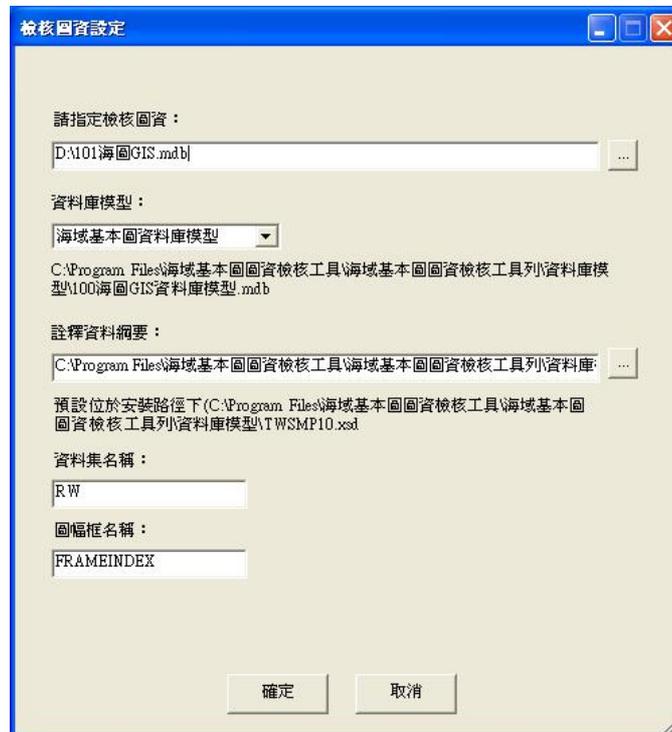
本檢核工具的主要功能包括：

名稱	說明
 檢核圖資設定	設定檢核圖資來源
 圖資狀態檢視	檢視檢核圖資的基本資料，包括圖層名稱、圖層型態、圖元數量等
 投影坐標檢核	圖資整體投影坐標系統檢核
 空間資料檢核	圖資整體空間資料檢核，包括單圖層位相關係、跨圖層位相關係等
 屬性資料檢核	圖資整體屬性資料檢核，包括欄位定義及屬性內容

2. 檢核圖資設定

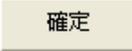
圖資檢核首先必須設定欲檢核圖資與海域基本圖資料庫模型的資料來源，步驟如下：

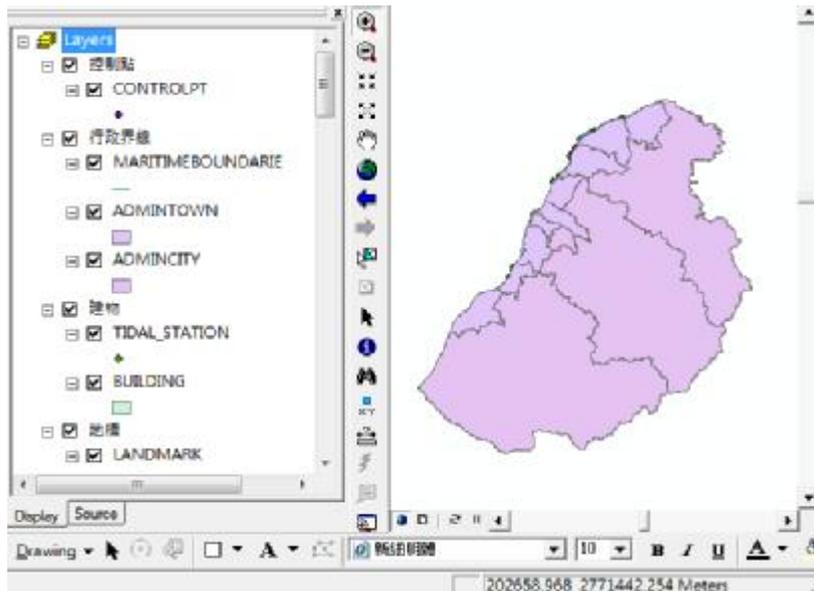
- (1) 點選檢核模組下的「 檢核圖資設定」按鈕，開啟檢核圖資設定視窗。



- (2) 以  按鈕依序開啟選擇檢核圖資視窗，設定檢核圖資及資料庫模型檔案，本檢核系統配合海域基本圖資料庫模型建置，故檔案格式限定為 Personal Geodatabase (.mdb)。
- A. 檢核圖資：為欲進行檢核的資料庫，如專案資料庫名稱為「100海圖GIS.mdb」。
 - B. 資料庫模型：為本案建置之海域基本圖資料庫模型（空的資料庫），檢核工具安裝時即已安裝。預設位於安裝路徑下 C:\Program Files\海域基本圖圖資檢核工具\海域基本圖圖資檢核工具列\資料庫模型\100海圖GIS資料庫模型.mdb。
 - C. 詮釋資料綱要：為內政部詮釋資料標準 TWSMP1.0 之 XML Schema，作為詮釋資料檢核之用，檢核工具安裝時即已安裝。預設位於安裝路徑下 C:\Program Files\海域基本圖圖資檢核工具\海域基本圖圖資檢核工具列\資料庫模型\TWSMP10.xsd。
 - D. 資料集名稱：預設名稱為 RW，若名稱不同可依實際資料集名更改。
 - E. 圖幅框名稱：預設名稱為 FrameIndex2500，若名稱不同可依實際圖幅框名稱更改。



- (3) 設定完成後按  按鈕，ArcMap 將自動根據上步驟所設的路徑及檔案讀取圖資，載入到圖台上。為方便查核者檢視瀏覽圖資，圖資以海域基本圖基本地形圖類別分類，「其他」類則放置圖層名稱未對應的圖層。



3. 圖資狀態檢視

將檢核圖資載入後，點選檢核模組下的「 圖資狀態檢視」按鈕，檢視檢核圖資的資料狀態。

「圖資狀態檢核」頁籤下，所顯示的圖資資訊包括：

- (1) 大類名稱：本案根據海域基本圖基本地形圖 GIS 資料庫規劃成果，分為九大類別。「其他」類則放置專案範圍、圖幅框、及圖層名稱未對應的圖層，可由此檢核圖層名稱是否輸入有誤。
- (2) 資料名稱：圖層英文名稱，係依據資料庫模型裡的圖層名稱。
- (3) 圖層名稱：圖層中文名稱，係依據資料庫模型裡的圖層名稱。
- (4) 空間單位：圖層的資料型態，為點或線或面。
- (5) 圖層是否存在：依據資料庫模型裡的圖層名稱定義，列出檢核圖資是否有該圖層。圖層不存者將以紅色字體標示，可能為圖層遺漏、無法正常開啟，或圖層名稱、別名(AliasName)輸入有誤所導致。
- (6) 應有圖元數量：該檢核圖層應包含的圖元數量，可由使用者自行



輸入（輸入方式詳述於後）。

- (7) 實際圖元數量：檢核圖資內，該圖層的實際圖元數量統計。
- (8) 圖元數量檢核：根據應有圖元數量與實際圖元數量比對，檢核圖元數量是否符合，數量不符合者將以紅色字體標示。

視窗最上方並將列出整體檢核結果為一切正常或共有幾筆錯誤。若應有圖元數量欄位為空白，可按「應有圖元數量設定」按鈕進行設定。

圖資量檢核

檢核結果
本項檢核結果為：一切正常

應有圖元數量設定

類別	國際名稱(英)	國際名稱(中)	型態	圖層是否存在	應有圖元數量	實際圖元數量	圖元數量檢核
公共事業網路	TOWER	海燈塔塔	Point	圖層存在	0	0	圖元數量符合
公共事業網路	SUBMARINEPIPE	海底管線	Polyline	圖層存在	0	0	圖元數量符合
水系	LAKE	水池湖泊	Polygon	圖層存在	113	113	圖元數量符合
水系	MIDRIVER	河域中線	Polyline	圖層存在	213	213	圖元數量符合
水系	RIVER	河流	Polygon	圖層存在	147	147	圖元數量符合
水系	COASTLINE	海岸線	Polyline	圖層存在	1	1	圖元數量符合
水系	STREAM	小河	Polyline	圖層存在	68	68	圖元數量符合
交通	TUNNEL	隧道	Polygon	圖層存在	0	0	圖元數量符合
交通	MIDROAD	縣道	Polyline	圖層存在	372	372	圖元數量符合
交通	RAILWAY	鐵路	Polyline	圖層存在	2	2	圖元數量符合
交通	ROAD	道路	Polygon	圖層存在	12	12	圖元數量符合
交通	RTS	捷運	Polyline	圖層存在	0	0	圖元數量符合
交通	BRIDGE	橋樑	Polygon	圖層存在	19	19	圖元數量符合
交通	ROADA	立體道路	Polygon	圖層存在	2	2	圖元數量符合
交通	RR	高捷	Polyline	圖層存在	0	0	圖元數量符合
交通	FAH	小徑	Polyline	圖層存在	25	25	圖元數量符合

一切正常時的顯示狀態

列表輸出 關閉

圖資量檢核

檢核結果
本項檢核結果為：共12筆錯誤

應有圖元數量設定

類別	國際名稱(英)	國際名稱(中)	型態	圖層是否存在	應有圖元數量	實際圖元數量	圖元數量檢核
公共事業網路	TOWER	海燈塔塔	Point	圖層存在	0	0	圖元數量符合
公共事業網路	SUBMARINEPIPE	海底管線	Polyline	圖層存在	0	0	圖元數量符合
水系	LAKE	水池湖泊	Polygon	圖層存在	113	113	圖元數量符合
水系	MIDRIVER	河域中線	Polyline	圖層存在	213	213	圖元數量符合
水系	RIVER	河流	Polygon	圖層存在	147	147	圖元數量符合
水系	COASTLINE	海岸線	Polyline	圖層存在	1	1	圖元數量符合
水系	CURRENTF	潮流	Point	圖層不存在	0	0	圖元數量不符
水系	STREAM	小河	Polyline	圖層存在	68	68	圖元數量符合
交通	TUNNEL	隧道	Polygon	圖層存在	0	0	圖元數量符合
交通	MIDROAD	縣道	Polyline	圖層存在	372	372	圖元數量符合
交通	RAILWAY	鐵路	Polyline	圖層存在	2	2	圖元數量符合
交通	ROAD	道路	Polygon	圖層存在	12	12	圖元數量符合
交通	RTS	捷運	Polyline	圖層存在	0	0	圖元數量符合
交通	BRIDGE	橋樑	Polygon	圖層存在	19	19	圖元數量符合
交通	ROADA	立體道路	Polygon	圖層存在	2	2	圖元數量符合
交通	RR	高捷	Polyline	圖層存在	0	0	圖元數量符合

出現錯誤時的顯示狀態

列表輸出 關閉



大類名稱	資料名稱	應有關元數量
公共事業網路	SUBMARINEPIPE	0
公共事業網路	TOWER	0
水系	LAKE	113
水系	CURRENTP	0
水系	MIDRIVER	213
水系	RIVER	147
水系	STREAM	69
水系	COASTLINE	1
交通	BROADA	2
交通	TUNNEL	0
交通	RTS	0
交通	RAILWAY	2
交通	BRIDGE	19
交通	MIDROAD	372
交通	ROAD	12
交通	PATH	95

各項檢核結果都可單獨輸出為 Excel 資料表，方便後續記錄留存、稽核。在圖資狀態視窗按「總表輸出」按鈕，即可指定檔案位置及檔名，依檢核項目命名資料表名稱，將檢核成果輸出為 Excel 資料。

大類名稱	資料名稱	圖層名稱	空間單位
2. 界線(boundary line)	AdministrativeBoundariesA	行政界範圍	Polygon
4. 交通系統(transportation system)	AirportFacilitiesA	圓狀機場附屬設施	Polygon
7. 植被覆蓋及農漁養殖(land cover)	AquacultureA	面狀養殖池	Polygon
7. 植被覆蓋及農漁養殖(land cover)	AquacultureL	線性養殖池	Polyline
5. 水系(water system)	BankCoastOrShoreConstructionA	面狀岸邊工程	Polygon
5. 水系(water system)	BankCoastOrShoreConstructionL	線性岸邊工程	Polyline
2. 界線(boundary line)	BoundaryLineL	界線	Polyline
4. 交通系統(transportation system)	BridgeA	圓狀橋樑	Polygon
4. 交通系統(transportation system)	BridgeL	線性橋樑	Polyline
4. 交通系統(transportation system)	BridgeP	橋樑	Point
1. 交通系統(transportation system)	PathA	路網	Polygon

4. 投影坐標檢核

點選 投影坐標檢核按鈕，檢視投影坐標系統設定是否正確，包括投影、東平移量加值、北平移量加值、中央子午線經度、中心線尺度因子、水平單位等參數。視窗最上方將列出整體檢核結果為合格或不合格，若設定參數與資料庫模型不符，將以紅色字體



標示。



5. 屬性資料檢核

點選  屬性資料檢核按鈕，檢視圖資屬性資料的正確性，分為欄位定義與資料內容兩部分。

(1) 欄位定義

欄位定義的檢核主要針對圖層查核各欄位是否符合其名稱、資料型態、值域等設定。

- A. 於「欄位定義」頁籤下，於左側點選  開啟資料大類目錄，再點選欲檢核的資料名稱。
- B. 點選後，右側資料表即列出資料庫模型與檢核圖資內該圖層的欄位名稱、型態及值域。視窗最上方並將列出整體檢核結果為合格或不合格，以及共有幾筆錯誤，若欄位定義與資料庫模型不符，將以紅色字體標示。



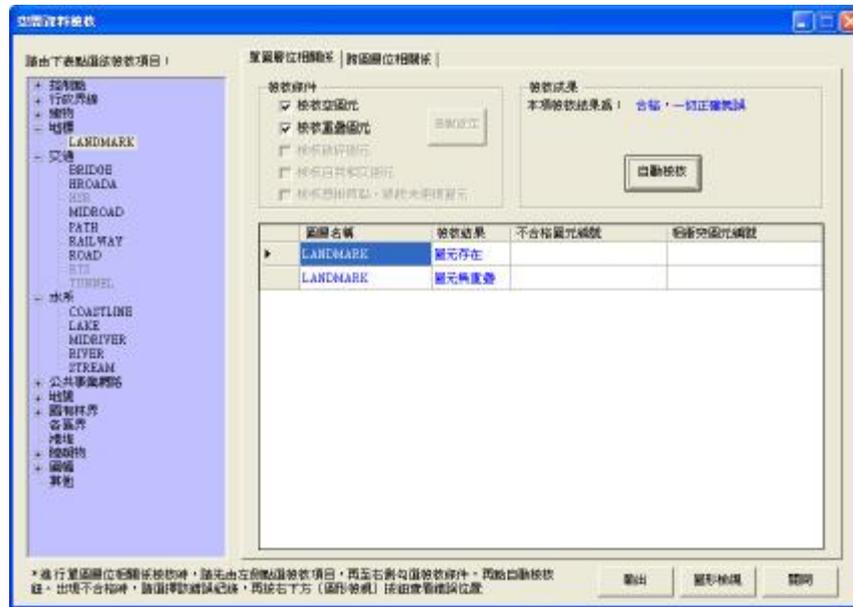
- C. 若圖層之圖元數量為0，左側該圖層將呈灰色，該圖層則不會進行任何檢核。
- D. 若欲察看該筆錯誤資料的圖形及位置，可將整筆資料選取，按  按鈕，ArcMap圖台畫面即縮放顯示至該筆資料所在位置，並以不同顏色HighLight標示出來。

6. 空間資料檢核

點選  空間資料檢核按鈕，檢核資料的空間位相關係。

- (1) 單圖層位相關係：單一圖層位相關係的異常，如空圖元、重疊圖元、破碎圖元、自我相交、懸掛節點、線段未連續等情形。
- (2) 跨圖層位相關係：圖層與圖層之間的相互位相關係，如兩種面圖元不能重疊，此項檢核項目僅適用面圖層。

A. 選擇「單圖層位相關係」頁籤，點選  開啟資料大類目錄，再點選欲檢核的資料名稱，「檢核條件」將自動列出符合該類型（點、線、面）的檢核項目，再點擊自動檢核開始執行。執行完畢後不合格的圖元編號列於下方表格內。視窗最上方並將列出整體檢核結果為合格或出現錯誤，以及共有幾筆不合格，若檢核結果有錯誤，資料表中將以紅色字體標示。



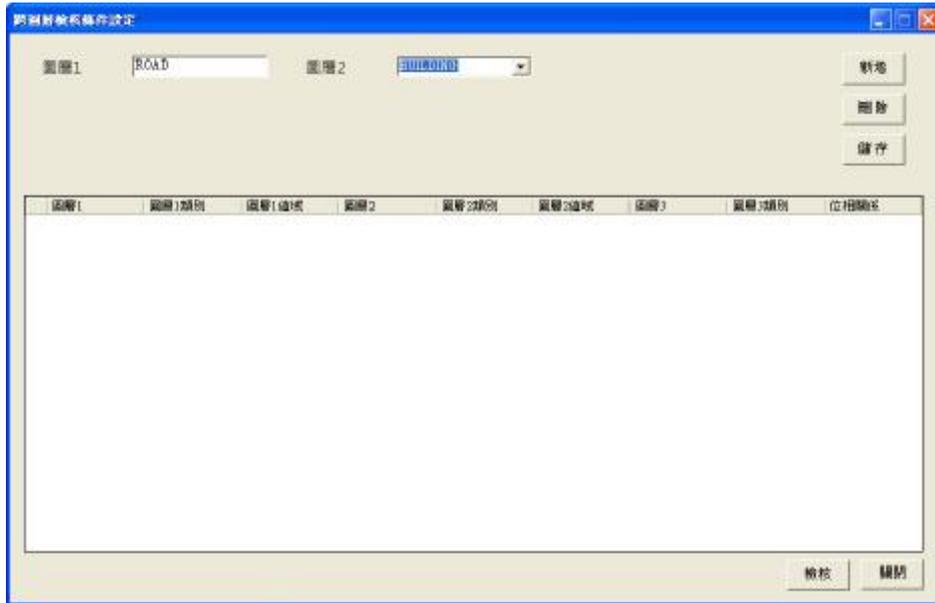
B. 選擇「跨圖層位相關係」，點選 開啟資料大類目錄，再點選欲檢核的資料名稱，待勾選圖層2後執行「無條件檢核」，檢核結束後下方表格列出與檢核資料有重疊的圖層。視窗最上方並將列出整體檢核結果為合格或出現錯誤，以及共有幾筆不合格，若檢核結果不合格的，資料表中將以紅色字體標示。若須加入例外條件，則接著執行「有條件檢核」設定合理允許重疊之條件。



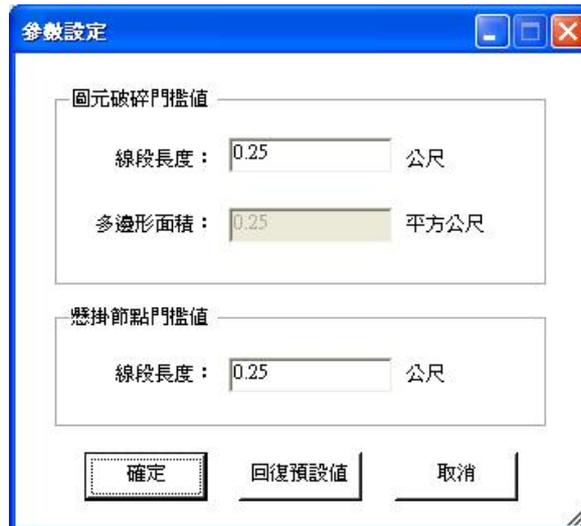
C. 跨圖層檢核條件設定界面是針對點選的檢核資料進行條件設定，依需求選擇圖層2或進一步設定圖層1與圖層2的類別，設定



完畢後點擊新增鈕，若需建立多筆則重複上述步驟，待新增完畢後得點擊儲存鈕，才會將設定記錄於資料庫內。執行「檢核」進行重疊圖元篩選。



- D. 若圖層之圖元數量為0或不適用檢核項目，左側該圖層將呈灰色，該圖層不能進行任何檢核功能。
- E. 目前提供空間資料檢核之圖元破碎、懸掛節點檢核門檻值參數設定。按 **參數設定** 按鈕，可檢視、修改檢核參數。



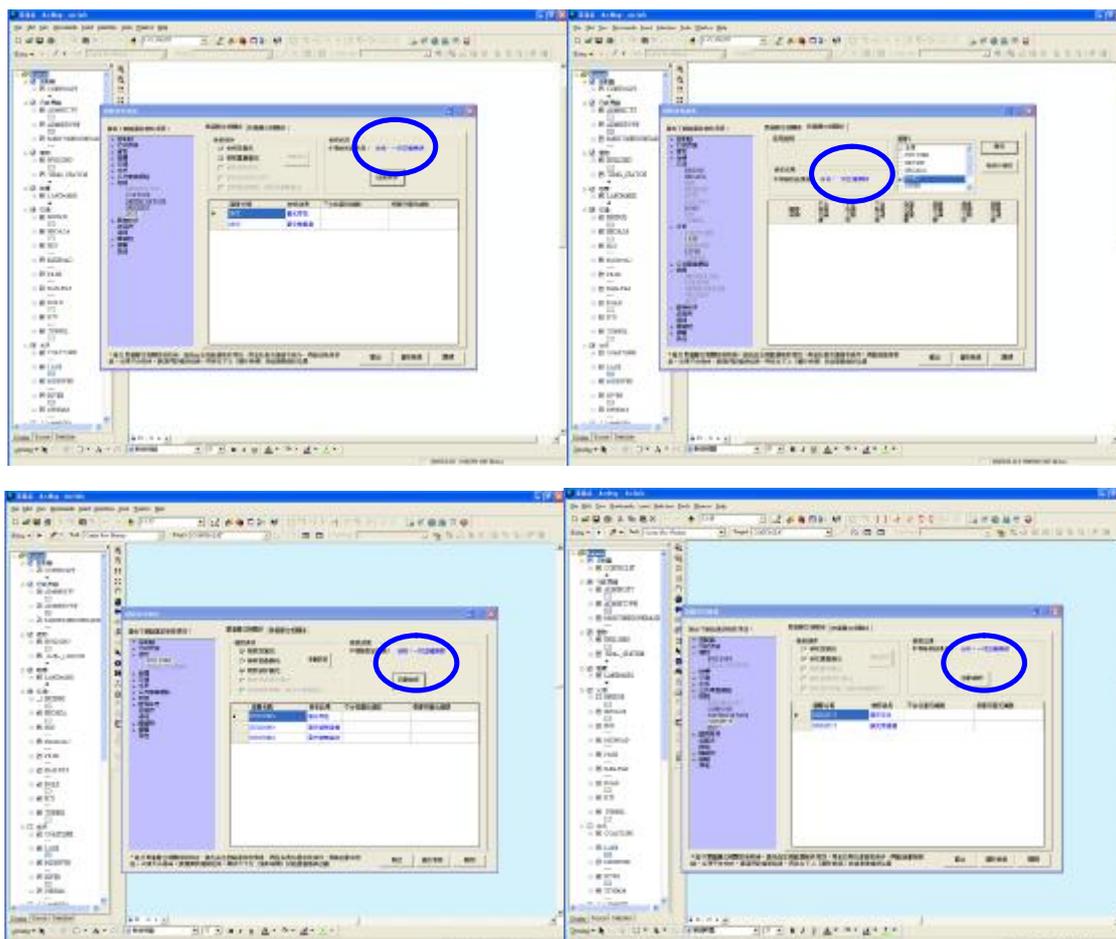
- F. 若欲察看該筆錯誤資料的圖形及位置，可將整筆資料選取，按 **圖形檢視** 按鈕，ArcMap圖台畫面即縮放顯示至該筆資料所在位置，並以不同顏色HighLight標示出來。



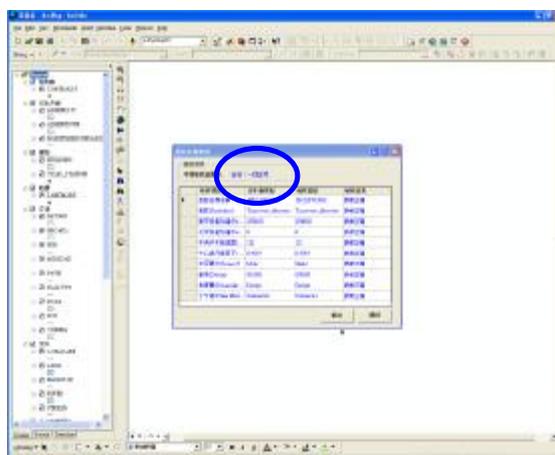
7. 本案檢核結果

本年度經由本程式所查核出之結果畫面如下均為合格：

(1) 空間座標檢核：



(2) 投影座標檢核：





伍、優規成果交付情形

一、高解析之正射影像

本案所提供最優規格陸域地形測量方式『航空攝影+空載光達』方式測繪，除可獲取高解析度光達點雲資料外，並可同時加值產製高解析**正射影像**，並分別製作分幅 0.1m 及全區 1m 之正射影像檔案，本成果已於 6 月完成影像並於 6 月 20 日提送內政部。

正本

詮華國土測繪有限公司 函

地 址：新北市汐止區新台五路一段 159 號 5 樓之 1
電 話：(02) 2643-9699
傳 真：(02) 2643-9599
聯絡人：任偉龍 分機 126

受文者：內政部

發文日期：中華民國 101 年 6 月 20 日
發文字號：臺零壹檢字第 0529 號
送別：
密等及解密條件或期限：
附件：如文

主旨：檢送「101 年度海域基本圖測量工作」，實施航空測量攝影成果，請 查收。

說明：

1. 復 貴部 101 年 4 月 26 日台內地字第 1010173545 號函辦理。
2. 依據『實施航空測量攝影及遙感探測管理規則』第 9 條規定於 101 年 4 月 29 日執行任務完竣後 60 日內於 101 年 6 月 28 日前提送工作報告書一份、攝影航線或影像資料涵蓋圖一份與實施航攝獲取之影像光碟 11 張。

正本：內政部
副本：內政部國土測繪中心

圖 5-1、正射影像提送成果公文



二、 3D 地形動態展示成果

將所得成果分別以 **SKYLINE** 與 **FLEDERMAUS** 兩套程式製成 3D 地形動態展示成果，以便瞭解當地環境地形，並可利於規劃及設計上之應用，檔案詳『3D 地形及動態瀏覽成果』。

三、 潮位模式修正

將「98 年度臺灣西部潮位模式建立技術發展計畫」之潮位模式查詢系統更新，檔案詳『潮位模式修正版 V2』，更新詳如下列所示。



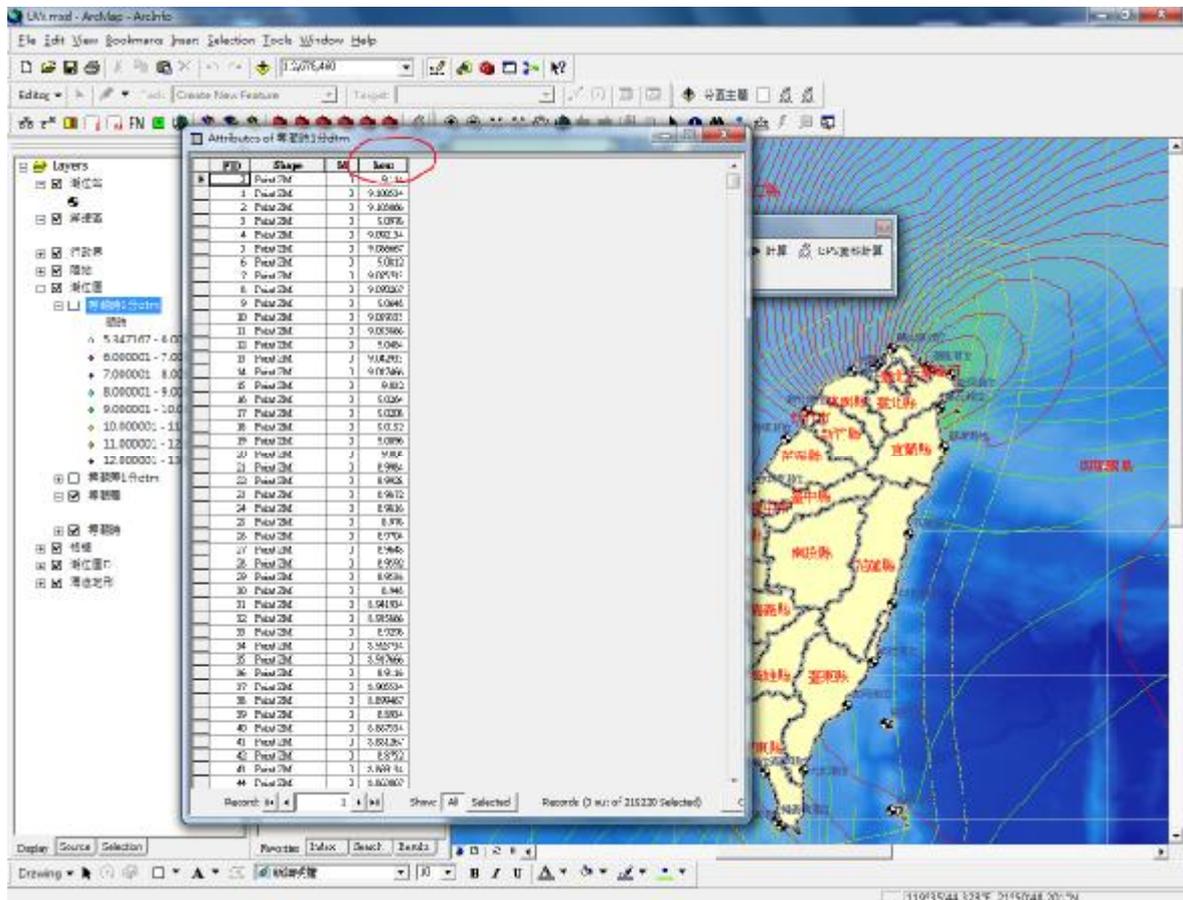
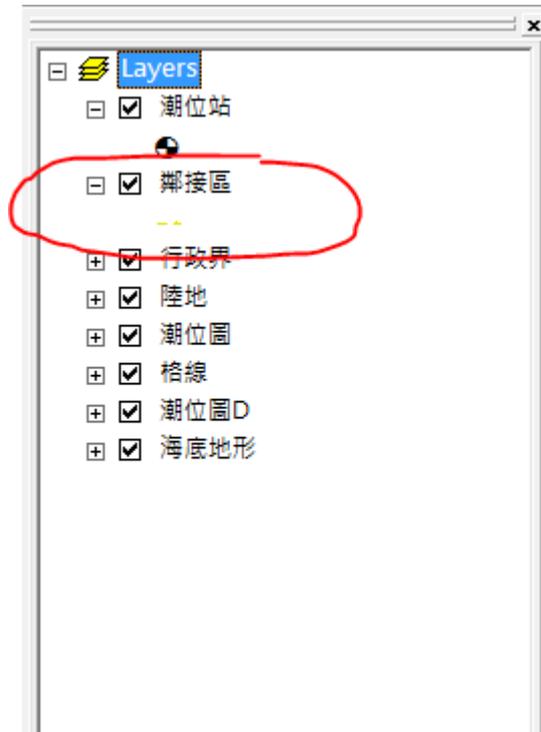


圖 5-2、潮位模式更新圖片



陸、 結論與建議

一、 結論

本案之目的在於建置完整台灣地區海域基本圖，因此本年度之作業範圍延續 100 年度作業範圍：北起苗栗縣龍鳳漁港與「100 年度海域基本圖測繪工作」測區銜接，南至苗栗縣白沙屯漁港以北，往東測至堤防或明顯海陸交界處，往西部分則需測滿五千分之一圖幅範圍，約離岸 8km 處，海域深度約達 70m。沿線所經行政區界包含苗栗縣竹南鎮與後龍鎮，岸線長度約 23km。施測面積共計 140 km²，里程共計 1160km。所得成果共產製 27 幅比例尺五千分之一海域基本圖、中(低)潮高程數值模型(5m*5m、10m*10m、20m*20m、50m*50m、100m*100m、250m*250m)、數值地理資訊圖層資料(共 23 個圖層)與各項成果之詮釋資料。

由於本案使用多種不同測深儀器獲得海域地形資料以及使用空載光達以獲取陸域地形資料，不同儀器所得之地形資料之吻合性，是否有其系統誤差之產生，因此各項地形測量資料精度也就格外重要，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 99% 符合『離岸 6km 或水深 30m 內水域』規範要求，以下分別列出各項水深測量精度：

- (一) **海、陸域地形銜接區資料檢核：**將空載光達資料與水深測帶疊合處進行比對，共檢測 11249 點，符合『離岸 6km 或水深 30m 內水域』規範要求合格點數 11205 點，合格率 99.6%。
- (二) **單音束主測線及檢核測線檢核：**比對單音束主測線與檢核測線之交點時，依檢核線位置搜尋半徑 2m 內主測線之水深測點，來比較分析其高程誤差值，共檢核 1289 點，符合『離岸 6km 或水深 30m 內水域』規範要求合格點數 1279 點，合格率 99.2%。
- (三) **多音束主測帶及檢核測帶重疊區檢核：**先將多音束主測帶全區水深資料網格化(內插成 5m×5m 格點)，再以檢核測線之原始水深資料比較相近位置不同測線之水深誤差差值，共檢核



2,922,431點，符合『離岸6km或水深30m內水域』規範要求合格點數2,920,430點，合格率99.9%。

(四) 單音束與多音束重疊區域：先將多音束測深成果製作成5m×5m格點後，再以單音束測點位置來搜尋最接近之格點，比對其多音束格點水深值與單音束測深值之差異。經比對單音束與多音束測深重疊施測區域共檢核25,919點，符合『離岸6km或水深30m內水域』規範要求合格點數25,727點，合格率99.3%。



二、建議

本案於 101 年 2 月 17 日起開工，預計於決標後 240 日曆天內即 101 年 10 月 14 日前提送工作總報告書，本年度工作範圍雖不大，但今年進行海域水深測量外業期間，因海象狀況不佳，導致外業測量時間加長，後續資料處理與繪圖時間亦遭受壓縮，因此投入更多之人力物力，不斷努力加派人手配合趕工，以於期限內完成最終成果。

本次海域基本圖主要仍以多音束水深測量方式為主，施測面積達 140 km²，在本年度之作業過程中，彙整出以下意見，作為往後相關案件工作執行之參考。

(一) 天候因素

本年度因海象不佳導致第一階段成果未能如期繳交，建議未來能以合適海象作業天數作為工期，以避免因海象不適於海測而勉強進行測量，導致測量成果不如預期，更可避免因趕工所造成資料品質與後續圖資製作之缺失。

(二) 測深儀檢查作業

本年度測深儀檢查作業雖分別於今年之 5 月與 7 月於同潮區內同一地點進行檢核，所得檢核成果全數符合本案之規範要求，雖其間相差約 2 個月，但因期間僅掃過一輕度颱風，地形似乎未產生變化，因此相當慶幸，但未來仍建議於同潮區內同一時間同一地點進行檢核，以減小影響精度之主要外在因子包括潮時、潮差與地形之變遷等。

(三) 極近岸施測

外業施測時須往岸線儘量施測，由於本案範圍內大多為沙岸地形，且坡度相當緩，因此水深測量所能施測之範圍則相當有限，為求資料之品質與完整性，以小型船隻於海象狀良好之條件下，於漲潮時段儘量往岸線測量，因此建議針對極近岸之作業需於特定時段內(5~8 月，漲潮時段)進行作業，以維護水上作業安全與資料之品質保證。



(四) 海、陸域圖資整合

本年度海、陸域地形資料均於4~9月間完成，但因今年侵台之颱風特多，導致局部地形有些微變遷，因此若天候許可仍建議未來各項測量工作，包括海、陸域地形測量能儘量於同一時期完成，以避免因天候所造成之地形差異。

(五) 數值地理資訊圖層資料建置

本年度對於數值地理資訊圖層資料之建置過程中，絕大部分陸域之數值地理資訊圖層資料建置已駕輕就熟，惟極少數海域之物件，如人工魚礁、沉船等，因規範中未建立其屬性欄位結構，故而僅可以圖形資料展示，並建立其空屬性資料，建議未來測繪中心可全面完成海域之數值地理資訊圖層資料屬性欄位結構，以建立完整之海域基本圖數值地理資訊圖層資料之建置。



參考文獻

1. 徐瑋琦 (2005), 淡水河至後龍溪海岸帶地質特徵, 國立台灣大學海洋所碩士論文, 共151 頁。
2. 何春孫 (1986), 台灣地質概論, 中華民國經濟部出版社, 共163 頁。
3. 張政亮 (1995), 台灣西部海岸沙丘之地形學研究, 文化大學地理學研究所博士論文, 共170 頁。
4. 經濟部中央地質調查所 (1994), 五萬分之一台灣地質圖說明書—苗栗, 經濟部中央地質調查所。
5. 蔣正興、俞何興 (2002), 台灣海岸帶類型、形貌特徵及其板塊構造之意義, 台灣海洋學刊, 第40期, 第161-178頁。
6. 海域基本圖圖資檢核工具操作說明手冊(2011), 內政部國土測繪中心。
7. 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。
8. Boggs, S. Jr., Wang, W. C. and Chen, J. C., 1974, Textural and compositional patterns of Taiwan shelf sediment. *Acta Oceanographica Taiwanica*, no. 4, p.13-56.
9. Inman, D. L. and Nordstrom, C. E., 1971, On the tectonic and morphologic classification of coasts. *The Journal of Geology*, v. 79, p.1-21.
10. Suppe, J., 1981, Mechanics of mountain building and metamorphism in Taiwan. *Mem. Geol. Soc. China*, v.4, p.67-89.