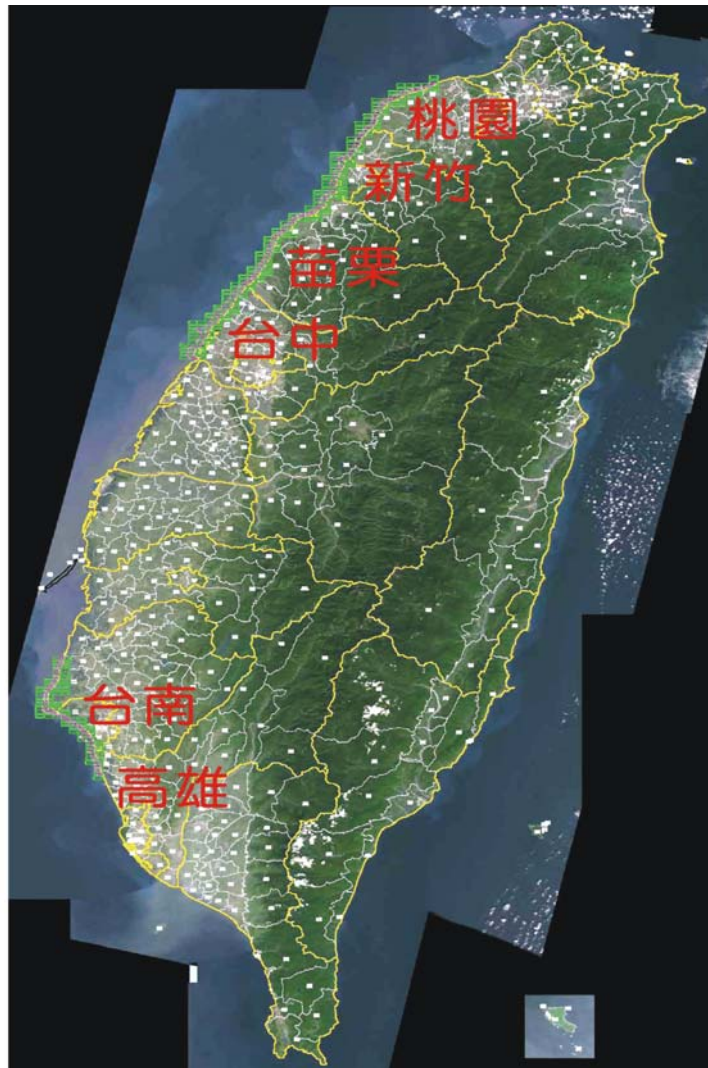




內政部國土測繪中心

九十七年度潮間帶基本地形  
測量技術發展計畫

工作總報告修正本



詮華國土測繪有限公司

中華民國九十八年六月

## 目 錄

壹、前言及目的.....	1
貳、作業規劃.....	2
一、作業內容及方法.....	2
二、使用儀器及軟體設備.....	12
三、人力規劃.....	16
四、時程規劃及作業流程.....	17
參、各項工作執行情形.....	19
一、單音束測深作業.....	19
二、數值地形模型(DTM)製作.....	74
三、潮間帶海域地形圖.....	76
四、三維展示模型製作.....	80
五、飛行模擬錄製.....	90
六、教育訓練.....	95
肆、專案管理.....	105
一、時程控管.....	105
二、成果品質檢查機制.....	109
伍、成果驗收情形.....	111
陸、本案執行特色.....	114
柒、檢討與建議.....	116
一、檢討.....	116
二、建議.....	121
捌、結論.....	123

## 附錄(附於後頁光碟)

附錄 1.控制點點之記.....	1-1
附錄 2.控制點計算表.....	2-1
附錄 3.水準測量計算表.....	3-1
附錄 4.潮位觀測紀錄.....	4-1
附錄 4-1.逐月潮位紀錄圖.....	4-1
附錄 4-2.人工驗潮紀錄表.....	4-10
附錄 4-3.自動/人工驗潮比較圖.....	4-30
附錄 5.聲速剖面記錄表.....	5-1
附錄 6.逐日工作紀錄表.....	6-1
附錄 6-1.船隻資訊紀錄表.....	6-1
附錄 6-2.定位及 barcheck 紀錄表.....	6-45
附錄 6-3.測量工作紀錄表.....	6-89
附錄 6-4.水深品質控制表.....	6-133
附錄 6-5.出海作業紀錄表.....	6-177
附錄 7.出海作業許可申請.....	7-1
附錄 8.測線規劃圖.....	8-1
附錄 9.各期工作會議意見紀錄.....	9-1
附錄 10.教育訓練簽到簿及講義.....	10-1
附錄 11.本期繳交資料明細.....	11-1
附錄 12.海測論文.....	12-1

## 表目錄

表 1、使用儀器及軟體設備.....	14
表 2、各期繳交項目內容及期限表.....	17
表 3、竹圍潮位站前 1/3 高潮位時刻.....	21
表 4、新竹潮位站前 1/3 高潮位時刻.....	22
表 5、外埔潮位站前 1/3 高潮位時刻.....	23
表 6、台中港潮位站前 1/3 高潮位時刻.....	24
表 7、將軍潮位站前 1/3 高潮位時刻.....	25
表 8、永安潮位站前 1/3 高潮位時刻.....	26
表 9、桃園地區漲潮線測量時間.....	27
表 10、新竹地區漲潮線測量時間.....	28
表 11、苗栗地區漲潮線測量時間.....	29
表 12、台中地區漲潮線測量時間.....	31
表 13、台南北部地區漲潮線測量時間.....	33
表 14、台南南部地區漲潮線測量時間.....	34
表 15、不同定位模式比較表.....	43
表 16、GPS 控制測量表.....	44
表 17、GPS 新測點位測量成果表.....	48
表 18、桃園地區解算誤差橢圓長軸半徑.....	48
表 19、桃園地區已知點檢核成果表.....	49
表 20、潮位站高程引測成果.....	51
表 21、已知高程點檢核表.....	52
表 22、各地自動驗潮觀測日期.....	52
表 23、人工驗潮時間及地點記錄表.....	54
表 24、每日工作簡述.....	63
表 25、每日工作設備簡述.....	65
表 26、每日填寫工作記錄表.....	67
表 27、每日填寫水深品質管控表.....	68
表 28、每日填寫出海作業記錄表.....	69
表 29、數值地形模型詮釋資料.....	75
表 30、地形圖詮釋資料.....	79
表 31、教育訓練內容.....	95

## 圖目錄

圖 1、桃園縣測區範圍圖.....	3
圖 2、新竹縣測區範圍圖.....	3
圖 3、苗栗縣測區範圍圖.....	4
圖 4、台中縣測區範圍圖.....	4
圖 5、台南高雄測區範圍圖.....	5
圖 6、Reson NaviSound 210/215 原廠規格表.....	12
圖 7、ODOM Hydrotrac 原廠規格表.....	12
圖 8、工作人員組織圖.....	16
圖 9、各期工作項目預計時程及流程圖.....	18
圖 10、測線規劃示意圖.....	20
圖 11、桃園地區漲潮線測量位置圖.....	27
圖 12、新竹地區漲潮線測量位置圖.....	28
圖 13、苗栗地區漲潮線測量位置圖.....	29
圖 14、台中地區漲潮線測量位置圖.....	30
圖 15、台中港區影像圖（影像摘自 Google Earth）.....	31
圖 16、台中港海堤外測工作照.....	31
圖 17、台南北部地區近岸線測量位置圖.....	32
圖 18、台南地區近岸部分湧浪.....	33
圖 19、台南南部、高雄地區近岸線測量位置圖.....	34
圖 20、興達北側固砂突堤（影像摘自 Google Earth）.....	35
圖 21、興達北側固砂突堤工作照.....	35
圖 22、興達港區影像（摘自 Google Earth）.....	36
圖 23、興達海堤邊工作照.....	36
圖 24、新竹外海定置漁網位置影像（摘自 Google Earth）.....	37
圖 25、新竹外海定置漁網工作照.....	37
圖 26、安平港外北側蚵架區（影像摘自 Google Earth）.....	38
圖 27、安平港外北側蚵架區.....	38
圖 28、七股潟湖區實測軌跡（紅線）.....	39
圖 29、七股潟湖區內蚵架密佈情形.....	40
圖 30、RTK 定位模式基地站.....	41
圖 31、Beacon 接收範圍圖（2004 年版）.....	42
圖 32、CSI MiniMAX 規格表.....	43
圖 33、每日 GPS 已知點檢測記錄.....	43
圖 34、GPS 資料接收狀況.....	44
圖 35、桃園地區 GPS 觀測點位分佈圖.....	45
圖 36、新竹地區 GPS 觀測點位分佈圖.....	45
圖 37、苗栗地區 GPS 觀測點位分佈圖.....	46
圖 38、台中地區 GPS 觀測點位分佈圖.....	46
圖 39、台南地區 GPS 觀測點位分佈圖.....	47
圖 40、高雄地區 GPS 觀測點位分佈圖.....	47
圖 41、潮位站分佈圖.....	50
圖 42、潮位站高程引測工作照.....	51
圖 43、人工驗潮工作情形.....	53

圖 44、竹圍驗潮站 97 年 8 月潮位曲線圖.....	53
圖 45、自動/人工驗潮比較圖 (8 月 7 日竹圍驗潮站).....	54
圖 46、單音束測深系統示意圖.....	55
圖 47、單音束測深系統作業流程圖.....	56
圖 48、水中聲速剖面量測情形及聲速剖面圖.....	58
圖 49、儀器架設示意圖.....	59
圖 50、每日船隻資訊及感測器位置記錄表.....	60
圖 51、Bar check 校正板照片.....	61
圖 52、每日 Bar check 校驗記錄表.....	61
圖 53、Barcheck 測深記錄紙.....	62
圖 54、Barcheck 作業實況.....	62
圖 55、潮間帶工作所用膠筏_勝利三號.....	70
圖 56、潮間帶工作所用膠筏_海宣號.....	70
圖 57、潮間帶工作所用膠筏_自強一號.....	70
圖 58、潮間帶工作所用膠筏_舢舨.....	71
圖 59、潮間帶工作所用膠筏_瀉湖一號.....	71
圖 60、潮間帶工作所用膠筏_龍發一號.....	71
圖 61、水深測量測深記錄紙.....	72
圖 62、測線交點比對示意圖.....	73
圖 63、測線交點比對誤差分佈圖.....	74
圖 64、TIN 模型圖.....	75
圖 65、潮間帶地形圖圖幅表縮圖.....	76
圖 66、地形圖中蚵架標示情形.....	77
圖 67、1/2500 地形圖樣張.....	78
圖 68、iView 3D 程式示意圖.....	80
圖 69、全區數值模型範圍示意圖.....	81
圖 70、FLEDERMAUS 載入點位資料及製作三維地形模型.....	82
圖 71、FLEDERMAUS 製作地形高程色階.....	83
圖 72、正射影像貼面製作過程(圖上)及成果(圖下).....	84
圖 73、FLEDERMAUS 載入英文資訊.....	85
圖 74、帶有地標及註記的影像底圖.....	86
圖 75、93-97 年度全區 3 維模型示意圖.....	87
圖 76、93 年度彰雲地區正射(左)及地形色階(右)貼面模型示意圖.....	87
圖 77、94 年度彰濱地區正射(左)及地形色階(右)貼面模型示意圖.....	88
圖 78、95 年度嘉義台南地區正射(左)及地形色階(右)貼面模型示意圖.....	88
圖 79、本年度北區正射(左)及地形色階(右)貼面模型示意圖.....	89
圖 80、本年度南區正射(左)及地形色階(右)貼面模型示意圖.....	89
圖 81、輸入 3 維模型及飛行檔.....	90
圖 82、設定畫面解析度及更新頻率.....	91
圖 83、設定動畫輸出格式.....	91
圖 84、LVE 程式輸入資料方式.....	92
圖 85、飛行路徑設定.....	93
圖 86、動畫檔設定.....	93
圖 87、LVE 程式中的地形垂直誇大設定.....	94

圖 88、教育訓練會場報到(上圖)及訓練實況(下圖).....	96
圖 89、訓練場地交通示意圖.....	97
圖 90、龍山宮前廣場.....	98
圖 91、海測研習搭乘船隻.....	98
圖 92、會場展示設備及成果.....	99
圖 93、水深作業系統.....	100
圖 94、單音束測深紙.....	101
圖 95、測線與檢核線交點比對統計圖.....	102
圖 96、以 FLEDERMAUS 載入點位資料及製作三維展示模型.....	103
圖 97、登船前水深測量解說.....	104
圖 98、船上實際外業實況.....	104
圖 99、各項工作進度預計與實際時程比較圖.....	108
圖 100、97 年 9 月 18 日新竹驗收軌跡圖.....	111
圖 101、97 年 9 月 5 日台南驗收軌跡圖.....	112
圖 102、驗收工作測線交點比對誤差分佈圖.....	112
圖 103、內業資料審核.....	113
圖 104、主測線及檢核線高差大於 1 公尺位置分布圖.....	117
圖 105、人工濾除點位時所造成之疏漏情形.....	118
圖 106、地形起伏處之相鄰測線被誤判為高差過大處.....	118
圖 107、97 年 7 月桃園外海測試區域.....	120
圖 108、98 年 5 月台北縣八里及台北港區測試區域.....	120

## 壹、前言及目的

台灣四面環海，海洋與我們的相互依存非常重要，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。內政部也於 93 年起開始推動我國領海及鄰接區海域的測繪及海圖建置等工作，迎向海洋可說已蔚為 21 世紀國際趨勢之主流。

但是在另一方面，在海域與陸域的交接區域，也就是潮間帶區因傳統技術限制，海測不易測到淺水地區，陸測則無法在濕軟的退潮地區進行，致此區域資料欠缺，對後續環境保護、國土區域規劃等基礎資料不足；另外潮間帶調查在國土調查、國土維護、海岸變遷、地層下陷、海岸侵蝕等方面的監控與應用也佔有重要地位。希望經由這樣的調查，能夠提昇環境品質，建立一個健康而美麗的海洋環境。

貴中心自 93 年起，陸續推動台灣本島沿海的潮間帶測繪工作，持續對本島潮間帶資料進行建置。由 貴中心所推行之「潮間帶基本地形測量技術發展計畫」為三年期計畫，自 95 年至 97 年，本（97）年度係第 3 年度計畫案，前於 95 年度辦理嘉南地區潮間帶測量，96 年度辦理桃園老街溪至彰化大肚溪與臺南將軍港至高雄興達港之潮間帶陸域測量，本（97）年則延續 96 年度，辦理同區域之潮間帶海域測量。

本案調查範圍共分兩區(如圖 1 所示)，北區為桃園老街溪口(96233066 圖幅北界)至彰化大肚溪口(94212019 圖幅南界)間共約 130 公里長海岸線潮間帶；南區為台南將軍漁港(94193013 圖幅北界)至高雄興達港(94184057 圖幅南界)間共約 50 公里長海岸線潮間帶；而東西界均為自漲潮潮位線起往西一公里之範圍。



## 貳、作業規劃

### 一、作業內容及方法

#### (一) 測區範圍

##### 1、北區：

(1) 北界：桃園老街溪口（北端需與「96年度領海及鄰接區海域基本圖測量工作」計畫原規劃測區範圍南北向互相重疊，96233066圖幅北界）。

(2) 南界：彰化大肚溪口（南端需與「潮間帶地形測繪先導計畫」南北向互相重疊，94212019圖幅南界）。

##### 2、南區：

(1) 北界：臺南將軍漁港（北端需與95年度「潮間帶基本地形測量技術發展計畫」南北向互相重疊，94193013圖幅北界）。

(2) 南界：高雄興達港（94184057圖幅南界）。

3、東界：漲潮潮位線。

4、西界：向西至少測1公里。

如圖1~圖5分別為各區的測區套繪衛星影像圖，其中黃色端點坐標，上方為經緯度、下方為TWD97平面坐標；綠色為1/5,000圖幅圖框；洋紅色線為本案測區範圍；黃色及白色線為概略縣市及鄉鎮市邊界。



圖 1、桃園縣測區範圍圖

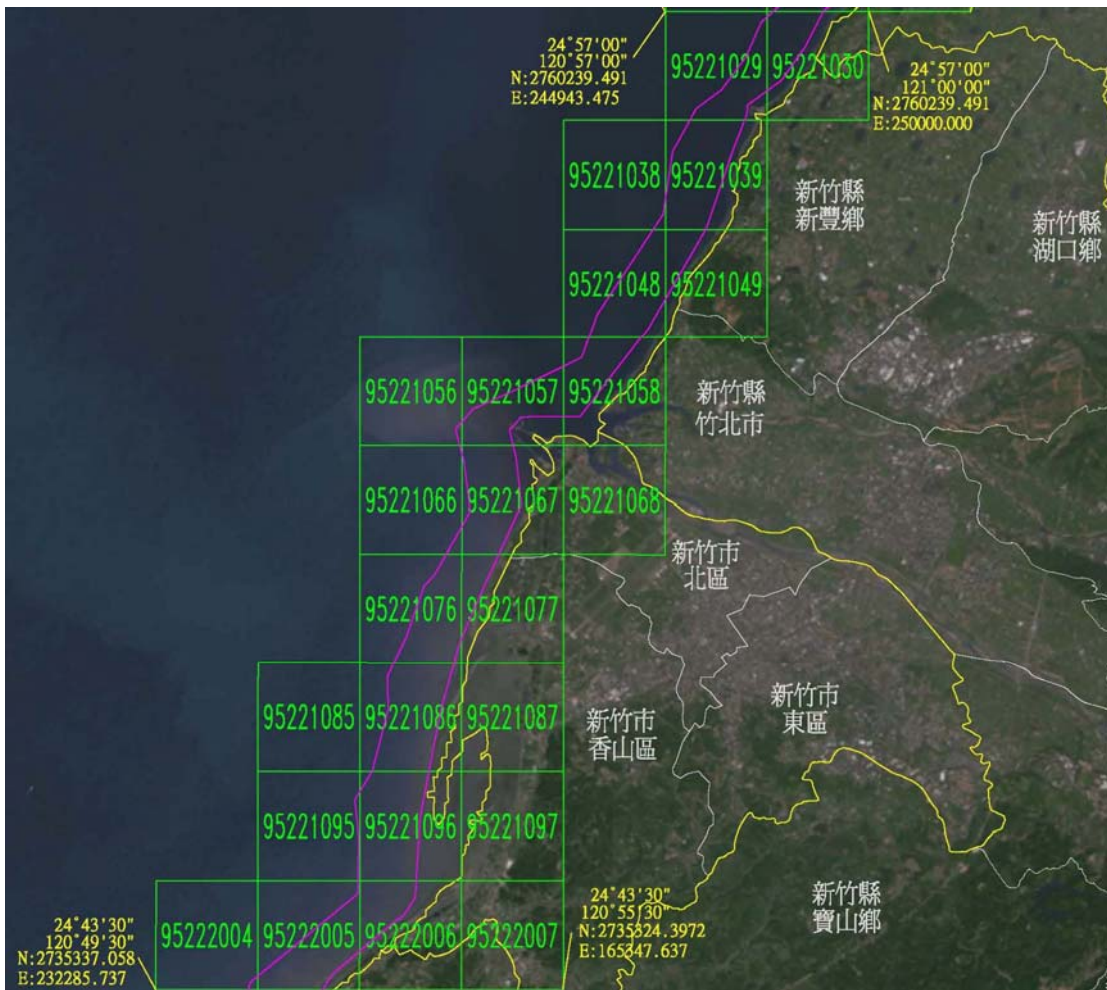


圖 2、新竹縣測區範圍圖

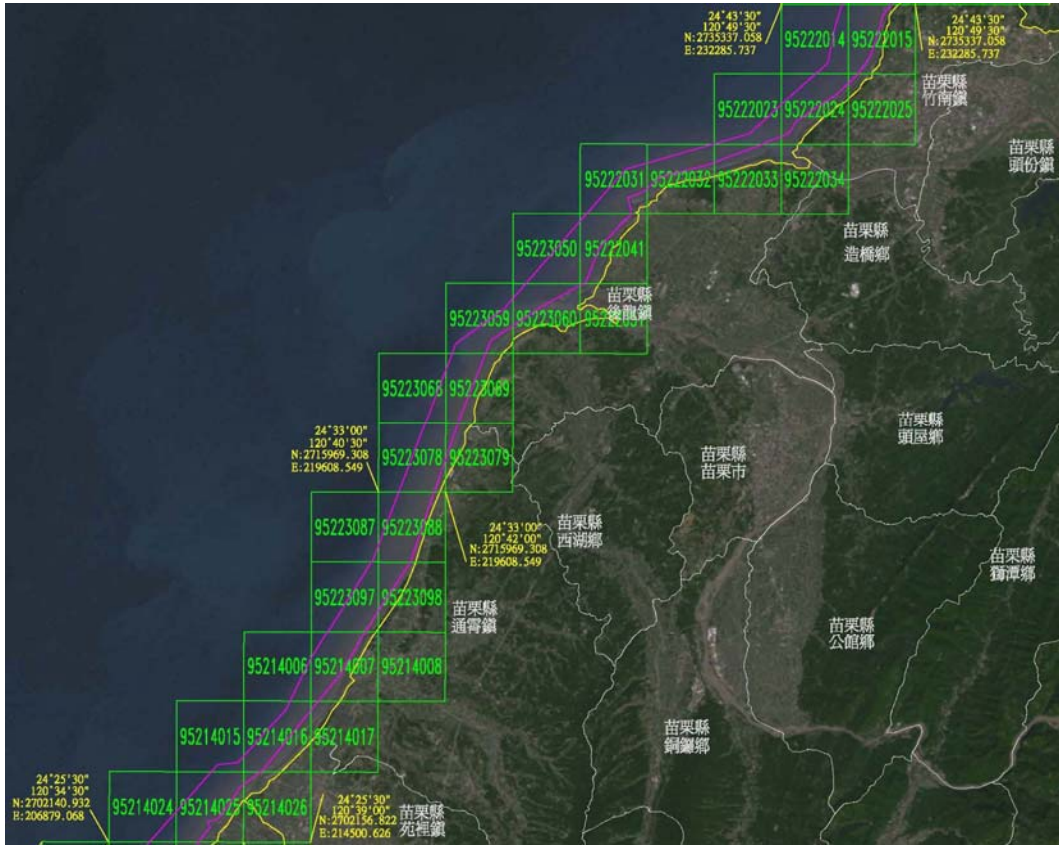


圖 3、苗栗縣測區範圍圖



圖 4、台中縣測區範圍圖



圖 5、台南高雄測區範圍圖

## (二) 坐標系統

- 1、平面基準：採內政部公布之 TWD97 大地基準。
- 2、高程基準：採內政部公布之 TWVD2001 高程基準。

## (三) 潮間帶海域測量工作

- 1、漲潮潮位線測量：規劃於期程內之海測可作業期間(6-9 月)之漲潮潮位前 1/3 相對高潮位之潮時前後約 1 小時辦理，若因潮時位於日落致無法辦理海測，可於較前 1/3 相對高潮位低之漲潮潮位推於相同次數之潮時辦理最接近海陸交界範圍之海測。

### 2、測深儀與感測器及載具資訊記錄：

(1) 採用單音束測深儀測量，測深儀解析力必須優於 0.1 公尺。

(2) 載具規格及參考基準點：量測載具規格，標示參考基準點在載具上的相對位置，包括：

a、船隻長 (X)、寬 (Y)、高 (Z) 及吃水 (draft)。

b、參考基準點 (R.P) 至載具的相對距離：參考基準點至左舷或右舷 (X)、至船艏或船尾 (Y)、至水線或船底 (Z)。

(3) 使用感測器儀器型號及安置位置：以參考基準點為中心，記錄並繪製下列感測器基準點至參考基準點相對位置配置圖，包括：

a、音鼓相對位置：音鼓基準點至參考基準點相對距離 (X,Y,Z)。

b、定位儀相對位置：定位儀基準點至參考基準點相對距離 (X,Y,Z)。

c、船隻姿態儀基準點相對位置：船隻姿態儀基準點至參考基準點相對距離 (X,Y,Z)。

### 3、水深測量：

(1) 定位方式

a、定位方式可採用 RTK、DGPS、Beacon 或其他可靠之定位

方式作業，記錄測深時刻的位置坐標。

- b、上述之定位方式，儀器定位精度需優於 2 公尺（95%信賴區間內）。於每次水深測量進行前或後需於陸域上尋找已知點作檢測，檢測成果需符合定位規範標準，並作成定位檢測記錄。
- c、控制點原則上採用「95 年度一等水準點水準及衛星定位測量檢測工作」計畫之觀測資料或成果，若需另行佈設或採用其他控制點成果，檢測以採用 GPS 辦理為主，最小約制平差成果之點位精度誤差橢圓長軸半徑不得超過 30mm，已知點最小約制平差成果坐標與已知點公告坐標反算結果，所得相應點位間之基線長較差量不得大於 30mm+6ppm、方位角較差量不得大於 20 秒，並需製作點之記。

## (2) 潮位觀測

- a、水深測量進行中，必須測定潮位高程資料。於作業前在測區內風浪及淤沙影響較小處設置潮位儀，或採用港域內已設立之潮位儀（經高程系統驗證正確方可採用）。每 6 分鐘記錄潮位一次（配合氣象局潮位資料記錄時刻），潮位觀測之誤差不得大於 5 公分。
- b、將潮位資料繪製成潮位曲線圖（潮位高/時間），檢視潮位量測的正確性，查看是否有奇異值，並檢視當地潮位變化狀況。亦可輔以預測潮位資料或鄰近潮位站之潮位資料檢視潮位觀測之正確性。
- c、並將量測之潮位資料製成潮位記錄表，並記載觀測時間、地點、天候、潮位站高程、潮位儀設定參數等。
- d、若作業區域較大，或潮時及潮位差可能超過潮位修正之需求，則需再增設潮位站，至少需佈設 5 處潮位站。

- e、潮位站之高程以直接水準往返觀測方式為主，原則上從本中心「95年度一等水準點水準及衛星定位測量檢測工作」計畫之觀測資料或成果引測推算，得視實際需求另行佈設或採用其他控制點成果，已知水準點水準路線檢測之測段往返觀測之閉合差不得超過  $8\sqrt{k}$  mm，閉合於已知水準點之高程差與原高程差之較差，不得超過  $12\sqrt{k}$  mm (k 為水準路線之公里數)，並需製作點之記。
- f、測區設置之潮位站，於海測作業期間連續量測潮位資料，各站至少應連續量測 30 日以上之實際潮位資料。
- (3) 船隻迴轉時所測得之資料不可作為計算本案成果之資料，亦不納入有效資料覆蓋率計算。
- (4) 在定置網、箱網及蚵架養殖區等水深測量工作執行確有困難之處，其養殖區之主要工作航行水道仍需進行必要之水深測量，惟實際網區及蚵架區確實無法施測處，需提出佐證資料，並經審查確認後方得僅標示出養殖區範圍。

#### 4、相關率定及改正：

- (1) 聲速剖面量測
  - a、聲速剖面儀之最小記錄單位須小於 0.5 公尺/秒，記錄的最小深度間隔須小於 2 公尺。
  - b、每日測量前於測區附近量測第一次聲速剖面，並在測量作業時選擇測區約最深水域量測第二次聲速剖面。測量時水溫溫差變化較大測區如河口，應加測聲速剖面。
  - c、製作聲速剖面記錄表：記載聲速剖面、記錄量測人員、時間及位置坐標等資訊。
- (2) 載具姿態改正：單音束測深需配置可修正上下起伏高度 (Heave) 之設備，如：湧浪補償儀等。
- (3) 須進行水深聲速校正板檢校 (Bar Check)，並製作檢校記

錄，原則上以水深聲速校正板檢校來檢核測深儀之系統誤差、水中聲速設定及音鼓吃水量。

5、測線規劃：

測線間距 100 公尺，每 500 公尺施測一條約略與測線垂直之檢核航帶，以交錯比對的方式確認精度、水深量測及水深歸算之正確性。

6、精度要求：

測量成果與原成果進行比對，95%高程誤差應在 0.5 公尺內，其餘 5%應在 1 公尺內。

7、測量成果原則上須與「96 年度潮間帶基本地形測量技術發展計畫」測量成果銜接。

(四) 數值地形模型製作

- 1、網格間距 5.0 公尺網格，以公尺為單位，坐標位數保留至小數點以下 2 位。
- 2、水深測點應經檢核通過後方可進行 DTM 製作，最終成果應經過檢核及必要編修程序，並分別儲存全區成果以及分幅成果檔（分幅採地形圖之圖幅分幅方式，實際涵蓋範圍以能包括 4 個圖隅點向外擴大到間隔整倍數網格點之矩形為準）
- 3、需與「96 年度潮間帶基本地形測量技術發展計畫」潮間帶陸域地形模型進行接邊處理，並依 貴中心提供詮釋資料製作規定辦理。

(五) 潮間帶海域地形圖製作

- 1、以比例尺 1/2,500 製作，圖幅分幅方式及圖幅編號依內政部 1/5,000 基本圖及基本地形圖分幅原則向下延伸。
- 2、圖式、圖層、圖幅整飾、註記：需符合內政部「基本地形圖資料庫圖式規格表」，如無規定則依 貴中心「潮間帶基本地形圖資 GIS 資料整合處理試辦作業」工作總報告、「96 年度建置彰化地區潮間帶基本地形圖 GIS 資料整合處理作業潮間帶基本地形圖



GIS 資料庫建置標準作業程序草案」之附錄一辦理。

- 3、等深線：依測點內插計算得正交網格（GRID）或組成不規則三角網（TIN），再藉此內插產生等深線，首曲線間距為 1 公尺，在地形陡峭變化急遽區域間距為 5 公尺，以選擇最小等深線間距且能圖上清楚展示為原則。
- 4、需與「96 年度潮間帶基本地形測量技術發展計畫」潮間帶陸域地形圖進行接邊處理。若有水深測量工作執行確有困難之處，如定置網、箱網及蚵架養殖區等，須以「96 年度潮間帶基本地形測量技術發展計畫」正射影像成果所拍攝之資料，將水深測量未執行區域之地形資訊依照規定繪製於地形圖上。
- 5、地形圖分別儲存全區成果以及分幅成果檔，並依 貴中心提供詮釋資料製作規定辦理。

#### （六）數值地形模型 3 維展示製作

- 1、分別針對 貴中心下列 5 個分區計畫之疏化後之數值地形模型製作 3 維展示：
  - （1）93 年度「潮間帶地形測繪先導計畫」。
  - （2）94 年度「彰、雲地區潮間帶地形測繪計畫」。
  - （3）95 年度「潮間帶基本地形測量技術發展計畫」。
  - （4）「96 年度潮間帶基本地形測量技術發展計畫」及「97 年度潮間帶基本地形測量技術發展計畫」之北區。
  - （5）「96 年度潮間帶基本地形測量技術發展計畫」及「97 年度潮間帶基本地形測量技術發展計畫」之南區。
- 2、整合 貴中心下列計畫之疏化後之數值地形模型製作 3 維展示：
  - （1）93 年度「潮間帶地形測繪先導計畫」。
  - （2）94 年度「彰、雲地區潮間帶地形測繪計畫」。
  - （3）95 年度「潮間帶基本地形測量技術發展計畫」。
  - （4）「96 年度潮間帶基本地形測量技術發展計畫」。

(5)「97年度潮間帶基本地形測量技術發展計畫」。

整合製作成 93~97 年度全區之 3 維展示，1 套為原始成果，另 1 套則為將歷年成果之接邊平滑化後之成果。共製作 2 套全區 3 維展示。

- 3、展示軟體：提供能於 Windows 系統上正常運作之展示軟體，可以該軟體進行成果之展示，操作功能至少需含放大、縮小、水平及垂直方向之 180 度旋轉、平移等。
- 4、飛行模擬檔：由 貴中心指定 10 條航線，針對整合後全區成果進行動態飛行效果模擬展示錄製。
- 5、影像底圖檔：依 貴中心提供之影像套繪，並提供展示軟體以進行 3 維展示操作之底圖。並需標示縣市名、河流名稱、港區名稱等重要地標資訊。

(七) 辦理海測研習

於第二期工作完成前，提出海測研習計畫書，送 貴中心審定合格後據以於第三期工作完成前辦理至少 5 小時，人員至少 20 人之研習。課程內容至少應包含外業海測操作及相關技術理論、內業資料處理及分析、地形圖、數值地形模型及 3 維展示製作技術等之實機操作項目，訓練所需之廠商人員、講師、教材、場地、餐費等均由廠商自行負責。上開訓練日期、場地、課程等須經 貴中心同意始得為之。

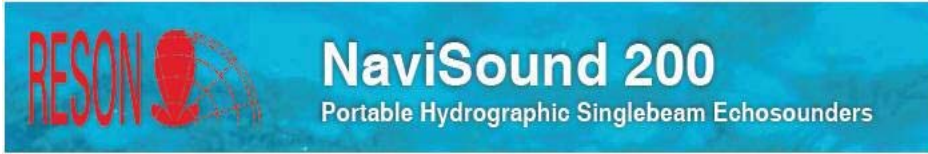
(八) 期刊或研討會論文文稿

撰寫研討會或期刊論文文稿至少一篇（至少 8 頁），若為中文格式比照測量及空間資訊研討會規定格式，倘為英文內容比照 Survey Review 格式撰寫，並需以 貴中心為共同作者。

## 二、使用儀器及軟體設備

### 1. 單音束測深機

本案採用自有 Reson NaviSound 210/215 以及租借自強工程顧問有限公司 ODOM Hydrotrac 測深儀，相關規格如圖 2-3 所示，精度均能達到 0.01 公尺，符合需求規格中的要求精度。



**RESON** NaviSound 200  
Portable Hydrographic Singlebeam Echosounders

TECHNICAL DETAILS	
Frequencies:	User-selectable frequencies from 15 -600kHz. Standard 28-35 and 190-225kHz
Impedance:	100Ohm (others on request)
Max. power:	300W
Power control:	Manual or automatic
Pulse length:	Manual, 5 steps
Units:	Meters & feet
Resolution:	1cm (210 & 215) 1dm (205)
Accuracy:	1cm at 210kHz (1 sigma), 7cm at 33kHz (1 sigma) (assuming correct sound velocity, transducer draft)
TVC detection level:	20Log (depth)
Additional feature:	Built-in barcheck utility
Sound velocity	1350 - 1600m/sec in
Calibration:	1m/sec step
Transducer draft comp:	0 - 99.99m




圖 6、Reson NaviSound 210/215 原廠規格表



Specifically designed for work in less-than-ideal circumstances on small survey boats and inflatable watercraft, the Hydrotrac™ offers compact portability and the confidence of knowing you're using an Odom product. It is completely waterproof and comes equipped with the same advanced features you've come to trust and depend on in Odom echo sounders.

*Buy Odom – invest in your peace of mind.*

SPECIFICATIONS	CONTROLS	TOUCH PAD SETTINGS
<b>Environmental Operating Conditions:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• 0 – 50 C</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sensitivity</li><li>• Chart on/off and advance</li><li>• Event mark (Internal selectable timer)</li><li>• Transmit power (high/med/low)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Draft, velocity and tide inputs</li><li>• Time and date</li><li>• Scale width and center</li><li>• Blanking</li><li>• Calibration gate</li><li>• Alarm filter</li></ul>
<b>Frequency Agile</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Operator selectable – 24, 33, 40, 200, 210 and 340 kHz</li></ul>		
<b>Output Power</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• 600 watts</li></ul>		
<b>Power Requirement</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• 11-28 V DC (standard)</li><li>• 110/220 V AC (optional)</li></ul>		
<b>Communication</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• 2 RS232 or RS422 ports</li></ul>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Auto scale change (phasing)</li><li>• GPS input</li><li>• Heave input from motion sensor</li><li>• Annotation printed on chart</li><li>• Auto pulse length, TVG</li><li>• Output: NMEA, ECHOTRAC, DESO 25, etc.</li><li>• Waterproof (with cover in place)</li><li>• Lightweight (24.8 lbs/11.25 kg)</li><li>• Small size (14.5 h x 16.5 w x 8 d in or 36.83 h x 41.91 w x 20.32 d cm)</li><li>• Accuracy: 200 kHz – 1 cm 0.1% of depth value (corrected for sound velocity); 33 kHz – 10 cm 0.1% of depth value (corrected for sound velocity)</li><li>• Resolution: 0.1 ft/0.01 m</li><li>• Fix mark annotation: date, time, fix no.</li></ul>		

圖 7、ODOM Hydrotrac 原廠規格表

## 2.載具姿態改正：

採用 Kongsberg MRU\_Z、TSS DMS2-25 等各款湧浪補償器，於測深同時記錄船隻上下起伏高度(heave)，以修正測深資料，以上各式設備精度都可達 0.05 公尺以內，對於潮間帶水深測量的精確度有顯著幫助。

## 3.船隻導航及定位：

採用 RTK (Leica System 500 系列) 或 Beacon (CSI MiniMax BEACON) 全球衛星定位系統作業，記錄測深時刻的位置坐標，其定位精度可優於 2 公尺。

## 4.潮位儀：

於各港邊潮位站，設置自動壓力式潮位儀(SEA-BIRD SBE39 或是 VALEPORT M740)，記錄作業時間內潮水高低變化情形，以修正水位變化。

## 5.聲速剖面儀：

以 VALEPORT MIDAS SVP 500 或是 RESON NAVITRONIC SVP 14 聲速剖面儀，量測每日水深作業時間，海水的聲速值，以供校正測深數值。

## 6.Barcheck：



聲速校驗板，以設定繩長(須以不具延展性繩子或鐵鏈連接)連接不鏽鋼板，檢核測深數值，用以檢核聲速以及入水深數值的設定是否有誤。

## 7.控制及水準測量：

為進行本案各項控制測量以及潮位站高程測量需求，本公司備有衛星接收儀、水準儀等設備以供使用。

表 1、使用儀器及軟體設備

用途	儀器型式/儀器精度及規格	儀器照片	數量
水深測量	<b>RESON NaviSound 210/215 雙頻單音束測深機</b> 測深精度： $0.01\text{m}\pm 0.1\%\text{depth}$ 音鼓測深範圍 0~600m		2
	<b>ODOM Hydrotrac 測深儀</b> 測深精度： $0.01\text{m}\pm 0.1\%\text{depth}$ 音鼓測深範圍 0~200m		1
	<b>Kongsberg MRU-Z 動態運動姿態感測儀</b> Heave 感測精度: 5cm 或 5%浪高 Roll&Pitch 感測精度: $0.10^\circ$		1
	<b>TSS DMS2-25 動態運動姿態感測儀</b> 感測精度 $\pm 0.25^\circ$		1
	<b>瑞士Leica GPS衛星定位儀</b> SYSTEM 500含RTK定位功能 靜態測量精度: $3\text{mm} + 0.5\text{ppm}$ 快速靜態測量精度: $5\text{mm} + 0.5\text{ppm}$ RTK定位精度:公分級 更新速率:5Hz 時間延遲: $<0.05\text{sec}$		6
	<b>CSI MiniMax BEACON 差分衛星定位儀</b> 精度： $\pm 0.5\sim 1.0\text{m}$ 廣播差分系統即時定位方式		2
	<b>VALEPORT M740 壓力式自動潮位儀</b> 感測器解析度:1mm 精度: $\pm 0.1\%$ 。 取樣頻率:4Hz 每次取樣觀測之時段長:1 至 60 秒		3
	<b>SEA-BIRD SBE39 壓力式潮位儀</b> 壓力感測器解度:1mm 精度: $\pm 0.002\%$ 。 觀測間隔:可設定為 1 分鐘或 5 至 1440 分鐘		3
	<b>VALEPORT MIDAS SVP 500 聲速剖面儀</b> 量測範圍:1400 – 1600m/sec 測深範圍:500m 精度: $\pm 0.1\% * \text{深度}$ 解析力: $0.001\text{m}/\text{sec}$ 精度: $\pm 0.06\text{m}/\text{sec}$		2
<b>NAVITRONIC SVP 14 聲速剖面儀</b> 量測範圍:1350 – 1600m/sec 解析力 $0.1\text{m}/\text{s}$ ，精度 $\pm 0.25\text{m}/\text{sec}$		1	

用途	儀器型式/儀器精度及規格	儀器照片	數量
高程引測	瑞士Leica NA3003一等精密自動水準儀 直讀至小數點後第5位，自動記錄		2
導航暨資料處理軟體	自行開發測深及導航軟體		1
	LeadSurvey 水深測量版		1
三維模型製作及飛行模擬軟體	FLEDERMAUS 3D 視覺化資料處理及展示軟體 3 維地形模型及飛行模擬製作		1
	Leica Virtual Explorer 虛擬場景建置及飛行模擬錄製軟體		1
GPS 計算	Leica SKI Pro GPS 計算軟體 GPS 控制測量計算軟體		1
水準計算	水準計算程式 計算潮位高程引測軟體		1

### 三、人力規劃

#### 1、工作人員組織

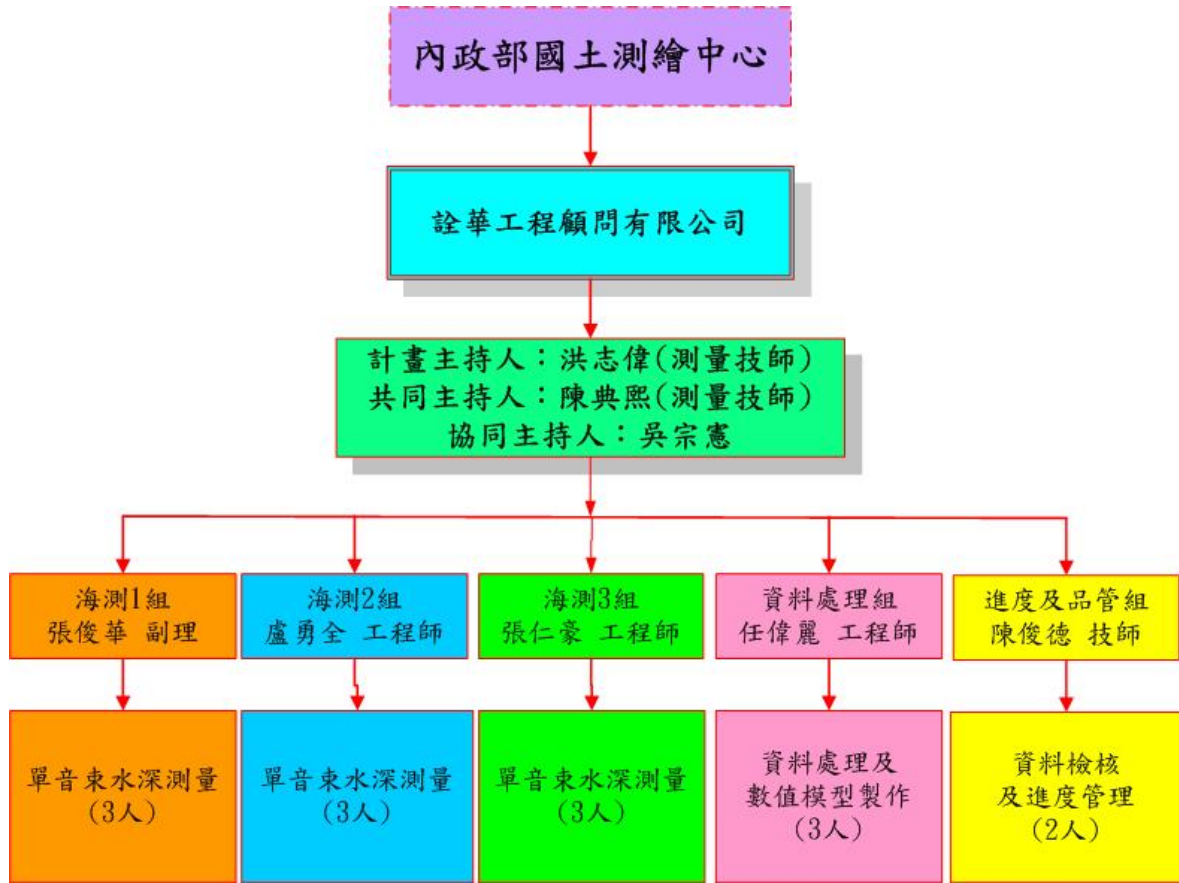


圖 8、工作人員組織圖

#### 2、工作職責說明

工作編組	負責工作內容
計畫主持人 協同主持人	a. 負責與 貴中心主辦單位聯繫及協調本計畫之各事項。 b. 與各工作組聯繫各項工作事項。 c. 全程監控本計畫之進度與品質。 d. 提送各項成果資料並協助 貴中心主辦單位辦理各種驗收事項。
資料處理組	a. 水深資料綜合處理、運算及檢核。 b. 數值模型製作與成果套疊。
進度及品質 管制組	a. 協助計畫主持人控管各項工作之進度與品質。 b. 控制測量及海、陸域地形測量成果檢核。
海測組/組長	a. 負責海測部門之工作安排及問題解決。 b. 負責海域水深測量各項工作進度管制。 c. 負責海域水深測量各項成果審核。 d. 檢核各項海測外業成果。

#### 四、時程規劃及作業流程

本案全程計畫於97年6月5日起至98年3月1日止，工作時程分為三期，各期繳交項目及繳驗時程如下：

表 2、各期繳交項目內容及期限表

期別	工作項目	作業內容	成果繳交期限
一	第一次期中報告	包含需求訪談、海測測線規劃、潮位站架設、氣象局預測前 1/3 相對高程時間整理	97/07/19
二	潮間帶海域測量	海域測量原始觀測資料及計算成果	97/12/16
	第二次期中報告	應包含該期工作項目之完成內容、作業進度及相關報告（至少需包括測深儀與感測器及載具資訊記錄、點之記、定位檢測記錄、潮位曲線圖、潮位記錄表、聲速剖面記錄表、Bar Check 檢校記錄、航行規劃、出海作業許可申請、海測研習計畫書等），以及本案作業方法、蒐集之資料、文獻分析、初步研究發現、初步建議事項、參考資料及其他相關資料，潮間帶海域測量成果需執業測量技師簽證。	97/12/16
三	數值地形模型	包含分幅及全區數值地形模型(5M 網格)、詮釋資料	98/03/01
	潮間帶海域地形圖	包含分幅及全區潮間帶海域地形圖、詮釋資料	
	數值地形模型 3 維展示	5 個分區之 3 維展示、2 套全區 3 維展示、展示軟體、飛行模擬檔	
	工作總報告	需包含前言及目的、作業規劃及內容、工作方法及流程、作業期程、使用儀器、軟體及設備、執行項目情形及成果、檢討與建議、圖表應包含各類成果統計圖表、海測研習簽到簿掃描檔等，附件：至少需包含控制點分佈圖、測線規劃圖、執行實況相片、以衛星或航拍影像為底圖繪製測區範圍、圖框及圖號並註記面積與海岸線長等資訊及其他重要工作記錄、審查意見之辦理情形表（需註明針對審查意見所回覆內容於修正後報告書內之頁次與行次）等。	



開工時間：97年6月5日

完工時間：98年3月1日

工作時間		97年												98年		預計進度%												
項次	項目	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月																		
1	作業準備、資料搜集、現地勘查	■	■												4%													
2	潮間帶測量		■	■	■	■	■	■	■	■	■				68%													
3	數值地形模型					■	■	■	■	■	■				4%													
4	潮間帶海域地形圖					■	■	■	■	■	■				9%													
5	數值模型3維展示								■	■	■	■	■		5%													
6	報告書		■						■	■	■	■	■	■	4%													
7	期刊或研討會論文											■	■	■	3%													
8	海測研習											■	■	■	3%													
小計		1.0	1.0	1.0	5.5	4.5	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	5.3	5.3	5.4	5.5	5.5	5.5	6.0	2.8	2.8	2.8	1.3	1.5	1.0				
預計累積進度%		1.0	2.0	3.0	8.5	13.0	17.0	21.0	25.0	29.0	33.0	37.0	41.0	46.3	51.6	57.0	62.5	68.0	73.5	79.0	85.0	87.8	90.6	93.4	96.2	97.5	99.0	100

第一期成果(97.7.19)

第二期成果(97.12.16) 第三期成果(98.3.01)

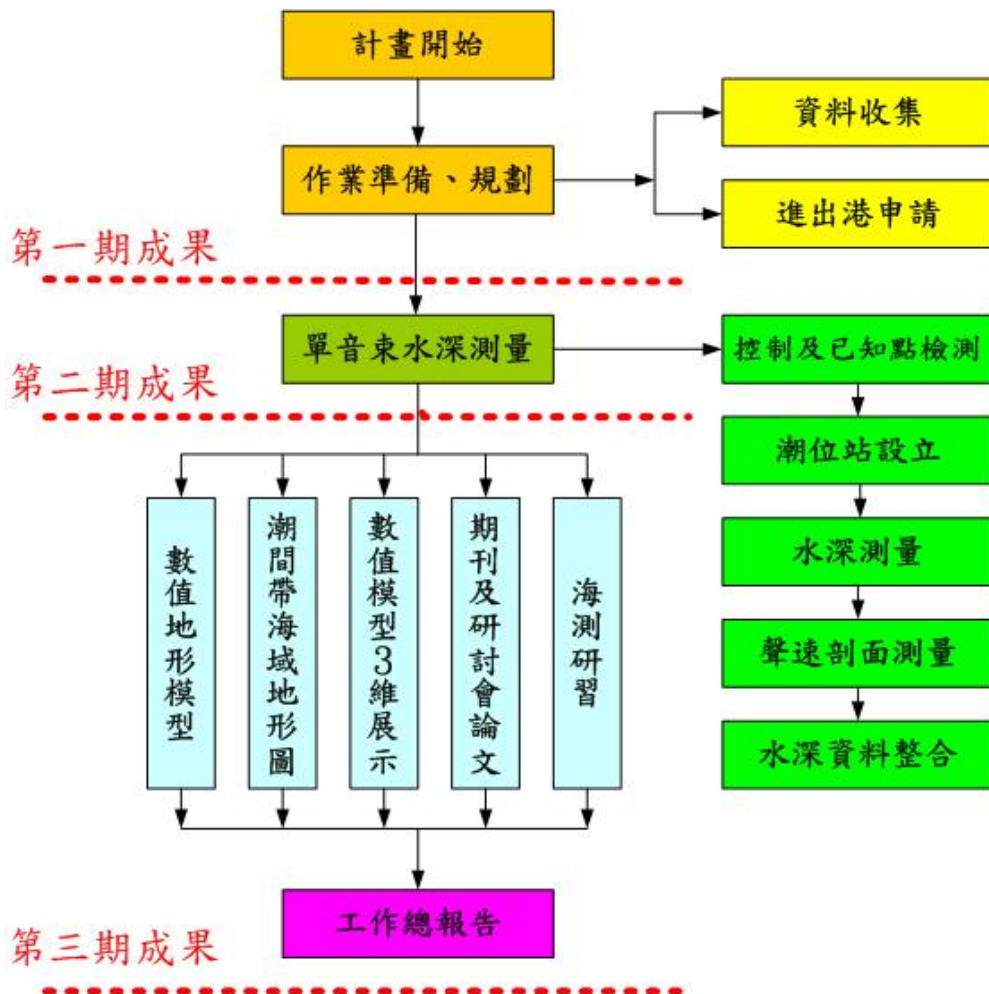


圖 9、各期工作項目預計時程及流程圖

## 參、各項工作執行情形

### 一、單音束測深作業

#### (一) 範圍與測線規劃

本計畫測區東界為依現況以「高潮時間」船隻實際測量狀況來定義，測區則以此線（東界）往西施測 1 公里寬測線；故測區全區為一南北狹長之帶狀區域。

本案潮間帶測量分南北兩區，北區為桃園老街溪口（96233066 圖幅北界，TWD97 系統 N 方向坐標 2776800）至彰化大肚溪口（94212019 圖幅南界，TWD97 系統 N 方向坐標 2676900）間共約 130 公里長海岸線潮間帶，故北區測線約有 1000 條東西向測線；南區為台南將軍漁港（94193013 圖幅北界，TWD97 系統 N 方向坐標 2569500）至高雄興達港（94184057 圖幅南界，TWD97 系統 N 方向坐標 2527600）間共 50 公里長海岸線潮間帶，故南區測線有 420 條東西向測線。

本案測線規劃分為東西向主測線以及南北向（平行岸線）檢核線。主測線為間距 100 公尺一條，每條長 1 公里，共計 1420 條之測線；而檢核線為平行岸線方向，約每 500 公尺一條，共計 3 條之檢核線，取其與主測線相交處做為檢核之用；另外，於漲潮時間對最近岸處另行加作一條平行岸線之檢核線，以確保整體圖資之完整性。總計本作業包含 1,420 條主測線、3 條檢核線、1 條漲潮線三部分，全區總測線長達 2,548 公里。



圖 10、測線規劃示意圖

至於漲潮時間的定義：根據氣象局之預測潮汐表，以工作時間 97 年 6-9 月為例，在所有漲潮時刻中，扣除日落時間後，取其前 1/3 最高潮時刻，前後各一小時時間定義為「漲潮時間」為原則，詳細漲潮時間如下：

1.竹圍潮位站：

竹圍地區自 97 年 6 月 5 日至 97 年 9 月 30 日間共計 228 次漲潮時刻，取其前 1/3，共有 76 次漲潮時間，詳細各時間如表 3 所示（資料摘自中央氣象局，潮位高程當地低潮系統），而實際作業日期為表 3 紅字：

表 3、竹圍潮位站前 1/3 高潮位時刻

次數	97 年 6 月			97 年 7 月			97 年 8 月			97 年 9 月		
	日期 (月/日)	時間 (時/分)	潮位 (公分)	日期 (月/日)	時間 (時/分)	潮位 (公分)	日期 (月/日)	時間 (時/分)	潮位 (公分)	日期 (月/日)	時間 (時/分)	潮位 (公分)
1	6/5	11:18	367	7/1	8:34	354	8/1	10:17	371	9/1	11:36	391
2	6/6	12:07	365	7/2	9:30	359	8/2	11:05	381	9/2	12:15	388
3	6/7	12:59	360	7/3	10:22	365	8/3	11:50	386	9/3	12:55	380
4	6/8	13:55	353	7/4	11:11	371	8/4	12:34	385	9/4	13:36	368
5	6/9	14:57	344	7/5	12:00	375	8/5	13:18	378	9/5	14:24	353
6	6/12	5:51	347	7/6	12:49	374	8/6	14:06	366	9/13	9:23	360
7	6/19	11:09	344	7/7	13:40	369	8/7	14:57	351	9/14	10:01	380
8	6/20	11:42	348	7/8	14:34	358	8/15	9:52	355	9/15	10:37	395
9	6/21	12:16	351	7/9	15:34	345	8/16	10:29	370	9/16	11:13	406
10	6/22	12:52	353	7/17	10:15	347	8/17	11:03	383	9/17	11:50	410
11	6/23	13:31	353	7/18	10:51	356	8/18	11:37	392	9/18	12:29	407
12	6/24	14:15	352	7/19	11:25	365	8/19	12:11	397	9/19	13:12	396
13	6/25	15:06	350	7/20	11:59	371	8/20	12:49	397	9/20	14:02	379
14	6/26	16:05	349	7/21	12:33	375	8/21	13:30	392	9/21	15:01	359
15	6/27	17:12	350	7/22	13:10	377	8/22	14:18	381	9/22	16:15	341
16				7/23	13:52	376	8/23	15:15	365	9/26	8:18	346
17				7/24	14:40	371	8/24	16:24	349	9/27	9:14	365
18				7/25	15:37	363	8/28	8:23	344	9/28	10:01	378
19				7/26	16:44	354	8/29	9:21	363	9/29	10:43	385
20				7/30	8:24	345	8/30	10:11	378	9/30	11:22	385
21				7/31	9:24	358	8/31	10:55	387			

2. 新竹潮位站：

新竹潮位站自 97 年 6 月 5 日至 97 年 9 月 30 日間共計 228 次漲潮時刻，取其前 1/3，共有 76 次漲潮時間，詳細各時間如表 4 所示（資料摘自中央氣象局，潮位高程為當地低潮系統），而實際作業日期為表 4 紅字：

表 4、新竹潮位站前 1/3 高潮位時刻

次數	97 年 6 月			97 年 7 月			97 年 8 月			97 年 9 月		
	日期 (月/日)	時間 (時:分)	潮位 (公分)	日期 (月/日)	時間 (時:分)	潮位 (公分)	日期 (月/日)	時間 (時:分)	潮位 (公分)	日期 (月/日)	時間 (時:分)	潮位 (公分)
1	6/5	11:28	477	7/1	8:41	460	8/1	10:26	485	9/1	11:42	513
2	6/6	12:16	472	7/2	9:38	467	8/2	11:13	498	9/2	12:21	509
3	6/7	13:07	465	7/3	10:31	475	8/3	11:57	504	9/3	12:59	498
4	6/8	14:03	454	7/4	11:21	482	8/4	12:40	502	9/4	13:39	482
5	6/19	11:17	448	7/5	12:09	486	8/5	13:23	492	9/5	14:22	461
6	6/20	11:50	453	7/6	12:57	484	8/6	14:09	476	9/13	9:26	471
7	6/21	12:24	456	7/7	13:46	476	8/7	14:59	456	9/14	10:06	498
8	6/22	12:59	458	7/8	14:39	462	8/15	9:57	463	9/15	10:42	519
9	6/23	13:38	457	7/9	15:36	445	8/16	10:35	485	9/16	11:18	532
10	6/24	14:21	455	7/17	10:22	451	8/17	11:09	502	9/17	11:55	536
11	6/25	15:11	452	7/18	10:58	464	8/18	11:43	514	9/18	12:33	529
12	6/29	6:39	456	7/19	11:32	476	8/19	12:17	519	9/19	13:15	513
13	6/30	7:41	457	7/20	12:06	484	8/20	12:53	518	9/20	14:03	489
14				7/21	12:40	489	8/21	13:34	509	9/21	15:00	460
15				7/22	13:16	490	8/22	14:20	493	9/26	8:24	453
16				7/23	13:57	488	8/23	15:15	470	9/27	9:21	479
17				7/24	14:44	480	8/24	16:22	446	9/28	10:08	497
18				7/25	15:38	467	8/28	8:29	451	9/29	10:50	506
19				7/26	16:43	453	8/29	9:29	476	9/30	11:27	506
20				7/28	6:07	442	8/30	10:19	496			
21				7/30	8:31	451	8/31	11:02	509			
22				7/31	9:32	467						

### 3.外埔潮位站：

外埔潮位站自 97 年 6 月 5 日至 97 年 9 月 30 日間共計 228 次漲潮時刻，取其前 1/3，共有 76 次漲潮時間，詳細各時間如表 5 所示（資料摘自中央氣象局，潮位高程為當地低潮系統），而實際作業日期為表 5 紅字：

表 5、外埔潮位站前 1/3 高潮位時刻

次數	97 年 6 月			97 年 7 月			97 年 8 月			97 年 9 月		
	日期 (月/日)	時間 (時:分)	潮位 (公分)	日期 (月/日)	時間 (時:分)	潮位 (公分)	日期 (月/日)	時間 (時:分)	潮位 (公分)	日期 (月/日)	時間 (時:分)	潮位 (公分)
1	6/5	11:30	497	7/1	8:45	475	8/1	10:29	493	9/1	11:49	513
2	6/6	12:18	492	7/2	9:41	483	8/2	11:17	505	9/2	12:27	509
3	6/7	13:10	484	7/3	10:34	491	8/3	12:02	511	9/3	13:06	498
4	6/8	14:05	471	7/4	11:23	498	8/4	12:45	508	9/4	13:46	481
5	6/9	15:06	456	7/5	12:12	501	8/5	13:29	498	9/5	14:29	460
6	6/18	10:47	456	7/6	13:00	498	8/6	14:15	481	9/13	9:31	471
7	6/19	11:20	462	7/7	13:50	488	8/7	15:05	460	9/14	10:11	499
8	6/20	11:54	467	7/8	14:43	473	8/15	10:01	468	9/15	10:48	520
9	6/21	12:27	470	7/9	15:41	454	8/16	10:39	490	9/16	11:23	533
10	6/22	13:02	471	7/17	10:26	461	8/17	11:14	507	9/17	11:59	536
11	6/23	13:41	470	7/18	11:02	475	8/18	11:47	518	9/18	12:37	529
12	6/24	14:24	467	7/19	11:36	486	8/19	12:21	523	9/19	13:18	513
13	6/25	15:14	463	7/20	12:09	494	8/20	12:57	522	9/20	14:06	488
14	6/26	16:11	459	7/21	12:43	498	8/21	13:37	513	9/21	15:03	458
15	6/27	17:16	457	7/22	13:19	500	8/22	14:23	495	9/27	9:27	476
16	6/29	6:43	469	7/23	14:00	496	8/23	15:18	471	9/28	10:15	494
17	6/30	7:45	470	7/24	14:47	487	8/28	8:33	451	9/29	10:57	503
18				7/25	15:41	473	8/29	9:33	476	9/30	11:35	504
19				7/26	16:46	457	8/30	10:24	497			
20				7/30	8:35	458	8/31	11:08	510			
21				7/31	9:36	476						

4. 台中港潮位站：

台中港潮位站自 97 年 6 月 5 日至 97 年 9 月 30 日間共計 228 次漲潮時刻，取其前 1/3，共有 76 次漲潮時間，詳細各時間如表 6 所示（資料摘自中央氣象局，潮位高程為當地低潮系統），而實際作業日期為表 6 紅字：

表 6、台中港潮位站前 1/3 高潮位時刻

次數	97 年 6 月			97 年 7 月			97 年 8 月			97 年 9 月		
	日期 (月/日)	時間 (時:分)	潮位 (公分)	日期 (月/日)	時間 (時:分)	潮位 (公分)	日期 (月/日)	時間 (時:分)	潮位 (公分)	日期 (月/日)	時間 (時:分)	潮位 (公分)
1	6/5	11:41	534	7/1	8:55	514	8/1	10:38	542	9/1	11:53	566
2	6/6	12:30	530	7/2	9:52	524	8/2	11:25	555	9/2	12:32	561
3	6/7	13:21	521	7/3	10:45	533	8/3	12:09	560	9/3	13:10	550
4	6/8	14:16	509	7/4	11:34	541	8/4	12:52	558	9/4	13:50	532
5	6/19	11:30	506	7/5	12:22	544	8/5	13:36	546	9/5	14:34	509
6	6/20	12:03	510	7/6	13:10	541	8/6	14:22	529	9/13	9:38	523
7	6/21	12:37	513	7/7	13:59	531	8/7	15:12	505	9/14	10:17	551
8	6/22	13:12	514	7/8	14:52	515	8/15	10:09	518	9/15	10:53	573
9	6/23	13:50	512	7/9	15:50	495	8/16	10:46	541	9/16	11:28	587
10	6/24	14:32	509	7/17	10:35	508	8/17	11:20	559	9/17	12:03	590
11	6/25	15:21	503	7/18	11:11	522	8/18	11:53	571	9/18	12:41	582
12	6/26	16:18	497	7/19	11:44	534	8/19	12:27	577	9/19	13:22	564
13	6/28	5:50	508	7/20	12:17	542	8/20	13:03	575	9/20	14:10	537
14	6/29	6:52	506	7/21	12:51	547	8/21	13:43	564	9/21	15:07	505
15	6/30	7:55	509	7/22	13:27	548	8/22	14:28	545	9/26	8:35	501
16				7/23	14:07	544	8/23	15:22	518	9/27	9:32	528
17				7/24	14:53	533	8/28	8:40	502	9/28	10:20	547
18				7/25	15:47	517	8/29	9:40	528	9/29	11:01	556
19				7/26	16:51	498	8/30	10:30	550	9/30	11:38	557
20				7/28	6:18	494	8/31	11:13	563			
21				7/30	8:44	504						
22				7/31	9:45	523						

5.將軍潮位站：

將軍潮位站自 97 年 6 月 5 日至 97 年 9 月 30 日間共計 228 次漲潮時刻，取其前 1/3，共有 76 次漲潮時間，詳細各時間如表 7 所示（資料摘自中央氣象局，潮位高程為當地低潮系統），而實際作業日期為表 7 紅字：

表 7、將軍潮位站前 1/3 高潮位時刻

次數	97 年 6 月			97 年 7 月			97 年 8 月			97 年 9 月		
	日期 (月/日)	時間 (時:分)	潮位 (公分)	日期 (月/日)	時間 (時:分)	潮位 (公分)	日期 (月/日)	時間 (時:分)	潮位 (公分)	日期 (月/日)	時間 (時:分)	潮位 (公分)
1	6/5	10:50	213	7/1	7:52	207	8/1	9:35	216	9/1	11:18	213
2	6/6	11:39	212	7/2	8:47	212	8/2	10:32	217	9/2	12:02	209
3	6/7	12:31	208	7/3	9:42	215	8/3	11:25	215	9/3	12:45	202
4	6/8	13:27	200	7/4	10:37	216	8/4	12:15	210	9/4	13:27	194
5	6/18	9:48	194	7/5	11:31	214	8/5	13:03	203	9/11	6:41	190
6	6/19	10:24	196	7/6	12:24	209	8/6	13:51	194	9/12	7:41	196
7	6/20	11:01	198	7/7	13:18	202	8/12	6:17	190	9/13	8:36	202
8	6/21	11:40	199	7/8	14:13	192	8/13	7:15	193	9/14	9:25	208
9	6/22	12:21	198	7/14	7:04	190	8/14	8:09	198	9/15	10:12	212
10	6/23	13:04	196	7/15	7:52	192	8/15	9:00	203	9/16	10:56	213
11	6/24	13:49	193	7/16	8:38	195	8/16	9:47	208	9/17	11:40	211
12	6/29	6:04	199	7/17	9:22	199	8/17	10:31	212	9/18	12:25	207
13	6/30	6:57	203	7/18	10:05	203	8/18	11:13	214	9/19	13:11	200
14				7/19	10:47	206	8/19	11:54	212	9/20	14:03	191
15				7/20	11:28	207	8/20	12:37	209	9/25	6:07	198
16				7/21	12:09	207	8/21	13:21	203	9/26	7:22	200
17				7/22	12:51	204	8/22	14:11	195	9/27	8:32	203
18				7/23	13:35	200	8/28	7:23	208	9/28	9:33	206
19				7/24	14:24	194	8/29	8:31	211	9/29	10:24	207
20				7/29	6:27	207	8/30	9:34	214	9/30	11:08	205
21				7/30	7:30	210	8/31	10:29	215			
22				7/31	8:33	213						



6. 永安潮位站：

永安潮位站自 97 年 6 月 5 日至 97 年 9 月 30 日間共計 182 次漲潮時刻，取其前 1/3，共有 60 次漲潮時間，詳細各時間如表 8 所示（資料摘自中央氣象局，潮位高程為當地低潮系統）：

表 8、永安潮位站前 1/3 高潮位時刻

次數	97 年 6 月			97 年 7 月			97 年 8 月			97 年 9 月		
	日期 (月/日)	時間 (時:分)	潮位 (公分)	日期 (月/日)	時間 (時:分)	潮位 (公分)	日期 (月/日)	時間 (時:分)	潮位 (公分)	日期 (月/日)	時間 (時:分)	潮位 (公分)
1	6/5	8:08	153	7/2	6:22	150	8/1	7:07	153	9/1	8:39	130
2	6/6	9:00	151	7/3	7:11	155	8/2	7:56	151	9/2	9:28	119
3	6/7	9:56	144	7/4	8:02	155	8/3	8:45	144	9/13	6:16	130
4	6/8	10:55	134	7/5	8:53	151	8/4	9:35	133	9/14	6:57	131
5	6/9	11:59	122	7/6	9:46	142	8/5	10:28	120	9/15	7:38	130
6	6/16	6:02	122	7/7	10:41	129	8/14	5:58	131	9/16	8:22	126
7	6/17	6:31	126	7/8	11:41	115	8/15	6:37	135	9/17	9:10	119
8	6/18	7:03	130	7/16	6:15	130	8/16	7:15	137	9/18	10:04	110
9	6/19	7:36	132	7/17	6:51	134	8/17	7:53	137	9/27	6:12	130
10	6/20	8:12	133	7/18	7:28	136	8/18	8:32	135	9/28	7:02	125
11	6/21	8:51	133	7/19	8:05	137	8/19	9:14	130	9/29	7:51	119
12	6/22	9:32	130	7/20	8:43	136	8/20	10:01	122	9/30	8:39	111
13	6/23	10:17	127	7/21	9:24	133	8/21	10:56	111			
14	6/24	11:07	121	7/22	10:08	127	8/29	6:14	145			
15	6/25	12:05	113	7/23	10:57	118	8/30	7:04	144			
16				7/31	6:17	151	8/31	7:51	139			

總計桃園地區共計有 97 年 7 月 17 日、97 年 8 月 1 日、97 年 8 月 2 日、等三日進行漲潮線的水深測量工作，詳細位置時間資訊如圖 11 及表 9 所示。

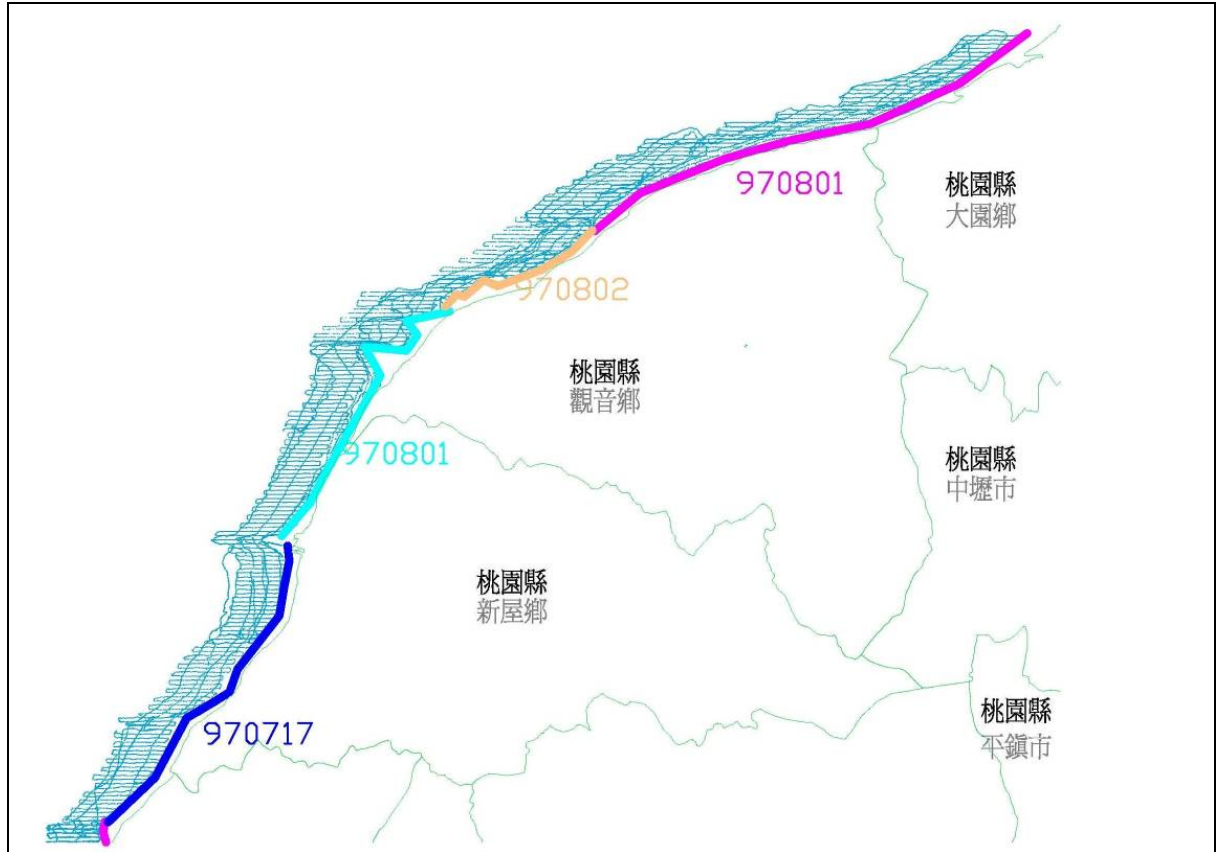


圖 11、桃園地區漲潮線測量位置圖

表 9、桃園地區漲潮線測量時間

日期	時間	地點	備註
97/07/17	10:00~10:45	桃園縣新屋鄉	圖上深藍色區
97/08/01	10:05~10:45	桃園縣觀音及新屋鄉	圖上淺藍色區
97/08/01	11:05~12:00	桃園縣大園及觀音鄉	圖上洋紅色區
97/08/02	10:30~11:55	桃園縣觀音鄉	圖上橙色區

總計新竹地區共計有 97 年 8 月 3 日、97 年 8 月 15 日等二日進行漲潮線的水深測量工作，詳細位置時間資訊如圖 12 及表 10 所示。

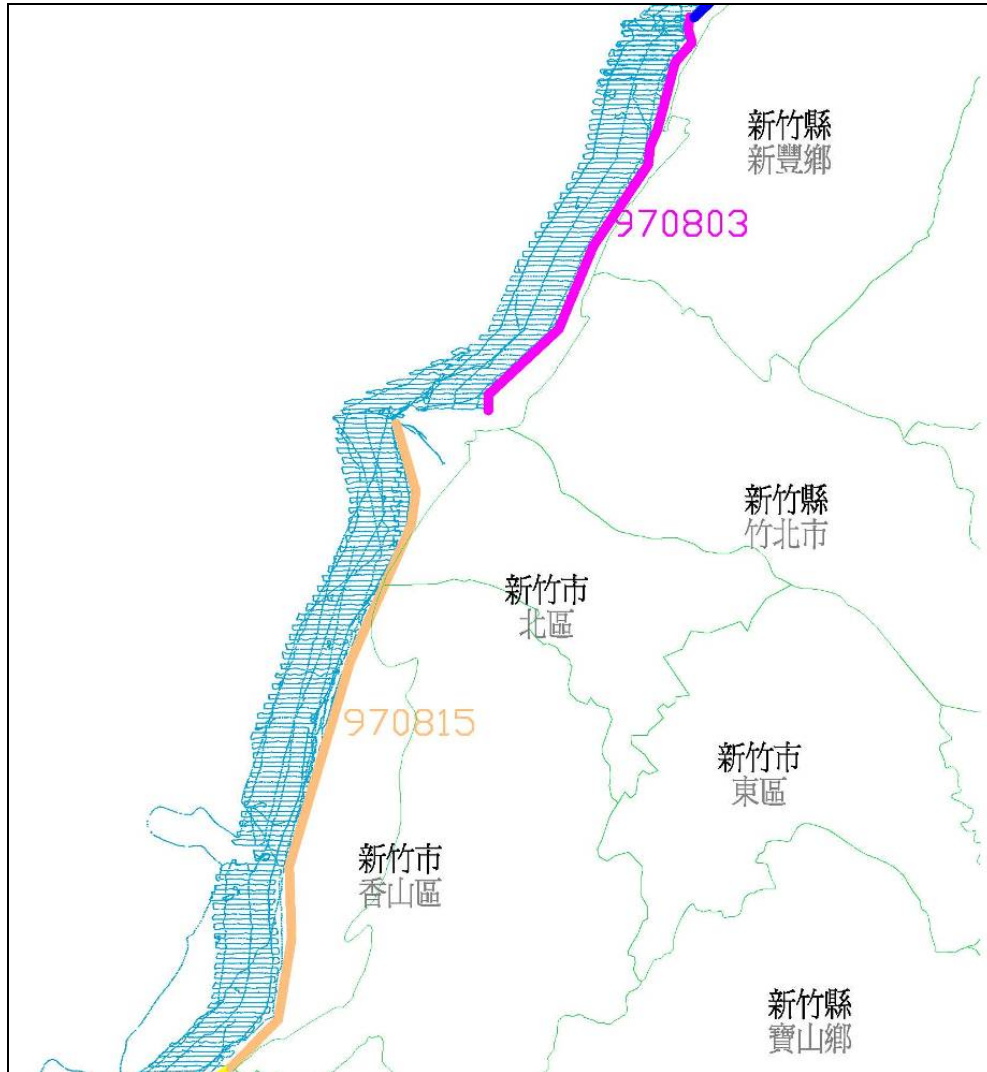


圖 12、新竹地區漲潮線測量位置圖

表 10、新竹地區漲潮線測量時間

日期	時間	地點	備註
97/08/03	11:10~12:00	新竹縣新豐鄉及竹北市	圖上洋紅色區
97/08/15	09:15~10:45	新竹市	圖上澄色區

總計苗栗地區共計有 97 年 8 月 20 日、97 年 8 月 28 日、97 年 8 月 29 日、97 年 9 月 19 日等四日進行漲潮線的水深測量工作，詳細位置時間資訊如圖 13 及表 11 所示。

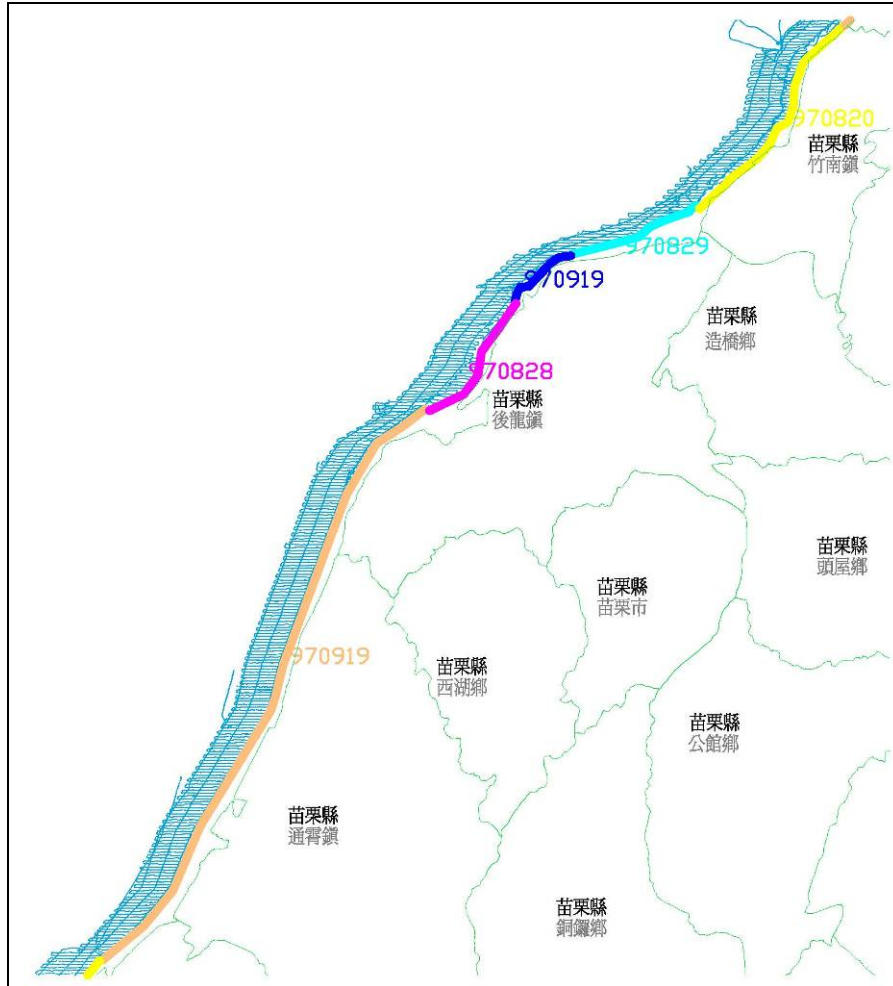


圖 13、苗栗地區漲潮線測量位置圖

表 11、苗栗地區漲潮線測量時間

日期	時間	地點	備註
97/08/20	11:30~12:15	苗栗縣竹南鎮	圖上黃色區
97/08/28	08:40~09:00	苗栗縣後龍鎮	圖上洋紅色區
97/08/29	09:40~10:05	苗栗縣後龍鎮	圖上淺藍色區
97/09/19	10:30~12:30	苗栗縣後龍及通霄鎮	圖上澄色區
97/09/19	13:45~14:00	苗栗縣後龍鎮	圖上深藍色區

總計台中地區共計有 97 年 8 月 28 日、97 年 8 月 29 日等二日進行漲潮線的水深測量工作，詳細位置時間資訊如圖 14 及表 12 所示。另外台中梧棲龍井一帶，外側海岸均為台中港海堤（如圖 15、16），本身深度就足夠於一般時間行船，故測線可直接測至堤邊，無漲潮線施測區需要。

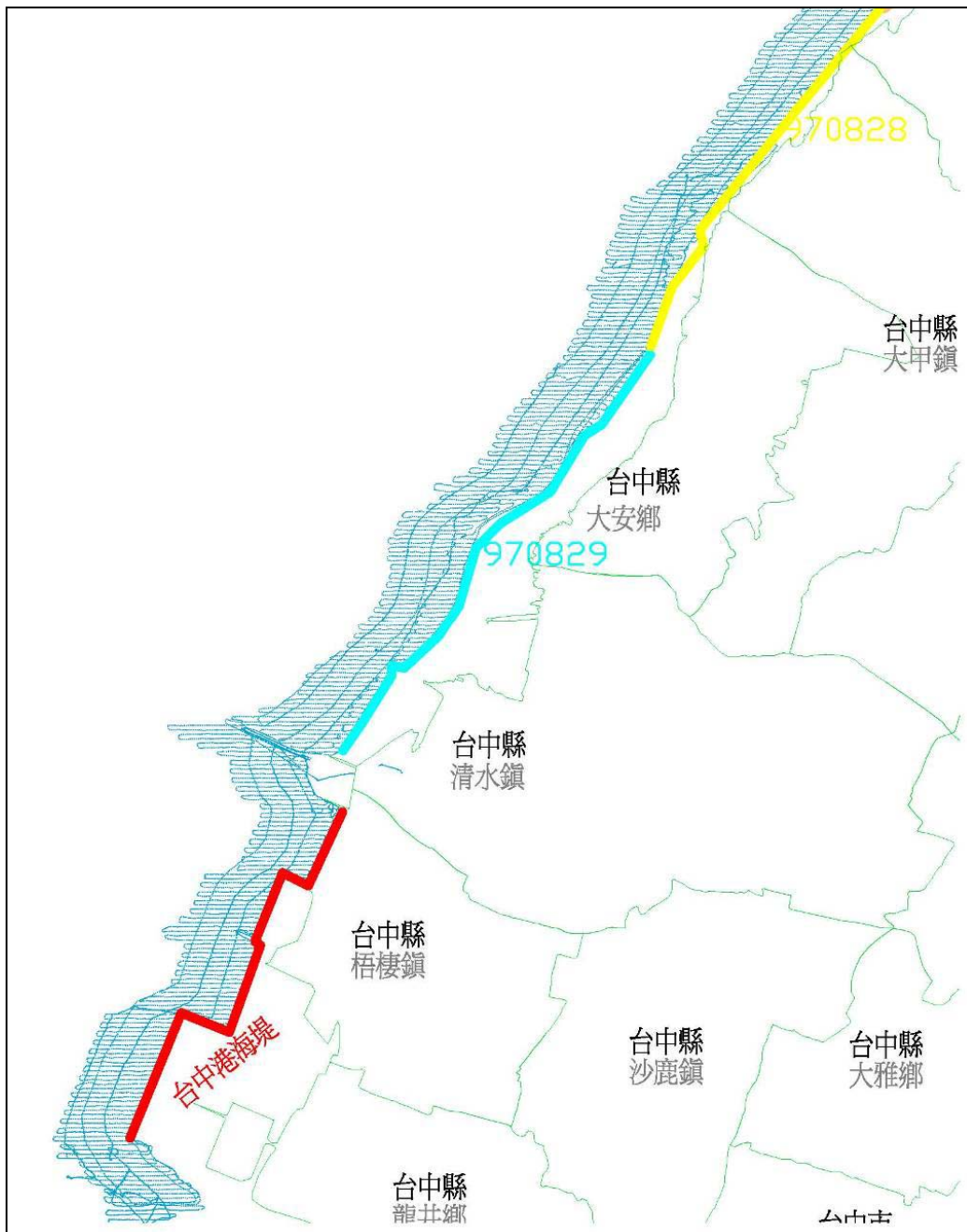


圖 14、台中地區漲潮線測量位置圖

表 12、台中地區漲潮線測量時間

日期	時間	地點	備註
97/08/28	08:15~09:00	台中縣大安鄉及大甲鎮	圖上黃色區
97/08/29	09:30~10:15	台中縣大安鄉及清水鎮	圖上淺藍色區
97/08/30	08:00~11:00	台中港外堤	圖上紅色

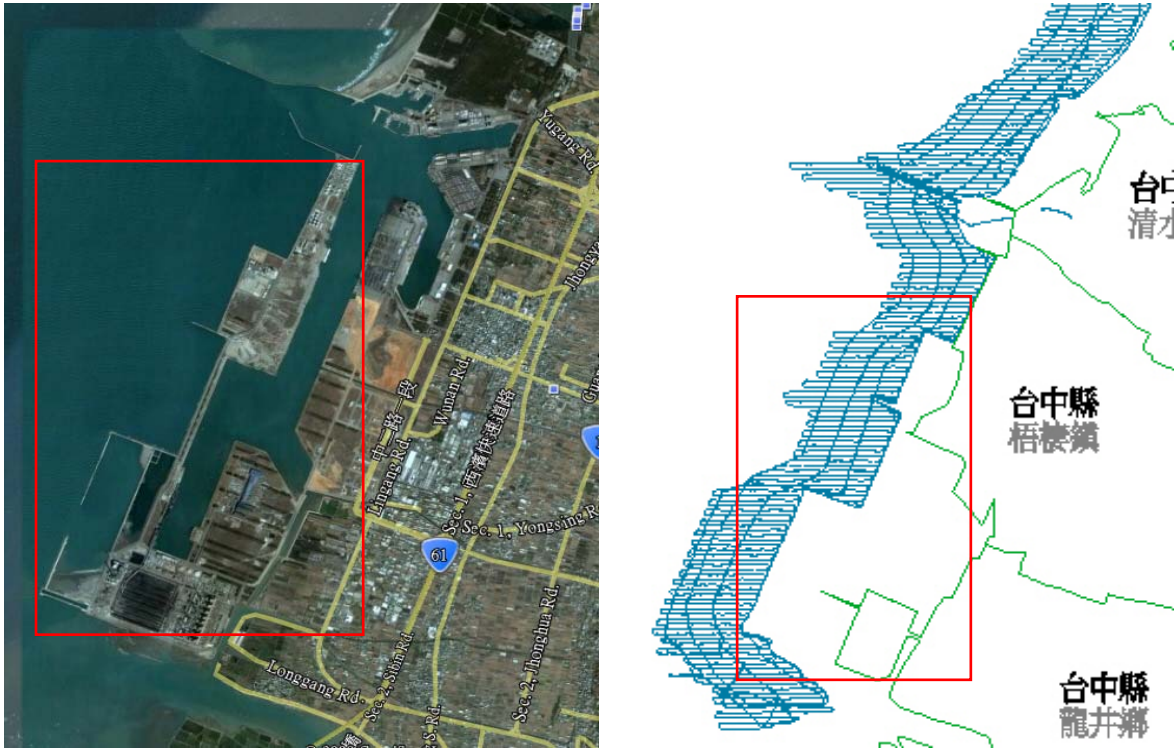


圖 15、台中港區影像圖（影像摘自 Google Earth）



圖 16、台中港海堤外測工作照

台南將軍漁港以南至安平漁港以北地區，由於在夏天為西南季風受風面，故極近岸處湧浪極大，施測不易，參考 貴中心 97 年 6 月 24 日提供之前期潮間帶作業邊界（如圖 17 洋紅色線），與實際海測作業比較，發現一般時間作業便可與達到前期作業區域邊界，故於 7 月 12 日將整個台南地區近岸線施測完成。

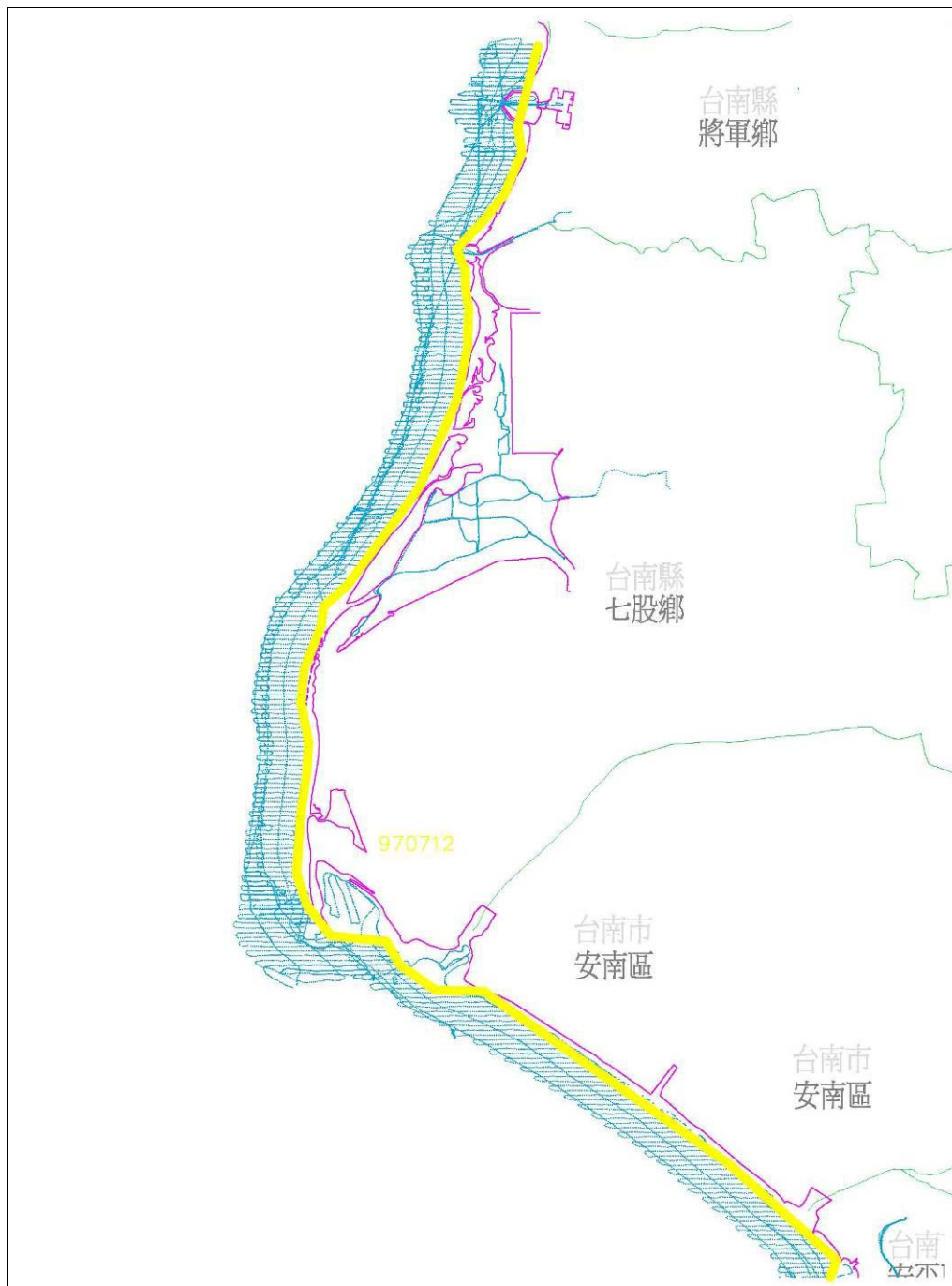


圖 17、台南北部地區近岸線測量位置圖

表 13、台南北部地區漲潮線測量時間

日期	時間	地點	備註
97/07/12	12:45~17:25	台南將軍至安平漁港	圖上黃色區



圖 18、台南地區近岸部分湧浪

台南安平漁港以南至高雄興達港以北區，同樣的在夏天為西南季風受風面，故極近岸處湧浪極大，施測不易，參考 貴中心 97 年 6 月 24 日提供之前期潮間帶作業邊界（如圖 19 洋紅色線），與實際海測作業比較，發現一般時間作業便可與達到前期作業區域邊界，故於 97 年 7 月 11 日將台南市南區近岸線施測完成；另外高雄茄定地區外側為固砂突堤以及興達海堤（如圖 20、21），故亦可直接測至堤邊，故無漲潮線施測需要。



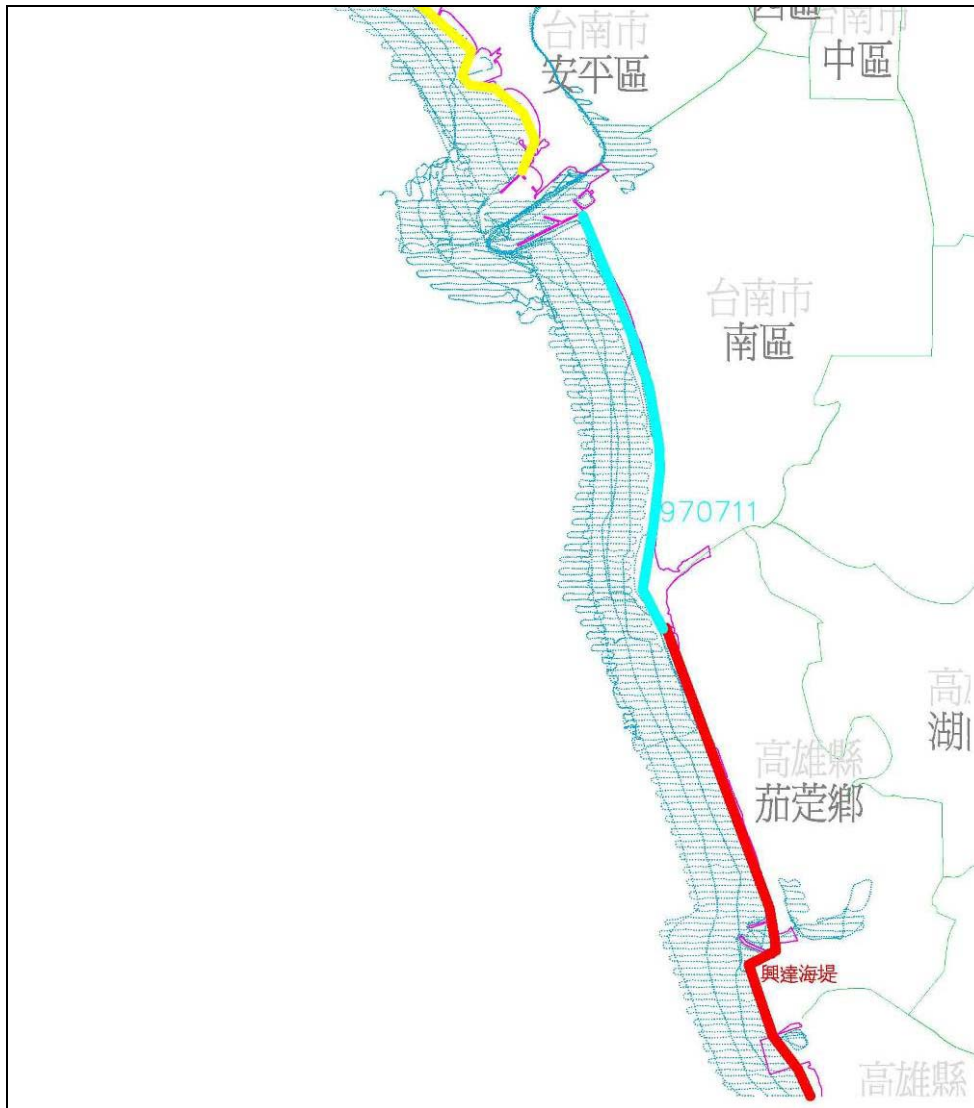


圖 19、台南南部、高雄地區近岸線測量位置圖

表 14、台南南部地區漲潮線測量時間

日期	時間	地點	備註
97/07/11	08:30~09:00	台南市南區	圖上淺藍色區
97/07/11	13:00~15:00	高雄縣茄萣鄉	圖上紅色區

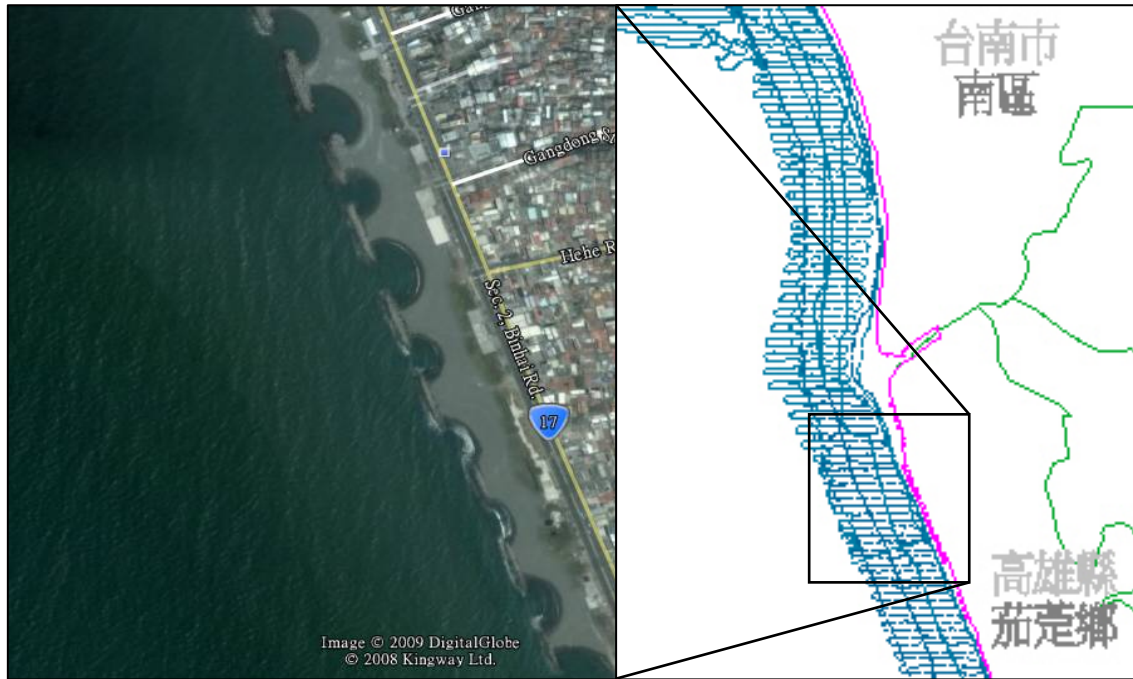


圖 20、興達北側固砂突堤（影像摘自 Google Earth）



圖 21、興達北側固砂突堤工作照

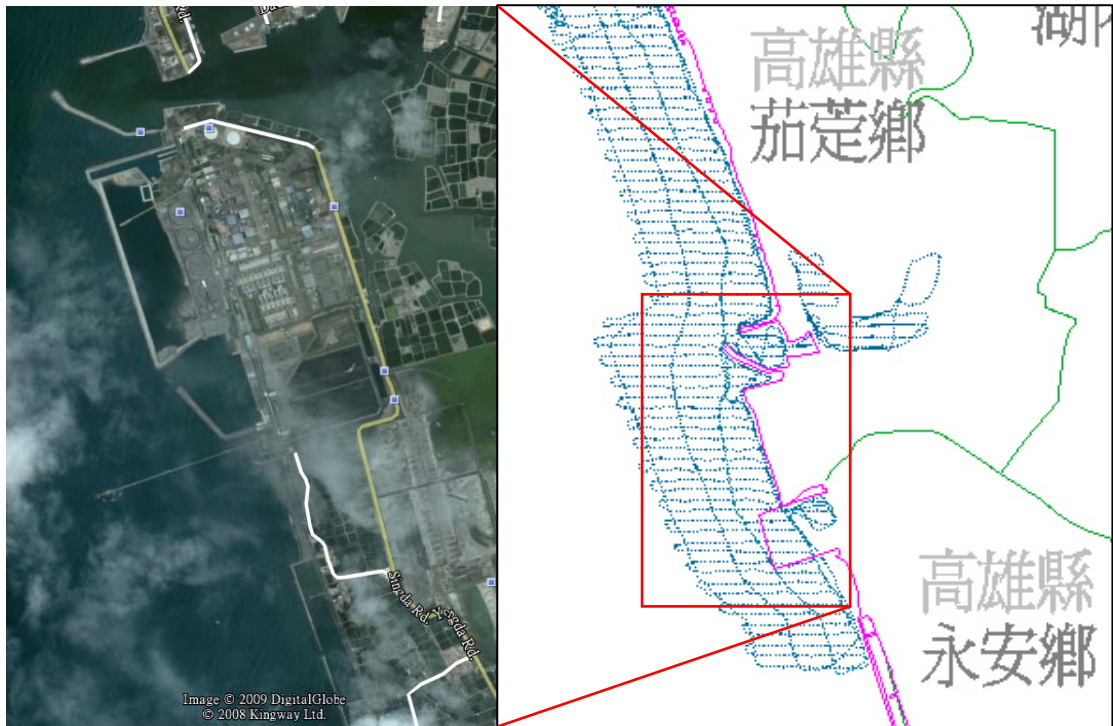


圖 22、興達港區影像（摘自 Google Earth）



圖 23、興達海堤邊工作照

## (二) 困難施測區域

本案工作所遭遇的困難施測區，包含新竹外海定置漁網區、安平港外的蚵架區及七股的瀉湖區等。對於這些區域，無法以原規劃之測線施測，僅能視現地障礙物佈設情況即時調整測線，主要採迂迴環繞方式進行施測儘量達到原測線密度之要求，以下為各困難施測區域的位置與實測軌跡對應圖及現場實況照片。

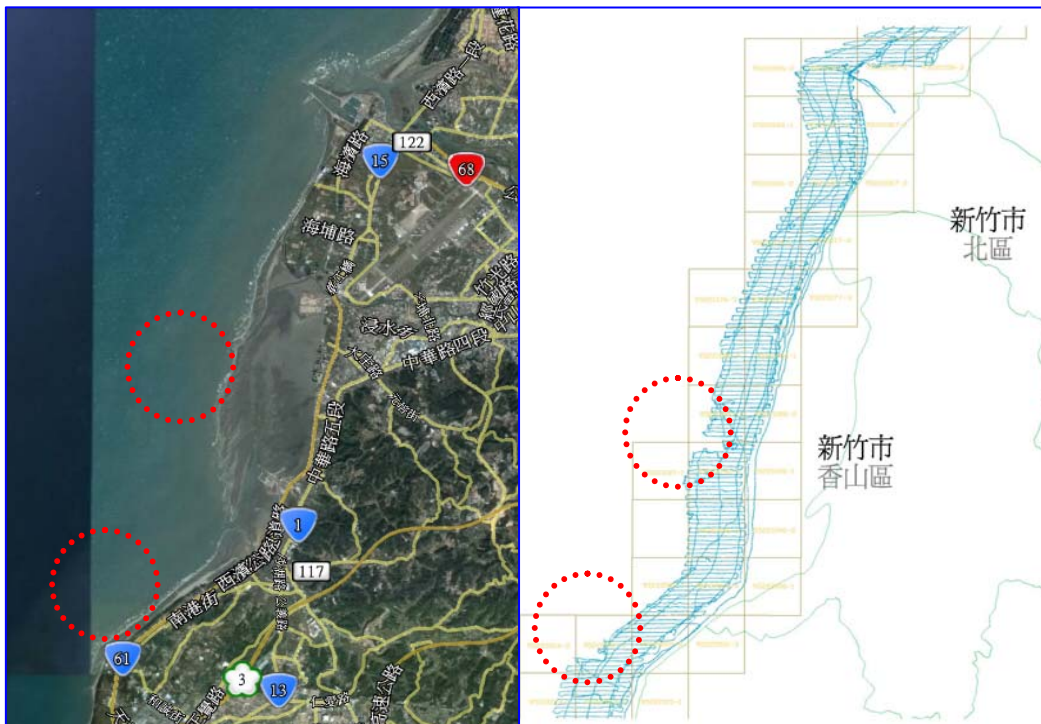


圖 24、新竹外海定置漁網位置影像（摘自 Google Earth）



圖 25、新竹外海定置漁網工作照

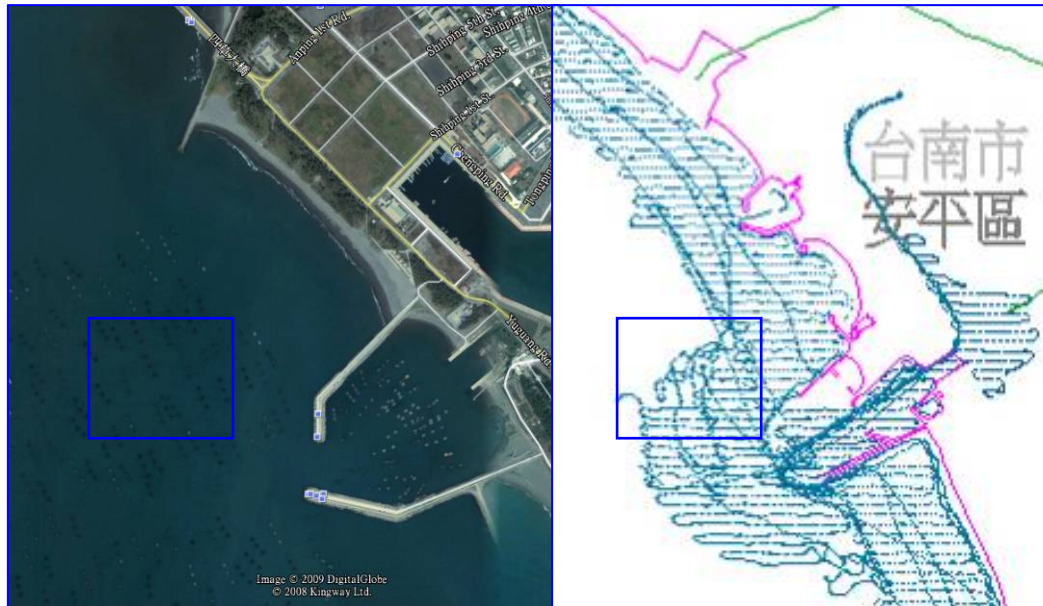


圖 26、安平港外北側蚵架區（影像摘自 Google Earth）



圖 27、安平港外北側蚵架區

針對七股潟湖區部分，為求資料完整性，對沙洲西側海岸繼續沿之前主測線往南延伸，使南部測區(自將軍至興達)測繪出完整潮間帶海岸線（如圖 28，藍線表西側海域實際測線，紅線表東側潟湖區實際測線，紫色表前期工作邊界，灰線表計畫測線，黑線為 5000 地

形圖圖幅)；以沙洲東側瀉湖區為例，將先以正射影像圖中判斷出主要航道區後，針對主航道並參考當地船家建議路線，進行水深測量，實測軌跡如圖 28 紅線，並將在成果地形圖上標出主航道位置。

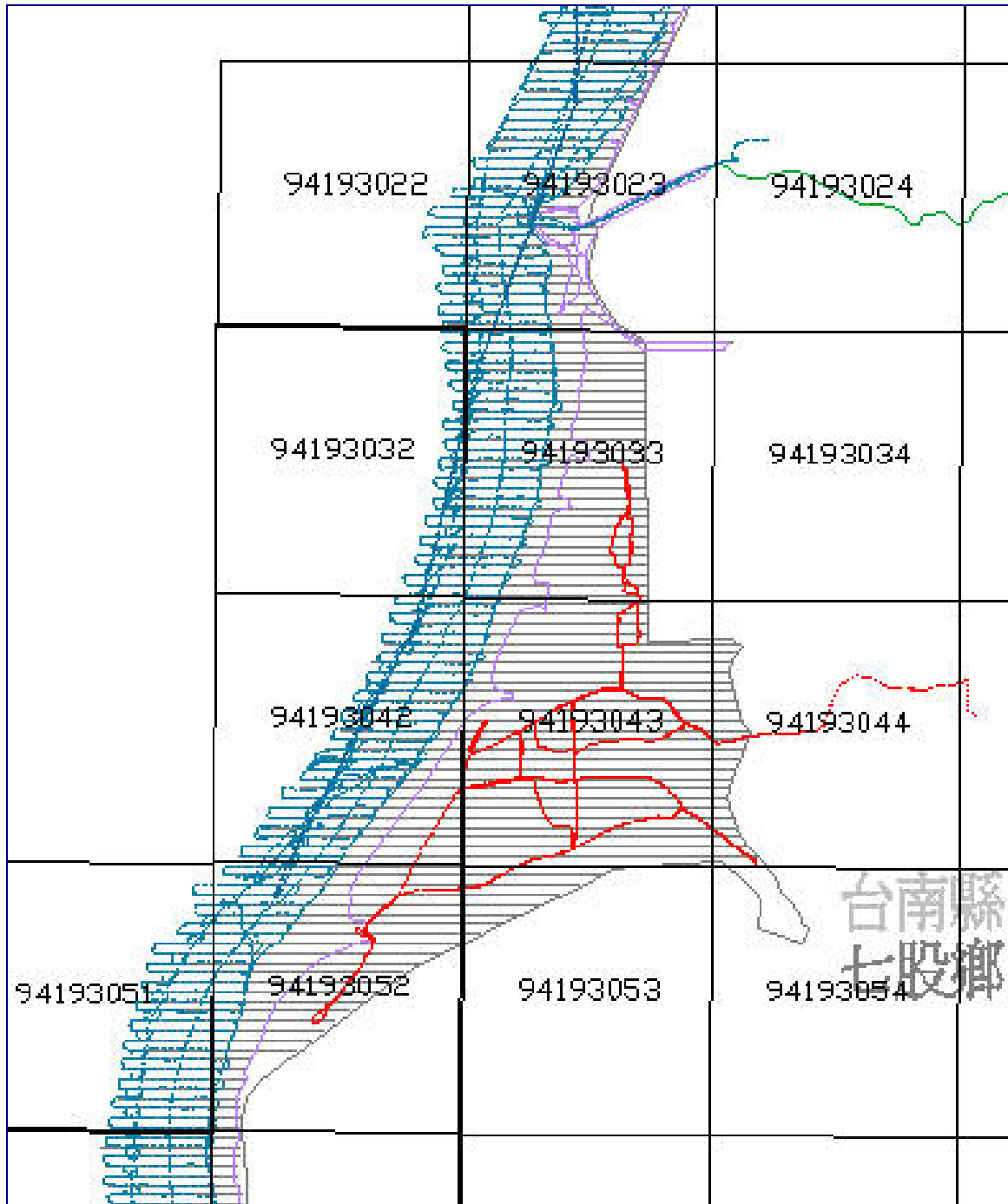


圖 28、七股瀉湖區實測軌跡（紅線）



圖 29、七股瀉湖區內蚵架密佈情形

### (三) 定位方式

本次海測作業共計使用了 RTK 及 Beacon 等二種不同的定位模式。RTK 定位模式的作業方式為先選定陸地已知點（本次作業選用已知點均為內政部三等控制點，或是經 GPS 連測三等控制點求得之新設點位），利用無線電將已知點差分資料傳至載具的移動站上；在收到無線電資料的情況下，一般精度可達到公分級；以本次作業，每日工作前或後，須至已知點進行坐標檢核，總計 25 次的觀測結果統計，平均坐標差為 2.2 公分（參考圖 33 及附錄 6-2）。唯關鍵在於無線電傳輸有效範圍約在 20-30 公里間，若要提高有效傳輸範圍，方法有加高天線、增強無線電傳輸功率、已知點位選定較高位置等方式。但由於潮間帶區域均為近岸，故以此方式作業並無太大問題。



圖 30、RTK 定位模式基地站

而 Beacon 為使用加拿大 CSI 公司的 CSI MiniMax BEACON 差分衛星定位儀，其接收各地的廣播差分訊號，使得載具（接收器）以及接收站之間兩點進行相對定位，利用差分方式消除大部分共同誤差而獲取較高的精度的定位方式。圖 31 為設備說明書所附之廣播



差分有效涵蓋範圍圖（為 2004 年版本，當時台灣地區有高雄及基隆兩處廣播站，現已關閉；現在收到的為中國天達山廣播站所發出的訊號）。除受地形關係，可能有收不到差分訊號的區域外，在收到差分訊號的狀況下，一般精度均可達 1 公尺以內（如圖 32，設備規格表），根據每日工作前後之 GPS 定位檢測記錄，共 27 筆檢核資料統計，與已知點坐標平均差約 19 公分（參考圖 33 及附錄 6-2），且作業方面不需要加派另一組人員至已知點架設基地站，較符合經濟效益。



圖 31、Beacon 接收範圍圖（2004 年版）

MiniMAX		Feature-packed sub-meter GPS positioning	
<b>GPS Sensor Specifications</b>			
Receiver Type:	L1, C/A code, with carrier phase smoothing	<b>Power</b>	
Channels:	12-channel, parallel tracking (10-channel when tracking SBAS)	Input Voltage Range:	9 to 32VDC
WAAS Tracking:	2-channel, parallel tracking	Reverse Polarity Protection:	Yes
Update Rate:	1 Hz default, 5 Hz max	Power Consumption:	3W
Horizontal Accuracy:	<1 m 95% confidence (DGPS*) <5 m 95% confidence** (autonomous, no SA)	Current Consumption:	< 250 mA @ 12VDC
Cold Start:	1 min typical	Antenna Voltage Output:	5.3VDC
		Antenna Short Circuit Protection:	Yes

圖 32、CSI MiniMAX 規格表

總結本次作業所使用的二種定位模式間各有不同優點。一般來說，精度較高的 RTK 模式，除了需要再行增加一組地面站工作人員外，資料接收狀況最穩定。

工作名稱：97年度潮間帶基本地形測量技術發展計畫						
檢測日期：97/7/18				測量人員：黃保強		
GPS 衛星定位儀型號：Leica 530				坐標系統：TWD97		
檢測點號	已知坐標 (m)		檢測坐標 (m)		坐標較差 (m)	
	縱坐標(N)	橫坐標(E)	縱坐標(N)	橫坐標(E)	縱坐標(N)	橫坐標(E)
Ts06	2773966.067	263021.303	2773966.053	263021.296	-0.014	-0.007

圖 33、每日 GPS 已知點檢測記錄

表 15、不同定位模式比較表

定位模式	定位精度	訊號有效接收範圍	工作人員	使用設備
RTK	公分級	距離擺設基地站之控制點 10 餘公里間	陸地一組 船上一組	GPS*2 接收、發送無線電*1
beacon	1 公尺內	臺灣沿海數 10 公里(參考圖 31)	船上一組	GPS*1

#### (四) 已知點檢核

由於 貴中心 95 年度衛星定位測量工作成果並無施測到本案所需使用點位，故本公司自行於 97 年 7 月 28 日至 97 年 8 月 1 日間，分別於桃園竹圍、新竹南寮、苗栗外埔、台中梧棲、台南將軍、高雄永安等六處區域進行已知點檢核或新設控制點測設工作，採用內政部公告之衛星控制點以 GPS 測量方式檢測或引測至新設點位上，各區測量內容如表 15 所示，各區點位分佈及 GPS 觀測網形如圖 35~圖 40 所示。



圖 34、GPS 資料接收狀況

表 16、GPS 控制測量表

區域	已知點	測量項目	測量日期
桃園地區	H014、H046、H047	新測點位 TS06	97/07/28
新竹地區	S041、S073、S078	新測點位 TS08	97/07/28
苗栗地區	KP01、K024、K047	新測點位 TS10	97/07/29
台中地區	L051、L052、L082、G003	已知點檢核	97/07/29
台南地區	R116、R139、G074	新測點位 R115A	97/08/01
高雄地區	SW94、SW95、G094	新測點位 SW23A	97/07/30



圖 35、桃園地區 GPS 觀測點位分佈圖

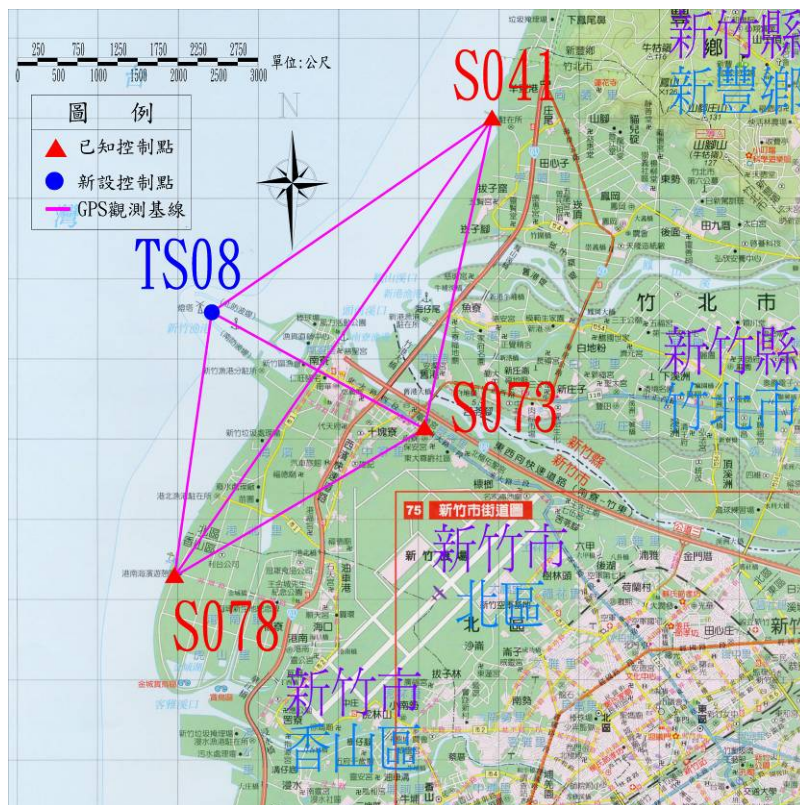


圖 36、新竹地區 GPS 觀測點位分佈圖

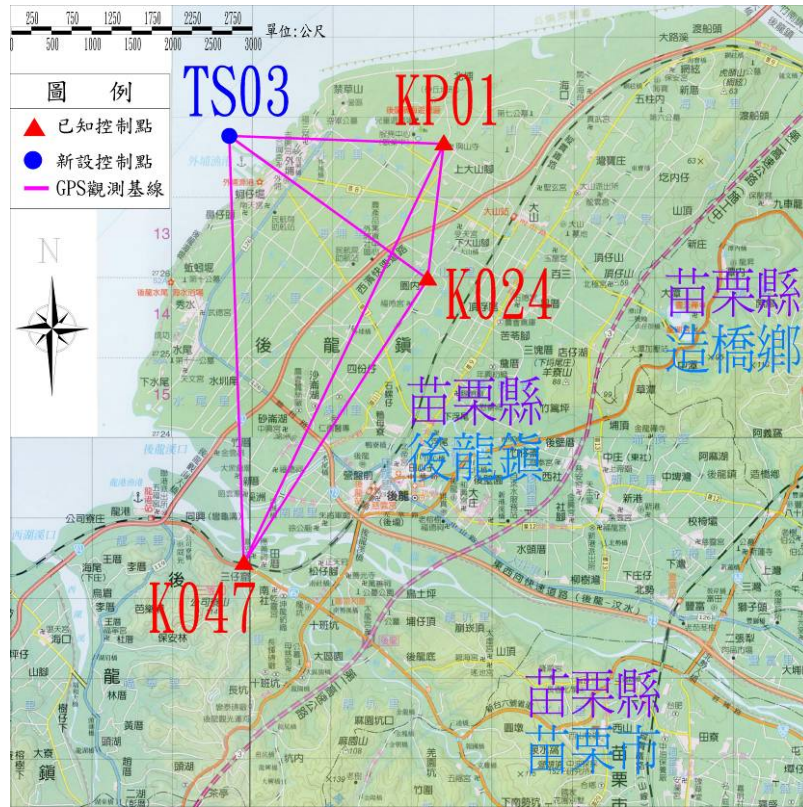


圖 37、苗栗地區 GPS 觀測點位分佈圖



圖 38、台中地區 GPS 觀測點位分佈圖

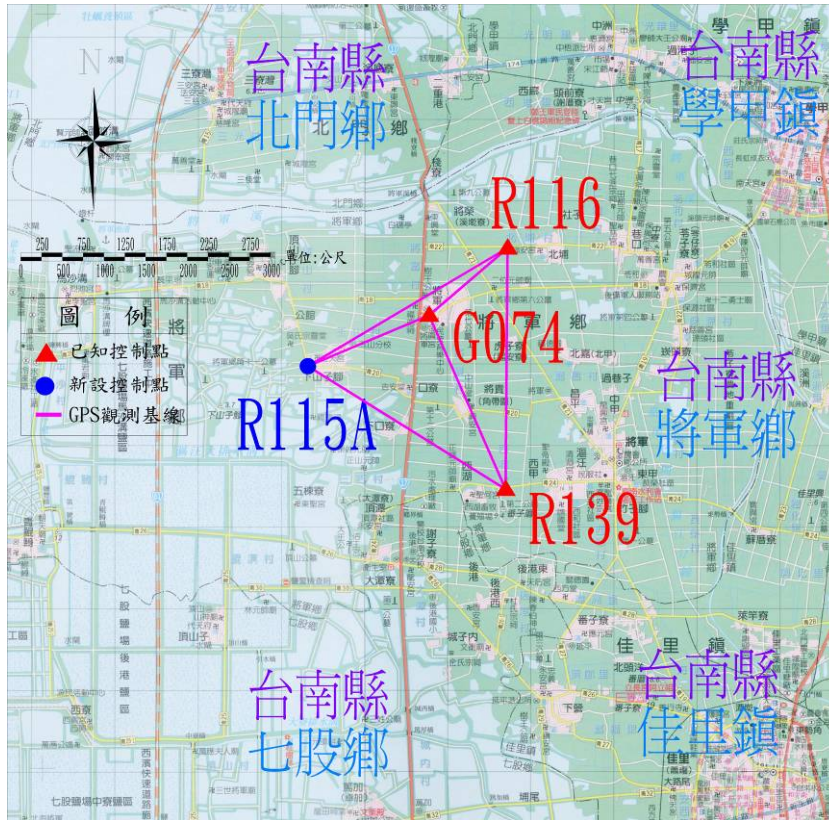


圖 39、台南地區 GPS 觀測點位分佈圖



圖 40、高雄地區 GPS 觀測點位分佈圖

已知點檢核或新設控制點測量工作，採用 Leica 300 或 500 或 1200 系列雙頻衛星定位儀，可記錄 L1 及 L2 全波長載波相位觀測量。衛星接收最少觀測時間須大於 60 分鐘，同時段所有接收儀同步觀測時間須大於 45 分鐘。取樣間隔不大於 15 秒，點位精度因子(PDOP)值不得大於 10，共同觀測衛星數不得少於 4 顆。

在精度規範方面，最小約制平差成果之點位精度誤差橢圓長軸半徑不得超過 30mm，已知點最小約制平差成果與已知點公告坐標反算成果，所得相應點位間之基線長較差量不得大於 30mm+6ppm，方位角較差量不得大於 20 秒。

經由解算成果發現，各區坐標已知點檢核基線距離較差以及方位角較差均合乎規範；且最小約制平差成果之點位精度誤差橢圓長軸半徑亦合乎規範，各點計算成果坐標如表 17 所示，詳細計算過程見附錄 2.控制點計算表，在此僅摘錄桃園地區檢核成果如表 18 及表 19。

表 17、GPS 新測點位測量成果表

區域	點號	TWD97 縱坐標 N (m)	TWD97 橫坐標 E (m)
桃園	TS06	2773966.0668	263021.3031
新竹	TS08	2749367.6176	241256.2270
苗栗	TS10	2727551.7087	226569.7973
台南	R115A	2567774.1300	160133.6807
高雄	SW23A	2532840.8860	166054.9781

表 18、桃園地區解算誤差橢圓長軸半徑

Relative Error Ellipses (2D - 95%)						
Station	Target	A [m]	B [m]	A/B	Psi (deg)	Sd Hgt [m]
TS06	H014	0.0006	0.0004	1.4	-4	0.0012
H047	H014	0.0007	0.0005	1.3	47	0.0013
H046	H014	0.0006	0.0004	1.4	41	0.0011
H047	TS06	0.0007	0.0005	1.4	-71	0.0013
H047	H046	0.0006	0.0005	1.3	22	0.0012
H046	TS06	0.0006	0.0004	1.4	90	0.0011

註：Psi 為誤差橢圓長軸與基線間夾角。

表 19、桃園地區已知點檢核成果表

點 點 點	名 名 名	反算水平角 [1] ° ' "	反算距離 [2] (M)	檢測水平角 [3] ° ' "	檢測距離 [4] (M)	水平角 較差 ( " )	規範 (mm)	距離較 差 (mm)	精 度
H047 H014 H046	6-02-54		4143.6489	6-02-52	4143.6404	-2	55	-8	1/ 517956
H014 H046 H047	18-59-23		5389.3146	18-59-18	5389.3168	-5	62	2	1/ 2694657
H046 H047 H014	154-57-43		1341.7544	154-57-50	1341.7507	7	38	-4	1/ 335439
H046 H047 H014			1341.7544		1341.7507		38	-4	1/ 335439
H046 H047 H014			4143.6489		4143.6404		55	-8	1/ 517956

註：1.檢測距離為自由網坐標反算值，已投影改正。

2.檢測規範精度：角度較差須小於 20 秒，距離較差須小於 30mm+6ppm\*L。

3.水平角較差=[3]-[1]；距離較差=(|4|-|2|)\*1000；精度=|4|-|2|/|2|。

已 知 原 坐 標		最 小 約 制 坐 標
H014 , 266815.8810, 2773587.0800		H014 , 266815.8810, 2773587.0800
H046 , 262876.2090, 2769909.6220		H046 , 262876.1828, 2769909.6470
H047 , 264101.5940, 2770456.1900		H047 , 264101.5547, 2770456.2352

已知平面控制點共檢測 3 點，檢測成果表如上表所列，皆符合規範要求。



### (五) 潮位站架設及潮位觀測

經過確認後發現北部測區之南北界附近即有竹圍漁港、台中港兩處氣象局潮位站；而北區中央亦有新竹漁港、外埔漁港兩處氣象局潮位站。而南部測區之南北界附近亦有將軍漁港、永安漁港兩處氣象局潮位站。故本計畫在北區的竹圍漁港、新竹漁港、外埔漁港、台中港（漁港區）四處設立潮位站；而南區也在將軍漁港以及永安漁港設立潮位站，各個潮位站分佈如圖 41 所示。

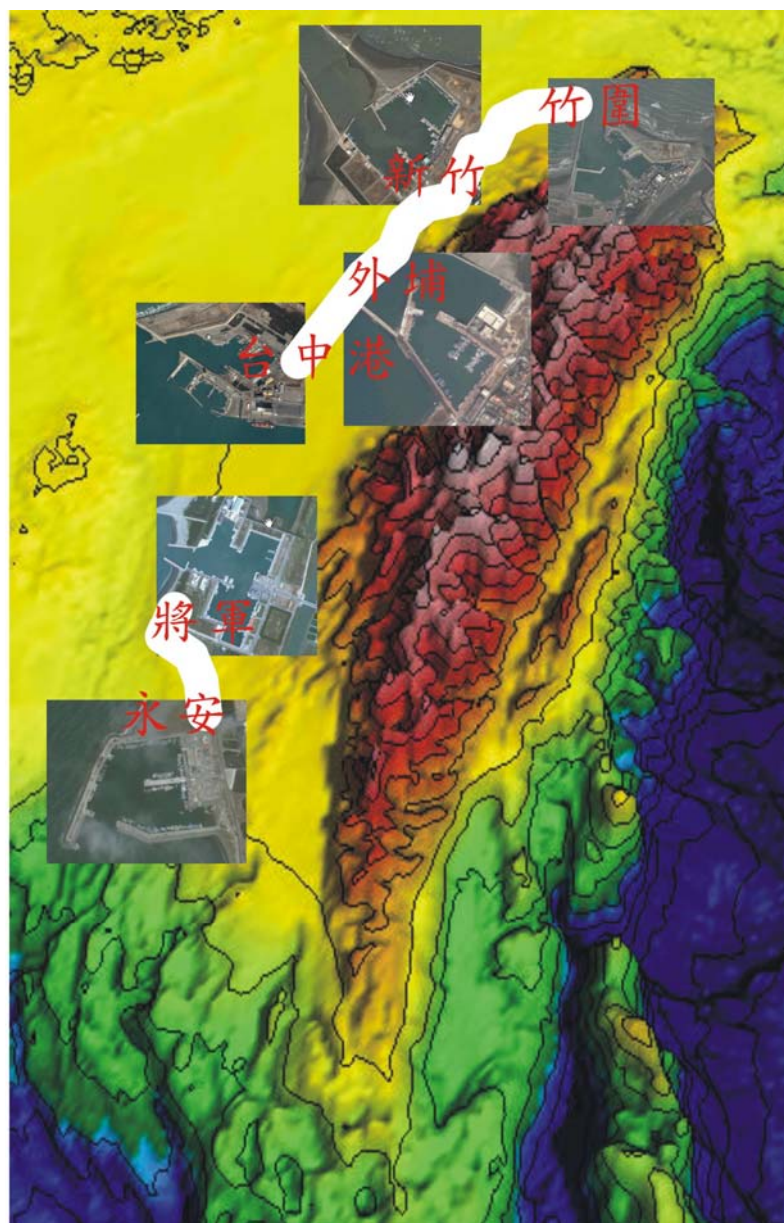


圖 41、潮位站分佈圖

在潮位站的設立方面，首先要確定潮位站高程。於選定各潮位站附近確認一等水準系統之水準點至少兩點，後將高程以水準測量方式引測至各個潮位站上，使得各潮位站以一等水準高程為基準，並檢核已知水準點高程是否正確。

依合約書規範：已知水準路線檢測之往返觀測閉合差不得大於 $8\sqrt{k}$  mm，且閉合於已知水準點之高程差與原高程差的差值，不得超過 $12\sqrt{k}$  mm。表 20 為各區域潮位站高程及引測成果，表 21 為各區域潮位站高程點檢核精度。相關潮位水準引測記錄及計算表詳見附錄 3。

表 20、潮位站高程引測成果

區域	點號	高程(M)	引用水準點	高程系統	測量日期
竹圍	BM1	2.308	D013、D014	一等水準	97/06/19
新竹	BM2	3.453	D037、D038	一等水準	97/06/19
外埔	BM3	3.447	D050、D051	一等水準	97/06/20
台中港	BM4	3.374	G003、G004	一等水準	97/06/24
將軍	BM5	2.320	G073、G074	一等水準	97/06/25
永安	BM6	1.798	G093、G094	一等水準	97/06/25



圖 42、潮位站高程引測工作照

表 21、已知高程點檢核表

起點		終點		資料高差	觀測高差	較差	水準距離	閉合差	規範
點號	高程值(m)	點號	高程值(m)	(m)	(m)	(mm)	(km)	mm√K	mm√K
D013	16.215	D014	10.514	-5.701	-5.699	2.0	3.102	1.14	12
D037	4.575	D038	3.862	-0.713	-0.716	-2.6	6.551	-1.02	12
D050	10.635	D051	5.658	-4.977	-4.974	2.8	5.774	1.17	12
G003	4.713	G004	4.515	-0.198	-0.198	0.2	1.817	0.15	12
G073	1.601	G074	2.320	0.719	0.723	4.0	1.363	3.43	12
G094	2.813	G093	1.850	-0.963	-0.963	0.1	1.477	0.08	12

潮位觀測方式為將壓力式自動驗潮儀，以繩索（須量取繩長）將潮位計垂於潮位站碼頭邊水面下（須注意本測區台中苗栗一帶潮差大，需選擇最低潮時間潮位計仍需維持在水面下位置），利用壓力原理求得潮位計距離水面的距離。由於潮位計放置深度固定，故可以換算得水位隨著漲潮退潮的變化，以每 6 分鐘記錄一筆，再配合人工驗潮方式檢核。自動驗潮成果將製作潮位曲線圖、記錄表，記載潮位觀測時間、地點、潮位站高程等，以備查核，詳細潮位觀測曲線圖、人工驗潮記錄表、自動/人工驗潮比較圖等，請參閱附錄 4，表 22 為各區域自動驗潮日期統計。

表 22、各地自動驗潮觀測日期

潮位站	自動驗潮觀測日期
竹圍	97/07/01~97/07/11、97/07/13~97/07/24、97/07/26~97/09/30、97/10/23
新竹	97/07/08~97/09/30
外埔	97/07/01~97/09/30
台中港	97/08/27~97/08/30、97/09/01~97/09/30
將軍	97/07/13~97/08/31、97/09/04~97/09/09、97/11/04~97/11/07
永安	97/07/07~97/08/28、97/09/04~97/09/09、97/11/04~97/11/07

另外人工驗潮大約平均每二週前往觀測一次的頻率，至現地進行持續四小時，每六分鐘量測一次的人工實地驗潮，作為與自動驗潮儀資料的檢核用。而總計本次工作實際進行六處潮位站至少各二次，合計共 20 次的人工驗潮工作，各地人工驗潮時間如表 23。



圖 43、人工驗潮工作情形

將化算出之海平面高度繪製潮位曲線圖(水位高/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，如圖 44 所示。另圖 45 為人工驗潮與自動驗潮資料之比對圖，其中在剛開始(約為 10:00-10:20 附近)，人工驗潮之水位高度有略低於自動驗潮及氣象局資料的狀況，研判可能原因為自動驗潮及氣象局的『每六分鐘一筆水位資料』為經過一時間段取樣後之平均值，但人工驗潮資料為『該時刻瞬間』的人工量測結果，容易受到水面波動影響其量測值，致使其潮位曲線趨勢有時不若自動驗潮曲線來的平滑合理。

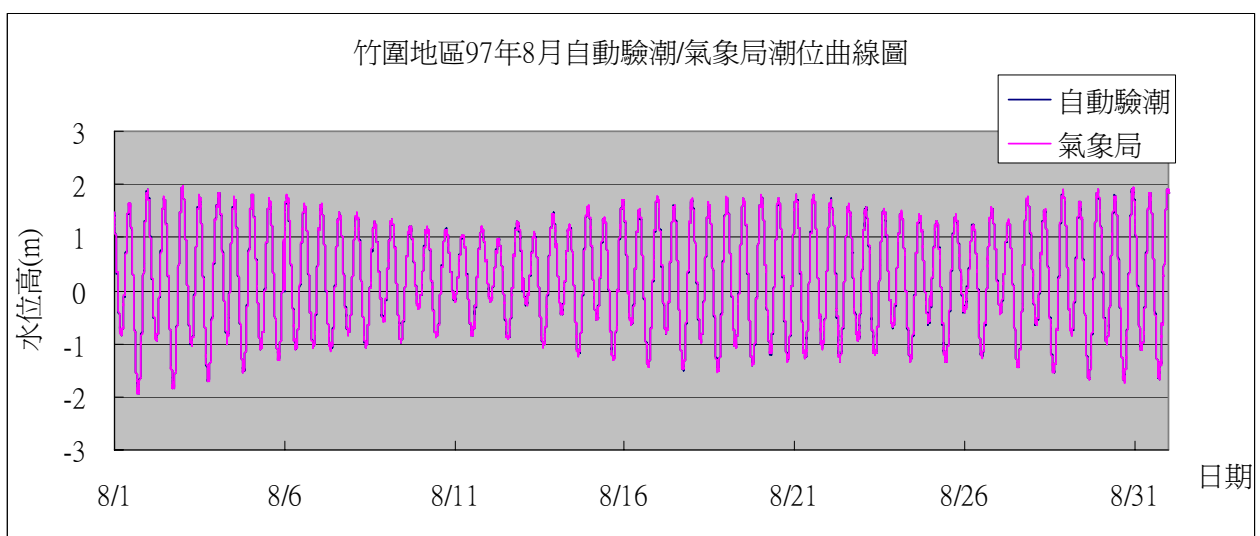


圖 44、竹圍驗潮站 97 年 8 月潮位曲線圖

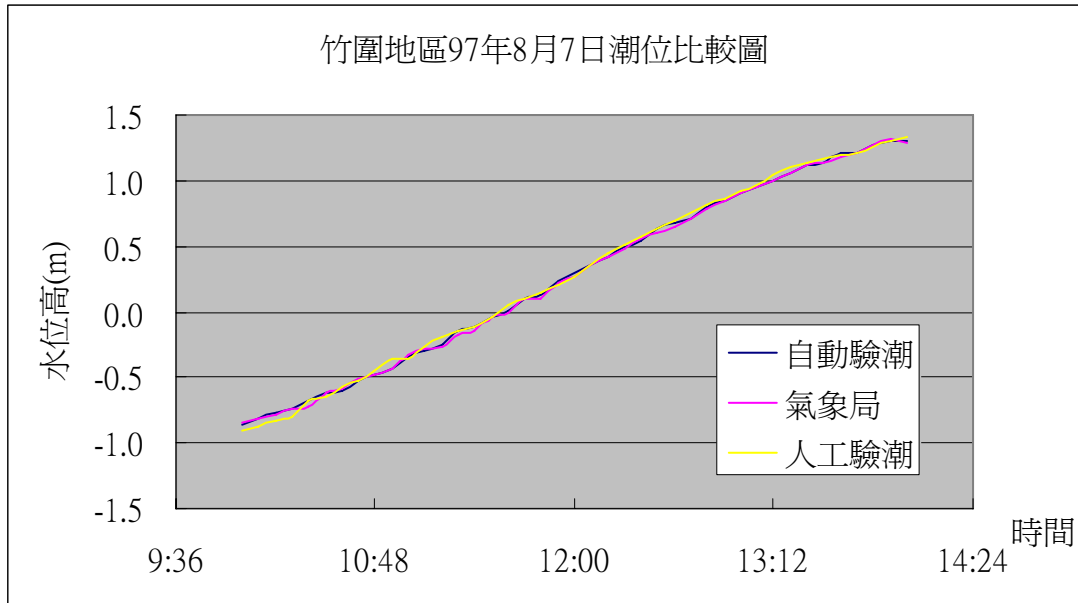


圖 45、自動/人工驗潮比較圖 (8月7日竹圍驗潮站)

表 23、人工驗潮時間及地點記錄表

地點	潮位站	驗潮日期	開始時間	結束時間
永安	BM1	97/08/07	11:00	14:00
永安	BM1	97/08/22	09:30	13:30
永安	BM1	97/09/06	09:00	13:30
新竹	BM2	97/08/07	11:48	15:48
新竹	BM2	97/08/22	10:42	14:42
新竹	BM2	97/09/06	10:00	14:00
新竹	BM2	97/09/18	10:06	14:06
外埔	BM3	97/08/07	11:30	15:30
外埔	BM3	97/08/22	10:42	14:48
外埔	BM3	97/09/06	10:24	14:30
外埔	BM3	97/09/18	11:00	15:00
台中	BM4	97/09/12	10:00	14:00
台中	BM4	97/09/26	09:30	13:30
將軍	BM5	97/07/21	10:00	14:00
將軍	BM5	97/08/07	09:30	13:30
將軍	BM5	97/09/05	09:30	13:30
將軍	BM5	97/09/09	09:00	13:00
永安	BM6	97/07/10	10:00	14:00
永安	BM6	97/07/20	09:00	13:00
永安	BM6	97/11/06	09:30	14:30

### (六) 單音束測深系統

單音束測深系統為結合測深機所得的音鼓距海床距離資料、湧浪補償器修正瞬時湧浪高度、以及 GPS 所提供的平面位置，再加上聲速剖面儀修正聲速傳遞的時間、潮位站所修正的水位高度、船隻儀器架設偏移參數修正，結合而成的 3 維水深測量資料。

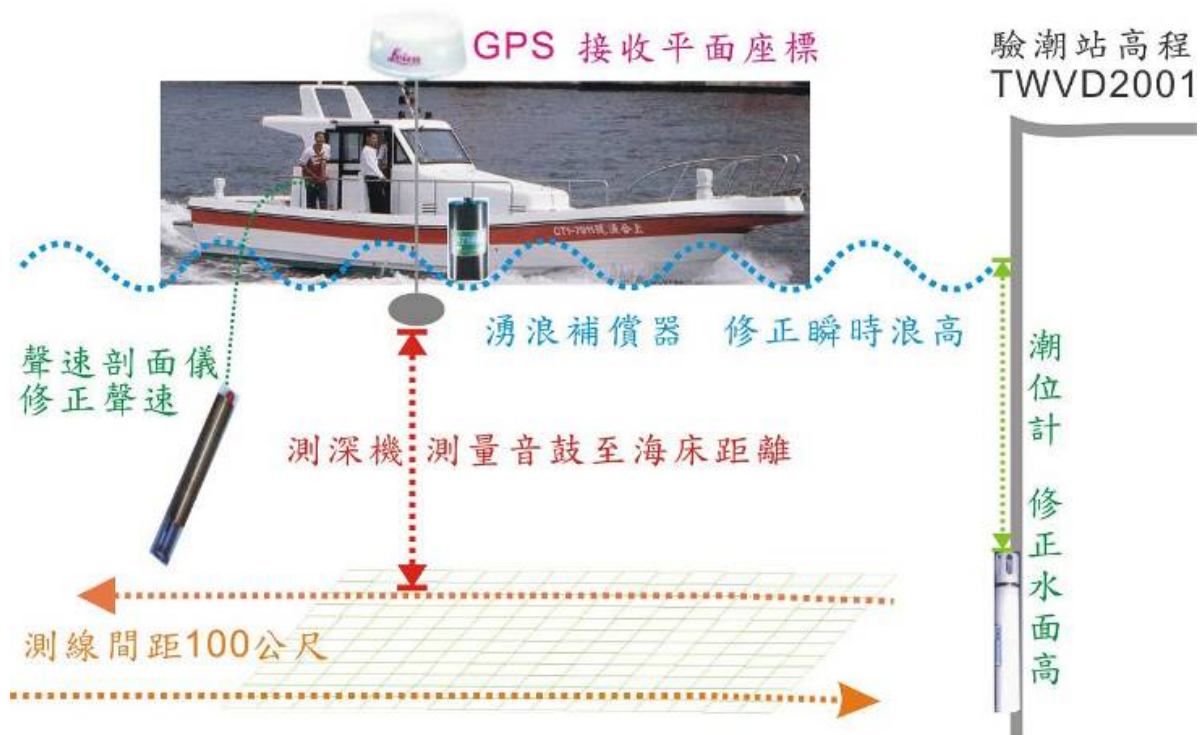


圖 46、單音束測深系統示意圖

在單音束測深作業系統中，儀器檢校測試及水深資料收集屬於外業的資料收集部分。之後的水深資料修正為利用程式將整體水深測量系統的周邊資料匯入計算，取得初步的水深資訊。而資料檢核部分，先會初步的刪除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。單音束測深儀可利用有自動標示時間、深度的類比式測深圖紙檢核有問題的水深資料（將水深值差異太大的點刪除，因為海床理論上是不會有太大的起伏的）；另外，再把測線分為主測線與檢核線兩部分，利用其相交的交點間高程差來計算

精度。符合精度需求者，在將成果進行網格運算，來繪製出成果地形圖。

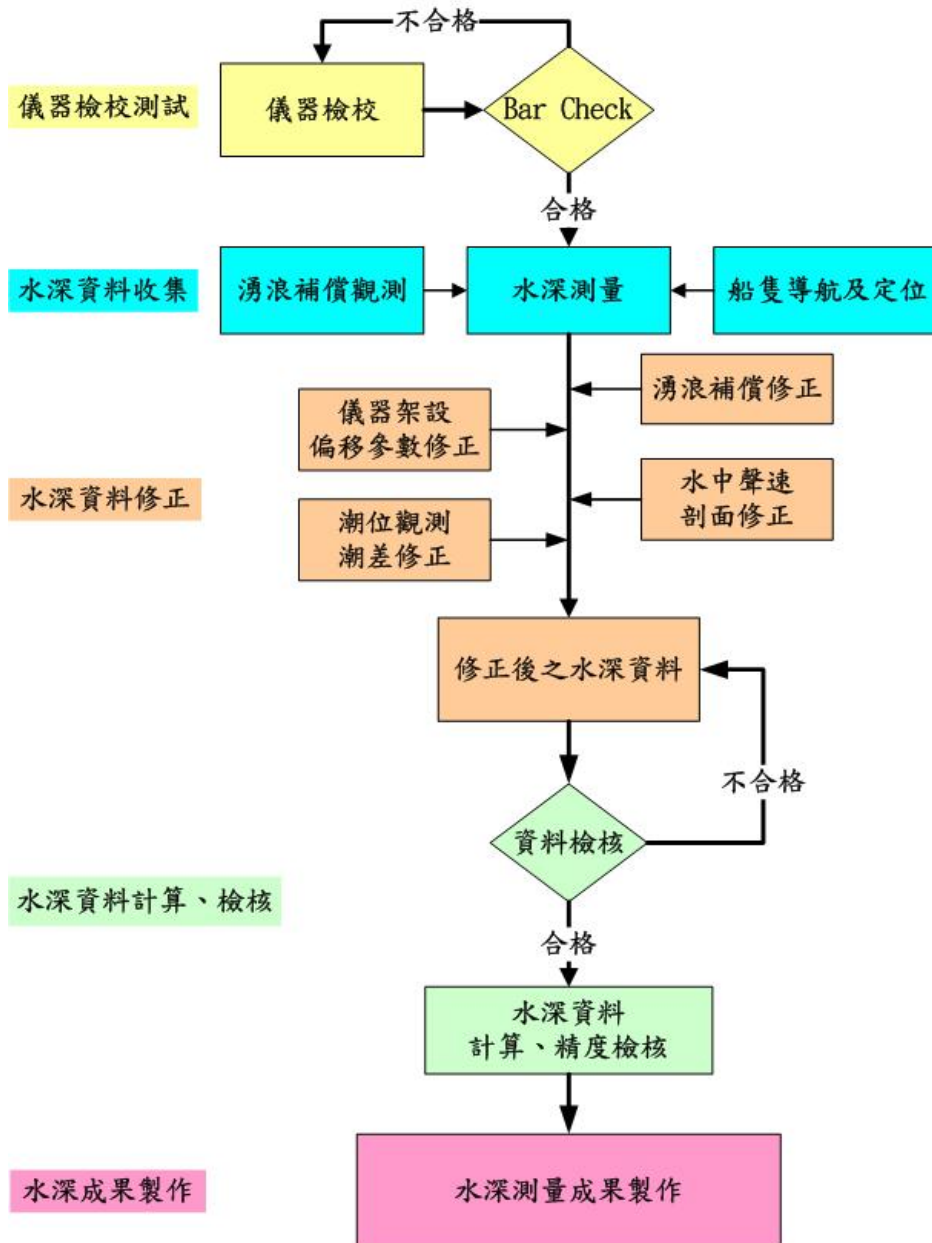


圖 47、單音束測深系統作業流程圖

### 1.單音束測深機：

本計畫所使用的 Reson NaviSound 210 以及 ODOM Hydrotrac 兩型測深機，頻率均為 200kHz 附近。因為測深機的測深範圍與測深精度均與頻率有關，故此兩型測深機的精度均為 1 公分，解析度也達到 1 公分。由於此兩款測深機頻率均為 200kHz，均屬於高頻類測深機，適合深度 100 公尺以內的海域測量，當然也是潮間帶地區海域測量最適合的機種。同樣以 Reson NaviSound 210 測深機的另一模組（33kHz）為例，測深機的精度就達 7 公分，可以解釋成較低頻測深機由於發射聲波波長較大，所以反射資訊較為粗糙；當然此機種就比較適合深海地區的測量使用。

### 2.載具姿態改正：

採用 Kongsberg MRU\_Z、TSS DMS2-25 各款湧浪補償器，同時記錄船隻上下起伏高度(heave)，以修正測深資料，以上各式設備精度都可達 0.05 公尺以內，對於潮間帶水深測量的精確度有顯著幫助。

### 3.聲速量測：

(1) 在每日施行水深測量的作業範圍內，選取較深之位置作聲速量測。由於影響水中聲速最大的因素為溫度以及鹽度，故於測量期間每日早上以及中午氣溫變化較大時刻，須量取水中聲速剖面；另外由於本區屬潮間帶，在河口區海水鹽度易受漲退潮影響甚鉅，會針對漲退潮時間配合增加聲速量測次數，以求正確測得水中聲速的變化，精確修正水深測量成果。

(2) 本公司使用之聲速儀包含直接量測式及鹽溫壓(CTD)式聲速儀，量測聲速之最小記錄單位皆小於 0.5 公尺/秒，記錄時視測區深度及聲速變化情況而定。

(3) 聲速量測時製作聲速剖面記錄表，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，詳細聲速剖面資



料請詳見附錄 5 及附錄 6-3。

(4) 另外再加以 barcheck 對於水中聲速以及儀器架設參數做一檢核性複查，以冀資料之正確性。

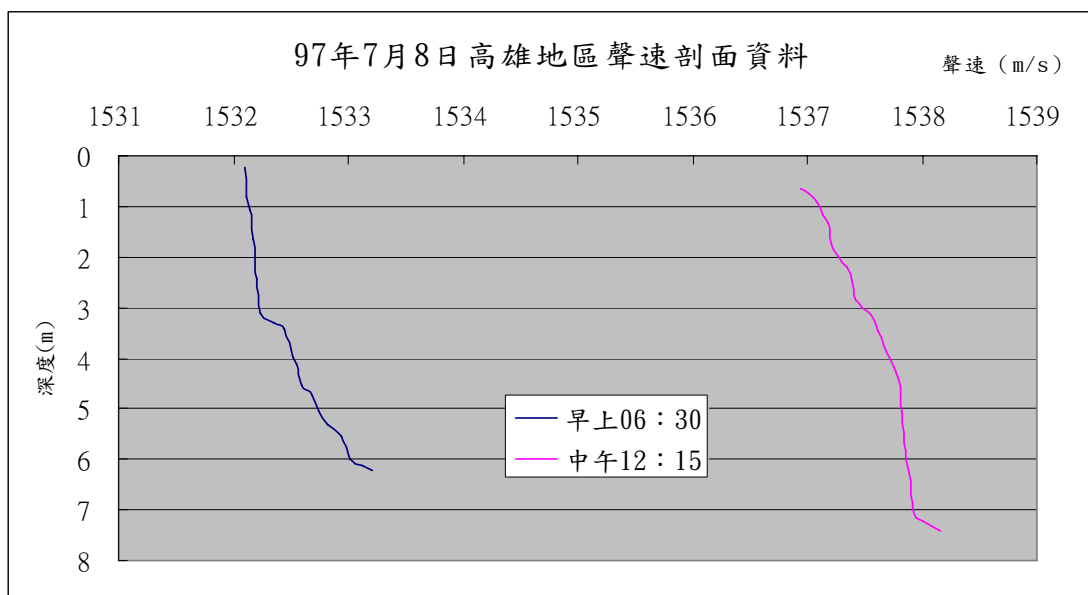


圖 48、水中聲速剖面量測情形及聲速剖面圖

#### 4. 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項裝置時記錄並繪製各裝置的相對位置(如圖 49)，其中包括，詳細各日船隻資訊請見圖 50 或附錄 6-2。

- (1) 音鼓吃水深:音鼓至水面距離。
- (2) 音鼓平面位置:音鼓架設於船隻上的相對位置。
- (3) 定位儀平面位置:定位儀架設於船隻上的相對位置。
- (4) 定位儀高程:定位儀至水面距離。
- (5) 船隻姿態感測器位置:湧浪補償器架設於船上的相對位置。

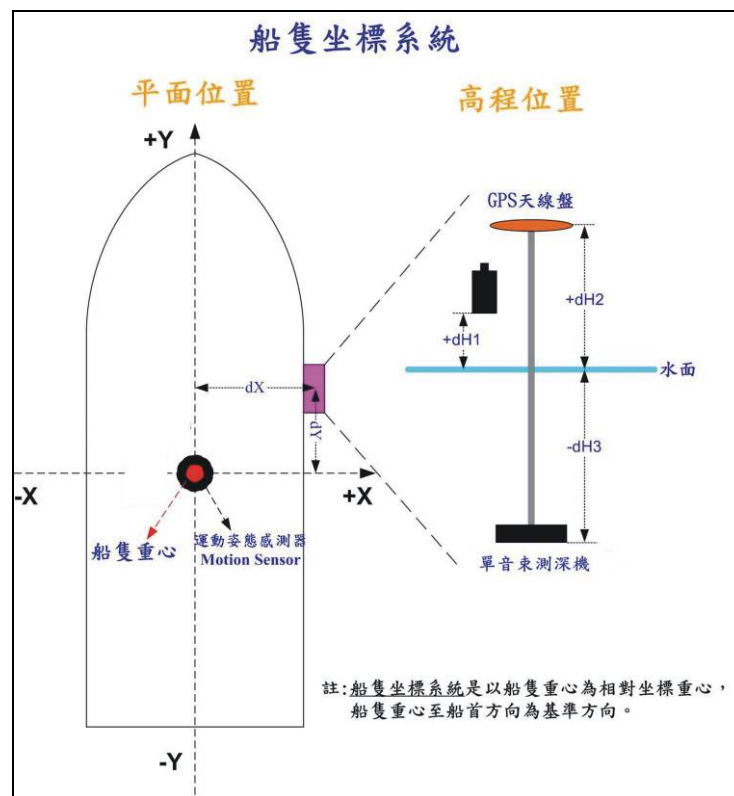


圖 49、儀器架設示意圖

船隻資訊紀錄表					
		作業日期	97.07.08	使用船隻	百盛-3
		船隻尺寸		參考點 (RP) 相對距離	
		船隻長(Y)	12.48	RP 至右舷	1.36
		船隻寬(X)	2.7	RP 至船首	6.2
		船隻高(-Z)	-2.5	RP 至水線	0
		吃水深(+Z)	0.6	RP 至船底	0.6

感測器設置位置記錄表							
作業日期		97.07.08		使用設備		TSS	
音鼓及感測器相對位置		定位儀及感測器相對位置		姿態儀至基準點相對位置			
X	-1.40	X	-1.40	X	0		
Y	2.3	Y	2.3	Y	0		
Z	0.75	Z	-2.0	Z	0		

圖 50、每日船隻資訊及感測器位置記錄表

### 5.Bar check 檢核:

bar check 在以往的水深測量工作中，所扮演的角色是聲速的量測，選擇在港內（風平浪靜）利用實地檢測測深機所打出的數值與 bar check 放置深度比較，來調整聲速，使得測深機打出水深與 bar check 放置深度相符。但是本公司已全面使用聲速剖面儀，不只是量測的聲速資料更準更快，又可以直接在外海量測最直接的聲速資料，已經完全的取代 Bar check 在聲速量測上的地位。

所以目前 bar check 的功用即在於音鼓設定等的檢核機制上，利

用最基本的 bar check，檢測測深機入水深、以及測深數值是否有錯誤。故本公司在工作前與後，檢附 bar check 的檢測資料（配合類比式測深紙），以作為後續查驗資料之用。如圖 51-54，為每日 bar check 作業的實況以及檢測記錄表，完整記錄請參閱附錄 6-2。



圖 51、Bar check 校正板照片

水深測量 Bar Check 檢測表 (單音束)					
工作名稱：97年度潮間帶基本地形測量技術發展計畫					
檢測日期：97/7/8			測深儀型號：Nortrad 10		
檢測地點：永安漁港			音鼓吃水深：247 m(A)		
測量人員：黃俊傑、許永哲			設定聲速：1520 m/sec		
檢校盤施放 深度(B) (m)	測深機量測 深度(C) (m)	深度較差 D=B-(A+C)(m)	檢校盤施放 深度(B) (m)	測深機量測 深度(C) (m)	深度較差 D=B-(A+C)(m)
2	1.98~2.06	-0.02~0.06	2	1.97~2.01	-0.03~0.01
3	3.00~3.02	0~0.02			

圖 52、每日 Bar check 校驗記錄表

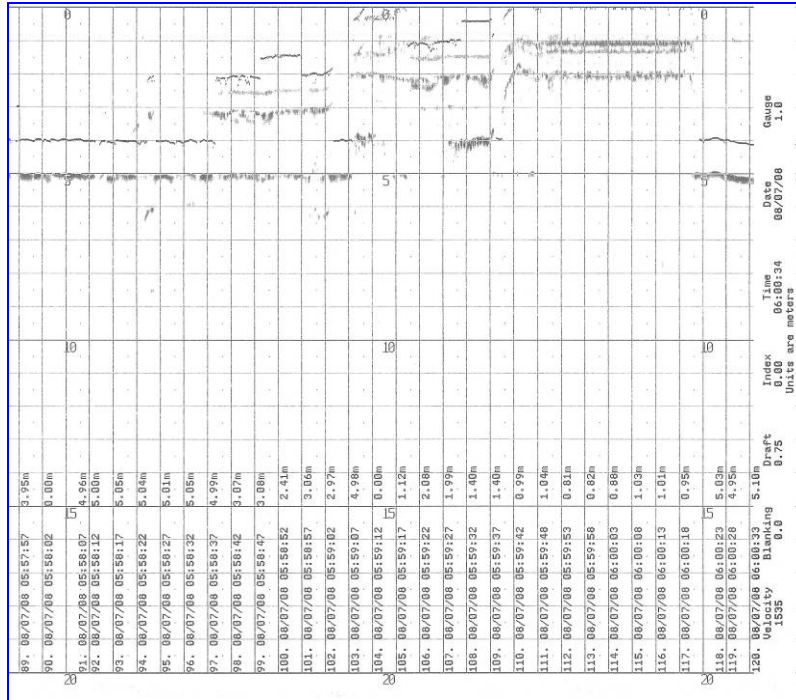


圖 53、Barcheck 測深記錄紙



圖 54、Barcheck 作業實況

(七) 測深工作總結

本次水深作業總計外業工作達43天，累計使用船隻多達6艘(如圖 55-圖 60)，摘要每日水深測量工作簡述與所使用的儀器設備如表 24 及表 25 所示，水深測量每日出工所填寫的測量工作記錄表、水深品質控制表及出海作業記錄表如表 26~表 28 所示，詳細各日工作記錄表詳見附錄 6-3~附錄 6-5。

表 24、每日工作簡述

日期 年/月/日	進出港口	出港時間 時：分	進港時間 時：分	概估里程 (公里)	作業內容
97/07/08	永安漁港	11:18	16:27	50	桃園地區測線
97/07/08	將軍漁港	06:12	15:20	80	台南地區測線
97/07/09	將軍漁港	05:35	18:59	130	台南地區測線
97/07/10	安平漁港	04:51	21:01	135	台南地區測線
97/07/11	安平漁港	04:11	16:44	120	台南高雄地區測線
97/07/12	安平漁港	07:11	17:31	50	台南高雄地區測線
97/07/13	安平漁港	08:11	11:49	30	台南高雄地區測線
97/07/14	永安漁港	10:26	18:23	55	桃園地區測線
97/07/15	永安漁港	09:34	17:23	55	桃園地區測線
97/07/16	永安漁港	09:41	12:52	20	桃園地區測線
97/07/31	永安漁港	10:29	19:11	40	桃園地區測線
97/08/01	永安漁港	09:21	19:42	40	桃園地區測線
97/08/02	永安漁港	09:28	16:41	45	桃園地區測線
97/08/03	永安漁港	09:50	17:13	50	桃園地區測線
97/08/09	新竹漁港	10:58	19:01	55	新竹地區測線
97/08/10	新竹漁港	10:17	17:58	35	新竹地區測線
97/08/11	新竹漁港	10:47	17:58	45	新竹地區測線
97/08/14	新竹漁港	09:48	20:11	80	新竹地區測線
97/08/15	新竹漁港	08:49	12:52	30	新竹地區測線
97/08/19	新竹漁港	10:57	18:28	40	新竹地區測線

表 24、每日工作簡述(續)

日期 年/月/日	進出港口	出港時間 時：分	進港時間 時：分	概估里程 (公里)	作業內容
97/08/20	新竹漁港	08:09	18:33	45	新竹地區測線
97/08/27	新竹/外埔	10:09	18:31	35	新竹苗栗地區測線
97/08/27	梧棲漁港	05:45	21:37	110	台中地區測線
97/08/28	外埔漁港	08:18	19:11	65	苗栗地區測線
97/08/28	梧棲漁港	05:00	18:05	80	台中地區測線
97/08/29	外埔/新竹	07:28	18:21	55	新竹苗栗地區測線
97/08/29	梧棲漁港	06:26	04:08 (97/08/30)	120	台中地區測線
97/08/30	新竹漁港	08:27	12:56	30	新竹漁港火砲區測線
97/08/30	梧棲漁港	07:00	12:41	45	台中地區測線
97/09/03	永安漁港	09:50	18:20	50	桃園地區補測
97/09/05	青山漁港	14:55	18:00	45	南部測區驗收
97/09/06	青山漁港	09:00	17:10	43	台南高雄地區補測
97/09/07	安平漁港	07:50	13:40	30	台南高雄地區補測
97/09/08	下山漁港	09:20	16:15	40	七股瀉湖區
97/09/18	外埔漁港	10:55	15:10	35	北部測區驗收
97/09/19	外埔漁港	09:27		110	苗栗地區測線
97/09/20	當日未進出港			150	苗栗地區測線
97/09/21	外埔漁港		03:20	20	苗栗地區測線
97/09/24	新竹漁港	14:27	16:35	25	新竹地區補測
97/09/25	梧棲漁港	10:00	20:55	55	台中地區補測
97/10/23	永安漁港	10:24	17:52	55	桃園地區補測
97/11/05	安平漁港	09:30	17:25	60	台南高雄地區補測
97/11/06	安平漁港	04:00	15:50	75	台南高雄地區補測

表 25、每日工作設備簡述

日期 年/月/日	GPS 定位儀	湧浪補償儀	測深機	音鼓入水深 (公尺)	測量船隻	外業組長
97/07/08	Leica RTK	MRU_Z	Reson 210	0.47	海宣號	胡志成
97/07/08	CSI DGPS	TSS	ODOM	0.75	自強一號	林儒文
97/07/09	CSI DGPS	TSS	ODOM	0.75	自強一號	林儒文
97/07/10	CSI DGPS	TSS	ODOM	0.75	自強一號	林儒文
97/07/11	CSI DGPS	TSS	ODOM	0.75	自強一號	林儒文
97/07/12	CSI DGPS	TSS	ODOM	0.55	舢板	林儒文
97/07/13	CSI DGPS	TSS	ODOM	0.55	舢板	林儒文
97/07/14	Leica RTK	MRU_Z	Reson 210	0.53	海宣號	胡志成
97/07/15	Leica RTK	MRU_Z	Reson 210	0.53	海宣號	胡志成
97/07/16	Leica RTK	MRU_Z	Reson 210	0.50	海宣號	胡志成
97/07/31	Leica RTK	MRU_Z	Reson 210	0.50	海宣號	胡志成
97/08/01	Leica RTK	MRU_Z	Reson 210	0.50	海宣號	胡志成
97/08/02	Leica RTK	MRU_Z	Reson 210	0.50	海宣號	胡志成
97/08/03	Leica RTK	MRU_Z	Reson 210	0.50	海宣號	胡志成
97/08/09	Leica RTK	MRU_Z	Reson 210	0.62	勝利三號	胡志成
97/08/10	Leica RTK	MRU_Z	Reson 210	0.62	勝利三號	胡志成
97/08/11	Leica RTK	MRU_Z	Reson 210	0.56	勝利三號	胡志成
97/08/14	Leica RTK	MRU_Z	Reson 210	0.56	勝利三號	胡志成
97/08/15	Leica RTK	MRU_Z	Reson 210	0.56	勝利三號	胡志成
97/08/19	Leica RTK	MRU_Z	Reson 210	0.56	勝利三號	胡志成
97/08/20	Leica RTK	MRU_Z	Reson 210	0.56	勝利三號	胡志成
97/08/27	Leica RTK	MRU_Z	Reson 210	0.57	勝利三號	胡志成
97/08/27	CSI DGPS	TSS	ODOM	0.70	自強一號	林儒文
97/08/28	Leica RTK	MRU_Z	Reson 210	0.57	勝利三號	胡志成
97/08/28	CSI DGPS	TSS	ODOM	0.70	自強一號	林儒文



表 25、每日工作設備簡述(續)

日期 年/月/日	GPS 定位儀	湧浪補償儀	測深機	音鼓入水深 (公尺)	測量船隻	外業組長
97/08/29	Leica RTK	MRU_Z	Reson 210	0.57	勝利三號	胡志成
97/08/29	CSI DGPS	TSS	ODOM	0.70	自強一號	林儒文
97/08/30	Leica RTK	MRU_Z	Reson 210	0.57	勝利三號	胡志成
97/08/30	CSI DGPS	TSS	ODOM	0.70	自強一號	林儒文
97/09/03	Leica RTK	MRU_Z	Reson 210	0.57	海宣號	胡志成
97/09/05	CSI DGPS	TSS	ODOM	0.50	龍發一號	林儒文
97/09/06	CSI DGPS	TSS	ODOM	0.50	龍發一號	林儒文
97/09/07	CSI DGPS	TSS	ODOM	0.60	舢板	林儒文
97/09/08	CSI DGPS	TSS	ODOM	0.60	瀉湖一號	林儒文
97/09/18	Leica RTK	MRU_Z	Reson 210	0.60	勝利三號	胡志成
97/09/19	Leica RTK	MRU_Z	Reson 210	0.70	自強一號	胡志成
97/09/20	Leica RTK	MRU_Z	Reson 210	0.70/0.63	自強一號	胡志成
97/09/21	Leica RTK	MRU_Z	Reson 210	0.63	自強一號	胡志成
97/09/24	Leica RTK	MRU_Z	Reson 210	0.60	勝利三號	胡志成
97/09/25	CSI DGPS	TSS	ODOM	1.00	自強一號	林儒文
97/10/23	Leica RTK	MRU_Z	Reson 210	0.60	海宣號	胡志成
97/11/05	CSI DGPS	TSS	ODOM	0.70	自強一號	潘德鑫
97/11/06	CSI DGPS	TSS	ODOM	0.70	自強一號	潘德鑫

表 26、每日填寫工作記錄表

測量工作記錄表 (單音束)

工程名稱	97年度潮間帶基本地形測量技術發展計畫		日期	97/7/8
作業區域	永平			
測量人員	黃偉欉			
天氣狀況	<input checked="" type="checkbox"/> 晴 <input type="checkbox"/> 陰 <input type="checkbox"/> 雨 <input type="checkbox"/> 其他			
作業海象	氣溫: 33 °C	風浪級數: 3 級	浪高: 0.5 m	
GPS 固定站	點號: TS06			
	坐標: N: 2773966.47, E: 263021.33, Z: (TW99系統)			
驗潮站	點號: BM1			
	高程: 2.308 (m) (TW02系統)			
<b>儀器設備與規格</b>				
測深機	儀器名稱	Akorand 210		
	音鼓吃水深	0.47 (m)		
GPS 定位儀	Leica 530	聲速剖面儀	SVP14	
湧浪補償儀	Kinging HR13	操作軟體	水測測序程序	
<b>測量現場狀況記錄</b>				
聲速觀測時間 (1)		11:45		
聲速觀測位置 (1)		N <del>2776467</del> E 249590		
聲速觀測時間 (2)		16:20		
聲速觀測位置 (2)		N 2764390 E <del>250170</del>		
DGPS 資料接收是否正確無誤?		<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否		
		狀況概述:		
	<b>儀器相對位置 (以 GPS 天線盤為中心)</b>			
	天線盤與音鼓		天線盤與 Motion	
	X: 0 m	X: 0.9 m	Y: 0 m	Y: -2.85 m
總測線數: _____ 條	完成測線數: _____ 條	完成比例: _____ %		
其他事項				

表 27、每日填寫水深品質管控表

水深測量品質管制控制表

工程名稱	97年度潮間帶基本地形測量技術發展計畫		
工作地點	水尾港	日期	97/07/08
專案經理	張承志		
	檢核項目	檢查結果	備註
A 儀器設備	a.DGPS (含無線電)	OK	
	b.測深儀	OK	
	c.湧浪補償器	OK	
	d.導航軟體	OK	
B 操作程序	a.基地站坐標是否輸入正確	是	
	b.音鼓是否垂直水面	是	
	c.檢校板測深是否確實 (聲速輸入)	是	
	d.資料傳輸是否正常	是	
	1.DGPS 資料是否正常	是	
	2.測深資料是否正常	是	
3.湧浪補償器是否正常	是		
e.船隻是否照規劃航線行進	是		
f.船隻航行速度是否控制在 6節之內	是		
C 記錄表	a.驗潮儀架設記錄表	已填	
	b.測量工作紀錄表	已填	
D 內業計算	a.驗潮資料是否完整	是	
	b.潮位修正是否正確	正確	
	c.高程系統是否正確	正確	
	d.水深資料是否完整	是	
	e.測深值檢核精度	正常	
E.其他檢核事項：			

表 28、每日填寫出海作業記錄表

出海作業記錄表

工作名稱	97年度潮間帶基本地形測量技術發展計畫				
委託單位	內政部國土測繪中心				
計畫主持人	張名偉	聯絡電話	093798177		
使用船隻	自強一號				
現場作業負責人	林儒文	聯絡電話	0955562566		
駕駛船長	黃文掌	聯絡電話			
作業日期	97年7月8日				
天氣狀況	<input checked="" type="checkbox"/> 晴 <input type="checkbox"/> 陰 <input type="checkbox"/> 雨				
海面風浪級數	<input type="checkbox"/> 4級以下 <input checked="" type="checkbox"/> 4-5級 <input type="checkbox"/> 5-6級 <input type="checkbox"/> 6-7級 <input type="checkbox"/> 7級以上				
預定作業期間	出港港口：將軍漁港 出港時間：06點12分 進港港口：將軍漁港 進港時間：15點20分				
作業海域 (經緯度)	N-256655D.242 E-154253.472				
作業概況及 特殊需求 (請詳細說明)	Leadsurvey作業系統 GPS-CSO TSS-湧浪補償器 測深儀-ODOM				
隨船出海作業人員名單					
序號	職稱	姓名	出生日期	聯絡電話	身份證字號
1	組長	林儒文	72.3.22	0955562566	A125182321
2	組員	黃名偉	56.11.16	0935-777300	
3					
4					
5					
6					



圖 55、潮間帶工作所用膠筏\_勝利三號



圖 56、潮間帶工作所用膠筏\_海宣號



圖 57、潮間帶工作所用膠筏\_自強一號



圖 58、潮間帶工作所用膠筏\_舢舨



圖 59、潮間帶工作所用膠筏\_瀉湖一號



圖 60、潮間帶工作所用膠筏\_龍發一號

## (八) 水深測量資料處理

1. 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。單音束測深儀可利用有自動標示時間、深度的類比式測深圖紙檢核有問題的水深資料，藉以校正水深值。

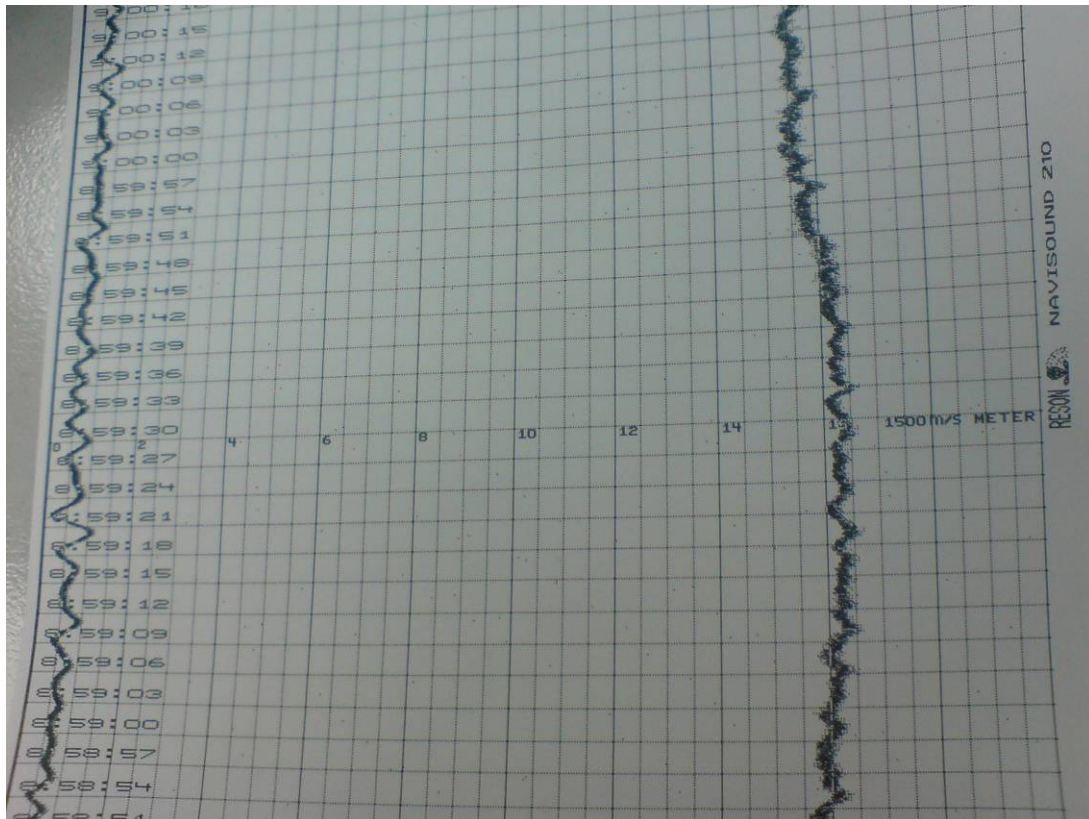


圖 61、水深測量測深記錄紙

2. 加入各項修正資料，包含潮位資料（潮位修正採用雙潮位站距離內插方式，修正各處的潮位資料）、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，需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. 對於檢核線與測線間的交點位置，以測深值進行比對，交點比對示意如圖 62 所示，紅線為檢核線軌跡，黑線為測線軌跡。95% 的高程精度應在 0.5 公尺以內，其餘 5% 應在 1 公尺以內。而經由實際測線與檢核線比對，在全區共 17,492 個比對點下，有 95.83% 的資料符合高程精度應在 0.5 公尺以內（共有 17,692 個點符合）。完整資料比對統計表如圖 63 所示。其中，檢核成果共有 125 個水深點高程精度超過 1 公尺（約佔 0.7%），經查明水深資料檢核為人工判讀除錯，應為人工刪點時忽略所致。

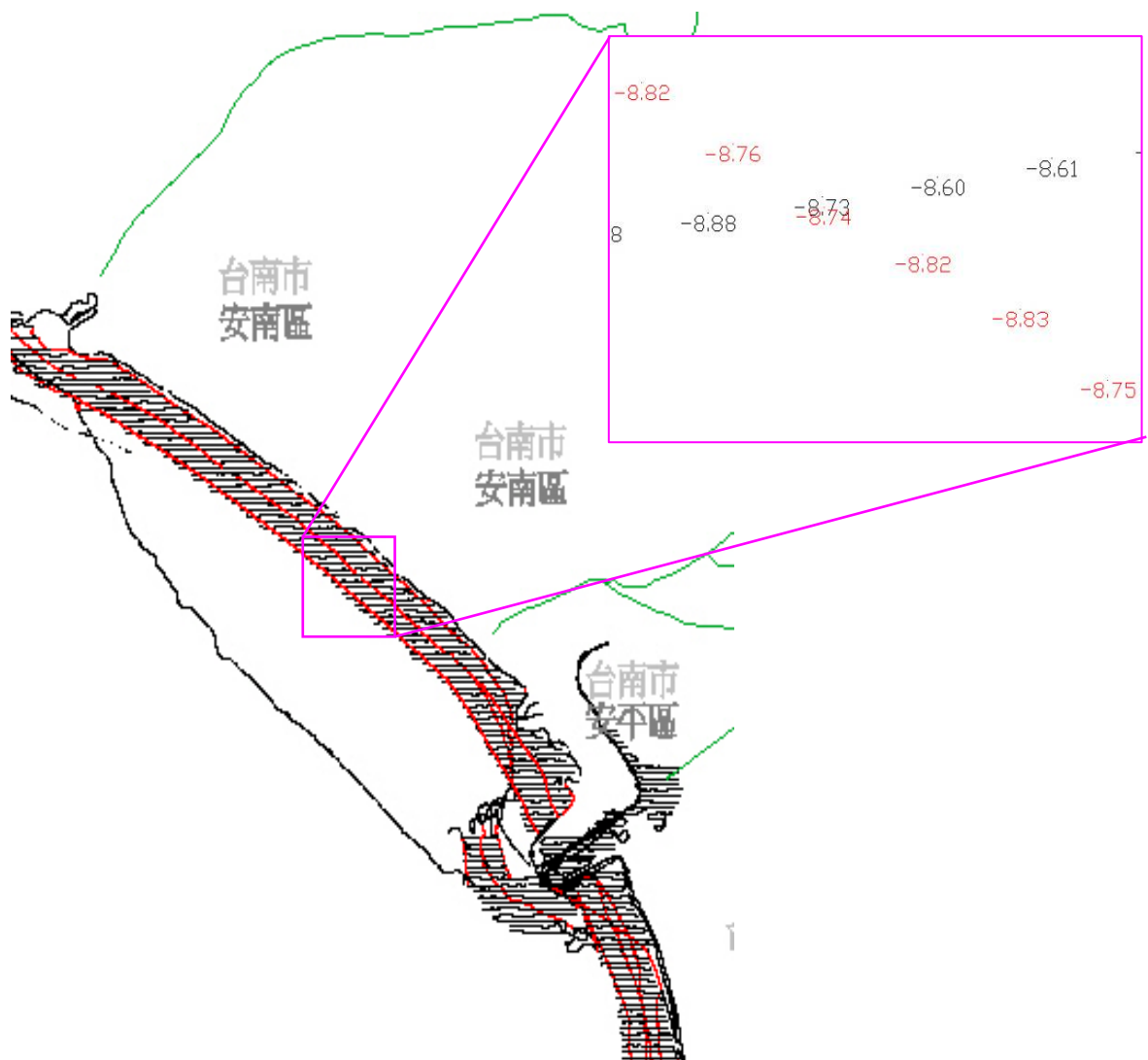


圖 62、測線交點比對示意圖



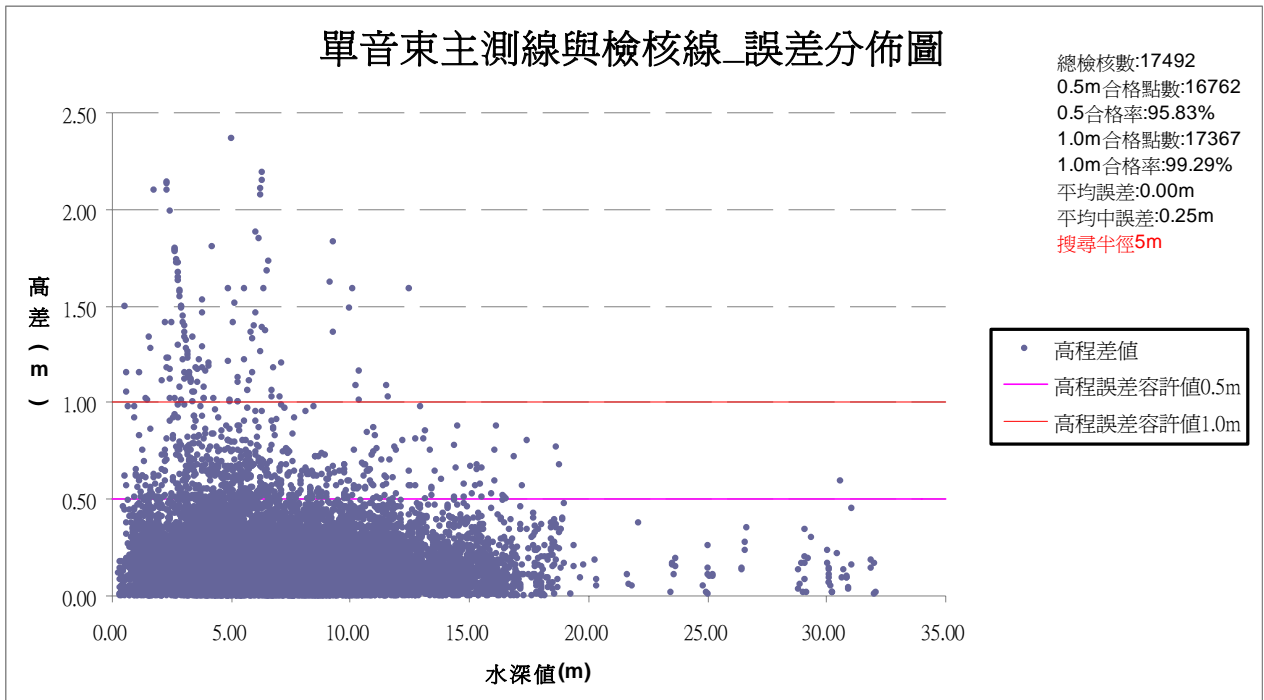


圖 63、測線交點比對誤差分佈圖

## 二、數值地形模型(DTM)製作

根據整理後測深點 (x,y,z)，整體匯入後內插製成 TIN 模型，TIN 為一 2.5D 的資料模式，描述的主體為地表起伏。以 2D 的向量資料模式為基礎，將地表的坡度與坡向的均質區為記錄的單元。利用本公司自有的 hypack 水深資料處理程式中的 TIN 軟體來製作。以三點形成一面，故以三角形來切割地表的坡度與坡向均質區。TIN 之組成步驟如下，距離排序法(Distance Ordering)：

- (1)將全部測深點做組合每兩點組成一組點對，並計算各組點對距離對所有距排序。
- (2)將最近距離的點對連線(如圖64左，密集交叉處即為水深的測線與檢核線交界處)
- (3)連接次一近距離者，但不可與前述線段相交。
- (4)重複上一步驟但與所有線的均不可相交。
- (5)直至產生三角網為止(如圖64右)。

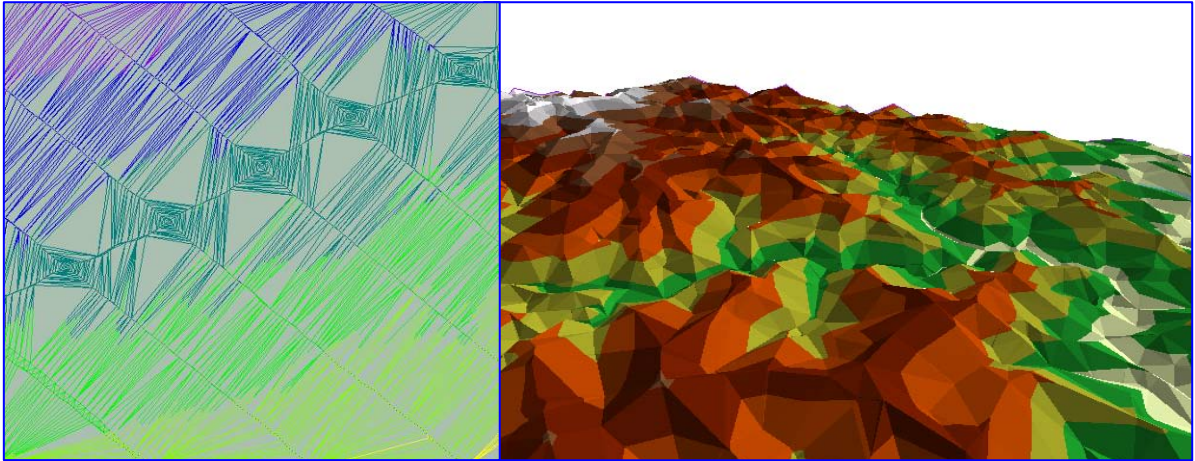


圖 64、TIN 模型圖

組成 TIN 模型後，再依此產生 5 公尺間距的網格 (Grid)，平面坐標以公尺為單位，高程坐標位數保留至小數點以下二位。再依網格成果作出全區數值地形模型。並搭配地形圖分幅方式將全區 DTM 分別分幅存檔，總計共有 359 幅。

另外，本公司也依照內政部格式，製作數值地形模型的詮釋資料，下表為以 94184005-1 號圖為例，其詮釋資料如表 29：

表 29、數值地形模型詮釋資料

圖幅名稱-94184005-1
平面基準-TWD97
高程基準-TWVD2001
比例尺等級-2500
東西向網格間隔-5
南北向網格間隔-5
總網格數-76095
東西向行數-285
南北向列數-267
圖幅西南角 E 坐標-158985
圖幅西南角 N 坐標-2543150
生產方式代碼-
生產設備名稱-SingleBeam Echosounder
原始資料採集設備名稱-Reson Navisound 210
飛行高度-
原始資料生產日期-11-2008
原始資料產生單位-詮華國土測繪有限公司
測製完成日期-02-2009
製作單位名稱-詮華國土測繪有限公司

### 三、潮間帶海域地形圖

地形圖製作比例尺為 1/2,500，沿用前期（96 年度潮間帶基本地形測量技術發展計畫）地形圖圖幅分幅方式及圖幅編號原則，總計本計畫北區共 262 幅，南區共 97 幅，合計 359 幅，兩區圖幅接合縮圖如圖 65 所示。地形圖內容包含有等深線、50 公尺間距水深網格點、實測測深水深點等資訊，若遇有蚵架養殖區（如台南安平港外、七股潟湖區等），則於地形圖上標示，如圖 66 標示區（該圖區域為台南安平港外）。

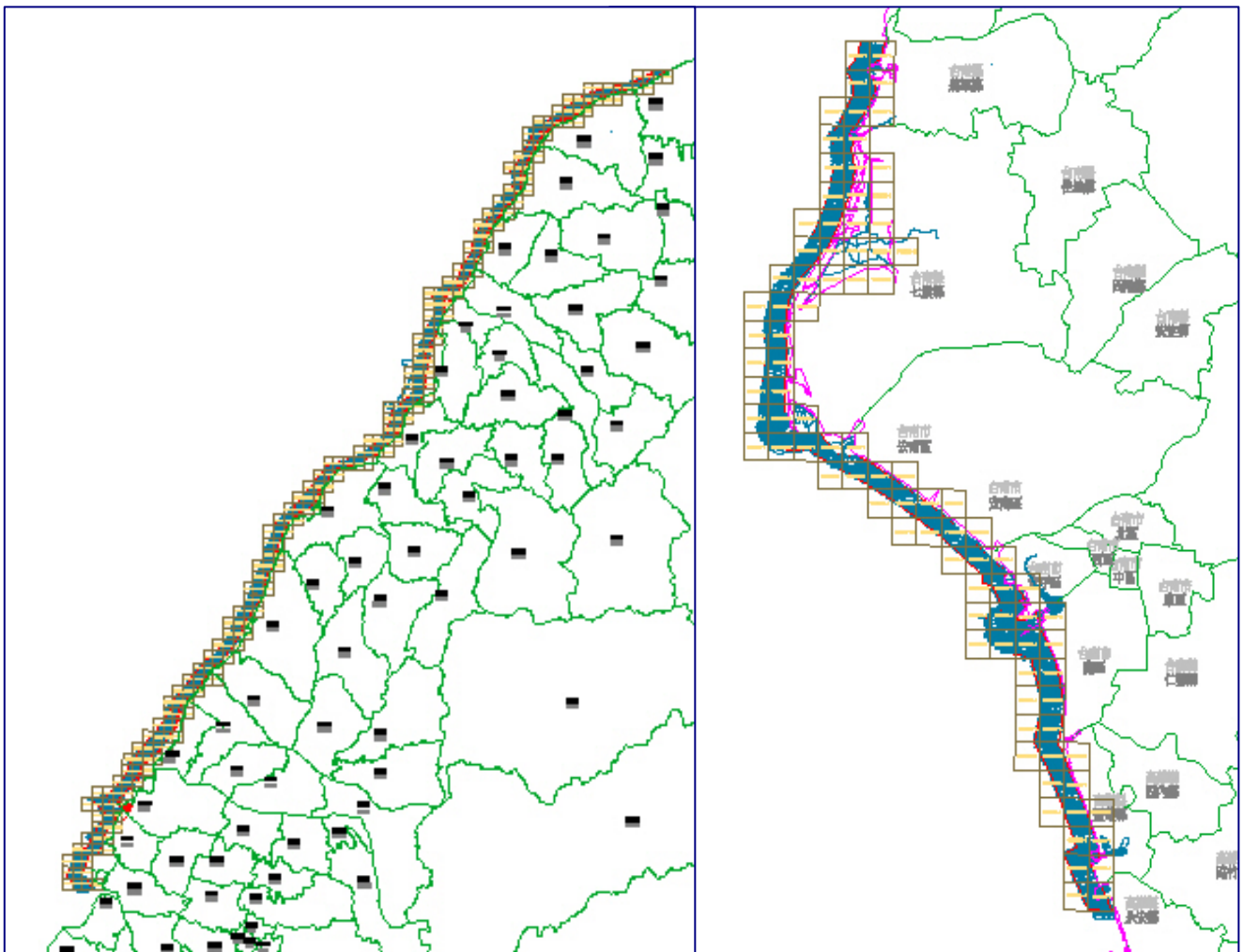


圖 65、潮間帶地形圖圖幅表縮圖

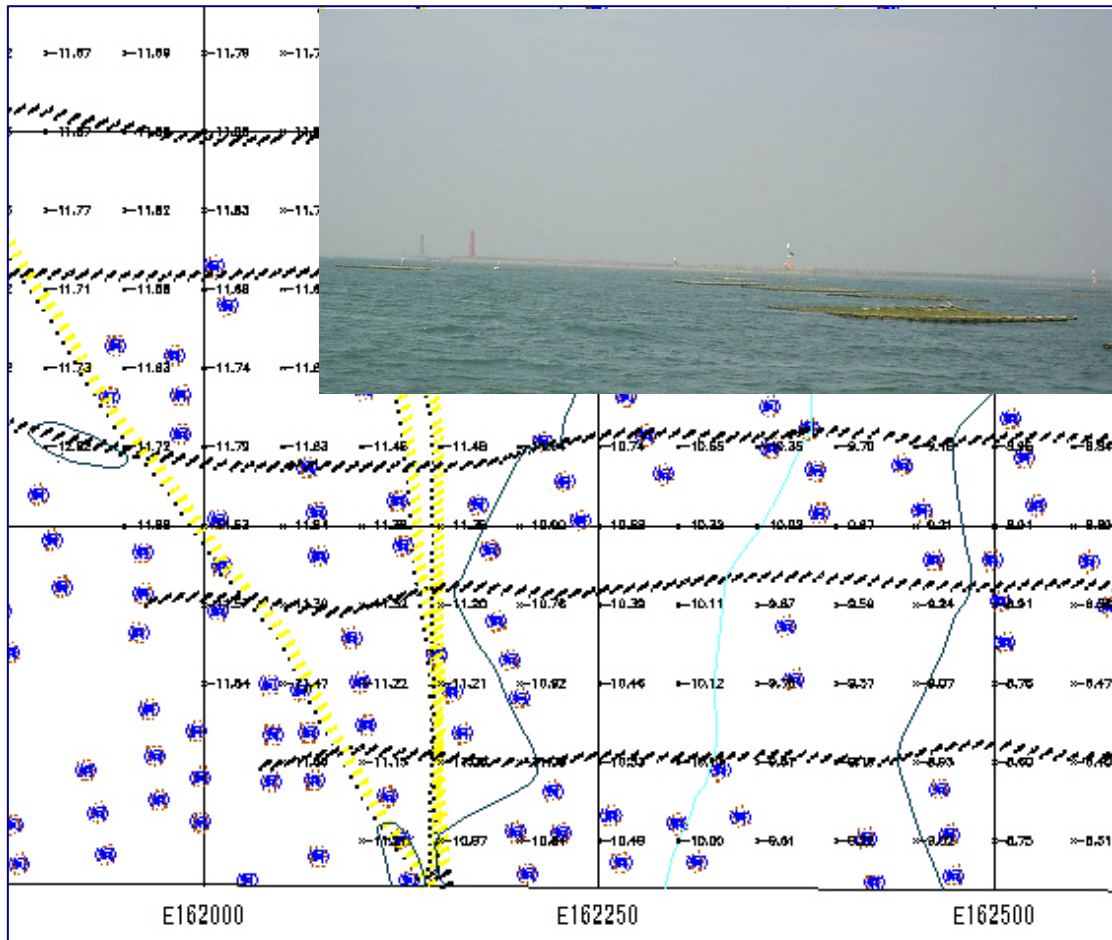


圖 66、地形圖中蚵架標示情形

在地形圖上之等深線是以內插模式產生，由測深點內插計算組成不規則三角網(TIN)，再輸出正交網格(GRID)後，藉此內插產生等深線；等深線間距，視海域地形走勢變化及成圖比例尺而定，本測區等深線首曲線間距為 1 公尺，計曲線間距為 5 公尺，以選擇最小等深線間距且能清楚展示為原則。

在水深網格點部分，由於本次地形圖比例尺為 1/2,500，依製圖原則，以圖面上 2 公分距離（換算現地為 50 公尺），展繪水深網格點。另外也在圖上展出實際單音束測深的水深點，礙於資料繁多，恐造成讀圖困擾，故僅將實測水深點展在地形圖的電子檔上，而未於圖紙上繪出。如圖 67 所示，左圖各色軌跡為測深軌跡，但實際印製紙圖如右圖所示，僅繪出等深線以及網格點。

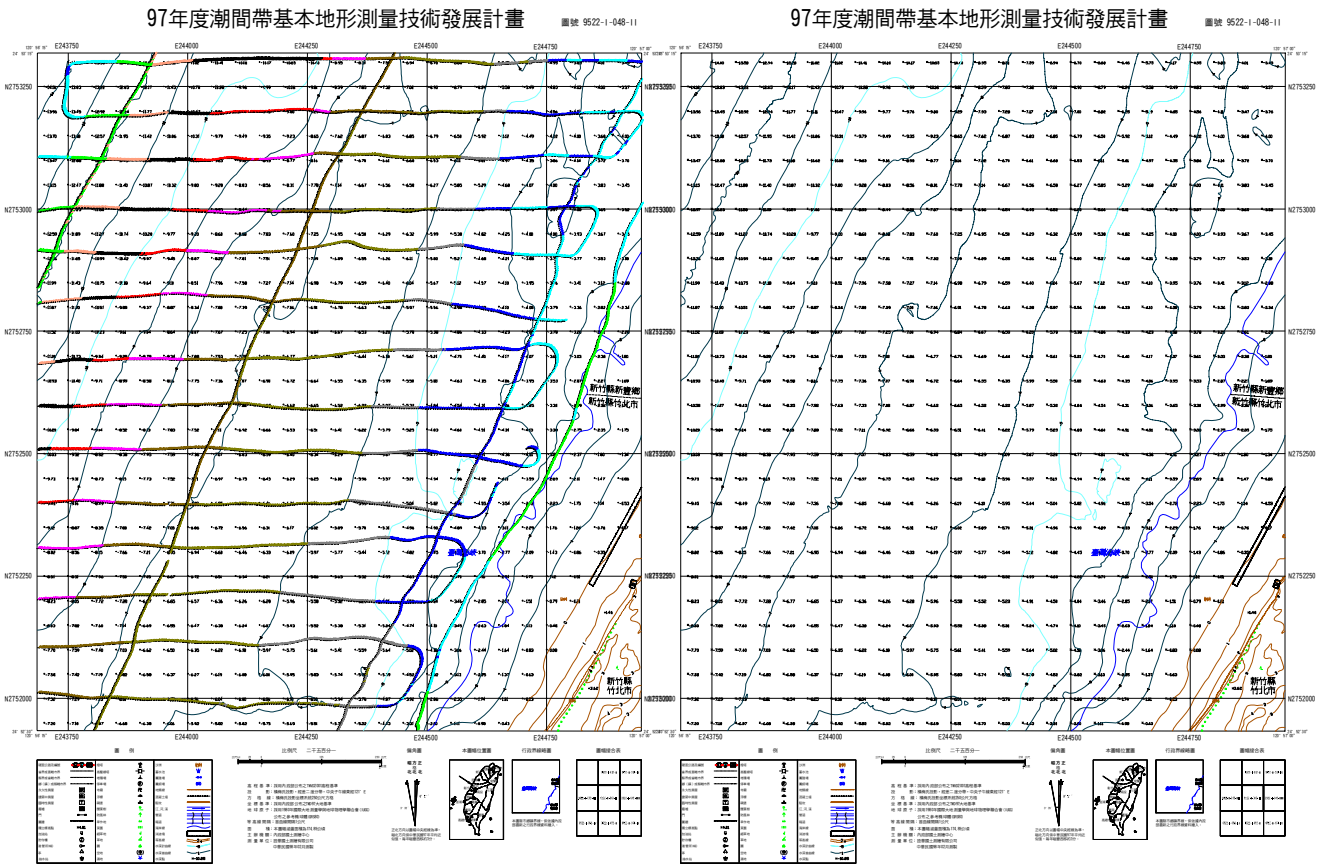


圖 67、1/2500 地形圖樣張

在相鄰圖幅接邊處理時，須注意線狀物體、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，地物共同界線必須是唯一的。

另外，本公司也依照內政部格式，製作數值地形模型的詮釋資料，下表為以 94184005-1 號圖為例，摘錄其詮釋資料第一頁如表 30 所示。

表 30、地形圖詮釋資料

"詮釋資料編號："

"檔名：94184005-1.dwg"

"1.識別資訊："

" 1.1 引用資訊："

" 1.1.1 生產者："

" 1.1.1 生產者 1：詮華國土測繪有限公司"

" 1.1.1 生產者 2：內政部國土測繪中心"

" 1.1.2 發表日期：無發表資料"

" 1.1.3 發表時間：未知"

" 1.1.3-1 時間型態："

" 1.1.4 標題：二千五百分之一潮間帶基本地形圖數值資料檔"

" 1.1.5 版本：2009.02"

" 1.1.6 地理空間資料表現形式：地圖"

" 1.1.7 系列資訊："

" 1.1.7.1 系列名稱：二千五百分之一潮間帶基本地形圖數值資料檔"

" 1.1.7.2 發行認證："

" 1.1.8 發表資訊："

" 1.1.8.1 發表地點：內政部國土測繪中心"

" 1.1.8.2 發表者：內政部國土測繪中心"

" 1.1.9 其他引用資訊："

" 1.1.10 線上連接：無"

" 1.1.11 較大量工作引用資訊：無"

" 1.2 資料描述："

" 1.2.1 摘要：台灣地區二千五百分之一潮間帶基本地形圖數值資料檔。"

" 1.2.2 目的：提昇國土資訊系統之完整性，建立潮間帶基本地形圖資料庫，供國家海岸管理、海洋資源規劃、海洋政策規劃設計之用。"

" 1.2.3 補充資料：內政部為完整國土資訊系統，訂定潮間帶基本地形圖測量規範，並積極勘測及蒐整領海及鄰接區海域水文資料及相關海洋環境資源之調查，以建立潮間帶基本地形圖資料庫，提供國家海域資源管理與政策規劃設計應用，達到國土永續經營之目的。"

" 1.3 資料時間："

" 1.3.1 時段資訊：無"

" 1.3.2 現況性參考：2009.02"

" 1.4 維護狀態："

" 1.4.1 發展狀況：進行中"

" 1.4.2 維護與更新頻率：不固定"

" 1.5 空間值域："

" 1.5.1 邊界坐標："

" 1.5.1.1 西邊界坐標：120.1125"

" 1.5.1.2 東邊界坐標：120.1250"

" 1.5.1.3 北邊界坐標：23.0000"

" 1.5.1.4 南邊界坐標：22.9875"

" 1.5.2 資料庫 G 多邊形：無"

" 1.6 關鍵字："

" 1.6.1 主題："

" 1.6.1.1 主題關鍵字辭庫：無"

" 1.6.1.2 主題關鍵字：潮間帶基本地形圖"

" 1.6.1.2 主題關鍵字：1/2500"

" 1.6.1.2 主題關鍵字：數值資料檔"

" 1.6.1.2 主題關鍵字：94184005-1"

" 1.6.2 地點："

" 1.6.2.1 地點關鍵字辭庫：無"

" 1.6.2.2 地點關鍵字：台灣海峽"

" 1.6.3 分層："

" 1.6.3.1 分層關鍵字辭庫：無"

#### 四、三維展示模型製作

將數值地形模型加上空載光達成果以及正射影像，利用 3D 視覺化展示軟體 FLEDERMAUS 做成三維展示模型，可動態瀏覽地形成果(成果將提供 iView 3D，為 FLEDERMAUS 軟體製作的免費下載瀏覽軟體，可對地形模型進行放大、縮小、水平及垂直方向 180 度旋轉、平移等功能)，有助於提昇對本案調查區域的瞭解，或作為成果展示及說明上之應用。

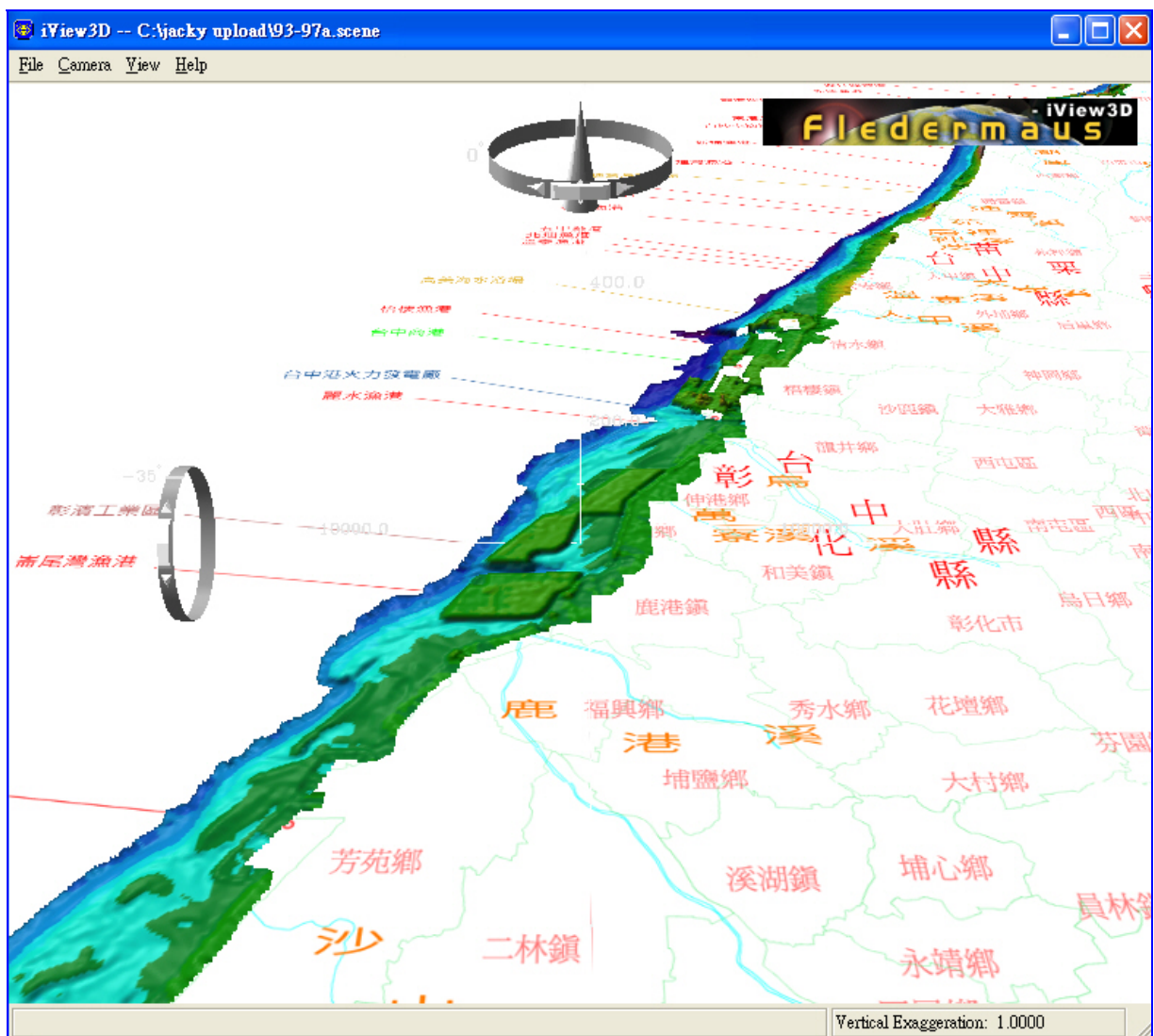


圖 68、iView 3D 程式示意圖

總計本次數值地形模型的製作範圍，除了本計畫的測量成果外，並將前期（潮間帶地形測繪先導計畫、彰雲地區潮間帶地形測繪計畫、潮間帶基本地形測量技術發展計畫、96年度潮間帶基本地形測量技術發展計畫）共計五個年度的數值成果製作模型，全區北起桃園老街溪口一帶，沿台灣西部海岸線往南直到高雄興達港一帶，全長約 300 公里，寬約 1-3 公里的帶狀潮間帶區域。

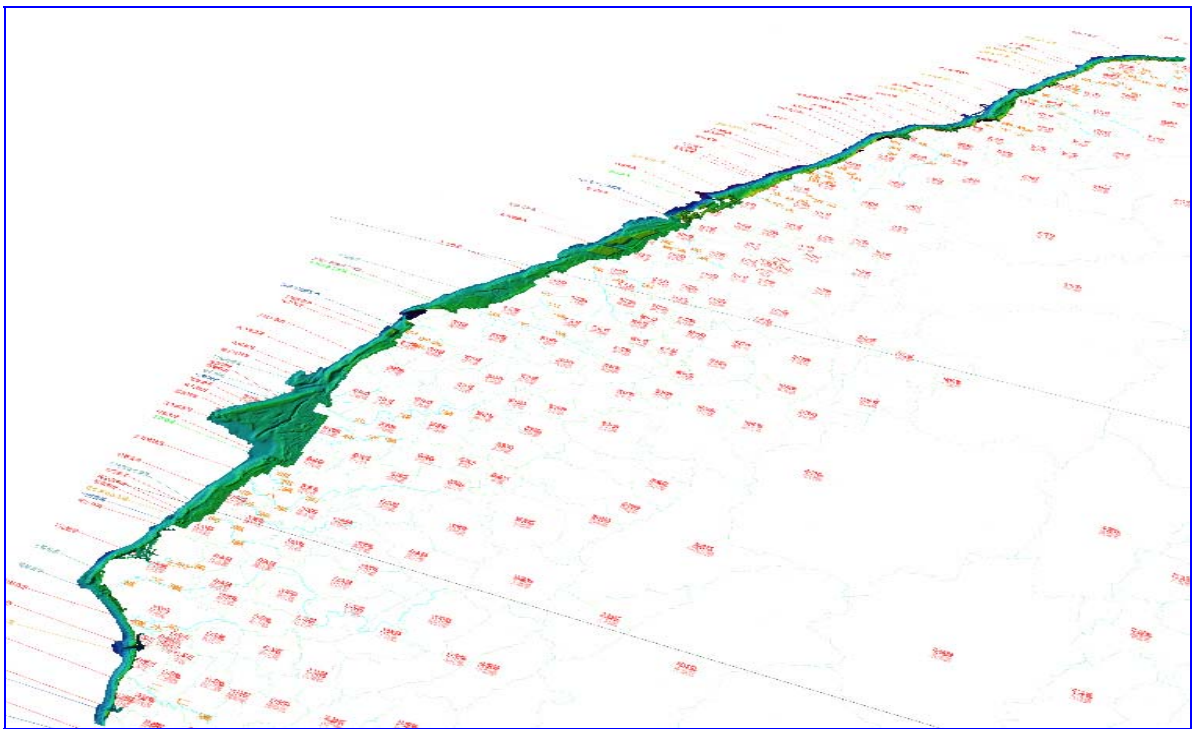


圖 69、全區數值模型範圍示意圖

不過，由於空載光達資料為 5 公尺網格屬於機密資料，無法直接進行資料取得，故本公司先行派員至 貴中心，將 5 公尺的網格資料疏化成為 100 公尺網格後，再將其疏化成果帶回進行後製作；另外在資料接邊部分，本公司將各不同時期成果一起匯入進行模型製作，後將各分區交界處以 3 維模型檢視，並無發現有接邊不合理狀況。



在三維展示的製作部分，首先將所有觀測出的坐標點（包含測深或是空載光達），以 xyz 的形式讀入程式中；選擇「Cell Size」為 100 公尺（代表製作 100 公尺的網格模型）；之後再「Scan Data」來讀入網格資料；並「Set Custom Bounds」來設定區域四角邊界；最後以「Create DTM」製作地形模型（如圖 70）。產生整體地形的三維模型（scenes 檔）。

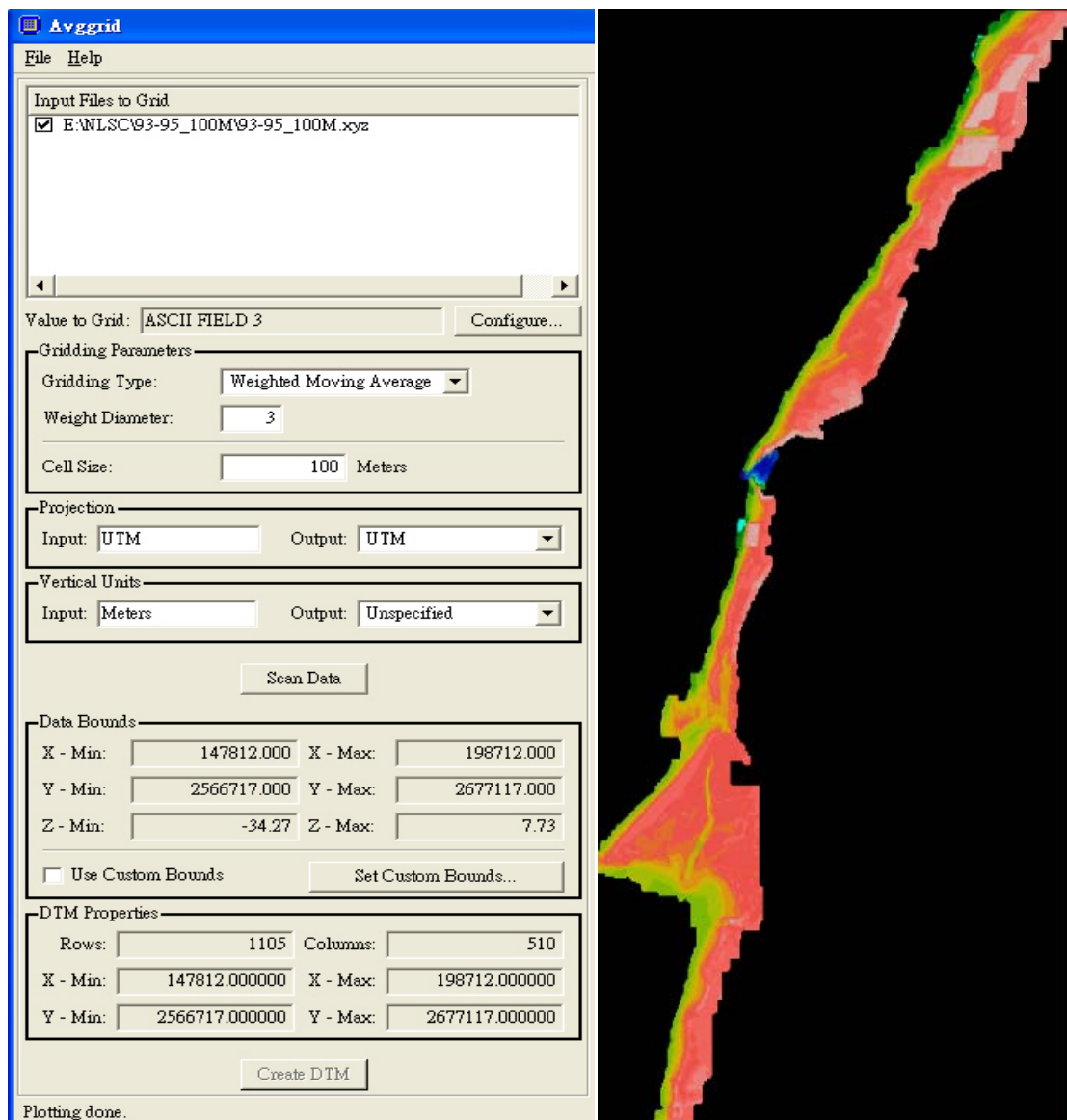


圖 70、FLEDERMAUS 載入點位資料及製作三維地形模型

之後將製作完成之 DTM 檔案讀入 DMagic 中，製作模型的顯示色階面，有兩種顯示方式，一是將網格面由不同顏色，來表示深度的不同，如圖 71 右圖所示，以 2M 水深為不同的色階單位，並使得 0M 水深以下為藍色系，0M 水深以上為綠色系。另一則以 貴中心提供之各年度正射影像成果，直接貼附在模型上，使得模型面上直接顯示該區域的正射影像資料，利於了解現地地貌。

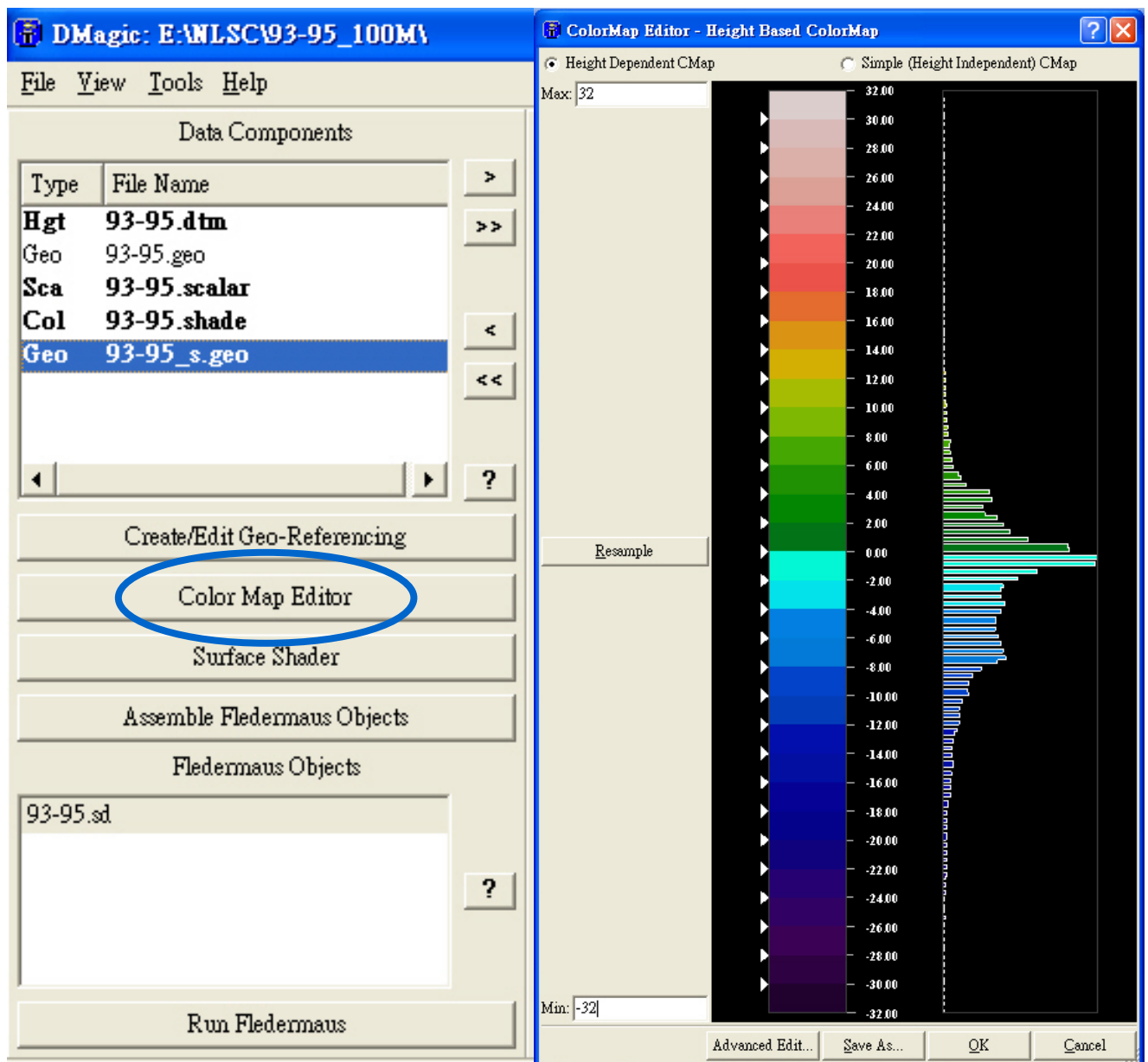


圖 71、FLEDERMAUS 製作地形高程色階

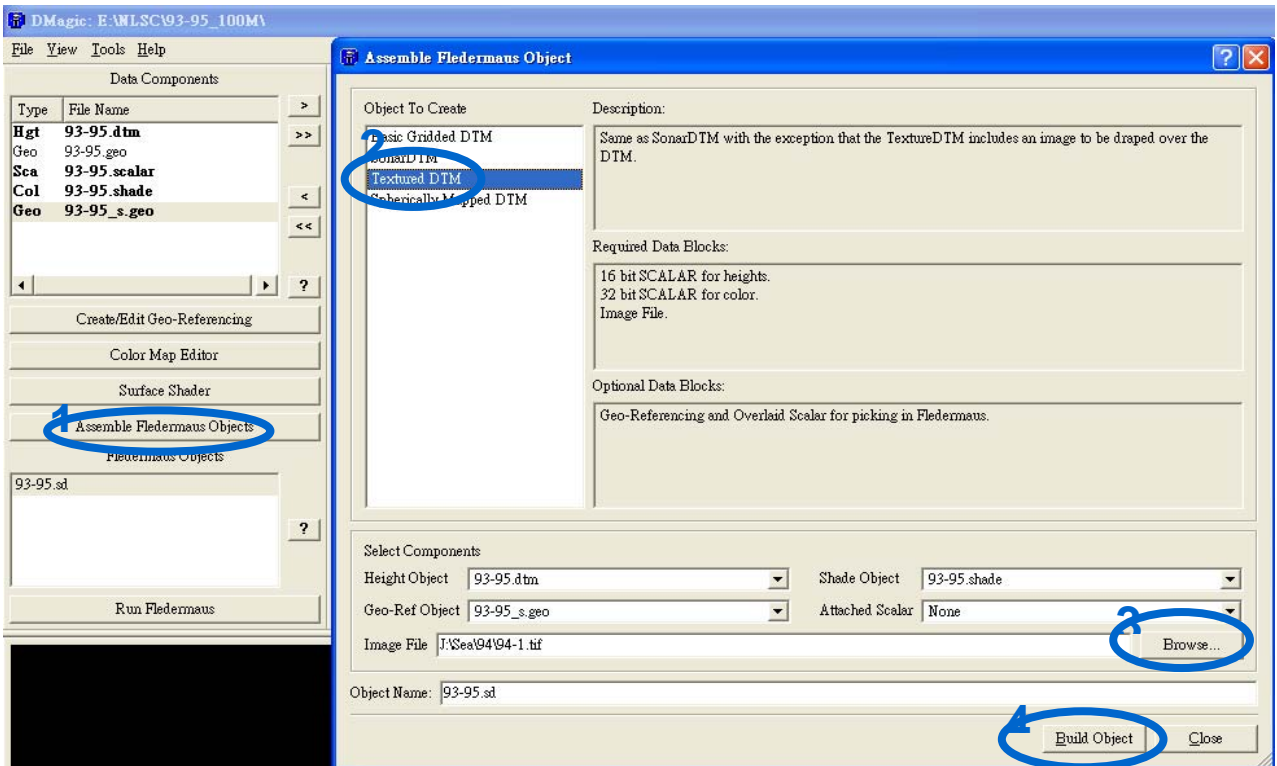


圖 72、正射影像貼面製作過程(圖上)及成果(圖下)

FLEDERMAUS 軟體可支援插入影像、點、線及 DXF/DWG 等檔案，在此將台灣縣市行政區界、河道位置等以 AutoCAD dwg 向量檔方式載入，但由於該軟體無法支援任何中文圖資或路徑，故合約要求之展示成果中文化無法直接以載入 AutoCAD dwg 圖檔方式，載入點線或是文字資訊，如圖 73 顯示為載入英文資訊範例。

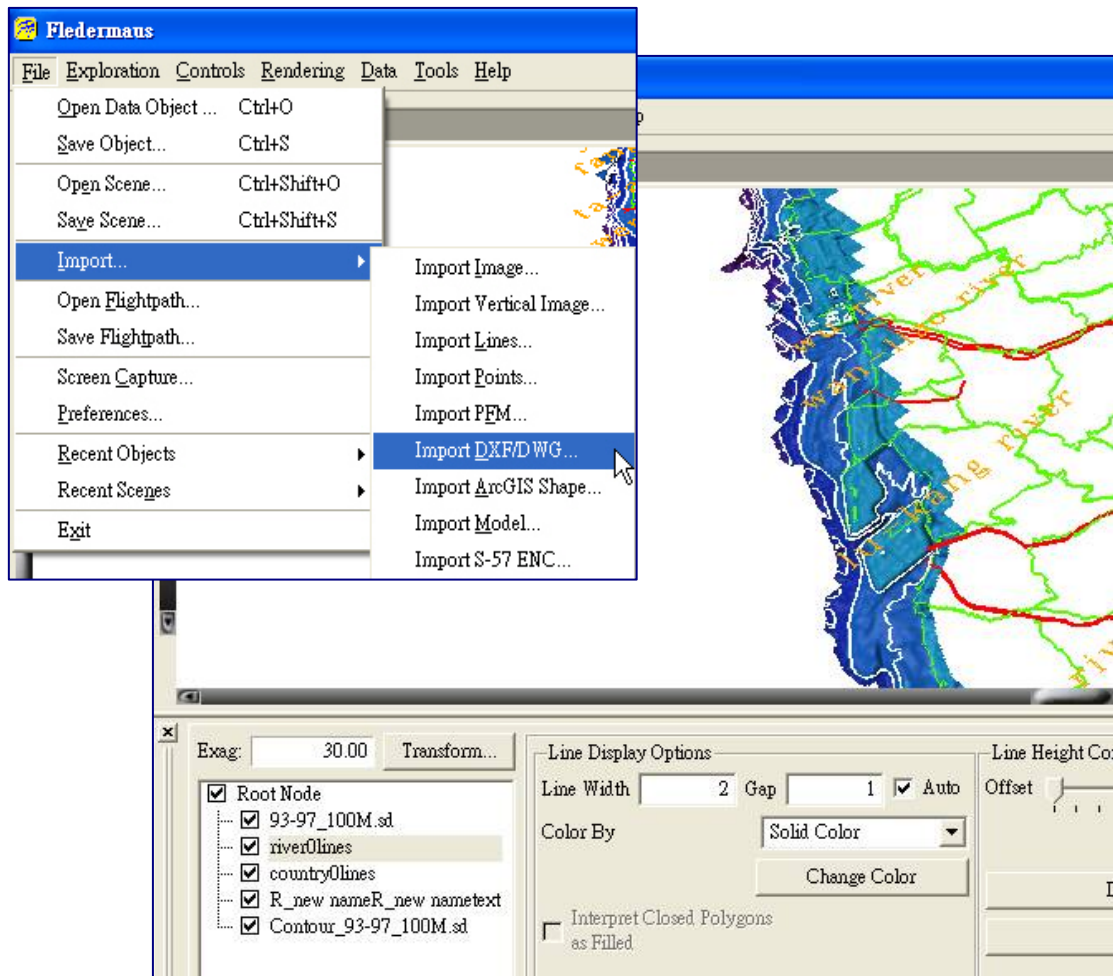


圖 73、FLEDERMAUS 載入英文資訊

為克服此難題，本公司決定直接把全台各地行政區、河流名稱、港區名稱、重要地標等圖資展繪於 AutoCAD 圖面上，再輸出成一張帶有坐標的影像檔（tif 及 tfw 定位檔，如圖 74），利用 FLEDERMAUS 將此影像檔貼附在模型下方當作底圖，配合原先的模型，使得三維模型的圖資能夠更加豐富。

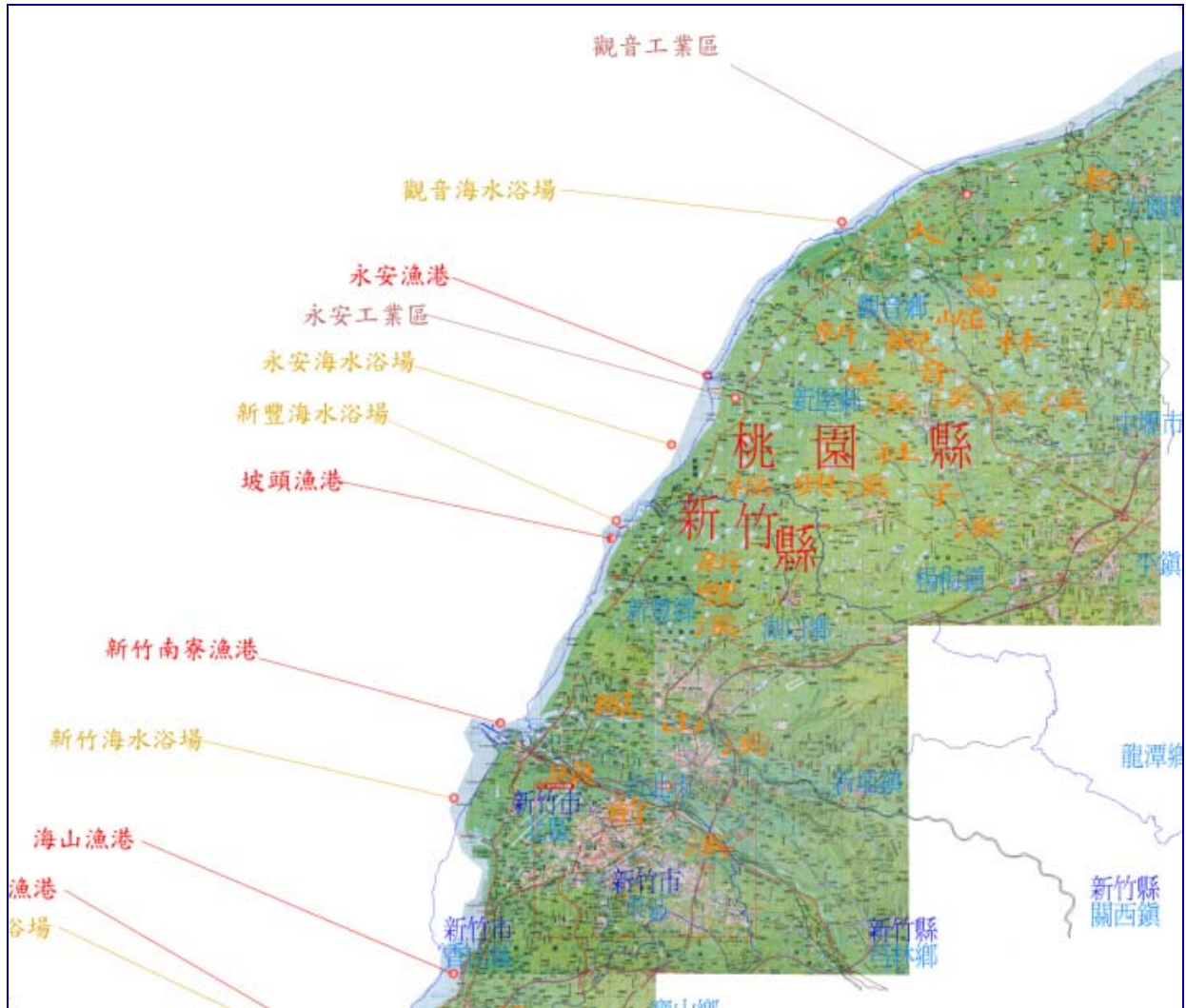


圖 74、帶有地標及註記的影像底圖

總計本作業，包含 93-97 年度全區資訊的色階版模型（由於本程式可順利執行的檔案上限約為 600MB，礙於正射影像檔案較大，故全區無法製作貼附正射影像的模型，僅能製作貼附色階的模型）、93-97 各年度總計五個區域（93 年彰濱地區、94 年彰雲地區、95 年嘉義台南地區、96 及 97 年北區、96 及 97 年南區）分別製作貼附色階或是正射影像的 3 維模型，共製作 11 個 3 維地形模型，各區示意圖如下圖 75-80 所示。

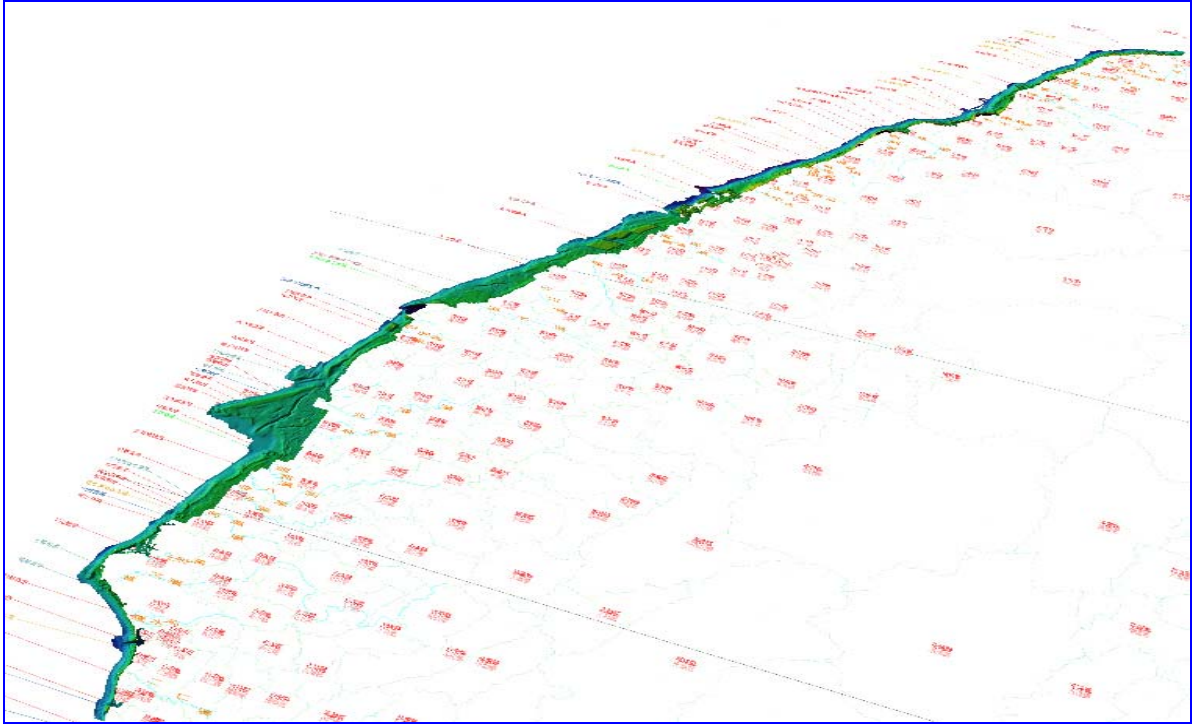


圖 75、93-97 年度全區 3 維模型示意圖

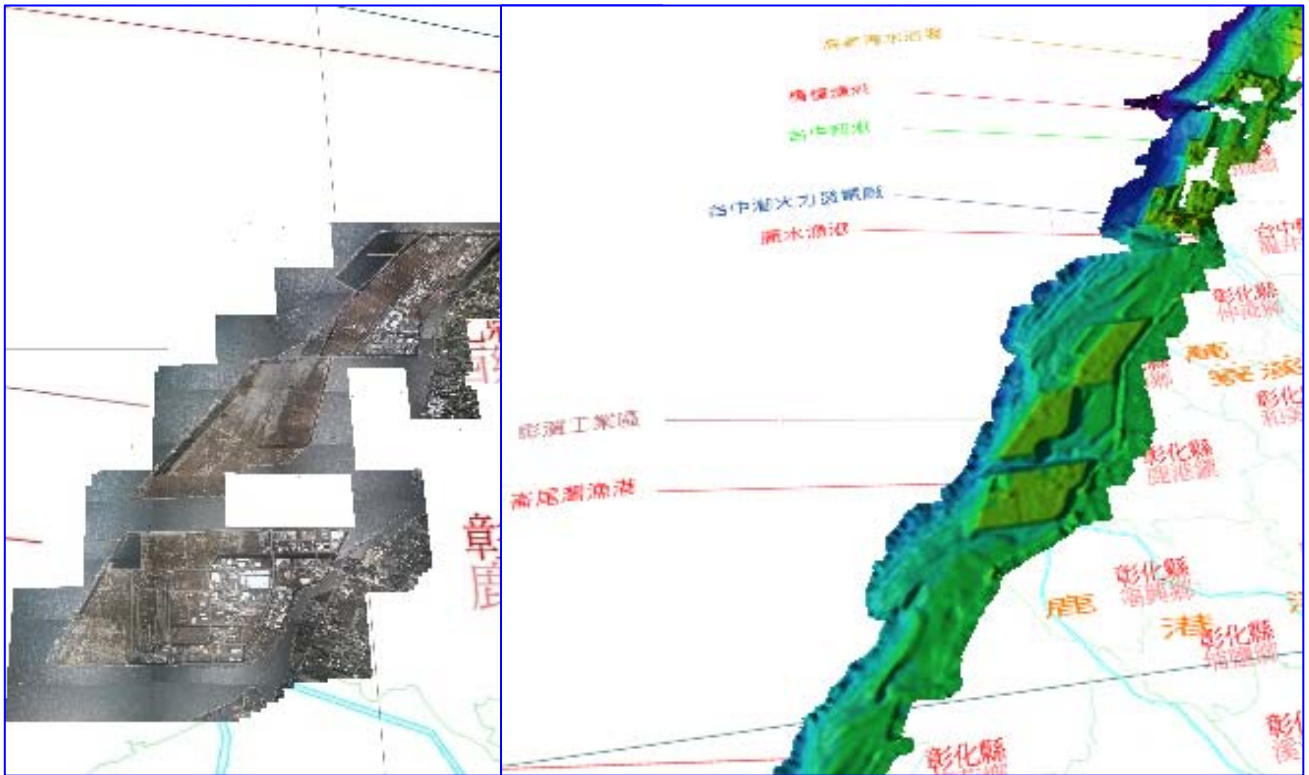


圖 76、93 年度彰雲地區正射（左）及地形色階（右）貼面模型示意圖

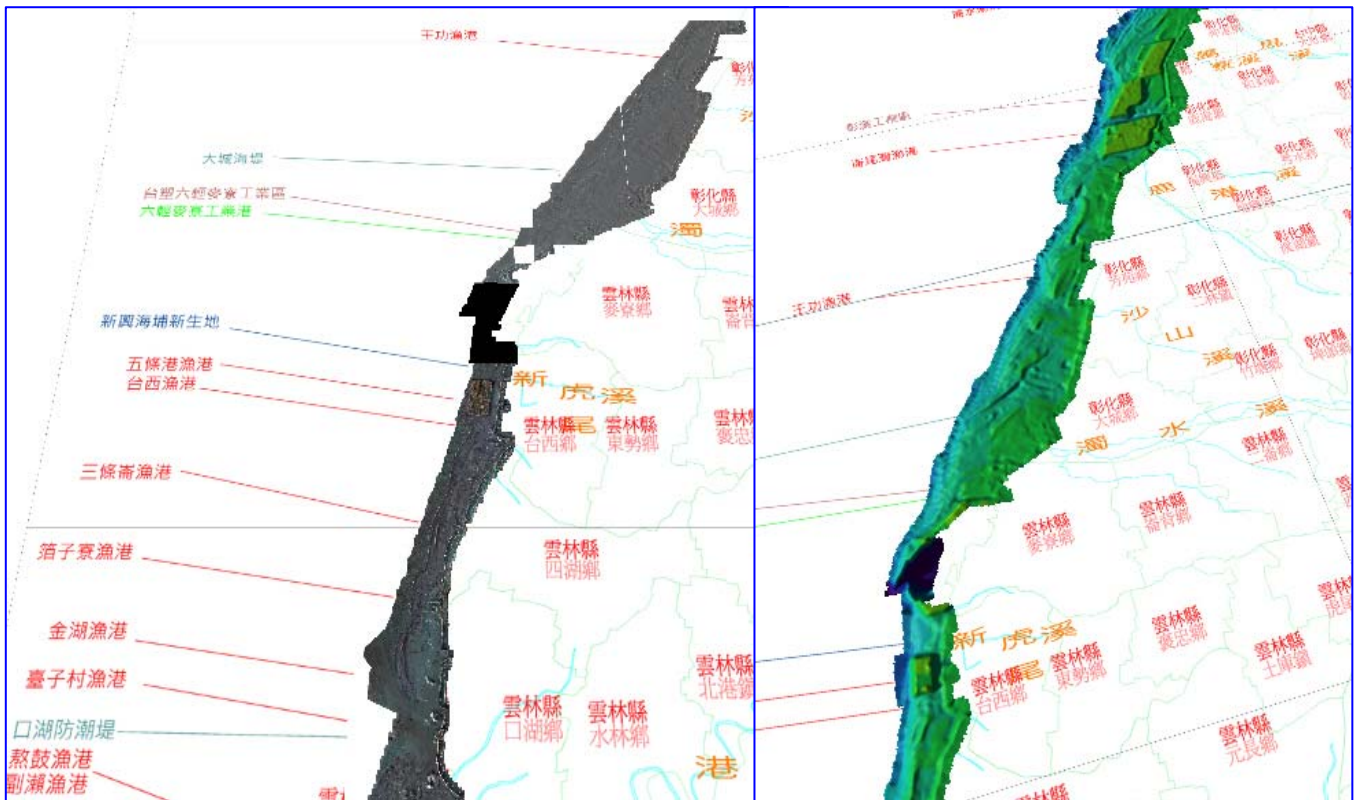


圖 77、94 年度彰濱地區正射（左）及地形色階（右）貼面模型示意圖

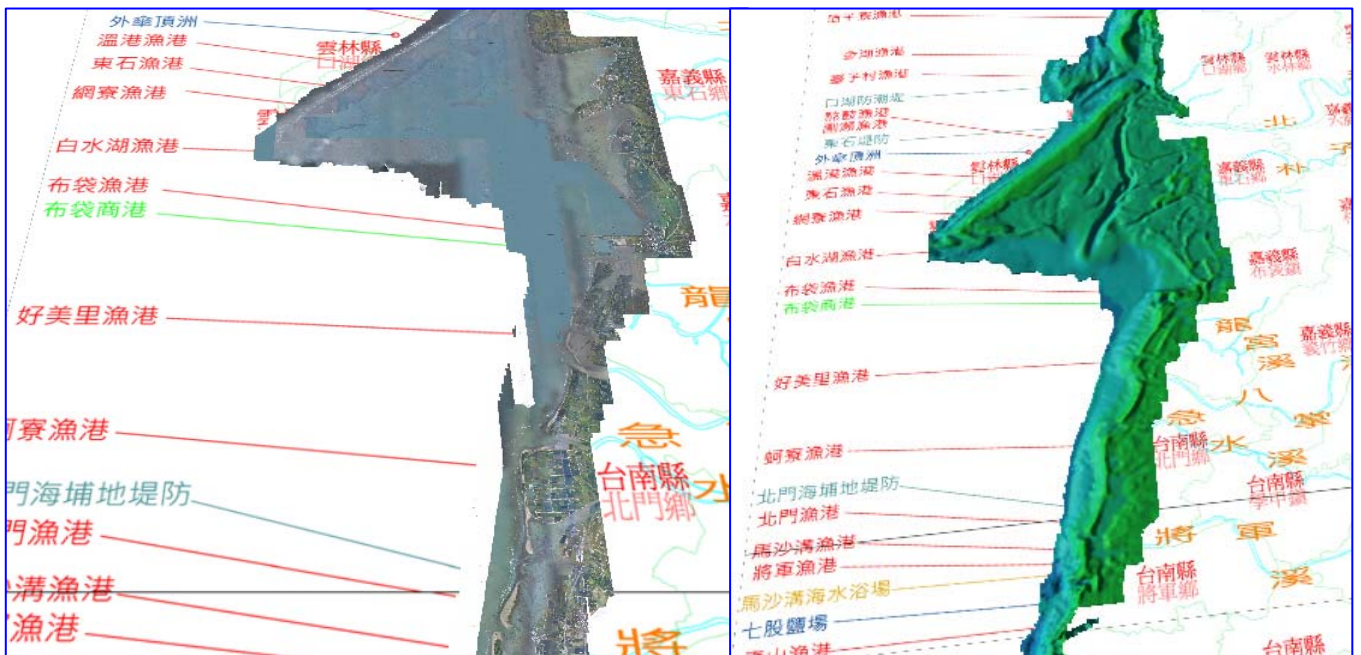


圖 78、95 年度嘉義台南地區正射（左）及地形色階（右）貼面模型示意圖

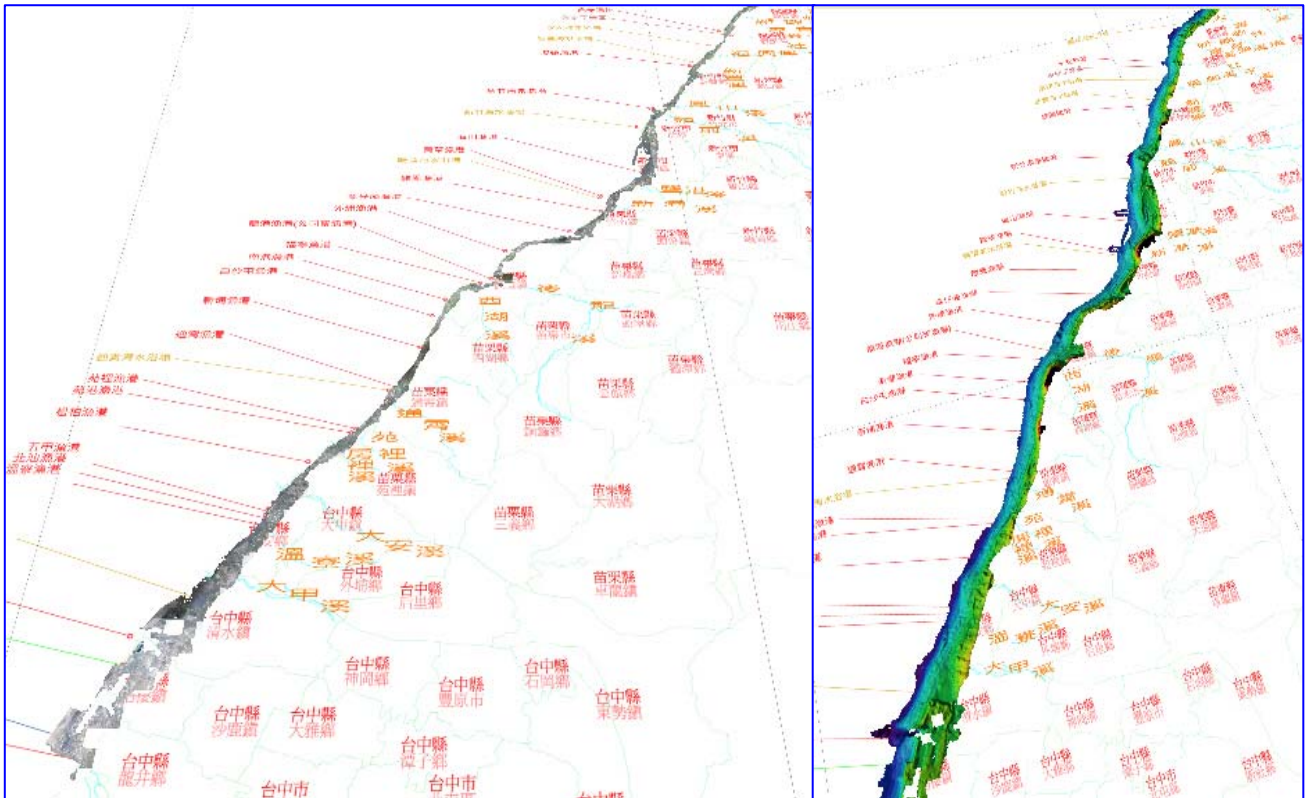


圖 79、本年度北區正射（左）及地形色階（右）貼面模型示意圖

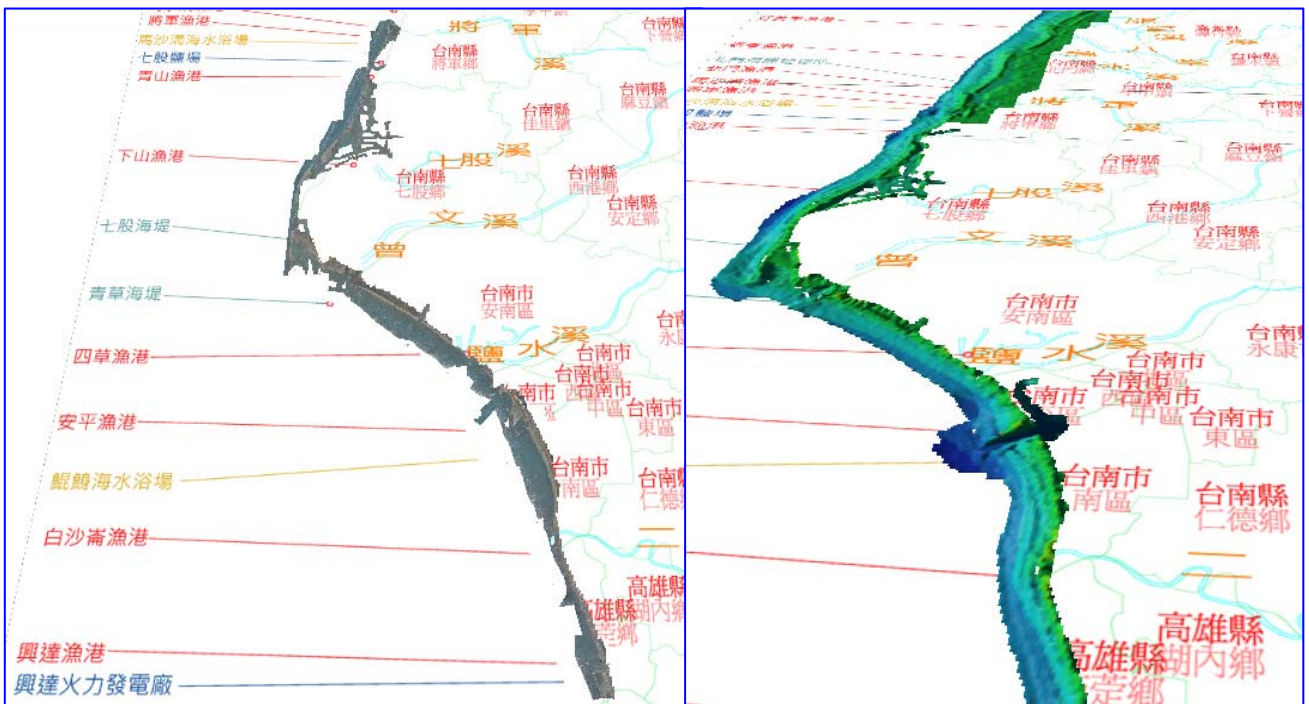


圖 80、本年度南區正射（左）及地形色階（右）貼面模型示意圖



## 五、飛行模擬錄製

針對已完成之 11 處數值地形模型，錄製各分區的飛行展示，原先計畫錄製工作一樣是以 FLEDERMAUS 模組中的 Movieclient 程式製作。但在執行中，由於 FLEDERMAUS 軟體本身無法支援中文資料的輸入，使得動畫上的文字註記（如重要地標、鄉鎮市界、港口等）只能先展繪於正射影像上，將其再行輸出成上面帶有文字註記的影像資料，直接貼附在 FLEDERMAUS 軟體建的模型上，則此文字註記已經成為影像檔案的一部分，無法再做其他編輯工作，於展示上就會有其限制在。故在第三次工作會議上決定，再以 **Leica Virtual Explorer**（簡稱 LVE）軟體另外重新製作三維模型的飛行模擬動畫。下面就分別對於兩套軟體的製作過程做簡單敘述。

### 1. FLEDERMAUS

首先輸入 3 維模型（scene）以及預計航線（flightpath），如圖 81；後選擇動畫的解析度以及畫面更新率（frame rate），如圖 82 以及輸出動畫檔案格式等，如圖 83；即可針對選定航線進行飛行模擬動畫的製作。

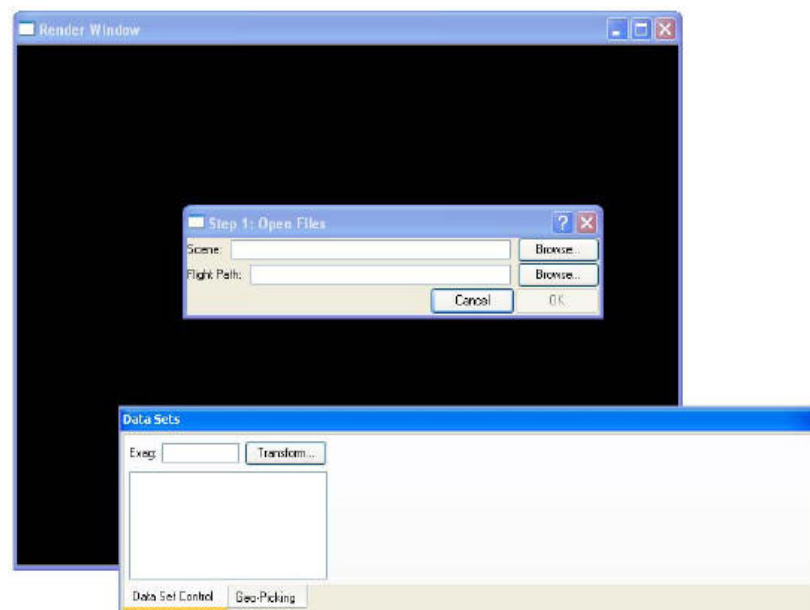


圖 81、輸入 3 維模型及飛行檔

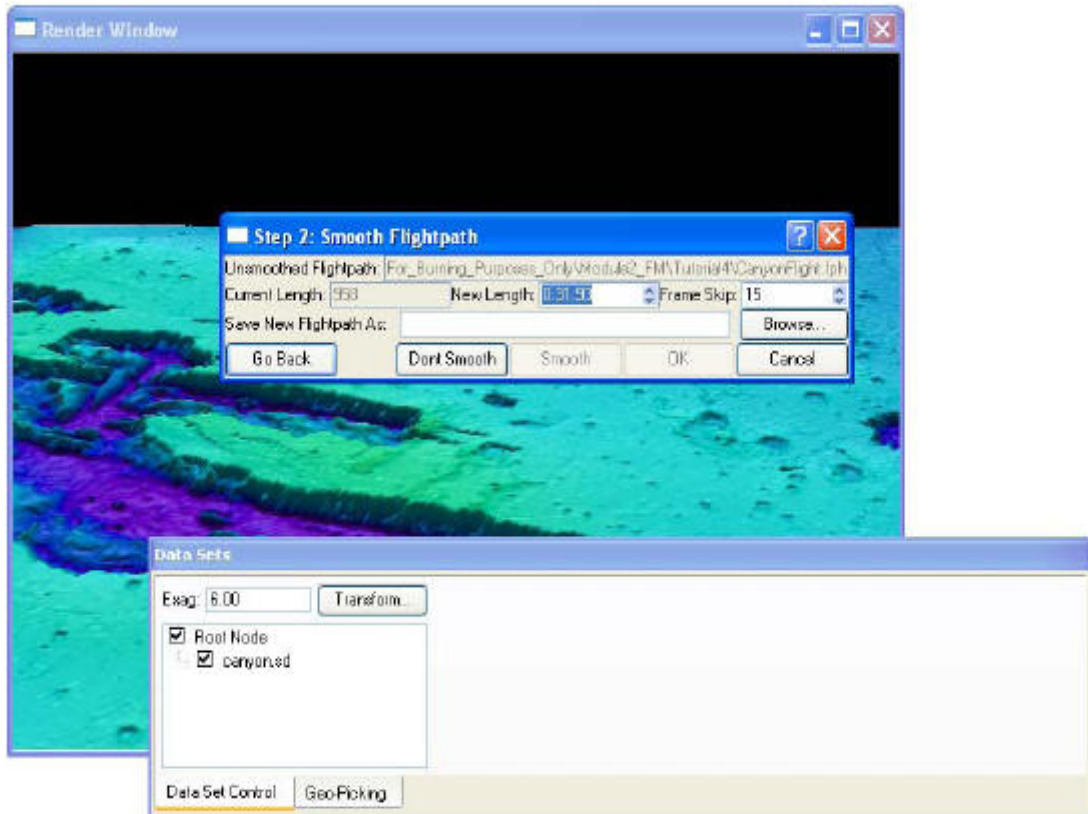


圖 82、設定畫面解析度及更新頻率



圖 83、設定動畫輸出格式

## 2. Leica Virtual Explorer

LVE軟體製作方式為分別輸入影像(由貴中心提供之衛星影像,影像解析度為12.5M)、DTM(93-97年度潮間帶工作成果DTM,資料輸出化為100M網格)、向量資料(縣市及鄉鎮市界、5M等深線)等資料組成模型後,在此模型上輸入各地的中文註記,如圖84所示。

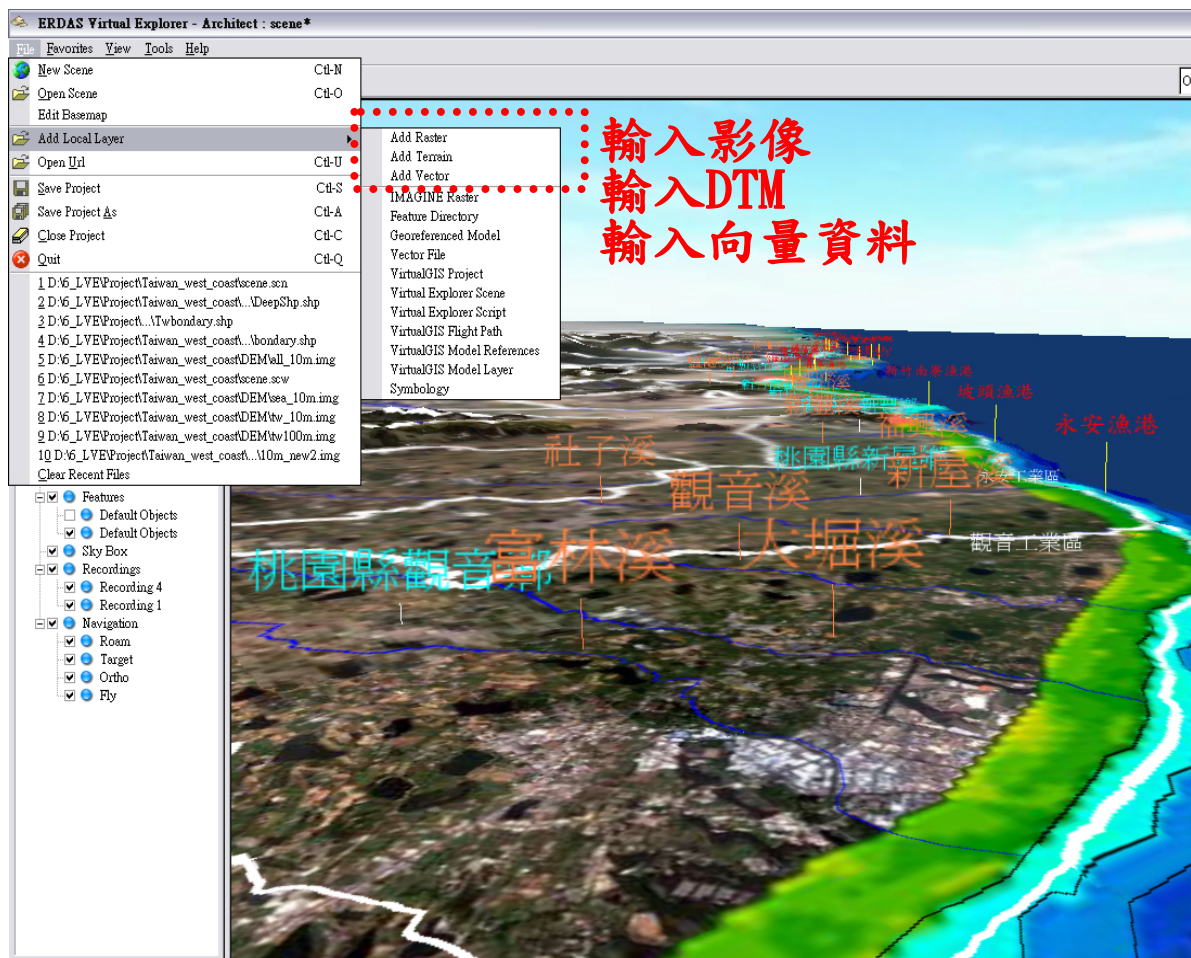


圖 84、LVE 程式輸入資料方式

之後在此模型上設計飛行路徑,製作過程如圖85所示,圖85右圖為設定後之航線軌跡,設定完成後,選擇儲存動畫檔及選定航線後(如圖86),及完成動畫製作。

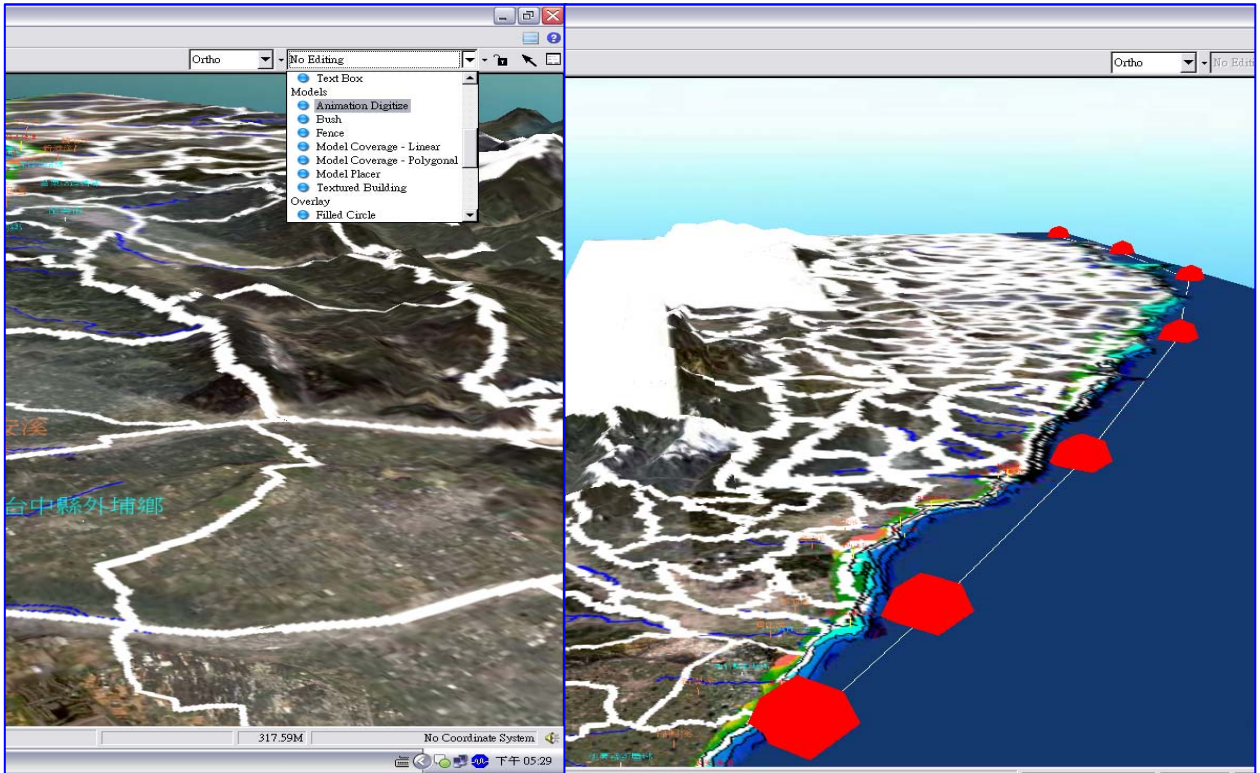


圖 85、飛行路徑設定

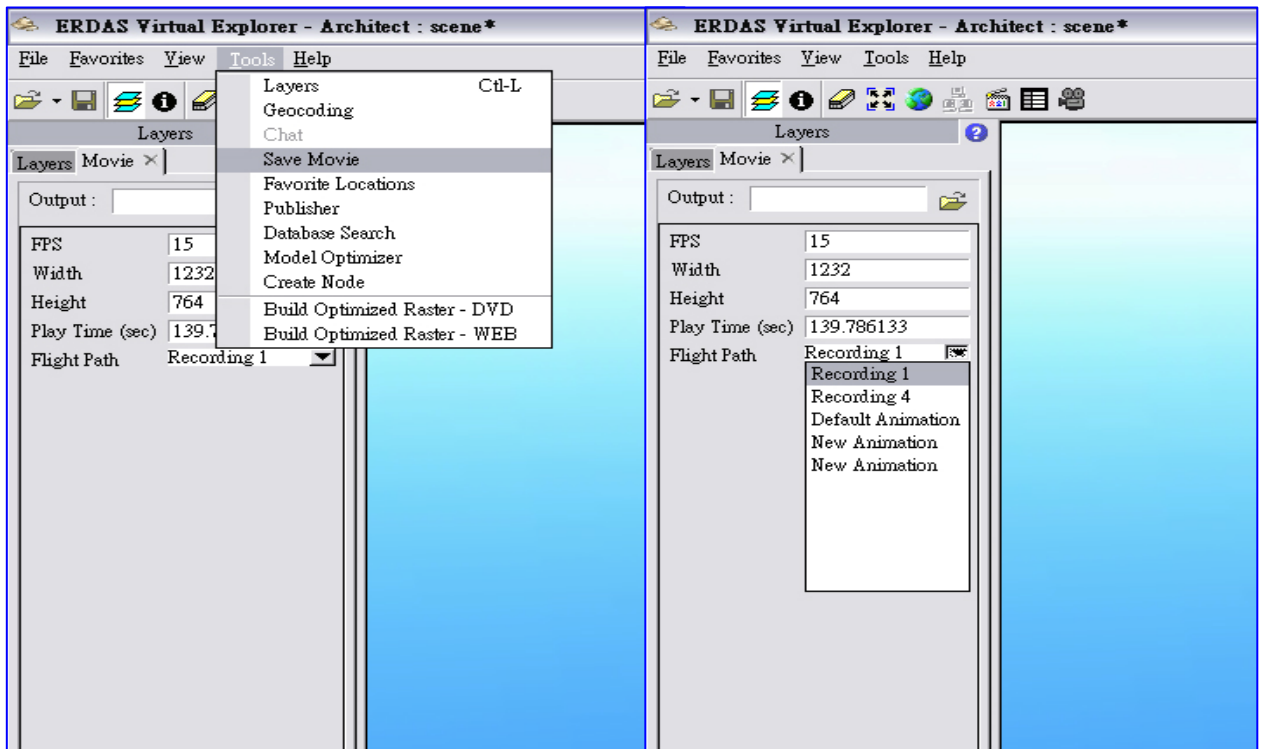


圖 86、動畫檔設定

最後，由於本區高程僅約80M至-30M間，與台灣本島高度相比，動畫感覺會有太過平緩，不易看出水深地形變化狀況，故特別將水深地形部分垂直誇大（如圖87，誇大2倍），於成果製作時亦製作兩套版本，一套為未垂直誇大之原始版本，另一套為有垂直誇大後的飛行模擬動畫，以供 貴中心參考。

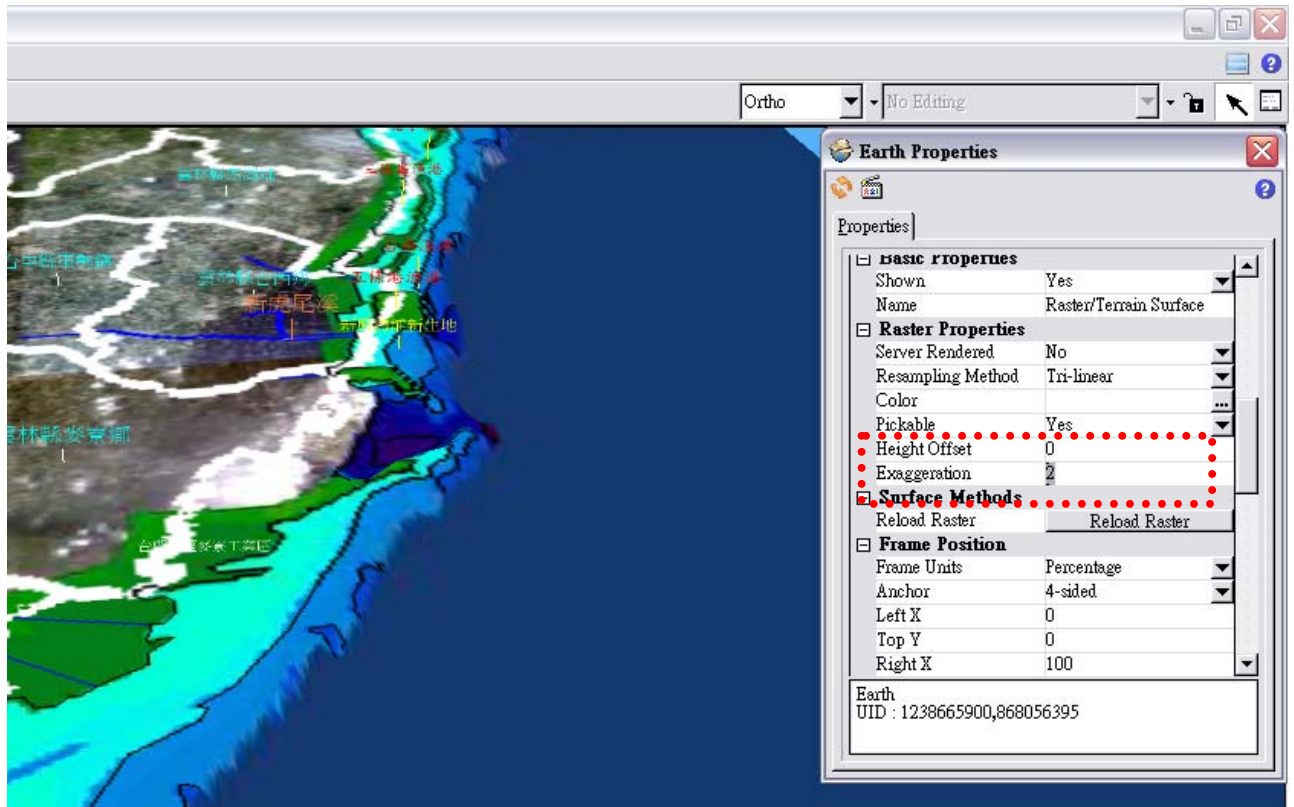


圖 87、LVE 程式中的地形垂直誇大設定

## 六、教育訓練

### (一) 計畫背景

為提升 貴中心同仁對於本次『潮間帶基本地形測量技術發展計畫』相關之作業內容方法等工作的了解，以及實地的海測儀器實務操作，增加水深作業的相關知識，以利 貴中心日後辦理相關業務的推動，特辦理本次的教育訓練課程。

由於本次作業區域均位於潮間帶，在潮間帶地區的水深作業，與一般海域測量須注意的事項略有不同，特選定與潮間帶環境類似的台南七股瀉湖區進行教育訓練，使 貴中心同仁了解不同環境下水深外業工作的差異性。

### (二) 課程內容

本次教育訓練在 98 年 2 月 10 日，於台南七股鄉台塩七股鹽場以及七股瀉湖區舉行，本課程相關課表時程如表 31 所示。另外並邀請成大水利及海洋工程系顏沛華副教授，對潮間帶的漂沙部分，進行專題報告。

表 31、教育訓練內容

時間	課程	講師/職稱
09:30-10:20	水深測量相關技術理論	洪志偉/詮華海測部經理(測量技師)
10:30-11:20	內業資料處理、分析	洪志偉/詮華海測部經理(測量技師)
11:30-12:20	地形圖及數值地形模型暨三維展示製作	吳宗憲/詮華海測部工程師
13:30-16:00	海測外業操作介紹	吳宗憲/詮華海測部工程師



圖 88、教育訓練會場報到(上圖)及訓練實況(下圖)

### (三) 課程場地說明

本次教育訓練場地商借台南縣七股鄉七股鹽場會議室，作為上午舉行教育訓練的會場以及室內課程使用，而下午的外業部分，則選擇鄰近的龍山村龍山宮前廣場碼頭舉行，並搭乘龍山號工作膠筏，至七股潟湖區進行水深測量的外業操作課程。

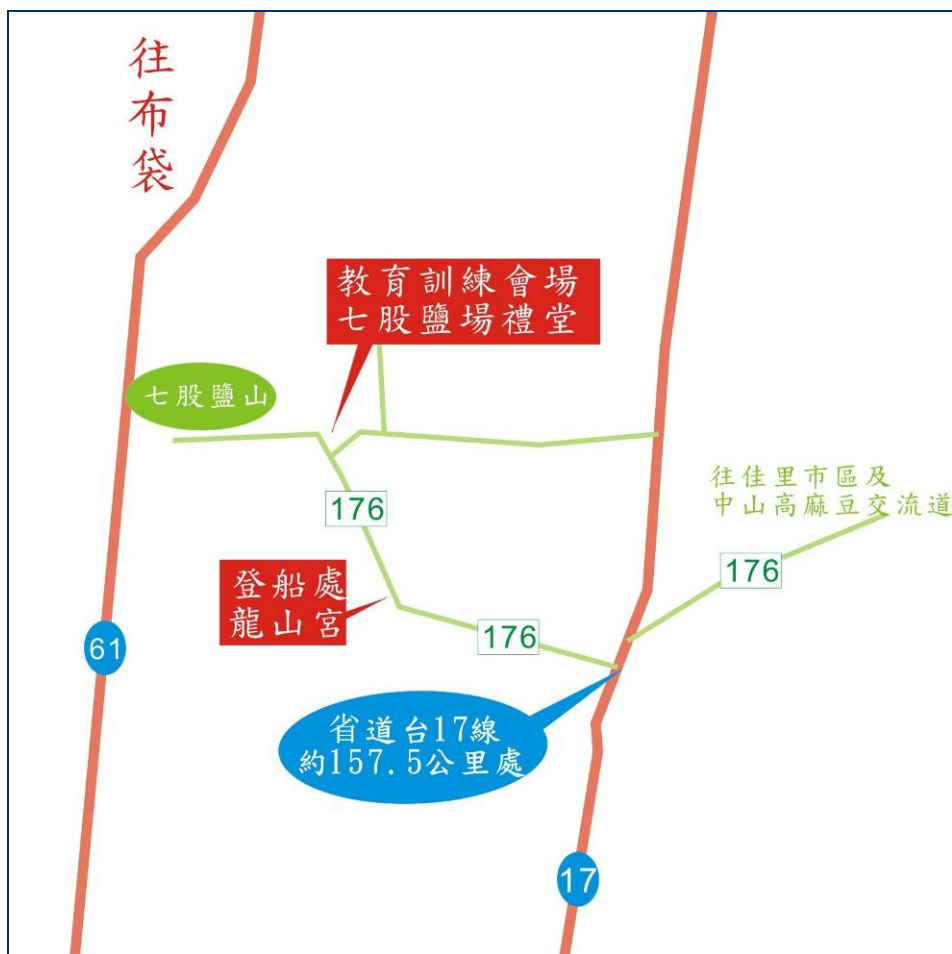


圖 89、訓練場地交通示意圖





圖 90、龍山宮前廣場



圖 91、海測研習搭乘船隻



圖 92、會場展示設備及成果

#### (四) 訓練內容

##### 1. 水深測量相關技術理論

由於水深測量系統主要是以測深機配合聲速剖面儀來修正聲速參數，得到實際的音鼓與海床距離，再搭配湧浪補償器即時修正浪高起伏，潮位儀將水位高換算到高程系統，得到海床的高程；最後再利用GPS衛星定位系統，提供測深點的平面坐標，水深測量系統如圖93所示。

簡述單音束水深測量系統各項設備功能例如：測深機、湧浪補償器、平面定位設備、潮位計、聲速計等的作業原理、功能、使用方式、相互搭配結合注意事項、以及基本資料檢核及障礙排除等。



圖 93、水深作業系統

## 2.內業資料處理、分析

內業資料處理為三步驟：

- a.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。單音束測深儀可利用有自動標示時間、深度的類比式測深圖紙（如圖 94）檢核有問題的水深資料，藉以校正水深值。

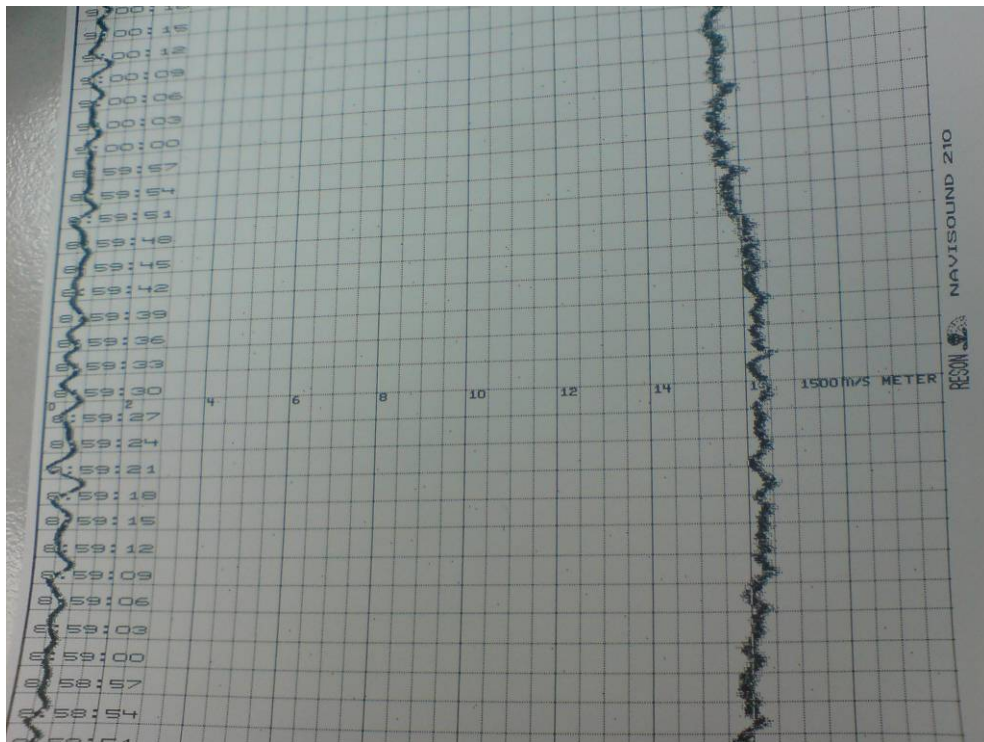


圖 94、單音束測深紙

- b.加入各項修正資料，包含潮位資料、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，需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。
- c.對於檢核線與測線間的交點位置，以測深值進行比對。比對成果如圖 95 所示。

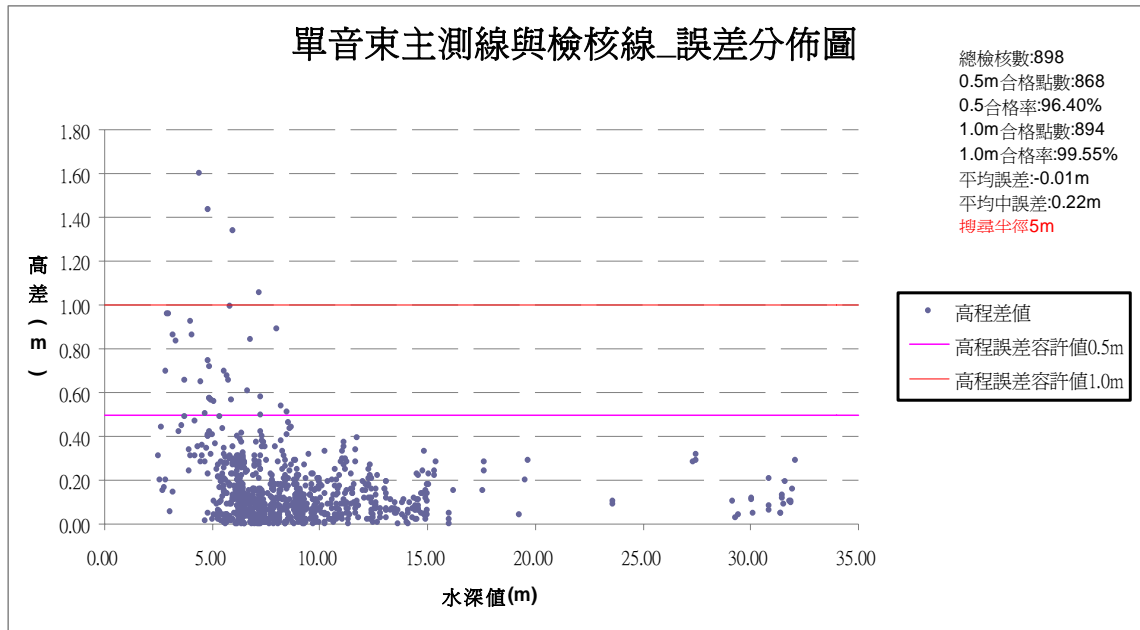


圖 95、測線與檢核線交點比對統計圖

### 3.地形圖及數值地形模型暨三維展示製作

#### a.地形圖製作

地形圖製作比例尺為 1/2500，圖幅分幅方式及圖幅編號依內政部 1/5000 基本圖即基本地形圖分幅原則向下延伸。而等深線以內插模式產生，依測點內插計算得正交網格(GRID)或組成不規則三角網(TIN)，再藉此內插產生等深線；等深線間距，視海域地形走勢變化及成圖比例尺而定，本測區等深線首曲線間距為 1 公尺，計曲線間距為 5 公尺，以選擇最小等深線間距且能清楚展示為原則。

相鄰圖幅需加以接邊處理，接邊處理時須注意線狀物體、等高(深)線、方格線註記、地名、河川等彼此銜接及配合一致，地物共同界線必須是唯一的。

## b. 數值地形模型暨三維展示製作

(a) 將數值高程模型加上前期成果以及正射影像，利用 3D 視覺化展示軟體 FLEDERMAUS 做成三維展示模型，可動態瀏覽地形成果，有助於提昇對本案調查區域的瞭解，或作為成果展示及說明上之應用。

在三維展示的製作部分，首先將所有觀測出的坐標點（包含測深或是空載光達），以 xyz 的形式讀入程式中（如圖 96），產生整體地形的三維模型（scenes 檔）。

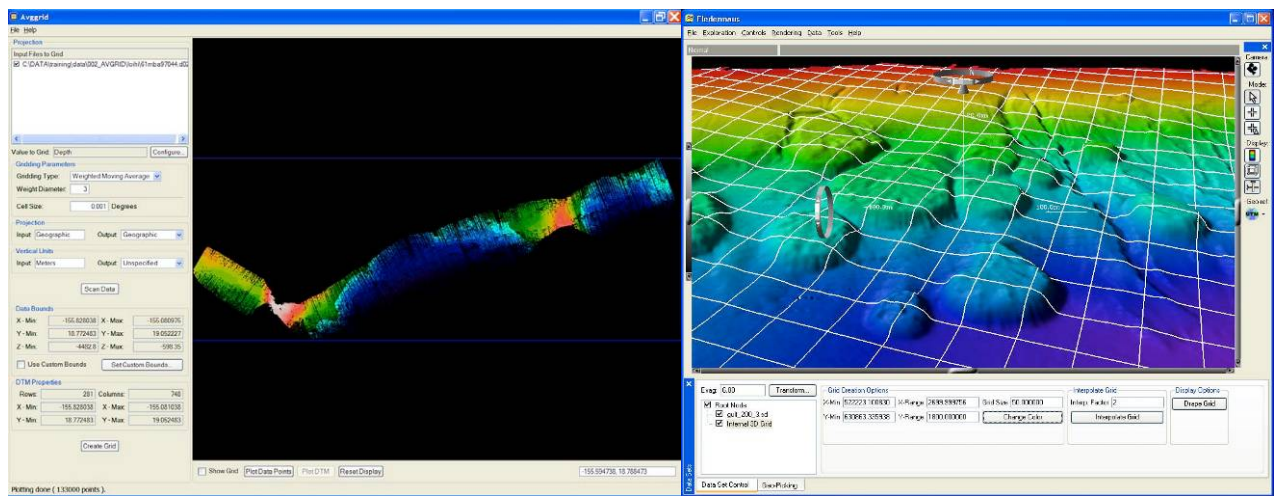


圖 96、以 FLEDERMAUS 載入點位資料及製作三維展示模型

(b) 本公司分別對 貴中心自 93 年來各區潮間帶地形（共五區）製作成三維展示模型。

(c) 針對 93~97 共五年來的潮間帶基本地形測量成果，通通載入後，製作接邊平滑化後成果，使的這五年來的成果都能在一個三維模型中，以確實了解整個潮間帶地形資訊。

#### 4.海測外業操作介紹

延續第一堂課『水深測量相關技術理論』中的各項設備，以實機裝載於船上，對於水深作業的各項注意事項，提供更深入的介紹與操作。另外本計畫測區為潮間帶，與七股潟湖區地形相類似，均屬於水深極淺區域的水深測量，對於船隻駕駛及測深機操作的要求極高，為本次外業操作中的重要課題。



圖 97、登船前水深測量解說



圖 98、船上實際外業實況

## 肆、專案管理

### 一、時程控管

本工作自 97 年 6 月 5 日開工後，各項工作就即刻開始進行。首先在作業準備方面，於 97 年 6 月 12 日至 貴中心對工作需求訪談；後對作業各地區驗潮站之預測潮位展開收集，確認各地區的「漲潮時間」；另外，積極收集前期空載光達作業範圍，以對測線展開規劃；並於 97 年 6 月 30 日於 貴中心提出第一次期中報告。

自 97 年 7 月份起，展開單音束測深工作，除些許測線資料漏失或測線間距過大需另行補測外，至 97 年 9 月 21 日已完成所有測線資料收集，包含 97 年 9 月 5 日台南地區以及 97 年 9 月 18 日新竹地區兩區外業查核驗收，以及之後於 97 年 9 月 23 日進行工作會議，會中本公司提出本次外業工作測線成果，經討論後決議於桃園、新竹、台中、台南等地需要補測的區域，於 97 年 11 月 6 日完成在內，累積實際外業工作共 43 船天，有效航線超過 2500 公里。

另外，其他配合單音束測深工作如潮位站架設、潮位站高程引測、人工驗潮、GPS 已知點檢核等工作業已順利完成；以此資料配合測深數據，進行潮間帶區域的水深成果計算工作。於 97 年 12 月 19 日舉行第二次期中簡報，並於 98 年 2 月 10 日於台南七股地區舉行教育訓練。

在水深測量成果計算完成後，即以水深成果製作測區 DTM 以及海域地形圖；並以 貴中心提供前期（潮間帶地形測繪先導計畫、彰雲地區潮間帶地形測繪計畫、95 年度潮間帶基本地形測量技術發展計畫、96 年度潮間帶基本地形測量技術發展計畫）成果，加上本年度（97 年度潮間帶基本地形測量技術發展計畫）製作全區的數值地形模型，並加入詮釋資料。

本報告為計畫的工作總報告修正本，工作總報告於 98 年 2 月 27



日如期繳 貴中心，並於 98 年 3 月 25 日內業資料審查通過，98 年 4 月 17 日舉行第三次成果審查簡報。本期總計製作 359 幅海域地形圖，以及測區的 5M 間隔 DTM，並以各年度成果製作 10 處 3 維地形模型及飛行模擬；詳細計畫各項工作公文往返的執行內容以及進度時程，可參考表 32 及圖 99。

表 32、計畫執行公文往返記錄表

日期	文號	主旨概述	執行/備註
98/06/09	玖柒詮字第 341 號	確認工作執行需求訪談時間	97/06/12 進行於 貴中心進行需求訪談。
97/06/12	玖柒詮字第 349 號	檢送合約書	正本*2，副本*5
97/06/13	玖柒詮字第 357 號	檢送服務建議書數值檔	繳交二份
97/06/16	測祕字第 0970005957 號	履約保證金擔保	工程款 10%
97/06/20	玖柒詮字第 384 號	檢送服務建議書修正資料	針對公司更名修正（詮華工程顧問有限公司→詮華國土測繪有限公司）；履約條件、人員名冊等均無更正
97/06/24	玖柒詮字第 403 號	檢送第一次期中報告	後訂 97/06/25 舉行第一次期中簡報
97/06/25	測祕字第 0971400585 號	決標資料說明	
97/06/25	測祕字第 09714005851 號	檢送合約書正本一份	完成簽約手續
97/07/03	玖柒詮字第 423 號	檢送六月份工作月報表	
97/07/03	測形字第 0970900180 號	檢送第一次期中報告會議記錄	
97/07/09	玖柒詮字第 450 號	申請已知點坐標	平面、高程基準用
97/07/07	測形字第 0970069290 號	六月工作月報表修正意見	每月檢送工作月報表
97/07/15	玖柒詮字第 463 號	檢送原始外業數值資料	每週（若有水深外業觀測資料）檢送始觀測資料數值檔（光碟）共 12 週次
97/07/17	玖柒詮字第 476 號	檢送第一次期中報告補正資料	
97/07/16	測形字第 0970007205 號	有關申請已知點案	需填具「測繪數值資料港管制同意書」後可申請

表 32、計畫執行公文往返記錄表(續)

日期	文號	主旨概述	執行/備註
97/08/15	玖柒詮字第 530 號	請領第一期工程款 (20%)	新台幣 86 萬元整
97/08/25	測祕字第 0971400744 號	核發第一期工程款	
97/09/03	測形字第 0970900233 號	檢送實地查核航線規劃圖	後於 97/09/05、97/09/18 進行
97/09/04	玖柒詮字第 614 號	查核航線規劃意見說明	提出建議修正航線
97/09/22	測形字第 0970900245 號	召開「第一次工作會議」	97/09/23 舉行
97/10/06	測形字第 0970900245 號	檢送第一次工作會議記錄	
97/12/09	玖柒詮字第 919 號	檢送第二次期中報告	
97/12/09	玖柒詮字第 920 號	申請 93-96 年度相關成果	供三維模型製作使用
97/12/16	測形字第 0970013056 號	召開第二次期中簡報	97/12/19 舉行
97/12/25	測形字第 0970900334 號	檢送第二次期中簡報會議記錄	
97/12/25	玖柒詮字第 964 號	檢送教育訓練計畫書	
98/01/05	玖捌詮字第 011 號	檢送第二次期中報告補正資料及 12 月月報表	
98/01/05	測形字第 0970013545 號	回覆海測研習計畫書	98/02/05 前準備教材 20 份
98/01/16	測形字第 0980900008 號	海測研習計畫	確認於 98/02/10 舉行
98/02/04	測形字第 0980900012 號	申請 93-96 年度相關成果	1.需派員至中心將 5m 網格資料疏化為 100m。 2.前期 100m 網格、正射影像、地形圖等，需填寫測繪數值資料管制同意書後提供。
98/02/05	玖捌詮字第 092 號	檢送教育訓練講義	98/02/10 舉行
98/02/18	測形字第 0980900032 號	召開第二次工作會議	98/02/20 舉行
98/02/24	測形字第 0980900036 號	第二次工作會議記錄	
98/02/27	玖捌詮字第 131 號	檢送工作總報告	
98/03/18	測祕字第 0981400217 號	通知內業上機審核驗收	98/03/25 舉行
98/04/07	玖捌詮字第 246 號	檢送內業驗收資料光碟	

表 32、計畫執行公文往返記錄表(續)

日期	文號	主旨概述	執行/備註
98/04/10	測形字第 0980900081 號	召開第三次成果審核簡報	98/04/17 舉行
98/04/17	玖捌詮字第 275 號	請領第二期工程款 (50%)	新台幣 214 萬元整
98/04/27	測祕字第 0981400341 號	核發第二期工程款	
98/04/30	測形字第 0980900101 號	檢送第三次成果審核會議記錄	98/05/20 前繳交報告書修正本
98/05/19	玖捌詮字第 359 號	檢送工作總報告補正資料	

開工時間：97年6月5日

完工時間：98年3月1日

項次	項目	97年												98年		預計進度%	實際進度%													
		6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月																				
1	作業準備、資料搜集、現地勘查	1.0	1.0	1.0	1.0																4%	4%								
2	潮間帶測量		4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0						68%	68%								
3	數值地形模型									0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5				4%	4%								
4	潮間帶海域地形圖									1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0				9%	9%								
5	數值模型3維展示																	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0	5%	5%						
6	報告書			0.5	0.5													0.5	0.5				4%	4%						
7	期刊或研討會論文																			1.0	1.0	1.0	3%	3%						
8	海測研習																			1.0	1.0	1.0	3%	3%						
小計		1.0	1.0	1.0	5.5	4.5	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	5.3	5.3	5.4	5.5	5.5	5.5	6.0	2.8	2.8	2.8	2.8	1.3	1.5	1.0				
預計累積進度%		1.0	2.0	3.0	8.5	13.0	17.0	21.0	25.0	29.0	33.0	37.0	41.0	46.3	51.6	57.0	62.5	68.0	73.5	79.0	85.0	87.8	90.6	93.4	96.2	97.5	99.0	100		
實際累積進度%				3.5			20.0			56.0			71.0			76.0			81.5			88.5		95.0		97.5	100			

第一期成果(97.7.19)

第二期成果(97.12.16) 第三期成果(98.3.01)

圖 99、各項工作進度預計與實際時程比較圖

## 二、成果品質檢查機制

### (一) 潮間帶海域測量工作

實地查核：外業測量中，由 貴中心另隨機指定約 30 公里之查核航線，由 貴中心現場派員下載原始觀測資料，解算比對其測量成果是否符合原成果，95%高程誤差應在 0.5 公尺內，其餘 5% 應在 1 公尺內，若不符合規定部分未達 10% (含)，則本成果判定合格；若超過 10% 未依照前述規定，則本成果判定不合格，退回針對不符區域補測，再送 貴中心複驗，複驗時除檢核前次不合格部分外，再另指定約 30 公里之查核航線，複驗程序及通過標準同前。

### (二) 數值地形模型製作工作

上機審查：抽驗至少 50 個網格點坐標與海域測量測線之測點坐標成果比對是否有不合理處。若所抽驗之網格點位坐標值不合理處未達 5 個 (含)，則本成果判定合格，惟仍須將不正確部分修正後送 貴中心複檢；若超過 5 個網格點位坐標明顯有誤 (比例 10%)，則本成果判定不合格，退回全面修正，再送本中心複驗，複驗時除檢核前次不合格部分外，再另抽驗 50 個網格點位，複驗程序及通過標準同前。

### (三) 潮間帶海域地形圖製作工作

上機審查：抽驗 10 幅地形圖是否依照合約規定製作，若所抽驗之所有地形圖未依規定製作部分均未達 5 處 (含)，則本成果判定合格，惟仍須將不正確部分修正後送 貴中心複檢；若任一幅地形圖超過 5 處未依規定製作，則本成果判定不合格，退回全面修正，再送 貴中心複驗，複驗時除檢核前次不合格部分外，再另抽驗 10 幅地形圖，複驗程序及通過標準同前。所抽驗每幅圖檢核結果均需填寫「成果檢核結果表」。

#### (四) 數值地形模型 3 維展示製作工作

上機審查：展示軟體正常開啟確認是否至少需含放大、縮小、水平及垂直方向之 180 度旋轉、平移等功能。並開啟製作之各區三維展示模型、開啟飛行模擬，另是否同時包含影像底圖與重要地標資訊。

## 伍、成果驗收情形

### 一、海測外業驗收

在 97 年 9 月 5 日及 97 年 9 月 18 日，貴中心分別在台南將軍一帶以及新竹南寮一帶進行外業的查核驗收工作，總計驗收軌跡超過 30 公里，實際驗收軌跡如圖 100、101 所示（紅線為驗收軌跡，藍線為測線軌跡，洋紅色為前期作業邊界示意，綠線為鄉鎮市界示意圖）；而驗收成果，同樣經過高程比對，在 898 筆資料中，有 96.40% 的資料符合高程精度應在 0.5 公尺以內（共有 868 筆符合），外業驗收資料判定合格，完整資料比對統計表如圖 102 所示。

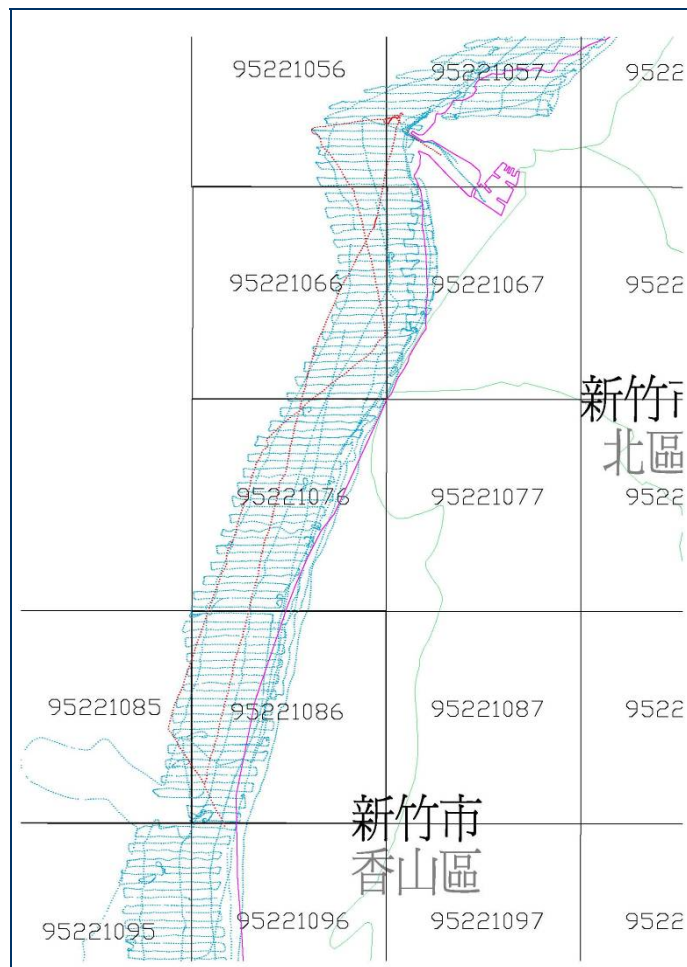


圖 100、97 年 9 月 18 日新竹驗收軌跡圖

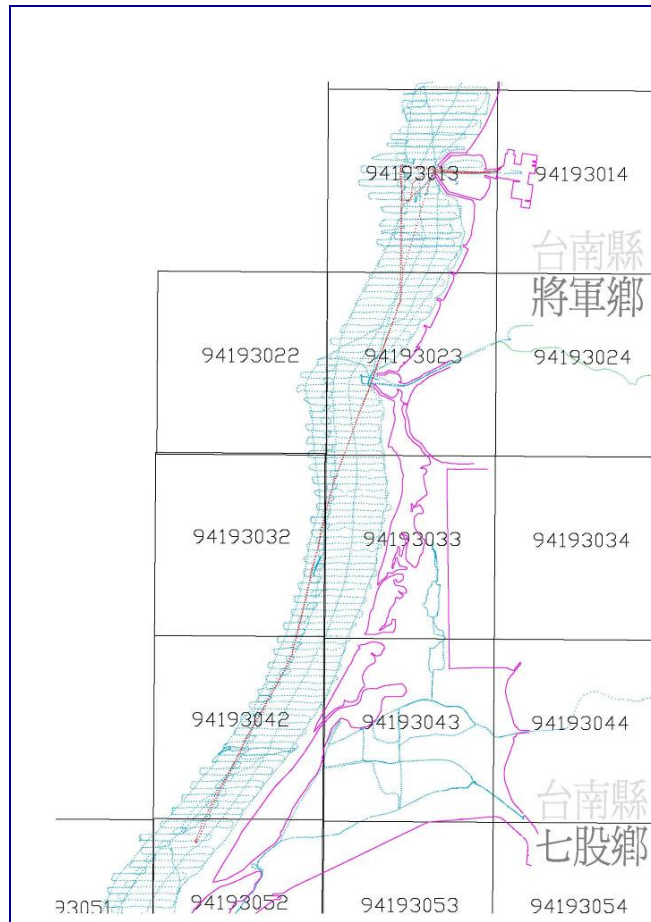


圖 101、97 年 9 月 5 日台南驗收軌跡圖

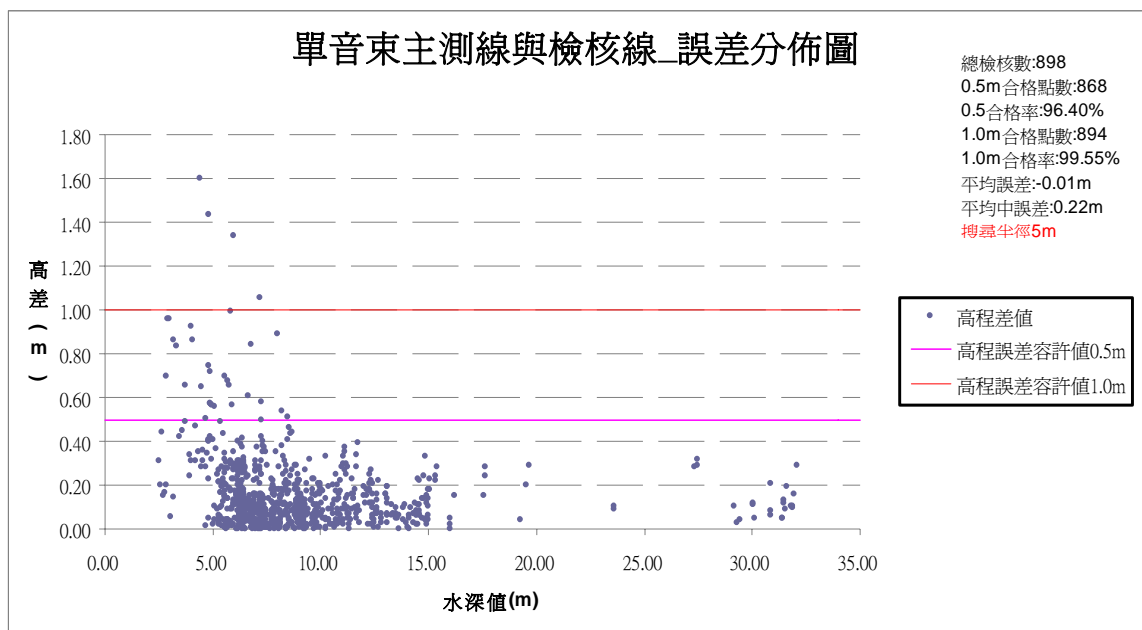


圖 102、驗收工作測線交點比對誤差分佈圖

## 二、數值地形模型

98年3月25日，於 貴中心進行數值地形模型的驗收工作，隨機抽驗10幅數值模型中的64個高程點，套至地形圖上來比對是否正確，總計合格60點，不合格4點，合格率 93.75%，高於規範的90%，數值地形模型資料判定合格，驗收相關資料如表所示。

## 三、潮間帶海域地形圖

98年3月25日，於 貴中心進行地形圖的驗收工作，隨機抽驗10幅地形圖，圖面上缺失均小於規範的5處，總計合格10幅，不合格0幅，地形圖製作判定合格。



圖 103、內業資料審核

## 四、數值地形模型三維展示

98年3月25日，於 貴中心進行數值地形模型三維展示的機上驗收工作，檢測程式均能完整依合約規定操作，各項飛行模擬動畫檔案均依照製作規定完成，包含影像底圖及顯示方式等，均依 貴中心討論結論辦理修正。



## 陸、本案執行特色

本案執行過程中，本公司對於進度的掌握、資料的處理、成果的展現各方面均投入相當多的心力，以下針對幾個本案執行中的特色，提出以供 貴中心日後進行相關作業時參考：

### 一、作業範圍廣大

本案測區為南北狹長之區域，因此各地的潮差必須予以考量，本公司沿測區由北而南共計設立 6 處潮位站（平均大約每 30 公里即設立一處），並採用雙潮位站距離內插方式，修正各處的潮位資料。另外，不論是以 RTK 定位方式的基地站已知點，或是以 beacon 定位方式於測量前後的已知點檢測，都需要在沿海地區設立已知點，故分別於北區海域海邊設立 4 處已知點，於南區海域海邊設立 2 處已知點，以供定位需要使用。

### 二、近岸水深施測不易

潮間帶位於高潮位與低潮位間的中間地帶，本身深度就非常的淺，一般漁民因為安全因素考量，多半不願意靠近行船，只能選擇潮水較高時間施測，所以在每日可以工作時間不長的情況下，必須確實掌握可以作業的機會。本公司作業均採用當地平底膠筏或是吃水淺的小型船隻，選定高潮位時間進行施測。藉助漁民了解當地地形變化以及天候特徵的優點，增加作業的安全性。本案總計因應不同地區特性，使用了 6 艘不同的船隻作業，雖然因此增加了許多動員上的成本，但終能如計畫預定的在 97 年 9 月以前，完成大部分的水深測量工作，以避免秋天後因氣候的不易掌握，造成人力設備上更大的負擔。

### 三、潮間帶地形變化大

潮間帶為海浪侵蝕陸地的緩衝區，本區潮間帶區均屬沙岸地形。依過去水深測量的經驗，海底地形容易在一次的大颱風後發生變化，例如隨著颱風帶來的豪雨，挾帶台灣地區的土石泥砂等，一起沖刷而下，使得潮間帶河口地區的地形整個改變。也就是說，潮間帶區的地形是一直

在變化中的，為了避免此問題造成各地區接邊不合問題，本公司水深作業採由北往南連續施作方式，並在水深測線測量後立即施測檢核線，避免因地形本身變化造成成果處理上的困擾。

#### 四、數值模型資料量大

本案除了製作本年度的潮間帶區域成果的數值模型外，另須就93-97年度共5區潮間帶計畫案之成果，建置為一地形模型，並套繪正射影像以及各景點等資訊。由於檔案資料量太大，甚至使得程式無法負荷，必須經由大量的時間測試，將資料網格放大，以降低成果檔案大小，經由測試結果發現，正射影像須降至約20公尺解析度，而數值模型須降至100公尺網格，使得模型大小不超過500MB，才可正常的操作數值模型。

## 柒、檢討與建議

本案在執行上雖然遭遇一些困難，但有賴 貴中心與本公司間持續的溝通與協調，終於能順利如期完成計畫，以下列出檢討與建議事項，以供爾後推動相關計畫參考：

### 一、檢討

- (一) 本作業進行數值地形模型製作時，由於本期潮間帶作業是以 100M 間距的單音束水深測量而得，故資料需要以內插方式計算 5M 的網格成果，但前期（96 年度潮間帶基本地形測量技術發展計畫）資料則以光達製作，反而需要以疏化方式產生 5M 的網格，以進行不同期作業成果的接邊工作。
- (二) 在繪製等深線作業上，本公司是以數值地形模型經內插方式，來產生等深線。不過由於水深測量資料，特別在一些近岸段，由於水深地形不規則，資料計算容易造成等深線亂接的狀況，必須以人工將等深線合理化並拉直，此項作業在潮間帶基本地形圖的製作上，為需要特別注意檢核之處。
- (三) 本作業水深測量定位模式分別為 RTK 或是 Beacon，並於測量中與 貴中心 E-GPS 系統進行測試，以了解其在海測上的定位精度。由於 E-GPS 輸出坐標並非 TWD97 系統，故於 97 年 12 月間分別對桃園及新竹地區，進行各區域的已知點檢測（每點進行靜態觀測約 30 分鐘），以求取 E-GPS 與 TWD97 坐標系統間的轉換參數。
- (四) 本作業有進行 RTK 與 E-GPS 的測量成果比對，原先誤認為 RTK 與 E-GPS 間存在有 14 秒的時間差（分別為 GPS time 及 UTC），後來比對原始資料發現問題出在解算程式上，其在解算 RTK 資料時，會自動把原始的 UTC 時間調整為 GPS time 輸出。造成輸出比較坐標時誤以為，兩系統間有 14 秒的時間差，而實際上兩者的

時間系統同樣都是 UTC，且其中並無時間差存在。

(五) 針對主測線與各檢核線的高差比較，在以 5 公尺為搜尋半徑的條件下，共有 125 點（約佔總比較數量 17492 點的 0.7%）高差大於 1 公尺，檢視其分布狀況如圖 104 紅點處，發現均位於桃園一帶，查明其原因除了本身人工濾除資料時之忽略疏漏外（如圖 105，圖上紅圈半徑為 5 公尺），由於該區施測測線密集，搜尋範圍 5 公尺對於處在礁岩海床區及海堤堤址週邊地形高差變化較大的區域來說，距離在 5 公尺內的相近測點實確有地勢起伏之情勢，卻被程式誤判為高差過大之情形（如圖 106，圖上紅圈半徑為 5 公尺）。

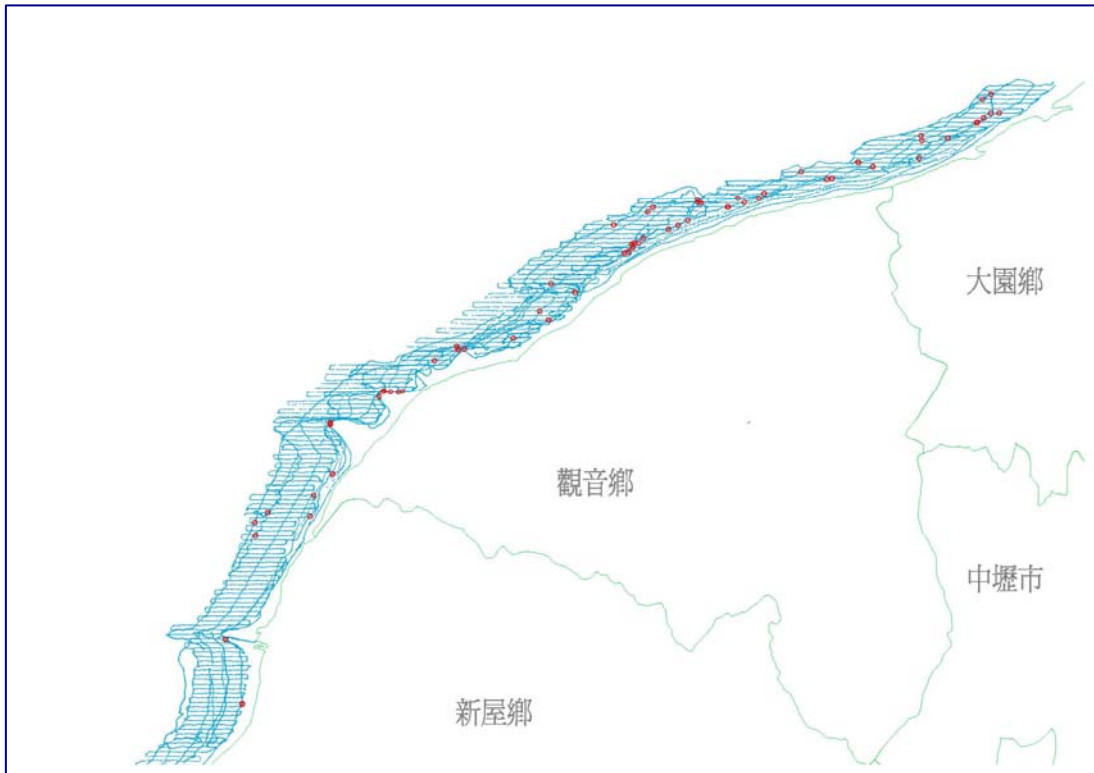


圖 104、主測線及檢核線高差大於 1 公尺位置分布圖

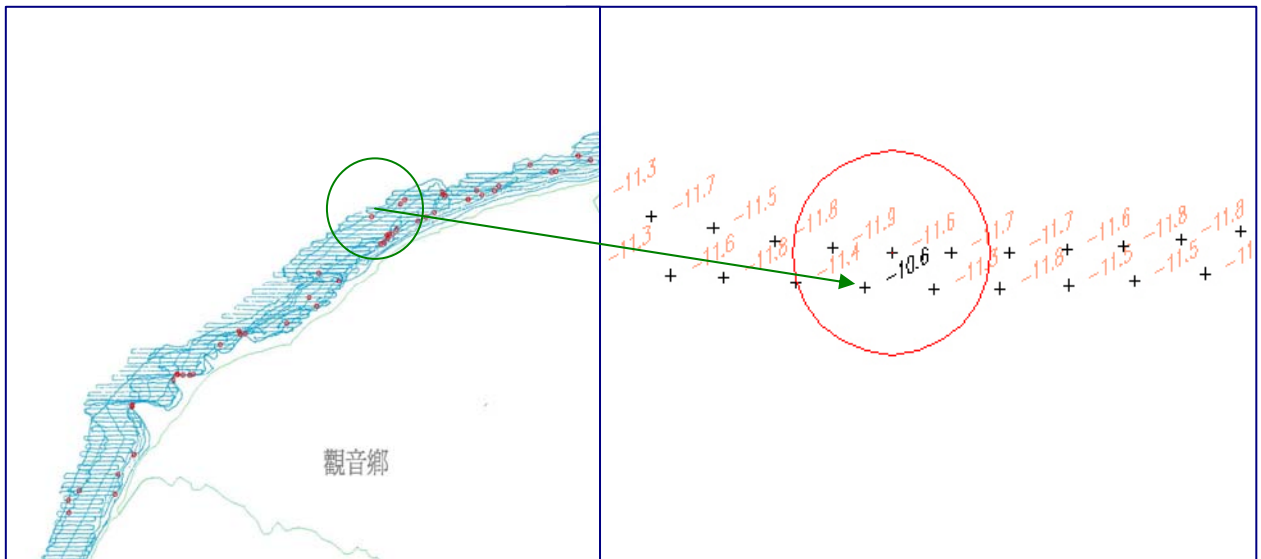


圖 105、人工濾除點位時所造成之疏漏情形

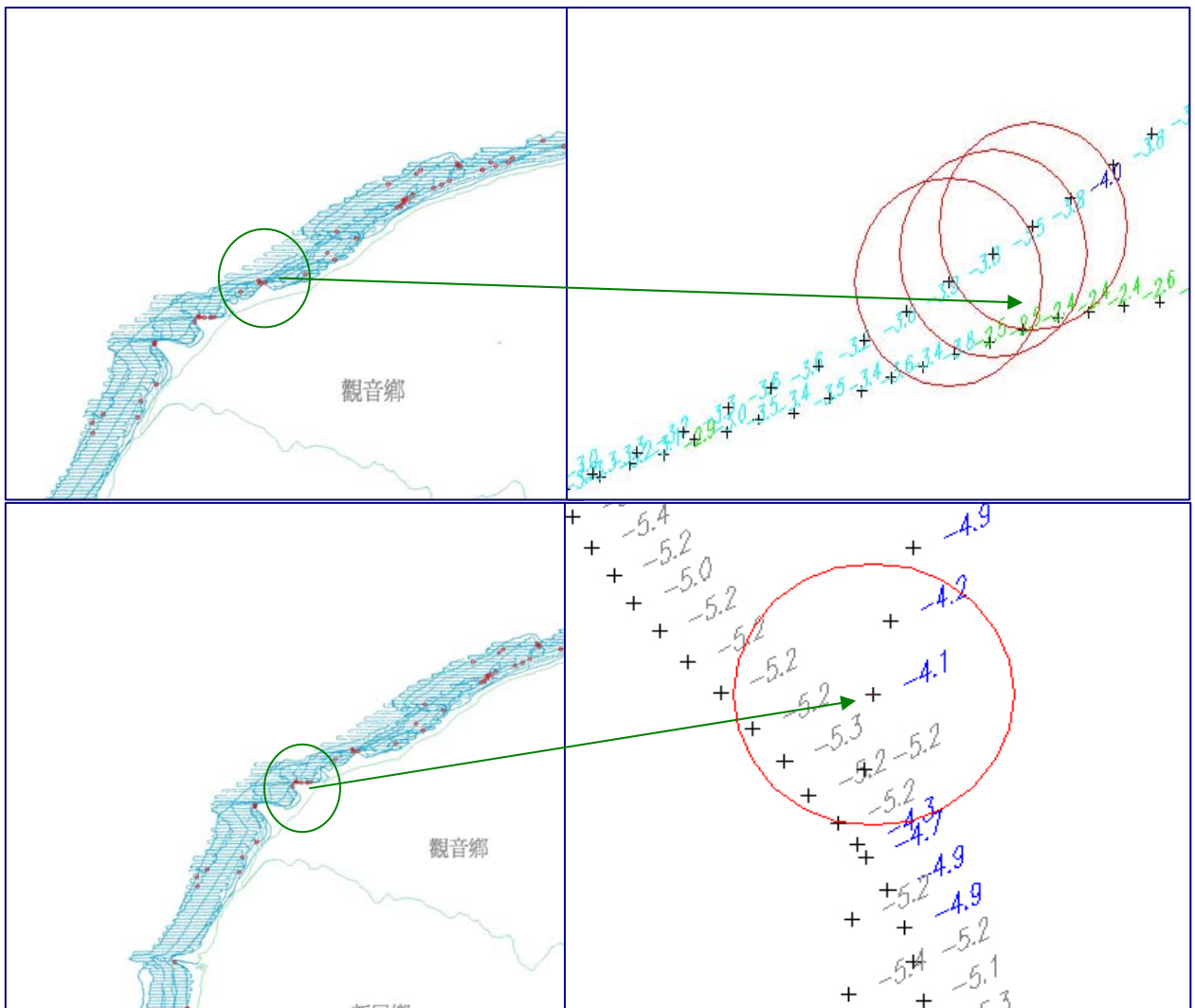


圖 106、地形起伏處之相鄰測線被誤判為高差過大處

(六) 在以 E-GPS 與 RTK 的定位測試比對方面，以同一座天線盤，訊號線以一分二方式，分別以 RTK、E-GPS 兩套定位模式同時接收，再經由坐標轉換後比對其 TWD97 坐標。首先在 97 年 7 月於桃園外海（如圖 107）進行測試，以 TS06 為 RTK 基地站，測區距離基站最遠約為 7 公里，由於比較成果差異約 18 公分，與理論上 RTK 或是 E-GPS 的定位精度應小於 10 公分有頗大的差異。故另外在 98 年 5 月於台北縣八里附近省道台 15 線以及台北港港區進行車載以及船載的測試（如圖 108）。在台北港區的船載測試上（如圖 108 紅線），與 RTK 基站（如圖 108 上 F083）的距離約為 3~4 公里，平均差異約為 6 公分；在省道台 15 線的車載測試上（如圖 108 洋紅色路線），平均差異約 9 公分；其中在圖 108 上深藍色框區域為差異較大區域，由此可知在本測試區域內（距離 RTK 主站不大於 7 公里，如圖 108 上淺藍色圓圈為距基站距離），距離基站的遠近對精度影響不大；反而是與地形狀況影響較大，若扣除蜿蜒的山路區域（縣道北 51 線），因地形遮蔽關係造成誤差較大，則在平直的省道台 15 線上，平均差異又縮小為 7 公分，與港區內的船載結果相當。由此可知 E-GPS 與 RTK 定位的坐標比較上，在平坦且無遮蔽的港區與平直的道路，其平均差異約為 6-7 公分；至於為何 97 年 7 月時測試差異達到 18 公分，研判應為當時海上受波浪等較大的影響，造成船隻搖晃所致，詳細測試過程請見附錄 12 海測論文。



圖 107、97 年 7 月桃園外海測試區域

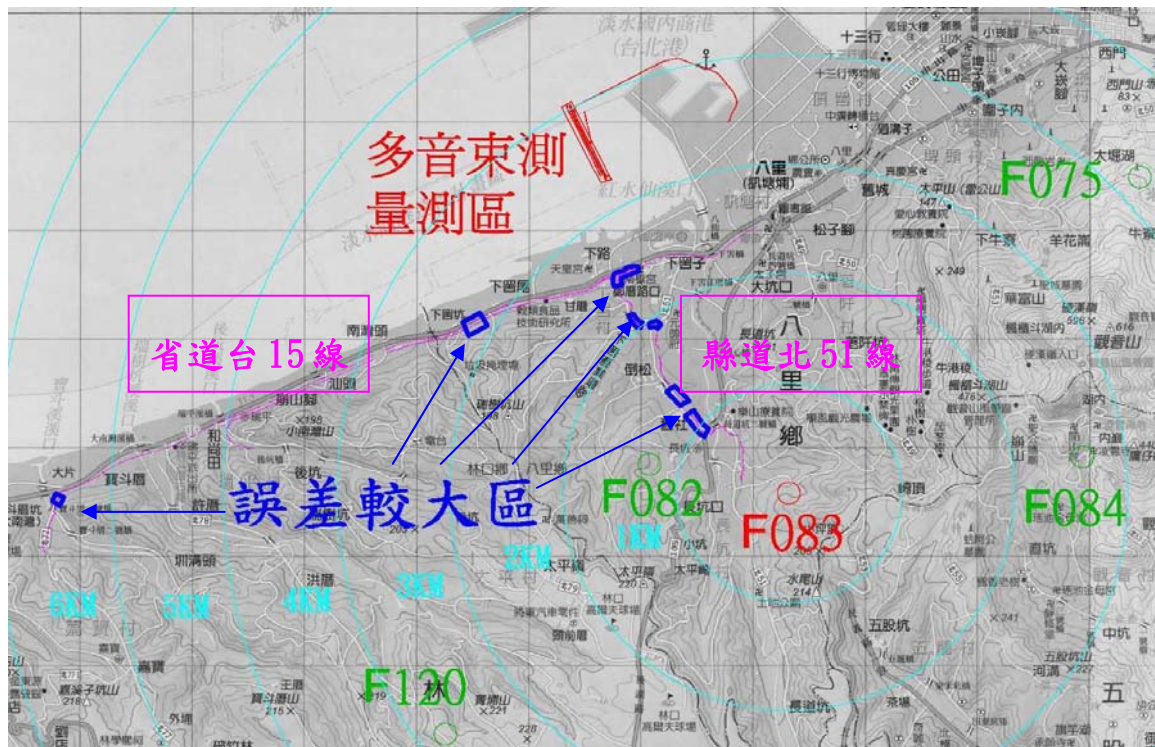


圖 108、98 年 5 月台北縣八里及台北港區測試區域

## 二、建議

- (一) 本案測區東界為以「漲潮時間」船隻所能行進的區域而定，而西界為「自東界向西 1 公里」，其目的為與 96 年度的計畫範圍相接。在測區兩端（如桃園或是台南高雄地區）因潮差約為 1-2 公尺，故其思考方式是可行的；但在台中苗栗地區，潮差往往都超過 4 公尺，若僅由「漲潮時間」向西測 1 公里，則本計畫測區範圍「西界」甚至於可能未達前期作業（96 年度潮間帶基本地形測量技術發展計畫）的「西界」，本公司未避免此狀況發生，於台中地區特別由漲潮時間測線向西邊施測了超過 1600 公尺。若是前期的測量範圍的西界可以及早提供，則本公司作業範圍可直接自前期範圍繼續向外海延伸，以增加作業有效範圍。
- (二) 本案作業時於桃園新竹地區，分別進行 E-GPS 的測試工作，經檢測發現，在手機接收得到的範圍內，均可提供符合水深作業規範（平面精度優於 2 公尺）的定位成果。其優點為可以提供與 RTK 定位相當的精度，又有和 beacon 相同不需另派一組人員於岸上架設基地站的方便性，故日後若有類似工作，是可以以 E-GPS 來作為定位的工具。
- (三) 潮間帶測深工作由於本身所在區域水深極淺，除了作業期間工作人員要特別注意安全外，測深音鼓由於深入水下，極有可能因為波浪的上下起伏而使得音鼓觸及海床，造成音鼓偏掉，進而影響測深品質。故現場作業人員須時時注意音鼓桿及測深資料有無異狀，並於出港及進港時均須進行 barcheck 以檢核音鼓入水深，以避免資料錯誤。
- (四) 本案水深測量，進行於新竹漁港北側時（約為漁港往北方向 0~3 公里間），發現該海域為國軍砲火試射區，故平日（週一至週五）白天均會有火砲試射，僅能利用假日時段進行測量，僅此以訊息提供日後測量作業參考，避免造成安全問題。



- (五) 本作業於台灣各地區設立驗潮站，驗潮站設立方式為在港邊放置壓力式的潮位儀，利用壓力感測的數值來換算水位位於潮位計「上方」的距離，進而求取水位高。但在台中苗栗地區，由於潮差較大，故設立潮位站時最好是選擇低潮時間進行，以了解低水位時潮位計是否會有露出水面的情況，避免造成無法求得低潮時間水位高度的問題發生。
- (六) 單音束水深測量工作中，資料的正確性檢核是很重要的，除了利用檢核線的方式確認資料有無錯誤外，作業中更是要注意相關設備有故障或是參數設置錯誤的狀況發生，以下各點為本公司水深作業的檢核方式，各表格的填寫請參閱附錄：
1. 至已知點檢核 GPS 精度（參考附錄 6-2）
  2. 正確量取音鼓架設相對位置（主要為音鼓入水深，參考附錄 6-1）。
  3. 以 bar check 檢視聲速及儀器入水深度（參考附錄 6-2）。
  4. 作業中於測區附近進行聲速剖面測量（參考附錄 6-3）。
  5. 入港後再進行一次 bar check 檢視聲速及儀器入水深度（參考附錄 6-2），用意為確認音鼓入水深是否有變化。
  6. 於作業空檔至潮位站進行人工驗潮工作（不須每日），提供潮位資料檢核（參考附錄 4-2）。
  7. 將每日工作概要填寫工作記錄表、品質管制表、出海作業記錄表等，以供後續資料處理時檢核使用（如表 28~30，或參考附錄 6-3~6-5）。

## 捌、結論

### 一、控制測量

本案分別於沿海 6 處區域進行已知點檢測，或是於海岸新設點位進行 GPS 聯測，計算其 TWD97 坐標，以供 RTK 定位基地站使用或是 Beacon 作業前檢測用，各點位已知點檢核基線距離以及方位角較差，及最小約制平差成果之點位精度誤差橢圓長軸半徑均合乎規範。

本案於測區設立 6 處潮位站，需要在各潮位站進行高程引測，並與鄰近一等水準點進行高程檢核，各已知水準路線檢測往返觀測閉合差均小於規範的  $8\sqrt{k}$  mm，且閉合於已知水準點之高程差與原高程差的差值，也均小於  $12\sqrt{k}$  mm。

### 二、海域單音束水深測量

本案水深測量總計實測 1,420 條主測線、3 條檢核線、1 條漲潮潮位線，累計進行水深測量外業 43 船天，實測里程 2548 公里；實測區域海岸線總長達 180 公里，其中北區約 128 公里，南區約 52 公里；總面積達 272 平方公里，其中北區約 205 平方公里，南區約 67 平方公里。設置 6 處潮位站記錄作業時潮水高，並於潮位站進行 20 次的人工驗潮工作，以驗證潮位站資料的正確性。

### 三、數值地形模型及地形圖製作

本案共繪製 359 幅地形圖，其中北區 262 幅，南區 97 幅。並依地形圖分幅範圍製作 5M 的測區數值地形模型。地形圖及詮釋資料製作方式均符合合約規範，並於 98 年 3 月 25 日於 貴中心內業資料驗收通過。

### 四、全區飛行模擬製作

本部分 原先計畫以 FLEDERMAUS 軟體製作，但因其有無法接受中文資料（如地標、縣市名稱等）輸入的問題，故後改以 Leica Virtual Explorer 軟體製作，共製作前期各區以及全區（共 5 個年度資料）的飛行模擬。另外，亦同時將過去製作飛行模擬資料一併提供 貴中心，以供未來作業參考。

## 五、教育訓練

於 98 年 2 月 10 日於台南七股一帶完成教育訓練，當日 貴中心共有 22 人參加，訓練課程包含室內講解以及搭乘工作膠筏至瀉湖區，進行單音束水深外業實務訓練，全程講師及學員間互動熱烈，並藉著實務的經驗，使得 貴中心學員能對潮間帶的水深測量、以及各項海測設備有進一步的認識。

## 六、論文投稿

本案論文撰寫選擇題目為「E-GPS 於海測上的應用」，首先於 97 年 7 月間於桃園外海進行 RTK 與 E-GPS 同軸觀測的資料收集，但實驗結果發現 RTK 與 E-GPS 間存在著約 18 公分的平均差異；後又於 98 年 5 月間，於台北縣八里台 15 線附近進行車載、以及台北港內進行船載的測試，在相同設備條件下，RTK 與 E-GPS 間卻僅存在約 6-9 公分的差異，研判可能由於 97 年 7 月的實驗是在外海，受到波浪的影響較大，而 98 年 5 月卻是在風平浪靜的港內，所以獲得較佳的成果。