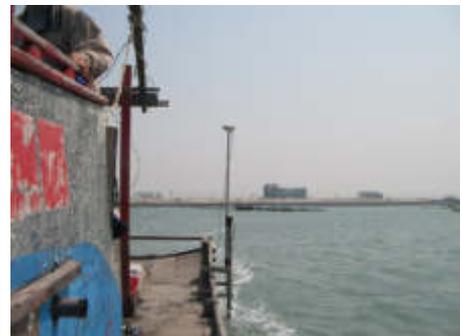
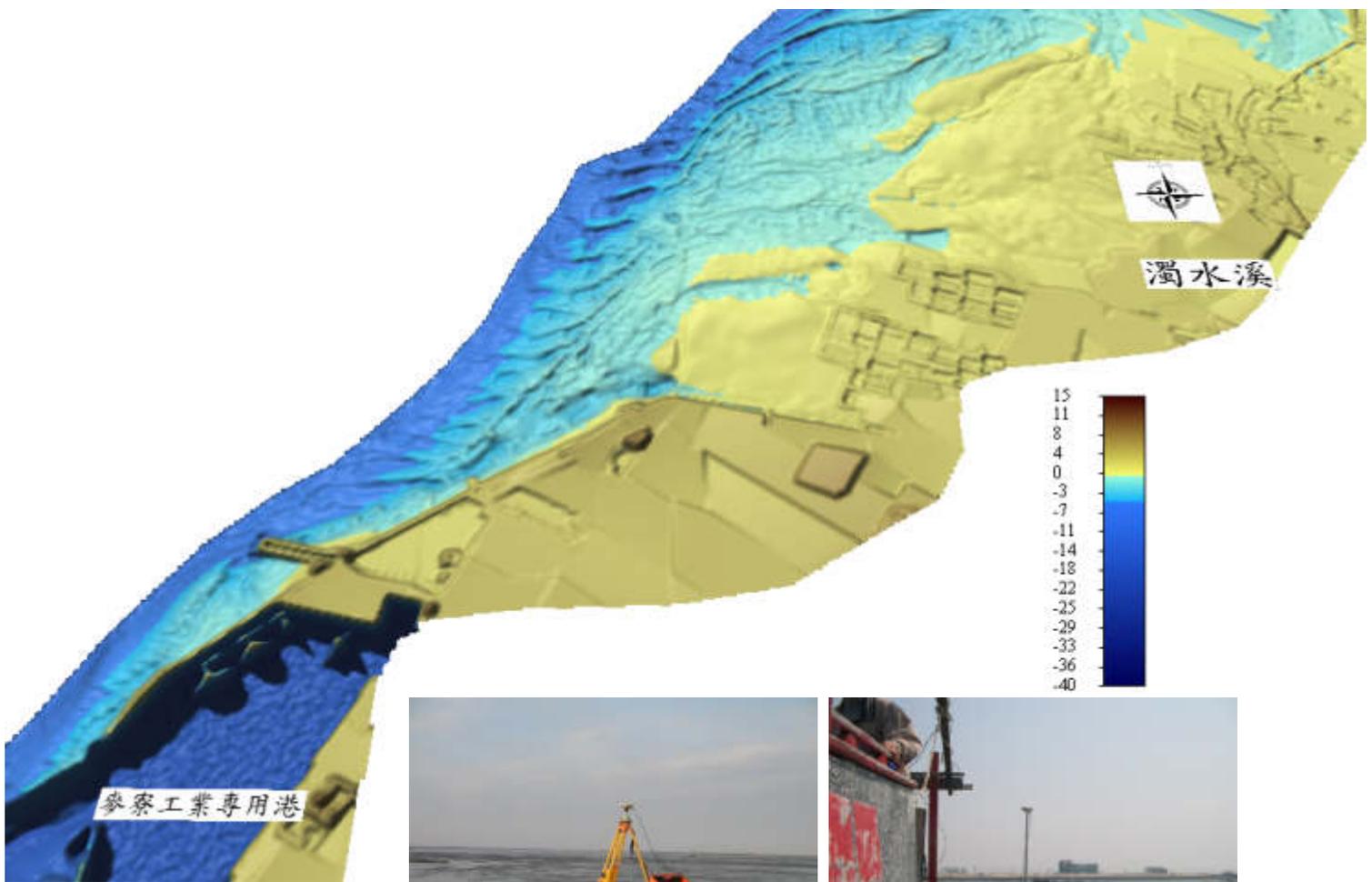




內政部土地測量局

彰雲地區潮間帶地形測繪計畫

工作總報告書



承辦單位：自強工程顧問有限公司
中華民國 95 年 12 月

目 錄

目 錄.....	I
圖 目 錄.....	III
表 目 錄.....	VI
壹、前言.....	1
一、計畫緣起.....	1
二、計畫目標.....	2
三、工作範圍.....	3
貳、作業期程.....	4
一、預定期程.....	4
二、實際作業期程.....	5
參、作業內容及方法.....	7
一、坐標系統.....	7
二、作業規範.....	9
三、工作項目.....	17
四、作業流程.....	19
肆、使用儀器及設備.....	20
一、控制測量儀器設備.....	20
二、航空攝影測量儀器設備.....	22
三、水深測量儀器設備.....	23
四、平面流場觀測儀器設備.....	27
伍、作業執行與成果.....	29
一、點位清查.....	29
二、平面控制測量.....	32
(一)作業規劃與測量.....	32
(二)資料處理.....	35
三、高程控制測量.....	39
(一)作業規劃與測量.....	39
(二)資料處理.....	39
四、陸域航空攝影測量.....	43

目 錄

(一) 工作流程.....	43
(二) 航拍規劃.....	44
(三) 航空標布設.....	47
(四) 航空攝影.....	50
(五) 空中三角計算.....	54
五、海域水深測量.....	63
(一) 水深作業規劃.....	63
(二) 工作項目及數量.....	67
(三) 潮位觀測.....	67
(四) 儀器架設與檢校.....	70
(五) 水深測量作業.....	74
(六) 水深測量資料處理.....	76
六、底質與流況調查.....	82
(一) 調查作業規劃.....	82
(二) 流況調查.....	85
(三) 底質調查.....	101
(四) 調查成果展示.....	110
七、地形圖圖資製作.....	111
(一) 數值地形圖繪製.....	111
(二) DEM 數值高程模型製作.....	115
(三) 彩色無縫鑲嵌正射影像圖製作.....	125
(四) 多用途電子化圖資建置.....	129
陸、結論.....	134
附件一 控制點點之記	
附件二 控制點檢測 (施測) 精度分析報告	
附件三 測線 (航線) 規劃圖	

圖目錄

圖 1-1	本計畫測區範圍圖	3
圖 3-1	潮位關係圖	8
圖 3-2	作業流程圖	19
圖 4-1	Leica SR9500 衛星定位儀	20
圖 4-2	Leica SR530 衛星定位儀	20
圖 4-3	NovAtel DL RT2 衛星定位儀	20
圖 4-4	Ashtech Z-Survey 衛星定位儀	21
圖 4-5	Leica NA3003 電子水準儀	21
圖 4-6	Leica TCR1105 電子經緯儀	21
圖 4-7	Z/I DMC 航空數位相機	22
圖 4-8	Leica LPS 影像工作站	23
圖 4-9	CSI MiniMax Beacon DGPS	23
圖 4-10	亞洲區 Beacon 訊號涵蓋圖	24
圖 4-11	SBE39 潮(水)位計	24
圖 4-12	聲速檢校板	25
圖 4-13	Valeport 650MK II 聲速剖面儀	25
圖 4-14	Odom 單音束測深儀	25
圖 4-15	TSS 湧浪補償儀	26
圖 4-16	測深導航電腦	26
圖 4-17	漂浮球 DGPS 設備	27
圖 4-18	海域平面流況量測系統架構圖	27
圖 4-19	Aquadopp 底碇式流速儀	28
圖 4-20	繫留式定點水流觀測布置示意圖	28
圖 5-1	控制點分布圖	31
圖 5-2	控制測量作業流程圖	32
圖 5-3	GPS 觀測網形圖	38
圖 5-4	水深測量路線網形圖	41
圖 5-5	航空攝影及數值地形圖作業流程圖	43
圖 5-6	航空標規格圖	45
圖 5-7	航線規劃及航空標布設位置圖	46
圖 5-8	彰化王功三月份潮汐預報曲線圖	51
圖 5-9	雲林台西五月份潮汐預報曲線圖	52
圖 5-10	像片連接點空中三角平差示意圖	54
圖 5-11	航照像片涵蓋、空標布設、控制點及空三點分布點	56
圖 5-12	海域測線規劃	64
圖 5-13	水深測量作業船隻	64
圖 5-14	水深量測與立製高程點重疊區域(摘要)	65
圖 5-15	水深測量作業流程圖	66
圖 5-16	台灣地區潮差變化關係圖	67
圖 5-17	彰雲地區潮位儀放置位置圖	68
圖 5-18	驗潮儀架設及觀測作業照片	69

圖目錄

圖 5-19	彰雲地區潮位觀測曲線圖	70
圖 5-20	DGPS 定位檢測作業情形	71
圖 5-21	測深儀器架設情形	71
圖 5-22	儀器架設偏移示意圖	72
圖 5-23	不同聲速造成聲波傳遞折射現象	72
圖 5-24	聲速剖面儀測量情形	73
圖 5-25	Bar Check 檢校情形	73
圖 5-26	水深作業情形	75
圖 5-27	類比式測深圖紙(範例)	76
圖 5-28	水準點、潮位站及平均海水面關係圖	76
圖 5-29	水深檢核線資料檢核區域圖	78
圖 5-30	彰濱至麥寮段資料檢核成果	79
圖 5-31	麥寮至箔子寮段資料檢核成果	79
圖 5-32	水深驗收資料檢核較差分布圖	80
圖 5-33	陸域與海域重疊區高程較差分布圖	80
圖 5-34	水深與航測重疊區測點位置圖	81
圖 5-35	麥寮潮位預報時序圖	82
圖 5-36	底質採樣及流況觀測位置圖	84
圖 5-37	海域平面流況量測系統架構圖	86
圖 5-38	流況觀測漂浮球裝置圖	86
圖 5-39	船上漂浮球監控系統作業情形	87
圖 5-40	台西五條港附近海域海上平面流況觀測作業	87
圖 5-41	王功漁港附近海域海上平面流況觀測作業—漂浮球回收	88
圖 5-42	王功漁港附近海域海上平面流況觀測作業—定點流速儀回收	88
圖 5-43	台西五條港附近海域漲潮時段漂浮球運動軌跡圖	90
圖 5-44	台西五條港附近海域退潮時段漂浮球運動軌跡圖	92
圖 5-45	台西五條港風速風向觀測站(N2622635,E165501)	93
圖 5-46	台西五條港海域風速觀測歷時圖	93
圖 5-47	台西五條港海域風向觀測歷時圖	93
圖 5-48	漲潮時段台西五條港陸域風速風向玫瑰圖	94
圖 5-49	退潮時段台西五條港陸域風速風向玫瑰圖	94
圖 5-50	台西五條港海域氣壓歷時圖	94
圖 5-51	台西五條港潮位記錄與#1 漂浮球觀測對應時間圖	94
圖 5-52	王功漁港附近海域漲潮時段漂浮球運動軌跡圖	96
圖 5-53	王功漁港附近海域退潮時段漂浮球運動軌跡圖	97
圖 5-54	王功漁港風速風向觀測站(N2651688,E181172)	98
圖 5-55	王功漁港海域風速觀測歷時圖	98
圖 5-56	王功漁港海域風向觀測歷時圖	99
圖 5-57	退潮時段王功漁港陸域風速風向玫瑰圖	99
圖 5-58	漲潮時段王功漁港陸域風速風向玫瑰圖	99
圖 5-59	王功漁港海域氣壓歷時圖	99

圖目錄

圖 5-60	麥寮海域潮汐水位記錄歷時圖	100
圖 5-61	底質採樣作業照	102
圖 5-62	樣本之粒徑分布曲線	104
圖 5-63	粒徑與比重分析流程圖	105
圖 5-64	礫岩分析流程圖	106
圖 5-65	粒徑重量百分比分布曲線圖	108
圖 5-66	數值地形圖、DEM 及正射影像作業流程圖	111
圖 5-67	1/2500 數值地形圖成果(圖號 9420-I-013-I)	113
圖 5-68	1/2500 數值地形圖(圖號 9420-I-013-I~9420-I-013-IV)套繪 1/5000 基本圖成果(圖號 9420-I-013)	114
圖 5-69	DELAUNAY 三角形網格	117
圖 5-70	GPS 輔助空三地面控制點分布圖	118
圖 5-71	彰濱至王功 DEM 成果圖	124
圖 5-72	台子村漁港外海 DEM 成果圖	124
圖 5-73	色調處理前之原始影像	125
圖 5-74	色調處理後之影像	125
圖 5-75	影像處理前之原始影像拼接圖	126
圖 5-76	影像處理後之影像拼接圖	126
圖 5-77	影像接邊處明顯產生接邊不符情形	126
圖 5-78	繪製影像接合線	126
圖 5-79	依據影像接合線進行 mosaic 之成果	126
圖 5-80	彩色正射影像成果(圖號 9420-I-013-I)	127
圖 5-81	彩色正射影像套繪地形成果圖(9420-I-013-I)	128
圖 5-82	S-57 海圖製作成果(範例)	130
圖 5-83	GIS 檢核程式執行畫面(摘要)	131
圖 5-84	AreView 成果展示(摘要)	132

表目錄

表 2-1	預定工作進度表	4
表 2-2	實際工作進度表	5
表 2-3	外業測量作業時間表	6
表 3-1	各項工作精度規範	16
表 3-2	合約工作項目與數量表	17
表 3-3	各項工作實做數量表	18
表 4-1	CSI MiniMax Beacon Receive 規格表	23
表 4-2	Valeport 650 MK II 聲速剖面儀精度規格表	25
表 5-1	控制點清查結果統計表	30
表 5-2	GPS 觀測時段表	34
表 5-3	各時段最小約制平差成果	35
表 5-4	已知控制點檢測坐標差值表	36
表 5-5	基線檢核精度分析表(摘要)	37
表 5-6	已知水準點檢測表	40
表 5-7	直接水準測量作業時間	40
表 5-8	水準測線往返閉合差檢測表	40
表 5-9	彰雲地區現有水準點引測成果	42
表 5-10	航空標坐標高程表	47
表 5-11	航空標布設作業時間表	49
表 5-12	飛航參數表	50
表 5-13	航拍時間與相片數	53
表 5-14	空中三角計算精度分析表	55
表 5-15	工作項目與工作數量表	67
表 5-16	DGPS 定位檢測成果表	71
表 5-17	IHO SP-44 規範標準	75
表 5-18	底質採樣及流速觀測位置坐標表	83
表 5-19	台西海域潮汐預報表	89
表 5-20	王功海域潮汐預報表	95
表 5-21	台西五條港水流觀測流速及流向統計表	101
表 5-22	王功漁港水流觀測流速及流向統計表	101
表 5-23	底質採樣分析主要儀器設備	103
表 5-24	美國土壤局 ASTM 篩號與粒徑之關係	103
表 5-25	底質採樣調查之累積重量百分比統計表	107
表 5-26	底質採樣調查之底床粒徑分份統計表	107
表 5-27	採樣調查樣本之礦岩重量百分比統計表	109
表 5-28	碳酸鈣含量百分比統計表	109
表 5-29	檢核地面控制點之平面坐標差值表	121
表 5-30	地面控制點基線檢核精度分析表	122
表 5-31	DEM 檢核抽驗位置表	123

壹、前言

一、計畫緣起

臺灣地區四面環海，海洋與我們相互依存的關係非常密切，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。潮間帶區域範圍，是海水漲潮(高潮線)與退潮(低潮線)之間的一個緩衝區；漲潮時潮間帶被水淹沒，退潮時潮間帶露出水面。潮間帶這個緩衝區域，受海洋及陸地的影響同時可見，兩邊的力量共同塑造出潮間帶區域特殊的地形、地貌與生態環境，因此海洋環境及陸地環境的變遷或是季節性變化，都直接或間接的影響潮間帶區域。

而國土包括海域、陸域以及海陸交接地帶的潮間帶區域，其中陸、海域地理資訊測製皆以大範圍且有計畫性地執行，潮間帶區域因為傳統測量技術的限制，海測船隻等載具不容易測到淺水地區，陸測無法在濕軟的退潮地區觀測，致測量作業實施困難，只有少數機關因特殊業務需要而進行小區域測製，歷來此區域間地形資料欠缺，造成國土圖資不完整。

內政部土地測量局選擇臺灣西部彰化縣、雲林縣沿海區域配合潮位狀況辦理潮間帶地形測量工作，衍生本次辦理 94 年度「彰雲地區潮間帶地形測繪計畫」，委託自強工程顧問有限公司辦理相關測量工作。以期建立比例尺 1/2500 之潮間帶地形圖資，供民間及相關單位使用。

二、計畫目標

對於潮間帶區域這種地形複雜性高且變動劇烈的特性，有賴透過有計畫的測量與調查來進行國土維護與管理；並對爾後有計畫性的施測臺灣沿海潮間帶施測方法、施測標準及成果展示等訂定相關規範，作為往後潮間帶地形施測之準則。

有計畫測量建立潮間帶基本地形資料，對於海岸經濟開發、縣市行政區域畫分及海岸變遷、環境監控、生態保育、養殖、採礦、海底電纜鋪設、海洋博物館、保護海洋環境、海岸資源合理利用、海域觀光資源及提昇遊憩品質等整體海岸經濟開發有實質的助益，並同時減緩地理環境急速衝擊。

藉由 93-95 年度之「潮間帶地形測繪先導計畫」及本計畫的推展，可從中獲得寶貴的實作經驗，作為潮間帶施測方法、標準等相關規範之訂定，並且能夠快速獲得(更新)潮間帶地形資料。

希望未來，能夠達成以下成效：

- (一)提供具彈性、可擴性、即時更新的海洋資料庫，除了可提高船隻航行的經濟、安全、即時性外，更能提供相關單位決策參考使用；
- (二)確保海洋生物資源的多樣性以促進共同養護與合理永續利用；
- (三)有效管理海洋非生物資源以兼顧資源開發與生態環境、保護海洋環境以確保國民健康；
- (四)活絡產業發展以提昇航運國際競爭力；
- (五)合理利用海域觀光資源以提昇海域觀光遊憩品質；
- (六)持續推動海洋科學研究以提昇海洋科學研究水準、引導全民關心國家海洋發展以建立海洋觀的文化社會。

三、工作範圍

測區範圍(如圖 1-1 所示)北自員林大排出海口北岸端，南至北港溪出海海口北岸端，東至南北端間海堤堤面中線為原則之連線往東 200 公尺止，未築海堤部分以該範圍南北端已築海堤終端中線連接線為準計之，西至當地最低潮位線起算至水深 5 公尺處，面積約 300 平方公里。

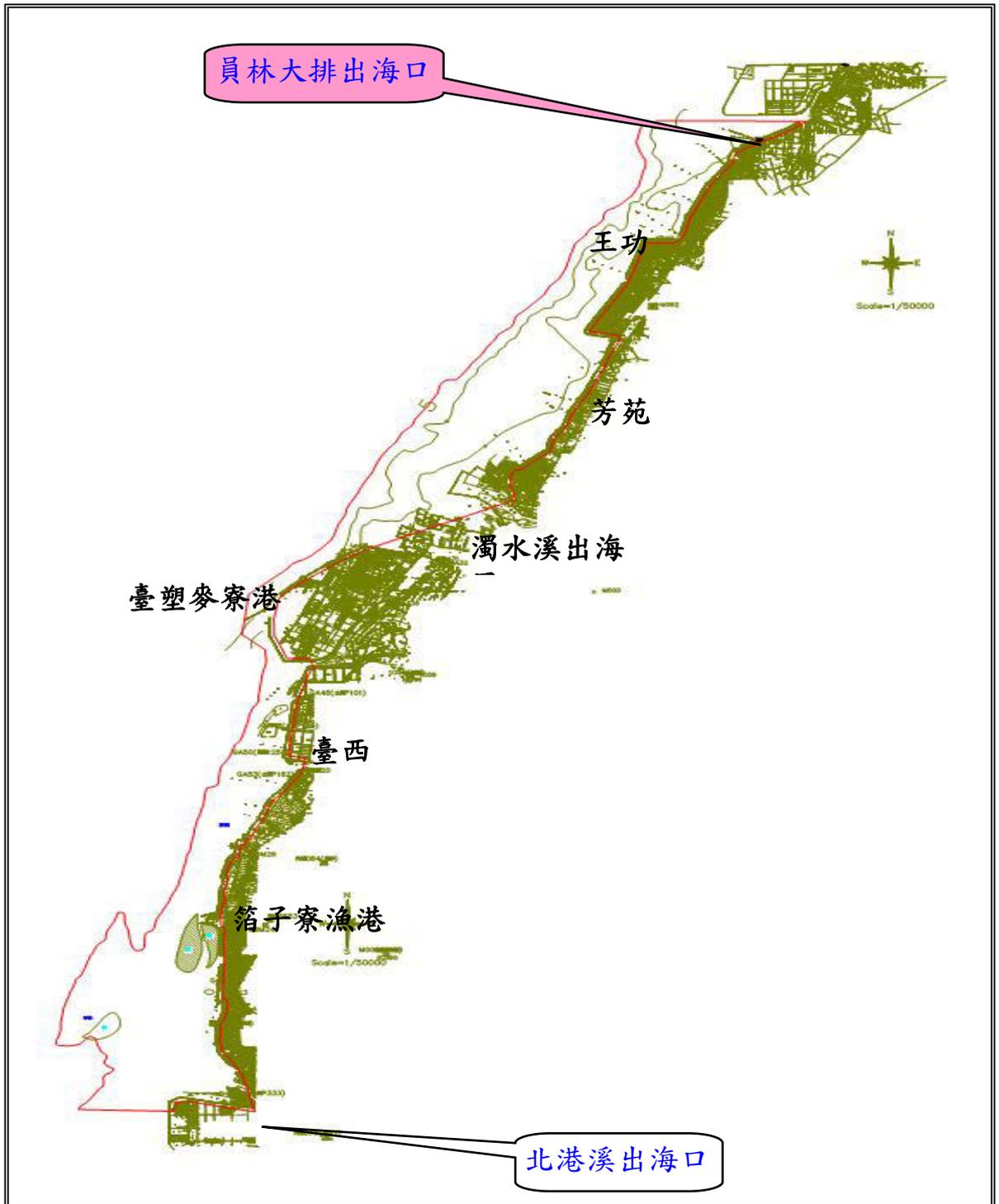


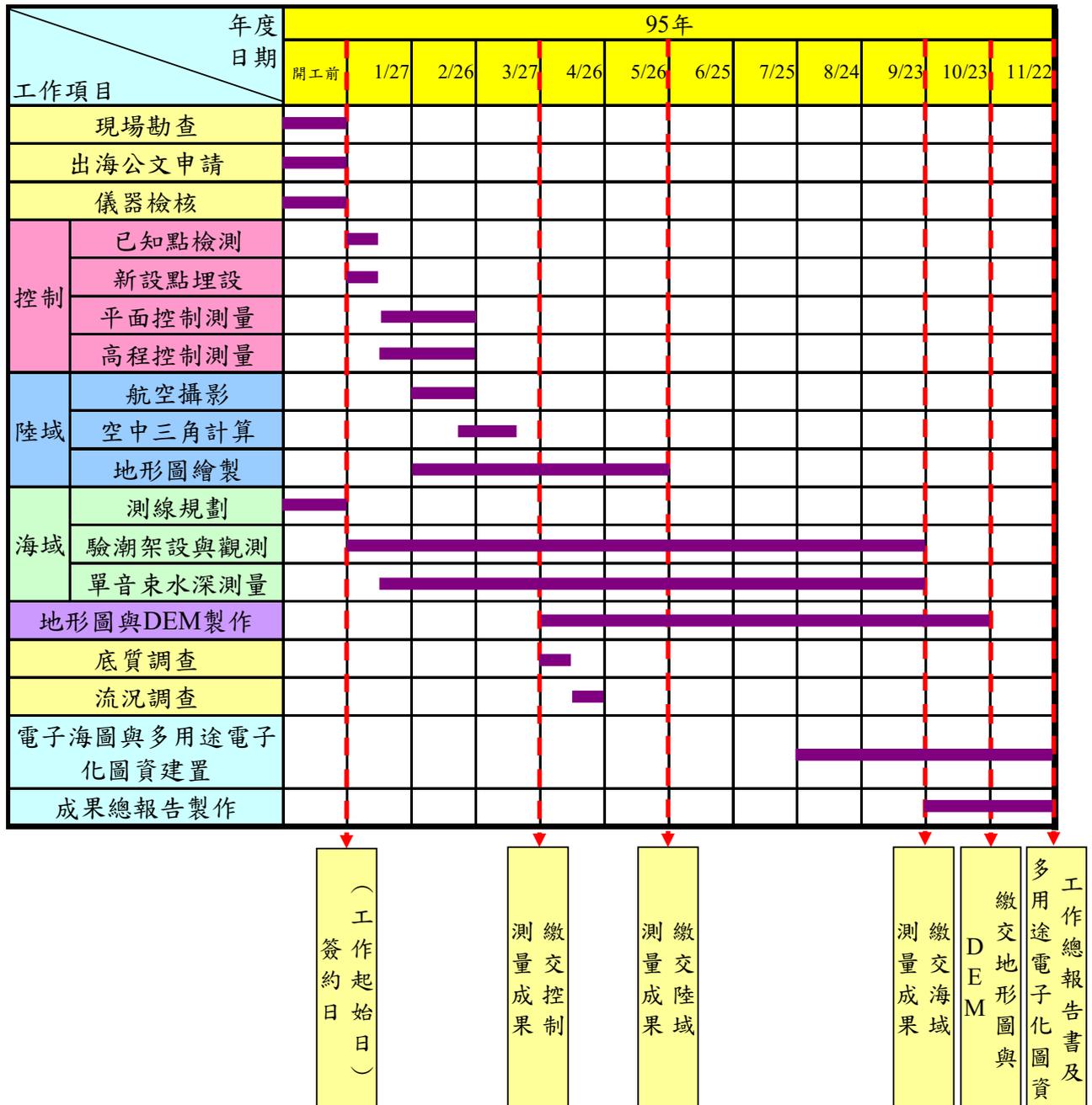
圖 1-1 本計畫測區範圍圖

貳、作業時程

一、預定期程

為期各項工作能順利進行，相關作業進度管理與協調(陸域地形、海域水深測量時間掌握及成果資料分析與製作等)，本案預定作業時程如表 2-1 所示：

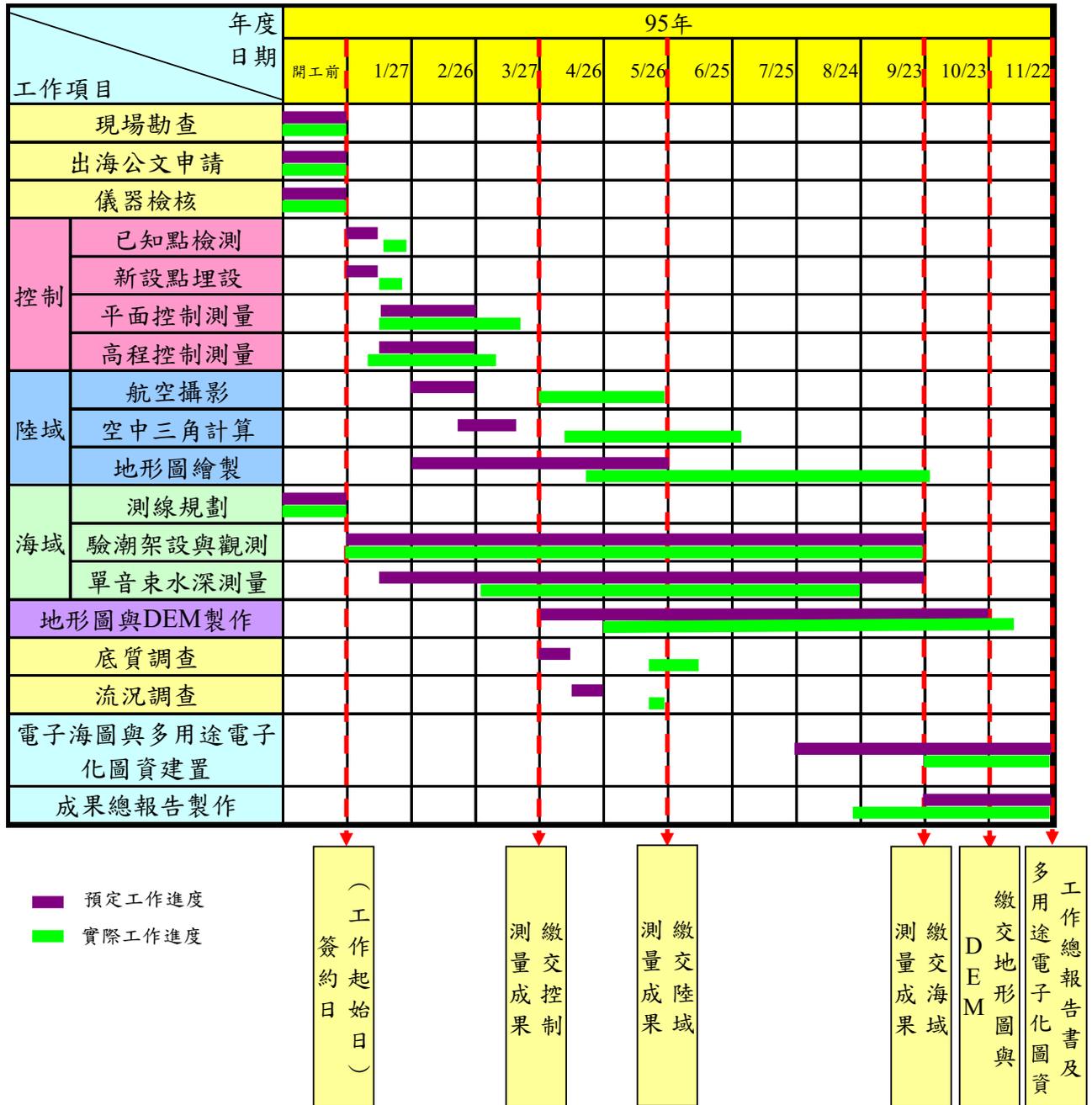
表 2-1 預定工作進度表



二、實際作業期程

本案各項工作進度除陸域地形測量期程延誤外，其餘均能符合預定之作業期程。探究其延誤原因為：為獲取最低潮位線位置，航空攝影必須於天氣晴朗(能見度佳)，並配合當地最低潮位時才能進行航拍，在兼顧兩者條件之下，因此延至95年5月26日才完成作業。實際作業時程如表2-2所示：

表 2-2 實際工作進度表



本案各項作業期間為 94 年 12 月 28 日起至 95 年 11 月 20 日止，期間完成各階段報告之提送，其各項外業測量作業時間如表 2-3 所示。

表 2-3 外業測量作業時間表

工作項目	作業日期	
1.作業準備(資料收集及港口出入證申請)	94.12.29~95.01.05	
2.已知控制點清查(水準點)	95.01.07~95.01.09	
3.航測標控制點布設及清標	布標	95.01.04~95.01.06(潮間帶航測標 5 點)
	清標	95.01.16~95.01.17(潮間帶航測標-補強)
	潮間帶航測標布標	95.02.13~95.02.16(潮間帶航測標 17 點)
	清標	95.03.03~95.03.04
	潮間帶航測標布標	95.03.17~95.03.21(潮間帶航測標 17 點)
	清標	95.03.29~95.03.30
	清標	95.05.23~95.05.24
4.新設控制點	95.01.23	
5.已知平面控制點檢測及控制測量(GPS 測量)	95.01.23~95.01.25	
6.潮位站架設及觀測-3 處	95.01.25~95.01.26	
7.潮間帶航測標 GPS 控制測量	95.02.14~95.02.15	
	95.03.17~95.03.21	
8.已知水準點檢測	95.01.13-(1101~1104)	
	95.02.27-(I033~I036)	
9.水準測量(含潮位站高程引測)	95.01.06~95.01.14	
	95.01.17~95.01.20	
	95.02.11~95.02.14、95.02.17	
	95.02.20~95.02.24、95.02.27	
10.航空攝影	95.03.30、95.03.31、95.05.26	
	95.03.05、95.03.09、95.03.11、95.03.16、95.03.18、95.03.21、95.03.22、95.03.30~95.04.05、95.04.12、95.04.18~95.04.23、95.04.25、95.04.26、95.04.28、95.04.29、95.08.01、95.08.02、95.08.22~95.08.25	
11.空中三角計算	95.04.01~95.04.12、95.05.27~95.06.30	
12.水深測量-4470 公里	水深作業當天並進行聲速校驗	
13.內業資料整理計算	含控制、航測及水深資料整理與成果製作	
14.地形圖與數值高程模型及電子圖資製作	95.09.01~95.11.20	
15.工作總報告書製作	95.10.15~95.11.20	

參、作業內容及方法

一、坐標系統

(一)平面基準

- 1.採用內政部公告之 TWD97 平面基準。
- 2.投影坐標系統:採用經差 2 度分帶之橫麥卡托坐標系統，中央子午線為東經 121 度，中央子午線尺度比為 0.9999，中央子午線與赤道之交點西移 250,000 公尺為坐標原點。

(二)高程基準

採用內政部公告之 TWVD2001 高程基準。

(三)潮位分析

係因天體與地球之相對位置不同時潮力亦異，當地球與太陽及月球在同一直線時潮力最大，因此潮差最大，故新月或滿月時潮差最大，此段時間之潮汐稱為大潮。如自地球視之，太陽與月球成直角時潮力彼此抵消，故在上弦或下弦時潮差較小，此段時間之潮汐稱為小潮。

臺灣沿海地區以西岸中部潮差較大，特別是通宵附近，最大潮差可達 5.90m，潮差向臺灣海峽南北兩端遞減至 2.0m 左右；東岸潮差較小約 2.0m~1.5m。

潮位為海岸工程結構物設計之重要參數，一般在海岸地區或港口設有驗潮站，以記錄潮汐水位變化，經由統計分析求得該地之潮位，資料收集時間越長期代表性越佳。

- 1.對某一測站而言，分析時段期間內水位記錄平均值稱為平均水位 (Mean Water Level，以 M.W.L.代表)。
- 2.在記錄中發生之高、低潮位記錄的平均值分別稱為平均高潮位 (M.H.W.L.)及平均低潮位 (M.L.W.L.)。
- 3.在朔、望後數日內之大潮時的高潮水位平均值，稱為大潮平均高潮位(H.W.O.S.T.)，低潮位之平均值稱為大潮平均低潮位(L.W.O.S.T.)。
- 4.在上、下弦期間發生的小潮時的高潮位及低潮位的平均值分別稱為小潮平均高潮位(H.W.O.N.T.)及小潮平均低潮位(L.W.O.N.T.)。
- 5.透過長期資料收集及統計，對於記錄中發生之最高水位及最低水位

分別稱為最高高潮位(H.H.W.L.)及最低低潮位 (L.L.W.L.)。潮位關係如圖 3-1 所示。

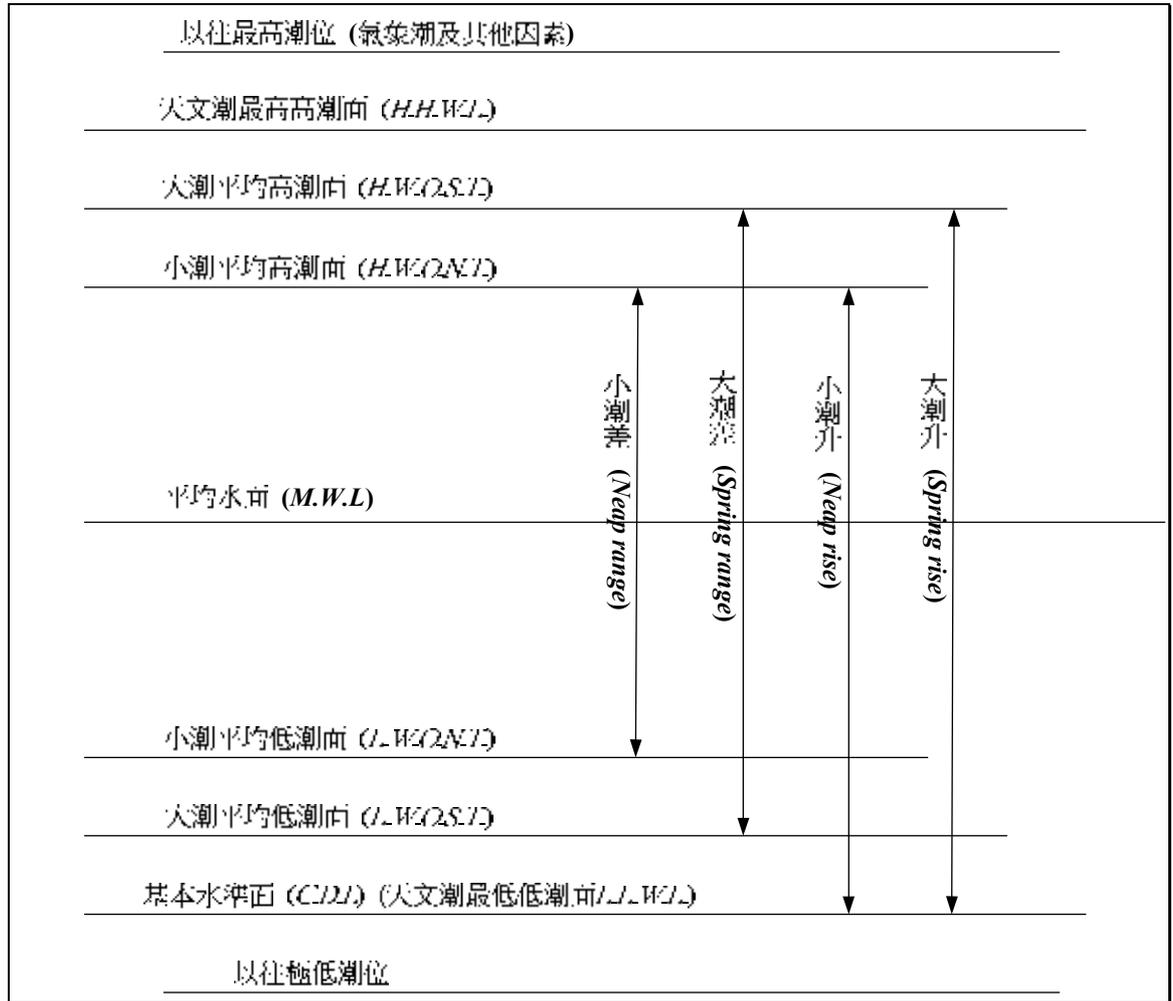


圖 3-1 潮位關係圖

潮位依應用目的而建立不同基準系統，海岸結構物多採潮位基準與大地高程相對應，故多採用中潮位系統表示，以平均水位為零點。對航運而言，需確定船舶通行所需最小水深，故海圖中對於港口水深基準面(Datum Level, D.L.)的表示，是以該地長年統計之平均海水位減去 $(M_2+S_2+K_1+O_1)/2$ 之水位為準，此值與最低低潮位約略相等，稱為低潮系統。

註：M₂：主太陰半日潮；S₂：主太陽半日潮；

K₁：主太陰全日潮；O₁：主太陽全日潮。

由於最低潮位線位置不明確，它隨著大潮、小潮每天都有變化，本計畫潮間帶地形測繪係使用航空攝影之技術，於接近最低潮位時(潮汐預報)進行拍攝，以獲得當時之潮位線(最低)。

二、作業規範

(一)平面控制測量工作

平面控制測量工作包含清理檢測基本控制點、新設控制點實地勘選及埋設、外業觀測(含新設控制點、基本控制點聯測與檢測)、坐標成果計算，且須符合下列規範：

- 1.控制點點位勘選應依照「內政部土地測量局辦理基本控制點點位勘選注意事項」辦理，並須考量網形規畫。
- 2.施測規範應依照「臺灣三等控制點衛星測量作業手冊」辦理。
- 3.精度規範：
 - (1)最小約制網平差計算：點位誤差橢圓長軸半徑最大不得超過 20mm。
 - (2)檢測所得之基線長度值與原坐標反算所得之相應基線長度進行比較，其較差量應小於 30mm+6ppm。
 - (3)檢測所得之坐標值與原坐標進行比較，各坐標分量較差值不得大於 98mm。
- 4.控制測量工作繳交下列成果：
 - (1)平面控制點分布圖及說明、點之記。
 - (2)檢測成果精度、原始觀測數據及平差後成果。

(二)高程控制測量工作

高程控制測量工作包含清理檢測高程控制點及外業觀測(含新設高程控制點、基本高程控制點聯測與檢測)高程計算，且須符合下列規範：

- 1.高程控制點勘選應依照「內政部一等水準測量作業規範」一等水準點勘選作業辦理。
- 2.儀器採用自動電子水準儀搭配條碼尺自動記錄，儀器最小讀數需在 0.1mm(含)以下。
- 3.以直接水準方式往返觀測，閉合於不同之 2 已知點上，並加讀視距，前後視距離約略相等且不大於 50 公尺。
- 4.測量精度：
 - (1)每測段往返大閉合差不得超過 $8\text{mm}\sqrt{K}$ (K 為水準路線之公里數)。
 - (2)閉合水準環線最大閉合差不得超過 $7\text{mm}\sqrt{F}$ (F 為閉合水準環線長度公里數)。

5.控制測量工作繳交下列成果：

- (1)高程控制點分布圖及說明、點之記。
- (2)檢測成果精度、原始觀測數據及平差後成果。

(三)陸域範圍測量工作

以航空攝影測量施測需進行飛航規畫，內容包括航線及地面控制規畫、飛航申請等，並依下列作業要求及精度規範辦理：

- 1.航拍重疊比例：航向重疊(overlap)須大於(含)60%，側向重疊(sidelap)須大於(含)30%，各航帶前後應於本案陸域測區範圍外各多拍 2 個像對。
- 2.航攝成果應專為本案拍攝之最新影像。
- 3.飛航報告書應包含下列成果：
 - (1)航線圖：使用內政部 1/25,000 比例尺地形圖或其他相關圖資為底圖，繪製航線圖、控制點分布、成果圖索引圖，並掃描製作電子檔。
 - (2)飛航參數與掃描參數：配合航線圖說明每條航線之日期、航高、航速、所使用之地面控制點、使用儀器之規格等有關掃描與飛航參數、儀器資訊之資料。
- 4.航空攝影後，如檢查底片有下列情形應重新攝影或補攝。
 - (1)航線偏差超過 10%。
 - (2)重疊不足，像對不能涵蓋陸域測區範圍全部。
 - (3)航高過高或過低，致底片比例尺與規定相差 10%以上。
 - (4)航偏角及航傾角大於 5 度以上。
 - (5)底片有雲，影像模糊，陰影過長及其他因攝影或沖洗不良，或不能完全消除視差，致無法用於量測及製圖。
- 5.精度要求，實地檢測與原成果進行比對，其中 90%比對成果平面誤差應在 0.5 公尺內，其餘 10%應在 1 公尺內；90%高程誤差應在 0.5 公尺內，其餘 10%應在 1 公尺內。
- 6.繳交下列成果：
 - (1)原始觀測資料及計算成果：須繳交正射影像數值檔 1 份、空中三角測量電子檔，上述成果版權歸內政部土地測量局所有。
 - (2)航空攝影相片涵蓋圖 1 份(展繪於 TWD 97 坐標系統二萬五千分之一地形圖上，並註記攝影日期及航測控制點及各航線涵蓋範圍)。
 - (3)航空攝影系統率定報告書：報告內容須包含系統率定方法介紹、使用之率定方法、日期、成果精度說明。

(四)海域範圍測量工作

需進行水深測量規畫，內容包括航線、施測方法及程序、出海作業許可申請等，並依下列作業要求及精度規範辦理：

- 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，由當地最低潮位線往西施測至水深 5 公尺處，測線間距 25 公尺，每 250 公尺施測一條約略與測線垂直之檢核線。實際測線間隔誤差不得大於 30%，間隔過大者必須加以補測。
- 2.潮位觀測
 - (1)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最小處設置驗潮儀，或採用港域內已設立之驗潮儀(經驗證正確方可採用)。每 6 分鐘記錄潮位 1 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。
 - (2)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、驗潮站高程、驗潮儀設定參數，依此計算出潮位高度。
 - (3)將計算出之潮位高度繪製潮位曲線圖(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。
 - (4)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。
 - (5)潮位站之高程需以直接水準往返觀測方式從水準點引測推算，往返觀測之閉合差須符合前述規定。
 - (6)可輔以預測潮位資料或鄰近驗潮站之潮位資料以檢視潮位觀測之正確性。
- 3.聲速剖面量測
 - (1)於每日水深測量作業區域中，於深水區作一次聲速剖面量測，並在測量作業時選擇水溫溫差較大時段再次量取聲速剖面，以修正水中聲速的變化。
 - (2)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。製作聲速剖面記錄表，記載聲速剖面值、記錄量測人員、時間及位置坐標等資訊。
- 4.進行水深校正板檢校，並製作檢校記錄。
- 5.作業天候限制，在無加裝湧浪補償儀或船隻姿態感測器情況下，在波高超過 50 公分或風力達 3 級(含)以上(7~10 海浬/小時)不得作業，若加裝湧浪補償儀或船隻姿態感測器，則在波高 1 公尺內及風力 3 級(含)以

下，得視海象狀況決定作業與否。

- 6.儀器配置資訊記錄：以船隻重心為相對坐標中心，船隻重心至船首方向為基準方向，記錄並繪製感測器相對位置配置圖，包括：
 - (1)音鼓吃水深:音鼓至水面距離。
 - (2)音鼓平面位置:音鼓於船上架設的相對位置。
 - (3)定位儀平面位置:定位儀架設於船上的相對位置。
 - (4)定位儀高程:定位儀至水面距離。
 - (5)船隻姿態感測器位置:船隻姿態感測器(或湧浪補償儀)架設於船上的相對位置，應以安置於船隻重心為宜。
- 7.音鼓以安置在船舷為原則，單音束音鼓應垂直水平面，船隻湧浪補償儀應儘量靠近音鼓，以減少偏差效應。
- 8.於近岸處之水深測量，應儘量利用漲潮時間施測，加大水深測量範圍且能涵蓋部分潮間帶，與陸域施測範圍有所重疊，不致產生間隙，亦可比對測量成果之品質。
- 9.實地檢測精度要求，與原成果進行比對，其中 90%比對成果平面誤差應在 2 公尺內，其餘 10%應在 4 公尺內；90%高程誤差應在 $=\sqrt{a^2 + (b \times d)^2}$ 公尺內 (a=0.25 公尺, b=0.0075, d 為水深)，其餘 10%應在 $2 * \sqrt{a^2 + (b \times d)^2}$ 公尺內。
- 10.繳交下列成果：
 - (1)所有原始觀測資料及計算成果，並包含潮位記錄表、潮位曲線圖(潮位高/時間)、聲速剖面記錄表、感測器相對位置配置圖。
 - (2)航線圖，並附船隻進出港證明。
 - (3)水深校正板檢校記錄。
 - (4)水深測量記錄表:記錄作業日期、起迄時間、海象天候、風浪大小、作業人員、儀器、儀器架設位置參數及處理軟體等。

(五)地形資料製作工作

地形資料包含控制點、建物、海堤、公路、漁塭、植被、水系、高壓電塔等內容，需分層建置。並依下列規範辦理：

- 1.比例尺：1/2500。
- 2.圖幅範圍及圖號：為配合國土資訊系統之一致性及完整性，1/2500 圖幅分幅方式及圖幅編號採內政部 1/5000 像片基本圖及基本地形圖分幅法原則向下延伸，如 9421-Ⅱ-028-Ⅱ。

3. 等高(深)線之繪製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。
4. 地形之等高深線間距，視地形走勢變化及成圖比例尺而定，原則上為 1 公尺，以能選擇最小等高(深)線間距且能清楚展示為原則，相鄰等高(深)線水平間距大於 500 公尺者，應加繪 0.5 公尺之間曲線，若於地形變化遽烈處，於圖上呈現之等深線間距過密者(2 線間距在 1 公釐內)，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較淺者之等深線間距展繪。
5. 相鄰圖幅必需加以接邊處理，接邊處理時須注意等高(深)線、道路、方格線 250 公尺間隔註記、地名、河川、河川流向等彼此銜接配合一致。

(六)數值高程模型(DEM)製作工作

1. 製作程序：應於平差工作完成經檢核通過後方可進行 DEM 製作之工作，可採自動化過濾方法製作 DEM，但最後的成果應經過人工的檢核及編修程序。
2. 網格間距：5 公尺x5 公尺網格。
3. 分幅存檔：以本案地形圖之圖幅分幅方式，實際涵蓋範圍應較基本圖略大，以能包括 4 個圖隅點並向外擴大到 5 公尺整倍數網格點之矩形為準。
4. 資料格式：數據以公尺為單位，坐標位數保留至小數點以下 3 位。
 - (1) 每幅數據需有詮釋資料文件。原則上以本案地形圖之圖幅分幅方式為依據，實際涵蓋範圍以能包括 4 個圖隅點並向外擴大到 1 公尺整倍數網格點之矩形為準。
 - (2) 5 公尺解析度規則網格 DEM，資料格式依內政部「數值高程模型測製規範」規定辦理，分幅方式同前項。
5. 資料精度(DEM 之品質)：為所繪地物 90%在圖上之平面誤差應在 0.5 公尺內，其餘 10% 應在 1 公尺內。高程精度：以等高(深)線作為高程檢核之依據時，所檢核點位高程之誤差 90%應在 0.5 公尺內。
6. 完成之 DEM 應進行精度評估
 - (1) 地面檢核測量：約 30 幅分幅範圍內需施行一處現地檢核，每處(區域)檢核點至少 50 個檢核點，可選擇透空平坦地進行。本公司依據地面檢核點測量數據，進行精度評估報告。
 - (2) 應對檢核數據之高程精度做分析。

- 7.繳交成果資料包含：測量數據處理方法、程序、品質分析成果、數據檢查過程之展示等資料。

(七)多用途電子化圖資建置

為掌握海域現有地形、地貌，藉由調查沿岸區域海水流動方向、速度及空間變化狀況與底質性質，供漂砂、海岸及河口地形變化評估之用。

1.底質調查：

調查選點南北方向自測區範圍最北端至最南端平均分布，往西 1 公里及 5 公里處各取 1 點，共取 10 點，位置由本公司提報甲方核准後進行，底質特性由實地採樣並可搭配其它感測器(單音束測深儀、多音束測深儀、側掃聲納、底層剖面儀、攝影..等)補強之。所採得之樣體需以採樣收集容器收集並註記編號、日期、時間，並進行礦物成份組成分析、碳酸鈣含量及粒徑分析等，分析內容及方法說明如下：

- (1)礦物成份組成分析：依程序將底樣烘乾—洗滌過篩—烘乾—過篩—稱重—砂樣薄片製作—光學顯微鏡分析—計算各礦物質含量百分比。
- (2)碳酸鈣含量分析：依程序將底樣烘乾—研磨—稱重—加鹽酸溶解—過濾—沖洗及稀釋—AA 分析測量 $\text{Cd}2$ 濃度—換算為 CaCO_3 之含量。
- (3)粒徑分析：包括篩分析及比重計分析。
- (4)底質調查報告書包含礦物成份組成分析、碳酸鈣含量分析與粒徑分析資料。

2.流況調查：

平面流場與定點流場觀測，作業方法採用漂流浮標進行平面流場觀測，採錨碇流速儀進行定點流場觀測，流況調查需配合潮位觀測及風速風向觀測進行，於合約期限內進行漲、退潮流場觀測，採用 2 個漂流浮標與 2 個錨碇流速儀進行，連續量測時間至少 6 小時以上，於甲方指定之測區內一次拋放 2 個漂浮球，起始拋放位置與時間由本公司視現場實際情況而定，經提報甲方核准後方可進行，施測前本公司應先提供施測機具及量測方式經機關認可後方施作。資料數量點收不足(以 6 小時計算)或資料品質不佳，無法取得連續資料時本公司須無條件重做。如因流速過大，致使標浮球偏離測區且無跡象迴轉時，或漂浮球受到各型障礙物(如蚵架、海岸結構物或施工船舶等)阻擋無法繼續前進時，本公司得重置漂浮球繼續追蹤量測，且不受連續 6 小時的限制。潮流速度及方向在 95%信賴區間之量測誤差應分別小於 0.1 節及 10 度。作業內容：

- (1)平面流場追蹤：以不大於 10 秒的時間間隔自動記錄一次漂浮球之坐標點，包括其經緯度及時間。
- (2)潮位觀測：於流場追蹤作業期，在測區附近布放潮位計，並同步自動記錄水位高程值。
- (3)風速風向觀測：於流場追蹤作業期間，設置風速風向計進行風速風向觀測。
- (4)流況資料報告書內容包含：漂浮軌跡圖（含定點流速儀位置、測區及附近位置示意圖）、漂浮球流速、流向、水位及風速相關時序圖、漂浮球軌跡和潮汐之關係比較圖、表列每分鐘之漂流流速、流向、漂流時間、坐標、風速風向及水位變化等資料。定點流速並繪製以十六方位之玫瑰圖及流速流向百分比表、量測時間之潮位與流速流向之影響分析圖表。

3.S-57 電子海圖建置：

將測得的陸域、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須為一完整圖層，且須符合 S-57 國際海測資料交換標準製作。

4.多用途電子化圖資建置：

GIS 資料編輯整理成電子化圖檔，檔案包括：

- (1)GIS 圖層分層並建立屬性資料欄位。
- (2)檔案格式：以 Autodesk Map 軟體之 DXF、ArcView 軟體之 SHP、MicroStation 軟體之 DGN、MapInfo 軟體之 MIA/MIF 格式儲存之多用途電子圖。（均須包含 TWD67 與 TWD97 坐標系統）
- (3)提供 GIS 圖元物件、位相關係、屬性資料之檢核程式。

5.繳交成果資料包含：

底質調查資料報告書、流況資料報告書、S-57 電子海圖電子檔與多用途電子化圖資電子檔。

綜合上述各項工作規範內容，相關工作精度要求歸納整理如表 3-1 所示。

表 3-1 各項工作精度規範

工作項目	工作規範
控制系統	1.平面系統：內政部公告之 TWD97 坐標系統
	2.高程系統：內政部公告之 TWVD2001 高程系統
系統檢測精度	1.檢測已知點，由坐標反算邊長值相對精度需優於 1/10000
	2.由坐標反算夾角相對差值須小於 20 秒
	3.檢測高程差與原高程之比較差值應小於 $8\text{mm}\sqrt{K}$
平面控制測量	1.點位誤差橢圓長軸半徑最大不得超過 20mm
	2.基線長之較差量須小於 $30\text{mm}+6\text{ppm}$
	3.各坐標分量較差值不得大於 98mm
高程控制測量	1.儀器最小讀數需在 0.1mm (含) 以下
	2.前後視距離約略相等且不大於 50m
	3.水準路線最大閉合差不得大於 $8\text{mm}\sqrt{K}$
陸域測量	1.平面精度 90% 成果須在 0.5m 內，其餘 10% 須在 1m 內
	2.高程精度 90% 成果須在 0.5m 內，其餘 10% 須在 1m 內
海域測量	1.實際測線間隔誤差不得大於 30%
	2.潮位觀測誤差不得大於 5cm
	3.平面精度 90% 成果須在 2m 內，其餘 10% 須在 4m 內
	4.高程精度 90% 成果須在 $\sqrt{a^2 + (b \times d)^2}$ 公尺內 (a=0.25m, b=0.0075, d 為水深)，其餘 10% 須在 $2 \times \sqrt{a^2 + (b \times d)^2}$ 公尺內
DEM 精度	1.平面精度 90% 成果須在 0.5m 內，其餘 10% 須在 1m 內
	2.高程精度 90% 成果須在 0.5m 內，其餘 10% 須在 1m 內

三、工作項目

本案依據合約規範各工作項目及數量整理如表 3-2 所示。各項作業細項包含已知點清查、平面坐標及高程檢測、平面控制測量、水準測量、潮位站架設、航空攝影、空中三角計算、水深測量、地形圖繪製及多用途電子化圖資建置等工作，其各工作項目之實作數量詳如表 3-3 所示。

表 3-2 合約工作項目與數量表

項次	工作項目	數量	備註
1	控制測量工作	1 式	引用內政部一、二等衛星控制點與一等一、二級水準點，以及內政部土地測量局布設之三等控制點為施測依據。
2	陸域範圍測量工作	1 式	範圍為當地最低潮位線以東，以海堤堤面中線為原則之連線往東 200m 止。至於往東 200m 以外之區域不在本計畫繪製範圍內，若現有圖檔可供接圖，必須協助接圖。
3	海域範圍測量工作	1 式	範圍為當地最低潮位線以西至水深 5 公尺之區域。
4	地形圖與 DEM 製作	1 式	地形圖比例尺為 1/2500；DEM 網隔間距為 5M × 5M。
5	底質調查	10 點	調查選點南北方向自測區範圍最北端至最南端平均分布，往西 1 公里及 5 公里處各取 1 點，共取 10 點，位置由本公司提報內政部土地測量局核准後方可進行。
6	流況調查	4 點	位置、時間由本公司提報內政部土地測量局核准後方可進行連續觀測時間至少需要 6 小時以上。
7	電子海圖建置	1 式	須符合 S-57 國際海測資料交換標準製作。
8	多用途電子化圖資建置	1 式	將地形資料編輯整理成電子化圖檔。

表 3-3 各項工作實做數量表

項次	工作項目	單位	實作數量	備註
1	已知平面控制點檢測	點	14	M002.M003.M049.M092.M486.M809. M300.M812.M392.M459.M533.M343. M446.S902
2	已知水準點檢測	點	6	1101.1102.1104.I032.I033.I034 彰化及雲林各一段每段 3 點
3	補設控制點-沿用舊點	點	1	台電 93 年布設之精密導線點 TPNO07
	補設控制點-新埋設	點	5	CH001.CH002.CH003.YL001.YL002
4	主控制點測量 (GPS 測量)	點	23	CH001.CH002.CH003.YL001.YL002. NM76.NX11.NX25.NX64.NX97.NY92.P002. P009.P025.P101.P124.P182.P212.P300. P326.P333.YL0003. TPNO07
		點	53	陸上航測標控制點：40 點 A01.C002A.C001-C032.C034.C036.C038. C039.C042.C043 潮間帶航測標控制點：13 點 A02-A05.A07.A10-A13.C033.C035.C040. C041
5	水準測量	公里	269	含潮位站及航測標連測
6	潮位站架設及觀測	點	3	彰濱工業區、麥寮專用港、泊子寮漁港
7	航空攝影	公里	219	9 條航帶
8	立體製圖(陸域部分)	公頃	14000	製作比例尺 1/2500
9	水深測量	公里	4470	東西向測線間距 25m， 南北向檢核線間距 250m
10	內業資料整理計算	式	1	含 GPS 資料及水準資料計算、空中三角計算、水深資料整理、地形圖繪製編修、數值高程模型製作、多用途電子化圖資建置與報告撰寫

四、作業流程

本案各工作項目包含已知點清查、平面坐標及高程檢測、平面控制測量、水準測量、潮位站架設、航空攝影、空中三角計算、水深測量、地形圖繪製及多用途電子化圖資建置等工作項目，其整體作業流程如圖 3-2 所示。

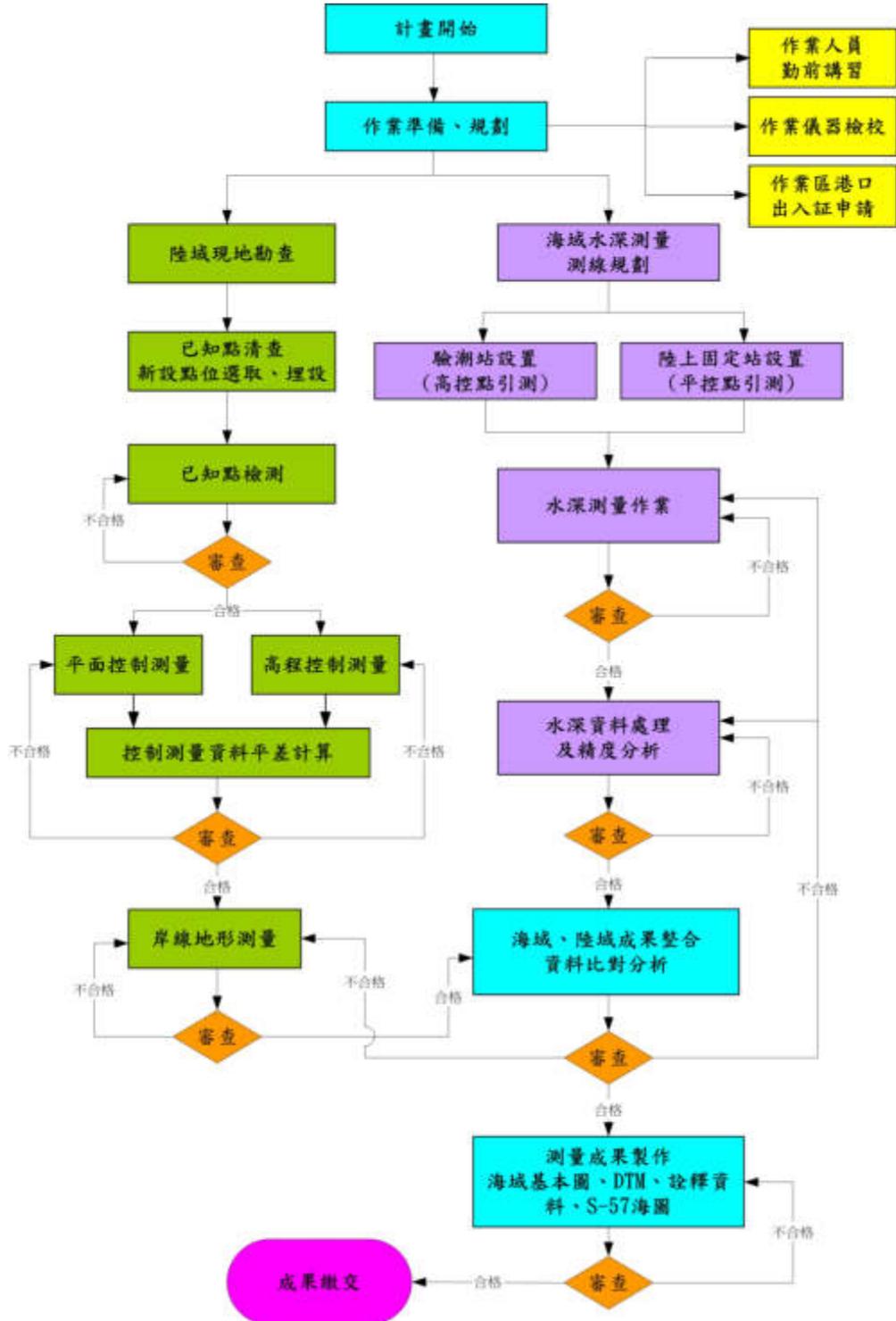


圖 3-2 作業流程圖

肆、使用儀器及設備

一、控制測量儀器設備

有關控制測量所使用之儀器包括：GPS 衛星定位儀、精密水準儀及全測站電子經緯儀，其儀器精度、規格、型號等資料如後詳述。

(一)GPS 衛星定位儀

考量平面控制點(舊點及新設)點數及分布狀況，使用之全球衛星定位儀共 14 台，主要分為四種型式分別為：Leica SR9500、Leica SR530、NovAtel DL RT2 及 Ashtech Z-Survey。以下就不同型式之儀器做說明：

1. Leica SR9500 衛星定位儀

- (1)儀器功能：可作靜態、快速靜態測量及 DGPS
- (2)訊號：雙頻(L1、L2)、雙 P
- (3)精度： $\pm 5\text{mm}+1\text{ppm}$
- (4)序號：283770、283774、283652、280414
- (5)其他：可搭配無線電



圖 4-1 Leica SR9500 衛星定位儀

2. Leica SR530 衛星定位儀

- (1)儀器功能：可作靜態、快速靜態測量、DGPS 及 RTK
- (2)訊號：雙頻(L1、L2)、雙 P
- (3)精度： $\pm 5\text{mm}+1\text{ppm}$
- (4)序號：136245、136239、136649、136754
- (5)其他：可搭配無線電、手機及 PDA 手機



圖 4-2 Leica SR530 衛星定位儀

3. NovAtel DL RT2 衛星定位儀

- (1)儀器功能：可作靜態、快速靜態測量、DGPS 及 RTK
- (2)訊號：雙頻(L1、L2)、雙 P
- (3)精度： $\pm 5\text{mm}+1\text{ppm}$
- (4)序號：CNS99130186、CNS99130183、CNS00060363、CNS00060368
- (5)其他：可搭配無線電



圖 4-3 NovAtel DL RT2 衛星定位儀

4.Ashtech Z-Survey 衛星定位儀

- (1)儀器功能：可作靜態、快速靜態測量、DGPS
- (2)訊號：雙頻(L1、L2)、雙 P
- (3)精度： $\pm 5\text{mm}+1\text{ppm}$
- (4)序號：UZ01202、UZ01204
- (5)其他：可搭配無線電

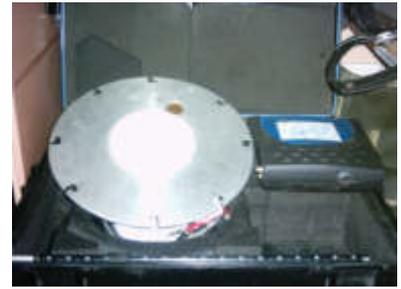


圖 4-4 Ashtech Z-Survey 衛星定位儀

(二)精密水準儀

直接水準測量儀器使用 Leica NA3003 系列及 Leica DNA 之精密水準儀，儀器相關精度與規格如下：

- (1)有效距離：1.8m~100m
- (2)測距精度：0.2m~0.5m
- (3)解析度：0.1mm
- (4)水準閉合精度：1.2mm(每公里)
- (5)序號：90747、283419、332827



圖 4-5 Leica NA3003 電子水準儀

(三)全測站電子經緯儀

導線及地形測量儀器使用 Leica 1100 系列之全測站電子經緯儀，儀器相關精度與規格如下：

- (1)測角精度： $\pm 3''$ (解析度 $\pm 1''$)
- (2)測距精度： $\pm 2\text{mm}+2\text{ppm}$
- (3)雷射距離：200m
- (4)序號：210050、632218、624817



圖 4-6 Leica TCR1105 電子經緯儀

二、航空攝影測量儀器設備

有關航空攝影測量所使用之儀器包括：數位相機及影像工作站，其儀器精度、規格、型號等資料如後詳述。

(一)數位相機

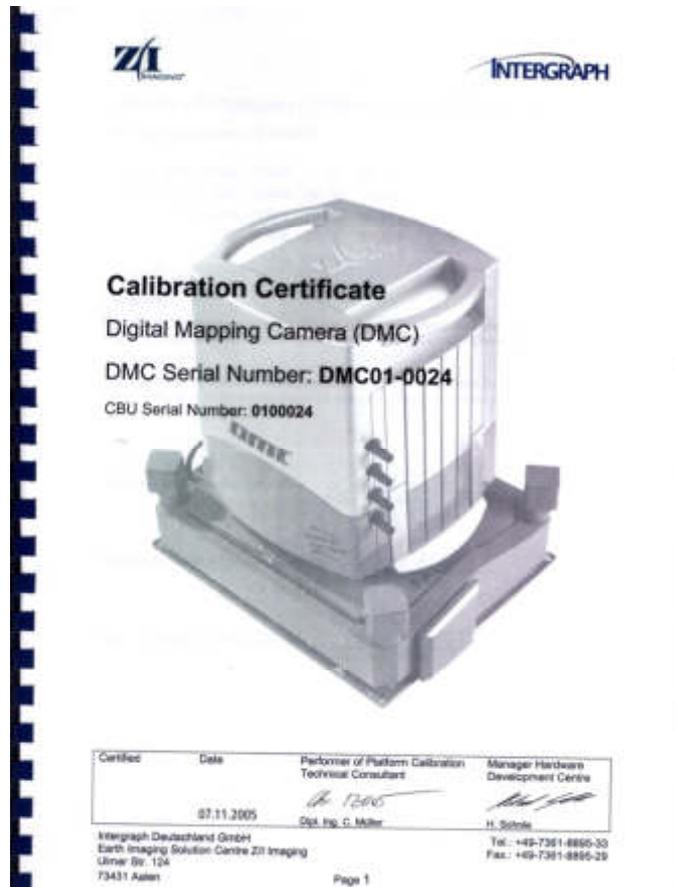
本計畫使用相機為專業航空數位相機『Z/I DMC』其規格如下：

- (1) 焦距：120 mm
- (2) 像元尺寸：12 μ m
- (3) CCD 陣列數：4096*7168
- (4) X 方向相幅寬：80 mm
- (5) Y 方向相幅寬：170 mm



圖 4-7 Z/I DMC 航空數位相機

本計畫使用之專業航空數位相機，係於 94 年 11 月引進臺灣。影像拍攝後進行後處理影像融合工作，影像融合時會進行率定校正之工作，因此無須於每次航拍前進行儀器校正。本率定報告書校正日期為 94.11.07，內容如下：



(二)影像工作站

本計畫使用之專業影像工作站為 Leica LPS，其介紹如下：

LPS 為影像處理及攝影測量提供了高精度及高效能的生產工具，它可以處理各種太空飛行(如 SPOT5、QuickBird、LANDSAT 等)及航空(傳統或數位相機)的各類感測器影像定向及空三加密，處理各種影像格式，黑／白、彩色、多光譜及高光譜等各類數字影像。LPS 的應用包括地形圖製作、數值地形模型製作、正射影像鑲嵌及遙感處理等。



圖 4-8 Leica LPS 影像工作站

三、水深測量儀器設備

有關水深測量所使用之儀器包括：DGPS 定位儀、潮位儀、聲速校正儀器、單音束測深儀、湧浪補償儀及測深導航電腦，其儀器精度、規格、型號等資料如後詳述。

(一)DGPS 定位儀

使用 CSI MiniMax Beacon Receive DGPS，利用架設於全球之 DGPS 基地台，以廣播訊號方式發射差分資料，由移動端自動搜尋最佳訊號源並接收資料，達到差分定位目的，儀器規格如表 4-1 與訊號涵蓋範圍如圖 4-10。



圖 4-9 CSI MiniMax Beacon DGPS

表 4-1 CSI MiniMax Beacon Receive 規格表

GPS 接收儀形式	L1, C/A code, with carrier phase smoothing
頻道	12-channel, parallel tracking (10-channel when tracking SBAS)
Beacon 頻寬	283.5 KHz-325.0 KHz
資料更新速率	1 Hz default, 5 Hz max
水平定位精度	< 1m 95% confidence
通訊協定	NMEA 0183



(資料來源：CSI-Wireless 網站)
圖 4-10 亞洲區 Beacon 訊號涵蓋圖

(二)潮位儀

採用 Sea-Bird Electronics 溫度、壓力潮(水)位記錄器，於水深測量前放入水中量取儀器至水面相對距離，儀器精度及規格如下：

(1)測量範圍：溫度範圍：-5°C ~ +35°C；

壓力範圍：0 ~ 20m 水深

(2)精度：溫度：0.002°C；

壓力：0.02m

(3)儀器穩定性(每個月):溫度：0.0002°C；

壓力：0.0008m

(4)解析度:溫度：0.0001°C；壓力：0.0004m

(5)記憶體：4M Flash memory

(6)資料儲存量：466,000 筆資料(T,P,Time 格式)

(7)即時計時器：精度 5 sec/month

(8)外觀(塑鋼外殼)：重 0.6 公斤、長 254mm、管徑：48.2mm



圖 4-11 SBE39 潮(水)位計

(三)聲速校正儀器

1.聲速校正板

直徑約一公尺的圓盤，於單音束水深測量前置入水中固定深度，調整儀器聲速設定，直到水深測值與校正板深度相同為止。



圖 4-12 聲速檢校板

2.聲速剖面儀

儀器驅動後直接放入水中，量取水下溫度、深度與水下各層聲速值，儀器精度如表 4-2 所示。

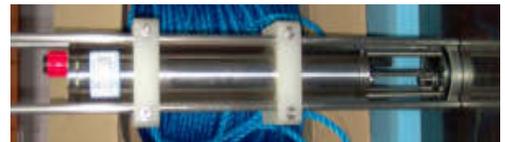


圖 4-13 Valeport 650MK II 聲速剖面儀

表 4-2 Valeport 650 MK II 聲速剖面儀精度規格表

聲速(Sound Velocity)	
測量範圍(Range)	1400-1600m/s
精度(Accuracy)	±0.03m/s(rms)
解析度(Resolution)	0.001m/s
壓力(Pressure)	
測量範圍(Range)	500Bar (約 5000m 水深)
精度(Accuracy)	±0.1%(Full Scale)
解析度(Resolution)	0.005%(Full Scale)
溫度(Temperature)	
測量範圍(Range)	-5~+35°C
精度(Accuracy)	±0.1%°C
解析度(Resolution)	0.002°C

(四)單音束測深儀

本計畫使用美國 Odom Hydrotrac System 單音束測深儀，儀器相關精度與規格如下：

- (1)測深頻率：200KHz
- (2)測深範圍：0~150m
- (3)測深精度：0.01m±0.1% depth
- (4)解析度：0.01m
- (5)音束角度：9°
- (6)資料輸出：同時輸出類比（圖紙）及數位水深資料



圖 4-14 Odom 單音束測深儀

(五)湧浪補償儀

為量測水深測量時船隻上下運動狀態，減少水深測量誤差，於測深感應器旁設置 TSS HS-50 湧浪補償儀觀測船隻起伏量，儀器規格如下：

- (1)感應器：Heave
- (2)量測範圍： $\pm 10\text{m}$
- (3)儀器精度： 5cm RMS 或 5%
- (4)解析度： 10cm
- (5)加速度範圍： $\pm 2\text{g}$
- (6)干擾限制： $< 2\text{cm RMS}$



圖 4-15 TSS 湧浪補償儀

(六)測深導航電腦

為能同步接收不同儀器(DGPS、測深、湧浪補償)之資料，特別選購能同時連結 4 個 COM Port 以上之工業電腦，其規格與特色如下：

- (1)CPU：Intel Pentium III 700Hz
- (2)RAM：512MB
- (3)HDD：40GB 2.5 吋硬碟機
- (4)螢幕：LCD 15"彩色液晶顯示器
- (5)COM Port：4 個 RS232 COM Port
- (6)特色：導航軟體採用自行設計之程式及導航介面，配合各項工作需求可隨時加入各種功能選項。
 - A.為自行開發的程式，因此可將搭配之測量儀器功能完全發揮，充分展現軟體之擴充性及相容性。
 - B.坐標系統轉換功能，將 DGPS 資料(WGS84)，視作業需求即時轉換成 TWD97 或 TWD67 坐標系統。
 - C.儀器狀態燈號顯示，可即時掌控各項設備運作情形，初步控管資料品質。
 - D.測線顯示及船隻航向導引系統，方便船長操控船隻方向，沿規畫測線行進。
 - E.各項儀器測量原始資料儲存功能，能幫助資料處理並瞭解外業儀器運作狀況。



圖 4-16 測深導航電腦

四、平面流場觀測儀器設備

有關平面流場觀測所使用之儀器包括：平面流場(漂浮球)及定點流場(流速儀)，其儀器精度、規格、型號等資料如後詳述。

(一)平面流場

海域表面水流在時間及空間上分布特性的調查，主要係利用架構於漂浮球上的 DGPS 系統進行觀測。其觀測原理係將裝置有 DGPS 的漂浮球布放於計畫觀測海域，使其隨著潮汐水流運動，並以 1/3 Hz 的取樣頻率，記錄漂浮球的時間及空間坐標資料，據以探討計畫觀測海域表面流況分布特性。儀器相關精度與規格如下：

- (1)DGPS：Leica GS5+；定位精度 $\pm 1\text{m}$
- (2)資料儲存與傳輸：IPC 電腦、無線電及無線電天線
- (4)基地站：NB、無線電、無線電天線等
- (5)海域平面流況量測系統架構如圖 4-18
- (6)其他：觀測海域附近陸上空曠地點設置風速風向測站；及於觀測海域範圍內相對靜穩水域布放潮位儀，可藉以探討觀測海域表面流況分布與潮汐運動及風場特性的關係。



圖 4-17 漂浮球 DGPS 設備

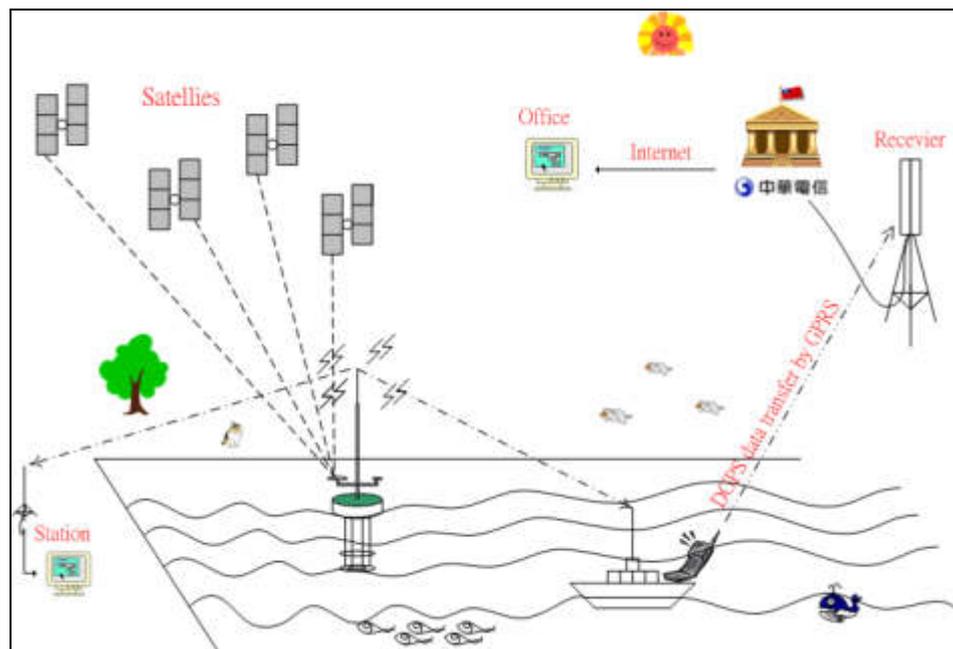


圖 4-18 海域平面流況量測系統架構圖

(二) 定點流場

有關定點流場觀測採用 Aquadopp 底碇式流速儀，作業時以差分定位(Beacon DGPS)進行拋放點之定位，可將底碇式流速剖面儀拋放至正確坐標位置觀測海流狀況，儀器相關精度與規格如下：

- (1) 流速測量範圍： $\pm 5\text{m/s}$
- (2) 精度： 1% of measured value $\pm 0.5\text{cm/s}$
- (3) 取樣率：1Hz、2Hz、4Hz on request
- (4) Compass/Tilt 精度： 0.2 度/ 0.1 度 for tilt < 20 度
- (5) 解析度： 0.45 dB
- (6) 序號：AQD1021



圖 4-19 Aquadopp 底碇式流速儀

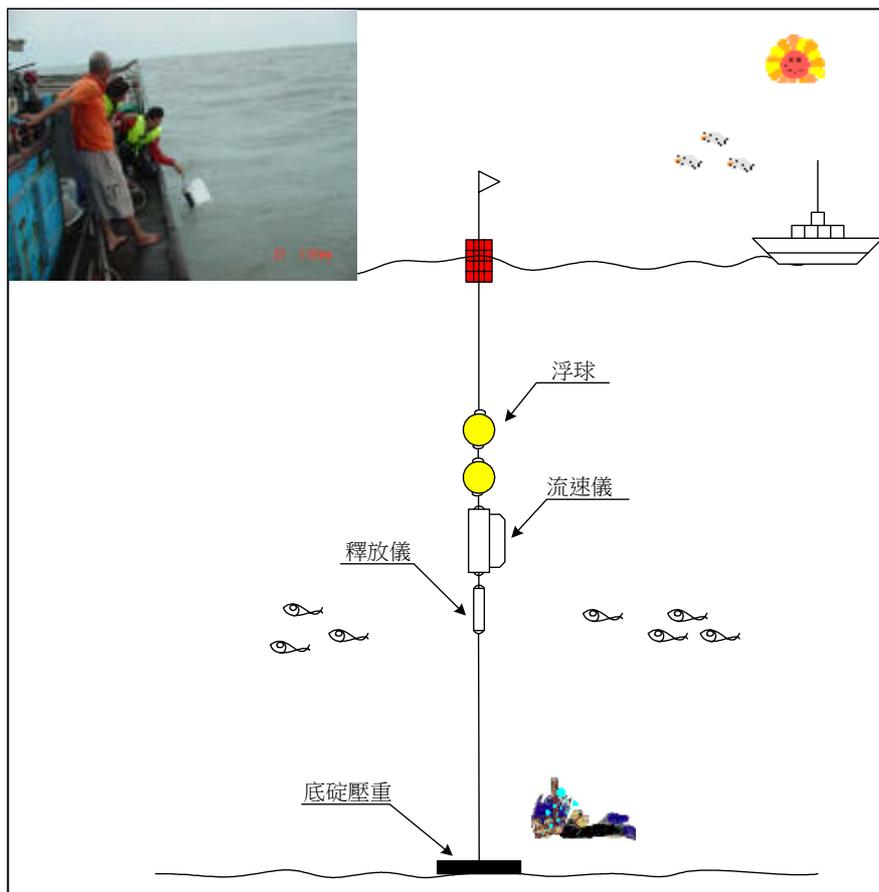


圖 4-20 繫留式定點水流觀測布置示意圖

四、陸域航空攝影測量

陸域測量範圍為彰化縣、雲林縣沿海區域以航空攝影拍攝當日之最低潮位線以東，測繪 1/2500 之數值地形圖，向東測繪至海堤中線以東 200 公尺內之區域。

(一)作業流程

航空攝影及數值航測地形圖作業流程如圖 5-5 所示。

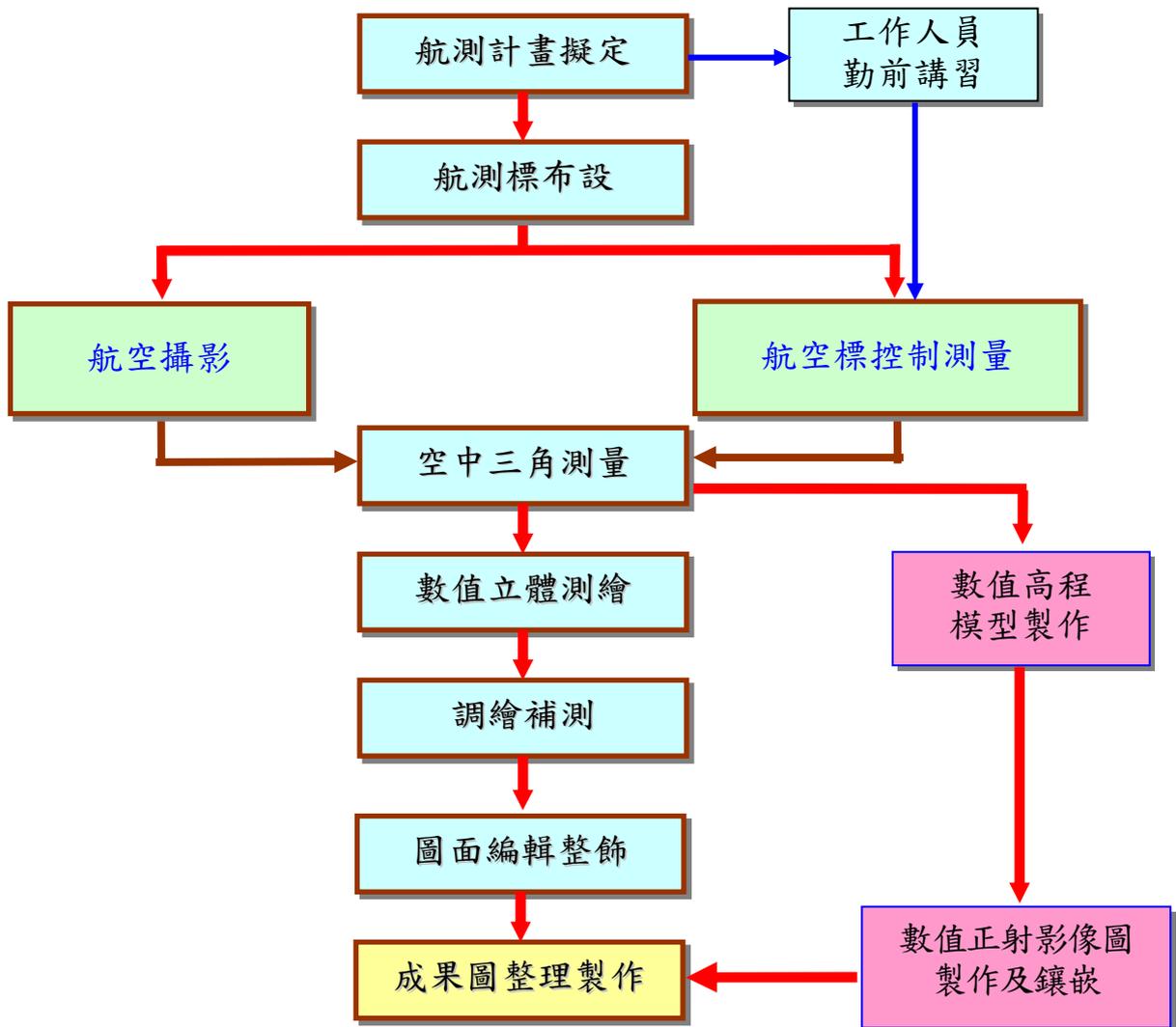


圖 5-5 航空攝影及數值地形圖作業流程圖

(二) 航拍規畫

1. 航線規畫

本區域採用航空攝影測量為主；數值地形測量為輔相互搭配施測，作業時配合交通部中央氣象局發布彰雲地區潮汐預報漲、退潮時間進行測量，以儘可能獲取最低潮位線位置。

航拍相機採用專業航空數位相機『Z/I DMC』，應需製作 1/2500 數值地形圖，並考慮其製圖精度(50cm)及航空數位相機基本參數(焦距 120mm、像元尺寸 12 um 等等)，故此次航拍規畫之參數分別為：航高規畫為 2100m 左右、相片比例尺 1/17500、航速約 110knot。航線規畫如圖 5-7 所示。

2. 航拍原則

以航空攝影測量施測需進行飛航規畫，內容包括航線及地面控制規畫、飛航申請等，並依下列作業要求及精度規範辦理：

- (1) 航拍重疊比例：航向重疊(overlap)須大於(含)60%，側向重疊(sidelap)須大於(含)30%，各航帶前後應於本案陸域測區範圍外各多拍 2 個像對。
- (2) 航攝成果應專為本案拍攝之最新影像。
- (3) 飛航報告書應包含下列成果：
 - A. 航線圖：使用內政部 1/25,000 比例尺地形圖為底圖，繪製航線圖、控制點分布，並掃描製作電子檔。
 - B. 飛航參數與掃描參數：配合航線圖說明每條航線之日期、航高、航速、所使用之地面控制點、使用儀器之規格等有關掃描與飛航參數、儀器資訊之資料。
- (4) 航空攝影後，如檢查底片有下列情形應重行攝影或補攝。
 - A. 航線偏差超過 10%。
 - B. 重疊不足，像對不能涵蓋陸域測區範圍全部。
 - C. 航高過高或過低，致底片比例尺與規定相差 10%以上。
 - D. 航偏角及航傾角大於 5 度以上。
 - E. 底片有雲，影像模糊，陰影過長及其他因攝影或沖洗不良，或不能完全消除視差，致無法用於量測及製圖。

(5)精度要求，實地檢測與原成果進行比對，其中 90%比對成果平面誤差應在 0.5 公尺內，其餘 10%應在 1 公尺內；90%高程誤差應在 0.5 公尺內，其餘 10%應在 1 公尺內。

(6)考慮規範精度要求，影像地面解析度(GSD)不大於 25 公分。

(7)空中三角測量控制使用 GPS 輔助空三控制設計，航線頭尾測設航測控制點，沿岸儘量連測埋樁控制點。航拍範圍內，檢核其他已知點，以確保品質。

3.航空標設計

航空標尺寸考慮航拍比例尺(1/17500)，使用翼標為 40cm*80cm、中心為 40cm*40cm 之航空標。其規格及尺寸如圖 5-6 所示。

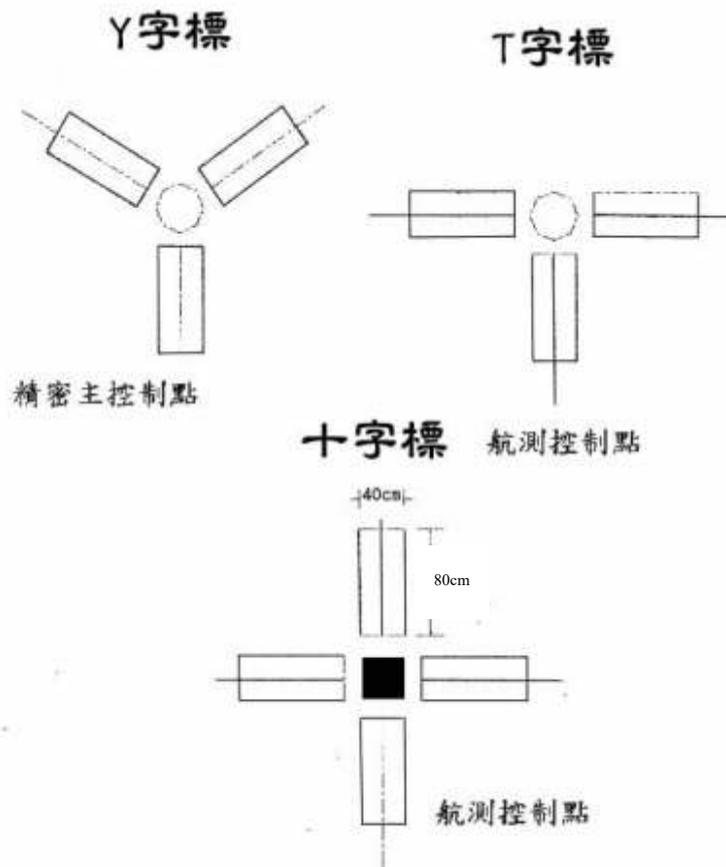


圖 5-6 航空標規格圖

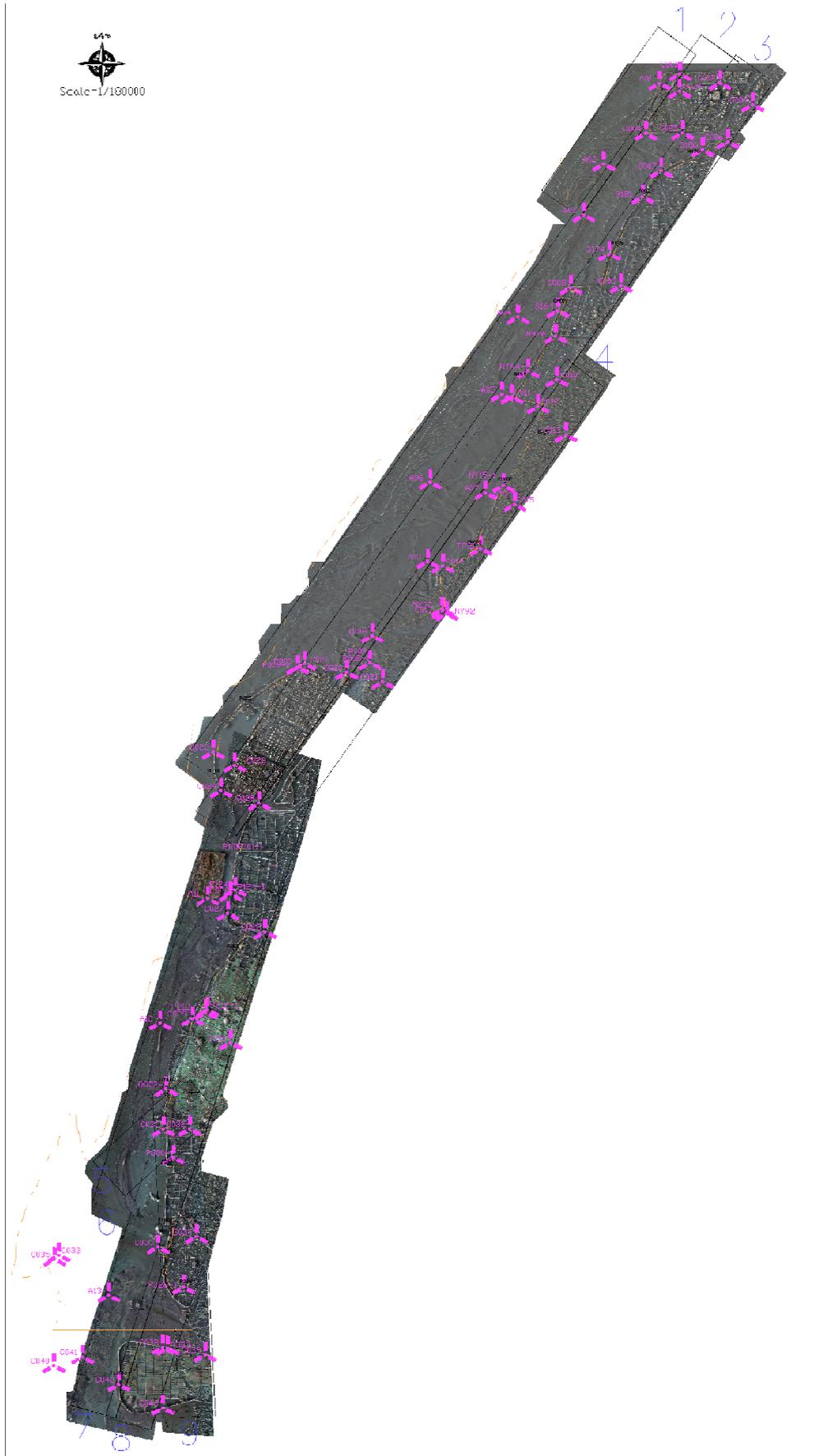


圖 5-7 航線規畫及航空標布設位置圖

(三)航空標布設

1.航空標位置規畫

航空標布設時需選取其對空通視良好者，如必須設置航空標之點位其通視不良設立困難時，得視實際需要，於附近處選設補助點布設航空標。本案共布設 76 各航空標，其中包含 6 個已知點，70 個新布點，航空標布設分布請見圖 5-7。航空標平面位置採 GPS 測量以得其 TWD97 坐標成果，高程則以直接水準測量方式得其 TWVD2001 高程成果，其坐標高程值如表 5-10。

表 5-10 航空標坐標高程表

布標點號	N 坐標(m)	E 坐標(m)	高程(m)	用途	類型	板標離地面高(cm)
M926	2651627.507	181380.177	5.858	全控點	40*80cm 十字標	
NY92	2637978.001	176081.478	6.129	全控點	40*80cm 十字標	
P009	2635495.333	169051.182	4.428	全控點	40*80cm 十字標	
P101	2626379.385	166465.476	3.445	全控點	40*80cm 十字標	
P212	2618340.408	164315.094	1.259	全控點	40*80cm 十字標	
P333	2601811.226	162469.513	6.258	全控點	40*80cm 十字標	
A01	2664085.978	186452.986	6.278	全控點	40*80cm 十字標	
A02	2660107.987	183726.664	-1.020	全控點	40*80cm 十字標	46.0(潮間帶航測標)
A03	2657595.933	182753.054	0.408	全控點	40*80cm 十字標	40.8(潮間帶航測標)
A04	2652573.433	179552.542	0.629	全控點	40*80cm 十字標	33.5(潮間帶航測標)
A05	2648767.812	178765.526	-0.016	全控點	40*80cm 十字標	40.0(潮間帶航測標)
A06	2644441.552	175265.177	-0.257	全控點	40*80cm 十字標	48.0(潮間帶航測標)
A07	2643926.272	177963.411	0.534	全控點	40*80cm 十字標	54.0(潮間帶航測標)
A10	2640541.098	175156.390	0.868	全控點	40*80cm 十字標	32.0(潮間帶航測標)
A11	2623959.146	164425.943	0.792	全控點	40*80cm 十字標	44.0(潮間帶航測標)
A12	2617826.904	162093.681	0.434	全控點	40*80cm 十字標	43.0(潮間帶航測標)
A13	2604416.117	159584.360	1.282	全控點	40*80cm 十字標	41.0(潮間帶航測標)
C001	2664538.416	187446.542	3.474	全控點	40*80cm 十字標	
C002	2664095.250	189410.284	3.718	全控點	40*80cm 十字標	
C002A	2663695.481	187426.717	4.109	全控點	40*80cm 十字標	
C003	2663018.171	190994.450	2.477	全控點	40*80cm 十字標	
C004	2661607.813	185788.847	6.101	全控點	40*80cm 十字標	
C005	2661645.963	187574.587	3.865	全控點	40*80cm 十字標	
C006	2661206.212	189789.446	2.939	全控點	40*80cm 十字標	
C007	2659781.679	186531.049	5.707	全控點	40*80cm 十字標	
C008	2654035.353	182115.382	2.084	全控點	40*80cm 十字標	
C009	2654120.604	184572.676	4.111	全控點	40*80cm 十字標	
C010	2649494.626	181444.590	2.212	全控點	40*80cm 十字標	
C011	2648641.425	179245.897	1.953	全控點	40*80cm 十字標	
C012	2648169.891	180524.039	2.049	全控點	40*80cm 十字標	
C013	2646768.347	181887.248	5.284	全控點	40*80cm 十字標	
C014	2643971.493	178648.909	2.058	全控點	40*80cm 十字標	

布標點號	N 坐標(m)	E 坐標(m)	高程(m)	用途	類型	板標離地面高(cm)
C015	2643354.281	179392.274	4.446	全控點	40*80cm 十字標	
C016	2640325.920	175877.909	5.254	全控點	40*80cm 十字標	
C017	2638094.330	175892.995	2.580	全控點	40*80cm 十字標	
C018	2636879.604	172441.720	5.676	全控點	40*80cm 十字標	
C019	2635522.299	169140.789	4.471	全控點	40*80cm 十字標	
C020	2635081.750	171194.690	2.903	全控點	40*80cm 十字標	
C021	2634621.984	172960.524	3.537	全控點	40*80cm 十字標	
C022	2631163.381	164684.829	4.723	全控點	40*80cm 十字標	
C023	2630516.785	165730.660	3.904	全控點	40*80cm 十字標	
C024	2629258.993	165063.784	4.564	全控點	40*80cm 十字標	
C025	2628643.655	166922.718	3.423	全控點	40*80cm 十字標	
C026	2624169.320	165524.516	1.237	全控點	40*80cm 十字標	
C027	2623221.098	165400.275	1.267	全控點	40*80cm 十字標	
C028	2622307.505	167215.685	4.483	全控點	40*80cm 十字標	
C029	2618029.421	163680.772	2.677	全控點	40*80cm 十字標	
C030	2616845.915	165529.428	2.611	全控點	40*80cm 十字標	
C031	2612594.528	162250.869	1.512	全控點	40*80cm 十字標	
C032	2612610.525	163539.549	1.007	全控點	40*80cm 十字標	
C033	2606394.413	157159.500	0.179	全控點	40*80cm 十字標	29.0(潮間帶航測標)
C034	2607305.237	163871.487	0.966	全控點	40*80cm 十字標	
C035	2606190.976	156944.192	0.529	全控點	40*80cm 十字標	55.5(潮間帶航測標)
C036	2606789.257	161989.657	2.171	全控點	40*80cm 十字標	
C038	2601858.965	162222.534	0.311	全控點	40*80cm 十字標	
C039	2601488.057	164291.607	6.535	全控點	40*80cm 十字標	
C040	2600957.644	156913.235	1.282	全控點	40*80cm 十字標	52.0(潮間帶航測標)
C041	2601384.895	158302.000	0.236	全控點	40*80cm 十字標	24.0(潮間帶航測標)
C042	2600034.814	160080.498	0.458	全控點	40*80cm 十字標	
C043	2598875.545	162225.024	2.026	全控點	40*80cm 十字標	
NY64-1	2649910.580	180039.781	2.153	全控點	40*40cm 方形標	
TP212	2641171.553	177731.932	2.322	全控點	40*80cm 十字標	
3164	2652881.425	181493.793	2.037	高控點	20*40cm 十字標	
3174	2655688.799	184006.773	2.419	高控點	20*40cm 十字標	
3181	2658501.402	185629.061	2.343	高控點	20*40cm 十字標	
3186	2660814.997	188551.742	3.075	高控點	20*40cm 十字標	
NY15-1	2644288.749	178844.527	5.099	高控點	40*40cm 方形標	
NY92-1	2638196.753	175858.468	7.309	高控點	40*40cm 方形標	
P002-1	2635558.582	172326.216	5.115	高控點	40*40cm 方形標	
P009-1	2635339.101	168796.540	4.431	高控點	40*40cm 方形標	
P101-1	2626379.071	166808.533	3.438	高控點	40*40cm 方形標	
P124-1	2624395.732	165758.065	0.701	高控點	40*40cm 方形標	
P212-1	2618467.688	164396.586	1.378	高控點	40*40cm 方形標	
P300-1	2611198.730	162745.525	1.428	高控點	40*40cm 方形標	
P326-1	2604815.434	163240.698	1.598	高控點	40*40cm 方形標	
QQ02-1	2614562.067	162389.050	5.325	高控點	40*40cm 方形標	

2.航空標布設作業

本案於開工初期即規畫航空攝影各項作業，但因天候狀況不佳因此多次延期拍攝。但每次計畫拍攝前皆會至現場清標以確認點位無遺失，遺失者隨即重新布設並測量其位置，若航測標油漆剝落者則重新油漆補強之。表 5-11 為航空標布設作業時間表。

表 5-11 航空標布設作業時間表

工作項目		作業日期
1. 航測標 控制點 布設及 清標	布標	95.01.04~95.01.06(潮間帶航測標 5 點)
	清標	95.01.16~95.01.17(潮間帶航測標-補強)
	潮間帶航測標布標	95.02.13~95.02.16(潮間帶航測標 17 點)
	清標	95.03.03~95.03.04
	潮間帶航測標布標	95.03.17~95.03.21(潮間帶航測標 17 點)
	清標	95.03.29~95.03.30
	清標	95.05.23~95.05.24
2.潮間帶航測標 GPS 控制測量		95.02.14~95.02.15 95.03.17~95.03.21

(四)航空攝影

1. 航拍相機與比例尺

本案航拍相機採用專業航空數位相機『Z/I DMC』，其相機參數及飛航參數如表 5-12 所示。

表 5-12 飛航參數表

項次	參數	參數值
1	焦距	120 mm
2	像元尺寸	12 um
3	X 方向相幅寬	80 mm
4	Y 方向相幅寬	170 mm
5	航高	2010 m
6	相片比例尺	17500
7	GSD 地面像元間距	21 cm
8	航速	110knot

2. 航拍說明

- (1) 航空攝影前於 1/25000 地形圖上設計航線，航線方向為南北向。
- (2) 航空攝影必須於天氣晴朗(能見度佳)，且必須配合低潮位之時間進行，本案陸域測量時程原本排定為開工後 150 日內繳交成果，但因拍攝時需配合當地潮汐預報之漲、退潮時間，以儘可能獲取最低潮位線位置，因此延至 95 年 3 月 30 日及 3 月 31 日進行彰化地區航拍，95 年 5 月 26 日進行雲林地區航拍。

以最低潮位來說每月只有 2 個時段(農曆初一及初十五)，而每一次約有 3~4 天可以進行航拍，但是彰雲地區之最低潮位出現在清晨及傍晚時(可從圖 5-8 與圖 5-9 得知)，遂難以與天氣配合，常常是有天氣可航拍，但潮位卻不是最低潮位之情形導致無法航拍。

彰化王功三月份潮汐預報資料如圖 5-8 所示，數據資料取自中央氣象局網站：

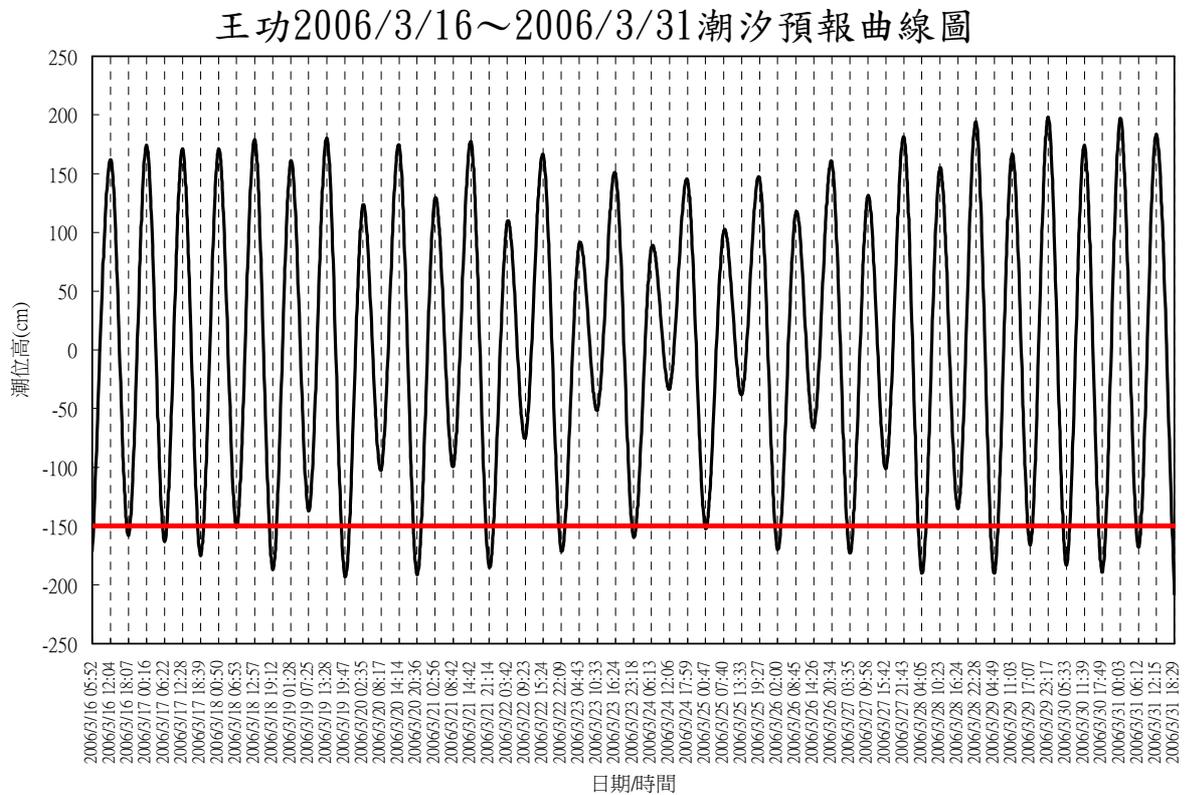
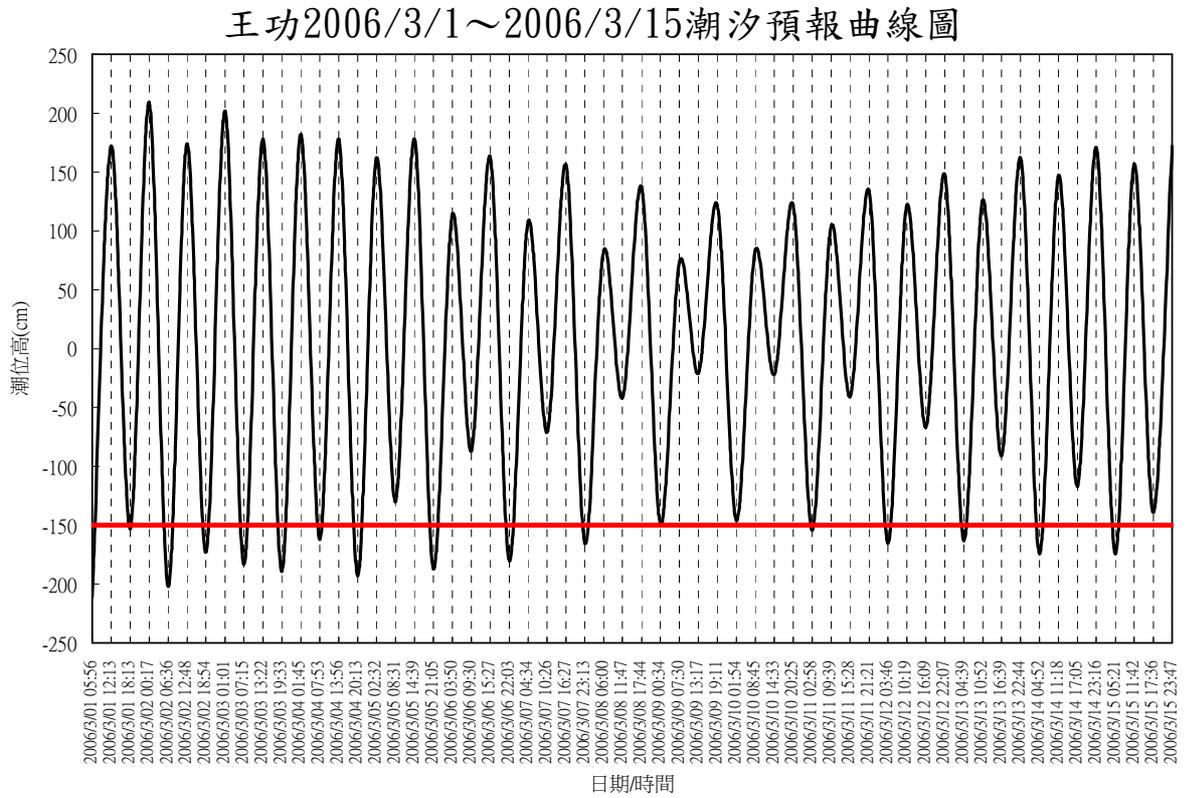


圖 5-8 彰化王功三月份潮汐預報曲線圖

雲林台西五月份潮汐預報資料如圖 5-9 所示，數據資料取自中央氣象局網站：

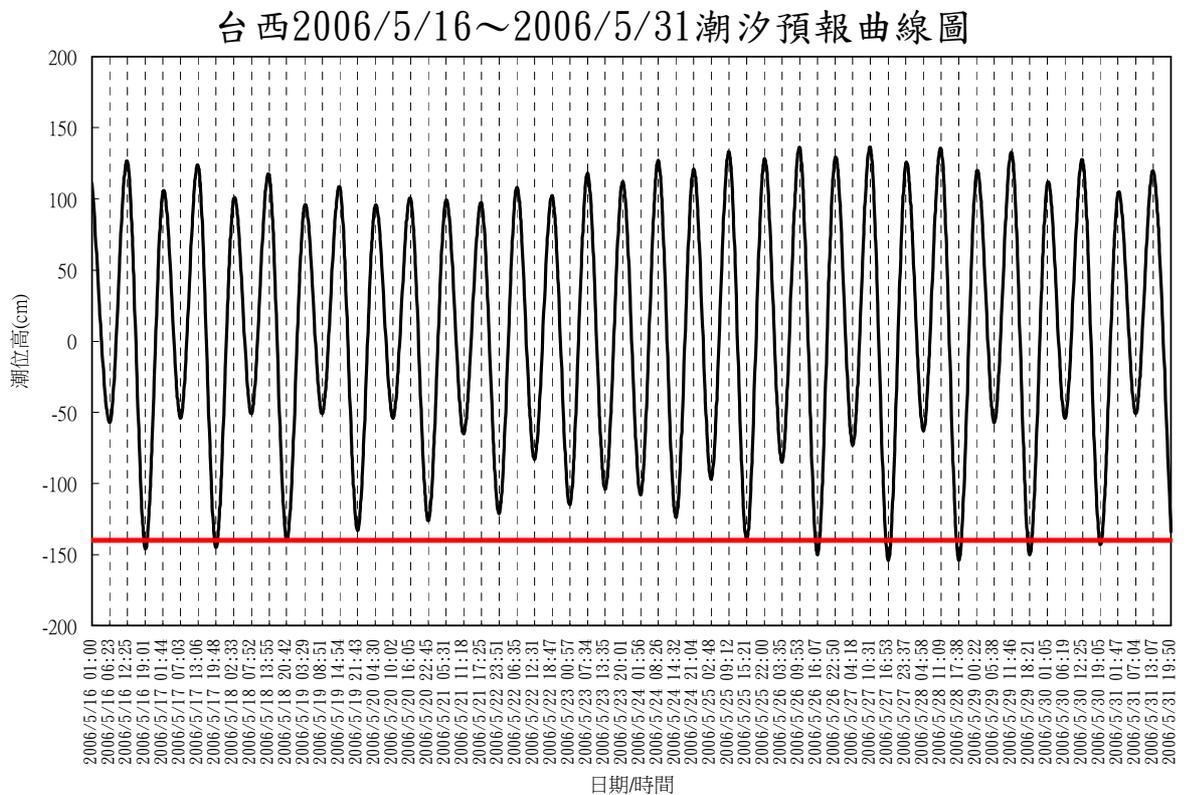
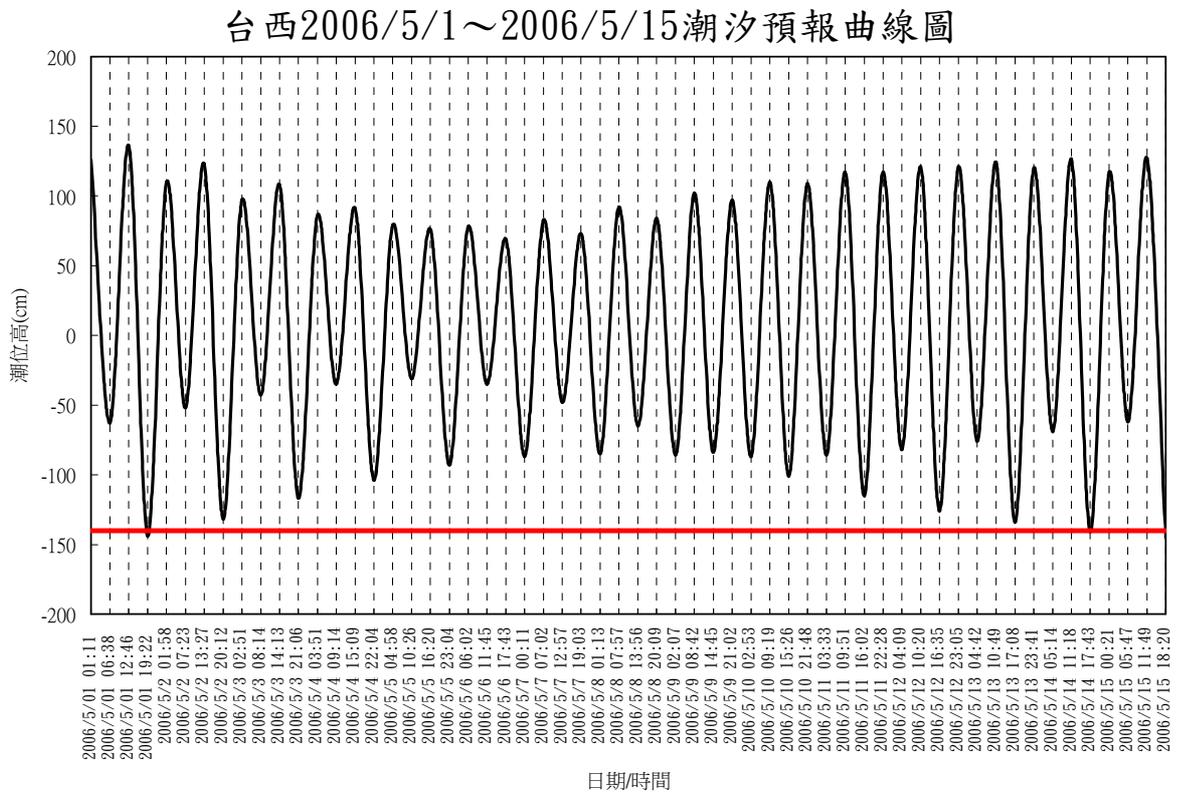


圖 5-9 雲林台西五月份潮汐預報曲線圖

- (3)採用數位式相機『Z/I DMC』其航拍攝影之地面像元間距(GSD)約 21cm，為垂直彩色攝影，地面航向重疊(overlap)大於(含)60%，側向重疊(sidelap) 大於(含)30%，各航帶前後於測區外均有多拍兩個相對以上。
- (4)航空器:航空攝影使用之飛機亦符合本計畫之要求。
- (5)原始影像解析度約為 21cm/pixel，影像檔格式為 Tiff。
- (6)各航帶詳細拍攝時間與相片張數如表 5-13，飛行時航高約 6600 英尺(2012 公尺)，總飛行距離為 218901 公尺、總相片數 378 片。
- 從表 5-13 中起始相片(欄 3)至結束相片(欄 4)之片號，是實際航拍之相片編號，由於數位相機於航拍時航向重疊大於 80%，但於立體製圖組模型時，僅需選用航向重疊大於(含)60%之相片即可，遂表 5-13 中相片數(欄 2)之數量約為：(欄 4-欄 3)/2。
- (7)由圖 5-8 得知 3 月 30 日最低潮位(約-1.9m)之時間為下午 5 點 49 分左右，3 月 31 日最低潮位(約-2.1m)之時間為下午 6 點 29 分左右，由圖 5-9 得知 5 月 26 日最低潮位(約-1.55m)之時間為下午 4 點 07 分左右。另由表 5-13 中每條航線航拍之時間接近當天之最低潮位時間。

表 5-13 航拍時間與相片數

航帶	相片數 (重疊率 60%)	起始相片片號(時間)	結束相片片號(時間)	飛行距離 (m)	航拍日期
1	17	203(17:28:14)	235(17:30:44)	9838	95.03.30
2	72	295(17:43:17)	437(17:55:02)	43644	95.03.30
3	74	478(17:20:05)	626(17:31:26)	45532	95.03.31
4	48	444(17:39:39)	630(17:42:13)	28915	95.03.31
5	11	972(16:06:49)	992(16:08:11)	6157	95.05.26
6	39	848(15:51:51)	924(15:58:14)	23340	95.05.26
7	55	718(15:40:00)	847(15:47:35)	33209	95.05.26
8	21	1066(16:20:23)	1096(16:23:12)	12285	95.05.26
9	27	993(16:12:08)	1064(16:16:17)	15981	95.05.26
總計	378			218901	

(五)空中三角計算

1.作業要求

- (1)空中三角測量使用數值立體測圖儀(影像工作站：Leica DPW 770)，量測模型連接點及全部設有航空標之控制點、水準點，重複量測之中誤差不得大於 $8\mu\text{m}$ 。
- (2)空中三角像片連接點分布於每一像片九個標準點位上，每一標準點位附近至少量測二點以上，空中三角平差偵錯後，每一標準點位至少留存一點為原則。
- (3)空中三角測量平差採用光束法計算，最小約制平差後所得之觀測中誤差，其平面誤差不得超過 $10\mu\text{m}$ ，高程中誤差不得超過 $20\mu\text{m}$ ，強制附合至地面控制點後中誤差之增加量，將不超過前述 30%，否則將重新檢核地面控制點之正確性。像片連接點空中三角平差示意圖如圖 5-10 所示。

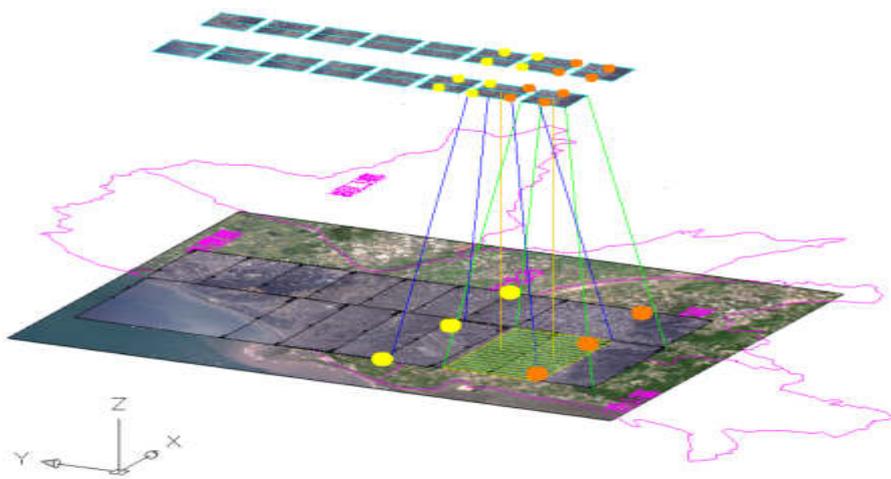


圖 5-10 像片連接點空中三角平差示意圖

2.空中三角計算說明

空中三角測量採用數值立體測圖儀量測，共使用 378 張相片，圖 5-11 為航照像片涵蓋、空標布設、控制點及空三點分布圖。

計算時採用 PATB-NT 來進行空中三角量測作業，作業方式係由航線之模型串聯組成單航帶，以多項式法進行航帶空三量測偵錯分析後，由數航帶並聯組成區域，先以多項式法進行航帶空中三角測量之

平差偵錯分析，最後利用光束法進行區域空中三角測量平差計算以獲取更精密之平差成果。

(1)定向參數的計算

- A.內方位：框標的自動與半自動識別與定向，利用框標檢校坐標與定向坐標，求得像片坐標系統與定向坐標間的轉換參數。
- B.相對方位：將左影像分區粹取特徵點，利用二維相關尋找共軛點，計算相對方位參數 φ, ω, κ 。
- C.絕對方位：主要由人工在左(右)影像量測控制點，由最小二乘法匹配原理沿核線進行一維影像匹配以確定共軛點，然後計算絕對方位參數。

(2)空中三角像片連接點分布於每一像片九個標準點位附近，空中三角平差偵錯後，每一標準點位都至少存留一點。

(3)空中三角測量平差採光束法計算，最小約制平差後所得觀測中誤差，其平面中誤差不得超過 10 μ m，高程中誤差不得超過 20 μ m。

於最小約制時僅固定 2 個平控點、3 個高控點(未知數為 9480 個)，計算後觀測量平均量測中誤差為 2.50micro，推算成地面精度之平面中誤差為 0.042m。

4.強制附合至地面控制點後中誤差之增加量，不超過前述 30%，否則應重新檢核地面控制點之正確性。

於強制附合平差時，加入 Tie Point 點的 GPS 觀測資料(GPS 輔助空三)，故增加 1327 個觀測量、未知數增加 66 個，計算後觀測量平均量測中誤差為 2.55micro，精度分析詳如表 5-14 所示。

表 5-14 空中三角計算精度分析表

項目	一	二	三
內容	最小約制	強制網平差	強制附合於地面控制點後之中誤差增加量
平差結果	1.觀測量平均量測中誤差 2.50micro (地面誤差約為 0.042m) 2.多餘觀測數 11355 3.觀測數量 20835	1.觀測量平均量測中誤差 2.55micro 2.平面中誤差 0.054cm 3.高程中誤差 0.102cm 4.多餘觀測數 12616 5.觀測數量 22162	(2.55-2.50)/2.50=2%

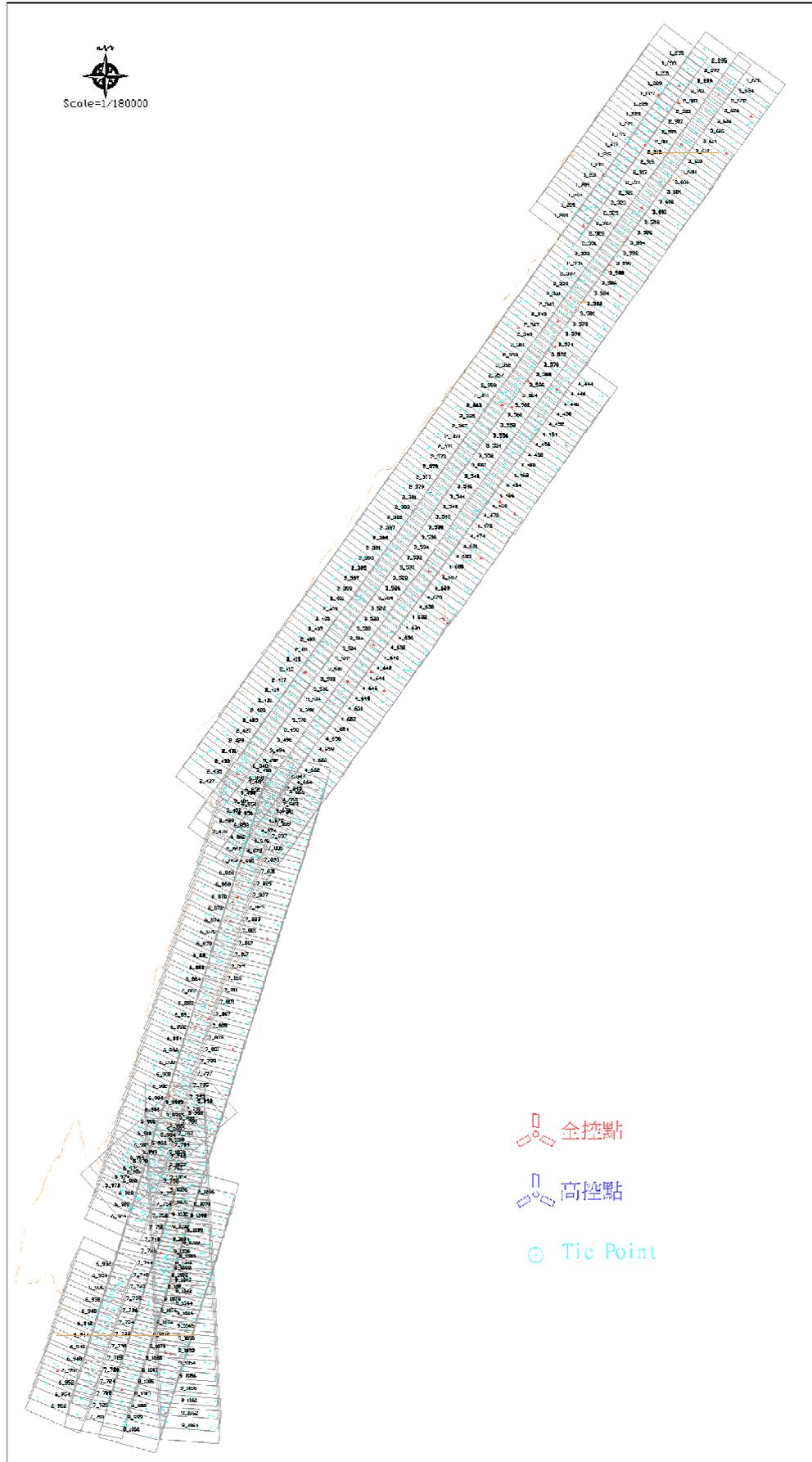


圖 5-11 航照像片涵蓋、空標布設、控制點及空三點分布圖

3.空中三角平差計算成果

有關空中三角平差計算成果摘要如後，其餘詳細計算過程詳成果

光碟資料。

```

PATB-NT : COPYRIGHT : H.KLEIN/F.ACKERMANN 1988-2003
BLOCK ADJUSTMENT WITH BUNDLES REVISION Dec-03
PROJECT : 彰化雲林潮間帶 1-9
USER-ID. : Douglas
START OF EXECUTION : 03-07-2006 17:27:54
*****
*****
** PROGRAM VERSION PATB-NT **
** INPUT FILES: **
** PROJECT PARAMETERS: G:\PATB\CY_TIDAL-FLAT\1-9NEW\1-9.PRO **
** PHOTOGRAPHS: g:\patb\cy_tidal-flat\1-9new\1-9.im **
** CONTROL POINTS: g:\patb\cy_tidal-flat\1-9new\1-9.con **
** **
** INITIAL VALUES FOR EXTERIOR ORIENTATION PARAMETERS ARE CALCULATED **
** **
** OPTIONAL FEATURES: **
** WITHOUT AUTOMATIC GROSS ERROR DETECTION **
** NO CORRECTION OF SYSTEMATIC ERRORS **
** ADJUSTMENT WITH GPS-OBSERVATIONS **
** WITH DETERMINATION OF GPS-DRIFT PARAMETERS **
** WITH INVERSION OF NORMAL EQUATIONS **
** **
** REGISTRATION UNITS: **
** IMAGE SYSTEM: micron **
** TERRAIN SYSTEM: meter **
** **
** ITERATION SEQUENCE WILL BE TERMINATED: **
** 1. IF 10 ITERATION STEPS ARE PERFORMED **
** 2. IF CHANGE OF ADJUSTED TERRAIN COORDINATES **
** BETWEEN TWO ITERATION STEPS FOR ALL POINTS < 0.010 **
** IN THE TERRAIN SYSTEM **
** 3. IF CHANGE OF SIGMA LESS THAN 0.001% **
** 4. IF SIGMA DOES NOT CONFIRM WITH READ IN STANDARD DEVIATIONS **
** 5. IF THE RMS-VALUE OF OBSERVATIONS DIVERGES **
** **
** INPUT FORMATS AND CO-ORDINATE SEQUENCES: **
** PHOTOGRAPH NUMBERS (i15,f15.3,i5) **
** PHOTOGRAPH POINTS (*) **
** SEQUENCE OF CO-ORDINATES OF PHOTO POINTS: X Y **
** HORIZONTAL CONTROL (i10,2f15.3,15x,i5) **
** SEQUENCE OF CO-ORDINATES OF HORIZONTAL CONTROL POITS:, X Y **
** VERTICAL CONTROL (i10,30x,f15.3,i5) **
** GPS-OBSERVATIONS (*) **
** **
** PROGRAM CONFIGURATION AND OPTIMIZATION: **
** IMVK (OVERLAP): 35 **
** NUMBER OF POINTS IN ONE PHOTO RESTRICTED TO: 6000 **
** NUMBER OF CONTROL POINTS IN ONE LIST RESTRICTED TO: 1000 **
** NUMBER OF PHOTOS IN ONE PHOTO GROUP RESTRICTED TO: 1000 **
** DIMENSIONS OF ADDRESS MATRIX RESTRICTED TO: 60, 15 **
** NUMBER OF PHOTOS/SUBMATRIX RESTRICTED TO: 85 **
** NUMBER OF DIFFERENT FOCAL LENGTHS RESTRICTED TO: 30 **

```

```

** REQUIRED WORKING AREA FOR THESE SPECIFICATIONS: 1592620 **
** BREAK UP LIMIT FOR THE SIZE OF PHOTO GROUPS: 200 **
** PHOTO NUMBERS OF THE FIRST PHOTO GROUP: **
** FIRST READ IN PHOTOGRAPH ASSUMED **
** **
** CAMERA INFORMATION: **
** FOCAL LENGTHS IN MM AND CORRESPONDING FL-NUMBERS: **
** FOCAL LENGTHS ON INPUT FILE OF PHOTOGRAPHS **
** SIZE OF PHOTOGRAPHS IN MM: **
** IN X: 92.160 IN Y: 165.888 **
** **
** STANDARD DEVIATIONS OF OBSERVATIONS: **
** FOR IMAGE POINTS IN X AND Y (IN UNITS OF IMAGE SYSTEM): **
** DEFAULT SET (SDS NO. 0 OR BLANK): 5.000 **
** FOR CONTROL POINTS IN PLAN AND HEIGHT (IN UNITS OF TERRAIN SYSTEM): **
** 1.SET FOR CONTROL POINTS: 0.001 0.001 **
** 2.SET FOR CONTROL POINTS: ***** 0.150 **
** FOR GPS OBSERVATIONS IN PLAN AND HEIGHT (IN UNITS OF TERRAIN SYSTEM): **
** 1.SET FOR GPS OBSERVATIONS: 0.200 **
** 2.SET FOR GPS OBSERVATIONS: 0.400 **
** 3.SET FOR GPS OBSERVATIONS: 0.900 **
** **
** COMMON OFFSET (CAMERA TO ANTENNA) IN UNITS OF TERRAIN SYSTEM:
**
** 0.000 0.000 0.000 **
** **
** PRINTOUT: **
** COORDINATES OF PHOTO POINTS AND RESIDUALS **
** COORDINATES OF CONTROL POINTS AND RESIDUALS **
** COORDINATES AND RESIDUALS OF CRITICAL POINTS IN SEQUENCE **
** ADJUSTED TERRAIN COORDINATES IN SEQUENCE OF INCREASING POINT NUMBERS **
** EXTERIOR ORIENTATION PARAMETERS **
** **
** OUTPUT FILES: **
** PHOTO POINTS AND CONTROL: g:\patb\cy_tidal-flat\1-9new\1-9.cor **
** RESIDUALS: g:\patb\cy_tidal-flat\1-9new\1-9.res **
** ADJUSTED COORDINATES: g:\patb\cy_tidal-flat\1-9new\1-9.adj **
** ORIENTATION PARAMETERS: g:\patb\cy_tidal-flat\1-9new\1-9.or **
** **
*****
read in image points ..... 10484
stored unsorted point records ..... 2
read in photographs ..... 382
stored unsorted photo records ..... 1
read in horizontal control points ..... 73
read in vertical control points ..... 74
read in gps antenna points..... 590
read in gps profiles..... 11
stored control point records ..... 1

PHOTO GROUPS AND PHOTO CONNECTIONS
-----
photo group 1 has 1 photo
photo group 2 has 6 photos
photo group 3 has 10 photos
photo group 4 has 6 photos
photo group 5 has 6 photos
photo group 6 has 7 photos

```

photo group 7 has 7 photos
 photo group 8 has 6 photos
 photo group 9 has 6 photos
 photo group 10 has 4 photos
 photo group 11 has 4 photos
 photo group 12 has 4 photos
 photo group 13 has 4 photos
 photo group 14 has 4 photos
 photo group 15 has 7 photos
 photo group 16 has 6 photos
 photo group 17 has 6 photos
 photo group 18 has 6 photos
 photo group 19 has 6 photos
 photo group 20 has 6 photos
 photo group 21 has 6 photos
 photo group 22 has 6 photos
 photo group 23 has 6 photos
 photo group 24 has 6 photos
 photo group 25 has 6 photos
 photo group 26 has 6 photos
 photo group 27 has 6 photos
 photo group 28 has 6 photos
 photo group 29 has 6 photos
 photo group 30 has 6 photos
 photo group 31 has 6 photos
 photo group 32 has 6 photos
 photo group 33 has 6 photos
 photo group 34 has 8 photos
 photo group 35 has 13 photos
 photo group 36 has 12 photos
 photo group 37 has 7 photos
 photo group 38 has 4 photos
 photo group 39 has 4 photos
 photo group 40 has 4 photos
 photo group 41 has 4 photos
 photo group 42 has 4 photos
 photo group 43 has 4 photos
 photo group 44 has 4 photos
 photo group 45 has 4 photos
 photo group 46 has 4 photos
 photo group 47 has 9 photos
 photo group 48 has 15 photos
 photo group 49 has 11 photos
 photo group 50 has 12 photos
 photo group 51 has 9 photos
 photo group 52 has 8 photos
 photo group 53 has 10 photos
 photo group 54 has 9 photos
 photo group 55 has 9 photos
 photo group 56 has 9 photos
 photo group 57 has 8 photos
 photo group 58 has 3 photos

COMPUTATION OF INITIAL VALUES OF EXTERIOR ORIENTATION PARAMETERS

 dimensions of submatrices = (510 , 510)
 dimensions of address matrix = (60 , 16)
 maximum number of photos/submatrix = 26

initial iteration step

number of hyperrows = 17
number of hypercolumns = 2

COMPUTATION OF ADJUSTED TERRAIN COORDINATES

dimensions of submatrices = (510 , 510)
dimensions of address matrix = (60 , 16)
maximum number of photos/submatrix = 26
standard deviations for image points in x and y (in image system)
default set : 5.000

standard deviations for control points (in terrain system)

planimetry height

1. set : 0.001 0.001
2. set : infinite 0.150

iteration step no. 1

iteration step with gps

number of hyperrows = 18
number of hypercolumns = 2

plus 1 column border part for gps

maximum change of exterior orientation parameters :

da,db,dc = parameters of rodrigues-matrix

px,py,pz = coordinates of perspective centers (in terrain system)

da = 0.182553 px = 293.804

db = 0.109500 py = 274.365

dc = 0.038069 pz = 121.807

maximum change of adjusted terrain coordinates (in terrain system) :

in x at point-no. 2043507 62.241

in y at point-no. 2037103 38.596

in z at point-no. 2043507 148.302

sigma reached = 134.8304 (in image system)

iteration step no. 2

iteration step with gps

number of hyperrows = 18
number of hypercolumns = 2

plus 1 column border part for gps

maximum change of exterior orientation parameters :

da,db,dc = parameters of rodrigues-matrix

px,py,pz = coordinates of perspective centers (in terrain system)

da = 0.008615 px = 23.087

db = 0.009562 py = 14.868

dc = 0.004439 pz = 43.247

maximum change of adjusted terrain coordinates (in terrain system) :

in x at point-no. 20407012 15.831

in y at point-no. 3061604 12.394

in z at point-no. 3055007 25.460

sigma reached = 3.3738 (in image system)

iteration step no. 3

iteration step with gps

number of hyperrows = 18
number of hypercolumns = 2

plus 1 column border part for gps

maximum change of exterior orientation parameters :
 da,db,dc = parameters of rodrigues-matrix
 px,py,pz = coordinates of perspective centers (in terrain system)
 da =0.000100 px = 0.123
 db =0.000178 py = 0.299
 dc =0.000108 pz = 0.943
 maximum change of adjusted terrain coordinates (in terrain system) :
 in x at point-no. 20407012 0.249
 in y at point-no. 20407012 0.206
 in z at point-no. 2040906 0.730
 sigma reached = 2.5508 (in image system)

iteration step no. 4

 iteration step with gps
 number of hyperrows = 18
 number of hypercolumns = 2
 plus 1 column border part for gps
 maximum change of exterior orientation parameters :
 da,db,dc = parameters of rodrigues-matrix
 px,py,pz = coordinates of perspective centers (in terrain system)
 da =0.000000 px = 0.000
 db =0.000000 py = 0.000
 dc =0.000000 pz = 0.000
 maximum change of adjusted terrain coordinates (in terrain system) :
 in x at point-no. 2040906 0.000
 in y at point-no. 2040906 0.000
 in z at point-no. 3055205 0.000

inversion of normal equation

 number of hyperrows = 18
 number of hypercolumns = 2
 plus 1 column for border part for gps
 end of adjustment -- due to condition 2

STATISTICS

 2-fold points = 124
 3-fold points = 1079
 4-fold points = 85
 5-fold points = 566
 6-fold points = 369
 7-fold points = 24
 8-fold points = 88
 9-fold points = 43
 10-fold points = 8
 11-fold points = 10
 12-fold points = 8
 number of block points = 2404
 number of observations = 22162
 number of unknowns = 9546
 redundancy = 12616
 number of outliers for image observations = 0
 number of outliers for control observations = 0
 number of outliers for gps observations = 0
 ROOT MEAN SQUARE VALUES AND CHECK VALUES OF RESIDUALS OF
 PHOTOGRAMMETRIC OBSERVATIONS

```

-----
image system  terrain system  image system
image points
-----
obs x = 10414  rms x =  1.97 rms x = 0.034 chv vx =  5.92
obs y = 10414  rms y =  1.90 rms y = 0.032 chv vy =  5.70
ROOT MEAN SQUARE VALUES AND CHECK VALUES OF RESIDUALS OF
NON-PHOTOGRAMMETRIC OBSERVATIONS
-----
image system  terrain system terrain system

control points with sds-no.  1
-----
obs x = 71  rms x =  0.00 rms x = 0.000 chv vx =  0.00
obs y = 71  rms y =  0.00 rms y = 0.000 chv vy =  0.00
obs z = 69  rms z =  0.00 rms z = 0.000 chv vz =  0.00

control points with sds-no.  2
-----
obs z =  1  rms z =  8.14 rms z = 0.138 chv vz =  0.42
root mean square values of residuals of non-photogrammetric observations with minimum weight
-----
image system  terrain system
control points with sds-no.  2
-----
obs x =  0  rms x =  0.00 rms x = 0.000
obs y =  0  rms y =  0.00 rms y = 0.000
control points with sds-no.  3
-----
obs x =  0  rms x =  0.00 rms x = 0.000
obs y =  0  rms y =  0.00 rms y = 0.000
obs z =  1  rms z = 108.34 rms z = 1.843
ROOT MEAN SQUARE VALUES AND CHECK VALUES OF RESIDUALS OF GPS
OBSERVATIONS
-----
terrain system terrain system
gps observations with sds-no.  1
-----
obs x = 366 rms x = 0.076 chv vx =  0.23
obs y = 366 rms y = 0.068 chv vy =  0.20
obs z = 366 rms z = 0.072 chv vz =  0.22

gps observations with sds-no.  2
-----
obs x =  6 rms x = 0.331 chv vx =  0.99
obs y =  6 rms y = 0.280 chv vy =  0.84
obs z =  6 rms z = 0.348 chv vz =  1.04

gps observations with sds-no.  3
-----
obs x =  2 rms x = 0.524 chv vx =  1.57
obs y =  2 rms y = 1.054 chv vy =  3.16
obs z =  2 rms z = 0.737 chv vz =  2.21
SIGMA NAUGHT  2.55 = 0.043

```

伍、作業執行與成果

一、點位清查

(一)已知控制點清查

清查作業範圍附近已公告之成果(如內政部一、二等衛星控制點與一等一級、二級水準點及土地測量局三等控制點)，選擇分布適當的控制點進行檢測，須符合精度規範要求後始得引用之。實地勘查後歸納說明如下：

- 1.內政部一等衛星控制點：清查 M002、M003、M49、M092 及 M926 共 5 點，點位狀況完好，但 M092 透空通視不佳(高大樹木林立)，建議不納入觀測。另外 M926 於內政部網站查不到該點坐標資料，以新點方式重新計算坐標。
- 2.內政部二等衛星控制點：清查 M486、M809、M300、M812、M392、M414、M459、M533、M410、M374、M343、M384、M446 及 S902 共 14 點。其中 M410、M414 及 M384 三點遺失(因台 61 線興建)，而 M374 透空通視不佳建議不納入觀測。
- 3.土地測量局三等控制點：清查彰化雲林海堤附近點位共 25 點，點號分別為：NM32、NM63、NM76、NX11、NX25、NX26、NX47、NX64、NX77、NX97、NY15、NY92、P001、P002、P009、P025、P051、P101、P124、P182、P212、P279、P300、P326、P333。其中 NM32、NM63、NX26、NX47、NX77、P001、P279 遺失，P051 因管線鋪設遺失，而 NY15 則鋼頭被破壞遺失，共 9 點遺失或損毀。
- 4.內政部一等一級水準點：依據經濟部水利署水利規劃試驗所，於 94 年度辦理第一測區【彰化南部地區排水設施(舊濁水溪以南)】成果報告指出，彰化縣南部地區沿海水準點均有沉陷現象，本公司遂檢測台 1 線(位於員林鎮)附近之水準點，檢測 1101、1102、1103 及 1104 等 4 點水準點，其中 1103 檢測精度不合。
- 5.內政部一等二級水準點：本公司於 94 年度承辦雲林縣政府之『雲林縣一千分之一地形圖基礎環境資料庫建置第一期』作業，得知雲林縣南部地區在台 17 線與台 1 線附近之一等一級水準點有沉陷現象，而在台 19 線之一等二級水準點之高程較可靠，經檢測 I033、I034、I035 及 I036 等 4 點水準點後，發現 I035 檢測精度不合。

(二)新設控制點

1.沿用舊有控制點：依合約規定須沿岸線每 3 公里布設 1 點控制點為原則，經勘查北起彰化員林大排，南至雲林北港溪海岸線附近可用之三等控制點，適合使用之舊點計 16 點，點號分別為：NM76、NX11、NX25、NX64、NX97、NY92、P002、P009、P025、P101、P124、P182、P212、P300、P326、P333。另外再選用內政部 93 年度領海及鄰接區海域基本圖測量工作布設之控制點 YL0003。

2.新埋設控制點：共 5 點(CH001、CH002、CH003、YL001 及 YL002)，另外選用台電 93 年布設之精密導線點(TPNO07)，點位說明詳附件一『控制點點之記』。

將點位清查整理如表 5-1 所列，並將所有已知控制點、新設控制點及航測標控制點展繪於圖 5-1。

表 5-1 控制點清查結果統計表

等級	良好	遺失	損毀	不適觀測
內政部一等衛星控制點	4	0	0	1(M092)
內政部二等衛星控制點	10	3(M410.M414.M384)	0	1(M374)
土地測量局三等控制點	16	8(NM32.NM63.NX26.NX47.NX77.P001.P001.P279)	1(NY15)	0
內政部一等一級水準點	4	0	0	1(1103)
內政部一等二級水準點	4	0	0	1(I035)
其他控制點	2	0	0	0
新設控制點	5	0	0	0
航測標控制點	40	0	0	0
潮間帶航測標控制點	13	4(A06.A08.A09.C037)	0	0

註：1.一等一級水準點位於台 1 線(員林鎮)之點號 1103，以直接水準檢測後不合。

另外一等二級水準點 I035 檢測後亦不合，故此二點列為不適觀測者。

2.潮間帶航測標控制點 A06、A08 及 A09 位於-1.5m 潮間帶最外圍，受海浪影響毀損遺失，另外 C037 因為沙洲受海流海浪影響，造成沙洲縮小以致航測標遺失。

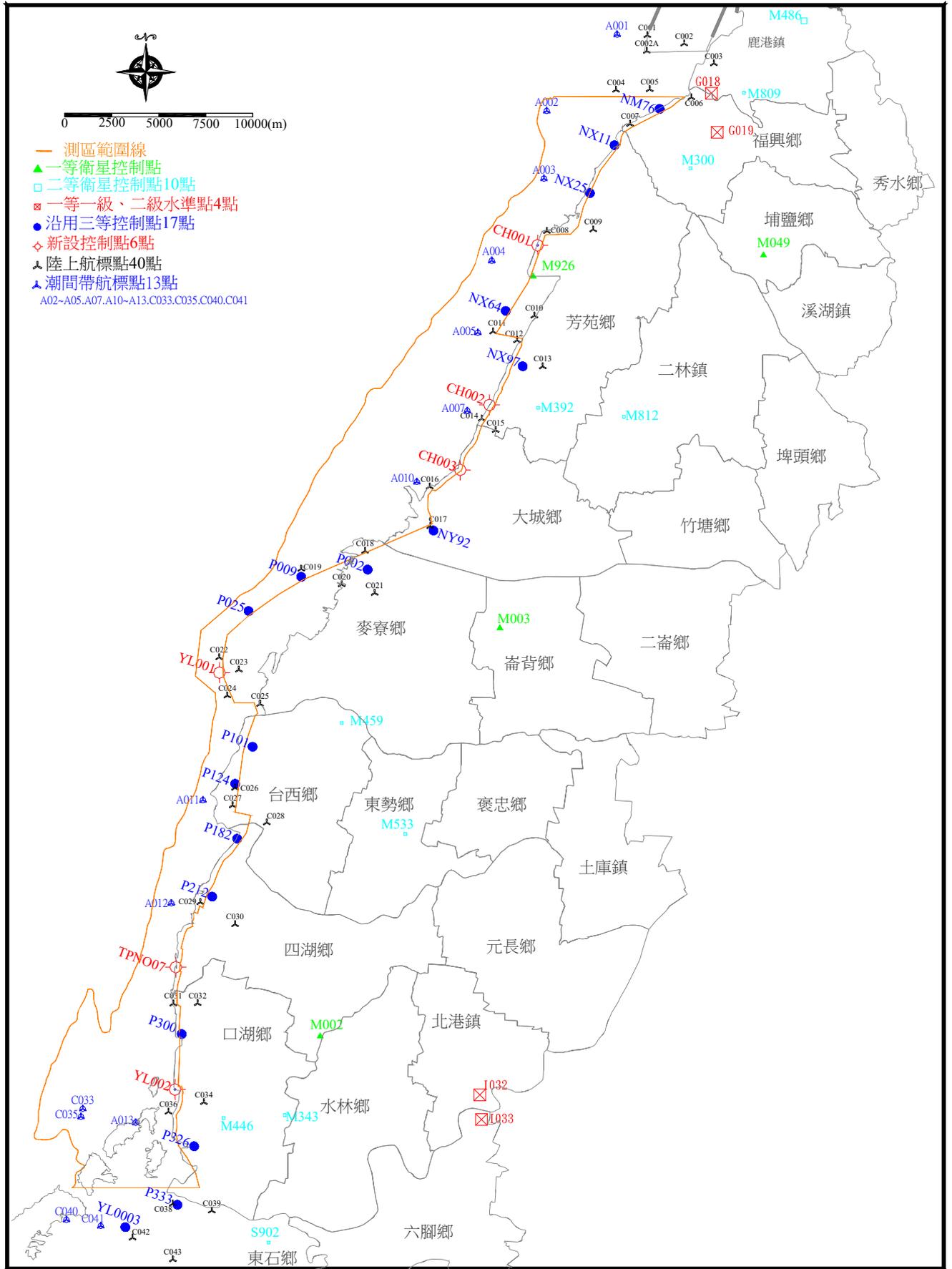


圖 5-1 控制點分布圖

二、平面控制測量

有關控制系統檢測(平面及高程)、GPS 靜態測量及水準測量等作業流程如圖 5-2 所示，其各項作業經過分述如下：

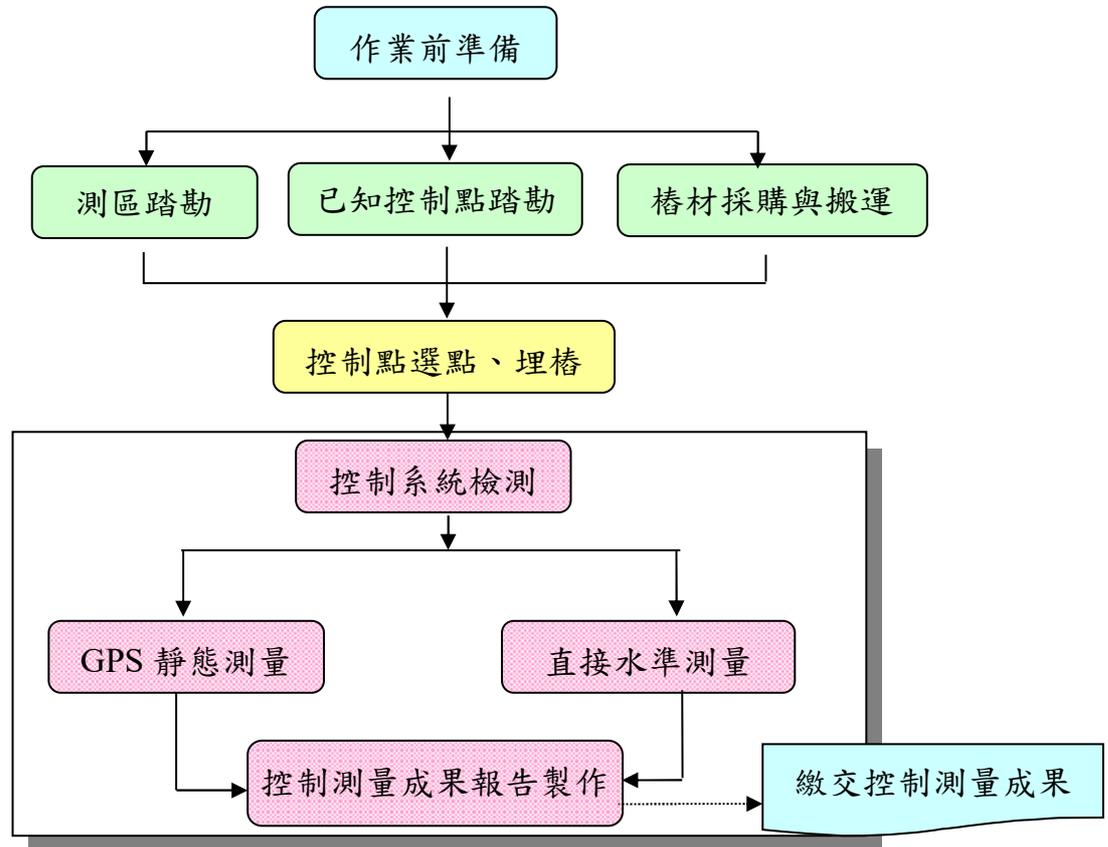


圖 5-2 控制測量作業流程圖

(一)作業規劃與測量

於控制測量前需檢測現存之已知控制點，藉由 GPS 靜態觀測方式，來檢核各已知控制點相對平面位置是否變動(位移)，以避免引用錯誤之已知點，造成坐標套合誤差。再由檢測合格的已知控制點(平面及高程)，引測至新埋設的控制點，並解算出各點之坐標高程值。

1. 引用點位

- (1)一等衛星控制點：M002、M003、M049 共 3 點，其中 M926 於內政部網站查不到該點坐標資料，以新點方式重新計算坐標。
- (2)二等衛星控制點：M486、M809、M300、M812、M392、M459、M533、M343、M446 及 S902 共 10 點。

- (3)三等控制點：彰化雲林海堤附近可沿用點位共 17 點，點號分別為：NM76、NX11、NX25、NX64、NX97、NY92、P002、P009、P025、P101、P124、P182、P212、P300、P326、P333 及 YL0003。

2.控制點選點埋設

- (1)新設控制點以埋設不銹鋼樁為主，埋設地點均考慮地質穩固性、公有土地且不影響人、車交通安全，以交通便捷便於引測為原則。
- (2)所選擇新設主控制點位對空通視皆良好，並遠離廣播電臺、電視轉播站、雷達站、微波站、高壓電線及其他電磁波源，以避免無線電波干擾衛星訊號之接收。
- (3)沿岸線以 3 公里內埋設一點控制點為原則，於岸線堤防附近勘查可用之三等控制點，適合使用之舊點計 17 點，點號分別為 NM76、NX11、NX25、NX64、NX97、NY92、P002、P009、P025、P101、P124、P182、P212、P300、P326、P333 及 YL0003，新埋設控制點共 5 點，分別為 YL001、YL002 與 CH001、CH002、CH003；另外選用台電布設之樁位(93 年布設之精密導線點 TPNO07)，共 23 點。
- (4)新設主控制點相關資訊詳附件一『控制點點之記』。

3.GPS 測量作業

- (1)採用雙頻 GPS 衛星定位儀，以靜態觀測方式觀測 60 分鐘以上。
- (2)同時使用 12~14 台雙頻衛星接收儀，採蛙跳方式進行測量。
- (3)各測站對空通視皆良好，施測時有效角應設定為 15 度，每間隔 15 秒記錄一次衛星資料。
- (4)同步觀測至少有四顆以上分布良好之衛星，衛星訊號接收時間為 60 分鐘以上，重覆觀測時間至少 45 分鐘。
- (5)實際觀測時段如表 5-2 所示。

表 5-2 GPS 觀測時段表

日期：95年01月23日

組別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
時間	Z5	Z6	NR1	NR2	ST7	ST8	ST9	ST10	ST11	ST12	ST13	ST14	ST15	ST16
(一)	C002A	C001		M300	M809	M049	C002	C003	C004	C005	C006	M486	G018	G019
儀器高	1.020	1.135		1.520	1.430	1.348	1.225	0.903	0.940	0.744	0.860	0.862	1.130	1.086
垂高	1.005	1.122		1.517	1.420	1.345	1.614	1.292	1.329	1.104	1.220	1.222	1.490	1.446
(二)	C004★	C006★	CH001	NX11		NM76	C005★	C008	C009	C007	M812	NX25	M049★	M300★
儀器高	1.072	1.484	1.318	1.078		1.122	1.201	0.894	0.855	0.710	0.681	0.730	1.051	1.135
垂高	1.058	1.474	1.314	1.074		1.118	1.590	1.283	1.244	1.070	1.041	1.090	1.411	1.495
(三)	C009★	C008★	CH001★	NX64		M926	C010	C011	C012	C013	M049★	P025	M003★	M812
儀器高	1.085	1.281	1.328	1.080		1.296	1.066	0.872	0.923	0.718	0.976	0.924	1.006	0.956
垂高	1.071	1.269	1.325	1.076		1.293	1.455	1.261	1.312	1.078	1.336	1.284	1.366	1.316
儀器	Ashtech Z-Survey (A)	Ashtech Z-Survey (B)	NovAtel DL RT2(A)	NovAtel DL RT2(B)	NovAtel DL RT2(C)	NovAtel DL RT2(D)	Leica 9500(A)	Leica 9500(B)	Leica 9500(C)	Leica 9500(D)	Leica 530(A)	Leica 530(B)	Leica 530(C)	Leica 530(D)
★表示相鄰觀測時段之網形共同聯結點 (一)GPS衛星觀測參數:每15秒接收一筆衛星資料、衛星遮蔽仰角設為15度。 (二)每一觀測時段結束後各組組長回報各站衛星接收狀況 (三)人員切勿在GPS衛星接收儀天線盤5公尺範圍內發射無線電波及撥打行動電話。														

日期：95年01月24日

組別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
時間	Z5	Z6	NR1	NR2	ST6	ST8	ST9	ST10	ST11	ST12	ST13	ST14	ST15	ST16
(四)	C016	C014	CH003	CH002		NX97	C015	C011★	C012★	C013★	M392	P025★	M003★	M812★
儀器高	0.999	1.404	1.491	1.367		0.823	1.006	1.019	0.977	0.784	0.799	0.904	1.031	0.716
垂高	0.984	1.393	1.488	1.364		0.818	1.395	1.408	1.366	1.144	1.159	1.264	1.391	1.076
(五)	C016★	C018	CH003★	P009	NY92	P002	C017	C019	C020	C021	M459	P025★	M003★	M812★
儀器高	0.999	1.060	1.485	1.394	1.469	1.248	0.978	1.036	1.019	0.769	0.733	0.829	1.031	0.713
垂高	0.984	1.046	1.482	1.391	1.466	1.245	1.367	1.425	1.408	1.129	1.093	1.189	1.391	1.073
(六)	P124	P101	YL001	C023		C022	C028	C024	C025	C021★	M533	P025★	M003★	M459★
儀器高	1.401	1.254	1.203	1.344		1.390	1.037	1.023	1.058	0.786	0.544	0.699	1.031	0.854
垂高	1.390	1.242	1.200	1.341		1.387	1.426	1.412	1.447	1.146	0.904	1.059	1.391	1.214
(七)	P124★	C026	YL001★	P212		P182	C028★			C029	M533★	TPNO07	C027	M459★
儀器高	1.401	1.402	1.266	1.319		1.090	1.037			0.733	0.529	0.669	0.813	0.849
垂高	1.390	1.391	1.263	1.316		1.086	1.426			1.093	0.889	1.029	1.173	1.209
儀器	Ashtech Z-Survey (A)	Ashtech Z-Survey (B)	NovAtel DL RT2(A)	NovAtel DL RT2(B)	NovAtel DL RT2(C)	NovAtel DL RT2(D)	Leica 9500(A)	Leica 9500(B)	Leica 9500(C)	Leica 9500(D)	Leica 530(A)	Leica 530(B)	Leica 530(C)	Leica 530(D)
★表示相鄰觀測時段之網形共同聯結點 (一)GPS衛星觀測參數:每15秒接收一筆衛星資料、衛星遮蔽仰角設為15度。 (二)每一觀測時段結束後各組組長回報各站衛星接收狀況 (三)人員切勿在GPS衛星接收儀天線盤5公尺範圍內發射無線電波及撥打行動電話。														

日期：95年01月25日

組別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
時間	Z5	Z6	NR1	NR2	ST6	ST8	ST9	ST10	ST11	ST12	ST13	ST14	ST15	ST16
(八)	P300	C031	YL002	C036	YL0003	C034	C032	C030	C029★	TPNO07★	M446	P326	M343	M002★
儀器高	1.461	1.462	1.401	1.356	1.388	1.398	1.148	1.044	1.039	0.609	0.871	0.772	0.683	0.788
垂高	1.451	1.452	1.398	1.353	1.385	1.395	1.535	1.433	1.428	0.969	1.231	1.132	1.043	1.148
(九)	C039	C038	YL002★	C036★	YL0003★	C034★	S902	C043	C042	P333	M446★	P326★	M343★	M002★
儀器高	1.487	1.459	1.362	1.382	1.389	1.398	1.141	1.110	0.978	0.816	0.840	0.783	0.683	0.847
垂高	1.477	1.449	1.359	1.379	1.386	1.395	1.530	1.499	1.367	1.176	1.200	1.143	1.043	1.207
(十)	C030	C028	M533	I033	M003	I032	S902★	-----	-----	-----	M446★	M459	M343★	M002★
儀器高	1.484	1.320	0.932	1.421	1.343	1.398	1.141				0.844	0.712	0.683	0.632
垂高	1.474	1.309	0.928	1.418	1.340	1.395	1.530				1.204	1.072	1.043	0.992
(十一)	-----	C028	M533★	P182	-----	P124	P212	-----	C027	C026	C029	M459★	C030	M002★
儀器高		1.388	0.950	1.113		1.187	1.188		1.100	1.159	0.844	0.636	0.656	0.765
垂高		1.377	0.946	1.109		1.184	1.577		1.489	1.519	1.204	0.996	1.016	1.125
儀器	Ashtech Z-Survey (A)	Ashtech Z-Survey (B)	NovAtel DL RT2(A)	NovAtel DL RT2(B)	NovAtel DL RT2(C)	NovAtel DL RT2(D)	Leica 9500(A)	Leica 9500(B)	Leica 9500(C)	Leica 9500(D)	Leica 530(A)	Leica 530(B)	Leica 530(C)	Leica 530(D)
★表示相鄰觀測時段之網形共同聯結點 (一)GPS衛星觀測參數:每15秒接收一筆衛星資料、衛星遮蔽仰角設為15度。 (二)每一觀測時段結束後各組組長回報各站衛星接收狀況 (三)人員切勿在GPS衛星接收儀天線盤5公尺範圍內發射無線電波及撥打行動電話。														

(二)資料處理

- 1.不同廠牌之 GPS 觀測資料，需由各廠牌儀器提供之轉檔軟體，將資料轉換成 RINEX 格式。
- 2.基線計算採用 Trimble Geomatics Office V1.6 套裝軟體，解算時軟體會逐一配對同時觀測之測點，逐一組成基線並解算其基線長度及各分量(3D)，得相鄰點位之基線長(dX,Dy,dZ)及協變方矩陣。
- 3.最小約制平差計算採用 Turbo_Net 套裝軟體，將基線解算得之基線長(dX,dY,dZ)及協變方矩陣，以最小約制法進行初步平差，求得網系本身的內在精度，作為剔除含大誤差基線分量的依據，並求得點位坐標的誤差橢圓大小。得各時段(每日)結果如表 5-3 所示。

表 5-3 各時段最小約制平差成果

時 段	驗後單位權中誤差	基線剔除率	點位誤差橢圓長半徑
950123	8.834	7.8%(19/242)	12mm
950124	4.401	2.1%(7/330)	4mm
950125	6.250	3.1%(9/290)	5mm

由表 5-3 中發現時段 950123 之基線剔除率為 7.8%，其原因為：於靜態觀測時，其中 C013、CH001 及 NX64 觀測過程有斷電(觀測時間不足 60 分鐘)，仍然解算其基線並放入平差，以致增加此時段之基線剔除率。

- 4.初步計算各已知點位之坐標較差值，再選擇測區中心附近之點位固定之，遂固定 M003 之坐標來計算各時段(局部小網)的平差成果，再逐次增加網系的連結範圍，直到整個網系平差完成為止。

得最小約制網平差之驗後單位權中誤差為 8.183，剔除 56 條基線剔除率為 5.9%(56/951)，而點位誤差橢圓長半徑最大值為 7mm (符合規範要求之 20mm)，最小約制網形詳圖 5-3 『GPS 觀測網形圖』。

由最小約制計算之坐標成果再與公告坐標成果比較，點位平面坐標分量較差值最大值為 65mm 如表 5-4 所示(符合規範要求之 98mm)。

另外，由最小約制網平差計算之坐標成果反算各基線長後，再與公告坐標成果反算之距離做比較，其距離差值及距離精度值，摘要如表 5-5 所示。

- 5.經分析已知控制點(30 點)均符合精度規範要求，可做為坐標套合計算固定點使用。經套合平差後得各點位之誤差橢圓其長軸半徑均小於 14mm。

表 5-4 已知控制點檢測坐標差值表

點號	已知點坐標		自由網坐標		坐標差值		備註
	縱坐標	橫坐標	縱坐標	橫坐標	縱坐標	橫坐標	
M002	2610869.973	170060.253	2610869.942	170060.220	-0.031	-0.033	
M003	2632754.097	179619.527	2632754.097	179619.527	0.000	0.000	固定點
M049	2652765.352	193640.901	2652765.378	193640.914	0.026	0.013	
M300	2657413.823	189755.187	2657413.831	189755.188	0.008	0.001	
M343	2606614.153	168186.641	2606614.145	168186.639	-0.008	-0.002	
M392	2644556.938	181646.611	2644556.926	181646.623	-0.012	0.012	
M446	2606461.732	164923.056	2606461.737	164923.080	0.005	0.024	
M459	2627650.390	171205.293	2627650.389	171205.284	-0.001	-0.009	
M486	2665113.739	196612.607	2665113.751	196612.610	0.012	0.003	
M533	2621695.989	174584.450	2621695.976	174584.425	-0.013	-0.025	
M809	2661464.679	192592.748	2661464.688	192592.744	0.009	-0.004	
M812	2644082.972	186208.188	2644082.991	186208.203	0.019	0.015	
NM76	2660597.339	188109.354	2660597.364	188109.355	0.025	0.001	
NX11	2658646.701	185713.232	2658646.736	185713.222	0.035	-0.010	
NX25	2656079.785	184397.324	2656079.805	184397.314	0.020	-0.010	
NX64	2649756.234	179927.870	2649756.257	179927.859	0.023	-0.011	
NX97	2646789.044	180828.443	2646789.074	180828.423	0.030	-0.020	
NY92	2637977.991	176081.478	2637978.001	176081.478	0.010	0.000	
P002	2635882.758	172584.843	2635882.764	172584.829	0.006	-0.014	
P009	2635495.268	169051.230	2635495.333	169051.182	0.065	-0.048	
P025	2633658.028	166253.890	2633658.045	166253.904	0.017	0.014	
P101	2626379.372	166465.469	2626379.385	166465.476	0.013	0.007	
P124	2624391.854	165541.042	2624391.848	165541.080	-0.006	0.038	
P182	2621444.724	165647.378	2621444.726	165647.362	0.002	-0.016	
P212	2618340.408	164315.112	2618340.408	164315.094	0.000	-0.018	
P300	2610967.981	162693.589	2610967.982	162693.574	0.001	-0.015	
P326	2604947.363	163353.840	2604947.353	163353.833	-0.010	-0.007	
P333	2601811.242	162469.509	2601811.226	162469.513	-0.016	0.004	
S902	2599786.425	167318.544	2599786.414	167318.530	-0.011	-0.014	
YL0003	2600468.335	160058.691	2600468.334	160058.692	-0.001	0.001	

表 5-5 基線檢核精度分析表(摘要)

點名 點名 點名	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 (")	距離 較差 (mm)	精度 規範 (mm)
YL0003		2759.604		2759.609		-5	46.6
P333	24-32-23		24-32-22		1		
P326		5560.536		5560.548		-12	63.4
YL0003		2759.604		2759.609		-5	46.6
P333	21-49-03		21-49-02		1		
M446		7719.012		7718.993		19	76.3
YL0003		2759.604		2759.609		-5	46.6
P333	34-29-06		34-29-07		-1		
S902		7291.794		7291.808		-14	73.8
YL0003		5560.536		5560.548		-12	63.4
P326	2-43-20		2-43-20		0		
M446		7719.012		7718.993		19	76.3
YL0003		5560.536		5560.548		-12	63.4
P326	59-01-29		21579		0		
S902		7291.794		7291.808		-14	73.8
YL0003		7719.012		7718.993		19	76.3
M446	56-18-09		56-18-09		0		
S902		7291.794		7291.808		-14	73.8
P333		9159.496		9159.480		16	85
P300	14-20-45		14-20-45		0		
P326		3258.422		3258.419		3	49.6
P333		9159.496		9159.480		16	85
P300	26-24-51		26-24-50		1		
M446		5258.064		5258.036		28	61.5
P333		9159.496		9159.480		16	85
P300	111-15-45		111-15-44		1		
S902		5254.791		5254.809		-18	61.5
P333		9159.496		9159.480		16	85
P300	48-33-54		48-33-54		0		
M343		7466.830		7466.830		0	74.8
P333		3258.422		3258.419		3	49.6
P326	12-04-06		41004		1		
M446		5258.064		5258.036		28	61.5
P333		3258.422		3258.419		3	49.6
P326	96-55-00		96-54-59		1		
S902		5254.791		5254.809		-18	61.5
P333		3258.422		3258.419		3	49.6
P326	34-13-09		34-13-09		0		
M343		7466.830		7466.830		0	74.8

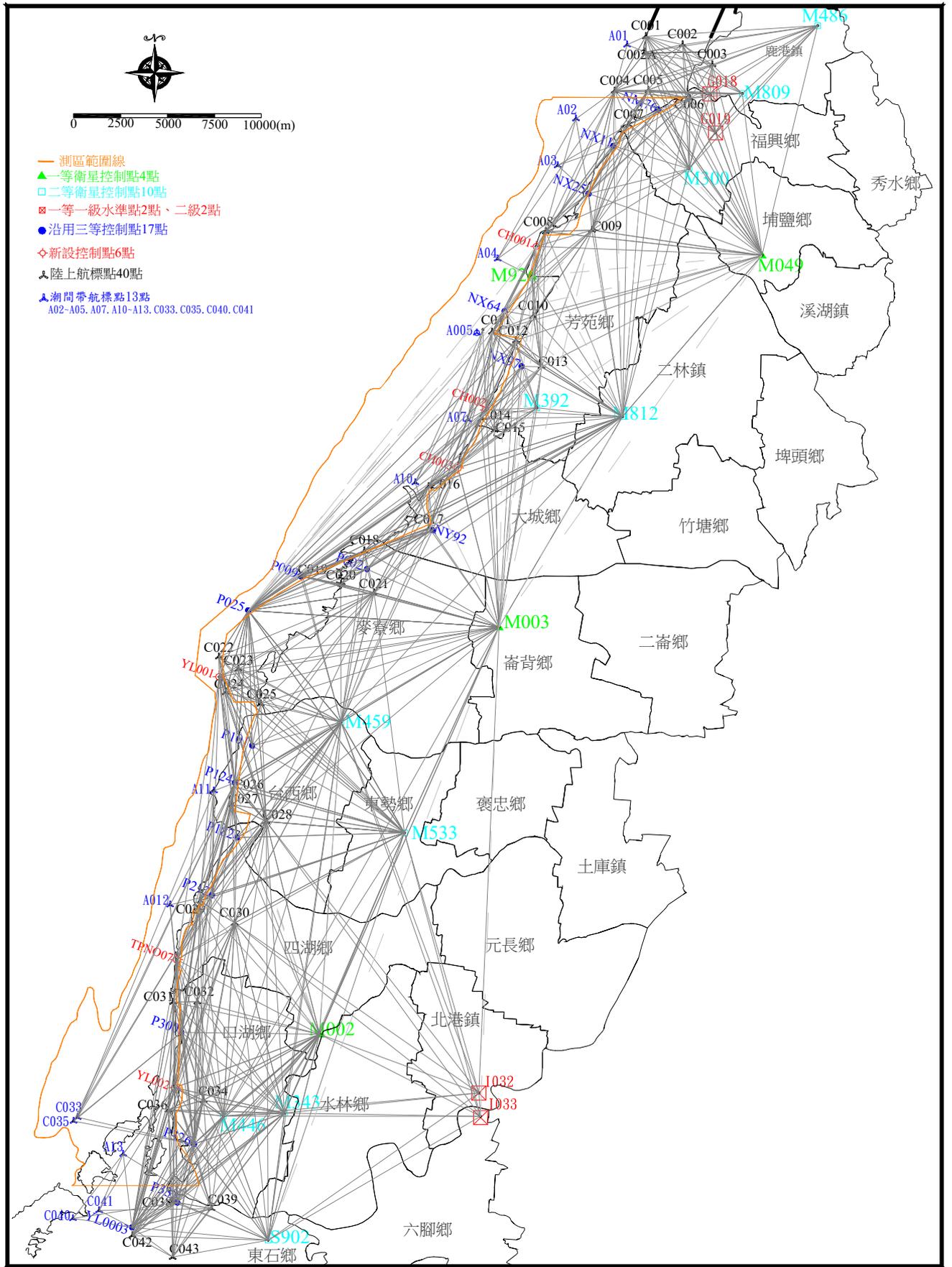


圖 5-3 GPS 觀測網形圖

三、高程控制測量

高程控制測量採用精密水準儀以直接水準測量方式，來檢測已知水準點是否有變動，再引測至新設控制點。

(一)作業規劃與測量

1.引用點位

(1)一等一級水準點：台 1 線(位於彰化員林鎮)附近之水準點，檢測 1101、1102、1103 及 1104 等 4 點水準點，其中 1103 檢測精度不合。

(2)一等二級水準點：台 19 線(位於嘉義六腳鄉)附近之水準點，檢測 I033、I034、I035 及 I036 等 4 點水準點後，其中 I035 檢測精度不合。

2.直接水準測量作業

(1)採用全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。

(2)以直接水準測量方式往返觀測，閉合於不同之兩已知點上，並加讀視距，前後視距約略相等且不大於 50 公尺。

(二)資料處理

1.已知水準點檢測

檢測內政部公告之一等一級水準點 1101、1102、1103 及 1104 與一等二級水準點 I033、I034、I035 及 I036 等 8 點(各二段水準線)，除點位 1103 及 I035 檢測不合外，其餘 6 點精度均符合規範 $\pm 8\text{mm}\sqrt{k}$ (K 為水準路線之公里數，不足一公里者以一公里計)，其精度詳如表 5-6 所示。

另外，本公司於 94 年度於彰化、雲林地區有檢測過部分水準點，發現水準點有沉陷現象，其檢測成果詳述如下：

(1)經濟部水利署水利規劃試驗所，於 94 年度辦理第一測區【彰化南部地區排水設施(舊濁水溪以南)】案，其檢測水準點 I008、G019、G020、G021、G022 及 G023 等，檢測精度如表 5-6 所示。

(2)依據雲林縣政府辦理『雲林縣一千分之一地形圖基礎環境資料庫建置第一期』案，其檢測水準點 1128、1130、G047、G048、I030 及 I031 等，檢測精度如表 5-6 所示。

2.水準引測

(1)引用檢測合格之水準點，以直接水準往返方式觀測得各水準路段之閉合差不超過 $\pm 8\text{mm}\sqrt{K}$ (K 為水準路線之公里數)。水準測量作業時間如表 5-7 所示。

表 5-6 已知水準點檢測表

點位 1 至 點位 2	已知高程(1) (m)	已知高程(2) (m)	已知高差 (2)-(1)	檢測高差 (m)	檢測-已知 (m)	測線距離 (km)	閉合差 (mm \sqrt{k})	檢測 年度
1104 ~ 1102	27.50316	23.01423	-4.48893	-4.50543	-0.01650	6.063	-6.70	95 年
1102 ~ 1101	23.01423	18.10747	-4.90676	-4.89634	0.01042	2.566	6.50	95 年
I033 ~ I034	13.339	6.797	-6.542	-6.53304	0.00896	2.637	5.52	95 年
I034 ~ I036	6.797	6.520	-0.277	-0.27913	-0.00213	3.676	-1.11	95 年
1104 ~ 1103	27.50316	26.44935	-1.05381	-1.13230	-0.0785	2.679	-47.96	95 年
1103 ~ 1102	26.44935	23.01423	-3.43512	-3.37324	0.0619	3.383	33.65	95 年
I034 ~ I035	6.797	5.832	-0.965	-0.996	-0.031	2.524	-19.51	95 年
I035 ~ I036	5.832	6.520	0.688	0.713	0.025	1.152	23.29	95 年
I008 ~ G019	16.079	4.684	-11.395	-11.024	0.371	11.911	107.49	94 年
G019 ~ G021	4.684	7.172	2.488	2.466	-0.0225	3.281	-12.42	94 年
G021 ~ G022	7.172	3.465	-3.707	-3.731	-0.024	3.456	-12.91	94 年
G022 ~ G023	3.465	4.449	0.984	0.958	-0.026	2.059	-18.12	94 年
1130 ~ 1128	29.172	27.619	-1.553	-1.6189	-0.0659	3.113	-37.35	94 年
G047 ~ G049	0.725	1.040	0.315	0.277	-0.038	4.280	-18.37	94 年
I031 ~ I030	8.796	8.563	-0.233	-0.310	-0.077	2.430	-49.40	94 年

表 5-7 直接水準測量作業時間

工 作 項 目	作 業 日 期
1.已知水準點檢測	95.01.13-(1101~1104) 95.02.27-(I033~I036)
2.水準測量(含潮位站高程引測)	95.01.06~95.01.14、95.01.17~95.01.20 95.02.11~95.02.14、95.02.17 95.02.20~95.02.24、95.02.27 95.03.09~95.03.10
3.內業資料整理計算	95.01.06~95.03.14

(2)本測區直接水準施測里程總計約為 269.8 公里，主要區分為 9 條測線，各測線之往返閉合差如表 5-8 所示，皆符合規範需求小於 $8\text{mm}\sqrt{k}$ (K 為水準路線之公里數)。水準路線圖詳圖 5-4 『水準測量路線網形圖』所示。

表 5-8 水準測線往返閉合差檢測表

測線 編號	點位 1 至 點位 2	已知高程差 (m)	往返平均高程差 (m)	測線距離 (km)	閉合差 (mm)	閉合精度 (mm)
B01	1101 ~ 陸檢 8622	-13.82562	-13.82514	27.979	0.48	$0.09\sqrt{K}$
B02	陸檢 8624 ~ 陸檢 8622	0.30049	0.30016	21.012	0.33	$0.07\sqrt{K}$
B03	FBH2+100 ~ 陸檢 8624	-2.19567	-2.19594	6.818	0.27	$0.10\sqrt{K}$
B04	陷檢 40 ~ FBH2+100	1.38263	1.38253	7.279	0.10	$0.04\sqrt{K}$
B05	陷檢 33 ~ 陷檢 40	-0.28381	-0.28400	10.014	0.19	$0.06\sqrt{K}$
B06	陷檢 33 ~ G026	0.80824	0.80847	14.248	0.23	$0.06\sqrt{K}$
B07	水利彰 39 ~ G026	1.78217	1.78211	3.624	0.06	$0.03\sqrt{K}$
B08	水利彰 39 ~ T116	-3.25653	-3.25198	122.323	4.55	$0.41\sqrt{K}$
09	T116 ~ I036	5.67225	5.67335	56.493	1.10	$0.15\sqrt{K}$

從表 5-8 中可得知施測之水準路線，係由 1101→陸檢 8622→陸檢 8624→FBH2+100→陷檢 40→陷檢 33→G026→水利彰 39→T116→I036，其累計高程差為-11.58610m，已知水準點高程差為-11.58747m，其高程較差值為 0.00137m。

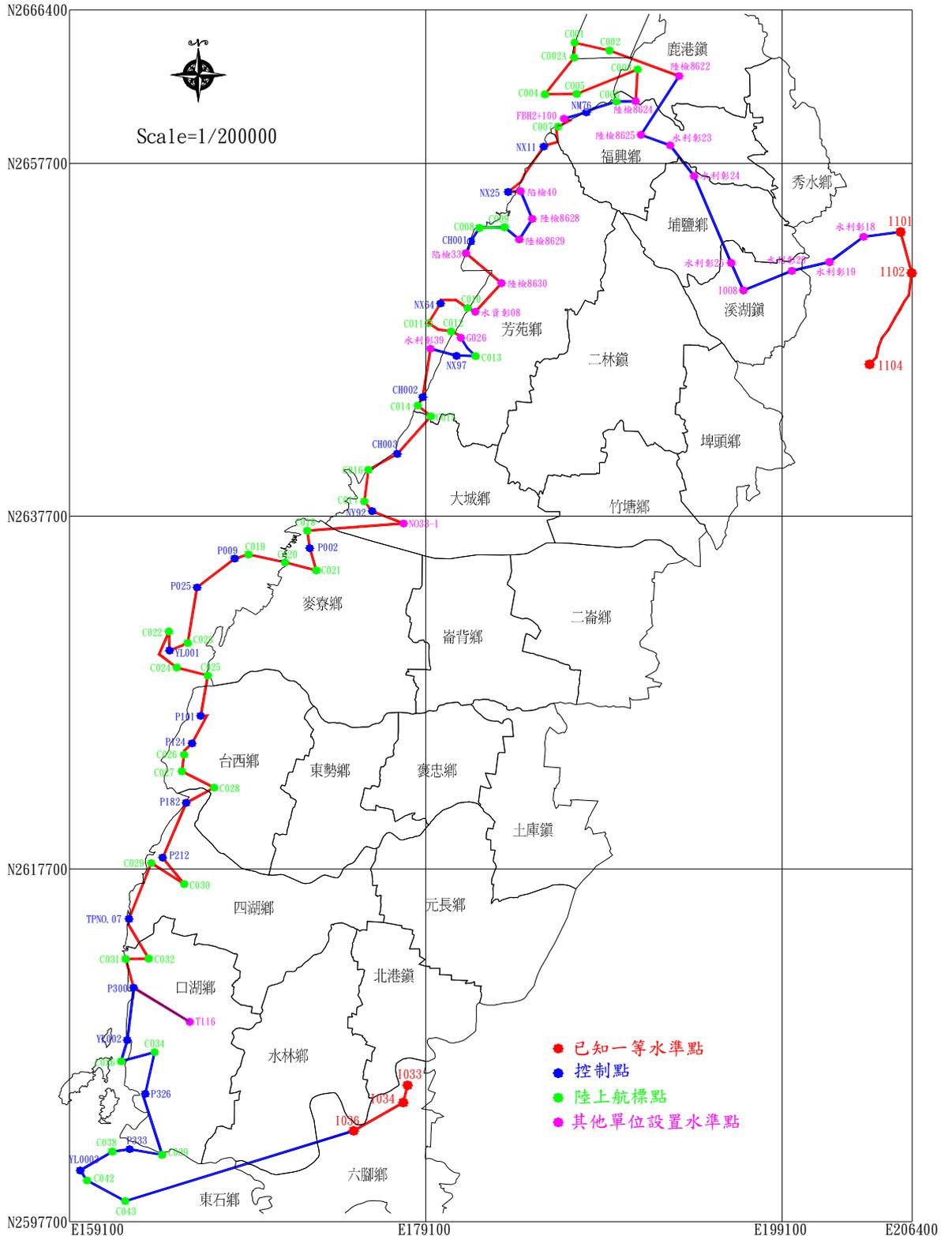


圖 5-4 水準測量路線網形圖

(3)由於彰化、雲林沿海地區地層有沉陷現象，又本計畫於直接水準觀測時有連測部分現有水準點，亦重新計算其高程值(如表 5-9 所示)，可提供相關單位參考使用。

表 5-9 彰雲地區現有水準點引測成果

水準點點號	高程(m)	引測日期	引用水準點	備註
1101	18.10747	95年2月	已知高程	
1102	23.00400	95年2月	已知高程	
1103	26.37600	95年2月	1101	重新計算
1104	27.50927	95年2月	已知高程	
I033	13.33210	95年2月	已知高程	
I034	6.79910	95年2月	已知高程	
I035	5.80700	95年2月	I036	重新計算
I036	6.52000	95年2月	已知高程	
水利彰18	17.43171	95年2月	1101	
水利彰19	19.91934	95年2月	1101	
水利彰20	16.70570	95年2月	1101	
水利彰23	6.45767	95年2月	1101	
水利彰24	7.68481	95年2月	1101	
水利彰25	13.93233	95年2月	1101	
水利彰38	2.15726	95年2月	1101	
水利彰39	4.10428	95年2月	1101	
水海BM20	4.24334	95年2月	1101	
水資彰08	3.94006	95年2月	1101	
陸檢8622	4.28185	95年2月	1101	
陸檢8624	3.98136	95年2月	1101	
陸檢8625	5.07233	95年2月	1101	
陸檢8628	4.58525	95年2月	1101	
陸檢8629	3.55461	95年2月	1101	
陸檢8630	4.45823	95年2月	1101	
陷檢26	5.83787	95年2月	1101	
陷檢27	5.69559	95年2月	1101	
陷檢28	5.34660	95年2月	1101	
陷檢33	5.07821	95年2月	1101	
陷檢40	4.79440	95年2月	1101	
FBH2+100	6.17703	95年2月	1101	
G017	3.08651	95年2月	1101	
G023	4.35345	95年2月	1101	
G026	5.88645	95年2月	1101	

五、海域水深測量

(一)水深作業規劃

海域測量工作範圍為臺灣西部彰化縣、雲林縣沿海區域低潮位線以西測至水深 5 公尺處，本區域使用漁船或測量船以單音束方式進行水深測量，相關作業說明如下：

1.前置作業規劃

在進行本案各項水深作業之前，必須先準備的動作說明如下：

(1)出海作業許可公文之申請

針對測區內所有港口申請出海作業公文，若於海上遇到突發狀況(天候..)，可以即時返回港內避風或補給。

(2)當地潮汐資料蒐集

西部海岸部分港口於退潮時船隻均無法進出，所以在進行水深作業前，需隨時注意中央氣象局所發布之當地潮汐預報漲、退潮時間及海象，來規劃水深測量時間。

(3)驗潮站位置選定

臺灣西部彰化雲林地區之潮汐變化情形，發現從鹿港至布袋港潮差至少有 1.9 公尺至 3 公尺左右，潮汐變化之大若沒做潮位修正將影響整個水深測量之精度。故於測區範圍內規劃三個自動驗潮站(完整涵蓋整個測區)，來修正當地特殊環境之潮位差。

(4)坐標系統確認

與陸域控制系統採用同一坐標高程系統，如此才能與陸域地形之高程資料做結合。

平面基準：採用內政部公告之 TWD97 平面基準；

高程基準：採用內政部公告之 TWVD2001 高程基準。

(5)航線規劃

測線以東西向方式規劃間距為 25 公尺一條，南北向每 250 公尺施測一條約略與測線垂直之檢核線(如圖 5-12 所示)，實際測線間隔誤差不得大於 30%，間隔過大者必須加以補測。

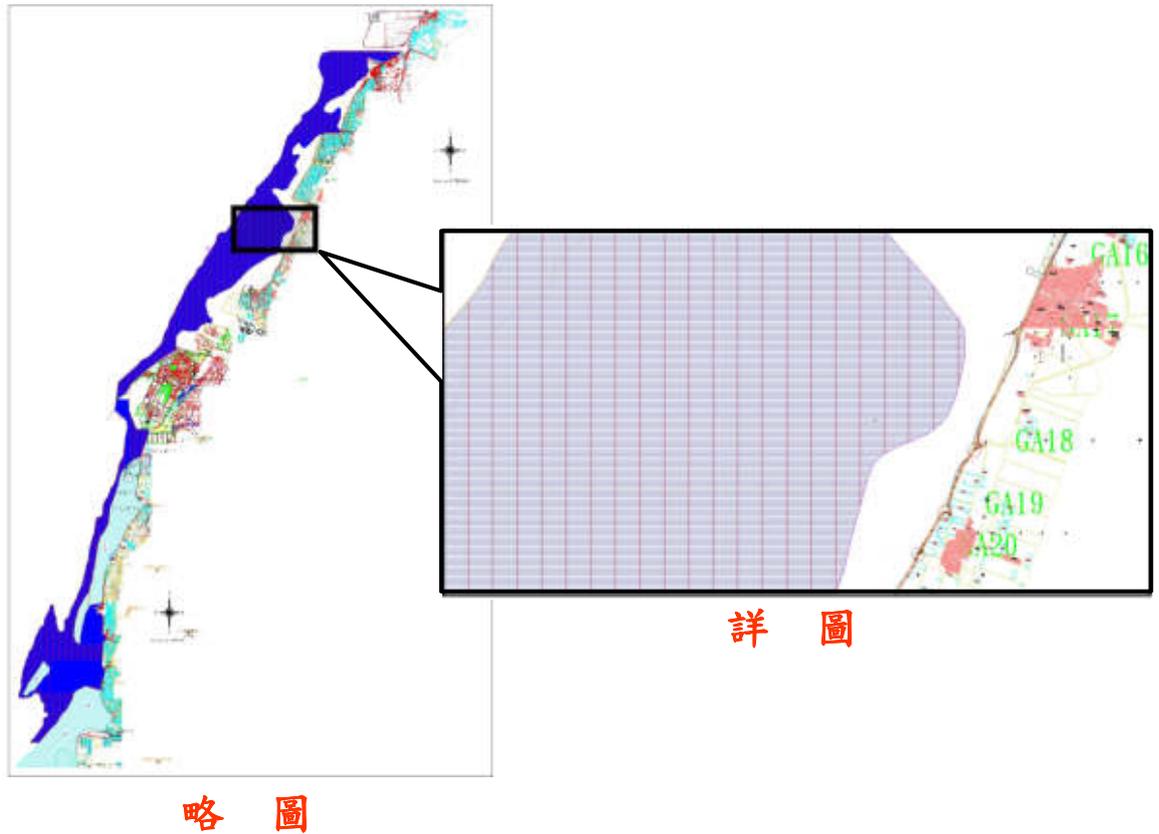


圖 5-12 海域測線規劃

(6)測量船隻選定

由於測區附近部分港口於退潮時船隻均無法進出，考量當地環境(養蚵、潮間帶寬廣)以及選用適合作業之船隻。依據彰雲作業區域的特性，規劃在近岸淺水區及養蚵密集區，採用泊子寮及王功漁港之平底膠筏(小型)如圖 5-13(右)；在水深較深且無養蚵區域採用中型船隻(本公司自有船隻-自強一號)如圖 5-13(左)，其水深測量作業船隻如圖 5-13 所示。

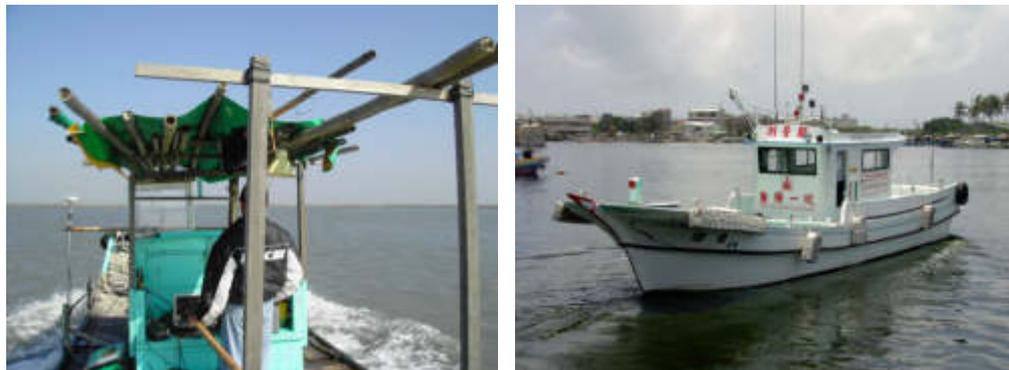


圖 5-13 水深測量作業船隻

2. 作業構想

水深作業時參考中央氣象局所發布之當地潮汐預報漲、退潮時間，來規劃水深測量時間，以儘可能測量至較高潮位線位置，與陸域航拍的區域能夠重疊，可以檢核水深量測之數據與航拍立體測圖之高程是否一致，如圖 5-14 所示實際作業成果(摘要)，高程資料比對請詳參『(六)水深資料整理』。

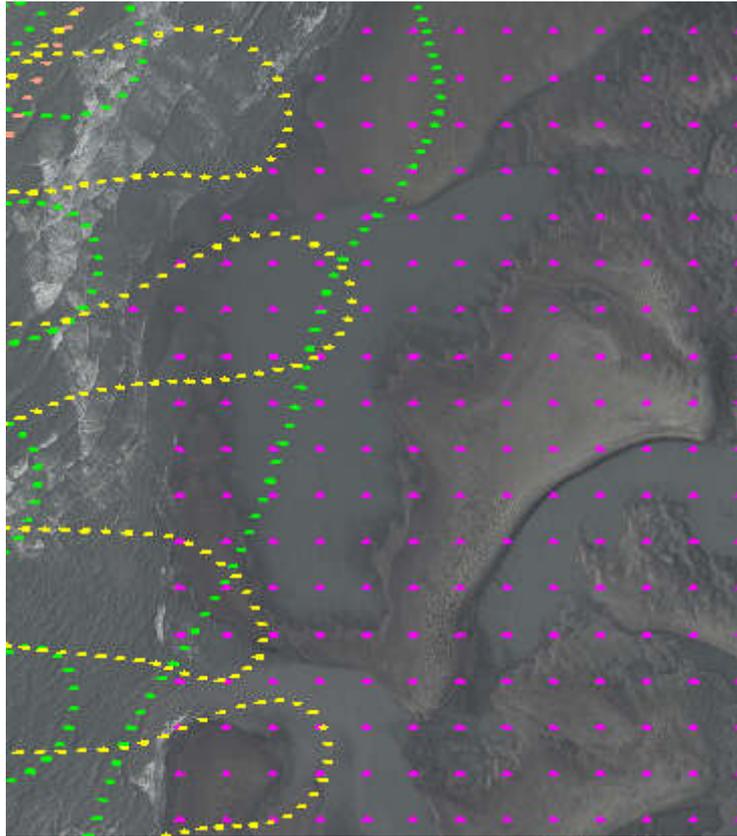


圖 5-14 水深量測與立製高程點重疊區域(摘要)

3. 工作流程

由於水深測量所蒐集資料(如潮位、水中聲速、定位精度以及船隻姿態等)眾多，因此作業過程需嚴謹以符合合約規範之需求(測線密度及精度要求)。為避免影響資料精度，因此水深作業需有一定的作業流程提供作業人員遵循(包含事前儀器檢校及作業時應注意事項)。其作業流程如圖 5-15 所示。

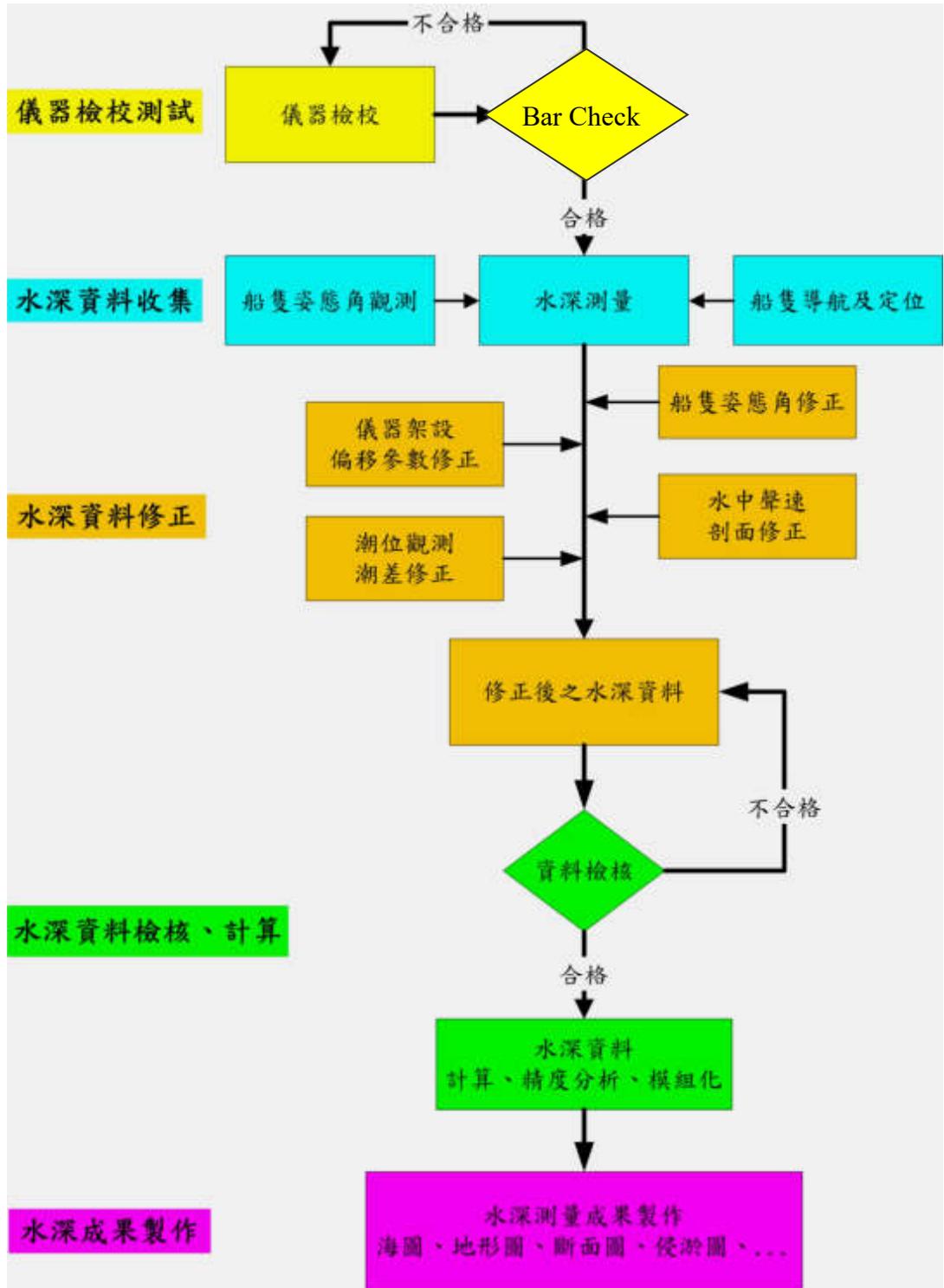


圖 5-15 水深測量作業流程圖

(二)工作項目及數量

本案有關水深作業項目及實作工作數量整理如表 5-15 所示，至於每天水深作業之記錄表與聲速校驗表請詳參期中報告。

表 5-15 工作項目與工作數量表

項次	工作項目	單位	實作數量	備註
1	潮位站高程引測	點	3	與新設控制點之水準測量一併進行
2	潮位站架設及觀測	點	3	
3	水深測量	公里	4470	95.03.05、95.03.09、95.03.11、95.03.16、95.03.18、95.03.21、95.03.22、95.03.30~95.04.05、95.04.12、95.04.18~95.04.23、95.04.25、95.04.26、95.04.28、95.04.29、95.08.01、95.08.02、95.08.22~95.08.25 水深作業當天並進行聲速校驗
4	內業資料整理計算	式	1	含水深資料整理與水深地形圖製作

(三)潮位觀測

1.潮位站架設

(1)首先評估臺灣西部彰化雲林地區之潮汐變化情形後，如圖 5-16 所示從鹿港至布袋港潮差至少有 1.9 公尺至 3 公尺左右，潮汐變化之大若沒做潮位修正將影響整個水深測量之精度。

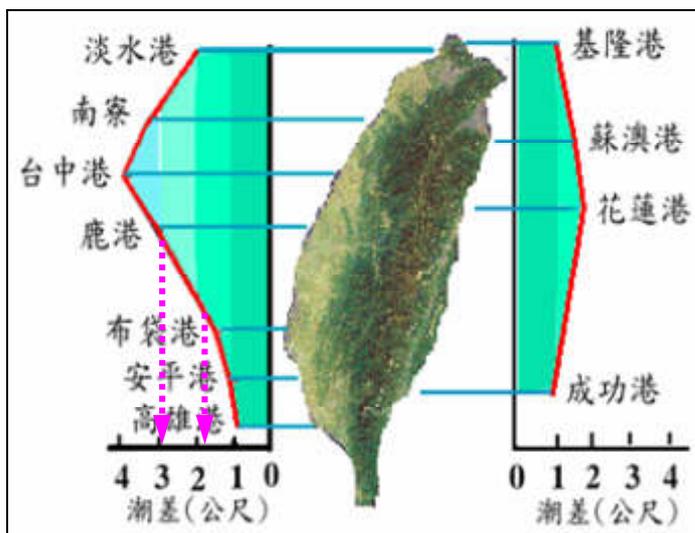


圖 5-16 台灣地區潮差變化關係圖

- (2) 本案由於測區範圍從北至南海岸長約 68 公里，遂於測區之北、中、南各規劃一處自動驗潮站作為潮位觀測，此三處位置分別位於彰濱工業區臨時碼頭旁、麥寮專用港(導引船停泊處)及箔子寮漁港安檢站前，其位置詳如圖 5-17 所示。
- (3) 驗潮站高程係以直接水準往返觀測方式從一等水準點引測推算而得，施測方法與精度等同控制測量之規範要求。
- (4) 自記式潮位儀採用 Seabird 39 型高精度溫度、壓力感測器之潮位觀測記錄儀器，利用儀器本身內建程式將水中壓力換算成水深值，壓力感測器解析度為 0.002%、精確度為 0.1%，儀器放置前均送回經銷商進行校驗。施行水深測量期間全程作潮位觀測，以確保潮位資料的正確性與完整性。

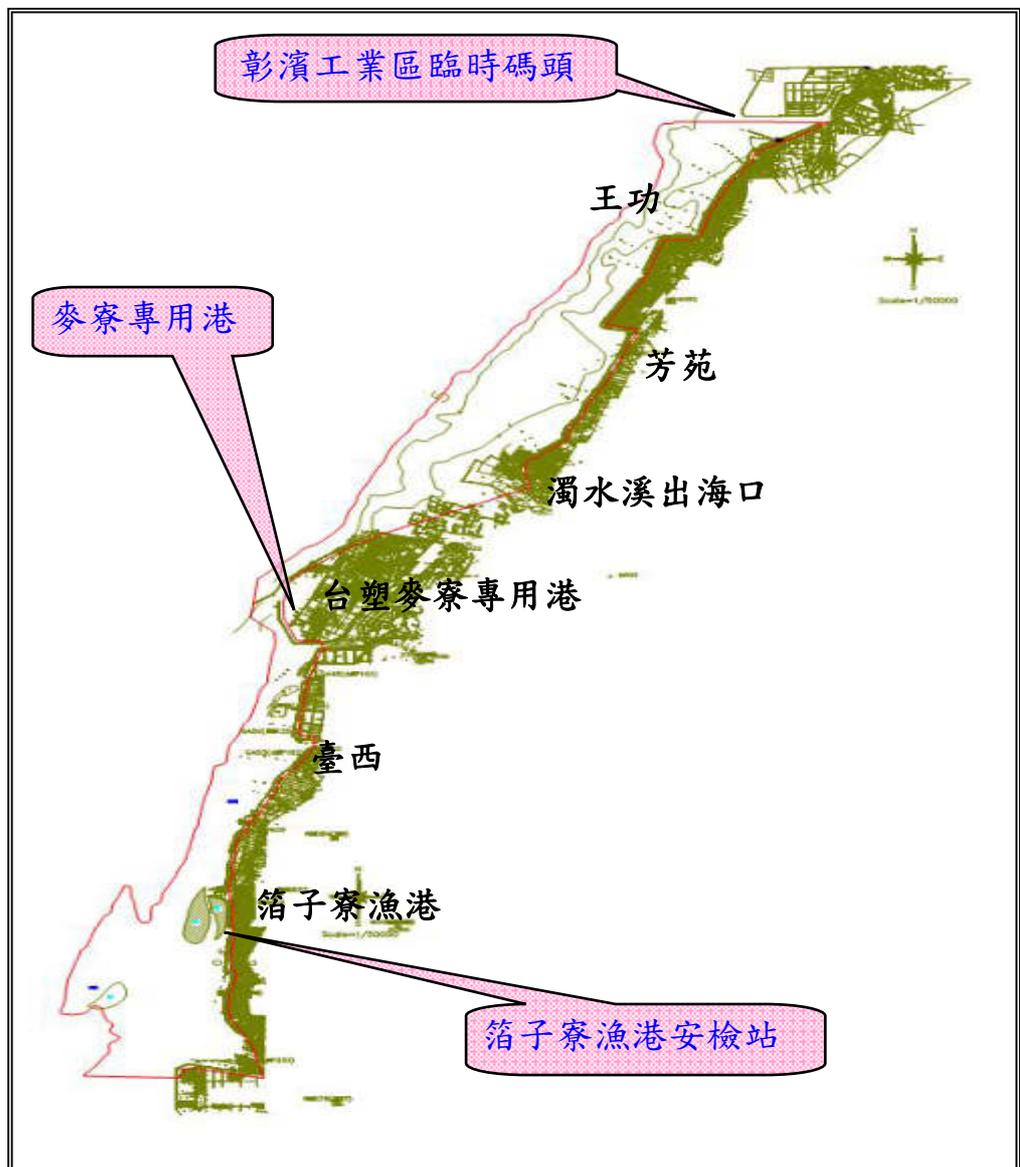


圖 5-17 彰雲地區潮位儀放置位置圖

(5)潮位儀架設時為降低水面擾動之影響，使其觀測誤差維持在 5 公分以內，本公司特別製作架設潮位儀專用之 PVC 管固定於碼頭邊，如圖 5-18 所示。另外於潮位記錄表上詳細記載潮位觀測時間、地點、驗潮站高程、驗潮儀設定參數等資料。

(6)依據中央氣象局標準潮位觀測模式，採取間隔每 6 分鐘自動記錄一筆潮位資料方式觀測潮位。

		
彰濱驗潮 PVC 管架設前	驗潮 PVC 管架設中	潮位儀放入 PVC 管中觀測
		
麥寮驗潮 PVC 管架設前	驗潮 PVC 管架設完成	潮位儀放入 PVC 管中觀測
		
泊子寮驗潮 PVC 管架設前	驗潮 PVC 管架設完成	潮位儀放入 PVC 管中觀測

圖 5-18 驗潮儀架設及觀測作業照片

2.潮位資料處理

潮位儀所觀測之儀器至水面高資料則儲存於儀器記憶體內(記憶體容量為 4MB)，自動記錄之水位資料藉由儀器內附之訊號線，經由 RS232 連接埠透過軟體下載。

潮位資料下載後先檢查資料格式及內容是否完整，再將潮位設置時驗潮站高程、潮位儀放置深度等參數輸入，經由 LeadSurvey 計算軟體計算出每 6 分鐘之水面高，以作為水深測量之潮位修正

值。而潮位觀測資料(95.01.25~95.05.27)整理成潮位曲線圖詳如圖 5-19 所示。

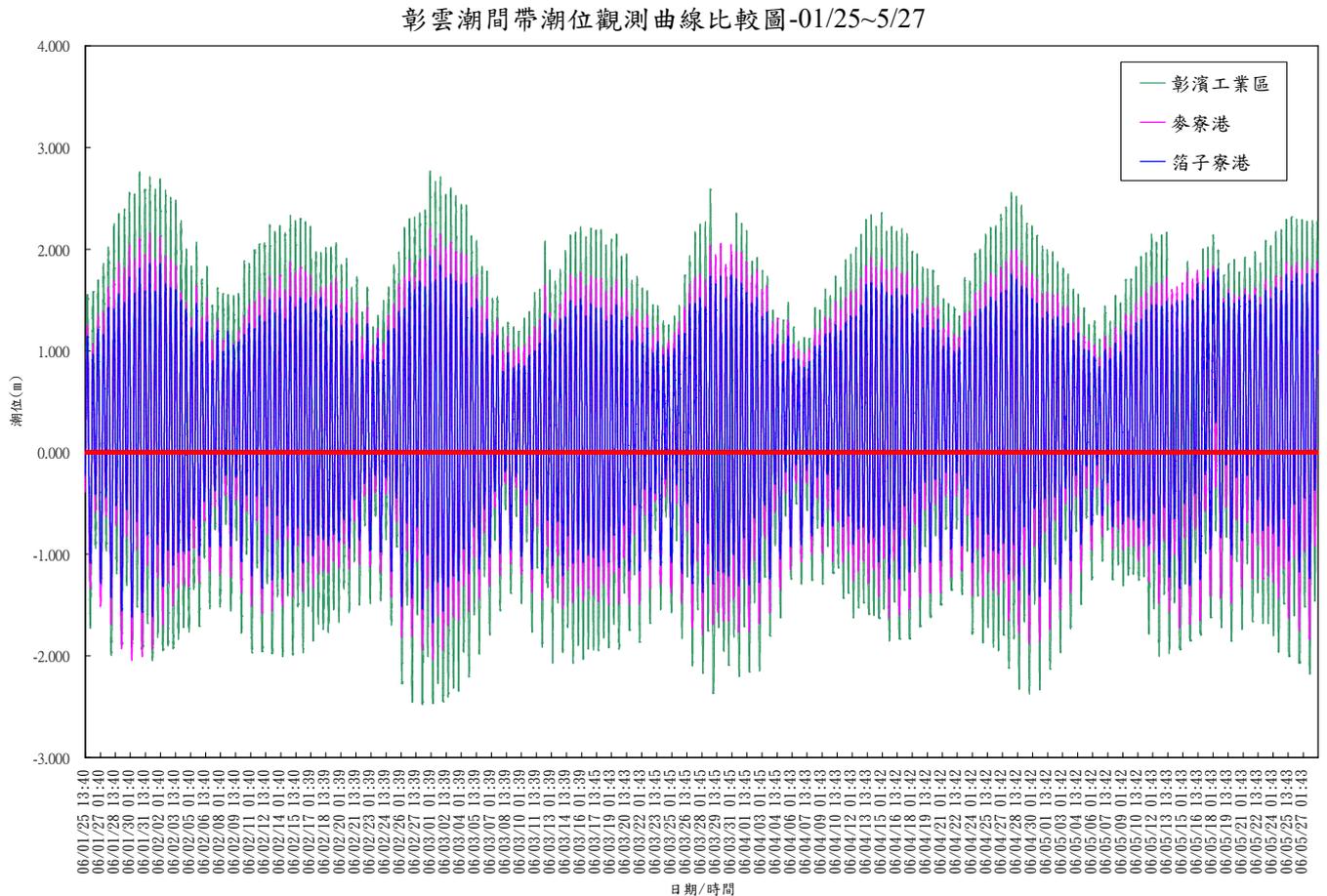


圖 5-19 彰雲地區潮位觀測曲線圖

(四)儀器架設與檢校

1. DGPS 平面定位檢測

(1)DGPS 系統:採用 CSI Wireless MiniMax Beacon GPS 差分定位接收儀,本系統利用架設於世界各地之基地站(如圖 4-10 所示),由其傳送廣播差分定位訊號, DGPS 接收儀會自動搜尋最接近測區之基地站傳送出來的差分資料,進行即時解算求出定位端之坐標,其定位精度在 1 公尺範圍內。

(2)定位精度檢測:水深量測前將欲使用之 Beacon DGPS 做定位檢測,經現場於控制點 P009 檢測結果如圖 5-20 及表 5-16 所示, DGPS 定位精度符合規範要求。



圖 5-20 DGPS 定位檢測作業情形

表 5-16 DGPS 定位檢測成果表

點號	控制點坐標		DGPS 定位結果		較差	
	橫坐標 (N) m	縱坐標 (E) m	橫坐標 (N) m	縱坐標 (E) m	橫坐標 (N) m	縱坐標 (E) m
P009	2635495.333	169051.182	2635495.515	169050.932	-0.182	0.250

2. 儀器架設偏移修正

(1) 在作業船隻安置測深系統的各項裝置時，必須記錄並繪製各裝置相對位置，其中包括：

- A. 音鼓吃水深：音鼓至水面距離。
- B. 音鼓平面位置：音鼓架設於船隻上的相對位置。
- C. 定位儀平面位置：定位儀架設於船隻上的相對位置。
- D. 定位儀高程：定位儀至水面距離。
- E. 船隻姿態感測器位置：船隻姿態感測器架設於船上的相對位置。

本公司所架設之測深儀器皆固定在同一位置(軸線)，可避免儀器架設之偏移量產生，如圖 5-21 所示。

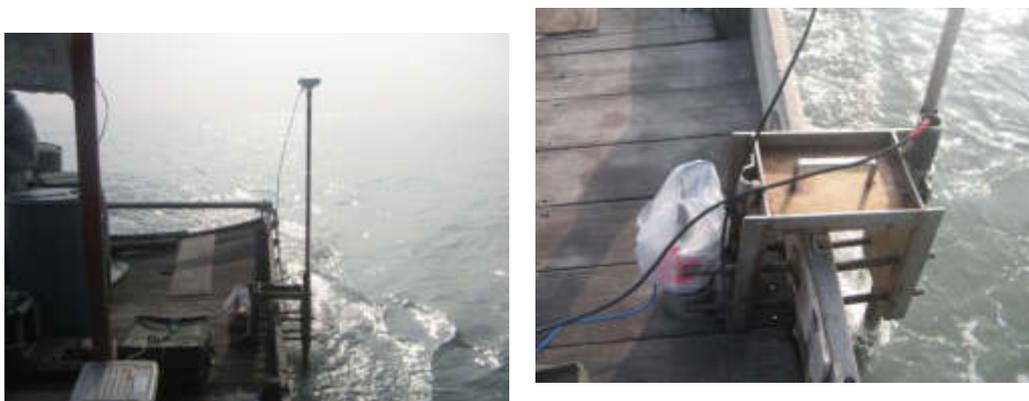


圖 5-21 測深儀器架設情形

若音鼓與 DGPS 天線盤架設時不在同一軸線上，可經由軟體(本公司自行開發)依據測量軌跡方向，以 DGPS 天線盤與測深音鼓位置偏移量進行定位坐標修正，如圖 5-22 以測深音鼓為坐標中心，船首方向為 Y 軸正值，左側為 X 軸正值，記錄 DGPS 天線盤與音鼓 X 軸與 Y 軸偏移量，可使定位坐標與測深點修正在同一位置上。

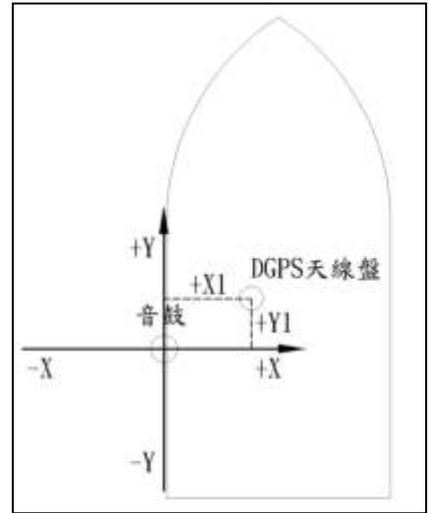


圖 5-22 儀器架設偏移示意圖

(2) 船隻湧浪補償觀測：

實施水深測量時配置湧浪補償儀，以記錄船隻上下起伏高度 (heave)，可作為波浪影響之修正值，湧浪補償儀應盡量架設於測深音鼓旁，如圖 5-21 所示。

3. 聲速量測及率定測試

水中聲速隨著水中溫度、壓力及濃度(鹽度)而有所變化，隨著聲速的不同造成整個測深斷面產生聲速折射現象(如圖 5-23 所示)，進而影響水深量測成果，因此每次測量時必須於測區範圍內量測聲速剖面，以作為水深測量之聲速校正因子。

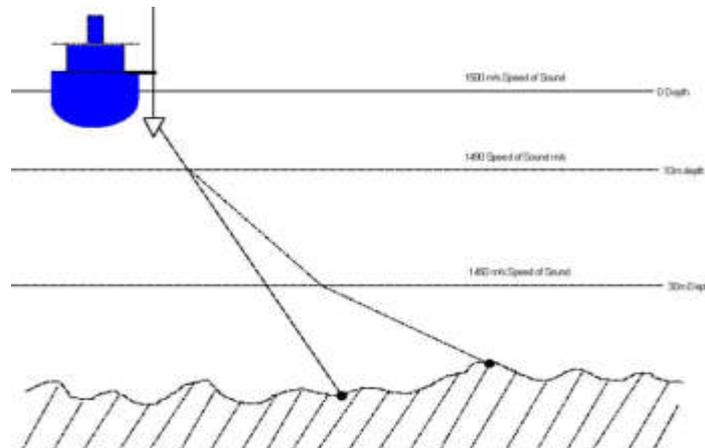


圖 5-23 不同聲速造成聲波傳遞折射現象

(1) 聲速剖面量測

- A. 在施行水深測量時，選取較深位置作聲速量測，若於測量期間氣候變化遽烈導致水中溫差變化大，則再次量取水中聲速剖面，以求得水中聲速的變化作為聲速修正之參考。
- B. 本公司使用之聲速剖面儀(Valeport 650 MKII，其規格詳表 4-2)，

- 量測聲速最小記錄單位為 0.5m/Sec，取樣間隔為 0.5m 至 2m 間。
- C. 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、坐標及天候狀況等資訊。作業情形如圖 5-24。



圖 5-24 聲速剖面儀測量情形

(2) 率定測試

一般水深儀器多採用聲波來測量水深，利用固定聲波速度在水中來回所需時間，計算聲波感應器至底床之相對距離，因此測深儀器產生的聲波能量是否有衰減，是本校驗項目主要課題。

BarCheck 檢校步驟：

- A. 將 BarCheck 放入測深儀音鼓(聲波感應器)正下方固定長度，調整測深儀聲速設定，使所測水深與 BarCheck 深度一致，記錄深度及聲速設定值。
- B. 重複上述動作，將 BarCheck 放入水中不同深度，調整儀器聲速設定，記錄水下各層聲速設定值。
- C. 調整測深儀之聲速值使其測深儀讀數等於檢校板放置深度，並檢視測深差異量是否在儀器精度的合理範圍內。作業情形如圖 5-25。

本案所施測範圍皆屬於淺水區(水深小於 10m)，水中聲速修正影響量小，故測深儀之聲速值校正採用此法來調校設定當天最適當之聲速值。

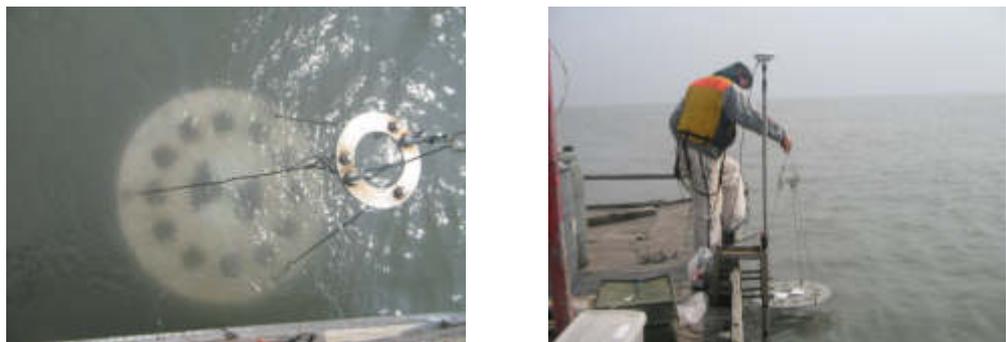


圖 5-25 Bar Check 檢校情形

(五)水深測量作業

在進行水深測量前，必須先完成測線規劃、DGPS 平面定位檢測、潮位站架設及觀測，而且作業當天必須做儀器架設參數記錄及聲速校正後才可進行水深測量。

- 1.水深作業使用之儀器為 Odom Hydrotrac 200kHz 單音束測深儀。其測深精度： $0.01\text{m}\pm 0.1\%\text{depth}$ (測深值)，音鼓測深範圍 0~200m，它可同時輸出數值及類比(熱感紙)圖面資料，可作為水深測值資料比對使用。
- 2.水深作業同時為提高測深精度減少測深值因為波浪起伏所造成之誤差，另架設 TSS HS-50 湧浪補償器(Heave Compansator)輔助之(儀器規格詳第四章)。
- 3 水深作業測線規劃：水深測量測線規劃方式是採垂直岸線(東西向)，而測線彼此間以相互平行排列，測線密度間距規劃為 25M 一條測線，測點間距不超過 5 公尺一點，另外在測線之垂直方向以每 250 公尺規劃檢核測線，以檢核施測成果。

實際作業在近岸淺海區常遇到蚵架密集時，往往無法依據規劃測線東西方向行進，以致實際測線會有所偏差。

- 4.測深儀器架設時 DGPS 天線與音鼓架設位置在同一軸上且湧浪補償器應擺設在測深音鼓桿旁。
- 5.導航系統：

測量船隻行駛在茫茫大海且無明顯目標物可以作為測線參考，因此需要導航系統引導船隻前進，即時導航系統是將船隻預定行駛路線，依據所規劃測線即時展示於導航電腦之螢幕上，以簡易的圖示和畫面，讓操作人員清楚瞭解目前現況，並引導駕駛員沿著規劃的測線行進。

導航軟體除了引導船隻沿規劃測線前進外，同時具有即時儲存航線軌跡及水深資料的功能，因此凡是導航軟體所顯示的定位及水深資料均同步儲存於導航電腦中。作業情形如圖 5-26 所示。

- 6.水深測量作業記錄：記錄水深測量的作業日期、時間、海象天候、作業人員、水深測量儀器、儀器架設偏移參數及系統率定值等，以便往後的資料查核。
- 7.對於極近岸、潮間帶區域及沙洲周圍等區域，由於水深過淺需配合潮位預報資料，選擇漲潮時間施測，除可加大水深測量涵蓋範圍外且能

與陸域施測範圍有所重疊、不致產生間隙，亦可交互比對兩者測量成果之品質，實測軌跡圖詳見附件三。

8.測深精度：測線與檢核線之測深精度均需符合 1997 年國際海測組織（International Hydrographic Organization 簡稱 IHO）海圖水深調查規範草案 S-44 第 4 版之特等規範標準，其規範詳如表 5-17。

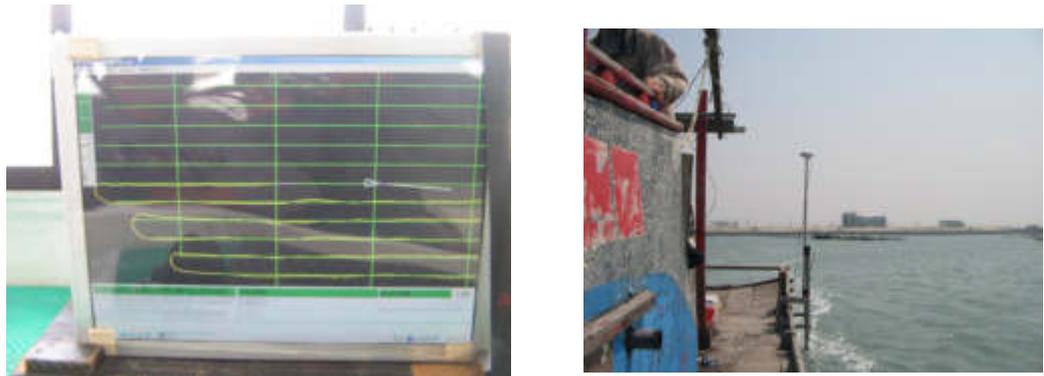


圖 5-26 水深作業情形

表 5-17 IHO SP-44 規範標準

等級	特等	一等	二等	三等
典型水域	港區、錨泊區和重要航道等需最少船底深空水域	港區、進港航道、建議航道與水深 100m 以內的海岸水域	非特等或一等水域且水深在 200m 以內的水域	不屬於上述等級的外海水域
水平位置精度(95%信賴區間)	2m	5m+5%水深	20m+5%水深	150m+5%水深
歸算後水深的水深精度(95%信賴區間)	A=0.25m B=0.0075	A=0.5m B=0.013	A=1.0m B=0.023	A=1.0m B=0.023
100%底床搜尋	強制執行	特定水域需要	特定水域可能需要	不需要
量測系統特徵物的偵測能力	大於 1m 的海床特徵物	水深 40m 以內大於 2m 的海床特徵物;水深超過 40m 時為 10% 水深	水深 40m 以內大於 2m 的海床特徵物;水深超過 40m 時為 10% 水深	不需要
最大測線間距	不需要;需 100% 底床搜尋	3 倍測區平均水深或 25m 取較大者	3-4 倍測區平均水深或 200m 取較大者	4 倍測區平均水深

量測精度（95%信賴區間）的公式 = $\pm \sqrt{A^2 + (B \times D)^2}$

備註：A=固定水深誤差，如：所有固定水深誤差的總和。

B×D=從屬水深誤差，如：所有從屬水深誤差的總和。

B=從屬水深誤差因子。 D=水深。

(六)水深資料整理

水深測量資料細分為定位資料、測深資料、湧浪資料與潮位資料等四大項，資料處理時需先瞭解資料的品質是否可用，以下就水深資料處理步驟進行說明。

1. 利用 LeadSurvey 測量系統之水深資料處理程式，匯入定位資料、測深資料及湧浪資料，同時針對 GPS 定位儀及湧浪補償儀，剔除儀器狀態不佳的測點資料。若發現訊號品質不佳的水深值、異常的水深值，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，藉以修正水深值。如圖 5-27 所示。

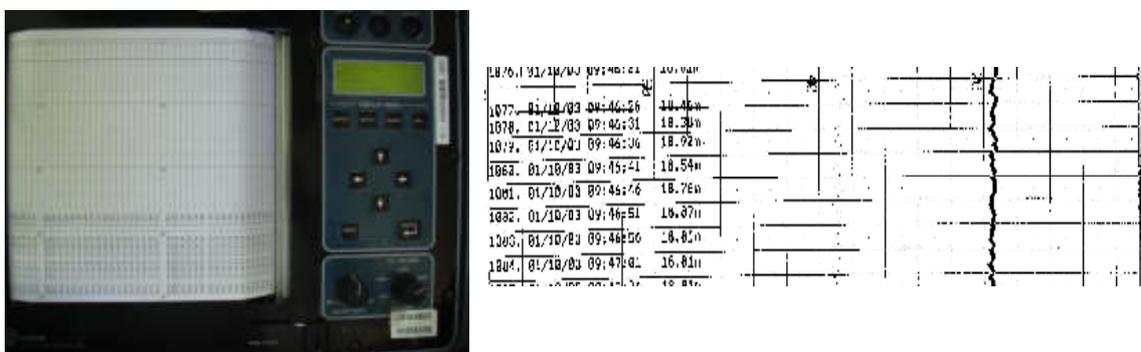


圖 5-27 類比式測深圖紙(範例)

2. 資料匯入篩選後依測量範圍內水深值給予最大及最小深度範圍設定值，軟體自動刪除不合理之水深測值，同時依規範需求刪減測點間距。
3. 水準點、潮位站高程與平均海水面之關係可由圖 5-28 中得知，必須輸入正確的潮位站高程與架設潮位時儀器相關位置數值，來修正水深測量期間所記錄之潮位資料，推算至當時平均海水面的高程。

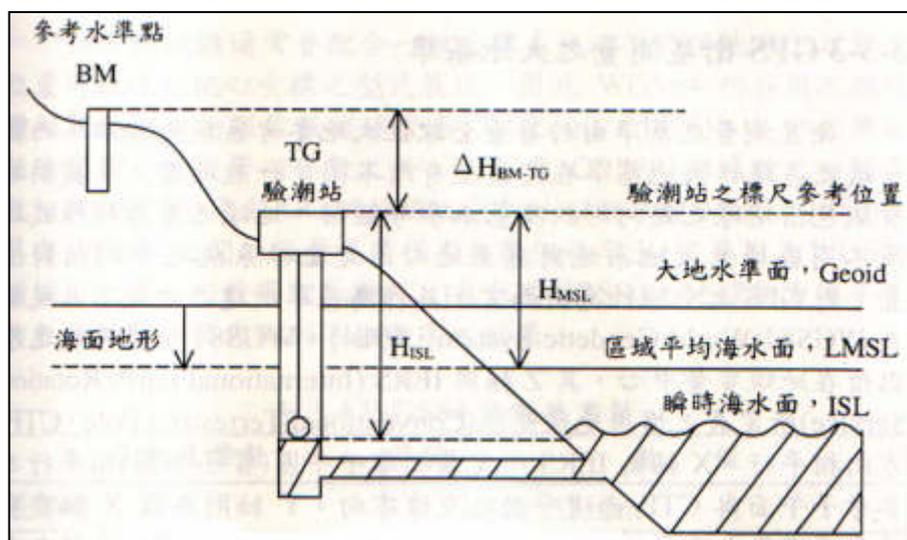


圖 5-28 水準點、潮位站及平均海水面關係圖

4.水深資料潮差計算：水深測量所得之資料為水面至海床之相對距離，因此需要與同一時間的潮位資料進行潮位修正，修正之依據為 DGPS 觀測時間與潮位時間（間隔 6 分鐘之潮位內差成每秒潮位高程）同步修正。

另外，本計劃水深測量範圍內潮差變化大，於進行潮位修正時採用 N 軸坐標值權重分配，來內插出該點當時之水面高，假設水深點 N 方向位置愈靠近潮位站 A 則以潮位站 A 之潮位為主(權重分配：距離愈短權愈大)。

5.水深測量之精度規範為：

A.90%平面誤差應在 2m 內，其餘 10%應在 4m 內；

B.90%高程誤差應在 $\sqrt{a^2 + (b \times d)^2}$ m 內 (a=0.25m, b=0.0075, d 為水深)，其餘 10%應在 $2 * \sqrt{a^2 + (b \times d)^2}$ m 內。

6.精度計算：將所有水深資料整合以水深測量處理軟體利用測點內差方式，分別計算測線與檢核線交點水深值並求算出整體水深檢核誤差值，以強化水深資料之可信度。說明如下：

(1)水深資料處理

由於本測區潮差變化較大，且成狹長型，因此水面潮差計算之潮位站採用彰濱工業區臨時碼頭、麥寮工業區專用港與箔子寮漁港潮位資料。首先，依據水深測點判斷該測點介於哪兩相鄰潮位站間，再利用測點與潮位站間 N 方向之相對位置，以 N 方向距離權重分配方式進行潮差修正。

(2)水深檢核線資料比對

測深檢核方式利用測線與檢核線交叉，以水深內插方式分別計算測線與檢核線交點之水深值，檢核軟體採用自行開發之 LeadSurvey 水深處理程式，將潮差修正後之水深值展繪在處理軟體上，再利用軟體之檢核線檢查功能自動檢核測深較差值，並記錄交叉測點資料，最終獲得一組整體平均檢核誤差資料，以此方式，每天進行初步品質控管。

為驗證雙潮位站潮差處理結果是否符合精度，分別於相鄰潮位站中間擷取小區域(如圖 5-29 所示)進行潮差修正後資料檢核，檢核結果彰濱至麥寮段整體平均誤差約 15.2 公分，麥寮至箔子寮段整體平均誤差約 13.2 公分，檢核畫面如圖 5-30 與圖 5-31 所示。

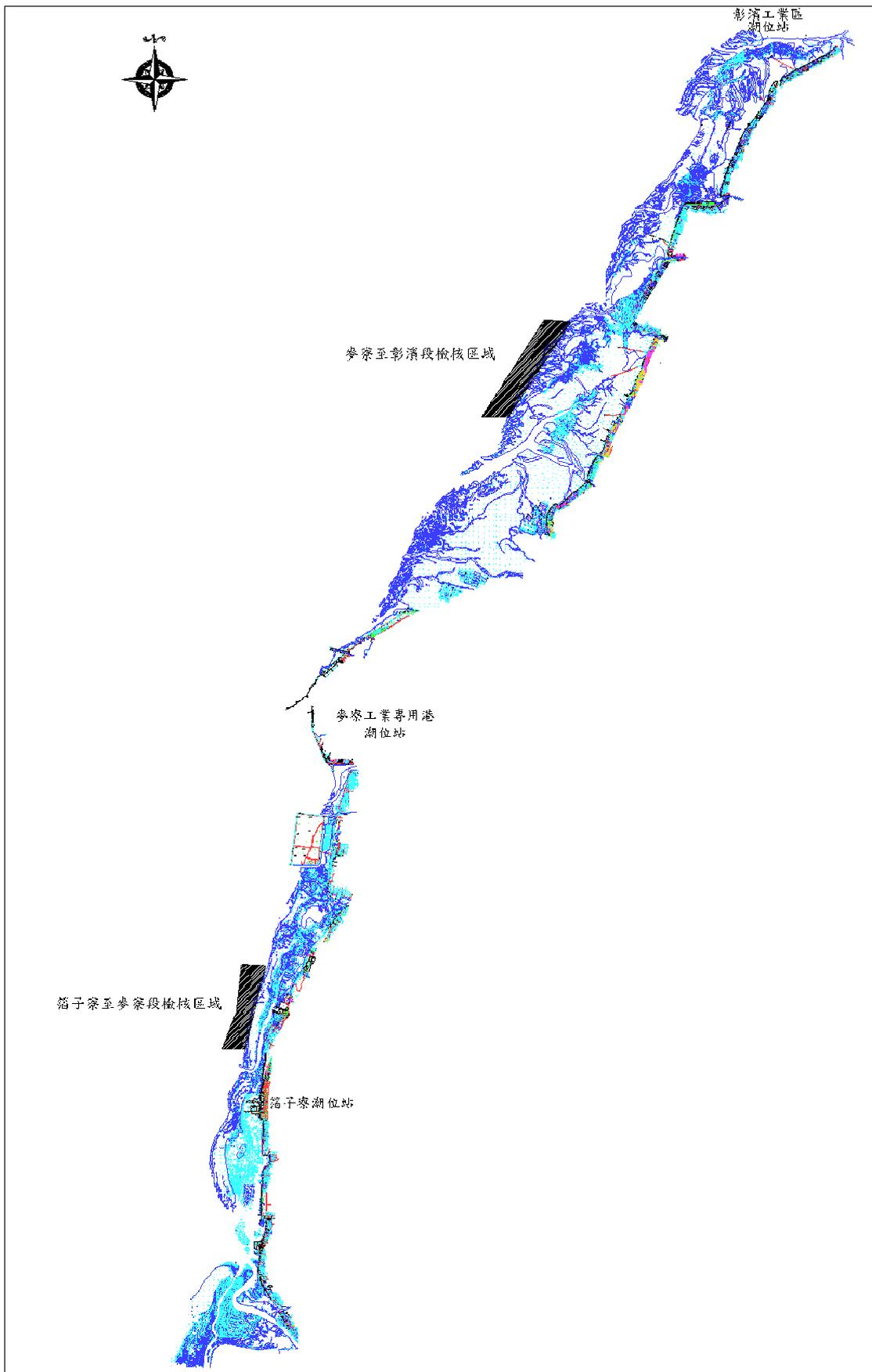


圖 5-29 水深檢核線資料檢核區域圖

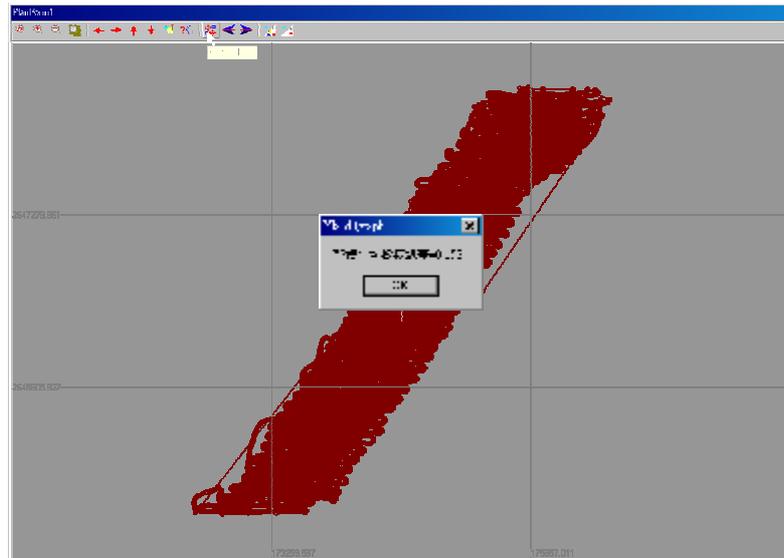


圖 5-30 彰濱至麥寮段資料檢核成果

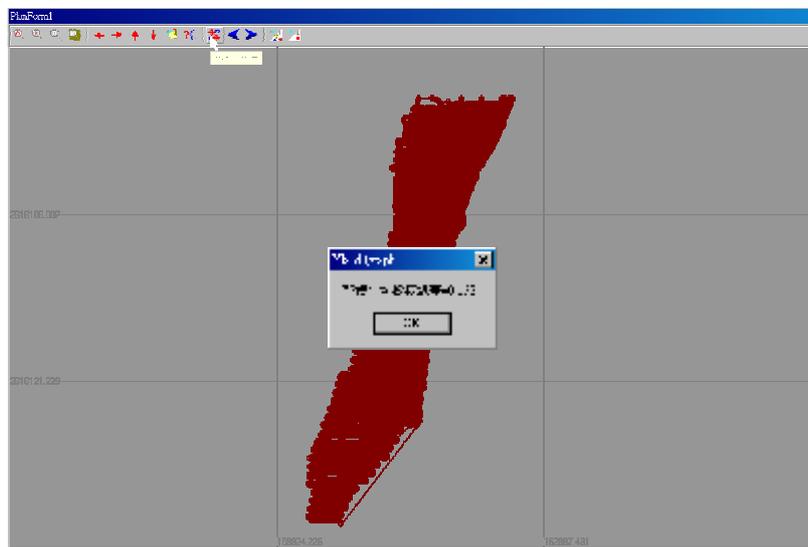


圖 5-31 麥寮至箔子寮段資料檢核成果

(3) 驗收資料比對

由於水深地形可能隨著季節產生變化，在執行水深測量作業期間，內政部土地測量局亦派員督導，對於儀器設備、架設及作業方法有所建言，並在作業期間登船督導水深作業，對成果資料之正確性更加認定。

期間於 95.05.11 及 95.05.23 分別進行重複測量(由南而北一條測線)，測深資料經潮差修正後再與原測點資料比對，擷取平面 5 公尺範圍內最接近的測點進行高差比較，總共比較 5020 點，高差在 50 公分內共計 4662 點，其餘 358 點高差小於 1 公尺，均符合合約規範要求。其平均高差為 0.13 公尺，中誤差為 0.16 公尺，較差分布如圖 5-32。

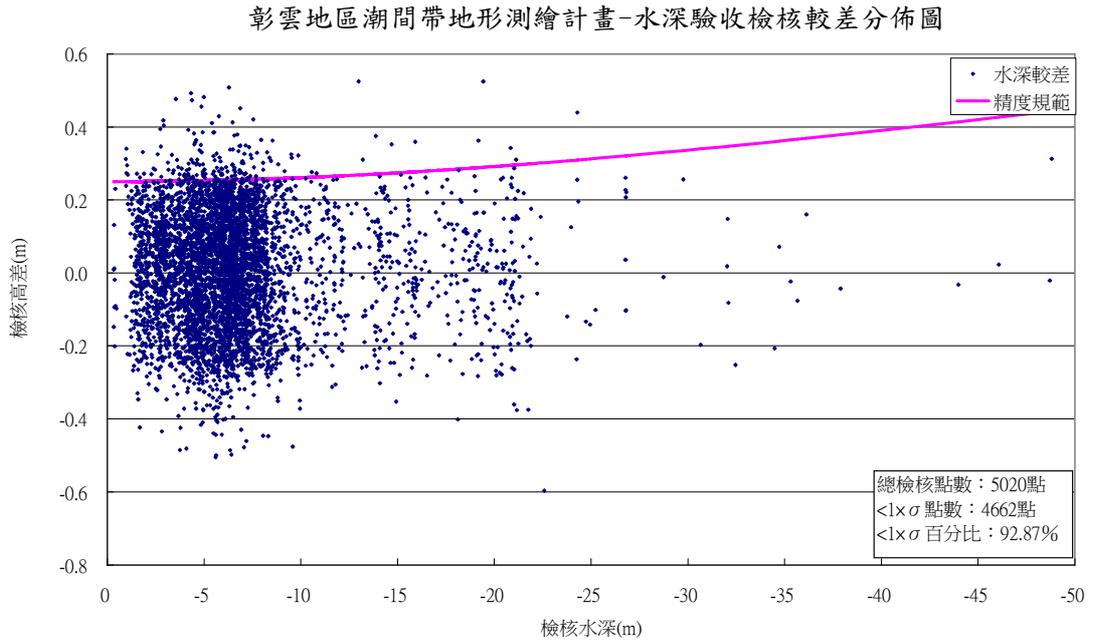


圖 5-32 水深驗收資料檢核較差分布圖

(4)陸域與海域重疊區高程檢核

本計畫測區由於高低潮差變化大，為求地形資料正確及完整性，航空攝影選擇潮位較低時間拍攝，而極近岸水深作業利用漲潮時間進行，為了解陸域高程測點與水深測點高程精度是否符合工作規範要求。以水深測點為基準擷取平面 10 公尺範圍內最接近的陸域高程點進行高差比較，總共比較 14673 點，高差在 50 公分內共計 14142 點，其餘 531 點高差小於 1 公尺，全數符合合約規範要求。其平均高差為 0.17 公尺，中誤差為 0.22 公尺，較差分布如圖 5-33，重疊區高程測點分布如圖 5-34 所示。

彰雲地區潮間帶地形測繪計畫-陸域、水深重疊區高程較差分布圖

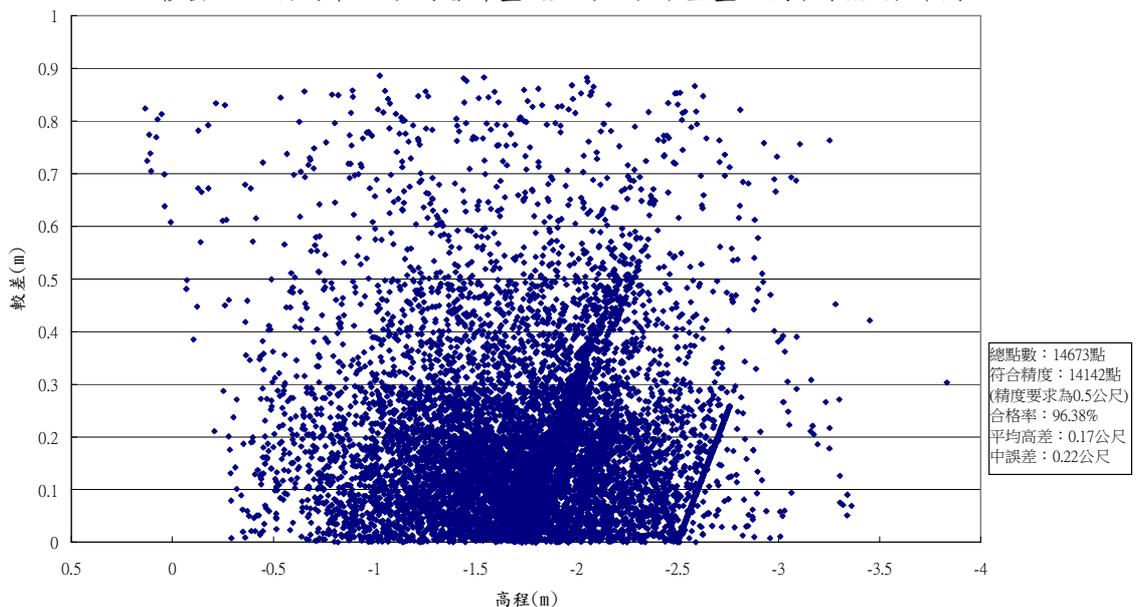


圖 5-33 陸域與海域重疊區高程較差分布圖

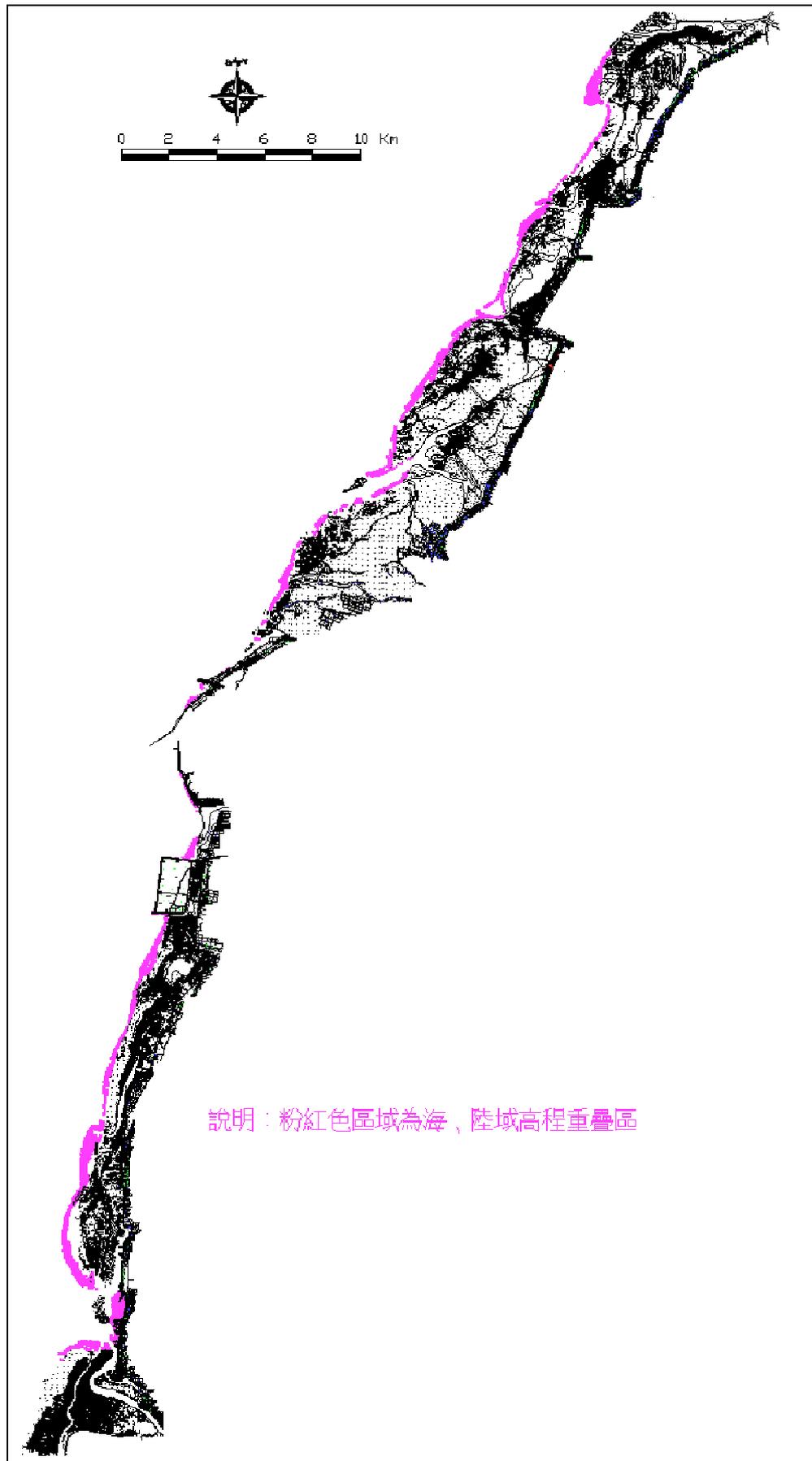


圖 5-34 陸域與海域重疊區測點位置圖

六、底質與流況調查

為掌握海域現有地形、地貌，藉由調查沿岸區域海水流動方向、速度及空間變化狀況與底質性質，提供漂砂、海岸及河口地形變化評估之用。

(一)規畫調查時程

1.底質採樣時程：規畫 95.05.25~95.05.28。

2.流速及平面流場調查時程：需選擇大潮時期，規畫 95.05.26~5.28(農曆 4/29~5/2)進行，如圖 5-35 所示。

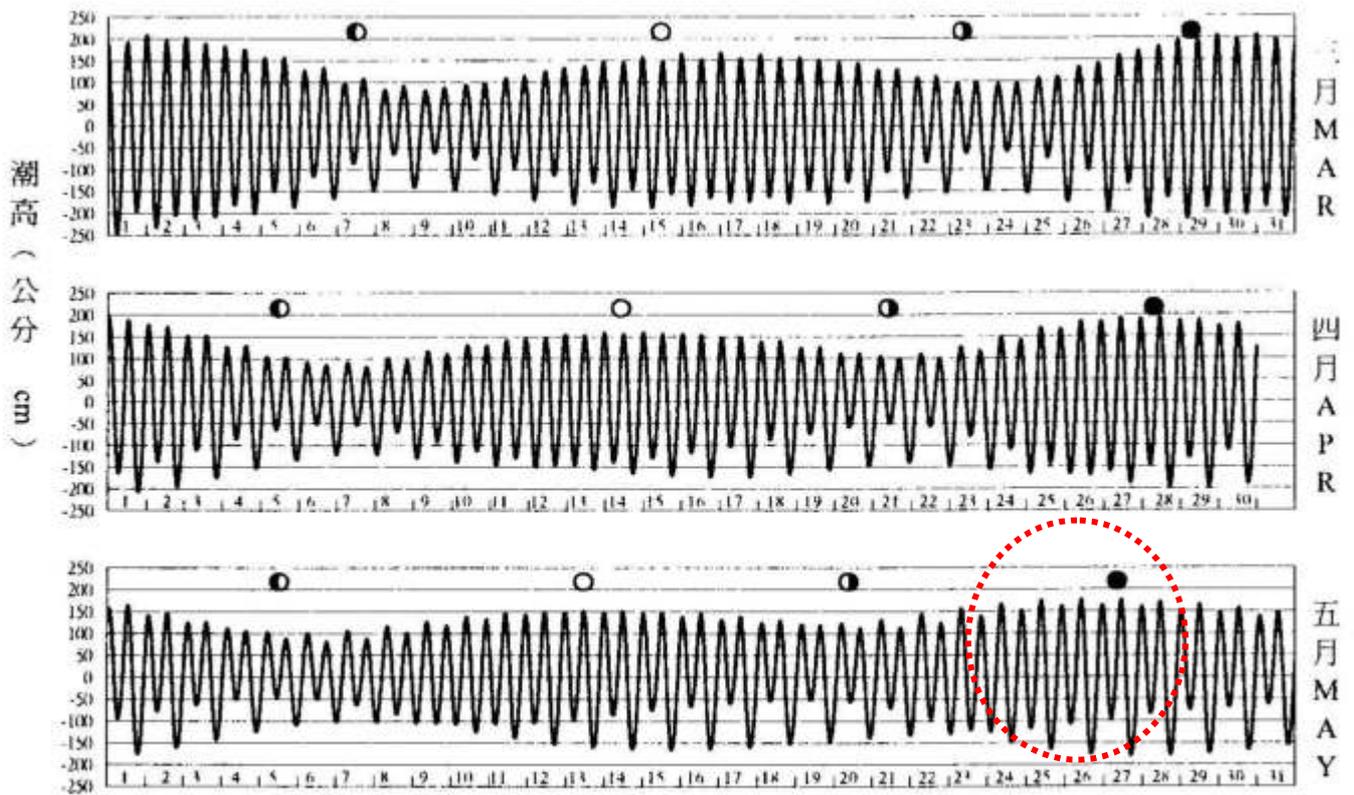


圖 5-35 麥寮潮位預報時序圖

1.底質調查位置

調查位置選定原則以南北均勻分布(自測區範圍最北端至最南端)，堤線往西 1 公里及 5 公里處各取 1 點，共取 10 點，藉以了解本計畫海域底質空間分布。如圖 5-36 所示、坐標如表 5-18。

表 5-18 底質採樣及流速觀測位置坐標表

編號	TWD97坐標系統				高程(m)
	縱坐標	橫坐標	緯度	經度	
1	2660871.741	185808.030	24°03.0905'	118°22.1295'	-2.5
2	2662594.394	182195.926	24°04.0147'	118°19.9938'	-12
3	2649111.418	178297.822	23°56.7002'	118°17.7338'	-2.5
4	2650848.978	174654.461	23°57.6314'	118°15.5809'	-15
5	2636728.767	168915.505	23°49.9652'	118°12.2447'	-2
6	2638422.908	164587.704	23°50.8694'	118°09.6901'	-23
7	2620888.288	163745.478	23°41.3677'	118°09.2555'	-1.5
8	2622009.720	159848.115	23°41.9624'	118°06.9587'	-11
9	2603638.095	159810.531	23°32.0097'	118°07.0034'	-2.5
10	2604495.866	155835.566	23°32.4608'	118°04.6646'	-10
S2	2623288.683	161726.071	23°42.6615'	118°08.0590'	-14
T2	2624509.743	161978.713	23°43.3238'	118°08.2032'	-14
S1	2652115.861	175955.469	23°58.3214'	118°16.3440'	-13
T1	2653861.240	177308.498	23°59.2707'	118°17.1365'	-13

2.流況調查位置

調查位置選定原則以濁水溪出海口為界(測區範圍之中線)，南、北半部適中位置各選一處，分別位於王功漁港及台西五條港外海水深 10 米處，藉以了解本計畫海域之流速及平面流場狀況，位置如圖 5-36 所示，坐標如表 5-18 所示。由表 5-18 中 T1、T2 為平面流場拋放位置；S1、S2 則為定點流場放置位置。

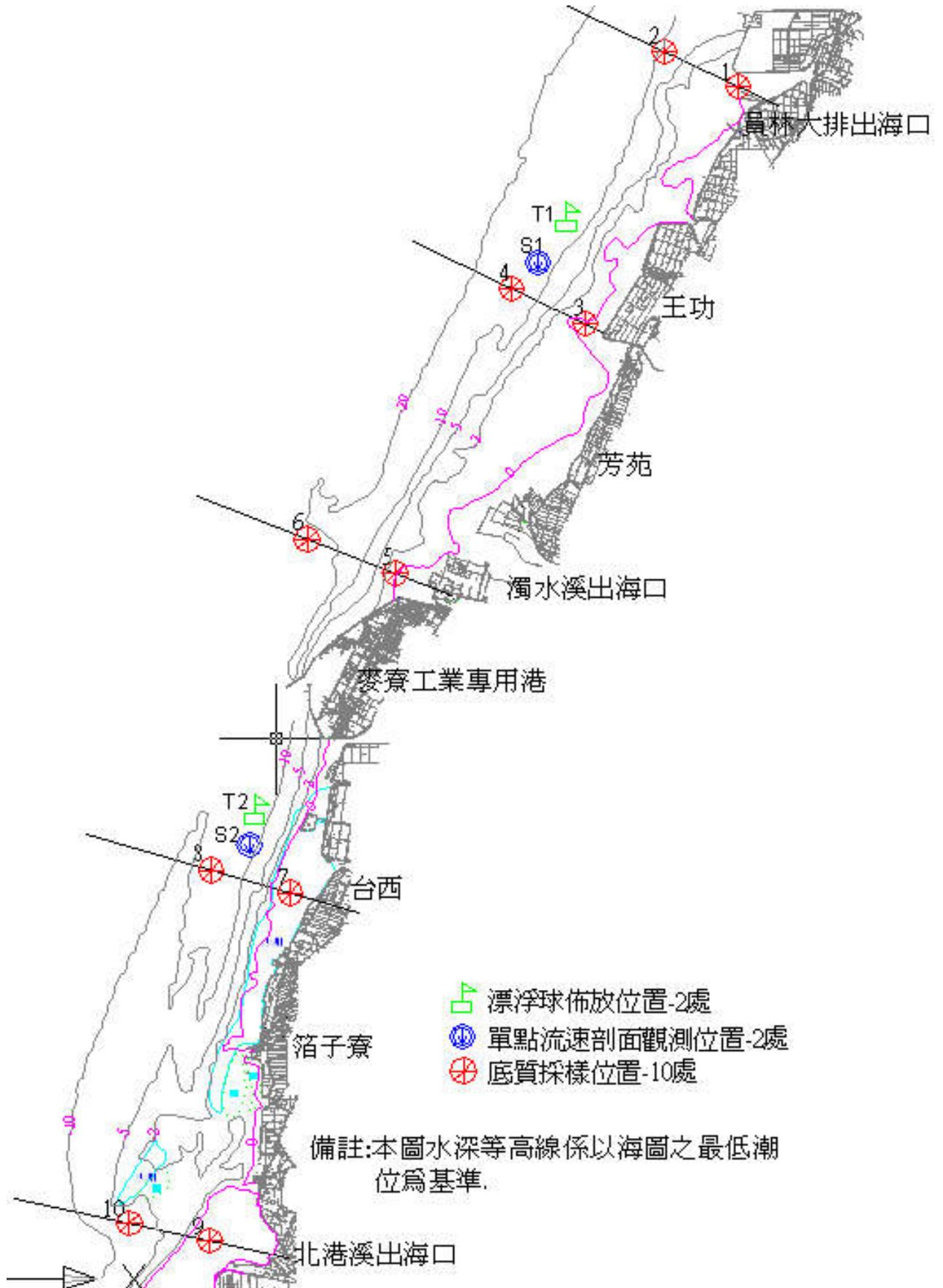


圖 5-36 底質採樣及流況觀測位置圖

(二)流況調查

本調查作業分別針對王功漁港及台西五條港附近海域進行平面流況觀測，觀測海域位置如圖 5-36 所示。觀測海域附近平面流況調查作業，主要係應用漂浮球上裝載之 DGPS 衛星定位系統，拋放於預先規畫之觀測水域，以海上漂流浮標追蹤法，進行規畫觀測海域的流場觀測。由於海域水流流況，主要受潮汐漲退變化影響；因此，為瞭解計畫觀測區海域水流在時間及空間上的變化，觀測時程之規畫，應以能涵蓋計畫觀測海域的漲退潮潮時。本觀測計畫業已於民國 95 年 5 月 26 日及民國 95 年 5 月 27 日分別完成台西及王功漁港附近海域海上漂浮球流況觀測作業。觀測作業之執行，亦同步進行潮汐水位及風速風向觀測，相關之觀測結果於後討論。

1.量測系統架構及觀測方法

海域表面水流在時間及空間上分布特性的調查，主要係利用架構於漂浮球上的 DGPS(Difference Global Position System)系統進行觀測。其觀測原理，係將裝置有 DGPS 的漂浮球布放於計畫觀測海域，使其隨著潮汐水流運動，並以 1/3 Hz 的取樣頻率，記錄漂浮球的時間及空間坐標資料，據以探討計畫觀測海域平面流況分布特性。海域平面流況量測系統架構如圖 5-37 所示，流況觀測漂浮球裝置如圖 5-38 所示。進行海域平面流況觀測時，將漂浮球布放於事先規畫的海域中，利用漂浮球上架構的 DGPS 定位接收裝置，及利用透過浮球內部的資料儲存系統(IPC)，自動記錄漂浮球的時間及空間坐標。同時，亦可透過架構於漂浮球上的資料傳輸裝置，將 DGPS 定位資料傳輸至觀測海域附近的接收站(陸上或海上)；抑或再利用接收站的 GPRS 系統，將漂浮球定位資料透過網路系統傳輸(儲存)至預先架設的伺服器，便可於任何可連上網路的地方(辦公室)即時觀看漂浮球運動軌跡。

海上拋放漂浮球觀測海域流況之規畫，首先應配合計畫觀測海域潮汐潮時，利用船筏將漂浮球系統載至預先規畫海域拋放，漂浮球隨潮汐水位漲退運動；同時，亦應於觀測海域附近陸上空曠地點設置風速風向測站，並於觀測海域範圍內相對靜穩水域布放潮位計，可藉以探討觀測海域平面流況分布與潮汐運動及風場特性的關係。圖 5-39~圖 5-42 分別為海域平面流況觀測相關作業情形。

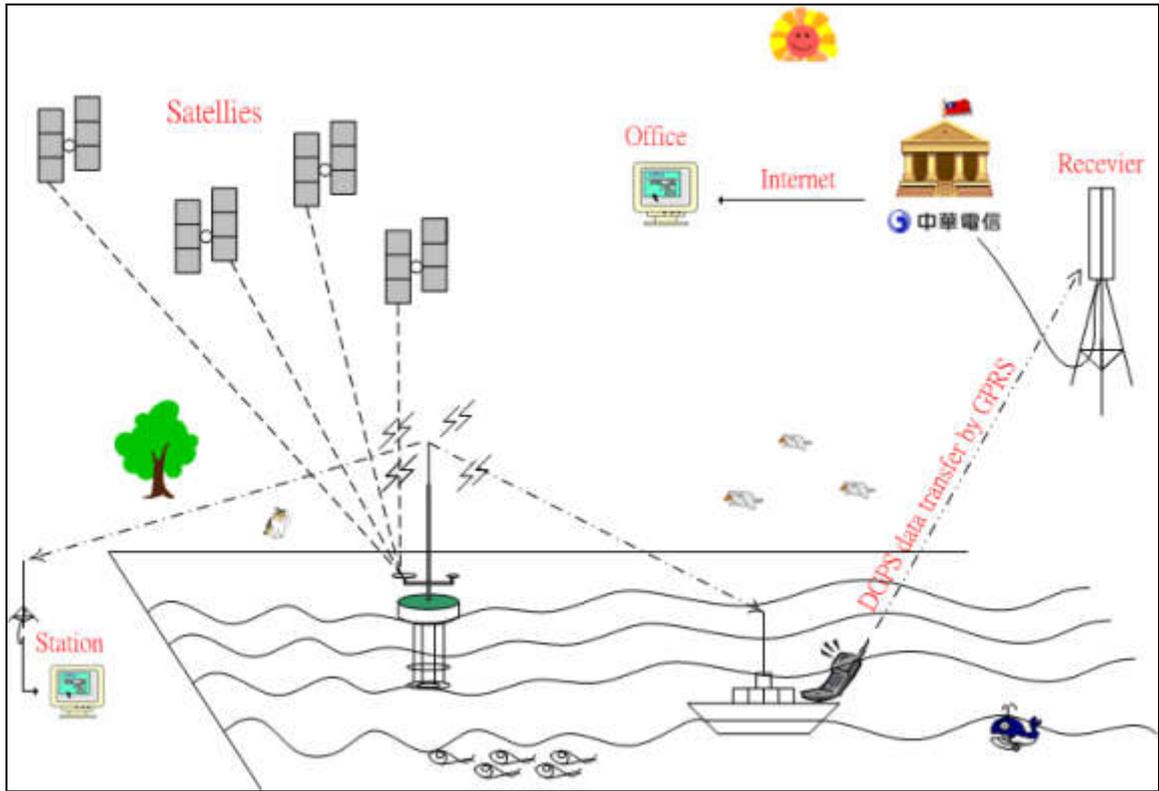


圖 5-37 海域平面流況量測系統架構圖

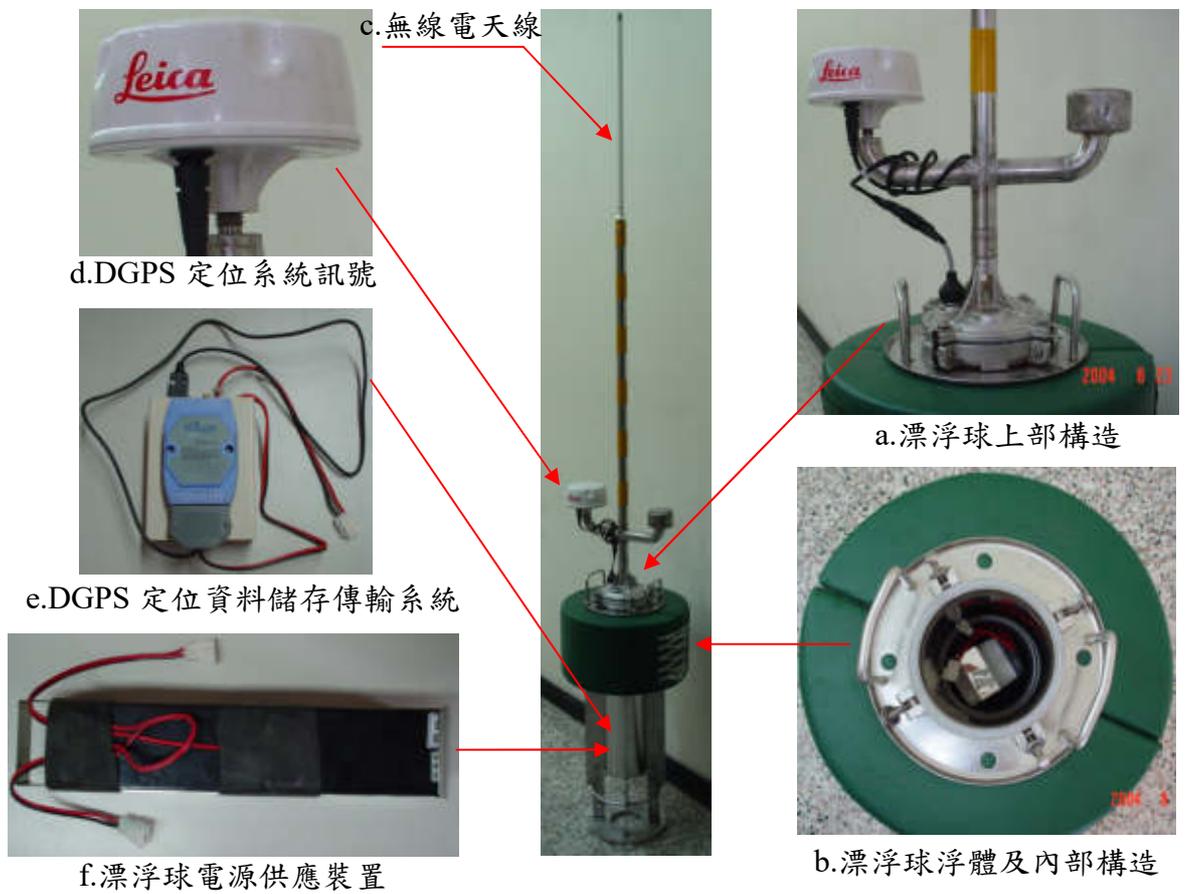


圖 5-38 流況觀測漂浮球裝置圖

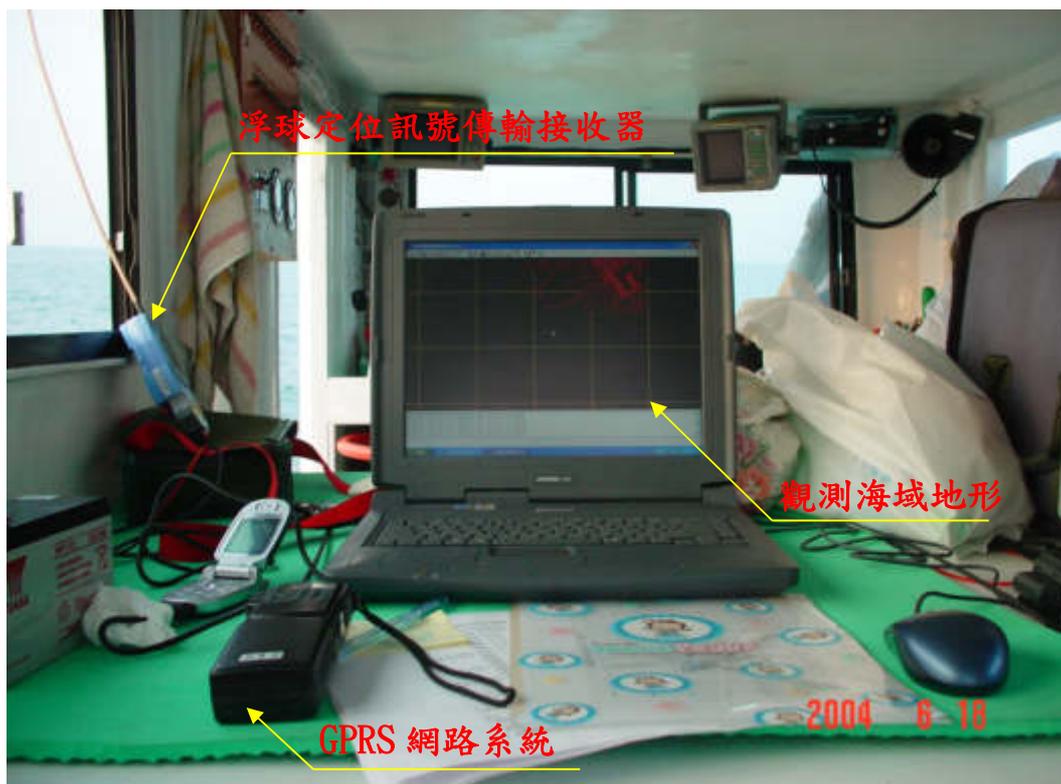


圖 5-39 船上漂浮球監控系統作業情形



圖 5-40 台西五條港附近海域海上平面流況觀測作業



圖 5-41 王功漁港附近海域海上平面流況觀測作業-漂浮球回收



圖 5-42 王功漁港附近海域海上平面流況觀測作業-定點流速儀回收

2. 觀測結果分析與討論

(1) 台西海域流況及區域風場特性

A. 海域平面流況

計畫觀測海域平面流況調查作業規畫，依中央氣象局之潮汐預報資料(如表 5-19 所示)，於民國 95 年 5 月 26 日 07:00~13:30 進行漲潮與退潮時段之平面流況調查。觀測結果如圖 5-43 與 5-44 所示。

表 5-19 台西海域潮汐預報表(資料來源：中央氣象局網站)

日期	潮別	時間	潮高(m)
2006/5/25 星期四 農曆：4 月 28 日	乾潮	15:21	-1.405
2006/5/25 星期四 農曆：4 月 28 日	滿潮	22:00	1.285
2006/5/26 星期五 農曆：4 月 29 日	乾潮	03:35	-0.855
2006/5/26 星期五 農曆：4 月 29 日	滿潮	09:53	1.365
2006/5/26 星期五 農曆：4 月 29 日	乾潮	16:07	-1.505
2006/5/26 星期五 農曆：4 月 29 日	滿潮	22:50	1.295
2006/5/27 星期六 農曆：5 月 1 日	乾潮	04:18	-0.735

資料來源：中央氣象局網站

圖 5-43 為觀測海域漲潮時段的流況觀測結果。圖 5-43 中，#A-1 軌跡線為#A 浮球於 2006/5/26 07:14~08:00 時段內的觀測結果測繪；觀測時段內漂浮球最大及最小流速分別約為 57.6 及 19.1 cm/s，平均流速則約為 34.9 cm/s，漂浮球運動軌跡方向大抵由西南往東北方向移動。

圖 5-43 中，#A-2 軌跡線為#A 浮球於 2006/5/26 08:21~08:41 時段的觀測結果測繪；觀測時段內漂浮球最大及最小流速分別約為 52.8 及 15.9 cm/s，平均流速則約為 35.7 cm/s，漂浮球運動軌跡大抵與#A-1 軌跡線相似，由西南往東北方向移動。

圖 5-43 中，#A-3 軌跡線為#A 浮球於 2006/5/26 09:03~09:56 時段內的觀測結果測繪，觀測時段內漂浮球之最大及最小流速分別約為 40.3 及 4.6 cm/s，平均流速則約為 18.3 cm/s，漂浮球運動軌跡由西南往東北，後漸轉

往東方向移動。

圖 5-43 中，#B-1 軌跡線為#B 浮球於 2006/5/26 07:15~08:08 時段內的觀測結果測繪；觀測時段內漂浮球最大及最小流速分別約為 69.6 及 17.6 cm/s，平均流速則約為 39.7 cm/s，漂浮球軌跡大抵由西南往東北方向運動。

圖 5-43 中，#B-2 軌跡線為#B 浮球於 2006/5/26 08:22~08:58 時段內的觀測結果測繪；觀測時段內漂浮球之最大及最小流速分別約為 54.9 及 3.9 cm/s，平均流速則約為 32.7 cm/s，漂浮球運動軌跡方向大抵由西南往東北方向移動。

圖 5-43 中，#B-3 軌跡線為#B 浮球於 2006/5/26 09:05~09:53 時段內的觀測結果測繪，觀測時段內漂浮球最大及最小流速分別約為 57.9 及 3.5 cm/s，平均流速則約為 17.9 cm/s，漂浮球運動軌跡由西南往東北後漸轉東方向移動。

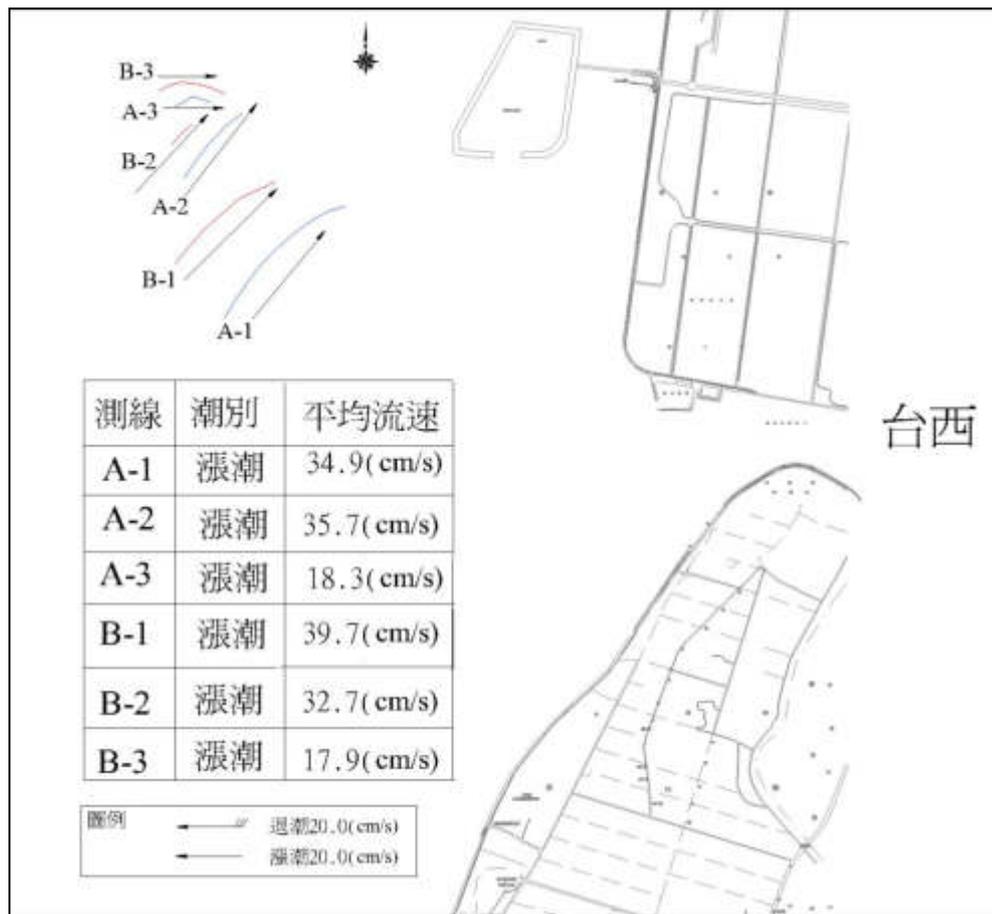


圖 5-43 台西五條港附近海域漲潮時段漂浮球運動軌跡圖

圖 5-44 為觀測海域退潮時段的流況觀測結果。圖 5-44 中，#A4 軌跡線為#A 浮球於 2006/5/26 10:03~10:40 時段內的觀測結果測繪；觀測時段內漂浮球最大及最小流速分別約為 69.4 及 21.5 cm/s，平均流速則約為 41.8 cm/s，漂浮球運動軌跡由北北西往南南東方向移動。

圖 5-44，#A5 軌跡線為#A 浮球於 2006/5/26 10:55~11:44 時段內的觀測結果測繪；觀測時段內漂浮球最大及最小流速分別約為 89.5 及 26.9 cm/s，平均流速則約為 62.3 cm/s，漂浮球運動軌跡大抵由北往南移動。

圖 5-44 中，#A6 軌跡線為#A 浮球於 2006/5/26 11:58~12:51 時段內的觀測結果測繪；觀測時段內漂浮球最大及最小流速分別約為 48.2 及 4.0 cm/s，平均流速則約為 20.4 cm/s，漂浮球運動軌跡大抵由北北東往南南西方向移動。

圖 5-44 中，#A7 軌跡線為#A 浮球於 2006/5/26 12:57~13:27 時段內的觀測結果測繪；觀測時段內漂浮球最大及最小流速分別約為 64.6 及 12.2 cm/s，平均流速則約為 37.1cm/s，漂浮球運動軌跡大抵由北往南方向移動。

圖 5-44 中，#B4 軌跡線為#B 浮球於 2006/5/26 10:05~10:45 時段內的觀測結果測繪；觀測時段內漂浮球最大及最小流速分別約為 51.9 及 4.1 cm/s，平均流速則約為 36.0cm/s，漂浮球運動軌跡大抵由北往南方向漂動。

圖 5-44 中，#B5 軌跡線為#B 浮球於 2006/5/26 10: 56~11:49 時段內的觀測結果測繪；觀測時段內漂浮球最大及最小流速分別約為 99.9 及 16.6 cm/s，平均流速則約為 68.8cm/s，漂浮球運動軌跡大抵由北往南方向漂動。

圖 5-44 中，#B6 軌跡線為#B 浮球於 2006/5/26 11:56~12:21 時段內的觀測結果測繪；觀測時段內漂浮球最大及最小流速分別約為 69.6 及 6.1 cm/s，平均流速則約為 42.5cm/s，漂浮球運動軌跡大抵由北北東往南南西方向漂動。

根據以上觀測結果得知：觀測海域的平面流流速小於 100 cm/s，退潮時段的流速稍大於漲潮時段；漲潮時段平面流運動軌跡大抵由西南往東北方向移動，退潮則由北往南方向運動。

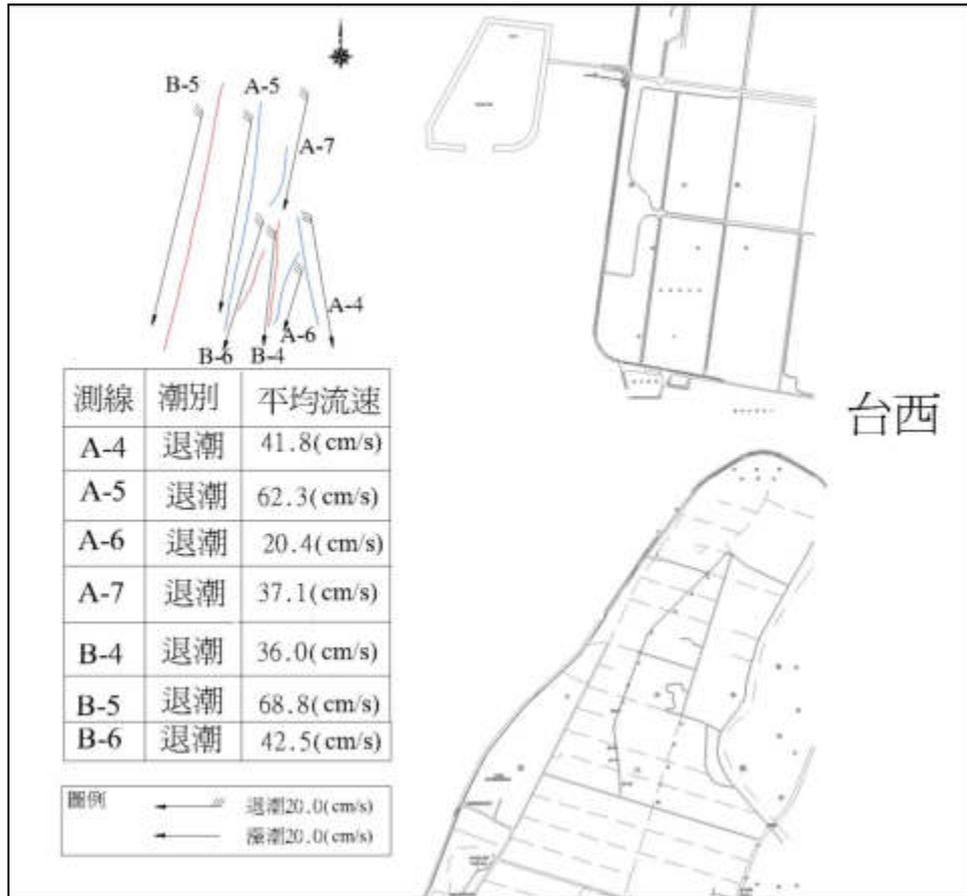


圖 5-44 台西五條港附近海域退潮時段漂浮球運動軌跡圖

B. 風速風向分布及潮汐水位

本流況觀測計畫，配合台西五條港附近海域流況觀測時程，同步進行觀測風速風向及潮汐水位觀測。潮位觀測站設置於台西五條港內相對靜穩水域；風速風向觀測站則架設於台西五條港燈塔北側觀景臺上，如圖 5-45 所示。

風速風向觀測記錄，以每十分鐘一筆平均風速及風向資料，經統計觀測時段內(2006/5/26 07:14~13:27)，漲潮時最大陣風可達 8.8 m/s，平均風速可達 6.7 m/s，主風向大抵為西南向；退潮時最大陣風可達 10.39 m/s，平均風速可達 7.6 m/s，風向大抵由西南向漸漸轉為西南西向；詳如圖 5-46~圖 5-49 所示。氣壓及潮汐水位記錄則如圖 5-50 及圖 5-51。



圖 5-45 台西五條港風速風向觀測站(N2622635,E165501)

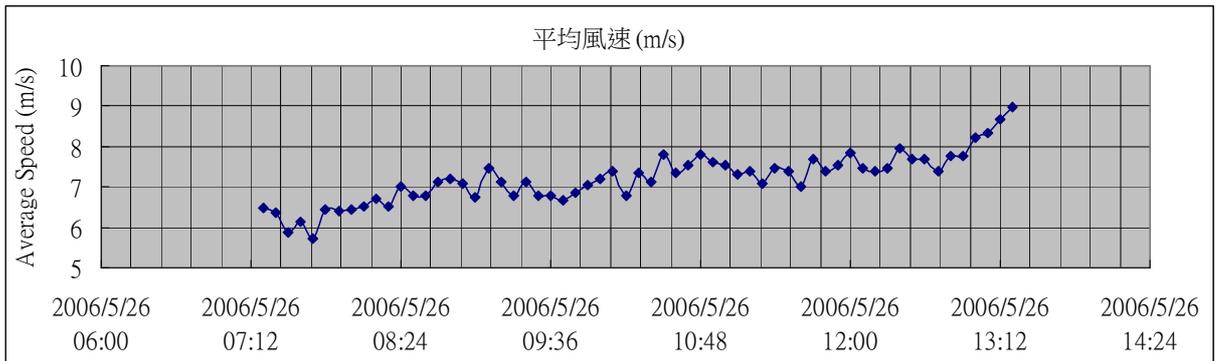


圖 5-46 台西五條港海域風速觀測歷時圖

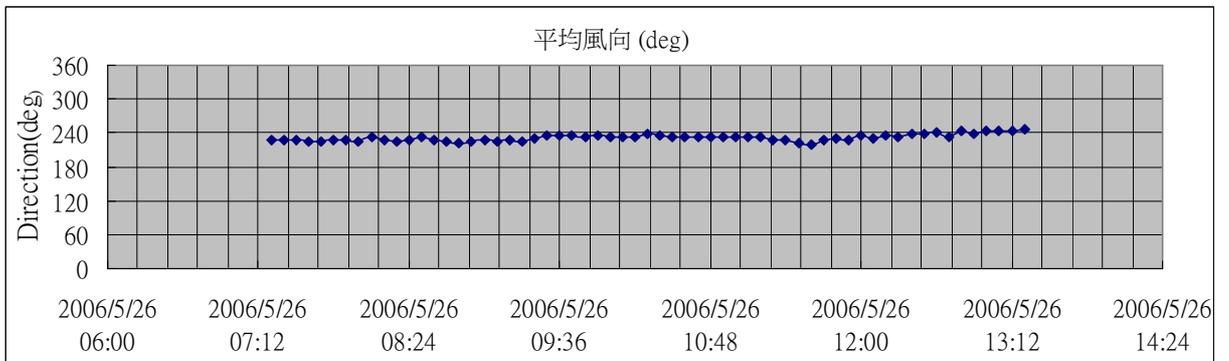


圖 5-47 台西五條港海域風向觀測歷時圖

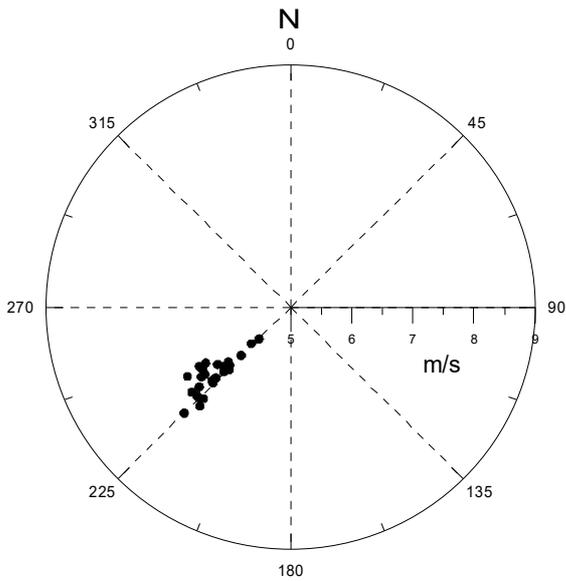


圖 5-48 漲潮時段台西五條港陸域風速風向玫瑰圖

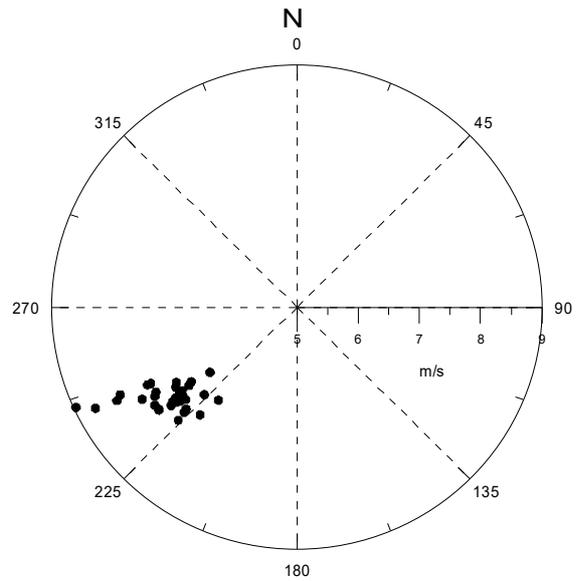


圖 5-49 退潮時段台西五條港陸域風速風向玫瑰圖

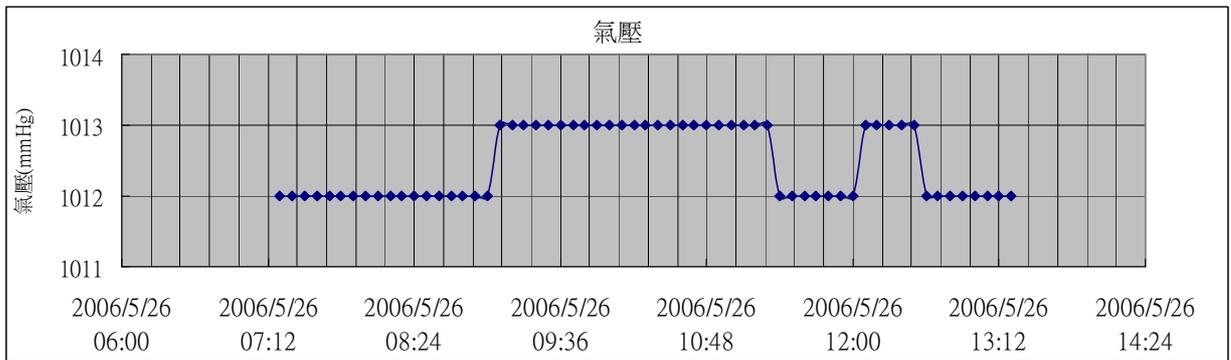


圖 5-50 台西五條港海域氣壓歷時圖

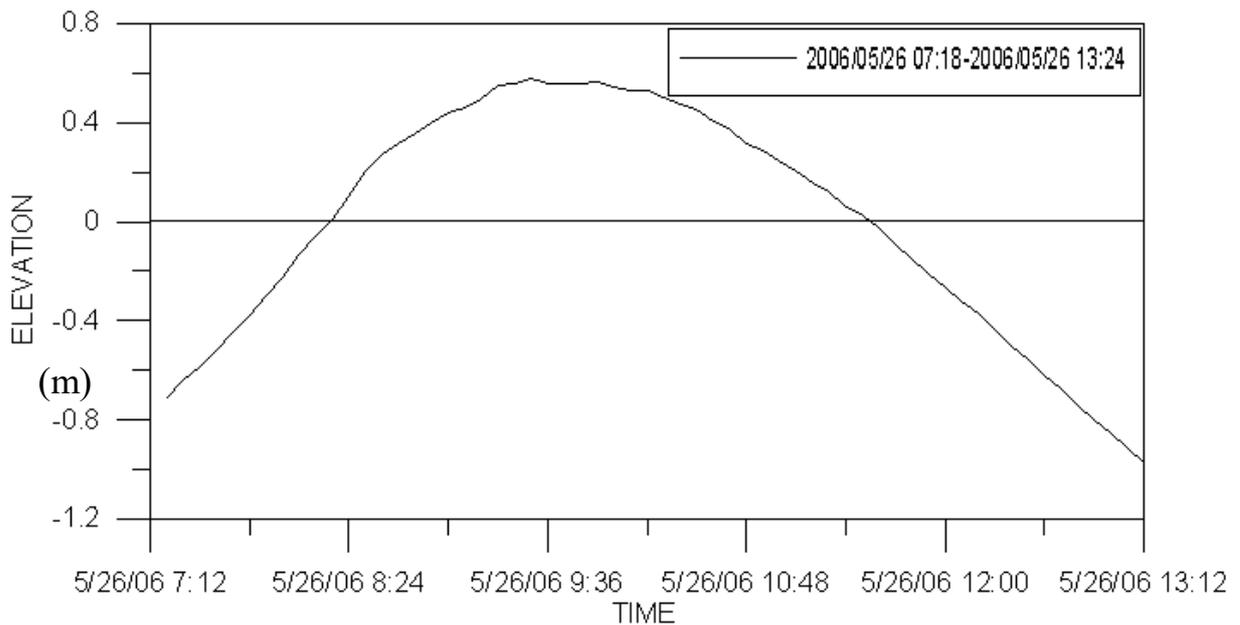


圖 5-51 台西五條港潮位記錄與#1 漂浮球觀測對應時間圖

(2)王功海域流況及區域風場特性

A. 海域平面流況

計畫觀測海域平面流況調查作業規畫，依中央氣象局之潮汐預報資料(如表 5-20 所示)，於民國 95 年 5 月 27 日 07:35~13:52 進行漲退潮平面流況調查。觀測結果如圖 5-52 與 5-53 所示。

表 5-20 王功海域潮汐預報表(資料來源：中央氣象局網站)

日期	潮別	時間	潮高(m)
2006/5/26 星期五 農曆：4 月 29 日	滿潮	22:51	1.516
2006/5/27 星期六 農曆：5 月 1 日	乾潮	04:41	-1.04
2006/5/27 星期六 農曆：5 月 1 日	滿潮	10:37	1.802
2006/5/27 星期六 農曆：5 月 1 日	乾潮	17:04	-2.301
2006/5/27 星期六 農曆：5 月 1 日	滿潮	23:40	1.508
2006/5/28 星期日 農曆：5 月 2 日	乾潮	05:25	-0.951
2006/5/28 星期日 農曆：5 月 2 日	滿潮	11:16	1.898

圖 5-52 中，#A-1 軌跡線為#A 浮球於 2006/5/27 07:35~08:42 時段內的觀測結果測繪；觀測時段內漂浮球最大及最小流速分別約為 62.3 及 8.7cm/s，平均流速則 33.1cm/s，漂浮球運動軌跡方向大抵由西南往東北方向移動。

圖 5-52 中，#A-2 軌跡線為#A 浮球於 2006/5/27 08:53~09:50 時段的觀測結果測繪；觀測時段內漂浮球最大及最小流速分別約為 55.6 及 6.6cm/s，平均流速則約為 28.3cm/s，漂浮球運動軌跡方向大抵由西南往東北方向移動。

圖 5-52 中，#A-3 軌跡線為#A 浮球於 2006/5/27 10:05~11:13 時段的觀測結果測繪；本觀測時段漲潮潮時，觀測時段內漂浮球最大及最小流速分別約為 49.9 及 3.8cm/s，平均流速則約為 24.0cm/s，漂浮球運動軌跡方向大抵與#A-1 軌跡線相似，由西南往東北方向移動。

圖 5-52 中，#B-1 軌跡線為#B 浮球於 2006/5/27 07:38~08:45 時段的觀測結果；觀測時段內漂浮球最大及最小流速分別約為 63.3 及 9.2cm/s，平均流速則約為 38.2cm/s，漂浮球運動軌跡方向大抵由西南往東北方向移動。

圖 5-52 中，#B-2 軌跡線為#B 浮球於 2006/5/27 08:55~09:52 時段的觀測結果；觀測時段內漂浮球之最大及最小流速分別約為 58.7 及 6.3cm/s，平均流速則約為 25.0cm/s，漂浮球運動軌跡方向大抵由西南往東北方向移動。

圖 5-52 中，#B-3 軌跡線為#B 浮球於 2006/5/27 10:04~11:09 時段的觀測結果；觀測時段內漂浮球最大及最小流速分別約為 54.5 及 3.6cm/s，平均流速則約為 21.3cm/s，漂浮球運動軌跡方向大抵與#B-1 軌跡線相似。

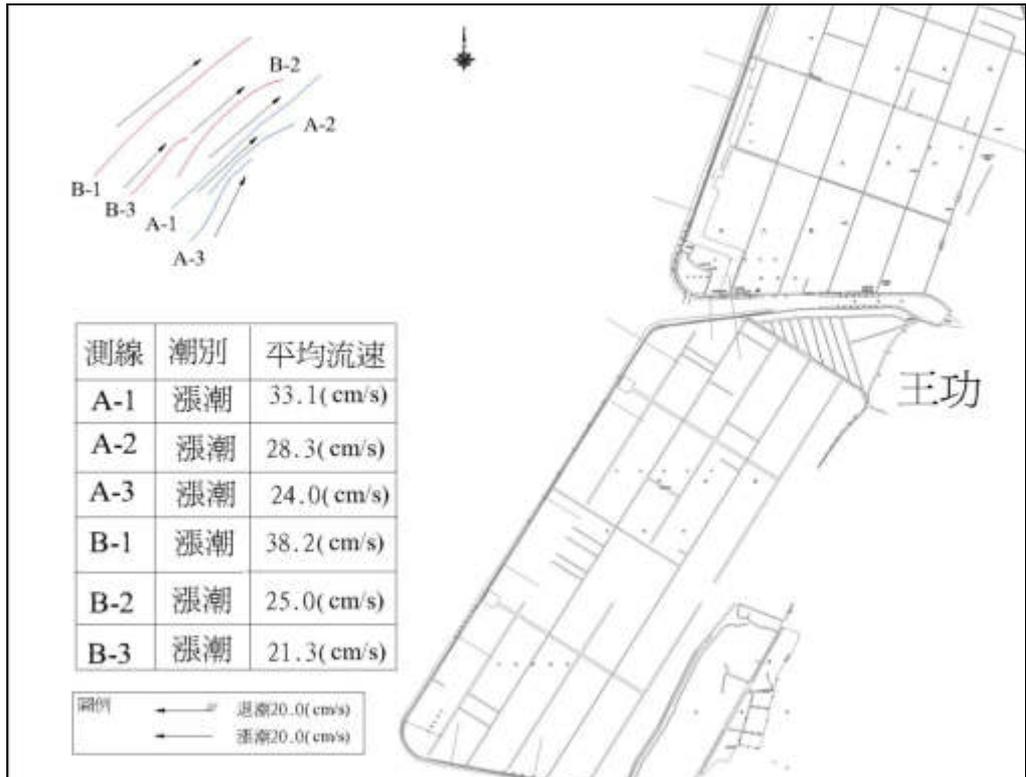


圖 5-52 王功漁港附近海域漲潮時段漂浮球運動軌跡圖

圖 5-53 中，#A-4 軌跡線為#A 浮球於 2006/5/27 11:16~12:01 時段內的觀測結果測繪；觀測時段內漂浮球最大及最小流速分別約為 42.5 及 3.6cm/s，平均流速則約為 15.6cm/s，漂浮球運動軌跡大抵由東北往西南方向漂移。

圖 5-53 中，#A-5 軌跡線為#A 浮球於 2006/5/27 12:12~13:05 時段內的觀測結果測繪；觀測時段內漂浮球最大及最小流速分別約為 58.2 及 4.2cm/s，平均流速則約為 26.6cm/s，漂浮球運動軌跡大抵由東北往西南方向漂移。

圖 5-53 中，#A-6 軌跡線為#A 浮球於 2006/5/27 13:09~13:52 時段內的觀測結果測繪；觀測時段內漂浮球最大及最小流速分別約為 48.2 及

4.0cm/s，平均流速則約為 20.4cm/s，漂浮球運動軌跡大抵亦由東北往西南方向漂移。

圖 5-53 中，#B-4 軌跡線為#B 浮球於 2006/5/27 11:19~12:03 時段內的觀測結果測繪；觀測時段內漂浮球之最大及最小流速分別約為 43.8 及 3.5cm/s，平均流速則約為 14.4cm/s，漂浮球運動軌跡方向大抵由東北往西南方向漂移。

圖 5-53 中，#B-5 軌跡線為#B 浮球於 2006/5/27 12:09~12:52 時段內的觀測結果測繪；觀測時段內漂浮球最大及最小流速分別約為 61.0 及 3.9cm/s，平均流速則約為 29.5cm/s，漂浮球運動軌跡大抵由東北往西南方向漂移動。

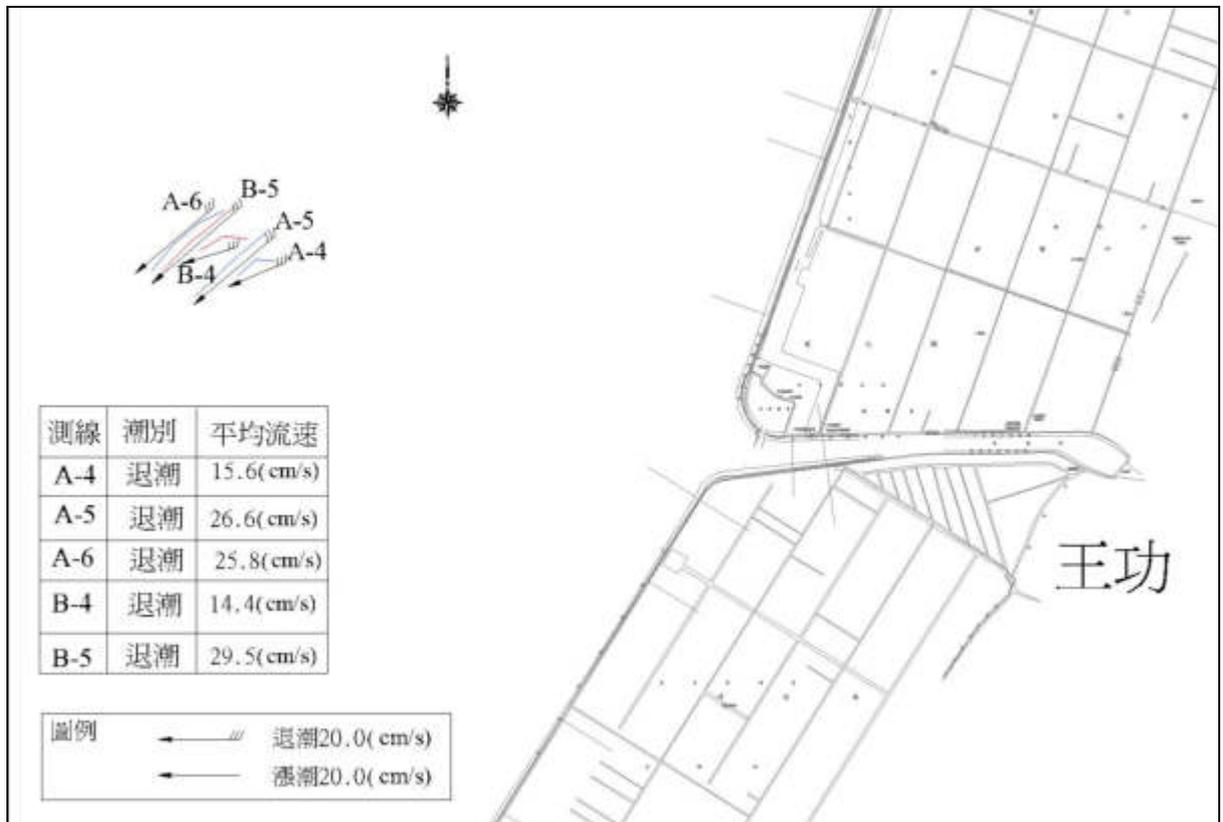


圖 5-53 王功漁港附近海域退潮時段漂浮球運動軌跡圖

B. 風速風向分布及潮汐水位

配合王功漁港附近海域流況觀測時程，於王功漁港港口北側觀景台設置風速風向觀測站(如圖 5-54)，同步進行風速風向觀測，以每 10 分鐘記錄一筆平均風速及風向資料記錄分析觀測海域附近風場特性。經統計觀測時段內(2006/5/27 07:35~13:52)的風資料顯示：漲潮時最大陣風可達 8.4 m/s，平均風速可達 6.0 m/s，風向大抵為南南西向；退潮時最大陣風可達 10.09 m/s，平均風速可達 8.1 m/s，風向大抵也為南南西向；詳如圖 5-55~圖 5-58 所示；氣壓歷時變化圖 5-59 所示。另外，王功漁港係一候潮港，退潮時港區水域乾可見底，為配合王功漁港附近海域平面流況觀測時的潮汐水位觀測，潮汐水位觀記錄則以麥寮海域的水位記錄作比對，如圖 5-60 所示。



圖 5-54 王功漁港風速風向觀測站(N2651688,E181172)



圖 5-55 王功漁港海域風速觀測歷時圖



圖 5-56 王功漁港海域風向觀測歷時圖

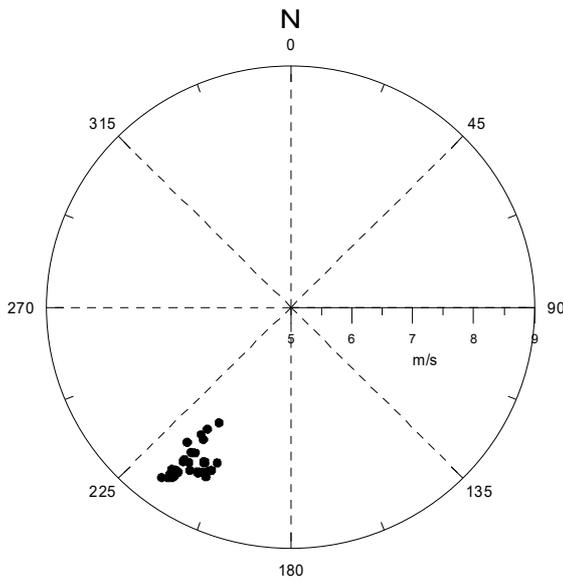


圖 5-57 退潮時段王功漁港陸域風速風向玫瑰圖

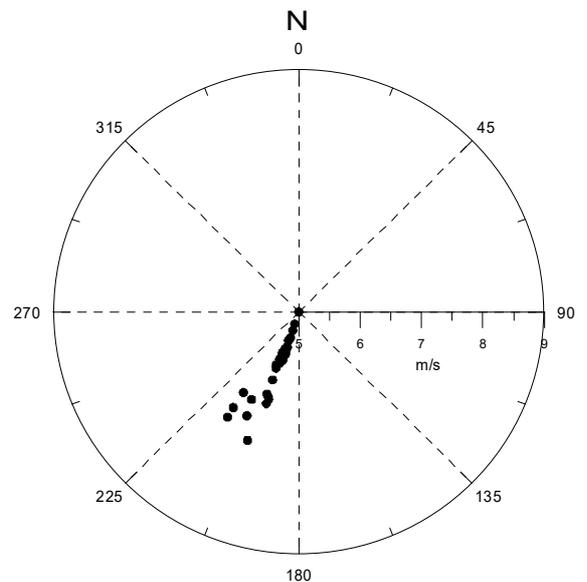


圖 5-58 漲潮時段王功漁港陸域風速風向玫瑰圖

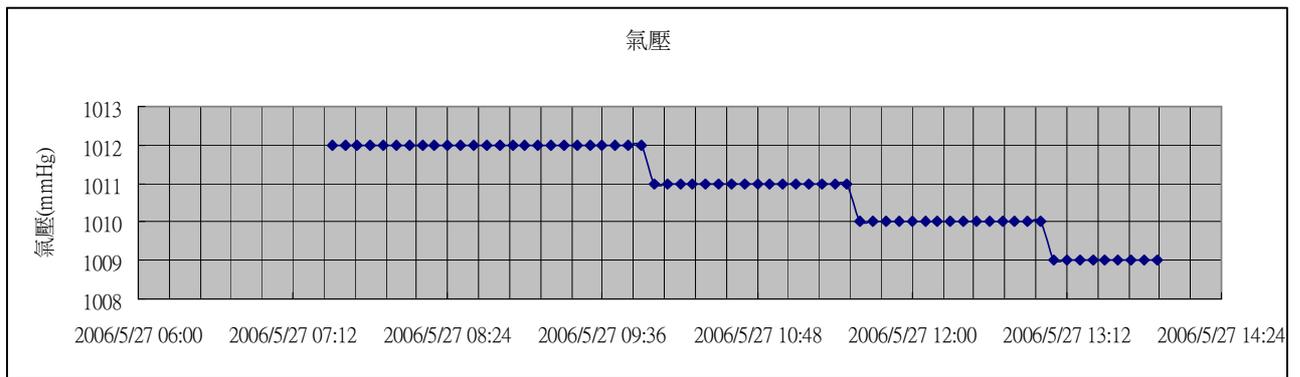


圖 5-59 王功漁港海域氣壓歷時圖

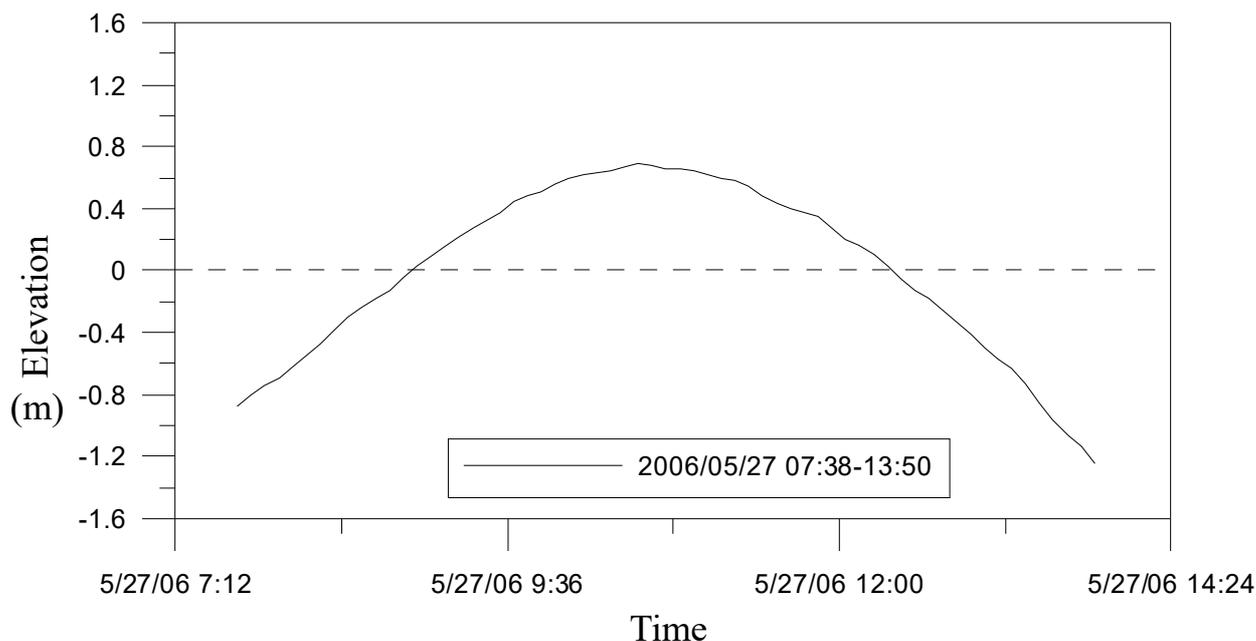


圖 5-60 麥寮海域潮汐水位記錄歷時圖

(3) 結論

本平面流況觀測計畫應用裝置於漂浮球內的全球定位系統(DGPS)，在預先規畫的台西五條港(觀測時間：2006/5/26 07:00~13:30)及王功漁港(觀測時間：2006/5/27 07:35~13:52)附近海域，以漂流浮標追蹤法探討觀測海域的平面流場特性。觀測結果得知：

台西五條港附近海域，觀測時段內的流況觀測結果顯示：台西五條港附近海域退潮時段的平均流速較漲潮時段的流速大，平面流最大流速可達 100 cm/s，最大平均流速約可達 68.8 cm/s；觀測海域平面流流向，漲潮時段大抵由西南往東北方向流動，退潮時段則由南往北流。台西五條港附近海域觀測所的流速及流向分布統計詳表 5-21 所示。

王功漁港附近海域，觀測時段內的流況觀測結果顯示：王功漁港附近海域漲退潮時段平面流最大流約可達 63.3 cm/s，最大平均流速約可達 38.2 cm/s；觀測海域平面流流向分布，漲潮時段大抵由西南往東北方向流動，退潮時段則由東北往西南方向流動。王功漁港附近海域觀測所的流速及流向分布統計詳表 5-22 所示。

表 5-21 台西五條港水流觀測流速及流向統計表

日期	潮別	浮球編號	最大流速	最小流速	平均流速	流向趨勢
		(軌跡)				
2006/5/26	漲潮	A-1	57.6	19.1	34.9	NE
		A-2	52.8	15.9	35.7	NE
		A-3	40.3	4.6	18.3	E
		B-1	69.6	17.6	39.7	NE
		B-2	54.9	3.9	32.7	NE
		B-3	57.9	3.5	17.9	E
	退潮	A-4	69.4	21.5	41.8	SSE
		A-5	89.5	26.9	62.3	S
		A-6	48.2	4.0	20.4	SSW
		A-7	64.6	12.2	37.1	S
		B-4	59.1	4.1	36.0	S
		B-5	99.9	16.6	68.8	S
		B-6	69.6	6.1	42.5	SSW

表 5-22 王功漁港水流觀測流速及流向統計表

日期	潮別	浮球編號	最大流速	最小流速	平均流速	流向趨勢
		(軌跡)				
2005/5/27	漲潮	A-1	62.3	8.7	33.1	NE
		A-2	55.6	6.6	28.3	NE
		A-3	49.9	3.8	24.0	NE
		B-1	63.3	9.2	38.2	NE
		B-2	58.7	6.3	25.0	NE
		B-3	54.5	3.6	21.3	NE
	退潮	A-4	42.5	3.6	15.6	SW
		A-5	58.2	4.2	26.6	SW
		A-6	57.7	4.8	25.8	SW
		B-4	43.8	3.5	14.4	SW
		B-5	61.0	3.9	29.5	SW

(三)底質調查

底床粒徑採樣分析常是用來判別漂沙來源的重要指標，藉由底床土壤粒徑之特性分析，可比對臨近海域各漂沙來源間的差異性，藉由此線索可判別彰化雲林海岸漂沙的主要來源，進一步了解本計畫海域底質空間分布狀況。

本底質採樣於 95 年 5 月 22、23 日及 6 月 19、21 日完成現場採樣作業。其調查範圍則以南北均勻分布(自測區範圍最北端至最南端)，往西 1 公里及 5 公里處各取 1 點，共取 10 點。整個底質採樣分析調查範圍與採樣位置分布如圖 5-36 所示、坐標如表 5-18。

1. 調查步驟方法與設備

(1) 調查步驟方法

依據規畫採樣點位，承租當地適合之船隻，以 DGPS 定位引導船隻至取樣點位置，再以採樣器拖曳(抓斗)取其底質表層土樣，樣品容量至少 500CC 以上，並將樣品裝入收集容器(塑膠瓶)內包封，於瓶身註明採樣點編號與採樣日期及時間，送至實驗室進行礦物成份組成分析、碳酸鈣含量及粒徑分析。作業情形如圖 5-61 所示。



圖 5-61 底質採樣作業照

(2) 主要儀器設備

本次使用的主要儀器設備如表 5-23 所示，粒徑分析標準係採用

美國土壤局 ASTM 篩號分類標準，其美國土壤局 ASTM 篩號與粒徑之關係如表 5-24 所示，而礦岩分析則以公制重量百分比法分類。

表 5-23 底質採樣分析主要儀器設備

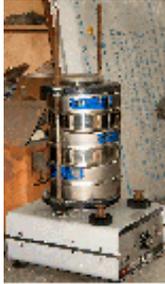
分析類別	儀器設備	
粒徑分析		
	振動篩選機	比重計、量筒
礦物分析 篩網(10,20,40,60,100,200)		
	偏光顯微鏡(砂質部分)	偏光顯微鏡(泥質部分)
碳酸鈣含量分析	原子吸收光譜儀分析	

表 5-24 美國土壤局 ASTM 篩號與粒徑之關係

分類	篩號(ASTM)	粒徑 d(mm)	ϕ 值
中礫石	4	8.00	-3.00
	5	4.00	-2.00
	6	3.36	-1.75
	7	2.83	-1.50
	8	2.38	-1.25
細礫石	10	2.00	-1.00
	12	1.68	-0.75
	14	1.41	-0.50
	16	1.19	-0.20
粗沙	18	1.00	0.00
	20	0.84	0.25
	25	0.71	0.50
	30	0.59	1.75
中沙	35	0.50	1.00
	40	0.42	1.25
	45	0.35	1.50
	50	0.299	1.75
細沙	60	0.250	2.00
	70	0.210	2.25
	80	0.177	2.50
	100	0.149	2.75
極細沙	120	0.125	3.00
	140	0.105	3.25
	170	0.088	3.50
	200	0.074	3.75
淤泥	230	0.0625	4.00
	270	0.0530	4.25
	325	0.0440	4.50

(3) 作業流程及分析方法

粒徑分析方法是先用濕篩方式，將樣品以 ASTM #200 標準篩(篩網目 0.074mm)把樣品分出砂樣和泥樣部分。砂樣經乾燥後，使用一組標準篩，其篩號分別是#10、#20、#40、#60、#100、#200，外加底盤，進行篩分析(Sieve Analysis)。而泥樣部分則待靜置三天後把上層的水去掉，倒入一公升的量筒，並加入水和 20 毫升 1N 的 Sodium Hexametaphosphate Na (HPO₃)₆(OH)為分散劑，使其達一公升。在充分攪拌之後進行比重計分析(Hydrometer Analysis)，其粒徑與比重分析流程如圖 6-63 所示。

而藉由篩分析流程得出之結果，可以描繪出各個樣本之粒徑分布曲線如圖 6-62 所示，再合併篩分析之分析結果，以內差法求得中值粒徑(median diameter) d_{50} 、有效粒徑(effective size) d_{10} ，以及 d_{25} 、 d_{60} 、 d_{75} 各粒徑值。而平均粒徑(mean diameter) d_m 則取幾何平均值，計算方法如下：

$$d_m = \sqrt[p=0]{\sum_{p=0}^{100} d_i \cdot p_i} / \sqrt[p=0]{\sum_{p=0}^{100} p_i}$$

其中 d_i 為一組群之幾何平均粒徑， p_i 為對應組群站全部重量之百分比所以求得之 d_{25} 、 d_{75} 等各為累計百分率 25%與 75%之粒徑；一般以漂沙分析皆以平均粒徑 d_m 或中值粒徑 d_{50} 來代表底泥樣本整體性質。

另外可藉由均勻係數的求得，來觀察出採樣所得之樣本其粒徑組成特性。均勻係數(coefficient of uniform)為判定樣本之粒徑大小分布是否均勻，其值越接近 1 表示粒徑越均勻，其式為：

$$c_u = d_{60} / d_{10}$$

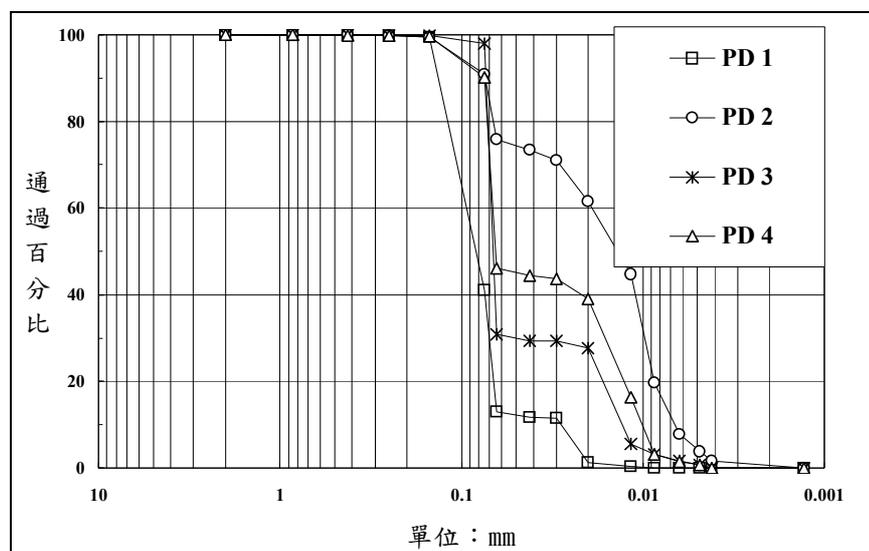


圖 5-62 樣本之粒徑分布曲線

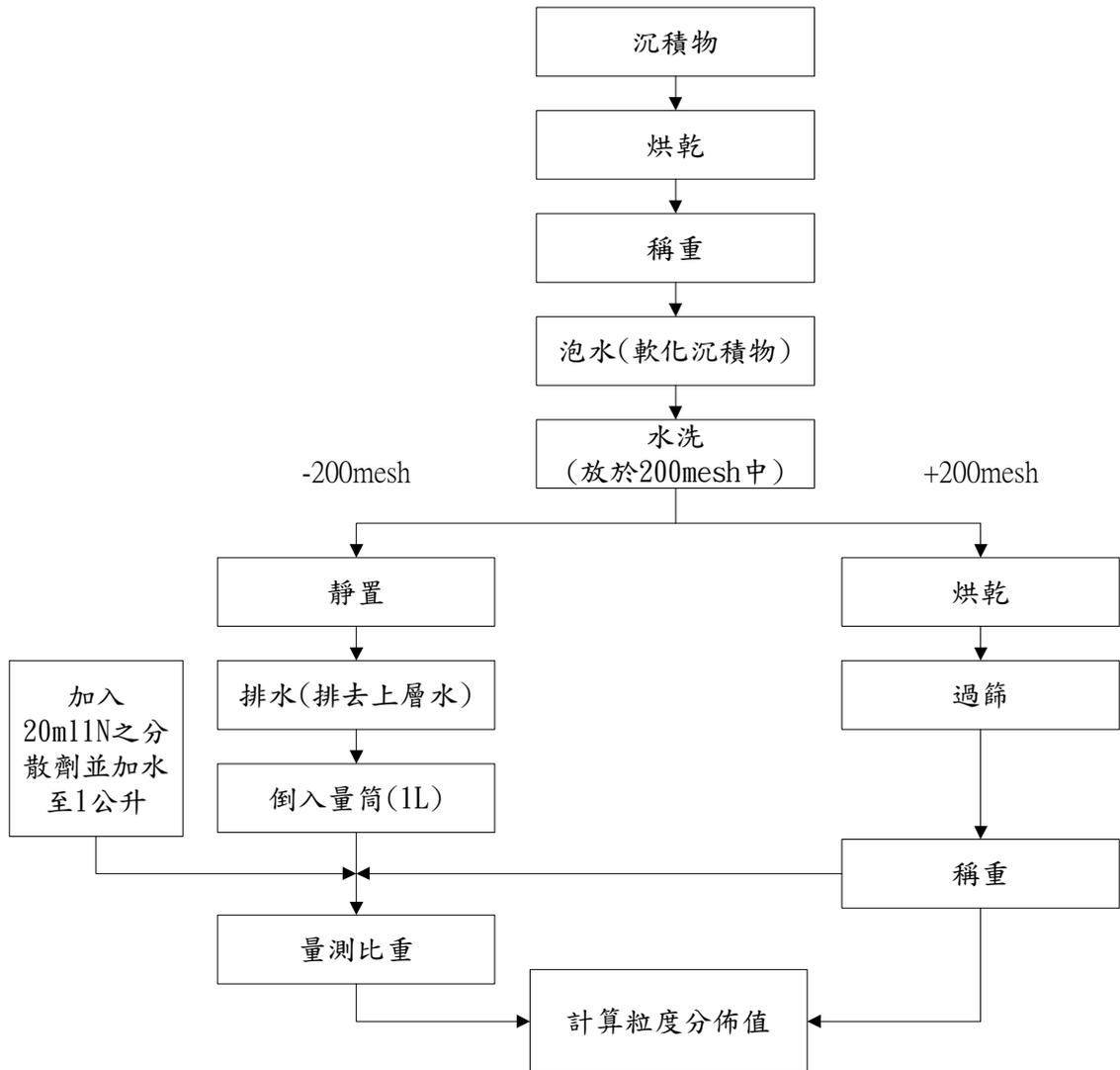


圖 5-63 粒徑與比重分析流程圖

A. 礦物岩屑組成分析

a. 砂質部分：沈積物樣品經過濕篩分離所得的砂樣，以 105°C 烘乾約 1 天後，取最大百分比組群為代表性樣品做成薄片，於光學顯微鏡下依礦物之光學性質(如折射率、起伏度、雙晶現象、干涉像、 $2V$ 角等)來鑑定礦物或岩屑並計數，每一樣品的計點數以 300 點為準。其礦岩分析流程圖如圖 5-64 所示。

b. 泥質部分：沈積物樣品經過濕篩分離所得的泥樣，均勻滴塗於載玻片上，俟其乾燥，以粉末 X-光繞射法，鑑定礦物。

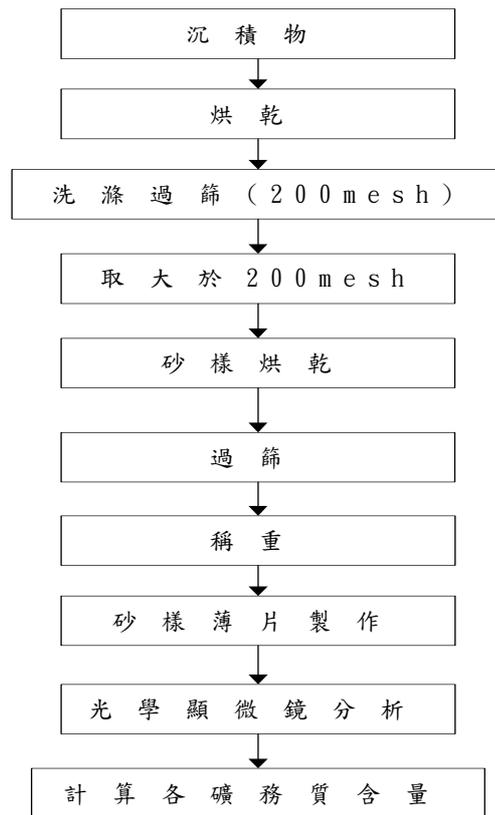


圖 5-64 礦岩分析流程圖

B. 碳酸鈣含量分析

a. 試樣製作：將底質樣本之試樣烘乾後再研磨成細粉。取樣品 10g 放入 200ml 燒杯，加入 25ml 0.1N HCl 溶解樣品，俟碳酸鹽完全溶解後至無氣泡產生為止，過濾殘渣並稀釋溶液為 100 ml。

b. 儀器分析：以原子吸收光譜儀分析試樣鈣濃度將其換算為碳酸鈣濃度。

2. 樣本分析與結果

現場調查取得之底床沉積物樣本，經由土壤實驗室分析得出之結果，則可分述如下：

(1) 粒徑分析

10 個樣本經實驗室篩分析與比重分析後，得出各樣本之重量百分比如表 5-25 所示。其中樣本 5 含泥質成分最多；而樣本 1、3、6、7 及 10 所含之泥質百分比比較低，而粒徑重量百分比分布曲線圖如圖 5-65 所示。

表 5-25 底質採樣調查之累積重量百分比統計表

樣本編號		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
重量百分比	篩號	重量百分比											
	10#	2.0000	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.01	0.00	
	20#	0.8500	0.17	0.02	0.27	0.01	0.00	0.28	0.43	1.48	0.04	0.77	
	40#	0.4250	5.15	0.49	3.38	0.32	0.01	14.65	7.32	27.39	0.12	11.57	
	60#	0.2500	31.18	1.21	26.67	0.75	0.00	46.10	23.53	25.97	0.49	52.50	
	100#	0.1500	58.95	12.54	65.14	5.85	0.03	35.93	58.75	3.63	17.86	25.17	
	200#	0.0750	4.09	47.82	4.27	41.74	0.10	1.55	9.58	8.59	74.81	9.33	
累積重量百分比	篩號	累積重量百分比											
		2.36	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	
	10#	2.0000	100.00	100.00	99.99	100.00	100.00	100.00	100.00	99.40	99.99	100.00	
	20#	0.8500	99.83	99.98	99.71	99.99	100.00	99.72	99.57	97.91	99.95	99.22	
	40#	0.4250	94.68	99.49	96.33	99.67	99.99	85.07	92.24	70.53	99.82	87.65	
	60#	0.2500	63.50	98.27	69.65	98.92	99.98	38.97	68.71	44.56	99.33	35.15	
	100#	0.1500	4.55	85.74	4.51	93.07	99.95	3.04	9.96	40.93	81.47	9.97	
	200#	0.0750	0.46	37.92	0.24	51.34	99.85	1.49	0.38	32.33	6.66	0.64	
	比重計分析： 時間：分	0.5	0.0637	0.23	34.07	0.12	44.77	93.66	0.75	0.19	28.91	4.33	0.32
		1	0.0421	0.00	30.23	0.00	38.19	87.47	0.00	0.00	25.49	1.99	0.00
		2	0.0300	0.00	27.84	0.00	34.84	85.08	0.00	0.00	21.99	1.00	0.00
		5	0.0200	0.00	25.44	0.00	31.49	82.69	0.00	0.00	18.49	0.00	0.00
		15	0.0116	0.00	14.32	0.00	9.52	64.27	0.00	0.00	10.36	0.00	0.00
		30	0.0086	0.00	0.00	0.00	0.00	25.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		60	0.0063	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		90	0.0049	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		120	0.0042	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1440	0.0013	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		

另經由前節公式計算出底床粒徑分布統計如表 5-26 所示。彰化雲林附近海域的底床粒徑分布概況，其有效粒徑(d_{10})介於 0.0071mm~0.1656mm 之間，中值粒徑(d_{50})則介於 0.0104mm~0.2905mm 之間，平均粒徑(d_m)則介於 0.0112mm~0.2807mm 之間；而均勻係數(cu)為 1.4801~29.9058 之間，依 ASTM 分類標準定義，彰化雲林附近海域皆介於細沙至淤泥之間。

表 5-26 底質採樣調查之底床粒徑分布統計表

樣本編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
有效粒徑 D10	0.1573	0.0106	0.1566	0.0117	0.0071	0.1656	0.1500	0.0115	0.0774	0.1501
D25 (mm)	0.1791	0.0196	0.1761	0.0170	0.0086	0.2050	0.1710	0.0399	0.0889	0.2035
中值粒徑 D50 (mm)	0.2224	0.0894	0.2143	0.0731	0.0104	0.2839	0.2125	0.2794	0.1121	0.2905
D60 (mm)	0.2425	0.1033	0.2318	0.0866	0.0112	0.3185	0.2318	0.3428	0.1229	0.3214
D75 (mm)	0.3040	0.1284	0.2780	0.1111	0.0159	0.3785	0.2881	0.4760	0.1413	0.3740
平均粒徑 Dm (mm)	0.2296	0.0608	0.2189	0.0517	0.0112	0.2803	0.2187	0.1745	0.1121	0.2807
均勻係數 Cu	1.5423	9.7438	1.4801	7.3911	1.5770	1.9231	1.5446	29.9058	1.5892	2.1414

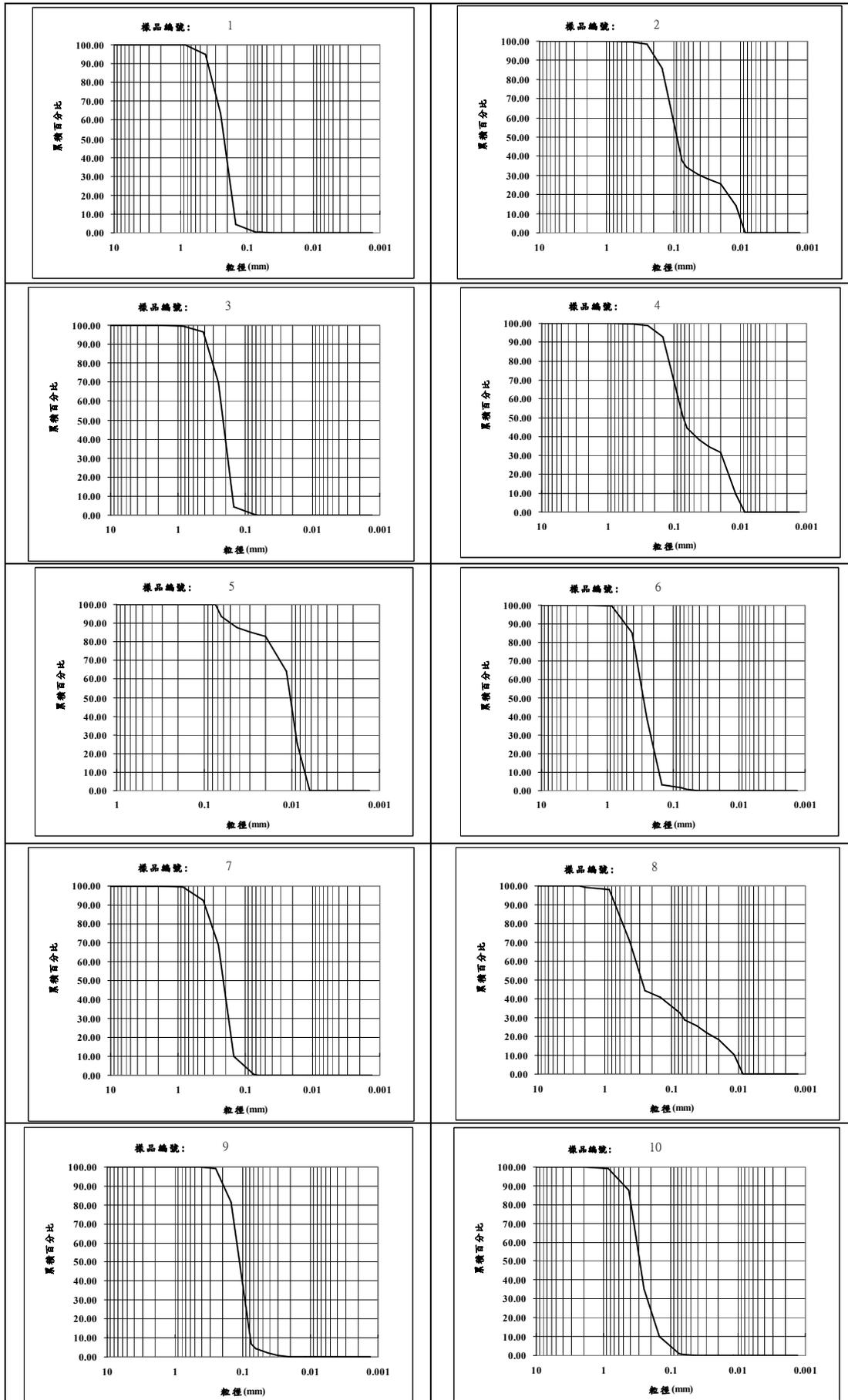


圖 5-65 粒徑重量百分比分布曲線圖

(2) 礦岩分析

利用前節所述之礦岩分析方法，可得 10 個採樣點礦岩含量之重量百分比值，藉由礦岩重量百分比值的計算與分析，可分類統計出各項礦岩的重量百分比變化情況如表 5-27 所示。

表 5-27 採樣調查樣本之礦岩重量百分比統計表

*分析法	樣品編碼	石英	長石	綠泥石	伊來石	多晶石英	方解石	貝殼	砂岩	粉砂岩	板岩	貝殼	不透光礦	其它
顯微鏡	1	37.50	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	36.25	1.88	24.38	0.00	0.00	0.00
顯微鏡	2	51.79	1.19	0.00		1.19	0.60	0.60	7.14	1.79	35.71	0.00	0.00	0.00
顯微鏡	3	55.62	0.80	0.00		0.00	0.08	0.00	11.92	2.56	28.32	0.30	0.40	0.00
顯微鏡	4	67.60	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	2.23	1.12	27.93	0.00	1.12	0.00
x-光繞射	5	9.37	5.41	32.09	53.13									
顯微鏡	6	14.74	0.00	0.70		0.00	1.05	0.00	7.72	9.12	65.96	0.00	0.70	0.00
顯微鏡	7	31.48	0.61	0.00		0.00	0.73	0.00	9.69	6.05	51.45	0.00	0.00	0.00
顯微鏡	8	12.84	0.00	0.00		0.00	0.00	0.68	1.35	13.51	71.62	0.00	0.00	0.00
顯微鏡	9	45.06	1.23	0.00		0.62	0.62	0.00	1.23	4.94	45.06	0.00	0.00	1.23
顯微鏡	10	15.84	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.90	17.19	65.61	0.00	0.00	0.45

*粒徑最眾組為小於 200 號篩者用 x-光繞射法分析，否者用偏光顯微鏡法分析。

由表 5-27 得知，其石英含量介於 9.37%至 67.60%之間，板岩含量介於 24.38%至 71.62%之間(樣本 5 除外)，兩者合計約佔全部底質沉積物 80.70%以上(樣本 1 及 5 除外)，其他礦物(如長石、方解石、燧石、砂岩、貝類等)均屬微量。另外綠泥石及伊來石是組成(結塊)板岩之主要成份，而樣本 5 位於濁水溪出海口的緩水區，以致含泥成份沉澱，造成該樣本主要為綠泥石及伊來石成分居多。

(3) 碳酸鈣分析

利用前節所述之碳酸鈣分析方法，可取得 10 個採樣點碳酸鈣含量之重量百分比值，並分類統計出碳酸鈣含量的重量百分比變化情況如表 5-28 所示。

表 5-28 碳酸鈣含量百分比統計表

樣品編碼	重量百分比
1	0.23
2	0.59
3	0.38
4	0.02
5	0.01
6	1.02
7	0.70
8	0.09
9	0.60
10	0.11

(四)調查成果展示

1.底質調查：

底質調查結果，除了以上述相關統計表、分布曲線圖來呈現床沉積物樣本之特性外，另建置於本案電子化圖資中供查詢及展示。

2.平面流場調查：

而平面流場的展示，除了以『漲、退潮時段漂浮球運動軌跡圖』來呈現王功及五條港附近海域之平面流場特性外，另外還將流場之時間、位置、流速及流向等資料，另建置於本案電子化圖資中供查詢及展示。

七、地形圖圖資製作

(一) 數值地形圖繪製

地形圖資料需包含控制點、建物、海堤、公路、漁塭、植被、水系、高壓電塔等內容，而各種資料需分層建置，以下就數值地形圖繪製作業說明如下。

1. 作業流程

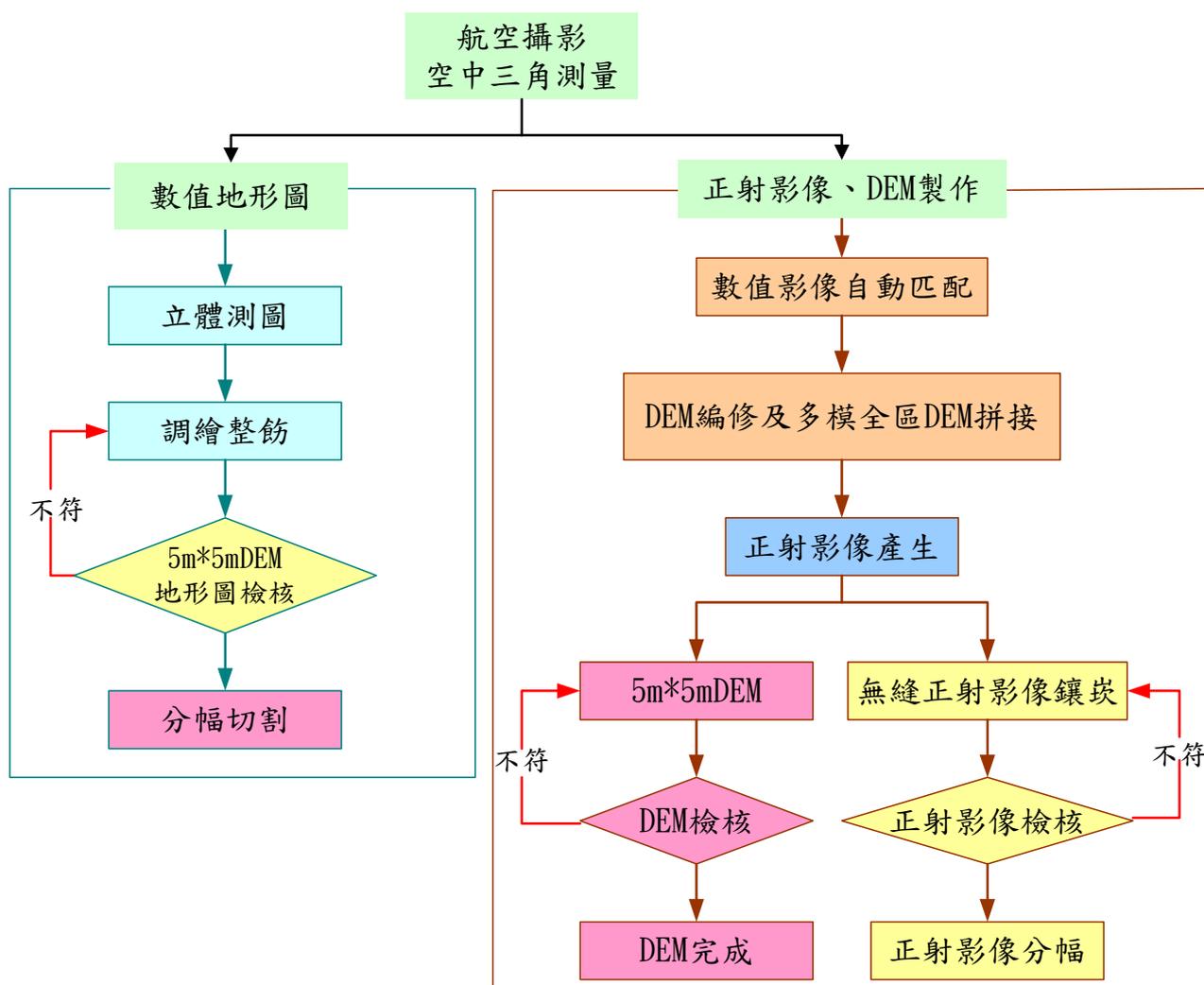


圖 5-66 數值地形圖、DEM 及正射影像作業流程圖

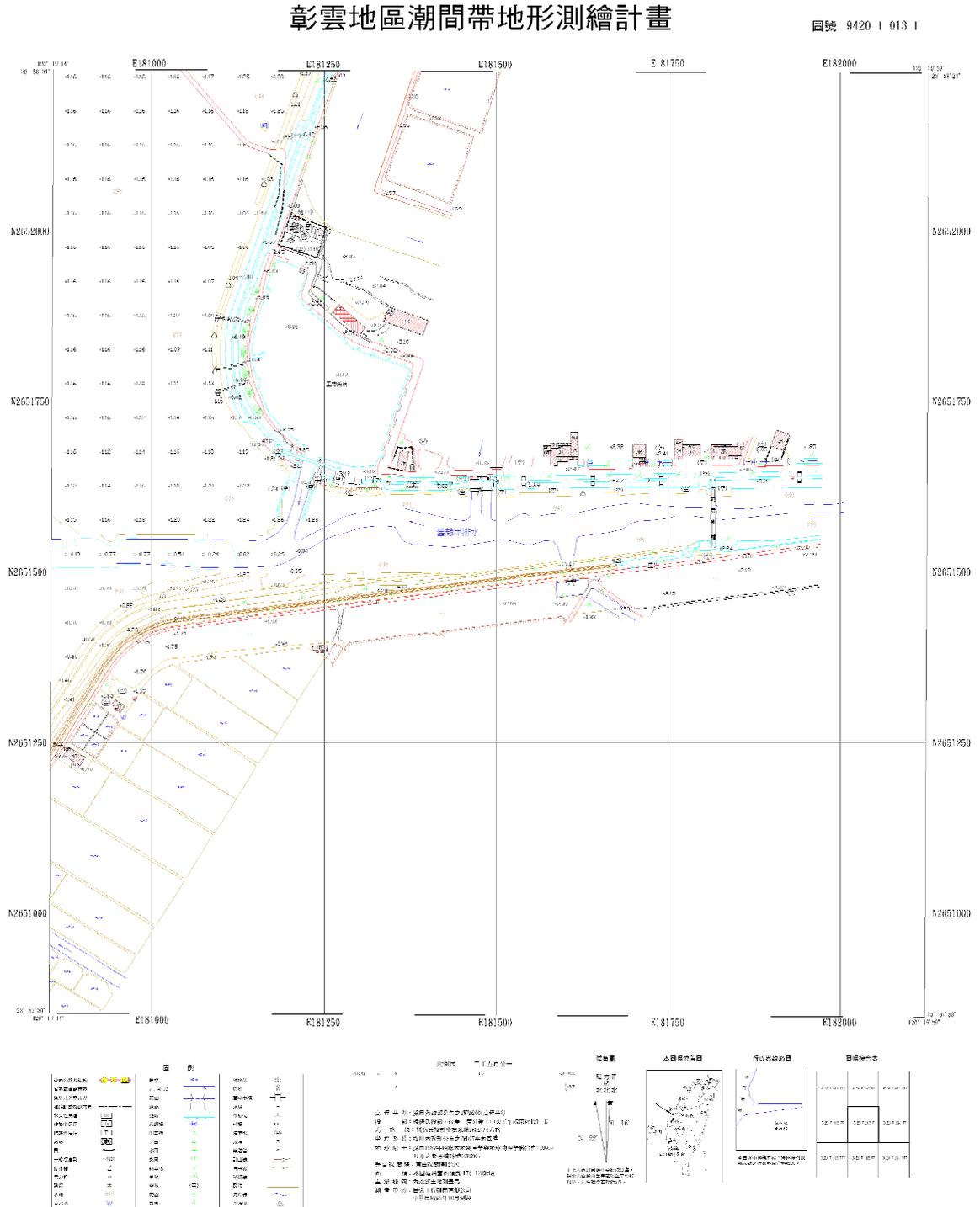
2. 立體製圖-LPS

立體測圖係在數值航測立體影像工作站(LPS)上進行。測圖前應先將各種地物、地類、地貌加以編碼，並依其性質分層施測，以內政部頒布之有關 1/5000 基本地形圖資料庫地形資料分類編碼、圖式規格規定為準則。

- (1)測圖比例尺：1/2500。圖幅編號採內政部 1/5000 像片基本圖及基本地形圖分幅法原則向下延伸，如 9421-Ⅱ-028-Ⅱ。
- (2)模型測繪範圍及改正事項
 - A.為保證高程精度，立體測圖時應採用重疊區域約 60%之立體像對(最大重疊不得超過 70%)。
 - B.底片內方位、相對方位及模型絕對方位之改正需確實執行。
 - C.模型縱視差需消除盡淨，控制點對點應正確，絕對方位完成後殘餘縱視差最大不得超過 20 μ m，控制點之殘差不得超過 30 μ m。
- (3)數值立體測圖一般作業原則
 - A.立體測圖時，先量測地物，然後獨立高程點。對地物量測時，先線狀地物如道路、海堤、漁塭、河流、街道、高壓電塔等，然後其附屬設施如房屋、地類、植被等。
 - B.地物共同界線以實測或複製方式產生，惟其共同界線位置必需一致。
 - C.立體測圖人員如遇有像片判定不易，須請外業調繪補測時，則將其範圍或地點註記並請外業人員加以補測。
- (4)調繪補測應遵守下列規則
 - A.將立體製圖稿圖攜至實地調查地名、地類、高壓電桿(塔)、房屋構造類別與層數、行政界線及立體測圖無法辨認或遺漏之地物，如：鐵絲網、圍牆及涵管等均須實地調繪加以補充之。
 - B.調繪各種副記號及指示記號(如路、河流、機關、學校、寺廟、重大地標及公共場所....等均需標示名稱)。
 - C.補充獨立高程點。
 - D.像片上因雲層或陰影遮蓋部分，或室內立體測圖不詳及未能消除投影誤差之地區，均須根據相關地物或控制點於實地補測。
- (5)在地形特殊點及路堤等重要人工結構上應加測獨立高程點。獨立高程點若為地面所測應記至公分，草地、水田、旱田等不明顯地面則僅記至 10 公分。
- (6)相鄰圖幅必需加以接邊處理，接邊處理時須注意線狀物體、道路、方格線 250 公尺間隔註記、地名、河川、河川流向及其他地物等彼此銜接及配合一致，相鄰圖幅地物必須銜接吻合。

(7)等高(深)線之繪製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，再進行等高線之圓滑化，以增加地形圖圖面之美觀。

3.數值地形圖成果



4. 數值地形圖套疊 1/5000 基本圖

- (1) 搜集彰雲地區目前現有 1/5000 基本圖，發現其坐標系統為 TWD67，為能順利與本計畫所測繪之數值地形圖做套合，於是將 1/5000 基本圖僅以平移方式平移至 TWD97 坐標系統，經計算後之平移量約為 $\Delta E=828.212$ 公尺； $\Delta N=-206.628$ 公尺，若要精確套合仍需考量當地之尺度比與旋轉量。
- (2) 1/5000 基本圖之數值資料檔主要內容包括水系、道路、行政界線、鐵道、高壓線、建築區及圖例、中文註記等圖層，經平移後 1/5000 基本圖再套合本計畫所測繪之 4 張 1/2500 地形圖，發現除部分新增結構物(堤防)及土堤、土路(漁塭)稍有不合外，其餘在堤防、道路及橋樑等明確結構物均能吻合，整體誤差約在 1 公尺~1.5 公尺間。

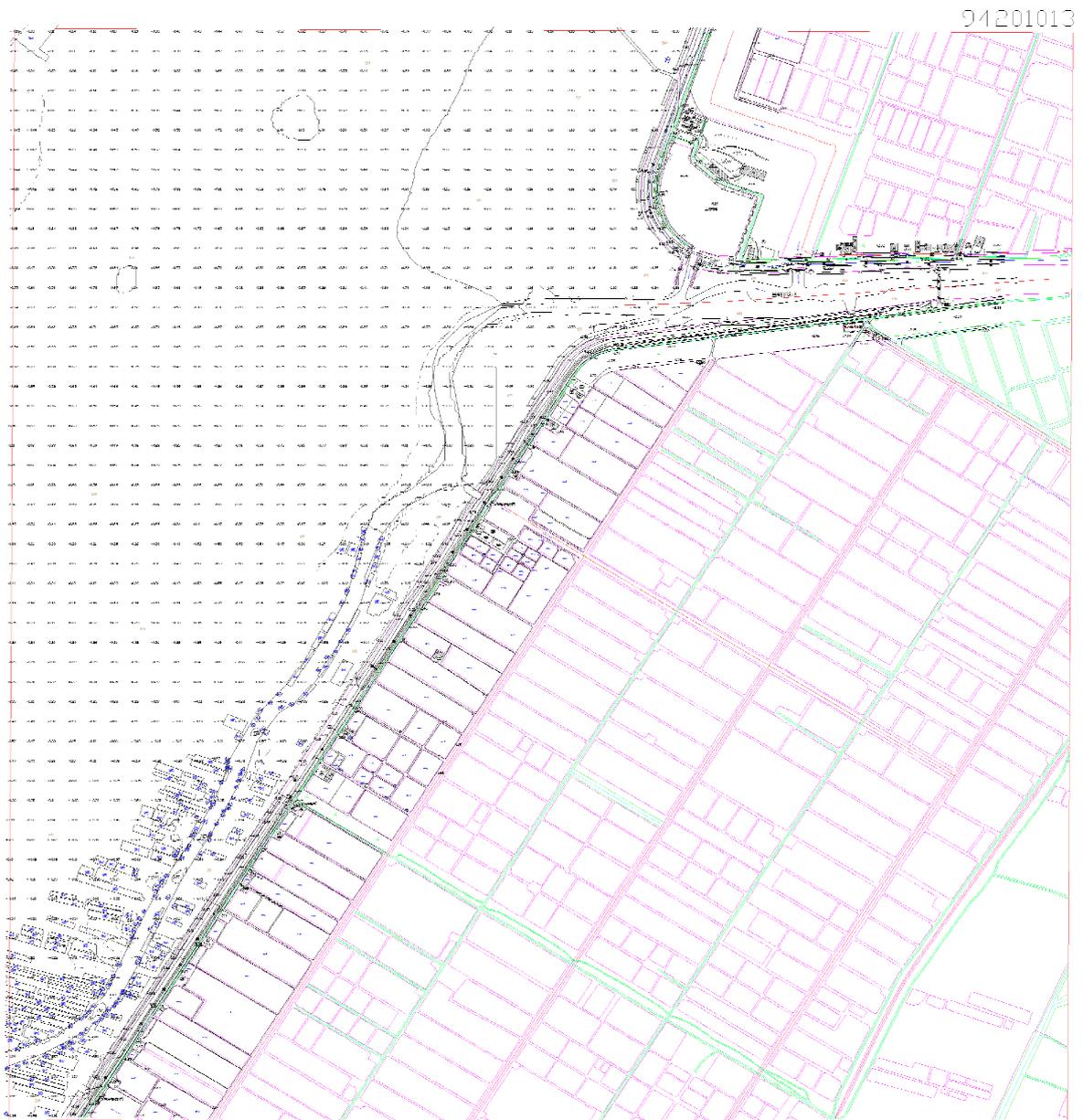


圖 5-68 1/2500 數值地形圖(圖號 9420-I-013-I-9420-I-013-IV)套繪 1/5000 基本圖成果(圖號 9420-I-013)

(二)DEM 數值高程模型製作

本項作業係以航空攝影測量及船載測深之技術生產高精度高解析度之數值高程模型。而數值高程模型(Digital Elevation Model, 簡稱 DEM)是不含地表植被及人工構造物時地球表面自然地貌起伏的數值模型；與數值地表模型(Digital Surface Model, 簡稱 DSM)是地表最上層覆蓋物(含人工建物及植被)的表面模型是不同的。但此二種模型均是以網格式資料格式建構而成。

本計畫 DEM 製作要求為：

- (1)網格間距：5 公尺*5 公尺網格，以上述地形圖之圖幅分幅方式存檔。
- (2)製作時可採自動化過濾方法製作 DEM，但最後成果必須經過人工的檢核及編修程序。
- (3)資料格式：數據以公尺為單位，坐標位數保留至小數點以下 3 位，每幅數據需有詮釋資料文件。

有關 DEM 數值高程模型製作方法敘述如下：

1.作業流程

數值地形模型之處理過程可分為取樣、組成 TIN 及內插網格點等三步驟，分別說明如下：

- (1)取樣：一般之數值地形模型參考點取樣方法如下

A.隨機取樣(Random Sampling):

適合於地面測量使用，但必須注意，所謂隨機分布，僅在於幾何學上而言，在地形學上來看，則這些點均是對充分表達地形有相當重要份量之特徵點。

B.特徵點、線取樣：

a.地形特徵點：頂點、地形底點、鞍部點與奇異點

地形頂點是某一區域內，高程最大之點，由此點向四周任何方向延伸，均為下坡之方向，為一群閉合之等高線環繞；地形底點是在某一區域內，高程最小之點，由此點向四周延伸，均為上坡之方向，為一群閉合之等高線圍繞。

另外，鞍部點則在一方向上為突點，另一方向上為窪點；奇異點則高於地表之上，但並不屬於 DEM 表面之永久性地物點。例如橋面上之高程點。此類點雖於地形圖上會註記，且是

重要的高程資訊，但卻不屬於 DEM 之一部分。

b.地形特徵線：

地形特徵線即地面坡度劇烈變化處，在等高線圖上，其等高線間之距離有很明顯之變化。

斷線：地形起伏在沿線發生差異很大的尖銳摺曲情形(線左右側不連續)。目前 DTM 之結構為所謂 2.5D 式資料，不允許同一平面位置上有二個高程，故若遇到垂直的地形斷面，應將斷面上、下二斷線適度予以錯開。

結構線：地形起伏在沿線發生較緩鈍的摺曲情形，如大多數之山脊線、稜線屬之。

c.最大傾斜線(流水線)：

即地表流水之方向，等高線經過最大傾斜線時都應垂直最大傾斜線，即兩等高線間之垂線是最大傾斜線。

(2)TIN 三角形法內插模式

三角形法內插包括兩部分：(1)將參考點連成三角形網。(2)在各三角形平面上，線性內插得較密之數值地形網格點，或直接內插得等高線。

A.量測地形參考點

三角形法所得成果之品質，主要取決於所連成之三角形網是否正確，因此，連成三角形之邏輯在三角形法內插中為重要之部分。適當的三角形網組成邏輯，必須要使組成之三角形網達到下列特質：

- a.唯一性：無論參考點如何分布，在相同之分布情況下，由不同之參考點開始來組成三角形，其所得之三角形網應相同。
- b.等邊性：所組成三角形要能儘量達到等邊三角形，並儘量用最短之邊長來組成三角形，因為狹長三角形會使等高線有尖銳折曲。
- c.不相交：三角形網內所有三角形之邊不能相交。

B.三角形網 DELAUNAY 法

此法之特性，即在任一三角形之外圓中，無其他參考點存在，並且能儘量達到等邊之要求。所提出之邏輯為：設定一可涵蓋所有參考點之虛擬正三角形，以任何順序將點位輸入均可，一次輸

入一點，若點位於既有三角形之外接圓之內，(比較參考點至某一三角形外接圓圓心之距離)則除去此三角形，若所有之三角形皆比較完後，加入此新點重新組成三角形，以取代被除去的三角形，在輸入一新參考點，重複以上步驟，直到所有參考點皆輸入為止。

此法(DELAUNAY)能達到唯一性、等邊性及三角形不相交這些要求，是目前較好之方法，目前 Surfer 軟體即應用此法來進行三角形網之組成。DELAUNAY 三角形網格示意圖如圖 5-69 所示。

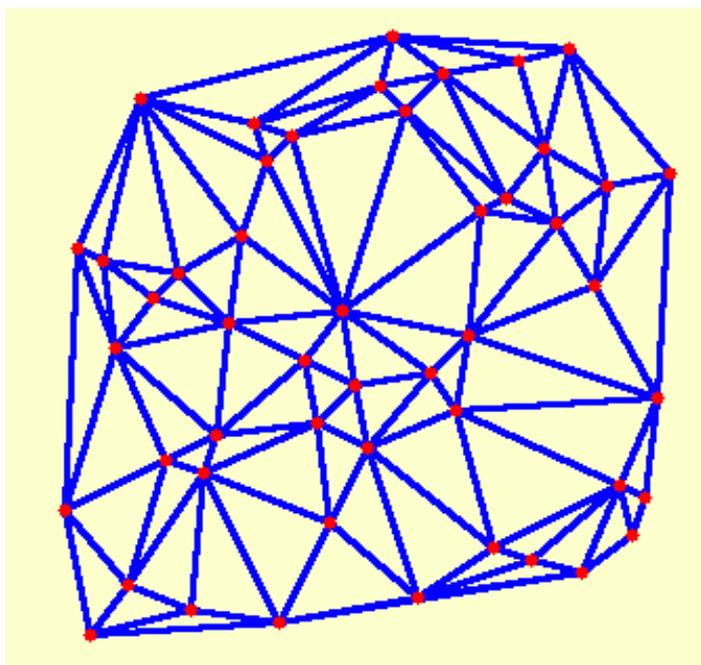


圖 5-69 DELAUNAY 三角形網格

(3)由參考點內插網格點

內插方法有最小二乘預估法、移動平均法、三角形法等。以三角形法內插之優點是程式簡單，計算時間少，但是無法過濾地面之粗糙性及測量誤差。

當組成三角形網後，可直接在三角形之三邊上以線性內插得出所需要等高線通過之點，再連接起來並加以圓滑化即可繪出等高線圖；若欲內插較密格點式數值高程模型時，先找出所欲內插點所在之三角形，並利用此三角形之三個頂點與欲內插點所構成之四面體體積為零之特性來求解其高程，常用軟體為美國 Goldensoftware 公司所研發之 Surfer 程式。

2. 影響數值地形模型品質之因素

DEM 製作過程中必須有一套完整的品管標準來檢核，讓整個作業流程與各個環節都能順利進行。以下就各項作業細節做說明：

(1) 航空攝影

航空攝影之俯仰角(pitch)、滾轉角(roll)、偏流角(yaw)需控制在 5 度以內，若航拍超過 5 度時此航帶必須重新航拍。攝影時航向重疊須大於 60%、側向重疊須大於 30%，如此才能在立體模型中順利施測 DEM 資料。

(2) 空中三角測量精度

A. 控制點分布

採用 GPS 輔助空中三角測量時，地面控制點分布方式如圖 5-70 所示，於整個測區的四個角落布設四個全控點外，於測區首尾加入高程控制。

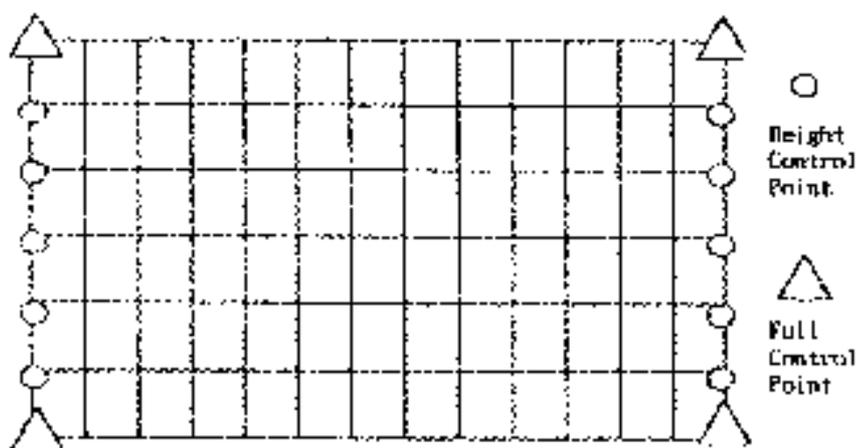


圖 5-70 GPS 輔助空三地面控制點分布圖

B. 控制點精度

平面中誤差不得大於 0.098m。平面控制網形的平均多餘觀測分量不得少於 0.4，個別觀測值的多餘觀測分量不得少於 0.2。

高程控制網以水準測量施測時，必須實施往返獨立觀測，水準測線觀測之中誤差不得大於 $8\text{mm}\sqrt{K}$ 。

C. 空中三角測量結點量測精度

進行空中三角測量時，至少需於每片的九個標準點位上量測二個點，每個位置上均必須與所有涵蓋有此點位的相鄰像片(無論同航帶或鄰航帶)相連(即至少有一點應相連，不同的鄰片可允許不同的點連結)。

空中三角測量平差計算得採用光束法或獨立模型法進行空中三角測量平差計算。須分二個過程進行計算。先以最小約制(或自由網)平差，以進行粗差偵測 並得到觀測值精度的估值，其驗後觀測值之 R.M.S 值在平地不得大於 $10\ \mu\text{m}$ 。其次進行強制附合至控制點上平差，其驗後觀測值之 R.M.S 值不得較最小約制(或自由網)平差所得之值增加 30% 以上。

D. 立體測圖之精度

立體模型重組必須以空中三角測量之成果重建立體模型之絕對方位，不得剔除任一空中三角測量結點。若以直接導入外方位重建立體模型，亦應至空中三角結點上檢查其縱視差。模型內最大殘存縱視差不得大於 $30\ \mu\text{m}$ ，否則重新觀測計算空中三角測量。

立體量測可採人工或自動匹配，方式不限，但均應達到合約規範之精度要求。除了量測內插計算 DEM 之參考點外，尚須量測地形特徵點及特徵線。沿地形特徵線上測點的密度應高於其鄰近參考點量測之密度。特徵點或特徵線量測之精度應高於其周圍參考點量測之精度。

用於測製 DEM 之立體模型，在模型內對明確地物點進行重複立體量測時，其高程之中誤差不得大於相當於航高之 $1/10000$ ，平面之中誤差不得大於 $10\ \mu\text{m}$ 。

E. DEM 計算精度

計算方法不拘，但應注意能合理地剔除粗差，以使最終成果能達到 合約規範之精度要求。

DEM 之品質依地形類別及地表植被覆蓋情形之不同而有不同之標準。平面中誤差與高程中誤差分開考慮，因本計畫之作業區域均屬於平地地形，故在平地之平面中誤差 0.5m 。

在高程中誤差部分之最大允許值為 0.5m ，因為本計畫之作業區域均屬於平地地形，且海岸潮間帶部分並無植被覆蓋，故高程中誤差規定為 0.5m 。

★特徵點之品質標準

平面中誤差：平地及丘陵地 0.5m

高程中誤差：平地及丘陵地 0.5m

★特徵線之品質標準

地形斷線之品質標準平面中誤差： 0.5m

高程中誤差：平地及丘陵地 0.5m

3.精度評估

依據合約規範要求，由生產單位(乙方)於作業時，依據自我品管的檢核標準。成果檢核方式分為內業檢核及外業檢核二種。

(1)內業檢核

定期檢查每一參與作業人員是否瞭解作業規範及是否依本規範執行作業。查核時得由查核者對每位操作人員之成果抽樣進行重複量測檢驗，或採隨機抽樣方式由作業人員互相交換成果進行獨立的重複量測，檢核二次獨立量測差異是否在本規範訂定的標準內。

在查核平地區 DEM 時，重複觀測的精度在立體模型內進行重複立體量測時，其高程之中誤差不得大於相當於航高之 1/10000，平面之中誤差不得大於 $10\ \mu m$ 。

A.地面控制點檢核

網形多餘觀測數是否足夠，平差後坐標精度是否合於規範。

在進行空中三角測量平差計算之前，本項檢核率為 100%。

B.航空攝影

檢核所拍攝之影像資料是否合於規範，檢查航拍之俯仰角(pitch)、滾轉角(roll)、偏流角(yaw)是否在 5 度以內，航向重疊須大於 60%、側向重疊須大於 30%，影像是否有雲遮蔽，所有影像進行 100%的檢查。

C.空中三角測量

於量測像片坐標時檢查是否有對影像幾何品質做控管。檢查空中三角測量平差報表及結點分布之分析報告，如表 5-14「空中三角計算精度分析表」。

D.立體量測

於工作開始的初期針對每一位操作員，在其完成 10 個模型(或相當於 10 個模型的圖幅)時，檢查每位操作員是否依據作業守則之規範來進行，由專案經理內部自我查核或由其他操作員，進行與原觀測點位相同處的重複量測得到差值，以了解每位操作員之量測精度差，並檢核是否有遺漏量測特徵點、線。

E.DEM 製作

檢核時以抽樣方式進行，以不同軟體重新計算 DEM，判斷二者之差值的均方根值是否合於規範要求，並檢核是否剔除粗差。

在檢核抽樣之圖幅內，抽取該幅面積 5%之方格上機檢核。檢

核時，於檢核區內均勻量測高程點，並計算此量測所得之高程與由 DEM 內插所得高程差值的 RMS 否合於規範要求。

(2)外業檢核

由於外業檢核的成本較內業上機檢核的成本為高，但外業檢核的目的在於檢核內業檢核無法印證的部分。

A.地面控制點

抽驗總數的 5%或每觀測組至少檢驗一點(以大者為準)。以 GPS 靜態觀測方式檢測，其檢測精度不得低於原先量測之精度。平面控制之檢核得以施測坐標或相對距離做為檢核值。

於 95.04.12 現場實際抽驗 5 點(90 點中抽驗 5 點，抽驗率 5.56%)，點號分別為 C011、C015、CH002、M926 及 NX97，其檢測後自由網坐標成果與提送成果之差值如表 5-29 所示。

表 5-29 檢核地面控制點之平面坐標差值表

點號	最小約制網坐標(檢測)		提送坐標		坐標差值		備註
	縱坐標	橫坐標	縱坐標	橫坐標	縱坐標	橫坐標	
C011	2648641.425	179245.897	2648641.417	179245.870	-0.008	-0.027	
C015	2643354.281	179392.274	2643354.321	179392.265	0.040	-0.009	
CH002	2644441.795	178922.499	2644441.837	178922.482	0.042	-0.017	
M926	2651627.507	181380.177	2651627.475	181380.168	-0.032	-0.009	
NX97	2646789.074	180828.423	2646789.074	180828.423	0.000	0.000	固定點

由最小約制網平差計算之坐標成果反算各基線長後，再與提送坐標成果反算之距離做比較，其距離差值及距離精度值，如表 5-30 所示，均符合合約規範要求。

表 5-30 地面控制點基線檢核精度分析表

點名 點名 點名	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 (")	距離 較差 (mm)	精度 規範 (mm)
CH002 C011 C015	152-14-01	4212.012 1184.646	152-14-01	4212.063 1184.641	0	-51 5	55 37
CH002 C011 NX97	34-40-23	4212.012 3023.595	34-40-20	4212.063 3023.617	3	-51 -22	55 48
CH002 C011 M926	14-28-44	4212.012 7594.314	14-28-42	4212.063 7594.382	2	-51 -68	55 76
CH002 C015 NX97	117-33-38	1184.646 3023.595	117-33-41	1184.641 3023.617	-3	5 -22	37 48
CH002 C015 M926	137-45-17	1184.646 7594.314	137-45-19	1184.641 7594.382	-2	5 -68	37 76
CH002 NX97 M926	20-11-39	3023.595 7594.314	20-11-38	3023.617 7594.382	1	-22 -68	48 76
C011 C015 NX97	38-55-23	5289.122 2436.318	38-55-23	5289.169 2436.307	0	-47 11	62 45
C011 C015 M926	142-51-31	5289.122 3670.391	142-51-34	5289.169 3670.4	-3	-47 -9	62 52
C011 NX97 M926	103-56-08	2436.318 3670.391	103-56-11	2436.307 3670.4	-3	11 -9	45 52

B. DEM 成果檢核

為檢核 5 公尺×5 公尺 DEM 網格成果之精度(內業),依據規範要求於 95.10.24~10.27 進行現地檢核,現場檢核使用經緯儀以三次元方式抽驗 8 處,抽驗位置(圖幅編號)及數量如表 5-31 所示,共抽驗 549 點。

經比對檢測高程值與 DEM 高程之誤差值後,得誤差小於 0.5 公尺者有 513 點,占抽樣點數之 93.44%,其餘 36 點誤差均小於 1 公尺,抽驗點數全數符合合約規範。

表 5-31 DEM 檢核抽驗位置表

圖幅編號	抽驗數量
9421-Ⅱ-085-I	56
9421-Ⅱ-086-Ⅳ	1
9421-Ⅱ-085-Ⅲ	65
9420-I-013-Ⅲ	80
9420-I-032-Ⅱ	65
9420-I-032-Ⅲ	3
9420-I-042-Ⅲ	105
9420-Ⅲ-007-Ⅱ	7
9420-Ⅲ-017-I	80
9420-Ⅲ-017-Ⅳ	4
9420-Ⅲ-046-Ⅲ	45
9420-Ⅲ-046-Ⅳ	16
9420-Ⅲ-086-I	4
9420-Ⅲ-086-Ⅳ	18
合計	549

C.DEM 驗收成果

於 95.11.22~11.24 進行現地驗收，以 RTK 方式抽驗 25 幅(每幅抽驗 30 點以上)，抽驗圖幅編號如下：

9420-I-003-Ⅲ、9420-I-004-Ⅳ、9420-I-013-I、9420-I-013-Ⅲ、9420-I-013-Ⅳ、9420-I-023-Ⅲ、9420-I-023-Ⅳ、9420-I-033-Ⅳ、9420-I-051-I、9420-Ⅲ-017-I、9520-Ⅲ-017-II、9420-Ⅲ-027-Ⅲ、9420-Ⅲ-036-I、9420-Ⅲ-036-II、9420-Ⅲ-036-Ⅲ、9420-Ⅲ-056-Ⅳ、9420-Ⅲ-076-Ⅲ、9420-Ⅲ-076-Ⅳ、9420-Ⅲ-086-II、9420-Ⅲ-086-Ⅳ、9421-II-076-II、9421-II-076-Ⅲ、9421-II-086-Ⅳ、9421-II-094-II、9421-II-094-Ⅲ。

經比對抽驗點與 DEM 成果之平面與高程誤差值後，得誤差小於 0.5 公尺者有 1027 點，占抽樣點數之 92.44%，其餘 84 點誤差均小於 1 公尺，抽驗點數全數符合合約規範。

4. 成果展示

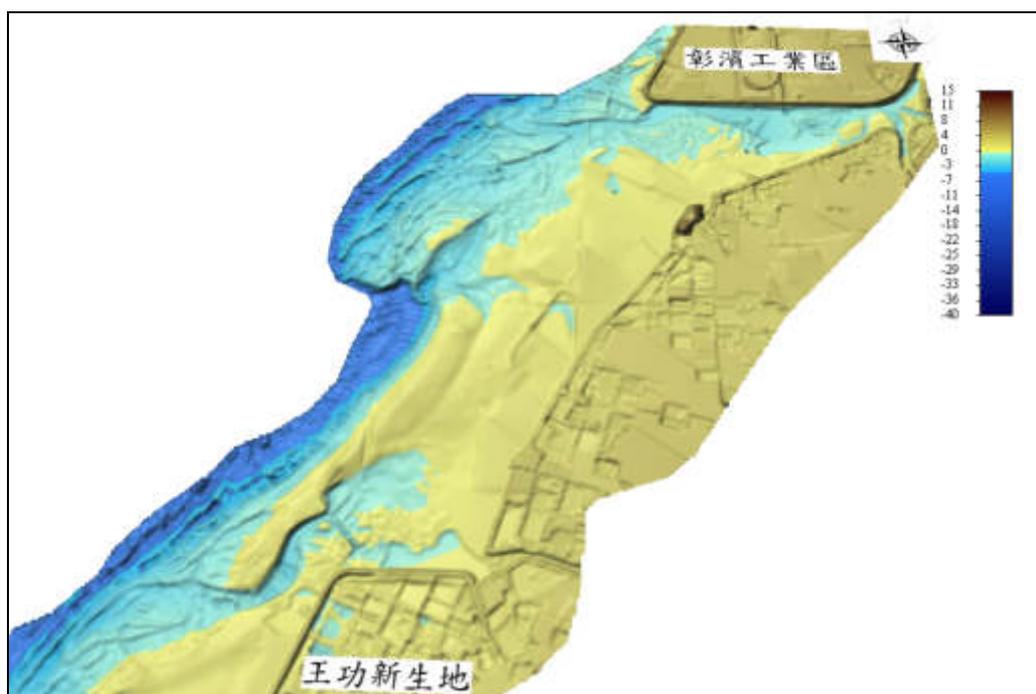


圖 5-71 彰濱至王功 DEM 成果圖

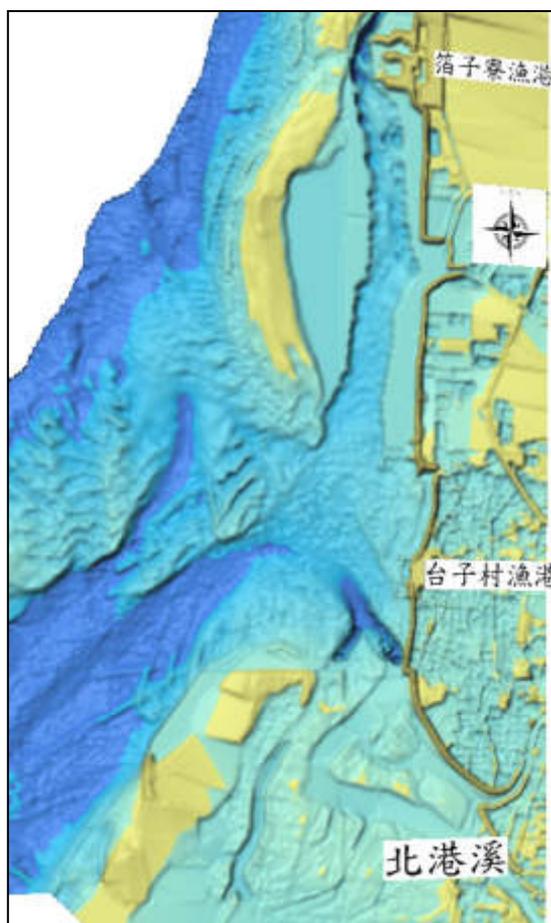


圖 5-72 台子村漁港外海 DEM 成果圖

(三)彩色無縫鑲嵌正射影像製作

1.正射影像製作

- (1)利用數值航測影像工作站，配合數值高程模型資料作為正射糾正之高程控制資料，將中心投影之航空像片，糾正成正射投影，消除像片上投影誤差，製作數位正射影像資料檔。
- (2)正射影像糾正使用之數值高程模型資料，係包含地面覆蓋物之地面高程，網隔間距為 5 公尺×5 公尺。
- (3)數位正射影像以彩色影像表示，影像資料檔以 TIFF 格式儲存，並與 1/2500 地形圖圖檔相配合，以每幅圖一個檔案為原則。
- (4)正射影像之地面解析度為 25 公分×25 公分。
- (5)正射糾正影像之鑲接與修色處理以不失真及不損及幾何性原則下，無接縫影像拼接後，再依據圖幅範圍切割出具備地理坐標的影像 TIFF 檔案。正射影像製作範圍均較圖框範圍往外增加約五十公尺，因而相鄰圖幅重疊區域約為一百公尺，得用以進行無接縫之拼接處理。
- (6)影像色調連續性之調整：
 - A.針對相鄰影像之色調進行初步色調調整
如：調整色調一致、自動色階處理以增加影像色彩飽和度...等。
 - B.再以 Ortho Vista 進行色調自動調整
 - C.色調調整之處理如圖 5-73~圖 5-76 所示，圖 5-75 每一區塊代表一幅 1/5000 基本圖，調整後如圖 5-76 看不出區塊接縫位置。



圖 5-73 色調處理前之原始影像



圖 5-74 色調處理後之影像

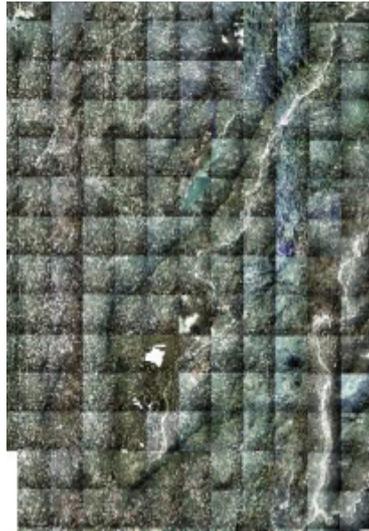


圖 5-75 影像處理前之原始影像拼接圖



圖 5-76 影像處理後之影像拼接圖

(7) 影像幾何性之修正

於影像重疊區上，依據影像內容描繪影像接合線(以道路、巷道、河流、山脊、山谷...等明顯界線為最佳選擇)，修正過程如圖 5-77~圖5-79所示。



圖 5-77 影像接邊處明顯產生接邊不符情形



圖 5-78 繪製影像接合線



圖 5-79 依據影像接合線進行 mosaic 之成果

2.正射影像成果

(1)彩色正射影像

彩色航空照片之正射糾正影像以圖號 9420-I-013-I 為例，圖中漁港為彰化王功漁港。



圖5-80 彩色正射影像成果(圖號9420-I-013-I)

(2)彩色正射影像套疊地形圖

彰雲地區潮間帶地形測繪計畫

圖號 9420 I 013 I

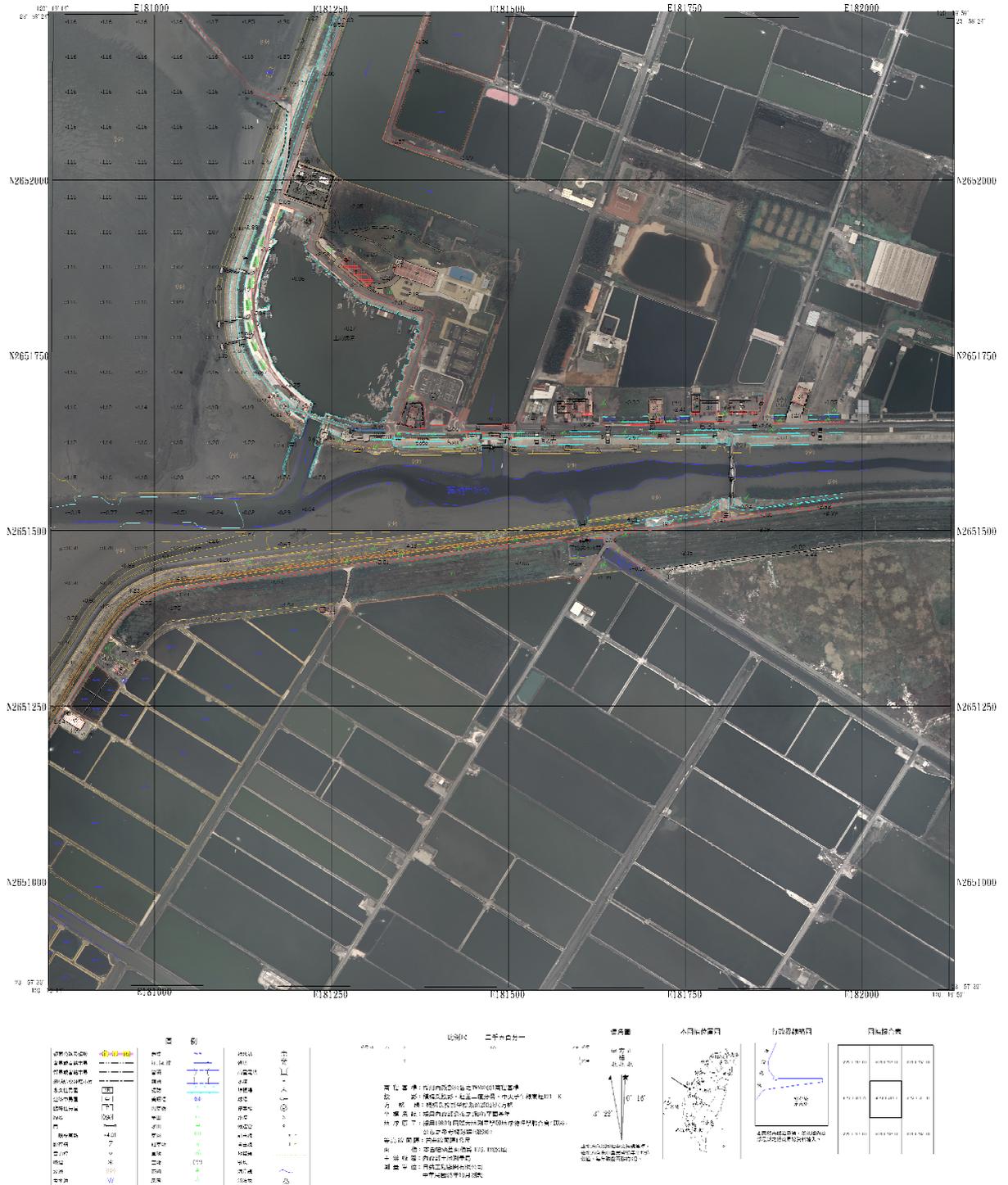


圖5-81 彩色正射影像套繪地形成果圖(圖號9420-I-013-I)

(四)多用途電子化圖資建置

1.S-57 製作

電子海圖之理論模組係設計用以描述真實世界物體，但由於真實世界物體太過複雜，必須加以簡化並加以轉換為資料型態(模組化)。而這裡所敘述的真實世界物體僅包含海道測量(Hydrography)有關之物體，並不包括陸地上真實世界物體。

而 S-57 (Special Publication No. 57)電子海圖的標準是由國際海道組織(International Hydrographic Organization) (IHO))的海道需求資訊系統委員會(Committee on Hydrographic Requirements for Information Systems (CHRIS))所製訂。其目的是做為國際間交換電子海道資料使用，讓資訊可以快速流通運用。

(1)電子海圖

電子海圖的建置必須將圖徵物件(Feature Object)及空間物件(Spatial Object)這兩項資料相結合編輯後，再轉換成 S-57 格式資訊才能流通。而有關圖徵及空間物件內容說明如下：

A.圖徵物件包含

- a.Meta：詮釋圖徵物件包含其他物件之資訊。
- b.Cartographic：圖徵物件包含以製圖學方式表示之真實世界物體之資訊(含文字)。
- c.Geo：圖徵物件攜帶真實世界物體之描述特性。
- d.Collection：圖徵物件描述其與其他物件之關聯關係。

B.空間物件包含 0 維(節點)、1 維(邊界線)、2 維(面)、3 維(以物件之屬性表示)

- a.獨立之節點被包含於面中。
- b.面包含獨立之節點。
- c.邊界線包裹成為面。
- d.面被邊界線所包裹。
- e.連接之節點終止於邊界線
- f.邊界線被連接之節點所終止
- g.邊界線鄰接面

(2)S-57

由於電子海圖的資料結構無法直接於不同電腦系統中轉換，必須透過共通的格式(S-57 格式)才能交換，而 S-57 的交換資料則分為資料組描述記錄(Data Set Descriptive record)、目錄記錄(Catalogue record)、資料辭典記錄(Data Dictionary record)、圖徵記錄(Feature record)及空間記錄(Spatial record)等五種記錄，另有詮釋記錄(Meta data)可於 S-57 的資料交換組中，以三種不同等級之資訊提供使用。

(3)實作經驗

本公司製作 S-57 係採用 Caris HOM 軟體來編輯，首先經由檢核程式(檢核圖元物件、位相關係)檢核後之 DWG 檔，匯出成 DXF 檔(整幅)由軟體讀入 DXF(考量檔案大小要分幅處理)，逐層將空間與圖徵物件建置編輯完成(點、線、面分層建置)，再由軟體匯出符合 S-57 3.0 標準格式的海圖。

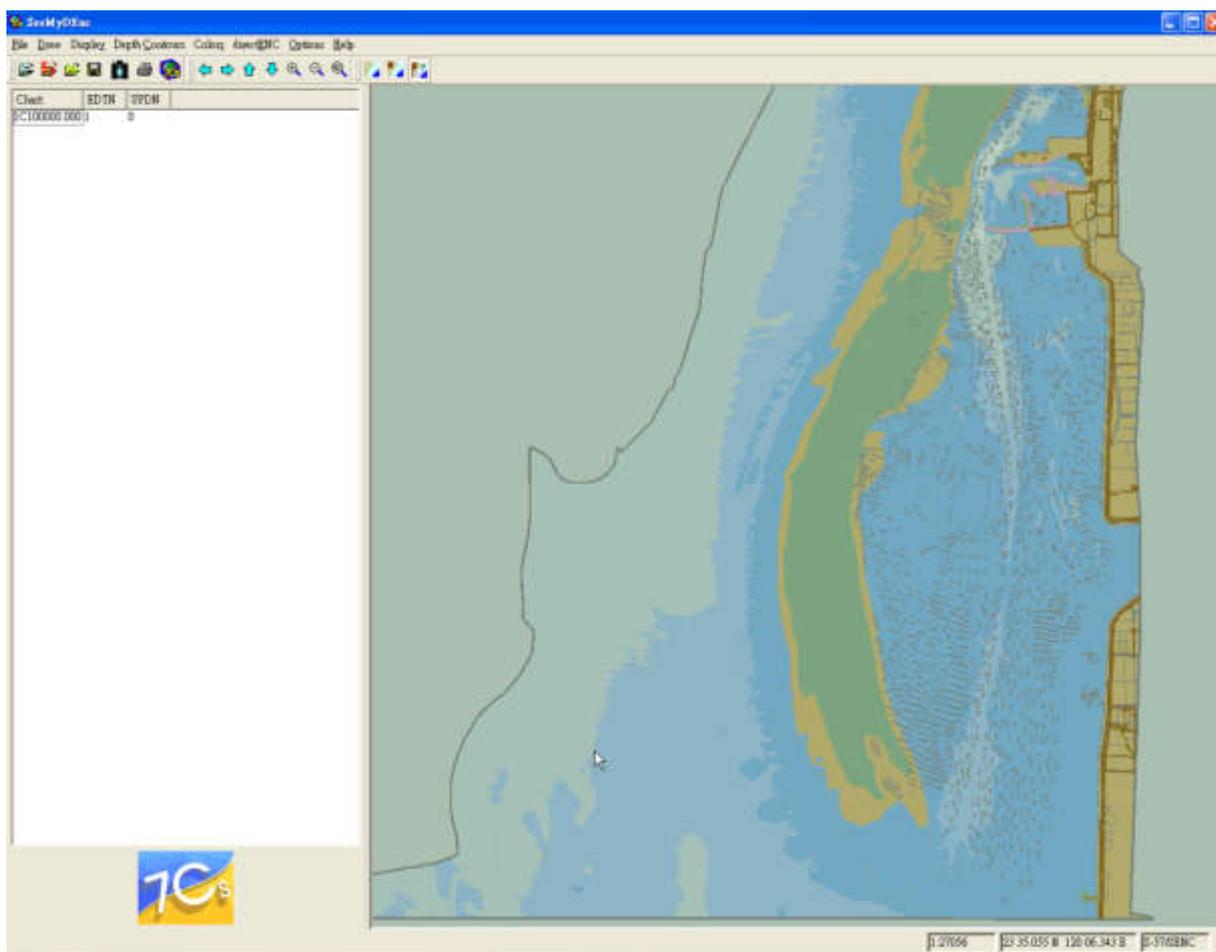


圖 5-82 S-57 海圖製作成果(範例)

2. 多用途電子化圖資建置

(1) GIS 建置標準

A. GIS 資料編輯整理成電子化圖檔，檔案格式包括：

Autodesk Map 軟體之 DXF、ArcView 軟體之 SHP、MicroStation 軟體之 DGN、MapInfo 軟體之 MID/MIF 格式儲存之多用途電子圖。(均須包含 TWD67 與 TWD97 坐標系統)

B. 提供 GIS 圖元物件、位相關係之檢核程式。

(2) GIS 建置

A. 透過『檢核程式』之檢查，針對圖元物件、位相關係做檢查，檢核程式會對有疑異的標示，以利修改更正之，如圖 5-83 所示。

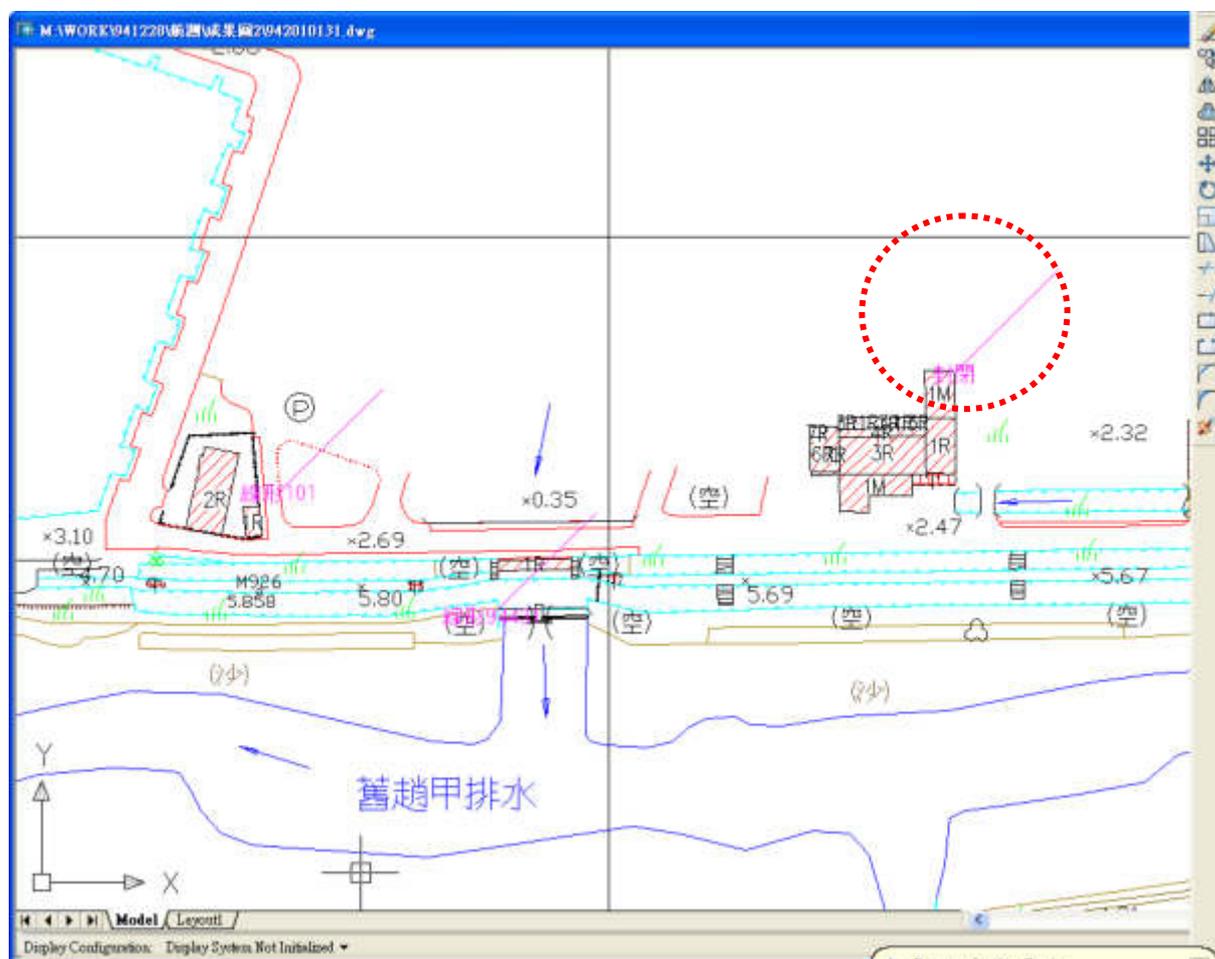


圖 5-83 GIS 檢核程式執行畫面(摘要)

B. 經由 GIS 格式轉檔軟體，逐層(分層處理)將圖形及屬性資料建置成 SHP 及、MIA/MIF 檔。轉換時須注意「坐標系統的設定」、「每一圖層所代表的意義」以及不同版本的問題。

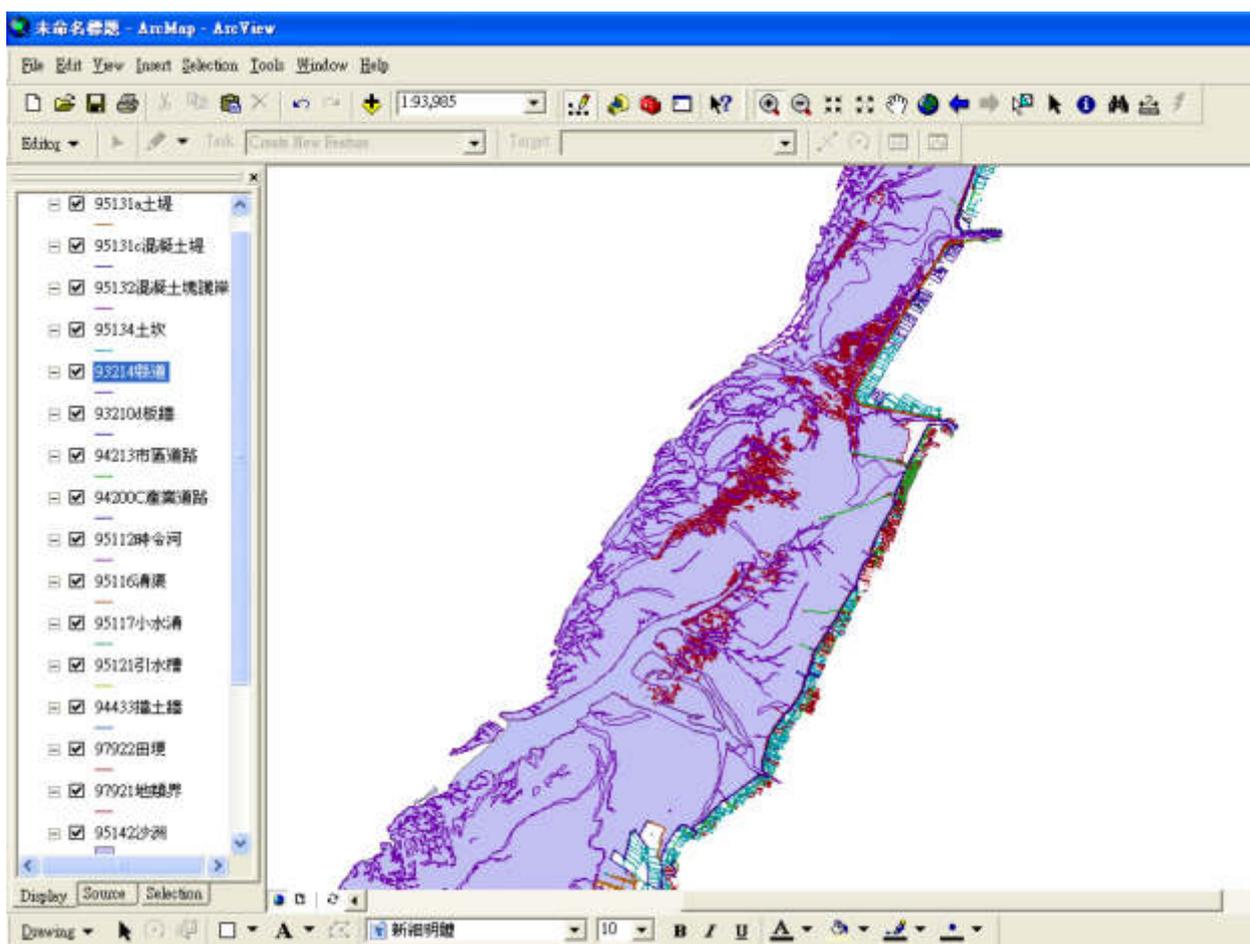


圖 5-84 ArcView 成果展示(摘要)

C.而 DXF 檔，則利用 AutoCAD 自身功能將 DWG 轉成 DXF 格式。
D.DGN 檔則利用 MicroStation 直接開 DWG 檔再轉成 DGN 格式。

(3)GIS 建置心得

由於 GIS 系統本身需要具備收集、儲存、取回、檢查、處理、管理、分析、顯示等功能，除了軟硬體設備外，要能有效提供空間支援決策必須仰賴適切的資料，也因此資料的收集佔了 GIS 系統建置費用的絕大部分。

而且不同領域的知識庫在收集資料時，著重的方向也有所不同，為了避免錯誤的引用以及重複建置所造成的浪費，也因此衍生出資料流通共享需要注意的事項。

本公司收集陸域以及海域的實測資料，均以 AutoDesk 平台進行修改，圖層設計是依照內政部 1/5000 地形圖的規定為基準，並適當地修改以符合現地的實際狀況，並分成不同圖層資料依序製作成不同類型的 GIS 交換格式。一筆資料在使用前，對於空間資料必須了

解幾個要點：圖形資料(點、線、面)、坐標資料(TWD97、TWD67...等)、位相關係(相鄰、相連、組成)，對於屬性資料必須了解欄位構成的方式，這些也是在資料轉換之前必須考量的。

以下歸納幾點應注意之事項：

- A.雖然現在各種商用軟體均標榜共通性十分強大，可以匯入或匯出不同類型的 GIS 交換格式，但不可否認的是，每一個商用軟體均有獨特的長處，所以在不同資料格式進行轉換之前，除了了解使用中軟體有關於坐標系統的設定，也要確認轉換時使用的設定是否正確，才能正確無誤地將資料轉換成 GIS 格式。
- B.在 AutoCAD 中不同的地物可以採用不同圖徵來顯示，但是各種 GIS 交換格式均以簡潔、共通性強大為主要目的，所以交換格式多是以簡單的點、線、面資料外加屬性資料為主，圖徵資料則是在匯入的時候進行設定，空間資訊的位相關係同樣需要匯入時進行設定。所以在轉換過程中必須很清楚每一圖層所代表的意義，不至於造成資料錯誤。
- C.AutoCAD 是由顏色、線型、線寬、符號等靜態圖形特徵組織而成的圖層集合，其圖層並不像 GIS 中的圖層那樣組織嚴密(實體/元素都包含在一個單一的文件中)，屬性資料的主要描述靠圖層和註記。不同的 CAD 軟體版本對不同版本的文件格式有各自的定義(例如 AutoCAD 13, 14, 2000 的線畫是彼此不同的)，這意味著在進行資料處理時需要注意相關的版本。

陸、結論與建議

由於臺灣西部海岸潮間帶區域範圍廣泛，而潮間帶這個緩衝區域，受海洋及陸地的影響同時可見，兩邊的力量共同塑造出潮間帶區域特殊的地形。而此區域因為傳統測量技術的限制，海測船隻等載具不容易測到淺水地區，陸測無法在濕軟的退潮地區觀測，致測量作業實施困難。

本計畫結合航空攝影測量及水深測量之設備、技術與方法，做為評估應用於潮間帶測繪地形圖之可行性，並做為後續臺灣沿海潮間帶測繪之施測方法及標準。其結論分述如下：

一、陸域測量

航拍作業時，在像片中有足夠的像片共軛點，為後續空三計算以及製圖作業之成功要件，但潮間帶邊緣極少大型的特徵物可供像片共軛點使用，故於潮間帶沙地上配合當地的潮汐設置挑高的航測標，可以提高陸域高程測點的精度。

為求地形資料正確及完整性，航空攝影選擇潮位較低時拍攝，而極近岸水深作業則利用漲潮時進行，經分析這兩種測量方式於潮間帶重疊部分的高程測點精度，經比對水深測點與最接近(10 公尺範圍內)的陸域高程點，共比對 14673 點，高差在 50 公分內共計 14142 點，其餘 531 點高差小於 1 公尺，全數符合合約規範要求。其平均高差為 0.17 公尺，中誤差為 0.22 公尺。故於潮間帶布設航測標確實可以提高潮間帶沙地高程測點之精度。

二、海域測量

(一)水深測量蒐集資料有：定位資料、測深資料、湧浪補償資料與潮位資料等四種，所以在時間匹配上是影響資料精度最主要的因素。在船上蒐集之 GPS 定位、湧浪補償與測深資料時間必需同步才能即時得到該位置之水面至水底距離，本公司係利用導航軟體即時同步(以 GPS 時間為主)處理這三種資訊(無時間延遲)。而陸地上潮位站之時間設定亦以 GPS 時間為依據，能讓潮位資料與海上水深測量之時間同步，這點可從相關的水深檢核線及驗收數據得知，此種方式能提高水深測量之準確性及精度。

(二)本計畫作業期間進行重複測量(由南而北一條測線)，測深資料經潮差修正後再與原測點資料比對，擷取平面 5 公尺範圍內最接近的測

點進行高差比較，總共比較 5020 點，高差在 50 公分內共計 4662 點，其餘 358 點高差小於 1 公尺，全數符合合約規範要求，其平均高差為 0.13 公尺，中誤差為 0.16 公尺。檢測時間與原測量時間相隔約一個月，可見各項水深資料時間之匹配吻合，沒有所謂位置偏移或潮位偏移現象。

- (三)多潮位站並無制式的潮差處理方法，本計畫依據各潮位站與水深測點間 N 軸方向距離為依據，以權重方式內差出水深測點潮位，經驗證不同日期時間測深精度符合合約規範要求，認為本潮差計算方式可行。說明如下：測深檢核方式係利用測線與檢核線交叉，比對測線與檢核線交點之水深差值，並統計所有交叉測點資料，而獲得整體平均檢核誤差。為驗證雙潮位站潮差處理結果是否符合精度，分別於相鄰潮位站中間擷取小區域進行潮差修正後資料檢核，檢核結果彰濱至麥寮段整體平均誤差約 15.2 公分，麥寮至箔子寮段整體平均誤差約 13.2 公分。

三、多用途電子化圖資建置

由於 GIS 系統本身需要具備收集、儲存、取回、檢查、處理、管理、分析、顯示等功能，除了軟硬體設備外，要能有效提供空間支援決策必須仰賴適切的資料，也因此資料的收集佔了 GIS 系統建置費用的絕大部分。

本公司收集陸域以及海域的實測資料，均以 AutoDesk 平台進行修改，並分成不同圖層資料依序製作成不同類型的 GIS 交換格式。一筆資料在使用前，對於空間資料必須了解幾個要點：圖形資料、坐標資料、位相關係等，對於屬性資料必須了解欄位構成的方式，這些也是在資料轉換之前必須考量的。

以下歸納幾點應注意之事項：

- (一)所有陸域及海域資料均以 AutoDesk 平台進行修改，故在轉換成其他 GIS 格式前，必須經由檢核程式的檢核以確保所有圖元物件及位相關係之正確性。
- (二)每一個商用軟體均有獨特的長處，所以在不同資料格式進行轉換之前，除了了解使用中軟體有關於坐標系統的設定，也要確認轉換時使用的設定是否正確，才能正確無誤地將資料轉換成 GIS 格式。
- (三)交換格式多是以簡單的點、線、面資料外加屬性資料為主，圖徵資

料、空間資訊的位相關係則是在匯入的時候進行設定，所以在轉換過程中必須很清楚每一圖層所代表的意義，不至於造成資料錯誤。

(四)AutoCAD 其圖層並不像 GIS 中的圖層那樣組織嚴密(實體/元素都包含在一個單一的文件中)，屬性資料的主要描述靠圖層和註記。不同的 CAD 軟體版本對不同版本的文件格式有各自的定義，這意味著在進行資料處理時需要注意相關的版本。

四、建議事項

本公司執行本計畫各項工作後，初步提出以下幾點建議：

(一)航拍時間

說明：潮間帶航拍時需考量最低潮位與天候這二大因素，致使可航拍機會變少，每當要航拍攝影前就必須進行清標作業，經過多次布設航標與清標作業，最後才完成全區拍攝。

對策：需隨時備戰(飛機.相機.航空標清標.人員...)，不可錯過任何可以航拍的時機。

建議：類似有關潮間帶航拍案件，能夠放寬工作期限，或放寬標準於退潮前後一小時拍攝即可，以利承商之工作安排。

(二)潮間帶蚵架林立，且測線間距過密(25 公尺)

說明：測區近岸多障礙物，船底經常擦撞到蚵架及沙洲，而且規範之水深測量測線間距 25 公尺，更是造成作業船隻必須在蚵架中穿梭險象環生，以致船家多不願配合作業。

對策：需不斷地溝通協調，取得船長諒解才使工作能繼續進行。

建議：類似潮間帶水深作業能夠放寬水深測線間距，而在蚵架林立的地方僅測量其外圍水深(地類邊界)，在蚵架內穿梭需花費甚多時間且徒增危險，而且此區域地形均為平坦，可用內差法繪製地形。

(三)西部海岸潮差變化大(漲退潮快)

說明：西部彰化雲林地區潮差約 1.5 公尺至 3 公尺左右，水深測量後的水深資料需要有正確之潮位(水面高)資料作為修正之依據，若無法計算出水深量測位置之正確潮位，則無法修正出正確之水底高程。

對策：依據水深測點位置判斷該測點介於兩相鄰潮位站間，再利用

測點與潮位站間 N 方向之相對位置，以 N 方向距離權重分配方式進行潮差修正。

建議：西部海岸潮差變化之大，若無完善的數學理論(模式)來處理不同區域的潮位變化量，如此來能提升水深測點之精度。

(四)潮間帶布標及測量

說明：在臺灣西部海岸所布設之潮間帶航測標，因潮差變化大(漲退潮快)，在布標後的控制測量時間有限，且具危險性。

建議：潮間帶航測標布標後的控制測量，可採經緯儀或以 RTK 方式測量其坐標高程。