

近岸地形測繪方法最佳化研究

內政部國土測繪中心自行研究報告
中華民國 96 年 12 月

096301080000G2003

近岸地形測繪方法最佳化研究

研究人員：

謝東發、陳鴻智、白敏思、
蘇惠璋、林燕山

內政部國土測繪中心自行研究報告
中華民國 96 年 12 月

096301080000G2003

A Study of Nearshore Topographic Survey Optimization Methods

By

Hsieh Tung-Fa

Chen Hung-Zi

Pai Min-Szu

Su Hui-Chang

Lin Yen-Shan

December 2007

目 次

目次

表次

圖次

摘要

第一章 緒論	1
第一節 研究緣起與背景	1
第二節 研究動機與目的	4
第三節 研究方法與過程	5
第四節 研究架構	8
第二章 資料蒐集	9
第一節 臺灣近岸地理環境	9
第二節 野外調查	17
第三節 問卷調查	26
第三章 近岸地形測量	37
第一節 近岸地形測量現況	37
第二節 近岸測量方法	46
第三節 測量載具	53
第四節 其它影響近岸測量因素	61
第四章 資料分析與成果展示	69
第一節 資料分析	69

第二節 查詢系統設計	81
第三節 成果展示	89
第五章 結論與建議	94
第一節 結論	94
第二節 建議	96
附錄一 野外調查相片	98
附錄二 調查問卷	106
附錄三 查詢表單	115
附錄四 查詢作業與成果	125
參考書目	139

表 次

表1-1 研究人員分工表	5
表2-1 CANON EOS 400D規格	18
表2-2 野外調查行程表	19
表2-3 詮華公司問卷彙整表	27
表2-4 自強公司問卷彙整表	29
表2-5 中興公司問卷彙整表	30
表3-1 海水透視度調查成果	43
表3-2 坡度、潮差與岸線垂距關係表	62
表3-3 美國土壤局ASTM篩號與粒徑關係表	64
表3-4 美國工兵署深度量測精度評估表	67
表3-5 美國工兵署交叉線與地形品質控制標準表	68
表3-6 S-44測量精度規範	68
表4-1 臺灣漁港分布表	71
表4-2 地區表單	87
表4-3 地名表單	87
表4-4 作業期程表單	88
表4-5 測量方法表單	88

圖 次

圖1-1	作業流程圖	7
圖2-1	臺灣近岸地形概分圖	10
圖2-2	斷層海岸	11
圖2-3	堆積海岸	12
圖2-4	珊瑚礁海岸	15
圖2-5	疊置海岸	16
圖2-6	CANON EOS 400D相機	17
圖2-7	作業服裝	19
圖2-8	北海岸地形相片	20
圖2-9	澎湖群島地形相片	21
圖2-10	西部(北)海岸地形照片	22
圖2-11	西部(南)海岸地形照片	23
圖2-12	東部海岸地形照片	24
圖2-13	南部海岸地形照片	25
圖3-1	S-57電子海圖	38
圖3-2	海域基本圖工作查核	38
圖3-3	潮間帶地形圖	39
圖3-4	潮間帶航測標測量作業情形	40
圖3-5	潮間帶測量技術發展計畫範圍航拍圖	41
圖3-6	海水透視度調查	42

圖3-7 平面流況觀測作業	44
圖3-8 底質粒徑調查作業情形	45
圖3-9 測深光達作業示意圖	47
圖3-10 航空數位相機	48
圖3-11 音束測深儀	49
圖3-12 音束測深成果	50
圖3-13 雷射掃瞄儀	51
圖3-14 遙控船	52
圖3-15 測掃聲納	52
圖3-16 直升機	53
圖3-17 定翼機	54
圖3-18 海測船	55
圖3-19 無人載具	56
圖3-20 膠筏	57
圖3-21 水上摩托車	58
圖3-22 沙灘車	59
圖3-23 測量車	60
圖3-24 臺灣潮差圖	61
圖3-25 臺灣近岸海水透視度差異情形	65
圖4-1 漁人碼頭	69
圖4-2 港區淤積情形	70

圖4-3 水泥護岸	73
圖4-4 查詢系統設計概念	81
圖4-5 查詢系統首頁	82
圖4-6 環境選項-地區	83
圖4-7 環境選項-地名	84
圖4-8 環境選項-作業時間	84
圖4-9 查詢系統輸入畫面	85
圖4-10 查詢系統成果展示畫面	85
圖4-11 表單於查詢系統運作流程	86
圖4-12 查詢系統輸入-臺東縣	89
圖4-13 查詢成果-臺東縣	89
圖4-14 查詢系統輸入-彰化縣	90
圖4-15 查詢成果-彰化縣	90
圖4-16 查詢系統輸入-屏東縣	91
圖4-17 查詢成果-屏東縣	91
圖4-18 查詢系統輸入-臺北縣	92
圖4-19 查詢成果-臺北縣	92
圖4-20 查詢成果-漁港	93

摘要

關鍵詞：近岸、地形測量、測深光達、多音束測深儀

一、研究緣起

臺灣地處太平洋、歐亞大陸和菲律賓等三個板塊的交界處，受到複雜的板塊運動的影響，使得海岸的地質和地形均富於變化，並擁有豐富多樣的自然景觀與動植物資源，身為海洋國家，政府近年來以較大能量投注於海洋事務。其中近岸為民生活動最頻繁且地形變動最為劇烈區域，海陸交接地帶的近岸區域，受海洋及陸地雙向影響，型塑出特殊的地形、地貌與生態環境，雙向環境變遷均直接或間接影響此處，造就複雜性高且變動劇烈的特性。本中心自 91 年度成立海洋測量專責單位以來，已陸續完成部分近岸地形圖資，也見證近年來國內測量技術的演進，發現近岸地形與測量作業方法間有極大關聯，有研究分析之必要性，期能為辦理近岸地形測量領域作業單位提供資訊與建議，遂進行本研究。

二、研究方法及過程

本研究分二階段進行，先以問卷調查與野外調查方法進行研究資料蒐集，接著彙整資料，分析並提供最佳分區測量方法建議，其研究方法與過程如下：

(一)蒐集資料：本研究之目的是分析測量設備與近岸地形關聯性，測量設備與地形資料為研究基礎資料，以問卷的方式進行近岸測量設備資訊調查，蒐集業界所擁有的近岸測量設備資訊，因各種近岸測量設備皆有其限制與優缺點，所適用範圍亦不同，與野外調查所得近岸地形資料，彙整後做為研究資料。

(二)資料分析：本研究第二階段工作為資料分析，研究方法係將近岸

地形條件、其他影響測量因素、測量設備能力與限制進行交叉比對，分析出地形條件與測量設備之關聯，設計出相關表單，並與所蒐集資料進行回歸比對，得到一個分區近岸測量方法最佳化建議。

三、重要發現

- (一)研究發現，近岸地形與測量方法有極大關聯性，配合近岸地形條件選擇合適測量方法，將有助於加速辦理近岸圖資建置，完整國土測量。
- (二)臺灣西部近岸底質以沙為主，河口範圍底質則為泥，此區域坡度平緩且潮差大，致許多區域於退潮時裸露於水面之上，因此可使用定翼機為載具搭配數位航測相機於退潮時辦理水面範圍施測；另於漲潮時利用膠筏為載具搭配音束測深儀辦理水面下範圍施測；河口部分為地形變化較劇烈區域，於暴雨或颱風過後，可使用機動性強之測量車搭配雷射掃描儀辦理地形測量，快速獲取河口地形資料與進行變遷分析。
- (三)岩岸與礁石散佈的北部與南部近岸區域，因地形與海象因素的影響，極近岸對於船測具有危險性，因其海水透視度良好，適合利用直升機搭載測深空載雷射掃描系統進行地形測量，或以水上摩托車、遙控船等機動性強之載具搭配音束測深儀，其餘近岸區對船測安全不影響，可使用測量船搭配音束測深儀辦理地形測量；近岸陸域部分可使用定翼機或直升機搭配航拍相機施測。
- (四)東部近岸區域山海相連，瀕臨太平洋的斷層地形使坡度極陡，因此近岸水深較其他區域深，漲退潮影響不大，且海象較穩定，適合以測量船為載具，搭配音束測深儀進行水下地形測量，惟須考量測深儀之能力是否可測較深水域；近岸陸域部分可使用定翼機

或直升機搭配航拍相機施測。

- (五)澎湖地區水質清澈，島嶼環列，底質為岩石、珊瑚礁或碳酸鈣成份的沙（貝殼砂、珊瑚砂），適合以定翼機或直升機搭載測深光達施測水下地形；近岸陸域部分可使用定翼機或直升機搭配航拍相機或空載光達施測地形。
- (六)港區水域包含港區、航道、防波堤邊等區域，因涉及船隻進出，有航行安全顧慮，所以對於水下地形有更嚴格要求，適合以測量船搭載多音束測深儀進行測量，另防波堤邊測量需注意消波塊，避免船隻與設備損傷。
- (七)近岸地形測量因受限於地形與海象因素，需結合不同載具搭配不同設備方能完成，國內海域測量在政府積極推動海洋政策下，廠商投資引進新設備的意願較以前為高，諸如多音束測深儀、雷射掃瞄儀、空載光達、空載測深光達、數位航測相機等高單價、高精度設備紛紛引進，對於海洋測量發展與早日完成海洋圖資建立有正面助益。

四、主要建議事項

- (一)海域區域土地使用需建立於完整地形圖資下，如此一來，可提供國土規劃、養殖管理、觀光遊憩設計及航行安全使用，將能有效延續國土規劃與生態保育。海域地形圖資進一步可擴展做為生態保育與環境維護參考基礎，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。有效利用與管理海洋非生物資源以兼顧資源開發與生態環境。因此，海洋地形基本圖資的建立有其急迫性與必要性，以有效的進行國土規劃及各類環境影響評估。近年來，內政部地政司與本中心積極展辦海域及近岸基本圖資測製建立工作，至 96 年止，已辦理 2320 平方公里範圍（含已辦竣及進

行中面積)，完成部分面積只佔我國海域面積極少比例，仍需積極擬定相關中長期計畫，持續辦理圖資建置，以作為國土管理維護依據。

(二)海域國土之調查應用為國家海洋政策之重點，特別是海岸及近岸地區之國土規劃、管理及資源開發等，亟需取得高精度高解析度的近岸地形資料。以往受限於近岸水深之傳統測量技術限制，不僅具較大之危險性且花費龐大又難以有效取得正確資訊，目前各種困難在政府與業界合作下正逐一克服中，惟仍有部分阻礙。如空載測深光達技術可快速辦理海水透視度良好區域水下地形測量，對於臺灣北部、南部與澎湖近岸地形測量是最佳方法，惟其設備單價過高，民間業者引進有其困難，如能動用政府資源引進設備，以快速獲得完整精確的近岸地形資料，完整國土測量。

(三)海域地形圖資建置工作是一項龐大的支出，當然須透過政府以計畫方式，逐年逐區建立並適時予以更新，然在國家預算吃緊情形下，如何在現實面以有效的方式來整合各不同單位的測量成果為當務之急，各級政府、民間機關與許多學術單位基於不同使用目的，小範圍且分散地辦理地形圖資測量，這些測量成果因未透過有系統有計畫的展辦，使得成果內容侷限於小眾使用，而無法提供他人使用。且散佈於各單位的海域地形資料，尚無一個專責機關來進行統合整理，以致重複測量、重複調查的現象屢見不鮮，結果只是人力與資源的浪費。為避免造成許多工作重複辦理、浪費資源、資料無法有效整合，對於國家海域地形基本圖資建置並無助益，亟需建立一個整合各單位地形資料成果流通平台，將散佈各單位資料整合提供各界使用，以節省公帑與民間業者相關經費支出，因此須儘快整合近岸海域基本地形圖圖資規格，以利相關圖資整合利用。

(四)由野外調查發現臺灣海岸之美，臺灣具備優良的海岸景觀，綿長的海岸線環繞，秀麗的海岸景觀足以成為觀光島條件，其中北部疊置海岸大部分為火成岩、沈積岩與變質岩組成的岩岸，如野柳、和平島；東部海岸與太平洋相鄰、石梯坪、三仙台皆為著名景點，並有著名斷崖地形（蘇花公路附近）；南部海岸為珊瑚礁構成的礁岸，西部海岸沿海平原較為寬廣，海岸坡度平緩，又多各大河川攜帶漂沙入海，堆積於近岸地區，造成平直的沙岸，如彰雲地區潮間帶、外傘頂洲等。如此多變的海岸景觀適合發展近岸觀光遊憩，近岸地形圖資可提供各海岸風景區設計規劃，並可提供旅遊導覽手冊或摺頁等加值應用。

Abstract

Keywords : Nearshore, Topographic Survey, Bathymetric LiDAR,

Multi-beam Sounder

Located at the adjacent area among the tectonic plates of the Euro-Asian, Pacific, and the Philipines, Taiwan has deeply been influenced by the complicated inter-plates movements. Within this area, various landscapes and the resources of animals and plants exist. The nearshore, where human activities happen frequently and naturally has been severely affected from the bilateral sides of land and ocean modeling a specific ecological environment. Being aware of an ocean country, our government has paid much more than before on the ocean affairs. Since 2002, the National Land Surveying and Mapping Center, NLSMC, has completed the nearshore topographical data of the western water areas of Taiwan island and has witnessed the development of hydrographic surveying technology in the past years. Also, it has been found from the past experiences, that the topographic conditions are correlated tightly with the methods and technology that adopted for surveying at the nearshore areas. An interesting topic has pumped up to be worth of studying the best methods of hydrographic survey according to topographical differences.

第一章 緒論

第一節 研究緣起與背景

一、研究緣起

臺灣地處太平洋、歐亞大陸和菲律賓等三個板塊的交界處，受到複雜的板塊運動的影響，使得海岸的地質和地形均富於變化，並擁有豐富多樣的自然景觀與動植物資源，身為海洋國家，政府近年來以較大能量投注於海洋事務，海洋白皮書的公布，彰顯政府對海域國土的重視。其中近岸為民生活動最頻繁且地形變動最為劇烈區域，海岸法(草案)第 4 條規定：海岸地區包括濱海地陸地及近岸海域，其劃定原則為濱海陸地：以平均海水面至最近之山陵線，或至地形、植被有明顯變化之處，或至濱海主要公路、行政區界、溝渠、宗地界線明確之處為界；近岸海域：以平均海水面至等深線 30 公尺，或平均海面向海 6 公里處，取其距離較長者為界，並不超過領海範圍。海陸交接地帶的近岸區域，受海洋及陸地雙向影響，型塑出特殊的地形、地貌與生態環境，蘊藏豐富之生物與景觀資源，雙向環境變遷均直接或間接影響此處，造就複雜性高且變動劇烈的特性。

近岸國土於生態、經濟、交通、遊憩扮演著重要地位，隨著海岸土地利用漸趨多元化，成為國土利用中不可或缺之領域，惟海岸土地及資源具高度敏感性與脆弱性，一經破壞甚難復原，且海岸空間之利用有其全面性與不可逆性，應兼顧保育與開發始能確保自然環境資源之永續發展，因此近岸基本地形圖資應及早建立，供相關使用參考依據。本中心自 91 年度成立海洋測量專責單位以來，已陸續完成部分近岸地形圖資，也見證近年來國內測量技術的演進，發現近岸地形測量作業方法有研究分析之必要性，期能為辦理近岸地形測量領域作業單位提供資訊與建議，遂進行本研究。

二、研究背景

內政部營建署市鄉規劃局區域計畫(第二次通盤檢討草案)重點之一為加強區域計畫對海域海岸離島之管理，提及：「1.增劃海域區，將海域地區納入區域計畫實施範圍，並以生態保育使用為原則，落實對海域地區之管理。2.結合「臺灣沿海地區自然環境保護計畫」，研訂海岸保護區土地使用分區管制內容，並規定在海岸自然保護區應提出自然海岸零損失與生態補償具體措施，以達成保護海岸生態環境目的。3.配合海岸地區永續發展政策，納入維持自然海岸比例不再降低策略，停止受理設施開發型海埔地開發許可(除行政院專案核定外)，並指示後續漁港、商港、濱海公路...等計畫配合檢討落實。」

海域國土之調查應用為國家海洋政策之重點，特別是海岸及近岸地區之國土規劃、管理及資源開發等工作，均需高精度及高解析度的近岸地形資料，以往因受限於傳統測量技術限制，測量作業不僅具較大之危險性且花費龐大又難以有效取得正確資訊，近年來，近岸測量儀器與技術陸續引進與快速開發，可獲得完整精確的近岸地形資料。本中心近年來執行近岸基本圖資建置，95年規劃國內首見以空載測深光達辦理潮間帶地形測量，利用雷射掃瞄技術結合衛星定位系統(GPS)、慣性導航單元(IMU)與數位相機，快速獲取數值化地表空間資訊特性，執行近岸地形測繪工作，工作區原以測深光達辦理測量作業，因底質與波浪作用導致海水濁度較高，經測試不利測深光達作業，該範圍後續以船載測深辦理地形測量，惟同時測深光達在臺灣東北角與東部獲得相當寶貴的資料。發現臺灣近岸地形測量因地形與其他因素影響，測量方法需與考量，若使用不合適測量方法，易造成時間延遲、增加支出等負面效應。

近岸及海域地形圖資建置工作是一項龐大的支出，當然須透過政府以計畫方式，逐年逐區建立並適時予以更新，然在國家預算吃緊情

形下，考量以最有效的方式是建立一套分區測量模式供大家參考使用，避免不必要的支出，節省公帑。近年來，政府單位積極展辦近岸基本圖資測製，逐步建置近岸（含潮間帶）地理圖資，惟環臺灣近岸地形多變，不同地形條件適合以何種測量設備（方法）來執行較為可行，在展辦測量作業前須先確定。本研究案係針對不同的近岸測繪技術，依臺灣近岸地理地質條件辦理分區，研究臺灣近岸個別地區適合以何種測繪方法辦理地形測繪，提供測繪單位辦理作業時參考與依循。

第二節 研究動機與目的

一、研究動機

近岸地形圖資過去由各使用單位依其轄區及使用目的以主題式、小規模進行測量、調查，所得之成果常無法提供其他機關或民間使用，測圖精度與比例尺亦常無法配合國家整體圖資管理分類與進行資料流通分享。究其原因，係近岸地形測量難度高與目前國內近岸地形測量作業因地形、地質與地區性海象因素，並無一套可供全體適用的測量方法，因此有必要建立一套分區近岸地形測量方法，提供使用參考，加速完成近岸國土基礎資訊建置。

二、研究目的

本研究蒐集臺灣近岸地形資料、近岸地形測量方法、測量設備...等資訊，分析出合宜的分區測量方法，建立近岸地形測量方法查詢系統，預估可以達成下列目的。

- (一) 統計國內辦理近岸地形測量儀器設備相關資料，彙整其儀器能力、適用範圍、工作效率、作業成本...等內容，提供讀者相關資訊，提昇海洋測量研究水準。
- (二) 彙整環臺灣近岸地形、地質資料，並加入相關計畫所蒐集之港區資料，予以分區建立相關資訊，便於資訊交換流通與資源共享，提供工程與科學研究發展資訊。
- (三) 分析近岸地形測量作業方法，進行分區與建立人性化的查詢系統，提供各目的單位辦理地形測量作業使用參考，以避免造成時間與資源浪費，節省公帑。
- (四) 提供政府辦理近岸政策研擬、決策分析、施政評估，凸顯政府施政效益。

第三節 研究方法與過程

一、研究方法

本研究以問卷調查與野外調查方法進行研究資料蒐集，接著彙整資料，分析並提供最佳分區測量方法建議，其研究方法如下：

- (一) 蒐集資料：本研究之目的是分析測量設備與近岸地形關聯性，測量設備與地形資料為研究基礎資料，以問卷的方式進行近岸測量設備資訊調查，蒐集業界所擁有的近岸測量設備資訊，因各種近岸測量設備皆有其限制與優缺點，所適用範圍亦不同，與野外調查所得近岸地形資料，彙整後做為研究資料。
- (二) 資料分析：本研究第二階段工作為資料分析，研究方法係將近岸地形條件、其他影響測量因素、測量設備能力與限制進行交叉比對，分析出地形條件與測量設備之關聯，並與所蒐集資料進行回歸比對，得到一個分區近岸測量方法最佳化建議。

二、研究人員

表1-1 研究人員分工表

姓名	現職	職等	分工	備註
林燕山	中心主任	簡任11職等	督辦研究方向及目標相關事宜	
蘇惠璋	中心副主任	簡任10職等	督辦研究計畫執行相關事宜	
白敏思	隊長	薦任9職等	研究進度管制、報告書審查	
陳鴻智	測量員	薦任7職等	資料蒐集、系統規劃與提供諮詢	
謝東發	測量員	薦任7職等	資料蒐集、資料分析、報告書撰寫	本研究聯絡人

三、研究過程

本研究案為控管研究進度與分工，將工作分為作業規劃、資料蒐集與彙整、資料分析、系統設計與製作研究報告等五個階段，其作業流程如圖 1。

- (一) 作業規劃：此階段辦理人員工作分配與各階段工作進度管制規劃，將研究案期程與責任分工明確化，使研究工作順利展辦。
- (二) 資料蒐集與彙整：蒐集近岸地形資料與分類、國內外近岸地形測量方法、設備資訊，並納入近岸地形測量現況與影響測量因素等相關資料，做為本研究後續工作參考資料。
- (三) 資料分析：針對不同的近岸測繪技術、地理地質條件、其他影響因素等所蒐集之資料進行交叉分析，提出臺灣近岸個別地區適合以何種測繪方法辦理地形測繪之建議，並將分析結果設計為表單，提供後續系統規劃依據。
- (四) 系統設計：將所蒐集彙整之資料與分析結果相連結，設計一個查詢系統提供使用，以簡單、人性化、開放性及具備未來擴充性等目的設計，提供使用者可藉由本系統快速查詢所需資訊。
- (五) 製作研究報告：依據內政部自行研究案報告書製作標準格式，辦理「近岸地形測繪方法最佳化研究」研究報告書製作，送部審查與發給相關單位參考。

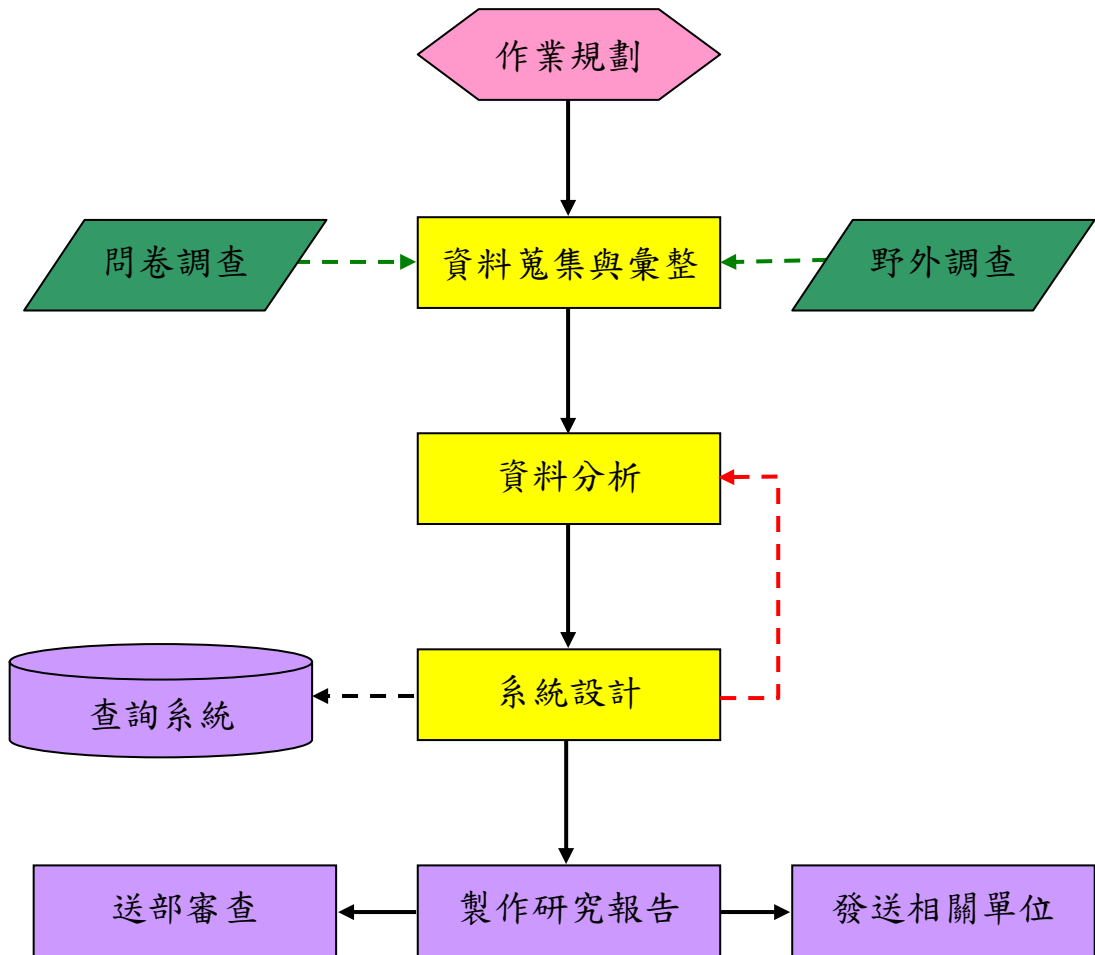


圖 1-1 作業流程圖

第四節 研究架構

本文共分五章，各章節主要內容如下：

- 第一章 緒論：描述包括研究緣起與背景、研究動機與目的、研究方法與過程及研究架構等節次，為本文提供概念性說明。
- 第二章 資料蒐集：本章內容為研究基礎資料，分為臺灣近岸地理環境概述、野外調查與問卷調查三部分。臺灣近岸地理環境概述包含近岸地形分類與地形特色，相關地形佐以圖片說明；野外調查說明調查方法與資料蒐集成果；問卷調查部分，說明問卷設計原理、內容及分項、調查方法與取樣對象，提供本研究參考資料。
- 第三章 近岸地形測量：先說明目前近岸地形測量現況，包含內政部與本中心近年來執行之計畫大綱；再詳細分析近岸測量方法之特性與限制，輔以圖片解說；另加以補充影響近岸測量因素，資料提供下一章供資料分析使用。
- 第四章 資料分析與成果展示：將第二、三章資料彙整進行分析，提出臺灣近岸個別地區適合以何種方法辦理地形測繪之建議。另加以延伸將資料與分析成果進行查詢系統建立，說明系統規劃、設計原理，提供使用者可藉由本系統快速查詢所需資訊，並展示系統操作畫面。
- 第五章 結論與建議：探討分析第二章資料蒐集、第三章近岸地形測量與第四章資料分析與成果展示所得結果，進而提出建議及未來可行或改進措施，提供學術研究、測量工程、政府近岸政策研擬、決策分析、施政評估及其他公民營企業各種不同用途之參考資料。

第二章 資料蒐集

第一節 臺灣近岸地理環境

臺灣東西寬約 144 公里，南北長約 395 公里，東臨太平洋，西臨臺灣海峽，北濱東海，西接巴士海峽，位在歐亞大陸板塊的東南緣，東側與菲律賓海板塊相鄰，板塊活動劇烈頻繁，復因風化、海水侵蝕與雨水沖刷等外力作用造成複雜多變的地形景觀。北部、東部海岸山地常直接臨海，大部分為火成岩、沈積岩與變質岩組成的岩岸。南部海岸與澎湖群島為珊瑚礁構成的礁岸，西部海岸沿海平原較為寬廣，海岸坡度平緩，又多各大河川攜帶漂沙入海，堆積於近岸地區，造成平直的沙岸。

由於臺灣島四面環海，海岸線長逾 1500 公里（含澎湖），擁有豐富的海岸地形景觀，一般區分為東部斷層海岸、西部堆積海岸、北部疊置海岸及南部珊瑚礁海岸等海岸地形區塊(石再添，1976)，圖 2-1 為臺灣近岸地形概分圖。另參考內政部營建署「我國近岸海域及未登記土地之土地使用先期規劃報告」(管長青等，2006)，說明各縣市海岸地形現狀。

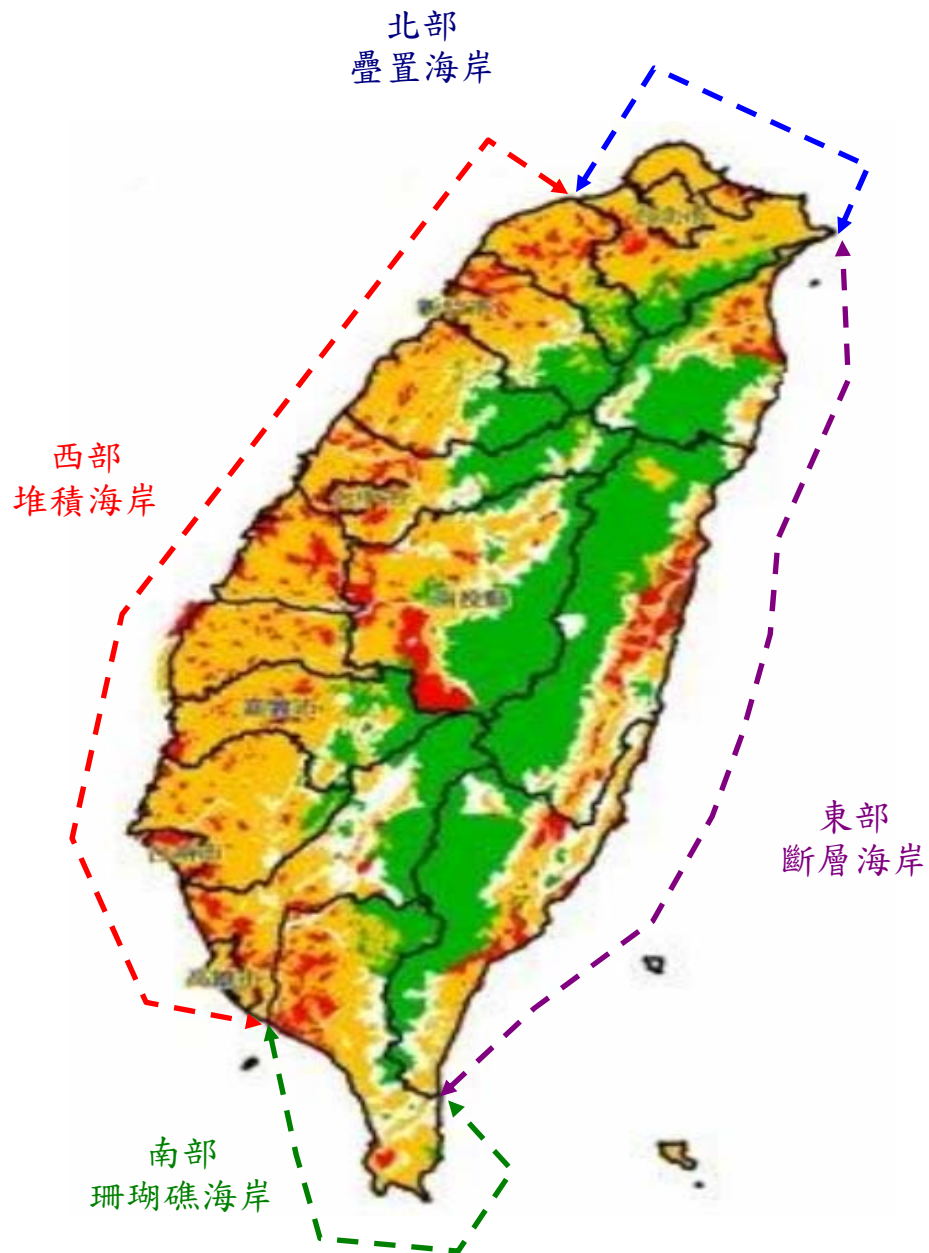


圖 2-1 臺灣近岸地形概分圖

一、東部斷層海岸

東部海岸地區範圍包括宜蘭、花蓮與臺東海岸地區，是菲律賓板塊與歐亞大陸板塊碰撞後所形成的陸地，加上海浪侵蝕作用，在東部海岸地區形成了變化多端的地形地質景觀。此區範圍濱臨太平洋，山脈逼近海岸，腹地狹窄，海浪侵蝕作用隨處可見，北起臺北縣三貂角，分成數段往南延伸，大致都成平直的斷層海岸，除了蘭陽平原為沙岸與部分河口有河沙堆積成扇狀三角洲及花東海岸有數段較平坦的隆起海岸階地外，大部為陡崖地形（圖2-2）。



圖 2-2 斷層海岸

(一)宜蘭海岸地區

宜蘭海岸北起三貂角南至和平溪口，海岸線總長約106 公里，係由蘭陽溪供應沙源所形成之一個平直略為內凹弧形海岸，除外澳至蘇澳間為沙質海岸外，多屬岩石海岸。

(二)花蓮海岸地區

花蓮海岸多屬峭壁，長約 175 公里，計有秀姑巒溪、花蓮溪、和平溪在此出海，只有新城至花蓮溪口為沙礫質海岸，其餘均為岩岸地形，因面臨太平洋，受板塊造山活動仍持續擠壓上昇之影響，並受強風巨浪直接衝擊，使海岸線呈全面性後退。

(三)臺東海岸地區

臺東海岸長約 172 公里，有卑南溪、秀姑巒溪在此出海，成功以北為岩岸，成功以南為沙岸地形，而岩質海岸，常有海坪的存在，其上可見海浪侵蝕造成的谷道與被海水切割而成的方形石塊，海岸雖受太平洋深海波浪直接衝擊，而有侵蝕現象，但其程度並不嚴重。

二、西部堆積海岸

臺灣西部海岸從淡水河南岸起包括桃園至高雄海岸地區，淡水河南岸主要由沙岩所組成，其間夾有薄泥岩層或薄沙泥岩層，由於該類岩層的膠合性很差，沙粒很容易受到侵蝕而沖刷入海，因此在淡水河口南岸為一較平滑之沙岸地形(洪奕星等，1998)。此區域沿海平原較為寬廣，海岸平緩又多各大河川攜帶漂沙入海，堆積於近岸地區，造成平直的沙岸，復因西部各主要河流沖刷之泥沙堆積作用，造成坡度極緩的沙質或泥質海岸，如彰雲地區潮間帶、外傘頂洲等。此區域海岸線單調無變化，沙灘、沙丘、沙洲、潟湖...等羅列散佈，彰、雲、嘉一帶的潮汐灘地於退潮時更延綿數公里之遙(圖 2-3)。



圖 2-3 堆積海岸

(一)桃園海岸地區

桃園海岸線總長約 39 公里，屬沙質海岸，有連續性之沙丘，有極茂密防風林，不易為潮浪侵襲，沙丘地形發達。

(二)新竹海岸地區

新竹海岸介於福興溪及鹽港溪之間，海岸線總長約 28 公里；其特性為潮差大，擁有廣大的潮間帶，惟多處海岸線後退，防風林崩失。

(三)苗栗海岸地區

苗栗海岸介於鹽港溪及大安溪之間，海岸線總長約 50 公里。以往沿海輸沙來源甚豐，後龍、通霄間有外海沙洲，外埔以南海埔地發達，通霄、苑裡一帶由飛沙形成低沙丘，植有防風林定沙，竹南中港溪口有紅樹林，附近有完整海岸林。

(四)臺中海岸地區

臺中海岸介於大安溪及烏溪之間，海岸線總長約 41 公里。北段海岸本為大安溪與大甲溪河口掌狀沖積平原，潮差大，海埔地發達，愈往南海埔地愈寬而沙粒徑愈細，淤泥含量愈高；南段海岸則屬烏溪口之沼澤區，本段海岸因受海峽地形的影響，故潮位差特別大。

(五)彰化海岸地區

由烏溪至濁水溪之間的彰化海岸，海岸線總長約 61 公里，因受烏溪、濁水溪甚至大甲溪的漂沙影響，形成隆起形沖積平原，海灘坡降極為平緩，退潮時海埔灘地寬達數公里。

(六)雲林海岸地區

濁水溪與北港溪之間的雲林海岸，海岸線總長約 55 公里。

近年來由於沙源減少因素，各沙洲島群亦已逐漸消退或完全消失，後退量越往南越大，主要分布在雲林與嘉義沿海地區，其中以三條崙與外傘頂洲消失部分面積最多（陳哲俊等，2001）。

(七)嘉義海岸地區

嘉義海岸位於北港溪及八掌溪之間，海岸線總長約 41 公里。嘉義海岸曲折變化甚多，北側東石一帶受北港溪及外傘頂洲外海波浪折繞射影響，南側則受八掌溪排沙影響，形成沙洲和潟湖。

(八)臺南海岸地區

臺南海岸界於八掌溪及二仁溪之間，海岸線總長約 77 公里（含臺南縣 54 公里，臺南市 23 公里）。本段海岸外海沙洲發達，計有海汕洲、王爺港洲、青山港洲、網子寮洲、頂頭額汕及浮崙汕等，多由曾文溪輸沙形成，沙洲成線狀羅列於離岸處，七股潟湖及位於本範圍。

(九)高雄海岸地區

高雄地區海岸線長 63 公里（高雄縣 37 公里；高雄市 26 公里），有一國際港-高雄港，有二仁溪、阿公店溪、高屏溪從此範圍出海，為沙岸地質。

三、南部珊瑚礁海岸

南部珊瑚礁海岸包括屏東與澎湖海岸地區，屏東海岸地區西自屏東楓港，東至旭海，此區域日光充足，水質清澈，珊瑚礁發達，另由於地殼上升，使原本位在海底的珊瑚礁凸出海面（圖 2-4），逐漸形成隆起的珊瑚礁台地，沿海因海蝕作用，海蝕溝、海蝕柱、海蝕壺穴遍佈，又有許多造型奇特的珊瑚礁岩塊。澎湖群島為玄武岩地質，水

質清澈，漁港數量為全國之最，海岸地區珊瑚礁發達並散佈許多沙岸，沙岸成分以珊瑚與貝類細屑為主。



圖 2-4 珊瑚礁海岸

(一)屏東海岸地區

屏東縣海岸線約 152 公里，地質為珊瑚礁與沙岸，有高屏溪、東港溪、四重溪由本區域出海，該地區海岸由於海底坡降陡峻，大浪衝擊，為沿海地區中，侵蝕最嚴重海岸之一，大部分海岸屬墾丁國家公園範圍。

(二)澎湖海岸地區

澎湖群島海岸線長達 320 公里，沿海除西南、東南、東側及南側為沙質海岸外，其他地方大部分係玄武岩層所組成。地勢一般均甚為平坦，海拔低者僅數公尺，高者亦只數十公尺左右，地形起伏不大，但因島嶼散布、海岸曲折，漁業甚為發達，處漁港分佈各島數量為全國之冠。

四、北部疊置海岸

西起淡水河口，繞經臺灣最北端的富貴角，東迄三貂角，總長約

140 公里，範圍包含臺北縣與基隆市，有一國際商港-基隆港。淡水河北側近岸地區，都是由火山岩屑堆積物所構成的，是故在淡水河北岸大都為地形陡峭之岩岸地形。此一峽灣相間的海岸，期間夾雜少數海灣沙灘的分布（徐鐵良，1962；洪奕星等，1999），如翡翠灣、白沙灣。

海岸因地質構造，造成許多岬角和海灣交互出現，為臺灣海岸曲折度最大的區域，海水清澈，漁業發達，散佈眾多漁港。另此範圍東臨太平洋，北接東海，西濱臺灣海峽，為東北季風發達區，因風、浪造成海蝕地形發達(圖 2-5)，有野柳、和平島...等有秀麗的地質景觀。



圖 2-5 疊置海岸

第二節 野外調查

野外調查 (field work) 是直接觀察的基本研究方法，是研究工作開展之前，為了取得第一手原始資料的前置步驟，亦是將藉由其他管道所蒐集的資料在實地予以驗證，主要的目的在於使研究基本資料更正確、更客觀，為獲取最新與實際資料，並提昇研究品質。本研究於 96 年分次分段以照相方式蒐集環臺灣近岸地形資料，以提供研究使用。野外調查需將實察的目標重點、路線及基本知識，先進行規劃，以避免無法一次完成調查，重複出勤的情形產生。

一、工作規劃

野外調查是要到現場實地記錄，而這些記錄成果是可以攜回，一般有拍攝（錄音、照相或攝影）、測量、採訪等幾種方式來紀錄調查資料，影像是最能呈現地形原貌的方式，因此本研究採用 CANON EOS 400D（圖 2-6）專業單眼數位相機，以照相方式進行實地資料蒐集，提供本研究佐證資料。



圖 2-6 CANON EOS 400D 相機

(一)設備

調查設備良窳影響資料的呈現，如何選擇最佳的設備來進行資料蒐集在進行野外調查前須予以考量，因此本研究為真實呈現實地地形景象，選擇解析度高達 1000 萬畫素 (pixel) 之 CANON EOS 400D 單眼數位相機辦理調查作業，因影像畫素高，儲存媒體需加大，方能應付調查所需，另購置一 4G 容量之 MD 格式儲存卡，其規格如表 2-1，另為保障作業人員工作安全，要求作業時需全程穿著救生衣 (圖 2-7)。

表 2-1 CANON EOS 400D 規格

項目	規格	項目	規格
感光元件	原色 CMOS	感光元件尺寸	22.2x14.8 mm
最大記錄影像	3888x2592 (10.077MP)	感光元件特色	前置防塵 LPF
等效焦長轉換	1.6x	影像處理器	DIGIC II
快門範圍	Auto:30s~1/4000s 支援 B 快門;雜訊抑制(長於 1sec)	測光模式	35 分區評價中央重點區域點測光(9%)
曝光補償	-2 ~ +2 EV, 1/3 或 1/2 級距調整	ISO 感光度	Auto, 100, 200, 400, 800, 1600
白平衡	自動, 預設, 自訂	對焦方式	9 點對焦
連拍速度	3fps 10 RAW / 27 JPEG	儲存媒體	CF type I,II, MD (FAT32)



圖 2-7 作業服裝

(二)作業行程

作業從 7 月展辦，至 11 月結束，配合本中心其他業務需求，順道前往全臺各海岸區進行資料蒐集，作業人員有許吉川、李佩珊、鐘文彥、李謀元等人，作業行程如表 2-2。

表 2-2 野外調查行程表

日期	地點	作業人員	設備	備註
96/07/19- 96/07/20	臺北	許吉川	CANON EOS 400D 單眼數位相機	北部 海岸
96/07/31- 96/08/02	澎湖 群島	許吉川、 李佩珊	CANON EOS 400D 單眼數位相機	離島
96/09/27- 96/09/28	臺中- 臺北	許吉川、 李謀元	CANON EOS 400D 單眼數位相機	西部 海岸
96/10/10- 96/10/11	臺南- 高雄	許吉川、 鐘文彥、 李謀元	CANON EOS 400D 單眼數位相機	西部 海岸
96/10/15- 96/10/18	臺東- 臺北	許吉川、 李謀元	CANON EOS 400D 單眼數位相機	東部 海岸
96/11/06- 96/11-08	高雄- 屏東	許吉川、 李謀元	CANON EOS 400D 單眼數位相機	南部 海岸

二、調查成果

(一)96/07/19-96/07/20 調查成果

北海岸為疊置海岸地形，此區域大都為地形陡峭之岩岸地形，淡金公路沿線岸邊散布大小不一之卵石，過富貴角則以岩岸為主，海水清澈，許多岬角和海灣交互出現，岬角受風浪影響海蝕地形發達，峽灣內常有短暫沙灘的分布，圖 2-8 為調查相片。



圖 2-8 北海岸地形照片

(二)96/07/31-96/08/02 調查成果

澎湖群島海岸由沙岸與岩岸組成，近岸區域除西南、東南、東側及南側為沙質海岸，底質為岩石、珊瑚礁或碳酸鈣成份的沙（貝殼沙、珊瑚沙），其他地方為玄武岩層所組成之岩岸，近海珊瑚礁地形發達，水質十分清澈。海岸地區地勢一般均甚平坦，海拔低者僅數公尺，高者亦只數十公尺左右，高低起伏不大，圖 2-9 為調查相片。



圖 2-9 澎湖群島地形照片

(三)96/09/27-96/09/28 調查成果

西部(北)海岸為堆積海岸地形，地形平緩變化不大，靠近中部地區受海峽地形影響潮差大，底質以沙為主，沿岸有防風林定沙，部分河口有紅樹林群。此區域有連續性之沙丘，由風、底質與防風林所造成，沙丘地形發達，河流出海口因為沖刷作用，有大面積泥質底質分布，另有許多風力發電機組矗立於海岸邊，圖 2-10 為調查相片。



圖 2-10 西部(北)海岸地形照片

(四)96/10/10-96/10/11 調查成果

西部(南)海岸為堆積海岸地形，地形平緩變化不大，彰、雲潮間帶廣大，退潮時延綿長達數公里，有彰濱工業區、麥寮工業區於本範圍內，沙洲、潟湖發達，有臺灣最大之沙洲-外傘頂洲，惟因沙源減少，沙洲有逐漸變小之趨勢。養殖業發達，蚵架分佈極廣，近年來結合養殖、近岸景觀與近海旅遊，逐漸成為地方特色，如七股潟湖，圖 2-11 為調查相片。



圖 2-11 西部(南)海岸地形照片

(五)96/10/15-96/10/18 調查成果

東部海岸地區斷層地形發達，是太平洋西緣菲律賓板塊與歐亞大陸板塊碰撞後所形成的地形景觀，因此區範圍濱臨太平洋，山脈逼近海岸，腹地狹窄，大致都成平直的斷層海岸，除了蘭陽平原為沙岸與部分河口有河沙堆積成扇狀三角洲及花東海岸有數段較平坦的隆起海岸階地外，大部為陡崖地形，過成功以南為沙岸地形，圖2-12為調查相片。

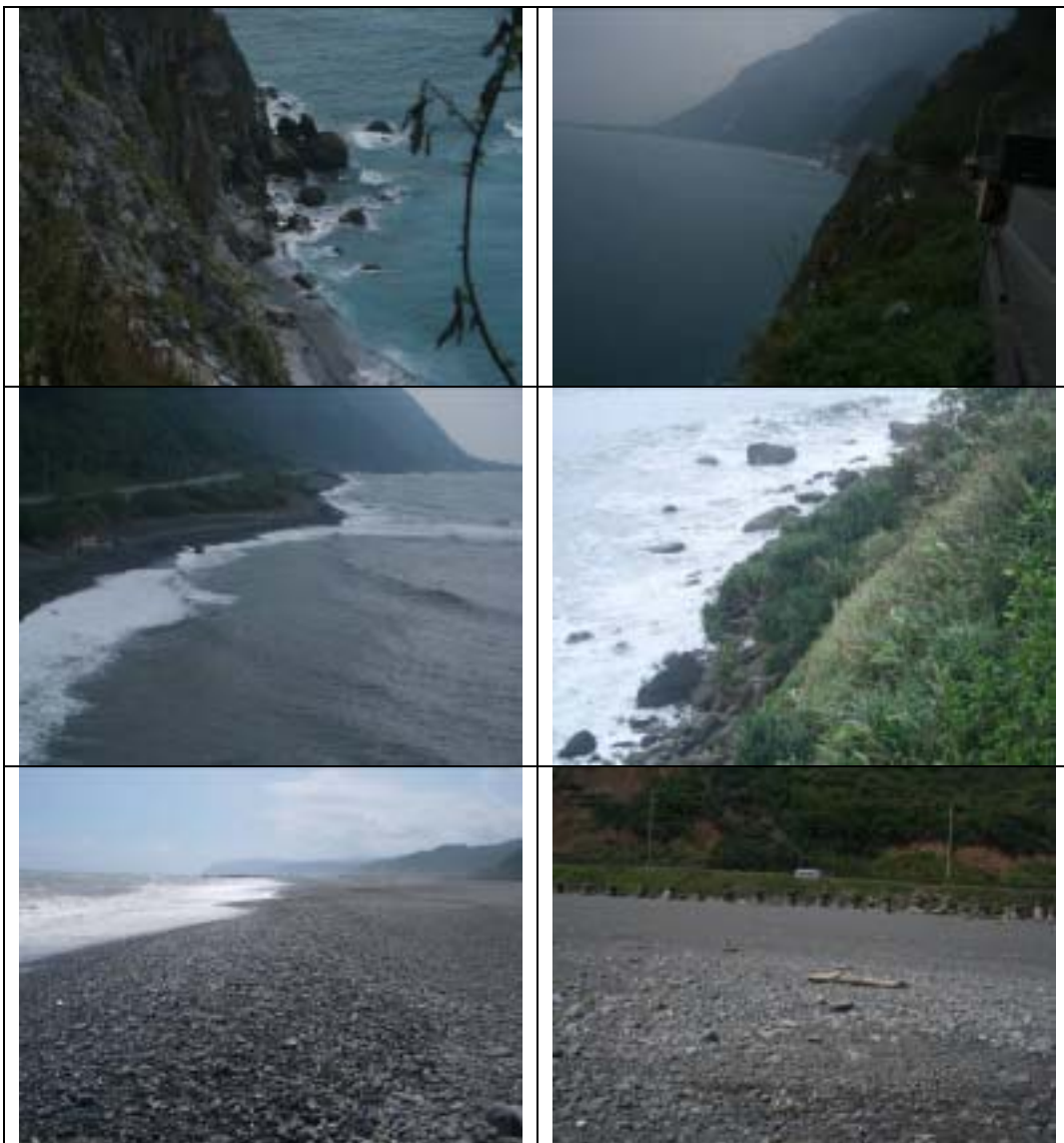


圖 2-12 東部海岸地形照片

(六)96/11/06-96/11-08 調查成果

南部海岸以屏東半島為範圍，自楓港與旭海間，此區域日光充足，水質清澈，適合珊瑚生長，珊瑚礁廣佈，沿海因海蝕作用，海蝕溝、海蝕柱、海蝕壺穴遍佈，又有許多造型奇特的珊瑚礁岩塊，如船帆石等，均為天然的地景資源，觀光業發達，另由於該地區海岸地形因素，易有大浪，致海岸侵蝕嚴重，圖 2-13 為調查相片。



圖 2-13 南部海岸地形照片

第三節 問卷調查

為瞭解現行實務業界辦理近岸地形測量作業方法與使用設備，以問卷調查相關工作（問卷研擬、發送個體蒐集、問卷發送、問卷回收與資料建檔）取得相關資訊，如近岸地形測量設備等，並彙整分析回收之問卷，提供本研究案參考。

一、問卷設計

經調查國內主要辦理大面積(100 平方公里以上)近岸地形測量廠商以詮華工程顧問公司、自強工程顧問公司與中興測量公司等 3 家廠商，其中詮華工程顧問公司承攬交通部 91 年度「臺灣沿岸水深測量及海圖圖資建置」、內政部「93、95 年度海域基本圖測量工作」；自強工程顧問公司承攬交通部 90 年度「臺灣沿岸水深測量及海圖圖資建置」、內政部「93 年度海域基本圖測量工作」、本中心 94 年度「彰、雲地區潮間帶地形測量工作」；中興測量公司承攬本中心 93 年度「潮間帶地形測繪先導計畫」、95、96 年度「潮間帶地形測繪技術發展計畫」。3 家公司並於近幾年大力引進海域測量設備及發展相關測量技術，本研究以其為調查對象，蒐集相關資訊提供本研究案參考。

問卷內容包含3個區塊，分別為前言、填表人資訊與調查項目，問卷先以師大石教授對於臺灣近岸地形的分類做為前言，說明目前近岸地形類別，另闡述問卷目的在於海域地形圖資建置工作是一項龐大的支出，當然須透過政府以計畫方式，逐年逐區建立並適時予以更新，然在國家預算吃緊情形下，如何在現實面以有效的方式來整合各不同單位的測量方法為當務之急，最有效的方式是建立一套分區測量模式供大家參考使用，提供近岸地形測繪單位辦理方法及測區優先順序規劃之決策參考；填表人資訊包含填表人單位名稱、職稱、聯絡電話、電子信箱與 傳真號碼，提供填表者與研究人員聯繫管道；調查項目以調查測量設備為主，包含設備名稱、精度、效率、費用、成果精

度、執行限制等，並提供受訪者可傳達除測量設備外之其他建議傳達空間。

二、問卷資料彙整

(一) 詮華工程顧問有限公司

表 2-3 詮華公司問卷彙整表

設備	Kongsberg EA400P 雙頻單音 束測深機	RESON NaviSound 215 雙頻單音束測 深機	ATLAS DESO-14 單 音束測深機
數量	1	2	3
儀器 精度	1cm(200kHz)、 5cm(38kHz)	1cm(200kHz)、 7cm(33kHz)	1cm(210kHz)
作業 效率	最深可測至水深 約 1500m(依作業 環境而異)，若依 船速 6 節計算，則 為 10km/hr	最深可測至水深約 600m(依作業環境 而異)，若依船速 6 節計算，則為 10km/hr	最深可測至水深約 100m(依作業環境 而異)，若依船速 6 節計算，則為 10km/hr
作業 費用	一般測區(水深 -5m~-300m)1500 元/km；深海測區 (水深 -300m~-1500m)1 700 元/km；近岸 潮間帶測區(水深 <-5m)2000 元/km (尚需依作業區域 環境、測線間距而 定)	一般測區(水深 -5m~-300m)1500 元 /km 近岸潮間帶測 區(水深<-5m)2000 元/km (尚需依作業 區域環境、測線間 距而定)	一般測區(水深 -5m~-300m)1500 元 /km 近岸潮間帶測 區(水深<-5m)2000 元/km (尚需依作業 區域環境、測線間 距而定)
成果 精度	符合 IHO 精度規 範	符合 IHO 精度規範	符合 IHO 精度規範

執行限制	水深不可小於 2m(航行安全)或太深超過儀器性能	水深不可小於 2m(航行安全)或太深超過儀器性能	水深不可小於 2m(航行安全)或太深超過儀器性能
設備	RESON SEABAT 8124 多音束測深機		航測專用數位相機 Z/I DMC
數量	2		1
儀器精度	符合 IHO 精度規範		全色態影像：焦距 120mm、大小 13824 x 7680 pixels 多光譜影像：焦距 25mm(RBG & NIR)、大小 2048 x 3072 pixels 像元大小：12 μ m，輻射解析度：12bit
作業效率	80 個音束、涵蓋 120 度之範圍(約 3.4 倍水深)，最深可至水深 300m(依作業環境而異)，若依船速 6 節計算，則為 10km/hr		視野範圍：69.3° x 42°
作業費用	3500~4500 元/km，每日基本費用至少 25 萬元/日(需依作業區域、作業深度、涵蓋率而異)		航拍：臺灣東岸 10500 元/km，臺灣西岸 9500 元/km；製圖：若依 1/2500 比例製圖，2500 元/公頃基本作業費用為 40 萬元
成果精度	符合 IHO 精度規範		依航拍比例而有所不同
執行限制	水深不可小於 5m 或太深超過儀器性能		拍攝潮間帶區域需選擇退潮時間

(二)自強工程顧問有限公司

表2-4 自強公司問卷彙整表

設備	Kongsberg-SIM ARD EM2000 多 音束測深系統	GeoSwath plus 多 音束測深系統	遙控船測 深系統	ODOM 單 音束測深 系統
數量	1	1	2	3
儀器 精度	Depth Resolution 1cm	Depth Resolution 6mm	2CM	1CM
作業 效率	Ping Rate: 10Hz	Ping Rate: 5Hz	Ping Rate: 1Hz	Ping Rate: 5Hz
作業 費用				
成果 精度	符合 IHO 特等規 範	符合 IHO 特等規 範	符合 IHO 特等規範	符合 IHO 特等規範
執行 限制	250m 以淺	200m 以淺	200m 以 淺	200m 以淺
設備	InnerSpace 雙頻 單音束測深系統	Edgetech 4200FS Side Scan Sonar System(雙頻數位 式側掃聲納)	Riegl LMS-Z420i Laser Scanner(雷射掃瞄儀)	
數量	1	1	1	
儀器 精度	1CM	1600pixel 解析度	8 mm (單次);4 mm (平 均)	
作業 效率	Ping Rate: 5Hz	Ping Rate: 10 Hz	11000 點/秒	
作業 費用				
成果 精度	符合 IHO 特等規 範			
執行 限制	1025m 以淺	10-250M	2-1000M	

(三)中興測量有限公司

表2-5 中興公司問卷彙整表

設備	ODOM Hydrotrac 測深 儀	SHOALS-1000T (租用 自 Optech Co. CANADA)	ALTM 空載陸域 雷射掃描儀
數量	1	1	1
儀器 精度	水平精度:± 2~5 cm (RTK)± 0.5~1m (DGPS) 測深精度: 0.01m±0.1% depth	精度: 1σ (IHO Order 1) 水平精度: ±4m (DGPS) ±2.5m (KGPS)垂直精 度: ±25cm	水平精度: ±1/3,000 x 航高 垂直精度: ± 15cm
作業 效率	類比及數位輸 出、測深範圍 0m~150m	a.13 平方公里/小時: 航 高 400 公尺, 航速 124 海浬/小時。 b.70 平方公里/小時: 航 高 400 公尺, 航速 180 海浬/小時。 c.最大可測深度 50 公 尺; 最小可測深度 0.2 公尺。 d.脈衝率: 海域用 1,000 點/秒; 陸域用 10,000 點/秒。	a.雷射掃描速 率: 70kHz (每 秒 70,000 點)。 b.最大掃描角 (FOV): ±25 °。 c.最大可離地高 度 3,000 公尺。 d.可搭配數位相 機。
作業 費用	以施測距離計 價, 700-1000 元 /公里	租用費用為美金 100,000 元, 另須增加飛 航載具租賃費用; 若採 儀器購置方式, 則儀器 費用約為美金 3,000,000 元, 另須購置處理軟體 及飛行載具加改裝費 用。	

成果 精度	可達 IHO 特級精度，網格間距以測線間距為主	可達 IHO Order 1 精度，點位密度為 2 x 2 公尺至 5 x 5 公尺（依規畫掃描成果）	搭配數位相機立體測圖，可達 1/1,000 地形圖精度，雷射點密度為 1pt/平方公尺以上，裸露地高程精度為±15cm。
執行 限制	<p>a.正常規畫測深航線易受臺灣沿海地區養殖業興盛影響（如蚵架密佈地區），致無法獲取完整水深資料，僅能依蚵架或水上阻隔物間之水道進行船載測深工作。</p> <p>b.受測量船迴轉半徑、碎波影響及近岸邊潮汐影響致海水深度不足，測量船隻掛載之測深儀無法相當接近岸邊，致資料蒐集不完整。</p>	<p>a.受限於測區海水清澈度影響，清澈度高可達最大可測深度，然若海水混濁則可能無法獲取任何測深資料，因此測區之海水透視度調查為首要工作。</p> <p>b.最大可測深度為 50 公尺，因此在臺灣東部沿海地區因海底地形陡降，海水深度低於 50 公尺之區域範圍狹小，資料蒐集效能降低。</p> <p>c.儀器費用高昂且須裝載於航空載具上，須經我國民航局核可飛行載具加改裝申請後方可施作，且飛航時亦受特殊地區飛航管制影響，如軍事管制區。</p>	<p>a.海陸交界部分須配合潮汐時間進行飛航掃描，以求取最大掃描範圍。</p> <p>b.於水體無法反射雷射光束，故無水體高程資料。</p> <p>c.飛航時亦受特殊地區飛航管制影響，如軍事管制區。</p>
其它	詳見問卷分析		

三、問卷分析

(一)設備

目前國內近岸地形測量設備以測量物理原理分為聲納與光學 2 種。

- 1.聲納：單音束測深儀、多音束測深儀、側掃聲納與遙控船。
- 2.光波：航測數位相機、空載陸域光達、空載測深光達、雷射掃瞄儀。

(二)數量

儀器以單音束測深儀最多，計 11 組；多音束測深儀 4 組；遙控船 2 臺；側掃聲納、航測數位相機、空載光達、雷射掃瞄儀各 1 組；空載測深光達為中興測量公司辦理本中心工作時向加拿大 Optec 公司租用，目前儀器在國外。

- 1.單音束測深儀（Kongsberg EA400P 雙頻單音束測深機*1；ODOM Hydrotrac 測深儀*1；RESON NaviSound 215 雙頻單音束測深機*2；ATLAS DESO-14 單音束測深機*3；ODOM 單音束測深系統*3；InnerSpace 雙頻單音束測深系統*1）。
- 2.多音束測深儀（RESON SEABAT 8124 多音束測深機*2；Kongsberg-SIMARD EM2000 多音束測深系統*1；GeoSwath plus 多音束測深系統*1）。
- 3.側掃聲納（Edgetech 4200FS Side Scan Sonar System(雙頻數位式側掃聲納)*1），側掃聲納主要為輔助調查海底地形與地物，提升測量資料準確度。
- 4.遙控船（遙控船測深系統*2）。
- 5.航測數位相機（航測專用數位相機 Z/I DMC*1）。
- 6.空載陸域光達（ALTM 空載陸域雷射掃描儀*1）。

7.空載測深光達(SHOALS-1000T(租用自 Optech Co. CANADA)*1)。

8.雷射掃瞄儀(Riegl LMS-Z420i Laser Scanner(雷射掃瞄儀)*1)。

(三)儀器精度

單音束測深儀與多音束測深儀精度(儀器解析度)皆達公分級(1公分-7公分);數位航測相機:全色態影像:焦距 120mm、大小 13824 x7680 pixels,多光譜影像:焦距 25mm(RBG & NIR)、大小 2048 x 3072 pixels,像元大小:12 μ m,輻射解析度:12bit;空載測深光達垂直精度約 25 公分。

(四)作業效率

作業效率依調查問卷回覆可分線效率與面效率,線效率以單、多音束為代表單音束測深儀的作業效率約為 10km/hr(依船速 6 節計算),多音束亦約為 10km/hr(依船速 6 節計算),多音束測點數會較單音束多數十倍;面效率以陸域光達與測深光達為代表,深光光達 70 平方公里/小時(依航高 400 公尺,航速 180 海浬/小時計算)。

(五)作業費用

近岸測量儀器價格高昂,除單音束測深儀外,動輒百萬或千萬計價,其中測深光達報價超過 1 億(美金 3,000,000 元),因此國內尚無廠商有能力採購,而是以租用方式辦理測量工作,惟租用與相關作業費用仍相當驚人。

1.單音束測深儀:最低可達 700-1000 元/km,一般測區(水深 -5m~-300m)1500 元/km;深海測區(水深-300m~-1500m)1700 元/km;近岸潮間帶測區(水深<-5m)2000 元/km。(尚需依作業區域環境、測線間距而定)

- 2.多音束測深儀：3500~4500 元/km，每日基本費用至少 25 萬元/日(需依作業區域、作業深度、涵蓋率而異)
- 3.數位相機航拍:臺灣東岸 10500 元/km、臺灣西岸 9500 元/km；製圖:若依 1/2500 比例製圖，2500 元/公頃，基本作業費用為 40 萬元。
- 4.空載測深光達：租用費用為美金 100,000 元，另須增加飛航載具租賃費用；若採儀器購置方式，則儀器費用約為美金 3,000,000 元，另須購置處理軟體及飛行載具加改裝費用。

(六)成果精度

隨著儀器製作技術與相關零組件解析度，近岸海域測量成果精度皆可符合國際海道組織(IHO)精度規範，除空載測深光達可達 IHO1 規範外，各式單音束與多音束測深儀測量成果皆可達 IHO 特級規範，上述係指測點成果，因此測點(線)間距在本案後續部分會另予以說明。

(七)執行限制

測深儀主要以船為載具搭載施測，因此測深作業會受限船隻航行時的限制，如水深太淺、海浪對船隻之影響及障礙物(養殖區、暗礁)，另外則是儀器的作業能力可達之最大水深；光波測量設備以地面或飛機搭載設備施測，會受飛機能力(電力供應)、飛航管制、天候、水體渾濁度(測深光達)、儀器的作業能力可達之最大水深及儀器費用高昂等因數影響。

(八)其他

中興測量公司鄭技師針對近年實際工作經驗提出近岸測量相關意見：

- 1.臺灣地區為海島型國家，海岸線冗長，以往受海岸區域管制之

影響，國內海圖主要是由海軍負責水道測量與海圖之製作與提供，但由於國防任務需要及受限於人力與量測船隻設備等因素，其所作海底地形量測工作之範圍概為臺灣四周海域離岸 20 哩以內及國內重要商港與軍港之海底地形水深之量測與海圖製作。而一般近岸淺水地區，並無相關海圖資料或列有計畫進行施測，故目前使用之海圖實無法完全涵蓋臺灣四周海域地形。海圖水深測量之施測頻率通常為十年左右重測乙次，環境影響評估或工程規劃及設計之水深測量頻率通常為每年兩次（春及秋季各一次），然而若為更瞭解海岸變遷之原因或防範海岸災害，其施測頻率則需加測颱風前後之水深及其變化，以確實瞭解風浪對水深之影響及其工作機制，才可能預估颱風對海岸地形之影響，進而從事海岸災害之防範。因此有必要規劃完整的海岸線及海圖測製計畫及規劃，提供相關單位研擬減災防災規劃。

- 2.測量技術日新月異，國內水深測量大多是以漁船或遊艇，更淺的水域則以船筏為載具，配合測深儀來量測之，或利用無人載具遙控船進行施測。而測深空載雷射掃描技術於 1970 年代分別在美國、加拿大及澳洲等國建立第一套成功之系統，整個系統發展至今有三個主要商業操作系統，依序為加拿大 Optech 的 Scanning Hydrographic Operational Airborne Lidar Survey (SHOALS)、澳洲 Tenix 的 Laser Airborne Depth Sounder (LADS) 及 Optech/Saab 的 Hawk Eye。測深空載雷射掃描系統已經被證實為一個精確、有效益、快速、彈性且安全之方法。相較於傳統聲納測深系統需較費時或甚至無法到達之區域如淺水或多岩礁近岸等，均可利用測深空載雷射掃描系統進行有效率的量測。建議國家增列推動測深空載雷射掃描技術發展相關計畫及

經費，有利於推動國內民間引進測深空載雷射掃描技術，促進國內相關科技發展，並提昇海域測深精度及效率。

- 3.有鑑於採用測深空載雷射掃描技術，因此對臺灣沿海區域透視度調查為首要目標，以提供測深空載雷射掃描應用範圍之確認，避免浪費無效之飛航掃描資料蒐集作業。因此建議在測深空載雷射掃描相關計畫推動之前或同時仍應執行透視度調查工作。
- 4.傳統測深儀於極近岸地區無法獲得有效之測深資訊，因此應規劃結合其他可靠測量方法，如地形測量、航空攝影測量或陸預空載雷射掃描等測量方式，以提供完整海岸近岸資訊，同時也有助提昇海岸變遷監控及海岸地區減災防災計畫之推動。

第三章 近岸地形測量

第一節 近岸地形測量現況

一、海域基本圖測量

民國 88 年 2 月 10 日行政院台 88 內字第 06161 號令公布中華民國第一批領海基線，環臺灣本島及附近海域包含澎湖、小琉球、綠島、蘭嶼、龜山島、彭佳嶼等島嶼計 22 個基點，我國領域依此批基點連線範圍訂定。自基點向外海延伸 12 海浬之連線範圍為我國領海，再向外 12 海浬之連線範圍為鄰接區範圍。內政部地政司自 93 年度分年辦理領海及鄰接區海域基本圖測量工作，至 96 年止，已辦理 2320 平方公里範圍（含已辦竣及進行中面積）。

(一)93 年度海域基本圖測量工作

93 年度內政部地政司委託中山大學研擬海域地形測量規範草案，再依據草案測量精度要求規劃 2 測區（嘉義鰲鼓農場與臺南七股附近海域，每區南北長 10 公里，東西寬 25 公里）委外辦理海域基本圖測量工作，面積約 500 平方公里，為我國有計畫辦理海域基本圖測量工作得第一步。成圖比例尺依離岸距離有所差異，其中水深 30 公尺或離岸 6 公里內測圖比例尺為 1/5000，往外測至領海基線外移 12 海浬處，測圖比例尺為 1/50000。

(二)95 年度海域基本圖測量工作

95 年度內政部地政司規劃臺北縣部分海域委外辦理海域基本圖測量，面積約 820 平方公里，同案成果再委託臺灣海洋大學辦理 S-57 電子海圖（圖 3-1）建置，達成海域基本圖資多目標應用與節省公帑目的。



圖 3-1 S57 電子海圖

(三)96 年度海域基本圖測量工作

96 年度內政部地政司交由本中心辦理領海及鄰接區海域基本圖測量工作，規劃臺北、桃園縣部分海域，面積約 1000 平方公里，委外辦理海域基本圖測量。同案另規劃將 95-96 年度海域基本圖測繪成果進行地理資訊系統（GIS）資料建置，使海域圖資能以更便利的主題圖層呈現與供應，圖 3-2 為工作查核情形。



圖 3-2 海域基本圖工作查核

二、潮間帶地形圖資

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，歷來此區域間地形資料欠缺，造成國土圖資不完整，亟須儘速辦理近岸圖資建置，銜接路海域圖資，完整國土地理資訊。本中心 93 年起執行包括「潮間帶地形測繪先導計畫」、「彰雲地區潮間帶地形測繪計畫」、「潮間帶基本地形測量技術發展計畫」，已辦理彰化至與臺南將軍漁港間區域近岸圖資建置，圖 3-3 為潮間帶地形測繪先導計畫地形圖成果。

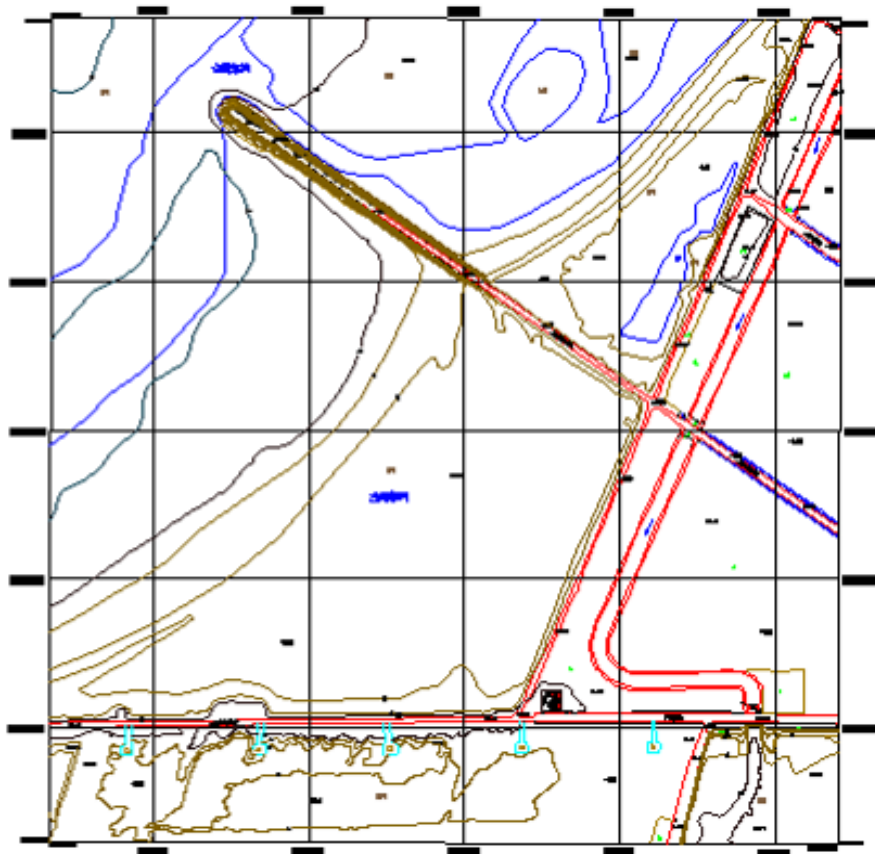


圖 3-3 潮間帶地形圖

為有效將上述地形測繪成果納入國土測繪整合流通系統，提供更多元加值應用，本中心 95 年度委託中山大學辦理「潮間帶基本地形

圖資 GIS 資料整合處理試辦作業」，研擬訂定圖資格式與圖層分類，提供未來辦理相關圖資測繪時有所依循。

(一)潮間帶地形測繪先導計畫

本中心於 93-95 年度選擇彰化縣部分沿海區域配合潮位狀況辦理潮間帶地形測量工作，測區範圍北自大肚溪出海口南岸端，南至員林大排出海口北岸端，東至南北端間海堤堤面中線為原則之連線往東 200 公尺止，西至當地最低潮位線起算至水深 5 公尺處，並包括兩處彰濱工業區全部，面積約 150 平方公里，建立 74 幅比例尺 1/2500 之近岸地形圖資。

(二)彰、雲地區潮間帶地形測繪計畫

本中心於 94-95 年度延續「潮間帶地形測繪先導計畫」選擇彰化縣與雲林縣沿海區域，配合潮位狀況辦理潮間帶地形測量工作，測區範圍北自員林大排出海口北岸端，南至北港溪出海口北岸端，面積約 300 平方公里，建立 209 幅近岸地形圖資，圖 3-4 為潮間帶航測標測量作業情形。

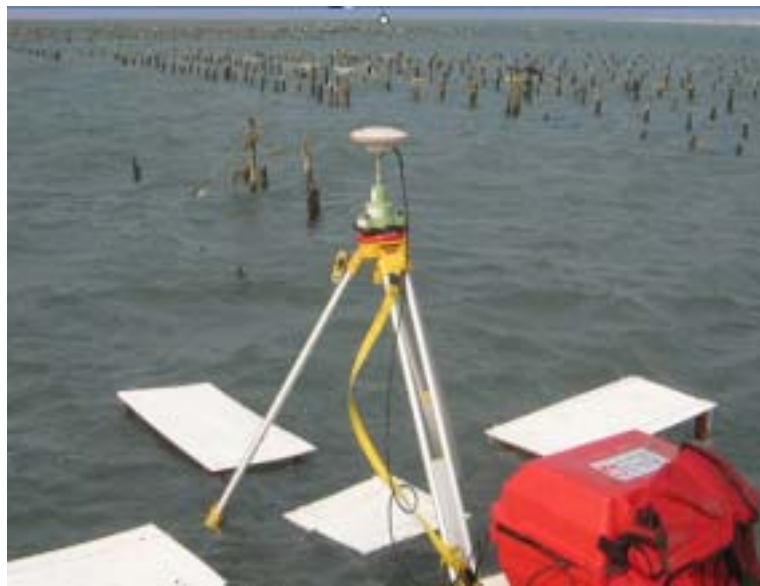


圖 3-4 潮間帶航測標測量作業情形

(三)潮間帶基本地形測量技術發展計畫

本中心於 95 年度應用空載光達測量技術，以其具高度機動特性，在低潮位出現的瞬間，能快速及有效率地自空中獲取地理資訊，辦理嘉義縣沿海地區臺南縣部分區域，面積約 175 平方公里潮間帶地形測量，建立 178 幅比例尺 1/2500 之近岸地形圖資，圖 3-5 為該計畫範圍航拍圖。



3-5 潮間帶測量技術發展計畫範圍航拍圖

(四)潮間帶地形圖資 GIS 資料整合處理作業

潮間帶地形測繪成果將納入國土測繪整合流通系統，海域圖資測繪建置成果除可建立相關資料庫外，更提供船隻行駛安全與電子海圖研製所需基本資料。未來透過網際網路及無線電技術，配合各種新科技之導航設施，將可提昇航道航行安全。95 年度委外辦理「潮間帶基本地形圖資 GIS 資料整合處理試辦作業」，藉由調查使用者需求，研訂圖資格式與圖層分類，供未來資料轉換與增值利用。分年編列經費辦理潮間帶地形圖資 GIS 資料整合處理作業，96 年度辦理先導計畫範圍資料建置。

三、海洋資料調查

(一)海水透視度調查

測深光達可測量近岸區域清澈水域水下地形資料，惟因造價昂貴，如要引進，則需詳細評估其經濟效益。其作業能力與水體透視度有關，海水透視度調查可藉沙奇盤(Secchi Disk)實地調查或以衛星影像(Satellite Image)進行判讀，藉相關調查數據分可使用之區域以評估引進之可行性，其中衛星影像適合大範圍區域作業評估，惟其精度對於小範圍區域尚顯不足；而沙奇盤係以接觸式方式調查，需投入較多人力辦理相關工作，其準確度較高，如能兩者並行評估是較佳方式或互補不足。本中心自 94 年起以沙奇盤辦理臺灣沿岸海水透視度調查作業（圖 3-6），95 年起規劃在不同時期採用衛星影像與沙奇盤同步進行海水透視度調查作業與資料分析，進行引進測深光達前置分析研究，目前已有初步成果（表 3-1）。



圖 3-6 海水透視度調查

表 3-1 海水透視度調查成果 (北海岸)

漁港	坐標 N	坐標 E	透視深度	測點水深
八尺門港	327960	2783351	2.2	2.2
八斗子漁港	331467	2782279	2.8	>8
八里渡船頭	293920	2783475	0.5	1.8
下罟子漁港	288408	2781754	1.2	1.7
大武崙漁港	321345	2784465	0.9	3.8
水尾漁港	315643	2790926	1.6	2.8
水濂洞漁港	337419	2779639	0.8	3.8
卯澳漁港	350042	2767510	1.7	3.8
外木山漁港	323990	2783541	1.8	2.8
石門漁港	307082	2798580	1.8	1.8
東澳漁港	319736	2788550	2.5	2.5
長潭里漁港	330816	2781595	1	2.7
阿里荖漁港	311066	2797197	1.9	2.6
南雅漁港	339480	2779256	1.4	3
後厝漁港	297659	2794414	1.9	4.2
挖子港(福隆港)	345879	2768501	1.2	2.7
美艷山漁港	343205	2773775	2.8	3
蚊子港	342342	2774887	2.5	2.7
馬崗漁港	351151	2767702	2	2.8
基隆港(外港)	326634	2783039	3	3.3
深奧漁港	332810	2780570	3	5
野柳漁港	319354	2788840	3.5	3.8
富基漁港	303774	2798345	1.7	3.5
萬里(馬鏈)漁港	320236	2786060	3.5	3.5
滬尾	293814	2785016	0.8	3.1
碧沙漁港	329423	2782202	3.5	>8
鼻頭漁港	342238	2780025	3.5	4
澳底漁港	343541	2772553	2.5	4.8
龍洞南口遊艇港	342592	2776941	1.9	3
龍洞漁港	342363	2778466	3	3
龜吼漁港	319402	2787619	3	3

礮港漁港	315298	2791534	2	3.9
漁人碼頭	291159	2786205	0.9	3.9

(二)流況與底質調查

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，提供漂沙、海岸及河口地形變化評估之用，本中心於相關計畫中納入流況與底質調查工作項目，以提供更完善海域資訊。

1.流況調查

海域水流流況，主要受潮汐漲退變化影響；因此，為瞭解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，觀測作業之執行，亦同步進行潮汐水位及風速風向觀測。海域表面水流在時間及空間上分布特性的調查，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，記錄漂浮球的時間及空間坐標資料，圖 3-7 為平面流況觀測作業情形。



圖 3-7 平面流況觀測作業

2.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，藉由此線索可判別海岸漂沙的主要來源，進一步了解海域底質空間分布狀況。作業方式為依據規畫採樣點位，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，圖 3-8 為底質調查作業情形。



圖 3-8 底質粒徑調查作業情形

第二節 近岸測量方法

依據回收問卷，國內近岸主要測量設備有空載光達 (LiDAR)、空載測深光達、數位攝影相機 (DMC)、音束測深儀、雷射掃描儀、遙控船與側掃聲納，其相關原理與敘述如下：

一、空載光達 (LiDAR)

空載雷射掃描整體系統，包括雷射 (Laser) 掃描系統硬體元件、全球衛星定位系統 (GPS)、慣性測量單元 (IMU) 及數據處理軟體等之整合構成作業系統，系統是利用脈衝或光柱、接收器時間系統、計數和光線行進時間來進行一連串的作業。因為雷射束的速度是已知，大約每秒 30 萬公里，因此我們能以光束從發射至返回接收的時間來計算光束發射點與物體間距離，公式：距離 = (光速 * 時間差) / 2，得到光束發射點與物體間距離後，再經計算得到載具在坐標系統的空間位置，即得物體在坐標系統的空間位置。以光達測量之優點為可快速獲取地面 3 維空間資料。其精度受到包含儀器率定 (雷射、雷射點與天線位置) 精度、全球衛星定位系統定位精度、慣性測量單元姿態精度、點雲 (Point Clouds) 密度與平差模式 (Adjustment Method) 等 (吳萬順等, 2005)。LiDAR 的優勢在於其雷射點的密度很高，雷射槍每秒對地面掃描的頻率可達 33KHz (史天元等, 2002)，這意味著空載 LiDAR 技術每秒可掃描獲取三萬餘點的座標。此外，因 LiDAR 原始資料是純文字，故後期製作時較傳統航照製作數值高程模型方便許多 (黃鐘等, 2004)。

二、空載測深光達

透視度可定義為一定條件下肉眼可透視水之深度，影響海水透視度的因素很多，包含海水中藻類含量、浮游生物、水色、日照強度、

底質種類、波浪、流的變化與天候...等，使得臺灣近岸海水透視度差異極大。海洋中透視度值從 0.3 公尺至 20 公尺不等，透視度之 2 倍左右之深度為適合綠色植物生長之水的最上層區域，其為研究海洋學之重要參數並且可用於發展物理及生物模型、及指出適合空載測深光達作業區域（Thorkild, 2002）。

諸多影響透視度因素以日照強度、底質與浪的交互作用對海水透視度產生較大影響。測深光達成功案例顯示，測深光達可以透視的深度約為沙奇盤透視度(Secchi Disk Visibility)之 2 至 3 倍（林志交等，2005）。因此若能先期針對臺灣海域之海水透視度的空間與時間變化情形加以調查建檔，對於將來哪些地區是否適用或者在哪種時空條件下可以適用測深光達技術，將可事先規劃。因此本中心規劃進行海水透視度調查分析，藉由衛星影像以及實地沙奇盤透視度現地量測，以推估臺灣周圍海域引進測深光達的可行性與最經濟的規劃，圖 3-9 為測深光達作業示意圖。

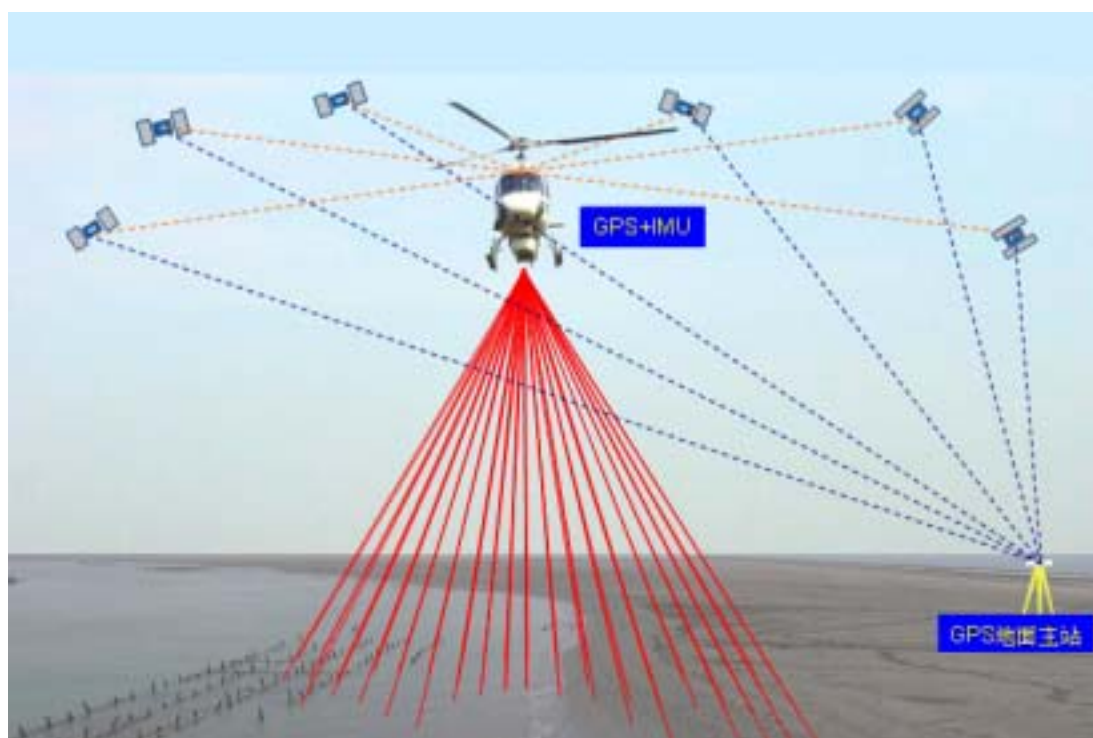


圖 3-9 測深光達作業示意圖

三、航空攝影相機

航空攝影整體系統，包括航照相機系統硬體元件、資料處理單元（掃描與數化設備）及數據處理軟體等之整合構成作業系統，原始資料是利用裝載於航空載具上之航拍相機（專業航拍相機一般分為兩類，一為傳統底片相機，一為 CCD 數位相機）以被動式成像所蒐集而得，透過像片重疊與地面布標方式來解算地面點在坐標系統的空間位置。其精度受到包含天候、儀器條件（鏡頭、成像解析度等）、載具姿態精度、資料處理程序與平差模式（Adjustment Method）等，圖 3-10 為航空數位相機。



圖 3-10 航空數位相機（詮華工程公司提供）

DMC 有下列之優點：節省成本，不需底片、藥水、掃描設備，相對的不會有底片沖壞的風險；節省時間，省去了沖片、掃描的時間，相較於傳統方式可較快取得大比例尺之數值影像。由於採用 CCD 感測器，增加了可攝影的時間；品質提升，避免底片曝光、沖洗和掃描過程中，人為或其他因素造成影像的扭曲偏差，可同時獲取全色態、Near-IR、RGB 影像。

四、音束測深儀

音束測深系統主要單元分為測深單元、定位單元、船體姿態單元、資料收集單元。在預定的航線上施測，音鼓每次發射音束取得音鼓下方之水深值，隨著船隻移動可得測線水深。在提供足夠密度測線水深資料後，可以內插方式繪製等深線，以取得地形變化趨勢。因為基本上音束在水中的速度是可藉由計算得知，因此我們能以音束從發射至返回接收的時間來計算音束發射中心與物體間距離。公式：距離 = (音速於水中傳遞之速度 * 時間差) / 2。得到音束發射點與物體間距離後，再經計算得到載具在坐標系統的空間位置，即得物體在坐標系統的空間位置。以音束測深之優點為垂直方向上具公分級解析能力，儀器較便宜，在儀器組裝及操作上簡單易上手，資料量小，處理簡單且單純。其精度受到包含測深儀測深精度、定位精度、水中聲速、潮位量測及潮差改正、船體前後傾斜、左右搖擺運動(Pitch & Roll)、船體上下升降及船向(Heave & Yaw)、儀器間的時間延遲(Latency)等，圖 3-11 為測深儀作業情形，圖 3-12 為音束測深成果。



圖 3-11 音束測深儀

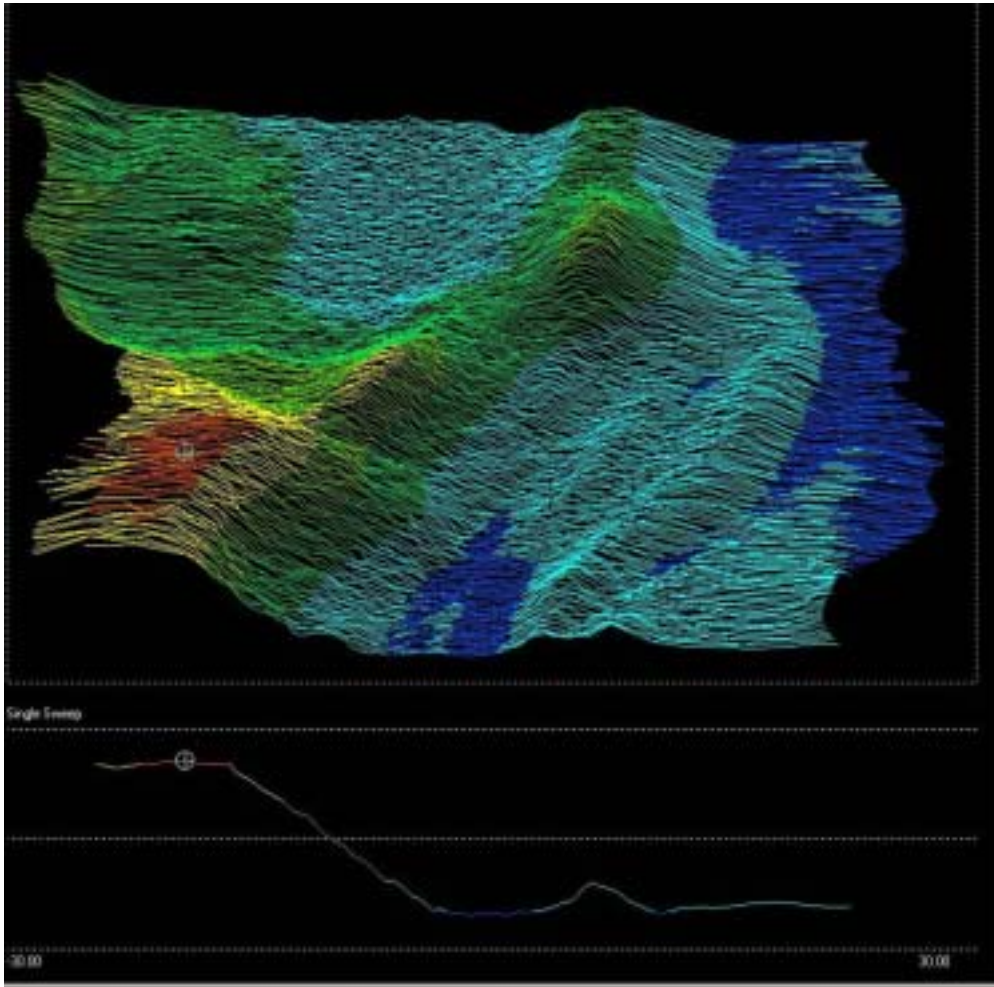


圖 3-12 音束測深成果

五、雷射掃描儀

雷射掃描儀之構造為快速準確的雷射測距儀加上一組可導引雷射光以等角速度掃描的反射稜鏡組合而成，其測距原理是利用雷射光發射與接收反射光能的時間差或向位差，而測得發射中心與反射點間之距離，依雷射材料可分為氣體雷射與固態雷射，依雷射發射種類又可分为連續波式雷射與脈衝式雷射兩種，氣體雷射常搭配連續波式雷射而用於全測站經緯儀，另固態雷射常搭配脈衝式雷射而用於三維雷射掃描儀，脈衝式雷射容易取得且成本較低（張明政，2004）。

脈衝式固態雷射可輸出很高的能量，藉由充滿氙氣的閃光燈管、圓弧燈管、金屬氣體燈管或雷射真空管所發射的光線來激發，一種最

常見的型式是 Nd:YAG 雷射，它的脈衝寬度是 10-15ns，波長 1.06 μm ，能量最大的時候可以達到數百萬瓦特。雷射掃描儀可主動發射雷射光，同時接收自「自然物表面」反射之訊號進行測距，針對每一掃描點可測得測站至掃描點的斜距，配合掃描的水平與垂直方向，可推求得每一掃描點與測站之三度空間相對坐標差，若測站之三維坐標為已知，則可求得每一掃描點之三維坐標，目前掃描速度可達數萬點/秒，瞬間產生大量資料，因此通常需與電腦連接即時儲存資料（張明政，2004）。由於雷射掃描以主動式光源進行測量，可於黑暗中進行觀測，有利於隧道或洞穴的測量，有些三維雷射掃描儀可同時接收反射的雷射光及可見光，如此可將可見光的強度及色彩數貼在三維坐標點上，形成所謂的三維影像（3D Image），圖 3-13 為雷射掃描儀。



圖 3-13 雷射掃描儀

六、遙控船

遙控船(無人遙控水面載具)係藉由遙控器及導航系統來控制遙控船來回穿梭於作業水域，由船上數據機將其附掛之聲納儀器所測得之水深值即時回傳至岸上導航系統，並由岸上全站式經緯儀或 GPS 以追蹤遙控船之運行軌跡，並透過傳輸訊號傳輸至導航系統整合資料及電腦即時運算，獲得量測數據之重覆過程進行水深量測作業，圖

3-14 為搖控船作業與展示。



圖 3-14 搖控船

七、側掃聲納

側掃聲納系統是一種能提供海底地貌影像的探測儀器，其作業原理是將音鼓放置於流線型載具兩側，此載具俗稱拖魚(Tow Fish)向海底傳送聲波，聲波經海底反射回之訊號由側掃聲納儀(Side-Scan Sonar)處理後，可顯示海底地貌。系統可依使用者需要調整側掃範圍，或調整使用頻率，作業彈性很大。此系統主要目的在於輔助測深系統，更完整海底地貌、海底電纜、管線及海底地物(如礁石、人工魚礁、沉船等)之調查資料，圖 3-15 為側掃聲納作業情形。



圖 3-15 側掃聲納

第三節 測量載具

近岸測量設備所搭載具分為空載(直升機、定翼機)、船載(海測船、遙控船、膠筏、水上摩托車)與其他(沙灘車、測量車)等，近岸地形特殊，測量時常無法以單一載具可完成全部工作，需相互搭配，本節介紹各種載具的使用區域、限制與優缺點，相關資料亦將納入後續研究使用。

一、空載載具

(一)直升機(圖 3-16)

直升機具備高機動性與起降要求較定翼機為低，因此以前主要為擔負海空搜救及急難救護任務，目前民間直升機以運輸、旅遊與測量(德安航空)為主要業務，其與測量相關資訊如下：

- 1.使用區域：大面積陸、海域測量。
- 2.搭載設備：空載光達、空載測深光達、數位航拍相機。
- 3.優點：效率高、機動性強。
- 4.缺點：費用高(90,000 元-100,000 元/小時)、受限天候因素、需配合空域管制。



圖 3-16 直升機

(二)定翼機 (圖 3-17)

定翼機主要功能為運輸，而國內有專門執形測量工作航空公司大鵬航空與群鷹翔航空，2家公司各擁有一架 BN-2B 定翼機，可搭載航拍相機、空載光達與空載測深光達進行地面資料蒐集，測量設備以飛機搭載設備施測，會受飛機能力（電力供應）、飛航管制、天候、水體渾濁度（測深光達）、儀器的作業能力及費用高昂等因數影響，其與測量相關資訊如下：

- 1.使用區域：大面積陸、海域測量。
- 2.搭載設備：空載光達、空載測深光達、數位航拍相機。
- 3.優點：效率高。
- 4.缺點：費用高（50,000 元-60,000 元/小時）、起飛條件較直升機嚴苛（需有足夠長度跑道供飛機起降）、受限天候因素、需配合空域管制。



圖 3-17 定翼機

二、船載載具

(一)海測船（圖 3-18）

測量船為傳統漁船或遊艇改裝而成，改裝項目為增加定位設備與測量設備，主要搭載單音束測深儀、多音束測深儀與側掃聲納，並可進行相關海洋調查（如海水透視度、底質、流等）。96年自強工程顧問有限公司，訂製一艘專門執行海域測量與調查工作之海測船，除設計電腦相關設備存放位置外，另可將儀器置於船隻重心，減少船隻測量時姿態變動量，可獲得更精確測量成果數據。

- 1.使用區域：海域水深測量、港區水深測量。
- 2.搭載設備：單音束測深儀、多音束測深儀、側掃聲納。
- 3.優點：可全天候作業，可辦理遠距離測量工作、可辦理大面積測量工作。
- 4.缺點：不適用極近岸與礁石區、受限海象因素、成果受限測線間隔。



圖 3-18 海測船

(二)無人載具 (圖 3-19)

無人載具 (遙控船) 顧名思義就是載具上不需搭載作業人員, 藉由遙控技術進行載具操作, 因像極近岸海域、礁石區、養殖區...等, 以其他載具搭載測量設備施測不便區域, 測量作業困難, 需開發適合之載具辦理施測, 目前主要搭配經緯儀或即時第位系統 (RTK) 進行定位, 裝載較小之音鼓 (單音束測深儀) 進行水深測量作業。

- 1.使用區域: 極近岸海域水深測量、礁石區測量、港區水深測量、養殖區測量、水庫水深測量。
- 2.搭載設備: 單音束測深儀。
- 3.優點: 運送方便、成本低、節省人力 (1-2 人即可作業)、機動性強。
- 4.缺點: 受限海象因素、作業人員視力與遙控距離、需引測控制點至作業區附近、不適合大面積測量、不適合離岸測量、測線難控制。



圖 3-19 無人載具

(三)膠筏或平底船（圖 3-20）

臺灣西部海岸養殖業發達，早期養殖戶以竹子製成竹筏進行養殖與近海捕撈作業，目前已改成塑膠材質。其特色為吃水淺，可在極近岸與沙洲、潟湖間活動，近年來更發展成觀光載具，如七股潟湖、外傘頂洲皆可看到其蹤跡。在潮差大、坡度平緩之西部海岸地區，膠筏為最適合之測量設備載具，惟於養殖區作業時仍須小心，避免蚵架、漁網或其他人工構造物造成設備毀損。

- 1.使用區域：潟湖測量、潮間帶測量、養殖區(蚵架)、近岸海域測量。
- 2.搭載設備：音束測深儀。
- 3.優點：成本較低、機動性強、船隻吃水淺可進出臺灣西部小型港區或河道。
- 4.缺點：受限海象因素、測（航）線控制不易。

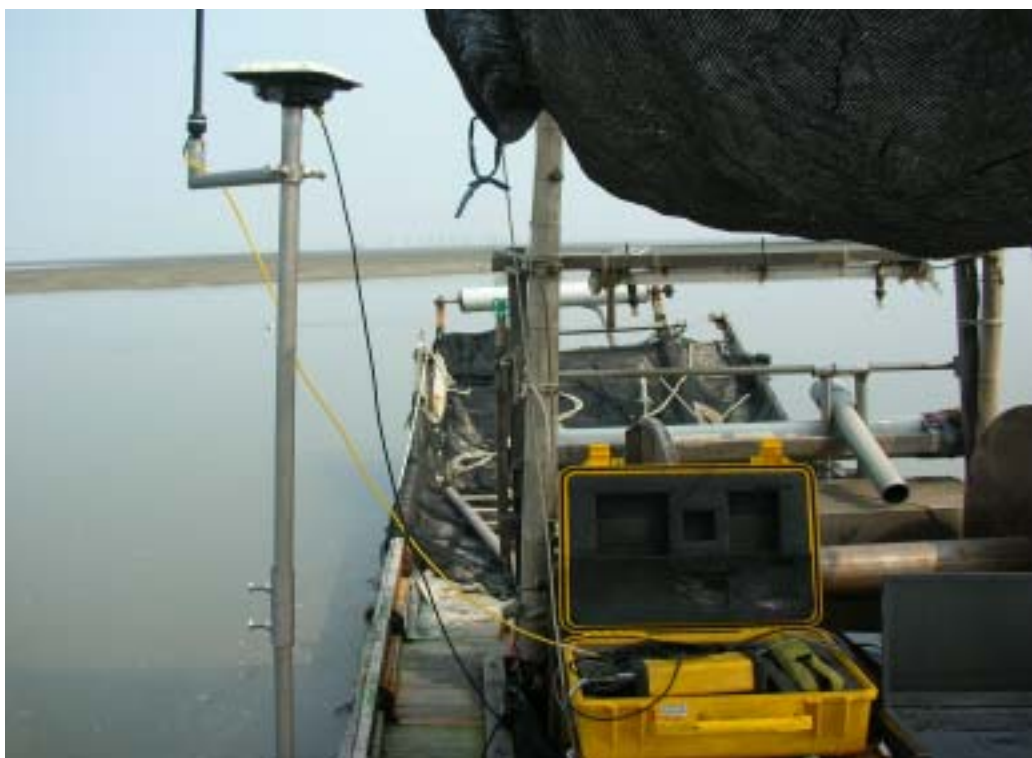


圖 3-20 膠筏

(四)水上摩托車 (圖 3-21)

水上摩托車一般為遊樂用途，經由改裝，加入定位裝置 (RTK) 與測量設備 (單音束測深儀)，即成近岸測量利器，因機動性強、運送方便與單人即可作業，因此適合辦理小範圍區域測量或補測工作。

- 1.使用區域：極近岸海域測量、水庫測量、港區測量、養殖區測量、礁石區測量。
- 2.搭載設備：單音束測深儀。
- 3.優點：成本較低、機動性強、運送方便、節省人力(單人即可作業)、適合辦理小範圍區域測量。
- 4.缺點：作業人員操作難度高、受限海象因素、不適合大面積測量。



圖 3-21 水上摩托車

三、其他

(一)沙灘車 (圖 3-22)

沙灘車一般為遊樂用途，因機動性強、能在沙地、泥濘區運動，所以搭載動態定位系統(RTK)與水準尺、菱鏡(標桿)後，即成為潮間帶陸域及泥濘區與河口區測量之理想載具。因工作方式係採取人工作業，所以效率偏低，較適合對於小範圍面積、斷面測量與岸線測量。

- 1.使用區域：潮間帶陸域及泥濘區測量、河口區測量、岸線測量、斷面測量。
- 2.搭載設備：動態定位系統(RTK)、水準尺、菱鏡(標桿)。
- 3.優點：成本較低、機動性強、搬運方便、節省人力(1-2人即可作業)。
- 4.缺點：效率較低(測點少)、不適合大面積測量、只能在淺水以上區域測量。



圖 3-22 沙灘車

(二)測量車 (圖 3-23)

測量車係由改裝之貨車、動態定位系統(RTK)與雷射掃瞄儀所組成，藉由升降裝置，可將測量儀器升高至堤防以上位置進行測量，車輛不需開入沙灘或河道，對於潮間帶陸域及泥濘區測量、岸線測量、堤岸測量、海岸變遷測量，提供快速即時獲取測區數值地形資料功能。

- 1.使用區域：潮間帶陸域及泥濘區測量、岸線測量、堤岸測量、海岸變遷測量。
- 2.搭載設備：動態定位系統(RTK)、雷射掃瞄儀。
- 3.優點：可即時獲取測區數值地形資料、機動性強。
- 4.缺點：費用較高、大面積測量較費時。



圖 3-23 測量車 (自強工程公司提供)

第四節 其他影響近岸測量因素

影響測量的因素除了設備精度、限制與經費及地理等內在因素外，亦受其他外在因素影響，本節將會影響測量作業的因素(因子)逐一列出，並說明其影響，相關因子將納入系統規劃參考。

一、海象

因風、浪、流與潮汐等作用海象為影響近岸測量最大的因素之一，西部海岸因地形因素致潮差可達 5 公尺、臺灣夏天有旺盛的西南氣流與颱風、自中秋節起吹起強烈的東北季風皆對海測作業造成極大影響。

(一)潮汐

潮汐為一海面週期性上下之運動，主要造成潮汐的原因為月球、地球與太陽間之引潮力（莊乾道等，1996）。臺灣東部海岸因濱臨太平洋，且因近岸地形坡度大，所以潮差較不明顯，西部海岸因受海峽地形與流場的影響，復因近岸地形平緩，潮差變化較大（圖 3-24）。

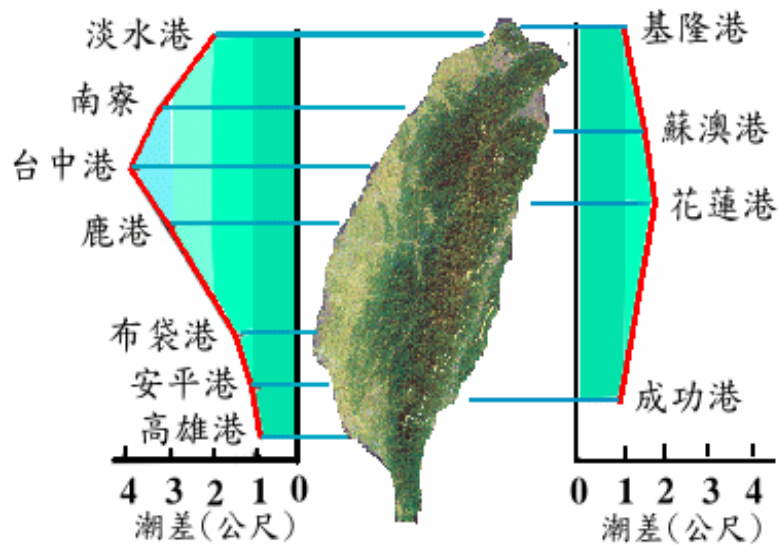


圖 3-24 臺灣潮差圖 (<http://content.edu.tw/>)

臺灣西部之潮埔地平均之近岸坡度為 1/1000 (陳哲俊等, 2002), 意謂潮差 1 公分, 海岸線將變化 10 公尺, 潮差 5 公尺, 海岸線將變化 5 公尺; 而東海岸因坡度極陡, 以坡度 1/2 為例, 潮差 1 公分, 海岸線將變化 0.02 公尺, 潮差 5 公尺, 海岸線將變化 0.01 公尺, 兩者差異極大, 也對測量方法造成影響, 坡潮差與岸線垂距關係如表 3-2。

表 3-2 坡度、潮差與岸線垂距關係表 (單位: 公尺)

坡度	潮差	岸線垂距	坡度	潮差	岸線垂距	坡度	潮差	岸線垂距
1/1000	5	5000	1/100	5	500	1/10	5	50
1/900	5	4500	1/90	5	450	1/9	5	45
1/800	5	4000	1/80	5	400	1/8	5	40
1/700	5	3500	1/70	5	350	1/7	5	35
1/600	5	3000	1/60	5	300	1/6	5	30
1/500	5	2500	1/50	5	250	1/5	5	25
1/400	5	2000	1/40	5	200	1/4	5	20
1/300	5	1500	1/30	5	150	1/3	5	15
1/200	5	1000	1/20	5	100	1/2	5	10

(二) 東北季風

風與浪有明顯關聯, 風會影響表面流速與浪高, 地形水深的測量受制於天候影響, 臺灣附近海域在秋冬季節, 受強烈的東北季風影響, 施測困難 (謝正倫等, 1995)。

臺灣季風以季節區分為東北季風和西南季風 (氣流), 西南季風盛行於六月中旬到九月中旬, 歷時約三個月; 東北季風從每年秋冬交替時候開始出現, 一直到隔年的春夏交替時節才算結束, 時間長達半年以上, 且強度也較強, 所以東北季風對海象的影響很大, 影響海測作業時間。

(三) 颱風

臺灣位於颱風帶上，太平洋熱帶低壓與鄰近區域因壓力差導致強烈對流作用，產生氣旋現象，當風速到達一定規模就形成颱風。臺灣夏季颱風發生率極高，所帶來的強風、雨勢與颱風前後所產生的長浪會造成海測無法作業。

二、底質

經實地調查資料與所蒐集其他地形資料比對，發現臺灣近岸地形分類若以本章第一節分類方式已將精隨表現，另因許多地方各種地形交錯，如北部海岸有許多峽灣，受自然力侵蝕、磨蝕、風化與長期潮流與作用突出的峽為岩石所構成造型各異的地形景觀，如野柳；而灣內形成美麗的沙灘，如白沙灘；中間散佈著卵石岸。因此本研究案的地形分類除以傳統的東部斷層海岸、西部離水海岸、北部疊置海岸及南部珊瑚礁海岸分類外，亦考量底質粒徑，使研究能以豐富得資訊及更周延的考量來進行測試與分析。

(一) 底質調查

底質粒徑採樣分析一般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，作業情形如圖 3-21 所示，本研究以此來辦理地形分類。

標準的調查步驟方法為依據規畫採樣點位，視實際狀況以船隻利用採樣器拖曳(抓斗)取其底質表層土樣或人工直接採集方式，將底質樣品裝入收集容器內包封，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。以美國土壤局 ASTM 粒徑之分類其目的在於漂

沙分析，一般沙徑與重量成正比，越輕的重量或材質越容易受水流影響，美國土壤局 ASTM 篩號與粒徑之關係如表 3-3 所示。

表 3-3 美國土壤局 ASTM 篩號與粒徑之關係表

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

(二)粒徑分類

本研究目的在於探討以何種測量方法辦理近岸地形測量，故對於粒徑的分類係以會影響測量作業為出發點考量，空載測深光達為較先進水下地形測量設備，能快速獲取大範圍資料，惟受海水透視度影響，圖 3-25 為臺灣近岸海水透視度差異情形，左邊為屏東近岸，右邊為彰化近岸，其透視度差異極大，而影響透視度因素為底質，細沙與泥受波浪作用會使海水渾濁。因此本研究在此將臺灣近岸地形分為岩岸（含礁岸）、礫石岸、沙岸與泥岸，沙含量在 90-100% 的沉積物可稱之為沙(sand)，沙含量在 50-90% 沉積物則稱為泥質沙（muddy sand），當沙含量在 0-10% 時的沉積物可稱為泥（mud）（林宗儀等，1997），提供參考。

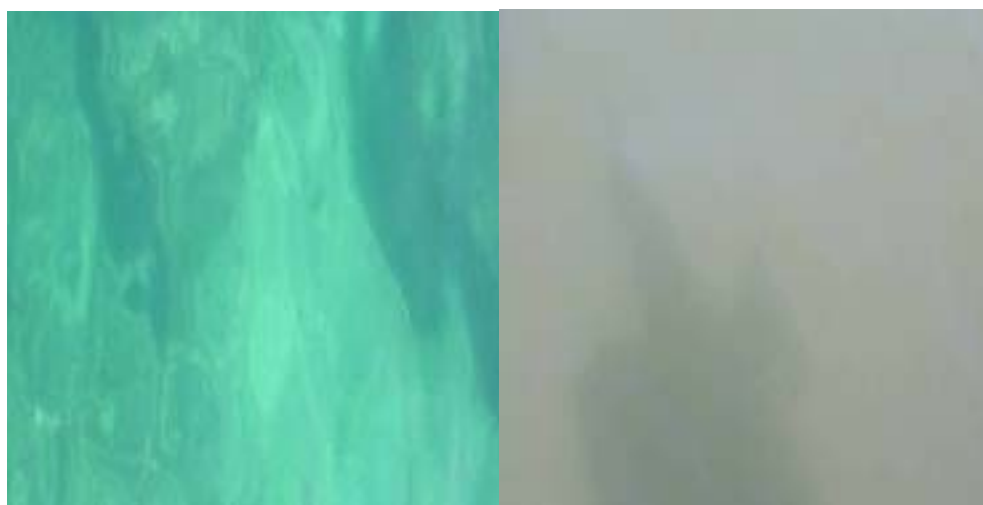


圖 3-25 臺灣近岸海水透視度差異情形

1. 岩岸或礁石岸

岩岸與礁石岸係指與底床相連之近岸，其形成的原因不同，岩岸為地質為岩石之海岸，岩石受海蝕與風化作用，形成各種岩岸地形；礁石岸為珊瑚蟲體或其他生物的碳酸鈣骨骸經過長期的累積形成，復受海蝕與風化作用形成類似岩石的礁石岸，惟其成分與岩石不同。

2.礫石岸

礫石岸形成是海浪對侵蝕海岸，受侵蝕而成的岩屑經海蝕與互相摩擦形成了礫石岸，或因岸邊地質是礫石經海水沖刷作用，分布於海邊，另一種為經河流沖刷至出海口，推積在底質為岩石或沙、泥的海岸上，形成礫石岸。

3.沙岸

海岸地區岩屑沙粒堆積成為沙灘，如北部海岸沙灘地形；因河流、海水的堆積與離水作用，呈現沙岸地形，如臺灣西部沙岸；因生物骨骸受海水侵蝕而散佈於海岸之沙灘，如澎湖與南部海岸。

4.泥岸

河口區域因河流挾帶中上游沙、泥等底質堆積於海岸，所以一般泥岸散佈於河川出海口附近，如大肚溪、濁水溪等大溪河出海口。

三、精度

近岸地形測量資料為後續地形圖、地理資訊系統(GIS)與數值高程模型 (DEM) 製作的基礎。精度評估又可分為外精度與內精度，外精度為外在條件對於成果精度之影響，以水深測量為例，量測系統、系統率定、解析度、水深因素、參考基準、潮汐、載具穩定度、載具速度與靈敏度皆會對精度造成影響，水下聲學儀器測深除了考慮音波傳遞損失外，更應注意音速改變對測深之影響。音速在水中主要受水溫、水壓及鹽度影響，而水溫影響可達 100 公尺之等級，因此測深前須對儀器進行校正 (莊乾道等，1996)。

本研究案所蒐集與海域地形測量相關且較新的測量精度規範，有內政部「地表模型之地貌分類表及製作精度規範」、內政部「海域基

本圖水深測量精度規範」、國際海事組織「IHO Standards for Hydrographic Survey」規範、美國工兵署「Estimated depth Measurement Accuracy」與「Cross Line and Terrain Quality Control Criteria」規範，表 3-4 為美國工兵署深度量測精度評估，將影響精度因素表列並量化。內精度為測量資料或成果剔除錯誤資料後，比較重複資料數據，表 3-5 為美國工兵署交叉線與地形品質控制標準，表 3-6 為國際海事組織(IHO)S-44 測量精度規範。

表 3-4 美國工兵署深度量測精度評估
(Estimated depth Measurement Accuracy) 表

深度量測精度評估表				
誤差來源	每種條件預估的標準誤差(單位：±英尺)			
	理想狀況	平均小於20英尺	平均大於20英尺	海岸
量測系統	0.05	0.05	0.1	0.2
系統率定	0.05	0.1	0.2	0.3
解析度	0.1	0.1	0.1	0.2
水深因素	---	0.05	0.1	0.2
參考基準：				
垂直	0.05	0.05	0.05	0.05
潮汐	0.02	0.2	0.2	0.2
載具穩定度	0.05	0.2	0.3	1
載具速度	---	0.1	0.1	0.2
靈敏度	0.05	0.05	0.1	0.5
成果均方根 誤差	±0.15	±0.3	±0.5	±1.3

表 3-5 美國工兵署交叉線與地形品質控制標準
(Cross Line and Terrain Quality Control Criteria) 表

交叉線與地形品質控制標準表	
需求之交叉線間距	
橫斷面交叉線測量	至少必須兩端與中心線正交 共3條交叉測線
縱向交叉線測量	交叉線區域需要間距500英尺
交叉線或地形模型資料品質估計標準	
交叉線的預期平均偏差	±0.5英尺
所有誤差的預期平均	±0.2英尺

表 3-6 S-44 測量精度規範

等級	特等	一等	二等	三等
典型水域	港區、錨泊區與重要航道	港區、進港航道、建議航道與水深<100 m 以內區域	非特等或一等水域且水深<200 m 以內區域	不屬於上述等級之水域
水平定位精度	2m	5m+ 0.05d	20m+ 0.05d	150m+ 0.05d
水深精度	a=0.25m b=0.0075	a=0.5m b=0.013	a=1m b=0.023	a=1m b=0.023
水深精度： $[a^2+(b*d)^2]^{1/2}$ a：固定水深誤差 b：從屬水深誤差因子 d：水深（公尺）				

第四章 資料分析與成果展示

第一節 資料分析

一、野外調查分析

歷經 16 個工作日（6 梯次）的野外調查，蒐集約 500 筆資料，擷取部分資料於附錄一，並結合歷年辦理相關計畫所搜集之漁港資料，環臺灣（含澎湖）不同的海岸地形經納入研究資料，獲得一些發現與關連，可提供辦理近岸地形測量參考。

(一)港區為地形圖測繪重點區域，因為港區有許多工程與經濟活動，尤其近年來港區亦是地方發展觀光重點區塊，以臺北第二漁港（淡水漁人碼頭）為例（圖 4-1），目前為頗具人氣之旅遊點，因此港區測量為近岸地形測量重點區。



圖 4-1 漁人碼頭

臺灣港口集中於北部疊置海岸（臺北縣與基隆市）與南部珊

瑚礁海岸（屏東縣、澎湖縣），岩岸與礁岸地形形成許多天然港灣，適合建立漁港，也間接造就該區漁業發達，而位於西部海岸的漁港因漂沙與潮汐影響若不定期疏濬，一段時日後常會出現港區淤積情形產生（圖 4-2），造成船隻進出港困難影響漁民作業與觀光旅遊活動。



圖 4-2 港區淤積情形

臺灣漁港數高達 215 個，以澎湖地區 67 個居全國之冠，臺北地區與屏東地區為臺灣島漁港分佈較多區域，澎湖、臺北與屏東為岩岸、礁岸地形，且海岸曲折度較其他地區為大，適合於港開發與漁業發展，表 4-1 為臺灣漁港分佈表，可清楚看出地形條件與漁港數有關聯性，西海岸以苗栗縣擁有較多漁港，惟港區淤積嚴重。

表 4-1 臺灣漁港分佈表

分區	行政區	漁港名稱
疊置海岸	基隆市	正濱、八斗子、外木山、大武崙、望海巷、長潭里。
	臺北縣	磺港、萬里、富基、淡水第二、澳底、鼻頭、東澳、馬崗、福隆、龍洞、龜吼、和美、石門、美豔山、水湳洞、南雅、卯澳、水尾、深澳、野柳、草里、麟山鼻、中角、淡水第一、六塊厝、下罟子、後厝、老梅、龍門、澳仔。
珊瑚礁海岸	屏東縣	東港鹽埔、後壁湖、興海、山海、旭海、中山、琉球新、水利村、枋寮、海口、小琉球、天福、塹豐、楓港、射寮、後灣、萬里桐、紅柴坑、潭仔、香蕉灣、鼻頭、南仁、大福、杉福、漁福。
	澎湖縣	馬公、龍門、赤崁、赤馬、風櫃東、時裡、菜園、鎖港、尖山、沙港東、合界、大池、竹灣、內垵北、內垵南、外垵、西衛、風櫃西、果葉、沙港中、白坑、南北寮、山水、前寮、重光、沙港西、港子、通樑、後寮、橫礁、潭門、七美、虎井、桶盤、石泉、吉貝、烏嶼、員貝、將軍南、將軍北、烏崁、案山、鐵線、五德、井垵、安宅、青螺、中西、成功、西溪、紅羅、瓦硯、城前、講美、鎮海、岐頭、小門、池西、大果葉、二崁、水垵、潭子、大倉、東吉、東嶼坪、花嶼、中社。
斷層海岸	宜蘭縣	南方澳、烏石、大溪第一、大溪第二、梗枋、石城、大里、粉鳥林、南澳、桶盤堀、蕃薯寮。
	花蓮縣	花蓮、石梯、鹽寮。
	臺東縣	伽藍、大武、小港、新港、金樽、綠島、長濱、烏石鼻、新蘭、公館、溫泉、中寮、朗島、開元港。
堆積海岸	桃園縣	竹圍、永安。
	新竹市	新竹、海山。

新竹縣	坡頭。
苗栗縣	公司寮、外埔、苑裡、龍鳳、通霄、苑港、青草、塭仔頭、福寧、南港、白沙屯、新埔。
臺中縣	梧棲、五甲、松柏、北汕、塭寮、麗水。
彰化縣	王功、崙尾灣。
雲林縣	台子村、金湖、箔子寮、三條崙、台西、五條港。
嘉義縣	布袋、東石、副瀨、好美里、下庄、網寮、塭港、鰲鼓、白水湖。
臺南市	四草、安平。
臺南縣	將軍、馬沙溝、青山、北門、下山、蚵寮。
高雄市	前鎮、鼓山、中洲、旗后、上竹里、小港、大汕頭、小港臨海新村、小港第十、旗津、鳳鼻頭。
高雄縣	興達、中芸、永新、汕尾、蚵子寮、彌陀、港埔、白沙崙。

(二)水泥海岸盛行，臺灣西部海岸為防止海水倒灌，設置防提波、消波塊，在東部因為海岸受到嚴重的侵蝕，常常會放消波塊來阻擋，因此環臺灣許多海岸建立水泥護岸，臺灣約一半的海岸卻已經為消波塊和水泥海堤圍繞。水泥海岸近年來引起相當多的討論，贊成的一方認為水泥海岸可保護人民生命財產的安全並防止海岸侵蝕；反對的一方則指出造成海岸侵蝕的原因除了河川建壩致供沙減少，人工結構物改變海域流場和阻斷沿岸漂沙應是主因，並阻礙陸海生態與環境連結。

以地形測量的角度來看水泥護岸，水泥海岸為人工構造物，在地形圖上應予表現，依形狀與用途於地形圖分別以不同方式展現。堤防造型簡單，測量容易，惟臺灣西半部地勢平緩，5-6公尺高的防波堤附近的等高線表示需花一些功夫整修處理，在進行數值高程模型（DEM）製作時需另以斷線考量，以避免地形成

果出現不合理的情形，圖4-3為海岸邊堆置水泥護岸情形。



圖 4-3 水泥護岸

二、分區測量方法分析

本研究測量方法分析，採用分區地形條件與測量方法限制媒合方式，萃取較合適之測量方法。地形條件有底質、水質、坡度...等地形相關屬性資料，其分析與分類已於前面章節談過，此處將分析何種測量方法適合辦理分區測量。

(一)宜蘭海岸

宜蘭海岸線長約106 公里，除外澳至蘇澳間為沙質海岸外，多屬岩石海岸。近岸區域山海相連，瀕臨太平洋的斷層地形使的坡度極陡，因此近岸水深較其他區域深，漲退潮影響不大，且海象較穩定，適合以測量船為載具，搭配音束測深儀進行水下地形測量，惟須考量測深儀之能力是否可測較深水域；近岸陸域部分因地形曲折且海陸交接區地形高差大，適合以直升機搭配航拍相機施測。

(二)花蓮海岸

花蓮海岸線長約175公里，只有新城至花蓮溪口為沙礫質海岸，其餘均為岩岸地形。近岸區域山海相連，瀕臨太平洋的斷層地形使的坡度極陡，因此近岸水深較其他區域深，漲退潮影響不大，且海象較穩定，適合以測量船為載具，搭配音束測深儀進行水下地形測量，近岸水深極深，須考量測深儀之能力是否可測較深水域；近岸陸域為斷崖地形，且植被濃密，適合使用直升機搭配航拍相機施測，惟植被高度須考量。

(三)臺東海岸

臺東海岸長約172公里，成功以北為岩岸，成功以南為沙岸地形，近岸區域山海相連，瀕臨太平洋的斷層地形使的坡度極陡，因此近岸水深較其他區域深，漲退潮影響不大，且海象較穩定，適合以測量船為載具，搭配音束測深儀進行水下地形測量，惟須考量測深儀之能力是否可測較深水域；近岸陸域部分，在成功以北區域岩岸，可使用直升機搭配航拍相機施測，成功以北區域岩岸，可使用定翼機搭配航拍相機或空載光達施測。

(四)桃園海岸

桃園海岸線總長約 39 公里，有連續性之沙丘，沙丘地形發達，西部近岸屬於堆積地形，底質以沙為主，此區域除淡水河出海口南岸為觀音山外，近岸坡度平緩，可用定翼機為載具搭配數位航測相機或空載光達辦理水面上範圍施測，於利用測量或膠筏為載具搭配音束測深儀辦理水面下範圍施測。

(五)新竹海岸

新竹海岸線總長約 28 公里；其特性為潮差大，擁有廣大的潮間帶，屬於堆積地形，底質以沙為主，此區域坡度平緩且潮差

大，許多區域於退潮時會裸露於水面之上，因此可以定翼機為載具搭配數位航測相機或空載光達於退潮時辦理水面上範圍施測，於漲潮時利用測量船或膠筏為載具搭配音束測深儀辦理水面下範圍施測；鳳山溪、頭前溪河口可使用機動性強之測量車搭配雷射掃瞄儀辦理地形測量。

(六)苗栗海岸

苗栗海岸線總長約 50 公里，有外海沙洲且海埔地發達，岸邊飛沙形成低沙丘，植有防風林定沙，屬於堆積地形，底質以沙為主，此區域坡度平緩且潮差大，許多區域於退潮時會裸露於水面之上，因此可以定翼機為載具搭配數位航測相機或空載光達於退潮時辦理水面上範圍施測，於漲潮時利用膠筏為載具搭配音束測深儀辦理水面下範圍施測；中港溪、後龍溪、大安溪河口可使用機動性強之測量車搭配雷射掃瞄儀辦理地形測量，快速獲取河口地形資料與進行變遷分析。

(七)臺中海岸

臺中海岸線總長約 41 公里，潮差大，海埔地發達，沙灘粒徑細，淤泥含量高，海岸因受海峽地形的影響，故潮差特別高，屬於堆積地形，底質以沙為主，此區域坡度平緩且潮差大，許多區域於退潮時會裸露於水面之上，因此可以定翼機為載具搭配數位航測相機或空載光達於退潮時辦理水面上範圍施測，於漲潮時利用膠筏為載具搭配音束測深儀辦理水面下範圍施測；大安溪、大甲溪河口為地形變化較劇烈區域，可使用機動性強之測量車搭配雷射掃瞄儀辦理地形測量，快速獲取河口地形資料。

(八)彰化海岸

彰化海岸線總長約 61 公里，因受烏溪、濁水溪甚至大甲溪

的漂沙影響，海岸坡降極為平緩，退潮時海埔地寬達數公里，底質以泥沙為主，此區域於退潮時會有大面積沙灘裸露於水面之上，因此可以定翼機為載具搭配數位航測相機或空載光達於退潮時辦理水面上範圍施測，於漲潮時利用膠筏為載具搭配音束測深儀辦理水面下範圍施測；烏溪、濁水溪河口於暴雨或颱風過後，可使用機動性強之測量車搭配雷射掃瞄儀辦理地形測量，快速獲取河口地形資料與進行變遷分析。

(九)雲林海岸

雲林海岸線總長約 55 公里，有沙洲島群地形，以外傘頂洲最為有名，近岸屬於堆積地形，底質以沙為主，此區域坡度平緩且潮差大，許多區域於退潮時會裸露於水面之上，可以定翼機為載具搭配數位航測相機或空載光達於退潮時辦理水面上範圍施測，於漲潮時利用膠筏為載具搭配音束測深儀辦理水面下範圍施測；濁水溪、北港溪河口為地形變化較劇烈區域，於暴雨或颱風過後，可使用機動性強之測量車搭配雷射掃瞄儀辦理地形測量，快速獲取河口地形資料與進行變遷分析。

(十)嘉義海岸

嘉義海岸線總長約 41 公里，海岸曲折變化甚多，沙洲和潟湖分部較廣，屬於堆積地形，底質以沙為主，此區域坡度平緩，可選用定翼機為載具搭配數位航測相機或空載光達於退潮時辦理水面上範圍施測，於漲潮時利用膠筏為載具搭配音束測深儀辦理水面下範圍施測；北港溪、朴子溪、八掌溪河口為地形變化較劇烈區域，於暴雨或颱風過後，可使用機動性強之測量車搭配雷射掃瞄儀辦理地形測量，快速獲取河口地形資料與進行變遷分析。

(十一)臺南海岸

臺南海岸線總長約 77 公里(含臺南縣 54 公里，臺南市 23 公里)，海岸外海沙洲發達，潟湖羅列，屬於堆積地形，底質以沙為主，此區域坡度平緩，因此可以定翼機為載具搭配數位航測相機或空載光達於退潮時辦理水面上範圍施測，於漲潮時利用膠筏為載具搭配音束測深儀辦理水面下範圍施測；八掌溪、急水溪、曾文溪、鹽水溪、二仁溪河口為地形變化較劇烈區域，於暴雨或颱風過後，可使用機動性強之測量車搭配雷射掃瞄儀辦理地形測量，快速獲取河口地形資料與進行變遷分析。

(十二)高雄海岸

高雄地區海岸線長 63 公里（高雄縣 37 公里；高雄市 26 公里），為沙岸地質，此區域坡度平緩且潮差中等，水質不佳，適合以定翼機為載具搭配數位航測相機辦理水面上範圍施測；利用測量船或膠筏為載具搭配音束測深儀辦理水面下範圍施測；二仁溪、阿公店溪、高屏溪河口為地形變化較劇烈區域，於暴雨或颱風過後，可使用機動性強之測量車搭配雷射掃瞄儀辦理地形測量，快速獲取河口地形資料與進行變遷分析。

(十三)屏東海岸

屏東縣海岸線約 152 公里，地質為珊瑚礁與沙岸，該地區海岸由於海底坡降陡峻，大浪衝擊，為全省沿海地區中，侵蝕最嚴重海岸之一，大部分海岸屬墾丁國家公園範圍。珊瑚礁散佈的近岸區域，因地形與海象因素影響，極近岸對於船測具危險性，因其海水透視度良好，適合以直升機搭載測深光達進行地形測量，或以水上摩托車、遙控船等載具搭配音束測深儀，其餘近岸區對船測安全不影響，可使用測量船搭配音束測深儀辦理地形測量；

近岸陸域部分可使用定翼機或直升機搭配航拍相機施測。

(十四)澎湖海岸

澎湖群島海岸線長達 320 公里，沿海除西南、東南、東側及南側為沙質海岸，底質為岩石、珊瑚礁或碳酸鈣成份的沙（貝殼沙、珊瑚沙），其他地方為玄武岩層所組成之岩岸，珊瑚礁地形發達。地勢一般均甚平坦，海拔低者僅數公尺，高者亦只 70 公尺左右，但因海岸曲折，漁業甚為發達，漁港分佈各島。澎湖地區水質清澈，島嶼環列，適合以定翼機或直升機搭載測深光達施測水下地形，亦可以測量船搭載音束測深儀施測；近岸陸域部分可使用直升機搭配航拍相機或空載光達施測地形。

(十五)臺北海岸

臺北縣海岸線總長約 140 公里，為峽灣相間的海岸，期間夾雜少數海灣沙灘的分布，海岸因地質構造造成許多岬角和海灣交互出現，為臺灣海岸曲折度最大的區域，海水清澈，漁業發達，散佈眾多漁港。另此範圍東臨太平洋，北接東海，西濱臺灣海峽，為東北季風發達區。岩石與礁石散佈的臺北近岸區域，因地形與海象因素影響，極近岸對於船測具危險性，因其海水透視度良好，適合以直升機搭載測深光達進行地形測量，或以水上摩托車、遙控船等載具搭配音束測深儀施測，其餘近岸區對船測安全不影響，可使用測量船搭配音束測深儀辦理地形測量；近岸陸域部分因地形曲折，適合使用直升機搭配航拍相機施測。

(十六)港區

港區水域包含港區、航道、防波堤邊等區域，因涉及船隻進出，有航行安全顧慮，所以對於水下地形有更嚴格要求，適合以測量船搭載多音束測深儀進行測量，另防波堤邊測量需注意消波

塊，避免船隻與設備損傷。

三、分區測量方法彙整

(一)東部斷層海岸

東部近岸區域山海相連，瀕臨太平洋的斷層地形使的坡度極陡，因此近岸水深較其他區域深，漲退潮影響不大，且海象較穩定，適合以測量船為載具，搭配音束測深儀進行水下地形測量，惟須考量測深儀之能力是否可測較深水域；近岸陸域部分可使用定翼機或直升機搭配航拍相機施測。

(二)西部堆積海岸

臺灣西部近岸屬於堆積地形，底質以沙為主，河口範圍底質則為泥，此區域坡度平緩且潮差大，至許多區域於退潮時裸露於水面之上，因此可使用直升機為載具搭配數位航測相機於退潮時辦理水面範圍施測，另於漲潮時利用膠筏為載具搭配音束測深儀辦理水面下範圍施測；河口部分為地形變化較劇烈區域，於暴雨或颱風過後，可使用機動性強之測量車搭配雷射掃瞄儀辦理地形測量，快速獲取河口地形資料與進行變遷分析。

(三)南部珊瑚礁海岸

岩岸與礁石散佈的南部近岸區域，因地形與海象因素的影響，極近岸對於船測具有危險性，因其海水透視度良好，適合利用直升機搭載測深空載雷射掃描系統進行地形測量或以水上摩托車、遙控船等機動性強之載具搭配音束測深儀，其餘近岸區對船測安全不影響，可使用測量船搭配音束測深儀辦理地形測量；近岸陸域部分可使用定翼機或直升機搭配航拍相機施測。

(四)北部疊置海岸

此範圍東臨太平洋，北接東海，西濱臺灣海峽，為東北季風發達區。岩石與礁石散佈的臺北近岸區域，因地形與海象因素影響，極近岸對於船測具危險性，因其海水透視度良好，適合以直升機搭載測深光達進行地形測量，或以水上摩托車、遙控船等載具搭配音束測深儀施測，其餘近岸區對船測安全不影響，可使用測量船搭配音束測深儀辦理地形測量；近岸陸域部分因地形曲折，適合使用直升機搭配航拍相機施測。

(五)港區

港區水域包含港區、航道、防波堤邊等區域，因涉及船隻進出，有航行安全顧慮，所以對於水下地形有更嚴格要求，適合以測量船搭載多音束測深儀進行測量，另防波堤邊測量需注意消波塊，避免船隻與設備損傷。

第二節 查詢系統設計

本研究設計與建置一個查詢系統，它是一個互動式的系統，使用者能選擇區域（辦理測量範圍），依所選區域特性與其他因子組合，透過系統自動操作的過程回應使用者一個較佳解答，已標準化且定義好的表單，讓使用者可進行測量方法決策。

本節先闡述系統設計概念、規劃與內容，將不同的近岸測繪技術分析其適用區域，並對臺灣近岸依地理地質條件辦理分區。接著介紹查詢系統，並以查詢系統來進行資料測試，分析臺灣近岸個別地區適合以何種測繪方法辦理地形測繪，提供測試成果。

一、查詢系統設計

(一) 首頁設計概念

首頁以讓使用者感覺簡單、易上手為設計理念，主要分為地圖區、資料輸入區與成果區等三區塊（圖 4-4）。

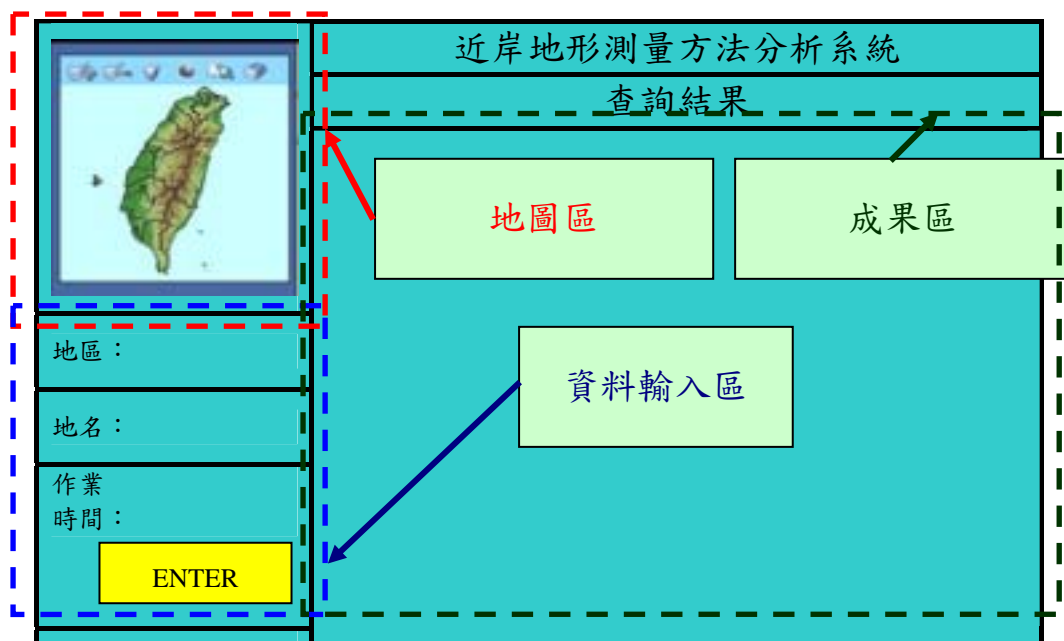


圖 4-4 查詢系統設計概念

- 1.地圖區：用以顯示所選取地名，如選取宜蘭縣，畫面會將該宜蘭縣範圍以線畫顯示。
 - 2.資料輸入區：用以輸入相關資訊，包含地區、地名與作業期程，並加入確認鍵功能，使輸入之資訊與資料庫進行連結。
 - 3.成果區：成果區為展示地區、地名與作業期程所連結之資訊與測量方法資訊，共分二層，第一層為資料輸入後會在成果區展示相關基本資訊，第二層為顯示分區測量方法建議。
- 完成之查詢系統首頁為圖 4-5。

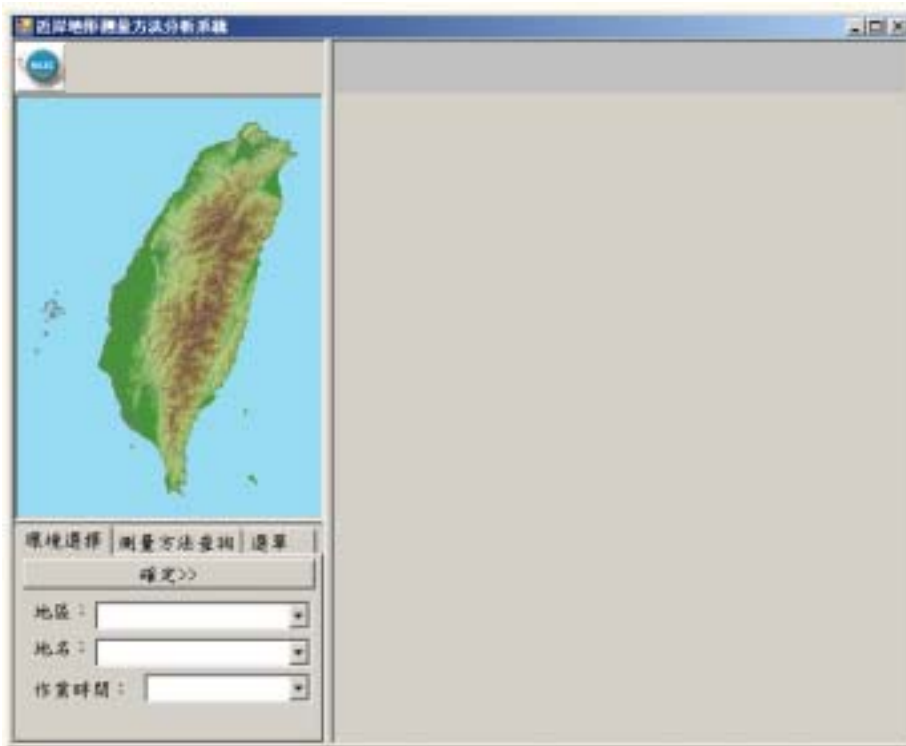


圖 4-5 查詢系統首頁

(二)環境介紹

本軟體工程環境包括作業系統，編輯軟體，編譯軟體，偵錯軟體，效能分析軟體等部分其中編輯軟體，編譯軟體，偵錯軟體，效能分析軟體可以整合性軟體系統發展環境軟體(Integrated Development Enviroment,IDE)取代。

- 1.桌上型作業系統：Microsoft Windows 系列作業系統
- 2.整合性軟體系統發展環境軟體：Visual Studio .NET 2005 的 Visual Basic 進程式之撰寫。
- 3.資料庫：Microsoft Access
- 4.編譯軟體：Visual Studio .NET 2005。
- 5.偵錯軟體：使用 Visual Studio .NET 2005 為標準偵錯軟體。
- 6.效能分析軟體：使用 IDE 所提供之效能分析功能。

(三)輸入設計

執程式後在查詢系統環境選項下有「地區」選項、「地名」選項與「作業時間」選項等三個選項。

- 1.地區選項：輸入地區則顯示表 4-2 地區表單相對應之表單，有東部斷層海岸、西部堆積海岸、南部珊瑚礁海岸、北部疊置海岸等選項（圖 4-6）。

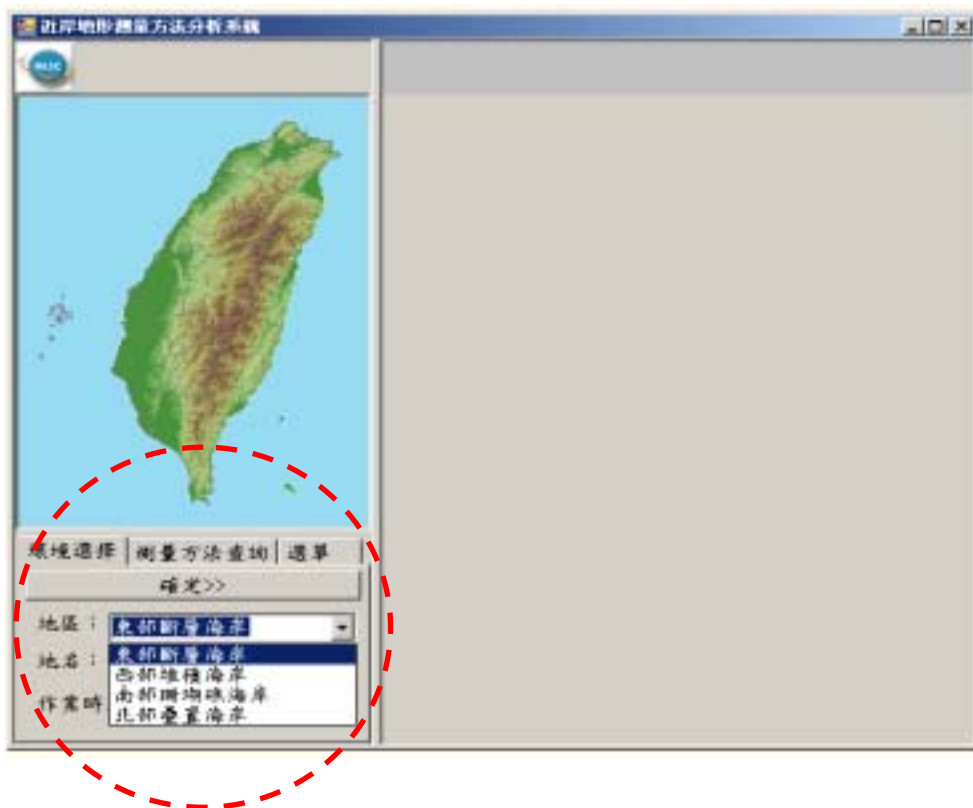


圖 4-6 環境選項-地區

2.輸入地名則顯示表 4-3 地名表單相對應之表單，有宜蘭縣、花蓮縣、臺東縣（東部斷層海岸）；桃園縣、新竹縣、苗栗縣、臺中縣、彰化縣、雲林縣、嘉義縣、臺南縣、高雄縣（西部堆積海岸）；屏東縣、澎湖縣（南部珊瑚礁海岸）；臺北縣（北部疊置海岸）等選項（圖 4-7）。

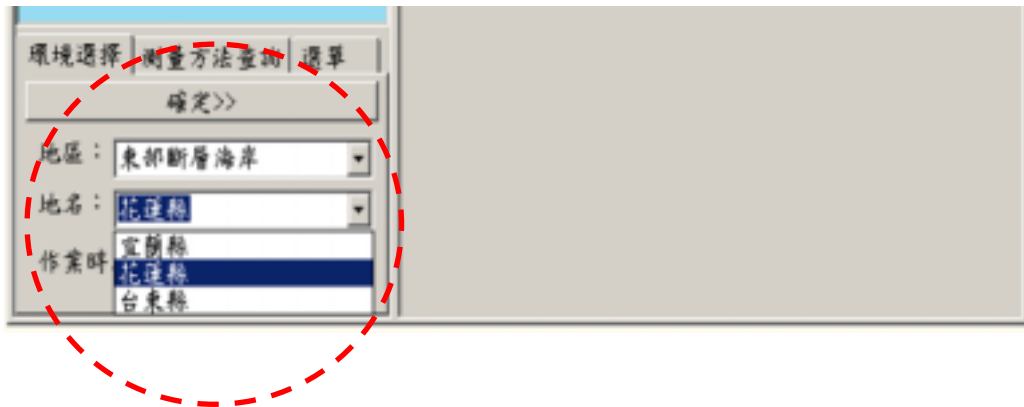


圖 4-7 環境選項-地名

3.作業時間如為 4-9 月間，則顯示表 4-4 表單相對應之表單，有 10 月-3 月、4 月-9 月與跨越等選項（圖 4-8）。

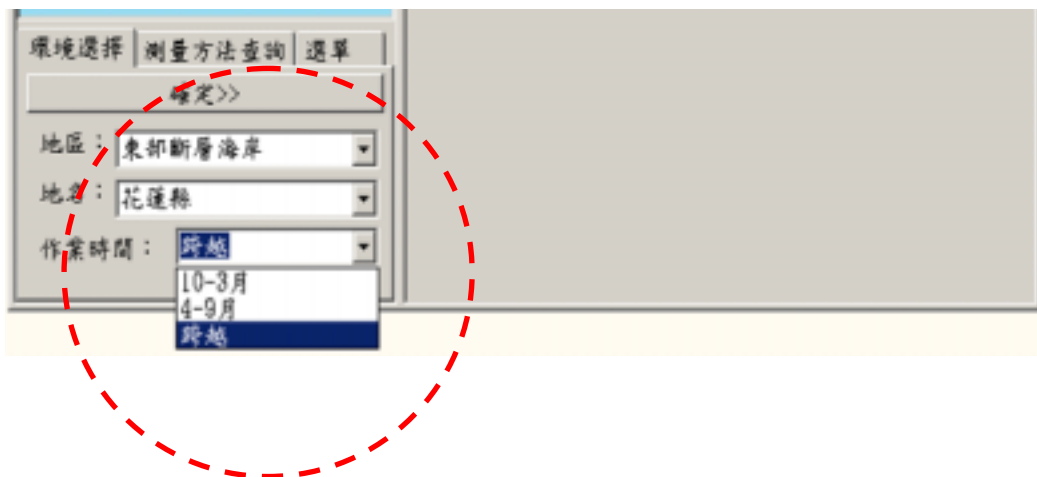


圖 4-8 環境選項-作業時間

以地區：東部斷層海岸；地名：花蓮縣；作業時間 12 月至翌年 8 月為例，輸入後顯示如圖 4-9 所示畫面。



圖 4-9 查詢系統輸入畫面

(四)查詢設計

按確認鍵則呈現表 4-5 之表單資訊，如圖 4-10 所示。

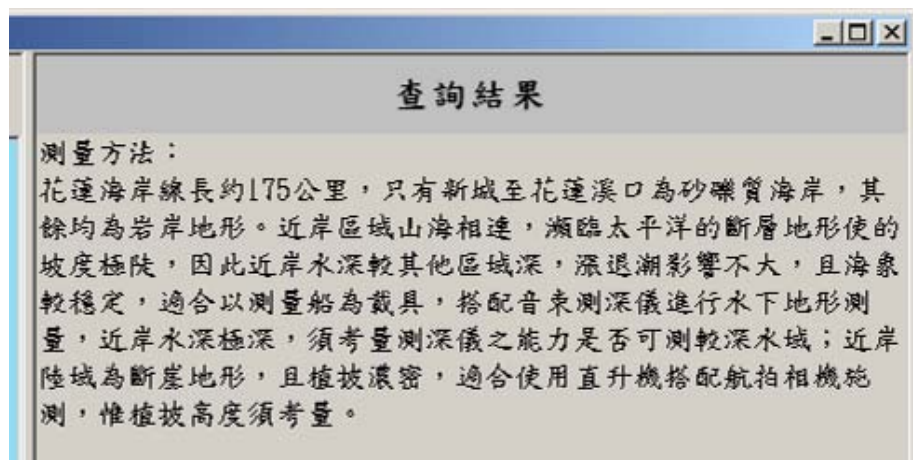


圖 4-10 查詢系統成果展示畫面

二、表單設計

依據查詢系統設計概念，需設計地區表單（東部斷層海岸、西部堆積沙岸、南部珊瑚礁海岸與北部疊置海岸）、地名表單（沿海縣市）、作業期程表單與分區測量方法表單 4 種，表單於查詢系統之運作流程如圖 4-11 所示。

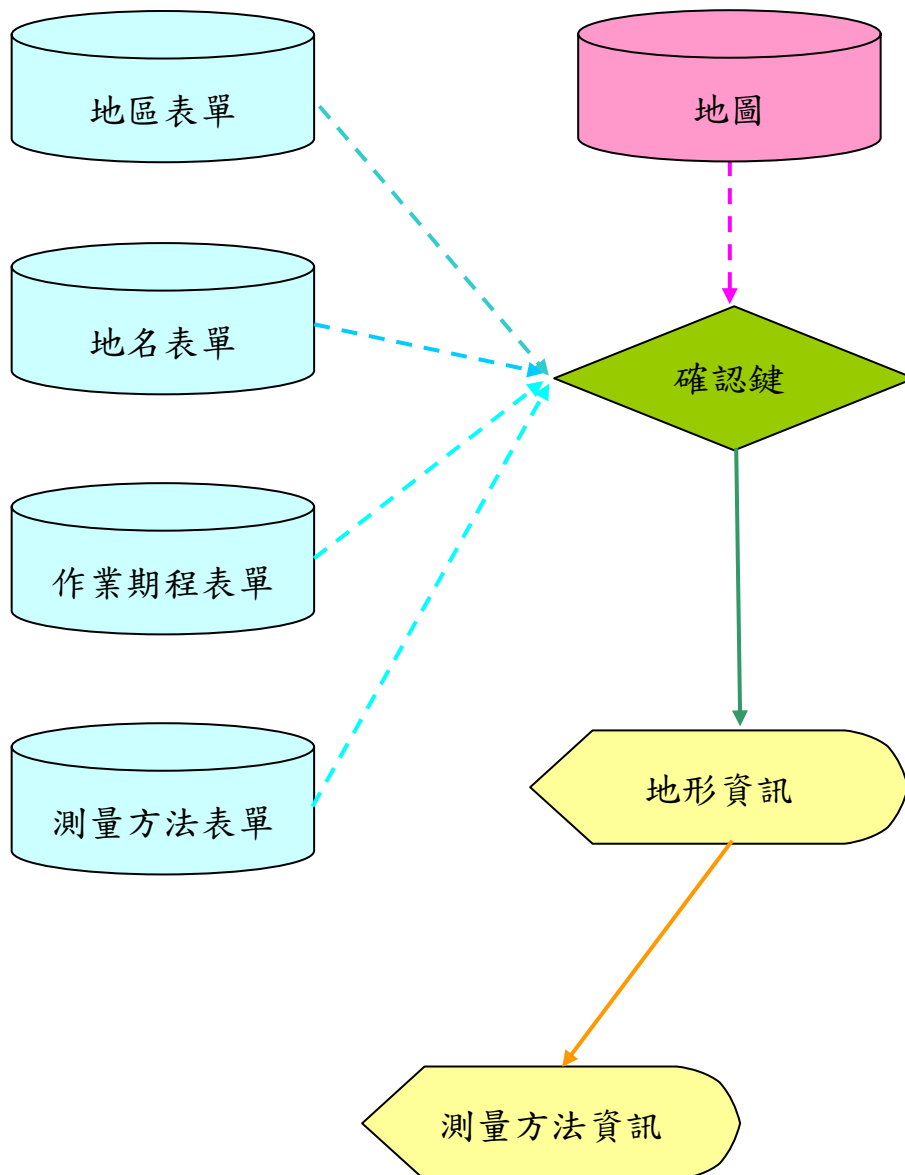


圖 4-11 表單於系統之運作流程

表單設計與內容概要如表 4-2、4-3、4-4 與表 4-5，完整表單於附錄三。

(一)地區表單

表 4-2 地區表單

地區	表單資訊
東部斷層海岸	東部海岸地區範圍包括宜蘭、花蓮與臺東海岸地區，是太平洋西緣菲律賓板塊與歐亞大陸板塊碰撞後所形成的陸地，加上河流及海浪之侵蝕作用，在東部海岸地區形成了變化多端的地形地質景觀。此區範圍濱臨太平洋，山脈逼近海岸，腹地狹窄，海浪侵蝕作用隨處可見，北起臺北縣三貂角，分成數段往南延伸，大致都成平直的斷層海岸，除了蘭陽平原為沙岸與部分河口有河沙堆積成扇狀三角洲，及花東海岸有數段較平坦的隆起海岸階地外，大部分為陡崖地形。

(二)地名表單

表 4-3 地名表單

地名	表單資訊
宜蘭縣	宜蘭海岸北起三貂角南至和平溪口，海岸線總長約 106 公里，係由蘭陽溪供應沙源所形成之一個平直略為內凹弧形海岸，除外澳至蘇澳間為沙質海岸外，多屬岩石海岸。有南方澳、烏石、大溪第一、大溪第二、梗枋、石城、大里、粉鳥林、南澳、桶盤堀、蕃薯寮等 11 個漁港。

(三)作業期程表單

表 4-4 作業期程表單

月份	表單資訊
10-3	東北季風：從秋冬交替時候一直到隔年的春夏交替時節結束，時間長達半年且強度強，影響海測作業時間。

(四)測量方法表單

表 4-5 測量方法表單

地名	表單資訊
宜蘭縣	宜蘭海岸線長約 106 公里，係由蘭陽溪供應沙源所形成之一個平直略為內凹弧形海岸，除外澳至蘇澳間為沙質海岸外，多屬岩石海岸。近岸區域山海相連，瀕臨太平洋的斷層地形使的坡度極陡，因此近岸水深較其他區域深，漲退潮影響不大，且海象較穩定，適合以測量船為載具，搭配音束測深儀進行水下地形測量，惟須考量測深儀之能力是否可測較深水域；近岸陸域部分因地形曲折且海陸交接區地形高差大，適合以直升機搭配航拍相機施測。

第三節 成果展示

本研究查詢系統輸入與展示成果將於附錄三展示，本節只挑選東、西、南、北各一縣市與漁港區展示，如圖4-12至圖4-21。



圖4-12 查詢系統輸入-臺東縣



圖4-13 查詢成果-臺東縣



圖4-14 查詢系統輸入-彰化縣



圖4-15 查詢成果-彰化縣



圖4-16 查詢系統輸入-屏東縣



圖4-17 查詢成果-屏東縣



圖4-18 查詢系統輸入-臺北縣



圖4-19 查詢成果-臺北縣



圖4-20 查詢成果-漁港

第五章 結論與建議

第一節 結論

- 一、臺灣西部近岸屬於堆積地形，底質以沙為主，河口範圍底質則為泥，此區域坡度平緩且潮差大，至許多區域於退潮時裸露於水面之上，因此可使用直升機為載具搭配數位航測相機於退潮時辦理水面範圍施測，另於漲潮時利用膠筏為載具搭配音束測深儀辦理水面下範圍施測；河口部分為地形變化較劇烈區域，於暴雨或颱風過後，可使用機動性強之測量車搭配雷射掃瞄儀辦理地形測量，快速獲取河口地形資料與進行變遷分析。
- 二、岩岸與礁石散佈的北部與南部近岸區域，因地形與海象因素的影響，極近岸對於船測具有危險性，因其海水透視度良好，適合利用直升機搭載測深空載雷射掃描系統進行地形測量或以水上摩托車、遙控船等機動性強之載具搭配音束測深儀，其餘近岸區對船測安全不影響，可使用測量船搭配音束測深儀辦理地形測量；近岸陸域部分可使用定翼機或直升機搭配航拍相機施測。
- 三、東部近岸區域山海相連，瀕臨太平洋的斷層地形使的坡度極陡，因此近岸水深較其他區域深，漲退潮影響不大，且海象較穩定，適合以測量船為載具，搭配音束測深儀進行水下地形測量，惟須考量測深儀之能力是否可測較深水域；近岸陸域部分可使用定翼機或直升機搭配航拍相機施測。
- 四、澎湖地區水質清澈，島嶼環列，底質為岩石、珊瑚礁或碳酸鈣成份的沙（貝殼沙、珊瑚沙），適合以定翼機或直升機搭載測深光達施測水下地形；近岸陸域部分可使用定翼機或直升機搭配航拍

相機或空載光達施測地形。

- 五、本研究所開發之近岸地形測量方法分析系統，架構於一般電腦上，以簡單、人性化、開放性、具備未來擴充性的思維建立，提供任何使用者可將其蒐集之資訊置入，可發展成為個人近岸地形測量資訊使用介面。
- 六、港區水域包含港區、航道、防波堤邊等區域，因涉及船隻進出，有航行安全顧慮，所以對於水下地形有更嚴格要求，適合以測量船搭載多音束測深儀進行測量，另防波堤邊測量需注意消波塊，避免船隻與設備損傷。
- 七、近岸地形測量因受限於地形與海象因素，需結合不同載具搭配不同設備方能完成，國內海域測量在政府積極推動海洋政策下，廠商投資引進新設備的意願較以前為高，諸如多音束測深儀、雷射掃瞄儀、空載光達、空載測深光達、數位航測相機等高單價、高精度設備紛紛引進，對於海洋測量發展與早日完成海洋圖資建立有正面助益。

第二節 建議

- 一、海域區域土地使用需建立於完整地形圖資下，如此一來，可提供國土規劃、養殖管理、觀光遊憩設計及航行安全使用，將能有效延續國土規劃與生態保育。海域地形圖資進一步可擴展做為生態保育與環境維護參考基礎，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、有效利用與管理海洋非生物資源以兼顧資源開發與生態環境。因此，海洋地形基本圖資的建立有其急迫性與必要性，以有效的進行國土規劃及各類環境影響評估。近年來，內政部地政司與本中心積極展辦海域及近岸基本圖資測製建立工作，至 96 年止，已辦理 2320 平方公里範圍（含已辦竣及進行中面積），完成部分面積只佔我國海域面積極少比例，仍需積極擬定相關中長期計畫，持續辦理圖資建置，以作為國土管理維護依據。
- 二、海域國土之調查應用為國家海洋政策之重點，特別是海岸及近岸地區之國土規劃、管理及資源開發等，亟需取得高精度高解析度的岸際及近岸地形資料。以往受限於近岸水深之傳統測量技術限制，不僅具較大之危險性且花費龐大又難以有效取得正確資訊，目前各種困難在政府與業界合作下正逐一克服中，惟仍有部分阻礙。如空載測深光達技術可快速辦理海水透視度良好區域水下地形測量，對於臺灣北部、南部與澎湖近岸地形測量是最佳方法，惟其設備單價過高，民間業者引進有其困難，如能動用政府資源引進設備，以快速獲得完整精確的近岸地形資料，完整國土測量。
- 三、海域地形圖資建置工作是一項龐大的支出，當然須透過政府以計畫方式，逐年逐區建立並適時予以更新，然在國家預算吃緊情形

下，如何在現實面以有效的方式來整合各不同單位的測量成果為當務之急，各級政府、民間機關與許多學術單位基於不同使用目的，小範圍且分散地辦理地形圖資測量，這些測量成果因未透過有系統有計畫的展辦，使得成果內容侷限於小眾使用，而無法提供他人使用。且散佈於各單位的海域地形資料，尚無一個專責機關來進行統合整理，以致重複測量、重複調查的現象屢見不鮮，結果只是人力與資源的浪費。為避免造成許多工作重複辦理、浪費資源、資料無法有效整合，對於國家海域地形基本圖資建置並無助益，亟需建立一個整合各單位地形資料成果流通平台，將散佈各單位資料整合提供各界使用，以節省公帑與民間業者相關經費支出，因此須儘快整合近岸海域基本地形圖圖資規格，以利相關圖資整合利用。

四、由野外調查發現臺灣海岸之美，臺灣具備優良的海岸景觀，綿長的海岸線環繞，秀麗的海岸景觀足以成為觀光島條件，其中北部疊置海岸大部分為火成岩、沈積岩與變質岩組成的岩岸，如野柳、和平島；東部海岸與太平洋相鄰、石梯坪、三仙台皆為著名景點，並有著名斷崖地形（蘇花公路附近）；南部海岸為珊瑚礁構成的礁岸，西部海岸沿海平原較為寬廣，海岸坡度平緩，又多各大河川攜帶漂沙入海，堆積於近岸地區，造成平直的沙岸，如彰雲地區潮間帶、外傘頂洲等。如此多變的海岸景觀適合發展近岸觀光遊憩，近岸地形圖資可提供各海岸風景區設計規劃，並可提供旅遊導覽手冊或摺頁等加值應用。

附錄一 野外調查相片



斷層海岸



斷層海岸



堆積海岸



堆積海岸



珊瑚礁海岸



珊瑚礁海岸



疊置海岸



疊置海岸

附錄二 調查問卷

「近岸地形測繪方法最佳化研究」問卷

.....
填表人：洪志偉

單位名稱：詮華工程顧問有限公司 職稱：海測部經理

聯絡電話：02-26439699#111 電子信箱：hgw@gtb.com.tw

傳真號碼：02-26439599
.....

一、測量設備（設備名稱、精度、效率、費用）、成果精度、執行限制調查。

貴公司（單位）擁有（或租用）之近岸測量設備資訊：

設備名稱（一）RESON SEABAT 8124 多音束測深機*2套

（1）精度：符合 IHO 精度規範。

（2）效率：80 個音束、涵蓋 120 度之範圍(約 3.4 倍水深)，最深可至水深 300m(依作業環境而異)，若依船速 6 節計算，則為 10km/hr。

（3）費用：3500~4500 元/km，每日基本費用至少 25 萬元/日，(需依作業區域、作業深度、涵蓋率而異)。

（4）成果精度：符合 IHO 精度規範。

（5）執行限制：水深不可小於 5m 或太深超過儀器性能。

設備名稱（二）Kongsberg EA400P 雙頻單音束測深機*1套

（1）精度：1cm(200kHz)、5cm(38kHz)。

（2）效率：最深可測至水深約 1500m(依作業環境而異)，若依船速 6 節計算，則為 10km/hr。

（3）費用：一般測區(水深-5m~-300m)1500 元/km；深海測區(水深-300m~-1500m)1700 元/km；近岸潮間帶測區(水深<-5m)2000 元/km，(尚需依作業區域環境、測線間距而定)。

（4）成果精度：符合 IHO 精度規範。

（5）執行限制：水深不可小於 2m(航行安全)或太深超過儀器性能。

設備名稱（三）RESON NaviSound 215 雙頻單音束測深機*2套

（1）精度：1cm(200kHz)、7cm(33kHz)。

（2）效率：最深可測至水深約 600m(依作業環境而異)，若依

船速 6 節計算，則為 10km/hr。

- (3) 費用：一般測區(水深-5m~-300m)1500 元/km，近岸潮間帶測區(水深<-5m)2000 元/km，(尚需依作業區域環境、測線間距而定)。
- (4) 成果精度：符合 IHO 精度規範。
- (5) 執行限制：水深不可小於 2m(航行安全)或太深超過儀器性能。

設備名稱 (四) ATLAS DESO-14單音束測深機*3套

- (1) 精度：1cm(210kHz)。
- (2) 效率：最深可測至水深約 100m(依作業環境而異)，若依船速 6 節計算，則為 10km/hr。
- (3) 費用：一般測區(水深-5m~-300m)1500 元/km，近岸潮間帶測區(水深<-5m)2000 元/km，(尚需依作業區域環境、測線間距而定)。
- (4) 成果精度：符合 IHO 精度規範。
- (5) 執行限制：水深不可小於 2m(航行安全)或太深超過儀器性能。

設備名稱 (五) 航測專用數位相機Z/I DMC

- (1) 精度：全色態影像：焦距 120mm、大小 13824 x 7680pixels；多光譜影像：焦距 25mm(RBG & NIR)、大小 2048 x 3072 pixels，像元大小：12 μ m，輻射解析度：12bit。
- (2) 效率：視野範圍：69.3° x 42°。
- (3) 費用：航拍：臺灣東岸 10500 元/km；臺灣西岸 9500 元/km；製圖：若依 1/2500 比例製圖，2500 元/公頃，基本作業費用為 40 萬元。
- (4) 成果精度：依航拍比例而有所不同。
- (5) 執行限制：拍攝潮間帶區域需選擇退潮時間。

二、其它建議：無

「近岸地形測繪方法最佳化研究」問卷

.....
填表人：藍國華

單位名稱：自強工程顧問有限公司 職稱：副總經理

聯絡電話：02-22252200 電子信箱：blue@strongco.com.tw

傳真號碼：02-32349980
.....

一、測量設備（設備名稱、精度、效率、費用）、成果精度、執行限制調查。

貴公司（單位）擁有（或租用）之近岸測量設備資訊：

設備名稱(一): Kongsberg-SIMARD EM2000 多音束測深系統

- (1) 精度: Depth Resolution 1cm。
- (2) 效率: Ping Rate: 10Hz。
- (3) 費用:
- (4) 成果精度: 符合 IHO 特等規範。
- (5) 執行限制: 250m 以淺。

設備名稱(二): GeoSwath plus 多音束測深系統。

- (1) 精度: Depth Resolution 6mm。
- (2) 效率: Ping Rate: 5Hz。
- (3) 費用:
- (4) 成果精度: 符合 IHO 特等規範。
- (5) 執行限制: 200m 以淺。

設備名稱(三): 遙控船測深系統

- (1) 精度: 2CM。
- (2) 效率: Ping Rate: 1Hz。
- (3) 費用:
- (4) 成果精度: 符合 IHO 特等規範。
- (5) 執行限制: 200m 以淺。

設備名稱(四): ODOM 單音束測深系統

- (1) 精度: 1CM。
- (2) 效率: Ping Rate: 5Hz。
- (3) 費用:
- (4) 成果精度: 符合 IHO 特等規範。
- (5) 執行限制: 200m 以淺。

設備名稱(五): InnerSpace 雙頻單音束測深系統

- (1) 精度: 1CM。
- (2) 效率: Ping Rate: 5Hz。
- (3) 費用:
- (4) 成果精度: 符合 IHO 特等規範。
- (5) 執行限制: 1025m 以淺。

設備名稱(六): Edgetech 4200FS Side Scan Sonar System(雙頻數位式側掃聲納)

- (1) 精度: 1600pixel 解析度。
- (2) 效率: Ping Rate: 10 Hz。
- (3) 費用:
- (4) 成果精度:
- (5) 執行限制: 10-250M。

設備名稱(七): Riegl LMS-Z420i Laser Scanner(雷射掃瞄儀)

- (1)精度: 8 mm (單次);4 mm (平均)。
- (2) 效率: 11000 點/秒。
- (3) 費用:
- (4) 成果精度:
- (5) 執行限制: 2-1000M。

二、其它建議：無

「近岸地形測繪方法最佳化研究」問卷

.....
填表人：鄭鼎耀

單位名稱：中興測量有限公司 職稱：測量技師

聯絡電話：04-22242788 EXT 40 電子信箱：dyj@chsurvey.com.tw

傳真號碼：04-22242168
.....

一、測量設備（設備名稱、精度、效率、費用）、成果精度、執行限制調查。

貴公司（單位）擁有（或租用）之近岸測量設備資訊：

設備名稱（一）ODOM Hydrotrac 測深儀

（1）精度：

水平精度： $\pm 2\sim 5$ cm (RTK)

$\pm 0.5\sim 1$ m (DGPS)

測深精度： $0.01\text{m}\pm 0.1\%$ depth

（2）效率：類比及數位輸出、測深範圍 0m~150m。

（3）費用：以施測距離計價，700-1000 元/公里。

（4）成果精度：可達 IHO 特級精度，網格間距以測線間距為主。

（5）執行限制：

a. 正常規劃測深航線易受臺灣沿海地區養殖業興盛影響（如蚵架密佈地區），致無法獲取完整水深資料，僅能依蚵架或水上阻隔物間之水道進行船載測深工作。

b. 受測量船迴轉半徑、碎波影響及近岸邊潮汐影響致海水深度不足，測量船隻掛載之測深儀無法相當接近岸邊，致資料蒐集不完整。

設備名稱（二）SHOALS-1000T（租用自 Optech Co. CANADA）

（1）精度： 1σ (IHO Order 1)

水平精度： ± 4 m (DGPS)

± 2.5 m (KGPS)

垂直精度： ± 25 cm

（2）效率：

a. 13 平方公里/小時：航高 400 公尺，航速 124 海浬/小時。

- b.70 平方公里/小時:航高 400 公尺,航速 180 海浬/小時。
 - c.最大可測深度 50 公尺;最小可測深度 0.2 公尺。
 - d. 脈衝率: 海域用 1,000 點/秒;陸域用 10,000 點/秒。
- (3) 費用: 租用費用為美金 100,000 元,另須增加飛航載具租賃費用;若採儀器購置方式,則儀器費用約為美金 3,000,000 元,另須購置處理軟體及飛行載具加改裝費用。
- (4) 成果精度: 可達 IHO Order 1 精度,點位密度為 2 x 2 公尺至 5 x 5 公尺(依規劃掃描成果)
- (5) 執行限制:
- a.受限於測區海水清澈度影響,清澈度高可達最大可測深度,然若海水混濁則可能無法獲取任何測深資料,因此測區之海水透視度調查為首要工作。
 - b.最大可測深度為 50 公尺,因此在臺灣東部沿海地區因海底地形陡降,海水深度低於 50 公尺之區域範圍狹小,資料蒐集效能降低。
 - c.儀器費用高昂且須裝載於航空載具上,須經我國民航局核可飛行載具加改裝申請後方可施作,且飛航時亦受特殊地區飛航管制影響,如軍事管制區。

設備名稱 (三) ALTM 空載陸域雷射掃描儀

- (1) 精度:
- 水平精度: $\pm 1/3,000 \times$ 航高
 - 垂直精度: $\pm 15\text{cm}$
- (2) 效率:
- a.雷射掃描速率: 70kHz (每秒 70,000 點)。
 - b.最大掃描角 (FOV): $\pm 25^\circ$ 。
 - c.最大可離地高度 3,000 公尺。
 - d.可搭配數位相機。

(3) 費用：依據航高及飛航掃描範圍而定。

中興測量有限公司空載雷射掃描作業價格表(100平方公里以內)							
工作項目	20平方公里—100平方公里			20平方公里以下		備註	
	單位	基本費	單價(元)	單位	單價(元)		
飛航掃描	北區	Km ²	400,000	20,000	式	800,000	飛航高度依計畫決定
	中區	Km ²	500,000	20,000	式	900,000	
	南區	Km ²	600,000	20,000	式	1,000,000	
	東區	Km ²	700,000	20,000	式	1,100,000	
DSM生產	Km ²	N/A	4,000	Km ²	4,000	2mX2m	
DEM生產	Km ²	N/A	7,000	Km ²	7,000	2mX2m	
1/1000正射影像(含DEM)製作	Km ²	N/A	12,000	Km ²	12,000	DEM為2mX2m	
1/5000正射影像(含DEM)製作	Km ²	N/A	10,000	Km ²	10,000	DEM為5mX5m	
1/10000正射影像(含DEM)製作	Km ²	N/A	8,000	Km ²	8,000	DEM為10mX10m	
備註	1.作業面積50平方公里以下標準作業時程為30個工作天(但不含航拍掃描時程)。 2.作業區域地表高程以1,000公尺以下為原則，1,000~2,000公尺每平方公里單價增加30%，2,000~3,000公尺每平方公里單價增加50%，3,000公尺以上每平方公里單價增加100%。 3.另有特殊精度或產品需求者，其作業單價另議。 4.以上價格不含稅。						

中興測量有限公司空載雷射掃描作業價格表(100平方公里以上)	
工作項目	1.飛航掃描(含地面GPS主站、軌跡計算、空中三角計算、點雲計算等) 2.DSM及DEM(5mX5m)(含航帶檢查、點雲過濾等) 3.正射影像製作(影像像元大小為50cm，含影像糾正鑲嵌調色)
100-500平方公里	30,000元/平方公里
500-1,000平方公里	25,000元/平方公里
1,000平方公里以上	20,000元/平方公里
備註	1.作業區域地表高程以1,000公尺以下為原則，1,000~2,000公尺每平方公里單價增加30%，2,000~3,000公尺每平方公里單價增加50%，3,000公尺以上每平方公里單價增加100%。 2.另有特殊精度或產品需求者，其作業單價另議。 3.以上價格不含稅。

(4) 成果精度：搭配數位相機立體測圖，可達 1/1,000 地形圖精度，雷射點密度為 1pt/平方公尺以上，裸露地高程精度為±15cm。

(5) 執行限制：

a.海陸交界部分須配合潮汐時間進行飛航掃描，以求取最大掃描範圍。

b.於水體無法反射雷射光束，故無水體高程資料。

c. 飛航時亦受特殊地區飛航管制影響，如軍事管制區。

二、其它建議：

- (一) 臺灣地區為海島型國家，海岸線冗長，以往受海岸區域管制之影響，國內海圖主要是由海軍負責水道測量與海圖之製作與提供，但由於國防任務需要及受限於人力與量測船隻設備等因素，其所作海底地形量測工作之範圍概為臺灣四周海域離岸 20 哩以內及國內重要商港與軍港之海底地形水深之量測與海圖製作。而一般近岸淺水地區，並無相關海圖資料或列有計畫進行施測，故目前使用之海圖實無法完全涵蓋臺灣四周海域地形。海圖水深測量之施測頻率通常為十年左右重測乙次，環境影響評估或工程規劃及設計之水深測量頻率通常為每年兩次(春及秋季各一次)，然而若為更瞭解海岸變遷之原因或防範海岸災害，其施測頻率則需加測颱風前後之水深及其變化，以確實瞭解風浪對水深之影響及其工作機制，才可能預估颱風對海岸地形之影響，進而從事海岸災害之防範。因此有必要規劃完整的海岸線及海圖測製計畫及規劃，提供相關單位研擬減災防災規劃。
- (二) 測量技術日新月異，國內水深測量大多是以漁船或遊艇，更淺的水域則以船筏為載具，配合測深儀來量測之，或利用無人載具遙控船進行施測。而測深空載雷射掃描技術於 1970 年代分別在美國、加拿大及澳洲等國建立第一套成功之系統，整個系統發展至今有三個主要商業操作系統，依序為加拿大 Optech 的 Scanning Hydrographic Operational Airborne Lidar Survey (SHOALS)、澳洲 Tenix 的 Laser Airborne Depth Sounder (LADS) 及 Optech/Saab 的 Hawk Eye。測深空載雷射掃描系統已經被證實為一個精確、有效益、快速、彈性且安全之方法。相較於傳統聲納測深系統需較費時或甚至無法到達之區域如淺水或多岩礁近岸等，均可利用測深空載雷射掃描系統進行有效率的量測。建議國家增列推動測深空載雷射掃描技術發展相關計畫及經費，有利於推動國內民間引進測深空載雷射掃描技術，促進國內相關科技發展，並提昇海域測深精度及效率。

- (三) 有鑑於採用測深空載雷射掃描技術，因此對臺灣沿海區域透視度調查為首要目標，以提供測深空載雷射掃描應用範圍之確認，避免浪費無效之飛航掃描資料蒐集作業。因此建議在測深空載雷射掃描相關計畫推動之前或同時仍應執行透視度調查工作。
- (四) 傳統測深儀於極近岸地區無法獲得有效之測深資訊，因此應規劃結合其他可靠測量方法，如地形測量、航空攝影測量或陸域空載雷射掃描等測量方式，以提供完整海岸近岸資訊，同時也有助提昇海岸變遷監控及海岸地區減災防災計畫之推動。

附錄三 查詢表單

一、地區表單

地區	表單資訊
東部斷層海岸	<p>東部海岸地區範圍包括宜蘭、花蓮與臺東海岸地區，是太平洋西緣菲律賓板塊與歐亞大陸板塊碰撞後所形成的陸地，加上河流及海浪之侵蝕作用，在東部海岸地區形成了變化多端的地形地質景觀。此區範圍濱臨太平洋，山脈逼近海岸，腹地狹窄，海浪侵蝕作用隨處可見，北起臺北縣三貂角，分成數段往南延伸，大致都成平直的斷層海岸，除了蘭陽平原為沙岸與部分河口有河沙堆積成扇狀三角洲，及花東海岸有數段較平坦的隆起海岸階地外，大部分為陡崖地形。</p>
西部堆積海岸	<p>臺灣西部海岸從淡水河南岸起包括桃園、新竹、苗栗、臺中、彰化、雲林、嘉義、臺南與高雄海岸地區，此區域沿海平原較為寬廣，海岸平緩又多各大河川攜帶漂沙入海，堆積於近岸地區，造成平直的沙岸，復因臺灣各主要河流中於本區，河流沖刷之泥沙堆積作用，造成坡度極緩的沙質或泥質海岸，如彰雲地區潮間帶、外傘頂洲等。海岸線單調無變化，沙灘、沙丘、沙洲、瀉湖...等羅列散佈，復因潮差大，致彰、雲、嘉一帶的潮汐灘地於退潮時更延綿數公里之遙。</p>
南部珊瑚礁海岸	<p>南部珊瑚礁海岸包括屏東與澎湖海岸地區，屏東海岸地區西自屏東楓港，東至旭海，此區域日光充足，水質清澈，珊瑚礁發達，另由於地殼上升，使原本位在海底的珊瑚礁凸出海面，逐漸形成隆起的珊瑚礁臺地，沿海因海蝕作用，海蝕溝、海蝕柱、海蝕壺穴遍佈，又有許多造型奇特的珊瑚礁岩塊，如船帆石等，均為天然的地景資源，以墾丁半島為代表。澎湖群島港口居全臺之冠，其地質主要為玄武岩，水質清澈，海岸地區珊瑚礁發達，珊瑚與貝類細屑形成美麗的貝殼沙灘。</p>

北部 疊置 海岸	西起淡水河口，繞經臺灣最北端的富貴角，東迄三貂角，總長約 140 公里，淡水河北側近岸地區，都是由火山岩屑堆積物所構成的，是故在淡水河北岸大都為地形陡峭之岩岸地形。此一峽灣相間的海岸，期間夾雜少數海灣沙灘的分布，如白沙灣。海岸因地質構造，造成許多岬角和海灣交互出現，為臺灣海岸曲折度最大的區域，海水清澈，漁業發達，散佈眾多漁港。此範圍東臨太平洋，北接東海，西濱臺灣海峽，為東北季風發達區，因風、浪因素造成海蝕地形發達。
----------------	---

二、地名表單

地名	表單資訊
宜蘭縣	宜蘭海岸北起三貂角南至和平溪口，海岸線總長約 106 公里，係由蘭陽溪供應沙源所形成之一個平直略為內凹弧形海岸，除外澳至蘇澳間為沙質海岸外，多屬岩石海岸。有南方澳、烏石、大溪第一、大溪第二、梗枋、石城、大里、粉鳥林、南澳、桶盤堀、蕃薯寮等 11 個漁港。
花蓮縣	花蓮海岸多屬峭壁，長約 175 公里，計有秀姑巒溪、花蓮溪、和平溪在此出海，只有新城至花蓮溪口為沙礫質海岸，其餘均為岩岸地形，因面臨太平洋，受深海陡峻海床坡度及板塊造山活動仍持續擠壓上昇之雙重影響，並受強風巨浪直接衝擊，使海岸線呈全面性後退。有花蓮、石梯、鹽寮等 3 個漁港。
臺東縣	臺東海岸長約 172 公里，有卑南溪、秀姑巒溪在此出海，成功以北為岩岸成功以南為沙岸地形，而岩質海岸，常有海坪的存在，其上可見海浪侵蝕造成的谷道與被河水切割而成的方形石塊，海岸雖受太平洋深海波浪直接衝擊，而有侵蝕現象，但其程度並不嚴重。有伽藍、大武、小港、新港、金樽、綠島、長濱、烏石鼻、新蘭、公館、溫泉、中寮、朗島、開元港等 14 個漁港。

桃園縣	桃園海岸線總長約 39 公里，屬礫沙質海岸。白玉、下埔一帶已往有連續性之沙丘與極茂密防風林，不易為潮浪侵襲，沙丘地形發達。有竹圍、永安等 2 個漁港。
新竹縣市	新竹海岸介於福興溪及鹽港溪之間，海岸線總長約 28 公里，其特性為潮差大，擁有廣大的潮間帶，惟多處海岸線後退、防風林崩失。有新竹、海山、坡頭等 3 個漁港。
苗栗縣	苗栗海岸介於鹽港溪及大安溪之間，海岸線總長約 50 公里。後龍、通霄間有外海沙洲，外埔以南海埔地發，通霄、苑裡一帶由飛沙形成低沙丘，植有防風林定沙，但見侵蝕現象，竹南中港溪口有紅樹林。有公司寮、外埔、苑裡、龍鳳、通霄、苑港、青草、塹仔頭、福寧、南港、白沙屯、新埔等 12 個漁港。
臺中縣	臺中海岸介於大安溪及烏溪之間，海岸線總長約 41 公里。北段海岸本為大安溪與大甲溪河口掌狀沖積平原，潮差大，海埔地發達，海埔地寬、沙粒徑細，淤泥含量愈高；南段海岸則屬烏溪口之沼澤區，因受海峽地形的影響，潮差大。有梧棲、五甲、松柏、北汕、塹寮、麗水等 6 個漁港。
彰化縣	由烏溪至濁水溪之間的彰化海岸，海岸線總長約 61 公里，有一彰濱工業區，因受烏溪、濁水溪甚至大甲溪的漂沙影響，形成隆起形沖積平原，海灘坡降極為平緩，退潮時海埔灘地寬達 5 公里。有王功、崙尾灣等 2 個漁港。
雲林縣	濁水溪與北港溪之間的雲林海岸，海岸線總長約 55 公里，有一麥寮工業區，近年來由於沙源減少，各沙洲島群亦已逐漸消退或完全消失，其中以三條崙與外傘頂洲消失部分面積最為可觀。有臺子村、金湖、箔子寮、三條崙、臺西、五條港等 6 個漁港。

嘉義縣	<p>嘉義海岸位於北港溪及八掌溪之間，海岸線總長約 41 公里，嘉義海岸曲折變化甚多，東石一帶受北港溪及外傘頂洲外海波浪折繞射影響，南側則受八掌溪排沙影響，形成沙洲和潟湖分佈極廣的布袋泊地。有布袋、東石、副瀨、好美里、下庄、網寮、塭港、鰲鼓、白水湖等 9 個漁港。</p>
臺南縣市	<p>臺南海岸位於八掌溪及二仁溪之間，海岸線總長約 77 公里(含臺南縣 54 公里，臺南市 23 公里)，本段海岸外海沙洲發達，計有海汕洲、王爺港洲、青山港洲、網子寮洲、頂頭額汕及浮崙汕等，多由曾文溪及其他水溪輸沙形成，沙洲成線狀羅列。有四草、安平、將軍、馬沙溝、青山、北門、下山、蚵寮等 8 個漁港。</p>
高雄縣市	<p>高雄地區海岸線長 63 公里（高雄縣 37 公里；高雄市 26 公里），有一國際港-高雄港，有二仁溪、阿公店溪、高屏溪從此範圍出海，為沙岸地質。有前鎮、鼓山、中洲、旗后、上竹里、小港、大汕頭、小港臨海新村、小港第十、旗津、鳳鼻頭、興達、中芸、永新、汕尾、蚵子寮、彌陀、港埔、白沙崙等 19 個漁港。</p>
屏東縣	<p>屏東縣海岸線約 152 公里，地質為珊瑚礁與沙岸，有高屏溪、東港溪、四重溪由本區域出海，該地區海岸由於海底坡降陡峻，大浪衝擊，侵蝕嚴重，大部分海岸屬墾丁國家公園範圍。有東港鹽埔、後壁湖、興海、山海、旭海、中山、琉球新、水利村、枋寮、海口、小琉球、天福、塭豐、楓港、射寮、後灣、萬里桐、紅柴坑、潭仔、香蕉灣、鼻頭、南仁、大福、杉福、漁福等 25 個漁港。</p>

澎湖縣	澎湖群島海岸線長達 320 公里，沿海除西南、東南、東側及南側為沙質海岸外，其他地方大部分係咾咕石、沉泥及玄武岩層所組成。地勢一般均甚平坦，海拔低者僅數公尺，高者亦只 70 公尺左右，但因海岸曲折，漁業甚為發達，漁港分佈數量為全臺之冠。有馬公、龍門、赤崁、風櫃東、尖山、沙港東、風櫃西、七美、虎井、桶盤、吉貝、鳥嶼、員貝、將軍南、將軍北、成功、講美、東吉、東嶼坪、花嶼...等 67 個漁港。
臺北縣 (含基隆市)	臺北海岸西起淡水河口，繞經臺灣最北端的富貴角，東迄三貂角，總長約 140 公里，海岸因地質構造造成許多岬角和海灣交互出現，為臺灣海岸曲折度最大的區域，海水清澈，漁業發達，散佈眾多漁港。有正濱、八斗子、外木山、大武崙、望海巷、長潭里、萬里、富基、淡水第二、澳底、鼻頭、東澳、福隆、龍洞、石門、美豔山、水滴洞、野柳、草里、麟山鼻、中角、淡水第一...等 36 個漁港。

三、作業期程表單

月份	表單資訊
10-3	東北季風：從秋冬交替時候一直到隔年的春夏交替時節結束，時間長達半年且強度強，影響海測作業時間。
4-9	颱風：夏季颱風發生率極高，所帶來的強風、雨勢與颱風前後所產生的長浪會造成海測無法作業。
跨越	東北季風：從秋冬交替時候一直到隔年的春夏交替時節結束，時間長達半年且強度強，影響海測作業時間。 颱風：夏季颱風發生率極高，所帶來的強風、雨勢與颱風前後所產生的長浪會造成海測無法作業。

(四)測量方法表單

地名	表單資訊
宜蘭縣	<p>宜蘭海岸線長約 106 公里，係由蘭陽溪供應沙源所形成之一個平直略為內凹弧形海岸，除外澳至蘇澳間為沙質海岸外，多屬岩石海岸。近岸區域山海相連，瀕臨太平洋的斷層地形使的坡度極陡，因此近岸水深較其他區域深，漲退潮影響不大，且海象較穩定，適合以測量船為載具，搭配音束測深儀進行水下地形測量，惟須考量測深儀之能力是否可測較深水域；近岸陸域部分因地形曲折且海陸交接區地形高差大，適合以直升機搭配航拍相機施測。</p>
花蓮縣	<p>花蓮海岸線長約 175 公里，只有新城至花蓮溪口為沙礫質海岸，其餘均為岩岸地形。近岸區域山海相連，瀕臨太平洋的斷層地形使的坡度極陡，因此近岸水深較其他區域深，漲退潮影響不大，且海象較穩定，適合以測量船為載具，搭配音束測深儀進行水下地形測量，近岸水深極深，須考量測深儀之能力是否可測較深水域；近岸陸域為斷崖地形，且植被濃密，適合使用直升機搭配航拍相機施測，惟植被高度須考量。</p>
臺東縣	<p>臺東海岸長約 172 公里，成功以北為岩岸，成功以南為沙岸地形，近岸區域山海相連，瀕臨太平洋的斷層地形使的坡度極陡，因此近岸水深較其他區域深，漲退潮影響不大，且海象較穩定，適合以測量船為載具，搭配音束測深儀進行水下地形測量，惟須考量測深儀之能力是否可測較深水域；近岸陸域部分，在成功以北區域岩岸，可使用直升機搭配航拍相機施測，成功以北區域岩岸，可使用定翼機搭配航拍相機或空載光達施測。</p>

桃園縣	<p>桃園海岸線總長約 39 公里，有連續性之沙丘，沙丘地形發達，西部近岸屬於堆積地形，底質以沙為主，此區域除淡水河出海口南岸為觀音山外，近岸坡度平緩，可用定翼機為載具搭配數位航測相機或空載光達辦理水面上範圍施測，於利用測量或膠筏為載具搭配音束測深儀辦理水面下範圍施測。</p>
新竹縣市	<p>新竹海岸線總長約 28 公里；其特性為潮差大，擁有廣大的潮間帶，屬於堆積地形，底質以沙為主，此區域坡度平緩且潮差大，許多區域於退潮時會裸露於水面之上，因此可以定翼機為載具搭配數位航測相機或空載光達於退潮時辦理水面上範圍施測，於漲潮時利用測量船或膠筏為載具搭配音束測深儀辦理水面下範圍施測；鳳山溪、頭前溪河口可使用機動性強之測量車搭配雷射掃瞄儀辦理地形測量。</p>
苗栗縣	<p>苗栗海岸線總長約 50 公里，有外海沙洲且海埔地發達，岸邊飛沙形成低沙丘，植有防風林定沙，屬於堆積地形，底質以沙為主，此區域坡度平緩且潮差大，許多區域於退潮時會裸露於水面之上，因此可以定翼機為載具搭配數位航測相機或空載光達於退潮時辦理水面範圍施測，於漲潮時利用膠筏為載具搭配音束測深儀辦理水面下範圍施測；中港溪、後龍溪、大安溪河口可使用機動性強之測量車搭配雷射掃瞄儀辦理地形測量，快速獲取河口地形資料與進行變遷分析。</p>
臺中縣	<p>臺中海岸線總長約 41 公里，潮差大，海埔地發達，沙灘粒徑細，淤泥含量高，海岸因受海峽地形的影響，故潮差特別高，屬於堆積地形，底質以沙為主，此區域坡度平緩且潮差大，許多區域於退潮時會裸露於水面之上，因此可以定翼機為載具搭配數位航測相機或空載光達於退潮時辦理水面上範圍施測，於漲潮時利用膠筏為載具搭配音束測深儀辦理水面下範圍施測；大安溪、大甲溪河口為地形變化較劇烈區域，可使用機動性強之測量車搭配雷射掃瞄儀辦理地形測量，快速獲取河口地形資料。</p>

彰化縣	彰化海岸線總長約 61 公里，因受烏溪、濁水溪甚至大甲溪的漂沙影響，海岸坡降極為平緩，退潮時海埔地寬達數公里，底質以泥沙為主，此區域於退潮時會有大面積沙灘裸露於水面之上，因此可以定翼機為載具搭配數位航測相機或空載光達於退潮時辦理水面上範圍施測，於漲潮時利用膠筏為載具搭配音束測深儀辦理水面下範圍施測；烏溪、濁水溪河口於暴雨或颱風過後，可使用機動性強之測量車搭配雷射掃瞄儀辦理地形測量，快速獲取河口地形資料與進行變遷分析。
雲林縣	雲林海岸線總長約 55 公里，有沙洲島群地形，以外傘頂洲最為有名，近岸屬於堆積地形，底質以沙為主，此區域坡度平緩且潮差大，許多區域於退潮時會裸露於水面之上，可以定翼機為載具搭配數位航測相機或空載光達於退潮時辦理水面上範圍施測，於漲潮時利用膠筏為載具搭配音束測深儀辦理水面下範圍施測；濁水溪、北港溪河口為地形變化較劇烈區域，於暴雨或颱風過後，可使用機動性強之測量車搭配雷射掃瞄儀辦理地形測量，快速獲取河口地形資料與進行變遷分析。
嘉義縣	嘉義海岸線總長約 41 公里，海岸曲折變化甚多，沙洲和潟湖分部較廣，屬於堆積地形，底質以沙為主，此區域坡度平緩，可選用定翼機為載具搭配數位航測相機或空載光達於退潮時辦理水面上範圍施測，於漲潮時利用膠筏為載具搭配音束測深儀辦理水面下範圍施測；北港溪、朴子溪、八掌溪河口為地形變化較劇烈區域，於暴雨或颱風過後，可使用機動性強之測量車搭配雷射掃瞄儀辦理地形測量，快速獲取河口地形資料與進行變遷分析。

臺南縣市	<p>臺南海岸線總長約 77 公里(含臺南縣 54 公里，臺南市 23 公里)，海岸外海沙洲發達，潟湖羅列，屬於堆積地形，底質以沙為主，此區域坡度平緩，因此可以定翼機為載具搭配數位航測相機或空載光達於退潮時辦理水面上範圍施測，於漲潮時利用膠筏為載具搭配音束測深儀辦理水面下範圍施測；八掌溪、急水溪、曾文溪、鹽水溪、二仁溪河口為地形變化較劇烈區域，於暴雨或颱風過後，可使用機動性強之測量車搭配雷射掃瞄儀辦理地形測量，快速獲取河口地形資料與進行變遷分析。</p>
高雄縣市	<p>高雄地區海岸線長 63 公里（高雄縣 37 公里；高雄市 26 公里），為沙岸地質，此區域坡度平緩且潮差中等，水質不佳，適合以定翼機為載具搭配數位航測相機辦理水面上範圍施測；利用測量船或膠筏為載具搭配音束測深儀辦理水面下範圍施測；二仁溪、阿公店溪、高屏溪河口為地形變化較劇烈區域，於暴雨或颱風過後，可使用機動性強之測量車搭配雷射掃瞄儀辦理地形測量，快速獲取河口地形資料與進行變遷分析。</p>
屏東縣	<p>屏東縣海岸線約 152 公里，地質為珊瑚礁與沙岸，該地區海岸由於海底坡降陡峻，大浪衝擊，為全省沿海地區中，侵蝕最嚴重海岸之一，大部分海岸屬墾丁國家公園範圍。珊瑚礁散佈的近岸區域，因地形與海象因素影響，極近岸對於船測具危險性，因其海水透視度良好，適合以直升機搭載測深光達進行地形測量，或以水上摩托車、遙控船等載具搭配音束測深儀，其餘近岸區對船測安全不影響，可使用測量船搭配音束測深儀辦理地形測量；近岸陸域部分可使用定翼機或直升機搭配航拍相機施測。</p>

澎湖縣	<p>澎湖群島海岸線長達 320 公里，沿海除西南、東南、東側及南側為沙質海岸，底質為岩石、珊瑚礁或碳酸鈣成份的沙（貝殼沙、珊瑚沙），其他地方為玄武岩層所組成之岩岸，珊瑚礁地形發達。地勢一般均甚平坦，海拔低者僅數公尺，高者亦只 70 公尺左右，但因海岸曲折，漁業甚為發達，漁港分佈各島。澎湖地區水質清澈，島嶼環列，適合以定翼機或直升機搭載測深光達施測水下地形，亦可以測量船搭載音束測深儀施測；近岸陸域部分可使用直升機搭配航拍相機或空載光達施測地形。</p>
臺北縣 (含基隆市)	<p>臺北縣海岸線總長約 140 公里，為峽灣相間的海岸，期間夾雜少數海灣沙灘的分布，海岸因地質構造造成許多岬角和海灣交互出現，為臺灣海岸曲折度最大的區域，海水清澈，漁業發達，散佈眾多漁港。另此範圍東臨太平洋，北接東海，西濱臺灣海峽，為東北季風發達區。岩石與礁石散佈的臺北近岸區域，因地形與海象因素影響，極近岸對於船測具危險性，因其海水透視度良好，適合以直升機搭載測深光達進行地形測量，或以水上摩托車、遙控船等載具搭配音束測深儀施測，其餘近岸區對船測安全不影響，可使用測量船搭配音束測深儀辦理地形測量；近岸陸域部分因地形曲折，適合使用直升機搭配航拍相機施測。</p>
漁港	<p>港區水域包含港區、航道、防波堤邊等區域，因涉及船隻進出，有航行安全顧慮，所以對於水下地形有更嚴格要求，適合以測量船搭載多音束測深儀進行測量，另防波堤邊測量需注意消波塊，避免船隻與設備損傷。</p>

附錄四 查詢作業與成果

近岸地形測量方法分析系統

東部斷層海岸 宜蘭縣



查詢結果

地形特色：
 東部海岸地區範圍包括宜蘭、花蓮與臺東海岸地區，是太平洋西緣菲律賓板塊與歐亞大陸板塊碰撞所形成的陸地，加上河流及海浪之侵蝕作用，在東部海岸地區形成了變化多端的地形地質景觀。此區範圍瀕臨太平洋，山脈逼近海岸，腹地狹窄，海浪侵蝕作用隨處可見，北起臺東縣三貂角，分成數段往南延伸，大致都成平直的斷層海岸，除了蘭陽平原為沙岸與部分河口有河砂堆積成扇狀三角洲，及花東海岸有數段較平坦的隆起海岸階地外，大部分為陡崖地形。

漁港分佈：
 宜蘭海岸北起三貂角南至和平溪口，海岸線總長約106公里，係由蘭陽溪供應沙源所形成之一個平直略為內凹弧形海岸，除外澳至蘇澳間為沙質海岸外，多屬岩石海岸。有南方澳、烏石、大溪第一、大溪第二、鏡杓、石城、大里、粉鳥林、南澳、橋盤礁、蕃薯寮等11個漁港。

季節因素：
 東北季風：從秋冬交替時候一直到隔年的春夏交替時節結束，時間長達半年且強度強，影響海測作業時間。

環境選擇 | 測量方法查詢 | 選單

確定>>


地區：東部斷層海岸

地名：宜蘭縣

作業時間：10-3月

近岸地形測量方法分析系統

東部斷層海岸 宜蘭縣



查詢結果

測量方法：
 宜蘭海岸線長約106公里，係由蘭陽溪供應沙源所形成之一個平直略為內凹弧形海岸，除外澳至蘇澳間為沙質海岸外，多屬岩石海岸。近岸區域山海相連，瀕臨太平洋的斷層地形使的坡度極陡，因此近岸水深較其他區域深，漲退潮影響不大，且海象較穩定，適合以測量船為載具，搭配音束測深儀進行水下地形測量，惟須考量測深儀之能力是否可測較深水域；近岸陸域部分因地形曲折且海陸交接區地形高差大，適合以直升機搭配航拍相機施測。

環境選擇 | 測量方法查詢 | 選單

確定>>

地區：東部斷層海岸

地名：宜蘭縣

東部斷層海岸-宜蘭縣

近岸地形測量方法分析系統

東部斷層海岸 台東縣



查詢結果

地形特色：
 東部海岸地區範圍包括宜蘭、花蓮與臺東海岸地區，是太平洋西緣菲律賓板塊與歐亞大陸板塊碰撞後所形成的陸地，加上河道及海浪之侵蝕作用，在東部海岸地區形成了變化多端的地形地質景觀。此區範圍瀕臨太平洋，山脈逼近海岸，腹地狹窄，海浪侵蝕作用隨處可見，北起臺東縣三貂角，分成數段往南延伸，大致都成平直的斷層海岸，除了蘭陽平原為沙岸與部分河口有河砂堆積成扇狀三角洲，及花東海岸有數段較平直的隆起海岸階地外，大部分為陡崖地形。

漁港分佈：
 臺東海岸長約172公里，有卑南溪、秀姑巒溪在此出海，成功以北為岩岸成功以南為砂岸地形，而岩質海岸，常有海坪的存在，其上可見海浪侵蝕造成的谷道與被河水切割而成的方形石塊，海岸雖受太平洋深海波浪直接衝擊，而有侵蝕現象，但其程度並不嚴重。有伽藍、大武、小港、新港、金樽、輝島、長濱、烏石鼻、新蘭、公館、溫泉、中寮、朗島、關光港等14個漁港。

季節因素：
 颱風：夏季颱風發生率極高，所帶來的強風、雨勢與颱風前後所產生的長浪會造成海測無法作業。

環境選擇 | 測量方法查詢 | 選單

確定>>

地區：東部斷層海岸

地名：台東縣

作業時間：4-9月

近岸地形測量方法分析系統

東部斷層海岸 台東縣



查詢結果

測量方法：
 臺東海岸長約172公里，成功以北為岩岸，成功以南為砂岸地形，近岸區域山海相連，瀕臨太平洋的斷層地形使的坡度極陡，因此近岸水深較其他區域深，漲退潮影響不大，且海象較穩定，適合以測量船為載具，搭配自來測深儀進行水下地形測量，惟須考量測深儀之能力是否可測較深水域；近岸陸域部分，在成功以北區域岩岸，可使用直升機搭載航拍相機施測，成功以北區域岩岸，可使用定翼機搭載航拍相機或空載光達施測。

環境選擇 | 測量方法查詢 | 選單

確定>>

地區：東部斷層海岸

地名：臺東縣

東部斷層海岸-臺東縣

近岸地形測量方法分析系統

東部斷層海岸 花蓮縣



查詢結果

地形特色：
 東部海岸地區範圍包括宜蘭、花蓮與臺東海岸地區，是太平洋西緣菲律賓板塊與歐亞大陸板塊碰撞所形成的陸地，加上河流及海浪之侵蝕作用，在東部海岸地區形成了變化多端的地形地質景觀。此區範圍瀕臨太平洋，山脈逼近海岸，腹地狹窄，海浪侵蝕作用隨處可見，北起臺東縣三貂角，分成數段往南延伸，大致都成平直的斷層海岸，除了蘭陽平原為沙岸與部分河口有河砂堆積成扇狀三角洲，及花東海岸有數段較平坦的隆起海岸階地外，大部分為陡崖地形。

漁港分佈：
 花蓮海岸多屬峭壁，長約175公里，計有秀姑巒溪、花蓮溪、和平溪在此出海，只有新城至花蓮溪口為砂礫質海岸，其餘均為岩岸地形，因而臨太平洋，受深海陡峻海床坡度及板塊造山活動仍持續擠壓上昇之雙重影響，並受強風巨浪直接衝擊，使海岸線呈全面性後退。有花蓮、石梯、鹽寮等3個漁港。

季節因素：
 颱風：夏季颱風發生率極高，所帶來的強風、雨勢與颱風前後所產生的長浪會造成海測無法作業。

環境選擇 | 測量方法查詢 | 菜單

確定>>

地區：東部斷層海岸

地名：花蓮縣

作業時間：4-9月

近岸地形測量方法分析系統

東部斷層海岸 花蓮縣



查詢結果

測量方法：
 花蓮海岸線長約175公里，只有新城至花蓮溪口為砂礫質海岸，其餘均為岩岸地形。近岸區域山海相連，瀕臨太平洋的斷層地形使的坡度極陡，因此近岸水深較其他區域深，漲退潮影響不大，且海象較穩定，適合以測量船為載具，搭配音束測深儀進行水下地形測量，近岸水深極深，須考量測深儀之能力是否可測較深水域；近岸陸域為斷崖地形，且植被濃密，適合使用直升機搭載航拍相機施測，惟海拔高度須考量。

環境選擇 | 測量方法查詢 | 菜單

確定>>

地區：東部斷層海岸

地名：花蓮縣

東部斷層海岸-花蓮縣

近岸地形測量方法分析系統

西部堆積海岸 桃園縣



查詢結果

地形特色：
臺灣西部海岸從淡水河南岸起包括桃園、新竹、苗栗、臺中、彰化、雲林、嘉義、臺南與高雄海岸地區，此區域沿海平原較為寬廣，海岸平緩又多各大河川攜帶漂沙入海，堆積於近岸地區，造成平直的沙岸，復因臺灣各主要河流中於本區，河流冲刷之泥沙堆積作用，造成坡度極緩的沙質或泥質海岸，如彰雲地區潮間帶、外傘頂洲等。海岸線單調無變化，沙灘、沙丘、沙洲、瀾潮...等羅列散佈，復因潮差大，致彰、雲、嘉一帶的潮沙灘地於退潮時更延伸數公里之遙。

漁港分佈：
桃園海岸線總長約39 公里，屬礫沙質海岸，白玉、下埔一帶已有連續性之沙丘與極茂密防風林，不易為潮流侵襲，沙丘地形發達，有竹圍、永安等2個漁港。

季節因素：
東北季風：從秋冬交替時候一直到隔年的春夏交替時節結束，時間長達半年且強度強，影響海測作業時間。
颱風：夏季颱風發生率極高，所帶來的強風、雨勢與颱風前後所產生的長浪會造成海測無法作業。

環境選擇 | 測量方法查詢 | 選單

確定>>

地區：西部堆積海岸

地名：桃園縣

作業時間：跨地

近岸地形測量方法分析系統

西部堆積海岸 桃園縣



查詢結果

測量方法：
桃園海岸線總長約39 公里，有連續性之沙丘，沙丘地形發達，西部近岸屬於堆積地形，底質以沙為主，此區域除淡水河出海口南岸為觀音山外，近岸坡度平緩，可用定翼機為載具搭配數位航測相機或空氣光達辦理水面上範圍的測，於利用測量或膠筏為載具搭配音束測深儀辦理水面下範圍的測。

環境選擇 | 測量方法查詢 | 選單

確定>>

地區：西部堆積沙岸

地名：桃園縣

西部堆積沙岸-桃園縣

近岸地形測量方法分析系統

西部堆積海岸 新竹縣市



查詢結果

地形特色：
臺灣西部海岸從淡水河南岸起包括桃園、新竹、苗栗、臺中、彰化、雲林、嘉義、臺南與高雄海岸地區，此區域沿海平原較為寬廣，海岸平緩又多各大河川攜帶泥沙入海，堆積於近岸地區，造成平直的沙岸。復因臺灣各主要河流中於本區，河流沖刷之泥沙堆積作用，造成坡度極緩的沙質或泥質海岸，如彰雲地區潮間帶、外傘頂洲等。海岸線單調無變化，沙灘、沙丘、沙洲、潟湖...等羅列散佈，復因潮差大，致彰、雲、嘉一帶的潮沙灘地於退潮時更延伸數公里之遙。

漁港分佈：
新竹海岸介於福興溪及鹽港溪之間，海岸線總長約28 公里，其特性為潮差大，擁有廣大的潮間帶，惟多處海岸線後退、防風林崩失。有新竹、海山、坡頭等3個漁港。

季節因素：
颱風：夏季颱風發生率極高，所帶來的強風、雨勢與颱風前後所產生的長浪會造成海測無法作業。

環境選擇 | 測量方法查詢 | 選單

確定>>

地區：西部堆積海岸

地名：新竹縣市

作業時間：4-9月

近岸地形測量方法分析系統

西部堆積海岸 新竹縣市



查詢結果

測量方法：
新竹海岸線總長約28 公里；其特性為潮差大，擁有廣大的潮間帶，屬於堆積地形，底質以沙為主，此區域坡度平緩且潮差大，許多區域於退潮時會裸露於水面之上，因此可以定翼機為載具搭配數位航測相機或空觀光達於退潮時辦理水面上範圍地測，於漲潮時利用測量船或膠筏為載具搭配音波測深儀辦理水面下範圍地測；鳳山溪、頭前溪河口可使用機動性強之測量車搭配雷射掃瞄儀辦理地形測量。

環境選擇 | 測量方法查詢 | 選單

確定>>

地區：西部堆積沙岸

地名：新竹縣市

西部堆積沙岸-新竹縣市

近岸地形測量方法分析系統

西部堆積海岸 苗栗縣



查詢結果

地形特色：
臺灣西部海岸從淡水河南岸起包括桃園、新竹、苗栗、臺中、彰化、雲林、嘉義、臺南與高雄海岸地區，此區域沿海平原較為寬廣，海岸平緩又多各大河川攜帶泥沙入海，堆積於近岸地區，造成平直的沙岸。復因臺灣各主要河流中於本區，河流沖刷之泥沙堆積作用，造成坡度極緩的沙質或泥質海岸，如彰雲地區潮間帶、外傘頂洲等。海岸線單調無變化，沙灘、沙丘、沙洲、潟湖...等羅列散佈，復因潮差大，致彰、雲、嘉一帶的潮沙灘地於退潮時更延伸數公里之遙。

漁港分佈：
苗栗海岸介於鹽港溪及大安溪之間，海岸線總長約50 公里。後龍、通霄間有外海沙洲，外埔以南海埔地帶，通霄、苑裡一帶由飛沙形成低沙丘，植有防風林定沙，但見侵蝕現象，竹南中港溪口有紅樹林。有公司寮、外埔、苑裡、龍鳳、通霄、苑港、青草、楊仔頭、楊寮、南港、白沙屯、新埔等12個漁港。

季節因素：
東北季風：從秋冬交替時候一直到隔年的春夏交替時節結束，時間長達半年且強度強，影響海測作業時間。

環境選擇 測量方法查詢 選單

確定>>

地區：西部堆積海岸

地名：苗栗縣

作業時間：10-3月

近岸地形測量方法分析系統

西部堆積海岸 苗栗縣



查詢結果

測量方法：
苗栗海岸線總長約50 公里，有外海沙洲且海埔地發達，岸邊飛沙形成低沙丘，植有防風林定沙，屬於堆積地形，底質以沙為主，此區域坡度平緩且潮差大，許多區域於退潮時會裸露於水面之上，因此可以定翼機為載具搭配數位航測相機空載光達於退潮時辦理水面範圍純測，於漲潮時利用膠筏為載具搭配音波測深儀辦理水面下範圍純測；中港溪、後龍溪、大安溪河口可使用機動性強之測量車搭配雷射掃描儀辦理地形測量，快速獲取河口地形資料與進行變遷分析。

環境選擇 測量方法查詢 選單

確定>>

地區：西部堆積沙岸

地名：苗栗縣

西部堆積沙岸-苗栗縣

近岸地形測量方法分析系統

西部堆積海岸 臺中縣



查詢結果

地形特色：
臺灣西部海岸從淡水河南岸起包括桃園、新竹、苗栗、臺中、彰化、雲林、嘉義、臺南與高雄海岸地區，此區域沿海平原較為寬廣，海岸平緩又多各大河川攜帶泥沙入海，堆積於近岸地區，造成平直的沙岸。復因臺灣各主要河流中於本區，河流沖刷之泥沙堆積作用，造成坡度極緩的沙質或泥質海岸，如彰雲地區潮間帶、外傘頂洲等。海岸線單調無變化，沙灘、沙丘、沙洲、潟湖...等羅列散佈，復因潮差大，致彰、雲、嘉一帶的潮沙灘地於退潮時更延伸數公里之遙。

漁港分佈：
臺中海岸介於大安溪及烏溪之間，海岸線總長約41公里。北段海岸本為大安溪與大甲溪河口掌狀沖積平原，潮差大，海埔地發達，海埔地寬、沙粒極細，淤泥含量愈高；南段海岸則屬烏溪口之沼澤區，因受海峽地形的影響，潮差大，有梧棲、五甲、松柏、北山、礁寮、麗水等6個漁港。

季節因素：
颱風：夏季颱風發生率極高，所帶來的強風、雨勢與颱風前後所產生的長浪會造成海測無法作業。

環境選擇 | 測量方法查詢 | 菜單

確定>>

地區：西部堆積海岸

地名：臺中縣

作業時間：4-9月

近岸地形測量方法分析系統

西部堆積海岸 臺中縣



查詢結果

測量方法：
臺中海岸線總長約41公里，潮差大，海埔地發達，沙灘粒極細，淤泥含量高，海岸因受海峽地形的影響，故潮差特別高，屬於堆積地形，底質以沙為主，此區域坡度平緩且潮差大，許多區域於退潮時會裸露於水面之上，因此可以定義機為載具搭配數位航測相機或空載光達於退潮時辦理水面上範圍地測，於漲潮時利用膠筏為載具搭配音束測深儀辦理水面下範圍地測；大安溪、大甲溪河口為地形變化較劇烈區域，可使用機動性強之測量車搭配雷射掃描儀辦理地形測量，快速獲取河口地形資料。

環境選擇 | 測量方法查詢 | 菜單

確定>>

地區：西部堆積沙岸

地名：臺中縣

西部堆積沙岸-臺中縣

近岸地形測量方法分析系統

西部堆積海岸 彰化縣



查詢結果

地形特色：
臺灣西部海岸從淡水河南岸起包括桃園、新竹、苗栗、臺中、彰化、雲林、嘉義、臺南與高雄海岸地區，此區域沿海平原較為寬廣，海岸平緩又多各大河川攜帶泥沙入海，堆積於近岸地區，造成平直的沙岸。復因臺灣各主要河流中於本區，河流沖刷之泥沙堆積作用，造成坡度極緩的沙質或泥質海岸，如彰雲地區潮間帶、外傘頂洲等。海岸線單調無變化，沙灘、沙丘、沙洲、潟湖...等羅列散佈，復因潮差大，致彰、雲、嘉一帶的潮沙灘地於退潮時更延伸數公里之遙。

漁港分佈：
由烏溪至濁水溪之間的彰化海岸，海岸線總長約61公里，有一彰濱工業區，因受烏溪、濁水溪甚至大甲溪的漂沙影響，形成隆起形沖積平原，海灘坡降極為平緩，退潮時海埔灘地寬達5公里。有三功、崑尾灣等2個漁港。

季節因素：
東北季風；從秋冬交替時候一直到隔年的春夏交替時節結束，時間長達半年且強度強，影響海測作業時間。

環境選擇 | 測量方法查詢 | 選單

確定>>

地區：西部堆積海岸

地名：彰化縣

作業時間：10-3月

近岸地形測量方法分析系統

西部堆積海岸 彰化縣



查詢結果

測量方法：
彰化海岸線總長約61公里，因受烏溪、濁水溪甚至大甲溪的漂沙影響，海岸坡降極為平緩，退潮時海埔地寬達數公里，底質以泥沙為主，此區域於退潮時會有大面積沙灘裸露於水面之上，因此可以定翼機為載具搭配數位航測相機會空載先達於退潮時辦理水面範圍地測，於漲潮時利用膠筏為載具搭配音束測深儀辦理水面下範圍地測；烏溪、濁水溪河口於暴雨或颱風過後，可使用機動性強之測量車搭配雷射掃瞄儀辦理地形測量，快速獲取河口地形資料與進行變遷分析。

環境選擇 | 測量方法查詢 | 選單

確定>>

地區：西部堆積沙岸

地名：彰化縣

西部堆積沙岸-彰化縣

近岸地形測量方法分析系統

西部堆積海岸 雲林縣



查詢結果

地形特色：
 臺灣西部海岸從淡水河南岸起包括桃園、新竹、苗栗、臺中、彰化、雲林、嘉義、臺南與高雄海岸地區，此區域沿海平原較為寬廣，海岸平緩又多各大河川攜帶泥沙入海，堆積於近岸地區，造成平直的沙岸。復因臺灣各主要河流中於本區，河流沖刷之泥沙堆積作用，造成坡度極緩的沙質或泥質海岸，如彰雲地區潮間帶、外傘頂洲等。海岸線單調無變化，沙灘、沙丘、沙洲、潟湖...等羅列散佈，復因潮差大，致彰、雲、嘉一帶的潮沙灘地於退潮時更延伸數公里之遙。

漁港分佈：
 濁水溪與北港溪之間的雲林海岸，海岸線總長約55公里，有一季荖工業區，近年來由於沙源減少，各沙洲島群亦已逐漸消退或完全消失，其中以三條荖與外傘頂洲消失部分面積最為可觀。有壘子村、金湖、窟子荖、三條荖、臺西、五條港等6個漁港。

季節因素：
 東北季風；從秋冬交替時候一直到隔年的春夏交替時節結束，時間長達半年且強度強，影響海測作業時間。

環境選擇 | 測量方法查詢 | 選單

確定>>

地區：西部堆積海岸

地名：雲林縣

作業時間：10-3月

近岸地形測量方法分析系統

西部堆積海岸 雲林縣



查詢結果

測量方法：
 雲林海岸線總長約55公里，有沙洲島群地形，以外傘頂洲最為有名，近岸屬於堆積地形，底質以沙為主，此區域坡度平緩且潮差大，許多區域於退潮時會裸露於水面之上，可以定翼機為載具搭配數位航測相機或空載光達於退潮時辦理水面上範圍地測，於漲潮時利用膠筏為載具搭配音波測深儀辦理水面上範圍地測；濁水溪、北港溪河口為地形變化較劇烈區域，於暴雨或颱風過後，可使用機動性強之測量車搭配雷射掃描儀辦理地形測量，快速獲取河口地形資料與進行變遷分析。

環境選擇 | 測量方法查詢 | 選單

確定>>

地區：西部堆積沙岸

地名：雲林縣

西部堆積沙岸-雲林縣

近岸地形測量方法分析系統

西部堆積海岸 嘉義縣



查詢結果

地形特色：
臺灣西部海岸從淡水河南岸起包括桃園、新竹、苗栗、臺中、彰化、雲林、嘉義、臺南與高雄海岸地區，此區域沿海平原較為寬廣，海岸平緩又多各大河川攜帶泥沙入海，堆積於近岸地區，造成平直的沙岸。復因臺灣各主要河流中於本區，河流沖刷之泥沙堆積作用，造成坡度極緩的沙質或泥質海岸，如彰雲地區潮間帶、外傘頂洲等。海岸線單調無變化，沙灘、沙丘、沙洲、潟湖...等羅列散佈，復因潮差大，致彰、雲、嘉一帶的潮沙灘地於退潮時更延伸數公里之遙。

漁港分佈：
嘉義海岸位於北港溪及八掌溪之間，海岸線總長的41 公里，嘉義海岸曲折變化甚多，東石一帶受北港溪及外傘頂洲外海波浪折繞射影響，南側則受八掌溪掛沙影響，形成沙洲和潟湖分佈極廣的布袋漁地。有布袋、東石、副瀨、好美里、下庄、網寮、福港、蟹鼓、白水湖等9個漁港。

季節因素：
颱風：夏季颱風發生率極高，所帶來的強風、雨勢與颱風前後所產生的長浪會造成海測無法作業。

環境選擇 | 測量方法查詢 | 菜單

確定>>

地區：西部堆積海岸

地名：嘉義縣

作業時間：4-9月

近岸地形測量方法分析系統

西部堆積海岸 嘉義縣



查詢結果

測量方法：
嘉義海岸線總長的41 公里，海岸曲折變化甚多，沙洲和潟湖分佈較廣，屬於堆積地形，底質以沙為主，此區域坡度平緩，可選用定翼機為載具搭配數位航測相機或空觀光達於退潮時辦理水面上範圍地測，於漲潮時利用膠筏為載具搭配音束測深儀辦理水面下範圍地測；北港溪、朴子溪、八掌溪河口為地形變化較劇烈區域，於暴雨或颱風過後，可使用機動性強之測量車搭配雷射掃描儀辦理地形測量，快速獲取河口地形資料與進行變遷分析。

環境選擇 | 測量方法查詢 | 菜單

確定>>

地區：西部堆積沙岸

地名：嘉義縣

西部堆積沙岸-嘉義縣

近岸地形測量方法分析系統

西部堆積海岸 台南縣市



查詢結果

地形特色：
臺灣西部海岸從淡水河南岸起包括桃園、新竹、苗栗、臺中、彰化、雲林、嘉義、臺南與高雄海岸地區，此區域沿海平原較為寬廣，海岸平緩又多各大河川攜帶泥沙入海，堆積於近岸地區，造成平直的沙岸。復因臺灣各主要河流中於本區，河流沖刷之泥沙堆積作用，造成坡度極緩的沙質或泥質海岸，如彰雲地區潮間帶、外傘頂洲等。海岸線單調無變化，沙灘、沙丘、沙洲、潟湖...等羅列散佈，復因潮差大，致彰、雲、嘉一帶的潮沙灘地於退潮時更延伸數公里之遙。

漁港分佈：
臺南海岸位於八掌溪及二仁溪之間，海岸線總長約77公里(含臺南縣54公里，臺南市23公里)。本段海岸外海沙洲發達，計有海汕洲、王爺港洲、青山港洲、網子寮洲、頂頭額汕及浮基汕等，多由曾文溪及其他水溪輸沙形成，沙洲成線狀羅列。有四草、安平、將軍、馬沙溝、青山、北門、下山、柯寮等8個漁港。

季節因素：
東北季風：從秋冬交替時候一直到隔年的春夏交替時節結束，時間長達半年且強度強，影響海測作業時間。

環境選擇 | 測量方法查詢 | 選單

確定>>

地區：西部堆積海岸

地名：台南縣市

作業時間：10-3月

近岸地形測量方法分析系統

西部堆積海岸 台南縣市



查詢結果

測量方法：
臺南海岸線總長約77公里(含臺南縣54公里，臺南市23公里)。海岸外海沙洲發達，潟湖羅列，屬於堆積地形，底質以沙為主，此區域坡度平緩，因此可以定翼機為載具搭配數位航測相機或空載光達於退潮時辦理水面上範圍測測，於漲潮時利用膠筏為載具搭配音波測深儀辦理水面下範圍測測；八掌溪、急水溪、曾文溪、鹽水溪、二仁溪河口為地形變化較劇烈區域，於暴雨或颱風過後，可使用機動性強之測量車搭配雷射掃描儀辦理地形測量，快速獲取河口地形資料與進行變遷分析。

環境選擇 | 測量方法查詢 | 選單

確定>>

地區：西部堆積沙岸

地名：臺南縣市

西部堆積沙岸-臺南縣市

近岸地形測量方法分析系統

西部堆積海岸 高雄縣市



查詢結果

地形特色：
臺灣西部海岸從淡水河南岸起包括桃園、新竹、苗栗、臺中、彰化、雲林、嘉義、臺南與高雄海岸地區，此區域沿海平原較為寬廣，海岸平緩又多各大河川攜帶泥沙入海，堆積於近岸地區，造成平直的沙岸。復因臺灣各主要河流中於本區，河流沖刷之泥沙堆積作用，造成坡度極緩的沙質或泥質海岸，如彰雲地區潮間帶、外傘頂洲等。海岸線單調無變化，沙灘、沙丘、沙洲、潟湖...等羅列散佈，復因潮差大，致彰、雲、嘉一帶的潮沙灘地於退潮時更延伸數公里之遙。

漁港分佈：
高雄地區海岸線長63公里（高雄縣37公里；高雄市26公里），有一國際港-高雄港，有二仁溪、阿公店溪、高屏溪從此範圍出海，為砂岸地質。有前鎮、鼓山、中洲、旗后、上竹圍、小港、大汕頭、小港臨海新村、小港第十、綠津、鳳鼻頭、興達、中芸、永新、汕尾、蚵子寮、彌陀、港埔、白砂崙等19個漁港。

季節因素：
東北季風：從秋冬交替時候一直到隔年的春夏交替時節結束，時間長達半年且強度強，影響海測作業時間。

環境選擇 | 測量方法查詢 | 選單

確定>>

地區：西部堆積海岸

地名：高雄縣市

作業時間：10-3月

近岸地形測量方法分析系統

西部堆積海岸 高雄縣市



查詢結果

測量方法：
高雄地區海岸線長63公里（高雄縣37公里；高雄市26公里），為砂岸地質，此區域坡度平緩且潮差中等，水質不佳，適合以定翼機為載具搭配數位航測相機辦理水面上範圍地測；利用測量船或膠筏為載具搭配雷射測深儀辦理水面下範圍地測；二仁溪、阿公店溪、高屏溪河口為地形變化較劇烈區域，於暴雨或颱風過後，可使用機動性強之測量車搭配雷射掃描儀辦理地形測量，快速獲取河口地形資料與進行變遷分析。

環境選擇 | 測量方法查詢 | 選單

確定>>

地區：西部堆積沙岸

地名：高雄縣市

西部堆積沙岸-高雄縣市

近岸地形測量方法分析系統

南部珊瑚礁海岸 屏東縣



查詢結果

地形特色：
 南部珊瑚礁海岸包括屏東與澎湖海岸地區，屏東海岸地區西自屏東鵝鑾，東至旭海，此區域日光充足，水質清澈，珊瑚礁發達，乃由於地殼上升，使原本位在海底的珊瑚礁凸出海面，逐漸形成隆起的珊瑚礁臺地，沿海因海蝕作用，海蝕溝、海蝕柱、海蝕壺穴遍佈，又有許多造型奇特的珊瑚礁岩塊，如船帆石等，均為天然的地景資源，以墾丁半島為代表。澎湖群島港口居全臺之冠，其地質主要為玄武岩，水質清澈，海岸地區珊瑚礁發達，珊瑚與貝類細層形成美麗的貝殼沙灘。

漁港分佈：
 屏東縣海岸線約152公里，地質為珊瑚礁與砂岸，有高屏溪、東港溪、四重溪由本區域出海，該地區海岸由於海底坡降陡峻，大浪衝擊，侵蝕嚴重，大部分海岸屬墾丁國家公園範圍，有東港鹽埔、後壁湖、興海、山海、旭海、中山、琉球新、水利村、枋寮、海口、小琉球、天橋、礁壁、鵝鑾、射寮、後灣、萬里桐、紅柴坑、潭仔、香莖灣、鼻頭、南仁、大福、杉福、漁福等25個漁港。

季節因素：
 颱風：夏季颱風發生率極高，所帶來的強風、雨勢與颱風前後所產生的長浪會造成海測無法作業。

環境選擇 | 測量方法查詢 | 選單

確定>>

地區：南部珊瑚礁海岸

地名：屏東縣

作業時間：4-9月

近岸地形測量方法分析系統

南部珊瑚礁海岸 屏東縣



查詢結果

測量方法：
 屏東縣海岸線約152公里，地質為珊瑚礁與砂岸，該地區海岸由於海底坡降陡峻，大浪衝擊，為全省沿海地區中，侵蝕最嚴重海岸之一，大部分海岸屬墾丁國家公園範圍。珊瑚礁散佈的近岸區域，因地形與海蝕因素影響，極近岸對於船測具危險性，因其海水透明度良好，適合以直升機搭載測深光達進行地形測量，或以水上摩托車、遙控船等載具搭配音束測深儀，其餘近岸區對船測安全不影響，可使用測量船搭配音束測深儀辦理地形測量；近岸陸域部分可使用定翼機或直升機搭載航拍相機施測。

環境選擇 | 測量方法查詢 | 選單

確定>>

地區：南部珊瑚礁海岸

地名：屏東縣

南部珊瑚礁海岸-屏東縣

近岸地形測量方法分析系統

南部珊瑚礁海岸 澎湖縣



查詢結果

地形特色：
 南部珊瑚礁海岸包括屏東與澎湖海岸地區，屏東海岸地區西自屏東粗港，東至旭海，此區域日光充足，水質清澈，珊瑚礁發達，另由於地殼上升，使原本位於海底的珊瑚礁凸出海面，逐漸形成隆起的珊瑚礁臺地，沿海因海蝕作用，海蝕溝、海蝕柱、海蝕壺穴遍佈，又有許多造型奇特的珊瑚礁岩塊，如船帆石等，均為天然的地景資源，以墾丁半島為代表。澎湖群島港口居全臺之冠，其地質主要為玄武岩，水質清澈，海岸地區珊瑚礁發達，珊瑚與貝類細層形成美麗的貝殼沙灘。

漁港分佈：
 澎湖群島海岸線長達320公里，沿海除西南、東南、東側及南側為沙質海岸外，其他地方大部分係咭咕石、沉泥及玄武岩層所組成。地勢一般均甚平坦，海拔低者僅數公尺，高者亦只70公尺左右，但因海岸曲折，漁業甚為發達，漁港分佈數量為全臺之冠。有馬公、龍門、赤崁、風櫃東、尖山、沙港東、風櫃西、七美、虎井、桶盤、吉貝、烏嶼、員貝、將軍南、將軍北、成功、滿美、東吉、東嶼仔、花嶼...等67個漁港。

季節因素：
 颱風：夏季颱風發生率極高，所帶來的強風、雨勢與颱風前後所產生的長浪會造成海測無法作業。

環境選擇 測量方法查詢 選單

確定>>

地區：南部珊瑚礁海岸

地名：澎湖縣

作業時間：4-9月

近岸地形測量方法分析系統

南部珊瑚礁海岸 澎湖縣



查詢結果

測量方法：
 澎湖群島海岸線長達320公里，沿海除西南、東南、東側及南側為沙質海岸，底質為岩石、珊瑚礁或碳酸鈣成份的沙（貝殼砂、珊瑚砂），其他地方為玄武岩層所組成之岩岸，珊瑚礁地形發達。地勢一般均甚平坦，海拔低者僅數公尺，高者亦只70公尺左右，但因海岸曲折，漁業甚為發達，漁港分佈各島。澎湖地區水質清澈，島嶼環列，適合以定翼機或直升機搭載測深光達地測測水下地形，亦可以測量船搭載音波測深儀地測；近岸陸域部分可使用直升機搭載航拍相機或空載光達地測地形。

環境選擇 測量方法查詢 選單

確定>>

地區：南部珊瑚礁海岸

地名：澎湖縣

南部珊瑚礁海岸-澎湖縣

參考書目

- (1) 徐鐵良，1962，臺灣海岸地形研究，中國地質學會會刊，第五號，pp.29-45。
- (2) 石再添、黃朝恩，1980，臺灣四周的海岸地形，科學研習 19(1)，pp.7~12 頁。
- (3) 謝正倫、李德藩、莊士賢、蔡秋敏，1995，臺灣西部海岸變遷調查研究計畫，經濟部中央地質調查所研究報告。
- (4) 莊乾道、林文、蘇定縱、薛憲文、顏沛華、蘇達貞、蔡慶茂、張富南，1996，水深測量技術發展與施測規範之研究，交通部研究報告。
- (5) 林宗儀、謝正倫、莊士賢、詹森、林永淮，1997，朴子溪至高屏溪間近岸海域地形測量與海底表質取樣調查研究，經濟部中央地質調查所研究報告。
- (6) 洪奕星、遲建業、曾信勝、黃添祈，1998，臺灣北部海岸變遷研究 I，經濟部中央地質調查所研究報告。
- (7) 洪奕星、遲建業、曾信勝、黃添祈，1999，臺灣北部海岸變遷研究 II，經濟部中央地質調查所研究報告。
- (8) 陳哲俊、陳繼藩、張立雨、黃瓊民，2001，利用衛星影像分析臺灣西部海岸之變遷 I，經濟部中央地質調查所研究報告。
- (9) 陳哲俊、陳繼藩、張立雨、黃瓊民，2002，利用衛星影像分析臺灣西部海岸之變遷 II，經濟部中央地質調查所研究報告。
- (10) 史天元、彭森祥，2002。九二一地震災區空載雷射掃描作業成果初步報告。第二十一屆測量學術及應用研討會論文集，國立交通大學，新竹，pp.449~456。

- (11) 黃鐘、詹瑜璋、李建成、史天元、胡植慶、陳于高，2004。空載雷射掃描技術製出之數值高程模型之簡介。地質，23 卷，經濟部中央地質調查所，臺北縣，第一期，pp.34~54。
- (12) 張明政，2004，三維雷射掃描技術應用於戶地測量之研究—以建物為例，臺中市，國立中興大學土木工程學系研究所碩士論文。
- (13) 林志交、王弘基、張坤樹、李彥弘，2005，SHOALS 透水光達系統於臺灣 沿海水深測量測試報告，內政部『辦理 LIDAR 之高精度及高解析度數值地形測繪、資料庫建置與應用推廣工作案』成果發表暨應用研討會，新竹縣，工業技術研究院。
- (14) 吳萬順、林昌鑑、王淼、謝東發，2005，先進國家海洋政策與海洋測量科技發展考察，臺中市，內政部土地測量局。
- (15) 管長青、簡連貴、邱文彥，2006，我國近岸海域及未登記土地之土地使用先期規劃，內政部營建署研究報告。
- (16) Thorkild, A.,2002. Transparency of the North Sea and Baltic Sea—a Secchi depth data mining study, oceanologia, 44(3), 2002, pp. 323-337.
- (17) Internatuonal Hydrographic Bereau (1997)，IHO Standards for Hydrographic Surveys, 4rd.