

# GIS 於台灣海域資訊服務之規劃建置與應用

簡連貴 顏厥正 李汴軍 梁乃匡 許硯蓀 林伯勳 馮宗盛

中華民國海洋及水下技術協會

## 摘要

本研究計畫規畫以三年的時程將建置海域GIS資訊服務系統與原有之海象資料庫結合，建立海洋產業相關之資料分散應用服務網，提供以航行安全、觀光遊憩應用為主，災難防救、工程規劃及資源調查應用為輔之全方位服務。本計畫將以交通部業務為主軸，著重於海象氣候、水深、港灣碼頭、沿岸遊憩娛樂景觀、海底底質、海岸保護防護區、助航航標、海底電纜管線等資料之收集建置為主。除此之外，本系統將建置休閒娛樂遊艇衛星定位傳輸系統及全球航船追蹤資訊系統，方便政府管理近岸之休閒娛樂遊艇以及掌握遠洋航船位置。

本研究規劃使用網路地理資訊系統軟體ArcIMS，該軟體為ESRI司推出之應用程式提供服務(Application Service Provider, ASP)型態的網路產品，這是將GIS的應用經由瀏覽器推廣到專業領域人士及一般大眾。具有Internet GIS、分散式資料儲存、負載分工、網路封包保密、網路分工編輯、及網路電子白板式交談等特性。系統成果現況包含颱風路徑圖疊合地理資訊、颱風路徑圖疊合氣壓解析場、颱風路徑圖疊合波浪解析場、五萬分之一海圖水深點位套疊展示、東北角海岸遊憩娛樂景觀圖層展示、東北角海岸漁港圖層及屬性展示。本計畫完成後，一個整合性資料庫管理系統包含所有海域地理資訊以及與海象資料庫之連結機制將可以透過此「海域GIS資訊服務系統」增進海洋資料的交流，不但資料索取容易迅速，更有助於國家安全、各項交通、經濟建設與民生福祉，並可避免各單位重複投資建置海域地理資訊與查詢展示系統，以節省資源。

關鍵字：海域GIS資訊服務系統、網路地理資訊系統、全球航船追蹤資訊系統

## 一、前言

### (一)計畫背景與目的

因目前在政府組織架構仍未有海洋事務專責機構，對推動海洋科技與產業發展形成許多整合介面問題。科技顧問組有鑑海洋科技涉及領域甚廣，更是國家推動的重點科技項目。行政院在國土發展委員會促進國家永續發展指導原則下，成立永續發展委員會，進行國土規劃工作之分組研究分工。永續會面臨之國土永續發展議題中亦視海洋為藍色國土，併入國土規劃。內政部自民國七十九年成立「國土資訊系統推動小組」並未針對海洋領域相關之地理資訊有顯著的推展成效。

有鑒於現今海洋相關之地理資訊系統並未受到國土資訊發展之重視，而中央氣象局海洋相關業務量日益龐大，實有自行建立海域GIS資訊服務系統之必要，故本計畫規畫以三年時程建置一套完整的台灣海域GIS資訊服務系統，提昇交通部中央氣象局在海域相關地理資訊之整合應用，並加強國土資訊在海象測預領域之重視，配合國土永續發展之目標，提供海象測預所需之全面性精準海域地理資訊。

地理資訊系統起源於加拿大的Roger Tomlinson 在1960年代提出「地理資訊系統」的概念，並且首先採用GIS這個名詞，並在他的帶領下加拿大地理資訊系統(Canadian Geographic Information System: CGIS)在1964年正式建構完

成，提供土地利用資料登錄與管理的功能。GIS在1994年即已成為四億五千萬美金的產業(Daratech Inc., 1994)。成長至今，僅就2001年在GIS軟體成長率達到14.3%，該年全球軟體費用達11億美金，由ESRI(35%)及Intergraph(13%)為主要軟體提供者，但整體市場由軟體費用衍生之資料生產、硬體設備、系統開發及技術顧問等，更是無法估算，應用層面涵蓋各層面例如SARS的傳播分布、下水道的最佳路徑、瀕臨絕種生物的追蹤、到崩場地三維查詢等等之研究。

### (二)整體工作流程

本研究時程預計三年完成，九十四年度工作流程(如圖1所示)，首在海域GIS資訊服務系統的整體規劃，然後進行網際網路地理資訊查詢系統建置，年度內同時進行海象氣候、水深、港灣碼頭、沿岸遊憩娛樂、沿岸景觀資料庫及圖層建置，另外全球航船衛星追蹤網路地理資訊系統之初步評估測試亦將在第一年度內完成，最後就是海象資料庫連結機制建立及效率提升。九十五年度持續建置網際網路查詢系統與航船衛星追蹤系統以及海象及海域GIS資料庫維護與查詢效率提升，並針對海底底質、海岸保護防護區及助航航標圖層進行蒐集與建置，除此之外並將建置航行佈告資訊系統與三維海底地形底質，以及規劃三維海底環境查詢系統。九十六年度除持續建置網際網路查詢系統、航船衛星追蹤系統、航行佈告資訊系統以及海象及海域GIS資料庫維護與查詢效率提升外，並將建置三維海底電纜管線資料以及三維海底環境查詢展示系統，最後整合成一套完整的海域GIS資訊

服務系統供政府機關、學術單位、民間團體、公司及個人使用。

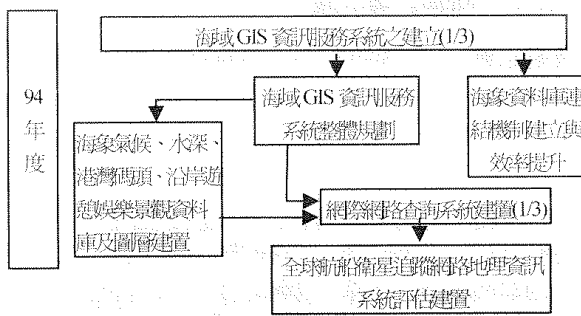


圖1 研究計畫執行流程圖

## 二、海域GIS資訊服務系統整體規劃

### (一)國內海域相關資料庫現況

國內各種不同性質或不同區域的海域資料，如海象氣候、水深、港灣碼頭、沿岸遊憩娛樂資料等，散處於各有關單位或機關，整合相當不易，且國內相關海象資料生產單位，對本身擁有資料未做通盤瞭解，本計畫在執行期間首先進行蒐集與整理國內各單位之海氣象觀測資料，瞭解目前各相關單位資料庫之種類，以利後續作整體海域資料庫建置規劃。包含中央氣象局海象測報中心、港灣技術研究中心、國家海洋科學研究中心、水利署、海軍大氣海洋局，資料彙整如表1所示。

表1 國內海域資料庫現況

單位	資料種類
中央氣象局海象中心	潮汐預報、波浪預報、海溫預報、海象統計
港灣技術研究中心	波浪資料、海流資料、潮汐資料、港二障理影像資料
海洋科學研究中心	水文資料展示、海流資料展示、水深資料庫展示、海流數值模式展示
經濟部水利署	風雨災害預防測報系統、網際網路資料查詢展示、電子看板展示、氣象預報、海岸工程設計
海軍大氣海洋局	海道測量、海洋探測、氣象觀測、數值模式

### (二)海域GIS資訊服務系統需求分析

本系統之功能需求分析將針對資訊服務系統開放的對象來進行。系統開放對象初步訂定雖然為一般社會大眾，但系統分析仍將針對委辦機關相關人員所欲管理及查詢之項目以及專業人士之需求進行分析。在實施上參考資訊系統開發標準程序，分為：系統分析、設計及製作等三個過程。系統分析的過程又可劃分為：專案定義、需求分析、訂定資料規格、評估正確確認系統邏輯設計方法、進行邏輯設計等5部份。系統設計則描述電腦程式如何組織、如何撰寫，並說明各種系統輸入、輸出、資料檔案及處理控制需求設計成果。系統製作包括：系統硬體、軟體採購獲取、程式撰寫、測試

及轉換(或整合)等工作。以上系統建置各步驟的過程如圖2所示。

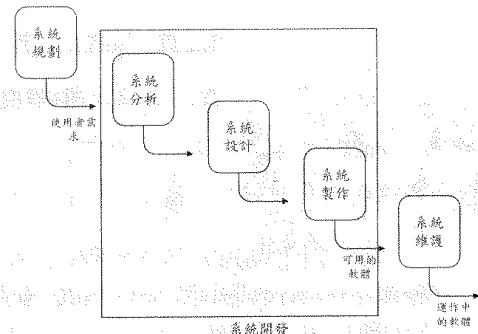


圖2 系統開發過程圖

### (三)系統整體架構規劃

海域GIS資訊服務系統規劃將以網際網路做為主要的作業平台，故系統建置擬以分散式的架構做為運作方式，過去分散式架構大多為二層式的主從式(Client-Server)架構，Server端只負責資料庫的處理、儲存與管理，其餘關於界面處理以及運算邏輯(模式)均由Client端來負責，這樣的作法只能達到資料分享的作用，對於大家所共用的運算邏輯(模式)，仍須各自存放一份在Client端，故當運算模式有所變更時，各個Client端均需逐一更新，運算邏輯(模式)無法達到共享，因此系統的效率、彈性、維護性均較差。隨著網際網路的普及以及分散式架構的成熟，本系統規劃以三層式的架構來進行建置(如圖3所示)，其觀念是將原先二層式的主從

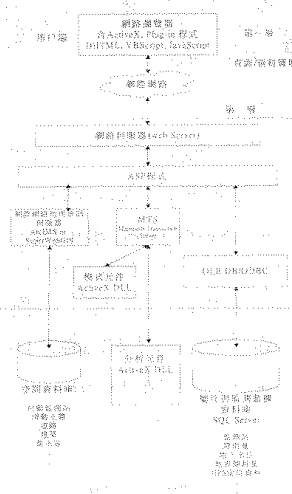


圖3 資料庫系統架構圖

架構應會為三層式(three tier)的架構，甚至是多層式(multi-tier)的分散架構，將運算邏輯(模式)獨立出來自成單獨的一層，如此一來，資料庫、運算邏輯(模式)與使用者界面各司其職，各自存放在最適宜的電腦上執行，不但資料甚至運算邏輯(模式)也可以共享使用，可達到分散化運算與資源共享的目的，系統的彈性與維護性也更佳。

有鑒於現今海洋相關之地理資訊系統並未受到國土資訊發展之重視，而交通部海洋相關業務量龐大，實有自行建立海域GIS資訊服務系統之必要，故本計畫規劃以三年時間建置一套完整的台灣海域GIS資訊服務系統(如圖4所示)，提

昇交通部在海域相關地理資訊之整合應用，並加強國土資訊在海洋領域之重視，達到國土永續發展之目標。

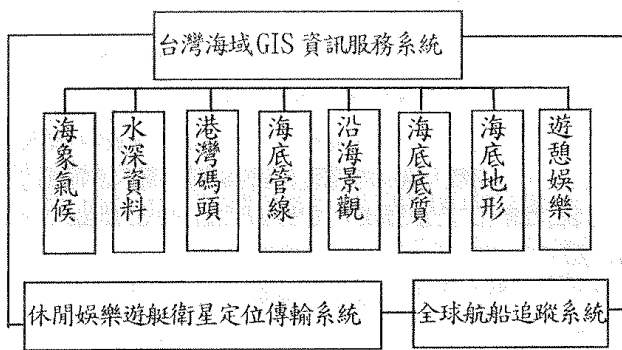


圖4 海域GIS資訊服務系統整體架構

現階段中央氣象局網路地理資訊系統使用情形在第二組及第三組有使用ArcIMS建置Intranet地理資訊系統。圖層之準備乃使用ESRI ArcView 8.X地理資訊軟體。中央氣象局並無統一之網路地理資訊系統，而分佈於組之網路地理資訊系統為Intranet之應用，故無法讓其他單位在Internet上開放共用同一套ArcIMS網路地理資訊系統。故本計畫依據中央氣象局使用網路地理資訊系統的情況，再加上現在日益增多之ArcIMS使用情況，本計畫規劃使用ArcIMS網路地理資訊系統來建置網際網路查詢系統。

### 三、網際網路GIS查詢系統建置

#### (一)系統功能規劃

使用者使用瀏覽器連結至海域GIS資訊服務網站，地理資訊相關視窗主要分成四個部分：地圖視窗，工具列視窗，資訊視窗及圖層控制視窗。圖5顯示海域GIS資訊服務系統網際網路地理資訊系統視窗畫面示意圖。瀏覽器連結至網站後，地圖視窗即會展示東經經度82到170度，北緯緯度15到50度大範圍全圖，放大到一定比例後基本圖層如道路、河川、特殊地標等等皆會自動顯示。工具列視窗顯示所有功能圖徵，圖層控制視窗可以控制圖層之展示以及選擇作用圖層，資訊視窗一開始顯示機關名稱，當系統需要展示訊息、物件屬性、或是互動介面時，即使用該視窗來展示。使用者點選功能圖徵後，回到地圖視窗使用滑鼠點選即可啟動該功能。

#### (二)系統功能建置步驟

ArcIMS最主要之特徵即是使用系統開發管理精靈(Manager)，帶領著使用者按部就班的產生及發布網路地理資訊。系統建置的三個步驟是：

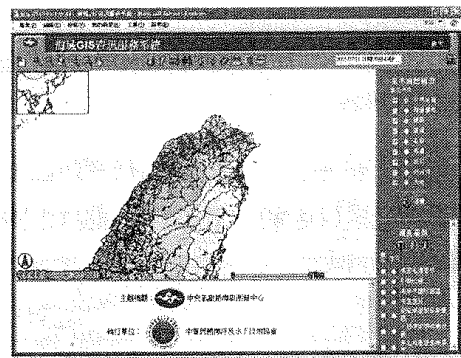


圖5 海域網際網路地理資訊系統視窗畫面示意圖

- (a) 產生地理資訊圖資服務 (MapService)
- (b) 設計網頁控制介面
- (c) 發布地理資訊圖資服務

步驟(a)：

使用ArcIMS Author建立圖資。ArcIMS是一個獨立，選擇形式的圖資建立工具。在此步驟中，將讀取shapefiles 或是Spatial Database Engine (SDE)資料，定義符號標誌、座標投影系統、比例尺及其它地圖參數等。資料庫的連結亦是在此步驟中訂定。ArcIMS Author的輸出檔案是使用XML 格式撰寫的圖資服務發布檔(MapService Publish file)。

步驟(b)：

使用ArcIMS Designer製作客戶端所使用的網頁介面。ArcIMS Designer使用問答方式，由設計者決定是否使用Java applet，採用何種模範形式，讀取哪一些圖資，以及決定客戶端瀏覽器上應具備之操作項目及功能。由ArcIMS Designer輸出的檔案是完全HTML格式或是含有Java applets之網頁，完全HTML或是搭配JavaScript之網頁只能展示影像檔(bitmap images)，且所有的要求皆將傳回伺服器中重新產生影像檔案。含Java applet之網頁則提供客戶端較多之查詢及展示功能，包含特徵之傳輸(向量格式)。這些Java applet是即可使用之應用程式，一旦連線後即會自動下載到客戶端以供使用。這些應用程式提供地理資訊及地圖展示之功能，如平移及縮放，除此之外，並提供空間查詢、更改圖資展示方式、標示物件、甚至修改資料等功能。這些功能常在客戶端執行而不需要傳送請求至伺服器上，以減少網路傳輸所造成之延時。若不使用Designer來設計介面，亦可用ArcIMS提供之多圖資服務網站架構之範本，自行修改開發網站介面，此為本系統將採取之方式。

為了簡化使用者安裝載入程式的步驟，本系統規劃使用HTML搭配JavaScript之網頁，使用影像檔之方式來展示。現今使用ArcIMS作為網際網路地理資訊系統引擎之政府網站如水利署水文資源資料管理供應系統、水土保持局坡地網際網路地理資訊系統、水土保持局土石流防災應變系統等等皆使用影像檔之方式來建構網際網路地理資訊系統。

步驟(c)：

完成前述之兩個步驟後，即可發布圖資服務。設計階段之最後一個步驟即是發布圖資服務。ArcIMS Manager中

的Administrator可以用來監控ArcIMS伺服器以及圖資服務。在伺服器端可以控制圖資服務以及ArcIMS伺服器及伺服器組之啟動或停止。

#### 四、海象氣候、水深、港灣碼頭、沿岸遊憩娛樂、沿岸景觀資料建置

##### (一)海象氣候資料建置

海象氣候資料蒐集以中央氣象局海象測報中心資料為主，潮位站與資料浮標分布圖。除了與海象相關測站之資料蒐集與圖層建置外，本計畫並將蒐集中央氣象局自民國82年以後具代表性之颱風資料，選取近岸海域受颱風影響海象變化案例，然後根據所蒐集的資料進行其氣候特性分析及相關圖層建置。

海象資料庫針對北角海域、東海岸、大鵬灣與新竹沿海進行了建置資料進行了建置，其目的對台灣全島沿海海域建置完整之海象資料庫。現階段已蒐集到可以製作成地理資訊資料如下：

- 天氣圖海下面氣壓解術場資料 (海象測報中心提供)：  
45km網格 RC 2003/8/1 ~ 2004/4/14 00Z 與 12Z  
45km網格 RB 2004/3/28 ~ 2005/5/31 00Z 與 12Z
- NWW3波高解術場資料 (海象測報中心提供)：  
45km網格 HS 2002/1/1 ~ 2005/5/31 00Z 與 12Z
- 颱風路徑圖 (中央氣象局網站)

配合上述時間 2002年至2004年侵台的颱風路徑圖

海象氣候資料經由Surfer Script語言之執行建置每日二幅之等值線結果圖檔，並輸出成地理資訊普遍使用之shapefile格式圖層檔案。ArcIMS可以直接且動態的讀取shapefile檔案，如此則地理資訊基本資料與海象氣候資料即可相互套疊，讓使用者更輕易的瞭解海域或海象氣候之影響。圖7顯示Surfer Script執行及結果視窗畫面。

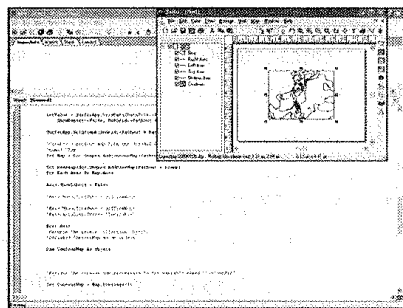


圖7 Surfer軟體執行Script及結果展示視窗畫面

##### (二)水深資料建置

目前台灣地區較常用且容易取得的水深資料可從五萬分之一海圖獲得，但由於係以紙圖方式提供，倘若要透過GIS與各類圖層進行套疊及交互查詢分析，則須加以處理成爲數值型態的資料才可一併納入GIS資料庫中。

水深資料蒐集管道以先前交通部科技顧問室計畫所建置之海下環境的水深資料爲主，配合國家海洋科學研究中心及原海軍海洋測量局所建置之水深資料，整合建置台灣沿海水深資料庫。各資料來源仍以原空間圖元方式建置資料(點位資料及等深線)，再利用GIS 3D模組轉換資料爲TIN模組或

網格式資料模式，日後在三維查詢系統中可以針對水深繪製水深剖面，本項資料建置空間範圍以所蒐集水深數值檔爲主，各資料如有比例尺或精度差異時，將在圖元檔內以屬性說明，而所轉換之三維檔以最小精度爲準。

本研究團隊自八十六年開始至九十一年執行交通部科技顧問室的「近岸海域水深調查與海下環境資料庫之建立」已實際調查及建置十幅五萬分之一的海圖水深資料庫(表2、圖)。另外海軍大氣海洋局則全面性針對台灣本島海域進行水深測則，預計於民國95年度完成各類比例尺的海圖共計108幅。

表2 本計畫現階段已掌握之水深資料

海圖編號	海圖說明	調查時間
04504	高雄港至枋寮白地	88年度
04514	三貂角至湖寮港	88年度
04502	枋寮白地至車城白地	89年度
04505	高雄港至安平港	89年度
04509	大安港至鹿港白地	89年度
04513	淡水港至深澳灣	89年度
04507	布袋白地至海口白地	90年度
04508	鹿港白地至海口白地	90年度
04511	中港白地至白沙岬	91年度
04512	白沙岬至淡水港	91年度

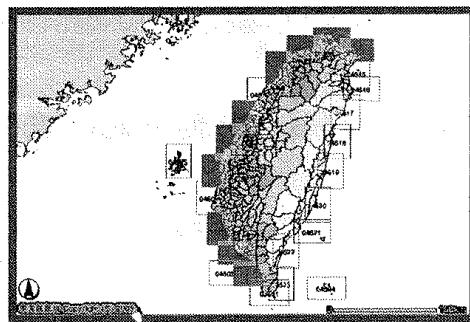


圖8 水深資料分布圖

##### (三)港灣碼頭資料建置

本研究計畫於先期僅針對交通部所管轄之國際港灣則取兩處，與以整理彙總，故乃就前述四大國際港灣中予以研析選取。綜觀基隆港因目前正極力推動台北港貨櫃中心之建設，在尚未完成前，擬不列入；而花蓮港目前係以砂石外銷爲主，近年改爲內銷，致貨運量不大，貨類較狹亦擬不列入。故本年度研析介紹之港灣碼頭，乃以台中、高雄爲對象。

##### (四)沿岸遊憩娛樂景觀資料建置

本計畫所建置地理資訊網站之除提供政府部門相關業務單位及學術研究機構得以有系統地查詢及獲取海域GIS資料，服務對象亦包括一般民眾，透過資料整合展示於地理資訊網站上，提供遊客查詢沿海遊憩相關資訊，進而提倡海洋遊憩活動。

遊憩資料庫建置主要以沿海風景區海洋休閒活動爲主，包括海釣、潛水、衝浪、遊艇等活動類型；另一遊憩資訊以岸域爲主，包括觀光漁業、漁村民宿、海洋文化遺址、風景區遊憩設施、鄰近餐飲住宿等。遊憩資料包含GIS圖層點位、簡介文字屬性及風景圖片係由本協會先前執行交通部

委託「台灣沿海觀光遊憩資源與防災地理資訊系統建立」案所蒐集建立。

## 五、海域GIS資訊服務系統建置成果展示

海域GIS資訊服務系統之建置延續交通部技術顧問室沿海遊憩安全資訊系統建置計畫，系統架構如圖10所示，系統主軸為ArcIMS網路地理資訊系統，配合網頁程式之撰寫、海象資料庫之讀取建構或海域地理資訊與即時資料展示系統。系統首先須由中央氣象局安管外資資料庫取得測站資料以建置測站圖層，再利用ArcIMS Author工具建置Map Services，經由ArcIMS Server將相關地理資訊影像傳輸至客戶端。

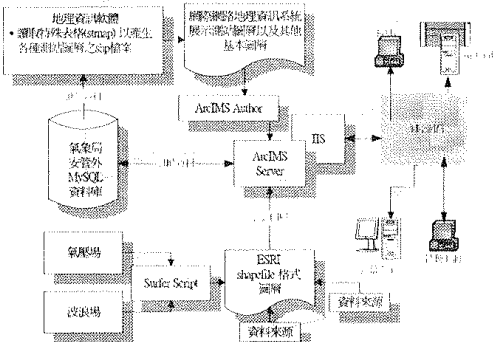


圖10 資訊服務系統架構

### (一)系統基本操作

圖11為系統起始畫面，上方為工具區，右方為圖層控制區，中間為圖層展示區，下方為屬性展示區，左上角還有Overview區。圖12為圖層放大後之視窗畫面，使用者可以將不同圖層套疊在一起展示。

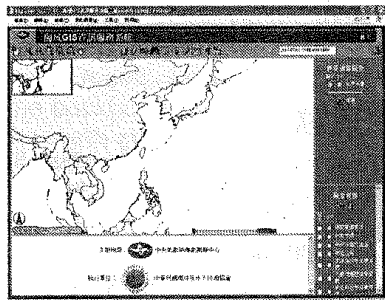


圖11 海域GIS資訊服務系統視窗畫面

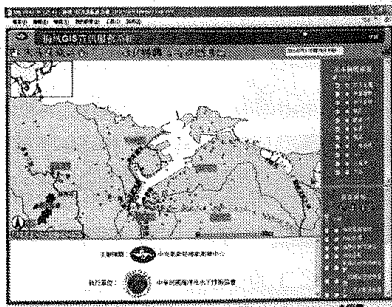


圖12 圖層放大後之視窗畫面

### (二)海象氣候圖層展示

2002年至2004年的颱風路徑圖示從中央氣象局歷史颱風網站點讀取出來，再經過地理資訊系統的登錄座標後，即可放置於ArcIMS系統上與其他圖層相互套疊。圖13顯示2004年6月底7月初放督利颱風路徑圖疊合地理資訊圖層之結果。圖14顯示由45km網格之氣壓解析場所建置之圖層與颱風路徑圖套疊之結果，可以看見低氣壓中心按照颱風路徑圖前進。

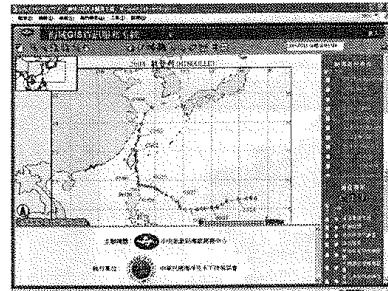


圖13 颱風路徑圖疊合地理資訊圖層之視窗畫面

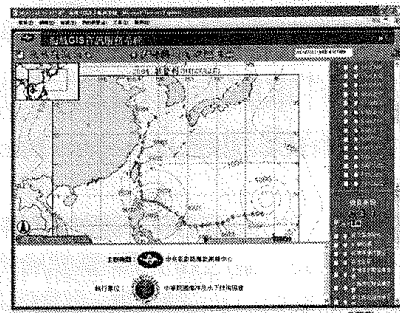


圖14 颱風路徑圖疊合氣壓解析場所之視窗畫面

### (三)水深圖層展示

圖15顯示五萬分之一海圖圖幅分布位置，使用者可以進一步捲選圖幅以展示各圖幅之相關屬性資料。使用上述之基本操作方式，使用者可以將水深圖資選為作用圖資，則上方的圖層即會展示所有圖層名稱，由此進一步選取欲展示的水深點位或是等深線圖層，然後按「重繪」按鈕即可展示水深資料，如圖16所示。

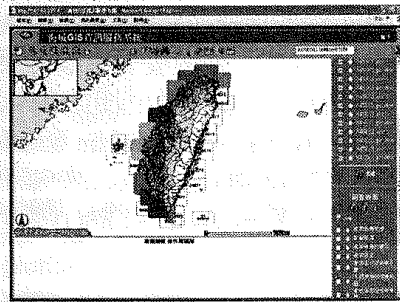


圖15 五萬分之一海圖圖幅圖展示視窗畫面

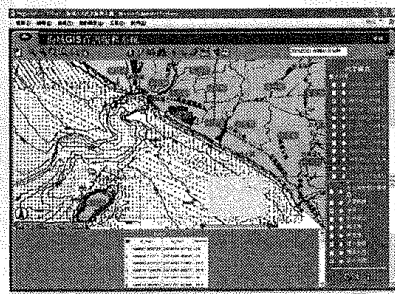


圖16 五萬分之一海圖水深點位套疊展示視窗畫面

#### (四)沿海遊憩娛樂景觀圖層展示

使用上述之基本操作方式，使用者可以將東北角遊憩娛樂景觀圖資選為作用圖資，則上方的圖層即會展示所有圖層名稱，由此進一步選取欲展示的圖層物件，然後按「重繪」按鈕即可展示圖層資料。使用者亦可用圖查屬性的方式選取物件，以展示其屬性資料。圖17顯示使用框選的方式展示東北角之所有漁港屬性資料。

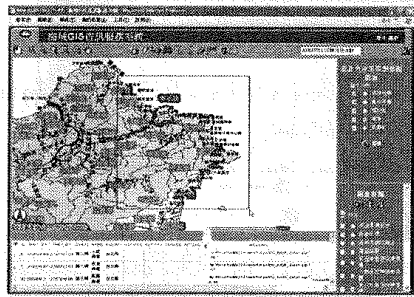


圖17 東北角海岸漁港圖層及屬性展示視窗畫面

## 六、海象資料庫與海域GIS資訊服務系統連結機制建立

### (一) 連結機制說明

地理資訊資料大致分成圖層資料與屬性資料兩種，當使用者選取圖層物件時，系統內部的關聯機制即會將被選取之物件與其屬性進行關聯，因而選取及展示該物件之屬性，而屬性欄位中可以指定其為唯一的「key」（關聯欄位，該欄位之值是獨一無二的。透過此欄位之值找出在資料庫內具有相同關聯欄位資料表格內其值為相同之資料。

連結機制利用ArcIMS提供之超連結功能，在使用者選取物件並取得「key」後，即可啟動伺服器端的解釋程式如Active Server Pages程式，執行SQL指令到資料庫中擷取相同「key」之資料。

### (二) 連結機制示範

由於海域GIS資訊服務系統仍在開發階段，故與海象資料庫之連結將使用交通部沿海遊憩安全資訊系統來進行說明。圖18顯示沿海遊憩安全資訊系統在使用者選擇圖點後，即將關聯之「key」資訊結合SQL查詢語法，至海象資料庫中執行SQL指令，將對應的海象資料擷取出來，並繪製成時序列圖。只要確保海象資料庫可以有權限執行查詢的工作，則如此利用「key」的方式必然可行。

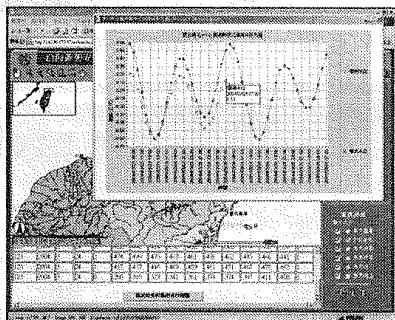


圖18 沿海遊憩安全資訊系統與海象資料庫連結成果

## 七、本研究未來工作規劃

### (一) 全球航船衛星追蹤網路地理資訊系統建置

本年度將延續台灣沿海遊憩安全資訊系統所建置之休閒娛樂遊艇交通船衛星定位傳輸機制，除利用GPRS大哥大無線傳輸GPS衛星定位之機制外，並評估利用IMARSAT或Argo衛星通訊之傳輸，建置全球航船衛星追蹤網路地理資訊系統(如圖19所示)，讓所有交通部欲掌握之近岸休閒娛樂船隻位置以及船測資料可以輕易的透過通訊衛星之傳輸，即時直接的匯入資料庫中，然後再透過網路地理資訊系統讓使用者用瀏覽器即可將船隻位置以及即時海況顯示在電腦螢幕中。下半年度將執行系統之評估及初步之架設測試。

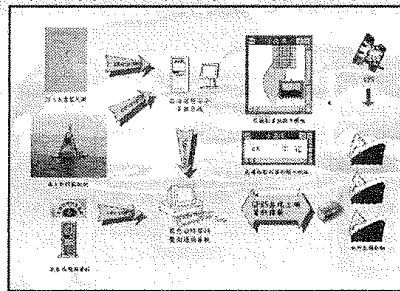


圖19 航船衛星追蹤網路地理資訊系統

### (二) 圖層資料蒐集處理

本計畫下半年度將持續進行海象氣候圖層檔案(颱風分析自民國82年至上半年已蒐集之年份)、台、粵高波兩處國際海港資料庫及圖層檔案、完整西岸水深資料(增加4厘五萬分之一海圖範圍之水深資料與圖層檔案)之Web GIS圖層轉換建置。圖層資料的處理方式與前述的方式相同，新增之國際海港資料若港區配置CAD圖檔則將進行格式轉換處理，若為已定位之衛星影像則可使用ArcIMS Author軟體建置AXI檔案後，掛入ArcIMS Server中直接使用，若尚未定位則須建置World檔案，指定影像之角落座標及一個pixel所代表之距離。

## 八、參考文獻

1. Wright, D. J., 1994. Geographic Information Systems for RIDGE Research, RIDGE Events, 5(2):5-7, P. 11.
2. Daratech Inc., 1994. New GIS market study, GIM: Intl. J. Surv., Map., Appl. GIS, 8, PP. 36-37
3. Mason, D. C., M. A. O'Connell, and S. B. M. Bell, 1994. Handling four-dimensional geo-referenced data in environmental GIS, Int. J. Geographical Info. Sys., 8, PP. 191-215.
4. 中華民國海下技術協會, 1994. 建立海象觀測網與海洋環境資料庫整合系統之規劃(二) - 方案規劃, 交通部。
5. 工業技術研究院能源與資源研究所, 1995. 台南近海海砂資源調查報告, 經濟部近海資源技術研究五年計畫。
6. 中華民國海下技術協會, 1999. 近岸海域水深調查與海下環境資料庫之建立(二) 期末報告, 交通部。
7. 金紹興、高家俊、莊士賢, 2001. 近海水文監測及預警, 中國土木水利工程學會九十年年會論文集, 93-108。