

中央氣象局全國海象資訊服務系統基本建設

徐月娟

中央氣象局海象測報中心

摘要

中央氣象局已過 12 年在海象測報中心全體同仁和國內、國外參與合作的機構及學者專家共同努力下，已發展了一些「全國海象資訊服務系統基本建設」。這些基本建設包含海象觀測網和一系列的海象預測模式，又在此基礎上建置全國海象資料庫系統及資訊服務網際網站基本建設，社會大眾可從網際網頁很方便的獲得接近即時的資訊產品。為提供安全之海洋環境及配合政府組織再造，海象中心將研擬提出建置「全國海洋資訊服務系統基本建設(INOIS)」的構想，其成果也可提供下游單位在更小空間尺度上之應用。過去基於共同利益，海象中心有些資訊產品是與其他政府機關或研究機構共同合作開發。這種方式已證實兼具有經濟效益及產能。海象中心將進一步加強互惠合作關係，改進現有產品並開發新產品。

一、前言

中央氣象局海象測報中心(以下簡稱海象中心)於民國 82 年 7 月成立，職司全國海象測報業務，亦即負責大氣與海洋交界面之自然現象的監測與預報，包括潮位、波浪、海流、海面水溫、風及其他海氣象要素。已過 12 年，海象中心在全體同仁和國內、國外參與合作的機構及學者專家共同努力下，已發展了一些「全國海象資訊服務系統基本建設(Infrastructures for nationwide marine information services)」。這些基本建設包含海象觀測網和一系列的海象預測模式。海象觀測網提供了接近即時的海水位、海面水溫、波浪、風及其他海象資料；海象預報系統則提供了台灣海域綜觀尺度的海水位、風暴潮、海浪、海流及海面水溫的預測資訊。

社會大眾可從網際網頁很方便的獲得這些接近即時的資訊產品，諸如浪高、海面水溫的等值線圖，海水位、風、氣壓等資訊。使用者包括了漁民、船員、海巡人員、釣客、遊憩旅客、潛水、游泳者、研究人員及工程人員。有時候，這些資訊也提供給海上搜尋和救難使用。並且使用者人次每年持續增加中。海象中心有責任以最經濟有效的方式，向社會大眾提供這些高品質的海象資訊服務。

二、海象觀測網基本建設

由於海象觀測設備建置及維護費用昂貴，在國家資源有限的情況下，海象中心已與內政部、經濟部水利署、各港務局、工業港、台電等機構合作建置全國海象觀測網。目前潮位觀測網及近海資料浮標觀測網的基本建設已大致完成，還有其他的波浪站和海洋氣象站。海象中心以蒐集長期觀測、即時傳輸、品質穩定的海象站資料為主，圖 1 共有 33 個潮位站、9 個資料浮標站、及 3 個波浪站，圖中並未標示需定期蒐集資料的非即時潮位站及海洋氣象站。目前這些觀測站均設置於沿岸及近海的重點位置上。

(一) 潮位觀測網

截至民國 94 年，海象中心負責分布於國內海岸共 19 個潮位站；水利署在近海水文網基本站之建置計畫下有 10 個潮位站；內政部為國土測量也購置了 3 套潮位儀，由海象中心協助施測維護；加上各港務局及工業港潮位站，目前計有 38 個潮位站資料，由海象中心即時蒐集或每月、每年定期取得，並利用調和分析法每年更新製作各地潮汐預報表。民國 92 年起開始規劃建置音波式水位計檢校實驗室，又與內政部合作定期檢測潮位站水準點，以獲得長期及高品質的海水位觀測資料。93 年底南亞大海嘯過後，海嘯監測成為海象中心重點工作之一。因此在現有潮位站中，選擇較常發生海嘯及異常水位的地點作加密觀測，每 15 秒鐘記錄一筆資料，同時配合新近開發的海嘯監測系統，進行潮位站軟硬體設備設定之修改。

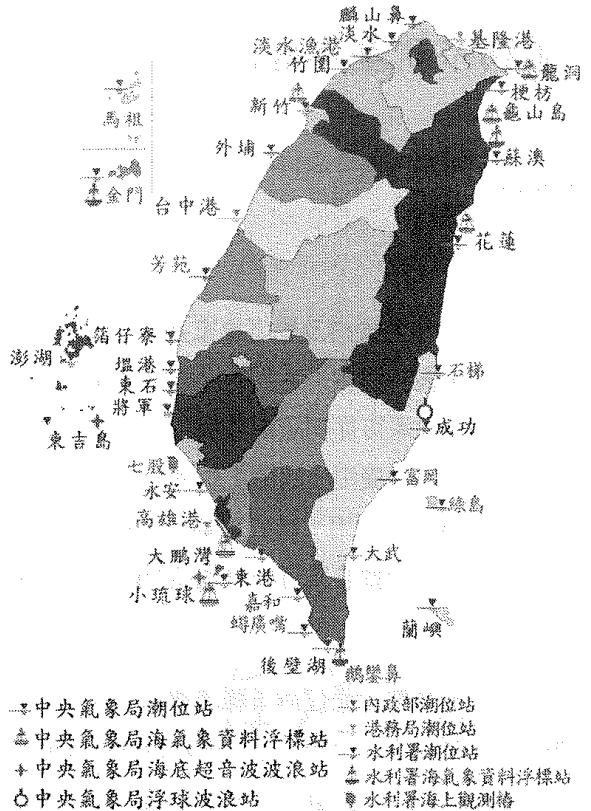


圖 1 全國海象觀測網

(二)近海資料浮標觀測網

中央氣象局引用美國國家資料浮標中心規範，依據台灣海域特性，委託國立成功大學研製作業化海氣象資料浮標系統，已成功布放於新竹、花蓮、龍洞、龜山島、大鵬灣和小琉球海域，其中 3 處係與觀光局合作；另外水利署有蘇澳、金門、鵝鑾鼻 3 個資料浮標站。除了小琉球浮標布放點水深 80 餘公尺外，其餘水深約 30 餘公尺，皆位於近岸海域。民國 95 年將在台灣東部外海水深大於 4000 公尺處設置深海資料浮標站，以提早掌握颱風動態，提升監測與預報效益。

(三)其他海象觀測站

中央氣象局另有一個浮球式波浪站位於台東成功三仙台海域，二個海底音波式波浪站分別設於東吉島及小琉球附近海域，以及好些海洋氣象站；水利署有一個七股海上觀測樁，可惜於今(94)年初毀壞，也有一些海岸氣象站，其中有些與潮位站結合。另外今(94)年 8 月在海巡署台東成功海岸巡邏站安置一座微波雷達測波系統，觀測所得資料可與成功波浪站觀測資料進行比較與分析研究。

在海象觀測系統方面未來的發展重點是：

- 將建置深海資料浮標站，發展微波雷達測波及高頻雷達測流之岸基遙測系統，推廣船用自動海氣象觀測系統。

- 持續更新傳感器(sensors)及提升量測技術，來改進資料的精確性和可信度。

- 強化重點海域之觀測設施，使可承受極端惡劣的海況。

- 發展及改進傳感器校驗設施及操作程序，以維持高品質的資料，建立操作及維護之標準及程序。

- 發展即時資料品管條件、執行程序及達到其他品管要求，例如加入 metadata 內容。

- 持續改進系統的經濟效益，使能達到長久運作。

- 確認系統擴充之需求面，如增加觀測要素、測站數目、顧及其他特定任務需求。

- 與合作機構共同努力整合不同的系統，包括資料格式、品管標準和管控、跨平台和不同應用軟體之間的可操作性。

- 持續努力整合衛星遙測資料與現場觀測資料，例如研發海面水溫、風或浪的資料同化。

三、海象預測模式基本建設

中央氣象局發展海象預報系統，含一系列的風、波、潮、流預測模式，並與天氣預報系統相結合。海象預測模式產品是發布遠海、淺海及近岸之浪、潮、流、水溫等的重要預報指引(guidance)。海象中心已具備綜觀尺度的波浪、潮汐、風暴潮、及海面水溫的預報作業基礎，將繼續引進及改進近海波浪模式、海流模式、暴潮模式等。

(一) 波浪模式

海象中心負責中央氣象局之波浪預報業務，每日發布涵蓋西北太平洋海域之綜觀尺度波浪預報圖，所參考的外海風浪預報模式係引進美國海洋及大氣總署所開發的 NWW3 模式；為求更精準之近岸波浪預報，近期引進了荷蘭 Delft 技術大學所開發的 SWAN 模式，以期達到近岸波浪預報之目標。海象中心現行作業系統使用三層巢狀網格之風浪模式，最外層是 NWW3-1，涵蓋範圍包括了台灣海峽、東海、黃海、南海及部份西北太平洋海域，網格點的分割係以 0.5 個經緯度為單位。第二層是 NWW3-2，涵蓋範圍是以台灣為中心的海域，網格解析度為 0.25° ，其邊界條

件係由 NWW3-1 所提供，並輸出波譜資料提供第三層 SWAN-3 使用。SWAN-3 涵蓋台灣四週海域，網格解析度為 0.05° ，風浪模式涵蓋範圍如圖 2。

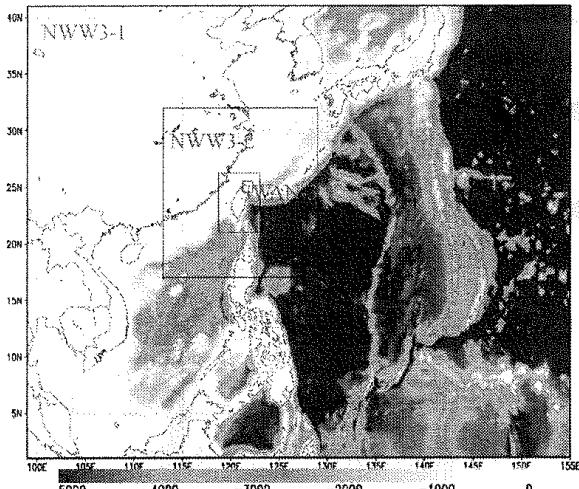


圖 2 海象中心巢狀網格風浪模式涵蓋範圍

驅動風浪模式的風場資料來自中央氣象局巢狀網格之區域大氣數值模式(NFS)輸出的海面風場，依解析度大小分別為 45、15 及 5 公里。三層巢狀網格風浪模式分別使用三個不同解析度之大氣數值模式的海面風場。預報時效性是作業單位面臨最大的考驗，研擬之解決方案例如大氣數值模式提前供應預測風場，巢狀網格波浪模式的最佳化配置等，都需進一步探討改進。

(二)潮汐模式

海象中心使用一個依據淺水波方程式建構的潮汐模式產品，其水平解析度為 $1/8^\circ$ ，加上調合分析及長期經驗來發布每日潮汐預報。由於海岸地形複雜，在東北部沿岸及西南海岸模擬結果較差。圖 3 是北台灣潮流數值模式產品，此模式原始程式碼取自 2000 年版的 POM 程式，其水平解析度為 0.01° ，垂直方向為 16 層。模式範圍介於北緯 24° 到 26° ，東經 121° 到 122.5° 。經修改起始條件與設定海洋開放邊界之水位與流速條件，模擬北台灣沿海海域之潮位與潮流變化，比較潮位觀測值已有明顯改進。將再擴充範圍，繼續改善西南海岸之潮汐模擬。

(三)海流模式

海流數值模式使用 POM 程式，是一個三維的動力海洋模式系統。本模式範圍介於北緯 19° 到 29° ，東經 110° 到 129° ，其水平解析度為 $1/8^\circ$ ，海底地

形係使用 ETOPO-5 水深資料，垂直共有 26 層 (σ 座標)。本模式由歐洲中尺度天氣預報中心 (ECMWF) 大氣模式的風場來驅動；溫度及鹽度之初始場乃由 Levitus 的全球水文資料提供，而模式的開口邊界條件則由較大區域之北太平洋數值模式來提供。將另結合中央氣象局區域大氣數值模式的低層風場，來建立每日海流預測作業。

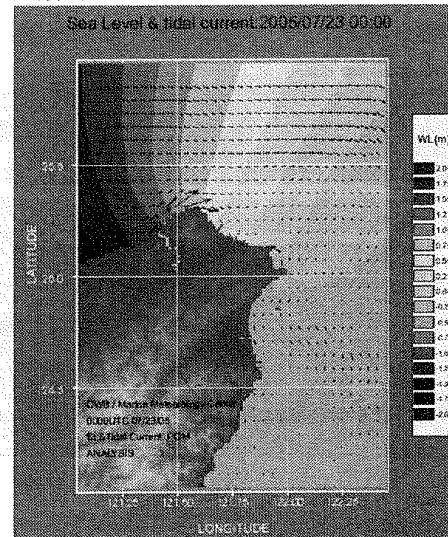


圖 3 北台灣潮流數值模式產品

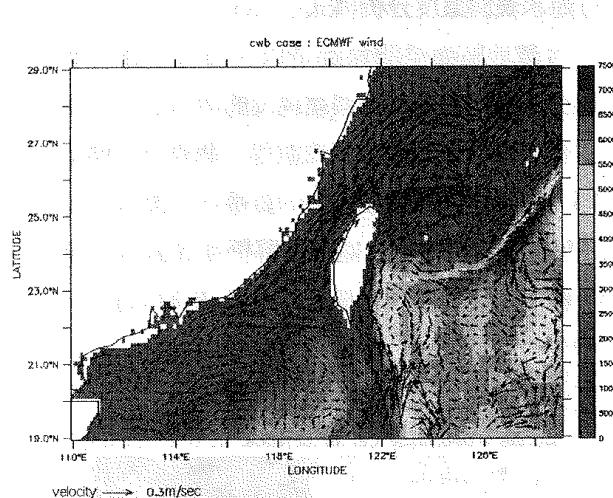


圖 4 海流數值模式產品

(四)風暴潮模式

海象中心使用一個依據淺水波方程式建構的潮汐及暴潮模式，其水平解析度為 $1/8^\circ$ ，在颱風期間配合颱風路徑及強度之預報，來推算全國海岸可能引起的暴潮位。為防災需求其準確度需要提高，需擴大模式範圍、提昇水平解析度，同時顧及預報時效性。目前與國內學術界合作，發展涵蓋台灣海域的大尺度

水動力數值模式，模式範圍介於北緯 15° 到 42° ，東經 105° 到 150° ，其水平解析度為 $1/12^{\circ}$ ，包含深海平均潮、天文潮、大氣壓力及風場之影響。圖 5 顯示

2002 年雷馬遜颱風從台灣東部海面通過時之模式模擬海水位之情形，同時利用潮位站的觀測水位作校驗，模式結果大致上與實測資料吻合。未來將朝向增加解析度及利用平行運算技術，來增加預報準確度及計算速度。

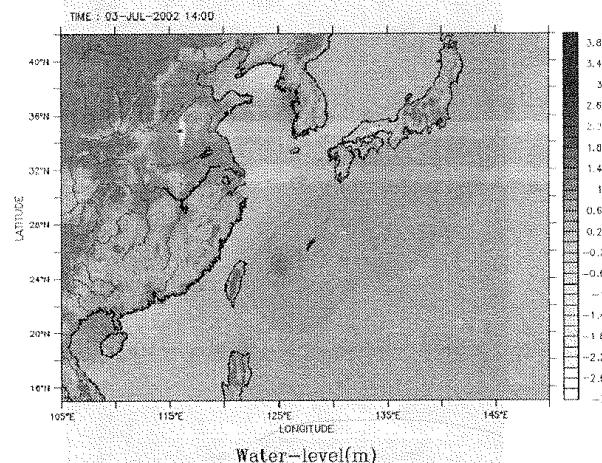


圖 5 風暴潮模式產品

(五) 海水表面溫度分析模式

台灣地區海溫測報圖是以美國海洋暨大氣總署每日公布解析度為 0.5 個經緯度的海水表面溫度場為背景值，結合中央氣象局龍洞等 9 個資料浮標站、竹圍等 15 個潮位站現場觀測的日平均海溫資料，及接收 MODIS 衛星遙測且處理為解析度 5 公里的海溫資料，經由所發展之同化模式整合各種資料而成。於每日中午發布如圖 6，提供民眾在沿海養殖、漁業發展及近海遊憩等方面參考利用。

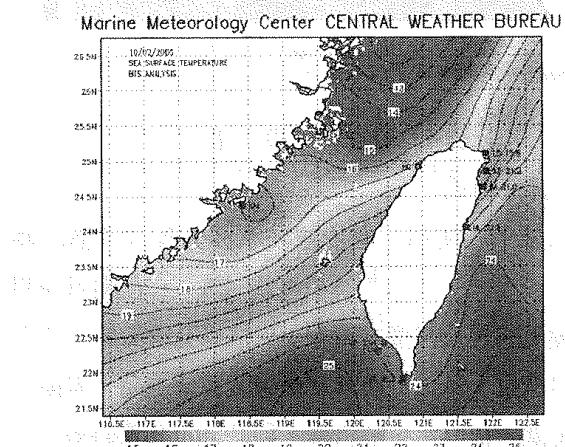


圖 6 台灣地區海溫測報圖

在海象預報系統方面未來的發展重點是：

- 持續發展及改進數值模式中即時資料攝取和同化技術。
- 發展及執行有關作業模式之標準認證程序，包括校驗、精確度、及系統文件。
- 擴展模式的能力，諸如海流模式與海浪模式相結合、鹽度場輸出等。
- 與研究機構合作發展流體動力與水質結合的模式，可支援海岸遊憩區之監控及預報需求。

四、海氣交互作用及其應用

近年來全球環境變遷及永續發展議題備受各界重視。以往氣象與海洋研究各自發展，只有很少的交集或只考慮單向影響。但實際上海氣之間相互作用不可忽視。例如當颱風經過暖水域，由於水汽和熱量的供給強度會增強；但颱風運動作用力會使得底層海水補充上來而海面水溫下降。再加上全球環境氣候的改變，風暴潮及海嘯瞬間帶來災害的程度較以往更加劇烈。未來的趨勢是氣象與海洋關係更密切，跨領域間之合作會更加強。

在海氣交互作用方面未來的發展重點是：

- 為收集大尺度天氣事件和全球氣候變遷資料，將與學術界合作確認及發展需重點加強監測的項目，並將其整合至現有的海象觀測平台上。

五、資訊產品與服務

基於前述海象觀測網和海象預測模式基本建設，海象中心又建置全國海象資料庫系統及資訊服務網際網站基本建設，將持續蒐集、統計、分析各種海象觀測及預測資料，開發海象資料品質管制處理技術，訂定各種類海象資料格式，使能有效管理、保存及查詢，開發資料庫應用軟體，建立整合性、近即時性資訊服務網站。

(一) 全國海象資訊服務網站

為使社會大眾可從網際網頁很方便的獲得接近即時的資訊產品，全國海象資訊服務網站於 92 年 4 月啓用，網址為 <http://marine.cwb.gov.tw/>，其內容不斷地增修、充實、更新，圖 7 為其中近海海象現況之即

時展示，還可查詢單項觀測要素之最近 36 小時時序變化趨勢。另外還有海象預報資訊、統計資訊、歷史資料索引及其他專項服務資訊，已累計有 70 萬人次上網查詢，且單月上網人次有持續增加的趨勢，也經常有電子郵件詢問相關事宜及提出建言。

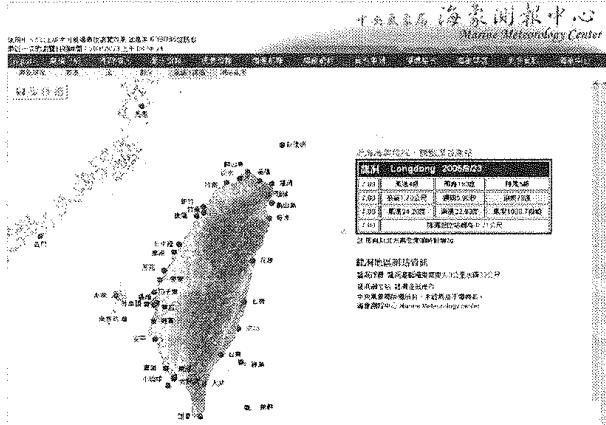


圖 7 全國海象資訊服務網頁

(二) 海象資料申請服務

海象中心蒐集、處理、儲存、展示該中心及相關單位的海象資料，並依「交通部中央氣象局規費收費標準」對外界提供海象資料申請服務，應用於學術研究、法院參證、經建開發、工程設計、水深量測等方面，每月受理海象資料申請案平均約有二十件，並且服務案件有逐年增加的趨勢(圖8)。

