

# 作業化海洋環境觀測技術研發

高家俊<sup>1</sup> 董東璟<sup>2</sup> 葉姍霽<sup>3</sup> 林演斌<sup>3</sup>

## 摘要

近年來國內社經發展蓬勃，突顯了海岸資源永續利用的重要性與環境背景資訊的迫切需求，舉凡海岸地區之開發經營、漁業養殖與捕撈、休閒遊憩、航海運輸、港灣設計、海疆防禦等皆需要長期近海水文資料作為工程設計依據，或是即時近海水文資料作為防災搶險及海上活動決策參考。為提高水文觀測之效率及準確性，亟須推動整合具現代化與前瞻性之水文觀測技術與資訊科技。一個完整的水文觀測系統包含有(1)觀測載台單元(2)儀測單元(3)能源單元(4)資料擷取與分析單元與(5)資料傳輸單元(6)資料品管單元等。本文說明近年來成大近海水文中心在上述各系統的研究成果，以及在上述系統架構下，依據不同任務需求，所設計出的海氣象資料浮標、海上觀測樁、潮位站、氣象站、船舶系統與雷達觀測系統等自動化海氣象觀測系統。

## An Introduction of the Automatically Meteoceanic Observation System

Chia Chuen Kao<sup>1</sup> Dong Jiing Doong<sup>2</sup> Yen Pin Lin<sup>3</sup>

### Abstract

In response to the need for more meteoceanic data in Taiwan, the Coastal Ocean Monitoring Center was established within the National Cheng Kung University. To provide long-term and high-quality data, an in-situ operational monitoring system should adequately integrate structures, mooring, measurement instruments, data acquisition and control, data processing and analysis, communication, power, and auxiliary sub-systems. However, the most important logistic requirement for wave measurement is an experienced and disciplinary team. COMC has devoted itself to designing, integrating, operating and maintaining various marine meteorological observation systems for several years. Data from these operational observation systems are used for forecasting and warning, scientific and research programs, engineering design, and other purposes requiring accurate measurements and reliable performance. In this study, the designs of automatically observation systems are introduced.

---

1 成功大學水利及海洋工程學系教授暨近海水文中心主任

2 成功大學近海水文中心助理研究員

3 成功大學近海水文中心研究助理

## 1. 前言

台灣四面環海，東海岸多為岩岸緊鄰深海，海岸抵向東急劇下降；西岸則多為平直之砂岸，海岸坡度平緩。近年來經濟急速發展，民眾休閒活動逐漸往海濱趨近，使得部分海岸地區土地呈現高度開發，而海岸土地在波浪、潮汐長年作用下，地形逐漸變遷，又台灣位處於特殊的地理位置，冬季飽受東北季風帶來的強風惡浪，夏季則是受到颱風的狂風巨浪所侵襲，海域環境相當嚴峻，海岸災害年年皆可能發生。根據中央氣象局103年（1896~1999年）颱風統計資料之結果顯示，每年平均有3.5次颱風侵襲台灣海岸，颱風期間之低氣壓及強風導致近岸水位異常上升，再加上嚴重的海岸侵蝕，形成近岸海域水深變大，波浪碎波線往內陸移動，使波浪越過海堤堤頂造成台灣北部、西部及南部海岸海水倒灌及沿海區域溢淹。台灣東部、東北部海岸地區，由於海岸直接暴露於太平洋侵襲之範圍，當颱風來襲時帶來之暴潮巨浪，對現有海堤之防護作用產生破壞進而引起海岸災害事件。由於海岸具有地域性，隨著地形、地勢及水理特性之改變，會產生不同程度之海岸災害，因此災害防治方法均需因地制宜而做不同之選擇。在進行海岸防制對策之研擬時，必須針對該地區之海岸地形變化特性、氣象及海象條件等基本資料先行分析，瞭解當地之海氣象特性，進而選擇最佳之防護對策，如此才能有效的預防及防止海岸災害繼續惡化（水資源局，2001）。

## 2. 海洋環境觀測現況

目前台灣地區近岸海洋氣象調查及觀測之工作依據目的不同而有相對之作業方式，為了預潮防災業務之應用，觀測作業必須滿足長期且即時的要求；若為學術研究之需要，可進行定時觀測而不需即時傳輸，且研究完成後觀測立即終止，但兩者相同的是對觀測資料品質之要求。往昔之水文觀測作業中可能出現下列現象：

（一）儀器檢校週期不固定：觀測儀器除極少數外，絕大部分僅在儀器故障或送廠修理時，方附帶進行檢校工作，缺乏定期檢校，儀器精確度無從確定，數據品質掌握不易。

（二）儀器修復時間長：觀測儀器絕大部分自國外進口，儀器代理商限於資本，大多不具有儀器維修部門，儀器故障時，僅能連絡原廠，派員來台修理，或將儀器運回原廠修理，不但曠日費時，嚴重影響觀測數據之連續性，大幅降低資料庫之實用性及完整性，且進出口手續繁瑣，對作業單位造成困擾。

（三）儀器準確性不穩定：水文觀測項目繁多，各觀測項目之儀器廠牌型號相對亦非常繁多，政府採購制度以公開招標、低價得標為主軸，而儀器檢校、維修等影響觀測作業至鉅之售後服務能力卻難以列於採購條件中，使得代理商競相搶標，造成儀器品牌多且雜，造成觀測準確性不穩定。

上述問題的解決方法有賴「掌握關鍵技術」、「建立標準作業程序」以及「建立儀器備品制度」等策略之推動。水文觀測技術屬於一種系統整合技術，由於觀測作業最基本之感測器通常為市售的高精密商品元件，感測器核心部分往往涉及商業利益並不公開，而基於成本



壓計、全球定位儀（GPS）、流速儀及水質測計等，各觀測站所架設之儀器設備視需求不同而進行規劃安置。為確保觀測準確度，儀測系統必須定期進行檢校與率定的工作。各儀器量測範圍及解析度如表1所示。

（三）能源單元：為使觀測系統能長期作業運轉，必須配備能源電力系統，海洋環境觀測系統的能源電力系統一般是由太陽能板及蓄電池組成，此一組合的特色是電力具有再生能力，不需經常更換蓄電池。當白天陽光充足時，太陽能板發電量較多時電壓高，除可供整個測站系統使用外，尚可將多餘電量儲存於蓄電池內，當夜晚或日照量不足時則由蓄電池供應，以保長期操作。

（四）資料擷取與分析單元：資料擷取與分析單元為觀測系統之核心，觀測感測器之輸出有時為類比訊號，需要擷取該訊號並轉換為數位訊號，此時則需藉助資料擷取單元，掌握此核心技術可使觀測系統具有擴充性與自主性。一般而言，資料擷取與分析系統必須具備有下列幾項要求：（1）設計模組化以使維修與擴充容易；（2）需有低耗電量；（3）需有高度的工作穩定性；（4）需擁有多管道（channel）資料擷取功能；（5）需具有大容量資料儲存空間。

（五）資料傳輸單元：將觀測結果從海上或岸邊傳送回監控中心，必須具備資料傳輸系統以獲得最新的現場觀測資料。作業化觀測系統的資料傳輸單元重視傳輸的穩定性，在經費及測站現場環境許可下，資料傳輸系統應盡量採用二個以上傳輸方式設計（如電話、無線電、GSM、GPRS、衛星通訊等）。目前已成工研發之傳輸系統包括了無線電通訊、全球通訊系統（GSM）、衛星傳輸系統以及GPRS系統等，其中利用無線電通訊為較常用之傳輸工具，其原因是因為安裝容易、技術門檻較低，同時不需要通訊費用，適合於長期作業化需求，然而無線電之通訊品質較易受到天候與外在電訊之干擾，且傳輸距離受限，因此通常得設置岸邊接收中繼站。同時為確保資料傳輸品質除無線電系統外同時搭配GSM或GPRS系統作為傳輸通道之備援設備。

（六）資料品管單元：資料在傳輸的流程中，可能因為儀器設備的故障、人為疏忽或是一些不明原因的干擾，造成資料的錯誤或漏失，這些失真的資料若不經過適當的品質檢測，其謬誤極易誤導學術研究的結果，或造成工程應用上的設計錯誤等重大影響，故對資料進行檢測有其必要性，必須具備有資料品管單元。資料品管分為兩種，一為自動品管、另一種則為人工品管。近海水文中心參考NDBC品管藍圖，以合理性、連續性以及關聯性三個原則來作自動品管的檢測，採用統計理論建立上述原則的檢測標準。標記(mark)是對有問題資料的一種基本處理方法，品管前必須先進行資料處理的工作，若發現有缺失資料則標記A，基本檢驗的檢驗過程中，若沒有通過合理性檢測，將刪除該筆資料，並在該處標記B數字，同理若不通過連續性檢測且經人工檢驗證實為問題資料則標記C代表數值，最後以標記D來代表未通過關連性檢測者。事後分析資料時即可根據各種標記數值來了解資料缺乏的原因。

表1 海氣象儀器量測範圍與解析度

項目	量測範圍	解析度	準確度
1.風速	0-60 m/sec	0.1 m/sec	1 m/sec
2.風向	0-360 度	1.0 度	10 度
3.氣溫	攝氏0-50 度	0.1 度	1 度
4.水溫	攝氏0-50 度	0.1 度	1 度
5.大氣壓	900-1100毫巴	0.1 毫巴	1 毫巴
6.示性波高	0-20 m	0.1 m	0.2 m
7.示性週期	3-30 秒	0.1 秒	1 秒

#### 4. 自動化海洋環境觀測系統研發成果

截至目前為止，成大近海水文中心已成功研發的觀測系統包括有資料浮標站、海上觀測樁、潮位站、氣象站、船舶觀測系統等種，此四種系統之特點與作業方式摘要說明如下。

##### (一) 海氣象資料浮標

海氣象資料浮標是一個直徑2.5m、高度4.95m、總重1310kg，能源自主且能長期自動觀測多種氣象資料的殼體（如圖2），可配合作業需求承載各種觀測設備，同時配備傳輸系統能即時取得海氣象資訊。資料浮標漂浮於海面，水下以錨繫系統錨碇，只要錨繫系統依據設站地點的海況及水深作適當的設計，設站地點幾乎不受限制。在實際運用上，國外常有布放於數千公尺水深的例子，相較於海底式觀測設備及觀測樁式的設備，資料浮標具有更廣泛的海域運用性其設站地點不受水深限制。

資料浮標為執行觀測作業所需之各項軟硬體設備，包括浮標殼體、錨鍊系統、測量儀器、資料收取控制、處理分析系統與傳輸系統等五個部分。觀測項目包括氣象與海象兩個部分，氣象部分包括：風速、風向、氣壓、氣溫；海象部分包括：波高、週期及水溫。



圖2 海氣象資料浮標示意圖

### (二) 海上觀測樁

海氣象觀測樁為一固定於海上之無人海氣象觀測站(如圖3)，主要應用於淺海地區(一般設於水深小於20米)、砂質海床處的海氣象觀測，其任務為蒐集海面海氣象要素。海氣象觀測樁系統由觀測樁體、觀測儀器系統、傳輸系統等組成。其系統架構與資料浮標相仿，但除錨錠方式不同之外，海上觀測樁為使用超音波水位計，安裝於水面上量測水位計與水面間距離的大小用以計算波高變化，與浮標觀測波浪儀器不同。觀測項目可分為氣象與海象部分，氣象部分包括風速、風向、氣壓、氣溫；海象部分包括波高、週期、一維波譜、方向波譜及水位及水溫。

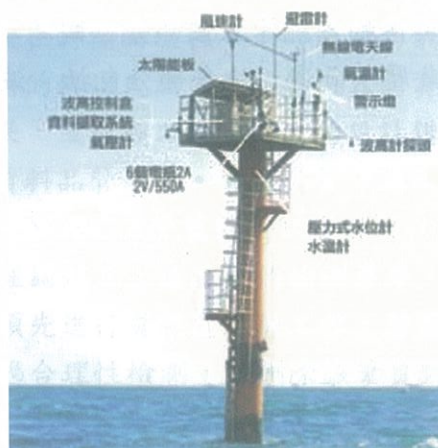


圖3 海上觀測樁示意圖

### (三) 潮位站

潮汐觀測在本省已有相當長的歷史，然而在缺乏技術支援的現況下，絕大部份測站儀器型式老舊，缺乏定期檢校，數據之準確性無法掌握。同時部份測站缺乏數據傳輸系統，無法取得即時潮汐資訊，不能對颱風救災提供重要資訊。有鑑於此，近海水文中心引用美國NOAA新一代水位自動觀測系統技術（圖4），進行技術轉移與做必要之改良，使符合觀測之需求與環境條件限制，它最大的特色是在超音波測距技術上有新的突破，應用電腦科技，大幅改進超音波測距儀受溫度影響所引起之誤差，量測精度大幅提昇。再藉由數據傳輸系統的建立，提供相關單位長期高品質的即時資料，作為海岸工程設計建造、防救災搶險及海域永續利用的參考依據。潮位觀測儀器設備包括現場觀測系統與資料傳輸系統。



圖4 潮位站示意圖

#### (四) 氣象站

氣象就是大氣層內的各種現象，氣象觀測即是依照某種規定標準以觀測員目視，或特定儀器觀測紀錄大氣層內的各種現象。氣象觀測的目的，旨在獲得正確之氣象資料，以供天氣預報或相關學術之研究，並可提供給一般大眾生活上的參考應用。本計畫之氣象站觀測項目包括風速、風向、陣風、大氣壓力、氣溫等項目，並視實際需要增加其他觀測項目，如雨量、日照、溼度等。氣象站之外觀如圖5所示。



圖5 氣象站示意圖

### (五) 船舶觀測系統

以氣象預報的角度而言，現今海氣象現場監測的密度遠不及海氣象預報的需求，為增加於海洋表面的監測數據，在世界氣象組織(WMO)以及聯合國教科文組織(UNESCO)的推動下，推動自願觀測艦隊計畫(Voluntary Observing Ships, VOS)一年提供數百萬筆的觀測資料給世界各地的氣象單位作為氣象預報校驗的依據。由此可知，船舶發報的海氣象報告對海洋區域天氣預報與即時災害性天氣預警至為重要。為此，近海水文中心研製一套船用海氣象自動觀測系統原型(如圖6所示)，此系統具有全自動海氣象監測功能、具即時將數據回傳至艦橋與岸上的無線通訊能力、體積小、能源自給自足、考慮船舶動態進行觀測數據修正、高度的耐海性以及艦橋的資料展示能力。觀測項目包括風速、風向、氣溫、溼度及氣壓等因子。



圖6 船舶觀測系統示意圖

### (六) 雷達測波系統

波浪觀測方法除直接的現場觀測外，尚可間接的利用遙感探測(remote sensing)方式獲得波浪資料。現場觀測是將觀測儀器直接接觸海水獲得波浪資料，間接的遙測則是觀測儀器不與海水直接接觸，經由對目標物進行影像攝取或是以量測電磁波回波特性之方式隔空偵測目標區域之特性，透過所拍攝之影像或是由電磁波回波所組成之影像，搭配適當之影像處理方法，就可以獲得觀測目標物之特性。由於遙測並不需要將觀測儀器直接放置於海上進行觀測，可避免儀器遭受到海洋環境外力的破壞，即使在惡劣的海況之中，遙測仍可提供寶貴的波浪資訊；此外相較於現場觀測的單點量測，遙測可針對觀測區域進行大範圍空間中的量測，可快速且廣泛的獲得海面波場資料。



微波雷達海況監測系統包含訊號擷取設備、分析設備以及資料傳輸設備三個部份，如圖7所示，電磁波的發送與接收都藉由雷達設備來進行，由於從雷達設備所接收到的雷達回波訊號為類比式的電壓值，無法讓電腦進行分析與儲存，因此須透過訊號擷取器將雷達回波的類比電壓值轉換為電腦可接收的數位值後，由訊號分析電腦進行儲存以及分析，藉以獲取海況資訊。



圖7 雷達測波系統示意圖

## 5. 總結

海象觀測儀器技術約可分為「檢校技術」、「維修技術」及「儀器研發技術」三大項，新系統及相關技術的開發須投入大量的經費及人力，並經長時間的測試改良，才能成為穩定的作業系統。而國內由於市場規模不大，研發成品的商業利益不高，不易獨立開發新系統。但為加強國內觀測技術的發展與提高潮位觀測之準確性，藉由引進最新自動觀測系統，並進行技術轉移，再作適當之改良，使與現有觀測系統相容，必可縮短自行研發時間，加速技術提昇，提供更方便且高品質的海象資料。

## 參考文獻

- 經濟部水資源局 (2001), "永續的鑽石海岸—台灣海岸災害防救與永續利用規劃"。
- 郭一羽 (2001), "海岸工程學", 文山書局。
- 金紹興、高家俊、馬家麟、簡仲和 (1998), "加強近海水文觀測方案之規劃", 第二十屆海洋工程研討會。
- 高家俊、莊士賢、林演斌、周恆豪 (1998), "作業化海氣象浮標觀測系統之建立", 國際海洋年-海洋、海軍、科技研討會論文集, P.153-166。
- 董東璟、莊士賢、高家俊 (1997), "海氣象觀測資料品管系統之建立", 第十九屆海洋工程研討會論文集, 477頁-484頁。
- 董東璟、莊士賢、高家俊 (1998), "海氣象時序列資料品管", 第二十屆海洋工程研討會論文集, 351頁-358頁。
- 蔡嘉蓉、莊士賢、李汴軍、鍾永明、卓訓杰 (2000), "近海水文地理資訊系統網際網路系統之規劃與未來發展", 第十一屆水利工程研討會論文集, I-67頁-I-70頁。
- Chuang, Laurence Z.H., Kao, C.C. and Lee, B.C., 1998, "The Development of Operational Data Buoy System in Taiwan", International Conference on Marine Disaster: Forecast and Reduction, Beijing, China.
- Kao, C. C., Laurence Z.H., Chuang, Y. P., Lin and B. C., Lee, (1999), "An Introduction to the Operational Data Buoy System in Taiwan", WIND & WAVE CLIMATE '99.
- Kao, C. C. & Chien, H., (1997), "Measurement of Directional Waves by Gauge Array and Data Buoy", 1st Sino-german joint Conference on Recent Coastal Engineering.
- Lee, B.C., Chuang, Laurence Z.H., and Lin, M.T., 1998, "The Current Status of Marine Meteorology Observation Network and Operational Marine Numerical Model in the Central Weather Bureau", International Conference on Marine Disaster: Forecast and Reduction, Beijing, China.