

大洋海氣象浮標於颱風觀測之技術發展

蕭毓宏 陳柏棋 張旭光 張家溥 楊益
國家實驗研究院 台灣海洋科技研究中心

摘要

海洋上層的熱含量與颱風的生成以及後續的發展息息相關，一般而言上層海水熱含量的變化，對於颱風在行進期間之結構與強度的演變，常是重要關鍵的因子。因此為達有效且能即時的在台灣周邊遠洋外海進行上層海洋環境監測之目標，台灣海洋科技研究中心預計在侵台颱風的主要路徑上佈建大洋海氣象觀測浮標。其上所安裝的各種氣象觀測儀器以及海洋表層剖面水溫資訊可透過欽衛星網路以近即時方式傳輸至地面接收站，可進行海洋與大氣參數的長期監測作業。此實海觀測資料可為數值預報模式提供極為關鍵的現場數據，預計可有效提升模式預報的精確度，相對增加災害防救前置作業之準備時間，實為建置海洋災害預警系統之關鍵一環。

關鍵字：錨碇、浮標、剖面水溫

一、前言

台灣四周海域受到急遽變化的地形作用，且受到強勁且變化快速之海潮流、季風以及颱風等作用的影響，海流結構複雜且海象常處於極端惡劣的狀態。然而中央氣象局所屬之氣象監測站大多位於臺灣本島或金門、澎湖等離外島，對於台灣周邊遠洋外海區域雖佈有資料浮標，但與陸地觀測站相比數量相對稀少。西太平洋海域每年平均生成27個颱風，其中約3至4個會侵襲臺灣。在此欠缺海洋現場之海、氣象即時觀測資料的情況下，數值模式對於颱風此類之劇烈天候在強度與路徑的預報上，自有其相當之難度。

因此，海洋中心規劃在西北太平洋與南海北部海域中建立長期觀測航線，針對黑潮、渦旋、大洋環流、颱風引生之海氣交互作用、開放大洋與邊緣海間之動力交換過程等議題，以定期巡航的方式，使用「海研五號」酬載的海洋科儀設備，收集沿航線上之流速、地形資料與相關水文資料，計畫將以半年為巡航週期，於冬夏兩季時進行定期的觀測，搭配CTD水文與下放式流速剖儀(LADCP)，經由沿航線上的長期巡航觀測，以探討全球環境變遷對海洋的影響。同時，在黑潮流經呂宋海峽之關鍵海域，布建長距型都普勒海流剖面錨碇陣列，探討西北太平洋最為顯著之西方邊界流黑潮之變異，相關之水文測線與錨碇觀測站規劃如圖1。

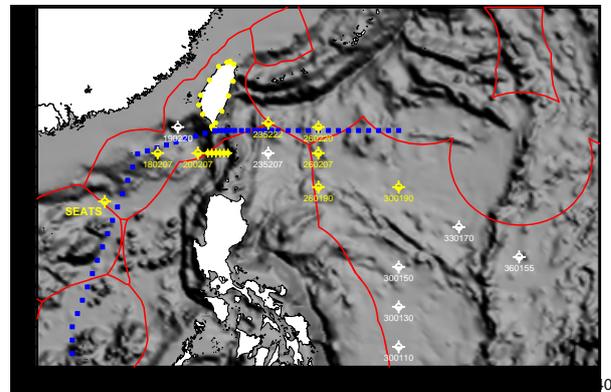


圖1 海洋中心錨碇測站與水文測線規劃示意圖

海洋中心除了針對台灣東南的西北太平洋與台灣西南的南海海域，將進行長期、有系統的觀測與研究外。亦經由海氣象長期觀測平台之發展，整合現有之海氣象觀測系統、衛星傳輸模組、錨碇資料傳輸模組，建立中心自主掌握諸如海面上氣象與海面下海象資料之近即時傳輸關鍵技術，進行長期且有系統的觀測與展示，支援學術界與政府單位進行相關之研究與海洋環境保護與永續發展政策的擬定。

二、海氣象近即時監測錨碇介紹

海洋中心自主研發之海氣象資料浮標錨碇(圖2)[1,2,3]儀器配置參考美國海洋與大氣總署(NOAA)於太平洋赤道海域執行 TAO (Tropical Atmosphere Ocean project) 計畫之 ATLAS (Autonomous Temperature Line Acquisition System) 錨碇設計。海氣象資料浮標在海面上之量測參數包含氣象部分的氣溫、氣壓、相對濕度、風速風向及太陽輻射；海面下的海象部分則為包含海表面水溫以及上層海洋 500 公尺之溫度剖面。所有大氣與海洋之量測資料，每六

小時經由鈹衛星網路近即時的資料傳輸回傳，同時並將接收之資料展示於網頁。觀測資料除可用於大氣、海洋科學相關之研究外，測站同時可做為颱風預警的前哨觀測站，提供氣象單位遠洋外海的即時觀測資料。

海氣象浮標觀測系統常為專屬之客製化產品，無法因應國內實際作業需求而做系統功能之調整與介面擴充。海洋中心基於海洋觀測技術自主掌握與技術深耕之理念，積極投入人力進行相關技術研發，強化工程技術與科學研究之間的連結，建立海洋長期監測永續能量，不因技術支援之脫節或受制於商購產品之性能而被迫更改、甚或致使業務計畫執行停頓。

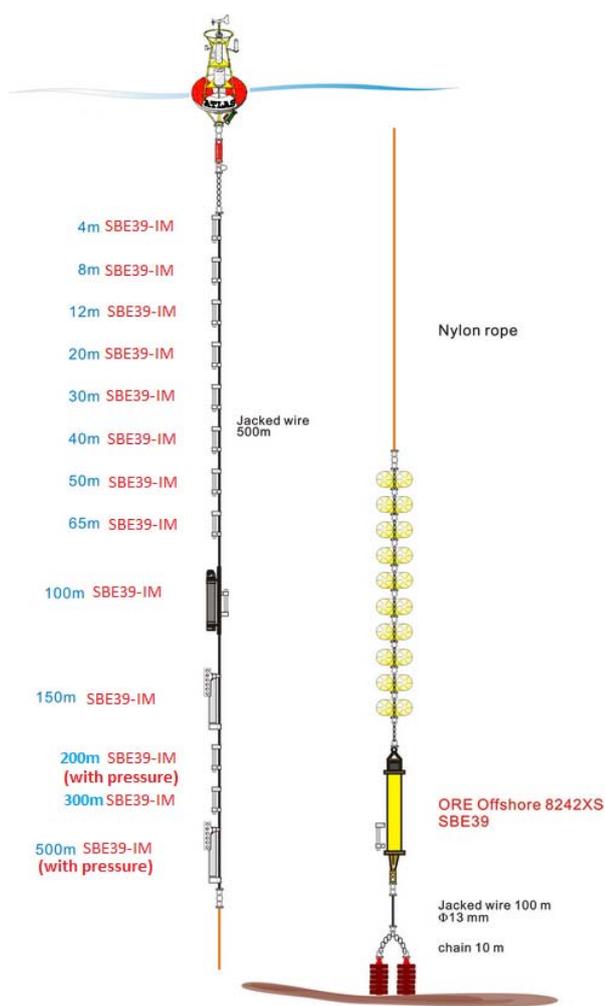


圖 2 海氣象資料浮標錨碇架構示意圖

海洋中心海氣象資料浮標所使用之各類觀測儀器型號詳列於表 1，包含：機械槳葉式風速計 (RM Young, Model 05106+ 專屬電子羅盤 32500)、溫濕度計 (Campbell, HMP155A)、光照度計 (EKO, MS-602)、氣壓計 (RM Young, 61302V)、與表水溫計 (Campbell, 109ss)；海象資料主要採用 SeaBird 的感應式傳輸系統(Inductive Modem System)，藉以即時獲得

上層海洋 500 公尺內 13 個觀測深度 (4、8、12、20、30、40、50、65、100、150、200、300、500 公尺) 之感應式水下溫度計 (SeaBird, SBE39-IM) 溫度資訊。

浮標下方為長達 500 公尺之鋼纜，鋼纜掛載感應式水溫計，位於纜繩尾端連結音響釋放儀(Release)以及做為重錘之廢火車輪。位於音響釋放儀上方亦懸掛數顆浮球，待音響釋放儀釋放火車輪後，浮球所具有的浮力能將音響釋放儀牽引至海面上。

表 1 資料浮標上所搭載之重要零組件

Meteorological Sensors	
Wind Speed	R. M. YOUNG 05106+32500
Wind Direction	R. M. YOUNG 05106+32500
Air Temperature	Campbell HMP155A
Humidity	Campbell HMP155A
Air Pressure	R. M. YOUNG 61302V
Solar Radiation	EKO MS-602
Surface Temperature	Campbell 109ss
Satellite Communication System	
Iridium Modem	Nalresearch A3LA-RG
Inductive Modem System	
Surface Inductive Modem	Seabird SIM
Inductive Cable Coupler	Seabird ICC
Sea Profile Temperature	Seabird SBE39-IM

三、浮標資料傳輸系統介紹

3.1 感應式傳輸系統[7,8]

感應式傳輸系統為 SeaBird 公司為浮標錨碇開發之傳輸系統，廣泛應用於 TAO 計畫佈於赤道帶之浮標系統上。對於海洋中心開發之浮標系統需搭配圖 3 之控制電路板 Surface Inductive Modem(SIM)，並與觀測系統進行整合；以及圖 4 之感應式夾具 Inductive Cable Coupler(ICC)，連結控制電路板(SIM)以及浮標之錨碇鋼纜，使其能夠讀取感應式水下溫度計之資料，其安裝方式如圖 5 所示。

ICC 訊號端透過一艙板接頭連結至 SIM 上，夾具端必須固定於感磁導體，可掛載多組感應式感測器，以海洋中心浮標為例則為在錨碇鋼纜上掛載多組感應式溫度計。須注意的是鋼纜兩端皆須沒入海水，以海水做為接地面。每組感應式溫度計需事先設定識別編號(ID)，如 01、02、03 等。並由觀測系統在特定時間對 SIM 發送指令，採輪詢方式獲取各溫度計

之溫度資料。未來系統可依研究需求增添感應式鹽度計或其他感應式設備，擴充發展為完整的長期觀測平台，將對劇烈天氣系統動態的預報或海、氣象數值模式提供珍貴的遠端資訊。

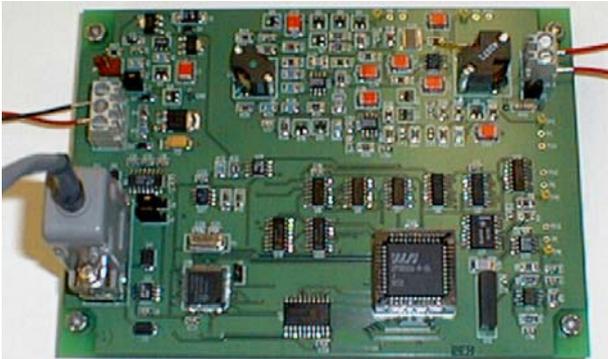


圖 3 控制電路板 Surface Inductive Modem(SIM)



圖 4 感應式夾具 Inductive Cable Coupler(ICC)

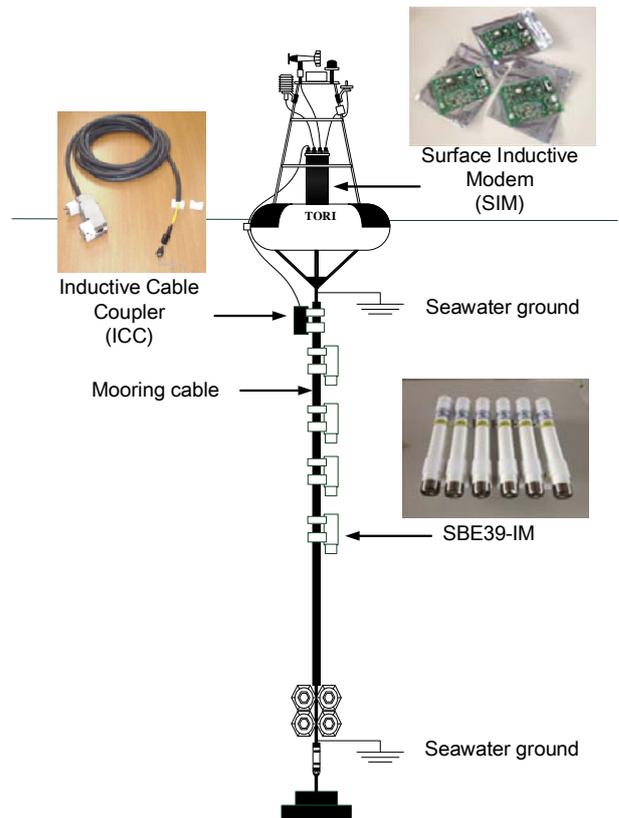


圖5 感應式傳輸系統示意圖

3.2 衛星傳輸系統[12]

近代海洋及航運界所廣泛使用的鈹衛星(Iridium)網路系統，由 66 顆低軌道通訊衛星組成，提供數據通訊服務。海洋中心發展之浮標觀測系統資料回傳採用鈹衛星模組(NalResearch, A3LA-RG)，具有 RS232 通訊介面，觀測系統可透過 AT Command 與其進行溝通。此衛星數據機內建 GPS 接收器，可提供海氣象浮標 GPS 位置，做為判斷浮標錨碇是否斷纜漂移之重要依據。

浮標觀測系統收集氣象儀器以及水下溫度串之資料，整合資訊儲存至儲存介面，並採用鈹衛星 Short Burst Data (SBD)的資料傳輸服務回傳至中心。SBD 服務可將資料傳送至事先指定之 E-mail 位址，不需要架設陸地接收站，使用上較為簡單方便且亦有雙向溝通能力。

四、實海運作測試

海洋中心 2014 年 5 月在小琉球南方海域佈放一組具剖面水溫資訊之海氣象浮標，浮標座標點位於東經 120 度 21.6623 分；北緯 22 度 15.1645 分，當地水深 300m。圖 8、9 為實際從海氣象浮標觀測系統回傳之資料，所顯示的海氣象資訊包含太陽輻射、氣壓、氣溫、濕度、風速及風向，所顯示的日期由 5 月 25 日起至 7 月 6 日為止。在 6 月 10 日當天有低氣壓經

過台灣南部，比對前後數日氣象局高雄測站所紀錄之觀測資料可以發現，浮標所觀測之資料在該段時間的氣壓變化與高雄觀測站的趨勢一致。而從其中取一段剖面水溫觀測資料放大來看(圖 10)，可顯示出每日剖面水溫的週期變化趨勢，由此可證明本研究所開發的系統可順利取得水下的觀測資料，而不需要如以往需等待儀器設備回收才可取得資料，此實海觀測資料可為數值預報模式提供極為關鍵的近即時現場數據。

資料透過銜衛星回傳的情形相當穩定，除部分時段可能因天候不佳造成銜衛星訊號減弱而傳送失敗，但是系統會在下一次銜衛星數據機被喚醒作動時，從記憶卡[6,9]中讀取上次未成功傳送的資料區段繼續傳送，以確保資料品質的完整。



圖 6 浮標佈放點位
(東經 120 度 21.6623 分；北緯 22 度 15.1645 分)



圖 7 小琉球海氣象觀測浮標

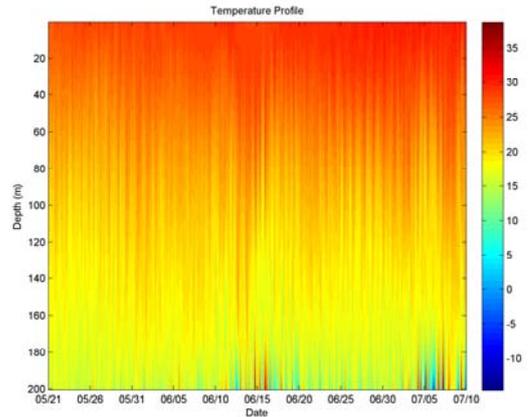


圖 8 剖面水溫觀測資料

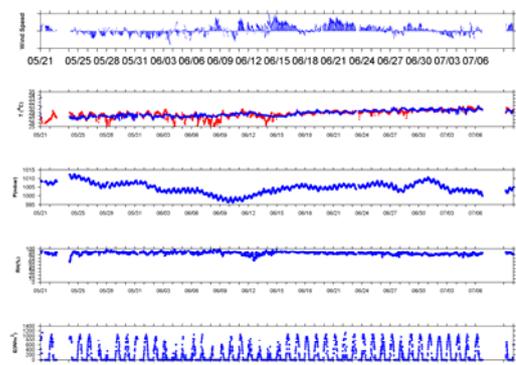


圖 9 海氣象觀測資料

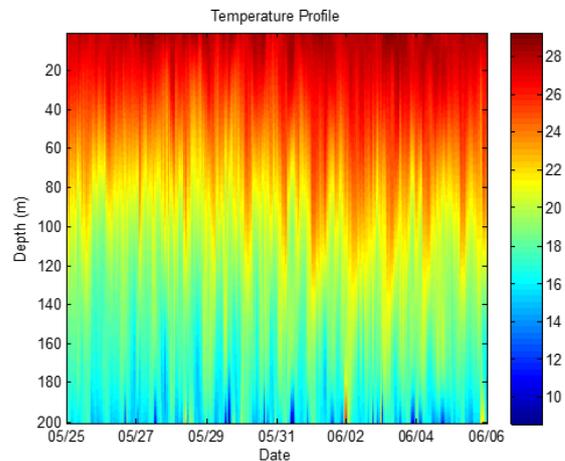


圖 10 剖面水溫觀測資料(5/25-6/6)

五、結論

本研究目的在於發展一套能在遠洋環境中、長時間且能收集剖面水溫之海氣象浮標觀測系統，可將資料以近即時方式(每六小時)傳送至使用者並展示於網

頁上，供後續作業、分析與研究之用。系統以微處理器架構設計[4,5,10,11]，價格低、耗電量少，有利於長時間量測儀器之開發。本系統充分利用微處理器省電的特性，使用鋰電池供應系統整體之電力，在目前運作模式下可以達到連續監測一年的目標。

然而海洋上層的熱含量與颱風的生成以及後續的發展息息相關，一般而言上層海水熱含量的變化，對於颱風在行進期間之結構與強度的演變，常是重要關鍵的因子。因此本系統能有效且近即時的在觀測海域達到海洋表層剖面水溫觀測之目標，預計可有效提升模式預報的精確度，相對增加災害防救前置作業之準備時間，實為建置海洋災害預警系統之關鍵一環。

未來海洋中心將在侵襲台灣的颱風路徑以及颱風生成之西太平洋，持續建置海氣象浮標長期觀測網，用以研究海氣象與上層海洋之溫度變化與颱風的行徑與強度之關連，以期能有效且即時的監測海洋環境。

六、參考文獻

1. 楊益、蕭毓宏、邱朝聰、胡智凱、唐存勇, 2011: “開放大洋海氣象監測浮標錨碇與災防應用“, 建國百年天氣分析預報與地震測報研討會, 台北, 483-487
2. 蕭毓宏、邱朝聰、楊益, 2010: “大洋全深度海氣象資料即時傳輸浮標“, 第三十二屆海洋工程研討會, 基隆, 641-646
3. 蕭毓宏、邱朝聰、胡智凱、楊益, 2011: “海氣象觀測系統之規劃與設計“, 海洋及水下科技季刊, 第二十一卷, 第一期, 40-46
4. Hsiao, Y.-H., Wang, C.-C., Huang M.-C., 2006: “Development of MSP430-based ultra low power underwater acoustic recorder,” In: Proceedings of International Forum on Systems and Mechatronics, Tainan, Taiwan, pp. 107-114.
5. Hsiao, Y.-H., Wang, C.-C., Huang, M.-C., 2007: “Development of MSP430-based underwater acoustic recorder with multi-MCU framework,” In: Proceedings of International Symposium on Underwater Technology, Tokyo, Japan, pp. 101-106.
6. SanDisk Corporation., 2003: “Secure Digital Card Product Manual - Revision 1.9, ” SanDisk Corporation.
7. Sea-Bird Electronics, Inc., 2013: “Real-Time Oceanography with Inductive Moorings and the Inductive Modem Module (Application Note 92) “, Sea-Bird Electronics, Inc.
8. Sea-Bird Electronics, Inc., 2013: “SBE 39-IM Temperature (pressure optional) Recorder (User’s Manual)”, Sea-Bird Electronics, Inc.
9. Texas Instruments Corporation., 2006: “Interfacing the MSP430 with MMC/SD Flash Memory Cards, ” Texas Instruments.
10. Texas Instruments Corporation., 2010: “REAL-TIME CLOCK (RTC), ” Texas Instruments.
11. Texas Instruments Corporation., 2010: “MSP430x5xx/MSP430x6xx Family User's Guide, ” Texas Instruments.
12. NAL Research Corporation., 2009: “AT Command Reference for Model A3LA-XG, NAL Research Corporation.