

# 澎湖海域 WSN 太陽能水文即時監測系統之設計與應用

林志遠<sup>1</sup>、呂逸林<sup>2</sup>、蔡萬生<sup>2</sup>、陳世欽<sup>1</sup>

<sup>1</sup>水產試驗所企劃資訊組、<sup>2</sup>澎湖海洋生物研究中心

## 前言

全球暖化導致極端氣候出現機率增加，使得海域環境監測與預警的議題愈來愈受重視。為能長期監測青灣內灣海域水質變化，提供寒害預警，以使當地珊瑚生態能永續保存並確保水產試驗所水產生物種原庫澎湖支庫養殖水源安全等，本研究 2009—2010 年於澎湖內灣與青灣海域（圖 1）設計浮標載體式及底碇式兩種利用嵌入式系統整合 ZigBee 與 GPRS 傳輸技術、太陽能自主供電控制，以及溫度、鹽度、pH、溶氧、濁度及葉綠素等多參數水質儀器的觀測系統，不僅可降低傳統船測之人力與時間成本，亦可達到海域水質即時觀測與預警之目的。



圖 1 澎湖青灣海域浮標載體式(藍色區域)及澎湖內灣底碇式(綠色點位)之 WSN 水文觀測站位置圖

## 區位選址調查與系統規劃

### 一、WSN/Zigbee 觀測浮標之選點及通訊規劃

先使用船隻於澎湖青灣海域中預先選定的 10 個測點進行觀測。評估其水文條件及該點位之底質分布狀態、潮差、WSN 資料傳輸特性與易於觀察珊瑚生態等因素，決定主次共 4 節點浮標之投放位置（圖 2）。另經評估測試選擇以 XBee-PRO ZNet 2.5 作為 WSN 架構下的主次節點浮標載體之通訊元件。次節點之觀測資料將先以 Zigbee-Star 方式傳送至主節點後，全部節點資料再以 Zigbee-P2P 方式傳送至岸置中繼站轉區域網路至資料庫伺服器端。



圖 2 WSN/Zigbee 浮標系統之主次浮標、中繼站及無線訊號傳輸路徑圖

## 二、WSN/GPRS 底碇式觀測站之選址、作業項目及配置規劃

本系統分為水下水質儀與儀器架、島上傳輸控制箱及傳輸電纜三部分，可即時監測傳輸溫鹽、溶氧、葉綠素、濁度等海域水體環境之水質參數。設點選址是以交通便利、離岸距離短、不受風浪影響之深度、不影響航行安全等為主要原則。最後決定以澎湖內灣近中心位置之海墘嶼（或稱海墘岩）為選定位置（圖 3A）。經潛水調查（圖 3B）發現其西側約 40 m 海域之底質、泥沙覆蓋厚度較佳，且水深 6 m 之離岸距離在 50 m 以內，可減少水下電纜布放的長度，並有足夠深度以減低風浪或颱風之影響。位置決定後，繼續進行水下水質監測儀系統與生物防治機制處理、礁體岸上控制箱之通訊與資料記錄模組整合規劃、太陽能電力系統設計、纜線布



圖 3 位於澎湖內灣之海墘嶼(A)及其西側海底地形調查(B)

放固定與水下保護架固定作業、資料庫網站系統設計開發等工作。

## 各系統設計開發與布設運作

### 一、WSN/Zigbee 觀測浮標之系統配置與太陽能電力設計

主次節點浮標之承載設備元件規劃如圖 4 所示。主節點浮標上所裝設的儀器設備包括水溫計、電導度計、pH 值計、光學式溶氧計、光學式濁度計、光學式葉綠素計、ZigBee 無線傳輸器、監測主機、GPS 模組與天線及 3G 無線通訊模組，而 3 個次節點浮標上則無 pH、濁度、葉綠素、3G 等。主節點浮標配置容量 75AH 之深循環電池 3 個及 3 片 90W 太陽能板，次節點浮標則各需配置 2 個電池及 2 片太陽能板，以便整體電源配置可達到獨立供應之目的。各浮標內均搭載 Windows XP 嵌入式主機，配合 Labview 程式設計作為 ZigBee WSN、水質儀器參數蒐集儲存之控制運用。另以資料擷取模組擷取水質儀器輸出之類比訊號轉換成數位訊號輸出。

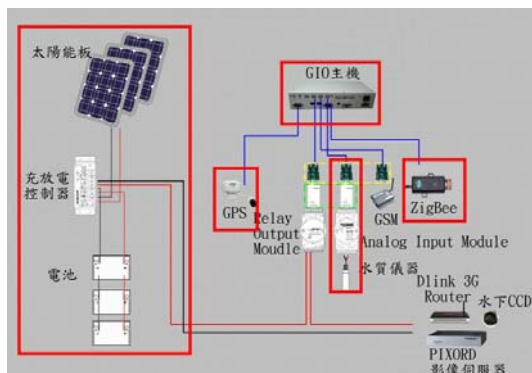


圖 4 主浮標及次浮標(粗紅框部分)系統承載設備元件示意圖



## 二、WSN/Zigbee 觀測浮標之海上布放與系統運作

各主次節點浮標於建造及組裝完成並確認系統運作正常後，以工作船及潛水人員進行海上固定位置之海底固定錨碇塊之投放，再分別以吊車搬運及船曳方式拖曳各主浮標至錨碇塊水面位置進行水中錨鍊結附工作(圖 5)。

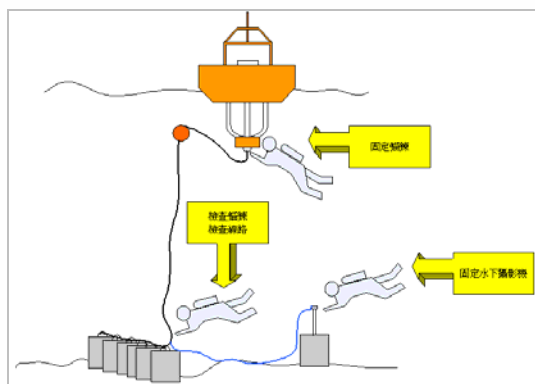


圖 5 WSN/Zigbee 觀測浮標錨碇作業與結附示意圖及 1 號次浮標(Slave-1)完成照片

本系統同時開發一 WSN 即時監測與預警網站系統(圖 6)，以 10 分鐘間隔連續接收顯示各節點浮標所測位置與資料，並可將所測得之水質及氣象資料繪製出等值線圖或差異值圖，以便於了解灣內水質分布情形。

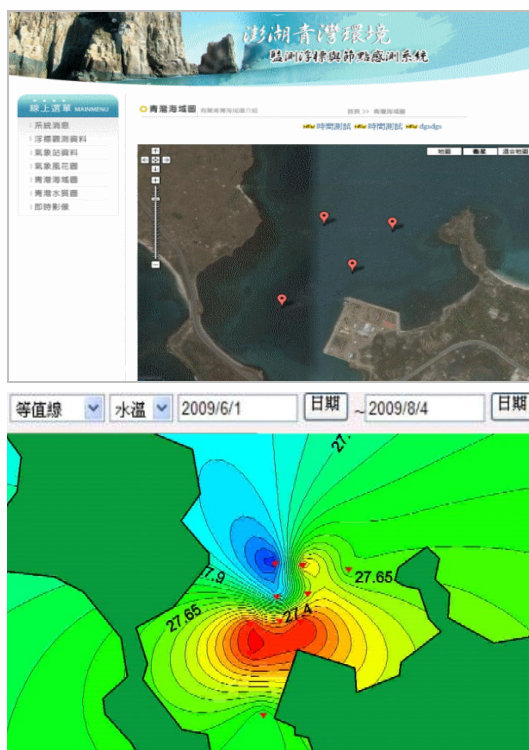


圖 6 WSN/Zigbee 浮標網站系統之浮標位置及等值線頁面

## 三、WSN/GPRS 底碇式觀測站之系統配置與太陽能電力設計

本系統之水下水質儀數位觀測資料直接透過約 70 m 傳輸電纜連接至礁岩上儀器箱中之通訊記錄處理器。各主要硬體配置為：

- (一) YSI-6600 多參數水質儀：具 DO、EC、溫度、深度、鹽度、pH、ORP、濁度、葉綠素等多參數電極。全機身銅合金生物防治處理，並使用無毒生物防治噴劑 VOC (揮發性有機物)。
- (二) Campbell CR200 通訊與資料記錄處理器：內含通訊系統與資料記錄處理模組。接收多參數水質儀資料後，透過 GSM/GPRS 無線定時每 15 分鐘傳送及儲存資料。

(三) 太陽能電力系統：經整體耗電計算，使用 20W 太陽能板 2 片，太陽能無法供電時，40 AH 蓄電池可維持 72 小時以上電量。充電系統具過充及過放保護功能，並具避雷擊保護裝置。

#### 四、WSN/GPRS 底碇式觀測站之實際設置與系統運作

考量海墘嶼水下環境與系統規劃之需求，水質測站的布放作業包含水上控制箱(圖 7A)、水下水質儀與固定架(圖 7B)及纜線之配置固定。其中，控制箱係安裝固定於海墘岩上的導航設施基座上，水質儀固定架則以底碇式固定架置於海底約 6 m 深位置，可方便水下作業人員拆卸更換。電纜部分以軟管包覆保護電纜，經過岩礁環境之電纜以錨釘固定於岩盤上，經沙地則繫以重錘。



圖 7 底碇式水質監測系統之傳輸控制箱(A)、水下水質儀(B)設置情形

本系統使用 QBox 資料收集管理網站資料庫系統(圖 8)，其主要功能為：可與各測站雙向溝通下載資料、具備 GoogleMap 測站點位地圖顯示、可利用手機簡訊或以電子郵件告知測站功能異常、資料庫內之最新數據可表格化顯示、可自由調整 10 分鐘至 12 小時(目前 15 分鐘)之採樣時間、可顯式報表及曲折圖等。

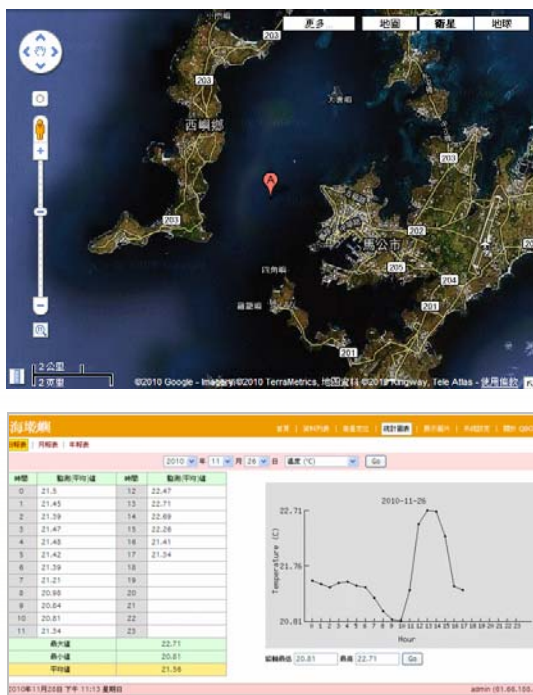


圖 8 底碇式水質監測 QBox 網站系統之 Google 位置圖及資料內容

本系統於 2010 年底設置後，曾於 2011 年 1 月底時，觀測到水溫異常偏低(圖 9)情形，迅速發布海域低溫新聞稿，提醒政府相關部門與箱網養殖漁民加強防寒措施及相關的準備事項。另外，亦可同時進行其他的水文參數比較，以即時瞭解不同水文因子之間的交互作用情形，將有助於了解海域水文變遷情形的探討。

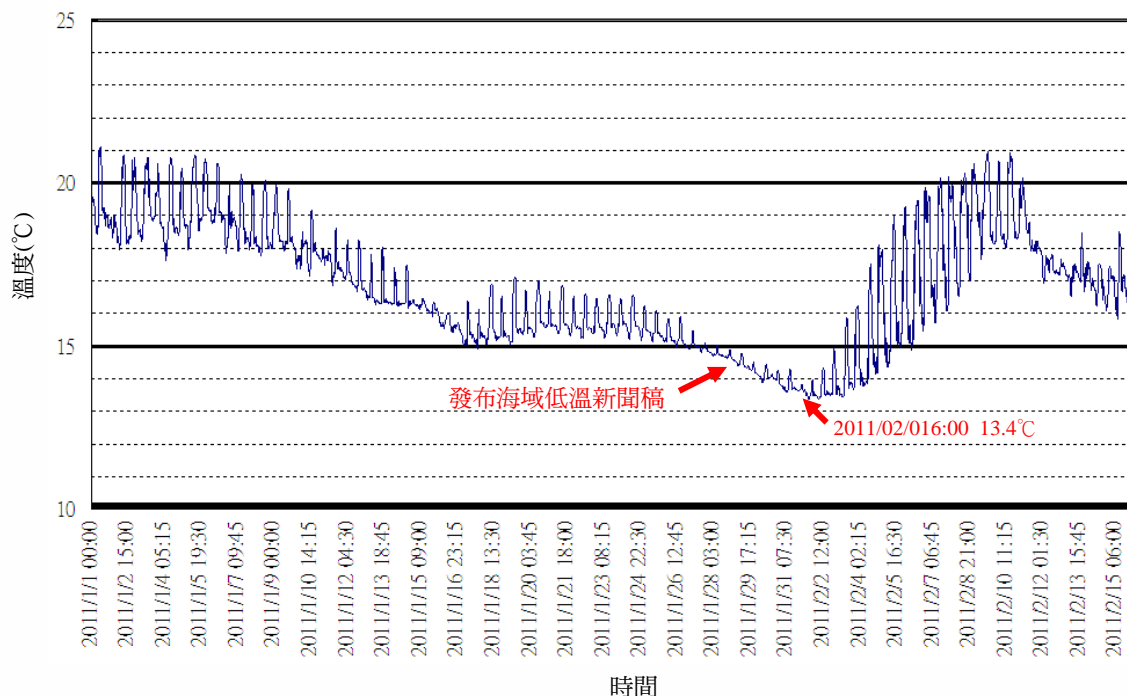


圖 9 海墘嶼底碇式觀測站於 2011 年海洋寒害期間之水溫觀測資料繪圖

## 結語

棲地保種為本所種原庫計畫的重要物種保存方式之一，而整合種原庫內外的養殖環境與棲地環境的環境因子變動情形，可作為水產種原進行棲地保育方式之決策基礎。在不擾動與影響生物棲息環境的前提下，本所利用 WSN 無人、全天候、自動監測之優勢，全面監測該水域環境之變動，進而發展多參數預警及預測模式，已發揮預期效益。

近期及未來則將繼續結合其他遠程通訊的方式，擴充 WSN 觀測技術至澎湖箱網養殖區，以進行監測養殖餵食殘餌對水體環境之優氧化或污染之情形。另，將在澎湖北

側、南側各再擴充建置 1 處前哨水文監測點，以進一步監測澎湖近岸之水質與水溫異常之變化，並延長養殖漁民之災害反應時間。

但因澎湖地區冬季及前後長時間受東北季風影響大，2009 年設計建置之 WSN/Zigbee 浮標系統已發現較不易承受風浪影響，其故障率較高。故未來觀測點之設計布放，將多以底碇方式或增加自行開發低成本少感測器（溫度或溫鹽）之拋棄式小型電池或太陽能供電無線傳輸浮球為主。

註：本研究為行政院農業委員會科技計畫（98 農科-6.1.5-水-A1、99 農科-6.1.4-水-A1）之部分成果。