

# 簡易水文物聯觀測裝置之設計與應用

林志遠、黃奇安

水產試驗所企劃資訊組

## 前言

本研究前已開發整合低成本、省電化、自記式與自動警示等功能之海用微型定位測溫浮球，可於海洋進行定點方式或漂流方式以 GSM/GPRS 即時且連續傳輸水溫、剩餘電力及衛星定位資料 (林等, 2014)。另針對省電和機構防水改良設計並應用於萬里外海及澎湖內海進行測流分析及箱網養殖 (林等, 2015)。而在實際推廣應用時，微型定位測溫浮球之模具成本偏高、防水性較難掌握，而這次改良除利用定點方式或漂流方式應用於水文觀測外 (林等, 2017)，且可即時以自訂間隔時間進行傳輸衛星定位、移動方向速度、水溫、水質、光照、3 軸重力加速度及剩餘電力等感測資料，整合運用此軟硬體系統，將有助於作為環境異常時之養殖產業或行政機關決策支援背景資料。

## 硬體電路板開發設計、省電與電力計算

本觀測裝置之產品設計為使用單晶片電路板迷你尺寸 (長 90 mm、寬 33 mm)，並規劃 4 區塊功能：(1)控制功能：使用 MicroChip 8 位元 PIC-18F26K22 單晶片；(2)資料傳送功能：使用 4G 通訊模組；(3)衛星定位功能：使用高精度 15 頻道 GPS 衛星

定位模組；(4)輸出入區塊：PC 監測 IO 介面，各式感測介面，1 組可充電 2 pin 電源輸入介面。

外接式感測使用 SHT75 高精度溫濕度 Sensor-IC，訊號線密接並穿透海燈往下延伸至下邊之球體外部，可直接輸出溫濕度數位資料，水溫量測範圍  $-40-123.8^{\circ}\text{C}$ 、精確度  $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ ，濕度量測範圍  $0-100\%RH$ 、精確度  $\pm 2\%RH$ 。另提供高亮度紅色 LED 入網指示燈、橘色 LED 感測及傳輸資料顯示燈、藍色 LED 定位 GPS 指示燈、綠色運作指示燈。

電路板採用省電架構設計之原則，使用可充電式鋰電池 3.7 V 鋰電池，型號 26650，鋰電池組裝成厚 2.5 cm、寬 2.5 cm、長 6.5 cm 的 5,000 mAh 電池組，具過充及低電壓保護電路，並區分二種時段模式：運作模式 (operating mode) 與休眠模式 (sleep mode)。在運作模式下，MCU、電路零件、GPS 模組、Sensor-IC 模組、4G 模組均及 G-sensor 模組將耗電，而在兩筆資料傳送間隔中間的省電休眠模式時，除保留基本 MCU 單晶片運作外，其餘通訊元件與感測元件等均為斷電狀態，當到達設定的觀測時間，將會被喚醒運作，也增加遠端控制 LED 閃燈開關以節省電池消耗。

另經儀表量測，電路板運作模式下持續約 120 秒平均電流 1.7 mA、平均休眠電流

0.05 mAH，每次總運作耗電 1.75 mAH 等常數條件，可計算各資料傳送間隔之電池壽命(如表)。其中，30 分鐘間隔 (海上佈放用)之計算運作時間約 34 天，與經實際電力測試比較差異不大。

## 韌體通訊協定規劃與軟體功能設計

通訊協定採 UDP 雙項協定與檢查碼機制，以 4G 無線網路傳送資料欄位包括：SIM 卡 IMEI 內碼、時間間隔值、剩餘電壓值、GSM 訊號強度值、GPS 定位資料 (日期、時間、經度、緯度、定位狀態)、溫濕度感測、光照及重力感測等資料。TCP/IP 封包回授指令則包括修改設定前置延遲時間、傳送時間間隔、遠端 IP 位址等。

此外，接收中介軟體及網站系統均使用 Microsoft Visual Studio 環境進行設計，資料庫則使用 Microsoft SQL Express 版本。並設計傳輸控制設定工具，在連接電路板後，傳輸控制設定工具可接收、顯示及設定目前韌體版本、主機 ID、APN、接收資料之伺服

器 IP 及 PORT，簡訊通報之回傳門號。另定義各錯誤碼定義、韌體通訊協定等。

## IPx7 防水及基隆附近海域實測

為確保觀測裝置能實際於海上環境作業，先於基隆地區碼頭邊進行外殼 IPx7 (至少 1 m 深度、放置 30 分鐘以上) (IEC，2001) 之防水測試，並在 2018 年 10 月期間於基隆嶼外海配合基隆當地延繩釣漁船 (10.5 噸位) 業者進行測試作業，且實際放置觀測裝置，其航跡位置如圖 1，以觀測該海域秋季之 6 m 深水溫即時動態，並可測試在海上受風浪與強風之防水效果。

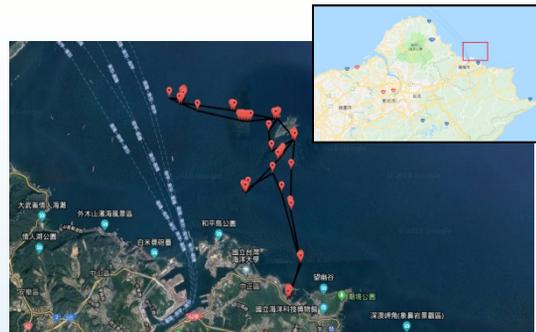


圖 1 船載測試水文監測裝置之航跡位置

### 電池電力計算

資料傳送時間間隔	運作耗電 mAH	休眠總耗電 mAH	每次總耗電 mAH	電池電力 mAH	可用次數	可用天數
2 分鐘	1.7	0.05	1.75	4000	2,286	3.2
5 分鐘		0.125	0.125		2,192	7.6
10 分鐘		0.25	0.25		2,051	14.2
20 分鐘		0.5	0.5		1,818	25.3
30 分鐘		0.75	0.75		1,633	34.0
1 小時		1	1		1,481	61.7

本次觀測取上午時段期間，於基隆嶼海域與配合漁船業者作業下並結附觀測裝置，同時測量 GSM 訊號與水溫功能 (圖 2)，於基隆沿岸約 5.4 海里外測試後的訊號強度約在 -85 dbm 至 -55 dbm 之間、平均為 -70 dbm，且資料傳輸通訊正常、整體防水防護佳，測試前後訊號穩定，而水溫整體部分平均溫落在大約為 23–29°C 範圍、平均值為

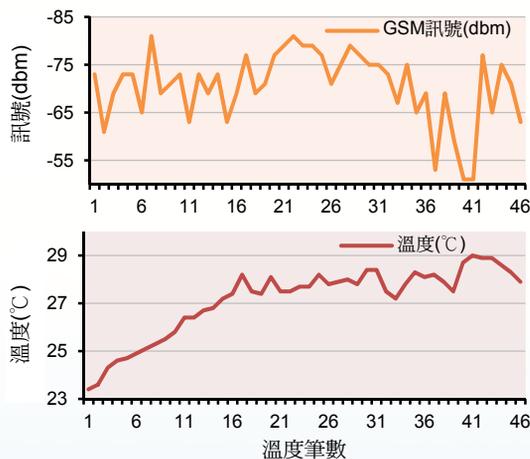


圖 2 GSM 訊號及溫度

25.5°C，近岸水溫較低，且外露的 Sensor 接頭並未造成內部濕度上升現象。近期已從澎湖合作業者中提供沿岸及海上傳輸資料，驗證將可提高海上實測及應用之實用性與安全性之可能。

## 電路板功能流程、機構整合與組裝製作

觀測裝置內裝定位測溫多功能電路板之功能方塊、主要通訊與定位模組、Sensor 與介面規格、資料流、訊號流、電力供應等之流程設計如圖 3 所示。

開發的印刷電路板 (Printed circuit board, pcb)、鋰電池，外殼下半部亦可結合兩種水質線路，且上半部透明蓋子螺紋部分使用較厚實的防水墊片，可更緊密的固定結合並提高防水性。且考量於操作上之便利，可完全使用人工操作結合於浮球上 (圖 4)。

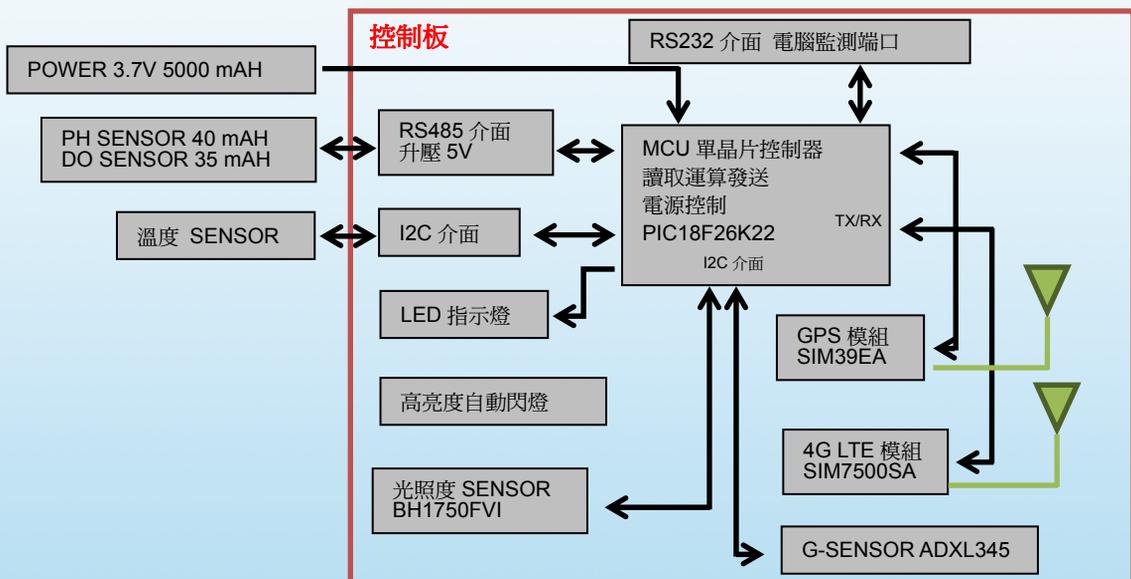


圖 3 電路板功能方塊與流程圖

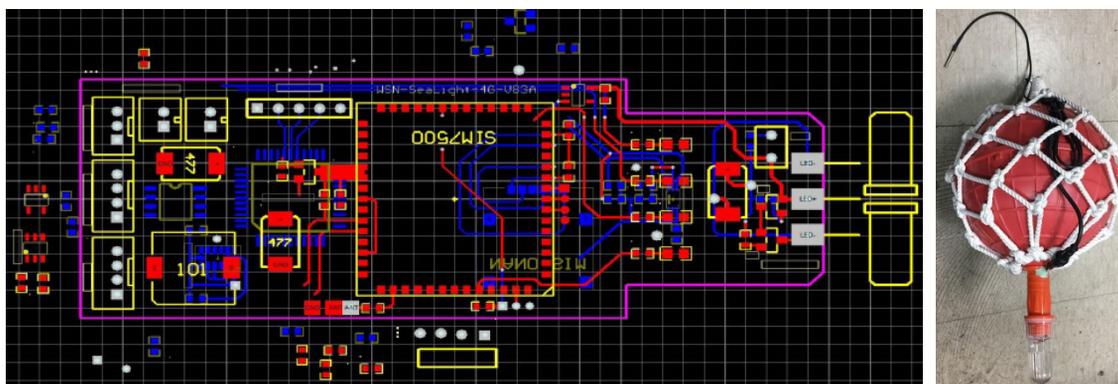


圖 4 印刷電路板及實體成品配件展示

## 監測警示與展示查詢網站資料庫系統

本網站系統使用 MS-SQL Express 資料庫 (圖 5)，並設計以下主要功能：(1)即時資料：Device-ID、接收時間、GPS 日期/時間、水溫、濕度、光照、速度、方向、剩餘電壓值、GSM 訊號強度值、時間設定值、3 軸承力並且結合 Google Map 位置繪圖等功能；(2)管理介面：權限密碼設定、水溫上下限警示值、剩餘電壓警示值管理、警示收件人 email；(3)使用者權限：檢視所有使用者帳號、名稱及登入權限；(4)顯示設定：以表格顯示已設定的警戒值範圍及警戒值通知人信箱表格；(5)歷史資料查詢與匯出。

## 結論與展望

為降低觀測成本及提高防水效果，本研究使用市面上廣泛使用之海燈及浮球做為載台，進行微機電 GPS 定位 4G 通訊、光感應器、3 軸承力感應器與測溫和水質線路之改良擴充設計，開發整合低成本、省電化、自

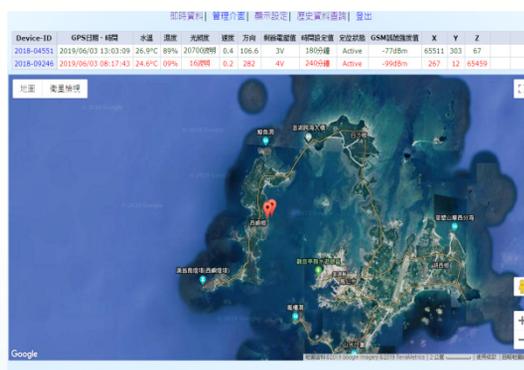


圖 5 網站系統顯示 2 組海燈裝置位於澎湖二坎之海上箱網區內

記式與自動警示等功能之觀測裝置，並開發監測警示網站與查詢系統，整合運用模組化及系統軟體。開發之觀測裝置主要特點為體積小易攜帶及回收、低耗電、易操作、多用途等 (定點或漂流)，製作材料與工資成本 (約新臺幣 4,000 元) 具有競爭力，由於海陸兩地可用情況下亦可擴大產品的需求性，未來另可運用於養殖、河流水庫、污水監測、海釣漁業等，該技術研發至今已有多位業者主動聯繫，並於 2018 年執行完成技術轉移相關，後續若為遠洋應用，可改良導入衛星通訊模組。