

整合型海洋環境自動化監測系統研發

張國棟¹ 曾俊傑² 邱啟敏³ 姚國祥⁴ 謝佳紘³ 李淑惠³

¹國立高雄海洋科技大學海洋環境工程系 副教授

²國立高雄海洋科技大學海洋環境工程系 研究生

³國立高雄海洋科技大學海洋環境工程系 研究助理

⁴中國石油股份有限公司大林煉油廠海業課 課長

摘要

海洋環境資料為人類從事各項海上活動時所需的基本資訊，與國防軍事、航行運輸、海岸工程、休閒活動、海污應變、防災救難及風險評估等都息息相關。由於台灣四面環海，在過去數十年中，國內為增加對海洋環境變化特性的認識與瞭解，投入了許多人力和物力資源，以瞭解台灣沿海各地區的海洋物理、化學及生物等變化現象，並建立了即時的監測系統，然而，為了達成個別的作業需求，目前國內大多數的海洋環境自動化監測系統大都分別僅專重於波浪、海流及水溫等海洋物理因子，或水質相關的海洋化學因子，以及螢光度等海洋生物因子，尚欠缺完整的系統，藉以監測及了解當地整體的海洋環境特性。

本文介紹一套具有即時且提供整體海洋環境資訊的自動化監測系統，並已實際應用在高雄二港口外港進行觀測。此系統包括Client端及Server端兩大部份，放置在高雄港二港口外港海域現場的Client端，除了提供風速、風向、氣壓、氣溫、環球衛星定位座標等氣象基本資料外，更加強了整體性的海洋環境因子監測能力，包括導電度、水溫、鹽度、螢光度、潮位、波浪及海流剖面等；透過GPRS 方式或新一代3G 通訊技術將所有監測資料即時傳輸至陸上Server端。一套完整的整合型海洋環境自動化監測系統，包含海洋環境因子感測元件整合及量測技術開發、資料擷取與儲存、資料傳輸與接收、錨碇浮標與動力供給、以及資料品管與展示等五大部份。即時的海洋環境資料經過適當的線上資料品管處理，可即刻將各種海洋環境資訊，經由網際網路瀏覽器(Internet browser)無遠弗屆的展示能力，呈現予社會大眾。此系統不但可提供政府機關、學術及研究機構，以及民間企業，即時且完整的海洋環境資訊，作為專業用途，並能顯現於全國民眾以及國際之前，具有落實海洋環境教育及保育功能，以保護我們賴以永續發展與利用的海洋環境。

關鍵字：自動化監測、海洋環境、海氣象

一、前言

台灣本土除陸地環境受到嚴重污染外，原先具有高涵容能力較能承受部份污染之台灣四周海域，也受到污染的影響，特別是沿岸海域之環境品質有日益惡化的趨勢，目前已出現魚類及各種海洋生物資源銳減之現象。我們自許海洋立國，因此保護我們賴以永續發展與利用的海洋環境有其必要性及迫切性，亦為國家未來環境保育工作重點之一。政府在民國八十九年十一月一日公佈我國的「海洋污染防治法」，並於民國九十年訂定並發布「海洋污染防治法施行細則」，而民國九十一年十一月十三日更公佈了「海域環境監

測及監測站設置辦法」，以建立實際執行海洋環境保護工作的法令依據，期盼能落實海洋環境保育政策。

瞭解並掌握海洋環境資訊，是達成海洋環境保育工作目標的基礎，為了調查台灣四周海域環境生態現況，國內許多單位包括政府機關、事業機構、開發企業及環保團體因應不同需求，每年投注相當龐大經費於海域環境監測方面，根據環保署之統計資料顯示，這方面經費保守估計超過兩億元，且有逐年上升趨勢。

然而，過去對海岸環境的資料蒐集作業均是針對個別地點的需要，進行數天、數月、或數年的調查，相對於海洋環境的變異特性均屬短期資料，在功能性任務完成後即中止作業，使得許多資料無法顯示當地

海洋環境的長期變化。此外，過去受到海洋環境調查儀器與技術的限制，使我們欠缺隨時掌握海洋環境狀況的能力，因為先前儀器的操作方式大都是需要作業人員定期至現場收回儀器或下載資料，不易隨時得到海洋環境資料。部份較貴重的儀器可利用無線電或衛星傳輸資料，但無線電通訊容易受干擾，而衛星傳送的費用又十分昂貴，難以達到全面瞭解海洋環境作業的需求。

由於全球對海洋環境的日益重視，許多品質優良且相當精密的海洋儀器被發展出來，配合電腦及通信科技的快速進步，多項基本的海洋環境因素例如潮汐、波浪、海流、風速及風向等物理環境因子，水溫、導電度、鹽度、氧化還原電位、溶氧量、酸鹼度、營養鹽(氨氮、磷酸鹽、矽酸鹽)等化學環境因子資料，及螢光度(海水基礎生產力測定)等生物性因子，都可經由現場儀器感測後，利用可靠的通訊系統直接傳輸至陸上的實驗室內，並可立即進行資料品管處理，隨時掌握海洋環境狀況。更重要的是，整個海洋環境資料的蒐集、傳輸、品管等均可自動化處理，同時能夠將各種資料即時顯示在需要的地方，如果有任何海洋環境變化時，就可以立即掌握各種資料，此對海岸防災、海氣象預報、海岸空間利用規劃等都足以提供最基礎的參考資料。目前為止，國內僅有少數單位進行部份海洋環境資料(邱與蘇，2004；曾等人，2004；董等人，1998)的即時監測作業，主要目的是配合個別的作業需求。本文介紹一個具有即時且提供整體海洋環境資訊的海洋環境自動監測系統已經被開發建立，此系統不但可提供政府機關及相關的學術及研究機構即時且完整的海洋環境資訊，藉由無遠弗屆的網路系統，將完整且細緻的海洋環境資訊，給予社會大眾最豐富的海洋環境教育展示。

二、系統介紹

本系統基本上包括放置在海域現場的Client端及室內監控中心資料接收與處理的Server端兩大部分，海洋環境監測站系統架構示意如圖2.1。

(一)Client端

包括硬體設備及資料擷取與傳輸系統。

(1)硬體設備

目前有一座資料浮標載台，提供所有監測儀器作業空間及動力來源，採雙錨碇方式固定(圖2.2)，以確保監測作業穩定執行。資料浮標載台上有一個國際標準航行警示燈，提供夜間海上鄰近船隻警示。三至四組太陽能板，供應六至八個蓄電池(12VDC/65AH)儲蓄電能，作為所有儀器的電力來源。

在監測儀器方面，資料浮標載台上有一組風速風向計、氣壓計、氣溫計、環球衛星定位儀、GPRS通訊系統以及資料擷取與傳輸系統。在浮標的下方有CTD及螢光度計懸掛在中間水深處，潮波儀及海流剖面儀(ADCP)分別固定於沈坐在海底的固定架上，固定架與浮標的錨碇系統相連結，各儀器設備的名稱、功能與規格如表2.1。

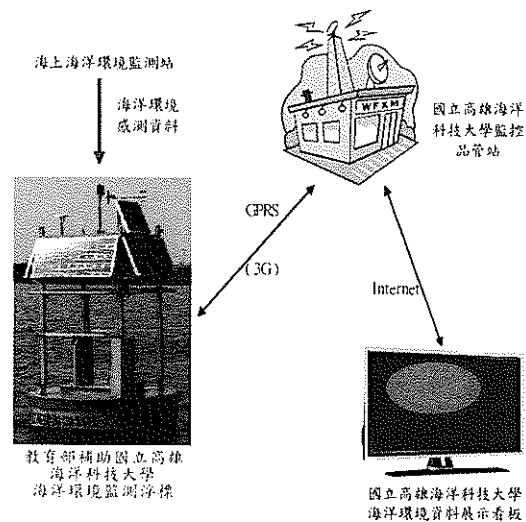


圖 2.1 海洋環境監測站系統架構示意圖

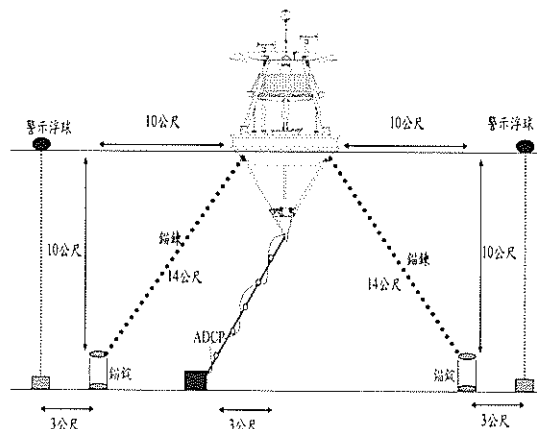


圖 2.2 資料浮標載台錨碇示意圖

(2)資料擷取與傳輸系統

資料擷取採用 Labview 作為程式開發軟體，使用工業用主機搭配 Windows XP 作業系統，資料透過 RS232 介面或 ADAM 介面進入電腦，由自行開發的 Labview 程式進行資料擷取，並透過 GPRS 系統直接將資料傳輸至位於國立高雄海洋科技大學污染擴散實驗

室的控制中心，進行資料品管處理與展示，資料品管處理對海洋環境監測結果的應用相當重要，若使用未經品管處理的資料進行分析與利用，有可能造成不適當的判斷(董等人，1998；張等人，2002)。

表2.1 儀器設備功能規格表

名稱	規格	功能說明															
都卜勒 流量流速 分析儀 (Acoustic Doppler Profiler)	量測範圍： ± 10 m/s 精度： ± 0.5 cm/s	測量波浪及剖面的 海流流速及流向															
鹽溫儀 (SBE 19plus)	量測範圍 導電度： $0 - 9$ S/m 溫度： -5 to $+35^{\circ}\text{C}$ 深度(壓力式)： $0-100$ m 螢光度： <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <thead> <tr> <th>螢光度 放大率</th> <th>敏感度 V/$\mu\text{g/l}$</th> <th>範圍 $\mu\text{g/l}$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>30x</td> <td>1.0</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>10x</td> <td>0.33</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>3x</td> <td>0.1</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>1x</td> <td>0.033</td> <td>150</td> </tr> </tbody> </table> 精度 導電度： 0.0005 S/m 溫度： 0.005°C 深度(壓力式)： 0.1%	螢光度 放大率	敏感度 V/ $\mu\text{g/l}$	範圍 $\mu\text{g/l}$	30x	1.0	5	10x	0.33	15	3x	0.1	50	1x	0.033	150	可測量海水的溫度、導電度、水壓及螢光度等，水深可由水壓換算而得，而溫度與導電度可換算成鹽度
螢光度 放大率	敏感度 V/ $\mu\text{g/l}$	範圍 $\mu\text{g/l}$															
30x	1.0	5															
10x	0.33	15															
3x	0.1	50															
1x	0.033	150															
潮波儀	量測範圍： 70ft 精度： $\pm 0.02\%$	壓力計型式，可測量潮位、波浪及水溫															
衛星定位儀 (GPS)	單點定位 L1/L2： 1.5m CEP 差分精度： $1\text{cm}+1\text{ppm}$ 後處理精度： $5\text{mm}+1\text{ppm}$	量測地理位置經度、緯度及高程															
風速風向計	量測範圍 風速： $0-60$ m/s 風向： $0^{\circ}-360^{\circ}$ 精度 風速： ± 0.3 m/s 風向： ± 3 degrees	量測風速及風向															
氣壓計	量測範圍： $600-1100$ hPa 精度： ± 0.3 hPa	量測大氣壓值															
氣溫計	量測範圍： -50 to 50°C 精度： $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$	量測氣溫值															

(二)Server端

使用伺服器級電腦搭配ADSL寬頻網路，仍利用Labview作為程式開發軟體，自行開發程式進行資料接收與展示處理，如有需要可由Server端直接下指令改變擷取的設定。傳輸方式為每兩小時進行資料擷取與傳輸二十分鐘，圖2.3為資料收集與傳輸作業流程。

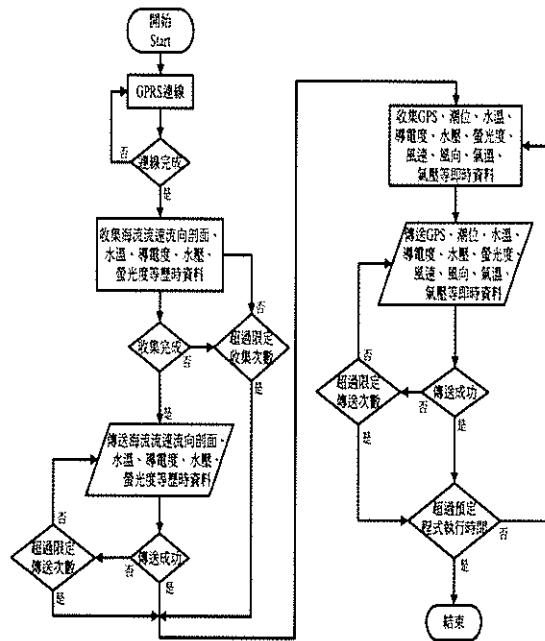


圖 2.3 資料收集與傳輸作業流程

三、發展現況

目前海洋環境自動監測系統已研發並建置完成，其系統包括Client端與Server端，本系統先在陸上進行測試，首先將Client端硬體設備與資料擷取以及傳送系統組裝完成(如圖3.1)，接著開啟Client端資料擷取與傳送系統，此時Server端的系統也同時開啟，約2分鐘後Client端即開始收集資料並透過GPRS將資料傳輸至Server端的監控中心，經由Server端的電腦螢幕顯示，研究人員可瞭解並即時監控Client端系統的運作狀況。如圖3.2為Server端即時資料監測展示畫面，畫面上分別有GPS區、氣象區及海象區資料，以及系統功能區，包含(1)設定:此功能可以設定部份儀器所量測資料之上下限。(2)監測數值:可即時監控系統電壓值，GPS區的經度、緯度、高程，氣象區的風速、風向、氣壓、氣溫，海象區的潮位、水溫、CTD的水溫、導電度、螢光度、水壓及ADCP所量測不同深度的海流流速、流向值。(3)監測資料以圖形顯示:透過圖形顯示的方式可監控即時資料與歷時資料(如圖3.3)。(4)報表:即時資料與歷時資料傳送至Server端後即存放在Server端的資料庫，透過報表功能可查詢過去已記錄的歷史資料並以報表和圖形方式顯示(如圖3.4及圖3.5)。(5)監測SonTek:ADCP所量測每筆剖面資料的資訊及不同深度的海流流速、流向值。(6)登錄:登錄此系統時需輸入帳號及密碼才可使用本系統。(7)管理設定:管理者可透過此功能新增或刪除使用者帳號密碼及使用權限。(8)離開:離開本系統。(9)連線狀態:當連線狀態的燈亮綠色

時，即表示資料正由Client端傳送資料至監控中心Server端。(10)GPRS偵測燈：當偵測燈亮綠色時，表示Client端與監控中心Server端通訊正常。(11)已執行時間(sec)：指本次資料收集及傳輸已執行時間。(12)執行時間：本次資料收集及傳輸所需時間。整套系統經過長時間測試後，其運作狀態皆屬正常，因此於2005年9月進行Client端系統的佈放(如圖3.6及圖3.7)，佈放地點選擇在高雄港第二港口外港，地理位置如圖3.8。

日期時間	溫度	鹽度	深度	流速	流向
2005/09/25 08:58:29	29.33	35.29	6.83	0.00	0.00
2005/09/25 09:00:00	29.33	35.29	6.83	0.00	0.00
2005/09/25 09:01:30	29.33	35.29	6.83	0.00	0.00
2005/09/25 09:03:00	29.33	35.29	6.83	0.00	0.00
2005/09/25 09:04:30	29.33	35.29	6.83	0.00	0.00
2005/09/25 09:06:00	29.33	35.29	6.83	0.00	0.00
2005/09/25 09:07:30	29.33	35.29	6.83	0.00	0.00
2005/09/25 09:09:00	29.33	35.29	6.83	0.00	0.00
2005/09/25 09:10:30	29.33	35.29	6.83	0.00	0.00
2005/09/25 09:12:00	29.33	35.29	6.83	0.00	0.00
2005/09/25 09:13:30	29.33	35.29	6.83	0.00	0.00
2005/09/25 09:15:00	29.33	35.29	6.83	0.00	0.00
2005/09/25 09:16:30	29.33	35.29	6.83	0.00	0.00
2005/09/25 09:18:00	29.33	35.29	6.83	0.00	0.00
2005/09/25 09:19:30	29.33	35.29	6.83	0.00	0.00
2005/09/25 09:21:00	29.33	35.29	6.83	0.00	0.00
2005/09/25 09:22:30	29.33	35.29	6.83	0.00	0.00
2005/09/25 09:24:00	29.33	35.29	6.83	0.00	0.00
2005/09/25 09:25:30	29.33	35.29	6.83	0.00	0.00
2005/09/25 09:27:00	29.33	35.29	6.83	0.00	0.00
2005/09/25 09:28:30	29.33	35.29	6.83	0.00	0.00
2005/09/25 09:30:00	29.33	35.29	6.83	0.00	0.00
2005/09/25 09:31:30	29.33	35.29	6.83	0.00	0.00
2005/09/25 09:33:00	29.33	35.29	6.83	0.00	0.00
2005/09/25 09:34:30	29.33	35.29	6.83	0.00	0.00
2005/09/25 09:36:00	29.33	35.29	6.83	0.00	0.00
2005/09/25 09:37:30	29.33	35.29	6.83	0.00	0.00
2005/09/25 09:39:00	29.33	35.29	6.83	0.00	0.00
2005/09/25 09:40:30	29.33	35.29	6.83	0.00	0.00
2005/09/25 09:42:00	29.33	35.29	6.83	0.00	0.00
2005/09/25 09:43:30	29.33	35.29	6.83	0.00	0.00
2005/09/25 09:45:00	29.33	35.29	6.83	0.00	0.00
2005/09/25 09:46:30	29.33	35.29	6.83	0.00	0.00
2005/09/25 09:48:00	29.33	35.29	6.83	0.00	0.00
2005/09/25 09:49:30	29.33	35.29	6.83	0.00	0.00
2005/09/25 09:51:00	29.33	35.29	6.83	0.00	0.00
2005/09/25 09:52:30	29.33	35.29	6.83	0.00	0.00
2005/09/25 09:54:00	29.33	35.29	6.83	0.00	0.00
2005/09/25 09:55:30	29.33	35.29	6.83	0.00	0.00
2005/09/25 09:57:00	29.33	35.29	6.83	0.00	0.00
2005/09/25 09:58:30	29.33	35.29	6.83	0.00	0.00
2005/09/25 10:00:00	29.33	35.29	6.83	0.00	0.00

圖 3.4 歷史資料報表(CTD 監測資料)



圖 3.1 系統陸上測試

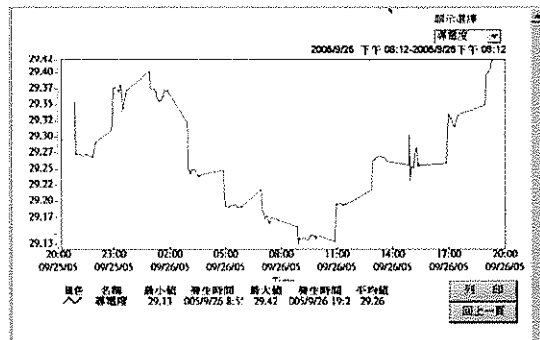


圖 3.5 將歷史資料繪成圖形(CTD 監測導電度)

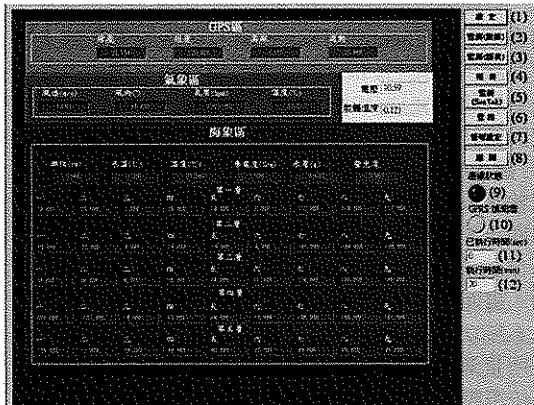


圖 3.2 Server端即時資料監測畫面



圖 3.6 Client端的資料擷取與傳送系統佈放

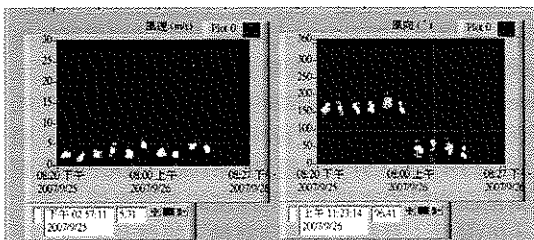


圖 3.3 監測資料以圖形顯示(以風速風向為例)

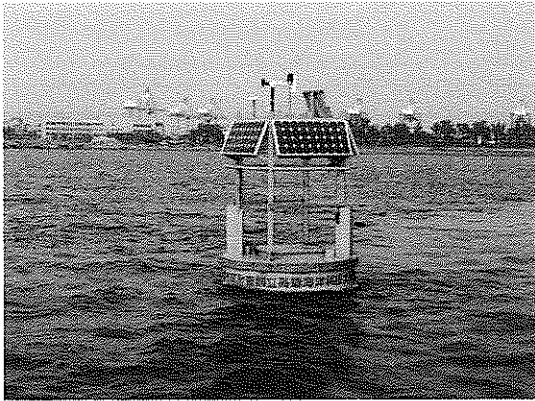


圖3.7 完成佈放的Client端資料擷取與傳送系統

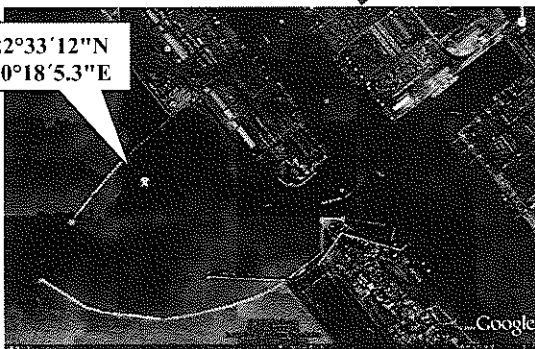
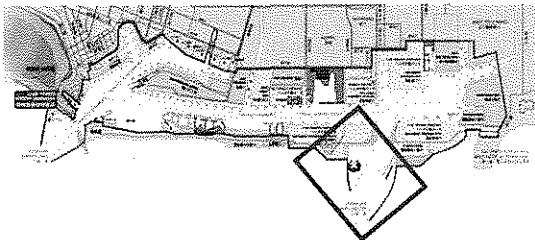


圖3.8 硬體設備及資料擷取與傳輸系統位置圖

四、未來發展與應用

藉由整合型海洋環境自動化監測系統提供的海氣象環境資料，作為海洋及海岸環境災害預警、防救災作業處理、船舶航行安全、以及海岸工程規劃設計與海岸管理等基本參考，已經是全世界共同的發展趨勢。例如美國紐約港委託史地文斯理工學院(Stevens Institute of Technology)，配合海洋及大氣總署(NOAA)在紐約港設置的海洋環境監測站，發展出一套結合海洋環境監測系統與海洋數值模式的作業預報系統(operational prediction system)(Bruno & Blumberg, 2004)，提供回測(hindcast)、現測(nowcasts)、及預測(forecasts)的功能，可對氣象及海象狀況有正確及綜合性的認知。而希臘也在瀕臨亞得里亞海(Adriatic Sea)的威尼斯潟湖(Venice Lagoon)亦設置了海洋環境

監測網，進行威尼斯潟湖生態系統的演變(evolution)研究。

目前完成的海洋環境自動監測系統，具有即時且提供整體海洋環境資訊，資料包含GPS的經度、緯度、高程等地理位置，風速、風向、氣壓、氣溫等氣象數據，以及潮位、水溫、導電度、CTD的溫度、導電度、水壓及螢光度等及ADCP所量測不同深度的海流流速、流向等海象狀況。可透過圖形顯示的方式監控即時資料與歷時資料，所有的資料也存放在資料庫中，並可使用報表功能查詢過去已記錄的資料且以圖表和報表方式顯示，此系統不但可提供政府機關及相關的學術及研究機構即時且完整的海洋環境資訊，藉由無遠弗屆的網路系統，將完整且細緻的海洋環境資訊，給予社會大眾最豐富的海洋環境教育展示。未來，將利用本系統所取得的整體海洋環境監測資料，結合現有的流體動力模式、溢油動態模擬、水質擴散模式、化學物質擴散模擬等，可更完整的瞭解海洋環境中的現況，並掌握未來的可能變化情形，以提升我們對海洋環境保育的有效作為。

五、結語

一套具有即時且整合海洋環境資訊的海洋環境自動化監測系統已經被開發建立，並已實際應用在高雄二港口外港進行觀測。系統包括Client端及Server端兩大部份，放置在高雄港二港口外港海域現場的Client端，提供風速風向、氣壓、氣溫、環球衛星定位座標、海水導電度、水溫、鹽度、螢光度、潮位、波浪及海流剖面等海氣象環境監測資料，透過GPRS通訊系統傳輸至位於國立高雄海洋科技大學海洋環境工程系污染擴散實驗室內的Server端，進行資料接收、處理與展示。未來，利用本系統所取得的整體海洋環境監測資料，結合海洋環境模式的數值模擬技術，可更完整的瞭解海洋環境中的現況，並掌握未來的可能變化情形，如此有助於落實海洋環境教育及保育功能，以保護我們賴以永續發展與利用的海洋環境。

參考文獻

1. 曾相茂、蘇青和、廖慶堂,2004: 台灣地區國際港附近海域海氣象調查分析研究(3/4),交通部運輸研究所港灣技術研究中心,基本研究報告,93-49-787,MOTC-IOT-92-H2BA01

2. 邱永芳、蘇青和,2004: 近岸防救災預報系統之建立研究(1/5),交通部運輸研究所港灣技術研究中心,基本研究報告,93-77-7110,MOTC-IOT-92-H3BA03
3. 董東璟、莊士賢、高家俊,1998: 海氣象時序列資料品質,第二十屆海洋工程研討會論文集,351頁-358頁
4. 張國棟、張國強、莊士賢、陳惠玲、何崇華、饒國清,2002: 新一代水位量測系統應用於環台水位觀測,第七屆海峽兩岸水利科技交流研討會,221頁-228頁
5. Bruno, M.S. and Blumberg, A.F., 2004: An Urban Ocean Observatory for the Maritime Community, Sea Technology, August, 2004, p 27-32
6. Ferrari, G., Badetti, C. and Ciavatta, S., 2004: Real-Time Monitoring of the Venice Lagoon, Sea Technology, August, 2004, p 22-26