

# 國內資料浮標研發概況

黃明志

國立成功大學  
造船工程研究所

高家俊

國立成功大學  
水利及海洋工程研究所

## 摘要

國內在海氣象資料浮標方面之技術與系統實務操作二方面，目前正處於萌芽與推動階段。本文主要說明農委會、國科會過去四年來支持我們進行研發設計資料浮標之沿革：經由學理探討，數值計算浮標之靜水性能與穩度，浮標—繫纜—錨碇系統的靜、動態運動特性，在水槽中進行浮標原型之運動特性試驗，在彌陀海域進行之耐海性能試驗，各項海氣象觀測儀器之評估與率定試驗，資料獲取系統之開發，無線電訊號傳輸測試，資料分析軟體之開發，浮標施放工具之開發，最後完成二米資料浮標的設計，並在台中外海施放實測海況，分析所觀測到的波浪結果，對四年內研發工作做一評估與檢討。

## 一、前言

臺灣地處西太平洋夏季颱風侵襲必經之路，冬季時則有強烈東北季風吹襲，致使沿岸與海峽地區經年累月處於惡劣海象條件下。任何港灣、海岸與海洋結構之規劃、設計、施工與營運均需有長期觀測與分析之海氣象資料以為依據。商、漁船航運安全所需之海氣象預報亦有賴實測資料做為模式之輸入或驗證。截至目前為止只有氣象局的四個測站及部份港務局的測站屬於長期觀測性質。近幾年之港灣、海岸、海洋工程建設，大多皆以臨時設置之測站所觀測到短期海氣象資料為設計之依據，使設計品質大受影響。與航安息息相關的海氣象預報模式尚無法準確的建立。臺灣四週沿岸海氣象自動觀測網路之規劃與設置，實為當急之務。

海氣象資料係包括波浪、洋流、潮汐、海水溫度、風速、風向、大氣壓力、大氣溫度、相對濕度、日照、降雨量等資料。除了利用沿岸固定式測站或測樁可進行現場觀測外，這些資料均有

賴在海上利用資料浮標實施現場觀測。國內在海氣象資料浮標觀測上，限於過去研究經費與人力不足等問題，不論是技術層面或各軟硬體設備上，均需仰賴國外。

本文主要說明自七十八年至八十一年為止，農委會支持我們進行「台灣海域海況遙測浮標之設計與實測研究」，隨後配合國科會「海岸空間利用」重點研究群體計劃在台中外海施放一資料浮標進行波浪觀測，四年內研發工作之評估與檢討。鑒於學術單位無法負擔長期作業之需求，中央氣象局海象測報中心應積極主導整個台灣沿岸海氣象資料浮標觀測網路之建立與運作，而由有限之學術單位研究人力專注於研發工作，必可收事半功倍之效。

## 二、浮標設計學理

海氣象觀測之資料浮標所涉及之技術層面廣泛，舉如海洋工程與物理、觀測儀器、電子儀表、通訊傳輸、分析軟體等均有關聯。整個資料浮標系統之設計可概分為浮標、繫纜與錨碇、電

源、觀測儀器、資料擷取及控制、資料傳輸、資料分析、警示與定位等系統組合而成。

浮標之外型、用途與種類很多，繫留式的資料浮標為本文探討的重點。浮標在海洋環境中承受多種環境負荷力，浮標之尺寸，外型設計與運動形態等即對這些環境負荷力的大小，計算或決定的方式有極大之影響。以波浪作用力計算方式為例：小結構物波浪理論，波浪繞射散射理論各有其適用範圍，是否需考慮大小構件間之交互作用等等問題，均需經由學理上的探討才能解決。

一般而言，柱型浮標並不具有良好之隨波性，其預浮力與吃水比極小，必需採鋼索、鐵鍊與人造繩組合式的繫纜，並設置中繼浮球等。其風波流作用力較大，繫纜上端之作用力隨之增大，常為設計上的一大困擾。其較易因側向作用風力，或圓柱外型引起渦流脫落而產生側向振動力，導致搖擺運動。使用柱型浮標時，現場水深、潮差、流況等均須準確實測，否則浮標極易沉沒。

圓球型浮標之預浮力小，設計上若能考慮使其重心降低，配合適當的尺寸、重量與吃水，適當的繫纜方式，則可降低其傾側運動，因其在起浮方向之隨波性極佳，以起浮加速度計量測海象相當適合。惟其製造上比較費事，因此較大型的浮標通常不採用。

鐵餅型浮標之預浮力較大，具有較小之表面流阻力，繫纜上端之作用力隨之減小。隨波性良好，若以固定式起浮加速度計量測海象，需特別考慮浮標傾側運動對起浮加速度之影響。其甲板面積與內部體積較大，適合裝載較多之儀器酬載，是以體型較大的浮標大抵採鐵餅型設計。

至於利用其它型式之浮標來量測海象時，有些特定問題須加以考慮。如船型浮標雖可減小縱向傾側運動但橫向搖擺運動通常為一問題，近年來已較少採用。

繫纜之種類大致上可區分為鐵鍊，鋼索，人造繩，橡膠繩等。使用鐵鍊時所需的聯接配件強度問題較少，使用鋼索、人造繩、橡膠繩時，應特別注意其間之聯接器強度是否足夠，以免運動過劇而斷纜。

基本上鐵鍊與其它種類的繫纜因外型上的差異，而有不同的運動特性。封閉形的繫纜因類似柔性的圓柱體，於洋流、潮汐作用時，容易引起渦流脫落而產生高頻之側向振動，此時這些繫纜即較易於聯接處斷纜。至於鐵鍊則其開孔的外型會破壞渦流的形成，而無法產生高頻之側向振動，其運動的型態基本上為一寬頻的振動。所以在流的作用下，鐵鍊只要考慮其穩態的繫纜張力即可；而鋼索、人造繩、橡膠繩等封閉形繫纜另須探討其高頻振動的問題。

繫纜種類之選擇主要受浮標預浮力與水深二者之限制。沿岸使用時，可採全段鐵鍊之繫纜。至於繫纜在浮標處的繫留方式，較常採用單點底部縱向繫纜方式或單點中間側向繫纜方式。縱向繫纜下浮標運動受繫纜影響較大，浮標運動與波形二者間之轉換函數較為非線性。側向繫纜方式下浮標運動只有在較惡劣海況下才受繫纜影響。惟側向繫纜方式較易受來往船舶橫越破壞，不適用於漁船作業頻繁之台灣海域。

電源供應系統可區分為蓄電池式與太陽能充蓄電池式二種，使用何種方式的電源供應系統，完全決定於整個資料浮標系統之總耗電量與定期維護的間隔。小型資料浮標系統因受限於體型較小，一般採蓄電池式或只能搭配少量之太陽能板。大型之資料浮標應儘量採用太陽能充電式之電源系統，可供長期性的使用而減少現場維護的頻率。依中油公司新竹外海生產井附近警示浮標上太陽能板之使用經驗而言，鋁框結構之太陽能板易有腐蝕與結構上的問題。

觀測儀器種類與型式繁多，就海氣象資料浮標上所需之儀器，感應器等，國內均無自製產品可供採用。氣象觀測儀器方面，國外已有成套自動化之組件可供組合於浮標結構體上部。海象觀測儀器方面，在浮球內懸掛一重力式平衡平台、裝置起浮加速度計與傾角感應線圈之商業化產品售價較貴。可採用較便宜之固定式加速度計、電位型傾角計、磁力方位計、壓力計、雙軸流速儀等替代性儀器 (Kao & Lee, 1988)。

資料擷取控制系統主要控制系統設定與儀器設定二組參數，由控制各儀器電源之開關程序、

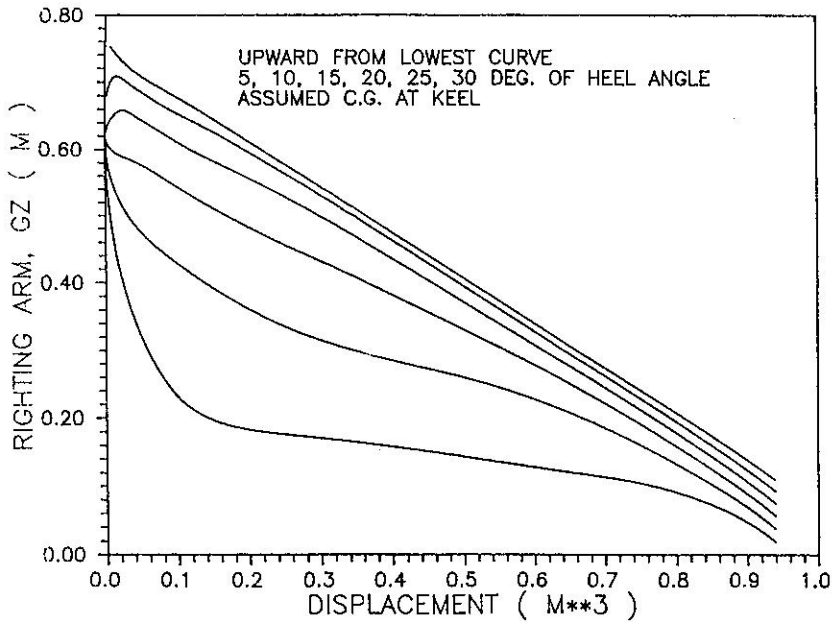


圖1 2M鐵餅型浮標之扶正力臂值

取樣頻率等，達到觀測、攫取、分析與傳輸數據之功能。一般為節省電源之消耗，需採CMOS微處理機。為求資料攫取及控制之多元化，均採EPROM程式控制。資料浮標所觀測之海氣象資料，除自記憶存定期回收外，主要利用無線電或人造衛星二種方式傳輸。

資料分析系統概分為浮標上與岸上二部份。岸上分析部份較為單純，原始數據經傳輸至岸上接收並儲存後，後續之資料分析可隨意隨時進行。浮標上之分析則涉及電子電路、分析系統程式、記憶空間、電源消耗等問題，必須詳細規劃 (Kao & Chen, 1993; Kao & Lee, 1993)。

浮標上應裝置警示燈號以防夜間時船舶碰撞，其信號燈之閃爍順序須符合海事規範。此外海氣象資料浮標通常價格昂貴，為方便尋找意外流失之浮標，亦應裝置定位發射器、雷達反射器等。

### 三、浮標性能

因浮標之外型與船體大不相同，一般船體靜水性能計算程式無法適用，我們已設計一鐵餅型浮標之靜水性能計算程式，包含靜水性能曲線與

穩度交叉曲線之計算。靜水性能曲線包括水線面積、排水量、隨波性參數、方塊係數、菱形係數、俯仰力距、每公分浸水排水量、浮心高度、定傾中心高度等。穩度交叉曲線則表示浮標傾側時之扶正力臂值，此值越大表示浮標越穩定。圖1表示當重心設定於浮標底板時，數種傾側角度下，我們設計的2M鐵餅型浮標之扶正力臂值。以沿岸設計水深在30米內所用之繫纜佈置為例，此浮標具有足夠之靜穩度。

浮標—繫纜—錨碇系統的靜態或動態運動特性分析，我們現有之各種分析計算程式，可以下列功能方式區分 (Huang, 1985; Huang & Baur, 1990; Huang, 1990)：

- 繫纜分析模式—靜態分析—非線性模式
  - 動態分析—線性模式 (頻域)
  - 動態分析—非線性模式 (時域)

繫纜模擬方式—參數集結法

運動模式 —二維、定性

環境負荷 —風—定性

—波—規則

—流—均勻、穩態流

—波流交會—線性疊加流場

一 波形表面流場—工程外插或交互作用

浮標與繫纜—藕合運動

圖2與圖3表示2M鐵餅型浮標附加六分鐵鍊時，在各種線性波與洋流同向作用下，浮標之相

對起浮運動與相對傾側運動特性曲線。圖2與圖3顯示浮標起浮、傾側運動在週期2秒以上之波浪下具有相當良好之隨波性。週期2秒以下波浪作用下，浮標起浮運動量急劇衰減，浮標傾側運動則呈極端非線性之變化，在週期1.5秒左右有共振現

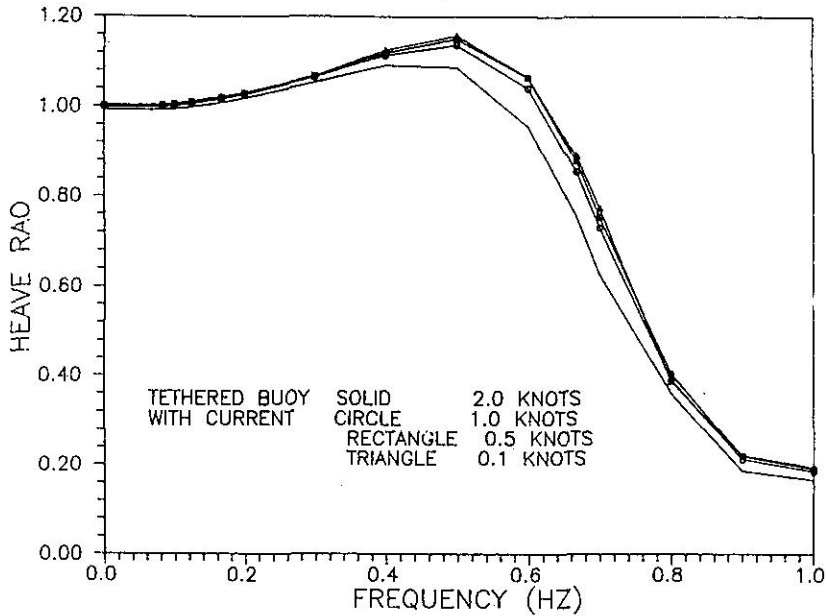


圖2 2M鐵餅型浮標在波流作用下之相對起浮運動

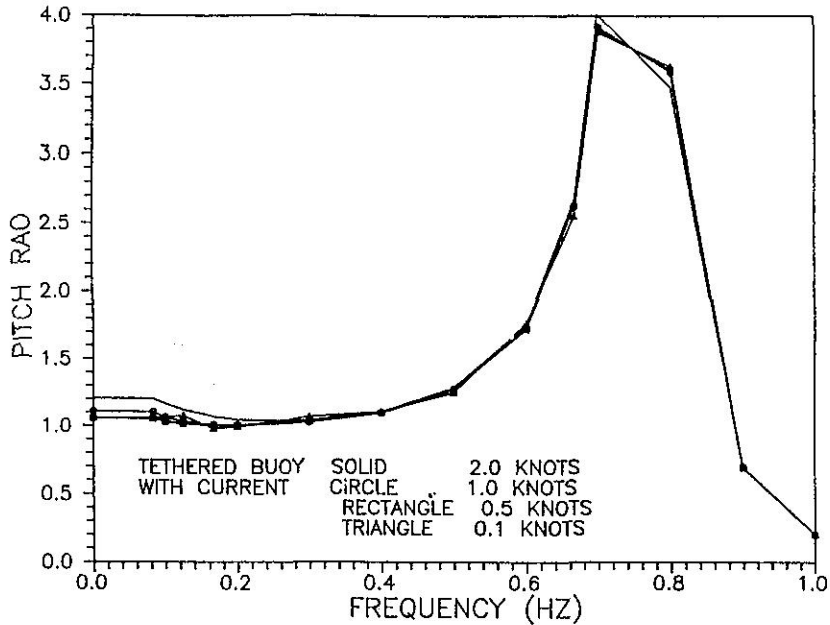


圖3 2M鐵餅型浮標在波流作用下之相對傾側運動

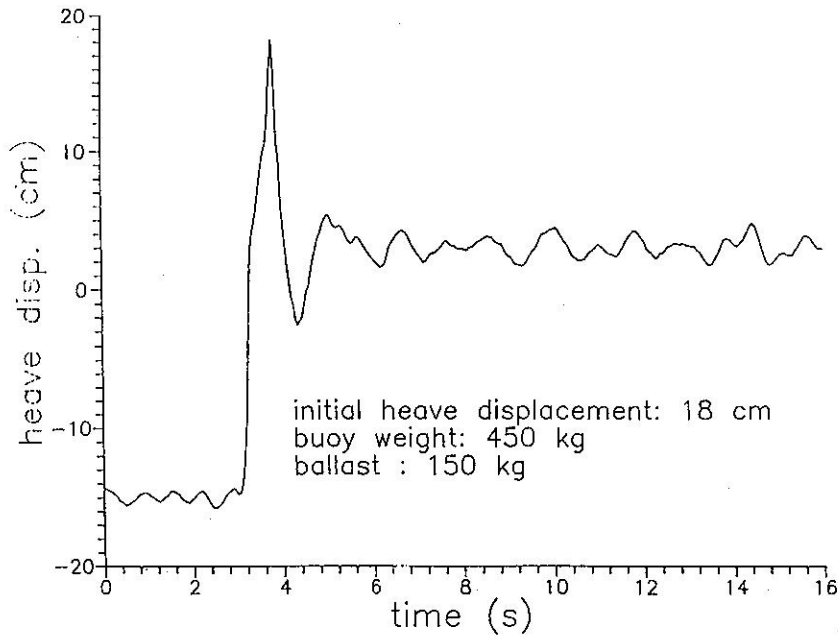


圖4 浮標之時域自由起浮運動試驗結果

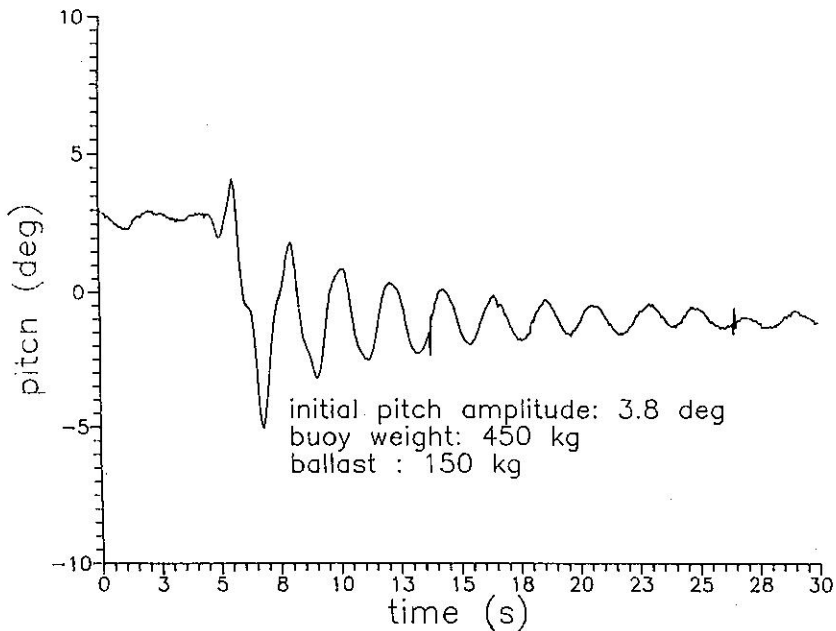


圖5 浮標之時域自由傾側運動試驗結果

象。因海域中之波浪週期範圍大抵在5秒以上，週期2秒以下之波浪是我們在分析時不需考慮的部份；即在我們欲觀測的波浪範圍內，我們設計出來的浮標具有相當不錯的線性運動特性。

水槽試驗部份，主要含：

(一)、在100米×8米×3.4米拖航水槽中測試浮標在靜水下之時域自由運動，探討其自然起浮與傾側運動週期與運動之衰減阻尼比。

(二)、在3米×1.2米×0.8米迴流水槽量測繫纜流阻力 (Huang & Baur, 1991)。

(三)、在30米×1米×1.2米造波水槽中觀察波浪作用下繫纜與底床之交互作用現象，探討繫纜長度是否恰當。圖4與圖5為浮標本體下端附加150公斤壓載之自由運動試驗結果。試驗結果顯示浮標之自然共振週期小於2秒，可避開與海域波浪共振之問題，在起浮方向之衰減阻尼比大，共振現象不易發生，在低頻部份起浮運動之頻率響應函數也可預期近於1左右。

#### 四、觀測儀器測試

加速度計率定試驗：將加速度計置於小型水槽造波機之放大搖桿上端，速度計量測軸則固定於切線方向。驅動造波機使其作規則搖擺運動，待其穩定後，量測搖桿上端之切線方向加速度，並與理論值比較。試驗結果顯示在週期0.8秒至15秒範圍之間，所採用之KYOWA-ASV-2GA加速度計，若將造波機構之高頻振動訊號濾除，切線

方向加速度之試驗量測值幾乎與理論值相同。

二軸傾角計率定試驗：所採用之MIDORI-PMP-30TZV二軸傾角計靜態率定試驗顯示在前後42度內具有相當良好的線性度，動態率定試驗之安排方式如加速度計之率定試驗，即將傾角計置於造波機之放大搖桿上，傾角計之量測軸則平行於搖桿之樞軸。試驗結果顯示在週期5秒以上此傾角計之頻率響應值趨近於1，週期5秒以下則動態特性不夠理想。

磁羅經率定試驗：將KVH-AUTOCOMP-100磁羅經置於浮標儀器筒內，旋轉儀器筒至各個方位並量測其輸出電壓，儀器筒外裝置之另一電磁羅經指示輸出則視為方位基準。試驗結果顯示其具有良好之線性關係，且無磁干擾現象。

資料傳輸試驗：50米短距離與18公里長距離載波測試後，即進行長達3月之資料傳輸試驗，測試A/D控制軟體，電源需求，電腦與A/D定時

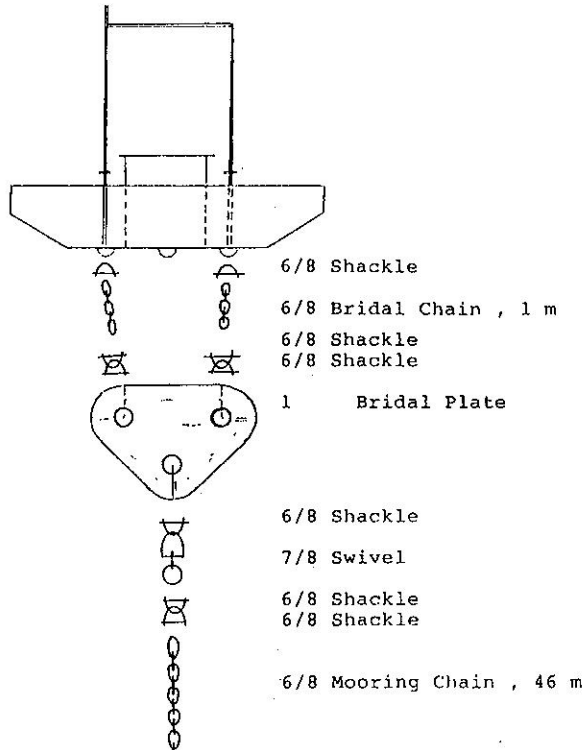


圖6 2M鐵餅型浮標

器匹配，數據轉換軟體等。

浮標耐海性能試驗：現場驗證浮標本體與繫纜之耐海性能，80/6/9配合漁業局投放人工魚礁之便，在彌陀海域水深23米處投放第一個浮標，以一個六噸重魚礁為錨碇，當時海況不佳，工作船人員作業疏失，浮標上層結構受損。80/8/30執行廢船礁投放之便，在相同海域水深25米處投放第二個浮標，以廢船礁為浮標之錨碇。此二浮標在下水以來，歷經侵襲台灣南部海域五個颱風風浪測試，耐海性能良好，惟浮標上層結構儀器遭受漁民偷竊破壞，而於82/3/5回收。

### 五、波浪觀測試驗

評估國內現有技術水準、經濟效益、任務需求等因素後，經由上述之浮標性能計算、水槽試驗、海域耐海性能試驗、觀測儀器測試、資料獲取系統開發、無線電訊號傳輸測試、資料分析軟體開發，最後設計製作的資料浮標如圖6所示。波浪觀測試驗則在台中港北防沙堤外海進行。

此浮標直徑2米、浮力1000公斤，結構體採普通鋼板製造，淨重450公斤。外型區分為三大模組：浮標本體、儀器筒、上層結構。浮標結構體

中澆灌人工發泡材，外部附加鋅板。因施放現場水深在30米內，浮標採單點繫泊方式，其下方有五處掛環，利用對角二掛環附加1米長斜鍊至一英寸厚聯接三角板，再聯接六分鐵鍊至五噸水泥塊錨碇。

儀器圓筒直徑50公分，高60公分，內置二個60AH-12V之固體式充電電池、可供連續21天惡劣天候無充電下各項儀器之正常運作。主要之波浪觀測儀器為：二組起浮加速度計，磁羅經，二軸傾角計。浮標上之資料獲取及控制系統部份，為國內自製之CMOS微處理機，附有16頻道之A/D轉換器，與128KB-RAM，控制程式用組合語言撰寫後燒存於EPROM中，可隨需求而更改。資料傳輸採UHF無線電傳輸方式，使用國內GIGATEK-RDL-101-RS半雙功傳輸接收器，為3600Baud-Rate，2W，900-960MHz，頻寬15KHz系統。浮標上架設一高3米之非定向天線。接收站設在港研所內，採八目定向天線，距浮標現場約8公里。上述波浪觀測儀器、A/D、無線電傳輸接收器均裝置於一壓克力儀器箱中，為避免電子元件過熱，造成繼電器定時開關不正常運作，儀器箱上裝置一直流散熱風扇。整個浮標系

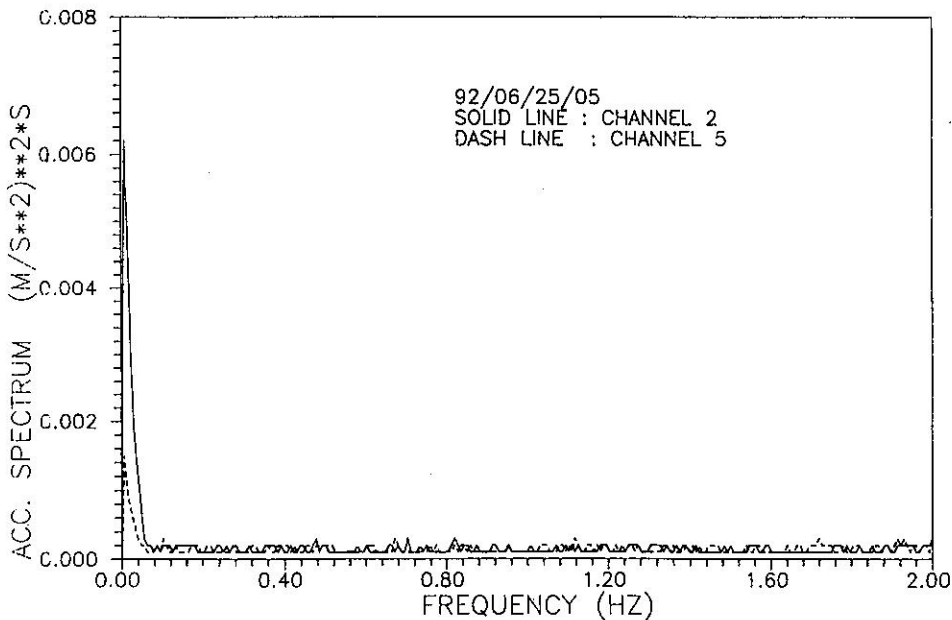


圖7 浮標觀測儀器電子雜訊

統在直流電壓12V下電源需求為1.37A。

上層結構上水平裝置一自製之不銹鋼框聚光式單晶片太陽能板，在晴天下可充電1.2A，框內附有反射玻璃可聚集光源，並可減少無線電天線架所造成陰影之遮蔽現象。浮標上方裝置一座夜間自動閃爍警示燈，為國內自製之氬放電管式海燈，設計為七秒一閃、每一閃約歷時0.2秒，符合IALA孤立危險方位要求，在海面上之可視距離約二海浬。

此浮標於81/6/25在台中外海水深22米處施放，81/6/28受芭比颱風風浪作用，無線電天線架斷裂，乃重新設計一天線架，於81/7/3出海現場安裝新的天線架。81/8/6赴港研所回收資料，發現因無線電雜訊過多影響電腦檔案之開啓與數據之擷取，乃更改數據擷取程式與延長接收站PC定時器作用時間。其後現場海況資料即依設定之每6小時傳輸一筆數據回接收站，較少漏失。其後研究助理於81/8/25前往檢測時，作業疏失未於接收站安裝天線接收端子，直至81/9/3寶莉颱風過後前往巡視時才更正回來，未能取得寶莉颱風過境期間之海況，極為可惜。寶莉颱風過境時浮標之太陽能板架受損，天線上端亦遭折

斷。因歐馬颱風即將到來，無法即時更換太陽能板架，只能現場拆卸此太陽能板架，並帶回研判破損原因為太陽能板架點焊不良。乃重新設計一太陽能板架承座與補強之鋼索，於81/9/15出海修護，並中止整個波浪觀測試驗。

## 六、波浪分析與結果

利用浮標起伏與二軸傾側運動來分析波浪的方法可參考 (Longuet-Higgins, et al., 1963) 及 (Steele, et al., 1992)。依據二維頻域計算之浮標起伏、傾側運動與波形間之頻率響應函數關係，在我們欲觀測的波浪範圍內 ( $0-0.5H_z$ )，浮標具有相當不錯的線性運動特性，以下之計算即假設浮標為一標準的隨波浮標，即頻率響應函數值視為1，且無位相差。至於起伏加速度與位移二者間，則直接採用頻域間之轉換，再作低頻部份之修正，如參考文獻 (Earle & Bush, 1982) 與 (Earle, et al., 1984) 所述。此外因加速度與位移二者福利葉轉換間有  $-\pi$  之位相差，利用逆福利葉轉換即可計算波形之時序列變化，再進行波浪統計特性計算。

低頻部份之修正因無嚴謹之理論基礎，乃設

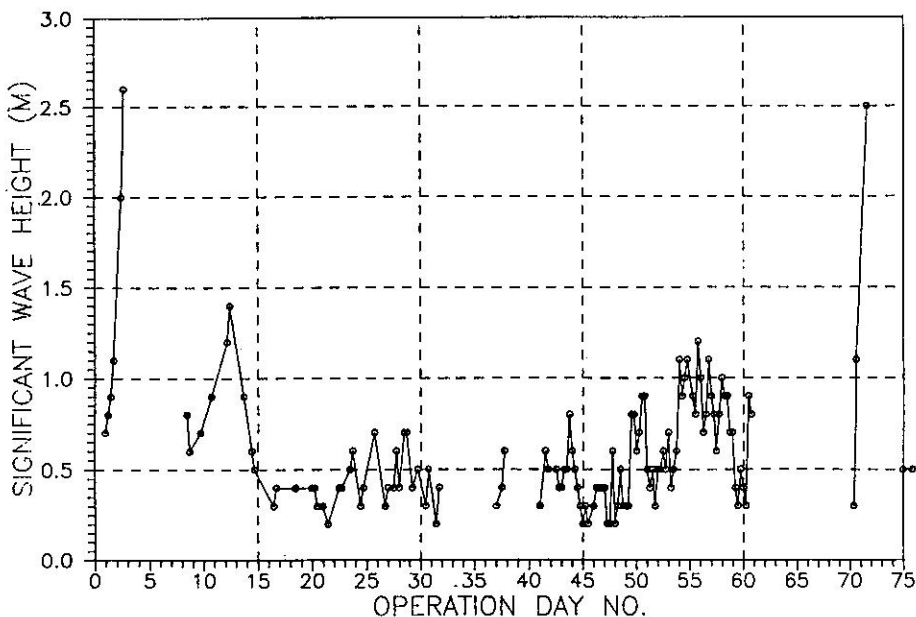


圖8 台中外海示義波波高變化曲線



定0.1Hz以下之加速度主要為電子雜訊、高頻振動訊號混淆、潮流等影響暫不考慮。一般而言，此頻率範圍內之量測值除了少部份為電子雜訊外，因我們使用之A/D前端未加裝低通濾波器，部份為高頻振動訊號混淆；此外亦因浮標之傾側運動，固定式加速度計亦量測到與海況有關之浮標水平加速度在起浮方向之分量。

圖7為浮標等待出海作業投放前一天，在台中港漁港碼頭攬取之一筆數據，分析其加速度訊號之能譜值，因浮標處於完全靜止狀態下，此圖即顯示低頻部份之電子雜訊。

為進一步了解不同的計算方法對波譜之影響，我們亦以512個數據為一樣本，每一樣本先經1/10餘弦函數之修正，計算出波譜後再加以平均；此外為增加樣本數，每一樣本與下一樣本間並重疊256個數據。此法與將每筆數據視為一樣本直接計算、並求取9點平滑之波譜差異不大。因此波浪統計之計算上，我們即將每筆數據視為一樣本，直接經福利葉轉換計算福利葉係數、修正低頻部份後、再利用逆福利葉轉換計算波形之時序列。

每一筆數據經上述分析程序處理後，再利用零上切法決定波浪之波高與週期，再計算其各種波浪統計值，圖8、圖9即為台中港外海示義波高與週期之變化曲線。

為瞭解台中港外海波浪與風速之關係，圖10顯示台中港北防沙堤接收站處所觀測到的風速資料。6月27日至28日芭比颱風侵襲台灣東岸時，其外圍環流影響本區海域之最大風速為17m/s，發生時間為6月27日17:00。造成此時觀測到的最大示義波高為2.6米，發生時間為6月27日16:38，其後因無線電天線架斷裂，資料無法傳輸。7月5日至9日，由於鋒面接近引進強勁西南氣流，造成此時觀測到的最大示義波高為1.4米，發生時間為7月7日10:28。因台中港北防沙堤接收站之風速計於7月7日0:00至8日15:00故障，無法判別此期間之最大風速值。

其後至8月底寶莉颱風來襲之前，此海域之最大風速值均小於8m/s，此期間觀測到的示義波高大約在1.0米以下；即在七、八月期間，地區性風浪之示義波波高介於0.2米—1米之間，示義波週期介於5秒—8秒之間為主。

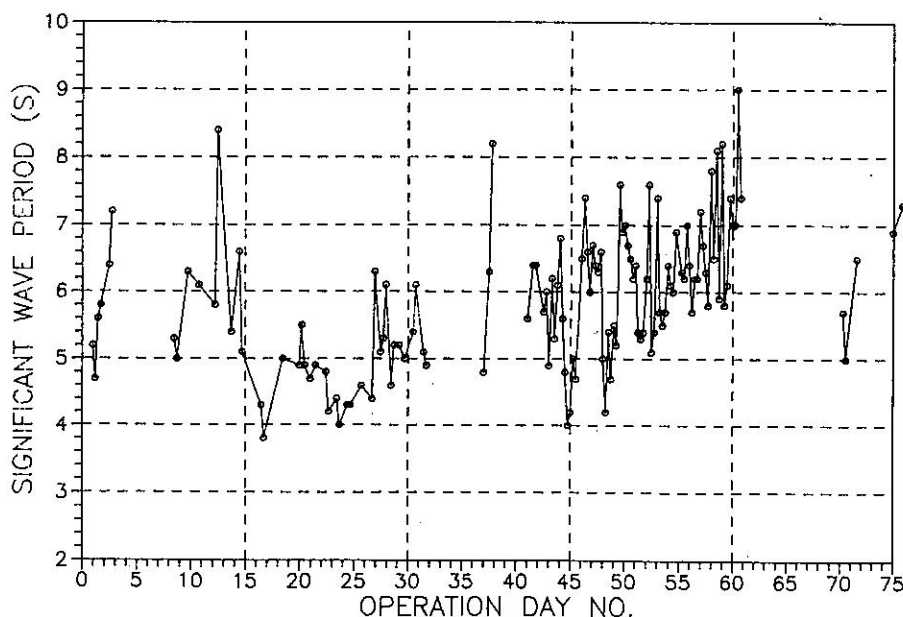


圖9 台中外海示義波週期變化曲線

8月16日下午在東沙島海面形成的馬克颱風，其湧浪傳遞至台中海域，造成此期間觀測到的最大示義波高為1.2米，發生時間為8月19日17:42；圖9亦可顯示此期間較長週期之湧浪特性。

8月底寶莉颱風侵襲台灣本島由花蓮登陸，並

貫穿台灣由新竹出海，造成嚴重災情，本區海域之最大風速為41m/s，發生時間為8月29日20:00。港研所在現場所施放之水底超音波波浪儀之警示燈標亦遭斷纜流失。至於本次測試之浮標亦因前述之接收站人為疏忽因素，未能取得寶莉颱風過

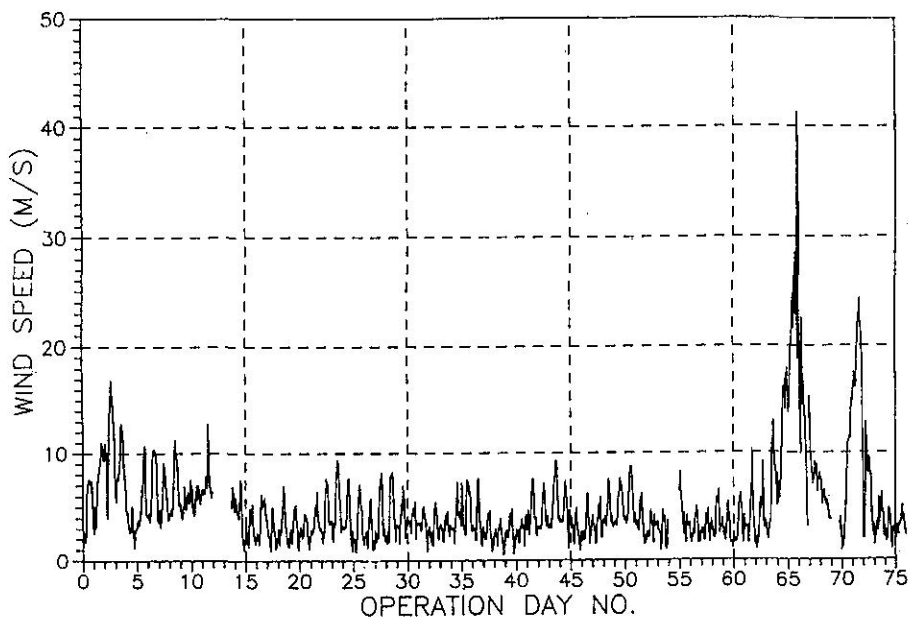


圖10 台中港北防沙堤接收站觀測之風速變化曲線

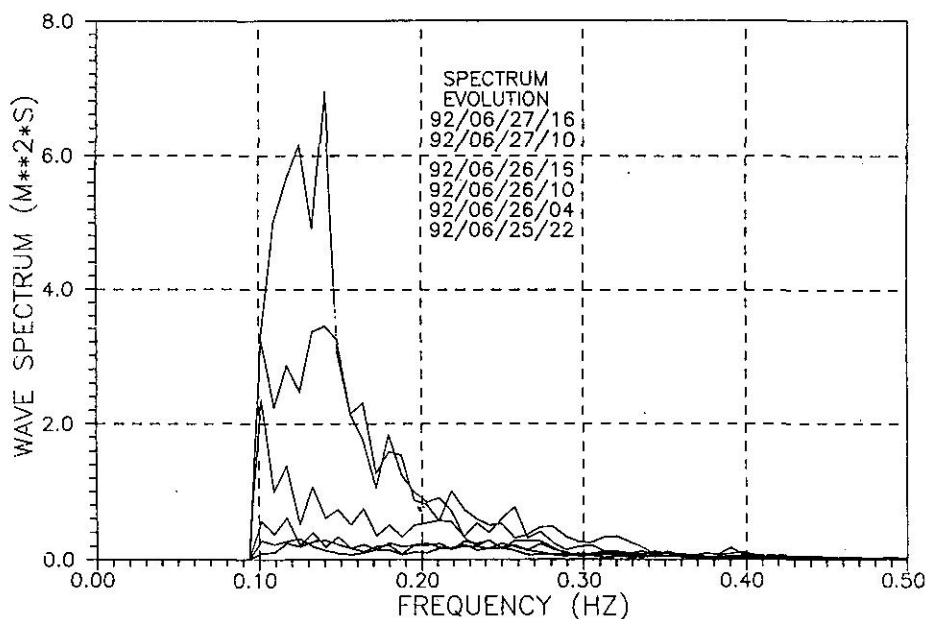


圖11 芭比颱風期間台中港外海波浪之波譜變化曲線

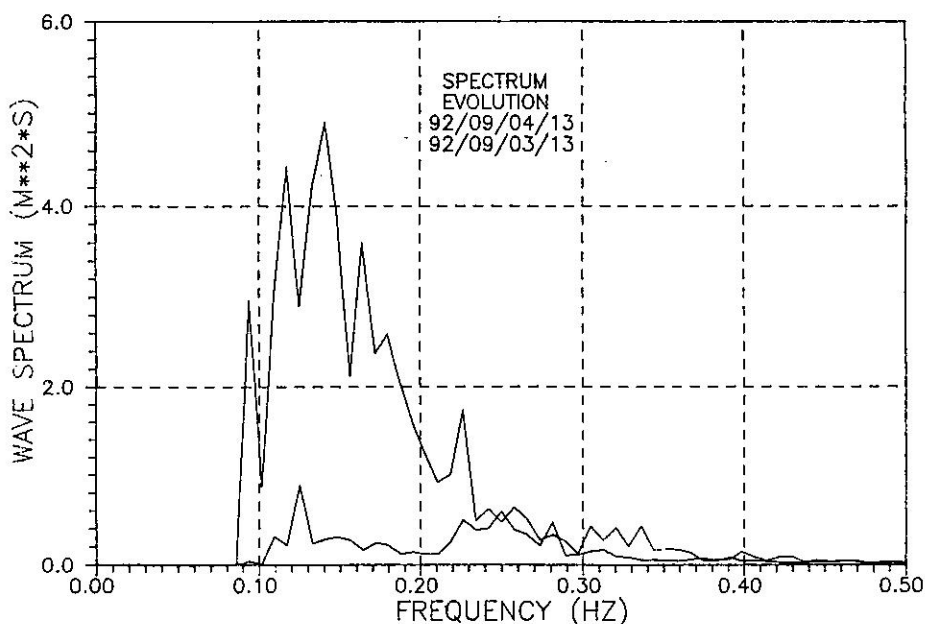


圖12 歐馬颱風期間台中港外海波浪之波譜變化曲線

境期間之海況資料，極為可惜。

寶莉颱風之風浪雖造成浮標太陽能板架受損、天線上端折斷等問題，但其後此浮標仍能傳輸數筆9月初相繼來襲之歐馬颱風通過北部海域時影響此區域之海況資料；歐馬颱風造成本區海域之最大風速為 $24\text{m/s}$ ，發生時間為9月4日17:00。此時觀測到的最大示義波高為2.5米，發生時間為9月4日13:31。

研究期間，此浮標因時際會得以觀測到芭比颱風、歐馬颱風影響此海域時，部份時段之波浪變化，其資料較為珍貴。圖11、圖12即分別圖示此二颱風期間台中港外海波浪之波譜變化曲線。

## 七、浮標之施放工具

現階段我們海上作業因無研究工作船可供支援使用，每一次的浮標施放均配合其他單位的相關計畫作業。為改善現場施放浮標之能力，我們亦設計製作一組合式塑膠管筏以供裝載浮標，租用漁船即可拖航至現場施放。並在大型波浪水槽中進行此管筏裝載浮標之拖航穩定性試驗，試驗中已驗證其在波浪下之拖航穩定性能良好。

## 八、結 論

我們所設計之2M鐵餅型浮標，經過近二年的現場評估，可判斷其具有長期之耐海性能。在台中港外海施放的資料浮標，經過75天的實測期、與後續的數據分析與評估，有以下之問題亟需解決：

(一)因目前使用之A/D乃沿用以往裝置於(無高頻振動問題)固定測樁上之A/D，未含類比低通濾波器，造成因浮標高頻振動部份之訊號能量混淆至頻譜低頻部份，所求得之波譜在低頻部份不夠準確。在分析時截除在 $f \leq 0.1\text{Hz}$ 下之波譜，也造成各種波浪統計值不夠準確。

(二)廠商提供之不定向天線易斷裂有待改良，太陽能板外框結構有待補強。

(三)浮標之實測性能評估，需配合現場施放其他儀器，如超音波、浮球式波浪儀等，相互比較不同觀測儀器之數據而決定。此部份因相關研究單位配合計畫未能順利進行，有待後續研究計畫進行。

(四)浮標上氣象觀測儀器之現場測試。

此外，海象測報中心應積極引進作業化之波浪預報模式，以供將來與資料浮標觀測網路之實測數據比較，進而發展出台灣附近之地區性預報模式。

## 九、參考文獻

- Earle, M. D. & K. A. Bush, 1982, "Strapped-Down Accelerometer Effects on NDBO Wave Measurements," Proceedings Ocean 82, IEEE and MTS, 838-843.
- Earle, M. D., et al., 1984, "Wave Spectra Corrections for Measurements with Hull-Fixed Accelerometers," Proceedings Ocean 84, IEEE and MTS, 725-730.
- Huang, M-C., 1985, "Laboratory Experiment and Numerical Model for Ocean Buoy," Proc. NSC, 9(3), 263-276.
- Huang, M-C. & S-Y Baur, 1990, "Numerical Model for Ocean Buoy- Tether-Anchor System," Proc. NSC, 14(6), 435-444.
- Huang, M-C., 1990, "Kinematics Prediction by Stokes and Fourier Wave Theories," Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering, ASCE, 116(1), 137-148.
- Huang, M-C. & S-Y Baur, 1991, "Vortex Induced Loadings on Taut Cables with PET Shrouds," Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering, ASCE, 117(2), 174-178.
- Kao, C.C. & Lee, J.-Y., 1988, "The Characteristics of Waverider" Proc. 10th Ocean Engineering Conference, 343-359.
- Kao, C.C. & Chen, H.-C., 1993, "Development of a Automatic Meteorological and Oceanographical Measuring System", Proc. 1st Inter-Chinese Coastal and Harbor Engineering Symposium, 41-47.
- Kao, C.C. & Lee, C.-M., 1993, "Observation and Analysis of Ocean Wave Directional Spectra", Proc. 15th Ocean Engineering Conference, 73-86.
- Longuet-Higgins, M. S., et al., 1963, "Observations of the Directional Spectrum of Sea Waves using the Motion of a Floating Buoy," in OCEAN WAVE SPECTRA, Prentice-Hall, 111-136.
- Steele, K. E., et al., 1992, "Wave Direction Measurements using Pitch-Roll Buoys," Ocean Engineering, 19(4), 349-375.

## THE STATUS OF DATA BUOY RESEARCH AND DEVELOPMENT IN TAIWAN

**Min-Chih Huang**

Department of Naval Architecture and  
Marine Engineering  
National Cheng Kung University

**Chia-Chuen Kao**

Department of Hydraulic and  
Ocean Engineering  
National Cheng Kung University

### ABSTRACT

At present, technical and operational experiences on the meteorological and oceanographic data buoys are advanced slowly in Taiwan. The Council of Agriculture and the National Science Council have jointly supported the design, assembly, and deployment of a 2-M discus data buoy over the past four years. This paper summarizes the research and development activities conducted in this period. The buoy was designed through detail studies of its hydrostatic characteristics, mathematical frequency-domain and time-domain simulations of buoy-mooring-anchor responses, and impulse tests of prototype model in a large wave tank. The seaworthiness test of this buoy was then conducted near the Mi-Toe area for a period of eighteen months. Instrumentations including wave sensors, data acquisition module, and line-of-sight telemetry system were designed and tested concurrently. A fully integrated data buoy was then deployed near the Tai-Chung Harbor for long term wave measurements. Based on the field evaluations of buoy performance and the analysis of wave data reported by this buoy, the areas for further research and improvements are identified and will be addressed in the near future.

**Key words:** 2-M discus data buoy, hydrostatic characteristics, buoy-mooring-anchor responses, prototype model, data acquisition module.