

# 漂流的東沙資料浮標-高頻雷達測流系統的 的驗證

陳少華<sup>1</sup> 陳聖學<sup>2</sup> 湯世燦<sup>3</sup> 楊文昌<sup>4</sup> 黃清哲<sup>5</sup> 高家俊<sup>6</sup>

<sup>1</sup>財團法人國家實驗研究院台灣海洋科技研究中心助理研究員

<sup>2</sup>成功大學近海水文中心工程師

<sup>3</sup>成功大學水利及海洋工程學系教授

<sup>4</sup>財團法人國家實驗研究院台灣海洋科技研究中心研究員

<sup>5</sup>成功大學近海水文中心主任

<sup>6</sup>財團法人國家實驗研究院台灣海洋科技研究中心主任

## 摘要

台灣中央氣象局(CWB)委託成功大學近海水文中心(COMC),於水深 2600 公尺的臺灣西南海域((N21°2'28" E118°47'55" ))佈放一深水資料浮標。在 2011 年 12 月 28 日纜繩斷裂,因此在茫茫大海中漂流了 34 天。浮標漂流的軌跡為迴旋式的,呈現一圓圈軌跡,部分軌跡範圍在國家實驗研究院台灣海洋科技研究中心(TORI)高頻雷達測流系統的涵蓋區域。因此提供了一獨特的機會來驗證高頻雷達測流系統的海流資料。並將高頻雷達系統海流資料和台灣大學海洋資料庫的 ADCP 歷史海流資料做比較。高頻雷達的表面海流資料和浮標的圓形漂流軌跡對附近洋流的渦旋運動都做了一個很好的解釋。不同的海流測量方式可能造成統計數據的差異性,以及同時檢視複雜的水平、垂直剪力作用也會造成其差異性。

關鍵詞：高頻雷達、漂流浮標、驗證

## A Freed Data Buoy- A Validation Opportunity for SeaSonde HF Radar

Shao-Hua Chen<sup>\*</sup> Sheng-Syue Chen Shih-Tsan Tang Wen-Chang Yang  
Ching-Jer Huang Chia-Chuen Kao

<sup>\*</sup> Assistant Researcher, Taiwan Ocean Research Institute, National Applied Research Laboratories

## ABSTRACT

Through a contract of the Central Weather Bureau (CWB) of Taiwan, the Coastal Ocean Monitoring Center (COMC) at the National Cheng-Kung University deployed a deep water data buoy at the southwest waters of Taiwan (N21°2'28" E118°47'55" ) where the water depth is about 2600 m. On December 28, 2011, this mooring buoy's chain was broken and thus drifting freely in the open sea for 34 days. The circular trajectory of this drifting buoy covers portion of the mapping area of SeaSonde HF radars deployed by Taiwan Ocean Research Institute (TORI). Therefore, the movement of the freely drifting buoy provides unique opportunity for the validation of HF radar current. The radar ocean currents retrieved from SeaSonde HF radars are compared with collocated ADCP currents. The vortical motion of nearby ocean currents explains well the circular trajectory of the buoy and the surface currents mapped by TORI's SeaSonde HF radars. The statistical discrepancies between different current measurements are likely contributed of the scarcity of the data; the complexity of both horizontal and vertical current shear may also contribute the discrepancies.

Keywords: HF radar; Data buoy; Validation

## 一、前言

中央氣象局爲了觀察台灣海域的海氣通量運作，特別委託近海水文中心在台灣西南海域水深 2600 m 處(N21°2'28" E118°47'55")佈放一深海浮標。深海浮標上佈放了許多儀器，包含水溫、風速、波浪及氣壓計，資料浮標結構如圖一，照片如圖 2。在 2011 年 4 月 12 日成功佈放，系統正常運作了 10 個月之後，在 2011 年 12 月 28 日，因鋼纜斷裂，資料浮標開始在茫茫大海中漂流。資料浮標的圓形漂流軌跡如圖三紅點所示。經過了 34 天的漂流之後，在 2012 年 2 月 12 日停留在淺礁上(N20°35'6"E116°47'55")，資料浮標才得已回收。

海洋中心於台灣四周海域架設了高頻雷達測流系統，雷達的測流範圍部分和浮標的漂流軌跡重疊。因此，我們嘗試利用來自浮標的 GPS 點位所推導出來的海流流速，和高頻雷達由海洋回波量測出來的表面海流來做一驗證的工作。此外，也蒐集了國科會海洋學門資料庫的 ADCP 歷史海流資料，做進一步的比較。

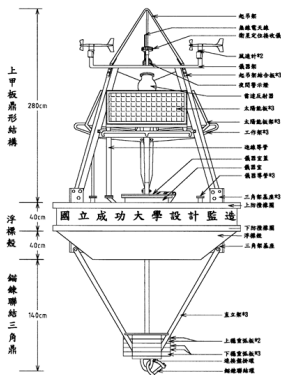


圖 1 深海資料浮標的結構



圖 2 深海資料浮標照片

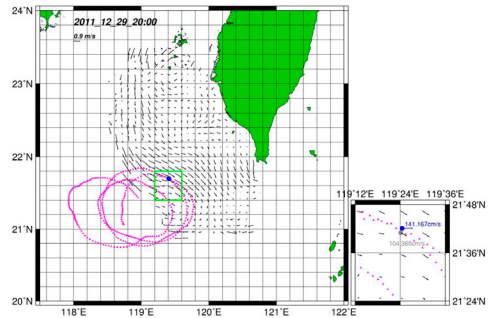


圖 3 深海資料浮標漂流軌跡(紅點)及高頻雷達測流系統量測範圍(黑箭頭)

## 二、高頻雷達測流系統

因傳統測流儀器無法測量同時間整個面的海流變化，爲了增進對台灣海域整個流場的變了解，海洋中心在台灣四周圍海域架設了 11 座長距離高頻雷達系統，及 4 座標準型雷達系統，量測台灣周遭海域表面海流資料。而要得到區域的海流變化，須至少有兩站或以上的雷達徑向流速才能計算成完整的合成海流速度。在台灣西南海域，漂流浮標部分軌跡落在台南北堤站、高雄旗后站及屏東後灣站所合成的測流範圍內。而這三站爲長距離的高頻雷達系統，運作頻率爲 4.58MHz，頻寬爲 15kHz，空間解析度爲 10km，最大量測範圍爲 180km。高頻雷達的測流原理爲當海浪的波長爲雷達波長的一半時，會產生布拉格散射，經由都普勒頻移作用，藉此取得海流的流速(Crombie, 1995)。而海流有效量測深度爲  $\lambda_r/8\pi$  (Stewart and Joy, 1974)， $\lambda_r$  爲雷達波長；對於長距離高頻雷達而言，其深度大約爲 2.61m。高頻雷達測流系統西南海域的海流如圖 3 黑箭頭所示，圖 3 右小圖爲左邊綠色框中放大的漂流軌跡及雷達海流圖，藍點爲此時時間最靠近漂流軌跡的雷達海流速度，灰點爲漂流軌跡同時間速度。

爲了更進一步的比較，也蒐集國科會海洋學門海洋資料庫的海流資料，所使用的儀器爲海洋學門三艘研究船上的船載式 ADCP。

## 三、資料分析

### 3.1 波浪推算

浮標的位置爲每小時一筆，是由浮標上的 GPS 接收器所得到的經緯度位置。浮標速度是由每個小

時的時間間隔的開始與結束的位置所計算得出的。而高頻雷達的海流和浮標速度的比較如圖 4。

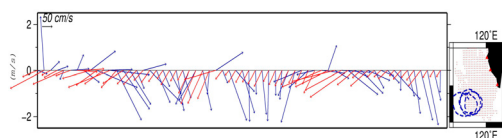


圖 4 浮標速度(藍)，雷達海流速度(紅)

並統計在浮標漂流的期間，浮標和雷達海流只有 63 個重合點，有待進一步再做分析。在此狀況下，浮標速度和海流速的均方根差在東西向(U)及南北向(V)的分別為 153 cm/s 及 78 cm/s。

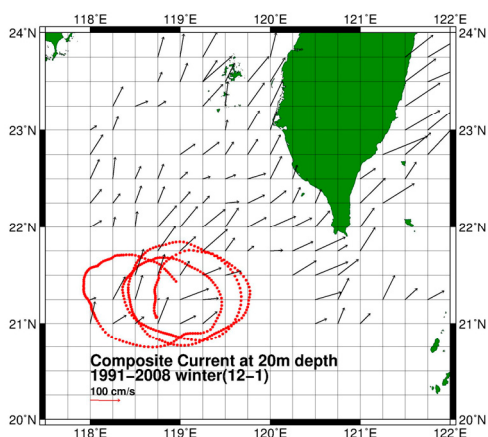


圖 5 浮標軌跡(紅點)以及冬季期間(12-1)，1991-2008 年的平均 ADCP 海流資料

#### 四、結果與討論

漂流浮標的迴旋式軌跡應主要是由區域性複雜的渦流運動造成的。浮標的運動就尺度大小而言，應該不是由科氏力造成的(Holton, 2004)，科氏力造成的運動尺度要更大。高頻雷達的海流流場(如圖 3)和 ADCP 歷史資料的流場(圖 5)，有相似的趨勢。但高頻雷達的有效深度為 2.61m 和 ADCP 的 20m，有很大的差距。在相同時間及位置的水平垂直的海流資料，有待進一步做量化的比較分析。

高頻雷達海流資料和浮標速度比較之所以相差這麼大，可能為高頻雷達流速為海洋回波下空間平均計算出的資料(Chapman et al. 1997)。而浮標為通過空間的一個資料，雷達解析度(10 kn)不足以辨識這個空間尺度的資料，這也可能造成他的誤差，但

其代表性的流速是符合估計的。

#### 五、備註

本研究試圖由漂流的浮標來驗證高頻雷達的流速。浮標的流速是由浮標的軌跡推算出來的，和高頻雷達的流速並沒有很符合。高頻雷達的海流流場是和 ADCP 歷史流場相符合的。往後的研究將對此區域做廣泛的驗證，藉此了解這個區域複雜的水平及垂直流場。

#### 參考文獻

1. Booth, D.A. (1981) "On the use of drogues for measuring subsurface ocean," *Dt. Hydrogr. Z.*, 34, pp. 284-294.
2. Chapman, R.D., Shay, L.K., Graber, H.C., Edson, J.B., Karachintsev, A., Trump, C.L. and Ross, D.B. (1997) "On the accuracy of HF radar surface current measurements: Inter-comparison with ship-based sensors," *J. Geophys. Res.*, 102, pp. 18,737- 18,748.
3. Crombie, D.D. (1955) "Doppler spectrum of sea echo at 13.56 M/s.," *Nature*, 175, pp. 681-682.
4. Holton, J.R. (2004) *An Introduction to Dynamic Meteorology. 4th Ed.*, Elsevier, Burlington, MA. <http://www.odn.ntu.edu.tw/adcp/?p=10>.
5. ODB, Ocean Current-ADCP. Retrieved September 6, 2012, from
6. Stewart, R.H. and Joy, J.W. (1974) "HF radar measurement of surface current," *Deep-Sea Res.*, 21, pp. 1039-1049.