

# GPS 衛星浮標應用在海難搜救之實證研究<sup>▲</sup>

## Empirical Study on the Application of GPS Drifting Buoys in Search and Rescue Operations

徐國鈞\*、陳彥宏\*\*

Kuo-Jing HSU, Solomon CHEN

### 摘要

海難搜救案件涉及人員落海搜索作業時，需要完整表面海流資料，藉以規劃較為準確之搜索區域，方能提升人員或船舶尋獲率。GPS 衛星定位浮標已廣泛應用於海難搜索救助的任務中，藉施放浮標取得即時的海流資訊，並參考台灣附近海域水文研究之歷史資料，藉以得知隨季節更迭各海域流向、流速、溫度之變化，據以評估落海人員之漂流路徑與存活時間，採取正確搜救行動，拯救海上人命。本研究從實際參與澎湖海域 SEA ANGEL 原木船翻覆案以及「正昇豐」漁船，於菲律賓 Amianan 島附近觸礁沉沒兩件海難搜救任務中，所施放 GPS 衛星浮標漂流的路徑與實際發現殘骸漂流物位置的資料做比對驗證其準確度及一些影響漂流路徑、速度之變化因數，作出結論與建議，以供未來救難船艦人員執行搜救任務時的參考，俾利海上人命獲救機會，提升搜索救助效率。

關鍵字：海難、漂流、搜索救助

### Abstract

<sup>▲</sup> 本論文原載於 2011 年 6 月 9 日，由中國航海技術研究會、財團法人中國驗船中心、中華海洋事業協會於台北長榮海事博物館國際會議中心聯合舉辦之「2011 海峽兩岸國際海事公約暨船舶營運安全研討會」第 301-316 頁，承蒙主辦單位同意轉載以饗讀者，謹此再申謝忱。

\* 海巡署巡防艦艦長，國立高雄海洋科技大學海事資訊研究所碩士。

\*\* 國立高雄海洋科技大學航運技術系副教授、台灣海事安全與保安研究會秘書長，英國威爾斯大學海洋事務與國際運輸學博士。

When search and rescue operations need to enhance the rate of finding personnel or ships, they require complete surface current information to plan a more accurate search area. This information is obtained by releasing buoys into the sea while they obtain real-time ocean current information and create a reference of the oceanic area of Taiwan. GPS satellite drifting buoys have been widely used in maritime search and rescue missions. To take the right search and rescue operation to save the lives of people trapped at sea, they use historical data on hydrological studies of seasonal changes in the ocean currents, the flow rate, and temperature changes, to assess the route in which ship personnel may drift to and their survival time. The study of two cases; the Penghu SEA ANGEL timber ship capsized and fishing boats grounding into a reef the Amianan Island of Philippines. The sinking of these two ships resulted in similar maritime search and rescue missions with GPS satellite drifting buoys. The buoys obtained drift paths and found actual wreckage of the ships. They calculated drift location information and compare to validate its accuracy and the effects of drift path and speed change factor. They also make conclusions and recommendations for future coast guard search and rescue mission officers, This increased the rescue opportunities to enhance the efficiency of search and rescue missions to save the lives of the people at sea.

Keywords: Maritime Casualty, Drifting, Search and Rescue

## 壹、前言

2008年4月26日中午屏東縣恆春七星岩海域8位潛水民眾失聯經遊艇船長報案，海巡署派出船艦、消防局、國家搜救中心派遣直升機進行陸海空搜尋。8位潛客靠著堅強的求生意志和機警，漂流2天1夜，潛水教練於27日深夜11時50分於台東太麻里自行游泳上岸求援，後經直升機吊掛，全部人員順利平安獲救，歷經近40餘小時搜尋，為驚濤駭浪漂流之旅畫下句點。

依據海岸巡防署2008年度執行「海難救助」案件統計資料，本案計派遣5艦、26艇次、237人次、岸際89車次、338人次，申請空偵機33架次，但卻事倍半功。此事件後來經檢討，總歸「無法掌握水文資料，影響搜救研判」所致。概因，七星岩位於台灣海峽與太平洋交會處，黑潮洋流流經該海域，主流沿台灣東岸終年向北，其中一部份水流偏向西北穿越呂宋島北部巴林塘海峽(Balintang Channel)<sup>3</sup>後進入呂宋海峽，這一部份水流進入南海為其黑潮支流，有時亦會繞過台灣南端北上台灣西岸，七星岩海域淺礁及暗溝多，加上台灣本島沿岸潮流影響，使該海域形成強烈海洋內波，產生洋流紊亂現

<sup>3</sup> 巴林塘海峽(Balintang Channel)菲律賓北部海峽。位於巴坦群島和巴布延群島之間，是連接南海與太平洋的重要水道。

象，據獲救潛水教練表示，案發當時上下層海流反向，流速強勁，致潛客與南青號失聯，當時海巡艇雖於第一時間馳赴現場搜救，然因上層海流往南下層往北，難以準確掌握水文資料，誤判失蹤人員漂流方向，致初期未能規劃最適搜救區域，影響搜尋效能。有鑑於此，海巡署採購 KT-800D 型衛星浮標。目前各船艦於執勤時亦常作浮標施放監測工作，做成紀錄供日後救援參考，可於事故發生時立即於通報地點施放，觀測流向流速，掌握確實的漂流路徑對於提升搜救效率甚有助益。

本文於 2010 年實際從參與澎湖海域 SEA ANGEL 原木船翻覆案及正昇豐漁船於菲律賓 Amianan 島附近觸礁沉沒兩件海難搜救任務中，所施放 GPS 衛星浮標漂流的路徑與實際發現殘骸漂流物的位置資料來做比對驗證其準確度及一些影響漂流路徑、速度之變化因數提出探討作出結論與建議，以供未來海巡船艦人員執行搜救任務時的參考，提升搜索救助效率，增進海上人命獲救機會。

## 貳、衛星浮標系統

美國海岸防衛隊(USCG)研究與發展中心設計戴維斯式拉格朗日漂流(Lagrangian type) LDMB 自我定位基準浮標<sup>4</sup>，以支援其搜索和救援(SAR)任務的運作，系統組成係以浮標體和錐套沒於水中，有 4 個浮標的浮力提供必要保持 Argos 天線露出水面，該系統硬體設備包括 ARGOS 發報器天線、連接盒(Connection box)及資料傳輸器(Psion)，其傳輸方式係由 ARGOS 發報器天線自動將所接收之 GPS 船位資料傳輸 ARGOS 衛星，再傳至 ARGOS 地面接收站資料處理中心儲存。資料處理中心 E-MAIL 將資料傳至監控中心，或由監控中心以分封數據網路(PACNET)與 ARGOS 資料處理中心連線取得資料。其佈放方式通常由航空器或船艇攜帶至事故現場投放 1 個，如果現場海流有分歧紊亂之虞時，再審酌情形施放 2 個以上。此外在搜尋一段時間後，會依漂流(移)推估時間與位置，再投放 1 個浮標作資料修正。LDMB 可望大大提高美國海岸防衛隊的電腦輔助搜索規劃的搜救任務的使命；從而拯救更多生命和降低成本。

海巡署 KT-800D 衛星浮標<sup>5</sup> 藉由國際海事衛星組織 Inmarsat 衛星及最新的 IsatM2M 與 GPRS 網絡來提供衛星通信之新應用。本系統可採雙模接收方式：平時以海事衛星組織系統接收浮標資訊，若系統故障時，仍可利用岸上衛星通訊系統利用網際網路登入伺服器，隨時掌控所有浮標資訊。此接收系統可依需求設定固定回報間隔(如 2/4/8/12 小時)，管理者可透過網際網路以帳號密碼登入專屬網頁，所屬海巡隊之衛星浮標均可由管理階

<sup>4</sup> 美國海岸防衛隊(USCG)研發「自我定位基準浮標」LDMB-self-Locating Datum Marker, [http://www.metocean.com/product\\_sheet/sldmb.pdf](http://www.metocean.com/product_sheet/sldmb.pdf)。

<sup>5</sup> KT-800D 衛星浮標產品規格介紹 [http://www.radiobuoy.com/index.php?\\_Page=product&mode](http://www.radiobuoy.com/index.php?_Page=product&mode)

層依作業狀況及距離遠近進行調配，統一管理運用。與美國 SLDMB 浮標比較毫無遜色，可謂有異曲同工之效。KT-800D 衛星浮標系統架構如下：

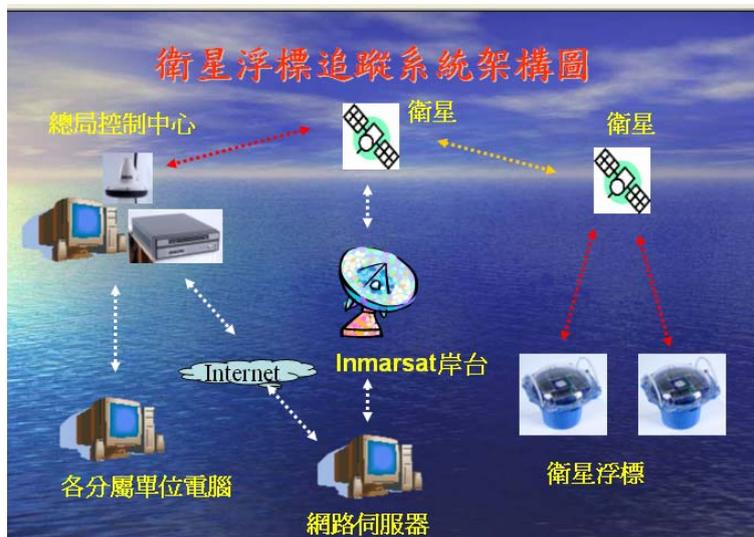


圖 2-1 GPS 衛星浮標遙控追蹤系統架構

資料來源：海巡署海洋總局配置規劃報告

### 參、GPS 衛星浮標在海難搜救案例中的實證 - SEA ANGEL 原木船沉沒搜救案

#### 3.1 案情摘要

2010 年 1 月 26 日 0340 時 6000 噸的「海天使」SEA ANGEL 原木船，從馬來西亞航往中國大陸，大部分船員為泰國人，其餘來自印尼和緬甸。於 23-39N，119-51E 馬公港東北方 12 浬，在惡劣天氣下翻覆沉沒發出求救信號，行政院國家搜救中心獲報後，立即通知國防部海鷗救護隊直昇機前往吊掛，9 人被救起，2 人死亡 8 人失蹤。同時間亦通報海巡署派線上海巡艇前往搜救並施放 GPS 衛星浮標，1728 時通報台北艦前往位置 23-14N，119-46E 搜尋，台北艦於 2300 時抵達現場進行搜尋任務。經徹夜搜尋，27 日 0640 時於 23-18.6N，119-42.5E 發現有原木漂流海上及似有使用跡象(頂棚開放，海錨在水中據研判應已使用過)印有 SEA ANGEL 字樣無人的充氣救生筏一座及救生圈一只，打撈上艦。後續的搜尋未有發現生還或罹難者遺體。1 月 28 日 1300 時福星艦接續任務繼續搜尋，1900 時於 23-16N，119-25E 七美嶼北方 3 浬又發現印有 SEA ANGEL 字樣無人的充氣救生筏一座。後續的搜尋亦未有發現生還或罹難者遺體。

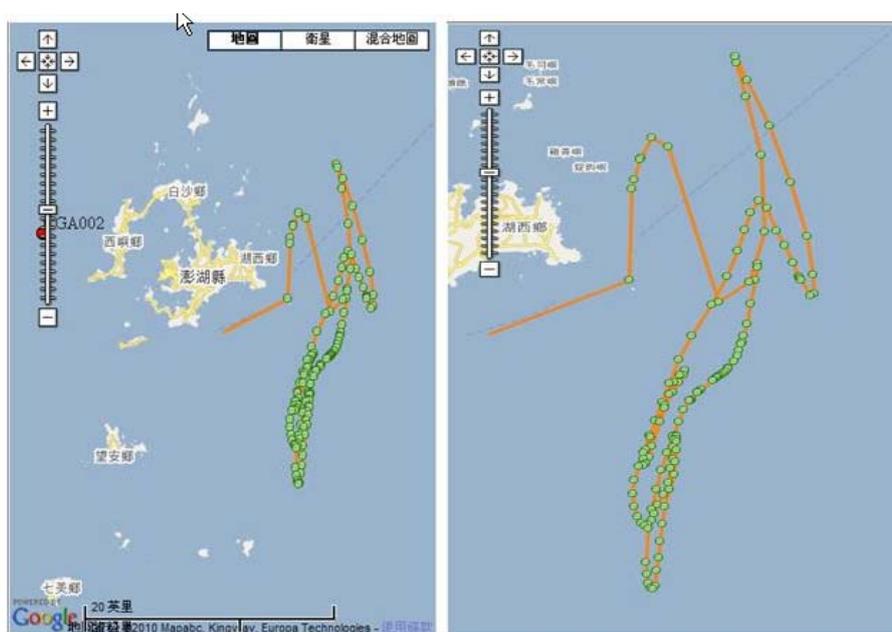


圖 3-1 Sea Angel 案衛星系統 Google 地圖

資料來源:海巡署海洋總局

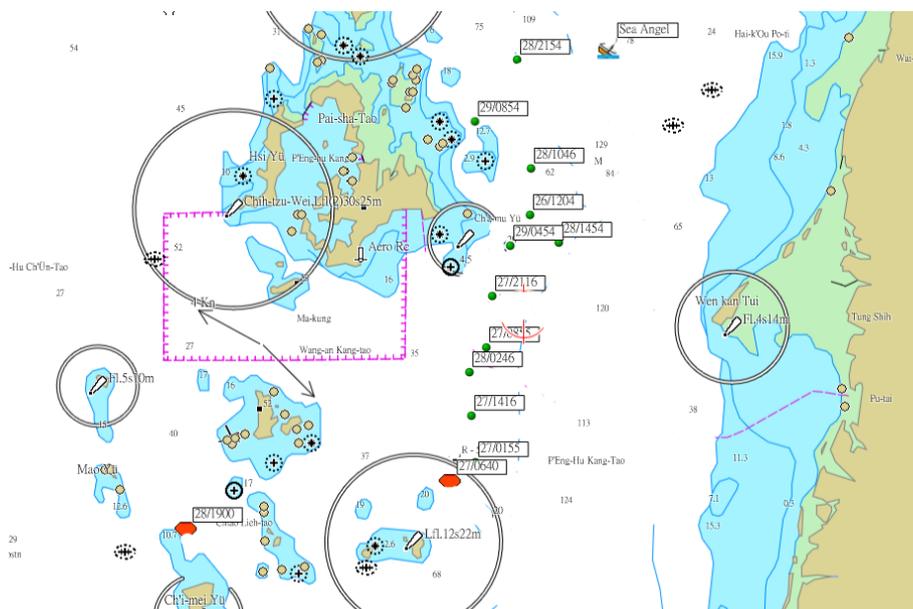


圖 3-2 浮標時間位置流向變化與救生筏尋獲在電子海圖的相對位置

資料來源：(本研究自行整理)

### 3.2 GPS 衛星浮標各流向變化時間位置與漂流距離

表 3.1 GPS 衛星浮標各時間流向變化位置與漂流距離

編號	間隔	時間	緯度	經度	方向	速度節	距離浬	溫度
1	start	26/1204	23-33.2	119-47.9	194			22.5
2	13h59m	27/0155	23-19.7	119-44.2	006	0.99	13.82	23.1
3	07h00m	27/0855	23-26.1	119-45.0	194	0.91	6.32	22.9
4	05h21m	27/1416	23-22.3	119-43.9	011	0.72	3.83	23.3
5	07h00m	27/2116	23-28.7	119-45.3	199	0.95	6.64	23.4
6	05h30m	28/0246	23-24.8	119-43.9	019	0.79	4.37	23.1
7	08h00m	28/1046	23-35.8	119-47.9	157	1.46	11.67	23.2
8	04h08m	28/1454	23-31.8	119-49.7	346	1.06	4.37	23.7
9	07h00m	28/2154	23-41.7	119-47.1	182	1.46	10.26	23.1
10	07h00m	29/0454	23-31.6	119-46.5	342	1.42	10.10	22.6
11	04h00m	29/0854	23-38.4	119-44.2	end	1.78	7.13	22.67

### 3.3 澎湖地區高低潮時間表

由海巡署海洋總局海務組「海難事故應變中心」查詢澎湖附近海域潮汐時間表如下：

1月26日	第2次低潮 13時12分	第2次高潮 19時12分
1月27日	第1次低潮 01時57分	第1次高潮 09時03分
	第2次低潮 14時13分	第2次高潮 20時23分
1月28日	第1次低潮 03時02分	第1次高潮 10時04分
	第2次低潮 15時13分	第2次高潮 21時27分
1月29日	第1次低潮 03時59分	第1次高潮 10時54分
	第2次低潮 16時14分	

### 3.4 浮標漂流動態及統計資料

本次 SEA ANGEL 海難搜尋任務，衛星浮標是於 26 日 1204 時施放後竟未受潮汐流影響，一路往南漂移 13.8 浬於 27 日 0155 時停止，與潮汐預測「低潮 0157 時」吻合，然後往北 006°走 6.3 浬於 0855 時停止與潮汐預測「高潮 0903 時」大致相同，然後往南 194°走 3.8 浬於 1416 時停止，再向北 011°漂流 6.6 浬於 2116 時(顯示已向南 199°漂移)，與預測「高潮 2023 時」不太相同(原因為衛星訊號接收時間間隔改為 1 小時)，28 日 0246 時計南漂 4.4 浬，與預測「低潮 0302 時」大約接近，繼向北 019°漂移 11.7 浬至 1046 時「高潮 1004 時」，繼再向東南 157°漂 4.4 浬至 1454 時「低潮 1513 時」，又再向西北 346°漂 10.3 浬至 2154 時「高潮 2127 時」，繼又再向南 182°漂 10.1 浬至 29 日 0454 時「低潮 0359 時」向西北 342°漂 7.1 浬至 0854 時以後收回浮標。

1. 本次衛星浮標總漂流時數 69 小時。向北漂流計 33 小時，總距離 41.8 浬，平均流速 1.27 節。向南漂流計 36 小時，總距離 36.5 浬，平均流速 1.01 節。
2. 本次衛星浮標第一次施放位置與最後收回位置為向西北 327°漂流距離 6.1 浬。整體呈現南北往復漂移現象。

### 3.5 救生筏漂流動態及漂移資料的比對

1. 本次 SEA ANGEL 發生事故時間約為 26 日 0340 時自動識別系統(AIS)最後位置為 23-42N, 119-53E, 距發現打撈第一艘無人救生筏為 27 日 0640 時位置 23-18.6N, 119-42.5E, 時間差為 27 小時距離為 24.9 浬, 漂流方向 202°。發現打撈第二艘無人救生筏為 28 日 1900 時於位置 23-16N, 119-25E 時間為 63 小時 20 分距離為 36.2 浬, 漂流方向 224°。第二艘距離第一艘救生筏時間為 36 小時 20 分方向 261°距離為 16.3 浬。
2. 當時澎湖附近海域狀況:東北風、平均風速 12-16m/sec, 換算蒲福風級表為 6-7 級風速約為 25 節。依表 5-4 具有海錨的救生筏漂流速度在 25 節強風吹送下, 風壓約為 0.7 節, (不計偏航角)因此在 12 小時吹送約漂流 8.4 浬。據悉 26 日下午四時後風力即減弱至五級以下, 風壓約為 0.5 節, 至 27 日上午 7 時, 約為 15 小時因此漂流 7.5 浬, 總計向南漂流約 15.9 浬, 由衛星浮標在水中實測 27 日凌晨 2 時向南漂流 13.8 浬, 繼於 7 時向北漂流 4.5 浬, 因此水流的漂移量為向南 9.3 浬。與風壓漂流向量 15.9 浬合計, 總合成水流為 25.2 浬。與尋獲第一艘救生筏漂流為 24.9 浬比較, 理論推測的計算與實際漂流距離大致符合。
3. 據氣象資料 27 日轉為東北風風速 8-10m/sec, 28 日轉為北風風速 4-8m/sec, 29 日仍是北風風速 4-8m/sec。因此以風速 10-15 節吹送, 救生筏風壓約為 0.5 節, 第二艘距離第一艘救生筏時間為 36 小時 20 分, 因此應向西南漂流距離約 18.1 浬由 Coast Guard SAR 表中得知偏航角度約為 28°, 又查從發現第一艘救生筏後, GPS 浮標所測水流又繼續向北漂流約 18 浬, 以 27 日東北風, 28 日轉為北風, 29 日仍是北風, 以平均 30°東北風吹送, 其風壓漂流向為 210°, 偏航角度約為正或負 28°, 則可能漂流方向為 238 度或 182 度。

橫風向量  $CWL=L \cos(90^\circ-L\alpha)$ =橫風速度總合(Cross Wind Velocity Components)

$$CWL=18 \text{ 浬} \times \cos(90^\circ-28^\circ)=18 \text{ 浬} \times 0.47=8.5 \text{ 浬}$$

因向南的風壓與向北的水流大致抵銷, 所以只能計算其橫風向量為 8.5 浬方向為 (210 的正或負 90 度)300 或 120 度, 從本案第二艘救生筏的發現打撈, 可驗證是向西北方向漂移, 但因當地島嶼分佈甚多, 影響漂流路徑的因素甚為複雜。但其總體漂流的路徑模式, 仍可依季節洋流, 季節風向風速(風壓), 潮汐漲落的時間流向, 循其脈絡作推測。

### 3.6 海天使(SEA ANGEL)搜救案結論

1. GPS 浮標漂流的路徑與歷史水文資料相符：

本案發生於 1 月 26 日適逢冬季時節，台灣海峽裡的海水由大陸沿岸的低溫低鹽水和由黑潮分支來的高溫高鹽水分別盤據於海峽之北部和南部，兩股水團對峙於雲彰隆起附近而形成海洋鋒面，海水的溫、鹽度由上到下混合均勻，而南部的黑潮支流水受制於季風和雲彰隆起的阻擋，不易向北擴張。冷暖水交界約為水溫 20°-22°C 成爲滯留的水團。本案所施放的浮標有隨潮汐南北來回漂移，受黑潮海流影響甚微，同理可證在冬季時節可能造成污染物質不易隨海流帶動擴散稀釋，整體呈現隨潮汐漲落南來北返往復漂移現象，但仍發現因雲彰隆起地形阻擋關係，海流仍有緩慢繞過澎湖島群進入台灣海峽西北部的現象。此種現象應以加注意。

2. GPS 浮標漂流路徑受潮汐漲落方向變化的牽引甚鉅

台灣海峽的潮流一般呈橢圓形迴轉，潮流漲潮時由台灣的南北兩端流向中間，退潮時流向相反，流速 20~40cm/sec。觀測衛星浮標所傳回資料與潮汐時間比對，分析得知衛星浮標漂流路徑受潮汐漲落方向變化的影響甚鉅，呈現南北往復漂移現象。

表 3-2 不同型式救生筏在海上受風壓影響的速度

Leeway Target Class				Leeway Speed(kts)		Divergence Angle(deg)
Category	Sub Categories	Primary Leeway Descriptors	Secondary Leeway Descriptors	Slope	Y-intercept(kts)	
Craft	Maritime Life Rafts	No Ballast Systems		0.042	0.0311	28
			no canopy, no drogue	0.057	0.2119	24
			no canopy, w/ drogue	0.044	-0.2002	28
			canopy, no drogue	0.037	0.1108	24
			canopy, w/ drogue	0.030	0.0	28
		Shallow		0.029	-0.0039	22
		Ballast	no drogue	0.032	-0.0194	22
		Systems and	with drogue	0.025	0.0136	22
		Canopy	Capsized	0.017	-0.1011	8
		Deep Ballast Systems & Canopies	(See Table H-7A for Levels 4-6)	0.030	0.0156	13
	Other Maritime Survival Craft	Life Capsule		0.038	-0.0797	22
		USCG Sea Rescue Kit		0.025	-0.0408	7
	Aviation Life Rafts	No ballast, w/canopy	4-6 person, w/o drogue	0.037	0.1108	24
		Evac/ Slide	4-6 person	0.028	-0.0117	15

資料來源:U.S. COAST GUARD SEARCH AND RESCUE SUPPLEMENT(2009)

99/01/26 18:00 至 99/01/27 08:00 止 99.01.26.16:30 修訂  
海洋巡防總局艦艇執行「海天使」號貨輪翻覆案搜尋區域圖

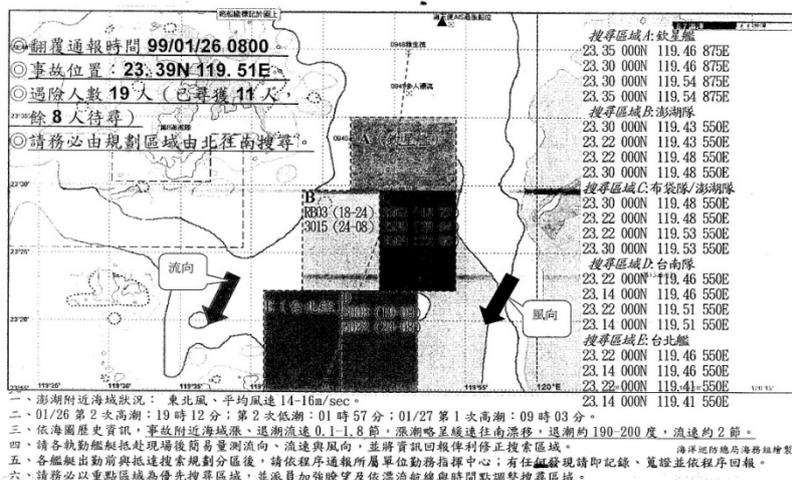


圖 3-3 「海天使」貨輪搜尋區域圖

資料來源:海巡署海洋總局

表 3-3 「Sea Angel 搜救案」施放衛星浮標的歷史軌跡數據

UTC Time:06:37:36

[浮標列表] [浮標歷史軌跡]

CGA002 FROM 1/25/2010 TO 1/29/2010 查詢 顯示地圖

狀態	時間	緯度	經度	溫度	電壓	方向	速度
1	CGSATSHF	2010/01/29 03:16	23 30.246°N	119 38.454°E	21.5	11.6	243.6 0.0
2	CG1H	2010/01/29 03:15	23 32.489°N	119 43.355°E	21.767	11.6	181.3 0.0
3	CGBACK4	2010/01/29 03:14	23 36.270°N	119 43.451°E	22.667	11.5	189.6 00.5
4	CGREP	2010/01/29 02:26	23 36.629°N	119 43.518°E	22.767	11.6	193.3 01.8
5	CGREP	2010/01/29 01:57	23 37.470°N	119 43.733°E	22.467	11.6	203.0 01.4
6	CG1H	2010/01/29 01:54	23 37.548°N	119 43.770°E	22.667	11.6	204.6 00.9
7	CG1H	2010/01/29 00:54	23 38.357°N	119 44.171°E	22.667	11.5	307.4 00.6
8	CG1H	2010/01/28 23:54	23 37.973°N	119 44.718°E	22.267	11.5	345.5 02.2
9	CG1H	2010/01/28 20:54	23 31.583°N	119 46.511°E	22.567	11.6	229.8 00.6
10	CG1H	2010/01/28 18:54	23 32.405°N	119 47.567°E	23.833	11.6	193.4 02.1
11	CG1H	2010/01/28 17:54	23 34.487°N	119 48.108°E	22.567	11.6	177.8 03.1
12	CG1H	2010/01/28 16:54	23 37.638°N	119 47.975°E	22.767	11.6	168.9 02.4
13	CG1H	2010/01/28 15:54	23 40.050°N	119 47.459°E	22.833	11.6	167.0 01.4
14	CG1H	2010/01/28 14:54	23 41.459°N	119 47.105°E	22.367	11.6	173.7 00.3
15	CG1H	2010/01/28 13:54	23 41.711°N	119 47.075°E	23.133	11.6	338.6 01.0

肆、GPS 衛星浮標在海難搜救案例中的實證-正昇豐漁船觸礁沉沒搜救案

4.1 案情摘要

2010年4月8日凌晨時刻，天色昏暗，海象惡劣，東港漁業電台忽然接獲蔡姓船長衛星電話求救通報，東港籍漁船「正昇豐」號，航行經過菲律賓巴丹省 Amianan 島(約距離鵝鑾鼻東南方 75 浬)不慎觸礁沉沒船上 6 人(台籍 2 人 印尼籍 4 人)落海分散逃生，東港電台立即向行政院國搜中心報案，並轉通知海巡署線上船艦前往救援，台北艦、巡護一號、獲報後分別馳赴現場，台北艦於 1520 時抵達現場，並於 1600 時於 21-16.5N，121-58.8E 施放 GPS 衛星浮標，1635 時台北艦於 21-14N，121-52.3E 打撈一支漁用電浮標，1800 時許，國防部海鷗救護隊 S70C 直升機於島上將蔡姓船長與印尼籍漁工 2 人完成吊掛載返台灣後送就醫。(9)日 0652 時巡護一號於 21-21.3N，121-59.5E 打撈第二支漁用電浮標。另外三人仍無音訊，研判可能落海漂流失蹤，海巡署動員所屬台北、德星、福星、巡護一號、二號、三號、花蓮、海巡 10029 艇等船艦持續在事故海域搜尋 9 日，均無所獲。

#### 4.2 遇難地點及發現漁用電浮標位置與衛星浮標路徑之比對

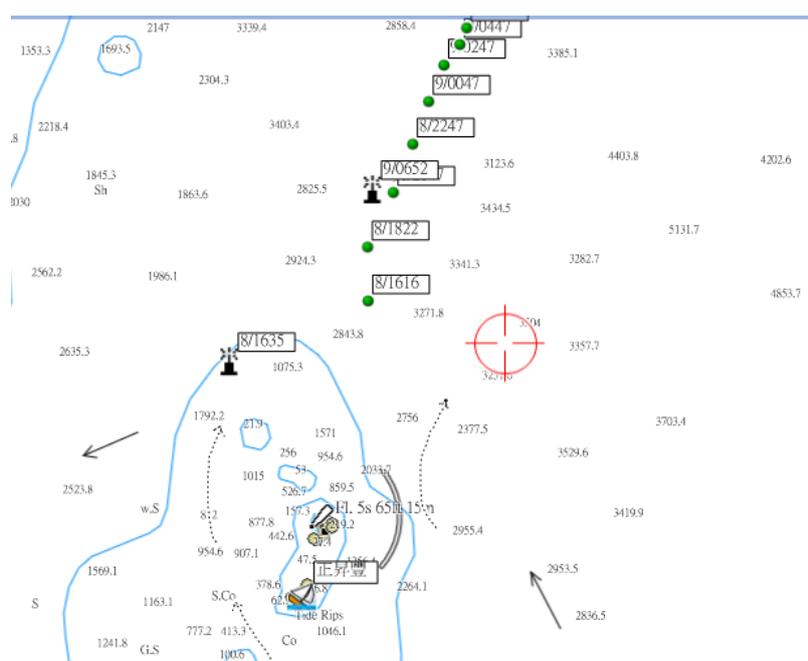


圖 4-1 「正昇豐」漁船沉沒案漂流物在電子海圖漂移示意圖

註：綠點為衛星浮標，黑色為尋獲漂流物

資料來源：本研究自行繪製

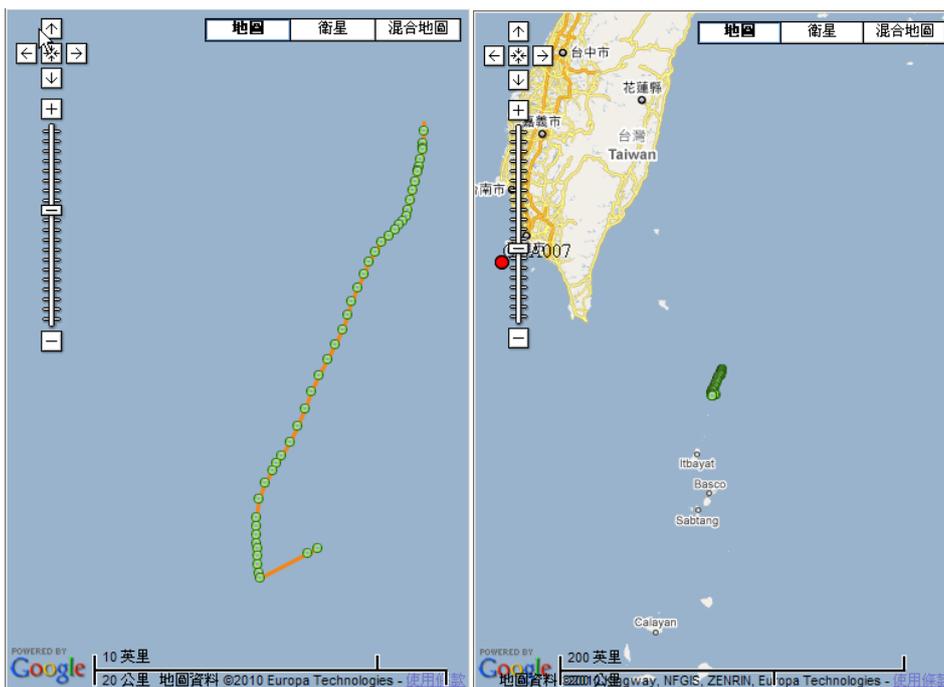


圖 4-2 「正昇豐」搜救案衛星系統 Google 地圖

資料來源:海巡署海洋總局

#### 4.3 GPS 衛星浮標與正昇豐漁船電浮標漂流數據的比較

表 4.1 GPS 衛星浮標各時間位置與漂流方向、速度、距離

編號	間隔	時間	緯度	經度	方向	速度節	距離浬	溫度
1	開始	8/1616	21-16.6	121-59.3	359			26.7
2	02h06m	8/1822	21-18.9	121-59.2	359	1.1	2.26	26.8
3	02h25m	8/2047	21-21.2	122-00.5	024	1.1	2.6	27
4	02h00m	8/2247	21-23.3	122-01.5	024	1.13	2.26	27
5	02h00m	9/0047	21-25.1	122-02.3	022	0.97	1.94	27
6	02h00m	9/0247	21-26.6	122-03.1	025	0.87	1.73	27
7	02h00m	9/0447	21-27.5	122-03.9	024	0.38	0.76	27.1
8	02h00m	9/0647	21-28.2	122-04.2	014	0.65	1.3	27.1
9	02h00m	9/0847	21-29.5	122-04.6	014	0.65	1.3	27.2
10	01h35m	9/1022	21-30.6	122-04.7	005	0.71	1.13	27.4

(本研究自行整理)

表 4-2 正昇豐漁船電浮標尋獲時間位置與漂流方向、速度、距離

電漁標	間隔	時間	緯度	經度	方向	速度節	距離浬
第一支		8/1635	21-14.0	121-52.3	043		
第二支	14h17m	9/0652	21-21.3	121-59.5	043	0.7	9.93

(本研究自行整理)

1. 本次正昇豐漁船觸礁沉沒搜尋任務，衛星浮標是於 4 月 8 日 1600 時施放後，一路

往北北東漂移，除了凌晨 2 時漂移速度減至 0.4 節以下，其餘仍呈現 0.8 至 1.1 節穩定速度漂移，於 4 月 9 日 1022 時收回，計漂流 18 小時 06 分，總漂流距離為 15.3 浬。平均流速 0.85 節，流向 020°。

2. 尋獲「正昇豐」漁船電浮標的時間是於 4 月 8 日 1635 時，當台北艦打撈第一支浮標時，在現場亦發現另一支浮標，但因海象惡劣，旋即失去浮標蹤影淹沒於黃昏暮色之中，9 日 0652 時該浮標為巡護一號所尋獲，時間相隔 14 小時 17 分，兩位置漂流距離為 10 浬。流向東北 043°，平均流速 0.7 節。

#### 4.4 GPS 衛星浮標與「正昇豐」漁船殘骸電浮標漂流動態資料比對

1. 本次「正昇豐」漁船發生事故為台灣東部海域屬於黑潮流經開闊的海域。據研判黑潮流經 Amianan 島(當地名 Misanga 國際名為 North Island)時，繞過該島群向西北 340 度方向漂流，繼再轉向東北方向漂流。
2. GPS 衛星浮標的施放地點，雖在「正昇豐」漁船殘骸漂流物的東北東側 7 浬處，但經觀測，漂流物與衛星浮標實際漂流距離與方向比對，雖因有 Amianan 島阻隔，有少許不同，但整體漂流的路徑大致相同。海巡署海洋總局任務指揮中心(RCC)引據原先歷史海流資料於 4 月 8 日 08-14 時規劃搜索區，水流為 1-1.5 節，流向 340-350°，在 Amianan 島附近流向預測是正確，但在漂流出該島水域後流向即轉為東北向。在流速預測上，可能隨季節天候海象的不同有所差異，實際為 0.7 節。故 4 月 9 日 01-18 時及 4 月 9 日 18 時至 4 月 10 日 8 時推測規劃的搜索區有誤，因有衛星浮標傳回的資料作佐證，立即將漂流的方向作修正為東北向 20-30 度，發揮衛星浮標報位輔助搜救規劃的功能。

#### 4.5 正昇豐漁船觸礁沉沒搜救案結論

GPS 浮標漂流與殘骸漂流物的路徑主要受黑潮的影響，黑潮是西菲律賓海內最重要的海流系統，當西行的北赤道洋流遇到民答那峨島陸地阻擋時一部份水將轉向南流形成民答那峨海流，另一部份則轉而沿群島東岸向北流動，這就是黑潮的起源。早期「九連號」曾對黑潮流量進行過長期的調查，結果顯示黑潮之流量逐年變化大，但季節變化卻不明顯<sup>6</sup>，調查期間(1974、1975)2 年黑潮流量之變化幅度在 1.8Sv 與 4.2Sv 之間<sup>7</sup>，平均流量則為 2.9Sv 左右。另外，大陸學者亦曾根據日本海洋資料中心所蒐集之資料統計歸

<sup>6</sup> 國立海洋大學海洋學教材，第十章第五節台灣東岸黑潮區，2001 年。<http://140.112.68.243/index.html>。

<sup>7</sup> 劉康克，流量 1Sv (106m<sup>3</sup>/s) 加減風的影響為 0.12x 風速(m/s)「台灣海峽流量知多少」，2002 年，頁 4，國科會國家海洋科學研究中心主任。

納後得出，黑潮表層流軸路徑在冬季時最接近台灣東岸(約 17-30 海浬)、夏季則最遠離(30-70 海浬)。

近年執行南海研究工作的一些航次所探測的範圍亦涵括了呂宋海峽以東的水域，這些調查發現黑潮在離開呂宋島後，其中一部份水流將偏向西北穿越巴林塘海峽(Balintang Channel)後進入呂宋海峽，這一部份水流才是與南海發生作用的黑潮海水來源。冬季時，穿越巴林塘海峽的黑潮分支將進入南海東北部；但夏季時這股水流將被由南海中部沿呂宋西側北上的海流阻擋而無法進入南海，只有偏轉沿海脊地形流向北北東方；另一方面，此時南海東北部的上層海水尚可由台灣南端向東流出南海，而呂宋東北角外海另一部份未轉向西北的黑潮源區海水則繼續沿巴坦群島至蘭嶼的南北向海底地形線往北流。這幾股不同的水流最後均流至台灣東南外海，因此會造成台東外海東西向斷面上海流流速分佈呈現多重核心的構造。早期學者亦曾注意到此種多核心構造，不過當時認為是由於渦流所致<sup>8</sup>；近年由於觀測範圍較廣，資料亦較豐富，才逐漸了解此中奧妙。

「正昇豐」漁船搜尋任務，案發為巴丹群島海域，恰為黑潮流經的海域，受潮汐影響則甚微，研判漁船船員觸礁落海，人員於水中，則本身受風壓影響亦甚小，因此黑潮的洋流是主導其漂流的最大動力，本次 GPS 衛星浮標的施放地點，雖在正昇豐漁船殘骸漂流物的東北東側 7 浬處，但經觀測，漂流物殘骸與衛星浮標實際漂流距離與方向比對，據此推測因有 Amianan 島阻隔有少許不同，研判應為渦流所致，但整體漂流的路徑大致相同。

所以觀測現場實際的風、流，及現場指揮官(OSC)的報告，以及未來風力和海流漂移方向，做定期報告現場情況顯然是提供搜救規劃作業的重要依據。以台灣東部大範圍遠岸搜尋而言，尤應首重洋流流速、流向之準確，如短時間無法獲得洋流資訊，應以現場搜救船艦回報當地現況水文資料，作為推估總水流速、流向之有效方法。

<sup>8</sup> 管秉賢、袁耀初，「中國近海及其附近海域若干渦旋研究綜述 I 南海和臺灣以東海域」臺灣以東海域，黑潮兩側經常出現中尺度渦而且變化較大而複雜。文中著重討論蘭嶼冷渦和臺灣東北的氣旋式冷渦，海洋學報學術期刊，國家自然科學基金 2006 年 3 期 28 卷。

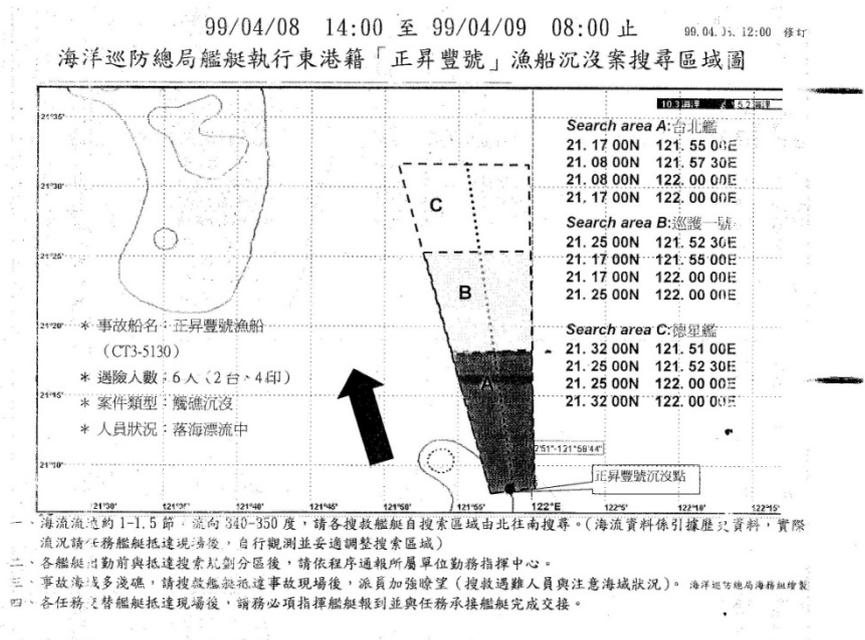


圖 4-3 「正昇豐」漁船沉沒案初期推測搜尋區域圖

資料來源:海巡署海洋總局



圖 4-4 「正昇豐」漁船沉沒案修正後搜尋區域圖

資料來源:海巡署海洋總局

表 4-3 「正昇豐」搜救案施放衛星浮標的歷史軌跡數據

UTC Time: 07:24:58

[ 浮標列表 ] [ 浮標歷史軌跡 ]

CGA007 FROM 4/8/2010 TO 4/9/2010 查詢 顯示地圖

1	2	3	4	狀態	時間	緯度	經度	溫度	電壓	方向	速度
1	CGBACK4	2010/04/09 02:22	21 30.618°N	122 04.686°E	27.433	12.2	003.7	00.8			
2	CG30M	2010/04/09 02:02	21 30.354°N	122 04.667°E	27.233	12.2	005.3	00.7			
3	CG30M	2010/04/09 01:32	21 29.994°N	122 04.632°E	26.533	12.2	004.0	00.7			
4	CGREP	2010/04/09 01:19	21 29.831°N	122 04.619°E	27.433	12.2	000.0	00.7			
5	CG30M	2010/04/09 01:17	21 29.808°N	122 04.619°E	27.433	12.2	007.9	00.7			
6	CG30M	2010/04/09 00:47	21 29.483°N	122 04.572°E	27.233	12.1	014.4	02.0			
7	CGREP	2010/04/09 00:40	21 29.244°N	122 04.506°E	27.333	12.1	015.4	02.5			
8	CG30M	2010/04/09 00:37	21 29.142°N	122 04.476°E	27.333	12.1	010.6	00.6			
9	CGREP	2010/04/09 00:31	21 29.082°N	122 04.463°E	27.433	12.1	014.8	00.7			
10	CG30M	2010/04/09 00:06	21 28.806°N	122 04.385°E	26.533	12.1	013.9	00.4			
11	CG30M	2010/04/08 23:20	21 28.512°N	122 04.307°E	27.133	12.1	014.4	00.6			
12	CG30M	2010/04/08 22:47	21 28.205°N	122 04.224°E	27.133	12	013.2	00.6			
13	CG30M	2010/04/08 22:17	21 27.917°N	122 04.151°E	27.133	12.1	016.0	00.4			
14	CG30M	2010/04/08 21:47	21 27.702°N	122 04.086°E	27.033	12.1	036.8	00.3			
15	CG30M	2010/04/08 21:17	21 27.582°N	122 03.990°E	27.233	12.1	040.3	00.3			

## 陸、結論與建議

### 6.1 結論

衛星浮標輔助海上搜尋與救助作業有其一定的成效，但仍須考量與修正來自各式漂浮體受海流、風壓影響所產生結果。本研究在海天使案尋獲第二只救生筏漂流的位置，顯然已超出規劃搜索區之外，此種因風壓而產生偏向的現象應特別注意，例如：

1. 風向同漂浮體與實際流向相同，因風場與流場作用一致，所得數據將較實際流速為快。結果漂浮體將會漂出規劃搜索區之外，或規劃過大的搜索區，將影響搜救效能。
2. 風向同漂浮體與實際流向相反，因風場與流場作用抵銷，所得數據將較實際流速為慢，規劃過小的搜索區。
3. 風向同漂浮體與實際流向成垂直作用，所得數據將較實際流速為快或慢，且必發生偏向，造成搜救規劃方向錯誤。

此次研究實際從衛星浮標施放操作而發現使用 U.S. Coast Guard 相關應用公式及修正係數，計算模擬漂流路徑，所提供的歷史洋流、流速、流向數據如果有誤，則所得的

模擬路徑必有誤差。所以觀測現場實際的風、流，及現場指揮官(OSC)的報告，以及未來風力和海流漂移方向，做定期報告現場情況顯然是提供搜救規劃作業的重要依據。

## 6.2 建議

1. 增購衛星浮標配置於直昇機：一般在制定海上搜索區與救助作業時考量的基準原則為(1)海難發生時間和位置、(2)搜救船艦到達事故現場之時間間隔、(3)計算總水流和風壓差。尤其在人命的救助，時間與效率是決定成敗的重要關鍵，即在最短的時間抵達事故現場拯救遇難者。依據美國應變標準，海難搜救單位必須在 90 分鐘內抵達現場，利用直昇機、海巡船艦、救難船與救難艇等設備進行人員救助作業。以 90 分鐘內必須抵達現場並進行搜救行動之作業標準而言，扣除 30 分鐘整備時間，則船艦與直昇機的實際航行時間約為 1 小時左右。換言之，船艦的航行距離大約 36 公里(以航速 20 節估算)，而直昇機之飛行距離則可達 180 公里(以航速 100 節估算約可涵蓋台北飛航情報區及任務管制中心搜救責任區 TAMCC)。慮及船艦之速度較低，現今各海事國家的救難機關皆配置搜救用直昇機，藉以提昇海難搜救效率。以直昇機快速機動抵達事故現場能力，可於執行海上人員吊掛救助時，順便將攜行之衛星浮標佈放於現場，藉以獲得即時之漂流訊息規劃正確搜索區域。因此有必要擴大採購衛星浮標數量，配置於內政部空勤總隊及國防部海鷗救護隊，建構統一系統，以達整合資源共享目的。
2. 建立海上搜救資料庫：目前海巡署於搜索救助案時或平時例行施放浮標所進行的資料蒐集，仍以人員落海漂流(PIW)為主，藉以獲得台灣附近海域表面流的資訊，但對於不同形式物體的漂流，目前蒐集的資料仍是有限。美國海岸防衛隊之海難搜救準則的漂流理論對照表，所提供的數據資料確實具有參考價值，但其所顯示數據是以開闊海域環境為條件，但仍須與現場實際觀測比對較為妥適。搜救單位未來應考慮在不同形式艇筏上作浮標的施放與驗證，不僅要瞭解在不同的海象條件與海域地形，以及不同的潮汐漲落，海流到底是怎樣流的。也須明白各式海上載具或遇難物件(Object)受到風力與海流作用下，其海上漂流的型態與路徑。GPS 衛星定位浮標已廣泛應用於海難搜索救助的任務中，其所需的漂流水文訊息，國內學術單位及國家海洋科學研究中心資料庫的資料尚不能滿足海難搜救的需求，因此建立完整海上搜救資料庫有其必要性，藉由廣泛及不同形式的浮標佈放，充分水文資料蒐集的作為，提供海巡船艦在執行搜尋任務時的參考，期能在海難事故時，迅速有效的拯救海上人命。

## 參考文獻

1. Allen, A. Plourde, J. Review of Leeway: Field Experiments and Implementation

- Accession Number: ADA366414 (1999.4)COAST GUARD RESEARCH AND DEVELOPMENT CENTER.
2. Captain Lam Kit, 「Determination of a Search Area」. IAMSAR Maritime SAR Course(2005), Master Mariner, M.I.S.
  3. IAMSAR(International Aeronautical & Maritime Search And Rescue Manual)Volume 3(1998).
  4. U. S. COAST GUARD ADDENDUM TO THE UNITED STATES NATIONAL SEARCH AND RESCUE SUPPLEMENT(NSS)To The International Aeronautical and Maritime Search and Rescue Manual(IAMSAR)September 2009 page 400.
  5. 王玉懷(2003), 「應用 ADCP 觀測資料預報台灣周邊上層海流」, 水下搜尋及測量技術研討會, 國立中山大學, 頁 40-48。
  6. 平冠鵬(2005), 「浮標理論應用於海難搜救之研究」, 國立海洋大學海洋科學學系碩士論文, 基隆。
  7. 自我定位基準浮標 SLDMB self-Locating Datum Marker 美國海岸防衛隊, 設計一個漂流浮標用以測量表面洋流, 提供海難搜索救助參考  
[http://www.metocean.com/product\\_sheet/sldmb.pdf](http://www.metocean.com/product_sheet/sldmb.pdf)
  8. 艾克曼螺旋定律, 維基百科網站.<http://zh.wikipedia.org/zh-tw/>
  9. 行政院海岸巡防署海洋巡防總局「衛星海流資料標識浮標系統」購置評估報告(2009), 頁 16-22。
  10. 何宗儒(2002), 「簡介衛星海洋遙測」, 國立海洋科技博物館籌備處簡訊 20 期.
  11. 呂明杰(2006), 「自由漂流浮標應用於進岸流場之相關探討」, 國立成功大學水利及海洋工程研究所碩士論文, 台南。
  12. 范光龍, 海流測定, 文建會台灣大百科全書網站。  
<http://taiwanpedia.culture.tw/web/authorsearch?autho>。
  13. 國家海洋科學研究中心資料庫 <http://www.odn.ntu.edu.tw/wordpress/>
  14. 許樹坤、李昭興、劉家瑄、郭本垣、黃柏壽、林正洪、唐存勇、郭正雄、張宏毅、林祖慰、林柏佑(2006), 「台灣東部海域海底電纜觀測系統建置規劃」, 頁 6-10。
  15. 陳先文, 「海上搜救之問題與對策」, 海巡雙月刊 35 期〈海洋論壇〉(2008.10)頁 28-32。
  16. 隋承勳(2007), 「東北角海域漂流實驗」, 國立海洋大學海洋科學學系碩士論文, 基隆。
  17. 順風和側風的向量, 與風壓差速度角度的關係, 維基百科網站  
[http://en.wikipedia.org/wiki/File:Leeway\\_Components.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Leeway_Components.jpg)
  18. 詹森, 全方位探索台灣海峽, (2002).科學月刊 386 期,頁 127-131。
  19. 管秉賢(1978), 「我國台灣及其附近海底地形對黑潮途徑的影響」,海洋科學集刊(14), 科學出版社, 北京, 頁 1~21。
  20. 管秉賢、袁耀初(2006)「中國近海及其附近海域若干渦旋研究綜述 I 南海和臺灣以東海域」海洋學報學術期刊, 國家自然科學基金, 3 期 28 卷。
  21. 劉康克(2002)「台灣海峽流量知多少」國科會國家海洋科學研究中心, 頁 4。