

中央氣象局105年天氣分析與預報研討會

金門海域海氣象觀測及特性研究計畫

林受勳¹、羅冠顯¹、陳志弘¹、邱永芳¹
交通部運輸研究所港灣技術研究中心¹

摘要

工作內容主要包含海氣象觀測作業(觀測項目主要為風、波浪、海流、潮位與能見度等)、基本資料分析與即時影像監測工作，同時進行相關波浪統計分布等應用性成果探討，以及應用觀測即時資料建置一套金門海情即時資訊系統，未來可提供各港區之海況即時預報，以利船隻停泊航行資訊。同時，依據海氣象觀測結果推估，可運用於港口附近海域波流場海象資訊預報，方便未來藍色公路即時資訊提供使用，所有工作成果可作為各項數值模擬驗證比對，進行波潮流統計特性分析應用，配合建立金門海域海象特性模式要求的所需。

關鍵字：海氣象觀測、金門海情即時資訊系統、藍色公路

一、前言

金門位於大陸海域西經濟區內之我國土領域，具交通及經濟戰略優勢，近年來我國政府與大陸間藉由金門地區實施小三通，金門地區的建設與日俱增。依據民國86年完成「金門水頭商港碼頭後續規劃」研究，修正水頭商港之規模及港域佈置，加強航行與建造海岸工程的安全，金門地區亟需海氣象觀測資料，為使金門各項港埠建設計畫能早日落實，水頭商港開發儘速完成，交通部於89.10.9召開會議，對水頭商港港區碼頭佈置方案一併檢討，具備因應發展趨勢之能力。因此，未來可提昇金門港整體效能、發揮港埠機能之最大綜效與滿足未來發展之各項具整合功能規劃計畫。

為因應金門水頭國際港經貿園區開發案，未來規劃辦理免稅精品購物中心、國際會展中心、兩岸商品交易中心及觀光飯店暨海洋休閒中心，以期能成為國際級客運及觀光購物港口，打造商貿交易平台，結合遊憩產業，發展海洋休閒產業，並與鄰近國家共創國際級海港城園區遠景，且未來發展規劃臺灣海域海運航線要求條件所需，因此須進行現場調查工作，用以建置較長時期海氣象觀測資料庫，提供港務單位充分瞭解金門附近海域之海氣象特性，並作為後續港池航行安全及營運維護之參考依據。另外，依據金門縣政府港務處需求，亦辦理建置一套港區即時性能見度資料展示機制，可用以管控船行安全標準。

二、研究計畫工作項目

(一)金門港海象觀測站裝置與現場作業：

- 1.觀測項目包含風、波浪、海流、潮位與能見度等。
- 2.觀測地區為水頭、料羅、九宮等港口附近範圍。
- 3.觀測成果風、波浪、海流等海氣象觀測資料收集處理及其特性分析。

(二)工作成果之結論與建議。

三、海象觀測系統建置執行概述



圖1 水頭港即時監測站及新港區內自記式2觀測站



圖2 料羅港各即時監測站



圖3 九宮港各即時監測站

(一) 共計完成金門港灣環境監測系統架設風速計3站，潮位計3站，水下即時波浪海流監測站4站(含水頭新港區內自記式2站)，能見度儀3站及水頭、九宮港候船室及金門航空站尚義機場之顯示系統3站。
 (二) 風速計：2011年8月安裝風速計於水頭港區辦事處大樓頂(稱測站1)，分別於2012年8月及2014年2月安裝風速計於羅港區辦事處大樓頂(稱測站2)及列嶼旅客服務中心前(稱測站3)，風速計本體為Young海洋型螺片式，採太陽能供電，控制箱內置資料記錄器、無線傳輸器、電源控制等模組，支架為不銹鋼。



圖4 水頭港旅客大樓風速計(左)九宮港風速計(右)

(三) 波浪海流監測站：本計畫於2014年2月分別於金門水頭港(測站1)及料羅港(測站2)安置挪威NORTEK公司之剖面海流表面波浪與水位之監測系統(簡稱AWCP)，AWCP系統有兩個分離波高量測模式：一

個是對平靜波浪時，當資料由傳統式壓力感應器量測時將會因儀器佈放的深度而受很大的影響。

1. 表面高度必須用一個聲波式的高度感應器量測波高。波高量測範圍(1)資料模式：壓力及沿每一個波束選取一個流速層。(2)最大資料輸出頻率：2Hz(以內含)。(3)儀器內取樣頻率：4~6Hz。(4)取樣期間之取樣數：512、1024或2048次可選擇性。(5)所有資料都儲存於岸上的電腦與主機內。

2. 剖面海流流速的量測可以依照使用在不同水深即自固定在海床上之儀器位置到水表面來設定量測不同的間距，花蓮港觀測站水深間距設定為2公尺；每小時連續量測600秒，再將總和平均代表其數樣每一間距層之海流流速、流向等資料，記錄在感應器內，並每隔1小時經由海底電纜傳回接收站電腦儲存。



圖5 水頭港區波浪海流站(上)料羅港波浪海流站(下)

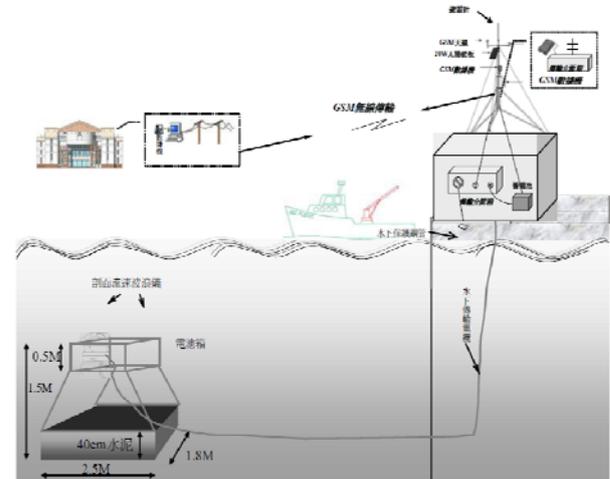


圖6 海象觀測系統流程及資料傳輸

(四) 水頭新港區內自記式波浪海流監測站：AWAP-1及AWAP-2號站，儀器擺放位置水深約8米。先將兩位置點預定佈放之設備與儀器架固定，兩組儀器架分別用小型水泥塊壓重並於其旁不遠處設立暗標浮球以便往後搜尋，於記錄相當時日後將資料下載處理。初步由8至9月夏季港內分層流況資料判斷，最大不超過0.14公尺/秒，平均為0.04公尺/秒，顯示新港區內流況平順穩定。示性波高最大不超過0.04公尺，平均為0.02公尺，顯示新港區穩靜度尚良好。

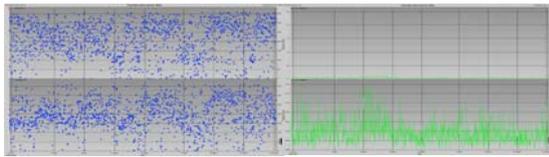


圖7 距儀器2.4m(一)5.4m(二)分層流向(左)流速(右)

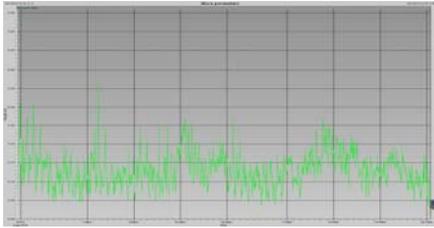


圖8示性波高(H1/3)

(五)潮位站：感應器為壓力式CS-456，靜水井為PVC製，厚度0.5mm，每節則以不銹鋼製之支架及管夾固定於碼頭垂直壁上，儀器架上方安裝太陽能板20W一片，後因考量日照強度續加裝85W一片，朝南配置。儀器架底端以壁虎釘固定於地面後，內部控制箱置資料記錄器、無線傳輸器、電源控制等模組。

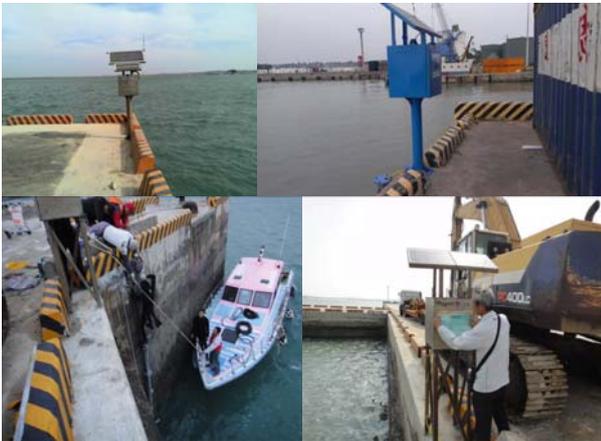


圖9 水頭港(左上)料羅港(右上)九宮港(下)潮位站

(六)能見度儀：儀器型式Campbell CS-210(A)型，支架以不銹鋼製並以壁虎釘固定於地面，採用95W太陽能板供電100AH電瓶充電用，接收站以不銹鋼鐵箱固定於牆壁上，透過控制箱內無線傳輸資料記錄器，將資料即時傳至港研中心，所測數據並可顯示。



圖10 能見度儀水頭消防屋(左)北堤(右)料羅(下)

(七)水頭交通船候船室及九宮港旅客中心顯示系統：為方便使用者及搭乘船舶人員對金門港灣環境資訊有即時性之了解，各於該地點之室內空間架設50吋之顯示器，整合金門各港灣資訊波浪、海流、風向、風速、潮汐、能見度等相關資料，以輪播方式顯示各測站資訊。考量系統安全性，採用VPN私人虛擬網路方式連線至港研中心，透過資訊的交換，可將即時資訊顯示俾供參考運用。



圖11 顯示系統及展示畫面

四、風特性分析

(一)風觀測資料分析：本中心測站風資料蒐集係取每小時測定前10分鐘之風速、風向數據加以平均，而得出該小時之平均風速、平均風向、最大陣風風速、最大陣風風向及最大陣風之發生時間，各站之風力資料以取平均風速及平均風向為主，風速計之觀測範圍為0~60 米/秒，最大陣風則可測至80 米/秒。

(二)歷年風觀測資料分析：報告內容各年度現場觀資料係涵蓋自上一年度之12月起至當年度11月，統計分析現場記錄共12個月份。12月至2月間歸屬於冬季，3月至5月為春季，6月至8月為夏季，9月至11月為秋季。由於海氣象研究在統計學上樣本數越多，其統計結果則越具代表性，本長期性計畫，係取水頭港(測站1)所蒐集資料作為統計分析及探討，歷年各月份觀測有效記錄統計時數，2014年12月~2015年11月合計有效記錄妥善率100%。

表1 2015年及歷年各月風觀測有效記錄統計時數

月份	2015年時數(小時)	歷年時數(小時)
12	744	2,976
1	744	2,968
2	672	2,676
3	744	2,790
4	720	2,877
5	744	2,969

6	720	2,878
7	744	2,654
8	744	3,111
9	720	3,547
10	744	3,696
11	720	3,596
全期	8,760	36,738

(三)風速統計：本海域歷年風觀測分季平均風速及風速分佈統計與各季風速分佈機率圖，將2015年觀測資料加入歷年累計觀測資料加以分析，歷年冬季平均風速最強；夏季平均風速最弱。

表2 歷年風觀測分季平均風速及風速分佈統計(%)

季節	平均m/s	<5m/s	5-10m/s	>10m/s
春	3.6	73.9	25.3	0.8
夏	3.5	79.2	20.2	0.7
秋	4.2	65.2	33.8	1.1
冬	4.7	52.4	46.1	1.4
全期	4.0	67.5	31.5	1.0

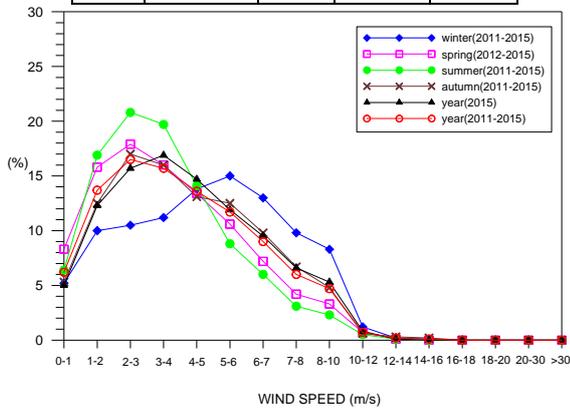


圖12 金門海域各季及全年風速機率分佈圖

(四)風向統計：本海域風向變化可參考歷年分季風向分佈統計及風玫瑰圖，將風向分別採四象限及16方位統計，冬季風向16方位中以NE比率最高，四象限中以東北來向第一象限比率最高；春季時東北季風逐漸減弱，16方位中以NE比率最高，四象限中以東北來向第一象限比率最高；夏季風向16方位中以S比率最高，四象限中以東北來向第三象限比率最高；秋季風向16方位中以NE比率最高，四象限中以東北來向第一象限比率最高。如將歷年風向16方位機率統計繪製，可發現在冬季主要風向集中在NNE~ENE間；夏季主要風向集中在SSE~SSW間，綜整歷年觀測期2011年~2015年主要風向以東北來向比率最高。

表3 歷年風觀測分季風向分佈統計(%)

季節	(N-E)	(E-S)	(S-W)	(W-N)	靜風
春	55.7	16.0	20.3	5.5	2.5
夏	24.6	19.1	48.2	6.8	1.3
秋	78.3	11.3	5.9	3.3	1.2
冬	86.7	5.0	3.0	3.5	1.8
全期	62.3	12.8	18.5	4.7	1.7

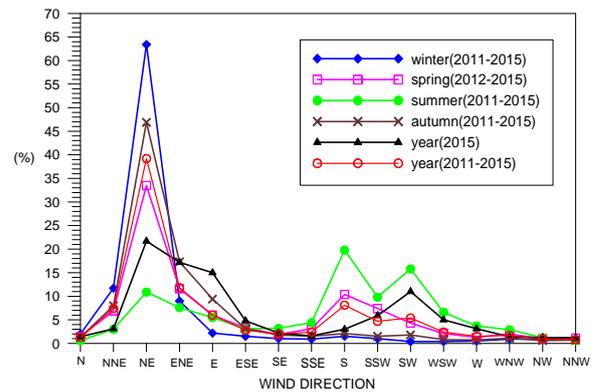


圖13 金門海域各季及全年風向機率分佈圖

(五)歷年月平均風速及極值變化：將本計畫海域歷年風觀測結果10分鐘平均風速數據加以統計，得出月平均風速及各月極值變化統計資料，歷年逐月平均風速及極值變化趨勢表列可看出金門海域之風力，在正常天氣型態下四季中以冬季平均風速最強，進入春、夏後平均風速較冬季明顯降低；臺灣位處西太平洋發生颱風最常侵襲之路徑，低緯度海域水溫昇高，經海、氣交互作用而生成颱風，造成大範圍天氣劇烈改變，故全年風速極值多出現下半年六至十一月間。

表4 歷年觀測月10分鐘平均風速和風極值統計

月份	風速(m/s)	風極值(m/s)	極值風向
12	5.3	12.5	NE
1	4.6	12.7	NE
2	4.3	16.0	NE
3	4.1	12.7	ENE
4	3.5	13.3	ENE
5	3.3	11.8	NNE
6	3.6	14.3	S
7	3.8	12.7	SW
8	3.2	13.7	S
9	3.5	12.2	NE
10	4.8	17.5	NE
11	4.2	11.3	NE
全期	4.0	17.5	NE

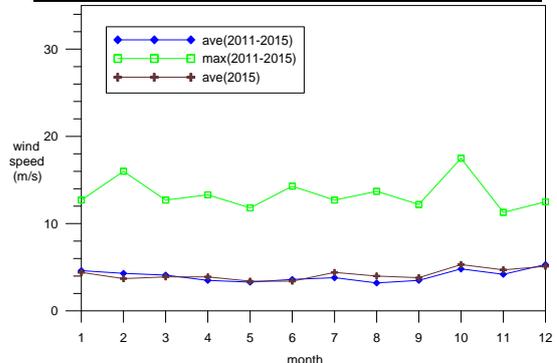


圖14 2015年及歷年各月及月逐時平均風速極值變化

五、波浪、海流特性分析

(一)波向量測範圍：從海面下3米以上的流向資料與波高資料計算轉換而得。量測的參數為：平均波向及波向分佈，波向單位為度。所有的Raw Data都會被儲存於岸上電腦及主機內。2014年12月~2015年11月料羅港(測站2)各月份波浪有效觀測紀錄時數統計，有效記錄妥善率95.7%。

表5 2015年及歷年各月波浪觀測有效紀錄統計時數

月份	2015年時數(小時)	歷年時數(小時)
12	707	707
1	684	684
2	654	731
3	740	1,476
4	713	1,406
5	742	1,394
6	719	1,435
7	595	1,332
8	732	1,454
9	628	1,341
10	725	1,464
11	716	1,426
全期	8,355	14,850

(二)波高統計：歷年波浪觀測分季平均波高及波高分佈統計與各季波高分佈機率圖，歷年冬季平均波高最大；春季平均波高最小。

表6 歷年分季Hs波高平均及分佈統計(%)

季節	Hs (m)	<1.0(m)	1.0-2.0m)	>2.0(m)
春	0.77	76.6	23	0.4
夏	0.93	62.6	34.3	3.1
秋	0.92	61.5	37.7	0.9
冬	1.04	47.9	50.7	1.4
全期	0.9	64.2	34.4	1.4

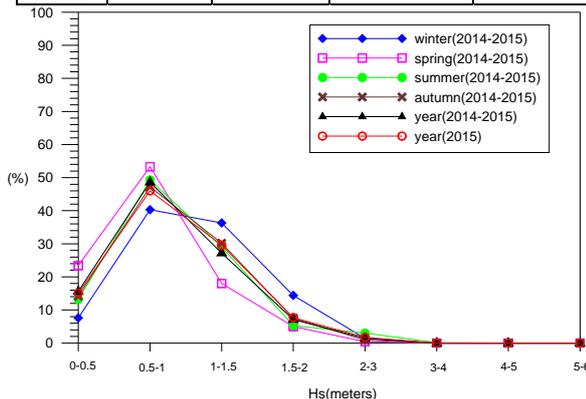


圖15 歷年四季及全觀測期波高機率分佈圖

(三)週期統計：波浪週期長短通常與吹風距離、延時及大小有關，距離越長，時間持續越久，造成波浪週期越長，颱風波浪就是明顯例子，當颱風距離尚遠未侵襲本島之際，遠方湧浪已先抵達臺灣拍打海岸，此種颱風湧浪週期明顯較季風波浪長。歷年波浪週期觀測分季，料羅港冬季波高較夏季大。

表7 歷年分季波浪Ts週期分佈統計(%)

季節	<6.0s	6~8s	8~10s	>10.0s
春	30.9	59.7	7.3	2.2
夏	37.0	48.4	12.4	2.2
秋	22.3	63.4	10.9	3.5
冬	12.1	74.0	13.8	0.2
全期	27.5	59.6	10.7	2.3

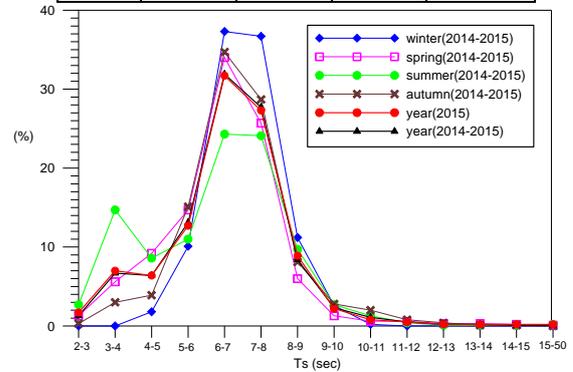


圖16 歷年四季及全觀測期波浪週期機率分佈圖

(四)歷年Hs波高月平均值及極值變化：歷年波浪觀測結果數據加以統計，得出各月波高統計資料，平均波高以12月冬季最大，5月春季平均波高最小；全年波高極值出現在7月夏季係因颱風侵襲影響所致。

表8 每月Hs波高平均值、極值及對應週期、波向

月份	平均(m)	最大(m)	週期(sec)	波向
1	1.08	2.31	7.6	ESE
2	0.86	2.02	7.7	ESE
3	0.88	2.66	10.1	E
4	0.75	2.07	7.6	ESE
5	0.69	1.92	7.3	ESE
6	0.84	2.85	7.1	SSE
7	1.04	3.53	8.0	S
8	0.92	2.76	7.3	SSE
9	0.79	2.95	7.1	SSW
10	1.02	2.41	8.8	ESE
11	0.94	2.42	8.0	ESE
12	1.19	2.66	8.3	ESE
全期	0.90	3.53	8.0	S

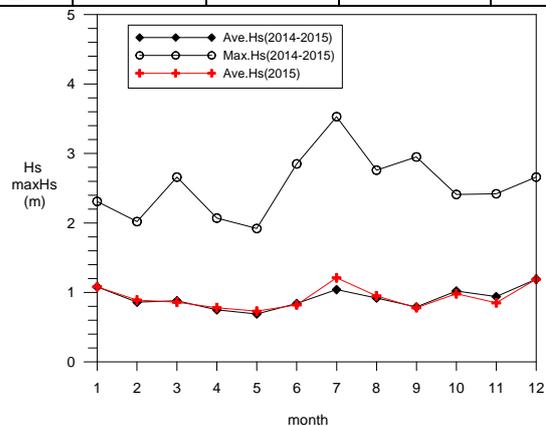


圖17 歷年月平均Hs及Hs月極值變化圖

(五)海流觀測資料分析：本報告內稱之流速、流向為每小時取樣期取間之平均數值。2014年12月~2015年11月料羅港(測站2)各月份海流有效觀測紀錄時數統計有效紀錄妥善率95.7%。

表9 2015年及歷年每月海流觀測有效紀錄統計時數

月份	2014年時數(小時)	歷年時數(小時)
12	709	709
1	685	685
2	657	734
3	742	1,479
4	716	1,409
5	743	1,396
6	719	1,437
7	595	1,333
8	732	1,454
9	632	1,345
10	729	1,469
11	720	1,430
全期	8,379	14,880

(六)流速統計：歷年海流觀測分季平均流速及流速分佈統計與各季流速分佈機率圖，春季平均流速值最大，夏季平均流速最小。

表10 歷年海流觀測分季平均流速及分佈統計(%)

季節	平均	<25cm/s	25~50cm/s	>50cm/s
春	36.4	35.3	37.9	26.9
夏	31.0	44.9	38.5	16.6
秋	35.6	34.2	41.9	23.9
冬	34.6	34.3	43.2	22.6
全期	34.4	37.5	40	22.5

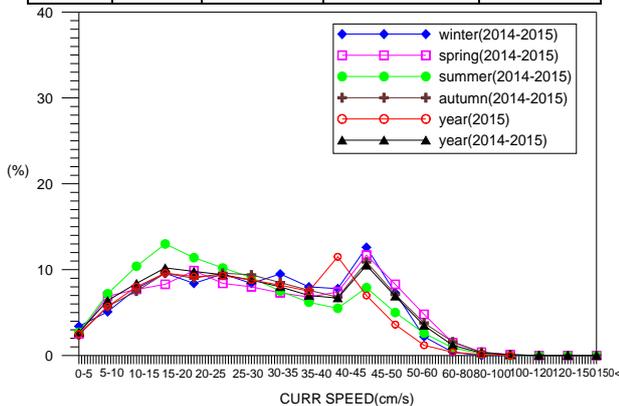


圖18 歷年四季及全年海流流速分佈比率圖

(七)流向統計：影響近岸流場主要外力有潮汐作用、波力及風力等。流向變化可參考歷年分季流向分佈統計及海流玫瑰圖，將流向分別採四象限及16方位統計，四象限中以E~S比率最高，冬季流向以SE比率最高；春季以SE比率最高；夏季以ESE比率最高；秋季以SE比率最高。將歷年流向16方位機率統計繪製圖，可發現在冬季主要流向集中在E~SSW間，歷年觀測期2014年~2015年主要流向以SE向比率最高。

表11 歷年海流觀測分季流向分佈統計(%)

季節	(N-E)	(E-S)	(S-W)	(W-N)
春	6.7	55.8	11.3	26.2
夏	20.7	45.7	9.6	24.0
秋	5.8	51.2	18.0	25.0
冬	2.3	57.2	13.6	26.8
全期	9.8	51.8	13.1	25.3

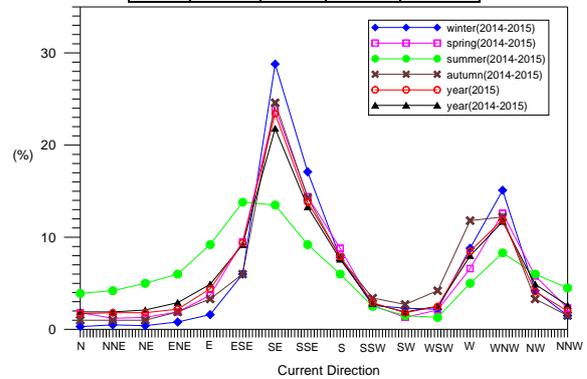


圖19 歷年四季及全年海流流向分佈比率圖

(八)歷年月平均流速及月極值變化：將海流觀測結果數據加以統計，得出各月海流流速統計資料，平均流速以5月(春季)最大，7月(夏季)平均流速最小；全年流速極值出現在4月(春季)。

表12 歷年海流觀測月平均流速和極值統計表

月份	平均(cm/s)	極值(cm/s)	極值流向
1	32.1	83.6	WNW
2	38.1	96.1	WNW
3	35.5	111.4	SE
4	35.2	118.0	WNW
5	38.4	102.5	WNW
6	34.4	98.8	W
7	27.4	95.5	SE
8	30.9	103.3	WNW
9	33.3	108.3	SE
10	37.6	93.4	W
11	35.8	103.8	WNW
12	33.4	79.6	SE
全期	34.4	118.0	WNW

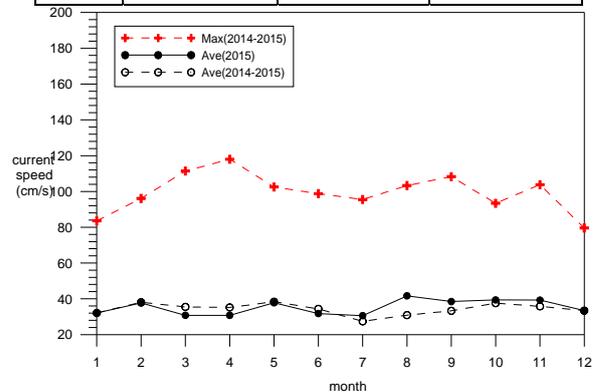


圖20 歷年月平均流速及極值圖。

中央氣象局105年天氣分析與預報研討會論文授權同意書

論文投稿作者在投稿論文時所填寫的資料以及上傳之檔案，均需同意本授權書所規定之各項說明。**無此項授權將無法完成投稿作業。**

茲同意將以下列論文名稱為題之稿件投稿於【105年天氣分析與預報研討會】，並刊登於研討會摘要集（紙本、電子版）或研討會相關網站。本稿件保證為授權人所創作，內容未侵害任何第三人之智慧財產權，且未曾以任何形式正式出版，授權人有權為本同意書之各項授權，特此聲明。

如有聲明不實而致【105年天氣分析與預報研討會】違反著作權法或引起版權糾紛，授權人願負一切法律之責任。本項授權牽涉到印刷紙本與電子版製作，不可撤回。

本同意書為非專屬授權，授權人對授權著作仍擁有著作權。本人於「105年天氣分析與預報研討會」投稿之論文，確實取得其他論文作者同意，事後若有其他作者有任何疑義，本人願負全部責任。

論文名稱：金門海域海氣象觀測及特性研究計畫

授權人代表： (簽名)

(本人已取得其他作者同意簽署，否則須自負法律責任)

中華民國 105 年 7 月 25 日

105年天氣分析與預報研討會簡報檔公開意願調查表

本人 邱永芳

- 同意
 不同意
 其它，

將"105年天氣分析與預報研討會"上所發表報告之"簡報檔"提供給中央氣象局於相關網頁上公開及分享。

簽名：

105 年天氣分析與預報研討會_摘要與全文投稿資訊
(金門船席即時水深系統之建置)

資訊	內容/論文主題與報告方式勾選 (<input type="checkbox"/>)
作者	林受勳、羅冠顯、陳志弘、邱永芳
文章題目	金門海域海氣象觀測及特性研究計畫
e-mail/電話/地址	tommy@mail.ihmt.gov.tw/04-26587123/臺中市梧棲區中橫十路 2 號
<input type="checkbox"/> 大氣監測與分析 Monitoring and Analysis on Atmosphere <input type="checkbox"/> 天氣模擬與預報 Weather Simulation and Forecasting <input type="checkbox"/> 氣候監測與預報 Monitoring and Prediction on Climate <input type="checkbox"/> 氣象防災及氣候調適應用 Applications on Meteorological Disaster Mitigation and on Climate Adaptation <input type="checkbox"/> 海象測報與應用 Observation, Prediction, and Applications on Marine Meteorology <input type="checkbox"/> 氣象資訊之智慧應用與服務 Toward Smart Weather Information Applications and Services <input checked="" type="checkbox"/> 強化海氣象災防之環境監測 Strengthening the Environmental Monitoring for Marine and Weather Disaster Mitigation <input type="checkbox"/> 氣象資料在綠色能源之應用 Meteorological Information Applications on Green Energy	
<input checked="" type="checkbox"/> 口頭報告 <input type="checkbox"/> 張貼論文	

*張貼論文者也請勾選論文主題