

110-013-7C35
MOTC-IOT-109-H2CA002a

臺中港海氣象觀測及特性分析



交通部運輸研究所
中華民國 110 年 2 月

GPN : 1011000179
定價 400 元

110-013-7C35
MOTC-IOT-109-H2CA002a

臺中港海氣象觀測及特性分析

著者：蘇青和、林達遠、羅冠顯、陳子健、張維庭

交通部運輸研究所

中華民國 110 年 2 月

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

臺中港海氣象觀測及特性分析 / 蘇青和, 林達遠, 羅冠顯, 陳子健, 張維庭著. -- 初版. --
- 臺北市 : 交通部運輸研究所, 民 110.02
面 ; 公分
ISBN 978-986-531-230-5(平裝)

1. 海洋氣象 2. 港埠

444.94

110000756

臺中港海氣象觀測及特性分析

著 者：蘇青和、林達遠、羅冠顯、陳子健、張維庭

出版機關：交通部運輸研究所

地 址：105004 臺北市松山區敦化北路 240 號

網 址：www.iot.gov.tw (中文版>數位典藏>本所出版品)

電 話：(04) 2658-7200

出版年月：中華民國 110 年 2 月

印 刷 者：OOOOOOOOOOO

版(刷)次冊數：初版一刷 60 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定 價：400 元

展 售 處：

交通部運輸研究所運輸資訊組•電話：(02)2349-6789

國家書店松江門市：104472 臺北市中山區松江路 209 號•電話：(02) 2518-0207

五南文化廣場：400002 臺中市中山路 6 號•電話：(04)2226-0330

GPN：1011000179 ISBN：：978-986-531-230-5 (平裝)

著作財產權人：中華民國 (代表機關：交通部運輸研究所)

本著作保留所有權利，欲利用本著作全部或部分內容者，須徵求交通部運輸研究所書面授權。

交通部運輸研究所自行研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：臺中港海氣象觀測及特性分析			
國際標準書號（或叢刊號） ISBN 978-986-531-230-5(平裝)	政府出版品統一編號 1011000179	運輸研究所出版品編號 110-013-7C35	計畫編號 MOTC-IOT-109-H2CA002a
主辦單位：港灣技術研究中心 主管：蔡立宏 計劃主持人：蘇青和 研究人員：林達遠、羅冠顯、陳子健、張維庭 聯絡電話：(04)2658-7200 傳真號碼：(04)2656-0661			研究期間 自 109 年 01 月 至 109 年 12 月
關鍵詞：離岸風電、海氣象觀測、可工作機率			
摘要： 本研究根據經濟部能源局 104 年 7 月 2 日所公佈之 36 處離岸風機潛力場址，擇定鄰近離岸風電區之臺中港海域，設置長期性海氣象觀測站，調查波浪、海流、風力及潮位等資料，分析本海域海氣象特性及現場可工作機率，相關資料可提供離岸風電區管理單位，做為船舶航行、風機維運及工程設計等參考應用，亦可提供政府機關、顧問公司及學術單位等產官學研各界作為規劃、設計與研究參考。 根據歷年風力觀測資料統計，本海域平均風速為 9.6 m/s（5 級風），風向以 N~E 象限比率最高，夏季平均風速 6.5 m/s，為四個季節中最低，風向以 S~W 象限比率最高，冬季平均風速 13.0 m/s（6 級風）為四季中最高，風向分佈以 N~E 象限為主；歷年有義波高 H_s 平均為 1.5m，波浪週期主要介於 6~8 秒間，波向以 N~E 象限比率最高，夏季波高平均 0.9m 為四季中最小，週期分佈以 6 秒以下比率最高，冬季波高平均 2.2m 為四季中最大，波高分佈以 2m 以上為主，波向以 N~E 象限為主；歷年海流平均流速為 37.8cm/s，流速分佈以 25~50cm/s 間比率最高，海流流向主要集中於 S~W 及 W~N 兩象限間，冬季平均流速最大，約 43.7cm/s(近 1 節)，春季平均流速 32.6cm/s 為四季中最小，春、夏兩季海流流向主要於 N~E 及 W~N 兩象限間週期性往復運動，秋、冬兩季，海流流向則集中於 S~W 及 W~N 兩象限間。 依據波高、風速及波高風速聯合可工作機率分析結果，本海域四季中以夏季可工作機率最高，春季次之，為較佳進場作業時機，冬季期間，因受東北季風影響，可工作機率为四季中最低之季節。			
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
110 年 2 月	191	400	凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價價購。
備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

**PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS
INSTITUTE OF TRANSPORTATION
MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS**

TITLE: Analysis of Meteorological Observations at Taichung Harbor			
ISBN (OR ISSN) 978-986-531-230-5 (pbk)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1011000179	IOT SERIAL NUMBER 110-013-7C35	PROJECT NUMBER MOIC-IOT- 109-H2CA002a
DIVISION: HARBOR & MARINE TECHNOLOGY CENTER DIVISION DIRECTOR: Li-Hung Tsai PROJECT ADVISOR: Ching-Ho Su PRINCIPAL INVESTIGATOR: Ta-Yuan Lin, Guan-Sian Luo PROJECT STAFF: Tzu-Chien Chen, Wei-Ting Chang PHONE: 04-26587200 FAX: 04-26564418			PROJECT PERIOD FROM January 2020 TO December 2020
KEY WORDS: offshore wind energy, meteorology monitoring, working probability			
<p>ABSTRACT:</p> <p>Based on the 36 potential offshore wind turbines sites announced by the Bureau of Energy of Ministry of Economic Affairs on July 2, 2015, this study selected Taichung Port waters near the offshore wind energy area, and established long-term meteorology monitoring stations to investigate data such as wind and tide levels. The data collected can provide offshore wind energy management units with references for ship navigation, wind turbine maintenance and engineering design, and other sectors of industry, government, academia. Through onsite analysis, the research also serves as a reference for planning, design, and research regarding the meteorological characteristics of sea area, and the distribution of possible working days.</p> <p>Wind observation statistics over the years shows that the average wind speed in this area is 9.6 m/s (Beaufort 5), with the highest ratio in the N-E quadrant. The average summer wind speed of 6.5 m/s is the lowest of the four seasons; the largest proportion of wind direction distribution for summer is S-W. The average winter wind speed of 13.0 m/s (Beaufort 6) is the highest of the four seasons; with the wind direction primarily in the N-E quadrant. The Hs is 1.5 m, with a wave period primarily 6 and 8 seconds, and the highest proportion of winds in the N-E quadrant over the years. The summer Hs of 0.9 m is the smallest of the four seasons, and the periodic distribution is the highest, at less than 6 seconds. The winter Hs of 2.2 m is the largest of the four seasons; the summer Hs distribution is primarily above 2 m. The dominant summer wave direction is N-E. The average summer current velocity over the years is 37.8 m/s, and the velocity distribution is the highest, from 25 to 50 cm/s. The current direction is primarily concentrated in the two quadrants of S-W and W-N. The winter average current velocity, at c. 43.7 m/s (nearly 1 knot), is the highest, while the average spring velocity of 32.6 m/s is the smallest of the four seasons. The current directions in the spring and summer periodically reciprocate from N-E to W-N. The current direction is concentrated in the S-W and W-N during autumn and winter.</p> <p>According to our analysis results of working probabilities for wave height and wind speed, the highest working probability for wave height and wind speed, the highest working probability is in summer, followed by the spring, which is the better time for entering the field. Due to the influence of northeast monsoon in this area, the working probability in winter is the lowest of the four seasons.</p>			
DATE OF PUBLICATION February 2021	NUMBER OF PAGES 191	PRICE 400	
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

臺中港海氣象觀測及特性分析

目錄

中文摘要	I
英文摘要	II
目錄	III
圖目錄	V
表目錄	IX
第一章 前言	1-1
1.1 研究緣起	1-1
1.2 研究項目	1-3
第二章 海氣象即時觀測系統概述	2-1
2.1 海氣象觀測系統建置	2-1
2.2 儀器維護與系統保養	2-15
2.3 觀測資料品管檢核	2-16
第三章 海氣象觀測資料特性分析	3-1
3.1 風力觀測資料分析	3-1
3.2 波浪觀測資料分析	3-15
3.3 海流觀測資料分析	3-34
第四章 離岸風電區鄰近海域可工作機率分析	4-1
4.1 文獻回顧	4-1
4.2 機率統計方式	4-3
4.3 波高可工作機率分析	4-5
4.4 風速可工作機率分析	4-14
4.5 波高及風速聯合可工作機率分析	4-23
第五章 結論與建議	5-1
5.1 結論	5-1
5.2 建議	5-3
5.3 成果效益及後續應用情形	5-4
參考文獻	參-1
附錄一 第 1 次工作會議	附 1-1
附錄二 第 2 次工作會議	附 2-1
附錄三 專家學者座談會議	附 3-1

附錄四 期末報告審查意見處理情形表.....	附 4-1
附錄五 期末報告簡報資料.....	附 5-1

圖目錄

圖 1.1.1 離岸風電海下工程技術研發計畫目標與內容	1-3
圖 1.2.1 我國離岸風電區推動現況	1-4
圖 2.1.1 離岸風電區海氣象觀測站儀器安裝位置示意圖	2-1
圖 2.1.2 離岸風電海域海氣象觀測系統架構圖	2-2
圖 2.1.3 底碇式觀測原理及 AWAC 觀測儀器示意圖	2-3
圖 2.1.4 AWAC 聲波訊號傳訊示意圖	2-4
圖 2.1.5 AWAC 波浪運動示意圖	2-5
圖 2.1.6 AWAC 音鼓量測波浪變化示意圖	2-6
圖 2.1.7 底碇式波流觀測系統資料傳輸原理示意圖	2-7
圖 2.1.8 底碇式水下波流觀測系統示意圖	2-8
圖 2.1.9 底碇式水下波流及海流觀測系統佈放圖	2-9
圖 2.1.10 KPSI 735 壓力式水位觀測儀示意圖	2-10
圖 2.1.11 潮位即時觀測站建置圖	2-11
圖 2.1.12 二維超音波式風速風向儀示意圖	2-12
圖 2.1.13 風速風向即時觀測站建置圖	2-13
圖 2.3.1 風力資料主要代表測站 T2 與次要檢核測站 T1 之風速歷線圖	2-20
圖 2.3.2 風力資料主要代表測站 T2 與次要檢核測站 T1 之風向歷線圖	2-21
圖 2.3.3 風力資料主要代表測站 T2 與次要檢核測站 T1 之風速相關圖	2-22
圖 2.3.4 風力資料主要代表測站 T2 與次要檢核測站 T1 之風向相關圖	2-23
圖 2.3.5 波浪資料主要代表測站 X 與次要檢核測站 V 之波高歷線圖	2-26
圖 2.3.6 波浪資料主要代表測站 X 與次要檢核測站 V 之週期歷線圖	2-27
圖 2.3.7 波浪資料主要代表測站 X 與次要檢核測站 V 之波向歷線圖	2-28
圖 2.3.8 波浪資料主要代表測站 X 與次要檢核測站 V 之波高相關圖	2-29
圖 2.3.9 波浪資料主要代表測站 X 與次要檢核測站 V 之週期相關圖	2-30
圖 2.3.10 波浪資料主要代表測站 X 與次要檢核測站 V 之波向相關圖	2-31
圖 2.3.11 潮汐資料主要代表測站 T 與次要檢核測站 S 之水位歷線圖	2-33
圖 2.3.12 潮汐資料主要代表測站 T 與次要檢核測站 S 之水位相關圖	2-34
圖 2.3.13 海流資料主要代表測站 X 與次要檢核測站 U 之流速歷線圖	2-36
圖 2.3.14 海流資料主要代表測站 X 與次要檢核測站 U 之流向歷線圖	2-37
圖 2.3.15 海流資料主要代表測站 X 與次要檢核測站 U 之流速相關圖	2-38
圖 2.3.16 海流資料主要代表測站 X 與次要檢核測站 U 之流向相關圖	2-38
圖 3.1.1 歷年四季及全觀測期風速機率分佈圖	3-4

圖 3.1.2 歷年四季及全觀測期風向（16 分位）機率分佈圖	3-4
圖 3.1.3 歷年 12 月臺中測站風玫瑰圖	3-10
圖 3.1.4 歷年 1 月臺中測站風玫瑰圖	3-10
圖 3.1.5 歷年 2 月臺中測站風玫瑰圖	3-10
圖 3.1.6 歷年冬季臺中測站風玫瑰圖	3-10
圖 3.1.7 歷年 3 月臺中測站風玫瑰圖	3-11
圖 3.1.8 歷年 4 月臺中測站風玫瑰圖	3-11
圖 3.1.9 歷年 5 月臺中測站風玫瑰圖	3-11
圖 3.1.10 歷年春季臺中測站風玫瑰圖	3-11
圖 3.1.11 歷年 6 月臺中測站風玫瑰圖	3-12
圖 3.1.12 歷年 7 月臺中測站風玫瑰圖	3-12
圖 3.1.13 歷年 8 月臺中測站風玫瑰圖	3-12
圖 3.1.14 歷年夏季臺中測站風玫瑰圖	3-12
圖 3.1.15 歷年 9 月臺中測站風玫瑰圖	3-13
圖 3.1.16 歷年 10 月臺中測站風玫瑰圖	3-13
圖 3.1.17 歷年 11 月臺中測站風玫瑰圖	3-13
圖 3.1.18 歷年秋季臺中測站風玫瑰圖	3-13
圖 3.1.19 2020 年整年臺中測站風玫瑰圖	3-14
圖 3.1.20 歷年臺中測站風玫瑰圖	3-14
圖 3.2.1 歷年四季及全觀測期波高機率分佈圖	3-18
圖 3.2.2 歷年四季及全觀測期波浪週期機率分佈圖	3-18
圖 3.2.3 歷年四季及全觀測期波向機率分佈圖	3-18
圖 3.2.4 歷年 12 月臺中測站波浪玫瑰圖	3-29
圖 3.2.5 歷年 1 月臺中測站波浪玫瑰圖	3-29
圖 3.2.6 歷年 2 月臺中測站波浪玫瑰圖	3-29
圖 3.2.7 歷年冬季臺中測站波浪玫瑰圖	3-29
圖 3.2.8 歷年 3 月臺中測站波浪玫瑰圖	3-30
圖 3.2.9 歷年 4 月臺中測站波浪玫瑰圖	3-30
圖 3.2.10 歷年 5 月臺中測站波浪玫瑰圖	3-30
圖 3.2.11 歷年春季臺中測站波浪玫瑰圖	3-30
圖 3.2.12 歷年 6 月臺中測站波浪玫瑰圖	3-31
圖 3.2.13 歷年 7 月臺中測站波浪玫瑰圖	3-31
圖 3.2.14 歷年 8 月臺中測站波浪玫瑰圖	3-31
圖 3.2.15 歷年夏季臺中測站波浪玫瑰圖	3-31

圖 3.2.16 歷年 9 月臺中測站波浪玫瑰圖	3-32
圖 3.2.17 歷年 10 月臺中測站波浪玫瑰圖	3-32
圖 3.2.18 歷年 11 月臺中測站波浪玫瑰圖	3-32
圖 3.2.19 歷年秋季臺中測站波浪玫瑰圖	3-32
圖 3.2.20 2020 年整年臺中測站波浪玫瑰圖	3-33
圖 3.2.21 歷年臺中測站波浪玫瑰圖	3-33
圖 3.3.1 歷年四季及全觀測期流速機率分佈圖	3-36
圖 3.3.2 歷年四季及全觀測期流向機率分佈圖	3-36
圖 3.2.3 歷年 12 月臺中測站海流玫瑰圖	3-42
圖 3.3.4 歷年 1 月臺中測站海流玫瑰圖	3-42
圖 3.3.5 歷年 2 月臺中測站海流玫瑰圖	3-42
圖 3.3.6 歷年冬季臺中測站海流玫瑰圖	3-42
圖 3.3.7 歷年 3 月臺中測站海流玫瑰圖	3-43
圖 3.3.8 歷年 4 月臺中測站海流玫瑰圖	3-43
圖 3.3.9 歷年 5 月臺中測站海流玫瑰圖	3-43
圖 3.3.10 歷年春季臺中測站海流玫瑰圖	3-43
圖 3.3.11 歷年 6 月臺中測站海流玫瑰圖	3-44
圖 3.3.12 歷年 7 月臺中測站海流玫瑰圖	3-44
圖 3.3.13 歷年 8 月臺中測站海流玫瑰圖	3-44
圖 3.3.14 歷年夏季臺中測站海流玫瑰圖	3-44
圖 3.3.15 歷年 9 月臺中測站海流玫瑰圖	3-45
圖 3.3.16 歷年 10 月臺中測站海流玫瑰圖	3-45
圖 3.3.17 歷年 11 月臺中測站海流玫瑰圖	3-45
圖 3.3.18 歷年秋季臺中測站海流玫瑰圖	3-45
圖 3.3.19 2020 年整年臺中測站海流玫瑰圖	3-46
圖 3.3.20 歷年臺中測站海流玫瑰圖	3-46
圖 4.3.1 波高 0.5 m 可工作機率分佈圖	4-11
圖 4.3.2 波高 0.6 m 可工作機率分佈圖	4-12
圖 4.3.3 波高 0.8 m 可工作機率分佈圖	4-12
圖 4.3.4 波高 1.0 m 可工作機率分佈圖	4-13
圖 4.3.5 波高 1.5 m 可工作機率分佈圖	4-13
圖 4.3.6 不同波高條件分季可工作機率分佈圖	4-14
圖 4.4.1 風速 5.4 m/s 可工作機率分佈圖	4-20
圖 4.4.2 風速 7.9 m/s 可工作機率分佈圖	4-20

圖 4.4.3 風速 10.7 m/s 可工作機率分佈圖	4-21
圖 4.4.4 風速 12.0 m/s 可工作機率分佈圖	4-21
圖 4.4.5 風速 13.8 m/s 可工作機率分佈圖	4-22
圖 4.4.6 不同風速條件分季可工作機率分佈圖	4-22

表目錄

表 1.1.1 各類推廣目標裝置容量 (MW)	1-1
表 1.1.2 各類推廣目標年發電量 (億度).....	1-2
表 2.1.1 不同型號波流儀 AWAC 特性比較表	2-3
表 2.1.2 離岸風電區海氣象觀測儀器規格與觀測設定	2-14
表 2.3.1 本報告所選定測站說明	2-17
表 2.3.2 歷年逐月海氣象觀測資料有效記錄統計時數表	2-17
表 2.3.3 本(109)年逐月海氣象觀測資料有效記錄統計時數表	2-18
表 2.3.4 風力資料主要代表測站 T2 與次要檢核測站 T1 之相關係數表	2-19
表 2.3.5 波浪資料主要代表測站 X 與次要檢核測站 V 之相關係數表	2-25
表 2.3.6 潮汐資料主要代表測站 T 與次要檢核測站 S 之相關係數表	2-32
表 2.3.7 海流資料主要代表測站 X 與次要檢核測站 U 之相關係數表	2-35
表 3.1.1 歷年四季及全觀測期風速風向機率分佈統計表	3-3
表 3.1.2 歷年風速風向聯合機率分佈統計表(2005-2020)	3-5
表 3.1.3 歷年春季風速風向聯合機率分佈統計表(2005-2020)	3-6
表 3.1.4 歷年夏季風速風向聯合機率分佈統計表(2005-2020)	3-7
表 3.1.5 歷年秋季風速風向聯合機率分佈統計表(2005-2020)	3-8
表 3.1.6 歷年冬季風速風向聯合機率分佈統計表(2005-2020)	3-9
表 3.2.1 歷年四季及全觀測期波高、週期及波向機率分佈統計表	3-17
表 3.2.2 歷年波高週期聯合機率分佈統計表(2004-2020)	3-19
表 3.2.3 歷年春季波高週期聯合機率分佈統計表(2004-2020)	3-20
表 3.2.4 歷年夏季波高週期聯合機率分佈統計表(2004-2020)	3-21
表 3.2.5 歷年秋季波高週期聯合機率分佈統計表(2004-2020)	3-22
表 3.2.6 歷年冬季波高週期聯合機率分佈統計表(2004-2020)	3-23
表 3.2.7 歷年波高波向聯合機率分佈統計表(2004-2020)	3-24
表 3.2.8 歷年春季波高波向聯合機率分佈統計表(2004-2020)	3-25
表 3.2.9 歷年夏季波高波向聯合機率分佈統計表(2004-2020)	3-26
表 3.2.10 歷年秋季波高波向聯合機率分佈統計表(2004-2020)	3-27
表 3.2.11 歷年冬季波高波向聯合機率分佈統計表(2004-2020)	3-28
表 3.3.1 歷年四季及全觀測期流速流向機率分佈統計表	3-35
表 3.3.2 歷年流速流向聯合機率分佈統計表(2004-2020)	3-37

表 3.3.3 歷年春季流速流向聯合機率分佈統計表(2004-2020)	3-38
表 3.3.4 歷年夏季流速流向聯合機率分佈統計表(2004-2020)	3-39
表 3.3.5 歷年秋季流速流向聯合機率分佈統計表(2004-2020)	3-40
表 3.3.6 歷年冬季流速流向聯合機率分佈統計表(2004-2020)	3-41
表 4.2.1 波浪及風力觀測資料篩選表	4-3
表 4.2.2 蒲福風級表.....	4-4
表 4.3.1 波高 0.5 m 可工作機率統計表	4-8
表 4.3.2 波高 0.6 m 可工作機率統計表	4-8
表 4.3.3 波高 0.8 m 可工作機率統計表	4-9
表 4.3.4 波高 1.0 m 可工作機率統計表	4-9
表 4.3.5 波高 1.5 m 可工作機率統計表	4-10
表 4.3.6 不同波高條件分季可工作機率統計表	4-10
表 4.4.1 風速 5.4 m/s 可工作機率統計表.....	4-16
表 4.4.2 風速 7.9 m/s 可工作機率統計表.....	4-17
表 4.4.3 風速 10.7 m/s 可工作機率統計表.....	4-17
表 4.4.4 風速 12.0 m/s 可工作機率統計表.....	4-18
表 4.4.5 風速 13.8 m/s 可工作機率統計表.....	4-18
表 4.4.6 不同風速條件分季可工作機率統計表	4-19
表 4.5.1 波高 0.5 m、風速 5.4m/s 可工作機率統計表	4-28
表 4.5.2 波高 0.5 m、風速 7.9m/s 可工作機率統計表	4-28
表 4.5.3 波高 0.5 m、風速 10.7m/s 可工作機率統計表	4-29
表 4.5.4 波高 0.5 m、風速 12m/s 可工作機率統計表	4-29
表 4.5.5 波高 0.5 m、風速 13.8m/s 可工作機率統計表	4-30
表 4.5.6 波高 0.6 m、風速 5.4m/s 可工作機率統計表	4-30
表 4.5.7 波高 0.6 m、風速 7.9m/s 可工作機率統計表	4-31
表 4.5.8 波高 0.6 m、風速 10.7m/s 可工作機率統計表	4-31
表 4.5.9 波高 0.6 m、風速 12m/s 可工作機率統計表	4-32
表 4.5.10 波高 0.6 m、風速 13.8m/s 可工作機率統計表	4-32
表 4.5.11 波高 0.8 m、風速 5.4m/s 可工作機率統計表.....	4-33
表 4.5.12 波高 0.8 m、風速 7.9m/s 可工作機率統計表	4-33
表 4.5.13 波高 0.8 m、風速 10.7m/s 可工作機率統計表	4-34
表 4.5.14 波高 0.8 m、風速 12m/s 可工作機率統計表	4-34
表 4.5.15 波高 0.8 m、風速 13.8m/s 可工作機率統計表	4-35
表 4.5.16 波高 1.0 m、風速 5.4m/s 可工作機率統計表	4-35

表 4.5.17	波高 1.0 m、風速 7.9m/s 可工作機率統計表	4-36
表 4.5.18	波高 1.0 m、風速 10.7m/s 可工作機率統計表	4-36
表 4.5.19	波高 1.0 m、風速 12m/s 可工作機率統計表	4-37
表 4.5.20	波高 1.0 m、風速 13.8m/s 可工作機率統計表	4-37
表 4.5.21	波高 1.5 m、風速 5.4m/s 可工作機率統計表	4-38
表 4.5.22	波高 1.5 m、風速 7.9m/s 可工作機率統計表	4-38
表 4.5.23	波高 1.5 m、風速 10.7m/s 可工作機率統計表	4-39
表 4.5.24	波高 1.5 m、風速 12m/s 可工作機率統計表	4-39
表 4.5.25	波高 1.5 m、風速 13.8m/s 可工作機率統計表	4-40

第一章 前言

1.1 研究緣起

自「京都議定書」於 2005 年生效後，國際因應氣候變遷對二氧化碳減量承諾形成共識，其中，風力發電對二氧化碳減量具有顯著貢獻。歐洲國家雖曾設法在陸上擴大風力機組裝置容量，但適當的陸上風場愈來愈少，且民眾對風力機組的噪音、陰影閃爍及視野障礙感到不滿，因此，設立於海上的離岸式風力發電已成為未來發展重點。我國亦積極配合規劃溫室氣體減量目標與減量策略，面對全球溫室氣體減量趨勢與國家非核家園共識，政府規劃新能源政策目標於 114 年提升再生能源發電比例至 20 %，期能在兼顧能源安全、環境永續及綠色經濟發展均衡下，建構安全穩定、效率及潔淨能源供需體系，創造永續價值，邁向 2025 年非核家園願景。經濟部規劃各類再生能源推廣目標裝置容量及發電量，其中風力發電長期目標為 114 年達成 4.2 GW，陸域風電 1.2 GW，離岸風電為 3 GW，如表 1.1.1~表 1.1.2 所示。

表 1.1.1 各類推廣目標裝置容量 (MW)

能源別	104 年	109 年	114 年
太陽光電	842	6,500	20,000
陸域風電	647	814	1,200
離岸風電	0	520	3,000
地熱能	0	150	200
生質能	741	768	813
水力	2,089	2,100	2,150
燃料電池	0	22.5	60
合計	4,319	10,875	27,423

資料來源：經濟部能源局

表 1.1.2 各類推廣目標年發電量 (億度)

能源別	104 年	109 年	114 年
太陽光電	9	81	250
陸域風電	15	19	29
離岸風電	0	19	111
地熱能	0	10	13
生質能	36	56	59
水力	45	47	48
燃料電池	0	2	5
合計	105	234	515

資料來源：經濟部能源局

本研究之上位綱要計畫為本所提報之「離岸風電海下工程技術研發計畫」，共分為 5 個研究主題，分別為(1)離岸風電海氣象觀測 (2)離岸風電場鄰近海岸漂沙機制探討 (3)離岸風電水下技術研發 (4)離岸風電建置與航安技術發展 (5)離岸風電鄰近海域波流及海岸變遷數值分析，本報告係為前述**離岸風電海氣象觀測**主題所衍生之研究案。

「離岸風電海下工程技術研發計畫」計畫由 106 年起至 109 年共分為 4 期，本 (109) 年度為第 4 期計畫，計畫目標與內容如圖 1.1.1 所示。

「離岸風電海下工程技術研發計畫」共分為短、中及長期等 3 大目標，以逐步達成離岸風電設置之航行安全、環境保育及港埠發展等成效。短期目標係於臺灣海域適當地點進行海氣象觀測調查，並收集分析相關資料，逐步建置完整的風波潮流、海床地形、海床地質以及船舶動態等資料庫，成立航安中心整合現場觀測資料與船舶動態資料，建立船舶航行緊急應變機制，提供海象預報與航安預警之應用，並結合產官學力量規劃與籌建專業海事工程人員訓練，培訓足夠的專業海事工程人員，以因應風電產業龐大的人力需求。

中期目標係探討離岸風機結構物與漂沙之互制作用以及對環境保育之影響，評估離岸風電對鄰近港域影響並提出因應對策，並研擬離岸風電規劃、施工與維護管理之建議，以達到結構體保護、人員施

工與船舶航行安全之效果；長期目標為藉由航安中心整合各細部計畫資訊，以提升航運效率與航行安全，並透過將相關水下工程研發技術移交港務公司及風電相關產業以增加其營運績效、提升本土工程技術、工程作業安全以及延長服役時間，並妥善利用港埠空間，創造風電產業帶動港區營運效能發揮最大價值。

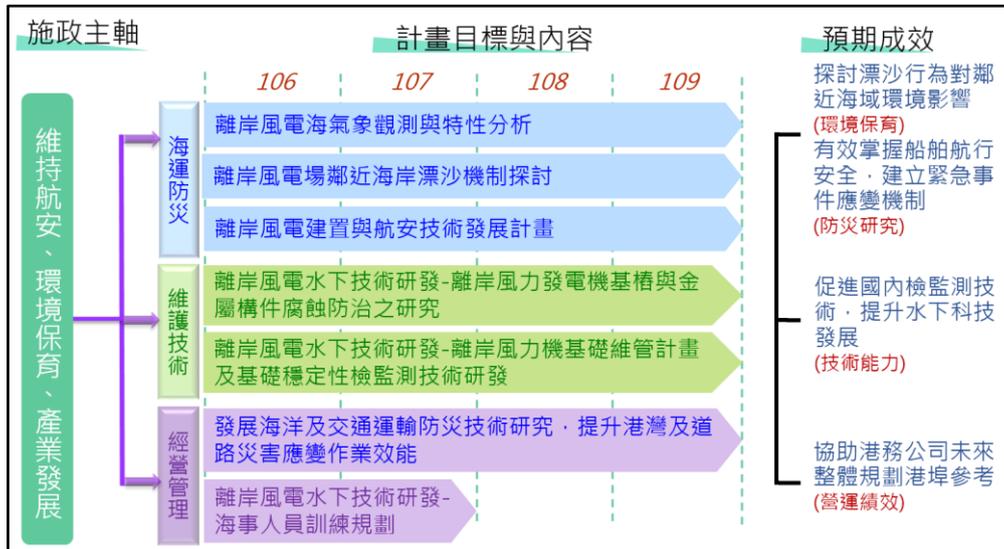


圖 1.1.1 離岸風電海下工程技術研發計畫目標與內容

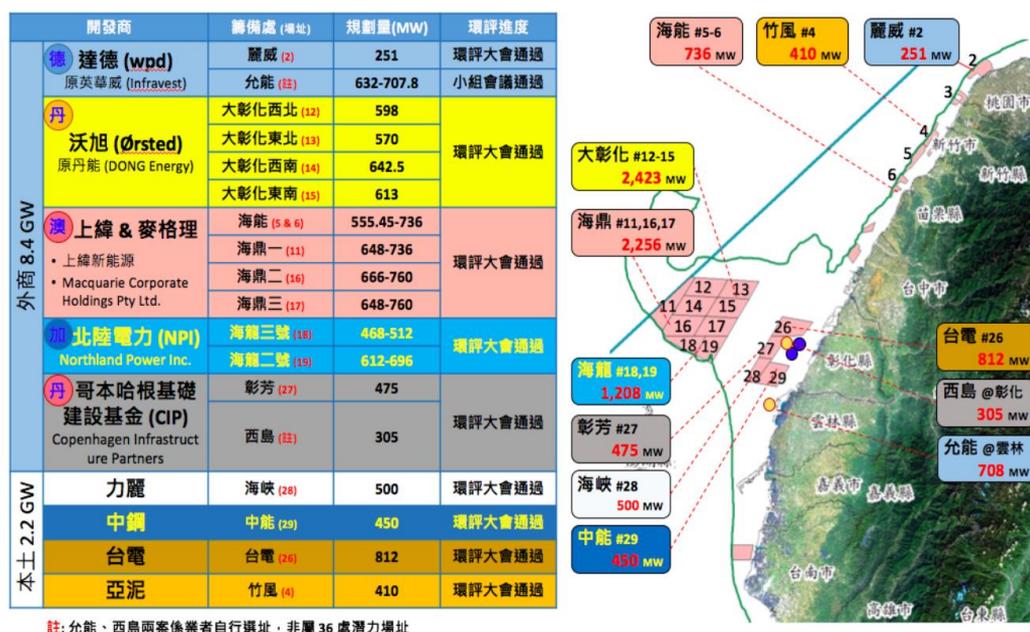
1.2 研究項目

國內目前離岸風電尚處於建置階段，國外的施工設計規範及相關技術並不能完全套用，因風機群設置於海中，改變原有水理機制，波浪、水流、漂沙及地形的變化，將影響風機結構與航行安全，且國內離岸風電必須面對臺灣海峽複雜惡劣的海氣象環境，對海上施工安全及風力機組主體結構造成影響，故有必要進行環境保育相關之海域環境監測與分析並建立本土化的施工與海下技術以及維管計畫。

由於現階段對風力機場址的海氣象特徵掌握有限，增加了海上施工與維護補給船隻的航行風險，加上未來在離岸風電建置與維運時，所帶來許多施工與補給維護船隻，使海上交通流量增加，且原有航行船隻亦需改變航路，故極需於離岸風電區設置一套完整風力、波浪、海流及潮位等海氣象監測系統，輔以船舶動態資訊，提供主管單位執行航行船舶監督與管理等作業，以提升離岸風電區船舶航行之安全。

離岸風機群為佔據面積頗大之海中結構物，置放在原已達動態平衡或已平衡狀態之海域中，勢必造成局部或區域性海氣地象改變，波流場之變化亦會改變漂沙運動行為，進而發生地形變遷，鄰近港區與航道將受影響，而結構物穩定亦將受影響。本研究係依據經濟部能源局所公佈之離岸風機潛力場址（如圖 1.2.1 所示），擇定鄰近離岸風電區之臺中港海域，設置長期性海氣象觀測站，調查本海域之波浪、海流、風力及潮位等資料，建置本海域海氣象資料庫，透過統計原理，分析本海域海氣象特性，作為離岸風電場鄰近海域海氣象數值模式驗證建置使用，相關資料可提供離岸風場鄰近海域作業或進出船舶參考應用。

本研究報告共分為五章，第一章為前言，說明本研究緣起、目的與研究範圍等；第二章為海氣象即時觀測系統概述，內容包括海氣象觀測系統建置、觀測儀器簡介、觀測系統維護保養及觀測資料品質管檢核等；第三章為海氣象觀測資料特性分析，主要針對本研究波浪、海流及風速風向等海氣象觀測資料執行統計分析；第四章為離岸風電區鄰近海域可工作機率分析，針對本研究所蒐集歷年波浪、風觀測資料，分析探討現場作業可施作機率；第五章為結論與建議，內容包括研究結論、建議、成果效益及後續應用等。



資料來源：經濟部能源局

圖 1.2.1 我國離岸風電區推動現況

第二章 海氣象即時觀測系統概述

2.1 海氣象觀測系統建置

海洋調查研究，需要龐大的經費及人力，因此首先應整體規劃調查工作，避免調查機構及調查項目之重複，以提高效率，再則須引進先進的調查量測技術與設備、儀器，才能較快而有效地獲得充分的資料。同時，由於調查所得之各項資料均甚寶貴，因此須依取得目的及方便使用之形式加以分析整理。

本研究為瞭解離岸風電區海氣象特性，於臺中港鄰近海域分別設置波浪（2 站）、海流（2 站）、潮位（2 站）及風力（6 站）等海氣象觀測站，如圖 2.1.1~圖 2.1.2 所示。所有測站皆採太陽能供電，控制箱內置資料記錄器、無線傳輸設備及電源控制等模組，透過無線傳輸設備將各測站觀測資料即時回傳至本所港研中心海氣象資料庫，茲將各觀測站所採用觀測儀器等相關內容描述如後：



圖 2.1.1 離岸風電區海氣象觀測站儀器安裝位置示意圖

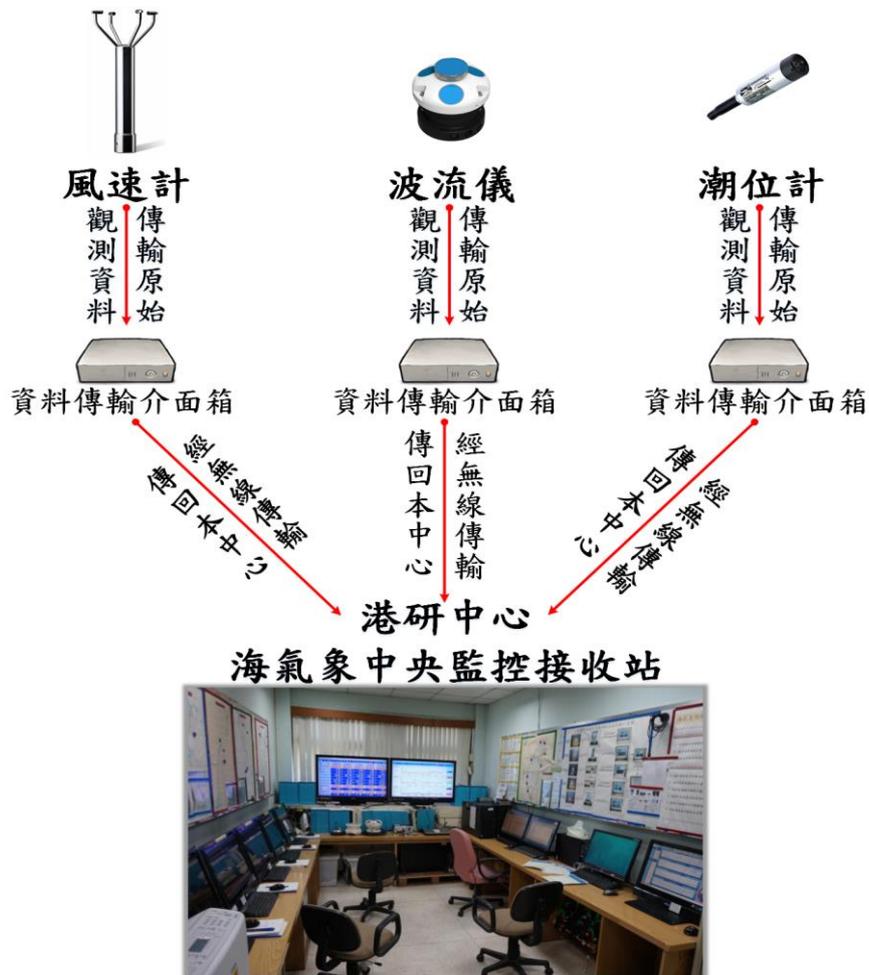
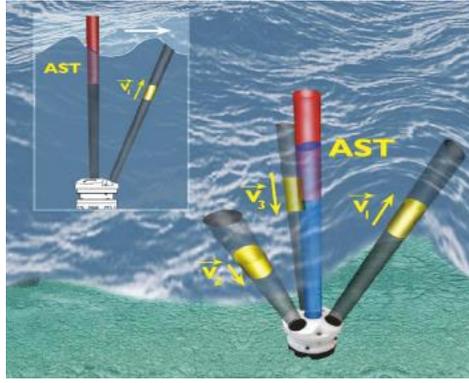


圖 2.1.2 離岸風電海域海氣象觀測系統架構圖

1. 波浪與海流觀測儀

考量觀測海域特性，本所於波浪及海流觀測係採底碇式觀測，觀測儀器採用挪威奧斯陸 Nortek 總公司所生產超音波式表面波高波向與剖面海流儀 AWAC (Acoustic Wave and Current profiler)，依據音鼓發送頻率 (Transmit Frequency) 不同共分為 1MHz、600kHz 及 400kHz 三種，其原理係透過儀器上方音鼓量測設置地點波流及海流運動情形 (如圖 2.1.3 所示)，使用者可依據不同觀測環境 (如水深) 及使用需求，選擇適當儀器執行觀測作業，茲將前述三款型號儀器相關量測特性整理如表 2.1.1。



(a) 超音波量測原理



(b) 1MHz AWAC



(c) 600kHz AWAC



(d) 400kHz AWAC

資料來源：Nortek AS

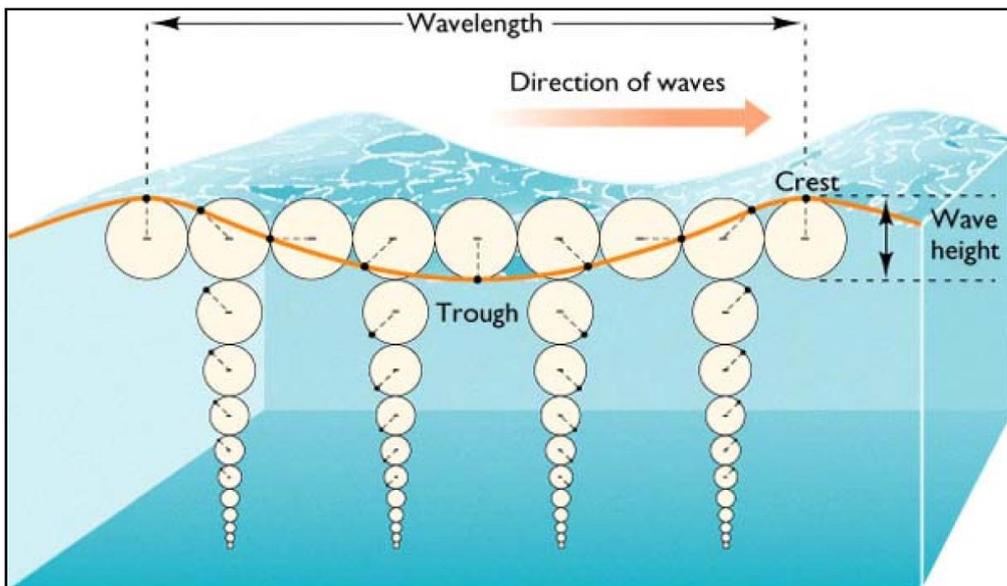
圖 2.1.3 底碇式觀測原理及 AWAC 觀測儀器示意圖

表 2.1.1 不同型號波流儀 AWAC 特性比較表

特性 \ 型號	1MHz	600kHz	400kHz
波浪最大量測範圍 (底床至水面距離)	35 公尺	60 公尺	100 公尺
海流最大量測範圍 (底床至水面距離)	25 公尺	50 公尺	90 公尺
量測功能	自記/即時	自記/即時	自記/即時
取樣率	1Hz、2Hz	1Hz	0.75Hz
樣本數	512、1024、1200、 2048、2400	512、1024、1200、 2048、2400	512、1024、1200、 2048、2400

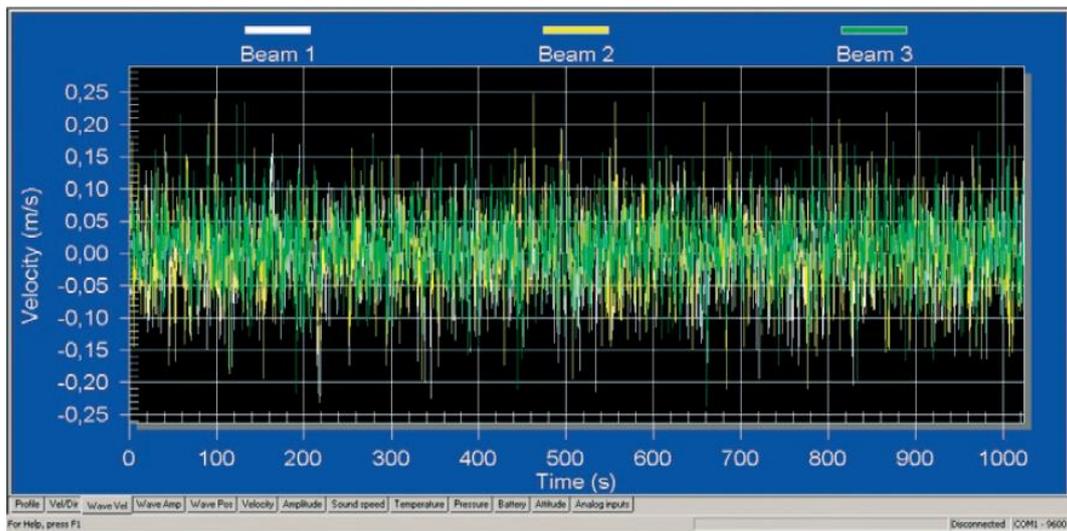
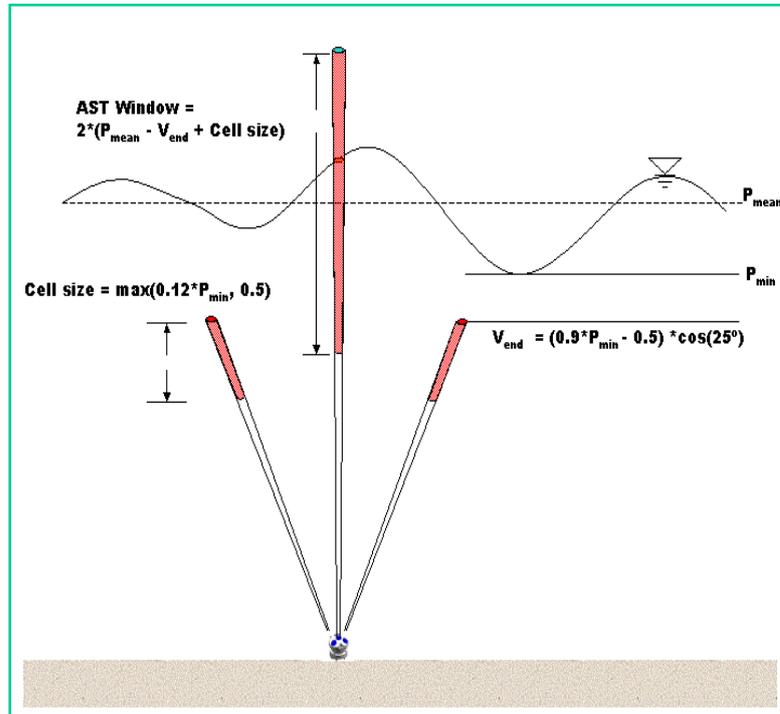
AWAC 於波高量測共可分為(1)PUV 模式(2)波速量測模式(3)直接量測水面波高變化等 3 種模式，茲說明如下：

- (1) PUV 模式：根據壓力計 (P) 及 U、V 向量流速量測波高，可應用於長週期波量測，但量測深度因壓力變化隨深度衰減而有所限制，如圖 2.1.4 所示。
- (2) 波速量測模式：根據波浪上下運動所形成之波速來計算波高變化，如圖 2.1.5 所示。
- (3) 直接量測水面波高變化：以儀器本身之音鼓測量由波浪所形成之水面位移變化，可應用於短週期波量測，如圖 2.1.6 所示。



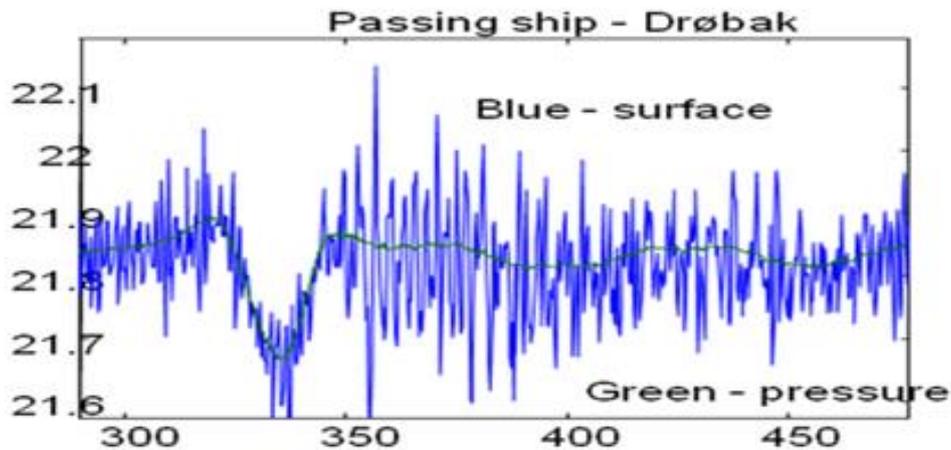
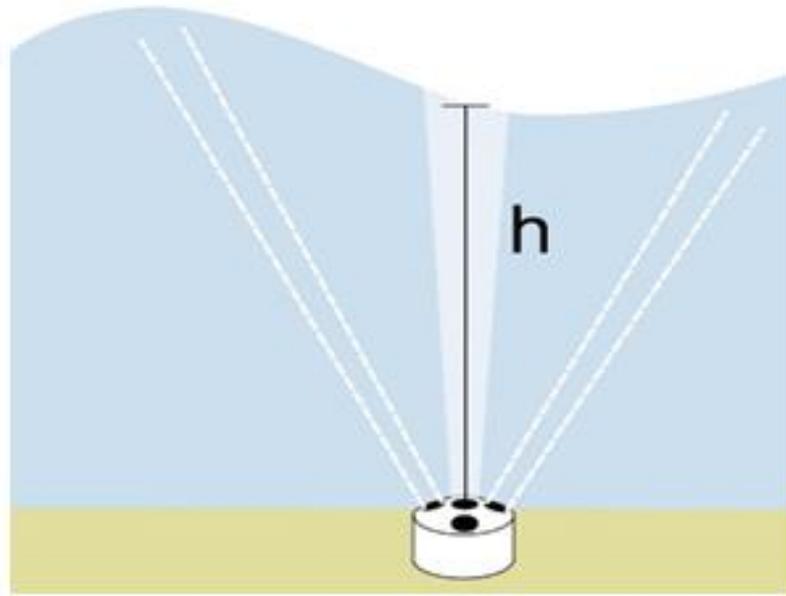
資料來源：Nortek AS

圖 2.1.4 AWAC 聲波訊號傳訊示意圖



資料來源：Nortek AS

圖 2.1.5 AWAC 波浪運動示意圖



資料來源：Nortek AS

圖 2.1.6 AWAC 音鼓量測波浪變化示意圖

本海域觀測站分別位於(1)臺中港北防波堤堤頭外約 800 公尺處，觀測水深約 30 公尺及(2)臺中港北側外海(N 24° 19' 19.31", E120° 29' 41.80")處，觀測水深約 25 公尺，經評估係採用 600kHz 型號執行本處波流觀測作業，波浪的取樣頻率為 1Hz，每小時取樣 2048 筆資料，量測取得之資料再作整合而得到波高(H_s 、 H_{max} 、 $H_{1/10}$)，波向(主波向及次波向)，週期(T_p 、 T_{mean})等資料；

剖面海流量測間距設定為 1 公尺，於每小時第 0 分鐘至 10 分鐘連續量測 600 秒，再將總和平均代表其每一間距層之海流剖面流速及流向等資料。前述波流觀測資料將暫存於儀器記憶體內，於每小時第 44 分鐘經由海底電纜將資料傳送至岸上接收站，透過無線傳輸設備將資料即時回傳至港研中心海氣象資料庫中儲存，如圖 2.1.7~圖 2.1.9 所示。

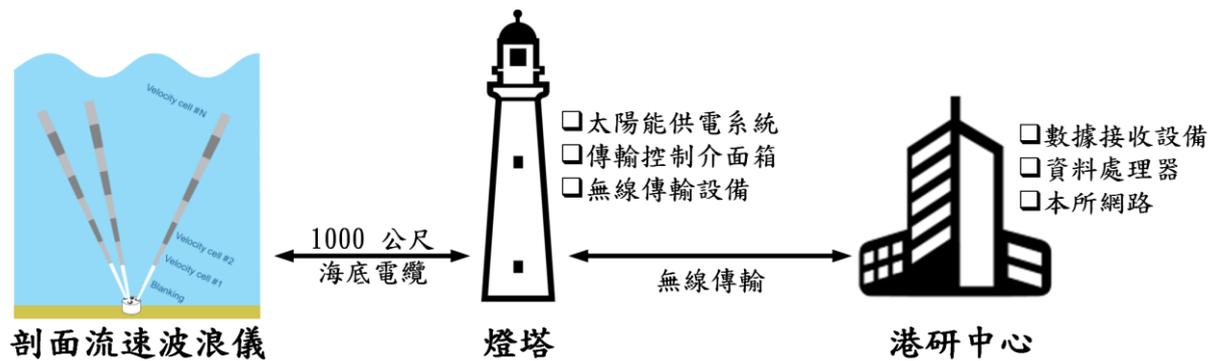


圖 2.1.7 底碇式波流觀測系統資料傳輸原理示意圖

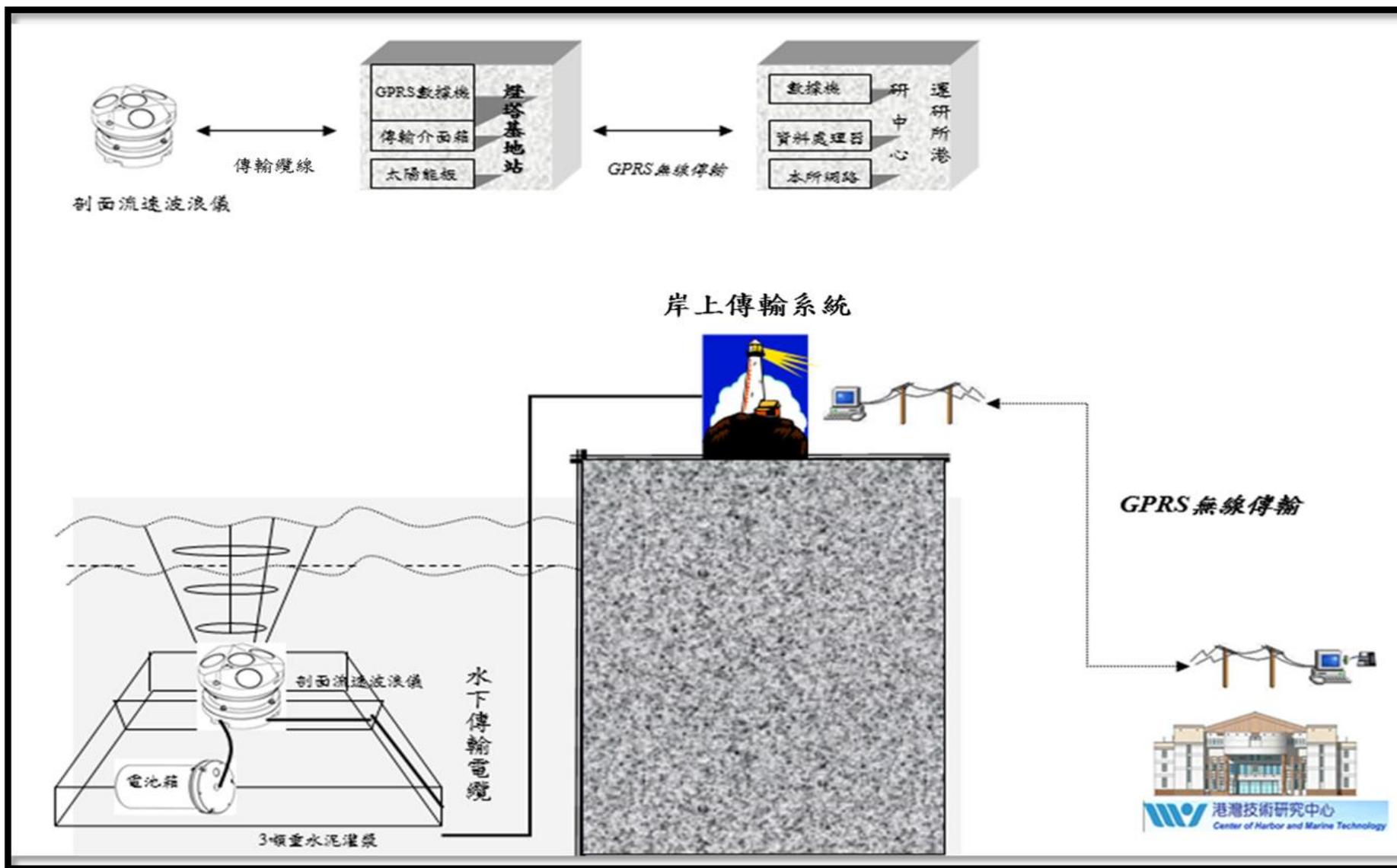


圖2.1.8 底碇式水下波流觀測系統示意圖



(a)



(b)



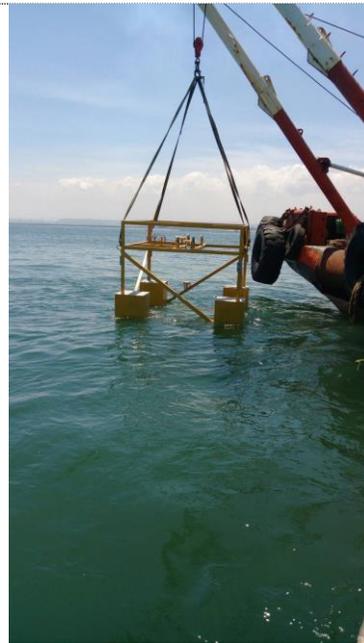
(c)



(d)



(e)



(f)

圖 2.1.9 底碇式水下波流及海流觀測系統佈放圖

2. 潮位觀測儀

潮位觀測可分為接觸式（如超音波式水位觀測儀）及非接觸式（如壓力式水位觀測儀）觀測，兩者於觀測原理及設置方式等均有差異，使用者可依據觀測需求選用設置。本所潮位觀測站係採壓力式觀測，儀器採用美國 TE 公司所生產之 KPSI 735 壓力式水位觀測儀，觀測站分別設置於臺中港港區內 4 號及 15 號碼頭處，潮位資料輸出頻率為 1 分鐘，透過無線傳輸系統，將水位資料即時回傳至港研中心海氣象資料庫，如圖 2.1.10~圖 2.1.11 所示。



圖片來源：TE Connectivity

圖 2.1.10 KPSI 735 壓力式水位觀測儀示意圖



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

圖 2.1.11 潮位即時觀測站建置圖

3. 風力觀測儀

本所於臺中港海域分別採用 GILL 公司所生產之 WindObserver（北堤綠燈塔、防風林）與日本 SONIC 公司所生產之 SA-20（旅客服務中心、31 號碼頭、北防沙堤、港研中心）二維超音波式風速風向儀執行本海域風觀測作業，如圖 2.1.12~圖 2.1.13 所示，有關各風力觀測站設置高程分別為：

- (1) 北堤綠燈塔觀測站，設置高度約 15 公尺。
- (2) 防風林觀測站，設置高度約 15 公尺。
- (3) 旅客服務中心觀測站，設置高度約 20 公尺。
- (4) 31 號碼頭觀測站，設置高度約 8 公尺。
- (5) 北防沙堤觀測站，設置高度約 8 公尺。
- (6) 港研中心觀測站，設置高度約 20 公尺。

風力觀測資料輸出頻率設定為 10 分鐘，持續觀測本海域 10 分鐘內平均風速、平均風向、最大陣風及最大陣風時風向等數值，期間相關資料係透過觀測站內無線傳輸系統，將所測得風力資料即時回傳至港研中心海氣象資料庫儲存。



(a) GILL WindObserver

圖片來源：Gill Instruments



(b) SONIC SA-20

圖片來源：SONIC Coproration

圖 2.1.12 二維超音波式風速風向儀示意圖

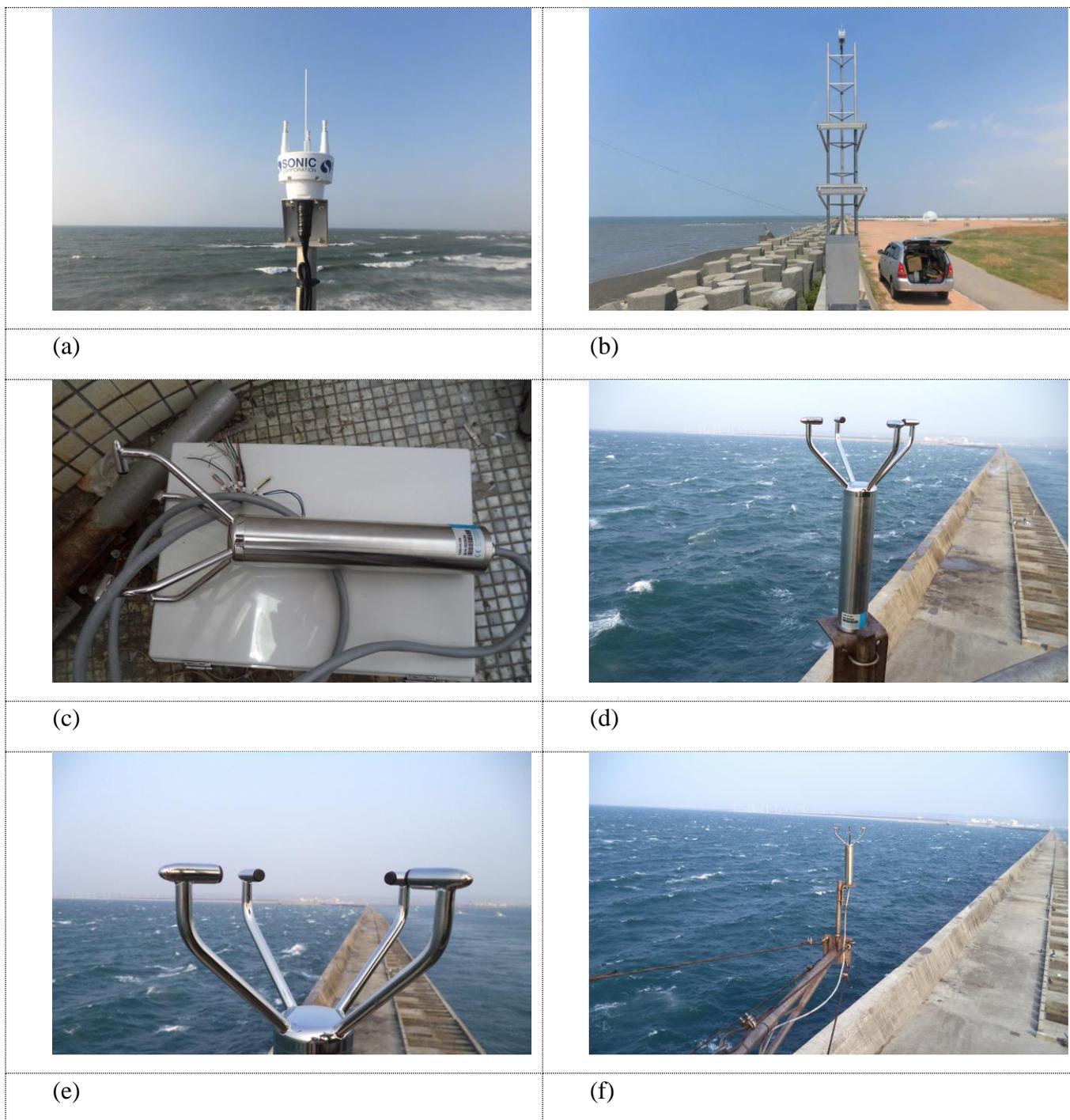


圖 2.1.13 風速風向即時觀測站建置圖

海氣象觀測資料為從事港灣工程、船舶航運及環境評估等作業重要參考依據，觀測儀器選擇及取樣功能設定亦為影響量測結果重要因子，茲將前述本所於離岸風電海域所採用波浪、海流、潮位及風速風向等海氣象觀測儀儀器規格及設定等相關內容整理如表 2.1.2。

表 2.1.2 離岸風電區海氣象觀測儀器規格與觀測設定

儀器	規格	輸出頻率
<p>NORTEK 公司 超音波式表面波高 波向與剖面海流儀 600 kHz AWAC</p>	<p>海流 量測深度：50 m 觀測剖面數：最大 128 層 量測範圍：±10 m/s 精度：測量值的 1%±0.5 cm/s</p> <p>波浪 量測深度：60 m 量測範圍：±15 m 精度(Hs)：<1%測量值/1cm 精度(Dir)：2°/0.1°</p>	<p>1 小時輸出 1 筆</p>
<p>GILL 公司 二維超音波式風速 風向儀 WindObserver</p>	<p>風速 量測範圍：0 ~ 75 m/s 精度：2% 解析度：0.01 m/s</p> <p>風向 量測範圍：0 ~ 360° 精度：±2° 解析度：1°</p>	<p>10 分鐘輸出 1 筆</p>
<p>SONIC 公司 二維超音波式風速 風向儀 SA-20</p>	<p>風速 量測範圍：0 ~ 90 m/s 精度：3% 解析度：0.01 m/s</p> <p>風向 量測範圍：0 ~ 360° 精度：±3° 解析度：0.1°</p>	<p>10 分鐘輸出 1 筆</p>
<p>TE 公司 壓力式潮位儀 KPSI 735</p>	<p>量測範圍：0 ~ 20 m (H₂O) 精度：±0.05%FS</p>	<p>1 分鐘輸出 1 筆</p>

2.2 儀器維護與系統保養

理想港灣環境資料需保持長期且連續不中斷觀測，然而觀測設備常因人為或天然因素，致儀器壞損使觀測資料中斷，且觀測儀器及現場資料處理設備均含電子元件物品，設備受潮勢必將影響資料觀測、儲存及傳送，故長期現場海氣象觀測資料，需經常性進行儀器設備維護及保養，以維持系統妥善率。

各觀測站現場量測資料經由本所開發之無線傳輸系統，將現場海氣象觀測資料即時回傳至本所，並匯入離岸風電海氣象資料庫中儲存，舉凡水下作業、岸上儀器維護及電力供應穩定性，均為主要保養任務，茲將觀測期間，各海氣象觀測儀器維護工作內容分別記述如下：

1. 實施波浪及剖面海流觀測站檢修、觀測儀器箱清潔保養與維護，並檢視潮間帶海底電纜固定狀況。
2. 潛水人員水中進行水下端海底電纜線及觀測儀器維護作業，檢視儀器、清潔電池設備及檢查電纜連接頭狀況。
3. 檢測各風速風向觀測站運行狀況，針對太陽能板及電力系統實施維護及保養。
4. 針對潮位觀測站，派遣潛水員執行靜水井清潔，避免進水孔堵塞，並對岸上儀器控制箱實施電力檢測，以維持供電效能。
5. 其它臨時突發狀況(如颱風或人為破壞)之故障檢修。

2.3 觀測資料品質檢核

為提供長期且正確之海氣象資料，除觀測儀器需正常運作外，仍需進行觀測資料品質檢核，若觀測資料有過多的異常值或不連續值，將導致資料分析的偏差或錯誤，進而造成應用單位上的使用不便或決策失誤等，茲對觀測資料進行品質檢核有其必要性。本節將說明本(109)年度所觀測之風力、波浪、潮汐及海流等資料之蒐集率，並利用交通部中央氣象局鄰近測站或本所設置測站間進行相關性分析，以確認觀測資料之合理性及正確性。

2.3.1 觀測資料蒐集率

本報告首先針對風力、波浪、潮汐及海流等觀測測站，選定本所設置之測站為主要代表測站，並選擇鄰近周邊測站作為次要檢核測站，各測站說明如表 2.3.1，其中風力選定 T2 作為主要代表測站及 T1 作為次要檢核測站，波浪選定 X 作為主要代表測站及 V 作為次要檢核測站，潮汐選定 T 作為主要代表測站及 S 作為次要檢核測站，海流選定 X 作為主要代表測站及 U 作為次要檢核測站。各項觀測資料主要代表測站之歷年逐月觀測資料有效記錄統計時數如表 2.3.2，為檢核本(109)年度觀測資料之合理性及正確性，故單獨列出本(109)年度逐月觀測資料有效記錄統計時數，如表 2.3.3 所示，本報告年度觀測資料係涵蓋自上一年度 9 月起至當年度 8 月，統計分析之現場記錄共 12 個月份。由表 2.3.3 可知，本報告本(109)年度觀測資料除風力觀測資料 7 月及 8 月因觀測儀器故障導致蒐集率偏低外，其餘觀測資料月平均蒐集率達 90% 以上。

表 2.3.1 本報告所選定測站說明

測站代號	測站位置	觀測期間	所屬單位
T2	臺中港北堤綠燈塔	2005/09-2020/08(觀測中)	本所港研中心
T1	臺中港北防風林	2001/07-2020/08(觀測中)	本所港研中心
X	臺中港北堤外海	2004/06-2020/08(觀測中)	本所港研中心
V	臺中烏溪出海口	2019/08-2020/08(觀測中)	交通部中央氣象局
T	臺中港 4 號碼頭	2003/06-2020/08(觀測中)	本所港研中心
S	臺中港 15 號碼頭	2019/09-2020/08(觀測中)	本所港研中心
U	臺中港外海	2020/03-2020/08	本所港研中心

表 2.3.2 歷年逐月海氣象觀測資料有效記錄統計時數表

月份	風力 2005~2020 (蒐集率%)	波浪 2004~2020 (蒐集率%)	潮汐 2003~2020 (蒐集率%)	海流 2004~2020 (蒐集率%)
1	10,334 (99.21)	9,390 (90.14)	11,867 (99.69)	9,390 (90.14)
2	9,113 (95.89)	7,978 (90.30)	10,819 (99.73)	7,978 (90.30)
3	9,999 (96.00)	7,497 (77.33)	11,148 (93.65)	7,497 (77.33)
4	8,906 (95.15)	8,101 (86.53)	11,366 (98.66)	8,101 (86.53)
5	9,324 (96.40)	8,878 (97.77)	11,250 (99.97)	8,878 (97.77)
6	9,284 (99.07)	10,201 (93.83)	11,539 (94.27)	10,201 (93.83)
7	10,204 (91.43)	11,808 (93.29)	12,328 (97.47)	11,808 (93.29)
8	9,459 (90.81)	11,490 (90.62)	11,893 (94.03)	11,490 (90.62)
9	9,834 (97.56)	10,723 (92.91)	10,804 (93.78)	10,723 (92.91)
10	9,312 (95.55)	9,860 (94.59)	11,745 (98.66)	9,860 (94.59)
11	10,036 (92.93)	8,759 (93.08)	10,872 (94.38)	8,759 (93.08)
12	10,857 (97.28)	8,325 (85.46)	10,287 (92.18)	8,325 (85.46)
全期	116,662 (95.61)	113,010 (90.94)	135,918 (96.41)	113,010 (90.94)

表 2.3.3 本(109)年逐月海氣象觀測資料有效記錄統計時數表

時間	風力 (蒐集率%)	波浪 (蒐集率%)	潮汐 (蒐集率%)	海流 (蒐集率%)
2019/09	720(100.0)	717(99.6)	720(100.0)	717(99.6)
2019/10	744(100.0)	729(98.0)	744(100.0)	729(98.0)
2019/11	720(100.0)	698(96.9)	720(100.0)	698(96.9)
2019/12	744(100.0)	715(96.1)	744(100.0)	715(96.1)
2020/01	744(100.0)	702(94.4)	744(100.0)	702(94.4)
2020/02	696(100.0)	660(94.8)	696(100.0)	660(94.8)
2020/03	744(100.0)	679(91.3)	744(100.0)	679(91.3)
2020/04	720(100.0)	662(91.9)	720(100.0)	662(91.9)
2020/05	744(100.0)	708(95.2)	744(100.0)	708(95.2)
2020/06	652(90.6)	712(98.9)	720(100.0)	712(98.9)
2020/07	302(40.6)	734(98.7)	740(99.5)	734(98.7)
2020/08	386(51.9)	732(98.4)	734(98.7)	732(98.4)

2.3.2 觀測資料品管檢核

本小節將針對風力、波浪、潮汐及海流等觀測資料進行品管檢核，本報告所採用品管檢核方式為繪製各項觀測資料主要代表測站與次要檢核測站之歷線圖，首先檢視主要代表測站之觀測資料是否有異常值(觀測資料過大或過小)存在，若有，則與次要檢核測站之觀測資料比較，以判斷該觀測資料是否保留或刪除，避免後續分析應用上的錯誤。最後，再進行主要代表測站與次要檢核測站之相關性分析比較，俾利未來如需進行資料補遺使用。

2.3.2.1 風力

圖 2.3.1 及圖 2.3.2 為風力觀測資料主要代表測站 T2 與次要檢核測站 T1 之風速及風向歷線圖，紅色實線為主要代表測站(T2)，綠色實線為次要檢核測站(T1)。由圖中可看出，兩測站風速趨勢相近，惟風速大

小略有差異，主要是因 T1 位於臺中港北防風林，存在地形遮蔽效應，在風向方面趨勢亦相近。

圖 2.3.3 及圖 2.3.4 為風力觀測資料主要代表測站 T2 與次要檢核測站 T1 之風速及風向相關圖。表 2.3.4 為風力觀測資料主要代表測站 T2 與次要檢核測站 T1 之風速及風向相關係數表。由圖表中可看出，在風速方面，每月趨勢大致相同，兩測站相關係數在 0.69~0.95 間，係屬高度相關，在風向方面，除 7 月及 8 月因觀測儀器故障致相關係數偏低外，其餘月份兩測站相關係數在 0.63~0.81 間，亦屬高度相關。若將風速風向轉換成 E-W 分量及 N-S 分量後重新計算相關係數，可發現除了 8 月外，其餘月份均呈現高度相關(0.79~0.95)，特別是修正 7 月相關係數偏低的情形。

表 2.3.4 風力資料主要代表測站 T2 與次要檢核測站 T1 之相關係數表

項目 年月	風速	風向	E-W 分量	N-S 分量
2019/09	0.90	0.73	0.89	0.92
2019/10	0.88	0.81	0.89	0.91
2019/11	0.90	0.78	0.89	0.91
2019/12	0.95	0.73	0.94	0.95
2020/01	0.92	0.66	0.93	0.92
2020/02	0.93	0.63	0.93	0.93
2020/03	0.93	0.78	0.94	0.95
2020/04	0.91	0.78	0.92	0.94
2020/05	0.79	0.73	0.84	0.95
2020/06	0.84	0.77	0.89	0.92
2020/07	0.69	0.48	0.79	0.79
2020/08	0.70	0.04	0.06	0.12

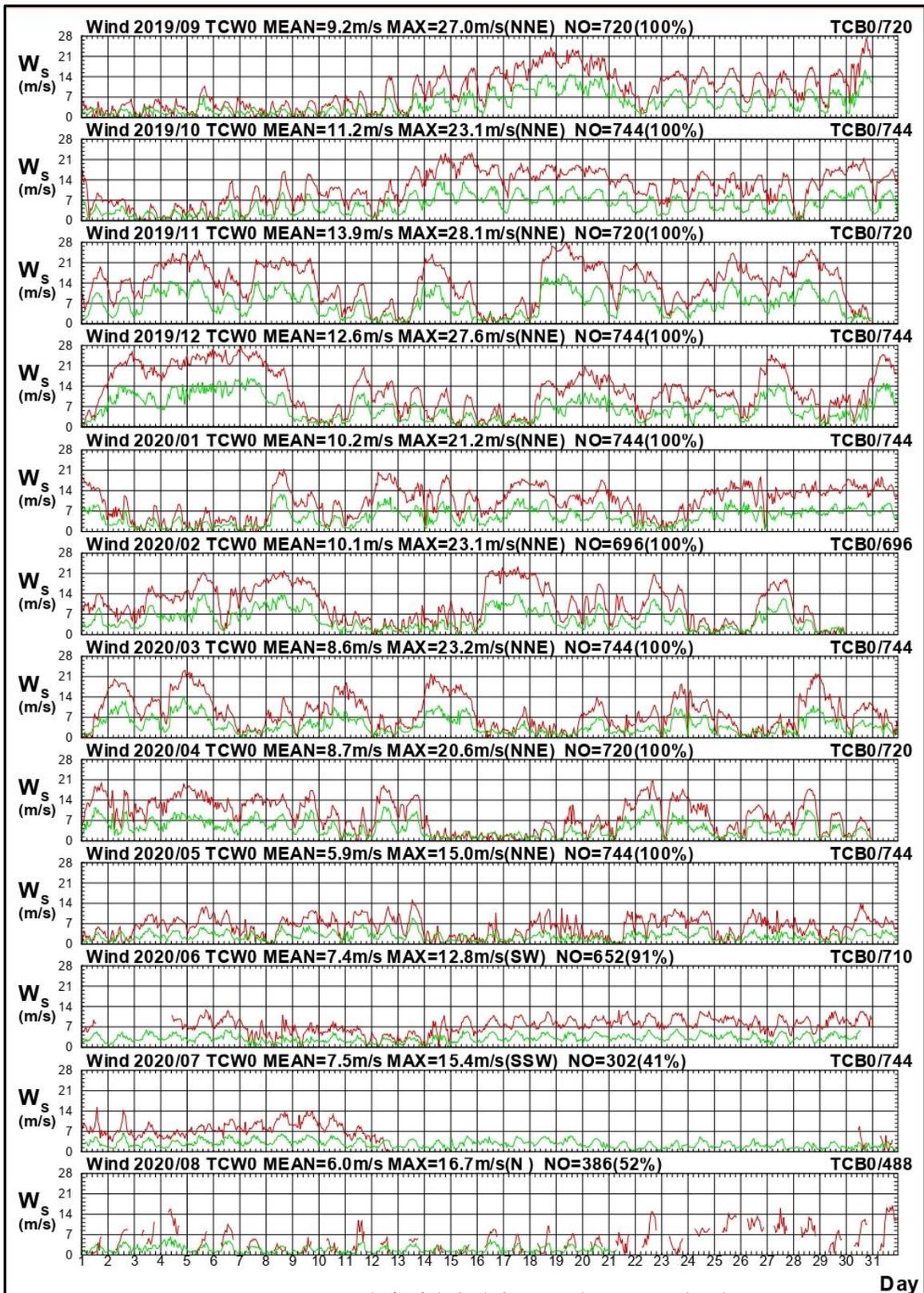


圖 2.3.1 風力資料主要代表測站 T2 與次要檢核測站 T1 之風速歷線圖

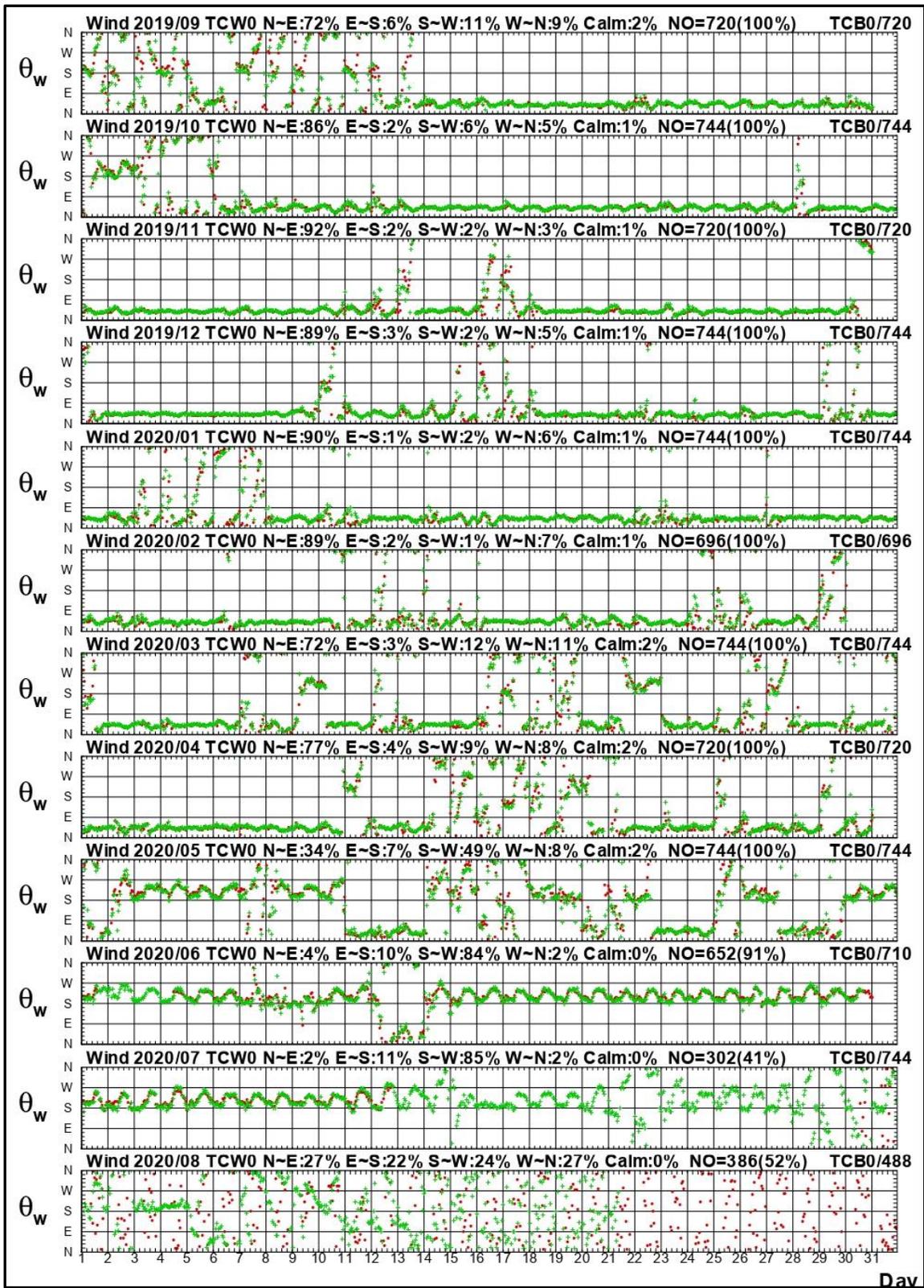


圖 2.3.2 風力資料主要代表測站 T2 與次要檢核測站 T1 之風向歷線圖

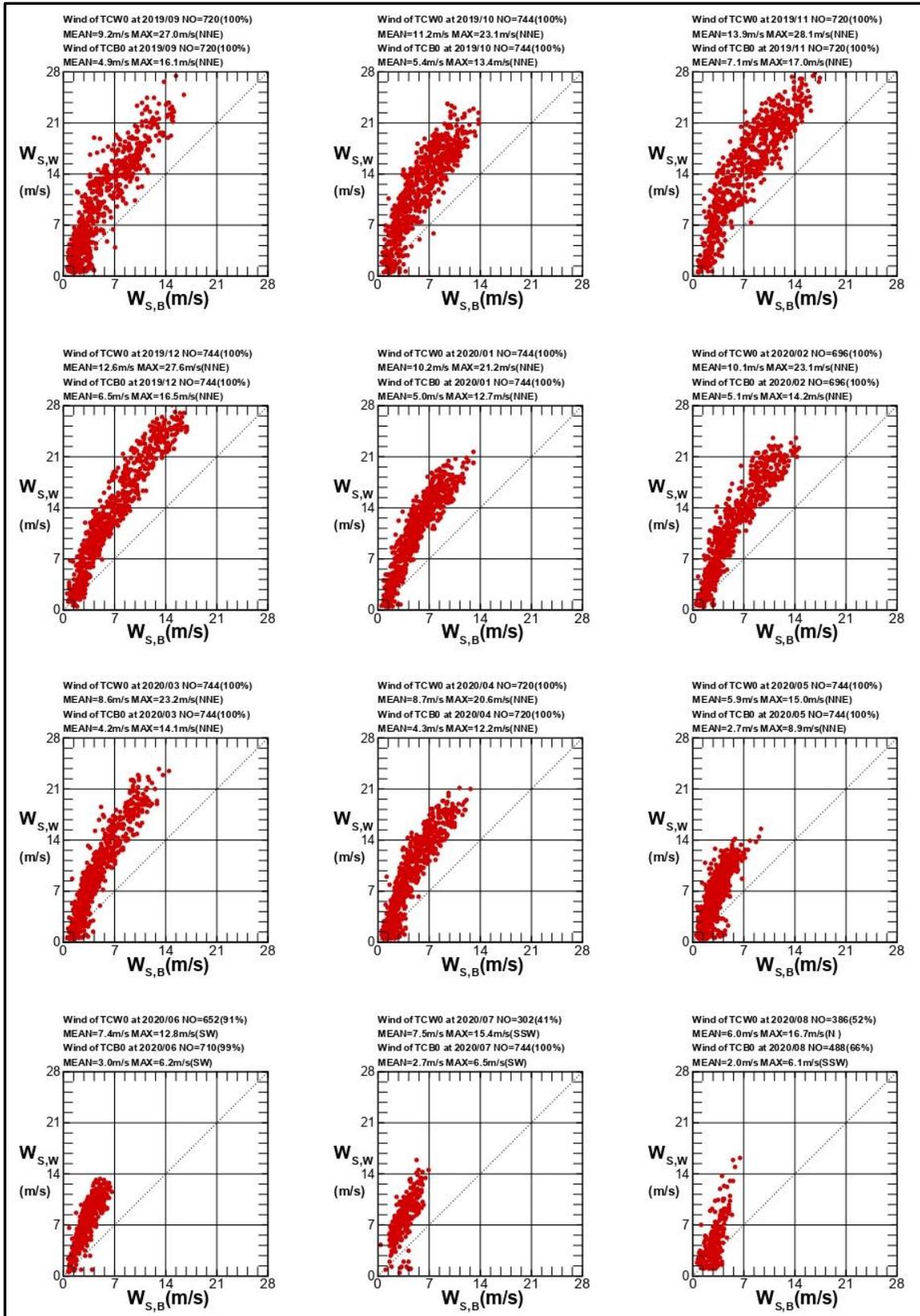


圖 2.3.3 風力資料主要代表測站 T2 與次要檢核測站 T1 之風速相關圖

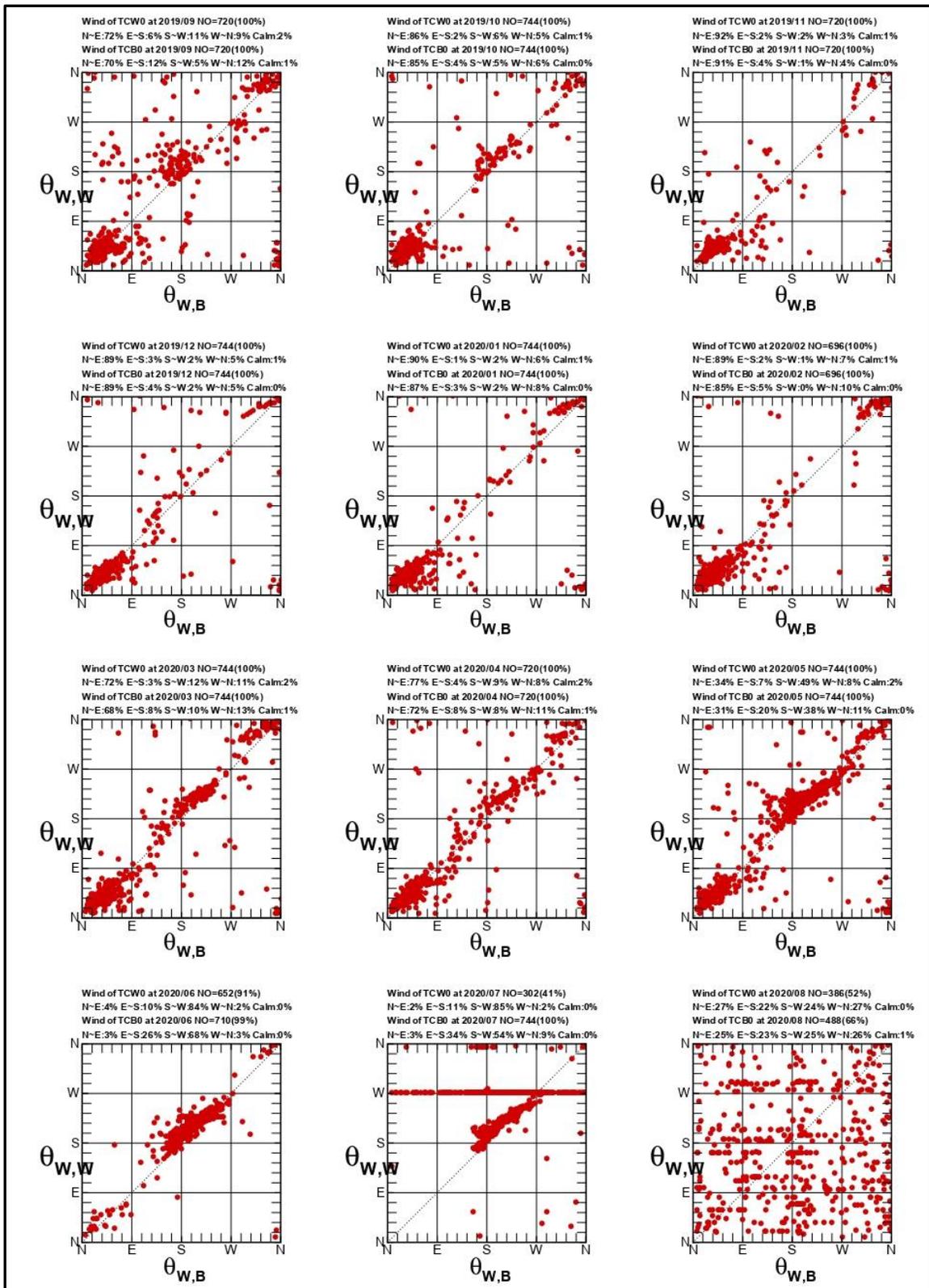


圖 2.3.4 風力資料主要代表測站 T2 與次要檢核測站 T1 之風向相關圖

2.3.2.2 波浪

圖 2.3.5、圖 2.3.6 及圖 2.3.7 為波浪觀測資料主要代表測站 X 與次要檢核測站 V 之波高、週期及波向歷線圖，紅色實線為主要代表測站(X)，綠色實線為次要檢核測站(V)。由圖中可看出，兩測站波高幾近重疊，惟歷線尖峰處大小略有差異，在週期方面，兩測站大小約有 1.0~1.5sec 的平均落差，主要原因為兩測站採用儀器的量測原理不同所造成，主要代表測站 X 由本所設置，採用儀器為超音波式表面波高波向與剖面海流儀，係利用音鼓方式量測，而次要檢核測站 V 由交通部中央氣象局佈放，採用儀器為海氣象浮標，係利用浮標加速度譜轉換而得，在波向方面，兩測站波向趨勢大致相近。

圖 2.3.8、圖 2.3.9 及圖 2.3.10 為波浪觀測資料主要代表測站 X 與次要檢核測站 V 之波高、週期及波向相關圖。表 2.3.5 為波浪觀測資料主要代表測站 X 與次要檢核測站 V 之波高、週期及波向相關係數表。由圖表中可看出，在波高方面，兩測站全年度各月份相關係數皆高於 0.92，係屬高度相關，在週期方面，兩測站相關係數介在 0.48~0.87 間，係屬中等相關，整體而言仍有相近之趨勢，在波向部分，兩測站相關係數介在 0.31~0.65 間，亦屬中等相關，造成此差異可能原因為主要代表測站及次要檢核測站分別設置於臺中港南北兩側，受到地形效應影響甚鉅。

表 2.3.5 波浪資料主要代表測站 X 與次要檢核測站 V 之相關係數表

項目 年月	波高	週期	波向
2019/09	0.96	0.57	0.37
2019/10	0.95	0.66	0.61
2019/11	0.95	0.87	0.38
2019/12	0.97	0.82	0.39
2020/01	0.95	0.73	0.31
2020/02	0.96	0.87	0.34
2020/03	0.97	0.86	0.39
2020/04	0.97	0.85	0.45
2020/05	0.96	0.68	0.65
2020/06	0.92	0.63	0.35
2020/07	0.94	0.48	0.57
2020/08	0.93	0.63	0.47

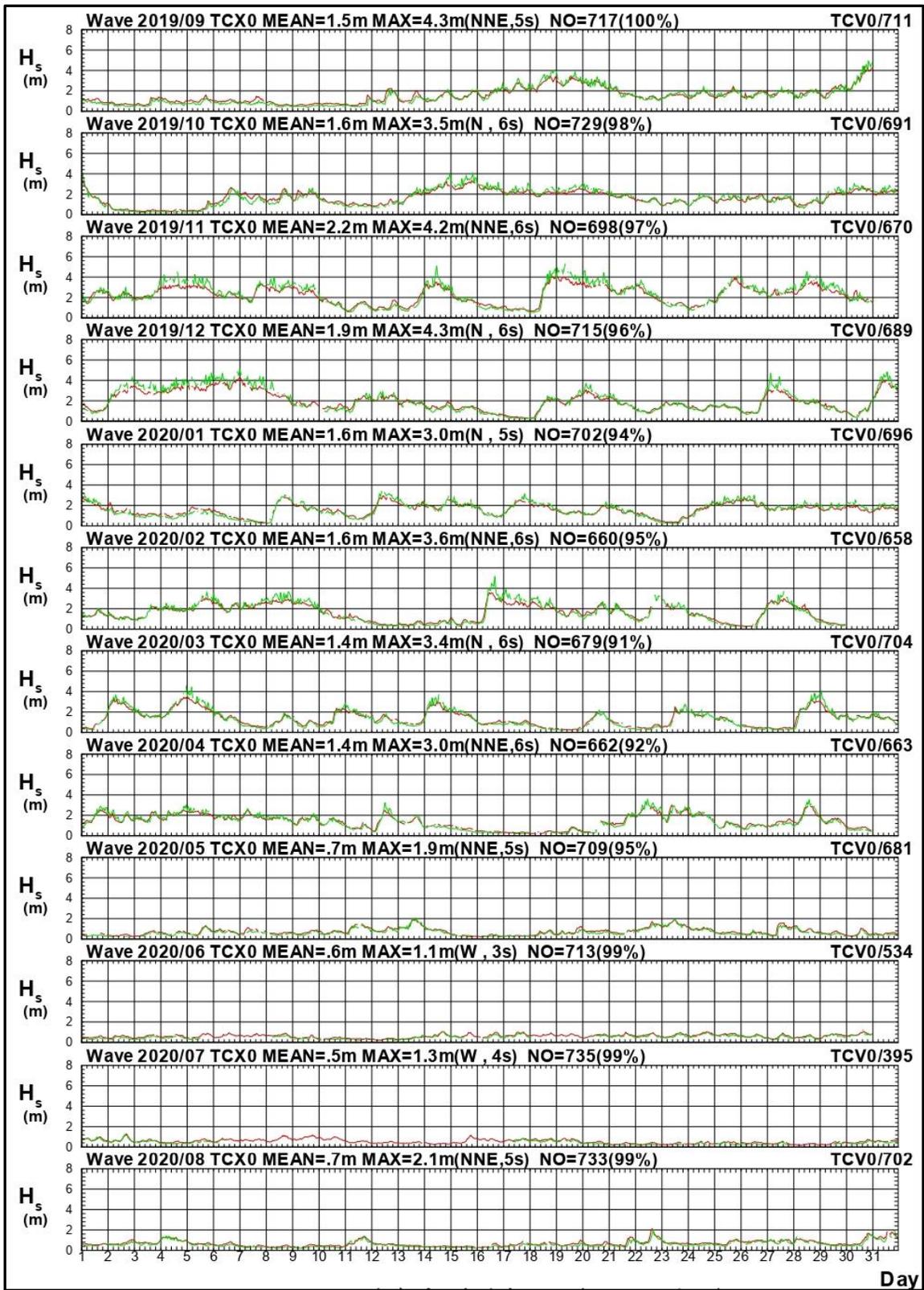


圖 2.3.5 波浪資料主要代表測站 X 與次要檢核測站 V 之波高歷線圖

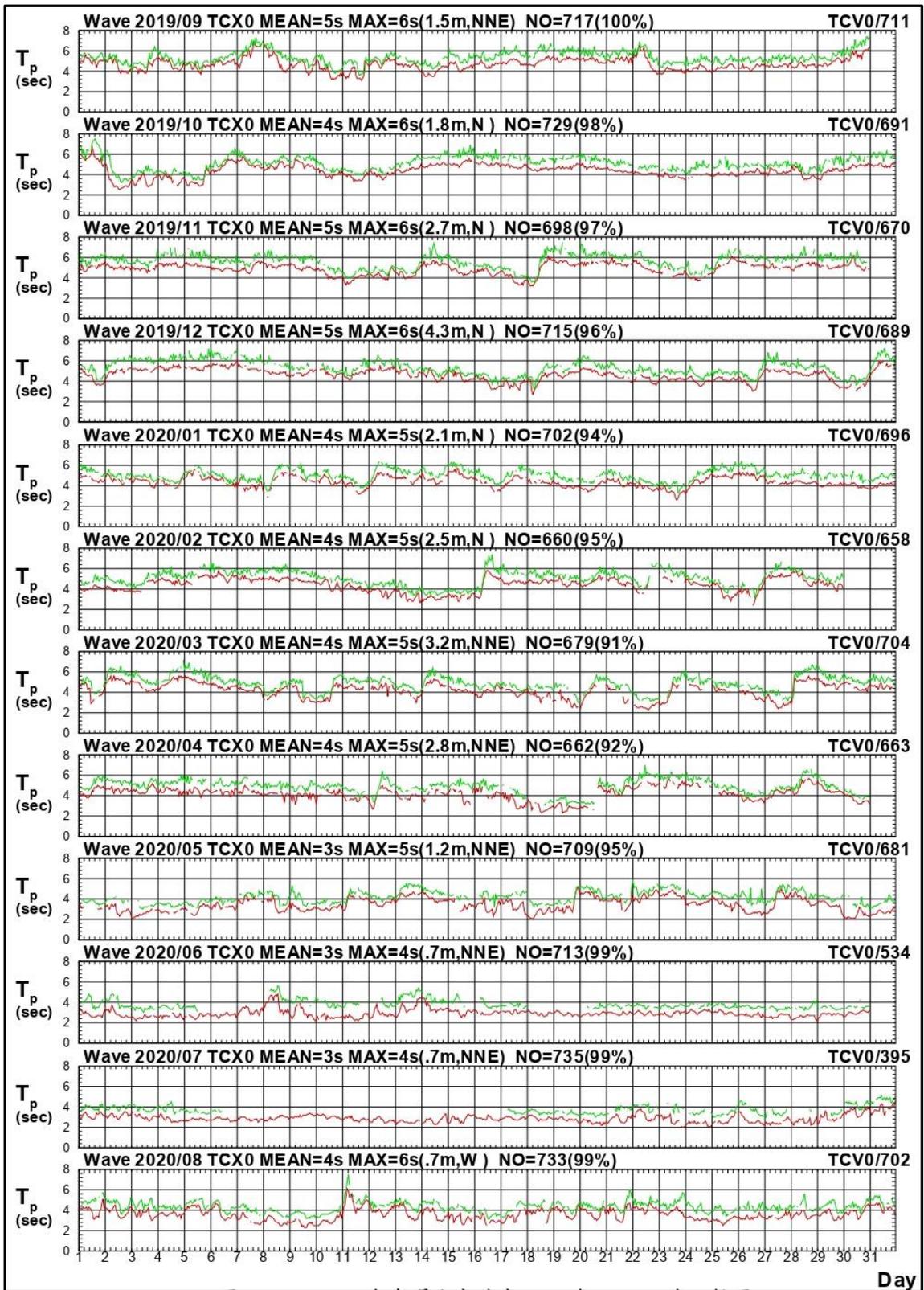


圖 2.3.6 波浪資料主要代表測站 X 與次要檢核測站 V 之週期歷線圖

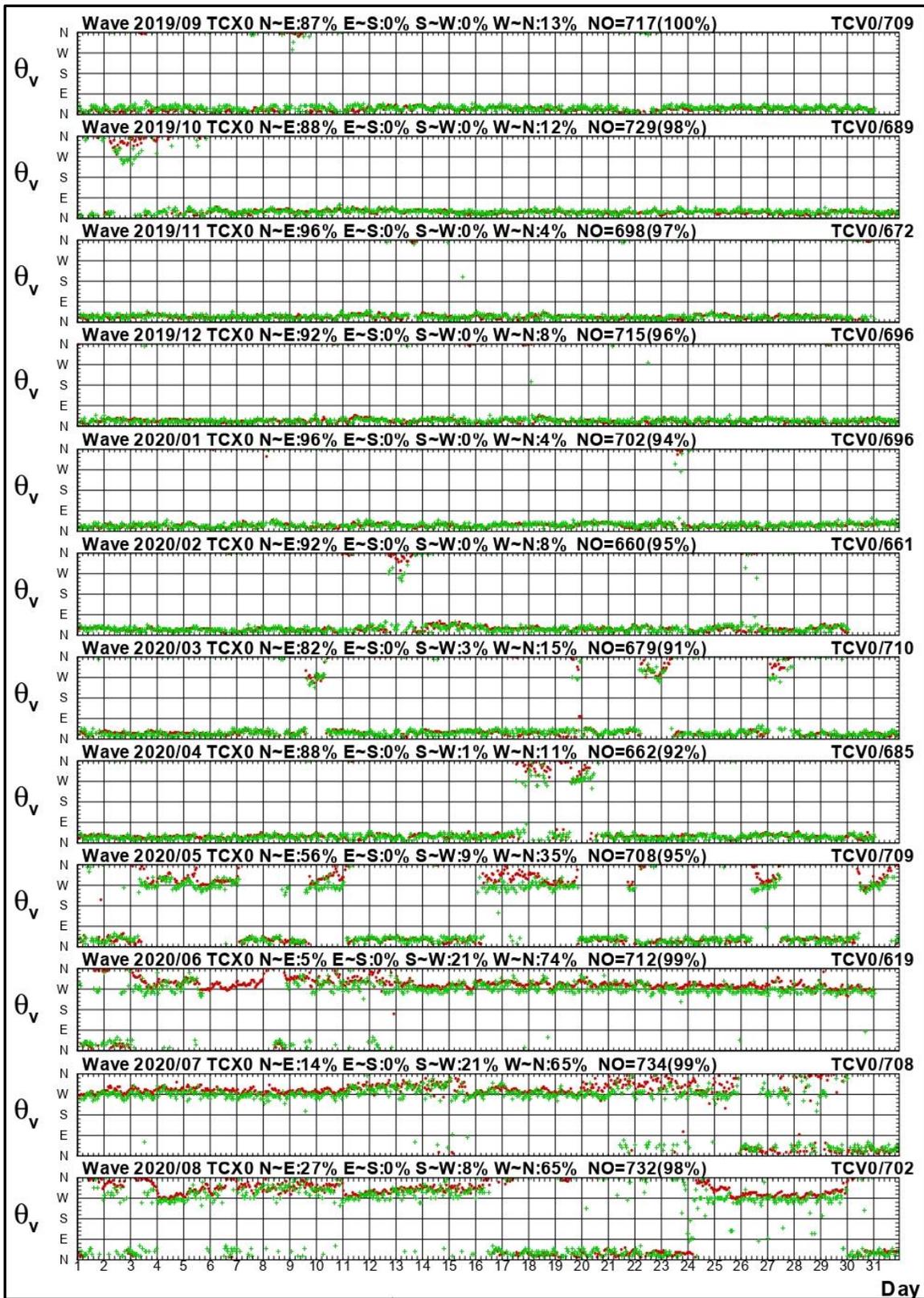


圖 2.3.7 波浪資料主要代表測站 X 與次要檢核測站 V 之波向歷線圖

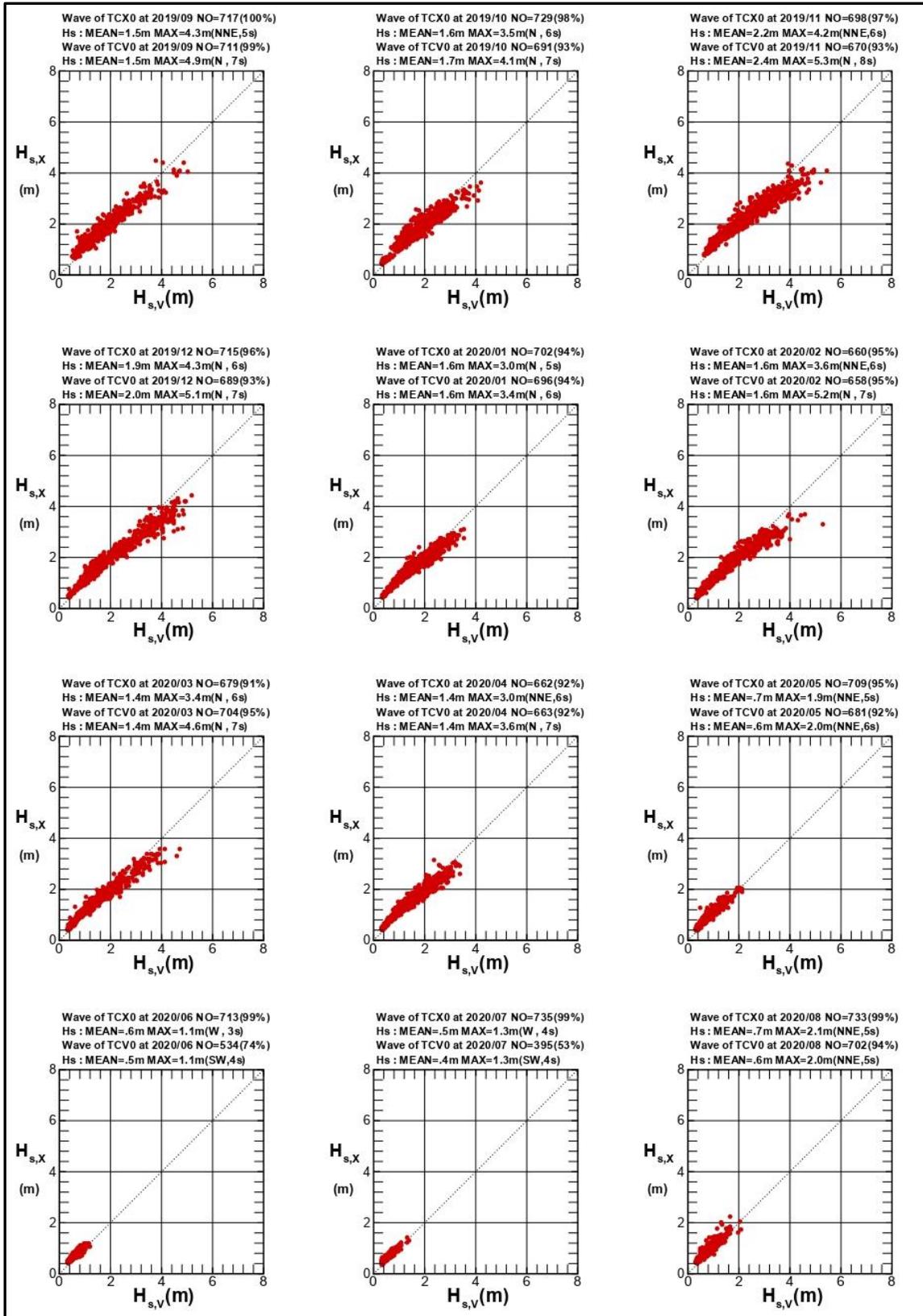


圖 2.3.8 波浪資料主要代表測站 X 與次要檢核測站 V 之波高相關圖

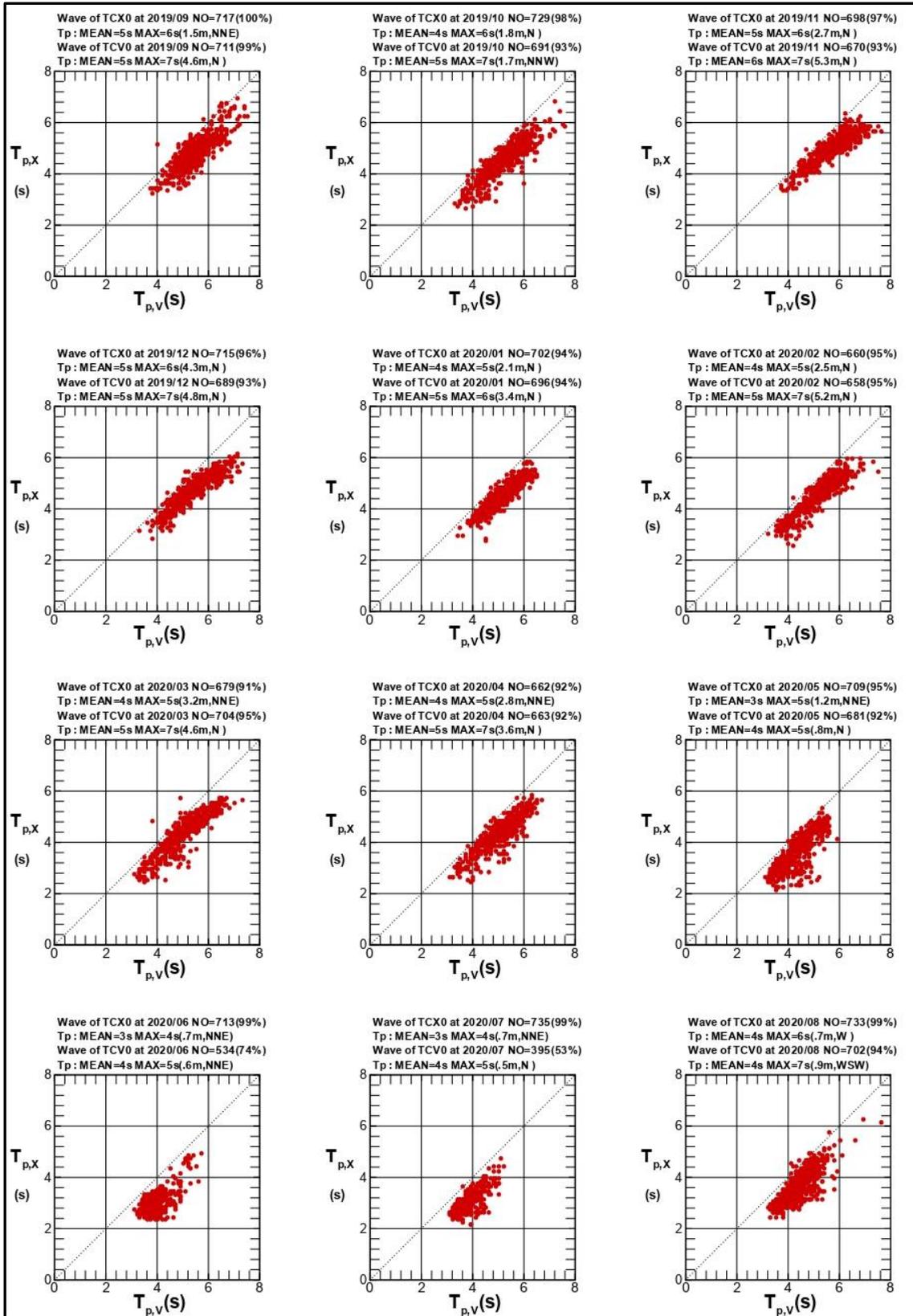


圖 2.3.9 波浪資料主要代表測站 X 與次要檢核測站 V 之週期相關圖

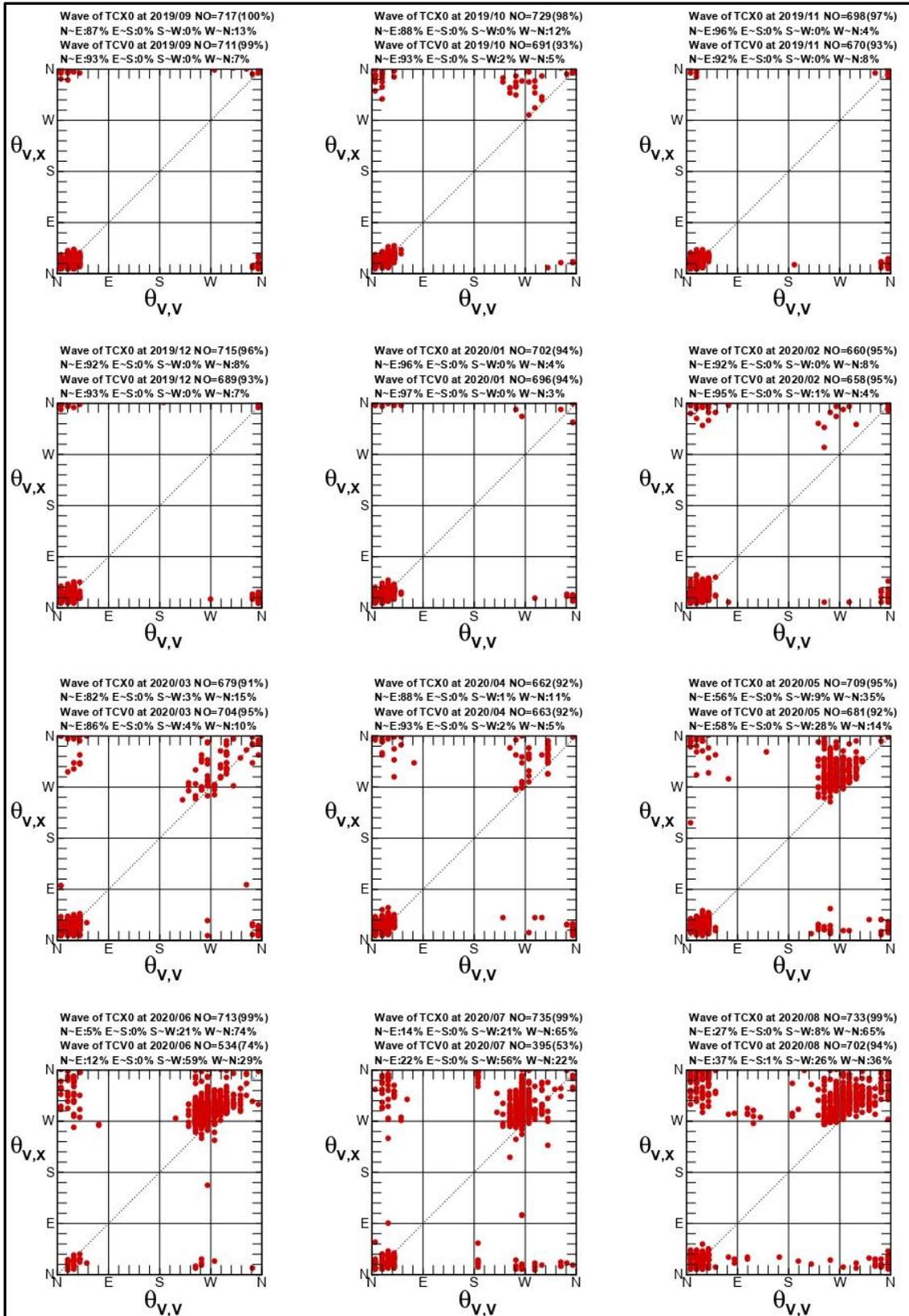


圖 2.3.10 波浪資料主要代表測站 X 與次要檢核測站 V 之波向相關圖

2.3.2.3 潮汐

圖 2.3.11 為潮汐觀測資料主要代表測站 T 與次要檢核測站 S 之水位歷線圖，紅色實線為主要代表測站(T)，綠色實線為次要檢核測站(S)。圖 2.3.12 為潮汐觀測資料主要代表測站 T 與次要檢核測站 S 之水位相關圖。表 2.3.6 為潮汐觀測資料主要代表測站 T 與次要檢核測站 S 之水位相關係數表。由圖中可看出，兩測站在水位歷線幾近重疊，全年度各月份相關係數皆高於 0.97，係屬高度相關。

表 2.3.6 潮汐資料主要代表測站 T 與次要檢核測站 S 之相關係數表

項目 年月	水位
2019/09	0.99
2019/10	0.99
2019/11	0.99
2019/12	0.99
2020/01	0.99
2020/02	0.99
2020/03	0.99
2020/04	0.99
2020/05	0.99
2020/06	0.97
2020/07	0.99
2020/08	0.98

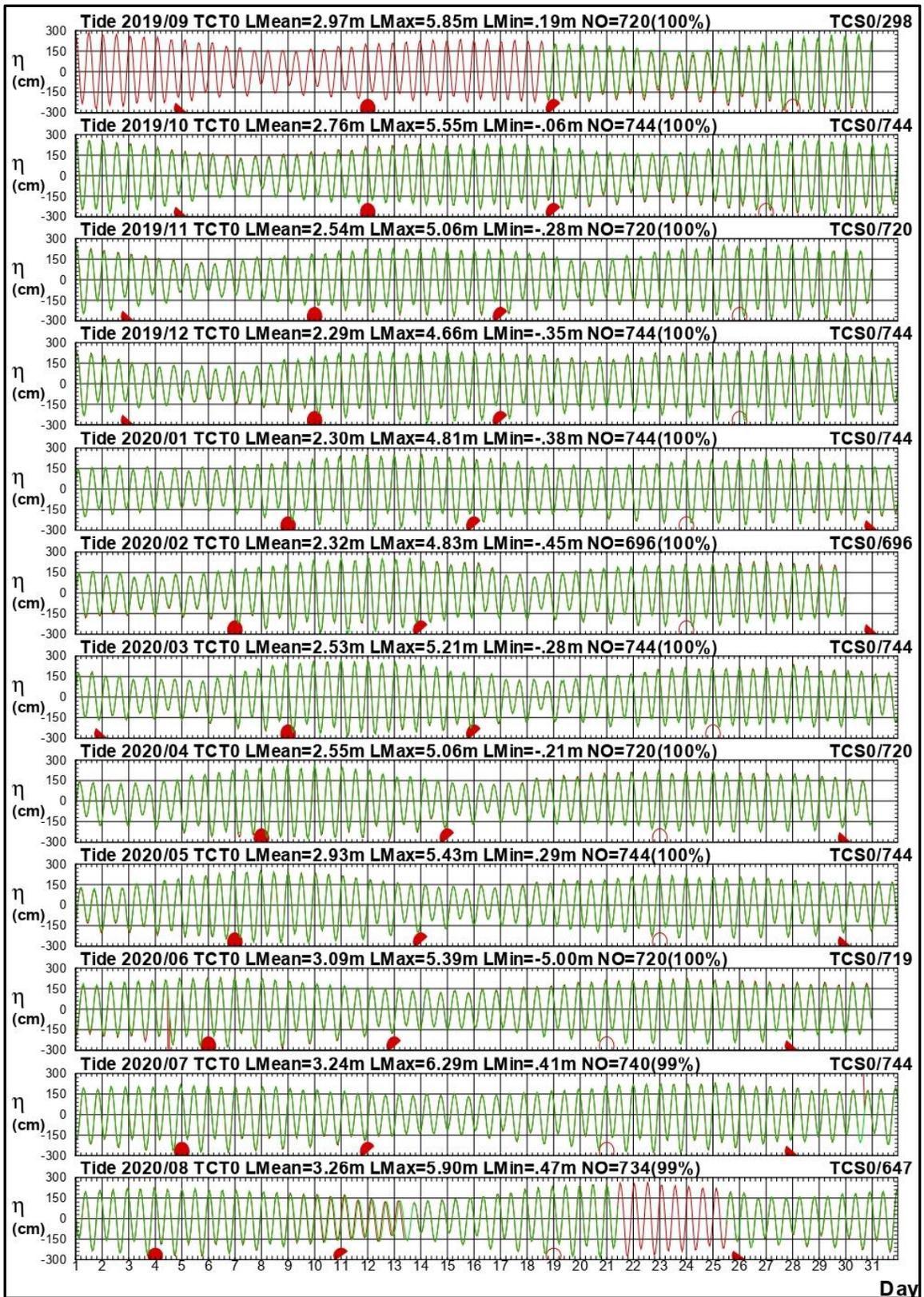


圖 2.3.11 潮汐資料主要代表測站 T 與次要檢核測站 S 之水位歷線圖

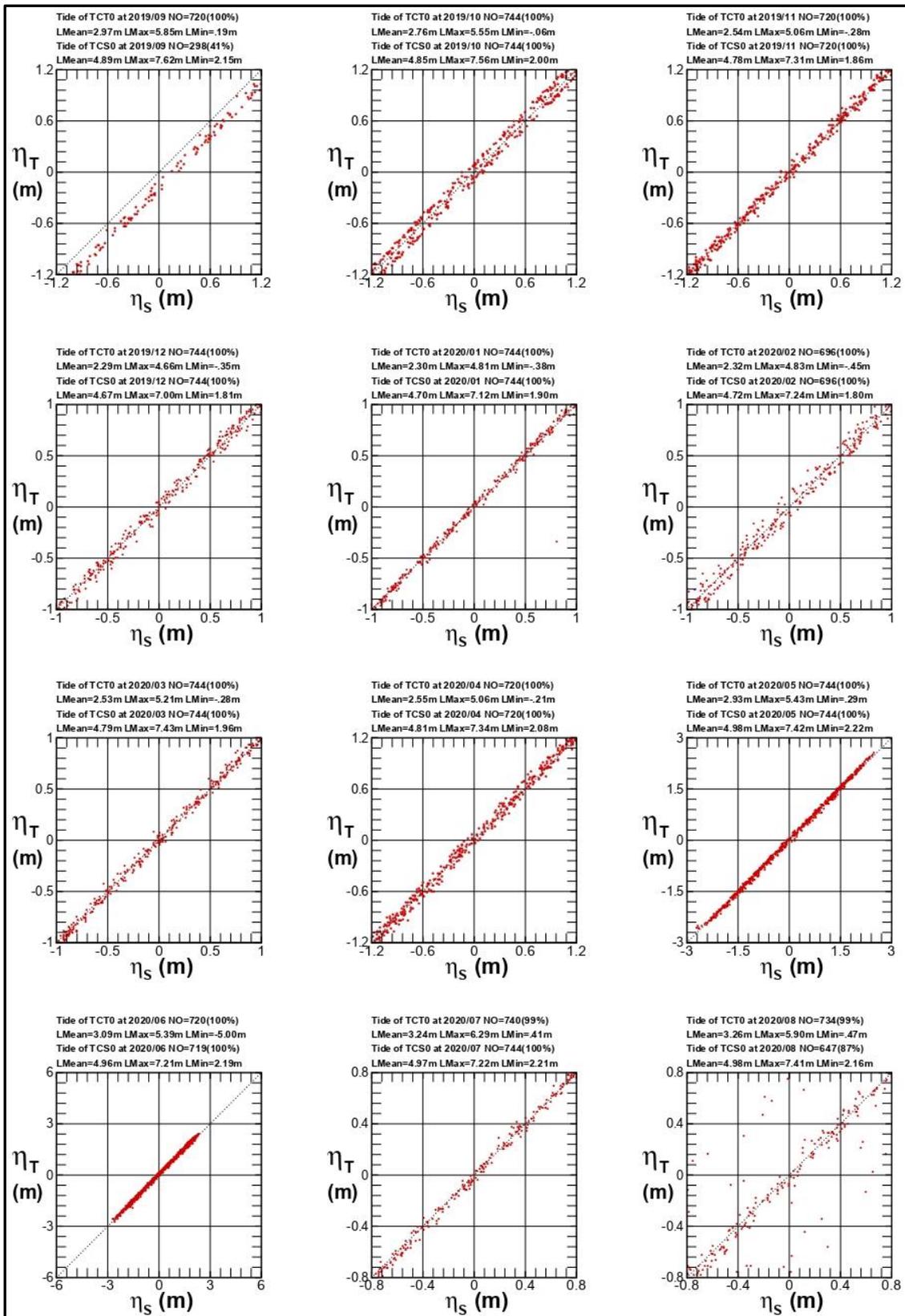


圖 2.3.12 潮汐資料主要代表測站 T 與次要檢核測站 S 之水位相關圖

2.3.2.3 海流

圖 2.3.13 及圖 2.3.14 為海流觀測資料主要代表測站 X 與次要檢核測站 U 之流速及流向歷線圖，紅色實線為主要代表測站(X)，綠色實線為次要檢核測站(U)，圖 2.3.15 及圖 2.3.16 為海流觀測資料主要代表測站 X 與次要檢核測站 U 之流速及流向相關圖。表 2.3.7 為海流觀測資料主要代表測站 X 與次要檢核測站 U 之流速流向相關係數表。由圖表中可看出，兩測站流速流向皆略有差異，主要是兩測站設置地點均位於近岸區域，受地形影響甚鉅，特別是 X 位於臺中港北防波堤堤頭外海處，該測站之觀測資料包含受北防波堤形成之沿岸流，故造成兩測站之觀測資料並無明顯之一致性。

表 2.3.7 海流資料主要代表測站 X 與次要檢核測站 U 之相關係數表

項目 年月	流速	流向	E-W 分量	N-S 分量
2020/03	0.60	0.46	0.77	0.27
2020/04	0.46	0.39	0.77	0.42
2020/05	0.40	0.11	0.27	0.20
2020/06	0.36	-0.07	0.20	-0.01
2020/07	0.38	0.06	0.22	-0.01
2020/08	0.25	0.00	0.19	0.00

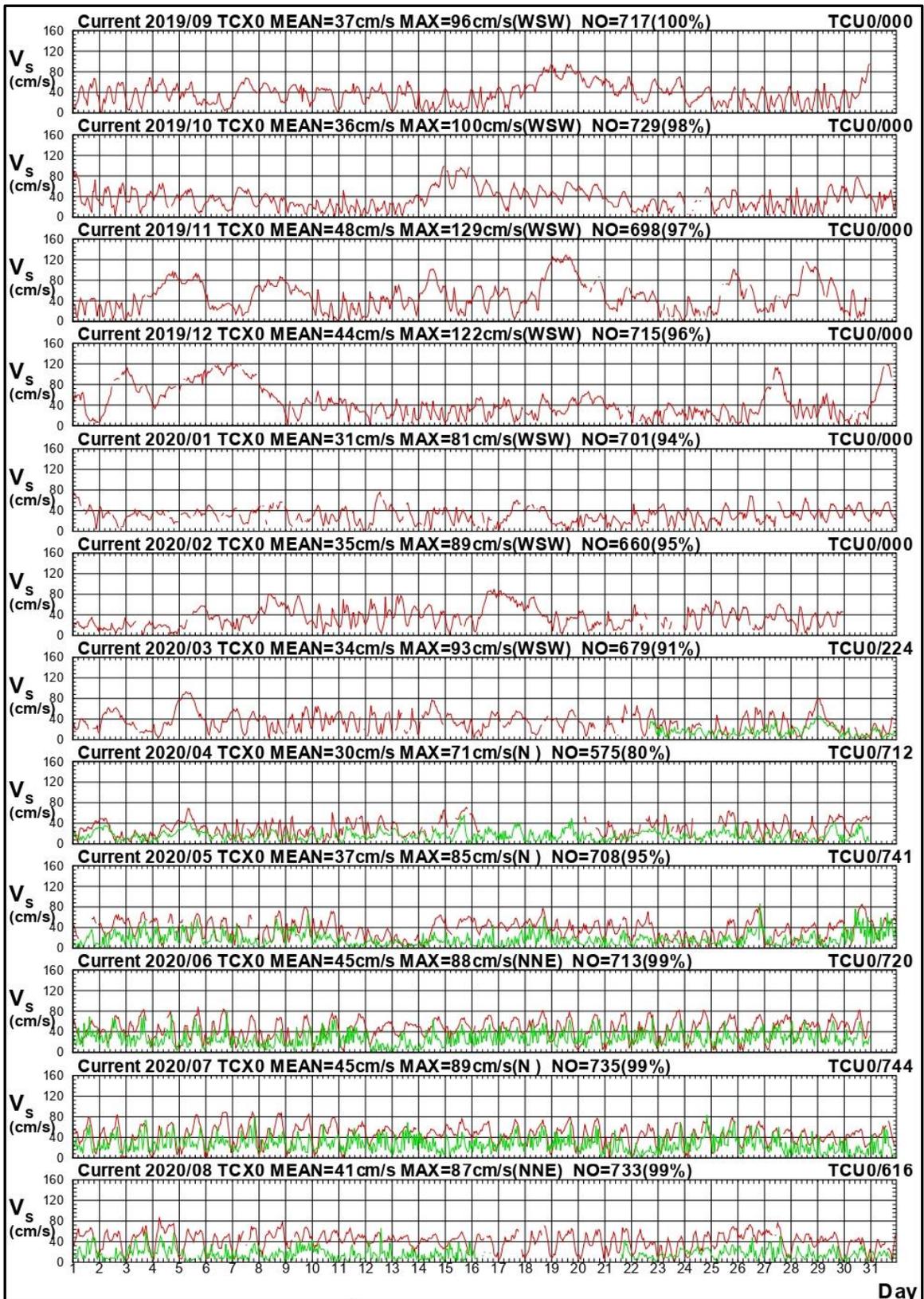


圖 2.3.13 海流資料主要代表測站 X 與次要檢核測站 U 之流速歷線圖

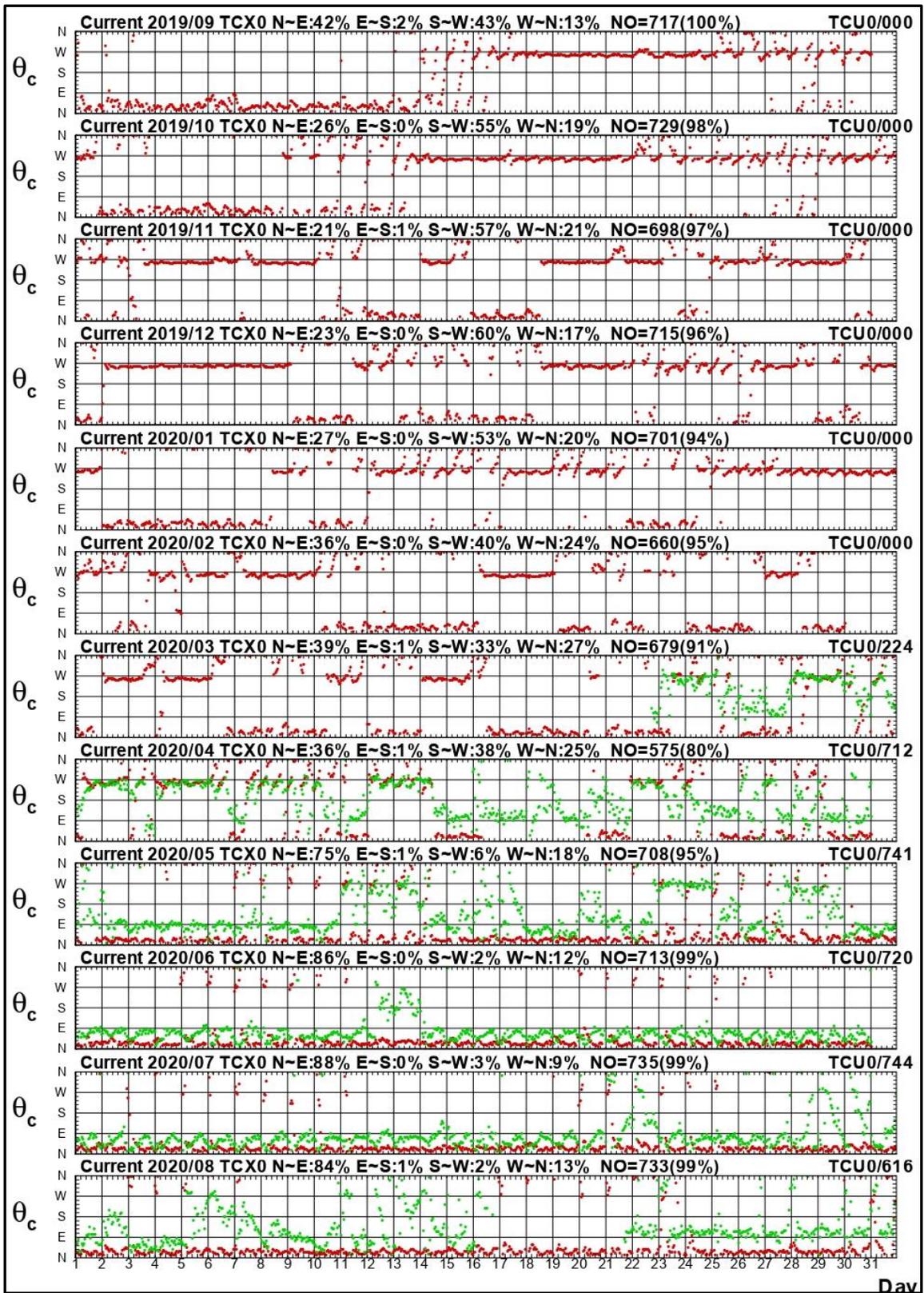


圖 2.3.14 海流資料主要代表測站 X 與次要檢核測站 U 之流向歷線圖

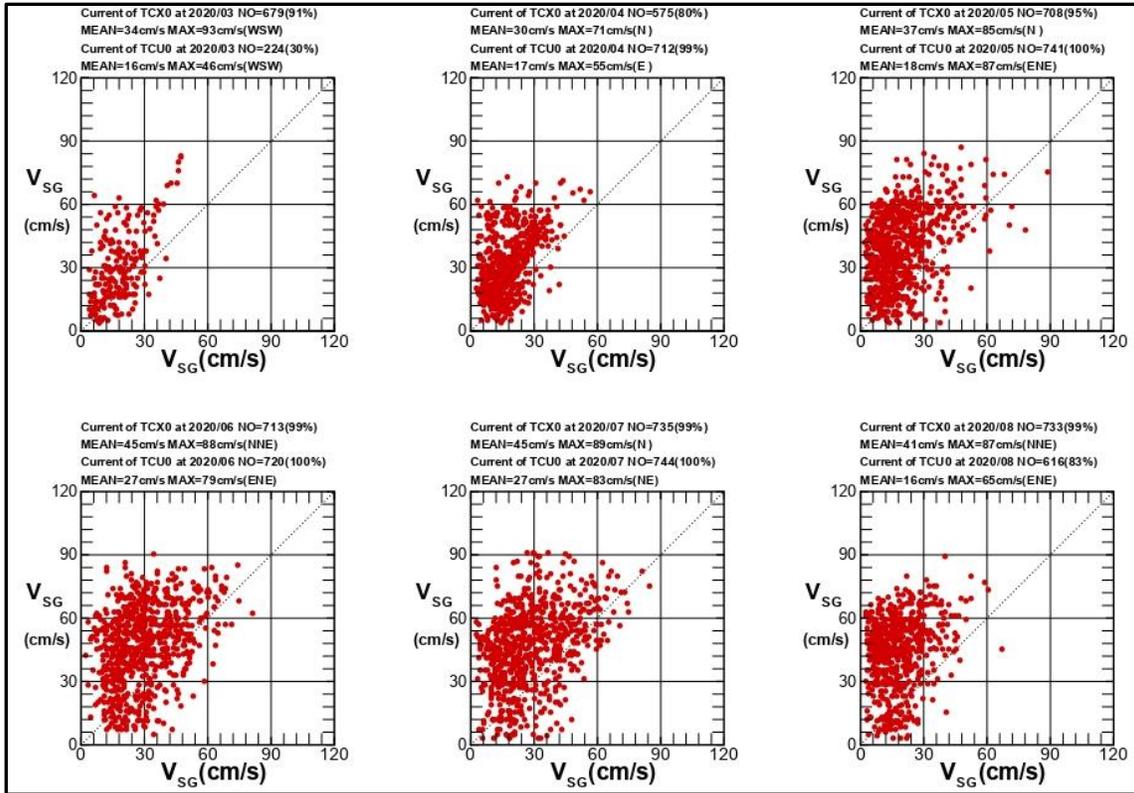


圖 2.3.15 海流資料主要代表測站 X 與次要檢核測站 U 之流速相關圖

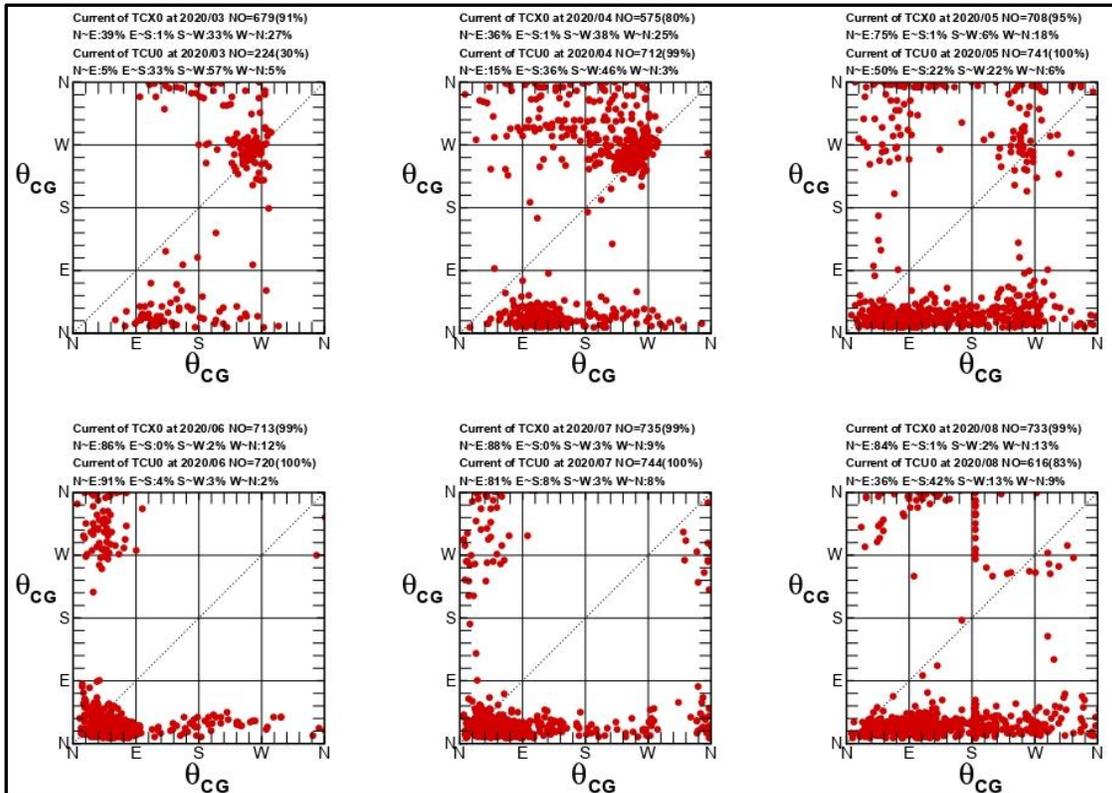


圖 2.3.16 海流資料主要代表測站 X 與次要檢核測站 U 之流向相關圖

第三章 海氣象觀測資料特性分析

臺灣四周海域波浪的現象主要由東北季風及西南季風兩個時期交替影響，另外在夏天有劇烈天氣系統颱風影響，呈現出季節性變化，海氣象研究屬長期性作業，在統計學上樣本數越多，其統計結果則越具代表性，本章係針對第二章所建置海氣象觀測站，蒐集彙整歷年觀測資料，探討本海域海氣象特性，提供外海施工、碼頭作業及船舶操船應用參考。

本研究海氣象觀測資料統計分析原則係涵蓋自上一年度 9 月起至當年度 8 月，統計分析之現場記錄共 12 個月份。其中，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，以此原則執行統計分析，風力、波浪及海流各統計參數定義如下：

1. 風力

- (1) 風速：觀測期間 10 分鐘風速統計值
- (2) 風向：指來向

2. 波浪

- (1) 波高：有義波高 H_s
- (2) 週期：尖峰週期 T_p
- (3) 波向：指來向

3. 海流

- (1) 流速：表層（上層 1/3 海流）海流流速平均
- (2) 流向：指去向

3.1 風力觀測資料分析

風力主要代表測站(T2)，位於臺中港北堤綠燈塔，設置高度約 15 公尺，風力觀測資料測係取 10 分鐘內風速、風向數據加以統計，而得出 10 分鐘之平均風速、平均風向、最大陣風風速、最大陣風風

向與最大陣風之發生時間，茲將本觀測站所測得風力資料繪製成下述圖表加以分析：

1. 歷年四季及全觀測期風速風向機率分佈統計表（如表 3.1.1）。
2. 歷年四季及全觀測期風速風向機率分佈圖（如圖 3.1.1~圖~3.1.2）。
3. 歷年四季及全觀測期風速風向聯合機率分佈統計表（如表 3.1.2~表 3.1.6）。
4. 歷年分月、分季及全觀測期風速風向玫瑰圖（如圖 3.1.3~圖 3.1.20）。

本海域歷年逐時平均風速為 9.6 m/s(5 級風)，風速分佈以 10 m/s 以上比率最高，約佔歷年 4 成，風速分佈小於 5 m/s 約佔 29.6%，介於 5~10 m/s 間比率約為 29.5%；將歷年風向分別採四象限、16 分位統計，四象限中以 N~E 象限所佔成份最高，約為全測期 62.9%，S~W 象限次之，約為 22.9%，16 分位中以 NNE 向比率最高（36.6%），NE（19.9%）向次之，兩方向合計約佔歷年 6 成，顯示東北季風對本海域之影響較為顯著。

春季平均風速為 8.2 m/s，風速分佈以 10 m/s 以下為主，佔整季約 7 成，春季介於東北、西南季風轉換時節，風向由 N~E（59.8%）象限逐漸轉換為 S~W（24.6%）象限，16 分位中以 NNE 向統計百分比最高，約為 31.3%；夏季西南季風吹拂至臺中港海域，吹風能量減弱，平均風速降至 6.6 m/s，為四個季節中最低，風速分佈以 10 m/s 以下比率最高，約佔整季 8 成，夏季時因西南季風增強，以 S~W 象限比率最高，約佔整季 56.4%，N~E 象限僅餘 19.5%，16 分位中以 SSW 向 23.9%最大。

冬季為四季中平均風速最高，風速值約為 13.0 m/s（6 級風），風速分佈以大於 10 m/s 比率最高，約佔整季 65.3%，5~10 m/s 間比率為 19.3%，小於 5 m/s 約為整季 15.4%；秋季本海域逐漸由西南轉換至東北季風，根據歷年統計資料顯示，平均風速仍高達約 10.6 m/s（5

級風)，為四季中僅略低於冬季之季節，風速分佈以大於 10 m/s 比率最高，約佔整季 49.3%，5~10 m/s 比率約為 23.2%，秋、冬兩季，因受東北季風影響，以 N~E 象限為主要分佈，所佔比率分別為 78.7%（秋季）、91.4%（冬季），16 分位中均以 NNE 向比率最大，分別為 46.5%（秋季）、57.5%（冬季）。

表 3.1.1 歷年四季及全觀測期風速風向機率分佈統計表

風速分佈					
季節	平均風速 (m/s)	風速<5m/s (%)	風速5~10m/s (%)	風速>10m/s (%)	
春	8.2	35.8	33.4	30.8	
夏	6.6	40.5	42.8	16.7	
秋	10.6	27.5	23.2	49.3	
冬	13.0	15.4	19.3	65.3	
全期	9.6	29.6	29.5	41.0	
風向分佈 (四象限)					
季節	N~E (%)	E~S (%)	S~W (%)	W~N (%)	靜風 (%)
春	59.8	4.8	24.6	7.8	2.9
夏	19.5	11.5	56.4	11.6	1.0
秋	78.7	4.7	9.8	6.1	0.7
冬	91.4	2.1	2.2	3.2	1.2
全期	62.9	5.7	22.9	7.1	1.4

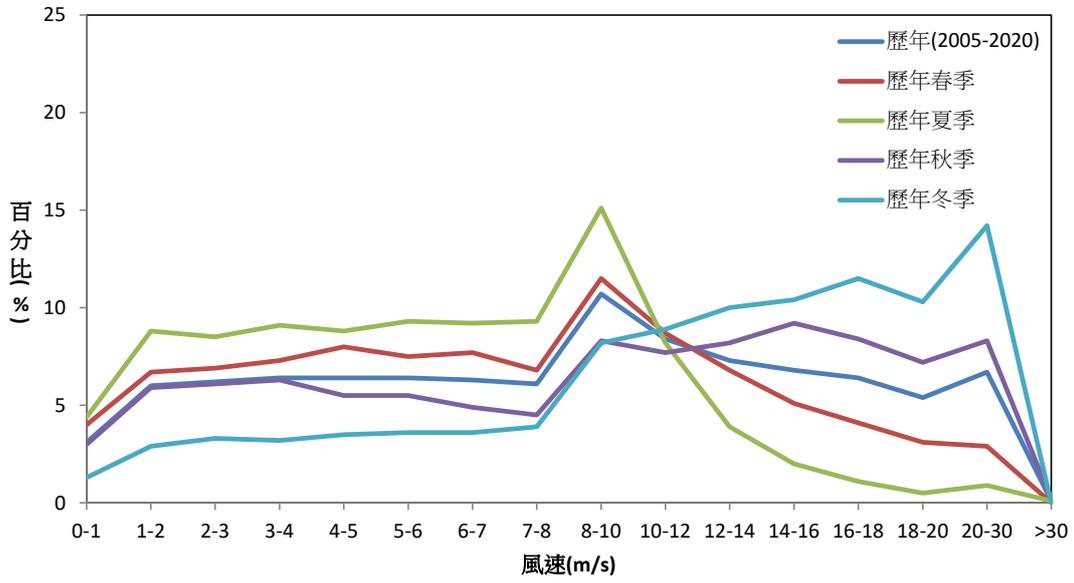


圖 3.1.1 歷年四季及全觀測期風速機率分佈圖

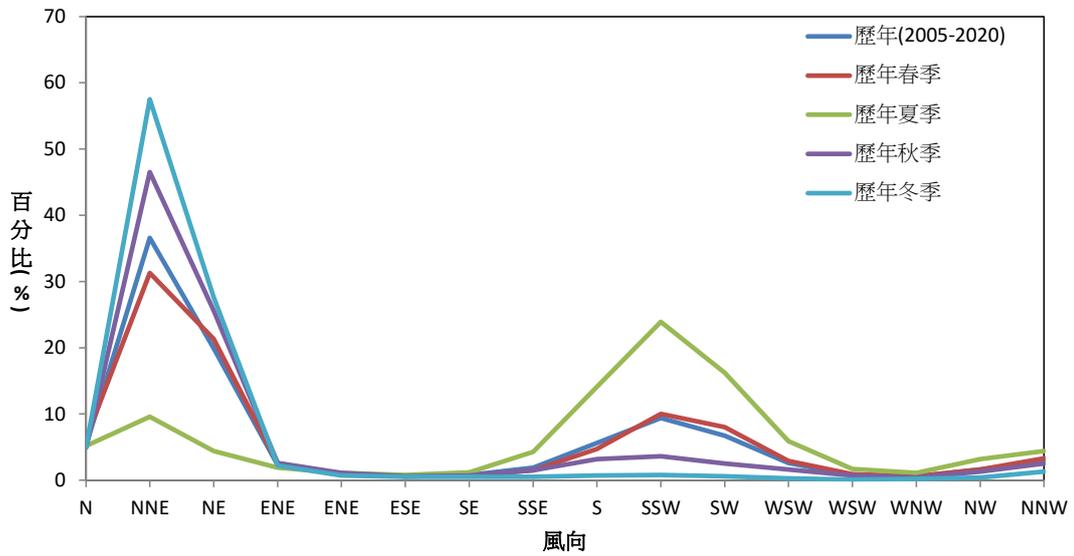


圖 3.1.2 歷年四季及全觀測期風向（16分位）機率分佈圖

表 3.1.2 歷年風速風向聯合機率分佈統計表(2005-2020)

風向 風速	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	合計 (%)
0.3m/s	.1	.3	.2	.2	.2	.1	.2	.1	.1	.1	.1	.2	.4	.3	.3	.1	3.1
1m/s	.2	.4	.7	.6	.5	.3	.3	.3	.3	.3	.3	.4	.3	.2	.5	.3	6.0
2m/s	.4	.5	1.0	.7	.2	.1	.2	.4	.5	.5	.4	.4	.1	.0	.3	.5	6.2
3m/s	.5	.8	1.1	.4	.1	.0	.1	.4	.7	.7	.6	.3	.0	.0	.2	.5	6.4
4m/s	.7	1.0	1.1	.2	.0	.0	.0	.3	.7	.9	.6	.3	.0	.0	.1	.5	6.4
5m/s	.7	1.2	1.1	.1	.0	.0	.0	.2	.8	1.1	.5	.2	.0	.0	.0	.4	6.4
6m/s	.6	1.4	1.1	.0	.0	.0	.0	.1	.8	1.2	.6	.2	.0	.0	.0	.2	6.3
7m/s	.5	1.5	1.2	.0	.0	.0	.0	.1	.6	1.2	.7	.2	.0	.0	.0	.1	6.1
8m/s	.7	3.2	2.3	.0	.0	.0	.0	.1	.7	1.9	1.3	.2	.0	.0	.0	.1	10.7
10m/s	.5	3.7	2.1	.0	.0	.0	.0	.0	.3	.8	1.0	.1	.0	.0	.0	.0	8.4
12m/s	.3	4.3	1.9	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.3	.4	.0	.0	.0	.0	.0	7.3
14m/s	.1	4.6	1.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.2	.1	.0	.0	.0	.0	.0	6.8
16m/s	.1	4.6	1.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	6.4
18m/s	.0	4.0	1.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	5.4
20m/s	.0	4.7	1.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	6.2
25m/s	.0	.4	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5
30m/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1
35m/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
40m/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
100m/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
合計(%)	5.3	36.6	19.9	2.3	1.0	.6	.8	1.9	5.6	9.4	6.7	2.6	.8	.6	1.6	2.9	98.6

[註1]:主要風速介於8 ~ 10 m/s佔10.7% · 風向NNE佔36.6%。

[註2]:風速平均值=9.6m/s, 風速最大值=56.3m/s, 其風向為NNE。

[註3]:風速小於5m/s佔29.6% · 介於5 ~ 10m/s佔29.5% · 大於10m/s佔41.0%。

[註4]:風向N~E佔62.9% · E~S佔5.7% · S~W佔22.9% · W~N佔7.1% · 靜風佔1.4%。

[註5]:資料每小時紀錄一次 · 合計116,068筆(88.4%)。

表 3.1.3 歷年春季風速風向聯合機率分佈統計表(2005-2020)

風向 風速	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	合計 (%)
0.3m/s	.2	.6	.3	.3	.2	.1	.2	.1	.1	.1	.1	.2	.4	.3	.4	.1	4.0
1m/s	.3	.5	.8	.7	.4	.3	.3	.3	.4	.4	.4	.4	.3	.2	.5	.4	6.7
2m/s	.4	.7	1.1	.7	.2	.1	.1	.4	.5	.7	.6	.4	.1	.0	.4	.6	6.9
3m/s	.6	1.0	1.4	.4	.1	.0	.0	.3	.6	1.0	.7	.4	.0	.0	.2	.6	7.3
4m/s	.9	1.3	1.4	.2	.0	.0	.0	.1	.6	1.3	.8	.4	.0	.0	.1	.6	8.0
5m/s	.8	1.6	1.2	.1	.0	.0	.0	.1	.7	1.4	.8	.3	.0	.0	.0	.4	7.5
6m/s	.7	1.9	1.3	.1	.0	.0	.0	.1	.7	1.6	.9	.3	.0	.0	.0	.2	7.7
7m/s	.6	1.9	1.3	.0	.0	.0	.0	.0	.5	1.3	.9	.2	.0	.0	.0	.1	6.8
8m/s	.9	3.9	2.7	.0	.0	.0	.0	.0	.5	1.7	1.4	.2	.0	.0	.0	.1	11.5
10m/s	.6	3.9	2.6	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.4	.9	.1	.0	.0	.0	.0	8.7
12m/s	.2	3.8	2.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.3	.0	.0	.0	.0	.0	6.8
14m/s	.1	3.1	1.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.0	.0	.0	.0	.0	5.1
16m/s	.0	2.7	1.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	4.1
18m/s	.0	2.1	1.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	3.1
20m/s	.0	1.9	.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	2.7
25m/s	.0	.2	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.2
30m/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
35m/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
40m/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
100m/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
合計(%)	6.3	31.3	21.3	2.5	1.0	.6	.7	1.5	4.7	10.0	8.0	2.9	.9	.6	1.6	3.3	97.1

[註1]:主要風速介於8 ~ 10 m/s佔11.5%·風向NNE佔31.3%。

[註2]:風速平均值=8.2m/s, 風速最大值=54.8m/s, 其風向為NE。

[註3]:風速小於5m/s佔35.8%·介於5 ~ 10m/s佔33.4%·大於10m/s佔30.8%。

[註4]:風向N~E佔59.8%·E~S佔4.8%·S~W佔24.6%·W~N佔7.8%·靜風佔2.9%。

[註5]:資料每小時紀錄一次·合計28,157筆(85.0%)。

表 3.1.4 歷年夏季風速風向聯合機率分佈統計表(2005-2020)

風向 風速	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	合計 (%)
0.3m/s	.1	.1	.2	.3	.2	.1	.2	.1	.1	.1	.2	.4	.7	.6	.6	.2	4.4
1m/s	.3	.3	.7	.7	.5	.4	.4	.4	.5	.5	.5	1.0	.7	.5	1.0	.5	8.8
2m/s	.4	.5	.7	.6	.3	.2	.2	.8	.8	.8	.8	.8	.2	.0	.7	.7	8.5
3m/s	.6	.6	.6	.2	.1	.1	.2	1.0	1.4	1.3	1.0	.7	.0	.0	.5	.8	9.1
4m/s	.7	.7	.4	.1	.0	.0	.1	.8	1.5	1.7	1.1	.6	.0	.0	.2	.8	8.8
5m/s	.7	.7	.3	.0	.0	.0	.1	.5	2.1	2.4	1.1	.5	.0	.0	.1	.6	9.3
6m/s	.6	.7	.3	.0	.0	.0	.0	.2	2.0	3.0	1.3	.6	.0	.0	.0	.4	9.2
7m/s	.5	.7	.2	.0	.0	.0	.0	.2	1.8	3.5	1.7	.5	.0	.0	.0	.1	9.3
8m/s	.6	1.1	.3	.0	.0	.0	.0	.3	2.4	6.0	3.7	.6	.0	.0	.0	.1	15.1
10m/s	.2	.9	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.9	2.6	3.1	.1	.0	.0	.0	.0	8.2
12m/s	.2	.8	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.3	1.2	1.3	.0	.0	.0	.0	.0	3.9
14m/s	.1	.8	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.5	.2	.0	.0	.0	.0	.0	2.0
16m/s	.1	.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.1
18m/s	.0	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5
20m/s	.1	.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.6
25m/s	.1	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.3
30m/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1
35m/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
40m/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
100m/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
合計(%)	5.2	9.6	4.4	1.9	1.1	.8	1.2	4.3	14.1	23.9	16.2	5.9	1.7	1.1	3.2	4.4	99.1

[註1]:主要風速介於8 ~ 10 m/s佔15.1% · 風向SSW佔23.9%。

[註2]:風速平均值=6.6m/s, 風速最大值=42.5m/s, 其風向為N。

[註3]:風速小於5m/s佔40.5% · 介於5 ~ 10m/s佔42.8% · 大於10m/s佔16.7%。

[註4]:風向N~E佔19.5% · E~S佔11.5% · S~W佔56.4% · W~N佔11.6% · 靜風佔1.0%。

[註5]:資料每小時紀錄一次 · 合計28,493筆(86.0%)。

表 3.1.5 歷年秋季風速風向聯合機率分佈統計表(2005-2020)

風向 風速	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	合計 (%)
0.3m/s	.1	.2	.3	.2	.2	.1	.2	.1	.1	.1	.1	.2	.4	.2	.3	.1	3.0
1m/s	.2	.5	.7	.8	.5	.3	.3	.4	.3	.4	.3	.3	.2	.1	.4	.3	5.9
2m/s	.4	.6	1.1	.8	.2	.1	.2	.3	.5	.4	.4	.3	.1	.0	.3	.4	6.1
3m/s	.6	.9	1.3	.4	.1	.0	.1	.3	.6	.6	.4	.3	.0	.0	.2	.5	6.3
4m/s	.6	1.0	1.3	.2	.0	.0	.0	.2	.5	.5	.4	.1	.0	.0	.1	.5	5.5
5m/s	.7	1.4	1.5	.1	.0	.0	.0	.1	.4	.5	.2	.1	.0	.0	.0	.4	5.5
6m/s	.6	1.4	1.6	.1	.0	.0	.0	.0	.3	.3	.2	.1	.0	.0	.0	.2	4.9
7m/s	.4	1.5	1.8	.0	.0	.0	.0	.0	.2	.2	.1	.1	.0	.0	.0	.1	4.5
8m/s	.6	3.6	3.5	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.2	.2	.1	.0	.0	.0	.0	8.3
10m/s	.3	4.3	2.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.0	7.7
12m/s	.1	5.5	2.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	8.2
14m/s	.1	7.0	2.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	9.2
16m/s	.1	6.3	2.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	8.4
18m/s	.0	5.7	1.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	7.2
20m/s	.1	5.9	1.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	7.5
25m/s	.0	.6	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.8
30m/s	.0	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.2
35m/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
40m/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
100m/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
合計(%)	4.9	46.5	25.6	2.6	1.1	.6	.7	1.5	3.2	3.6	2.5	1.6	.7	.4	1.3	2.5	99.3

[註1]:主要風速介於14 ~ 16 m/s佔9.2% , 風向NNE佔46.5%。

[註2]:風速平均值=10.6m/s, 風速最大值=56.3m/s, 其風向為NNE。

[註3]:風速小於5m/s佔27.5% , 介於5 ~ 10m/s佔23.2% , 大於10m/s佔49.3%。

[註4]:風向N ~ E 佔78.7% , E ~ S 佔4.7% , S ~ W 佔9.8% , W ~ N 佔6.1% , 靜風佔0.7%。

[註5]:資料每小時紀錄一次 , 合計29,140筆(89.3%)。

表 3.1.6 歷年冬季風速風向聯合機率分佈統計表(2005-2020)

風向 風速	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	合計 (%)
0.3m/s	.0	.1	.1	.2	.1	.1	.1	.1	.1	.0	.0	.0	.1	.1	.1	.0	1.3
1m/s	.1	.2	.4	.5	.3	.2	.2	.2	.1	.1	.1	.1	.0	.0	.2	.1	2.9
2m/s	.2	.4	.9	.7	.2	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.0	.0	.0	.1	.2	3.3
3m/s	.3	.6	1.2	.4	.0	.0	.0	.0	.1	.1	.1	.1	.0	.0	.1	.2	3.2
4m/s	.4	.9	1.3	.2	.0	.0	.0	.0	.1	.1	.1	.1	.0	.0	.0	.2	3.5
5m/s	.5	1.2	1.3	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.2	3.6
6m/s	.5	1.5	1.2	.1	.0	.0	.0	.0	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	3.6
7m/s	.5	1.9	1.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	3.9
8m/s	1.0	4.1	2.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.1	8.2
10m/s	.7	5.4	2.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	8.9
12m/s	.5	6.8	2.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	10.0
14m/s	.2	7.5	2.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	10.4
16m/s	.1	8.5	2.9	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	11.5
18m/s	.0	7.6	2.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	10.3
20m/s	.0	10.2	3.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	13.3
25m/s	.0	.7	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.9
30m/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
35m/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
40m/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
100m/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
合計(%)	5.0	57.5	27.6	2.2	.7	.5	.5	.5	.7	.8	.6	.3	.1	.2	.4	1.3	98.8

[註1]:主要風速介於20 ~ 25 m/s佔13.3% · 風向NNE佔57.5%。

[註2]:風速平均值=13.0m/s, 風速最大值=30.3m/s, 其風向為NNE。

[註3]:風速小於5m/s佔15.4% · 介於5 ~ 10m/s佔19.3% · 大於10m/s佔65.3%。

[註4]:風向N~E佔91.4% · E~S佔2.1% · S~W佔2.2% · W~N佔3.2% · 靜風佔1.2%。

[註5]:資料每小時紀錄一次 · 合計30,278筆(93.2%)。

風玫瑰圖

時間:2005~2020年 每年12月 資料數:10,850(97.2%)
 平均值=13.6m/s 最大值=30.3m/s(NNE)
 小於5m/s:13.4% 5~10m/s:17.4% 10~15m/s:24.0%
 大於15m/s:45.2%
 N~E:93.3% E~S:2.1% S~W:1.6% W~N:2.8%
 靜風:0.3%

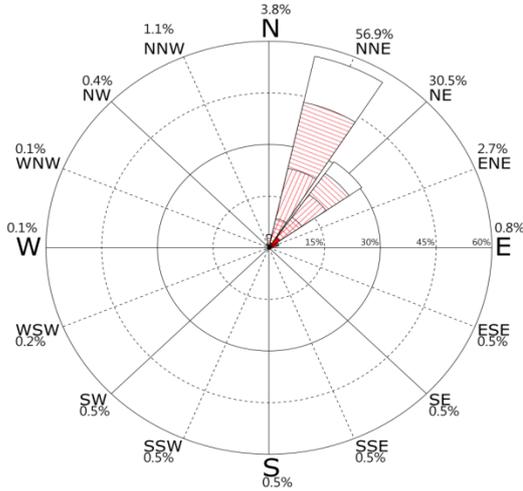


圖3.1.3 歷年12月 臺中測站風玫瑰圖

時間:2005~2020年 每年1月 資料數:10,326(92.5%)
 平均值=13.3m/s 最大值=28.4m/s(NE)
 小於5m/s:14.4% 5~10m/s:18.8% 10~15m/s:23.8%
 大於15m/s:43.1%
 N~E:92.2% E~S:1.4% S~W:0.9% W~N:2.6%
 靜風:2.9%

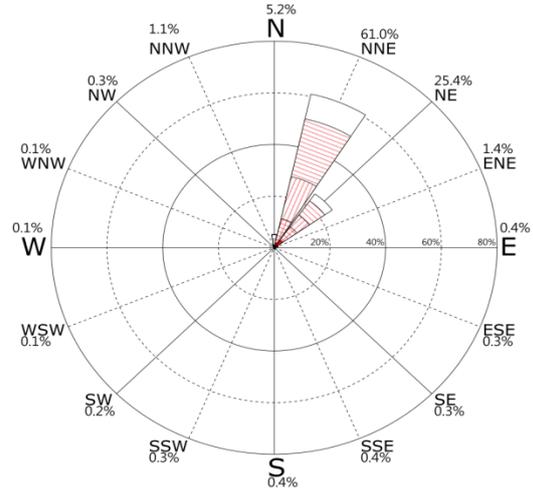


圖3.1.4 歷年1月 臺中測站風玫瑰圖

時間:2005~2020年 每年2月 資料數:9,102(89.4%)
 平均值=11.9m/s 最大值=26.2m/s(NNE)
 小於5m/s:18.9% 5~10m/s:22.1% 10~15m/s:23.6%
 大於15m/s:35.4%
 N~E:88.3% E~S:2.8% S~W:4.3% W~N:4.2%
 靜風:0.4%

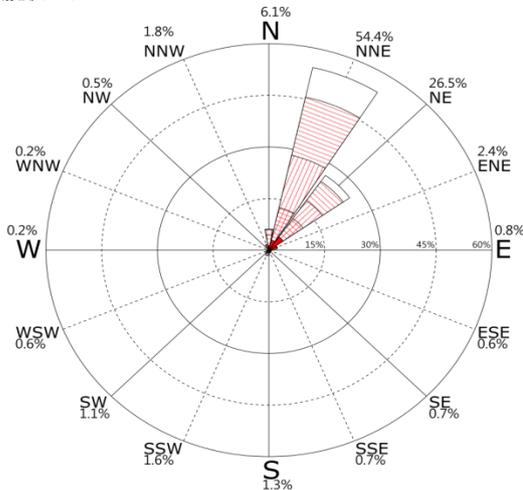


圖3.1.5 歷年2月 臺中測站風玫瑰圖

時間:2005~2020年 每年冬季 資料數:30,278(93.2%)
 平均值=13.0m/s 最大值=30.3m/s(NNE)
 小於5m/s:15.4% 5~10m/s:19.3% 10~15m/s:23.8%
 大於15m/s:41.5%
 N~E:91.4% E~S:2.1% S~W:2.2% W~N:3.2%
 靜風:1.2%

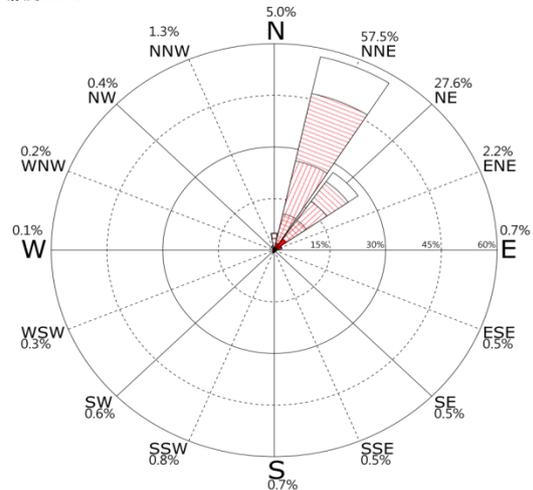
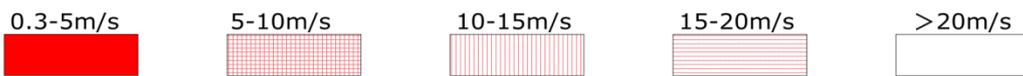


圖3.1.6 歷年冬季 臺中測站風玫瑰圖



風玫瑰圖

時間:2005~2020年 每年3月 資料數:9,981(89.4%)
 平均值=9.7m/s 最大值=54.8m/s(NE)
 小於5m/s:31.9% 5~10m/s:25.7% 10~15m/s:21.4%
 大於15m/s:21.0%
 N~E:74.9% E~S:4.0% S~W:10.8% W~N:6.7%
 靜風:3.6%

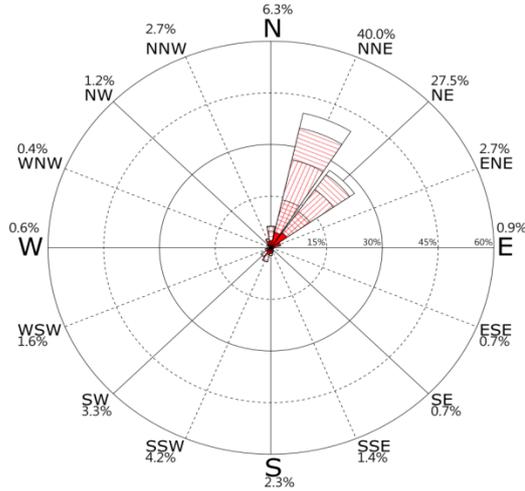


圖3.1.7 歷年 3月 臺中測站風玫瑰圖

時間:2005~2020年 每年4月 資料數:8,876(82.2%)
 平均值=8.0m/s 最大值=30.1m/s(NNE)
 小於5m/s:37.6% 5~10m/s:32.1% 10~15m/s:18.8%
 大於15m/s:11.5%
 N~E:59.4% E~S:4.9% S~W:23.3% W~N:8.3%
 靜風:4.1%

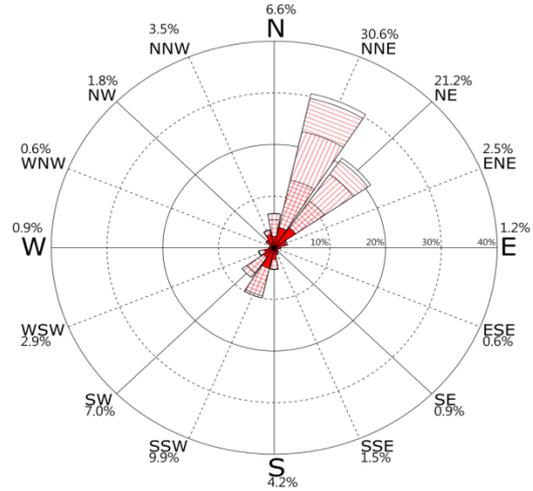


圖3.1.8 歷年 4月 臺中測站風玫瑰圖

時間:2005~2020年 每年5月 資料數:9,300(83.3%)
 平均值=6.8m/s 最大值=25.8m/s(NNE)
 小於5m/s:38.3% 5~10m/s:43.1% 10~15m/s:14.4%
 大於15m/s:4.2%
 N~E:44.1% E~S:5.5% S~W:40.6% W~N:8.6%
 靜風:1.2%

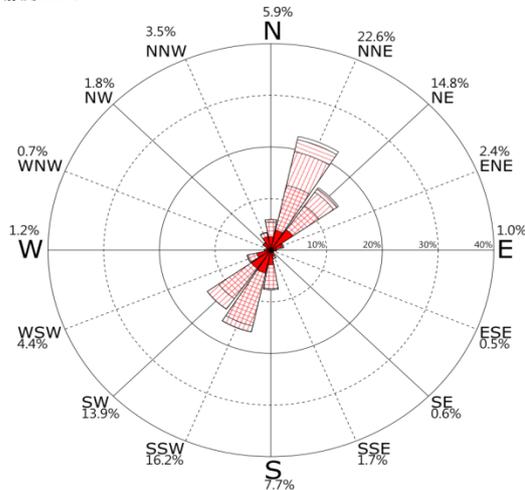


圖3.1.9 歷年 5月 臺中測站風玫瑰圖

時間:2005~2020年 每年春季 資料數:28,157(85.0%)
 平均值=8.2m/s 最大值=54.8m/s(NE)
 小於5m/s:35.8% 5~10m/s:33.4% 10~15m/s:18.3%
 大於15m/s:12.5%
 N~E:59.8% E~S:4.8% S~W:24.6% W~N:7.8%
 靜風:2.9%

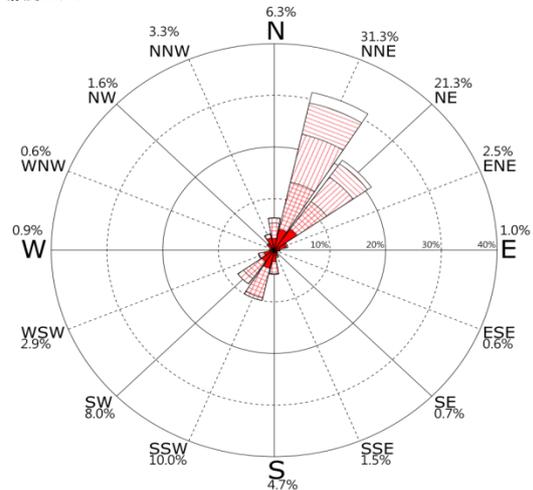
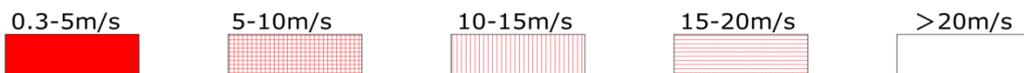


圖3.1.10 歷年 春季 臺中測站風玫瑰圖



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

風玫瑰圖

時間:2005~2020年 每年6月 資料數:9,278(85.9%)
 平均值=7.1m/s 最大值=23.2m/s(NNE)
 小於5m/s:31.3% 5~10m/s:49.1% 10~15m/s:16.6%
 大於15m/s:3.0%
 N~E:20.9% E~S:9.2% S~W:63.2% W~N:6.0%
 靜風:0.7%

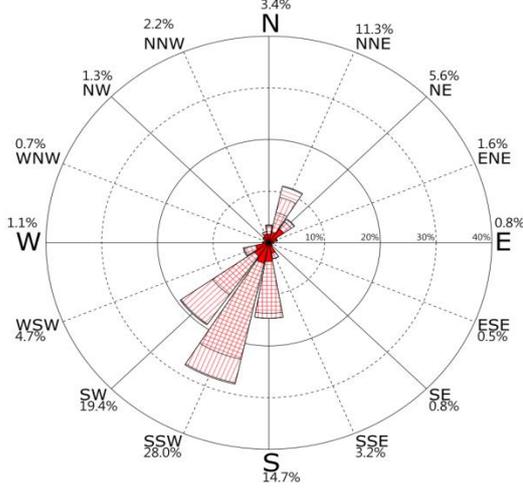


圖3.1.11 歷年 6月 臺中測站風玫瑰圖

時間:2005~2020年 每年7月 資料數:9,772(87.6%)
 平均值=6.6m/s 最大值=29.3m/s(SW)
 小於5m/s:39.9% 5~10m/s:43.5% 10~15m/s:12.8%
 大於15m/s:3.8%
 N~E:15.4% E~S:11.1% S~W:59.1% W~N:13.2%
 靜風:1.1%

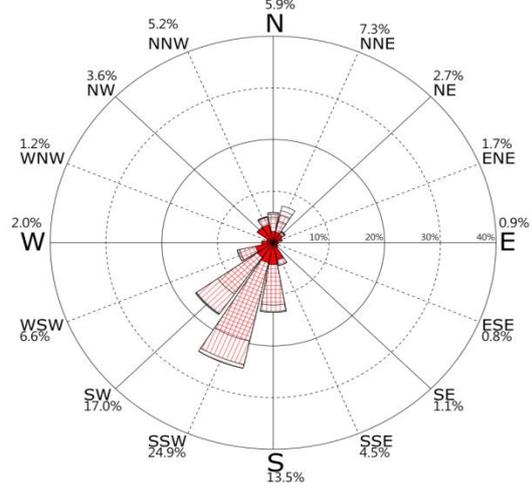


圖3.1.12 歷年 7月 臺中測站風玫瑰圖

時間:2005~2020年 每年8月 資料數:9,443(84.6%)
 平均值=5.9m/s 最大值=42.5m/s(N)
 小於5m/s:50.2% 5~10m/s:35.9% 10~15m/s:10.2%
 大於15m/s:3.7%
 N~E:22.3% E~S:14.3% S~W:46.9% W~N:15.5%
 靜風:1.0%

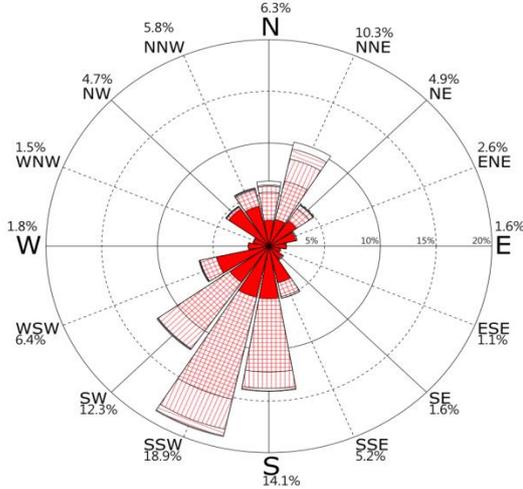


圖3.1.13 歷年 8月 臺中測站風玫瑰圖

時間:2005~2020年 每年夏季 資料數:28,493(86.0%)
 平均值=6.6m/s 最大值=42.5m/s(N)
 小於5m/s:40.5% 5~10m/s:42.8% 10~15m/s:13.2%
 大於15m/s:3.5%
 N~E:19.5% E~S:11.5% S~W:56.4% W~N:11.6%
 靜風:1.0%

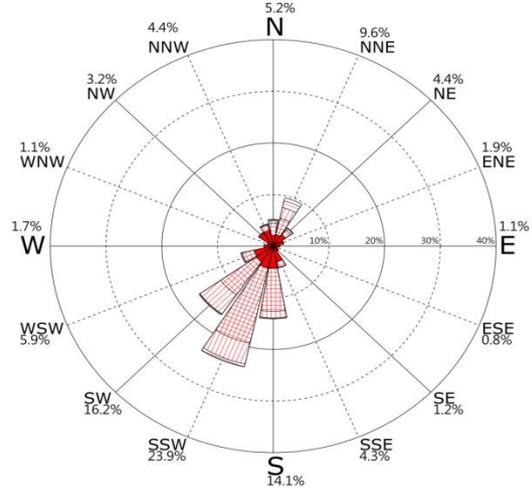


圖3.1.14 歷年 夏季 臺中測站風玫瑰圖



風玫瑰圖

時間:2005~2020年 每年9月 資料數:9,807(91.8%)
 平均值=7.9m/s 最大值=46.2m/s(N)
 小於5m/s:40.4% 5~10m/s:29.7% 10~15m/s:16.5%
 大於15m/s:13.3%
 N~E:61.9% E~S:8.3% S~W:19.7% W~N:9.3%
 靜風:0.7%

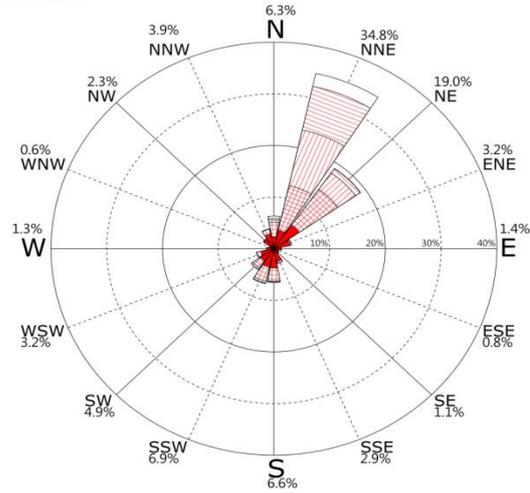


圖3.1.15 歷年 9月 臺中測站風玫瑰圖

時間:2005~2020年 每年10月 資料數:9,301(83.3%)
 平均值=12.2m/s 最大值=40.0m/s(NNE)
 小於5m/s:19.4% 5~10m/s:19.1% 10~15m/s:23.0%
 大於15m/s:38.5%
 N~E:87.6% E~S:2.2% S~W:5.2% W~N:3.9%
 靜風:1.1%

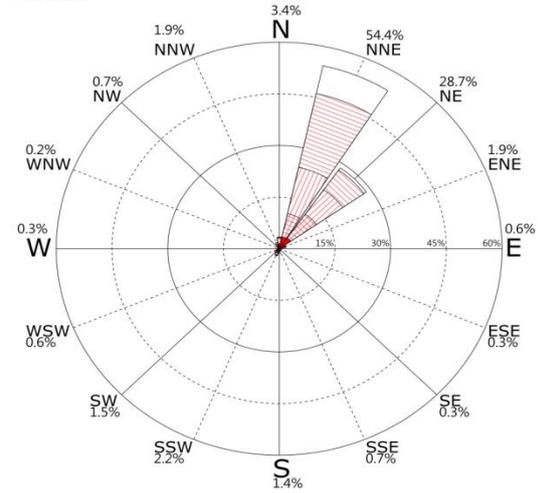


圖3.1.16 歷年 10月 臺中測站風玫瑰圖

時間:2005~2020年 每年11月 資料數:10,032(92.9%)
 平均值=11.7m/s 最大值=56.3m/s(NNE)
 小於5m/s:22.4% 5~10m/s:20.5% 10~15m/s:21.9%
 大於15m/s:35.1%
 N~E:86.8% E~S:3.4% S~W:4.5% W~N:4.9%
 靜風:0.4%

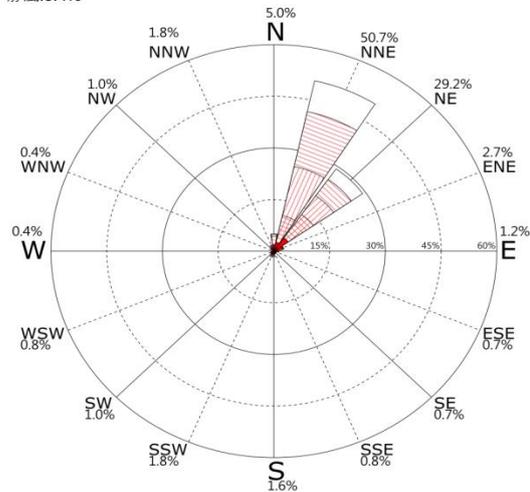


圖3.1.17 歷年 11月 臺中測站風玫瑰圖

時間:2005~2020年 每年秋季 資料數:29,140(89.3%)
 平均值=10.6m/s 最大值=56.3m/s(NNE)
 小於5m/s:27.5% 5~10m/s:23.2% 10~15m/s:20.4%
 大於15m/s:28.9%
 N~E:78.7% E~S:4.7% S~W:9.8% W~N:6.1%
 靜風:0.7%

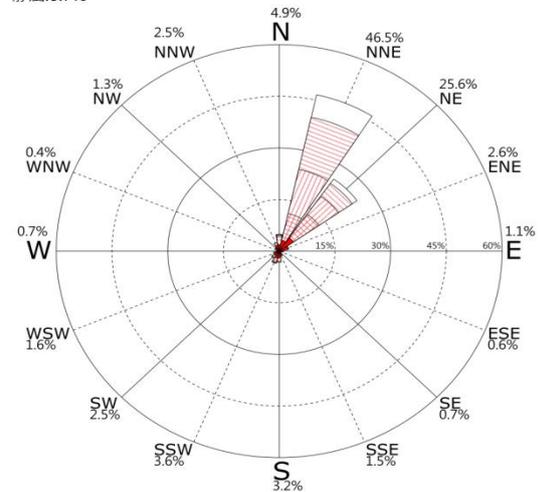
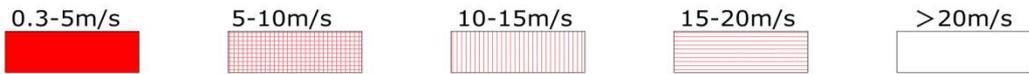


圖3.1.18 歷年 秋季 臺中測站風玫瑰圖



風玫瑰圖

時間:2019/09/01~2020/08/31 資料數:7,869(89.6%)
 平均值=9.7m/s 最大值=27.9m/s(NNE)
 小於5m/s:26.3% 5~10m/s:31.5% 10~15m/s:21.7%
 大於15m/s:20.5%
 N~E:66.5% E~S:4.2% S~W:20.8% W~N:7.3%
 靜風:1.2%

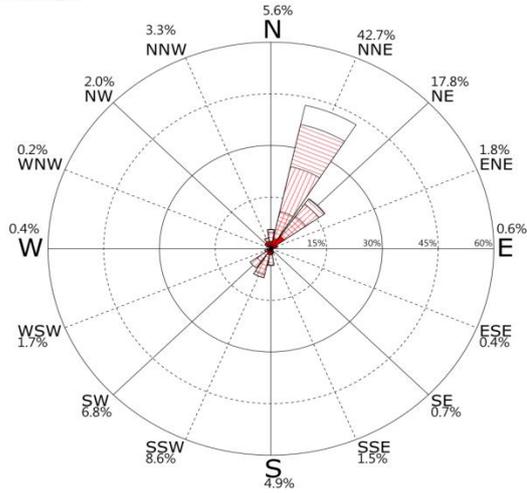


圖3.1.19 2020年 整年 臺中測站風玫瑰圖

時間:2005/09/07~2020/08/31 資料數:116,068(88.4%)
 平均值=9.6m/s 最大值=56.3m/s(NNE)
 小於5m/s:29.6% 5~10m/s:29.5% 10~15m/s:19.0%
 大於15m/s:22.0%
 N~E:62.9% E~S:5.7% S~W:22.9% W~N:7.1%
 靜風:1.4%

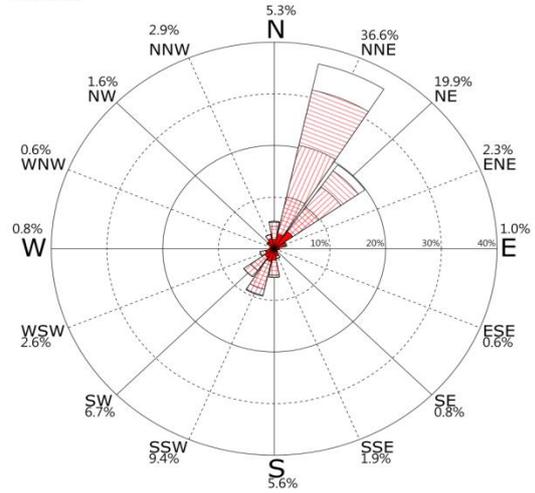
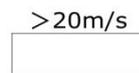
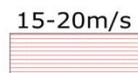
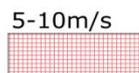
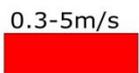


圖3.1.20 歷年 臺中測站風玫瑰圖



3.2 波浪觀測資料分析

本海域波浪觀測採用挪威奧斯陸 Nortek 公司所生產超音波式表面波高波向與剖面海流儀 AWAC (Acoustic Wave and Current profiler)，觀測站位於臺中港北防波堤堤頭外約 800 公尺處，觀測水深約 30 公尺，波浪的取樣頻率為 1Hz，每小時取樣 2,048 筆資料，茲將本研究波浪觀測站量測所得資料繪製成下述圖表：

1. 歷年四季及全觀測期波高、週期及波向機率分佈統計表（如表 3.2.1）。
2. 歷年四季及全觀測期波高、週期及波向機率分佈圖（如圖 3.2.1~圖 3.2.3）。
3. 歷年分月、分季及全觀測期波高、週期及波向聯合機率分佈統計表（如表 3.2.2~表 3.2.11）。
4. 歷年分月、分季及觀測期波浪玫瑰圖（如圖 3.2.4~圖 3.2.21）。

波浪大小與吹風距離、吹風延時及吹風大小等均有相關，吹風距離愈長，延時持續愈久，所造成波浪愈大，颱風波浪即為明顯之案例，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，且這種颱風湧浪波長明顯較季風波浪長；波浪傳播方向在外海主要受風向所決定，此現象可由季風盛行期航照圖或衛星影像看出，但在較淺的水域，由外海來之波浪會受到淺化影響而產生折射，逐漸向垂直岸偏轉，此時如海岸線並非平直，波浪行進途中亦會產生繞射與反射等現象。

本海域波高平均為 1.5 m，波高分佈以 1 m 以下比率最高，約為 40.5%，1 m~2 m 間為 31.1%，2 m 以上佔 28.4%，歷年波浪週期統計資料顯示，歷年波浪週期主要介於 6~8 秒間，佔全期 53.7%，小於 6 秒者次之，約為 32.9%，8~10 秒間為 12.3%，週期 10 秒以上約為 1.1%。將波向分佈採四象限、16 分位統計，歷年波向以 N~E 象限為主，所佔比率約為 66.8%，其餘三象限分別為 2.7% (E~S)、11.0% (S~W)、

19.6% (W~N)，16 方位中以 NNE 向比率最高，約為 40.2%，N 方向次之，為 27.5%。

歷年春季波高平均為 1.3 m，以 1 m 以下比率最高，佔歷年 47.7%，1~2 m 間比率為 34.7%，2 m 以上約佔 17.6%，歷年週期分佈主要落於 6~8 秒間，比率為 55.9%，6 秒以下次之，佔歷年 37.3%，波向分佈，四象限統計法中，N~E 象限比率最大，約佔 74.6%，其餘象限分別為 1.9% (E~S)、8.8% (S~W) 及 14.7% (W~N)，16 分位中以 NNE 方向比率最高，約佔 40.2%；在夏季期間，風與波浪均自西南方來，惟西南季風吹拂至本海域時，吹風能量已大幅減弱，整季波高為四季中最小，約 0.9 m，波高分佈以小於 1 m 比率最高，佔整季 75.8%，週期分佈以 6 秒以下比率最高，約佔整季 53.6%，亦為四季中最高，夏季因受西南季風及颱風影響，波向較為散佈，四象限中，N~E 象限所佔比率為 32.1%、S~W 象限為 26.7%、W~N 象限為 36.6%，16 分位中以 W 向比率最高，佔歷年 20.2%。

秋季季風型態由西南逐漸轉換至東北，歷年波高平均為四季中僅次於冬季之季節，波高為 1.8 m，波高 2 m 以上比率最高，約為 40.7%，1~2 m 間比率次之，為 39.1%，1 m 以下為 20.3%，歷年週期分佈主要落於 6~8 秒間，所佔比率為 62.6%，6 秒以下次之，佔歷年 20.1%，波向分佈，四象限中以 N~E 象限比率最高，佔歷年 80.3%，其餘各象限分別為 2.9% (E~S)、3.8% (S~W)、及 13.1% (W~N)，如採 16 分位法分析，以 NNE 向 49.4% 比率最高；在冬季期間，東北季風吹襲至臺灣中部，因地勢影響形成狹管效應，導致冬季期間波高平均四季最大，高達 2.1 m，波高分佈以 2 m 以上為主，佔整季 55%，1~2 m 間為 33.6%，小於 1 m 所佔比率為 11.4%，歷年冬季波浪週期以 6~8 秒比率最高，約為 61.7%，8~10 秒間次之，約為 21.4%，因受東北季風影響，歷年波向以 N~E 象限所佔比率最高，約為 88.5%，16 方位中以 NNE 向 49.9% 比率最高，N 向次之，約為 43.3%。

表 3.2.1 歷年四季及全觀測期波高、週期及波向機率分佈統計表

波高分佈				
季節	波高平均 (m)	波高<1.0 (%)	波高1.0~2.0 (%)	波高>2.0 (%)
春	1.3	47.7	34.7	17.6
夏	0.9	75.8	19.3	4.8
秋	1.8	20.7	38.7	40.7
冬	2.1	11.4	33.6	55.0
全期	1.5	40.5	31.1	28.4
週期分佈				
季節	週期<6.0秒 (%)	週期6~8秒 (%)	週期8~10秒 (%)	週期>10.0秒 (%)
春	37.3	55.9	6.6	0.2
夏	53.6	38.1	6.9	1.4
秋	20.3	62.6	15.2	2.1
冬	16.5	61.7	21.4	0.4
全期	32.9	53.7	12.3	1.1
波向分佈 (四象限)				
季節	N~E (%)	E~S (%)	S~W (%)	W~N (%)
春	74.6	1.9	8.8	14.7
夏	32.1	4.6	26.7	36.6
秋	80.3	2.9	3.8	13.1
冬	88.5	0.6	1.0	9.9
全期	66.8	2.7	11.0	19.6

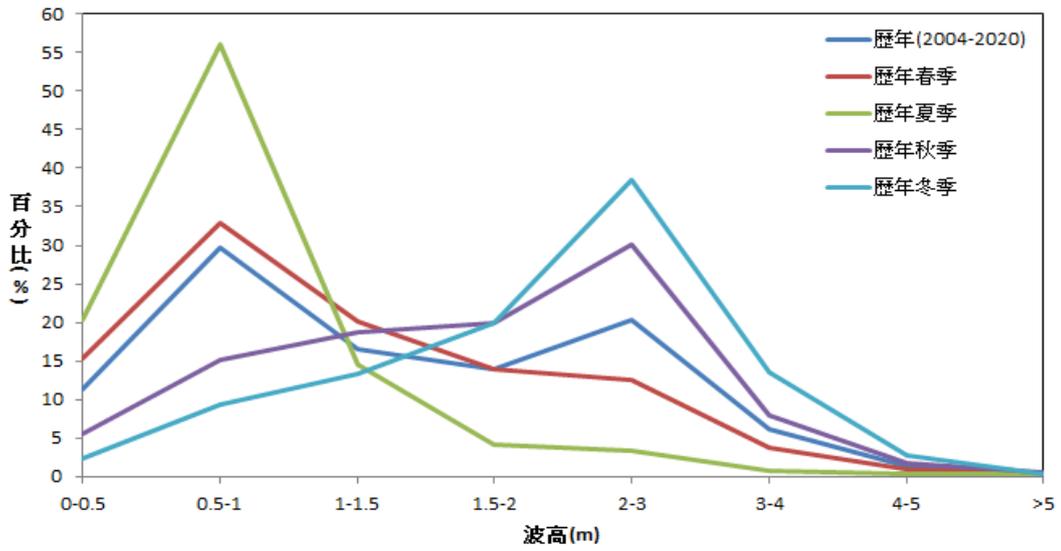


圖 3.2.1 歷年四季及全觀測期波高機率分佈圖

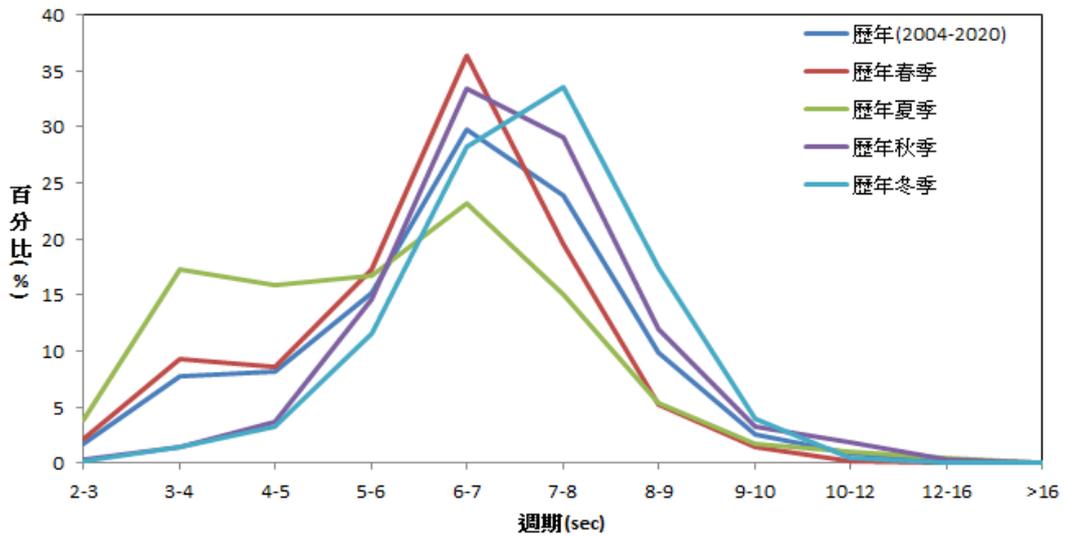


圖 3.2.2 歷年四季及全觀測期波浪週期機率分佈圖

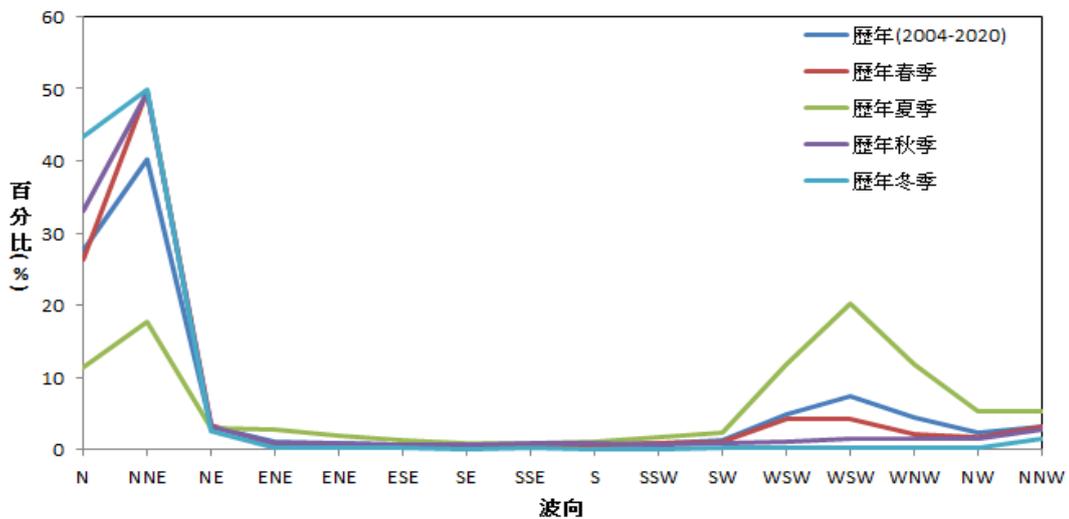


圖 3.2.3 歷年四季及全觀測期波向機率分佈圖

表 3.2.2 歷年波高週期聯合機率分佈統計表(2004-2020)

T _{1/3} H _{1/3}	2秒	3秒	4秒	5秒	6秒	7秒	8秒	9秒	10秒	12秒	16秒	20秒	40秒	60秒	200秒	合計 (%)
0.0m	.5	1.7	1.0	1.9	4.2	1.6	.3	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	11.3
0.5m	1.1	5.7	5.2	6.3	6.5	3.3	1.0	.4	.2	.1	.0	.0	.0	.0	.0	29.7
1.0m	.0	.5	1.9	4.4	6.8	2.1	.5	.1	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	16.6
1.5m	.0	.0	.1	1.8	6.5	4.6	.7	.1	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	14.0
2.0m	.0	.0	.0	.5	4.8	10.0	4.4	.5	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	20.4
3.0m	.0	.0	.0	.1	.7	1.8	2.4	1.1	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	6.2
4.0m	.0	.0	.0	.0	.2	.4	.4	.3	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.4
5.0m	.0	.0	.0	.0	.1	.1	.0	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.3
6.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1
7.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
8.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
9.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
10.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
11.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
12.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
13.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
14.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
15.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
16.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
50.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
合計(%)	1.7	7.8	8.2	15.1	29.8	23.9	9.8	2.6	.9	.2	.0	.0	.0	.0	.0	100.0

[註1]:主要波高Hs介於0.5 ~ 1.0 m佔29.7%·主要週期6 ~ 7秒佔29.8%。

[註2]:波高Hs平均值=1.5m, 波高Hs最大值=11.0m, 其週期為9.9秒。

[註3]:波高Hs小於1m佔40.5%·介於1 ~ 2m佔31.1%·大於2m佔28.4%。

[註4]:Tp(秒)小於6佔32.9%·6 ~ 8佔53.7%·8 ~ 10佔12.3%·大於10佔1.1%。

[註5]:資料每小時紀錄一次·合計111,338筆(76.6%)。

表 3.2.3 歷年春季波高週期聯合機率分佈統計表(2004-2020)

T _{1/3} H _{1/3}	2秒	3秒	4秒	5秒	6秒	7秒	8秒	9秒	10秒	12秒	16秒	20秒	40秒	60秒	200秒	合計 (%)
0.0m	.8	1.9	1.0	2.5	7.1	1.7	.3	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	15.4
0.5m	1.2	7.0	5.6	7.4	8.2	2.7	.5	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	32.8
1.0m	.1	.4	2.0	5.3	9.7	2.4	.3	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	20.2
1.5m	.0	.0	.1	1.5	7.2	4.8	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	14.0
2.0m	.0	.0	.0	.4	3.4	6.2	2.2	.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	12.6
3.0m	.0	.0	.0	.2	.6	1.3	1.1	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	3.8
4.0m	.0	.0	.0	.0	.1	.3	.3	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.9
5.0m	.0	.0	.0	.0	.1	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.3
6.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
7.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
8.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
9.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
10.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
11.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
12.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
13.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
14.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
15.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
16.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
50.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
合計(%)	2.1	9.3	8.6	17.3	36.4	19.5	5.2	1.4	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.0

[註1]:主要波高Hs介於0.5 ~ 1.0 m佔32.8% , 主要週期6 ~ 7秒佔36.4%。

[註2]:波高Hs平均值=1.3m, 波高Hs最大值=9.0m, 其週期為6.3秒。

[註3]:波高Hs小於1m佔47.7% , 介於1 ~ 2m佔34.7% , 大於2m佔17.6%。

[註4]:Tp(秒)小於6佔37.3% , 6 ~ 8佔55.9% , 8 ~ 10佔6.6% , 大於10佔0.2%。

[註5]:資料每小時紀錄一次, 合計24,258筆(64.6%)。

表 3.2.4 歷年夏季波高週期聯合機率分佈統計表(2004-2020)

$T_{1/3}$ $H_{1/3}$	2秒	3秒	4秒	5秒	6秒	7秒	8秒	9秒	10秒	12秒	16秒	20秒	40秒	60秒	200秒	合計 (%)
0.0m	1.1	3.7	2.1	3.2	6.3	3.2	.6	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	20.4
0.5m	2.6	12.4	10.5	9.1	10.4	6.8	2.5	1.0	.6	.1	.0	.0	.0	.0	.0	56.0
1.0m	.1	1.2	3.2	3.3	3.9	1.8	.6	.2	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	14.5
1.5m	.0	.0	.1	.8	1.5	1.3	.4	.0	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	4.2
2.0m	.0	.0	.0	.2	.8	1.5	.7	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	3.4
3.0m	.0	.0	.0	.0	.1	.3	.3	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.8
4.0m	.0	.0	.0	.0	.1	.1	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.3
5.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1
6.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1
7.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1
8.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
9.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
10.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
11.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
12.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
13.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
14.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
15.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
16.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
50.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
合計(%)	3.8	17.3	15.8	16.7	23.1	15.0	5.3	1.7	1.0	.4	.0	.0	.0	.0	.0	100.0

[註1]:主要波高Hs介於0.5 ~ 1.0 m佔56.0% · 主要週期6 ~ 7秒佔23.1%。

[註2]:波高Hs平均值=0.9m, 波高Hs最大值=11.0m, 其週期為9.9秒。

[註3]:波高Hs小於1m佔75.8% · 介於1 ~ 2m佔19.3% · 大於2m佔4.8%。

[註4]:Tp(秒)小於6佔53.6% · 6 ~ 8佔38.1% · 8 ~ 10佔6.9% · 大於10佔1.4%。

[註5]:資料每小時紀錄一次 · 合計32,760筆(87.3%)。

表 3.2.5 歷年秋季波高週期聯合機率分佈統計表(2004-2020)

$T_{1/3}$ $H_{1/3}$	2秒	3秒	4秒	5秒	6秒	7秒	8秒	9秒	10秒	12秒	16秒	20秒	40秒	60秒	200秒	合計 (%)
0.0m	.1	.5	.5	1.2	2.1	.9	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	5.6
0.5m	.2	.9	2.0	5.1	4.1	1.9	.5	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	15.1
1.0m	.0	.1	1.0	5.0	8.5	2.5	.7	.2	.4	.1	.0	.0	.0	.0	.0	18.7
1.5m	.0	.0	.1	2.4	9.6	5.9	1.0	.3	.5	.1	.0	.0	.0	.0	.0	20.0
2.0m	.0	.0	.0	.7	7.6	15.3	5.6	.6	.3	.1	.0	.0	.0	.0	.0	30.2
3.0m	.0	.0	.0	.1	.9	2.1	3.4	1.2	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	8.0
4.0m	.0	.0	.0	.0	.3	.4	.4	.5	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.8
5.0m	.0	.0	.0	.0	.2	.1	.0	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.4
6.0m	.0	.0	.0	.0	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1
7.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
8.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
9.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
10.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
11.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
12.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
13.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
14.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
15.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
16.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
50.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
合計(%)	.3	1.5	3.7	14.6	33.4	29.1	11.9	3.3	1.8	.3	.0	.0	.0	.0	.0	100.0

[註1]:主要波高Hs介於2.0 ~ 3.0 m佔30.2% · 主要週期6 ~ 7秒佔33.4%。

[註2]:波高Hs平均值=1.8m, 波高Hs最大值=7.7m, 其週期為8.0秒。

[註3]:波高Hs小於1m佔20.3% · 介於1 ~ 2m佔39.1% · 大於2m佔40.7%。

[註4]:Tp(秒)小於6佔20.1% · 6 ~ 8佔62.6% · 8 ~ 10佔15.2% · 大於10佔2.1%。

[註5]:資料每小時紀錄一次 · 合計28,758筆(82.2%)。

表 3.2.6 歷年冬季波高週期聯合機率分佈統計表(2004-2020)

$T_{1/3}$ $H_{1/3}$	2秒	3秒	4秒	5秒	6秒	7秒	8秒	9秒	10秒	12秒	16秒	20秒	40秒	60秒	200秒	合計 (%)
0.0m	.1	.1	.2	.5	1.1	.3	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	2.3
0.5m	.1	1.2	1.5	2.9	2.5	.9	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	9.3
1.0m	.0	.2	1.3	4.2	5.9	1.5	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	13.4
1.5m	.0	.0	.2	2.6	8.7	7.5	.9	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	19.9
2.0m	.0	.0	.0	.9	8.1	18.7	10.0	.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	38.4
3.0m	.0	.0	.0	.3	1.5	3.9	5.1	2.6	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	13.5
4.0m	.0	.0	.0	.1	.4	.7	.9	.5	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	2.8
5.0m	.0	.0	.0	.0	.1	.1	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.3
6.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
7.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
8.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
9.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
10.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
11.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
12.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
13.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
14.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
15.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
16.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
50.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
合計(%)	.2	1.5	3.2	11.5	28.2	33.5	17.4	4.0	.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.0

[註1]:主要波高Hs介於2.0 ~ 3.0 m佔38.4% · 主要週期7 ~ 8秒佔33.5%。

[註2]:波高Hs平均值=2.1m, 波高Hs最大值=6.4m, 其週期為9.7秒。

[註3]:波高Hs小於1m佔11.4% · 介於1 ~ 2m佔33.6% · 大於2m佔55.0%。

[註4]:Tp(秒)小於6佔16.5% · 6 ~ 8佔61.7% · 8 ~ 10佔21.4% · 大於10佔0.4%。

[註5]:資料每小時紀錄一次 · 合計25,562筆(72.4%)。

表 3.2.7 歷年波高波向聯合機率分佈統計表(2004-2020)

波向 H _{1/3}	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	合計 (%)	
0.0m	1.8	2.2	.5	.3	.2	.2	.2	.1	.2	.2	.3	.7	1.2	1.3	.9	1.1	11.3	
0.5m	4.4	8.0	1.2	.5	.5	.4	.2	.2	.3	.4	.7	2.8	4.8	2.6	1.2	1.5	29.7	
1.0m	4.0	8.6	.5	.2	.1	.0	.0	.1	.1	.1	.2	1.0	.9	.3	.1	.3	16.6	
1.5m	4.6	8.1	.3	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.0	.2	.2	.1	.1	.1	14.0	
2.0m	8.4	10.5	.3	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.2	20.4	
3.0m	3.3	2.3	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	6.2	
4.0m	.8	.3	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.4	
5.0m	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.3	
6.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	
7.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
8.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
9.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
10.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
11.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
12.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
13.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
14.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
15.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
16.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
50.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
合計(%)	27.5	40.2	3.1	1.2	.9	.7	.6	.6	.6	.7	.9	1.3	4.8	7.3	4.4	2.4	3.3	100.0

[註1]:主要波高Hs介於0.5 ~ 1.0 m佔29.7% , 主要波向NNE佔40.2%。

[註2]:波高Hs平均值=1.5m, 波高Hs最大值=11.0m, 其波向為S。

[註3]:波高Hs小於1m佔41.0% , 介於1 ~ 2m佔30.6% , 大於2m佔28.4%。

[註4]:波向N ~ E 佔66.8% , E ~ S 佔2.7% , S ~ W 佔11.0% , W ~ N 佔19.6%。

[註5]:資料每小時紀錄一次, 合計111,338筆(76.6%)。

表 3.2.8 歷年春季波高波向聯合機率分佈統計表(2004-2020)

波向 H _{1/3}	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	合計 (%)
0.0m	3.2	4.4	.8	.3	.2	.2	.1	.2	.2	.2	.4	.7	.9	.9	1.0	1.6	15.4
0.5m	6.3	13.4	1.5	.3	.2	.3	.3	.2	.2	.4	.7	3.0	3.1	1.2	.7	1.1	32.8
1.0m	5.3	13.1	.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.1	.6	.2	.0	.0	.3	20.2
1.5m	4.6	9.0	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	14.0
2.0m	4.7	7.5	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	12.6
3.0m	1.6	1.9	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	3.8
4.0m	.5	.3	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.9
5.0m	.2	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.3
6.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
7.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
8.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
9.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
10.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
11.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
12.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
13.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
14.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
15.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
16.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
50.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
合計(%)	26.3	49.7	3.5	.6	.4	.5	.5	.4	.6	.8	1.2	4.3	4.2	2.2	1.8	3.2	100.0

[註1]:主要波高Hs介於0.5 ~ 1.0 m佔32.8%・主要波向NNE佔49.7%。

[註2]:波高Hs平均值=1.3m, 波高Hs最大值=9.0m, 其波向為N。

[註3]:波高Hs小於1m佔48.2%・介於1 ~ 2m佔34.2%・大於2m佔17.6%。

[註4]:波向N ~ E佔74.6%・E ~ S佔1.9%・S ~ W佔8.8%・W ~ N佔14.7%。

[註5]:資料每小時紀錄一次, 合計24,258筆(64.6%)。

表 3.2.9 歷年夏季波高波向聯合機率分佈統計表(2004-2020)

波向 H _{1/3}	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	合計 (%)
0.0m	2.1	2.1	.7	.5	.5	.4	.3	.3	.3	.4	.6	1.6	3.2	3.6	2.1	1.8	20.4
0.5m	5.3	7.8	1.4	1.3	1.4	.9	.5	.5	.6	1.0	1.5	6.9	13.5	7.4	3.0	3.0	56.0
1.0m	1.8	4.1	.5	.4	.1	.0	.0	.0	.1	.2	.3	2.8	2.8	.8	.3	.3	14.5
1.5m	.8	1.9	.2	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.0	.4	.4	.1	.0	.0	4.2
2.0m	1.1	1.4	.1	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.0	.1	.2	.1	.0	.1	3.4
3.0m	.3	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.8
4.0m	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.3
5.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1
6.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1
7.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1
8.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
9.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
10.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
11.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
12.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
13.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
14.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
15.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
16.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
50.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
合計(%)	11.4	17.7	3.0	2.7	2.0	1.4	.9	.8	1.1	1.8	2.4	11.9	20.2	11.9	5.4	5.3	100.0

[註1]:主要波高Hs介於0.5 ~ 1.0 m佔56.0% , 主要波向W佔20.2%。

[註2]:波高Hs平均值=0.9m, 波高Hs最大值=11.0m, 其波向為S。

[註3]:波高Hs小於1m佔76.5% , 介於1 ~ 2m佔18.7% , 大於2m佔4.8%。

[註4]:波向N~E佔32.1% , E~S佔4.6% , S~W佔26.7% , W~N佔36.6%。

[註5]:資料每小時紀錄一次, 合計32,760筆(87.3%)。

表 3.2.10 歷年秋季波高波向聯合機率分佈統計表(2004-2020)

波向 H _{1/3}	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	合計 (%)
0.0m	1.3	1.5	.3	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.2	.3	.3	.7	5.6
0.5m	3.9	6.5	.8	.2	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.2	.3	.6	.6	.5	.9	15.1
1.0m	5.1	10.8	.6	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.2	.3	.2	.2	.4	18.7
1.5m	5.8	12.1	.5	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.2	20.0
2.0m	11.2	15.7	.6	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.3	.2	30.2
3.0m	4.4	2.2	.2	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	8.0
4.0m	1.0	.3	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	1.8
5.0m	.2	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.4
6.0m	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1
7.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
8.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
9.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
10.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
11.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
12.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
13.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
14.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
15.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
16.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
50.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
合計(%)	33.0	49.4	3.1	.9	.8	.7	.6	.8	.8	.7	.8	1.2	1.6	1.5	1.5	2.7	100.0

[註1]:主要波高Hs介於2.0 ~ 3.0 m佔30.2%・主要波向NNE佔49.4%。

[註2]:波高Hs平均值=1.8m, 波高Hs最大值=7.7m, 其波向為N。

[註3]:波高Hs小於1m佔20.7%・介於1 ~ 2m佔38.7%・大於2m佔40.7%。

[註4]:波向N~E佔80.3%・E~S佔2.9%・S~W佔3.8%・W~N佔13.1%。

[註5]:資料每小時紀錄一次・合計28,758筆(82.2%)。

表 3.2.11 歷年冬季波高波向聯合機率分佈統計表(2004-2020)

波向 H _{1/3}	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	合計 (%)
0.0m	.7	.8	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.2	2.3
0.5m	2.2	4.8	.9	.1	.0	.1	.0	.1	.0	.1	.2	.1	.1	.1	.2	.4	9.3
1.0m	4.6	7.7	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.1	.0	.0	.0	.2	13.4
1.5m	8.4	10.8	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.3	19.9
2.0m	18.0	19.2	.3	.0	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.0	.0	.4	38.4
3.0m	7.6	5.5	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	13.5
4.0m	1.7	.8	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	2.8
5.0m	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.3
6.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
7.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
8.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
9.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
10.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
11.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
12.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
13.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
14.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
15.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
16.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
50.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
合計(%)	43.3	49.9	2.6	.2	.2	.2	.1	.2	.1	.1	.3	.3	.3	.2	.3	1.6	100.0

[註1]:主要波高Hs介於2.0 ~ 3.0 m佔38.4%・主要波向NNE佔49.9%。

[註2]:波高Hs平均值=2.1m, 波高Hs最大值=6.4m, 其波向為NNE。

[註3]:波高Hs小於1m佔11.7%・介於1 ~ 2m佔33.3%・大於2m佔55.0%。

[註4]:波向N~E佔88.5%・E~S佔0.6%・S~W佔1.0%・W~N佔9.9%。

[註5]:資料每小時紀錄一次, 合計25,562筆(72.4%)。

波浪玫瑰圖

時間:2004~2020年 每年12月 資料數:8,288(69.6%)

Hs 平均值=2.2m 最大值=6.0m(NE, 6.3s)

小於0.5m:2.2% 0.5~1m:4.9% 1~5m:92.6%

大於5m:0.2%

N~E:88.8% E~S:1.0% S~W:1.2% W~N:9.0%

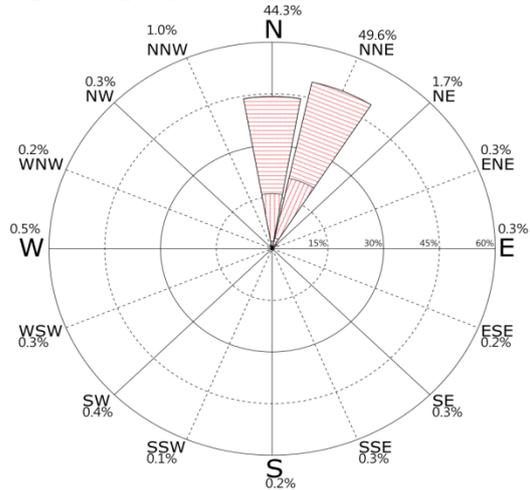


圖3.2.4 歷年 12月 臺中測站波浪玫瑰圖

時間:2004~2020年 每年1月 資料數:9,353(78.6%)

Hs 平均值=2.2m 最大值=6.4m(NNE, 9.7s)

小於0.5m:1.2% 0.5~1m:7.7% 1~5m:90.6%

大於5m:0.6%

N~E:88.4% E~S:0.1% S~W:0.1% W~N:11.4%

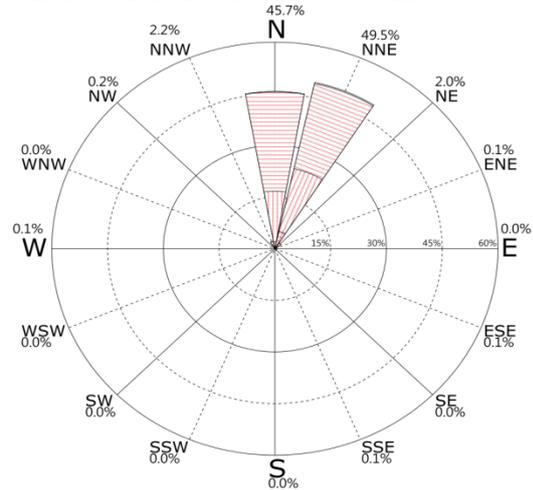


圖3.2.5 歷年 1月 臺中測站波浪玫瑰圖

時間:2004~2020年 每年2月 資料數:7,921(68.9%)

Hs 平均值=2.0m 最大值=5.5m(N, 9.4s)

小於0.5m:3.8% 0.5~1m:15.9% 1~5m:80.1%

大於5m:0.2%

N~E:88.3% E~S:0.8% S~W:1.8% W~N:9.1%

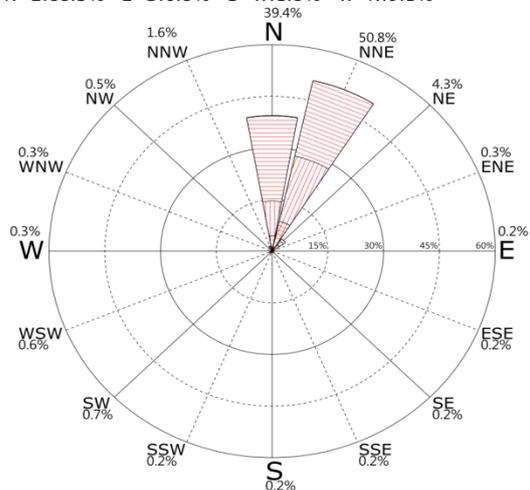


圖3.2.6 歷年 2月 臺中測站波浪玫瑰圖

時間:2004~2020年 每年冬季 資料數:25,562(72.4%)

Hs 平均值=2.1m 最大值=6.4m(NNE, 9.7s)

小於0.5m:2.3% 0.5~1m:9.3% 1~5m:88.0%

大於5m:0.3%

N~E:88.5% E~S:0.6% S~W:1.0% W~N:9.9%

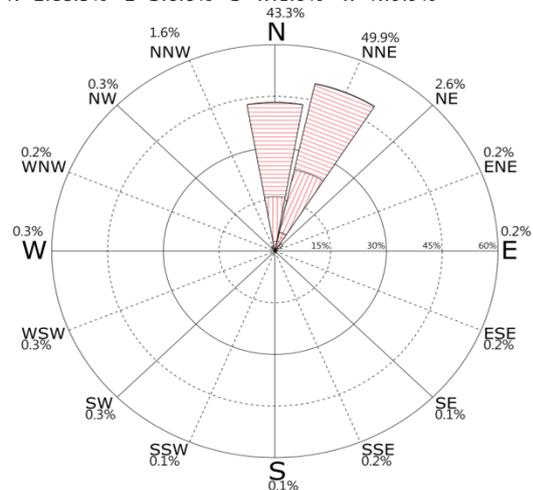
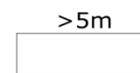
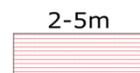
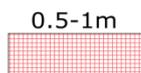
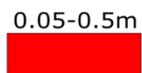


圖3.2.7 歷年 冬季 臺中測站波浪玫瑰圖



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

波浪玫瑰圖

時間:2004~2020年 每年3月 資料數:7,390(58.4%)
 Hs 平均值=1.7m 最大值=7.0m(NNE, 6.2s)
 小於0.5m:9.0% 0.5~1m:21.6% 1~5m:68.7%
 大於5m:0.7%
 N~E:84.8% E~S:1.7% S~W:2.7% W~N:10.8%

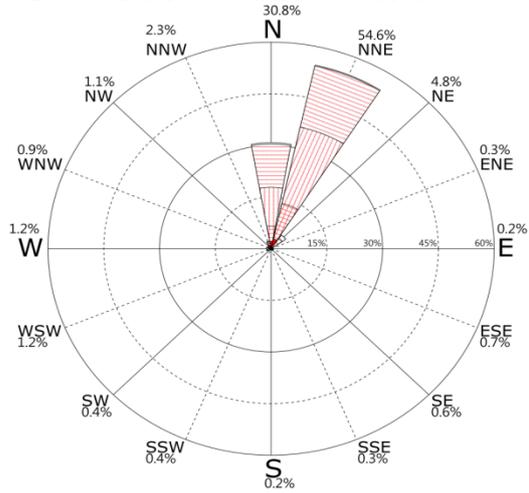


圖3.2.8 歷年 3月 臺中測站波浪玫瑰圖

時間:2004~2020年 每年4月 資料數:8,055(65.8%)
 Hs 平均值=1.2m 最大值=9.0m(N, 6.3s)
 小於0.5m:17.8% 0.5~1m:30.2% 1~5m:51.8%
 大於5m:0.2%
 N~E:74.7% E~S:1.9% S~W:8.5% W~N:14.9%

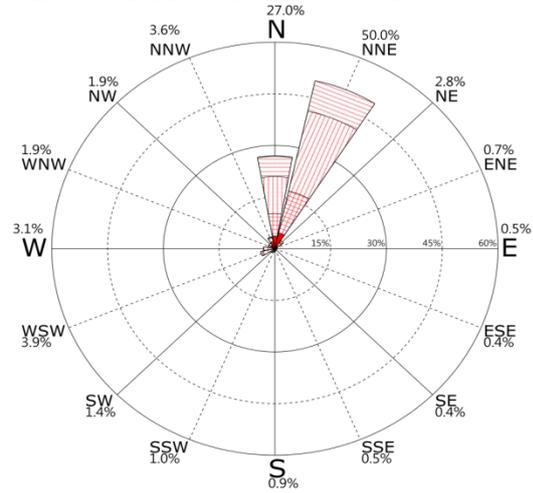


圖3.2.9 歷年 4月 臺中測站波浪玫瑰圖

時間:2004~2020年 每年5月 資料數:8,813(69.7%)
 Hs 平均值=1.0m 最大值=5.3m(NNE, 7.6s)
 小於0.5m:18.5% 0.5~1m:44.7% 1~5m:36.8%
 大於5m:0.1%
 N~E:66.0% E~S:1.9% S~W:14.2% W~N:17.9%

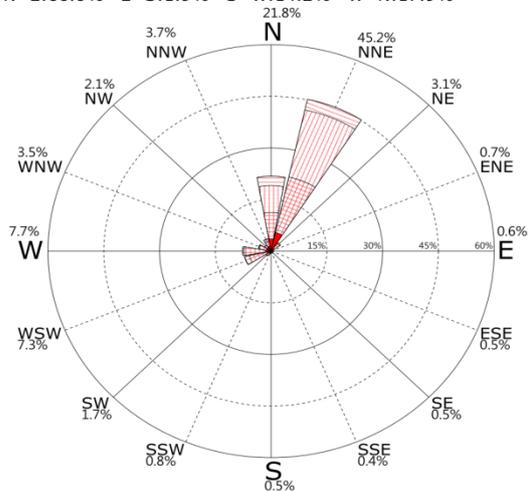


圖3.2.10 歷年 5月 臺中測站波浪玫瑰圖

時間:2004~2020年 每年春季 資料數:24,258(64.6%)
 Hs 平均值=1.3m 最大值=9.0m(N, 6.3s)
 小於0.5m:15.4% 0.5~1m:32.8% 1~5m:51.5%
 大於5m:0.3%
 N~E:74.6% E~S:1.9% S~W:8.8% W~N:14.7%

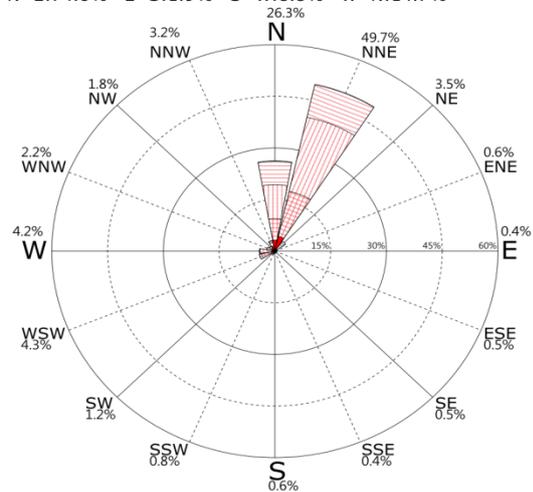


圖3.2.11 歷年 春季 臺中測站波浪玫瑰圖



波浪玫瑰圖

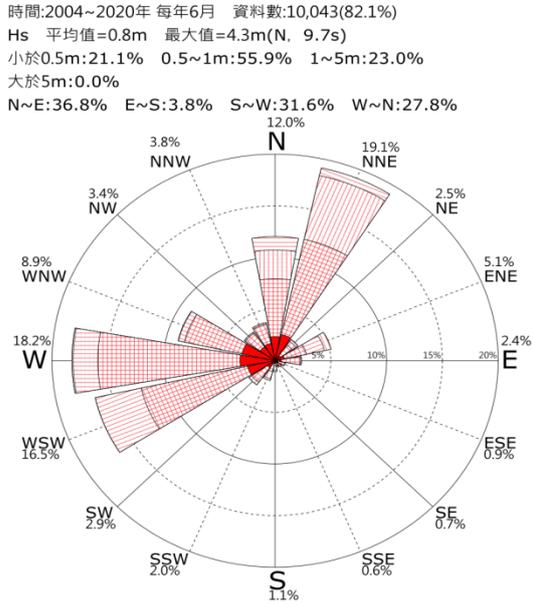


圖3.2.12 歷年 6月 臺中測站波浪玫瑰圖

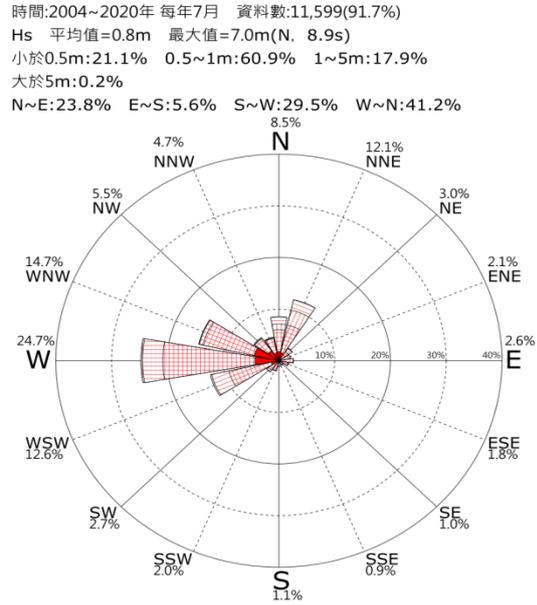


圖3.2.13 歷年 7月 臺中測站波浪玫瑰圖

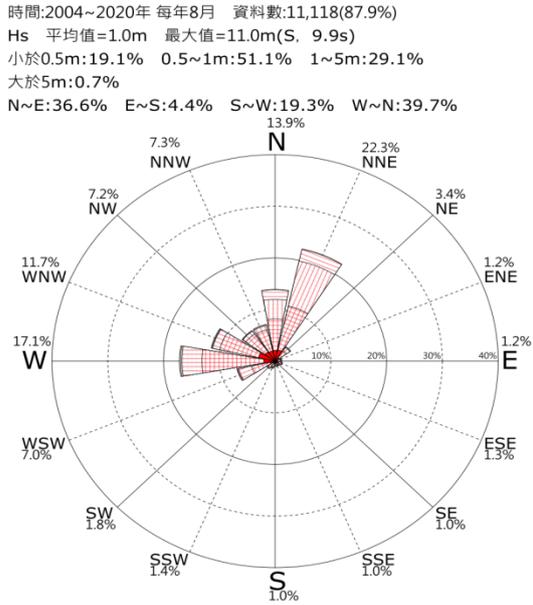


圖3.2.14 歷年 8月 臺中測站波浪玫瑰圖

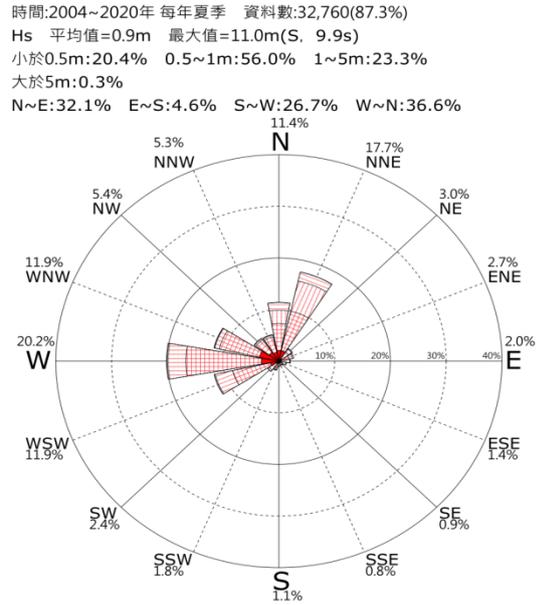
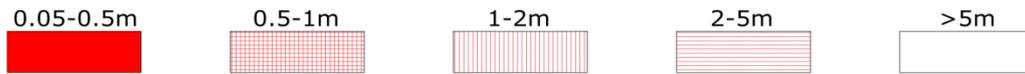


圖3.2.15 歷年 夏季 臺中測站波浪玫瑰圖



波浪玫瑰圖

時間:2004~2020年 每年9月 資料數:10,397(90.1%)
 Hs 平均值=1.5m 最大值=7.7m(N, 10.0s)
 小於0.5m:9.9% 0.5~1m:26.0% 1~5m:63.5%
 大於5m:0.6%
 N~E:73.3% E~S:2.6% S~W:4.9% W~N:19.2%

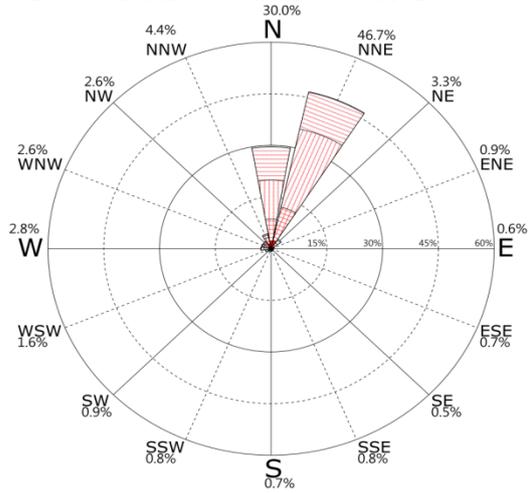


圖3.2.16 歷年 9月 臺中測站波浪玫瑰圖

時間:2004~2020年 每年10月 資料數:9,691(81.4%)
 Hs 平均值=2.1m 最大值=7.7m(N, 8.0s)
 小於0.5m:2.3% 0.5~1m:7.7% 1~5m:89.2%
 大於5m:0.8%
 N~E:82.7% E~S:3.8% S~W:3.6% W~N:9.9%

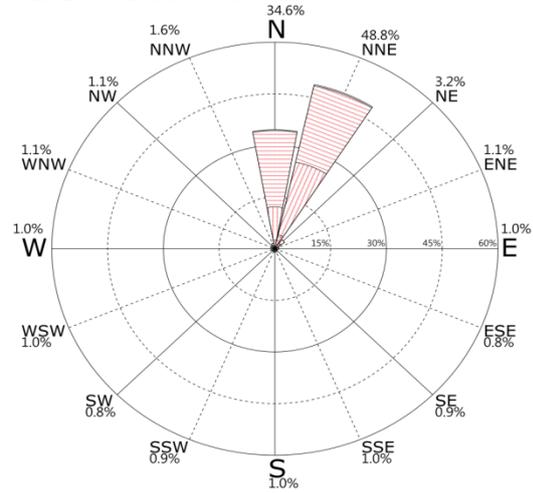


圖3.2.17 歷年 10月 臺中測站波浪玫瑰圖

時間:2004~2020年 每年11月 資料數:8,670(75.3%)
 Hs 平均值=2.0m 最大值=7.2m(E, 6.2s)
 小於0.5m:4.2% 0.5~1m:10.2% 1~5m:85.2%
 大於5m:0.4%
 N~E:86.0% E~S:2.1% S~W:2.7% W~N:9.2%

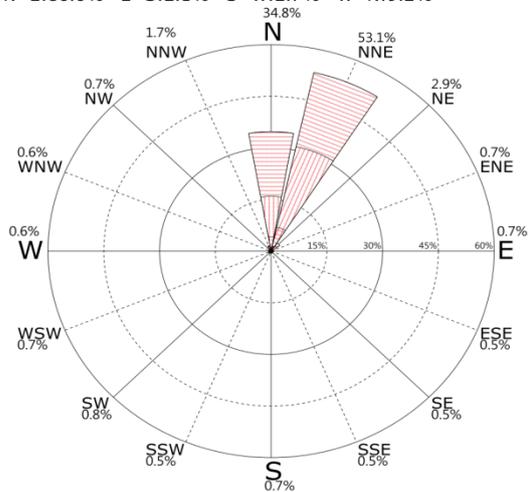


圖3.2.18 歷年 11月 臺中測站波浪玫瑰圖

時間:2004~2020年 每年秋季 資料數:28,758(82.2%)
 Hs 平均值=1.8m 最大值=7.7m(N, 8.0s)
 小於0.5m:5.6% 0.5~1m:15.1% 1~5m:78.7%
 大於5m:0.6%
 N~E:80.3% E~S:2.9% S~W:3.8% W~N:13.1%

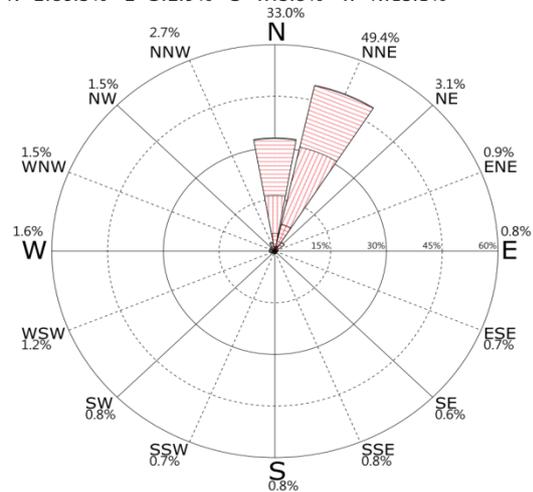
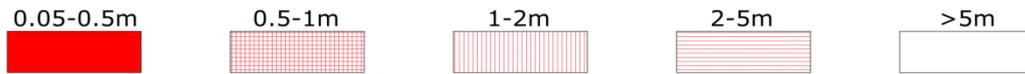


圖3.2.19 歷年 秋季 臺中測站波浪玫瑰圖



波浪玫瑰圖

時間:2019/09/01~2020/08/31 資料數:8,446(96.2%)
 Hs 平均值=1.3m 最大值=4.3m(N, 8.7s)
 小於0.5m:16.1% 0.5~1m:30.0% 1~5m:53.9%
 大於5m:0.0%

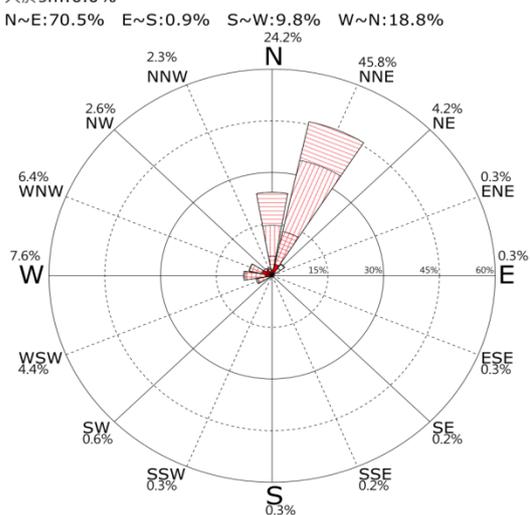


圖3.2.20 2020年整年 臺中測站波浪玫瑰圖

時間:2004/02/03~2020/08/31 資料數:111,338(76.6%)
 Hs 平均值=1.5m 最大值=11.0m(S, 9.9s)
 小於0.5m:11.3% 0.5~1m:29.7% 1~5m:58.6%
 大於5m:0.4%

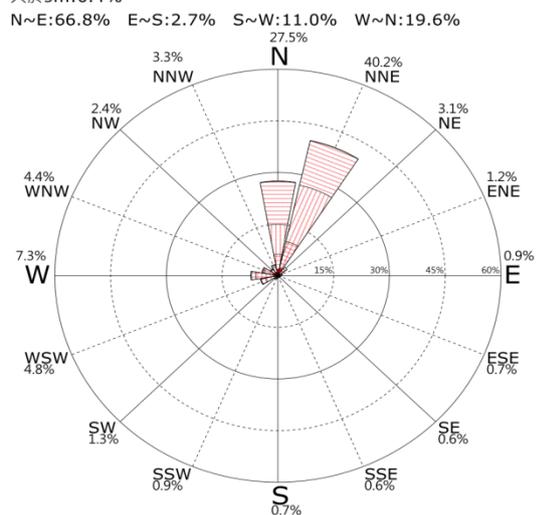


圖3.2.21 歷年 臺中測站波浪玫瑰圖



3.3 海流觀測資料分析

本海域海流觀測採用挪威奧斯陸 Nortek 公司所生產超音波式表面波高波向與剖面海流儀 AWAC (Acoustic Wave and Current profiler)，觀測站位於臺中港北防波堤堤頭外約 800 公尺處，觀測水深約 30 公尺，剖面海流量測間距設定為 1 公尺，於每小時第 0 分鐘至 10 分鐘連續量測 600 秒，再將總和平均代表其每一間距層之海流剖面流速及流向、等資料，將本研究海流觀測站量測所得資料繪製成下述圖表，分析如後：

1. 歷年四季及全觀測期流速流向機率分佈統計表（如表 3.3.1）。
2. 歷年四季及全觀測期流速流向機率分佈圖（如圖 3.3.1~圖 3.3.2）。
3. 歷年分月、分季及全觀測期流速流向聯合機率分佈統計表(表 3.3.2~表 3.3.6)。
4. 歷年分月、分季及全觀測期海流玫瑰圖（如圖 3.3.3~圖 3.3.20）。

近岸海域海流場現象，主要外力有潮汐、波力及風力等，海流主要由大範圍長時間恆流、風吹襲產生的風吹流、海水位變化導致之潮流等因素所組成。恆流為大範圍長時段洋流活動，如臺灣東海岸外的黑潮等，其主流範圍在東海岸外海較為明顯，黑潮支流流經臺灣海峽，故海峽夏季常受黑潮支流影響呈現較強烈之北向流。本海域歷年海流平均流速為 37.8 cm/s，流速分佈以 25~50 cm/s 間比率最高，佔全期 39.7%，流速低於 25 cm/s 者為 35.2%，高於 50 cm/s 佔 25.1%；歷年海流流向分佈主要集中於以 S~W 及 W~N 兩象限間，所佔比率分別為 28.8% (S~W)、39.0% (W~N)。

綜觀歷年四季觀測海流統計資料，四季中冬季平均流速最大，平均流速為 43.7 cm/s (近 1 節)，流速分佈以 25~50 cm/s 間比率較高，約為 36.9%，流速 25 cm/s 以下為 30.0%，大於 50 cm/s 佔 33.1%；春季平均流速最小，歷年整季平均流速為 32.6 cm/s，流速分佈以小於 25 cm/s 比率最高，約佔整季 43.3%，介於 25~50 cm/s 間為 39.4%，

高於 50 cm/s 以上為 17.3%。夏、秋兩季歷年平均流速相似，均約為 37 cm/s，流速分佈型態亦呈現相同趨勢。

根據歷年四季流向分佈統計資料，將本海域海流統計資料分為春夏、秋冬兩部份探討，春夏兩季風向依據本研究 3.1 節風觀測資料分析成果，因受西南季風影響，主要風向為西南來向，海流受西南季風、漲退潮及地形（港口約為西北~東南走向）影響，主要集中於 N~E 及 W~N 兩象限間，呈週期性往復運動；秋冬兩季，因受東北季風、潮汐及地形影響，海流流向則於 S~W 及 W~N 兩象現間往復運動。

表 3.3.1 歷年四季及全觀測期流速流向機率分佈統計表

流速分佈				
季節	平均流速 (cm/s)	流速<25 cm/s (%)	流速25~50 cm/s (%)	流速>50 cm/s (%)
春	32.6	43.3	39.4	17.3
夏	36.9	32.6	42.7	24.7
秋	37.9	36.0	39.0	24.9
冬	43.7	30.0	36.9	33.1
全期	37.8	35.2	39.7	25.1
流向分佈（四象限）				
季節	N~E (%)	E~S (%)	S~W (%)	W~N (%)
春	33.0	9.9	22.9	40.2
夏	40.8	7.1	7.3	44.8
秋	18.7	3.8	39.3	38.3
冬	15.2	3.7	49.8	31.4
全期	27.4	4.7	28.8	39

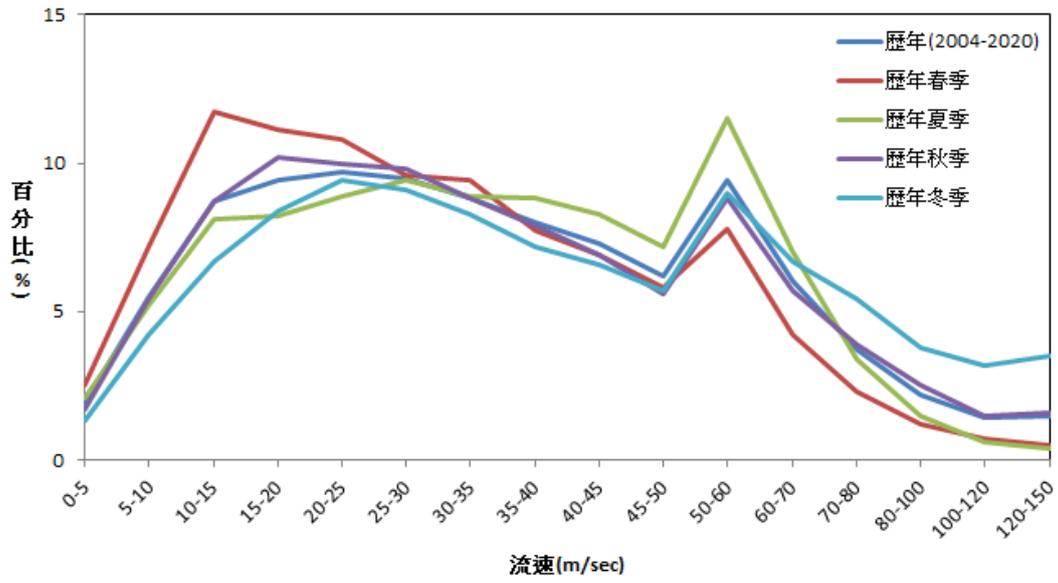


圖 3.3.1 歷年四季及全觀測期流速機率分佈圖

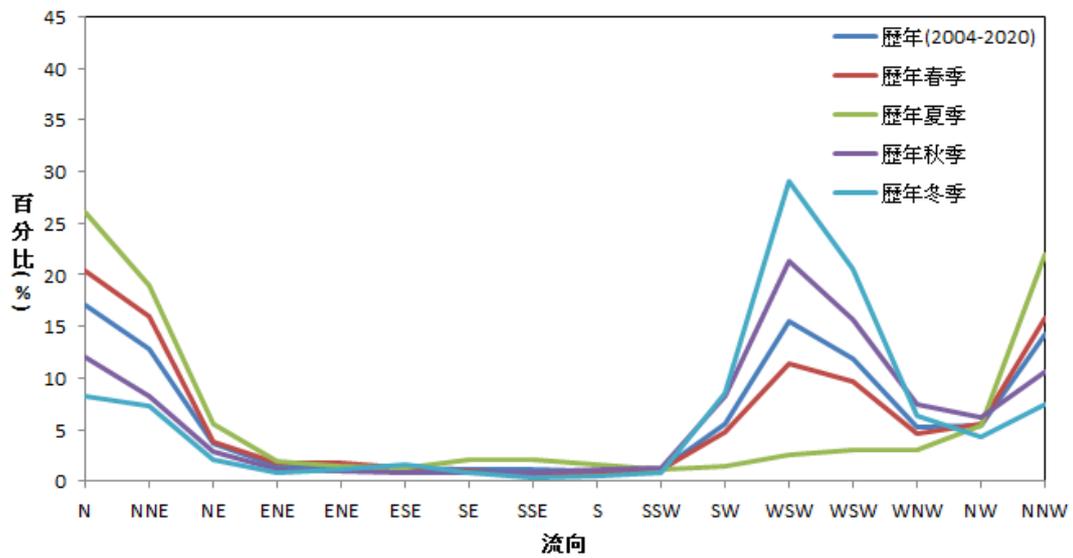


圖 3.3.2 歷年四季及全觀測期流向機率分佈圖

表 3.3.2 歷年流速流向聯合機率分佈統計表(2004-2020)

流向 流速	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	合計 (%)
0cm/s	.2	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.2	.2	.2	1.9
5cm/s	.5	.4	.3	.2	.3	.2	.2	.1	.2	.2	.3	.4	.5	.6	.6	.6	5.5
10cm/s	1.0	1.4	.4	.3	.2	.2	.2	.1	.1	.2	.3	.6	.9	.9	.9	1.0	8.7
15cm/s	1.4	1.0	.5	.2	.2	.2	.1	.1	.1	.1	.3	.8	1.2	.9	.9	1.2	9.4
20cm/s	1.7	1.2	.5	.2	.1	.2	.1	.1	.1	.1	.4	1.0	1.3	.8	.8	1.4	9.7
25cm/s	1.9	1.3	.4	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.4	1.1	1.2	.5	.6	1.4	9.5
30cm/s	1.9	1.3	.4	.1	.1	.1	.0	.1	.1	.1	.4	1.1	.9	.4	.5	1.3	8.8
35cm/s	1.9	1.3	.3	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.0	.4	1.1	.7	.3	.3	1.3	8.0
40cm/s	1.7	1.2	.2	.1	.1	.1	.1	.0	.0	.0	.5	1.1	.6	.2	.2	1.2	7.3
45cm/s	1.4	1.0	.1	.0	.0	.0	.1	.0	.0	.0	.4	1.0	.5	.1	.2	1.1	6.2
50cm/s	1.9	1.4	.2	.0	.0	.0	.1	.1	.1	.0	.7	1.8	.8	.2	.2	1.7	9.4
60cm/s	.9	.7	.1	.0	.0	.0	.1	.1	.0	.0	.5	1.5	.7	.1	.1	1.1	6.0
70cm/s	.4	.3	.0	.0	.0	.0	.1	.0	.0	.0	.4	1.2	.6	.1	.0	.5	3.7
80cm/s	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.2	.9	.5	.0	.0	.2	2.2
90cm/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.2	.7	.4	.0	.0	.1	1.4
100cm/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.8	.5	.0	.0	.0	1.5
120cm/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.3	.3	.0	.0	.0	.6
150cm/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.1	.0	.0	.0	.2
200cm/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
400cm/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
合計(%)	17.1	12.8	3.7	1.5	1.3	1.3	1.2	1.1	1.0	1.1	5.6	15.5	11.8	5.3	5.4	14.3	100.0

[註1]:主要流速介於20 ~ 25 cm/s佔9.7%·主要流向N佔17.1%。

[註2]:流速平均值=37.8cm/s, 流速最大值=282.7cm/s, 其流向為NW。

[註3]:流速小於25cm/s佔35.2%·介於25 ~ 50cm/s佔39.7%·大於50cm/s佔25.1%。

[註4]:流向N~E佔27.4%·E~S佔4.7%·S~W佔28.8%·W~N佔39.0%。

[註5]:資料每小時紀錄一次·合計108,306筆(74.5%)。

表 3.3.3 歷年春季流速流向聯合機率分佈統計表(2004-2020)

流向 流速	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	合計 (%)
0cm/s	.3	.2	.2	.1	.2	.1	.1	.1	.1	.1	.2	.1	.2	.2	.1	.2	2.5
5cm/s	.8	.5	.4	.3	.5	.2	.2	.2	.2	.2	.4	.5	.7	.7	.7	.8	7.2
10cm/s	1.4	2.6	.5	.4	.3	.2	.2	.2	.1	.3	.4	.7	1.1	1.1	1.0	1.2	11.7
15cm/s	1.8	1.2	.6	.3	.2	.2	.1	.1	.1	.2	.4	1.1	1.3	.9	1.1	1.6	11.1
20cm/s	2.3	1.5	.5	.2	.1	.2	.1	.0	.0	.1	.5	1.1	1.1	.7	.7	1.7	10.8
25cm/s	2.2	1.6	.5	.1	.1	.1	.0	.0	.0	.1	.4	1.2	.9	.3	.5	1.4	9.6
30cm/s	2.3	1.6	.3	.1	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.4	1.1	.7	.3	.5	1.6	9.4
35cm/s	2.3	1.6	.3	.1	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.3	.8	.5	.1	.3	1.4	7.7
40cm/s	2.0	1.5	.2	.1	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.4	.7	.4	.1	.2	1.2	6.9
45cm/s	1.7	1.2	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.3	.7	.4	.0	.2	1.2	5.8
50cm/s	2.1	1.6	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.4	1.1	.6	.0	.2	1.7	7.8
60cm/s	.9	.6	.0	.0	.0	.0	.1	.0	.0	.0	.2	.7	.4	.0	.1	1.0	4.2
70cm/s	.4	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.6	.3	.0	.0	.5	2.3
80cm/s	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.1	.0	.0	.0	.1	.4	.3	.0	.0	.2	1.2
90cm/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.3	.2	.0	.0	.1	.7
100cm/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.2	.3	.0	.0	.0	.5
120cm/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.2	.2	.0	.0	.0	.4
150cm/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.0	.0	.0	.1
200cm/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
400cm/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
合計(%)	20.4	16.0	3.8	1.7	1.7	1.3	1.0	.6	.6	1.1	4.7	11.4	9.7	4.6	5.6	15.8	100.0

[註1]:主要流速介於10 ~ 15 cm/s佔11.7% · 主要流向N佔20.4%。

[註2]:流速平均值=32.6cm/s, 流速最大值=229.5cm/s, 其流向為W。

[註3]:流速小於25cm/s佔43.3% · 介於25 ~ 50cm/s佔39.4% · 大於50cm/s佔17.3%。

[註4]:流向N~E佔33.0% · E~S佔3.9% · S~W佔22.9% · W~N佔40.2%。

[註5]:資料每小時紀錄一次 · 合計23,506筆(62.6%)。

表 3.3.4 歷年夏季流速流向聯合機率分佈統計表(2004-2020)

流向 流速	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	合計 (%)
0cm/s	.2	.2	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.2	.2	.2	2.1
5cm/s	.5	.5	.4	.3	.2	.2	.2	.2	.1	.2	.2	.3	.4	.5	.5	.6	5.2
10cm/s	1.0	1.9	.5	.3	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.3	.4	.6	.8	1.0	8.1
15cm/s	1.7	1.2	.7	.3	.2	.2	.1	.1	.1	.1	.1	.3	.3	.5	.8	1.3	8.2
20cm/s	2.2	1.6	.8	.3	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.2	.3	.4	.7	1.7	8.9
25cm/s	2.7	1.8	.7	.2	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.3	.3	.2	.6	1.9	9.4
30cm/s	2.8	1.8	.6	.1	.1	.1	.1	.1	.2	.0	.1	.2	.2	.2	.5	1.8	8.9
35cm/s	2.9	1.7	.6	.1	.1	.1	.1	.2	.1	.0	.1	.2	.2	.1	.4	2.0	8.8
40cm/s	2.7	1.7	.4	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.2	.1	.2	2.1	8.3
45cm/s	2.3	1.7	.3	.0	.0	.1	.2	.1	.1	.1	.0	.1	.1	.1	.2	1.9	7.2
50cm/s	3.6	2.5	.3	.1	.1	.1	.3	.3	.2	.1	.1	.2	.1	.1	.3	3.3	11.5
60cm/s	2.0	1.5	.1	.0	.0	.1	.2	.2	.1	.0	.1	.1	.1	.0	.1	2.3	7.0
70cm/s	1.0	.6	.0	.0	.0	.0	.1	.1	.0	.0	.0	.1	.1	.0	.1	1.2	3.4
80cm/s	.3	.2	.0	.0	.0	.0	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5	1.5
90cm/s	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.2	.6
100cm/s	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.4
120cm/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.2
150cm/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1
200cm/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1
400cm/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1
合計(%)	26.1	18.9	5.6	2.0	1.4	1.3	2.1	2.1	1.6	1.2	1.5	2.6	3.0	3.1	5.4	22.0	100.0

[註1]:主要流速介於50 ~ 60 cm/s佔11.5% · 主要流向N佔26.1%。

[註2]:流速平均值=36.9cm/s, 流速最大值=282.7cm/s, 其流向為NW。

[註3]:流速小於25cm/s佔32.6% · 介於25 ~ 50cm/s佔42.7% · 大於50cm/s佔24.7%。

[註4]:流向N~E佔40.8% · E~S佔7.1% · S~W佔7.3% · W~N佔44.8%。

[註5]:資料每小時紀錄一次, 合計31,586筆(84.1%)。

表 3.3.5 歷年秋季流速流向聯合機率分佈統計表(2004-2020)

流向 流速	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	合計 (%)
0cm/s	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.0	.1	.1	.1	.1	.2	.2	.2	.1	1.7
5cm/s	.5	.4	.4	.2	.2	.1	.1	.1	.2	.2	.4	.4	.5	.6	.6	.6	5.4
10cm/s	.9	.7	.4	.2	.2	.2	.1	.1	.2	.3	.4	.8	1.3	1.1	1.0	1.0	8.7
15cm/s	1.2	.9	.4	.2	.1	.1	.1	.1	.1	.2	.5	1.1	1.7	1.2	1.0	1.2	10.2
20cm/s	1.4	.8	.4	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.5	1.2	1.9	1.0	.9	1.2	10.0
25cm/s	1.5	1.0	.3	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.5	1.5	1.8	.7	.6	1.3	9.8
30cm/s	1.4	.8	.3	.1	.1	.1	.0	.1	.1	.1	.6	1.5	1.5	.5	.5	1.1	8.8
35cm/s	1.3	.9	.2	.0	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.7	1.5	1.1	.5	.3	.8	7.9
40cm/s	1.1	.8	.1	.0	.1	.0	.0	.0	.1	.0	.7	1.6	.9	.4	.3	.8	6.9
45cm/s	.8	.6	.1	.0	.0	.0	.1	.0	.1	.0	.6	1.5	.6	.3	.2	.6	5.6
50cm/s	1.0	.7	.1	.0	.0	.0	.1	.1	.1	.1	1.1	2.7	1.1	.4	.2	1.0	8.8
60cm/s	.4	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.0	.0	.7	2.2	.9	.2	.2	.5	5.7
70cm/s	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.7	1.8	.7	.1	.1	.2	3.9
80cm/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5	1.2	.4	.1	.0	.1	2.5
90cm/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.2	.7	.4	.0	.0	.0	1.5
100cm/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.2	.8	.5	.0	.0	.0	1.6
120cm/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.4	.2	.0	.0	.0	.7
150cm/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.2	.1	.0	.0	.0	.3
200cm/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1
400cm/s																	
合計(%)	12.0	8.2	2.9	1.2	1.0	.9	.9	.9	1.2	1.3	8.3	21.3	15.7	7.4	6.2	10.6	100.0

[註1]:主要流速介於15 ~ 20 cm/s佔10.2% · 主要流向WSW佔21.3%。

[註2]:流速平均值=37.9cm/s, 流速最大值=265.5cm/s, 其流向為ESE。

[註3]:流速小於25cm/s佔36.0% · 介於25 ~ 50cm/s佔39.0% · 大於50cm/s佔24.9%。

[註4]:流向N~E佔18.7% · E~S佔3.8% · S~W佔39.3% · W~N佔38.3%。

[註5]:資料每小時紀錄一次, 合計28,142筆(80.5%)。

表 3.3.6 歷年冬季流速流向聯合機率分佈統計表(2004-2020)

流向 流速	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	合計 (%)
0cm/s	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.0	.0	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	1.3
5cm/s	.3	.3	.2	.2	.2	.1	.1	.1	.1	.2	.2	.3	.5	.5	.5	.4	4.2
10cm/s	.5	.6	.3	.2	.1	.2	.1	.1	.1	.1	.3	.6	1.0	1.0	.8	.7	6.7
15cm/s	.7	.6	.3	.1	.1	.3	.2	.1	.1	.1	.4	.9	1.6	1.1	.9	.9	8.4
20cm/s	.9	.7	.3	.1	.2	.4	.1	.0	.0	.1	.5	1.5	1.8	1.0	.7	.8	9.4
25cm/s	1.0	.8	.3	.1	.2	.3	.1	.0	.0	.1	.6	1.8	1.8	.7	.5	.8	9.1
30cm/s	1.1	.9	.2	.1	.1	.2	.1	.0	.0	.1	.6	1.9	1.4	.6	.3	.7	8.3
35cm/s	1.0	.9	.1	.0	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.6	1.9	1.2	.3	.1	.8	7.2
40cm/s	.9	.8	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.7	1.9	1.1	.3	.1	.6	6.6
45cm/s	.7	.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.7	1.8	1.0	.2	.1	.5	5.7
50cm/s	.7	.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.2	3.6	1.7	.3	.1	.7	9.0
60cm/s	.2	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.0	3.2	1.6	.1	.0	.3	6.7
70cm/s	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.7	2.8	1.6	.1	.0	.1	5.4
80cm/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.4	2.2	1.1	.1	.0	.0	3.8
90cm/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.3	1.7	1.1	.0	.0	.0	3.2
100cm/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.2	2.1	1.1	.0	.0	.0	3.5
120cm/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.6	.6	.0	.0	.0	1.3
150cm/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.2	.0	.0	.0	.2
200cm/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
400cm/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
合計(%)	8.3	7.3	2.1	.9	1.1	1.6	.8	.4	.5	.9	8.6	29.0	20.6	6.3	4.3	7.4	100.0

[註1]:主要流速介於20 ~ 25 cm/s佔9.4% · 主要流向WSW佔29.0%。

[註2]:流速平均值=43.7cm/s, 流速最大值=221.9cm/s, 其流向為ENE。

[註3]:流速小於25cm/s佔30.0% · 介於25 ~ 50cm/s佔36.9% · 大於50cm/s佔33.1%。

[註4]:流向N~E佔15.2% · E~S佔3.7% · S~W佔49.8% · W~N佔31.4%。

[註5]:資料每小時紀錄一次, 合計25,072筆(71.0%)。

海流玫瑰圖

時間:2004~2020年 每年12月 資料數:8,159(68.5%)
 流速: 平均值=46.3cm/s 最大值=221.9cm/s(ENE)
 小於25cm/s:26.7% 25~50cm/s:36.2% 50~75cm/s:19.6%
 75~100cm/s:11.5% 大於100cm/s:6.1%
 N~E:13.1% E~S:2.8% S~W:57.9% W~N:26.2%

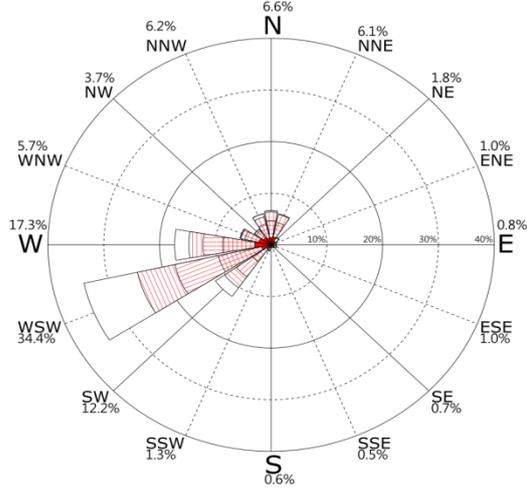


圖3.3.3 歷年 12月 臺中測站海流玫瑰圖

時間:2004~2020年 每年1月 資料數:9,208(77.4%)
 流速: 平均值=43.0cm/s 最大值=180.1cm/s(W)
 小於25cm/s:29.9% 25~50cm/s:38.4% 50~75cm/s:18.5%
 75~100cm/s:8.8% 大於100cm/s:4.4%
 N~E:13.2% E~S:5.2% S~W:49.9% W~N:31.7%

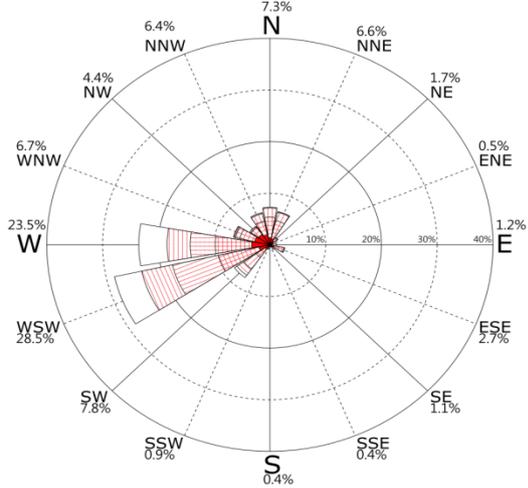


圖3.3.4 歷年 1月 臺中測站海流玫瑰圖

時間:2004~2020年 每年2月 資料數:7,705(67.0%)
 流速: 平均值=41.8cm/s 最大值=168.2cm/s(W)
 小於25cm/s:33.8% 25~50cm/s:35.8% 50~75cm/s:17.4%
 75~100cm/s:8.3% 大於100cm/s:4.7%
 N~E:19.8% E~S:2.7% S~W:41.1% W~N:36.5%

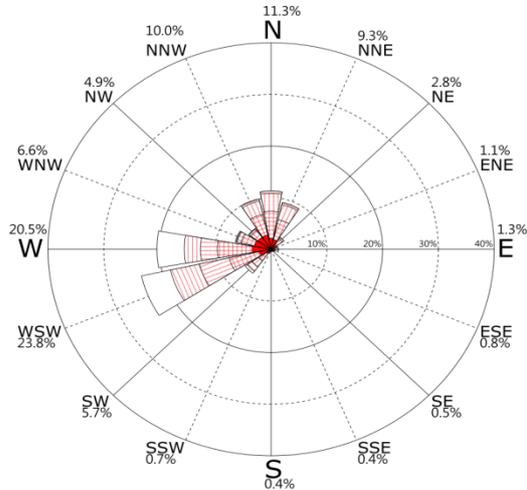


圖3.3.5 歷年 2月 臺中測站海流玫瑰圖

時間:2004~2020年 每年冬季 資料數:25,072(71.0%)
 流速: 平均值=43.7cm/s 最大值=221.9cm/s(ENE)
 小於25cm/s:30.0% 25~50cm/s:36.9% 50~75cm/s:18.5%
 75~100cm/s:9.5% 大於100cm/s:5.0%
 N~E:15.2% E~S:3.7% S~W:49.8% W~N:31.4%

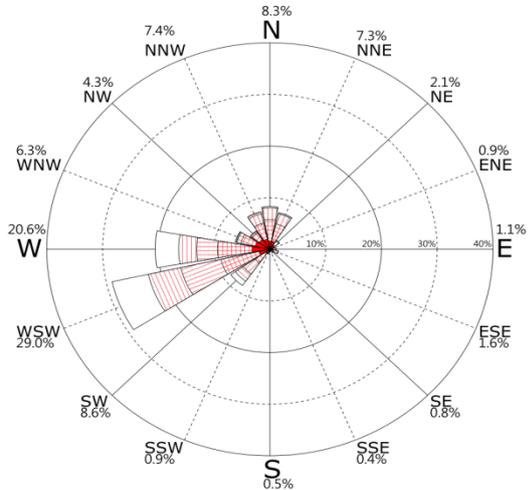
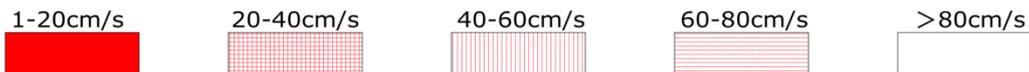


圖3.3.6 歷年 冬季 臺中測站海流玫瑰圖



海流玫瑰圖

時間:2004~2020年 每年3月 資料數:7,234(57.2%)
 流速: 平均值=36.5cm/s 最大值=229.5cm/s(W)
 小於25cm/s:38.2% 25~50cm/s:39.6% 50~75cm/s:14.4%
 75~100cm/s:5.2% 大於100cm/s:2.6%
 N~E:28.9% E~S:5.1% S~W:30.5% W~N:35.6%

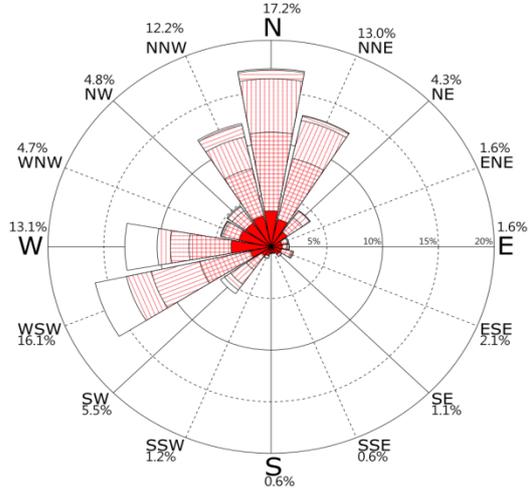


圖3.3.7 歷年 3月 臺中測站海流玫瑰圖

時間:2004~2020年 每年4月 資料數:7,611(62.2%)
 流速: 平均值=30.8cm/s 最大值=176.7cm/s(W)
 小於25cm/s:46.1% 25~50cm/s:39.4% 50~75cm/s:12.5%
 75~100cm/s:1.6% 大於100cm/s:0.5%
 N~E:32.3% E~S:3.4% S~W:25.1% W~N:39.3%

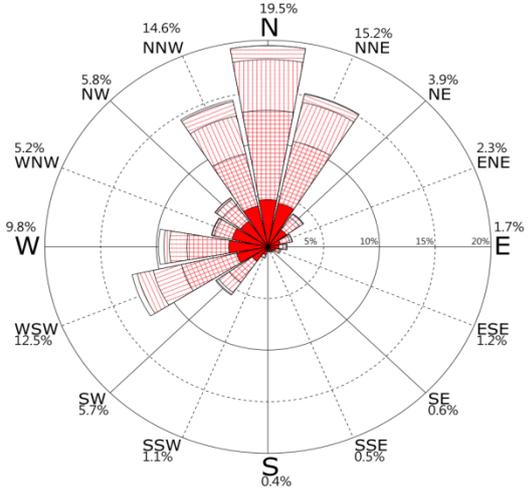


圖3.3.8 歷年 4月 臺中測站海流玫瑰圖

時間:2004~2020年 每年5月 資料數:8,661(68.5%)
 流速: 平均值=30.9cm/s 最大值=143.5cm/s(W)
 小於25cm/s:45.1% 25~50cm/s:39.4% 50~75cm/s:13.3%
 75~100cm/s:1.9% 大於100cm/s:0.3%
 N~E:37.2% E~S:3.4% S~W:14.6% W~N:44.8%

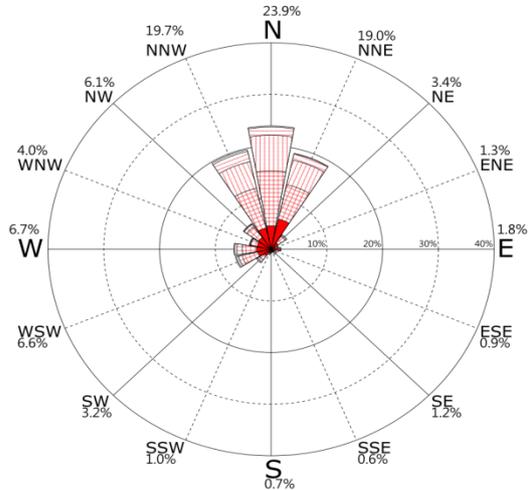


圖3.3.9 歷年 5月 臺中測站海流玫瑰圖

時間:2004~2020年 每年春季 資料數:23,506(62.6%)
 流速: 平均值=32.6cm/s 最大值=229.5cm/s(W)
 小於25cm/s:43.3% 25~50cm/s:39.4% 50~75cm/s:13.4%
 75~100cm/s:2.8% 大於100cm/s:1.1%
 N~E:33.0% E~S:3.9% S~W:22.9% W~N:40.2%

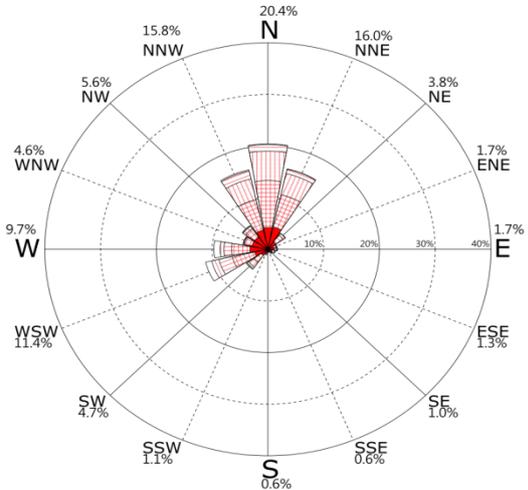


圖3.3.10 歷年 春季 臺中測站海流玫瑰圖



海流玫瑰圖

時間:2004~2020年 每年6月 資料數:9,890(80.8%)
 流速: 平均值=37.7cm/s 最大值=125.2cm/s(S)
 小於25cm/s:31.5% 25~50cm/s:41.3% 50~75cm/s:22.7%
 75~100cm/s:4.1% 大於100cm/s:0.3%
 N~E:43.0% E~S:6.7% S~W:7.1% W~N:43.3%

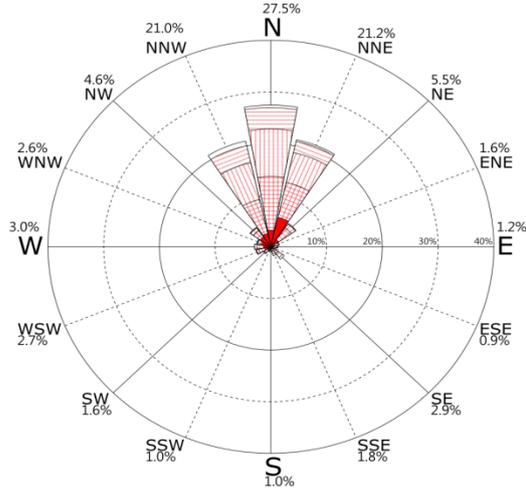


圖3.3.11 歷年 6月 臺中測站海流玫瑰圖

時間:2004~2020年 每年7月 資料數:11,041(87.3%)
 流速: 平均值=37.8cm/s 最大值=193.9cm/s(W)
 小於25cm/s:30.5% 25~50cm/s:43.2% 50~75cm/s:21.9%
 75~100cm/s:3.5% 大於100cm/s:0.9%
 N~E:43.2% E~S:6.1% S~W:6.4% W~N:44.3%

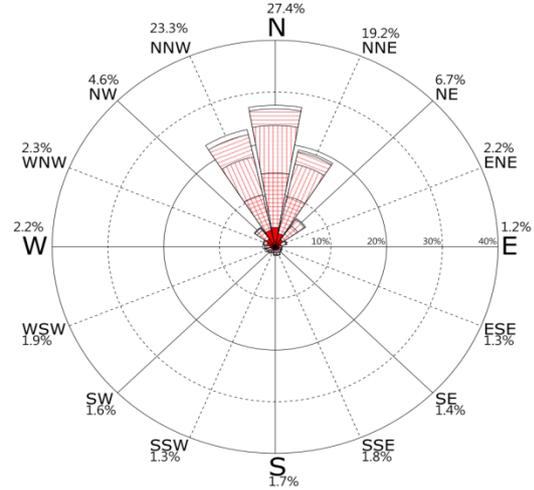


圖3.3.12 歷年 7月 臺中測站海流玫瑰圖

時間:2004~2020年 每年8月 資料數:10,655(84.2%)
 流速: 平均值=35.2cm/s 最大值=282.7cm/s(NW)
 小於25cm/s:35.7% 25~50cm/s:43.6% 50~75cm/s:17.2%
 75~100cm/s:2.7% 大於100cm/s:0.8%
 N~E:36.3% E~S:8.5% S~W:8.3% W~N:46.9%

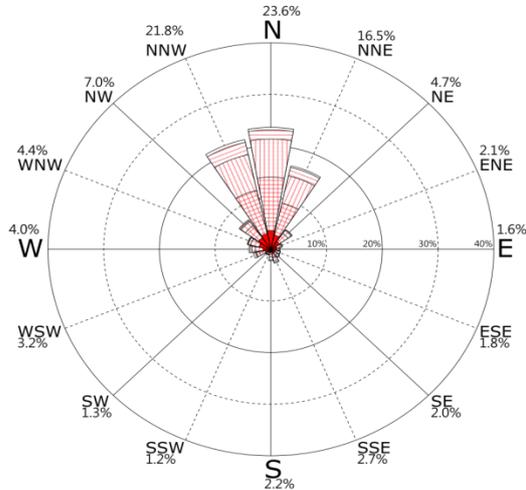


圖3.3.13 歷年 8月 臺中測站海流玫瑰圖

時間:2004~2020年 每年夏季 資料數:31,586(84.1%)
 流速: 平均值=36.9cm/s 最大值=282.7cm/s(NW)
 小於25cm/s:32.6% 25~50cm/s:42.7% 50~75cm/s:20.5%
 75~100cm/s:3.4% 大於100cm/s:0.7%
 N~E:40.8% E~S:7.1% S~W:7.3% W~N:44.8%

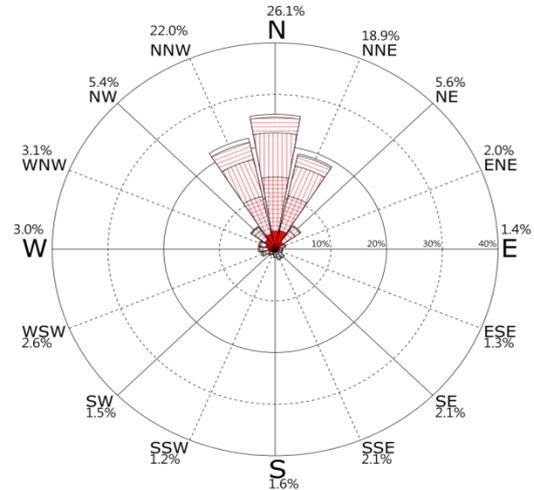


圖3.3.14 歷年 夏季 臺中測站海流玫瑰圖



海流玫瑰圖

時間:2004~2020年 每年9月 資料數:10,117(87.6%)
 流速: 平均值=33.6cm/s 最大值=265.5cm/s(ESE)
 小於25cm/s:41.9% 25~50cm/s:39.5% 50~75cm/s:14.2%
 75~100cm/s:2.9% 大於100cm/s:1.5%
 N~E:25.4% E~S:5.2% S~W:26.2% W~N:43.2%

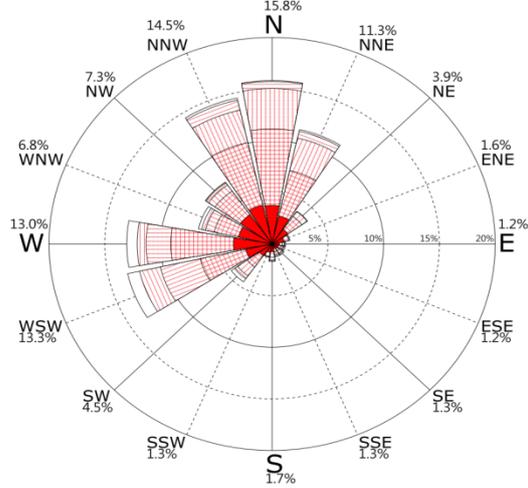


圖3.3.15 歷年9月 臺中測站海流玫瑰圖

時間:2004~2020年 每年10月 資料數:9,546(80.2%)
 流速: 平均值=42.2cm/s 最大值=248.1cm/s(W)
 小於25cm/s:30.4% 25~50cm/s:38.0% 50~75cm/s:19.6%
 75~100cm/s:8.2% 大於100cm/s:3.8%
 N~E:13.3% E~S:2.9% S~W:48.6% W~N:35.3%

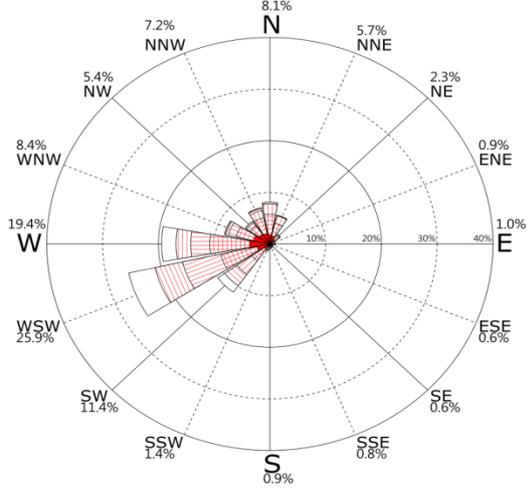


圖3.3.16 歷年10月 臺中測站海流玫瑰圖

時間:2004~2020年 每年11月 資料數:8,479(73.6%)
 流速: 平均值=38.2cm/s 最大值=185.5cm/s(WSW)
 小於25cm/s:35.4% 25~50cm/s:39.6% 50~75cm/s:16.5%
 75~100cm/s:6.0% 大於100cm/s:2.5%
 N~E:16.8% E~S:3.1% S~W:44.4% W~N:35.8%

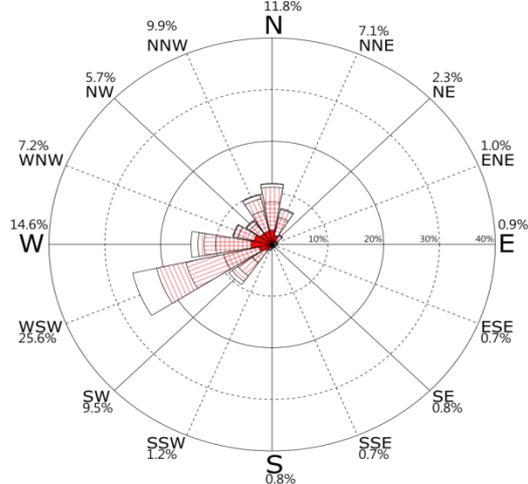


圖3.3.17 歷年11月 臺中測站海流玫瑰圖

時間:2004~2020年 每年秋季 資料數:28,142(80.5%)
 流速: 平均值=37.9cm/s 最大值=265.5cm/s(ESE)
 小於25cm/s:36.0% 25~50cm/s:39.0% 50~75cm/s:16.7%
 75~100cm/s:5.6% 大於100cm/s:2.6%
 N~E:18.7% E~S:3.8% S~W:39.3% W~N:38.3%

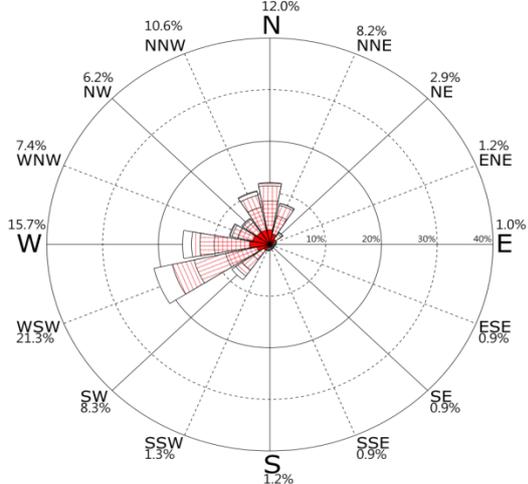
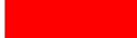


圖3.3.18 歷年 秋季 臺中測站海流玫瑰圖

1-20cm/s



20-40cm/s



40-60cm/s



60-80cm/s



>80cm/s



海流玫瑰圖

時間:2019/09/01~2020/08/31 資料數:8,346(95.0%)
 流速: 平均值=38.8cm/s 最大值=129.0cm/s(WSW)
 小於25cm/s:29.2% 25~50cm/s:43.4% 50~75cm/s:22.5%
 75~100cm/s:3.9% 大於100cm/s:1.0%
 N~E:49.1% E~S:0.5% S~W:32.4% W~N:17.9%

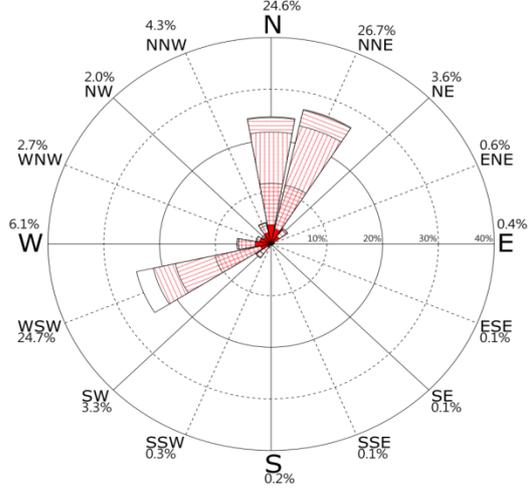


圖3.3.19 2020年整年 臺中測站海流玫瑰圖

時間:2004/02/03~2020/08/31 資料數:108,306(74.5%)
 流速: 平均值=37.8cm/s 最大值=282.7cm/s(NW)
 小於25cm/s:35.2% 25~50cm/s:39.7% 50~75cm/s:17.5%
 75~100cm/s:5.3% 大於100cm/s:2.3%
 N~E:27.4% E~S:4.7% S~W:28.8% W~N:39.0%

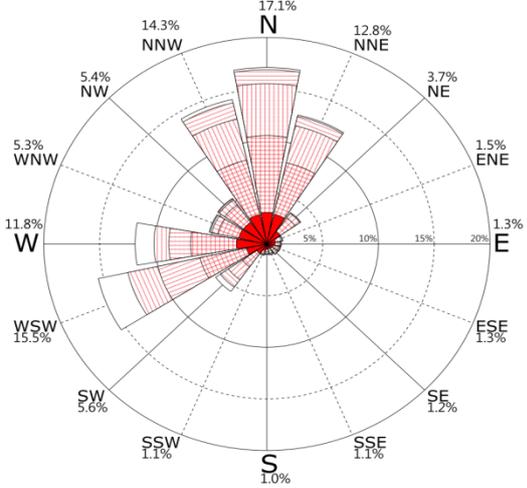


圖3.3.20 歷年 臺中測站海流玫瑰圖



第四章 離岸風電區鄰近海域可工作機率分析

4.1 文獻回顧

工期的管控對施工專案而言，為相當重要之環節，妥善安排工期可提高施工效率及生產力，尤以海事工程更是顯著，相較陸地施工，海上作業需克服風、波浪等因素影響，因此如何使工程如期(On time)、如預算(On budget)及如質(On quality)完成，為施工管理者重要課題。工期估算往往以施工地點、施工工法、工程造價及經驗法則作為工期計算依據，惟此推算方式仍存在一不確定因素，即「氣候條件」，本研究將蒐集臺中港歷年波高、風速觀測資料，以統計方式估算離岸風電區鄰近海域於不同月份、季節可工作機率，提供產官學研界參考應用，茲將現場海事工程可施工日相關文獻分述如后。

朱等人(2000)就波浪、風速及過繼時間對可工作日數之各別及共同影響進行研究，其研究目的在建立海事施工工程規劃，可工作日數分析之方法，估算各種影響因素的發生機率特性，推導可工作日數。文內提到傳統工期由工程排程人員根據以前工程經驗以一般情形的資源投入情況設定工期，但依人工推估方式恐產生較大誤差，主因作業項目受天氣影響程度大小不一，因此應詳加考量天候之影響，氣象變化影響海事施工的因素包含船舶耐海性及施工精度，因每艘船舶對海況條件承受程度不同，船舶承受風浪產生搖晃程度亦不盡相同，需考量不同船舶及工項決定是否能施工。論文中，可工作日數的估算分為風速、波高的單一因素影響、受波高與風速同時影響，及加入過繼時間的影響，並以龍洞海域實測海氣象資料為例，估算其可工作日數。

陳等人(2018)採用波浪擾動模擬(MIKE 21 BW)與大範圍長期波浪模式(MIKE 21 SW)對桃園觀塘海域施工區域之不可作業時間進行分析，其研究方法為，將邊界的波浪入射條件透過 3D 轉換函數計算港區波浪模式，由波浪模式模擬結果提取工程計畫區附近 30 m 水深處連續多年之波浪時間序列，作為港區波浪模式的入射邊界條件，模擬出近 20 年大範圍波浪模式波高分佈圖；不可工作日時間之呈現，

為先設定海上作業標準於示性波高時間序列圖中篩選，文中以不同海上作業項目作為波高標準區隔，沉箱拖放區域以波高 0.5 m 作為標準，較大之船機設備以 0.8 m 作為標準，而對於浚深區域，則分別以 1.0、1.25 及 1.5 m 為作業標準做出不可作業時間統計。

黃等人(2012)以 SWAN 模式推算 1948~2008 年臺灣周邊海域可工作日，而波浪模式須由風場驅動推算波浪場，該文採用 NCEP 的全球再分析資料推算近 60 年西北太平洋之波浪場，經與中央氣象局與經濟部水利署設置浮標龍洞及花蓮測站觀測資料比對，發現 NCEP 風場對於實測風速有高估的情形，為確認 SWAN 波浪模式之適用性，再進行誤差量化分析，龍洞測站模擬值與實測資料有義波高極值呈現較大差異性，模擬值較實測值大，量化分析結果，相關係數 0.8982，平均誤差(BIAS)為 0.06 m，均方根誤差(RMSE)結果為 0.24 m。花蓮測站模擬值與實測值當有義波高在高峰值時差異較大，低峰值時差異較小，量化分析結果，相關係數 0.8044，平均誤差為 0.23 m，均方根實際誤差大小為 0.38 m，各項差異程度都較龍洞測站大。可工作日數分析中，以有義波高 0.6 m 為門檻，探討每個月波高小於該門檻並且持續 6、12、18、24 小時等四種延時條件發生機率，其方法為從重建的 60 年歷史資料庫中，分別針對臺灣東西岸找出符合可工作條件的事件次數，除以每個月的總時數以計算可工作機率的 60 年平均值。

上述文獻中，黃等人(2012)、陳等人(2018)以數值模擬所得波場資料，作為該海域不同波高大小可工作機率分析，朱等人(2000)以實測風速資料，探討不同風速大小可工作機率；本報告參考前人研究，蒐集臺中港 2004~2020 波高、風速逐時觀測資料，分析不同波高、風速門檻持續 6、12、18 及 24 小時可工作機率，依月、季提出可工作機率圖表，提供未來離岸風電區外海工程施作、碼頭吊掛施工等作業應用參考。

4.2 機率統計方式

風力、波浪資料分析係取第二章北堤綠燈塔風力觀測站 (T2)、北防波堤外波浪觀測站(X)歷年逐時觀測資料分析，考量單日資料完整性，每日至少需包含 23 筆 (即 23 小時) 觀測資料，依此範疇篩選符合之資料，波浪觀測資料自 2004~2020 年 8 月共計 4,965 天，篩選後為 4,166 天，風力觀測資料自 2005~2020 年 8 月共計 4,928 天，篩選後為 4,745 天，如表 4.2.1 所示。

本研究參考陳等人(2018)，依據不同海事作業項目將波高分為 0.5、0.6、0.8、1.0 及 1.5 m 等作業條件統計分析，風速門檻值擬定參考蒲福風級表 (如表 4.2.2)，依據不同波高所對應之風速分級，分別以 5.4、7.9、10.7、12 及 13.8 m/s 執行分析，風速 13.8 m/s 作業條件亦為「西門子歌美颯離岸風力再生能源股份有限公司」所使用之離岸風機安裝船 Seajacks Zaratan 允許最大作業風速相同；作業延時訂定則參考黃等人(2012)之建議，以特定海氣象限制條件下持續作業 6、12、18 及 24 小時，估算可工作機率，如式(4.2.1)所示。本章季節劃分方式同本報告第三章，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，以此原則執行統計分析。

$$\text{可工作機率} = \left(\frac{\text{符合連續 } N \text{ 小時筆數}}{\text{資料總筆數}} \right) \times 100\% \quad (4.2.1)$$

表 4.2.1 波浪及風力觀測資料篩選表

	波浪 2004~2020	風力 2005~2020
原資料筆數(天)	4,965	4,928
篩選後筆數(天) (合格率%)	4,166 (83.9%)	4,745 (96.3%)

表 4.2.2 蒲福風級表

風級	名稱		高出空曠地面十公尺之相當平均風速 m/s	風級標準說明			海上約略波高 m
	風	浪		陸地情形	海面情形	海岸情形	
0	無風	-	0 - 0.2	靜，煙直上。	海面如鏡。	風靜。	—
1	軟風	微波	0.3 - 1.5	炊煙能表示風向，風標不動。	海面生鱗狀波紋、波峰無泡沫。	漁舟正可操舵。	0.1
2	輕風	微波	1.6 - 3.3	風拂面樹葉有聲，普通風標轉動。	微波，波峰光滑而不破裂。	漁舟張帆時每小時可行1-2英里。	0.2
3	微風	小波	3.4 - 5.4	樹葉及小枝動搖，旌旗招展。	小波，波峰開始破裂泡沫如珠，波峰偶泛白沫。	漁舟漸覺傾側進行速度約為每小時3-4英里。	0.6
4	和風	小浪	5.5 - 7.9	地面揚塵，紙片飛舞，小樹幹搖動。	小波漸高，波峰白沫漸多。	漁舟滿帆時傾於一方捕魚好風。	1
5	清風	中浪	8.0 - 10.7	有葉之小樹搖罷，內陸水面有小波。	中浪漸高，波峰泛白沫，偶起浪花。	漁舟縮帆。	2
6	強風	大浪	10.8 - 13.8	大樹枝搖動，電線呼呼有聲，舉傘困難。	大浪形成，泛白沫波峰漸廣，漸起浪花。	漁舟張半帆捕魚須注意風險。	3
7	疾風	大浪	13.9 - 17.1	全樹搖動，迎風步行有阻力。	海面湧突，白浪泡沫沿風成條，浪濤漸起。	漁舟停息港中，在海者下錨。	4
8	大風	巨浪	17.2 - 20.7	小枝吹折，行人不易前行。	巨浪漸升，波峰破裂，浪花明顯成條沿風吹起。	近港之漁舟，皆停留不出。	6
9	烈風	猛浪	20.8 - 24.4	煙囪屋瓦等將被吹毀。	猛浪驚濤，海面漸呈洶湧，浪花白沫增濃，能見度減低。	—	7
10	狂風	狂濤	24.5 - 28.4	陸上不常見，見則拔樹倒屋或有其他損毀。	猛浪翻騰，浪峰高聳，浪花白沫堆積，海面一片白浪，能見度更低。	—	9
11	暴風	狂濤	28.5 - 32.6	陸上絕少，有則必重大災害。	狂濤高可掩蓋中小海輪，海面全成白沫，驚濤翻騰白浪，能見度大減。	—	11.5
12	颶風	狂濤	32.7 - 36.9	—	空中充滿浪花飛沫，海面全呈白色浪濤，能見度惡劣。	—	14

資料來源：中央氣象局

表 4.2.2 蒲福風級表 (續)

風級	名稱		高出空曠地面十公尺之相當平均風速 m/s	風級標準說明			海上約略波高 m
	風	浪		陸地情形	海面情形	海岸情形	
13	颶風	狂濤	37.0 - 41.4	—	—	—	14
14	颶風	狂濤	41.5 - 46.1	—	—	—	14
15	颶風	狂濤	46.2 - 50.9	—	—	—	14
16	颶風	狂濤	51.0 - 56.0	—	—	—	14
17	颶風	狂濤	56.1 - 61.2	—	—	—	14

資料來源：中央氣象局

4.3 波高可工作機率分析

本海域於 0.5、0.6、0.8、1.0 及 1.5 m 波高條件下，持續 6、12、18 及 24 小時可工作機率統計分析，如表 4.3.1~4.3.6、圖 4.3.1~4.3.6 所示。根據歷年各月可工作機率統計資料，波高 0.5 m 條件下，歷年各月可工作機率均低於 25%，僅 4~8 月可工作機率較高，符合可連續作業 6 小時，最高機率於 6 月，可工作機率為 24.56%(約 7.5 天)，可連續作業 12 小時的最高機率為 4 月，可工作機率為 13.45%(約 4 天)，連續 18 小時的最高機率為 8 月，可工作機率為 8.67%(約 2.5 天)，連續 24 小時的最高機率為 6 月的 4.79%(約 1.5 天)，工作機率隨所需作業時間延長而降低；可工作機率最低之月份，分別為連續 6 小時 (1 月：1.54%；約 0.5 天)、連續 12 小時 (1 月：1.23%；約 0.5 天)、連續 18 小時 (1 月：0.00%；無可工作天) 及連續 24 小時 (12 月~1 月：0.00%；無可工作天)，因受東北季風影響，於此作業波高門檻條件，可作業天數均未達 1 天。

在作業門檻為波高 0.6 m 條件下，符合可連續作業 6、12、18 及 24 小時最高機率皆為 7 月，可工作機率分別為 43.04%(約 13 天)、24.47%(約 7.5 天)、13.92%(約 4 天) 及 8.44%(約 2.5 天)，工作機率隨所需作業時間延長而降低；可工作機率最低月份為 1 月，連續 6 小時可工作機率為 2.46%(約 0.5 天)、連續 12 小時可工作機率為 1.85%(約 0.5 天)、連續 18 小時可工作機率為 0.31% 及連續 24 小時則無可工作

機率，在東北季風盛行下，歷年 1 月可作業天數均低於 1 天。

在波高 0.8 m 條件下，同樣地符合可連續作業 6、12、18 及 24 小時最高機率皆為 7 月，可工作機率分別為 73.21%(約 22.5 天)、53.8%(約 16.5 天)、36.29%(約 11 天)及 19.41%(約 6 天)，工作機率隨所需作業時間延長而降低；可工作機率最低月份為 12~1 月，連續 6 小時 (12 月：5.02%；約 1.5 天)、連續 12 小時 (1 月：2.46%；約 0.5 天)、連續 18 小時 (1 月：1.85%；約 0.5 天) 及連續 24 小時 (1 月：0.62%；無可工作天)，除 12 月尚約有 1 天可持續作業 6 小時，如需於 12~1 月連續作業 12~24 小時，可作業天數均低於 1 天。

在波高 1.0 m 條件下，7 月可提供較高可工作機率，分別為連續 6 小時可工作機率為 86.92%(約 27 天)、連續 12 小時可工作機率為 74.89%(約 23 天)、連續 18 小時可工作機率為 59.07%(約 18 天)及連續 24 小時可工作機率為 33.54%(約 10 天)，7 月雖為颱風生成旺盛期間，且受西南季風影響，依據統計結果顯示，仍較其餘月份可提供較佳可工作機率(約 10 天)；工作機率最低之月份仍為 12~1 月，連續 6 小時 (12 月：8.36%；約 2.5 天)、連續 12 小時 (12 月：4.68%；約 1.5 天)、連續 18 小時 (1 月：2.15%；約 0.5 天) 及連續 24 小時 (1 月：0.92%，12 月：1.0%；無可工作天)，如某海事工程僅需約半天作業時間，則 12 月約有 1.5 天時間可供進場。

現場作業波高限制為 1.5 m 時，連續 6 小時可工作機率最高為 6 月 93.73%(約 28 天)，7 月次之可工作機率為 93.67%(約 29 天)，連續 12 小時為 6 月 88.22%(約 26 天)，連續 18 小時為 6 月 80.2%(約 24 天)，連續 24 小時為 5 月 52.4%(約 16 天)，如工程作業允許波高可放寬至 1.5 m，則 5~7 月間可提供最佳可工作機率；根據統計資料，12 月可工作機率為各月份最低，分別為連續作業 6 小時 23.08%(約 7 天)，12 小時 14.05%(約 4 天)，18 小時 8.36%(約 2.5 天)，24 小時 3.68%(約 1 天)。

根據歷年四季可工作機率統計資料，0.5、0.6、0.8、1.0 及 1.5 m 作業波高條件，連續施工 6、12、18 及 24 小時，夏季 (6~8 月) 均可

提供較佳可工作機率，以作業波高 1.0 m 為例，連續施工 6 小時可工作機率為 78%(約 23 天)，12 小時可工作機率為 65.23%(約 19.5 天)，18 小時可工作機率為 49.62%(約 15 天)，24 小時可工作機率為 28.77%(約 9.5 天)；春季 (3~5 月) 可工作機率僅次於夏季，連續施工 6 小時可工作機率為 56.91%(約 17.5 天)，12 小時可工作機率為 44.11%(約 13.5 天)，18 小時可工作機率為 31.43%(約 9.5 天)，24 小時可工作機率為 19.89%(約 6 天)，如施工單位無法於夏季作業，建議可提早於春季安排人員、機具進場，亦可提供較佳可工作機率。

表 4.3.1 波高 0.5 m 可工作機率統計表

波高 0.5 m				
月份	連續 6 小時	連續 12 小時	連續 18 小時	連續 24 小時
1 月	1.54%	1.23%	0.00%	0.00%
2 月	5.70%	1.52%	0.38%	0.00%
3 月	10.36%	4.78%	1.59%	1.20%
4 月	23.45%	13.45%	6.21%	2.76%
5 月	23.65%	11.08%	6.89%	4.79%
6 月	24.56%	13.03%	6.27%	3.76%
7 月	23.63%	13.08%	5.49%	2.74%
8 月	21.78%	13.11%	8.67%	3.04%
9 月	12.10%	7.90%	3.70%	1.48%
10 月	2.45%	1.63%	1.09%	0.54%
11 月	4.83%	3.02%	1.51%	0.91%
12 月	2.68%	2.01%	1.67%	0.00%

表 4.3.2 波高 0.6 m 可工作機率統計表

波高 0.6 m				
月份	連續 6 小時	連續 12 小時	連續 18 小時	連續 24 小時
1 月	2.46%	1.85%	0.31%	0.00%
2 月	11.41%	3.04%	0.76%	0.38%
3 月	15.94%	8.76%	2.79%	1.99%
4 月	33.45%	21.72%	10.69%	4.48%
5 月	36.83%	20.36%	9.28%	6.89%
6 月	40.10%	22.31%	12.03%	6.77%
7 月	43.04%	24.47%	13.92%	8.44%
8 月	36.07%	23.19%	13.58%	5.15%
9 月	16.79%	11.60%	7.41%	3.46%
10 月	5.16%	2.45%	1.90%	0.54%
11 月	7.85%	4.53%	3.02%	2.11%
12 月	3.34%	2.01%	2.01%	0.33%

表 4.3.3 波高 0.8 m 可工作機率統計表

波高 0.8 m				
月份	連續 6 小時	連續 12 小時	連續 18 小時	連續 24 小時
1 月	7.08%	2.46%	1.85%	0.62%
2 月	19.01%	10.65%	5.32%	0.76%
3 月	27.49%	18.33%	11.16%	6.37%
4 月	46.55%	33.79%	20.69%	10.69%
5 月	60.18%	41.62%	26.05%	15.27%
6 月	65.41%	47.12%	32.83%	18.30%
7 月	73.21%	53.80%	36.29%	19.41%
8 月	59.02%	45.20%	31.38%	14.99%
9 月	28.15%	20.74%	12.10%	7.65%
10 月	8.15%	5.16%	3.80%	1.36%
11 月	12.08%	9.06%	5.14%	2.72%
12 月	5.02%	2.68%	2.01%	0.67%

表 4.3.4 波高 1.0 m 可工作機率統計表

波高 1.0 m				
月份	連續 6 小時	連續 12 小時	連續 18 小時	連續 24 小時
1 月	11.08%	5.54%	2.15%	0.92%
2 月	25.86%	16.73%	9.89%	5.32%
3 月	38.65%	25.10%	16.73%	10.36%
4 月	56.90%	44.83%	30.69%	19.31%
5 月	71.56%	58.68%	43.41%	27.84%
6 月	84.21%	68.42%	49.87%	30.58%
7 月	86.92%	74.89%	59.07%	33.54%
8 月	77.99%	63.93%	47.31%	27.63%
9 月	42.22%	30.62%	20.49%	12.59%
10 月	13.32%	7.34%	5.16%	2.45%
11 月	18.43%	10.88%	6.95%	4.53%
12 月	8.36%	4.68%	3.01%	1.00%

表 4.3.5 波高 1.5 m 可工作機率統計表

波高 1.5 m				
月份	連續 6 小時	連續 12 小時	連續 18 小時	連續 24 小時
1 月	26.77%	16.92%	9.85%	5.23%
2 月	46.39%	32.70%	22.05%	15.21%
3 月	59.36%	42.23%	33.07%	21.12%
4 月	75.86%	62.07%	50.69%	36.21%
5 月	90.72%	81.44%	68.56%	52.40%
6 月	93.73%	88.22%	80.20%	51.38%
7 月	93.67%	88.19%	77.00%	51.48%
8 月	92.51%	87.82%	74.71%	49.88%
9 月	68.64%	55.06%	38.02%	23.21%
10 月	28.53%	21.47%	13.86%	7.88%
11 月	40.79%	27.49%	17.52%	9.67%
12 月	23.08%	14.05%	8.36%	3.68%

表 4.3.6 不同波高條件分季可工作機率統計表

波高 0.5 m				
季節	連續 6 小時	連續 12 小時	連續 18 小時	連續 24 小時
春	19.43%	9.83%	5.03%	3.09%
夏	22.00%	12.62%	6.69%	3.08%
秋	6.34%	4.08%	2.17%	1.00%
冬	3.16%	1.58%	0.68%	0.00%
波高 0.6 m				
季節	連續 6 小時	連續 12 小時	連續 18 小時	連續 24 小時
春	29.37%	17.14%	7.77%	4.69%
夏	37.46%	22.08%	12.92%	6.69%
秋	9.60%	5.98%	3.89%	2.08%
冬	5.41%	2.25%	1.01%	0.23%

表 4.3.6 不同波高條件分季可工作機率統計表 (續)

波高 0.8 m				
季節	連續 6 小時	連續 12 小時	連續 18 小時	連續 24 小時
春	45.94%	32.00%	19.89%	11.20%
夏	61.85%	46.08%	32.23%	16.77%
秋	15.49%	11.14%	6.79%	3.71%
冬	9.92%	4.96%	2.93%	0.68%
波高 1.0 m				
季節	連續 6 小時	連續 12 小時	連續 18 小時	連續 24 小時
春	56.91%	44.11%	31.43%	19.89%
夏	78.00%	65.23%	49.62%	28.77%
秋	23.91%	15.76%	10.60%	6.16%
冬	14.43%	8.57%	4.74%	2.25%
波高 1.5 m				
季節	連續 6 小時	連續 12 小時	連續 18 小時	連續 24 小時
春	76.46%	63.43%	52.34%	37.94%
夏	87.69%	82.92%	73.38%	47.38%
秋	44.20%	33.51%	22.74%	13.04%
冬	30.89%	20.63%	12.97%	7.67%

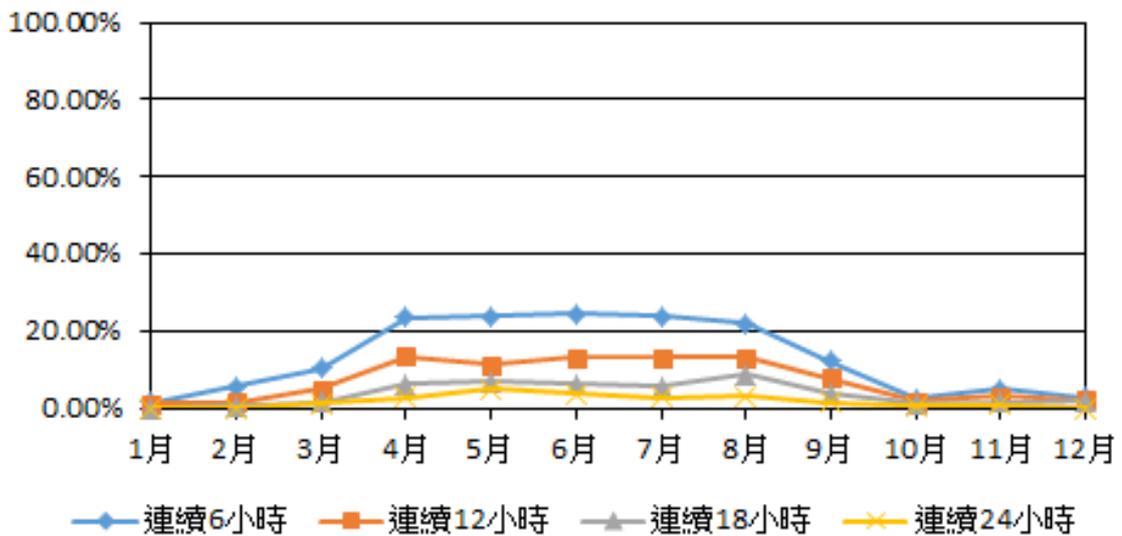


圖 4.3.1 波高 0.5 m 可工作機率分佈圖

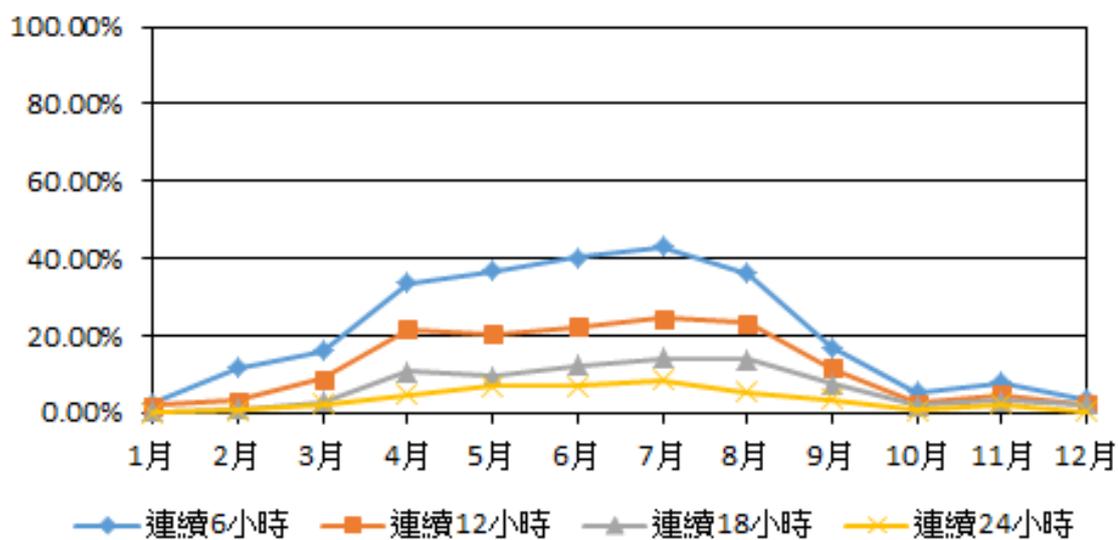


圖 4.3.2 波高 0.6 m 可工作機率分佈圖

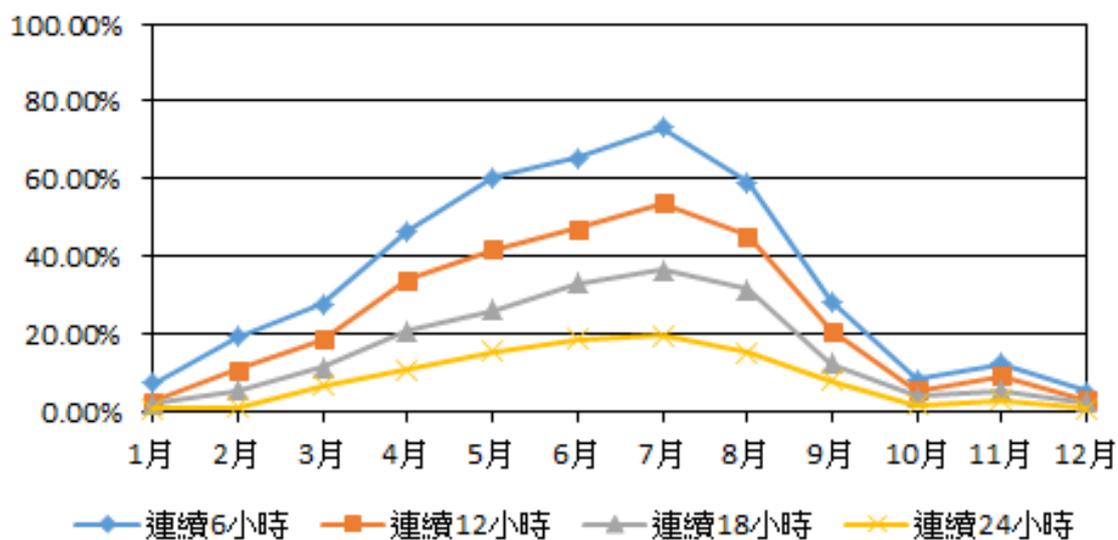


圖 4.3.3 波高 0.8 m 可工作機率分佈圖

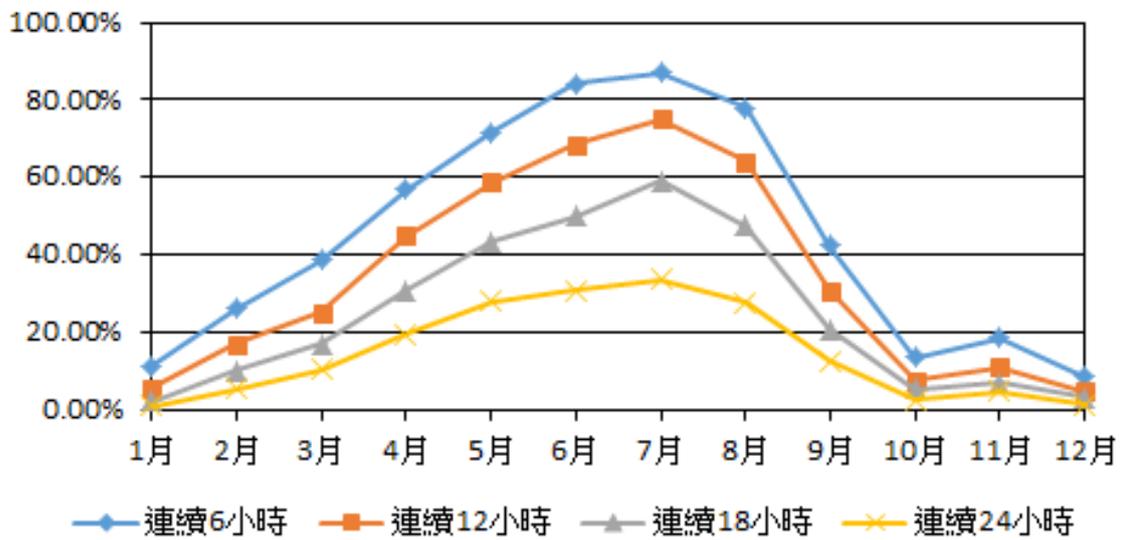


圖 4.3.4 波高 1.0 m 可工作機率分佈圖

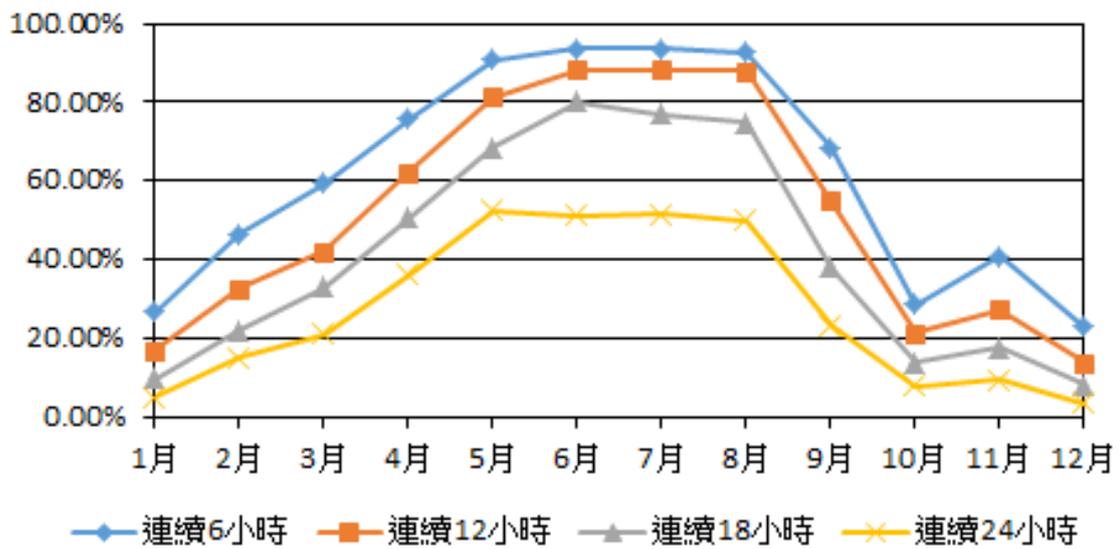


圖 4.3.5 波高 1.5 m 可工作機率分佈圖

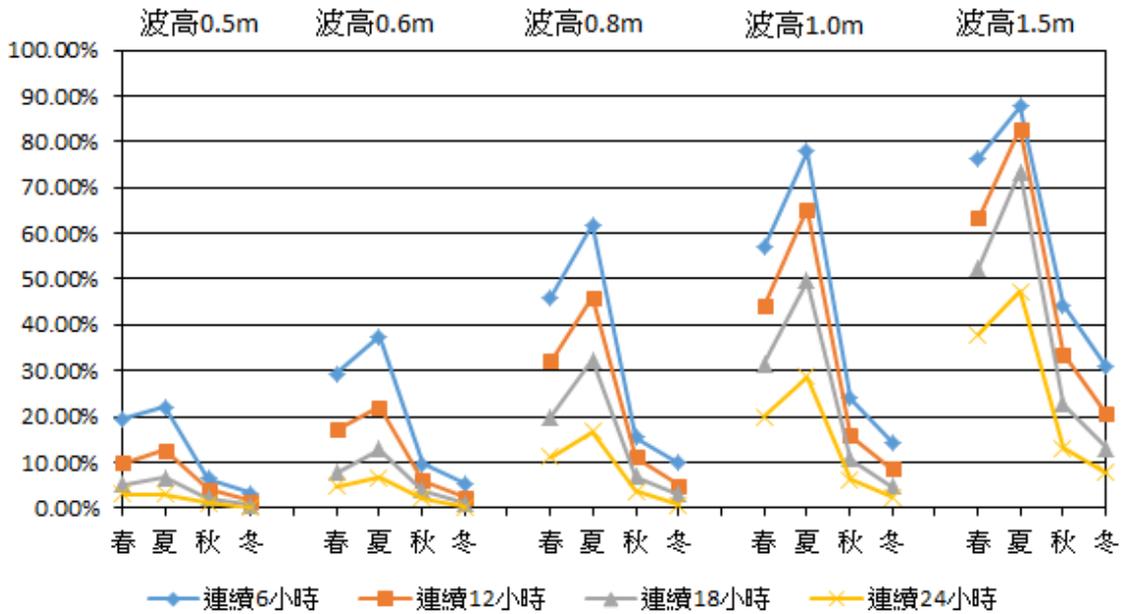


圖 4.3.6 不同波高條件分季可工作機率分佈圖

4.4 風速可工作機率分析

本海域於風速 5.4、7.9、10.7、12 及 13.8 m/s 條件下，持續 6、12、18 及 24 小時可工作機率統計分析，如表 4.4.1~4.4.6、圖 4.4.1~4.4.6 所示。根據歷年各月可工作機率統計資料，風速 5.4 m/s 作業門檻，可連續作業 6 小時，最高機率於 8 月，工作機率為 67.02%(約 20.5 天)，連續作業 12 小時最高機率為 8 月，機率為 43.62%(約 13.5 天)，連續 18 小時最高機率為 7 月，可工作機率為 20.62%(約 6 天)，符合連續作業 24 小時的最高機率為 4 月，機率為 12.67%(約 3.5 天)，工作機率隨所需作業時間延長而降低；可工作機率最低之月份介於 12~1 月，分別為連續 6 小時(1 月：18.87%；約 5.5 天)、連續 12 小時(1 月：9.91%、12 月：9.93%；約 3 天)、連續 18 小時(12 月：2.71%；約 0.5 天)及連續 24 小時(12 月：1.13%；無可工作天)，如需持續作業 6 小時，建議於 8 月進場，可獲得較高工作效率。

以風速 7.9 m/s 作業條件分析，8 月為較佳進場時機，分別為連續 6 小時(83.24%；約 25.5 天)、連續 12 小時(67.82%；約 21 天)、連續 18 小時(44.68%；約 13.5 天)及連續 24 小時(39.36%；約 12 天)，8 月雖受颱風影響，依據統計數據，可工作日數仍較其他月份多；工作機率最低之月份為

12月，連續6小時可工作機率為28.22%(約8.5天)，連續12小時為16.03%(約5天)，連續18小時為7.0%(約2天)，連續24小時為4.29%(約1天)。

作業限制風速為10.7 m/s以下時，8月亦可提供較高可工作機率，依序為連續6小時(95.48%；約26.5天)，連續12小時(85.90%；約16天)，連續18小時(68.62%；約21天)，連續24小時(64.63%；約20天)，作業風速放寬至10.7 m/s，8月可提供20天以上施作日；工作機率最低之月份為12月，連續6小時可工作機率為43.34%(約13天)，連續12小時為26.64%(約8天)，連續18小時為14.45%(約4天)，連續24小時為11.96%(約3.5天)，如以連續作業6小時為例，8月及12月可作業天數相差約2倍。

作業風速為12.0 m/s時，符合連續6小時可工作機率最高為7月的96.66%(約30天)，連續12小時最高機率為8月，可工作機率92.29%(約28.5天)，連續18小時最高機率於7月，可工作機率為76.13%(約23.5天)，連續24小時最高機率為7月的73.75%(約22.5天)；可工作機率最低月份均為12月，如需於此限制風速下作業，各延時可工作機率分別為連續6小時50.11%(約15.5天)、連續12小時32.28%(約10天)、連續18小時19.19%(約6天)及連續24小時15.12%(約4.5天)。

本研究以「西門子歌美颯離岸風力再生能源股份有限公司」使用之離岸風機安裝船 Seajacks Zaratan，現場作業所允許最大風速13.8 m/s分析，該作業船如需持續執行風機安裝作業達6小時，可於6月進場，機率為98.18%(約29.5天)，如需持續作業12小時，可於7月進場，可工作機率為94.75%(約29天)，現場作業如需持續18~24小時，則可於7月進場可達到較高工作效率，可工作機率分別為85.68%(約26.5天)及83.77%(約26天)；可工作機率最低之月份分別為，連續6小時(1月：58.02%；約18天)，連續12小時(12月：41.76%；約13天)，連續18小時(12月：26.19%；約8天)，連續24小時(12月：22.35%；約7天)。

四季可工作機率統計分析成果與4.3節相似，5.4、7.9、10.7、12.0及13.8 m/s風速條件，可連續作業6、12、18及24小時，夏季(6~8月)可提供較佳可工作機率，依據本報告第三章歷年風速統計資料，夏季平均風速6.6 m/s，為四季中最低之季節，此特性亦直接反映於可工作機率，以作業風速

12.0 m/s 為例，連續施工 6 小時可工作機率為 96.1%(約 29.5 天)，12 小時可工作機率為 88.22%(約 27 天)，18 小時可工作機率為 72.97%(約 22.5 天)，連續 24 小時可工作機率為 69.75%(約 21.5 天)；春季 (3~5 月) 可工作機率僅次於夏季，連續施工 6 小時可工作機率為 84.46%(約 26 天)，12 小時可工作機率為 73.7%(約 22.5 天)，18 小時可工作機率為 57.99%(約 18 天)，24 小時可工作機率為 51.91%(約 16 天)。冬季 (12~2 月) 期間本海域歷年平均風速為 13.1 m/s，為四季最高，直接影響本海域現場作業氣象環境，可工作機率為四季中最低之季節，連續作業 6 小時可工作機率為 53.4%(約 16.5 天)，12 小時可工作機率為 36.73%(約 11 天)，18 小時可工作機率為 22.33%(約 7 天)，24 小時可工作機率為 17.56%(約 5.5 天)，以連續作業 12 小時為例，夏、冬兩季可工作天數由 81 天降至 33 天，相差約 2.5 倍。

表 4.4.1 風速 5.4 m/s 可工作機率統計表

風速 5.4 m/s				
月份	連續 6 小時	連續 12 小時	連續 18 小時	連續 24 小時
1 月	18.87%	9.91%	4.01%	4.01%
2 月	27.64%	10.57%	2.98%	2.17%
3 月	43.67%	23.08%	10.42%	7.44%
4 月	47.38%	27.55%	16.53%	12.67%
5 月	51.81%	26.17%	13.21%	6.48%
6 月	42.86%	20.78%	8.83%	6.75%
7 月	57.04%	37.95%	20.29%	12.17%
8 月	67.02%	43.62%	18.62%	11.17%
9 月	58.87%	29.80%	13.79%	7.88%
10 月	27.70%	14.78%	5.28%	4.22%
11 月	31.63%	17.09%	6.38%	3.83%
12 月	19.19%	9.93%	2.71%	1.13%

表 4.4.2 風速 7.9 m/s 可工作機率統計表

風速 7.9 m/s				
月份	連續 6 小時	連續 12 小時	連續 18 小時	連續 24 小時
1 月	31.84%	16.75%	8.25%	6.60%
2 月	39.30%	23.58%	12.20%	9.76%
3 月	57.07%	38.46%	23.33%	16.87%
4 月	64.74%	47.93%	32.23%	26.17%
5 月	78.76%	53.89%	36.79%	28.76%
6 月	69.61%	41.82%	27.79%	22.60%
7 月	75.18%	55.85%	42.72%	36.28%
8 月	83.24%	67.82%	44.68%	39.36%
9 月	74.88%	55.42%	31.53%	26.11%
10 月	37.47%	24.01%	13.72%	10.29%
11 月	45.66%	29.08%	16.84%	11.22%
12 月	28.22%	16.03%	7.00%	4.29%

表 4.4.3 風速 10.7 m/s 可工作機率統計表

風速 10.7 m/s				
月份	連續 6 小時	連續 12 小時	連續 18 小時	連續 24 小時
1 月	44.34%	29.95%	16.51%	13.21%
2 月	51.76%	35.77%	23.31%	18.16%
3 月	68.49%	55.09%	37.97%	31.27%
4 月	81.27%	67.49%	50.69%	44.63%
5 月	92.75%	79.27%	58.55%	54.15%
6 月	93.77%	73.77%	55.84%	51.43%
7 月	95.23%	80.19%	65.63%	63.48%
8 月	95.48%	85.90%	68.62%	64.63%
9 月	86.95%	71.18%	44.83%	40.39%
10 月	51.19%	34.30%	20.05%	17.94%
11 月	58.67%	41.58%	26.02%	21.68%
12 月	43.34%	26.64%	14.45%	11.96%

表 4.4.4 風速 12.0 m/s 可工作機率統計表

風速 12.0 m/s				
月份	連續 6 小時	連續 12 小時	連續 18 小時	連續 24 小時
1 月	50.47%	36.79%	20.05%	16.51%
2 月	60.70%	42.01%	28.73%	21.68%
3 月	74.69%	61.29%	44.42%	36.72%
4 月	84.85%	74.10%	59.78%	53.44%
5 月	94.30%	86.27%	70.47%	66.32%
6 月	95.32%	85.19%	68.83%	65.19%
7 月	96.66%	87.35%	76.13%	73.75%
8 月	96.28%	92.29%	73.67%	69.95%
9 月	90.15%	75.12%	51.72%	47.04%
10 月	57.52%	39.31%	22.96%	20.05%
11 月	63.27%	48.21%	31.63%	25.26%
12 月	50.11%	32.28%	19.19%	15.12%

表 4.4.5 風速 13.8 m/s 可工作機率統計表

風速 13.8 m/s				
月份	連續 6 小時	連續 12 小時	連續 18 小時	連續 24 小時
1 月	58.02%	44.34%	29.72%	25.47%
2 月	67.48%	52.85%	36.86%	30.08%
3 月	82.38%	70.97%	56.82%	48.39%
4 月	90.36%	80.44%	69.42%	62.26%
5 月	96.37%	92.49%	81.61%	78.24%
6 月	98.18%	94.03%	85.19%	81.82%
7 月	98.09%	94.75%	85.68%	83.77%
8 月	97.87%	94.41%	83.78%	80.85%
9 月	92.12%	82.27%	59.11%	55.67%
10 月	66.49%	47.76%	28.76%	26.39%
11 月	72.45%	54.85%	40.82%	36.22%
12 月	59.37%	41.76%	26.19%	22.35%

表 4.4.6 不同風速條件分季可工作機率統計表

風速 5.4m/s				
季節	連續 6 小時	連續 12 小時	連續 18 小時	連續 24 小時
春	47.57%	25.52%	13.28%	8.77%
夏	55.59%	34.15%	16.02%	10.08%
秋	39.76%	20.73%	8.58%	5.35%
冬	21.60%	10.11%	3.24%	2.43%
風速 7.9m/s				
季節	連續 6 小時	連續 12 小時	連續 18 小時	連續 24 小時
春	66.75%	46.61%	30.64%	23.78%
夏	75.93%	55.08%	38.47%	32.80%
秋	53.10%	36.53%	20.90%	16.06%
冬	32.77%	18.53%	8.98%	6.72%
風速 10.7m/s				
季節	連續 6 小時	連續 12 小時	連續 18 小時	連續 24 小時
春	80.64%	67.10%	48.87%	43.14%
夏	94.83%	79.92%	63.39%	59.92%
秋	66.02%	49.45%	30.59%	26.93%
冬	46.20%	30.50%	17.80%	14.24%
風速 12m/s				
季節	連續 6 小時	連續 12 小時	連續 18 小時	連續 24 小時
春	84.46%	73.70%	57.99%	51.91%
夏	96.10%	88.22%	72.97%	69.75%
秋	70.69%	54.63%	35.77%	31.10%
冬	53.40%	36.73%	22.33%	17.56%
風速 13.8m/s				
季節	連續 6 小時	連續 12 小時	連續 18 小時	連續 24 小時
春	89.58%	81.16%	69.10%	62.76%
夏	98.05%	94.41%	84.92%	82.20%
秋	77.32%	62.02%	43.25%	39.76%
冬	61.33%	45.95%	30.58%	25.73%

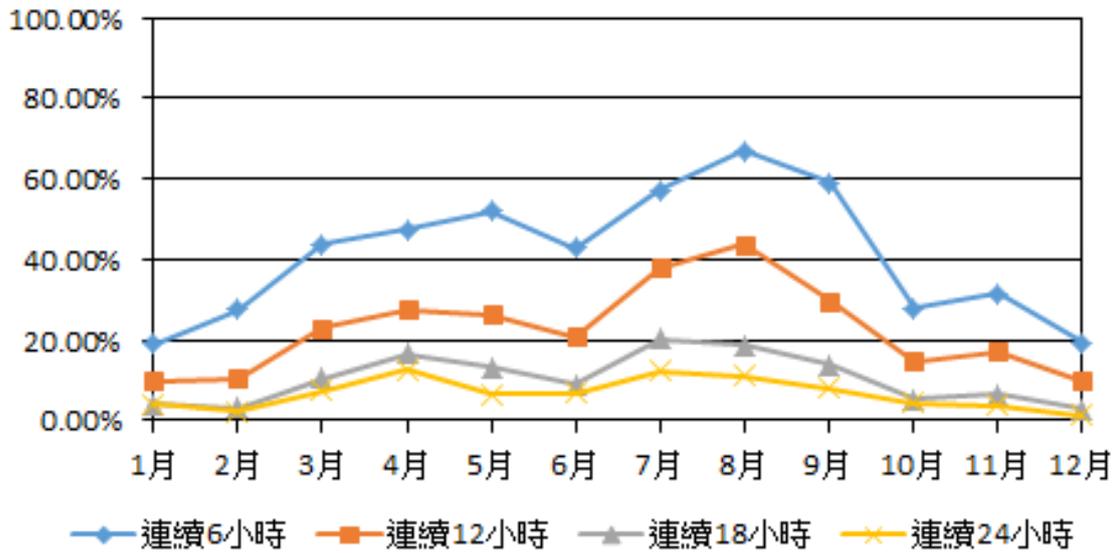


圖 4.4.1 風速 5.4 m/s 可工作機率分佈圖

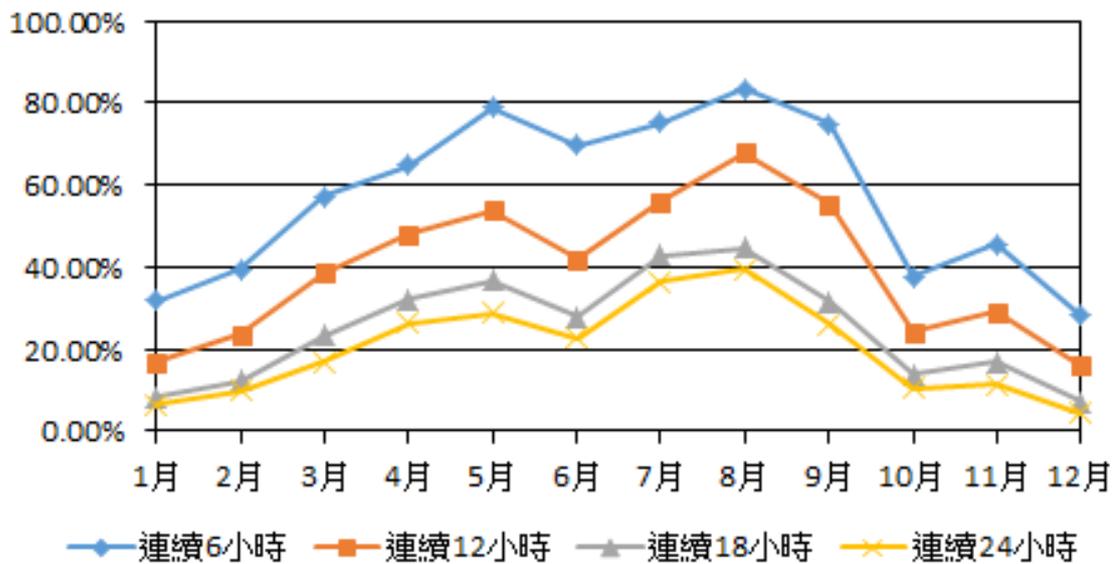


圖 4.4.2 風速 7.9 m/s 可工作機率分佈圖

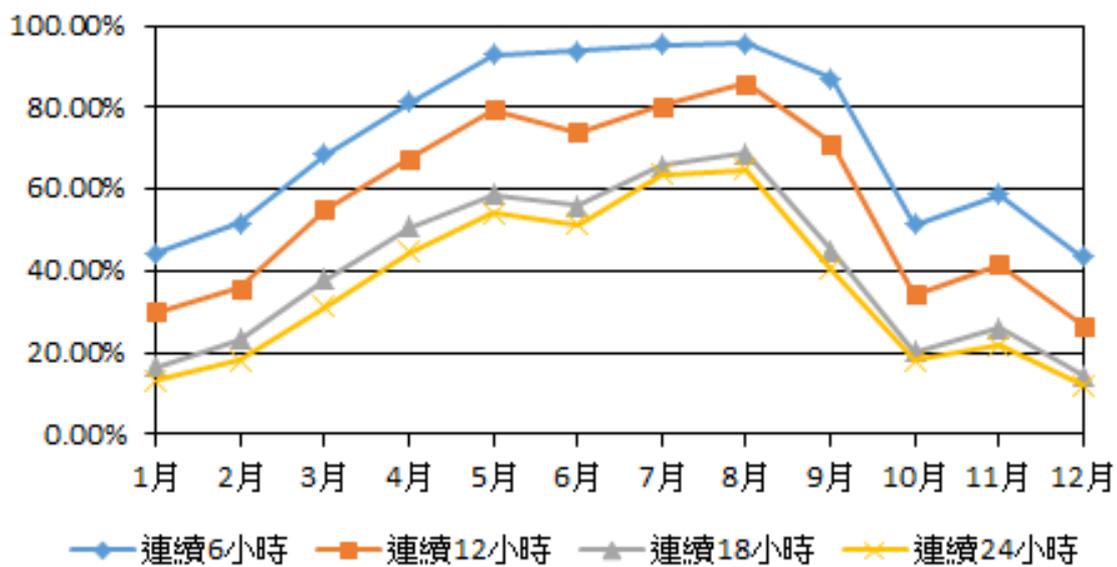


圖 4.4.3 風速 10.7 m/s 可工作機率分佈圖

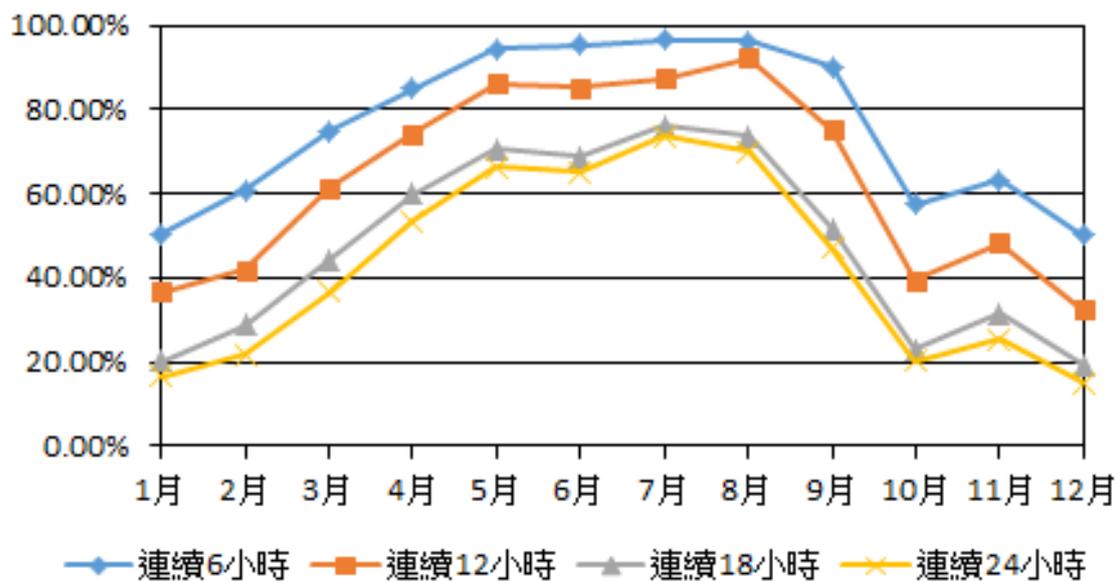


圖 4.4.4 風速 12.0 m/s 可工作機率分佈圖

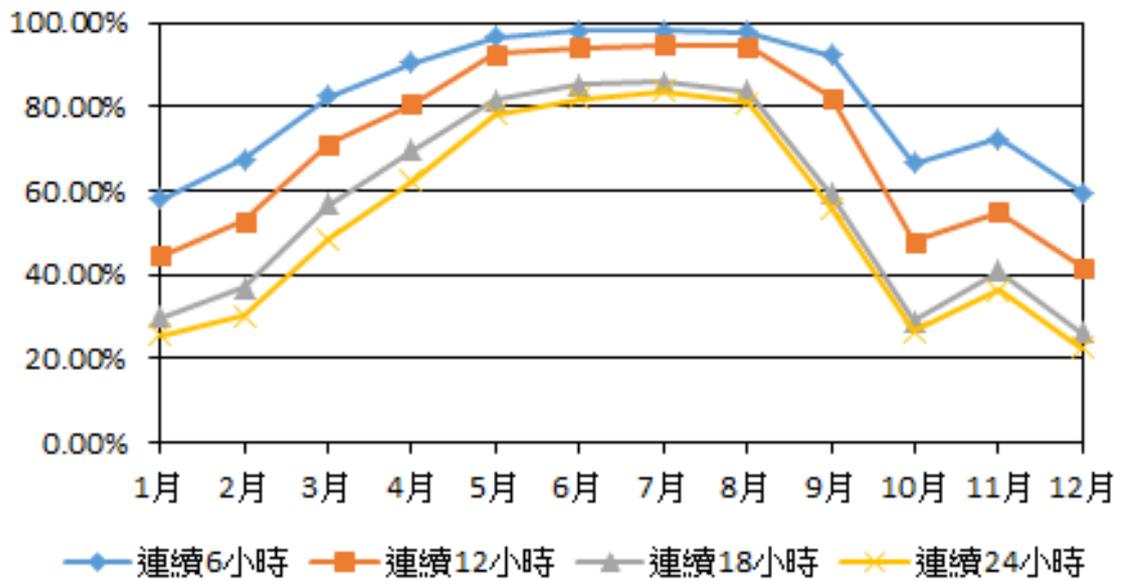


圖 4.4.5 風速 13.8 m/s 可工作機率分佈圖

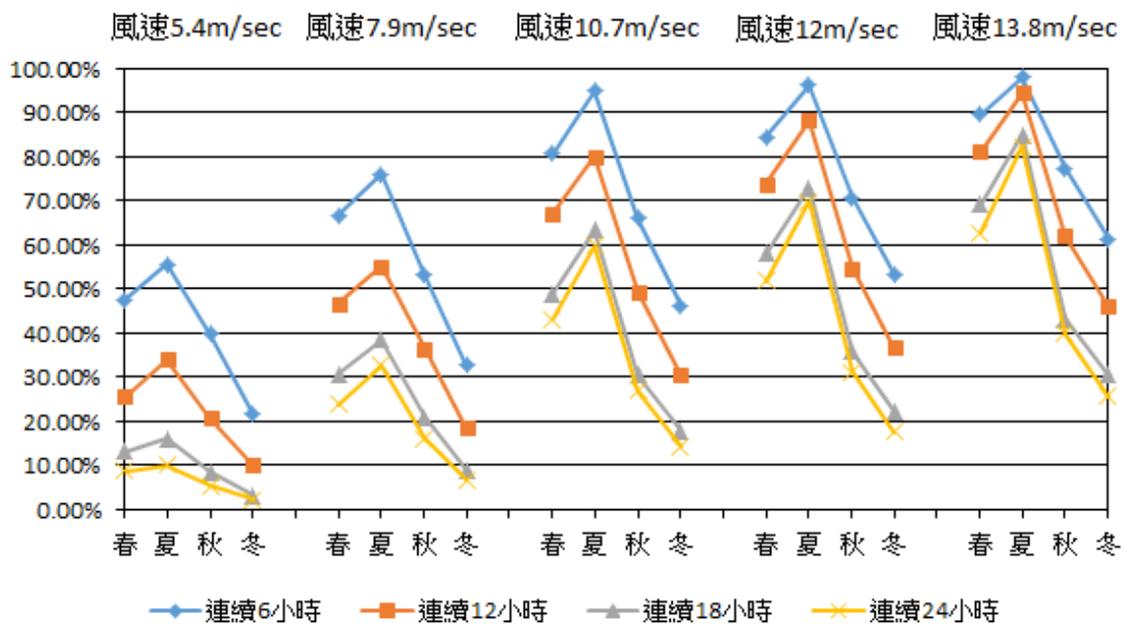


圖 4.4.6 不同風速條件分季可工作機率分佈圖

4.5 波高及風速聯合可工作機率分析

本節就不同波高及風速條件下，同時持續 6、12、18 及 24 小時可工作機率統計分析，考量資料完整性及代表性，每月至少需包含 5 筆(即 5 日)觀測資料，每日至少需包含 23 筆(即 23 小時)觀測資料，每小時需同時具有波浪及風力觀測資料，方可認定為有效資料，依此範疇篩選符合之資料，篩選後有效資料自 2004~2020 年 8 月計 4,055 天，原資料筆數 5,821 天，合格率為 69.66%。可工作機率估算式，如式(4.2.1)所示，各項條件所得之可工作機率統計表如表 4.5.1~4.5.25。

在波高 0.5m 及風速 5.4m/s 條件下，歷年各月可工作機率均低於 20%，符合可連續作業 6 小時，較高機率於 7~8 月，可工作機率分別為 18.03%(約 5.5 天)及 18.35%(約 5.5 天)，可連續作業 12 小時的最高機率為 8 月，可工作機率為 10.34%(約 3 天)，連續 18 小時的最高機率為 7 月，可工作機率為 5.05%(約 1.5 天)，連續 24 小時的較高機率為 7~8 月的 1.92%(約 0.5 天)及 1.81%(約 0.5 天)，工作機率隨所需作業時間延長而降低；可工作機率最低之月份，分別為連續 6 小時(1 月：1.12%；無可工作天)、連續 12 小時(1 月：0.56%；無可工作天)、連續 18 小時(1 月~3 月：0.00%；無可工作天)及連續 24 小時(10 月、12 月~3 月及 5 月：0.00%；無可工作天)，秋冬兩季因受東北季風影響，於此作業門檻條件，可作業天數均未達 1 天。在波高 0.5m 及風速 7.9m/s 條件下，符合可連續作業 6 小時，最高機率於 7 月，可工作機率為 22.84%(約 7 天)，可連續作業 12 小時的較高機率為 7~8 月，可工作機率為分別為 12.74%(約 4 天)及 12.4%(約 4 天)，連續 18 小時的最高機率為 8 月，可工作機率為 7.49%(約 2 天)，連續 24 小時的較高機率為 7~8 月的 2.64%(約 0.5 天)及 2.84%(約 0.5 天)，工作機率隨所需作業時間延長而降低；可工作機率最低之月份，分別為連續 6 小時(1 月：1.12%；無可工作天)、連續 12 小時(1 月：0.84%；無可工作天)、連續 18 小時(1 月~2 月：0.00%；無可工作天)及連續 24 小時(12 月~3 月：0.00%；無可工作天)，於此作業門檻條件，冬季可作業天數皆未達 1 天，但在春夏兩季(4 月~8 月)，每月可連續作業 6 小時之天數約有 6 天可供進場。在波高 0.5m 及風速 10.7m/s、波高 0.5m 及風速 12m/s 及波高 0.5m 及風速 13.8m/s 等條件下所統

計之可工作機率皆與波高 0.5m 及風速 7.9m/s 條件大致相同，造成此現象之可能原因為在風速條件加強時，波高隨之變大，且大於 0.5m，導致符合條件之筆數增加有限，可工作機率亦增加有限。

在波高 0.6m 及風速 5.4m/s 條件下，符合可連續作業 6 及 12 小時，較高機率於 7~8 月，可工作機率分別連續 6 小時為 29.09%(約 9 天)及 27.13%(約 8.5 天)、連續 12 小時為 13.7%(約 4 天)及 15.25%(約 4.5 天)，連續 18 及 24 小時的最高機率為 7 月，可工作機率分別連續 18 小時為 7.45%(約 2 天)及 3.37%(約 1 天)，工作機率隨所需作業時間延長而降低；可工作機率最低之月份，分別為連續 6 小時 (1 月：1.96%；約 0.5 天)、連續 12 小時 (10 月：1.21%；無可工作天)、連續 18 小時 (1 月：0.00%；無可工作天) 及連續 24 小時 (10 月、1 月~3 月及 5 月：0.00%；無可工作天)，在東北季風盛行下，秋冬兩季可連續作業 24 小時之天數均低於 1 天。在波高 0.6m 及風速 7.9m/s 條件下，7 月可工作機率為各月份最高，分別為可連續作業 6 小時 39.66%(約 12 天)，12 小時 20.67%(約 6.5 天)，18 小時 12.26%(約 3.5 天)及 24 小時 6.97%(約 2 天)，工作機率隨所需作業時間延長而降低；可工作機率最低之月份，分別為連續 6 小時 (1 月：2.24%；約 0.5 天)、連續 12 小時 (1 月：1.4%；無可工作天)、連續 18 小時 (1 月：0.28%、2 月：0.33%；無可工作天) 及連續 24 小時 (12 月：0.31%，1 月~3 月：0.00%；無可工作天)，於此作業門檻條件，冬季可作業天數皆未達 1 天，但在春夏兩季(4 月~8 月)，每月可連續作業 6 小時之天數約有 9 天可供進場。在波高 0.6m 及風速 10.7m/s、波高 0.6m 及風速 12m/s 及波高 0.6m 及風速 13.8m/s 等條件下所統計之可工作機率皆與波高 0.6m 及風速 7.9m/s 條件大致相同，造成此現象之可能原因為在風速條件加強時，波高隨之變大，且大於 0.6m，導致符合條件之筆數增加有限，可工作機率亦增加有限。

在波高 0.8m 及風速 5.4m/s 條件下，同樣地符合可連續作業 6、12、18 及 24 小時最高機率皆為 7 月，可工作機率分別為 43.03%(約 13 天)、22.36%(約 7 天)、11.54%(約 3.5 天)及 5.29%(約 1.5 天)，工作機率隨所需作業時間延長而降低；可工作機率最低月份為 12~1 月，連續 6 小時 (12 月：3.42%；約 1 天)、連續 12 小時 (1 月：1.68%；約 0.5 天)、連續 18 小時 (1 月：0.28%；無可工作天) 及連續 24 小時 (1 月：0.00%；無可工作天)，於此作業門檻

條件，冬季可作業天數皆未達 1 天，夏季(6 月~8 月)可連續 6 小時作業之天數約有 10 天可供進場。在波高 0.8m 及風速 7.9m/s 條件下，7 月可工作機率為各月份最高，分別為可連續作業 6 小時 59.38%(約 18.5 天)，12 小時 36.06%(約 11 天)，18 小時 21.88%(約 6.5 天)及 24 小時 10.34%(約 3 天)，工作機率隨所需作業時間延長而降低；可工作機率最低月份為 12~2 月，連續 6 小時(12 月：4.35%；約 1 天)、連續 12 小時(12 月：2.17%；約 0.5 天)、連續 18 小時(1 月：1.12%；無可工作天)及連續 24 小時(2 月：0.33%；無可工作天)，於此作業門檻條件，冬季可作業天數仍未達 1 天，但在 5 月~8 月間，每月可連續作業 6 小時之天數約有 15~18 天可供進場，在 7 月~8 月可連續作業 12 小時之天數約有 10 天可供進場。在波高 0.8m 及風速 10.7m/s 條件下，同樣地 7 月可工作機率為各月份最高，分別為可連續作業 6 小時 71.88%(約 22 天)，12 小時 50%(約 15.5 天)，18 小時 33.89%(約 10.5 天)及 24 小時 16.35%(約 5 天)，工作機率隨所需作業時間延長而降低；可工作機率最低月份為 12~2 月，連續 6 小時(12 月：5.59%；約 1.5 天)、連續 12 小時(1 月：2.24%；約 0.5 天)、連續 18 小時(12 月：1.55%；約 0.5 天)及連續 24 小時(2 月：0.33%；無可工作天)，於此作業門檻條件，冬季可作業天數仍未達 1 天，但在 5 月~8 月間，每月可連續作業 6 小時之天數約有 18 天可供進場，在 7 月可連續作業 12 小時之天數約有 15 天可供進場。在波高 0.8m 及風速 12m/s 與波高 0.8m 及風速 13.8m/s 等條件下所統計之可工作機率皆與波高 0.8m 及風速 10.7m/s 條件大致相同，造成此現象之可能原因為在風速條件加強時，波高隨之變大，且大於 0.8m，導致符合條件之筆數增加有限，可工作機率亦增加有限。

在波高 1.0m 及風速 5.4m/s 條件下，符合可連續作業 6 小時，較高機率於 7~8 月，可工作機率分別為 49.52%(約 15 天)及 50.13%(約 15.5 天)，可連續作業 12、18 及 24 小時的最高機率為 7 月，可工作機率分別為 28.13%(約 8.5 天)、14.18%(約 4 天)及 6.49%(約 2 天)，工作機率隨所需作業時間延長而降低；可工作機率最低之月份，分別為連續 6 小時(12 月：5.9%；約 1.5 天)、連續 12 小時(12 月：2.48%；約 0.5 天)、連續 18 小時(1 月：0.56%；無可工作天)及連續 24 小時(1 月：0.00%；無可工作天)，於此作業門檻條件，冬季約有 1.5~4 天可持續作業 6 小時，如需連續作業 12~24 小時，可

作業天數均低於 1 天，但在夏季(7 月~8 月)可連續作業 6 小時之天數約有 15 天可供進場。在波高 1.0m 及風速 7.9m/s 條件下，7 月可工作機率为各月份最高，分別為可連續作業 6 小時 68.27%(約 21 天)，12 小時 43.51%(約 13.5 天)，18 小時 28.61%(約 8.5 天)及 24 小時 13.7%(約 4 天)，工作機率隨所需作業時間延長而降低；可工作機率最低之月份，分別為連續 6 小時(12 月：8.39%；約 2.5 天)、連續 12 小時(12 月：3.42%；約 1 天)、連續 18 小時(1 月：1.4%；無可工作天)及連續 24 小時(1 月：0.56%；無可工作天)，於此作業門檻條件，在 5 月~8 月間，每月可連續作業 6 小時之天數約有 18~21 天可供進場，在 7 月~8 月間，可連續作業 12 小時之天數約有 13 天可供進場。在波高 1.0m 及風速 10.7m/s 條件下，7 月可工作機率为各月份最高，分別為可連續作業 6 小時 85.58%(約 26.5 天)，12 小時 64.9%(約 20 天)，18 小時 45.91%(約 14 天)及 24 小時 23.8%(約 7 天)，工作機率隨所需作業時間延長而降低；可工作機率最低月份為 1 月，分別為可連續作業 6 小時 10.08%(約 3 天)，12 小時 4.48%(約 1 天)，18 小時 1.96%(約 0.5 天)及 24 小時 0.84%(無可工作天)，於此作業門檻條件，冬季可連續作業 6 小時之天數約有 3~6 天，在 5 月~8 月間，每月可連續作業 6 小時之天數約有 21~26 天可供進場，可連續作業 12 小時之天數約有 15~20 天可供進場。在波高 1.0m 及風速 12m/s 與波高 1.0m 及風速 13.8m/s 等條件下所統計之可工作機率皆與波高 1.0m 及風速 10.7m/s 條件大致相同，造成此現象之可能原因為在風速條件加強時，波高隨之變大，且大於 0.8m，導致符合條件之筆數增加有限，可工作機率亦增加有限。

在波高 1.5m 及風速 5.4m/s 條件下，符合可連續作業 6 及 12 小時，最高機率为於 8 月，可工作機率分別為連續 6 小時 61.5%(約 19 天)及連續 12 小時為 33.59%(約 10 天)，可連續 18 及 24 小時的最高機率为於 7 月，可工作機率为連續 18 小時 15.14%(約 4.5 天)及連續 24 小時 6.73%(約 2 天)，工作機率隨所需作業時間延長而降低；可工作機率最低月份為 1 月，分別為可連續作業 6 小時 8.96%(約 2.5 天)，12 小時 3.92%(約 1 天)，18 小時 1.12%(無可工作天)及 24 小時 0.28%(無可工作天)，於此作業門檻條件，全年各月可連續作業 6 小時之天數皆有 2 天以上，尤其是在 7 月~8 月間，可連續作業 6 小時之天數約有 15 天可供進場。在波高 1.5m 及風速 7.9m/s 條件下，8 月可

工作機率為各月份最高，分別為可連續作業 6 小時 78.04%(約 24 天)，12 小時 57.11%(約 17.5 天)，18 小時 32.04%(約 10 天)及 24 小時 19.38%(約 6 天)，工作機率隨所需作業時間延長而降低；可工作機率最低之月份，分別為連續 6 小時 (12 月：13.66%；約 4 天)、連續 12 小時 (1 月：7.28%；約 2 天)、連續 18 小時 (12 月：2.48%；約 0.5 天) 及連續 24 小時 (1 月：0.93%；無可工作天)，於此作業門檻條件，冬季(12 月~1 月)各月皆有 4 天可持續作業 6 小時，在 5 月~8 月間各月可連續作業 6 小時之天數皆有 18 天可供進場。在波高 1.5m 及風速 10.7m/s 條件下，符合可連續作業 6 小時，較高機率於 5 月~8 月，各月可工作機率分別為 89.4%、91.27%、90.14%及 89.15%(約 27 天)，可連續作業 12 小時的最高機率為 8 月，可工作機率為 74.42%(約 23 天)，連續 18 小時的較高機率為 7 月 ~8 月，可工作機率分別為 50.72%及 50.13%(約 15.5 天)，連續 24 小時的最高機率為 8 月的 32.04%(約 10 天)，工作機率隨所需作業時間延長而降低；可工作機率最低之月份，分別為連續 6 小時(12 月：20.19%；約 6 天)、連續 12 小時(12 月：10.56%、1 月：10.64%；約 3 天)、連續 18 小時 (1 月：5.32%；約 1.5 天) 及連續 24 小時 (12 月：2.48%；約 0.5 天)，於此作業門檻條件，在 5 月~8 月間各月可連續作業 6 及 12 小時之天數分別有 27 及 20 天可供進場。在波高 1.5m 及風速 12m/s 條件下，可連續作業 6、12、18 及 24 小時，較高機率於 5 月~8 月，各月可連續作業 6 小時之機率分別為 90.07%、92.77%、91.11%及 90.7%(約 27.5 天)，可連續作業 12 小時之機率分別為 74.50%、76.81%、77.16%及 78.04%(約 24 天)，可連續作業 18 小時之機率分別為 51.66%、55.72%、60.34%及 53.75%(約 18 天)，可連續作業 24 小時之機率分別為 35.10%、32.53%、36.06%及 34.88%(約 11 天)，工作機率隨所需作業時間延長而降低；可工作機率最低之月份，分別為連續 6 小時 (12 月：22.36%；約 7 天)、連續 12 小時 (1 月：11.76%；約 3.5 天)、連續 18 小時 (1 月：6.16%；約 2 天) 及連續 24 小時 (12 月：2.48%；約 0.5 天)，於此作業門檻條件，在 5 月~8 月間各月可連續作業 6 及 12 小時之天數分別有 27 及 23 天可供進場。在波高 1.5m 及風速 13.8m/s 條件下所統計之可工作機率皆與波高 1.5m 及風速 12m/s 條件大致相同，造成此現象之可能原因為在風速條件加強時，波高隨之變大，且大於 1.5m，導致符合條件之筆數增加有限，可工作機率亦增加有限。

表 4.5.1 波高 0.5 m、風速 5.4m/s 可工作機率統計表

波高 0.5 m、風速 5.4m/s				
月份	連續 6 小時	連續 12 小時	連續 18 小時	連續 24 小時
1 月	1.12%	0.56%	0.00%	0.00%
2 月	3.34%	0.67%	0.00%	0.00%
3 月	6.78%	1.69%	0.00%	0.00%
4 月	12.67%	5.48%	2.05%	1.37%
5 月	12.91%	2.98%	0.33%	0.00%
6 月	9.04%	3.01%	1.81%	0.60%
7 月	18.03%	9.38%	5.05%	1.92%
8 月	18.35%	10.34%	4.39%	1.81%
9 月	9.37%	3.80%	1.52%	0.76%
10 月	1.52%	0.91%	0.30%	0.00%
11 月	3.96%	1.22%	0.61%	0.30%
12 月	1.86%	1.86%	1.24%	0.00%

表 4.5.2 波高 0.5 m、風速 7.9m/s 可工作機率統計表

波高 0.5 m、風速 7.9m/s				
月份	連續 6 小時	連續 12 小時	連續 18 小時	連續 24 小時
1 月	1.12%	0.84%	0.00%	0.00%
2 月	4.35%	1.00%	0.00%	0.00%
3 月	9.15%	2.03%	0.34%	0.00%
4 月	18.49%	9.59%	3.77%	2.05%
5 月	21.52%	7.62%	3.64%	2.65%
6 月	18.67%	6.02%	3.01%	0.90%
7 月	22.84%	12.74%	5.77%	2.64%
8 月	21.45%	12.40%	7.49%	2.84%
9 月	10.63%	5.82%	3.04%	1.27%
10 月	1.82%	1.21%	0.61%	0.30%
11 月	4.57%	1.83%	0.91%	0.61%
12 月	2.17%	1.86%	1.55%	0.00%

表 4.5.3 波高 0.5 m、風速 10.7m/s 可工作機率統計表

波高 0.5 m、風速 10.7m/s				
月份	連續 6 小時	連續 12 小時	連續 18 小時	連續 24 小時
1 月	1.12%	0.84%	0.00%	0.00%
2 月	5.02%	1.00%	0.00%	0.00%
3 月	9.49%	3.73%	0.68%	0.34%
4 月	20.55%	11.64%	4.79%	2.74%
5 月	23.51%	9.27%	4.97%	4.30%
6 月	20.78%	9.04%	4.52%	1.51%
7 月	23.80%	13.46%	5.77%	2.64%
8 月	22.22%	12.66%	8.01%	2.84%
9 月	11.14%	6.33%	3.54%	1.27%
10 月	1.82%	1.52%	0.61%	0.61%
11 月	4.57%	2.13%	0.91%	0.61%
12 月	2.48%	1.86%	1.55%	0.00%

表 4.5.4 波高 0.5 m、風速 12m/s 可工作機率統計表

波高 0.5 m、風速 12m/s				
月份	連續 6 小時	連續 12 小時	連續 18 小時	連續 24 小時
1 月	1.12%	0.84%	0.00%	0.00%
2 月	5.02%	1.00%	0.00%	0.00%
3 月	9.49%	3.73%	0.68%	0.34%
4 月	20.55%	11.99%	5.14%	2.74%
5 月	23.84%	10.26%	5.30%	4.30%
6 月	21.39%	9.94%	5.12%	2.11%
7 月	23.80%	13.46%	5.77%	2.64%
8 月	22.48%	12.66%	8.01%	2.84%
9 月	11.14%	6.33%	3.54%	1.27%
10 月	1.82%	1.52%	0.61%	0.61%
11 月	4.57%	2.13%	0.91%	0.61%
12 月	2.80%	1.86%	1.55%	0.00%

表 4.5.5 波高 0.5 m、風速 13.8m/s 可工作機率統計表

波高 0.5 m、風速 13.8m/s				
月份	連續 6 小時	連續 12 小時	連續 18 小時	連續 24 小時
1 月	1.12%	0.84%	0.00%	0.00%
2 月	5.02%	1.00%	0.00%	0.00%
3 月	9.49%	3.73%	0.68%	0.34%
4 月	20.55%	12.33%	5.14%	2.74%
5 月	23.84%	10.26%	5.96%	4.64%
6 月	21.39%	10.24%	6.02%	2.71%
7 月	23.80%	13.46%	5.77%	2.64%
8 月	22.74%	12.92%	8.27%	2.84%
9 月	11.14%	6.33%	3.54%	1.27%
10 月	1.82%	1.52%	0.61%	0.61%
11 月	4.57%	2.13%	0.91%	0.61%
12 月	2.80%	1.86%	1.55%	0.00%

表 4.5.6 波高 0.6 m、風速 5.4m/s 可工作機率統計表

波高 0.5 m、風速 5.4m/s				
月份	連續 6 小時	連續 12 小時	連續 18 小時	連續 24 小時
1 月	1.96%	1.40%	0.00%	0.00%
2 月	5.69%	1.34%	0.33%	0.00%
3 月	9.83%	2.37%	0.34%	0.00%
4 月	17.12%	6.51%	3.08%	1.37%
5 月	20.20%	6.95%	0.33%	0.00%
6 月	17.17%	5.12%	2.11%	0.60%
7 月	29.09%	13.70%	7.45%	3.37%
8 月	27.13%	15.25%	5.68%	1.81%
9 月	12.91%	5.57%	2.53%	1.52%
10 月	3.33%	1.21%	0.61%	0.00%
11 月	5.79%	2.44%	0.91%	0.30%
12 月	2.17%	1.86%	1.24%	0.31%

表 4.5.7 波高 0.6 m、風速 7.9m/s 可工作機率統計表

波高 0.6 m、風速 7.9m/s				
月份	連續 6 小時	連續 12 小時	連續 18 小時	連續 24 小時
1 月	2.24%	1.40%	0.28%	0.00%
2 月	8.36%	2.34%	0.33%	0.00%
3 月	13.56%	4.75%	0.68%	0.00%
4 月	26.03%	12.67%	5.82%	2.05%
5 月	33.44%	13.91%	5.30%	3.31%
6 月	31.33%	12.65%	6.33%	2.11%
7 月	39.66%	20.67%	12.26%	6.97%
8 月	32.56%	20.16%	11.63%	3.88%
9 月	14.68%	7.59%	4.81%	2.78%
10 月	4.24%	1.52%	0.91%	0.30%
11 月	6.71%	3.35%	2.13%	0.91%
12 月	2.80%	1.86%	1.55%	0.31%

表 4.5.8 波高 0.6 m、風速 10.7m/s 可工作機率統計表

波高 0.6 m、風速 10.7m/s				
月份	連續 6 小時	連續 12 小時	連續 18 小時	連續 24 小時
1 月	2.24%	1.40%	0.28%	0.00%
2 月	10.37%	2.34%	0.33%	0.00%
3 月	13.90%	6.78%	1.36%	0.34%
4 月	29.11%	16.78%	7.88%	3.42%
5 月	38.74%	19.21%	7.28%	5.63%
6 月	38.55%	18.67%	9.64%	4.22%
7 月	42.79%	24.28%	14.18%	7.93%
8 月	35.14%	21.71%	12.92%	4.13%
9 月	15.19%	8.10%	5.57%	3.04%
10 月	4.24%	2.12%	1.21%	0.61%
11 月	7.01%	3.66%	2.13%	1.22%
12 月	3.42%	1.86%	1.55%	0.31%

表 4.5.9 波高 0.6 m、風速 12m/s 可工作機率統計表

波高 0.6 m、風速 12m/s				
月份	連續 6 小時	連續 12 小時	連續 18 小時	連續 24 小時
1 月	2.24%	1.40%	0.28%	0.00%
2 月	10.37%	2.34%	0.33%	0.00%
3 月	13.90%	7.12%	1.36%	0.34%
4 月	29.11%	17.47%	8.22%	3.42%
5 月	38.74%	20.20%	7.95%	5.96%
6 月	39.16%	19.58%	10.24%	4.82%
7 月	42.79%	24.28%	14.18%	7.93%
8 月	35.14%	22.22%	12.92%	4.13%
9 月	15.19%	8.10%	5.57%	3.04%
10 月	4.24%	2.12%	1.21%	0.61%
11 月	7.01%	3.66%	2.13%	1.22%
12 月	3.73%	1.86%	1.86%	0.31%

表 4.5.10 波高 0.6 m、風速 13.8m/s 可工作機率統計表

波高 0.6 m、風速 13.8m/s				
月份	連續 6 小時	連續 12 小時	連續 18 小時	連續 24 小時
1 月	2.24%	1.40%	0.28%	0.00%
2 月	10.37%	2.34%	0.33%	0.00%
3 月	13.90%	7.12%	1.36%	0.34%
4 月	29.11%	17.81%	8.56%	3.42%
5 月	38.74%	20.20%	8.61%	6.29%
6 月	39.46%	19.88%	11.14%	5.42%
7 月	42.79%	24.28%	14.18%	7.93%
8 月	35.14%	22.22%	13.18%	4.13%
9 月	15.19%	8.10%	5.57%	3.04%
10 月	4.24%	2.12%	1.52%	0.61%
11 月	7.01%	3.66%	2.13%	1.22%
12 月	3.73%	1.86%	1.86%	0.31%

表 4.5.11 波高 0.8 m、風速 5.4m/s 可工作機率統計表

波高 0.8 m、風速 5.4m/s				
月份	連續 6 小時	連續 12 小時	連續 18 小時	連續 24 小時
1 月	4.76%	1.68%	0.28%	0.00%
2 月	11.71%	2.34%	1.34%	0.33%
3 月	15.93%	5.08%	0.68%	0.34%
4 月	24.32%	9.25%	4.11%	2.05%
5 月	31.13%	13.58%	3.64%	0.66%
6 月	29.22%	11.45%	4.22%	0.90%
7 月	43.03%	22.36%	11.54%	5.29%
8 月	39.53%	20.41%	8.27%	3.10%
9 月	21.52%	10.13%	4.05%	2.78%
10 月	5.76%	2.42%	0.91%	0.30%
11 月	8.54%	4.27%	1.52%	0.91%
12 月	3.42%	2.17%	1.24%	0.31%

表 4.5.12 波高 0.8 m、風速 7.9m/s 可工作機率統計表

波高 0.8 m、風速 7.9m/s				
月份	連續 6 小時	連續 12 小時	連續 18 小時	連續 24 小時
1 月	5.60%	2.24%	1.12%	0.56%
2 月	16.39%	7.02%	3.01%	0.33%
3 月	22.03%	10.51%	5.08%	2.03%
4 月	34.93%	17.47%	9.25%	4.45%
5 月	49.67%	24.83%	12.91%	5.96%
6 月	48.49%	22.89%	12.65%	4.52%
7 月	59.38%	36.06%	21.88%	10.34%
8 月	52.20%	33.59%	18.35%	9.04%
9 月	24.81%	15.19%	7.59%	5.06%
10 月	7.27%	3.94%	2.73%	0.61%
11 月	11.89%	6.71%	3.66%	1.52%
12 月	4.35%	2.17%	1.55%	0.62%

表 4.5.13 波高 0.8 m、風速 10.7m/s 可工作機率統計表

波高 0.8 m、風速 10.7m/s				
月份	連續 6 小時	連續 12 小時	連續 18 小時	連續 24 小時
1 月	6.16%	2.24%	1.68%	0.56%
2 月	17.73%	9.03%	4.01%	0.33%
3 月	24.41%	13.90%	7.46%	3.73%
4 月	40.75%	26.03%	14.38%	7.88%
5 月	60.26%	38.41%	19.54%	11.26%
6 月	65.96%	40.36%	24.70%	10.84%
7 月	71.88%	50.00%	33.89%	16.35%
8 月	58.14%	39.02%	23.51%	11.37%
9 月	25.57%	16.20%	8.61%	5.82%
10 月	7.27%	4.55%	3.03%	0.91%
11 月	11.89%	7.93%	3.96%	1.83%
12 月	5.59%	2.48%	1.55%	0.62%

表 4.5.14 波高 0.8 m、風速 12m/s 可工作機率統計表

波高 0.8 m、風速 12m/s				
月份	連續 6 小時	連續 12 小時	連續 18 小時	連續 24 小時
1 月	6.44%	2.24%	1.68%	0.56%
2 月	18.06%	9.36%	4.35%	0.33%
3 月	24.41%	14.92%	8.14%	4.07%
4 月	40.75%	27.40%	15.07%	8.22%
5 月	60.26%	41.39%	23.51%	12.91%
6 月	66.87%	45.48%	27.11%	12.35%
7 月	72.12%	51.92%	34.38%	16.59%
8 月	58.14%	40.05%	24.03%	11.89%
9 月	25.57%	16.20%	8.86%	6.08%
10 月	7.27%	4.55%	3.03%	0.91%
11 月	11.89%	7.93%	3.96%	1.83%
12 月	5.90%	2.48%	1.86%	0.62%

表 4.5.15 波高 0.8 m、風速 13.8m/s 可工作機率統計表

波高 0.8 m、風速 13.8m/s				
月份	連續 6 小時	連續 12 小時	連續 18 小時	連續 24 小時
1 月	6.44%	2.24%	1.68%	0.56%
2 月	18.06%	9.36%	4.35%	0.33%
3 月	24.41%	14.92%	8.14%	4.07%
4 月	40.75%	27.74%	15.41%	8.22%
5 月	60.26%	41.72%	24.17%	13.25%
6 月	67.17%	46.39%	30.12%	13.55%
7 月	72.12%	51.92%	34.38%	16.59%
8 月	58.66%	40.05%	24.55%	12.14%
9 月	25.57%	16.20%	8.86%	6.08%
10 月	7.27%	4.55%	3.33%	0.91%
11 月	11.89%	7.93%	3.96%	1.83%
12 月	5.90%	2.48%	1.86%	0.62%

表 4.5.16 波高 1.0 m、風速 5.4m/s 可工作機率統計表

波高 1.0 m、風速 5.4m/s				
月份	連續 6 小時	連續 12 小時	連續 18 小時	連續 24 小時
1 月	6.44%	2.80%	0.56%	0.00%
2 月	13.71%	4.01%	1.67%	1.67%
3 月	21.02%	7.46%	1.02%	0.34%
4 月	29.45%	14.04%	6.16%	2.74%
5 月	39.74%	18.54%	5.63%	2.32%
6 月	35.84%	14.46%	5.42%	1.51%
7 月	49.52%	28.13%	14.18%	6.49%
8 月	50.13%	25.06%	10.08%	4.13%
9 月	31.65%	13.67%	5.82%	3.80%
10 月	8.79%	3.03%	1.21%	0.30%
11 月	11.89%	5.18%	1.52%	0.91%
12 月	5.90%	2.48%	1.55%	0.62%

表 4.5.17 波高 1.0 m、風速 7.9m/s 可工作機率統計表

波高 1.0 m、風速 7.9m/s				
月份	連續 6 小時	連續 12 小時	連續 18 小時	連續 24 小時
1 月	8.40%	3.92%	1.40%	0.56%
2 月	19.40%	9.03%	5.02%	2.34%
3 月	28.47%	14.92%	6.44%	3.05%
4 月	42.12%	23.63%	13.01%	6.51%
5 月	60.60%	34.44%	20.53%	9.93%
6 月	59.94%	29.22%	16.27%	6.02%
7 月	68.27%	43.51%	28.61%	13.70%
8 月	66.41%	42.12%	23.26%	12.40%
9 月	38.99%	20.76%	12.15%	8.10%
10 月	11.21%	5.76%	3.03%	1.52%
11 月	17.07%	7.93%	4.27%	2.13%
12 月	8.39%	3.42%	1.86%	0.93%

表 4.5.18 波高 1.0 m、風速 10.7m/s 可工作機率統計表

波高 1.0 m、風速 10.7m/s				
月份	連續 6 小時	連續 12 小時	連續 18 小時	連續 24 小時
1 月	10.08%	4.48%	1.96%	0.84%
2 月	22.07%	13.04%	7.02%	3.68%
3 月	32.88%	19.66%	10.51%	6.44%
4 月	48.63%	35.96%	20.21%	11.64%
5 月	72.52%	50.66%	30.13%	18.54%
6 月	83.43%	55.72%	34.04%	16.87%
7 月	85.58%	64.90%	45.91%	23.80%
8 月	75.71%	55.04%	34.37%	19.38%
9 月	40.25%	24.81%	14.43%	9.37%
10 月	12.12%	6.97%	4.24%	1.82%
11 月	17.68%	10.06%	5.18%	3.35%
12 月	10.25%	4.66%	2.48%	0.93%

表 4.5.19 波高 1.0 m、風速 12m/s 可工作機率統計表

波高 1.0 m、風速 12m/s				
月份	連續 6 小時	連續 12 小時	連續 18 小時	連續 24 小時
1 月	10.36%	4.48%	1.96%	0.84%
2 月	22.74%	13.38%	7.36%	4.01%
3 月	33.22%	21.02%	11.53%	7.12%
4 月	48.63%	36.99%	22.26%	13.01%
5 月	72.52%	54.30%	37.09%	22.19%
6 月	85.84%	63.25%	39.46%	21.39%
7 月	85.58%	70.19%	52.64%	27.64%
8 月	76.74%	57.36%	35.66%	20.16%
9 月	41.01%	25.06%	14.94%	9.62%
10 月	12.42%	6.97%	4.24%	1.82%
11 月	17.68%	10.06%	5.18%	3.35%
12 月	10.25%	4.66%	2.80%	0.93%

表 4.5.20 波高 1.0 m、風速 13.8m/s 可工作機率統計表

波高 1.0 m、風速 13.8m/s				
月份	連續 6 小時	連續 12 小時	連續 18 小時	連續 24 小時
1 月	10.36%	4.76%	1.96%	0.84%
2 月	22.74%	13.38%	7.36%	4.01%
3 月	33.22%	21.02%	11.86%	7.12%
4 月	48.63%	38.01%	24.66%	15.07%
5 月	72.52%	55.30%	40.07%	24.50%
6 月	87.05%	66.57%	46.39%	25.00%
7 月	85.82%	72.12%	55.29%	28.85%
8 月	77.78%	58.14%	37.47%	21.45%
9 月	41.01%	25.06%	14.94%	9.87%
10 月	12.42%	6.97%	4.55%	1.82%
11 月	17.99%	10.06%	5.49%	3.35%
12 月	10.25%	4.66%	2.80%	0.93%

表 4.5.21 波高 1.5 m、風速 5.4m/s 可工作機率統計表

波高 1.5 m、風速 5.4m/s				
月份	連續 6 小時	連續 12 小時	連續 18 小時	連續 24 小時
1 月	8.96%	3.92%	1.12%	0.28%
2 月	20.40%	6.35%	1.67%	1.67%
3 月	28.47%	9.83%	2.37%	0.68%
4 月	36.30%	15.75%	6.51%	3.42%
5 月	48.34%	22.52%	8.61%	3.31%
6 月	39.46%	18.07%	6.33%	1.81%
7 月	51.68%	29.81%	15.14%	6.73%
8 月	61.50%	33.59%	12.66%	5.43%
9 月	45.82%	20.76%	7.85%	4.30%
10 月	15.15%	5.45%	1.82%	0.91%
11 月	23.48%	10.67%	4.27%	1.52%
12 月	11.49%	4.04%	1.55%	0.62%

表 4.5.22 波高 1.5 m、風速 7.9m/s 可工作機率統計表

波高 1.5 m、風速 7.9m/s				
月份	連續 6 小時	連續 12 小時	連續 18 小時	連續 24 小時
1 月	16.25%	7.28%	2.80%	1.12%
2 月	29.77%	15.38%	7.02%	4.68%
3 月	41.02%	22.03%	10.17%	5.08%
4 月	50.34%	31.16%	16.78%	9.25%
5 月	76.16%	45.03%	26.49%	15.23%
6 月	64.16%	35.84%	21.39%	8.73%
7 月	69.95%	47.36%	30.53%	16.59%
8 月	78.04%	57.11%	32.04%	19.38%
9 月	57.97%	35.70%	16.96%	11.65%
10 月	21.52%	11.52%	5.76%	3.94%
11 月	32.62%	18.60%	10.06%	3.96%
12 月	13.66%	7.45%	2.48%	0.93%

表 4.5.23 波高 1.5 m、風速 10.7m/s 可工作機率統計表

波高 1.5 m、風速 10.7m/s				
月份	連續 6 小時	連續 12 小時	連續 18 小時	連續 24 小時
1 月	23.53%	10.64%	5.32%	3.08%
2 月	37.12%	23.41%	13.71%	8.70%
3 月	48.47%	31.86%	18.31%	11.86%
4 月	61.30%	47.60%	28.77%	17.81%
5 月	89.40%	68.87%	40.73%	27.81%
6 月	91.27%	67.47%	45.18%	23.80%
7 月	90.14%	70.91%	50.72%	29.33%
8 月	89.15%	74.42%	50.13%	32.04%
9 月	63.04%	45.57%	23.54%	16.20%
10 月	25.45%	15.76%	9.09%	5.15%
11 月	38.11%	23.17%	13.41%	7.01%
12 月	20.19%	10.56%	5.59%	2.48%

表 4.5.24 波高 1.5 m、風速 12m/s 可工作機率統計表

波高 1.5 m、風速 12m/s				
月份	連續 6 小時	連續 12 小時	連續 18 小時	連續 24 小時
1 月	24.65%	11.76%	6.16%	3.36%
2 月	39.13%	25.08%	15.05%	9.70%
3 月	51.86%	34.24%	20.68%	13.56%
4 月	62.67%	49.66%	31.85%	20.55%
5 月	90.07%	74.50%	51.66%	35.10%
6 月	92.77%	76.81%	55.72%	32.53%
7 月	91.11%	77.16%	60.34%	36.06%
8 月	90.70%	78.04%	53.75%	34.88%
9 月	64.30%	46.84%	27.34%	17.47%
10 月	27.88%	17.27%	10.00%	5.76%
11 月	39.63%	25.30%	14.63%	7.32%
12 月	22.36%	12.42%	6.52%	2.48%

表 4.5.25 波高 1.5 m、風速 13.8m/s 可工作機率統計表

波高 1.5 m、風速 13.8m/s				
月份	連續 6 小時	連續 12 小時	連續 18 小時	連續 24 小時
1 月	25.77%	14.85%	7.84%	3.92%
2 月	40.13%	26.42%	16.72%	11.04%
3 月	53.22%	35.25%	23.73%	14.92%
4 月	63.70%	51.37%	35.62%	23.97%
5 月	91.39%	77.15%	57.95%	39.74%
6 月	93.98%	84.04%	70.18%	40.36%
7 月	92.55%	83.17%	67.79%	41.59%
8 月	92.76%	81.40%	58.91%	38.50%
9 月	65.57%	48.35%	28.86%	18.73%
10 月	27.88%	18.18%	11.21%	6.67%
11 月	41.16%	26.22%	15.55%	7.62%
12 月	24.53%	14.60%	6.83%	3.42%

第五章 結論與建議

本研究目前已於離岸風電鄰近海域分別設置波浪、海流、風速風向及潮位等海氣象監測系統，並將觀測資料持續匯入離岸風電海氣象資料庫中儲存，本年度係將對波浪、海流及風速風向觀測站所測得之資料，透過統計原理繪製相關圖表並加以分析，本研究分析成果可提供離岸風電區管理單位，作為船舶航行、工期安排及風機維運等參考應用，亦可提供政府機關、顧問公司及學術單位等產官學研各界作為規劃、設計與研究參考。本研究重要結論及建議分述如下：

5.1 結論

1. 風觀測資料統計分析成果

- (1) 歷年逐時平均風速為 9.6 m/s (5 級風)，風速分佈以 10 m/s 以上比率最高，約佔歷年 4 成，風向分佈四象限中以 N~E 象限比率最高，約為 62.9%，S~W 象限 22.9% 次之，16 分位中 NNE、NE 兩方向合計約佔歷年 6 成，顯示東北季風對本海域之影響較為顯著。
- (2) 夏季，西南季風吹拂至臺中港海域，吹風能量減弱，平均風速降至 6.6 m/s，為四個季節中最低，風速分佈 10 m/s 以下約佔整季 8 成，風向分佈以 S~W 象限比率最高，佔整季 56.4%，16 分位中以 SSW 向 23.9% 所佔比率最高。
- (3) 冬季，因受東北季風影響，平均風速為四季中最高，約為 13.0 m/s (6 級風)，風速分佈以大於 10 m/s 比率最高，約佔整季 65.3%，風向以 N~E 象限為主要分佈，約佔 91.4%，16 分位中以 NNE 向 57.5% 比率最大。

2. 波浪觀測資料統計分析成果

- (1) 歷年有義波高 H_s 平均為 1.5 m，波浪週期主要介於 6~8 秒間，佔全期 53.7%，根據歷年風向統計資料，主風向落於 N~E 象限間，且港域東側受陸地阻隔，歷年波向以 N~E 象限為主，所佔比率約為 66.8%，16 方位中以 NNE 向比率最高，約為 40.2%，N 方向 27.5% 次之。

- (2) 夏季，風與浪均自西南方來，惟西南季風吹拂至本海域時，吹風能量大幅減弱，波高平均為四季中最小，約 0.9 m，波高分佈以小於 1 m 比率最高，佔整季 75.8%，週期分佈以 6 秒以下比率最高，約為 53.6%，因受西南季風、颱風影響，風向較為散佈。
- (3) 冬季，東北季風吹襲至臺灣中部，因地勢影響風力強，平均風速約為 13.0 m/s (6 級風)，冬季期間波高平均為 2.1 m，為四季最大，波高分佈以 2 m 以上為主，佔整季 55%，波浪週期以 6~8 秒比率最高，約為 61.7%，歷年波向以 N~E 象限所佔比率最高，約為 88.5%，16 方位中以 NNE 向 49.9% 比率最高。

3. 海流觀測資料統計分析成果

- (1) 歷年海流平均流速為 37.8 cm/s，流速分佈以 25~50 cm/s 間比率最高，佔全期 36.9%，海流流向主要集中於以 S~W 及 W~N 兩象限間，所佔比率分別為 28.8% (S~W)、39.0% (W~N)。
- (2) 四季中冬季平均流速最大，約為 43.7 cm/s (近 1 節)，流速分佈以 25~50 cm/s 間比率較高，約為 36.9%，春季平均流速最小，約為 32.6 cm/s，流速分佈以小於 25 cm/s 比率最高，佔整季 43.3%，夏、秋兩季歷年平均流速均約為 37 cm/s，流速分佈型態亦呈現相同趨勢。
- (3) 歷年四季流向分佈統計，春、夏兩季因受西南季風影響，主要風向為西南來向，海流受西南季風、漲退潮及地形(港口約為西北~東南走向)影響，主要於 N~E 及 W~N 兩象限間週期性往復運動，秋、冬兩季，因受東北季風、潮汐及地形影響，海流流向則於 S~W 及 W~N 兩象限間往復運動。

4. 現場作業可工作機率分析成果

- (1) 作業限制波高為 1.0 m 時，以連續作業 6 小時推算，7 月可提供較高可工作機率，可工作機率为 86.92%(約 27 天)；12 月工作機率最低，可工作機率为 8.36%(約 2.5 天)。
- (2) 作業限制風速為 12.0 m/s 時，連續施工 6 小時，可工作機率为最高為 7 月的 96.66%(約 30 天)；可工作機率为最低月份為 12 月，工作機率为 50.11%(約 15.5 天)。
- (3) 以「西門子歌美颯離岸風力再生能源股份有限公司」使用之離

岸風機安裝船 Seajacks Zaratan，現場作業所允許最大風速 13.8 m/s 分析，該作業船如需持續執行風機安裝作業達 6 小時，可於 6 月進場，機率為 98.18%(約 29.5 天)，如需持續作業 12 小時，可於 7 月進場，可工作機率為 94.75%(約 29 天)，現場作業如需持續 18~24 小時，則可於 7 月進場可達到較高工作效率，可工作機率分別為 85.68%(約 26.5 天)及 83.77%(約 26 天)。

(4) 作業條件為波高 1.0m 及風速 12.0m/s 時，可工作機率較高之月份為 7 月，可連續作業 6 小時 85.58%(約 26.5 天)，12 小時 70.19%(約 21.5 天)，18 小時 52.64%(約 16 天)及 24 小時 27.64%(約 8.5 天)，於此作業門檻條件，冬季可連續作業 6 小時之天數約有 3~6 天，在 5 月~8 月間，每月可連續作業 6 小時之天數約有 22~26 天可供進場，可連續作業 12 小時之天數約有 16~21 天可供進場。

5.2 建議

本研究工作項目無論海氣象觀測站建置、系統維運或觀測資料分析等作業，皆需投入大量經費與充足人力，配合專業技能及工作經驗方得完成，針對本研究年度之工作歷程與成果，茲列舉數點作為後續工作執行改進參考與展望：

1. 建立海氣象觀測站過程中調查及量測資料實屬珍貴，惟外海波浪、海流儀器觀測站附近常有漁民及釣客停留，需加強勸導維護儀器安全，俾使觀測設備及資料擷取系統維持正常，避免國家資源浪費與工作成果損失。
2. 現場觀測儀器與資料傳輸設備需定期執行維護保養作業，以維持觀測資料品質，如水下波流儀，因長期置放於水中，儀器外易附著海生物，影響音鼓發射能量，建議每 3~4 個月派遣潛水員執行外部音鼓清潔，每年至少需執行 1 次儀器更換作業，以維持儀器觀測效能。
3. 為因應各港工程建設規劃，過去海氣象觀測工作著重於港外(外海)之監測，然近年各港建設已達一定規模程度，因此對於

港埠維護管理之需求增加，茲建議未來可加強港內海氣象之監測，以作為營運規劃設計、船舶航行安全、船席靠泊卸載，碼頭設施施工等作業時的參考依據。

5.3 成果效益及後續應用情形

1. 本研究目前於離岸風電鄰近海域所建置之波浪、海流、風速風向及潮位等海氣象即時監測系統，相關資訊可提供船舶管理單位，做為船隻航行、開（停）船及調度等參考應用。
2. 本研究離岸風電鄰近海域海氣象特性分析資料，可提供相關單位做為離岸風電海域工程施作、風機維運及船舶航行等應用參據。
3. 本研究所蒐集之離岸風電區鄰近海域風力、波浪、海流及潮汐等海氣象觀測資訊，可提供港務公司、顧問公司及學術單位等產官學研界參考應用。
4. 本研究針對現場波高、風速執行統計分析，並提出不同延時可工作機率，可提供工程單位於未來施工規劃、現場作業及工程管理等層面應用參考。

參考文獻

1. 朱宗蔚、錢樺、高家俊、莊士賢 (2000) 「海事工程可工作日分析之探討」，第 22 屆海洋工程研討會論文集，第 480-486 頁。
2. 游微娟 (2012) 「台灣海域波候長期變遷趨勢研究」，建國科技大學土木與防災研究所碩士學位論文。
3. 黃清和、錢樺、李文欽、游微娟、洪子軒等 (2012) 「台灣周邊海域可工作日數分析」，第 34 屆海洋工程研討會論文集，第 607-612 頁。
4. 簡仲璟、李俊穎、劉清松、曾相茂等 (2014) 「臺中港海氣象特性綜合探討」，第 36 屆海洋工程研討會論文集，第 519-524 頁。
5. 經濟部能源局 「離岸風力發電規劃場址申請作業要點」，2015 年 7 月。
6. 莊文傑、曾相茂、張憲國 (2015) 「AWCP 之波浪監測紀錄分析與其統計特性」，第 37 屆海洋工程研討會論文集，第 77-82 頁。
7. 蔡立宏、羅冠顯等 「105 年臺灣國際港附近海域海氣象調查分析研究」，交通部運輸研究所，2017 年 4 月。
8. 邱永芳、何良勝、廖慶堂等 「105 年國內商港海氣象觀測與特性分析」，交通部運輸研究所，2017 年 4 月。
9. 邱永芳、蔡立宏、廖慶堂等 「2016 年 12 港域海氣象觀測資料年報」，交通部運輸研究所，2017 年 6 月。
10. 莊文傑、曾相茂 (2016) 「臺灣海域之東北季風與國內五大商港海域之長浪特性」，105 年天氣分析與預報研討會論文集，A5 海象測報與應用，中央氣象局。
11. 陳宗幫、劉恩昊、張君名等 (2018) 「桃園觀塘海域海上可施工日探

- 討」，第 40 屆海洋工程研討會論文集。
- 12.邱永芳、蔡立宏、羅冠顯等「106 年國際商港海氣象觀測與特性分析」，交通部運輸研究所，2018 年 3 月。
 - 13.邱永芳、蔡立宏、廖慶堂等「106 年國內商港海氣象觀測與特性分析」，交通部運輸研究所，2018 年 3 月。
 - 14.邱永芳、蔡立宏、廖慶堂等「2017 年 12 港域海氣象觀測資料年報」，交通部運輸研究所，2018 年 3 月。
 - 15.謝明志、羅冠顯、蘇青和等「離岸風電區海氣象觀測與特性分析(3/4)」交通部運輸研究所，2019 年 12 月。
 - 16.Nortek Acoustic Wave and Current Profiler (AWAC) user manual.
 - 17.Gill 2-D ultrasonic anemometer Wind Observer user manual.
 - 18.SONIC 2-D ultrasonic anemometer SA-20 user manual.

附錄一 第 1 次工作會議

交通部運輸研究所港灣技術研究中心會議紀錄

一、會議名稱：「臺中港海氣象觀測及特性分析」自行研究案第1次工作會議

二、時間：109年5月18日(星期一)上午11時

三、地點：本所港研中心3樓會議室

四、主持人：蔡立宏主任(蘇青和科長代) 紀錄：林達遠

五、出(列)席人員：如後附簽到表

六、討論議題：

(一)工作進度說明：

- 1.臺中港離岸風電鄰近海域風、波浪、海流及潮位等海氣象觀測資料蒐集(109年12月~110年4月)，並進行初步資料檢核。
- 2.已完成「109年度臺中港海氣象觀測樁固樁工程」工程預算書，刻正辦理工程採購招標作業。
- 3.蒐集針對海事工程可工作天數機率之相關文獻，以作為分析研究之參據。

(二)針對目前研究方向與執行情形進行討論：

- 1.海氣象觀測儀器設備量測方式討論。
- 2.海氣象觀測資料分析方式討論。

七、結論：

(一)持續針對海氣象觀測資料，進行檢核及分析。

(二)請於109年9月底前完成臺中港海氣象觀測樁固樁工作。

八、散會：上午11時30分。

交通部運輸研究所港灣技術研究中心會議紀錄

一、會議名稱：本所「臺中港 海氣象觀測及特性分析」工作會議

二、時間：109年5月18日(星期一)上午11時

三、地點：港灣技術研究中心3樓會議室

四、主席：蔡主任立宏

林和心

紀錄：林和心

五、出席單位：

單位	簽名
第一科	賴瑞蓮
第二科	齊那 蔡冠廷 黃品信 劉明倉 許義昇 邱弘廷 林和心
第三科	李俊翔 蔣敏玲
其他	

附錄二 第 2 次工作會議

交通部運輸研究所港灣技術研究中心會議紀錄

一、會議名稱：「臺中港海氣象觀測及特性分析」自行研究案8月份工作會議

二、時間：109年8月27日(星期四)下午4時30分

三、地點：港灣技術研究中心3樓會議室

四、主持人：蔡立宏主任

紀錄：林達遠

五、出(列)席人員：如後附簽到表

六、討論議題：

(一)工作進度說明：

- 1.臺中港離岸風電鄰近海域風、波浪、海流及潮位等海氣象觀測資料蒐集(109年12月~110年7月)，並進行初步資料檢核。
- 2.已完成「109年度臺中港海氣象觀測樁固樁工程」採購作業，並於109年8月23日開工，承攬廠商刻正施工中。
- 3.蒐集針對海事工程可工作天數機率之相關文獻，以作為分析研究之參據。

(二)針對目前研究方向與執行情形進行討論：

- 1.海氣象觀測儀器設備量測方式討論。
- 2.海氣象觀測資料分析方式討論。

七、結論：

(一)請依規劃期程持續針對海氣象觀測資料進行檢核及分析工作。

(二)請於109年9月底前完成臺中港海氣象觀測樁固樁工作。

八、散會：下午5時。

交通部運輸研究所港灣技術研究中心會議紀錄

一、會議名稱：本所「臺中港海氣象觀測及特性分析」工作會議

二、時間：109年8月27日(星期四)下午4時30分

三、地點：港灣技術研究中心3樓會議室

四、主席：蔡主任立宏 蔡立宏 紀錄：孔建遠

五、出席單位：

單位	簽名
第一科	賴瑞華
第二科	許日平 向永水 蔡金吉 黃尚信 劉明立 孔建遠 許義宏
第三科	李俊翔 蔣敏玲
其他	

附錄三

專家學者座談會議

交通部運輸研究所港灣技術研究中心會議紀錄

一、會議名稱：109 年度自行研究計畫專家學者座談會議

二、時間：109 年 6 月 29 日(星期一)上午 9 時 30 分

三、地點：本所港研中心 2 樓簡報室

四、主持人：蔡立宏主任

紀錄：李政達

五、出(列)席人員：如後附簽到表

六、主席致詞：略。

七、研究單位簡報：略。

八、與會專家學者評論：

(一) 議題一：主要商港海象觀測作業、資料檢核與特性分析

1. 臺灣港務股份有限公司王錦榮助理副總經理

(1) 簡報 P.5~6 「109 年臺灣中南港域海象觀測與特性分析」計畫及「風波潮流觀測」，建議增加澎湖港(龍門、尖山與馬公港)。

(2) 簡報 P.7 海流觀測部分，建議建置水平式 H-ADCP(可量測方向、大小變化的)海流儀，另外港公司未來在各國際商港均陸續會建置水平式海流儀，希望系統間可相互介接。

(3) 簡報 P.25 臺中港海氣象觀測及特性分析與簡報 P.5-6 計畫之關聯性為何？是否重覆？

(4) 港區空汙的監測與分析研究，建議納入未來持續辦理的計畫。

2. 交通部航港局陳賓權副局長

(1) 相關港域、商港及港灣海象觀測及特性分析應持續進行，惟建議後續可設計專題研究，如前陣子臺灣海灘線之位移及氣候變遷的觀測、離岸風電等相關議題。

(2) 針對所蒐集海象觀測資訊呈現於港灣環境資訊網上，建議可以新增個人化的設定。

(3) 配合藍色公路 10 年計畫政策，建議納入臺中澎湖航線、甚至未來郵

輪跳島航線；另為便於推廣遊艇活動，也可將環島沿海之海象觀測資訊整合提供遊艇玩家使用。

3. 國立成功大學近海水文中心黃清哲主任

- (1) 港研中心長久以來一直專注於臺灣主要商港之海氣象觀測作業、船舶監控、港灣振盪及海岸漂沙；本次所報告之計畫內容基本上是延續上述議題，對港研中心皆是重要的課題，研究成果對國家航港之發展，應有很大的實用價值。海氣象觀測與氣象局海象測報中心有互補效果。
- (2) 波、潮、流觀測及無線傳輸資料成功率如何？有無後續系統改進之計畫構想？
- (3) 後續資料品管方法可與國家海洋研究院及成大近海水文中心討論，達到一致性的標準。

4. 交通部中央氣象局海象測報中心滕春慈主任

- (1) 觀測系統有無規劃物聯網(智慧化)與即時警示或可以整合由其他應用系統直接使用。
- (2) 資料初期分析，是否可以提供趨勢變遷，以因應氣候變遷造成各種海氣象資料的變化趨勢。
- (3) 資訊網站有無規劃表格式顯示資訊及個人化網站設計。

5. 國立臺灣大學工程科學及海洋工程學系林銘崇前教授

- (1) 簡報內容含蓋彙整全國觀測資料是否確實可行？

6. 本所港研中心簡仲璟前簡任研究員兼科長

- (1) 港研中心歷年來在臺灣各港口鄰近海域進行長期的海氣象觀測調查，此不僅提升港埠營運效能及船舶航行安全，也提供港灣建設及海洋防護於規劃、設計與施工計畫擬定時所需之環境資料。此外，在許多環境影響評估報告書中，也經常引用港研中心之海氣象統計年報資料。因此港研中心所執行的長期海氣象觀測非常具有應用價值。
- (2) 海象觀測建議後續可加強之工作重點包括 1.資料檢核(例如：資料的合理性、相關性及連續性) 2.儀器穩定運作(例如：儀器穩定、資料傳輸...等) 3.資料保存(設置原始資料保管專人) 4.加強對外合作(例如：技術

交流，資料共享，資源互補...等) 5.加強特 定對象之預警能力。

(二) 議題二：海象及船舶監控預警系統研發及應用

1.臺灣港務股份有限公司王錦榮助理副總經理

- (1)目前的趨勢，臺灣朝智慧化、物聯網的演進，建議系統應智慧化、自動化、平臺化整合。
- (2)簡報 P.23~24 商港強風及陣風特性分析計畫，建議未來可增加 高雄港第四貨櫃中心、洲際二期的監測與分析。

2.交通部航港局陳賓權副局長

- (1)航港局透過智慧航安計畫將購置衛星 AIS 資訊，未來可與港研中心進一步合作深化船舶監控預警系統，也建議未來可針對不同商船種類進行 AIS 軌跡分析。
- (2)針對臺中港強風及陣風特性分析，考量近來臺中港區空氣污染 議題經常發生爭議，建議針對風向對港區空污的影響能加以分析，以提供政策論述參考。

3.國立成功大學近海水文中心黃清哲主任

(無意見)

4.交通部中央氣象局海象測報中心滕春慈主任

(無意見)

5.國立臺灣大學工程科學及海洋工程學系林銘崇前教授

- (1)簡報內容所稱海象，實為限於風力，不過風力因素確具高度重要性。

6.本所港研中心簡仲璟前簡任研究員兼科長

- (1)強風與陣風的定義宜有說明；且觀測方法是否有配合，除季節及颱風個案差異外，建議也考量晝夜的比較。

(三) 議題三：離岸風電區臺中基地母港海象及漂沙特性探討

1.臺灣港務股份有限公司王錦榮助理副總經理

- (1)簡報 P.41 離岸風電區鄰近海岸漂沙機制探討計畫，建議應考慮臺中港 LNG 外廓堤興建後對漂沙變化的影響與探討。
- (2)因應海岸管理法對海岸變遷(侵淤)要有因應對策，建置未來納入布袋港。

2. 交通部航港局陳賓權副局長

- (1) 建議將 LNG 外廓堤納入水工模型試驗，並思考擴大進行高雄港洲際二期及臺北港的觀測研究。

3. 國立成功大學近海水文中心黃清哲主任

- (1) 海岸漂沙數值模擬所用模式為何？結果與水工模型試驗結果比較下，誤差如何？
(2) 簡報 P.44，如何利用雷達觀測求出一階及二階海洋表面波。

4. 交通部中央氣象局海象測報中心滕春慈主任

- (1) 臺中港因應離岸風機新增觀測設施，有無規劃推廣至其他國際港。另外，有無針對臺中港開發海氣象預報作業。

5. 國立臺灣大學工程科學及海洋工程學系林銘崇前教授

- (1) 各議題之研究子題及工作內容大致符合執行單位之任務導向。

6. 本所港研中心簡仲璟前簡任研究員兼科長

- (1) 建議在風電場設廠時建置離岸觀測樁，進行海氣象觀測，以利風電廠維護保養工作。
(2) 離岸風電區鄰近海岸漂沙機制探討(4/4)之計畫目標宜再明確。

(四) 議題四：港灣振盪與防災預警系統應用

1. 臺灣港務股份有限公司王錦榮助理副總經理

(無意見)

2. 交通部航港局陳賓權副局長

- (1) 建議除了蘇澳、花蓮等國際商港外，配合藍色公路對東部臺東、綠島、蘭嶼三角航線的規劃，未來是否也可將臺東富岡港 納入評估，以分析長浪群波對港內客貨船的影響。

3. 國立成功大學近海水文中心黃清哲主任

- (1) 花蓮港長浪預報模式為何？準確度如何？

4. 交通部中央氣象局海象測報中心滕春慈主任

- (1) 因應港口作業發展可加值新增應用如：陣風、漂沙、港灣振盪對外展示、警示的規劃。

5. 國立臺灣大學工程科學及海洋工程學系林銘崇前教授

- (1) 各子計畫之辦理方式及預期成果說明具體。
- (2) 建議針對年度總計畫整體性加以說明。
- (3) 離岸風電基地港需要規劃處理之課題不少，港內靜穩度亦可能是需要考量的項目之一。
- (4) 有關長浪引致港灣振盪係多年來普受重視之課題，研究過程中建議強化理論與資料之佐證。

6. 本所港研中心簡仲璟前簡任研究員兼科長

- (1) 港灣風波潮流模擬及長浪預警之研究(3/4)。花蓮港內穩靜觀測系統除 17 號及 9 號碼頭外，建議在外港區增加 1 站。觀測方法建議每小時觀測 1 次，每次 40 分鐘。(原規劃每小時 3 次，每次 20 分鐘)。
- (2) 海岸公路浪襲路段水深測量的範圍及次數如何？僅編列 50 萬預算是否充足。

九、主席裁示：專家學者所提意見，請研究單位列入計畫之研究方向及內容修訂辦理。

十、散會：中午 12 時 30 分。

會議簽到表

會議名稱：本所港研中心109年自行研究計畫專家學者座談會議

時間：109年6月29日(星期二)上午9時30分

地點：港灣技術研究中心2樓簡報室

主持人：蔡立光

紀錄：李承遠

單位	簽名
臺灣港務股份有限公司 王錦榮助理副總經理	王錦榮
交通部航港局 陳賓權副局長	陳賓權
國立成功大學近海水文中心 黃清哲主任	黃清哲
交通部中央氣象局海象測報中心 滕春慈主任	滕春慈
國立臺灣大學工程科學及海洋工程學系 林銘崇前教授	林銘崇
港研中心 簡仲環前簡任研究員兼科長	簡仲環
本所港研中心第二科蘇科長青和	蘇青和
本所港研中心第三科李科長俊穎	李俊穎
本所港研中心	黃民信 潘子健 李承遠 傅怡創

本所港研中心

衛紀恒

李天遠

蔡世瑋

陳劍彥

詹喬農

謝佳銘

黃宇蘊

洪鴻軒

蔣敏玲

洪維屏

羅冠廷

蔡國光

劉淑敏

陳天時

李江濤

顏師香

劉煥明

附錄四

期末報告審查意見處理情形表

交通部運輸研究所

期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：MOTC-IOT-109- H2CA002a 臺中港海氣象觀測及特性分析

執行單位：交通部運輸研究所港灣技術研究中心第二科

審查委員審查意見與建議	處理情形
<p>一、林委員佑任</p> <p>1、臺中港海氣象觀測及特性分析的研究很有意義，臺中港各種海氣象天然條件都是各港中最嚴峻的，目前為臺灣的風電母港，瞭解臺中港的這些性質非常重要，不論是對於航運港務操作管理或對於傳統的海事工程港灣海域的工程施工或目前最火熱的離岸風電施工有很大的幫助都很有幫助，很感謝以這個題目做調查研究。</p> <p>2、季風期對於臺中港影響很大，本研究的各種物理量有以月、季或年為時間單位去描述各種性質，例如歷年逐時平均風速、夏季西南風平均風速與分布或各月份可工作機率統計等，對於臺中港其實整個季風期(10月至隔年3月)的資料也很重要很有參考價值，建議在多一個以季風期為時間單位討論的各種海氣象性質及可工作率統計的描述內容。</p> <p>3、臺中港的南北防波堤、碼頭等碰撞事件與海氣象條件可能有相當之關係，建議可以蒐集臺中港的碰撞事件與當時的海氣象做分析，應該會有一些成果與建議，例如十年內防波堤的碰撞事件我們自己的統計於季風期碰撞的事件約占八成，如果可以再比對當時的各種海氣象條件可能會有一些成果，甚至對於未來港口的整體規劃防波堤</p>	<p>1. 感謝委員肯定。</p> <p>2. 感謝委員建議與指教。後續將增列季風期之分析，列入未來研究探討方向。</p> <p>3. 感謝委員提示與指教。後續將增列季風期碰撞事件之海氣象分析，並結合船舶自動識別系統(Automatic Identification System, AIS)列入未來研究探討方向。</p>

審查委員審查意見與建議	處理情形
<p>的配置方案有所幫助。</p> <p>4、臺中港潮差很大再加上風浪往往對於水域的工程造成破壞或施工上的困難，例如近期陸續完成的離岸風電重件碼頭因為鋼管板樁減壓區施工在感潮帶一邊開挖邊坡一邊滑動且各種濾層工序也不好做，甚至圍堰施工被港內的風浪打壞，如果有港內風浪分析資料將對於設計與施工幫助甚大。</p>	<p>4. 感謝委員建議與指教。本所今年已著手進行港內波浪監測分析，目前尚處於監測方式檢核階段，未來將陸續增設波浪測站進行分析。</p>
<p>二、陳委員冠宇</p> <p>1、目前的海氣象觀測常要求對現象的實時監測並據以探討某些事件的發生原因。建議風速、流速增列棍棒圖。</p> <p>2、對觀測儀器多位於外圍，而發生事故或進行施工的位置可能位於某些特定地點。可工作機率須說明清楚。</p> <p>3、風、浪、流等基本資料之蒐集與分析十分重要，且具有實用上之意義，應持續進行。</p>	<p>1. 感謝委員肯定與建議。將於邇後報告增列風速流速棍棒圖等圖示。</p> <p>2. 感謝委員建議與指教。已於報告第四章補充說明。</p> <p>3. 感謝委員肯定。</p>
<p>三、張委員家豪</p> <p>1、本研究資料範圍為臺中港周遭海氣象觀測資料，相關分析結果對於進出臺中港之風電工作船極具參考作用。基於每艘工作船船舶特性及使用功能不同，故航行限制條件亦不同，可提供各類型作業船舶參採使用。建議港研中心可適合舉辦研討會、說明會等方式邀集風場開發商、營運商及海事工程業者一起討論，以利意見交換及擴大運用範圍。</p> <p>2、本研究擇定鄰近離岸風場之臺中港區域，但 2025 年前主要風場在彰化及桃竹苗外海，不同海域、波浪、海流、風速風向等海氣象觀測資料應略有差異，由於各主要風場</p>	<p>1. 感謝委員肯定與建議。後續將於港灣環境資訊網使用者會議邀集風場開發商、營運商及海事工程業者與會交流意見。</p> <p>2. 感謝委員肯定與建議。本所目前已跟交通部中央氣象局及經濟部水利署簽署合作備忘錄，未來將與相關單位持續交流，保持密切合作關</p>

審查委員審查意見與建議	處理情形
<p>均建置觀測塔，各開發單位或許亦有持續蒐集海氣象數據，建議可與風場管理單位及主管機關建立海氣象資料合作及交換機制，研究各風場的可工作機率分佈，俾使分析結果更為準確，資料運用更為廣泛。</p>	<p>係，確保海氣象資料更加完整。</p>
<p>四、林委員雅雯</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、英文摘要相較於中文摘要，內容似乎太少。 2、第 3-47 頁變成圖目錄。 3、第 4-29 頁工作條件是風速 13.8m/s、波高 0.5m 下，統計可工作機率，但風速 13.8m/s、波高 0.5m 是否合理？工作機率如換算成天數是否較容易了解。 4、主要測站、次要檢核測站，其資料異常剔除之判斷標準為何？ 5、結論與建議之建議部份建議針對後續研究方向及項目等補充敘述。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員指教。已於報告摘要補充內容。 2. 感謝委員指教。已於報告第三章修正。 3. 感謝委員指教。有關波高及風速聯合可工作機率分析係對應波高及風速分別統計可工作機率之條件所得，造成部分條件組合無法完整呈現特性，未來將研議波高、風速相對組合，確保有效呈現特性。另可工作天數已於報告第四章補充。 4. 感謝委員指教。本報告所採用品管檢核方式為檢視主要代表測站之觀測資料是否有異常值(觀測資料過大或過小)存在，若有，則與次要檢核測站之觀測資料比較，以判斷該觀測資料是否保留或刪除。 5. 感謝委員建議。已於報告第五章補充說明。
<p>五、蔣委員敏玲</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、章節起始頁應在右側。 2、P.3-46~P.3-47 誤植一堆圖名，請修正。 3、2.1 節未納入 HADCP 海流儀，原因為何？ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員指教。已於報告修正格式。 2. 感謝委員指教。已於報告第三章修正。 3. 感謝委員指教。有關 HADCP 海流儀之建置，目前尚處於監測方式檢核階段，後續將增列分析研究探討。

附錄五

期末報告簡報資料



臺中港海氣象觀測與特性分析

報告人：林達遠 副研究員

109年12月8日

簡報大綱

- 計畫緣起及目的
- 海氣象即時觀測系統概述
- 海氣象觀測資料特性分析
- 離岸風電區鄰近海域可工作機率分析
- 結論與建議

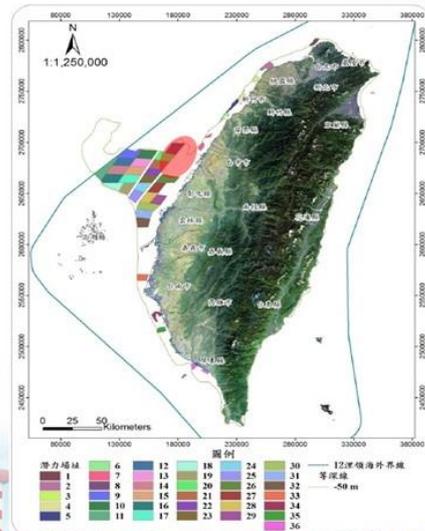


計畫緣起及目的



計畫緣起

- 自「**京都議定書**」2005年生效後，國際因應氣候變遷，對**二氧化碳減量承諾**形成共識，政府規劃**新能源政策目標**於**114年**提升**再生能源發電比例**至**20 %**，邁向**2025年非核家園**。
- 本計畫上位綱要計畫為「**離岸風電海下工程技術研發計畫**」，由106年起至109年共分為4期，本年度為第4期計畫。
- 依據經濟部公佈36處離岸風機**潛力場址**，擇定鄰近離岸風電區之**臺中港(風機組裝、運維母港)**海域，為因應進出基地母港臺中港海上船舶航行將日益頻繁，**長期海氣象資料**需擴大調查項目，**強化即時觀測**資訊，以提供船舶航行更完整海象資訊。
- 完整海象資訊提供離岸風電臺中港鄰近區域**船舶航行、風機維運、碼頭作業、船難救援及模式驗證**等應用參據。



海氣象即時觀測系統概述



觀測系統

- 臺中港鄰近海域分別設置波浪（2站）、海流（2站）、潮位（2站）及風速風向（6站）等海氣象觀測站。
- 系統採**太陽能**供電，控制箱內置資料記錄器、無線傳輸設備及電源控制等模組。
- 透過**無線傳輸設備**將各測站觀測資料**即時**回傳至本所港研中心**海氣象資料庫**儲存。
- 提供主管單位執行航行**船舶監督與管理**等作業，以**提升離岸風電區船舶航行安全**。



北防波堤綠燈塔觀測站(T2)

北防波堤波流觀測站



觀測儀器

□ 風速風向

- 儀器：英國GILL公司 Wind Observer、日本SONIC公司SA-20二維超音波風速風向儀
- 頻率：10分鐘



□ 波浪海流

- 儀器：挪威Nortek公司 AWAC
- 頻率(海流)：每小時前10分鐘平均
- 頻率(波浪)：1Hz，連續量測2048筆資料



□ 潮位

- 儀器：美國TE公司KPSI 735 壓力式潮位儀
- 頻率：1分鐘



交通部運輸研究所港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

觀測資料品管檢核

□ 觀測測站

- 主要代表測站及次要檢核測站

觀測屬性	測站代號	測站位置	觀測期間	所屬單位
風力	T2	臺中港北堤綠燈塔	2005/09-2020/08(觀測中)	本所港研中心
	T1	臺中港北防風林	2001/07-2020/08(觀測中)	本所港研中心
波、流	X	臺中港北堤外海	2004/06-2020/08(觀測中)	本所港研中心
波浪	V	臺中烏溪出海口	2019/08-2020/08(觀測中)	交通部中央氣象局
潮汐	T	臺中港4號碼頭	2003/06-2020/08(觀測中)	本所港研中心
	S	臺中港15號碼頭	2019/09-2020/08(觀測中)	本所港研中心
波、流	U	臺中港外海	2020/03-2020/08	本所港研中心



交通部運輸研究所港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

觀測資料品管檢核

□ 蒐集率

－ 歷年(2003~2020)

月份	風力 2005~2020 (蒐集率%)	波浪 2004~2020 (蒐集率%)	潮汐 2003~2020 (蒐集率%)	海流 2004~2020 (蒐集率%)
1	10,334(99.21%)	9,390 (90.14%)	11,867(99.69%)	9,390 (90.14%)
2	9,113 (95.89%)	7,978 (90.30%)	10,819(99.73%)	7,978 (90.30%)
3	9,999 (96.00%)	7,497 (77.33%)	11,148(93.65%)	7,497 (77.33%)
4	8,906 (95.15%)	8,101 (86.53%)	11,366(98.66%)	8,101 (86.53%)
5	9,324 (96.40%)	8,878 (97.77%)	11,250(99.97%)	8,878 (97.77%)
6	9,284 (99.07%)	10,201(93.83%)	11,539(94.27%)	10,201(93.83%)
7	10,204(91.43%)	11,808(93.29%)	12,328(97.47%)	11,808(93.29%)
8	9,459 (90.81%)	11,490(90.62%)	11,893(94.03%)	11,490(90.62%)
9	9,834 (97.56%)	10,723(92.91%)	10,804(93.78%)	10,723(92.91%)
10	9,312 (95.55%)	9,860 (94.59%)	11,745(98.66%)	9,860 (94.59%)
11	10,036(92.93%)	8,759 (93.08%)	10,872(94.38%)	8,759 (93.08%)
12	10,857(97.28%)	8,325 (85.46%)	10,287(92.18%)	8,325 (85.46%)
全期	116,662(95.61%)	113,010(90.94%)	135,918(96.41%)	113,010(90.94%)

觀測資料品管檢核

□ 蒐集率

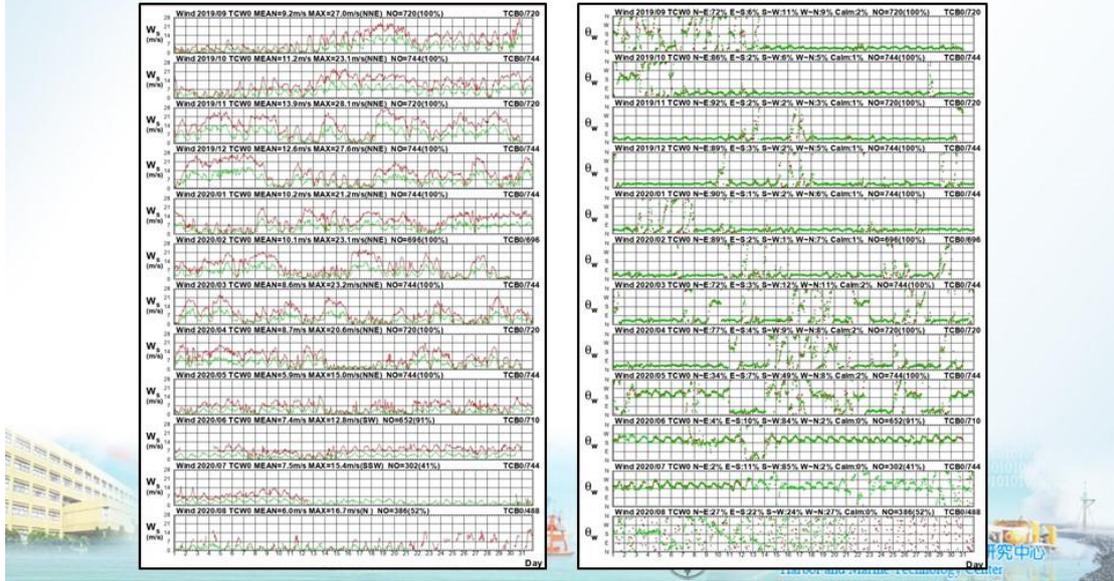
－ 本年(2019/09~2020/08)

時間	風力 (蒐集率%)	波浪 (蒐集率%)	潮汐 (蒐集率%)	海流 (蒐集率%)
2019/09	720(100.0%)	717(99.6%)	720(100.0%)	717(99.6%)
2019/10	744(100.0%)	729(98.0%)	744(100.0%)	729(98.0%)
2019/11	720(100.0%)	698(96.9%)	720(100.0%)	698(96.9%)
2019/12	744(100.0%)	715(96.1%)	744(100.0%)	715(96.1%)
2020/01	744(100.0%)	702(94.4%)	744(100.0%)	702(94.4%)
2020/02	696(100.0%)	660(94.8%)	696(100.0%)	660(94.8%)
2020/03	744(100.0%)	679(91.3%)	744(100.0%)	679(91.3%)
2020/04	720(100.0%)	662(91.9%)	720(100.0%)	662(91.9%)
2020/05	744(100.0%)	708(95.2%)	744(100.0%)	708(95.2%)
2020/06	652 (90.6%)	712(98.9%)	720(100.0%)	712(98.9%)
2020/07	302 (40.6%)	734(98.7%)	740 (99.5%)	734(98.7%)
2020/08	386 (51.9%)	732(98.4%)	734 (98.7%)	732(98.4%)

觀測資料品管檢核

風力

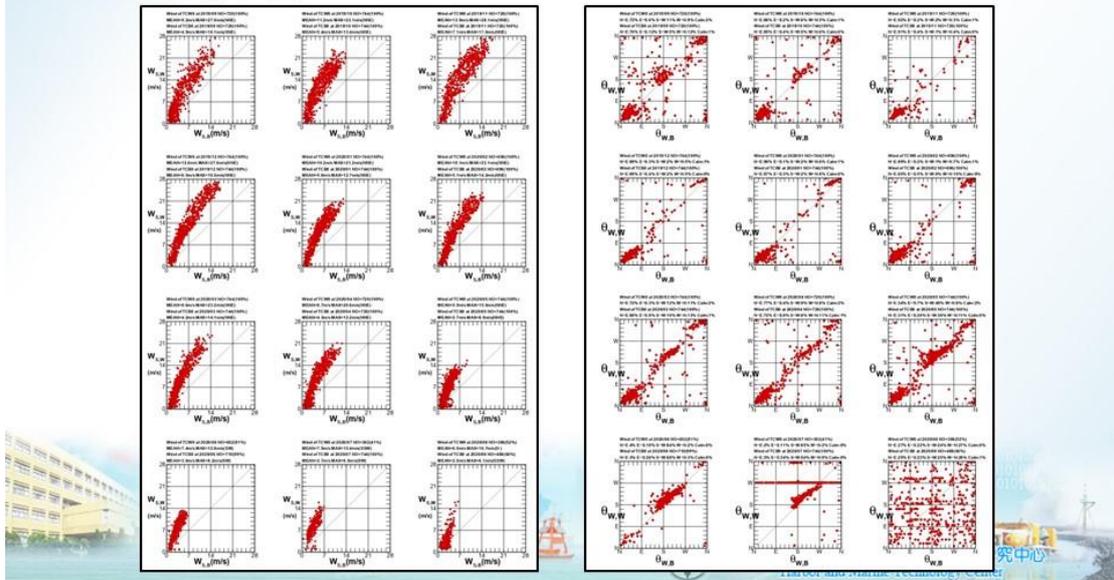
— 歷線圖(T2:主要代表測站, T1:次要檢核測站)



觀測資料品管檢核

風力

— 相關性圖

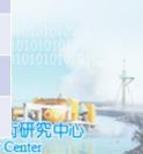


觀測資料品管檢核

風力

— 相關係數表

項目 年月	風速	風向	E-W分量	N-S分量
2019/09	0.90	0.73	0.89	0.92
2019/10	0.88	0.81	0.89	0.91
2019/11	0.90	0.78	0.89	0.91
2019/12	0.95	0.73	0.94	0.95
2020/01	0.92	0.66	0.93	0.92
2020/02	0.93	0.63	0.93	0.93
2020/03	0.93	0.78	0.94	0.95
2020/04	0.91	0.78	0.92	0.94
2020/05	0.79	0.73	0.84	0.95
2020/06	0.84	0.77	0.89	0.92
2020/07	0.69	0.48	0.79	0.79
2020/08	0.70	0.04	0.06	0.12

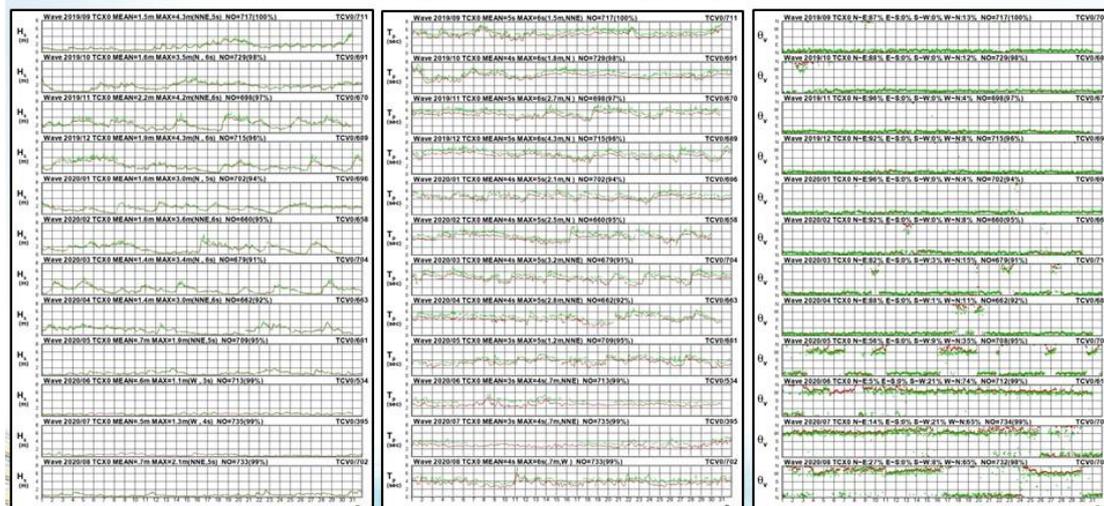


Harbor and Marine Technology Center

觀測資料品管檢核

波浪

— 歷線圖(X:主要代表測站，V:次要檢核測站)

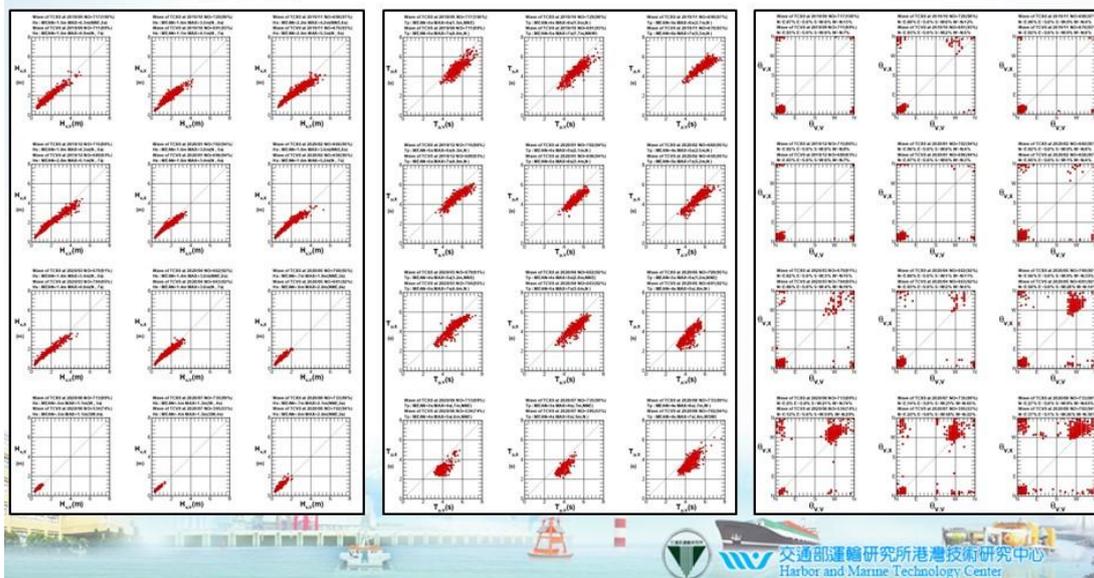


交通部運輸研究所港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

觀測資料品管檢核

□ 波浪

－ 相關性圖



觀測資料品管檢核

□ 波浪

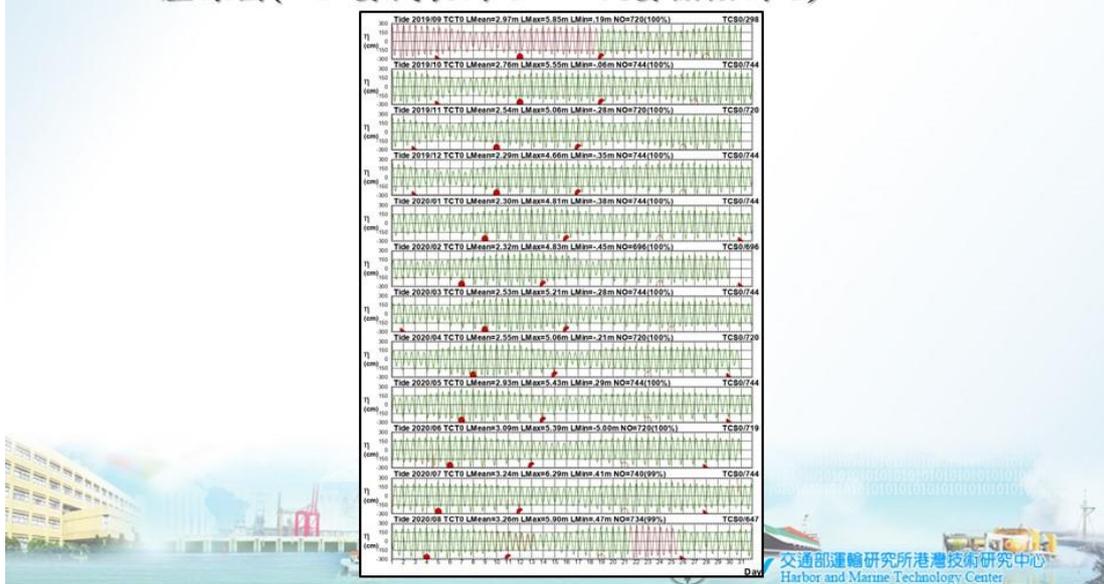
－ 相關係數表

項目 年月	波高	週期	波向
2019/09	0.96	0.57	0.37
2019/10	0.95	0.66	0.61
2019/11	0.95	0.87	0.38
2019/12	0.97	0.82	0.39
2020/01	0.95	0.73	0.31
2020/02	0.96	0.87	0.34
2020/03	0.97	0.86	0.39
2020/04	0.97	0.85	0.45
2020/05	0.96	0.68	0.65
2020/06	0.92	0.63	0.35
2020/07	0.94	0.48	0.57
2020/08	0.93	0.63	0.47

觀測資料品管檢核

□ 潮汐

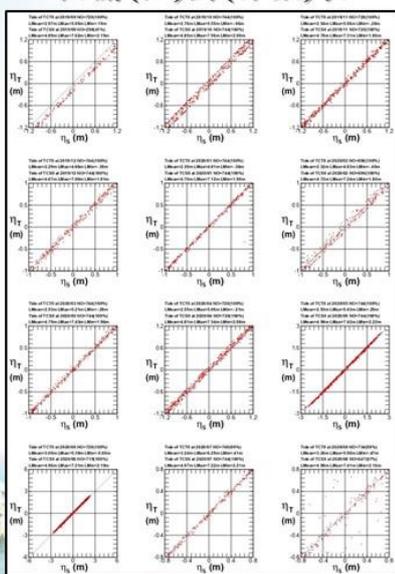
— 歷線圖(T:主要代表測站，S:次要檢核測站)



觀測資料品管檢核

□ 潮汐

— 相關(性)圖(係數)表

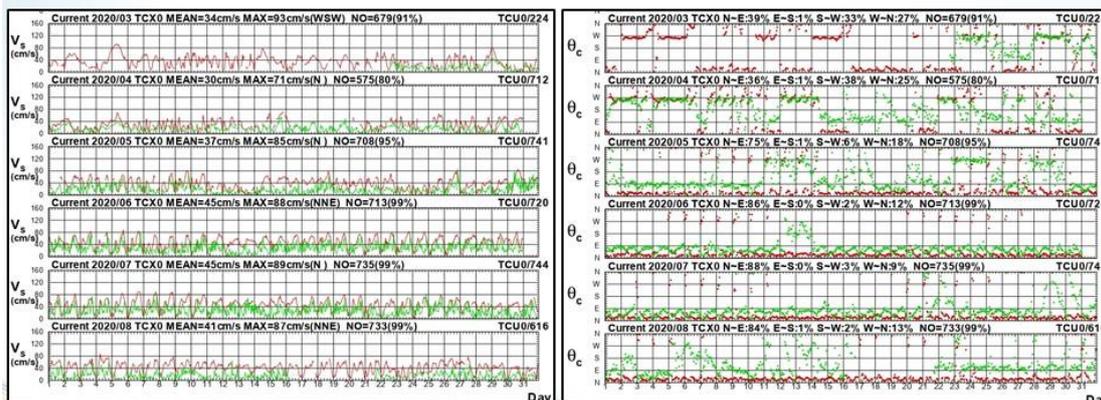


項目	水位
2019/09	0.99
2019/10	0.99
2019/11	0.99
2019/12	0.99
2020/01	0.99
2020/02	0.99
2020/03	0.99
2020/04	0.99
2020/05	0.99
2020/06	0.97
2020/07	0.99
2020/08	0.98

觀測資料品管檢核

海流

— 歷線圖(X:主要代表測站, U:次要檢核測站)

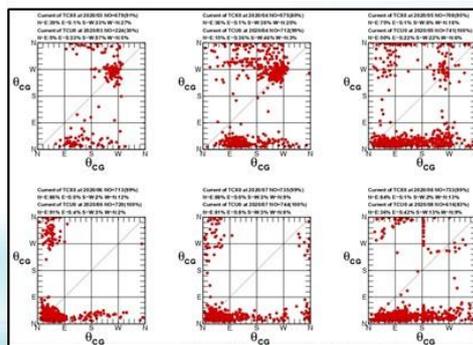
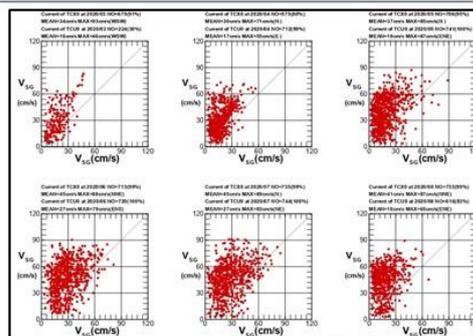


觀測資料品管檢核

海流

— 相關(性)圖(係數)表

項目	流速	流向	E-W分量	N-S分量
2020/03	0.60	0.46	0.77	0.27
2020/04	0.46	0.39	0.77	0.42
2020/05	0.40	0.11	0.27	0.20
2020/06	0.36	-0.07	0.20	-0.01
2020/07	0.38	0.06	0.22	-0.01
2020/08	0.25	0.00	0.19	0.00



海氣象觀測資料特性分析



風力觀測資料分析

- ※分析測站：北堤綠燈塔觀測站
- ※風向定義：來向
- ※平均風速：10分鐘風速平均值
- ※資料區間：2005年~2020年
- ※季節定義：12月至2月為**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**

季節	風速分佈			
	平均風速 (m/s)	風速<5m/s (%)	風速5~10m/s (%)	風速>10m/s (%)
春	8.2	35.8	33.4	30.8
夏	6.6	40.5	42.8	16.7
秋	10.6	27.5	23.2	49.3
冬	13.0	15.4	19.3	65.3
全期	9.6	29.6	29.5	41.0

- 歷年平均風速**9.6 m/s**，風速分佈**10 m/s**以上比率最高，約佔歷年**四成**，5~10 m/s間比率約為**29.5%**，小於5 m/s約佔**29.6%**。

- 風向分佈四象限中**N-E**象限**62.9%**比率最高，**S-W**象限**22.9%**次之，16分位**NNE**向比率最高，約為**36.6%**。

季節	風向分佈 (四象限)				
	N~E (%)	E~S (%)	S~W (%)	W~N (%)	靜風 (%)
春	59.8	4.8	24.6	7.8	2.9
夏	19.5	11.5	56.4	11.6	1.0
秋	78.7	4.7	9.8	6.1	0.7
冬	91.4	2.1	2.2	3.2	1.2
全期	62.9	5.7	22.9	7.1	1.4



風力觀測資料分析

※分析測站：北堤綠燈塔觀測站

※風向定義：來向

※平均風速：10分鐘風速平均值

※資料區間：2005年~2020年

□ 冬季，本海域東北季風強勁且穩定，平均風速**13.0 m/s**，為**四季最大**，風速分佈逾**六成**大於10 m/s，四象限中**N~E象限91.4%**比率最高，16分位**NNE**向**57.5%**比率最大。

□ 夏季，西南季風吹拂至本海域吹風能量已大幅**減弱**，平均風速為四季中最低，風速為**6.6 m/s**，四象限中**S~W象限56.4%**最高，16分位中以**SSW**向**23.9%**最大。

風速分佈				
季節	平均風速 (m/s)	風速<5m/s (%)	風速5~10m/s (%)	風速>10m/s (%)
春	8.2	35.8	33.4	30.8
夏	6.6	40.5	42.8	16.7
秋	10.6	27.5	23.2	49.3
冬	13.0	15.4	19.3	65.3
全期	9.6	29.6	29.5	41.0

風向分佈 (四象限)					
季節	N~E (%)	E~S (%)	S~W (%)	W~N (%)	靜風 (%)
春	59.8	4.8	24.6	7.8	2.9
夏	19.5	11.5	56.4	11.6	1.0
秋	78.7	4.7	9.8	6.1	0.7
冬	91.4	2.1	2.2	3.2	1.2
全期	62.9	5.7	22.9	7.1	1.4



波浪觀測資料分析

※波向定義：來向

※平均波高：有義波高 H_s 平均值

※資料區間：2004年~2020年

□ 歷年平均波高**1.5 m**，波高分佈**1 m**以下為主，週期**6~8秒**所佔比率最高，約**53.7%**，波向主要介於**N~E象限**間，佔**66.8%**，16方位中以**NNE**向比率最高，約為**40.2%**。

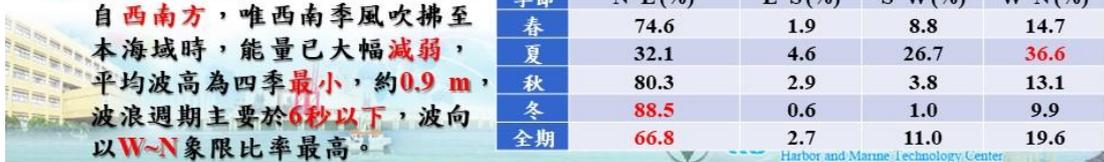
□ 冬季，受東北季風影響，平均波高為**2.1 m**，為**四季最大**，週期主要介於**6~8秒**間，約為**61.7%**，波向以**N~E象限**比率最高，佔整季**88.5%**。

□ 夏季，狀況相反，風與浪均來自**西南方**，唯西南季風吹拂至本海域時，能量已大幅**減弱**，平均波高為四季**最小**，約**0.9 m**，波浪週期主要於**6秒**以下，波向以**W~N象限**比率最高。

波高分佈				
季節	平均波高 (m)	Hs<1.0 (%)	Hs1.0~2.0 (%)	Hs>2.0 (%)
春	1.3	47.7	34.7	17.6
夏	0.9	75.8	19.3	4.8
秋	1.8	20.7	38.7	40.7
冬	2.1	11.4	33.6	55.0
全期	1.5	40.5	31.1	28.4

週期分佈				
季節	Tp<6.0秒 (%)	Tp 6~8秒 (%)	Tp 8~10秒 (%)	Tp>10.0秒 (%)
春	37.3	55.9	6.6	0.2
夏	53.6	38.1	6.9	1.4
秋	20.3	62.6	15.2	2.1
冬	16.5	61.7	21.4	0.4
全期	32.9	53.7	12.3	1.1

波向分佈 (四象限)				
季節	N~E (%)	E~S (%)	S~W (%)	W~N (%)
春	74.6	1.9	8.8	14.7
夏	32.1	4.6	26.7	36.6
秋	80.3	2.9	3.8	13.1
冬	88.5	0.6	1.0	9.9
全期	66.8	2.7	11.0	19.6



海流觀測資料分析

- ※**流向定義**：去向
- ※**平均流速**：上層1/3流速平均值
- ※**資料區間**：2004年~2020年

- 歷年全期平均流速為**37.8cm/s**，流速分佈以**25~50 cm/s**比率最高，約佔**39.7%**，流向分佈主要位於**S~W**及**W~N**兩象限間。
- **冬季**，**43.7 cm/s**（約**1節**）平均流速**最大**，流速分佈以**25~50 cm/s**間比率較高，佔整季**36.9%**。
- **春季**，四季中平均流速**最小**之季節，整季平均流速為**32.6 cm/s**，流速分佈以小於**25 cm/s**比率最高，約佔整季**43.3%**。

流速分佈				
季節	平均流速 (cm/s)	流速<25 cm/s (%)	流速25-50 cm/s (%)	流速>50 cm/s (%)
春	32.6	43.3	39.4	17.3
夏	36.9	32.6	42.7	24.7
秋	37.9	36.0	39.0	24.9
冬	43.7	30.0	36.9	33.1
全期	37.8	35.2	39.7	25.1

流向分佈 (四象限)				
季節	N~E (%)	E~S (%)	S~W (%)	W~N (%)
春	33.0	9.9	22.9	40.2
夏	40.8	7.1	7.3	44.8
秋	18.7	3.8	39.3	38.3
冬	15.2	3.7	49.8	31.4
全期	27.4	4.7	28.8	39



離岸風電區鄰近海域 可工作機率分析



可工作機率估算

- ※風速觀測站：2005年~2020年
- ※波浪觀測站：2004年~2020年

- 考量單日資料完整性，每日至少需包含**23**筆觀測資料，篩選後波高天數為**4,965**天，風速天數為**4,928**天。

波高及風速觀測資料篩選表

	波浪	風
	2004~2020	2005~2020
原資料筆數(天)	4,965	4,928
篩選後筆數(天)	4,166	4,745

- 波高作業門檻，分為**0.5**、**0.6**、**0.8**、**1.0**及**1.5m**。
- 風速作業門檻，分為**5.4**、**7.9**、**10.7**、**12.0**及**13.8m/s**。

- 風速**13.8 m/s**，為「西門子歌美颯離岸風力再生能源股份有限公司」所使用之離岸風機**安裝船 Seajacks Zaratan**，允許最大作業風速。



- 探討特定波高、風速作業條件，持續作業**6**、**12**、**18**及**24**小時可工作機率。

$$\text{可工作機率} = \left(\frac{\text{符合連續 } N \text{ 小時筆數}}{\text{資料總筆數}} \right) \times 100\%$$



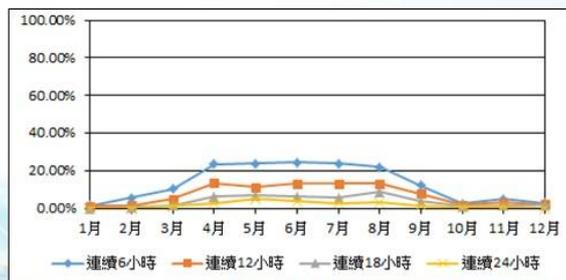
交通部運輸研究所港灣技術研究中心
Harbor and Marine Technology Center

波高可工作機率分析

□ 作業限制 $\leq 0.5 \text{ m}$

- 歷年各月可工作機率均低於**25%**，僅**4月~8月**可工作機率較高。
- 可連續作業6小時，最高機率於**6月**，可工作機率為**24.56%**。
- 連續作業12小時，最高機率為**4月**，機率為**13.45%**。
- 連續18小時，最高機率為**8月**，工作機率為**8.67%**。
- 連續24小時，最高機率為**6月**的**4.79%**，工作機率隨所需作業時間**延長而降低**。
- 因受**東北季風**影響，**12月~1月**間可工作機率**最低**，可作業天數均未達**1**天。

月份	波高0.5 m			
	連續6小時	連續12小時	連續18小時	連續24小時
1月	1.54%	1.23%	0.00%	0.00%
2月	5.70%	1.52%	0.38%	0.00%
3月	10.36%	4.78%	1.59%	1.20%
4月	23.45%	13.45%	6.21%	2.76%
5月	23.65%	11.08%	6.89%	4.79%
6月	24.56%	13.03%	6.27%	3.76%
7月	23.63%	13.08%	5.49%	2.74%
8月	21.78%	13.11%	8.67%	3.04%
9月	12.10%	7.90%	3.70%	1.48%
10月	2.45%	1.63%	1.09%	0.54%
11月	4.83%	3.02%	1.51%	0.91%
12月	2.68%	2.01%	1.67%	0.00%

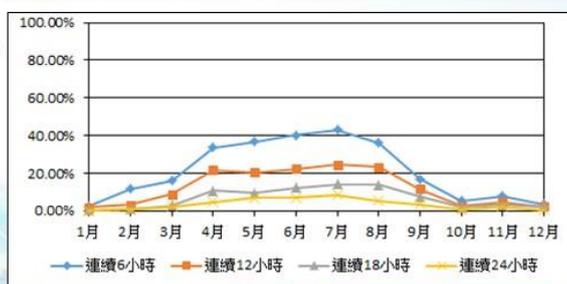


波高可工作機率分析

□ 作業限制 ≤ 0.6 m

- 可連續作業6、12、18及24小時最高機率皆為7月，可工作機率分別為**43.04%**、**24.47%**、**13.92%**及**8.44%**，工作機率隨所需作業時間延長而降低可工作機率。
- 可工作機率最低月份為1月，連續6小時可工作機率為2.46%、連續12小時可工作機率為1.85%、連續18小時可工作機率為0.31%及連續24小時則無可工作機率，在東北季風盛行下，歷年1月可作業天數均低於1天。

波高0.6 m				
月份	連續6小時	連續12小時	連續18小時	連續24小時
1月	2.46%	1.85%	0.31%	0.00%
2月	11.41%	3.04%	0.76%	0.38%
3月	15.94%	8.76%	2.79%	1.99%
4月	33.45%	21.72%	10.69%	4.48%
5月	36.83%	20.36%	9.28%	6.89%
6月	40.10%	22.31%	12.03%	6.77%
7月	43.04%	24.47%	13.92%	8.44%
8月	36.07%	23.19%	13.58%	5.15%
9月	16.79%	11.60%	7.41%	3.46%
10月	5.16%	2.45%	1.90%	0.54%
11月	7.85%	4.53%	3.02%	2.11%
12月	3.34%	2.01%	2.01%	0.33%

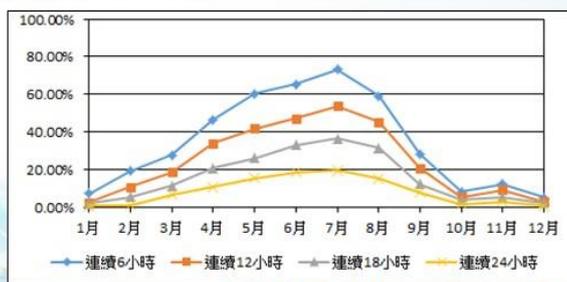


波高可工作機率分析

□ 作業限制 ≤ 0.8 m

- 連續作業6~24小時，7月均可提供較高可工作機率。
 - 連續6小時 (**73.21%**)
 - 連續12小時 (**53.8%**)
 - 連續18小時 (**36.29%**)
 - 連續24小時 (**19.41%**)
- 可工作機率最低月份為12~1月
 - 連續6小時 (12月：5.02%)
 - 連續12小時 (1月：2.46%)
 - 連續18小時 (1月：1.85%)
 - 連續24小時 (1月：0.62%)

波高0.8 m				
月份	連續6小時	連續12小時	連續18小時	連續24小時
1月	7.08%	2.46%	1.85%	0.62%
2月	19.01%	10.65%	5.32%	0.76%
3月	27.49%	18.33%	11.16%	6.37%
4月	46.55%	33.79%	20.69%	10.69%
5月	60.18%	41.62%	26.05%	15.27%
6月	65.41%	47.12%	32.83%	18.30%
7月	73.21%	53.80%	36.29%	19.41%
8月	59.02%	45.20%	31.38%	14.99%
9月	28.15%	20.74%	12.10%	7.65%
10月	8.15%	5.16%	3.80%	1.36%
11月	12.08%	9.06%	5.14%	2.72%
12月	5.02%	2.68%	2.01%	0.67%



波高可工作機率分析

□ 作業限制 ≤ 1.0 m

- 連續作業6~24小時，**7月**均可提供較高可工作機率。

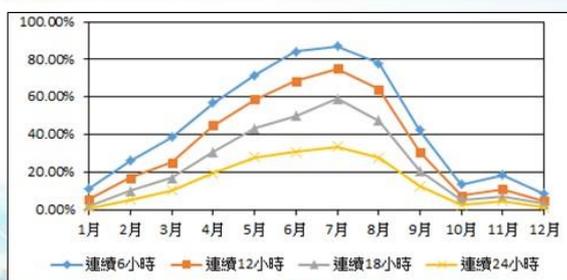
- 連續6小時 (**86.92%**)
- 連續12小時 (**74.89%**)
- 連續18小時 (**59.07%**)
- 連續24小時 (**33.54%**)

- 7月雖為**颱風生成旺盛期間**，且受西南季風影響，依據統計結果顯示，仍較其餘月份可提供**較佳**之工作機率。

- 工作機率最低之月份為**12~1月**

- 連續6小時 (12月：**8.36%**)
- 連續12小時 (12月：**4.68%**)
- 連續18小時 (1月：**2.15%**)
- 連續24小時 (1月：**0.92%**)

波高1.0 m				
月份	連續6小時	連續12小時	連續18小時	連續24小時
1月	11.08%	5.54%	2.15%	0.92%
2月	25.86%	16.73%	9.89%	5.32%
3月	38.65%	25.10%	16.73%	10.36%
4月	56.90%	44.83%	30.69%	19.31%
5月	71.56%	58.68%	43.41%	27.84%
6月	84.21%	68.42%	49.87%	30.58%
7月	86.92%	74.89%	59.07%	33.54%
8月	77.99%	63.93%	47.31%	27.63%
9月	42.22%	30.62%	20.49%	12.59%
10月	13.32%	7.34%	5.16%	2.45%
11月	18.43%	10.88%	6.95%	4.53%
12月	8.36%	4.68%	3.01%	1.00%



波高可工作機率分析

□ 作業限制 ≤ 1.5 m

- 工程作業允許波高可放寬至**1.5 m**時，可於**5~8月**選擇進場，連續6小時可工作機率最高為**6月93.73%**，**7月**次之可工作機率為**93.67%**。

- 連續12小時，為**6月88.22%**。

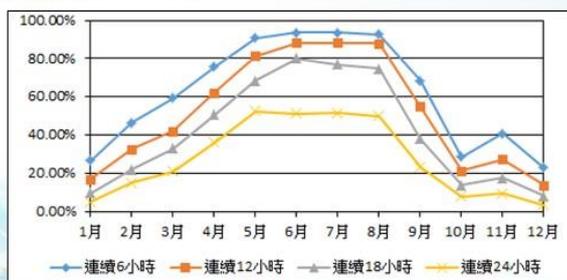
- 連續18小時，為**6月80.2%**。

- 連續24小時，為**7月51.48%**。

- **12月**可工作機率為各月份**最低**

- 連續6小時**23.08%**。
- 連續12小時**14.05%**。
- 連續18小時**8.36%**。
- 連續24小時**3.68%**。

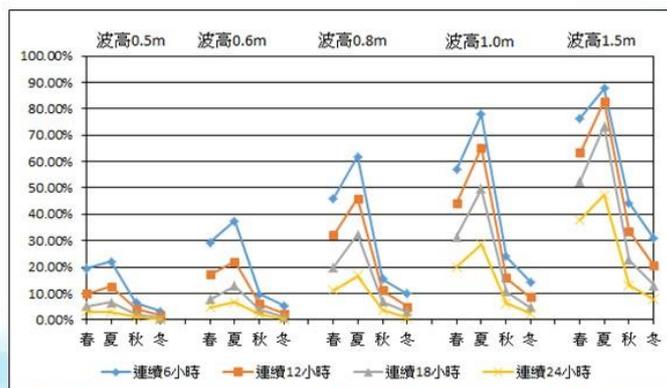
波高1.5 m				
月份	連續6小時	連續12小時	連續18小時	連續24小時
1月	26.77%	16.92%	9.85%	5.23%
2月	46.39%	32.70%	22.05%	15.21%
3月	59.36%	42.23%	33.07%	21.12%
4月	75.86%	62.07%	50.69%	36.21%
5月	90.72%	81.44%	68.56%	52.40%
6月	93.73%	88.22%	80.20%	51.38%
7月	93.67%	88.19%	77.00%	51.48%
8月	92.51%	87.82%	74.71%	49.88%
9月	68.64%	55.06%	38.02%	23.21%
10月	28.53%	21.47%	13.86%	7.88%
11月	40.79%	27.49%	17.52%	9.67%
12月	23.08%	14.05%	8.36%	3.68%



波高可工作機率分析

四季可工作機率

- 連續施工6、12、18及24小時，**夏季**（6~8月）均可提供**較佳**可工作機率。
- **春季**（3~5月）可工作機率僅次於夏季，如施工單位無法於夏季作業，建議可提早於春季安排人員、機具進場，亦可提供較佳可工作機率。
- **秋季**（9~11月）、**冬季**（12~2月）期間本海域因受東北季風影響，可工作機率驟降。



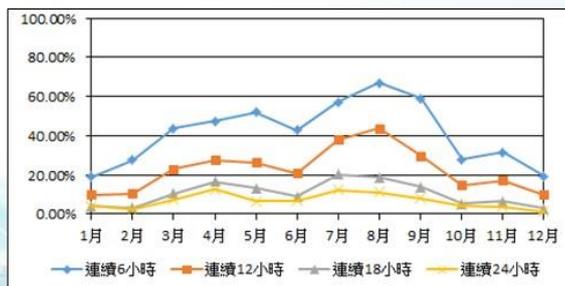
風速可工作機率分析

作業限制 ≤ 5.4 m/s

- 可連續作業6小時，最高機率於**8月**，工作機率為**67.02%**。
- 連續作業12小時，最高機率為**8月**，機率為**43.62%**。
- 連續18小時，最高機率為**7月**，可工作機率為**20.29%**。
- 符合連續作業24小時，最高機率為**4月**，機率為**12.67%**。
- 可工作機率**最低**之月份介於**12~1月**

- 連續6小時（1月：18.87%）
- 連續12小時（1月：9.91%）
- 連續18小時（12月：2.71%）
- 連續24小時（12月：1.13%）

風速 ≤ 5.4 m/s				
月份	連續6小時	連續12小時	連續18小時	連續24小時
1月	18.87%	9.91%	4.01%	4.01%
2月	27.64%	10.57%	2.98%	2.17%
3月	43.67%	23.08%	10.42%	7.44%
4月	47.38%	27.55%	16.53%	12.67%
5月	51.81%	26.17%	13.21%	6.48%
6月	42.86%	20.78%	8.83%	6.75%
7月	57.04%	37.95%	20.29%	12.17%
8月	67.02%	43.62%	18.62%	11.17%
9月	58.87%	29.80%	13.79%	7.88%
10月	27.70%	14.78%	5.28%	4.22%
11月	31.63%	17.09%	6.38%	3.83%
12月	19.19%	9.93%	2.71%	1.13%



風速可工作機率分析

□ 作業限制 ≤ 7.9 m/s

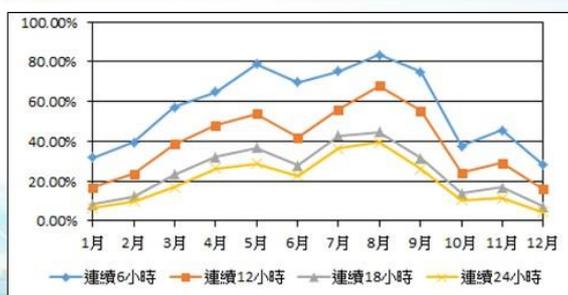
- 以風速 7.9 m/s 作業條件分析，**8月** 雖受颱風影響，依據統計數據，仍為**較佳進場時機**。

- 連續6小時**83.24%**。
- 連續12小時**67.82%**。
- 連續18小時**44.68%**。
- 連續24小時**39.36%**。

- 工作機率**最低**之月份為**12月**

- 連續6小時為**28.22%**。
- 連續12小時為**16.03%**。
- 連續18小時為**7.00%**。
- 連續24小時為**4.29%**。

風速 7.9 m/s				
月份	連續6小時	連續12小時	連續18小時	連續24小時
1月	31.84%	16.75%	8.25%	6.60%
2月	39.30%	23.58%	12.20%	9.76%
3月	57.07%	38.46%	23.33%	16.87%
4月	64.74%	47.93%	32.23%	26.17%
5月	78.76%	53.89%	36.79%	28.76%
6月	69.61%	41.82%	27.79%	22.60%
7月	75.18%	55.85%	42.72%	36.28%
8月	83.24%	67.82%	44.68%	39.36%
9月	74.88%	55.42%	31.53%	26.11%
10月	37.47%	24.01%	13.72%	10.29%
11月	45.66%	29.08%	16.84%	11.22%
12月	28.22%	16.03%	7.00%	4.29%



風速可工作機率分析

□ 作業限制 ≤ 10.7 m/s

- **8月** 可提供較高可工作機率，可提供**20天**以上施作日。

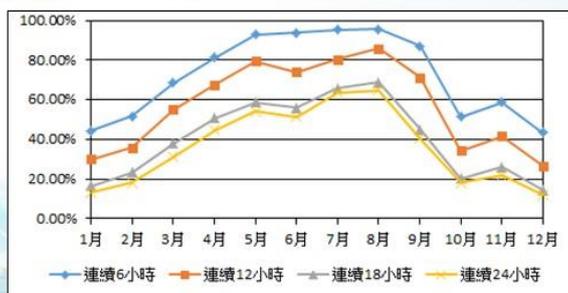
- 連續6小時**95.48%**。
- 連續12小時**85.90%**。
- 連續18小時**68.62%**。
- 連續24小時**64.63%**。

- 工作機率**最低**之月份為**12月**

- 連續6小時可工作機率為**43.34%**。
- 連續12小時為**26.64%**。
- 連續18小時為**14.45%**。
- 連續24小時為**11.96%**。

- 以連續作業6小時為例，8月及12月可作業天數相差約**2.2倍**。

風速 10.7 m/s				
月份	連續6小時	連續12小時	連續18小時	連續24小時
1月	44.34%	29.95%	16.51%	13.21%
2月	51.76%	35.77%	23.31%	18.16%
3月	68.49%	55.09%	37.97%	31.27%
4月	81.27%	67.49%	50.69%	44.63%
5月	92.75%	79.27%	58.55%	54.15%
6月	93.77%	73.77%	55.84%	51.43%
7月	95.23%	80.19%	65.63%	63.48%
8月	95.48%	85.90%	68.62%	64.63%
9月	86.95%	71.18%	44.83%	40.39%
10月	51.19%	34.30%	20.05%	17.94%
11月	58.67%	41.58%	26.02%	21.68%
12月	43.34%	26.64%	14.45%	11.96%

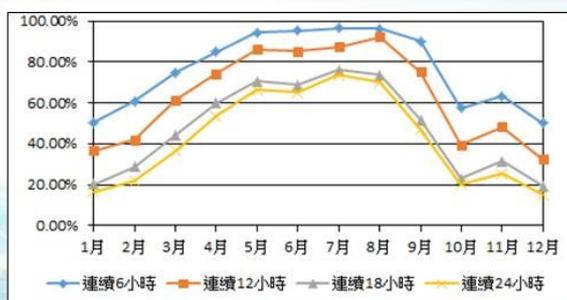


風速可工作機率分析

□ 作業限制 ≤ 12.0 m/s

- 符合連續6小時，可工作機率最高為**7月96.66%**。
- 連續12小時，最高機率為**8月**，可工作機率**92.29%**。
- 連續18小時，最高機率於**7月**，可工作機率為**75.13%**。
- 連續24小時，最高機率為**7月73.75%**。
- 可工作機率**最低**月份均為**12月**，可工作機率分別為
 - 連續6小時**50.11%**。
 - 連續12小時**32.28%**。
 - 連續18小時**19.19%**。
 - 連續24小時**15.12%**。

風速12.0 m/s				
月份	連續6小時	連續12小時	連續18小時	連續24小時
1月	50.47%	36.79%	20.05%	16.51%
2月	60.70%	42.01%	28.73%	21.68%
3月	74.69%	61.29%	44.42%	36.72%
4月	84.85%	74.10%	59.78%	53.44%
5月	94.30%	86.27%	70.47%	66.32%
6月	95.32%	85.19%	68.83%	65.19%
7月	96.66%	87.35%	76.13%	73.75%
8月	96.28%	92.29%	73.67%	69.95%
9月	90.15%	75.12%	51.72%	47.04%
10月	57.52%	39.31%	22.96%	20.05%
11月	63.27%	48.21%	31.63%	25.26%
12月	50.11%	32.28%	19.19%	15.12%

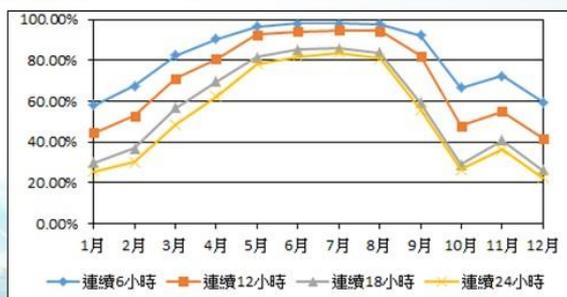


風速可工作機率分析

□ 作業限制 ≤ 13.8 m/s

- 以「西門子歌美颯離岸風力再生能源股份有限公司」使用之**離岸風機安裝船Seajacks Zaratan**，現場作業所允許最大風速**13.8 m/s**分析。
 - 連續6小時，可於**6月**進場，機率為**98.18%**。
 - 連續12~24小時，**7月**進場可達到較高工作效率，可工作天數分別為12小時(**94.75%**)、18小時(**85.68%**)、24小時(**83.77%**)。
- 可工作機率**最低**之月份為**12~1月**
 - 連續6小時(1月：**58.02%**)
 - 連續12小時(12月：**41.76%**)
 - 連續18小時(12月：**26.19%**)
 - 連續24小時(12月：**22.35%**)

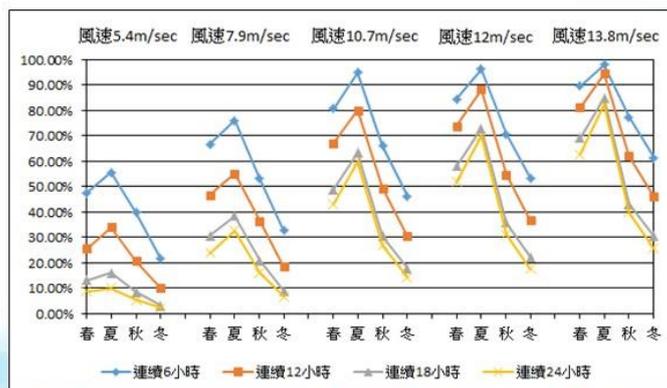
風速13.8 m/s				
月份	連續6小時	連續12小時	連續18小時	連續24小時
1月	58.02%	44.34%	29.72%	25.47%
2月	67.48%	52.85%	36.86%	30.08%
3月	82.38%	70.97%	56.82%	48.39%
4月	90.36%	80.44%	69.42%	62.26%
5月	96.37%	92.49%	81.61%	78.24%
6月	98.18%	94.03%	85.19%	81.82%
7月	98.09%	94.75%	85.68%	83.77%
8月	97.87%	94.41%	83.78%	80.85%
9月	92.12%	82.27%	59.11%	55.67%
10月	66.49%	47.76%	28.76%	26.39%
11月	72.45%	54.85%	40.82%	36.22%
12月	59.37%	41.76%	26.19%	22.35%



風速可工作機率分析

四季可工作機率

- 夏季（6~8月）本海域歷年平均風速6.5 m/s，為四季中最低之季節，此特性亦直接反映於可工作機率，連續作業6、12、18及24小時，**夏季**可提供**較佳**可工作機率。
- 冬季（12~2月）本海域歷年平均風速為13.1 m/s，可工作機率為四季中**最低**。
- 以連續作業12小時為例，夏、冬兩季可工作天數由81天降至33天，相差約**2.5倍**。



波高及風速聯合可工作機率分析

作業限制波高 ≤ 1.0 m、風速 ≤ 12.0 m/s

- 符合連續6小時，可工作機率最高為**6月85.84%**。
- 連續12~24小時，**7月**進場可達到較高工作效率，可工作天數分別為12小時（**70.19%**）18小時（**52.64%**）、24小時（**27.64%**）。
- 可工作機率**最低**月份均為**12~1月**，可工作天數分別為

- 連續6小時（12月：10.25%）。
- 連續12小時（12月：4.66%）。
- 連續18小時（1月：1.96%）。
- 連續24小時（1月：0.84%）。

- 於此作業門檻條件，冬季可連續作業6小時之天數約有3~6天，在5月~8月間，每月可連續作業6小時之天數約有22~26天可供進場，可連續作業12小時之天數約有16~21天可供進場。

月份	波高1.0 m、風速12m/s			
	連續6小時	連續12小時	連續18小時	連續24小時
1月	10.36%	4.48%	1.96%	0.84%
2月	22.74%	13.38%	7.36%	4.01%
3月	33.22%	21.02%	11.53%	7.12%
4月	48.63%	36.99%	22.26%	13.01%
5月	72.52%	54.30%	37.09%	22.19%
6月	85.84%	63.25%	39.46%	21.39%
7月	85.58%	70.19%	52.64%	27.64%
8月	76.74%	57.36%	35.66%	20.16%
9月	41.01%	25.06%	14.94%	9.62%
10月	12.42%	6.97%	4.24%	1.82%
11月	17.68%	10.06%	5.18%	3.35%
12月	10.25%	4.66%	2.80%	0.93%

結論與建議



結論

□ 風力

- ▶ 歷年平均風速為**9.6 m/s**（5級風），風速分佈以**10 m/s**以上比率最高，約佔歷年四成，風向分佈四象限中以**N-E象限**比率最高，約為**62.9%**，S~W象限**22.9%**次之，16分位中**NNE**、**NE**兩方向合計約佔歷年**6成**，顯示**東北季風**對本海域之影響較為顯著。
- ▶ **夏季**，西南季風吹拂至臺中港海域，吹風**能量減弱**，平均風速降至**6.6 m/s**，為四個季節中**最低**，風速分佈**10 m/s**以下約佔整季八成，風向分佈以**S~W象限**比率最高，佔整季**56.4%**，16分位中以**SSW**向**23.9%**所佔比率最高。
- ▶ **冬季**，因受東北季風影響，平均風速為四季中**最高**，約為**13.0 m/s**（6級風），風速分佈以大於**10 m/s**比率最高，約佔整季**65.3%**，風向以**N-E象限**為主要分佈，約佔**91.4%**，16分位中以**NNE**向**57.5%**比率最大。



結 論

□ 波浪

- 歷年平均波高為**1.5 m**，波浪週期主要介於**6~8秒**間，佔全期**53.7%**，根據歷年風向統計資料，主風向落於**N~E**象限間，且港域東側受陸地阻隔，歷年波向以**N~E**象限為主，所佔比率約為**66.8%**，16方位中以**NNE**向比率最高，約為**40.2%**，N方向**27.5%**次之。
- **夏季**，風與浪均自西南方來，唯**西南季風**吹拂至本海域時，吹風能量大幅**減弱**，平均**波高**為四季中**最小**，約**0.9 m**，波高分佈以小於**1 m**比率最高，佔整季**75.8%**，週期分佈以**6秒以下**比率最高，約為**53.6%**，因受西南季風、颱風影響，**風向較為散佈**。
- **冬季**，東北季風吹襲至臺灣中部，因地勢影響風力強，冬季期間平均波高為**2.1 m**，為四季**最大**，波高分佈以**2 m以上**為主，佔整季**55%**，波浪週期以**6~8秒**比率最高，約為**61.7%**，歷年波向以**N~E**象限所佔比率最高，約為**88.5%**，16方位中以**NNE**向**49.9%**比率最高。



結 論

□ 海流

- 歷年海流平均流速為**37.8 cm/s**，流速分佈以**25~50 cm/s**間比率最高，佔全期**39.7%**，海流流向主要集中於以**S~W**及**W~N**兩象限間，所佔比率分別為**28.8%**（S~W）、**39.0%**（W~N）。
- 四季中**冬季**平均流速**最大**，約為**43.7 cm/s**（近1節），流速分佈以**25~50 cm/s**間比率較高，約為**36.9%**，**春季**平均流速**最小**，約為**32.6 cm/s**，流速分佈以小於**25 cm/s**比率最高，佔整季**43.3%**，**夏、秋**兩季歷年平均流速均約為**37 cm/s**，流速分佈型態亦呈現相同趨勢。
- 歷年四季流向分佈統計，**春、夏**兩季因受西南季風影響，主要風向為西南來向，海流受西南季風、漲退潮及地形（港口約為西北~東南走向）影響，主要於**N~E**及**W~N**兩象限間**週期性**往復運動，**秋、冬**兩季，因受東北季風、潮汐及地形影響，海流流向則於**S~W**及**W~N**兩象現間往復運動。



結 論

□ 可工作機率

- **波高**可工作機率分析，**夏季**可提供**較佳**可工作機率，**春季**可工作機率僅次於夏季，**冬季**期間因受東北季風影響，可工作機率為四個季節中**最低**之季節。
- **風速**可工作機率分析，四季分析結果與波高**相符**，**夏季**可工作機率**最高**，春季次之，**冬季**可工作機率為四季中**最低**，作業風速12.0 m/s連續作業12小時，夏、冬兩季可工作天數由81天降至33天，相差約**2.5倍**。
- 「西門子歌美颯離岸風力再生能源股份有限公司」使用之離岸風機安裝船**Seajacks Zaratan**，現場作業所允許最大風速13.8 m/s分析，該作業船如需持續執行風機安裝作業達**6小時**，可於**6月**進場，機率為98.18%，如需持續作業**12~24小時**，可於**7月**進場，可工作機率分別為94.41%(12小時)、85.68%(18小時)及83.77%(24小時)。



建 議

- 建立**海氣象觀測站**過程中調查與量測資料實屬珍貴，儀器於觀測站附近常有**漁民及釣客**停留，需**加強勸導**維護儀器安全，俾使觀測設備及資料擷取系統維持正常，**避免**國家資源浪費與工作成果損失。
- 現場**觀測儀器**與資料**傳輸設備**需定期執行**維護保養**作業，以維持觀測資料品質，如水下波流儀，因長期置放於水中，儀器外易附著海生物，影響音鼓發射能量，建議每**3~4個月**派遣潛水員執行外部音鼓清潔，每年至少需執行**1次**儀器更換作業，以維持儀器**觀測效能**。



簡報結束

敬請指教

