

108-123-7B43
MOTC-IOT-108-H2DA002b

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

中華民國 108 年 12 月

108-123-7B43
MOTC-IOT-108-H2DA002b

離岸風電區海氣象觀測與特性分析 (3/4)

著 者：羅冠顯、蘇青和、蔡嘉和、陳子健

交通部運輸研究所

中華民國 108 年 12 月

108

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

GPN: 1010802544

定價: 400 元

離岸風電區海氣象觀測與特性分析. (3/4) / 羅冠顯等著. -- 初版. -- 臺北市 : 交通部運輸研究所, 民 108. 12

面 ; 公分

ISBN 978-986-531-035-6(平裝)

1. 海洋氣象 2. 港埠

444.94

108021355

離岸風電區海氣象觀測與特性分析 (3/4)

著 者：羅冠顯、蘇青和、蔡嘉和、陳子健

出版機關：交通部運輸研究所

地 址：臺北市敦化北路 240 號

網 址：www.ihmt.gov.tw (中文版 > 中心出版品)

電 話：(04)26587125

出版年月：中華民國 108 年 12 月

印 刷 者：

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臺灣技術研究中心網站

定 價：400 元

展 售 處：

交通部運輸研究所運輸資訊組•電話：(02)23496880

國家書店松江門市：10485臺北市中山區松江路209號F1•電話(02)25180207

五南文化廣場：40042臺中市中山路6號•電話：(04)22260330

GPN：1010802544

ISBN：978-986-531-035-6 (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份內容者，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：離岸風電區海氣象觀測與特性分析（3/4）			
國際標準書號 ISBN 978-986-531-035-6 (平裝)	政府出版品統一編號 1010802544	運輸研究所出版品編號 108-123-7B43	計畫編號 108-H2DA002b
主辦單位：港灣技術研究中心 主 管：謝明志 計畫主持人：羅冠顯 研究人員：蘇青和、蔡嘉和、陳子健 聯絡電話：04-26587125 傳真號碼：04-26560661			研究期間 自 108 年 01 月 至 108 年 12 月
關鍵詞：離岸風電、海氣象觀測、船舶航行、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分佈，相關資料可提供離岸風電區管理單位，作為船舶航行、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。 根據歷年風觀測資料統計，本海域平均風速為 9.6 m/s（5 級風），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，風向分佈以 S~W 象限比率最高，冬季平均風速 13.1 m/s（6 級風）為四季中最高，風向以 N~E 象限為主；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，波向以 N~E 象限比率最高，夏季波高平均 0.9 m 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 2.2 m 為四季最大，波高分佈以 2 m 以上為主，波向以 N~E 象限為主；歷年海流平均流速為 38.1 cm/s，流速分佈以 25~50 cm/s 間比率最高，海流流向主要集中於以 S~W 及 W~N 兩象限間，冬季平均流速最大，約 44.1 cm/s（近 1 節），春季平均流速 33.1 cm/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 兩象現間。 本年度共有 4 個颱風侵襲臺灣附近海域，輕度颱風丹娜絲(DANAS)，所觀測到有義波高極值為 3.06 m，風速極值為 18.6 m/s；強烈颱風利奇馬(LEKIMA)，波高極值為 2.56 m，風速極值為 20.7 m/s；輕度颱風白鹿(BAILU)，波高極值為 3.47 m，風速極值為 15.9 m/s；中度颱風米塔(MITAG)，波高極值為 4.34 m，風速極值達 29.5 m/s；依據波高、風速可工作機率分析結果，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，本海域因受東北季風影響，可工作機率為四季中最低之季節。			
出版日期	頁數	定價	本 出 版 品 取 得 方 式
108 年 12 月	187	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。
機密等級： ☐ 密 ☐ 機密 ☐ 極機密 ☐ 絕對機密 （解密條件： ☐ 年 月 日解密， ☐ 公布後解密， ☐ 附件抽存後解密， ☐ 工作完成或會議終了時解密， ☐ 另行檢討後辦理解密） ☒ 普通			
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 from offshore wind farms (3/4)			
ISBN(OR ISSN) 978-986-531-035-6 (pbk)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1010802544	IOT SERIAL NUMBER 108-123-7B43	PROJECT NUMBER 108-H2DA002b
DIVISION: HARBOR & MARINE TECHNOLOGY CENTER DIVISION DIRECTOR: Ming-Jyh Hsieh PRINCIPAL INVESTIGATOR: Guan-Sian Luo PROJECT STAFF: Ching-Ho Su , Chia-Ho Tsai ,Tzu-Chien Chen PHONE: 886-4-26587125 FAX: 886-4-26560661			PROJECT PERIOD From January 2019 to December 2019
KEY WORDS: Offshore Wind Energy, Meteorology Monitoring, Engineering Design, Working Probability			
ABSTRACT: Based on to the 36 potential offshore wind turbine sites announced by the Bureau of Energy of the 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 the sea area, and the distribution of possible working days. 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 13.1 m/s (Beaufort 6) is the highest of the four seasons, with the wind direction primarily in the N–E quadrant. The H_s is 1.5 m, with a wave period primarily between 6 and 8 seconds, and the highest proportion of winds in the N–E quadrant over the years. The summer H_s 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 H_s of 2.2 m is the largest of the four seasons; the summer H_s distribution is primarily above 2 m. The dominant summer wave direction is N–E. The average summer current velocity over the years is 38.1 cm/s, and the velocity distribution is 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. 44.1 cm/s (nearly 1 knot), is the highest, while the average spring velocity of 33.1 cm/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. Four typhoons impacted Taiwan in 2019. Mild typhoon Danas had the maximum H_s recording, at 3.06 m, and the maximum wind speed recording, at 18.6 m/s. Severe typhoon Lekima had maximum H_s of 2.56 m and maximum wind speed 20.7 m/s. Mild typhoon Bailu had maximum H_s 3.47 m, and maximum wind speed 15.9 m/s; moderate typhoon Mitag had maximum H_s 4.34 m and maximum wind speed 29.5 m/s. According to our analysis results of working probabilities 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 the northeast monsoon in this area, the working probability in winter is the lowest of the four seasons.			
DATE OF PUBLICATION December 2019	NUMBER OF PAGES 187	PRICE 400	CLASSIFICATION ☐ RESTRICTED ☐ CONFIDENTIAL ☐ SECRET ☐ TOP SECRET ☒ UNCLASSIFIED
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

離岸風電區海氣象觀測與特性分析 (3/4)

目 錄

中文摘要.....	I
英文摘要.....	II
目錄.....	III
圖目錄.....	V
表目錄.....	XI
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
第三章 離岸風電區海氣象觀測資料特性分析.....	3-1
3.1 海氣象觀測資料特性分析.....	3-1
3.2 風觀測資料分析.....	3-2
3.3 波浪觀測資料分析.....	3-28
3.4 海流觀測資料分析.....	3-60
3.5 2019 年颱風觀測資料分析.....	3-85
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
第五章 結論與建議	5-1
5.1 結論.....	5-1
5.2 建議.....	5-4
5.3 成果效益及後續應用情形	5-4
參考文獻.....	參-1
附錄一 期末審查意見及辦理情形說明表	附 1-1
附錄二 期末報告簡報資料	附 2-1

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 底碇式水下波流及海流觀測系統示意圖	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 3.2.1 歷年四季及全觀測期風速機率分佈圖	3-5
圖 3.2.2 歷年四季及全觀測期風向（16 分位）機率分佈圖	3-5
圖 3.2.3 歷年 12 月臺中測站風玫瑰圖	3-11
圖 3.2.4 歷年 1 月臺中測站風玫瑰圖	3-11
圖 3.2.5 歷年 2 月臺中測站風玫瑰圖	3-11
圖 3.2.6 歷年冬季臺中測站風玫瑰圖	3-11
圖 3.2.7 歷年 3 月臺中測站風玫瑰圖	3-12
圖 3.2.8 歷年 4 月臺中測站風玫瑰圖	3-12

圖 3.2.9 歷年 5 月臺中測站風玫瑰圖	3-12
圖 3.2.10 歷年春季臺中測站風玫瑰圖	3-12
圖 3.2.11 歷年 6 月臺中測站風玫瑰圖	3-13
圖 3.2.12 歷年 7 月臺中測站風玫瑰圖	3-13
圖 3.2.13 歷年 8 月臺中測站風玫瑰圖	3-13
圖 3.2.14 歷年夏季臺中測站風玫瑰圖	3-13
圖 3.2.15 歷年 9 月臺中測站風玫瑰圖	3-14
圖 3.2.16 歷年 10 月臺中測站風玫瑰圖	3-14
圖 3.2.17 歷年 11 月臺中測站風玫瑰圖	3-14
圖 3.2.18 歷年秋季臺中測站風玫瑰圖	3-14
圖 3.2.19 2019 年整年臺中測站風玫瑰圖	3-15
圖 3.2.20 歷年臺中測站風玫瑰圖	3-15
圖 3.2.21 2018 年 9 月臺中測站風歷線圖	3-16
圖 3.2.22 2018 年 10 月臺中測站風歷線圖	3-17
圖 3.2.23 2018 年 11 月臺中測站風歷線圖	3-18
圖 3.2.24 2018 年 12 月臺中測站風歷線圖	3-19
圖 3.2.25 2019 年 1 月臺中測站風歷線圖	3-20
圖 3.2.26 2019 年 2 月臺中測站風歷線圖	3-21
圖 3.2.27 2019 年 3 月臺中測站風歷線圖	3-22
圖 3.2.28 2019 年 4 月臺中測站風歷線圖	3-23
圖 3.2.29 2019 年 5 月臺中測站風歷線圖	3-24
圖 3.2.30 2019 年 6 月臺中測站風歷線圖	3-25
圖 3.2.31 2019 年 7 月臺中測站風歷線圖	3-26
圖 3.2.32 2019 年 8 月臺中測站風歷線圖	3-27
圖 3.3.1 歷年四季及全觀測期波高機率分佈圖	3-31

圖 3.3.2 歷年四季及全觀測期波浪週期機率分佈圖	3-31
圖 3.3.3 歷年四季及全觀測期波向機率分佈圖	3-32
圖 3.3.4 歷年 12 月臺中測站波浪玫瑰圖	3-43
圖 3.3.5 歷年 1 月臺中測站波浪玫瑰圖	3-43
圖 3.3.6 歷年 2 月臺中測站波浪玫瑰圖	3-43
圖 3.3.7 歷年冬季臺中測站波浪玫瑰圖	3-43
圖 3.3.8 歷年 3 月臺中測站波浪玫瑰圖	3-44
圖 3.3.9 歷年 4 月臺中測站波浪玫瑰圖	3-44
圖 3.3.10 歷年 5 月臺中測站波浪玫瑰圖	3-44
圖 3.3.11 歷年春季臺中測站波浪玫瑰圖	3-44
圖 3.3.12 歷年 6 月臺中測站波浪玫瑰圖	3-45
圖 3.3.13 歷年 7 月臺中測站波浪玫瑰圖	3-45
圖 3.3.14 歷年 8 月臺中測站波浪玫瑰圖	3-45
圖 3.3.15 歷年夏季臺中測站波浪玫瑰圖	3-45
圖 3.3.16 歷年 9 月臺中測站波浪玫瑰圖	3-46
圖 3.3.17 歷年 10 月臺中測站波浪玫瑰圖	3-46
圖 3.3.18 歷年 11 月臺中測站波浪玫瑰圖	3-46
圖 3.3.19 歷年秋季臺中測站波浪玫瑰圖	3-46
圖 3.3.20 2019 年整年臺中測站波浪玫瑰圖	3-47
圖 3.3.21 歷年臺中測站波浪玫瑰圖	3-47
圖 3.3.22 2018 年 9 月臺中測站波浪歷線圖	3-48
圖 3.3.23 2018 年 10 月臺中測站波浪歷線圖	3-49
圖 3.3.24 2018 年 11 月臺中測站波浪歷線圖	3-50
圖 3.3.25 2018 年 12 月臺中測站波浪歷線圖	3-51
圖 3.3.26 2019 年 1 月臺中測站波浪歷線圖	3-52

圖 3.3.27 2019 年 2 月臺中測站波浪歷線圖	3-53
圖 3.3.28 2019 年 3 月臺中測站波浪歷線圖	3-54
圖 3.3.29 2019 年 4 月臺中測站波浪歷線圖	3-55
圖 3.3.30 2019 年 5 月臺中測站波浪歷線圖	3-56
圖 3.3.31 2019 年 6 月臺中測站波浪歷線圖	3-57
圖 3.3.32 2019 年 7 月臺中測站波浪歷線圖	3-58
圖 3.3.33 2019 年 8 月臺中測站波浪歷線圖	3-59
圖 3.4.1 歷年四季及全觀測期海流流速機率分佈圖	3-62
圖 3.4.2 歷年四季及全觀測期海流流向機率分佈圖	3-62
圖 3.4.3 歷年 12 月臺中測站海流玫瑰圖	3-68
圖 3.4.4 歷年 1 月臺中測站海流玫瑰圖	3-68
圖 3.4.5 歷年 2 月臺中測站海流玫瑰圖	3-68
圖 3.4.6 歷年冬季臺中測站海流玫瑰圖	3-68
圖 3.4.7 歷年 3 月臺中測站海流玫瑰圖	3-69
圖 3.4.8 歷年 4 月臺中測站海流玫瑰圖	3-69
圖 3.4.9 歷年 5 月臺中測站海流玫瑰圖	3-69
圖 3.4.10 歷年春季臺中測站海流玫瑰圖	3-69
圖 3.4.11 歷年 6 月臺中測站海流玫瑰圖	3-70
圖 3.4.12 歷年 7 月臺中測站海流玫瑰圖	3-70
圖 3.4.13 歷年 8 月臺中測站海流玫瑰圖	3-70
圖 3.4.14 歷年夏季臺中測站海流玫瑰圖	3-70
圖 3.4.15 歷年 9 月臺中測站海流玫瑰圖	3-71
圖 3.4.16 歷年 10 月臺中測站海流玫瑰圖	3-71
圖 3.4.17 歷年 11 月臺中測站海流玫瑰圖	3-71
圖 3.4.18 歷年秋季臺中測站海流玫瑰圖	3-71

圖 3.4.19 2019 年整年臺中測站海流玫瑰圖	3-72
圖 3.4.20 歷年臺中測站海流玫瑰圖	3-72
圖 3.4.21 2018 年 9 月臺中測站海流歷線圖	3-73
圖 3.4.22 2018 年 10 月臺中測站海流歷線圖	3-74
圖 3.4.23 2018 年 11 月臺中測站海流歷線圖	3-75
圖 3.4.24 2018 年 12 月臺中測站海流歷線圖	3-76
圖 3.4.25 2019 年 1 月臺中測站海流歷線圖	3-77
圖 3.4.26 2019 年 2 月臺中測站海流歷線圖	3-78
圖 3.4.27 2019 年 3 月臺中測站海流歷線圖	3-79
圖 3.4.28 2019 年 4 月臺中測站海流歷線圖	3-80
圖 3.4.29 2019 年 5 月臺中測站海流歷線圖	3-81
圖 3.4.30 2019 年 6 月臺中測站海流歷線圖	3-82
圖 3.4.31 2019 年 7 月臺中測站海流歷線圖	3-83
圖 3.5.1 影響臺灣地區颱風路徑分類圖 (1911~2018 年)	3-84
圖 3.5.2 第 5 號颱風丹娜絲(DANAS)風、波、潮、流逐時歷線圖	3-91
圖 3.5.3 第 9 號颱風利奇馬(LEKIMA)風、波、潮、流逐時歷線圖	3-92
圖 3.5.4 第 11 號颱風白鹿(BAILU)風、波、潮、流逐時歷線圖	3-93
圖 3.5.5 第 18 號颱風米塔(MITAG)風、波、潮、流逐時歷線圖	3-94
圖 3.5.6 2019 年第 5 號颱風丹娜絲(DANAS)	3-86
圖 3.5.7 2019 年第 9 號颱風利奇馬(LEKIMA)	3-87
圖 3.5.8 2019 年第 11 號颱風白鹿(BAILU)	3-88
圖 3.5.9 2019 年第 18 號颱風米塔(MITAG)	3-89
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 3.1.1 歷年逐月海氣象觀測資料有效記錄統計時數表	3-2
表 3.2.1 歷年四季及全觀測期風速、風向分佈統計表	3-4
表 3.2.2 歷年冬季臺中測站示性風速及風向聯合百分比統計表	3-6
表 3.2.3 歷年春季臺中測站示性風速及風向聯合百分比統計表	3-7
表 3.2.4 歷年夏季臺中測站示性風速及風向聯合百分比統計表	3-8
表 3.2.5 歷年秋季臺中測站示性風速及風向聯合百分比統計表	3-9
表 3.2.6 歷年臺中測站示性風速及風向聯合百分比統計表	3-10
表 3.3.1 歷年四季及全觀測期波高、週期及波向分佈統計表	3-30
表 3.3.2 歷年冬季臺中測站示性波高及週期聯合百分比統計表	3-33
表 3.3.3 歷年春季臺中測站示性波高及週期聯合百分比統計表	3-34
表 3.3.4 歷年夏季臺中測站示性波高及週期聯合百分比統計表	3-35
表 3.3.5 歷年秋季臺中測站示性波高及週期聯合百分比統計表	3-36
表 3.3.6 歷年臺中測站示性波高及週期聯合百分比統計表	3-37
表 3.3.7 歷年冬季臺中測站示性波高及波向聯合百分比統計表	3-38
表 3.3.8 歷年春季臺中測站示性波高及波向聯合百分比統計表	3-39
表 3.3.9 歷年夏季臺中測站示性波高及波向聯合百分比統計表	3-40
表 3.3.10 歷年秋季臺中測站示性波高及波向聯合百分比統計表	3-41
表 3.3.11 歷年臺中測站示性波高及波向聯合百分比統計表	3-42
表 3.4.1 歷年四季及全觀測期流速、流向分佈統計表	3-61

表 3.4.2 歷年冬季臺中測站示性流速及流向聯合百分比統計表	3-63
表 3.4.3 歷年春季臺中測站示性流速及流向聯合百分比統計表	3-64
表 3.4.4 歷年夏季臺中測站示性流速及流向聯合百分比統計表	3-65
表 3.4.5 歷年秋季臺中測站示性流速及流向聯合百分比統計表	3-66
表 3.4.6 歷年臺中測站示性流速及流向聯合百分比統計表	3-67
表 3.5.1 2019 年有發佈警報颱風列表	3-85
表 3.5.2 2019 年颱風期間海氣象觀測資料統計表	3-90
表 4.2.1 波高及風速觀測資料篩選表	4-3
表 4.2.2 蒲福風級表	4-4
表 4.2.2 蒲福風級表（續）	4-5
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 4.3.6 不同波高條件分季可工作機率統計表（續）	4-11
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

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)

(資料來源：經濟部能源局)

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

表 1.1.2 各類推廣目標年發電量 (億度)

(資料來源：經濟部能源局)

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

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(108)年度為第 3 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。

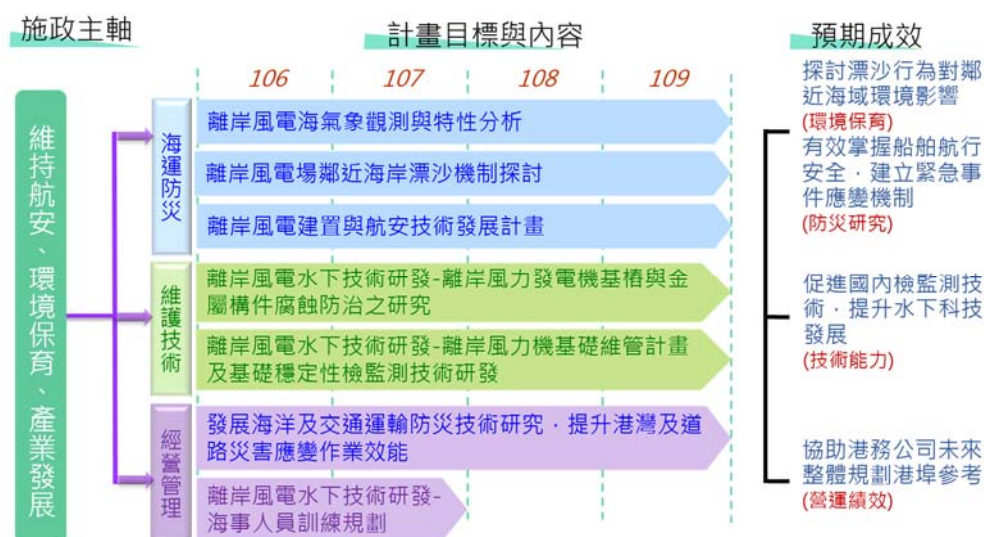


圖 1.1.1 離岸風電海下工程技術研發計畫目標與內容

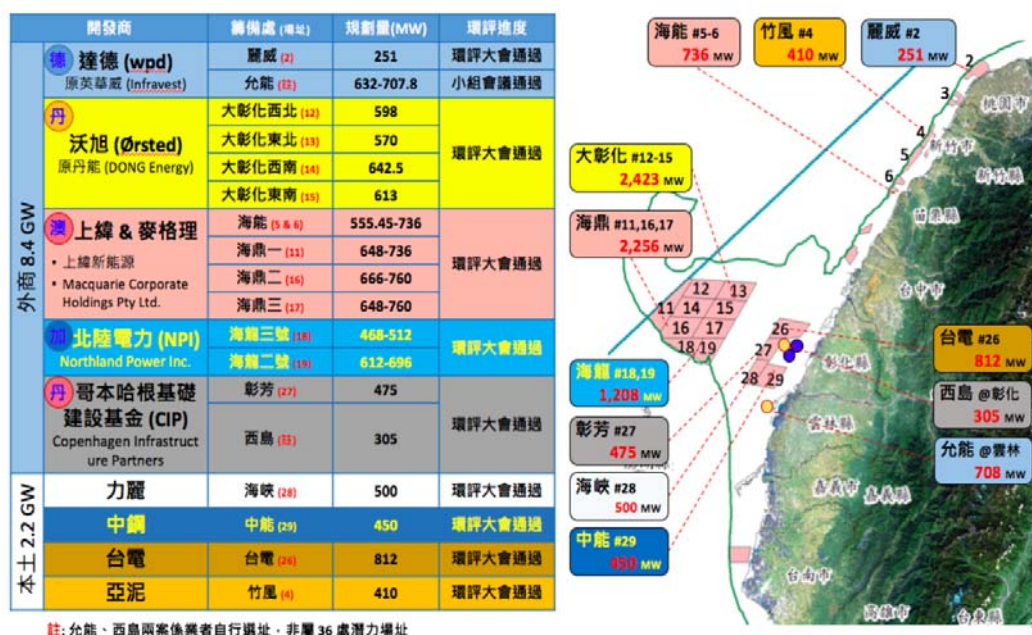
1.2 研究項目

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、觀測儀器簡介及觀測系統維護保養等；第三章離岸風電區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；第五章為本研究結論與建議，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，須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，再則需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（1 站）、海流（1 站）、潮位（1 站）及風速風向（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

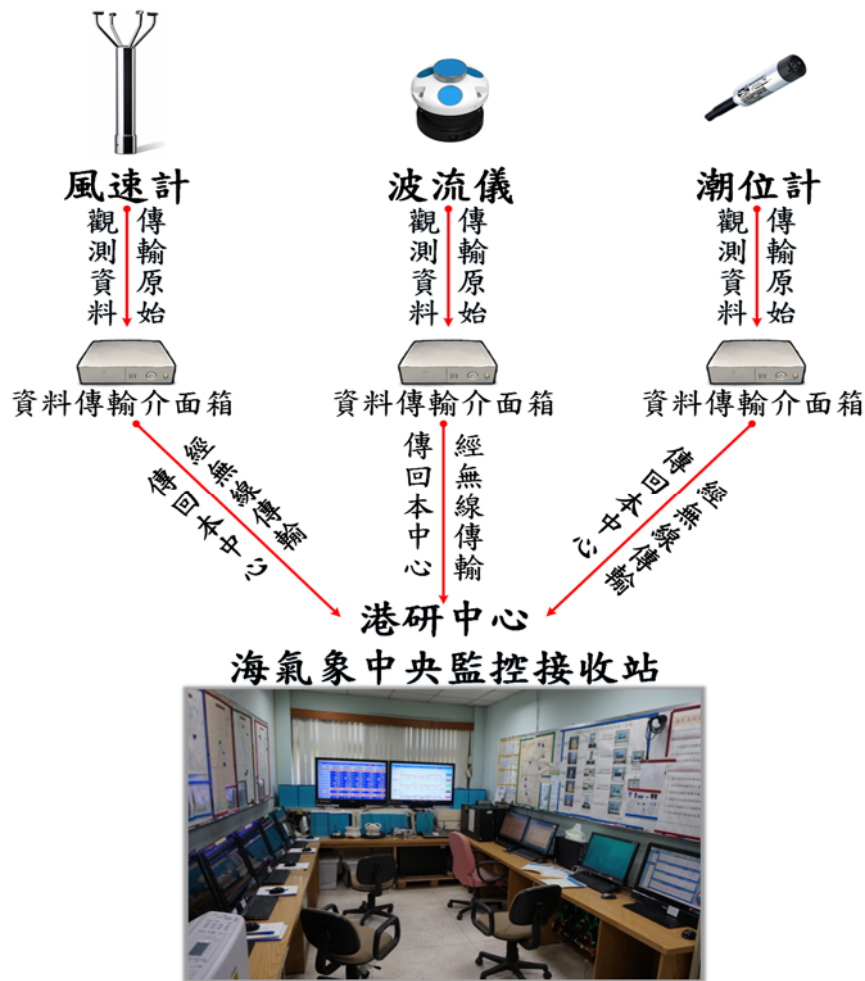
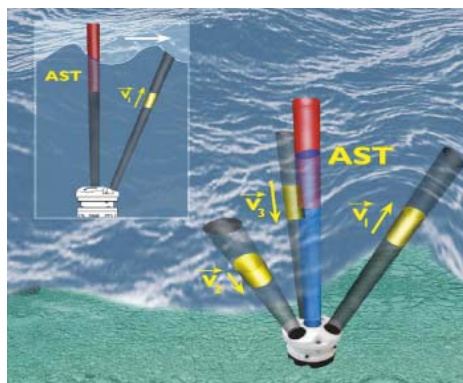


圖 2.1.2 離岸風電海域海氣象觀測系統架構圖

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)

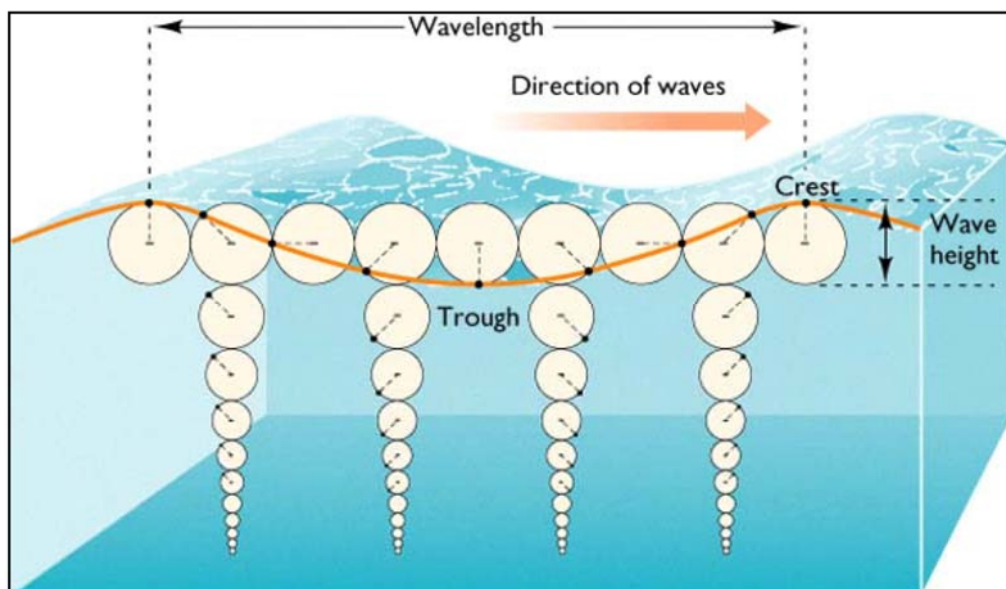
圖 2.1.3 底碇式觀測原理及 AWAC 觀測儀器示意圖

表 2.1.1 不同型號波流儀 AWAC 特性比較表

	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

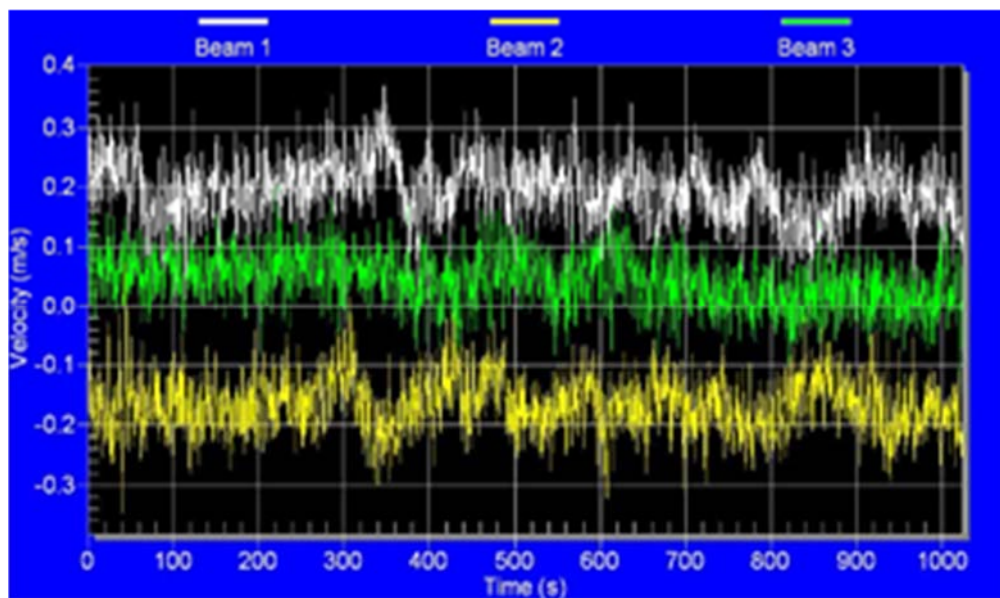
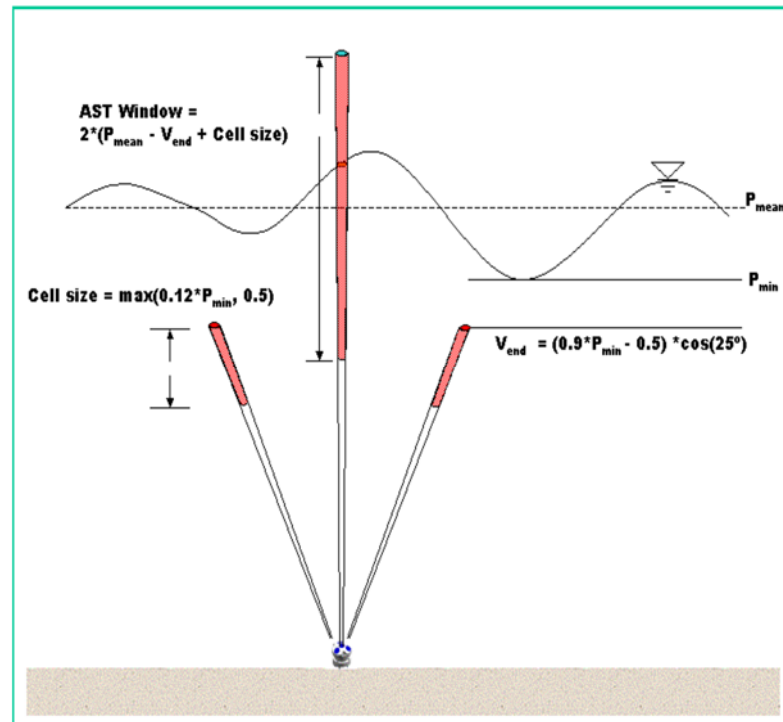
AWAC 於波高量測共可分為(1)PUV 模式(2)波速量測模式(3)直接量測水面波高變化等 3 種模式，茲說明如下：

- (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。



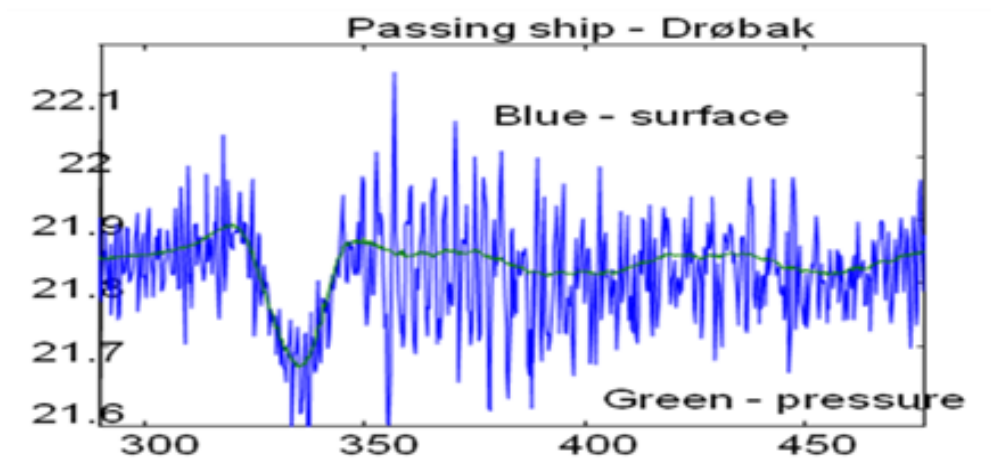
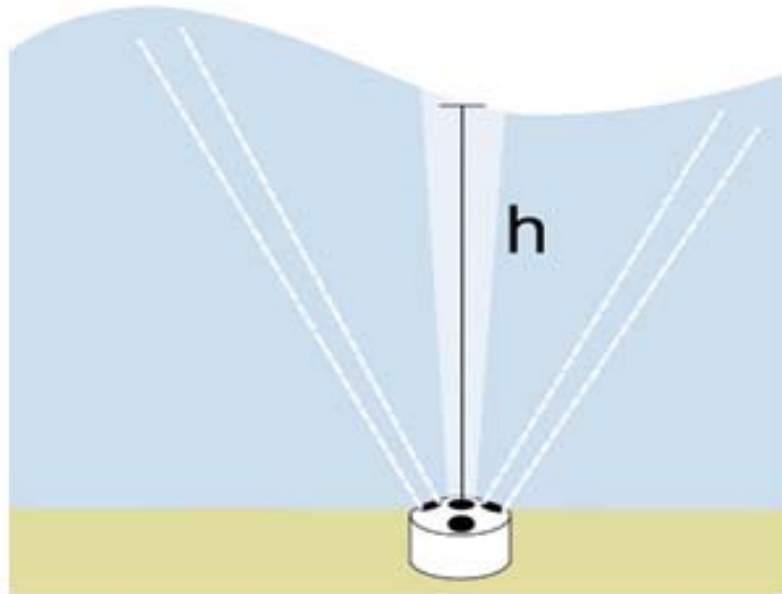
(資料來源：Nortek AS)

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，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

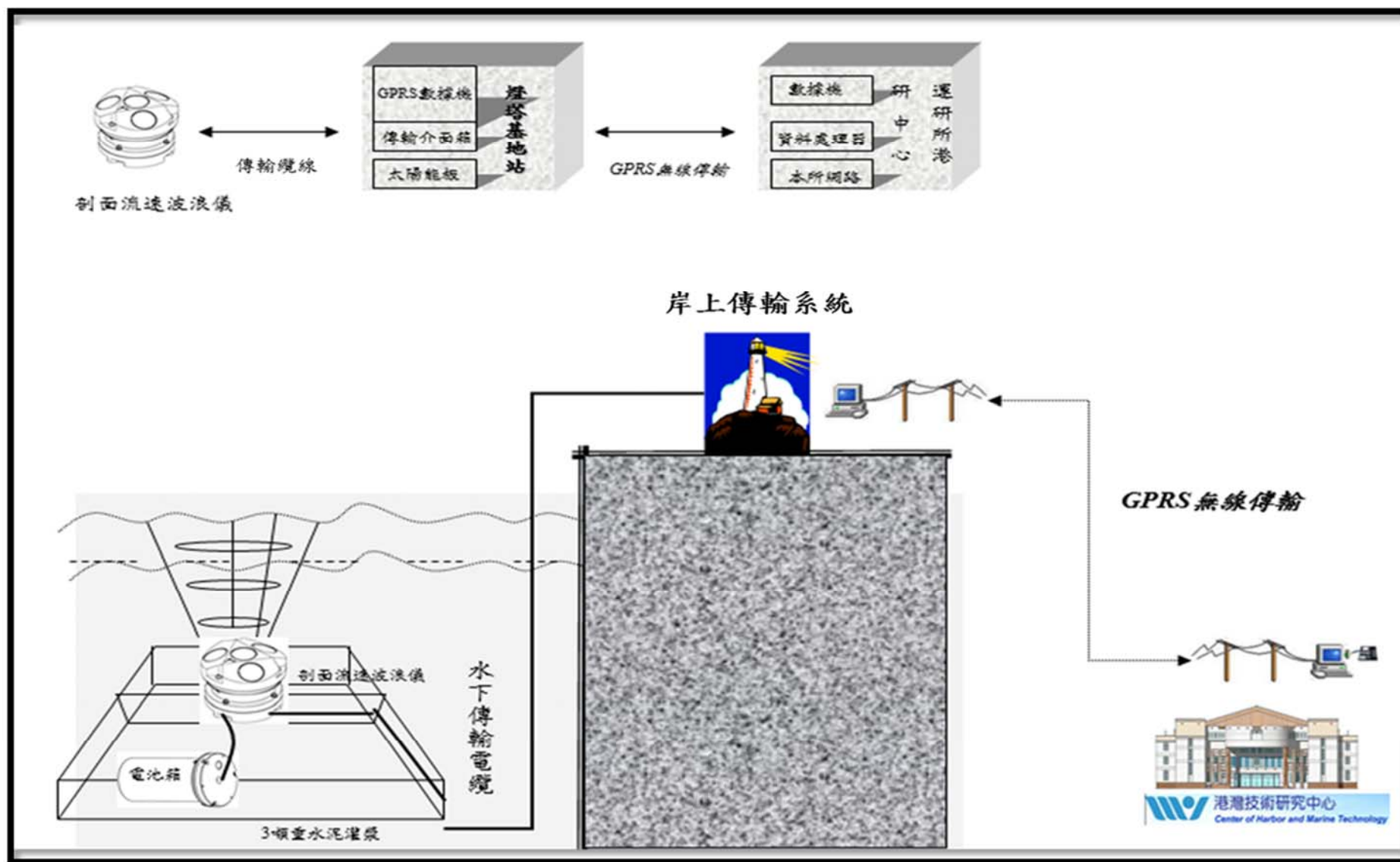


圖 2.1.8 底碇式水下波流觀測系統示意圖



(a)



(b)



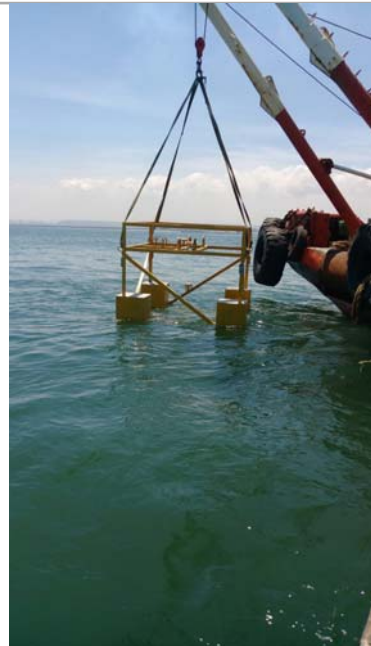
(c)



(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，觀測站設置於臺中港港區內 4 號碼頭，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



圖 2.1.11 潮位即時觀測站建置圖

3. 風速風向觀測儀

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。



(圖片來源：Gill Instruments)

(a) GILL WindObserver



(圖片來源：SONIC Coproration)

(b) SONIC SA-20

圖 2.1.12 二維超音波式風速風向儀示意圖

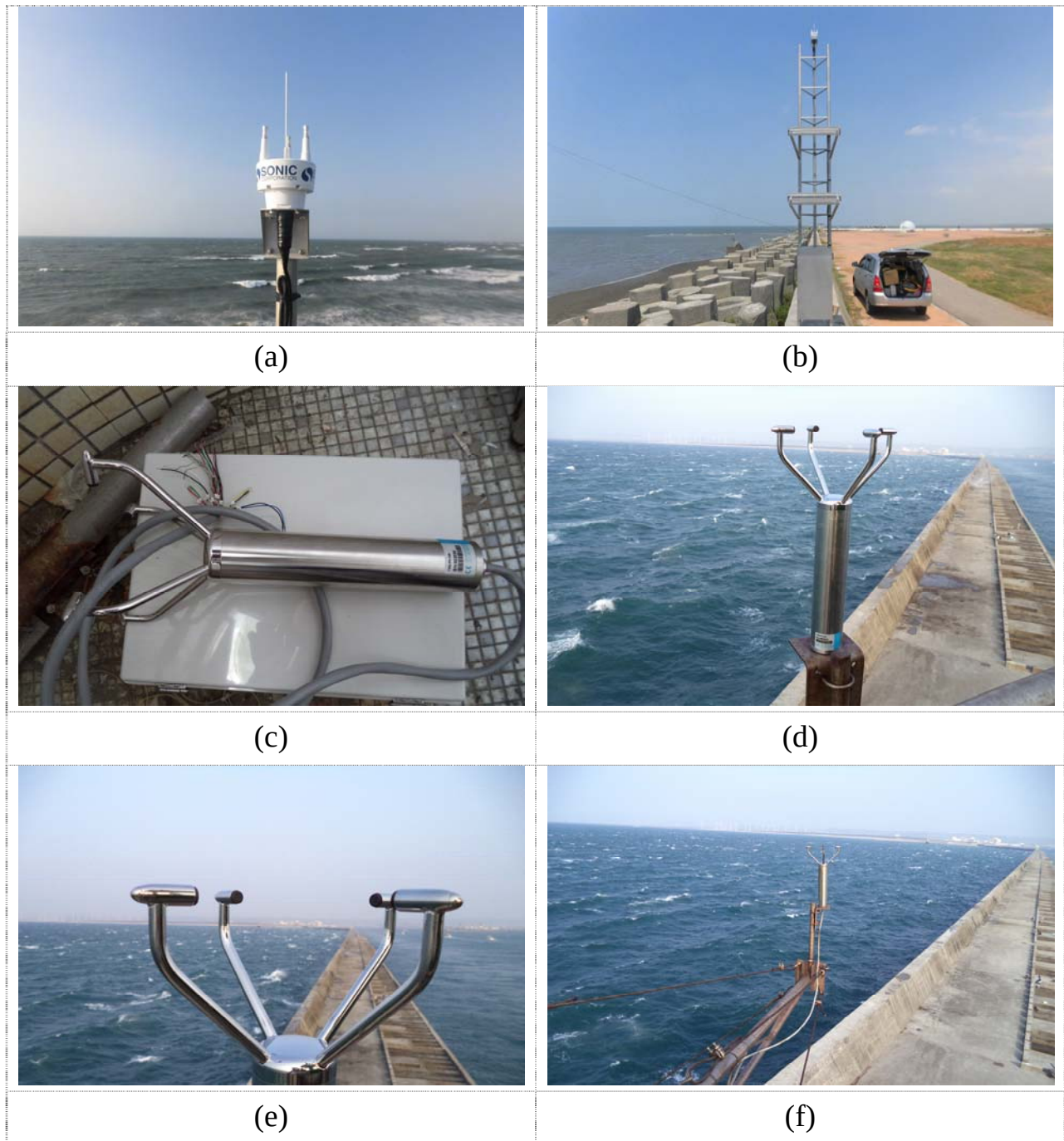


圖 2.1.13 風速風向即時觀測站建置圖

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
NORTEK 公司 超音波式表面波高 波向與剖面海流儀 600 kHz AWAC	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 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°	1 小時輸出 1 筆
GILL 公司 二維超音波式風速 風向儀 WindObserver	風速 量測範圍：0 ~ 75 m/s 精度：2% 解析度：0.01 m/s 風向 量測範圍：0 ~ 360° 精度：±2° 解析度：1°	10 分鐘輸出 1 筆
SONIC 公司 二維超音波式風速 風向儀 SA-20	風速 量測範圍：0 ~ 90 m/s 精度：3% 解析度：0.01 m/s 風向 量測範圍：0 ~ 360° 精度：±3° 解析度：0.1°	10 分鐘輸出 1 筆
TE 公司 壓力式潮位儀 KPSI 735	量測範圍：0 ~ 20 m (H ₂ O) 精度：±0.05%FS	1 分鐘輸出 1 筆

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。

第三章 離岸風電區海氣象觀測資料特性分析

3.1 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、現場可工作機率等，提供外海施工、碼頭作業及船舶操船應用參考。

本報告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，有關文中風速風向、波浪及海流各統計參數定義如下：

1. 風速風向

- (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

依據前（107）年度研究報告「離岸風電區海氣象觀測與特性分析（2/4）」風觀測站分析成果，北堤綠燈塔觀測站（T2），設置高度約 15 公尺，遠離內陸受地形環境遮蔽影響較小，本年度係取 T2 觀測站所測得風觀測資料執行分析，茲將風、波浪及海流有效記錄時數盧列

如表 3.1.1 所示。

表 3.1.1 歷年逐月海氣象觀測資料有效記錄統計時數表

月份	風 2005~2019 (蒐集率%)	波浪 2004~2019 (蒐集率%)	海流 2004~2019 (蒐集率%)
1	9,587 (92.0%)	8,651 (77.5%)	8,508 (76.2%)
2	8,414 (88.8%)	7,261 (67.2%)	7,047 (65.3%)
3	9,243 (88.7%)	6,711 (56.4%)	6,557 (55.1%)
4	8,167 (81.0%)	7,393 (64.2%)	7,037 (61.1%)
5	8,559 (82.2%)	8,106 (68.1%)	7,955 (66.8%)
6	8,626 (85.6%)	9,331 (81.0%)	9,180 (79.7%)
7	9,471 (90.9%)	10,866 (91.3%)	10,310 (86.6%)
8	9,057 (87.0%)	10,386 (87.2%)	9,926 (83.4%)
9	9,092 (91.3%)	9,680 (89.4%)	9,404 (86.9%)
10	8,562 (82.2%)	8,962 (80.3%)	8,821 (79.0%)
11	9,313 (92.4%)	7,972 (73.8%)	7,782 (72.1%)
12	10,108 (97.0%)	7,573 (67.9%)	7,446 (66.7%)
全期	108,199 (88.3%)	102,892 (75.4%)	99,973 (73.2%)

3.2 風觀測資料分析

北堤綠燈塔風力觀測站（T2），設置高度約 15 公尺，風觀測資料測係取 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速風向資料繪製成下述圖表加以分析：

1. 歷年四季及全觀測期逐時風速風向分佈統計表（如表 3.2.1）。
2. 歷年四季及全觀測期逐時風速風向機率分佈圖（如圖 3.2.1 圖~3.2.2）。
3. 歷年分月、分季及全觀測期逐時風速風向聯合分佈百分比統計表（如表 3.2.2~表 3.2.6）。
4. 歷年分月、分季及全觀測期逐時風速風向玫瑰圖（如圖 3.2.3~圖 3.2.20）。
5. 108 年度風觀測資料逐時歷線圖（如圖 3.2.21~圖 3.2.32）。

本港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，約佔歷年四成，風速分佈小於 5 m/s 約佔 29.8%，介於 5~10 m/s 間比率約為 29.3%；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 63%，S~W 象限次之，約為 23%，16 分位中以 NNE 向比率最高（36.2%），NE（20.0%）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，佔整季七成，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（24.7%）象限，16 分位中以 NNE 向統計百分比率最高，約為 31%；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 6.5 m/s，為四個季節中最低，風速分佈以 10 m/s 以下比率最高，約佔整季八成，夏季時因西南季風增強，以 S~W 象限比率最高，約佔整季 55.7%，N~E 象限僅餘 20%，16 分位中以 SSW 向 23.6%最大。

冬季為四季中平均風速最高，風速值約為 13.1 m/s（6 級風），風速分佈以大於 10 m/s 比率最高，約佔整季 66.1%，5~10 m/s 間比率為 19.0%，小於 5 m/s 約為整季 14.8%，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 10.5 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 48.7%，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 78.2%（秋季）、91.5%（冬季），16 分位中均以 NNE 向比率最大，分別為 57.5%（冬季）、45.5%（秋季）。

表3.2.1 歷年四季及全觀測期風速、風向分佈統計表

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	35.9	33.3	30.8	
夏	6.5	41.2	42.2	16.6	
秋	10.5	28.1	23.2	48.7	
冬	13.1	14.8	19.0	66.1	
全期	9.6	29.8	29.3	40.9	
風向分佈（四象限）					
季節	N~E (%)	E~S (%)	S~W (%)	W~N (%)	靜風 (%)
春	59.8	4.8	24.7	7.7	3.0
夏	20.0	11.7	55.7	11.7	1.0
秋	78.2	4.8	10.2	6.1	0.7
冬	91.5	2.1	2.2	3.0	1.2
全期	62.6	5.8	23.0	7.1	1.5

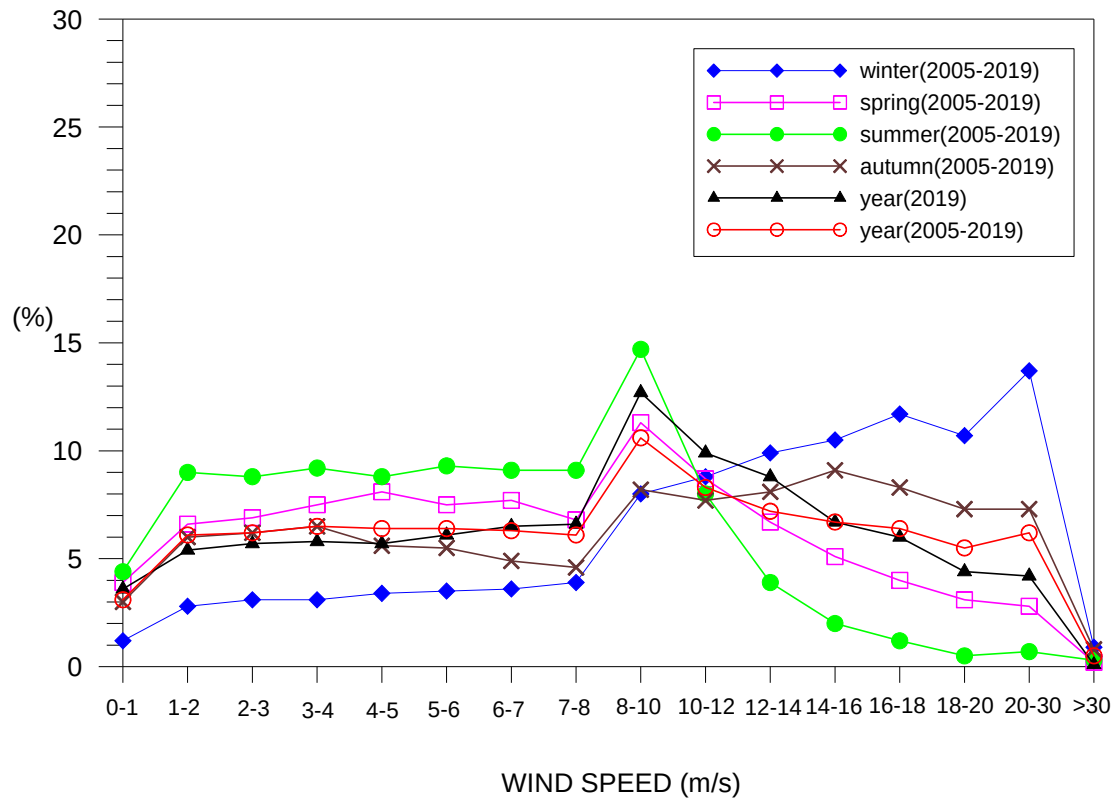


圖3.2.1 歷年四季及全觀測期風速機率分佈圖

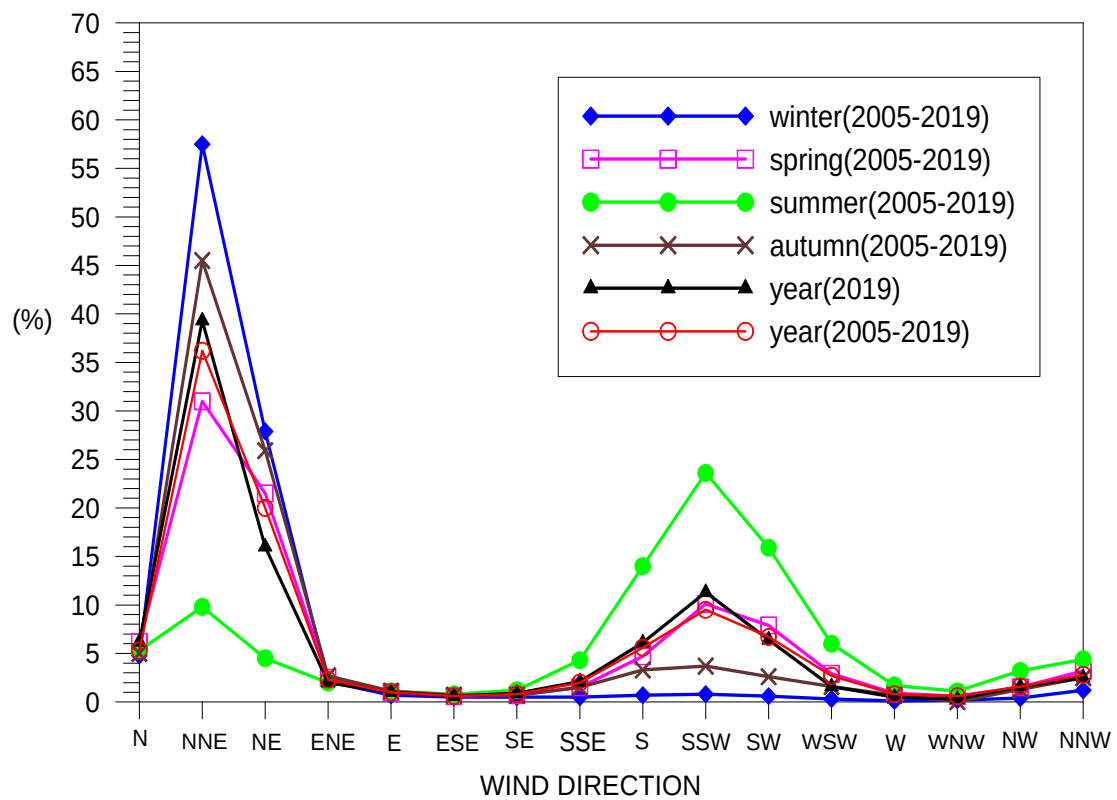


圖3.2.2 歷年四季及全觀測期風向（16分位）機率分佈圖

表3.2.2 歷年 冬季 臺中測站風速及風向聯合分佈百分比(%)統計表

2005年 ~ 2019年

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	.1	.1	.1	.1	.0	1.2
1m/s	.1	.2	.4	.4	.3	.2	.2	.2	.1	.1	.1	.1	.0	.0	.1	.1	2.8
2m/s	.2	.3	.9	.7	.2	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.2	3.1
3m/s	.2	.6	1.1	.4	.0	.0	.0	.0	.1	.1	.1	.1	.0	.0	.1	.2	3.1
4m/s	.4	.9	1.3	.2	.0	.0	.0	.0	.1	.1	.1	.1	.0	.0	.0	.2	3.4
5m/s	.5	1.2	1.3	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.2	3.5
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	.9	4.0	2.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.1	8.0
10m/s	.7	5.3	2.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	8.8
12m/s	.5	6.7	2.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	9.9
14m/s	.2	7.4	2.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	10.5
16m/s	.1	8.6	3.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	11.7
18m/s	.0	7.8	2.9	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	10.7
20m/s	.0	10.4	3.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	13.7
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(%)	4.8	57.5	27.9	2.1	.7	.5	.5	.5	.7	.8	.6	.3	.1	.2	.4	1.2	98.8

[註1]:主要風速介於20 ~ 25 m/s佔13.7% , 風向NNE佔57.5%。

[註2]:風速平均值=13.1m/s, 風速最大值=30.3m/s, 其風向為NNE。

[註3]:風速小於5m/s佔14.8% , 介於5 ~ 10m/s佔19.0% , 大於10m/s佔66.1%。

[註4]:風向N~E佔91.5% , E~S佔2.1% , S~W佔2.2% , W~N佔3.0% , 靜風佔1.2%。

[註5]:資料每小時紀錄一次 , 合計28,109筆(92.7%)。

表3.2.3 歷年 春季 臺中測站風速及風向聯合分佈百分比(%)統計表

2005年 ~ 2019年

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	.7	.3	.3	.2	.1	.2	.2	.2	.1	.1	.2	.4	.3	.4	.1	3.9
1m/s	.3	.6	.8	.7	.5	.3	.3	.3	.4	.4	.4	.4	.3	.2	.4	.4	6.6
2m/s	.4	.7	1.1	.7	.2	.1	.1	.4	.5	.7	.6	.4	.1	.0	.3	.6	6.9
3m/s	.6	1.0	1.4	.4	.1	.0	.0	.3	.7	1.0	.7	.4	.0	.0	.2	.6	7.5
4m/s	.9	1.3	1.4	.3	.0	.0	.0	.1	.6	1.4	.8	.4	.0	.0	.1	.6	8.1
5m/s	.8	1.6	1.2	.1	.0	.0	.0	.1	.7	1.5	.9	.3	.0	.0	.0	.4	7.5
6m/s	.7	1.9	1.3	.1	.0	.0	.0	.1	.6	1.5	.9	.3	.0	.0	.0	.2	7.7
7m/s	.6	1.9	1.3	.0	.0	.0	.0	.1	.5	1.3	.8	.2	.0	.0	.0	.1	6.8
8m/s	.8	3.8	2.7	.0	.0	.0	.0	.1	.5	1.7	1.4	.2	.0	.0	.0	.1	11.3
10m/s	.7	3.8	2.6	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.4	.8	.1	.0	.0	.0	.1	8.7
12m/s	.2	3.7	2.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.3	.0	.0	.0	.0	.0	6.7
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	2.6	1.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	4.0
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	2.0	.9	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	2.8
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(%)	6.2	31.0	21.5	2.5	1.0	.6	.7	1.5	4.7	10.1	7.9	2.9	.9	.6	1.5	3.2	97.0

[註1]:主要風速介於8 ~ 10 m/s佔11.3%，風向NNE佔31.0%。

[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35.9%，介於5 ~ 10m/s佔33.3%，大於10m/s佔30.7%。

[註4]:風向N ~ E佔59.8%，E ~ S佔4.8%，S ~ W佔24.7%，W ~ N佔7.7%，靜風佔3.0%。

[註5]:資料每小時紀錄一次，合計25,969筆(84.0%)。

表3.2.4 歷年 夏季 臺中測站風速及風向聯合分佈百分比(%)統計表

2005年 ~ 2019年

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	.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	.6	9.0
2m/s	.4	.5	.8	.6	.3	.2	.2	.8	.8	.8	.8	.8	.2	.0	.7	.8	8.8
3m/s	.6	.6	.6	.2	.1	.1	.2	1.0	1.4	1.3	1.1	.7	.0	.0	.5	.9	9.2
4m/s	.7	.7	.5	.1	.0	.0	.1	.8	1.5	1.7	1.1	.6	.0	.0	.2	.8	8.8
5m/s	.7	.7	.4	.0	.0	.0	.1	.5	2.0	2.4	1.2	.6	.0	.0	.1	.6	9.3
6m/s	.6	.7	.3	.0	.0	.0	.0	.2	2.0	2.9	1.3	.6	.0	.0	.0	.4	9.1
7m/s	.5	.7	.2	.0	.0	.0	.0	.2	1.7	3.4	1.6	.5	.0	.0	.0	.1	9.1
8m/s	.6	1.2	.3	.0	.0	.0	.0	.3	2.4	5.8	3.6	.6	.0	.0	.0	.1	14.7
10m/s	.2	1.0	.2	.0	.0	.0	.0	.1	.9	2.6	2.9	.1	.0	.0	.0	.0	8.0
12m/s	.2	.8	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.3	1.2	1.2	.0	.0	.0	.0	.0	3.9
14m/s	.1	.8	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.6	.3	.0	.0	.0	.0	.0	2.0
16m/s	.1	.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.2
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	.7
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(%)	5.3	9.8	4.5	2.0	1.1	.8	1.2	4.3	14.0	23.6	15.9	6.0	1.7	1.1	3.2	4.4	99.0

[註1]:主要風速介於8 ~ 10 m/s佔14.7% , 風向SSW佔23.6%。

[註2]:風速平均值=6.5m/s, 風速最大值=42.5m/s, 其風向為N。

[註3]:風速小於5m/s佔41.2% , 介於5 ~ 10m/s佔42.2% , 大於10m/s佔16.6%。

[註4]:風向N~E佔20.0% , E~S佔11.7% , S~W佔55.7% , W~N佔11.7% , 靜風佔1.0%。

[註5]:資料每小時紀錄一次 , 合計27,154筆(87.8%)。

表3.2.5 歷年 秋季 臺中測站風速及風向聯合分佈百分比(%)統計表

2005年 ~ 2019年

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	.3	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.2	.4	.3	.3	.1	3.0
1m/s	.2	.5	.7	.8	.6	.3	.3	.4	.3	.4	.3	.3	.2	.1	.4	.3	6.0
2m/s	.4	.7	1.1	.8	.2	.1	.2	.3	.5	.4	.4	.3	.1	.0	.3	.4	6.2
3m/s	.6	.9	1.3	.4	.1	.0	.1	.3	.6	.7	.5	.3	.0	.0	.2	.5	6.5
4m/s	.6	1.0	1.4	.2	.0	.0	.0	.2	.5	.6	.4	.1	.0	.0	.1	.5	5.6
5m/s	.7	1.4	1.4	.1	.0	.0	.0	.1	.5	.5	.2	.1	.0	.0	.0	.4	5.5
6m/s	.6	1.5	1.5	.1	.0	.0	.0	.0	.3	.3	.2	.1	.0	.0	.0	.2	4.9
7m/s	.5	1.5	1.8	.0	.0	.0	.0	.0	.2	.2	.1	.1	.0	.0	.0	.1	4.6
8m/s	.6	3.5	3.5	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.2	.2	.1	.0	.0	.0	.0	8.2
10m/s	.3	4.2	2.9	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.0	7.7
12m/s	.1	5.4	2.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	8.1
14m/s	.1	6.7	2.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	9.1
16m/s	.1	6.0	2.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	8.3
18m/s	.0	5.6	1.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	7.3
20m/s	.1	5.6	1.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	7.3
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(%)	5.0	45.5	25.9	2.7	1.1	.7	.7	1.5	3.3	3.7	2.6	1.6	.7	.4	1.3	2.5	99.3

[註1]:主要風速介於14 ~ 16 m/s佔9.1% , 風向NNE佔45.5%。

[註2]:風速平均值=10.5m/s, 風速最大值=56.3m/s, 其風向為NNE。

[註3]:風速小於5m/s佔28.1% , 介於5 ~ 10m/s佔23.2% , 大於10m/s佔48.7%。

[註4]:風向N~E佔78.2% , E~S佔4.8% , S~W佔10.2% , W~N佔6.1% , 靜風佔0.7%。

[註5]:資料每小時紀錄一次 , 合計26,967筆(88.5%)。

表3.2.6 歷年 臺中測站風速及風向聯合分佈百分比(%)統計表

2005年 ~ 2019年

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	.1	.1	.1	.1	.1	.2	.4	.3	.3	.1	3.1
1m/s	.2	.4	.6	.6	.5	.3	.3	.3	.3	.3	.3	.5	.3	.2	.5	.3	6.1
2m/s	.4	.5	1.0	.7	.2	.1	.2	.4	.5	.5	.5	.4	.1	.0	.3	.5	6.2
3m/s	.5	.8	1.1	.4	.1	.0	.1	.4	.7	.8	.6	.4	.0	.0	.2	.5	6.5
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	.6	.3	.0	.0	.0	.4	6.4
6m/s	.6	1.4	1.1	.0	.0	.0	.0	.1	.7	1.2	.6	.2	.0	.0	.0	.2	6.3
7m/s	.5	1.5	1.1	.0	.0	.0	.0	.1	.6	1.2	.7	.2	.0	.0	.0	.1	6.1
8m/s	.7	3.1	2.3	.0	.0	.0	.0	.1	.8	1.9	1.3	.2	.0	.0	.0	.1	10.6
10m/s	.5	3.6	2.1	.0	.0	.0	.0	.0	.3	.8	1.0	.1	.0	.0	.0	.0	8.3
12m/s	.3	4.2	1.9	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.3	.4	.0	.0	.0	.0	.0	7.2
14m/s	.1	4.5	1.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.2	.1	.0	.0	.0	.0	.0	6.7
16m/s	.1	4.5	1.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	6.4
18m/s	.0	4.0	1.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	5.5
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	36.2	20.0	2.3	1.0	.6	.8	2.0	5.6	9.5	6.7	2.7	.8	.6	1.6	2.8	98.5

[註1]:主要風速介於8 ~ 10 m/s佔10.6% , 風向NNE佔36.2%。

[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29.8% , 介於5 ~ 10m/s佔29.3% , 大於10m/s佔40.9%。

[註4]:風向N ~ E佔62.6% , E ~ S佔5.8% , S ~ W佔23.0% , W ~ N佔7.1% , 靜風佔1.5%。

[註5]:資料每小時紀錄一次 , 合計108,199筆(88.3%)。

風玫瑰圖

時間:2005~2019年 每年12月 資料數:10,108(97.0%)
 平均值=13.6m/s 最大值=30.3m/s(NNE)
 小於5m/s:13.0% 5~10m/s:17.1% 10~15m/s:24.1%
 大於15m/s:45.7%
 N~E:93.5% E~S:2.0% S~W:1.6% W~N:2.6%
 靜風:0.2%

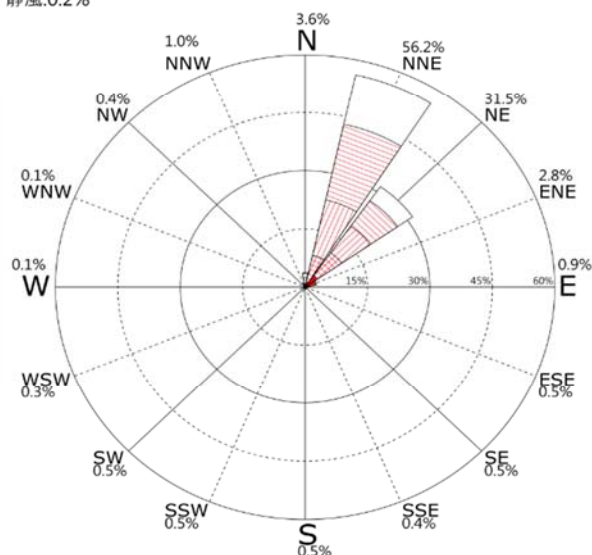


圖3.2.3 歷年 12月 臺中測站風玫瑰圖

時間:2005~2019年 每年1月 資料數:9,587(92.0%)
 平均值=13.5m/s 最大值=28.4m/s(NE)
 小於5m/s:13.7% 5~10m/s:18.6% 10~15m/s:23.0%
 大於15m/s:44.7%
 N~E:92.3% E~S:1.4% S~W:0.8% W~N:2.4%
 靜風:3.0%

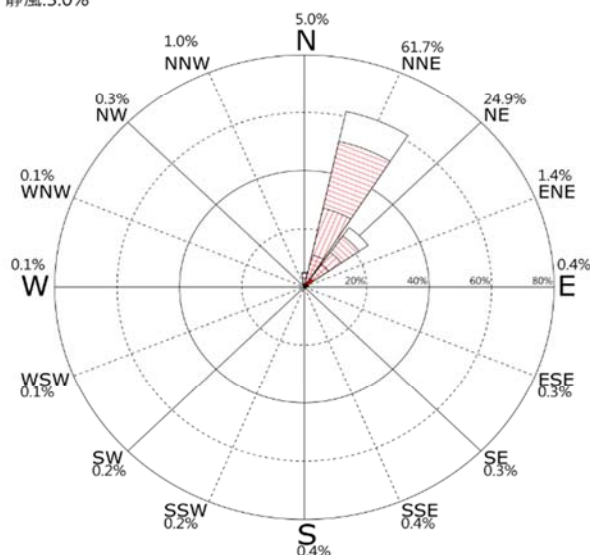


圖3.2.4 歷年 1月 臺中測站風玫瑰圖

時間:2005~2019年 每年2月 資料數:8,414(88.8%)
 平均值=12.0m/s 最大值=26.2m/s(NNE)
 小於5m/s:18.2% 5~10m/s:21.8% 10~15m/s:23.9%
 大於15m/s:36.1%
 N~E:88.2% E~S:2.9% S~W:4.6% W~N:4.0%
 靜風:0.3%

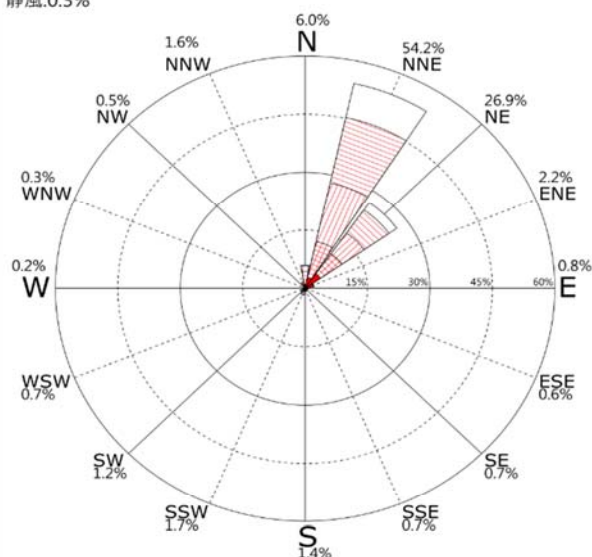


圖3.2.5 歷年 2月 臺中測站風玫瑰圖

時間:2005~2019年 每年冬季 資料數:28,109(92.7%)
 平均值=13.1m/s 最大值=30.3m/s(NNE)
 小於5m/s:14.8% 5~10m/s:19.0% 10~15m/s:23.7%
 大於15m/s:42.5%
 N~E:91.5% E~S:2.1% S~W:2.2% W~N:3.0%
 靜風:1.2%

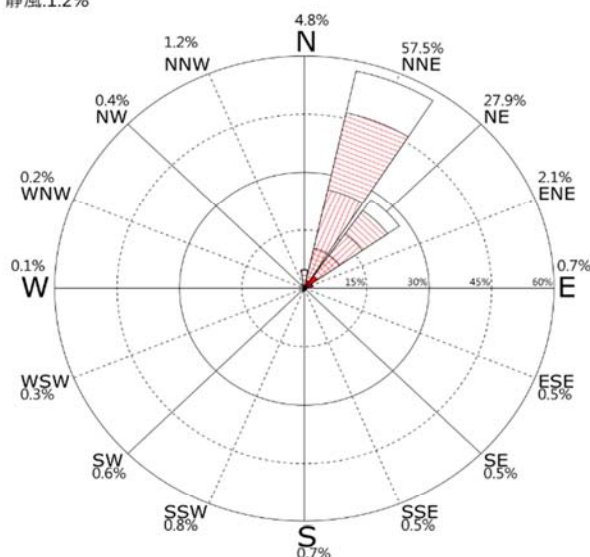
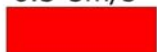


圖3.2.6 歷年 冬季 臺中測站風玫瑰圖

0.3-5m/s



5-10m/s



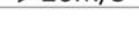
10-15m/s



15-20m/s



>20m/s



風玫瑰圖

時間:2005~2019年 每年3月 資料數:9,243(88.7%)
 平均值=9.7m/s 最大值=54.8m/s(NE)
 小於5m/s:31.8% 5~10m/s:25.3% 10~15m/s:21.6%
 大於15m/s:21.4%
 N~E:75.1% E~S:4.1% S~W:10.7% W~N:6.3%
 靜風:3.8%

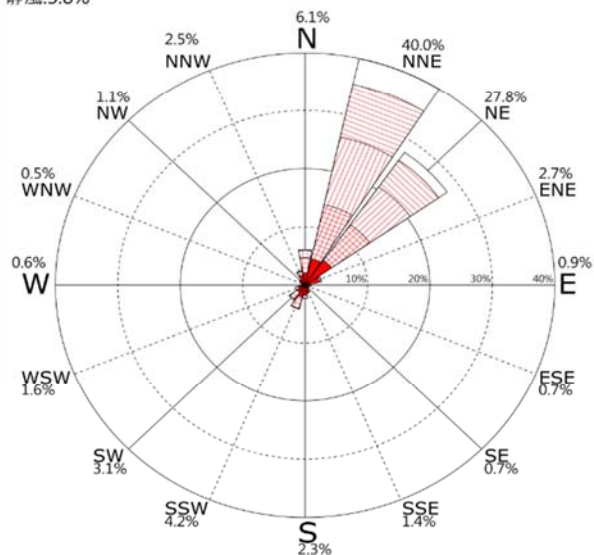


圖3.2.7 歷年 3月 臺中測站風玫瑰圖

時間:2005~2019年 每年4月 資料數:8,167(81.0%)
 平均值=7.9m/s 最大值=30.1m/s(NNE)
 小於5m/s:38.3% 5~10m/s:32.7% 10~15m/s:18.0%
 大於15m/s:11.1%
 N~E:57.9% E~S:5.0% S~W:24.5% W~N:8.4%
 靜風:4.2%

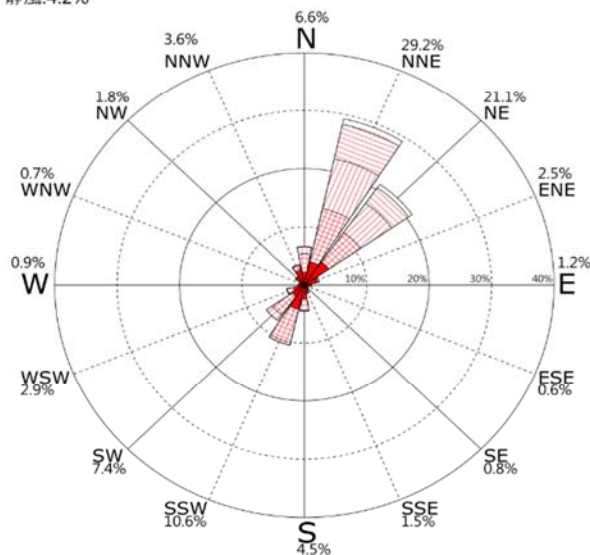


圖3.2.8 歷年 4月 臺中測站風玫瑰圖

時間:2005~2019年 每年5月 資料數:8,559(82.2%)
 平均值=6.9m/s 最大值=25.8m/s(NNE)
 小於5m/s:38.1% 5~10m/s:42.7% 10~15m/s:14.6%
 大於15m/s:4.5%
 N~E:45.0% E~S:5.4% S~W:39.9% W~N:8.7%
 靜風:1.0%

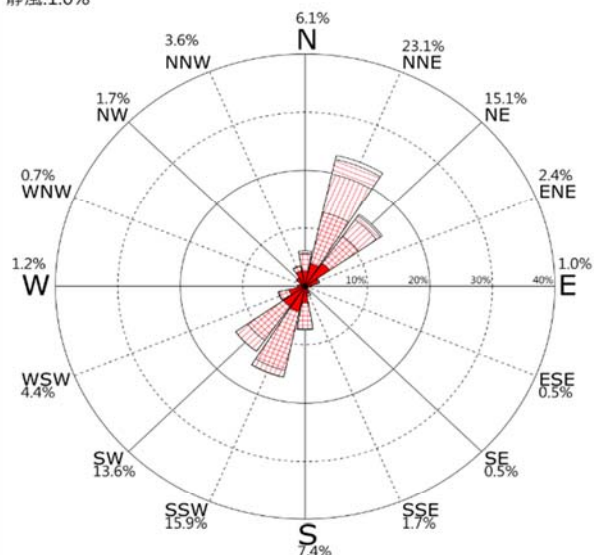


圖3.2.9 歷年 5月 臺中測站風玫瑰圖

時間:2005~2019年 每年春季 資料數:25,969(84.0%)
 平均值=8.2m/s 最大值=54.8m/s(NE)
 小於5m/s:35.9% 5~10m/s:33.3% 10~15m/s:18.2%
 大於15m/s:12.6%
 N~E:59.8% E~S:4.8% S~W:24.7% W~N:7.7%
 靜風:3.0%

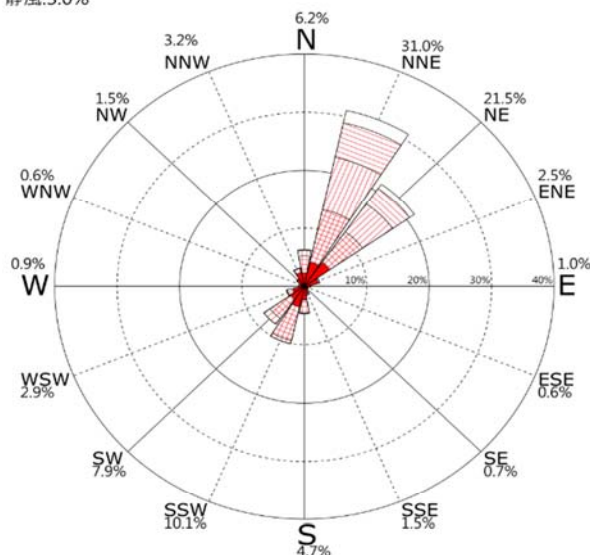
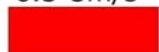


圖3.2.10 歷年 春季 臺中測站風玫瑰圖

0.3-5m/s



5-10m/s



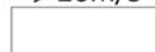
10-15m/s



15-20m/s



>20m/s



風玫瑰圖

時間:2005~2019年 每年6月 資料數:8,626(85.6%)
 平均值=7.1m/s 最大值=23.2m/s(NNE)
 小於5m/s:32.2% 5~10m/s:48.1% 10~15m/s:16.6%
 大於15m/s:3.2%
 N~E:22.1% E~S:9.2% S~W:61.7% W~N:6.3%
 靜風:0.7%

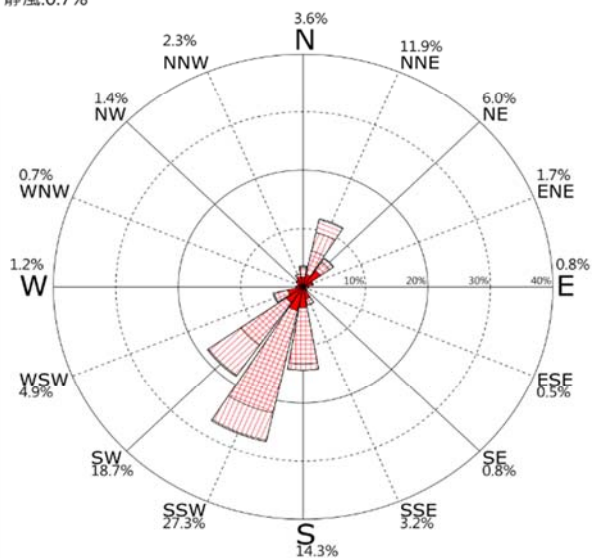


圖3.2.11 歷年 6月 臺中測站風玫瑰圖

時間:2005~2019年 每年8月 資料數:9,057(87.0%)
 平均值=5.9m/s 最大值=42.5m/s(N)
 小於5m/s:50.3% 5~10m/s:35.9% 10~15m/s:9.9%
 大於15m/s:3.8%
 N~E:22.3% E~S:14.5% S~W:47.3% W~N:14.8%
 靜風:1.1%

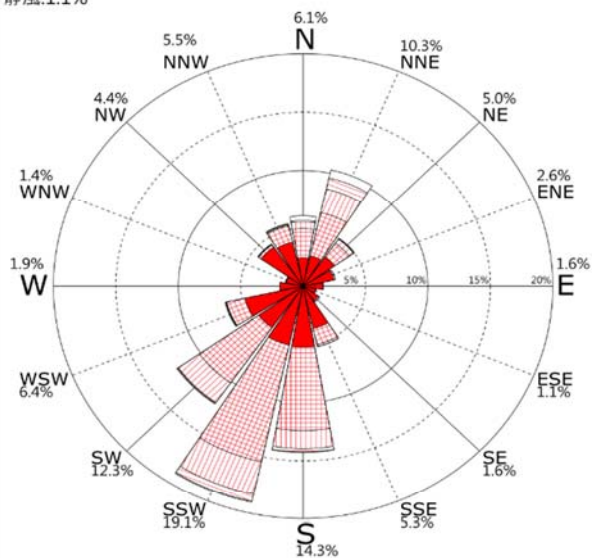


圖3.2.13 歷年 8月 臺中測站風玫瑰圖

時間:2005~2019年 每年7月 資料數:9,471(90.9%)
 平均值=6.6m/s 最大值=29.3m/s(SW)
 小於5m/s:40.6% 5~10m/s:42.9% 10~15m/s:12.6%
 大於15m/s:3.9%
 N~E:15.9% E~S:11.1% S~W:58.3% W~N:13.5%
 靜風:1.2%

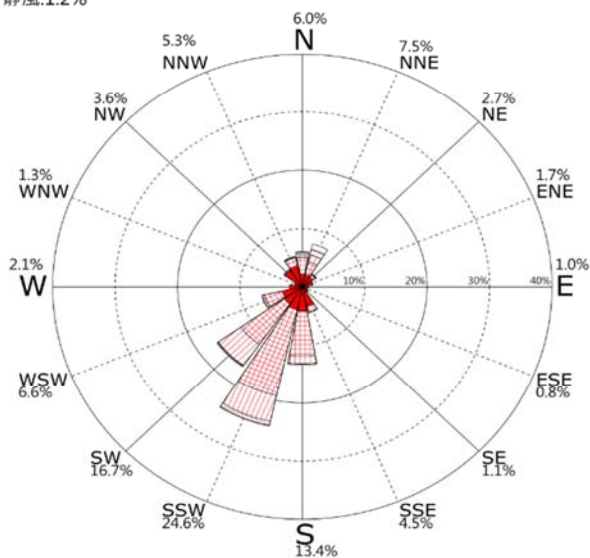


圖3.2.12 歷年 7月 臺中測站風玫瑰圖

時間:2005~2019年 每年夏季 資料數:27,154(87.8%)
 平均值=6.5m/s 最大值=42.5m/s(N)
 小於5m/s:41.2% 5~10m/s:42.2% 10~15m/s:13.0%
 大於15m/s:3.6%
 N~E:20.0% E~S:11.7% S~W:55.7% W~N:11.7%
 靜風:1.0%

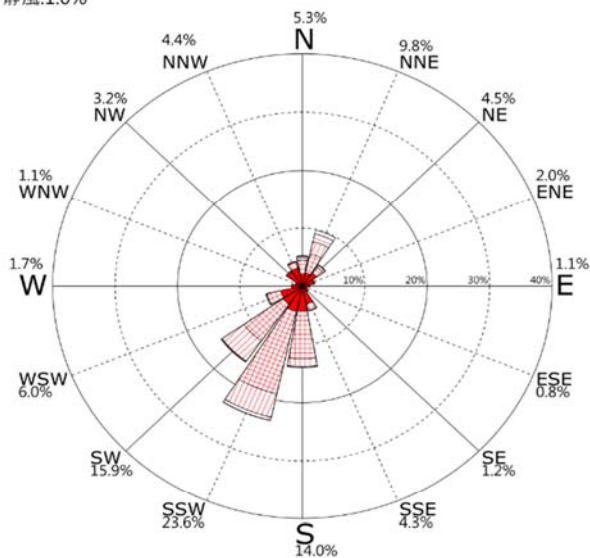


圖3.2.14 歷年 夏季 臺中測站風玫瑰圖

0.3-5m/s



5-10m/s



10-15m/s



15-20m/s



>20m/s



風玫瑰圖

時間:2005~2019年 每年9月 資料數:9,092(91.3%)
 平均值=7.7m/s 最大值=46.2m/s(N)
 小於5m/s:40.9% 5~10m/s:30.4% 10~15m/s:16.0%
 大於15m/s:12.7%
 N~E:61.1% E~S:8.4% S~W:20.4% W~N:9.4%
 靜風:0.7%

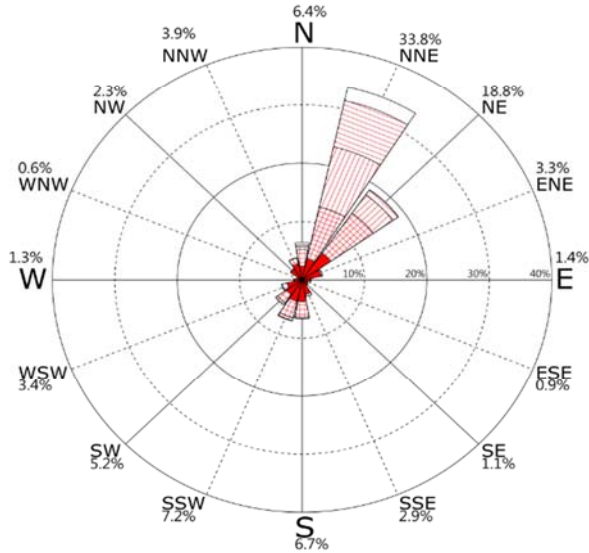


圖3.2.15 歷年 9月 臺中測站風玫瑰圖

時間:2005~2019年 每年10月 資料數:8,562(82.2%)
 平均值=12.2m/s 最大值=40.0m/s(NNE)
 小於5m/s:19.8% 5~10m/s:18.4% 10~15m/s:22.7%
 大於15m/s:39.1%
 N~E:87.7% E~S:2.2% S~W:5.2% W~N:3.8%
 靜風:1.1%

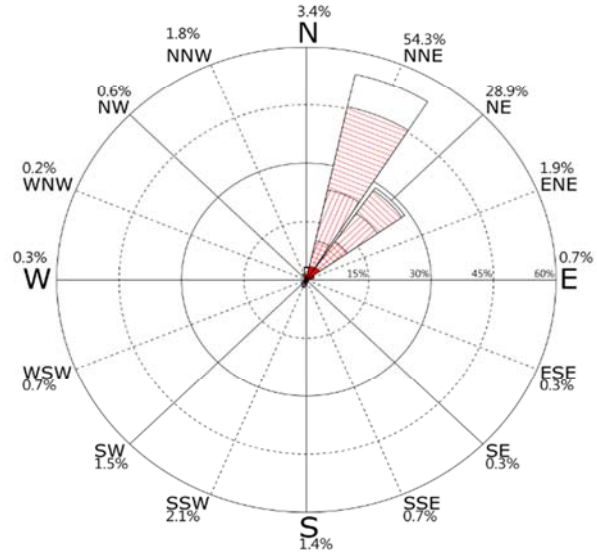


圖3.2.16 歷年 10月 臺中測站風玫瑰圖

時間:2005~2019年 每年11月 資料數:9,313(92.4%)
 平均值=11.6m/s 最大值=56.3m/s(NNE)
 小於5m/s:23.1% 5~10m/s:20.6% 10~15m/s:22.3%
 大於15m/s:34.0%
 N~E:86.3% E~S:3.5% S~W:4.7% W~N:5.1%
 靜風:0.4%

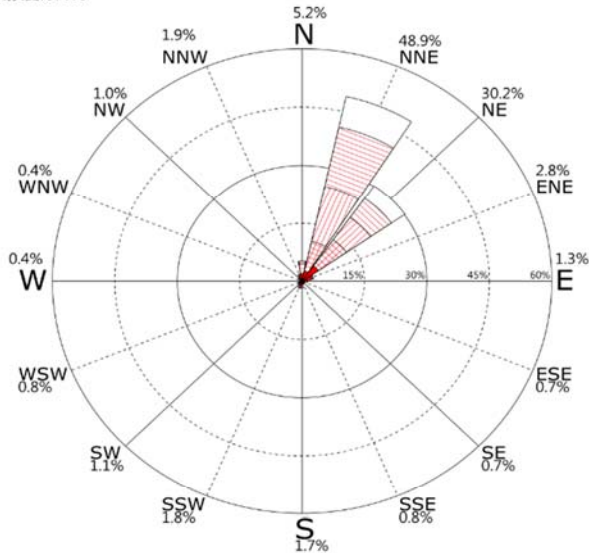


圖3.2.17 歷年 11月 臺中測站風玫瑰圖

時間:2005~2019年 每年秋季 資料數:26,967(88.5%)
 平均值=10.5m/s 最大值=56.3m/s(NNE)
 小於5m/s:28.1% 5~10m/s:23.2% 10~15m/s:20.3%
 大於15m/s:28.4%
 N~E:78.2% E~S:4.8% S~W:10.2% W~N:6.1%
 靜風:0.7%

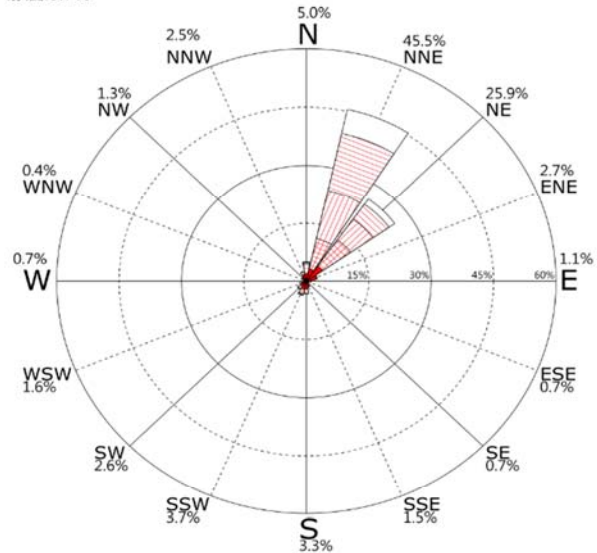


圖3.2.18 歷年 秋季 臺中測站風玫瑰圖

0.3-5m/s



5-10m/s



10-15m/s



15-20m/s



>20m/s



風玫瑰圖

時間:2018/09/01~2019/08/31 資料數:8,706(99.4%)
 平均值=9.3m/s 最大值=26.0m/s(NNE)
 小於5m/s:28.0% 5~10m/s:31.9% 10~15m/s:22.3%
 大於15m/s:17.8%
 N~E:62.4% E~S:6.2% S~W:23.4% W~N:6.4%
 靜風:1.7%

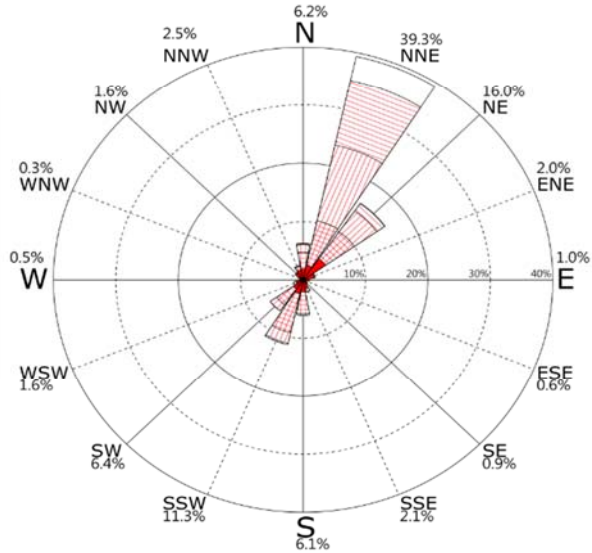


圖3.2.19 2019年 整年 臺中測站風玫瑰圖

時間:2005/09/07~2019/08/31 資料數:108,199(88.3%)
 平均值=9.6m/s 最大值=56.3m/s(NNE)
 小於5m/s:29.8% 5~10m/s:29.3% 10~15m/s:18.8%
 大於15m/s:22.1%
 N~E:62.6% E~S:5.8% S~W:23.0% W~N:7.1%
 靜風:1.5%

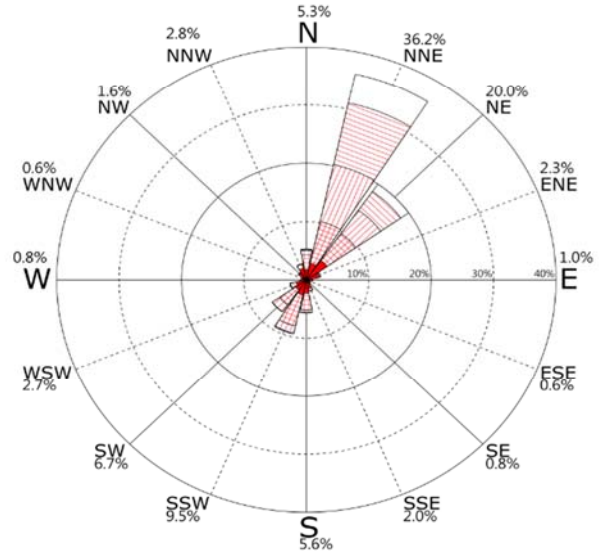


圖3.2.20 歷年 臺中測站風玫瑰圖

0.3-5m/s



5-10m/s



10-15m/s



15-20m/s



>20m/s



臺中測站 資料數:689(95.7%) 風速:平均值=8.5m/s 最大值=23.7m/s(NNE)
 小於5m/s:43.7% 5~10m/s:21.8% 10~15cm/s:9.4% 大於15m/s:25.1% N~E:56.0% E~S:7.8% S~W:23.5% W~N:12.6% 靜風:0.0%

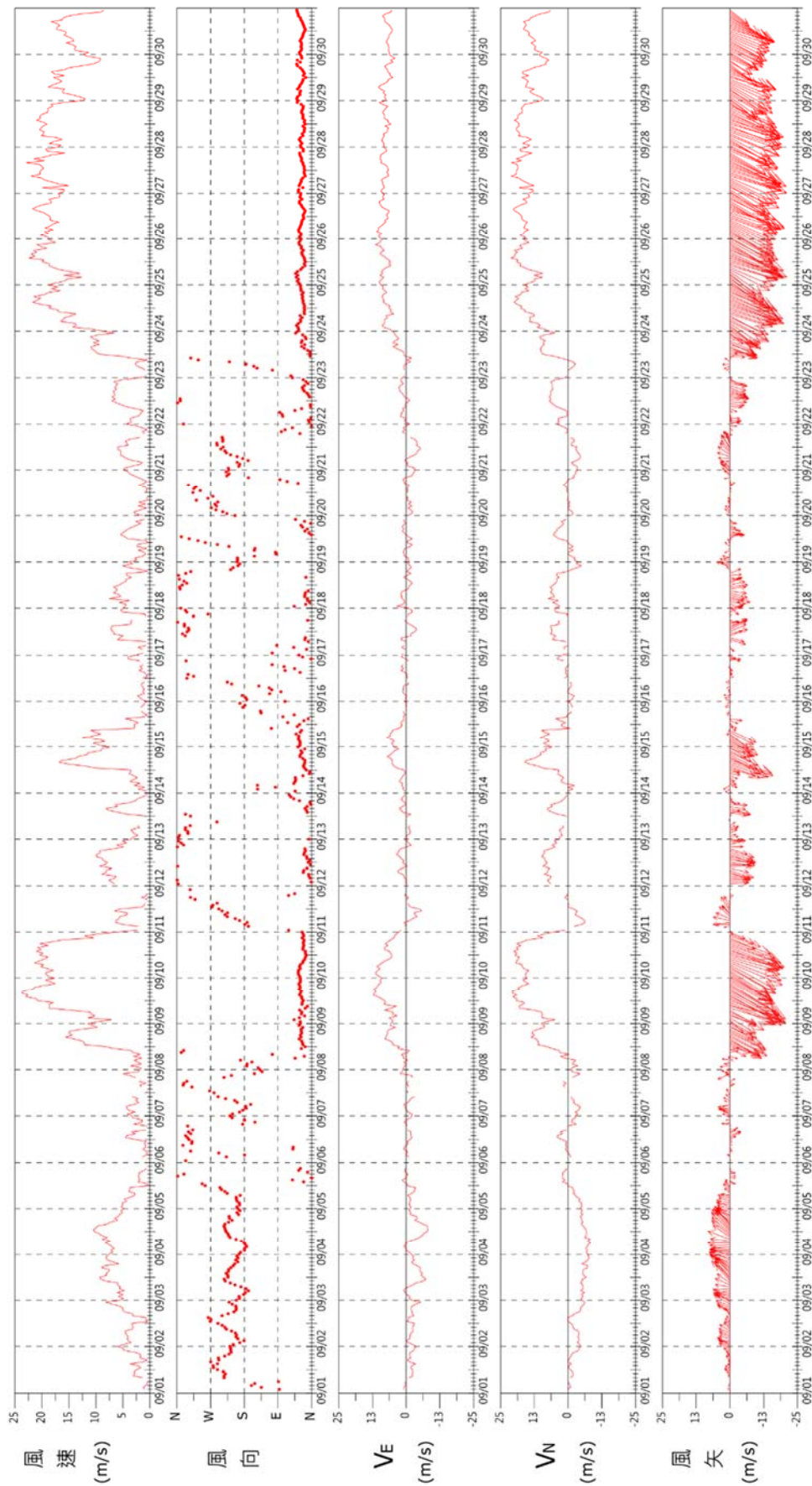


圖3.2.21 2018年9月臺中測站風歷線圖

臺中測站 資料數:744(100.0%) 風速:平均值=12.6m/s 最大值=24.2m/s(NNE)
 小於5m/s:9.9% 5~10m/s:22.6% 10~15cm/s:31.9% 大於15m/s:35.6% N~E:96.2% E~S:0.8% S~W:0.9% W~N:2.0% 靜風:0.0%

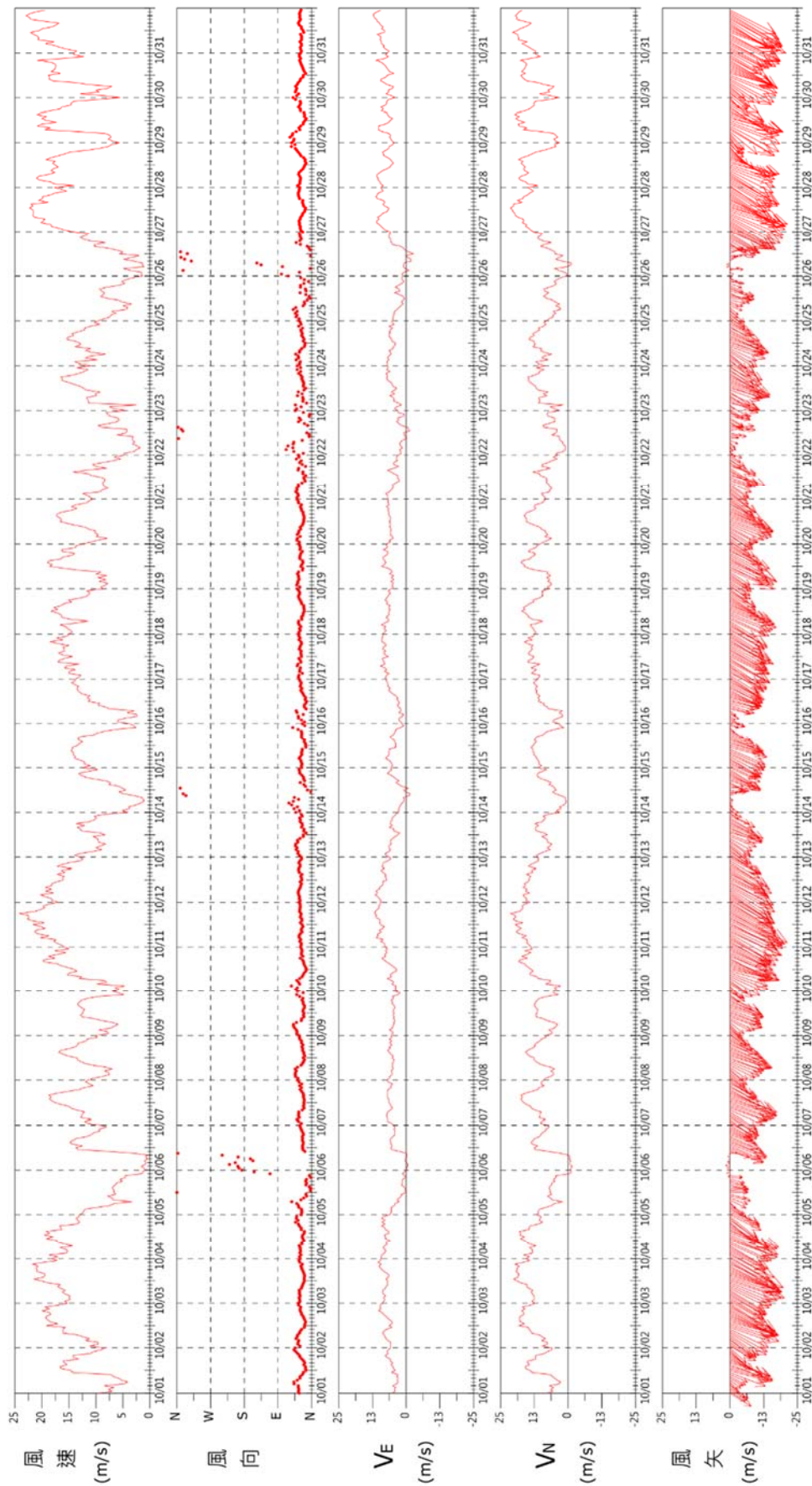


圖3.2.22 2018年10月臺中測站風歷線圖

臺中測站 資料數:709(98.5%) 風速:平均值=9.5m/s 最大值=25.6m/s(NNE)
 小於5m/s:27.5% 5~10m/s:23.7% 10~15cm/s:34.1% 大於15m/s:14.7% N~E:87.2% E~S:3.2% S~W:3.1% W~N:6.5% 靜風:0.0%

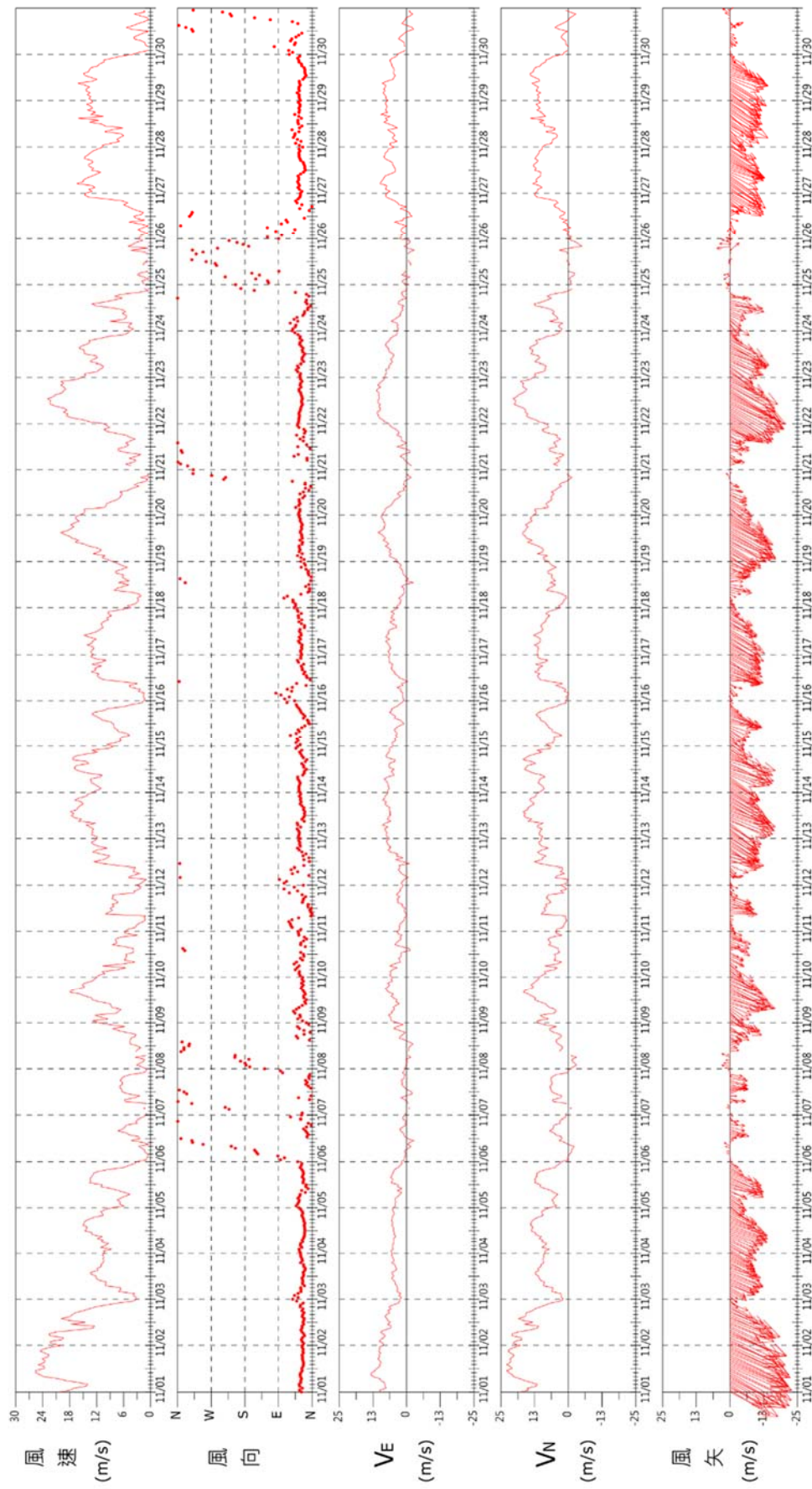


圖3.2.23 2018年11月臺中測站風歷線圖

臺中測站 資料數:730(98.1%) 風速:平均值=13.9m/s 最大值=26.0m/s(NNE)
 小於5m/s:16.3% 5~10m/s:11.1% 10~15cm/s:23.8% 大於15m/s:48.8% N~E:89.9% E~S:4.1% S~W:2.3% W~N:3.7% 靜風:0.0%

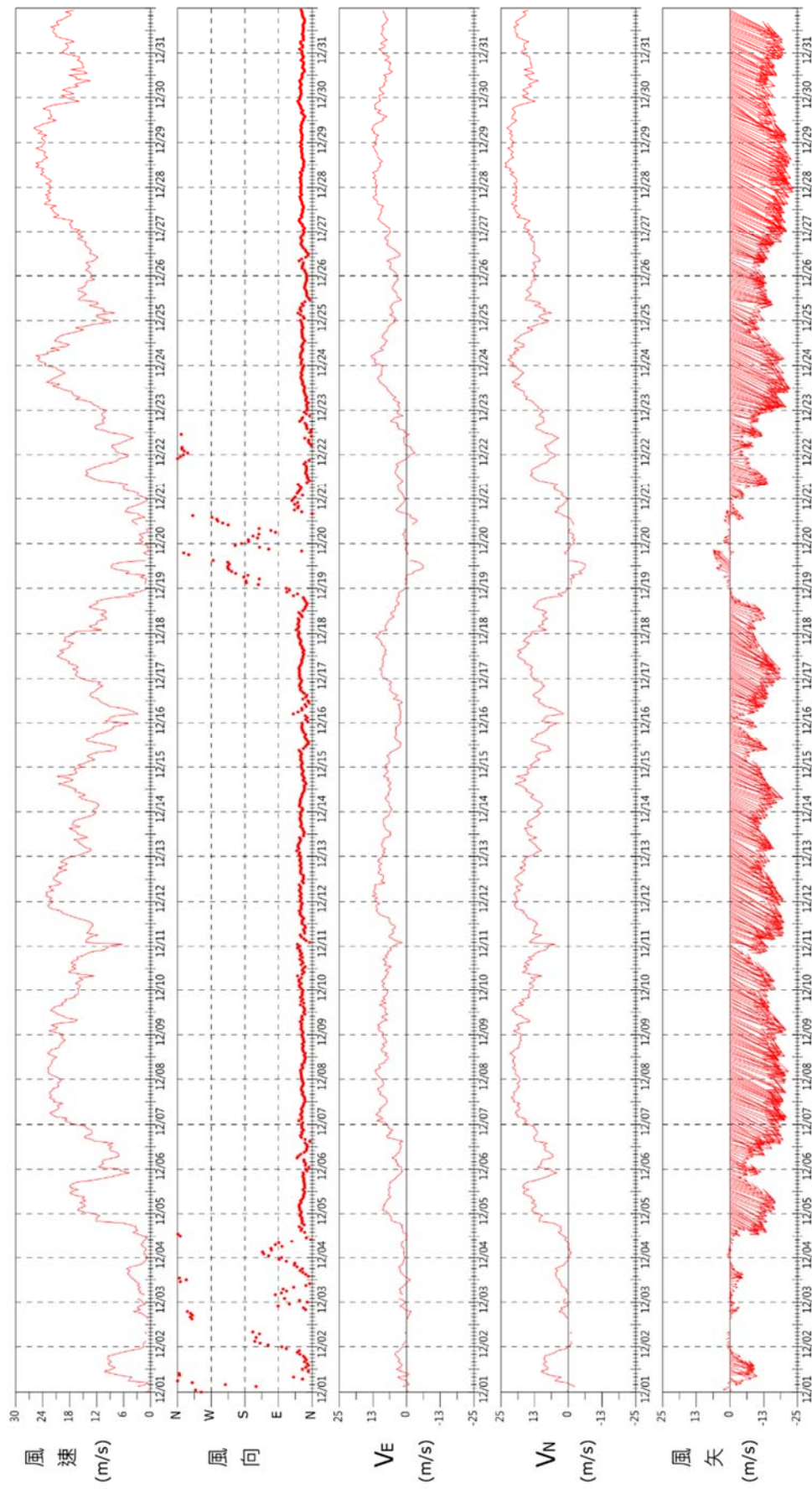


圖3.2.24 2018年12月臺中測站風歷線圖

臺中測站 資料數:736(98.9%) 風速:平均值=13.1m/s 最大值=24.3m/s(NNE)
 小於5m/s:9.0% 5~10m/s:23.0% 10~15cm/s:24.6% 大於15m/s:43.5% N~E:95.0% E~S:1.1% S~W:1.0% W~N:3.0% 靜風:0.0%

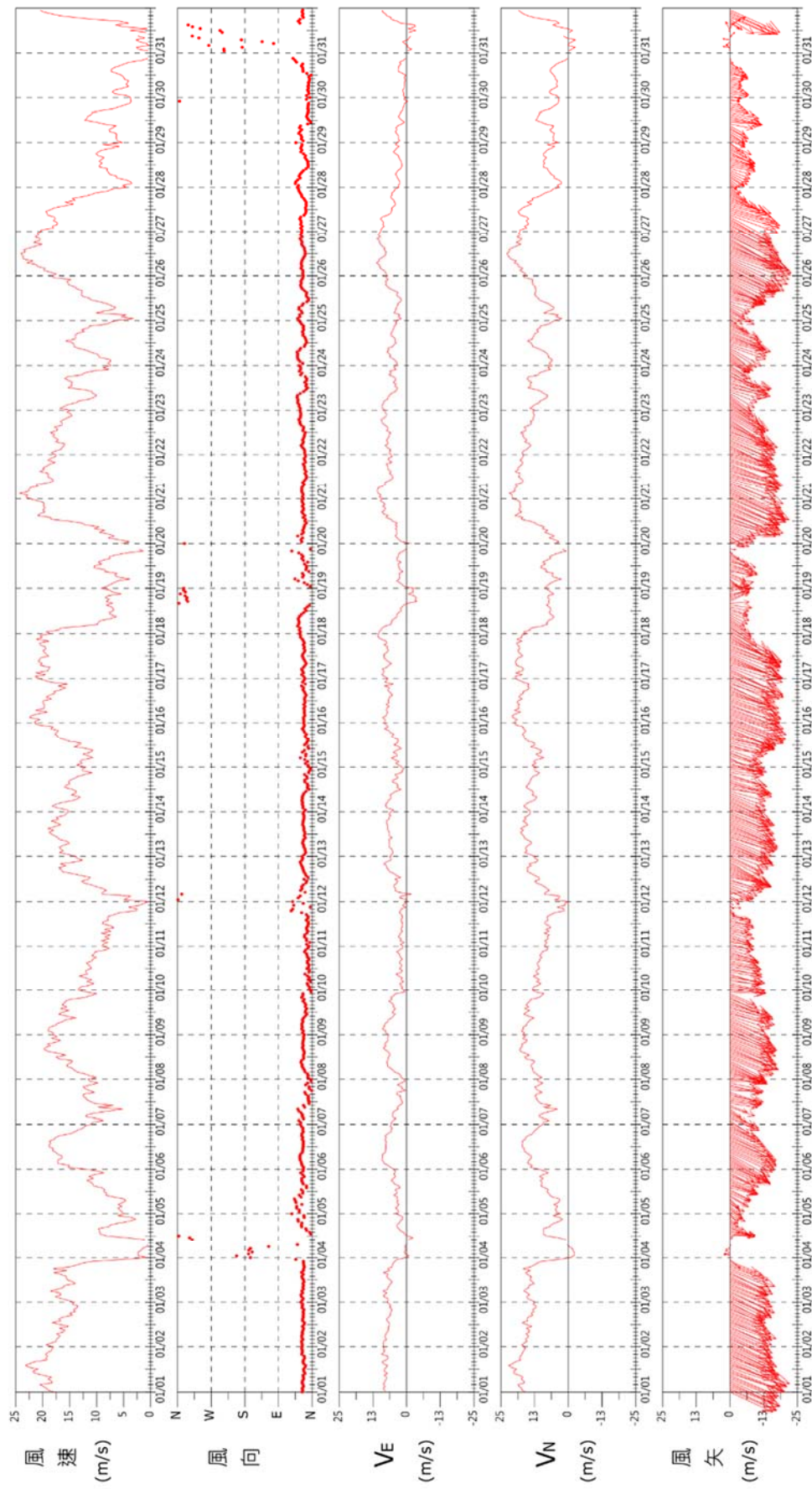


圖3.2.25 2019年1月臺中測站風歷線圖

臺中測站 資料數:668(99.4%) 風速:平均值=9.9m/s 最大值=22.0m/s(NNE)
 小於5m/s:19.9% 5~10m/s:27.1% 10~15cm/s:40.1% 大於15m/s:12.9% N~E:87.7% E~S:3.0% S~W:2.5% W~N:6.7% 靜風:0.0%

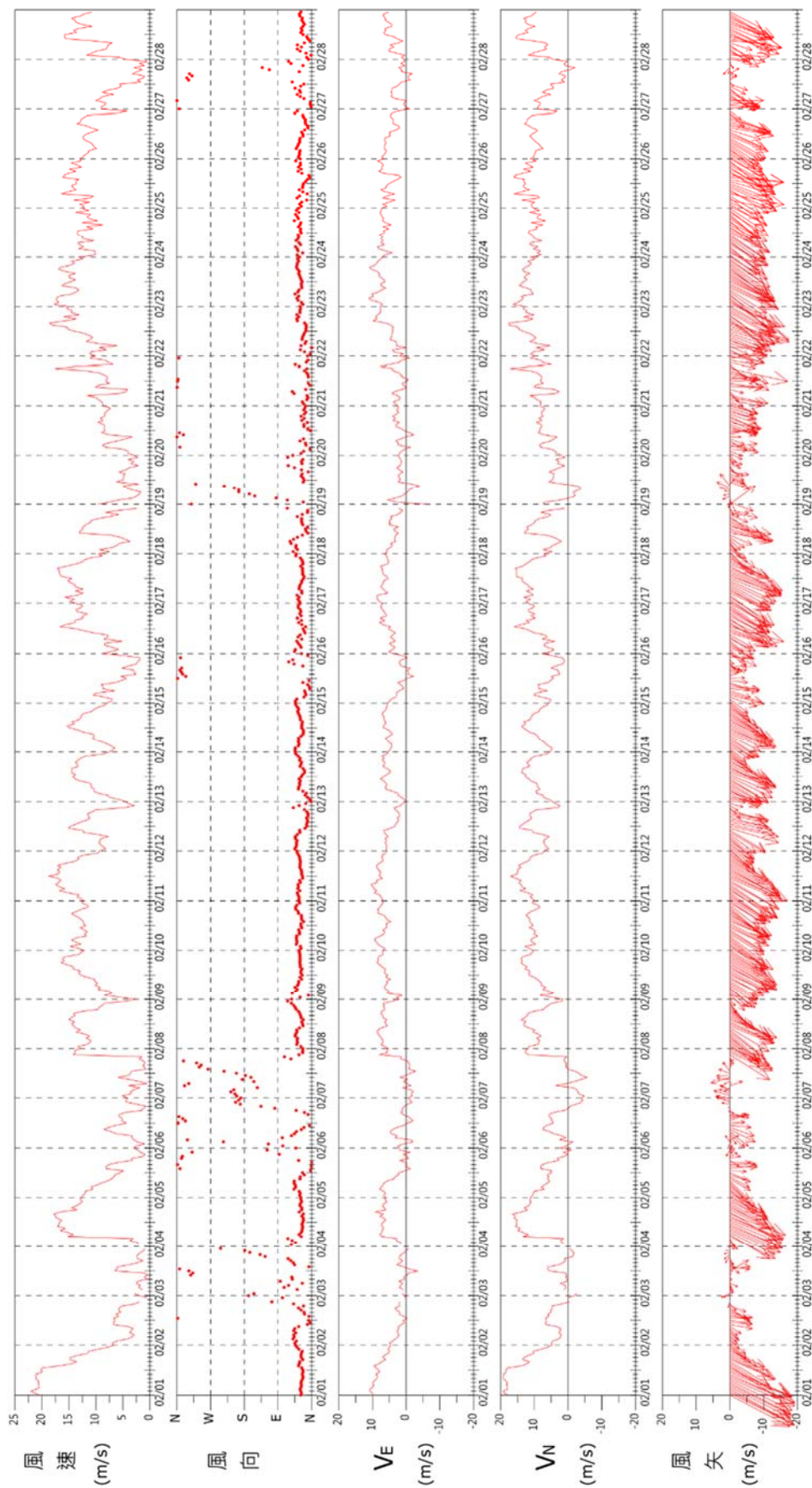


圖3.2.26 2019年2月臺中測站風歷線圖

臺中測站 資料數:725(97.4%) 風速:平均值=8.6m/s 最大值=22.5m/s(NNE)

小於5m/s:30.2% 5~10m/s:30.6% 10~15cm/s:25.7% 大於15m/s:13.5% N~E:74.1% E~S:3.6% S~W:13.4% W~N:9.0% 靜風0.0%

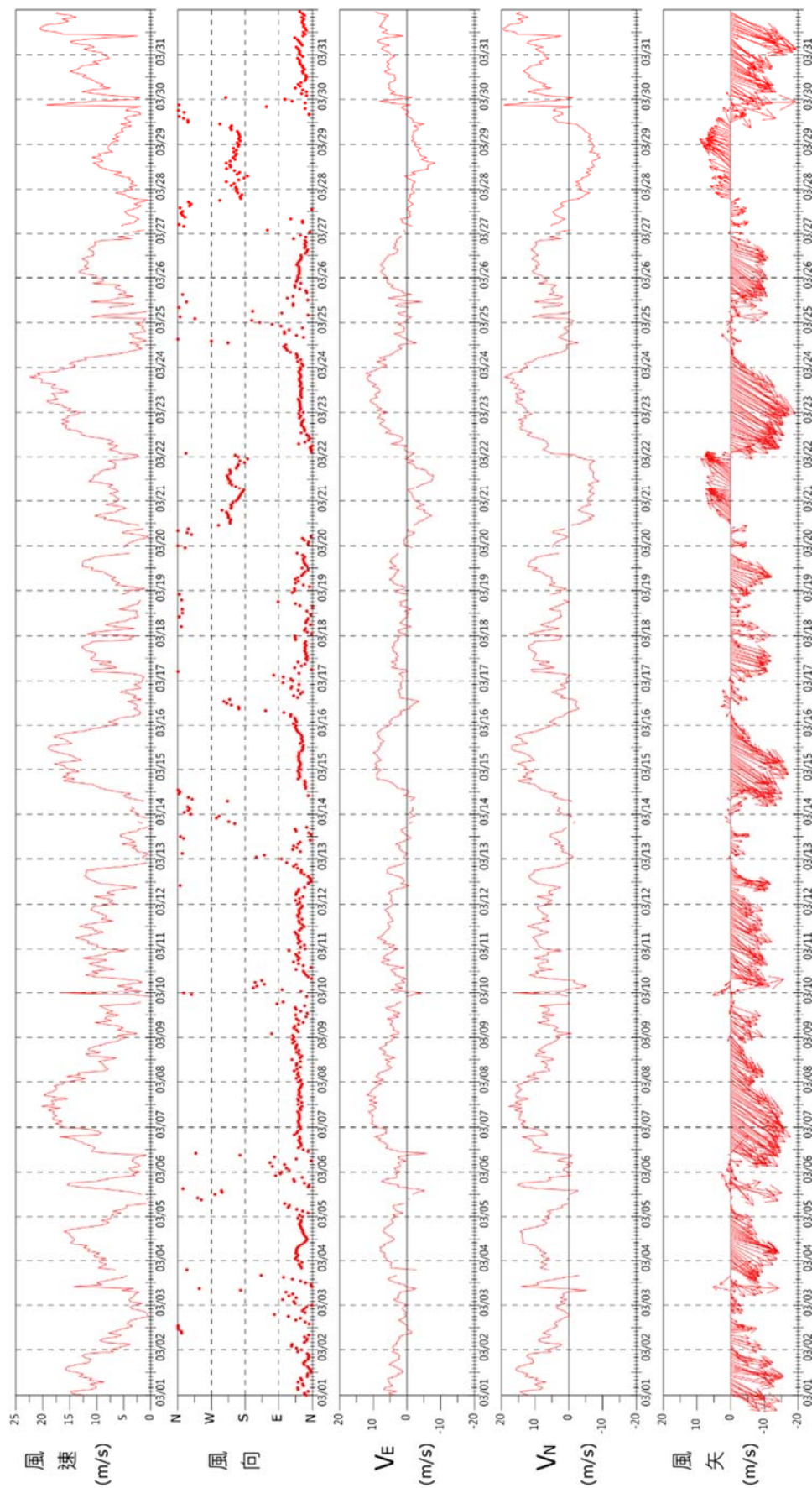


圖3.2.27 2019年3月臺中測站風歷線圖

小於5m/s:28.3% 5~10m/s:46.7% 10~15cm/s:19.0% 大於15m/s:6.1% N~E:52.9% E~S:5.4% S~W:35.2% W~N:6.5% 靜風:0.0%

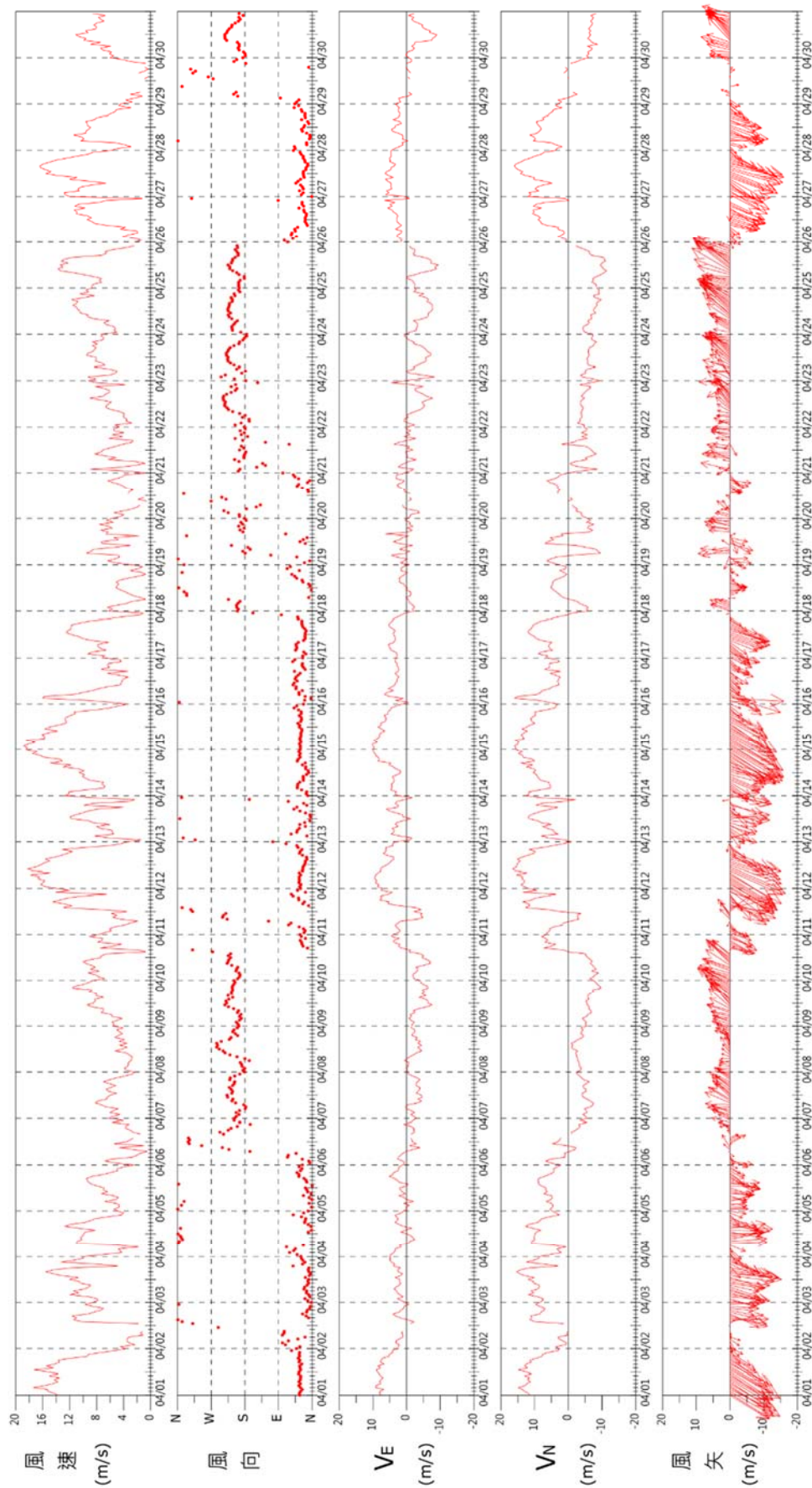


圖3.2.28 2019年4月臺中測站風歷線圖

臺中測站 資料數:702(94.4%) 風速:平均值=7.3m/s 最大值=20.1m/s(NNE)
 小於5m/s:36.5% 5~10m/s:36.3% 10~15cm/s:19.9% 大於15m/s:7.3% N~E:60.4% E~S:3.0% S~W:27.9% W~N:8.7% 靜風:0.0%

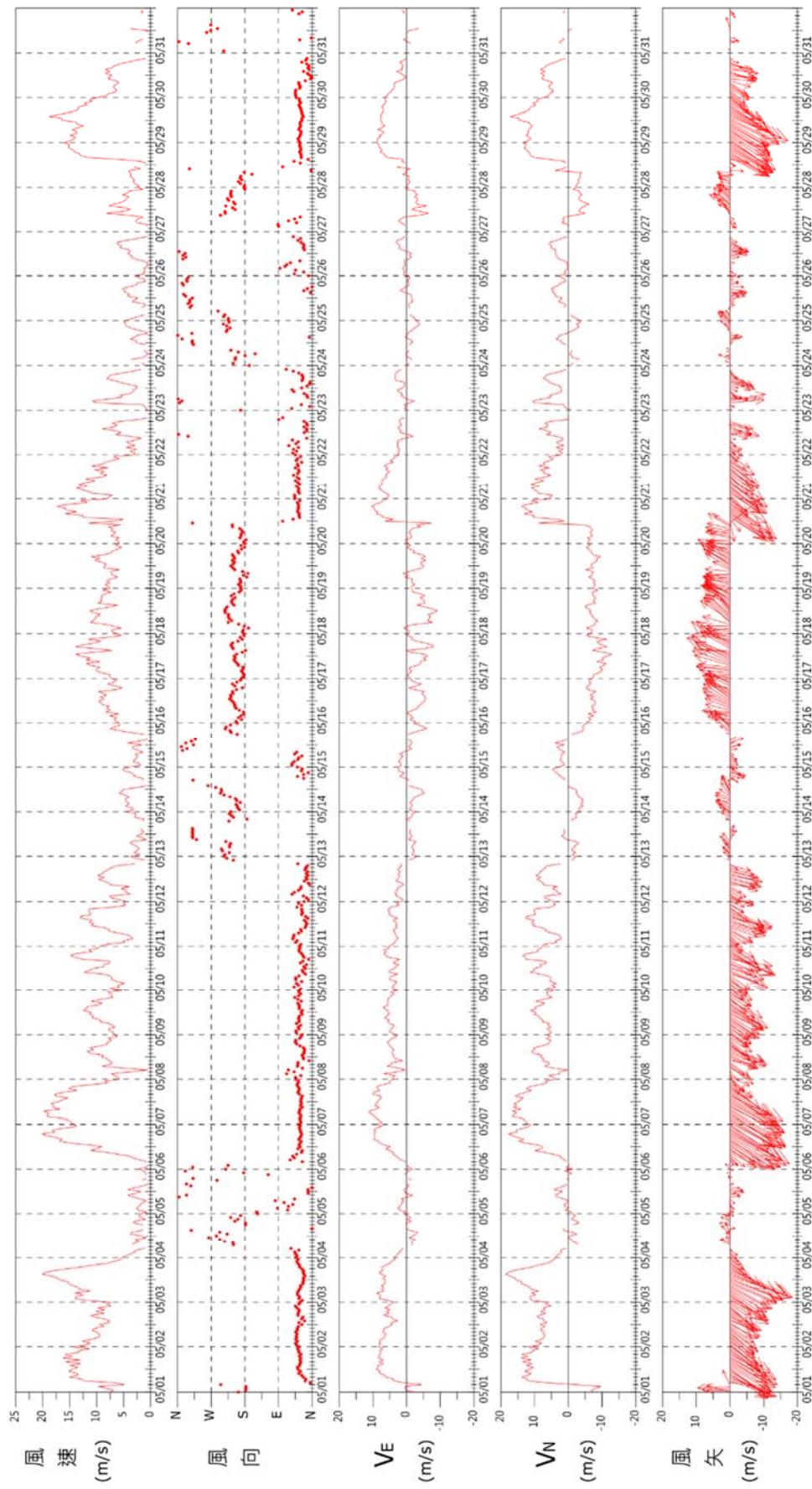


圖3.2.29 2019年5月臺中測站風歷線圖

臺中測站 資料數:715(99.3%) 風速:平均值=6.8m/s 最大值=14.6m/s(NNE)
 小於5m/s:27.7% 5~10m/s:58.3% 10~15cm/s:14.0% 大於15m/s:0.0% N~E:17.5% E~S:14.4% S~W:65.2% W~N:2.9% 靜風0.0%

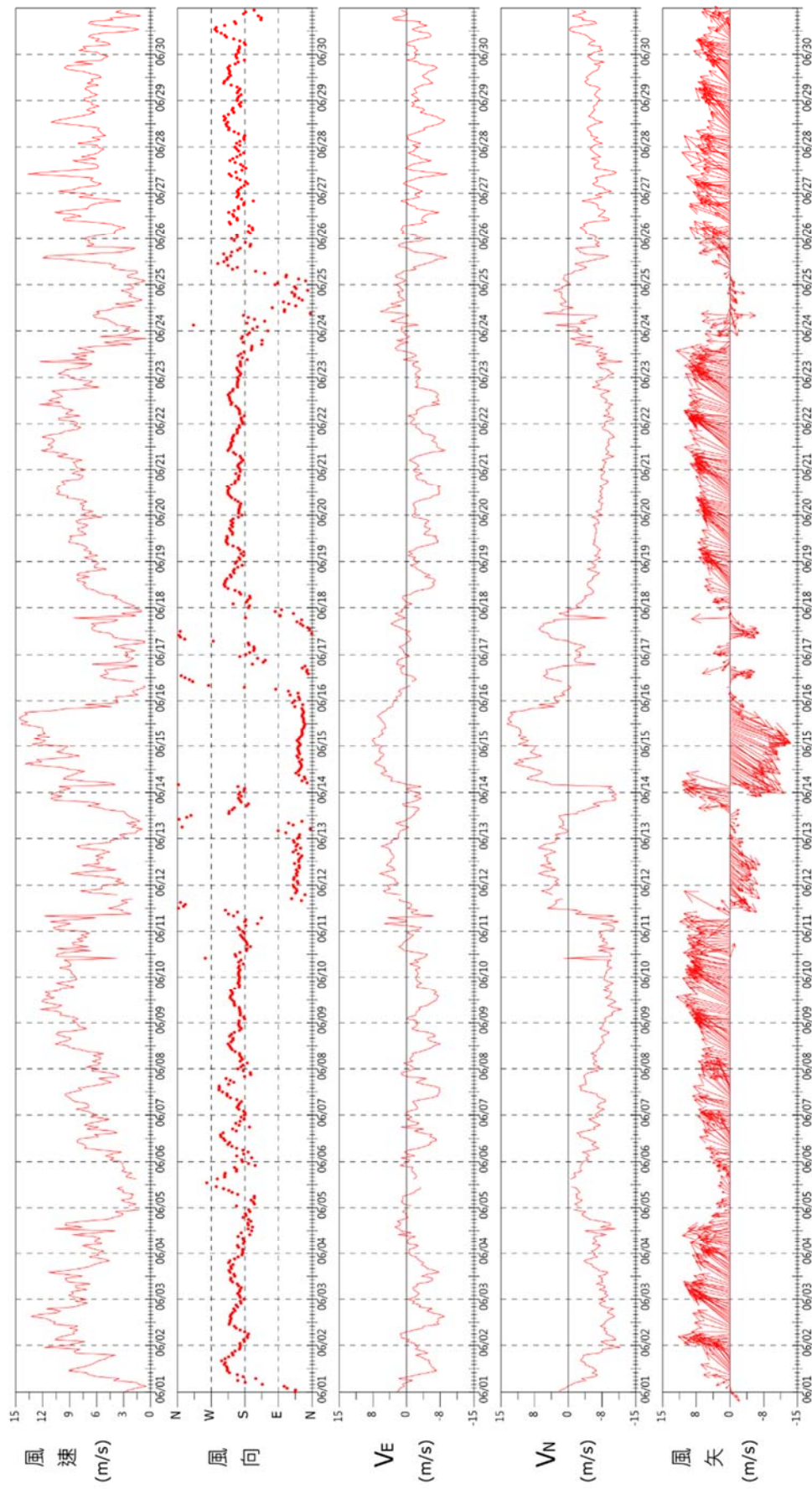


圖3.2.30 2019年6月臺中測站風歷線圖

臺中測站 資料數:727(97.7%) 風速:平均值=7.3m/s 最大值=18.2m/s(NNE)
 小於5m/s:28.7% 5~10m/s:50.9% 10~15cm/s:19.8% 大於15m/s:0.6% N~E:15.3% E~S:9.1% S~W:69.5% W~N:6.2% 靜風:0.0%

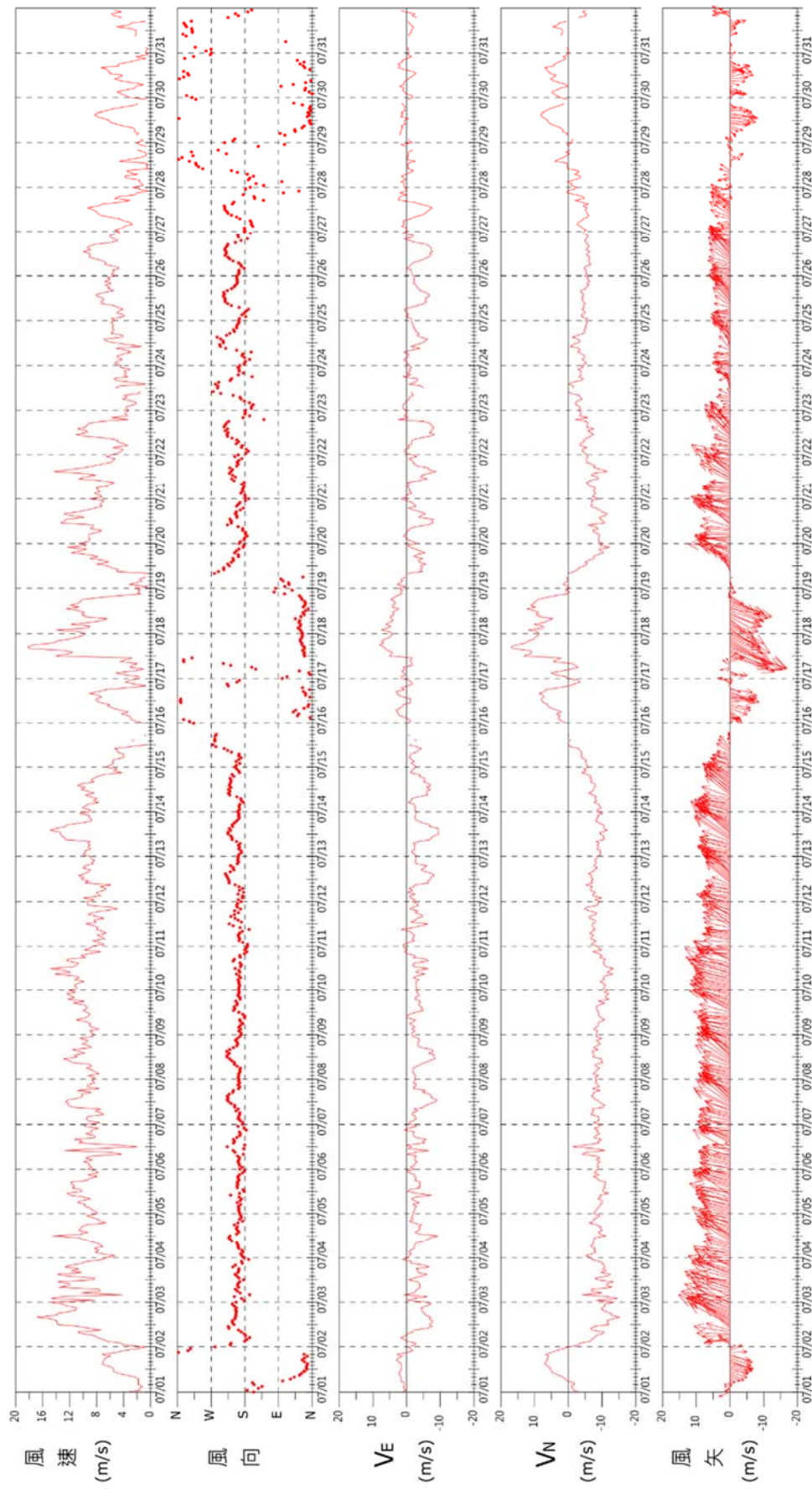


圖3.2.31 2019年7月臺中測站風歷線圖

臺中測站 資料數:706(94.9%) 風速:平均值=64m/s 最大值=20.7m/s(NNE)
 小於5m/s:45.3% 5~10m/s:37.1% 10~15cm/s:10.3% 大於15m/s:7.2% N~E:28.2% E~S:20.1% S~W:41.2% W~N:10.5% 靜風:0.0%

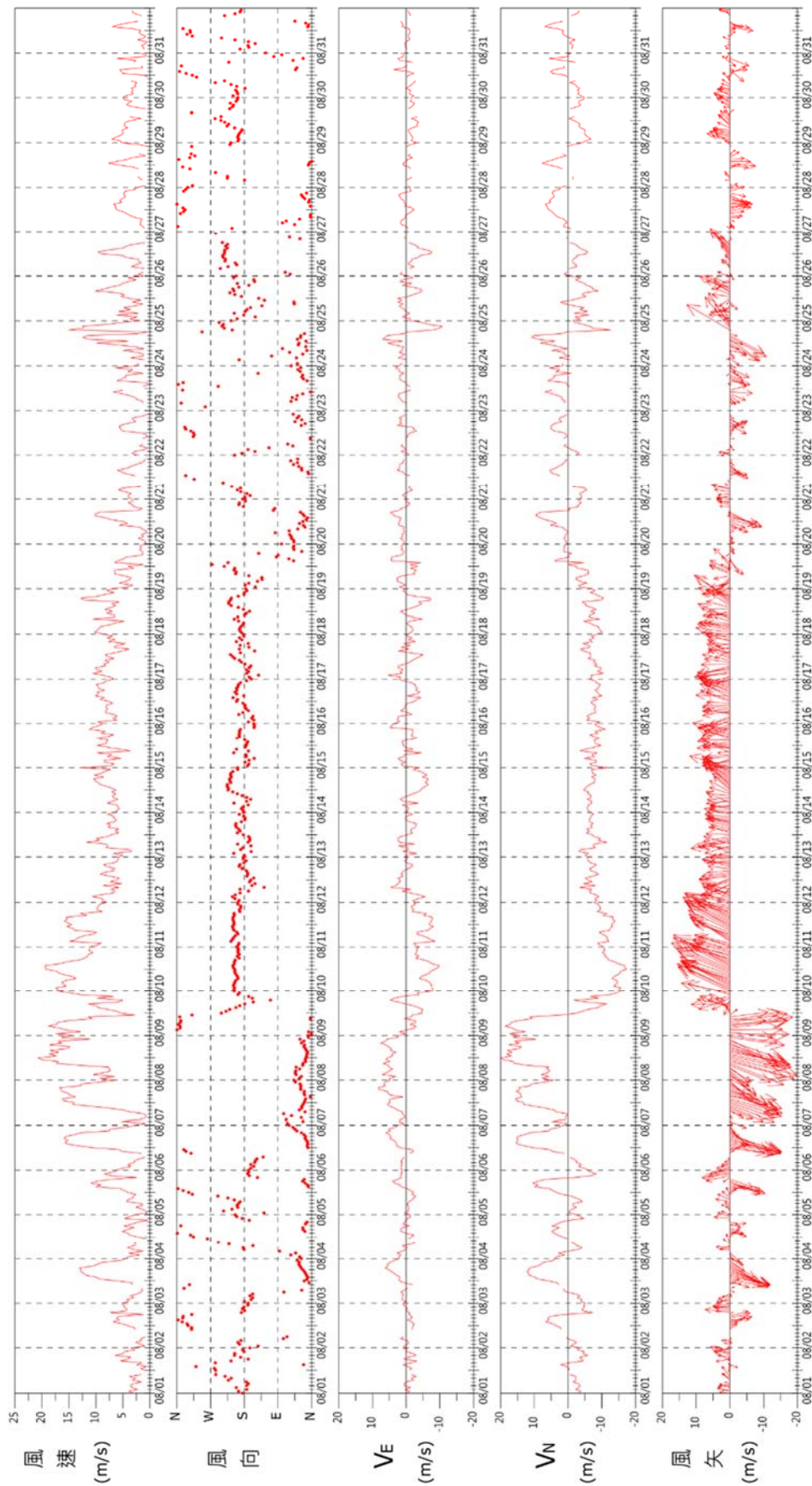


圖3.2.32 2019年8月臺中測站風歷線圖

3.3 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、週期及波向分佈統計表（如表 3.3.1）。
2. 歷年四季及全觀測期波高、週期及波向機率分佈圖（如圖 3.3.1~圖 3.3.3）。
3. 歷年分月、分季及全觀測期有義波高、週期及波向聯合分佈百分比統計表（表 3.3.2~表 3.3.11）。
4. 歷年分月、分季及觀測期波浪玫瑰圖（如圖 3.3.4~圖 3.3.21）。
5. 108 年度波浪觀測資料逐時歷線圖（如圖 3.3.22~圖 3.3.33）。

波浪週期長短與吹風距離、吹風延時及吹風大小等均有相關，吹風距離愈長，時間持續愈久，所造成波浪週期愈長，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，且這種颱風湧浪週期明顯較季風波浪長；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 H_s 波高平均為 1.5 m，波高分佈以 1 m 以下比率最高，約為 40.1%，1 m~2 m 間為 30.9%，2 m 以上佔 29%，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 54.2%，小於 6 秒者次之，約為 32.2%，8~10 秒間為 12.5%，週期 10 秒以上約為 1.1%。將波向分佈採四象限、16 分位統計，根據歷年風向統計資料，本海域主風向落於 N~E 象限，且港域東側受陸地阻隔影響，歷

年波向以 N~E 象限為主，所佔比率約為 66.5%，其餘三象限分別為 2.8% (E~S)、11.1% (S~W)、19.7% (W~N)，16 方位中以 NNE 向比率最高，約為 39.8%，N 方向次之，為 27.8%。

歷年春季波高平均為 1.3 m，以 1 m 以下比率最高，佔歷年 47.5%，1~2 m 間比率為 34.6%，2 m 以上約佔 18%，歷年週期分佈主要落於 6~8 秒間，比率為 56.6%，6 秒以下次之，佔歷年 36.6%，波向分佈，四象限統計法中，N~E 象限比率最大，約佔 74.3%，其餘象限分別為 2% (E~S)、8.8% (S~W) 及 14.9% (W~N)，16 分位中以 NNE 方向比率最高，約佔 49%；本海域夏季期間，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 74.5%，週期分佈以 6 秒以下比率最高，約佔整季 52.2%，亦為四季中最高，夏季因受西南季風、颱風影響，波向較為散佈，四象限中，N~E 象限所佔比率為 32.9%、S~W 象限為 26.5%、W~N 象限為 35.9%，16 分位中以 W 向比率最高，佔歷年 20%。

秋季季風型態由西南逐漸轉換至東北，歷年 H_s 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 41%，1~2 m 間比率次之，為 38.8%，1 m 以下為 20.5%，歷年週期分佈主要落於 6~8 秒間，所佔比率為 62.8%，6 秒以下次之，佔歷年 20.2%，波向分佈，四象限中以 N~E 象限比率最高，佔歷年 79.3%，其餘各象限分別為 3.1% (E~S)、4.1% (S~W)、及 13.5% (W~N)，如採 16 分位法分析，以 NNE 向 48.8% 比率最高；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 13.1 m/s (6 級風)，冬季期間 H_s 波高平均為 2.2 m，為四季最大，波高分佈以 2 m 以上為主，佔整季 57%，1~2 m 間為 32.3%，小於 1 m 所佔比率為 10.7%，歷年冬季波浪週期以 6~8 秒比率最高，約為 62.1%，8~10 秒間次之，約為 21.9%，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 88.2%，16 方位中以 NNE 向 49.3% 比率最高，N 向次之，約為 43.9%。

表3.3.1 歷年四季及全觀測期波高、週期及波向分佈統計表

波高分佈				
季節	波高平均 (m)	Hs<1.0 (%)	Hs1.0~2.0 (%)	Hs>2.0 (%)
春	1.3	47.5	34.6	18.0
夏	0.9	74.5	20.3	5.2
秋	1.8	20.5	38.8	40.8
冬	2.2	10.7	32.3	57.0
全期	1.5	40.1	30.9	29.0
週期分佈				
季節	Tp<6.0秒 (%)	Tp 6~8秒 (%)	Tp 8~10秒 (%)	Tp>10.0秒 (%)
春	36.6	56.6	6.6	0.2
夏	52.2	39.0	7.3	1.5
秋	20.2	62.8	15.0	2.0
冬	15.5	62.1	21.9	0.4
全期	32.2	54.2	12.5	1.1
波向分佈 (四象限)				
季節	N~E (%)	E~S (%)	S~W (%)	W~N (%)
春	74.3	2.0	8.8	14.9
夏	32.9	4.8	26.5	35.9
秋	79.3	3.1	4.1	13.5
冬	88.2	0.7	1.0	10.1
全期	66.5	2.8	11.1	19.7

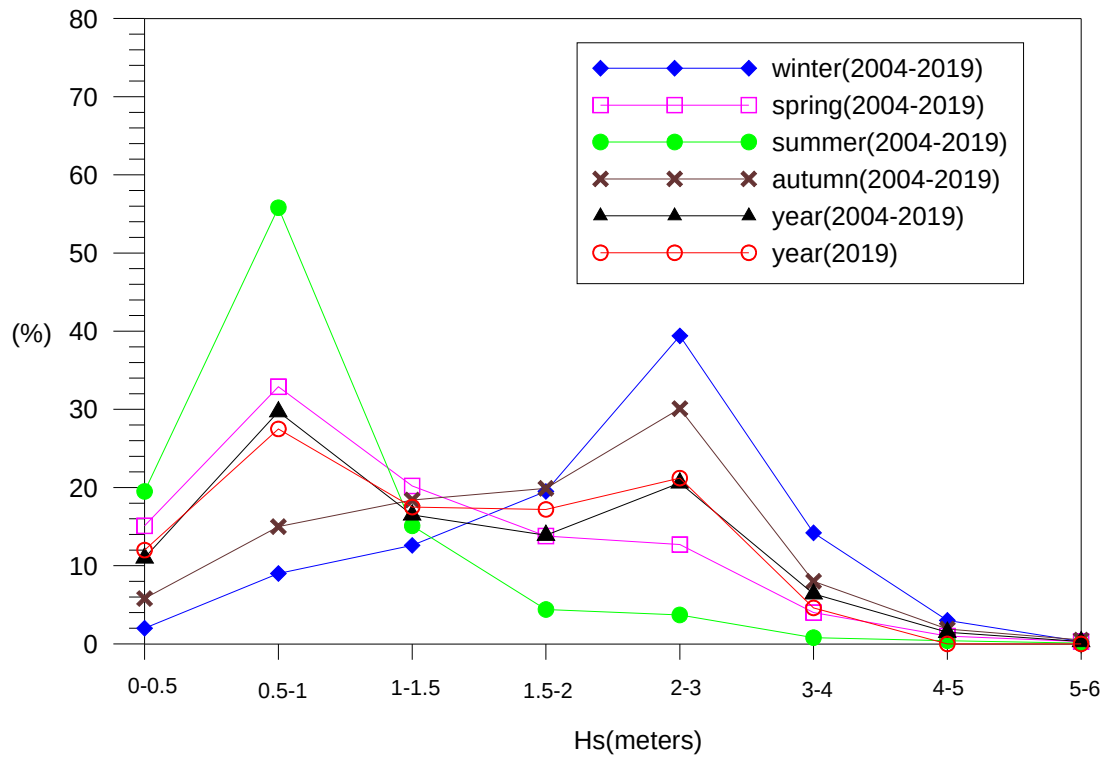


圖3.3.1 歷年四季及全觀測期波高機率分佈圖

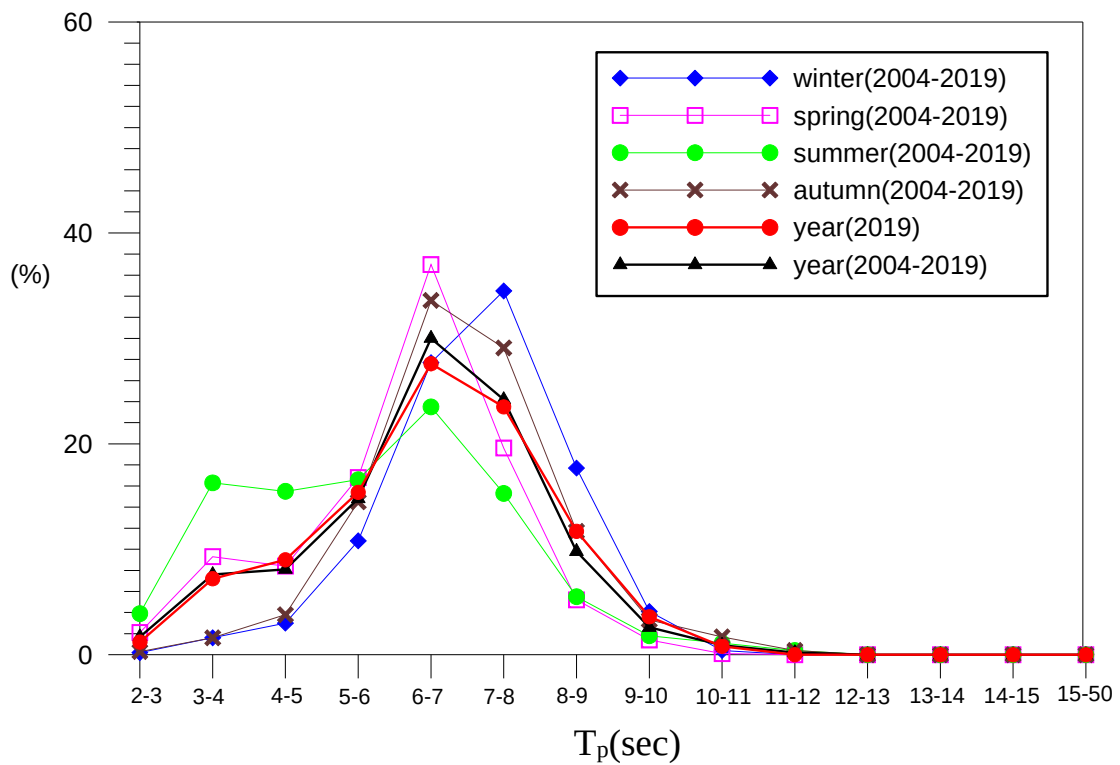


圖3.3.2 歷年四季及全觀測期波浪週期機率分佈圖

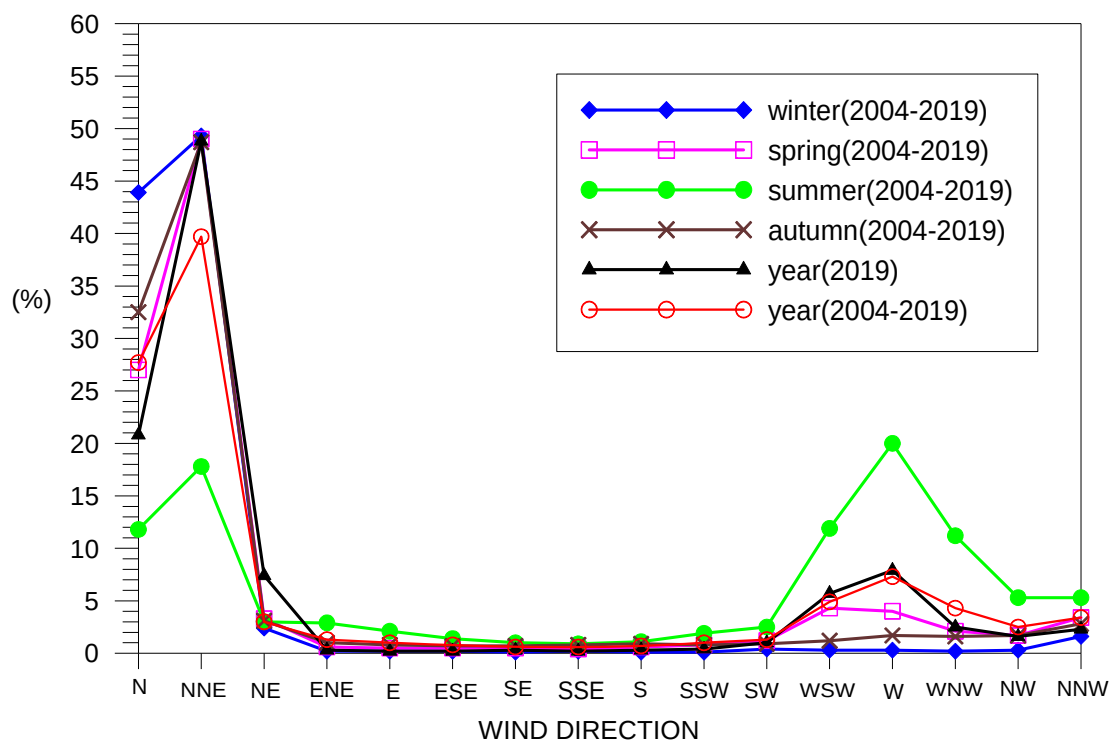


圖3.3.3 歷年四季及全觀測期波向機率分佈圖

表3.3.2 歷年 冬季 臺中測站示性波高及週期聯合分佈百分比(%)統計表

2004年 ~ 2019年																
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	.3	1.0	.3	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	2.0
0.5m																
	.1	1.3	1.4	2.8	2.4	.9	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	9.0
1.0m																
	.0	.2	1.2	3.9	5.5	1.5	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	12.6
1.5m																
	.0	.0	.2	2.4	8.4	7.5	.9	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	19.5
2.0m																
	.0	.0	.0	.9	8.2	19.3	10.2	.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	39.4
3.0m																
	.0	.0	.0	.3	1.6	4.1	5.3	2.7	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	14.3
4.0m																
	.0	.0	.0	.1	.4	.8	1.0	.5	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	3.0
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																
合計(%)	.2	1.6	3.0	10.8	27.6	34.5	17.7	4.1	.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.0

[註1]:主要波高Hs介於2.0 ~ 3.0 m佔39.4%，主要週期7 ~ 8秒佔34.5%。

[註2]:波高Hs平均值=2.2m，波高Hs最大值=6.4m，其週期為9.7秒。

[註3]:波高Hs小於1m佔10.7%，介於1 ~ 2m佔32.3%，大於2m佔57.0%。

[註4]:Tp(秒)小於6佔15.5%，6 ~ 8佔62.1%，8 ~ 10佔21.9%，大於10佔0.4%。

[註5]:資料每小時紀錄一次，合計23,485筆(70.9%)。

表3.3.3 歷年 春季 臺中測站示性波高及週期聯合分佈百分比(%)統計表

2004年 ~ 2019年																
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	1.8	.9	2.2	7.4	1.7	.3	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	15.1
0.5m	1.3	7.1	5.5	7.1	8.5	2.7	.5	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	32.9
1.0m	.1	.4	1.9	5.5	9.7	2.3	.3	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	20.2
1.5m	.0	.0	.1	1.4	7.0	4.8	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	13.8
2.0m	.0	.0	.0	.5	3.5	6.2	2.1	.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	12.7
3.0m	.0	.0	.0	.2	.7	1.4	1.1	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	4.0
4.0m	.0	.0	.0	.0	.2	.4	.3	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.0
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	9.3	8.4	16.8	37.0	19.6	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32.9%，主要週期6 ~ 7秒佔37.0%。

[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47.5%，介於1 ~ 2m佔34.6%，大於2m佔18.0%。

[註4]:Tp(秒)小於6佔36.6%，6 ~ 8佔56.6%，8 ~ 10佔6.6%，大於10佔0.2%。

[註5]:資料每小時紀錄一次，合計22,210筆(62.9%)。

表3.3.4 歷年 夏季 臺中測站示性波高及週期聯合分佈百分比(%)統計表

2004年 ~ 2019年																
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	1.0	3.3	1.9	3.0	6.2	3.1	.6	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.0		19.3
0.5m	2.7	11.7	10.2	9.2	10.6	7.0	2.6	1.0	.7	.2	.0	.0	.0	.0		55.8
1.0m	.1	1.2	3.3	3.4	4.1	2.0	.6	.3	.2	.0	.0	.0	.0	.0		15.2
1.5m	.0	.0	.1	.8	1.6	1.4	.4	.0	.1	.0	.0	.0	.0	.0		4.5
2.0m	.0	.0	.0	.2	.9	1.6	.8	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0		3.7
3.0m	.0	.0	.0	.0	.1	.3	.3	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.8
4.0m	.0	.0	.0	.0	.1	.1	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.4
5.0m	.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	.1	.0	.0	.0		.1
7.0m	.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
9.0m	.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
11.0m	.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
13.0m	.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
15.0m	.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
50.0m	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		.0
合計(%)	3.8	16.2	15.5	16.7	23.6	15.4	5.5	1.8	1.1	.4	.0	.0	.0	.0		100.0

[註1]:主要波高Hs介於0.5 ~ 1.0 m佔55.8% , 主要週期6 ~ 7秒佔23.6%。

[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74.5% , 介於1 ~ 2m佔20.3% , 大於2m佔5.2%。

[註4]:Tp(秒)小於6佔52.2% , 6~8佔39.0% , 8~10佔7.3% , 大於10佔1.5%。

[註5]:資料每小時紀錄一次 , 合計30,583筆(86.6%)。

表3.3.5 歷年 秋季 臺中測站示性波高及週期聯合分佈百分比(%)統計表

2004年 ~ 2019年																
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	1.3	2.3	.9	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	5.8
0.5m	.2	.9	2.1	5.1	4.0	1.9	.5	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	15.0
1.0m	.0	.1	1.0	4.8	8.5	2.6	.7	.2	.4	.1	.0	.0	.0	.0	.0	18.4
1.5m	.0	.0	.1	2.4	9.5	5.9	1.1	.3	.5	.1	.0	.0	.0	.0	.0	20.0
2.0m	.0	.0	.0	.7	7.8	15.1	5.5	.6	.2	.1	.0	.0	.0	.0	.0	30.2
3.0m	.0	.0	.0	.1	1.0	2.2	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	1.9
5.0m	.0	.0	.0	.0	.2	.1	.0	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5
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	1.6	3.8	14.5	33.6	29.2	11.8	3.3	1.7	.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33.6%。

[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20.5%，介於1 ~ 2m佔38.8%，大於2m佔40.8%。

[註4]:Tp(秒)小於6佔20.2%，6 ~ 8佔62.8%，8 ~ 10佔15.0%，大於10佔2.0%。

[註5]:資料每小時紀錄一次，合計26,614筆(81.2%)。

表3.3.6 歷年 臺中測站示性波高及週期聯合分佈百分比(%)統計表

2004年 ~ 2019年																
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	1.5	.9	1.8	4.2	1.6	.3	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	10.9
0.5m	1.2	5.5	5.1	6.2	6.6	3.4	1.0	.4	.2	.1	.0	.0	.0	.0	.0	29.6
1.0m	.0	.5	1.9	4.3	6.7	2.1	.5	.2	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	16.5
1.5m	.0	.0	.1	1.7	6.3	4.7	.7	.1	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	13.9
2.0m	.0	.0	.0	.6	4.9	10.1	4.4	.5	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	20.6
3.0m	.0	.0	.0	.2	.8	1.9	2.4	1.1	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	6.4
4.0m	.0	.0	.0	.0	.2	.4	.4	.3	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.5
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	7.6	8.1	14.8	30.0	24.2	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29.6%，主要週期6 ~ 7秒佔30.0%。

[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40.1%，介於1 ~ 2m佔30.9%，大於2m佔29.0%。

[註4]:Tp(秒)小於6佔32.2%，6 ~ 8佔54.2%，8 ~ 10佔12.5%，大於10佔1.1%。

[註5]:資料每小時紀錄一次，合計102,892筆(75.4%)。

表3.3.7 歷年 冬季 臺中測站示性波高及波向聯合分佈百分比(%)統計表

2004年 ~ 2019年																	
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	.5	.7	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.2	2.0
0.5m	2.1	4.6	.8	.1	.0	.1	.0	.1	.0	.1	.2	.1	.1	.1	.2	.4	9.0
1.0m	4.3	7.2	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.1	.0	.0	.0	.2	12.6
1.5m	8.4	10.4	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.3	19.5
2.0m	18.6	19.5	.3	.0	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.0	.0	.5	39.4
3.0m	8.0	5.8	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	14.3
4.0m	1.9	.9	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	3.0
5.0m	.1	.2	.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(%)	43.9	49.3	2.4	.2	.2	.2	.1	.2	.1	.1	.4	.3	.3	.2	.3	1.6	100.0

[註1]:主要波高Hs介於2.0 ~ 3.0 m佔39.4%，主要波向NNE佔49.3%。

[註2]:波高Hs平均值=2.2m，波高Hs最大值=6.4m，其波向為NNE。

[註3]:波高Hs小於1m佔11.0%，介於1 ~ 2m佔32.0%，大於2m佔57.0%。

[註4]:波向N~E佔88.2%，E~S佔0.7%，S~W佔1.0%，W~N佔10.1%。

[註5]:資料每小時紀錄一次，合計23,485筆(70.9%)。

表3.3.8 歷年 春季 臺中測站示性波高及波向聯合分佈百分比(%)統計表

2004年 ~ 2019年																	
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	3.3	4.3	.7	.3	.2	.2	.1	.2	.3	.2	.4	.7	.8	.8	1.0	1.6	15.1
0.5m	6.5	13.2	1.4	.3	.2	.3	.3	.2	.2	.4	.8	3.0	3.0	1.2	.7	1.2	32.9
1.0m	5.4	13.0	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.1	.6	.2	.1	.0	.4	20.2
1.5m	4.6	8.7	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	13.8
2.0m	4.8	7.4	.2	.0	.0	.0	.1	.0	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	12.7
3.0m	1.6	2.0	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	4.0
4.0m	.5	.3	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.0
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(%)	27.0	49.0	3.3	.6	.5	.5	.5	.4	.6	.8	1.2	4.3	4.0	2.1	1.7	3.4	100.0

[註1]:主要波高Hs介於0.5 ~ 1.0 m佔32.9%，主要波向NNE佔49.0%。

[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48.0%，介於1 ~ 2m佔34.1%，大於2m佔18.0%。

[註4]:波向N~E佔74.3%，E~S佔2.0%，S~W佔8.8%，W~N佔14.9%。

[註5]:資料每小時紀錄一次，合計22,210筆(62.9%)。

表3.3.9 歷年 夏季 臺中測站示性波高及波向聯合分佈百分比(%)統計表

2004年 ~ 2019年																	
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	2.0	2.0	.7	.5	.5	.4	.3	.3	.3	.4	.5	1.6	3.0	3.2	1.9	1.7	19.3
0.5m	5.4	7.7	1.5	1.4	1.5	.9	.5	.5	.6	1.0	1.6	6.7	13.3	7.0	3.0	3.1	55.8
1.0m	1.9	4.3	.5	.5	.1	.1	.0	.0	.1	.2	.3	2.9	2.8	.8	.3	.4	15.2
1.5m	.8	2.0	.2	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.0	.5	.5	.1	.0	.0	4.5
2.0m	1.2	1.5	.1	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.0	.1	.2	.1	.0	.1	3.7
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	.4
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(%)	11.8	17.9	3.0	2.9	2.1	1.4	1.0	.9	1.1	1.9	2.5	11.8	19.9	11.3	5.3	5.3	100.0

[註1]:主要波高Hs介於0.5 ~ 1.0 m佔55.8%，主要波向W佔19.9%。

[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75.2%，介於1 ~ 2m佔19.6%，大於2m佔5.2%。

[註4]:波向N~E佔32.9%，E~S佔4.8%，S~W佔26.5%，W~N佔35.9%。

[註5]:資料每小時紀錄一次，合計30,583筆(86.6%)。

表3.3.10 歷年 秋季 臺中測站示性波高及波向聯合分佈百分比(%)統計表

2004年 ~ 2019年																	
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	1.4	1.5	.3	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.2	.3	.4	.8	5.8
0.5m	3.7	6.4	.8	.2	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.2	.3	.6	.6	.5	.9	15.0
1.0m	5.0	10.6	.6	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.2	.3	.2	.2	.4	18.4
1.5m	5.8	12.0	.5	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.2	.1	.1	.2	.2	20.0
2.0m	11.0	15.6	.6	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.3	.2	.3	.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	1.9
5.0m	.2	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5
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(%)	32.5	48.8	3.1	1.0	.8	.7	.7	.8	.9	.8	.9	1.2	1.7	1.6	1.6	2.8	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48.8%。

[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20.8%，介於1 ~ 2m佔38.4%，大於2m佔40.8%。

[註4]:波向N~E佔79.3%，E~S佔3.1%，S~W佔4.1%，W~N佔13.5%。

[註5]:資料每小時紀錄一次，合計26,614筆(81.2%)。

表3.3.11 歷年 臺中測站示性波高及波向聯合分佈百分比(%)統計表

2004年 ~ 2019年

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	2.1	.5	.3	.2	.2	.2	.1	.2	.2	.3	.6	1.1	1.2	.9	1.1	10.9
0.5m	4.5	7.8	1.1	.6	.5	.4	.3	.3	.3	.4	.7	2.7	4.8	2.5	1.2	1.5	29.6
1.0m	4.0	8.5	.5	.2	.1	.0	.0	.1	.1	.1	.2	1.1	1.0	.3	.2	.3	16.5
1.5m	4.7	7.9	.3	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.0	.2	.2	.1	.1	.1	13.9
2.0m	8.5	10.5	.3	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.2	20.6
3.0m	3.4	2.4	.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	6.4
4.0m	.9	.4	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.5
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(%)	27.8	39.8	3.0	1.3	1.0	.8	.6	.6	.7	1.0	1.3	4.8	7.3	4.3	2.4	3.4	100.0

[註1]:主要波高Hs介於0.5 ~ 1.0 m佔29.6%，主要波向NNE佔39.8%。

[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40.6%，介於1 ~ 2m佔30.4%，大於2m佔29.0%。

[註4]:波向N~E佔66.5%，E~S佔2.8%，S~W佔11.1%，W~N佔19.7%。

[註5]:資料每小時紀錄一次，合計102,892筆(75.4%)。

波浪玫瑰圖

時間:2004~2019年 每年12月 資料數:7,573(67.9%)

Hs 平均值=2.2m 最大值=6.0m(NE, 6.3s)

小於0.5m:2.1% 0.5~1m:4.5% 1~5m:93.3%

大於5m:0.2%

N~E:88.8% E~S:1.1% S~W:1.3% W~N:8.8%

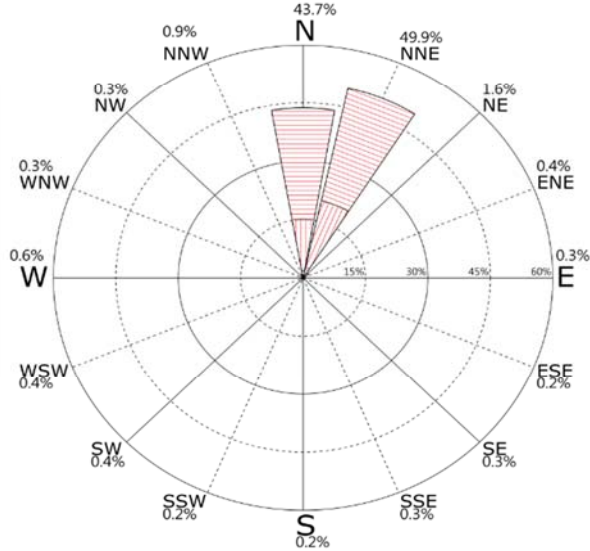


圖3.3.4 歷年 12月 臺中測站波浪玫瑰圖

時間:2004~2019年 每年1月 資料數:8,651(77.5%)

Hs 平均值=2.3m 最大值=6.4m(NNE, 9.7s)

小於0.5m:0.9% 0.5~1m:7.5% 1~5m:91.0%

大於5m:0.6%

N~E:87.8% E~S:0.1% S~W:0.1% W~N:12.0%

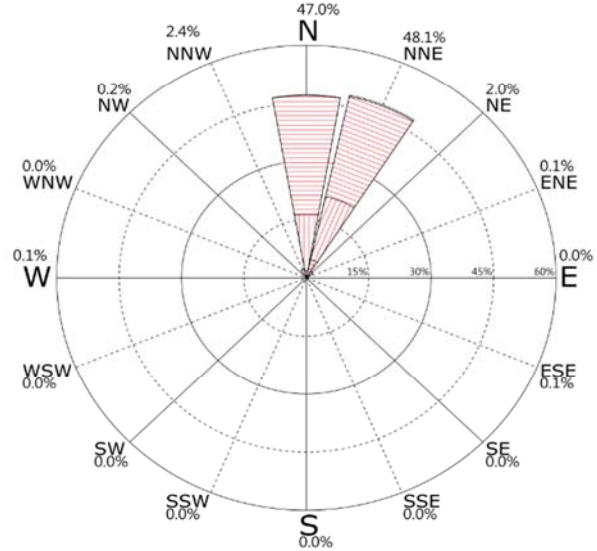


圖3.3.5 歷年 1月 臺中測站波浪玫瑰圖

時間:2004~2019年 每年2月 資料數:7,261(67.2%)

Hs 平均值=2.0m 最大值=5.5m(N, 9.4s)

小於0.5m:3.2% 0.5~1m:15.6% 1~5m:80.9%

大於5m:0.2%

N~E:88.1% E~S:0.8% S~W:1.9% W~N:9.2%

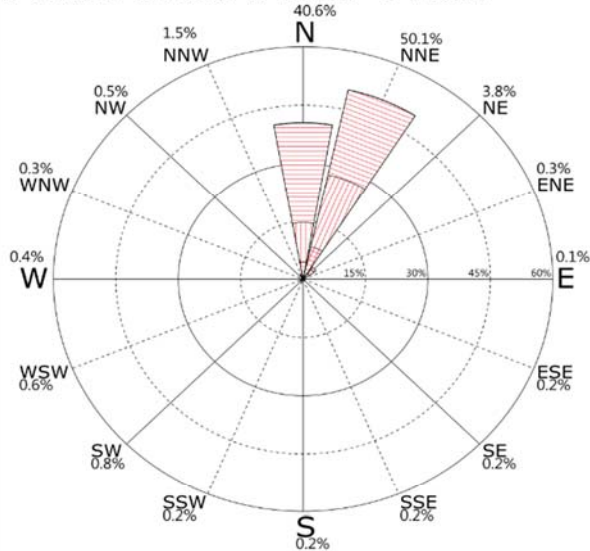


圖3.3.6 歷年 2月 臺中測站波浪玫瑰圖

時間:2004~2019年 每年冬季 資料數:23,485(70.9%)

Hs 平均值=2.2m 最大值=6.4m(NNE, 9.7s)

小於0.5m:2.0% 0.5~1m:9.0% 1~5m:88.6%

大於5m:0.4%

N~E:88.2% E~S:0.7% S~W:1.0% W~N:10.1%

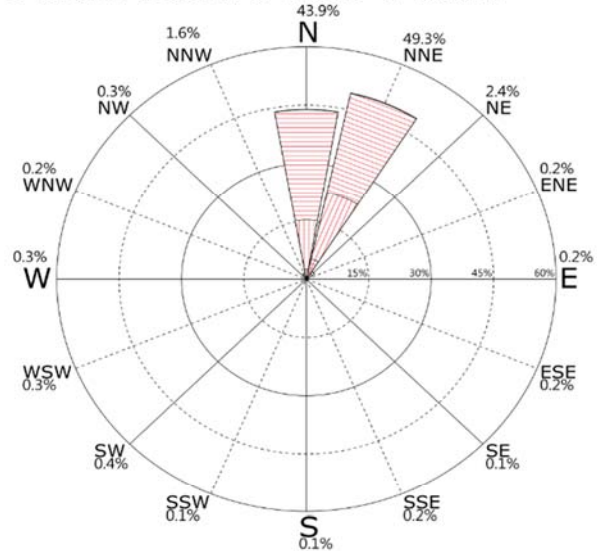


圖3.3.7 歷年 冬季 臺中測站波浪玫瑰圖

0.05-0.5m



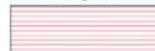
0.5-1m



1-2m



2-5m



>5m



波浪玫瑰圖

時間:2004~2019年 每年3月 資料數:6,711(56.4%)
Hs 平均值=1.7m 最大值=7.0m(NNE, 6.2s)
小於0.5m:8.5% 0.5~1m:21.3% 1~5m:69.4%
大於5m:0.8%
N~E:85.0% E~S:1.9% S~W:2.5% W~N:10.6%

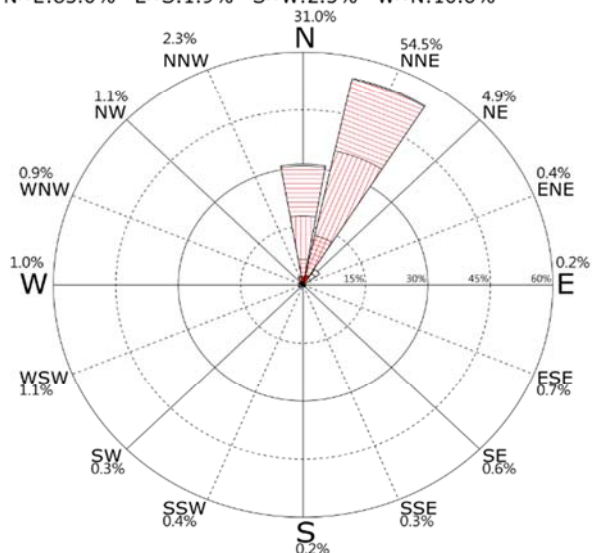


圖3.3.8 歷年 3月 臺中測站波浪玫瑰圖

時間:2004~2019年 每年4月 資料數:7,393(64.2%)
Hs 平均值=1.2m 最大值=9.0m(N, 6.3s)
小於0.5m:18.1% 0.5~1m:31.4% 1~5m:50.3%
大於5m:0.2%
N~E:73.3% E~S:2.1% S~W:9.0% W~N:15.6%

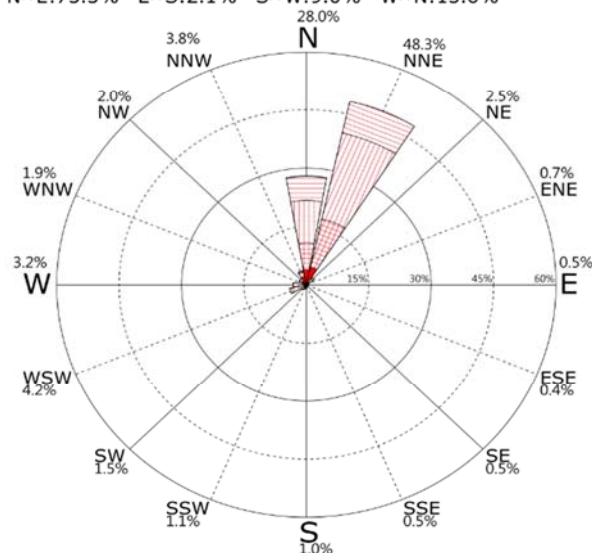


圖3.3.9 歷年 4月 臺中測站波浪玫瑰圖

時間:2004~2019年 每年5月 資料數:8,106(68.1%)
Hs 平均值=1.0m 最大值=5.3m(N, 7.8s)
小於0.5m:17.7% 0.5~1m:43.9% 1~5m:38.3%
大於5m:0.1%
N~E:66.4% E~S:2.0% S~W:13.9% W~N:17.8%

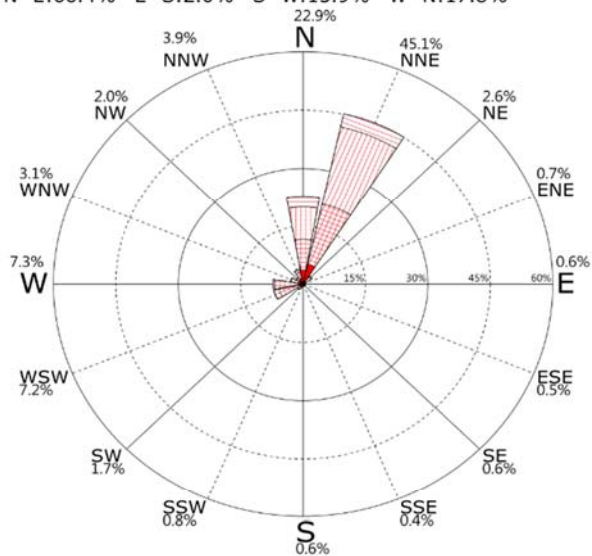


圖3.3.10 歷年 5月 臺中測站波浪玫瑰圖

時間:2004~2019年 每年春季 資料數:22,210(62.9%)
Hs 平均值=1.3m 最大值=9.0m(N, 6.3s)
小於0.5m:15.1% 0.5~1m:32.9% 1~5m:51.7%
大於5m:0.3%
N~E:74.3% E~S:2.0% S~W:8.8% W~N:14.9%

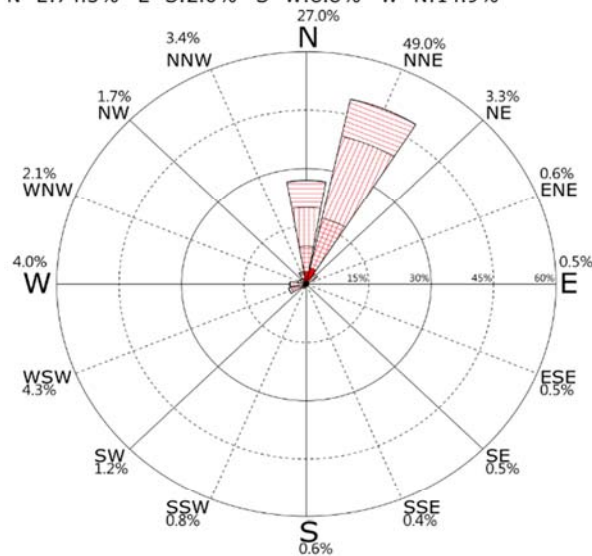


圖3.3.11 歷年 春季 臺中測站波浪玫瑰圖



波浪玫瑰圖

時間:2004~2019年 每年6月 資料數:9,331(81.0%)

Hs 平均值=0.8m 最大值=4.3m(N, 9.7s)

小於0.5m:20.5% 0.5~1m:54.9% 1~5m:24.6%

大於5m:0.0%

N~E:38.8% E~S:4.0% S~W:31.1% W~N:26.1%

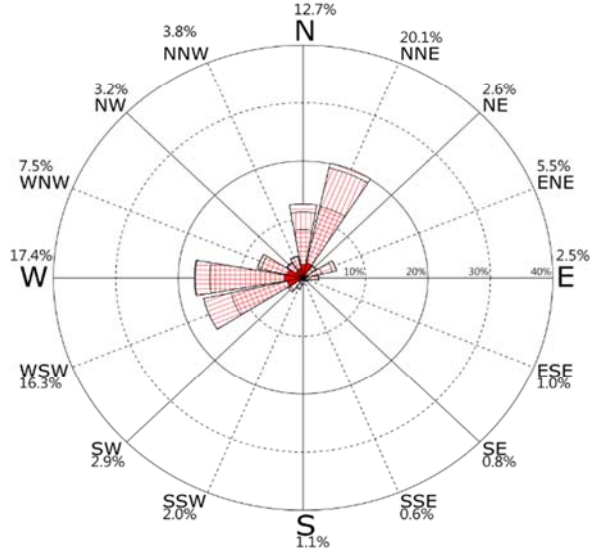


圖3.3.12 歷年 6月 臺中測站波浪玫瑰圖

時間:2004~2019年 每年7月 資料數:10,866(91.3%)

Hs 平均值=0.8m 最大值=7.0m(N, 8.9s)

小於0.5m:19.1% 0.5~1m:61.8% 1~5m:18.9%

大於5m:0.2%

N~E:24.2% E~S:5.6% S~W:29.1% W~N:41.1%

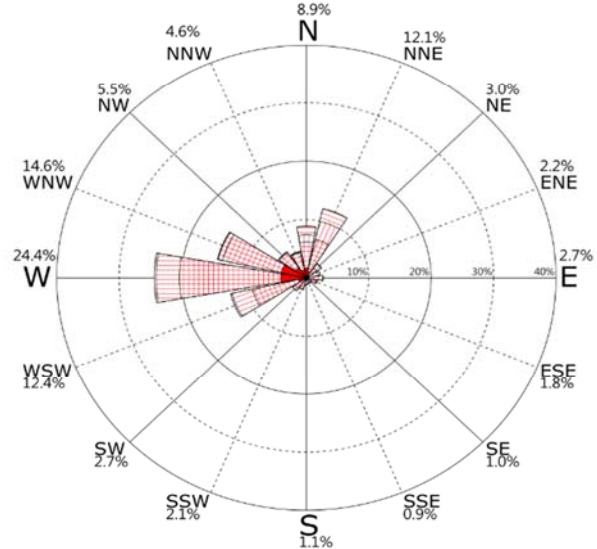


圖3.3.13 歷年 7月 臺中測站波浪玫瑰圖

時間:2004~2019年 每年8月 資料數:10,386(87.2%)

Hs 平均值=1.0m 最大值=11.0m(S, 9.9s)

小於0.5m:18.5% 0.5~1m:50.5% 1~5m:30.2%

大於5m:0.7%

N~E:36.6% E~S:4.6% S~W:19.6% W~N:39.2%

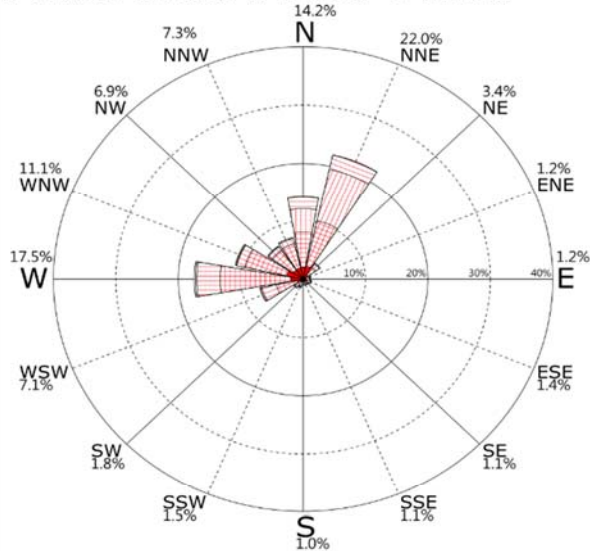


圖3.3.14 歷年 8月 臺中測站波浪玫瑰圖

時間:2004~2019年 每年夏季 資料數:30,583(86.6%)

Hs 平均值=0.9m 最大值=11.0m(S, 9.9s)

小於0.5m:19.3% 0.5~1m:55.8% 1~5m:24.5%

大於5m:0.3%

N~E:32.9% E~S:4.8% S~W:26.5% W~N:35.9%

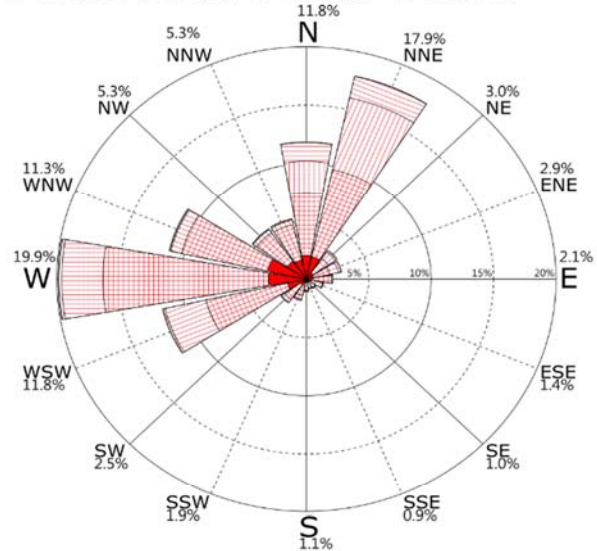


圖3.3.15 歷年 夏季 臺中測站波浪玫瑰圖

0.05-0.5m



0.5-1m



1-2m



2-5m



>5m



波浪玫瑰圖

時間:2004~2019年 每年9月 資料數:9,680(89.4%)
Hs 平均值=1.5m 最大值=7.7m(N, 10.0s)
小於0.5m:10.6% 0.5~1m:25.8% 1~5m:62.9%
大於5m:0.7%
N~E:72.0% E~S:2.8% S~W:5.2% W~N:20.0%

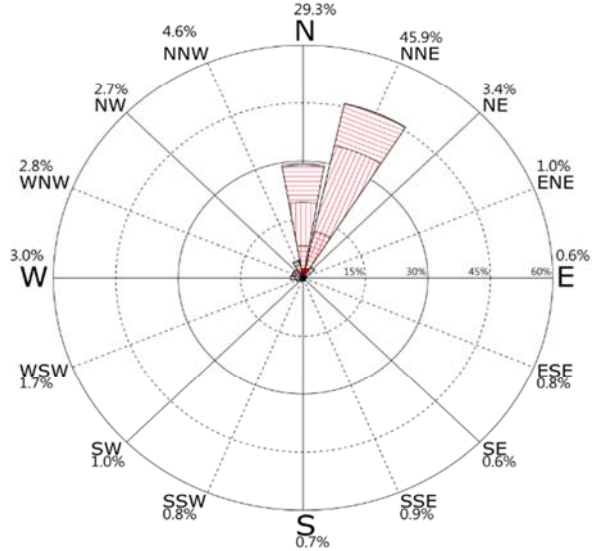


圖3.3.16 歷年 9月 臺中測站波浪玫瑰圖

時間:2004~2019年 每年10月 資料數:8,962(80.3%)
Hs 平均值=2.2m 最大值=7.7m(N, 8.0s)
小於0.5m:1.7% 0.5~1m:7.6% 1~5m:89.8%
大於5m:0.9%
N~E:81.8% E~S:4.0% S~W:3.8% W~N:10.3%

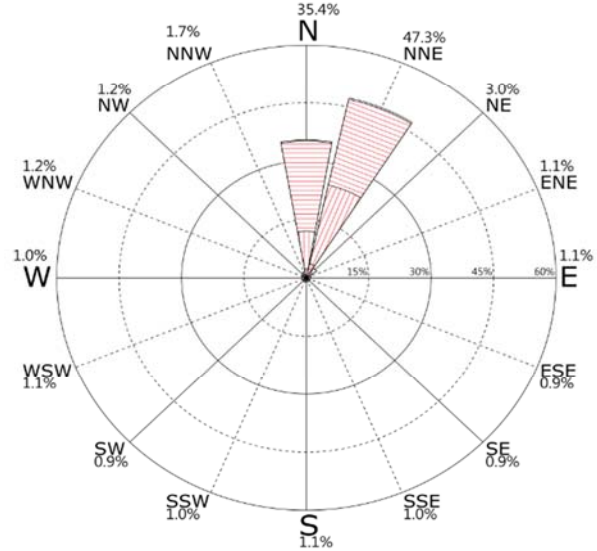


圖3.3.17 歷年 10月 臺中測站波浪玫瑰圖

時間:2004~2019年 每年11月 資料數:7,972(73.8%)
Hs 平均值=1.9m 最大值=7.2m(E, 6.2s)
小於0.5m:4.6% 0.5~1m:10.3% 1~5m:84.7%
大於5m:0.4%
N~E:85.5% E~S:2.3% S~W:2.9% W~N:9.3%

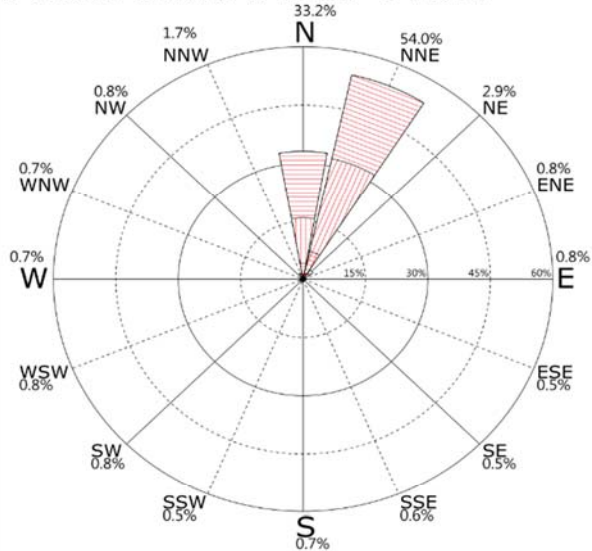


圖3.3.18 歷年 11月 臺中測站波浪玫瑰圖

時間:2004~2019年 每年秋季 資料數:26,614(81.2%)
Hs 平均值=1.8m 最大值=7.7m(N, 8.0s)
小於0.5m:5.8% 0.5~1m:15.0% 1~5m:78.5%
大於5m:0.7%
N~E:79.3% E~S:3.1% S~W:4.1% W~N:13.5%

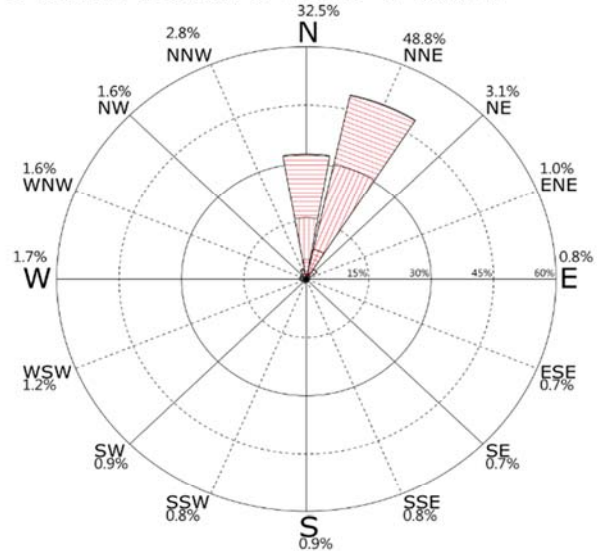


圖3.3.19 歷年 秋季 臺中測站波浪玫瑰圖

0.05-0.5m



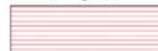
0.5-1m



1-2m



2-5m



>5m



波浪玫瑰圖

時間:2018/09/01~2019/08/31 資料數:8,239(94.1%)

Hs 平均值=1.5m 最大值=4.0m(NNE, 10.1s)

小於0.5m:11.1% 0.5~1m:26.7% 1~5m:62.2%

大於5m:0.0%

N~E:75.3% E~S:0.8% S~W:10.4% W~N:13.6%

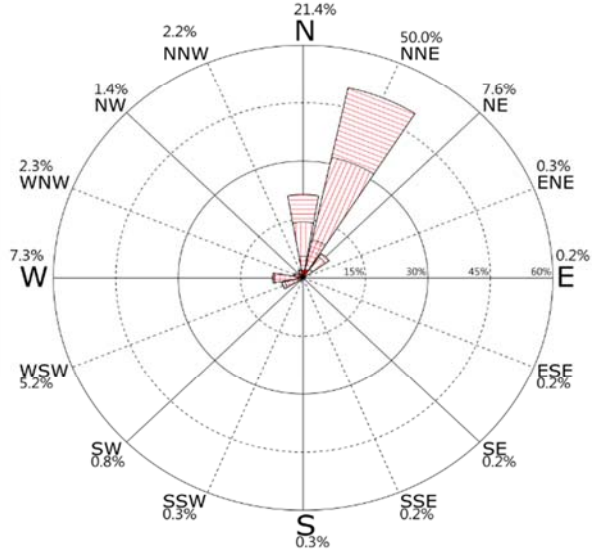


圖3.3.20 2019年 整年 臺中測站波浪玫瑰圖

時間:2004/02/03~2019/08/31 資料數:102,892(75.4%)

Hs 平均值=1.5m 最大值=11.0m(S, 9.9s)

小於0.5m:10.9% 0.5~1m:29.6% 1~5m:59.0%

大於5m:0.4%

N~E:66.5% E~S:2.8% S~W:11.1% W~N:19.7%

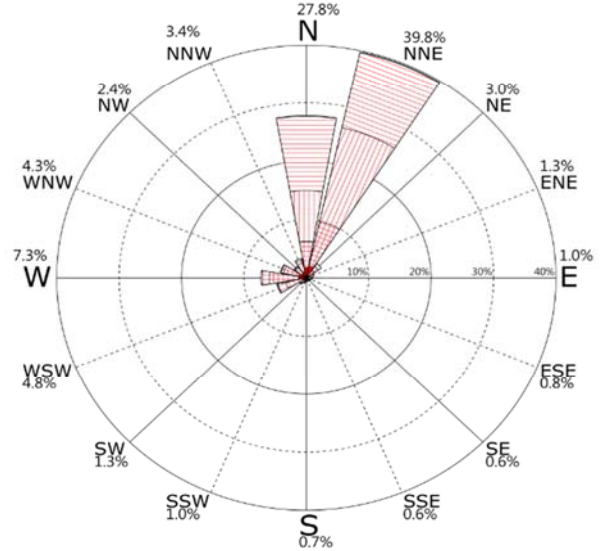


圖3.3.21 歷年 臺中測站波浪玫瑰圖

0.05-0.5m



0.5-1m



1-2m



2-5m



>5m



臺中測站 資料數:588(81.7%) 波高Hs:平均值=1.6m 最大值=3.6m(NNE, 7.66s) 小於0.5m:20.4% 0.5~1m:14.8% 1~5m:64.8% 大於5m:0.0%

週期Tp:平均值=6.9s 最大值=12.0s(NNE, 1.73m) 小於6s:27.6% 6~8s:45.7% 8~10s:23.6% 大於10s:3.1% 波向:N~E:78.6% E~S:1.0% S~W:1.4% W~N:19.0%

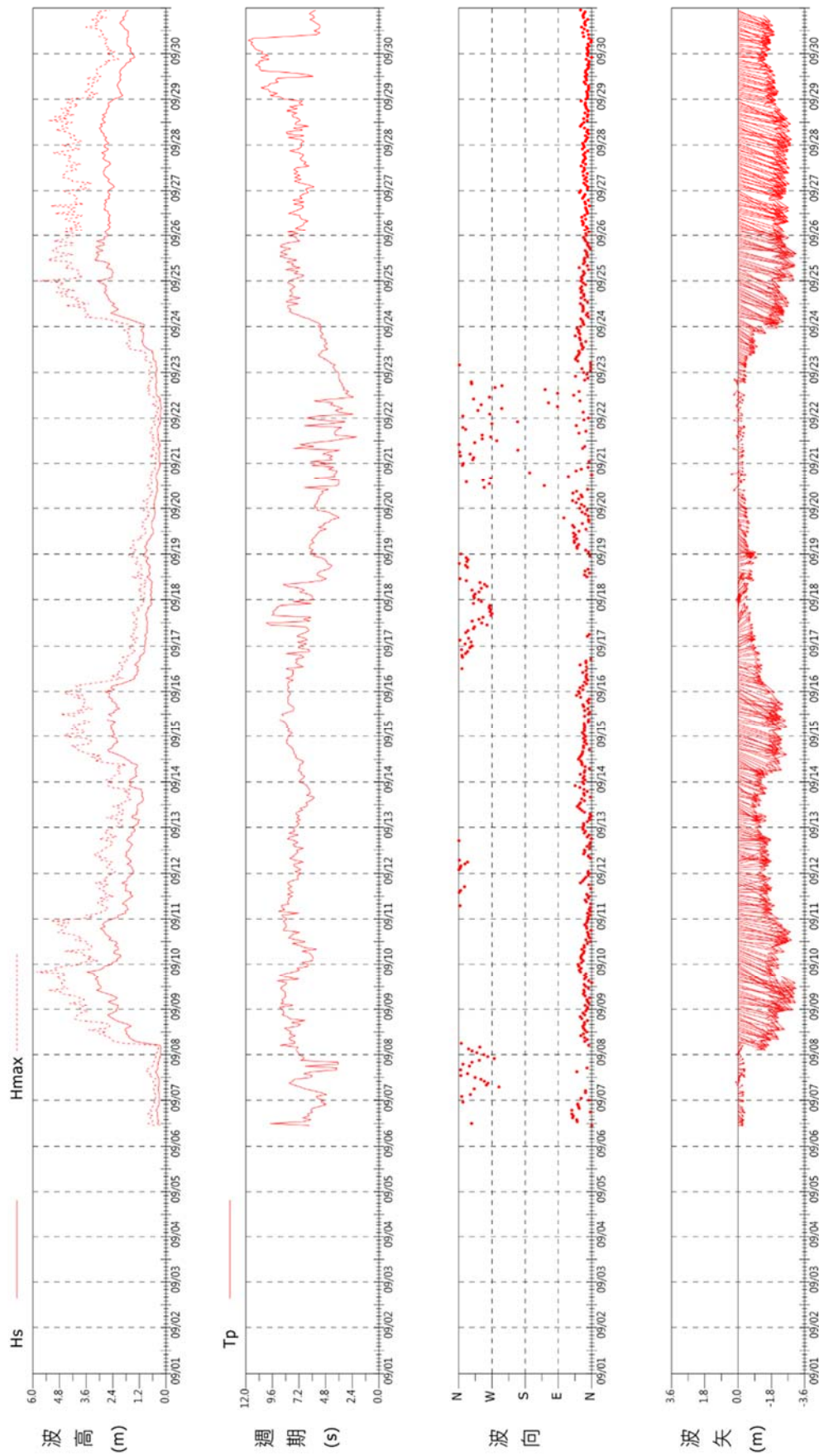


圖3.3.22 2018年9月臺中測站波浪歷線圖

臺中測站 資料數:740(99.5%) 波高Hs:平均值=1.9m 最大值=3.5m(NNE, 8.32s) 小於0.5m:0.0% 0.5~1m:7.6% 1~5m:92.4% 大於5m:0.0%

週期Tp:平均值=7.1s 最大值=14.0s(NNE, 1.28m) 小於6s:16.5% 6~8s:65.8% 8~10s:13.6% 大於10s:4.1% 波向:N~E:99.6% E~S:0.0% S~W:0.0% W~N:0.4%

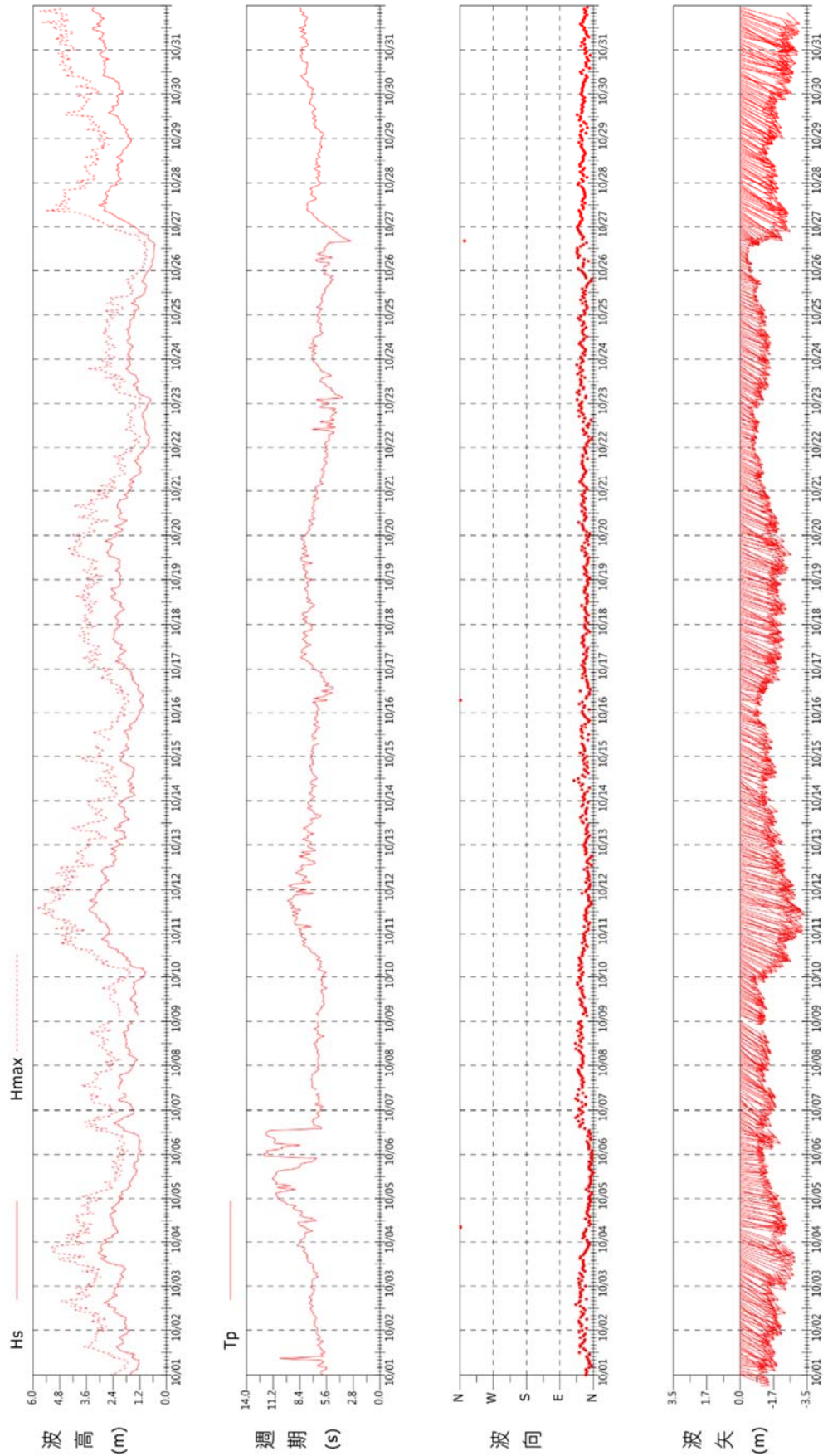


圖3.3.23 2018年10月臺中測站波浪歷線圖

臺中測站 資料數:656(91.1%) 波高Hs:平均值=1.7m 最大值=3.7m(N, 8.85s) 小於0.5m:0.6% 0.5~1m:9.1% 1~5m:90.2% 大於5m:0.0%

週期Tp:平均值=5.4s 最大值=10.0s(N, 2.43m) 小於6s:17.2% 6~8s:65.4% 8~10s:17.4% 大於10s:0.0% 波向:N~E:98.5% E~S:0.2% S~W:0.0% W~N:1.2%

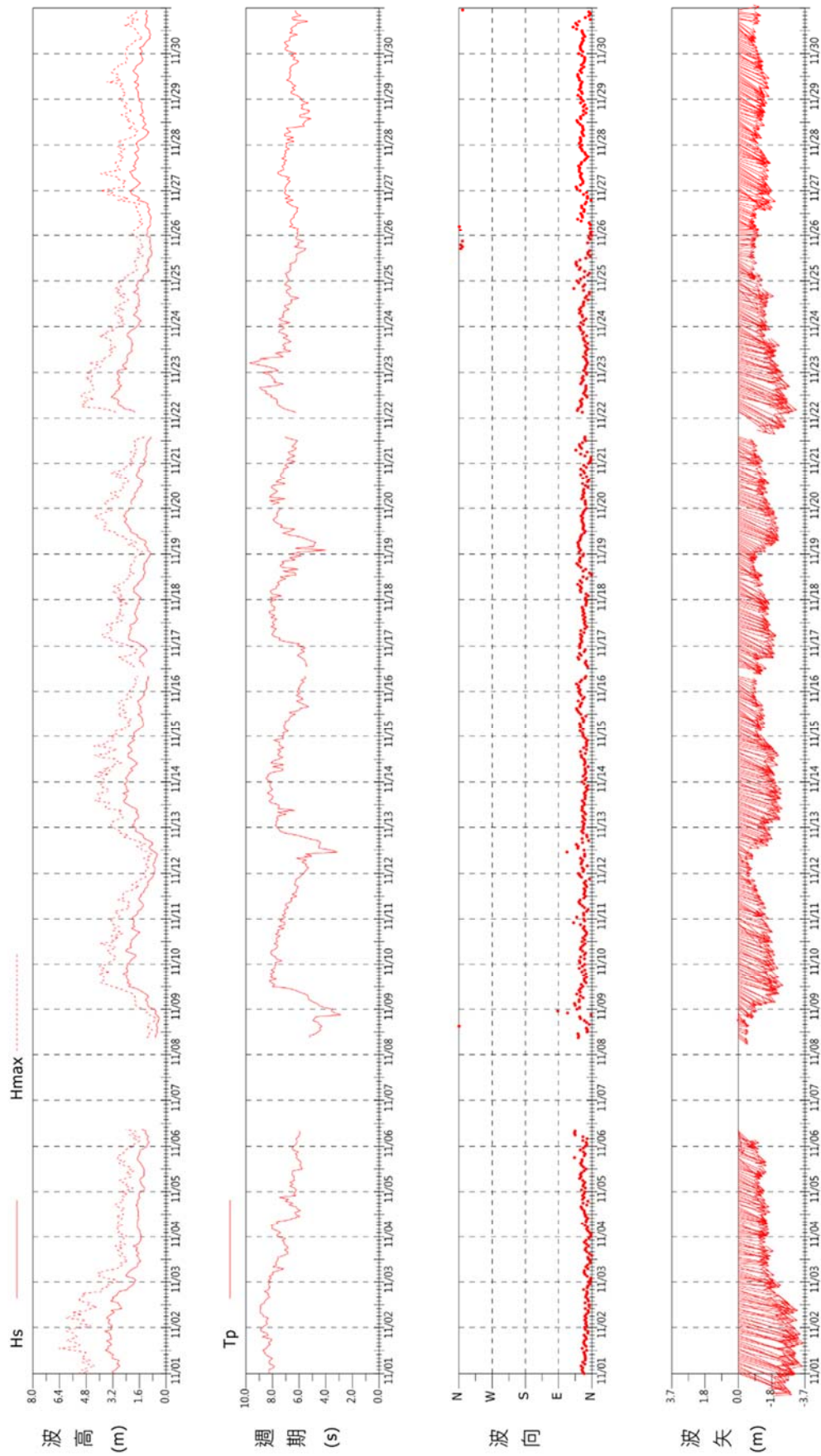


圖3.3.24 2018年11月臺中測站波浪歷線圖

臺中測站 資料數:731(98.3%) 波高Hs:平均值=2.1m 最大值=4.0m(NNE, 10.05s) 小於0.5m:9.2% 0.5~1m:7.7% 1~5m:83.2% 大於5m:0.0%

週期Tp:平均值=5.8s 最大值=12.0s(NNE, 3.47m) 小於6s:26.5% 6~8s:39.1% 8~10s:33.1% 大於10s:1.2% 波向:N~E:94.4% E~S:0.3% S~W:0.5% W~N:4.7%

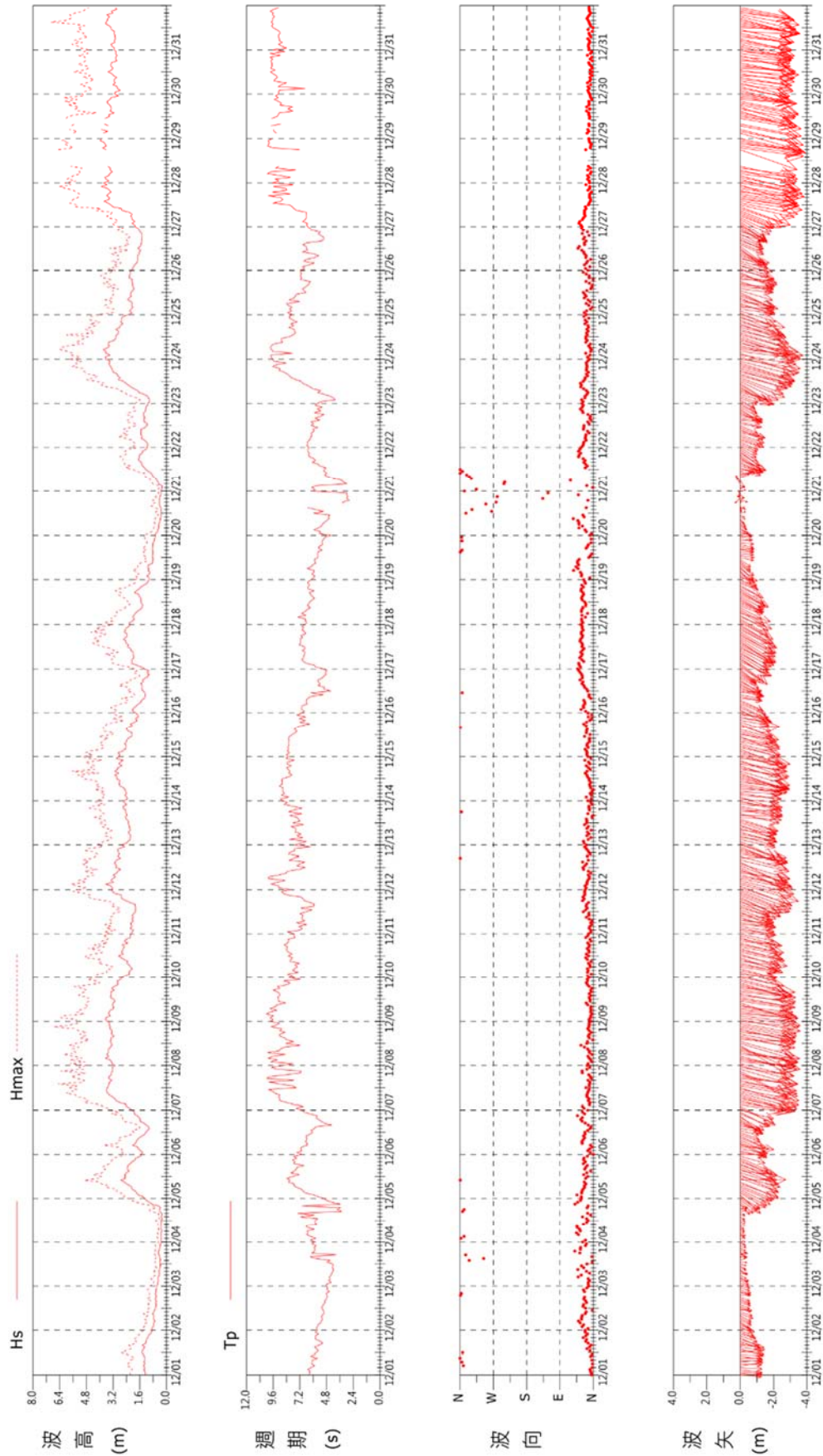


圖3.3.25 2018年12月臺中測站波浪歷線圖

臺中測站 資料數:744(100.0%) 波高Hs:平均值=2.0m 最大值=3.9m(NNE, 8.95s) 小於0.5m:0.9% 0.5~1m:6.5% 1~5m:92.6% 大於5m:0.0%

週期Tp:平均值=7.3s 最大值=12.0s(NNE, 3.52m) 小於6s:9.7% 6~8s:65.2% 8~10s:25.0% 大於10s:0.1% 波向:N~E:97.0% E~S:0.0% S~W:0.1% W~N:2.8%

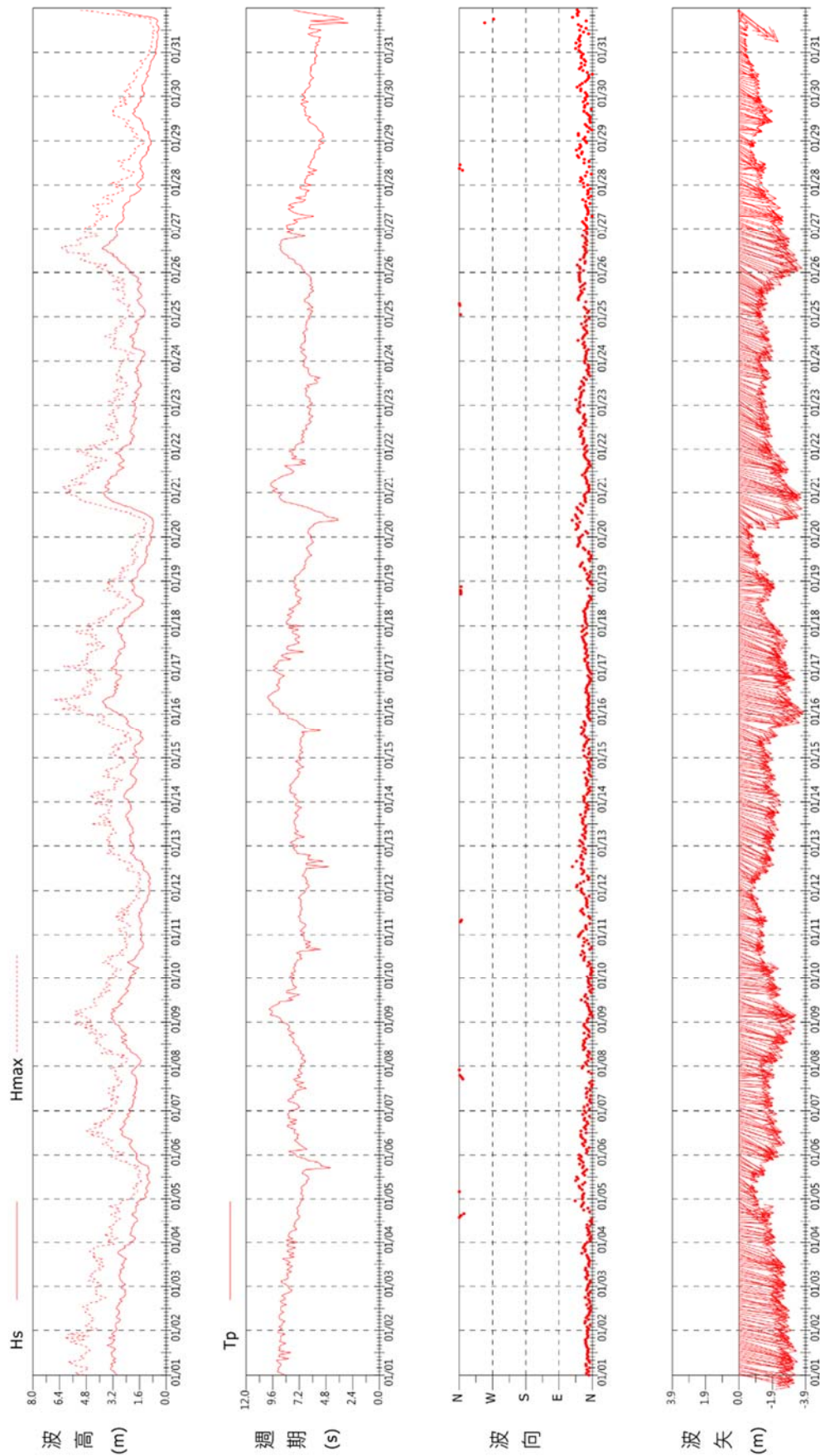


圖3.3.26 2019年1月臺中測站波浪歷線圖

臺中測站 資料數:672(100.0%) 波高Hs:平均值=1.7m 最大值=3.4m(NNE, 8.72s) 小於0.5m:2.5% 0.5~1m:15.9% 1~5m:81.5% 大於5m:0.0%

週期Tp:平均值=7.3s 最大值=12.0s(NNE, 2.15m) 小於6s:10.7% 6~8s:57.1% 8~10s:31.8% 大於10s:0.3% 波向:~N~E:98.2% E~S:0.3% S~W:0.1% W~N:1.3%

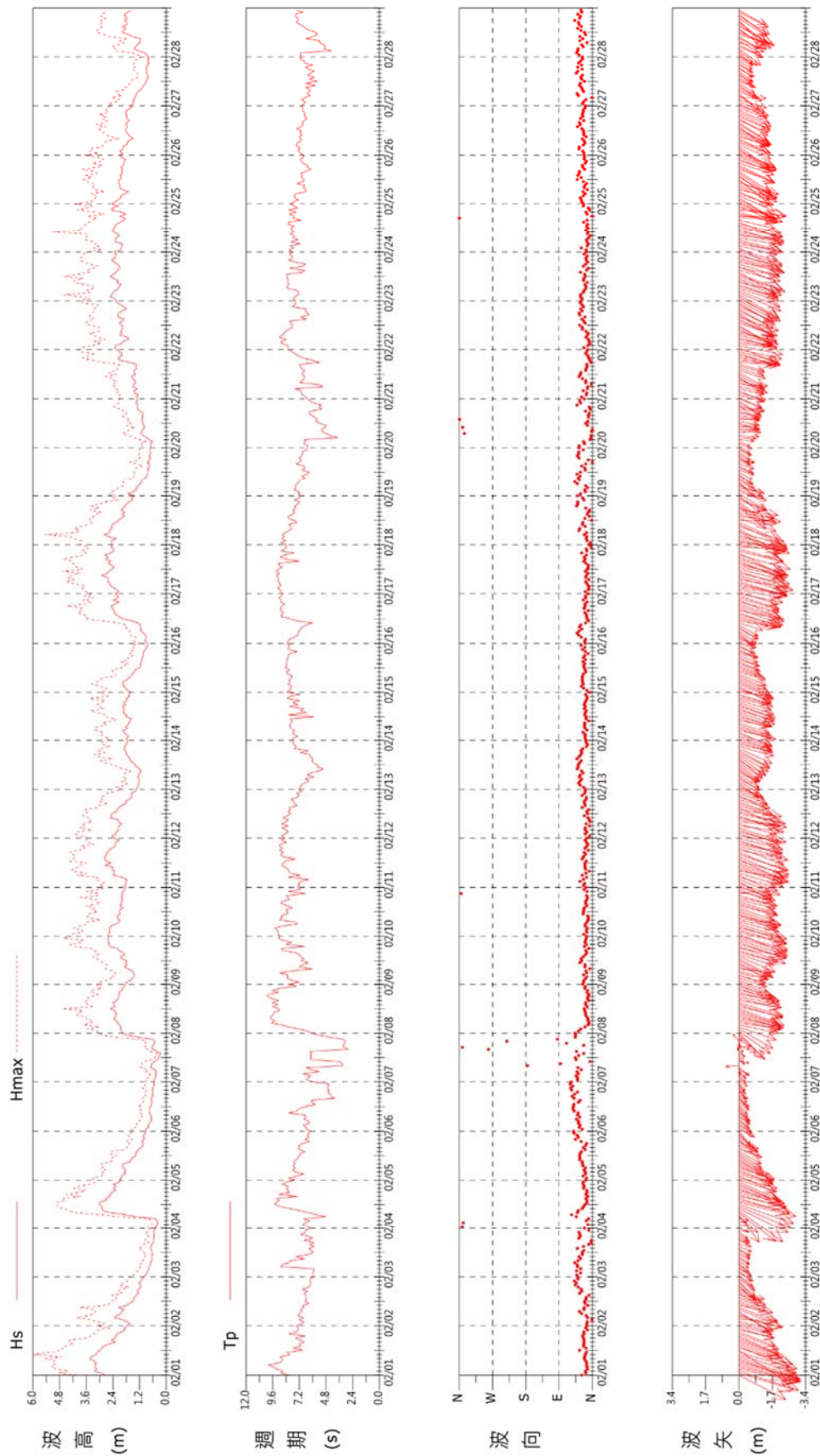


圖3.3.27 2019年2月臺中測站波浪歷線圖

臺中測站 資料數:742(99.7%) 波高Hs:平均值=1.5m 最大值=3.1m(NNE, 8.39s) 小於0.5m:5.4% 0.5~1m:20.5% 1~5m:74.1% 大於5m:0.0%

週期Tp:平均值=6.5s 最大值=40.0s(NNE, 0.01m) 小於6s:29.8% 6~8s:60.6% 8~10s:9.4% 大於10s:0.1% 波向:N~E:82.7% E~S:0.7% S~W:4.2% W~N:12.4%

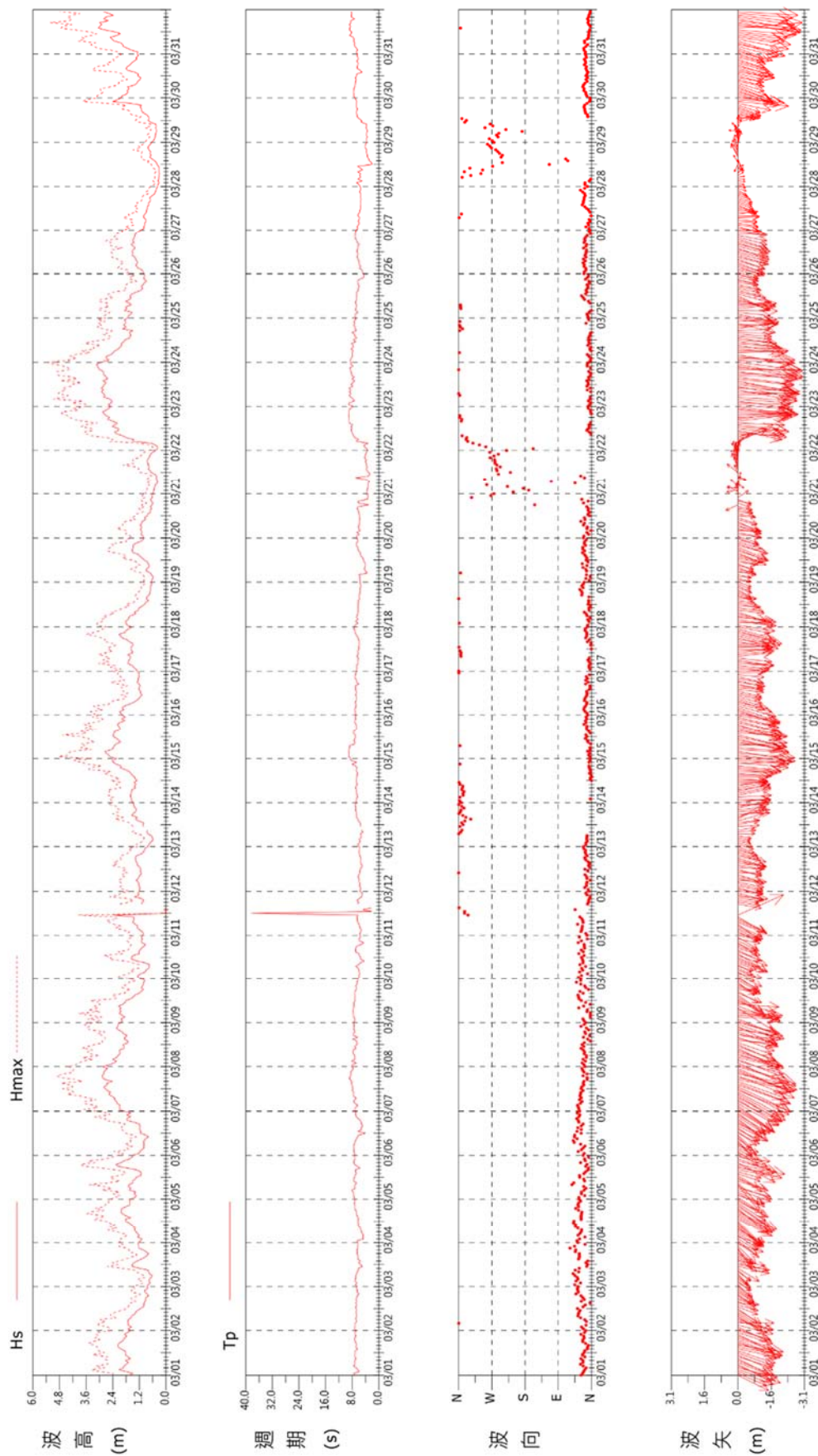


圖3.3.28 2019年3月臺中測站波浪歷線圖

臺中測站 資料數:720(100.0%) 波高Hs:平均值=1.1m 最大值=2.8m(N, 8.39s) 小於0.5m:23.2% 0.5~1m:32.5% 1~5m:44.3% 大於5m:0.0%
週期Tp:平均值=3.2s 最大值=34.0s(N, 0.34m) 小於6s:42.5% 6~8s:49.7% 8~10s:7.6% 大於10s:0.1% 波向:N~E:65.0% E~S:1.8% S~W:11.5% W~N:21.3%

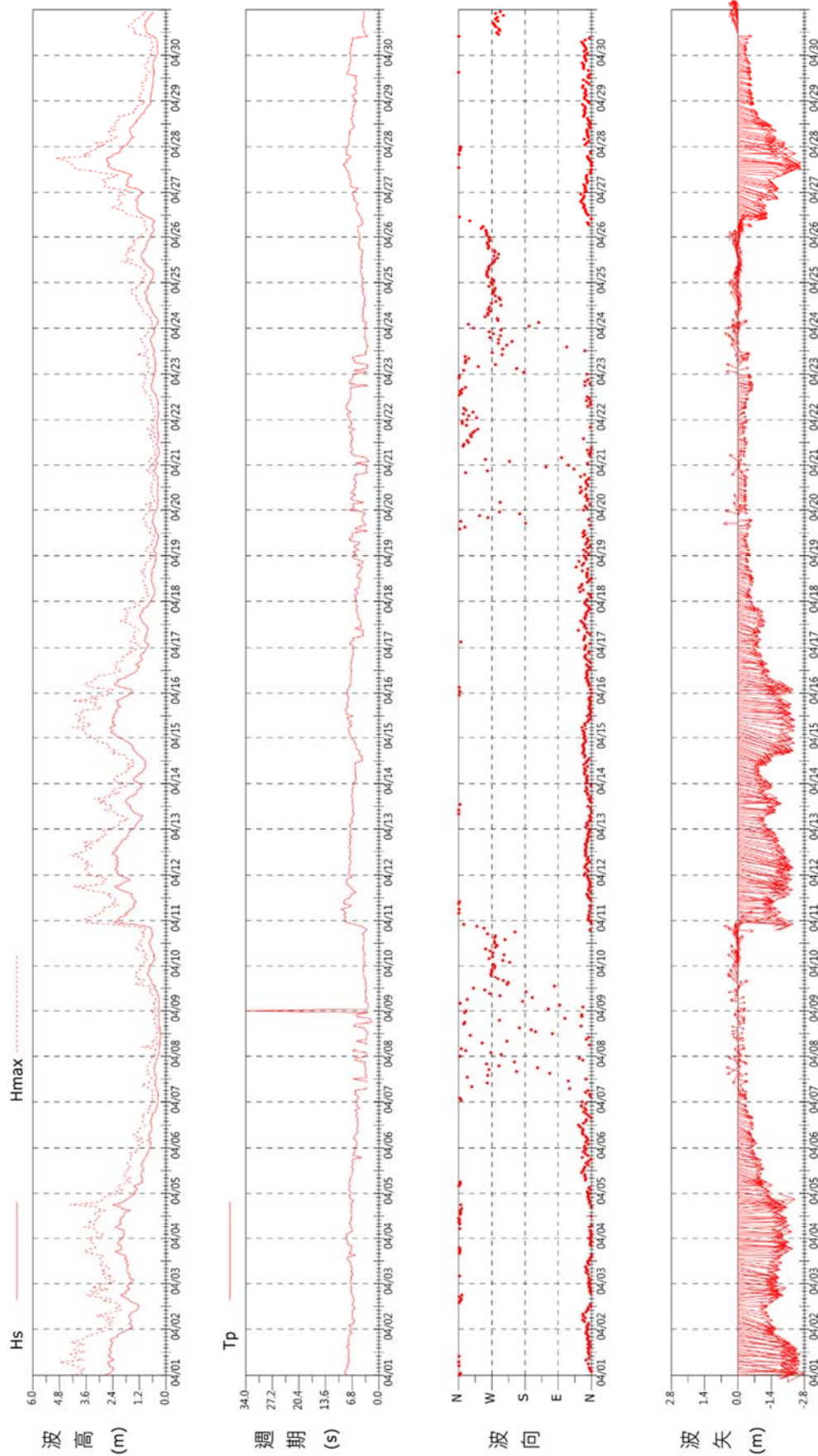


圖3.3.29 2019年4月臺中測站波浪歷線圖

臺中測站 資料數:736(98.9%) 波高Hs:平均值=1.1m 最大值=3.5m(N, 8.9s) 小於0.5m:13.7% 0.5~1m:37.6% 1~5m:48.6% 大於5m:0.0%

週期Tp:平均值=6.3s 最大值=10.0s(N, 3.5m) 小於6s:39.5% 6~8s:51.0% 8~10s:9.5% 大於10s:0.0% 波向N~E:74.6% E~S:0.4% S~W:7.9% W~N:17.1%

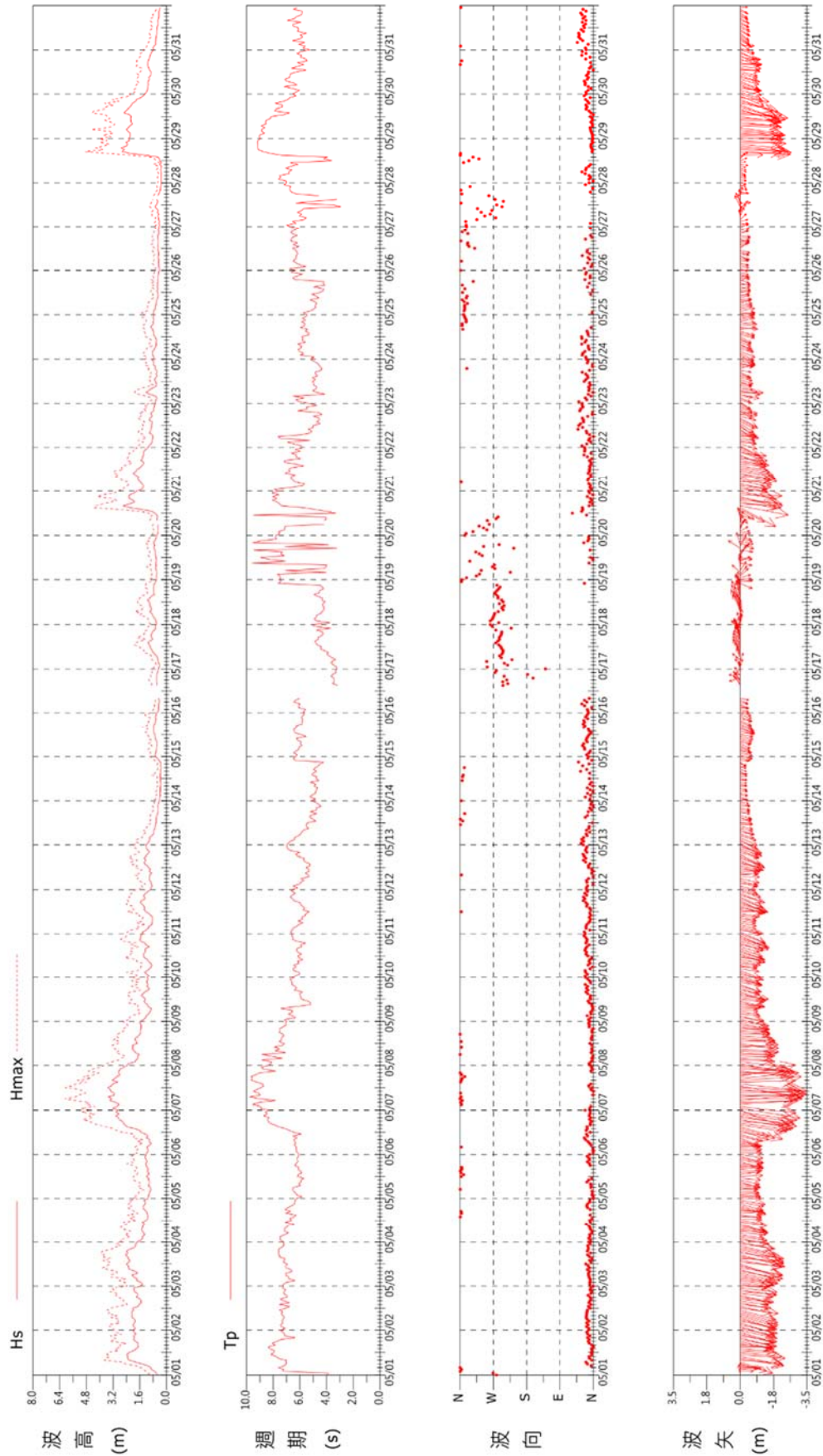


圖3.3.30 2019年5月臺中測站波浪歷線圖

臺中測站 資料數:716(99.4%) 波高Hs:平均值=0.7m 最大值=1.7m(N, 6.94s) 小於0.5m:28.1% 0.5~1m:59.4% 1~5m:12.6% 大於5m:0.0%

週期Tp:平均值=3.8s 最大值=10.0s(N, 1.33m) 小於6s:65.8% 6~8s:33.2% 8~10s:1.0% 大於10s:0.0% 波向:N~E:38.1% E~S:3.8% S~W:30.0% W~N:27.9%

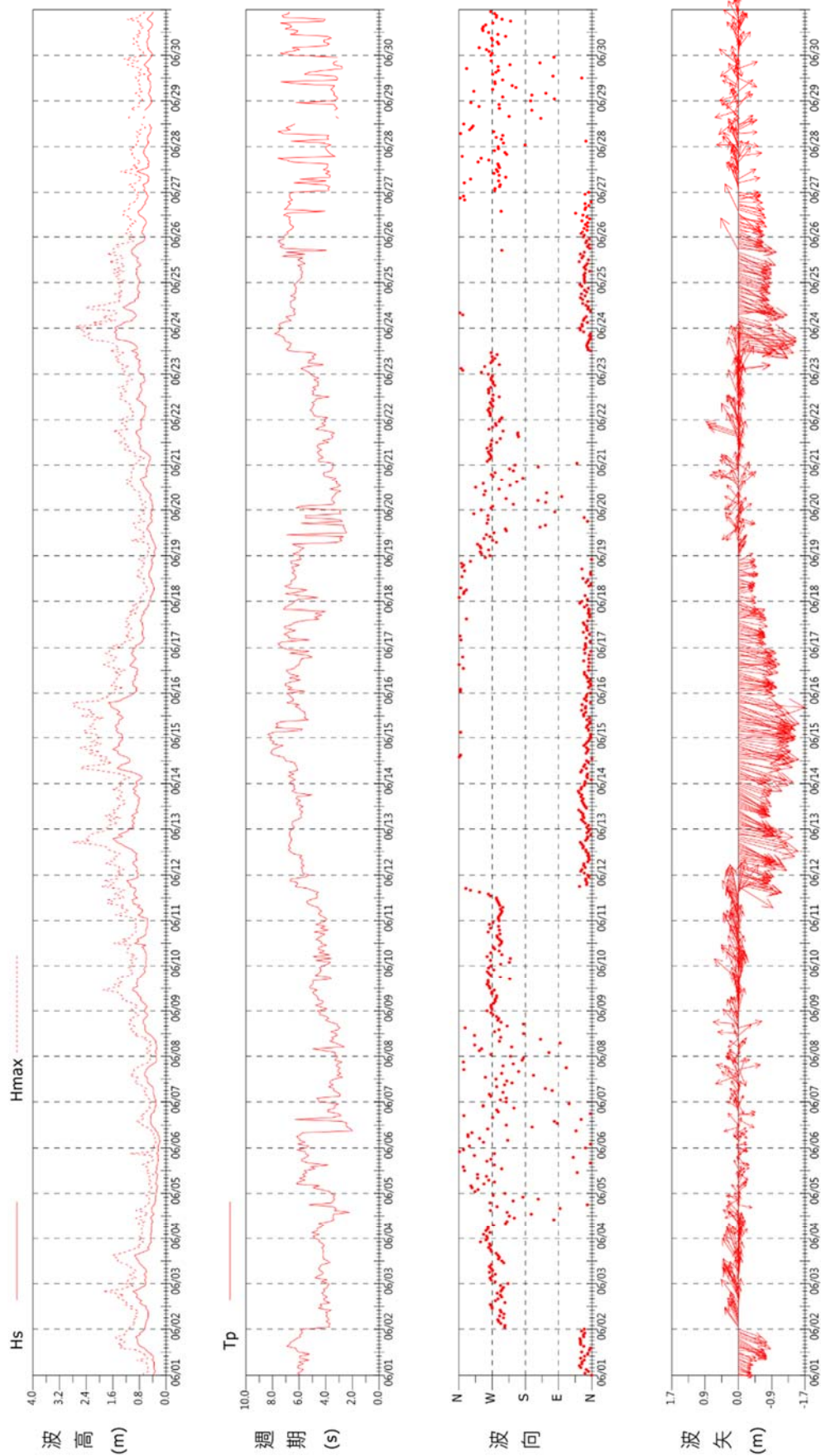


圖3.3.31 2019年6月臺中測站波浪歷線圖

臺中測站 資料數:743(99.9%) 波高Hs:平均值=0.7m 最大值=3.1m(NNE, 8.26s) 小於0.5m:30.4% 0.5~1m:57.9% 1~5m:11.7% 大於5m:0.0%

週期Tp:平均值=5.3s 最大值=10.0s(NNE, 0.89m) 小於6s:63.4% 6~8s:29.9% 8~10s:6.7% 大於10s:0.0% 波向:N~E:15.9% E~S:2.0% S~W:51.4% W~N:30.7%

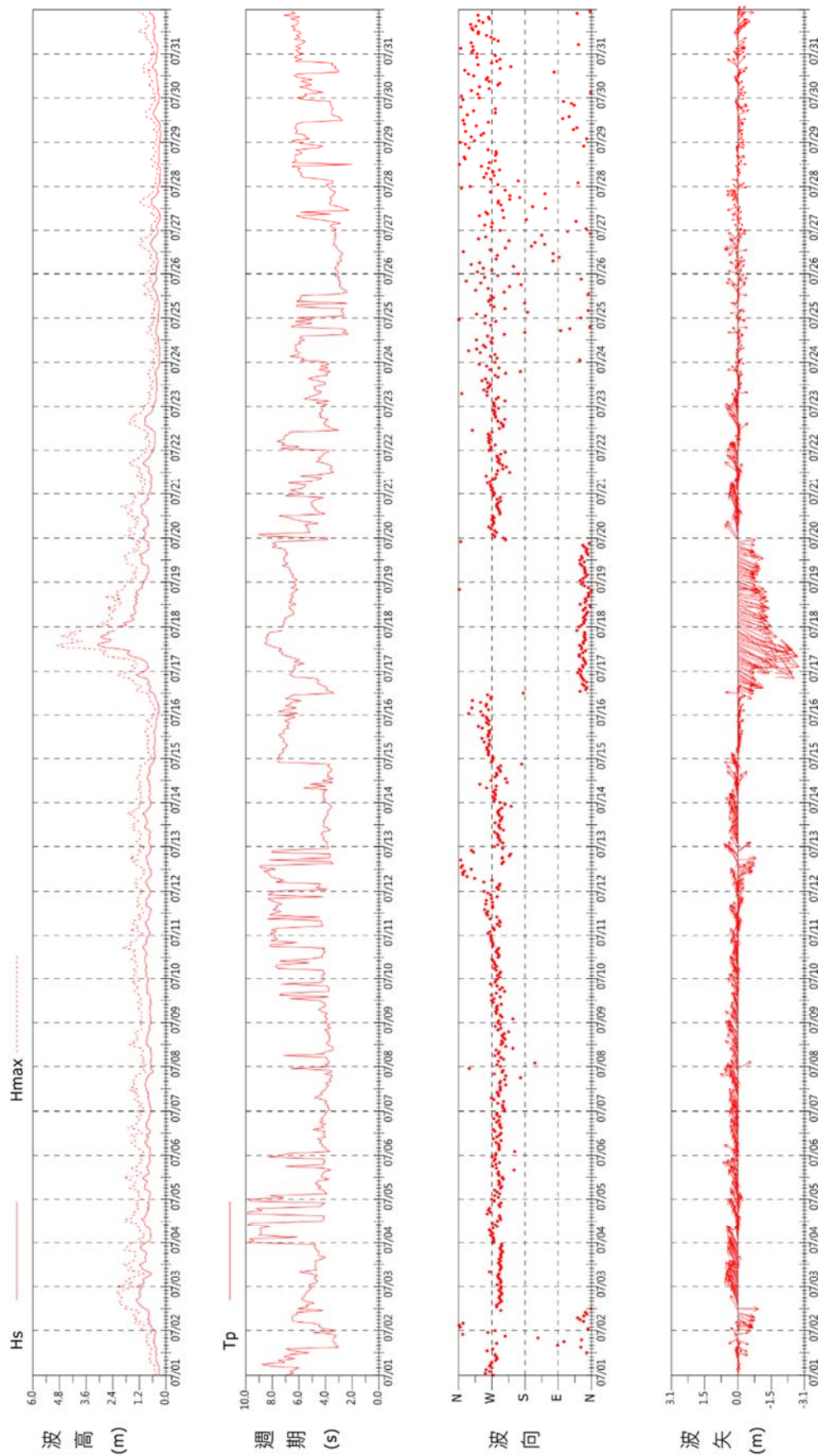


圖3.3.32 2019年7月臺中測站波浪歷線圖

臺中測站 資料數:741(99.6%) 波高Hs:平均值=1.0m 最大值=3.5m(NNE, 8.41s) 小於0.5m:11.6% 0.5~1m:55.3% 1~5m:33.1% 大於5m:0.0%

週期Tp:平均值=6.4s 最大值=12.0s(NNE, 1.66m) 小於6s:42.0% 6~8s:50.1% 8~10s:6.7% 大於10s:1.2% 波向:N~E:42.1% E~S:0.1% S~W:25.2% W~N:32.5%

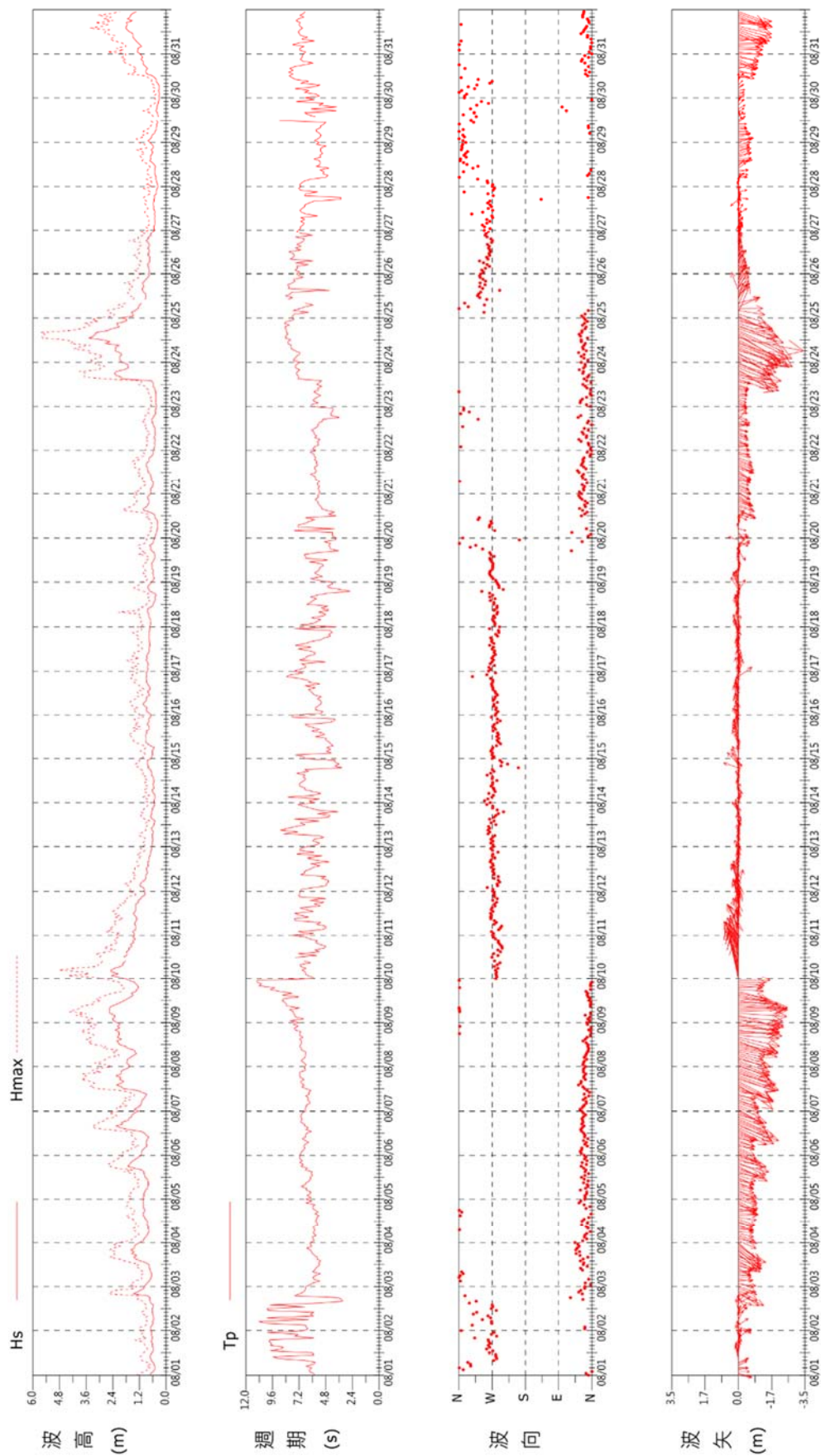


圖3.3.33 2019年8月臺中測站波浪歷線圖

3.4 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分佈統計表（如表 3.4.1）。
2. 歷年四季及全觀測期流速流向機率分佈圖（如圖 3.4.1~圖 3.4.2）。
3. 歷年分月、分季及全觀測期海流流速與流向聯合分佈百分比統計表（表 3.4.2~表 3.4.6）。
4. 歷年分月、分季及全觀測期海流玫瑰圖（如圖 3.4.3~圖 3.4.20）。
5. 108 年度海流觀測資料逐時歷線圖（如圖 3.4.21~圖 3.4.32）。

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恒流、季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。恒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 38.1 cm/s，流速分佈以 25~50 cm/s 間比率最高，佔全期 38.8%，流速低於 25 cm/s 者為 35.8%，高於 50 cm/s 佔 25.4%；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 30%（S~W）、40.7%（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 44.1 cm/s（近 1 節），流速分佈以 25~50 cm/s 間比率較高，約為 35.8%，流速 25 cm/s 以下為 30.2%，大於 50 cm/s 佔 34%；春季平均流速最小，歷年整季平均流速為 33.1 cm/s，流速分佈以小於 25

cm/s 比率最高，約佔整季 43.8%，介於 25~50 cm/s 間為 38.2%，高於 50 cm/s 以上為 18%。夏、秋兩季歷年平均流速相似，均約為 38 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 3.2 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3.4.1 歷年四季及全觀測期流速、流向分佈統計表

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	33.1	43.8	38.2	18.0
夏	37.3	33.6	41.5	24.9
秋	37.8	36.5	38.8	24.7
冬	44.1	30.2	35.8	34.0
全期	38.1	35.8	38.8	25.4
流向分佈（四象限）				
季節	N~E (%)	E~S (%)	S~W (%)	W~N (%)
春	29.4	4.6	25.1	40.9
夏	36.0	7.8	8.0	48.2
秋	16.1	4.3	39.5	40.1
冬	12.3	4.5	51.9	31.4
全期	23.9	5.4	30.0	40.7

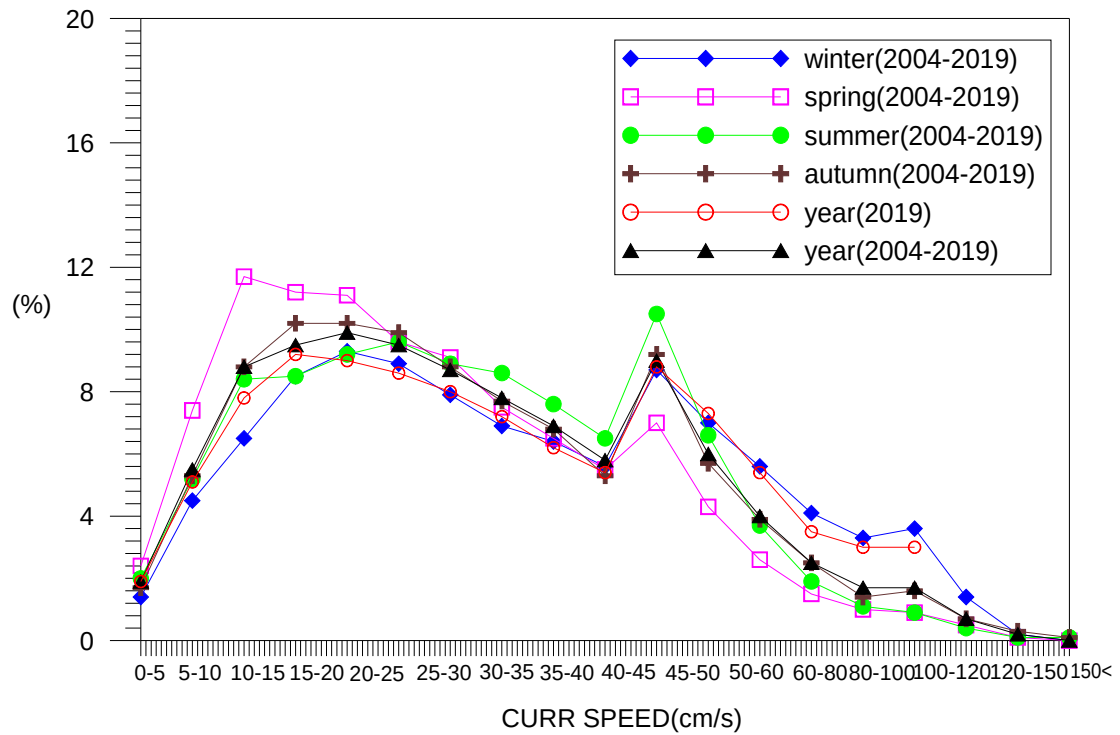


圖3.4.1 歷年四季及全觀測期海流流速機率分佈圖

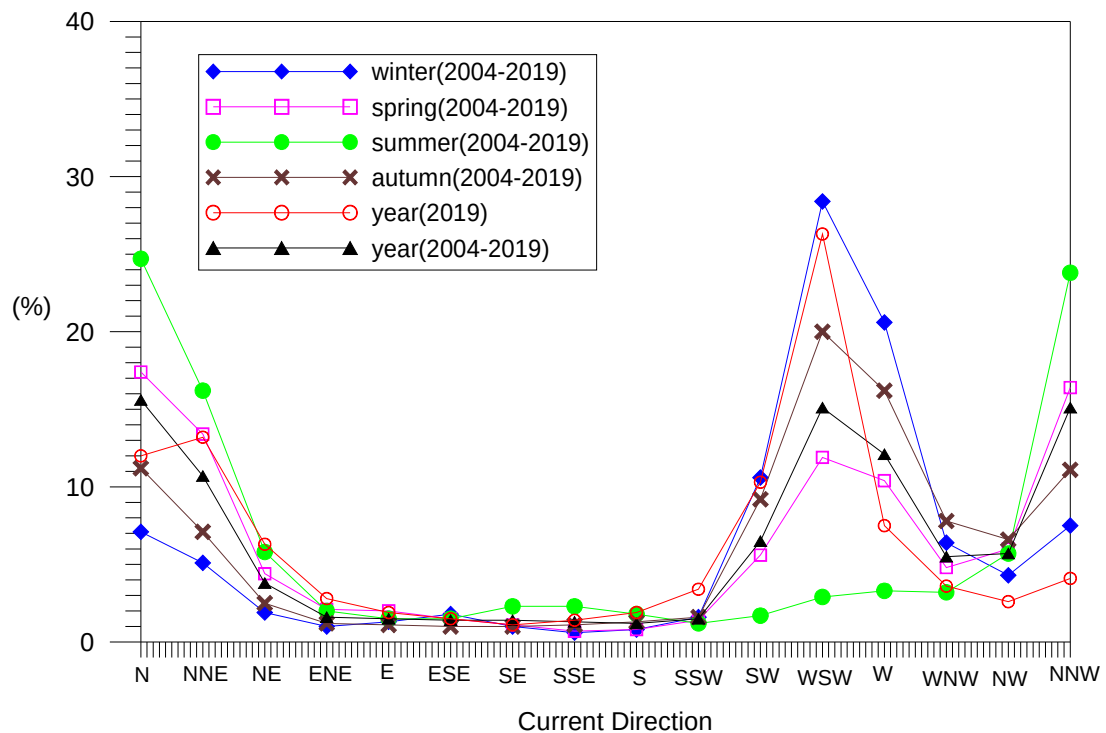


圖3.4.2 歷年四季及全觀測期海流流向機率分佈圖

表3.4.2 歷年 冬季 臺中測站流速及流向聯合分佈百分比(%)統計表

2004年 ~ 2019年

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	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	1.4
5cm/s	.3	.3	.2	.2	.2	.2	.2	.1	.2	.2	.3	.4	.5	.5	.5	.4	4.5
10cm/s	.5	.5	.3	.2	.2	.2	.2	.1	.1	.3	.4	.6	.9	.9	.7	.6	6.5
15cm/s	.6	.5	.3	.2	.2	.3	.2	.1	.1	.2	.6	.9	1.5	1.1	.9	.8	8.5
20cm/s	.8	.6	.3	.1	.2	.4	.2	.1	.1	.3	.7	1.4	1.6	1.0	.7	.8	9.3
25cm/s	.9	.6	.2	.1	.2	.3	.1	.0	.1	.2	.8	1.5	1.6	.8	.6	.8	8.9
30cm/s	.9	.6	.2	.1	.1	.2	.1	.1	.1	.2	.9	1.7	1.3	.6	.3	.8	7.9
35cm/s	.9	.6	.1	.0	.1	.1	.0	.0	.0	.1	.9	1.8	1.1	.3	.2	.8	6.9
40cm/s	.8	.4	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.9	1.9	1.1	.3	.1	.7	6.4
45cm/s	.6	.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.8	1.8	1.1	.2	.1	.6	5.6
50cm/s	.5	.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.3	3.4	1.8	.3	.1	.7	8.7
60cm/s	.2	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.1	3.4	1.7	.1	.0	.3	7.0
70cm/s	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.8	2.8	1.8	.1	.0	.1	5.6
80cm/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5	2.3	1.2	.1	.0	.0	4.1
90cm/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.4	1.7	1.2	.0	.0	.0	3.3
100cm/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.3	2.1	1.2	.0	.0	.0	3.6
120cm/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.7	.7	.0	.0	.0	1.4
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(%)	7.1	5.1	1.9	1.0	1.3	1.8	1.0	.6	.8	1.6	10.6	28.4	20.6	6.4	4.3	7.5	100.0

[註1]:主要流速介於20 ~ 25 cm/s佔9.3% , 主要流向WSW佔28.4%。

[註2]:流速平均值=44.1cm/s, 流速最大值=221.9cm/s, 其流向為ENE。

[註3]:流速小於25cm/s佔30.2% , 介於25 ~ 50cm/s佔35.8% , 大於50cm/s佔34.0%。

[註4]:流向N~E佔12.3% , E~S佔4.5% , S~W佔51.9% , W~N佔31.4%。

[註5]:資料每小時紀錄一次, 合計23,001筆(69.4%)。

表3.4.3 歷年 春季 臺中測站流速及流向聯合分佈百分比(%)統計表

2004年 ~ 2019年

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	.1	.2	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.2	.1	.2	.2	.1	.2	2.4
5cm/s	.7	.5	.4	.3	.6	.3	.2	.2	.3	.3	.5	.5	.7	.7	.7	.7	7.4
10cm/s	1.2	2.6	.5	.4	.3	.3	.2	.2	.2	.3	.5	.8	1.0	1.0	1.0	1.1	11.7
15cm/s	1.6	1.1	.6	.3	.2	.2	.2	.1	.1	.2	.5	1.2	1.2	1.0	1.1	1.6	11.2
20cm/s	2.0	1.3	.5	.3	.2	.2	.1	.0	.1	.1	.6	1.2	1.2	.7	.8	1.7	11.1
25cm/s	1.9	1.4	.5	.2	.1	.2	.1	.0	.0	.1	.6	1.2	1.0	.4	.6	1.5	9.5
30cm/s	2.1	1.3	.3	.2	.1	.1	.0	.0	.0	.1	.5	1.0	.9	.4	.5	1.7	9.1
35cm/s	1.9	1.2	.4	.1	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.3	.8	.6	.2	.3	1.5	7.5
40cm/s	1.6	1.1	.2	.1	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.4	.7	.5	.1	.3	1.3	6.5
45cm/s	1.3	.9	.2	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.4	.6	.5	.1	.2	1.2	5.5
50cm/s	1.4	.9	.2	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5	1.2	.7	.1	.2	1.8	7.0
60cm/s	.8	.5	.1	.0	.0	.0	.1	.0	.0	.0	.3	.8	.4	.0	.1	1.1	4.3
70cm/s	.4	.3	.1	.0	.0	.0	.1	.0	.0	.0	.2	.6	.4	.0	.0	.6	2.6
80cm/s	.2	.2	.0	.0	.0	.0	.1	.0	.0	.0	.1	.4	.3	.0	.0	.2	1.5
90cm/s	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.3	.3	.0	.0	.1	1.0
100cm/s	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.2	.3	.0	.0	.0	.9
120cm/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.2	.2	.0	.0	.0	.5
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(%)	17.4	13.4	4.4	2.1	2.0	1.5	1.2	.7	.8	1.4	5.6	12.0	10.4	4.8	6.0	16.4	100.0

[註1]:主要流速介於10 ~ 15 cm/s佔11.7%，主要流向N佔17.4%。

[註2]:流速平均值=33.1cm/s，流速最大值=229.5cm/s，其流向為W。

[註3]:流速小於25cm/s佔43.8%，介於25 ~ 50cm/s佔38.2%，大於50cm/s佔18.0%。

[註4]:流向N~E佔29.4%，E~S佔4.6%，S~W佔25.1%，W~N佔40.9%。

[註5]:資料每小時紀錄一次，合計21,549筆(61.0%)。

表3.4.4 歷年 夏季 臺中測站流速及流向聯合分佈百分比(%)統計表

2004年 ~ 2019年																	
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	2.0
5cm/s	.5	.4	.3	.3	.3	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.3	.4	.4	.5	.6	5.2
10cm/s	1.0	2.0	.5	.3	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.2	.3	.4	.6	.9	1.0	8.4
15cm/s	1.8	1.2	.7	.3	.2	.2	.2	.1	.1	.1	.1	.3	.4	.6	.9	1.5	8.6
20cm/s	2.3	1.5	.7	.3	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.2	.3	.4	.8	1.9	9.3
25cm/s	2.7	1.7	.6	.2	.1	.1	.1	.2	.1	.1	.1	.3	.3	.3	.6	2.1	9.7
30cm/s	2.7	1.6	.6	.2	.1	.1	.1	.2	.2	.1	.1	.2	.2	.2	.5	2.0	9.0
35cm/s	2.7	1.3	.6	.1	.1	.1	.1	.2	.1	.1	.1	.2	.2	.2	.4	2.2	8.7
40cm/s	2.3	1.1	.4	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.2	.2	.1	.3	2.2	7.7
45cm/s	1.9	1.1	.3	.1	.0	.1	.2	.1	.1	.1	.1	.1	.2	.1	.2	2.0	6.5
50cm/s	2.9	1.5	.4	.1	.1	.1	.3	.3	.2	.1	.1	.2	.1	.1	.3	3.6	10.4
60cm/s	1.7	1.0	.2	.0	.0	.1	.2	.2	.1	.0	.1	.2	.1	.0	.1	2.5	6.5
70cm/s	.9	.6	.1	.0	.0	.0	.1	.1	.1	.0	.0	.1	.1	.0	.1	1.3	3.7
80cm/s	.5	.3	.0	.0	.0	.0	.1	.1	.0	.0	.0	.1	.0	.0	.0	.6	1.9
90cm/s	.3	.2	.1	.0	.0	.0	.1	.0	.0	.0	.0	.1	.0	.0	.0	.2	1.1
100cm/s	.2	.2	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.0	.0	.1	.8
120cm/s	.0	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.0	.0	.0	.0	.4
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(%)	24.6	16.1	5.8	2.0	1.5	1.5	2.3	2.3	1.8	1.3	1.7	2.9	3.3	3.3	5.8	23.9	100.0

[註1]:主要流速介於50 ~ 60 cm/s佔10.4%，主要流向N佔24.6%。

[註2]:流速平均值=37.3cm/s，流速最大值=282.7cm/s，其流向為NW。

[註3]:流速小於25cm/s佔33.6%，介於25 ~ 50cm/s佔41.5%，大於50cm/s佔24.9%。

[註4]:流向N~E佔36.0%，E~S佔7.8%，S~W佔8.0%，W~N佔48.2%。

[註5]:資料每小時紀錄一次，合計29,416筆(83.3%)。

表3.4.5 歷年 秋季 臺中測站流速及流向聯合分佈百分比(%)統計表

2004年 ~ 2019年

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	.1	.1	.1	.1	.1	.2	.1	.2	.1	1.7
5cm/s	.5	.3	.3	.2	.1	.1	.1	.1	.2	.2	.4	.4	.5	.6	.6	.6	5.3
10cm/s	.9	.6	.4	.2	.2	.2	.1	.1	.2	.3	.5	.8	1.2	1.1	1.1	1.0	8.9
15cm/s	1.2	.8	.3	.2	.2	.1	.1	.1	.2	.3	.5	1.1	1.6	1.3	1.1	1.3	10.3
20cm/s	1.4	.7	.3	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.2	.6	1.2	1.9	1.1	1.0	1.3	10.3
25cm/s	1.5	.9	.3	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.2	.6	1.3	1.9	.8	.7	1.3	9.9
30cm/s	1.4	.6	.2	.1	.1	.1	.0	.1	.1	.1	.6	1.5	1.6	.6	.6	1.2	8.9
35cm/s	1.3	.7	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.9	1.4	1.1	.5	.4	.9	7.8
40cm/s	1.0	.5	.1	.1	.1	.0	.1	.0	.1	.1	.8	1.6	.9	.4	.3	.8	6.9
45cm/s	.7	.4	.1	.0	.0	.0	.1	.0	.1	.0	.6	1.4	.7	.3	.2	.7	5.3
50cm/s	.9	.5	.1	.1	.1	.0	.1	.1	.1	.1	1.2	2.4	1.1	.4	.3	1.0	8.4
60cm/s	.4	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.1	.0	.0	.8	2.0	.9	.3	.2	.6	5.7
70cm/s	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.7	1.7	.7	.1	.1	.2	3.9
80cm/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.5	1.1	.5	.1	.0	.1	2.5
90cm/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.2	.6	.4	.1	.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	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1
合計(%)	11.4	6.4	2.6	1.3	1.1	1.0	1.0	1.1	1.3	1.6	9.2	20.1	16.2	7.9	6.6	11.2	100.0

[註1]:主要流速介於15 ~ 20 cm/s佔10.3%，主要流向WSW佔20.1%。

[註2]:流速平均值=37.8cm/s，流速最大值=265.5cm/s，其流向為ESE。

[註3]:流速小於25cm/s佔36.5%，介於25 ~ 50cm/s佔38.8%，大於50cm/s佔24.7%。

[註4]:流向N~E佔16.1%，E~S佔4.3%，S~W佔39.5%，W~N佔40.1%。

[註5]:資料每小時紀錄一次，合計26,007筆(79.3%)。

表3.4.6 歷年 臺中測站流速及流向聯合分佈百分比(%)統計表

2004年 ~ 2019年

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	.1	1.9
5cm/s	.5	.4	.3	.2	.3	.2	.2	.2	.2	.2	.3	.4	.5	.6	.6	.6	5.6
10cm/s	.9	1.4	.4	.3	.2	.2	.2	.2	.2	.3	.4	.6	.9	.9	.9	.9	8.8
15cm/s	1.3	.9	.5	.2	.2	.2	.2	.1	.1	.2	.4	.8	1.1	1.0	1.0	1.3	9.6
20cm/s	1.7	1.0	.5	.2	.2	.2	.1	.1	.1	.2	.5	1.0	1.2	.8	.8	1.5	9.9
25cm/s	1.8	1.2	.4	.2	.1	.2	.1	.1	.1	.1	.5	1.0	1.2	.5	.6	1.5	9.5
30cm/s	1.8	1.0	.4	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.5	1.1	1.0	.4	.5	1.4	8.7
35cm/s	1.7	1.0	.3	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.1	.5	1.0	.8	.3	.3	1.4	7.8
40cm/s	1.5	.8	.2	.1	.1	.1	.1	.1	.0	.0	.5	1.0	.7	.2	.2	1.3	6.9
45cm/s	1.1	.7	.2	.0	.0	.0	.1	.1	.0	.0	.5	.9	.6	.2	.2	1.2	5.8
50cm/s	1.5	.9	.2	.1	.1	.0	.1	.1	.1	.1	.8	1.7	.9	.2	.2	1.9	8.8
60cm/s	.8	.5	.1	.0	.0	.0	.1	.1	.0	.0	.5	1.5	.8	.1	.1	1.2	6.0
70cm/s	.4	.3	.1	.0	.0	.0	.1	.0	.0	.0	.4	1.2	.7	.1	.1	.6	4.0
80cm/s	.2	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.3	.9	.5	.0	.0	.3	2.5
90cm/s	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.2	.6	.4	.0	.0	.1	1.7
100cm/s	.1	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.1	.7	.5	.0	.0	.0	1.7
120cm/s	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.3	.3	.0	.0	.0	.7
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(%)	15.6	10.5	3.7	1.6	1.5	1.4	1.4	1.3	1.2	1.5	6.5	15.2	12.1	5.5	5.7	15.2	100.0

[註1]:主要流速介於20 ~ 25 cm/s佔9.9% , 主要流向N佔15.6%。

[註2]:流速平均值=38.1cm/s, 流速最大值=282.7cm/s, 其流向為NW。

[註3]:流速小於25cm/s佔35.8% , 介於25 ~ 50cm/s佔38.8% , 大於50cm/s佔25.4%。

[註4]:流向N~E佔23.9% , E~S佔5.4% , S~W佔30.0% , W~N佔40.7%。

[註5]:資料每小時紀錄一次 , 合計99,973筆(73.2%)。

海流玫瑰圖

時間:2004~2019年 每年12月 資料數:7,446(66.7%)
 流速: 平均值=46.4cm/s 最大值=221.9cm/s(ENE)
 小於25cm/s:26.9% 25~50cm/s:35.3% 50~75cm/s:20.0%
 75~100cm/s:11.8% 大於100cm/s:6.0%
 N~E:10.5% E~S:3.4% S~W:59.5% W~N:26.5%

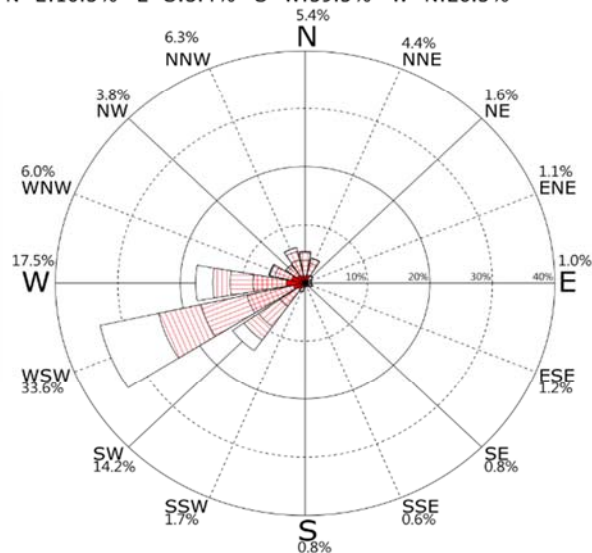


圖3.4.3 歷年 12月 臺中測站海流玫瑰圖

時間:2004~2019年 每年1月 資料數:8,508(76.2%)
 流速: 平均值=43.6cm/s 最大值=180.1cm/s(W)
 小於25cm/s:30.5% 25~50cm/s:36.1% 50~75cm/s:19.2%
 75~100cm/s:9.5% 大於100cm/s:4.7%
 N~E:10.3% E~S:6.2% S~W:51.6% W~N:31.9%

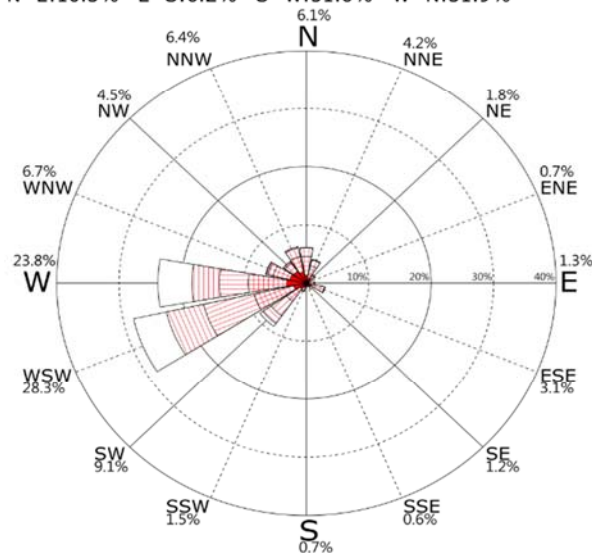


圖3.4.4 歷年 1月 臺中測站海流玫瑰圖

時間:2004~2019年 每年2月 資料數:7,047(65.3%)
 流速: 平均值=42.2cm/s 最大值=168.2cm/s(W)
 小於25cm/s:33.5% 25~50cm/s:35.9% 50~75cm/s:16.7%
 75~100cm/s:8.8% 大於100cm/s:5.1%
 N~E:16.5% E~S:3.5% S~W:44.2% W~N:35.8%

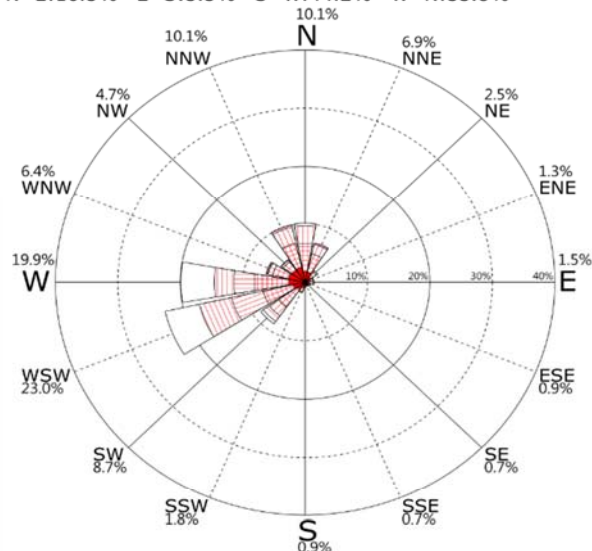


圖3.4.5 歷年 2月 臺中測站海流玫瑰圖

時間:2004~2019年 每年冬季 資料數:23,001(69.4%)
 流速: 平均值=44.1cm/s 最大值=221.9cm/s(ENE)
 小於25cm/s:30.2% 25~50cm/s:35.8% 50~75cm/s:18.7%
 75~100cm/s:10.0% 大於100cm/s:5.3%
 N~E:12.3% E~S:4.5% S~W:51.9% W~N:31.4%

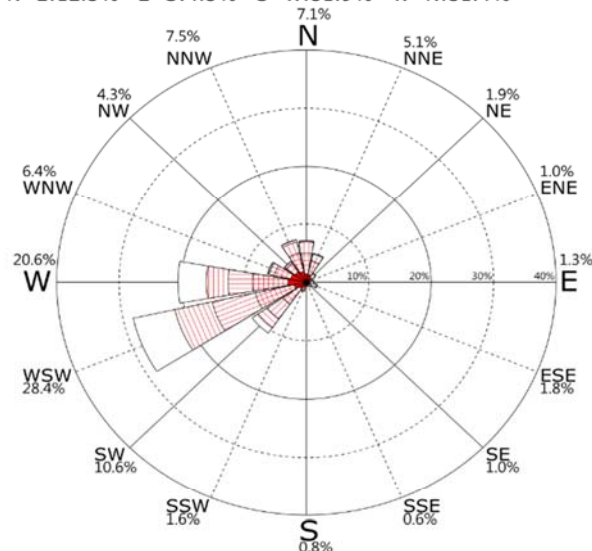
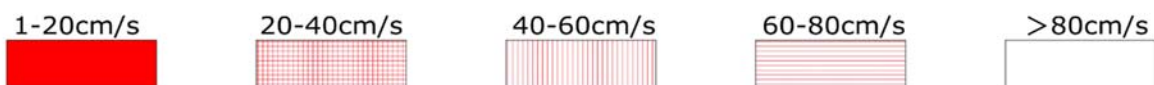


圖3.4.6 歷年 冬季 臺中測站海流玫瑰圖



海流玫瑰圖

時間:2004~2019年 每年3月 資料數:6,557(55.1%)
 流速: 平均值=36.9cm/s 最大值=229.5cm/s(W)
 小於25cm/s:38.6% 25~50cm/s:38.5% 50~75cm/s:14.1%
 75~100cm/s:5.7% 大於100cm/s:3.1%
 N~E:25.3% E~S:6.1% S~W:33.1% W~N:35.5%

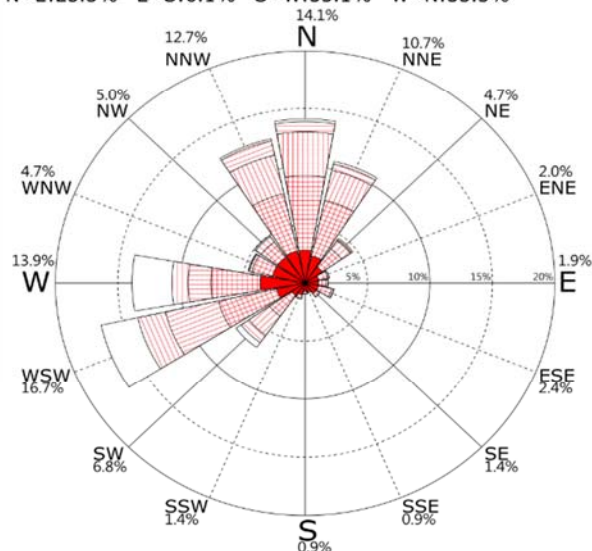


圖3.4.7 歷年 3月 臺中測站海流玫瑰圖

時間:2004~2019年 每年4月 資料數:7,037(61.1%)
 流速: 平均值=31.9cm/s 最大值=176.7cm/s(W)
 小於25cm/s:45.5% 25~50cm/s:38.3% 50~75cm/s:12.5%
 75~100cm/s:2.6% 大於100cm/s:1.0%
 N~E:31.1% E~S:4.1% S~W:25.7% W~N:39.1%

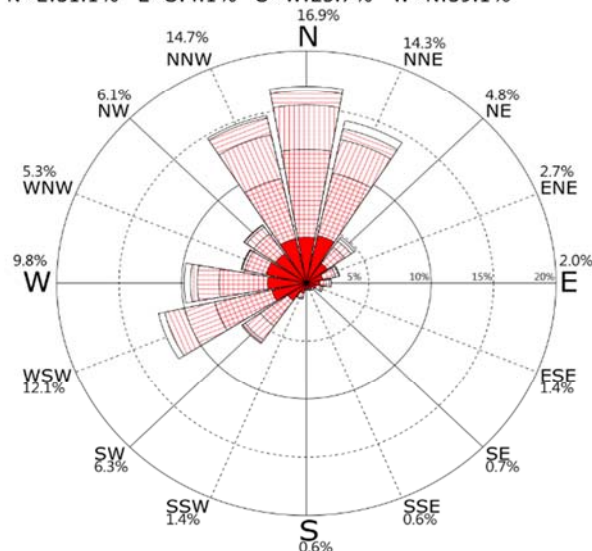


圖3.4.8 歷年 4月 臺中測站海流玫瑰圖

時間:2004~2019年 每年5月 資料數:7,955(66.8%)
 流速: 平均值=30.9cm/s 最大值=154.0cm/s(NE)
 小於25cm/s:46.6% 25~50cm/s:37.8% 50~75cm/s:12.2%
 75~100cm/s:2.7% 大於100cm/s:0.7%
 N~E:31.2% E~S:3.8% S~W:18.0% W~N:47.0%

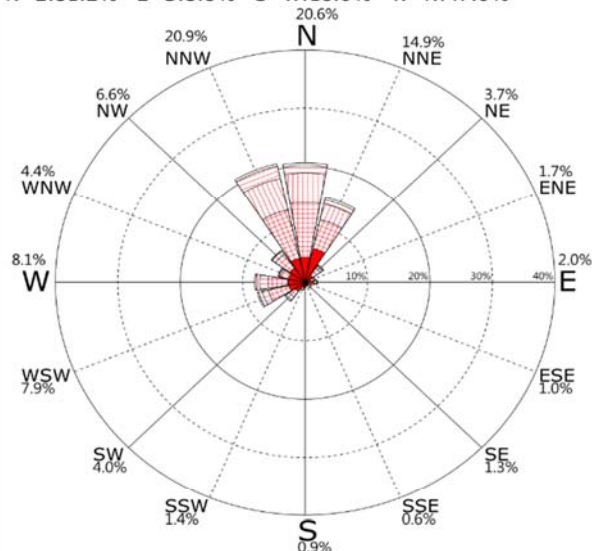


圖3.4.9 歷年 5月 臺中測站海流玫瑰圖

時間:2004~2019年 每年春季 資料數:21,549(61.0%)
 流速: 平均值=33.1cm/s 最大值=229.5cm/s(W)
 小於25cm/s:43.8% 25~50cm/s:38.2% 50~75cm/s:12.9%
 75~100cm/s:3.6% 大於100cm/s:1.5%
 N~E:29.4% E~S:4.6% S~W:25.1% W~N:40.9%

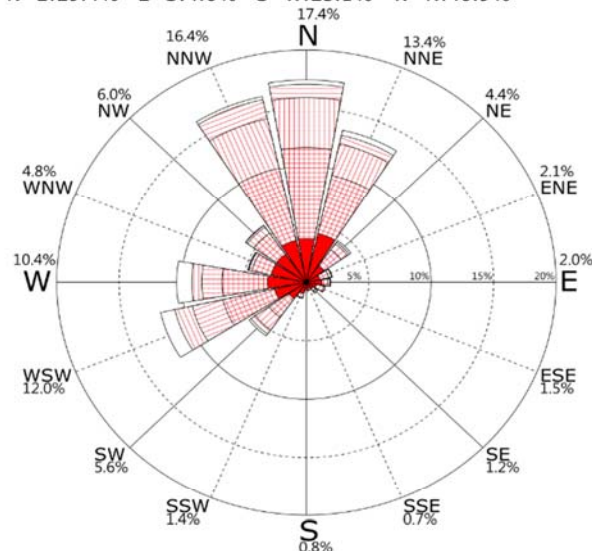
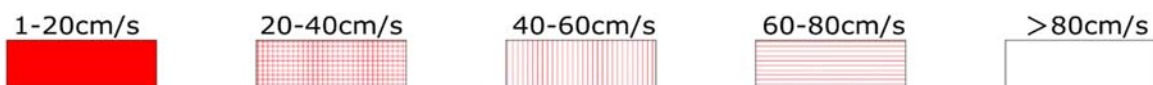


圖3.4.10 歷年 春季 臺中測站海流玫瑰圖



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

海流玫瑰圖

時間:2004~2019年 每年6月 資料數:9,180(79.7%)
 流速: 平均值=38.3cm/s 最大值=167.9cm/s(NE)
 小於25cm/s:32.3% 25~50cm/s:40.0% 50~75cm/s:21.3%
 75~100cm/s:5.4% 大於100cm/s:0.9%
 N~E:38.2% E~S:7.3% S~W:8.1% W~N:46.5%

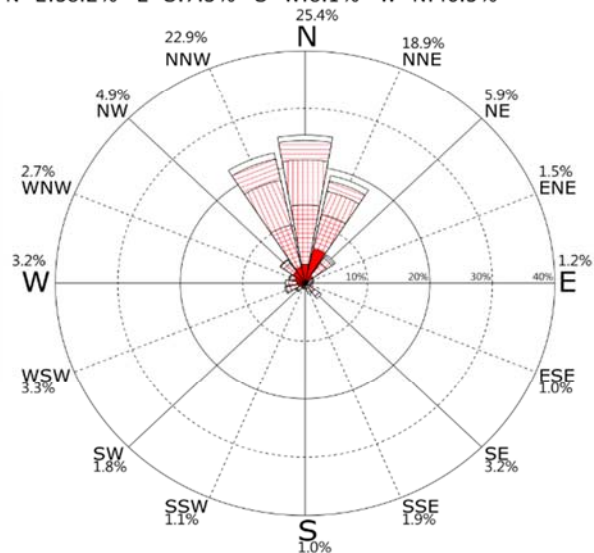


圖3.4.11 歷年 6月 臺中測站海流玫瑰圖

時間:2004~2019年 每年7月 資料數:10,310(86.6%)
 流速: 平均值=38.1cm/s 最大值=193.9cm/s(W)
 小於25cm/s:31.7% 25~50cm/s:42.1% 50~75cm/s:20.0%
 75~100cm/s:4.5% 大於100cm/s:1.6%
 N~E:39.0% E~S:6.8% S~W:6.9% W~N:47.4%

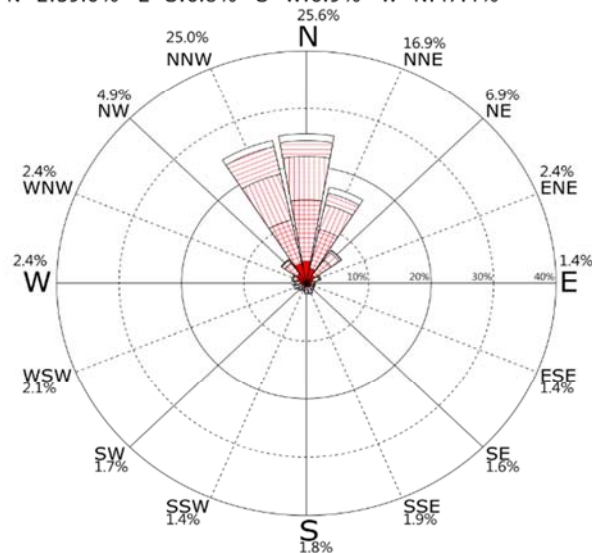


圖3.4.12 歷年 7月 臺中測站海流玫瑰圖

時間:2004~2019年 每年8月 資料數:9,926(83.4%)
 流速: 平均值=35.4cm/s 最大值=282.7cm/s(NW)
 小於25cm/s:36.7% 25~50cm/s:42.4% 50~75cm/s:15.9%
 75~100cm/s:3.6% 大於100cm/s:1.3%
 N~E:30.8% E~S:9.4% S~W:9.0% W~N:50.7%

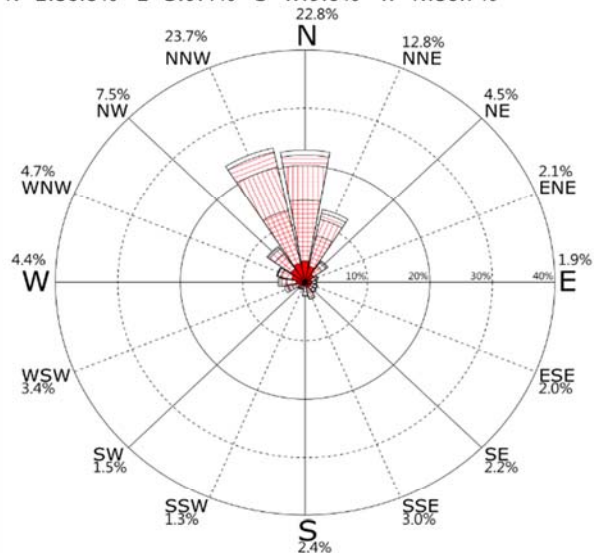


圖3.4.13 歷年 8月 臺中測站海流玫瑰圖

時間:2004~2019年 每年夏季 資料數:29,416(83.3%)
 流速: 平均值=37.3cm/s 最大值=282.7cm/s(NW)
 小於25cm/s:33.6% 25~50cm/s:41.5% 50~75cm/s:19.1%
 75~100cm/s:4.5% 大於100cm/s:1.3%
 N~E:36.0% E~S:7.8% S~W:8.0% W~N:48.2%

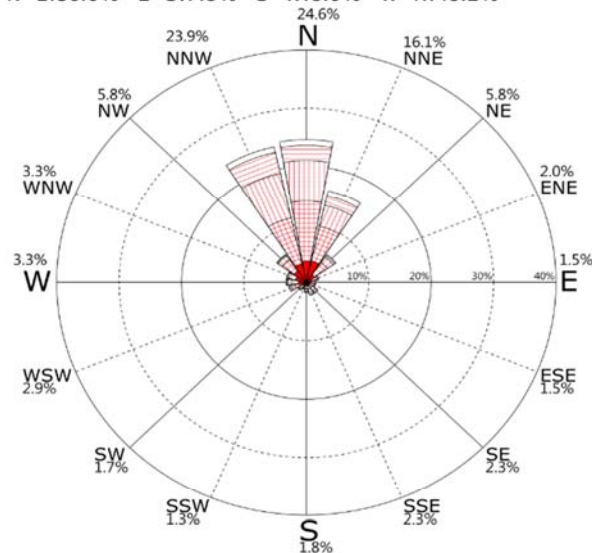
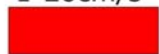


圖3.4.14 歷年 夏季 臺中測站海流玫瑰圖

1-20cm/s



20-40cm/s



40-60cm/s



60-80cm/s



>80cm/s



海流玫瑰圖

時間:2004~2019年 每年9月 資料數:9,404(86.9%)
 流速: 平均值=33.2cm/s 最大值=265.5cm/s(ESE)
 小於25cm/s:43.2% 25~50cm/s:38.6% 50~75cm/s:13.6%
 75~100cm/s:2.9% 大於100cm/s:1.7%
 N~E:22.5% E~S:5.8% S~W:25.2% W~N:46.5%

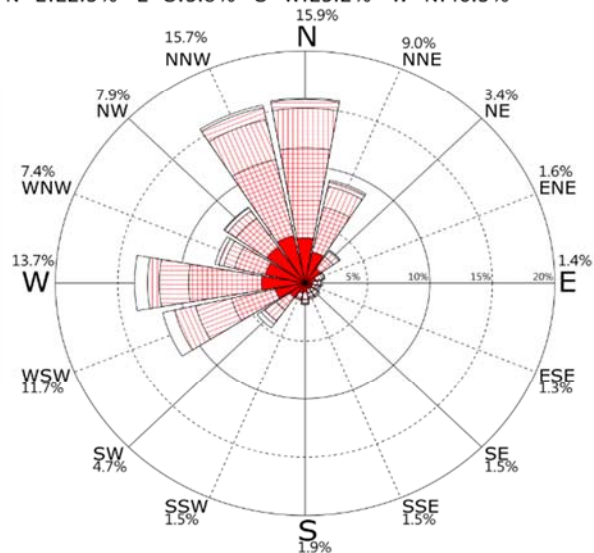


圖3.4.15 歷年 9月 臺中測站海流玫瑰圖

時間:2004~2019年 每年10月 資料數:8,821(79.0%)
 流速: 平均值=43.1cm/s 最大值=248.1cm/s(W)
 小於25cm/s:29.3% 25~50cm/s:37.9% 50~75cm/s:20.0%
 75~100cm/s:8.7% 大於100cm/s:4.1%
 N~E:10.9% E~S:3.1% S~W:49.6% W~N:36.4%

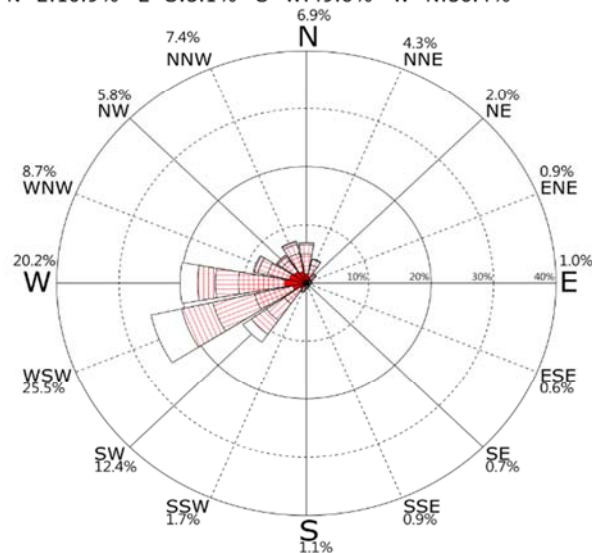


圖3.4.16 歷年 10月 臺中測站海流玫瑰圖

時間:2004~2019年 每年11月 資料數:7,782(72.1%)
 流速: 平均值=37.3cm/s 最大值=185.5cm/s(WSW)
 小於25cm/s:36.4% 25~50cm/s:40.1% 50~75cm/s:15.6%
 75~100cm/s:5.6% 大於100cm/s:2.3%
 N~E:14.4% E~S:3.8% S~W:45.3% W~N:36.5%

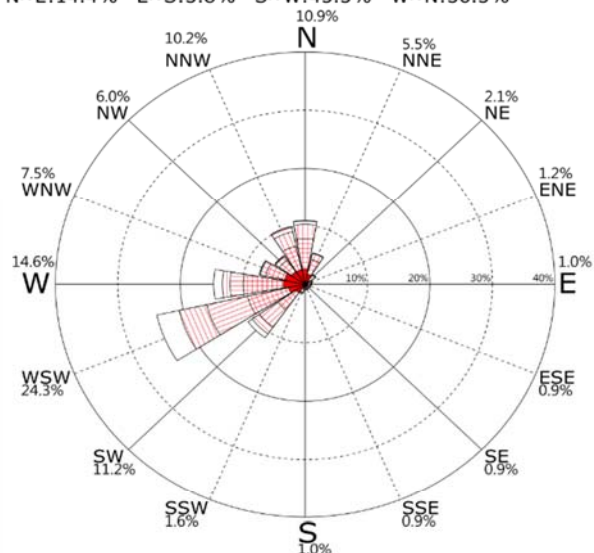


圖3.4.17 歷年 11月 臺中測站海流玫瑰圖

時間:2004~2019年 每年秋季 資料數:26,007(79.3%)
 流速: 平均值=37.8cm/s 最大值=265.5cm/s(ESE)
 小於25cm/s:36.5% 25~50cm/s:38.8% 50~75cm/s:16.3%
 75~100cm/s:5.7% 大於100cm/s:2.7%
 N~E:16.1% E~S:4.3% S~W:39.5% W~N:40.1%

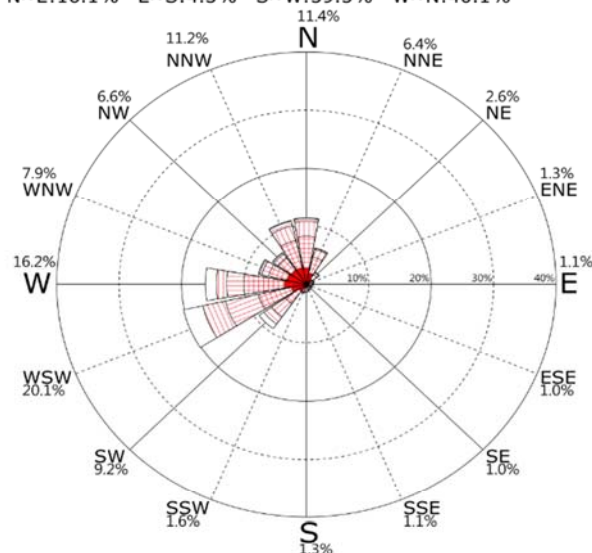
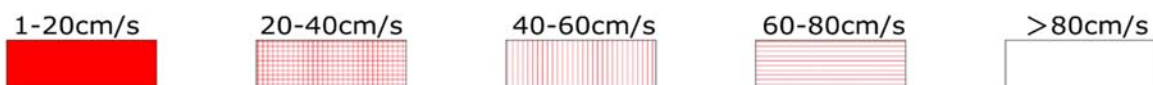


圖3.4.18 歷年 秋季 臺中測站海流玫瑰圖



海流玫瑰圖

時間:2018/09/01~2019/08/31 資料數:8,243(94.1%)

流速: 平均值=41.0cm/s 最大值=167.9cm/s(NE)

小於25cm/s:33.7% 25~50cm/s:35.7% 50~75cm/s:18.2%

75~100cm/s:8.7% 大於100cm/s:3.7%

N~E:29.3% E~S:5.7% S~W:46.7% W~N:18.3%

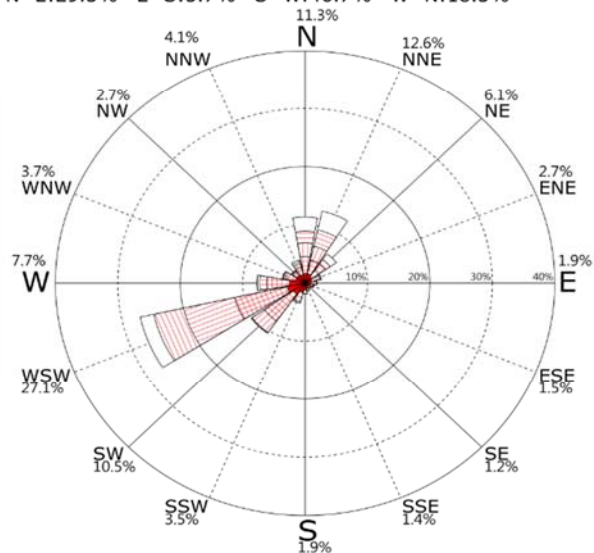


圖3.4.19 2019年 整年 臺中測站海流玫瑰圖

時間:2004/02/03~2019/08/31 資料數:99,973(73.2%)

流速: 平均值=38.1cm/s 最大值=282.7cm/s(NW)

小於25cm/s:35.8% 25~50cm/s:38.8% 50~75cm/s:16.9%

75~100cm/s:5.9% 大於100cm/s:2.6%

N~E:23.9% E~S:5.4% S~W:30.0% W~N:40.7%

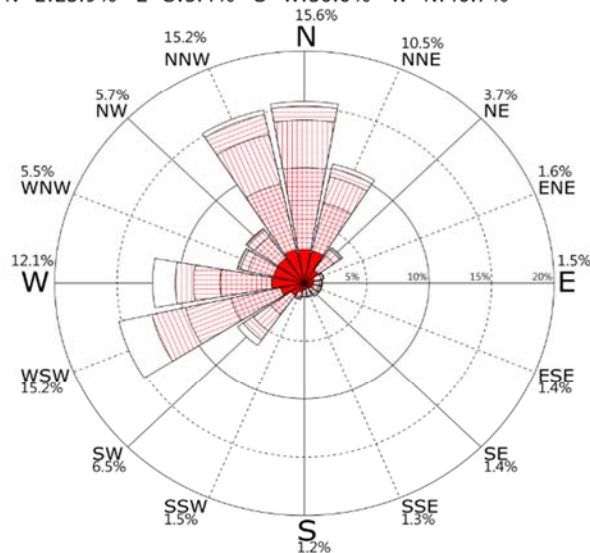


圖3.4.20 歷年 臺中測站海流玫瑰圖

1-20cm/s



20-40cm/s



40-60cm/s



60-80cm/s



>80cm/s



臺中測站 資料數:588(81.7%) 流速:平均值=42.3cm/s 最大值=105.9cm/s(ENE)
 小於25cm/s:26.9% 25~50cm/s:33.7% 50~75cm/s:33.5% 75~100cm/s:5.4% 大於100cm/s:0.5% N~E:29.8% E~S:7.7% S~W:41.5% W~N:21.1%

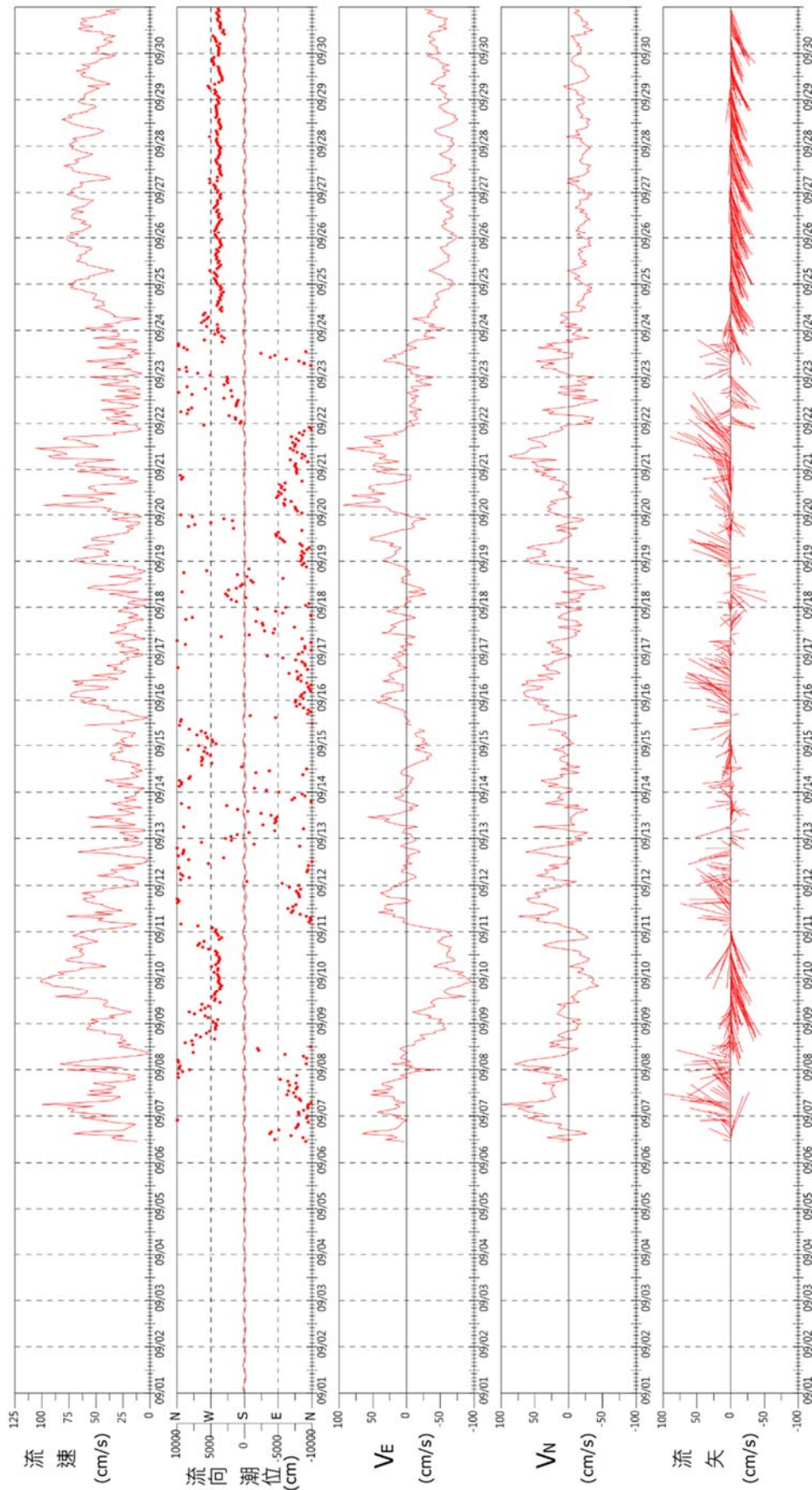


圖3.4.21 2018年9月臺中測站海流歷線圖

臺中測站 資料數:740(99.5%) 流速:平均值=34.1cm/s 最大值=88.8cm/s(WSW)

小於25cm/s:32.8% 25~50cm/s:50.9% 50~75cm/s:13.6% 75~100cm/s:2.6% 大於100cm/s:0.0% N~E:5.8% E~S:1.4% S~W:70.0% W~N:22.8%

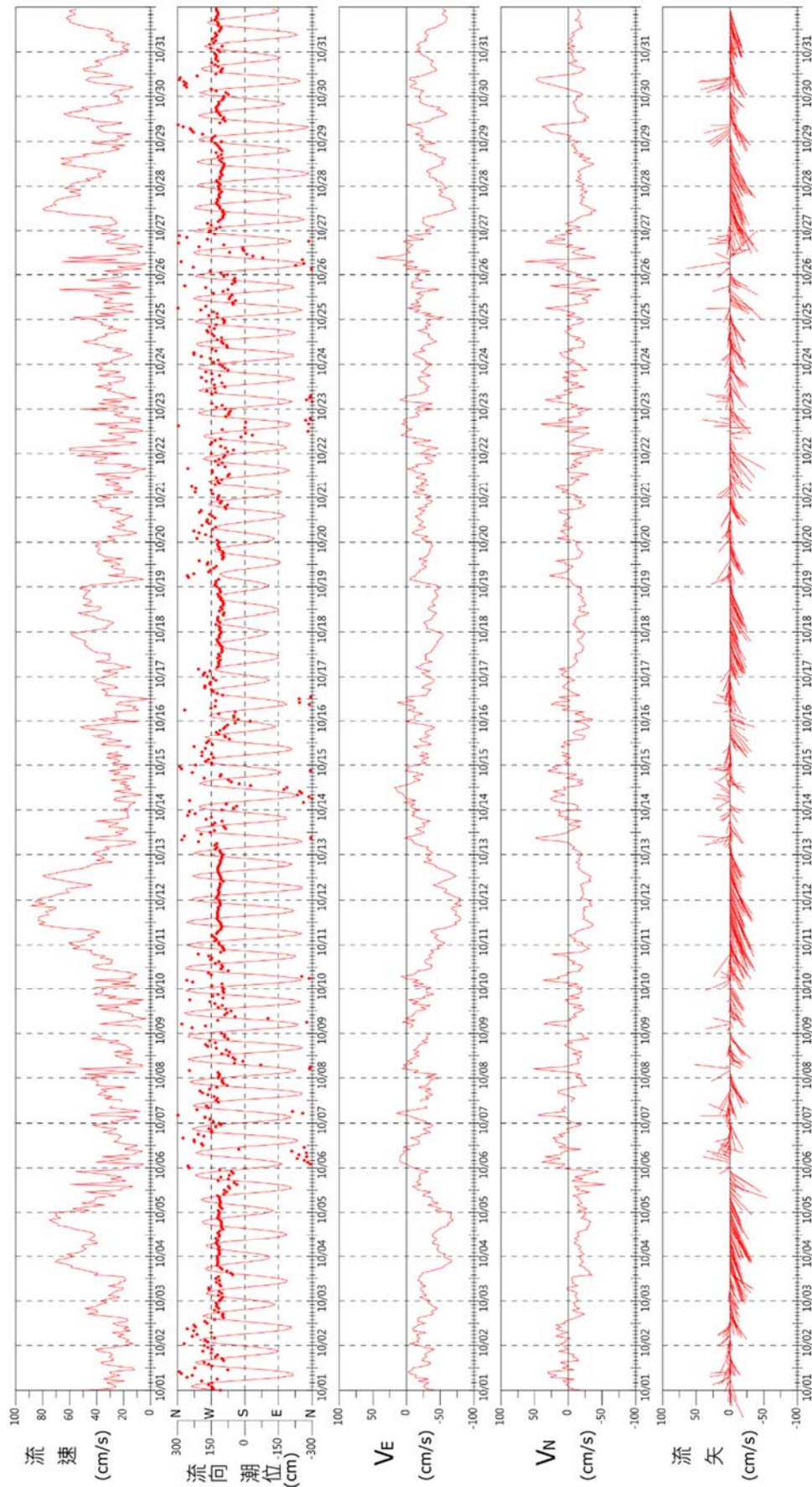


圖3.4.22 2018年10月臺中測站海流歷線圖

臺中測站

資料數:655(91.0%)

流速:平均值=30.4cm/s 最大值=98.6cm/s(WSW)

小於25cm/s:47.8% 25~50cm/s:38.5% 50~75cm/s:9.8% 75~100cm/s:4.0% 大於100cm/s:0.0% N~E:12.1% E~S:6.7% S~W:62.6% W~N:18.6%

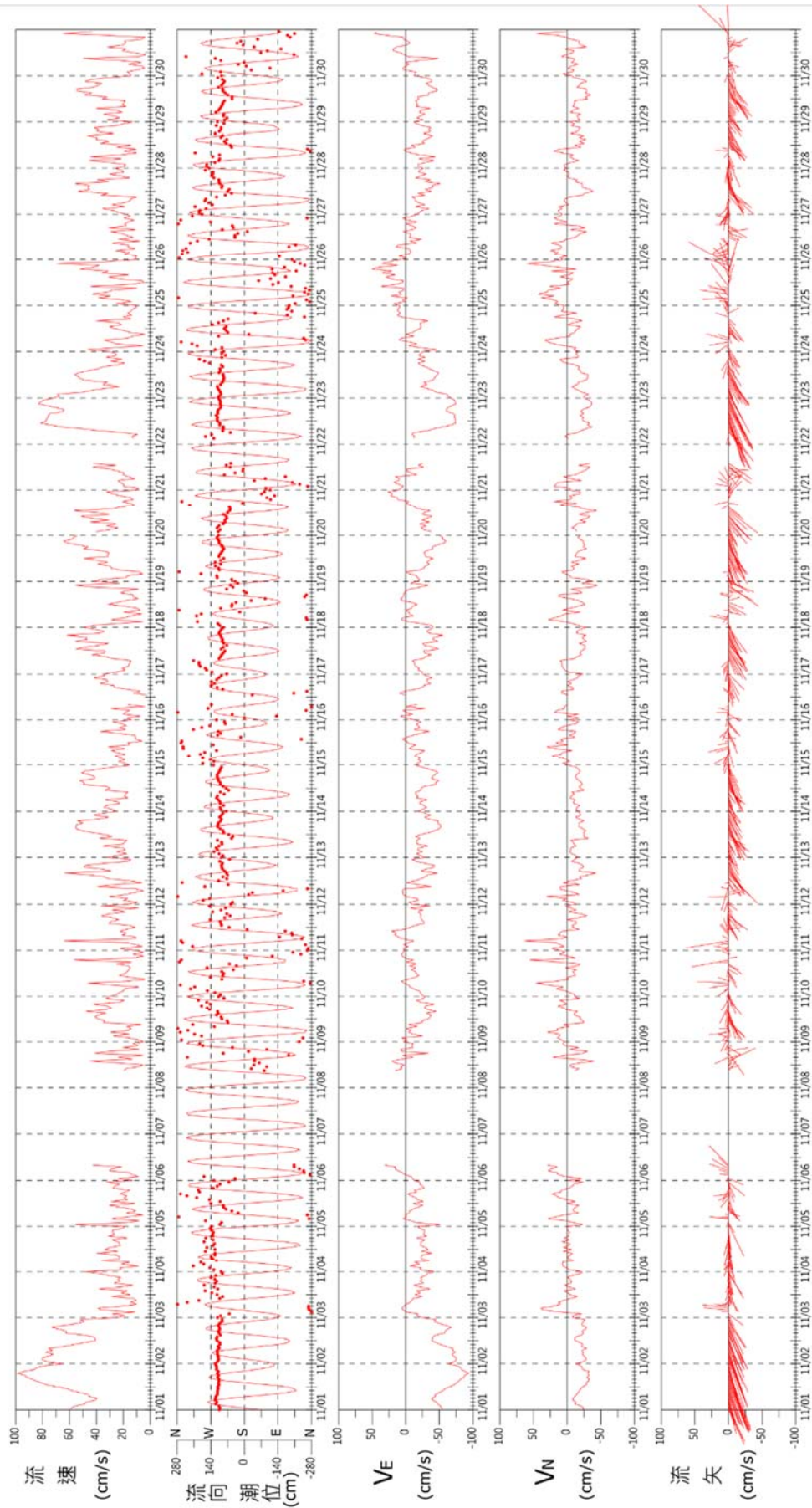


圖3.4.23 2018年11月臺中測站海流歷線圖

臺中測站 資料數:722(97.0%) 流速:平均值=47.6cm/s 最大值=119.3cm/s(WSW)
 小於25cm/s:28.1% 25~50cm/s:32.5% 50~75cm/s:18.6% 75~100cm/s:13.6% 大於100cm/s:7.2% N~E:9.1% E~S:4.0% S~W:78.4% W~N:8.4%

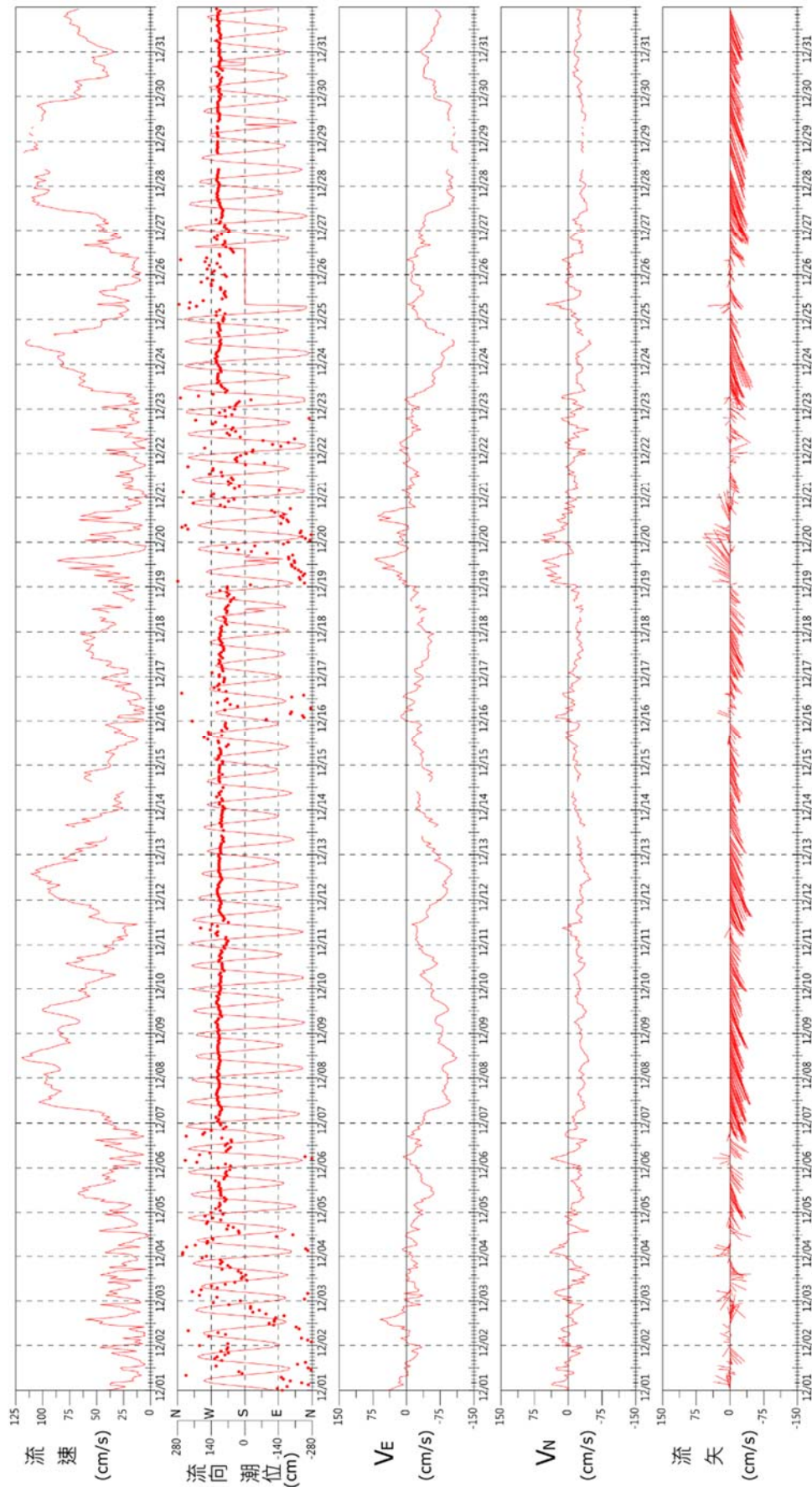


圖3.4.24 2018年12月臺中測站海流歷線圖

臺中測站 資料數:736(98.9%) 流速:平均值=34.6cm/s 最大值=103.0cm/s(WSW)
 小於25cm/s:40.8% 25~50cm/s:35.6% 50~75cm/s:19.7% 75~100cm/s:3.5% 大於100cm/s:0.4% N~E:10.9% E~S:7.2% S~W:72.4% W~N:9.5%

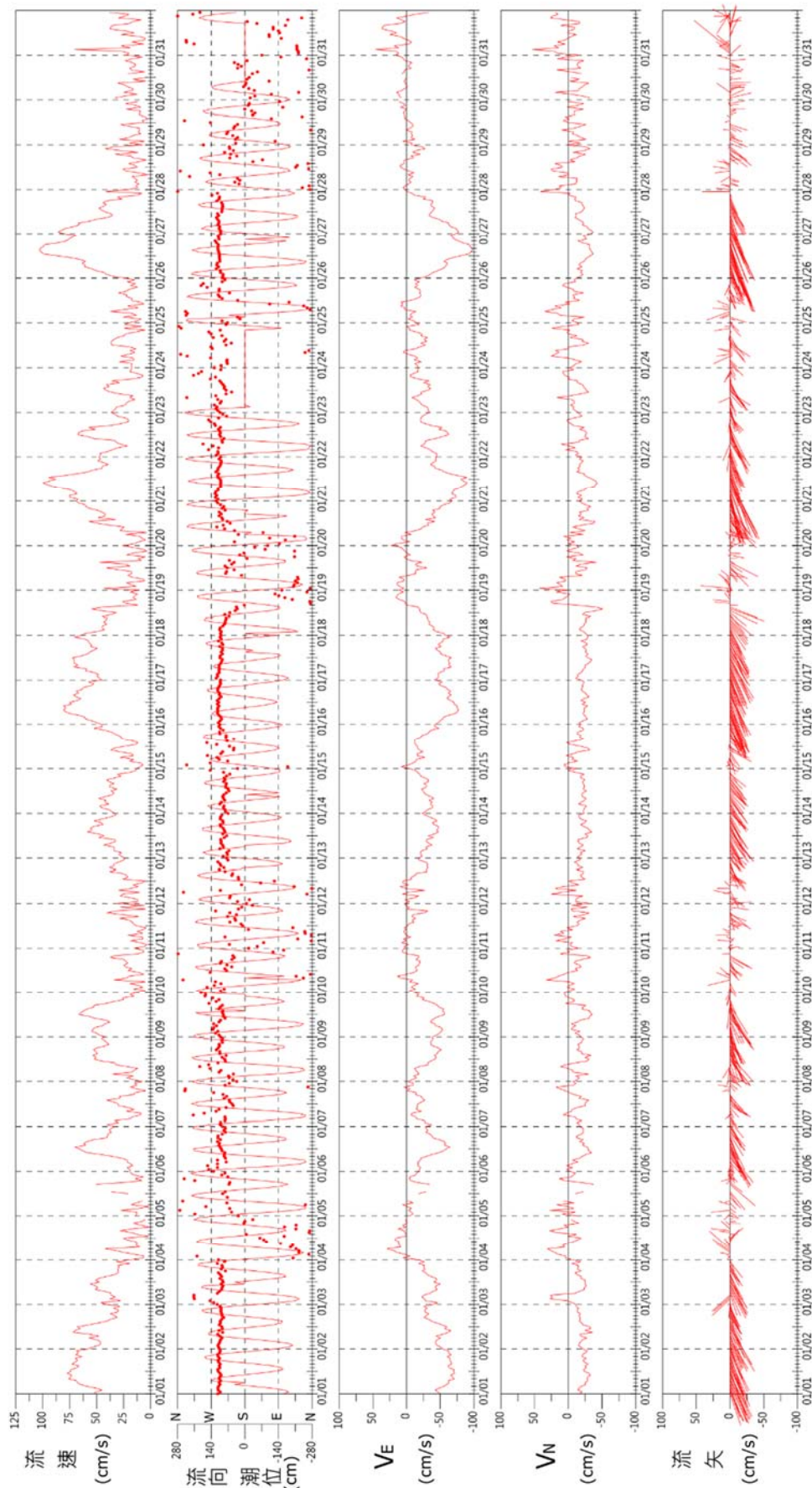


圖3.4.25 2019年1月臺中測站海流歷線圖

臺中測站

資料數:672(100.0%)

流速:平均值=26.5cm/s 最大值=98.7cm/s(NE)

小於25cm/s:49.9% 25~50cm/s:44.5% 50~75cm/s:4.3% 75~100cm/s:1.3% 大於100cm/s:0.0% N~E:11.5% E~S:6.8% S~W:72.2% W~N:9.5%

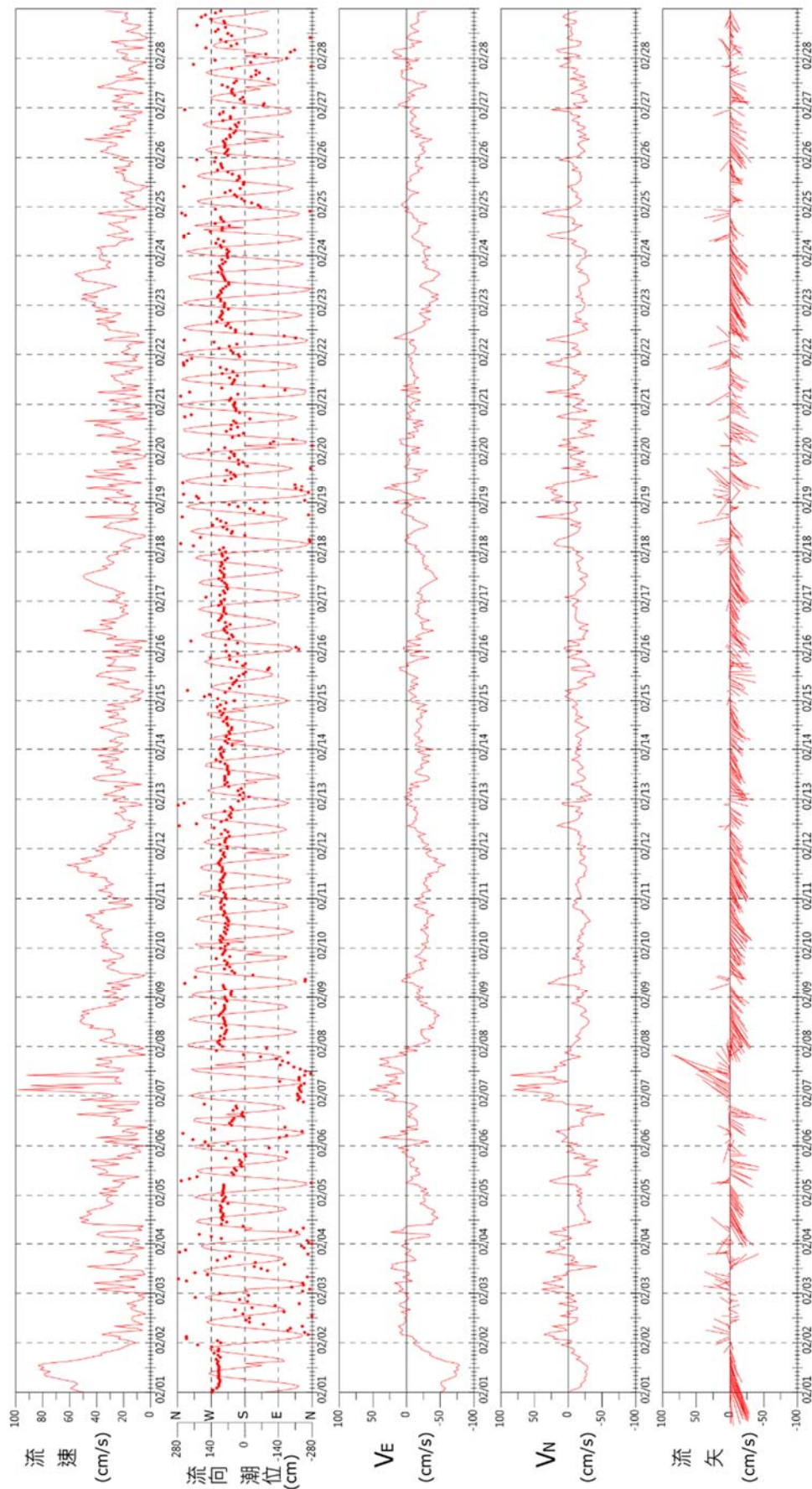


圖3.4.26 2019年2月臺中測站海流歷線圖

臺中測站 資料數:737(99.1%) 流速:平均值=32.5cm/s 最大值=137.3cm/s(N)
 小於25cm/s:44.5% 25~50cm/s:37.3% 50~75cm/s:13.2% 75~100cm/s:3.0% 大於100cm/s:2.0% N~E:25.0% E~S:7.3% S~W:48.7% W~N:19.0%

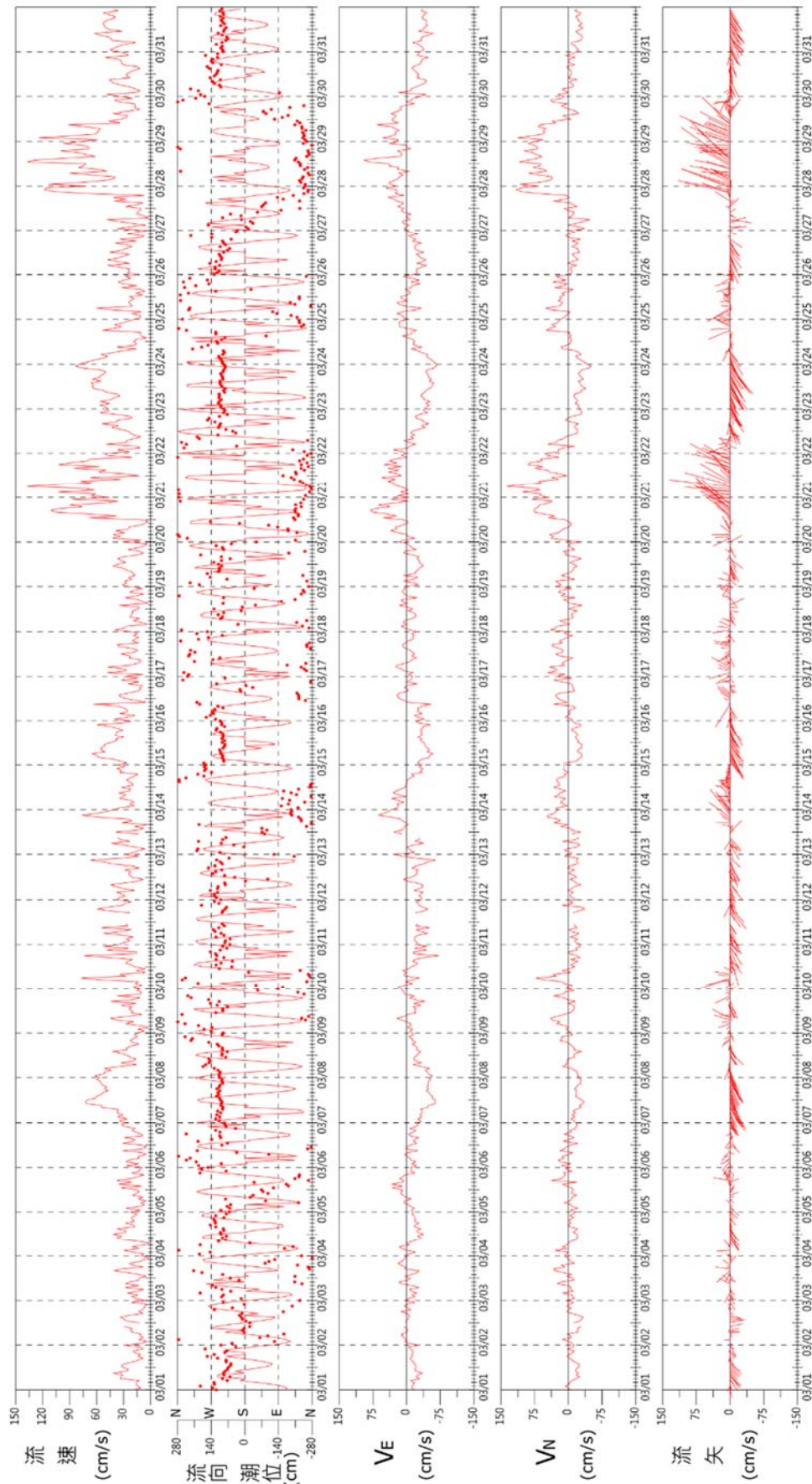


圖3.4.27 2019年3月臺中測站海流歷線圖

臺中測站 資料數:715(99.3%) 流速:平均值=41.6cm/s 最大值=133.4cm/s(NE)
 小於25cm/s:34.3% 25~50cm/s:35.7% 50~75cm/s:15.5% 75~100cm/s:9.5% 大於100cm/s:5.0% N~E:41.0% E~S:5.6% S~W:35.2% W~N:18.2%

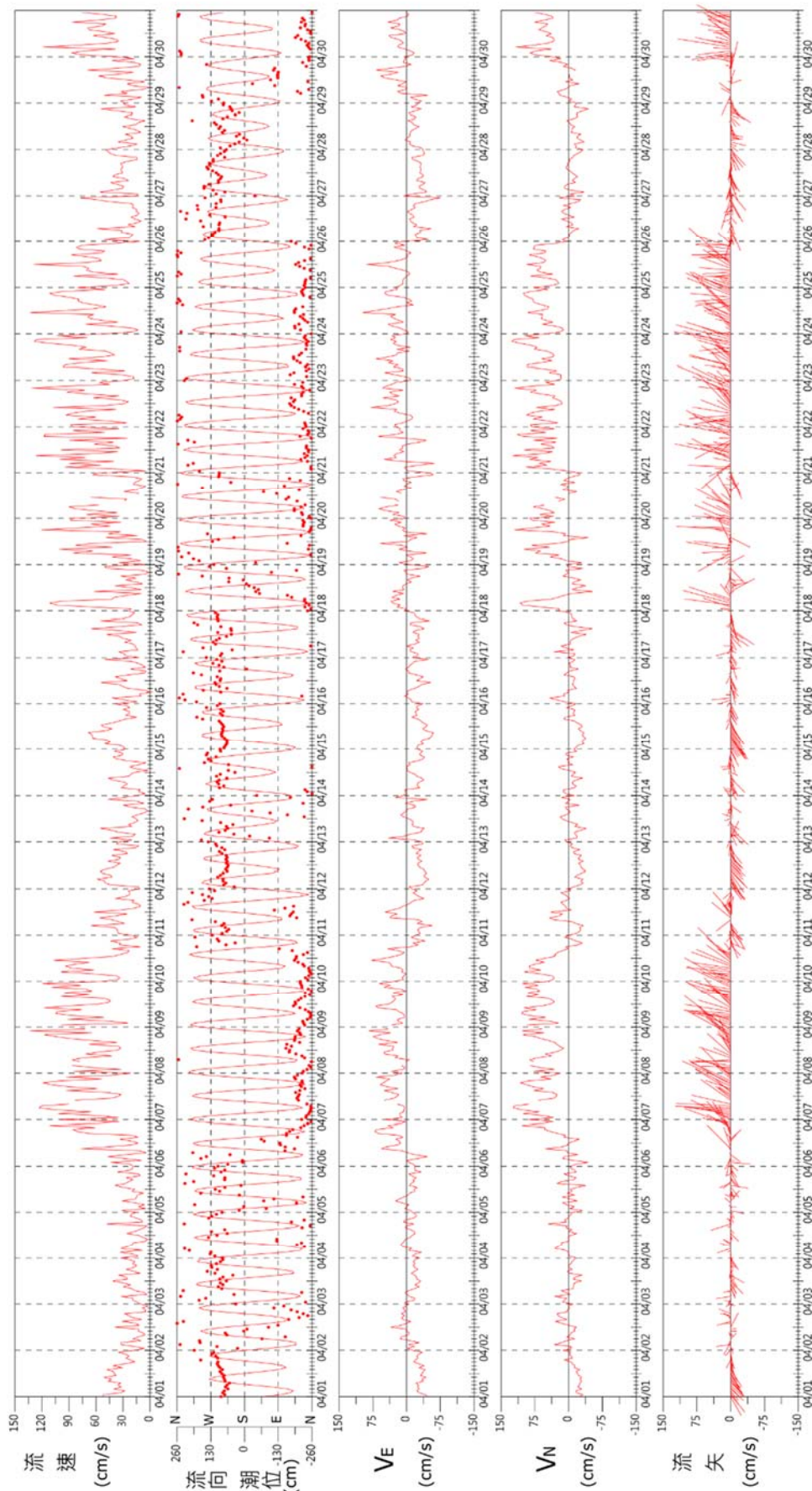


圖3.4.28 2019年4月臺中測站海流歷線圖

臺中測站 資料數:733(98.5%) 流速:平均值=39.9cm/s 最大值=154.0cm/s(NE)

小於25cm/s:36.0% 25~50cm/s:34.7% 50~75cm/s:17.3% 75~100cm/s:8.3% 大於100cm/s:3.7% N~E:35.5% E~S:8.0% S~W:38.6% W~N:17.9%

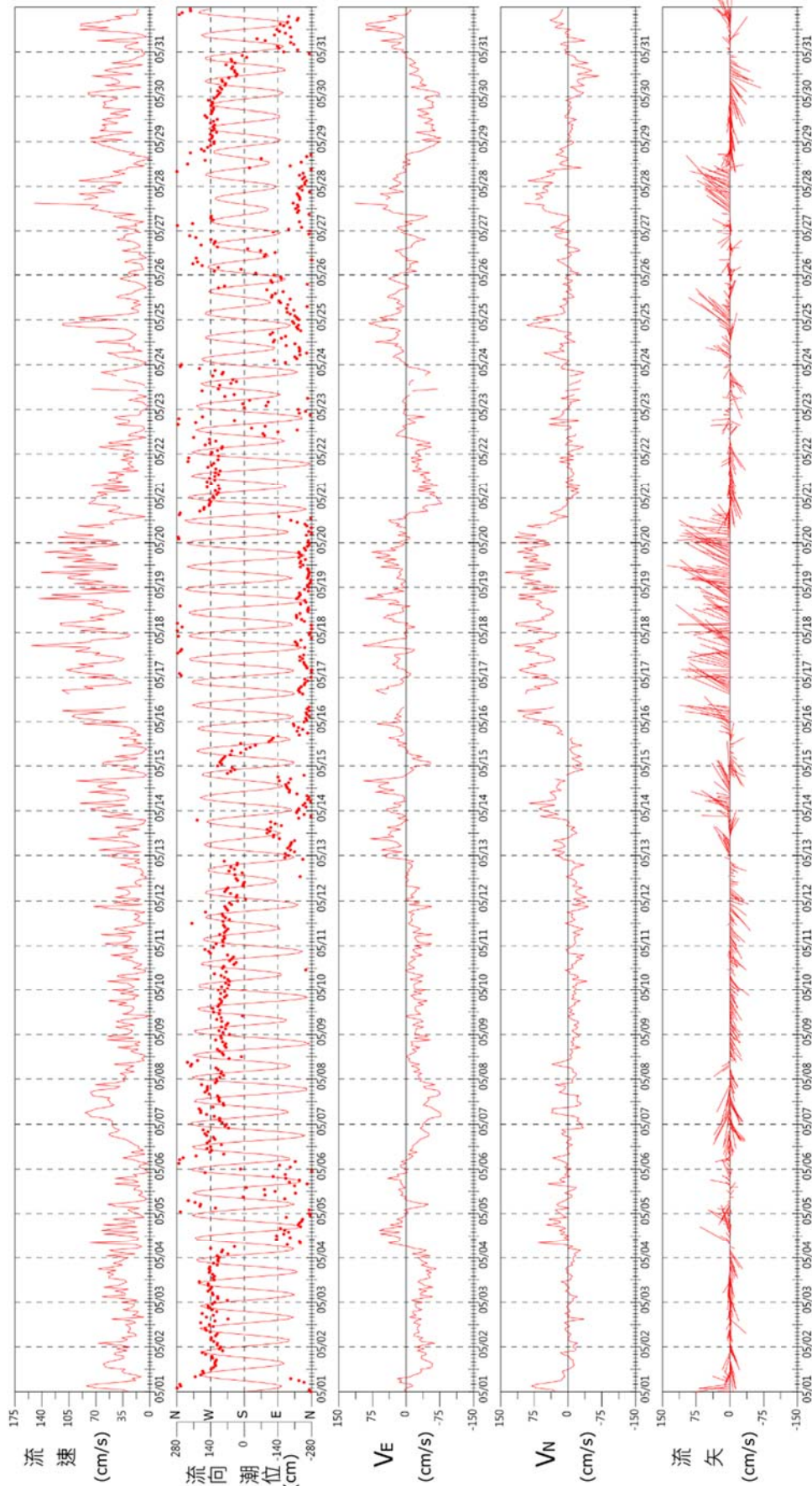


圖3.4.29 2019年5月臺中測站海流歷線圖

臺中測站

資料數:612(85.0%)

流速:平均值=59.2cm/s 最大值=167.9cm/s(NE)

小於25cm/s:14.9% 25~50cm/s:26.5% 50~75cm/s:29.4% 75~100cm/s:20.1% 大於100cm/s:9.2% N~E:61.9% E~S:3.6% S~W:11.4% W~N:23.0%

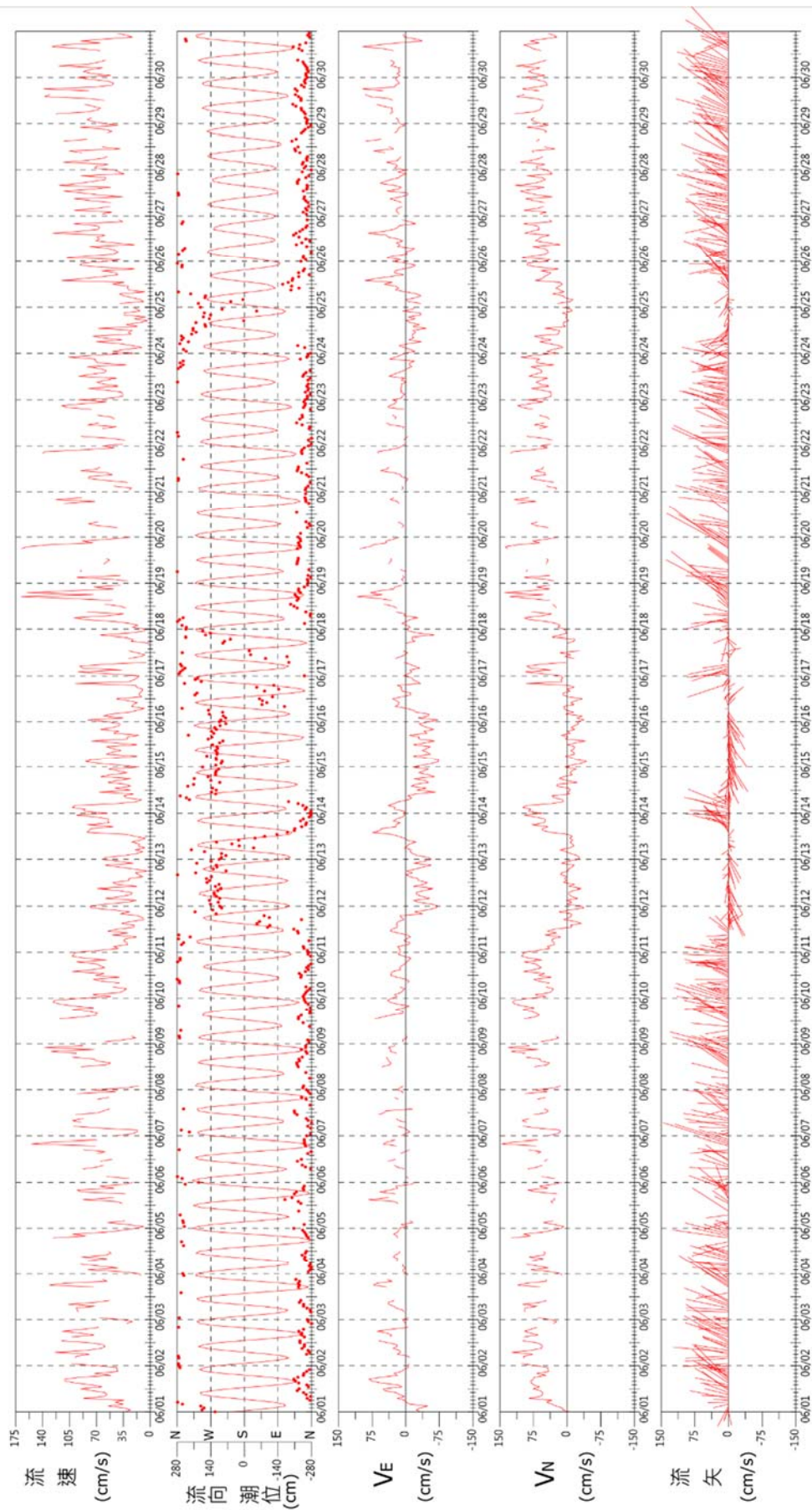


圖3.4.30 2019年6月臺中測站海流歷線圖

臺中測站 資料數:618(83.1%) 流速:平均值=59.2cm/s 最大值=161.6cm/s(NNE)
 小於25cm/s:18.6% 25~50cm/s:21.4% 50~75cm/s:27.5% 75~100cm/s:22.0% 大於100cm/s:10.5% N~E:67.6% E~S:3.9% S~W:6.8% W~N:21.5%

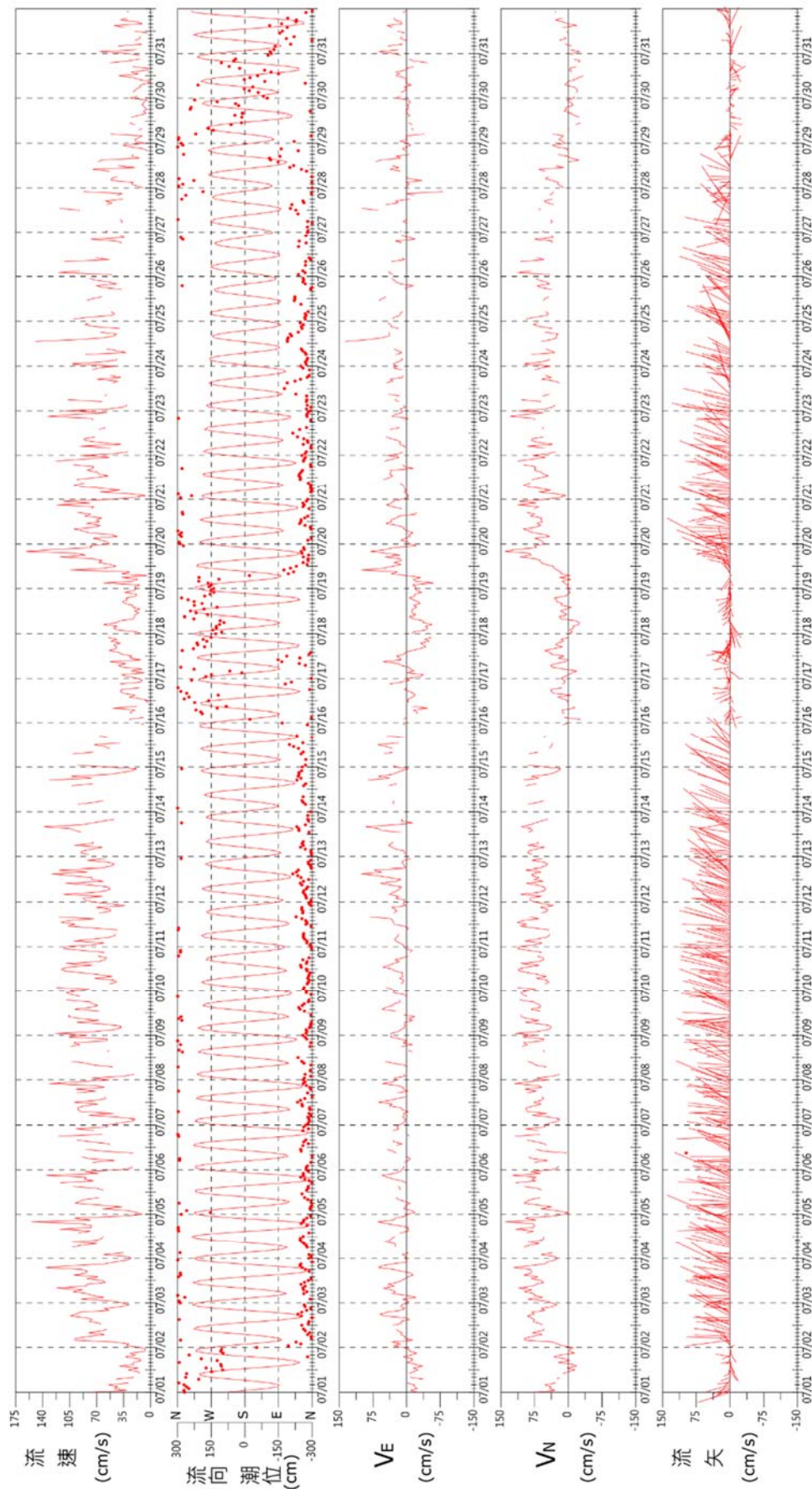
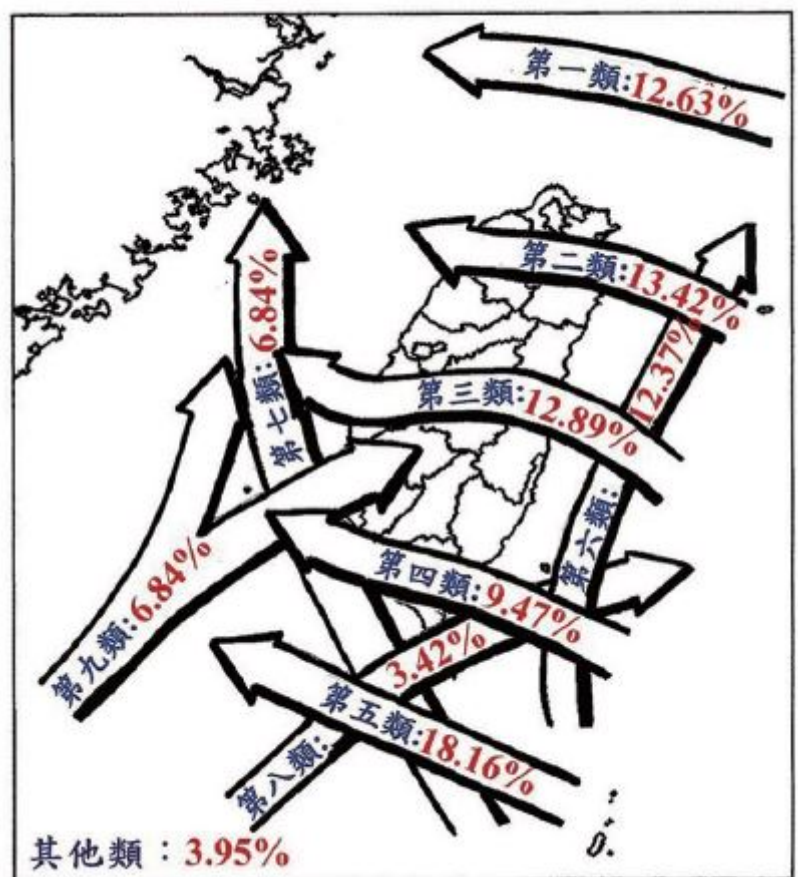


圖3.4.31 2019年7月臺中測站海流歷線圖

3.5 2019 年颱風觀測資料分析

臺灣位處西太平洋及南海地區發生颱風主要路徑上，颱風期間所測得之風、波、潮、流等海氣象相關資料，對於臺灣離岸風電產業規劃、建設及營運等相當寶貴，颱風期間的潮汐及潮流現象，除了天文潮外，還會產生暴潮現象，天文潮係由天體之引力所致，通常可以預測，但當海面有強烈低氣壓通過，如颱風中心路徑經過某海域時，海面水位會因氣壓變低而上升，此種現象，純因氣象變化所致，故稱為氣象潮或暴潮（storm surge），當時水位其與正常天文潮之差，稱為潮位偏差，又稱暴潮位（sealevel departure from normal）。依據中央氣象局歷年（1911~2018 年）統計資料，影響臺灣之颱風路徑以較詳細的類型分類來統計，共區分為以下 10 類，如圖 3.5.1 所示。

1. 第 1 類：通過臺灣北部海面向西或西北進行者，占 12.63%。
2. 第 2 類：通過臺灣北部向西或西北進行者，占 13.42%。
3. 第 3 類：通過臺灣中部向西或西北進行者，占 12.89%。
4. 第 4 類：通過臺灣南部向西或西北進行者，占 9.47%。
5. 第 5 類：通過臺灣南部海面向西或西北進行者，占 18.16%。
6. 第 6 類：沿臺灣東岸或東部海面向北上者，占 12.37%。
7. 第 7 類：沿臺灣西岸或臺灣海峽北上者，占 6.84%。
8. 第 8 類：通過臺灣南部海面向東或東北進行者，占 3.42%。
9. 第 9 類：通過臺灣南部向東或東北進行者，占 6.84%。
10. 其他類：無法歸於以上的特殊路徑，占 3.95%。



(資料來源：中央氣象局)

圖 3.5.1 影響臺灣地區颱風路徑分類圖（1911~2018 年）

根據中央氣象局颱風資料庫統計，2019 年西北太平洋颱風自 1 月 1 日編號第 1 號颱風帕布(PABUK)形成起至 11 月 20 日第 27 號颱風鳳凰(FUNG-WONG)止共計有 27 個，有發佈警報之颱風共有 4 個，分別為第 5 號颱風丹娜絲(DANAS)、第 9 號颱風利奇馬(LEKIMA)、第 11 號颱風白鹿(BAILU)及第 18 號颱風米塔(MITAG)，如表 3.5.1 所示。

表 3.5.1 2019 年有發佈警報颱風列表

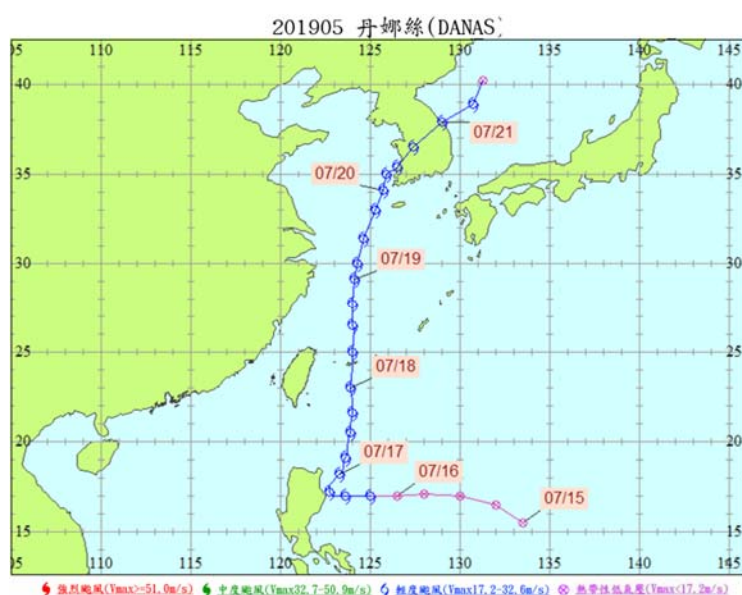
(資料來源：中央氣象局)

颱風編號	颱風名稱	警報期間	強度	侵臺颱風路徑(九類)	近中心最低氣壓(hpa)	近中心最大風速(m/s)	近臺10級風暴風半徑(km)
201905	丹娜絲(DANAS)	2019-07-16 23:30:00 2019-07-18 17:30:00	輕度	--	988	23	--
201909	利奇馬(LEKIMA)	2019-08-07 17:30:00 2019-08-10 08:30:00	強烈	1	915	53	100
201911	白鹿(BAILU)	2019-08-23 05:30:00 2019-08-25 11:30:00	輕度	4	975	30	50
201918	米塔(MITAG)	2019-09-29 08:30:00 2019-10-01 11:30:00	中度	--	960	38	60

有關本(109)年度前述颱風期間，各海氣象觀測站所量測到之逐時變化資料如表 3.5.2 及圖 3.5.2~圖 3.5.5 所示，其中風速風向觀測資料係取北堤綠燈塔測站(T2)予以分析，茲分述如下：

1. 第 5 號颱風丹娜絲(DANAS)，輕度颱風，近臺期間中心最大風速約 23 m/s，警報期間 2019/07/16 23:30~2019/07/18 17:30，颱風路徑如圖 3.5.5 所示；颱風期間所觀測到之有義波高 H_s 極值發生於 7 月 17 日下午 2 時，波高值為 3.06 m ($H_{\max}=4.9$ m)，相對應之尖峰週期 T_p 為 8.26 秒，波向為 NNE 向，風觀測站所測得之 10

分鐘平均風速極值發生於 7 月 17 日下午 5 時 30 分，風速為 18.6 m/s（8 級風），對應風向為 NNE 向。



(a) 颱風路徑圖

颱風概況表	
名稱	丹娜絲 (DANAS)
編號	201905
生成地點	125.0, 17.0
侵(近)臺日期	---
發布時間	海上 2019-07-16 23:30:00 陸上 2019-07-17 11:30:00
解除時間	陸上 2019-07-17 20:30:00 海上 2019-07-18 17:30:00
發布報數	---
最大強度	輕度
近中心最大風速	23 (公尺/秒)
侵臺路徑分類	---
登陸地段	---
動態	---
災情	---
颱風災害專區網頁連結	---

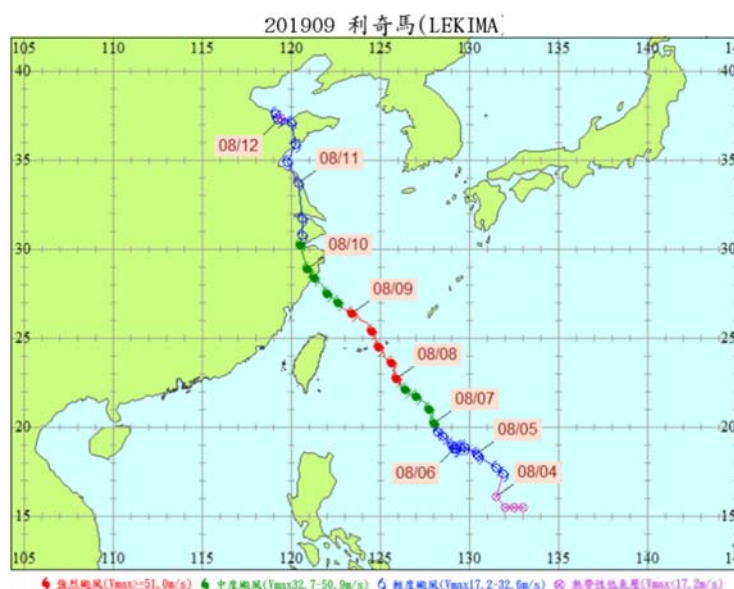
(b) 颱風警報發布概況

(資料來源：中央氣象局)

圖 3.5.6 2019 年第 5 號颱風丹娜絲(DANAS)

- 第 9 號颱風利奇馬(LEKIMA)，強烈颱風，近臺期間中心最大風速

約 53 m/s，警報期間 2019/08/07 17:30～2019/08/10 08:30，颱風路徑如圖 3.5.6 所示；所觀測到之有義波高 H_s 極值發生於 8 月 9 日上午 6 時，波高值為 2.56 m ($H_{\max} = 4.37$ m)，相對應之週期 T_p 為 7.73 秒，波向為 N 向，10 分鐘平均風速極值發生於 8 月 8 日下午 8 時 20 分，風速為 20.7 m/s (8 級風)，風向為 NNE 向。



(a) 颱風路徑圖

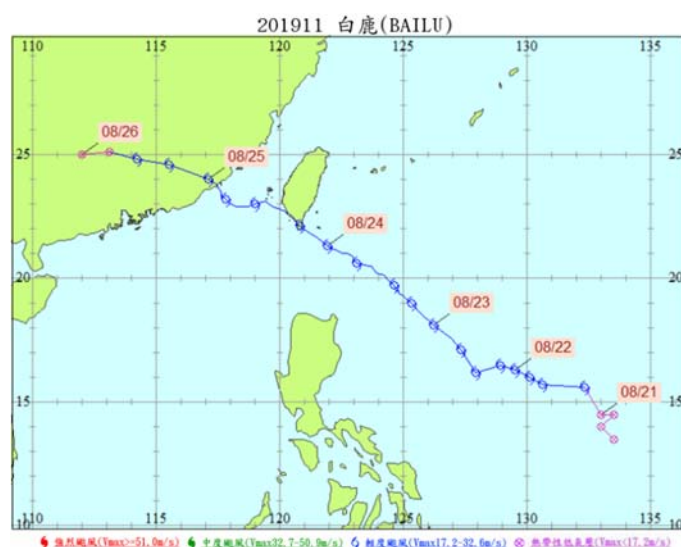
颱風概況表	
名稱	利奇馬 (LEKIMA)
編號	201909
生成地點	131.9, 17.4
侵(近)臺日期	2019年 08月 09日
發布時間	海上 2019-08-07 17:30:00 陸上 2019-08-08 08:30:00
解除時間	陸上 2019-08-09 20:30:00 海上 2019-08-10 08:30:00
發布報數	22
最大強度	強烈
近中心最大風速	53 (公尺/秒)
侵臺路徑分類	1
登陸地段	無登陸
動態	颱風在菲律賓東方海面生成後向西北移動，朝臺灣東北部海面前進，農風圈掠過臺灣北部及東北部陸地後持續向北移動登陸中國浙江。
災情	中央災害應變中心統計1人死亡，15傷。
颱風災害專區網頁連結	颱風災害專區網頁連結

(b) 颱風警報發布概況

(資料來源：中央氣象局)

圖 3.5.7 2019 年第 9 號颱風利奇馬(LEKIMA)

3. 第 11 號颱風白鹿(BAILU)，輕度颱風，近臺期間中心最大風速約 30 m/s，警報期間 2019/08/23 05:30～2019/08/25 11:30，颱風路徑如圖 3.5.7 所示；期間所觀測到之有義波高 H_s 極值發生於 8 月 24 日下午 1 時，波高值為 3.47 m ($H_{\max} = 5.56$ m)，相對應之尖峰週期 T_p 為 8.41 秒，波向為 NNE 向，風觀測站所測得之 10 分鐘平均風速極值發生於 8 月 24 日下午 7 時 40 分，風速為 15.9 m/s (7 級風)，對應風向為 SSW 向。



(a) 颱風路徑圖

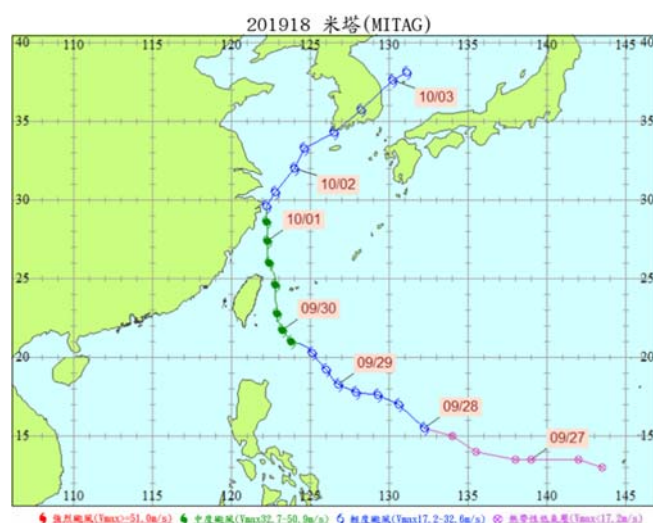
颱風概況表	
名稱	白鹿 (BAILU)
編號	201911
生成地點	132.3, 15.6
侵(近)臺日期	2019年 08月 24日
發布時間	海上 2019-08-23 05:30:00 陸上 2019-08-23 14:30:00
解除時間	陸上 2019-08-25 08:30:00 海上 2019-08-25 11:30:00
發布報數	19
最大強度	輕度
近中心最大風速	30 (公尺/秒)
侵臺路徑分類	4
登陸地段	屏東縣滿州鄉
動態	颱風在菲律賓東方海面生成後向西北移動，朝巴士海峽方接近，24日13時於屏東滿州附近登陸，24日16時10分從高雄橋梓附近出海，25日7時左右由福建省進入大陸，向西北西離去。
災情	受颱風影響，花蓮及屏東地區有超大豪雨發生。中央災害應變中心統計至8月25日止，全臺計有1人死亡，9人受傷；農委會統計至8月27日止，農損達新臺幣1億6,794萬元。

(b) 颱風警報發布概況

(資料來源：中央氣象局)

圖 3.5.8 2019 年第 11 號颱風白鹿(BAILU)

4. 第 18 號颱風米塔(MITAG)，中度颱風，近臺期間中心最大風速約 38 m/s，警報期間 2019/09/29 08:30～2019/10/01 11:30，颱風路徑如圖 3.5.8 所示；有義波高 H_s 極值發生於 9 月 30 日下午 4 時，波高值為 4.34 m ($H_{\max}=7.43$ m)，相對應之尖峰週期 T_p 為 8.68 秒，波向為 N 向，風觀測站所測得 10 分鐘平均風速極值發生於 9 月 30 日下午 5 時 30 分，風速達 29.5 m/s (11 級風)，對應風向為 NNE 向。



(a) 颱風路徑圖

颱風概況表	
名稱	米塔 (MITAG)
編號	201918
生成地點	132.2, 15.5
假(近)登日期	2019年 09月 30日
發布時間	海上 2019-09-29 08:30:00 陸上 2019-09-29 20:30:00
解除時間	陸上 2019-10-01 05:30:00 海上 2019-10-01 11:30:00
發布報數	18
最大強度	中度
近中心最大風速	38 (公尺/秒)
侵襲路徑分類	---
登陸地段	無登陸
動態	颱風在菲律賓東方海面生成後向西北移動，朝臺灣東北部海面前進，30日晨間通過臺灣東半部及中部以北陸地後，持續向北朝東海面前進。
災情	中央災害應變中心統計至10月1日09:00止，全臺計有12人受傷；空運交通狀況，國際航線延誤1班次、取消26班次；國內航線取消18班次；海運交通狀況，國內航線停航6航線23班次、兩岸航線停航4航線12班次。
颱風災害專區網頁連結	颱風災害專區網頁連結

(b) 颱風警報發布概況

(資料來源：中央氣象局)

圖 3.5.9 2019 年第 18 號颱風米塔(MITAG)

表 3.5.2 2019 年颱風期間海氣象觀測資料統計表

颱風名稱	波浪					風力		
	發生時間	有義波高 H _s 極值 (m)	最大波高 H _{max} (m)	H _s 極值相 對應之尖峰 週期 T _p (sec)	H _s 極值相 對應之波向 (°)	發生時間	10 分鐘 平均風速 極值 (m/s)	風向 (°)
丹娜絲 (DANAS) 輕度颱風	07月17日 14時	3.06	4.90	8.26	32.4 (NNE)	07月17日 17時30分	18.6	22.5 (NNE)
利奇馬 (LEKIMA) 強烈颱風	08月09日 06時	2.56	4.37	7.73	358.0 (N)	08月08日 20時20分	20.7	22.4 (NNE)
白鹿(BAILU) 輕度颱風	08月24日 13時	3.47	5.56	8.41	12.0 (NNE)	08月24日 19時40分	15.9	213.4 (SSW)
米塔(MITAG) 中度颱風	09月30日 16時	4.34	7.43	8.68	2.7 (N)	09月30日 17時30分	29.5	16.9 (NNE)

颱風名稱:丹娜絲颱風

日期時間:2019/07/15 00:00~2019/07/19 00:00

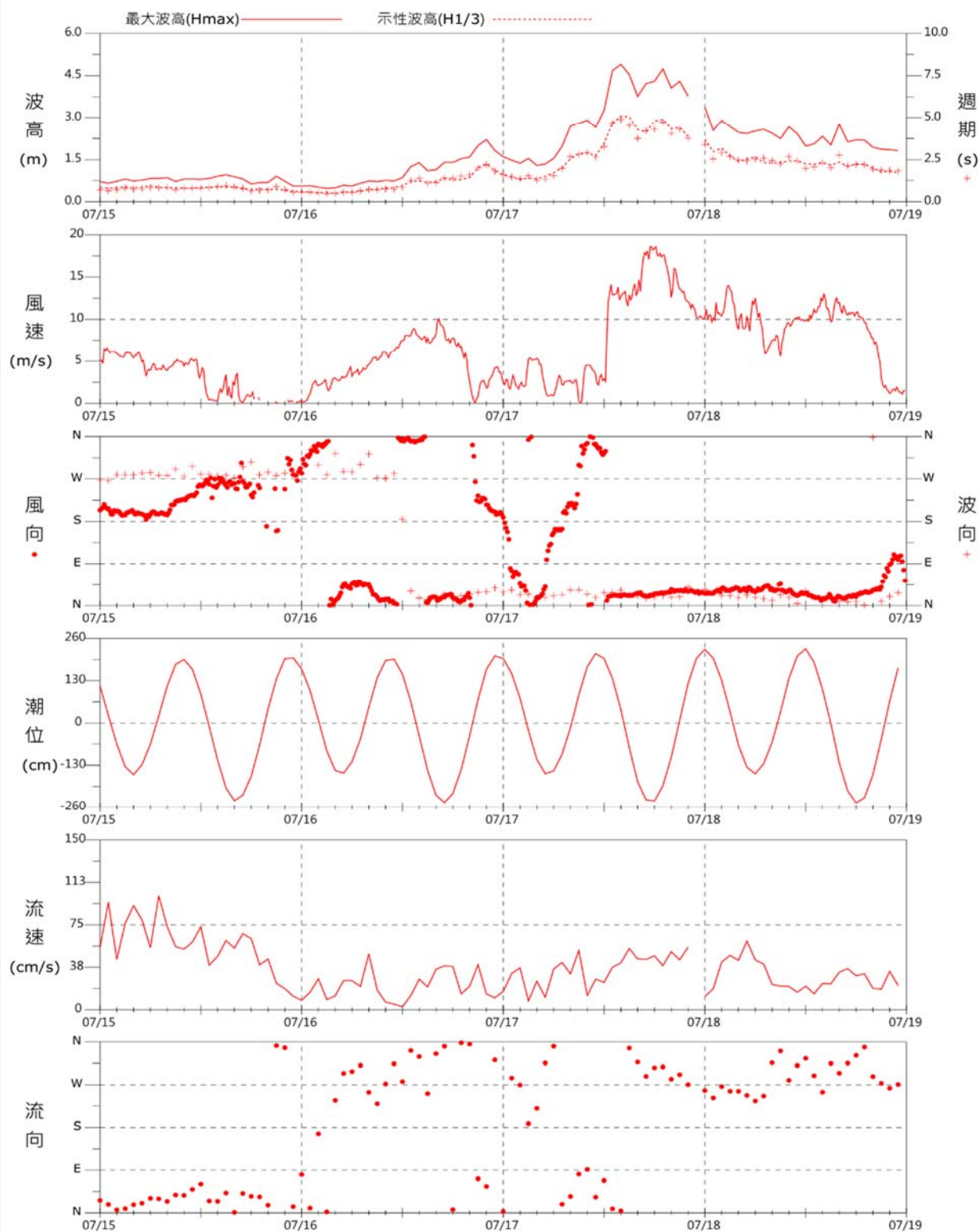


圖 3.5.2 第 5 號颱風丹娜絲(DANAS)風、波、潮、流逐時歷線圖

颱風名稱:利奇馬颱風

日期時間:2019/08/06 00:00~2019/08/11 00:00

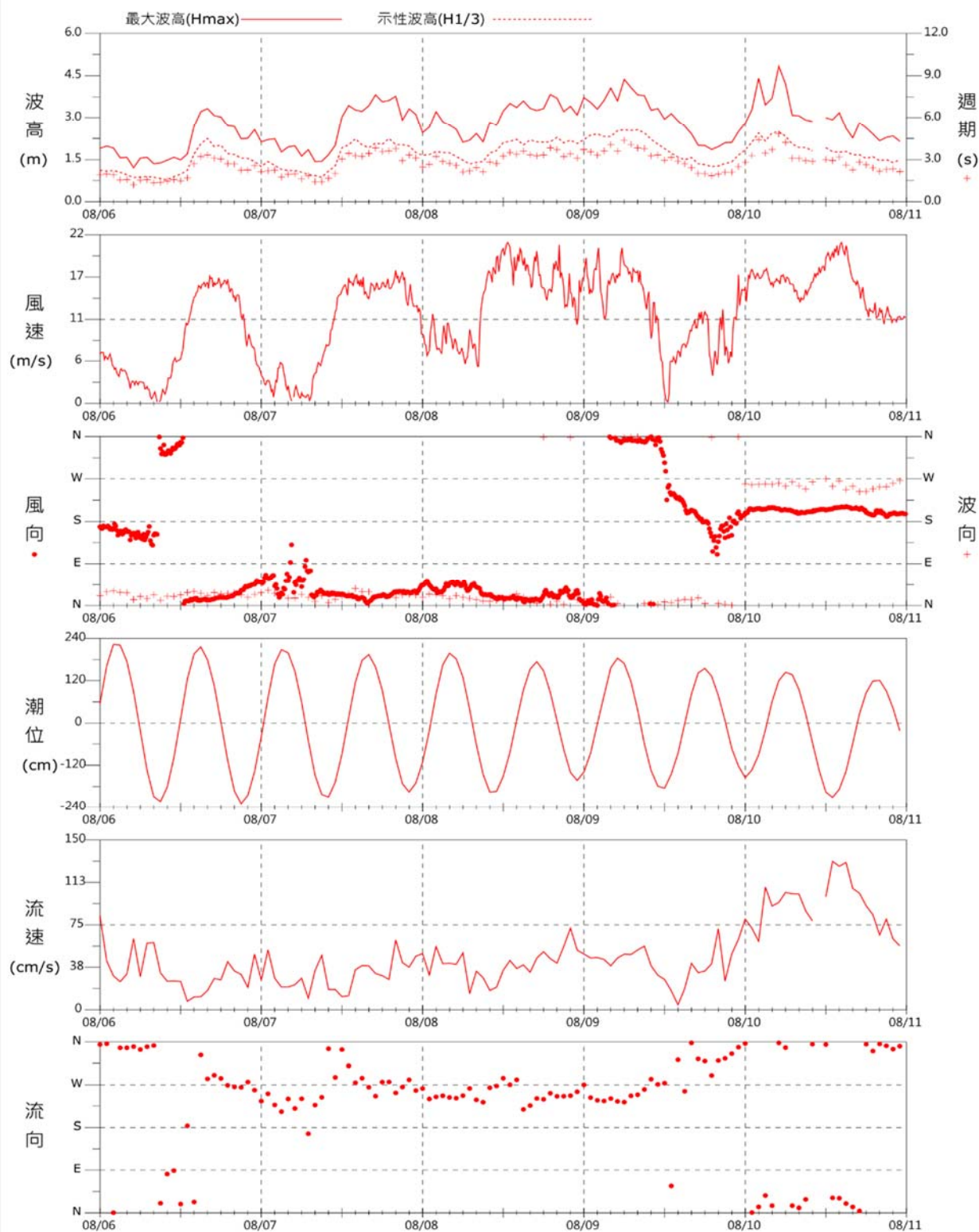


圖 3.5.3 第 9 號颱風利奇馬(LEKIMA)風、波、潮、流逐時歷線圖

颱風名稱:白鹿颱風

日期時間:2019/08/22 00:00~2019/08/26 00:00

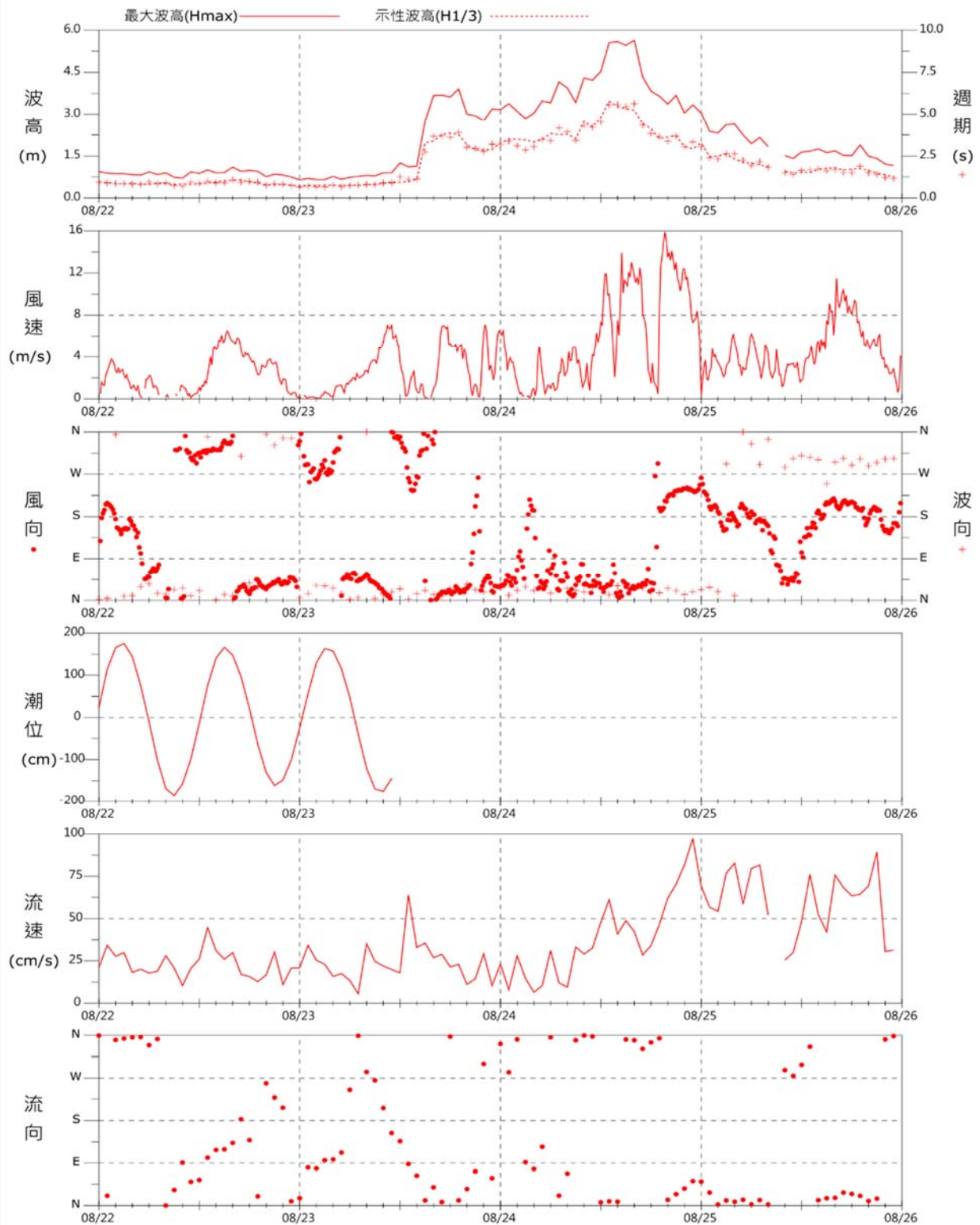


圖 3.5.4 第 11 號颱風白鹿(BAILU)風、波、潮、流逐時歷線圖

颱風名稱:米塔颱風

日期時間:2019/09/28 00:00~2019/10/02 00:00

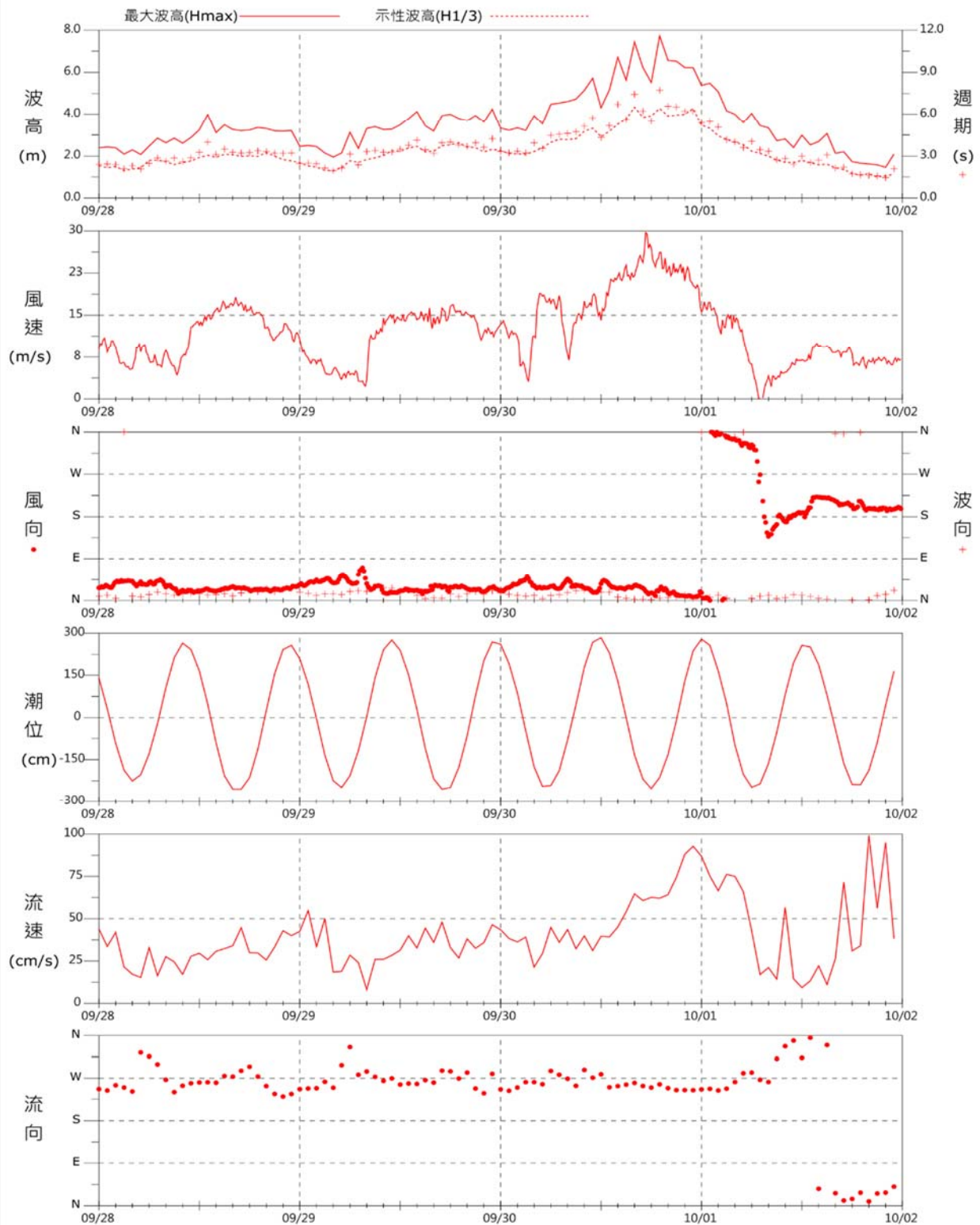


圖 3.5.5 第 18 號颱風米塔(MITAG)風、波、潮、流逐時歷線圖

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，以統計方式估算臺中港海域於不同月份、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 2004~2019 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、波資料分析係取第二章北堤綠燈塔風觀測站 (T2)、北防波堤外波浪觀測站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，波高觀測資料自 2004~2019 年 8 月共計 4629 天，篩選後為 3913 天，風觀測資料自 2005~2019 年 8 月共計 4594 天，篩選後為 4446 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「西門子歌美颶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 波高及風速觀測資料篩選表

	波浪 2004~2019	風 2005~2019
原資料筆數(天)	4,629	4,594
篩選後筆數(天) (合格率%)	3,913 (84.5%)	4,446 (96.8%)

表 4.2.2 蒲福風級表

(資料來源：中央氣象局)

風級	名稱		高出空曠地面十公尺之相當平均風速	風級標準說明			海上約略波高
	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

表 4.2.2 蒲福風級表（續）

（資料來源：中央氣象局）

風級	名稱		高出空曠地面十公尺之相當平均風速	風級標準說明			海上約略波高
	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

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 24.66%（約 7.5 天），可連續作業 12 小時的最高機率為 4 月，機率為 14.65%（約 4.5 天），連續 18 小時的最高機率為 8 月，可工作機率為 8.23%（約 2.5 天），連續 24 小時的最高機率為 6 月的 4.34%（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；0.98%；約 0.5 天）、連續 12 小時（1 月；0.98%；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。

波高 0.6 m 作業門檻，符合可連續作業 6 小時最高機率為 7 月，可工作機率為 42.34%（約 13 天），連續 12 小時最高機率為 6 月，機率為 25.20%（約 7.5 天），連續 18 小時的最高機率為 6 月，可工作機率為 13.82%（約 4.5 天），連續 24 小時的最高機率為 7 月的 8.56%（約 3 天），可工作機率隨作業延時增加而遞減；可工作機率最低之月份為 1~2 月，東北季風盛行季節，連續 6 小時（1 月；1.96%；約 1

天)、連續 12 小時 (2 月; 1.26%; 約 0.5 天)、連續 18 小時 (1 月; 0.33%; 無可工作天) 及連續 24 小時 (1 月; 0.00%; 無可工作天), 可作業天數均低於 1 天。

波高 0.8 m 時, 符合連續 6 小時機率最高為 7 月的 72.52% (約 23 天), 連續 12 小時最高機率於 7 月, 可工作機率為 54.73% (約 17 天), 連續 18 小時最高機率於 7 月, 可工作機率為 37.39% (約 12 天), 連續 24 小時最高機率為 6 月的 21.41% (約 6.5 天), 7 月 20.27% (約 6 天) 次之; 可工作機率最低月份為 12~1 月, 連續 6 小時 (12 月; 4.33%; 約 1.5 天)、連續 12 小時 (1 月; 1.96%; 約 0.5 天)、連續 18 小時 (1 月; 1.31%; 約 0.5 天) 及連續 24 小時 (2 月; 0.42%; 無可工作天), 除 12 月 1 天可持續作業 6 小時, 如需於 1 月連續作業 12~24 小時, 可作業天數均低於 1 天。

波高為 1.0 m 時, 7 月可提供較高可工作機率, 分別為連續 6 小時 (87.16%; 約 27 天)、連續 12 小時 (77.93%; 約 24 天)、連續 18 小時 (62.61%; 約 19.5 天) 及連續 24 小時 (35.81%; 約 11 天), 7 月雖為汛期, 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仍為 12~1 月, 連續 6 小時 (12 月; 7.22%; 約 2.5 天)、連續 12 小時 (12 月; 3.97%; 約 1.5 天)、連續 18 小時 (1 月; 1.63%; 約 0.5 天) 及連續 24 小時 (2 月; 0.65%; 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 2 天時間可供進場。

現場作業波高限制為 1.5 m 時, 可於 6~7 月選擇進場, 連續 6 小時可工作機率最高為 7 月 94.37% (約 29.5 天), 連續 12 小時為 7 月 91.67% (約 28.5 天), 連續 18 小時為 6 月 84.01% (約 25 天), 連續 24 小時為 7 月 55.63% (約 17.5 天), 如工程作業允許波高可放寬至 1.5 m, 則 6~7 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 20.94% (約 6.5 天), 12 小時 11.91% (約 4 天), 18 小時 6.86% (約 2 天), 24 小時 3.61% (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 77.10%（約 71 天），12 小時可工作機率為 66.14%（約 61 天），18 小時可工作機率為 51.40%（約 47 天），24 小時可工作機率為 29.98%（約 28 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 56.59%（約 52 天），12 小時可工作機率為 44.02%（約 41 天），18 小時可工作機率為 31.10%（約 29 天），24 小時可工作機率為 19.88%（約 18 天），如施工單位無法於夏季作業，建議可於春季安排人員、機具進場，亦可提供較佳可工作機率。

冬季（12~2 月）期間本海域因受東北季風影響，歷年平均波高為 2.2 m，可工作機率為四個季節中最低之季節，連續作業 6 小時可工作機率為 13.38%（約 12 天），12 小時可工作機率為 7.66%（約 7 天），18 小時可工作機率為 4.01%（約 4 天），24 小時可工作機率為 1.70%（約 2 天），可工作天數急遽降低，以連續作業 12 小時為例，夏、冬兩季可工作天數由 61 天降至 7 天，相差約 9 倍。

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	0.98%	0.98%	0.00%	0.00%
2 月	4.18%	0.42%	0.42%	0.00%
3 月	9.70%	3.80%	1.27%	0.84%
4 月	24.18%	14.65%	6.59%	2.93%
5 月	22.90%	10.97%	6.45%	4.19%
6 月	24.66%	14.63%	7.05%	4.34%
7 月	22.97%	12.61%	5.18%	2.48%
8 月	21.45%	12.47%	8.23%	2.99%
9 月	12.01%	7.84%	3.68%	1.47%
10 月	2.04%	1.17%	0.87%	0.29%
11 月	5.21%	3.26%	1.63%	0.98%
12 月	2.53%	1.81%	1.44%	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	1.96%	1.31%	0.33%	0.00%
2 月	9.62%	1.26%	0.42%	0.42%
3 月	15.19%	8.02%	2.11%	1.69%
4 月	34.80%	22.71%	11.72%	5.49%
5 月	35.48%	20.00%	9.03%	6.45%
6 月	39.57%	25.20%	13.82%	8.13%
7 月	42.34%	24.77%	13.74%	8.56%
8 月	34.66%	21.95%	13.22%	4.49%
9 月	16.67%	11.52%	7.35%	3.43%
10 月	4.66%	1.75%	1.46%	0.29%
11 月	8.47%	4.89%	3.26%	2.28%
12 月	3.25%	1.81%	1.81%	0.36%

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	6.54%	1.96%	1.31%	0.65%
2 月	17.57%	9.21%	4.18%	0.42%
3 月	28.27%	18.99%	11.81%	7.17%
4 月	48.35%	35.16%	22.34%	12.09%
5 月	59.03%	40.32%	25.48%	14.19%
6 月	63.41%	47.97%	36.31%	21.41%
7 月	72.52%	54.73%	37.39%	20.27%
8 月	58.60%	45.64%	31.92%	15.96%
9 月	28.68%	21.32%	12.75%	8.09%
10 月	8.16%	4.66%	3.21%	1.17%
11 月	13.03%	10.42%	6.19%	3.58%
12 月	4.33%	2.17%	1.81%	0.72%

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	10.46%	4.90%	1.63%	0.65%
2 月	24.69%	15.48%	8.79%	3.77%
3 月	37.55%	24.47%	16.03%	10.55%
4 月	58.97%	46.89%	32.23%	20.88%
5 月	70.00%	57.42%	41.94%	26.45%
6 月	83.74%	70.19%	52.03%	32.52%
7 月	87.16%	77.93%	62.61%	35.81%
8 月	76.56%	62.59%	47.38%	27.43%
9 月	41.91%	30.39%	20.34%	12.50%
10 月	12.54%	7.00%	4.66%	2.33%
11 月	18.57%	11.40%	7.17%	4.89%
12 月	7.22%	3.97%	2.53%	1.08%

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	25.16%	16.01%	9.48%	4.58%
2 月	44.77%	30.96%	21.34%	14.23%
3 月	59.07%	40.93%	32.07%	21.10%
4 月	76.92%	64.10%	52.75%	38.46%
5 月	90.00%	81.29%	68.39%	51.29%
6 月	94.04%	91.60%	84.01%	54.74%
7 月	94.37%	91.67%	81.76%	55.63%
8 月	91.77%	87.28%	75.06%	50.12%
9 月	68.14%	54.66%	37.75%	23.04%
10 月	26.82%	20.12%	13.12%	7.00%
11 月	41.69%	28.01%	17.92%	9.77%
12 月	20.94%	11.91%	6.86%	3.61%

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	19.15%	9.88%	4.88%	2.80%
夏	21.58%	12.69%	6.67%	3.13%
秋	6.43%	4.07%	2.18%	0.95%
冬	2.43%	1.09%	0.61%	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	29.02%	17.07%	7.80%	4.76%
夏	36.41%	22.57%	13.26%	6.92%
秋	9.74%	5.96%	3.88%	2.08%
冬	4.62%	1.46%	0.85%	0.24%

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	45.98%	31.71%	20.00%	11.22%
夏	59.97%	46.05%	33.03%	17.55%
秋	15.70%	11.35%	6.81%	3.78%
冬	9.00%	4.14%	2.31%	0.61%
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	56.59%	44.02%	31.10%	19.88%
夏	77.10%	66.14%	51.40%	29.98%
秋	24.03%	16.08%	10.69%	6.34%
冬	13.38%	7.66%	4.01%	1.70%
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	76.34%	63.54%	52.56%	38.17%
夏	87.40%	84.68%	76.11%	49.75%
秋	44.28%	33.59%	22.89%	12.96%
冬	28.95%	18.98%	12.04%	7.06%

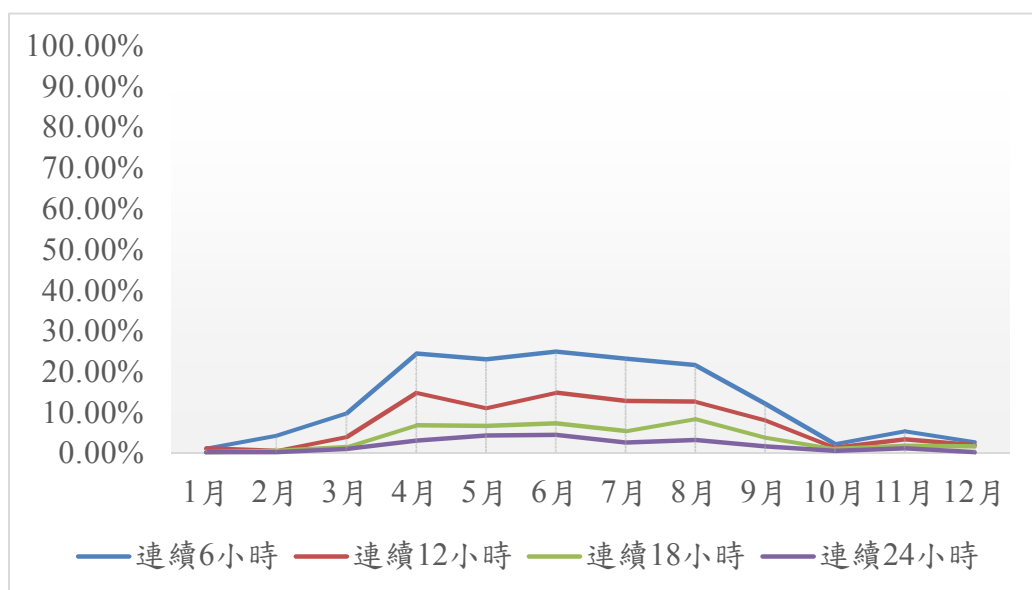


圖 4.3.1 波高 0.5 m 可工作機率分佈圖

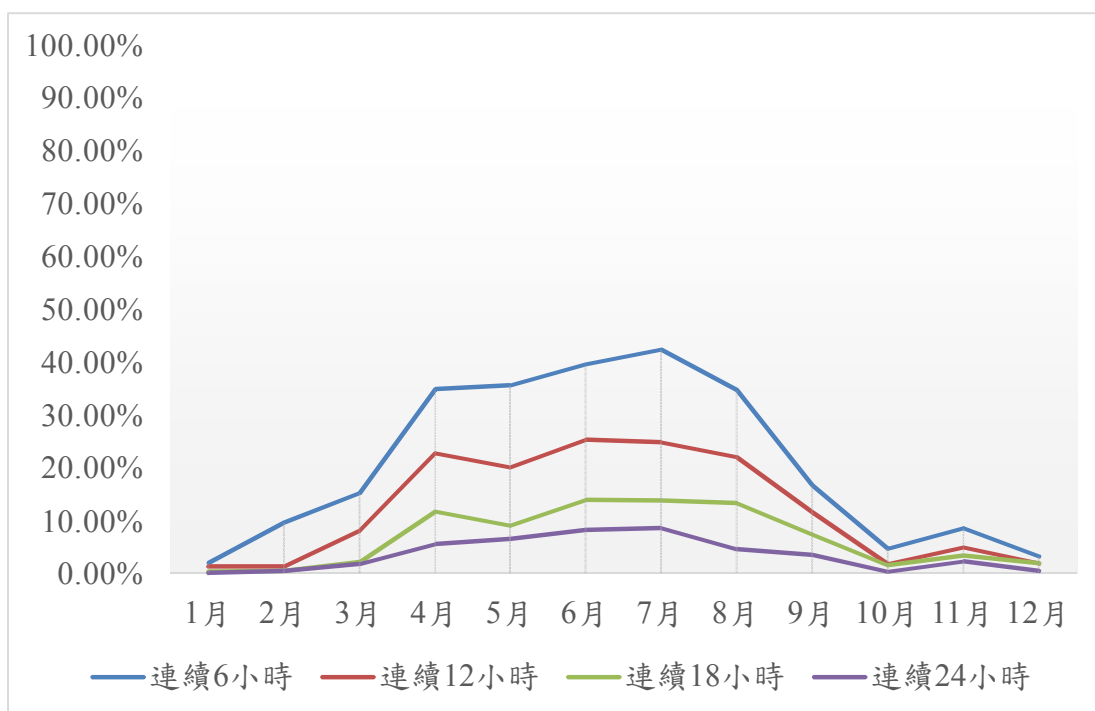


圖 4.3.2 波高 0.6 m 可工作機率分佈圖

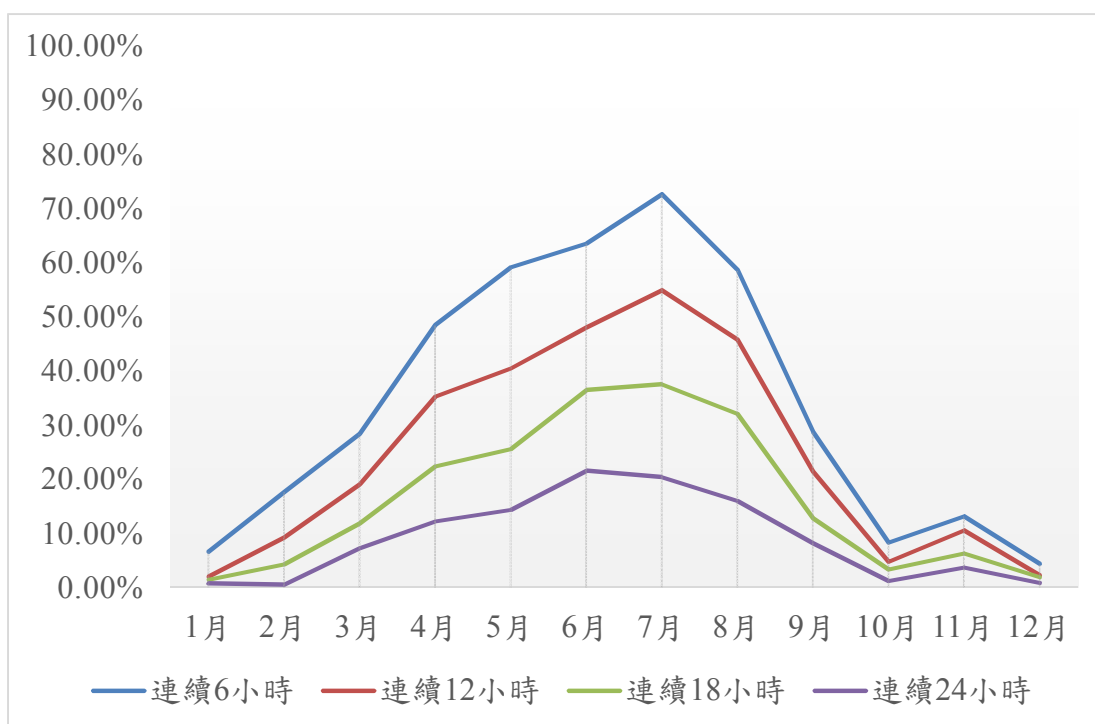


圖 4.3.3 波高 0.8 m 可工作機率分佈圖

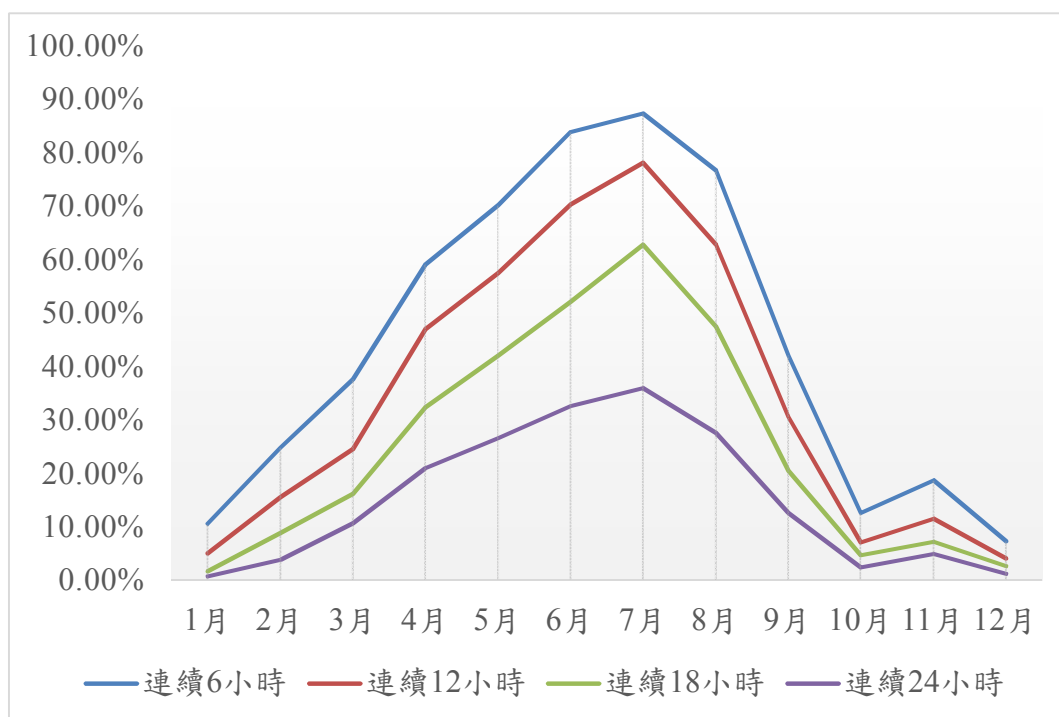


圖 4.3.4 波高 1.0 m 可工作機率分佈圖

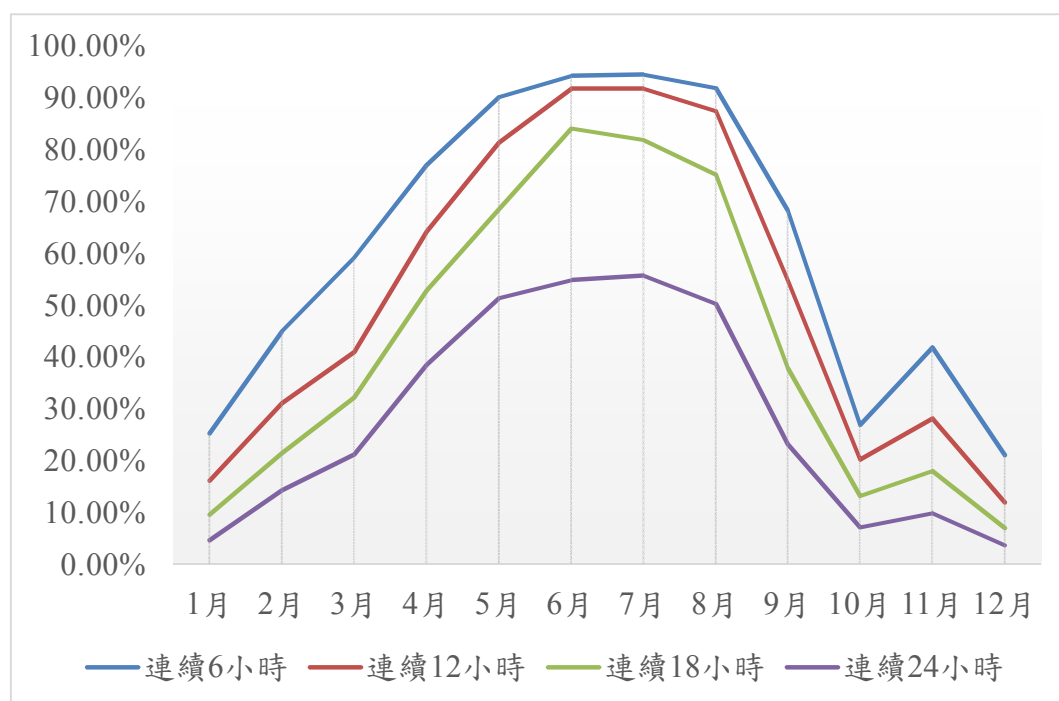


圖 4.3.5 波高 1.5 m 可工作機率分佈圖

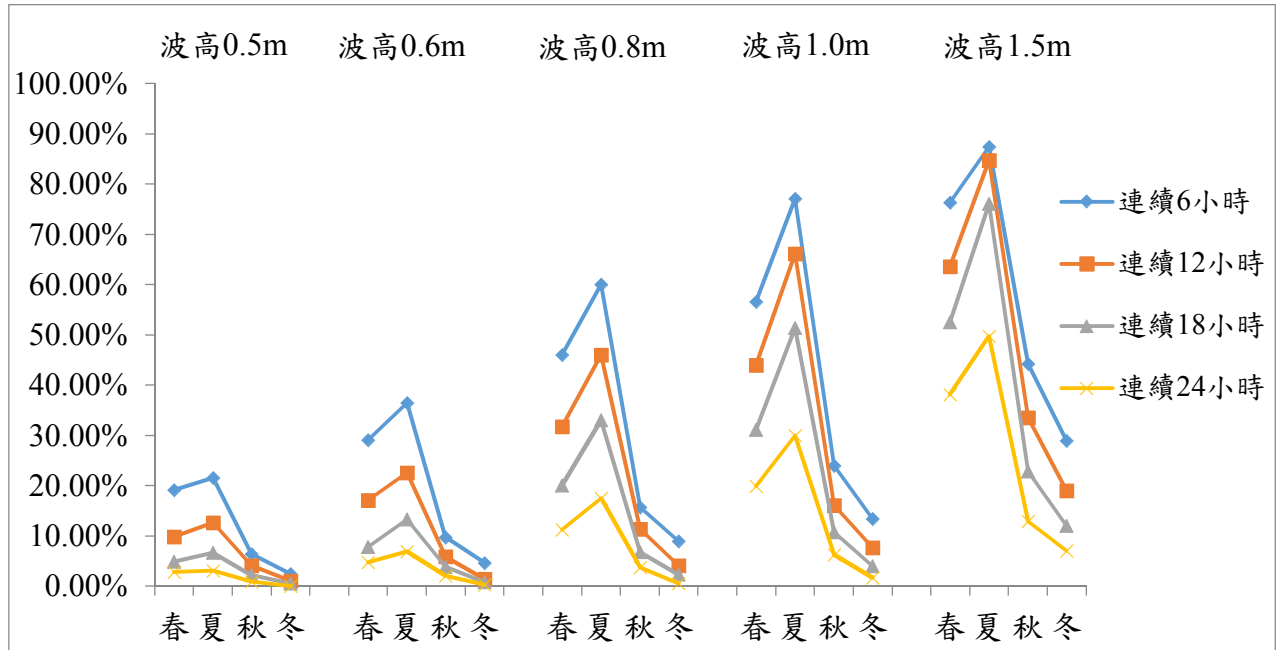


圖 4.3.6 不同波高條件分季可工作機率分佈圖

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 21 天），連續作業 12 小時最高機率為 8 月，機率為 43.62%（約 14 天），連續 18 小時最高機率為 8 月，可工作機率為 18.62%（約 6 天），符合連續作業 24 小時的最高機率為 4 月，機率為 12.91%（約 4 天），工作機率隨作業延時增加遞減；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；18.07%；約 6 天）、連續 12 小時（1 月；8.91%；約 3 天）、連續 18 小時（12 月；2.67%；約 1 天）及連續 24 小時（12 月；0.97%；約 0.5 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 26 天）、連續 12 小時（67.82%；約 21 天）、連續 18 小時（44.68%；約 14 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 27.67%（約 9 天），連續 12 小時為 15.05%（約

5 天)，連續 18 小時為 7.04% (約 2 天)，連續 24 小時為 4.37% (約 1.5 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 30 天)，連續 12 小時 (85.90%；約 27 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 42.48% (約 13 天)，連續 12 小時為 25.73% (約 8 天)，連續 18 小時為 14.08% (約 4.5 天)，連續 24 小時為 11.65% (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 2.5 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 96.41% (約 29.5 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 75.38% (約 23.5 天)，連續 24 小時最高機率為 7 月的 72.82% (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，各延時可工作天數分別為，連續 6 小時 49.27% (15 天)、連續 12 小時 31.07% (9.5 天)、連續 18 小時 18.45% (6 天) 及連續 24 小時 14.56% (4.5 天)。

本研究以「西門子歌美颶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 98.05% (約 29.5 天)，如需持續作業 12 小時，可於 8 月進場，可工作機率為 94.41% (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 84.87% (約 26.5 天)、82.82% (約 25.5 天)；可工作機率最低之月份分別為，連續 6 小時 (1 月；56.49%；約 17.5 天)，連續 12 小時 (12 月；41.02%；約 13 天)，連續 18 小時 (12 月；25%；約 8 天)，連續 24 小時 (12 月；21.36%；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 6.5 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，以作業風速 12.0 m/s 為例，連續施工 6 小時可工作機率為 95.91% (約 88 天)，12 小時

可工作機率為 87.91%(約 83 天), 18 小時可工作機率為 72.71%(約 67 天), 連續 24 小時可工作機率為 69.33%(約 64 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 84.34%(約 87 天), 12 小時可工作機率為 73.96%(約 68 天), 18 小時可工作機率為 58.21%(約 54 天), 24 小時可工作機率為 51.79%(約 48 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 52.49%(約 47 天), 12 小時可工作機率為 35.72%(約 32 天), 18 小時可工作機率為 21.40%(約 19 天), 24 小時可工作機率為 16.51%(約 15 天), 以連續作業 12 小時為例, 夏、冬兩季可工作天數由 83 天降至 32 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	18.07%	8.91%	3.82%	3.82%
2 月	26.47%	10.29%	2.35%	1.47%
3 月	43.28%	23.12%	10.22%	7.80%
4 月	47.75%	28.23%	16.82%	12.91%
5 月	52.39%	26.20%	13.52%	6.48%
6 月	44.01%	22.01%	9.19%	6.96%
7 月	56.41%	36.15%	17.18%	8.72%
8 月	67.02%	43.62%	18.62%	11.17%
9 月	58.87%	29.80%	13.79%	7.88%
10 月	28.08%	15.47%	5.73%	4.58%
11 月	32.60%	17.68%	6.63%	3.87%
12 月	18.45%	9.47%	2.67%	0.97%

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	31.30%	16.03%	7.89%	6.36%
2 月	38.24%	22.94%	11.76%	9.41%
3 月	56.99%	38.98%	23.12%	16.94%
4 月	66.07%	49.55%	33.03%	26.43%
5 月	77.46%	55.21%	37.18%	28.73%
6 月	69.36%	42.90%	28.69%	23.40%
7 月	74.62%	55.13%	41.03%	34.10%
8 月	83.24%	67.82%	44.68%	39.36%
9 月	74.88%	55.42%	31.53%	26.11%
10 月	36.96%	24.93%	14.04%	10.32%
11 月	47.24%	30.11%	17.68%	11.88%
12 月	27.67%	15.05%	7.04%	4.37%

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	43.51%	29.26%	15.52%	12.21%
2 月	50.59%	35.00%	22.06%	17.35%
3 月	67.74%	54.84%	37.63%	30.65%
4 月	82.28%	69.67%	52.25%	45.65%
5 月	92.11%	78.31%	58.87%	54.08%
6 月	93.31%	73.82%	56.82%	52.09%
7 月	94.87%	79.49%	64.87%	62.56%
8 月	95.48%	85.90%	68.62%	64.63%
9 月	86.95%	71.18%	44.83%	40.39%
10 月	50.72%	34.10%	20.34%	18.34%
11 月	59.39%	43.09%	27.07%	22.38%
12 月	42.48%	25.73%	14.08%	11.65%

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	49.36%	35.88%	18.83%	15.27%
2 月	60.00%	41.18%	27.94%	20.29%
3 月	73.92%	61.02%	43.82%	36.02%
4 月	85.89%	76.28%	61.86%	54.95%
5 月	93.80%	85.35%	69.86%	65.35%
6 月	94.99%	84.40%	68.80%	64.90%
7 月	96.41%	86.92%	75.38%	72.82%
8 月	96.28%	92.29%	73.67%	69.95%
9 月	90.15%	75.12%	51.72%	47.04%
10 月	57.02%	38.68%	22.92%	20.06%
11 月	64.09%	49.72%	32.87%	25.97%
12 月	49.27%	31.07%	18.45%	14.56%

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	56.49%	43.26%	28.50%	23.92%
2 月	66.76%	52.06%	36.18%	29.12%
3 月	81.99%	70.43%	56.18%	47.58%
4 月	90.69%	82.58%	71.17%	63.66%
5 月	96.06%	91.83%	80.28%	76.62%
6 月	98.05%	93.59%	84.12%	80.50%
7 月	97.95%	94.36%	84.87%	82.82%
8 月	97.87%	94.41%	83.78%	80.85%
9 月	92.12%	82.27%	59.11%	55.67%
10 月	65.90%	47.28%	28.37%	26.07%
11 月	74.03%	56.35%	41.99%	37.29%
12 月	58.74%	41.02%	25.00%	21.36%

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	47.74%	25.75%	13.40%	8.96%
夏	56.00%	34.13%	15.11%	8.98%
秋	40.77%	21.42%	8.96%	5.56%
冬	20.70%	9.52%	2.97%	2.10%
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	66.70%	47.74%	30.94%	23.87%
夏	75.82%	55.47%	38.31%	32.44%
秋	54.12%	37.72%	21.59%	16.58%
冬	32.05%	17.73%	8.73%	6.55%
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	80.47%	67.36%	49.34%	43.21%
夏	94.58%	79.82%	63.56%	59.91%
秋	66.76%	50.54%	31.45%	27.69%
冬	45.24%	29.69%	16.94%	13.54%
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	84.34%	73.96%	58.21%	51.79%
夏	95.91%	87.91%	72.71%	69.33%
秋	71.42%	55.56%	36.65%	31.81%
冬	52.49%	35.72%	21.40%	16.51%
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	89.43%	81.42%	68.96%	62.36%
夏	97.96%	94.13%	84.27%	81.42%
秋	78.14%	62.99%	44.00%	40.50%
冬	60.35%	45.07%	29.52%	24.54%

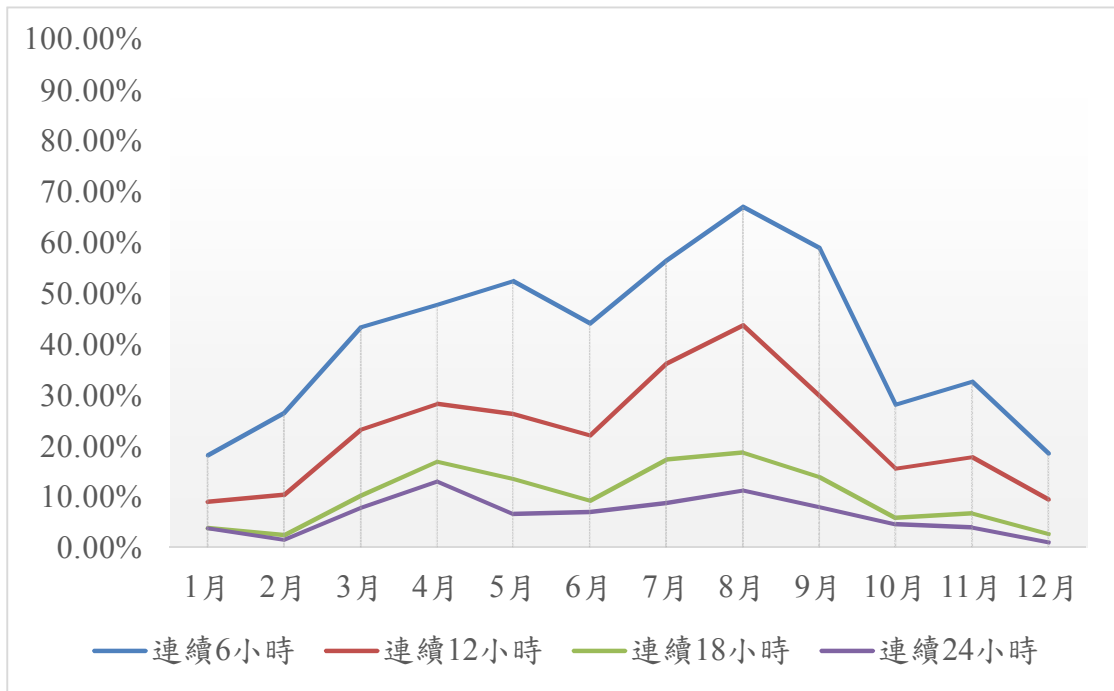


圖 4.4.1 風速 5.4 m/s 可工作機率分佈圖

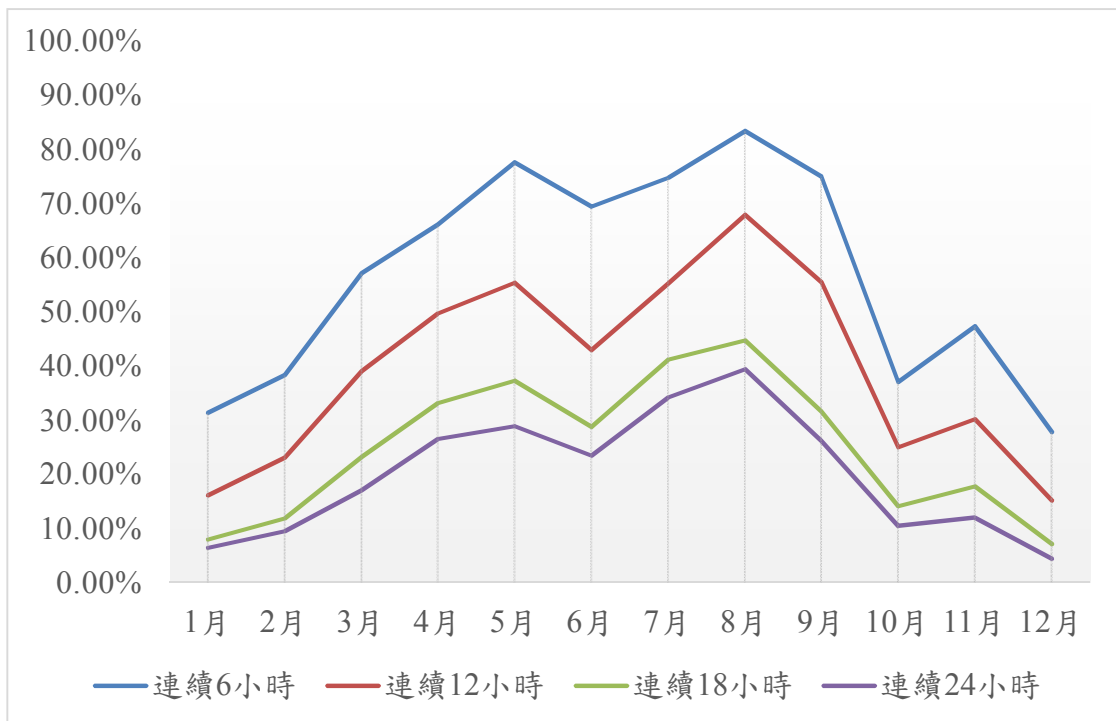


圖 4.4.2 風速 7.9 m/s 可工作機率分佈圖

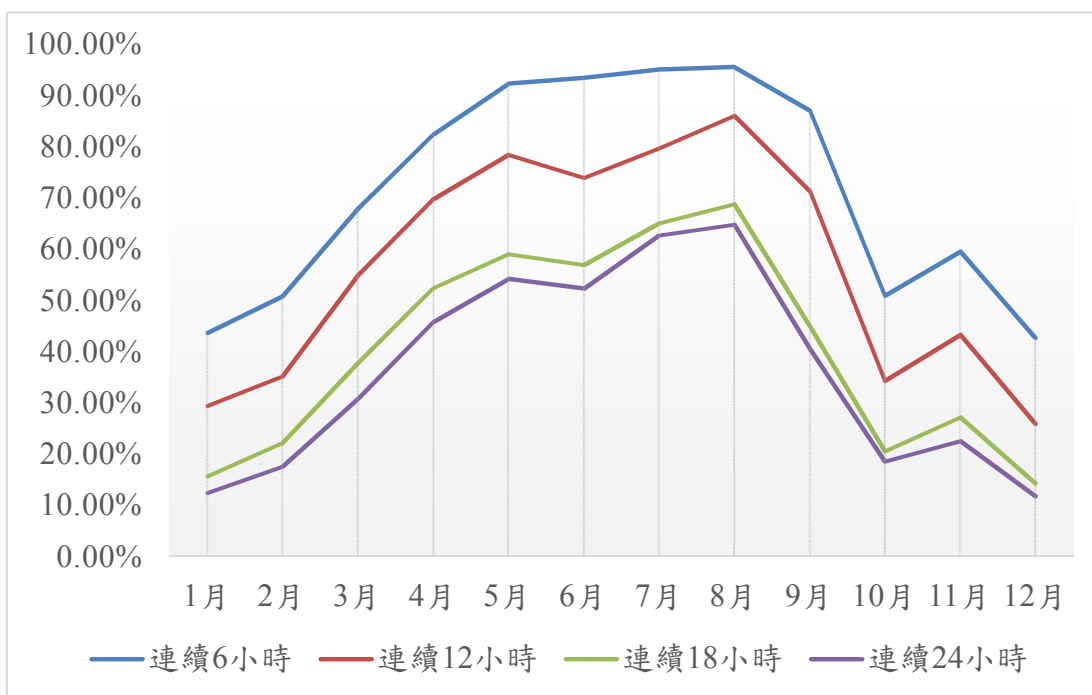


圖 4.4.3 風速 10.7 m/s 可工作機率分佈圖

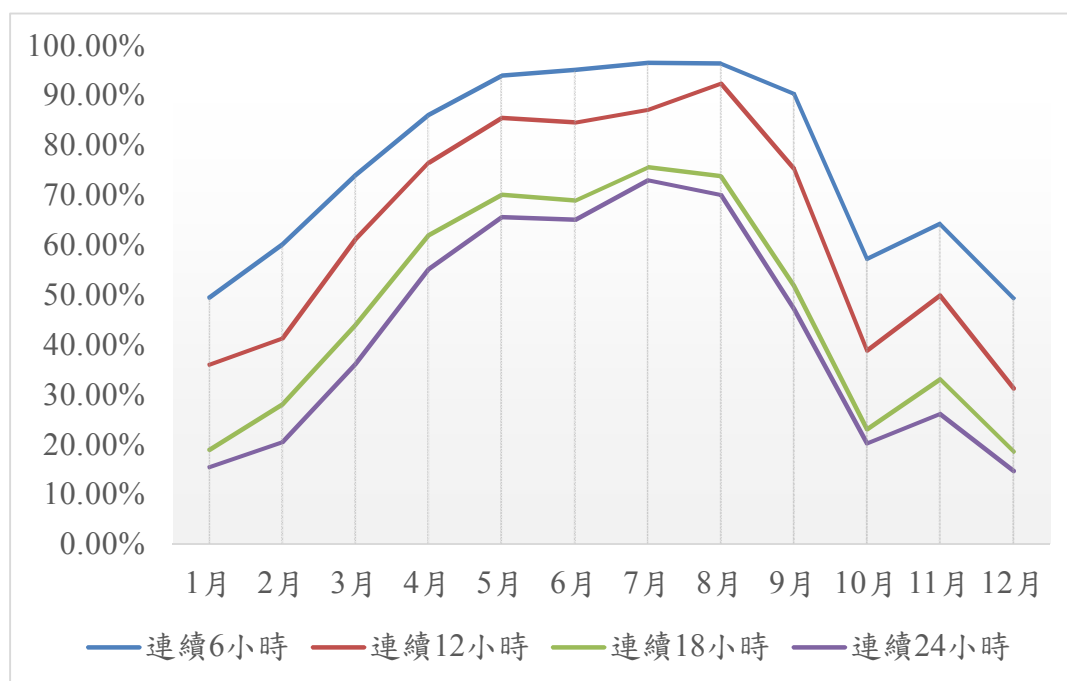


圖 4.4.4 風速 12.0 m/s 可工作機率分佈圖

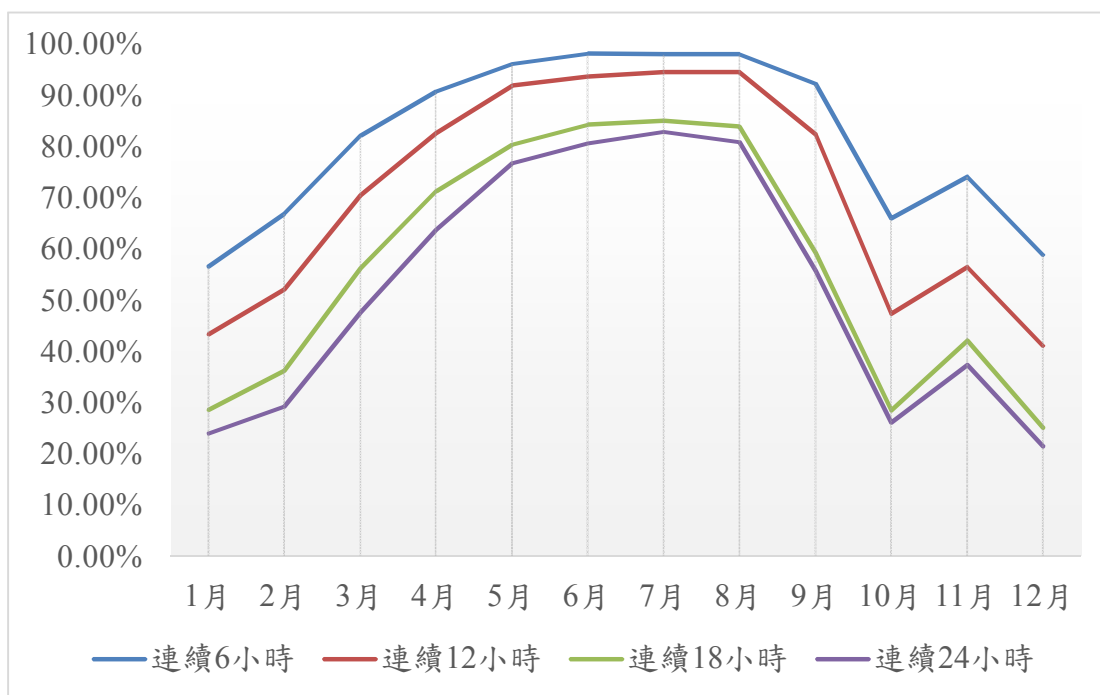


圖 4.4.5 風速 13.8 m/s 可工作機率分佈圖

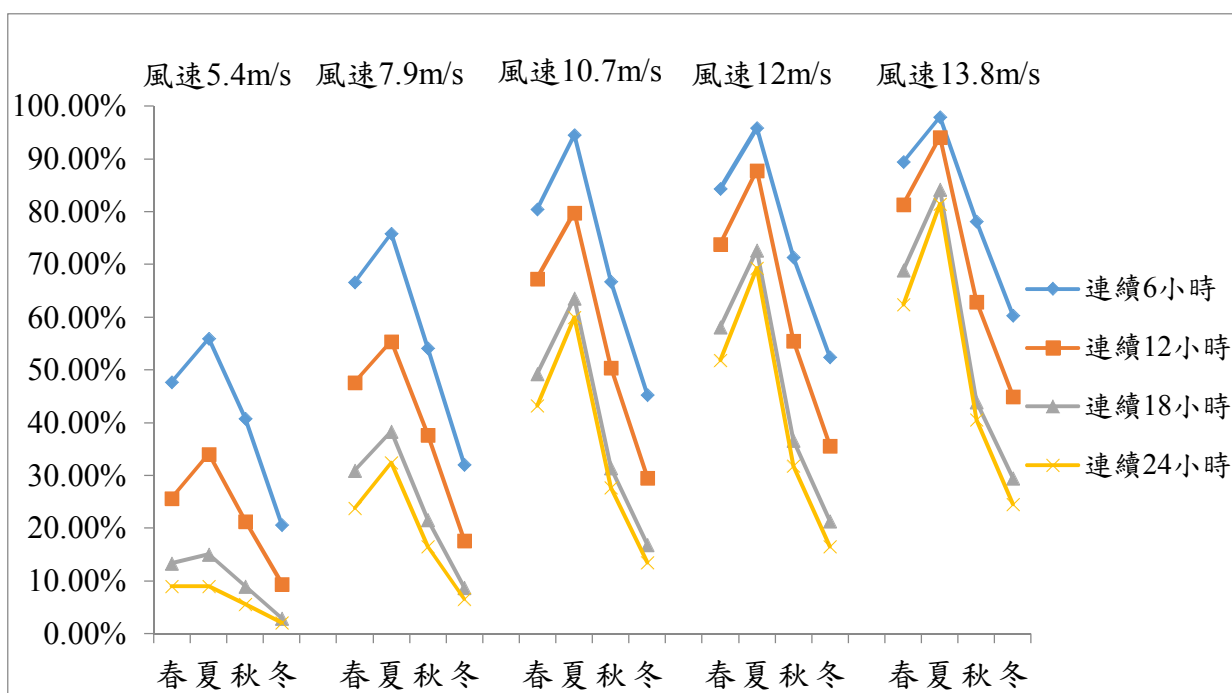


圖 4.4.6 不同風速條件分季可工作機率分佈圖

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，本報告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，茲將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，約佔歷年四成，風向分佈四象限中以 N~E 象限比率最高，約為 63%，S~W 象限 23% 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 6.5 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 55.7%，16 分位中以 SSW 向 23.6% 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 13.1 m/s (6 級風)，風速分佈以大於 10 m/s 比率最高，約佔整季 66.1%，風向以 N~E 象限為主要分佈，約佔 91.5%，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 54.2%，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 66.5%，16 方位中以 NNE 向比率最高，約為 39.8%，N 方向 27.8% 次之。

(2) 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，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 74.5%，週期分佈以 6 秒以下比率最高，約為 52.2%，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 13.1 m/s (6 級風)，冬季期間波高平均為 2.2 m，為四季最大，波高分佈以 2 m 以上為主，佔整季 57%，波浪週期以 6~8 秒比率最高，約為 62.1%，歷年波向以 N~E 象限所佔比率最高，約為 88.2%，16 方位中以 NNE 向 49.3% 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 38.1 cm/s，流速分佈以 25~50 cm/s 間比率最高，佔全期 38.8%，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 30% (S~W)、40.7% (W~N)。

(2) 四季中冬季平均流速最大，約為 44.1 cm/s (近 1 節)，流速分佈以 25~50 cm/s 間比率較高，約為 35.8%，春季平均流速最小，約為 33.1 cm/s，流速分佈以小於 25 cm/s 比率最高，佔整季 43.8%，夏、秋兩季歷年平均流速均約為 38 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. 本年度共有 4 個颱風侵襲臺灣附近海域，依序分別為第 5 號颱風丹娜絲(DANAS)、第 9 號颱風利奇馬(LKIMA)、第 11 號颱風白鹿(BAILU)及第 18 號颱風米塔(MITAG)，各觀測站所測得之波浪及風速極值如下：

(1) 輕度颱風丹娜絲(DANAS)，颱風期間所觀測到有義波高 H_s 極值發生於 7 月 17 日下午 2 時，波高值為 3.06 m，相對應之週期 T_p 為 8.26 秒，10 分鐘平均風速極值發生於 7 月 17 日下午 5 時 30 分，風速為 18.6 m/s (8 級風)，對應風向為 NNE 向。

- (2) 強烈颱風利奇馬(LEKIMA)，有義波高 H_s 極值發生於 8 月 9 日上午 6 時，波高值為 2.56 m，相對應之週期 T_p 為 7.73 秒，10 分鐘平均風速極值發生於 8 月 8 日下午 8 時 20 分，風速為 20.7 m/s (8 級風)，風向為 NNE 向。
- (3) 輕度颱風白鹿(BAILU)，有義波高 H_s 極值發生於 8 月 24 日下午 1 時，波高值為 3.47 m，相對應之週期 T_p 為 8.41 秒，10 分鐘平均風速極值發生於 8 月 24 日下午 7 時 40 分，風速為 15.9 m/s (7 級風)，對應風向為 SSW 向。
- (4) 中度颱風米塔(MITAG)，有義波高 H_s 極值發生於 9 月 30 日下午 4 時，波高值為 4.34 m，相對應之週期 T_p 為 8.68 秒，10 分鐘平均風速極值發生於 9 月 30 日下午 5 時 30 分，風速達 29.5 m/s (11 級風)，對應風向為 NNE 向。

5. 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，可工作機率為 87.16%，約 27 天；12 月工作機率最低，可工作機率為 7.22%，僅餘約 2.5 天。
- (2) 作業限制風速為 12.0 m/s 時，連續施工 6 小時，可工作機率最高為 7 月的 96.41%，約 29.5 天；可工作機率最低月份為 12 月，工作機率為 49.27%，約 15 天。
- (3) 以「西門子歌美颶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 98.05%，如需持續作業 12 小時，可於 8 月進場，可工作機率為 94.41%。
- (4) 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，作業波高 1.0 m 連續作業 12 小時，夏、冬兩季可工作天數由 61 天劇降至 7 天，相差約 9 倍。
- (5) 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，冬季歷年平均風速為 13.1 m/s，直接影響本海域現場作業氣象環境，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 83 天

降至 32 天，相差約 2.5 倍。

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。

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，作為船隻航行、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，可提供相關單位作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」，交通部運輸研究所研究報告，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」，交通部運輸研究所研究報告，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」，交通部運輸研究所研究報告，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. 陳宗邦、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」，交通部運輸研究所研究報告，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」，交通部運輸研究所研究報告，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」，交通部運輸研究所研究報告，2018 年 3 月。
15. Nortek Acoustic Wave and Current Profiler (AWAC) user manual.
16. Gill 2-D ultrasonic anemometer WindObserver user manual.
17. SONIC 2-D ultrasonic anemometer SA-20 user manual.

附錄一 期末審查意見及辦理情形說明表

交通部運輸研究所自辦研究計畫

☐期中 ☒期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：MOTC-IOT-108-H2DA002b 離岸風電區海氣象觀測與特性分析（3/4）

執行單位：交通部運輸研究所港研中心第二科

參與審查人員及其所提之意見	處理情形
一、許堂修委員	
1. 未來可考量蒐集日出及日落之測量。符合工作作業型態。	感謝委員建議，後續將配合現場作業，分析白晝、日落不同時段可工作機率，列入研究探討。
2. 對各名詞統一定義。	感謝委員建議，已於文章中統一修正。
3. 3-1 本計畫針對「潮位」觀測資料特性分析，係於 3.4 節「海流」所附測站歷線圖內說明，考量潮位已設有觀測儀進行觀測，建議於第三章之海氣象觀測資料特性分析納入完整說明，以利讀者研析；另查經濟部水利署於臺中港亦設有潮位觀測儀，如有餘力，建議可向其索取相關觀測資料，進行資料比對、檢驗。	感謝委員建議，將蒐集經濟部水利署潮位資料，並增列潮位分析，列入後續研究探討。
4. 3-85 有關圖 3.5.1「影響臺灣地區颱風路徑分類圖(1911~2017 年)」，交通部中央氣象局已更新該圖 1911~2018 資料，建議再確認、更新。	感謝委員建議，已於第三章中修正。
5. 5-4 有關 5.3「成果效益及後續應用情形」相關資料分享及應用，目前是否已規畫相關作法或可行方案，建議可再補充說明之；另該節第 1 項，有關「...相關資訊可提供「船舶」管理單位...」，似有漏字，請確認修	本報告年度研究成果均公佈於本所港灣技術研究中心官方網頁，亦可於國家書店、五南文化廣場購買，提供相關單位應用參考；感謝委員建議，已於第五章中修正。

參與審查人員及其所提之意見	處理情形
正。 6. 本計畫各項統計數據如為千分位，請統一呈現方式(ex.3000→3,000)，俾使文件訊息完整，建議通盤檢視修正。	感謝委員建議，已於文章中統一修正。
二、林佑任委員 1. 本研究與離岸風電的生命週期各階段的工作均息息相關，不論是在建置，整建或維護期，尤其建置期海上打樁，轉接段安裝或上部組裝因考量需動員各種特殊高價船隻施工，必須有完整的良好天候季節方可有效率的施工，目標於一個年度內完成一個風場所有機組。另外在其他天候不良季節也會有巡檢維護保養及可能有各別風機緊急維護或避免二次災害的緊急動員施工的種種特別狀況需求，都需要掌握不同季節的海氣象基本資料，尤其各月可連續工作及施工之天數及時數，本研究對於風電的設計、施工及運維有很大的幫助，對臺中港未來外廓與海岸工程的規劃設計也很有幫助。 2. 通常海上施工考量安全與品質大多利用白天進行，否則需動員充足的照明設備，晚上工作則以整備及運輸為主，尤其臺中港季風期若無鋒面影響有時清晨到早上時間有風速較低情形，甚至在下個鋒面來之前浪也有機會降低，因此本研究連續可施工之時數建議進一步分析該連續可施工之時數其時間區段及所佔比例，俾瞭解需白天才能進行之工作有多少連續的時數可運用，不一定需白天工作者可能有哪些連續時數可運用。	感謝委員肯定。 感謝委員建議，後續將配合現場作業，分析白晝、日落不同時段可工作機率，列入研究探討。

參與審查人員及其所提之意見	處理情形
3. 大多數外海作業會同時受風與浪的影響，有少數作業只受浪影響或只受風影響因此除少數可利用風與浪各別可連續施工時數的分析外(如直升機作業可不受浪影響)，建議是否可整合同時段風與浪作用條件下(類似有時間上交集與聯集之關係)可施工之時數分析。	感謝委員建議，將考量波高、風速同時影響之可工作機率分佈，並列入後續研究探討。
4. 通常風先靜下來，浪才慢慢靜下來，建議分析其時間關係，有利動員準備爭取時間。	感謝委員建議，後續將分析風場、波場相關性，列入研究探討。
5. 風機受損往往是在極端風速狀況下發生，例如近期台電風機葉片破壞宣稱是在瞬間風速 30m/s 下造成，似乎強調的是本季節的極端風速，另外也強調可能葉片轉向機故障及第一代風機當初設計引用標準較低之因素(約可抗 40m/s，新標準約 50m/s)，然瞬間可能的極端風速是可能造成損壞的主要因素之一，建議除了平均風速之分析，是否亦可對於瞬間之陣風作分析。	感謝委員建議，後續將增列瞬間陣風分析，列入研究探討。
6. 另外亦建議中心於風電母港臺中港港區內多設幾支風機，俾得到港區內外之風速等高線梯度圖，供未來風電母港風電船隻於港區之操航參考及施工參考。	感謝委員建議，本研究目前已於臺中港區架設 7 處風速風向觀測站，後續將繪製風速等高線梯度圖，列入文中探討。
7. 可連續工作的時間，對於實地施工而言，可能白天可連續工作 6hr 晚上不工作隔天也有 6hr 可施工即屬於持續連續可施工時間，建議也可以此為分析方向。	感謝委員建議，將列入後續研究探討。
8. 本研究對於離岸風電的整個生命週期各階段工作均息息相關，很有研究價值。	感謝委員肯定。
9. 建議對於連續可作業時數屬於白天或夜晚之時段亦可進一步分析，更	感謝委員建議，後續將配合現場作業，分析白晝、日落不同時段可工作機率，列入

參與審查人員及其所提之意見	處理情形
貼近實際作業所需。	研究探討。
三、李俊穎委員 1. 報告之版面配置(上、下、左、右空白處)與中心出版品規範略有不同請調整。 2. 有關報告內風、波、流等歷年統計之”歷年”觀測期間說明於報告內。 3. 建議後續可補充工作機率所篩選後資料之蒐集率。 4. 建議後續颱風資料分析可再增加陣風(瞬時風速)之最大值及最大波高(Hmax)之最大值。 5. 建議後續可再增加波高及風速作業門檻值擴大評估範圍。 6. 報告內之 H_s, $H_{1/3}$ 及 T_p, $T_{1/3}$ 文字資料建議調整為一致。 7. 深入的工作機率分析，有助現場作業事先規劃。	感謝委員建議，已於文章中統一修正。 感謝委員建議，已於表 3.1.1 補充。 感謝委員建議，已於表 4.2.1 補充。 感謝委員建議，颱風期間最大波高已於第 3.5 節中補充，後續亦將瞬間陣風歷列入探討。 感謝委員建議，將增加波高、風速分析門檻組數，列入後續研究探討。 感謝委員建議，已於文章中統一修正。 感謝委員肯定。
四、張金機委員 1. 觀測目的(p2-1, 2-2); 1.(2)法線佈置檢討? 2(1)港灣計畫制定 2.(6)波浪推算? 4.(1)瞭解港灣...請再清楚描述? 2. P2-5 量測深度限制約 25m, 測站水深為 30m, 再加上潮位, 波壓減衰幅度大增, 測得週期偏長。測站距堤頭 800m, 所測流速受防波堤影響偏大, 282cm/s 流速有可能在外海發生? 3. P3-1 波高用詞;有義波高 H_s, p3-28 改用示性波高 $h_{1/3}$ 建議一致。平均	感謝委員建議，已於第二章中修正。 考量波流觀測站設置水深、潮位變化，本研究採用挪威 Nortek 公司所生產 AWAC (型號 600kHz) 波流觀測儀，避免影響觀測數據，儀器波浪、海流最大量測範圍分別為 60 公尺、50 公尺；觀測站距堤頭約 800 m, 以量測港口處波流場資訊，本研究將於臺中港北防沙堤外增設 1 處波流觀測站，屆時即可與北堤綠燈塔觀測站相互比對分析，探討波流場變化特性。 感謝委員建議，已於文章中統一修正。

參與審查人員及其所提之意見	處理情形
波高符號為-H 係所有觀測波高平均值。示性波高平均值為平均示性波高-Hs；最大波高 Hmax，非最大示性波高(Hs)max	
4. P3-6~3-10 表下方誰建議彙整為一表，易讀，也方便比較。同樣波浪亦如此！	感謝委員建議，有關風、波、流聯合分佈百分比相關統計資料已分別整理如表 3.2.1、表 3.3.1、表 3.4.1。
5. p3-33~p3-37 表 3.3.2~3.36 顯示冬春夏秋及全年，最大示性波高分別為 x7.7m，9.0m，11.1m，15.0m 及 15.6m，如真的發生 Hs=15.0m，Hmax 可達 25m 左右，臺中港防波堤可能全部摧毀。經查臺中港規劃設計波高 Hs=6.3m。	感謝委員建議，部分觀測波高偏大之數據已於統計圖表中修正。
6. 氣象局風速定義逐時風速為每小時整點前十分鐘風速平均值，因此除非另有定義如瞬間風速案不必再強調十分鐘平均值。	感謝委員建議，已於文章中統一修正。
7. 可工作機率國外常稱不可工作時間(Down time operation)建議先由概率分佈統計累積概率分佈，可作為機制參考。可工作延續時間，必需輔以天氣預報，波浪預報方能達成。	感謝委員建議，後續將分析可工作天數累積概率分佈，並將天氣、波浪預報資訊列入探討。
8. 建議分析蒐集 10 分鐘之瞬間風速(十分鐘內也有瞬風)。	感謝委員建議，將增列瞬間陣風分析，列入後續研究探討。
9. 海上觀測為艱困工作，需投入適當人力經費，本計畫資料雖有些不完整。建議加強管控，更希望主管能給予支持。	感謝委員建議。

附錄二

期末報告簡報資料



離岸風電區海氣象觀測 與特性分析 (3/4)

報 告 人：羅冠顯 副研究員

108年12月13日

簡報大綱

• 海氣象觀測系統建置

• 風電母港（臺中港）海氣象觀測資料特性分析

• 風電母港（臺中港）可工作機率分析

• 結論與建議



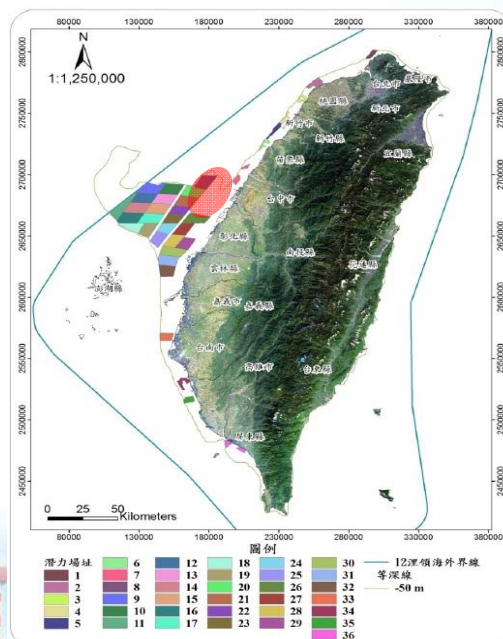
Chapter 1

海氣象觀測系統建置



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**。
- 計畫上位綱要計畫為「**離岸風電海下工程技術研發計畫**」，分為5個研究主題
 - **離岸風電海氣象觀測**
 - 離岸風電場鄰近海岸漂沙機制探討
 - 離岸風電水下技術研發
 - 離岸風電建置與航安技術發展
 - 離岸風電鄰近海域波流及海岸變遷數值分析
- 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，設置長期性海氣象觀測站。
- 計畫由106年起至109年共分為4期，本年度為**第3期**計畫。



觀測系統

□ 臺中港鄰近海域分別設置**波浪（1站）**、**海流（1站）**、**潮位（1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)

北防波堤波浪觀測站



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**



Chapter 2

風電母港（臺中港） 海氣象觀測資料特性分析



風觀測資料分析

- ※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～2019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**

- 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**29.3%**。

- 風向分佈四象限中**N~E**象限**62.6%**比率最高，**S~W**象限**23%**次之，16分位**NNE**向比率最高，約為**36.2%**。

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	35.9	33.3	30.7
夏	6.5	41.2	42.2	16.6
秋	10.5	28.1	23.2	48.7
冬	13.1	14.8	19.0	66.1
全期	9.6	29.8	29.3	40.9

風向分佈（四象限）

季節	N~E (%)	E~S (%)	S~W (%)	W~N (%)	靜風 (%)
春	59.8	4.8	24.7	7.7	3.0
夏	20.0	11.7	55.7	11.7	1.0
秋	78.2	4.8	10.2	6.1	0.7
冬	91.5	2.1	2.2	3.0	1.2
全期	62.6	5.8	23.0	7.1	1.5



風觀測資料分析

※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

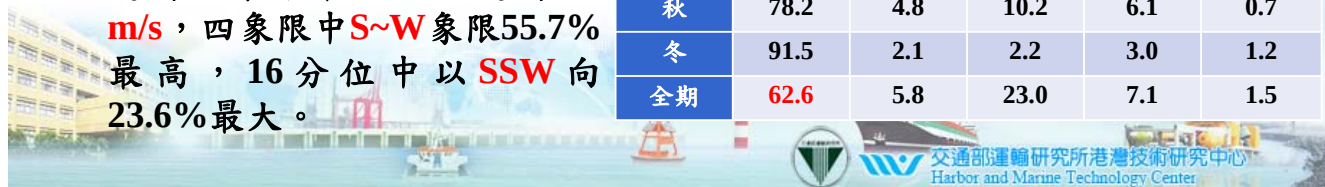
※資料區間：2005年~2019年

□ 冬季，本海域東北季風強勁且穩定，平均風速**13.1 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**91.5%**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**6.5 m/s**，四象限中**S~W**象限**55.7%**最高，16分位中以**SSW**向**23.6%**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	35.9	33.3	30.7
夏	6.5	41.2	42.2	16.6
秋	10.5	28.1	23.2	48.7
冬	13.1	14.8	19.0	66.1
全期	9.6	29.8	29.3	40.9

風向分佈 (四象限)					
季節	N~E (%)	E~S (%)	S~W (%)	W~N (%)	靜風 (%)
春	59.8	4.8	24.7	7.7	3.0
夏	20.0	11.7	55.7	11.7	1.0
秋	78.2	4.8	10.2	6.1	0.7
冬	91.5	2.1	2.2	3.0	1.2
全期	62.6	5.8	23.0	7.1	1.5



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

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~2019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**54.2%**，波向主要介於**N~E**象限間，佔**66.3%**，16方位中以**NNE**向比率最高，約為**39.7%**。

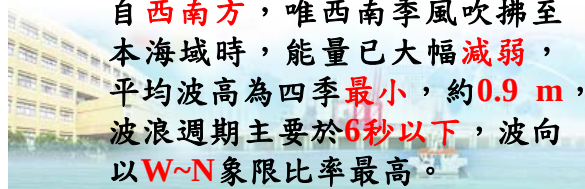
□ 冬季，受東北季風影響，平均波高為**2.2 m**，為**四季最大**，週期主要介於**6~8秒**間，約為**62.2%**，波向以**N~E**象限比率最高，佔整季**88.2%**。

□ 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)	$H_s < 1.0$ (%)	$H_s 1.0 \sim 2.0$ (%)	$H_s > 2.0$ (%)
春	1.3	47.5	34.5	18.0
夏	0.9	74.7	20.2	5.1
秋	1.9	20.4	38.6	41.0
冬	2.2	10.7	32.3	57.0
全期	1.5	40.2	30.8	29.0

週期分佈				
季節	$T_s < 6.0$ 秒 (%)	$T_s 6 \sim 8$ 秒 (%)	$T_s 8 \sim 10$ 秒 (%)	$T_s > 10.0$ 秒 (%)
春	36.6	56.6	6.6	0.2
夏	52.4	38.9	7.3	1.5
秋	20.2	62.7	15.0	2.1
冬	15.5	62.2	21.9	0.4
全期	32.3	54.2	12.4	1.1

波向分佈 (四象限)				
季節	N~E (%)	E~S (%)	S~W (%)	W~N (%)
春	7.3	2.0	8.8	14.9
夏	32.7	4.8	26.6	35.9
秋	79.3	3.1	4.1	13.6
冬	88.2	0.7	1.0	10.1
全期	66.3	2.8	11.1	19.7



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～2019年

- 歷年全期平均流速為**38.2 cm/s**，流速分佈以**25~50 cm/s**比率最高，約佔39%，流向分佈主要位於**S~W**及**W~N**兩象限間。
- **冬季**，44.1 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35.8%。
- **春季**，四季中平均流速**最小**之季節，整季平均流速為**33.1 cm/s**，流速分佈以小於25 cm/s比率最高，約佔整季43.8%。

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	33.1	43.8	38.2	18.0
夏	37.5	33.4	41.4	25.3
秋	38.0	36.1	38.5	25.4
冬	44.1	30.2	35.8	34.0
全期	38.2	35.6	38.7	25.7

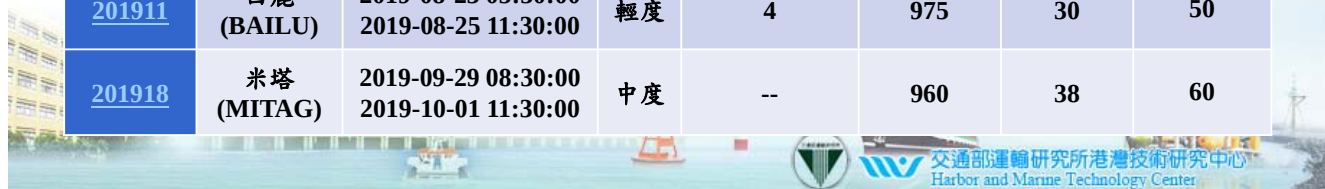
流向分佈（四象限）				
季節	N~E (%)	E~S (%)	S~W (%)	W~N (%)
春	29.4	4.6	25.1	40.9
夏	36.3	7.8	7.9	48.0
秋	16.7	4.2	39.3	39.7
冬	12.3	4.5	51.9	31.3
全期	24.2	5.4	29.9	40.5



2019年西北太平洋颱風

- 根據中央氣象局颱風資料庫統計，2019年**西北太平洋**颱風自1月1日帕布(PABUK)～11月26日北冕(KAMMURI)，共計**28**個。
- 中央氣象局資料顯示有**發佈警報**颱風共**4**個
 - 7月，**丹娜絲**(DANAS)
 - 8月，**利奇馬**(LEKIMA)、**白鹿**(BAILU)
 - 9月，**米塔**(MITAG)

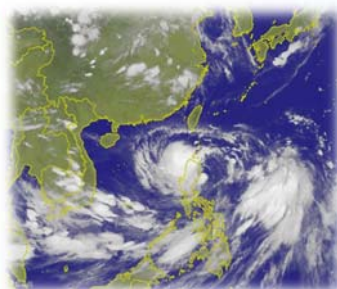
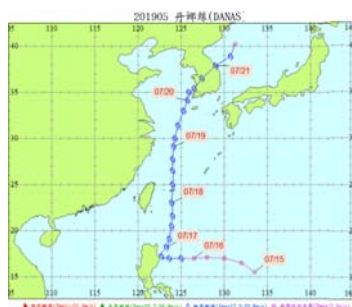
颱風編號	颱風名稱	警報期間	強度	侵臺颱風路徑 (九類)	近中心最低氣壓 (hpa)	近中心最大風速 (m/s)	近臺10級風暴風半徑 (km)
201905	丹娜絲 (DANAS)	2019-07-16 23:30:00 2019-07-18 17:30:00	輕度	--	988	23	--
201909	利奇馬 (LEKIMA)	2019-08-07 17:30:00 2019-08-10 08:30:00	強烈	1	915	53	100
201911	白鹿 (BAILU)	2019-08-23 05:30:00 2019-08-25 11:30:00	輕度	4	975	30	50
201918	米塔 (MITAG)	2019-09-29 08:30:00 2019-10-01 11:30:00	中度	--	960	38	60



2019年颱風觀測資料分析

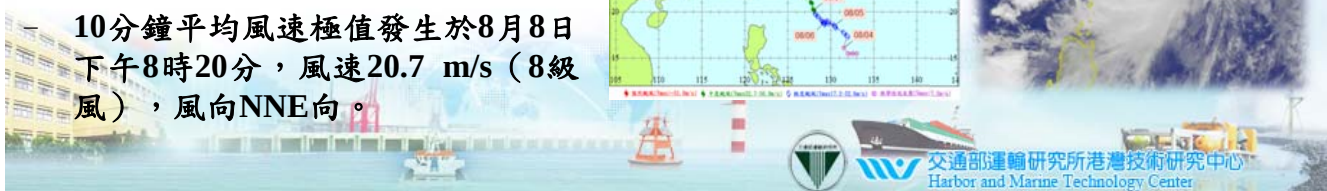
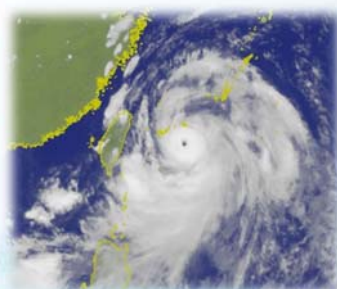
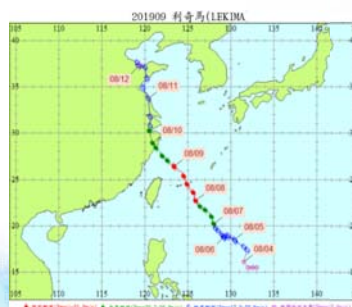
□ 丹娜絲 (輕度颱風)

- 颱風警報時間7月16日~7月18日。
- 有義波高Hs極值發生於7月17日下午2時，波高值3.06 m，週期8.26秒，波向NNE向。
- 10分鐘平均風速極值發生於7月17日下午5時30分，風速18.6 m/s (8級風)，風向NNE向。



□ 利奇馬 (強烈颱風)

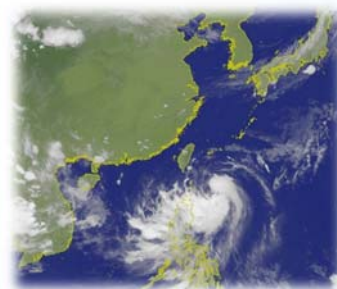
- 颱風警報時間8月7日~8月10日。
- 有義波高Hs極值發生於8月9日上午6時，波高值2.56 m，週期7.73秒，波向N向。
- 10分鐘平均風速極值發生於8月8日下午8時20分，風速20.7 m/s (8級風)，風向NNE向。



2019年颱風觀測資料分析

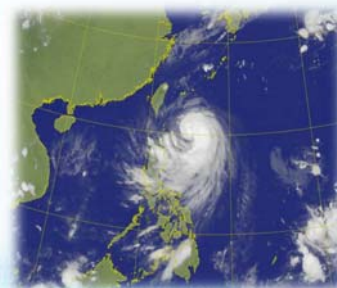
□ 白鹿 (輕度颱風)

- 颱風警報時間8月23日~8月25日。
- 有義波高Hs極值發生於8月24日下午1時，波高值3.47 m，週期8.41秒，波向NNE向。
- 10分鐘平均風速極值發生於8月24日下午7時40分，風速15.9 m/s (7級風)，風向SSW向。



□ 米塔 (中度颱風)

- 颱風警報時間9月29日~10月1日。
- 有義波高Hs極值發生於9月30日下午4時，波高值4.34 m，週期8.68秒，波向N向。
- 10分鐘平均風速極值發生於9月30日下午5時30分，風速29.5 m/s (11級風)，風向NNE向。



Chapter 3

風電母港（臺中港） 可工作機率分析



可工作機率估算

※風速觀測站：2005年~2019年

※波浪觀測站：2004年~2019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**3913**天，風速天數為**4446**天。

波高及風速觀測資料篩選表

	波浪 2004~2019	風 2005~2019
原資料筆數 (天)	4629	4594
篩選後筆數 (天)	3913	4446

- 波高作業門檻，分為**0.5**、**0.6**、**0.8**、**1.0**及**1.5 m**。

- 風速作業門檻，分為**5.4**、**7.9**、**10.7**、**12.0**及**13.8 m/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。

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



波高可工作機率分析

□ 作業限制 ≤ 0.5 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**24.66%**（約**7.5天**）。
- 連續作業12小時，最高機率為**4月**，機率為**14.65%**（約**4.5天**）。
- 連續18小時，最高機率為**8月**，工作機率為**8.23%**（約**2.5天**），
- 連續24小時，最高機率為**6月**的**4.34%**（約**1.5天**），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**。

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	0.98%	0.98%	0.00%	0.00%
2月	4.18%	0.42%	0.42%	0.00%
3月	9.70%	3.80%	1.27%	0.84%
4月	24.18%	14.65%	6.59%	2.93%
5月	22.90%	10.97%	6.45%	4.19%
6月	24.66%	14.63%	7.05%	4.34%
7月	22.97%	12.61%	5.18%	2.48%
8月	21.45%	12.47%	8.23%	2.99%
9月	12.01%	7.84%	3.68%	1.47%
10月	2.04%	1.17%	0.87%	0.29%
11月	5.21%	3.26%	1.63%	0.98%
12月	2.53%	1.81%	1.44%	0.00%

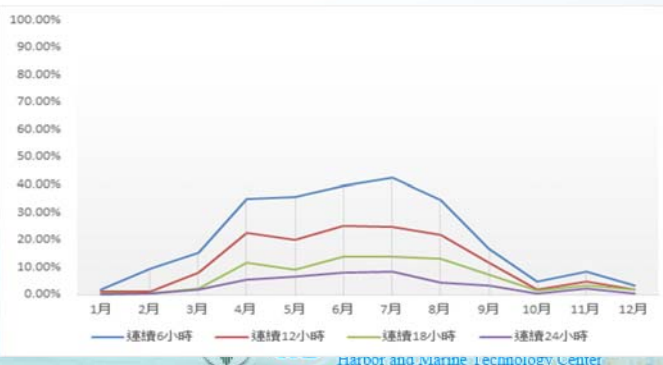


波高可工作機率分析

□ 作業限制 ≤ 0.6 m

- 可連續作業6小時，最高機率為**7月**，可工作機率為**42.34%**（約**13天**）。
- 連續12小時，最高機率為**6月**，機率為**25.20%**（約**7.5天**）。
- 連續18小時，最高機率為**6月**，可工作機率為**13.82%**（約**4.5天**）。
- 連續24小時，最高機率為**7月**的**8.56%**（約**3天**），可工作機率隨作業延時增加而遞減。
- 可工作機率最低之月份為**1~2月**
 - 連續6小時（1月；約1天）
 - 連續12小時（2月；約0.5天）
 - 連續18小時（1月；無）
 - 連續24小時（1月；無）

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	1.96%	1.31%	0.33%	0.00%
2月	9.62%	1.26%	0.42%	0.42%
3月	15.19%	8.02%	2.11%	1.69%
4月	34.80%	22.71%	11.72%	5.49%
5月	35.48%	20.00%	9.03%	6.45%
6月	39.57%	25.20%	13.82%	8.13%
7月	42.34%	24.77%	13.74%	8.56%
8月	34.66%	21.95%	13.22%	4.49%
9月	16.67%	11.52%	7.35%	3.43%
10月	4.66%	1.75%	1.46%	0.29%
11月	8.47%	4.89%	3.26%	2.28%
12月	3.25%	1.81%	1.81%	0.36%

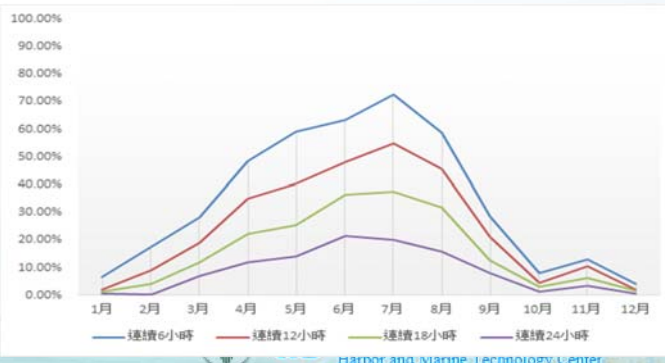


波高可工作機率分析

作業限制 ≤ 0.8 m

- 連續6小時，機率最高為7月的72.52%（約23天）。
- 連續12小時，最高機率於7月，可工作機率為54.73%（約17天）。
- 連續18小時，最高機率於7月，可工作機率為37.39%（約12天）。
- 連續24小時，最高機率為6月的21.41%（約6.5天），7月20.27%（約6天）次之。
- 可工作機率最低月份為12~1月
 - 連續6小時（12月；約1.5天）
 - 連續12小時（1月；約0.5天）
 - 連續18小時（1月；約0.5天）
 - 連續24小時（2月；無）

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	6.54%	1.96%	1.31%	0.65%
2月	17.57%	9.21%	4.18%	0.42%
3月	28.27%	18.99%	11.81%	7.17%
4月	48.35%	35.16%	22.34%	12.09%
5月	59.03%	40.32%	25.48%	14.19%
6月	63.41%	47.97%	36.31%	21.41%
7月	72.52%	54.73%	37.39%	20.27%
8月	58.60%	45.64%	31.92%	15.96%
9月	28.68%	21.32%	12.75%	8.09%
10月	8.16%	4.66%	3.21%	1.17%
11月	13.03%	10.42%	6.19%	3.58%
12月	4.33%	2.17%	1.81%	0.72%

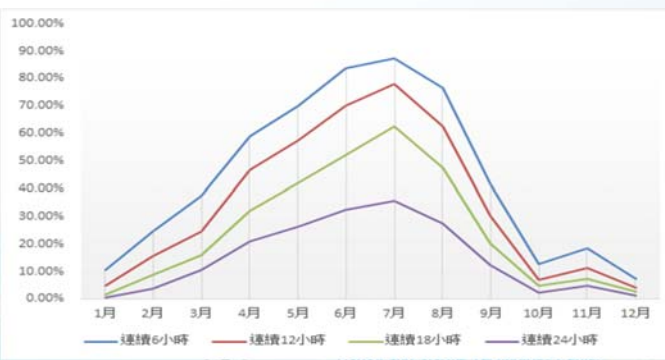


波高可工作機率分析

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（約27天）
 - 連續12小時（約24天）
 - 連續18小時（約19.5天）
 - 連續24小時（約11天）
- 7月雖為汛期，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；約2.5天）
 - 連續12小時（12月；約1.5天）
 - 連續18小時（1月；約0.5天）
 - 連續24小時（2月；無）

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	10.46%	4.90%	1.63%	0.65%
2月	24.69%	15.48%	8.79%	3.77%
3月	37.55%	24.47%	16.03%	10.55%
4月	58.97%	46.89%	32.23%	20.88%
5月	70.00%	57.42%	41.94%	26.45%
6月	83.74%	70.19%	52.03%	32.52%
7月	87.16%	77.93%	62.61%	35.81%
8月	76.56%	62.59%	47.38%	27.43%
9月	41.91%	30.39%	20.34%	12.50%
10月	12.54%	7.00%	4.66%	2.33%
11月	18.57%	11.40%	7.17%	4.89%
12月	7.22%	3.97%	2.53%	1.08%

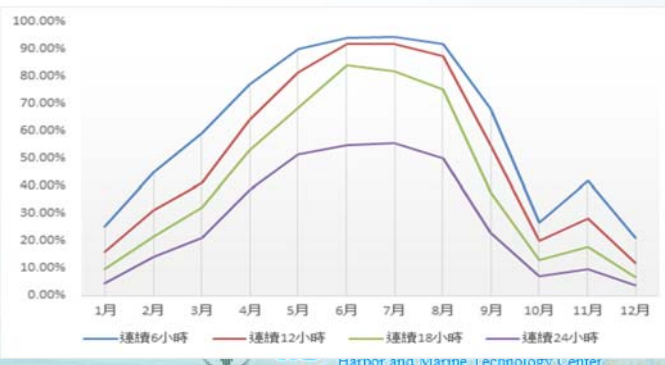


波高可工作機率分析

□ 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**6~7月**選擇進場，連續6小時可工作機率最高為**7月94.37%**（約**29.5天**）。
- 連續12小時，為**7月91.67%**（約**28.5天**）
- 連續18小時，為**6月84.01%**（約**25天**）
- 連續24小時，為**7月55.63%**（約**17.5天**）
- **12月**可工作機率為各月份**最低**
 - 連續6小時**20.94%**（約**6.5天**）
 - 連續12小時**11.91%**（約**4天**）
 - 連續18小時**6.86%**（約**2天**）
 - 連續24小時**3.61%**（約**1天**）

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	25.16%	16.01%	9.48%	4.58%
2月	44.77%	30.96%	21.34%	14.23%
3月	59.07%	40.93%	32.07%	21.10%
4月	76.92%	64.10%	52.75%	38.46%
5月	90.00%	81.29%	68.39%	51.29%
6月	94.04%	91.60%	84.01%	54.74%
7月	94.37%	91.67%	81.76%	55.63%
8月	91.77%	87.28%	75.06%	50.12%
9月	68.14%	54.66%	37.75%	23.04%
10月	26.82%	20.12%	13.12%	7.00%
11月	41.69%	28.01%	17.92%	9.77%
12月	20.94%	11.91%	6.86%	3.61%



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。
- 以作業波高1.0 m為例
 - 連續施工6小時可工作機率為**77.10%**（約**71天**）
 - 連續12小時可工作機率為**66.14%**（約**61天**）
 - 連續18小時可工作機率為**51.40%**（約**47天**）
 - 連續24小時可工作機率為**29.98%**（約**28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**56.59%**（約**52天**），12小時可工作機率為**44.02%**（約**41天**），如施工單位無法於夏季作業，建議可於春季安排人員、機具**進場**，亦可提供**較佳**可工作機率。

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	19.15%	9.88%	4.88%	2.80%
夏	21.58%	12.69%	6.67%	3.13%
秋	6.43%	4.07%	2.18%	0.95%
冬	2.43%	1.09%	0.61%	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	29.02%	17.07%	7.80%	4.76%
夏	36.41%	22.57%	13.26%	6.92%
秋	9.74%	5.96%	3.88%	2.08%
冬	4.62%	1.46%	0.85%	0.24%

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	45.98%	31.71%	20.00%	11.22%
夏	59.97%	46.05%	33.03%	17.55%
秋	15.70%	11.35%	6.81%	3.78%
冬	9.00%	4.14%	2.31%	0.61%



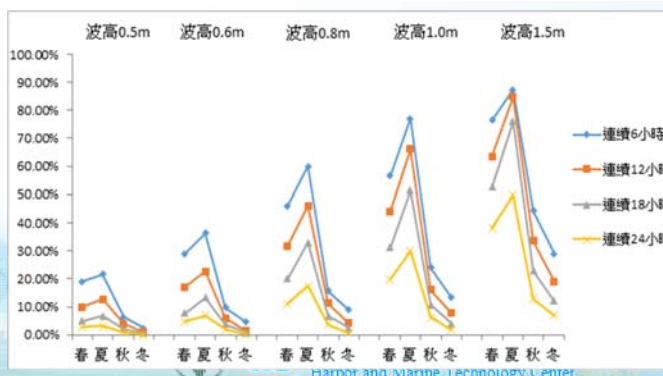
波高可工作機率分析

四季可工作機率

- **冬季**（12~2月）期間本海域因受東北季風影響，可工作機率為四個季節中**最低**。
- 以作業波高**1.0 m**為例
 - 連續作業6小時可工作機率為**13.38%**（約12天）
 - 連續12小時可工作機率為**7.66%**（約7天）
 - 連續18小時可工作機率為**4.01%**（約4天）
 - 連續24小時可工作機率為**1.70%**（約2天）
- 進入冬季可工作天數急遽**降低**，以連續作業12小時為例，夏、冬兩季可工作天數由61天降至7天，相差約**9倍**。

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	56.59%	44.02%	31.10%	19.88%
夏	77.10%	66.14%	51.40%	29.98%
秋	24.03%	16.08%	10.69%	6.34%
冬	13.38%	7.66%	4.01%	1.70%

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	76.34%	63.54%	52.56%	38.17%
夏	87.40%	84.68%	76.11%	49.75%
秋	44.28%	33.59%	22.89%	12.96%
冬	28.95%	18.98%	12.04%	7.06%



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%**（約**21天**）。
- 連續作業12小時，最高機率為**8月**，機率為**43.62%**（約**14天**）。
- 連續18小時，最高機率為**8月**，可工作機率為**18.62%**（約**6天**）。
- 符合連續作業24小時，最高機率為**4月**，機率為**12.91%**（約**4天**）。
- 可工作機率**最低**之月份介於**12~1月**
 - 連續6小時（1月；約6天）
 - 連續12小時（1月；約3天）
 - 連續18小時（12月；約1天）
 - 連續24小時（12月；約0.5天）

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	18.07%	8.91%	3.82%	3.82%
2月	26.47%	10.29%	2.35%	1.47%
3月	43.28%	23.12%	10.22%	7.80%
4月	47.75%	28.23%	16.82%	12.91%
5月	52.39%	26.20%	13.52%	6.48%
6月	44.01%	22.01%	9.19%	6.96%
7月	56.41%	36.15%	17.18%	8.72%
8月	67.02%	43.62%	18.62%	11.17%
9月	58.87%	29.80%	13.79%	7.88%
10月	28.08%	15.47%	5.73%	4.58%
11月	32.60%	17.68%	6.63%	3.87%
12月	18.45%	9.47%	2.67%	0.97%

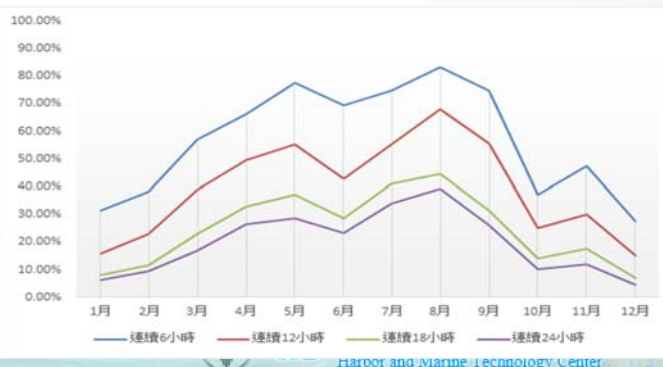


風速可工作機率分析

□ 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%（約26天）
 - 連續12小時67.82%（約21天）
 - 連續18小時44.68%（約14天）
 - 連續24小時39.36%（約12天）
- 工作機率**最低**之月份為**12月**
 - 連續6小時為27.67%（約9天）
 - 連續12小時為15.05%（約5天）
 - 連續18小時為7.04%（約2天）
 - 連續24小時為4.37%（約1.5天）

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	31.30%	16.03%	7.89%	6.36%
2月	38.24%	22.94%	11.76%	9.41%
3月	56.99%	38.98%	23.12%	16.94%
4月	66.07%	49.55%	33.03%	26.43%
5月	77.46%	55.21%	37.18%	28.73%
6月	69.36%	42.90%	28.69%	23.40%
7月	74.62%	55.13%	41.03%	34.10%
8月	83.24%	67.82%	44.68%	39.36%
9月	74.88%	55.42%	31.53%	26.11%
10月	36.96%	24.93%	14.04%	10.32%
11月	47.24%	30.11%	17.68%	11.88%
12月	27.67%	15.05%	7.04%	4.37%

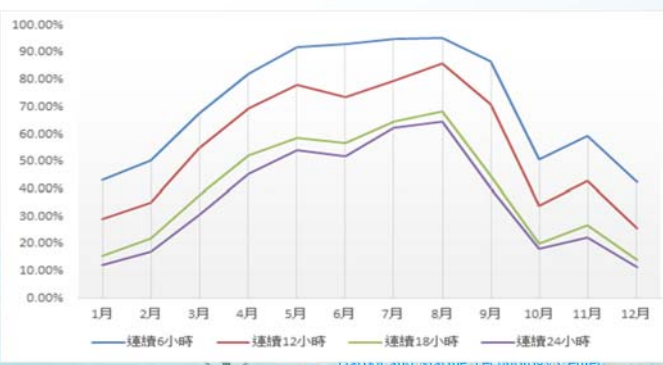


風速可工作機率分析

□ 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%（約30天）
 - 連續12小時85.90%（約27天）
 - 連續18小時68.62%（約21天）
 - 連續24小時64.63%（約20天）
- 工作機率**最低**之月份為**12月**
 - 連續6小時可工作機率為42.48%（約13天）
 - 連續12小時為25.73%（約8天）
 - 連續18小時為14.08%（約4.5天）
 - 連續24小時為11.65%（約3.5天）

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	43.51%	29.26%	15.52%	12.21%
2月	50.59%	35.00%	22.06%	17.35%
3月	67.74%	54.84%	37.63%	30.65%
4月	82.28%	69.67%	52.25%	45.65%
5月	92.11%	78.31%	58.87%	54.08%
6月	93.31%	73.82%	56.82%	52.09%
7月	94.87%	79.49%	64.87%	62.56%
8月	95.48%	85.90%	68.62%	64.63%
9月	86.95%	71.18%	44.83%	40.39%
10月	50.72%	34.10%	20.34%	18.34%
11月	59.39%	43.09%	27.07%	22.38%
12月	42.48%	25.73%	14.08%	11.65%



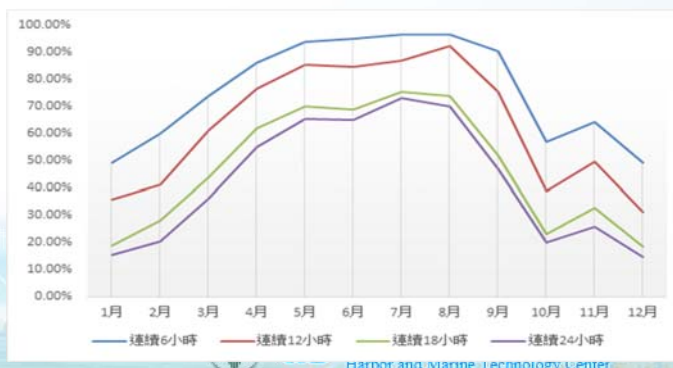
以連續作業6小時為例，8月及12月可作業天數相差約**2.5倍**。

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96.41%（約29.5天）。
- 連續12小時，最高機率为8月，可工作機率92.29%（約28.5天）。
- 連續18小時，最高機率为7月，可工作機率为75.38%（約23.5天）。
- 連續24小時，最高機率为7月72.82%（約22.5天）。
- 可工作機率最低月份均為12月，各延時可工作天數分別為
 - 連續6小時49.27%（15天）
 - 連續12小時31.07%（9.5天）
 - 連續18小時18.45%（6天）
 - 連續24小時14.56%（4.5天）

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	49.36%	35.88%	18.83%	15.27%
2月	60.00%	41.18%	27.94%	20.29%
3月	73.92%	61.02%	43.82%	36.02%
4月	85.89%	76.28%	61.86%	54.95%
5月	93.80%	85.35%	69.86%	65.35%
6月	94.99%	84.40%	68.80%	64.90%
7月	96.41%	86.92%	75.38%	72.82%
8月	96.28%	92.29%	73.67%	69.95%
9月	90.15%	75.12%	51.72%	47.04%
10月	57.02%	38.68%	22.92%	20.06%
11月	64.09%	49.72%	32.87%	25.97%
12月	49.27%	31.07%	18.45%	14.56%

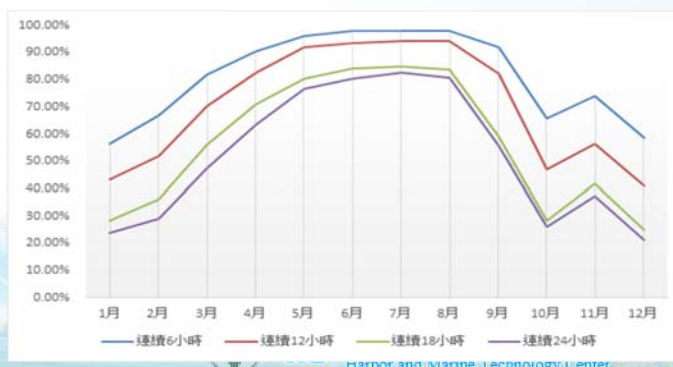


風速可工作機率分析

□ 作業限制 ≤ 13.8 m/s

- 以「西門子歌美颶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，機率为98.05%（約29.5天）
 - 連續12小時，可於8月進場，機率为94.41%（約29天），
 - 連續18~24小時，7月進場可達到較高工作效率，可工作天數分別為18小時（約26.5天）、24小時（約25.5天）
- 可工作機率最低之月份為12~1月
 - 連續6小時（1月；約17.5天）
 - 連續12小時（12月；約13天）
 - 連續18小時（12月；約8天）
 - 連續24小時（12月；約7天）

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	56.49%	43.26%	28.50%	23.92%
2月	66.76%	52.06%	36.18%	29.12%
3月	81.99%	70.43%	56.18%	47.58%
4月	90.69%	82.58%	71.17%	63.66%
5月	96.06%	91.83%	80.28%	76.62%
6月	98.05%	93.59%	84.12%	80.50%
7月	97.95%	94.36%	84.87%	82.82%
8月	97.87%	94.41%	83.78%	80.85%
9月	92.12%	82.27%	59.11%	55.67%
10月	65.90%	47.28%	28.37%	26.07%
11月	74.03%	56.35%	41.99%	37.29%
12月	58.74%	41.02%	25.00%	21.36%



風速可工作機率分析

□ 四季可工作機率

- 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。
- 夏季平均風速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。
- 以作業風速12.0 m/s為例
 - 連續施工6小時可工作機率為95.91%（**約88天**）
 - 連續12小時可工作機率為87.91%（**約83天**）
 - 連續18小時可工作機率為72.71%（**約67天**）
 - 連續24小時可工作機率為69.33%（**約64天**）
- 春季**（3~5月）可工作機率**僅次於夏季**，連續施工**6小時**機率為84.34%（**約87天**），12小時為73.96%（**約68天**），18小時為58.21%（**約54天**），**24小時**可工作機率為51.79%（**約48天**）。

波高5.4 m/s				
季節	連續6小時	連續12小時	連續18小時	連續24小時
春	47.74%	25.75%	13.40%	8.96%
夏	56.00%	34.13%	15.11%	8.98%
秋	40.77%	21.42%	8.96%	5.56%
冬	20.70%	9.52%	2.97%	2.10%

波高7.9 m/s				
季節	連續6小時	連續12小時	連續18小時	連續24小時
春	66.70%	47.74%	30.94%	23.87%
夏	75.82%	55.47%	38.31%	32.44%
秋	54.12%	37.72%	21.59%	16.58%
冬	32.05%	17.73%	8.73%	6.55%

波高10.7 m/s				
季節	連續6小時	連續12小時	連續18小時	連續24小時
春	80.47%	67.36%	49.34%	43.21%
夏	94.58%	79.82%	63.56%	59.91%
秋	66.76%	50.54%	31.45%	27.69%
冬	45.24%	29.69%	16.94%	13.54%



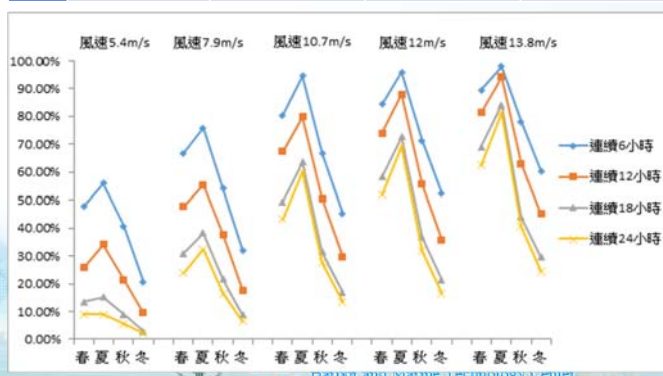
風速可工作機率分析

□ 四季可工作機率

- 冬季**（12~2月）期間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**。
- 以作業風速12.0 m/s為例
 - 連續作業6小時可工作機率為52.49%（**約47天**）。
 - 連續12小時可工作機率為35.72%（**約32天**）。
 - 連續18小時可工作機率為21.40%（**約19天**）。
 - 連續24小時可工作機率為16.51%（**約15天**）。
- 以連續作業12小時為例，夏、冬兩季可工作天數由83天降至32天，相差約**2.5倍**。

波高12.0 m/s				
季節	連續6小時	連續12小時	連續18小時	連續24小時
春	84.34%	73.96%	58.21%	51.79%
夏	95.91%	87.91%	72.71%	69.33%
秋	71.42%	55.56%	36.65%	31.81%
冬	52.49%	35.72%	21.40%	16.51%

波高13.8 m/s				
季節	連續6小時	連續12小時	連續18小時	連續24小時
春	89.43%	81.42%	68.96%	62.36%
夏	97.96%	94.13%	84.27%	81.42%
秋	78.14%	62.99%	44.00%	40.50%
冬	60.35%	45.07%	29.52%	24.54%



Chapter 4

結論與建議



結 論

□ 風速風向

- 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63%，S~W象限23%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**6.5 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55.7%，16分位中以**SSW**向23.6%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**13.1 m/s**（6級風），風速分佈以大於10 m/s比率最高，約佔整季66.1%，風向以**N~E象限**為主要分佈，約佔**91.5%**，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54.2%，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**66.3%**，16方位中以**NNE**向比率最高，約為**39.7%**，N方向27.7%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74.7%，週期分佈以**6秒以下**比率最高，約為52.4%，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**2.2 m**，為四季**最大**，波高分佈以**2 m以上**為主，佔整季57%，波浪週期以**6~8秒**比率最高，約為62.2%，歷年波向以**N~E**象限所佔比率最高，約為88.2%，16方位中以**NNE**向49.3%比率最高。



結 論

□ 海流

- 歷年海流平均流速為**38.2 cm/s**，流速分佈以25~50 cm/s間比率最高，佔全期38.7%，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29.9%（S~W）、40.5%（W~N）。
- 四季中**冬季**平均流速**最大**，約為**44.1 cm/s**（近1節），流速分佈以25~50 cm/s間比率較高，約為35.8%，**春季**平均流速**最小**，約為33.1 cm/s，流速分佈以小於25 cm/s比率最高，佔整季43.8%，**夏、秋**兩季歷年平均流速均約為**38 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**兩象限間往復運動。



結 論

□ 2019年颱風

- 輕度颱風**丹娜絲**(DANAS)，颱風期間所觀測到有義波高Hs極值發生於7月17日下午2時，波高值為**3.06 m**，週期為**8.26秒**，10分鐘平均風速極值發生於7月17日下午5時30分，風速為**18.6 m/s**（8級風），對應風向為NNE向。
- 強烈颱風**利奇馬**(LEKIMA)，有義波高Hs極值發生於8月9日上午6時，波高值為**2.56 m**，週期為**7.73秒**，10分鐘平均風速極值發生於8月8日下午8時20分，風速為**20.7 m/s**（8級風），風向為NNE向。
- 輕度颱風**白鹿**(BAILU)，有義波高Hs極值發生於8月24日下午1時，波高值為**3.47 m**，週期為**8.41秒**，10分鐘平均風速極值發生於8月24日下午7時40分，風速為**15.9 m/s**（7級風），對應風向為SSW向。
- 中度颱風**米塔**(MITAG)，有義波高Hs極值發生於9月30日下午4時，波高值為**4.34 m**，週期為**8.68秒**，10分鐘平均風速極值發生於9月30日下午5時30分，風速達**29.5 m/s**（11級風），對應風向為NNE向。

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，作業波高1.0 m連續作業12小時，夏、冬兩季可工作天數由61天劇降至7天，相差**約9倍**。
- **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83天降至32天，相差**約2.5倍**。
- 「西門子歌美颶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98.05%，如需持續作業**12小時**，可於**8月**進場，可工作機率為94.41%。

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

