

110-004-7C26

MOTC-IOT-109-H2CA001e

國際商港強風及陣風特性分析(1/2)- 以臺中港為例



交通部運輸研究所

中華民國 110 年 2 月

GPN : 1011000178

定價 400 元

110-004-7C26
MOTC-IOT-109-H2CA001e

國際商港強風及陣風特性分析(1/2)- 以臺中港為例

著 者：蘇青和、衛紀淮、羅冠顯、陳子健、張維庭、朱美依

交通部運輸研究所

中華民國 110 年 2 月

國際商港強風及陣風特性分析：以臺中港為例。
(1/2) / 蘇青和, 衛紀淮, 羅冠顯, 陳子健,
張維庭, 朱美依著. -- 初版. -- 臺北市：
交通部運輸研究所, 民 110.02
ISBN 978-986-531-229-9(平裝)

1. 陣風 2. 海洋氣象 3. 港埠

444-94

110000755

國際商港強風及陣風特性分析(1/2)-以臺中港為例

著 者：蘇青和、衛紀淮、羅冠顯、陳子健、張維庭、朱美依

出版機關：交通部運輸研究所

地 址：105004 臺北市松山區敦化北路 240 號

網 址：www.iot.gov.tw (中文版>數位典藏>本所出版品)

電 話：(04)2658-7200

出版年月：中華民國 110 年 2 月

印 刷 者：

版(刷)次冊數：初版一刷 60 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定 價：400 元

展 售 處：

交通部運輸研究所運輸資訊組•電話：(04)2658-6789

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

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

GPN：1011000178 ISBN：978-986-531-229-9 (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：國際商港強風及陣風特性分析(1/2)-以臺中港為例			
國際標準書號（或叢書號） ISBN 978-986-531-229-9(平裝)	政府出版品統一編號 1011000178	運輸研究所出版品編號 110-004-7C26	計畫編號 MOTC-IOT-109-H2CA001e
主辦單位：港灣技術研究中心 主 管：蔡立宏 計畫主持人：蘇青和 研究人員：衛紀淮、羅冠顯、陳子健、張維庭、朱美依 聯絡電話：04-26587200 傳真號碼：04-26560661			研究期間 自 109 年 01 月 至 109 年 12 月
關鍵詞：強風、陣風、平均風、最大風、異常風			
摘要： 在氣候變遷劇烈的時代，越來越多極端的氣候現象出現，過去 10 年全球洋流模式的變化，可能引發更快的風速，強勁的風速對於現今發展離岸風能發電有所助益，但另一方面可能造成許多災難。而強風或短期造成快速增加之陣風一直是造成災害的重要原因之一，因其難以預測之特性，導致港區作業風險增加，亦是港區作業單位關注之議題。 本研究就臺中港平均風及最大風速做統計相關分析，並探討兩種異常風情況，第一種異常風為平均風小於 10 m/s、但最大風大於 10m/s，第二種異常風為最大風速大於平均風速 2 倍以上之情形。 臺中港 6 個測站 T1、T2、T5、T6、T8、T9 線性相關係數介於 0.96~0.99 之間，代表高度相關，故可透過線性迴歸式由平均風速推估最大風速。臺中港南北兩測站 T1、T9，東西兩側站 T2、T5 全年及四季相關性相當高，相關係數分別介於 0.96~0.99 及 0.91~0.96 之間，可見如此距離之南北、東西方向測站，四季之平均風速並無多大差異，顯示臺中港風場範圍之大，南北、東西測站變化趨勢一致。 第一種異常風，整年異常風發生比率最高是 T6 測站，T6 測站位置置於本所港研中心頂樓，為 6 測站中最靠近內陸之測站，應是受周圍建築物影響較大導致，夏季則是 T2、T6 測站為比例最高兩測站，其中 T2 為最靠近海之測站，置於綠燈塔頂樓，夏季易受西南季風影響，秋冬兩季則是 T6、T9 測站為比例最高兩測站，其中 T9 為港區最南邊之測站。 第二種異常風，全年或各季異常風發生比率最高都是 T6 測站，其次是 T9 測站，T6 測站位置置於本所港研中心頂樓，為 6 測站中最靠近內陸之測站，應是受建築物影響較大導致。 本研究已完成臺中港各區域之風力特性分析，提出港區各站平均風及最大風速以及不同測站平均風線性相關函數，並試著提出兩種異常風發生情形、發生機率及發生時之最大陣風與平均風速之差值大小，並依不同季節計算，相關成果可提供航港局、港公司或其他港區相關單位作為港區作業安全、防災預警、船舶進出港等之參考，另外，藉由本研究的分析過程，能提供未來風力預測、風浪分析、風能發電等之議題做進一步之研究應用。			
出版日期	頁數	定價	本 出 版 品 取 得 方 式
110 年 2 月	164	400	凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價價購。
備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

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

TITLE: Analysis of Strong Wind and Gust of International Commercial Ports (1/2)-Taking Taichung Port as an Example			
ISBN (OR ISSN) 978-986-531-229-9(pbk)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1011000178	IOT SERIAL NUMBER 110-004-7C26	PROJECT NUMBER MOTC-IOT-109-H2CA001e
DIVISION: HARBOR & MARINE TECHNOLOGY CENTER DIVISION DIRECTOR: Li-Hung Tsai PRINCIPAL INVESTIGATOR: Ching-Ho Su PROJECT STAFF: Chi-Huai Wei, Guan-Sian Luo, Zi-Jian Chen, Wei-Ting Zhang, Mei-Yi Zhu PHONE: 04-26587200 FAX: 04-26560661			PROJECT PERIOD FROM January 2020 TO December 2020
KEY WORDS: strong wind, gust, average wind, maximum wind, abnormal wind			
ABSTRACT: Due to climate change, there are more and more extreme climate phenomena appearing. The changes in global ocean current patterns in the past 10 years may trigger faster wind speeds. Faster wind speeds are helpful to the development of offshore wind power, but on the other hand, it may cause many disasters. Strong winds or short-term rapid increase of gusts have always been one of the important causes of disasters. Due to their unpredictable characteristics and the risk of port operations increases, it is also an important topic to port operations. In this research, the average wind and maximum wind speed in Taichung Port were analyzed statistically. Two abnormal wind conditions are also discussed. The first type of abnormal wind is the average wind is less than 10 m/s but the maximum wind is greater than 10 m/s. The second type of abnormal wind is when the maximum wind speed is more than 2 times the average wind speed. The linear correlation coefficients of T1, T2, T5, T6, T8, and T9 of the 6 stations in Taichung Port range from 0.96 to 0.99 which is representing a high degree of correlation. Therefore, the maximum wind speed can be estimated from the average wind speed through linear regression. Not only the two stations T1 and T9 in the north and south of Taichung Port, but the stations T2 and T5 on the east and west sides have high correlations throughout the year and four seasons. The correlation coefficients are between 0.96 to 0.99 and 0.91 to 0.96 respectively. There is no significant difference in the average wind speed of the four seasons at the stations, indicating that the wind field in Taichung Port is large and the trends of the north-south and east-west stations are consistent. For the first type of abnormal wind, the highest occurrence rate of abnormal wind throughout the year is the T6 station. The location of the T6 station is located on the area which is closest to the inland among the 6 stations. It should be affected by surrounding buildings. In summer, the T2 and T6 stations are the two stations with the highest ratio. Among them, T2 is the station closest to the sea and is located on the top of the Green Lighthouse, as a result, it is easily affected by the southwest monsoon in summer. T6 and T9 stations are the two stations with the highest ratio in autumn and winter, and T9 is the southernmost station in the port area. For the second type of abnormal wind, the highest occurrence rate of abnormal wind throughout the year or in each season is the T6 station, followed by the T9 station. The T6 station is closest to inland among the 6 stations, and it should be caused by the greater influence of the building. The analysis of wind characteristics in each area of Taichung Port has been completed in this research, this research proposes the linear correlation function of the average wind and maximum wind speed at each station in the port area and the average wind at different stations. It also proposes two abnormal wind occurrence scenarios, occurrence probability, the difference between the maximum gust and average wind speed, and calculate them according to different seasons. These results can be provided to Maritime Port Bureau, MOTC, Taiwan International Ports Corporation, Ltd or other relevant units as a reference for port area operation safety, disaster prevention, early warning, ship entry and exit, etc. In addition, through the analysis process of this research, it can provide wind forecast, wind wave analysis, wind power generation and other related topics for further research and application.			
DATE OF PUBLICATION February 2021	NUMBER OF PAGES 164	PRICE 400	
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

目 錄

中文摘要.....	I
英文摘要.....	II
目錄.....	III
圖目錄.....	IV
表目錄.....	IX
第一章 前言	1-1
1.1 研究動機及目的.....	1-1
1.2 研究範圍及對象.....	1-2
1.3 本年度研究內容及工作項目	1-4
第二章 臺中港風力自相關分析	2-1
2.1 臺中港各測站平均風速與最大風速相關性分析	2-1
第三章 臺中港風力不同測站相關分析	3-1
3.1 臺中港不同測站平均風速與平均風速相關性分析	3-1
第四章 臺中港異常風力統計特性分析	4-1
4.1 臺中港第一種異常風力特性分析.....	4-1
4.2 臺中港第二種異常風力特性分析.....	4-19
第五章 結論與建議	5-1
5.1 結論	5-1
5.2 建議.....	5-2
5.3 成果效益與後續應用情形.....	5-3
參考文獻.....	參-1
附錄一 第 1 次工作會議紀錄	附 1-1
附錄二 第 2 次工作會議紀錄	附 2-1
附錄三 專家學者座談會會議紀錄	附 3-1
附錄四 期末審查意見處理情形表	附 4-1
附錄五 簡報資料	附 5-1

圖目錄

圖 1.1	二維式超音波式風速計.....	1-2
圖 1.2	現場儀器傳輸示意圖.....	1-3
圖 1.3	臺中港風力測站位置圖.....	1-4
圖 2.1	臺中港 2019 全年 T1 測站平均風速與最大風速歷線圖	2-1
圖 2.2	臺中港 2019 全年 T2 測站平均風速與最大風速歷線圖	2-2
圖 2.3	臺中港 2019 全年 T5 測站平均風速與最大風速歷線圖	2-2
圖 2.4	臺中港 2019 全年 T6 測站平均風速與最大風速歷線圖	2-3
圖 2.5	臺中港 2019 全年 T8 測站平均風速與最大風速歷線圖	2-3
圖 2.6	臺中港 2019 全年 T9 測站平均風速與最大風速歷線圖	2-4
圖 2.7	臺中港 2019 全年 T1 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析	2-4
圖 2.8	臺中港 2019 全年 T2 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析	2-5
圖 2.9	臺中港 2019 全年 T5 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析	2-5
圖 2.10	臺中港 2019 全年 T6 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析	2-6
圖 2.11	臺中港 2019 全年 T8 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析	2-6
圖 2.12	臺中港 2019 全年 T9 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析	2-7
圖 2.13	臺中港 2019 春季 T1 測站平均風速與最大風速歷線圖	2-7
圖 2.14	臺中港 2019 夏季 T1 測站平均風速與最大風速歷線圖	2-8
圖 2.15	臺中港 2019 秋季 T1 測站平均風速與最大風速歷線圖	2-8
圖 2.16	臺中港 2019 冬季 T1 測站平均風速與最大風速歷線圖	2-9
圖 2.17	臺中港 2019 春季 T2 測站平均風速與最大風速歷線圖	2-9
圖 2.18	臺中港 2019 夏季 T2 測站平均風速與最大風速歷線圖	2-10
圖 2.19	臺中港 2019 秋季 T2 測站平均風速與最大風速歷線圖	2-10
圖 2.20	臺中港 2019 冬季 T2 測站平均風速與最大風速歷線圖	2-11
圖 2.21	臺中港 2019 春季 T5 測站平均風速與最大風速歷線圖	2-11
圖 2.22	臺中港 2019 夏季 T5 測站平均風速與最大風速歷線圖	2-12
圖 2.23	臺中港 2019 秋季 T5 測站平均風速與最大風速歷線圖	2-12
圖 2.24	臺中港 2019 冬季 T5 測站平均風速與最大風速歷線圖	2-13
圖 2.25	臺中港 2019 春季 T6 測站平均風速與最大風速歷線圖	2-13
圖 2.26	臺中港 2019 夏季 T6 測站平均風速與最大風速歷線圖	2-14
圖 2.27	臺中港 2019 秋季 T6 測站平均風速與最大風速歷線圖	2-14
圖 2.28	臺中港 2019 冬季 T6 測站平均風速與最大風速歷線圖	2-15
圖 2.29	臺中港 2019 春季 T8 測站平均風速與最大風速歷線圖	2-15
圖 2.30	臺中港 2019 夏季 T8 測站平均風速與最大風速歷線圖	2-16
圖 2.31	臺中港 2019 秋季 T8 測站平均風速與最大風速歷線圖	2-16
圖 2.32	臺中港 2019 冬季 T8 測站平均風速與最大風速歷線圖	2-17
圖 2.33	臺中港 2019 春季 T9 測站平均風速與最大風速歷線圖	2-17
圖 2.34	臺中港 2019 夏季 T9 測站平均風速與最大風速歷線圖	2-18

圖 2.35	臺中港 2019 秋季 T9 測站平均風速與最大風速歷線圖	2-18
圖 2.36	臺中港 2019 冬季 T9 測站平均風速與最大風速歷線圖	2-19
圖 2.37	臺中港 2019 春季 T1 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析 ..	2-19
圖 2.38	臺中港 2019 春季 T2 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析 .	2-20
圖 2.39	臺中港 2019 春季 T5 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析 .	2-20
圖 2.40	臺中港 2019 春季 T6 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析 .	2-21
圖 2.41	臺中港 2019 春季 T8 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析 .	2-21
圖 2.42	臺中港 2019 春季 T9 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析 .	2-22
圖 2.43	臺中港 2019 夏季 T1 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析 .	2-22
圖 2.44	臺中港 2019 夏季 T2 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析 .	2-23
圖 2.45	臺中港 2019 夏季 T5 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析 .	2-23
圖 2.46	臺中港 2019 夏季 T6 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析 .	2-24
圖 2.47	臺中港 2019 夏季 T8 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析 .	2-24
圖 2.48	臺中港 2019 夏季 T9 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析 .	2-25
圖 2.49	臺中港 2019 秋季 T1 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析 .	2-25
圖 2.50	臺中港 2019 秋季 T2 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析 .	2-26
圖 2.51	臺中港 2019 秋季 T5 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析 .	2-26
圖 2.52	臺中港 2019 秋季 T6 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析 .	2-27
圖 2.53	臺中港 2019 秋季 T8 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析 .	2-27
圖 2.54	臺中港 2019 秋季 T9 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析 .	2-28
圖 2.55	臺中港 2019 冬季 T1 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析 .	2-28
圖 2.56	臺中港 2019 冬季 T2 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析 .	2-29
圖 2.57	臺中港 2019 冬季 T5 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析 .	2-29
圖 2.58	臺中港 2019 冬季 T6 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析 .	2-30
圖 2.59	臺中港 2019 冬季 T8 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析 .	2-30
圖 2.60	臺中港 2019 冬季 T9 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析 .	2-31
圖 2.61	臺中港 2019 全年四季 T1 測站平均風速與最大風速線性迴歸相關 係數.....	2-31
圖 2.62	臺中港 2019 全年四季 T2 測站平均風速與最大風速線性迴歸相關 係數.....	2-32
圖 2.63	臺中港 2019 全年四季 T5 測站平均風速與最大風速線性迴歸相關 係數.....	2-32
圖 2.64	臺中港 2019 全年四季 T6 測站平均風速與最大風速線性迴歸相關 係數.....	2-33
圖 2.65	臺中港 2019 全年四季 T8 測站平均風速與最大風速線性迴歸相關 係數.....	2-33
圖 2.66	臺中港 2019 全年四季 T9 測站平均風速與最大風速線性迴歸相關 係數.....	2-34
圖 2.67	臺中港 2019 全年各測站平均風速與最大風速線性迴歸相關係數	2-34

圖 2.68 臺中港 2019 春季各測站平均風速與最大風速線性迴歸相關係數 ..	2-35
圖 2.69 臺中港 2019 夏季各測站平均風速與最大風速線性迴歸相關係數 ..	2-35
圖 2.70 臺中港 2019 秋季各測站平均風速與最大風速線性迴歸相關係數 ..	2-36
圖 2.71 臺中港 2019 冬季各測站平均風速與最大風速線性迴歸相關係數 ..	2-36
圖 3.1 臺中港 2019 全年 T1、T9 測站平均風速歷線圖	3-1
圖 3.2 臺中港 2019 春季 T1、T9 測站平均風速歷線圖	3-2
圖 3.3 臺中港 2019 夏季 T1、T9 測站平均風速歷線圖	3-2
圖 3.4 臺中港 2019 秋季 T1、T9 測站平均風速歷線圖	3-3
圖 3.5 臺中港 2019 冬季 T1、T9 測站平均風速歷線圖	3-3
圖 3.6 臺中港 2019 全年 T1、T9 測站平均風速與平均風速線性迴歸分析	3-4
圖 3.7 臺中港 2019 春季 T1、T9 測站平均風速與平均風速線性迴歸分析 ..	3-4
圖 3.8 臺中港 2019 夏季 T1、T9 測站平均風速與平均風速線性迴歸分析 ..	3-5
圖 3.9 臺中港 2019 秋季 T1、T9 測站平均風速與平均風速線性迴歸分析 ..	3-5
圖 3.10 臺中港 2019 冬季 T1、T9 測站平均風速與平均風速線性迴歸分析 ..	3-6
圖 3.11 臺中港 2019 全年 T2、T5 測站平均風速歷線圖	3-7
圖 3.12 臺中港 2019 春季 T2、T5 測站平均風速歷線圖	3-7
圖 3.13 臺中港 2019 夏季 T2、T5 測站平均風速歷線圖	3-8
圖 3.14 臺中港 2019 秋季 T2、T5 測站平均風速歷線圖	3-8
圖 3.15 臺中港 2019 冬季 T2、T5 測站平均風速歷線圖	3-9
圖 3.16 臺中港 2019 全年 T2、T5 測站平均風速與平均風速線性迴歸分析 ..	3-9
圖 3.17 臺中港 2019 春季 T2、T5 測站平均風速與平均風速線性迴歸分析 ..	3-10
圖 3.18 臺中港 2019 夏季 T2、T5 測站平均風速與平均風速線性迴歸分析 ..	3-10
圖 3.19 臺中港 2019 秋季 T2、T5 測站平均風速與平均風速線性迴歸分析 ..	3-11
圖 3.20 臺中港 2019 冬季 T2、T5 測站平均風速與平均風速線性迴歸分析 ..	3-11
圖 4.1 臺中港 2019 全年及四季 T1 測站異常風發生比例圖	4-1
圖 4.2 臺中港 2019 全年及四季 T2 測站異常風發生比例圖	4-2
圖 4.3 臺中港 2019 全年及四季 T5 測站異常風發生比例圖	4-2
圖 4.4 臺中港 2019 全年及四季 T6 測站異常風發生比例圖	4-3

圖 4.5 臺中港 2019 全年及四季 T8 測站異常風發生比例圖	4-3
圖 4.6 臺中港 2019 全年及四季 T9 測站異常風發生比例圖	4-4
圖 4.7 臺中港 2019 全年 T1~T9 測站異常風發生比例圖	4-5
圖 4.8 臺中港 2019 春季 T1~T9 測站異常風發生比例圖	4-5
圖 4.9 臺中港 2019 夏季 T1~T9 測站異常風發生比例圖	4-6
圖 4.10 臺中港 2019 秋季 T1~T9 測站異常風發生比例圖	4-6
圖 4.11 臺中港 2019 冬季 T1~T9 測站異常風發生比例圖	4-7
圖 4.12 臺中港 2019 全年四季 T1 測站異常風差值平均圖	4-8
圖 4.13 臺中港 2019 全年四季 T2 站異常風差值平均圖	4-8
圖 4.14 臺中港 2019 全年四季 T5 站異常風差值平均圖	4-9
圖 4.15 臺中港 2019 全年四季 T6 站異常風差值平均圖	4-9
圖 4.16 臺中港 2019 全年四季 T8 異常風差值平均圖	4-10
圖 4.17 臺中港 2019 全年四季 T9 異常風差值平均圖	4-10
圖 4.18 臺中港 2019 全年 T1~T9 測站異常風差值平均圖	4-11
圖 4.19 臺中港 2019 春季 T1~T9 測站異常風差值平均圖	4-11
圖 4.20 臺中港 2019 夏季 T1~T9 測站異常風差值平均圖	4-12
圖 4.21 臺中港 2019 秋季 T1~T9 測站異常風差值平均圖	4-12
圖 4.22 臺中港 2019 冬季 T1~T9 測站異常風差值平均圖	4-13
圖 4.23 臺中港 2019 全年四季 T1 站異常風最大差值圖	4-14
圖 4.24 臺中港 2019 全年四季 T2 站異常風最大差值圖	4-14
圖 4.25 臺中港 2019 全年四季 T5 站異常風最大差值圖	4-15
圖 4.26 臺中港 2019 全年四季 T6 站異常風最大差值圖	4-15
圖 4.27 臺中港 2019 全年四季 T8 站異常風最大差值圖	4-16
圖 4.28 臺中港 2019 全年四季 T9 站異常風最大差值圖	4-16
圖 4.29 臺中港 2019 全年 T1~T9 站異常風最大差值圖	4-17
圖 4.30 臺中港 2019 春季 T1~T9 站異常風最大差值圖	4-17
圖 4.31 臺中港 2019 夏季 T1~T9 站異常風最大差值圖	4-18
圖 4.32 臺中港 2019 秋季 T1~T9 站異常風最大差值圖	4-18
圖 4.33 臺中港 2019 冬季 T1~T9 站異常風最大差值圖	4-19
圖 4.34 臺中港 2019 全年及四季 T1 測站異常風發生比例圖	4-20
圖 4.35 臺中港 2019 全年及四季 T2 測站異常風發生比例圖	4-20
圖 4.36 臺中港 2019 全年及四季 T5 測站異常風發生比例圖	4-21
圖 4.37 臺中港 2019 全年及四季 T6 測站異常風發生比例圖	4-21
圖 4.38 臺中港 2019 全年及四季 T8 測站異常風發生比例圖	4-22
圖 4.39 臺中港 2019 全年及四季 T9 測站異常風發生比例圖	4-22
圖 4.40 臺中港 2019 全年 T1~T9 測站異常風發生比例圖	4-23
圖 4.41 臺中港 2019 春季 T1~T9 測站異常風發生比例圖	4-23
圖 4.42 臺中港 2019 夏季 T1~T9 測站異常風發生比例圖	4-24
圖 4.43 臺中港 2019 秋季 T1~T9 測站異常風發生比例圖	4-24
圖 4.44 臺中港 2019 冬季 T1~T9 測站異常風發生比例圖	4-25
圖 4.45 臺中港 2019 全年四季 T1 測站異常風差值平均圖	4-25

圖 4.46	臺中港 2019 全年四季 T2 測站異常風差值平均圖	4-26
圖 4.47	臺中港 2019 全年四季 T5 測站異常風差值平均圖	4-26
圖 4.48	臺中港 2019 全年四季 T6 測站異常風差值平均圖	4-27
圖 4.49	臺中港 2019 全年四季 T8 測站異常風差值平均圖	4-27
圖 4.50	臺中港 2019 全年四季 T9 測站異常風差值平均圖	4-28
圖 4.51	臺中港 2019 全年 T1~T9 測站異常風差值平均圖	4-29
圖 4.52	臺中港 2019 春季 T1~T9 測站異常風差值平均圖	4-29
圖 4.53	臺中港 2019 夏季 T1~T9 測站異常風差值平均圖	4-30
圖 4.54	臺中港 2019 秋季 T1~T9 測站異常風差值平均圖	4-30
圖 4.55	臺中港 2019 冬季 T1~T9 測站異常風差值平均圖	4-31
圖 4.56	臺中港 2019 全年四季 T1 站異常風最大差值圖	4-32
圖 4.57	臺中港 2019 全年四季 T2 站異常風最大差值圖	4-32
圖 4.58	臺中港 2019 全年四季 T5 站異常風最大差值圖	4-33
圖 4.59	臺中港 2019 全年四季 T6 站異常風最大差值圖	4-33
圖 4.60	臺中港 2019 全年四季 T8 站異常風最大差值圖	4-34
圖 4.61	臺中港 2019 全年四季 T9 站異常風最大差值圖	4-34
圖 4.62	臺中港 2019 全年 T1~T9 站異常風最大差值圖	4-35
圖 4.63	臺中港 2019 春季 T1~T9 站異常風最大差值圖	4-35
圖 4.64	臺中港 2019 夏季 T1~T9 站異常風最大差值圖	4-36
圖 4.65	臺中港 2019 秋季 T1~T9 站異常風最大差值圖	4-36
圖 4.66	臺中港 2019 冬季 T1~T9 站異常風最大差值圖	4-37

表 目 錄

表 1.1 臺中港風力測站相關資訊.....	1-3
------------------------	-----

第一章 前言

1.1. 研究動機及目的

在氣候變遷劇烈的時代，越來越多極端的氣候現象出現，以大尺度來說，過去 10 年全球洋流模式的變化，可能引發更快的風速 (Zhenzhong, 2019)，一方面強勁的風速對於現今發展離岸風能發電有所助益，但另一方面可能造成許多災難。而強風或短期造成快速增加之陣風一直是造成災害的重要原因之一，因其難以預測之特性，導致港區作業風險增加，亦是港區作業單位關注之議題。

依據蒲福風級(Beaufort scale)之定義，風力達 6 級(10.8 - 13.8 m/s)以上即為強風，而中央氣象局定義強風是指平均風力達 6 級(10.8 - 13.8 m/s)以上或陣風達 8 級(17.2 - 20.7 m/s)以上之天氣現象。惟臺灣現行職業安全衛生設施規則法相關規定，雇主對於高度在二公尺以上之作業場所，有遇強風、大雨等惡劣氣候致勞工有墜落危險時，應使勞工停止作業，其強風指 10 分鐘的平均風速達 10 m/s 以上者。

依據聯合國專門機構世界氣象組織 (World Meteorological Organization)之定義，延時 10~60 分鐘延時之風速平均值即為平均風速，而中央氣象局使用 10 分鐘之平均作為平均風速，內政部建築物耐風設計規範與解說，亦是以 10 分鐘之平均風速來當作建物耐風設計計算使用。

同樣依據聯合國專門機構世界氣象組織之定義，陣風為極短延時之風力，但太短延時之風力無法將自然風力紊流擾動(Natural Wind Turbulence Fluctuation)平滑化，其建議使用 1 分鐘之平均風速，當作較長延時之陣風，惟國際著名之結構工程組織(Structural Engineering Institute ASCE)使用 3 秒平均陣風作為結構設計標準，而本所使用風速計量測頻率為 1HZ，故可使用延時 1 秒之陣風來做分析。

本研究主要探討臺中港各測站於不同季節時之平均風、最大風(延時 1 秒之陣風)、強風(風力達 6 級以上)之統計特性分析，除有助於了

解臺中港風力特性以外，亦可作為即時預警或未來風力預測發展之基礎，相關結果可提供航港局、港務公司作為船舶進出港及港區作業等應用參考。

1.2. 研究範圍及對象

本所使用二維式超音波式風速計如圖 1.2.1，其透過 4 個探頭量測到聲波的時間及透過 4 個探頭之間的距離，利用聯立方程式解出二維風速、風向，資料量測頻率 1 秒鐘 1 筆，平均風速、平均風向資料輸出頻率為 1 分鐘 1 筆(60 筆平均)或 10 分鐘 1 筆(600 筆平均)，其中平均風速是取純量平均、平均風向則是向量平均，而最大風速則為 1 分鐘或 10 分鐘內某 1 秒之最大風速值，最大風向則是最大風速對應之風向。



圖 1.1 二維式超音波式風速計

現場儀器傳輸包含風速計儀器、電力系統與傳輸系統如圖 1.2.2，透過電池及太陽能板給予儀器足夠電力量測壓力值，儀器輸出資料傳輸至岸上數據機，數據機再透過 4G 網路傳輸傳回本所港研中心資料庫。

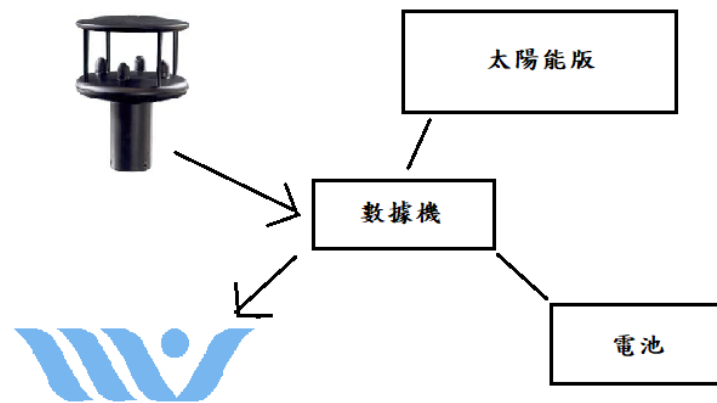


圖 1.2 現場儀器傳輸示意圖

本研究之研究對象為臺中港，本所港研中心於臺中港區設置共 6 個風力測站。各站經緯度座標如、地點備註說明、對應代號及離地面高程表 1。

表 1.1 臺中港風力測站相關資訊

代號	地點備註	座標(N)	座標(E)	港區	離地面高程(m)
T8	北防沙堤	24°18'38.67"	120°31'34.60"	臺中港	5.97
T1	防風林	24°18'18.66"	120°31'52.44"	臺中港	18.539
T2	北防波堤	24°17'58.61"	120°29'11.82"	臺中港	16.616
T6	港研中心頂樓	24°16'13.17"	120°31'44.59"	臺中港	26.167
T5	31 號碼頭	24°16'27.81"	120°30'58.82"	臺中港	9.47
T9	工專二	24°14'23.28"	120°28'18.45"	臺中港	7.682

各港區風力測站經緯度座標透過 Google Earth 輸出位置圖如圖 1.3，位置遍布於臺中港東西南北各區，最北邊測站為北防沙堤站，最東邊為港研中心站、最南邊為工專二站、最西邊則為北防波堤綠燈塔站。本研究 2019 年資料區間係使用 2019 年 1 月至 2019 年 12 月份 1 全年，故春天資料區間為 2019 年 3~5 月、夏天為 2019 年 6~8 月、秋天為 2019 年 9~11 月，冬天則是 2019 年 1 月、2 月及 2019 年 12 月；以 10 分鐘平均風速及最大風速資料輸出，T1 資料蒐集量為 52560 筆資料(蒐集率 99.9%)、T2 資料蒐集量為 52558 筆資料(蒐集率 99.9%) T5 資料蒐集量為 52555 筆資料(蒐集率 99.9%) T6 資料蒐集量為 52542 筆資料(蒐集率 99.9%) T8 資料蒐集量為 46130 筆資料(蒐集率 87.8%) T9

資料蒐集量為 43277 筆資料(蒐集率 82.3%)。



圖 1.3 臺中港風力測站位置圖

1.3. 本年度研究內容及工作項目

本研究首先就臺中港同測站平均風及最大風速作統計相關分析，並以不同季節及不同測站之角度來做分析，接著探討臺中港不同測站平均風速統計相關分析，同樣以不同季節及不同測站之角度來做分析，最後探討兩種異常風情況，第一種異常風為平均風小於 10 m/s、但最大風大於 10m/s，也就是平均風看起來正常，但最大風最達到強風以上之等級之情形，接著分析各站、各季節發生此異常風比例、發生異常風之最大風與平均風之差值，另一種異常風為最大風速大於平均風速 2 倍以上之情形，同樣分析各站、各季節發生此異常風比例、發生異常風之最大風與平均風之差值，以上大致可分成以下 8 個項目：

- 1.臺中港同測站平均風與最大風歷線圖比較。
- 2.臺中港同測站平均風與最大風線性相關分析。
- 3.臺中港不同測站平均風與平均風歷線圖比較。
- 4.臺中港不同測站平均風與平均風線性相關分析。
- 5.臺中港第一種異常風力發生比例分析。
- 6.臺中港第一種異常風力發生差值分析。
- 7.臺中港第二種異常風力發生比例分析。
- 8.臺中港第二種異常風力發生差值分析

第二章 臺中港風力自相關分析

為探討平均風與最大風之相關性，本章以各測站本身量測之平均風與最大風資料，首先畫出歷線圖，便能以肉眼目視其趨勢是否一致，並透過線性迴歸分析計算出相關係數，得知各測站之相關性，接著進一步將資料分成四季，探討不同季節是否有相關性之差異，最後分別以測站之角度及季節之角度討論其相關性差異之原因。

2.1 臺中港各測站平均風速與最大風速相關性分析

以 2019 年全年資料來分析 T1、T2、T5、T6、T8、T9 站之平均風與最大風資料，繪出各站全年平均風最大風歷線圖，如圖 2.1.1~圖 2.1.7:

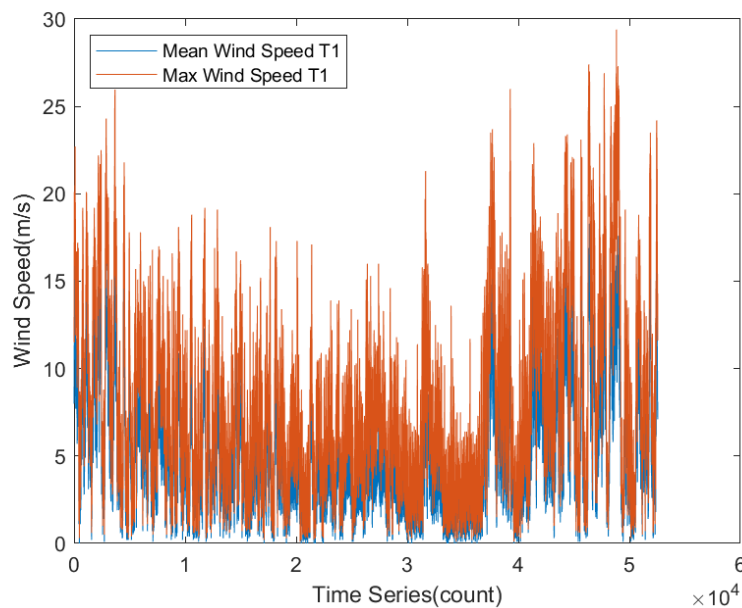


圖 2.1 臺中港 2019 全年 T1 測站平均風速與最大風速歷線圖

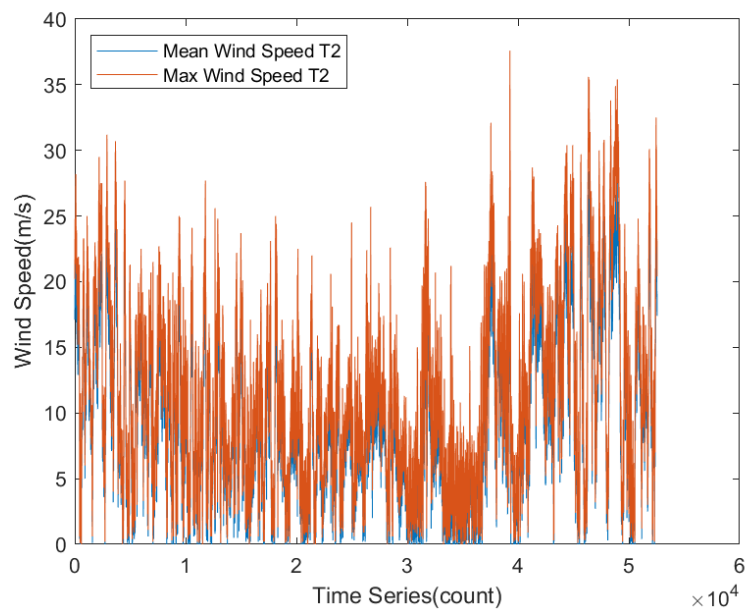


圖 2.2 臺中港 2019 全年 T2 測站平均風速與最大風速歷線圖

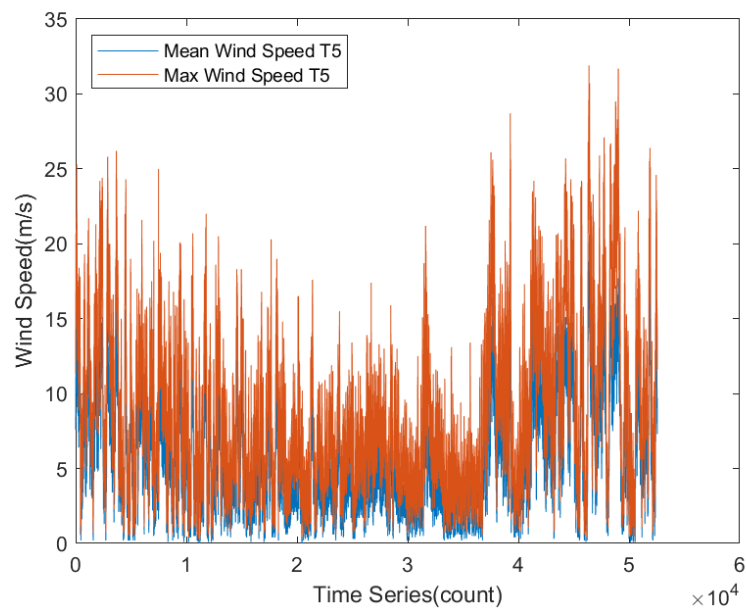


圖 2.3 臺中港 2019 全年 T5 測站平均風速與最大風速歷線圖

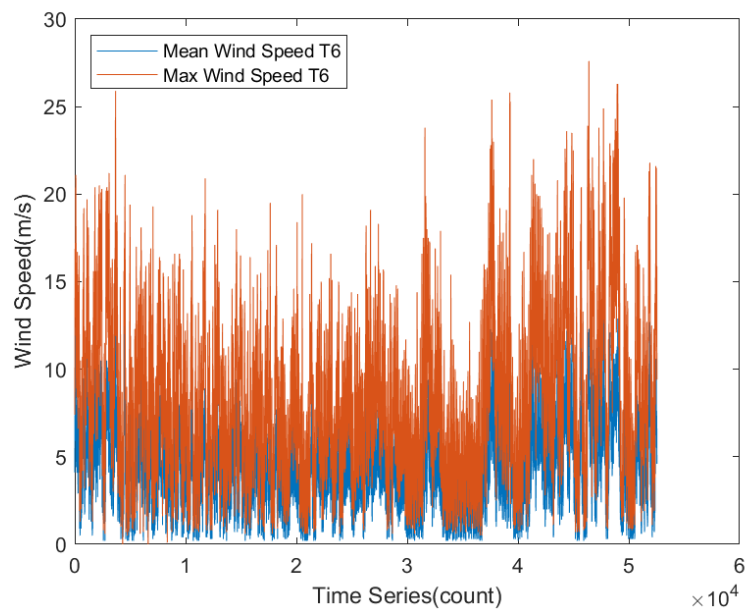


圖 2.4 臺中港 2019 全年 T6 測站平均風速與最大風速歷線圖

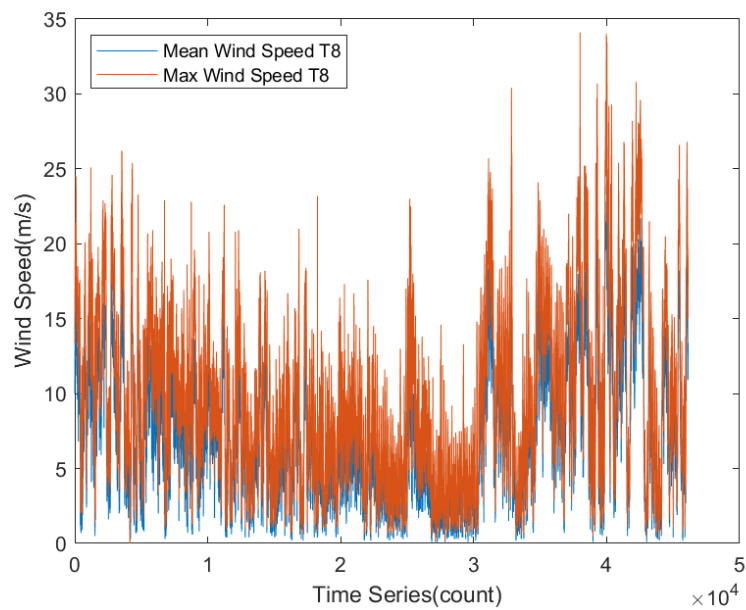


圖 2.5 臺中港 2019 全年 T8 測站平均風速與最大風速歷線圖

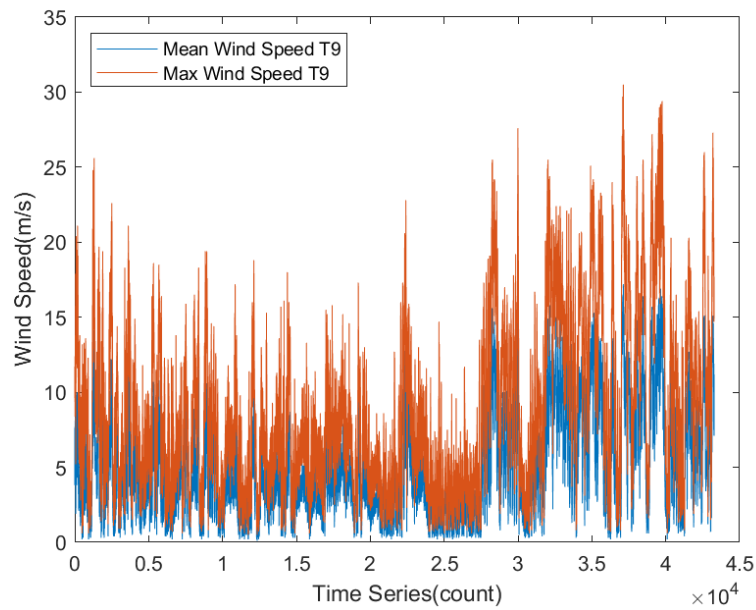


圖 2.6 臺中港 2019 全年 T9 測站平均風速與最大風速歷線圖

由歷線圖初步目視其相關性應當不錯，接著使用迴歸分析探討其是否有某種關聯性存在，而使用最直關的線性迴歸發現其相關性相當高，相關係數介於 0.96~0.99，繪出各站全年平均風最大風線性迴歸圖，如圖 2.1.7~圖 2.1.12:

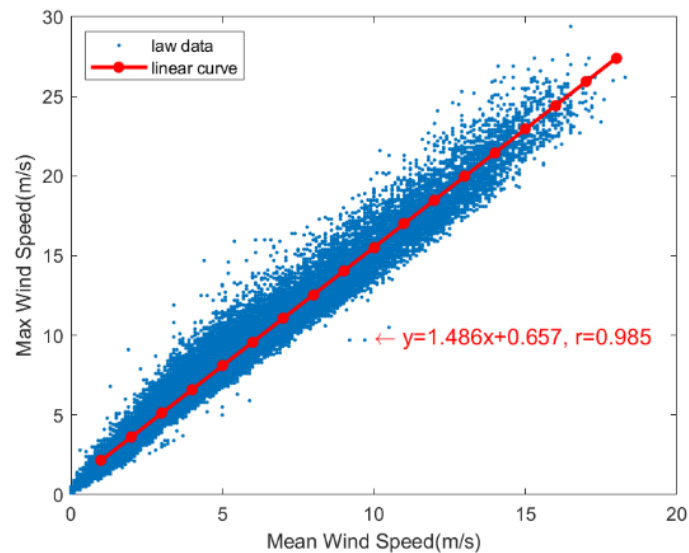


圖 2.7 臺中港 2019 全年 T1 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析

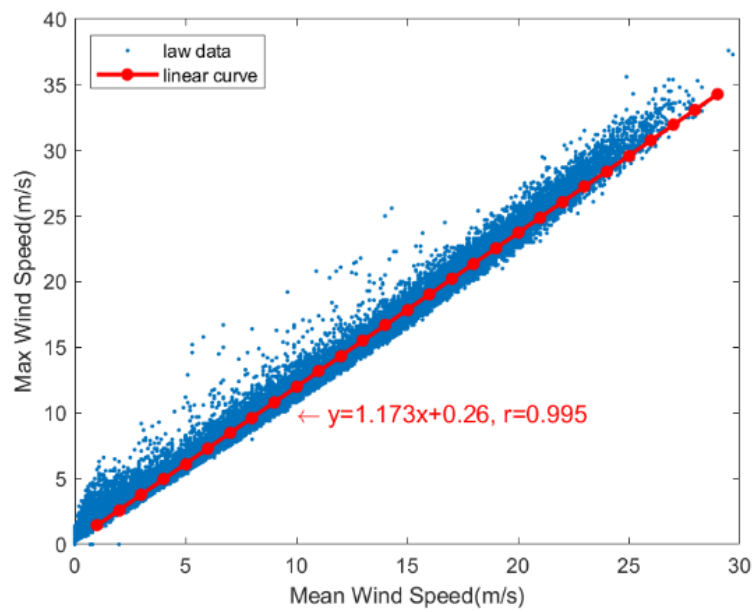


圖 2.8 臺中港 2019 全年 T2 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析

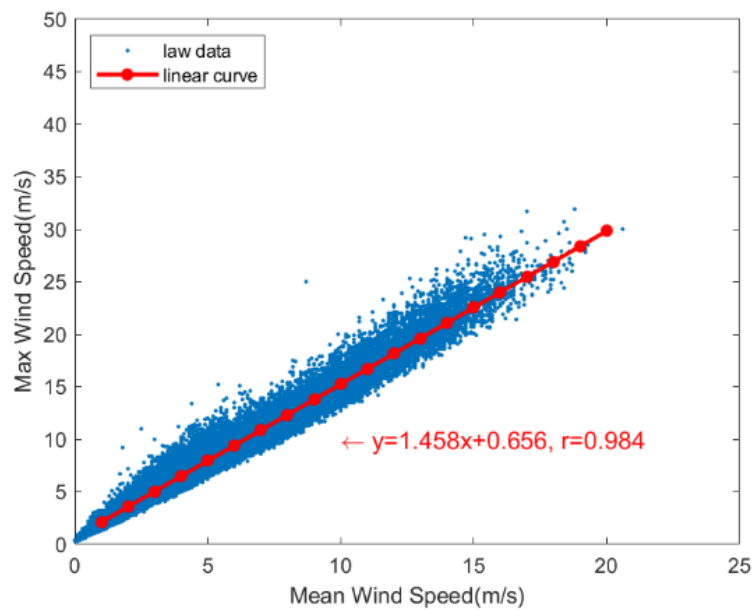


圖 2.9 臺中港 2019 全年 T5 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析

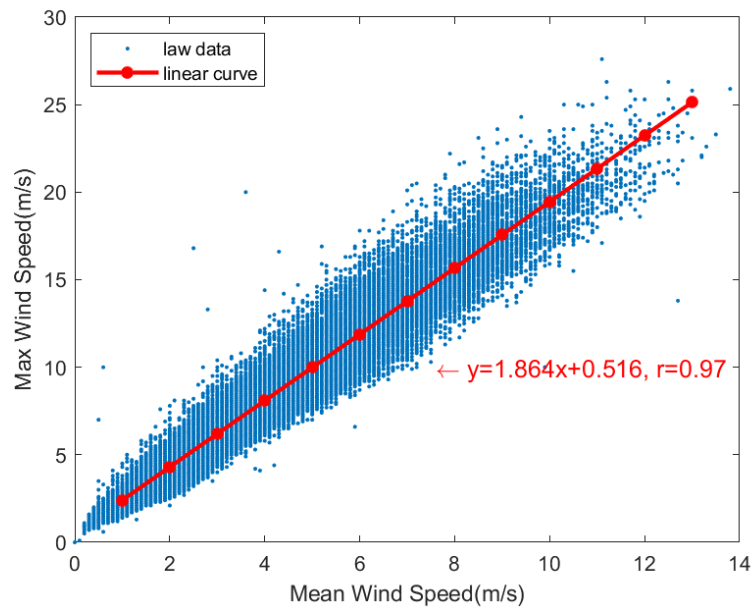


圖 2.10 臺中港 2019 全年 T6 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析

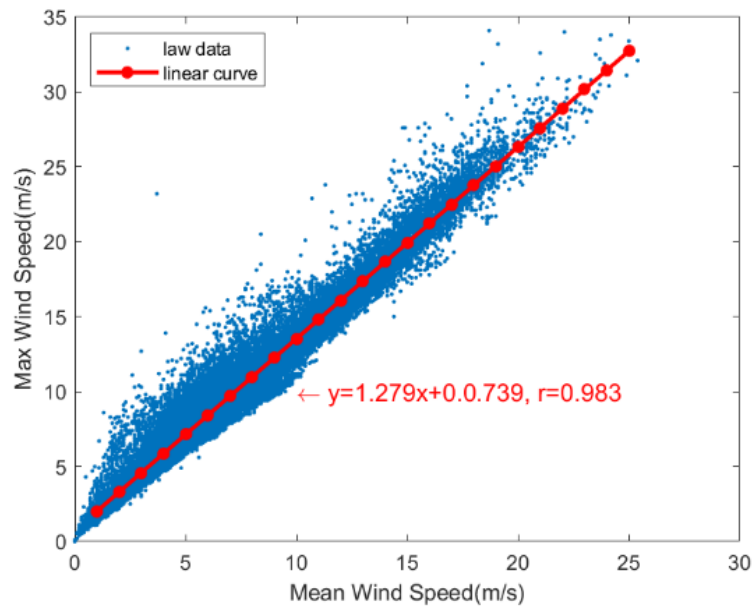


圖 2.11 臺中港 2019 全年 T8 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析

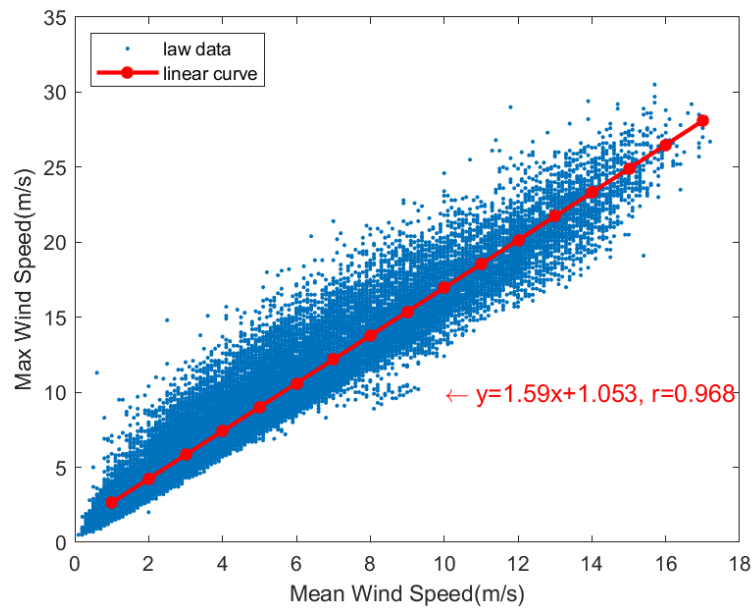


圖 2.12 臺中港 2019 全年 T9 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析

為深入探討 4 季之不同，將以 2019 年全年資料分成春、夏、秋、冬四季，依照 T1、T2、T5、T6、T8、T9 站之順序繪出各季歷線圖，如圖 2.1.1~圖 2.1.7:

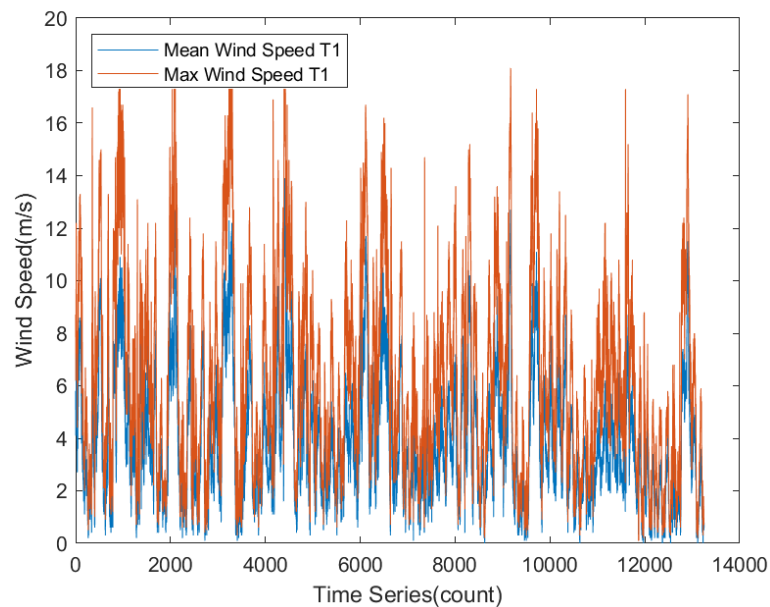


圖 2.13 臺中港 2019 春季 T1 測站平均風速與最大風速歷線圖

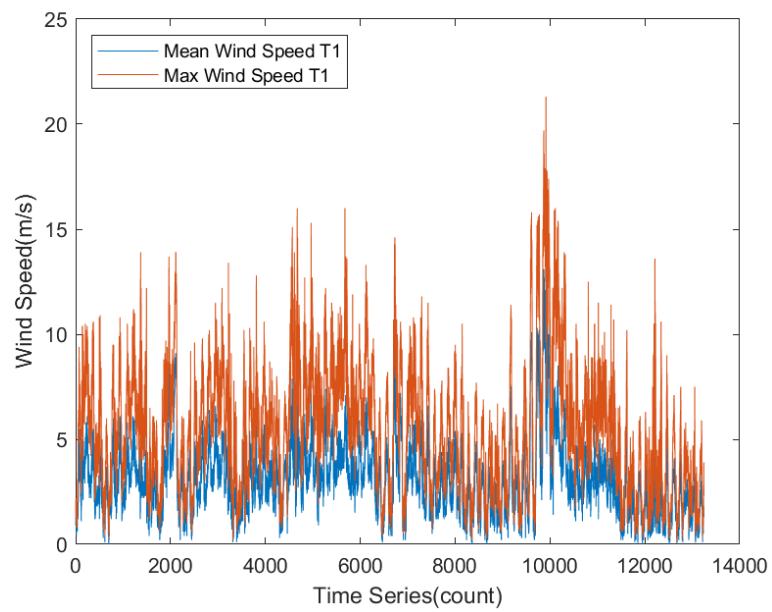


圖 2.14 臺中港 2019 夏季 T1 測站平均風速與最大風速歷線圖

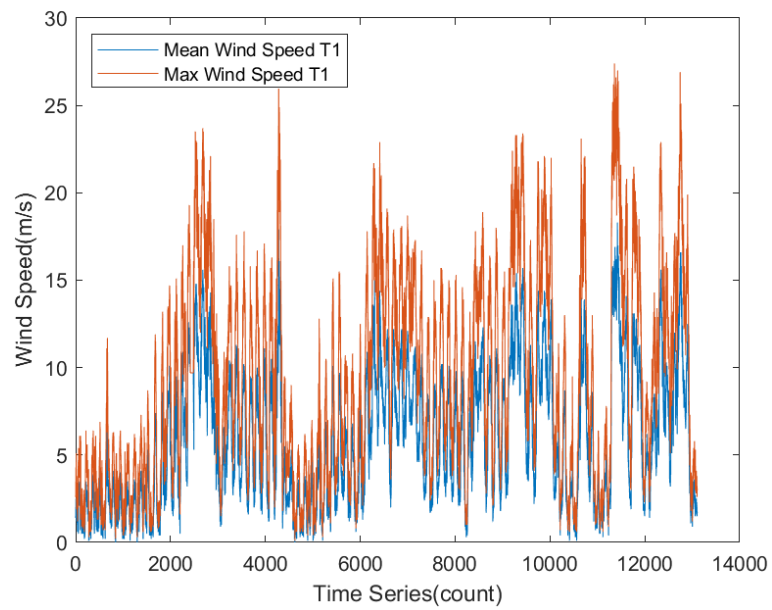


圖 2.15 臺中港 2019 秋季 T1 測站平均風速與最大風速歷線圖

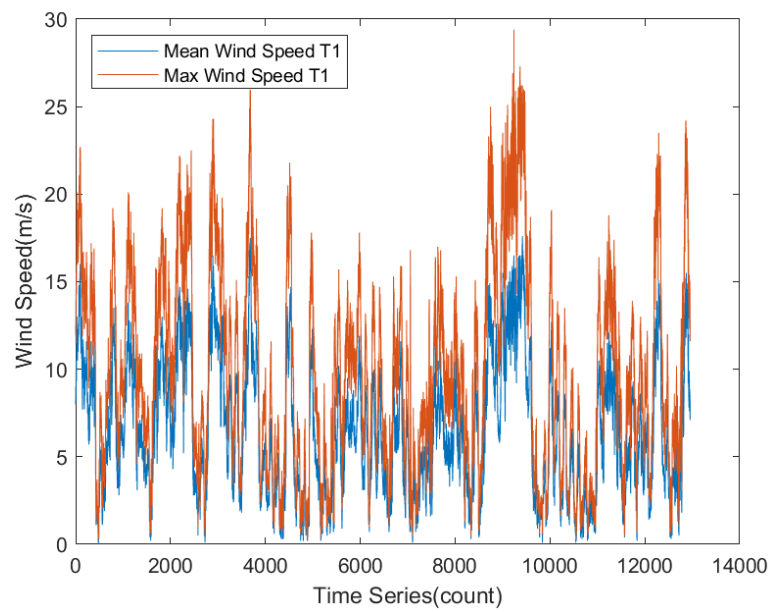


圖 2.16 臺中港 2019 冬季 T1 測站平均風速與最大風速歷線圖

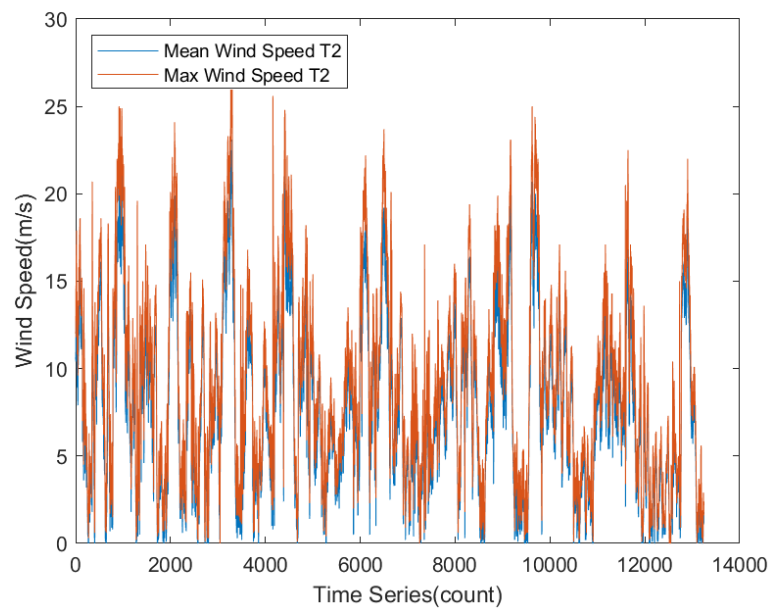


圖 2.17 臺中港 2019 春季 T2 測站平均風速與最大風速歷線圖

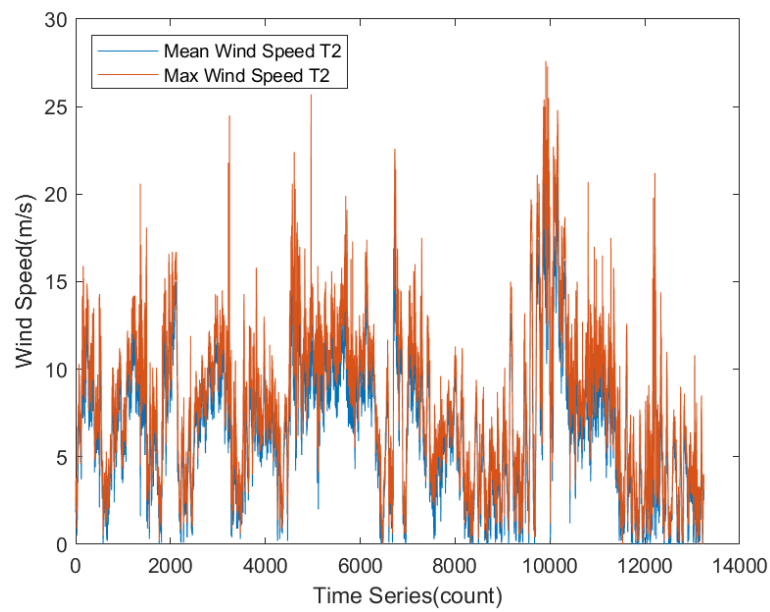


圖 2.18 臺中港 2019 夏季 T2 測站平均風速與最大風速歷線圖

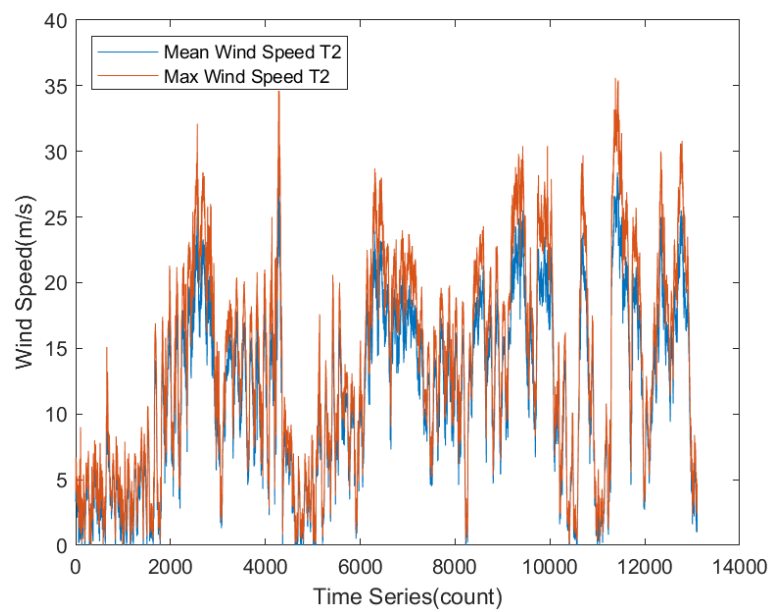


圖 2.19 臺中港 2019 秋季 T2 測站平均風速與最大風速歷線圖

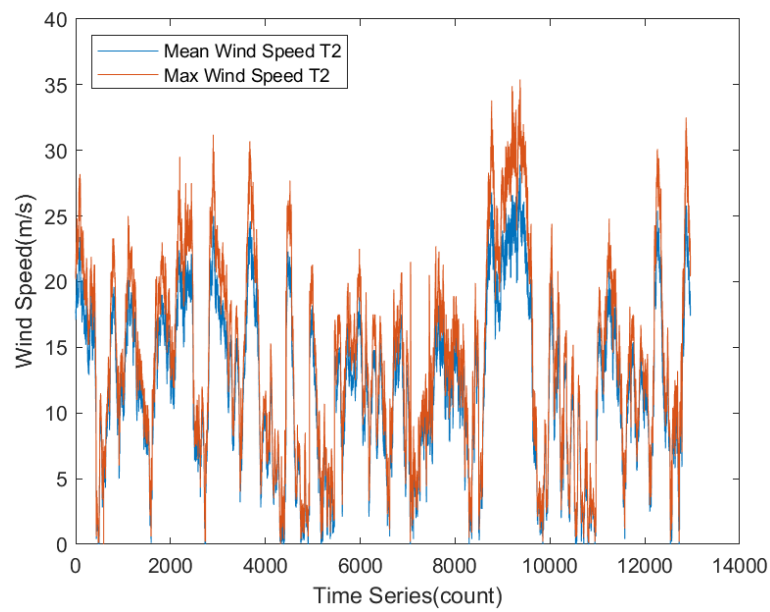


圖 2.20 臺中港 2019 冬季 T2 測站平均風速與最大風速歷線圖

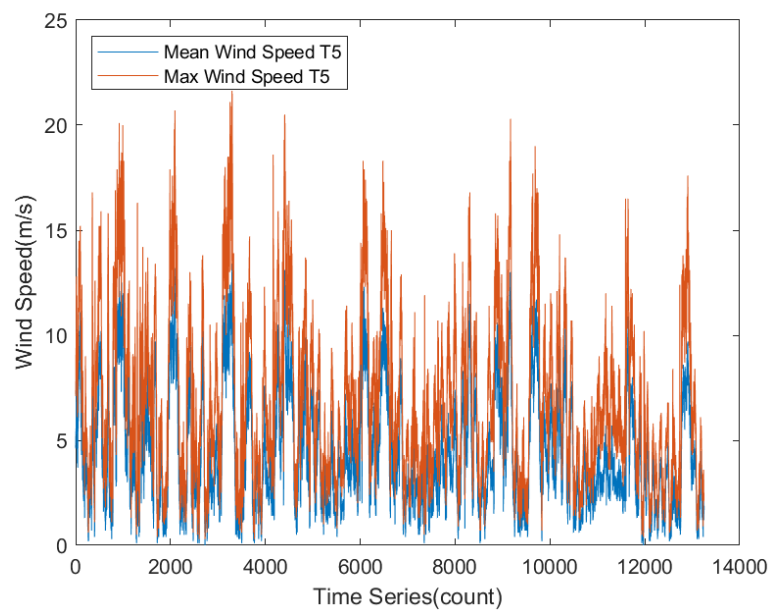


圖 2.21 臺中港 2019 春季 T5 測站平均風速與最大風速歷線圖

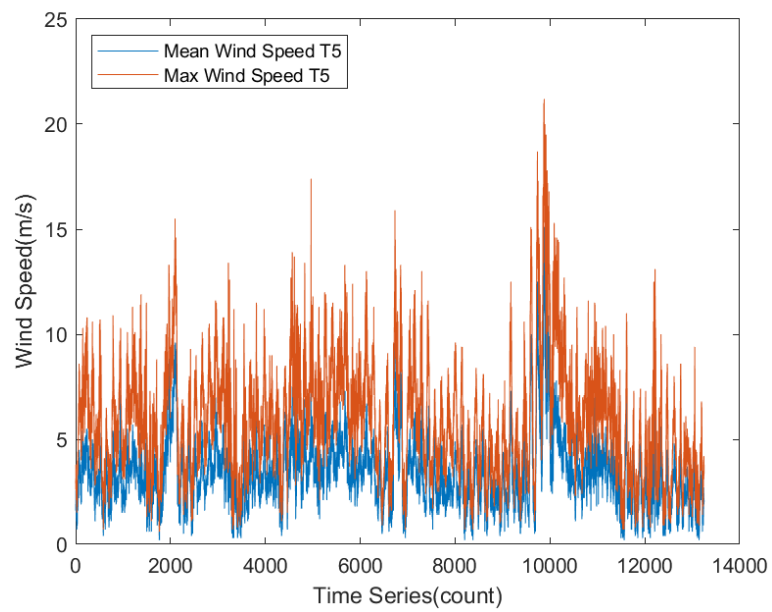


圖 2.22 臺中港 2019 夏季 T5 測站平均風速與最大風速歷線圖

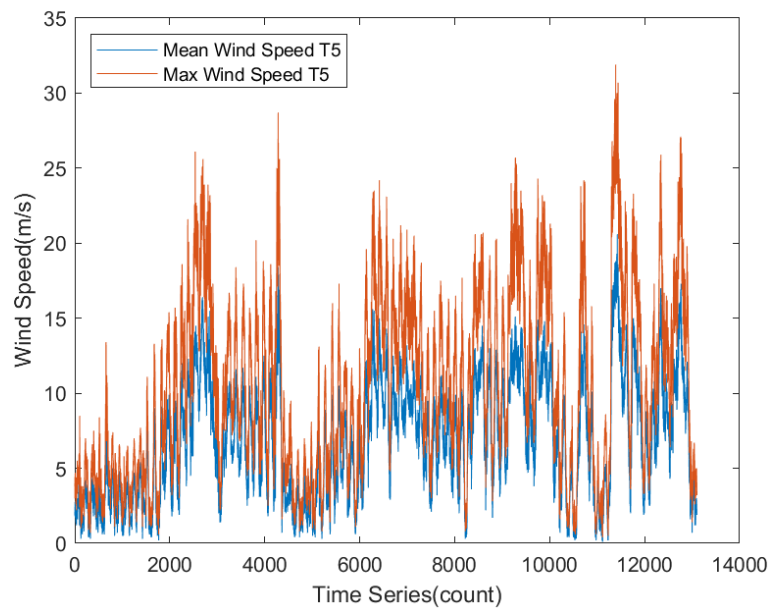


圖 2.23 臺中港 2019 秋季 T5 測站平均風速與最大風速歷線圖

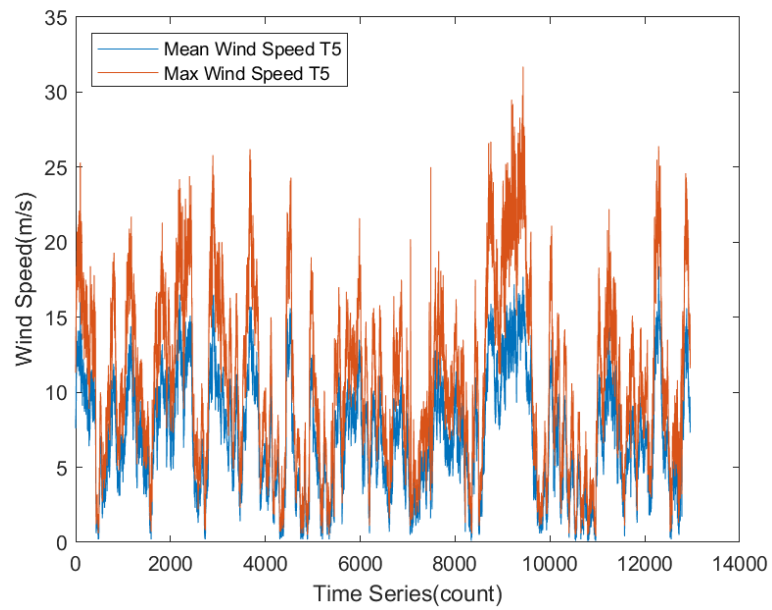


圖 2.24 臺中港 2019 冬季 T5 測站平均風速與最大風速歷線圖

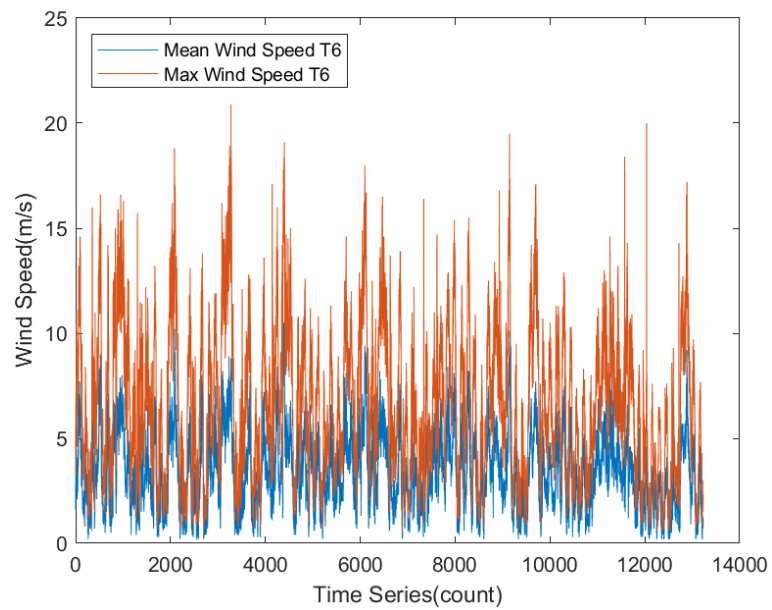


圖 2.25 臺中港 2019 春季 T6 測站平均風速與最大風速歷線圖

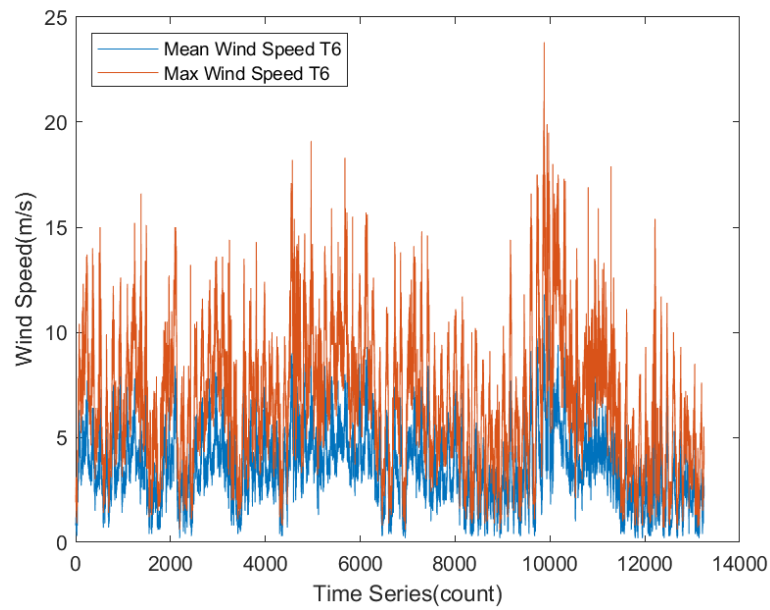


圖 2.26 臺中港 2019 夏季 T6 測站平均風速與最大風速歷線圖

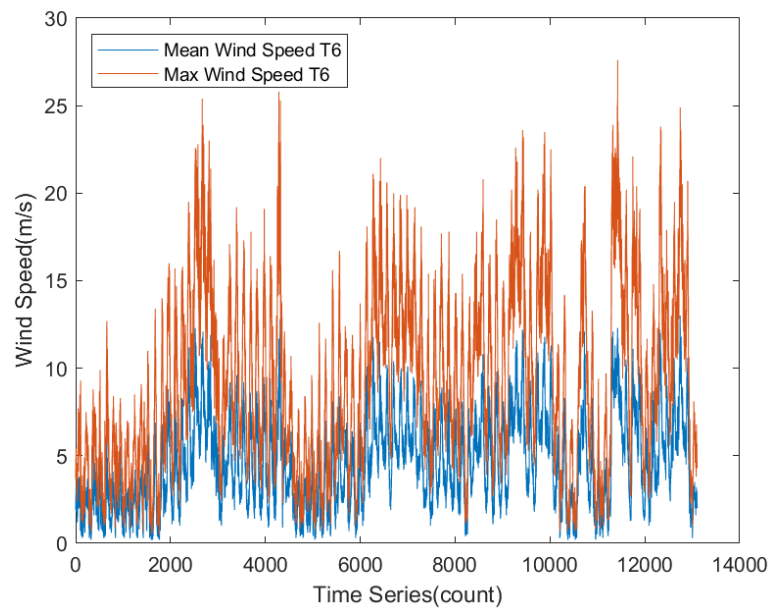


圖 2.27 臺中港 2019 秋季 T6 測站平均風速與最大風速歷線圖

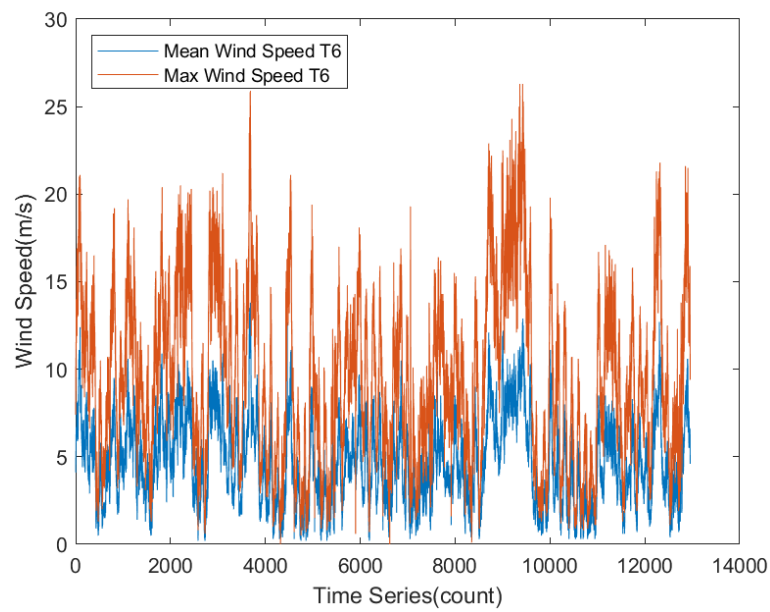


圖 2.28 臺中港 2019 冬季 T6 測站平均風速與最大風速歷線圖

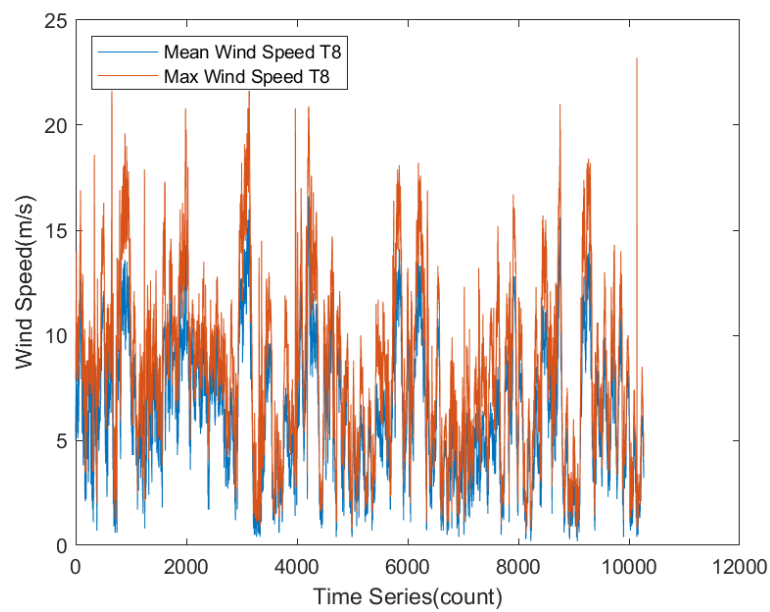


圖 2.29 臺中港 2019 春季 T8 測站平均風速與最大風速歷線圖

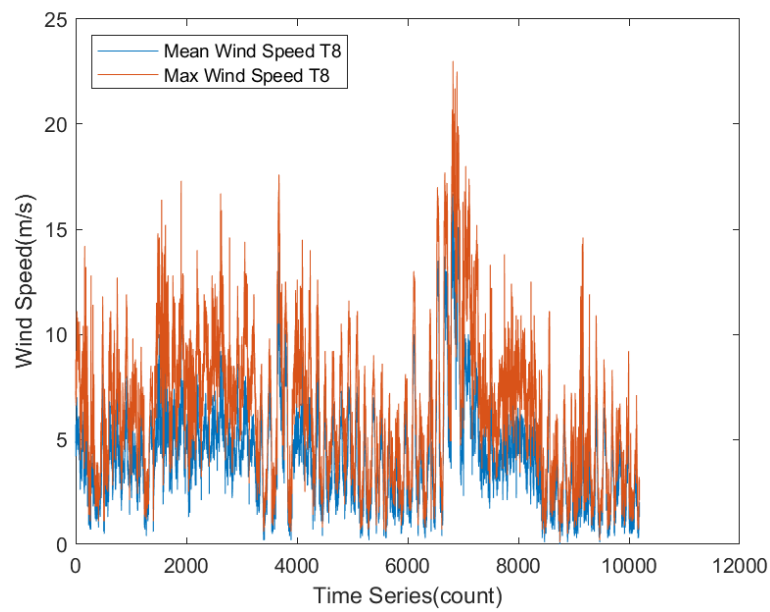


圖 2.30 臺中港 2019 夏季 T8 測站平均風速與最大風速歷線圖

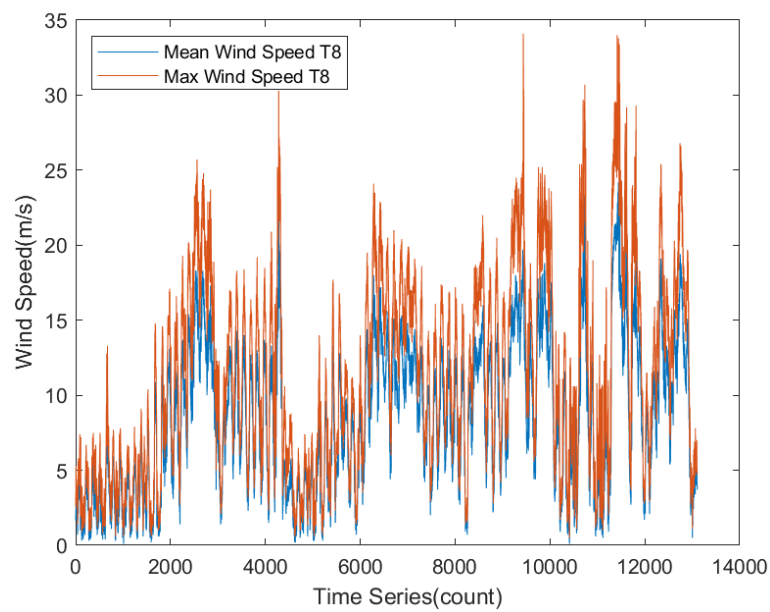


圖 2.31 臺中港 2019 秋季 T8 測站平均風速與最大風速歷線圖

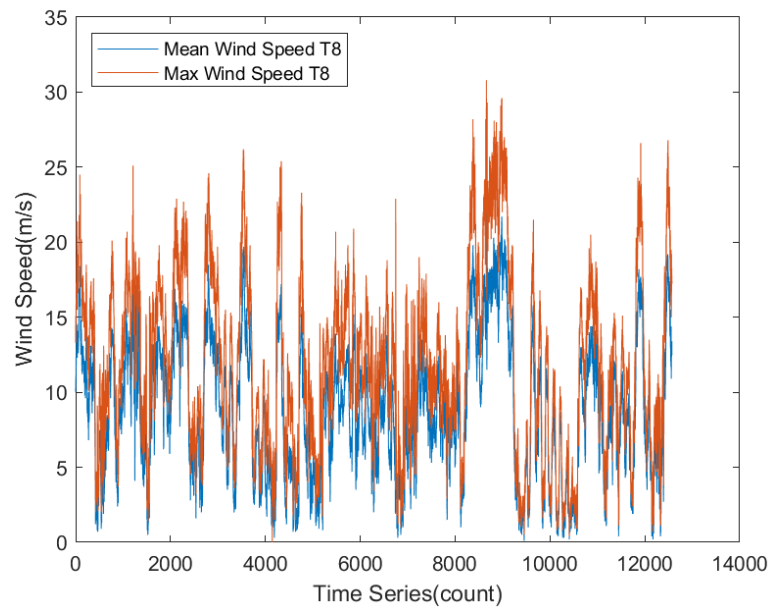


圖 2.32 臺中港 2019 冬季 T8 測站平均風速與最大風速歷線圖

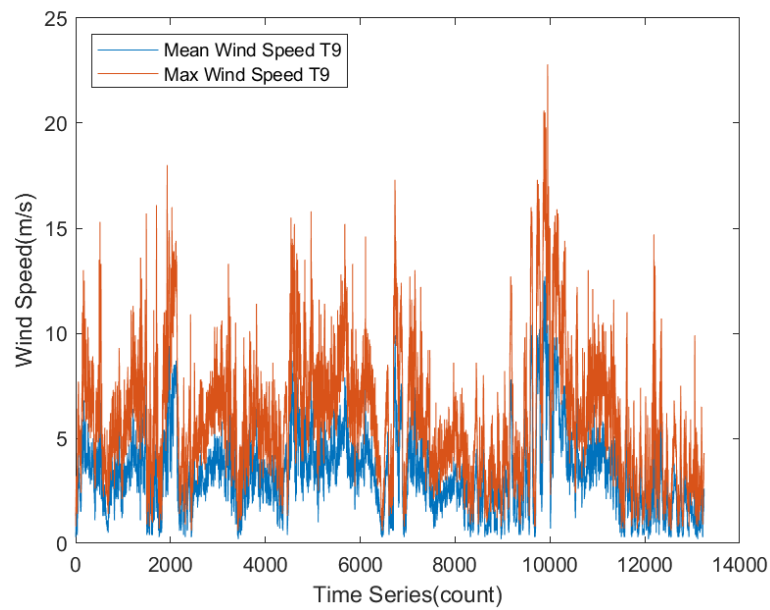


圖 2.33 臺中港 2019 春季 T9 測站平均風速與最大風速歷線圖

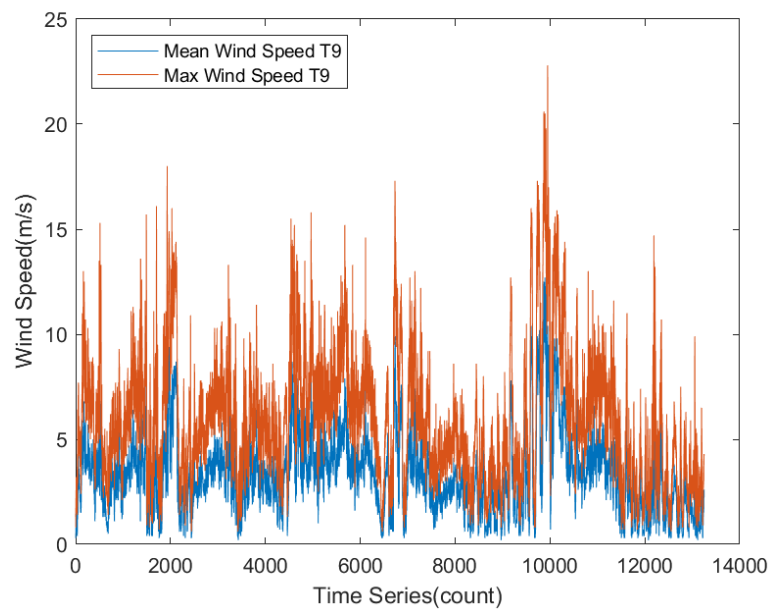


圖 2.34 臺中港 2019 夏季 T9 測站平均風速與最大風速歷線圖

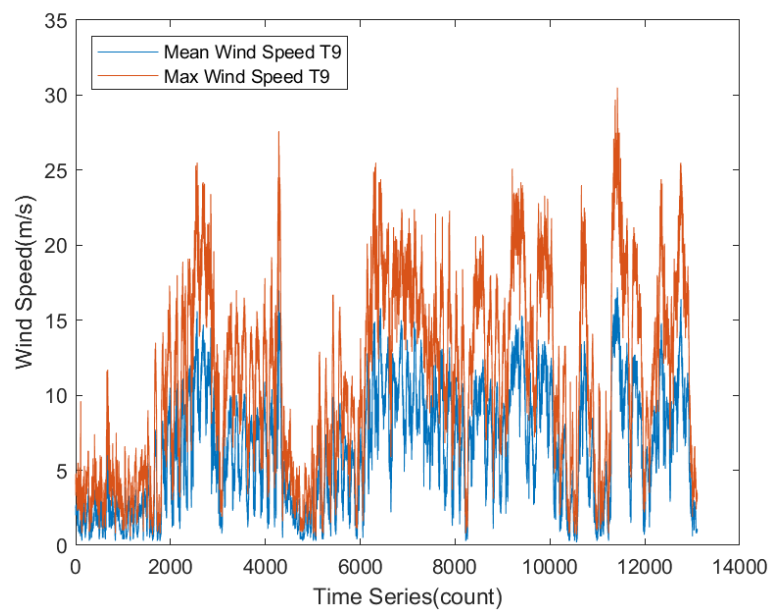


圖 2.35 臺中港 2019 秋季 T9 測站平均風速與最大風速歷線圖

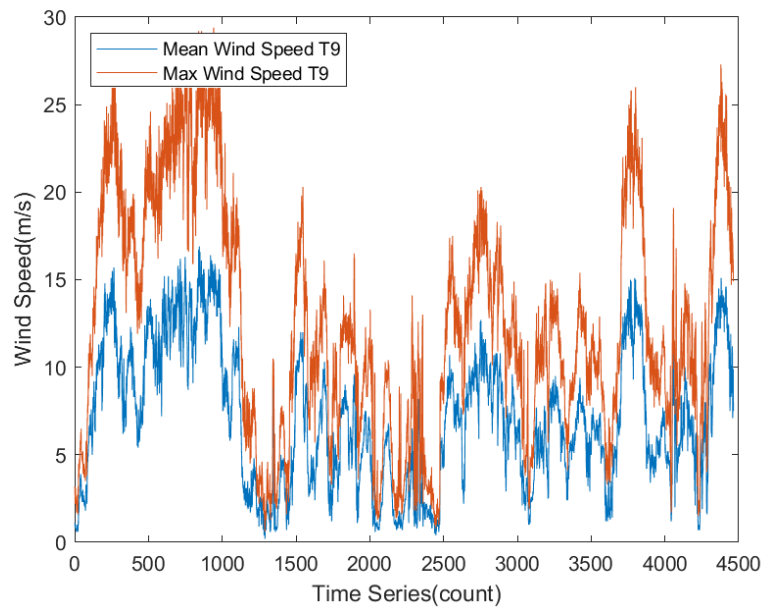


圖 2.36 臺中港 2019 冬季 T9 測站平均風速與最大風速歷線圖

將歷線圖分成四季來看，平均風與最大風速趨勢仍然相當一致，不過可大致看出秋冬季節平均風與最大風的差值相對春、秋兩季來的大，為更清楚瞭解四季之差別，同樣使用線性迴歸分別分析四季的平均風與最大風之關係，繪出各站四平均風最大風線性迴歸圖，如圖 2.1.37~圖 2.1.60:

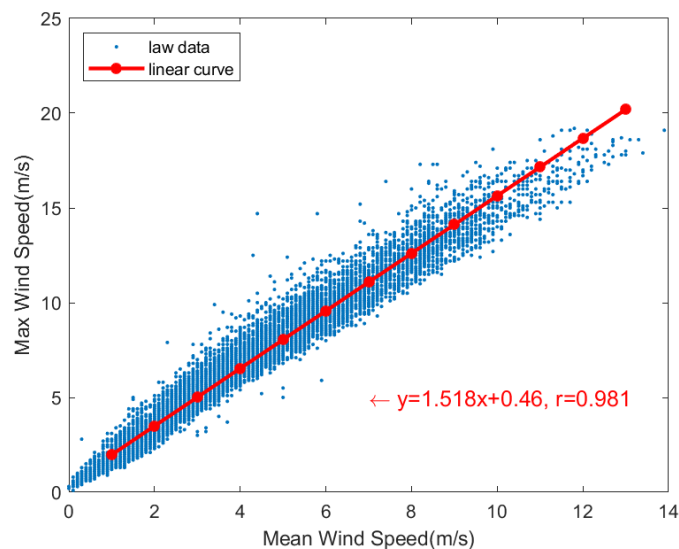


圖 2.37 臺中港 2019 春季 T1 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析

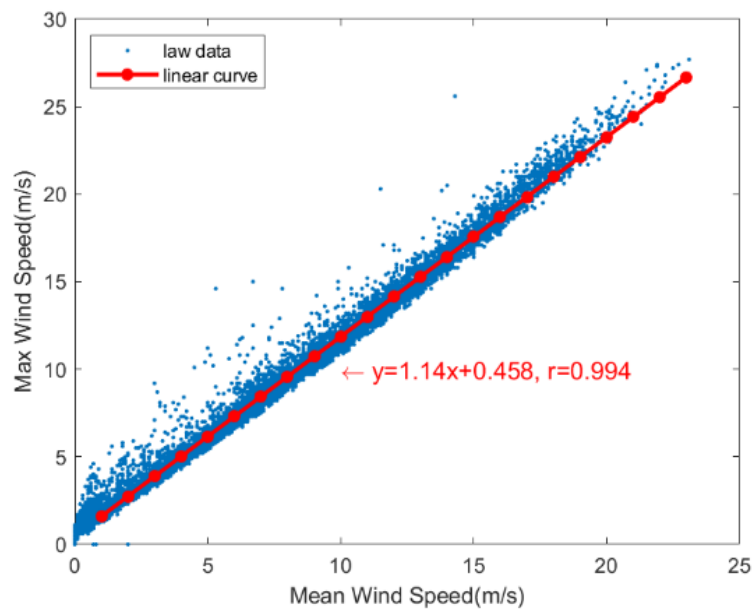


圖 2.38 臺中港 2019 春季 T2 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析

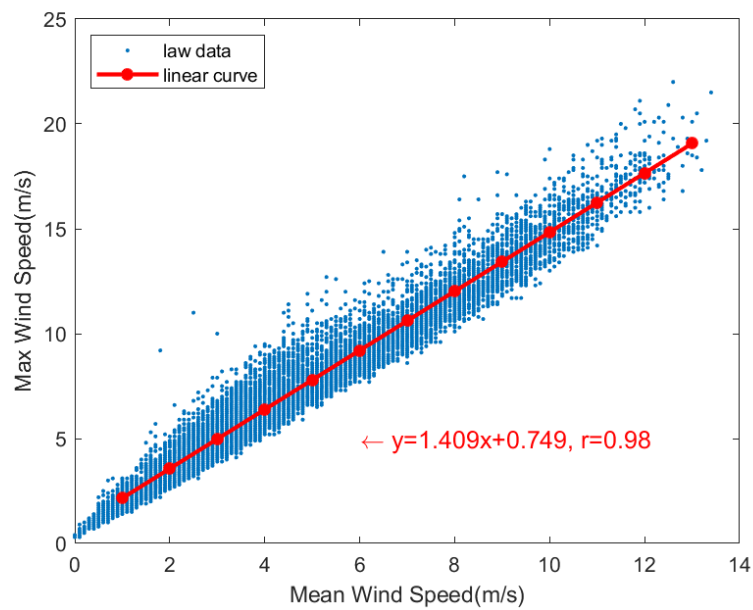


圖 2.39 臺中港 2019 春季 T5 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析

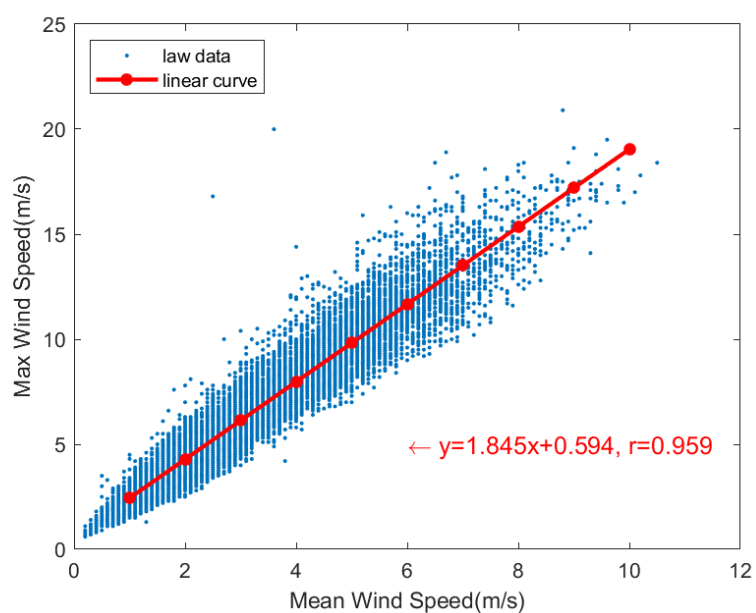


圖 2.40 臺中港 2019 春季 T6 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析

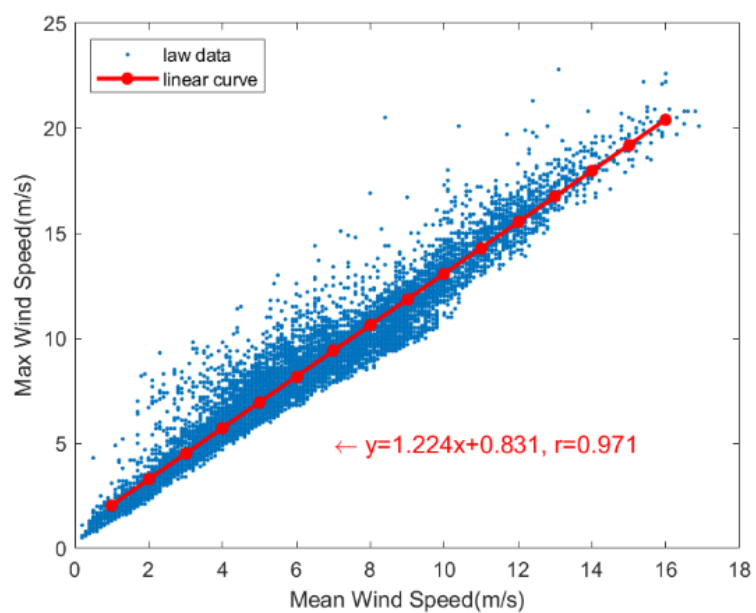


圖 2.41 臺中港 2019 春季 T8 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析

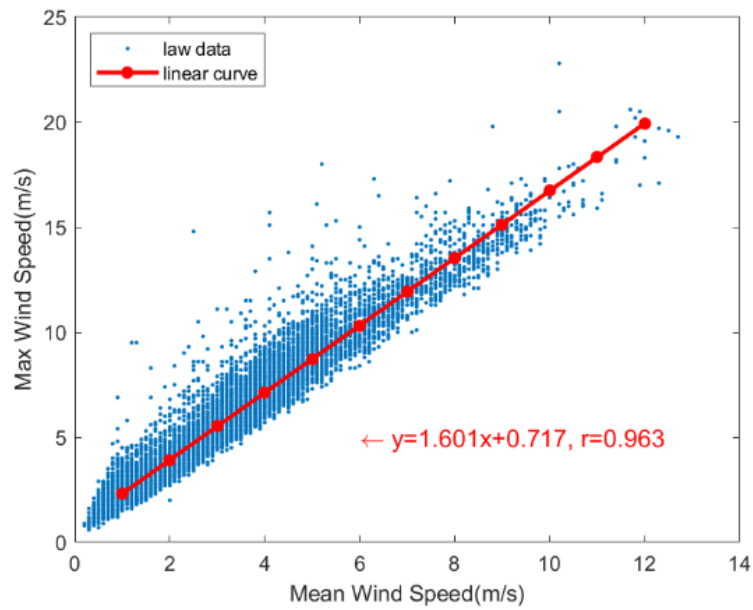


圖 2.42 臺中港 2019 春季 T9 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析

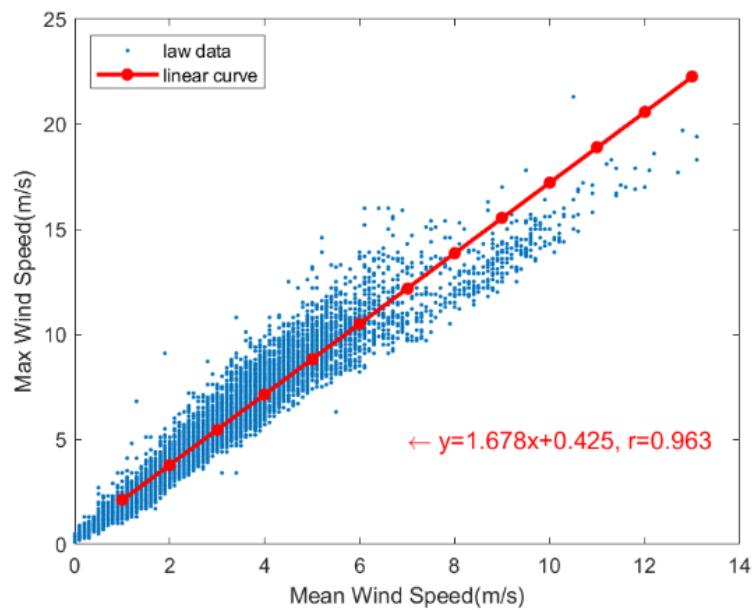


圖 2.43 臺中港 2019 夏季 T1 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析

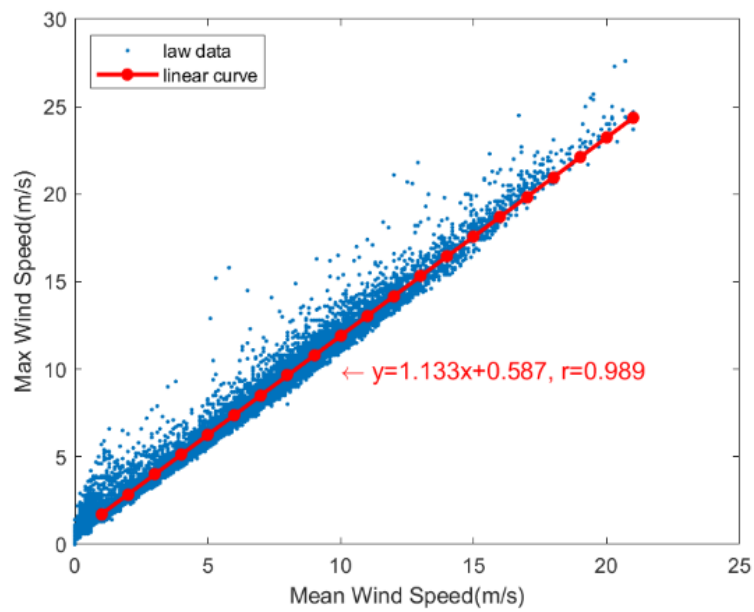


圖 2.44 臺中港 2019 夏季 T2 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析

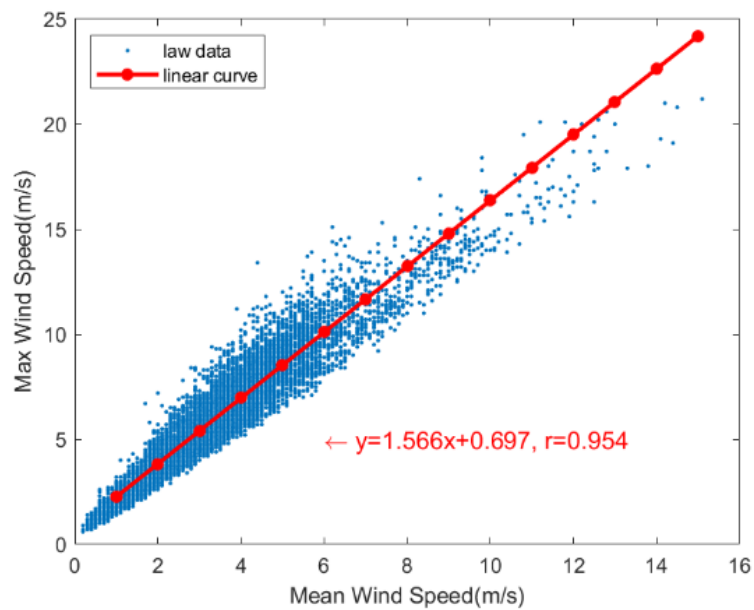


圖 2.45 臺中港 2019 夏季 T5 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析

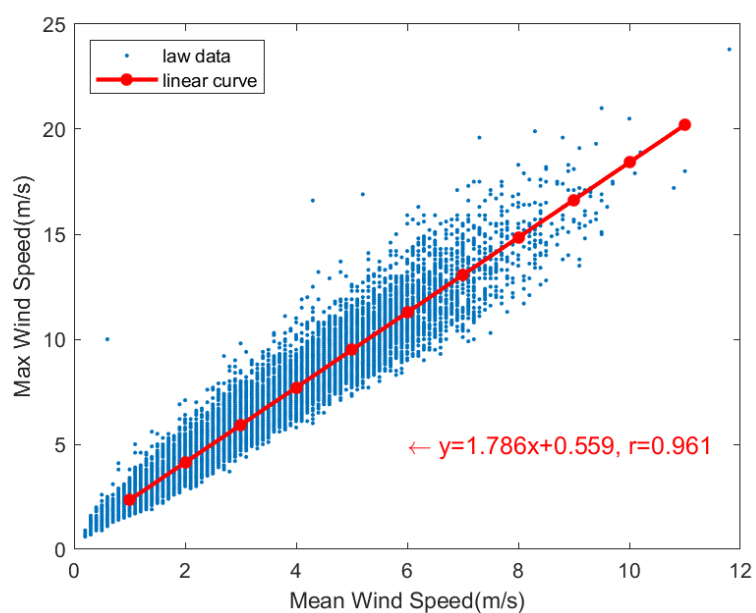


圖 2.46 臺中港 2019 夏季 T6 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析

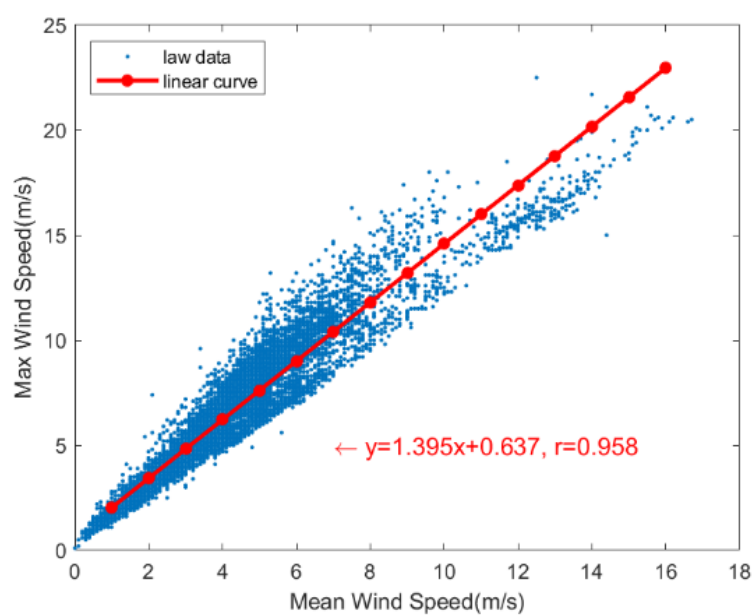


圖 2.47 臺中港 2019 夏季 T8 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析

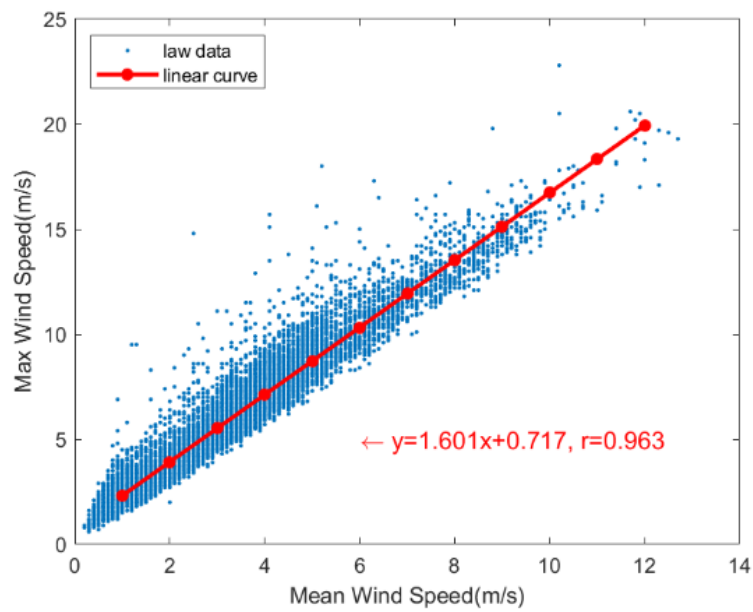


圖 2.48 臺中港 2019 夏季 T9 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析

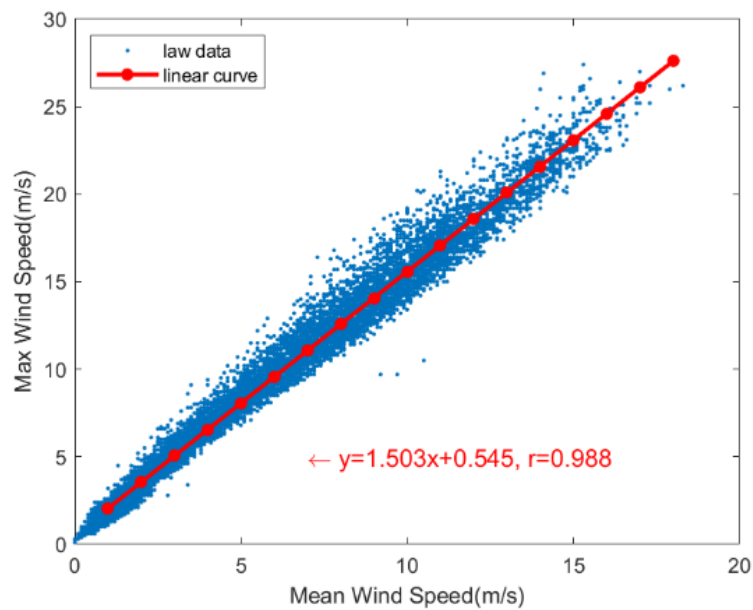


圖 2.49 臺中港 2019 秋季 T1 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析

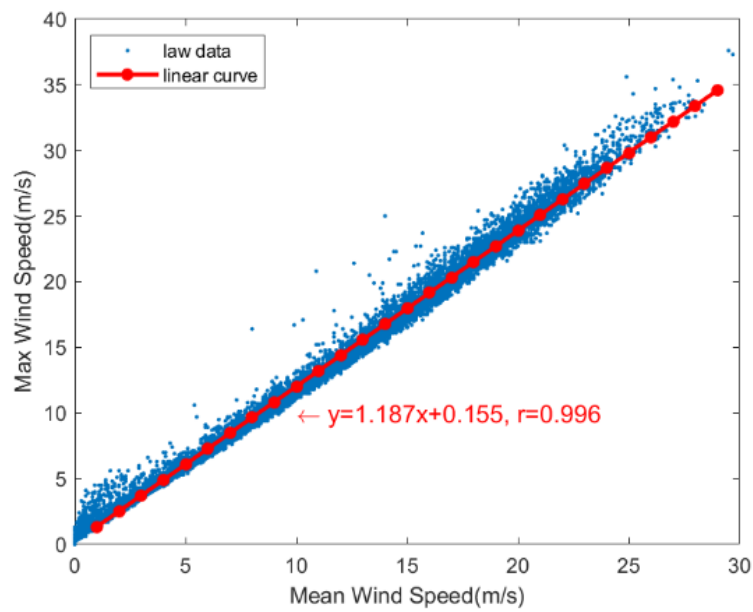


圖 2.50 臺中港 2019 秋季 T2 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析

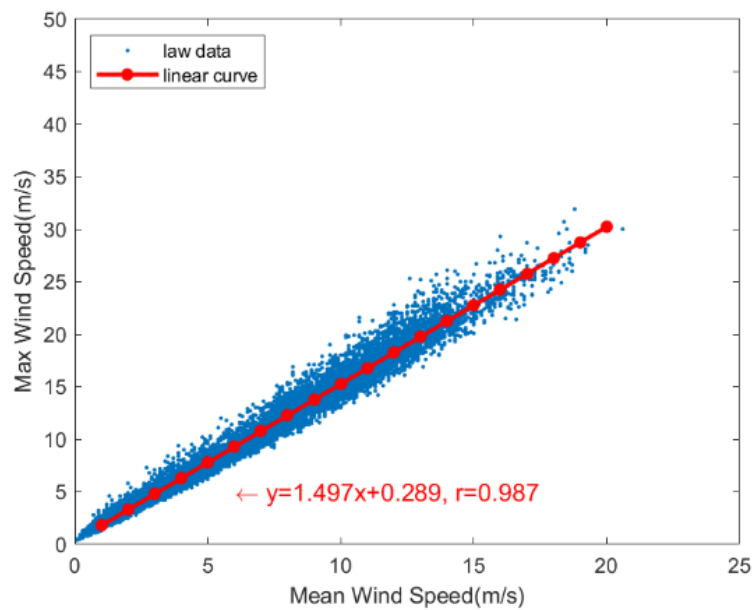


圖 2.51 臺中港 2019 秋季 T5 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析

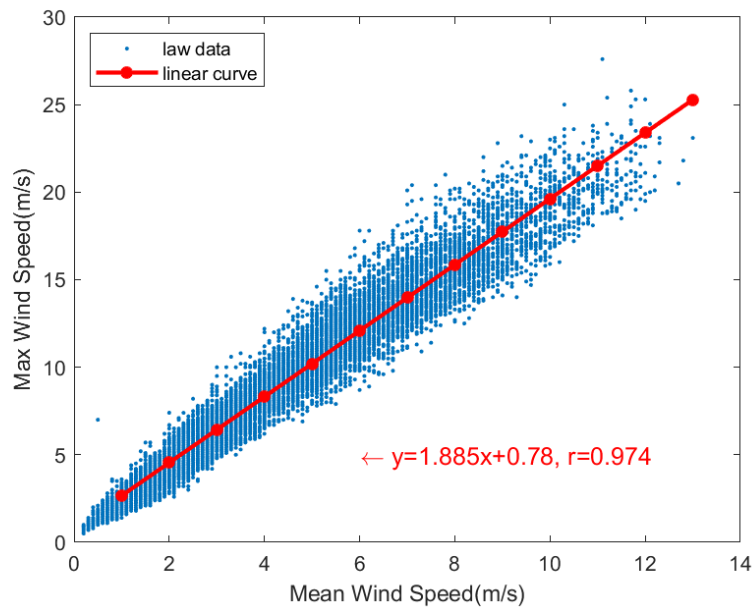


圖 2.52 臺中港 2019 秋季 T6 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析

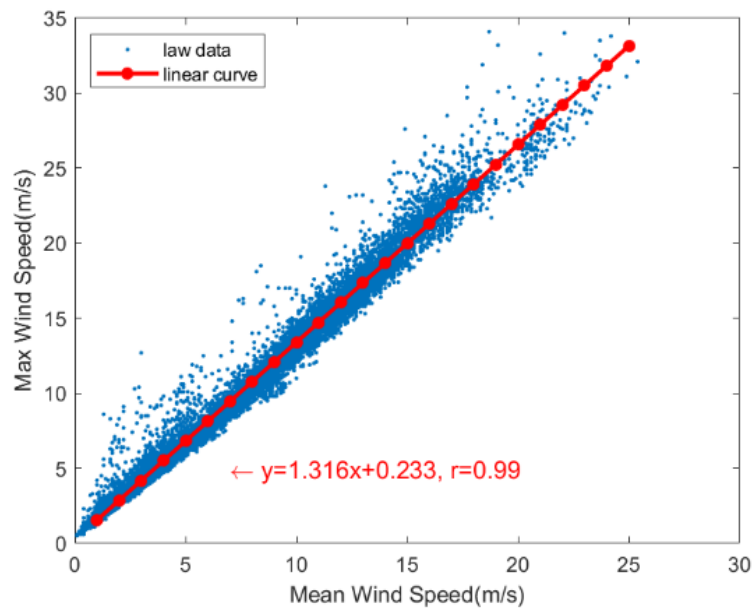


圖 2.53 臺中港 2019 秋季 T8 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析

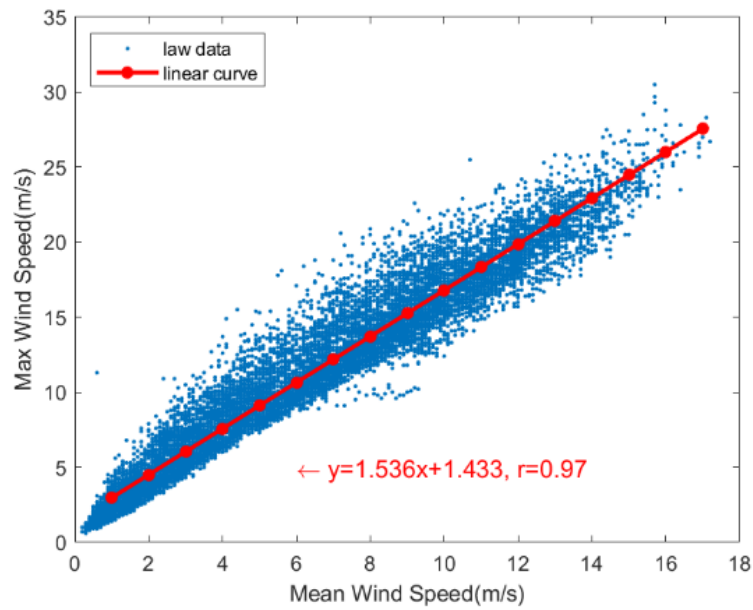


圖 2.54 臺中港 2019 秋季 T9 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析

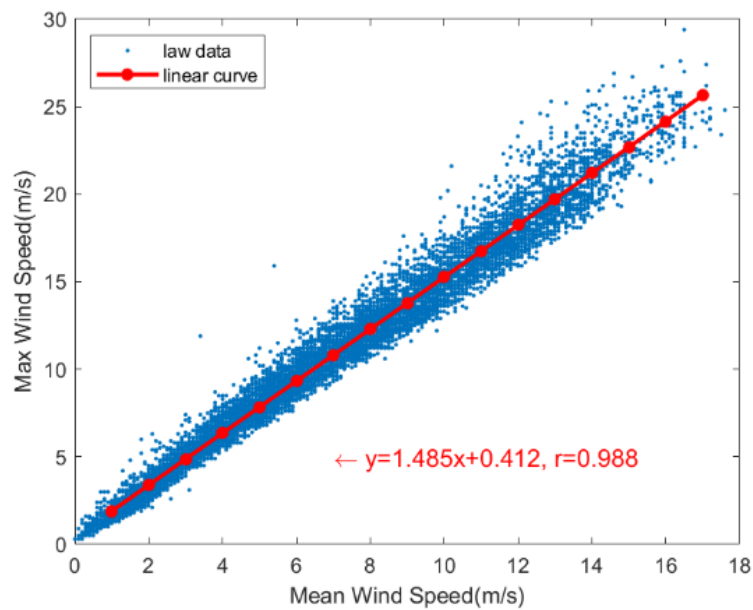


圖 2.55 臺中港 2019 冬季 T1 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析

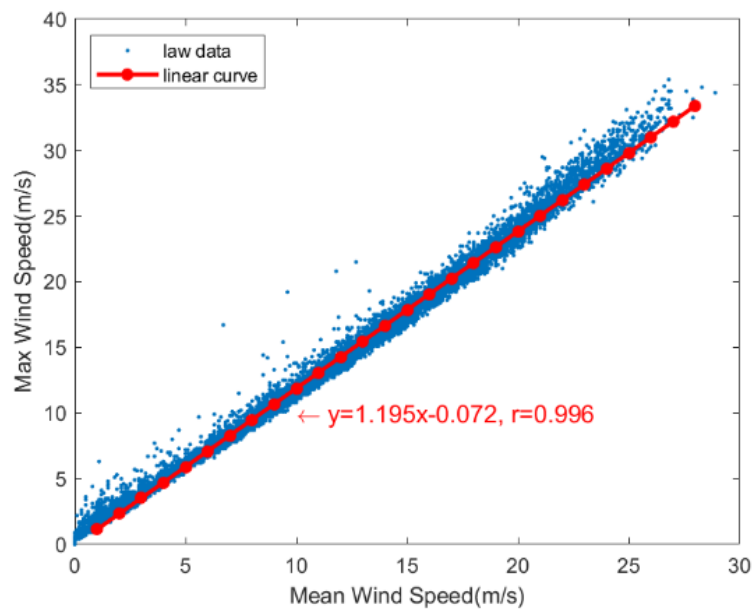


圖 2.56 臺中港 2019 冬季 T2 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析

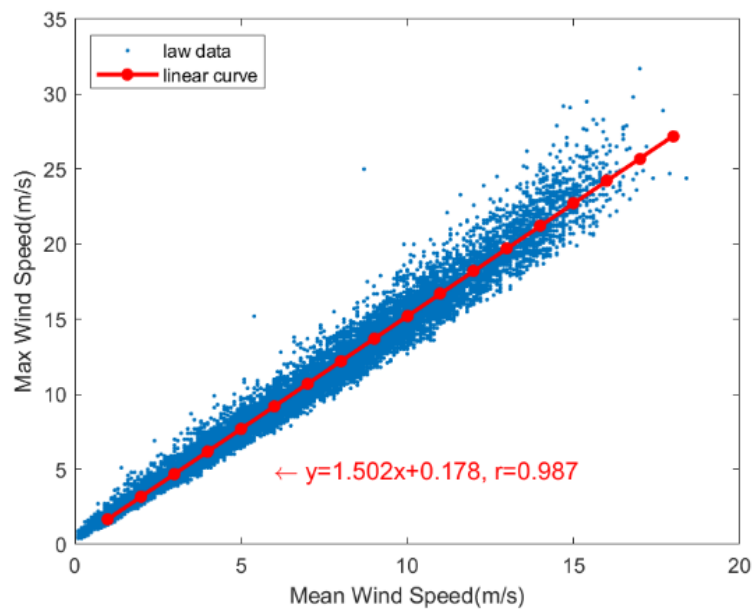


圖 2.57 臺中港 2019 冬季 T5 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析

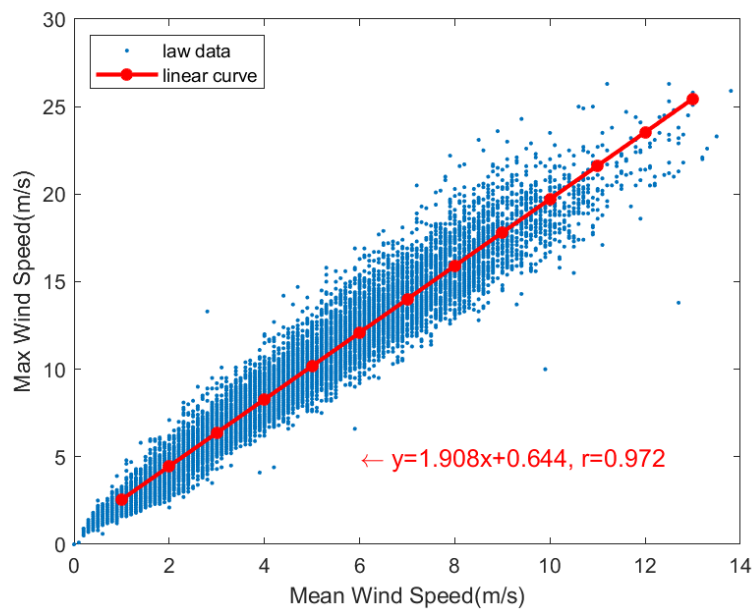


圖 2.58 臺中港 2019 冬季 T6 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析

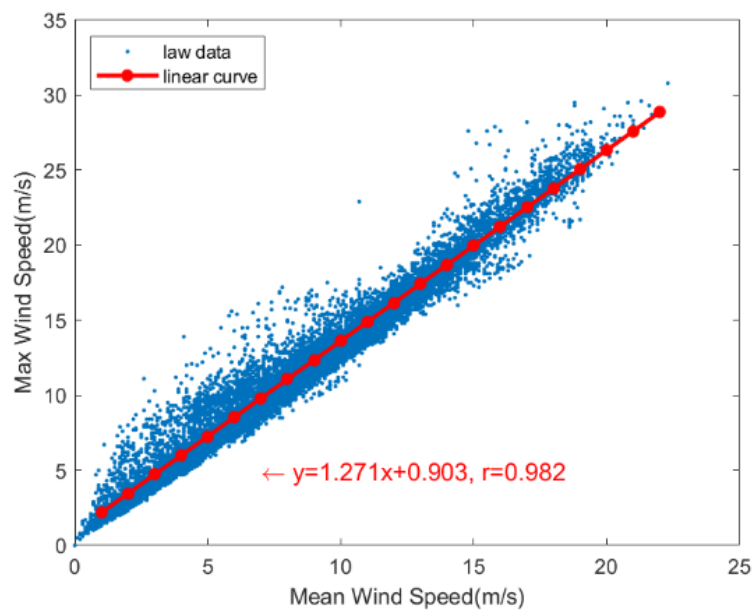


圖 2.59 臺中港 2019 冬季 T8 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析

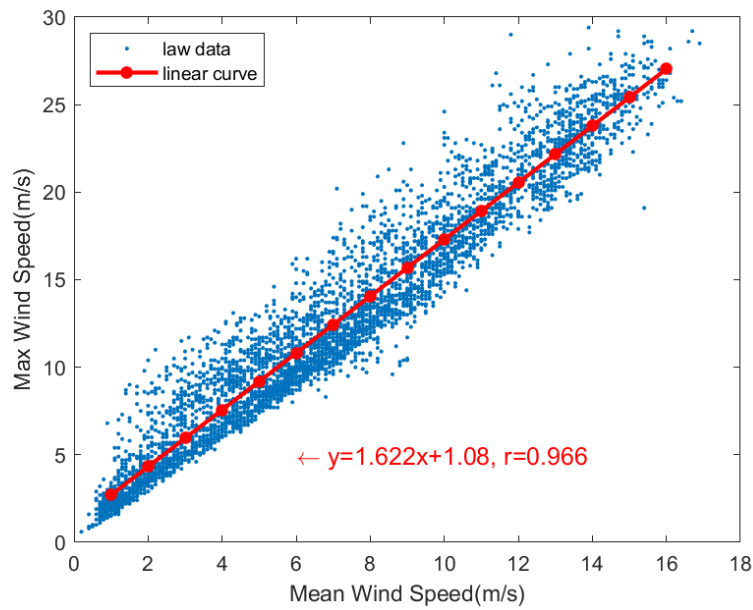


圖 2.60 臺中港 2019 冬季 T9 測站平均風速與最大風速線性迴歸分析

由線性迴歸分析得知，各站四季自身相關係數都在 0.9 以上，屬於高度線性相關，整理各站四季的相關係數，如圖 2.1.61~圖 2.1.66。

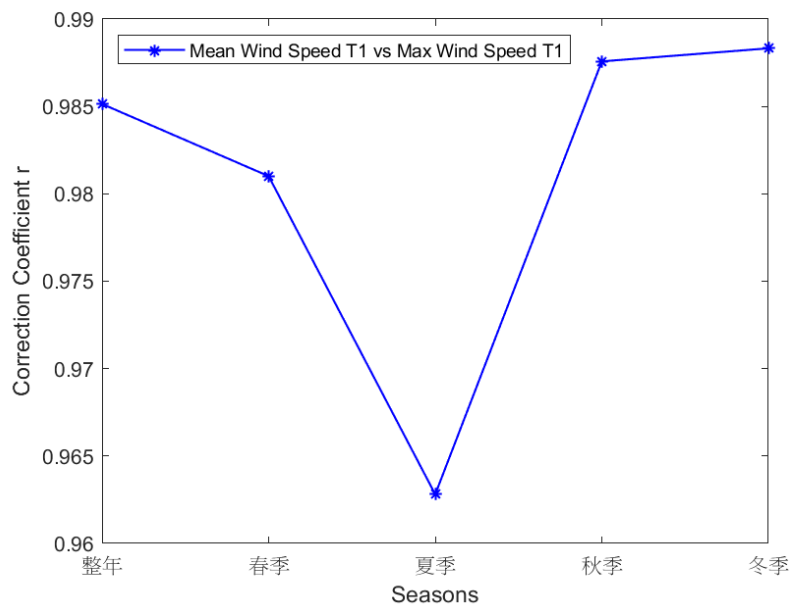


圖 2.61 臺中港 2019 全年四季 T1 測站平均風速與最大風速線性迴歸相關係數

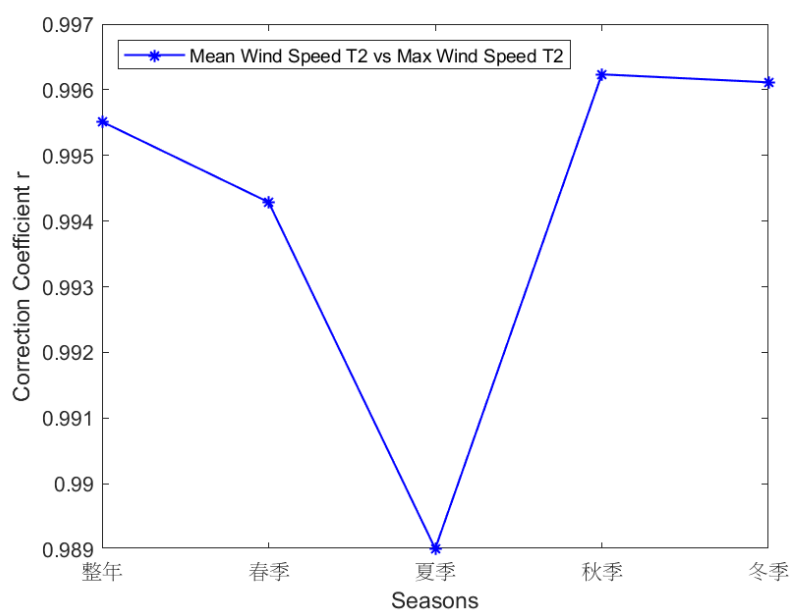


圖 2.62 臺中港 2019 全年四季 T2 測站平均風速與最大風速線性迴歸相關係數

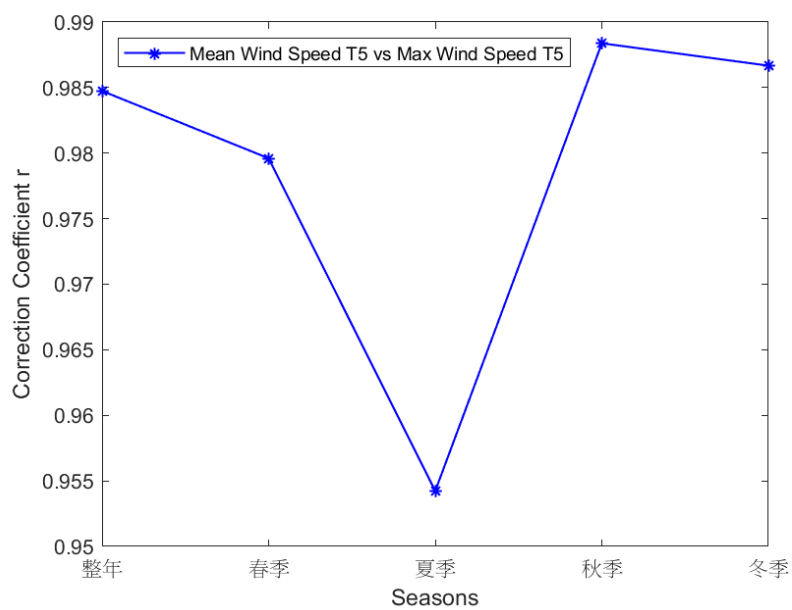


圖 2.63 臺中港 2019 全年四季 T5 測站平均風速與最大風速線性迴歸相關係數

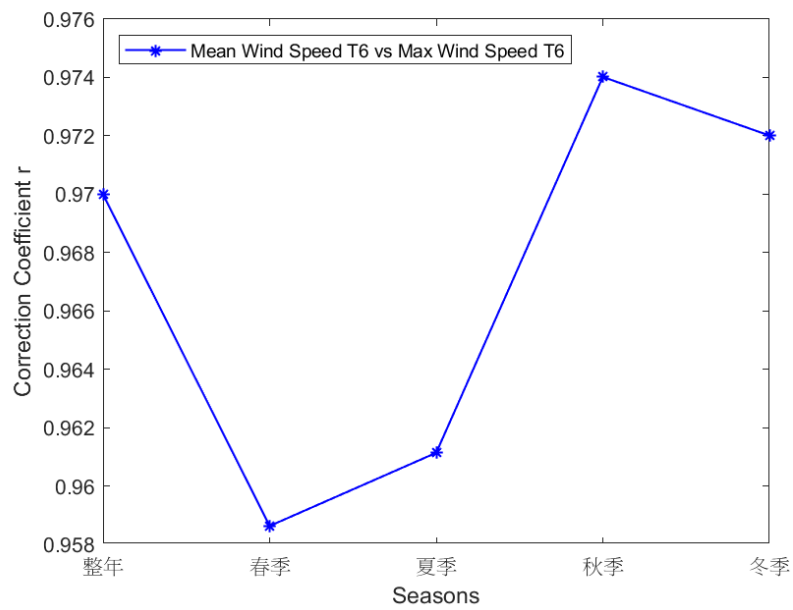


圖 2.64 臺中港 2019 全年四季 T6 測站平均風速與最大風速線性迴歸相
關係數

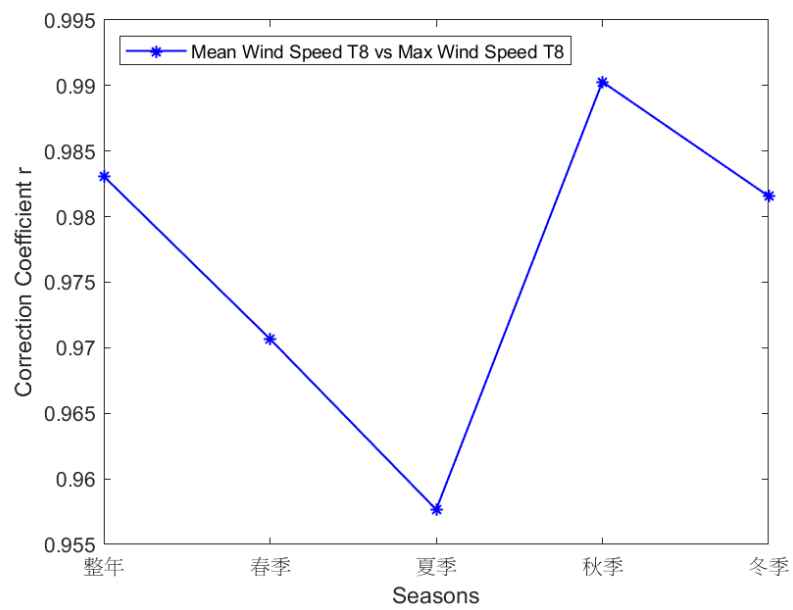


圖 2.65 臺中港 2019 全年四季 T8 測站平均風速與最大風速線性迴歸相
關係數

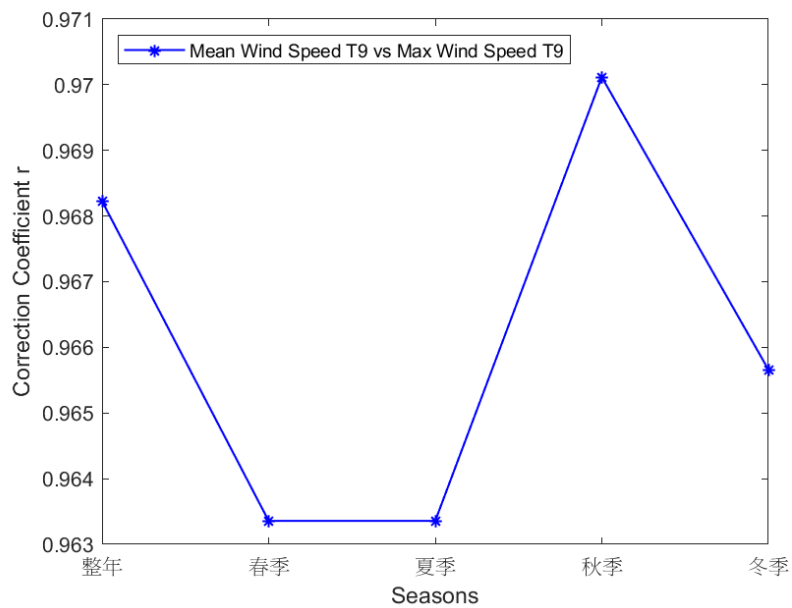


圖 2.66 臺中港 2019 全年四季 T9 測站平均風速與最大風速線性迴歸相關係數

由結果來看，各站在秋冬季的相关係數普遍高於春夏季，尤以秋季的相关性最佳，除了 T1 站冬季略高於秋季以外，T2、T5、T6、T8、T9 秋季之相關性皆為四季最高。若以同季節、不同測站之呈現方式，如圖 2.1.67~圖 2.1.71。

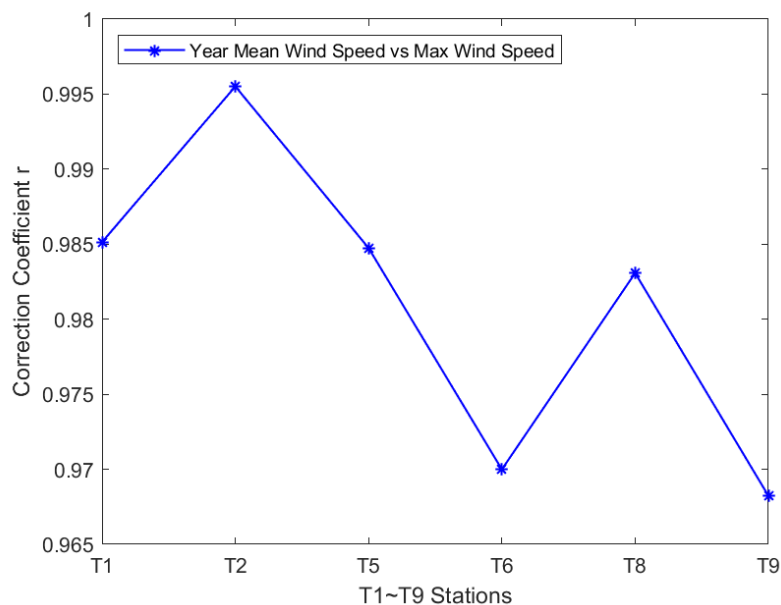


圖 2.67 臺中港 2019 全年各測站平均風速與最大風速線性迴歸相關係數

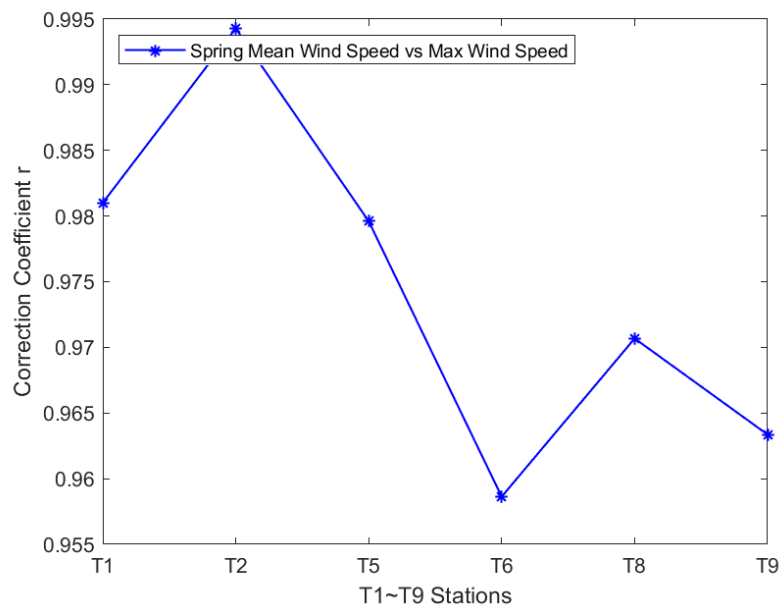


圖 2.68 臺中港 2019 春季各測站平均風速與最大風速線性迴歸相關係數

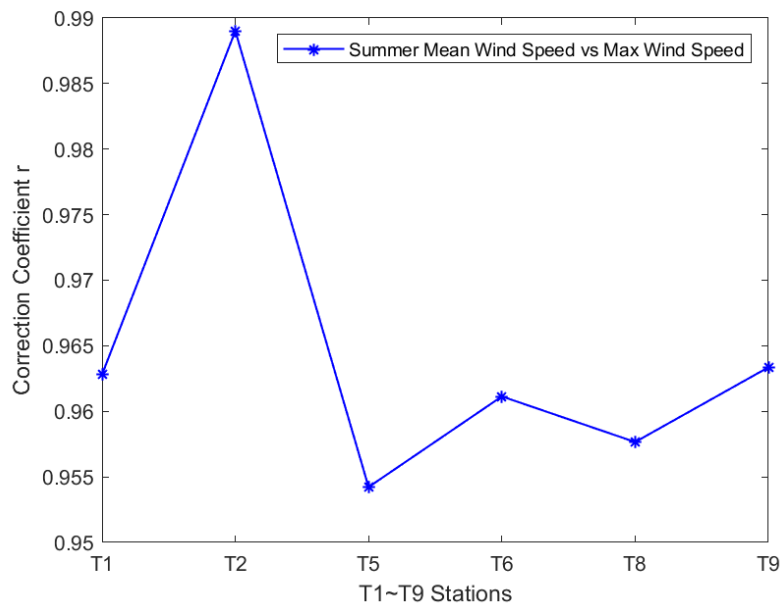


圖 2.69 臺中港 2019 夏季各測站平均風速與最大風速線性迴歸相關係數

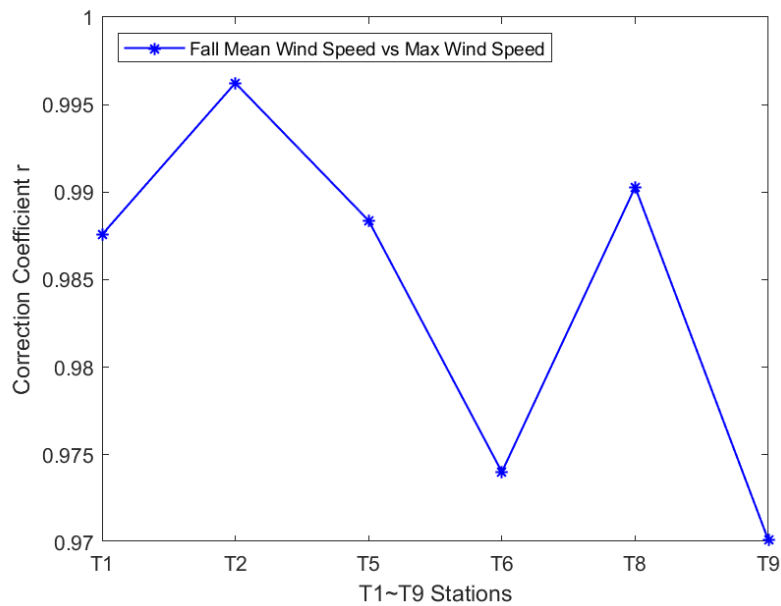


圖 2.70 臺中港 2019 秋季各測站平均風速與最大風速線性迴歸相關係數

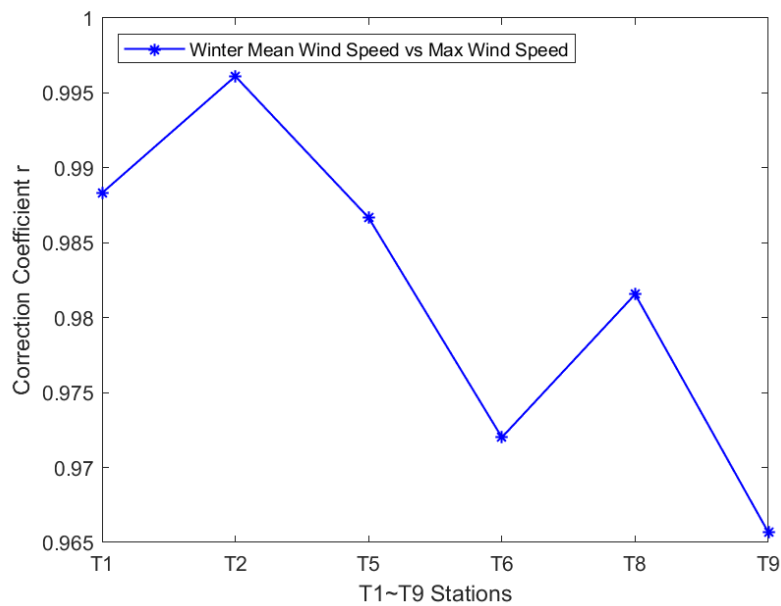


圖 2.71 臺中港 2019 冬季各測站平均風速與最大風速線性迴歸相關係數

由上述結果來看，T2 測站相關性在各季皆為最高，T6 站在各季相關性普遍較差，T2 為臺中港高度最高且最靠近海邊之風速測站，T6 為本所港研中心頂樓，周圍較多建築物，有趣的是，T5 測站在夏天相關性較低，春季、秋季及冬季相關性為 6 站第三高測站，而 T5 測站位在

臺中港 31 號碼頭處，高度 9.47 公尺，為 6 站次低測站，推測其原因應是遮蔽效應造成夏天的風與其他季節不一致。

第三章 臺中港風力不同測站相關分析

為探討不同測站間之風速相關性，選取港區內南北測站 T1、T9 測站及東西測站 T2、T5 測站，而測站間有一定之距離，平均風為 10 分鐘之平均風速，其相關性應較延時 1 秒之最大風速來得高，本章以各測站本身量測之平均風速資料，首先畫出全年及四季歷線圖，便能以肉眼目視其趨勢是否一致，並透過線性迴歸分析計算出相關係數，得知不同監測站之相關性，最後分別以測站之角度及季節之角度討論其相關性差異之原因。

3.1 臺中港不同測站平均風速與平均風速相關性分析

以 2019 年全年資料來分析 T1、T9 測站間之平均風與平均風資料，全年及四季歷線圖，如圖 3.1~圖 3.5:

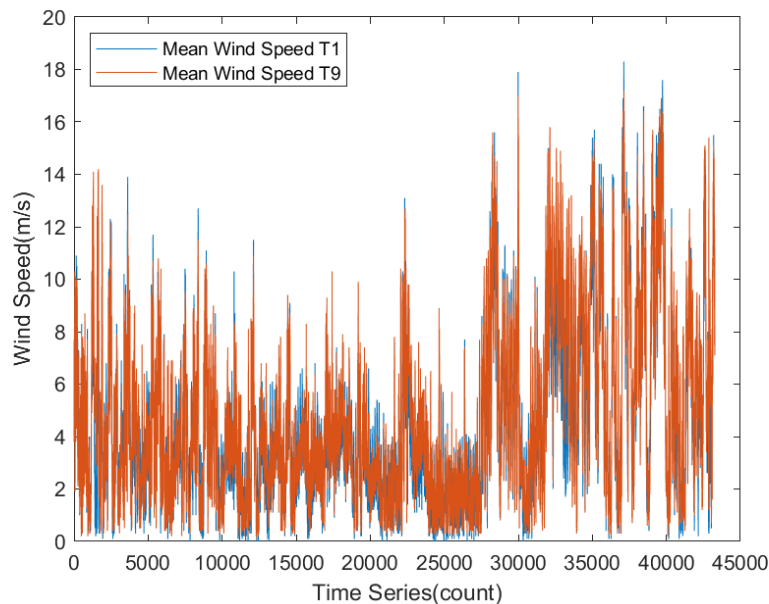


圖 3.1 臺中港 2019 全年 T1、T9 測站平均風速歷線圖

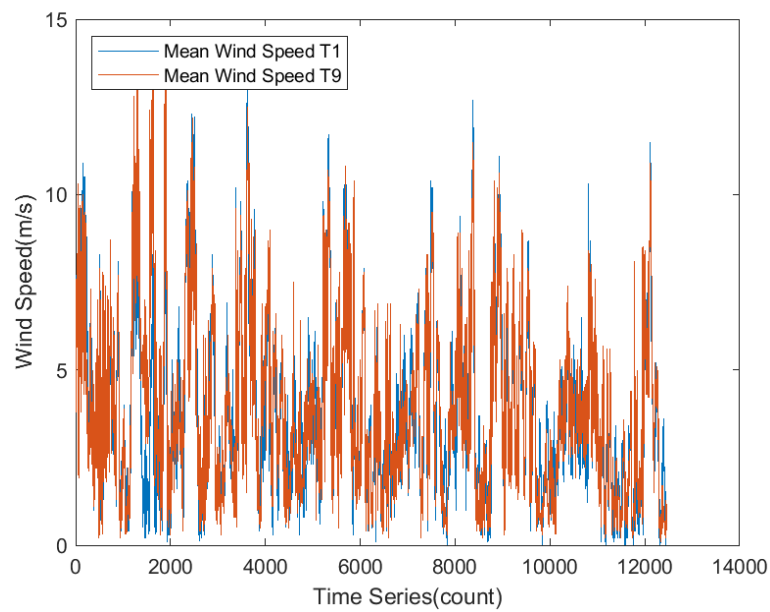


圖 3.2 臺中港 2019 春季 T1、T9 測站平均風速歷線圖

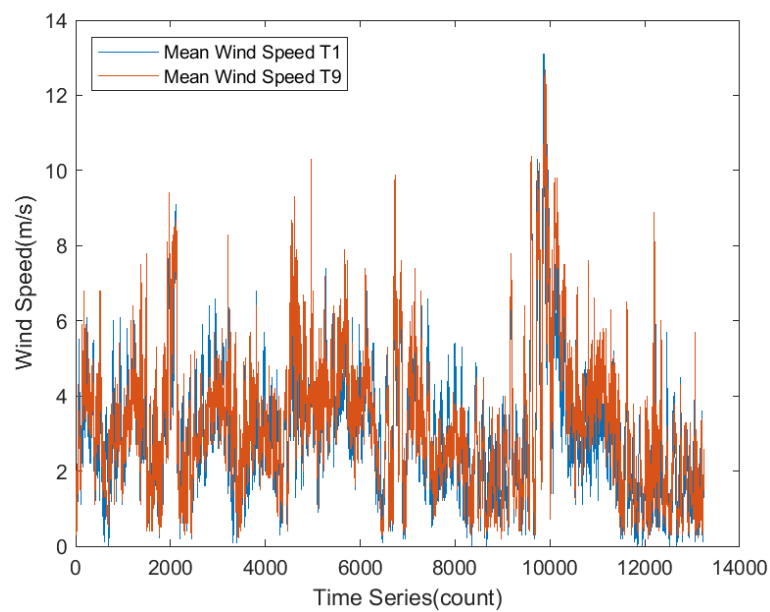


圖 3.3 臺中港 2019 夏季 T1、T9 測站平均風速歷線圖

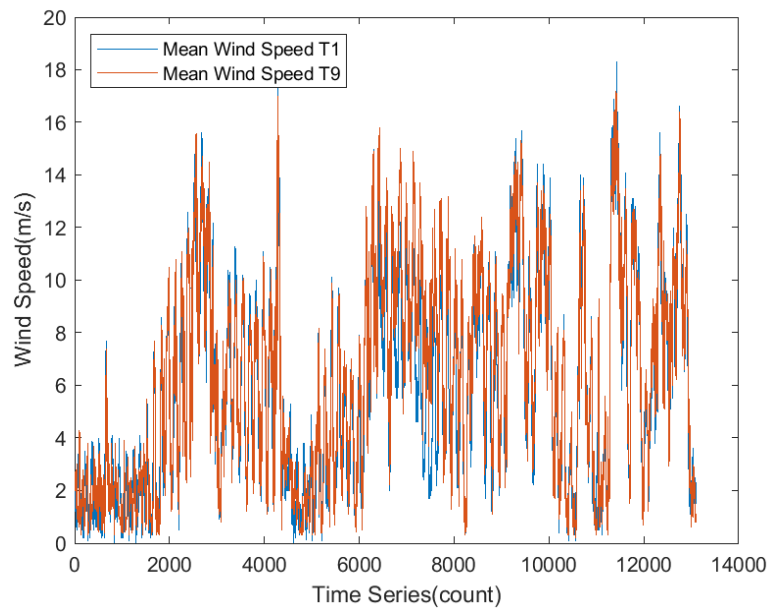


圖 3.4 臺中港 2019 秋季 T1、T9 測站平均風速歷線圖

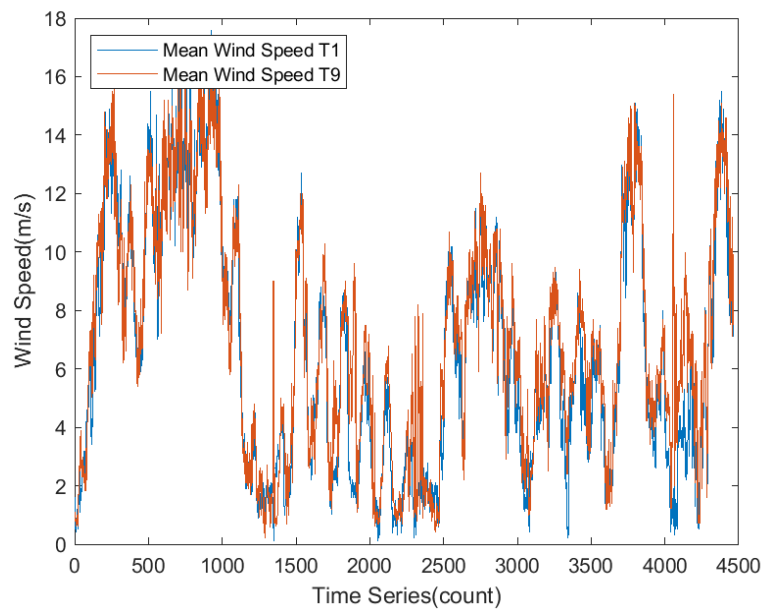


圖 3.5 臺中港 2019 冬季 T1、T9 測站平均風速歷線圖

值得注意的是，T1、T9 測站南北距離約為 6.8 公里，其全年及四季平均風速以肉眼來看趨勢相當一致，並沒有顯著之差異性，接著使用最直關的線性迴歸量化兩測站之相關性，如圖 3.6~圖 3.10:

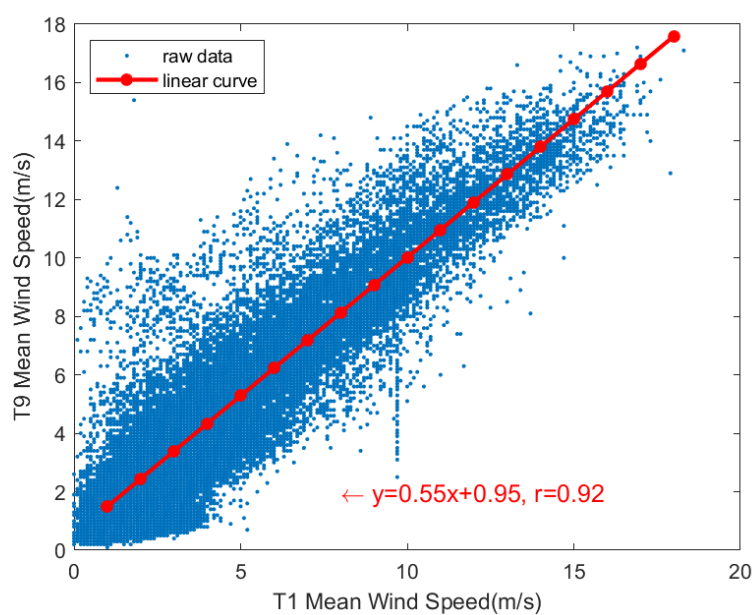


圖 3.6 臺中港 2019 全年 T1、T9 測站平均風速與平均風速線性迴歸分析

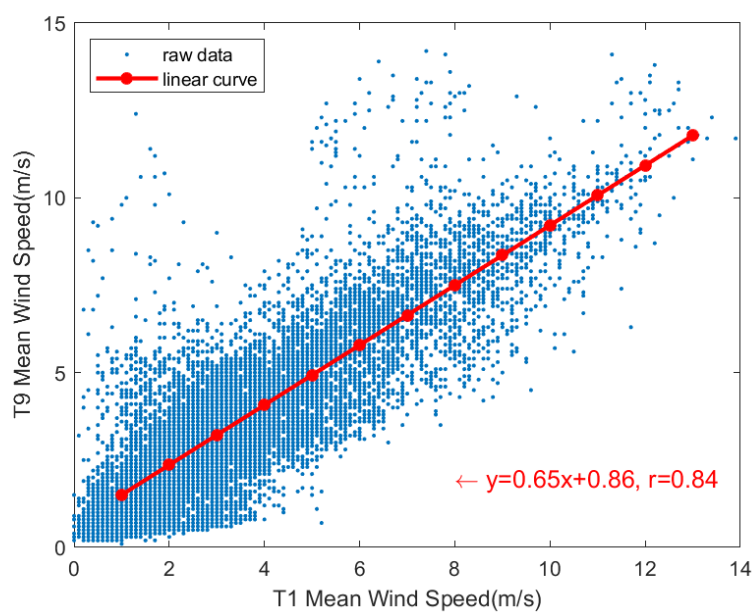


圖 3.7 臺中港 2019 春季 T1、T9 測站平均風速與平均風速線性迴歸分析

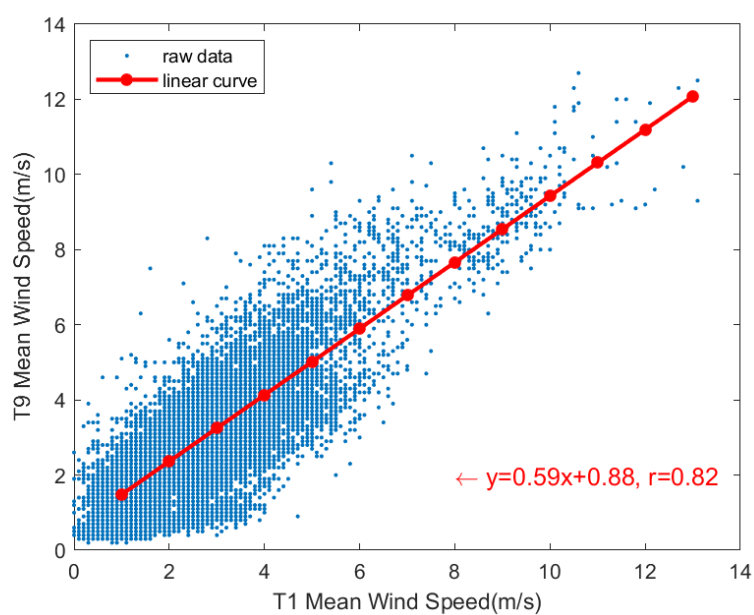


圖 3.8 臺中港 2019 夏季 T1、T9 測站平均風速與平均風速線性迴歸分析

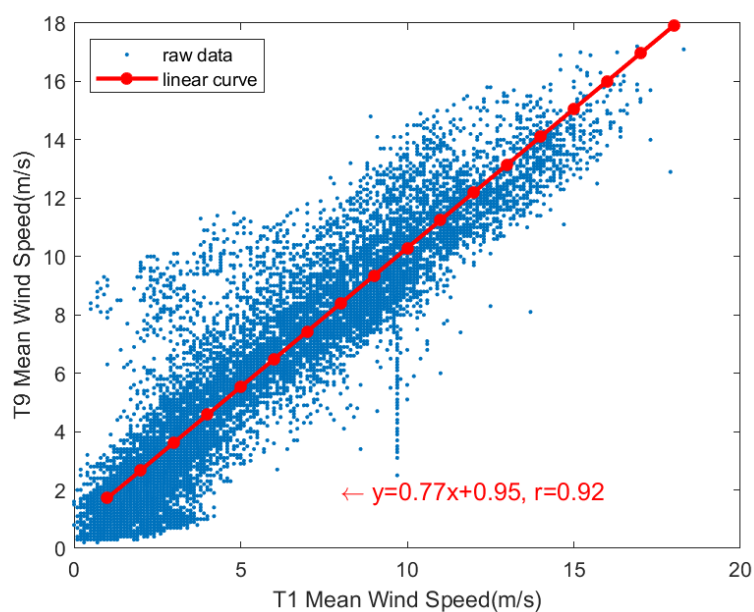


圖 3.9 臺中港 2019 秋季 T1、T9 測站平均風速與平均風速線性迴歸分析

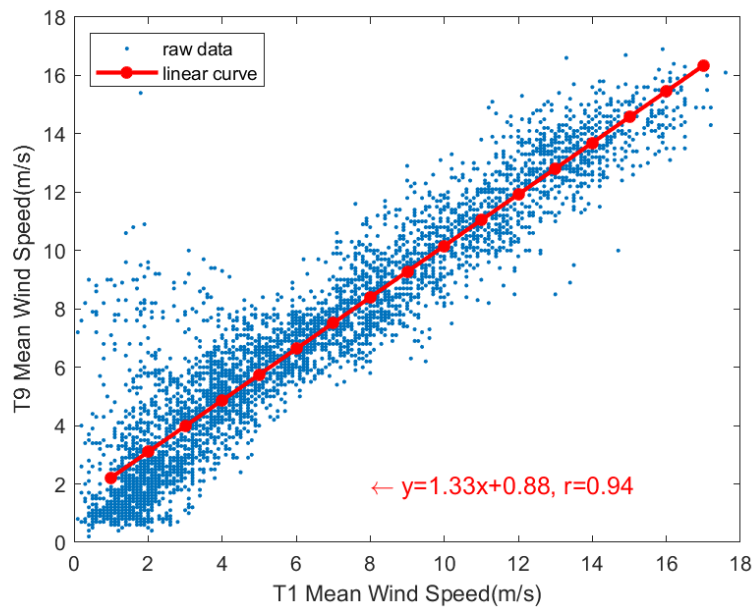


圖 3.10 臺中港 2019 冬季 T1、T9 測站平均風速與平均風速線性迴歸分析

兩站相關性相當高，相關係數介於 0.96~0.99，可見如此遠距離(6.8 公里)的南北方向測站，四季之平均風速並無多大差異，顯示臺中港風場範圍之大，南北測站變化趨勢一致。

那麼東西方向測站呢？同樣使用以 2019 年全年資料來分析 T2、T5 測站間之平均風與平均風資料，繪出全年及四季歷線圖，如圖 3.11~圖 3.15：

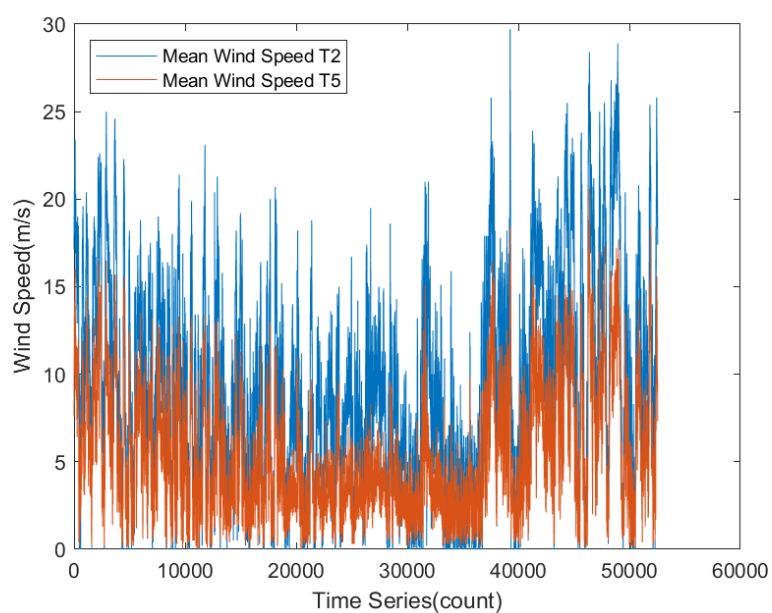


圖 3.11 臺中港 2019 全年 T2、T5 測站平均風速歷線圖

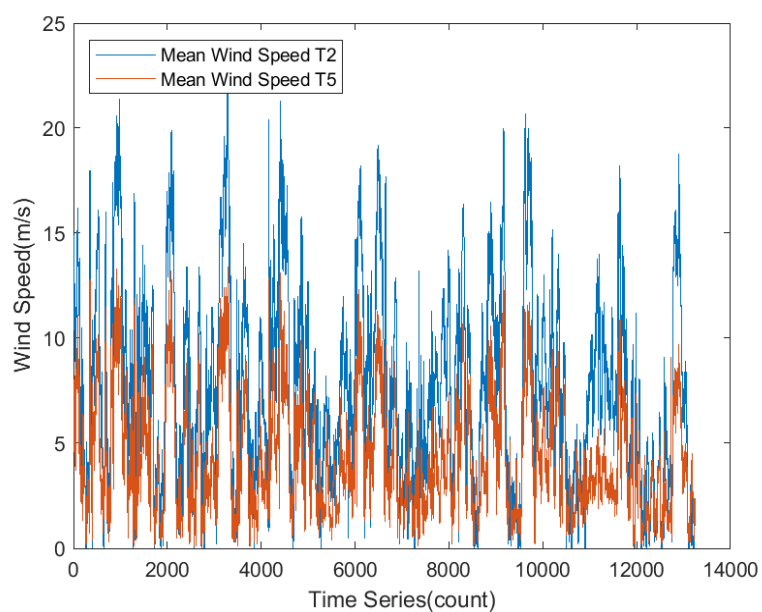


圖 3.12 臺中港 2019 春季 T2、T5 測站平均風速歷線圖

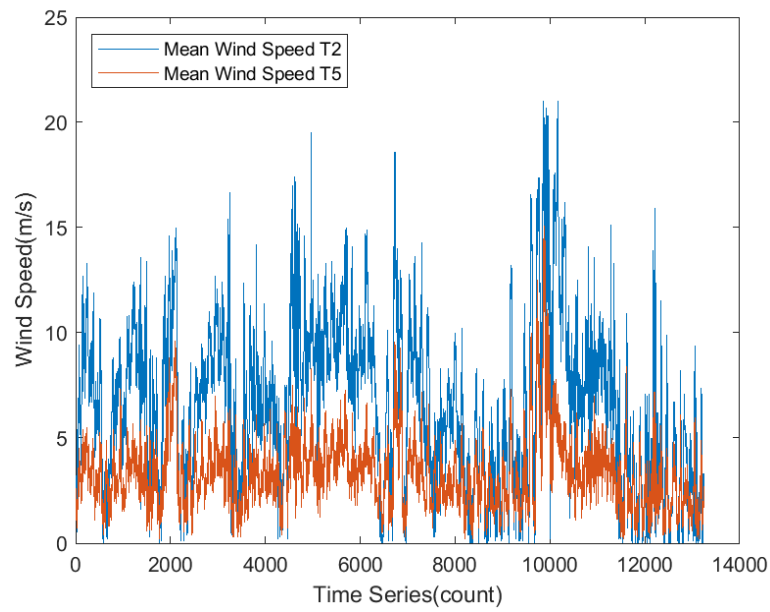


圖 3.13 臺中港 2019 夏季 T2、T5 測站平均風速歷線圖

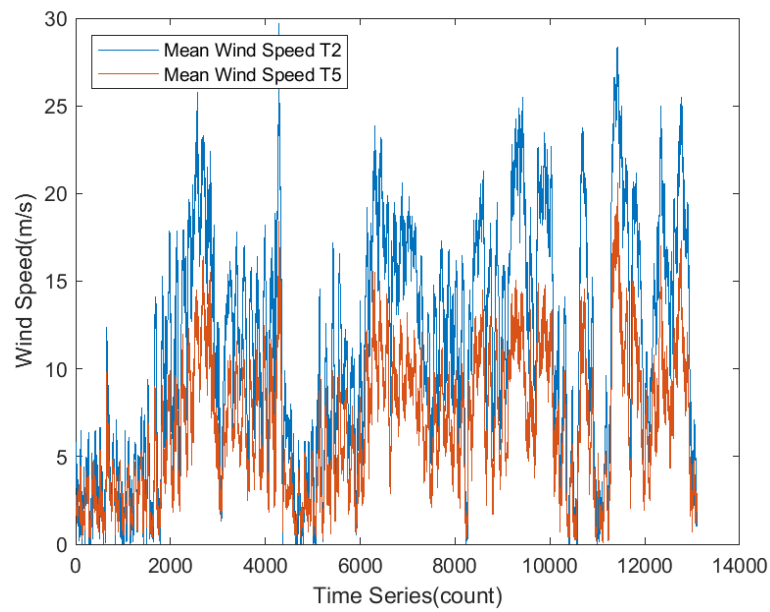


圖 3.14 臺中港 2019 秋季 T2、T5 測站平均風速歷線圖

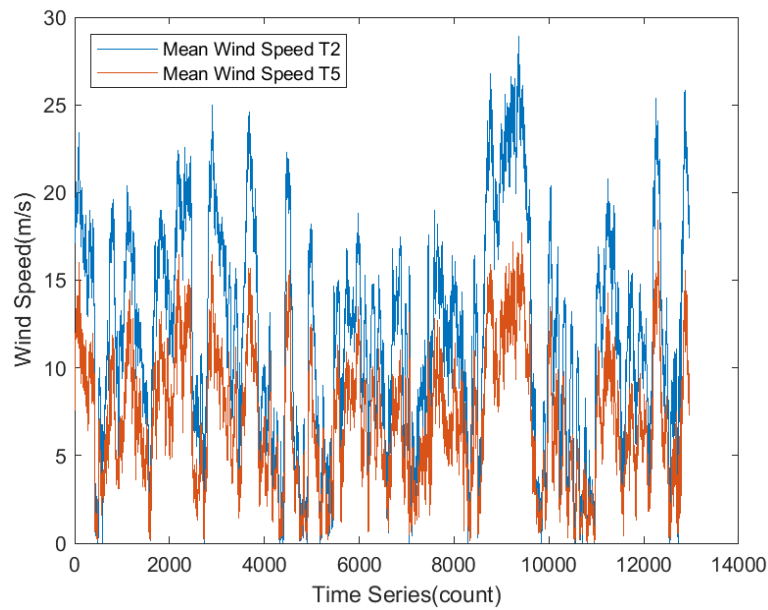


圖 3.15 臺中港 2019 冬季 T2、T5 測站平均風速歷線圖

結果相似，T2、T5 測站東西距離約為 4 公里，全年及四季平均風速以趨勢一致，並沒有顯著之差異性，為量化其相關性，使用線性迴歸分析兩測站之相關性，如圖 3.16~圖 3.20:

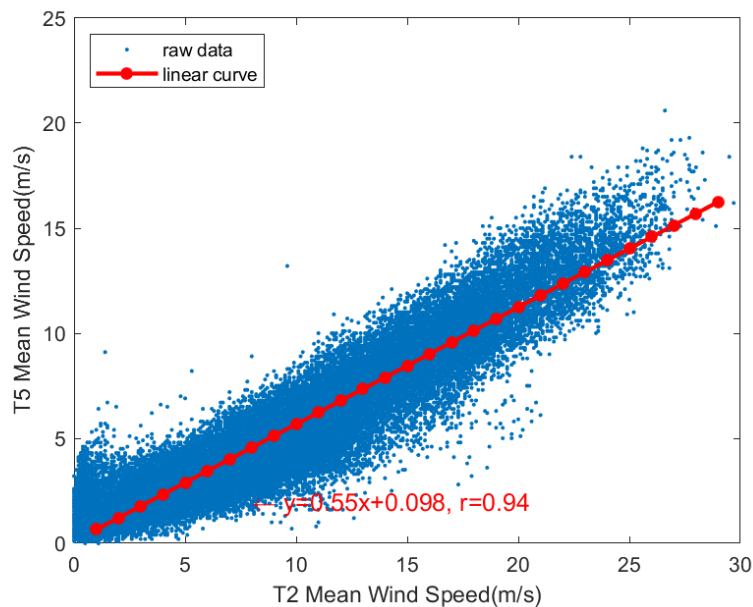


圖 3.16 臺中港 2019 全年 T2、T5 測站平均風速與平均風速線性迴歸分析

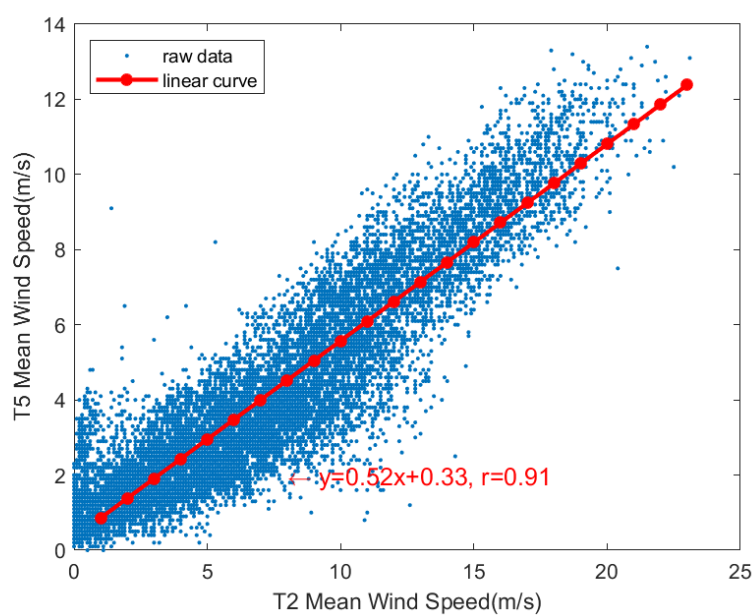


圖 3.17 臺中港 2019 春季 T2、T5 測站平均風速與平均風速線性迴歸分析

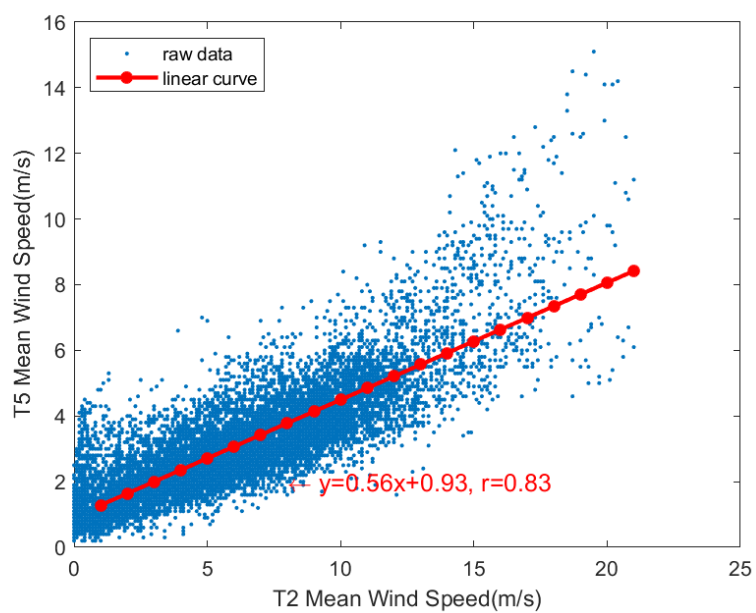


圖 3.18 臺中港 2019 夏季 T2、T5 測站平均風速與平均風速線性迴歸分析

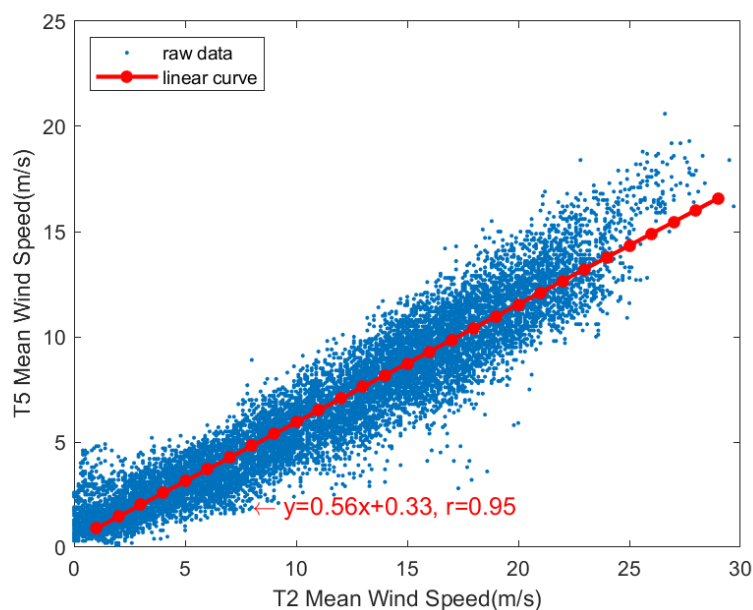


圖 3.19 臺中港 2019 秋季 T2、T5 測站平均風速與平均風速線性迴歸分析

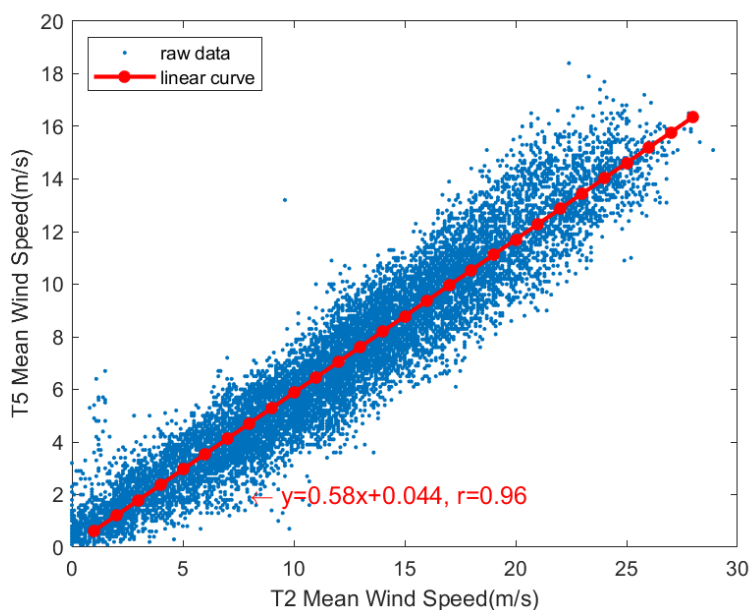


圖 3.20 臺中港 2019 冬季 T2、T5 測站平均風速與平均風速線性迴歸分析

兩站全年及四季相關性相當高，相關係數介於 0.91~0.96，可見如此距離(4 公里)之東西方向測站，四季之平均風速並無多大差異，顯示臺中港風場範圍之大，東西測站變化趨勢一致。

第四章 臺中港異常風力統計特性分析

大於 10m/s 之風速，即為強風，不管是平均風或陣風，本章定義的異常風為大於 10m/s 之風速。且本章節首先著重在平均風小於 10 m/s 但最大風速大於 10 m/s 之情形，分成全年及四季，統計分析各站之發生機率及最大風速與平均風速之差值，最後分別以測站之角度及季節之角度討論其差異之原因。

4.1 臺中港第一種異常風力特性分析

定義異常風為平均風速小於 10 m/s 且最大風速大於 10m/s 之情形，以 2019 年全年資料來分析 T1、T2、T5、T6、T8、T9 站，其各站全年及四季異常風發生比例，如圖 4.1.1~圖 4.1.6。

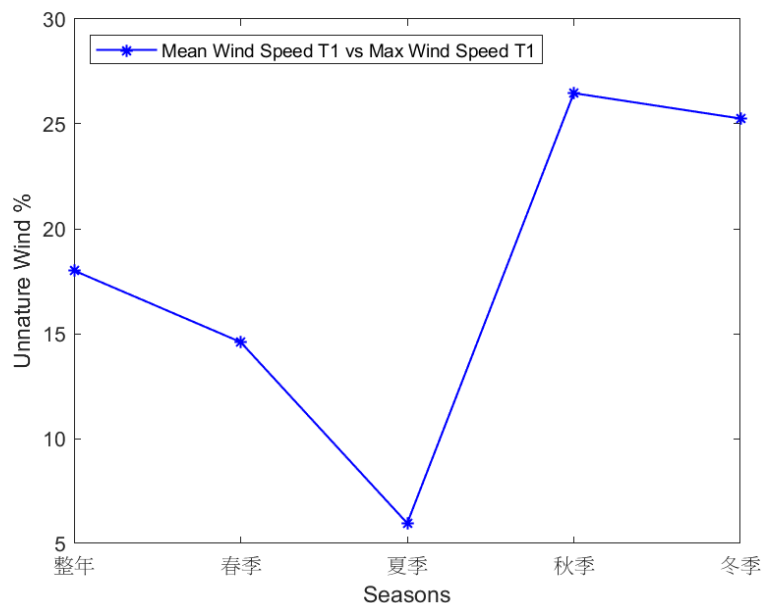


圖 4.1 臺中港 2019 全年及四季 T1 測站異常風發生比例圖

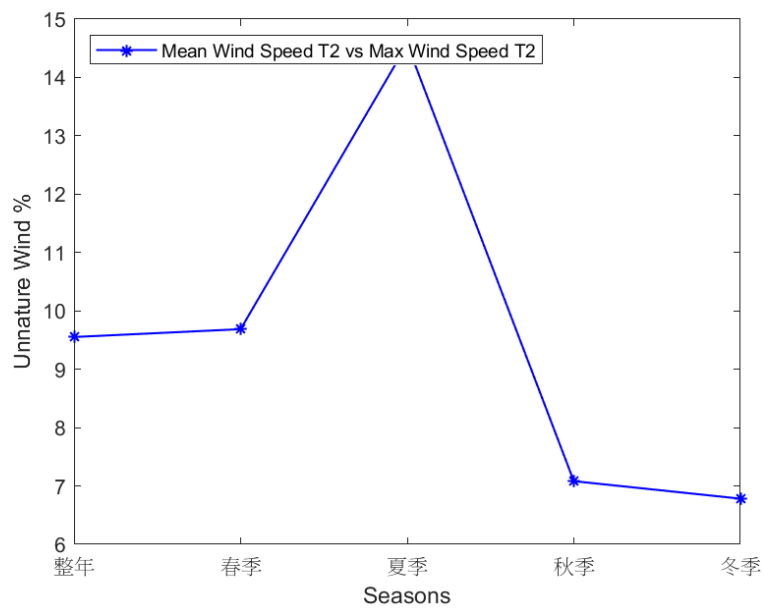


圖 4.2 臺中港 2019 全年及四季 T2 測站異常風發生比例圖

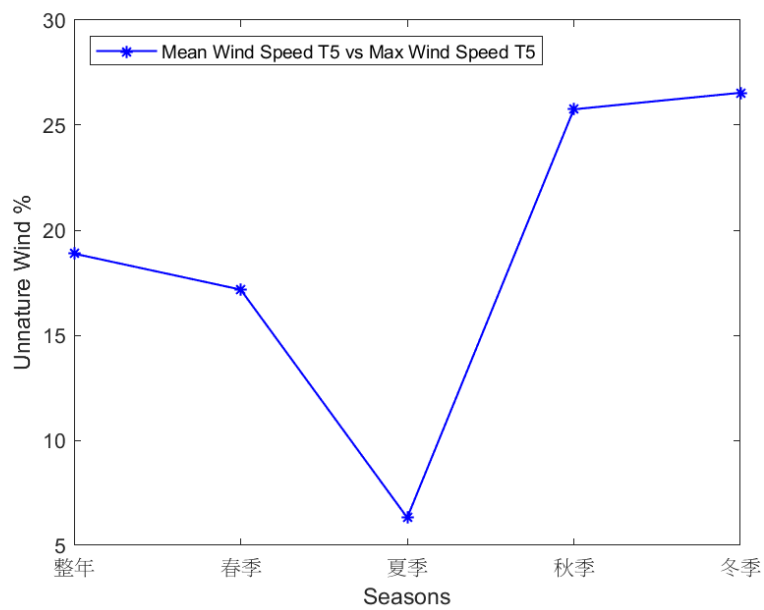


圖 4.3 臺中港 2019 全年及四季 T5 測站異常風發生比例圖

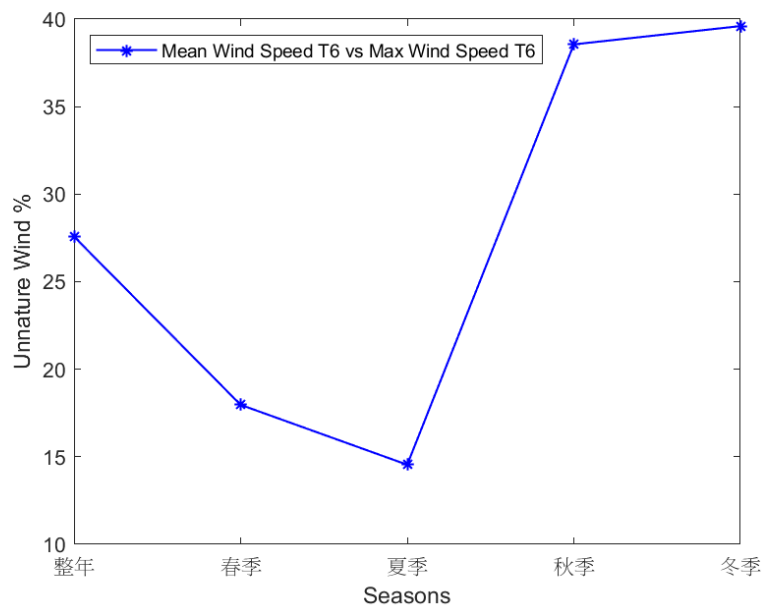


圖 4.4 臺中港 2019 全年及四季 T6 測站異常風發生比例圖

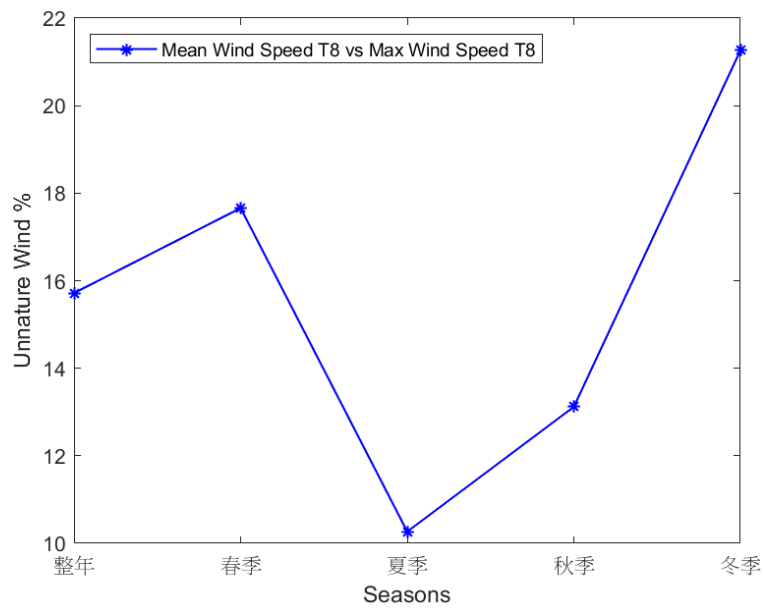


圖 4.5 臺中港 2019 全年及四季 T8 測站異常風發生比例圖

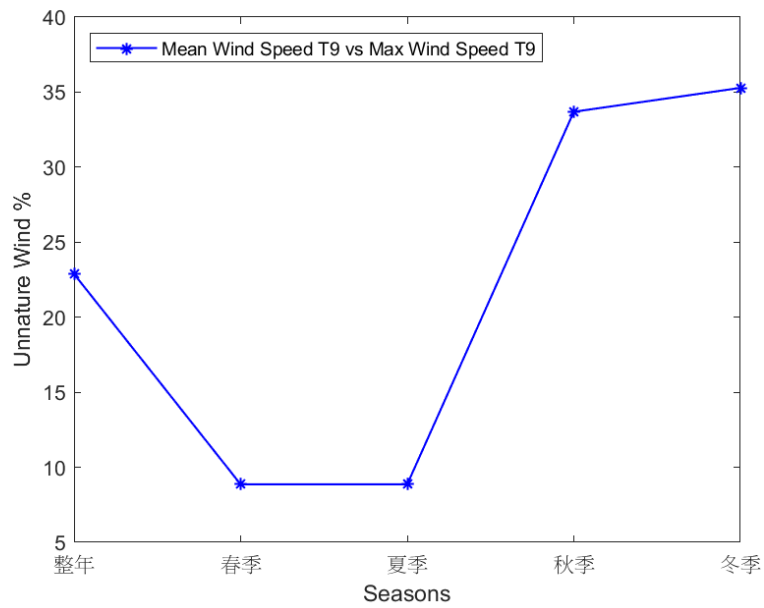


圖 4.6 臺中港 2019 全年及四季 T9 測站異常風發生比例圖

由結果來看，除了 T2 測站以外，各站春、夏兩季的異常風比例較秋、冬兩季來的低，這與測站本身平均風速與最大風速相關性結果相同，原因應是秋冬兩季有颱風及東北季風之影響導致，有趣的是，T2 測站則夏天異常風發生比例比秋冬還高，推測應是其測站延伸至海外，夏天受西南季風影響較大導致。接著以同季節之角度出發，觀察各站異常風發生比例，如圖 4.1.7~圖 4.1.11。

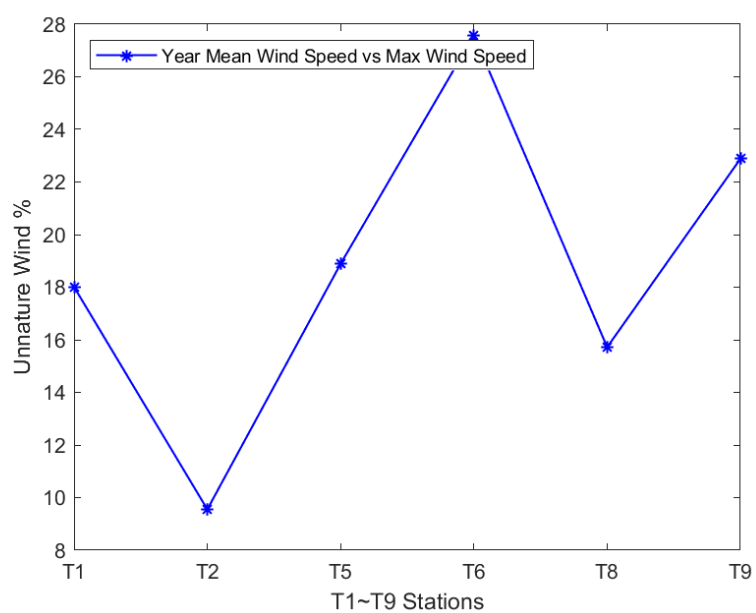


圖 4.7 臺中港 2019 全年 T1~T9 測站異常風發生比例圖

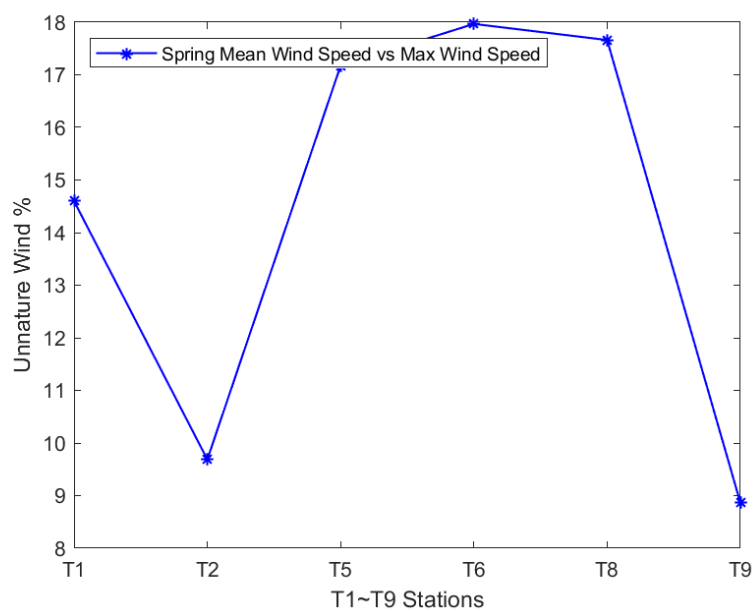


圖 4.8 臺中港 2019 春季 T1~T9 測站異常風發生比例圖

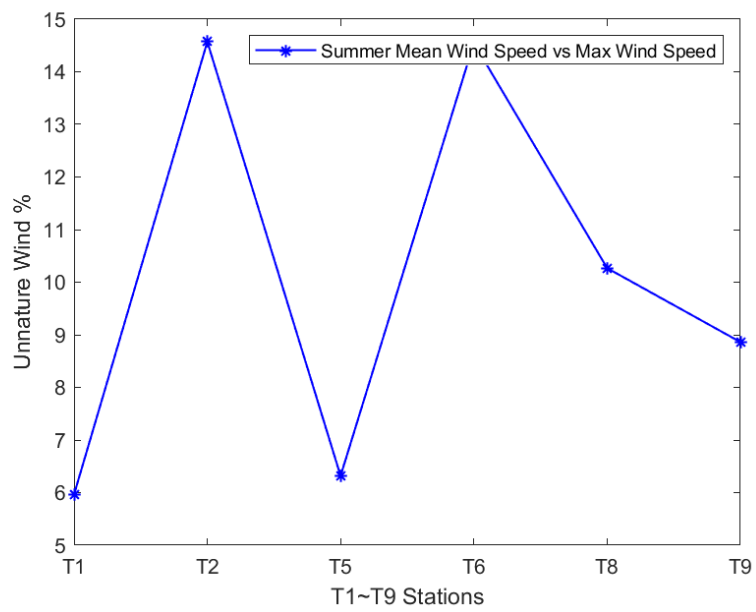


圖 4.9 臺中港 2019 夏季 T1~T9 測站異常風發生比例圖

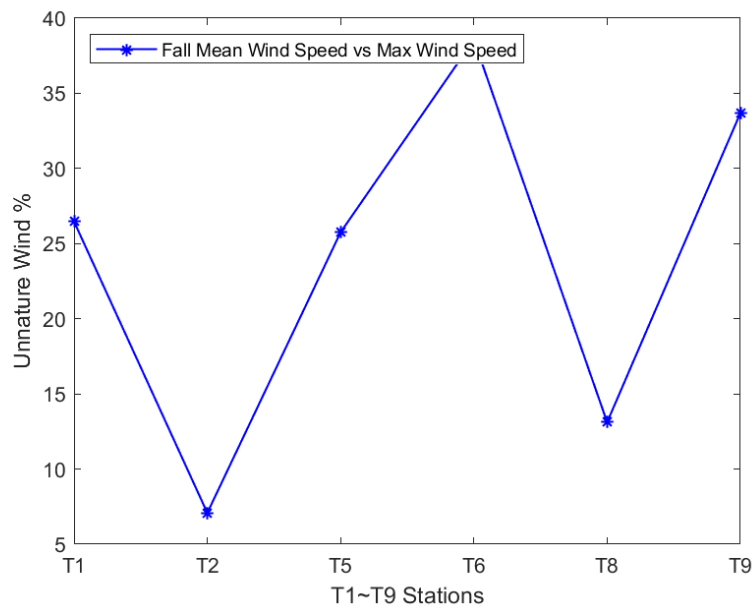


圖 4.10 臺中港 2019 秋季 T1~T9 測站異常風發生比例圖

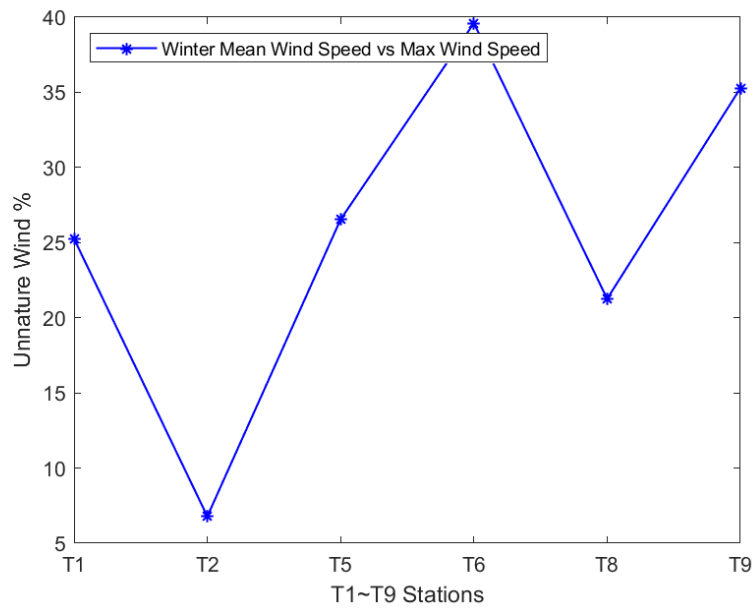


圖 4.11 臺中港 2019 冬季 T1~T9 測站異常風發生比例圖

從上圖結果來看，全年異常風發生比率最高是 T6 測站，T6 測站位置置於本所港研中心頂樓，為 6 測站中最靠近內陸之測站，應是受建築物影響較大導致，夏季則是 T2、T6 測站為比例最高兩測站，其中 T2 為最靠近海之測站，置於北防波堤綠燈塔頂樓，夏季易受西南季風影響，秋冬兩季則是 T6、T9 測站為比例最高兩測站，其中 T9 為港區最南邊之測站。為進一步量化異常風之差值，計算平均風小於 10 m/s 且最大風大於 10 m/s 發生之異常風差值平均圖，如圖 4.1.12~圖 4.1.17。

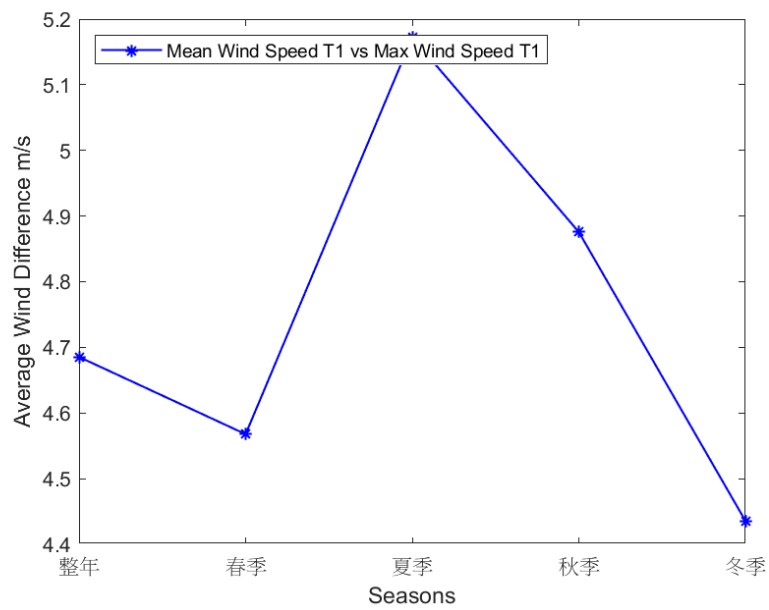


圖 4.12 臺中港 2019 全年四季 T1 測站異常風差值平均圖

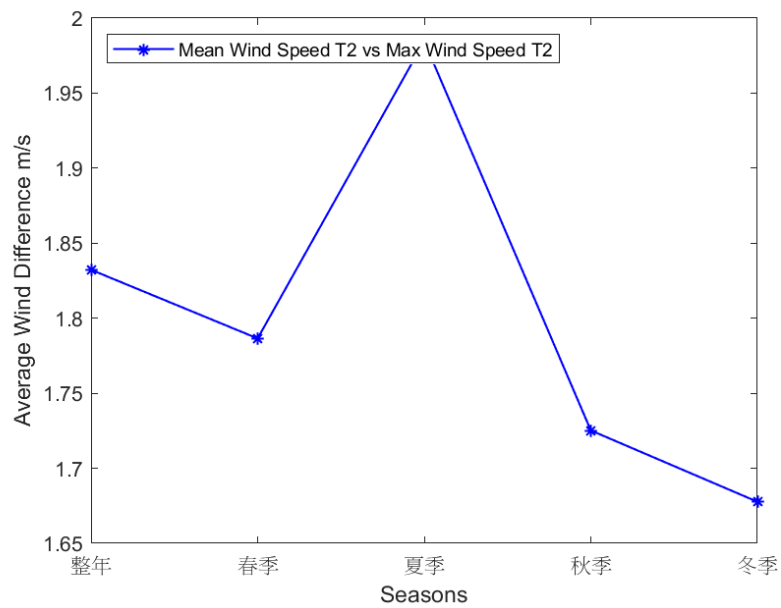


圖 4.13 臺中港 2019 全年四季 T2 站異常風差值平均圖

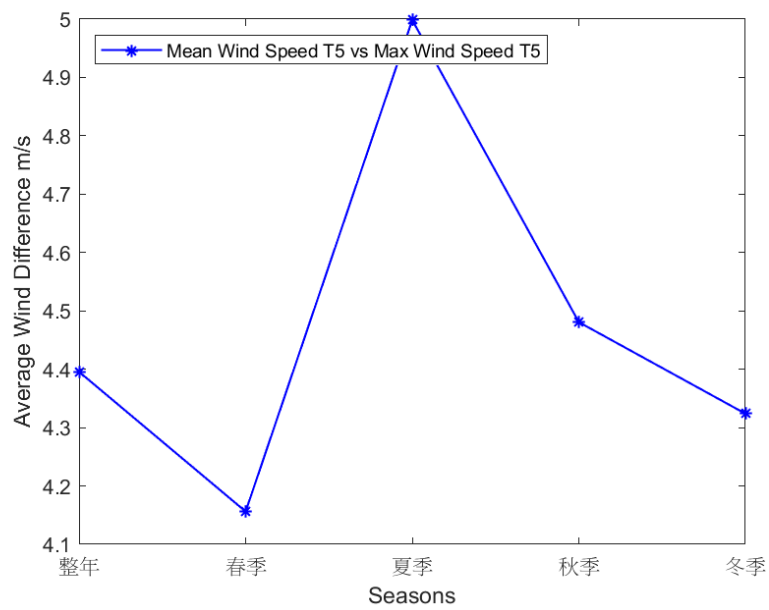


圖 4.14 臺中港 2019 全年四季 T5 站異常風差值平均圖

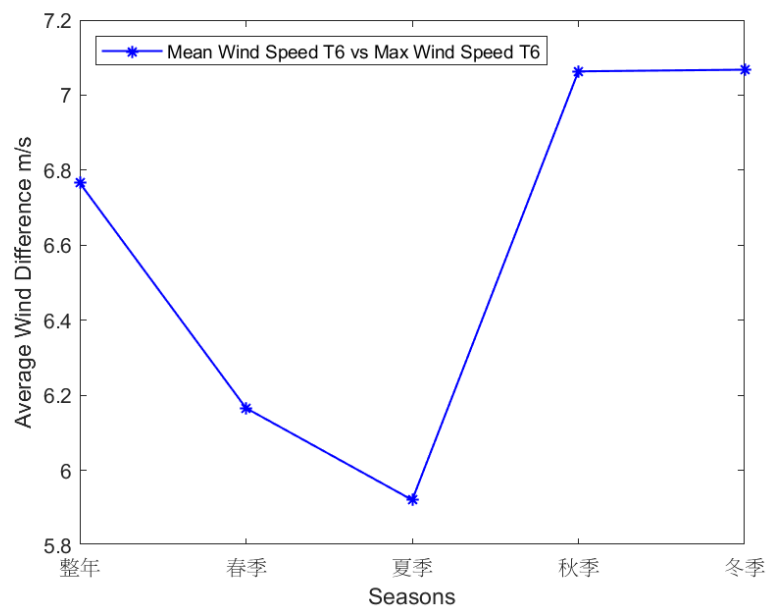


圖 4.15 中港 2019 全年四季 T6 站異常風差值平均圖

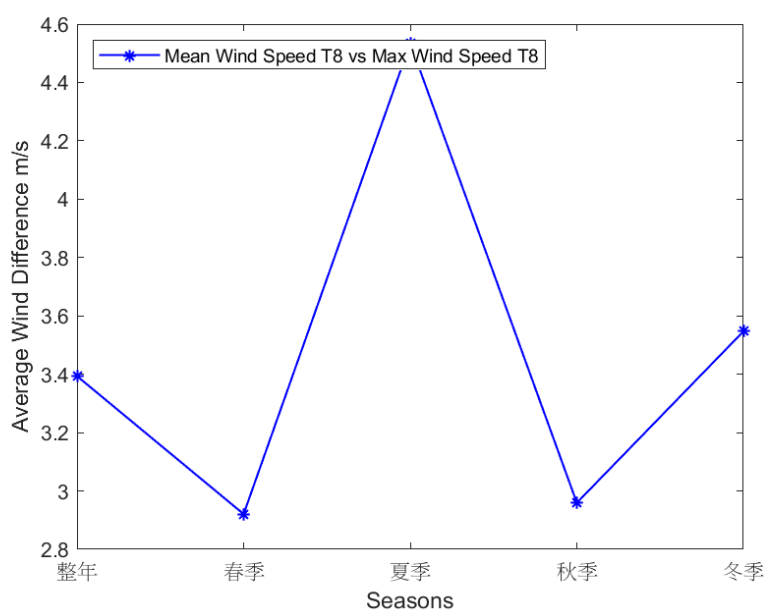


圖 4.16 臺中港 2019 全年四季 T8 異常風差值平均圖

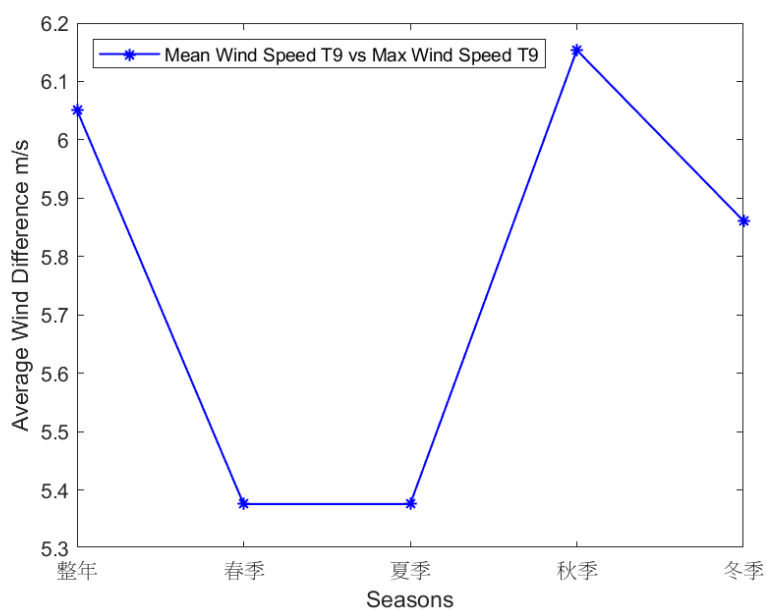


圖 4.17 臺中港 2019 全年四季 T9 異常風差值平均圖

由上圖結果來看，T1、T2、T5 測站趨勢類似，夏季平均差值最高，T1、T5 冬季平均差值最低，T2 則是春季差值最低，而 T6 秋冬季最高，夏季最低，T8 夏季最高，春秋季最低，T9 則是秋季最高，春夏季最低。

接著以同季節不同測站之角度，計算平均風小於 10 m/s 且最大風大於 10 m/s 發生之異常風差值平均圖，如圖 4.1.18~圖 4.1.22。

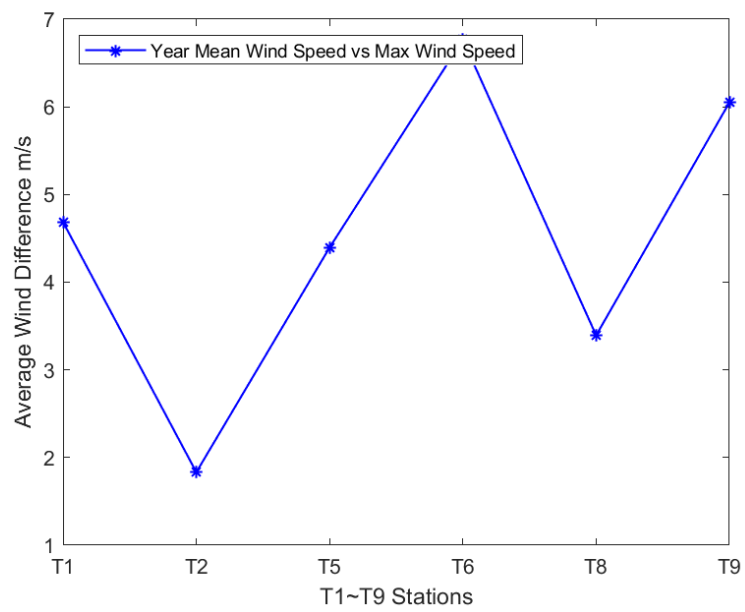


圖 4.18 臺中港 2019 全年 T1~T9 測站異常風差值平均圖

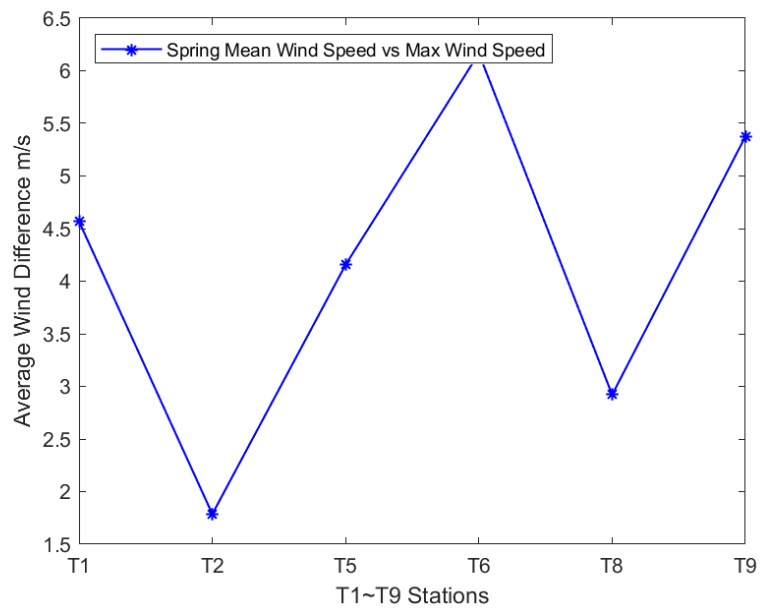


圖 4.19 臺中港 2019 春季 T1~T9 測站異常風差值平均圖

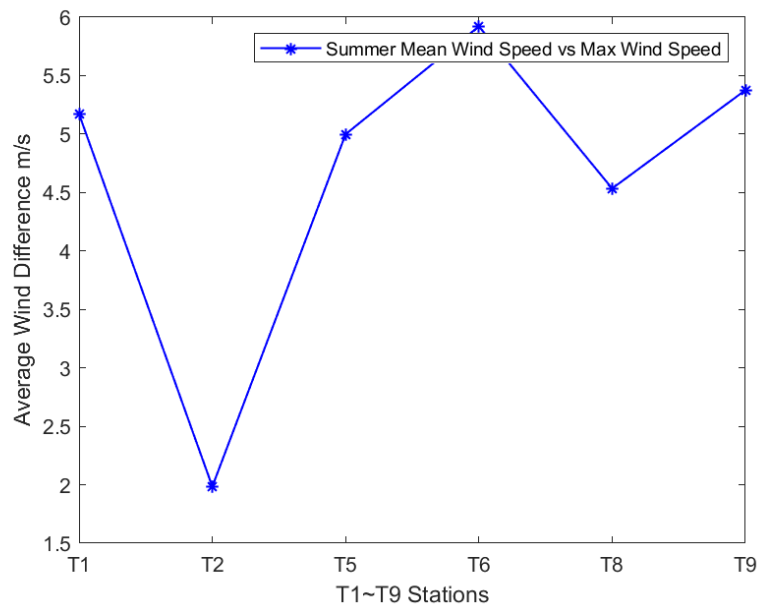


圖 4.20 臺中港 2019 夏季 T1~T9 測站異常風差值平均圖

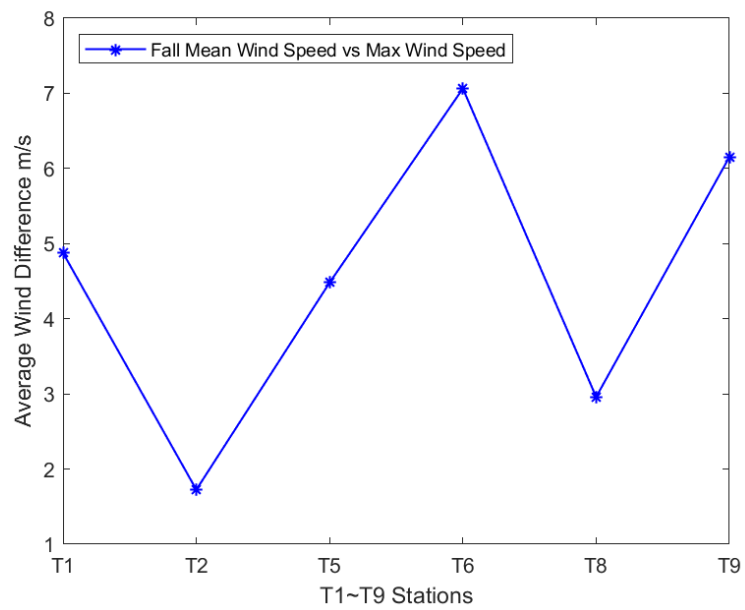


圖 4.21 臺中港 2019 秋季 T1~T9 測站異常風差值平均圖

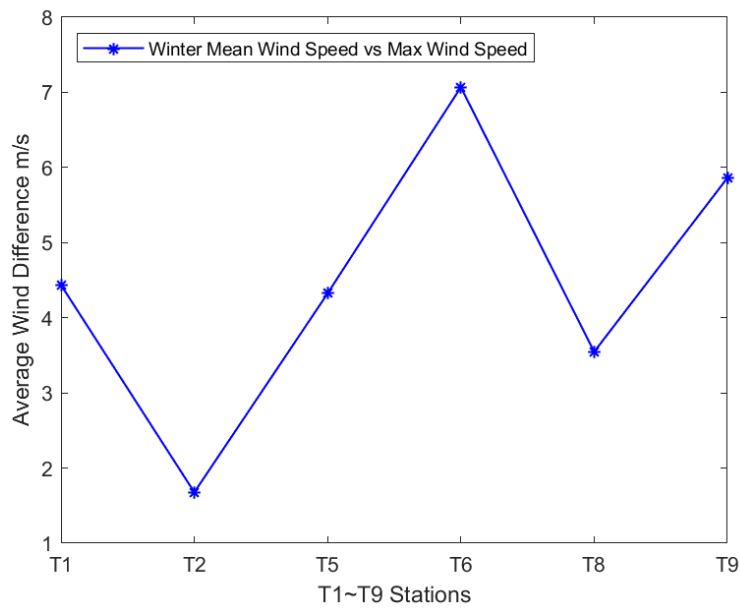


圖 4.22 臺中港 2019 冬季 T1~T9 測站異常風差值平均圖

由上圖之結果來看，全年及四季之結果類似，T6 測站為平均差值最大之測站，而 T6 測站置於本所港研中心頂樓，應受建築物遮蔽效應影響，T2 測站為平均差值最小之測站，T2 位於港區最西側，周圍空曠較不受遮蔽影響。

為了進一步探討極端情況，計算平均風小於 10 m/s 且最大風大於 10 m/s 發生之異常風最大差值，如圖 4.1.23~圖 4.1.28。

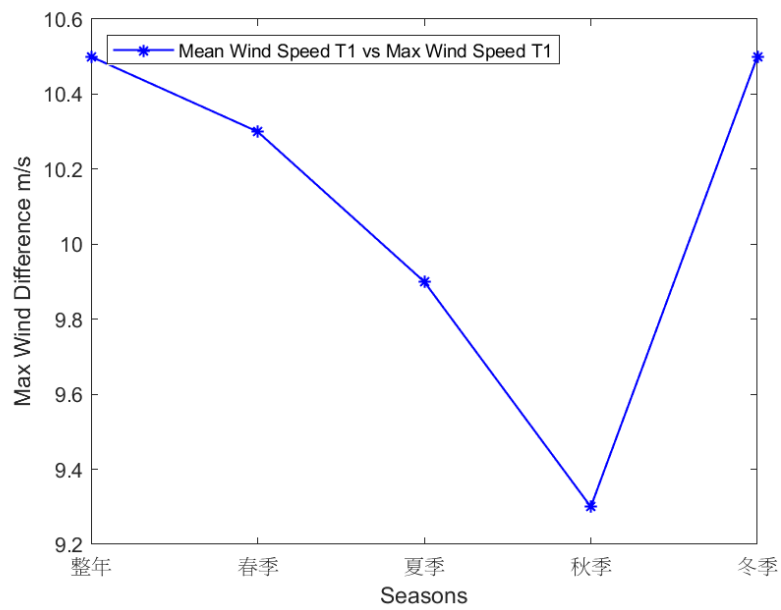


圖 4.23 臺中港 2019 全年四季 T1 站異常風最大差值圖

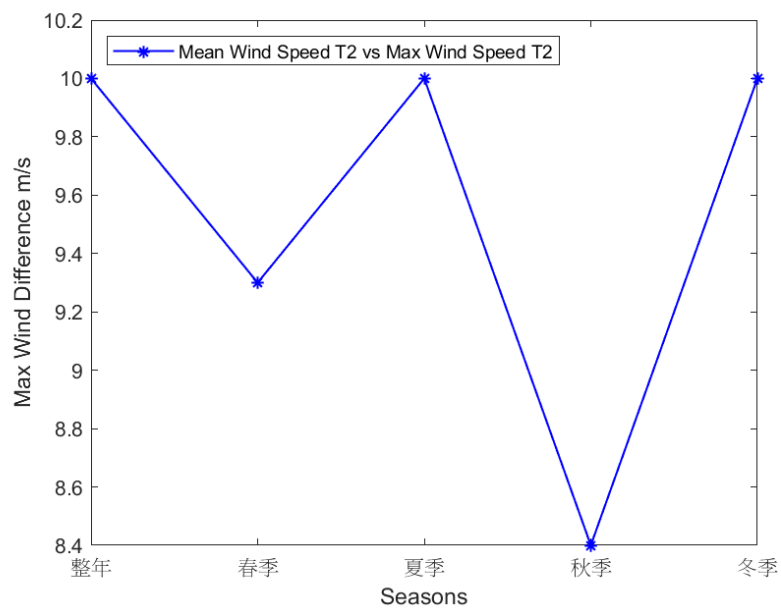


圖 4.24 臺中港 2019 全年四季 T2 站異常風最大差值圖

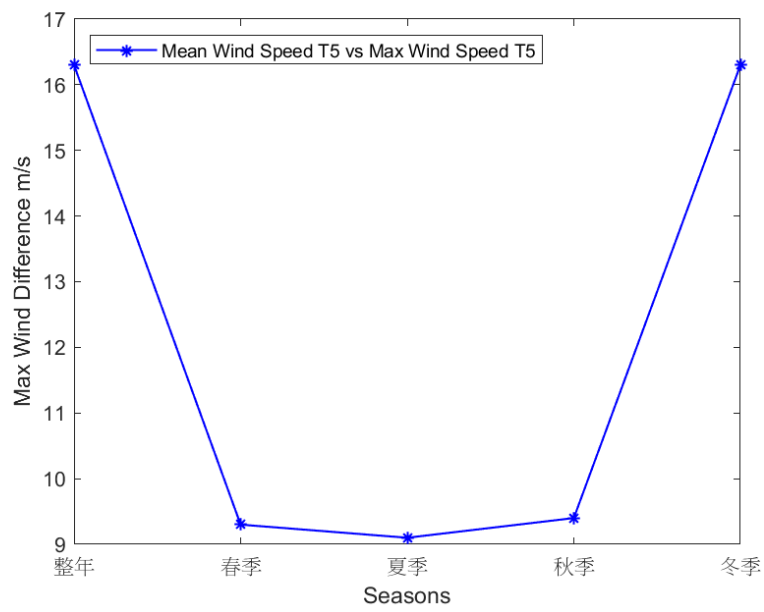


圖 4.25 臺中港 2019 全年四季 T5 站異常風最大差值圖

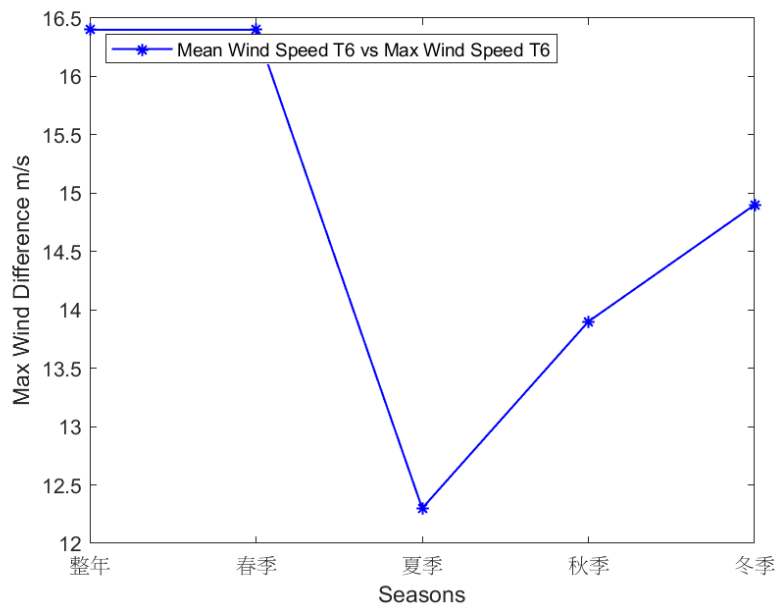


圖 4.26 臺中港 2019 全年四季 T6 站異常風最大差值圖

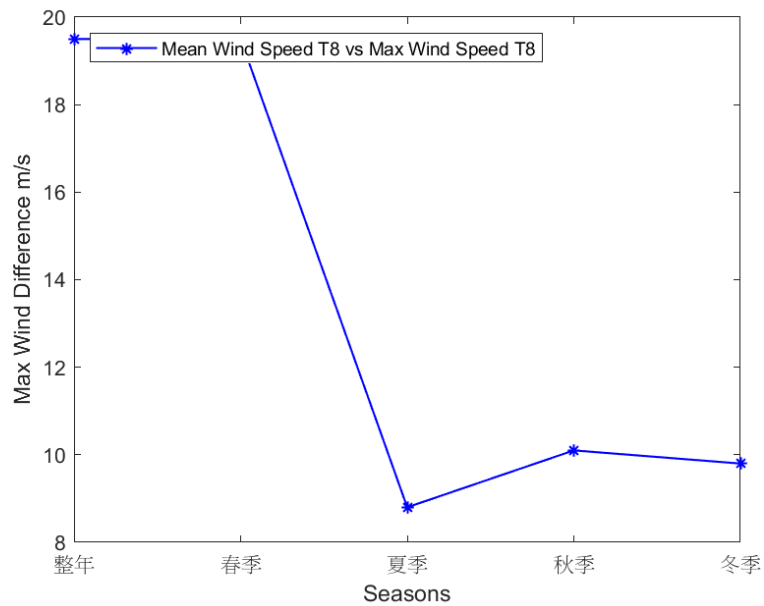


圖 4.27 臺中港 2019 全年四季 T8 站異常風最大差值圖

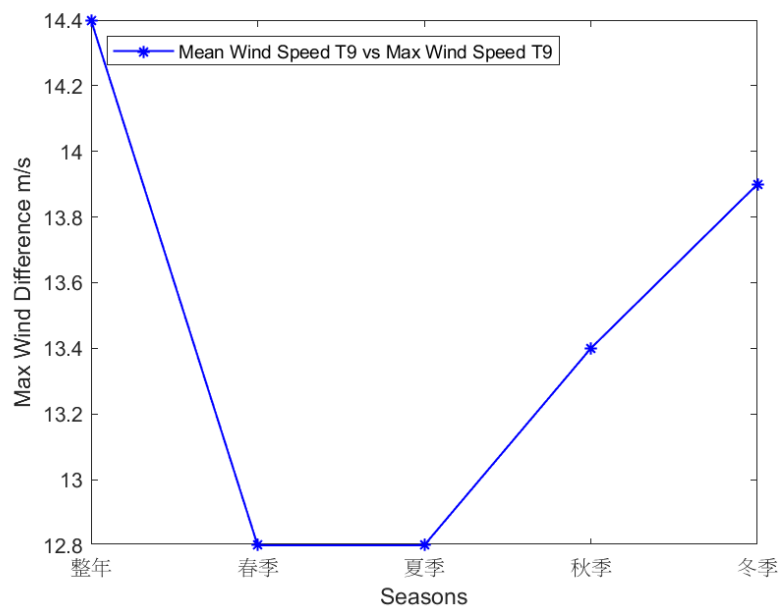


圖 4.28 臺中港 2019 全年四季 T9 站異常風最大差值圖

從最大差值來看，T1、T2、T9 異常風最大值都發生在冬季，最大差值為 T5 站的 16.3 m/s，T6、T8 異常風最大值則發生在春季，最大差值分別為 T6 及 T8 站的 16.4 m/s 及 19.5 m/s。

接著以同季節不同測站之角度，計算平均風小於 10 m/s 且最大風大於 10 m/s 發生之異常風最大差值圖，如圖 4.1.29~圖 4.1.33。：

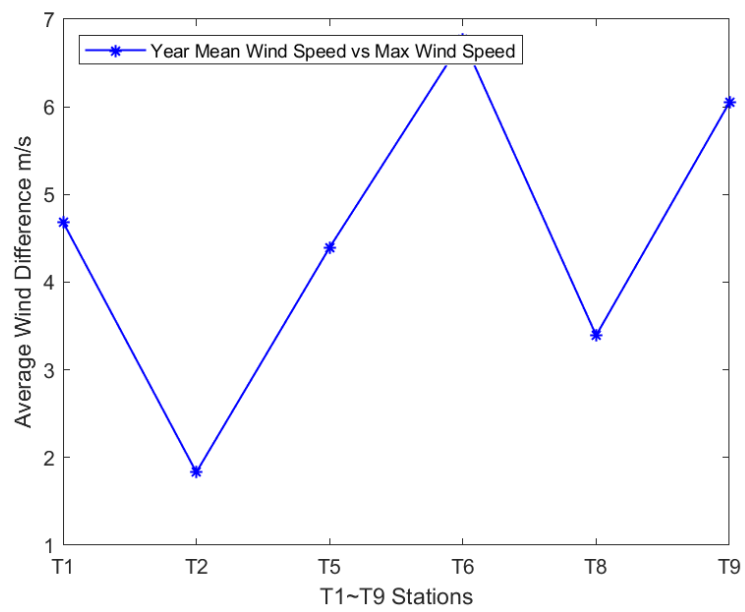


圖 4.29 臺中港 2019 全年 T1~T9 站異常風最大差值圖

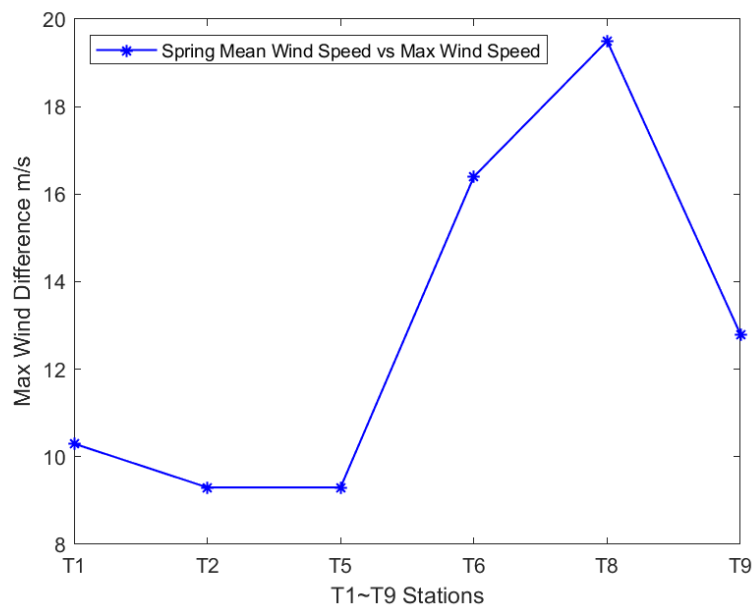


圖 4.30 臺中港 2019 春季 T1~T9 站異常風最大差值圖

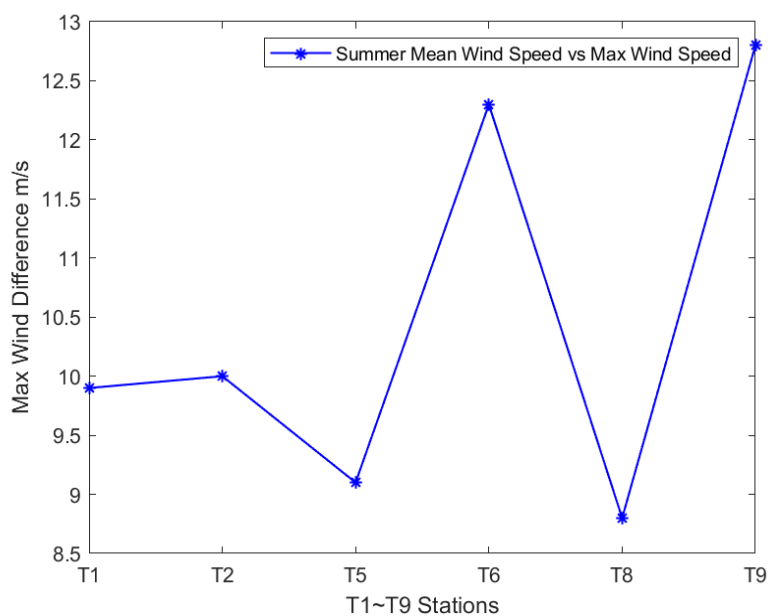


圖 4.31 臺中港 2019 夏季 T1~T9 站異常風最大差值圖

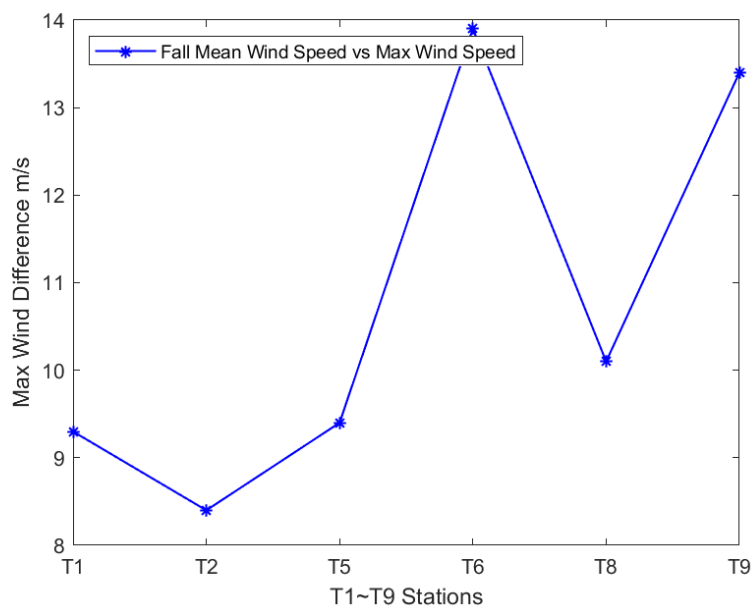


圖 4.32 臺中港 2019 秋季 T1~T9 站異常風最大差值圖

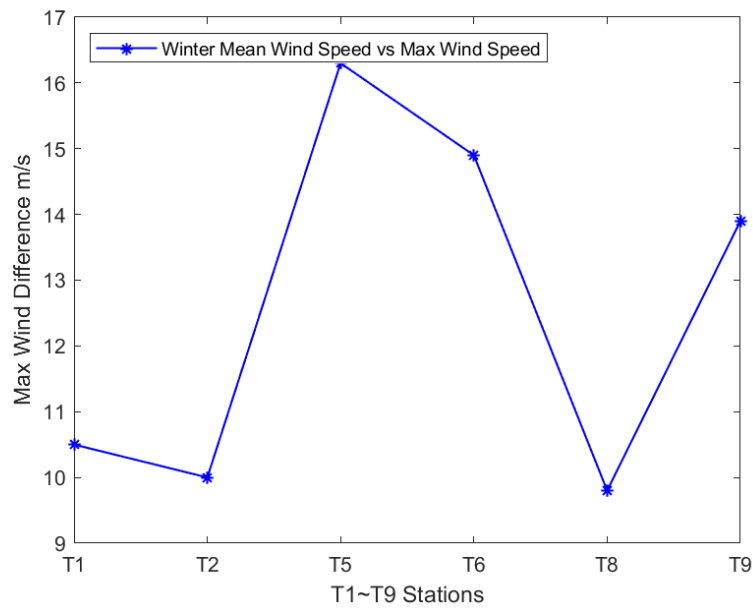


圖 4.33 臺中港 2019 冬季 T1~T9 站異常風最大差值圖

從最大差值圖來看，全年及春季異常風最大差值在 T5 測站，全年最小差值為 T2 測站，春季則 T2、T3 並列差值最小兩測站，夏秋兩季則由 T4 跟 T6 測站差值最大，夏季 T5 測站反而最小，秋季差值最小同樣為 T2 測站，冬季是由 T2 差值最大，T2、T5 為差值最小兩測站。

4.2 臺中港第二種異常風力特性分析

定義第二種異常風為最大風速為平均風速的兩倍以上，以 2019 年全年資料來分析 T1、T2、T5、T6、T8、T9 站，其各站全年及四季異常風發生比例，如圖 4.2.1~圖 4.2.6。

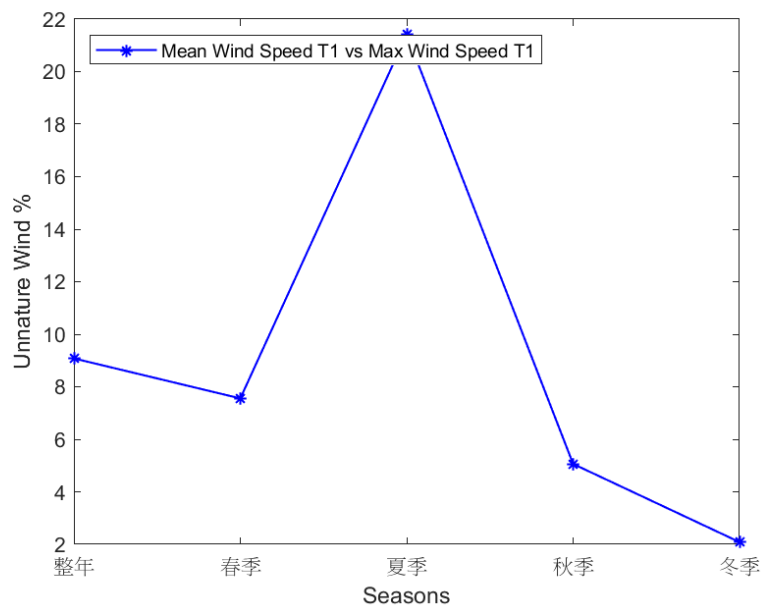


圖 4.34 臺中港 2019 全年及四季 T1 測站異常風發生比例圖

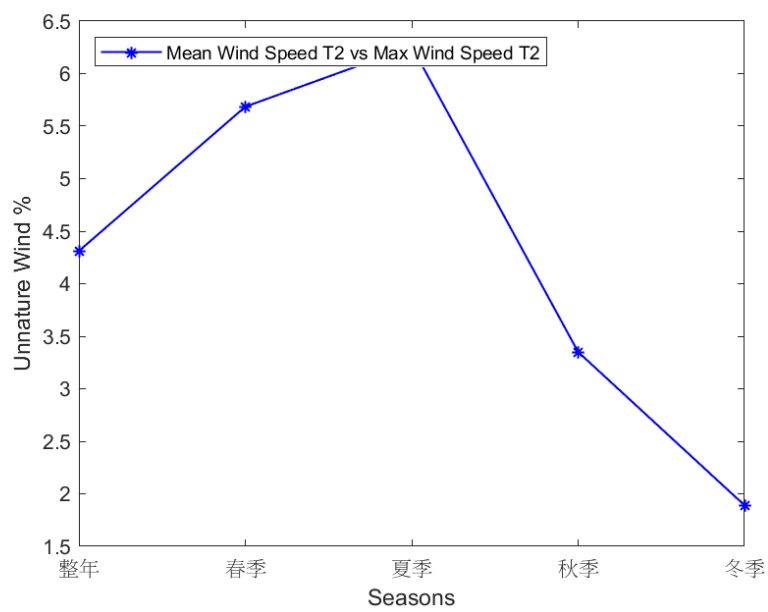


圖 4.35 臺中港 2019 全年及四季 T2 測站異常風發生比例圖

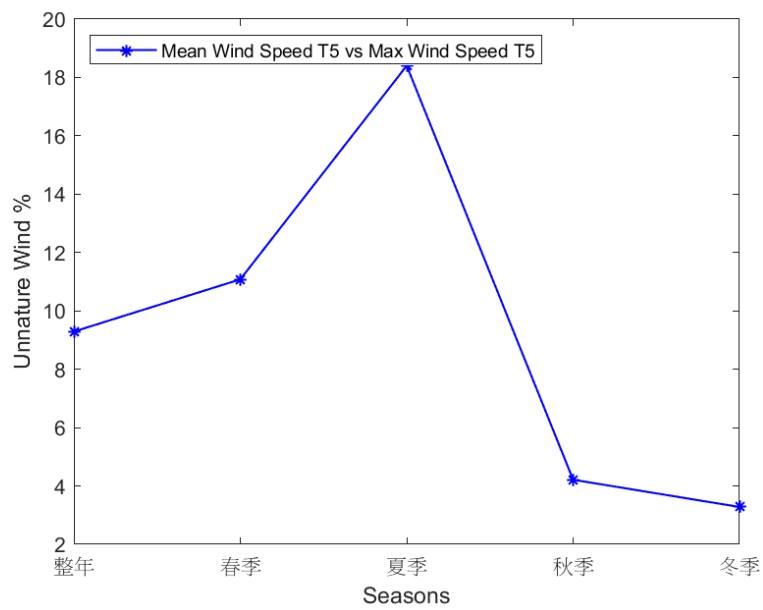


圖 4.36 臺中港 2019 全年及四季 T5 測站異常風發生比例圖

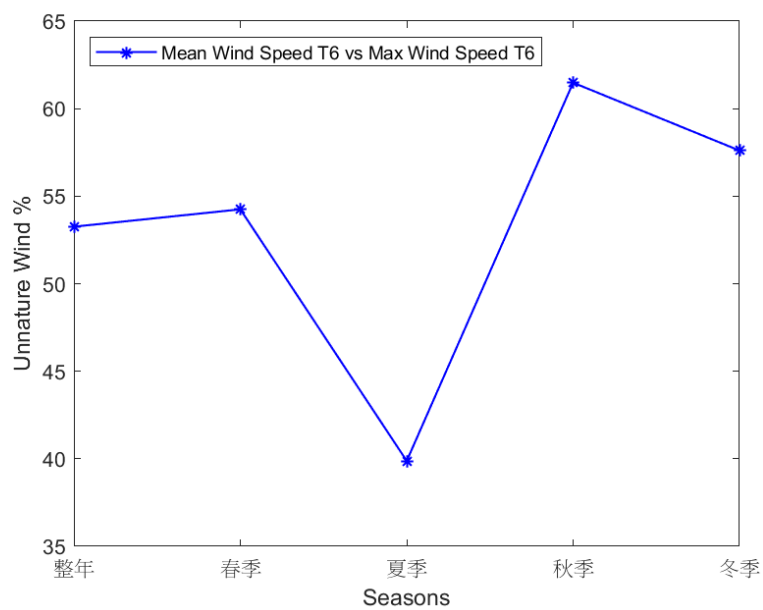


圖 4.37 臺中港 2019 全年及四季 T6 測站異常風發生比例圖

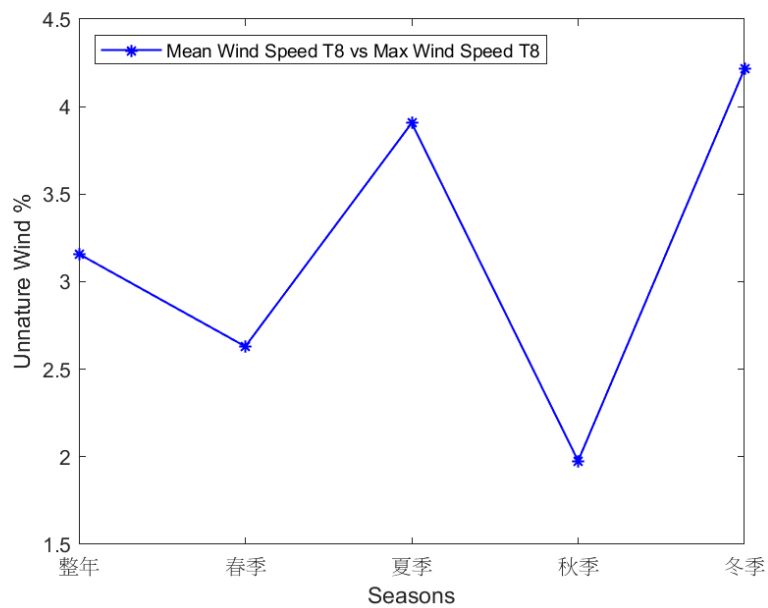


圖 4.38 臺中港 2019 全年及四季 T8 測站異常風發生比例圖

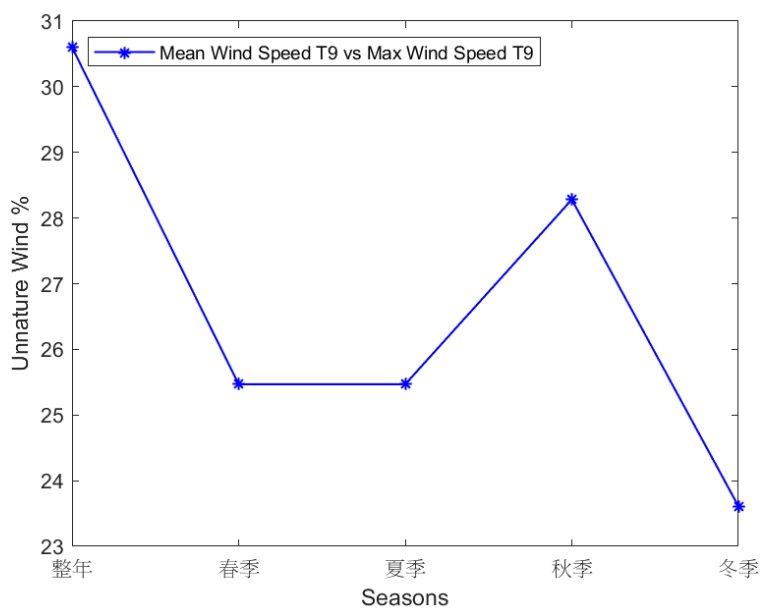


圖 4.39 臺中港 2019 全年及四季 T9 測站異常風發生比例圖

由結果來看，T1、T2、T5 皆是春夏季的異常風比例最高，而 T6、T9 則是秋冬比春夏來得高，其中 T1、T2 偏西北位置，T5 位於港區中間，應是受西南季風影響所致，較特別的是 T8，其冬季跟夏季異常風比例皆很高，且與鄰近測站 T1 明顯不同，推估是其測站高度 5.97m 較

T1 測站 18.539m 來的低，受地面影響較大所致。

接著以同季節之角度出發，觀察各站異常風發生比例，如圖 4.2.7~圖 4.2.11。

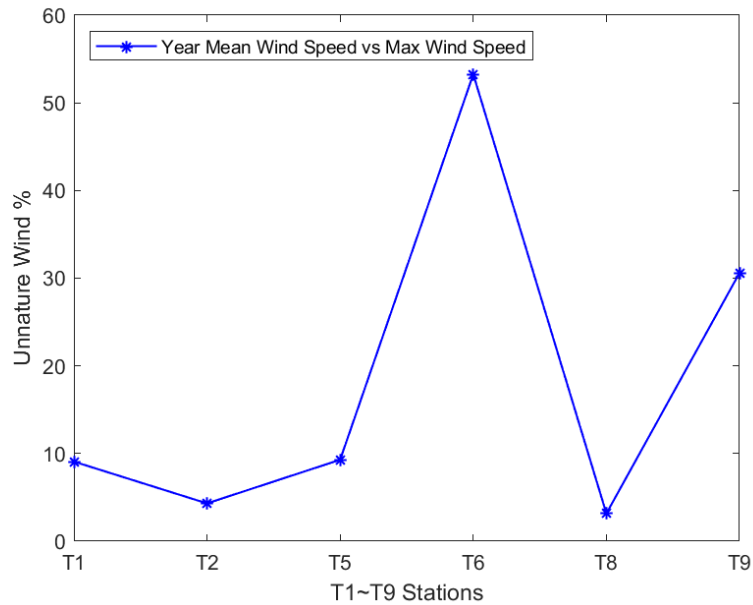


圖 4.40 臺中港 2019 全年 T1~T9 測站異常風發生比例圖

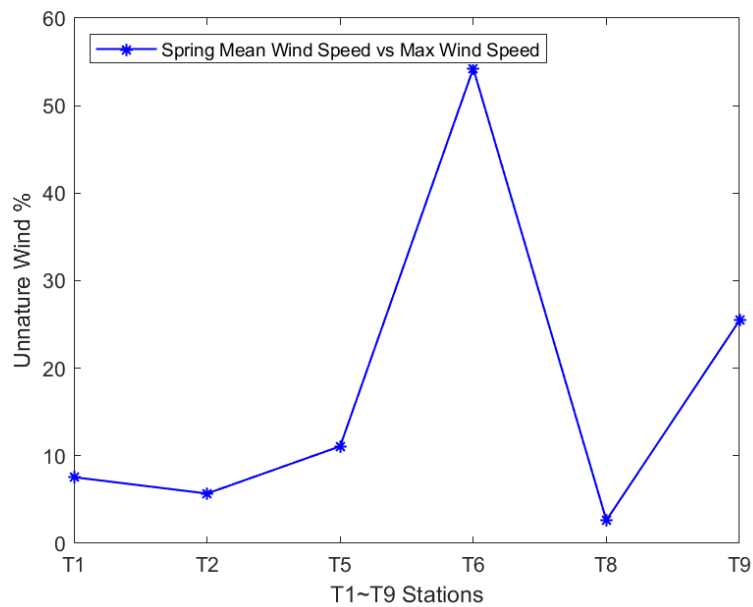


圖 4.41 臺中港 2019 春季 T1~T9 測站異常風發生比例圖

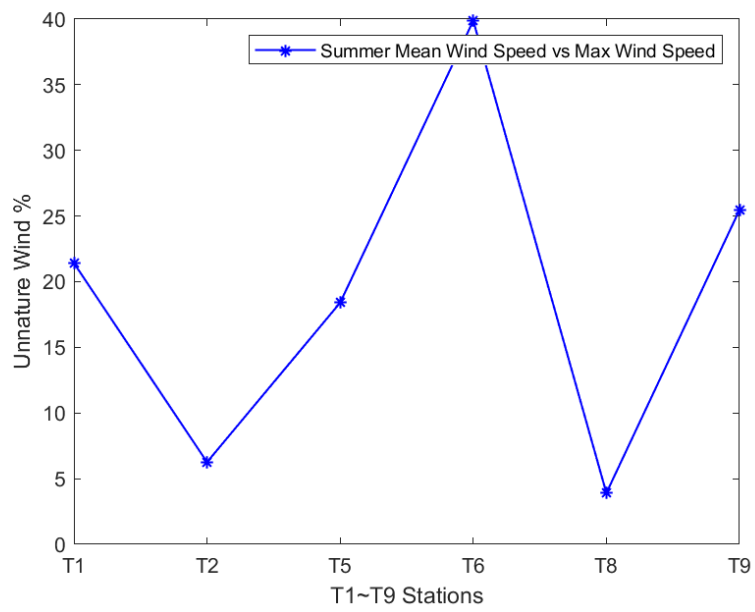


圖 4.42 臺中港 2019 夏季 T1~T9 測站異常風發生比例圖

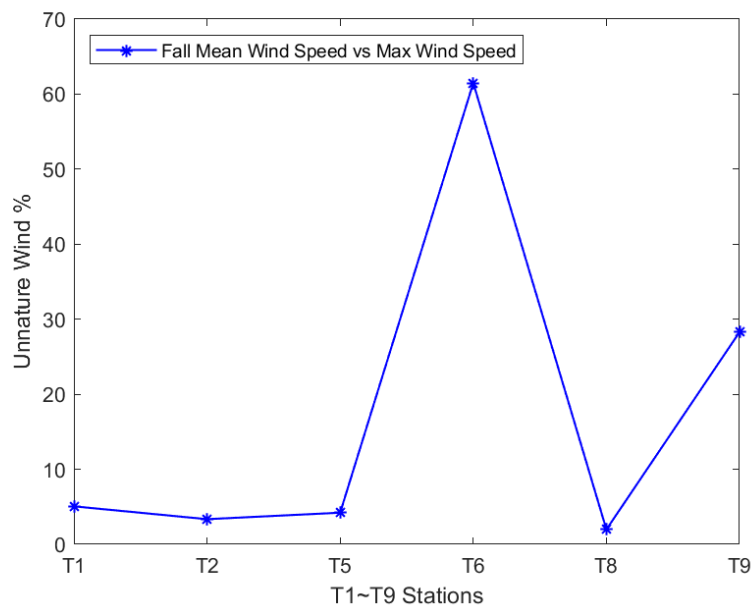


圖 4.43 臺中港 2019 秋季 T1~T9 測站異常風發生比例圖

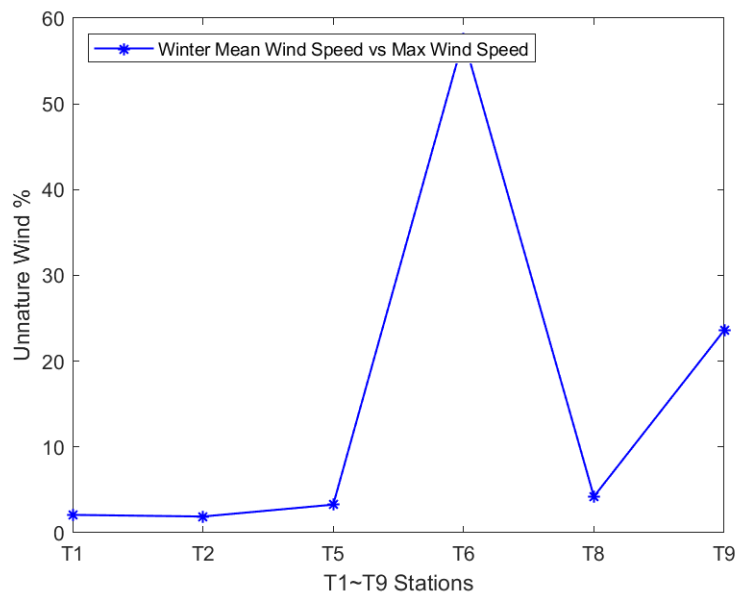


圖 4.44 臺中港 2019 冬季 T1~T9 測站異常風發生比例圖

從上圖結果來看，全年或各季異常風發生比率最高都是 T6 測站，其次是 T9 測站，T6 測站位置置於本所港研中心頂樓，為 6 測站中最靠近內陸之測站，應是受建築物影響較大導致。為進一步量化異常風之差值，計算最大風速為平均風速兩倍以上情況之異常風差值平均，如圖 4.2.12~圖 4.2.17。

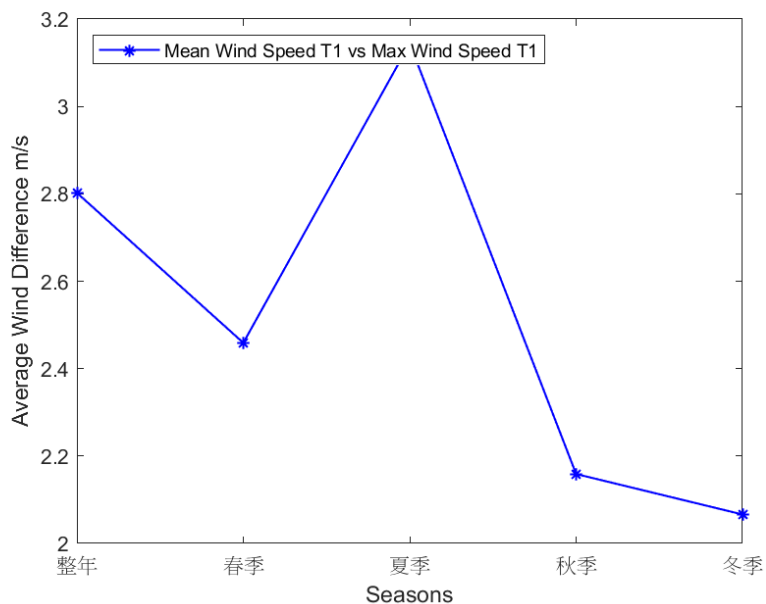


圖 4.45 臺中港 2019 全年四季 T1 測站異常風差值平均圖

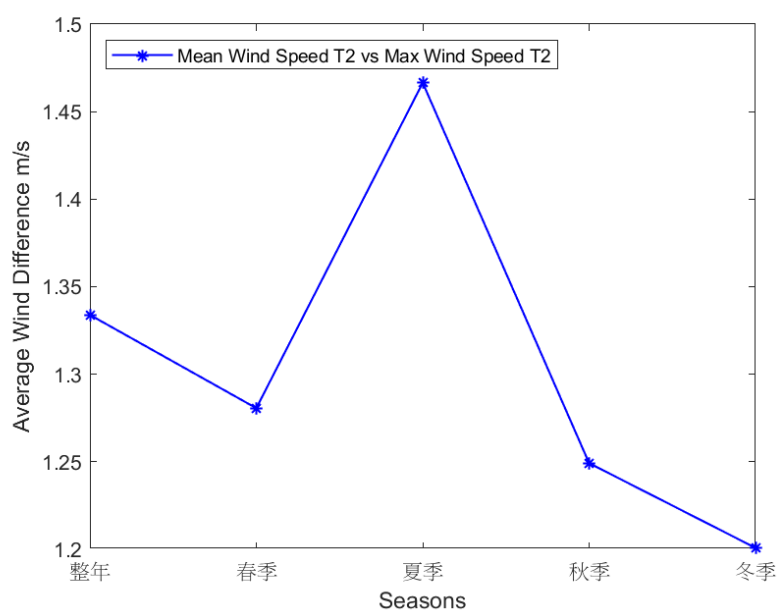


圖 4.46 臺中港 2019 全年四季 T2 測站異常風差值平均圖

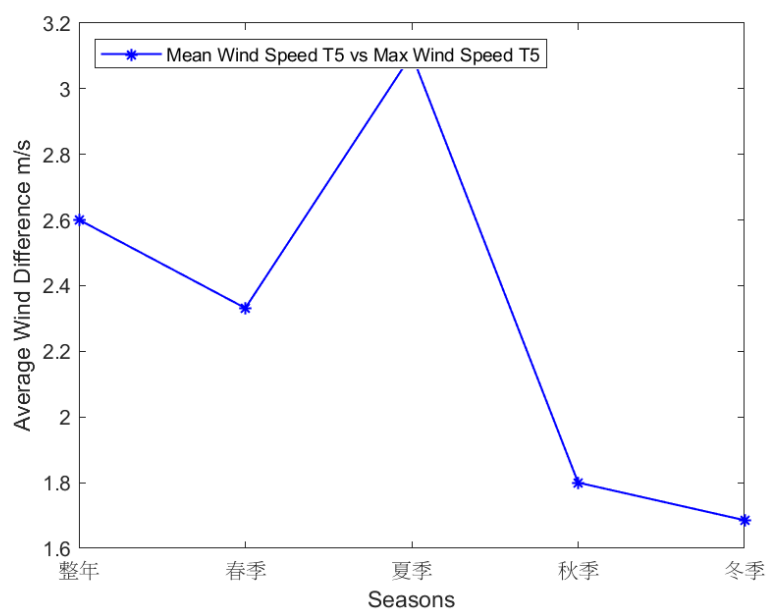


圖 4.47 臺中港 2019 全年四季 T5 測站異常風差值平均圖

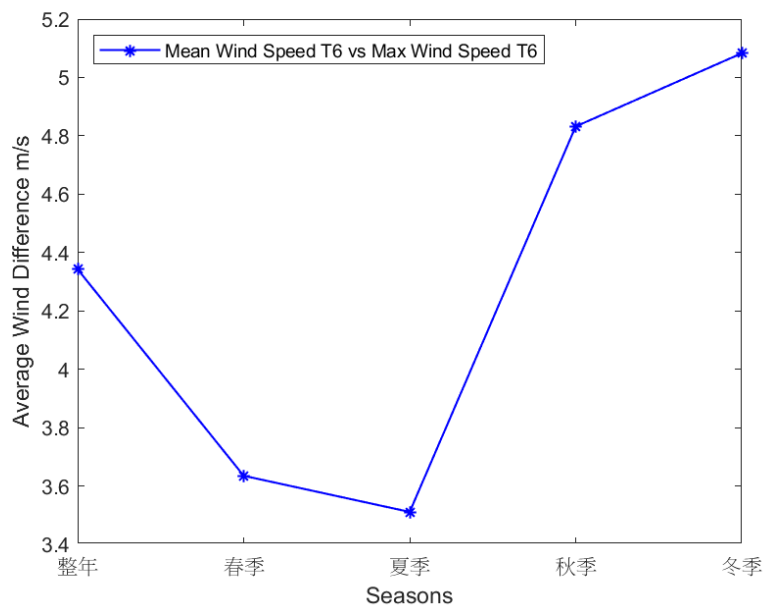


圖 4.48 臺中港 2019 全年四季 T6 測站異常風差值平均圖

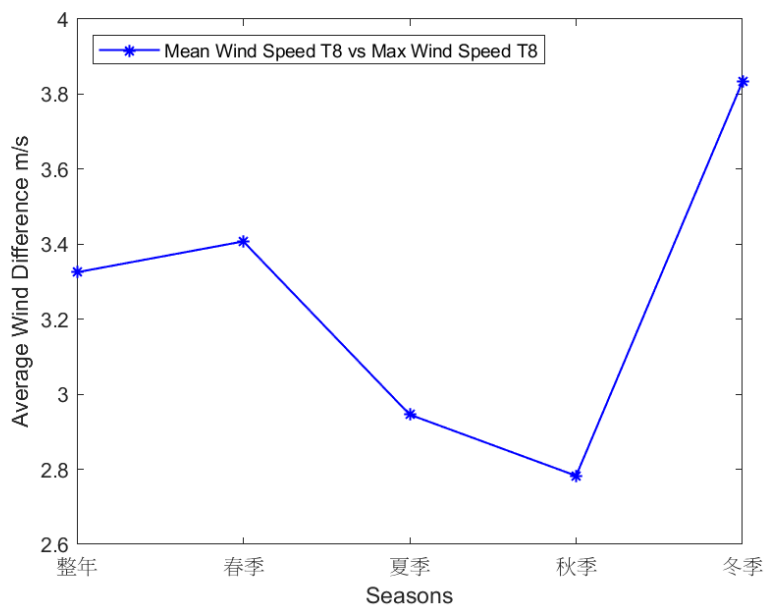


圖 4.49 臺中港 2019 全年四季 T8 測站異常風差值平均圖

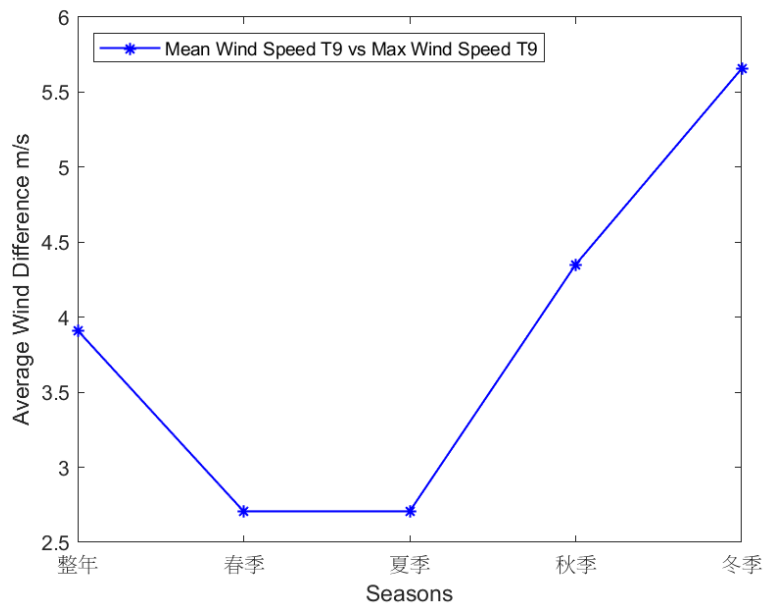


圖 4.50 臺中港 2019 全年四季 T9 測站異常風差值平均圖

由上圖結果來看，T1、T2、T5 測站趨勢類似，夏春兩季為平均差值最高之兩季，而 T6、T9 測站趨勢類似，與 T1、T2、T5 相反，秋冬兩季平均差值高於春夏兩季，另外，T8 測站卻是冬夏兩季最高，與鄰近測站 T1 不同，原因應是其高度離地面只有 5.97m，受地面影響較大所致。

接著以同季節不同測站之角度，計算最大風速為平均風速兩倍以上情況之異常風差值平均圖，如圖 4.2.18~圖 4.2.22。

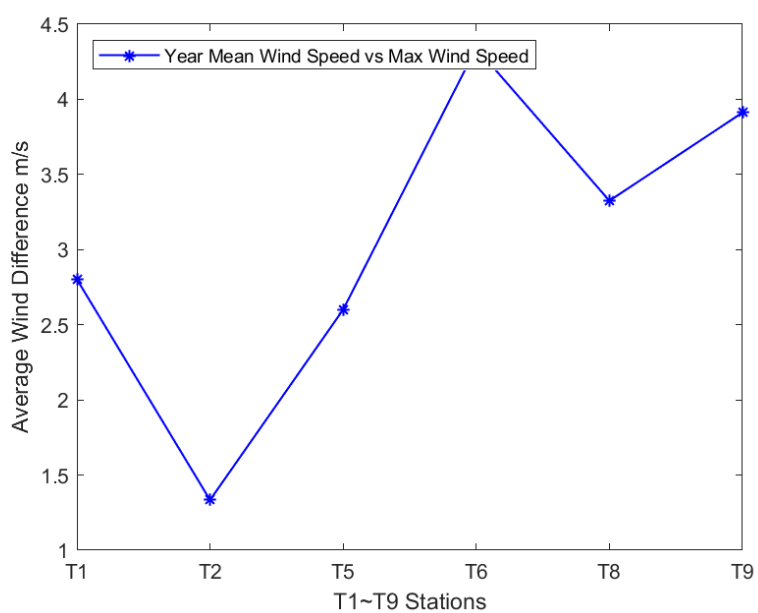


圖 4.51 臺中港 2019 全年 T1~T9 測站異常風差值平均圖

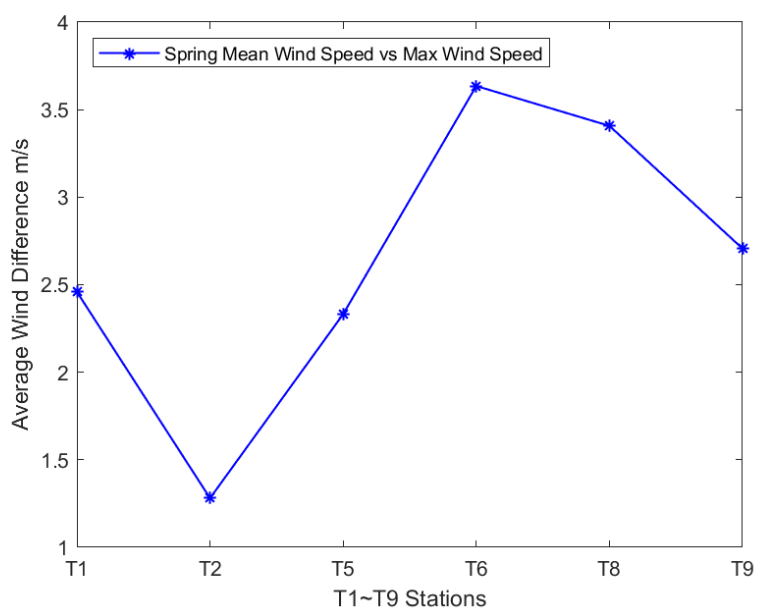


圖 4.52 臺中港 2019 春季 T1~T9 測站異常風差值平均圖

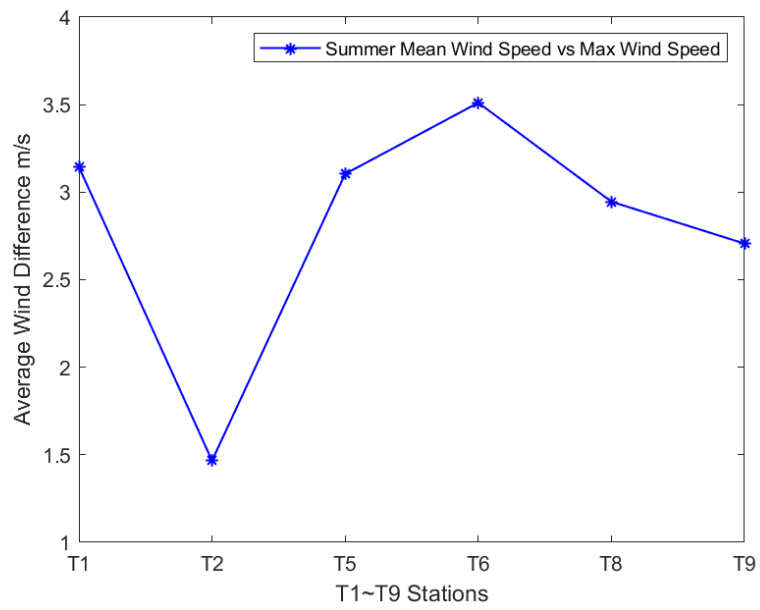


圖 4.53 臺中港 2019 夏季 T1~T9 測站異常風差值平均圖

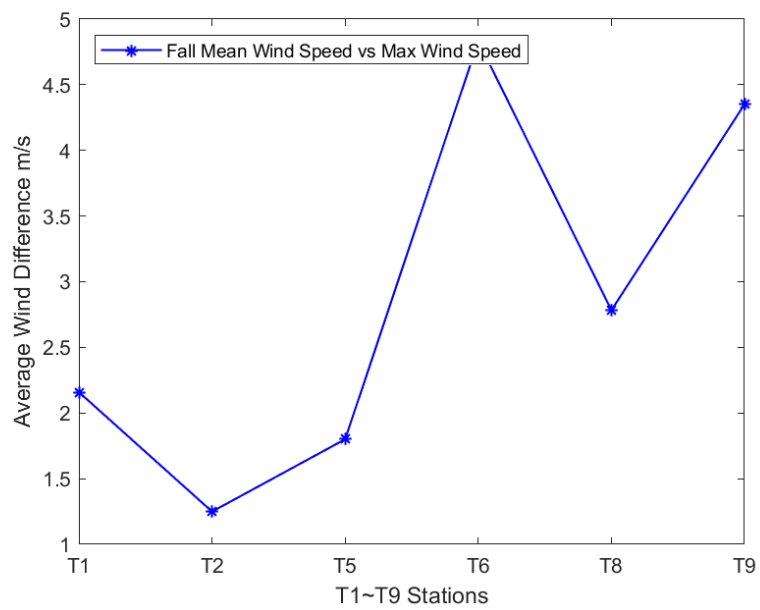


圖 4.54 臺中港 2019 秋季 T1~T9 測站異常風差值平均圖

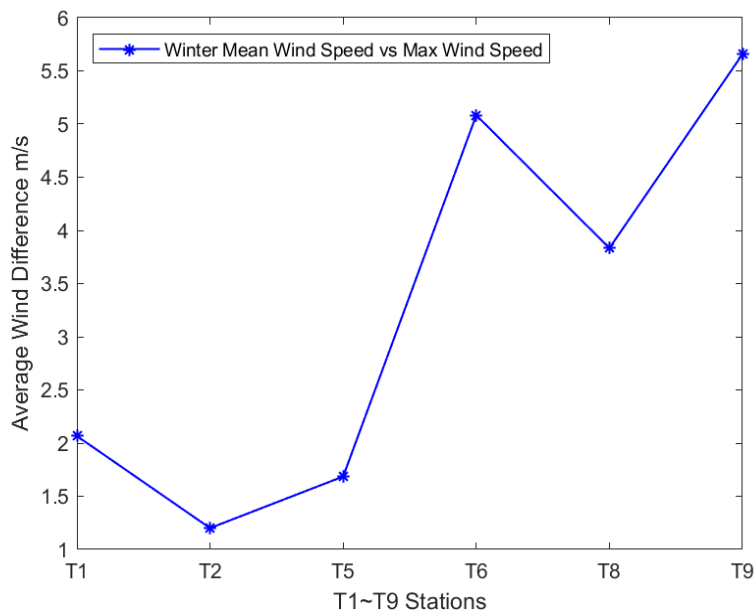


圖 4.55 臺中港 2019 冬季 T1~T9 測站異常風差值平均圖

由上圖之結果來看，除冬季外，T6 測站為平均差值最大之測站，而 T6 測站置於本所港研中心頂樓，應受建築物遮蔽效應影響所致，而在冬季則是 T9 為平均差值最大之測站，T9 測站高度為 7.68 m，應是高度不高易受附近建物影響所致，另 T2 測站為平均差值最小之測站，T2 位於港區最西側，位於北防波堤綠燈塔頂樓高度約 16.61 m，周圍空曠較不受遮蔽影響。

為了進一步探討極端情況，計算最大風速為平均風速兩倍以上情況之異常風最大差值圖，如圖 4.2.23~圖 4.2.28。

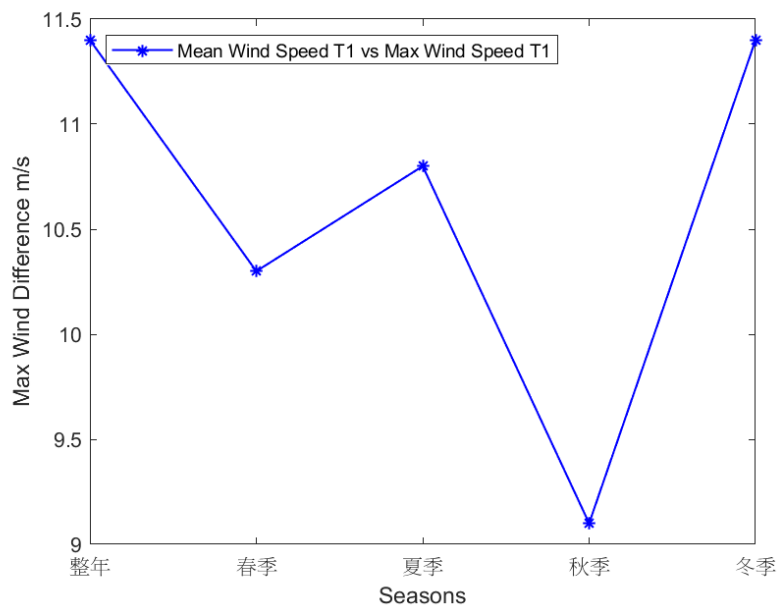


圖 4.56 臺中港 2019 全年四季 T1 站異常風最大差值圖

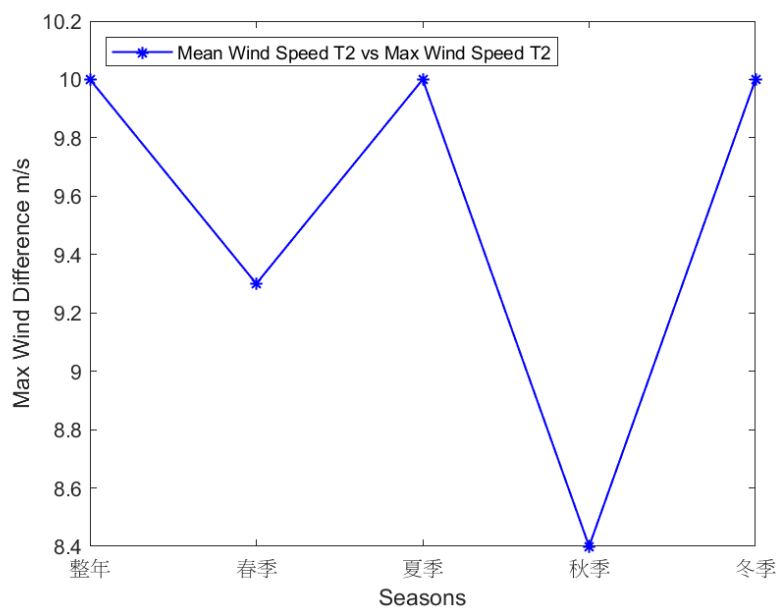


圖 4.57 臺中港 2019 全年四季 T2 站異常風最大差值圖

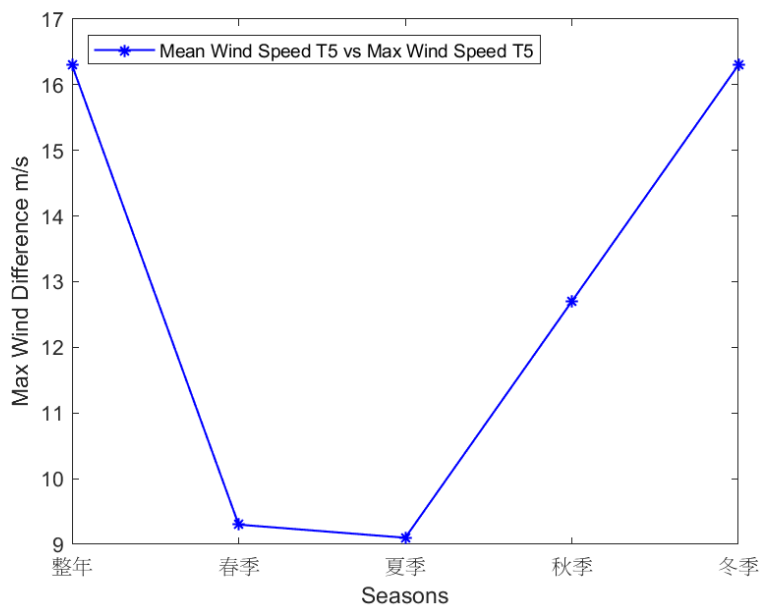


圖 4.58 臺中港 2019 全年四季 T5 站異常風最大差值圖

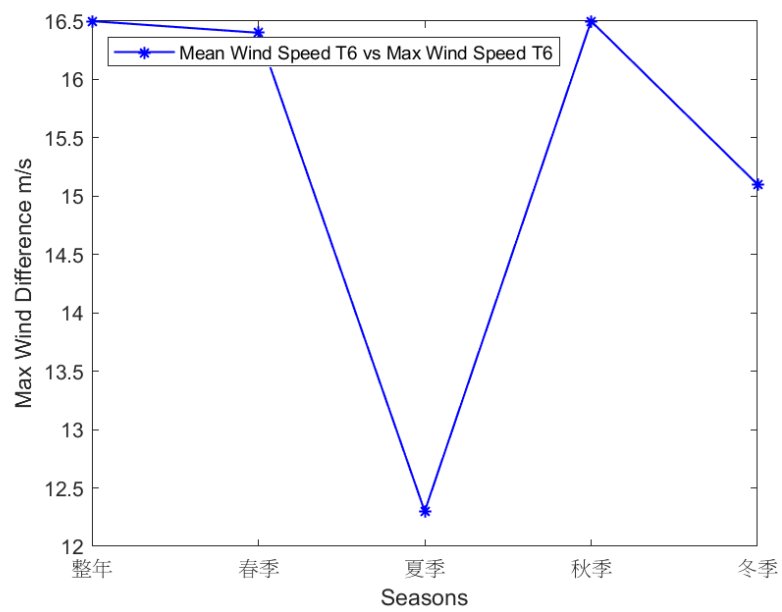


圖 4.59 臺中港 2019 全年四季 T6 站異常風最大差值圖

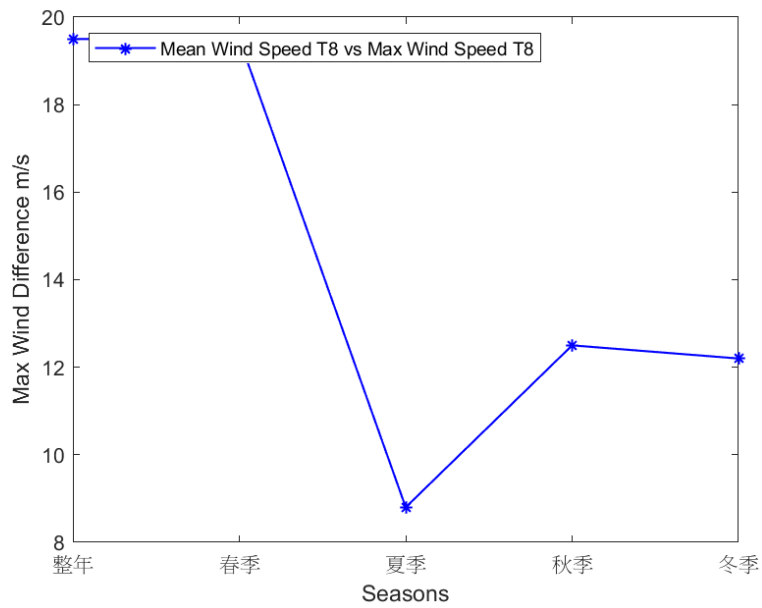


圖 4.60 臺中港 2019 全年四季 T8 站異常風最大差值圖

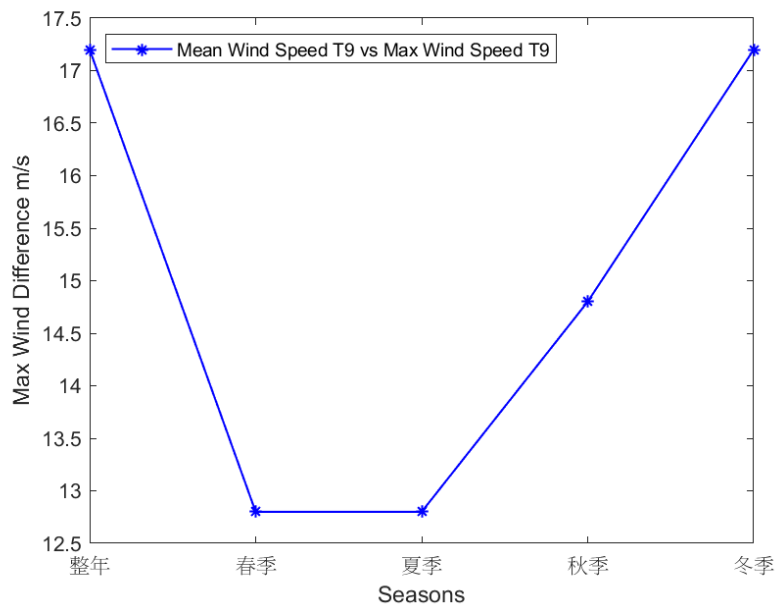


圖 4.61 臺中港 2019 全年四季 T9 站異常風最大差值圖

從最大差值來看，T1、T5、T9 異常風最大值都發生在冬季，T2 發生在夏季的 10m/s，不過其冬季的最大差值與夏季接近，T6 最大差值發生在秋季的 16.5 m/s，其春季的最大差值與秋季接近，T8 最大差值則發生在春季的 19.5 m/s。接著以同季節不同測站之角度，計算最大風速為平均風速兩倍以上情況之異常風最大差值圖，如圖 4.2.29~圖 4.2.33。

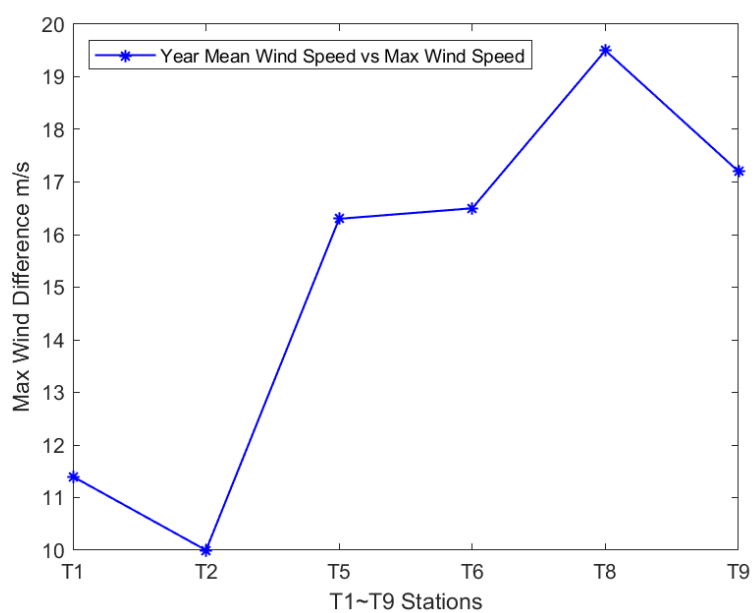


圖 4.62 臺中港 2019 全年 T1~T9 站異常風最大差值圖

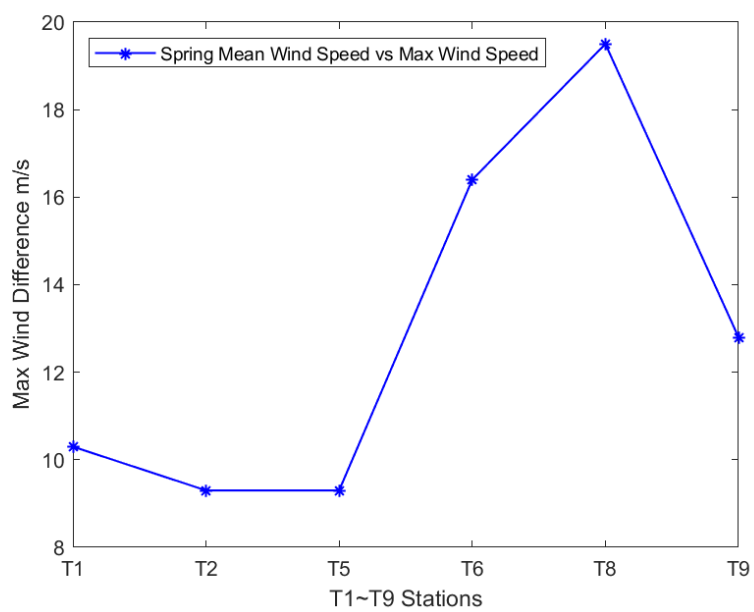


圖 4.63 臺中港 2019 春季 T1~T9 站異常風最大差值圖

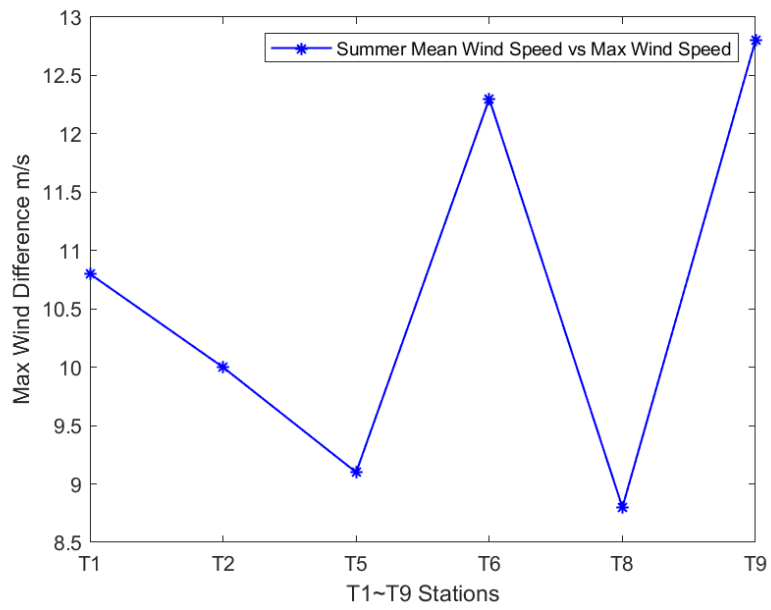


圖 4.64 臺中港 2019 夏季 T1~T9 站異常風最大差值圖

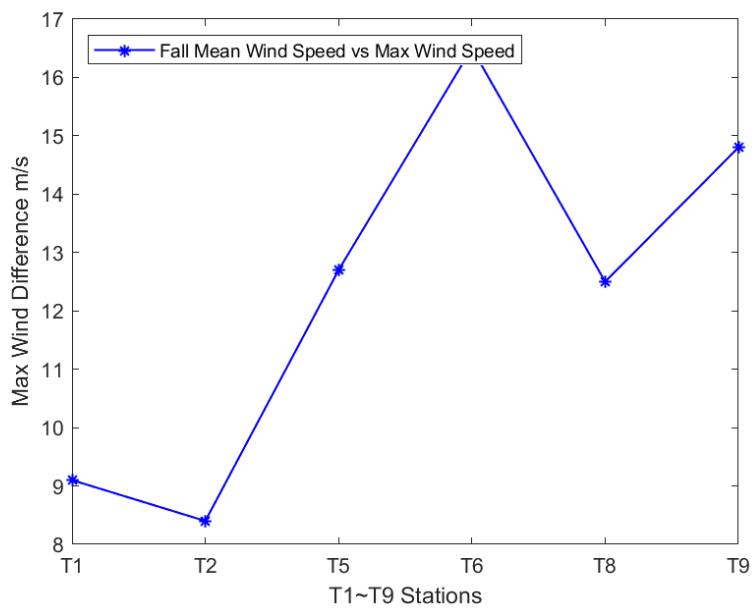


圖 4.65 臺中港 2019 秋季 T1~T9 站異常風最大差值圖

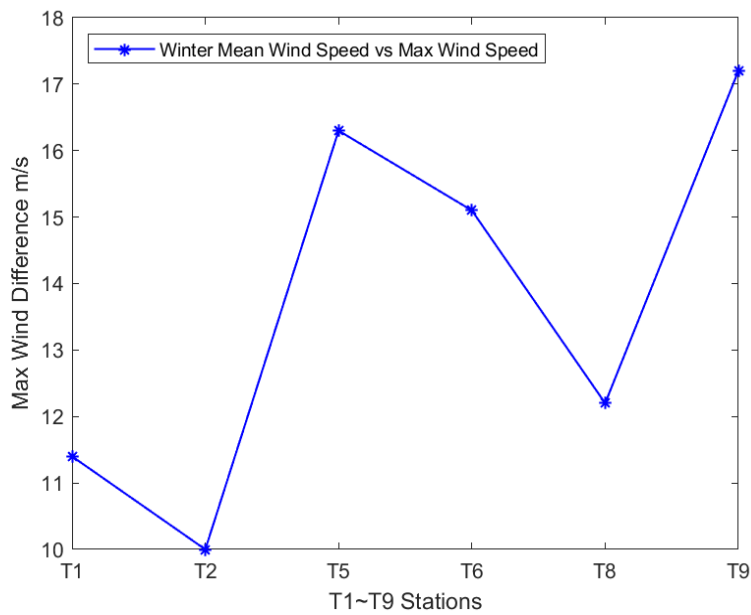


圖 4.66 臺中港 2019 冬季 T1~T9 站異常風最大差值圖

從最大差值圖來看，全年及春季異常風最大差值在 T5 測站，全年最小差值為 T2 測站，春季則 T2、T3 並列差值最小兩測站，夏季異常風最大差值在 T9 測站，T6 測站次之，最小在 T8 測站，秋季最大差值則是在 T6 測站，T9 次之，T2 最小，冬季異常風最大差值在 T9 測站，T5 次之，T2 最小。

第五章 結論與建議

本研究臺中港單一測站平均風及最大風速作統計相關分析，先以 6 個風力測站本身平均風及最大風速做歷線圖比較及線性迴歸分析，並分成全年及四季來做分析，接著探討臺中港不同測站平均風速統計相關分析，同樣以不同季節之角度來做分析，最後探討兩種異常風情況，第一種異常風為平均風小於 10 m/s、但最大風大於 10m/s，也就是平均風看起來正常，但最大風最達到強風以上之等級之情形，接著分析各站、各季節發生此異常風比例、發生異常風之最大風與平均風之差值，分成差值平均及最大差值來討論，另一種異常風為最大風速大於平均風速 2 倍以上之情形，同樣分析各站、各季節發生此異常風比例、發生異常風之最大風與平均風之差值，討論其差值平均及最大差值。

5.1 結論

1. 臺中港 6 個測站 T1(防風林)、T2(北防波堤)、T5(31 號碼頭)、T6(港研中心頂樓)、T8(北防沙堤)、T9(工專二)由歷線圖目視其平均風與最大風速趨勢相關性應當不錯，使用最直關的線性迴歸分析，相關係數介於 0.96~0.99 之間，代表高度相關，故可透過線性迴歸式由平均風速推估最大風速。
2. 臺中港南北兩測站 T1、T9，東西兩側站 T2、T5 全年及四季相關性相當高，相關係數分別介於 0.96~0.99 及 0.91~0.96 之間，可見如此距離之南北(6.8 公里)、東西(4 公里)方向測站，四季之平均風速並無多大差異，顯示臺中港風場範圍之大，南北、東西測站變化趨勢一致。
3. 第一種異常風(平均風速小於 10 m/s、最大風速大於 10m/s)，除了 T2 測站以外，各站春、夏兩季的異常風比例較秋、冬兩季來的低，這與測站本身平均風速與最大風速相關性結果相同，原因應是秋冬兩季有颱風及東北季風之影響導致，T2 測站則夏天異常風發生比例比秋冬還高，推測應是其測站延伸至海外，夏天受西南季風影響較

大導致。

4. 第一種異常風(平均風速小於 10 m/s、最大風速大於 10m/s)，全年異常風發生比率最高是 T6 測站，T6 測站位置置於本所港研中心頂樓，為 6 測站中最靠近內陸之測站，應是受周圍建築物影響較大導致，夏季則是 T2、T6 測站為比例最高兩測站，其中 T2 為最靠近海之測站，置於北防波堤綠燈塔頂樓，夏季易受西南季風影響，秋冬兩季則是 T6、T9 測站為比例最高兩測站，其中 T9 為港區最南邊之測站。
5. 第二種異常風(最大風速大於平均風速 2 倍以上)，T1、T2、T5 皆是春夏季的異常風比例最高，而 T6、T9 則是秋冬比春夏來得高，其中 T1、T2 偏西北位置，T5 位於港區中間，應是受西南季風影響所致，較特別的是 T8，其冬季跟夏季異常風比例皆很高，且與鄰近測站 T1 明顯不同，推估是其測站高度 5.97m 較 T1 測站 18.539m 來的低，受地面影響較大所致。
6. 第二種異常風(最大風速大於平均風速 2 倍以上)，全年或各季異常風發生比率最高都是 T6 測站，其次是 T9 測站，T6 測站位置置於本所港研中心頂樓，為 6 測站中最靠近內陸之測站，應是受建築物影響較大導致。

5.2 建議

1. 本年度完成臺中港平均風、最大陣風、強風之特性及相關性分析，可初步了解臺中港風力之區域特性及季節特性，而造成陣風力變化之主要原因為地面摩擦力、建築物遮蔽、空氣溫度改變、風剪應力變化造成之紊流效應，未來可觀測相關物理、氣象參數，可做更深入之相關性分析。
2. 本研究針對臺中港做風力特性分析，然各港區之風力特性或許不太一樣，未來能依序對於臺灣其他港區之風力做分析，找出相同或不

相同之特性，以更了解不同區域之風力特性。

5.3 成果效益與後續應用情形

本研究已完成臺中港各區域之風力特性分析，提出港區各站平均風及最大風速以及不同測站平均風線性相關函數，並試著提出兩種異常風發生情形、發生機率及發生時之最大陣風與平均風速之差值大小，並依不同季節計算，相關成果可提供航港局、港公司或其他港區相關單位作為港區作業安全、防災預警、船舶進出港等之參考，另外，藉由本研究的分析過程，能提供未來風力預測、風浪分析、風能發電等之議題做進一步之研究應用。

參考文獻

1. 中央氣象局數位科普網，「臺灣的災害性天氣」，
<https://edu.cwb.gov.tw/PopularScience>。
2. 王惠民、葉天降，「臺灣地區颱風風速與最大瞬間風速之統計迴歸分析」，氣象學報，第 52 卷，第 1 期，2015 年。
3. 台灣颱風資訊中心，「蒲氏風力級數」，<https://isohe.ihmt.gov.tw/>，2013 年 9 月。
4. 朱佳仁、張育峯，「1961~2008 期間臺灣地面風速變化趨勢之分析」，氣象學報，第 49 卷，第 1 期，2012 年。
5. 陳若華、黎益肇、羅元隆、陳振華，「建物雨庇板面整體風載重評估」，第七屆全國風工程研討會論文，2018 年。
6. <https://pweb.cwb.gov.tw/PopularScience>
7. 蘇青和，「港灣環境資訊網觀測資料年報: 12 海域觀測風力資料」，2017 年。
8. World Meteorological Organization，「MEASUREMENT OF SURFACE WIND」，
https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=3177

附錄一

第 1 次工作會議紀錄

交通部運輸研究所港灣技術研究中心會議紀錄

一、會議名稱：「MOTC-IOT-109-H2CA001e 國際商港強風及陣風特性分析

(1/2)-以臺中港為例」自行研究案第一次工作會議

二、時間：109 年 5 月 21 日(星期四)下午 3 時

三、地點：港灣技術研究中心3樓會議室

四、主持人：蔡立宏主任

紀錄：衛紀淮

五、出（列）席人員：如後附簽到表

六、討論議題：

(一)工作進度說明：

- 1.完成相關風力資料蒐集，蒐集各國及本國相關風速之定義。
- 2.完成臺中港風力自相關分析，探討風速測站本身平均、最大風速之相關性及時間序列自相關分析。
- 3.完成臺中港測站間風力相關分析，探討南北測站、東西測站間之平均風速相關性。
- 4.提出風速預警概念模型:結合迴歸分析、移動平均線及風速預警值設定之預警方法。

(二)針對目前研究方向與執行情形進行討論：

- 1.風力資料可再作更細之分類如季風、海陸風、颱風、特殊事件等。
- 2.與數值模式之風場作比較。

七、結論：

(一)持續進行風力之相關性分析。

(二)7 月底前完成臺中港風力與物理參數相關性分析，9 月底前完臺中港風力測站之風譜分析。

(三)對於風速預警概念模型進行實際資料測試。

八、散會：下午 4 時。

交通部運輸研究所港灣技術研究中心會議紀錄

一、會議名稱：本所「國際商港強風及陣風特性分析(1/2)-以臺中港為例」
工作會議

二、時間：109 年 5 月 21 日(星期四)下午 3 時

三、地點：港灣技術研究中心 3 樓會議室

四、主席：蔡主任立宏

紀錄：衛紀雅

五、出席單位：

單位	簽名
第一科	柯正鄺 賴沛德
第二科	李國華 許義 黃文治 洪維屏 蔡冠廷 李冠廷
第三科	李俊翰 蔣副玲 陳鈞奇
其他	

附錄二
第 2 次工作會議紀錄

交通部運輸研究所港灣技術研究中心會議紀錄

一、會議名稱：「MOTC-IOT-109-H2CA001e 國際商港強風及陣風特性分析

(1/2)-以臺中港為例」自行研究案第二次工作會議

二、時間：109 年 8 月 28 日(星期四)下午 3 時

三、地點：港灣技術研究中心3樓會議室

四、主持人：蔡立宏主任

紀錄：衛紀淮

五、出（列）席人員：如後附簽到表

六、討論議題：

（一）工作進度說明：

1. 利用歷史風力資料，結合選定之反應時間，進行風力預警值設定。
2. 利用單條移動平均線做風力預警系統研究。
3. 利用多條移動平均線做風力預警系統研究。

（二）針對目前研究方向與執行情形進行討論：

1. 風力預警值設定之結果，亦可做為後續資料品管之依據。
2. 移動平均線做為風力預警時，有部分情況下無法預測到，應想辦法量化這些情況並做改善。

七、結論：

（一）持續進行風力之相關性分析。

（二）10 月底前完成臺中港風力與物理參數相關性分析，9 月底前完臺中港風力測站移動平均線預警系統。

八、散會：下午 4 時。

交通部運輸研究所港灣技術研究中心會議紀錄

一、會議名稱：本所「國際商港強風及陣風特性分析(1/2)-以臺中港為例」
工作會議

二、時間：109 年 8 月 28 日(星期五)下午 3 時

三、地點：港灣技術研究中心 3 樓會議室

四、主席：蔡主任立宏

蔣立宏

紀錄：衛紀強

五、出席單位：

單位	簽名
第一科	賴瑞璽
第二科	李國子 李國達 林定人 黃思作 蔡金吉 衛紀強 謝文 黃思作 洪維倫 許義宏 羅冠輝
第三科	蔣立宏
其他	

附錄三

專家學者座談會議紀錄

交通部運輸研究所港灣技術研究中心會議紀錄

一、會議名稱：109 年度自行研究計畫專家學者座談會議

二、時間：109 年6 月29 日(星期一)上午9 時30 分

三、地點：本所港研中心 2 樓簡報室

四、主持人：蔡立宏主任

紀錄：李政達

五、出（列）席人員：如後附簽到表

六、主席致詞：略。

七、研究單位簡報：略。

八、與會專家學者評論：

(一) 議題一：主要商港海象觀測作業、資料檢核與特性分析

1. 臺灣港務股份有限公司王錦榮助理副總經理

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

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

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

(4) 港區空汙的監測與分析研究，建議納入未來持續辦理的計畫。

2. 交通部航港局陳賓權副局長

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

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

- (3)配合藍色公路 10 年計畫政策，建議納入臺中澎湖航線、甚至未來郵輪跳島航線；另為便於推廣遊艇活動，也可將環島沿海之海象觀測資訊整合提供遊艇玩家使用。

3.國立成功大學近海水文中心黃清哲主任

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

4.交通部中央氣象局海象測報中心滕春慈主任

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

5.國立臺灣大學工程科學及海洋工程學系林銘崇前教授

- (1)簡報內容含蓋彙整全國觀測資料是否確實可行？

6.本所港研中心簡仲璟前簡任研究員兼科長

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

等) 3.資料保存(設置原始資料保管專人) 4.加強 對外合作(例如：技術交流，資料共享，資源互補...等) 5.加強特 定對象之預警能力。

(二) 議題二：海象及船舶監控預警系統研發及應用

1.臺灣港務股份有限公司王錦榮助理副總經理

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

2.交通部航港局陳賓權副局長

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

3.國立成功大學近海水文中心黃清哲主任

(無意見)

4.交通部中央氣象局海象測報中心滕春慈主任

(無意見)

5.國立臺灣大學工程科學及海洋工程學系林銘崇前教授

- (1)簡報內容所稱海象，實為限於風力，不過風力因素確具高度重要性。

6.本所港研中心簡仲璟前簡任研究員兼科長

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

(三) 議題三：離岸風電區臺中基地母港海象及漂沙特性探討

1.臺灣港務股份有限公司王錦榮助理副總經理

- (1)簡報 P.41 離岸風電區鄰近海岸漂沙機制探討計畫，建議應考慮臺中港 LNG 外廓堤興建後對漂沙變化的影響與探討。

(2)因應海岸管理法對海岸變遷(侵淤)要有因應對策，建置未來納入布袋港。

2. 交通部航港局陳賓權副局長

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

3. 國立成功大學近海水文中心黃清哲主任

(1)海岸漂沙數值模擬所用模式為何？結果與水工模型試驗結果比較下，誤差如何？

(2)簡報 P.44，如何利用雷達觀測求出一階及二階海洋表面波。

4. 交通部中央氣象局海象測報中心滕春慈主任

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

5. 國立臺灣大學工程科學及海洋工程學系林銘崇前教授

(1)各議題之研究子題及工作內容大致符合執行單位之任務導向。

6. 本所港研中心簡仲璟前簡任研究員兼科長

(1)建議在風電場設廠時建置離岸觀測樁，進行海氣象觀測，以利風電廠維護保養工作。

(2)離岸風電區鄰近海岸漂沙機制探討(4/4)之計畫目標宜再明確。

(四) 議題四：港灣振盪與防災預警系統應用

1. 臺灣港務股份有限公司王錦榮助理副總經理

(無意見)

2. 交通部航港局陳賓權副局長

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

3. 國立成功大學近海水文中心黃清哲主任

(1)花蓮港長浪預報模式為何？準確度如何？

4. 交通部中央氣象局海象測報中心滕春慈主任

(1)因應港口作業發展可加值新增應用如：陣風、漂沙、港灣振盪對外展

示、警示的規劃。

5. 國立臺灣大學工程科學及海洋工程學系林銘崇前教授

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

6. 本所港研中心簡仲璟前簡任研究員兼科長

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

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

十、散會：中午 12 時 30 分。

會議簽到表

會議名稱：本所港研中心109年自行研究計畫專家學者座談會議

時間：109年6月29日(星期二)上午9時30分

地點：港灣技術研究中心2樓簡報室

主持人：

蔡立光

紀錄：

李政達

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

本所港研中心

衛紀健

李天達

蔡世瑄

陳劍彥

詹齊農

謝佳弘

黃宇強

邱鴻平

蔣敏玲

洪維屏

羅冠廷

蔡宜志

劉淑敏

陳天時

李江輝

顏碩香

劉煥明

附錄四
期末審查意見處理情形表

交通部運輸研究所自辦計畫

□期中☑期末報告審查意見處理情形表

採購案名稱：國際商港強風及陣風特性分析(1/2)-以臺中港為例

參與審查人員及其所提之意見	處理情形
陳冠宇委員： 1. 所有圖號表號中英文混雜，不是一般慣例。 2. 一開始應先說明各站蒐集多少資料。 3. 建議說明取樣年份，以及四季代表的月份。 4. 陣風定義最好與業界一致，方便溝通。 5. 圖 4.1~圖 4.6 圖號“全年及四季”請改為“全年四季”。 6. 圖中 law data 應名為 raw data。	統一修改成一般慣例。 已於文內 p.1-3 補充。 已於文內 p.1-3 補充。 本研究考量本所資料庫之儲存格式，利用 10 分鐘之平均風速與 10 分鐘內之最大風速來做強風分析，惟今年提高儲存頻率，以 1 分鐘 60 筆 1hz 風速來做平均，將做為明年強陣風研究之陣風來做分析。 圖號已改成全年四季。 已修改為 raw data。
張家豪委員： 1. 表一.1 表代號 19 應為 T9。 2. 圖一.3 位置圖各測站建議標示代號，可更明瞭易讀。 3. T1、T9 測站南北距離未說多少公里(漏字)。	已修改為 T9。 已標示於圖中。 已補充於內文。

4. 本研究資料蒐集非常完整，受限於目前已在臺中港設置之 6 個測站，各測站高度不同，周圍是否有遮蔽物等因素，極可能影響調查數據及結果，如可克服上述因素，分析結果應更為客觀。 5. 就效益及後續應用，為使理論與實務更為契合，針對臺中港強風及陣風特性之研究成果，應可再具體建議運用在更細緻港在防災、工程、進出港作業的那些改善作為上，以利港公司相關部門參採。	其實 6 個測站當初建站時，除考慮現場方便架設、電源供應方便及傳輸訊號良好外，周圍相對較無建築物遮蔽，而本研究分析結果看出部分測站因為高度或遮蔽造成異常風比率較高，是相對於其他測站來而言，且其反應遮蔽造成之結果，若以港區作業來說，常有高度不高且周圍有遮蔽之情形，故其尚屬實用之結果， 目前本研究指出各站異常風之發生比率，應足以讓港公司做為初步之參考應用。
林佑任委員： 1. 臺中港強風陣風特性分析題目是很有意思的研究，臺中港這幾天都有維持達 9 級風一段長延時的風速，甚至上週四(12/3)達到 11 級風的情形，同樣的時間一般認為也會有季風影響的基隆港台北港其實只有 4 級的和風，花蓮港則偶而有短時間	感謝委員肯定。

達到 6 級風，高雄港則可說是風平浪靜。臺中港有各種船舶包含吃水淺受風面大的商船，季風期對操航影響很大，另外也在進行各種工程包含地點在海域施工者，也曾經因為陣風而導致工安事故發生的不幸事件，希望盡量排除這種好像不可測的環境因素，盡量能掌握強風或陣風的發生時間與程度，因此，真的很感謝以這個題目做研究。	
2. p.17 表 1 有關 T8 北防沙堤站是否為金工中心的測站，金工中心應有不同高度風速儀且高度不只 5.97 米。另臺中港信號台及中油甚至中龍台電也有風速儀，建議選個重要的分析主題(如港區等風速線模型的製作)並盡量將既有的風速儀納進去分析，可更全面詳細。	港區風速線模型屬於整個面的風場研究，應配合數值模式呈現，本研究目前著重實測資料之直接分析結果，未來考慮配合數值模式做港區整個風場之研究，亦會一併蒐集各單位之風力資料，以提升模式準確度。
3. 第一種異常風在某些條件下會感覺不異常，例如平均風速雖小於 10m/s，但只要在 8 級以上就幾乎大部分都會被當成第一種異常風速，因為本來最大風速的振幅就會有一相當的數值。建議可以再新增能代表異	第一種異常風是平均風小於 10m/s，陣風大於 10m/s 才會觸發，考量的是若只看平均風而忽略陣風振福過大之情形，惟本研究相對保守，事實上可依實際需求調整最大風之數值，或者做無因次分析找出適用各種情況之

常風速意義的指標。	數值。
4. 臺中港的經驗概估，感覺北堤風速可以是梧棲風速再多 $1/3$ 之比例，且由於臺中港水域南北狹長，從港外操船進港的過程應會經歷很明顯的風速降低的過程，而船舶技術越來越朝向智慧化發展，因此本研究除提供施工所需外，未來能提供操航模擬也很重要，建議能建立起臺中港不同時期或條件下的等風速線模型，例如不同季節或月份之等風速線。	未來考慮配合數值模式做港區整個風場之研究，並會依照季節或月份去區分。
5. p.25 各歷線如圖二.1.1~二.1.7 可能為二.13~36 誤植。圖形中的不同圖例線建議以不同顏色區分，例如平均風速與最大風速以不同顏色表示。	誤植部分已修正於內文 p.2-1~p.2-19，歷線圖部分亦會以彩色印刷呈現。
6. 平均風速與最大風速關係類似不同位置之平均波高與波峰包絡線關係，因為地形等因素影響紊動振幅大小影響最大風速，建議可以進一步研究地理之不同區位(測站)及不同之平均風速級距與最大風速之關係，並以港區平面圖展示看出循航道進港里程過程最大變化風速或異常風速之關係。	未來配合數值模式計算出整個面之風場，會配合船舶進出之考量做進一步分析。

7. 本研究採用 108 年的資料分析，建議再延續並採用較長的期間分析，另本研究對於港務與工程實務很有意義與幫助，如果這樣就結束很可惜建議可持續進行。	110 年強陣風研究會以高雄港為研究港區，惟臺中港之風力持續蒐集資料，未來亦會對於臺中港做更進一步之分析。
8. 考量臺中港曾有事故案例可能原因是風速變化與風向轉變，建議未來將風向變化性也納入分析。	未來會將風向變化性考慮在內。
9. p.71 圖 4.8 臺中港 108 年春季測站發生異常風比例可看出編號 5 (#31 碼頭) 發生異常風之機會很高(與其他測站比)並接近最高，也接近去年曾發生受風影響之事故地點(#26 碼頭)且再比對 P75 圖四.14 可見春季反而是該區異常風速較小的，於夏天異常風速最高，本資料很珍貴可提供讓我們設計與施工注意。另外港研屋頂與防風林甚至臺中港最下風處的工專二受地形影響造成可能異常風速偏多的情形，似也符合實際。	感謝委員肯定。
10. 建議圖表中測站編號可以測站簡稱或括號內備註取代提高易讀性，部分圖形亦可將該站於臺中港之平面圖位置以小圖呈	以修改於內文。

現在旁邊。	
林雅雯委員： 1. 目錄有錯誤!尚未定義書籤，第16頁圖號圖一.1圖號有誤。 2. 第17頁最後一個代號應為T9。 3. 第54頁T5測站在夏天相關性較低，春季、秋季及冬季相關性為6站次高測站，應為第3高測站。 4. 第58頁，T1、T9測站南北距離約為公里，沒寫公里數。 5. 第59-61頁相關係數有些沒呈現。 6. 目前皆考量風速大小，有些原因推測為測站受東北季風或西南季風影響，建議加入風向因素，以了解真實原因或讓數據更具代表意義。 7. 這6個測站位址對於船舶進出、港區作業安全是否有代表性？	已修正於內文目錄。 已修正於內文 p.2-17。 已修正於內文 p.2-36。 已修正於內文 p.3-3。 已修正於內文 p.3-4~p.3-6。 明年的強風研究中會納入風向做一併分析。 6個測站當初建站時，除考慮現場方便架設、電源供應方便及傳輸訊號良好外，周圍相對較無建築物遮蔽，且於港區內東西南北都設立測站，未來可做為數值模式模擬風場之驗證使用，而數值風場則可使用於船舶進出及港區作業安全，惟港區作業各區域之遮蔽性不一，數值模式可能反應失真，必要時，得設立更多風

	力測站以提升資料之正確性與實用性。
蔣敏玲委員： 1. 報告格式請依本所出版品格式修改，例如頁碼、圖表名及編號。 2. P.17 圖 1.2 不甚清楚，建議修改。 3. 第 2 章平均風速與最大風速歷線圖以顏色區分，黑白印刷看不出相關趨勢。 4. P.16 圖 1.3 建議直接將測站編號標示於圖上。 5. 本研究對陣風定義建請再斟酌。	已修改於內文。 已修改於內文 p.1-3。 歷線圖將會以彩色印刷呈現。 已修改於內文 p.1-4。 本研究考量本所資料庫之儲存格式，利用 10 分鐘之平均風速與 10 分鐘內之最大風速來做強風分析，惟今年提高儲存頻率，以 1 分鐘 60 筆 1hz 風速來做平均，將做為明年強陣風研究之陣風來做分析。

附錄五

簡報資料

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

國際商港強風及陣風特性分析(1/2)-以臺中港為例

報告人：衛紀淮

中華民國109年12月8日

大綱

- 一、前言
- 二、臺中港風力自相關分析
- 三、臺中港風力不同測站相關分析
- 四、臺中港異常風力統計特性分析
- 五、結論與建議



一、前言(研究動機及目的)

強風或短期造成快速增加之陣風一直是造成災害的重要原因之一，因其難以預測之特性，導致港區作業風險增加，亦是港區作業單位關注之議題。



一、前言(研究範圍及對象)

使用二維式超音波式風速計，其透過4個探頭量測到聲波的時間及透過4個探頭之間的距離，利用聯立方程式解出二維風速、風向



一、前言(研究範圍及對象)

資料量測頻率:1秒鐘1筆

平均風速、平均風向資料輸出
頻率為1分鐘1筆(60筆平均)或
10分鐘1筆(600筆平均)

平均風速是取純量平均
平均風向則是向量平均

最大風速則為1分鐘或10分鐘
內某1秒之最大風速值，最大
風向則是最大風速對應之風向。



5

一、前言(研究範圍及對象)

對象為臺中港
區設置共6個
風力測站。

各站經緯度座
標如、地點備
註說明、對應
代號及離地面
高程表

代號	地點備註	座標(N)	座標(E)	港區	離地面高程(m)
T8	北防沙堤	24°18'38.67"	120°31'34.60"	臺中港	5.97
T1	防風林	24°18'18.66"	120°31'52.44"	臺中港	18.539
T2	北堤北防波堤 綠燈塔	24°17'58.61"	120°29'11.82"	臺中港	16.616
T6	港研中心頂樓	24°16'13.17"	120°31'44.59"	臺中港	26.167
T5	31號碼頭	24°16'27.81"	120°30'58.82"	臺中港	9.47
19	工專二	24°14'23.28"	120°28'18.45"	臺中港	7.682



一、前言(研究範圍及對象)

強風

依據蒲福風級之定義，**風力達6級(10.8 - 13.8 m/s)**以上即為強風，而中央氣象局進一步定義強風是指**平均風力達6級(10.8 - 13.8 m/s)以上或陣風達8級(17.2 - 20.7 m/s)**以上之天氣現象。

相關法規:臺灣現行職業安全衛生設施規則法相關規定，雇主對於高度在二公尺以上之作業場所，有遇強風、大雨等惡劣氣候致勞工有墜落危險時，應使勞工停止作業，其**強風指10分鐘的平均風速達10 m/s以上者**。



一、前言(研究範圍及對象)

平均風速

國際:依據聯合國專門機構世界氣象組織 (World Meteorological Organization) 之定義，延時10~60分鐘延時之風速平均值即為平均風速。

本國:而中央氣象局使用10分鐘之平均作為平均風速，內政部建築物耐風設計規範與解說，亦是以10分鐘之平均風速來當作建物耐風設計計算使用。



一、前言(研究範圍及對象)

陣風

國際氣象組織:聯合國專門機構世界氣象組織之定義，陣風為極短延時之風力，建議使用**1分鐘之平均風速**，當作較長延時之陣風。

國際結構組織:國際結構工程組織(Structural Engineering Institute ASCE)使用**3秒平均陣風**作為結構設計標準。

本研究:使用風速計量測頻率為**1HZ**，故可使用**延時1秒**之陣風來做分析。



9

一、前言(研究範圍及對象)

異常風

莫拉克颱風登陸前後之強陣風特性分析(林博雄, 2010)

:颱風期間，陣風因子(最大風與平均風之比值)約介於4~11之間。

瘋狗浪:或稱異常巨浪 (Freak waves) 是指比有效波高 (Significant wave height) 高出1倍的巨浪。

本研究:嘗試定義兩種異常風，**第一種為10分鐘平均風速小於10 m/s且最大陣風1秒風速大於10m/s之情形；第二種為最大陣風1秒風速為10分鐘平均風速的兩倍以上。**



10

一、前言(本年度研究內容及工作項目)

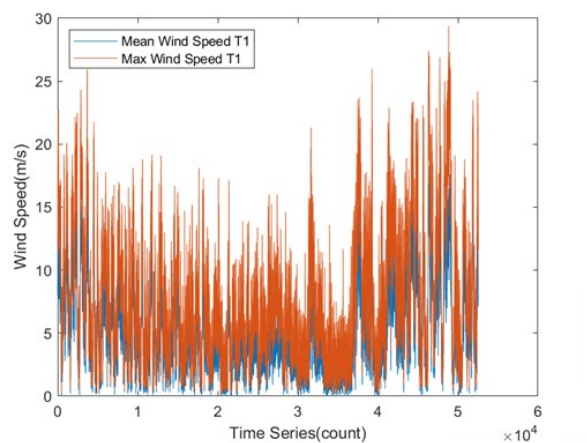
1. 臺中港同測站平均風與最大風歷線圖比較。
2. 臺分析。
3. 臺中港不同測站平均風與平均風歷線圖比較。
4. 臺中港不同測站平均風與平均風線性相關分析。
5. 臺中港第一種異常風力發生比例分析。
6. 臺中港第一種異常風力發生差值分析。
7. 臺中港第二種異常風力發生比例分析。
8. 臺中港第二種異常風力發生差值分析。



11

二、臺中港風力自相關分析

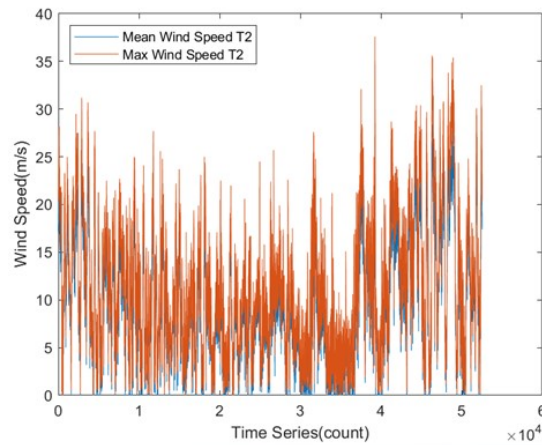
臺中港同測站平均風與最大風歷線圖比較，直接觀察得知有一定相關性。



12

二、臺中港風力自相關分析

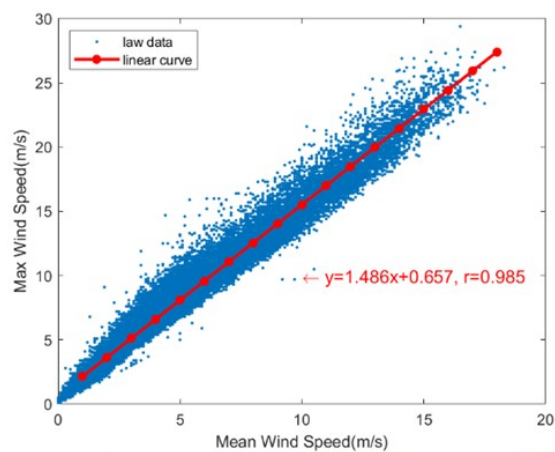
臺中港同測站平均風與最大風歷線圖比較，直接觀察得知有一定相關性。



13

二、臺中港風力自相關分析

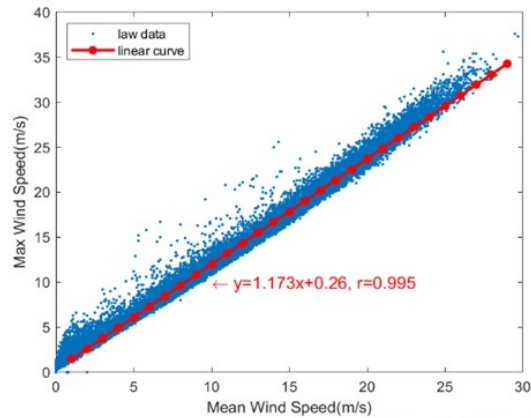
線性迴歸相關性相當高，相關係數介於0.96~0.99，



14

二、臺中港風力自相關分析

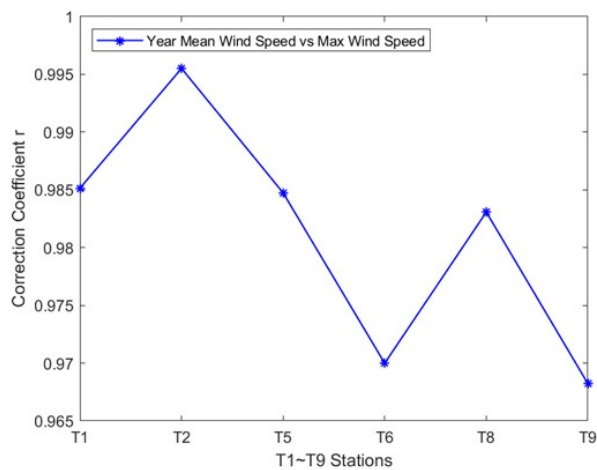
線性迴歸相關性相當高，相關係數介於0.96~0.99，



15

二、臺中港風力自相關分析

線性迴歸相關性相當高，相關係數介於0.96~0.99，



16

三、臺中港風力不同測站相關分析

臺中港不同測站平均風與平均風歷線圖比較

T1、T9 南北兩側站
(相距約**9.3公里**)

T2、T5 東西兩側站
(相距約**4.2公里**)



直接觀察得知有一定相關性。



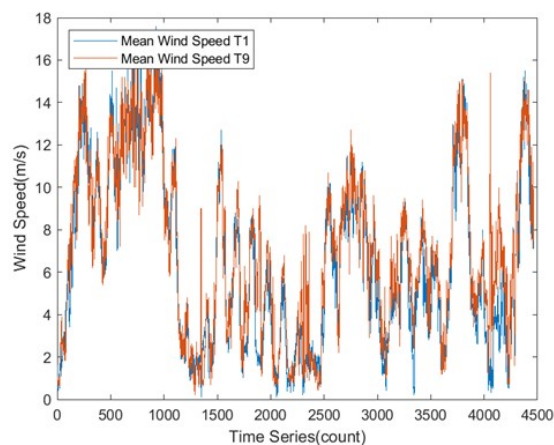
17

三、臺中港風力不同測站相關分析

臺中港不同測站平均風與平均風歷線圖比較

T1、T9 南北兩側站
(相距約**9.3公里**)

T2、T5 東西兩側站
(相距約**4.2公里**)



直接觀察得知有一定相關性。



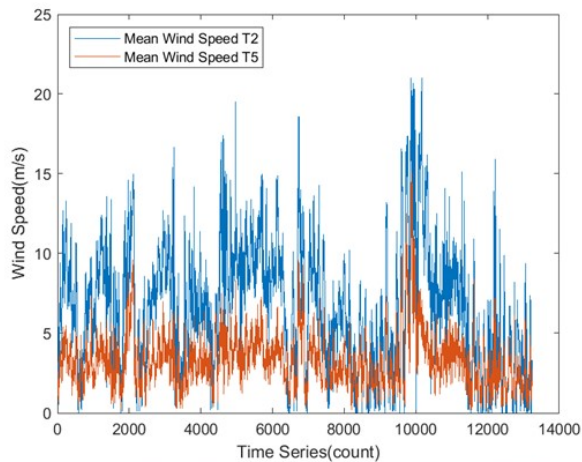
18

三、臺中港風力不同測站相關分析

臺中港不同測站平均風與平均風歷線圖比較

T1、T9 南北兩側站
(相距約**9.3公里**)
T2、T5 東西兩側站
(相距約**4.2公里**)

直接觀察得知有一定相關性。

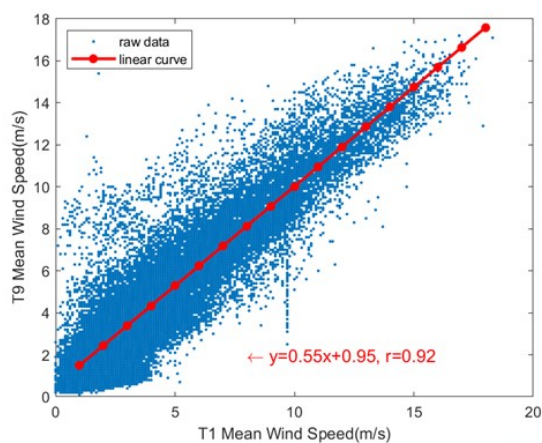


19

三、臺中港風力不同測站相關分析

T1、T9兩站相關性高，全年相關係數為**0.92**，四季介於**0.82~0.94**之間。

四季之平均風速並無多大差異，顯示臺中港風場範圍之大，港區內南北測站變化趨勢一致。

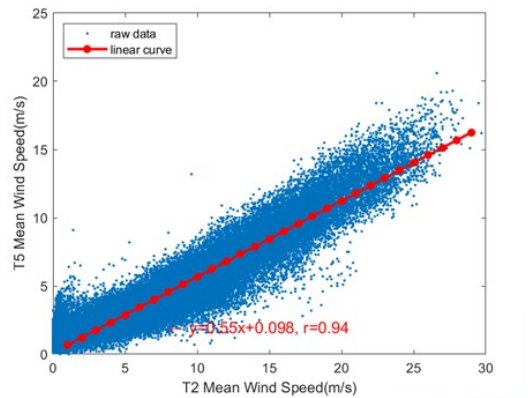


20

三、臺中港風力不同測站相關分析

T2、T5兩站相關性高，全年相關係數為0.94，四季介於0.83~0.96之間。

四季之平均風速並無多大差異，顯示臺中港風場範圍之大，港區內東西測站變化趨勢一致。



21

四、臺中港異常風力統計特性分析

定義第一種異常風：

10分鐘平均風速小於10 m/s

且

最大陣風1秒風速大於10m/s之情形

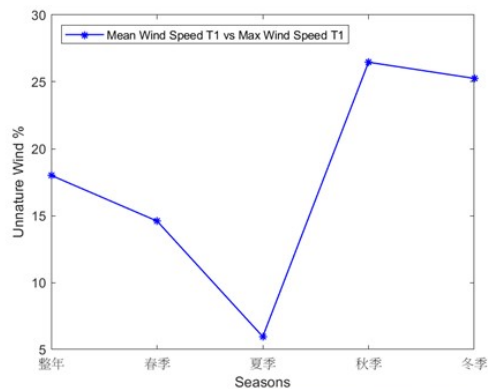
22

四、臺中港異常風力統計特性分析

第一種異常風發生機率(以各站本身角度):

除了T2測站以外，各站春、夏兩季的異常風比例較秋、冬兩季來的低，原因應是秋冬兩季有颱風及東北季風之影響導致。

T2測站則夏天異常風發生比例比秋冬還高，推測應是其測站延伸至海外，夏天受西南季風影響較大導致。



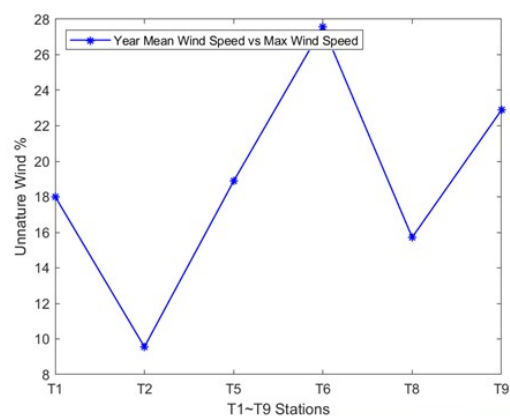
23

四、臺中港異常風力統計特性分析

第一種異常風發生機率(測站互相比較):

整年異常風發生比率最高是T6測站，T6測站位置置於本所港研中心頂樓，應是受建築物影響較大導致

夏季則是T2、T6測站為比例最高兩測站，其中T2為最靠近海之測站，置於北防波堤綠燈塔頂樓，夏季易受西南季風影響，秋冬兩季則是T6、T9測站為比例最高兩測站，其中T9為港區最南邊之測站。

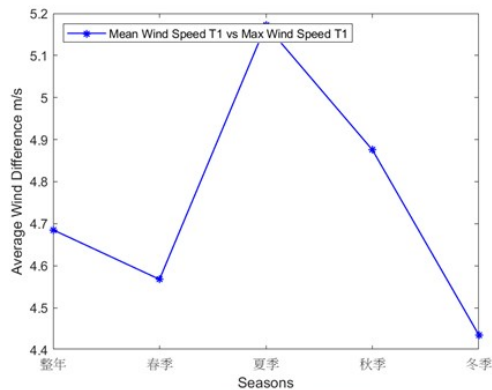


24

四、臺中港異常風力統計特性分析

第一種異常風異常風差值平均(以各站本身角度):

T1、T2、T5測站趨勢類似，夏季平均差值最高，T1、T5冬季平均差值最低，T2則是春季差值最低，而T6秋冬季最高，夏季最低，T8夏季最高，春秋最低，T9則是秋季最高，春夏季最低。



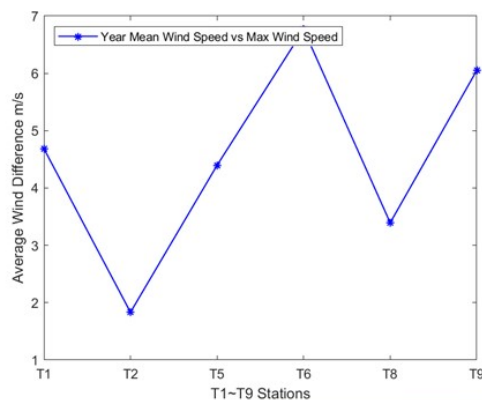
25

四、臺中港異常風力統計特性分析

第一種異常風異常風差值平均(測站互相比較):

全年及四季之結果類似，T6測站為平均差值最大之測站，而T6測站置於本所港研中心頂樓，應受建築物遮蔽效應影響。

T2測站為平均差值最小之測站，T2位於港區最西側，周圍空曠較不受遮蔽影響。



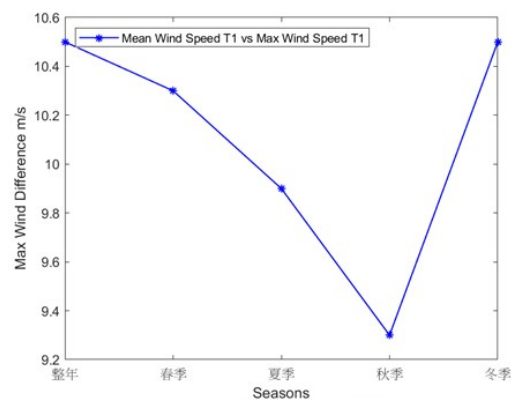
26

四、臺中港異常風力統計特性分析

第一種異常風異常風最大差值(以各站本身角度):

T1、T2、T9異常風最大值都發生在**冬季**，最大差值為T5站的16.3 m/s。

T6、T8異常風最大值則發生在**春季**，最大差值分別為T6及T8站的16.4 m/s 及 **19.5 m/s**。

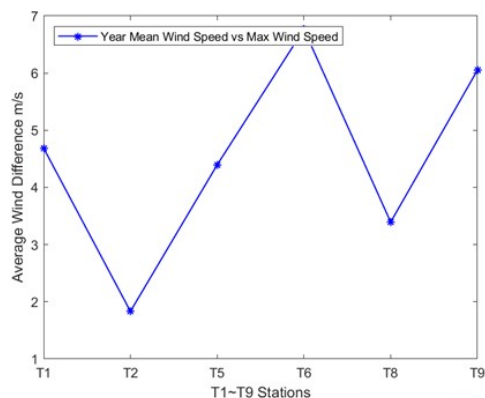


27

四、臺中港異常風力統計特性分析

第一種異常風異常風最大差值(測站互相比較):

整年及春季異常風最大差值在T5測站，整年最小差值為T2測站，春季則T2、T3並列差值最小兩測站，夏秋兩季則由T4跟T6測站差值最大，夏季T5測站反而最小，秋季差值最小同樣為T2測站，冬季是由T2差值最大，T2、T5為差值最小兩測站。



28

四、臺中港異常風力統計特性分析

定義**第二種異常風**:

最大陣風1秒風速為10分鐘平均風速的兩倍以上

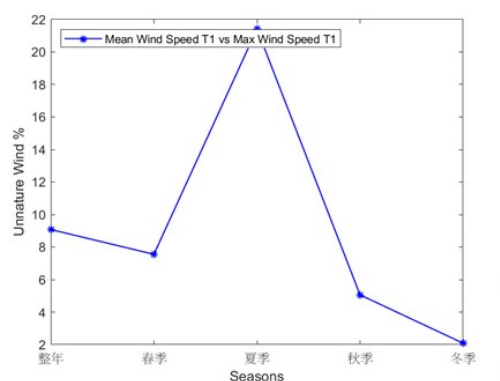


四、臺中港異常風力統計特性分析

第二種異常風發生機率(以各站本身角度):

T1、T2、T5皆是春夏季的異常風比例最高，而T6、T9則是秋冬比春夏來得高，其中T1、T2偏西北位置，T5位於港區中間，應是受西南季風影響所致。

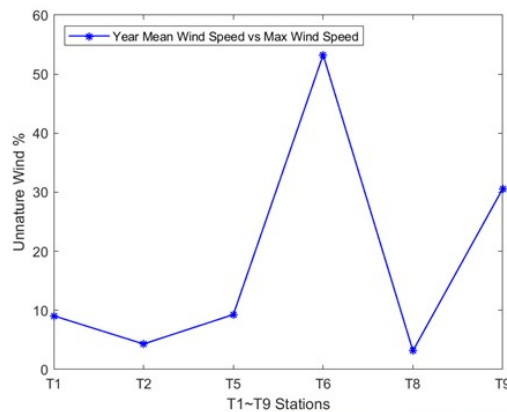
較特別的是**T8**，其**冬季跟夏季異常風比例皆很高**，且與鄰近測站T1明顯不同，推估是其測站**高度5.97m**較T1測站18.539m來的低，受地面影響較大所致。



四、臺中港異常風力統計特性分析

第二種異常風發生機率(測站互相比較):

全年或各季異常風發生比率最高都是T6測站，其次是T9測站，T6測站位置置於本所港研中心頂樓，為6測站中最靠近內陸之測站，應是受建築物影響較大導致。



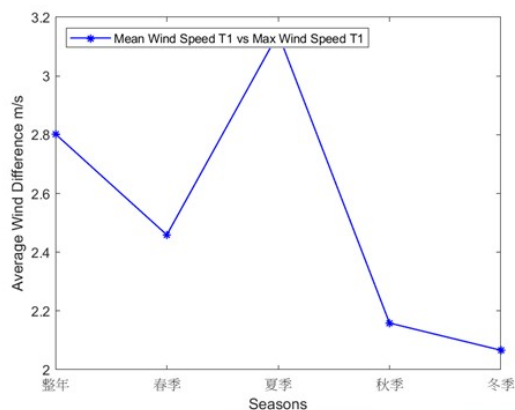
31

四、臺中港異常風力統計特性分析

第二種異常風異常風差值平均(以各站本身角度):

T1、T2、T5測站趨勢類似，夏春兩季為平均差值最高之兩季，而T6、T9測站趨勢類似，與T1、T2、T5相反，秋冬兩季平均差值高於春夏兩季。

T8測站卻是冬夏兩季最高，與鄰近測站T1不同，原因應是其高度離地面只有5.97m，受地面影響較大所致。



32

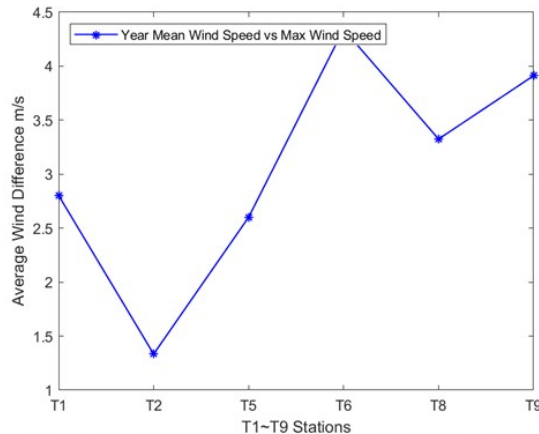
四、臺中港異常風力統計特性分析

第二種異常風異常風差值平均(測站互相比較):

除冬季外，T6測站為平均差值最大之測站，而T6測站置於本所港研中心頂樓，應受建築物遮蔽效應影響所致

在冬季則是T9為平均差值最大之測站，T9測站高度為7.682 m，應同樣高度不高易受附近建物影響所致。

T2測站為平均差值最小之測站，T2位於港區最西側，位於北防波堤綠燈塔頂樓高度約16.616 m，周圍空曠較不受遮蔽影響。



33

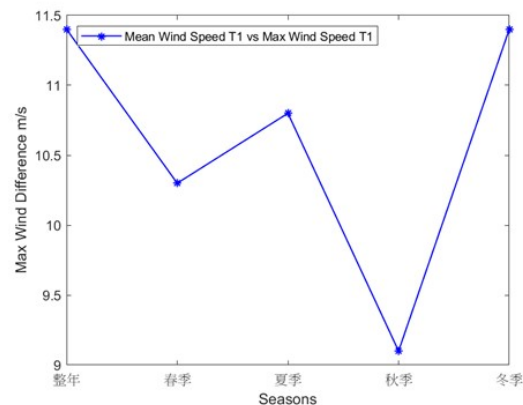
四、臺中港異常風力統計特性分析

第二種異常風異常風最大差值(以各站本身角度):

T1、T5、T9異常風最大值都發生在冬季，T2發生在夏季的10m/s，不過其冬季的最大差值與夏季接近。

T6最大差值發生在秋季的16.5 m/s，其春季的最大差值與秋季接近。

T8最大差值則發生在春季的19.5 m/s。



34

四、臺中港異常風力統計特性分析

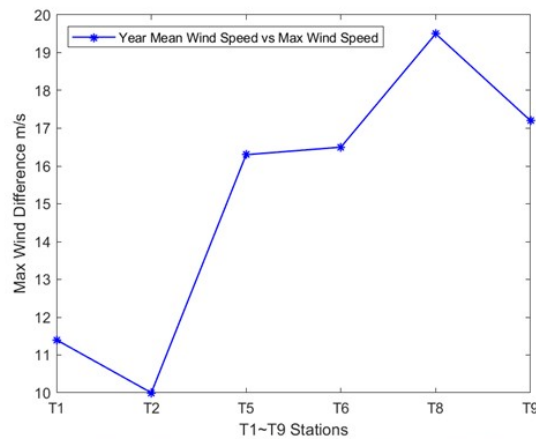
第二種異常風異常風最大差值(測站互相比較):

整年及春季異常風最大差值在T5測站。整年最小差值為T2測站，春季則T2、T3並列差值最小兩測站。

夏季異常風最大差值在T9測站，T6測站次之，最小在T8測站。

秋季最大差值則是在T6測站，T9次之，T2最小。

冬季異常風最大差值在T9測站，T5次之，T2最小。



35

五、結論

1. 臺中港6個測站T1(防風林)、T2(北堤北防波堤綠燈塔)、T5(31號碼頭)、T6(港研中心頂樓)、T8(北防沙堤)、T9(工專二)由歷線圖目視其平均風與最大風速趨勢相關性應當不錯，使用最直關的線性迴歸分析，相關係數介於0.96~0.99之間，代表高度相關，故可透過線性迴歸式由平均風速推估最大風速。

2. 臺中港南北兩測站T1(防風林)、T9(工專二)，東西兩側站T2(北堤北防波堤綠燈塔)、T5(31號碼頭)全年及四季相關性高，全年分別為0.93及0.94，四季相關係數分別介於0.82~0.94及0.83~0.96之間，可見如此距離之南北、東西方向測站，四季之平均風速並無多大差異，顯示臺中港風場範圍之大，南北、東西測站變化趨勢一致。



36

五、結論

3. 第一種異常風除了T2測站以外，各站春、夏兩季的異常風比例較秋、冬兩季來的低，這與測站本身平均風速與最大風速相關性結果相同，原因應是秋冬兩季有颱風及東北季風之影響導致，T2測站則夏天異常風發生比例比秋冬還高，推測應是其測站延伸至海外，夏天受西南季風影響較大導致。

4. 第一種異常風整年異常風發生比率最高是T6測站，T6測站位置置於本所港研中心頂樓，為6測站中最靠近內陸之測站，應是受周圍建築物影響較大導致，夏季則是T2、T6測站為比例最高兩測站，其中T2為最靠近海之測站，置於北防波堤綠燈塔頂樓，夏季易受西南季風影響，秋冬兩季則是T6、T9測站為比例最高兩測站，其中T9為港區最南邊之測站。

37

五、結論

5. 第二種異常風T1、T2、T5皆是春夏季的異常風比例最高，而T6、T9則是秋冬比春夏來得高，其中T1、T2偏西北位置，T5位於港區中間，應是受西南季風影響所致，較特別的是T8，其冬季跟夏季異常風比例皆很高，且與鄰近測站T1明顯不同，推估是其測站高度5.97m較T1測站18.539m來的低，受地面影響較大所致。

6. 第二種異常風全年或各季異常風發生比率最高都是T6測站，其次是T9測站，T6測站位置置於本所港研中心頂樓，為6測站中最靠近內陸之測站，應是受建築物影響較大導致。

38

簡報完畢
敬請指教

