105-040-7876
MOTC-IOT-104-H3DB002

港灣海氣象環境資訊整合及統計分析研究(3/4)

交通部運輸研究所

中華民國 105 年 5 月

105-040-7876
MOTC-IOT-104-H3DB002

港灣海氣象環境資訊整合及統計分析研究 (3/4)

著 者：簡仲璟、陳明宗、劉清松
莊士賢、林廷燦、林珂如

交 通 部 運 輸 研 究 所
中 華 民 國 105 年 5 月

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

港灣海氣象環境資訊整合及統計分析研究. (3/4) / 簡仲璟等著. -- 初版. -- 臺北市 : 交通部運研所, 民105.05
面 ; 公分
ISBN 978-986-04-8489-2(平裝)

1.海洋氣象 2.港埠資訊查詢系統

444.94 105006201

港灣海氣象環境資訊整合及統計分析研究(3/4)

著　　者：簡仲璟、陳明宗、劉清松、林廷燦、劉益琦、林珂如
出版機關：交通部運輸研究所
地　　址：10548 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) 26587176
出版年月：中華民國 105 年 5 月
印 刷 者：九易數碼科技印刷有限公司
版(刷)次冊數：初版一刷 70 冊
本書同時登載於交通部運輸研究所港灣技術研究中心網站
定　　價：300 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 臺北市中山區松山路 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：1010500517　　ISBN：978-986-04-8489-2 (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。

105

港灣海氣象資訊整合及統計分析研究(3/4)

交通部運輸研究所

GPN：1010500517
定價 300 元

交通部運輸研究所合作研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：港灣海氣象環境資訊整合及統計分析研究(3/4)			
國際標準書號 ISBN978-986-04-8489-2 (平裝)	政府出版品統一編號 1010500517	運輸研究所出版品編號 105-040-7876	計畫編號 104-H3DB002

本所主辦單位：港灣技術研究中心
主管：邱永芳
計畫主持人：簡仲璟
共同主持人：莊士賢、林廷燦
研究人員：陳明宗、劉清松、林珂如
參與人員：錢爾潔、馬維倫、陳正義，張麗瓊
聯絡電話：(04)26587136　傳真號碼：(04)26564415

研究期間
自 104 年 01 月
至 104 年 12 月

關鍵詞：港灣、海氣象、資訊系統、風速、油汙擴散

摘要：本計畫為 4 年期研究計畫之第 3 年，本年度包含 3 個研究子計畫，其研究工作成果如下：

(一) 海域油汙監測與擴散模擬技術研發

本研究計畫之工作期為三年，本年度(104 年)已完成工作分為三部分：(1)以 Cross Teager Kaiser Operator (CTKO)理論為基礎，建立雷達影像分析技術，藉以將影像中所隱含的特徵資訊提取出。已分別於臺南安平港與臺北港進行航海雷達系統的海岸現場測試工作，測試重點聚焦於現場海面回波訊號之檢測以及雷達影像分析結果之檢討。(2)完成臺北港與安平港高解析之三角網格系統建置，並以 SMS 軟體完成三角網格的品質檢測。完成臺北港與安平港的海潮流模擬測試，定性比對上符合潮汐一天兩次漲退潮的現象，其中安平港潮流模擬結果實測潮位資料的定量性比對結果顯示誤差在合理範圍內。使用不同的初始與邊界條件作為潮汐常數輸入模擬海潮流，由統計分析比對實測資料結果顯示以(國立臺灣海洋大學海洋環境資訊系)海岸模式應用研究室提供的臺灣附近海域潮汐水位模擬海潮流較佳。(3)完成研究 WERA 系統原始資料的結構，從中將原始資料時序列解算出，並從原始資料分析所得都卜勒能譜結果初步確認資料解算流程的正確性。(詳細內容請參閱第二章至第四章)

(二) 港灣海氣象資料品質檢核與統計分析

基於資料之立即應用並轉化為可靠之資訊需求，針對異常資料建立自動檢核系統有其必要性。本研究以 6 種常見之風速機率密度函數進行風速分布特性探討。另外考量風速之時間變化依不同時間間隔下之風速差值進行統計分佈，並以 5 種機率密度函數做套配比較。分析結果顯示直接以風速進行資料檢核時，因檢核標準會受樣本取樣方式不同而有差異，降低檢核效果。相較由風速差值進行資料檢核，由於檢核標準不受樣本取樣方式差異影響，因此檢核效果良好。本年度蒐集臺北港及基隆港港區及附近海域之風速與風向觀測資料，進行基本統計與風速分布特性分析，以瞭解風速分布之特性以進行高低絕對值合理性與時間相對值合理性等 2 種檢核方法所需之檢核標準研定，以作為後續電腦執行資料品管自動作業之依據。(詳細內容請參閱第五章至第八章)

(三) 港灣環境資訊系統功能提升規劃與建置

本年度主要工作為延續與擴展『港灣環境資訊網』系統功能與應用層面，其研究成果包括三個部份：(1)港灣環境資訊網應用系統、資料庫維護：新增海氣象資料之統計特性及相關性展示、細尺度港區區域模式、藍色公路船班新增介接與展示、郵輪航線納入藍色公路功能上線與展示、溢淹 KML 檔參考查詢、港區(碼頭)潮位即時水深預報等系統功能，資料庫整合方面亦已完成整合水利署海氣象觀測資訊(近海水文中心)。(2)港灣環境資訊網頁更新、功能展示與維護：完成中文對外網頁之風格與美工設計改版、多功能元件式展示系統開發，以及進一步應用 Google Map 於細尺度港區區域模式、港區、碼頭潮位即時水深預報及溢淹 KML 檔參考圖層套疊與查詢功能。(3)海氣象資訊的分享與應用：已完成與經濟部水利署(近海水文中心)海氣象資料交換分享之格式等評估。本年度除已舉辦使用者會議外，亦配合參加科技部舉辦「100-103 年行政院災害防救應用科技方案總成果發表會暨減災與風險管理國際交流研討會」及中央氣象局舉辦「生活有氣

象之氣象與交通特展」，以促進海氣象資訊的分享之目標。 (詳細內容請參閱第九章)

本計畫所建置之「港灣環境資訊網」已能提供航港局、港務公司、引水人、航商及相關業者查詢國內各主要港口即時海氣象觀測及預測資訊，同時可由使用者依據其須求設定預警訊息通知和各港之船舶自動辨識系統（簡稱 AIS）進行連結，使船長及引水人在船上即可獲得即時海象資訊，以提升 e 化航運之服務水準及航行之安全保障。

出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
105 年 5 月	508	300	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: Harbor Environment Information System Integration and Statistical Analysis (3/4)

ISBN	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER	IOT SERIAL NUMBER	PROJECT NUMBER
978-986-04-8489-2 (pbk)	1010500517	105-040-7876	104-H3DB002

DIVISION: Harbor & Marine Technology Center
DIVISION DIRECTOR: Chiu Yung-Fang
PROJECT ADVISOR: Chien Chung-Ching, Chuang Zsu-Hsin, Lin Tyng-Tsann
PRINCIPAL INVESTIGATOR: Chen Ming-Tzung, Liu Ching-Sung, Jenny Lin
PROJECT STAFF: Chen Cheng-Yi, Chien Er-Jier, Ma Wei-Lun , Chang Lee-Chung
PHONE: (04) 26587136 FAX: (04) 26564415

PROJECT PERIOD

FROM January 2015

TO December 2015

KEY WORDS: Harbor; Wind Speed; Probability Density Function; Data Detection

ABSTRACT:

In this third year of four years research, This report includes three sub-projects: (1) Development on the Technology of Oil Spill Monitoring and Simulation (2) Harbor Oceanic and Meteorological Data Quality Checks and Statistical Analysis, and (3) Harbor Environment Information Website System Functions.

(1) Development on the Technology of Oil Spill Monitoring and Simulation

The completed work in this year can be divided into three parts: The first part is oil spill monitoring. The image processing based on the algorithm of Cross Teager Kaiser Operator (CTKO) has been discussed and tested using simulated oil spill images. In the second part of the oil spill simulation: the high resolution triangular meshes have been built in Anping Harbor and Taipei Harbor. And then the ocean modeling and oil spill modeling have been build up and test. The qualitative analysis and quantitative analysis show that the simulation results are reasonable, especially tide current direction. It's worth noting that the resolution of partial tides as boundary condition has impact to tide current simulation. For the third part of this project, this study decoded and analyzed the data observed from WERA high frequency radar system, so as to obtain the sea surface velocity information.

(2) Harbor Oceanic and Meteorological Data Quality Checks and Statistical Analysis

The results for this year include collecting observational wind data of Taipei, and Keelung Harbor and surrounding sea area and to perform basic statistical analysis and distribution characteristics of wind speed, in order to understand the characteristics of wind speed distribution of the absolute value for the level of rationality and reasonableness of the time relative value. Two kinds of checklist standards given to the computer to perform a follow-up operation of automatic quality control based on the information.

(3) Harbor Environment Information Website System Functions Enhance Planning and Implementation

Important tasks of this year include: First, the harbor environmental information network applications, database maintenance increasing the statistical features and the related demonstration of sea meteorological data, minimal scale harbor area mold, blue highway new sailing and demonstration, cruise route included, KML file reference query function, port, dock tide real time depth and overflow flood forecasting, and database integration of sea meteorological information also completed the integration with the water resources agency (offshore hydrology centers).Second, the harbor environmental information website update, function display and maintenance. Completed the style and design revision of webpage in Chinese version, multi-element display systems development, and the further application of Google Map in the fine-scale regional model of harbor, port, dock tide real time depth and overflow flood forecasting KML file

reference layer and query function. Third, sharing and application of sea meteorological information finished the evaluation of sea meteorological data exchange format with the ministry of economic affairs water resources agency (offshore hydrographic center). In addition to user meeting have been held this year, but also cooperated with the harbor technology research center of science and technology organized "100-103 Executive Yuan disaster prevention and relief applied science and technology program overall results will be published disaster and risk management international seminar" and the central weather bureau organize the "life of the meteorological weather and traffic special exhibition" to promote the sharing of objectives sea meteorological information.

The Harbor Environmental Information System can provide some capability, which like transportation safety, efficiency and benefit in Harbor bureaus, Coastal Guard administration etc. Provide harbor bureaus and maritime and port bureau or environmental authorities for a variety of physical properties of water harbor harsh environmental conditions may occur, and to quickly develop emergency situation (e.g. collision, grounding, fire or oil spills, etc.) of the emergency countermeasures.

DATE OF PUBLICATION	NUMBER OF PAGES	PRICE	CLASSIFICATION
May 2016	508	300	☐RESTRICTED ☐CONFIDENTIAL ☐SECRET ☐TOP SECRET ■UNCLASSIFIED

The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications

港灣海氣象環境資訊整合及統計分析研究(3/4)

目 錄

中文摘要..... I

英文摘要..... III

目 錄..... V

圖 目 錄..... VIII

表 目 錄..... XXXVIII

第一章 計畫概述 1-1

1.1 計畫緣起與目標..... 1-1

1.2 計畫工作項目 1-3

第二章 海域油污遙測技術之建立 2-1

2.1 上一年度(103 年度)研究成果彙整..... 2-1

2.2 航海雷達遙測技術發展現況的持續檢討 2-5

2.3 航海雷達影像分析方法之研究 2-9

2.4 雷達系統之測試..... 2-19

2.5 雷達系統觀測流程之規劃 2-43

2.6 作業化雷達觀測站之評估 2-44

2.7 WERA 雷達資料分析及初步探討..... 2-51

第三章 海域油污擴散數值模擬 3-1

3.1 上一年度(103 年度)研究成果彙整..... 3-1

3.2 數值模式介紹..... 3-2

3.3 數值計算網格建置..... 3-9

3.4 初始條件、邊界條件、及驅動力 3-13
3.5 安平港潮流模擬 3-18
3.6 油污擴散模式建置與案例蒐集 3-25
第四章 油污整合系統實務操作規劃 4-1
4.1 雷達與模式獲得結果之比對 4-1
4.2 雷達與模式整合之規劃 4-3
第五章 風速資料蒐集與分析方法 5-1
5.1 資料來源與蒐集 5-1
5.2 風速分布之機率密度函數 5-4
5.3 風速差值分布之機率密度函數 5-7
5.4 機率密度函數之參數估計及適合度檢定 5-9
第六章 港區風速機率分布與檢核標準 6-1
6.1 風速機率分布之比較 6-1
6.2 風速合理性檢核標準 6-43
第七章 港區風速差值機率分布與檢核標準 7-1
7.1 風速差值機率分布之比較 7-1
7.2 風速差值之界線值分析 7-45
7.3 風速差值合理性檢核標準 7-76
第八章 風速檢核標準之應用 8-1
8.1 安平港風速檢核 8-1
8.2 布袋港風速檢核 8-16
8.3 臺中港風速檢核 8-23

第九章 港灣環境資訊系統工作成果 9-1
9.1 港灣環境資訊系統架構 9-2
9.2 港灣環境資訊網 9-14
9.3 海氣象觀測資訊 9-20
9.4 海氣模擬資訊 9-47
9.5 藍色公路(AIS) 9-54
9.6 港區影像系統 9-70
9.7 港區地震系統 9-76
9.8 海嘯模擬資訊 9-79
9.9 大氣腐蝕監測 9-89
9.10 成果發表會 9-94
9.11 其他 9-101
第十章 結論與檢討 10-1
10.1 結論 10-1
10.2 檢討 10-4
參考文獻 參-1

圖 目 錄

圖 2.1 雷達監測技術建立之發展規劃 2-1

圖 2.2 雷達監測系統架構 2-4

圖 2.3 從衛星影像判斷油污的基本流程 2-8

圖 2.4 Cross Teager Kaiser Operator(CTKO)的影像測試：(a)與(b)分別為兩張影像案例；(c)為 CTKO 分析結果 2-11

圖 2.5 從雷達影像分析波浪與海流資訊之流程 2-14

圖 2.6 海面風與海流對油污漂移與擴散之影響 2-18

圖 2.7 海流與水深對波浪分散關係之影響 2-18

圖 2.8 臺南安平漁港現場測試之雷達系統架設位置 2-20

圖 2.9 臺南安平漁港現場測試情形 2-21

圖 2.10 臺南安平商港現場測試之雷達系統架設位置 2-21

圖 2.11 臺南安平商港南堤現場測試情形 2-22

圖 2.12 臺北港測試期間雷達觀測範圍與其他測站相對位置 2-22

圖 2.13 本計畫團隊於臺北港進行臨時雷達站之架設 2-23

圖 2.14 臺北港之雷達系統現場測試情形 2-23

圖 2.15 臺南安平港附近海域之蚵架 2-26

圖 2.16 臺南安平漁港現場測試取得之海面雷達回波影像 2-27

圖 2.17 前圖(圖 2.16)影像經 CTKO 演算後之結果 2-27

圖 2.18 臺南安平商港現場測試取得之海面雷達回波影像 2-28

圖 2.19 前圖(圖 2.18)影像經 CTKO 演算後之結果 2-28

圖 2.20 雷達觀測期間同步進行海面空拍試驗 2-29

圖 2.21 空拍機攝影並校正後所獲得之海面正射影像 2-29
圖 2.22 空拍正射影像之局部影像特徵 2-30
圖 2.23 局部區域之海面正射影像 2-30
圖 2.24 前圖同一區域之雷達觀測影像 2-31
圖 2.25 空拍影像與雷達影像套疊之結果 2-31
圖 2.26 含有回波微弱區塊之臺北港雷達測試影像 2-32
圖 2.27 前圖(圖 2.26)影像經 CTKO 演算後之結果..... 2-32
圖 2.28 前圖(圖 2.26)影像經二值圖像轉換後之結果 2-33
圖 2.29 影像經 CTKO 演算與二值圖像(圖 2.28)相乘之結果..... 2-33
圖 2.30 含有回波微弱區塊之臺北港雷達測試影像 2-34
圖 2.31 前圖(圖 2.30)影像經 CTKO 演算與雜訊濾除後之結果 2-34
圖 2.32 模擬油污區域雷達回波衰減比例與油污影像辨識效率之關係... 2-35
圖 2.33 安平漁港現場測試取得之海面波紋雷達影像 2-38
圖 2.34 港灣環境資訊網所提供 72 小時之觀測數據 2-38
圖 2.35 安平漁港雷達與 AWAC 波浪觀測結果之比對..... 2-39
圖 2.36 安平漁港雷達與 AWAC 流場觀測結果之比對..... 2-39
圖 2.37 臺北港雷達與富貴角浮標波浪觀測結果之比對 2-42
圖 2.38 臺北港雷達測得之一維海面能譜案例 2-42
圖 2.39 臺北港雷達測得之海面二維波數譜案例 2-43
圖 2.40 雷達系統觀測與演算流程 2-44
圖 2.41 安平商港附近之現場照片 2-46
圖 2.42 本計畫執行團隊拜會海巡單位 2-46
圖 2.43 臺北港區內鄰近防波堤之大樓 2-47

圖 2.44 高雄港區架設雷達之適當位置 2-49
圖 2.45 基隆港區架設雷達之適當位置 2-49
圖 2.46 花蓮港區架設雷達之適當位置 2-50
圖 2.47 臺中港區架設雷達之適當位置 2-50
圖 2.48 高頻雷達測得之都卜勒能譜範例 2-53
圖 2.49 WERA 系統之硬體架構..... 2-53
圖 2.50 臺北港 WERA 高頻雷達觀測系統天線(箭頭處)..... 2-54
圖 2.51 WERA 高頻雷達天線回波原始資料內容 2-54
圖 2.52 WERA 高頻雷達天線回波原始資料之結構 2-54
圖 2.53 本計畫所解算出 WERA 雷達回波原始資料時序列 2-55
圖 2.54 單一距離單元之雷達回波都卜勒能譜 2-55
圖 2.55 不同距離單元之雷達回波都卜勒能譜 2-56
圖 2.56 陣列天線接收訊號之示意圖 2-58
圖 2.57 透過 Beam Forming 方法解算出之結果 2-59
圖 2.58 從陣列天線解算出徑向流速之結果 2-59
圖 3.1 油污擴散模擬技術之發展規劃 3-1
圖 3.2 SCHISM 海洋模式垂直座標系統 3-5
圖 3.3 油污擴散模擬流程圖(Tkalich, 2006) 3-6
圖 3.4 港灣技術研究中心提供的地形水深資料圖 3-9
圖 3.5 水深地形資料匯入 SMS 軟體 3-10
圖 3.6 定義計算區域之陸地與海域邊界 3-11
圖 3.7 建置之三角形網格 3-11
圖 3.8 檢查三角網格品質 3-12

圖 3.9 安平港模擬範圍與計算網格圖 3-12

圖 3.10　FES2004 潮汐模式模擬 M2 分潮於全球分佈的情形..... 3-13

圖 3.11　海岸模式應用研究室提供的八個分潮 3-14

圖 3.12　NODC/WOA 1 度解析度之全球溫度分佈圖 3-15

圖 3.13　NODC/WOA 1 度解析度之全球鹽度分佈圖 3-15

圖 3.14　45 公里解析之 WRF 區域數值預報模式計算範圍 3-16

圖 3.15　15 公里解析之 WRF 區域數值預報模式計算範圍 3-17

圖 3.16　5 公里解析之 WRF 區域數值預報模式計算範圍 3-17

圖 3.17　SCHISM 海洋模式建置流程圖 3-20

圖 3.18 以海岸模式應用研究室提供之潮汐常數模擬安平商港及附近海域海潮流結果(時間為 2015 年 06 月 15 日，時間間隔為 3 小時，依序為先由左往右，再由上往下)..... 3-22

圖 3.19 以 FES2004 提供之潮汐常數模擬安平商港及附近海域海潮流結果(時間為 2015 年 06 月 15 日，時間間隔為 3 小時，依序為先由左往右，再由上往下)..... 3-23

圖 3.20 不同潮汐常數之模擬流速與安平港實測流速比對時序列圖 3-25

圖 3.21 不同潮汐常數之模擬流向與安平港實測流速比對時序列圖 3-25

圖 3.22 油污擴散模式建置流程圖 3-26

圖 3.23 瑞興輪擱淺與油污情況 3-27

圖 3.24 瑞興輪大量重油外洩造成嚴重污染，新北市環保局派員在岸邊鋪設攔油索..... 3-28

圖 3.25 瑞興輪大量重油外洩造成岸邊礁石嚴重污染 3-28

圖 3.26 溢油實際影響海岸地點 3-29

圖 4.1 臺南安平港雷達與模式所求得流場結果之比對 4-2

圖 4.2 臺北港雷達與模式所求得流場結果之比對 4-2
圖 4.3 雷達與模式整合系統之流程 4-3
圖 4.4 極座標系統之雷達影像 4-4
圖 4.5 轉換為地理座標系統後之雷達影像 4-5
圖 4.6 雷達影像經油污辨識後所決定出的質點(圖中的 o 標記) 4-6
圖 4.7 本計畫所規劃由雷達提供給模式的資料範例 4-7
圖 4.8 機動式雷達站因應海域油污之作業流程 4-8
圖 4.9 固定式雷達站因應海域油污之作業流程 4-9
圖 5.1.1 臺北港風速風向觀測站地理位置示意圖 5-2
圖 5.1.2 基隆港風速風向觀測站地理位置示意圖 5-2
圖 5.1.3 各港區測站 2011 年風速月平均值 5-3
圖 6.1.1a 臺北港 E0 測站春季風速分佈與理論機率密度函數套配..... 6-1
圖 6.1.1b 臺北港 E0 測站夏季風速分佈與理論機率密度函數套配..... 6-2
圖 6.1.1c 臺北港 E0 測站秋季風速分佈與理論機率密度函數套配..... 6-2
圖 6.1.1d 臺北港 E0 測站冬季風速分佈與理論機率密度函數套配..... 6-3
圖 6.1.2a 臺北港 E0 測站春季各分佈函數於不同機率下之風速界線值.... 6-4
圖 6.1.2b 臺北港 E0 測站夏季各分佈函數於不同機率下之風速界線值 ... 6-4
圖 6.1.2c 臺北港 E0 測站秋季各分佈函數於不同機率下之風速界線值.... 6-5
圖 6.1.2d 臺北港 E0 測站冬季各分佈函數於不同機率下之風速界線值 ... 6-5

圖 6.1.3a 臺北港 E0 測站不同季別風速機率密度函數比較(韋伯 3 參數)... 6-6

圖 6.1.3b 臺北港 E0 測站不同季別風速機率密度函數比較(韋伯 2 參數) .. 6-7

圖 6.1.3c 臺北港 E0 測站不同季別風速機率密度函數比較(萊利) 6-7

圖 6.1.3d 臺北港 E0 測站不同季別風速機率密度函數比較(通用極值)..... 6-8

圖 6.1.3e 臺北港 E0 測站不同季別風速機率密度函數比較(伽瑪) 6-8

圖 6.1.3f 臺北港 E0 測站不同季別風速機率密度函數比較(對數常態)... 6-9

圖 6.1.4a 臺北港 W0 測站春季風速分佈與理論機率密度函數套配 6-10

圖 6.1.4b 臺北港 W0 測站夏季風速分佈與理論機率密度函數套配 6-10

圖 6.1.4c 臺北港 W0 測站秋季風速分佈與理論機率密度函數套配 6-11

圖 6.1.4d 臺北港 W0 測站冬季風速分佈與理論機率密度函數套配 6-11

圖 6.1.5a 臺北港 W0 測站春季各分佈函數於不同機率下之風速界線值.. 6-12

圖 6.1.5b 臺北港 W0 測站夏季各分佈函數於不同機率下之風速界線值.. 6-13

圖 6.1.5c 臺北港 W0 測站秋季各分佈函數於不同機率下之風速界線值.. 6-13

圖 6.1.5d 臺北港 W0 測站冬季各分佈函數於不同機率下之風速界線值.. 6-14

圖 6.1.6a 臺北港 W0 測站不同季別風速機率密度函數比較(韋伯 3 參數). 6-15

圖 6.1.6b 臺北港 W0 測站不同季別風速機率密度函數比較(韋伯 2 參數). 6-15

圖 6.1.6c 臺北港 W0 測站不同季別風速機率密度函數比較(萊利)..... 6-16

圖 6.1.6d 臺北港 W0 測站不同季別風速機率密度函數比較(通用極值)... 6-16

圖 6.1.6e 臺北港 W0 測站不同季別風速機率密度函數比較(伽瑪)..... 6-17

圖 6.1.6f 臺北港 W0 測站不同季別風速機率密度函數比較(對數常態).... 6-17

圖 6.1.7a 臺北港 X0 測站春季風速分佈與理論機率密度函數套配 6-18

圖 6.1.7b 臺北港 X0 測站夏季風速分佈與理論機率密度函數套配 6-19

圖 6.1.7c 臺北港 X0 測站秋季風速分佈與理論機率密度函數套配 6-19

圖 6.1.7d 臺北港 X0 測站冬季風速分佈與理論機率密度函數套配 6-20

圖 6.1.8a 臺北港 X0 測站春季各分佈函數於不同機率下之風速界線值... 6-21

圖 6.1.8b 臺北港 X0 測站夏季各分佈函數於不同機率下之風速界線值... 6-22

圖 6.1.8c 臺北港 X0 測站秋季各分佈函數於不同機率下之風速界線值 ...6-22

圖 6.1.8d 臺北港 X0 測站冬季各分佈函數於不同機率下之風速界線值... 6-23

圖 6.1.9a 臺北港 X0 測站不同季別風速機率密度函數比較(韋伯 3 參數).. 6-23

圖 6.1.9b 臺北港 X0 測站不同季別風速機率密度函數比較(韋伯 2 參數) . 6-24

圖 6.1.9c 臺北港 X0 測站不同季別風速機率密度函數比較(萊利)..... 6-24

圖 6.1.9d 臺北港 X0 測站不同季別風速機率密度函數比較(通用極值) .. 6-25

圖 6.1.9e 臺北港 X0 測站不同季別風速機率密度函數比較(伽瑪)..... 6-25

圖 6.1.9f 臺北港 X0 測站不同季別風速機率密度函數比較(對數常態)... 6-26

圖 6.1.10a 基隆港 E0 測站春季風速分佈與理論機率密度函數套配..... 6-27

圖 6.1.10b 基隆港 E0 測站夏季風速分佈與理論機率密度函數套配..... 6-28

圖 6.1.10c 基隆港 E0 測站秋季風速分佈與理論機率密度函數套配..... 6-28

圖 6.1.10d 基隆港 E0 測站冬季風速分佈與理論機率密度函數套配..... 6-29

圖 6.1.11a 基隆港 E0 測站春季各分佈函數於不同機率下之風速界線值 . 6-29

圖 6.1.11b 基隆港 E0 測站夏季各分佈函數於不同機率下之風速界線值 . 6-30

圖 6.1.11c 基隆港 E0 測站秋季各分佈函數於不同機率下之風速界線值 . 6-30

圖 6.1.11d 基隆港 E0 測站冬季各分佈函數於不同機率下之風速界線值 . 6-31

圖 6.1.12a 基隆港 E0 測站不同季別風速機率密度函數比較(韋伯 3 參數) 6-32

圖 6.1.12b 基隆港 E0 測站不同季別風速機率密度函數比較(韋伯 2 參數) 6-32

圖 6.1.12c 基隆港 E0 測站不同季別風速機率密度函數比較(萊利) 6-33

圖 6.1.12d 基隆港 E0 測站不同季別風速機率密度函數比較(通用極值) .. 6-33

圖 6.1.12e 基隆港 E0 測站不同季別風速機率密度函數比較(伽瑪) 6-34

圖 6.1.12f 基隆港 E0 測站不同季別風速機率密度函數比較(對數常態)....6-34

圖 6.1.13a 基隆港 W0 測站春季風速分佈與理論機率密度函數套配 ... 6-36

圖 6.1.13b 基隆港 W0 測站夏季風速分佈與理論機率密度函數套配 ... 6-36

圖 6.1.13c 基隆港 W0 測站秋季風速分佈與理論機率密度函數套配 ... 6-37

圖 6.1.13d 基隆港 W0 測站冬季風速分佈與理論機率密度函數套配 ... 6-37

圖 6.1.14a 基隆港 W0 測站春季各分佈函數於不同機率下之風速界線值 6-38

圖 6.1.14b 基隆港 W0 測站夏季各分佈函數於不同機率下之風速界線值 6-38

圖 6.1.14c 基隆港 W0 測站秋季各分佈函數於不同機率下之風速界線值 6-39

圖 6.1.14d 基隆港 W0 測站冬季各分佈函數於不同機率下之風速界線值 6-39

圖 6.1.15a 基隆港 W0 測站不同季別風速機率密度函數比較(韋伯 3 參數)6-40

圖 6.1.15b 基隆港 W0 測站不同季別風速機率密度函數比較(韋伯 2 參數)6-41

圖 6.1.15c 基隆港 W0 測站不同季別風速機率密度函數比較(萊利)..... 6-41

圖 6.1.15d 基隆港 W0 測站不同季別風速機率密度函數比較(通用極值) .. 6-42

圖 6.1.15e 基隆港 W0 測站不同季別風速機率密度函數比較(伽瑪)..... 6-42

圖 6.1.15f 基隆港 W0 測站不同季別風速機率密度函數比較(對數常態).. 6-43

圖 7.1.1a 臺北港 E0 測站春季時差 3 之風速差值分佈與機率函數套配.... 7-2

圖 7.1.1b 臺北港 E0 測站春季時差 12 之風速差值分佈與機率函數套配 . 7-3

圖 7.1.2a 臺北港 E0 測站夏季時差 3 之風速差值分佈與機率函數套配.... 7-3

圖 7.1.2b 臺北港 E0 測站夏季時差 12 之風速差值分佈與機率函數套配 . 7-4

圖 7.1.3a 臺北港 E0 測站秋季時差 3 之風速差值分佈與機率函數套配.... 7-4

圖 7.1.3b 臺北港 E0 測站秋季時差 12 之風速差值分佈與機率函數套配 . 7-5

圖 7.1.4a 臺北港 E0 測站冬季時差 3 之風速差值分佈與機率函數套配.... 7-5

圖 7.1.4b 臺北港 E0 測站冬季時差 12 之風速差值分佈與機率函數套配 . 7-6

圖 7.1.5a 臺北港 W0 測站春季時差 3 之風速差值分佈與機率函數套配... 7-6

圖 7.1.5b 臺北港 W0 測站春季時差 12 之風速差值分佈與機率函數套配 7-7

圖 7.1.6a 臺北港 W0 測站夏季時差 3 之風速差值分佈與機率函數套配 .. 7-7

圖 7.1.6b 臺北港 W0 測站夏季時差 12 之風速差值分佈與機率函數套配 7-8

圖 7.1.7a 臺北港 W0 測站秋季時差 3 之風速差值分佈與機率函數套配 .. 7-8

圖 7.1.7b 臺北港 W0 測站秋季時差 12 之風速差值分佈與機率函數套配 7-9

圖 7.1.8a 臺北港 W0 測站冬季時差 3 之風速差值分佈與機率函數套配 .. 7-9

圖 7.1.8b 臺北港 W0 測站冬季時差 12 之風速差值分佈與機率函數套配 7-10

圖 7.1.9a 臺北港 X0 測站春季時差 3 之風速差值分佈與機率函數套配 ...7-10

圖 7.1.9b 臺北港 X0 測站春季時差 12 之風速差值分佈與機率函數套配. 7-11

圖 7.1.10a 臺北港 X0 測站夏季時差 3 之風速差值分佈與機率函數套配. 7-11

圖 7.1.10b 臺北港 X0 測站夏季時差 12 之風速差值分佈與機率函數套配 7-12

圖 7.1.11a 臺北港 X0 測站秋季時差 3 之風速差值分佈與機率函數套配. 7-12

圖 7.1.11b 臺北港 X0 測站秋季時差 12 之風速差值分佈與機率函數套配 7-13

圖 7.1.12a 臺北港 X0 測站冬季時差 3 之風速差值分佈與機率函數套配. 7-13

圖 7.1.12b 臺北港 X0 測站冬季時差 12 之風速差值分佈與機率函數套配 7-14

圖 7.1.13a 基隆港 E0 測站春季時差 3 之風速差值分佈與機率函數套配. 7-14

圖 7.1.13b 基隆港 E0 測站春季時差 12 之風速差值分佈與機率函數套配 7-15

圖 7.1.14b 基隆港 E0 測站夏季時差 12 之風速差值分佈與機率函數套配 7-16

圖 7.1.15a 基隆港 E0 測站秋季時差 3 之風速差值分佈與機率函數套配... 7-16

圖 7.1.15b 基隆港 E0 測站秋季時差 12 之風速差值分佈與機率函數套配...7-17

圖 7.1.16a 基隆港 E0 測站冬季時差 3 之風速差值分佈與機率函數套配.....7-17

圖 7.1.16b 基隆港 E0 測站冬季時差 12 之風速差值分佈與機率函數套配...7-18

圖 7.1.17a 基隆港 W0 測站春季時差 3 之風速差值分佈與機率函數套配....7-18

圖 7.1.17b 基隆港 W0 測站春季時差 12 之風速差值分佈與機率函數套配..7-19

圖 7.1.18a 基隆港 W0 測站夏季時差 3 之風速差值分佈與機率函數套配....7-19

圖 7.1.18b 基隆港 W0 測站夏季時差 12 之風速差值分佈與機率函數套配..7-20

圖 7.1.19a 基隆港 W0 測站秋季時差 3 之風速差值分佈與機率函數套配....7-20

圖 7.1.19b 基隆港 W0 測站秋季時差 12 之風速差值分佈與機率函數套配..7-21

圖 7.1.20a 基隆港 W0 測站冬季時差 3 之風速差值分佈與機率函數套配....7-21

圖 7.1.20b 基隆港 W0 測站冬季時差 12 之風速差值分佈與機率函數套配..7-22

圖 7.1.21a 臺北港 E0 測站時差 3 不同季別之機率密度函數(強森 SU)...7-24

圖 7.1.21b 臺北港 E0 測站時差 12 不同季別之機率密度函數(強森 SU).... 7-24

圖 7.1.21c 臺北港 E0 測站時差 3 不同季別之機率密度函數(邏輯) 7-25

圖 7.1.21d 臺北港 E0 測站時差 12 不同季別之機率密度函數(邏輯).... 7-25

圖 7.1.22a 臺北港 W0 測站時差 3 不同季別之機率密度函數(強森 SU)..... 7-26

圖 7.1.22b 臺北港 W0 測站時差 12 不同季別之機率密度函數(強森 SU) .. 7-26

圖 7.1.22c 臺北港 W0 測站時差 3 不同季別之機率密度函數(邏輯)..... 7-27

圖 7.1.22d 臺北港 W0 測站時差 12 不同季別之機率密度函數(邏輯)... 7-27

圖 7.1.23a 臺北港 X0 測站時差 3 不同季別之機率密度函數(強森 SU)..... 7-28

圖 7.1.23b 臺北港 X0 測站時差 12 不同季別之機率密度函數(強森 SU) ... 7-28

圖 7.1.23c 臺北港 X0 測站時差 3 不同季別之機率密度函數(邏輯)..... 7-29

圖 7.1.23d 臺北港 X0 測站時差 12 不同季別之機率密度函數(邏輯) ... 7-29

圖 7.1.24a 基隆港 E0 測站時差 3 不同季別之機率密度函數(強森 SU)..... 7-30

圖 7.1.24b 基隆港 E0 測站時差 12 不同季別之機率密度函數(強森 SU).... 7-30

圖 7.1.24c 基隆港 E0 測站時差 3 不同季別之機率密度函數(邏輯) 7-31

圖 7.1.24d 基隆港 E0 測站時差 12 不同季別之機率密度函數(邏輯).... 7-31

圖 7.1.25a 基隆港 W0 測站時差 3 不同季別之機率密度函數(強森 SU)..... 7-32

圖 7.1.25b 基隆港 W0 測站時差 12 不同季別之機率密度函數(強森 SU) .. 7-32

圖 7.1.25c 基隆港 W0 測站時差 3 不同季別之機率密度函數(邏輯)..... 7-33

圖 7.1.25d 基隆港 W0 測站時差 12 不同季別之機率密度函數(邏輯)... 7-33

圖 7.1.26a 臺北港 E0 測站夏季不同時差之機率密度函數(強森 SU)... 7-35

圖 7.1.26b 臺北港 E0 測站冬季不同時差之機率密度函數(強森 SU)... 7-35

圖 7.1.26c 臺北港 E0 測站夏季不同時差之機率密度函數(邏輯) 7-36

圖 7.1.26d 臺北港 E0 測站冬季不同時差之機率密度函數(邏輯)..... 7-36

圖 7.1.27a 臺北港 W0 測站夏季不同時差之機率密度函數(強森 SU).. 7-37

圖 7.1.27b 臺北港 W0 測站冬季不同時差之機率密度函數(強森 SU) . 7-37

圖 7.1.27c 臺北港 W0 測站夏季不同時差之機率密度函數(邏輯)..... 7-38

圖 7.1.27d 臺北港 W0 測站冬季不同時差之機率密度函數(邏輯)..... 7-38

圖 7.1.28a 臺北港 X0 測站夏季不同時差之機率密度函數(強森 SU)... 7-39

圖 7.1.28b 臺北港 W0 測站冬季不同時差之機率密度函數(強森 SU) . 7-39

圖 7.1.28c 臺北港 W0 測站夏季不同時差之機率密度函數(邏輯)..... 7-40

圖 7.1.28d 臺北港 W0 測站冬季不同時差之機率密度函數(邏輯)..... 7-40

圖 7.1.29a 基隆港 E0 測站夏季不同時差之機率密度函數(強森 SU)... 7-41

圖 7.1.29b 基隆港 E0 測站冬季不同時差之機率密度函數(強森 SU)... 7-41

圖 7.1.29c 基隆港 E0 測站夏季不同時差之機率密度函數(邏輯) 7-42

圖 7.1.29d 基隆港 E0 測站冬季不同時差之機率密度函數(邏輯)..... 7-42

圖 7.1.30a 基隆港 W0 測站夏季不同時差之機率密度函數(強森 SU).. 7-43

圖 7.1.30b 基隆港 W0 測站冬季不同時差之機率密度函數(強森 SU) . 7-43

圖 7.1.30c 基隆港 W0 測站夏季不同時差之機率密度函數(邏輯)..... 7-44

圖 7.1.30d 基隆港 W0 測站冬季不同時差之機率密度函數(邏輯)..... 7-44

圖 7.2.1a 臺北港 E0 測站夏季時差 3 之風速差值各機率函數之界線值..... 7-46

圖 7.2.1b 臺北港 E0 測站夏季時差 12 之風速差值各機率函數之界線值 .. 7-46

圖 7.2.1c 臺北港 E0 測站冬季時差 3 之風速差值各機率函數之界線值..... 7-47

圖 7.2.1d 臺北港 E0 測站冬季時差 12 之風速差值各機率函數之界線值 .. 7-47

圖 7.2.2a 臺北港 W0 測站夏季時差 3 之風速差值各機率函數之界線值 ... 7-48

圖 7.2.2b 臺北港 W0 測站夏季時差 12 之風速差值各機率函數之界線值 . 7-48

圖 7.2.2c 臺北港 W0 測站冬季時差 3 之風速差值各機率函數之界線值 ... 7-49

圖 7.2.2d 臺北港 W0 測站冬季時差 12 之風速差值各機率函數之界線值 . 7-49

圖 7.2.3a 臺北港 X0 測站夏季時差 3 之風速差值各機率函數之界線值 7-50

圖 7.2.3b 臺北港 X0 測站夏季時差 12 之風速差值各機率函數之界線值 .. 7-50

圖 7.2.3c 臺北港 X0 測站冬季時差 3 之風速差值各機率函數之界線值 7-51

圖 7.2.3d 臺北港 X0 測站冬季時差 12 之風速差值各機率函數之界線值 .. 7-51

圖 7.2.4a 基隆港 E0 測站夏季時差 3 之風速差值各機率函數之界線值..... 7-52

圖 7.2.4b 基隆港 E0 測站夏季時差 12 之風速差值各機率函數之界線值 .. 7-52

圖 7.2.4c 基隆港 E0 測站冬季時差 3 之風速差值各機率函數之界線值..... 7-53

圖 7.2.4d 基隆港 E0 測站冬季時差 12 之風速差值各機率函數之界線值 .. 7-53

圖 7.2.5a 基隆港 W0 測站夏季時差 3 之風速差值各機率函數之界線值 ... 7-54

圖 7.2.5b 基隆港 W0 測站夏季時差 12 之風速差值各機率函數之界線值 . 7-54

圖 7.2.5c 基隆港 W0 測站冬季時差 3 之風速差值各機率函數之界線值 ... 7-55

圖 7.2.5d 基隆港 W0 測站冬季時差 12 之風速差值各機率函數之界線值 . 7-55

圖 7.2.6a 臺中港 E0 測站於強森 SU 時差 3 之風速差值各季的界線值..... 7-56

圖 7.2.6b 臺中港 E0 測站於強森 SU 時差 12 之風速差值各季的界線值 ... 7-56

圖 7.2.6c 臺中港 E0 測站於邏輯時差 3 之風速差值各季的界線值..... 7-57

圖 7.2.6d 臺中港 E0 測站於邏輯時差 12 之風速差值各季的界線值..... 7-57

圖 7.2.7a 臺中港 W0 測站於強森 SU 時差 3 之風速差值各季的界線值 7-58

圖 7.2.7b 臺中港 W0 測站於強森 SU 時差 12 之風速差值各季的界線值.. 7-58

圖 7.2.7c 臺中港 W0 測站於邏輯時差 3 之風速差值各季的界線值 7-59

圖 7.2.7d 臺中港 W0 測站於邏輯時差 12 之風速差值各季的界線值 ... 7-59

圖 7.2.8a 臺中港 X0 測站於強森 SU 時差 3 之風速差值各季的界線值 7-60

圖 7.2.8b 臺中港 X0 測站於強森 SU 時差 12 之風速差值各季的界線值... 7-60

圖 7.2.8c 臺中港 X0 測站於邏輯時差 3 之風速差值各季的界線值 7-61

圖 7.2.8d 臺中港 X0 測站於邏輯時差 12 之風速差值各季的界線值 7-61

圖 7.2.9a 基隆港 E0 測站於強森 SU 時差 3 之風速差值各季的界線值..... 7-62

圖 7.2.9b 基隆港 E0 測站於強森 SU 時差 12 之風速差值各季的界線值 ... 7-62

圖 7.2.9c 基隆港 E0 測站於邏輯時差 3 之風速差值各季的界線值..... 7-63

圖 7.2.9d 基隆港 E0 測站於邏輯時差 12 之風速差值各季的界線值..... 7-63

圖 7.2.10a 基隆港 W0 測站於強森 SU 時差 3 之風速差值各季的界線值.. 7-64

圖 7.2.10b 基隆港 W0 測站於強森 SU 時差 12 之風速差值各季的界線值 . 7-64

圖 7.2.10c 基隆港 W0 測站於邏輯時差 3 之風速差值各季的界線值 ... 7-65

圖 7.2.10d 基隆港 W0 測站於邏輯時差 12 之風速差值各季的界線值 7-65

圖 7.2.11a 臺北港 E0 測站夏季於強森 SU 機率函數下風速差值之界線值 . 7-66

圖 7.2.11b 臺北港 E0 測站夏季於邏輯機率函數下風速差值之界線值..... 7-67

圖 7.2.11c 臺北港 E0 測站冬季於強森 SU 機率函數下風速差值之界線值 . 7-67

圖 7.2.11d 臺北港 E0 測站冬季於邏輯機率函數下風速差值之界線值..... 7-68

圖 7.2.12a 臺北港 W0 測站夏季於強森 SU 機率函數下風速差值之界線值 . 7-68

圖 7.2.12b 臺北港 W0 測站夏季於邏輯機率函數下風速差值之界線值 7-69

圖 7.2.12c 臺北港 W0 測站冬季於強森 SU 機率函數下風速差值之界線值 . 7-69

圖 7.2.12d 臺北港 W0 測站冬季於邏輯機率函數下風速差值之界線值 7-70

圖 7.2.13a 臺北港 X0 測站夏季於強森 SU 機率函數下風速差值之界線值..7-70

圖 7.2.13b 臺北港 X0 測站夏季於邏輯機率函數下風速差值之界線值.....7-71

圖 7.2.13c 臺北港 X0 測站冬季於強森 SU 機率函數下風速差值之界線值..7-71

圖 7.2.13d 臺北港 X0 測站冬季於邏輯機率函數下風速差值之界線值.....7-72

圖 7.2.14a 基隆港 E0 測站夏季於強森 SU 機率函數下風速差值之界線值..7-72

圖 7.2.14b 基隆港 E0 測站夏季於邏輯機率函數下風速差值之界線值.....7-73

圖 7.2.14c 基隆港 E0 測站冬季於強森 SU 機率函數下風速差值之界線值..7-73

圖 7.2.14d 基隆港 E0 測站冬季於邏輯機率函數下風速差值之界線值.....7-74

圖 7.2.15a 基隆港 W0 測站夏季於強森 SU 機率函數下風速差值之界線值.7-74

圖 7.2.15b 基隆港 W0 測站夏季於邏輯機率函數下風速差值之界線值.....7-75

圖 7.2.15c 基隆港 W0 測站冬季於強森 SU 機率函數下風速差值之界線值.7-75

圖 7.2.15d 基隆港 W0 測站冬季於邏輯機率函數下風速差值之界線值.....7-76

圖 8.1.1a 安平港 W0 測站 2014 年各月風速及風速差值檢核結果(左上 1 月、右上 2 月、左下 3 月、右下 4 月).....8-4

圖 8.1.1b 安平港 W0 測站 2014 年各月風速及風速差值檢核結果(左上 5 月、右上 6 月、左下 7 月、右下 8 月).....8-5

圖 8.1.1c 安平港 W0 測站 2014 年各月風速及風速差值檢核結果(左上 9 月、右上 10 月、左下 11 月、右下 12 月).....8-6

圖 8.1.2a 安平港 X0 測站 2014 年各月風速及風速差值檢核結果(左上 1 月、右上 2 月、左下 3 月、右下 4 月).....8-7

圖 8.1.2b 安平港 X0 測站 2014 年各月風速及風速差值檢核結果(左上 5 月、右上 6 月、左下 7 月、右下 8 月).....8-8

圖 8.1.2c 安平港 X0 測站 2014 年各月風速及風速差值檢核結果(左上 9 月、右上 10 月、左下 11 月、右下 12 月).....8-9

圖 8.1.3a 安平港 W0 測站 2014 年 1 月 18 日至 21 日風速及風速差值檢核結果.....8-10

圖 8.1.3b 安平港 W0 測站 2014 年 4 月 2 日至 3 日風速及風速差值檢核結果.....8-10

圖 8.1.3c 安平港 W0 測站 2014 年 5 月 5 日風速及風速差值檢核結果..8-10

圖 8.1.3d 安平港 W0 測站 2014 年 5 月 12 日至 13 日風速及風速差值檢核結果.....8-11

圖 8.1.3e 安平港 W0 測站 2014 年 7 月 23 日至 24 日風速及風速差值檢核結果..... 8-11

圖 8.1.4a 安平港 X0 測站 2014 年 1 月 18 日至 20 日風速及風速差值檢核結果..... 8-11

圖 8.1.4b 安平港 X0 測站 2014 年 3 月 30 日至 31 日風速及風速差值檢核結果..... 8-12

圖 8.1.4c 安平港 X0 測站 2014 年 4 月 2 日至 3 日風速及風速差值檢核結果..... 8-12

圖 8.1.4d 安平港 X0 測站 2014 年 5 月 5 日至 6 日風速及風速差值檢核結果..... 8-12

圖 8.1.4e 安平港 X0 測站 2014 年 6 月 3 日至 4 日風速及風速差值檢核結果..... 8-13

圖 8.1.4f 安平港 X0 測站 2014 年 7 月 22 日至 23 日風速及風速差值檢核結果..... 8-13

圖 8.1.4g 安平港 X0 測站 2014 年 8 月 11 日至 12 日風速及風速差值檢核結果..... 8-13

圖 8.1.4h 安平港 X0 測站 2014 年 9 月 21 日至 22 日風速及風速差值檢核結果..... 8-14

圖 8.2.1a 布袋港 W0 測站 2014 年各月風速及風速差值檢核結果(左上 1 月、右上 2 月、左下 3 月、右下 4 月)..... 8-19

圖 8.2.1b 布袋港 W0 測站 2014 年各月風速及風速差值檢核結果(左上 5 月、右上 6 月、左下 7 月、右下 8 月)..... 8-20

圖 8.2.1c 布袋港 W0 測站 2014 年各月風速及風速差值檢核結果(左上 9 月、右上 10 月、左下 11 月、右下 12 月) 8-21

圖 8.2.2a 布袋港 W0 測站 2014 年 2 月 22 日至 23 日風速及風速差值檢核結果 8-22

圖 8.2.2b 布袋港 W0 測站 2014 年 3 月 30 日至 31 日風速及風速差值檢核結果 8-22

圖 8.2.2c 布袋港 W0 測站 2014 年 4 月 2 日至 3 日風速及風速差值檢核結果 8-22

圖 8.2.2d 布袋港 W0 測站 2014 年 5 月 5 日至 6 日風速及風速差值檢核結果 8-23

圖 8.2.2e 布袋港 W0 測站 2014 年 7 月 22 日至 23 日風速及風速差值檢核結果 8-23

圖 8.3.1a 臺中港 W0 測站 2014 年各月風速及風速差值檢核結果(左上 1 月、右上 2 月、左下 3 月、右下 4 月) 8-26

圖 8.3.1b 臺中港 W0 測站 2014 年各月風速及風速差值檢核結果(左上 5 月、右上 6 月、左下 7 月、右下 8 月) 8-27

圖 8.3.1c 臺中港 W0 測站 2014 年各月風速及風速差值檢核結果(左上 9 月、右上 10 月、左下 11 月、右下 12 月) 8-28

圖 8.3.2a 臺中港 W1 測站 2014 年各月風速及風速差值檢核結果(左上 1 月、右上 2 月、左下 3 月、右下 4 月) 8-29

圖 8.3.2b 臺中港 W1 測站 2014 年各月風速及風速差值檢核結果(左上 5 月、右上 6 月、左下 7 月、右下 8 月) 8-30

圖 8.3.2c 臺中港 W1 測站 2014 年各月風速及風速差值檢核結果(左上 9 月、右上 10 月、左下 11 月、右下 12 月) 8-31

圖 8.3.3a 臺中港 W0 測站 2014 年 1 月 19 日至 20 日風速及風速差值檢核結果 8-32

圖 8.3.3b 臺中港 W0 測站 2014 年 3 月 21 日至 22 日風速及風速差值檢核結果 8-32

圖 8.3.3c 臺中港 W0 測站 2014 年 7 月 22 日至 23 日風速及風速差值檢核結果 8-32

圖 8.3.3d 臺中港 W0 測站 2014 年 10 月 22 日至 23 日風速及風速差值檢核結果 8-32

圖 8.3.4a 臺中港 W1 測站 2014 年 1 月 19 日至 20 日風速及風速差值檢核結果 8-35

圖 8.3.4b 臺中港 W1 測站 2014 年 1 月 25 日至 26 日風速及風速差值檢核結果 8-35

圖 8.3.4c 臺中港 W1 測站 2014 年 3 月 20 日至 21 日風速及風速差值檢核結果 8-35

圖 8.3.4d 臺中港 W1 測站 2014 年 7 月 22 日至 23 日風速及風速差值檢核結果 8-36

圖 9.1 港灣環境資訊系統架構圖 9-2

圖 9.2 港灣環境資訊網功能方塊圖 9-3

圖 9.3 港灣環境資訊網(首頁)(http://isohe.ihmt.gov.tw) 9-3

圖 9.4 港灣環境資訊網頁系統架構圖 9-4

圖 9.5 港灣環境資訊網(一般訪客版) 9-5

圖 9.6 一般訪客版網頁功能架構圖 9-5

圖 9.7 專家版網頁功能架構圖 9-10

圖 9.8 專家版(登入畫面)..... 9-11

圖 9.9 專家版(統計圖表列印畫面)..... 9-11

圖 9.10 專家版(歷史影像下載畫面)..... 9-11

圖 9.11 PDA 版功能架構圖..... 9-12

圖 9.12 無障礙版功能架構圖 9-12

圖 9.13 港灣環境資訊網(無障礙版)..... 9-13

圖 9.14 Pad(Android OS)版海氣象即時觀測資訊功能架構圖 9-13

圖 9.15 港灣環境資訊網頁頁框架構圖 9-15

圖 9.16 港灣環境資訊網頁頁框新版架構 9-16

圖 9.17 港灣環境資訊網頁新版網頁框架(中央氣象局) 9-17

圖 9.18 港灣環境資訊網頁新版網頁框架(水利署)..... 9-17

圖 9.19 彈性化版面展示分割示意 9-18

圖 9.20 多功能元件式展示系統四分割畫面 9-19

圖 9.21 資料庫介接架構圖(網路)..... 9-22

圖 9.22 資料庫同步程式 9-23

圖 9.23 資料品管及匯入程式 9-23

圖 9.24 SmartPhone 版 App iOS 及 Android App 9-24

圖 9.25 Pad 版 App iOS 及 Android App 9-25

圖 9.26 海氣象歷線圖(三日區間資料) 9-26

圖 9.27 海氣象歷線圖(自選資料區間) 9-26

圖 9.28 基隆港之風速與波高值套疊畫面 9-27

圖 9.29 高雄港之風速與波高值套疊畫面 9-28

圖 9.30 基隆港與蘇澳港之風速值套疊畫面 9-30

圖 9.31 花蓮港與綠島之風向值套疊畫面 9-31

圖 9.32 高雄港與安平港之波高值套疊畫面 9-32

圖 9.33 馬祖與基隆港之波向值套疊畫面 9-33

圖 9.34 基隆港與蘇澳港之波浪週期值套疊畫面 9-34

圖 9.35 臺北港與臺中港之潮位值套疊畫面 9-35

圖 9.36 中央氣象局觀測資料介接系統架構圖 9-36

圖 9.37 中央氣象局資料檔同步程式 9-37

圖 9.38 中央氣象局觀測資料匯入程式 9-37

圖 9.39 中央氣象局觀測資料綜合表 9-38

圖 9.40 海氣象整合資訊畫面 9-39

圖 9.41 經濟部水利署海氣象觀測資料介接系統架構圖 9-42

圖 9.42 經濟部水利署海氣象觀測資料庫畫面 9-42

圖 9.43 經濟部水利署海氣象觀測資料品管及匯入程式 9-45

圖 9.44 經濟部水利署海氣象觀測資料綜合表 9-46

圖 9.45 近岸數值模擬資料介接系統架構圖 9-50

圖 9.46 基隆港港區區域畫面(細尺度) 9-51

圖 9.47 基隆港港區東 5-東 11 碼頭位置 9-51

圖 9.48 基隆港港區牛稠港西 5-西 12 碼頭位置 9-51

圖 9.49 高雄港港區區域畫面(細尺度) 9-52

圖 9.50 高雄港港區中洲漁港碼頭位置 9-52

圖 9.51 高雄港港區 NO.30-NO.35 碼頭位置 9-52

圖 9.52 高雄港港區 新光碼頭 NO.17-NO.22 碼頭位置 9-53

圖 9.53 船舶動態辨識系統網路架構圖 9-54

圖 9.54 船舶動態資料(AIS)匯入程式 9-55

圖 9.55 港灣環境資訊網之 14 條藍色公路航線 9-56

圖 9.56 臺東-蘭嶼航線(海氣象資訊+綠島之星船舶資訊) 9-57

圖 9.57 臺東-蘭嶼航線(波向資訊+綠島之星船舶資訊) 9-58

圖 9.58 東港–小琉球航線(海氣象資訊+船舶資訊) 9-58

圖 9.59 東港-小琉球航線(海氣象資訊+臺富 1 號船舶資訊)..... 9-59

圖 9.60 東港-小琉球航線(海氣象資訊+欣泰號船舶資訊)..... 9-59

圖 9.61 東港-小琉球航線(海氣象資訊+飛馬號船舶資訊)..... 9-60

圖 9.62 臺中-廈門航線(海氣象資訊+中遠之星船舶資訊)..... 9-60

圖 9.63 臺中-廈門航線(風速資訊+中遠之星船舶資訊)..... 9-61

圖 9.64 基隆-台州航線(海氣象資訊+中遠之星船舶資訊)..... 9-61

圖 9.65 麗星郵輪(寶瓶星)-航舶動態+海氣象波高模擬資訊..... 9-62

圖 9.66 麗星郵輪(寶瓶星)-航舶動態+海氣象波向模擬資訊..... 9-62

圖 9.67 麗星郵輪(寶瓶星)-航舶動態+海氣象風速模擬資訊..... 9-63

圖 9.68 麗星郵輪(寶瓶星)-航舶動態+海氣象風向模擬資訊..... 9-63

圖 9.69 麗星郵輪(寶瓶星)-航舶最近三日內的航行軌跡..... 9-63

圖 9.70 海洋航行者號郵輪動態資訊+波高資訊(2016-06-18 10:35)..... 9-65

圖 9.71 海洋航行者號郵輪動態資訊+波高資訊(2016-06-18 16:55)..... 9-66

圖 9.72 海洋航行者號郵輪動態資訊+風向資訊(2016-06-18 16:57)..... 9-66

圖 9.73 海洋航行者號郵輪+風速資訊(2016-06-18 07:44)..... 9-66

圖 9.74 海洋航行者號郵輪動態資訊+風速資訊(2016-06-18 16:57)..... 9-67

圖 9.75 海洋航行者號郵輪動態資訊+風向資訊(2016-06-18 16:57)..... 9-67

圖 9.76 鑽石公主號郵輪航行軌跡資訊(2015-06-10)..... 9-67

圖 9.77 寶瓶星號郵輪航行軌跡資訊(2015-06-12) 9-68
圖 9.78 寶瓶星號郵輪航行軌跡資訊(2015-06-17) 9-68
圖 9.79 海洋航行者號郵輪航行軌跡資訊(2015-06-18) 9-68
圖 9.80 海洋航行者號郵輪航行軌跡資訊(2015-06-18) 9-69
圖 9.81 海洋航行者號郵輪航行軌跡資訊(2015-06-18) 9-69
圖 9.82 即時影像監視及傳輸架構 9-70
圖 9.83 廣播系統與攝影機狀況圖 9-71
圖 9.84 廣播系統儲存硬碟使用狀況圖 9-72
圖 9.85 熱顯影像攝影機解析度 9-74
圖 9.86 熱顯影像攝影機效果(海岸與船行) 9-74
圖 9.87 熱顯影像攝影機效果(浮標) 9-74
圖 9.88 熱顯影像攝影機效果(防救災~人員落海) 9-75
圖 9.89 高雄港第二港口進行夜間拍攝之影像 9-75
圖 9.90 港灣環資訊網首頁-地震發生燈號訊息告知 9-77
圖 9.91 港灣環資訊網首頁-地震發生資訊 9-77
圖 9.92 港區地震系統-近期地震之 x,y,z 地表地震圖 9-77
圖 9.93 港區歷史地震查詢畫面 9-78
圖 9.94 海嘯模擬子系統網路架構圖 9-79

圖 9.95 海嘯資料同步程式(批次檔) 9-80
圖 9.96 海嘯資料同步的訊息記錄 9-80
圖 9.97 海嘯資料儲存位置圖 9-81
圖 9.98 海嘯資料儲存資料檔說明圖 9-81
圖 9.99 引發海嘯發生之地震資訊(資料表) 9-81
圖 9.100 海嘯引發水位上升之分析結果訊息(資料表) 9-82
圖 9.101 海嘯模擬數值(資料表) 9-82
圖 9.102 港灣環境資訊網-近期海嘯查詢 9-83
圖 9.103 各港區海嘯預警通報訊息以及水位歷線圖查詢 9-83
圖 9.104 海嘯預警通報水位歷線圖(以基隆港為例) 9-84
圖 9.105 臺中港溢淹圖查詢 9-85
圖 9.106 臺中港 0cm 溢淹圖畫面 9-85
圖 9.107 布袋港溢淹圖查詢 9-85
圖 9.108 布袋港 0cm 溢淹圖畫面 9-86
圖 9.109 安平港溢淹圖查詢 9-86
圖 9.110 安平港 0cm 溢淹圖畫面 9-86
圖 9.111 高雄港溢淹圖查詢 9-87
圖 9.112 高雄港 0cm 溢淹圖畫面 9-87

圖 9.113 安平港 20cm 溢淹圖畫面 9-87
圖 9.114 臺中港 20cm 溢淹圖畫面 9-88
圖 9.115 布袋港 25cm 溢淹圖畫面 9-88
圖 9.116 高雄港 25cm 溢淹圖畫面 9-88
圖 9.117 大氣腐蝕環境 GoogleMap 整合衛星地圖觀察試驗點 9-89
圖 9.118 大氣環境腐蝕因子調查與腐蝕環境地圖(以基隆港為例) 9-91
圖 9.119 大氣腐蝕監控試驗地點基本資料與試驗地點實驗數據 9-91
圖 9.120 港灣環境資訊網-港區大氣腐蝕(首頁) 9-92
圖 9.121 港灣環境資訊網-港區大氣腐蝕(港區) 9-92
圖 9.122 港灣環境資訊網-港區大氣腐蝕(花蓮港試驗線 300m 為例) .. 9-93
圖 9.123 試驗地點實驗數據(以基隆試驗線 0m 為例) 9-93
圖 9.124 104 年度使用者會議活動照片 9-95
圖 9.125 滿意度調查問卷(項目一) 9-96
圖 9.126 滿意度調查問卷(項目二) 9-96
圖 9.127 滿意度調查問卷(項目三) 9-97
圖 9.128 滿意度調查問卷(項目四) 9-97
圖 9.129 滿意度調查問卷(項目五) 9-98
圖 9.130 滿意度調查問卷(項目六) 9-98

圖 9.131 滿意度調查問卷(項目七) 9-99

圖 9.132 滿意度調查問卷(項目八) 9-99

圖 9.133 滿意度調查問卷(項目九) 9-100

圖 9.134 滿意度調查問卷(項目十) 9-100

圖 9.135 訊息推播系統平台應用架構示意圖 9-102

圖 9.136 即時船席水深資訊系統網頁 9-104

圖 9.137 港區、碼頭潮位即時水深預報系統畫面 9-105

圖 9.138 基隆港即時水深 XML 文件 9-107

圖 9.139 台北港即時水深 XML 文件 9-108

圖 9.140 蘇澳港即時水深 XML 文件 9-108

圖 9.141 高雄港即時水深 XML 文件 9-109

圖 9.142 安平港即時水深 XML 文件 9-109

圖 9.143 布袋港即時水深 XML 文件 9-110

圖 9.144 澎湖龍門尖山港即時水深 XML 文件 9-110

圖 9.145 澎湖馬公港即時水深 XML 文件 9-111

圖 9.146 金門(水頭、料羅)港即時水深 XML 文件.....9-111

圖 9.147 港區即時水深碼頭 XML 檔下載程式 9-112

圖 9.148 港區即時水深碼頭 XML 檔匯入資料庫程式 9-112

圖 9.149 港區即時水深資料表 9-113

圖 9.150 基隆港細尺度數值模擬區塊和碼頭位置 9-114

圖 9.151 高雄港細尺度數值模擬區塊和碼頭位置 9-114

圖 9.152 基隆港整合即時水深和海氣象資訊 9-115

圖 9.153 基隆港碼頭位置 E10 的水深資訊和海氣象資訊..... 9-115

圖 9.154 北港整合即時水深和海氣象資訊 9-116

圖 9.155 臺北港碼頭位置 E07 的水深資訊和海氣象資訊..... 9-116

圖 9.156 安平港整合即時水深和海氣象資訊 9-117

圖 9.157 安平港碼頭位置三號碼頭的水深資訊和海氣象資訊..... 9-117

圖 9.158 布袋港整合即時水深和海氣象資訊 9-118

圖 9.159 布袋港碼頭位置 E2 碼頭的水深資訊和海氣象資訊..... 9-118

圖 9.160 高雄港整合即時水深和海氣象資訊 9-119

圖 9.161 高雄港碼頭位置第 120 號碼頭的水深資訊和海氣象資訊.... 9-119

圖 9.162 蘇澳港整合即時水深和海氣象資訊 9-120

圖 9.163 蘇澳港碼頭位置#12 碼頭的水深資訊和海氣象資訊..... 9-120

圖 9.164 海氣象雲端資料中心架構示意圖 9-121

圖 9.165「100-103 年行政院災害防救應用科技方案總成果發表會暨減災與風險管理國際交流研討會」 9-124

圖 9.166 生活有氣象之氣象與交通特展 9-125

圖 9.167 第七層頻寬(內容)管理器系統架構..... 9-129

圖 9.168 頻寬(內容)管理器進行步驟及執行成效流程圖 9-130

圖 9.169 頻寬(內容)管理器整合 VLAN 系統架構圖 9-131

表 目 錄

表 2-1 現行常見的各種油污遙測設備 2-6

表 2-2 近幾年國際間所提出的航海雷達觀測波流技術 2-9

表 2-3 本計畫雷達觀測所使用之參數 2-13

表 2-4 安平漁港雷達與 AWAC 同步觀測結果之絕對差值 2-37

表 2-5 臺北港雷達與富貴角浮標同步觀測結果之絕對差值 2-41

表 2-6 富貴角浮標之風速風向觀測結果 2-41

表 2-7 建置長期作業化雷達觀測站之評估 2-45

表 2-8 港區內架設雷達適當位置之評估 2-48

表 3-1 模擬流速與實測流速之統計分析 3-25

表 5-1a 機率密度函數之參數估計結果(風速) 5-13

表 5-1b 機率密度函數之參數估計結果(風速差值) 5-13

表 5-2a 機率密度函數之適合度檢定結果(風速) 5-13

表 5-2b 機率密度函數之適合度檢定結果(風速差值) 5-14

表 5-3a 臺北港觀測站 E0 春季風速 6 種機率密度函數適合度排序 5-16

表 5-3b 臺北港觀測站 E0 夏季風速 6 種機率密度函數適合度排序 5-16

表 5-3c 臺北港觀測站 E0 秋季風速 6 種機率密度函數適合度排序 5-16

表 5-3d 臺北港觀測站 E0 冬季風速 6 種機率密度函數適合度排序 5-17

表 5-4a 臺北港觀測站 W0 春季風速 6 種機率密度函數適合度排序 5-17

表 5-4b 臺北港觀測站 W0 夏季風速 6 種機率密度函數適合度排序 5-17

表 5-4c 臺北港觀測站 W0 秋季風速 6 種機率密度函數適合度排序 5-18

表 5-4d 臺北港觀測站 W0 冬季風速 6 種機率密度函數適合度排序 5-18

表 5-5a 臺北港觀測站 X0 春季風速 6 種機率密度函數適合度排序 5-18

表 5-5b 臺北港觀測站 X0 夏季風速 6 種機率密度函數適合度排序 5-19

表 5-5c 臺北港觀測站 X0 秋季風速 6 種機率密度函數適合度排序 5-19

表 5-5d 臺北港觀測站 X0 冬季風速 6 種機率密度函數適合度排序 5-19

表 5-6a 基隆港觀測站 E0 春季風速 6 種機率密度函數適合度排序 5-20

表 5-6b 基隆港觀測站 E0 夏季風速 6 種機率密度函數適合度排序 5-20

表 5-6c 基隆港觀測站 E0 秋季風速 6 種機率密度函數適合度排序 5-20

表 5-6d 基隆港觀測站 E0 冬季風速 6 種機率密度函數適合度排序 5-21

表 5-7a 基隆港觀測站 W0 春季風速 6 種機率密度函數適合度排序 5-21

表 5-7b 基隆港觀測站 W0 夏季風速 6 種機率密度函數適合度排序 5-21

表 5-7c 基隆港觀測站 W0 秋季風速 6 種機率密度函數適合度排序 5-22

表 5-7d 基隆港觀測站 W0 冬季風速 6 種機率密度函數適合度排序 5-22

表 5-8 全體風速資料之 6 種機率密度函數適合度總排序 5-23

表 5-9a 臺北港 E0 春季風速差值機率函數適合度排序(時間間隔 1 時) .. 5-24

表 5-9b 臺北港 E0 春季風速差值機率函數適合度排序(時間間隔 3 時) .. 5-24

表 5-9c 臺北港 E0 春季風速差值機率函數適合度排序(時間間隔 6 時) .. 5-25

表 5-9d 臺北港 E0 春季風速差值機率函數適合度排序(時間間隔 12 時) .. 5-25

表 5-10a 臺北港 E0 夏季風速差值機率函數適合度排序(時間間隔 1 時)... 5-25

表 5-10b 臺北港 E0 夏季風速差值機率函數適合度排序(時間間隔 3 時) .. 5-26

表 5-10c 臺北港 E0 夏季風速差值機率函數適合度排序(時間間隔 6 時)... 5-26

表 5-10d 臺北港 E0 夏季風速差值機率函數適合度排序(時間間隔 12 時) 5-26

表 5-11a 臺北港 E0 秋季風速差值機率函數適合度排序(時間間隔 1 時)... 5-27

表 5-11b 臺北港 E0 秋季風速差值機率函數適合度排序(時間間隔 3 時)... 5-27

表 5-11c 臺北港 E0 秋季風速差值機率函數適合度排序(時間間隔 6 時)... 5-27

表 5-11d 臺北港 E0 秋季風速差值機率函數適合度排序(時間間隔 12 時) 5-28

表 5-12a 臺北港 E0 冬季風速差值機率函數適合度排序(時間間隔 1 時)... 5-28

表 5-12b 臺北港 E0 冬季風速差值機率函數適合度排序(時間間隔 3 時) .. 5-28

表 5-12c 臺北港 E0 冬季風速差值機率函數適合度排序(時間間隔 6 時)... 5-29

表 5-12d 臺北港 E0 冬季風速差值機率函數適合度排序(時間間隔 12 時) 5-29

表 5-13a 全體風速差值之機率密度函數適合度總排序(時間間隔 1 小時)
..... 5-30

表 5-13b 全體風速差值之機率密度函數適合度總排序(時間間隔 3 小時)
..... 5-31

表 5-13c 全體風速差值之機率密度函數適合度總排序(時間間隔 6 小時)
..... 5-32

表 5-13d 全體風速差值之機率密度函數適合度總排序(時間間隔 12 小時) 5-33

表 6-1 累積機率 2%之風速合理性檢核標準..... 6-44

表 6-2 累積機率 0.2%之風速合理性檢核標準..... 6-44

表 6-3 累積機率 0.02%之風速合理性檢核標準..... 6-45

表 6-4 各港區測站各季之風速合理性檢核標準..... 6-46

表 7-1a 累積機率 2%之春季風速差值合理性檢核標準..... 7-77

表 7-1b 累積機率 0.2%之春季風速差值合理性檢核標準 7-77

表 7-1c 累積機率 0.02%之春季風速差值合理性檢核標準..... 7-78

表 7-2a 累積機率 2%之夏季風速差值合理性檢核標準..... 7-78

表 7-2b 累積機率 0.2%之夏季風速差值合理性檢核標準 7-79

表 7-2c 累積機率 0.02%之夏季風速差值合理性檢核標準..... 7-79

表 7-3a 累積機率 2%之秋季風速差值合理性檢核標準..... 7-80

表 7-3b 累積機率 0.2%之秋季風速差值合理性檢核標準 7-80

表 7-3c 累積機率 0.02%之秋季風速差值合理性檢核標準..... 7-81

表 7-4a 累積機率 2%之冬季風速差值合理性檢核標準..... 7-81

表 7-4b 累積機率 0.2%之冬季風速差值合理性檢核標準 7-82

表 7-4c 累積機率 0.02%之冬季風速差值合理性檢核標準..... 7-82

表 7-5 各港區測站各時差之風速差值合理性檢核標準 7-84

表 8-1 臺中、安平及布袋港區測站各季之風速合理性檢核標準 8-3

表 8-2 臺中、安平及布袋港區測站各時差之風速差值合理性檢核標準 ... 8-3

表 9-1 104 年工作完成彙總表 9-1

表 9-2 港灣環境資訊網頁功能版本表(依使用設備區分) 9-4

表 9-3 一般訪客版網頁功能項目說明表 9-6

表 9-4 海氣象資料庫備份計畫表 9-14

表 9-5 海氣象觀測年報資料筆數統計表 9-20

表 9-6 同個港口之海氣象項目套疊組合 9-29

表 9-7 不同港口之海氣象項目套疊組合 9-29

表 9-8 水利署海氣象資料庫資料表 9-40

表 9-9 水利署海氣象資料庫資料表欄位 9-40

表 9-10 經濟部水利署海氣象觀測資料表 9-43

表 9-11 經濟部水利署海氣象觀測資料表欄位說明 9-43

表 9-12 數值預報子系統之資料庫筆數統計表 9-47

表 9-13 細尺度港區區域資訊 9-53

表 9-14 AIS 資料表 9-54

表 9-15 航線固定船舶資訊 9-56

表 9-16 來臺觀光郵輪列表 9-64

表 9-17 即時影像監視及傳輸使用現況表 9-70

表 9-18 攝影機相關傳輸狀況說明表 9-72

表 9-19 Access 資料庫資料表欄位說明 9-90

表 9-20 Access 資料庫資料表(view_totaldata 結果)..... 9-90

表 9-21 104 年使用者會議議程表 9-94

表 9-22 各港口之碼頭數量統計表 9-107

表 9-23 資料集標準框架表 9-122

表 9-24 遠端管理(維護)系統建置評估項目表 9-127

表 9-25 GSN VPN 頻寬統計表 9-131

表 9-26 Motion JPEG 平均單張影像大小建議參考值 9-132

表 9-27 GSN VPN FTTB(企業型）資費表 9-133

表 9-28 GSN VPN FTTB (專業型)資費表 9-133

第一章　計畫概述

1.1 計畫緣起與目標

台灣四周環海，開發海洋資源、發展航運、從事港灣建設及規劃等均需長期可靠之海氣象資料作為依據。此外，為提昇船舶進出港操航安全、船席機動調配及港埠運作效能等，對於有關港灣自然環境資訊的即時提供也是非常重要的需求。因此，利用資訊技術將臺灣各港口之海氣象與港灣水理資料，以靜態或動態方式，透過資訊網路即時提供給港灣管理單位、國內外船舶業者及有關人員查詢，是一項應積極配合之施政工作。隨地球暖化所造成之氣侯變遷，未來將面臨更嚴峻的環境變化威脅。因此，港灣環境的即時監測資料、數值模式計算之預測資料及其他相關資訊之獲得，對於環境短期劇烈變化或長期演變趨勢之因應措施的擬定，將更形重要。

本中心目前之海氣象即時觀測資料經傳輸系統傳送至海情中心匯整後，須立即進入港灣環境資訊系統中之海氣象資料庫，並於港灣環境資訊網站作顯示與提供查詢服務外，也作為海氣象數值預報作業中資料同化處理之用。然而資料在經由儀器量測、編碼發送、通訊傳輸、接收解碼、彙整儲存等一連串複雜流程中，可能因儀器故障、電源供應不穩或斷電、人為疏忽或干擾及其他不明原因，造成資料錯誤或漏失，其中錯誤之失真資料若不經篩檢而誤用，極可能造成重大損害。因此，基於資料之立即應用並轉化為可靠之資訊需求，對資料進行即時檢核及管制有其必要性。

由於港灣區域為海水與人工結構物的交界區域，受到海域地形與人工防波堤等影響，水文條件極為複雜，對於船舶進出港的安全影響至深。尤其臺灣海域為東亞航運必經之地，經濟快速開發使得臺灣對外的航運更趨頻繁，尤其是石化工業的油品及化學品進出口更增加了港灣環境管理的不確定性。針對海面油污漂移資訊的取得，目前國內外主要都是依靠海域環境監控或是電腦數值模擬這兩種方法進行之。其中應用遙測科技於海洋油污染監測可以有效協助掌握污染在空間上的變化情況；而結合模擬海潮流運動之三維水動力模式及預測洩油漂移軌跡之數值模式，

則能準確地預測外洩油污之漂移軌跡及其擴散範圍。隨著海洋污染法的通過與實施，一個有效的監測、預警與決策之整合系統建立是非常需要的，尤其是面對複合性災害，整合性之資訊需求是迫切的。

為達成國家經濟之永續發展目標，各項交通基礎建設是必須之前端工作，不僅陸運或空運，對四面環海之台灣而言海運更形重要。隨著經濟發展海上運輸交通日益繁忙,因此海上航行交通安全也日漸受到重視。為了避免類似阿瑪斯號貨輪船難事故，應研擬如何提供海運交通安全所需之自然環境資訊方案。本計畫所進行之港灣環境資訊系統，除了對海運航行安全有正面助益外，對海上緊急災害救助（例如船難人員撤離）之對策研擬也有幫助，同時也降低對環境衝擊性不良影響（例如海面油污染）。此外本研究計畫也可有效準確掌握全球暖化所產生氣候變遷之海氣象特性改變的影響衝擊，促使政府預為規劃及研擬因應對策，提昇國土安全，促成社會穩定，減少災害之經濟損失，保育自然環境，增進國民福祉。

本研究以執行「港灣海氣象環境資訊整合及統計分析研究」計畫為目標。規劃研究期程共計4年,主要研究目標為(1)以雷達遙測技術為基礎,進一步開發其海洋油污染偵測之技術，同時建立油污擴散預報系統，藉以協助掌握污染在時間與空間上的變化情況。透過海域油污的即時監測與擴散模擬，提供作為早期預警與管理的工具，提升油汙汙染緊急應變時效，減低港埠營運影響及環境汙染的災害損失；(2)利用港區長期之海氣象監測資料進行有系統之統計分析,以瞭解各港區(海域)之海氣象環境特性之差異、演變趨勢及相互間關聯性,同時考量不同環境條件設定下，探討各海氣象種類在各不同港區(海域)之可航行或可遊憩或可作業之天數。同時也依據統計分析結果，進行海氣象資料自動檢核系統規劃與建置,藉以提升即時觀測資料品質並降低人工品管之人力負擔及(3) 整合本中心現場海氣地象即時觀測與海象數值計算即時預報兩個動態系統之作業流程，並依防災觀點逐步建置海氣地象預警系統，此外本中心他項計畫所建立之相關系統也將持續分階段納入。

1.2 計畫工作項目

有關海域油汙監測與擴散模擬技術研發分三年進行，本年度為第二年，其中遙測技術之研發工作內容為對雷達設備進行相當程度之改裝與實驗室測試，油污擴散模擬之研發工作內容為蒐集、評估及規劃海流模式與油污擴散模式。需完成工作項目部分與成大近海水文中心合作辦理如下：

1. 蒐集目前航海雷達遙測技術分析與海流預報模式的發展現況，進而引入分析方法、模式發展、作業策略、資料需求、預報能力、及軟硬體相關技術等項目。
2. 航海雷達遙測資料分析方法之研發與驗證：進行實驗室及港灣區域之現場測試，以及遙測資料分析方法之研發與驗證，評估波浪及油污即時監測準確度，並對航海雷達應用於區域流場進行分析評估。研擬各主要商港適當觀測點，並選定「臺北港」及「安平港」，進行測試。
3. 臺灣海域海流預報模式之建置與測試：訂定率定與驗證年份，並收集相關資料以資校驗，進而建置及測試臺灣海域港灣細格點模式，評估主要商港「臺北港」及「安平港」，進行驗證海流模式。
4. 油污擴散預報模式之建置與測試：蒐集油污擴散案例以資校驗，進而建置及測試臺灣海域港灣細格點模式。
5. 進行航海雷達遙測作業化及油污擴散預報系統作業化整合系統實務操作規劃。
6. 本所臺北港 WERA 雷達資料分析及初步探討。

有關港灣海氣象資料品質檢核與統計分析方面，102年度計畫中已初步研擬高低絕對值、空間相對值、時間相對值及因果相對值等4種合理性之海氣象資料自動檢核原則；103年度已依高低絕對值、時間相對值兩種需人為選定檢核標準之檢核方法，進行安平港、布袋港及臺中港港區風速統計機率分布之探討，比較不同檢核方法之差異，建立各港區風速檢核標準。本年度(104年度)持續進行臺北港及基隆港之港區風速分布特性

分析，並依據上一年度完成之港區風速檢核標準進行資料品質檢核效果驗證。需完成工作項目如下：

1. 臺北港及基隆港港區，共計5個測站風速資料蒐集。
2. 依據歷年觀測風速之統計特性進行資料分類與整理。
3. 針對風速變化特性進行理論機率密度函數之選定。
4. 各港區風速分布之統計分析直方圖(組體圖)與理論機率密度函數套配比較。
5. 各港區風速差值分布之統計分析直方圖(組體圖)與理論機率密度函數套配比較。
6. 各港區風速及風速差值合理性檢核標準之建立。
7. 檢核標準之影響因素分析及應用結果檢討。

目前「港灣環境資訊網」主要的應用資訊系統計有海象觀測資訊、海象模擬資訊、港區影像資訊、港區地震資訊及海嘯模擬資訊等。本年度工作內容主要為系統之網頁持續運轉維護、海氣象資料庫更新維護、系統功能提升與擴充建置及新增服務之規畫等。需完成工作項目部分與台灣富士通股份有限公司合作辦理如下：

1. 持續海氣地象觀測子系統之海情資料庫更新(含歷史資料匯入)維護及資料品管作業功能提升,海氣地象觀測資料包括風速、風向、潮位、波高、週期、波向、流速、流向、地震與各類觀測資料之統計表、統計圖(如方塊圖、玫瑰圖)等。
2. 持續數值預報系統之資料庫更新維護,其包含整個年度由風場(氣壓)、波浪、潮位、流場、擴散及海嘯等數值模式，於台灣環島海域不同尺度之計算結果，包括數位資料、資料數據表、資料歷線圖、平面等值動畫圖(如等水位、等波高、等週期、等相位、等風速、等流速等)、平面向量動畫圖(風向量、流向量或波向量等) 。
3. 持續進行港灣環境資訊應用系統維護，以確保整體系統運作之穩定性、資料品質可靠性以及系統保密與安全性。持續擴充港灣環境資訊網之功能應用與分享，配合資訊科技進步與使用者需求性；

評估研擬網際網路不同平台功能展示工具；以充分發揮現有即時性資料之展示與應用功能。

4. 檢討現有海氣象觀測及數值推算之自動作業化流程、資訊傳輸系統運轉穩定度及系統整合介面相容性等相關問題，並研擬解決或改善方法。

5. 開發建置港灣環境資訊 App iOS 及 Android 系統平台，提供給內部人員與使用者測試，且持續蒐集使用上之意見並持續改善港灣環境資訊 App。

6. 進行「油污即時監測與油污擴散預報系統」與「港區碼頭潮位即時水深預報系統」納入港灣環境資訊網之可行性評估及資料傳輸控制相關作業介面系統規劃。

7. 建立配合港灣技術研究中心各資料庫間的介接，持續確保資料收集之狀況及品質維護。建立有效的資料(資訊)交換與分享平台，納入中央氣象局、成功大學近海水文中心、水利署等相關單位所建置之海氣象觀測資料庫。

8. 辦理「港灣環境資訊系統」成果發表會及系統使用者年度會議，蒐集使用者需求意見、系統功能使用狀況及滿意度調查統計分析。

第二章　海域油污遙測技術之建立

海域油污遙測技術為本研究計畫的兩大工作重點之一。圖 2.1 為本研究計畫針對雷達監測技術之三年整體發展規劃，計畫第一年之重點為技術之研發；**第二年則著重於系統之現場試驗與檢討**；第三年則將聚焦於監測技術與數值模擬結果之整合工作。本研究計畫第二年之雷達監測技術之研究方法及進行步驟請參見本節以下說明。

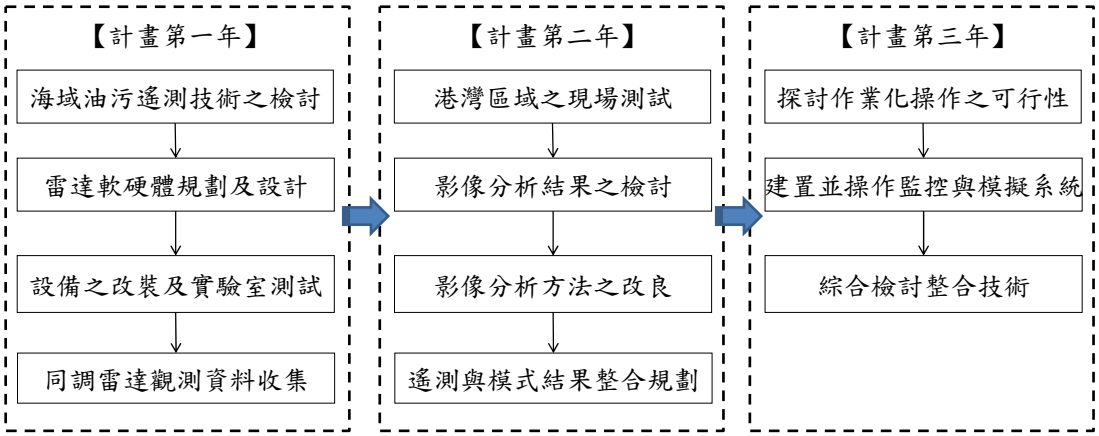


圖 2.1 雷達監測技術建立之發展規劃

2.1 上一年度(103 年度)研究成果彙整

本研究計畫為三年期計畫，為能在前一年的基礎下持續發展相關之技術，本研究計畫彙整上(103)年度的執行成果敘述如下：

2.1.1 現有海域油污監測技術之檢討

非接觸式海洋遙測技術已受到相當重視且廣泛應用，如利用光學攝影或是雷達感測的方式，取得廣大海面資訊。其中衛星及航空方式搭載雷達進行海洋遙測的技術發展已有超過三十年的發展歷史，且已發展出從衛星攝得之海洋波場影像中取出海洋環境資訊的方法(Doong et al., 2003)。衛星遙感在大尺度、時變性低的海洋環境現場研究上具有相當大的優勢，自 1990 年代初期就有學者利用衛星影像進行油污監測

之工作(Bern et al., 1993)。由於可全天候進行大型空間尺度範圍之偵測，許多研究針對衛星所搭載之合成孔徑雷達(Synthetic Aperture Radar, SAR)所測得之海面影像發展不同的影像演算法，並透過衛星影像分析，從中判讀海面油污之特徵。然而由於軌道運行之特性，一般非同步衛星 (asynchronous satellite) 之再訪率較長，有時為一天，有時達數天，不易達到作業化油污連續監測之目的。

由於海面油污事件並非規律發生，為能隨時進行應變，國際上已發展出在岸上或是船載儀器，對海面進行監測的技術。本計畫彙整出現有之油污監測技術，包括：

1. 透過目視或是攝影機等光學技術進行海面監測；
2. 透過紅外線掃瞄的方式偵測海面油污；
3. 透過雷射螢光計偵測海面油污；
4. 透過輻射計偵測海面油污；
5. 透過微波雷達技術偵測海面油污。

2.1.2 航海雷達偵測油污技術之檢討

應用船用 X-band 雷達發展海面油污監測技術具有極大之潛力。相較於以衛星、飛機或是船艦作為載臺之方式，X-Band 雷達也可固定架設於岸邊，只要提供穩定電力即可在時間上持續觀測大範圍空間面上的海面狀況，屬於一種兼具時間與空間海象資訊的三維度觀測技術。此外，X-Band 航海雷達可隨海域漏油事件發生地點機動設置且可連續監測，在油污擴散之時空掌握上岸邊或港邊的雷達監測較符合應用需求。有關雷達油污監測是國際間所積極著手研究之課題。在 1990 年代已有學者透過實驗證實 X-band 電磁波在油污監測應用之效果較 L-band 與 C-band 更理想(Fingas and Brown, 1997)。此外，針對油污監測之應用，早期有 Tennyson (1985)評估航海雷達應用於海面油污監測之可行性，並成功偵測到距離雷達天線 8km 之海面油污特徵。後期則有挪威的團隊投入此一領域之研究，並推出以航海雷達為技術核心的商業化監測系統(Egset and Nøst, 2007)。

利用雷達電磁波偵測海面油污之原理是立基於電磁波接觸到乾淨海水面與油污所覆蓋海水面會產生不同的回波效果。航海雷達雖具有監測海面油污之能力，但每一項觀測設備都有其使用之限制，航海雷達也有其適用之環境條件。本計畫彙整出影響雷達監測油污之條件包括：

1. 風速:較適合雷達監測油污之風速條件約介於 2~14m/sec 之間。
2. 波浪：須進行連續影像序列對其時間域進行平均，藉以將海表面影像的重力波特徵移除。
3. 降雨：降雨強度愈強以及電磁波長愈短時，電磁波隨距離之衰減效應會越明顯。
4. 海面湧升流：湧升流可能會造成海面黏滯性的改變，進而影響雷達在海面產生的回波強度。

2.1.3 雷達監測技術之軟硬體規劃及設計

本計畫所規劃之雷達觀測系統的作業架構如圖 2.2 所示。為能達到油污監測之目標，需整合下列三項關鍵技術，作為雷達遙測技術之核心：

1. 雷達硬體技術：為能將商用雷達設備應用於油污監測，有必要進行部分硬體與功能之確認。因雷達的各種技術參數必須選擇得當，本計畫檢討各參數對雷達系統監測油污的影響。
2. 高速訊號取樣技術：本計畫針對雷達訊號採用高速取樣頻率，以 20MHz 的取樣頻率擷取雷達訊號，可取得之雷達影像空間解析度為 7.5m/pixel，以確保失真情形不易發生。
3. 影像分析技術：影像分析技術是從海面雷達回波影像獲得油污資訊的核心。本計畫建立一套影像時序列的分析方法，藉以從從三維度的海面回波影像資料中求取出所需資訊。



圖 2.2 雷達監測系統架構

2.1.4 海岸現場雷達監測作業之檢討

雷達系統設置於岸邊，雖可少去在海上工作之危險性，但並非岸上任何地點均適合架設雷達天線，測站設置處必須考量諸多因素，包含架設位置、電力供給、系統安裝的困難度等。本計畫針對雷達觀測站的上述因素進行檢討與評估，藉以作為未來進行海面監測作業之參考。

1. 雷達架設位置：雷達觀測範圍與天線架設高度有關，雷達架站的優先選擇為附近海岸地區的制高點。除天然之地勢之外，在現場還可考慮建築物頂樓進行雷達架設的可行性。
2. 雷達系統的電力供給：在海岸現場沒有穩定市電的條件下，使用 2000W 之汽油發電機已足夠負荷整個系統運作 8 小時所需電力。
3. 現場系統組裝：本計畫所設計之雷達觀測系統元件包含有雷達天線本體、天線支架、電腦系統、發電機、無線網路通訊設備等。上述設備利用一般休旅車即可裝載，到現場之後理論上在半小時之內即可完成系統組裝，並啟動監測作業。

2.1.5 海面回波影像處理之研究

由於雷達觀測屬於間接式的遙測技術，在觀測過程當中，外在環境會對觀測結果造成一定程度之影響。在觀測區域的雷達影像訊號中，一些會影響到海面回波訊號偵測的電磁回波，皆視為雜訊。為能更完

整的取得研究所需之回波資訊，本計畫於雷達影像分析過程的前期進行影像訊號減噪的研究。本計畫進行不同影像處理以及演算方法之研究：

1. 影像濾波方法：影像訊號減噪最直接的做法就是進行濾波(filtering)。本計畫發展各種具有潛力的油污影像處理方法，一旦取得實際油污影像就可深入檢討各種影像處理方法的實際效果，並檢討結合不同影像處理方法的可行性。
2. 影像特徵成分拆解演算法：本計畫引入具有分析非均勻訊號的高維度系集經驗模態法作為解析影像局部特徵的基礎。
3. 影像特徵辨識演算法:本計畫研究影像特徵邊緣偵測演算方法，藉以協助界定出油污分布範圍。

2.1.6 航海雷達之改裝及測試

本計畫於系統架設前先於實驗室進行雷達訊號之檢驗與確認。透過實驗室訊號測試與確認之後，本計畫進一步前往海岸現場進行雷達系統之測試。由於海面油污染為偶發事件，在等待實際油污事件發生時以進行現場測試前，本計畫先透過偵測海面上特殊之特徵作為前期測試。為明確掌握本計畫所建置雷達系統之實用性，本計畫進行三次航海雷達系統的海岸現場測試工作。測試地點為臺南安平漁海域，測試重點聚焦於現場海面回波訊號之檢測與雷達影像分析結果之檢討。本計畫利用影像演算法進行現場海面回波影像之分析，結果顯示影像演算法能界定出海面蚵架之分布範圍。未來在取得海面油污影像之後，本計畫將依照此一影像處裡方法進行油污分布範圍之界定。

2.2 航海雷達遙測技術發展現況的持續檢討

本研究計畫於第一年度已針對航海雷達遙測技術的發展現況進行文獻收集與檢討。本年度持續收集相關文獻，針對現有海域油污遙測技術與航海雷達偵測波流技術等重要議題進行持續檢討。

2.2.1 現有海域油污遙測技術的持續檢討

由於遙測具有廣景覽要的優勢，國際間已發展出不同的油污遙測技術。Jha et al. (2008) 檢討過現行所使用的各種油污遙測設備，包括：可見光感測器(Visible Sensors)、紅外線感測器(Infrared Sensors)、紫外線感測器(Ultraviolet Sensors)、雷達(Radar)、輻射計(Microwave Radiometer)、雷射螢光計(Laser Fluorosensor)、油污厚度感測計(Laser-acoustic Oil Thickness sensor)等，本計畫將相關技術說明綜整於表 2-1。相關感測器搭載於不同載具則能產生不同的監測效果，其中衛星具有極大範圍的監測優勢，國際間已大量使用衛星作為油污遙測的重要工具(Bern et al., 1993)。國內也有發展利用光學(SPOT)以及雷達(ERS-1,2/SAR)衛星影像進行油污監測之研究(國立中央大學太空及遙測研究中心，2000)。

表 2-1 現行常見的各種油污遙測設備

設備名稱	觀測原理	特性說明	相關研究文獻
可見光感測器	光學偵測	成本較低且易於操作，適用於能見度佳之海域。	Wadsworth (1992)
紅外線感測器	偵測油污的熱能	屬於被動感測設備(passive sensors)，適用於偵測厚度較厚的油膜。	Salisbury et al. (1993)
紫外線感測器	偵測油污的紫外光輻射	可偵測很薄的油膜，但不適用於夜間觀測。	Grüner (1991)
雷達	偵測油污與乾淨海面電磁回波之間的差異	有適用風速之限制	Jones (2001)
輻射計	偵測油污所產生較強烈的輻射	具有量測油污厚度的潛力	Brown and Fingas (1997)
雷射螢光計	偵測油污因吸收紫外光後產生的螢光(電子被激發)	夜間適合近距離觀測	Goodman (1994)
油污厚度感測計	利用超音波進行感測	屬於主動感測設備，日夜皆可監測，但須能見度佳。	Brown et al. (2006)

衛星所搭載雷達偵測海面油污的物理基礎與岸基雷達相似，是基於雷達回波散射強度會因為油污產生之阻尼現象(抑制表面之毛細波振幅)而降低。當毛細波在一有黏性薄膜(海面油污)水面傳播時，造成薄膜的局部幅聚(convergent)與幅散(divergent)面會產生 Marangoni 波。海面油膜對短波長重力波和毛細波具有一定的抑制作用，稱為 Marangoni damping (Wismann and Theis et al., 1993; Lombardini and Piazzese et al., 1982)。Marangoni damping 指的是海面短重力波被黏性表面薄膜抑制的現象(Alpers and Hühnerfuss, 1988)。這是由於表面張力不同的二種液體(海水與油污)介面存在表面張力梯度。表面張力大的液體對其周圍表面張力小的液體的拉力強，產生表面張力梯度，致使液體從表面張力低向張力高的方向流動。海水的表面張力約為 60~65 mN/m；油類的表面張力值根據構成情況有所不同，但通常約為 20 mN/m (The International Tanker Owners Pollution Federation Limited，2012)。Marangoni 於 1870 年代提出一系列研究結果，指出表面張力梯度會造成兩流體介面間的不穩定現象，後續 Lucassen Reynders 則使用 Marangoni wave 或 Longitudinal wave(縱波)描述這種介面間的震盪現象(LomBardini et al., 1982)。Alpers and Hühnerfuss(1988)指出 Marangoni wave 會明顯受到黏性消散(viscous dissipation)的影響而被抑制。當海面的毛細波與 Marangoni wave 產生共振，海面毛細波會隨之被抑制住。因油污黏滯性的影響，抑制了海面的布拉格波(可造成雷達電磁波產生布拉格散射之海面波浪條件，也就是海面的毛細波)，進而影響海面電磁波布拉格散射的效應。此一機制是從雷達影像中區分油污與一般乾淨海面之間差異的重要物理基礎。

不論是光學影像亦或雷達影像，都有可能出現誤判油污事件的情況發生。例如海面產生懸浮生物膜(biogenic slicks)會造成黏滯性的改變，因而抑制了海面的毛細波，可能進而造成影像資訊的誤判。此外，陸地對風域的遮蔽也會減少海面毛細波的發生，進而影響海面雷達影像之回波強度。有鑑於此，如何辨別真實海面油污遙測影像與疑似(look-alikes)油污之影像，是海上油污控管的重要關鍵。國際間針對遙測影像的後端分析提出不同的影像分類或是辨識方法，例如 Topouzelis

(2008)就曾針對衛星影像資料判斷油污資訊的基本流程進行檢討，如圖 2.3 所示。然而人工判釋需要耗費極大的人物力，Del Frate et al. (2000)則提出利用類神經網路自動判斷衛星影像資料的油污資訊，可大幅減少人力的投入。

考慮到衛星再訪率的限制，國外有研究團隊藉由航海雷達具有短時間內連續偵測海面的優勢，發展航海雷達油污監測技術，並已透過實際出海測試確認其可行性(Noest and Egset, 2006)。本計畫則嘗試透過前端雷達硬體設備的整合與後端影像辨識演算法之建立，建立國內完全自主的航海雷達油污監測技術。

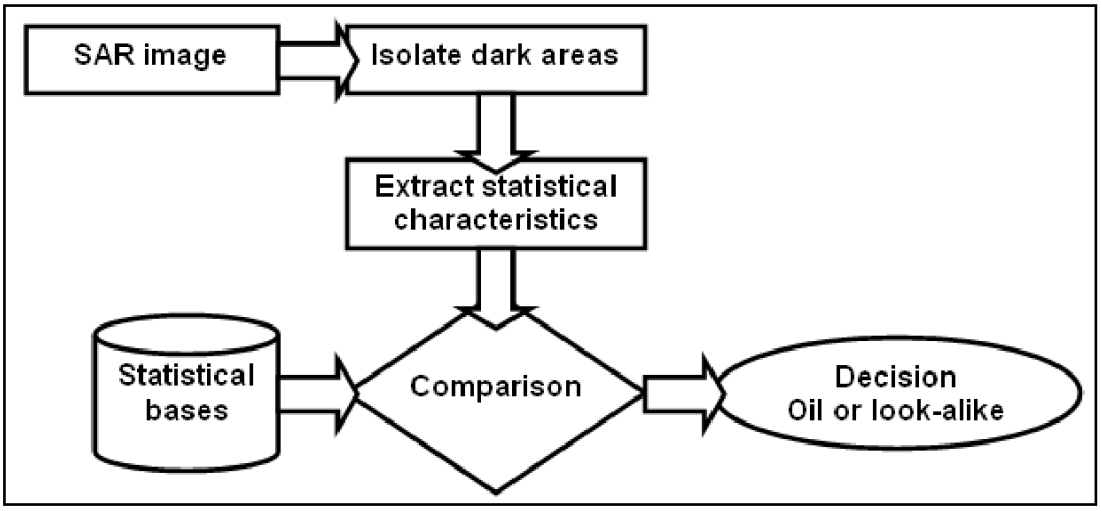


圖 2.3 從衛星影像判斷油污的基本流程
(資料來源：Topouzelis, 2008)

2.2.2 航海雷達觀測波流技術的持續檢討

將航海雷達應用於海象觀測的學理基礎雖然於 1980 年代就已被提出(Young et al., 1985)，但近年來仍陸續有學者提出新的改進技術。如表 2-2 所示，Chen et al. (2014)就提出利用經驗正交函數(empirical orthogonal function)求取雷達影像序列的主成分(principal components)，再從中計算出海面波高值。Huang and An (2014)則提出利用最小平方法(iterative least-squares)求解海面流場。Ludeno et al. (2014)根據正規化的

純量積(normalized scalar product method)分析雷達影像，並求取波浪譜參數。本計畫將持續掌握最新的航海雷達影像分析技術，並評估應用於我國港口附近水域波流觀測的可行性。

表 2-2 近幾年國際間所提出的航海雷達觀測波流技術

演算技術核心	分析項目	相關研究文獻
經驗正交函數	波高	Chen et al. (2014)
最小平方法	海面流場	Huang and An (2014)
正規化的純量積	波浪譜	Ludeno et al. (2014)

2.3 航海雷達影像分析方法之研究

2.3.1 影像中特徵物辨識方法之持續研究

為能更有效從 X-band 雷達回波影像中提取出海面油污特徵，本研究計畫是透過影像處理來進行影像特徵強化。由於雷達觀測屬於間接式的遙測技術，在觀測過程當中，外在環境或多或少會對觀測結果造成一定程度之影響。在觀測區域的雷達影像訊號中，一些會影響到海面回波訊號偵測的電磁回波，皆視為雜訊。由於 X-band 之電磁波對於海面之重力波(風浪)會產生較為強烈之回波，而這些重力波之波紋會影響油污目標物之判讀，因此可透過影像訊號減噪來弱化其影響，其中最直接的做法就是進行濾波(filtering)。濾波程序雖可能會影響後續的影像特徵邊緣偵測的結果，然而本研究計畫前期工作的重點為發展各種具有潛力的油污影像處理方法，一旦取得實際油污影像就可深入檢討各種影像處理方法的實際效果，並檢討結合不同影像處理方法的可行性。此外，一些海面船艦所造成的強烈回波，也有可能會影響到海面回波訊號之識別。為能更完整、有效地取得所需之回波資訊，本計畫於第一年的雷達影像分析技術開發中已進行影像訊號減噪的研究，也進行影像特徵邊緣偵測演算方法的研究，藉以協助界定出油污分布範圍。影像邊緣檢測的數學方法是利用回波影像的梯度值(gradient)變化來找出回波影像強度值有劇烈變化或是有突然改變的邊界位置，包

括一階梯度值和二階梯度值都是判斷影像邊界的重要工具。本年度以第一年度已研發的影像減噪及邊緣偵測之演算方法為基礎，本年度引入一套影像邊緣特徵強化之方法 — 2D Cross Teager Kaiser Operator (CTKO)，該法的理論基礎是根據牛頓運動定律所推導出的 Teager transform (Kaiser, 1990)，優勢為具有分析非線性影像訊號之特徵。往昔 Teager transform 主要被應用於一維時序列訊號的瞬時(instantaneous)能量分析，經由多位學者的努力，現已將原有的 Teager transform 拓展為高維度資料的分析(Yu et al., 1991)，並已成功應用至影像特徵的強化(Cexus et al., 2010)。假設被分析的空間影像為 $I(x,y)$，其二維度的 Teager Kaiser Operator 可定義為：

$$\Psi_R(I) = (\nabla I)^2 - I\Delta I \quad \text{..... (2-1)}$$

上式中 ∇ 與 Δ 分別為空間影像的梯度(gradient)與 Laplacian 運算元。有學者基於上述理論基礎，更進一步提出 Cross Teager Kaiser Operator 的影像分析方法，其原理在於比較兩張特徵相近的影像，並將兩張影像中共有的邊緣特徵強化出來。假設被分析的兩張空間影像分別為 $I(x,y)$ 與 $J(x,y)$，其 Cross Teager Kaiser Operator 可定義為：

$$\Psi(I,J) = \frac{1}{2}\left[\nabla I^* \nabla J + \nabla I \nabla J^*\right] - \frac{1}{4}\left[I\Delta J^* + I^*\Delta J + J\Delta I^* + J^*\Delta I\right] \quad \text{..... (2-2)}$$

上式中 * 代表函數的共軛複數。圖 2.4 為相關研究文獻針對 Cross Teager Kaiser Operator (CTKO)的影像測試結果，從分析結果確認兩張空間影像中共有的特徵將可被強化並求取出其特徵之邊緣，而僅出現於單張影像的特徵再經由 Cross Teager Kaiser Operator 分析後，其影像特徵可以被有效移除。

針對雷達影像所呈現的海面特徵，可將其分類為三類：第一種為在短時間(數秒鐘到數分鐘)內就會移動的特徵(如海面波紋、移動中的船艦回波等)；第二種為需要較長的時間(數分鐘到數小時)才能偵測到其移動的特徵(如油污、蚵架等)；第三種是幾乎長時間恆定不動的(如港口防坡堤、岸邊結構物等回波)。因本計畫針對雷達系統作業化的規

劃為系統逐時或每小時進行兩次觀測，而每次啟動時(如整點或每半小時)會進行連續 128 張回波影像資料的擷取，然後透過 Cross Teager Kaiser Operator 的技術，應可針對不同類型的影像特徵進行篩選，進而能更有效將油污特徵資訊取出。

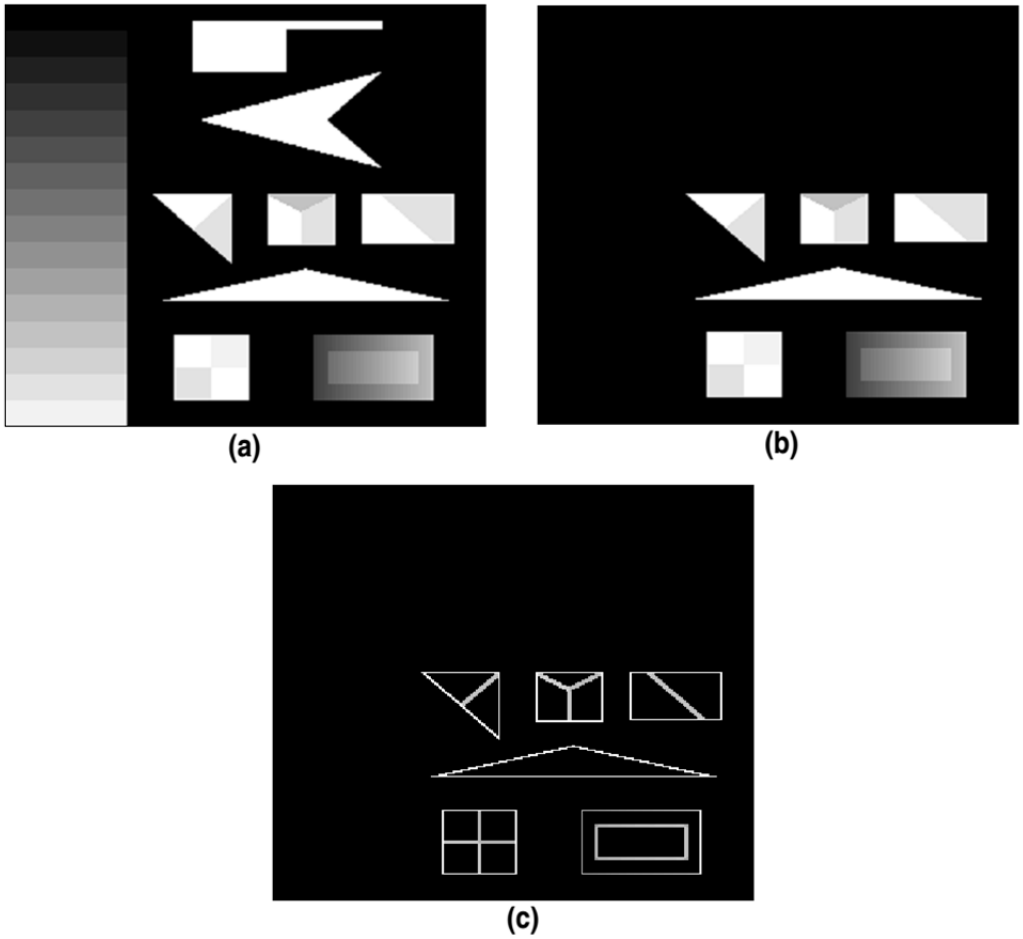


圖 2.4　Cross Teager Kaiser Operator(CTKO)的影像測試：(a)與(b)分別為兩張影像案例；(c)為 CTKO 分析結果。(資料來源：Cexus et al., 2010)

2.3.2 航海雷達觀測波流技術之建立

航海雷達除了可監控油污之外，也可應用於估算海面波浪與海流資訊，而波浪與海流資訊皆有助於評估油污之運動特徵，包括：油污漂移與擴散等。航海雷達影像具有描述海面特徵在空間變化之能力，海面的相關資訊皆隱藏在影像灰度值矩陣中，形同無數個單點觀測儀

器同時進行觀測，各自取得不同位置點之海洋特徵，對於描述非均勻海域之特性，是一項有利之工具。一般而言，為取得足夠之統計代表性，往昔單點觀測是建議在每次的觀測期間要記錄到至少 100 組波形的波浪數據(郭，2001)。針對航海雷達觀測技術，每次觀測期間會擷取 128 張連續海面影像時序列，觀測每張影像所需時間與航海雷達天線轉速有關，本計畫所使用的雷達天線轉速為 42rpm(參見表 2-3)，因此擷取 128 張連續海面影像所需時間約 3 分鐘。倘若海面波浪週期為 7 sec，3 分鐘內所能記錄到的波浪數量約為 25 組，若僅考慮時序列的波浪資訊恐有不足。然而如前所述，航海雷達影像具有描述海面特徵在空間變化之能力。本計畫的雷達系統於空間域的擷取範圍為 256pixels*256pixels，雷達影像的空間解析度為 7.5m/pixel，換算可得雷達子影像的擷取範圍約為 1.9km*1.9km。影像計算範圍愈大，與有可能取得足夠的波浪資訊進行能譜分析，但相對可能會造成非均勻之結果。影像分析區域與靠近陸地，波場特徵的非均勻特徵則愈明顯。根據線性波理論，7 sec 波浪的波長應不會超過 80m，換言之，雷達子影像範圍內應可記錄到至少有 23 組。整合雷達影像所記錄到的時域(25 組)與空域(23 組)波浪資訊應可獲取足夠的統計代表性之波浪資訊，在國際間許多研究文獻都已確認這樣資料取樣方式的可行性(Nieto Borge and Guedes Soares, 2000)。有鑑於此，本計畫所建立的觀測技術會依據表 2-3 的參數進行設定。其中雷達回波訊號的擷取是透過高速取樣的資料擷取設備進行雷達訊號的數位化，取樣頻率(S_r)決定了雷達影像徑向的空間解析度(Δ_r)：

$$\Delta_r = \frac{V_e}{2S_r} \quad \text{..... (2-3)}$$

上式中，V_e 為電磁波的行進速度。根據上式可推算出，使用取樣頻率為 20 MHz 的資料擷取卡擷取雷達訊號時，雷達影像之徑向的空間解析度為 7.5m/pixel。至於雷達影像側向的空間解析度(Δ_s)則受到雷達硬體規格的影響：

$$\Delta_s = \frac{2\pi R}{PT_r} \quad \text{..... (2-4)}$$

上式中 P 為雷達的脈衝波發射頻率(Hz)，T_r 為雷達天線旋轉一圈所需時間(sec)，R 為雷達的觀測範圍，亦即雷達的觀測半徑(m)，若所使用之雷達脈衝波發射頻率為 3000 Hz，天線轉速為 42 R.P.M.時，由上述之數學式可計算出雷達影像中距離雷達 3 km 處任一位置點之側向的空間解析度約為 5 m/pixel。由於後續的影像譜分析方法是架構在卡氏座標的架構下，本研究利用座標轉換以及空間線性內插的方法，將原始極座標的雷達影像轉換成以卡式座標所建構出的影像矩陣，內插後的卡式座標雷達影像解析度則設定與雷達影像的徑向空間解析度一致，為 7.5 m/pixel。根據 Nyquist 定律，7.5m/pixel 空間解析度的雷達影像，其所能解析出的最短波長不能超過 15m。再透過 Dispersion relation 可換算得所能解析出的最短週期不能超過約 3sec。

表 2-3 本計畫雷達觀測所使用之參數

雷達參數	設定值	說明
天線轉速	42 rpm	轉速愈快，對波浪的時間解析度愈佳。
連續影像擷取數量	128 張	數量愈多，觀測期間能記錄到愈多波浪數量。
子影像尺寸	256pixels *256 pixels	尺寸愈大，子影像中能記錄到愈多波浪數量。
雷達影像 徑向解析度	7.5m/pixel	解析度愈佳，愈能解析出短週期波浪特徵。

海面回波影像當中雖含有波浪資訊於其中，但需要先經由適當的影像處理方法從中求得觀測區域之波浪值。為了從三維度的海面回波影像資料中求取出所需資訊，必須建立一套影像時序列的分析方法。如圖 2.5 所示，為從雷達影像分析波浪與海流資訊之流程。因海浪中波長與波向等資訊可經由波浪譜(wave spectrum)計算求得，而波浪譜又可藉由回波影像的影像譜(image spectrum)分析得到，因此如何正確計算影像譜是從事波浪遙測的重要工作之一。

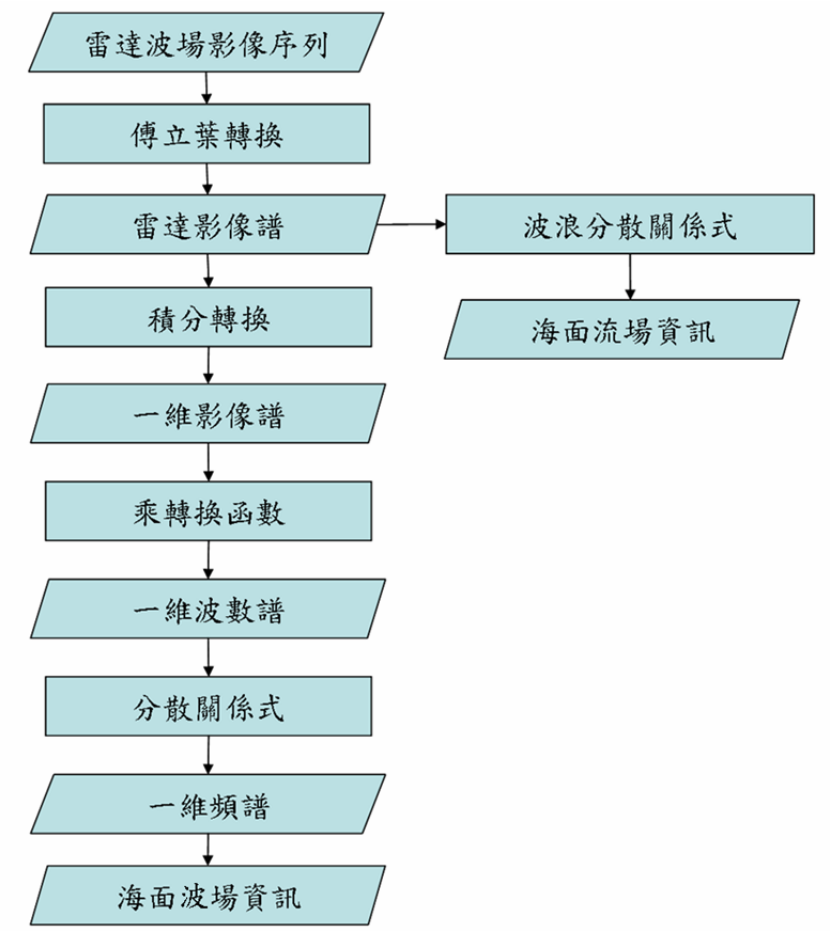


圖 2.5 從雷達影像分析波浪與海流資訊之流程

影像譜的計算方法可利用如下式之三維快速傅立葉轉換求得影像時序列的傅立葉係數，其為一複數函數，取其絕對值平方可得到雷達影像之影像譜，然後可進而推求波浪特性。

$$S^{(3)}(k_x,k_y,\omega)=\iiint g(x,y,t)\mathrm{e}^{[-\mathrm{i}(k_x x+k_y y-\omega t)]}\mathrm{d}t\mathrm{d}x\mathrm{d}y \quad \text{..... (2-5)}$$

上式中 $S^{(3)}(k_x,k_y,\omega)$ 為影像譜，為方便理解，影像譜的上標 $^{(N)}$ 代表 N 維度的能譜資料；$g(x,y,t)$ 代表海面雷達影像時序列函數，含有時間與空間資訊於其中；k_x,k_y 為雷達影像中成分波之波數(wave number)；ω 為影像時序列之角頻率。

關於影像中波浪資訊的求取，Borge et al.(1999)曾針對 $S^{(3)}(k_x,k_y,\omega)$

與波浪參數(波譜、波高、週期等)之間的關係進行詳盡之介紹與討論。首先針對$S^{(3)}(k_x,k_y,\omega)$的正頻部分進行積分，可求取二維度的影像波數譜$S^{(2)}(k_x,k_y)$：

$$S^{(2)}(k_x,k_y)=2\int_{\omega>0}S^{(3)}(k_x,k_y,\omega)d\omega \quad \text{..... (2-6)}$$

透過卡氏座標與極座標波數譜之間的數學關係，可求取極座標影像波數譜$\tilde{S}^{(2)}(k,\theta)$：

$$\tilde{S}^{(2)}(k,\theta)=S^{(2)}(\vec{k}(k,\theta))k \quad \text{..... (2-7)}$$

再藉由線性波理論所描述的波數與頻率之間的數學關係，可將影像波數譜轉換為影像方向譜$\mathrm{E}^{(2)}(\omega,\theta)$：

$$\mathrm{E}^{(2)}(\omega,\theta)=\tilde{S}^{(2)}(k(\omega),\theta)\frac{dk}{d\omega} \quad \text{..... (2-8)}$$

如對影像方向譜的方向域進行積分，可求得一維度的海面回波影像能譜$\mathrm{S}^{(1)}(\omega)$：

$$\mathrm{S}^{(1)}(\omega)=\int_{-\pi}^{\pi}\mathrm{E}^{(2)}(\omega,\theta)d\theta \quad \text{..... (2-9)}$$

由於雷達並非直接接觸海面作量測，透過雷達所得之$g(x,y,t)$為觀測範圍內雷達回波之強弱，並非實際海面水位之變化，因此分析雷達影像所獲得之影像譜並不直接等同於實際海面之波譜，但兩者之間可互相轉換。Alpers(1983)曾利用下式 Modulation Transfer Function (MTF)將影像譜$S(k)$轉換成實際海況之波數譜$S'(k)$：

$$S(k)=k^{-\beta}\times S'(k) \quad \text{..... (2-10)}$$

上式中β為率定係數，可透過與現場觀測資料進行同步率定。海面回波影像經由上述轉換後，可獲得波浪於頻率域(frequency domain)與波數域(wave number domain)的能量分布。此一能量分布已被前人推導出數學關係：

$$\omega = \sqrt{g|\vec{k}|\tanh(|\vec{k}|d)} + \vec{k}\cdot\vec{U} \quad \text{..... (2-11)}$$

上式為波浪之分散關係式，其中 d 為水深，$\vec{U}$ 為流場。

海面風與海流對油污漂移與擴散之影響可示意性的表示如圖 2.6 (Nunavut Planning Commission, 2014)，一般認定海面風速轉移到海表面驅動油污的速度約為風速值的 3%，相較於風速的影響，海流的流速則會完全驅動油污的運動。因此為能精準掌握海面油污的運動資訊，必須要有準確的流場資訊作為評估依據。圖 2.7 描述了分散關係式中不同海洋參數間的關係，由圖中可看出波浪於頻率域與波數域之能量會受到海面流場與水深之影響。圖 2.7(a)為深水且無海流影響的波浪分散關係，可看出其能量分布於 k_x 與 k_y 方向呈現對稱之分布。當波浪與海流之間交互作用的情況下，如圖 2.7(b)所示，海流會影響波浪高頻之能量分布，若是單一方向的海流，將造成波浪於 k_x 與 k_y 方向的能量分布不對稱。至於水深的影響，乃是淺水條件下，海底床摩擦力對波浪能量的影響變得不可忽略。從圖 2.7(c)可看出，水深會影響波浪低頻之能量分布。透過計算不同流速條件下的波數理論分布與雷達影像實際測得之波數譜能量分布，可求取出與實際測得之波數譜能量分布最契合的波數理論分布與其所對應的流速條件。Serafino et al. (2010)提出利用 normalized scalar product 的方法，能有效改進流場計算的準確度。此法是依據濾波後影像譜與其特徵函數之間的乘積關係來求解海面流場，其作法是先給定不同的海面流速條件，藉以計算出特徵函數 $G(\vec{k},\omega,\vec{U})$：

$$G(\vec{k},\omega,\vec{U}) = \begin{cases} 1, & if \left| \sqrt{g|\vec{k}|\tanh(|\vec{k}|d)} + \vec{k}\cdot\vec{U} - \omega(\vec{k}) \right| \le \Delta\omega/2 \\ 0, & otherwise \end{cases} \quad \text{..... (2-12)}$$

$$V(\vec{U}) = \frac{\left\langle |S^{(3)}(k_x,k_y,\omega)|, G(\vec{k},\omega,\vec{U}) \right\rangle}{\sqrt{P_S \cdot P_G}} \quad \text{..... (2-13)}$$

上式中 P_S 與 P_G 分別為影像譜 $S^{(3)}(k_x,k_y,\omega)$ 與特徵函數 $G(\vec{k},\omega,\vec{U})$ 的能量，$\langle\ \rangle$ 則代表純量積(內積)演算。透過 $V(\vec{U})$ 最大值所對應的流速條件 $\vec{U}$ 作為

所求解之海面流速值。

雷達回波包含波浪訊息與背景雜訊，而其中的示性波高與雷達影像的訊噪比(signal to noise ratio, SNR)存在相關性，Borge et al.(1999)研究結果顯示實際作業時，可藉由雷達系統與資料浮標等系統進行同步觀測以率定兩者間之係數(下式的 A 與 B)，爾後利用雷達影像之訊噪比(Signal to Noise Ratio, SNR)即可計算浪高：

$$\mathrm{H}_s = A + B\sqrt{SNR} \quad \text{..... (2-14)}$$

$$\mathrm{SNR} = \frac{\int S_{sig}^{(3)}(k_x,k_y,\omega)d^2kd\omega}{\int S_{bgn}^{(3)}(k_x,k_y,\omega)d^2kd\omega} \quad \text{..... (2-15)}$$

上式的 $S_{sig}^{(3)}(k_x,k_y,\omega)$ 與 $S_{bgn}^{(3)}(k_x,k_y,\omega)$ 分別為三維影像譜 $S^{(3)}(k_x,k_y,\omega)$ 的訊號與雜訊能量。以式(2-9)波浪分散關係式為依據，$S^{(3)}(k_x,k_y,\omega)$ 中符合分散關係式的能量分布定義為 $S_{sig}^{(3)}(k_x,k_y,\omega)$；$S^{(3)}(k_x,k_y,\omega)$ 中與分散關係式曲線不一致的能量分布則定義為 $S_{bgn}^{(3)}(k_x,k_y,\omega)$。波浪尖峰週期 T_p 則可藉由式(2-7)一維能譜所對應尖峰頻率 ω_p 的倒數求得；主波向 θ_p 則是透過式(2-4)二維度波數譜中能量尖峰所對應之波數(k_{xp} 與 k_{yp})的數學三角函數關係求得：

$$T_p = \frac{2\pi}{\omega_p} \quad \text{..... (2-16)}$$

$$\theta_p = \tan^{-1}\left(\frac{k_{yp}}{k_{xp}}\right) \quad \text{..... (2-17)}$$

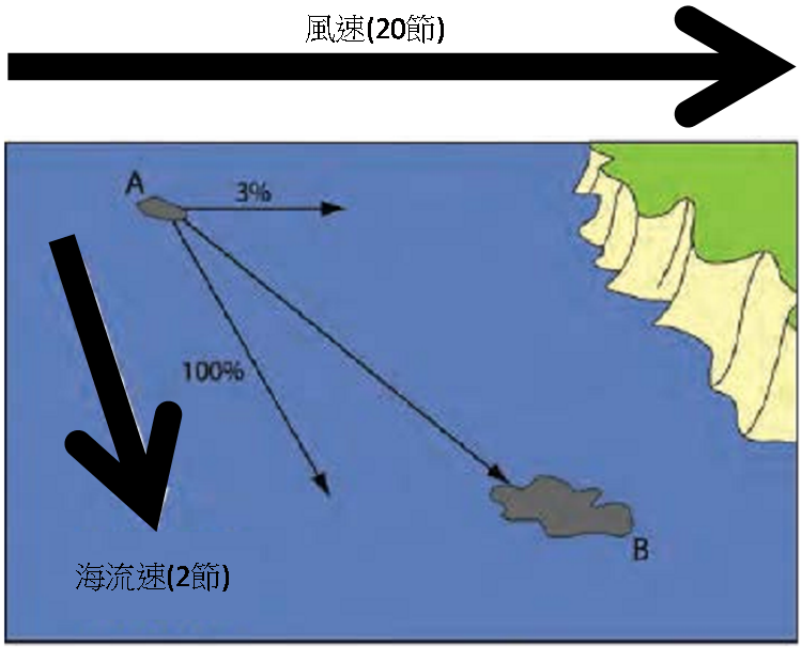


圖 2.6 海面風與海流對油污漂移與擴散之影響
(資料來源：Nunavut Planning Commission, 2014)

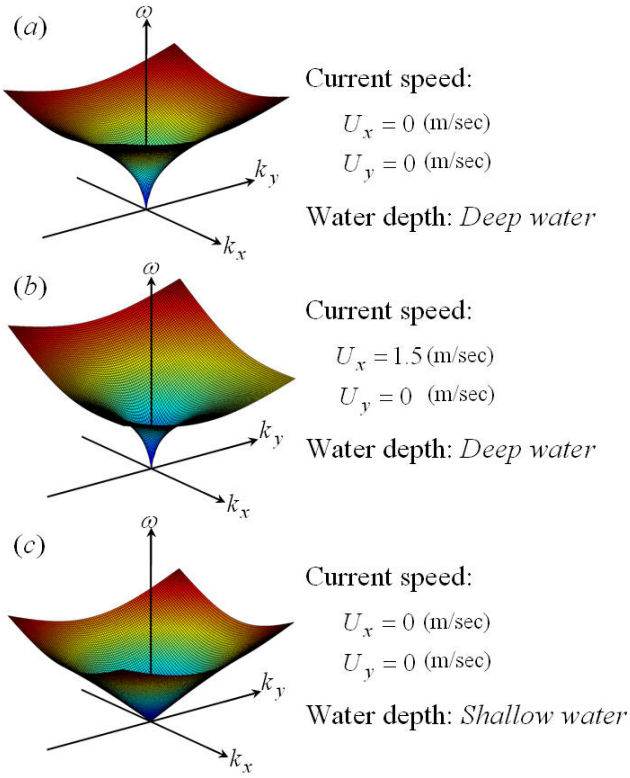


圖 2.7 海流與水深對波浪分散關係之影響

2.4 雷達系統之測試

為瞭解雷達影像分析能力，以及雷達系統監測海面波浪、流場、與油污特徵的可行性，系統的現場測試與校驗是必要之手段。因此本年度會在港區進行現場測試，藉以確認 X-band 雷達之海面特徵物偵測、測波、與測流的準確性。

2.4.1 現場測試說明

本計畫今年度的測試地點之一為安平港附近之水域，此一水域上有兩處港口，分別為安平漁港與距漁港南側約 2km 處的安平商港(圖 2.8)。安平商港為高雄港之輔助港，屬於國際商港，其主航道水深約為 -7.5m，可通行 6,000 噸級船舶。近年來，安平港貨物裝卸量持續成長，並於 95 年的年裝卸量突破 1,114 萬噸(資料來源：臺灣港務股份有限公司高雄港務分公司)。本計畫於計畫執行期間共進行兩次的安平港雷達現場測試工作。第一次是在距安平商港北邊約 2 公里處的安平漁港南堤進行雷達觀測系統之架設，現場測試情形如圖 2.9 所示，測試時間為 2015 年 6 月 15 日的 9 時至 16 時。第二次測試則是直接進入安平商港南堤進行雷達觀測系統之架設(圖 2.10)，現場測試情形如圖 2.11 所示，測試時間為 2015 年 11 月 10 日的 9 時至 15 時。

本計畫今年度的另一現場測試地點為臺北港附近之水域，臺北港是位於新北市八里區的國際商港，該港口位於淡水河出海口的西南側，為北部地區風力、海流、波浪、潮差等海氣象環境較為和緩之海域，且海床平緩、水深適中，航道及迴船池設計水深-15.5m~-17m，為闢建大型港灣之合適地點。臺北港的港區範圍約為基隆港的五倍，根據相關單位的規劃，未來臺北港可進泊 10,000TEU 貨櫃輪及 80,000DWT 散裝貨輪。106 年以後，則可進泊 15,000TEU 貨櫃輪及 150,000DWT 散裝貨輪(資料來源：臺灣港務股份有限公司基隆港務分公司臺北港全球資訊網)。由於未來大型貨輪的進出港業務頻繁，確有必要針對該港區的油污與海氣象監測建測進行測試與評估作業。本計畫的臺北港測試

期間為 10 月 7 日的 9 時至 18 時，測試期間雷達觀測範圍與其他測站相對位置如圖 2.12 所示，圖 2.13 為臨時雷達站之架設情形，圖 2.14 為雷達系統在臺北港之現場測試情形。

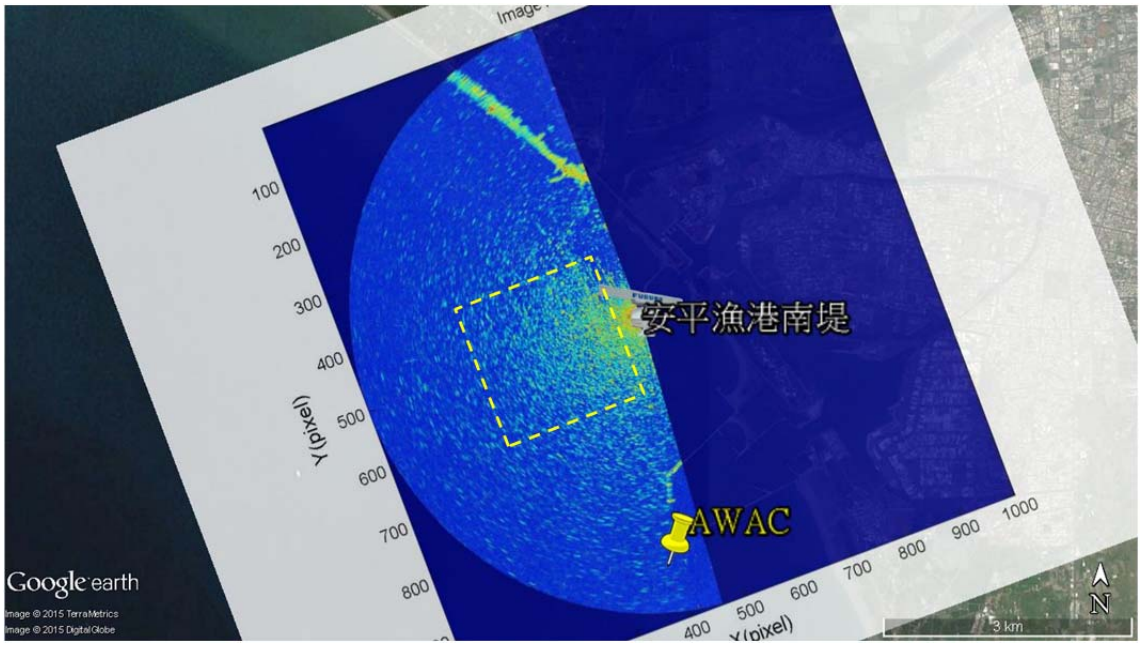


圖 2.8 臺南安平漁港現場測試之雷達系統架設位置
(底圖來源：Google Earth)

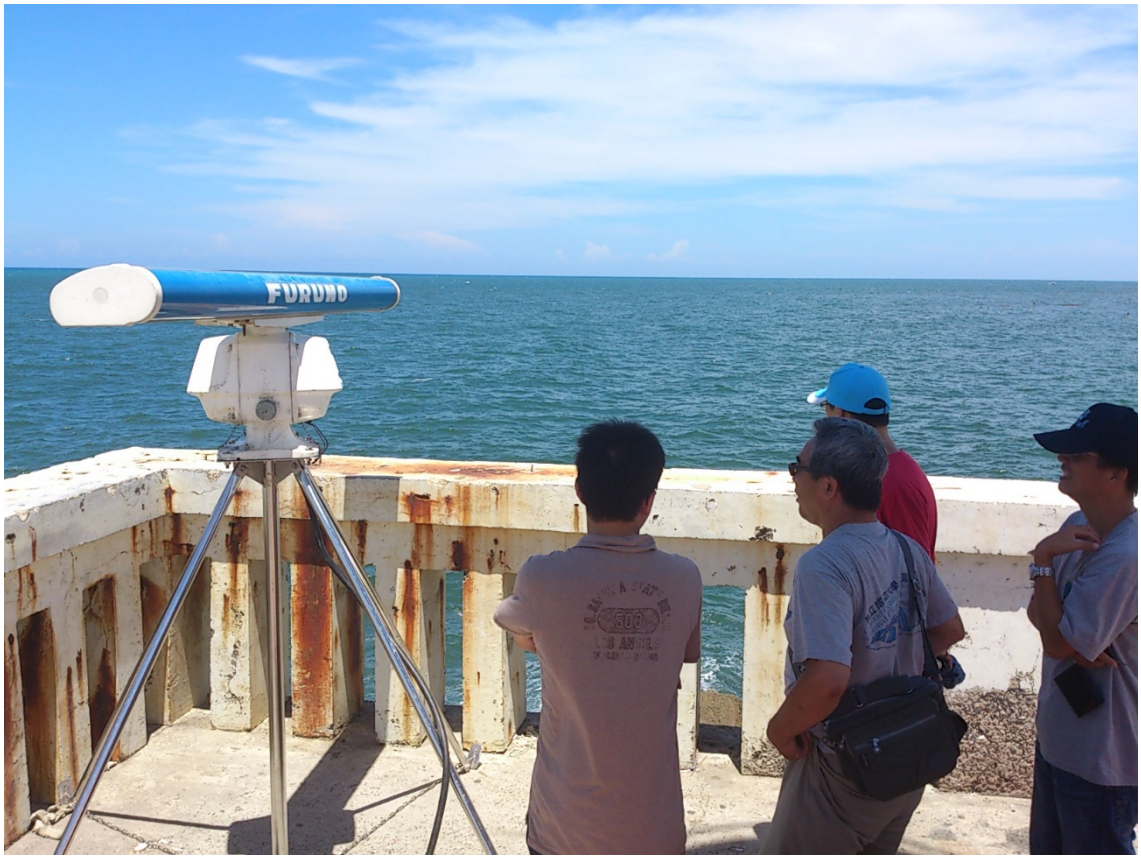


圖 2.9 臺南安平漁港現場測試情形

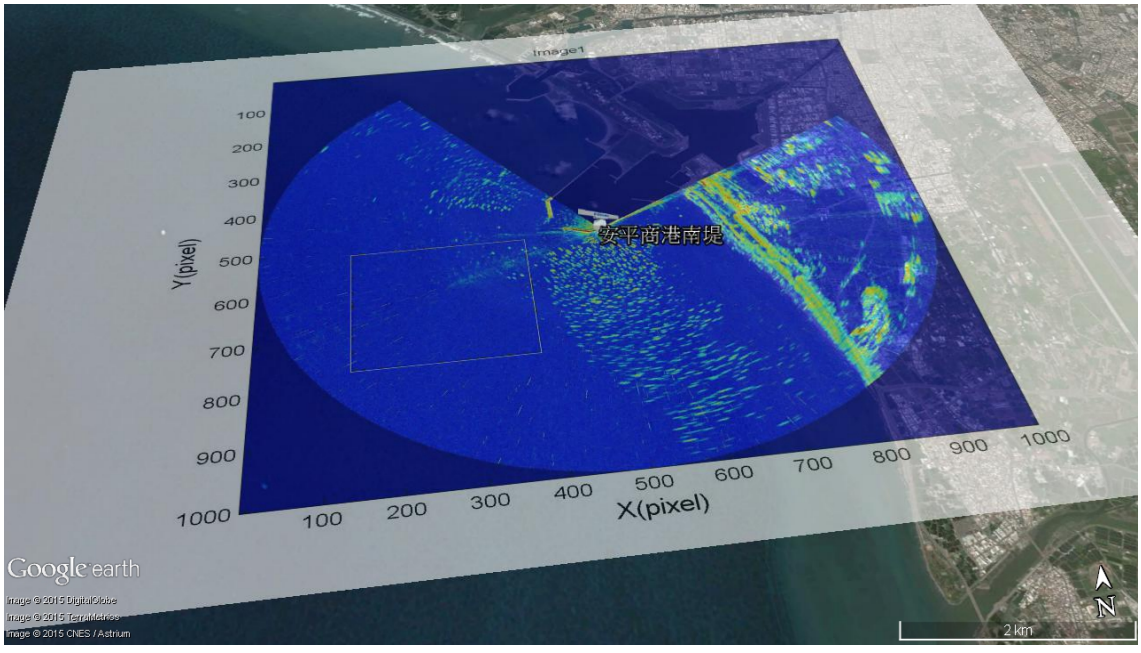


圖 2.10 臺南安平商港現場測試之雷達系統架設位置
(底圖來源：Google Earth)



圖 2.11 臺南安平商港南堤現場測試情形

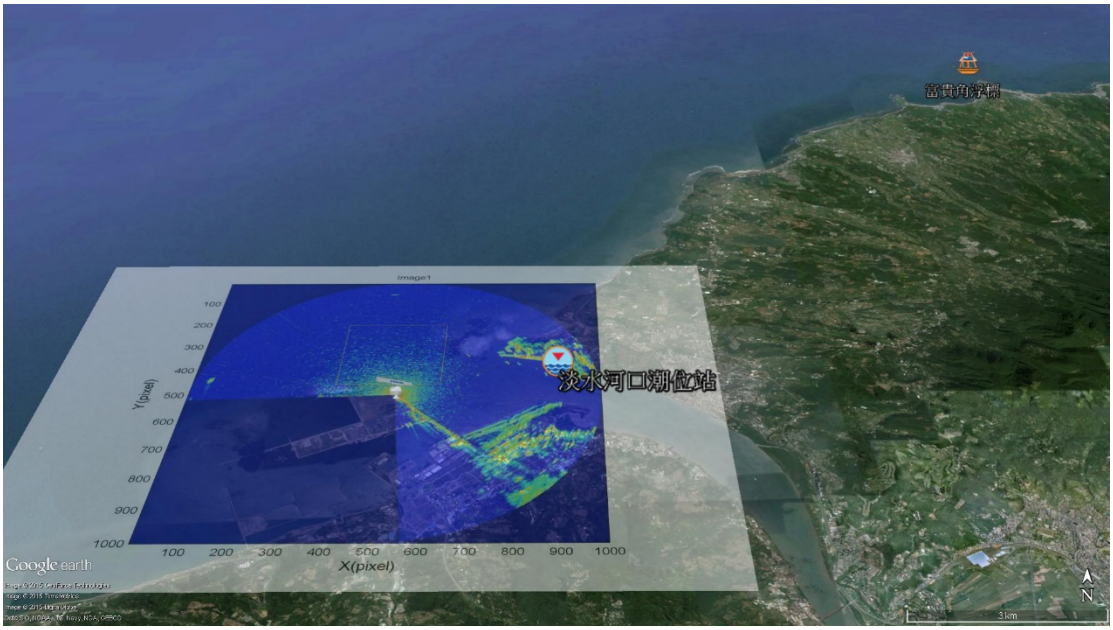


圖 2.12 臺北港測試期間雷達觀測範圍與其他測站相對位置
(底圖來源：Google Earth)



圖 2.13 本計畫團隊於臺北港進行臨時雷達站之架設



圖 2.14 臺北港之雷達系統現場測試情形

2.4.2 海面特徵物偵測之測試

針對前述研究方法所建立之雷達影像分析技術，本研究將透過現場測試驗評估未來進行油污監測之可行性，臺南安平漁港測試現場的海面設置有大量之蚵架(圖 2.15)，可做為初步確認雷達偵測海面特徵之用。圖 2.16 之影像為連續雷達影像時序列對時間域平均後之結果，可發現海面上有明顯斑點狀之強烈回波。本計畫雷達天線的架設位置雖然是在安平漁港南堤，但其影像之掃瞄範圍包括了安平商港堤頭附近之水域，有助於確認雷達系統應用於安平港附近大範圍水域監測的實用性。將圖 2.16 經過前述 CTKO 的演算分析之後，原有影像的斑點狀回波確實可被強化，如圖 2.17 所示。本計畫也針對 2015 年 11 月 10 日的安平商港測試案例進行海面特徵分析，分析結果如圖 2.18 與圖 2.19 所示，顯示經過 CTKO 的演算分析之後的安平商港雷達影像確實也能夠將海面蚵架特徵圈選出。

為能確認雷達觀測所得之海面特徵是否確實就是蚵架所造成的回波，本計畫於 11 月 10 日的安平商港雷達測試當天委託專業團隊協助進行空拍攝影。現場空拍試驗之情形如圖 2.20 所示，圖中空拍機後方的背景為安平商港的南堤。本計畫所規劃的空拍範圍如圖 2.21 所示，從安平商港南堤往南，南北向的範圍約 2km；東西向的範圍約 1km。所有的空拍試驗於 4 小時內完成。為能精確地將雷達影像與空拍光學影像進行交互比對，空拍之原影像已經過幾何校正為正射影像，其影像內容如圖 2.21 所示。從圖 2.22 的空拍正射影像之局部影像特徵可辨識出蚵架的竹竿與提供蚵架浮力用的保麗龍，可確認圖 2.21 影像中的白色斑點狀特徵為蚵架。圖 2.23 與圖 2.24 為安平商港南堤往南同一區域範圍的空拍正射影像與雷達影像。可確認雷達影像所呈現的斑點狀位置與正射影像中的蚵架位置一致。從圖 2.25 空拍影像與雷達影像套疊之結果可更明確的確認兩者之間的一致性，並進而確認利用航海雷達偵測海面特徵物的可行性。

除安平港的案例之外，本計畫也針對臺北港所測得之影像案例進

行分析與檢討,圖2.26為本計畫於臺北港測試期間所取得之雷達影像。考慮到海面油污是造成雷達回波的衰減，與蚵架或是其他結構物的雷達回波特徵仍有所差異，本計畫利用臺北港的雷達影像中選取出一小塊區域模擬海面油污所造成的回波衰減，作法是將該區塊原有的回波強度乘70%(文後將會檢討不同回波衰減比例對偵測油污影像之效率)，其結果如圖 2.26 中的圓形區域所示。圖 2.26 中除了人工模擬的回波微弱區塊之外，影像左側還有一塊區域的海面回波相對較為強烈，經現場確認，此一強烈回波區塊是停泊於港外水域的船艦所造成之回波特徵。本計畫嘗試使用此一包含回波微弱區塊與回波強烈區塊進行影像辨識，從中確認辨識疑似油污區域的可能性。將圖 2.26 影像經 CTKO 演算後之結果如圖 2.27 所示，可發現回波衰減區域被明確的圈定出，然而分析結果也顯示出影像中強烈回波區塊也會被圈定出，這是因為無論是回波微弱區塊與回波強烈區塊都與背景影像的回波(一般海面回波)有明顯差異，因此經 CTKO 演算後都會被圈定出。

為能有效從 CTKO 演算結果辨識出可能的油污特徵，必須搭配其他的判斷條件進行確認。考慮到油污區域的海面回波相對會較海面更為微弱，本計畫透過圖 2.26 海面影像區域之回波能量進行平均，並將該平均值作為一門檻值，進一步進行二值圖像轉換。轉換後的結果如圖 2.28 所示，可發現影像已被區分為兩類，分別為回波相對較弱與回波(另其影像灰度值為 1)相對較強(另其影像灰度值為 0)的區域。將 CTKO 演算結果與前述之回波二值影像相乘，即可有效將海面回波微弱的區域圈選出，結果如圖 2.29 所示，圖中雖然還存在少許不屬於回波微弱區域的雜訊，但已有效改善 CTKO 之演算結果。

考慮到海面油污會受到海流的驅動而產生漂移與擴散的現象，本計畫進一步模擬油污漂移與擴散後的雷達影像，如圖 2.30 所示。相較於圖 2.26 油污模擬區域，圖 2.30 的油污模擬區域相對較大，並呈現出一帶狀的漂移路徑。透過前述的演算流程，其影像分析結果如圖 2.31 所示，油污擴散後油污特徵依然能明確的被圈定出，說明了本計畫所採用演算流程的可行性。

為能對上述的雷達影像油污辨識結果進行量化評估，本計畫嘗試提出評估指標來證實方法的可靠度，本計畫定義油污影像辨識效率 I_o 為：

$$I_o = \frac{A_E}{A_T} \times 100\% \quad \text{..... (2-18)}$$

上式中，A_T 為實際的油污面積；A_E 則為經影像辨識後所圈定的油污面積。當 I_o 越接近 100%，則代表雷達影像中油污偵測的效果愈好。

為能針對油污影像辨識效率進行測試，本計畫嘗試模擬不同雷達回波衰減比例的油污區域，從中檢討雷達影像辨識油污區域的效率。如圖 2.32 所示，為模擬油污區域雷達回波衰減比例與油污影像辨識效率之關係。圖中橫軸的雷達回波衰減比例 100%代表影像的模擬油污區域中並無任何回波衰減，也就是其回波強度與乾淨的海表面回波強度一致。從圖 2.32 的結果可發現，本計畫所使用的影像分析演算法較適用於油污所造成的回波衰減比例小於 90%的條件，回波衰減比例大於 90%時，影像辨識效率並不理想。



圖 2.15 臺南安平港附近海域之蚵架

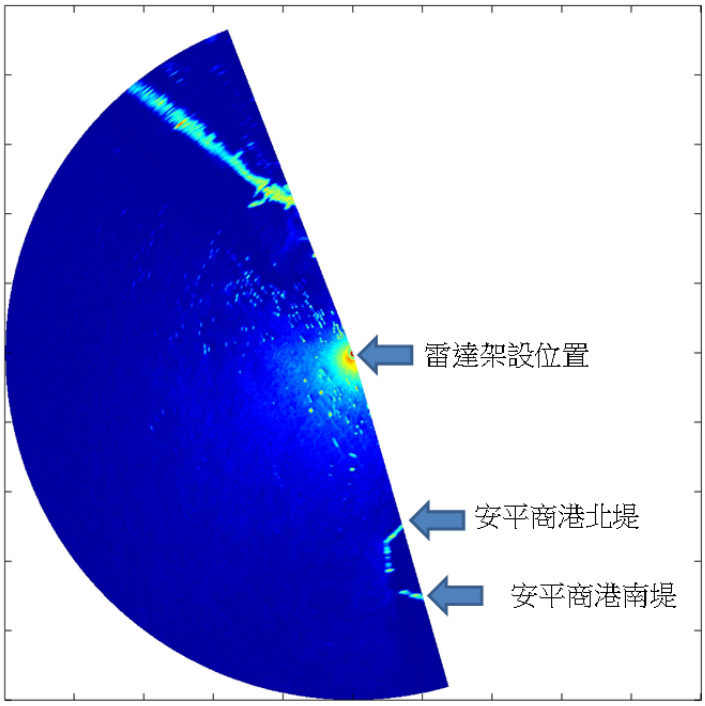


圖 2.16 臺南安平漁港現場測試取得之海面雷達回波影像

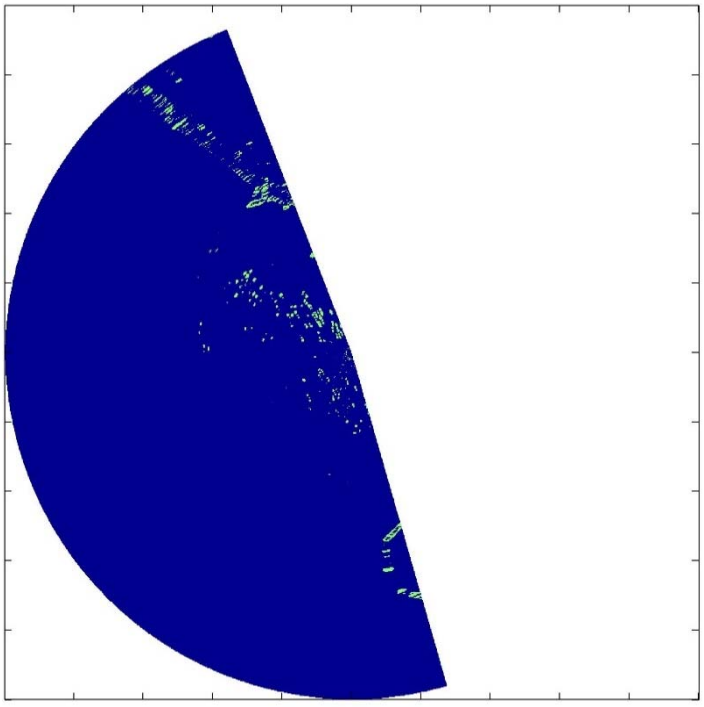


圖 2.17 前圖(圖 2.16)影像經 CTKO 演算後之結果

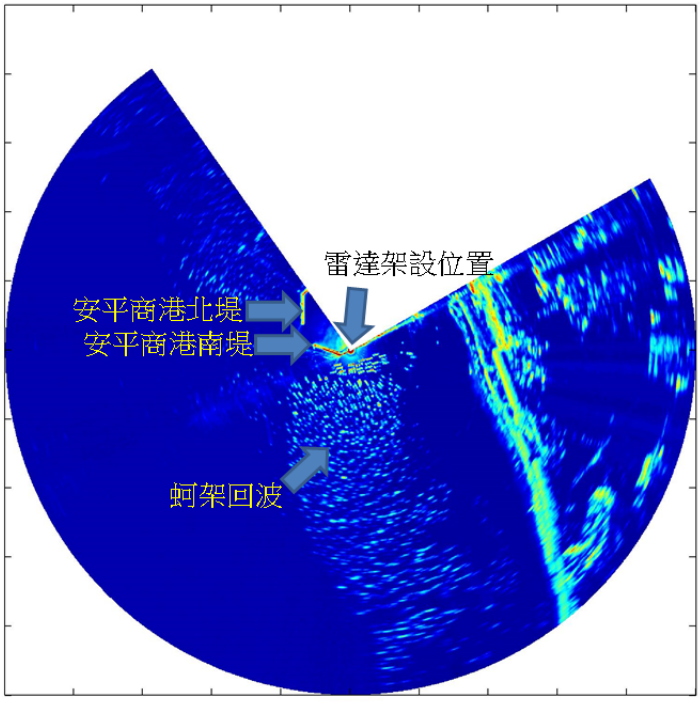


圖 2.18 臺南安平商港現場測試取得之海面雷達回波影像

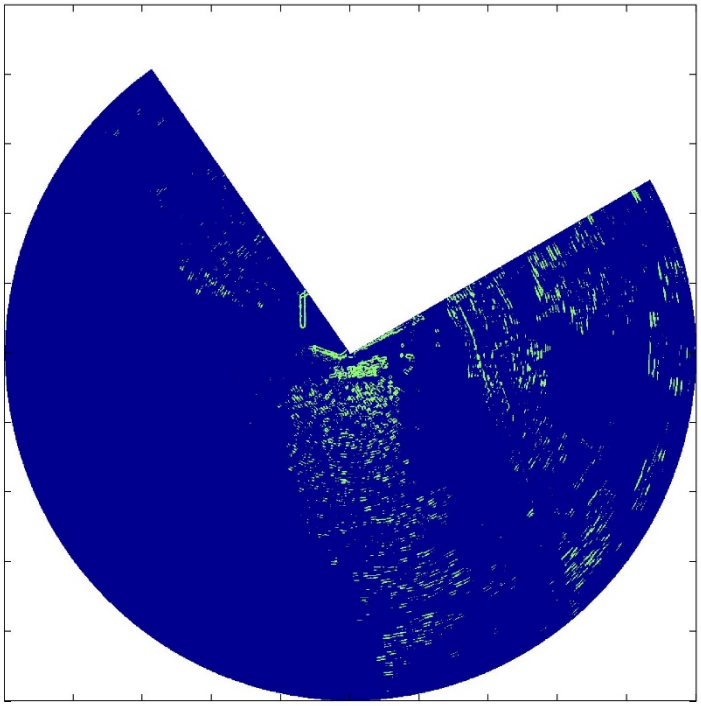


圖 2.19 前圖(圖 2.18)影像經 CTKO 演算後之結果



圖 2.20 雷達觀測期間同步進行海面空拍試驗

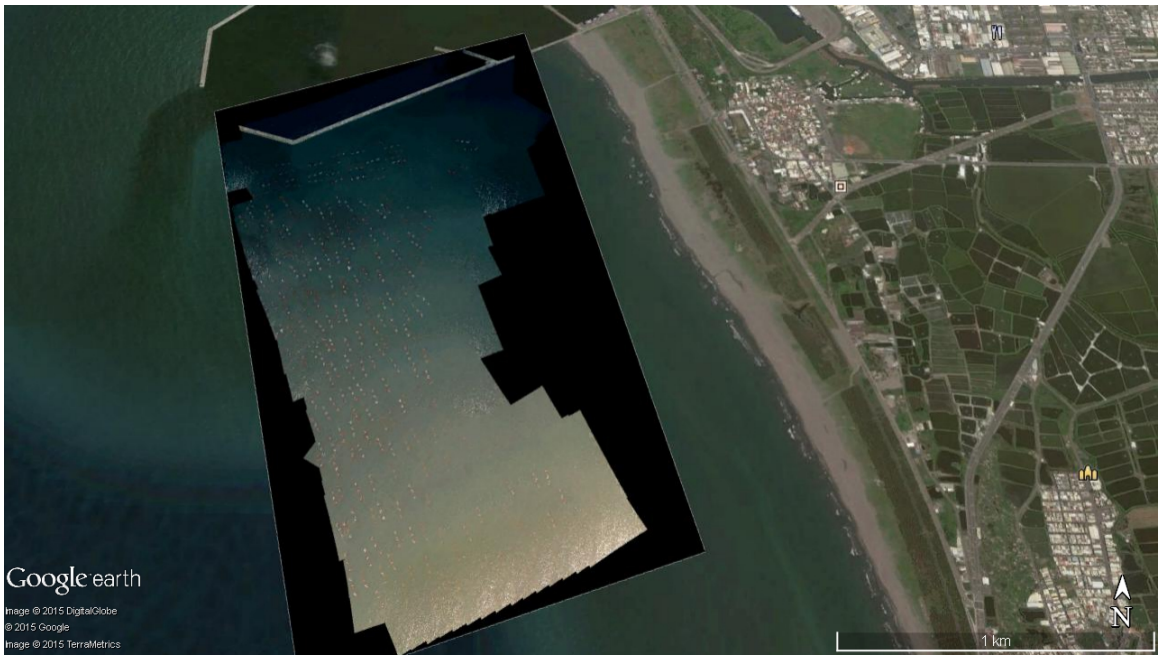


圖 2.21 空拍機攝影並校正後所獲得之海面正射影像
(底圖來源：Google Earth)

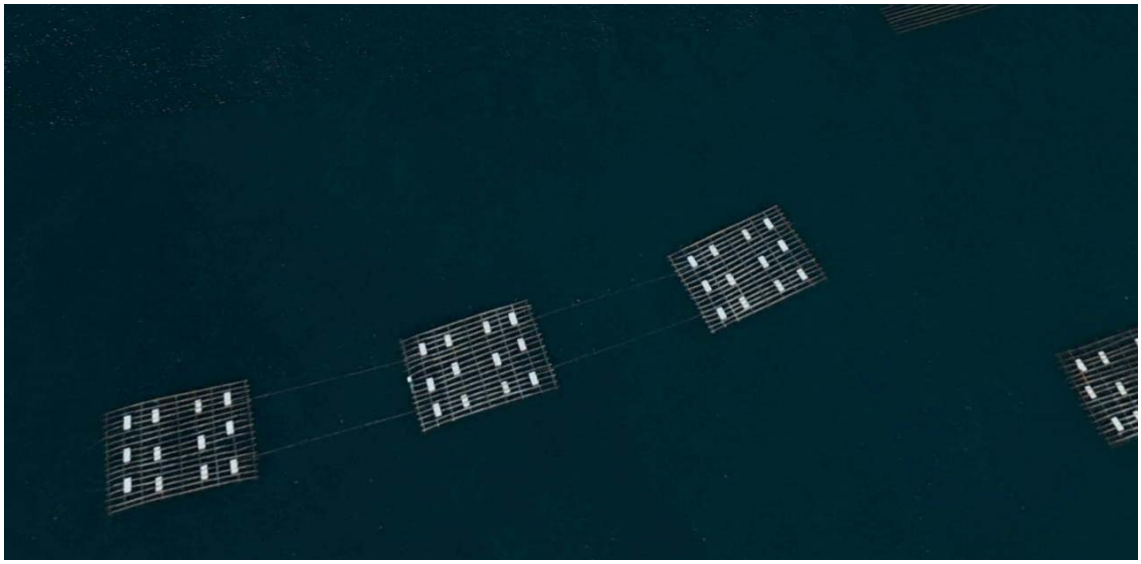


圖 2.22 空拍正射影像之局部影像特徵

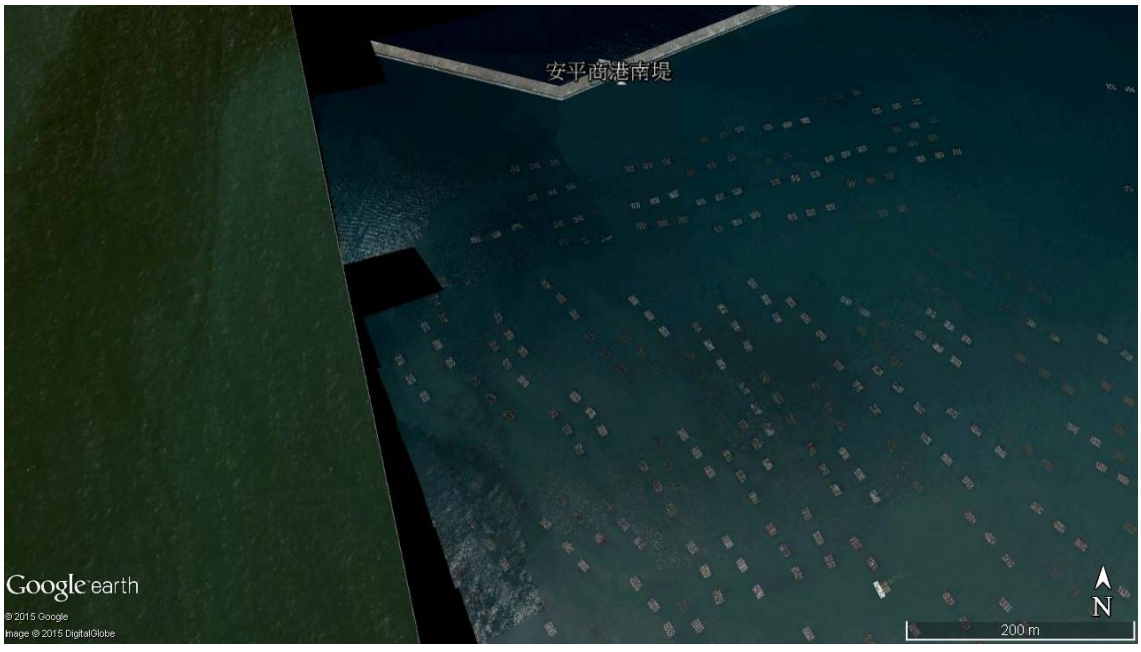


圖 2.23 局部區域之海面正射影像
(底圖來源：Google Earth)

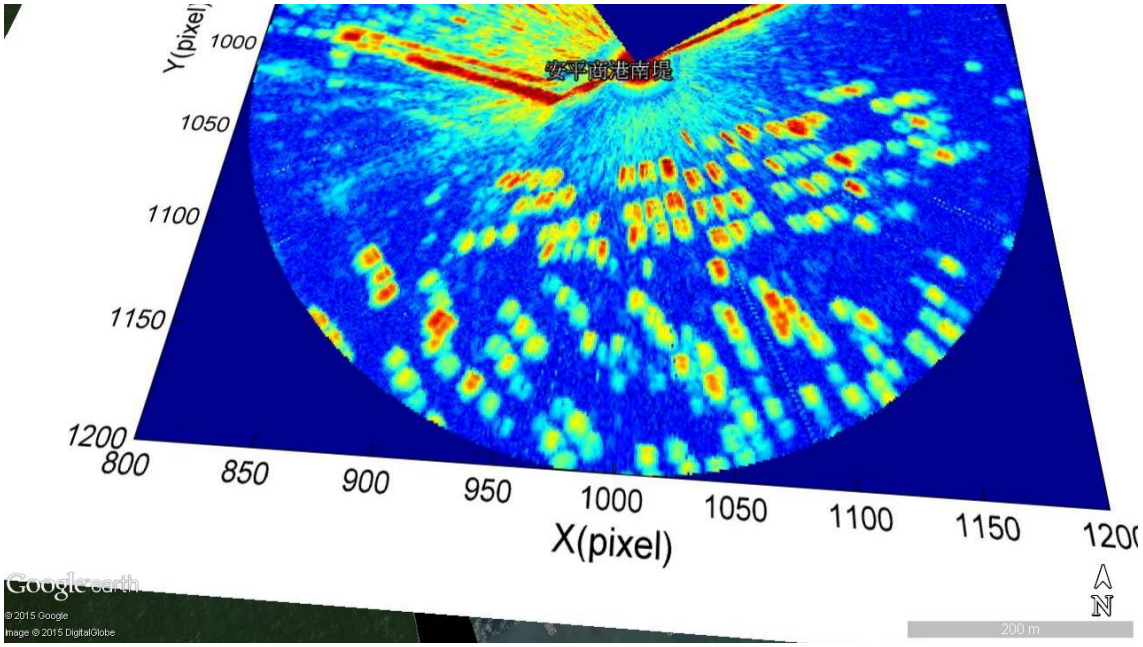


圖 2.24 前圖同一區域之雷達觀測影像
(底圖來源：Google Earth)

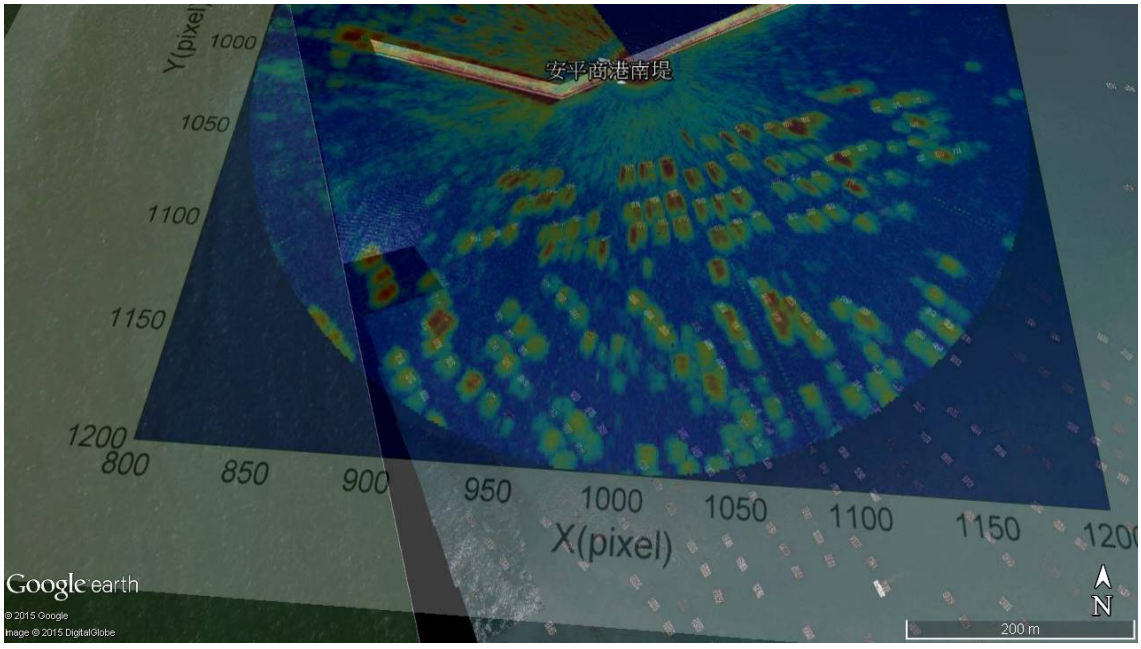


圖 2.25 空拍影像與雷達影像套疊之結果
(底圖來源：Google Earth)

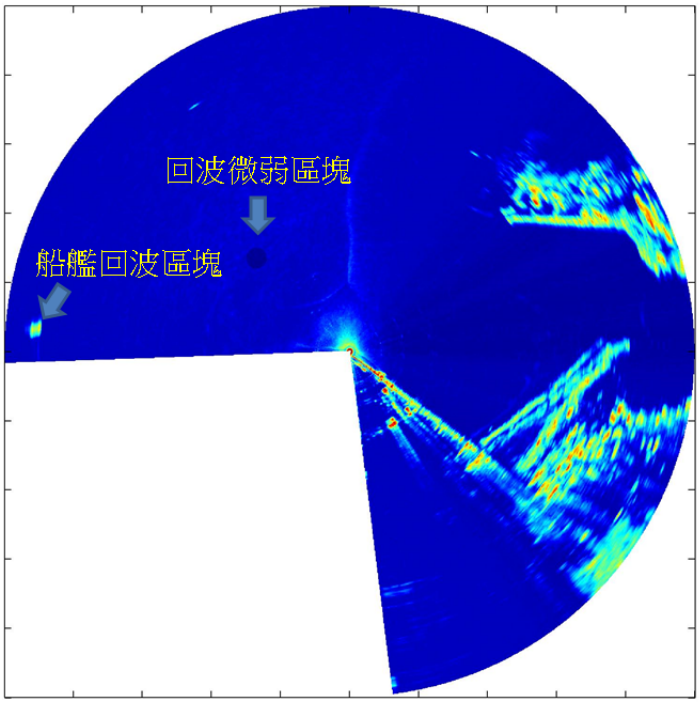


圖 2.26 含有回波微弱區塊之臺北港雷達測試影像

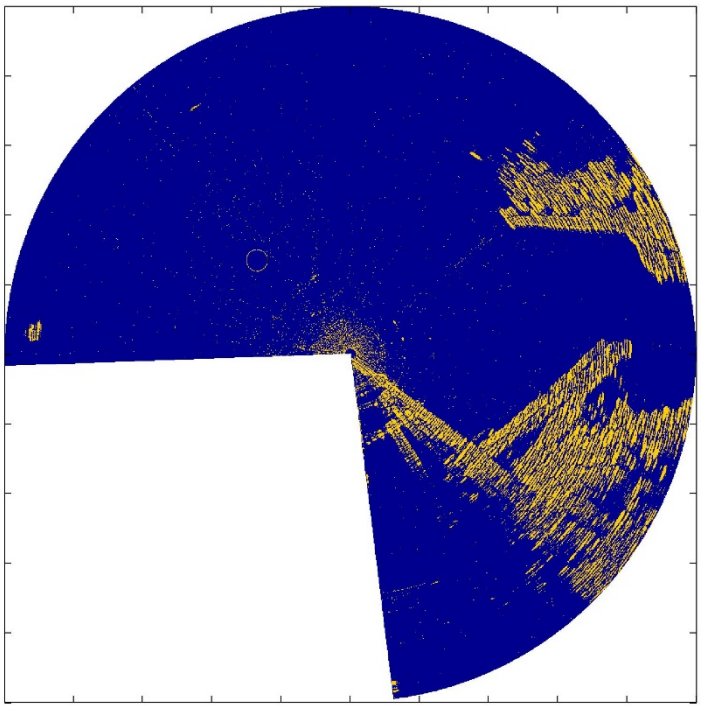


圖 2.27 前圖(圖 2.26)影像經 CTKO 演算後之結果

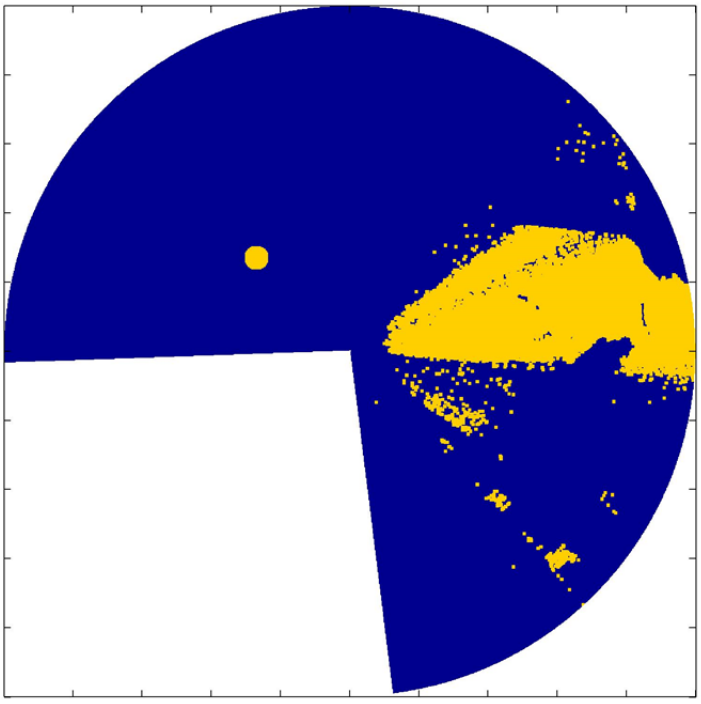


圖 2.28 前圖(圖 2.26)影像經二值圖像轉換後之結果

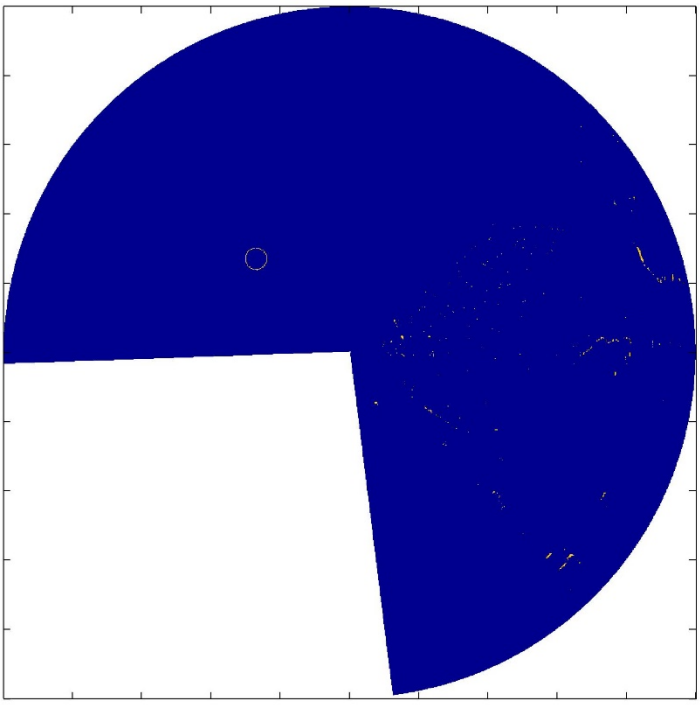


圖 2.29 影像經 CTKO 演算與二值圖像(圖 2.28)相乘之結果

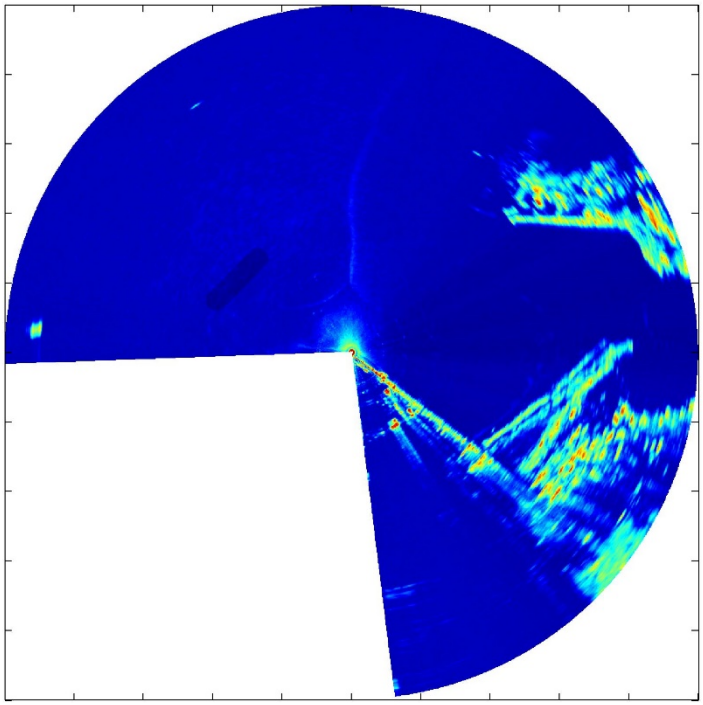


圖 2.30 含有回波微弱區塊之臺北港雷達測試影像

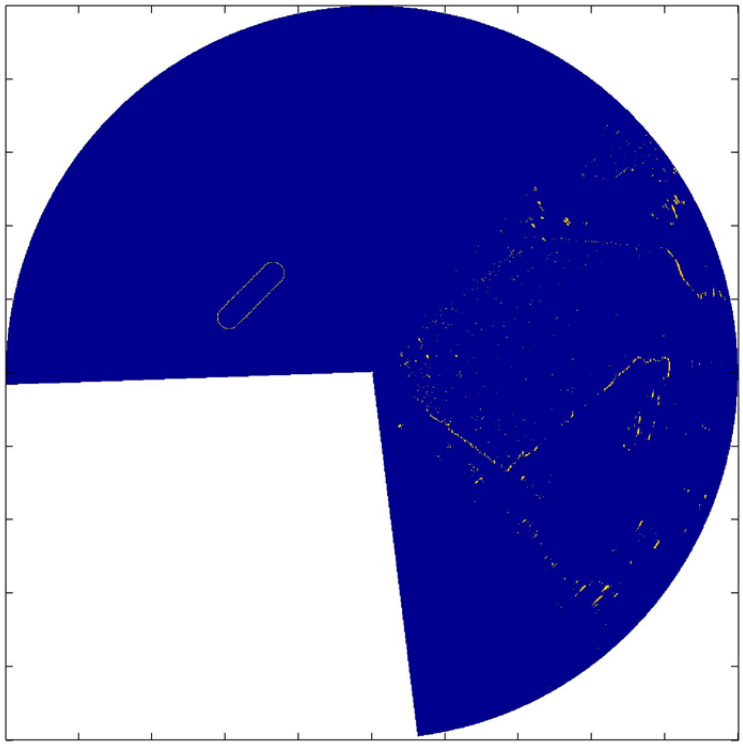


圖 2.31 前圖(圖 2.30)影像經 CTKO 演算與雜訊濾除後之結果

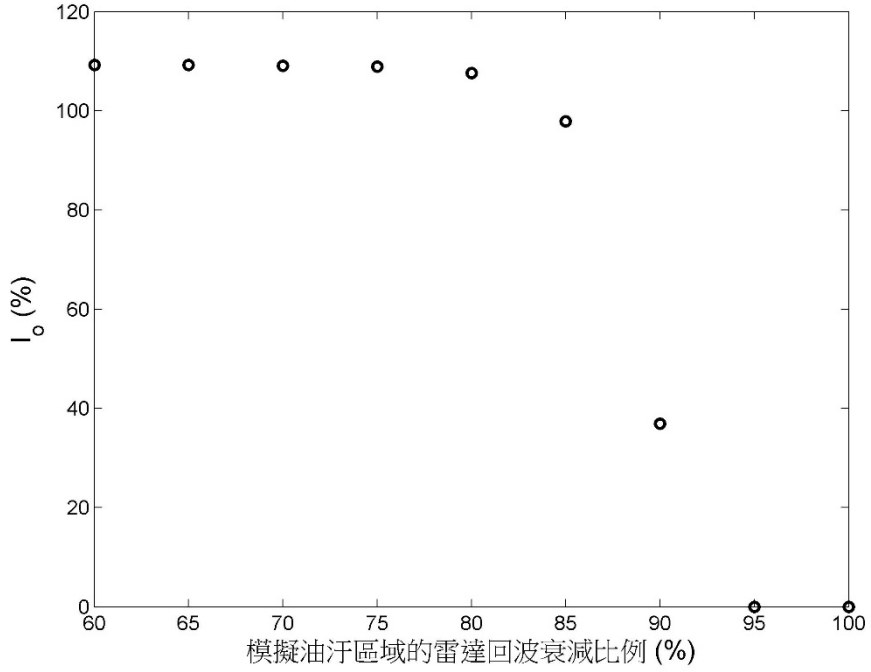


圖 2.32 模擬油污區域雷達回波衰減比例與油污影像辨識效率之關係

2.4.3 海面波流觀測功能之測試

除了偵測海面特徵之外，本計畫進一步透過雷達系統進行波浪與海流觀測之測試，圖 2.33 為本計畫於臺南安平港現場測試期間所取得之海面波紋雷達影像。為確認雷達觀測波流結果的準確度，本計畫利用本所港灣技術研究中心於安平港南堤堤頭附近所進行的現場觀測資料進行比對，此一現場測站是採用底碇式的 AWAC 進行波流觀測，觀測資料會彙整至港灣環境資訊網(http://isohe.ihmt.gov.tw/)，如圖 2.34 所示。

安平港測試期間是 6 月 15 日 9 時~16 時，經過雷達影像分析以求取出波流資訊後，與 AWAC 同步觀測資料進行比對之結果如表 2-4、圖 2.35、與圖 2.36 所示。從波浪之分析結果顯示，雷達與 AWAC 所測得之波高與週期具有相近之結果，但兩者之波向結果有較明顯差異。判斷造成這樣現象的原因在於雷達影像分析位置與 AWAC 所在位置仍有一定之差異。雷達系統分析波流的關鍵為海面影像波紋特徵是否足

夠，本計畫為確保被分析影像含有明顯的波紋特徵，因此所分析雷達子影像的位置是離雷達天線較近的海面區域(圖 2.33 的虛線方框處)。在近岸海域受到地形與堤防等結構物之影響，易造成波向具有較強烈之非均勻性(non-homogeneity)，判斷主要受到上述原因之影響，造成雷達與 AWAC 所測得波向結果之差異偏大。此外，海象資訊的解算結果會受到雷達影像空間解析度的影響。如前所述，本計畫所使用的雷達影像解析度為 7.5m/pixel。根據 Nyquist 定律，7.5m/pixel 空間解析度的雷達影像，其所能解析出的最短波長不能超過 15m。根據 Dispersion relation 可進一步換算得所能解析出的最短週期不能超過約 3sec。因此海面週期條件太短，確實會影響雷達解算波浪資訊之結果。

針對流場觀測結果之比對，從圖 2.36 可看出雷達與 AWAC 所測得流速漲落之趨勢相近，但在數值上仍有所差異。雷達測得流速普遍比 AWAC 結果為大，兩者最大差值可達 0.21m/sec(表 2-4)。針對流向結果之比對，發現 14 時之後的流向偏差明顯，最大可達 66°。判斷造成這樣現象的原因除了前述的水平觀測位置差異之外，垂直觀測位置也是一大關鍵。根據觀測原理，底碇式 AWAC 所測得之海流為「近表層」之流速；航海雷達則是因其電磁波段(X-band)之特性，其量測海水表層的流場。在海水表層區域，流場除潮流之外，也容易受到風趨流之影響。根據前人之研究，純表面的風趨流約為海面 10m 風速的 3% (Trizna 1985)，因此雷達所測得之流場會含有風趨流之成分，因而造成雷達與 AWAC 所測得流場存在一定程度之差異。

表 2-4 安平漁港雷達與 AWAC 同步觀測結果之絕對差值

	9 時	10 時	11 時	12 時	13 時	14 時	15 時	16 時
雷達測得示性波高(m)	0.86	0.98	1.09	1.08	0.98	0.92	0.86	0.84
AWAC 測得示性波高(m)	0.95	1.19	1.06	1.05	0.94	0.95	0.91	0.88
兩者示性波高絕對差值(m)	0.09	0.21	0.03	0.03	0.04	0.03	0.05	0.04
雷達測得尖峰週期(sec)	4.59	4.68	4.77	4.68	4.59	4.41	4.05	4.05
AWAC 測得尖峰週期(sec)	5.00	5.00	4.90	4.80	4.80	4.50	4.30	3.80
兩者尖峰週期絕對差值(sec)	0.4	0.32	0.13	0.12	0.21	0.09	0.25	0.25
雷達測得主波向(°)	188	185	198	183	193	207	229	229
AWAC 測得主波向(°)	173	171	165	150	150	167	175	184
兩者主波向絕對差值(°)	15	14	33	33	43	40	54	45
雷達測得流速(m/sec)	0.33	0.47	0.48	0.45	0.27	0.31	0.46	0.77
AWAC 測得流速(m/sec)	0.19	0.46	0.43	0.31	0.15	0.11	0.31	0.56
兩者流速絕對差值(m/sec)	0.14	0.01	0.05	0.14	0.12	0.20	0.15	0.21
雷達測得流向(°)	192	166	151	168	192	215	251	260
AWAC 測得流向(°)	175	171	171	184	199	271	305	326
兩者流向絕對差值(°)	17	5	20	16	7	56	54	66

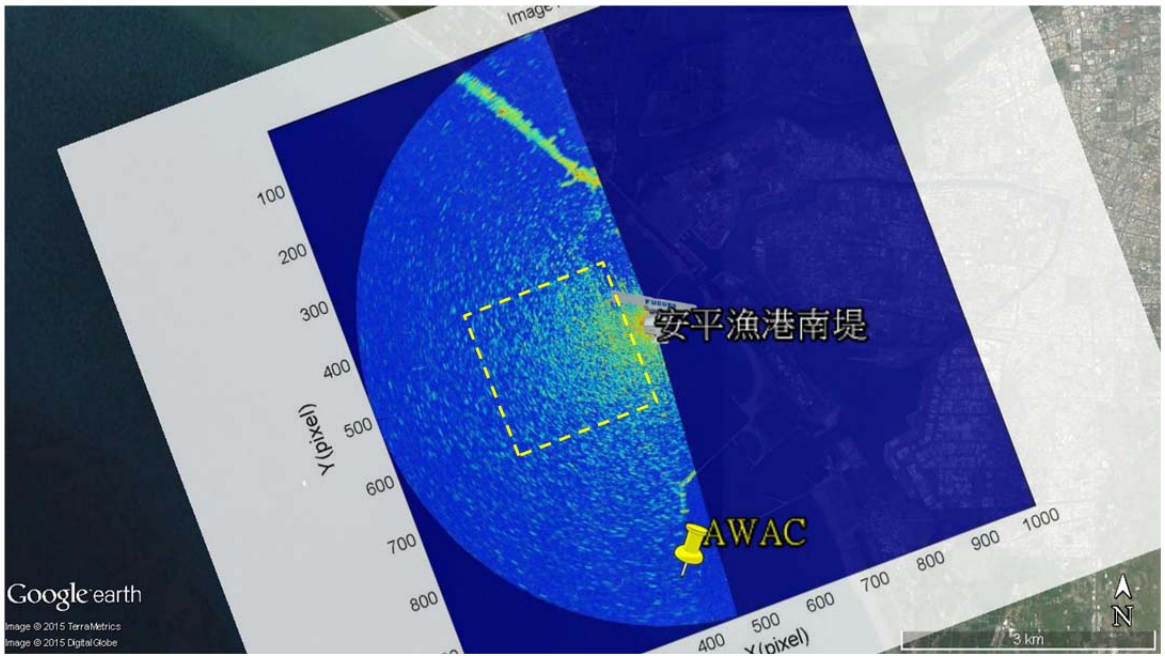


圖 2.33 安平漁港現場測試取得之海面波紋雷達影像

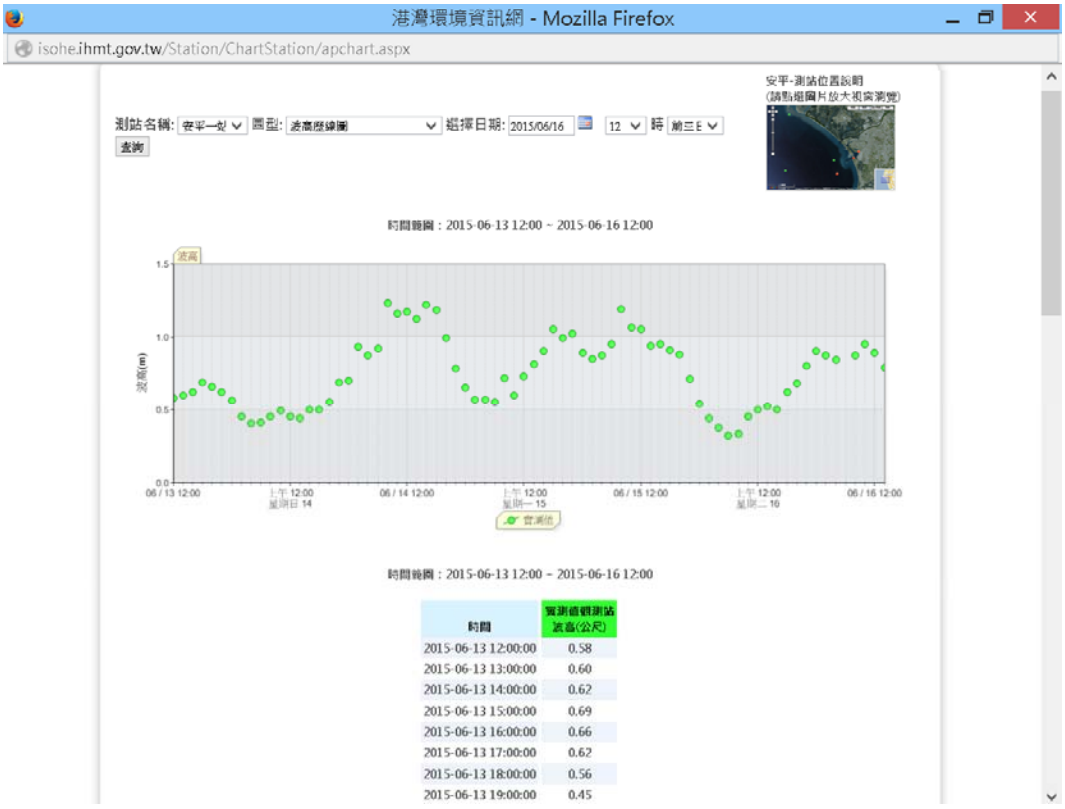


圖 2.34 港灣環境資訊網所提供 72 小時之觀測數據

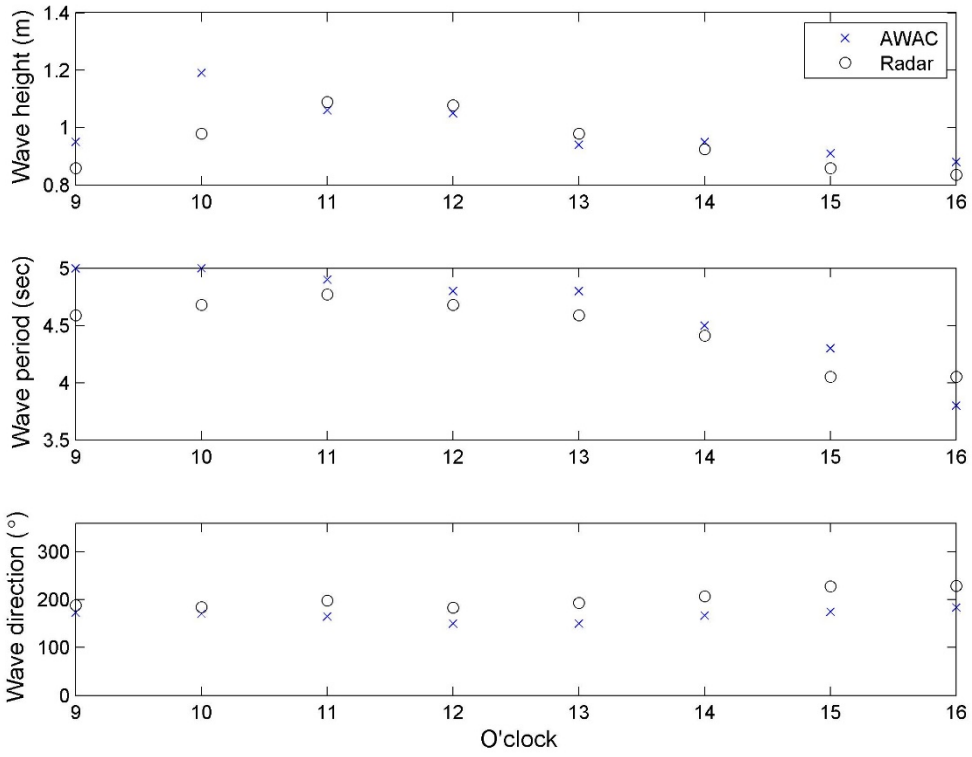


圖 2.35 安平漁港雷達與 AWAC 波浪觀測結果之比對

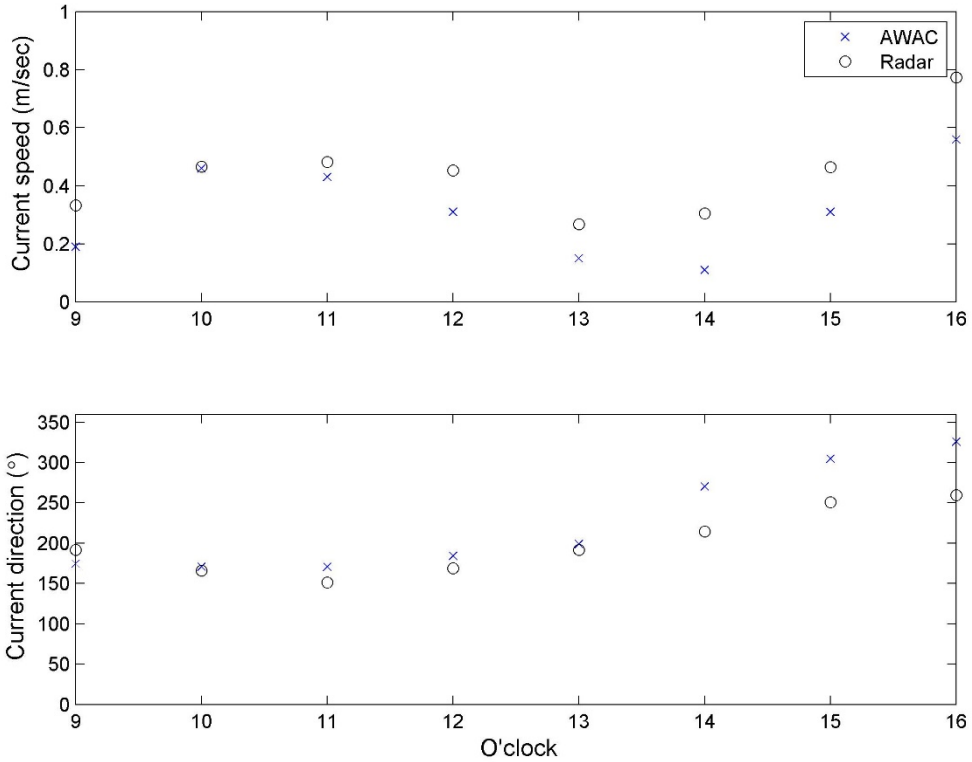


圖 2.36 安平漁港雷達與 AWAC 流場觀測結果之比對

除了安平港的觀測結果比對之外，本計畫進一步針對臺北港的波流觀測結果進行檢討，圖 2.37 為本計畫於臺北港現場測試期間所求得之波浪觀測結果與中央氣象局富貴角資料浮標波浪觀測結果之比對圖，其比對之量化結果則如表 2-5 所示。由比對結果可發現，大部分時間雷達所測得之波高與週期與資料浮標的觀測結果相近，但 10 月 7 日 18 時雷達與資料浮標的同步觀測結果差異極大。從表 2-6 的富貴角資料浮標風速風向觀測結果可發現，10 月 7 日 18 時當地海域的風向為陸地吹向海面。因臺北港與富貴角距離約 20 公里，當風向為陸地吹向海面時，海象受到陸域地形效應的影響更為明顯，因而造成臺北港與富貴角波浪觀測結果的差異明顯。此外，雷達觀測海域的東側為陸地(如圖 2.12 所示)，觀測區域並不易產生從東側傳遞而來的波浪。相較於雷達觀測區域，富貴角資料浮標所在位置的東側仍為海域，因此仍能測得從東側傳遞而來的波浪。因為上述地理條件上的差異，造成雷達與資料浮標所測得波向有較明顯之差異。

除海面浪高、週期與波向之外，透過雷達所測得之海面回波資訊也能求取海面能譜資訊。因海面上的不規則波可假設為許多不同頻率、不同振幅與不同相位條件的餘弦波所線性疊加而成。從海面能譜能掌握海浪內部能量相對於頻率的分佈，是研究波浪現象的重要工具。圖 2.38 為本計畫於臺北港測試期間所測得之海面一維能譜案例，圖中顯示有兩組能量尖峰區域，亦即此一案例海面波浪的組成是由兩種不同頻率條件的成分波所組成，從雷達影像分析所得之二維波數譜(圖 2.39)也可確認相同之能量分布特徵。

表 2-5 臺北港雷達與富貴角浮標同步觀測結果之絕對差值

	9 時	10 時	11 時	12 時	13 時	14 時	15 時	16 時	17 時	18 時
雷達測得示性波高(m)	0.55	0.60	0.86	1.05	1.02	0.99	0.92	0.93	0.74	0.45
資料浮標測得示性波高(m)	0.63	0.78	0.84	0.90	0.90	0.80	0.75	0.87	0.95	0.86
兩者示性波高絕對差值(m)	0.08	0.18	0.02	0.15	0.12	0.19	0.17	0.06	0.21	0.41
雷達測得尖峰週期(sec)	4.0	7.5	7.2	7.2	6.9	6.9	6.9	7.2	7.5	3.4
資料浮標測得尖峰週期(sec)	4.9	5.0	5.3	5.0	4.6	4.9	5.0	5.4	5.8	5.6
兩者尖峰週期絕對差值(sec)	2.4	0.7	0.7	0.7	0.6	0.0	0.4	0.0	0.3	3.8
雷達測得主波向(°)	5	0	9	3	6	8	4	4	0	167
資料浮標測得主波向(°)	78	67	56	45	22	22	11	22	56	56
兩者主波向絕對差值(°)	73	67	47	42	16	14	7	18	56	111

表 2-6 富貴角浮標之風速風向觀測結果

	9 時	10 時	11 時	12 時	13 時	14 時	15 時	16 時	17 時	18 時
風速(m/sec)	3.6	3.8	3.7	3.5	3.5	3.4	3.4	3.8	3.5	3.5
風向(°)	115	107	88	72	70	72	67	90	116	123

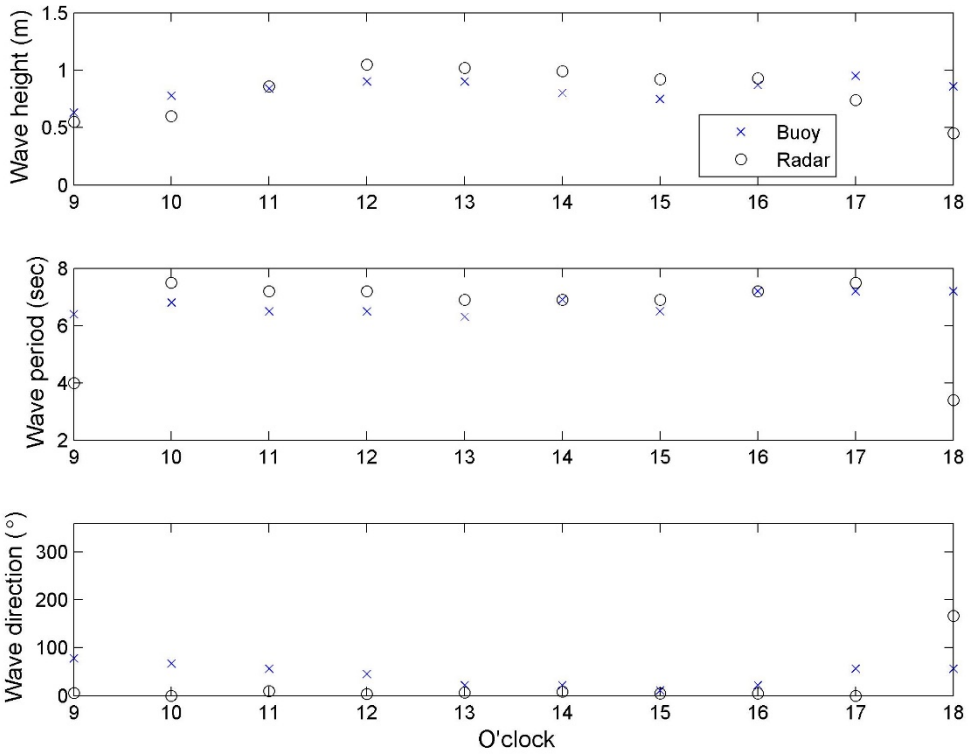


圖 2.37 臺北港雷達與富貴角浮標波浪觀測結果之比對

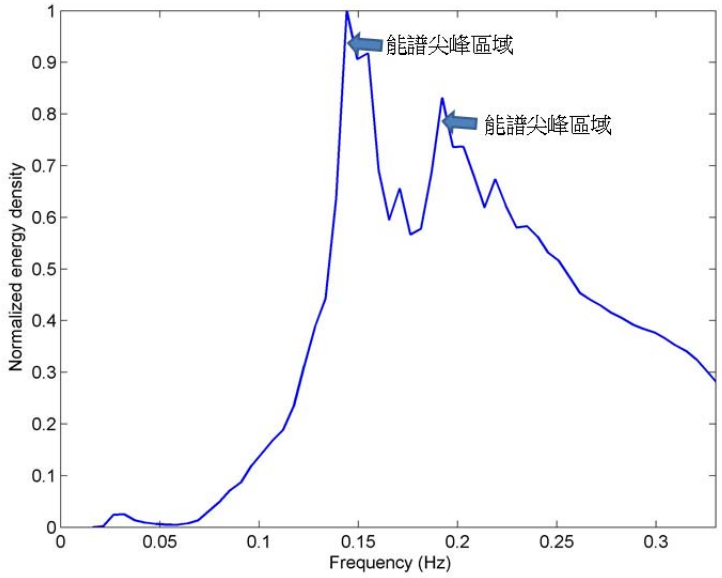


圖 2.38 臺北港雷達測得之一維海面能譜案例

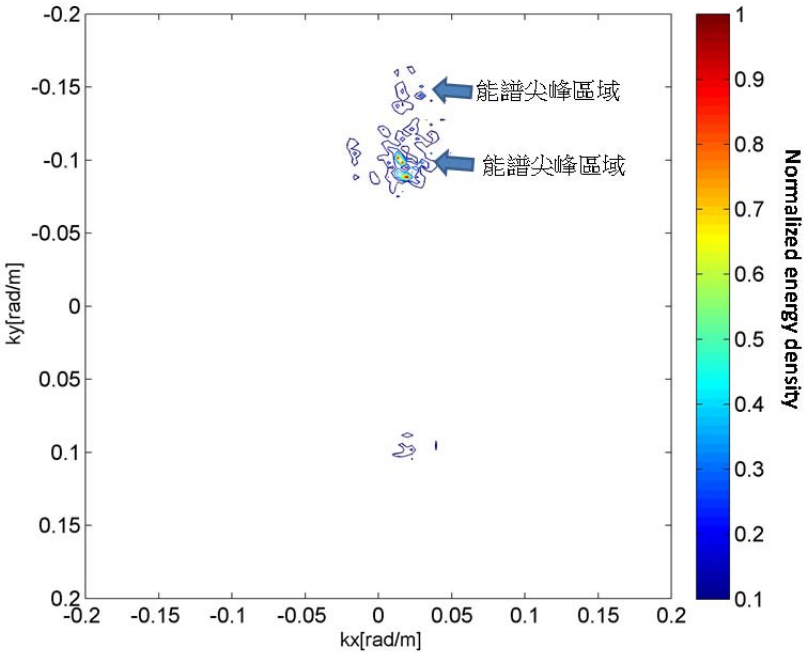


圖 2.39 臺北港雷達測得之海面二維波數譜案例

2.5 雷達系統觀測流程之規劃

本計畫透過前述章節評估雷達系統進行海面特徵物與波流監測的效果，考慮到未來除了短期間(為期數天)的任務需求之外，可能需要進行長期的作業化監測，因此有必要針對雷達系統的觀測流程進行整體之規劃，圖 2.40 為本計畫所規劃之雷達系統觀測與演算流程。

觀測系統可分為雷達本體與電腦控制系統兩大部分，假設電腦系統於整點啟動，約 3 分鐘可進入作業程式，進而啟動雷達主機。為使雷達磁控管發揮功用，則需要約 4 分鐘的暖機時間。待雷達主機暖機完成之後，電腦系統會控制驅動雷達天線之轉動與電磁波發送接收，此時，電腦系統會連續擷取 128 張雷達影像的原始訊號。待原始訊號接收並儲存完畢之後，電腦系統會進行訊號的解算，將原始訊號轉換為三維度的影像序列資料，並進行影像處理、特徵辨識與波流分析等演算，最後將演算結果彙整產出。整個觀測與演算流程約可在半小時內完成，因此未來若進行作業化觀測時，理論上雷達系統每小時可以

進行兩次觀測。

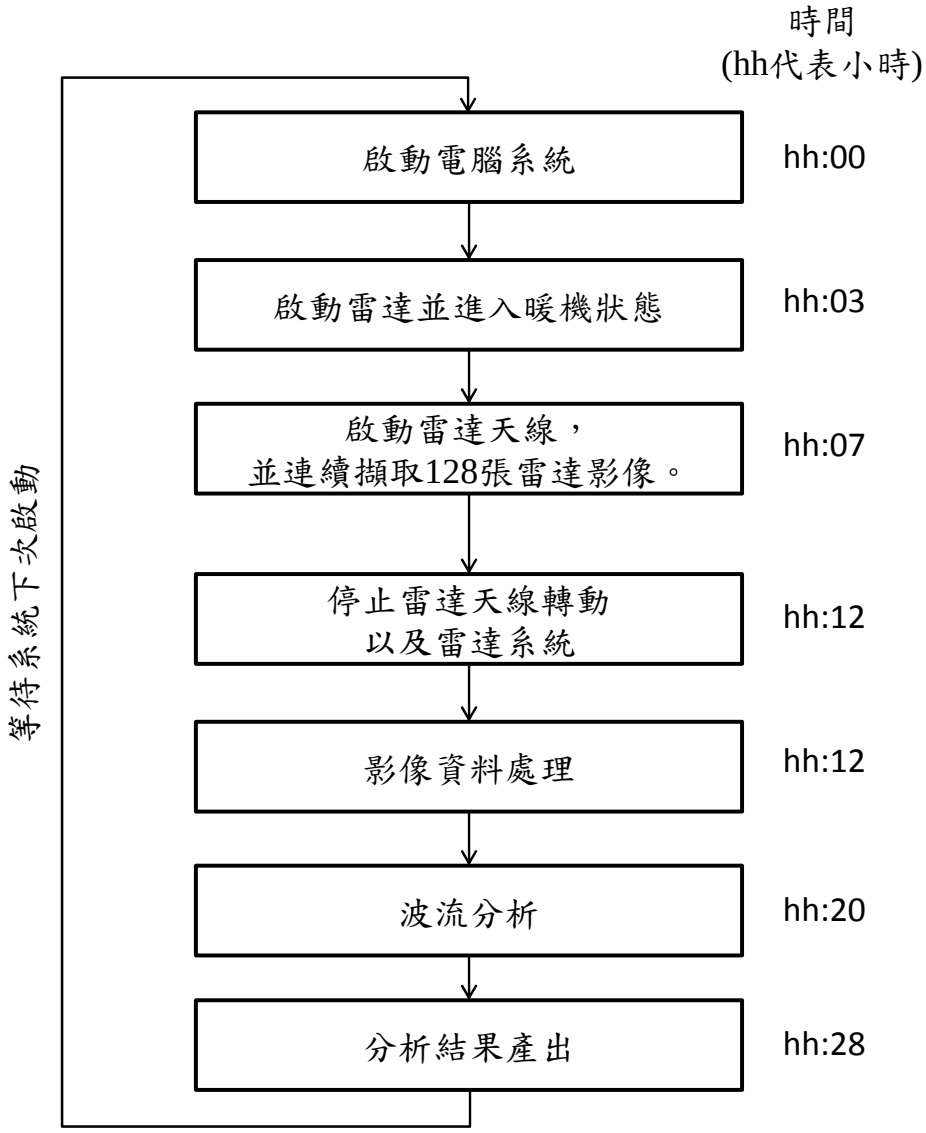


圖 2.40 雷達系統觀測與演算流程

2.6 作業化雷達觀測站之評估

上述現場測試以確認海面特徵辨識與波流觀測效果之主要目的之一是針對港口區域建置作業化雷達觀測站的可行性進行評估，為確保現場觀測作業啟動之後，系統能完整取得觀測資料，且能長時間穩定作業，適合的觀測位置與架站條件是重要關鍵，因此本計畫針對現場測站之評估項目整理如表 2-7 所示。

表 2-7 建置長期作業化雷達觀測站之評估

評估項目	基本需求
天線架設高度	架設高度需高於海平面 10m
天線架設位置	天線與觀測水域間需有效避開障礙物之影響
電源供應	穩定 110V 電源
網路連線	穩定之網路連線品質
設備保全性	非一般民眾可任意進出之區域,且可提供室內空間放置電腦系統。
現場緊急支援	有專人可協助現場緊急支援

根據雷達電磁波與海水面的交互作用機制，雷達天線架設高度愈高，觀測掠角就愈大，也愈有利於海面回波解算，亦即愈有利於雷達監測之效果；此外，較高的雷達天線也能有效避開附近其他建物的遮蔽影響，有利於雷達的觀測範圍。穩定的電力來源以及數據通訊網路也是建置雷達測站之必要條件，具有穩定之電源供應以及網路連結，將有利於長時間作業。考慮到現場測站的設備保全，可考慮有人定期巡守或是可協助現場緊急支援，藉以確保觀測設備之安全性。圖 2.41 為本計畫團隊於臺南安平商港附近區域勘查之結果，發現商港附近確實有高度較高的政府單位建築物。本計畫執行團隊於 2015 年 8 月份已前往臺南安平港拜會海巡單位(圖 2.42)，說明並討論未來借用其建築物頂樓架設雷達觀測站的可行性。未來若需要架設作業化長期測站，則需透過行政流程提出借用或是租用場地之申請。

除安平港的評估之外，本計畫也針對臺北港區內可能作為設置作業化雷達觀測站之地點進行評估與檢討。如圖 2.43 所示，臺北港區內鄰近防波堤處設有一大樓。經本計畫評估，該大樓之樓頂確實能符合表 2-7 所列之評估項目之需求。然而自民國 101 年 3 月臺灣港務股份有限公司成立，臺北港已由「臺灣港務股份有限公司基隆港務分公司臺

北港營運處」進行營運管理，相關建置雷達觀測站所需用地之取得可能較為困難。



圖 2.41 安平商港附近之現場照片



圖 2.42 本計畫執行團隊拜會海巡單位



圖 2.43 臺北港區內鄰近防波堤之大樓

除臺南安平港與臺北港之外，本計畫也針對國內四大國際商港進行建置作業化雷達觀測站之可行性進行檢討(表 2-8)，藉以作為未來建置港區油污監測系統之評估。如前所述，雷達架設位置之高度、電源供應、網路連線、設備保全與現場緊急支援等都是評估適當的雷達站設置位置所必須考量的。

圖 2.44 為高雄港區的空照圖，港區內的旗後燈塔位於高雄市旗津區旗後山頂，其地理條件屬附近區域的制高點，再加上燈塔旁設有建物，有利於電源提供與設備保全，適合作為雷達監測油污的監測站位置。旗後燈塔屬於交通部航管局所管轄，未來若規劃要在此建置雷達監測站，則需進一步透過行政程序進行申請。

圖 2.45 為基隆港區的空照圖，該港區附近的和平島上設置有交通部船舶交通管制組，該處設有瞭望塔，屬於附近區域的制高點，有利於監測附近海面之特徵，是基隆港區內適合作為雷達監測油污的監測站位置。

圖 2.46 為花蓮港區的空照圖，由於港區附近較無明顯的至高點，因此較為適合之雷達架設位置為花蓮港東防波堤燈杆旁，但燈杆室內空間相對較為有限，且由於此一位置位於堤頭，颱風期間可能會受到巨浪或長浪越堤的影響，相關設備之保全相對較為困難。

臺中港區內較無明顯的制高點，因此較為適合之雷達架設位置為北防坡堤上的小型哨所，如圖 2.47 內之照片所示，但哨所室內空間相對較為有限，且室內電腦系統的防水可能會較為困難。

表 2-8 港區內架設雷達適當位置之評估

商港名稱 / 評估項目	高雄港	基隆港	花蓮港	臺中港
架設位置	旗後燈塔旁	交通部船舶交通管制組瞭望塔	花蓮港東防波堤燈杆旁	北防坡堤之哨所
相關管理單位	交通部航管局	交通部船舶交通管制組	臺灣港務股份有限公司花蓮港務分公司	—
電力供給	應可商借或申請市電	應可商借或申請市電	應可商借或申請市電	應可商借或申請市電
通訊傳輸	建議使用 3G 或 4G 無線通訊	應可申裝 ADSL	建議使用 3G 或 4G 無線通訊	建議使用 3G 或 4G 無線通訊
儀器保全	置於建物頂樓安全性高	置於建物頂樓安全性高	無專人看守	無專人看守
可能遭遇問題	場地申借	場地申借	1.儀器保全 2.室內空間較為有限 3.可能會受到巨浪之破壞	1.儀器保全 2.室內電腦系統的防水



圖 2.44 高雄港區架設雷達之適當位置
(圖片來源：Google Earth)



圖 2.45 基隆港區架設雷達之適當位置
(圖片來源：Google Earth)

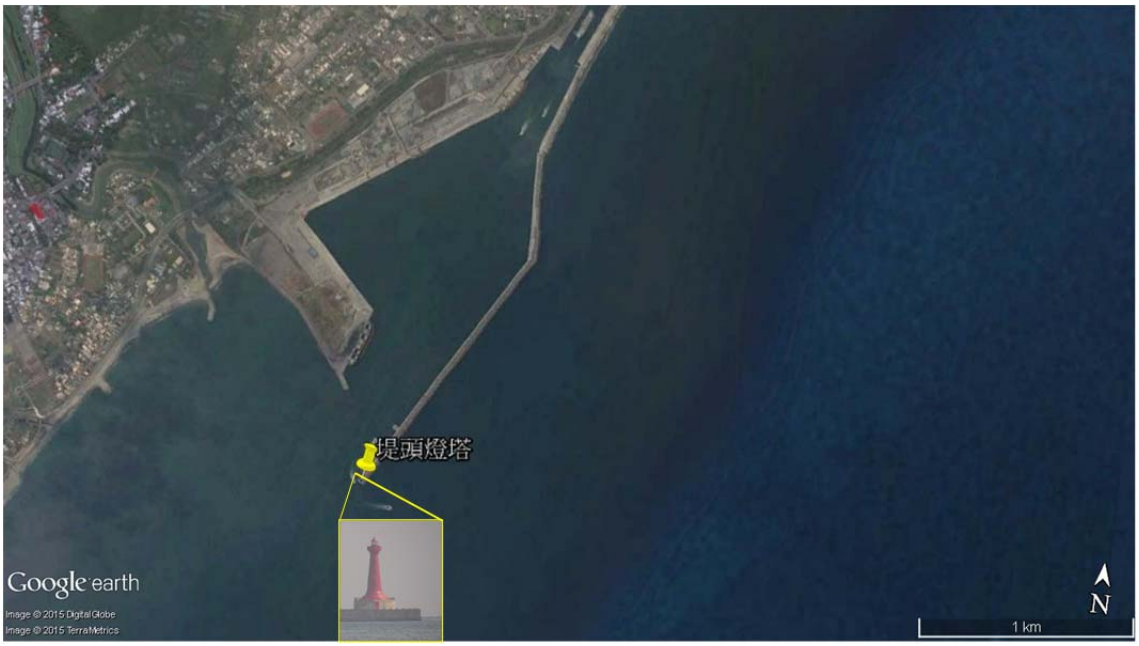


圖 2.46 花蓮港區架設雷達之適當位置
(圖片來源：Google Earth)



圖 2.47 臺中港區架設雷達之適當位置
(圖片來源：Google Earth)

2.7 WERA 雷達資料分析及初步探討

雷達解算之海流資訊不僅為海洋物理研究上的重要參數，同時在實務應用上，也對海上救難支援、海洋污染事件處理、及政府海洋政策之制定等均有相當之貢獻。現今前瞻性之海流觀測必須達到空間域上的全面性，以及時間域上的即時性；此外，海流資料品質與準確度也關乎了海流觀測資料之可利用性與價值。因此，如何確保海流資料的高品質，對海流觀測實為必要的程序。在各種海面流場的遙感探測技術中，頻率在 3-30MHz 之高頻雷達測流技術因可較不受到日夜變化以及降雨影響的限制，且能進行大範圍海域的觀測，是目前國際間使用的主流技術之一。

高頻雷達測流理論之發展起源於 Crombie (1955)的研究，Barrick et al. (1977)則採用此一理論發展出第一套雷達遠端遙測系統。高頻雷達的測流原理是透過回波訊號的布拉格效應(Bragg Effect)進行海表面速度量之解算，根據線性波理論，海面的波浪可視為不同頻率以及方向的成分波所疊加而成之不規則波面。海面波動中，波長為雷達波長一半之成分波(布拉格波，Bragg waves)是造成海面強烈散射回波之主因，雷達回波訊號經能譜轉換之後可取得都卜勒(Doppler)能譜，能譜中隱含有海面速度資訊於其中。圖 2.48 為高頻雷達測得之都卜勒能譜之範例，都卜勒能譜中頻率正值之物理意義為觀測區域的目標，也就是布拉格波朝接近雷達天線的方向移動(targets moving towards antennas)；頻率負值之物理意義為觀測區域的布拉格波朝遠離雷達天線的方向移動(targets moving away from antennas)。當海面沒有流速的影響下，都卜勒能譜的兩組能量尖峰將集中於圖中的兩條垂直線，其對應頻率位置可反算出無流速條件下的布拉格波相位速度；當有流速之影響下，兩組能量尖峰將偏離圖中的兩條垂直線，透過頻率偏移量搭配相關數學理論，即可反算出海面流場資訊。

目前市面上常見的作業化高頻雷達測流系統主要有兩套，其中一套為美國的 SeaSonde 系統；另一套則為德國的 WERA(WavE RAdar)

系統，比較 SeaSonde 系統與 WERA 系統之差別，主要是在於訊號方向解算之差異。SeaSonde 系統是透過三組共位天線同步接收來自於周圍不同方向的回波能量，每一組天線都可求取出都卜勒自譜以及與另外兩組天線之間的交錯譜(cross spectra)。透過這些自譜與交錯譜的資訊再搭配適當的演算法進行不同方向回波訊號的分離，SeaSonde 系統所使用的方向分辨技術為 MUSIC(MUltiple SIgnal Classification)演算法，此一技術的原理在於都卜勒自譜與交錯譜搭配雷達站周圍區域所測得之天線場型矩陣，進而界定出不同方向所接收到的速度資訊。圖 2.49 是 WERA 系統之硬體架構，透過陣列天線搭配 Beam forming 演算法，可解算訊號中來自不同方向之成分，其原理是透過某一方向的海面回波抵達不同天線的時間不同(相位差)，透過數學三角函數關係解算不同天線的相位差，即可反算出訊號的方向資訊。

本計畫除針對航海雷達的觀測能力進行研究之外，也針對本所港灣技術研究中心於臺北港所測得之 WERA 高頻雷達觀測資料進行分析與初步探討。圖 2.50 是本計畫團隊於計畫執行期間前往臺北港實地勘查 WERA 高頻雷達系統，藉以掌握 WERA 高頻雷達系統的觀測環境條件。WERA 高頻雷達天線回波原始資料之檔案內容除了檔頭的資訊之外，其餘都是以二進位資料格式進行儲存(圖 2.51)。二進位資料格式的優點為資料儲存量僅需 ASCII 格式的四分之一；但相對編碼方式複雜，必須掌握其檔案結構才有可能順利將資料檔解讀出。本計畫研究 WERA 系統原始資料的結構(圖 2.52)，並從中將原始資料解算出，圖 2.53 即為解算出的臺北港其中一組天線所測得之 WERA 高頻雷達原始觀測時序列資料，此一資料為雷達從海面所接收到的電磁回波時序列，其訊號取樣頻率約為 4.6Hz。將上述時序列經由譜轉換後可求得雷達回波都卜勒能譜，如圖 2.54 所示，分析所得都卜勒能譜的能量尖峰位置與其布拉格波的都卜勒頻率相近，初步確認資料解算流程的正確性。再經由整合不同距離單元之雷達回波都卜勒能譜，則可獲得圖 2.55 之結果。

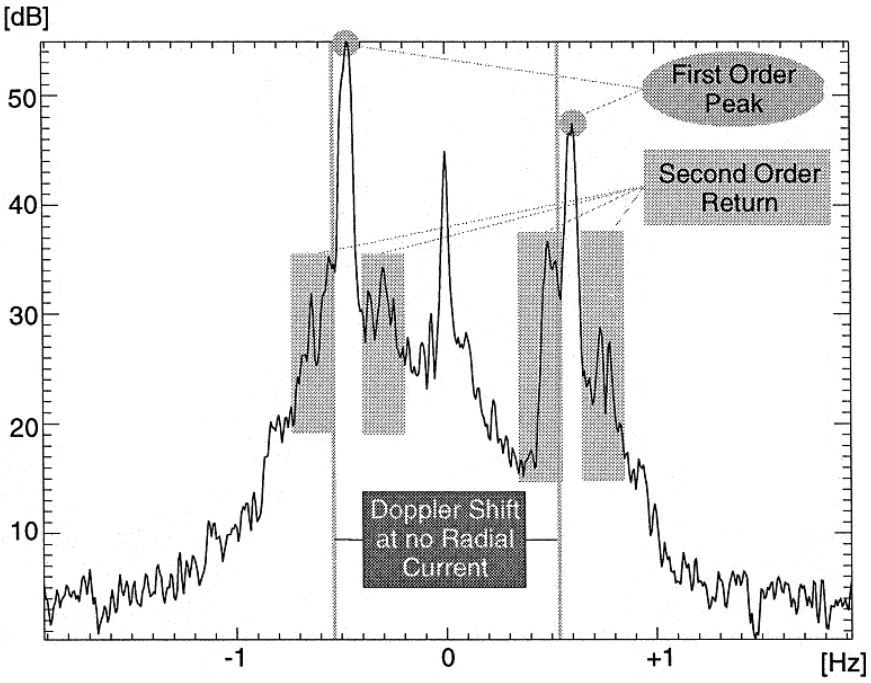


圖 2.48 高頻雷達測得之都卜勒能譜範例
(資料來源：Gurgel et al., 1999)

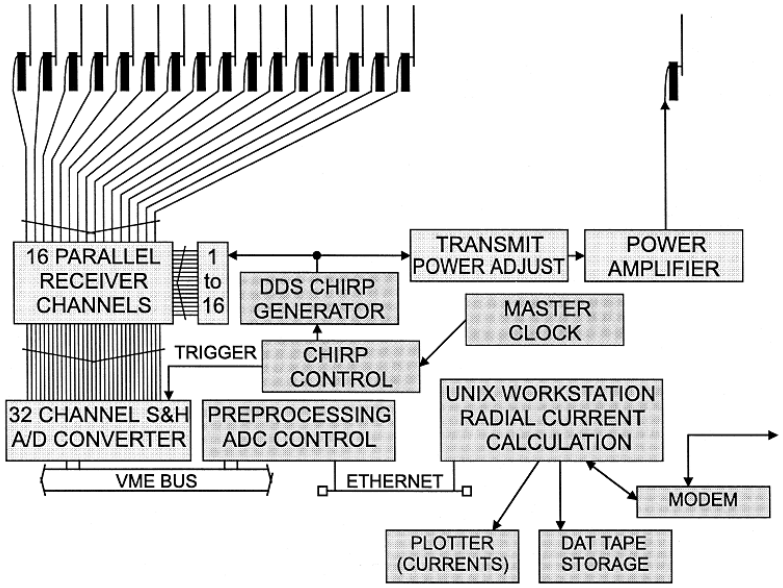


圖 2.49 WERA 系統之硬體架構
(資料來源：Gurgel et al., 1999)



圖 2.50 臺北港 WERA 高頻雷達觀測系統天線(箭頭處)

```
00000000h: 32 30 34 38 20 53 41 4D 50 4C 45 53 20 20 20 31 ; 2048 SAMPLES   1
00000010h: 36 2D 4D 41 59 2D 31 35 20 30 30 3A 30 30 20 55 ; 6-MAY-15 00:00 U
00000020h: 54 43 20 20 53 6F 75 74 68 5F 74 77 32 20 20 20 ; TC  South_tw2
00000030h: 46 4D 53 4F 43 4F 20 46 52 45 51 55 45 4E 5A 20 ; FMSOCO FREQUENZ
00000040h: 20 33 38 2E 35 33 31 4D 48 5A 20 59 45 41 52 20 ;  38.531MHZ YEAR
00000050h: 32 30 31 35 20 20 20 20 20 52 41 4E 47 45 3A 20 ; 2015     RANGE:
00000060h: 20 30 2E 33 34 33 30 20 4B 4D 2C 54 52 55 45 4E ;  0.3430 KM,TRUEN
00000070h: 4F 52 54 48 3A 20 36 39 20 47 52 41 44 2C 52 41 ; ORTH: 69 GRAD,RA
00000080h: 54 45 3A 30 2E 32 31 36 36 39 30 53 2C 4E 52 52 ; TE:0.216690S,NRR
00000090h: 41 4E 47 45 53 3A 20 33 37 20 30 30 30 30 30 30 ; ANGES: 37 000000
000000a0h: 30 20 4C 41 45 4E 47 45 3A 31 32 31 2D 32 32 2D ; 0 LAENGE:121-22-
000000b0h: 30 34 20 45 42 52 45 49 54 45 3A 20 32 35 2D 30 ; 04 EBREITE: 25-0
000000c0h: 38 2D 31 33 20 4E 20 4D 54 3A 20 20 31 32 38 30 ; 8-13 N MT:  1280
000000d0h: 20 50 57 52 3A 20 34 30 39 35 20 41 4E 54 3A 20 ;  PWR: 4095 ANT:
000000e0h: 38 20 4D 44 3A 30 33 39 20 4F 46 46 53 45 54 3A ; 8 MD:039 OFFSET:
000000f0h: 30 2E 38 20 52 58 4F 46 46 53 45 54 3A 20 20 20 ; 0.8 RXOFFSET:
00000100h: 20 20 20 20 20 20 30 53 53 20 30 2E 30 30 30 30 ;       0SS 0.0000
00000110h: 30 30 20 48 44 3A 30 30 31 20 20 20 20 20 20 20 ; 00 HD:001
00000120h: 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 ;
00000130h: 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 ;
00000140h: 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 ;
00000150h: 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 ;
00000160h: 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 ;
00000170h: 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 ;
00000180h: 30 30 30 30 30 30 30 20 2D 30 34 35 30 39 39 20 ; 0000000 -045099
00000190h: 2D 30 35 32 35 36 32 20 2D 30 33 37 32 35 31 20 ; -052562 -037251
```

圖 2.51 WERA 高頻雷達天線回波原始資料內容



圖 2.52 WERA 高頻雷達天線回波原始資料之結構

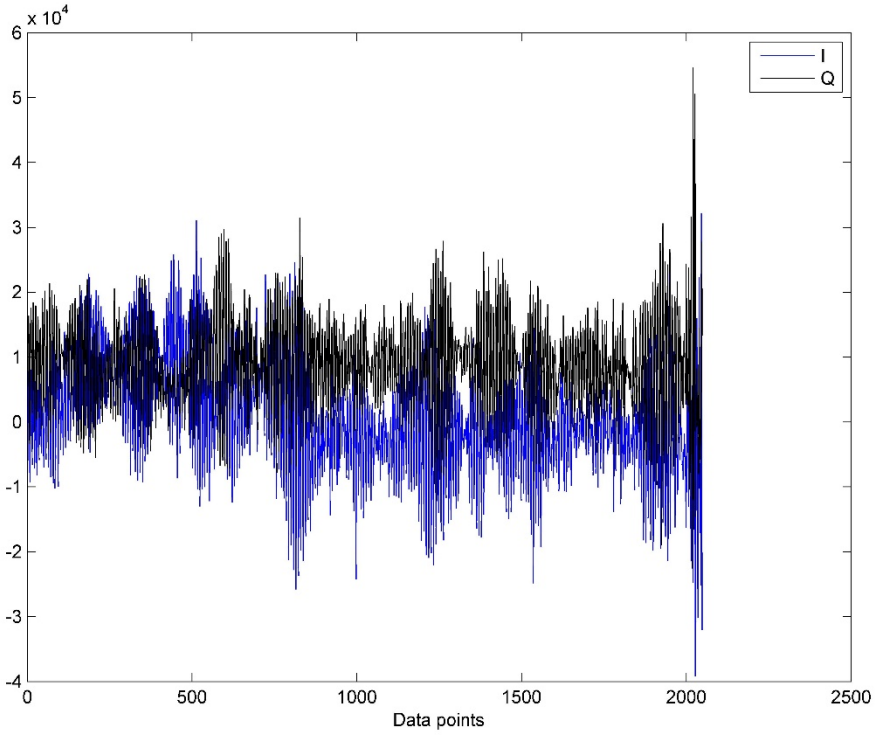


圖 2.53 本計畫所解算出 WERA 雷達回波原始資料時序列

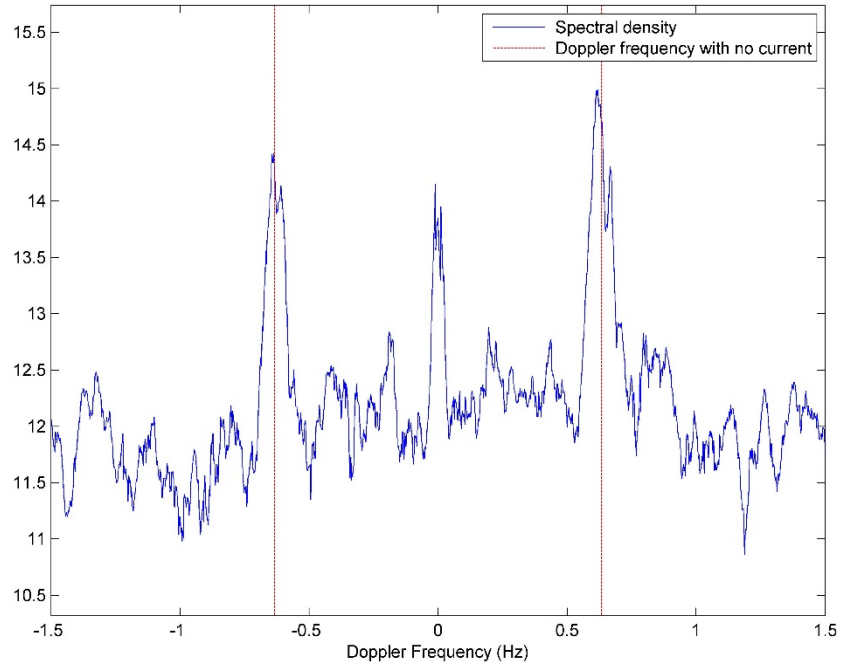


圖 2.54 單一距離單元之雷達回波都卜勒能譜

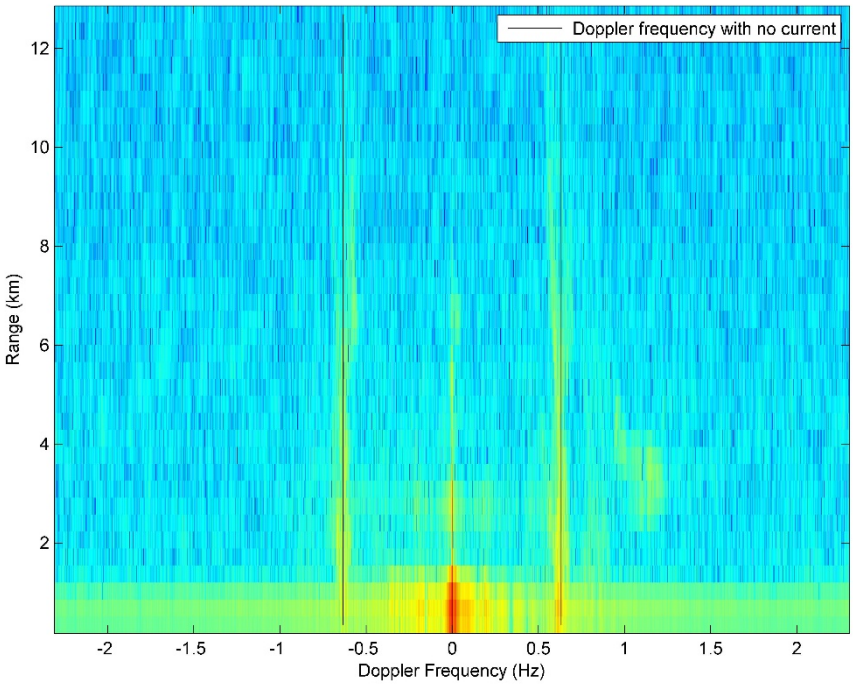


圖 2.55 不同距離單元之雷達回波都卜勒能譜

由於高頻雷達系統是使用全向性之天線，理論上所接收到的回波訊號包含了來自四面八方的海面回波於其中，透過單一天線並無法有效辨析出訊號的實際來源方向。現有高頻雷達辨識訊號的其中一項技術是解算多組(一般至少需要4組天線)天線進行海面回波訊號的接收，再透過陣列天線中不同天線組收到同步訊號之間的相位差解算訊號的方位角，如圖 2.56 所示。根據數學幾何關係，可透過下式進行來源訊號方位角θ的解算：

$$\theta = \sin^{-1}\left(\frac{\Delta\phi\lambda_r}{2\pi d}\right) \quad \text{..... (2-19)}$$

上式中，$\Delta\phi$為不同天線所接收到回波訊號的相位差；d為天線之間的距離。由於來自不同方向的一階布拉格回波訊號會疊加於相對較微弱的二階回波訊號，會導致上式無法有效解算出含有二階回波訊號之方向特徵(Gurgel et al., 2001)。為能有效解算出都卜勒能譜中的回波訊號特徵，可透過 Beam Forming 的解算技術。為方便數學運算，可將不同陣

列天線所接收到的訊號$x[n]$透過矩陣型式表示之：

$$\begin{bmatrix} x_0[n] \\ x_1[n] \\ \vdots \\ x_{N-1}[n] \end{bmatrix} = \left\{ \begin{bmatrix} a_0(\theta_0) & a_0(\theta_1) & .. & a_0(\theta_{r-1}) \\ a_1(\theta_0) & a_1(\theta_1) & .. & a_1(\theta_{r-1}) \\ \vdots & \vdots & .. & \vdots \\ a_{N-1}(\theta_0) & a_{N-1}(\theta_1) & .. & a_{N-1}(\theta_{r-1}) \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} s_0[n] \\ s_1[n] \\ \vdots \\ s_{N-1}[n] \end{bmatrix} \right\} + \begin{bmatrix} v_0[n] \\ v_1[n] \\ \vdots \\ v_{N-1}[n] \end{bmatrix} \quad \text{..... (2-20)}$$

$$a(\theta) = \begin{bmatrix} 1 & e^{-i\omega} & e^{-i2\omega} & .. & e^{-i(N-1)\omega} \end{bmatrix}^T \quad \text{..... (2-21)}$$

上述方程式中，$s[n]$為海面所傳遞至陣列天線的訊號源；$a(\theta)$為$s[n]$的導引向量(Steering vector)；$v[n]$則為雜訊；$[n]$代表有n離散點之時序列；^{T}代表轉置矩陣。透過不同天線的時域訊號中加入權重函數w_k，可抑制訊號束(beam)的側瓣(Side lobe)，並獲得一整合後之時序列訊號(Beamformer output)：

$$y[n] = \sum_{k=0}^{N-1} w_k x_k[n] \quad \text{..... (2-22)}$$

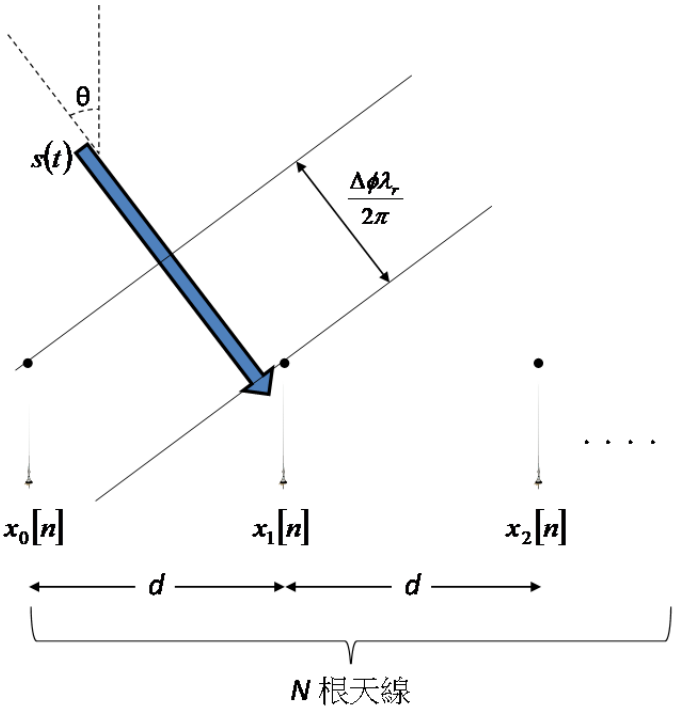


圖 2.56 陣列天線接收訊號之示意圖

根據 Beam Forming 的理論，特定方向的 Beamformer 能量可透過此一方向形成一訊號集束(Forming a beam)，並令權重等於此一方向的導引向量來估算之。基於此一理論，Beamformer 的能量增益(Gain)可透過下式表示之：

$$\begin{aligned} \mathrm{P}(\theta) &= \mathrm{E}\left[y[n]^{\mathrm{H}} y[n]\right] = \mathrm{E}\left|\left[w[n]^{\mathrm{H}} x[n]\right]\right|^2 \\ &= \mathrm{E}\left|\left[a(\theta)^{\mathrm{H}} x[n]\right]\right|^2 = a(\theta)^{\mathrm{H}} R_{xx} a(\theta) \end{aligned} \quad \text{..... (2-23)}$$

$$R_{xx} = \frac{1}{K}\sum_{i=0}^{K-1} x[n]x[n]^H \quad \text{..... (2-24)}$$

上式中，^{H}代表 Hermitian 矩陣。透過上述之數學關係即可估算不同方向的訊號集束，並透過找尋能量增益最強的訊號集束來決定訊號的來源方向。

本研究進一步依據前述之陣列天線訊號解算理論進行實測高頻雷達訊號之分析，藉以從中解算出海面流速之方向，圖 2.57 為透過 Beam

Forming 的解算技術所求解出的結果，圖中能量增益值尖峰所對應之方向即為陣列天線所辨識出海面訊號相對於雷達陣列天線之方位角。透過不同速度與不同觀測距離的雷達訊號解算，可求得如圖 2.58 中扇形區域之空間徑向流場分析結果，其中正值流速代表徑向流朝接近雷達天線的方向移動；負值流速則代表徑向流朝遠離雷達天線的方向移動。從圖 2.58 可發現，扇形區域左半區域與右半區域的徑向流向大致相反，說明了在陣列天線的左前方與右前方可分別觀測到朝雷達天線接近與遠離雷達天線的流場。

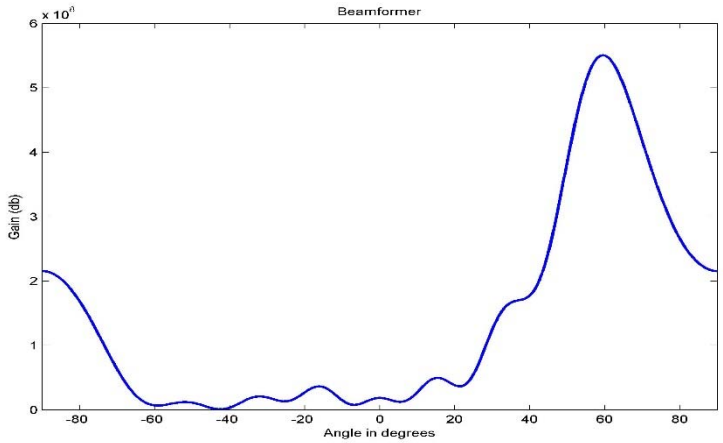


圖 2.57 透過 Beam Forming 方法解算出之結果

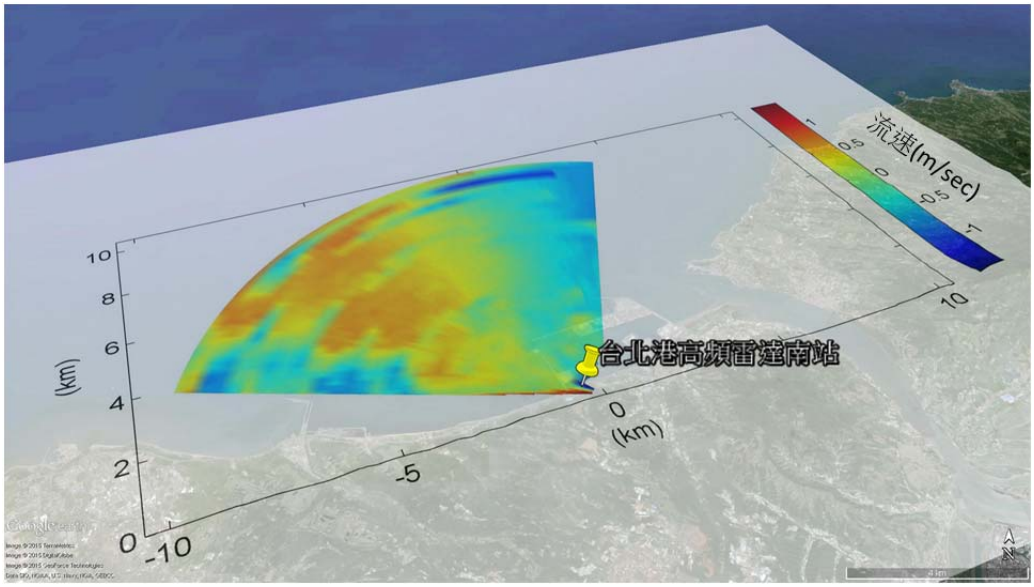


圖 2.58 從陣列天線解算出徑向流速之結果

第三章　海域油污擴散數值模擬

海域油污擴散模擬技術為本研究計畫的兩大工作重點之一。圖 3.1 為本研究計畫針對油污擴散模擬技術之三年整體發展規劃，計畫第一年之重點為技術評估與規劃；第二年(本年度)著重於數值模式之建置與測試；第三年則將聚焦於監測技術與數值模擬結果之整合工作。本年度之「油污擴散模擬技術之研發」工作成果請參見本章以下各節說明。

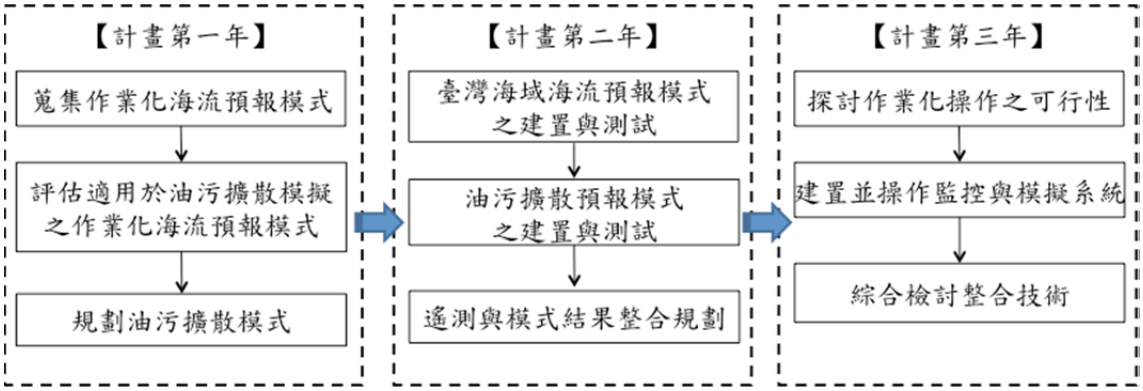


圖 3.1 油污擴散模擬技術之發展規劃

3.1 上一年度(103 年度)研究成果彙整

為了解目前世界各國作業化海流模式的發展現況，完成世界各國作業化海流模式的蒐集與綜整，並評估適用於港區油污擴散之海流模式。SCHISM 海洋模式採用有限元素的非結構性網格設置，垂直網格結合 S 與 Z 座標可提高表底層之解析度，並避免因地形變化較大產生之水平壓力梯度的不一致性。又 SCHISM 海洋模式利用半隱式法求解，可使用較大的時間步長計算，並確保模式的穩定與精度，因此本研究計畫採用 SCHISM 海洋模式做為油污擴散模擬之海潮流資料來源。

在海流預報模式建置方面，完成計算設備與作業系統環境的設定，且完成模式後置處理的規劃。同時收集模式使用相關資料，如初始條件、邊界條件、及驅動力。溢油污染擴散模擬除需結合海洋流體動力數值模式，亦需加入地形、氣象、波浪、潮流、及油品特性等條件。

本研究計畫完成比較 SCHISM-Oil spill model 與 OILMAP 差異，擬選用的 SCHISM-Oil spill model 結合數值波浪模式，可輸入區域波浪場的資料，相較於商業用軟體 OILMAP 僅輸入單點的波浪資料更能完整描述溢油在海面上受到波浪的影響。

3.2 數值模式介紹

本研究計畫建構海域油污擴散模擬系統的主要組成有二：(1)海域海潮流運動之模擬；(2)溢油污染擴散之模擬。海潮流運動模擬結果將提供溢油污染擴散模擬所需之流場資料，而溢油污染擴散模擬考慮的機制以延展、水平傳遞和垂直擴散(horizontal advection and vertical diffusion)、蒸發(evaporation)、及溶解(dissolution)等為主。模式的基本理論如下。

3.2.1 SCHISM 海洋模式物理公式

SCHISM (Semi-implicit Cross-scale Hydroscience Integrated System Model, http://ccrm.vims.edu/schism/)海洋模式 (2014 年 12 月 13 日前為 SELFE)是由 Zhang 與 Baptista 以 ELCIRC 模式基礎修改而成，是一個求解三維淺水波方程 (3D shallow-water equaions)、靜水壓方程 (Hydrostatic)、包氏近似 (Boussinesq approximations)、與鹽度及溫度的傳輸方程的海洋流體動力數值模式。SCHISM 海洋模式主要求解海氣交界自由液面 (Free surface) 的運動情況、水體中三維的流場與鹽度及溫度分佈。

SCHISM 海洋模式的基本控制方程式有連續與動量守恆方程式，為簡化SCHISM海洋模式的方程式，第一個假設為不可壓縮流體運動，則在卡氏座標下描述水體的連續方程式 (continuity equation) 可寫為：

$$\nabla \cdot \mathbf{u} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \quad \text{..... (3-1)}$$

為描述自由液面$\eta(x,y,t)$隨著流場演變，本模式求解下式：

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \nabla \cdot \int_{-h}^{\eta} \mathbf{u}\, dz = 0 \quad \text{..... (3-2)}$$

第二個假設則是使用近似的方法簡化流體的動力方程式，引用包氏近似 (Boussinesq approximations)，因此求解三維的動量方程 (3D momentum equations)，寫作：

$$\frac{\mathbf{D}\mathbf{u}}{\mathbf{D}t} = \mathbf{f} - g\nabla\eta + \frac{\partial}{\partial z}\left(\nu \frac{\partial \mathbf{u}}{\partial z}\right) - \frac{1}{\rho_0}\nabla p_A - \frac{g}{\rho_0}\int_z^{\eta} \nabla\rho\, d\zeta + \nabla\cdot(\mu\nabla\mathbf{u}) \quad \text{(3-3)}$$

其中，$\mathbf{f} = -f\,\mathbf{k}\times\mathbf{u} + \alpha g \nabla\psi$ 。

鹽度傳遞擴散傳輸方程 (salt advection-diffusion-reaction)，寫作：

$$\frac{\mathbf{D}S}{\mathbf{D}t} = \frac{\partial}{\partial z}\left(\kappa \frac{\partial S}{\partial z}\right) + F_{\mathrm{S}} \quad \text{..... (3-4)}$$

溫度傳遞擴散傳輸方程 (temperature advection-diffusion -reaction)，寫作：

$$\frac{\mathbf{D}T}{\mathbf{D}t} = \frac{\partial}{\partial z}\left(\kappa \frac{\partial T}{\partial z}\right) + \frac{Q}{\rho_O C_P} + F_{\mathrm{h}} \quad \text{..... (3-5)}$$

以上程式中符號標記說明如下：

(x,y)：水平卡式座標(m)；z：垂直座標，向上為正(m)；∇：$\left(\frac{\partial}{\partial x}, \frac{\partial}{\partial y}\right)$；$\eta(x,y,t)$：自由液面高度(m)；$h(x,y)$：水深(m)；$\mathbf{u}(x,y,z,t)$：水平速度向量，於卡式座標速度分量為$(u,v)$ $\left(\mathrm{m\,s^{-1}}\right)$；$w$：垂直速度(m/s)；$f$：科氏因子$\left(\mathrm{s^{-1}}\right)$；$g$：重力加速度$\left(\mathrm{m\,s^{-2}}\right)$；$\hat{\psi}(\phi,\lambda)$：地球潮汐位能(m)；$\alpha$：有效地球彈性因子(= 0.69) (Schwiderski, 1980)；$\rho(\mathbf{x},t)$：水密度，ρ_0唯一常數，$1025\mathrm{kg\,m^{-3}}$；$\rho_A(x,y,t)$：自由液面的大氣壓力$\left(\mathrm{N\,m^{-2}}\right)$；

S, T ：水體中鹽度(practical salinity units, (psu))與溫度$\left(\mathrm{N\,m^{-2}}\right)$；$\nu$：垂直渦流黏滯係數，$\left(\mathrm{m^2\,s^{-1}}\right)$；$\mu$：水平渦流黏滯係數 $\left(\mathrm{m^2\,s^{-1}}\right)$；$\kappa$：鹽度與熱通量垂直渦流擴散係數或熱通量垂直渦流擴散係數$\left(\mathrm{m^2\,s^{-1}}\right)$；$F_S, F_h$：擴散作用造成的側向應力 (在 SCHISM 海洋模式中予以忽略)；$\dot{Q}$：太陽輻射的吸收率$\left(\mathrm{W\,m^2}\right)$；$C_P$：水的比熱$\left(\mathrm{J\,kg^{-1}\,K^{-1}}\right)$。

值得一提的是，SCHISM 海洋模式採用非結構三角形網格 (unstructured triangular grids) 使用在水平方向，而垂直方向則結合隨地形變化 (terrain-following) 的 S 與 Z 座標系統，如圖 3.2，垂直座標 (z-axis) 起始點在平均水位 (mean sea level, MSL)。S 座標 (Song and Haidvogel, 1994) 放置於 Z 座標的上層 (如圖 3.2 中 a 及 b)，S 與 Z 座標的區分線 (demarcation line) 在 $k^z = -h_s$ 處，意即 h_s 在 S 垂直座標上隨最高水面位至改變而變動。底部邊界線 k^b 在 Z 座標上會如圖 3.2 中呈現階梯式的變化。SCHISM 海洋模式在垂直座標結合 S 與 Z 座標系統，S 座標區域計算的層數皆使用在淺水區 ($h \le h_s$)；為解決底部效率則在深水區 ($h \ge h_s$) 使用 Z 座標。

綜合上述結果，S 座標可隨著自由液面的曲線變動，且可在自由液面下計算網格作局部加密，以求得精度更佳的自由液面下各項物理量的演變情況。另 Z 座標於底床處以階梯式方法處理，更能描述複雜海底地形的變化情形。

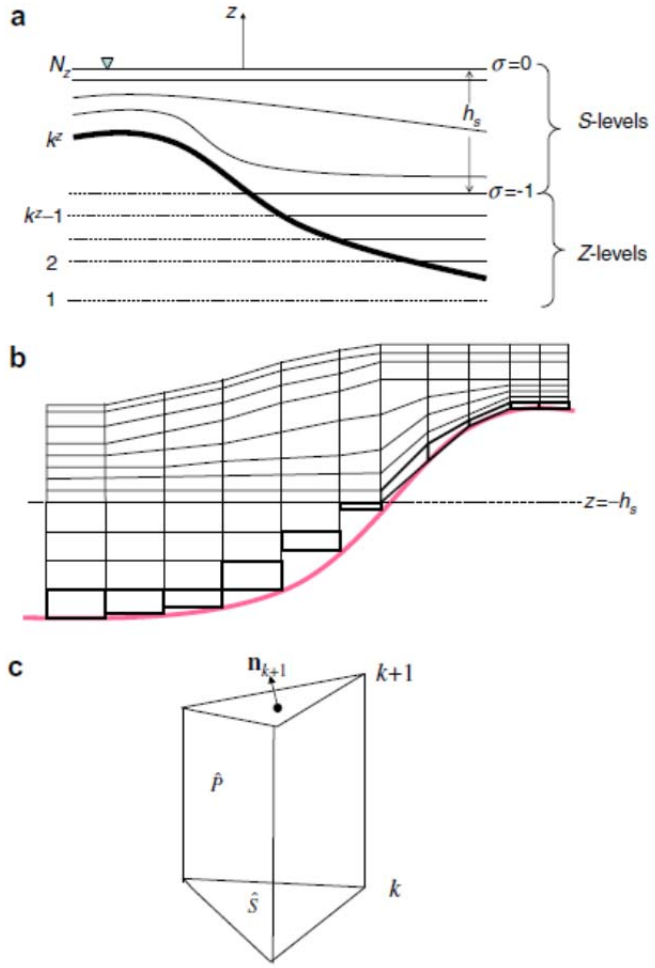


圖 3.2　SCHISM 海洋模式垂直座標系統
(資料來源：Zhang and M. Baptista, 2008)

3.2.2 VOILS 溢油傳輸擴散模式

上述海洋模式除基本水動力系統外，也包括了油污擴散模組、波浪模組、生態系統模組、資料同化模組、水質模組、及漂砂模組，是一套可應用於多方面的模式系統。本研究計畫將於下半年整合納入油污擴散模組於 SCHISM 海洋模式，油污擴散模組簡述如下：

溢油擴散模擬可描述海水表層浮油與沉入水團之油污的傳輸過程(如圖 3.3)，在海水表層浮油描述採用二維溢油傳輸擴散模式(2D-VOILS)，而沉入水團之油污則採用三維溢油傳輸擴散模式(3D-VOILS) (Azevedo et al., 2014)。二維與三維溢油擴散模式需要水深

地形、全球或區域潮流模式、氣象資料、大氣作用力、波浪、溢油特性、及油品成份等輸入資料與模式的結合，來描述油污在海上傳輸與擴散的過程。在流體動力模式中採用 SCHISM 海洋模式來提供水位、流速、溫度、及鹽度等資料。

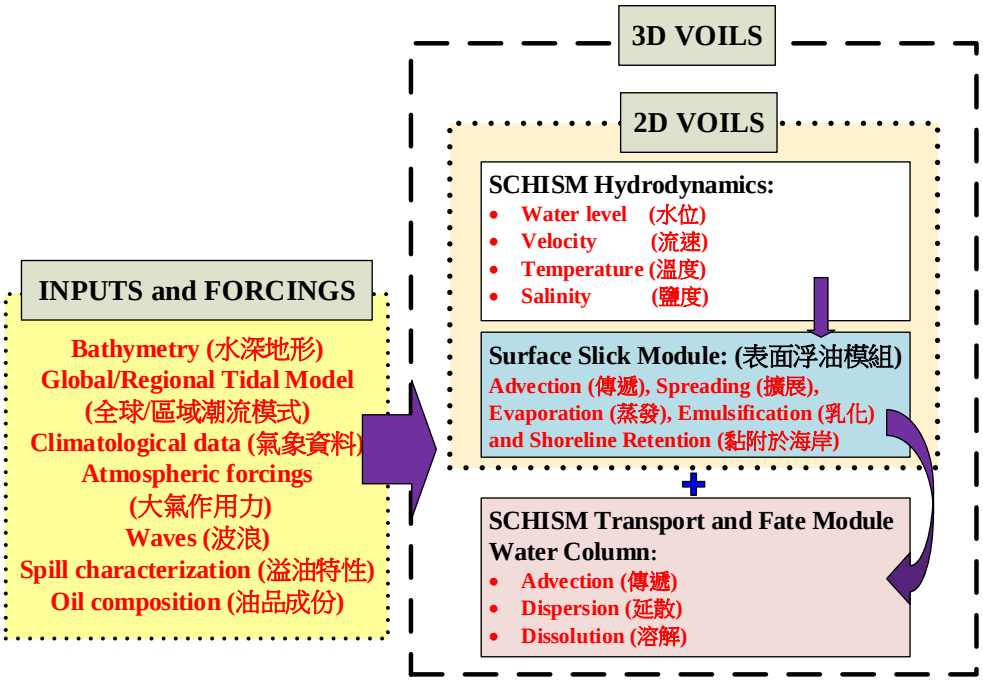


圖 3.3 油污擴散模擬流程圖(Tkalich, 2006)

二維與三維溢油擴散模組分別說明如下：

1. 油污的擴散與初始溢油面積 (spreading and initial area of the slick)

油污在海面上擴散可由重力 (gravitational)、慣性力 (inertial)、黏滯力(viscous forces)、表面張力 (interfacial tension stresses)之間的平衡關係來描述，海水表層浮油範圍與厚度在溢油模式中是很重要的參數(Lehr, 2001)。溢油在海上的傳輸擴散過程非常複雜，需考慮油污的物理特性與海水表面的環境條件，特別是海水表面與水團中的紊流現象。

2. 二維油污模式 (the 2D oil spill model)

在二維溢油傳輸擴散模式 (2D-VOILS) 中，油污初始溢油面積可

定義 (Lehr et al., 1984; Lehr, 2001)如下式：

$$A_{ini} = 2.27\left(\Delta_w V\right)^{\frac{2}{3}} t^{\frac{1}{2}} + 0.04\left(\Delta_w V U_{10}^{4}\right) t \quad \text{..... (3-6)}$$

$$A_{ini} = 3.4\pi\left(\frac{\Delta_w V^5}{\nu^2}\right)^{\frac{1}{6}} \quad \text{..... (3-7)}$$

其中A_{ini}為初始溢油面積；$\Delta_w = \left(\rho_w - \rho_0\right)/\rho_w$為油與水密度差；$\rho_w$為水的密度；$\rho_0$為水的密度；$V$為初始溢油體積；$t$為溢油後時間；$U_{10}$為水面上 10 m 處之風速；$\nu$為水的運動黏滯係數。

海水表層浮油採用二維油污模式 (2D-VOILS) (Oliveira et al., 2000; Oliveira and Fortunato, 2002)，以歐拉-拉格朗日方法 (Eulerian–Lagrangian scheme)求解油污在海水表層的傳輸過程現象。模擬海水表層油污傳輸過程，有蒸發、乳化、及黏附於海岸邊等物理化學現象，可由式(3-6)對流-擴散方程來求解。

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_i}\left(h u_i\right) - \frac{\partial}{\partial x_i}\left(D_s \frac{\partial h}{\partial x_i}\right) = R_{h_2D} \quad \text{..... (3-8)}$$

$$R_{h_2D} = -Evap + Emul - \text{ShoreRetention} \quad \text{..... (3-9)}$$

其中t：時間；h：表層浮油厚度；x_i：水平卡式坐標系統；R_{h_2D}：表示油污的風化過程，即表層浮油的來源與沉降以及與水團的交互作用，有蒸發 (evaporation)、乳化 (emulsification)、黏附海岸邊 (shoreline retention) 等物理化學現象。

$$\text{油污擴散係數} D_s = gh^2\left(\rho_w - \rho_o\right)\frac{\rho_o}{\rho_w C_f} \quad \text{..... (3-10)}$$

其中$C_f = 0.02 kg \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$為水表面浮油阻力係數。

(3-8)式的二維油污風化過程可分成四個部份來描述，分別如下：

表層浮油對流速度：

$$u_i = \frac{\partial x_i}{\partial t} \quad \text{..... (3-11)}$$

沿著特徵線的水平速度梯度：

$$\frac{Dh}{Dt} = -\frac{\partial u_i}{\partial x_i} h \quad \text{..... (3-12)}$$

特徵線底部的源流項 (sources) 與沉流項 (sinks)：

$$\frac{Dh}{Dt} = R_{h_2D} \quad \text{..... (3-13)}$$

擴散方程則利用有限體積法求解，如下式：

$$\frac{Dh}{Dt} = \frac{\partial}{\partial x_i}\left(D_s \frac{\partial h}{\partial x_i} \right) \quad \text{..... (3-14)}$$

3. 三維油污模式 (The 3D oil spill model)

沉入水團之油污採用三維油污模式 (3D-VOILS)，求解油污在水團中的延散 (dispersed) 與溶解 (dissolved)的傳輸與擴散如下式：

$$\frac{\partial C}{\partial t} + u\frac{\partial C}{\partial x} + v\frac{\partial C}{\partial y} + w\frac{\partial C}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z}\left(\kappa \frac{\partial C}{\partial z} \right) + Fc + R_{h_3D} \quad \text{..... (3-15)}$$

其中 C 為一般的追蹤者 (generic tracer)；u, v, w 分別為 x, y, z 方向速度分量；κ ：垂直渦流擴散係數 (vertical eddy diffusivity)；Fc ：水平擴散項；R_{h_3D} 為水團中油污的源流與沉流 (sources and sinks)，定義如下式：

$$R_{h_3D} = -Dispersion - Dissolution \quad \text{..... (3-16)}$$

其中 Dispersion 表示油污在水團中延散過程；Dissolution 表示溶解過程。

綜合上述二維與三維油污模式可知，海水表層油污風化過程可由式(3-9)來表示，其演變過程有油包水(water-in oil)的蒸發與乳化，處理黏附海岸邊有源流與沉流 (sources and sinks)。另在水團中的風化過程則以式(3-16)來描述，分別有分散與溶解過程，下式則可表示整個油污在海上的傳輸與擴散之物理化學現象。

$$R_h = R_{h_2D} + R_{h_3D} \quad \text{(3-17)}$$

3.3 數值計算網格建置

為了提升海流模擬準確度，地形水深資料的空間解析度是影響因素之一，因此以交通部運輸研究所港灣技術研究中心 (以下簡稱港灣技術研究中心) 於主要商港量測的地形水深資料建置高解析的網格資料，圖 3.4 為安平商港至高雄工商港第一港口的地形水深資料，離岸最遠達 30 公里，水深最深達 500 公尺。

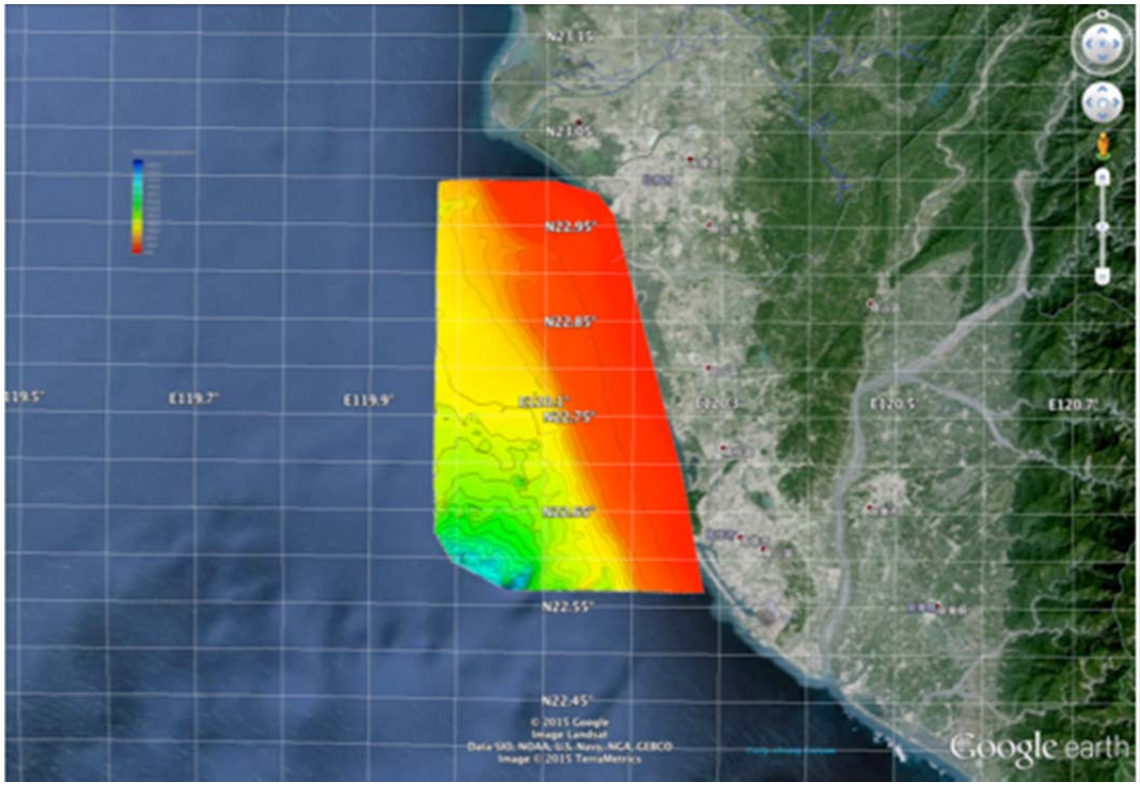


圖 3.4 港灣技術研究中心提供的地形水深資料圖

美國 AQUAVEO 公司所發展的 Surface-water Modeling System (SMS) 商用軟體，是一套可計算海岸到河川之水表面動力現象的數值模式，同時亦能建置流體動力數值模式計算區域所需的網格系統，包含矩形網格 (structured mesh) 與非矩形網格 (unstructured mesh) 。本研究計畫使用的 SCHISM 海洋模式之數值方法為有限元素法，計算網格系統為三角形網格 (Triangular mesh)，其網格系統以 SMS 軟體建置。SMS 軟體建置三角形網格過程如圖 3.5~圖 3.8，匯入地形水深資料後，分別定義計算區域之陸地與海域邊界，三角形網格網格建置完成後，必需再檢查網格的品質，如三角形每個內角需等於或大於 30 度。

利用上述地形水深資料，以安平港往外海延伸約 10.5 公里，建置三角形網格系統，由 SMS 軟體產出之安平港的網格節點數為 9897 個，三角元素為 18944 個，其中元素最小邊長約為 14m，元素最大邊長 370m (如圖 3.9)。

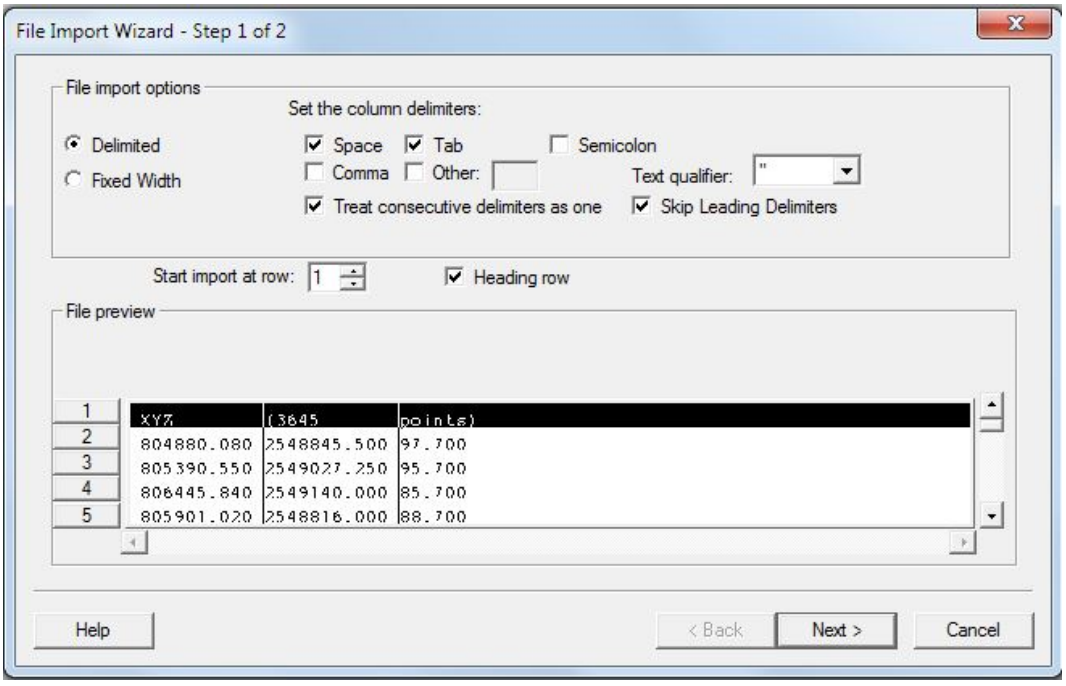


圖 3.5 水深地形資料匯入 SMS 軟體

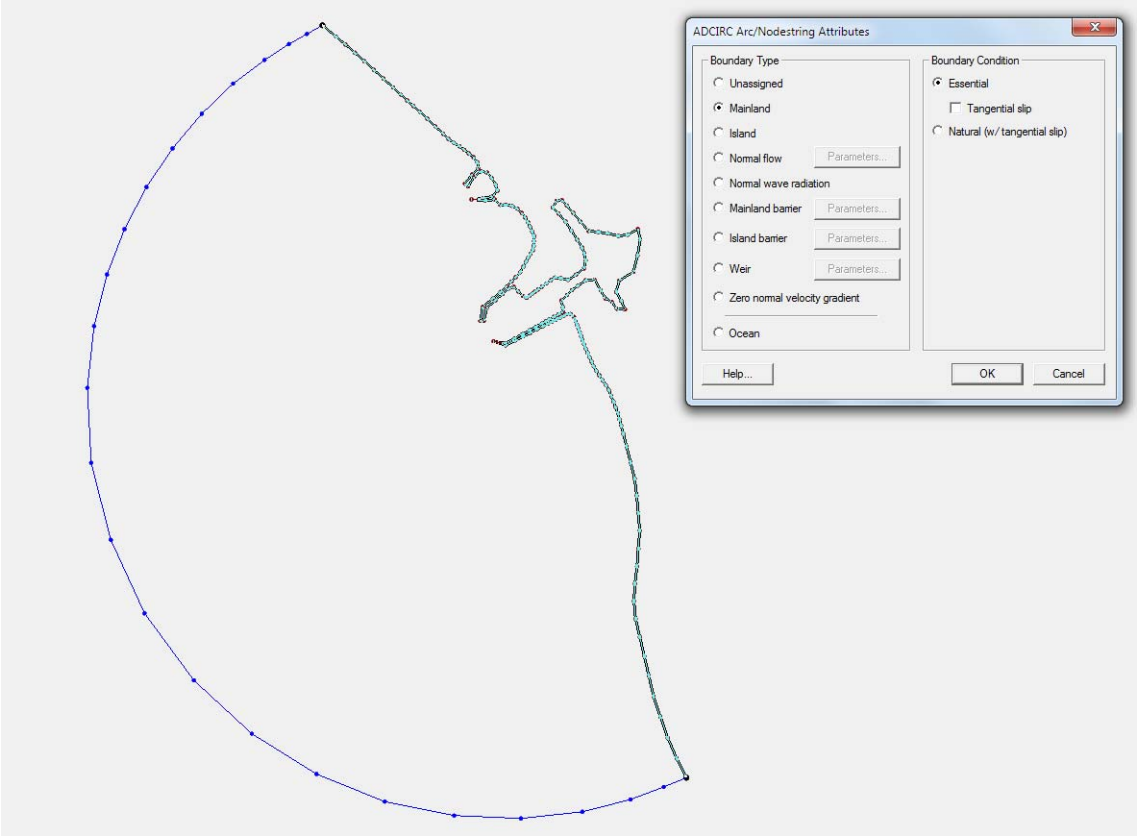


圖 3.6 定義計算區域之陸地與海域邊界

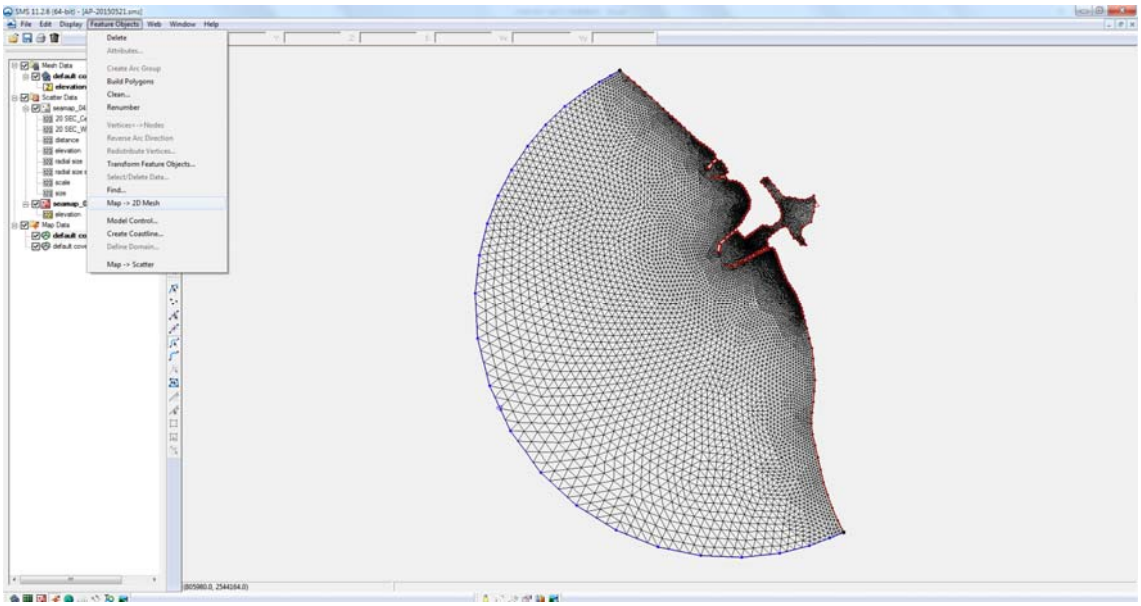


圖 3.7 建置之三角形網格

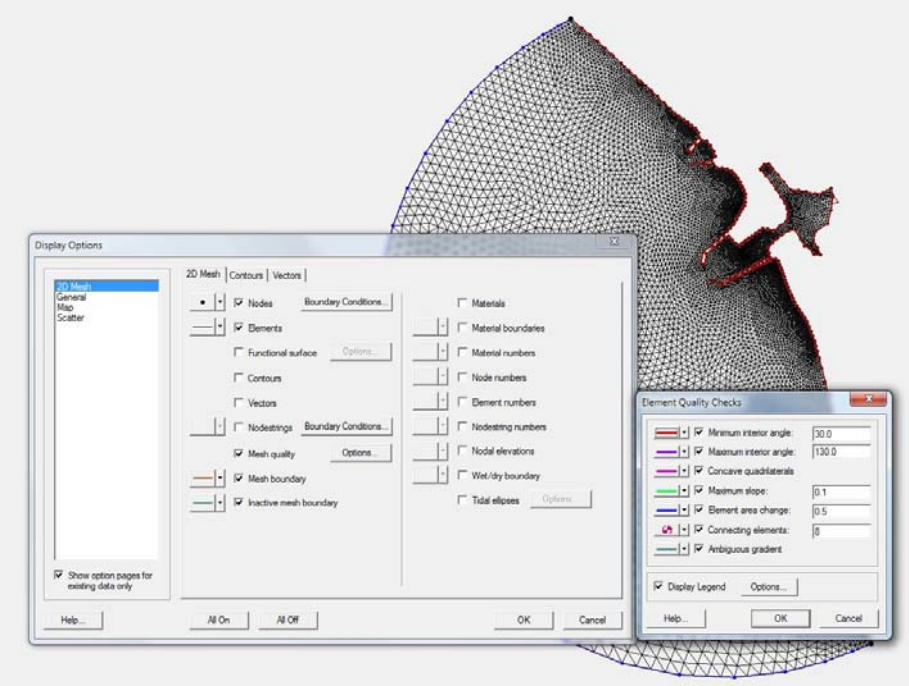


圖 3.8 檢查三角網格品質

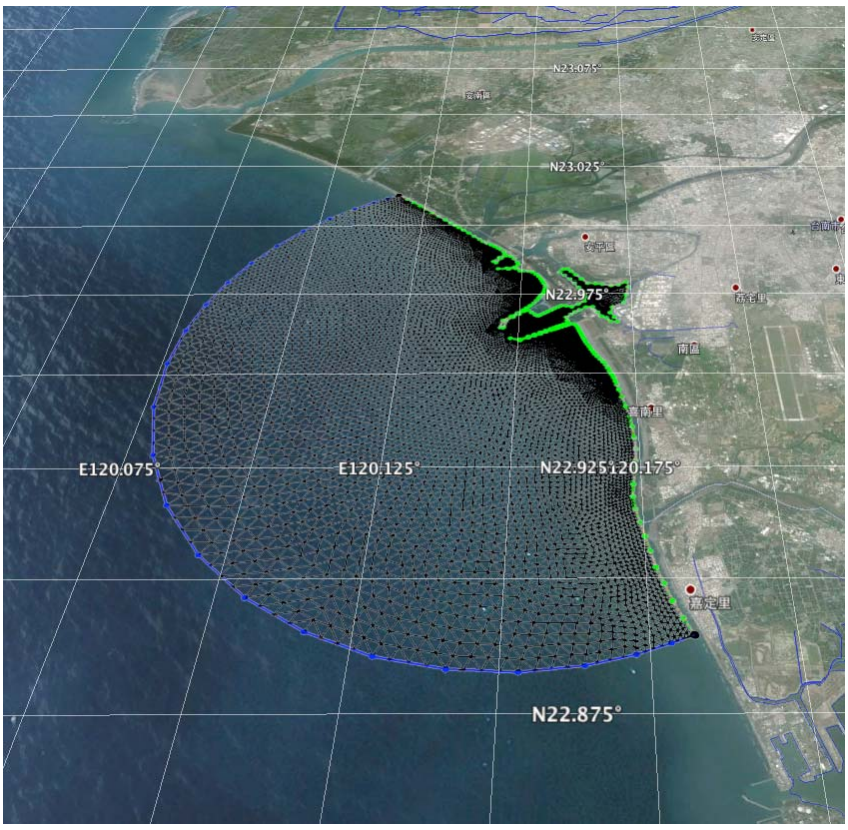


圖 3.9 安平港模擬範圍與計算網格圖

3.4 初始條件、邊界條件、及驅動力

初始條件若從零開始運算，需要相當長的時間才有辦法達到模式穩定，為了加快海洋模式穩定的時間，使用的初始條件包括潮位、海面溫度與鹽度資料。邊界條件的輸入項目與初始條件相同。

潮汐初始條件可由海洋模式內建的 FES2004 (Lyard et al., 2006) 全球潮汐常數資料庫取得，該資料解析度為 1/8 度，輸入之調和常數包括 4 個半日潮 (M2、S2、N2、K2)與 4 個全日潮 (K1、O1、P1、Q1) ，圖 3.10 為 M2 分潮於全球分佈的情形。此外，國立臺灣海洋大學海洋環境資訊系海岸模式應用研究室 (以下簡稱海岸模式應用研究室)利用 OSU Tidal Model Driver 所提供 2 分解析度之調和常數為邊界，在 MIKE21 HD 模式下以 810 公尺網格解析度計算所得之 M2、S2、N2、K2、K1、O1、P1、Q1 等八個分潮，如圖 3.11。由於潮汐分潮的資料來源管道很多，且解析度不同，因此本研究計畫比較上述兩種不同解析度的潮汐分潮對海潮流模擬結果影響，詳如 3.5.2 小節。

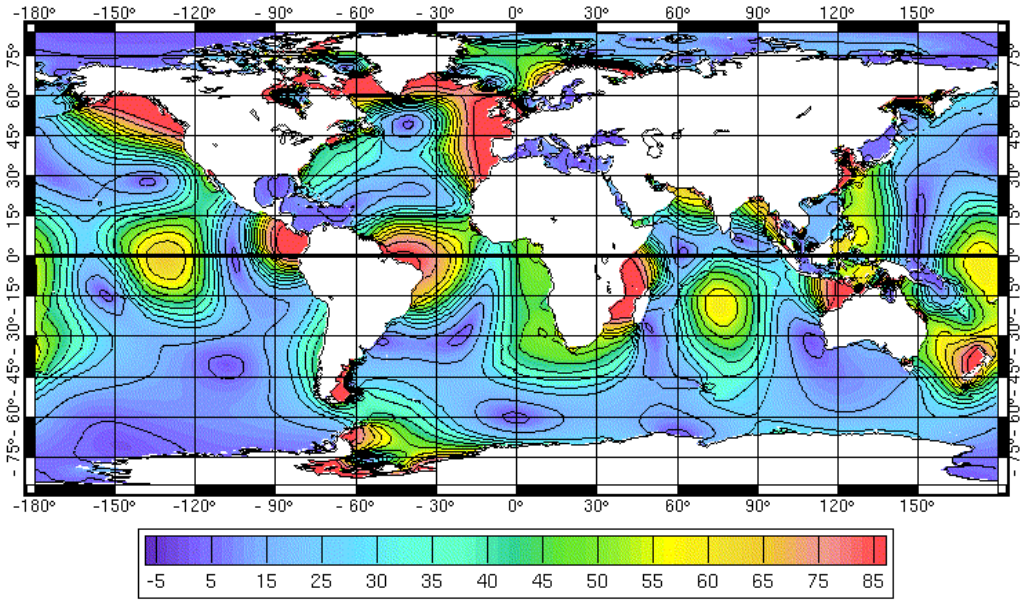


圖 3.10　FES2004 潮汐模式模擬 M2 分潮於全球分佈的情形



圖 3.11 海岸模式應用研究室提供的八個分潮

關於海洋溫度與鹽度，本研究計畫蒐集 NODC (National Oceanographic Data Center)的 WOA (World Ocean Atlas)海洋水文資料庫，其分析場資料包含海洋溫度、鹽度、溶氧、磷酸鹽、矽酸鹽等資料，資料時間為 2005 年，水平空間解析度為 1.0 度，垂直方向的分層則依據分析場資料與統計值類型(年平均值、季平均值、季平均值)而有所不同，最多分層達 33 層，分別是 0、10、20、30、50、75、100、125、150、200、250、300、400、500、600、700、800、900、1000、1100、1200、1300、1400、1500、1750、2000、2500、3000、3500、4000、4500、5000 與 5500 公尺，其資料範圍涵蓋全球，資料網址為 http://www.nodc.noaa.gov/OC5/WOA05/pr_woa05.html，本研究計畫採用月平均值的海洋溫度與鹽度為初始條件。

圖 3.12 與圖 3.13 分別為從 WOA 海洋水文資料庫下載之全球溫鹽的分佈圖，由圖中介面可知，使用者可自行選擇資料欲下載的區域範圍，取得海洋的溫度與鹽度資料，以提供 SCHISM 海洋模式作為初始條件。

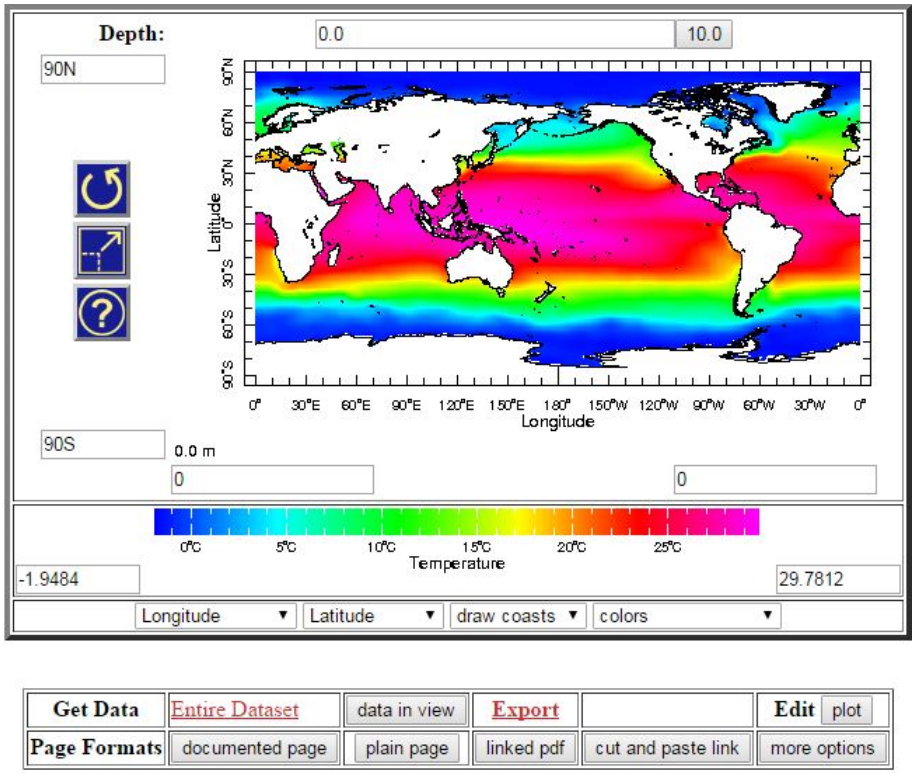


圖 3.12　NODC/WOA 1 度解析度之全球溫度分佈圖

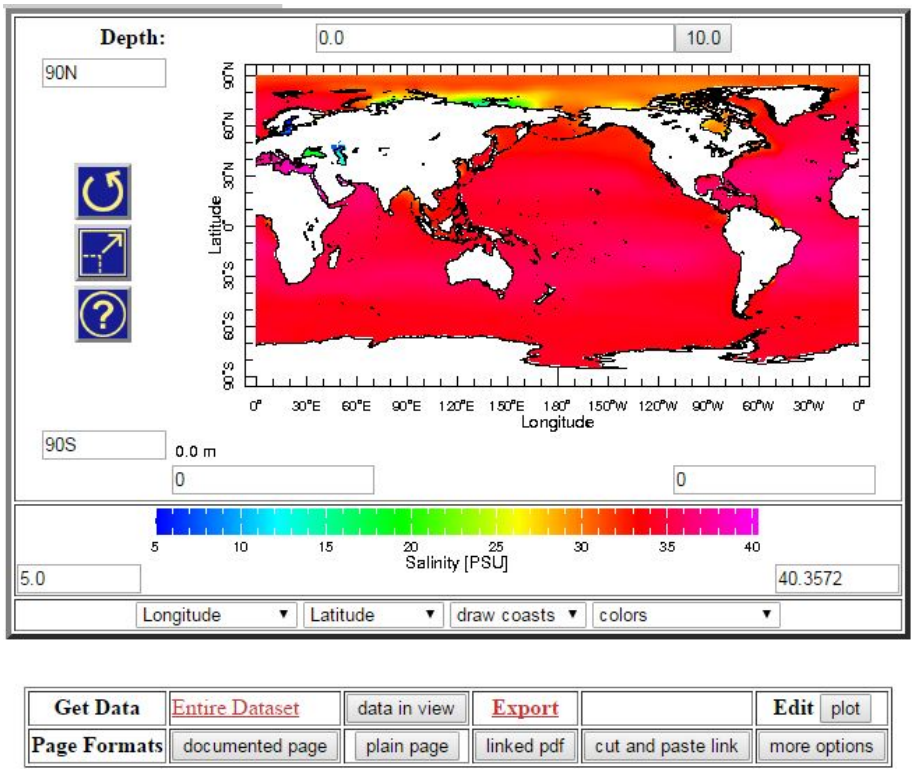


圖 3.13　NODC/WOA 1 度解析度之全球鹽度分佈圖

驅動力包括風與大氣壓力，驅動模式所需之外力資料來自於中央氣象局，中央氣象局引進由國家大氣研究中心(NCAR)、國家海洋與大氣管理局(國家環境預報中心(NCEP)及預報系統實驗室(FSL)、空軍氣象局(AFWA)、海軍研究實驗室、奧克拉荷馬大學及聯邦航空管理局(FAA))共同合作努力開發的區域數值預報模式 (Weather Research and Forecast, WRF)並針對台灣區域氣象進行測試及改善所建構的中尺度數值天氣資料同化系統。所產出的氣象資料空間解析度分別為 45、15 及 5 公里，格點數分別為 221x127、181x193 與 148x178，涵蓋範圍如圖 3.14 至圖 3.16。時間解析度為 1 小時，預報長度為 84 小時，預報頻率為每日 4 次。本研究計畫採用 5 公里解析之風與大氣壓力做為驅動力。

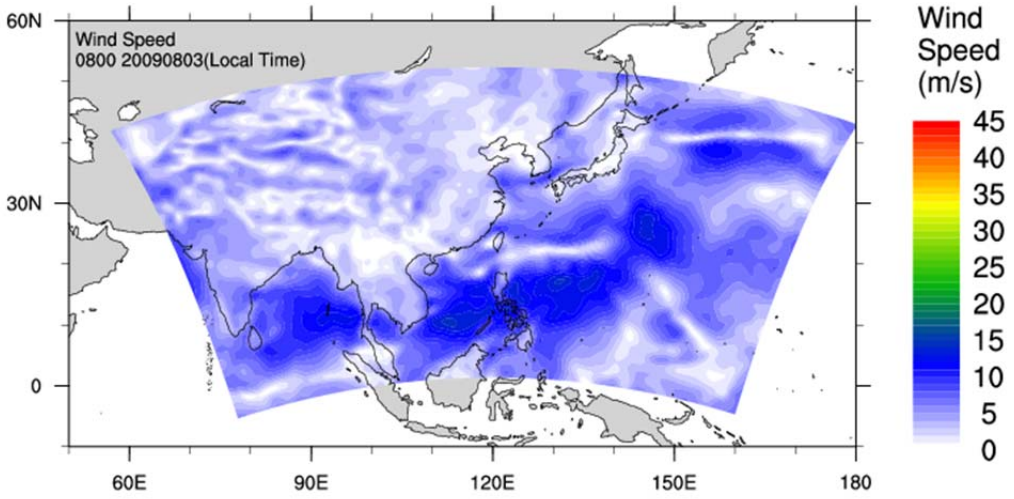


圖 3.14　45 公里解析之 WRF 區域數值預報模式計算範圍

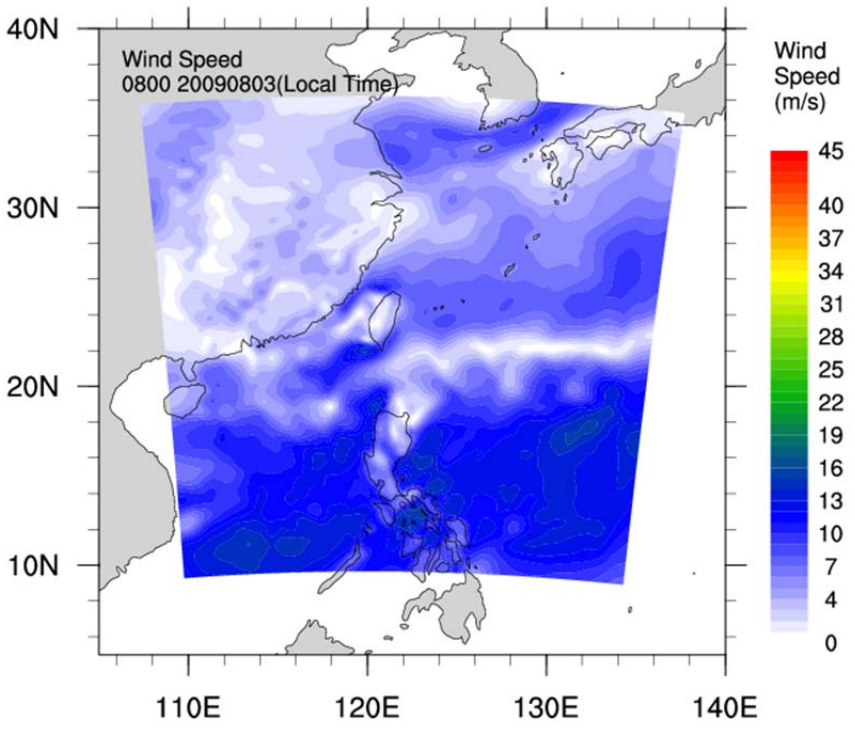


圖 3.15　15 公里解析之 WRF 區域數值預報模式計算範圍

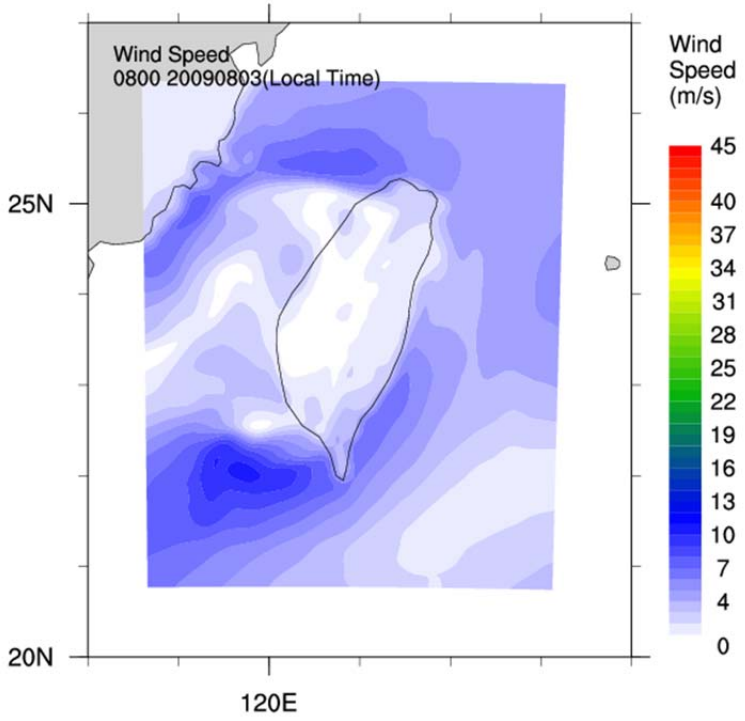


圖 3.16　5 公里解析之 WRF 區域數值預報模式計算範圍

3.5 安平港潮流模擬

3.5.1 海洋模式執行環境建置

本研究計畫利用 SCHISM 海洋模式建立臺灣海域之三維海流模式，透過模式建立使其能應用於海潮流運動與溢油污染擴散之模擬，並發展前置與後置處理軟體與流程，簡化處理數值模式所產生大量數據的流程，以期模式計算結果能完整的呈現。為了有效落實計畫執行目的，本節將描述模式建置過程與所需要的軟硬體設備。

在 SCHISM 海洋模式建置方面，是由官方網站(http://www.stccmop.org/knowledge_transfer/software/selfe)下載的程式來建立本研究計畫所使用的 SCHISM 海洋模式。資料經由前置處理程式將海面與側向邊界資料透過內插法內插至 SCHISM 海洋模式格網上，透過 SCHISM 海洋模式進行模擬，之後輸出格網上流速、鹽度、溫度、密度等變數資料，再經由後置處理程式分析各種變量之變化趨勢並繪製圖表。

由於 SCHISM 海洋模式為三維海洋模式，雖然其需要高速的計算能量與龐大的輸入出資料儲存空間，為了計畫結束後可順利移轉模式，本研究計畫於進行格網建置時亦考量個人電腦上可執行之環境。但本研究計畫執行時之硬體設備為 Intel(R) Core(TM) i7-920 2.66 GHz 處理器與 6GB 主記憶體，並採用 OpenMP 平行化技術提升 SCHISM 模式執行效率，使其可以充分利用八核心進行運算。在作業系統方面，SCHISM 海洋模式並未限制模式執行環境，考量未來擴充性與降低模式發展、執行時所遭遇的阻礙，本研究計畫以來自於 Red Hat Enterprise Linux 依照開放原始碼規定釋出的原始碼所編譯而成 CentOS Linux 套件作為主要的系統環境，其具有系統穩定及支援性強的特性。由於 Linux 作業系統近幾年來發展迅速，不論是伺服器或桌面應用上都有相當數量的開放性源碼(open source)軟體可供選擇，尤其在科學運算與數據處理上更是有許多自由軟體(freeware)可供應用，如此可大大降低軟體購置費用與增加系統擴充性。

而 SCHISM 海洋模式為一原始碼開放軟體，其利用標準 Fortran 程式語言開發，故需要 Fortran 編譯器才可編譯程式。為了程式執行與開發，本研究計畫以 Intel Fortran for Linux 來解決編譯程式的問題。而 Intel Fortran for Linux 具有標準 FORTRAN 77、90 與 95 的編譯能力，有卓越的浮點計算能力、最佳化的執行速度、多執行緒程式的編譯能力與支援 64 位元作業系統等特點，唯一要注意的一點是，Intel Fortran for Linux 原本是免費的編譯軟體，現以改成要付費購買方能使用。

除了編譯器的設定外，由於 SCHISM 海洋模式需要 NetCDF 程式庫的支援，而 NetCDF (network Common Data Format)最早是由美國國家科學委員會資助之 Unidata 計畫所發展，其用意是提供一種通用的資料存取方式，資料的內容可以包括單點的觀測值、時間序列、規則排列的網格、以及人造衛星或雷達之影像檔案。其資料格式廣泛應用於大氣與海洋研究中，其為一自我描述資料的格式、並且可以跨越平台和機器的限制，現有之 NetCDF 程式庫可提供 C、Fortran、C++、Perl、或其他語言的聯結，以讓程式發展者可以快速的讀寫資料檔案。NetCDF 亦為開放源碼軟體，使用者可自由下載，其官方網站為 http://www.unidata.ucar.edu/software/netcdf/。SCHISM 所讀寫資料都必須透過 NetCDF 程式庫來完成，模式建置時亦須同時安裝此程式庫。

後置繪圖與資料處理方面，本研究計畫亦採用開放源碼軟體為主，如以自由軟體 NCL(NCAR Command Language)來進行圖形的繪製，透過命令腳本方式呼叫 NCL 軟體繪製分析展示所需的圖形。

SCHISM 海洋模式的建置作業流程如圖 3.17，首先建置 Linux 系統之作業環境，然後由 SCHISM 網站下載原始檔後解壓縮至使用者建立的工作目錄。為了編譯產生執行檔，須先編譯 Par-METIS 函式庫、設定 Makefile，程式內有預先定義好之模組，依不同計算案例決定開啟所需之模組，並由 CPP 前處理程式產生程式碼進行編譯，以設定 fortran 編譯器，即可產生執行檔。海潮流模擬時依據當時情況修正參數檔 param.in，以控制 SCHISM 計算之各項參數，如時間步長與輸入等控

制，最後透過 mpich 平行運算進行模式運算，產出水位、水平方向流速流向、垂直方向流速流向、鹽度、溫度、導電度等資料。

SCHISM 海洋模式預設輸出檔所在位置為該工作目錄下之 outputs 資料夾，輸出結果包含 binary 或 netcdf 檔案之格式。

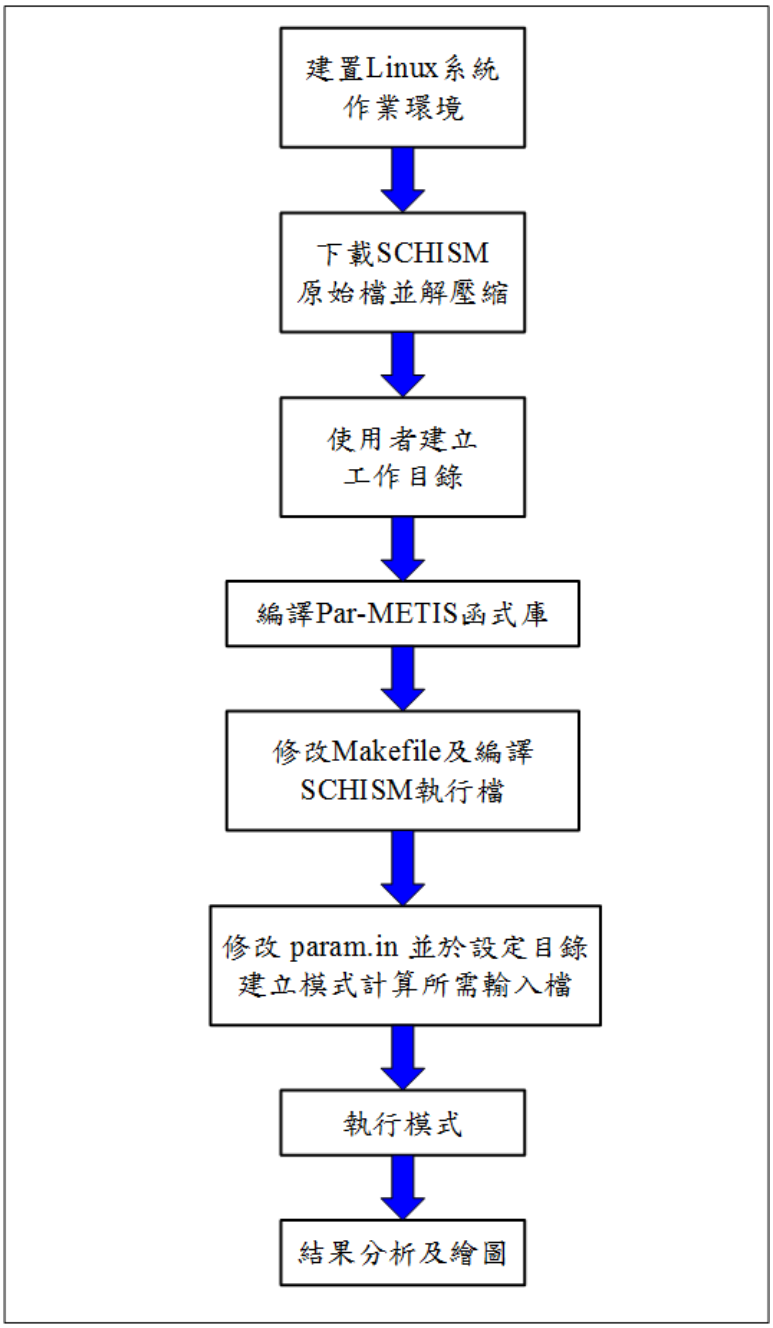


圖 3.17　SCHISM 海洋模式建置流程圖

3.5.2 模擬結果分析

為了解安平港周圍海域潮流的變化趨勢，模式範圍採用港灣技術研究中心所提供的港內外之高解析水深地形資料，再以 SMS 軟體進行網格建置。又由於 SCHISM 海洋模式於垂直方向結合隨地形變化的 S 與 Z 座標系統，因此於垂直方向共分為 21 層。

在 SCHISM 海洋模式外海開放邊界，海水面高程使用於不同之邊界網格輸入不同振幅與相位角來模擬海水面高程，以其產生之合成潮位來驅動模式之運算。在邊界條件設定目前僅考慮潮汐的影響，氣象的部份 (風及氣壓) 則於未來納入，潮汐常數資料來源分別為 FES2004 (Lyard et al., 2006) 全球潮汐常數資料庫與海岸模式應用研究室。兩種不同解析度的潮汐分潮做為初始與邊界條件模擬模擬今年(104 年)6 月 1 日至 6 月 30 日臺南安平港的海潮流場，以 6 月 15 日流場為例，如圖 3.18 與圖 3.19。圖中由箭頭的長度顯示海岸模式應用研究室的模擬流速大於 FES2004 的模擬流速，流向變化方面，兩種模擬結果皆符合潮汐一天兩次漲退潮的現象。

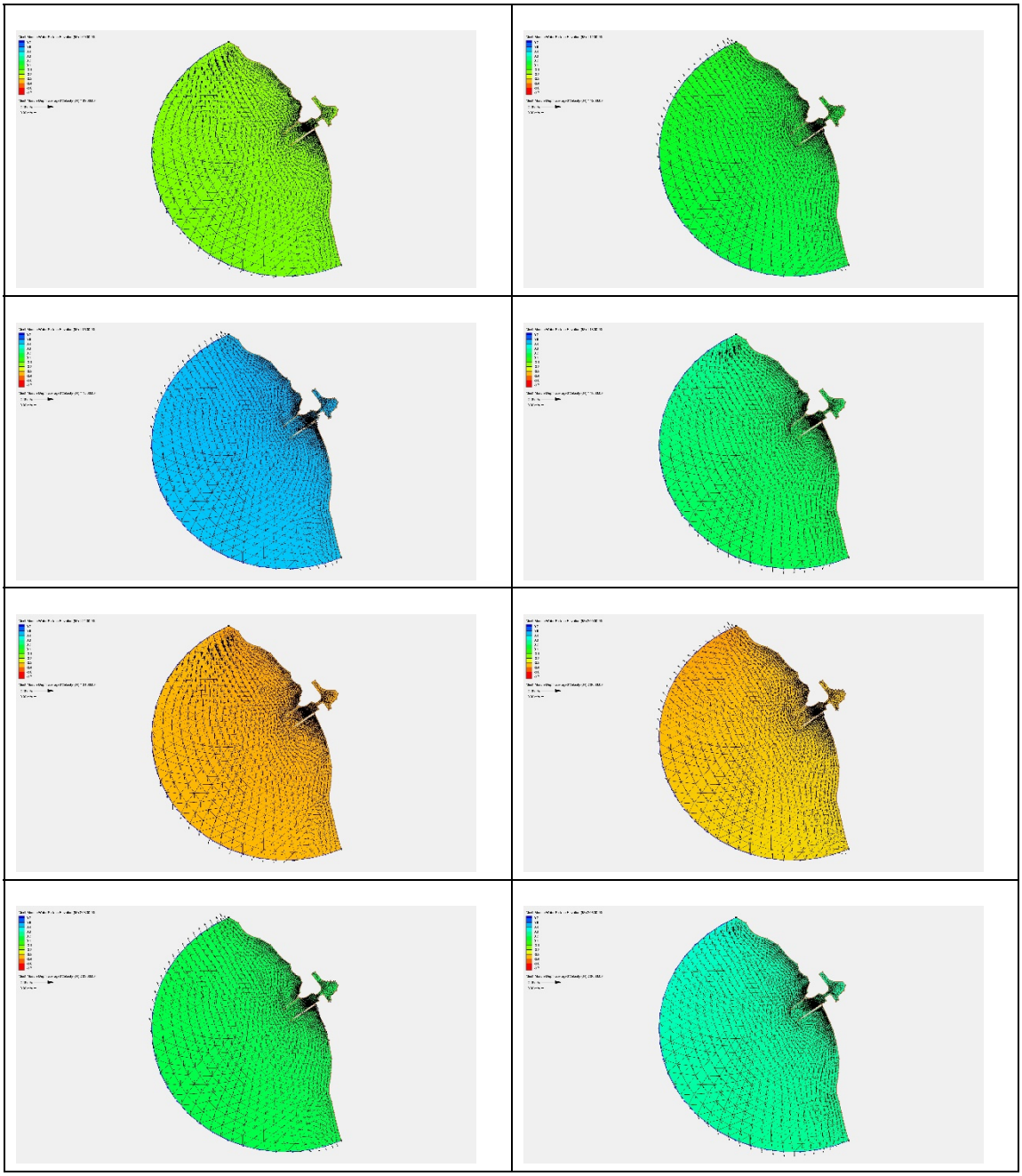


圖 3.18 以海岸模式應用研究室提供之潮汐常數模擬安平商港及附近海域海潮流結果(時間為 2015 年 06 月 15 日，時間間隔為 3 小時，依序為先由左往右，再由上往下)

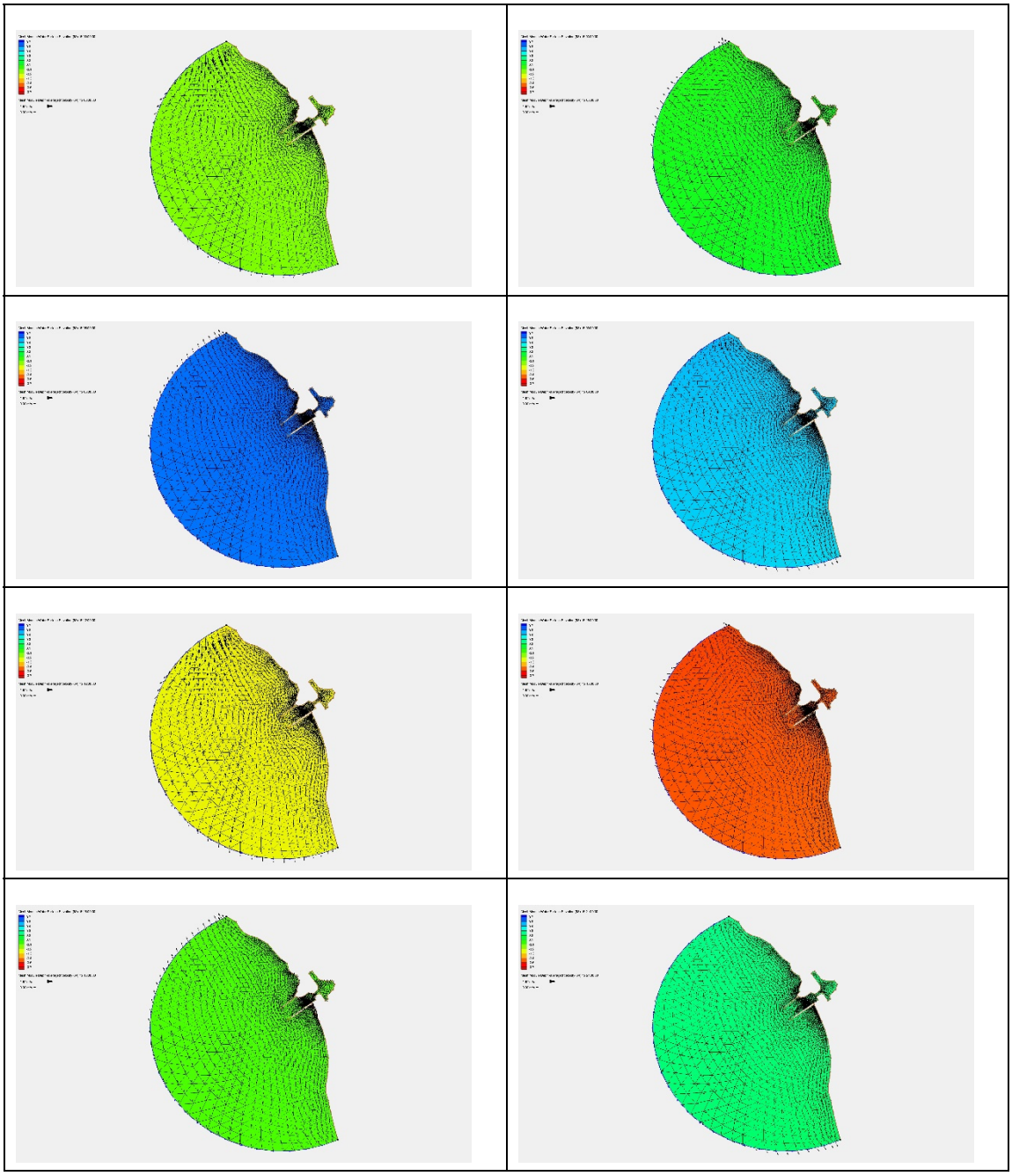


圖 3.19 以 FES2004 提供之潮汐常數模擬安平商港及附近海域海潮流結果(時間為 2015 年 06 月 15 日，時間間隔為 3 小時，依序為先由左往右，再由上往下)

將模擬流場資料輸出最接近臺南安平港測站的網格點，比對流速流向時序列，如圖 3.20 與圖 3.21，圖中紅色實線為以海岸模式應用研究室的潮汐分潮做為初始與邊界條件的模擬海潮流結果，藍色實線為以 FES2004 的潮汐分潮做為初始與邊界條件的模擬海潮流結果，圖 3.20 顯示以海岸模式應用研究室的潮汐分潮做為初始與邊界條件的模擬海潮流結果較為接近實測資料，下年度(105 年)將對模式進行校驗，以提高模擬準確度。圖 3.21 顯示模擬的流向整體趨勢符合實測流向。

進一步以統計方法對模擬流速與安平港實測流速資料進行量化評估測試，統計方法的定義如下：

(1) 平均偏差 (BIAS: the mean bias error)

$$BIAS = \frac{1}{N}\sum (P_i - O_i)$$

(2) 均方差 (RMS: root mean square error)

$$RMS = \left\{ \frac{1}{N}\sum (P_i - O_i)^2 \right\}^{1/2}$$

(3) 散射指數 (SI: scatter index)

$$SI = \frac{RMS}{\overline{O}}$$

其中，N 是資料筆數，$\overline{P}$ 是模擬值 P_i 的平均值，$\overline{O}$ 是觀測資料 O_i 的平均值。

由統計結果顯示以海岸模式應用研究室的潮汐分潮做為初始與邊界條件的模擬流速與實測流速之間的平均偏差-0.05m/s、均方差 0.03m/s、散射指數 0.15，此統計結果明顯優於以 FES2004 的潮汐分潮做為初始與邊界條件的模擬流速統計結果。

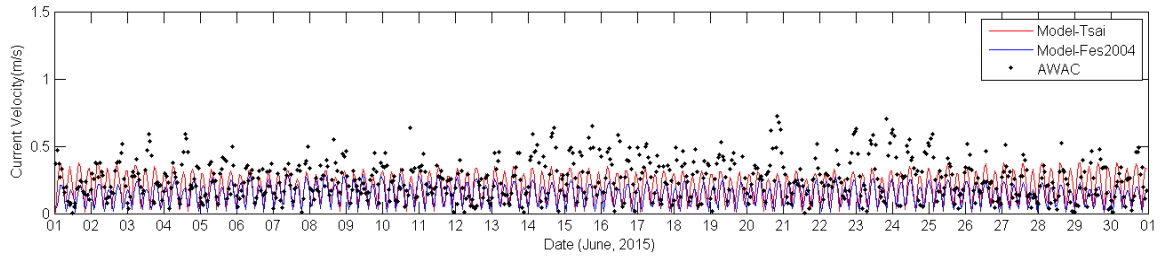


圖 3.20 不同潮汐常數之模擬流速與安平港實測流速比對時序列圖

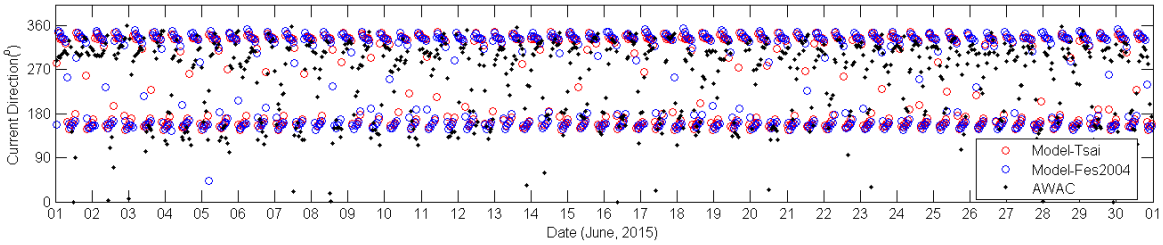


圖 3.21 不同潮汐常數之模擬流向與安平港實測流速比對時序列圖

表 3-1 模擬流速與實測流速之統計分析

統計值 / 潮汐常數	BIAS (m/s)	RMS (m/s)	SI
海岸模式應用研究室	-0.05	0.03	0.15
FES2004	-0.12	0.19	0.73

3.6 油污擴散模式建置與案例蒐集

油污擴散模式已完成建置，為了下年度(105 年)探討油污擴散模擬校驗，本研究計畫蒐集臺灣海域近 5 年來重大溢油事件，包括 100 年 10 月 3 日基隆大武崙外海巴拿馬籍砂石船瑞興輪觸礁溢油事件與 101 年 2 月 19 日澎湖外海泰籍歐倍隆貨船擱淺溢油事件。蒐集溢油事件的資料包括溢油事件相關資料(如油品種類、溢油總量等)，再依據事件發生時間與位置計算海潮流資料，方可模擬溢油發生後之擴散變化，預測溢油在水體表面移動軌跡及污染程度，包括不同時間情形下，溢油在海洋表面運動的路徑、影響範圍、曾經影響區域、在水體中及進入空氣中的數量、到達及黏附在海岸地區的數量，以及在某一特定區域

內的溢油量等。

3.6.1 油污擴散模式建置

SCHISM 海洋模式內油污擴散模組的建置作業流程如圖 3.22，在 SCHISM 海洋模式內油污擴散模組內建立使用者工作目錄後，再編譯 oil-spill-v2.f90 之 fortran 程式以產生執行檔。油污擴散模擬前須依據當時情況修正參數檔 spill.in，以控制油污擴散計算之各項參數，如油污溢漏位置、啟始時間、油品特性等，並讀取經 SCHISM 海洋模式模擬計算產出的水位資料、3 維之流場、風場、與紊流擴散係數等，完成相關設定後即可產出 spill.out 之輸出檔。

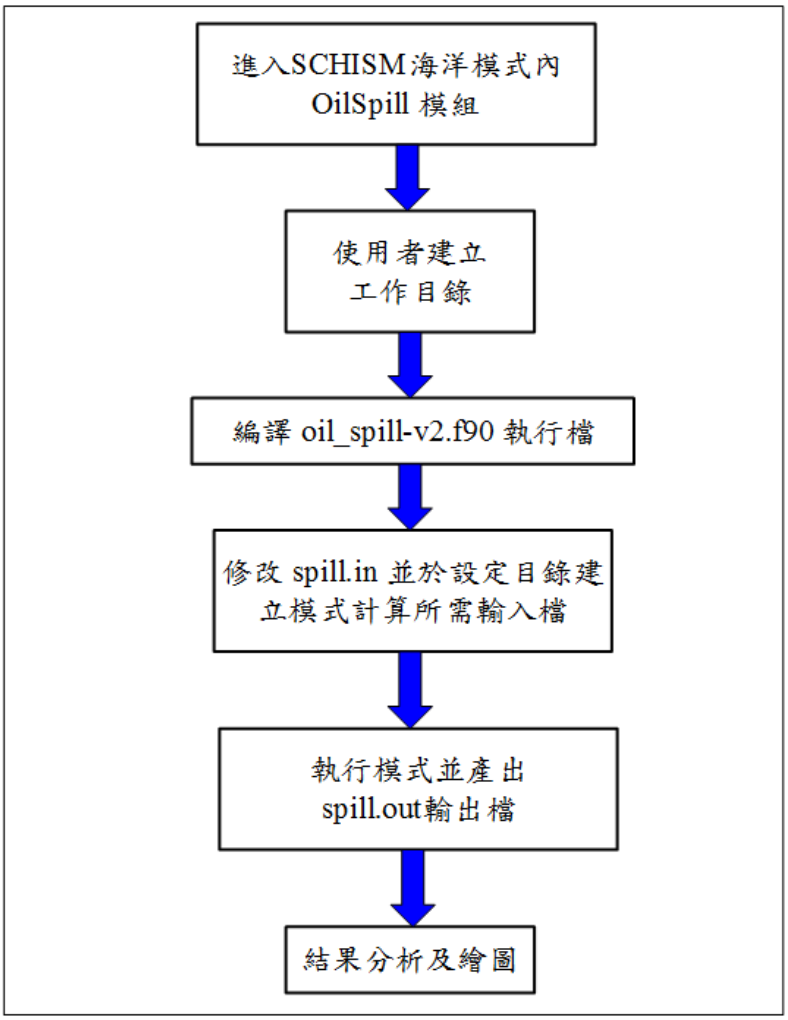


圖 3.22 油污擴散模式建置流程圖

3.6.2 基隆大武崙外海巴拿馬籍砂石船瑞興輪觸礁溢油事件

100 年 10 月 3 日清晨，巴拿馬籍砂石船瑞興輪在基隆大武崙外海 185.2m 處觸礁事件船身斷為兩截，依據環保署統計，瑞興輪載有柴油 81 公噸、燃油 218 公噸及潤滑油 13.5 公噸，共計 312.5 公噸，這些油料部分已經外洩，並隨著海浪與潮汐污染海面與岸上，自北海岸獅子公園經大武崙漁港往東約 3km 為嚴重污染範圍，往海洋延伸污染區域最大寬度可達 1km，隨著風向一路往 2 至 3km 距離的外木山漁港方向擴散，污染範圍緊鄰台電核一、核二廠取水口、萬里漁港、白宮行館沙灘、萬里橋等區域設施，如圖 3.23 至圖 3.25 所示。



圖 3.23 瑞興輪擱淺與油污情況(圖片來源：自由日報)



圖 3.24 瑞興輪大量重油外洩造成嚴重污染，新北市環保局派員在岸邊鋪設攔油索(圖片來源：自由日報)



圖 3.25 瑞興輪大量重油外洩造成岸邊礁石嚴重污染(圖片來源：自由日報)

3.6.3 澎湖外海泰籍歐倍隆貨船擱淺溢油事件

101 年 2 月 19 日，泰國籍歐倍隆(OBERON)貨輪在凌晨從台中出發返泰國途中，疑因距岸過近，加上誤判澎湖東北季風威力，在吉貝外海目斗嶼附近的關帝爺礁觸礁擱淺，由於船艙破裂漏油，45 公噸重油全數洩出，西嶼沿岸出現大量油污，如圖 3.26 所示。



圖 3.26 溢油實際影響海岸地點
(圖片來源：行政院環保署)

第四章　油污整合系統實務操作規劃

針對油污的監測與預測，本計畫分別發展岸基雷達遙測技術與油污擴散模式預測技術，目標是要將上述的遙測與預測技術進行系統整合，藉以完整掌握油污的運動資訊。本章針對兩技術之整合規劃進行研擬與討論如下。

4.1 雷達與模式獲得結果之比對

在進行雷達偵測與油污擴散模式模擬結果整合之前，本計畫先針對兩種技術的產出結果進行比對與檢討。圖 4.1 為本計畫今年度針對安平港測試期間的結果比對，流場資料比對時間為 2015 年 6 月 15 日的 9 時至 16 時。為釐清流速與潮汐之關聯性，圖中也展示現場水位觀測結果；此外，圖中也包含安平港所設置現場海流觀測儀器(AWAC)的同步海流觀測結果。結果顯示雖然 SCHISM 海洋模式的海潮流流速模擬結果明顯低於海流觀測值，但變化趨勢大致相同，判斷是因為模式所考慮的海潮流驅動力為潮汐水位，且網格節點上的振幅與相位角是由單一個網格點的分潮值內差與外差得到，而觀測之海流除潮流之外，還包含有風趨流與波浪所產生的水粒子運動等速度量。針對流向之結果，可發現模擬與觀測結果之趨勢大致還算一致，但 14~15 時的流向模擬結果與現場測得流向之差異較大。圖 4.2 是針對臺北港雷達與模式所求得流場結果之比對，流場資料比對時間為 10 月 7 日的 9 時至 18 時，SCHISM 海洋模式的海潮流流速模擬結果雖然也明顯低於雷達所測得之觀測值，但變化趨勢一致，而流向模擬與觀測結果之趨勢則大致還算相近。

針對上述之比對結果發現，SCHISM 海洋模式的流速模擬結果雖然明顯低於實際觀測所得之流速值，但變化趨勢一致。為確保油污擴散模式的模擬結果能更有效預測油污的運動，本計畫規劃整合雷達與模式之觀測結果，並透過雷達觀測結果修正模式之參數。

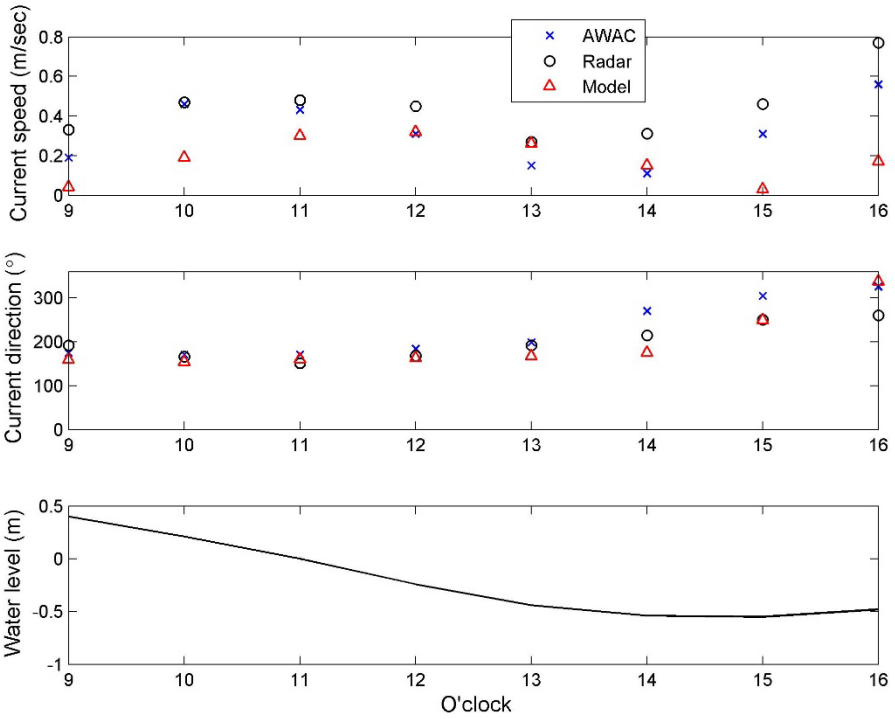


圖 4.1 臺南安平港雷達與模式所求得流場結果之比對

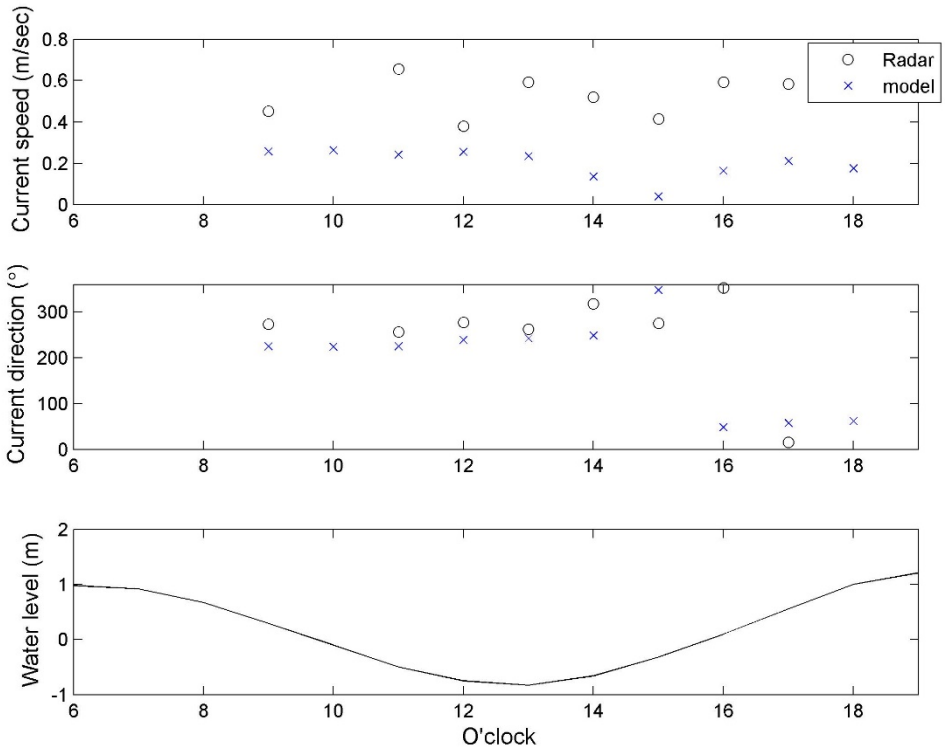


圖 4.2 臺北港雷達與模式所求得流場結果之比對

4.2 雷達與模式整合之規劃

針對雷達與模式系統之整合，本計畫規劃透過雷達系統進行海面監測，從中取得油污與海象資訊，並將海象資訊提供給油污擴散模式作為油污模擬的輸入參數，進一步針對油污模擬結果與雷達偵測所得油污特徵(包含油污面積與位置等)進行交互比對，確認所取得油污資訊的正確性，相關系統整合之流程如圖 4.3 所示。

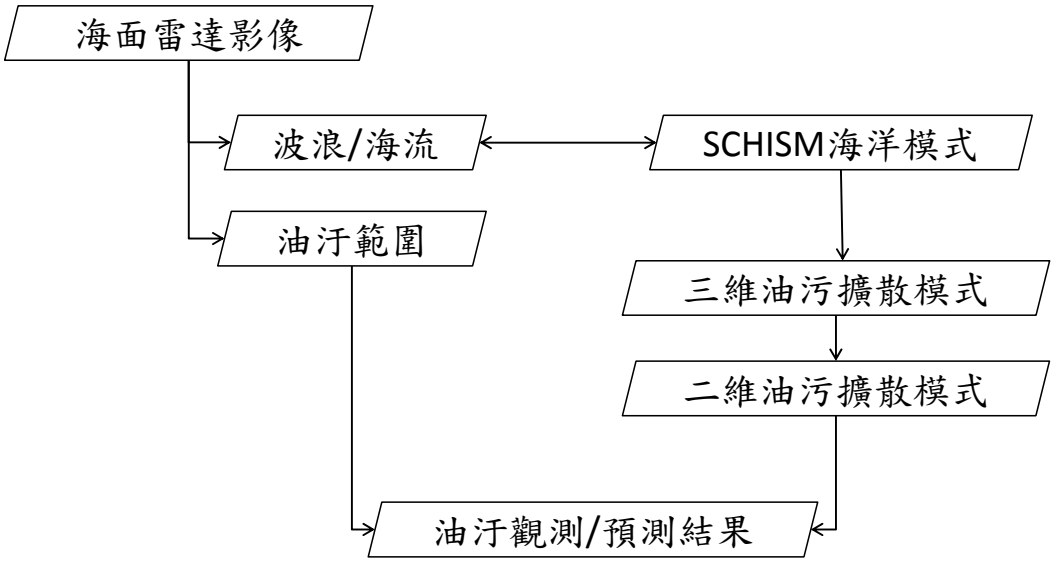


圖 4.3 雷達與模式整合系統之流程

由於雷達影像的分析過程，包括影像辨識與海象分析，主要都是將影像數據視為一數學矩陣進行演算分析，其影像矩陣分析結果並無地理資訊(油污所在區域的經緯度位置)於其中。為能確保雷達觀測結果與油污擴散模式的模擬結果能交互使用，必須確保兩者所產出的資料具有相同的格式。有鑑於此，須建立雷達觀測影像矩陣位置與實際地理座標之間的關係。由雷達回波訊號時序列中，每一脈衝波代表著空間中雷達天線所指向的每一個方位角(Azimuth)。而相鄰脈衝波之間的訊號則代表著在空間中某一方位上，距離雷達不同遠近之位置所返回的回波強度。這些雷達訊號可透過極座標系統之雷達影像呈現，如圖 4.4 所示。該圖在某一段方位角範圍內並無回波資訊，這是因為這段方位角範圍內為陸地區域的雷達回波，於本計畫中並無使用。為節省資

料儲存空間，本計畫並不針對這段僅包含陸地區域雷達回波範圍的資料進行接收與儲存。雷達回波訊號的擷取是透過高速取樣的資料擷取設備進行雷達訊號的數位化，取樣頻率(S_r)決定了雷達影像徑向的空間解析度(Δ_r)：

$$\Delta_r = \frac{V_e}{2 \cdot S_r} \quad \text{..... (4-1)}$$

上式中，V_e為電磁波的行進速度。根據式(4-1)可推算出，使用取樣頻率為 20 MHz 的資料擷取卡擷取雷達訊號時，雷達影像之徑向的空間解析度為 0.0075km/pixel，也就是雷達影像矩陣內相鄰元素位置之間的距離為 0.0075km。

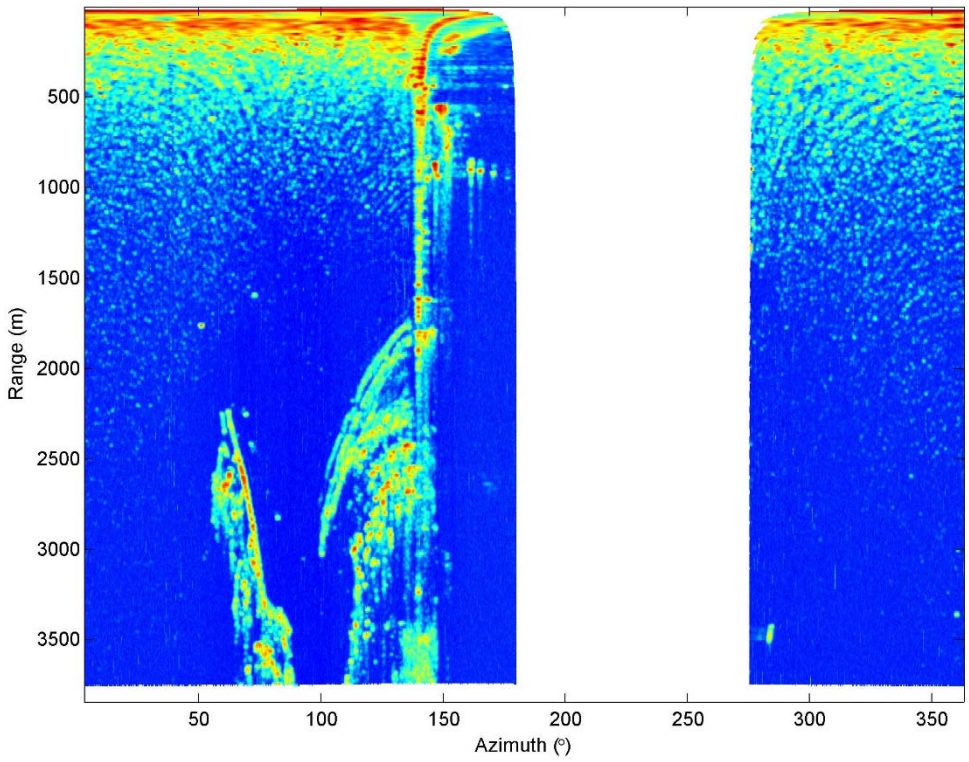


圖 4.4 極座標系統之雷達影像

為能求取雷達影像矩陣內所有元素位置的實際地理座標，需先確認雷達天線的所在位置，並透過此一參考位置點還算出影像內不同元素位置的實際地理座標，以本計畫於臺北港的測試為案例，雷達天線

設置之位置為(121.386582°E, 25.171585°N)。由於地球本身球體曲率以及經緯度定義的影響，在不同緯度條件下的公制單位距離與經度或緯度間的距離並不相同，理論上緯度越高的區域，其經度 1°所對應的公制單位距離會愈小。以本計畫於臺北港測試期間的雷達天線所在位置為例，沿東西向移動 1km 距離所對應的經度移動量約為 0.0099°；沿南北向移動 1km 距離所對應的緯度移動量則約為 0.0090°。透過雷達天線所在位置、觀測方位角與前述公制單位距離與經度或緯度間的距離關係，再搭配三角函數的數學關係，可將雷達影像矩陣資訊轉換為實際的經緯度座標系統，圖 4.5 即為本計畫於臺北港測試期間轉換為地理座標系統後之雷達影像。

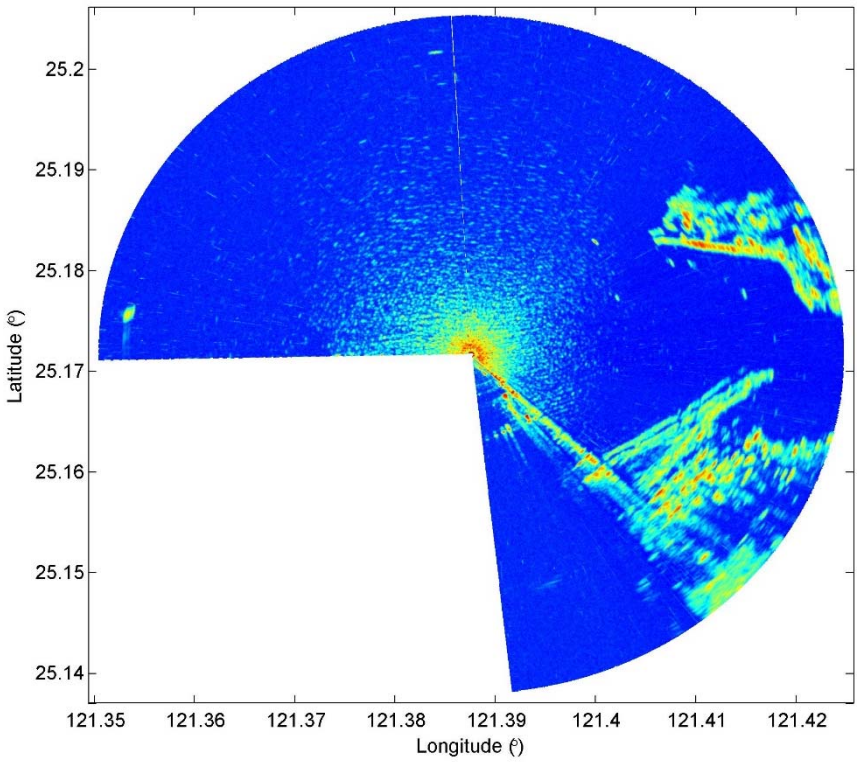


圖 4.5 轉換為地理座標系統後之雷達影像

進一步需將雷達所測得疑似油污的資訊透過地理座標紀錄，才能有效掌握油污的運動軌跡。圖 4.6 為本計畫經由前述章節所模擬雷達影像經油污辨識後所界定出的疑似油污區域(圖中的紅色區域)，考慮到後續與油污擴散模式的整合，本計畫以雷達影像的像素解析度作為基本

單位，將疑似油污區域拆解為質點，如圖 4.6 所標示的 o 標記，每一標記所在位置的經緯度資訊進而都能被明確計算出。

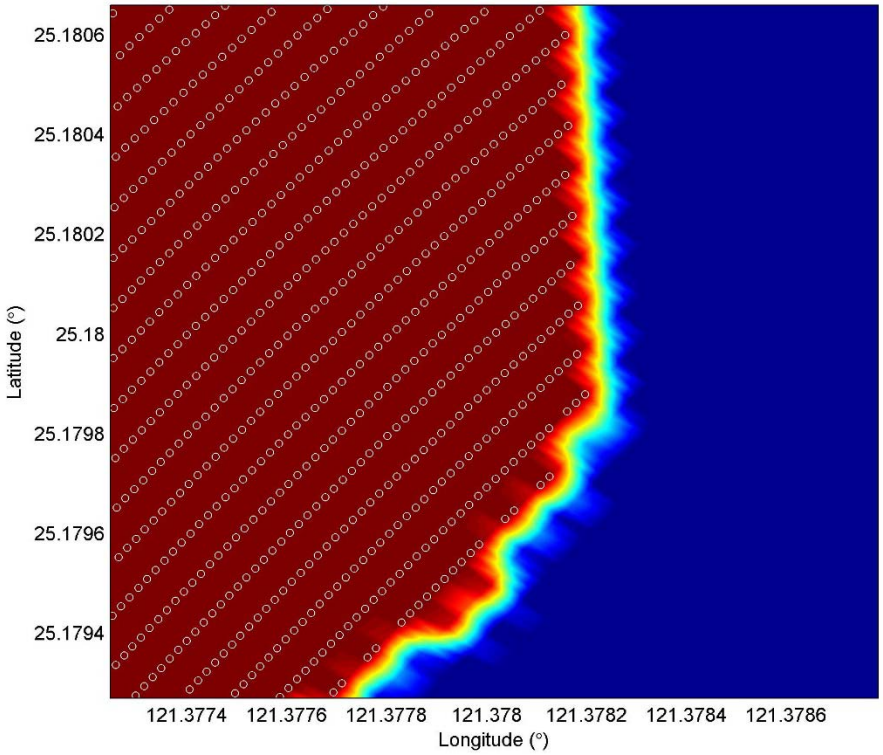


圖 4.6 雷達影像經油污辨識後所決定出的質點(圖中的 o 標記)

透過前述的影像資料轉換，雷達觀測結果與油污擴散模式預測結果之間能透過地理座標系統進行整合，圖 4.7 為目前初步規劃由雷達系統觀測完成之後提供給模式的格式化資料檔範例，檔案之中除包含有雷達觀測所得之流速、流向之外，還提供影像辨識後計算所得之疑似油污區域的面積。此外，本計畫進一步針對將疑似油污區域內所拆解成的質點經緯度位置依序輸出於檔案之中。

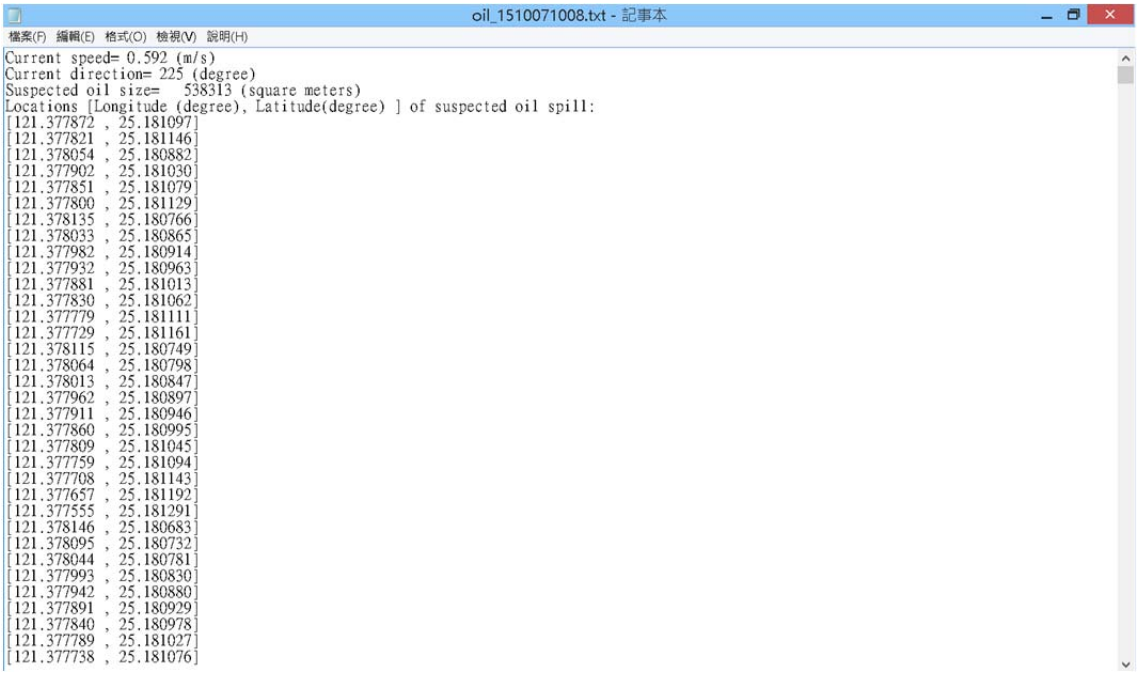


圖 4.7 本計畫所規劃由雷達提供給模式的資料範例

雷達遙測與油污擴散模式預測系統整合之目的是讓兩項工具所產出的資訊能交互使用，藉以從中確認油污資訊。有鑑於此，本計畫規劃因應海域油污之作業流程如圖 4.8 所示。一旦接獲海域油污情資，需在半小時內確認油污所在區域的地理環境資訊，藉以確保雷達架設位置能有效監測到海面油污與提供準確的模式所需輸入資料。雷達系統也須於半小時內完成裝置整備工作，並規劃出最理想的雷達現場架設位置。在抵達油污發生地點的海岸之後，需在半小時內架設完成臨時雷達站，並隨即啟動觀測作業。觀測作業啟動後，理論上在半小時內即可獲得第一筆的油污位置、範圍、及海面波浪與流速等資訊。為確保雷達觀測結果的正確性，需與外部資訊(包括最新的政府公告訊息與媒體報導)交互比對。待油污資訊確認無誤之後，隨即在現場透過 3G 或 4G 無線通訊設備將雷達觀測結果(如圖 4.7 之檔案格式)提供予油污擴散模式系統。為能持續監控油污的動向，應持續進行雷達觀測至少 24 小時。模式經預測後的油污資訊提供現場雷達團隊，藉以進行交互比對，確認模式預測結果的準確性，再進一步提供現場油污結果予模

式，提供油污擴散模式進行參數修正，進行再次模擬預測。

前述所規劃是機動式雷達系統之因應流程，針對港區固定式作業化雷達觀測系統，其因應海域油污之作業流程則規劃如圖 4.9 所示。在平日無油污災害期間，雷達系統可作為海氣象觀測之使用，提供逐時的波浪與海流資料作為港口營運之參考。一旦確認港區發生油污災害，則隨即透過網路遠端操控，啟動影像油污特徵辨識演算。待從雷達影像所取得的油污資訊確認無誤之後，隨即透過網路設備將雷達觀測結果提供予油污擴散模式系統，作為模式模擬之使用。

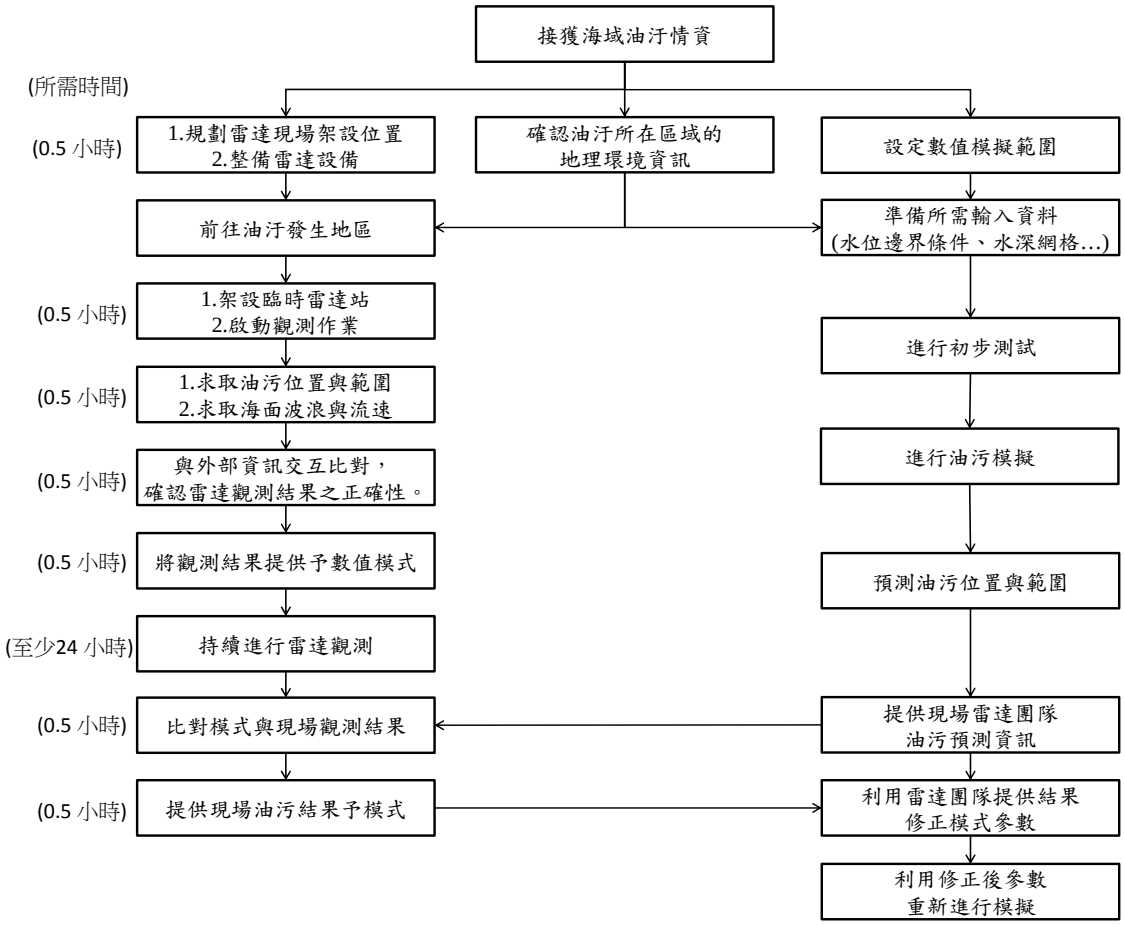


圖 4.8 機動式雷達站因應海域油污之作業流程

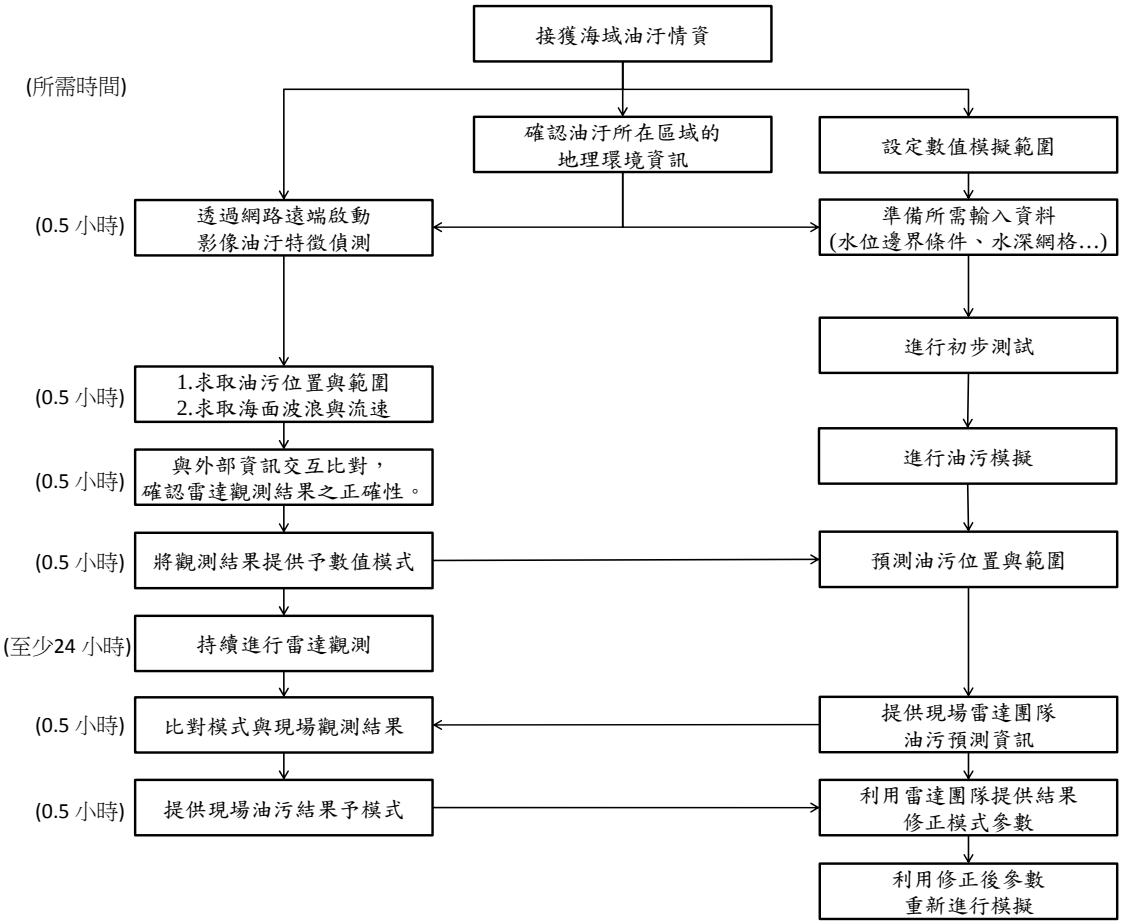


圖 4.9 固定式雷達站因應海域油污之作業流程

第五章　風速資料蒐集與分析方法

上一年度計畫中已初步進行臺中港、安平港及布袋港之港區風速分布特性分析，建立各港區風速及風速差值合理性檢核標準。本年度持續進行臺北港及基隆港港區風速統計機率分布之探討，以建立港區之風速分布機率密度函數，以作為檢核標準值之選定。

5.1 資料來源與蒐集

利用本中心歷年於臺北港及基隆港附近海域所進行海氣象調查計畫之觀測資料進行分析，另蒐集中央氣象局於臺北港及基隆港氣象站之風觀測資料總計 5 個測站。臺北港測站地理位置如圖 5.1.1 所示，圖中紅星 1 為本中心臺北港港區陸域風測站(25°09'24"N 121°22'19"E；TPW0)、紅星 2 為氣象局臺北港港區陸域風測站(25°09'50"N 121°26'54" E；TPE0)及紅星 3 為本中心臺北港港區海域觀測樁風測站(25°10'54"N 121°22'33" E；TPX0)之位置；資料蒐集期間自 1996 年 7 月至 2011 年 11 月。基隆港測站地理位置如圖 5.1.2 所示，圖中紅星 1 為本中心基隆港港區陸域風測站(25°09'19"N 121°45'09"E ；KLW0)及紅星 2 為氣象局基隆港港區陸域風測站(25°07'58"N 121°44'26"E ；KLE0)之位置；資料蒐集期間自 1999 年 1 月至 2011 年 11 月。資料蒐集期間由於儀器故障或維護而有部份資料缺漏，為求資料之可性度，本計畫定義當該月資料個數未達應測個數之90%時視為缺資料，而不納入統計分析樣本。有關詳細觀測過程、儀器型式與安裝及資料傳輸處理等，請另參閱參考文獻[13][14][15][16]。

根據上一年度研究結果顯示，港區風速受季節變化有明顯差異，以歷年各月風速平均值而言，3 月至 4 月風速有逐漸變小趨勢；5 月至 8 月則大致穩定；9 月至 10 月風速有逐漸增大趨勢；11 月至翌年 2 月風速平均值雖然最大但大致穩定，如圖 5.1.3。因此，本計畫後續將 3 月至 4 月定義為春季；5 月至 8 月定義為夏季；9 月至 10 月定義為秋

季；11 月至翌年 2 月定義為冬季。



圖 5.1.1 臺北港風速風向觀測站地理位置示意圖



圖 5.1.2 基隆港風速風向觀測站地理位置示意圖

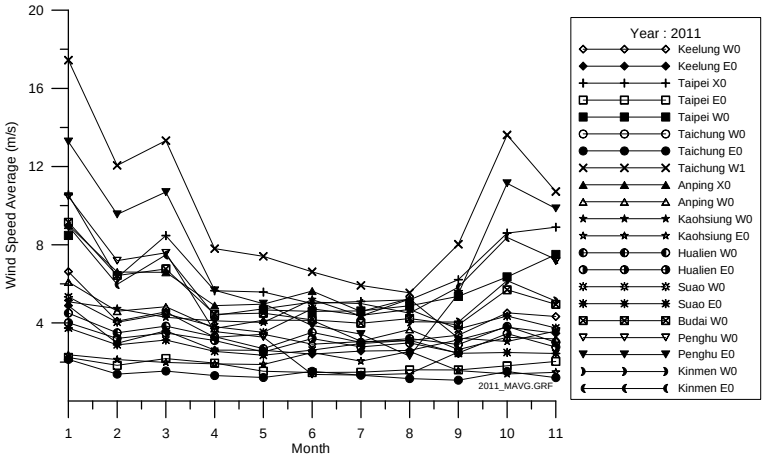


圖 5.1.3 各港區測站 2011 年風速月平均值

5.2 風速分布之機率密度函數

有關風速之機率分佈研究成果已有多位學者提出，例如張景鐘、何忠穎〔1995〕利用基隆、臺中、高雄及花蓮等4大港口之風速風向資料，以機率及統計之理論和方法，探討各港口之風速分佈與適當之分佈機率函數並求出不同迴歸期之基本設計風速風向。凌拯民、劉秉勳、陳卿翊〔2009〕利用臺灣北、中、南及東8個具區域代表性之氣象局測站於2003年至2008年的風速觀測資料，進行風速分佈機率密度函數的探討。其結果指出某些地區如澎湖、台東測站在某些月份最適合之分佈函數並非常見之韋伯(Weibull)而是伽瑪(Gamma)。莊月璇〔2001〕及凌拯民、劉秉勳、陳卿翊〔2009〕等人之研究皆指出並非所有地區或時段的風速分佈皆適合利用韋伯機率函數作有效的描述，一些地形較複雜或特殊區域或週期性或季節性劇烈的氣候變化所導致氣壓、溫度的變異，皆會影響風速呈現不同的分佈型態。目前大部分的研究者對於風速分佈的探討大都著重於建築物受風影響或是風能利用等方向，例如張景鐘、何忠穎〔1995〕求得基隆港迴歸期100年之設計風速於1月及9月分別是22.1m/s及45.4m/s，而高雄港則為分別是15.7m/s及33.4m/s，以9月份之45.4m/s檢視顯然颱風風速資料已一併納入統計分析之內，並沒有區分季風與颱風之處理。

在前一章中所研提之高低絕對值、空間相對值、時間相對值及因果相對值等4種合理性之海氣象資料自動檢核方法，大致上皆須利用統計方法求得樣本資料之分佈機率密度函數及不同樣本資料間之迴歸經驗式等檢核模型之建立。一般在分析風速數據資料時並非事先能確定這些數據分佈的機率分佈圖形是屬於哪一種已知的機率密度函數，例如常見的韋伯(Weibull)機率密度函數。一般的作法是先繪製這些數據的統計直方圖，然後利用適合度(Goodness of Fit)檢定方法去比較直方圖所呈現的統計分佈與哪些已知的機率密度函數分佈最接近，而常用之檢定方法如卡方(Chi-Square Test)檢定或K-S檢定。不過在利用統計直方圖分析風速分佈特性時，數據分組之組個數及分組之組間距是2 個重

要關鍵。不同的組個數或組間距會影響其機率分佈是否可代表風速特性的準確程度。因為相同的風速數據，當組個數越多時直方圖中可能因每組累積的數據數量太少而呈現不連續之跳動現象，此顯示其機率分佈圖的機率變動過於敏感；但當分組個數變少時可能過寬之組間距會使數據一直重複落在同一組間距內，此過低的解析度也會造成無法反映數據的真實分佈。因此，如何求得合適之機率密度函數作為檢核模型，以利於資料的檢核作業並提升資料品質是本研究重點。

由於資料繁多，本計畫本年度以臺北港及基隆港之風速資料進行分析，後續年度再陸續納入其他港口。參考以往研究結果在可能適合之風速分布機率密度函數選擇上，本計畫以韋伯3參數(Weibull 3P)、 韋伯2參數(Weibull 2P)、萊利(Rayleigh)、通用極值(Generalized Extreme Value)、伽瑪(Gamma)及對數常態(Lognormal)等6種常見之風速機率密度函數進行風速分布特性探討。介紹說明如下：

1.韋伯3參數(Weibull 3P)：

$$f(x)=\frac{\alpha}{\beta}(\frac{x-\gamma}{\beta})^{\alpha-1}exp(-(\frac{x-\gamma}{\beta})^{\alpha}) \quad \text{.....(2-1a)}$$

$$F(x)=1-exp(-(\frac{x-\gamma}{\beta})^{\alpha}) \quad \text{.....(2-1b)}$$

$\gamma \leq x < +\infty$

2.韋伯2參數(Weibull 2P)：

$$f(x)=\frac{\alpha}{\beta}(\frac{x}{\beta})^{\alpha-1}exp(-(\frac{x}{\beta})^{\alpha}) \quad \text{.....(2-2a)}$$

$$F(x)=1-exp(-(\frac{x}{\beta})^{\alpha}) \quad \text{.....(2-2b)}$$

$0 \leq x < +\infty$

3. 萊利(Rayleigh)：

$$f(x)=\frac{x-\gamma}{\beta^2}exp(-\frac{1}{2}(\frac{x-\gamma}{\beta})^{2}) \quad \text{.....(2-3a)}$$

$$F(x) = 1 - exp(-\frac{1}{2}(\frac{x-\gamma}{\beta})^2) \quad \text{.....(2-3b)}$$

$\gamma < x \leq +\infty$

4. 通用極值(Generalized Extreme Value)：

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{\beta} exp\left(-(1+\alpha z)^{-\frac{1}{\alpha}}\right)(1+\alpha z)^{-1-\frac{1}{\alpha}}, & \alpha \neq 0 \\ \frac{1}{\beta} exp(-z - exp(-z)), & \alpha = 0 \end{cases} \quad \text{.....(2-4a)}$$

$$F(x) = \begin{cases} exp\left(-(1+\alpha z)^{-\frac{1}{\alpha}}\right), & \alpha \neq 0 \\ exp(-exp(-z)), & \alpha = 0 \end{cases} \quad \text{.....(2-4b)}$$

$1 + \alpha z > 0 \quad for \ \alpha \neq 0$

$-\infty < x < +\infty \quad for \ \alpha = 0$

$$z = \frac{x-\gamma}{\beta}$$

5. 伽瑪(Gamma)：

$$f(x) = \frac{(x-\gamma)^{\alpha-1}}{\beta^{\alpha}\Gamma(\alpha)} exp(-(x-\gamma)/\beta) \quad \text{.....(2-5a)}$$

$$F(x) = \frac{\Gamma_{(x-\gamma)/\beta}(\alpha)}{\Gamma(\alpha)} \quad \text{.....(2-5b)}$$

$\gamma \leq x \leq +\infty$

Γ ： Gamma Function

$$\Gamma(\alpha) = \int_0^{\infty} t^{\alpha-1} e^{-t} dt \quad (\alpha > 0)$$

Γ_x ：Incomplete Gamma Function

$$\Gamma_x(\alpha) = \int_0^x t^{\alpha-1} e^{-t} dt \quad (\alpha > 0)$$

6. 對數常態(Lognormal)：

$$f(x) = exp(-\frac{1}{2}(\frac{ln(x-\gamma)-\beta}{\alpha})^2)/(x-\gamma)\alpha\sqrt{2\pi} \quad \text{..... (2-6a)}$$

$$F(x) = \Phi(\frac{ln(x-\gamma)-\beta}{\alpha}) \quad \text{..... (2-6b)}$$

$\gamma < x \leq +\infty$

Φ ： Laplace Integral

$$\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-t^2/2} dt$$

式(4-1)至式(4-6)中，*x*為樣本變數，*f (x)*為機率密度函數(probability density function)，*F(x)*為累積機率函數 (cumulative probability function)，α 、β及γ 為描述機率密度函數之參數，γ 稱為位置參數 (location parameter)與樣本平均值 (mean)有關，而 β 值稱為尺度參數 (scale parameter) 與樣本標準偏差 (standard deviation)有關，α 為形狀常數，決定機率函數之尖扁形狀。

5.3 風速差值分布之機率密度函數

由於風速差值可能為負值與風速皆正值不同，故機率密度函數之變數範圍須涵蓋正負值。本研究選取強森SU(Johnson SU) 、常態(Normal)、通用極值(Generalized Extreme Value)、誤差函數(Error Function)及邏輯(Logistic) 等5種機率密度函數，其中通用極值已於前一章說明，另4種分述如下。

1. 強森-SU(Johnson SU)：

$$f(x) = \frac{\delta}{\lambda\sqrt{2\pi}\ \sqrt{z^2+1}} exp\left(-\frac{1}{2}\left(\gamma + \delta ln\left(z + \sqrt{z^2+1}\right)\right)^2\right) \quad \text{... (2-7a)}$$

$$F(x) = \Phi\left(\gamma + \delta ln\left(z + \sqrt{z^2+1}\right)\right) \quad \text{..... (2-7b)}$$

$$-\infty < x < +\infty$$

$$z = \frac{x - \xi}{\lambda}$$

Φ ： Laplace Integral

$$\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-t^2/2}\, dt$$

2. 常態(Normal)：

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2\right) \quad \text{..... (2-8a)}$$

$$F(x) = \Phi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right) \quad \text{..... (2-8b)}$$

$$-\infty < x < +\infty$$

3. 誤差函數(Error Function)：

$$f(x) = \frac{h}{\sqrt{\pi}} exp(-(hx)^2) \quad \text{..... (2-9a)}$$

$$F(x) = \Phi\left(\sqrt{2}hx\right) \quad \text{..... (2-9b)}$$

$$-\infty < x < +\infty$$

4. 邏輯(Logistic)：

$$f(x) = \frac{exp(-z)}{\sigma(1 + exp(-z))^2} \quad \text{..... (2-10a)}$$

$$F(x) = \frac{1}{1 + exp(-z)} \quad \text{(2-10b)}$$

$$-\infty < x < +\infty$$

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

式(2-7)至式(2-10)中，x為樣本變數，$f(x)$為機率密度函數(probability density function)，$F(x)$為累積機率函數(cumulative probability function)，α、β及γ為描述機率密度函數之參數，γ稱為位置參數 (location parameter)與樣本平均值 (mean)有關，而 β 值稱為尺度參數 (scale parameter) 與樣本標準偏差 (standard deviation)有關，α 為形狀常數，決定機率函數之尖扁形狀。強森-SU分布中之 γ 及 δ 為形狀參數，λ 為尺度參數， ξ 為位置參數。常態分佈中之 σ 為尺度參數，μ 為位置參數。誤差函數分布中之 h 逆尺度參數(inverse scale parameter)。邏輯分布中之 σ 為尺度參數，μ 為位置參數。

5.4 機率密度函數之參數估計及適合度檢定

5.4.1 機率密度函數之參數估計

統計資料及機率密度函數決定後，函數中之參數如何推定，有不同的方法。一般機率密度函數之參數推定法，有力矩法 (MOM，method of moment)，最小二乘法(LSM， least square method)及最大概似法(MLM，maximum likelihood method)等。力矩法為最簡單之參數推定法，其乃利用機率密度函數的力矩，求出平均值與變異數，建立二者與形狀參數及位置參數的關係。最小二乘法為常用之推定法，而其值得注意的是如何決定排序資料之機率而不導致偏態的結果，即是給予適當的劃位 (plotting position)。最大概似法在統計學上是最常被用來做為參數估計值的方法，將機率密度函數使用數學式子推導求得相關的相似函數，經由疊代法反覆將相似函數做運算，當疊代數值逐漸收斂於某參數估計時，即為所求之參數估計值。在一般情況下，最大概似法有較佳的統計特性，尤其是用於很多樣本時，可以獲得較佳的參數估計

值；但在樣本數過少時，使用最大概似法時會有很大的偏差，在運用方面需特別注意。

5.4.2 機率密度函數之適合度檢定

在分析風速數據資料時，並非事先便能確定這些數據本身的機率分佈圖形一定是屬於那種已知的機率密度函數，一般最常見之統計分析法便是繪製這些數據的統計直方圖 (Histograms)，然後利用適合度 (Goodness of Fit) 檢定方法，去測試直方圖所呈現的統計分佈與那些已知機率密度函數分佈最接近，例如前一小節所述之6種機率密度函數，常用之檢定方法如卡方檢定 (Chi-Square)、K-S(Kolmogorov-Smirnov) 檢定及A-D檢定(Anderson-Darling) 等方法。此外一般還有Cramér-von-Mises檢定法、Shapiro-Wilk檢定法、相關係數檢定法(The probability plot correlation coefficient test) 以及Jarque-Bera檢定法等。K-S檢定是比較檢定所得的累積機率與所假設的理論累積分佈函數，首先將樣本數為n的資料由小至大排列為x1, x2 ….. xn，可由樣本值得到階梯式的累積機率曲線：

$$S_n(X_k) = \frac{k}{n}$$

再由階梯式累積機率曲線 $S_n(X_k)$ 與理論累積機率密度函數*F(x)* 所產生的最大誤差，來檢定理論模式與觀測資料間的差異情況，假設所產生的最大誤差為 D_n：

$$D_n = max|F(x) - S_n(x)|$$

而 K-S 檢定就是要比較在某一顯著水準（Significance level）α 之下，由上式所得的最大觀測誤差 D_n 與臨界值 D_n^α，其定義為：

$$\mathrm{P}(\mathrm{D_n} \le \mathrm{D_n^\alpha}) = 1 - \alpha$$

其中各種不同的 n 值，在不同的 α 值下之 D_n^α 值，可查表得知。

如果最大觀測誤差 D_n 小於臨界值 D_n^α，則在有效水準 α 下，接受所假設的機率分佈型式；反之，所假設之機率分佈型式不符合實測值。一般常使用有效水準 α = 5 % 或1 %。

5.4.3 應用軟體 EasyFit 使用說明

本計畫採用MathWave所研發之應用軟體 EasyFit進行風速分布機率密度函數之參數估計及適合度檢定。由於EasyFit套裝軟體計算數據資料之分布時與資料分組組區間隔大小有關。因為該套裝軟體繪圖係以正規化表示，但其橫軸(x軸)並非以實際x量計算，而是以各區間之統計機率值和為1當作正規化。換言之，若區間間隔為1時：

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f(x)dx = 1$$

但若區間間隔為0.5時：

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f(x)dx = 0.5$$

舉例若風速分布在區間間隔0.5、1.0 及2.0 時之統計值分別如下表：

區間	次數	機率密度 a	機率密度 b	機率密度 c
0.0~0.5	0	0	0	0
0.5~1.0	0	0		
1.0~1.5	0	0	0	
1.5~2.0	0	0		
2.0~2.5	0	0	0	0.03
2.5~3.0	0	0		
3.0~3.5	0	0	0.03	
3.5~4.0	3	0.03		
4.0~4.5	4	0.04	0.10	0.38
4.5~5.0	6	0.06		
5.0~5.5	10	0.10	0.28	
5.5~6.0	18	0.18		
6.0~6.5	20	0.20	0.37	0.52
6.5~7.0	17	0.17		
7.0~7.5	10	0.10	0.15	
7.5~8.0	5	0.05		

區間	次數	機率密度 a	機率密度 b	機率密度 c
8.0~8.5	4	0.04	0.07	0.07
8.5~9.0	3	0.03		
9.0~9.5	0	0	0	
9.5~10.0	0	0		
合計	100	1.0	1.0	1.0

依上表分布曲線之面積分別如下：

$\int_{-\infty}^{+\infty} f_a(x)dx$ =(0.03+0.04+0.06+0.10+0.18+0.20+0.17+0.10+0.05+0.04+0.03)*0.5=0.5

$\int_{-\infty}^{+\infty} f_b(x)dx$ =(0.03+0.10+0.28+0.37+0.15+0.07)*1.0=1.0

$\int_{-\infty}^{+\infty} f_c(x)dx$ =(0.03+0.38+0.52+0.07)*2.0=2.0

因此本計畫另撰寫程式處理當區間間隔非1.0時之數據統計直方圖與套配所得之理論機率分布函數曲線之比較。

應用軟體 EasyFit所提供之理論機率密度函數眾多近50種，本研究所選取之6種機率密度函數如2.2小節，該軟體皆有提供。將原始風速資料依季別(春03~04、夏05~08、秋09~10及冬11~02)，分別輸入EasyFit而求得各理論機率密度函數之參數值，其估計方法為一般常用之最大概似法。如前述最大概似法在樣本數過少時，會有較大的偏差，但本計畫所採用之風速資料樣本數眾多(8,000~80,000)，因此採用最大概似法為合適之選擇。EasyFit提供各機率密度函數之參數估計結果如表5-1。本研究根據此結果輸入自撰之統計與繪圖程式進行後續分析。適合度檢定，EasyFit則提供卡方檢定 (Chi-Square)、K-S(Kolmogorov-Smirnov)檢定及A-D檢定(Anderson-Darling)等3種方法。參數估計誤差統計值及其檢定排序結果EasyFit提供如表5-2。由該表中可知不同機率密度函數在不同檢定方法下之適合度排序。

表 5-1a 機率密度函數之參數估計結果(風速)

#	Distribution	Parameters
1	Gamma (3P)	α=7.8065 β=0.65178 γ=-0.63865
2	Gen. Extreme Value	k=-0.12123 σ=1.6108 μ=3.6939
3	Lognormal (3P)	σ=0.23419 μ=2.0089 γ=-3.2125
4	Rayleigh (2P)	σ=3.0223 γ=0.57513
5	Weibull	α=2.8804 β=4.9686
6	Weibull (3P)	α=2.2878 β=4.4043 γ=0.54919

表 5-1b 機率密度函數之參數估計結果(風速差值)

#	Distribution	Parameters
1	Error Function	h=0.36458
2	Gen. Extreme Value	k=-0.18661 σ=1.7834 μ=-0.74697
3	Johnson SU	γ=-0.69749 δ=2.3295 λ=3.9161 ξ=-1.3049
4	Logistic	σ=1.0693 μ=6.3215E-5
5	Normal	σ=1.9395 μ=6.3215E-5

表 5-2a 機率密度函數之適合度檢定結果(風速)

#	Distribution	Kolmogorov Smirnov		Anderson Darling		Chi-Squared	
		Statistic	Rank	Statistic	Rank	Statistic	Rank
1	Gamma (3P)	0.02436	4	2.2577	3	35.24	4
2	Gen. Extreme Value	0.02204	2	1.6279	2	21.735	2
3	Lognormal (3P)	0.0259	5	2.3946	4	39.846	5
4	Rayleigh (2P)	0.05664	6	17.897	6	91.588	6
5	Weibull	0.02324	3	6.8226	5	25.442	3
6	Weibull (3P)	0.01496	1	1.339	1	8.1246	1

表 5-2b 機率密度函數之適合度檢定結果(風速差值)

#	Distribution	Kolmogorov Smirnov		Anderson Darling		Chi-Squared	
		Statistic	Rank	Statistic	Rank	Statistic	Rank
1	Error Function	0.0385	4	15.006	3	91.436	4
2	Gen. Extreme Value	0.02746	2	24.429	5	N/A	
3	Johnson SU	0.01465	1	1.0246	1	20.744	1
4	Logistic	0.02871	3	6.7071	2	38.613	2
5	Normal	0.03852	5	15.011	4	91.436	3

5.4.4 機率密度函數適合度比較

參照表5-2彙整5個測站之風速理論機率密度函數適合度檢定結果如表5-3~表5-7。對臺北港E0測站而言，由表5-3比較可發現不同檢定方法對各機率密度函數之適合度檢定結果差異不大，且各機率密度函數適合度之優劣沒有明顯受季別變化影響。整體而言，通用極值及韋伯3參數適合度最佳；伽瑪及韋伯2參數次之；萊利及對數常態較差。對臺北港W0測站而言，由表5-4比較同樣可發現不同檢定方法對各機率密度函數之適合度檢定結果差異不大，但各機率密度函數適合度之優劣有些許受季別變化影響，例如韋伯2參數在春夏兩季之適合度較秋冬兩季優；萊利則在春夏兩季之適合度較秋冬兩季劣。整體而言，還是通用極值及韋伯3參數適合度最佳；伽瑪及韋伯2參數次之；萊利及對數常態較差。對臺北港X0測站而言，由表5-5比較同樣可發現除卡方檢定對春、秋及冬季之檢定結果外，不同方法對各機率密度函數之適合度檢定結果差異不大，但各機率密度函數適合度之優劣同樣有些許受季別變化影響，例如萊利在夏季之適合度明顯較其他季別差；而伽瑪夏季之適合度明顯較其他季別佳。整體而言，通用極值及韋伯3參數適合度最佳；韋伯2參數及萊利次之；對數常態及伽瑪較差。對基隆港E0及W0測站而言，由表5-6及表5-7比較同樣可發現不同檢定檢定方法對各機率密度函數之適合度檢定結果差異不大，但各機率密度函數適合度之優劣同樣有些許受季別變化影響。基隆港E0測站整體而言，通用極

值及韋伯3參數適合度最佳；韋伯2參數及伽瑪次之；對數常態及萊利較差。基隆港W0測站整體而言，伽瑪及韋伯3參數適合度最佳；通用極值及韋伯2參數次之；萊利及對數常態較差。

由以上各測站各季別之風速資料其機率密度函數適合度優劣並非全部具有明確的一致性，在部分資料組其適合度排序有差異，如表5-8中通用極值機率密度函數在臺北港W0春季與夏季、臺北港X0夏季及基隆港W0春季、秋季與冬季等之適合度不佳。換言之，整體而言最佳之之通用極值機率密度函數在某些季別(月份) 並不是最適合之分佈函數，此結果和以往相關研究指出，並非所有地區或時段的風速分佈皆適合利用某一種機率函數(例如韋伯)作有效描述的結論相同。不過綜觀全體風速資料之6種機率密度函數適合度總排序，仍然以韋伯3參數及通用極值適合度最佳；伽瑪及韋伯2參數次之；對數常態及萊利則較差。

表5-3a 臺北港觀測站E0春季風速6種機率密度函數適合度排序

資料名稱：TPE0_Spring						
機率密度函數 適合度檢定	韋伯3 參數	韋伯2 參數	通用 極值	伽瑪	對數 常態	萊利
K-S 檢定	2	4	1	3	5	6
A-D 檢定	2	3	1	4	5	6
卡方 檢定	2	4	1	3	6	5
總和排序	2	4	1	3	5	6

表5-3b 臺北港觀測站E0夏季風速6種機率密度函數適合度排序

資料名稱：TPE0_Summer						
機率密度函數 適合度檢定	韋伯3 參數	韋伯2 參數	通用 極值	伽瑪	對數 常態	萊利
K-S 檢定	2	4	1	3	5	6
A-D 檢定	2	3	1	4	5	6
卡方 檢定	2	3	1	4	5	6
總和排序	2	3	1	4	5	6

表5-3c 臺北港觀測站E0秋季風速6種機率密度函數適合度排序

資料名稱：TPE0_Autumn						
機率密度函數 適合度檢定	韋伯3 參數	韋伯2 參數	通用 極值	伽瑪	對數 常態	萊利
K-S 檢定	1	4	2	3	5	6
A-D 檢定	2	3	1	4	5	6
卡方 檢定	1	3	2	4	5	6
總和排序	1	3	2	4	5	6

表5-3d 臺北港觀測站E0冬季風速6種機率密度函數適合度排序

資料名稱：TPE0_Winter						
機率密度函數 適合度檢定	韋伯3 參數	韋伯2 參數	通用 極值	伽瑪	對數 常態	萊利
K-S 檢定	2	4	1	3	5	6
A-D 檢定	2	3	1	4	6	5
卡方 檢定	2	4	1	3	6	5
總和排序	2	4	1	3	6	5

表5-4a 臺北港觀測站W0春季風速6種機率密度函數適合度排序

資料名稱：TPW0_Spring						
機率密度函數 適合度檢定	韋伯3 參數	韋伯2 參數	通用 極值	伽瑪	對數 常態	萊利
K-S 檢定	2	1	4	3	5	6
A-D 檢定	3	1	2	4	5	6
卡方 檢定	3	1	4	2	5	6
總和排序	2	1	4	3	5	6

表5-4b 臺北港觀測站W0夏季風速6種機率密度函數適合度排序

資料名稱：TPW0_Summer						
機率密度函數 適合度檢定	韋伯3 參數	韋伯2 參數	通用 極值	伽瑪	對數 常態	萊利
K-S 檢定	3	2	4	1	5	6
A-D 檢定	3	2	4	1	5	6
卡方 檢定	3	2	4	1	5	6
總和排序	3	2	4	1	5	6

表5-4c 臺北港觀測站W0秋季風速6種機率密度函數適合度排序

資料名稱：TPW0_Autumn						
機率密度函數 適合度檢定	韋伯3 參數	韋伯2 參數	通用 極值	伽瑪	對數 常態	萊利
K-S 檢定	4	3	1	5	6	2
A-D 檢定	2	4	1	5	6	3
卡方 檢定	2	4	1	5	6	3
總和排序	2	4	1	5	6	3

表5-4d 臺北港觀測站W0冬季風速6種機率密度函數適合度排序

資料名稱：TPW0_Winter						
機率密度函數 適合度檢定	韋伯3 參數	韋伯2 參數	通用 極值	伽瑪	對數 常態	萊利
K-S 檢定	2	4	1	5	6	3
A-D 檢定	2	4	1	5	6	3
卡方 檢定	2	4	1	5	6	3
總和排序	2	4	1	5	6	3

表5-5a 臺北港觀測站X0春季風速6種機率密度函數適合度排序

資料名稱：TPX0_Spring						
機率密度函數 適合度檢定	韋伯3 參數	韋伯2 參數	通用 極值	伽瑪	對數 常態	萊利
K-S 檢定	2	4	1	5	6	3
A-D 檢定	2	4	1	5	6	3
卡方 檢定	1	3	--	4	5	2
總和排序	2	4	1	5	6	3

表5-5b 臺北港觀測站X0夏季風速6種機率密度函數適合度排序

資料名稱：TPX0_Summer						
機率密度函數 適合度檢定	韋伯3 參數	韋伯2 參數	通用 極值	伽瑪	對數 常態	萊利
K-S 檢定	2	3	4	1	5	6
A-D 檢定	3	4	2	1	5	6
卡方 檢定	3	2	4	1	5	6
總和排序	2	3	4	1	5	6

表5-5c 臺北港觀測站X0秋季風速6種機率密度函數適合度排序

資料名稱：TPX0_Autumn						
機率密度函數 適合度檢定	韋伯3 參數	韋伯2 參數	通用 極值	伽瑪	對數 常態	萊利
K-S 檢定	3	4	1	5	6	2
A-D 檢定	2	4	1	5	6	3
卡方 檢定	1	3	--	4	5	2
總和排序	2	4	1	5	6	3

表5-5d 臺北港觀測站X0冬季風速6種機率密度函數適合度排序

資料名稱：TPX0_Winter						
機率密度函數 適合度檢定	韋伯3 參數	韋伯2 參數	通用 極值	伽瑪	對數 常態	萊利
K-S 檢定	2	4	1	5	6	3
A-D 檢定	2	4	1	5	6	3
卡方 檢定	1	3	--	4	5	3
總和排序	2	4	1	5	6	3

表5-6a 基隆港觀測站E0春季風速6種機率密度函數適合度排序

資料名稱：KLE0_Spring						
機率密度函數 適合度檢定	韋伯3 參數	韋伯2 參數	通用 極值	伽瑪	對數 常態	萊利
K-S 檢定	2	4	1	3	5	6
A-D 檢定	2	4	1	3	5	6
卡方 檢定	2	4	1	3	6	5
總和排序	2	4	1	3	5	6

表5-6b 基隆港觀測站E0夏季風速6種機率密度函數適合度排序

資料名稱：KLE0_Summer						
機率密度函數 適合度檢定	韋伯3 參數	韋伯2 參數	通用 極值	伽瑪	對數 常態	萊利
K-S 檢定	2	4	1	3	5	6
A-D 檢定	2	4	1	3	5	6
卡方 檢定	1	4	2	3	6	5
總和排序	2	4	1	3	5	6

表5-6c 基隆港觀測站E0秋季風速6種機率密度函數適合度排序

資料名稱：KLE0_Autumn						
機率密度函數 適合度檢定	韋伯3 參數	韋伯2 參數	通用 極值	伽瑪	對數 常態	萊利
K-S 檢定	2	4	1	3	6	5
A-D 檢定	2	4	1	3	6	5
卡方 檢定	2	5	1	3	6	4
總和排序	2	4	1	3	6	5

表5-6d 基隆港觀測站E0冬季風速6種機率密度函數適合度排序

資料名稱：KLE0_Winter						
機率密度函數 適合度檢定	韋伯3 參數	韋伯2 參數	通用 極值	伽瑪	對數 常態	萊利
K-S 檢定	2	5	1	3	6	4
A-D 檢定	2	4	1	3	6	5
卡方 檢定	1	4	--	3	5	2
總和排序	2	5	1	3	6	4

表5-7a 基隆港觀測站W0春季風速6種機率密度函數適合度排序

資料名稱：KLW0_Spring						
機率密度函數 適合度檢定	韋伯3 參數	韋伯2 參數	通用 極值	伽瑪	對數 常態	萊利
K-S 檢定	2	3	5	1	4	6
A-D 檢定	2	3	5	1	4	6
卡方 檢定	2	3	5	1	4	6
6總和排序	2	3	5	1	4	6

表5-7b 基隆港觀測站W0夏季風速6種機率密度函數適合度排序

資料名稱：KLW0_Summer						
機率密度函數 適合度檢定	韋伯3 參數	韋伯2 參數	通用 極值	伽瑪	對數 常態	萊利
K-S 檢定	4	5	1	3	2	6
A-D 檢定	4	5	1	3	2	6
卡方 檢定	5	4	1	3	2	6
總和排序	4	5	1	3	2	6

表5-7c 基隆港觀測站W0秋季風速6種機率密度函數適合度排序

資料名稱：KLW0_Autumn						
機率密度函數 適合度檢定	韋伯3 參數	韋伯2 參數	通用 極值	伽瑪	對數 常態	萊利
K-S 檢定	2	5	4	1	3	6
A-D 檢定	2	5	4	1	3	6
卡方 檢定	2	4	5	1	3	6
總和排序	2	5	4	1	3	6

表5-7d 基隆港觀測站W0冬季風速6種機率密度函數適合度排序

資料名稱：KLW0_Winter						
機率密度函數 適合度檢定	韋伯3 參數	韋伯2 參數	通用 極值	伽瑪	對數 常態	萊利
K-S 檢定	2	1	3	4	5	6
A-D 檢定	2	1	4	3	5	6
卡方 檢定	2	1	4	3	5	6
總和排序	2	1	4	3	5	6

表5-8 全體風速資料之6種機率密度函數適合度總排序

機率密度函數 / 資料名稱	韋伯3參數	韋伯2參數	通用極值	伽瑪	對數常態	萊利
臺北港E0春季	2	4	1	3	5	6
臺北港E0夏季	2	3	1	4	5	6
臺北港E0秋季	1	3	2	4	5	6
臺北港E0冬季	2	4	1	3	6	5
臺北港W0春季	2	1	4	3	5	6
臺北港W0夏季	3	2	4	1	5	6
臺北港W0秋季	2	4	1	5	6	3
臺北港W0冬季	2	4	1	5	6	3
臺北港X0春季	2	4	1	5	6	3
臺北港X0夏季	2	3	4	1	5	6
臺北港X0秋季	2	4	1	5	6	3
臺北港X0冬季	2	4	1	5	6	3
基隆港E0春季	2	4	1	3	5	6
基隆港E0夏季	2	4	1	3	5	6
基隆港E0秋季	2	4	1	3	5	6
基隆港E0冬季	2	5	1	3	6	4
基隆港W0春季	2	3	5	1	4	6
基隆港W0夏季	4	5	1	3	6	2
基隆港W0秋季	2	5	4	1	3	6
基隆港W0冬季	2	1	4	3	5	6
全體總和排序	2(42)	3(71)	1(40)	4(73)	6(102)	5(101)

參照表5-2列出臺北港E0測站各季風速在時間間隔1、3、6及12小時之差值理論機率密度函數適合度檢定結果分別如表5-9~表5-12。由表中總和排序可發現強森SU及邏輯兩種機率密度函數有較佳之適合度，且適合度之排序未受時間間隔及季別影響。另檢視其他測站各季別也有相同情形，經彙整各測站之分析結果如表5-13，表中顯示排序順序之一致性隨間間隔愈大而愈差。為考量報告篇幅，後續在分析結果說明時將以這兩種機率函數及時間間隔以3及12小時做說明。

表5-9a 臺北港E0春季風速差值機率函數適合度排序(時間間隔1時)

資料名稱：TPE0_Spring　DT=01					
機率密度函數 / 適合度檢定	誤差函數	通用極值	強森SU	邏輯	常態
K-S 檢定	5	3	1	2	4
A-D 檢定	4	5	1	2	3
卡方 檢定	1	-	3	4	2
總和排序	4	5	1	2	3

表5-9b 臺北港E0春季風速差值機率函數適合度排序(時間間隔3時)

資料名稱：TPE0_Spring　DT=03					
機率密度函數 / 適合度檢定	誤差函數	通用極值	強森SU	邏輯	常態
K-S 檢定	5	3	1	2	4
A-D 檢定	4	5	1	2	3
卡方 檢定	3	-	1	2	4
總和排序	4	5	1	2	3

表5-9c 臺北港E0春季風速差值機率函數適合度排序(時間間隔6時)

資料名稱：TPE0_Spring　DT=06					
機率密度函數 / 適合度檢定	誤差函數	通用極值	強森SU	邏輯	常態
K-S 檢定	3	5	1	4	2
A-D 檢定	3	5	1	4	2
卡方 檢定	3	-	1	4	2
總和排序	3	5	1	4	2

表5-9d 臺北港E0春季風速差值機率函數適合度排序(時間間隔12時)

資料名稱：TPE0_Spring　DT=12					
機率密度函數 / 適合度檢定	誤差函數	通用極值	強森SU	邏輯	常態
K-S 檢定	4	1	2	5	3
A-D 檢定	3	4	1	5	2
卡方 檢定	2	-	1	4	3
總和排序	4	3	1	5	2

表5-10a 臺北港E0夏季風速差值機率函數適合度排序(時間間隔1時)

資料名稱：TPE0_Summer　DT=01					
機率密度函數 / 適合度檢定	誤差函數	通用極值	強森SU	邏輯	常態
K-S 檢定	5	3	1	2	4
A-D 檢定	4	5	1	2	3
卡方 檢定	3	-	2	1	4
總和排序	4	5	1	2	3

表5-10b 臺北港E0夏季風速差值機率函數適合度排序(時間間隔3時)

資料名稱：TPE0_Summer DT=03					
機率密度函數 / 適合度檢定	誤差函數	通用極值	強森SU	邏輯	常態
K-S 檢定	5	3	2	1	4
A-D 檢定	4	5	1	2	3
卡方 檢定	3	-	2	1	4
總和排序	4	4	2	1	3

表5-10c 臺北港E0夏季風速差值機率函數適合度排序(時間間隔6時)

資料名稱：TPE0_Summer DT=06					
機率密度函數 / 適合度檢定	誤差函數	通用極值	強森SU	邏輯	常態
K-S 檢定	3	5	1	2	4
A-D 檢定	3	5	1	4	2
卡方 檢定	2	-	4	1	3
總和排序	3	5	1	2	4

表5-10d 臺北港E0夏季風速差值機率函數適合度排序(時間間隔12時)

資料名稱：TPE0_Summer DT=12					
機率密度函數 / 適合度檢定	誤差函數	通用極值	強森SU	邏輯	常態
K-S 檢定	2	4	3	5	1
A-D 檢定	1	5	3	4	2
卡方 檢定	1	-	3	4	2
總和排序	1	5	3	4	2

表5-11a 臺北港E0秋季風速差值機率函數適合度排序(時間間隔1時)

資料名稱：TPE0_Autumn　DT=01					
機率密度函數 / 適合度檢定	誤差函數	通用極值	強森SU	邏輯	常態
K-S 檢定	4	3	2	1	5
A-D 檢定	3	5	2	1	4
卡方 檢定	3	-	2	1	4
總和排序	3	5	2	1	4

表5-11b 臺北港E0秋季風速差值機率函數適合度排序(時間間隔3時)

資料名稱：TPE0_Autumn　DT=03					
機率密度函數 / 適合度檢定	誤差函數	通用極值	強森SU	邏輯	常態
K-S 檢定	3	5	2	1	4
A-D 檢定	3	5	2	1	4
卡方 檢定	2	-	2	1	3
總和排序	3	5	2	1	4

表5-11c 臺北港E0秋季風速差值機率函數適合度排序(時間間隔6時)

資料名稱：TPE0_Autumn　DT=06					
機率密度函數 / 適合度檢定	誤差函數	通用極值	強森SU	邏輯	常態
K-S 檢定	4	5	2	1	3
A-D 檢定	4	5	2	1	3
卡方 檢定	3	-	4	1	2
總和排序	4	5	2	1	3

表5-11d 臺北港E0秋季風速差值機率函數適合度排序(時間間隔12時)

資料名稱：TPE0_Autumn　DT=12					
機率密度函數 / 適合度檢定	誤差函數	通用極值	強森SU	邏輯	常態
K-S 檢定	3	4	1	5	2
A-D 檢定	3	5	1	4	2
卡方 檢定	4	-	2	1	3
總和排序	4	5	1	3	2

表5-12a 臺北港E0冬季風速差值機率函數適合度排序(時間間隔1時)

資料名稱：TPE0_Winter　DT=01					
機率密度函數 / 適合度檢定	誤差函數	通用極值	強森SU	邏輯	常態
K-S 檢定	4	3	1	2	5
A-D 檢定	3	5	1	2	4
卡方 檢定	1	-	3	4	2
總和排序	3	5	1	2	4

表5-12b 臺北港E0冬季風速差值機率函數適合度排序(時間間隔3時)

資料名稱：TPE0_Winter　DT=03					
機率密度函數 / 適合度檢定	誤差函數	通用極值	強森SU	邏輯	常態
K-S 檢定	4	3	2	1	5
A-D 檢定	3	5	2	1	4
卡方 檢定	4	-	1	2	3
總和排序	3	5	2	1	4

表5-12c 臺北港E0冬季風速差值機率函數適合度排序(時間間隔6時)

資料名稱：TPE0_Winter　DT=06					
機率密度函數 / 適合度檢定	誤差函數	通用極值	強森SU	邏輯	常態
K-S 檢定	4	3	1	2	5
A-D 檢定	3	5	1	2	4
卡方 檢定	3	-	4	1	2
總和排序	3	5	2	1	4

表5-12d 臺北港E0冬季風速差值機率函數適合度排序(時間間隔12時)

資料名稱：TPE0_Winter　DT=12					
機率密度函數 / 適合度檢定	誤差函數	通用極值	強森SU	邏輯	常態
K-S 檢定	2	1	-	4	3
A-D 檢定	1	3	-	4	2
卡方 檢定	2	-	-	3	1
總和排序	2	1	-	4	3

表5-13a 全體風速差值之機率密度函數適合度總排序(時間間隔1小時)

機率密度函數 / 資料名稱	誤差函數	通用極值	強森SU	邏輯	常態
臺北港E0春季	4	5	1	2	3
臺北港E0夏季	4	5	1	2	3
臺北港E0秋季	3	5	2	1	4
臺北港E0冬季	3	5	1	2	4
臺北港W0春季	3	5	1	2	4
臺北港W0夏季	4	5	1	2	3
臺北港W0秋季	3	5	1	2	4
臺北港W0冬季	3	5	1	2	4
臺北港X0春季	3	5	1	2	4
臺北港X0夏季	3	5	1	2	4
臺北港X0秋季	3	5	1	2	4
臺北港X0冬季	3	5	1	2	4
基隆港W0春季	3	5	1	2	4
基隆港W0夏季	3	5	1	2	4
基隆港W0秋季	4	5	1	2	3
基隆港W0冬季	4	5	1	2	3
基隆港E0春季	4	5	1	2	3
基隆港E0夏季	4	5	1	2	3
基隆港E0秋季	3	5	1	2	4
基隆港E0冬季	3	5	1	2	4
全體總和排序	3	5	1	2	4

表5-13b 全體風速差值之機率密度函數適合度總排序(時間間隔3小時)

機率密度函數 / 資料名稱	誤差函數	通用極值	強森SU	邏輯	常態
臺北港E0春季	4	5	1	2	3
臺北港E0夏季	4	5	2	1	3
臺北港E0秋季	3	5	2	1	4
臺北港E0冬季	3	5	2	1	4
臺北港W0春季	3	5	1	2	4
臺北港W0夏季	4	5	2	1	3
臺北港W0秋季	3	5	1	2	4
臺北港W0冬季	3	5	1	2	4
臺北港X0春季	3	5	1	2	4
臺北港X0夏季	4	5	1	2	3
臺北港X0秋季	3	5	1	2	4
臺北港X0冬季	3	5	1	2	4
基隆港W0春季	3	5	1	2	4
基隆港W0夏季	3	5	1	2	4
基隆港W0秋季	4	5	1	2	3
基隆港W0冬季	4	5	1	2	3
基隆港E0春季	4	5	1	2	3
基隆港E0夏季	4	5	1	2	3
基隆港E0秋季	3	5	1	2	4
基隆港E0冬季	3	5	1	2	4
全體總和排序	3	5	1	2	4

表5-13c 全體風速差值之機率密度函數適合度總排序(時間間隔6小時)

機率密度函數 / 資料名稱	誤差函數	通用極值	強森SU	邏輯	常態
臺北港E0春季	3	5	1	4	2
臺北港E0夏季	3	5	1	2	4
臺北港E0秋季	4	5	2	1	3
臺北港E0冬季	3	5	2	1	4
臺北港W0春季	4	3	1	2	5
臺北港W0夏季	4	5	2	1	3
臺北港W0秋季	3	5	1	2	4
臺北港W0冬季	4	3	1	2	5
臺北港X0春季	3	5	1	2	4
臺北港X0夏季	4	5	2	1	3
臺北港X0秋季	3	5	2	1	4
臺北港X0冬季	3	5	1	2	4
基隆港W0春季	3	5	1	2	4
基隆港W0夏季	2	5	1	3	4
基隆港W0秋季	5	4	1	2	3
基隆港W0冬季	4	5	1	2	3
基隆港E0春季	4	5	1	2	3
基隆港E0夏季	3	5	1	2	4
基隆港E0秋季	3	5	1	2	4
基隆港E0冬季	3	5	1	2	4
全體總和排序	3	5	1	2	4

表5-13d 全體風速差值之機率密度函數適合度總排序(時間間隔12小時)

機率密度函數 資料名稱	誤差 函數	通用 極值	強森 SU	邏輯	常態
臺北港E0春季	4	3	1	5	2
臺北港E0夏季	1	5	3	4	2
臺北港E0秋季	4	5	1	3	2
臺北港E0冬季	2	1	-	4	3
臺北港W0春季	4	3	1	2	5
臺北港W0夏季	3	5	1	4	2
臺北港W0秋季	2	5	1	4	3
臺北港W0冬季	4	2	1	3	5
臺北港X0春季	4	3	1	2	5
臺北港X0夏季	4	5	2	1	3
臺北港X0秋季	4	5	1	2	3
臺北港X0冬季	4	3	1	2	5
基隆港W0春季	2	4	1	5	3
基隆港W0夏季	3	4	2	5	1
基隆港W0秋季	1	4	5	3	2
基隆港W0冬季	4	5	1	2	3
基隆港E0春季	5	4	1	2	3
基隆港E0夏季	4	5	1	2	3
基隆港E0秋季	3	5	1	2	4
基隆港E0冬季	3	5	1	2	4
全體總和排序	3	5	1	2	4

第六章　港區風速機率分布與檢核標準

前一章已說明風速分布之機率密度函數之參數估計及適合度檢定之方法，本章將針對各港區各季別風速之統計分布進行比較，以瞭解其分布特性並據以研擬風速資料自動檢核所需之檢核標準。

6.1 風速機率分布之比較

6.1.1 臺北港E0測站

臺北港E0測站風速之分布直方圖及6種機率密度函數之匹配結果如圖6.1.1。圖中藍圓實線為韋伯3參數、藍圓虛線為韋伯2參數、紅十字實線為萊利、紅十字虛線為對數常態、黑三角實線為通用極值及黑三角虛線為伽瑪。由原始風速直方圖分布與各機率密度函數之套疊結果比較顯示其匹配效果大致還可接受，換言之，各機率密度函數可有效描述風速的分布情形，其中以韋伯3參數及通用極值較佳。不過在分布尖峰處各機率密度函數皆有高估情形，尤其是春季及冬季資料組。

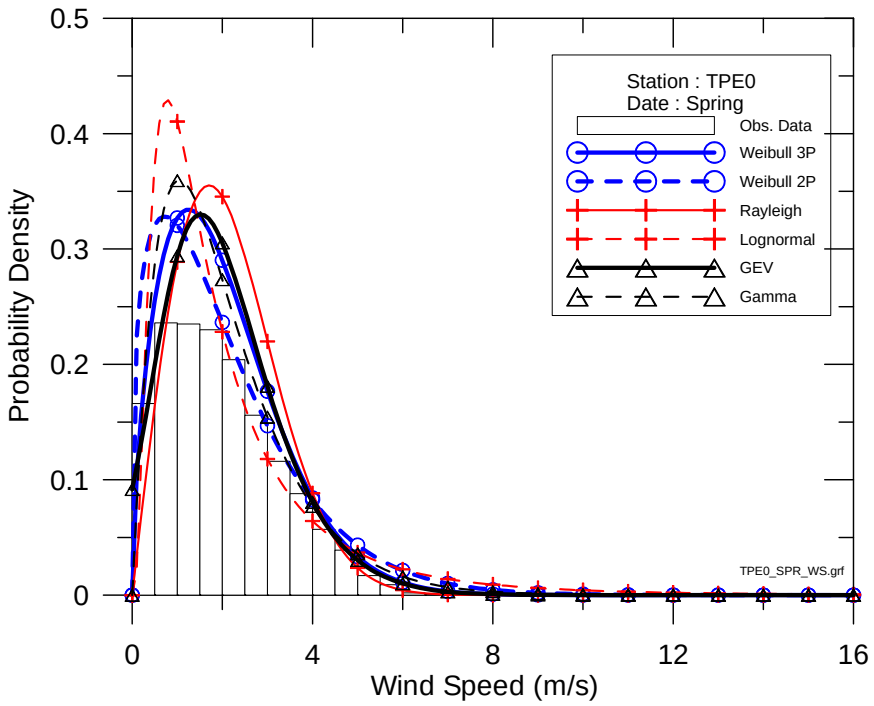


圖6.1.1a 臺北港E0測站春季風速分佈與理論機率密度函數套配

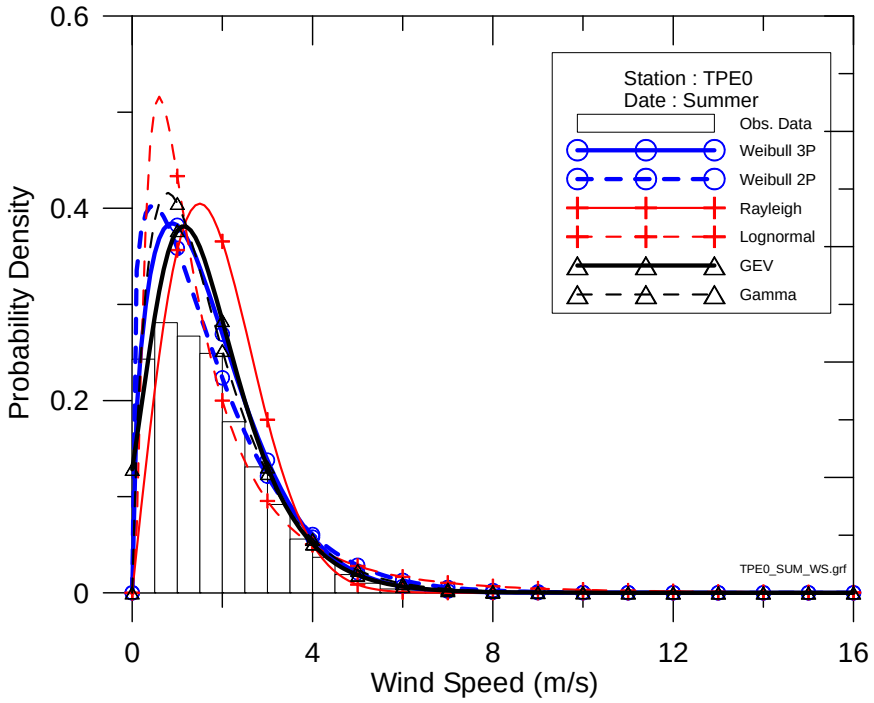


圖6.1.1b 臺北港E0測站夏季風速分佈與理論機率密度函數套配

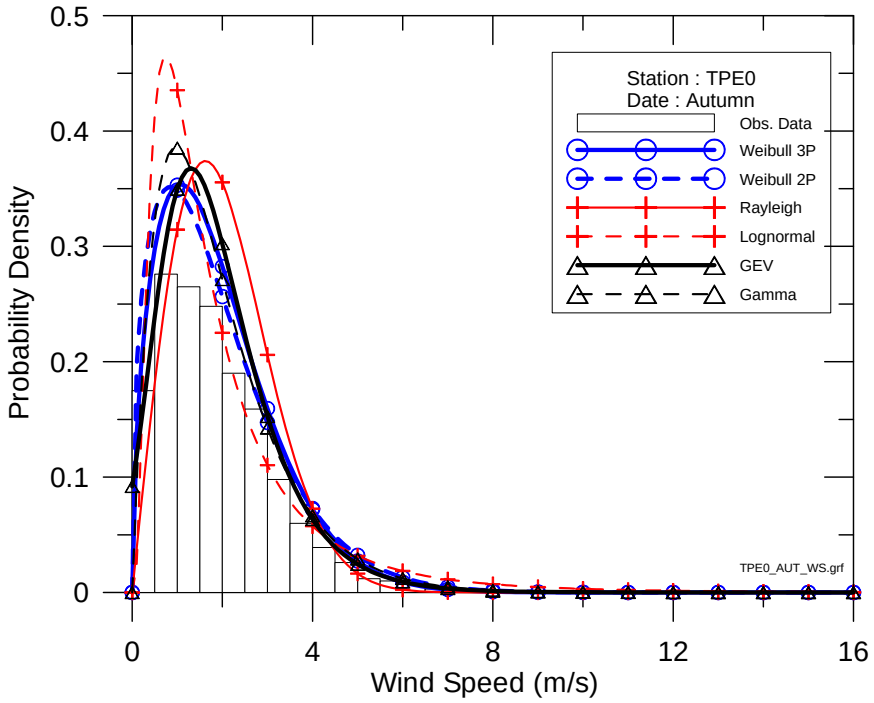


圖6.1.1c 臺北港E0測站秋季風速分佈與理論機率密度函數套配

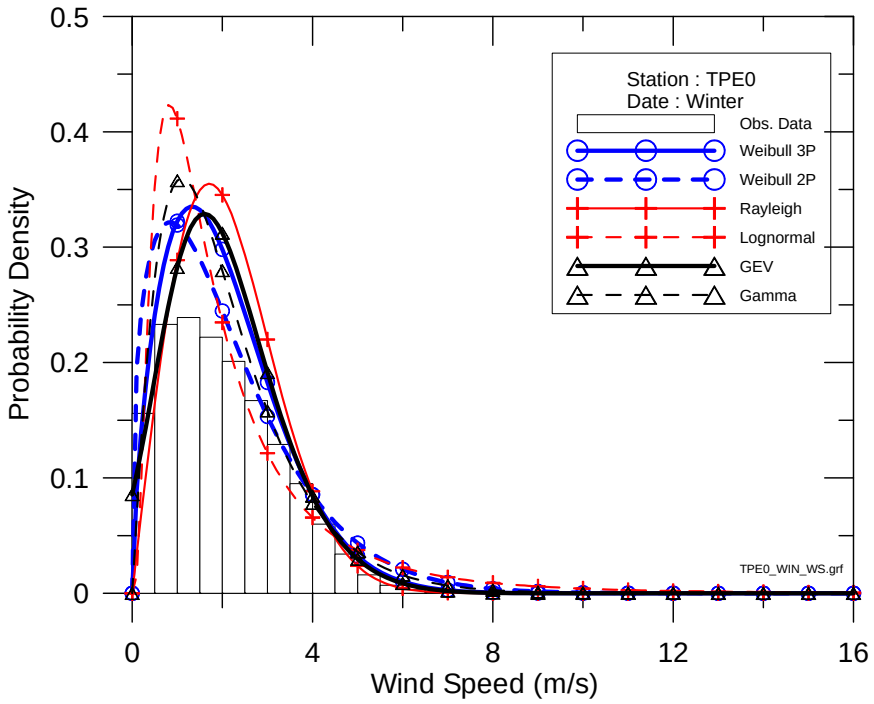


圖6.1.1d 臺北港E0測站冬季風速分佈與理論機率密度函數套配

為配合風速資料自動檢核所需之檢核標準選定，本研究依據上述匹配所得最佳之各機率密度函數在不同累積機率需求下分析其風速界線值(即檢核標準)，其結果如圖6.1.2。圖中藍實圓實線為韋伯3參數、藍虛圓虛線為韋伯2參數、紅方形實線為萊利、紅菱形虛線為對數常態、黑實三角實線為通用極值及黑十字虛線為伽瑪。圖中顯示隨累積機率愈小風速界線值愈大，此表示當風速自動檢核在較低之累積機率下其風速檢核標準較大。以春季為例，當累積機率為2%時韋伯3參數之風速界線值為5.3m/s；通用極值為5.2m/s；對數常態為8.8m/s。當累積機率為0.02%時韋伯3參數之風速界線值為8.6m/s；通用極值為8.6m/s；對數常態為30.5m/s。在相同累積機率下對數常態之風速界線值與其他機率函數相較明顯不同，尤其在較小之累積機率時較大許多。因此，針對檢核標準的選定而言，可能不是理想的機率密度函數。至於其他機率密度函數則差異不大，其中以韋伯2參數較大而萊利較小些。後續在研定風速檢核標準時除對數常態外其他函數皆可採用，其中基於適合度之排序結果以韋伯3參數及通用極值為優先考量。

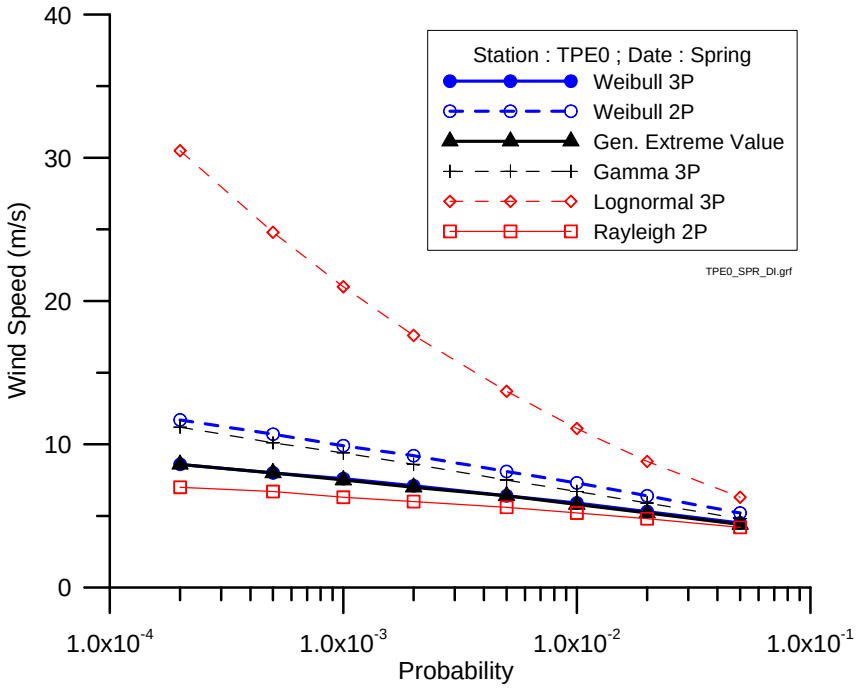


圖6.1.2a 臺北港E0測站春季各分佈函數於不同機率下之風速界線值

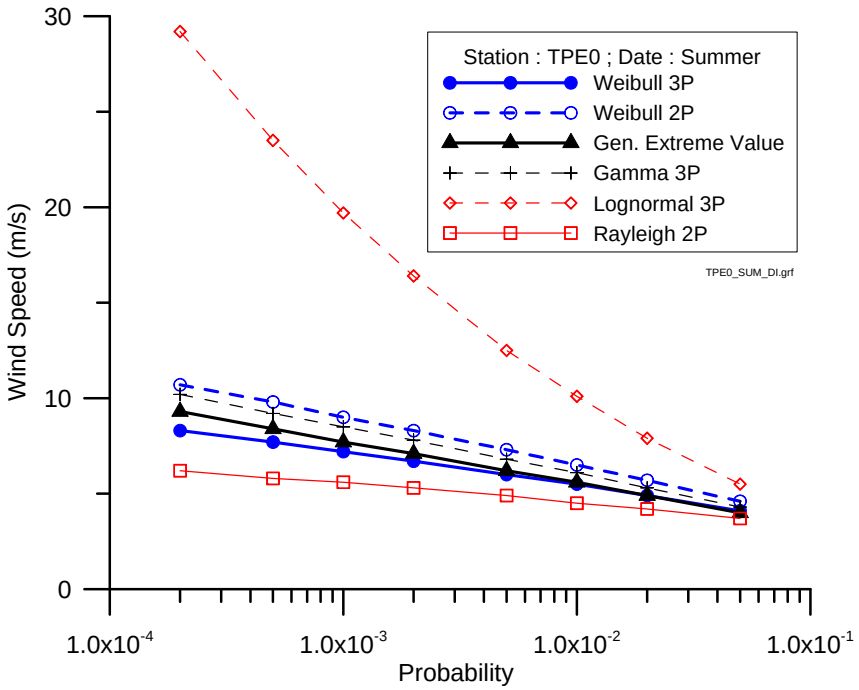


圖6.1.2b 臺北港E0測站夏季各分佈函數於不同機率下之風速界線值

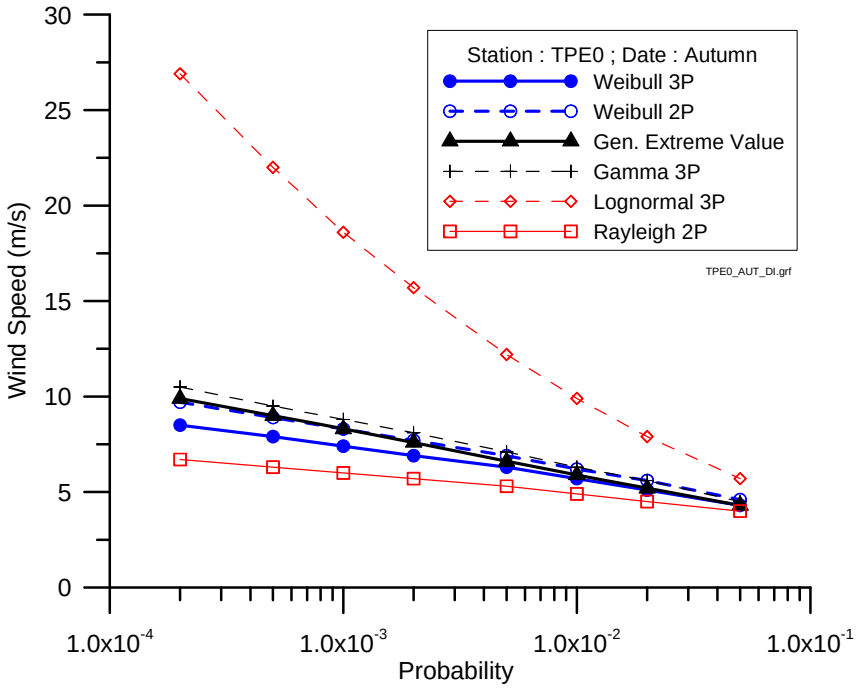


圖6.1.2c 臺北港E0測站秋季各分佈函數於不同機率下之風速界線值

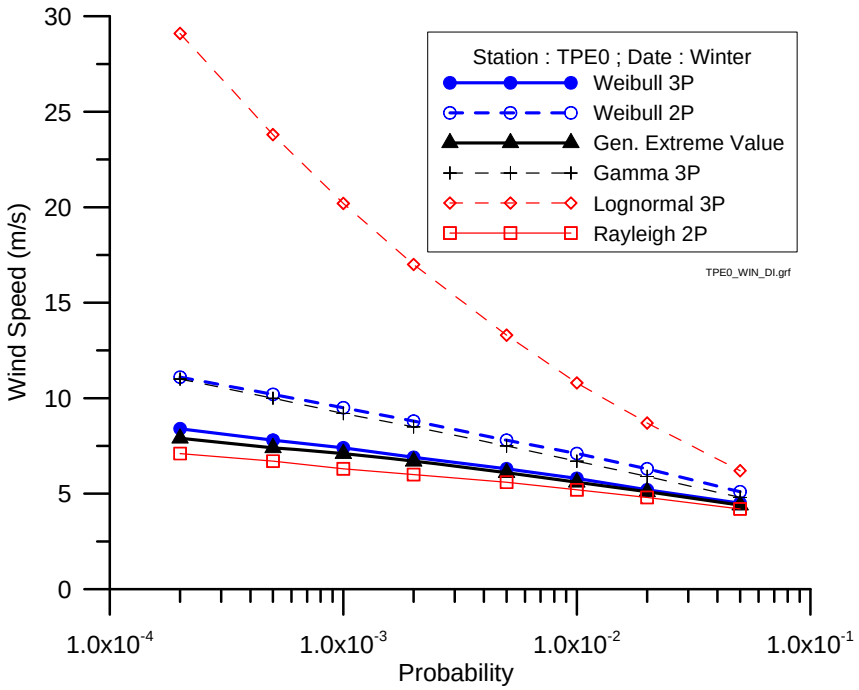


圖6.1.2d 臺北港E0測站冬季各分佈函數於不同機率下之風速界線值

風速界線值隨季別之變化情形如圖6.1.3，綠實三角實線為春季、紅十字實線為夏季、黃實圓實線為秋季及黑虛方形實線為冬季。圖中顯示在相同累積機率下各機率密度函數之風速界線值隨季別不同而有些微差異，其中通用極值風速界線值隨累積機率愈大而愈小之趨勢冬季與其他季別不一致。大致而言風速界線值春季最大、秋季與冬季次之、夏季則最小，但差異不大。

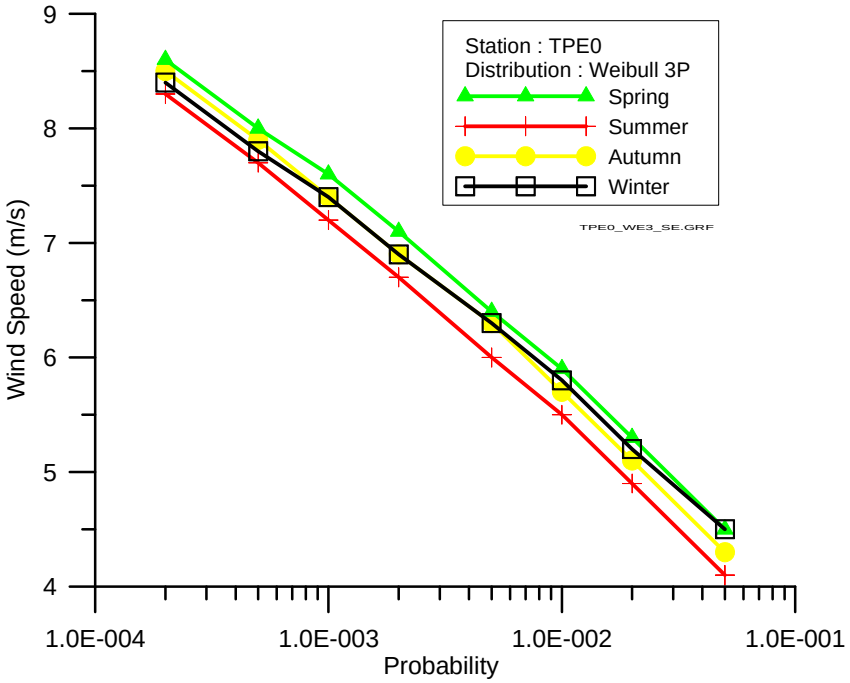


圖6.1.3a 臺北港E0測站不同季別風速機率密度函數比較(韋伯3參數)

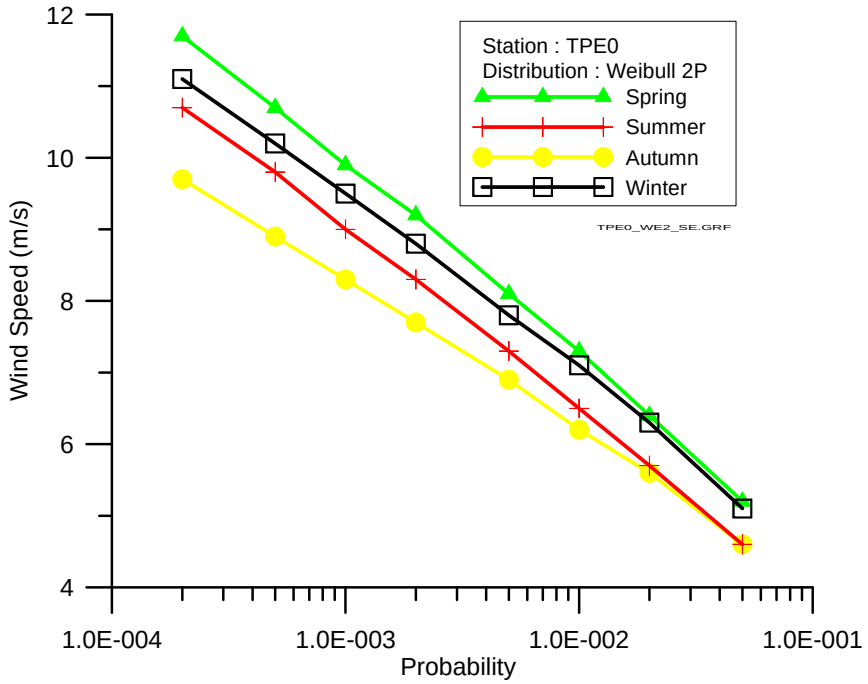


圖6.1.3b 臺北港E0測站不同季別風速機率密度函數比較(韋伯2參數)

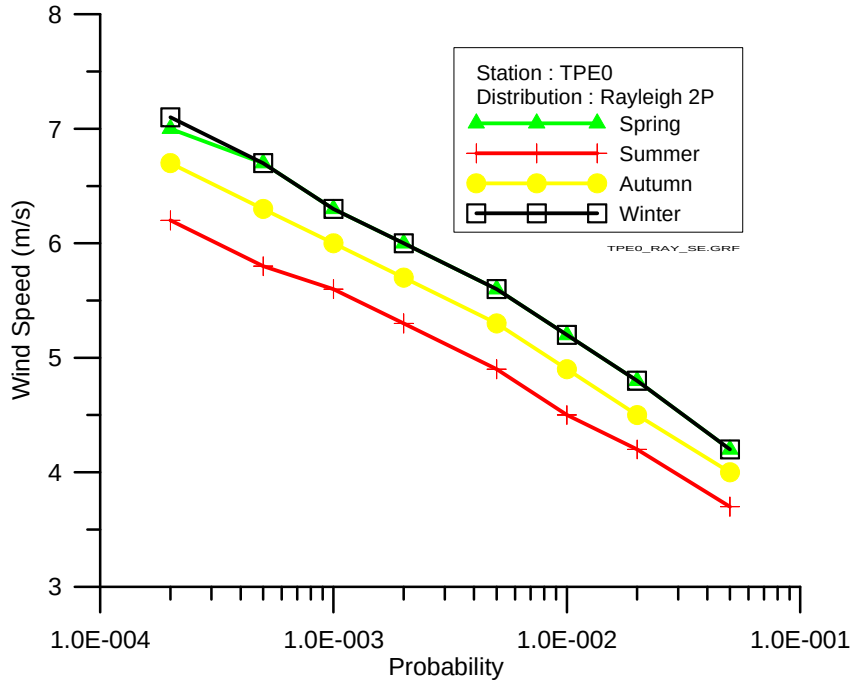


圖6.1.3c 臺北港E0測站不同季別風速機率密度函數比較(萊利)

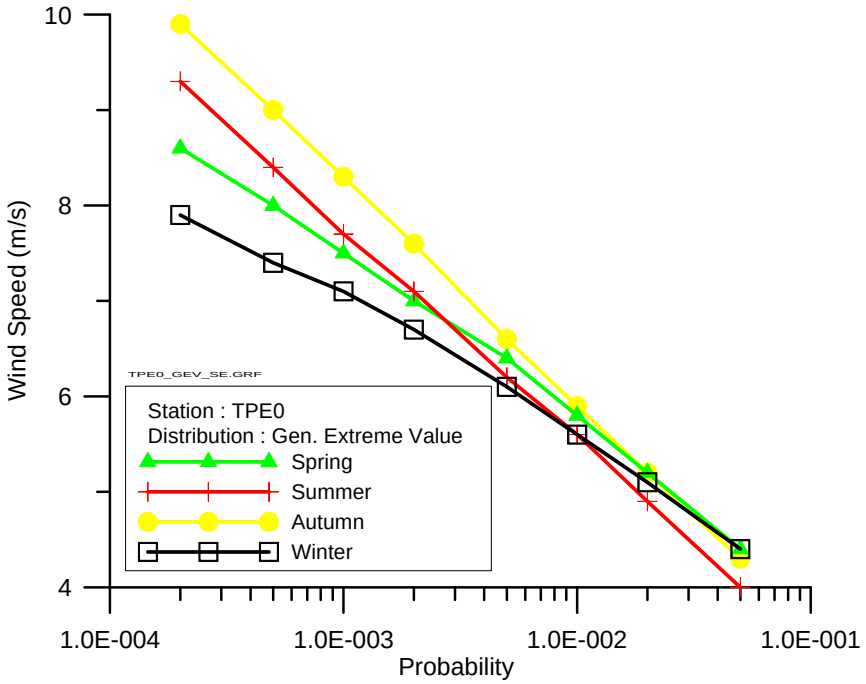


圖6.1.3d 臺北港E0測站不同季別風速機率密度函數比較(通用極值)

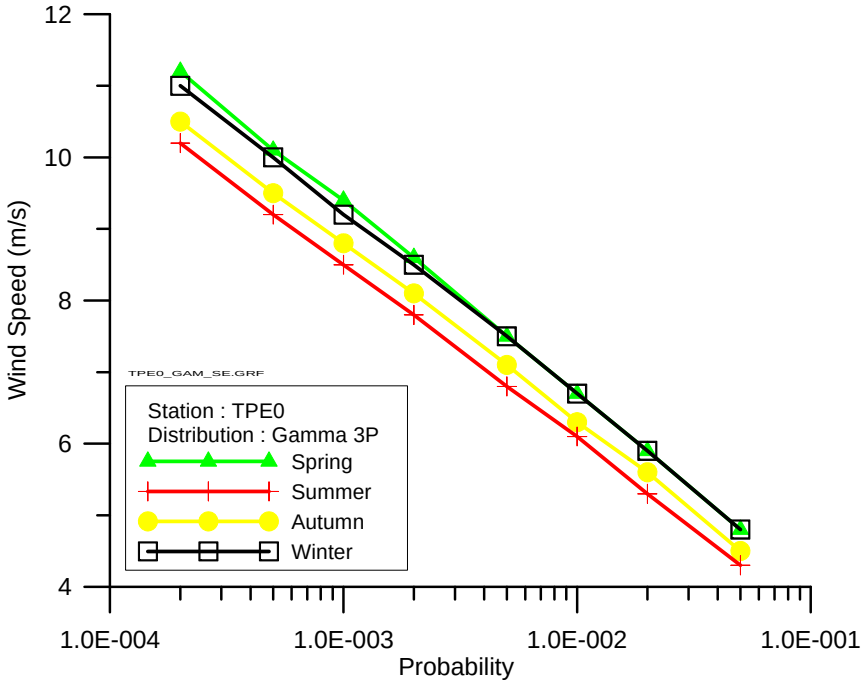


圖6.1.3e 臺北港E0測站不同季別風速機率密度函數比較(伽瑪)

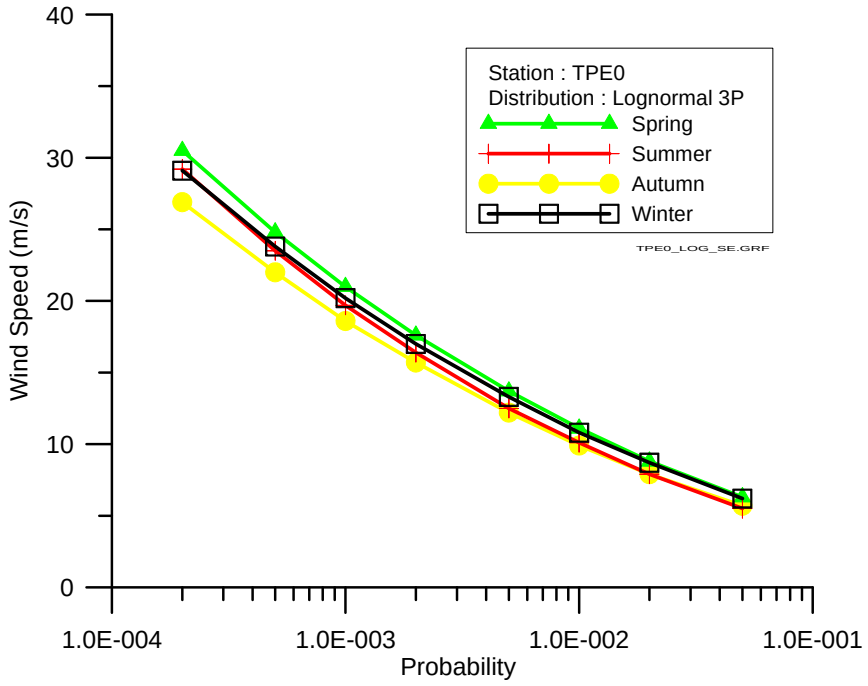


圖6.1.3f 臺北港E0測站不同季別風速機率密度函數比較(對數常態)

6.1.2 臺北港W0測站

臺北港W0測站風速之分布直方圖及6種機率密度函數之匹配結果如圖6.1.4。由原始風速直方圖分布與各機率密度函數之套疊結果比較顯示其匹配效果在夏季較佳，春季、秋季及冬季則有較大偏差。其偏差主要是風速在0m/s~4m/s之間分布直方圖大於機率密度函數；風速在4m/s~8m/s之間分布直方圖小於機率密度函數；風速在8m/s~12m/s之間分布直方圖大於機率密度函數。整體而言，各機率密度函數大致可有效描述風速的分布情形，其中以韋伯3參數及伽瑪較佳。

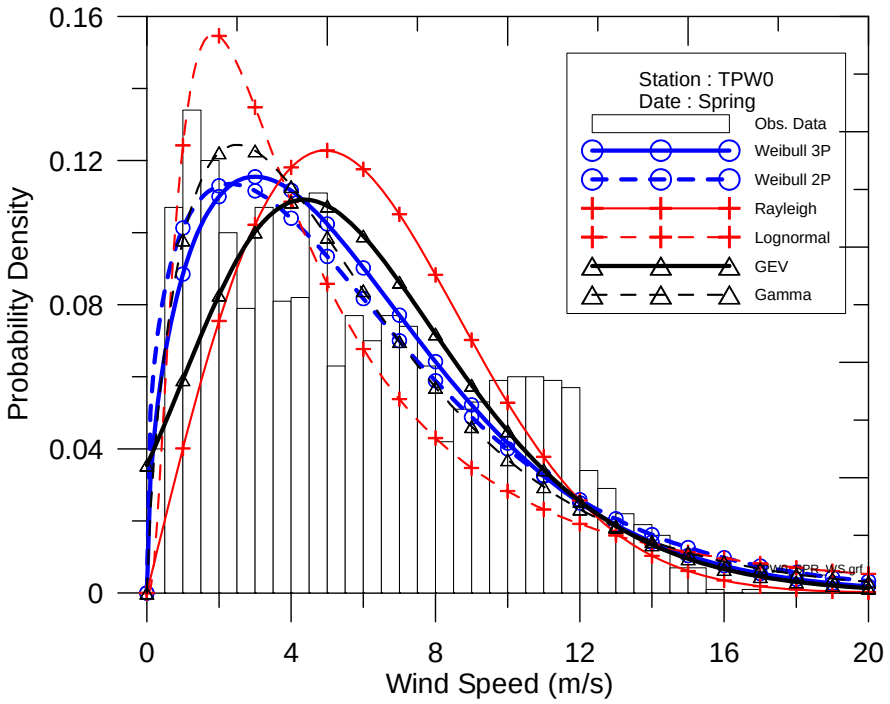


圖6.1.4a 臺北港W0測站春季風速分佈與理論機率密度函數套配

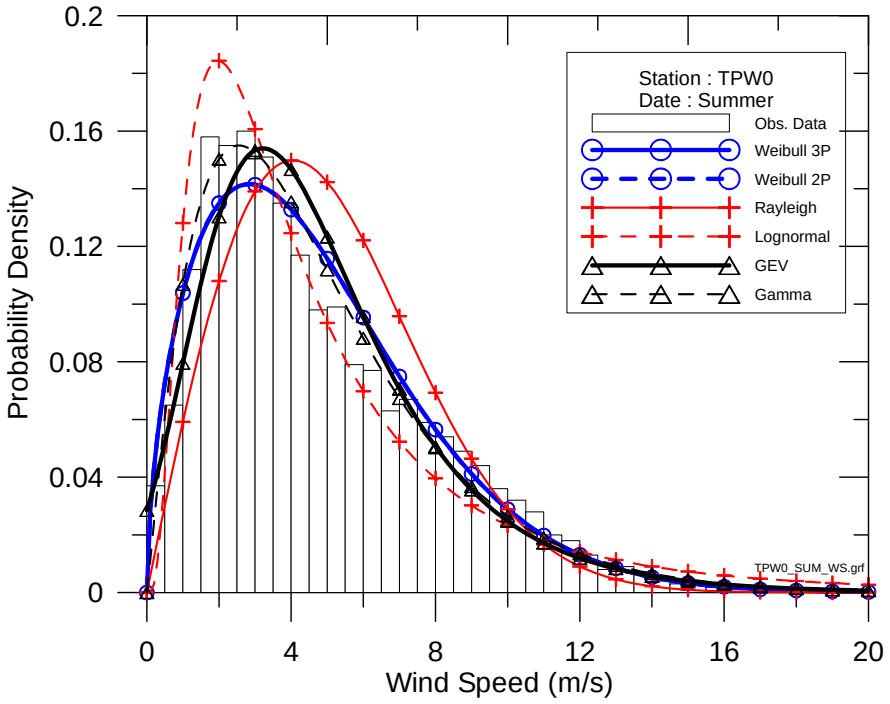


圖6.1.4b 臺北港W0測站夏季風速分佈與理論機率密度函數套配

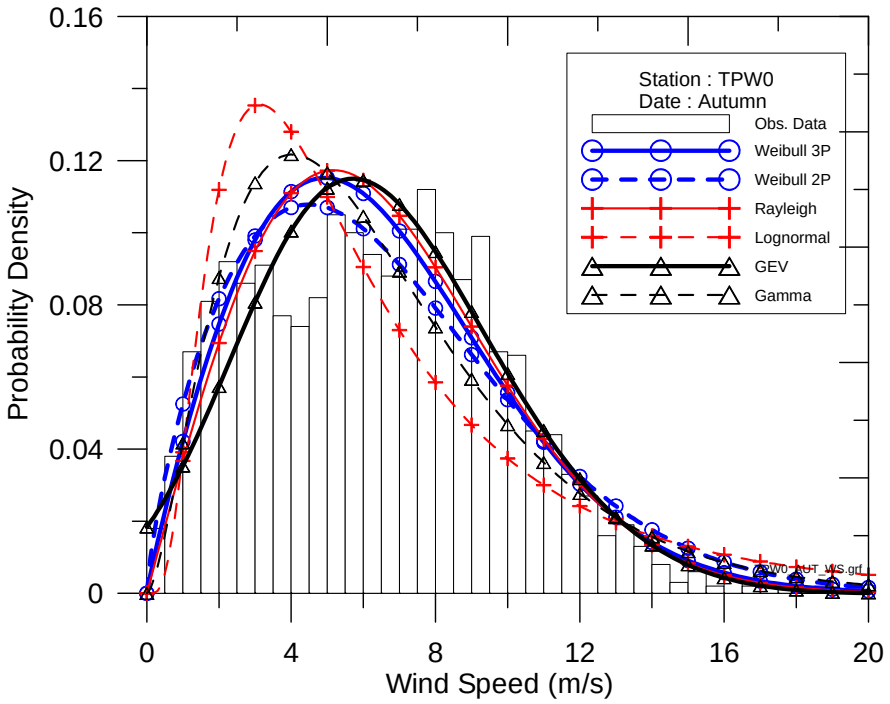


圖6.1.4c 臺北港W0測站秋季風速分佈與理論機率密度函數套配

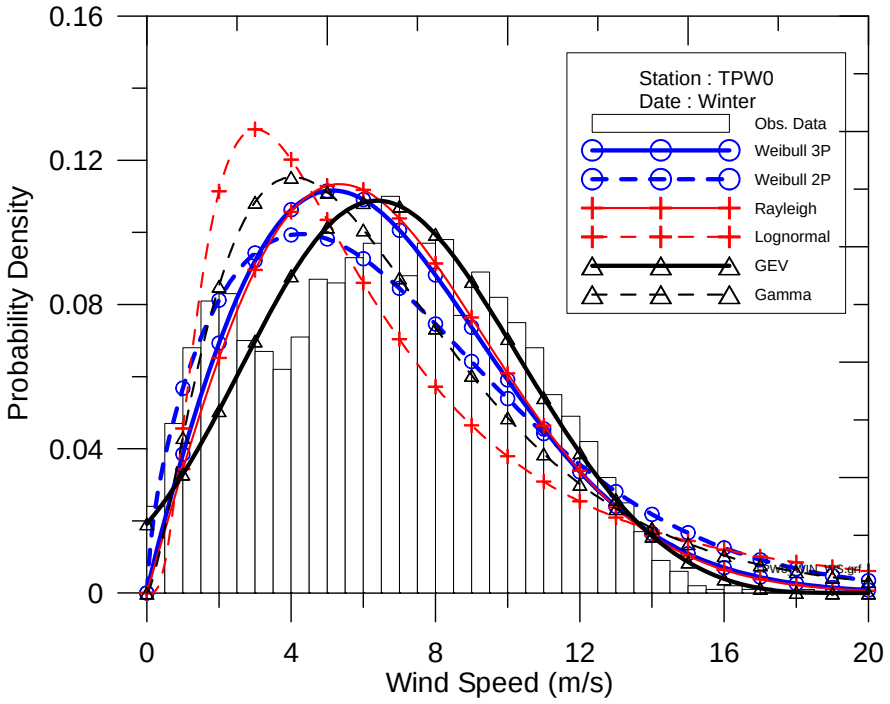


圖6.1.4d 臺北港W0測站冬季風速分佈與理論機率密度函數套配

本測站風速分布之各機率密度函數在不同累積機率下其風速界線值如圖6.1.5。圖中顯示隨累積機率愈小風速界線值愈大，此表示當風速自動檢核在較低之累積機率下其風速檢核標準較大。在相同累積機率下對數常態之風速界線值最大而萊利最小，此與臺北港E0測站之結果相同。各機率密度函數間風速界線值之差異隨累積機率愈小而愈明顯，以夏季為例，當累積機率為2%時韋伯3參數之風速界線值為12.7m/s；通用極值為13.4m/s；對數常態為19.1m/s。當累積機率為0.02%時韋伯3參數之風速界線值為20.7m/s;通用極值為27.6m/s;對數常態為52.7m/s。在相同累積機率下對數常態之風速界線值與其他機率函數相較明顯不同，尤其在較小之累積機率時較大許多。因此，針對檢核標準的選定而言，可能不是理想的機率密度函數。至於其他機率密度函數則差異不大，其中以伽瑪較大而通用極值與萊利較小些。後續在研定風速檢核標準時除對數常態外其他函數皆可採用，其中基於適合度之排序結果仍以韋伯3參數及通用極值為優先考量。

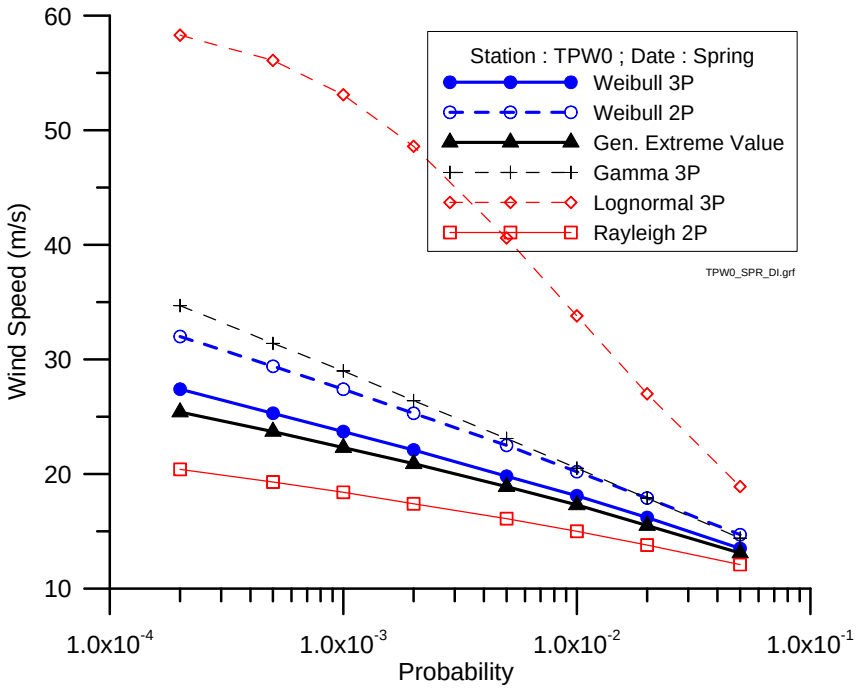


圖6.1.5a 臺北港W0測站春季各分佈函數於不同機率下之風速界線值

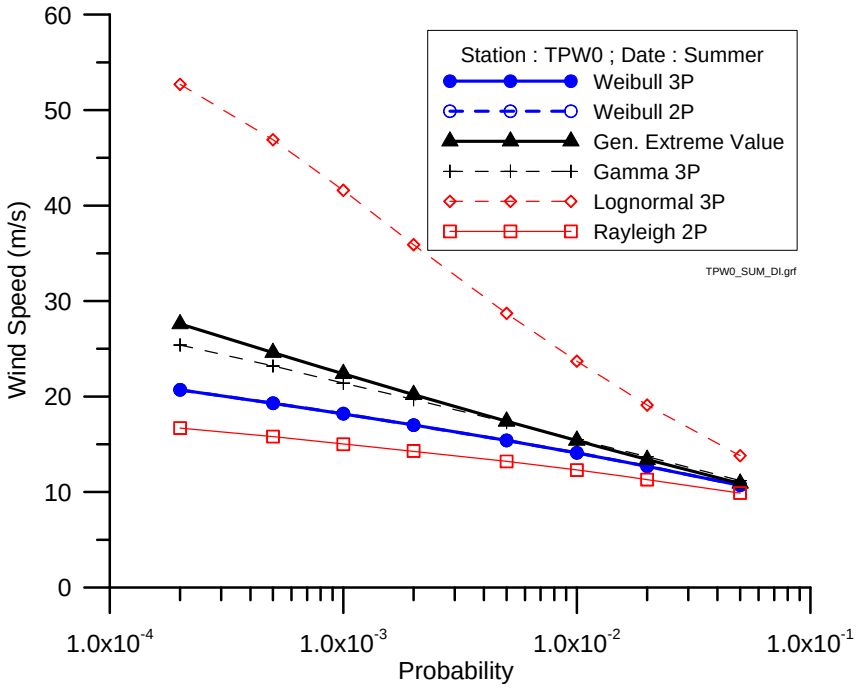


圖6.1.5b 臺北港W0測站夏季各分佈函數於不同機率下之風速界線值

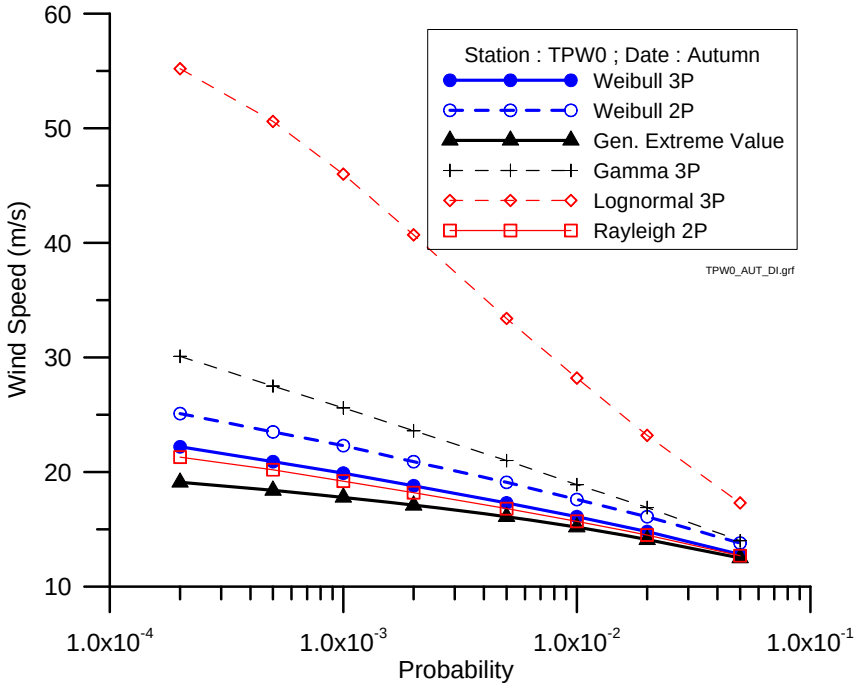


圖6.1.5c 臺北港W0測站秋季各分佈函數於不同機率下之風速界線值

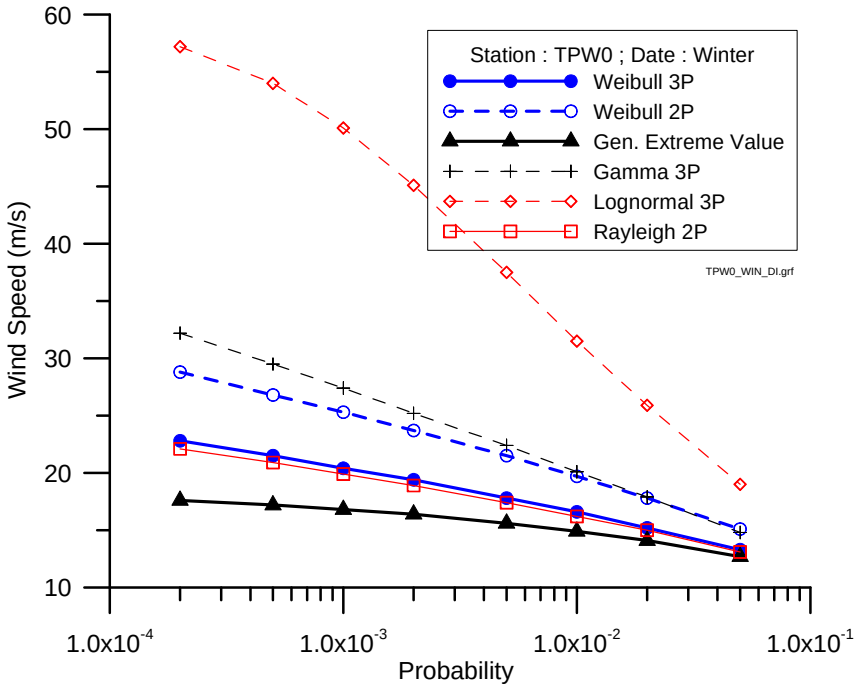


圖6.1.5d 臺北港W0測站冬季各分佈函數於不同機率下之風速界線值

風速界線值隨季別之變化情形如圖6.1.6。圖中顯示在相同累積機率下各機率密度函數之風速界線值隨季別不同而有明顯差異，此和臺北港E0測站之結果不同。不過和臺北港E0測站之結果相同的是其中通用極值風速界線值隨累積機率愈大而愈小之趨勢夏季與其他季別仍然不一致；風速界線值同樣以春季最大、秋季與冬季次之、夏季則最小。以韋伯3參數為例，當機率為0.2%時秋季風速界線值為18.8m/s、冬季風速界線值為19.4m/s、春季風速界線值為22.1m/s、夏季風速界線值為17.0m/s。因此，後續在研訂風速檢核標準時應考慮季別之差異。

由以上分析可發現風速界線值會隨季別不同而有較明顯的差異，但隨不同機率密度函數其差異較不明顯，不過其差異會隨累積機率愈小而愈大。

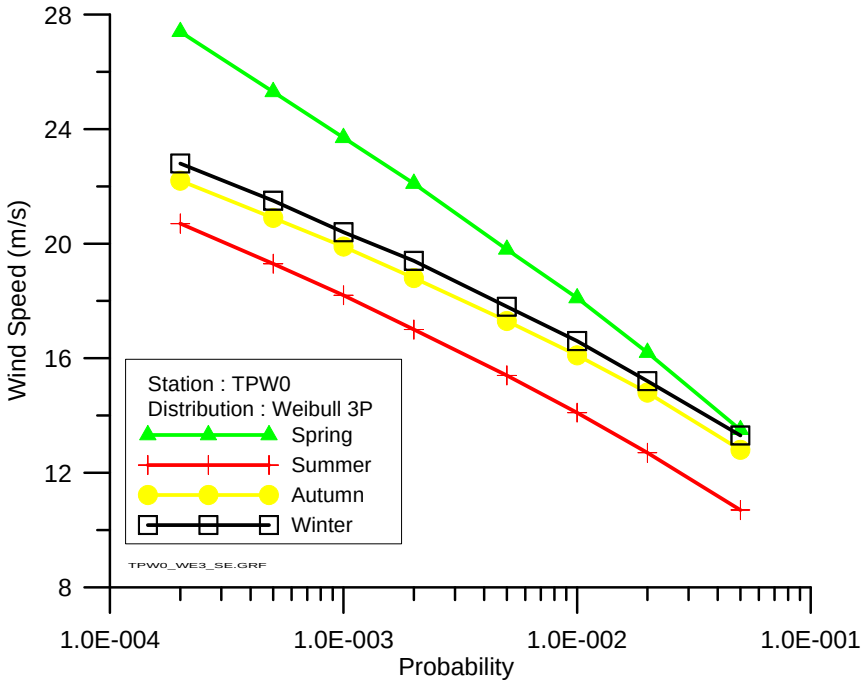


圖6.1.6a 臺北港W0測站不同季別風速機率密度函數比較(韋伯3參數)

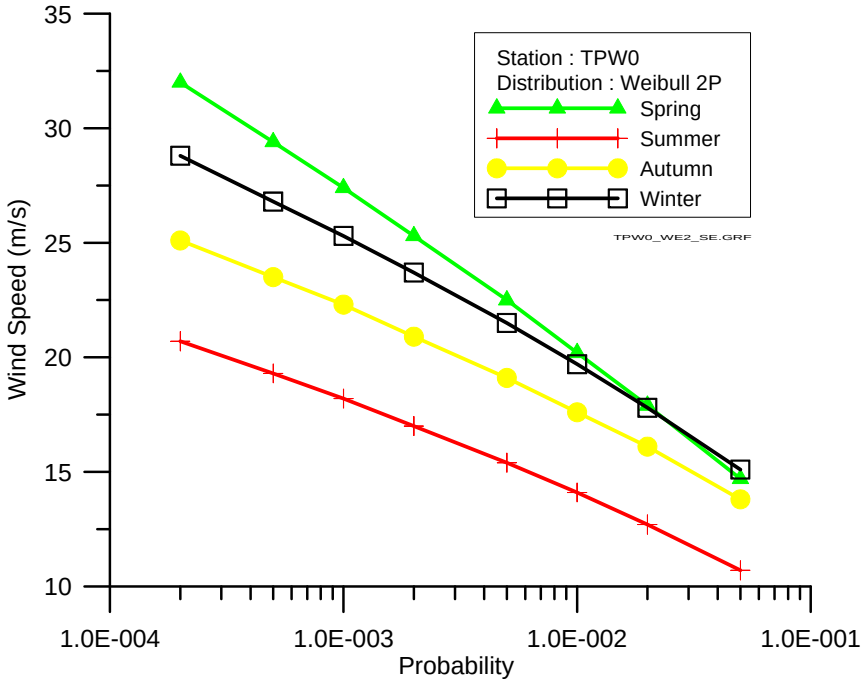


圖6.1.6b 臺北港W0測站不同季別風速機率密度函數比較(韋伯2參數)

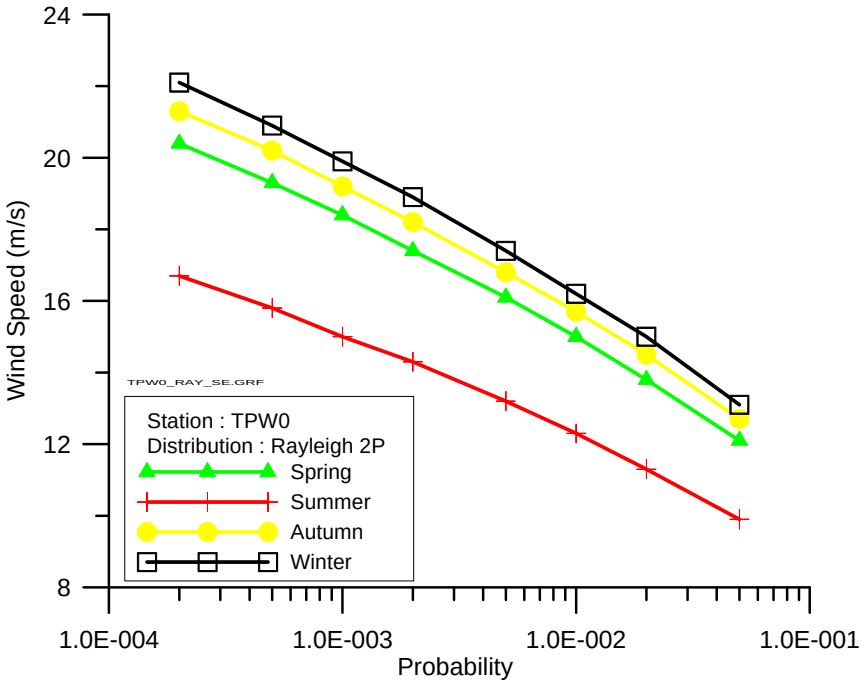


圖6.1.6c 臺北港W0測站不同季別風速機率密度函數比較(萊利)

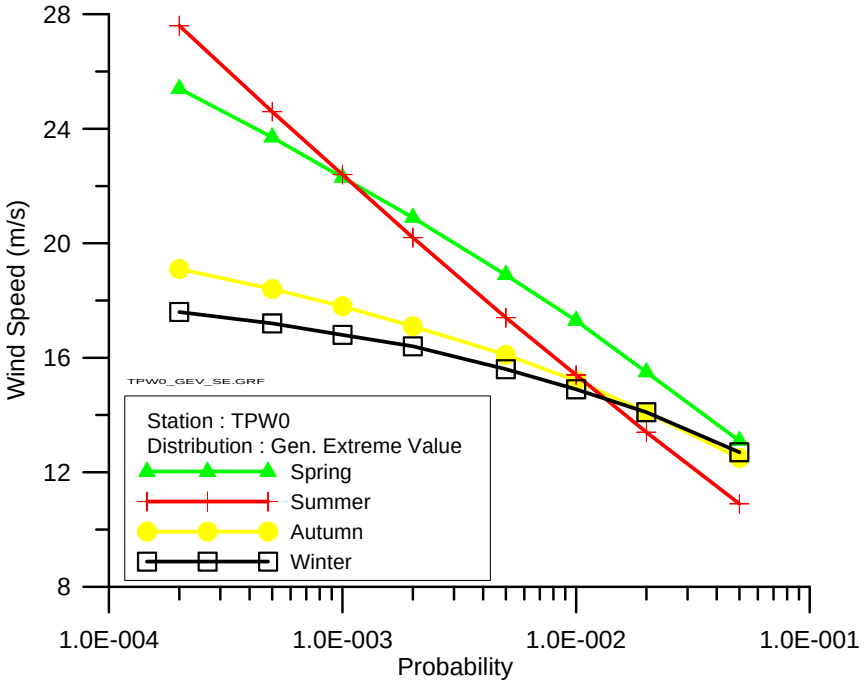


圖6.1.6d 臺北港W0測站不同季別風速機率密度函數比較(通用極值)

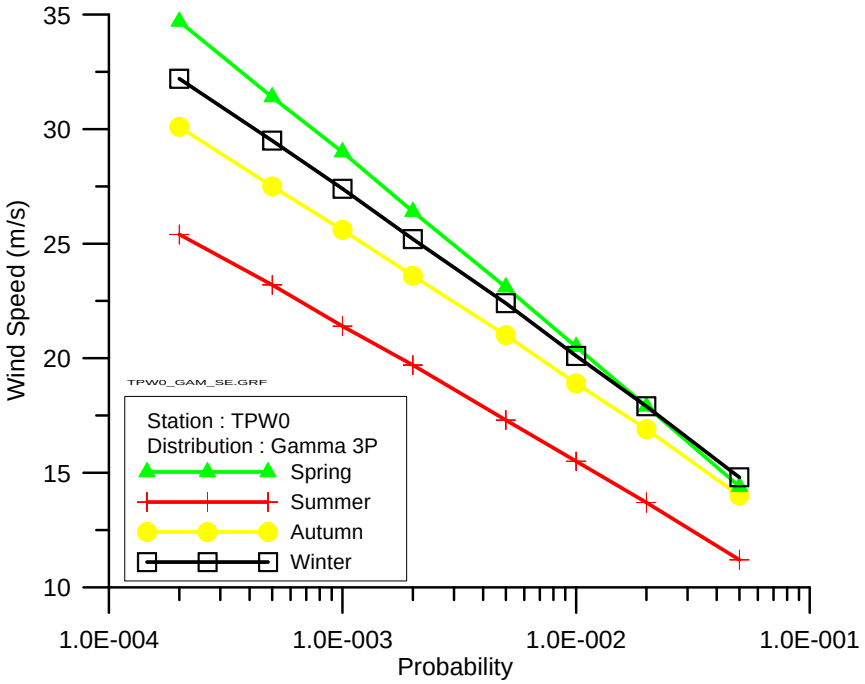


圖6.1.6e 臺北港W0測站不同季別風速機率密度函數比較(伽瑪)

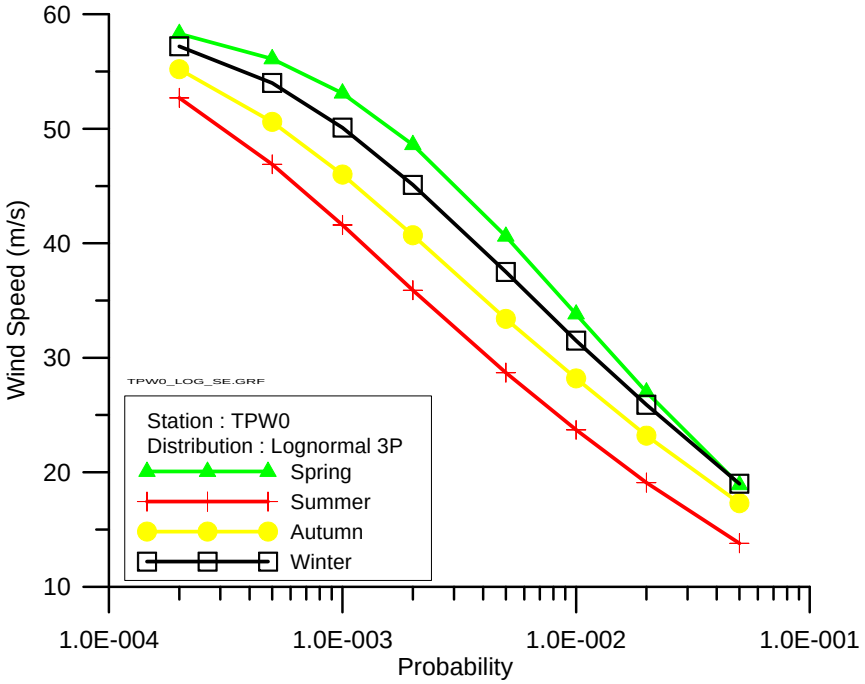


圖6.1.6f 臺北港W0測站不同季別風速機率密度函數比較(對數常態)

6.1.3 臺北港X0測站

臺北港X0測站風速之分布直方圖及6種機率密度函數之匹配結果如圖6.1.7。由原始風速直方圖分布與各機率密度函數之套疊結果比較顯示其匹配效果在春季及夏季較佳，而在秋季及冬季則有較大偏差。但春季當風速在0m/s~4m/s之間分布直方圖略大於於機率密度函數；風速在4m/s~8m/s之間分布直方圖略小於機率密度函數；風速在10m/s~14m/s之間分布直方圖略大於於機率密度函數。而夏季情況與春季相似，但偏差更小。秋季偏差主要是各機率密度函數皆無法反映直方分布圖之雙峰現象，因為在風速在0m/s~4m/s之間分布直方圖大於機率密度函數；風速在4m/s~8m/s之間分布直方圖小於機率密度函數；風速在8m/s~12m/s之間分布直方圖大於機率密度函數；風速在12m/s以上分布直方圖小於機率密度函數。另外冬季情況與秋季相似，但偏差更明顯更大。整體而言，各機率密度函數未能真實描述風速的分布情形，其中以韋伯3參數及通用極值較佳。

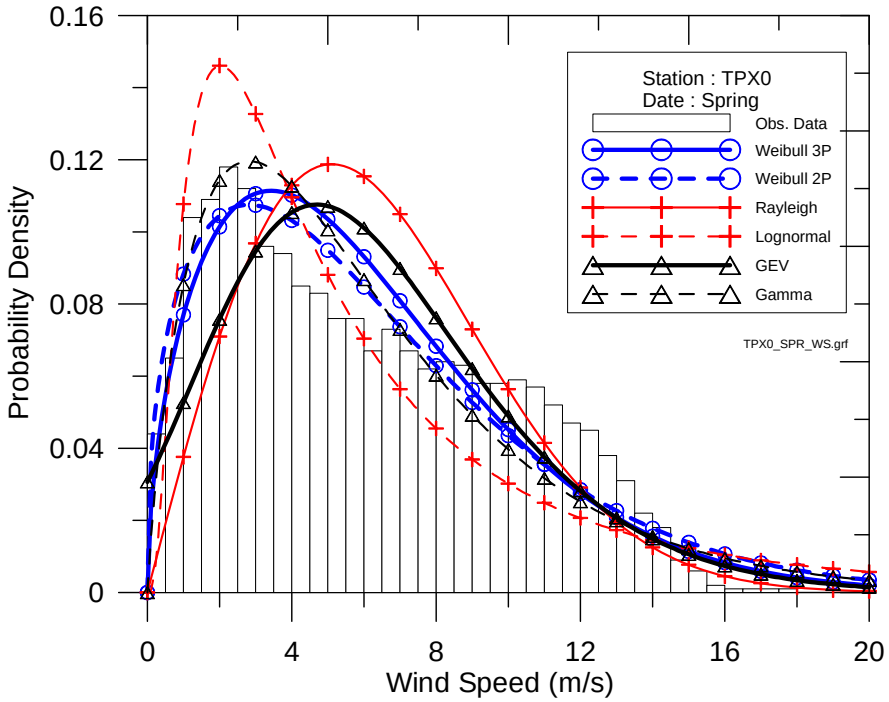


圖6.1.7a 臺北港X0測站春季風速分佈與理論機率密度函數套配

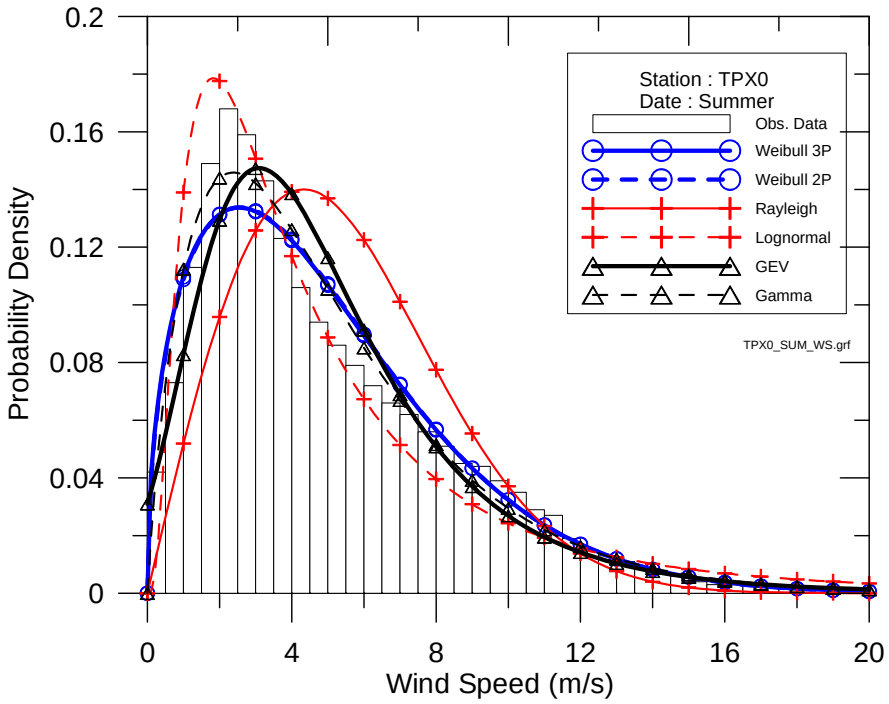


圖6.1.7b 臺北港X0測站夏季風速分佈與理論機率密度函數套配

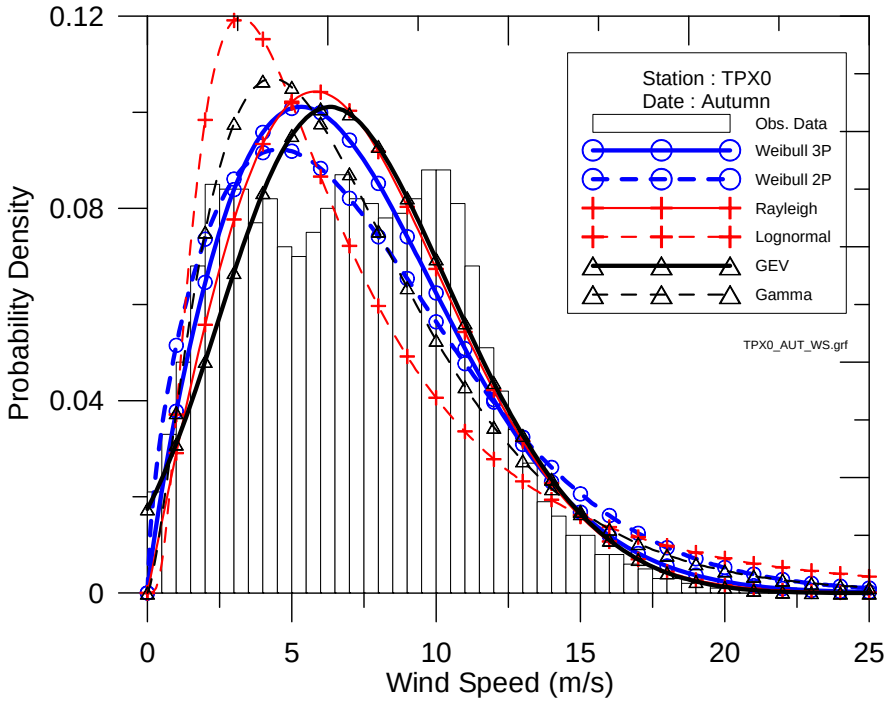


圖6.1.7c 臺北港X0測站秋季風速分佈與理論機率密度函數套配

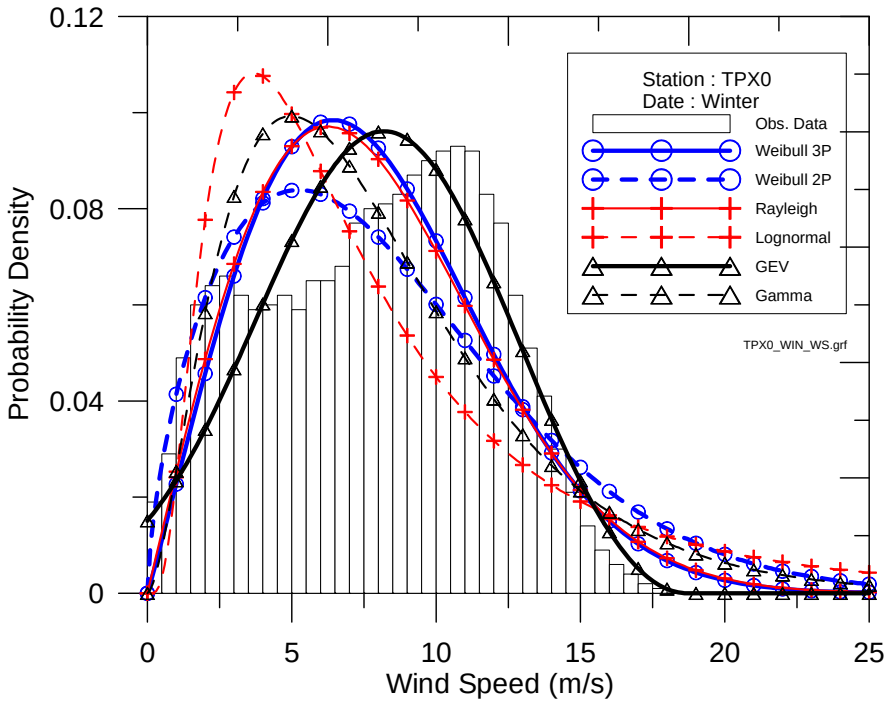


圖6.1.7d 臺北港X0測站冬季風速分佈與理論機率密度函數套配

本測站風速分布之各機率密度函數在不同累積機率下其風速界線值如圖6.1.8。圖中顯示同樣隨累積機率愈小風速界線值愈大，此表示當風速自動檢核在較低之累積機率下其風速檢核標準較大。在相同累積機率下對數常態之風速界線值最大而萊利最小，此與臺北港E0及W0測站之結果相同。各機率密度函數間風速界線值之差異隨累積機率愈小而愈明顯，以秋季為例，當累積機率為2%時韋伯3參數之風速界線值為16.9m/s；通用極值為16.1m/s；對數常態為27.7m/s。當累積機率為0.02%時韋伯3參數之風速界線值為25.7m/s；通用極值為22.0m/s；對數常態為57.8m/s。在相同累積機率下對數常態之風速界線值與其他機率函數相較明顯不同，尤其在較小之累積機率時較大許多。因此，針對檢核標準的選定而言，可能不是理想的機率密度函數。至於其他機率密度函數則差異不大，其中以伽瑪較大而通用極值與萊利較小些。後續在研定本測站風速檢核標準時除對數常態外其他函數皆可採用，其中基於適合度之排序結果仍以韋伯3參數及通用極值為優先考量。

風速界線值隨季別之變化情形如圖6.1.9。圖中顯示在相同累積機率下各機率密度函數之風速界線值隨季別不同皆有明顯差異，而且風速界線值隨累積機率愈大而愈小之趨勢各季別也不一致，此和臺北港W0測站之結果相似。以通用極值為例如圖6.1.9d顯示夏季風速界線值隨累積機率愈小而愈大之程度較春季、冬季及秋季明顯。同樣以通用極值為例，當機率為0.2%時秋季風速界線值為19.6m/s、冬季風速界線值為17.2m/s、春季風速界線值為20.9m/s、夏季風速界線值為24.2m/s。因此，後續在研訂本測站風速檢核標準時應考慮季別之差異。

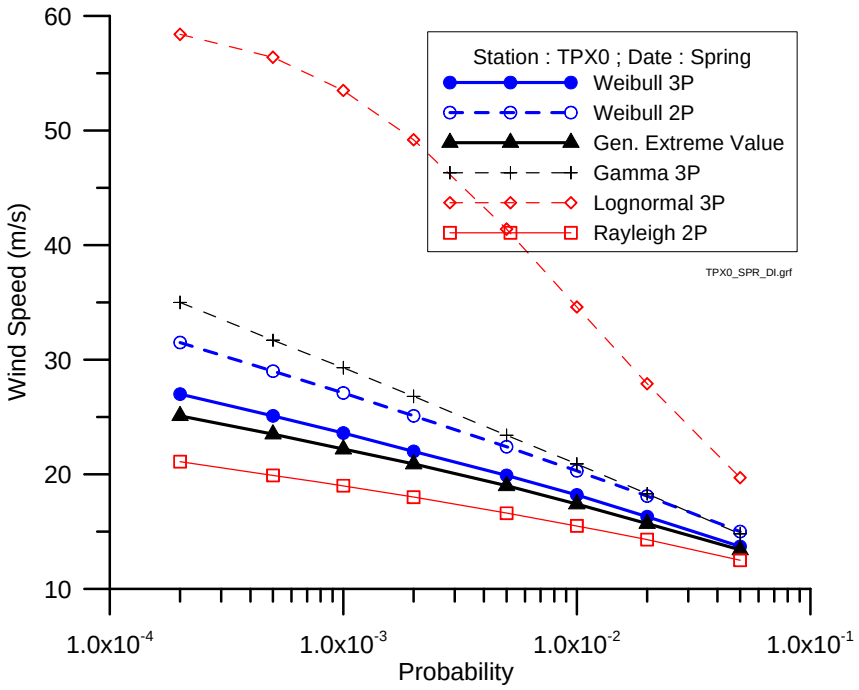


圖6.1.8a 臺北港X0測站春季各分佈函數於不同機率下之風速界線值

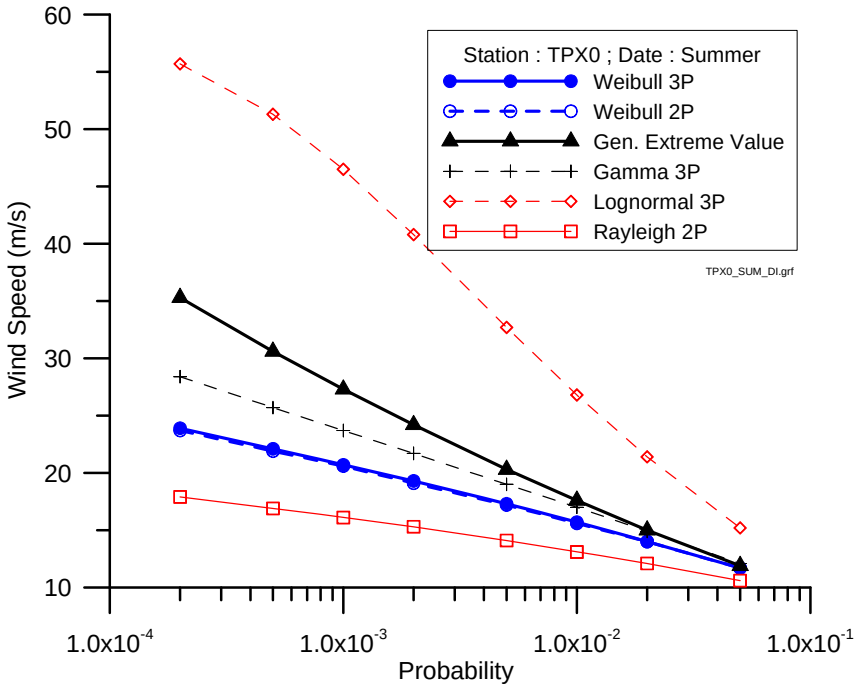


圖6.1.8b 臺北港X0測站夏季各分佈函數於不同機率下之風速界線值

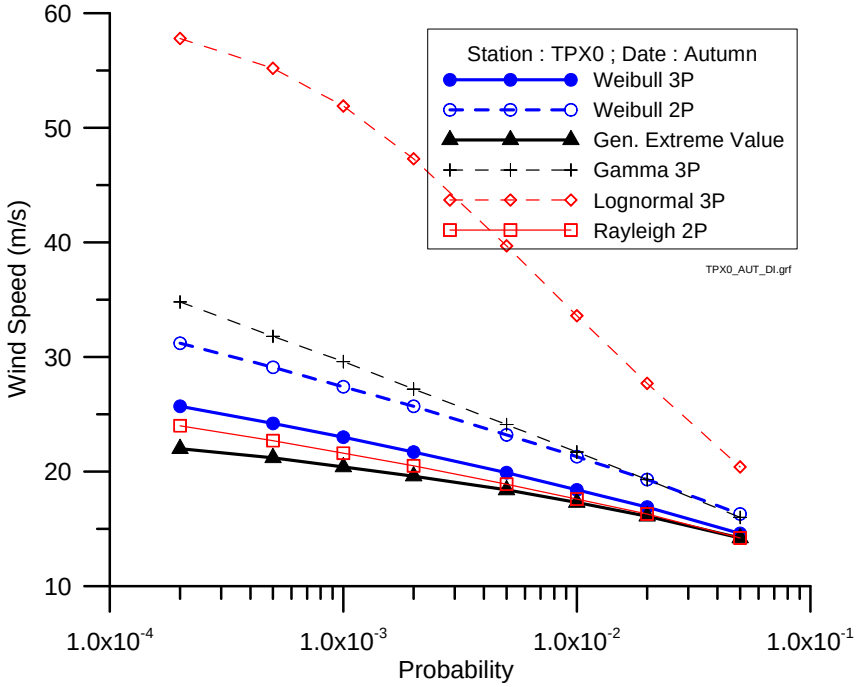


圖6.1.8c 臺北港X0測站秋季各分佈函數於不同機率下之風速界線值

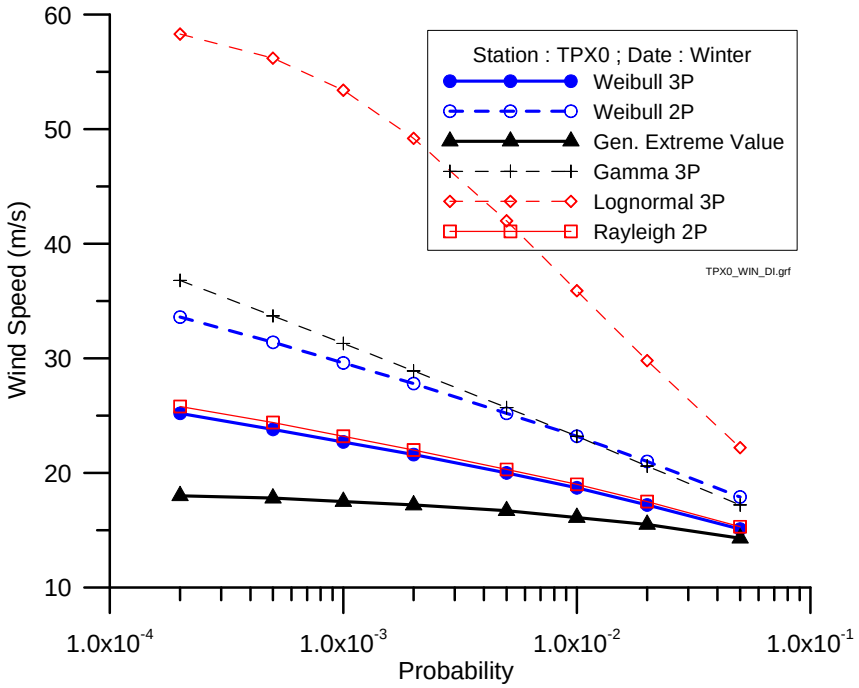


圖6.1.8d 臺北港X0測站冬季各分佈函數於不同機率下之風速界線值

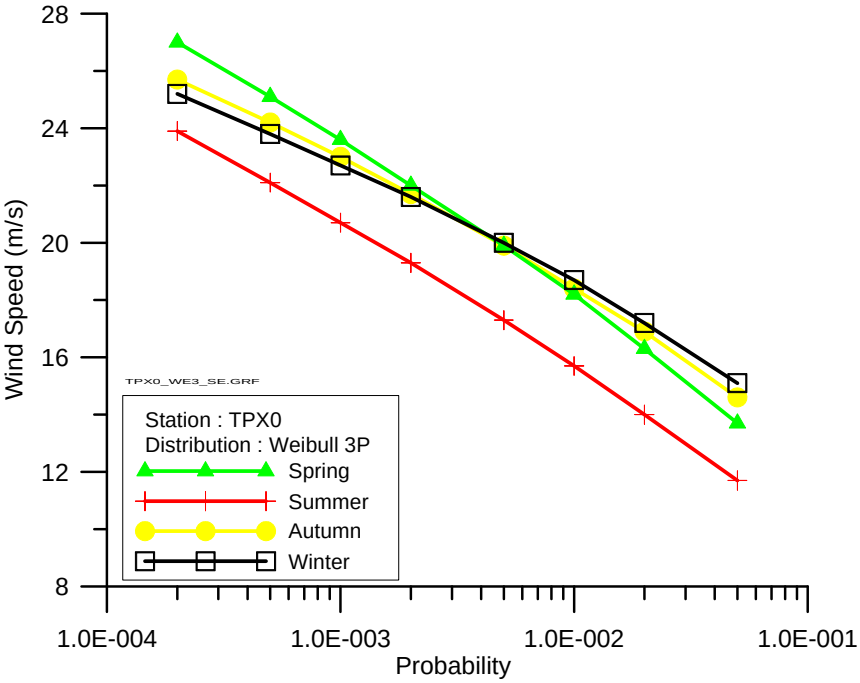


圖6.1.9a 臺北港X0測站不同季別風速機率密度函數比較(韋伯3參數)

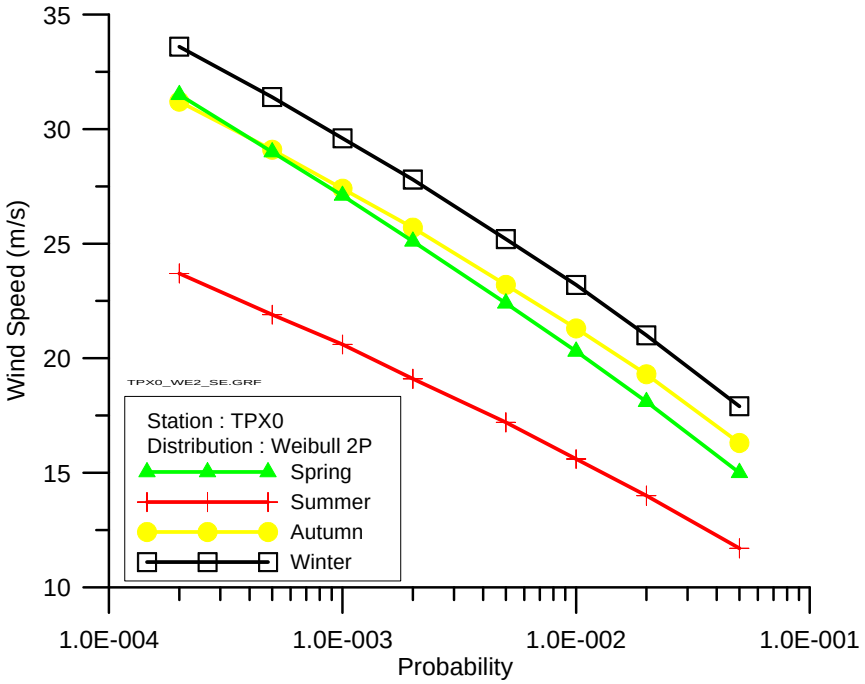


圖6.1.9b 臺北港X0測站不同季別風速機率密度函數比較(韋伯2參數)

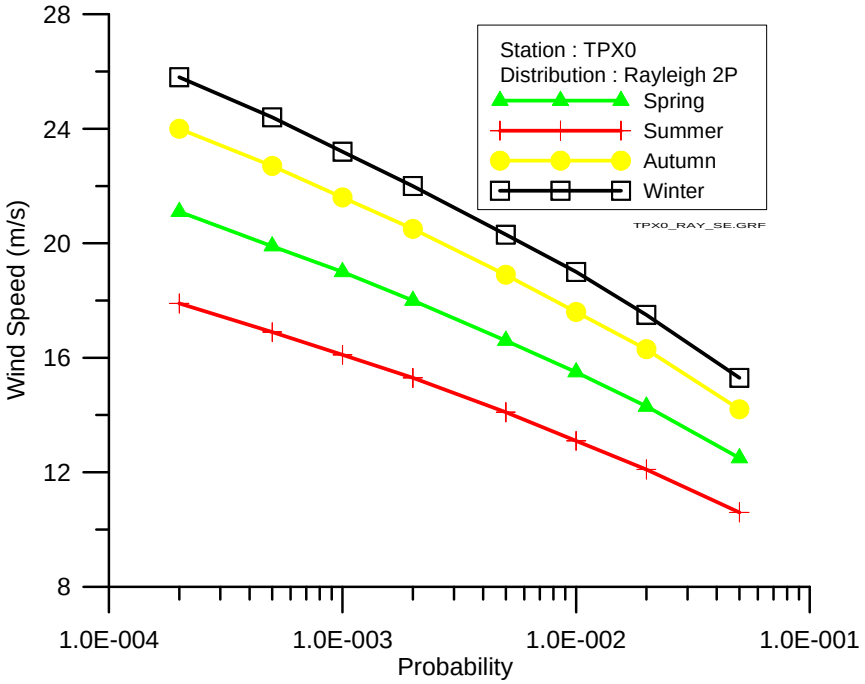


圖6.1.9c 臺北港X0測站不同季別風速機率密度函數比較(萊利)

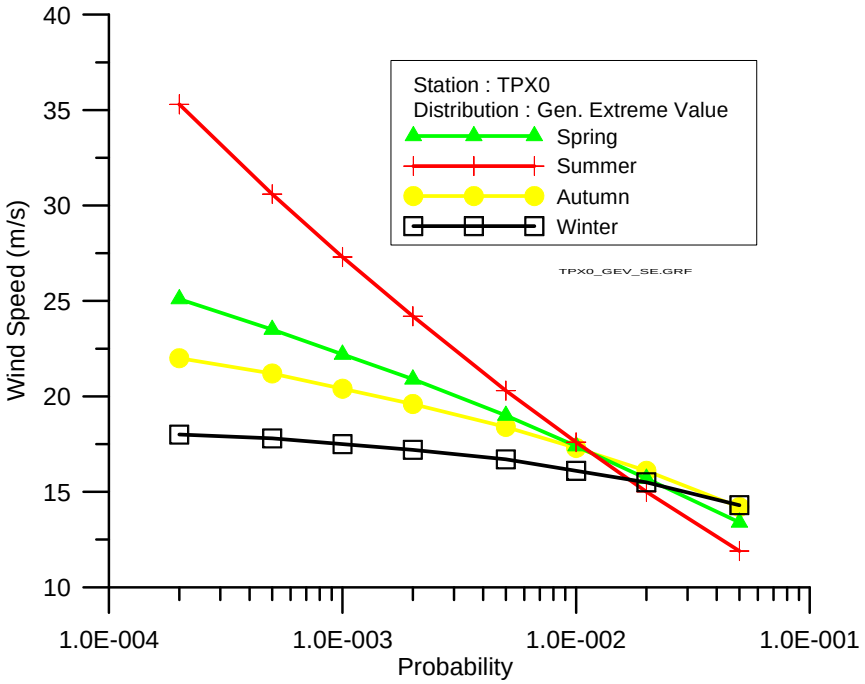


圖6.1.9d 臺北港X0測站不同季別風速機率密度函數比較(通用極值)

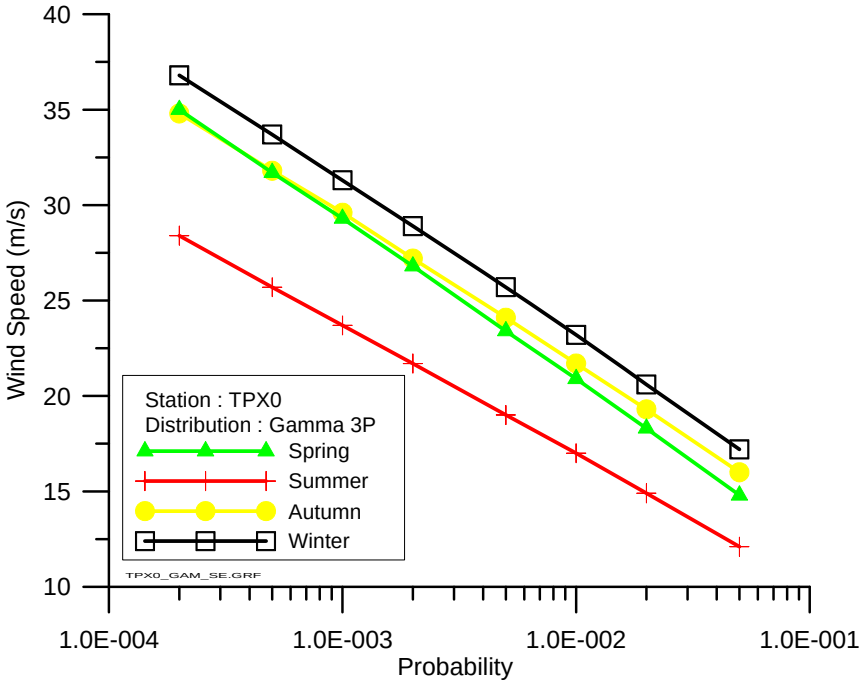


圖6.1.9e 臺北港X0測站不同季別風速機率密度函數比較(伽瑪)

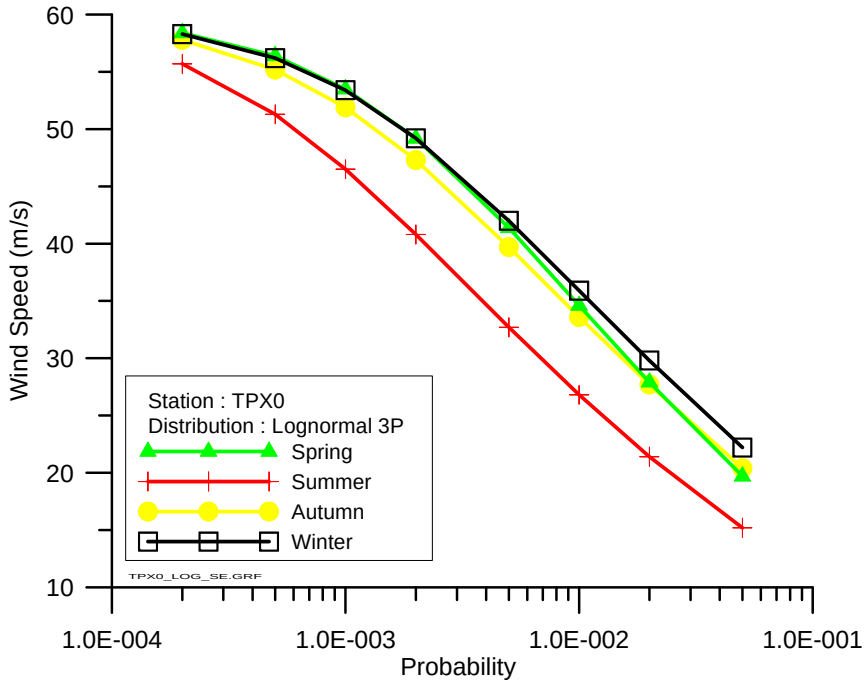


圖6.1.9f 臺北港X0測站不同季別風速機率密度函數比較(對數常態)

6.1.4 基隆港E0測站

基隆港E0測站風速之分布直方圖及6種機率密度函數之匹配結果如圖6.3.10。由原始風速直方圖分布與各機率密度函數之套疊結果比較顯示其匹配效果在春季及夏季較佳，而在秋季及冬季則有較明顯的偏差。偏差主要是風速在1m/s~5m/s之間分布直方圖小於機率密度函數。整體而言，各機率密度函數尚能有效描述風速的分布情形，其中以通用極值最佳。

本測站風速分布之各機率密度函數在不同累積機率下其風速界線值如圖6.1.11。圖中顯示同樣隨累積機率愈小風速界線值愈大，在相同累積機率下對數常態之風速界線值最大而萊利最小，此與臺北港測站之結果相同。各機率密度函數間風速界線值之差異隨累積機率愈小而愈明顯，以冬季為例，當累積機率為2%時韋伯3參數之風速界線值為8.8m/s；通用極值為8.2m/s；對數常態為15.9m/s。當累積機率為0.02%時韋伯3參數之風速界線值為13.9m/s；通用極值為11.7m/s；對數常態為49.8m/s。在相同累積機率下對數常態之風速界線值與其他機率函數相較明顯不同，尤其在較小之累積機率時較大許多。因此，針對檢核標

準的選定而言，對數常態可能不是理想的機率密度函數。至於其他機率密度函數則差異不大，其中以韋伯2參數較大而萊利較小些。後續在研定本測站風速檢核標準時除對數常態外其他函數皆可採用，其中基於適合度之排序結果仍以韋伯3參數及通用極值為優先考量。

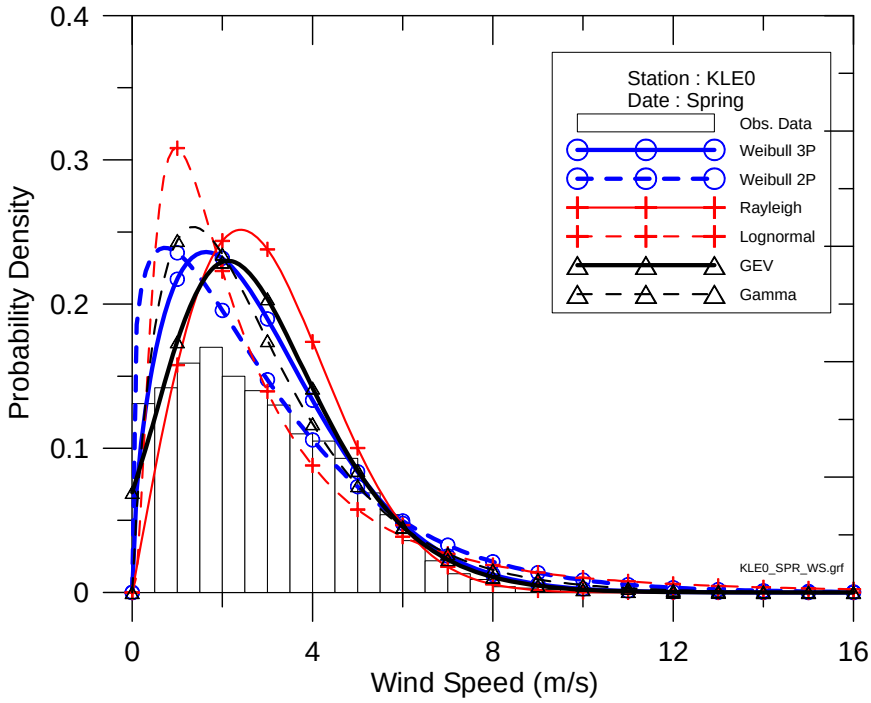


圖6.1.10a 基隆港E0測站春季風速分佈與理論機率密度函數套配

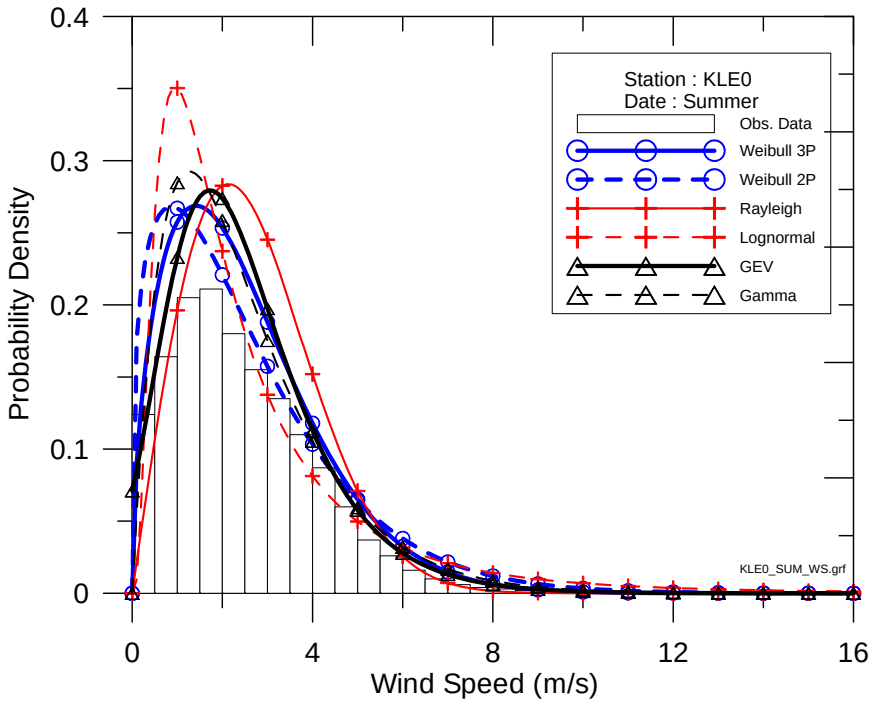


圖6.1.10b 基隆港E0測站夏季風速分佈與理論機率密度函數套配

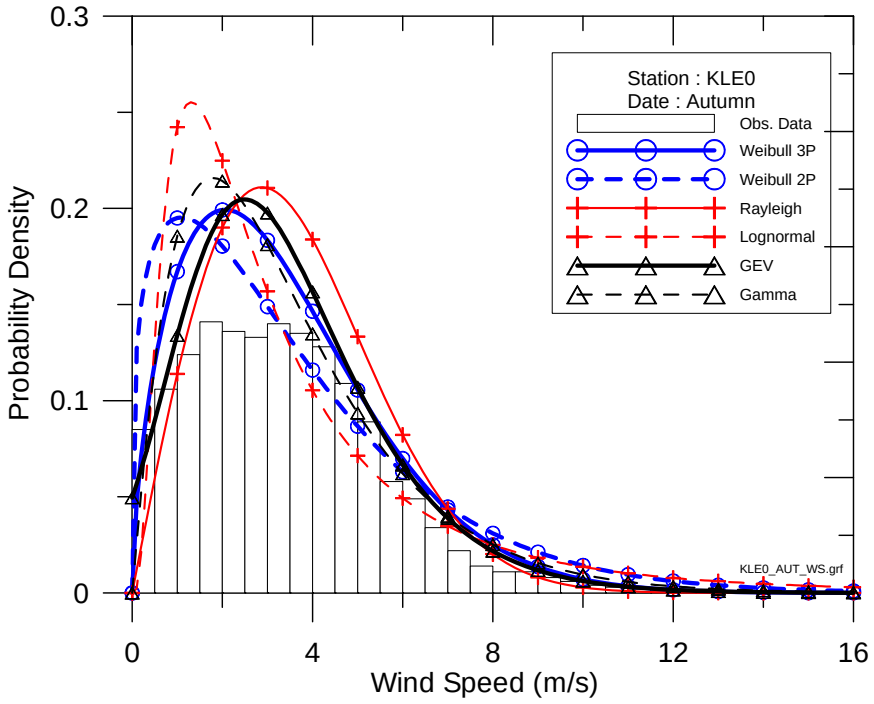


圖6.1.10c 基隆港E0測站秋季風速分佈與理論機率密度函數套配

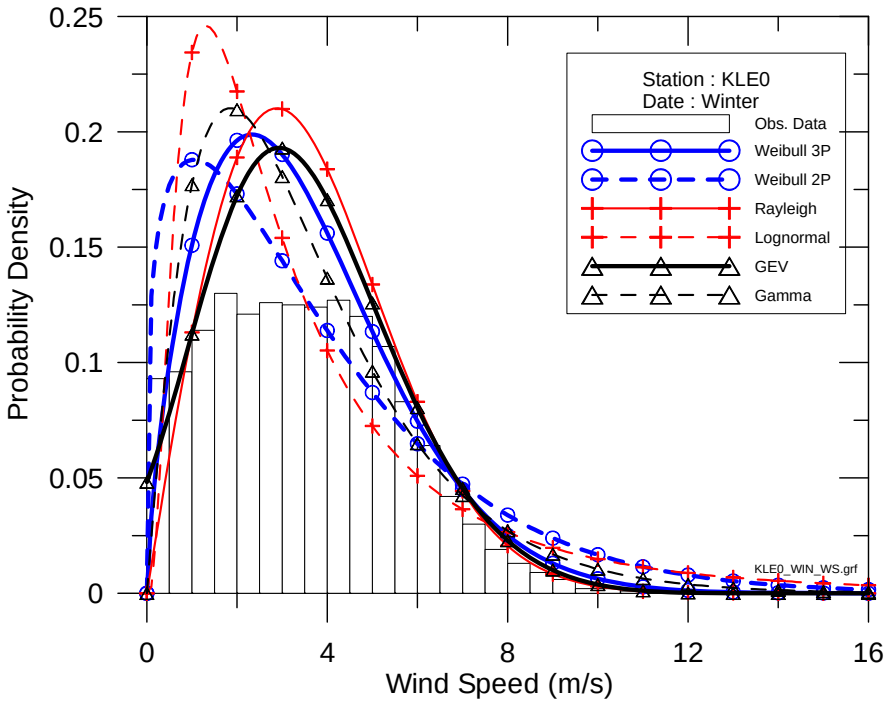


圖6.1.10d 基隆港E0測站冬季風速分佈與理論機率密度函數套配

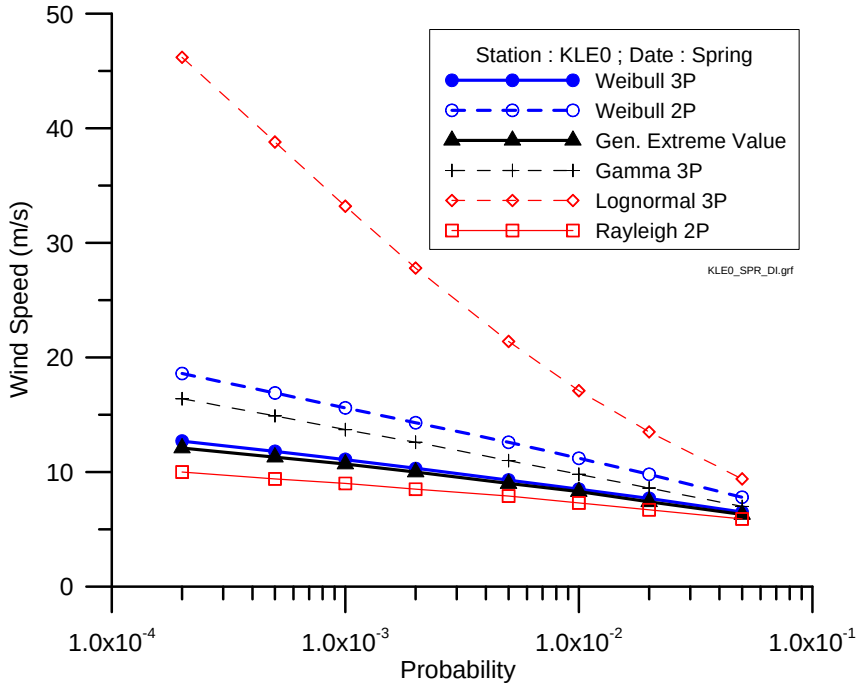


圖6.1.11a 基隆港E0測站春季各分佈函數於不同機率下之風速界線值

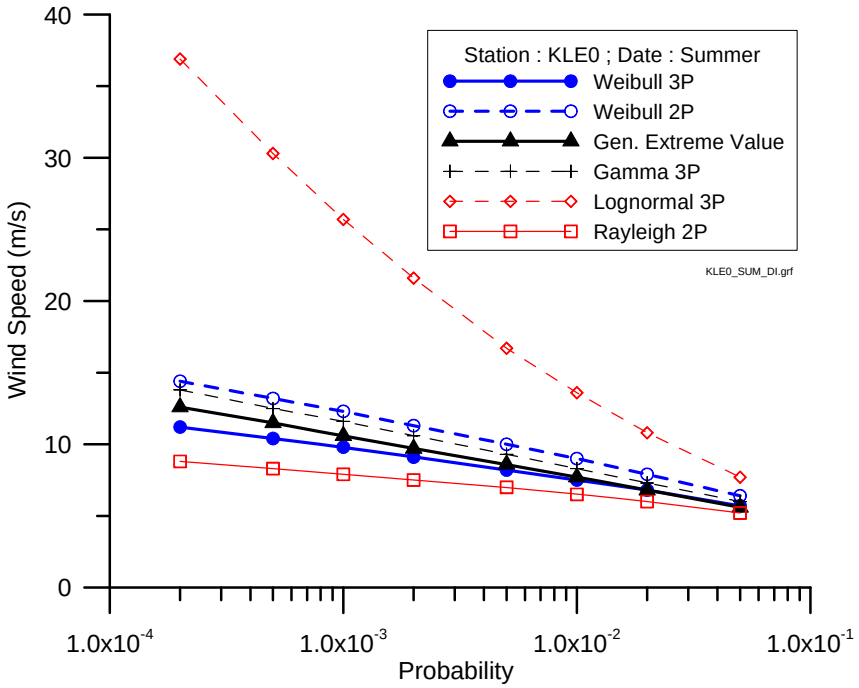


圖6.1.11b 基隆港E0測站夏季各分佈函數於不同機率下之風速界線值

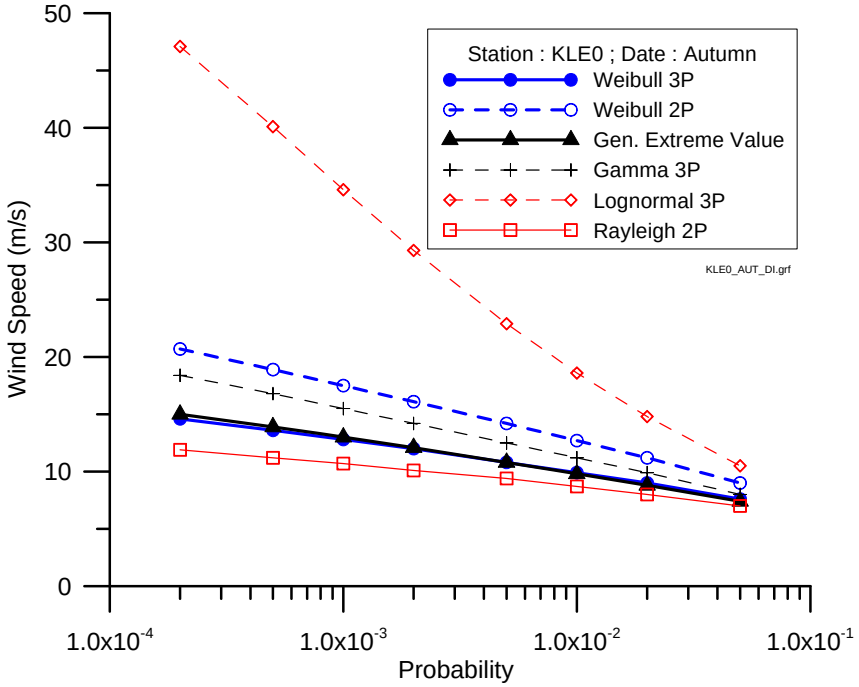


圖6.1.11c 基隆港E0測站秋季各分佈函數於不同機率下之風速界線值

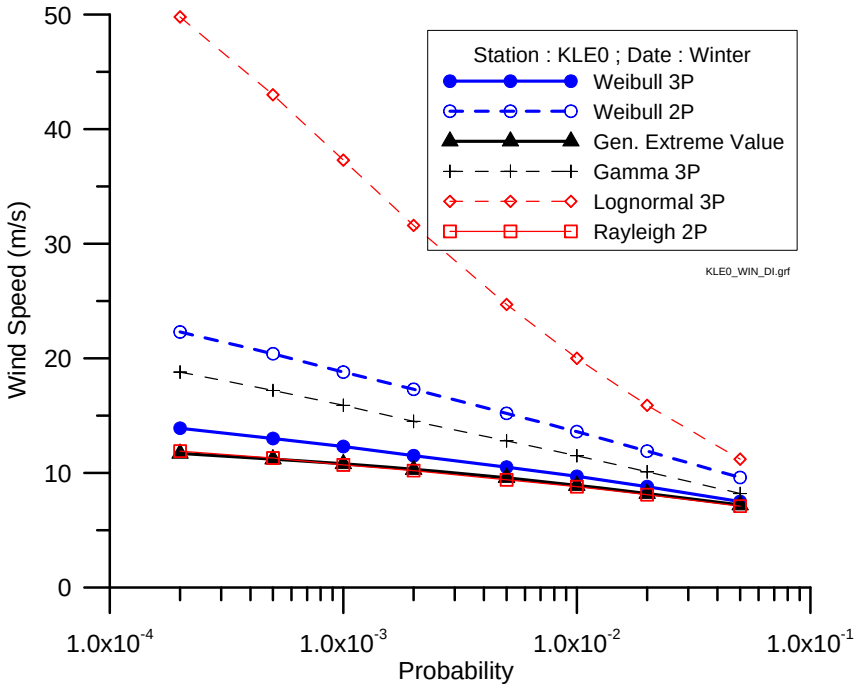


圖6.1.11d 基隆港E0測站冬季各分佈函數於不同機率下之風速界線值

風速界線值隨季別之變化情形如圖6.3.12。圖中顯示在相同累積機率下各機率密度函數之風速界線值隨季別不同而有差異，而且風速界線值隨累積機率愈大而愈小之趨勢各季別也不一致，此和臺北港W0及X0測站之結果相似。但是風速界線值是以秋季與冬季較大、春季次之、夏季則最小。以韋伯3參數為例，當機率為0.2%時秋季風速界線值為12.0m/s、冬季風速界線值為11.5m/s、春季風速界線值為10.3m/s、夏季風速界線值為9.1m/s。因此，後續在研訂本測站風速檢核標準時應考慮季別之差異。

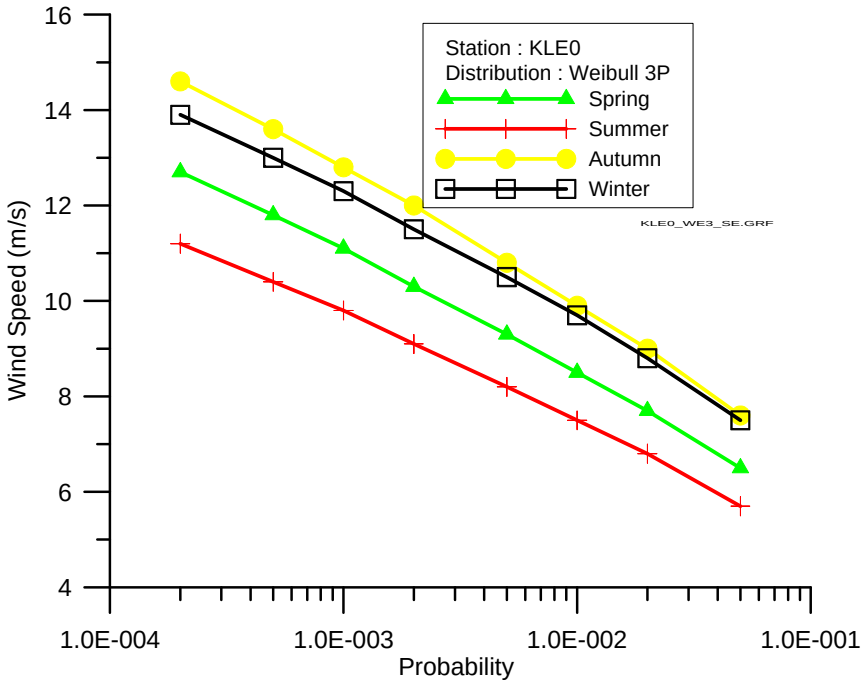


圖6.1.12a 基隆港E0測站不同季別風速機率密度函數比較(韋伯3參數)

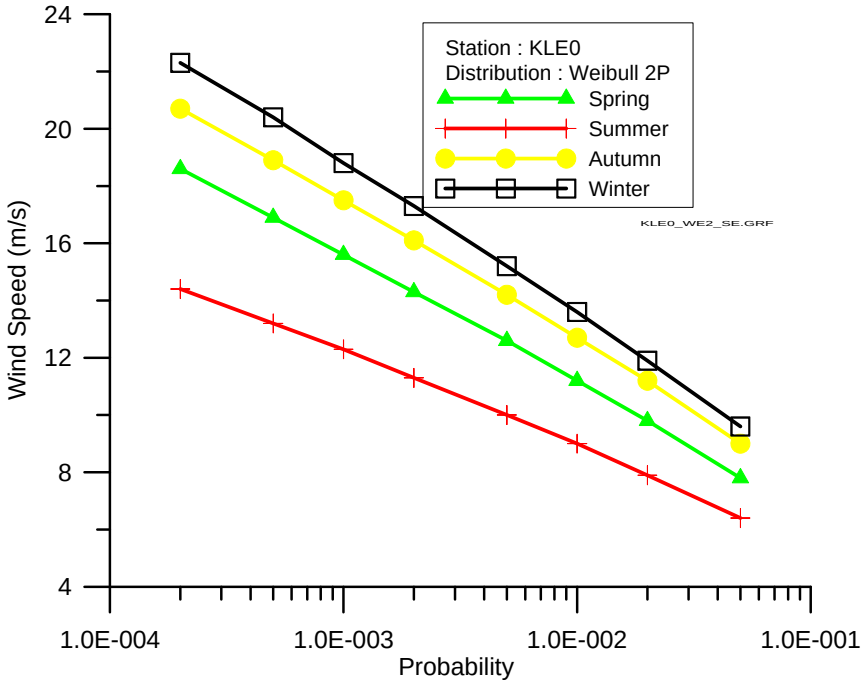


圖6.1.12b 基隆港E0測站不同季別風速機率密度函數比較(韋伯2參數)

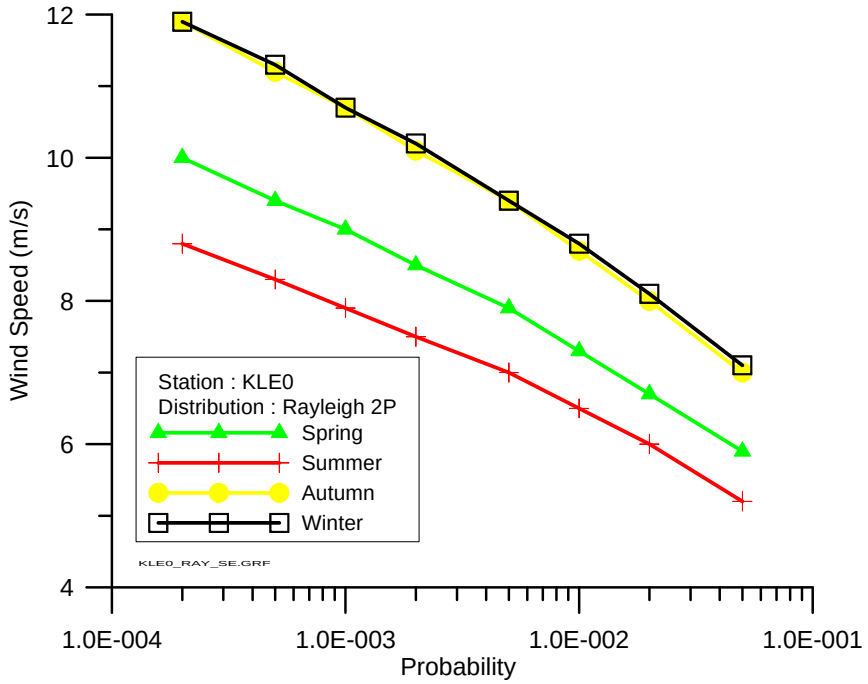


圖6.1.12c 基隆港E0測站不同季別風速機率密度函數比較(萊利)

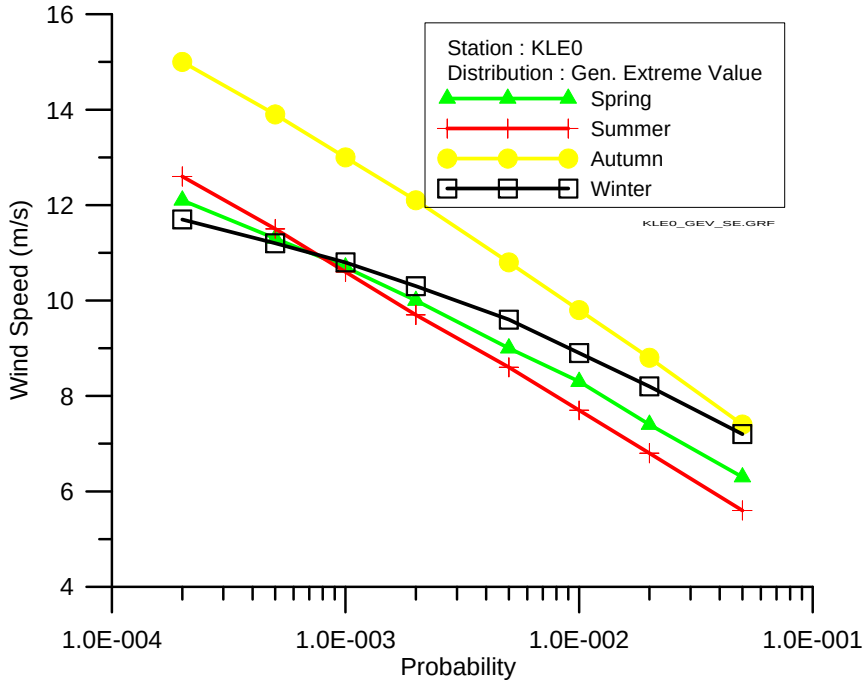


圖6.1.12d 基隆港E0測站不同季別風速機率密度函數比較(通用極值)

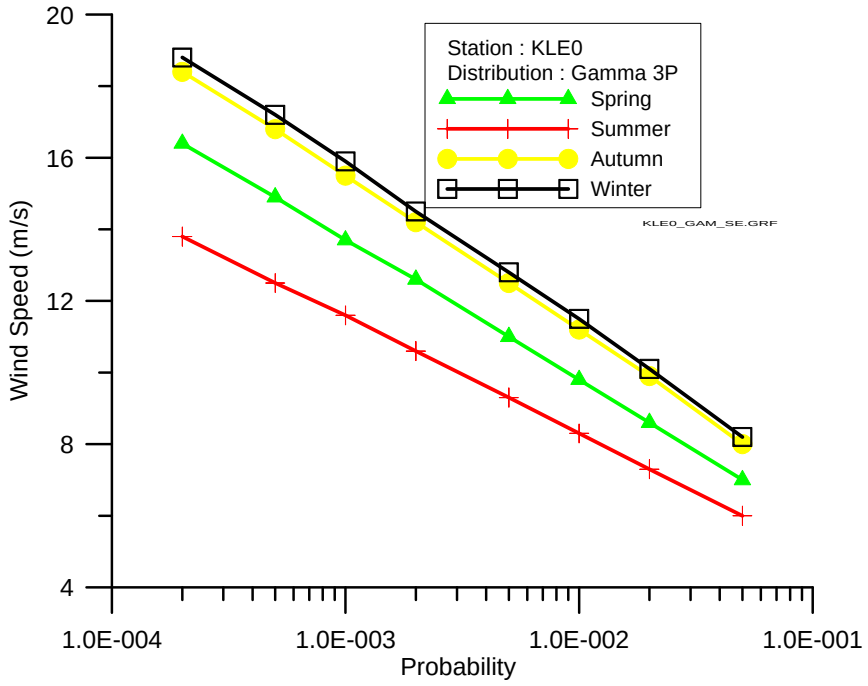


圖6.1.12e 基隆港E0測站不同季別風速機率密度函數比較(伽瑪)

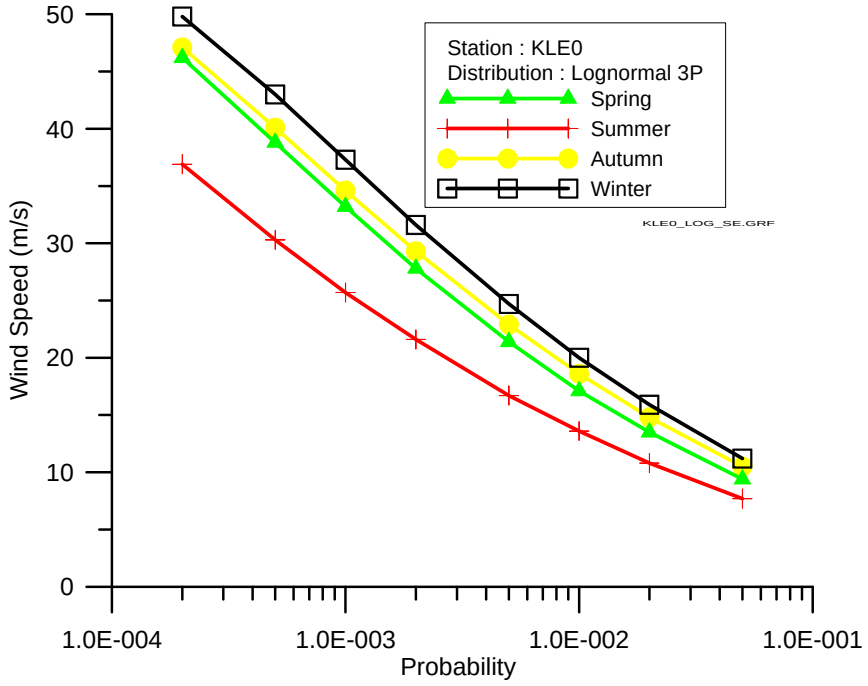


圖6.1.12f 基隆港E0測站不同季別風速機率密度函數比較(對數常態)

6.1.5 基隆港W0測站

基隆港W0測站風速之分布直方圖及6種機率密度函數之匹配結果如圖6.1.13。由原始風速直方圖分布與各機率密度函數之套疊結果比較顯示其匹配效果相當良好，但在冬季則有些許偏差。冬季偏差主要是風速在0.5m/s~2m/s之間分布直方圖略大於機率密度函數；風速在2m/s~6m/s之間分布直方圖略小於機率密度函數。整體而言，各機率密度函數皆能有效描述風速的分布情形，其中以韋伯3參數及伽瑪較佳，通用極值在本測站則較不理想，此和其他測站之結果不相同，但與以往相關研究指出，並非所有地區或時段的風速分佈皆適合利用某一種機率函數作有效描述的結論相同。

本測站風速分布之各機率密度函數在不同累積機率下其風速界線值如圖6.1.14。圖中顯示同樣隨累積機率愈小風速界線值愈大，在相同累積機率下對數常態之風速界線值與其他機率函數相較明顯不同且較大許多(夏季除外) 而萊利最小，因此針對檢核標準的選定而言，可能不是理想的機率密度函數，此與臺北港測站之結果相似。各機率密度函數間風速界線值之差異同樣隨累積機率愈小而愈明顯以夏季為例，當累積機率為2%時韋伯3參數之風速界線值為7.6m/s；通用極值為8.5m/s；對數常態為8.2m/s。當累積機率為0.02%時韋伯3參數之風速界線值為12.7m/s；通用極值為26.9m/s；對數常態為20.1m/s。檢視夏季之統計分析結果如圖6.1.14b顯示，在相同累積機率下通用極值之風速界線值與其他機率函數(對數常態除外)相較明顯不同，尤其在較小之累積機率時較大許多，此和其他測站之結果明顯不同。因此，針對檢核標準的選定而言，除對數常態外，對本測站而言通用極值也可能不是理想的機率密度函數。至於其他機率密度函數則差異不大，其中以伽瑪較大而萊利較小些。後續在研定本測站風速檢核標準時除對數常態及通用極值外其他函數皆可採用，其中基於適合度之排序結果以韋伯3參數及伽瑪為優先考量。

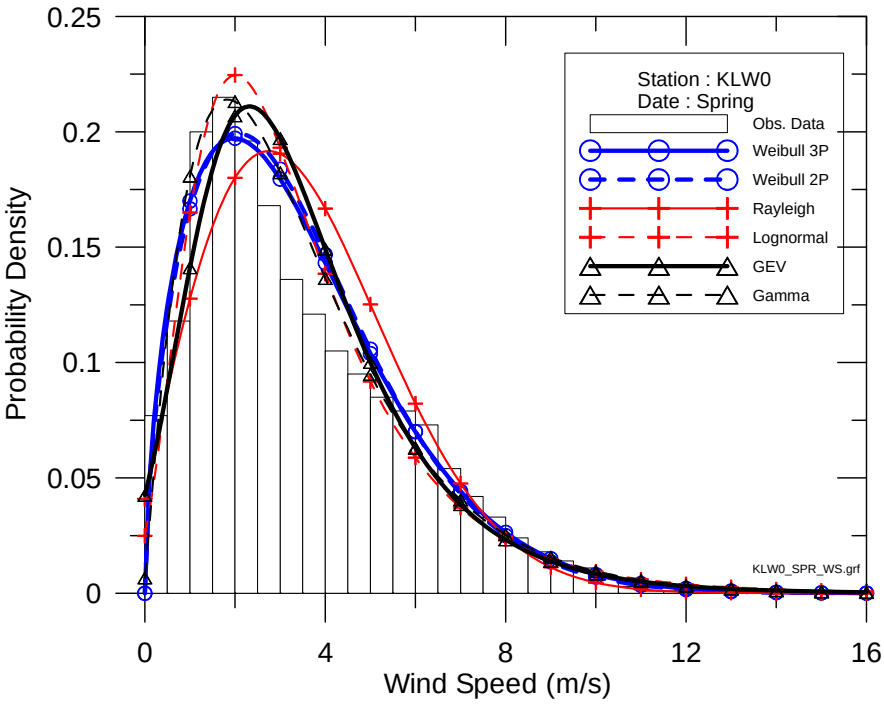


圖6.1.13a 基隆港W0測站春季風速分佈與理論機率密度函數套配

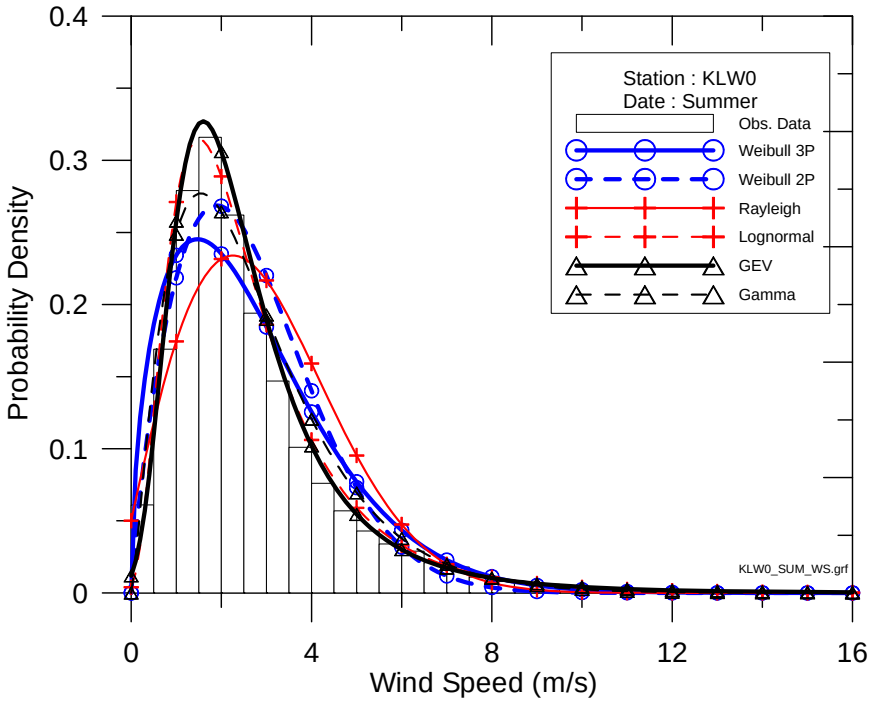


圖6.1.13b 基隆港W0測站夏季風速分佈與理論機率密度函數套配

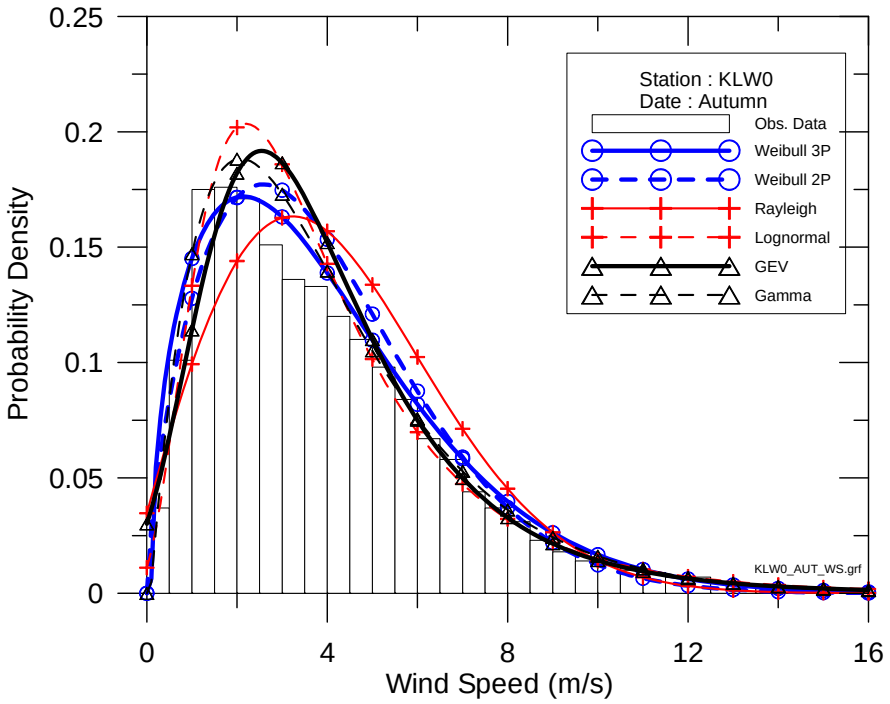


圖6.1.13c 基隆港W0測站秋季風速分佈與理論機率密度函數套配

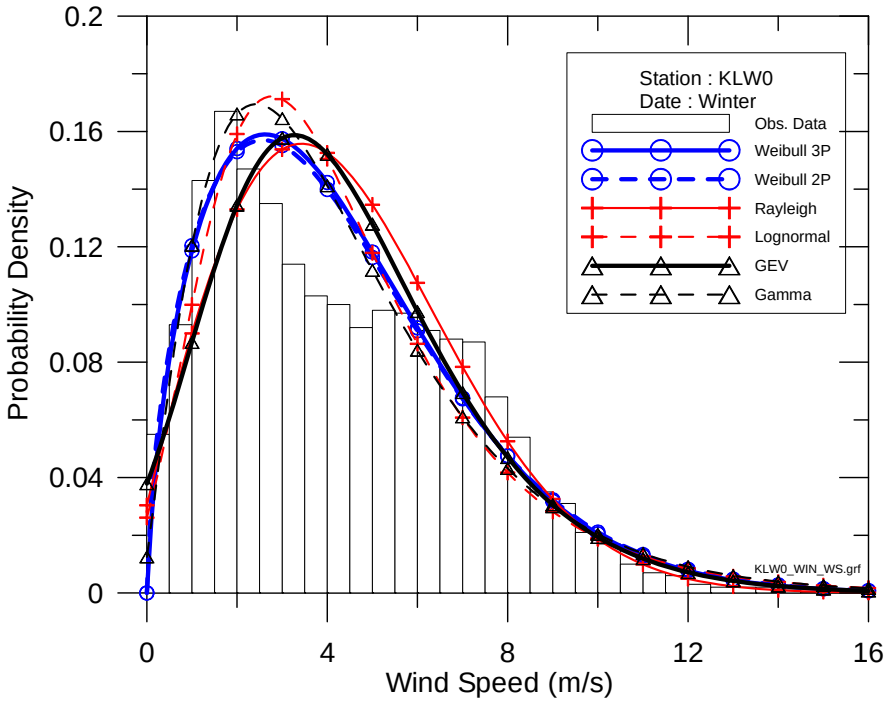


圖6.1.13d 基隆港W0測站冬季風速分佈與理論機率密度函數套配

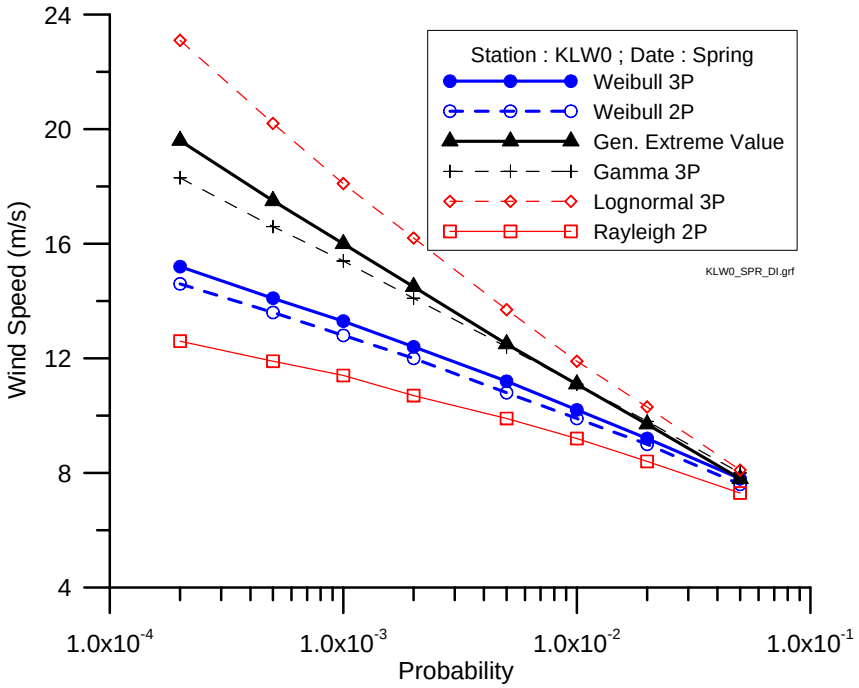


圖6.1.14a 基隆港W0測站春季各分佈函數於不同機率下之風速界線值

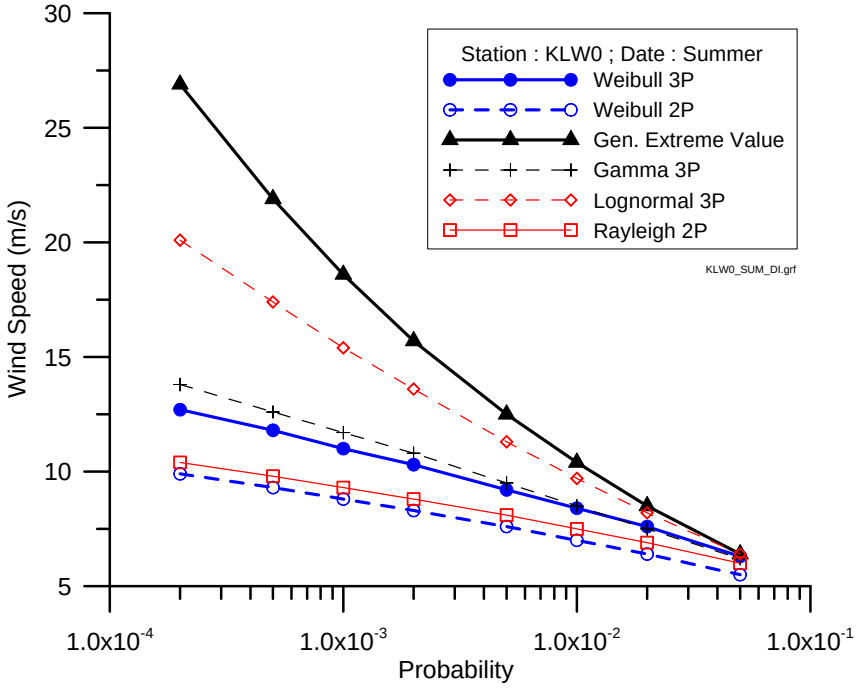


圖6.1.14b 基隆港W0測站夏季各分佈函數於不同機率下之風速界線值

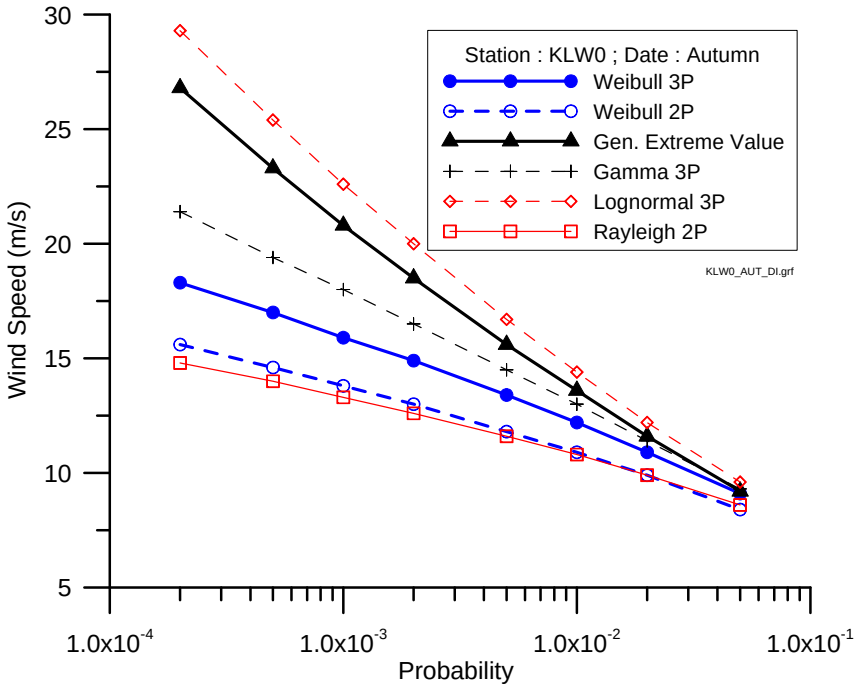


圖6.1.14c 基隆港W0測站秋季各分佈函數於不同機率下之風速界線值

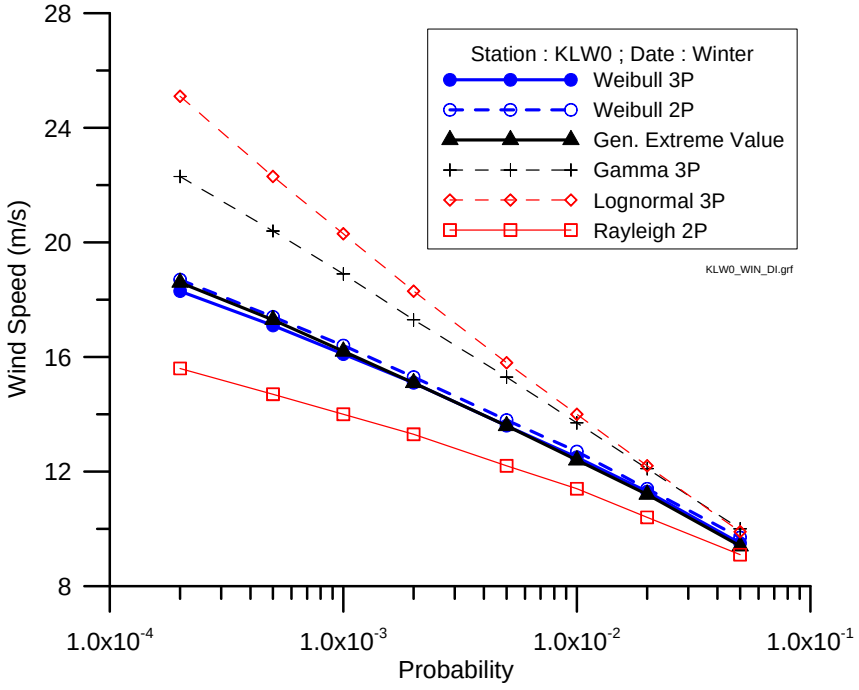


圖6.1.14d 基隆港W0測站冬季各分佈函數於不同機率下之風速界線值

風速界線值隨季別之變化情形如圖6.1.15。圖中顯示在相同累積機率下各機率密度函數之風速界線值隨季別不同而有差異，其中通用極值夏季風速界線值隨累積機率愈小而愈大之趨勢與其他季別不一致，此和其他測站之結果相似。以通用極值為例如圖6.1.15d顯示夏季風速界線值隨累積機率愈小而愈大之程度較其他季別明顯。對大部分的機率密度函數而言，風速界線值是以秋季與冬季較大、春季次之、夏季則最小，此和臺北港X0及基隆港E0測站之結果相似。以韋伯3參數為例，當機率為0.2%時秋季風速界線值為14.9m/s、冬季風速界線值為15.1m/s、春季風速界線值為12.4m/s、夏季風速界線值為10.3m/s。因此，後續在研訂本測站風速檢核標準時同樣需考慮季別之差異。

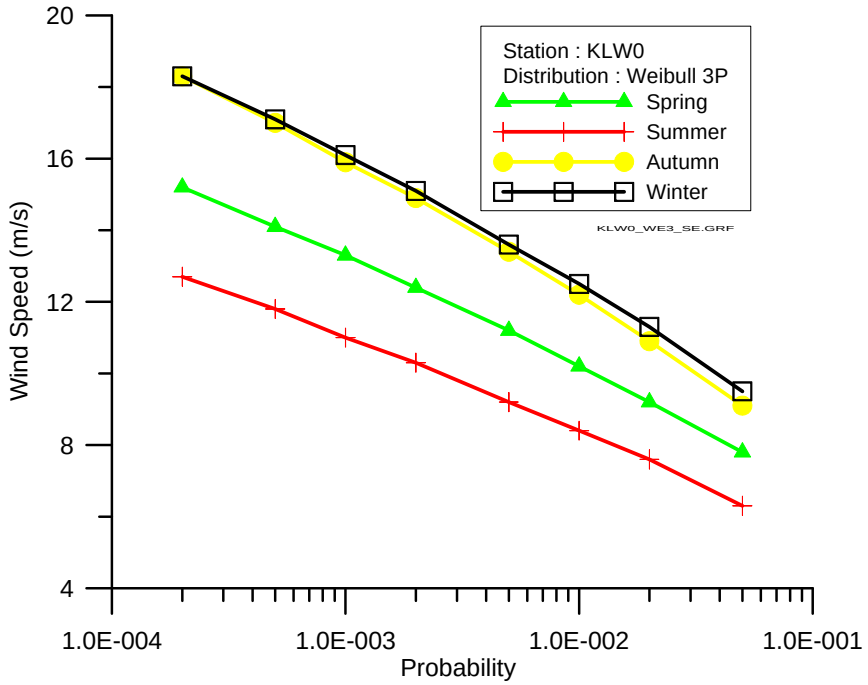


圖6.1.15a 基隆港W0測站不同季別風速機率密度函數比較(韋伯3參數)

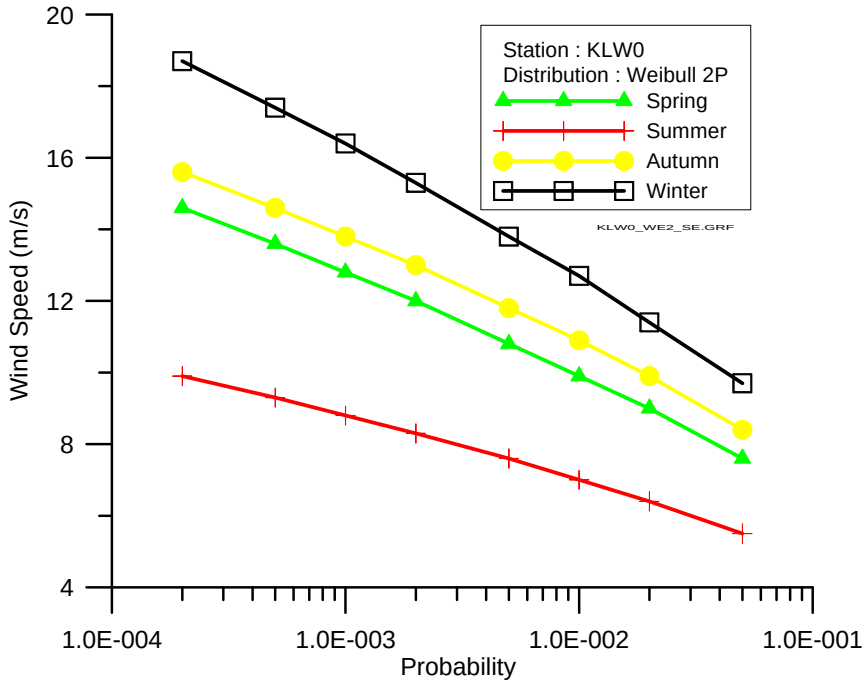


圖6.1.15b 基隆港W0測站不同季別風速機率密度函數比較(韋伯2參數)

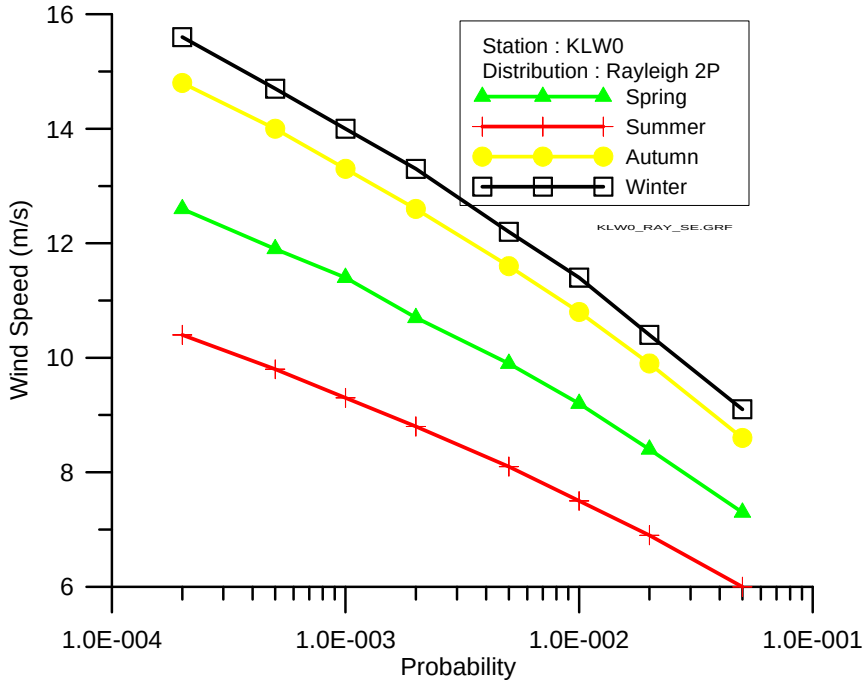


圖6.1.15c 基隆港W0測站不同季別風速機率密度函數比較(萊利)

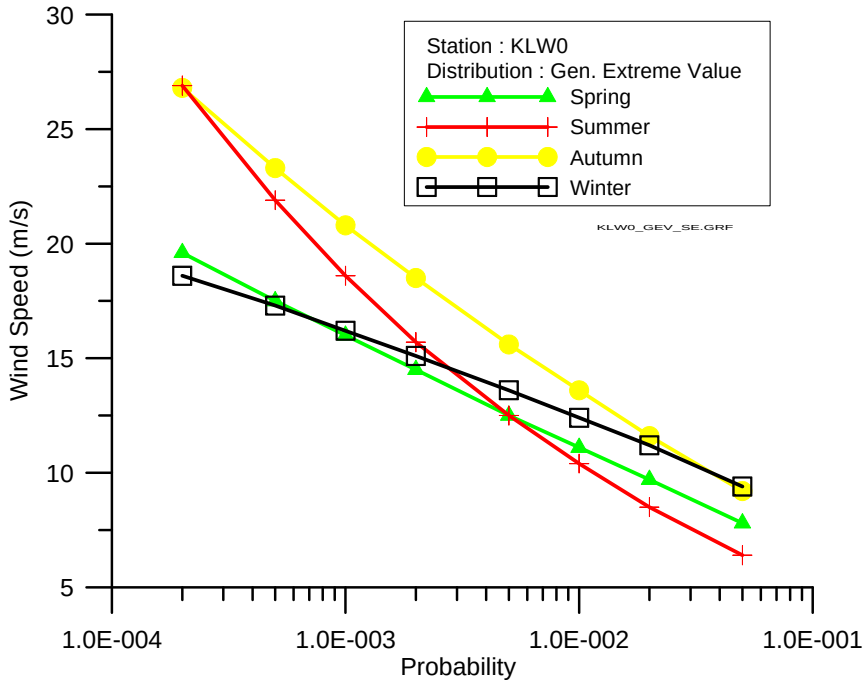


圖6.1.15d 基隆港W0測站不同季別風速機率密度函數比較(通用極值)

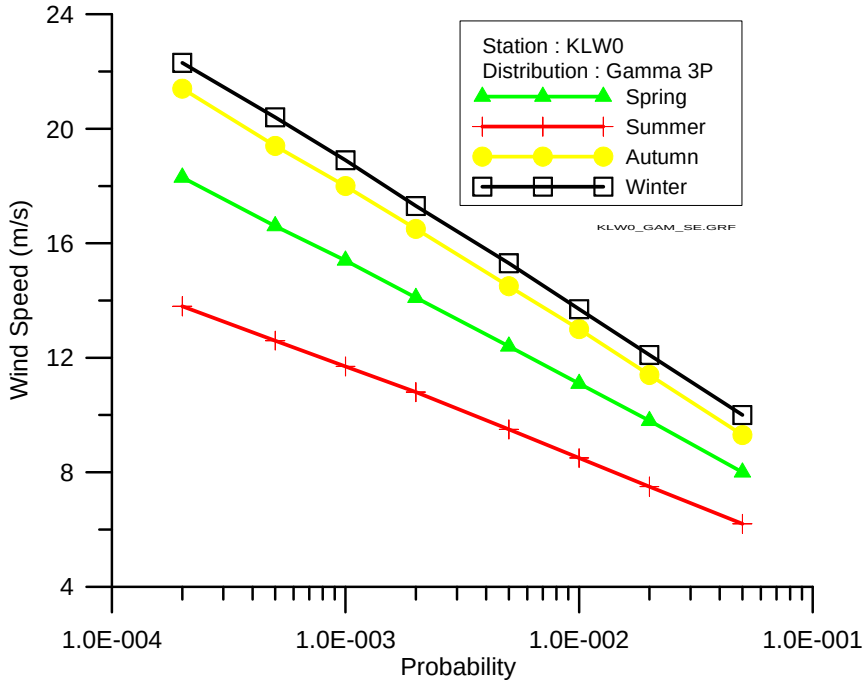


圖6.1.15e 基隆港W0測站不同季別風速機率密度函數比較(伽瑪)

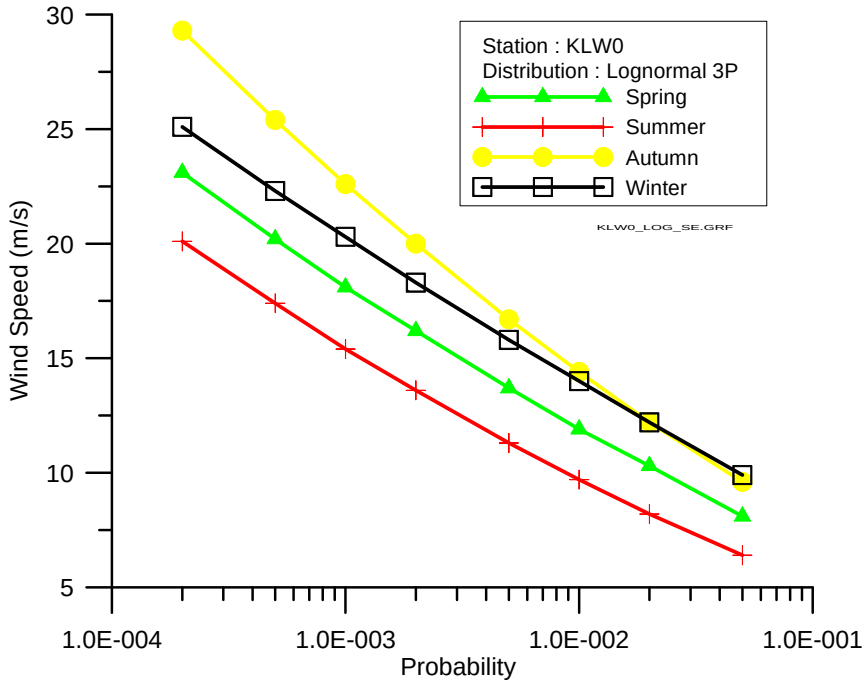


圖6.1.15f 基隆港W0測站不同季別風速機率密度函數比較(對數常態)

6.2 風速合理性檢核標準

根據風速機率分布之比較及風速界線值隨季別及機率密度函數形式之差異分析結果，本節將針對各港區各季別風速之合理性檢核標準初步研定結果進行比較探討。由上節統計分析結果顯示韋伯3參數及通用極值兩種機率密度函數的適合度檢定排序較佳且風速界線值與季別有關，故後續以這2種函數為主，針對累積機率2%、0.2%及0.02%在各季別之風速檢核標準(即風速界線值)進行研定。

依據統計分析結果彙整風速檢核標準如表6-1~表6-3。由表中數值比較顯示風速檢核標準與累積機率及測站位置有關。累積機率愈小風速檢核標準愈大；測站位置主要是離岸距離愈大風速檢核標準愈大，例如臺北港海上觀測樁之風速站。當累積機率愈小風速檢核標準隨機率密度函數型式不同而有愈明顯差異，如表6-3中加黑底之數值，兩種機率密度函數之風速檢核標準差異較明顯，相較累積機率較大之表6-1中兩者差異不大。此外不同季別之風速檢核標準也是在累積機率較小時差異明顯，例如臺北港X0測站當累積機率2%時韋伯3參數之檢核標

準在夏季與冬季分別是14.0m/s及17.2m/s兩者相近；但當累積機率0.02%時則分別是23.9m/s及25.2m/s兩者有明顯差異。

表6-1 累積機率2%之風速合理性檢核標準

單位:公尺/秒

季別及機率函數 / 測站	春季		夏季		秋季		冬季	
	通用極值	韋伯3參數	通用極值	韋伯3參數	通用極值	韋伯3參數	通用極值	韋伯3參數
臺北港E0	5.1	5.2	4.9	4.9	5.2	5.1	5.1	5.2
臺北港W0	15.5	16.2	13.4	12.7	14.1	14.8	14.1	15.2
臺北港X0	15.7	16.3	15.0	14.0	16.1	16.9	15.5	17.2
基隆港E0	7.4	7.7	6.8	6.8	8.8	9.1	8.2	8.8
基隆港W0	9.2	9.7	6.4	7.6	11.6	10.9	11.2	11.3

表6-2 累積機率0.2%之風速合理性檢核標準

單位:公尺/秒

季別及機率函數 / 測站	春季		夏季		秋季		冬季	
	通用極值	韋伯3參數	通用極值	韋伯3參數	通用極值	韋伯3參數	通用極值	韋伯3參數
臺北港E0	6.7	6.9	7.1	6.7	7.6	6.9	6.7	6.9
臺北港W0	20.9	22.1	20.2	17.0	17.1	18.8	16.4	19.4
臺北港X0	20.9	22.0	24.2	19.3	19.6	21.7	17.2	21.6
基隆港E0	10.0	10.3	9.7	9.1	12.1	12.0	13.3	11.5
基隆港W0	14.5	12.4	15.7	10.3	18.5	14.9	15.1	15.1

表6-3 累積機率0.02%之風速合理性檢核標準

單位:公尺/秒

季別及機率函數 / 測站	春季		夏季		秋季		冬季	
	通用極值	韋伯3參數	通用極值	韋伯3參數	通用極值	韋伯3參數	通用極值	韋伯3參數
臺北港E0	7.9	8.4	9.3	8.3	9.9	8.5	7.9	8.4
臺北港W0	25.4	27.4	27.6	20.7	19.1	22.2	17.6	22.8
臺北港X0	25.1	27.0	35.3	23.9	22.0	25.7	18.0	25.2
基隆港E0	12.1	12.7	12.6	11.2	15.0	14.6	11.7	13.9
基隆港W0	19.6	15.2	26.9	12.7	26.8	18.3	18.6	18.3

本研究風速分布統計分析之主要目的為建立資料合理性檢核時之標準依據，因此在樣本之選擇上與一般設計風速之極值分析不同，在極值分析時之樣本選取常見有年(或月)最大值法，颱風事件法及門檻值法等方法，而本研究風速資料樣本係依季別分類後全體採用。因此，極值分析之設計風速一般會較本研究之檢核標準風速大。除樣本選取方式不同外，機率密度函數也與設計風速之極值分析常見型式略有不同，但與一般風能評估研究相似。

雖然目前所選取之6種機率密度函數經套配6個測站之風速統計分布後，大致上皆能通過適合度檢定。但由風速分布直方圖與機率密度函數之套疊比較，發現在某些測站與季別似乎不盡理想，例如圖6.1.7d所示臺北港X0測站冬季風速分佈與理論機率密度函數套配結果。此外當累積機率愈小風速檢核標準隨機率密度函數型式不同而出現明顯差異，例如基隆港W0測站於夏季當累積機率0.02%時，通用極值之檢核風速標準為26.9m/s而韋伯3參數僅12.7m/s兩者有明顯差異。此對於研定合適之風速檢核標準造成困擾。

由以上分析可知風速檢核標準與測站地理位置、季別種類、累積機率大小及機率密度函數型式因素有關，所以風速檢核標準應依這些因素條件做選定。在累積機率大小方面若設定2%則檢核結果可能出現

過多之可疑資料，恐造成品管人力無法負擔；但若設定0.02%則因檢核標準較寬鬆結果可能出現漏網之魚，而未能達到自動檢核之目的。因此，本計畫初步選定累積機率0.2%作為風速檢核標準訂定條件。在機率密度函數型式上雖然適合度排序大致以韋伯3參數及通用極值較高，但在某些測站與季別並不是這兩函數為最佳，如表2-8。因此，本計畫對於機率密度函數將依該表中排序最高者作選定。依此各測站各季之風速檢核標準如表6-4。

表6-4 各港區測站各季之風速合理性檢核標準

單位:公尺/秒

季別及機率函數 / 測站	春季		夏季		秋季		冬季	
	風速標準	函數型式	風速標準	函數型式	風速標準	函數型式	風速標準	函數型式
臺北港E0	7.0	通用	7.1	通用	6.9	韋伯3	6.7	通用
臺北港W0	25.3	韋伯2	19.7	伽瑪	17.1	通用	16.4	通用
臺北港X0	20.9	通用	21.7	伽瑪	19.6	通用	17.2	通用
基隆港E0	10.1	通用	9.7	通用	12.1	通用	10.3	通用
基隆港W0	14.1	伽瑪	15.7	通用	16.5	伽瑪	15.3	韋伯2

第七章　港區風速差值機率分布與檢核標準

前一章對於 6 個港區風速原始資料進行分布統計及機率密度函數之套配，並研定不同累積機率下不同機率密度函數及各季別之風速檢核標準。但此檢核標準會受機率密度函數型式的不同而有差異，故造成選擇上的困擾。本研究考量大多數海洋界的自然現象變化是漸進且連續的，基於此一原則假定各種觀測物理量在時間上都必須限定在一定程度的連續性變化之內。換言之，該物理量隨時間變化量之相對值應落在合理的範圍內，如果在單位時間內的改變量超過某一限度(即門檻值或界線值)，則可視為異常資料。

上述這種時間相對合理性分析的首要步驟為，選取一段具代表性之正常資料計算其不同時間間隔之差值，然後根據這些差值資料如同前一章之分布統計方式求出機率密度函數，並研定在各種時間間隔下之風速差值檢核標準。由於風速差值可能為負值與風速皆正值不同，故機率密度函數之變數範圍須涵蓋正負值。故本研究選取強森SU(Johnson SU) 、常態(Normal)、通用極值(Generalized Extreme Value)、誤差函數(Error Function)及邏輯(Logistic) 等 5 種機率密度函數，其函數型式、參數估計及適合度檢定等已於第二章介紹說明，故不再贅述。本章將針對各港區各季別風速差值之統計分布進行比較，以瞭解其分布特性並據以研擬風速資料自動檢核所需之檢核標準。

7.1 風速差值機率分布之比較

7.1.1 機率密度函數套配結果比較

臺北港E0測站各季各時間間隔(時差)風速差值之分布直方圖及5種機率密度函數之匹配結果如圖7.1.1~圖7.1.4。圖中藍圓實線為強森SU、藍圓虛線為邏輯、紅十字實線為常態、黑三角實線為通用極值及黑三角虛線為誤差函數。由於時差1及6之結果相似，為節省篇幅僅繪出時差3及時差12之結果。由原始風速差值直方圖分布與各機率密度函數之套疊結果比較顯示其匹配效果相當良好，換言之，各機率密度函數可

有效描述風速差值的分布情形，其中以強森SU及邏輯最佳。不過在分布尖峰處各機率密度函數常出現高估情形。相較第三章風速分布與理論機率密度函數之套疊以風速差值分布有更佳的結果。因此，利用風速差值進行風速資料之檢核，可能較直接由風速做檢核來得可靠。各機率密度函數之間數值大小常態與誤差函數兩者非常相近，在尖峰處則大致以強森SU最大、邏輯稍小次之、其餘較小但相近。各機率密度函數形狀隨時差愈大而變得愈平緩，因為風速差值隨時差愈大其分布愈分散。其他測站之分析結果與本站相似，請參考圖7.1.5~圖7.1.20。

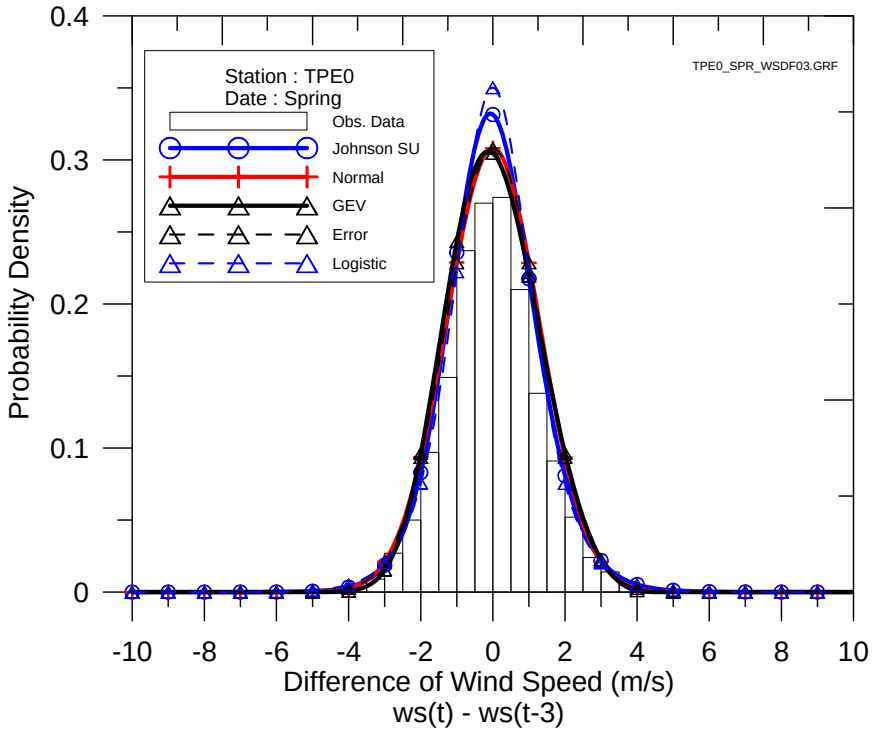


圖 7.1.1a 臺北港 E0 測站春季時差 3 之風速差值分佈與機率函數套配

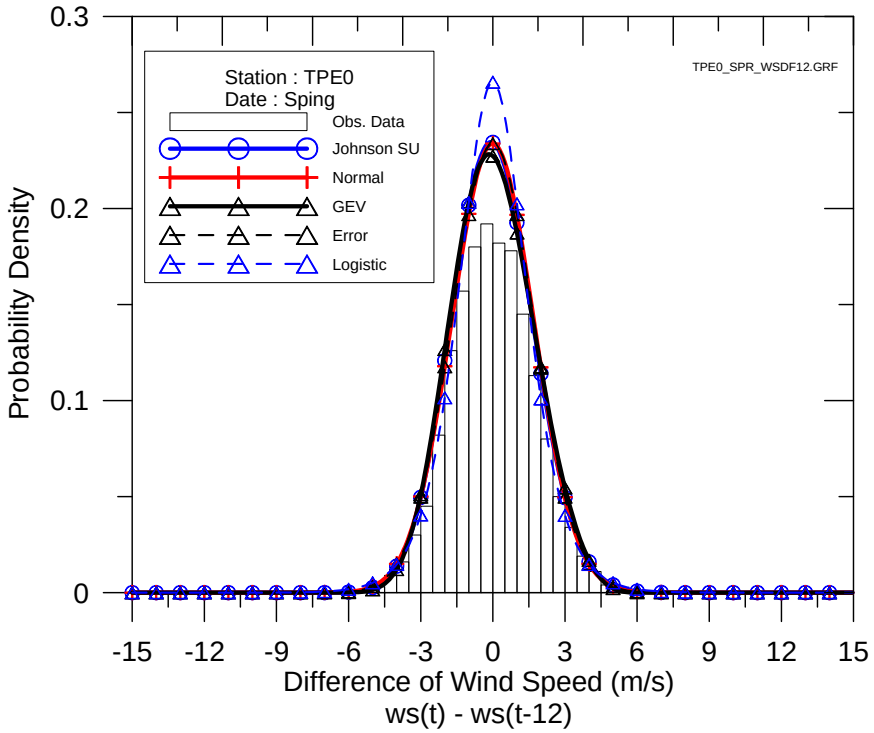


圖 7.1.1b 臺北港 E0 測站春季時差 12 之風速差值分佈與機率函數套配

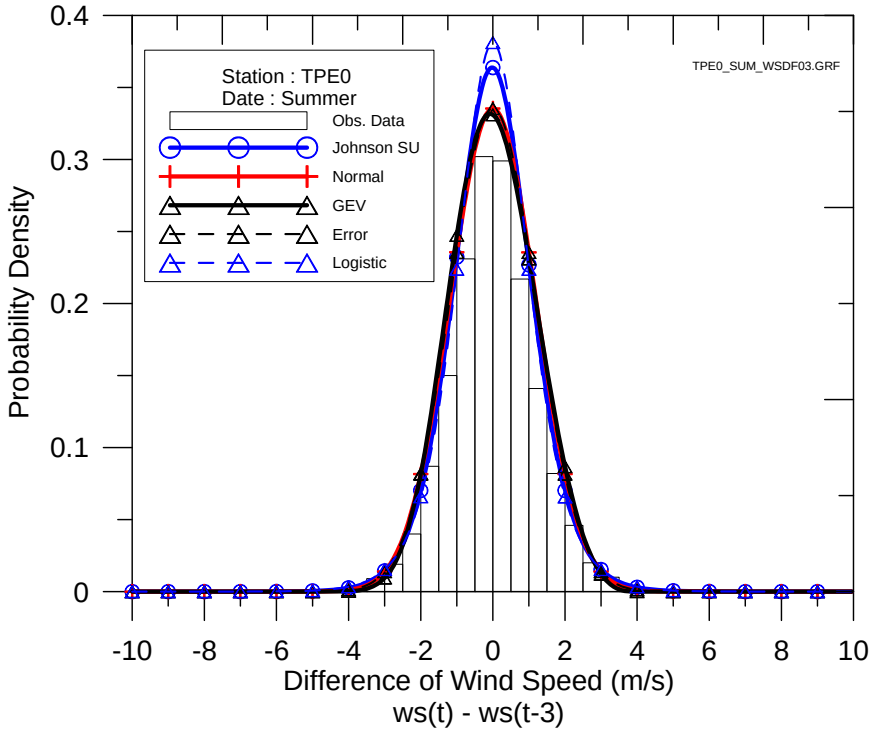


圖 7.1.2a 臺北港 E0 測站夏季時差 3 之風速差值分佈與機率函數套配

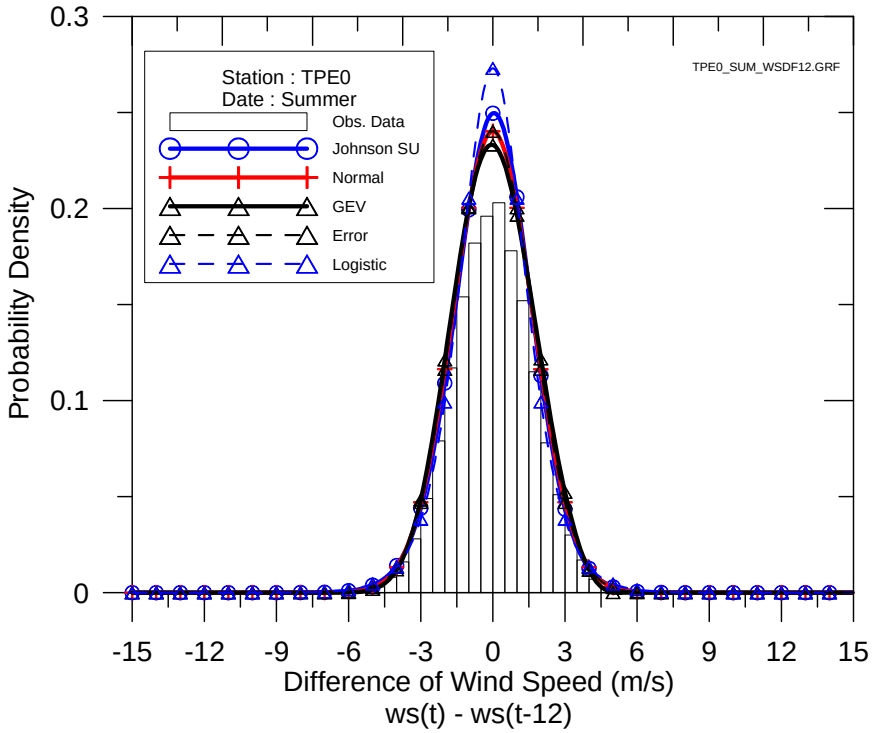


圖 7.1.2b 臺北港 E0 測站夏季時差 12 之風速差值分佈與機率函數套配

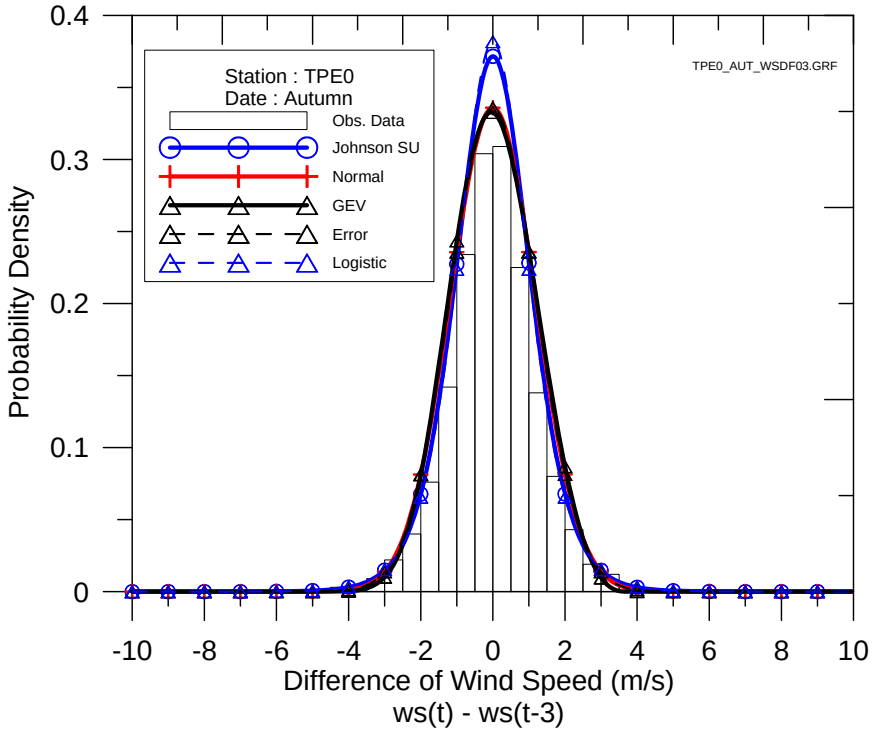


圖 7.1.3a 臺北港 E0 測站秋季時差 3 之風速差值分佈與機率函數套配

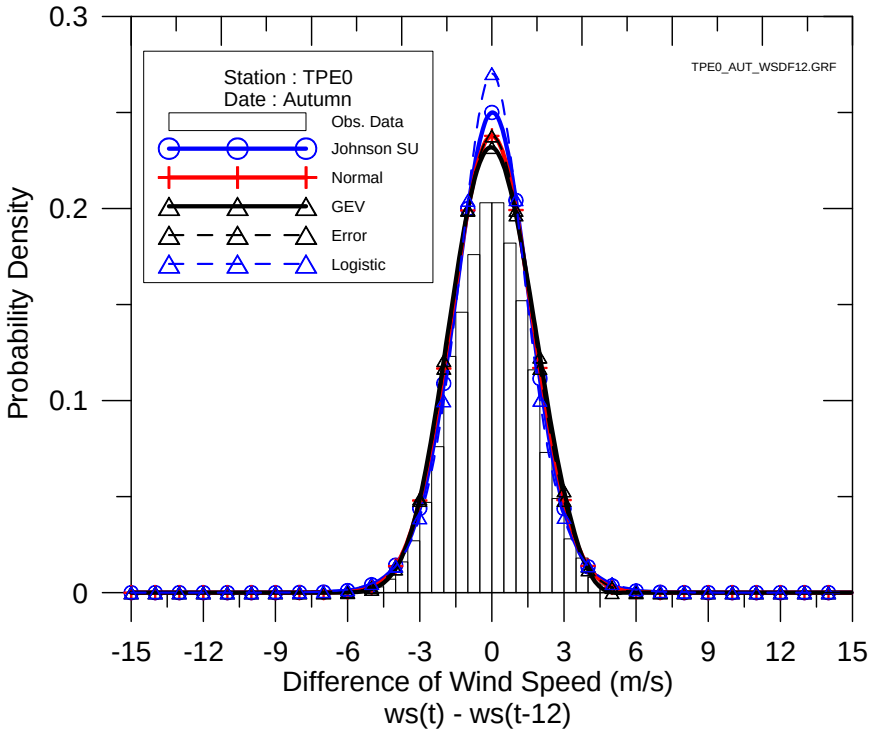


圖 7.1.3b 臺北港 E0 測站秋季時差 12 之風速差值分佈與機率函數套配

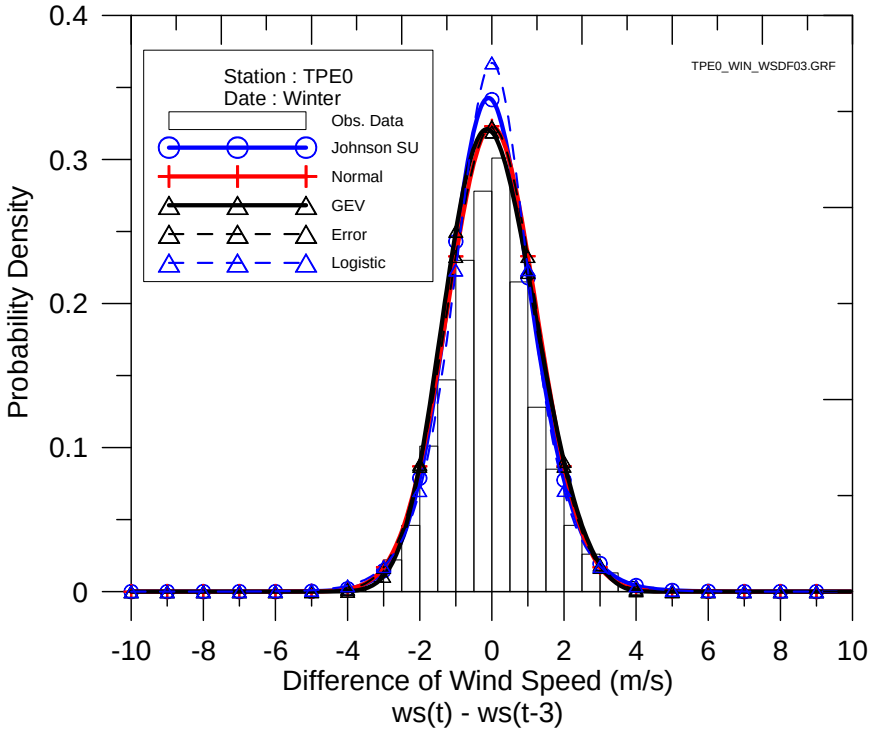


圖 7.1.4a 臺北港 E0 測站冬季時差 3 之風速差值分佈與機率函數套配

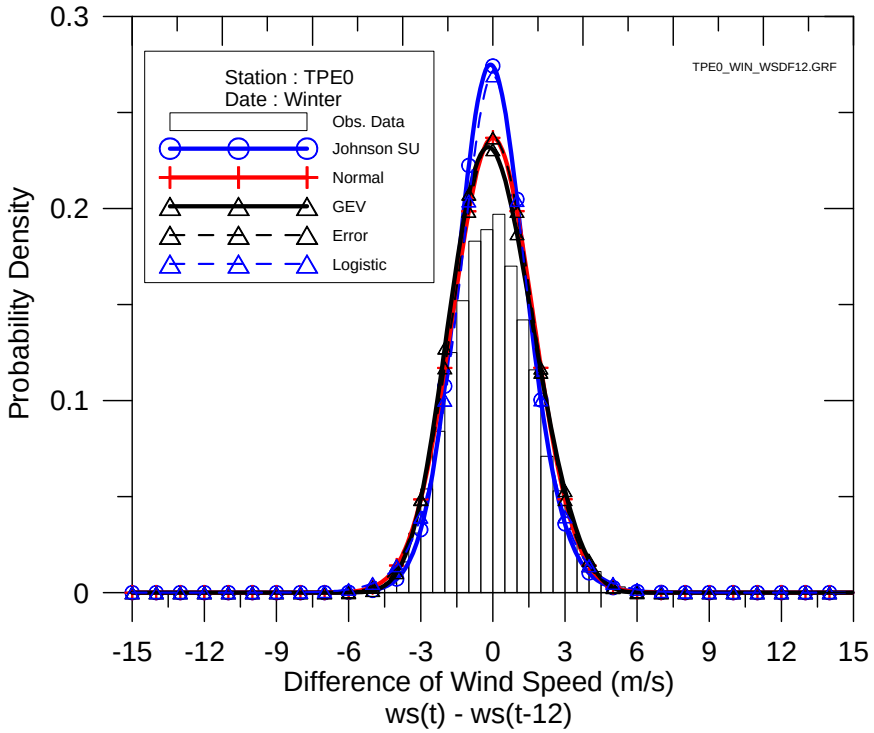


圖 7.1.4b 臺北港 E0 測站冬季時差 12 之風速差值分佈與機率函數套配

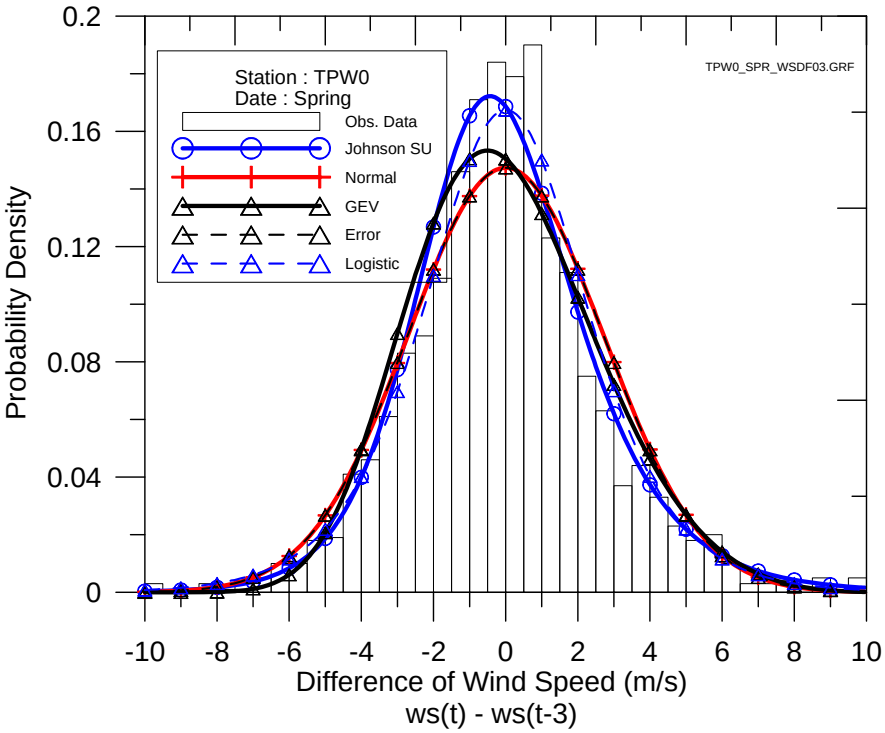


圖 7.1.5a 臺北港 W0 測站春季時差 3 之風速差值分佈與機率函數套配

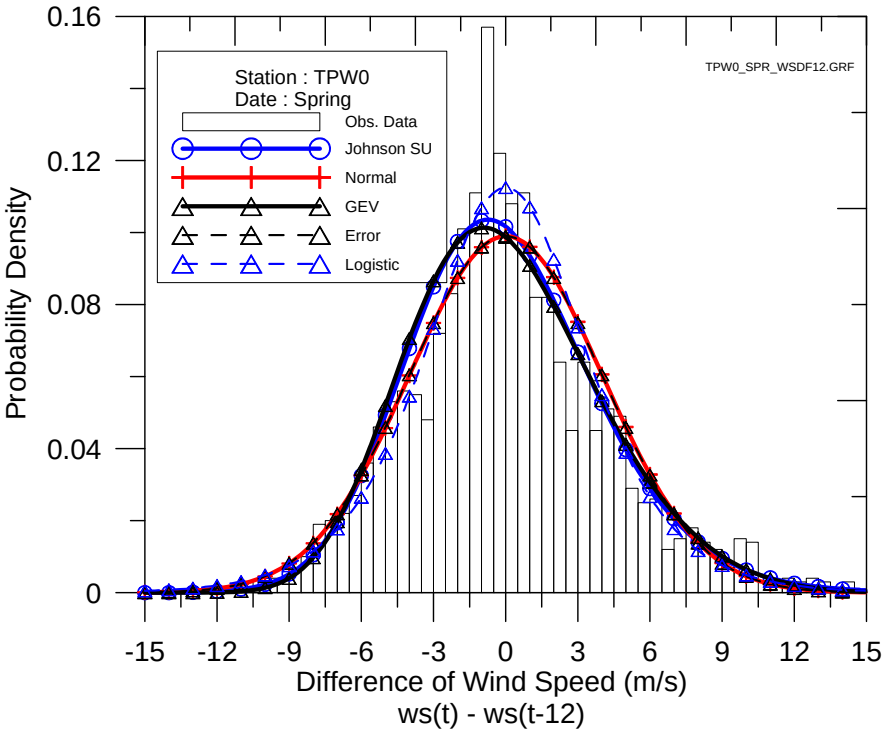


圖 7.1.5b 臺北港 W0 測站春季時差 12 之風速差值分佈與機率函數套配

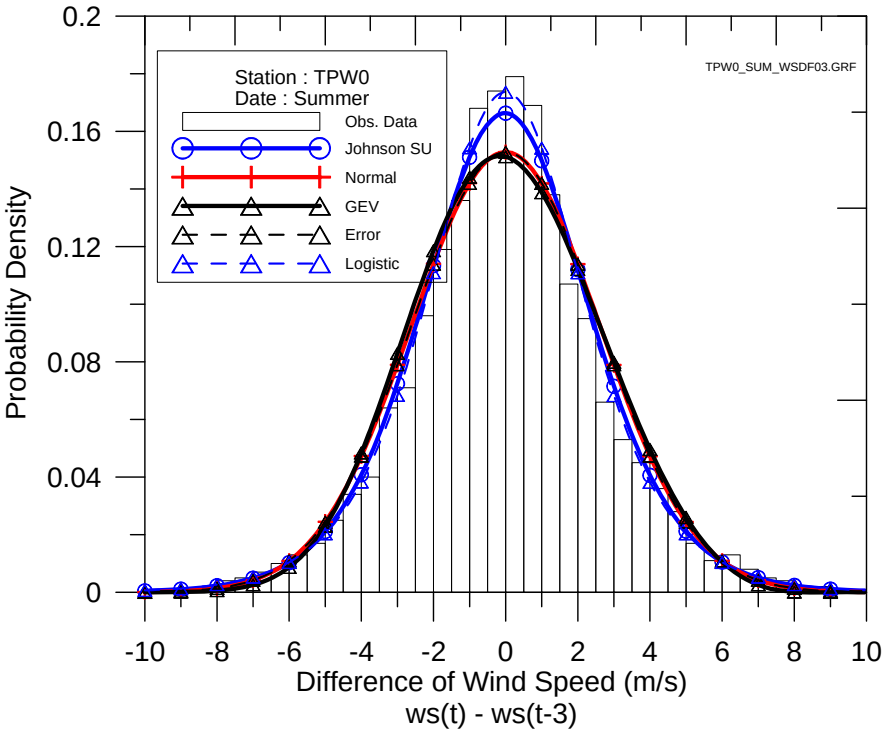


圖 7.1.6a 臺北港 W0 測站夏季時差 3 之風速差值分佈與機率函數套配

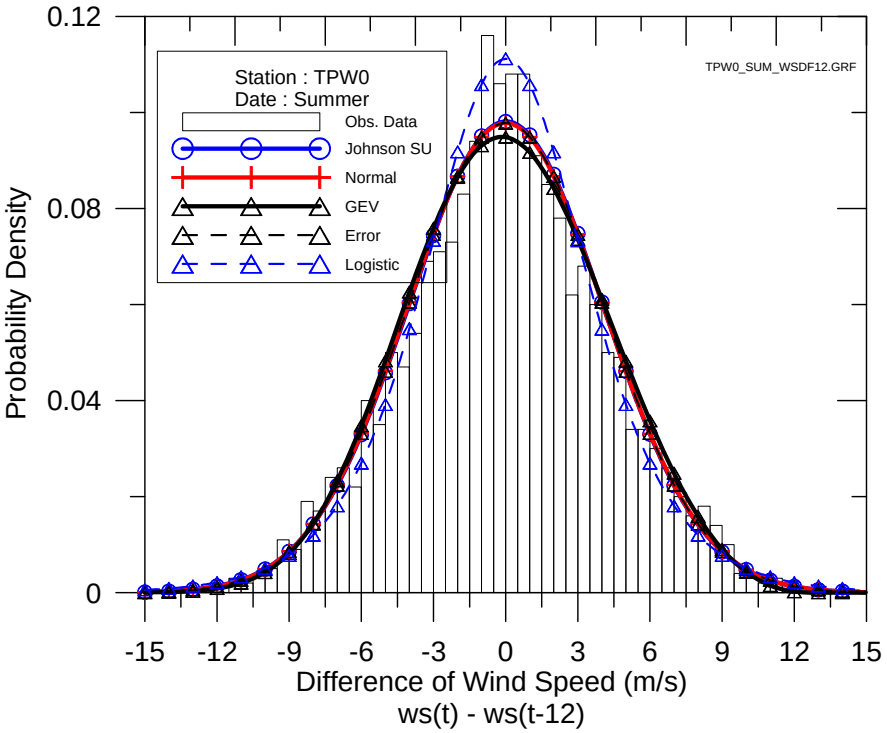


圖 7.1.6b 臺北港 W0 測站夏季時差 12 之風速差值分佈與機率函數套配

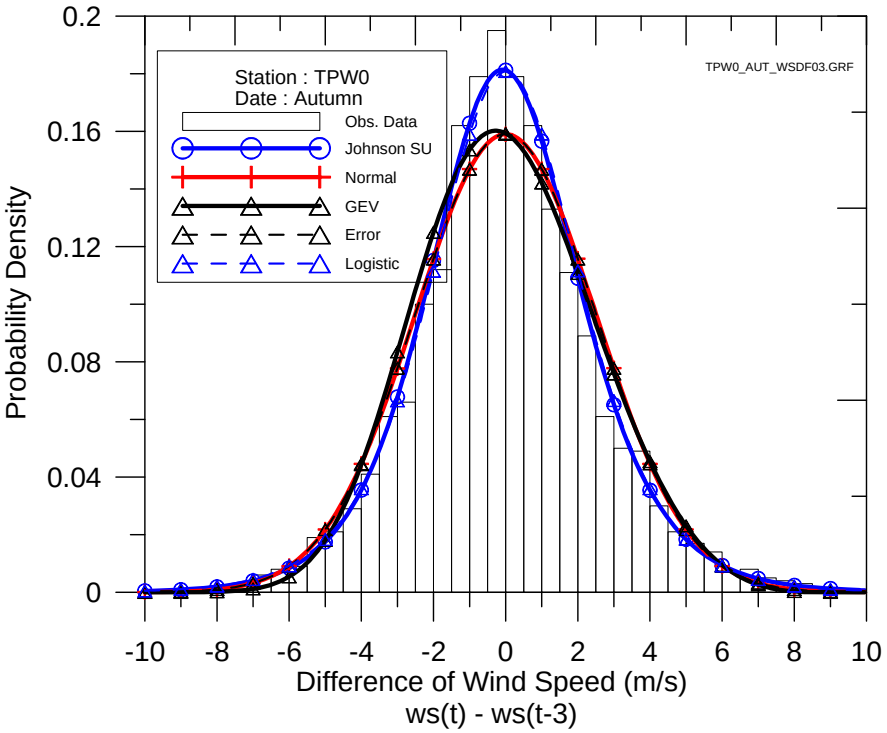


圖 7.1.7a 臺北港 W0 測站秋季時差 3 之風速差值分佈與機率函數套配

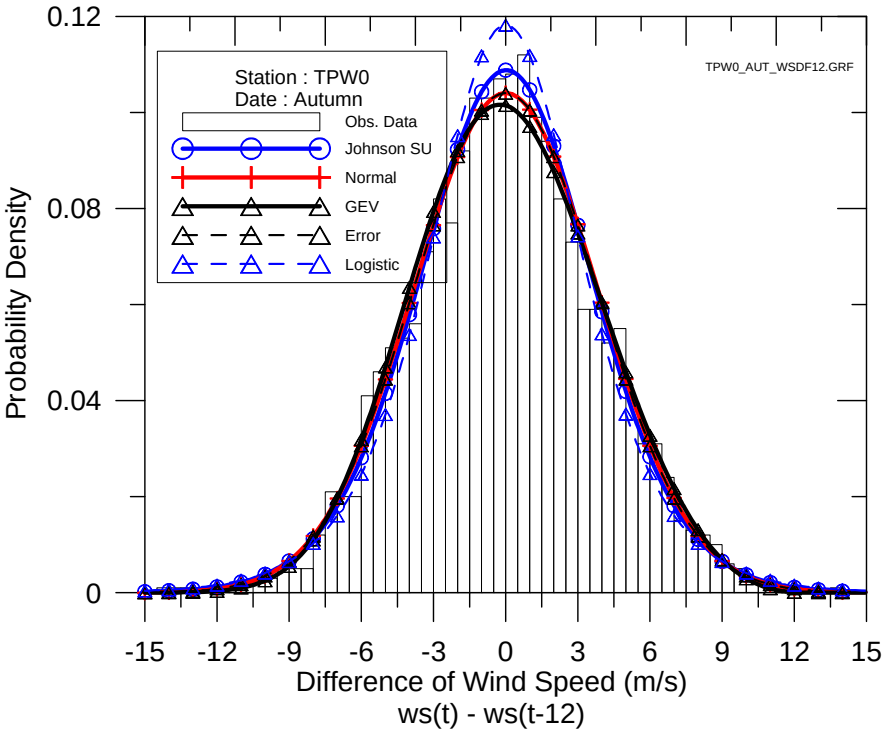


圖 7.1.7b 臺北港 W0 測站秋季時差 12 之風速差值分佈與機率函數套配

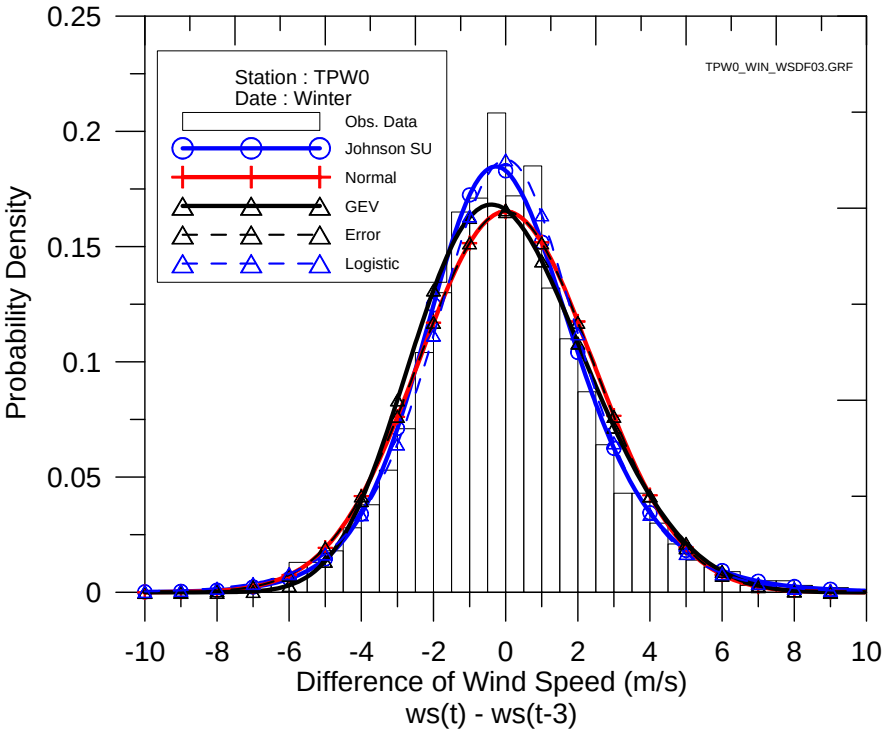


圖 7.1.8a 臺北港 W0 測站冬季時差 3 之風速差值分佈與機率函數套配

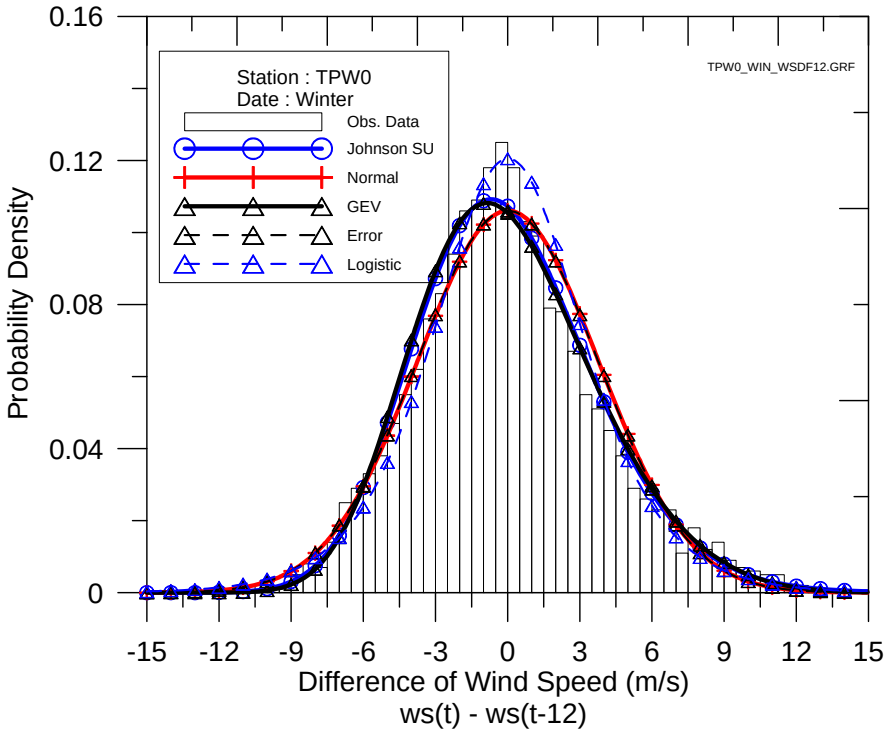


圖 7.1.8b 臺北港 W0 測站冬季時差 12 之風速差值分佈與機率函數套配

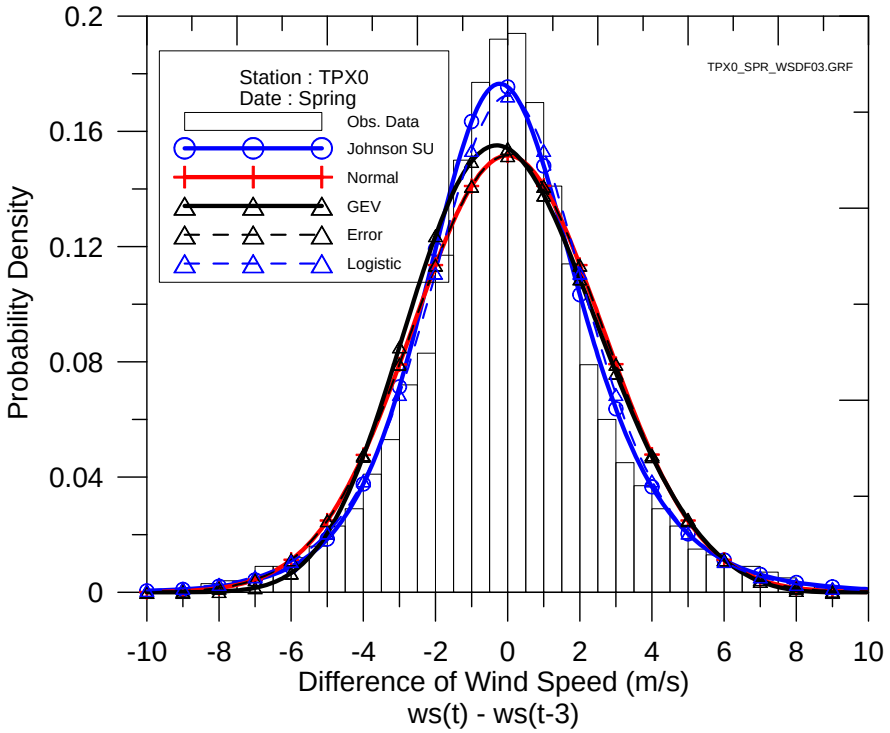


圖 7.1.9a 臺北港 X0 測站春季時差 3 之風速差值分佈與機率函數套配

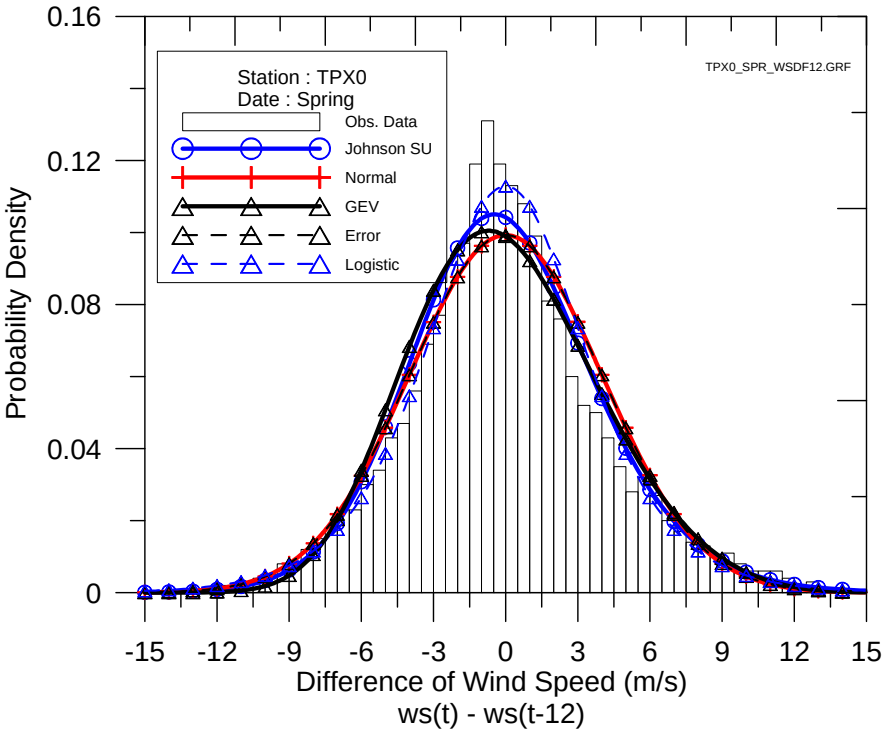


圖 7.1.9b 臺北港 X0 測站春季時差 12 之風速差值分佈與機率函數套配

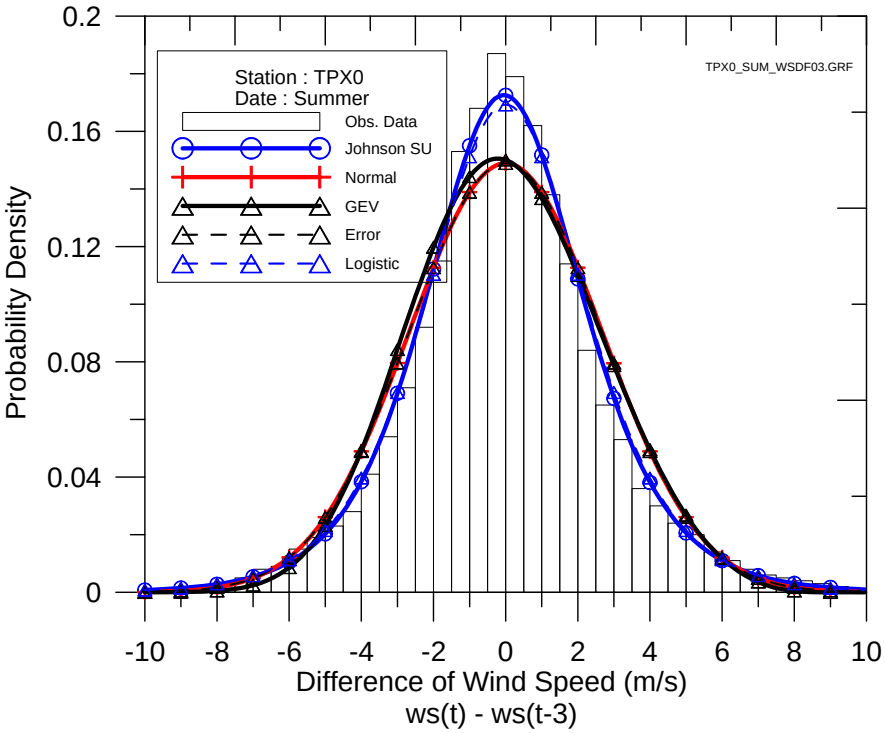


圖 7.1.10a 臺北港 X0 測站夏季時差 3 之風速差值分佈與機率函數套配

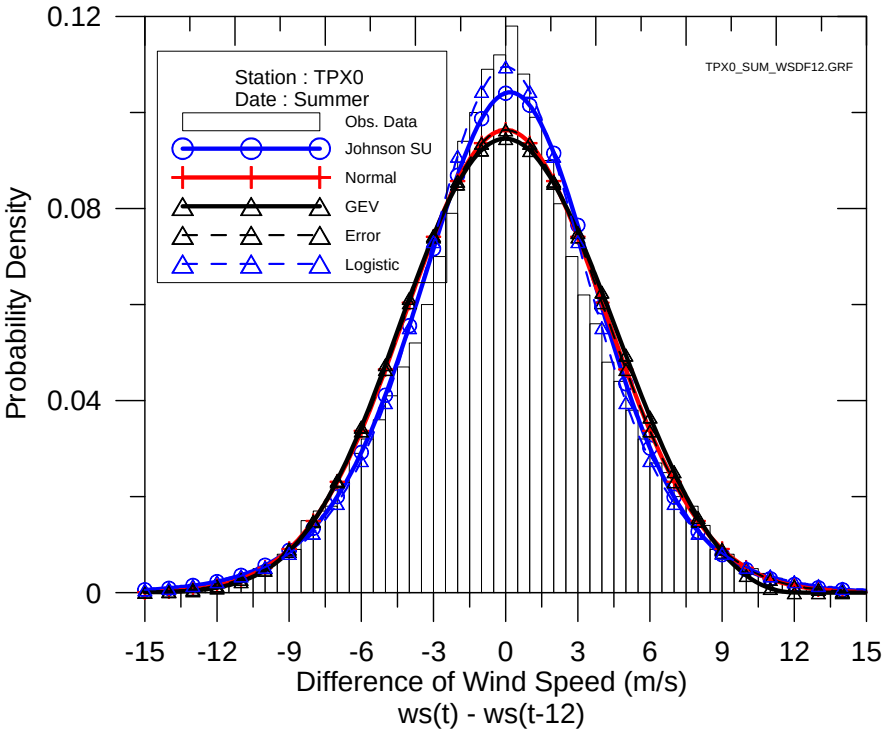


圖 7.1.10b 臺北港 X0 測站夏季時差 12 之風速差值分佈與機率函數套配

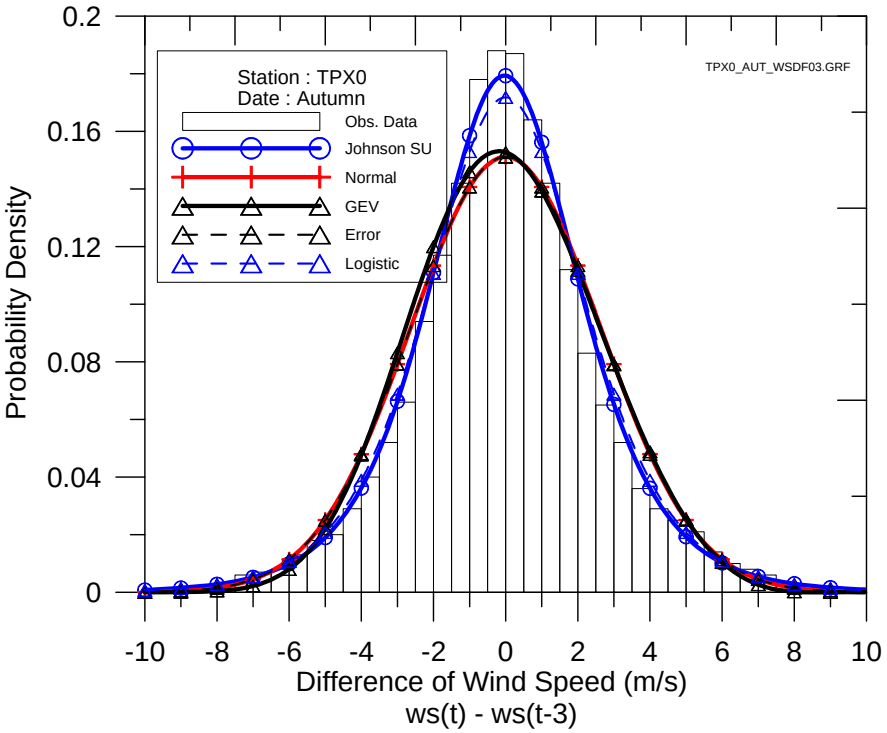


圖 7.1.11a 臺北港 X0 測站秋季時差 3 之風速差值分佈與機率函數套配

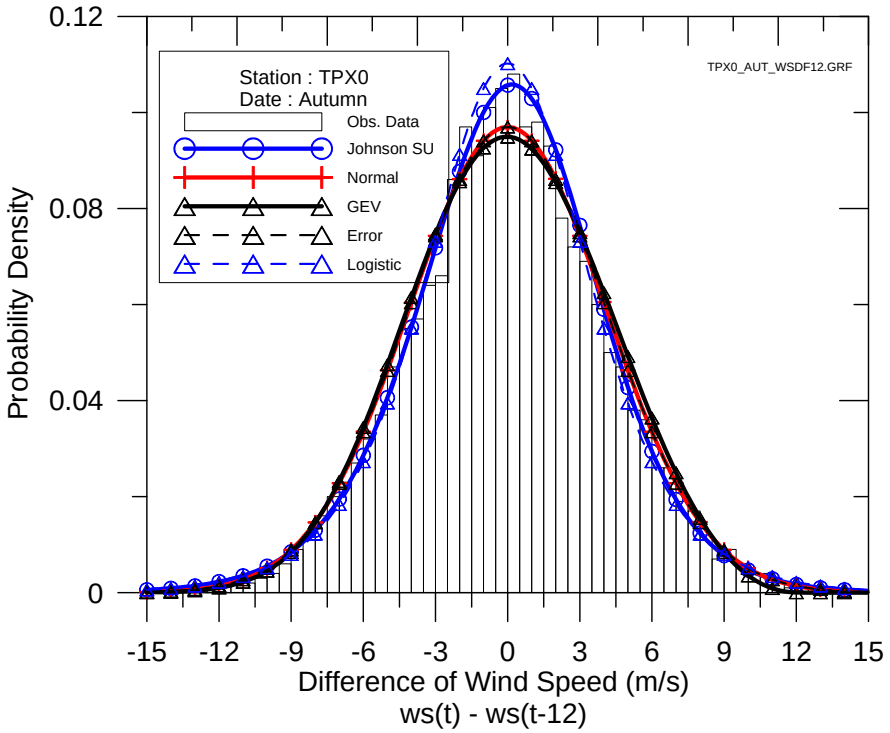


圖 7.1.11b 臺北港 X0 測站秋季時差 12 之風速差值分佈與機率函數套配

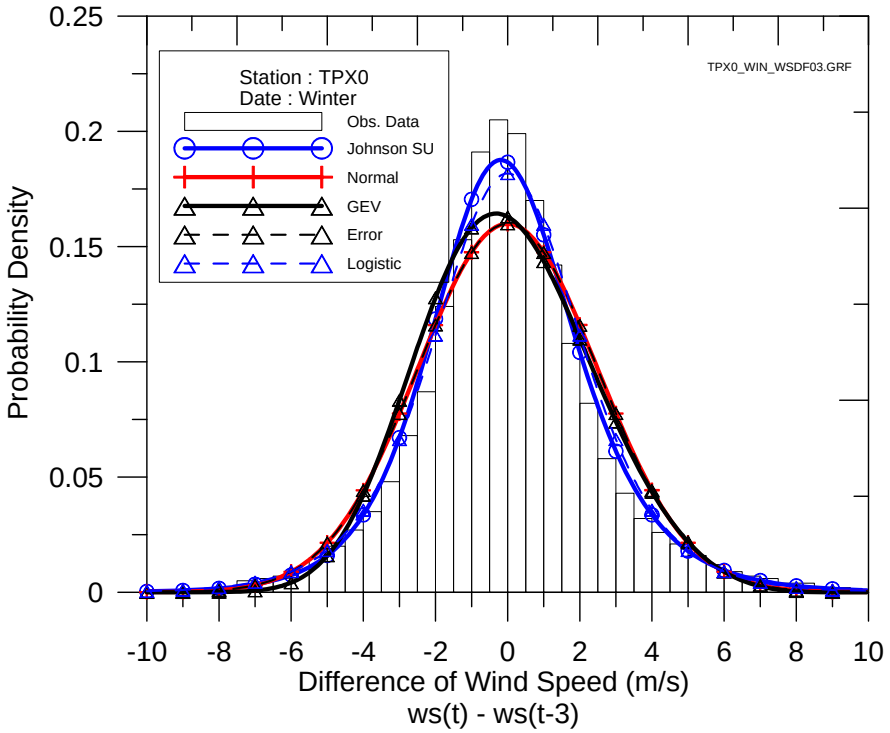


圖 7.1.12a 臺北港 X0 測站冬季時差 3 之風速差值分佈與機率函數套配

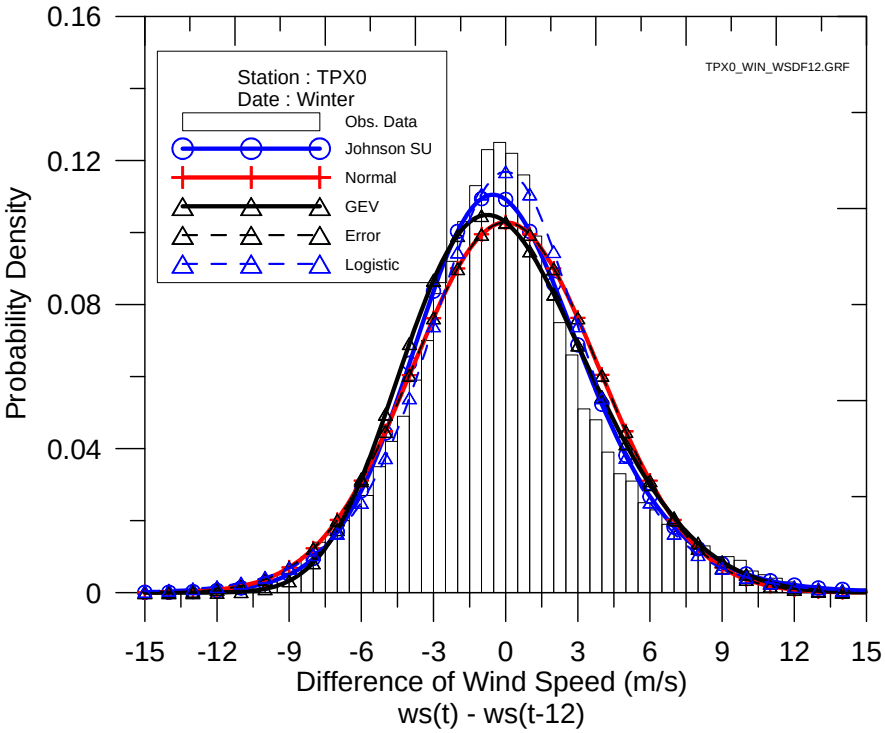


圖 7.1.12b 臺北港 X0 測站冬季時差 12 之風速差值分佈與機率函數套配

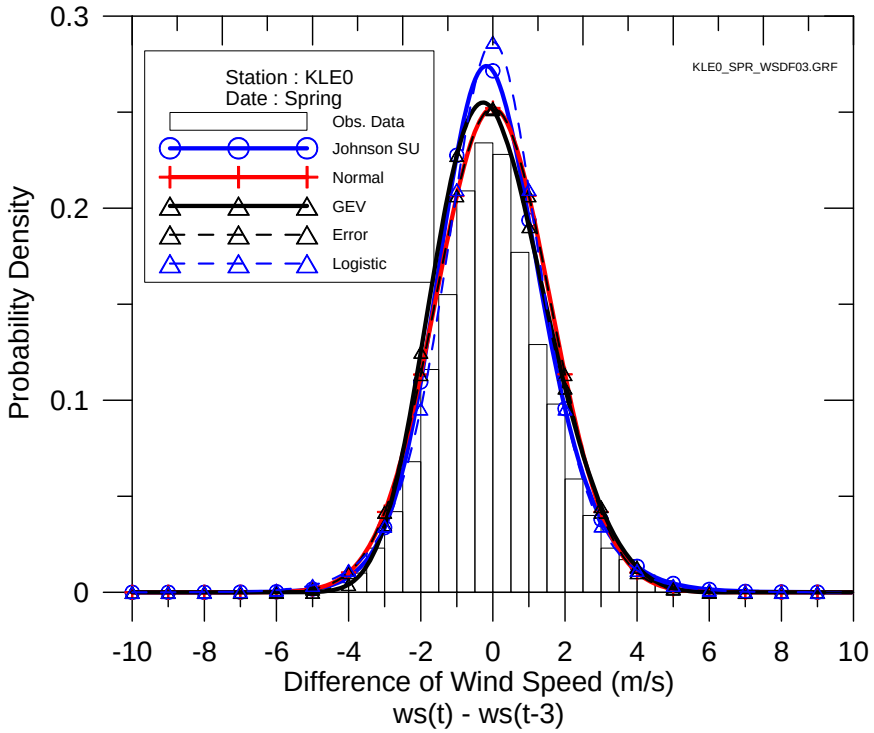


圖 7.1.13a 基隆港 E0 測站春季時差 3 之風速差值分佈與機率函數套配

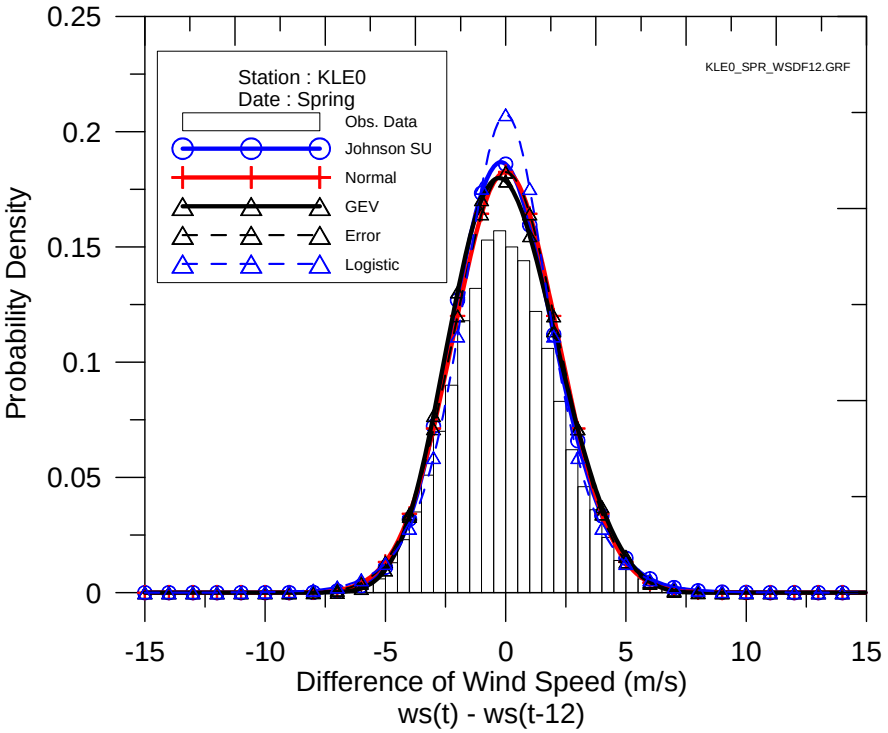


圖 7.1.13b 基隆港 E0 測站春季時差 12 之風速差值分佈與機率函數套配

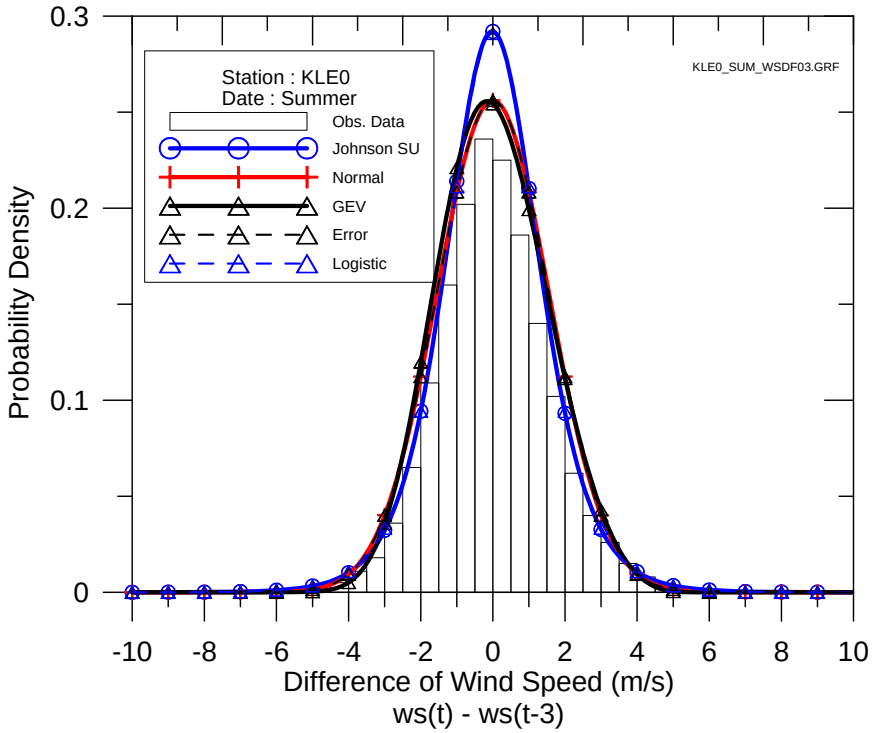


圖 7.1.14a 基隆港 E0 測站夏季時差 3 之風速差值分佈與機率函數套配

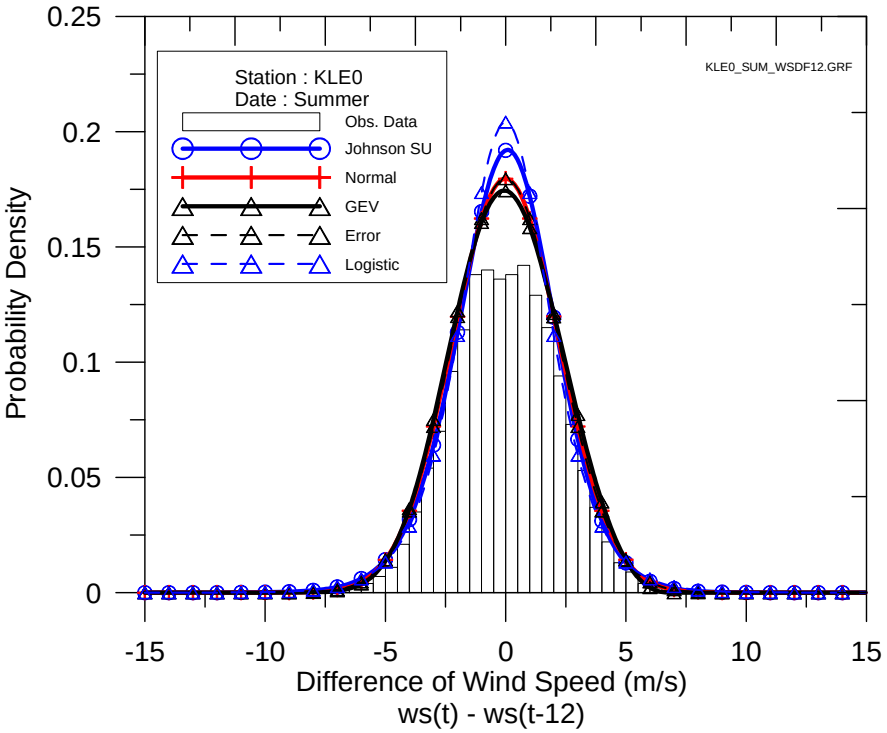


圖 7.1.14b 基隆港 E0 測站夏季時差 12 之風速差值分佈與機率函數套配

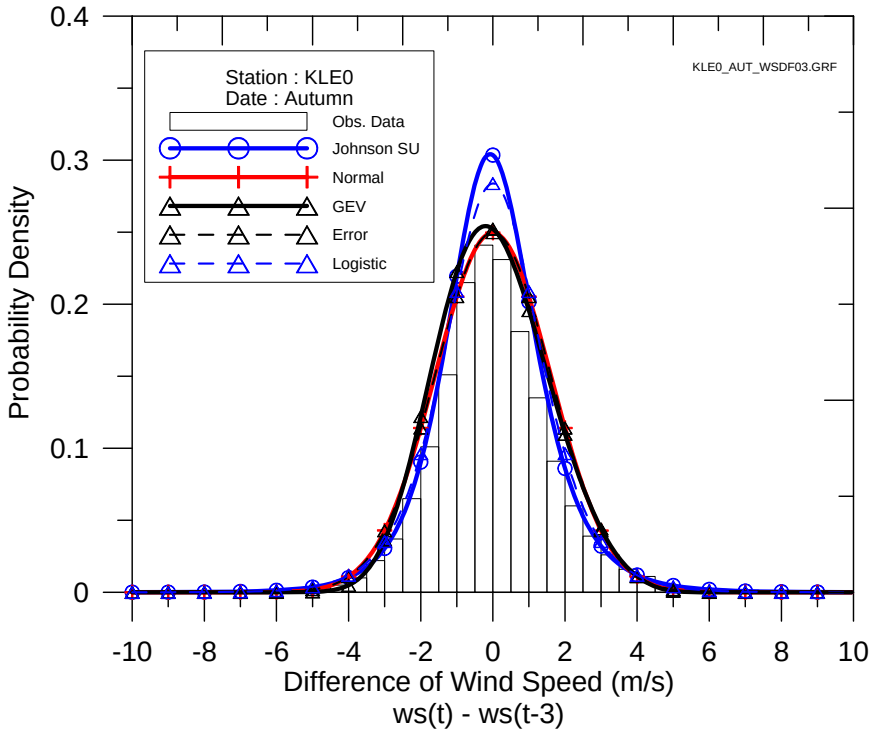


圖 7.1.15a 基隆港 E0 測站秋季時差 3 之風速差值分佈與機率函數套配

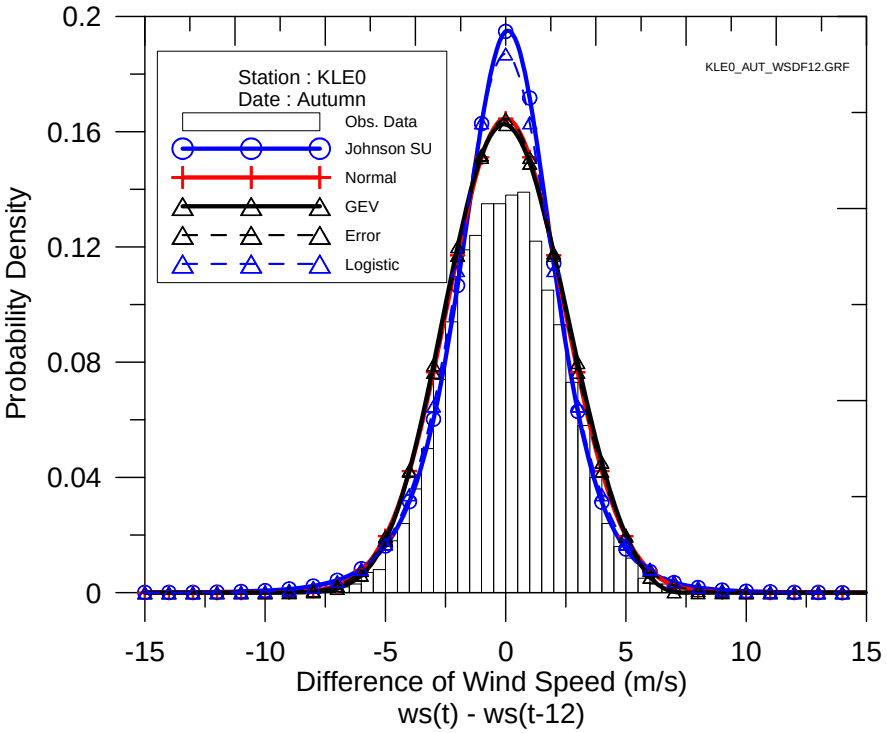


圖 7.1.15b 基隆港 E0 測站秋季時差 12 之風速差值分佈與機率函數套配

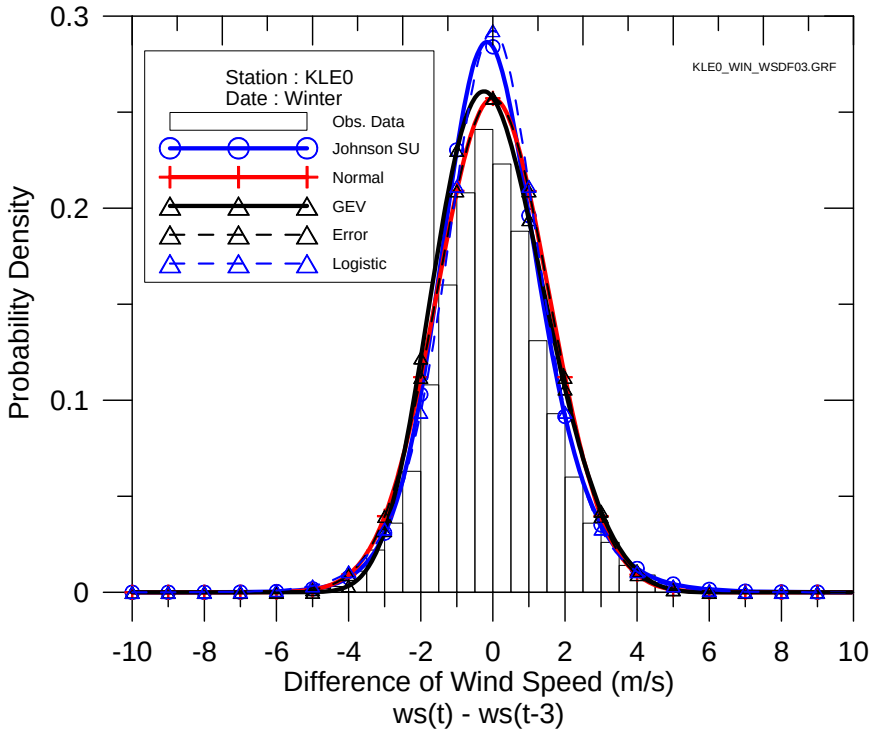


圖 7.1.16a 基隆港 E0 測站冬季時差 3 之風速差值分佈與機率函數套配

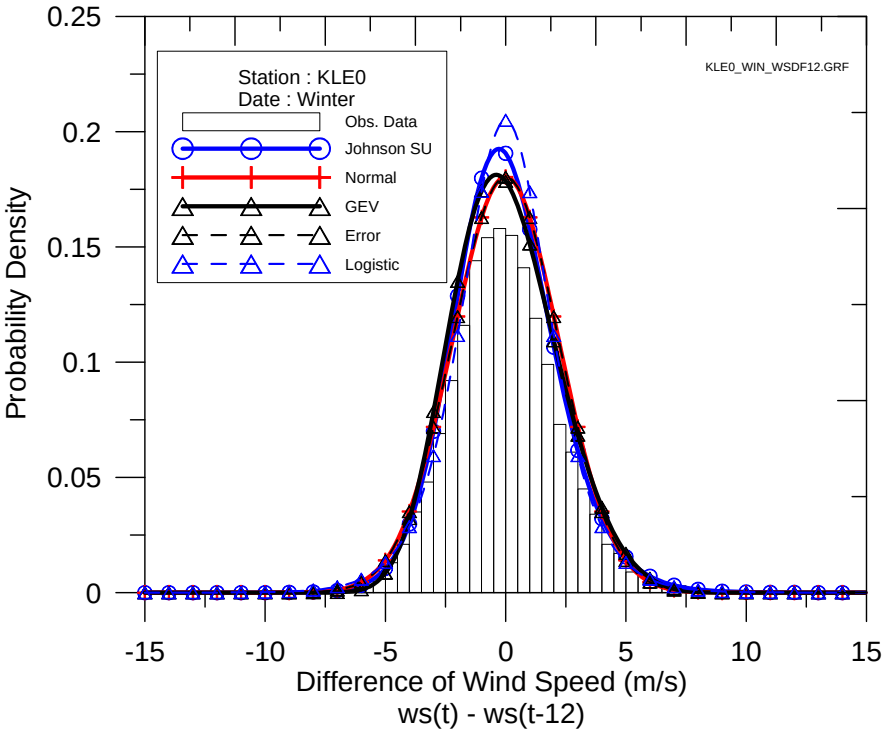


圖 7.1.16b 基隆港 E0 測站冬季時差 12 之風速差值分佈與機率函數套配

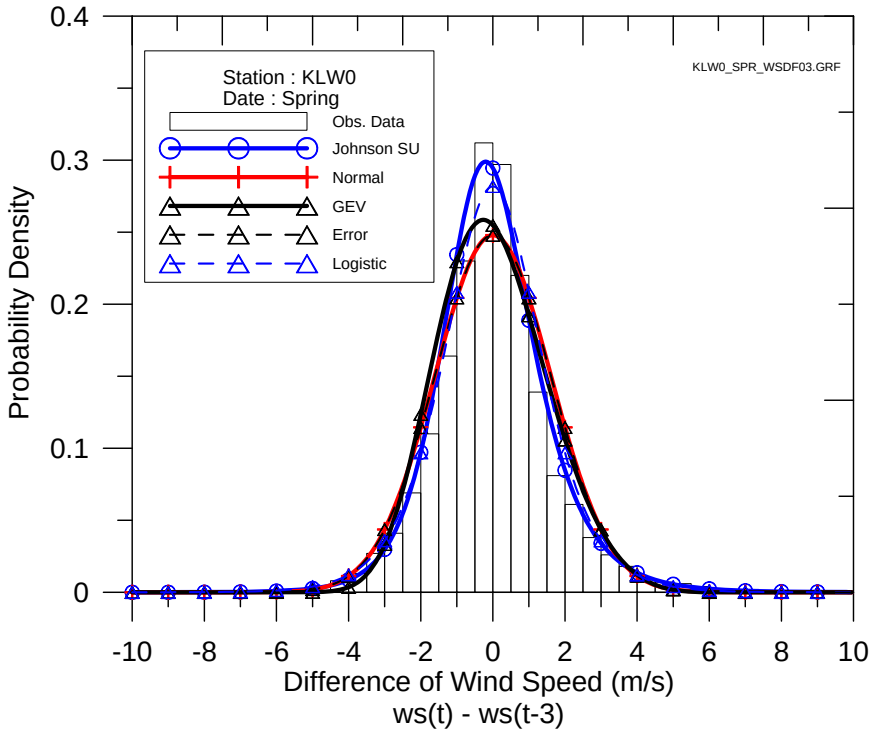


圖 7.1.17a 基隆港 W0 測站春季時差 3 之風速差值分佈與機率函數套配

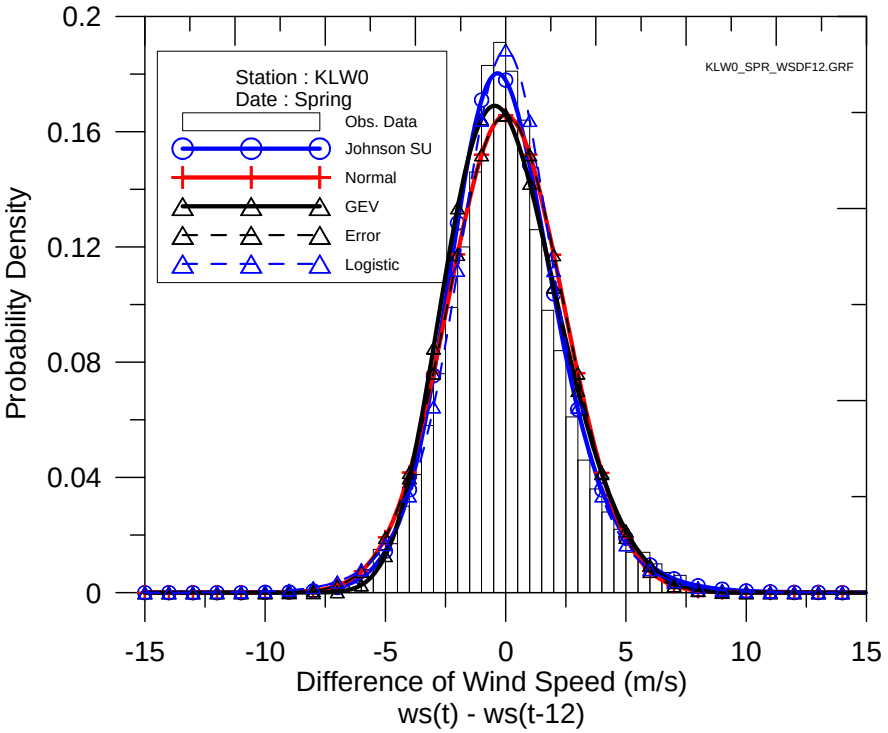


圖 7.1.17b 基隆港 W0 測站春季時差 12 之風速差值分佈與機率函數套配

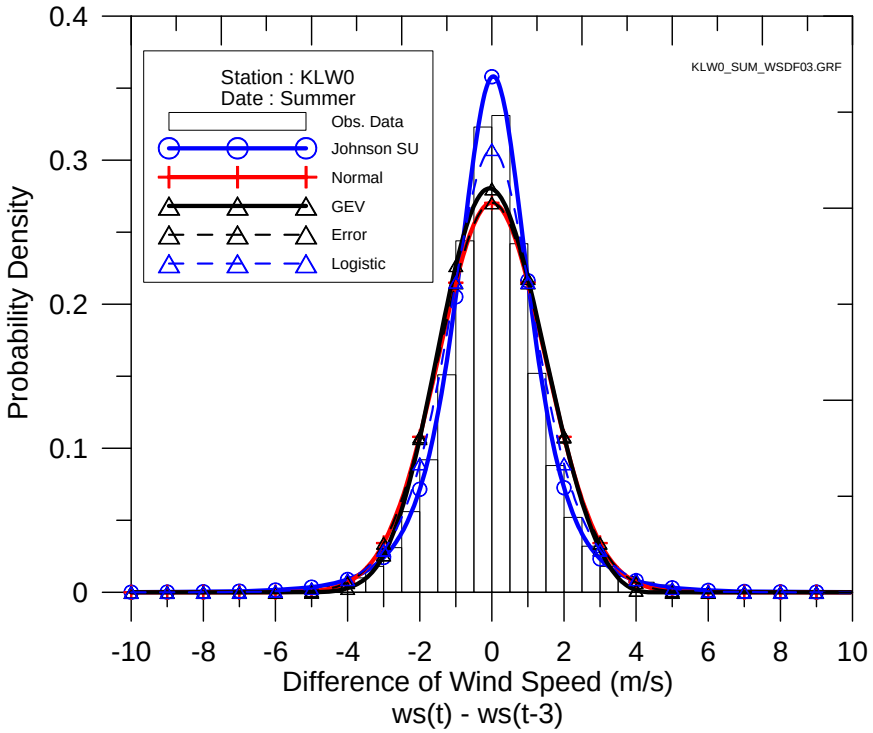


圖 7.1.18a 基隆港 W0 測站夏季時差 3 之風速差值分佈與機率函數套配

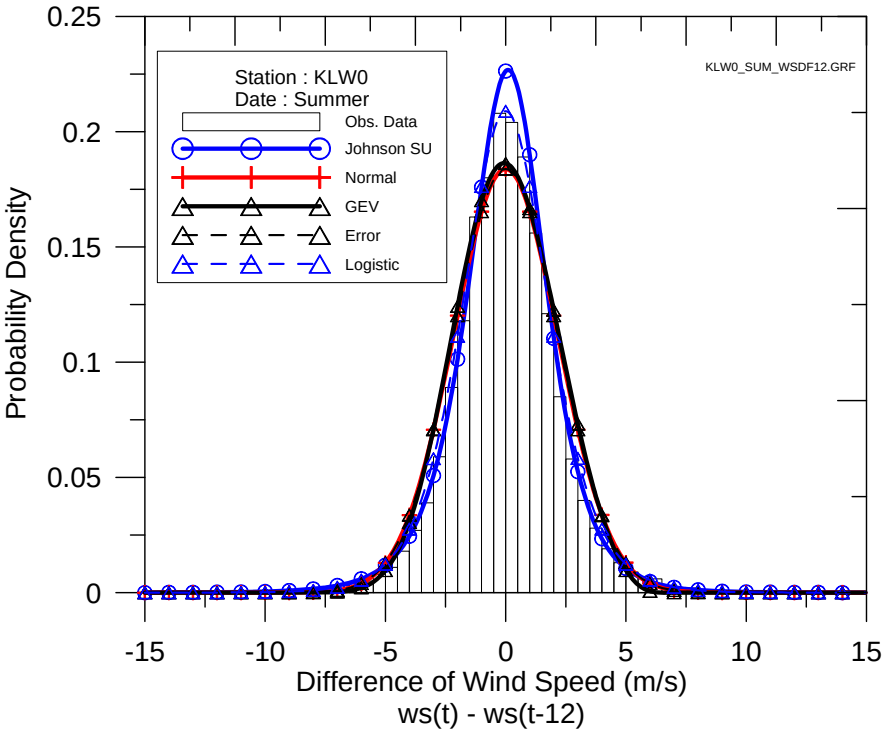


圖 7.1.18b 基隆港 W0 測站夏季時差 12 之風速差值分佈與機率函數套配

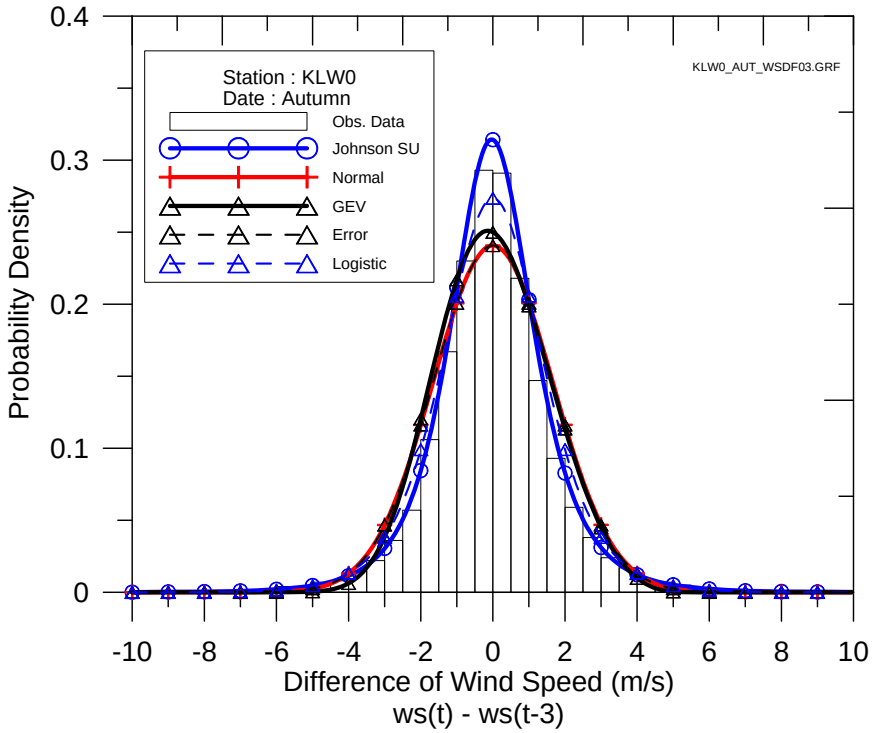


圖 7.1.19a 基隆港 W0 測站秋季時差 3 之風速差值分佈與機率函數套配

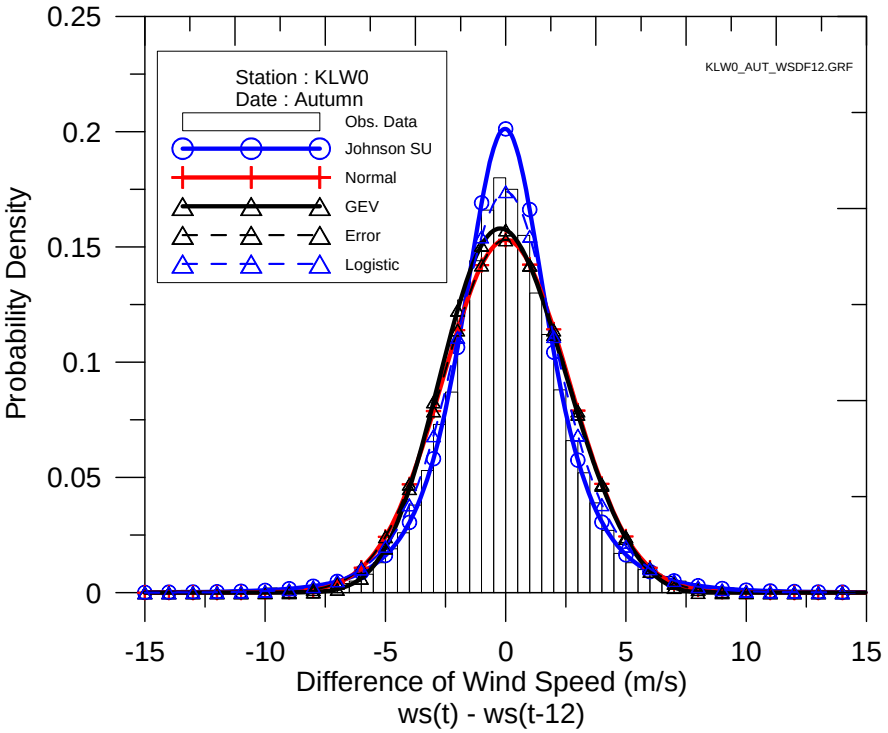


圖 7.1.19b 基隆港 W0 測站秋季時差 12 之風速差值分佈與機率函數套配

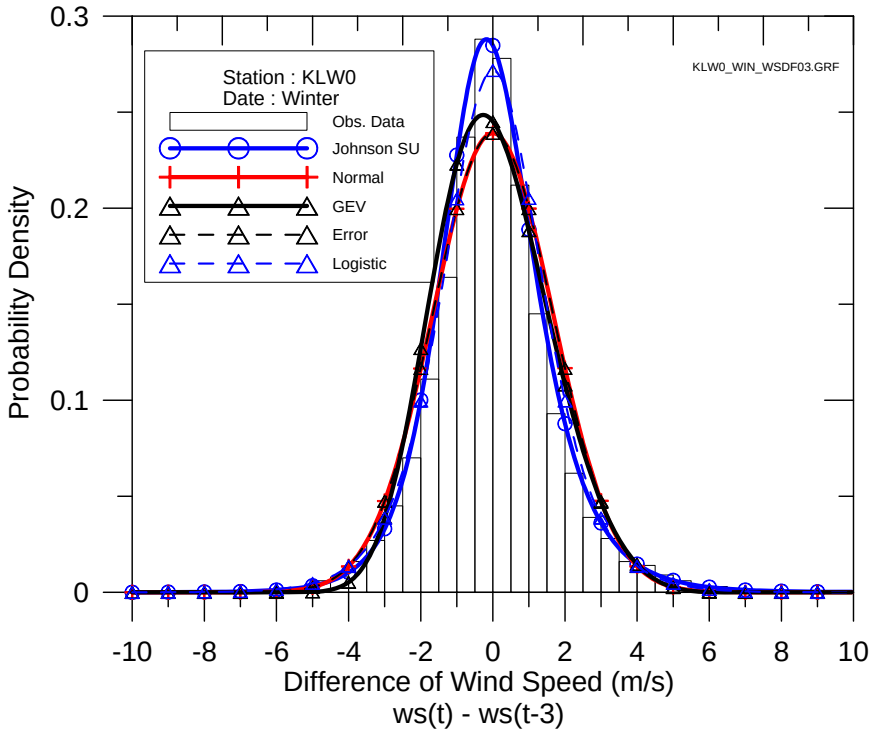


圖 7.1.20a 基隆港 W0 測站冬季時差 3 之風速差值分佈與機率函數套配

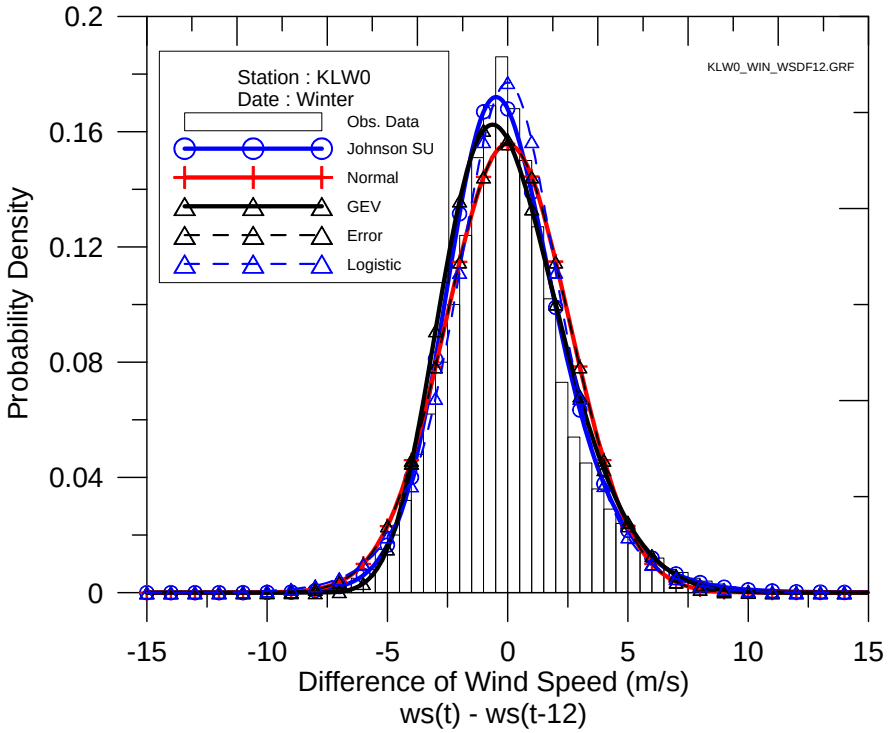


圖 7.1.20b 基隆港 W0 測站冬季時差 12 之風速差值分佈與機率函數套配

7.1.2 不同季別之機率密度函數比較

臺北港E0測站不同季別下各時差風速差值之機率密度函數比較結果如圖7.1.21。參照前一小節分析結果顯示強森SU及邏輯機率密度函數描述風速差值的分布情形最佳，此外因為時差1及6之結果相似，所以為節省篇幅此處僅列出強森SU及邏輯機率密度函數在時差3及12小時之結果。圖中綠實線為春季、紅短虛線為夏季、黃常虛線為秋季、黑點虛線為冬季。由圖中顯示機率密度函數受季別差異有些微影響，大致上夏季之機率密度函數最尖聳、秋冬次之，春季則最平緩，換言之，夏季之風速差值分布較集中，此也意謂風速變動較小；反之，春季風速差值分布較分散，風速變動較大天氣較不穩定。

臺北港W0測站不同季別下之機率密度函數比較結果如圖7.1.22。由圖中顯示機率密度函數同樣些微受到季別差異之影響，不過大致上冬季之機率密度函數最尖聳、春秋季次之，夏季則最平緩，換言之，冬季之風速差值分布較集中，夏季風速差值分布較分散，此與臺北港E0測站之結果不相同。推究其原因可能為測站地理位置近海程度不同

所造成，因為臺北港E0測站在較靠近內陸之淡水河岸位置，而臺北港W0測站在臺北港碼頭區之近海位置。

臺北港X0測站不同季別下之機率密度函數比較結果如圖7.1.23。由圖中顯示機率密度函數受季別差異之影響同樣不明顯，不過大致上冬季之機率密度函數最尖聳、春秋季次之，夏季則最平緩，此與同樣是臺北港之W0測站結果相同。

基隆港E0測站不同季別下之機率密度函數比較結果如圖7.1.24。由圖中顯示機率密度函數受季別差異之影響更加不明顯，只有在秋季時於邏輯機率密度函數有較大之差異。

基隆港W0測站不同季別下之機率密度函數比較結果如圖7.1.25。由圖中顯示機率密度函數些微受到季別差異之影響，不過大致上夏季之機率密度函數最尖聳、春秋季次之，冬季則最平緩，換言之，夏季之風速差值分布較集中，冬季風速差值分布較分散，此與臺北港W0及X0測站之結果不相同。

由以上不同季別之機率密度函數比較顯示機率密度函數只些微受到季別差異之影響，因此後續研訂風速差值檢核標準時可忽略季別之差異，但對照前一章的分析比較結果顯示風速檢核標準研訂時需考慮季別之差異。

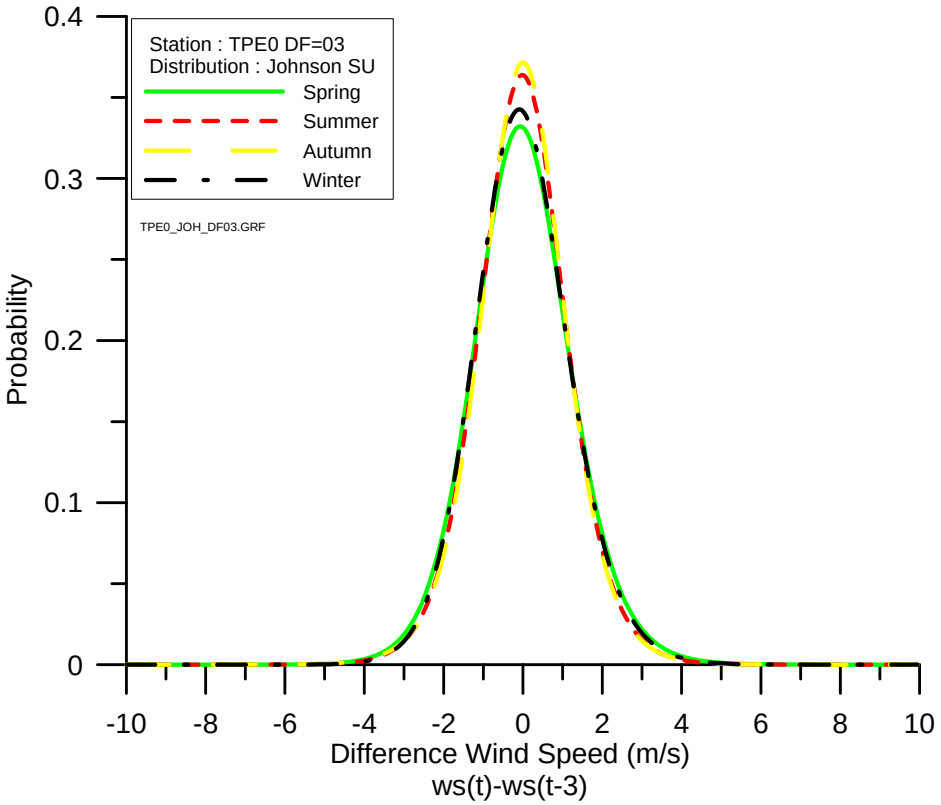


圖 7.1.21a 臺北港 E0 測站時差 3 不同季別之機率密度函數(強森 SU)

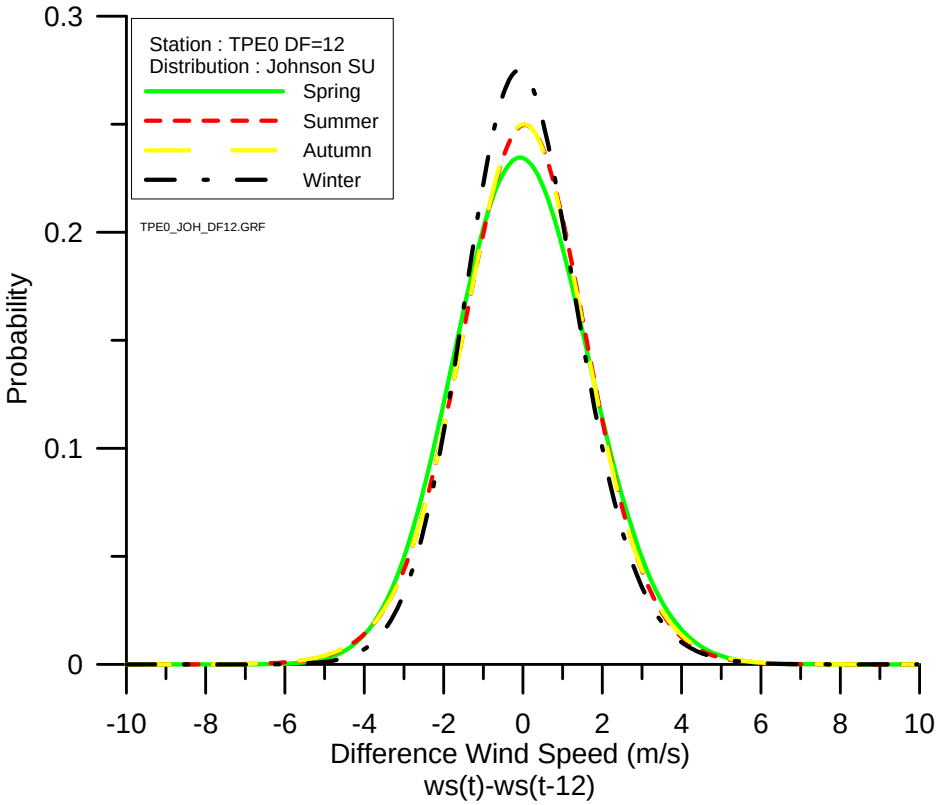


圖 7.1.21b 臺北港 E0 測站時差 12 不同季別之機率密度函數(強森 SU)

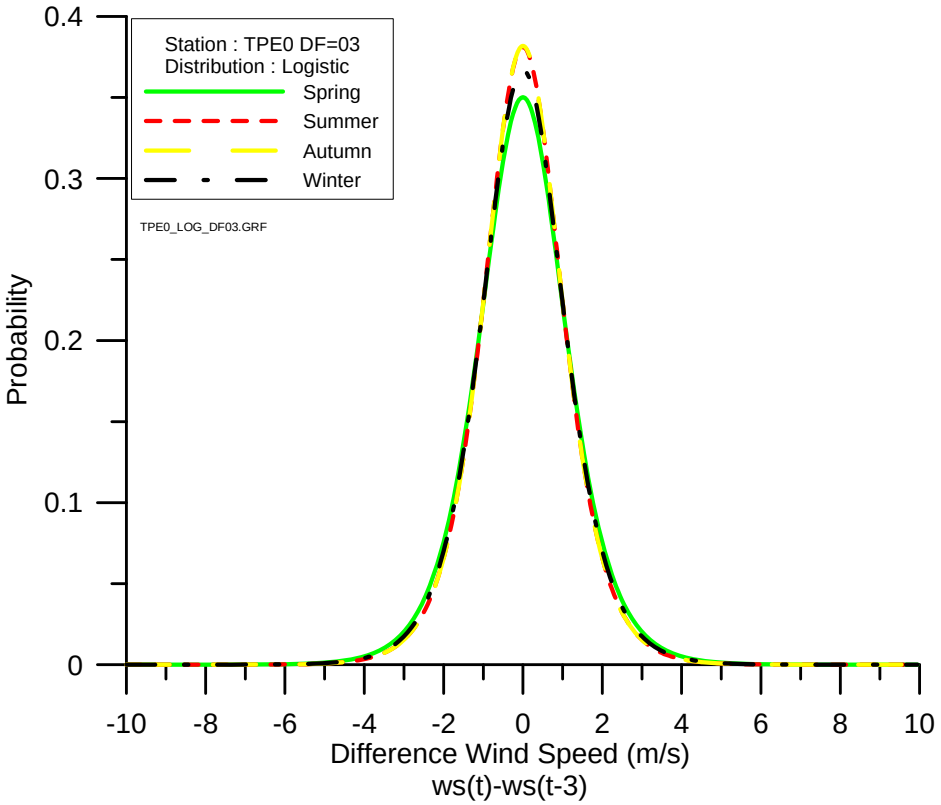


圖 7.1.21c 臺北港 E0 測站時差 3 不同季別之機率密度函數(邏輯)

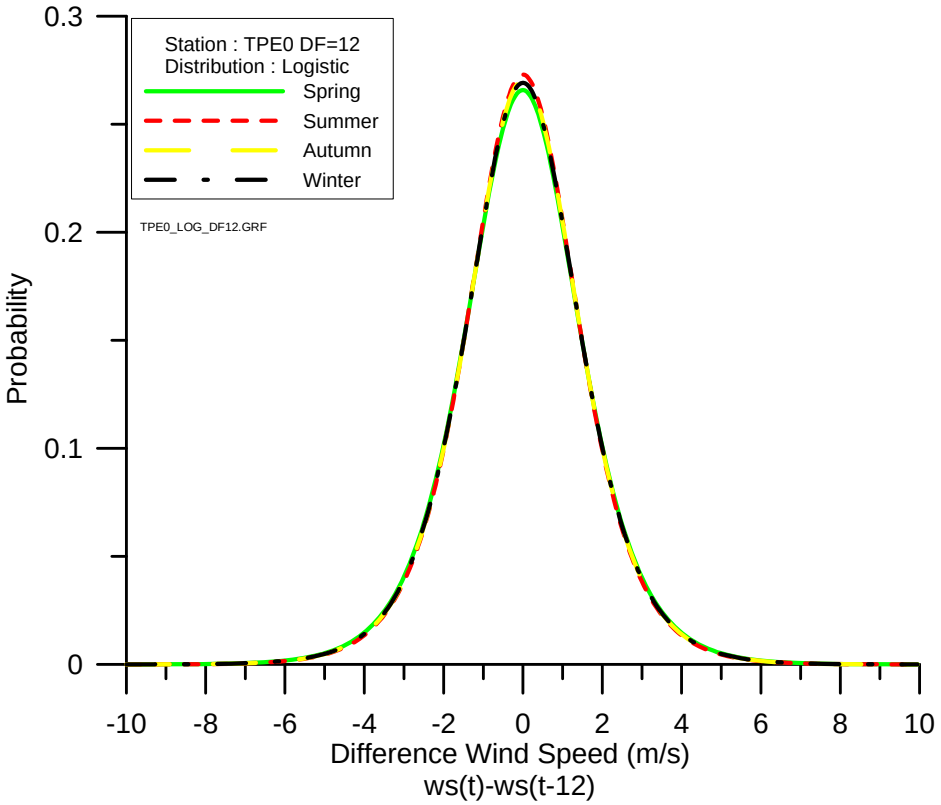


圖 7.1.21d 臺北港 E0 測站時差 12 不同季別之機率密度函數(邏輯)

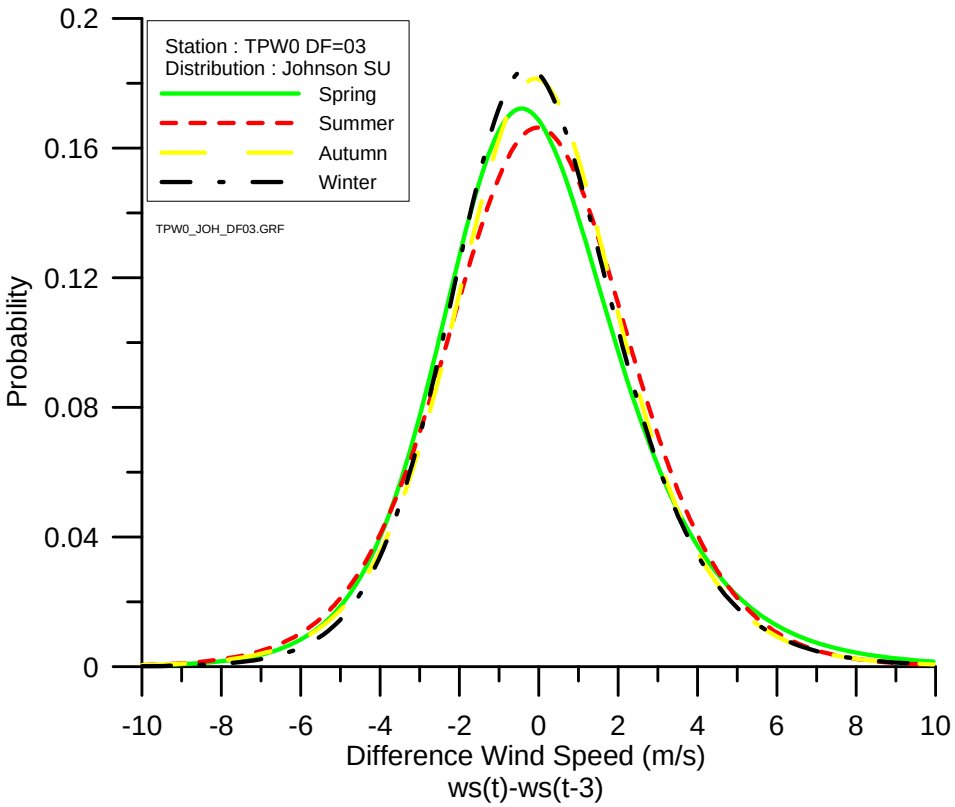


圖 7.1.22a 臺北港 W0 測站時差 3 不同季別之機率密度函數(強森 SU)

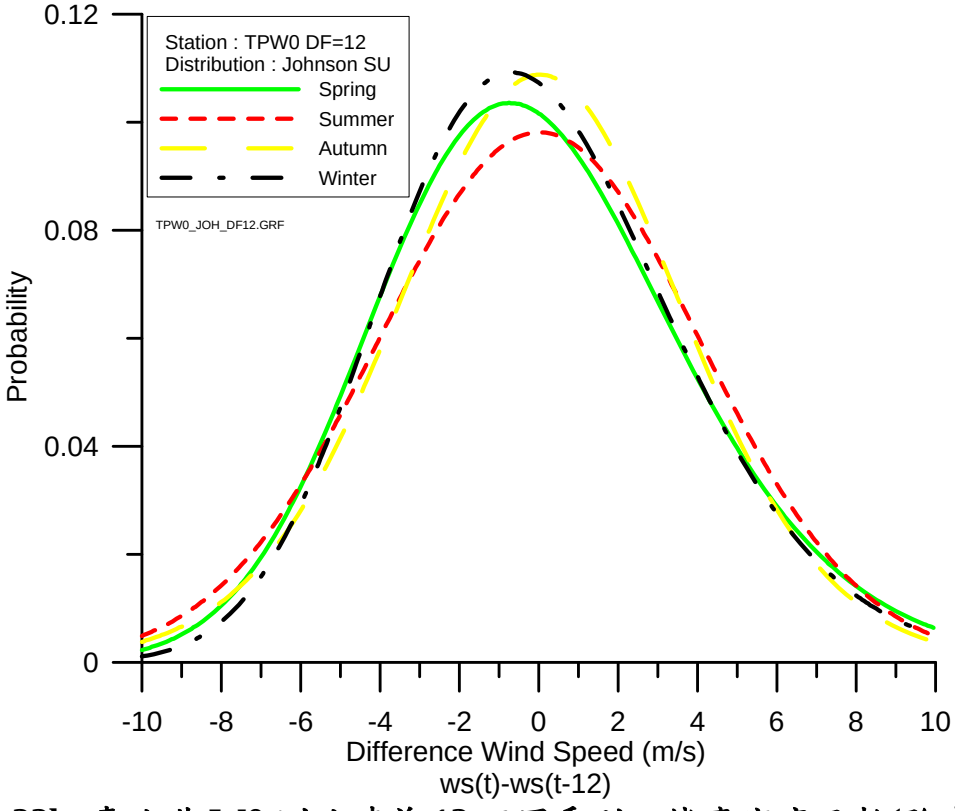


圖 7.1.22b 臺北港 W0 測站時差 12 不同季別之機率密度函數(強森 SU)

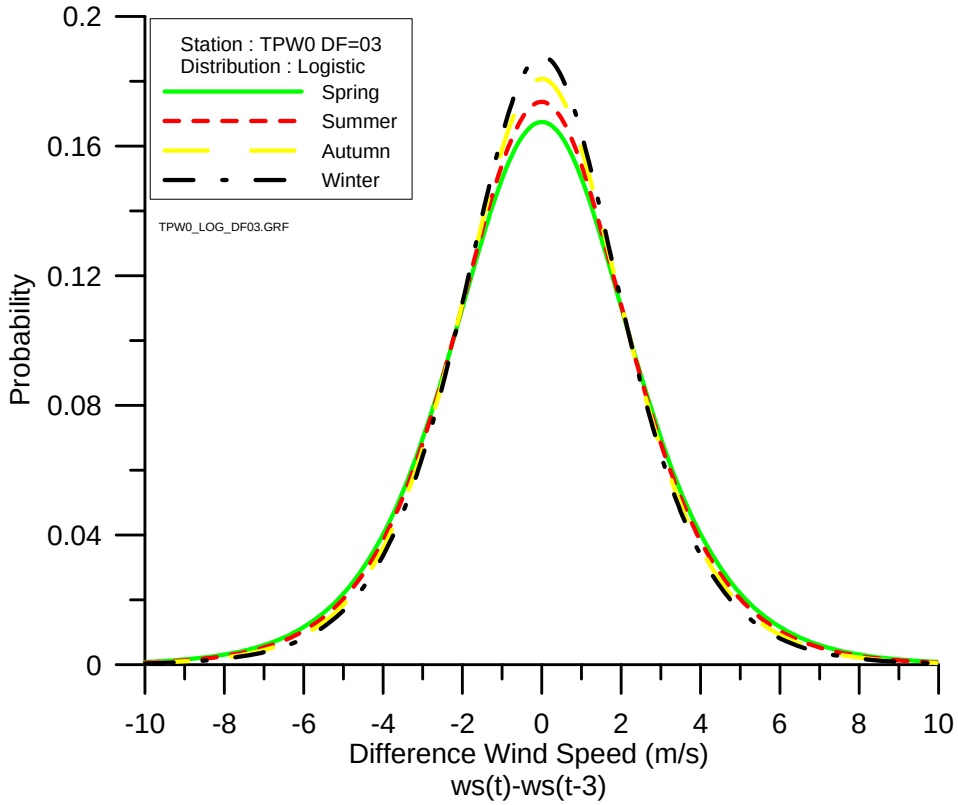


圖 7.1.22c 臺北港 W0 測站時差 3 不同季別之機率密度函數(邏輯)

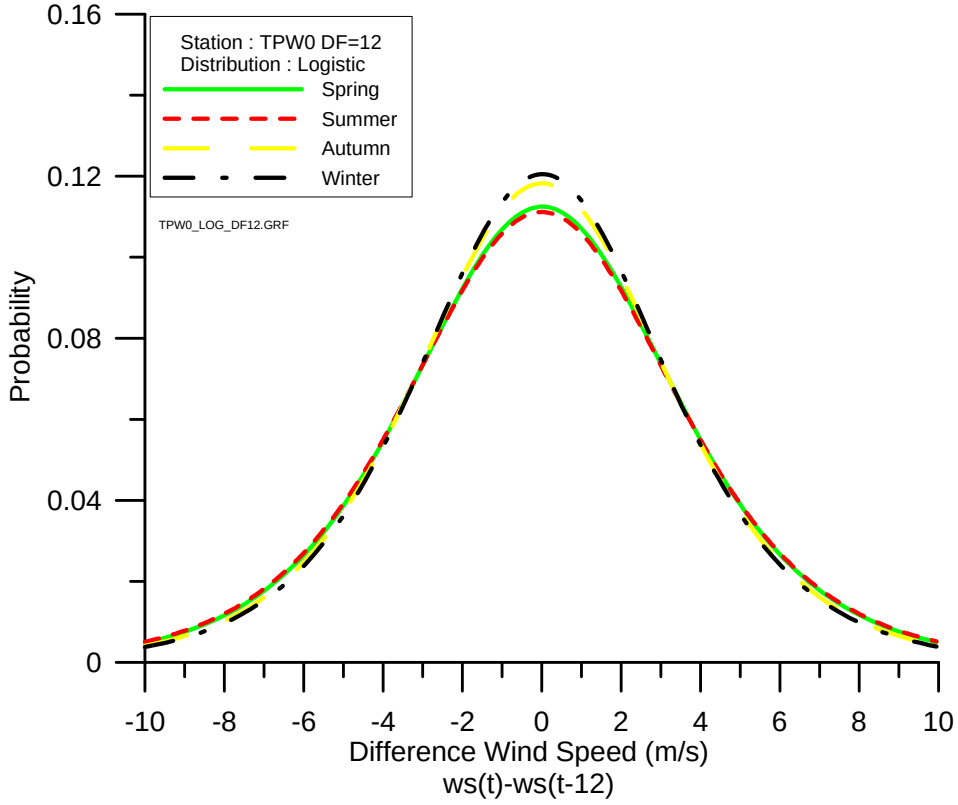


圖 7.1.22d 臺北港 W0 測站時差 12 不同季別之機率密度函數(邏輯)

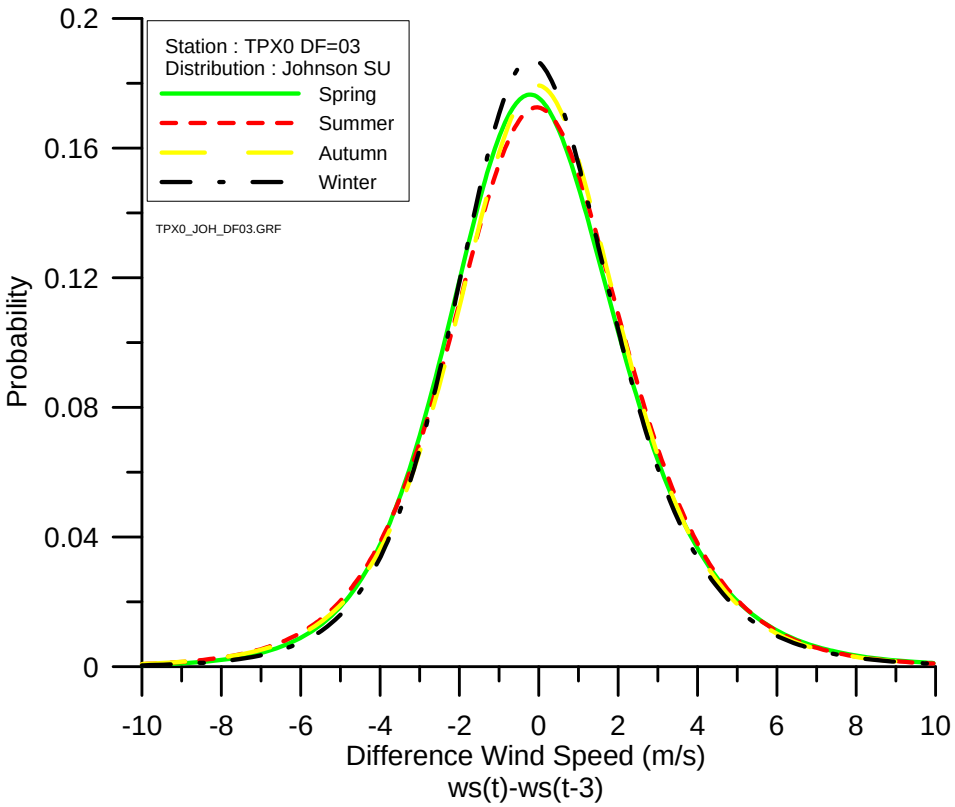


圖 7.1.23a 臺北港 X0 測站時差 3 不同季別之機率密度函數(強森 SU)

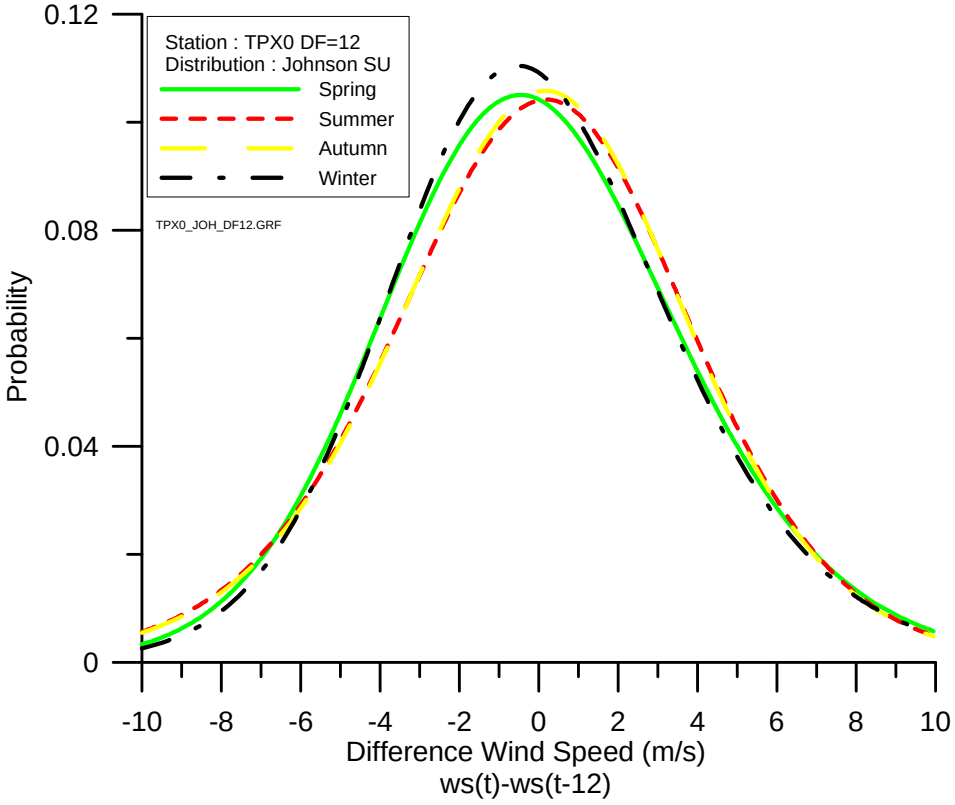


圖 7.1.23b 臺北港 X0 測站時差 12 不同季別之機率密度函數(強森 SU)

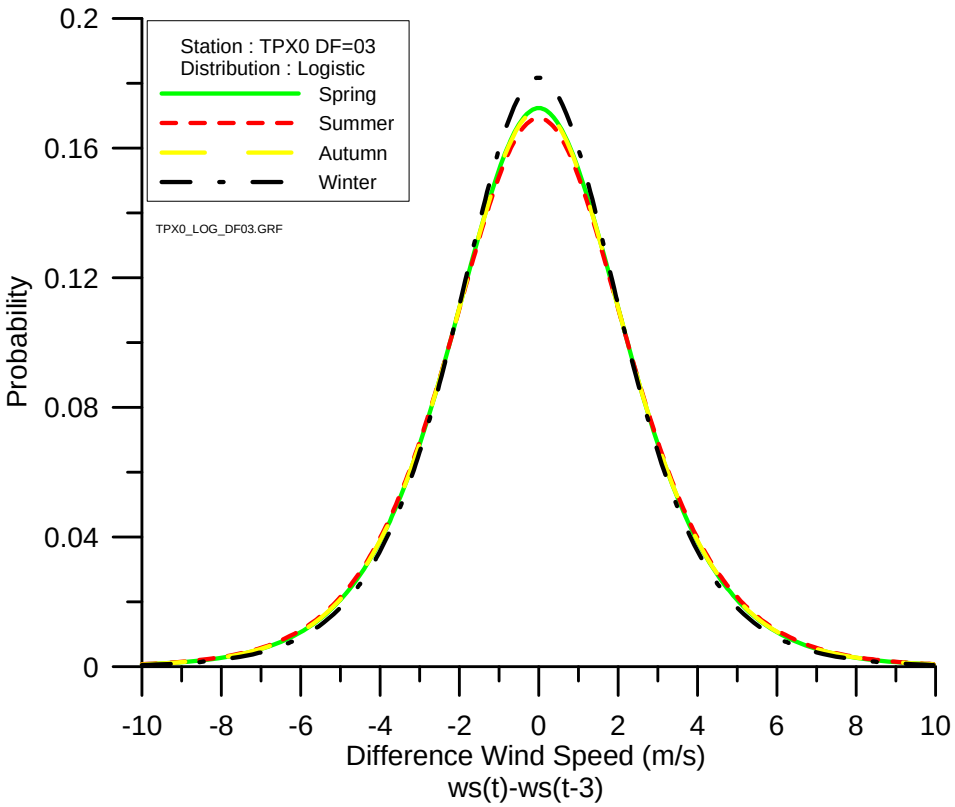


圖 7.1.23c 臺北港 X0 測站時差 3 不同季別之機率密度函數(邏輯)

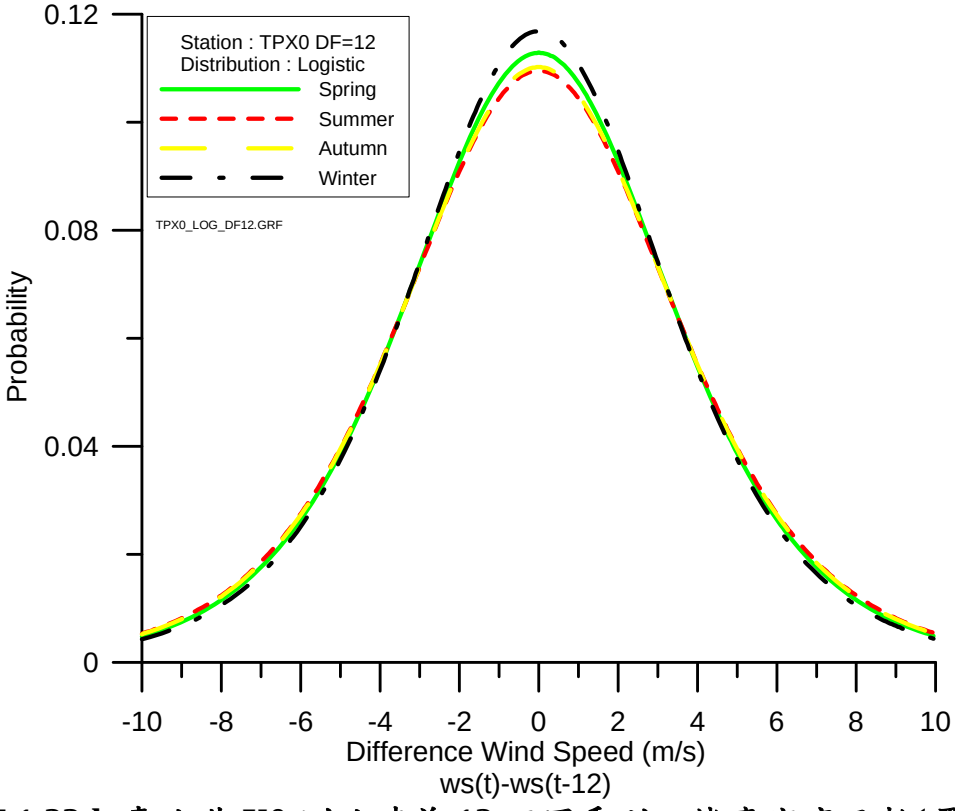


圖 7.1.23d 臺北港 X0 測站時差 12 不同季別之機率密度函數(邏輯)

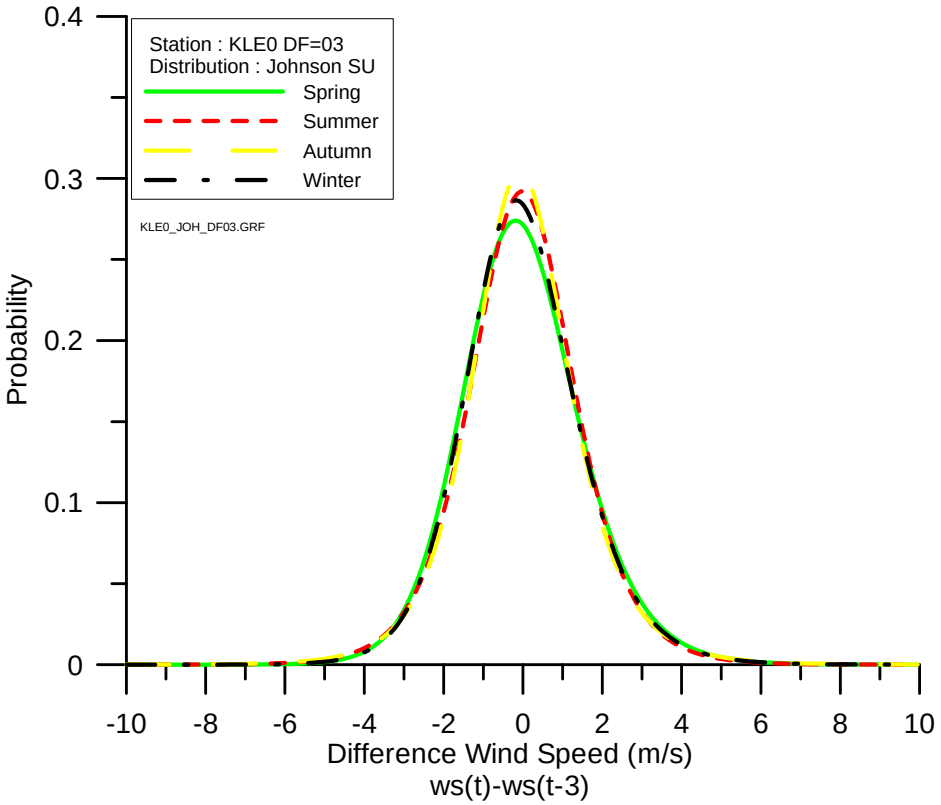


圖 7.1.24a 基隆港 E0 測站時差 3 不同季別之機率密度函數(強森 SU)

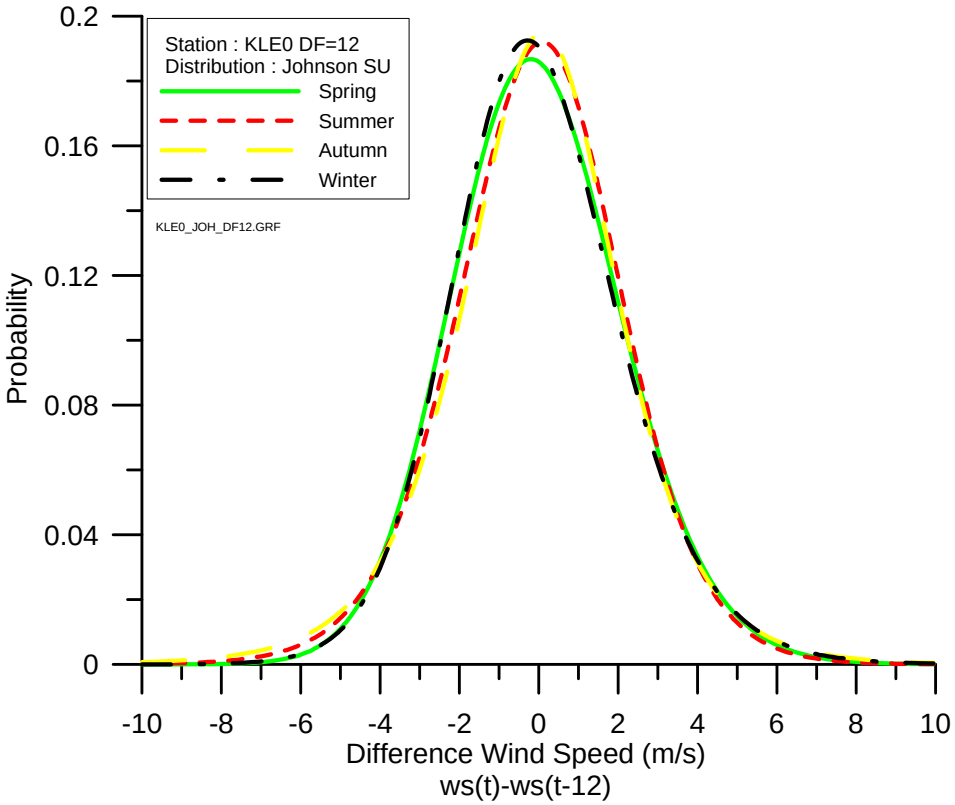


圖 7.1.24b 基隆港 E0 測站時差 12 不同季別之機率密度函數(強森 SU)

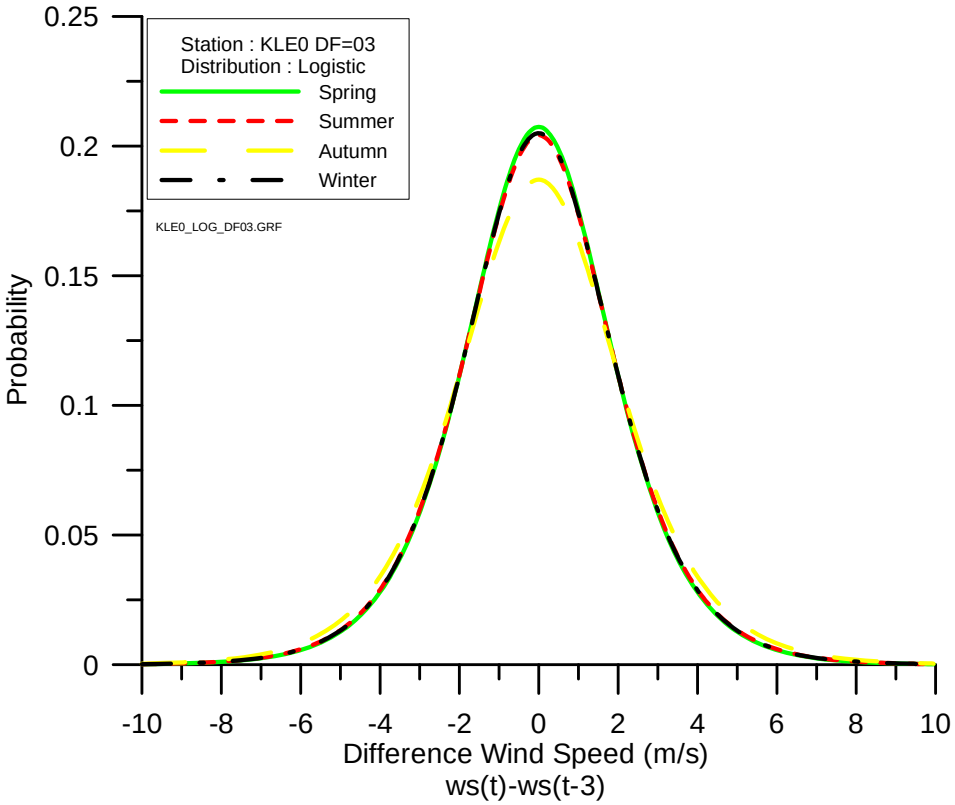


圖 7.1.24c 基隆港 E0 測站時差 3 不同季別之機率密度函數(邏輯)

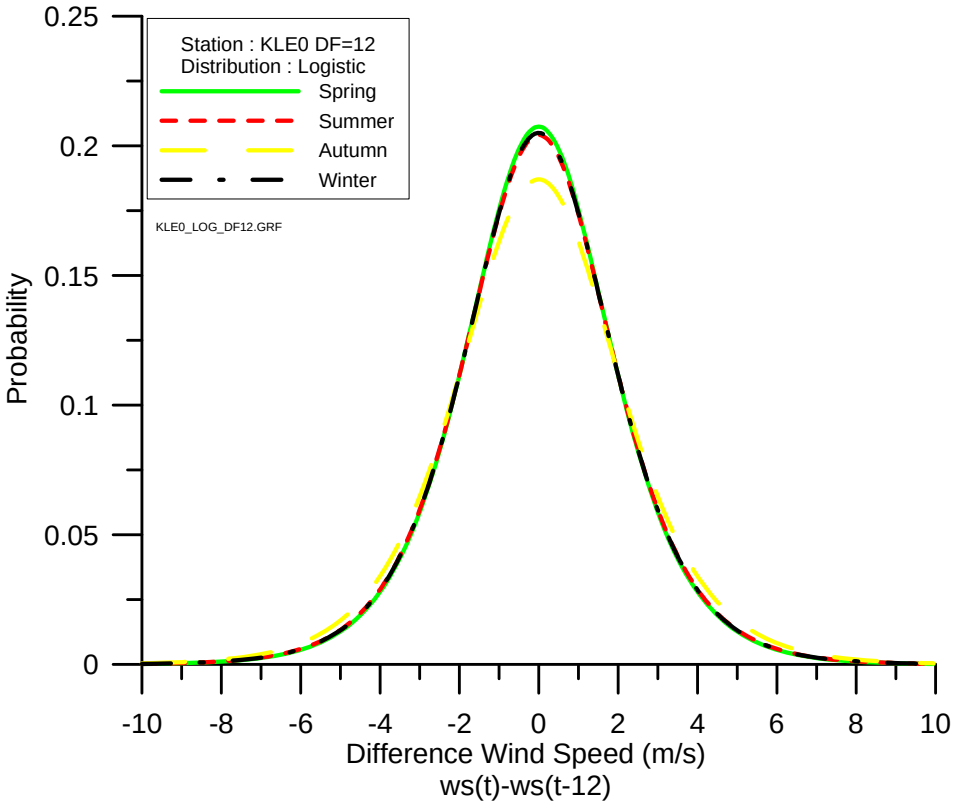


圖 7.1.24d 基隆港 E0 測站時差 12 不同季別之機率密度函數(邏輯)

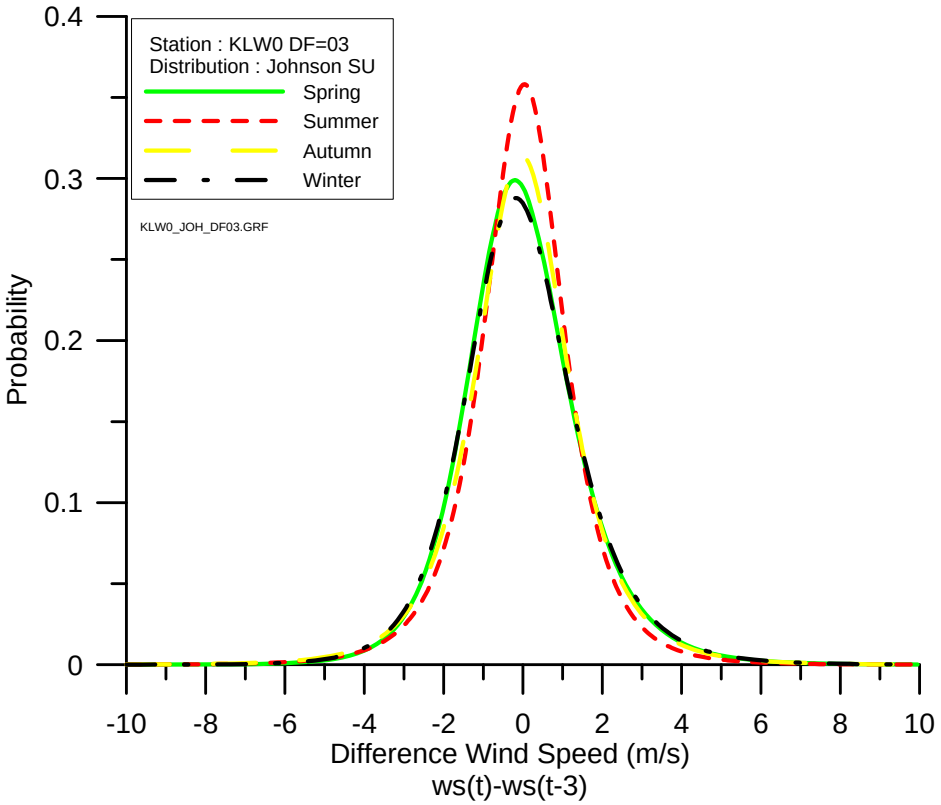


圖 7.1.25a 基隆港 W0 測站時差 3 不同季別之機率密度函數(強森 SU)

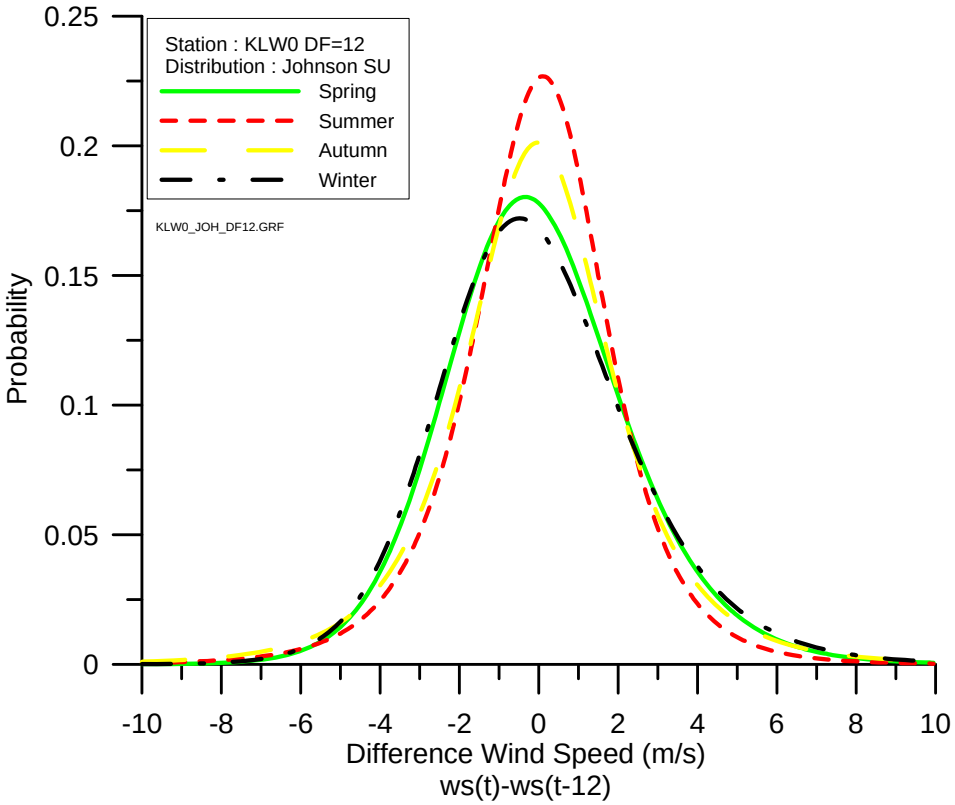


圖 7.1.25b 基隆港 W0 測站時差 12 不同季別之機率密度函數(強森 SU)

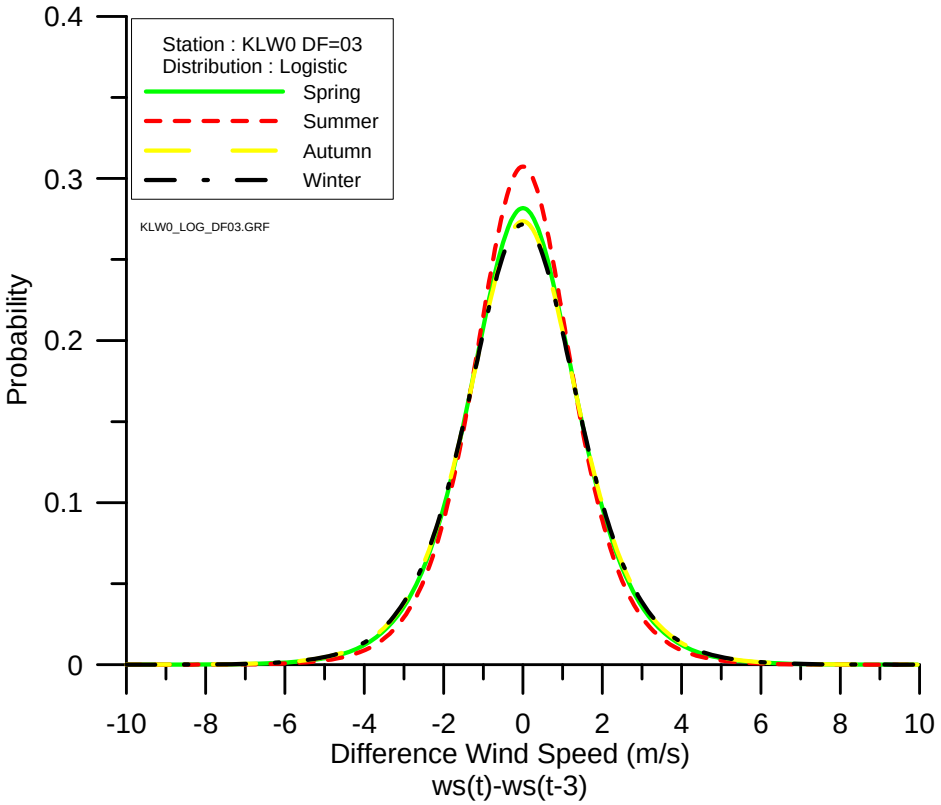


圖 7.1.25c 基隆港 W0 測站時差 3 不同季別之機率密度函數(邏輯)

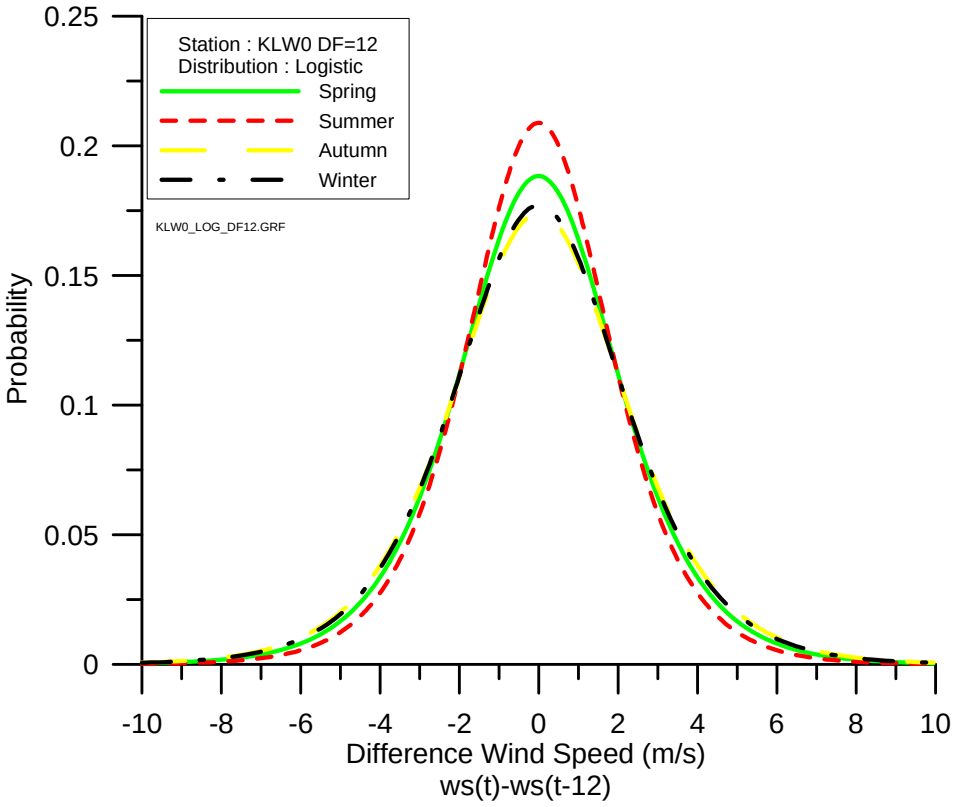


圖 7.1.25d 基隆港 W0 測站時差 12 不同季別之機率密度函數(邏輯)

7.1.3 不同時差之機率密度函數比較

各測站不同時差下各季別風速差值之機率密度函數比較結果如圖7.1.26~圖7.1.30。同樣為節省篇幅此處僅列出強森SU及邏輯機率密度函數之結果。另外如前一小節分析結果顯示機率密度函數不受季別影響，故僅列出冬、夏2季之結果。圖中黑實線為時差1、紅短虛線為時差3、藍長虛線為時差6、綠長短虛線為時差12。由圖中顯示機率密度函數明顯受時差之影響，其形狀隨時差愈大而愈平緩，換言之，時差愈小風速差值分布愈集中，此也意謂風速變動較小；反之，時差愈大風速差值分布愈分散，此與一般風速變動特性相符。機率密度函數之集中或平緩程度隨測站位置不同而有差異，例如臺北港E0及基隆港E0與W0等3個測站之機率密度函數較集中；而臺北港W0與X0等2個測站之機率密度函數較平緩，其原因為前3個測站之整體風速較小，因此其風速差值也相對較小。換言之，風速差值的變動較小，故其機率密度函數形狀較集中。但後2個測站因地理位置較近外海所以整體風速較大，也因此風速差值較大。換言之，風速差值的變動較大，故其機率密度函數形狀較平緩。由以上分析顯示風速差值分布之機率密度函數除與測站位置有關外，也隨時差不同而有明顯差別。

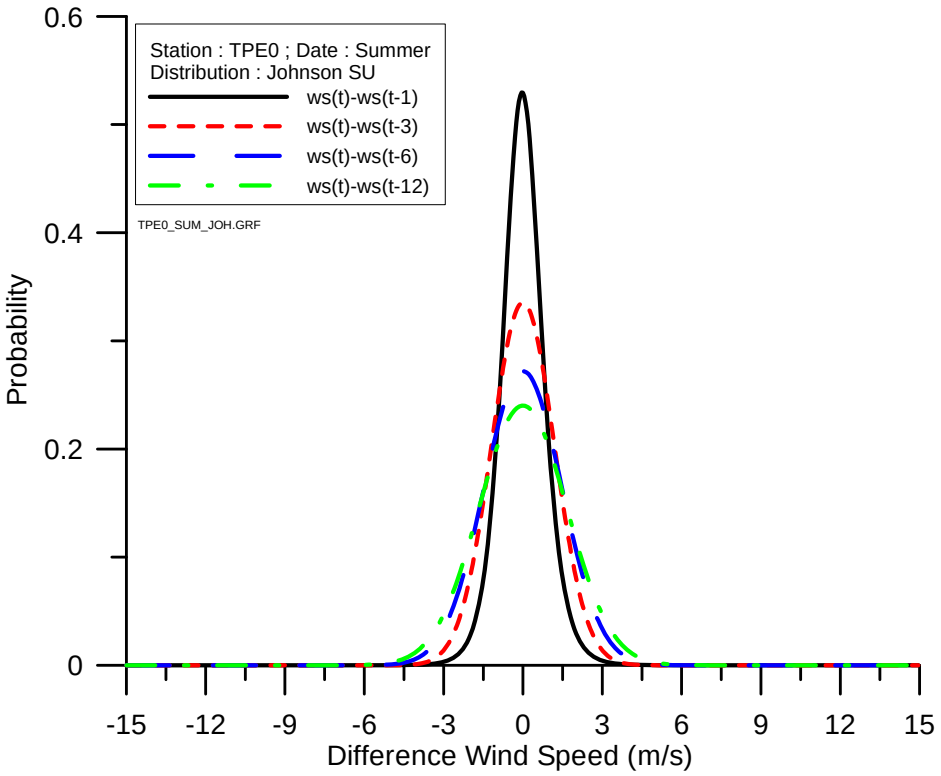


圖 7.1.26a 臺北港 E0 測站夏季不同時差之機率密度函數(強森 SU)

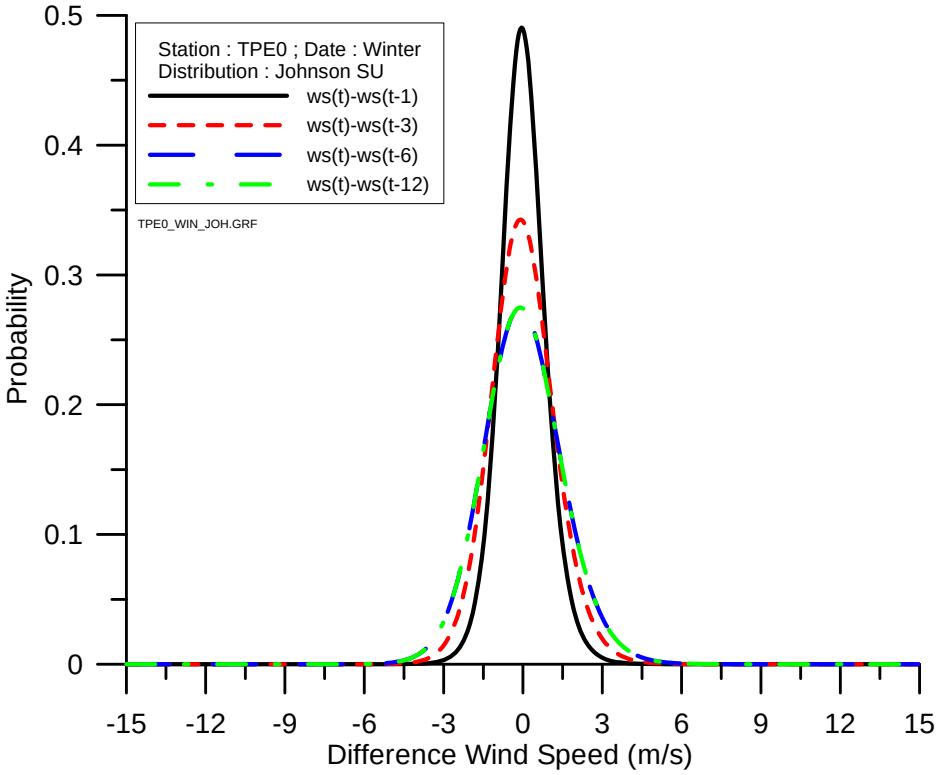


圖 7.1.26b 臺北港 E0 測站冬季不同時差之機率密度函數(強森 SU)

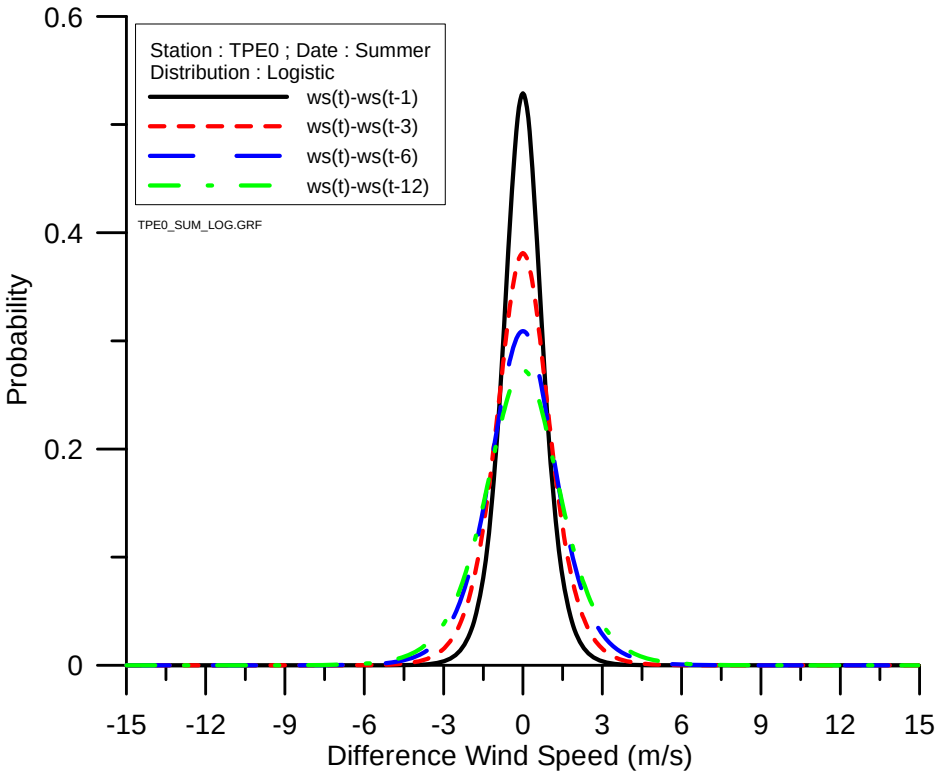


圖 7.1.26c 臺北港 E0 測站夏季不同時差之機率密度函數(邏輯)

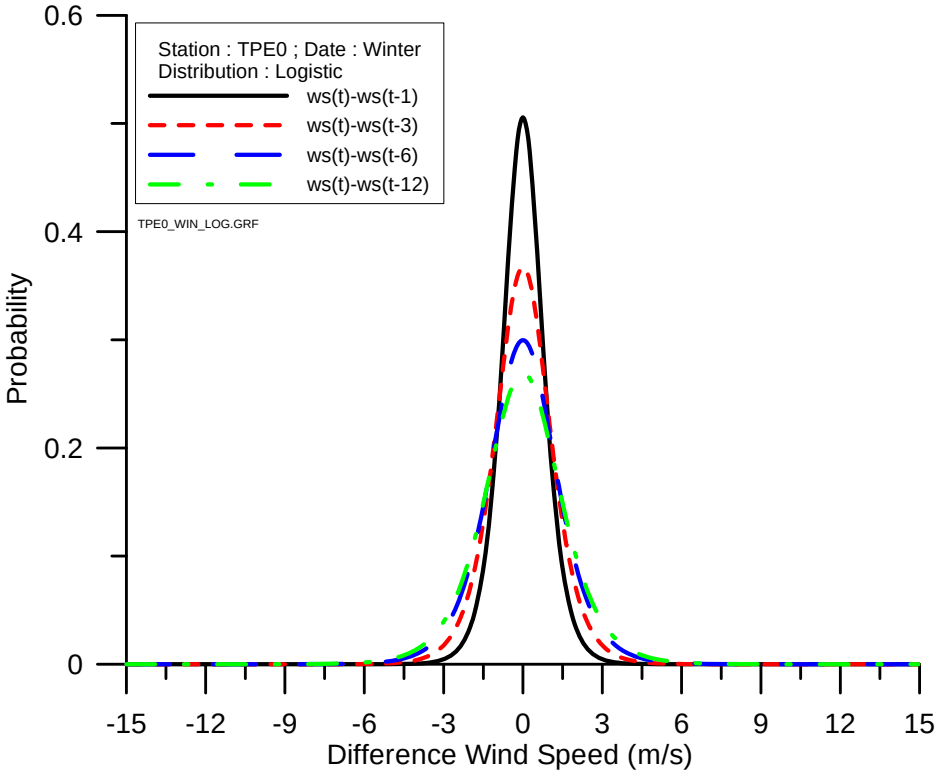


圖 7.1.26d 臺北港 E0 測站冬季不同時差之機率密度函數(邏輯)

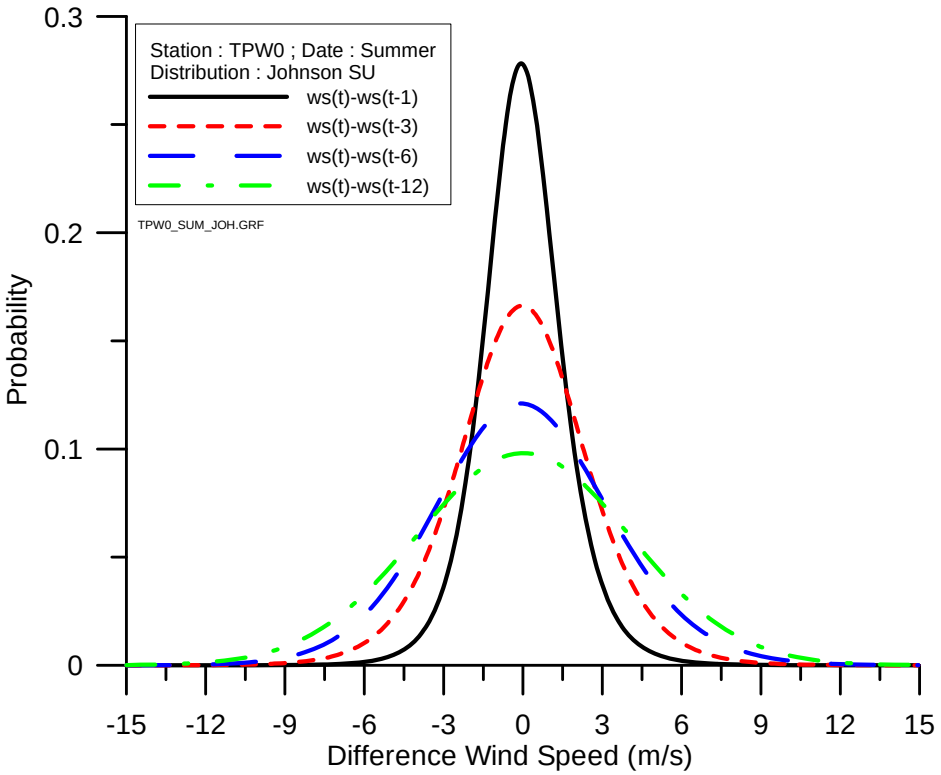


圖 7.1.27a 臺北港 W0 測站夏季不同時差之機率密度函數(強森 SU)

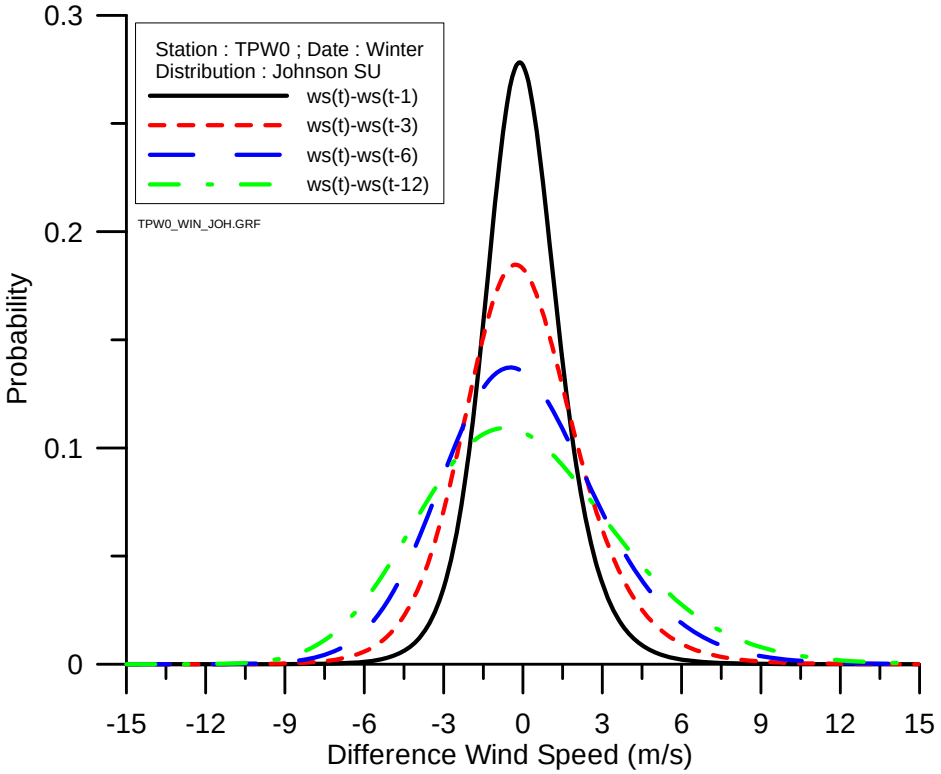


圖 7.1.27b 臺北港 W0 測站冬季不同時差之機率密度函數(強森 SU)

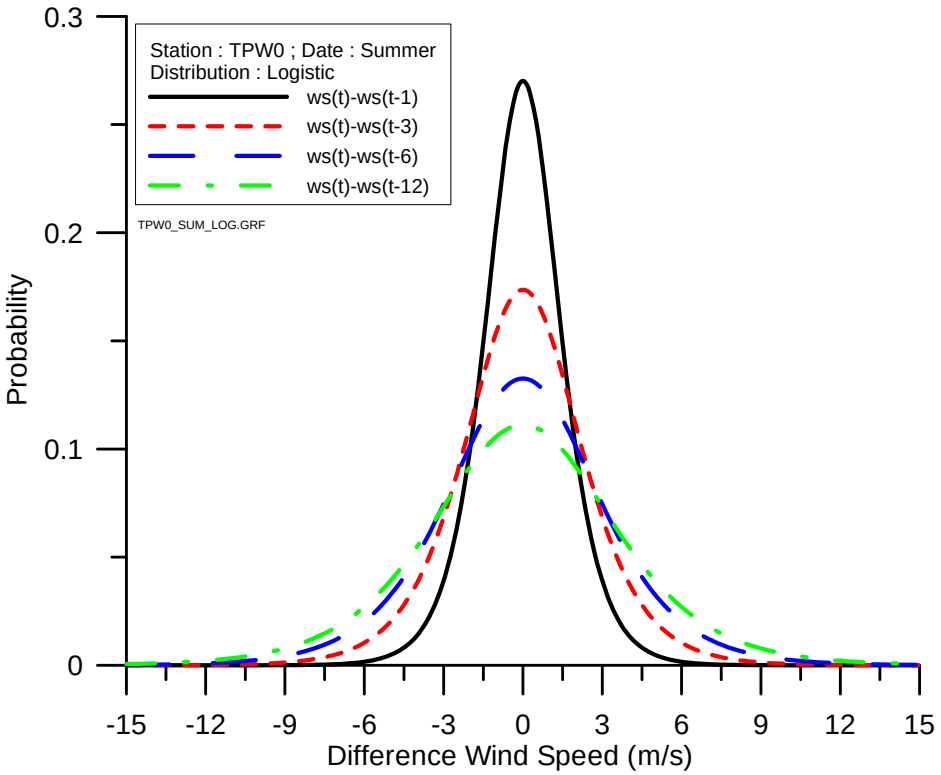


圖 7.1.27c 臺北港 W0 測站夏季不同時差之機率密度函數(邏輯)

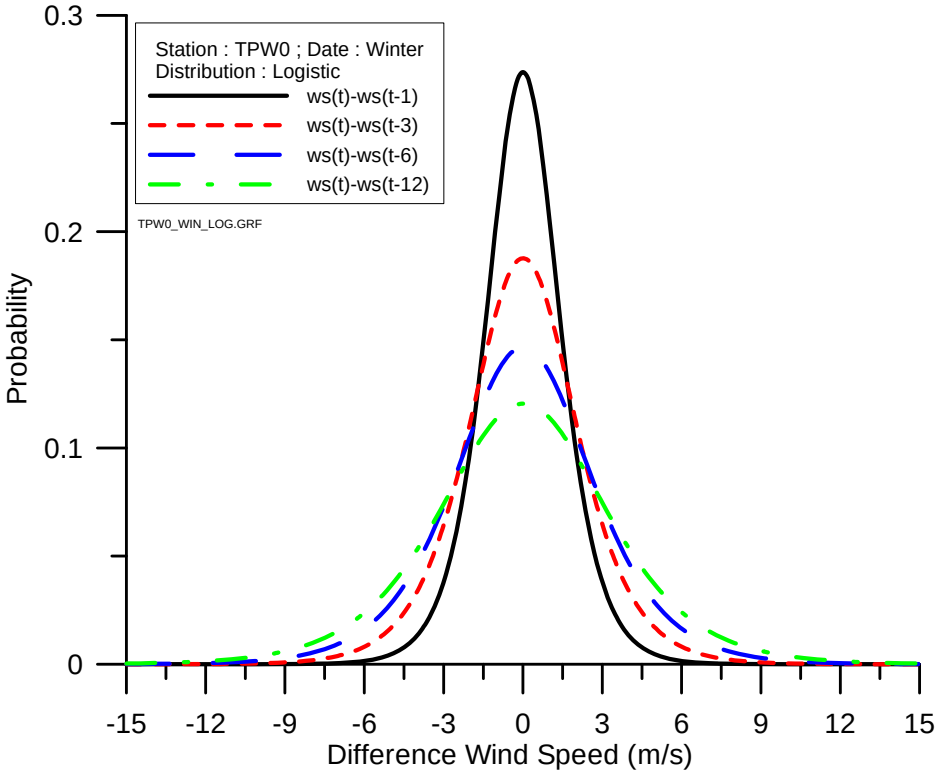


圖 7.1.27d 臺北港 W0 測站冬季不同時差之機率密度函數(邏輯)

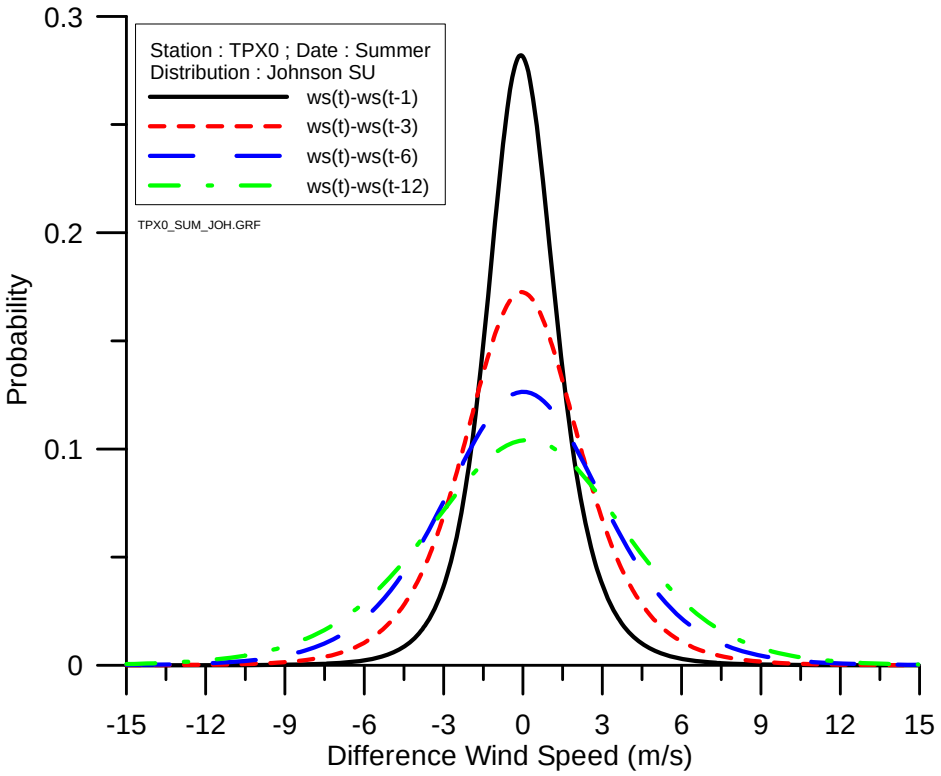


圖 7.1.28a 臺北港 X0 測站夏季不同時差之機率密度函數(強森 SU)

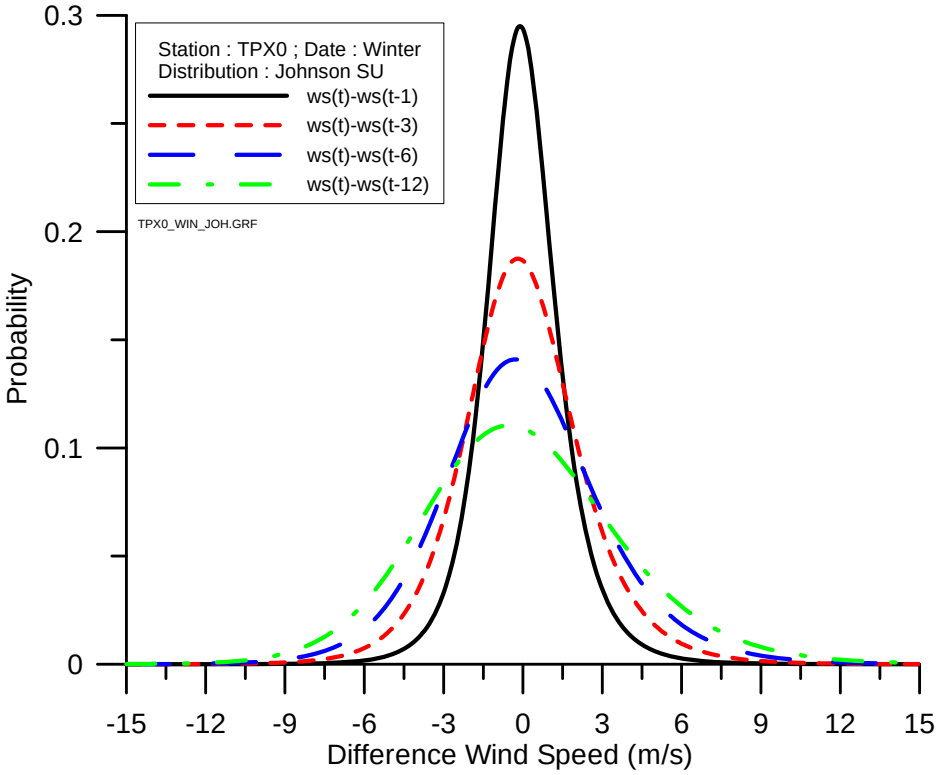


圖 7.1.28b 臺北港 W0 測站冬季不同時差之機率密度函數(強森 SU)

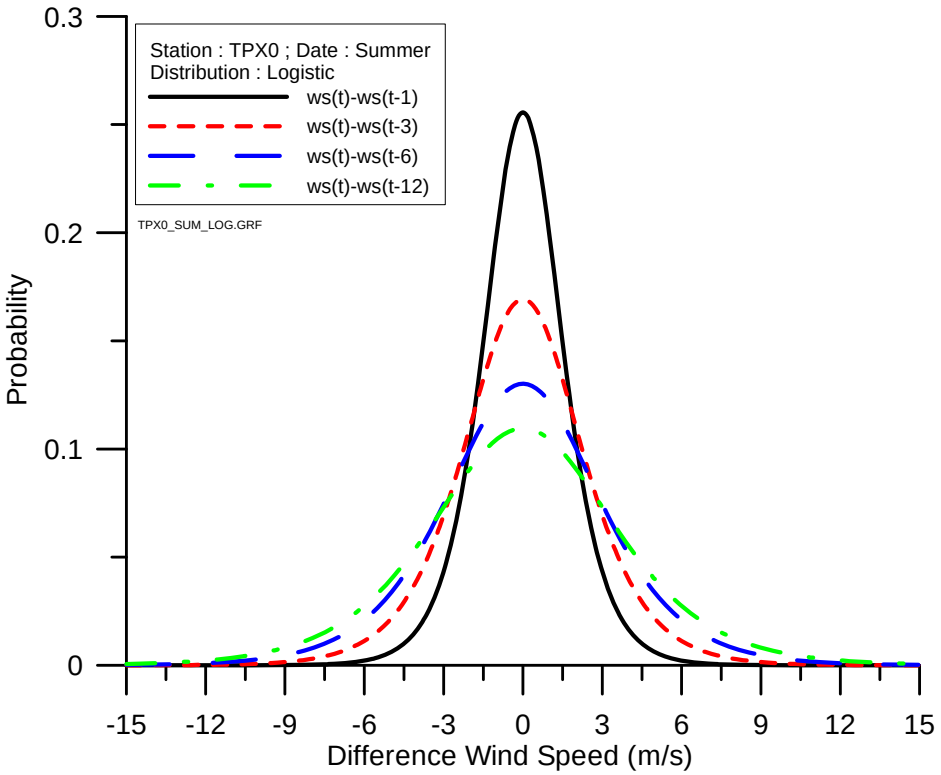


圖 7.1.28c 臺北港 W0 測站夏季不同時差之機率密度函數(邏輯)

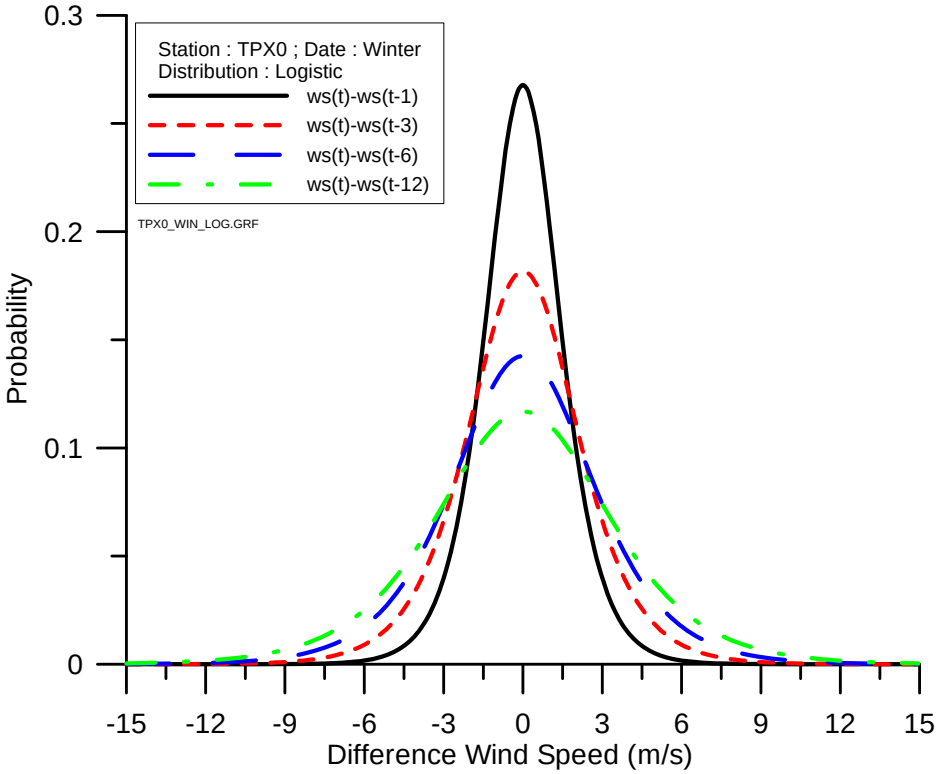


圖 7.1.28d 臺北港 W0 測站冬季不同時差之機率密度函數(邏輯)

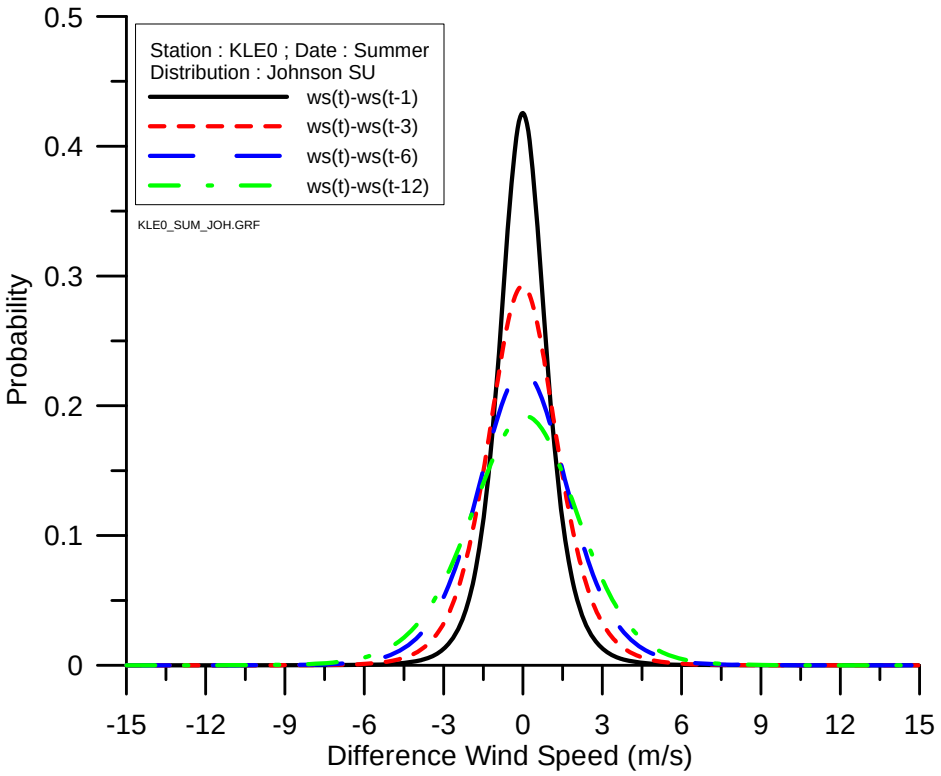


圖 7.1.29a 基隆港 E0 測站夏季不同時差之機率密度函數(強森 SU)

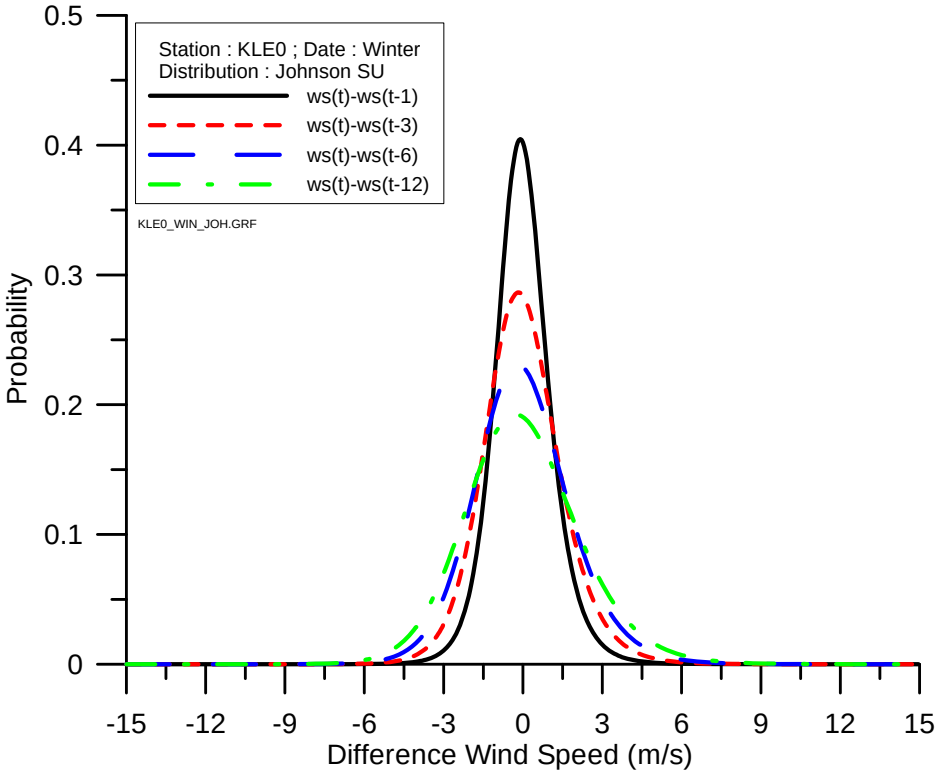


圖 7.1.29b 基隆港 E0 測站冬季不同時差之機率密度函數(強森 SU)

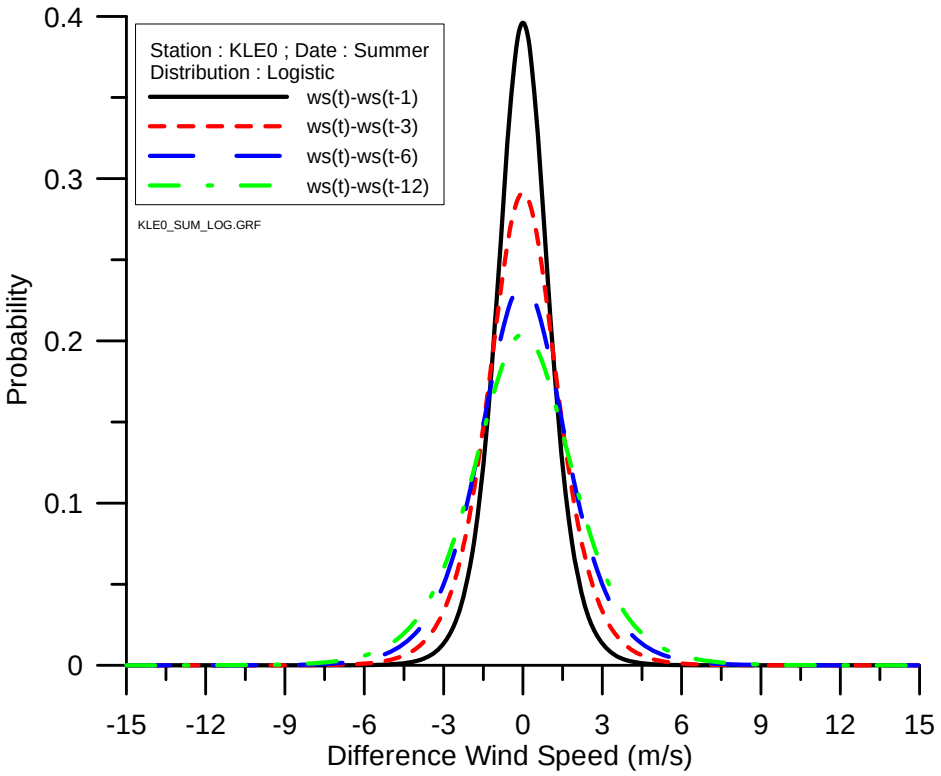


圖 7.1.29c 基隆港 E0 測站夏季不同時差之機率密度函數(邏輯)

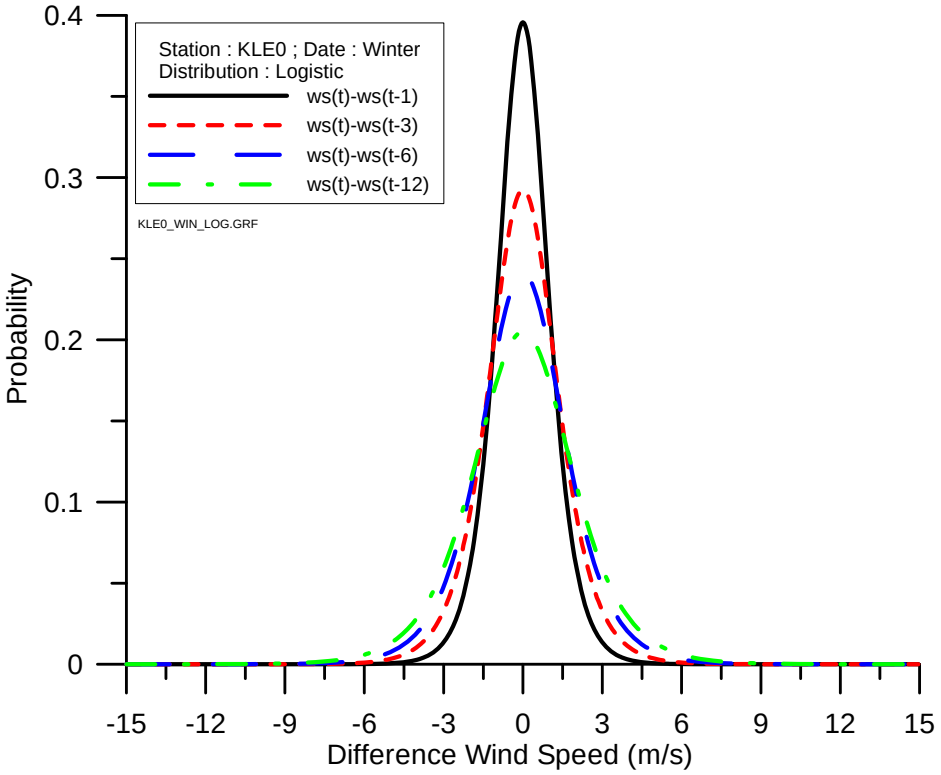


圖 7.1.29d 基隆港 E0 測站冬季不同時差之機率密度函數(邏輯)

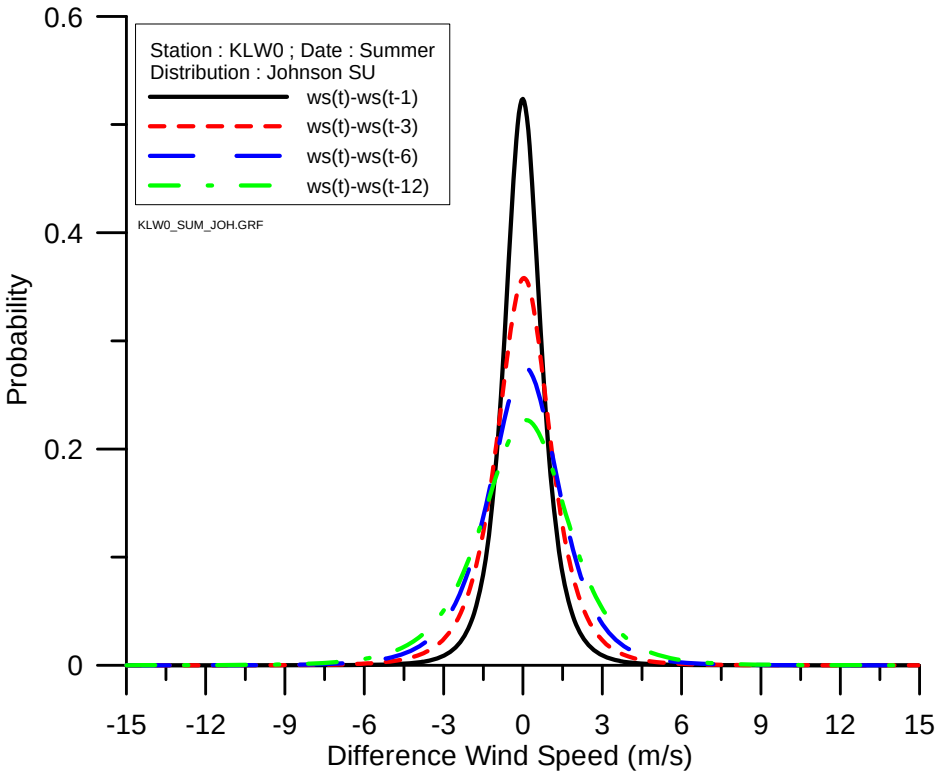


圖 7.1.30a 基隆港 W0 測站夏季不同時差之機率密度函數(強森 SU)

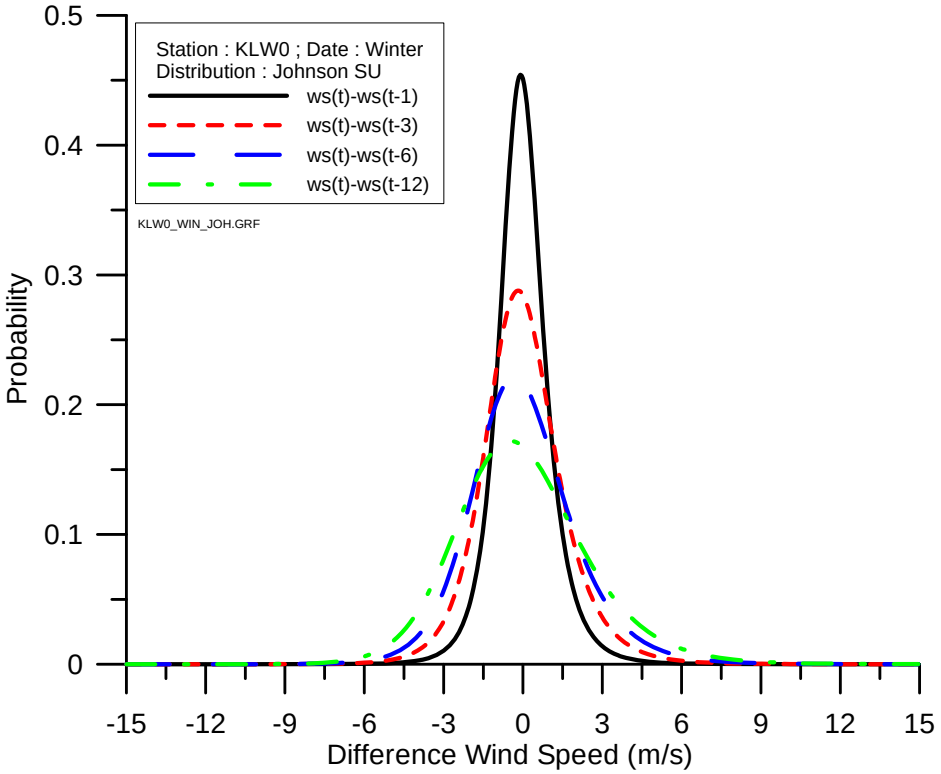


圖 7.1.30b 基隆港 W0 測站冬季不同時差之機率密度函數(強森 SU)

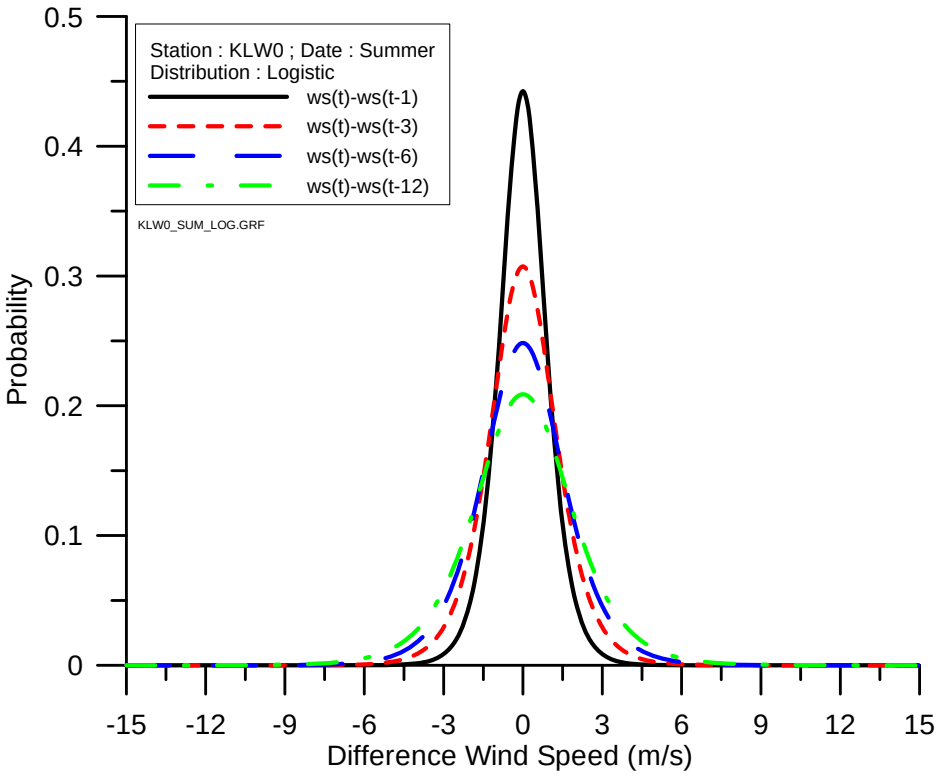


圖 7.1.30c 基隆港 W0 測站夏季不同時差之機率密度函數(邏輯)

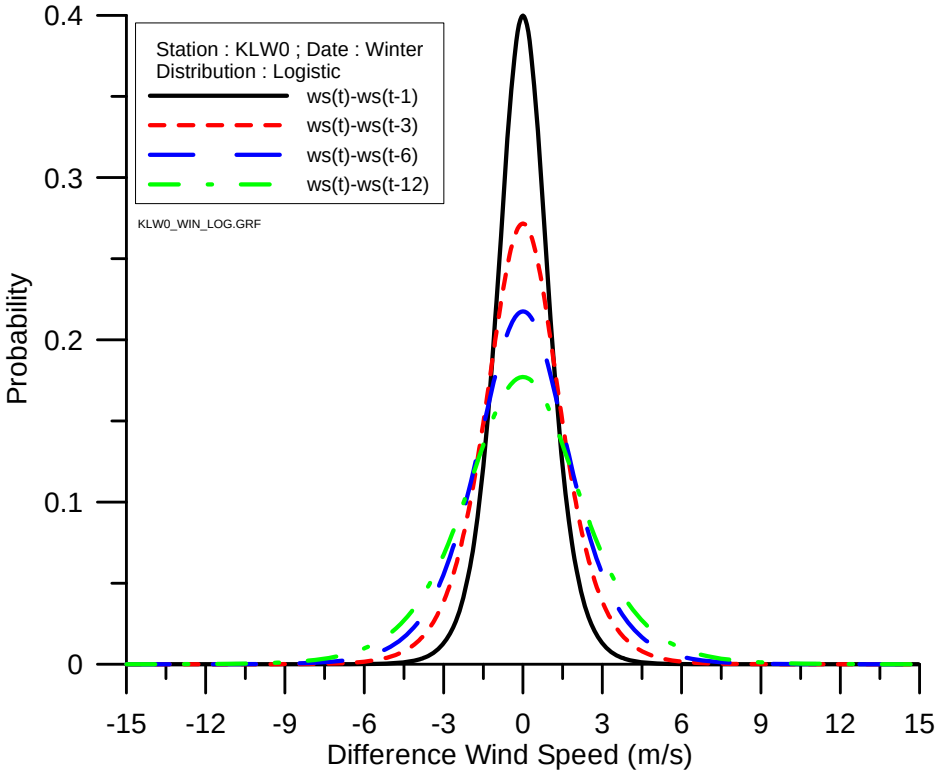


圖 7.1.30d 基隆港 W0 測站冬季不同時差之機率密度函數(邏輯)

7.2 風速差值之界線值分析

7.2.1 不同機率密度函數之界線值比較

各測站不同時差下各季別風速差值之5種機率密度函數比較結果如圖7.2.1~圖7.2.5。同樣為節省篇幅此處僅列出冬、夏2季；時差3及12之結果。圖中藍十字實線為強森SU、藍倒虛三角虛線為邏輯、紅實圓實線為常態、黑虛圓實線為通用極值及黑正虛三角虛線為誤差函數。圖中顯示隨累積機率愈小風速差值的界線值愈大，此表示當風速差值自動檢核在較低之累積機率下其風速差值檢核標準較大。以臺中港W0測站於冬季及時差3小時為例，當累積機率為2%時強森SU之風速差值的界線值為-4.75m/s與5.50m/s；邏輯為-5.20m/s與5.20m/s。當累積機率為0.02%時強森SU之風速差值的界線值為-9.85m/s與12.40m/s；邏輯為-11.25m/s與11.25m/s。一般而言在相同累積機率下強森SU與邏輯之風速差值的界線值最大，誤差函數與常態次之，通用極值最小。不過當累積機率愈大時不同機率函數風速差值的界線值差異愈不明顯，例如當累積機率為5%時各機率函數風速差值的界線值幾乎相同。但是當累積機率愈小時不同機率函數風速差值的界線值差異愈大，因此針對風速差值檢核標準而言，將受累積機率的選定影響。

7.2.2 不同季別之界線值比較

各測站各時間間隔(時差)各機率密度函數之不同季別比較結果如圖7.2.6~圖7.2.10。圖中綠實線為春季、紅短虛線為夏季、黃實線為秋季、黑長短虛線為冬季。圖中同樣顯示隨累積機率愈小風速差值的界線值愈大，但在相同累積機率下不同季別之風速差值的界線值非常相近，其差異對照上一小節不同機率密度函數之比較結果為小。換言之，風速差值的界線值選定受機率密度函數型式的影響大於不同季別的考量。臺北港E0測站以春季稍大些，夏季則稍較小；臺北港W0測站以春季稍大些，冬季則稍較小；臺北港X0測站以夏季稍大些，冬季則稍較小；基隆港E0測站以秋季稍大些，春季則稍較小；基隆港W0測站以秋季稍大些，夏季則稍較小。

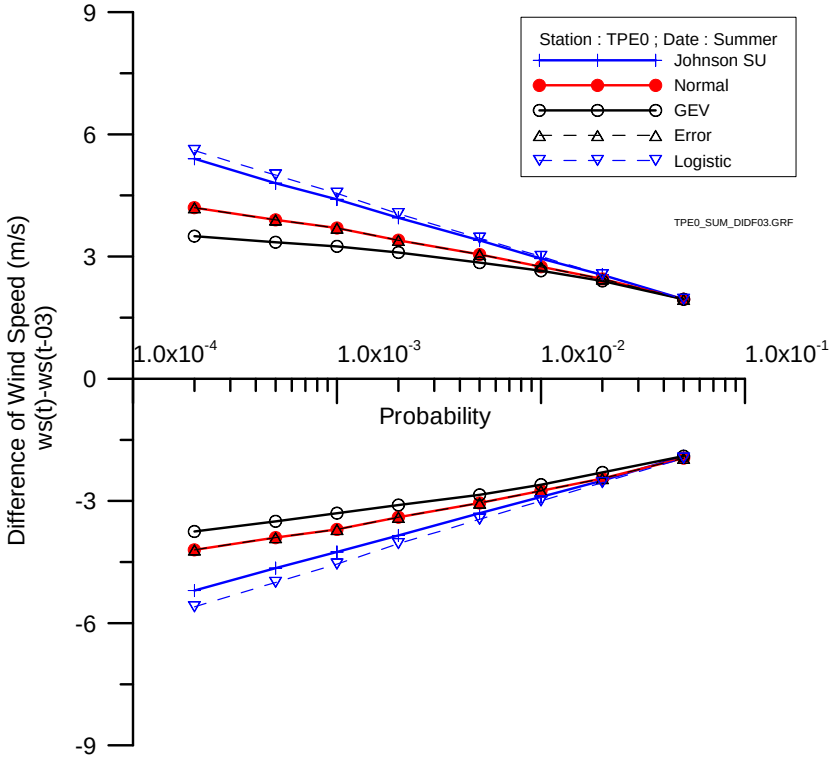


圖 7.2.1a 臺北港 E0 測站夏季時差 3 之風速差值各機率函數之界線值

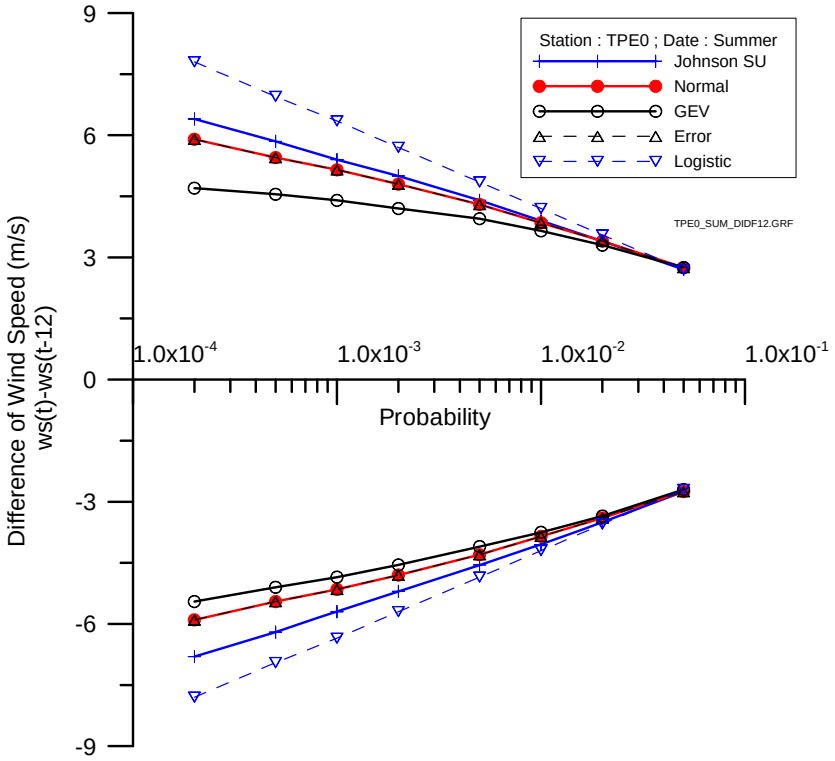


圖 7.2.1b 臺北港 E0 測站夏季時差 12 之風速差值各機率函數之界線值

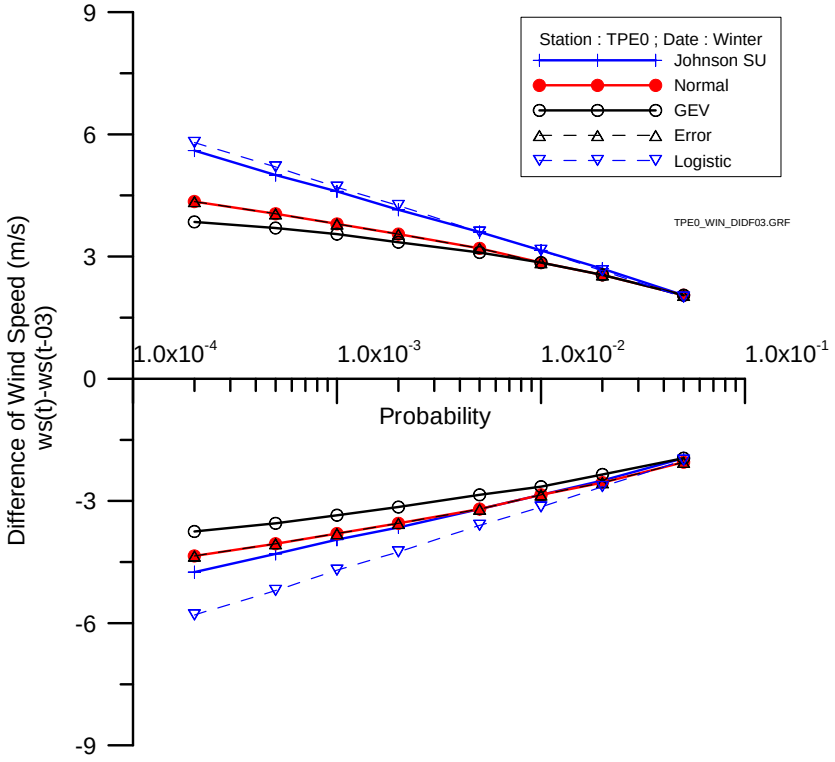


圖 7.2.1c 臺北港 E0 測站冬季時差 3 之風速差值各機率函數之界線值

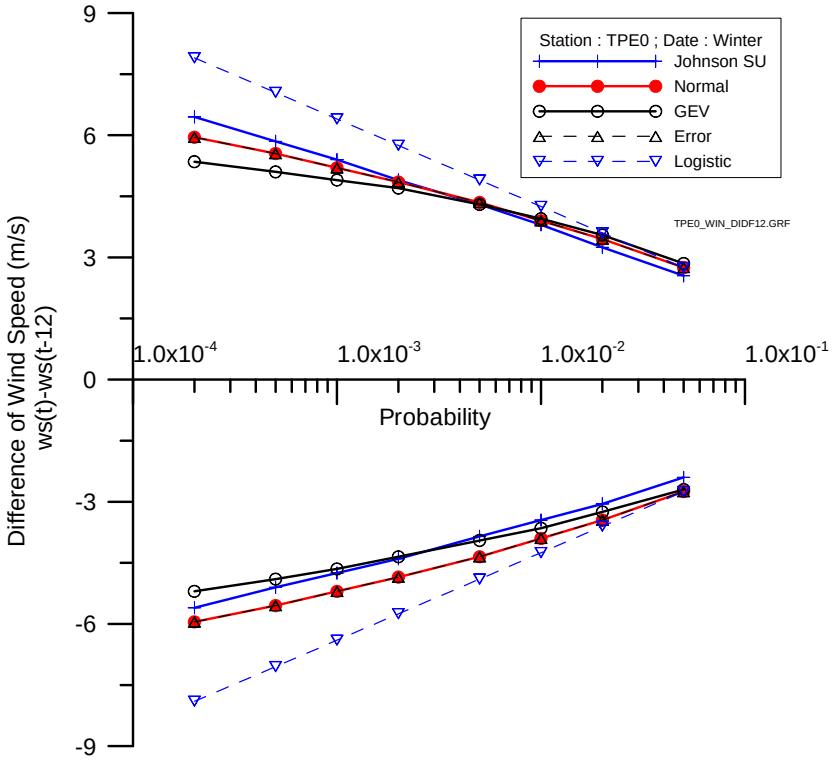


圖 7.2.1d 臺北港 E0 測站冬季時差 12 之風速差值各機率函數之界線值

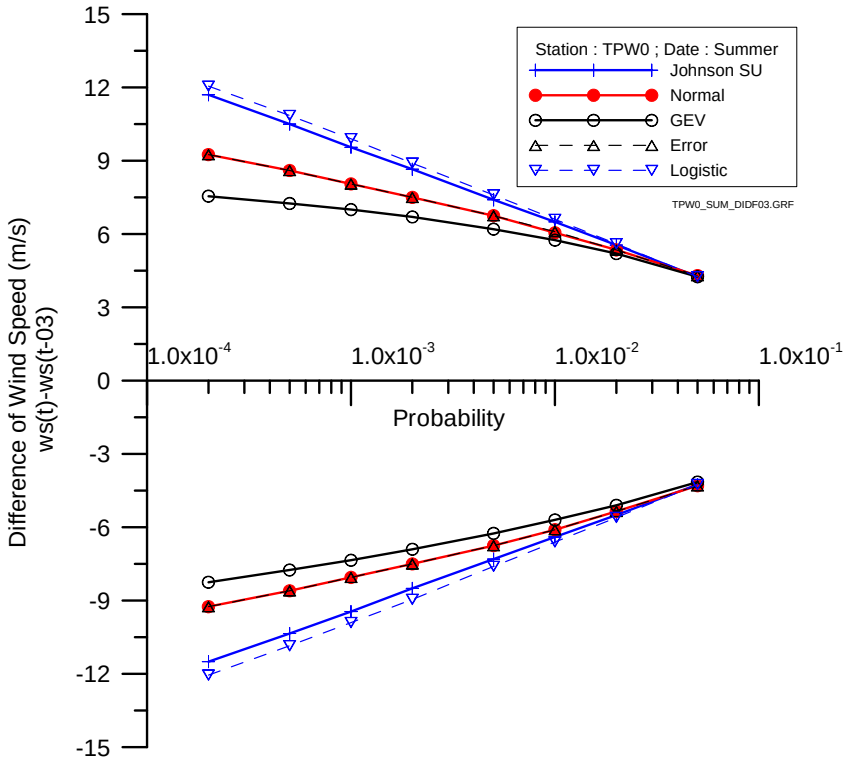


圖 7.2.2a 臺北港 W0 測站夏季時差 3 之風速差值各機率函數之界線值

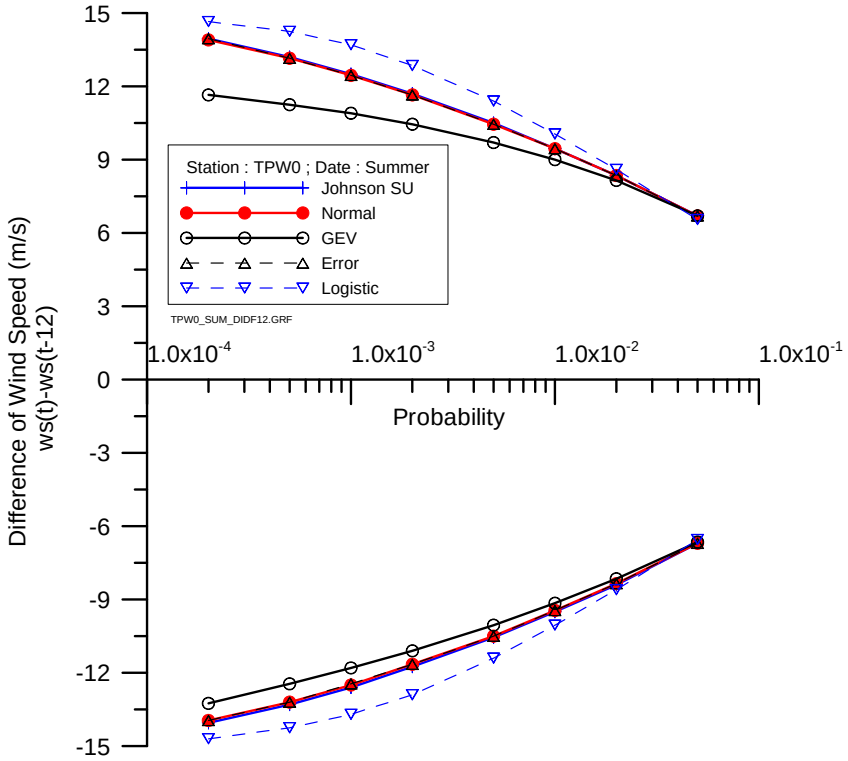


圖 7.2.2b 臺北港 W0 測站夏季時差 12 之風速差值各機率函數之界線值

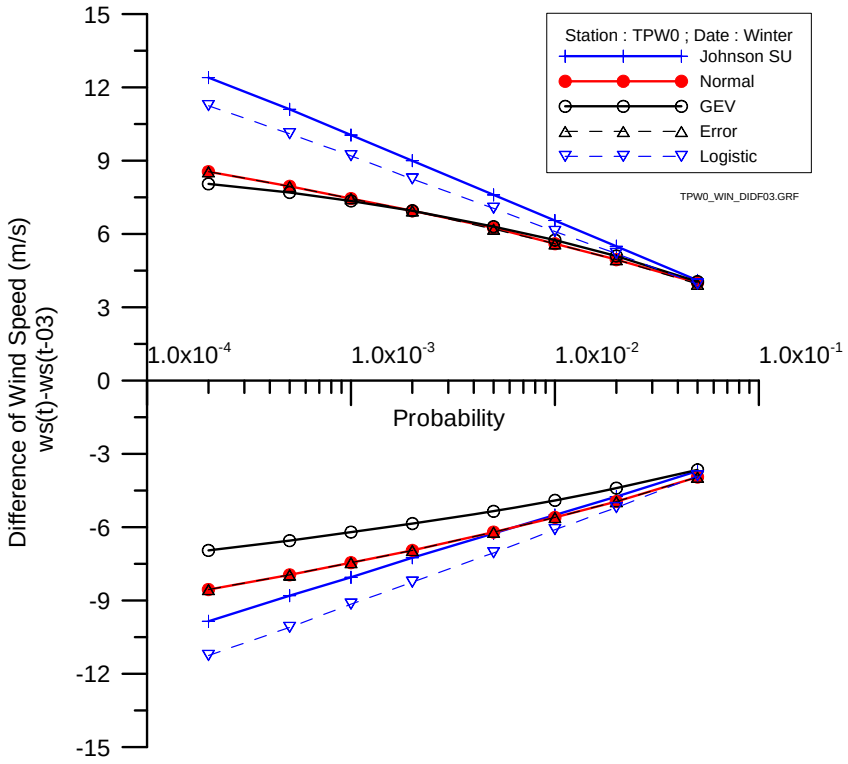


圖 7.2.2c 臺北港 W0 測站冬季時差 3 之風速差值各機率函數之界線值

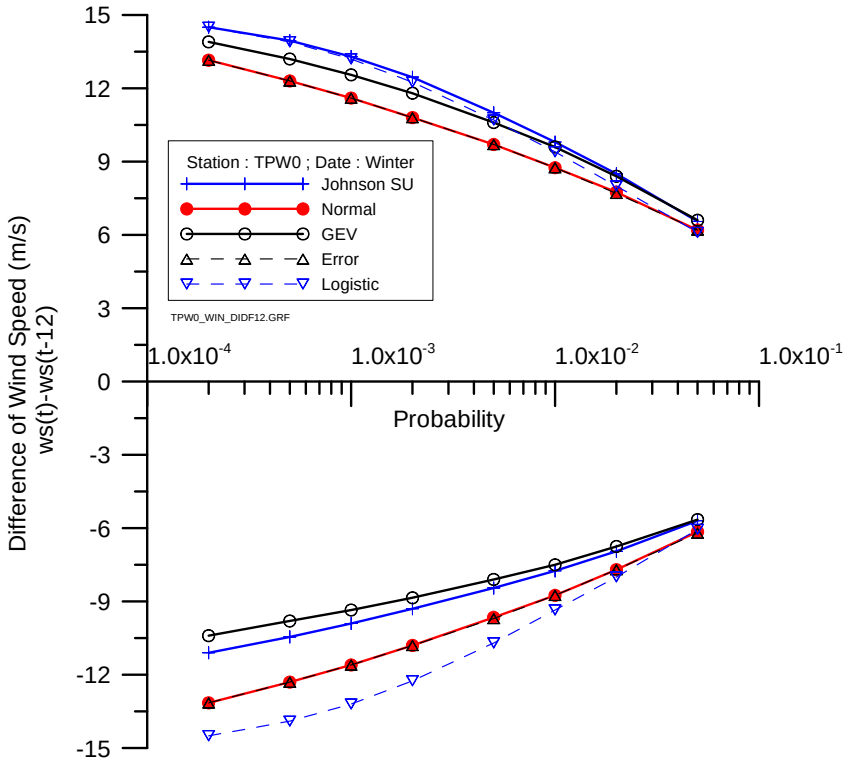


圖 7.2.2d 臺北港 W0 測站冬季時差 12 之風速差值各機率函數之界線值

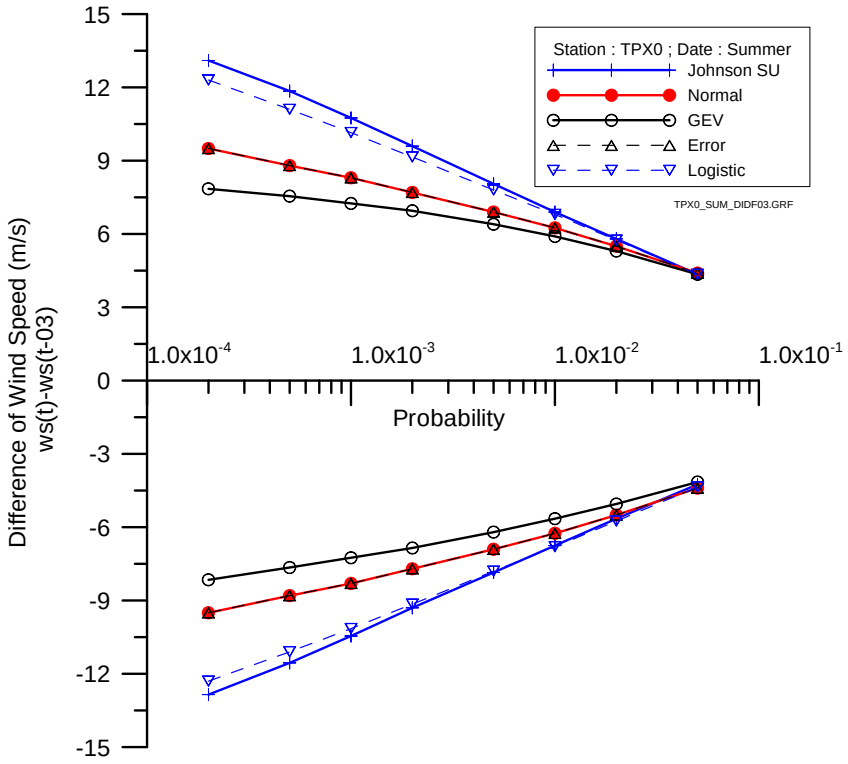


圖 7.2.3a 臺北港 X0 測站夏季時差 3 之風速差值各機率函數之界線值

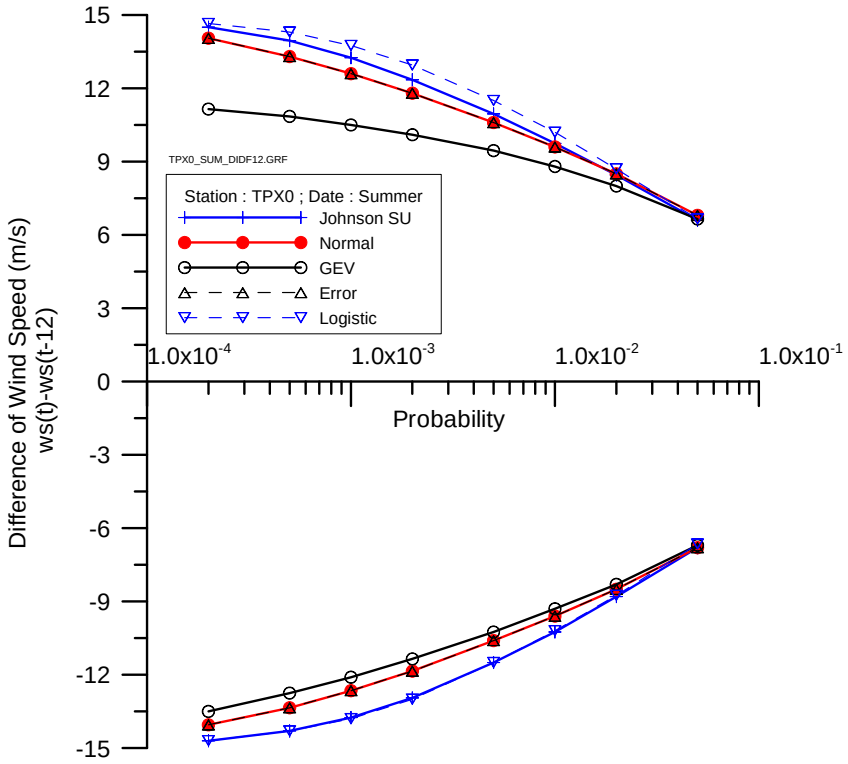


圖 7.2.3b 臺北港 X0 測站夏季時差 12 之風速差值各機率函數之界線值

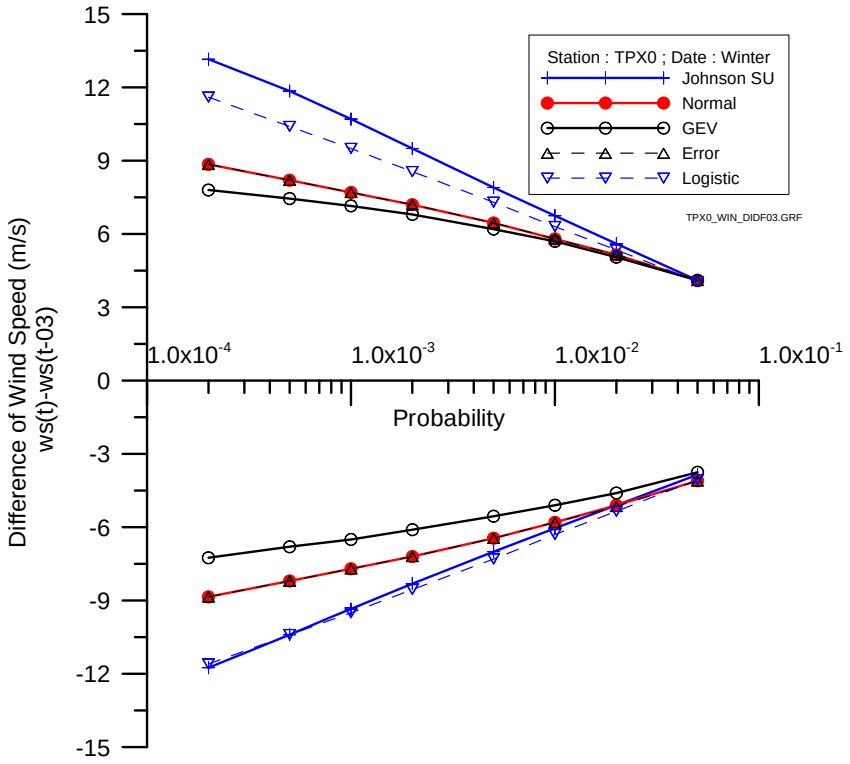


圖 7.2.3c 臺北港 X0 測站冬季時差 3 之風速差值各機率函數之界線值

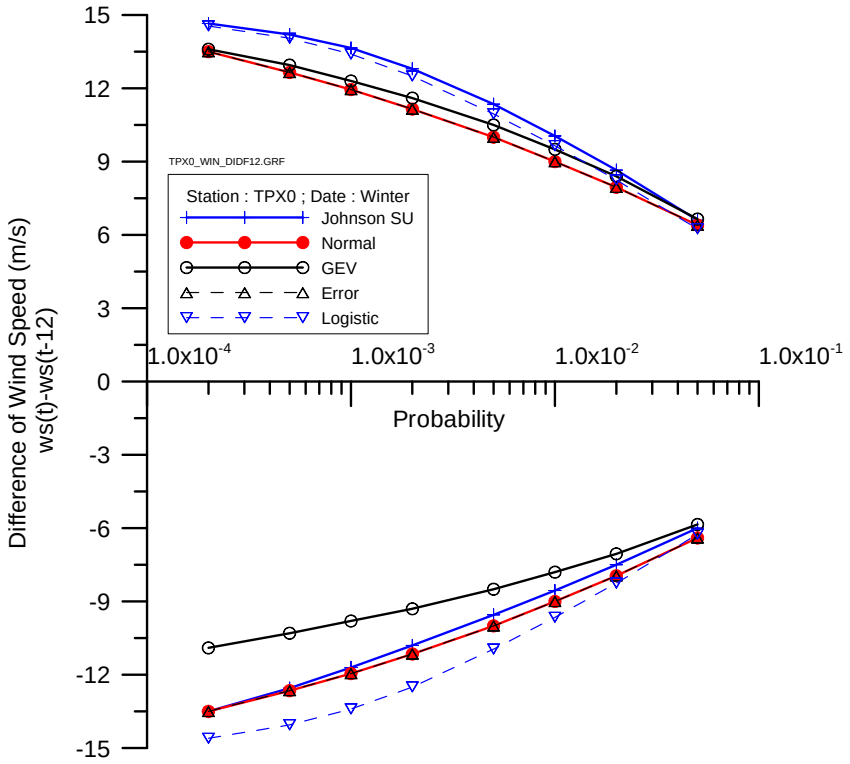


圖 7.2.3d 臺北港 X0 測站冬季時差 12 之風速差值各機率函數之界線值

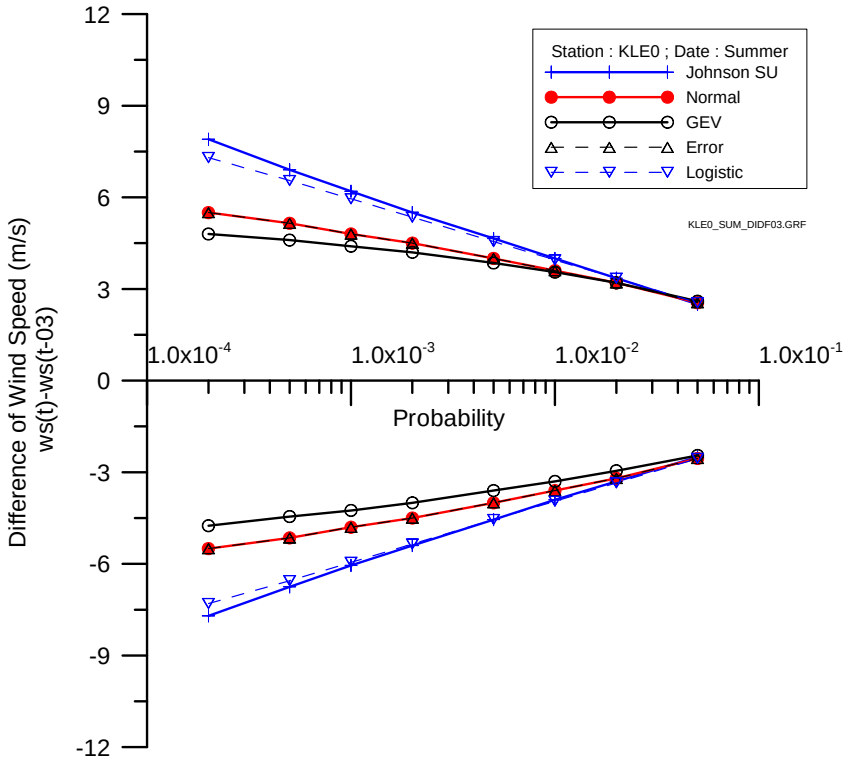


圖 7.2.4a 基隆港 E0 測站夏季時差 3 之風速差值各機率函數之界線值

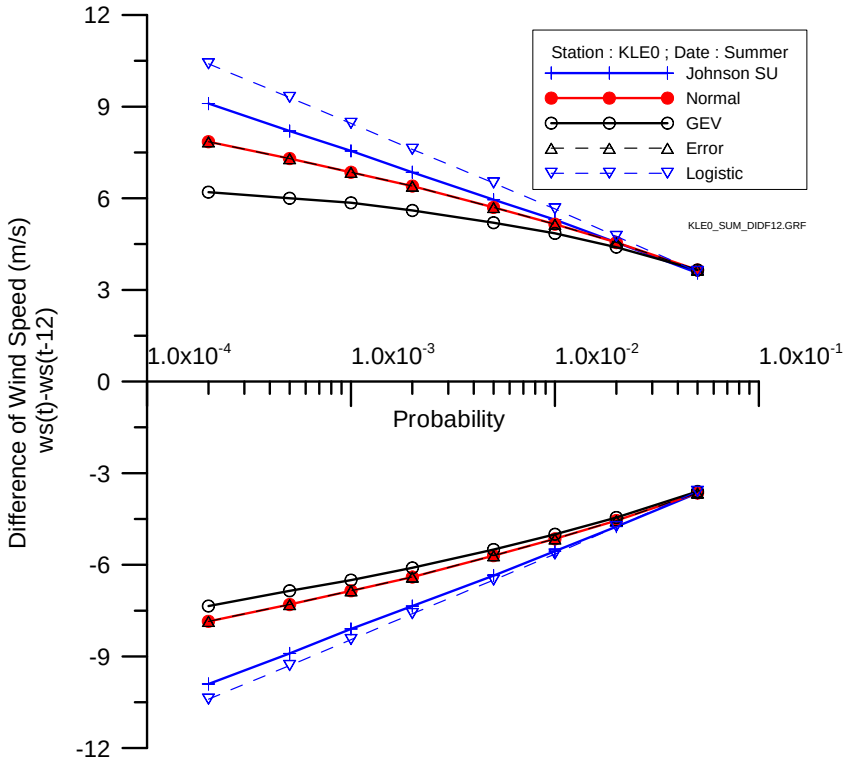


圖 7.2.4b 基隆港 E0 測站夏季時差 12 之風速差值各機率函數之界線值

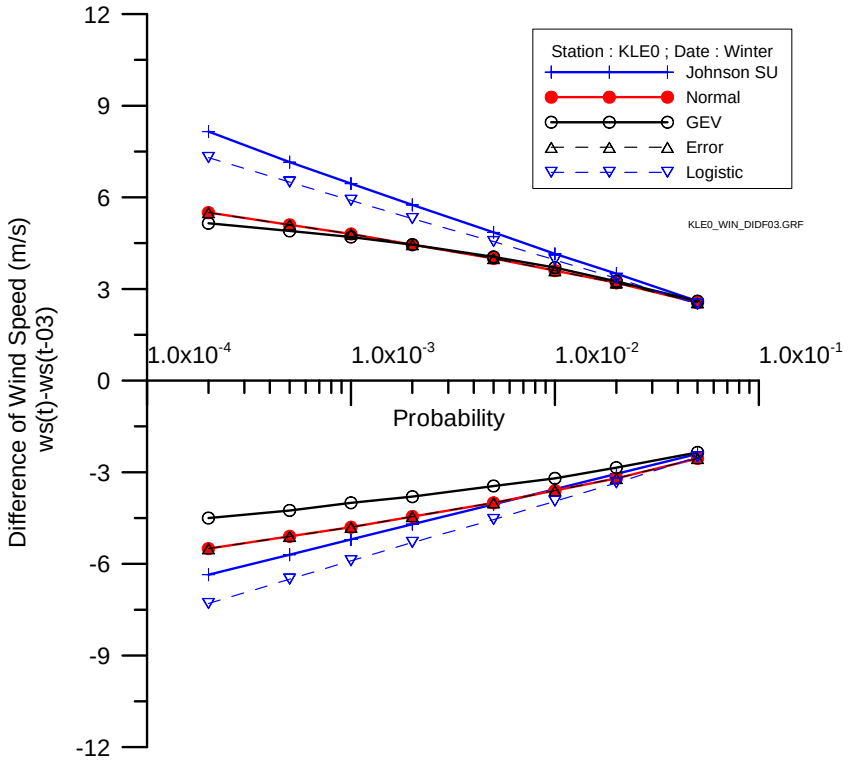


圖 7.2.4c 基隆港 E0 測站冬季時差 3 之風速差值各機率函數之界線值

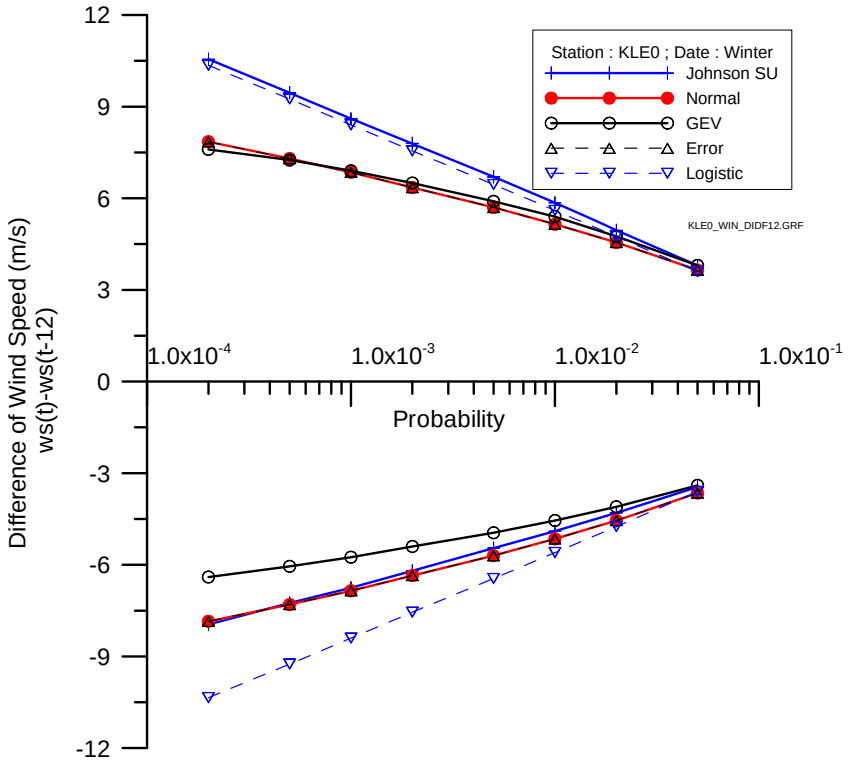


圖 7.2.4d 基隆港 E0 測站冬季時差 12 之風速差值各機率函數之界線值

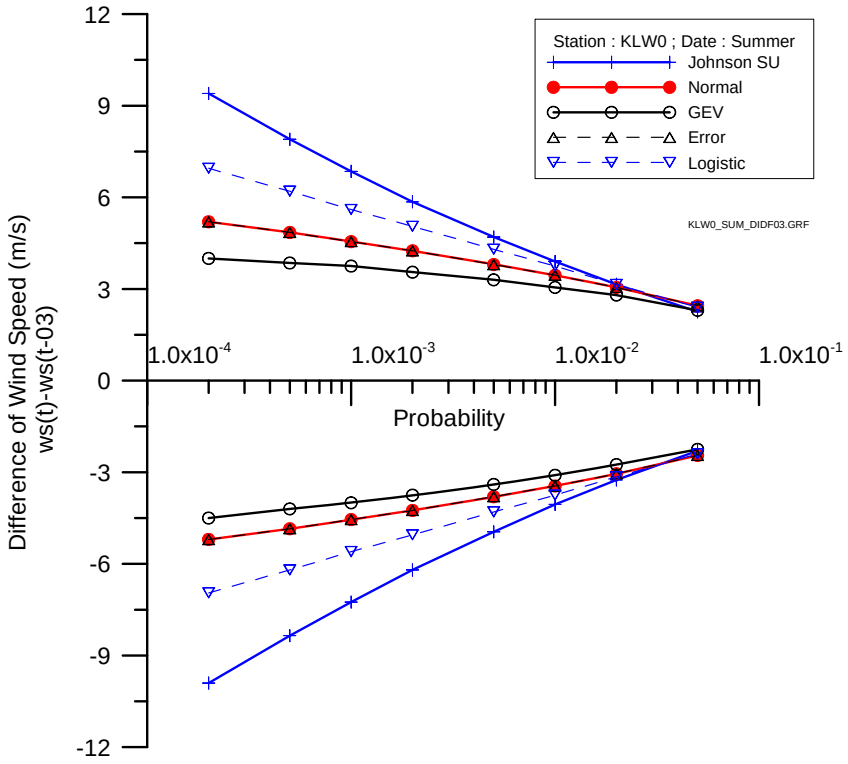


圖 7.2.5a 基隆港 W0 測站夏季時差 3 之風速差值各機率函數之界線值

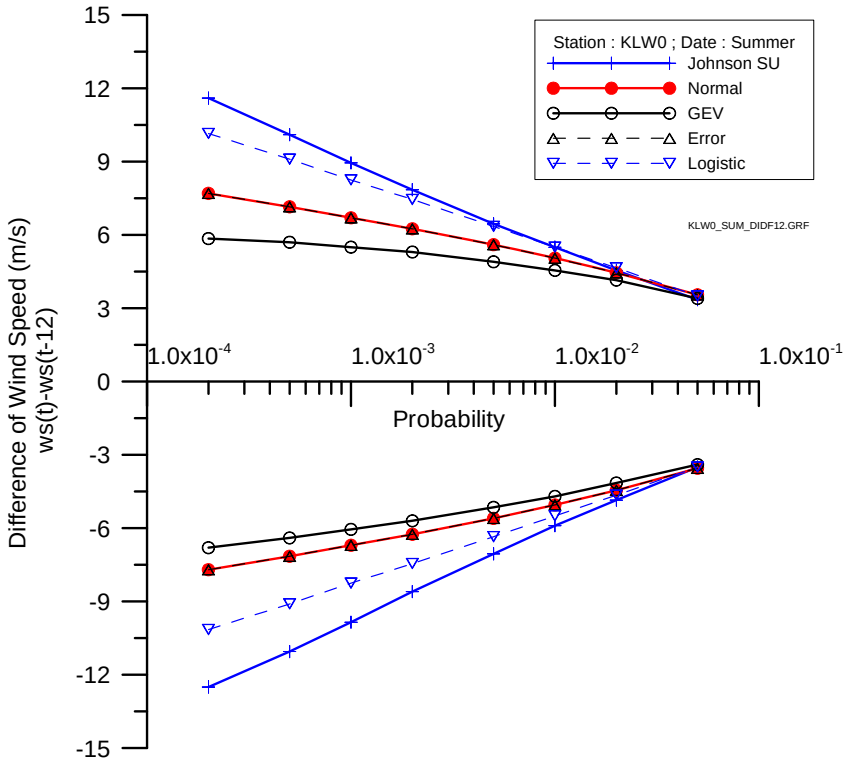


圖 7.2.5b 基隆港 W0 測站夏季時差 12 之風速差值各機率函數之界線值

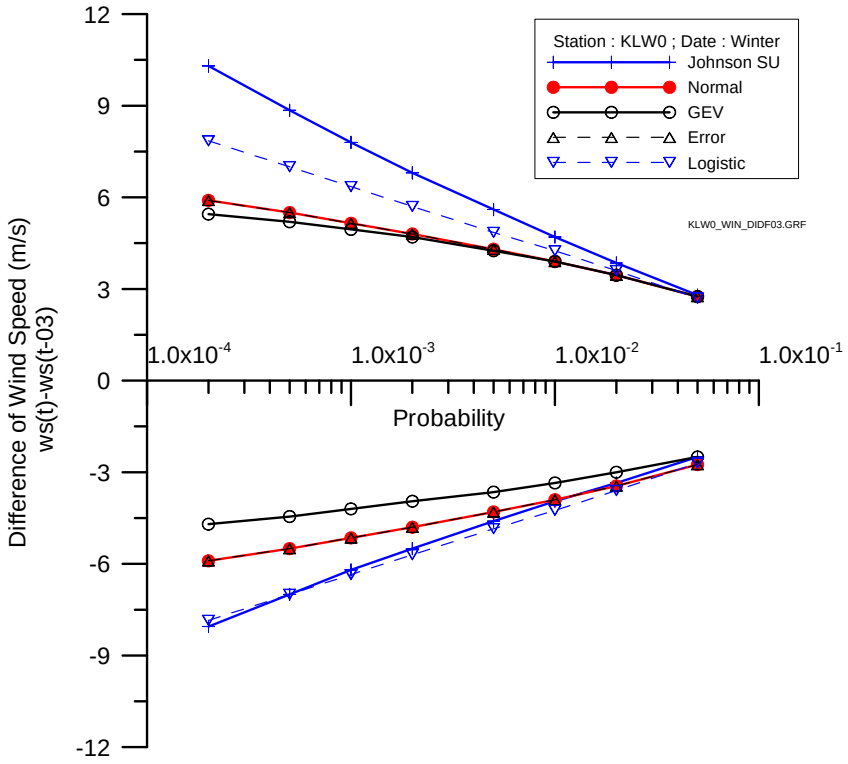


圖 7.2.5c 基隆港 W0 測站冬季時差 3 之風速差值各機率函數之界線值

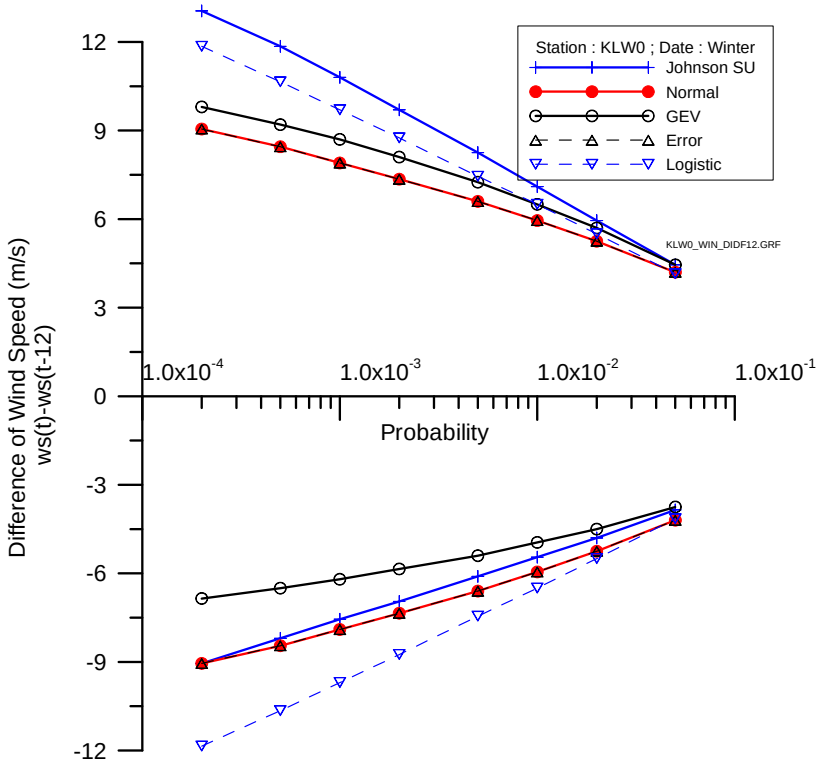


圖 7.2.5d 基隆港 W0 測站冬季時差 12 之風速差值各機率函數之界線值

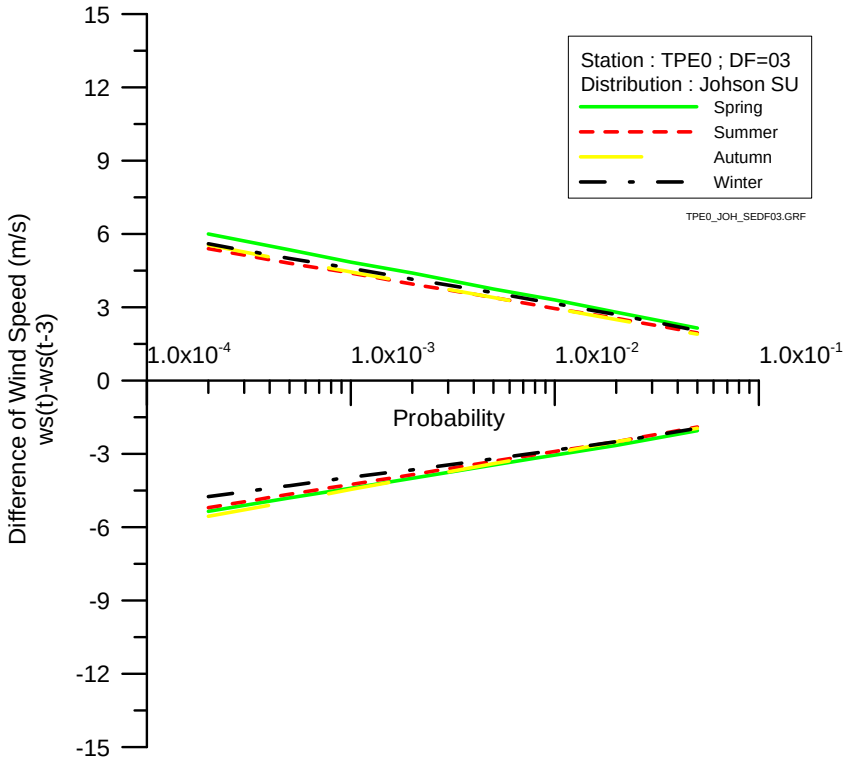


圖 7.2.6a 臺中港 E0 測站於強森 SU 時差 3 之風速差值各季的界線值

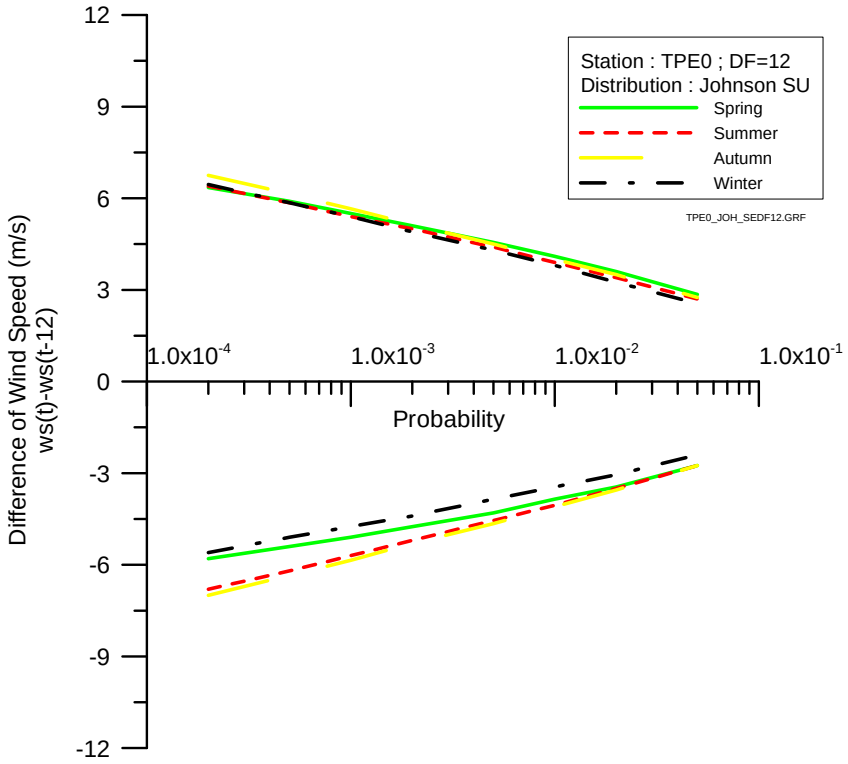


圖 7.2.6b 臺中港 E0 測站於強森 SU 時差 12 之風速差值各季的界線值

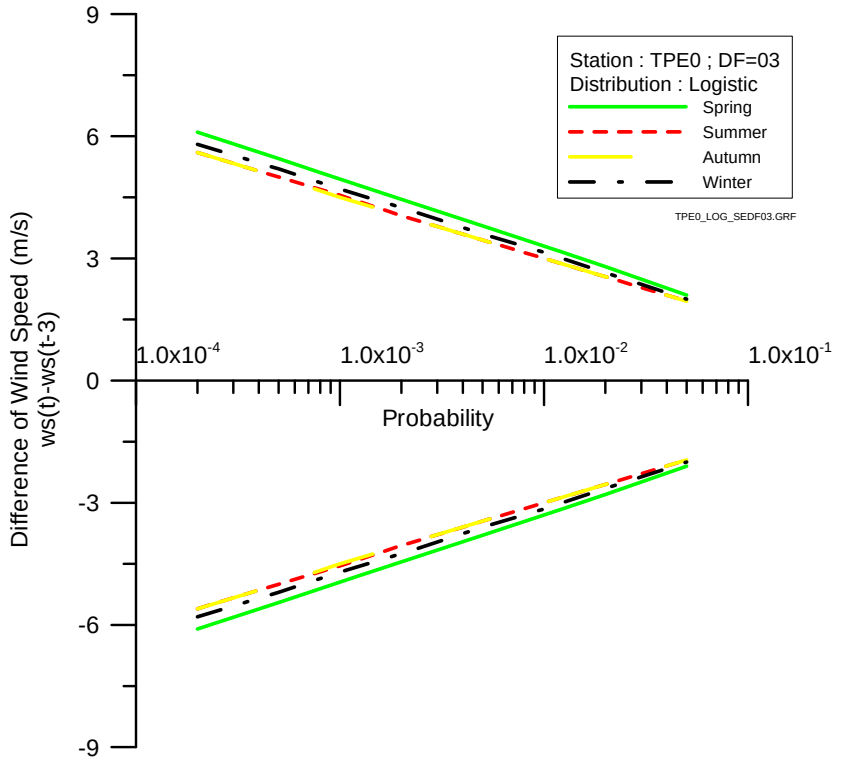


圖 7.2.6c 臺中港 E0 測站於邏輯時差 3 之風速差值各季的界線值

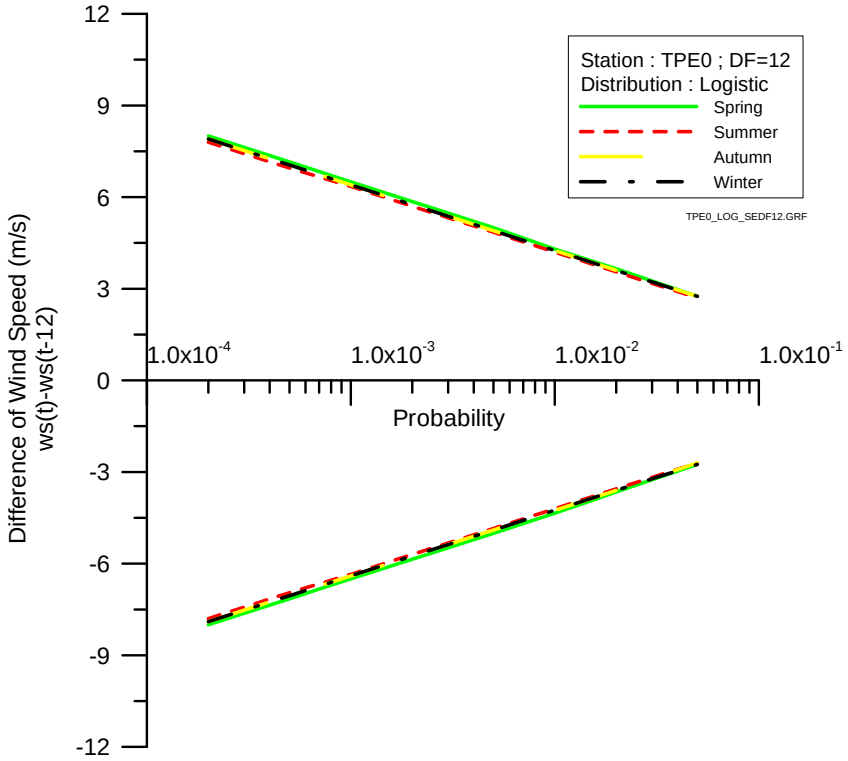


圖 7.2.6d 臺中港 E0 測站於邏輯時差 12 之風速差值各季的界線值

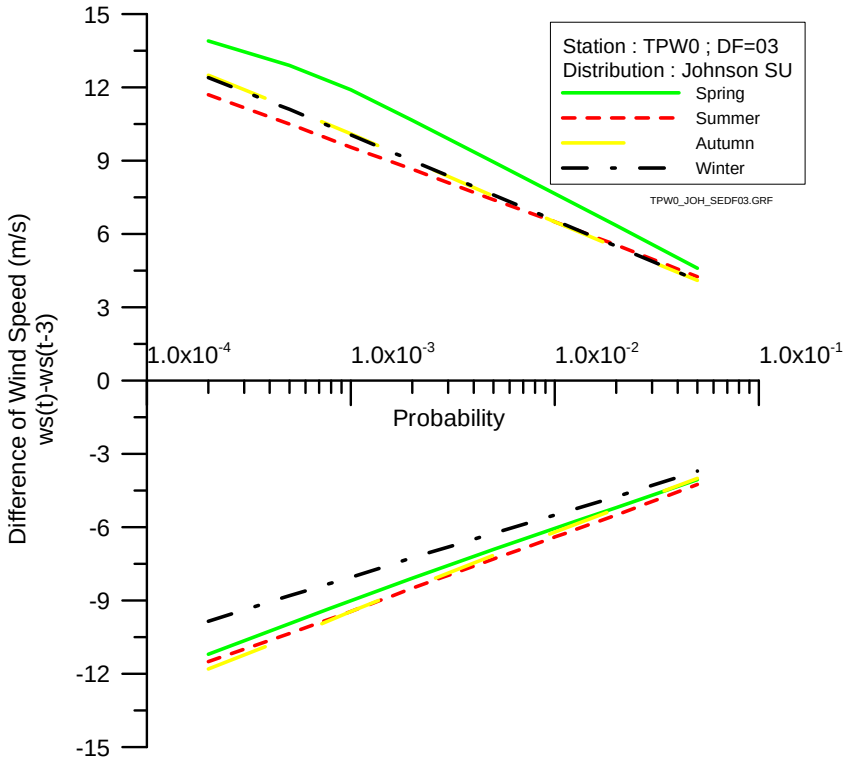


圖 7.2.7a 臺中港 W0 測站於強森 SU 時差 3 之風速差值各季的界線值

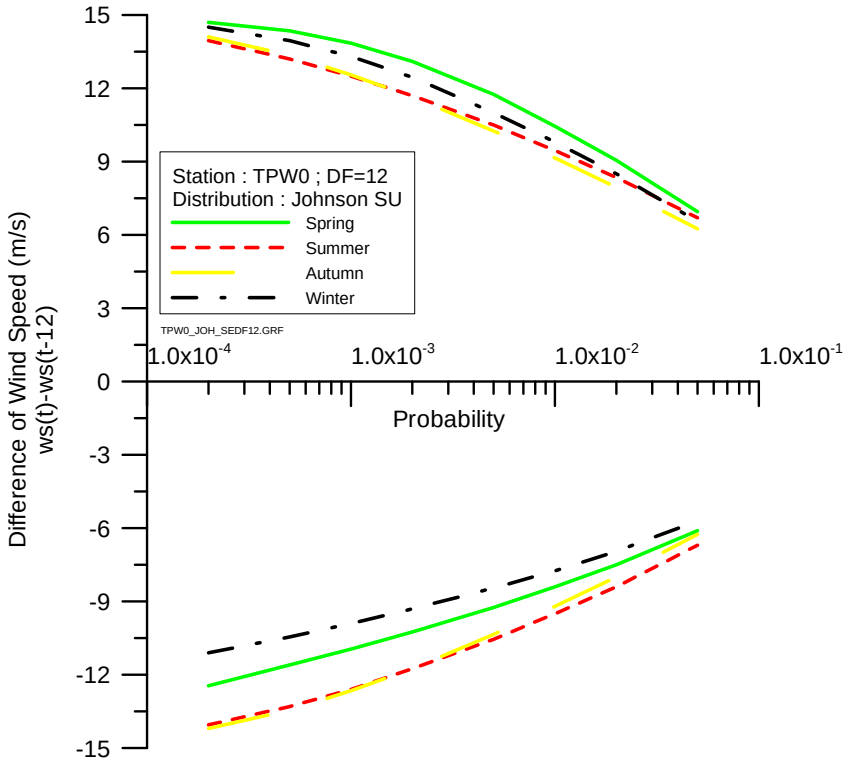


圖 7.2.7b 臺中港 W0 測站於強森 SU 時差 12 之風速差值各季的界線值

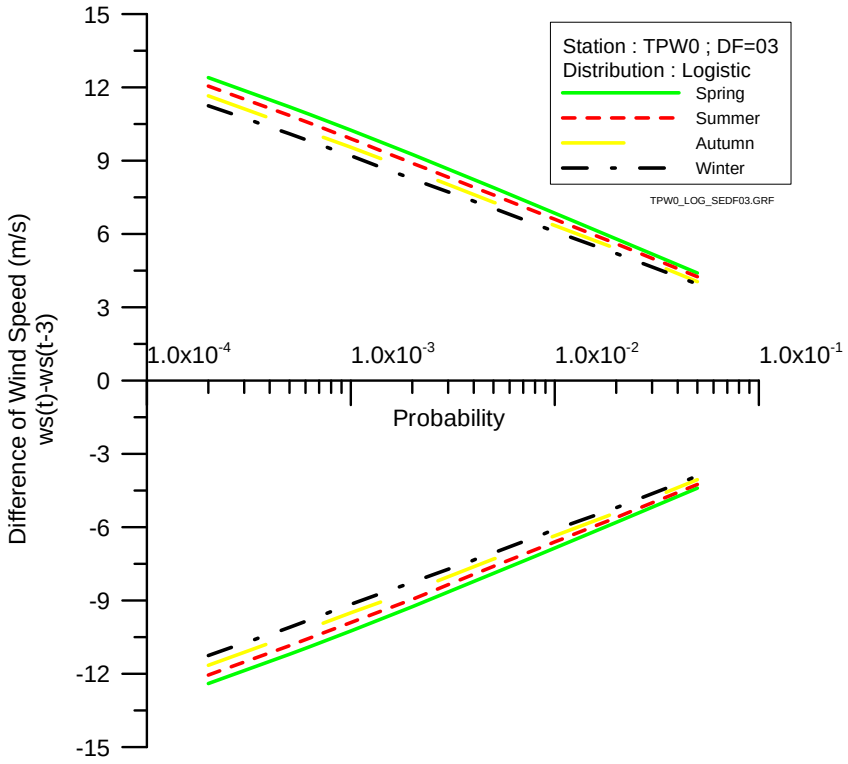


圖 7.2.7c 臺中港 W0 測站於邏輯時差 3 之風速差值各季的界線值

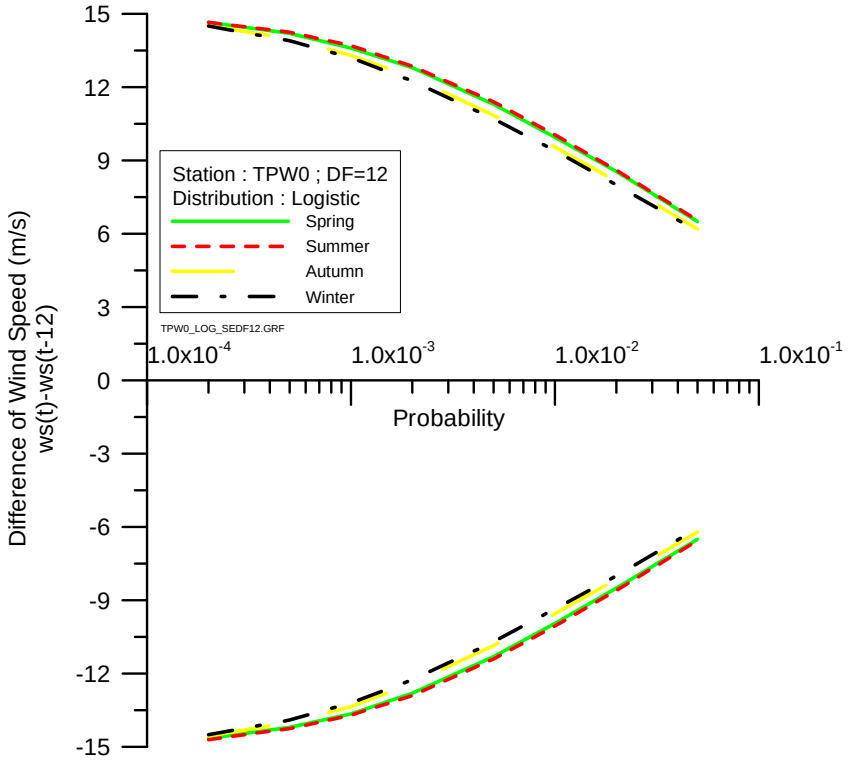


圖 7.2.7d 臺中港 W0 測站於邏輯時差 12 之風速差值各季的界線值

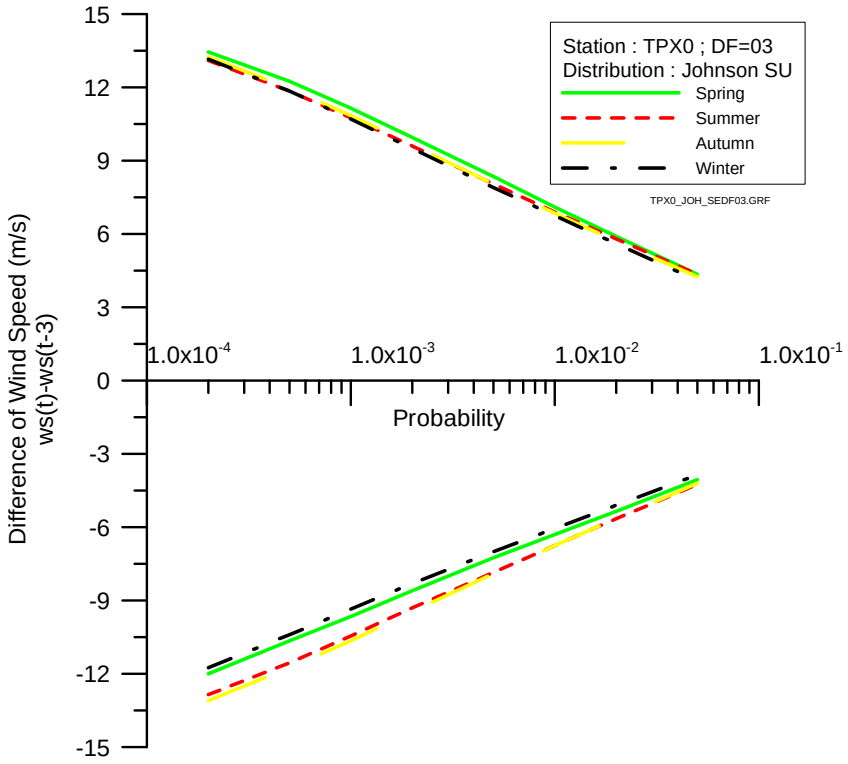


圖 7.2.8a 臺中港 X0 測站於強森 SU 時差 3 之風速差值各季的界線值

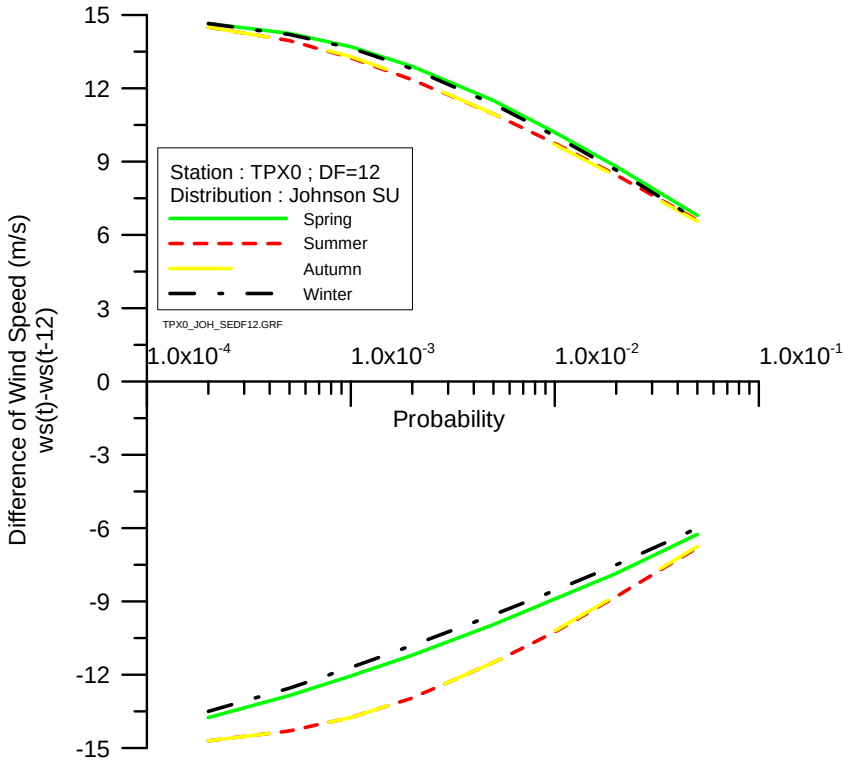


圖 7.2.8b 臺中港 X0 測站於強森 SU 時差 12 之風速差值各季的界線值

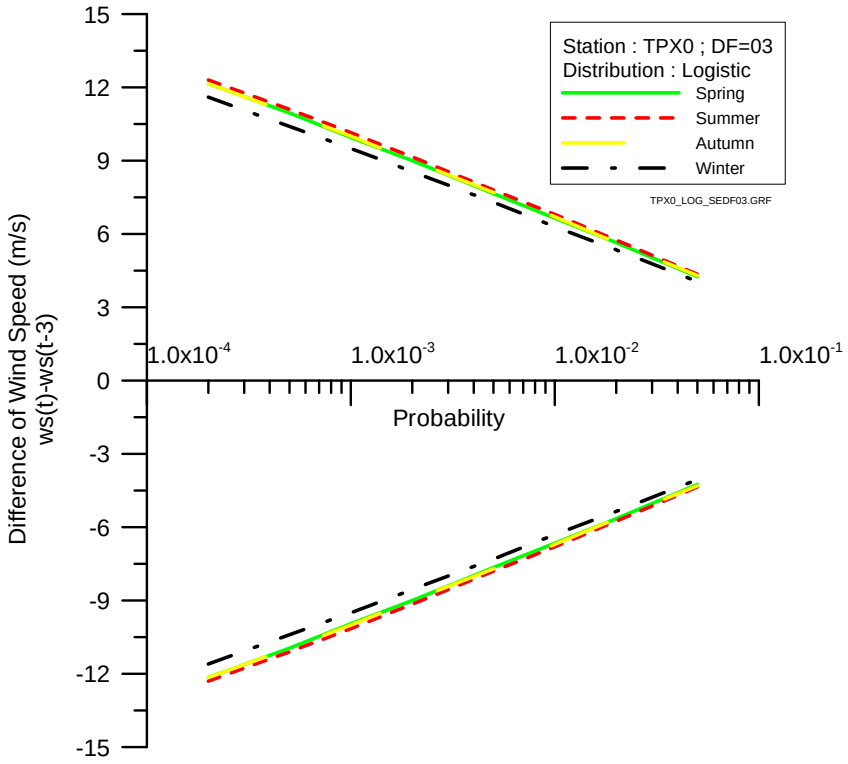


圖 7.2.8c 臺中港 X0 測站於邏輯時差 3 之風速差值各季的界線值

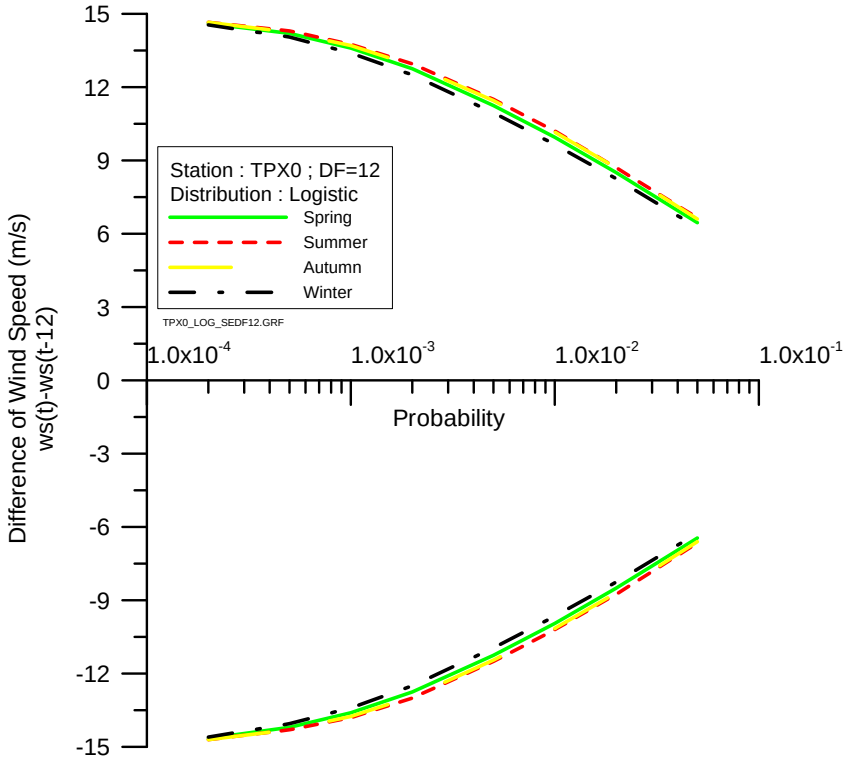


圖 7.2.8d 臺中港 X0 測站於邏輯時差 12 之風速差值各季的界線值

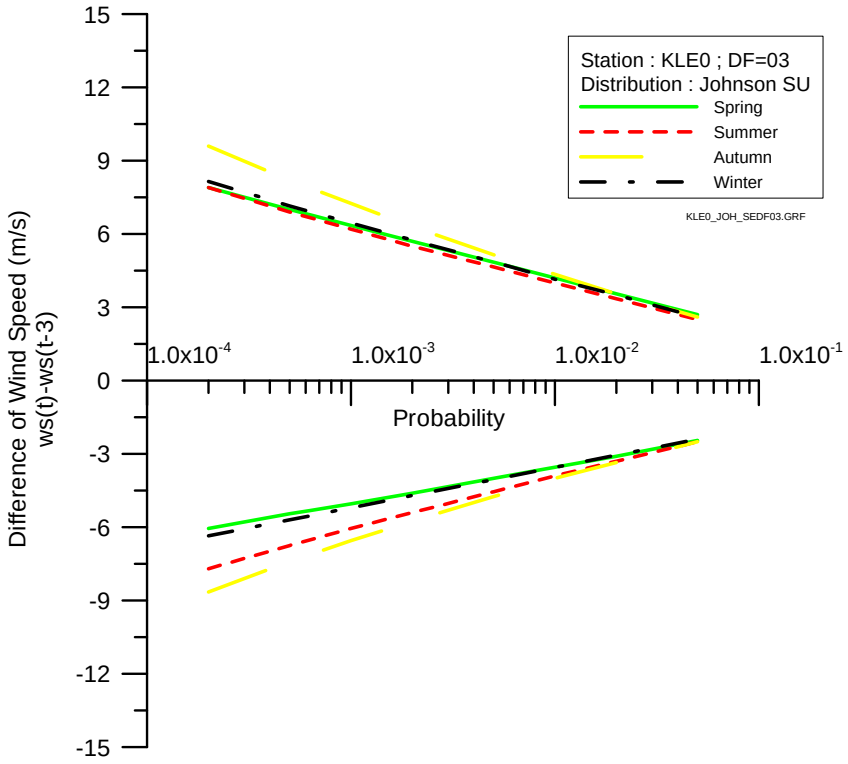


圖 7.2.9a 基隆港 E0 測站於強森 SU 時差 3 之風速差值各季的界線值

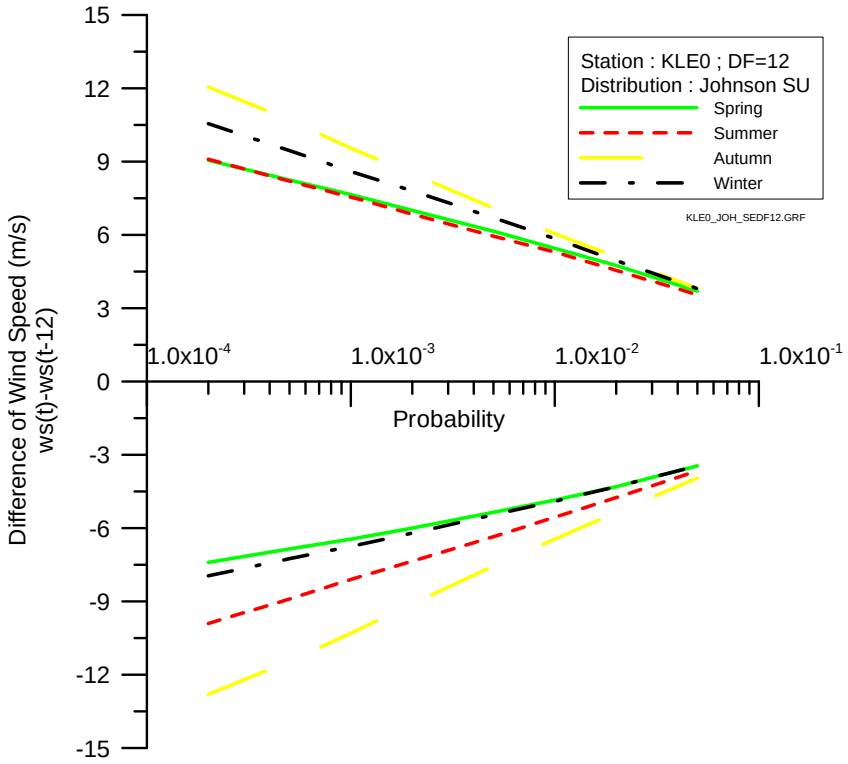


圖 7.2.9b 基隆港 E0 測站於強森 SU 時差 12 之風速差值各季的界線值

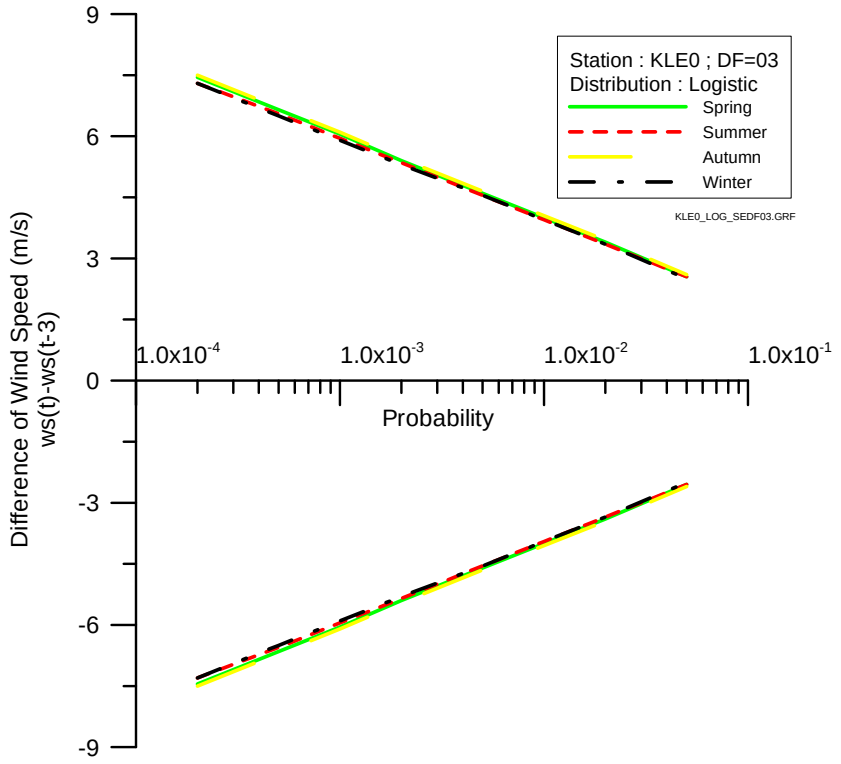


圖 7.2.9c 基隆港 E0 測站於邏輯時差 3 之風速差值各季的界線值

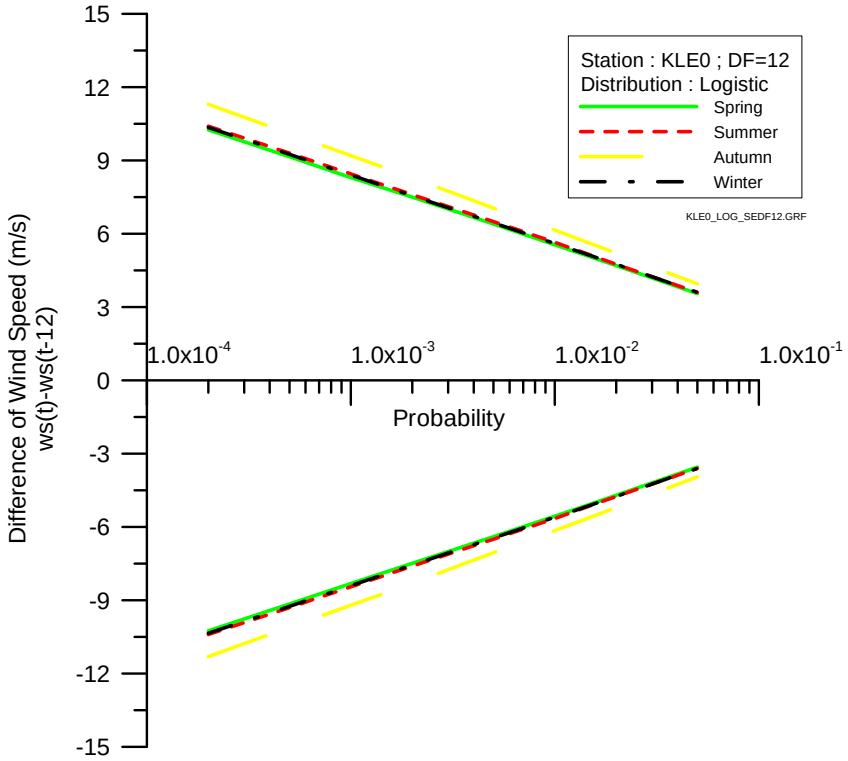


圖 7.2.9d 基隆港 E0 測站於邏輯時差 12 之風速差值各季的界線值

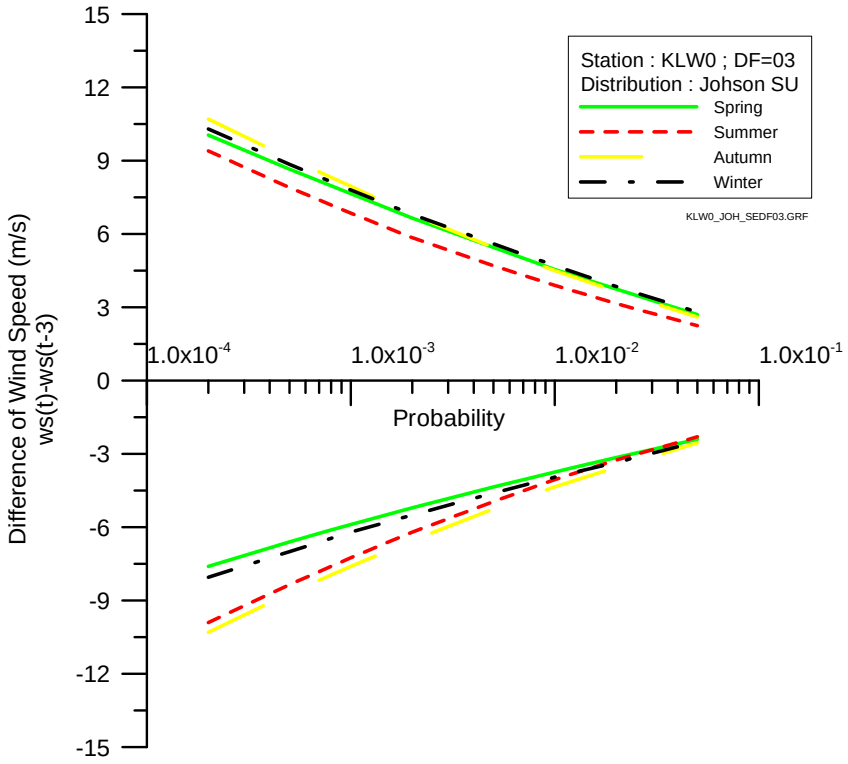


圖 7.2.10a 基隆港 W0 測站於強森 SU 時差 3 之風速差值各季的界線值

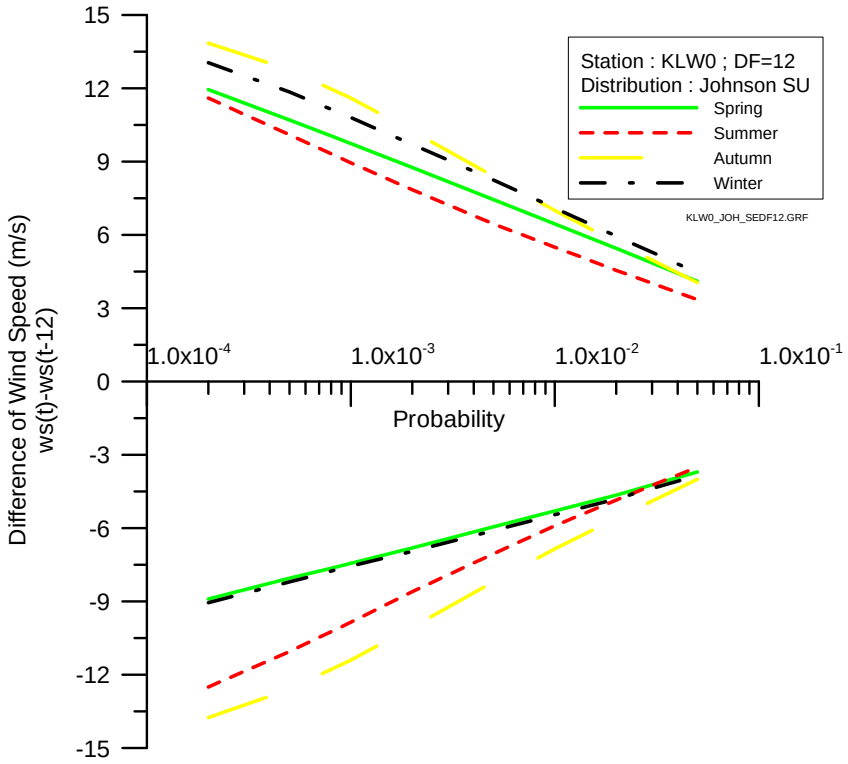


圖 7.2.10b 基隆港 W0 測站於強森 SU 時差 12 之風速差值各季的界線值

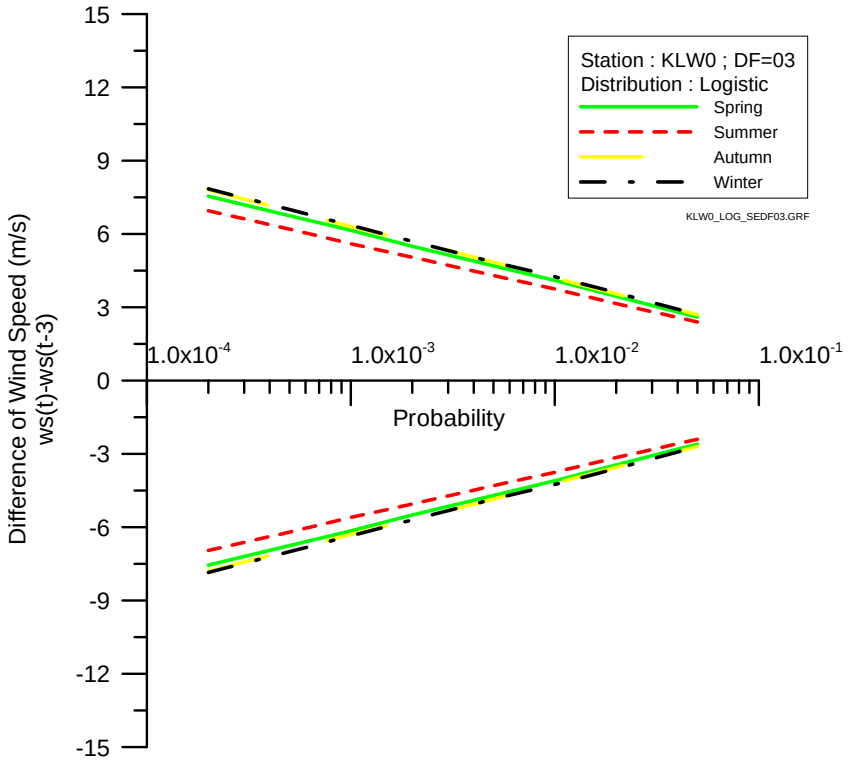


圖 7.2.10c 基隆港 W0 測站於邏輯時差 3 之風速差值各季的界線值

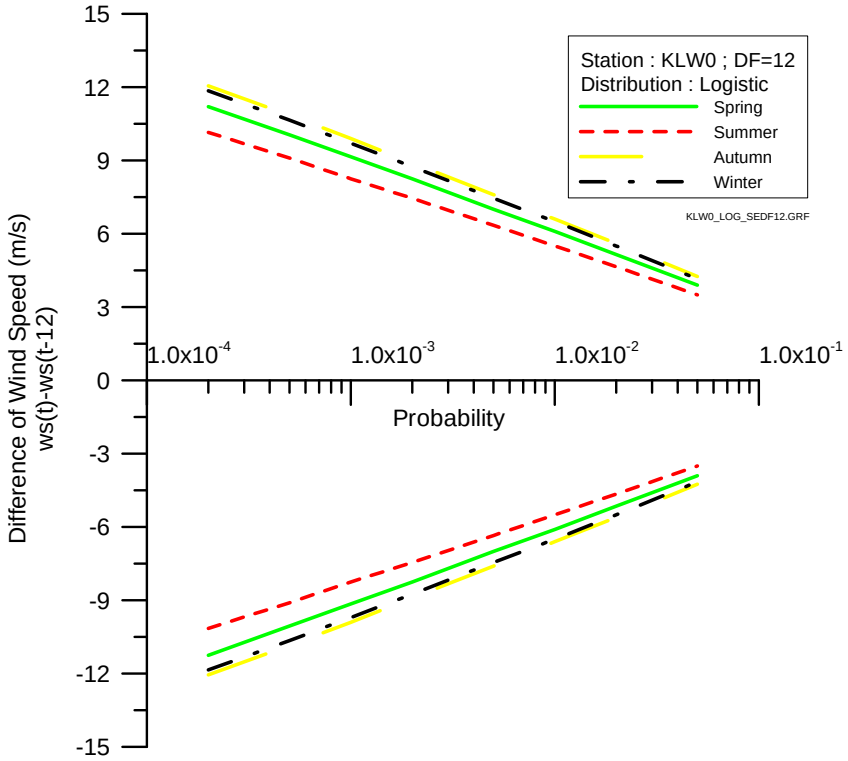


圖 7.2.10d 基隆港 W0 測站於邏輯時差 12 之風速差值各季的界線值

7.2.3 不同時間間隔(時差)之界線值比較

各測站冬、夏季強森SU與邏輯機率密度函數之不同時間間隔(時差)比較結果如圖7.2.11~圖7.2.15。圖中黑實線為時差1、紅短虛線為時差3、藍長虛線為時差6、綠長短虛為時差12。圖中同樣顯示隨累積機率愈小風速差值的界線值愈大，在相同累積機率下不同時差之風速差值的界線值差異明顯，其差異較上一小節不同季別之結果為大。換言之，風速差值的界線值選定受時差大小的影響大於不同季別的考量。以臺北港W0測站夏季強森SU為例，當累積機率為0.2%時差1之風速差值界線值為6.25m/s與-5.85m/s；而時差12則明顯增大為11.70m/s與-11.75m/s；以臺北港W0測站冬季邏輯為例，當累積機率為0.2%時差1之風速差值界線值為5.65m/s與-5.65m/s；而時差12也明顯增大為12.25m/s與-12.25m/s。後續在研訂風速差值之檢核標準時須考量時差之大小。

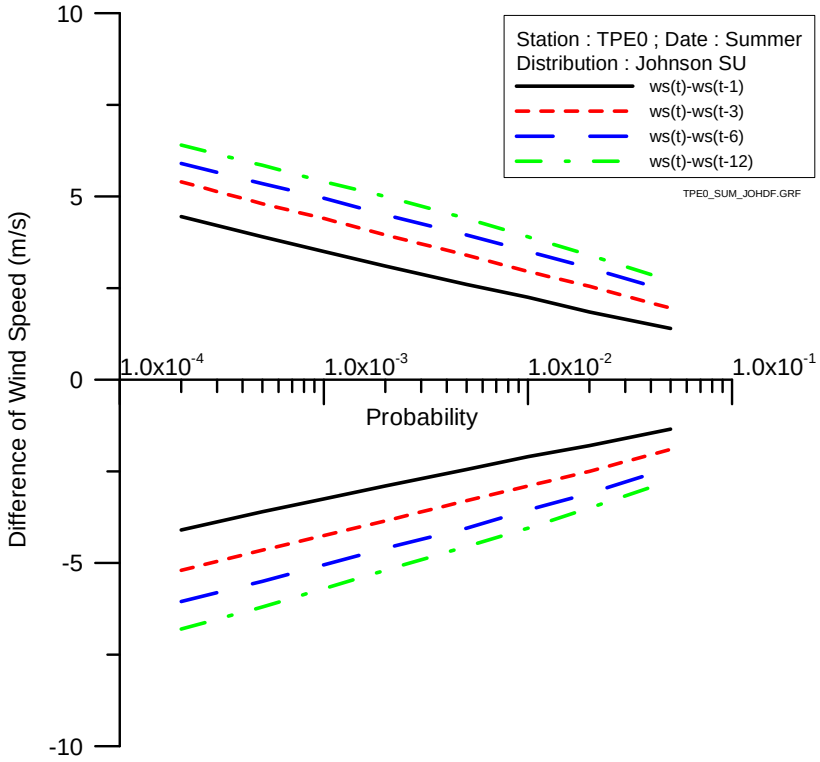


圖 7.2.11a 臺北港 E0 測站夏季於強森 SU 機率函數下風速差值之界線值

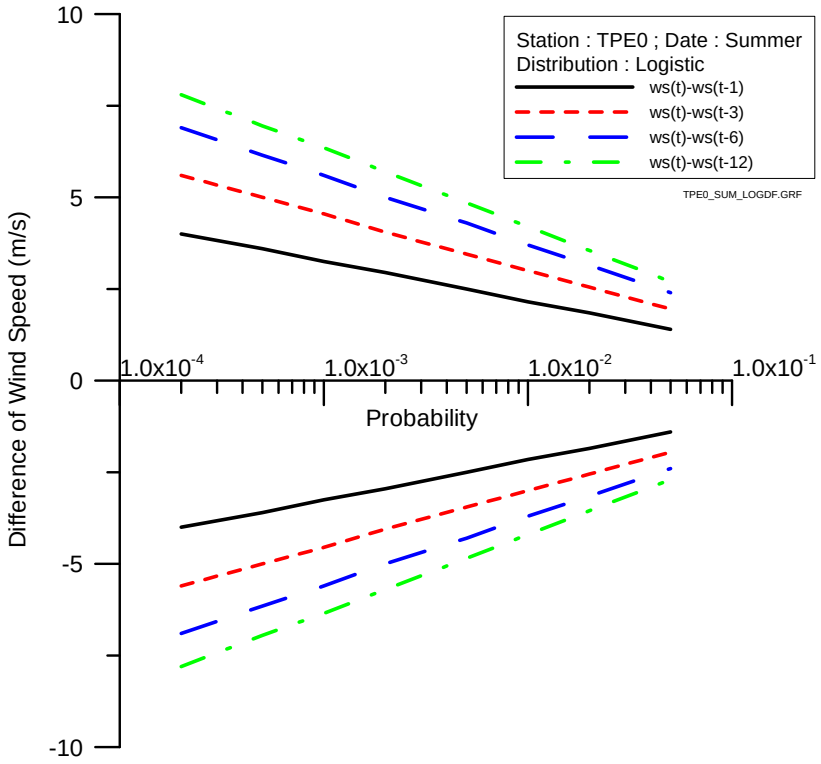


圖 7.2.11b 臺北港 E0 測站夏季於邏輯機率函數下風速差值之界線值

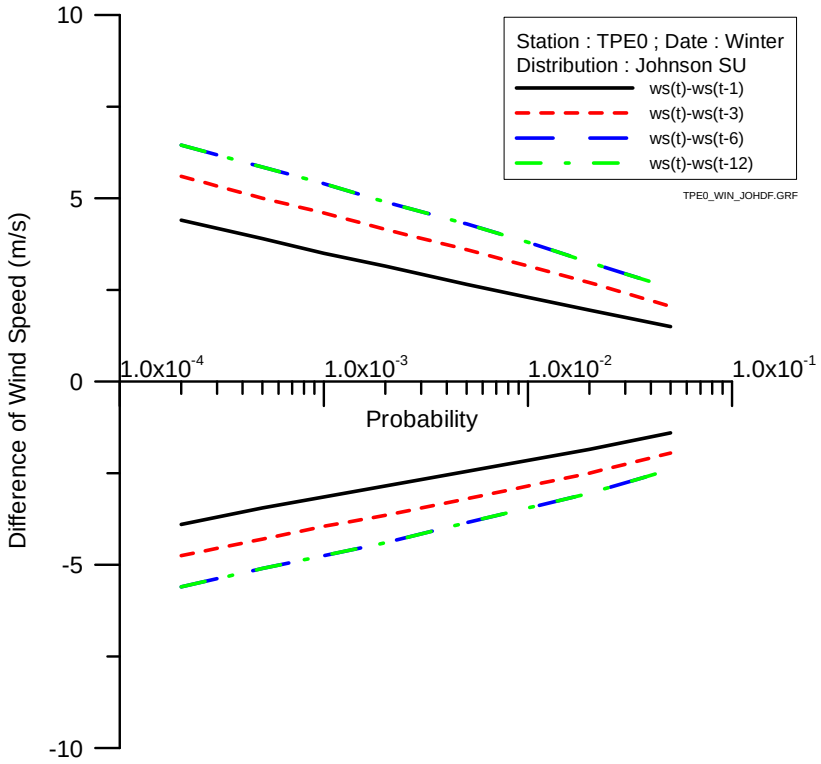


圖 7.2.11c 臺北港 E0 測站冬季於強森 SU 機率函數下風速差值之界線值

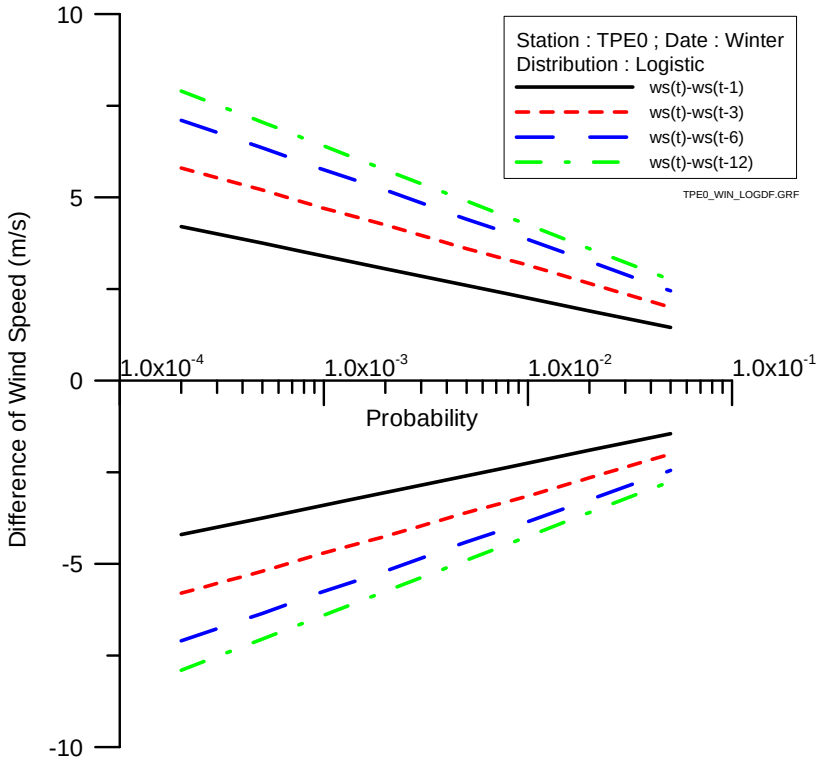


圖 7.2.11d 臺北港 E0 測站冬季於邏輯機率函數下風速差值之界線值

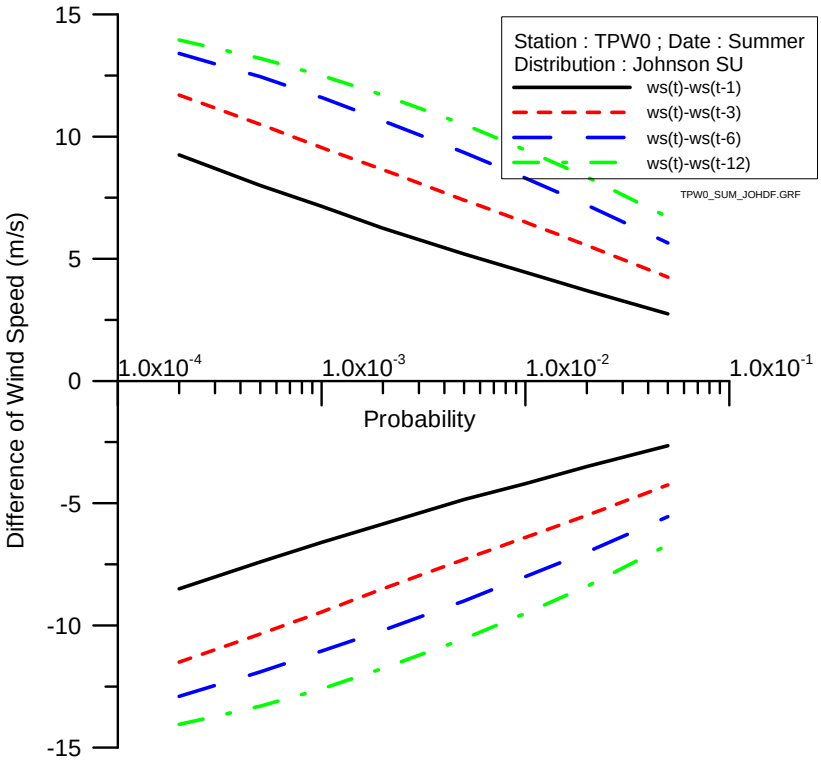


圖 7.2.12a 臺北港 W0 測站夏季於強森 SU 機率函數下風速差值之界線值

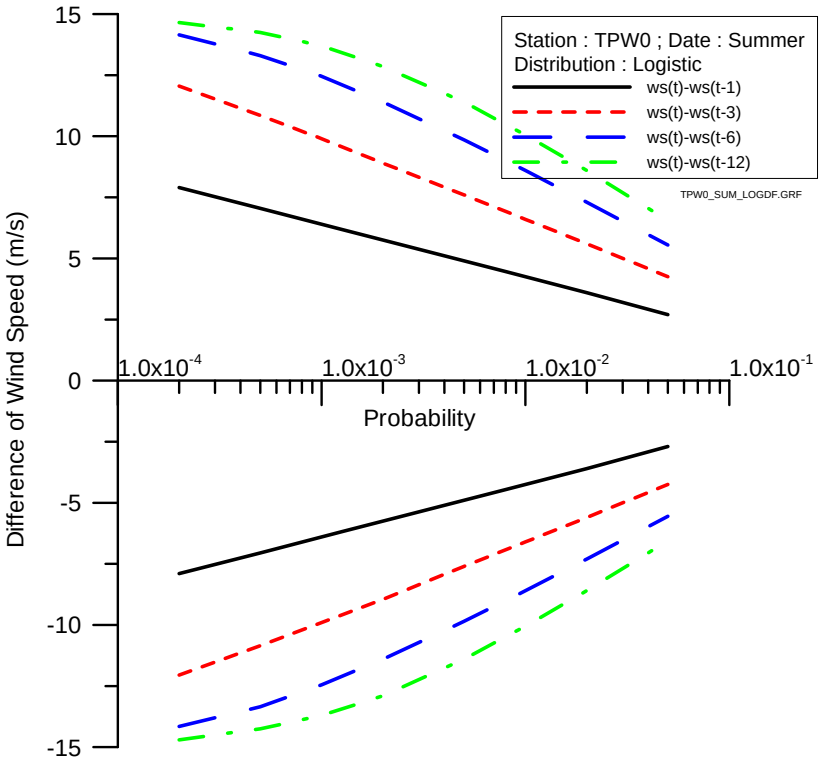


圖 7.2.12b 臺北港 W0 測站夏季於邏輯機率函數下風速差值之界線值

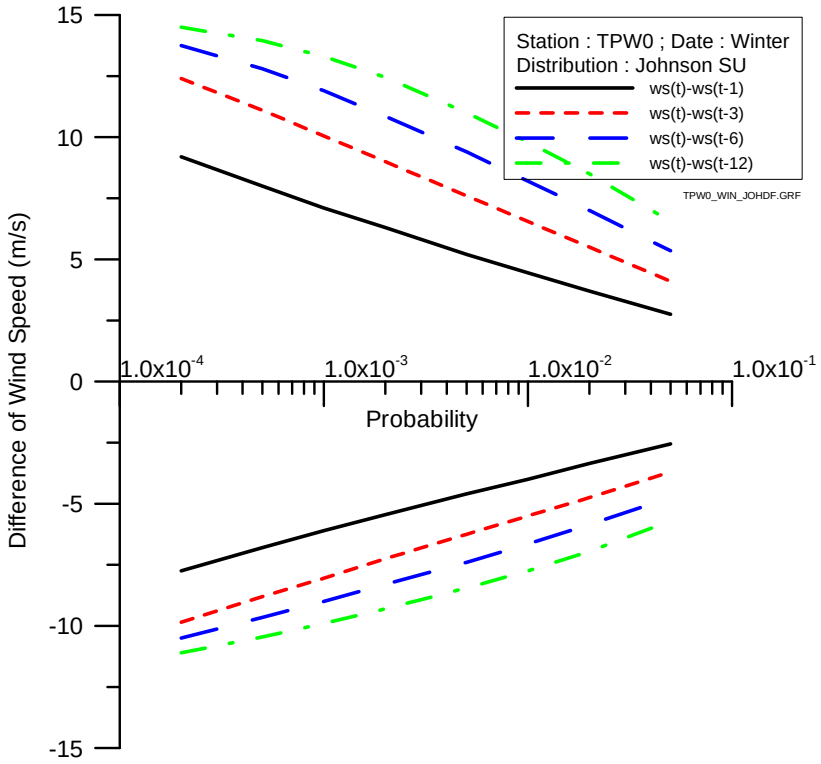


圖 7.2.12c 臺北港 W0 測站冬季於強森 SU 機率函數下風速差值之界線值

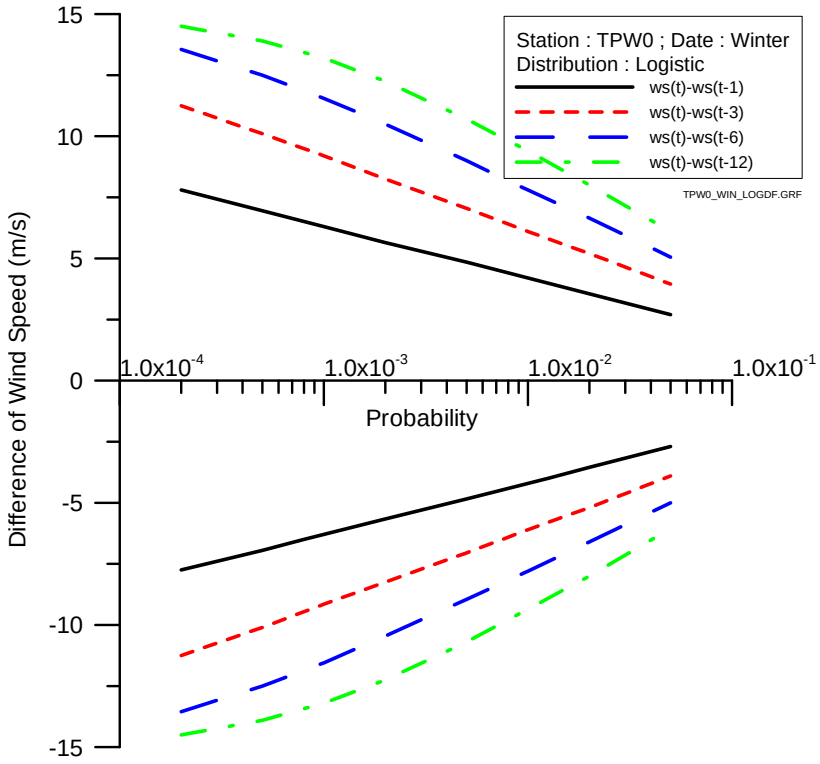


圖 7.2.12d 臺北港 W0 測站冬季於邏輯機率函數下風速差值之界線值

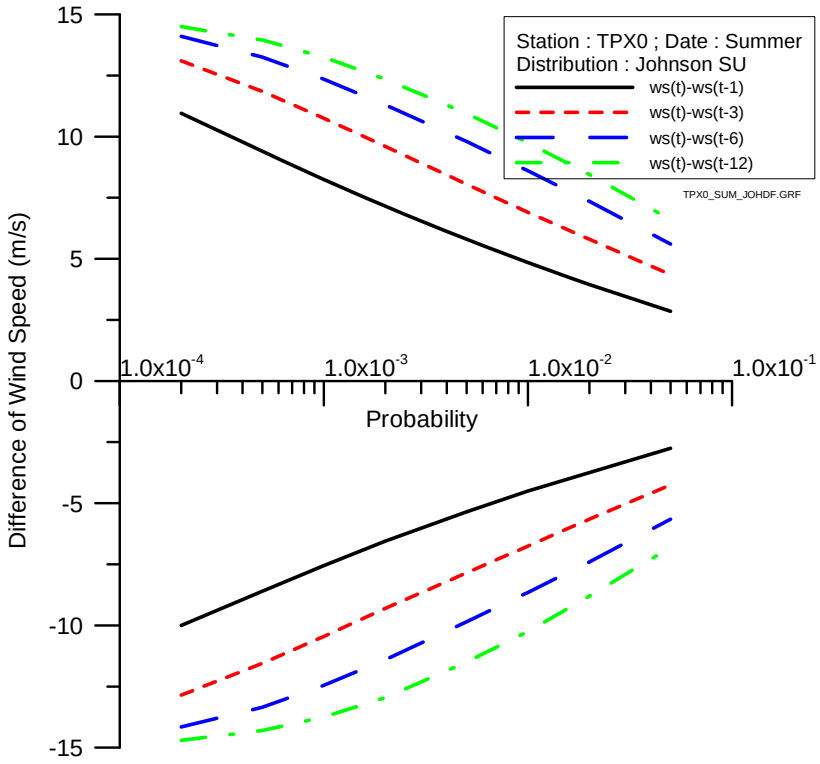


圖 7.2.13a 臺北港 X0 測站夏季於強森 SU 機率函數下風速差值之界線值

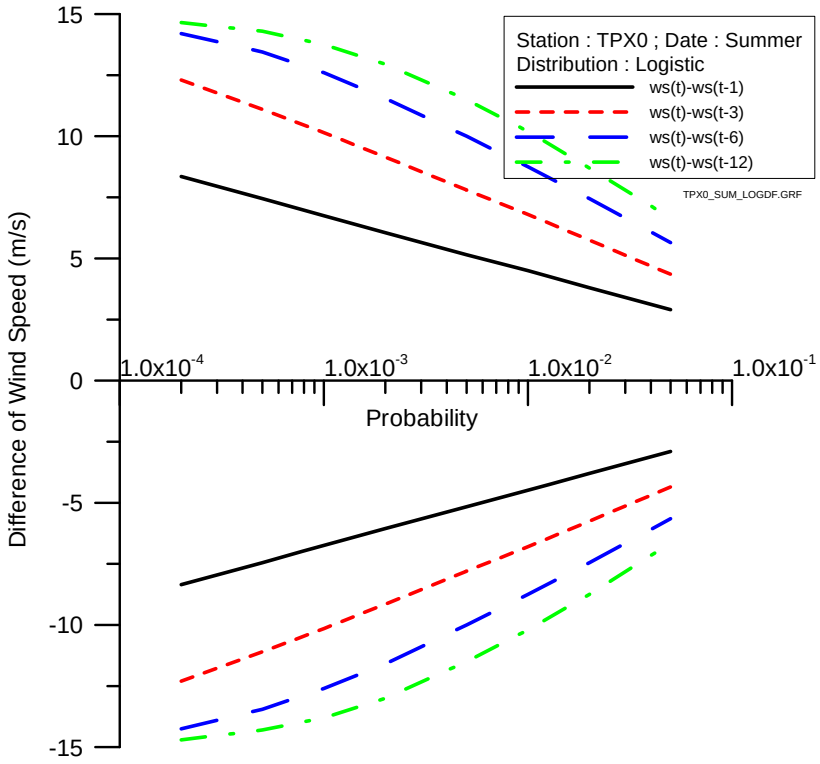


圖 7.2.13b 臺北港 X0 測站夏季於邏輯機率函數下風速差值之界線值

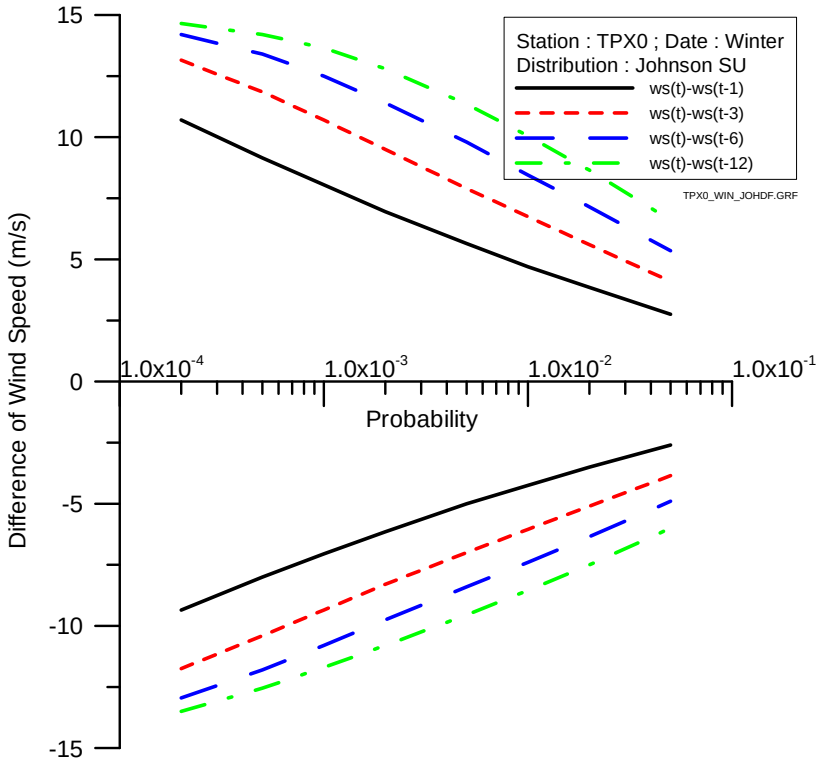


圖 7.2.13c 臺北港 X0 測站冬季於強森 SU 機率函數下風速差值之界線值

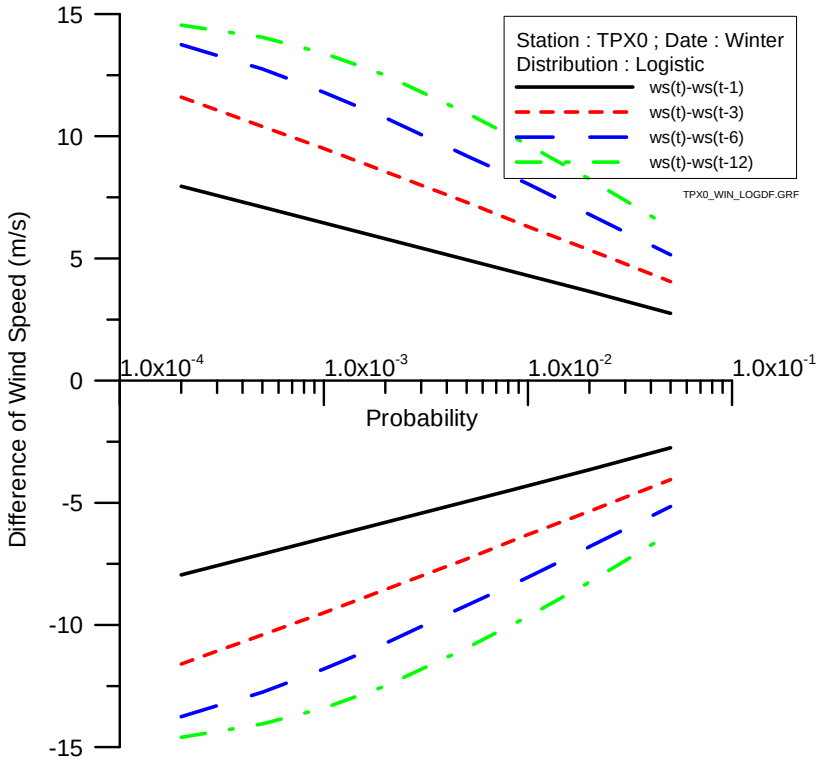


圖 7.2.13d 臺北港 X0 測站冬季於邏輯機率函數下風速差值之界線值

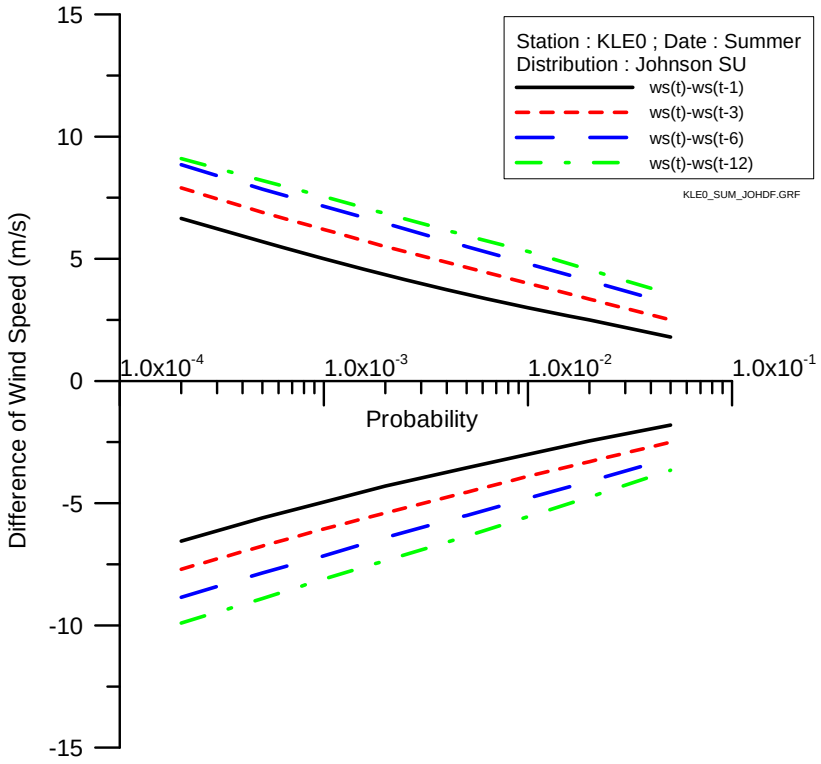


圖 7.2.14a 基隆港 E0 測站夏季於強森 SU 機率函數下風速差值之界線值

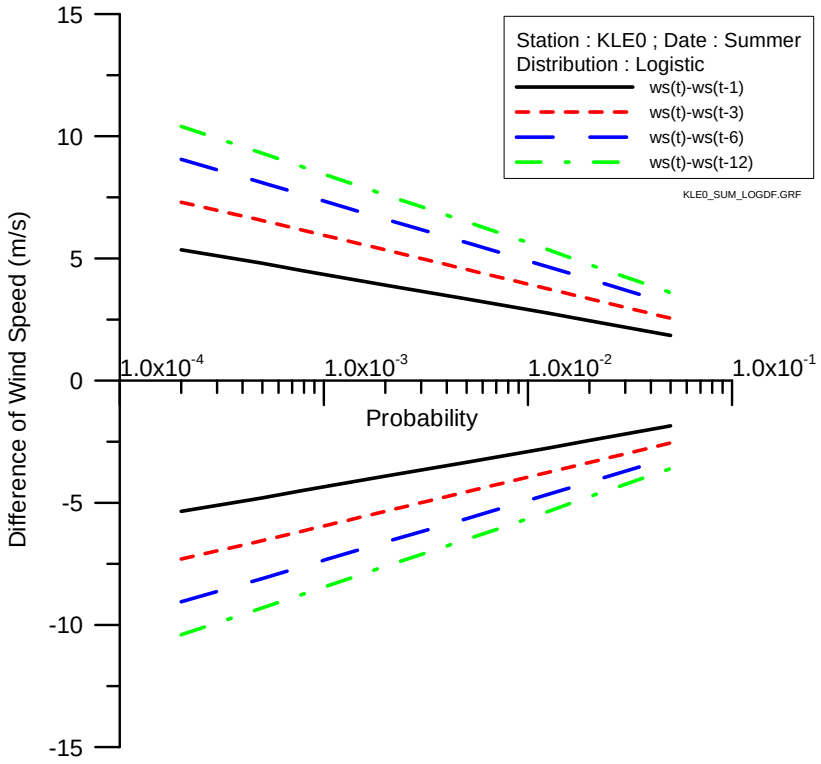


圖 7.2.14b 基隆港 E0 測站夏季於邏輯機率函數下風速差值之界線值

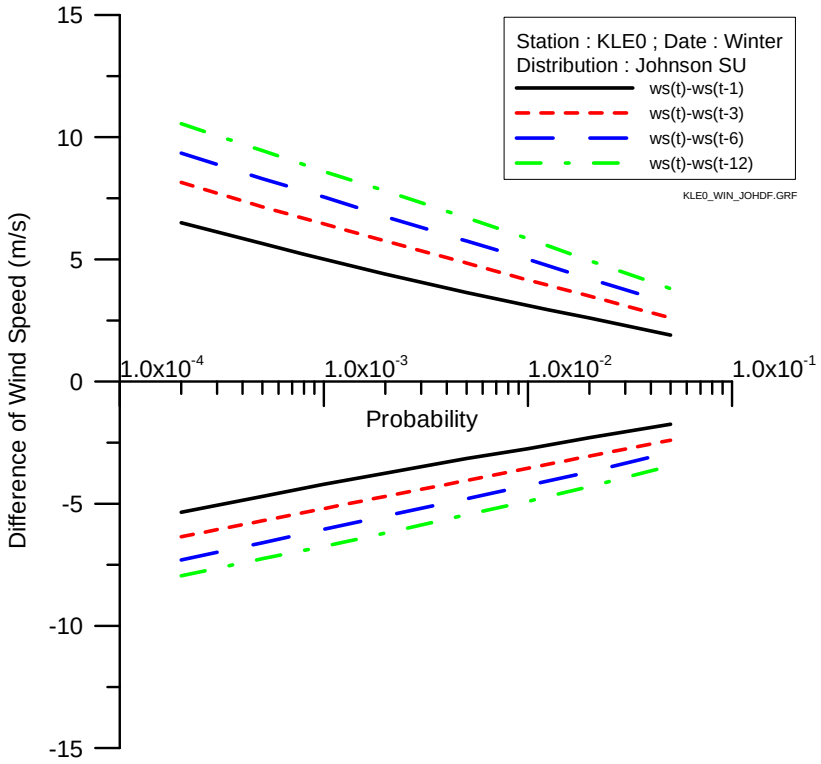


圖 7.2.14c 基隆港 E0 測站冬季於強森 SU 機率函數下風速差值之界線值

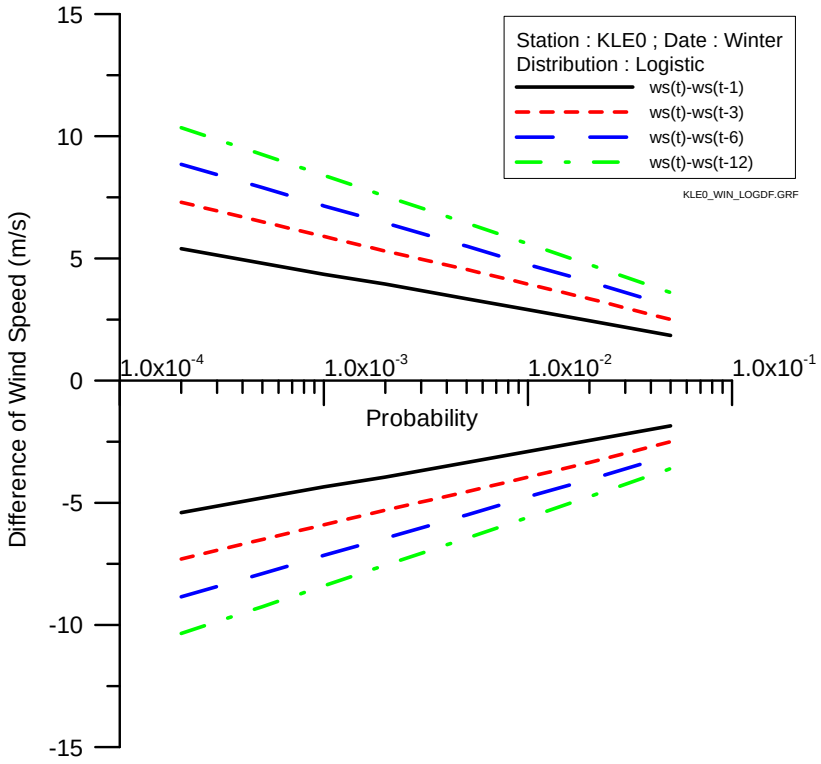


圖 7.2.14d 基隆港 E0 測站冬季於邏輯機率函數下風速差值之界線值

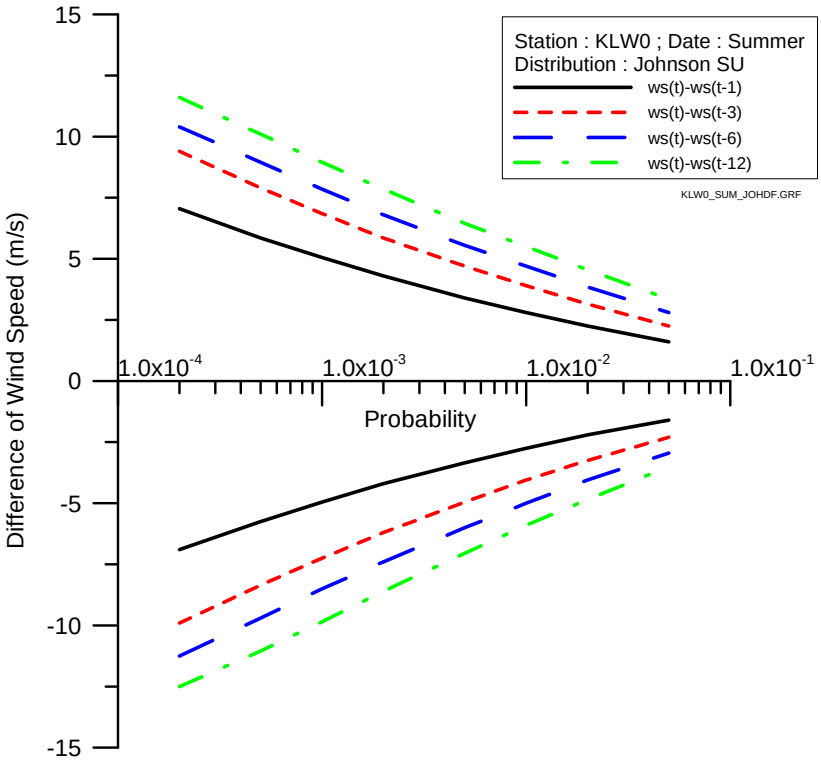


圖 7.2.15a 基隆港 W0 測站夏季於強森 SU 機率函數下風速差值之界線值

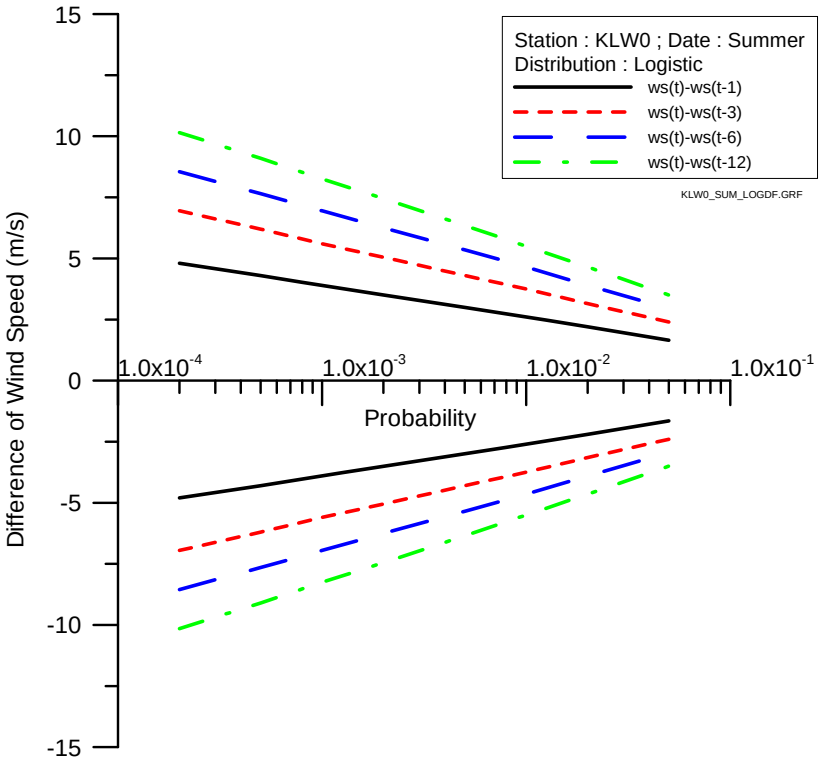


圖 7.2.15b 基隆港 W0 測站夏季於邏輯機率函數下風速差值之界線值

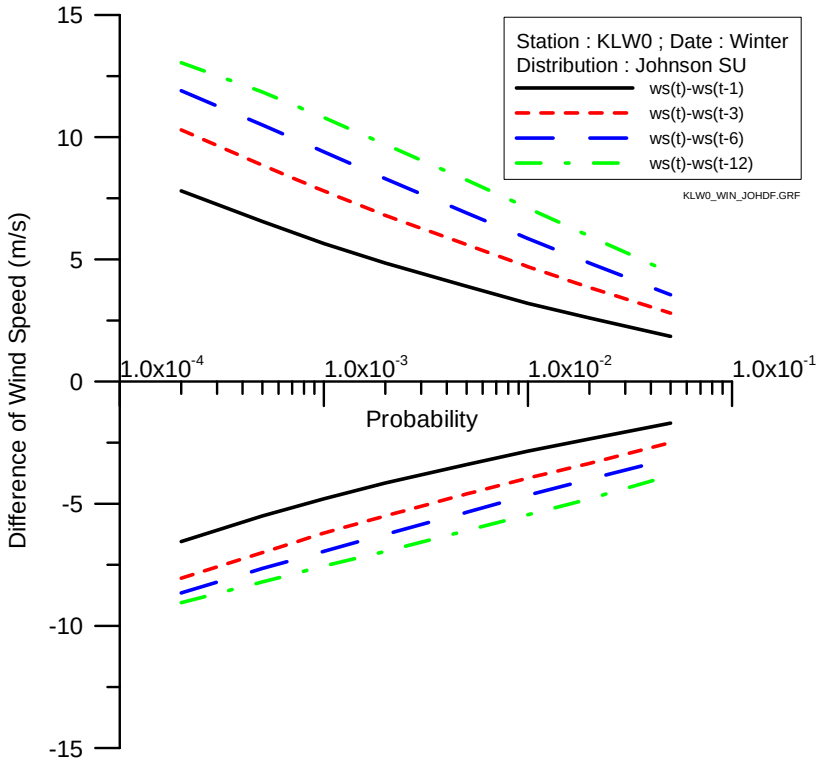


圖 7.2.15c 基隆港 W0 測站冬季於強森 SU 機率函數下風速差值之界線值

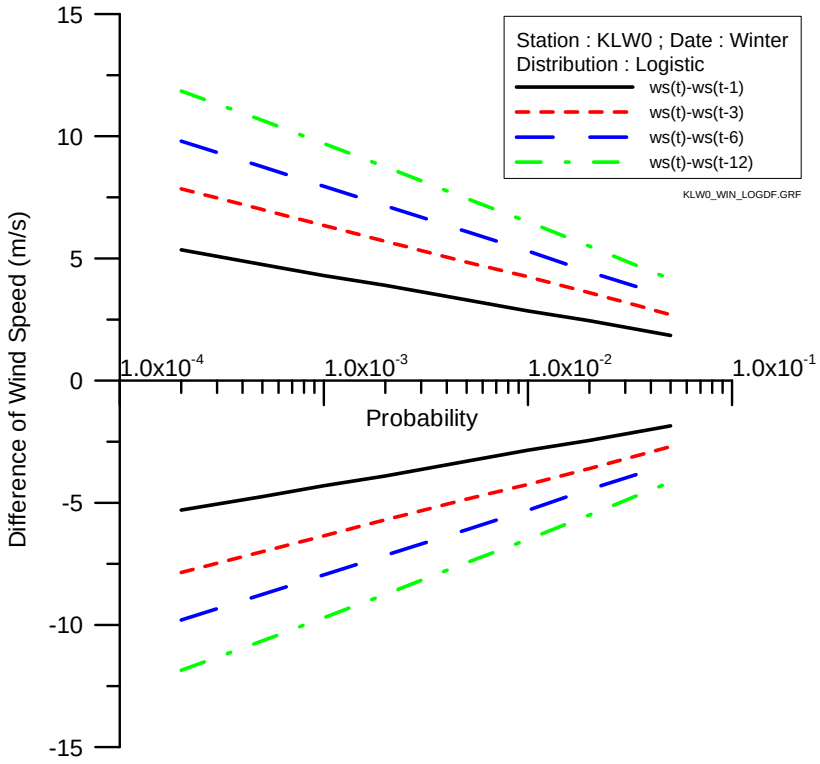


圖 7.2.15d 基隆港 W0 測站冬季於邏輯機率函數下風速差值之界線值

7.3 風速差值合理性檢核標準

根據風速差值機率分布之比較及風速差值界線值隨季別及機率密度函數形式之差異分析結果，本節將針對各港區各季別風速差值之合理性檢核標準初步研定結果進行比較探討。由上節統計分析結果顯示強森SU及邏輯兩種機率密度函數的適合度檢定排序較佳且風速差值之界線值與機率密度函數型式及時差有關，故後續除上述2種函數外，同時列出常態及通用極值之結果。

表7-1a 累積機率2%之春季風速差值合理性檢核標準

單位:公尺/秒

機率函數及時差 / 測站	強森SU		邏輯		常態		通用極值	
	時差3	時差12	時差3	時差12	時差3	時差12	時差3	時差12
臺北港E0	2.80 -2.65	3.60 -3.45	2.80 -2.80	3.65 -3.65	2.65 -2.65	3.50 -3.50	2.65 -2.50	3.50 -3.35
臺北港W0	6.35 -5.20	9.05 -7.50	5.80 -5.80	8.55 -8.55	5.55 -5.55	8.30 -8.30	5.75 -4.80	8.95 -7.25
臺北港X0	5.90 -5.35	8.80 -7.85	5.65 -5.65	8.50 -8.50	5.40 -5.40	8.25 -8.25	5.30 -4.85	8.60 -7.40
基隆港E0	3.55 -3.10	4.75 -4.30	3.40 -3.40	4.70 -4.70	3.25 -3.25	4.50 -4.50	3.35 -2.90	4.60 -4.20
基隆港W0	3.75 -3.15	5.45 -4.65	3.45 -3.45	5.15 -5.15	3.30 -3.30	4.95 -4.95	3.30 -2.90	5.20 -4.40

表7-1b 累積機率0.2%之春季風速差值合理性檢核標準

單位:公尺/秒

機率函數及時差 / 測站	強森SU		邏輯		常態		通用極值	
	時差3	時差12	時差3	時差12	時差3	時差12	時差3	時差12
臺北港E0	4.40 -4.40	5.10 -4.75	4.45 -4.45	5.85 -5.85	3.75 -3.75	4.90 -4.90	3.50 -3.35	4.60 -4.50
臺北港W0	10.65 -8.10	13.10 -10.25	9.25 -9.25	12.80 -12.80	7.80 -7.80	11.55 -11.55	7.90 -6.35	12.45 -9.50
臺北港X0	9.95 -8.60	12.90 -11.20	9.00 -9.00	12.75 -12.75	7.55 -7.55	11.50 -11.50	7.05 -6.50	11.75 -9.80
基隆港E0	5.70 -4.60	7.00 -6.00	5.40 -5.40	7.50 -7.50	4.55 -4.55	6.30 -6.30	4.55 -3.80	6.10 -5.60
基隆港W0	6.65 -5.20	8.75 -6.80	5.50 -5.50	8.25 -8.25	4.65 -4.65	6.95 -6.95	4.60 -3.85	7.15 -5.80

表7-1c 累積機率0.02%之春季風速差值合理性檢核標準

單位:公尺/秒

機率函數及時差 / 測站	強森SU		邏輯		常態		通用極值	
	時差3	時差12	時差3	時差12	時差3	時差12	時差3	時差12
臺北港E0	6.00 -5.35	6.35 -5.80	6.10 -6.10	8.00 -8.00	4.60 -4.60	6.05 -6.05	3.95 -4.00	5.20 -5.35
臺北港W0	13.90 -11.20	14.70 -12.45	12.40 -12.40	14.65 -14.65	9.60 -9.60	13.85 -13.85	9.35 -7.50	14.35 -11.10
臺北港X0	13.45 -12.00	14.65 -13.75	12.15 -12.15	14.60 -14.60	9.30 -9.30	13.80 -13.80	8.05 -7.75	13.70 -11.55
基隆港E0	7.90 -6.05	9.05 -7.40	7.45 -7.45	10.25 -10.25	5.60 -5.60	7.75 -7.75	5.35 -4.55	7.00 -6.65
基隆港W0	10.05 -7.60	11.95 -8.90	7.55 -7.55	11.20 -11.20	5.70 -5.70	8.50 -8.50	5.30 -4.50	8.40 -6.80

表7-2a 累積機率2%之夏季風速差值合理性檢核標準

單位:公尺/秒

機率函數及時差 / 測站	強森SU		邏輯		常態		通用極值	
	時差3	時差12	時差3	時差12	時差3	時差12	時差3	時差12
臺北港E0	2.55 -2.50	3.40 -3.50	2.55 -2.55	3.55 -3.55	2.45 -2.45	3.40 -3.40	2.40 -2.30	3.30 -3.35
臺北港W0	5.55 -5.50	8.35 -8.40	5.60 -5.60	8.60 -8.60	5.35 -5.35	8.35 -8.35	5.20 -5.10	8.15 -8.15
臺北港X0	5.80 -5.65	8.45 -8.80	5.75 -5.75	8.70 -8.70	5.50 -5.50	8.50 -8.50	5.30 -5.05	8.00 -8.30
基隆港E0	3.15 -3.25	4.55 -4.75	3.15 -3.15	4.65 -4.65	3.05 -3.05	4.45 -4.45	2.80 -2.75	4.15 -4.15
基隆港W0	3.35 -3.30	4.55 -4.85	3.35 -3.35	4.75 -4.75	3.20 -3.20	4.55 -4.55	3.20 -2.95	4.40 -4.45

表7-2b 累積機率0.2%之夏季風速差值合理性檢核標準

單位:公尺/秒

機率函數及時差 / 測站	強森SU		邏輯		常態		通用極值	
	時差3	時差12	時差3	時差12	時差3	時差12	時差3	時差12
臺北港E0	3.95 -3.85	5.00 -5.20	4.05 -4.05	5.70 -5.70	3.40 -3.40	4.80 -4.80	3.10 -3.10	4.20 -4.55
臺北港W0	8.65 -8.50	11.70 -11.75	8.90 -8.90	12.85 -12.90	7.50 -7.50	11.65 -11.65	6.70 -6.90	10.45 -11.10
臺北港X0	9.60 -9.30	12.35 -12.95	9.15 -9.15	12.95 -13.00	7.70 -7.70	11.80 -11.80	6.95 -6.85	10.10 -11.35
基隆港E0	5.50 -5.40	6.85 -7.35	5.05 -5.05	7.45 -7.45	4.25 -4.25	6.25 -6.25	3.55 -3.75	5.30 -5.70
基隆港W0	5.85 -6.20	7.85 -8.60	5.35 -5.35	7.60 -7.60	4.50 -4.50	6.40 -6.40	4.20 -4.00	5.60 -6.10

表7-2c 累積機率0.02%之夏季風速差值合理性檢核標準

單位:公尺/秒

機率函數及時差 / 測站	強森SU		邏輯		常態		通用極值	
	時差3	時差12	時差3	時差12	時差3	時差12	時差3	時差12
臺北港E0	5.40 -5.20	6.40 -6.80	5.60 -5.60	7.80 -7.80	4.20 -4.20	5.90 -5.90	3.50 -3.75	4.70 -5.45
臺北港W0	11.70 -11.50	13.95 -14.05	12.05 -12.05	14.65 -14.70	9.25 -9.25	13.90 -13.90	7.55 -8.25	11.65 -13.25
臺北港X0	13.10 -12.85	14.05 -14.70	12.30 -12.30	14.65 -14.70	9.50 -9.50	14.05 -14.05	7.85 -8.15	11.15 -13.50
基隆港E0	7.90 -7.70	9.10 -9.90	7.30 -7.30	10.40 -10.40	5.50 -5.50	7.85 -7.85	4.80 -4.75	6.20 -7.35
基隆港W0	9.40 -9.90	11.60 -12.50	6.95 -6.95	10.15 -10.15	5.20 -5.20	7.70 -7.70	4.00 -4.50	5.85 -6.80

表7-3a 累積機率2%之秋季風速差值合理性檢核標準

單位:公尺/秒

機率函數及時差 / 測站	強森SU		邏輯		常態		通用極值	
	時差3	時差12	時差3	時差12	時差3	時差12	時差3	時差12
臺北港E0	2.50 -2.50	3.50 -3.55	2.55 -2.55	3.60 -3.60	2.45 -2.45	3.45 -3.45	2.35 -2.35	3.30 -3.35
臺北港W0	5.45 -5.25	7.95 -8.00	5.40 -5.40	8.15 -8.15	5.15 -5.15	7.90 -7.90	5.10 -4.70	7.75 -7.75
臺北港X0	5.70 -5.65	8.40 -8.75	5.65 -5.65	8.70 -8.70	5.40 -5.40	8.45 -8.45	5.20 -5.00	8.00 -8.25
基隆港E0	3.55 -3.35	5.10 -5.35	3.45 -3.45	5.20 -5.20	3.30 -3.30	5.00 -5.00	3.25 -2.95	4.75 -4.80
基隆港W0	3.65 -3.55	5.70 -5.60	3.55 -3.55	5.60 -5.60	3.40 -3.40	5.35 -5.35	3.20 -3.05	5.10 -4.80

表7-3b 累積機率0.2%之秋季風速差值合理性檢核標準

單位:公尺/秒

機率函數及時差 / 測站	強森SU		邏輯		常態		通用極值	
	時差3	時差12	時差3	時差12	時差3	時差12	時差3	時差12
臺北港E0	4.00 -4.00	5.15 -5.30	4.05 -4.05	5.75 -5.75	3.40 -3.40	4.85 -4.85	3.00 -3.15	4.20 -4.60
臺北港W0	9.00 -8.45	11.65 -11.75	8.60 -8.60	12.40 -12.40	7.20 -7.20	11.00 -11.00	6.75 -6.35	10.05 -10.25
臺北港X0	9.65 -9.45	12.40 -12.95	9.00 -9.00	12.90 -12.90	7.60 -7.60	11.75 -11.75	6.75 -6.75	10.10 -11.25
基隆港E0	6.30 -5.75	8.50 -9.10	5.45 -5.45	8.30 -8.30	4.60 -4.60	7.00 -7.00	4.35 -3.95	6.05 -6.50
基隆港W0	6.80 -6.55	10.25 -10.05	5.70 -5.70	8.90 -8.90	4.75 -4.75	7.50 -7.50	4.20 -4.10	6.05 -6.50

表7-3c 累積機率0.02%之秋季風速差值合理性檢核標準

單位:公尺/秒

機率函數及時差 / 測站	強森SU		邏輯		常態		通用極值	
	時差3	時差12	時差3	時差12	時差3	時差12	時差3	時差12
臺北港E0	5.55 -5.55	6.75 -7.00	5.60 -5.60	7.90 -7.90	4.20 -4.20	5.95 -5.95	3.35 -3.80	4.65 -5.50
臺北港W0	12.50 -11.80	14.10 -14.20	11.65 -11.65	14.50 -14.55	8.90 -8.90	13.35 -13.35	7.70 -7.55	11.30 -12.25
臺北港X0	13.25 -13.10	14.50 -14.70	12.15 -12.15	14.65 -14.70	9.35 -9.35	14.00 -14.00	7.60 -8.10	11.20 -13.45
基隆港E0	9.60 -8.65	12.05 -13.80	7.50 -7.50	11.30 -11.30	5.65 -5.65	8.60 -8.60	5.00 -4.70	6.75 -7.85
基隆港W0	10.70 -10.30	13.85 -13.75	7.80 -7.80	12.05 -12.05	5.85 -5.85	9.25 -9.20	4.75 -4.85	7.55 -7.75

表7-4a 累積機率2%之冬季風速差值合理性檢核標準

單位:公尺/秒

機率函數及時差 / 測站	強森SU		邏輯		常態		通用極值	
	時差3	時差12	時差3	時差12	時差3	時差12	時差3	時差12
臺北港E0	2.70 -2.50	3.25 -3.05	2.65 -2.65	3.60 -3.60	2.55 -2.55	3.45 -3.45	2.55 -2.35	3.55 -3.25
臺北港W0	5.50 -4.75	8.50 -6.95	5.20 -5.20	8.00 -8.00	4.95 -4.95	7.75 -7.70	5.10 -4.40	8.40 -6.75
臺北港X0	5.60 -5.10	8.65 -7.50	5.35 -5.35	8.25 -8.25	5.15 -5.10	7.95 -7.95	5.05 -4.60	8.40 -7.05
基隆港E0	3.50 -3.05	4.95 -4.30	3.35 -3.35	4.75 -4.75	3.20 -3.20	4.55 -4.55	3.25 -2.85	4.75 -4.10
基隆港W0	3.85 -3.35	5.95 -4.80	3.60 -3.60	5.50 -5.50	3.45 -3.45	5.25 -5.25	3.45 -3.00	5.70 -4.80

表7-4b 累積機率0.2%之冬季風速差值合理性檢核標準

單位:公尺/秒

機率函數及時差 / 測站	強森SU		邏輯		常態		通用極值	
	時差3	時差12	時差3	時差12	時差3	時差12	時差3	時差12
臺北港E0	4.15 -3.65	4.90 -4.40	4.25 -4.25	5.75 -5.75	3.55 -3.55	4.85 -4.85	3.35 -3.15	4.70 -4.35
臺北港W0	9.00 -7.25	12.45 -9.30	8.25 -8.25	12.25 -12.25	6.95 -6.95	10.80 -10.80	6.95 -5.85	11.80 -8.85
臺北港X0	9.50 -8.30	12.80 -10.80	8.55 -8.55	12.50 -12.50	7.20 -7.20	11.15 -11.15	6.80 -6.10	11.60 -9.30
基隆港E0	5.75 -4.70	7.80 -6.20	5.30 -5.30	7.55 -7.55	4.45 -4.45	6.35 -6.35	4.45 -3.80	6.50 -5.40
基隆港W0	6.80 -5.50	9.70 -6.95	5.70 -5.70	8.75 -8.75	4.80 -4.80	7.35 -7.35	4.70 -3.95	8.10 -5.85

表7-4c 累積機率0.02%之冬季風速差值合理性檢核標準

單位:公尺/秒

機率函數及時差 / 測站	強森SU		邏輯		常態		通用極值	
	時差3	時差12	時差3	時差12	時差3	時差12	時差3	時差12
臺北港E0	5.60 -4.75	6.45 -5.60	5.80 -5.80	7.90 -7.90	4.35 -4.35	5.95 -5.95	3.85 -3.75	5.35 -5.20
臺北港W0	12.40 -9.85	14.50 -11.10	11.25 -11.25	14.50 -14.50	8.55 -8.55	13.15 -13.15	8.05 -6.95	13.90 -10.40
臺北港X0	13.15 -11.75	14.65 -13.50	11.60 -11.60	14.55 -14.55	8.85 -8.85	13.50 -13.50	7.80 -7.25	13.60 -10.90
基隆港E0	8.15 -6.35	10.55 -7.95	7.30 -7.30	10.35 -10.35	5.50 -5.50	7.85 -7.85	5.15 -4.50	7.60 -6.40
基隆港W0	10.30 -8.05	13.05 -9.05	7.85 -7.85	11.85 -11.85	5.90 -5.90	9.05 -9.05	5.45 -4.70	9.80 -6.85

依據統計分析結果彙整風速差值檢核標準如表7-1~表7-4。由表中數值比較顯示風速差值檢核標準與累積機率大小、測站位置及時差大小有關。累積機率愈小風速檢核標準愈大；測站位置主要是離岸距離愈大風速檢核標準愈大；時差愈大風速檢核標準也愈大。與前一章風速檢核標準隨機率密度函數型式不同之差異變化相同，風速差值檢核標準隨機率密度函數型式不同之差異也隨累積機率及時差愈小而愈明顯，例如臺北港X0測站夏季時差3當累積機率2%時強森SU與常態之風速差值界線值分別為5.80 m/s及5.50m/s差異不大；時差12則分別為8.45m/s 及8.50m/s同樣相近。但當累積機率0.02%時強森SU與常態之風速差值界線值分別為13.10m/s及9.50m/s差異明顯，此和累積機率2%時之情形不同；而時差12則分別為14.05m/s及14.05m/s是同樣，此和累積機率2%時之情形又相同。換言之，在累積機率較大或時差較大時，風速差值檢核標準隨機率密度函數型式不同之差異愈不明顯。由於風速差值之定義為受檢核風速減去往前某一時間差之歷史風速。因此，依風速變化特性風速差值會出現正值與負值，故表中對應有正、負值出現。由正負之風速差值界線值比較發現兩者絕對值相當接近，尤其是機率密度函數為邏輯及常態兩者幾乎相同。綜合而言，風速差值檢核標準與累積機率大小、測站位置及時差大小有關，除此當累積機率愈小時風速差值檢核標準與機率密度函數型式也有關係，所以在風速差值檢核標準的選定時需綜合考量上述差異性。

由以上分析可知風速差值檢核標準與測站地理位置、時差大小、累積機率大小及機率密度函數型式因素有關，所以風速差值檢核標準應依這些因素條件做選定。與前一章風速檢核相同考量在累積機率大小方面，本計畫初步也選定累積機率0.2%作為風速差值檢核標準訂定條件。在機率密度函數型式上雖然適合度排序以強森SU最佳、邏輯次之。但檢視強森SU機率密度函數與風速差值分布直方圖之套疊，~~如附錄一。~~結果顯示強森SU機率密度函數形狀最尖聳，同時在尖峰處(即風速差值最小處)常有高估觀測風速差值分布的情形，基於函數正規化相對在風速差值較大處則會有低估現象。然而風速差值檢核重點即是針對這些差值較大者。因此，本計畫為降低風速差值較大處之失真程度，

故對於機率密度函數選定將採用邏輯函數。如同上述時差愈大風速檢核標準也愈大，所以應依各種時差條件研定檢核標準。除此之外也考量風速觀測資料可能出現缺漏，或之前未通過檢核而列為可疑，因而造成無法獲得風速差值資料。因此在風速差值之檢核作業中應採多種時差之結果，以降低由於資料缺漏無法檢核之情況。對照比較表7-1~表7-4顯示雖然風速差值之界線值與季別無關，但考量夏季期間經常發生颱風而伴隨可能出現較大風速變化。因此，以夏季為代表針對累積機率0.2%各時差之風速差值檢核標準(即風速差值界線值)進行研定。綜合以上，初步研定各港區測站各時差之風速差值檢核標準如表7-5。

表7-5 各港區測站各時差之風速差值合理性檢核標準

單位:公尺/秒

時差及正負值 / 測站	時差1		時差3		時差6		時差12	
	正值	負值	正值	負值	正值	負值	正值	負值
臺北港E0	2.95	-2.95	4.05	-4.05	5.00	-5.00	5.70	-5.70
臺北港W0	5.75	-5.75	8.90	-8.90	11.40	-11.40	12.85	-12.85
臺北港X0	6.05	-6.05	9.15	-9.15	11.55	-11.55	12.95	-12.95
基隆港E0	3.50	-3.50	5.05	-5.05	6.25	-6.25	7.60	-7.60
基隆港W0	3.90	-3.90	5.35	-5.35	6.60	-6.60	7.45	-7.45

由於樣本的選擇會影響到統計分析結果，雖然本計畫對於風速資料已作不同季別之樣本分類。但目前僅大略依春季(3~4月)、夏季(5~8月)、秋季(9~10月)及冬季(11~2月)作區分，故在同一樣本中仍可能出現不同天氣形態下之風速風向資料。例如夏季及秋季極可能包含颱風的情況，也因此在表6-4夏季及秋季之風速檢核標準較冬季為大。由資料檢核目的而言，表6-4之風速檢核標準可能過高而降低檢核效果。因為以一整個夏季時間來看颱風侵襲時之強風僅是一小段期間，大部分時間風速不高，極可能皆小於表中所列之風速檢核標準而通過檢核，但

此並不能有效確認或保證這些資料之合理性。問題在於資料樣本同時包含西南季風期間之低風速與颱風期間之高風速兩種截然不同之天氣型態，卻以單一標準作處理，顯然不合適。較合理的方式為依天氣變化基本型態作樣本區隔，例如西南季風期、西南轉東北季風期、東北季風期、東北轉西南季風期及颱風侵襲期間等。但實際進行資料樣本區隔時並不容易處理，例如颱風侵襲期間如何明確劃分？當然也包括不同季風期之期間如何劃分？本計畫目前所採用之季別也僅是依季風年變化作主觀概略的樣本區隔，故仍有調整討論空間。

由以上說明可知由風速進行資料檢核時，因檢核標準會受樣本取樣方式(如本計畫之季別劃分)差異影響，而降低檢核效果。相對由風速差值進行資料檢核，因檢核標準不受季別差異影響，而無檢核效果降低之疑慮。此外風速分布直方圖與6種理論機率密度函數匹配結果有些不盡理想，但由於風速差值分布直方圖與5種理論機率密度函數匹配結果卻相當吻合，適合度排序及相關統計分析數值也較穩定。再者由表6-4檢視可發現風速檢核標準隨季別及測站之變化趨勢較不一致；相對表7-5風速差值檢核標準隨時差及測站之變化趨勢相當一致。因此，以風速差值進行檢核應該比由風速直接做檢核來得可靠理想。

後續除建立其他港區風速之檢核標準外，也將依表6-4及表7-5之檢核標準對各測站之即時觀測風速進行自動檢核測試，同時也對歷史風速資料進行複檢，以瞭解其檢核效果。

第八章 風速檢核標準之應用

上一年度計畫中已針對安平港、布袋港及臺中港考量風速高低絕對值及風速時間相對值的變化特性，分別進行風速及風速差值之統計分析並研訂出各港之風速檢核標準(風速高低絕對值)及風速差值檢核標準(風速時間相對值)，如表8-1及表8-2。為檢視這些檢核標準應用到風速資料之檢核情形，本章利用上述各港2014年未經檢核之即時觀測資料進行測試。

8.1 安平港風速檢核

安平港測站W0與X0之程式自動檢核結果分別如圖8.1.1及8.1.2所示。依檢核標準篩檢出之異常風速數據於圖中以紅色方框標示，並依照其未通過檢核標準之種類，在該數據上方另以紅色實圓表示未通過風速檢核標準、向上藍虛三角形表未通過時差1之風速差值檢核標準、向右藍虛三角形表未通過時差3之風速差值檢核標準、向下藍虛三角形表未通過時差6之風速差值檢核標準、向左藍虛三角形表未通過時差12之風速差值檢核標準。部分因為缺資料而無法進行檢核之數據仍然以紅色方框標示，但該數據上方則沒有實圓或三角形標示。換言之，該數據未作檢核。

圖8.1.1顯示安平港測站W0之風速資料數據絕大部分皆通過程式自動檢核，但仍有些未通過檢核標準而被篩檢出來，需要以人工方式作進一步判斷處理。該測站風速於8月中旬即出現不穩定現象，資料數據未通過檢核之頻率明顯增加，後續月份資料斷斷續續品質更差，可能是儀器故障或傳輸不穩定造成。根據圖8.1.1中某些檢核結果將圖放大進行個案說明如圖8.1.3所示。

圖8.1.3a顯示有3個異常數據，第1個為風速超過檢核標準(10.3m/s)隨後2個分別是超過時差12及時差1之風速差值檢核標準(±8.15m/s；±3.8m/s)。第1個異常數據由其前後資料大小研判應屬合理，故人工判別為通過檢核是正常資料。第2個異常數據雖然在時差12之風速差值超過8.15m/s，但檢視其後續風速變化趨勢平穩仍屬合理，所以本數據難以判斷是否合理，故判別為存疑數據，資料暫時保留。第3個異常數據在時差1之風速差值

超過3.8m/s，檢視比較其前1個數據可發現風速明顯增大屬於明確異常，故判別資料應刪除。

圖8.1.3b顯示有4個異常數據，第1個異常數據在時差1之風速差值超過3.8m/s，檢視比較其前1個數據可發現風速明顯增大屬於異常，故判別資料應刪除。第2個異常數據在時差6之風速差值超過7.25m/s，檢視其風速增大趨勢雖屬合理，但風速減小趨勢不盡合理，故判別為存疑數據，資料暫時保留。第3個異常數據在時差1之風速差值超過3.8m/s，檢視比較其前1個數據可發現風速明顯減小屬於異常，故判別資料應刪除。第4個異常數據在時差3之風速差值超過5.7m/s，檢視比較其前第3個數據可發現風速明顯減小屬於異常，但前第3個數據(即第2個異常數據)先前已判別為存疑數據，故第4個異常數據同樣判別為存疑數據，資料暫時保留。

圖8.1.3c顯示有1個異常數據是在時差1之風速差值超過3.8m/s，檢視比較其前1個數據可發現風速明顯增大確屬異常，但相較下一個數據顯示風速仍持續增大，整體趨勢難以判斷是否合理，故判別為存疑數據，資料暫時保留。

圖8.1.3d顯示有3個異常數據，第1個異常數據在時差1之風速差值超過3.8m/s，檢視比較其前1個數據可發現風速明顯增大屬於異常，相較下一個數據顯示風速卻大幅減小，整體風速變化趨勢相當劇烈，故判別資料應刪除。第2個異常數據也是在時差1之風速差值超過3.8m/s，但由於前一個數據先前已經判別應刪除。因此本數據難以判斷是否合理，故判別為存疑數據，資料暫時保留。第3個異常數據是在時差3之風速差值超過5.7m/s，但前第3個數據(即第1個異常數據)先前已判別為錯誤資料應刪除，所以第3個異常數據同樣難以判斷是否合理，故判別為存疑數據，資料暫時保留。

圖8.1.3e顯示有多個異常數據，這些數據皆是風速超過檢核標準(10.3m/s)，不過由整體風速變化趨勢檢視並無劇烈增大或減小情況，仍屬合理變動範圍。經對照氣象資料發現該時段為麥德姆颱風侵襲台灣本島期間，故風速大於10.3m/s且維持一段時間是屬合理現象，故判別為通過檢核是正常資料。

表8-1 臺中、安平及布袋港區測站各季之風速合理性檢核標準

單位:公尺/秒

季別及機率函數 / 測站	春季		夏季		秋季		冬季	
	風速標準	函數型式	風速標準	函數型式	風速標準	函數型式	風速標準	函數型式
臺中港E0	15.6	韋伯3	14.1	通用	19.2	韋伯3	14.5	通用
臺中港W0	20.7	伽瑪	23.7	通用	23.6	韋伯3	25.9	韋伯3
臺中港W1	33.3	通用	30.5	通用	38.2	韋伯3	27.5	通用
安平港W0	11.5	通用	9.3	韋伯3	12.4	通用	10.3	韋伯3
安平港X0	14.7	韋伯2	20.3	通用	17.6	韋伯2	16.2	韋伯3
布袋港W0	17.7	伽瑪	17.4	常態	18.2	韋伯3	14.5	韋伯3

表8-2 臺中、安平及布袋港區測站各時差之風速差值合理性檢核標準

單位:公尺/秒

時差及正負值 / 測站	時差1		時差3		時差6		時差12	
	正值	負值	正值	負值	正值	負值	正值	負值
臺中港E0	4.15	-5.15	7.15	-7.15	10.25	-10.25	12.20	-12.20
臺中港W0	4.35	-4.35	8.05	-8.05	11.70	-11.70	13.60	-13.60
臺中港W1	5.50	-5.50	10.30	-10.30	13.50	-13.50	14.35	-14.40
安平港W0	3.80	-3.80	5.70	-5.70	7.25	-7.25	8.15	-8.15
安平港X0	4.75	-4.75	7.75	-7.75	10.10	-10.10	11.75	-11.75
布袋港W0	4.10	-4.10	6.85	-6.85	9.30	-9.30	11.05	-11.05

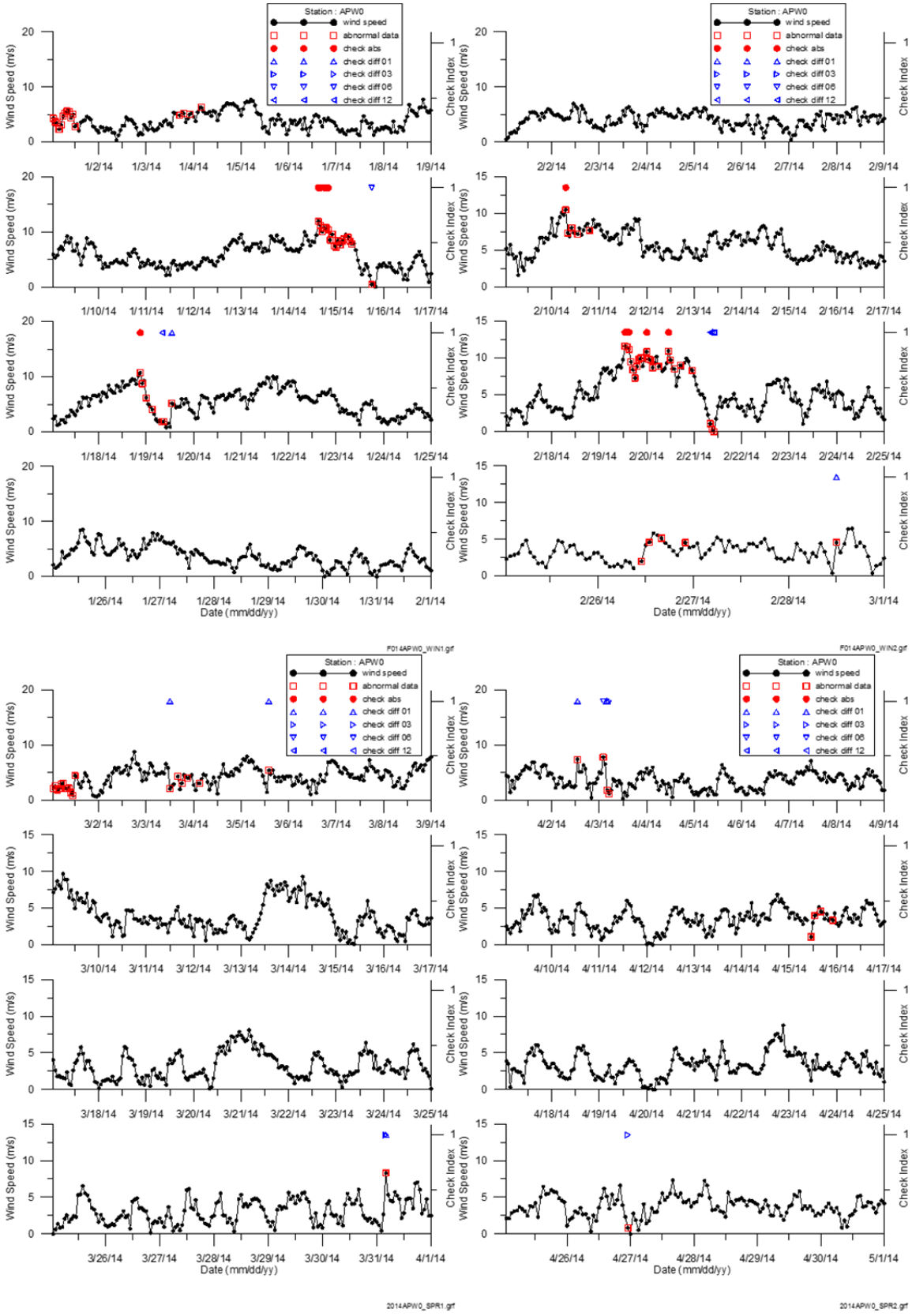


圖8.1.1a 安平港W0測站2014年各月風速及風速差值檢核結果

(左上1月、右上2月、左下3月、右下4月)

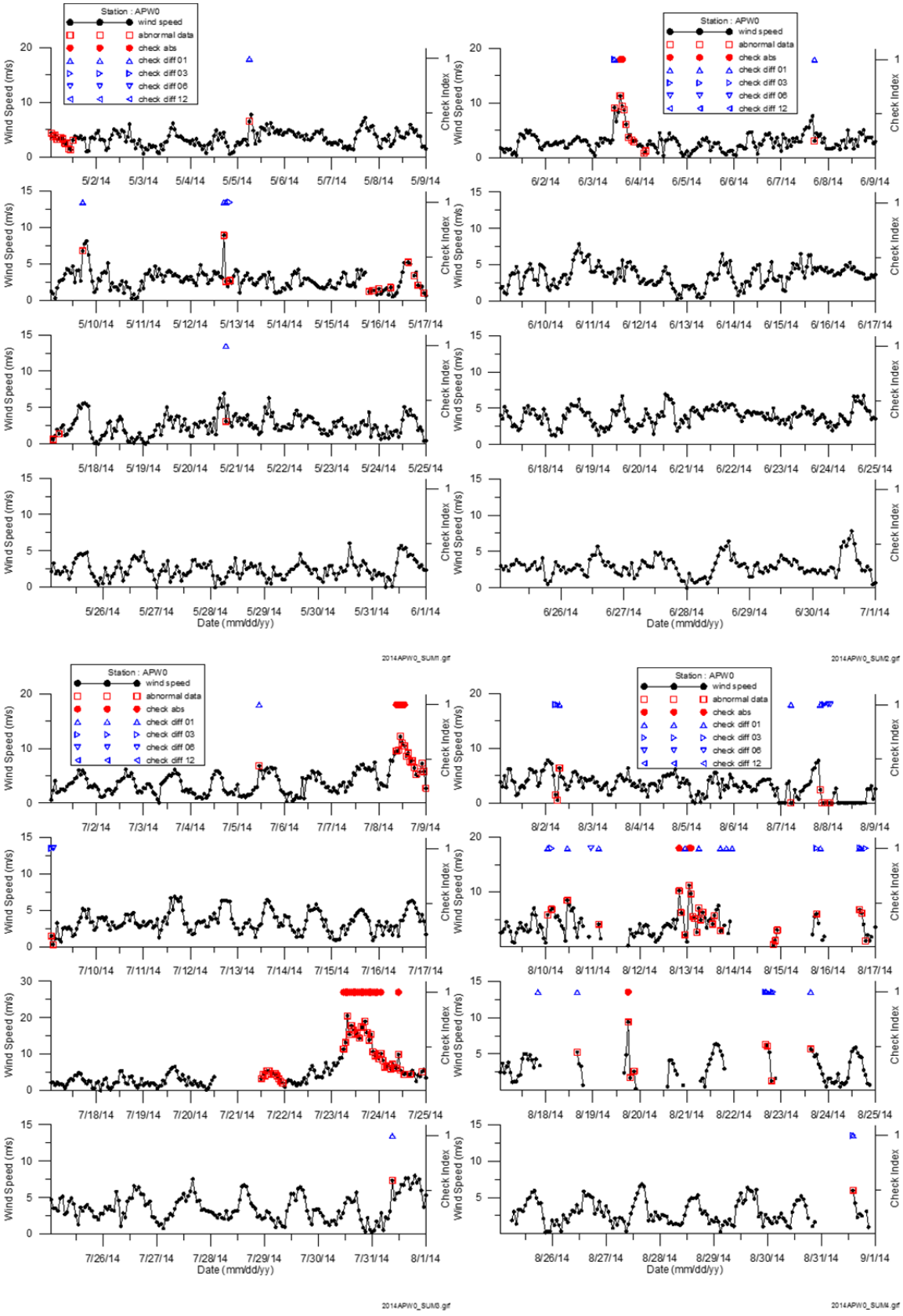


圖8.1.1b 安平港W0測站2014年各月風速及風速差值檢核結果

(左上5月、右上6月、左下7月、右下8月)

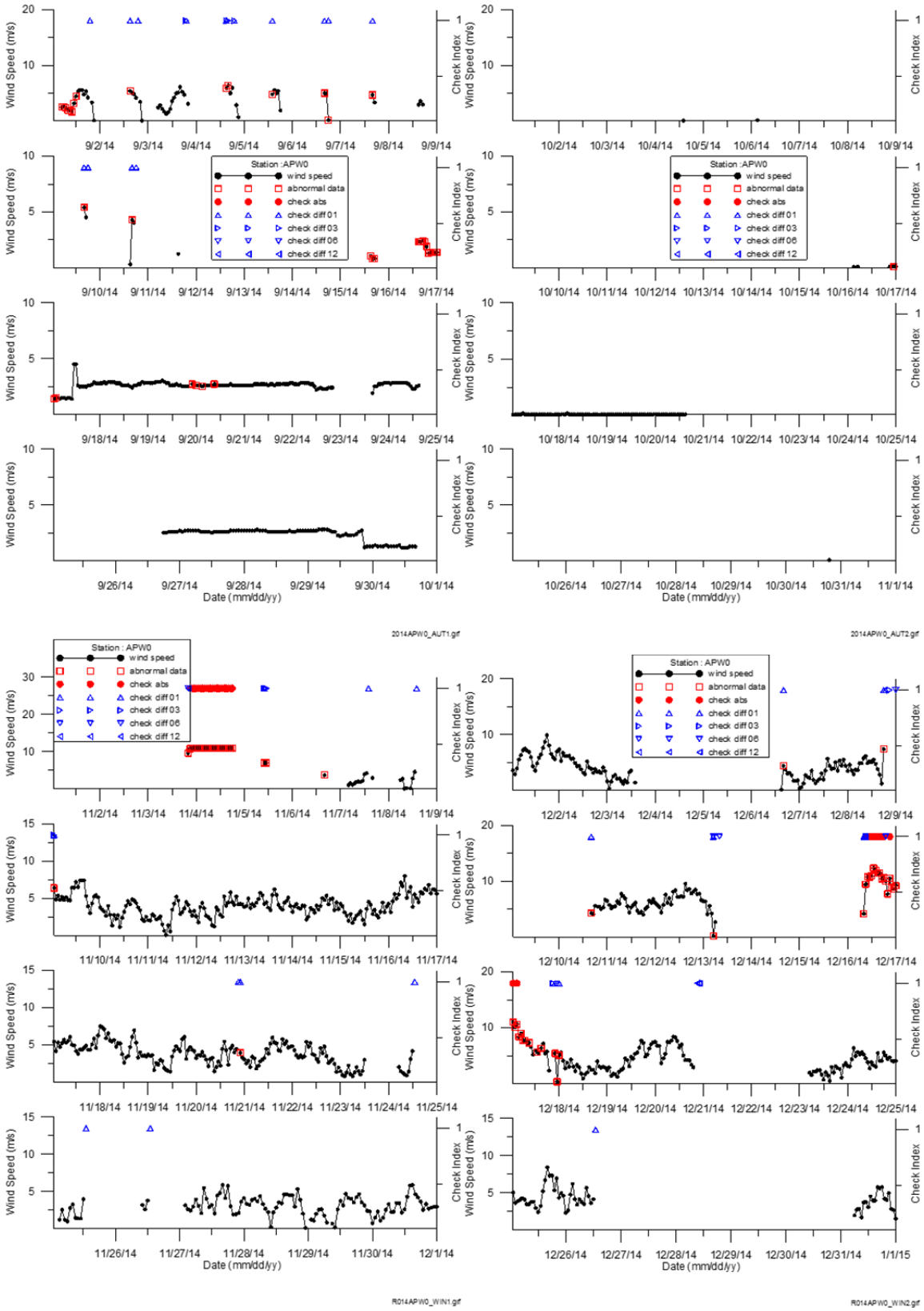


圖8.1.1c 安平港W0測站2014年各月風速及風速差值檢核結果

(左上9月、右上10月、左下11月、右下12月)

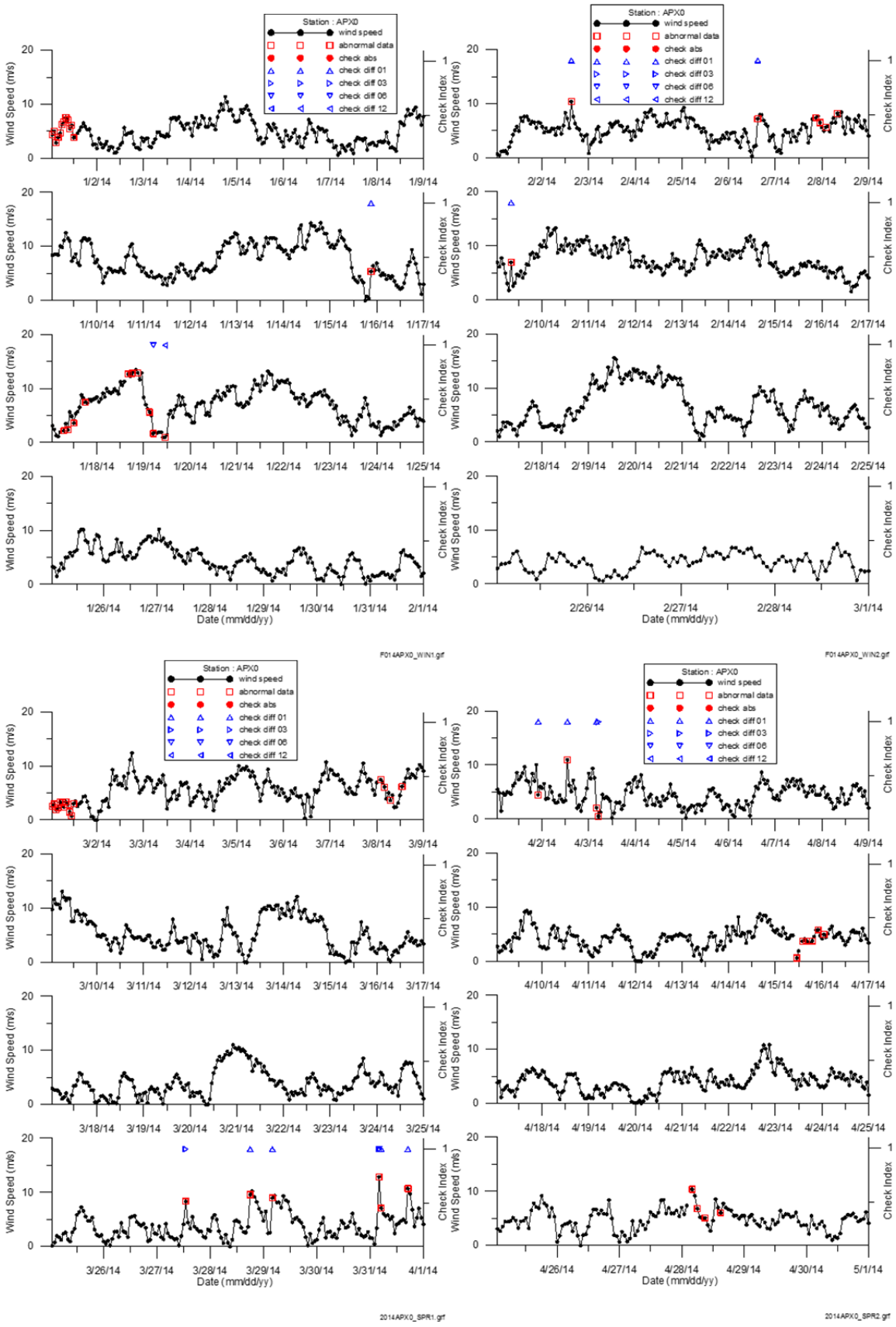


圖8.1.2a 安平港X0測站2014年各月風速及風速差值檢核結果

(左上1月、右上2月、左下3月、右下4月)

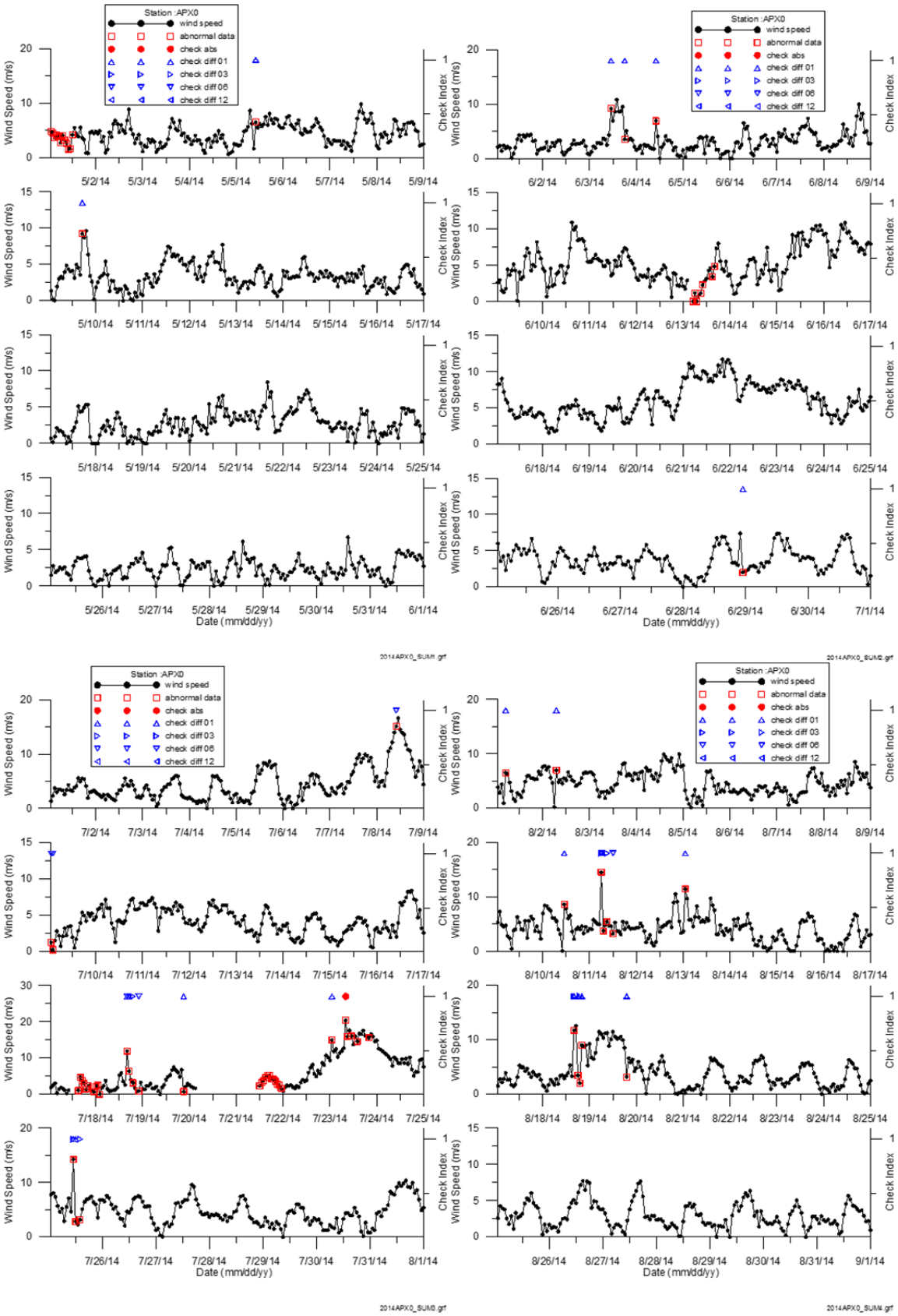


圖8.1.2b 安平港X0測站2014年各月風速及風速差值檢核結果

(左上5月、右上6月、左下7月、右下8月)

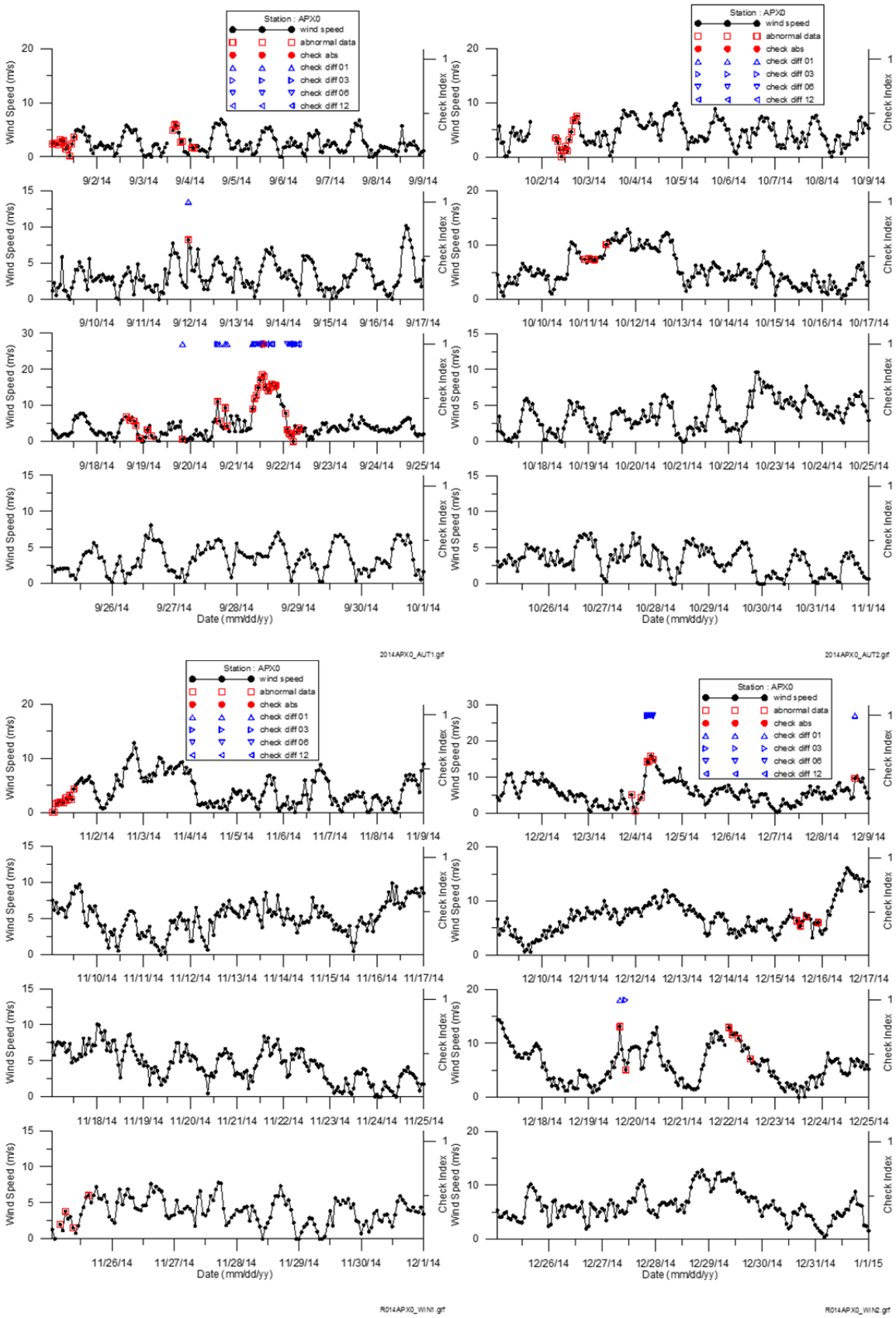


圖8.1.2c 安平港X0測站2014年各月風速及風速差值檢核結果

(左上9月、右上10月、左下11月、右下12月)

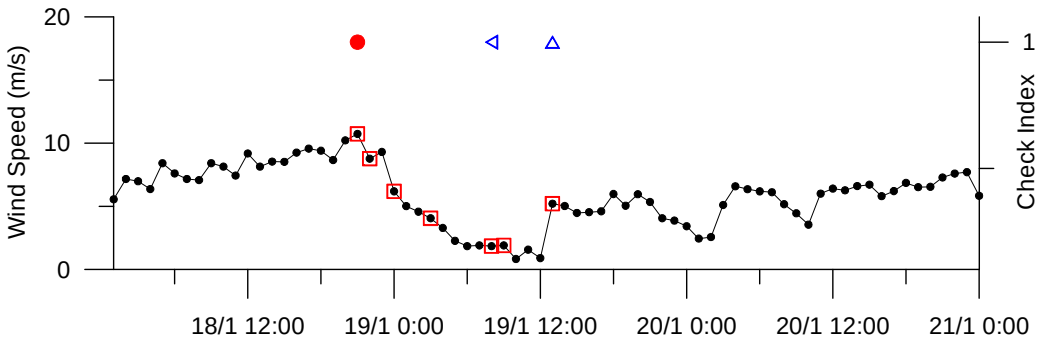


圖8.1.3a 安平港W0測站2014年1月18日至21日風速及風速差值檢核結果

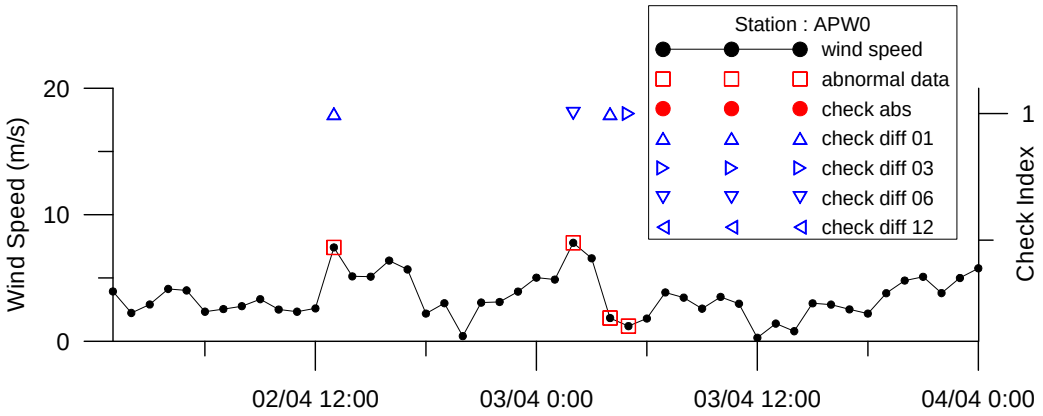


圖8.1.3b 安平港W0測站2014年4月2日至3日風速及風速差值檢核結果

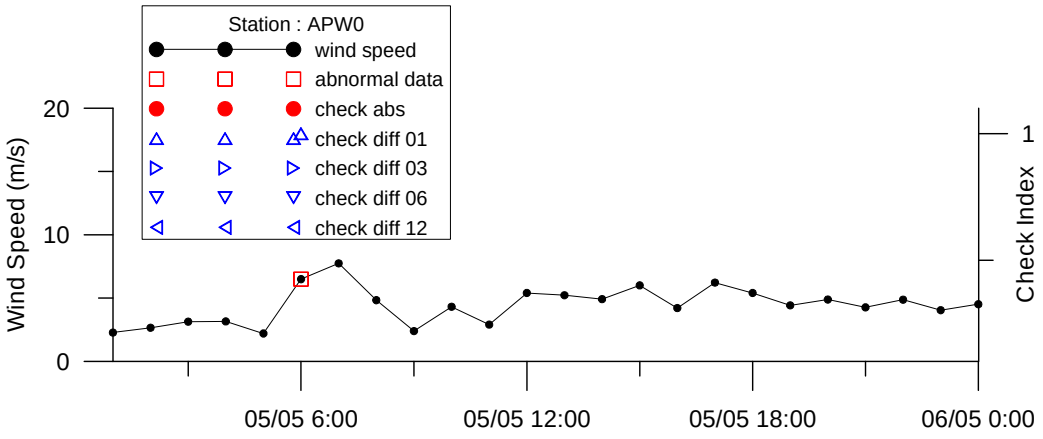


圖8.1.3c 安平港W0測站2014年5月5日風速及風速差值檢核結果

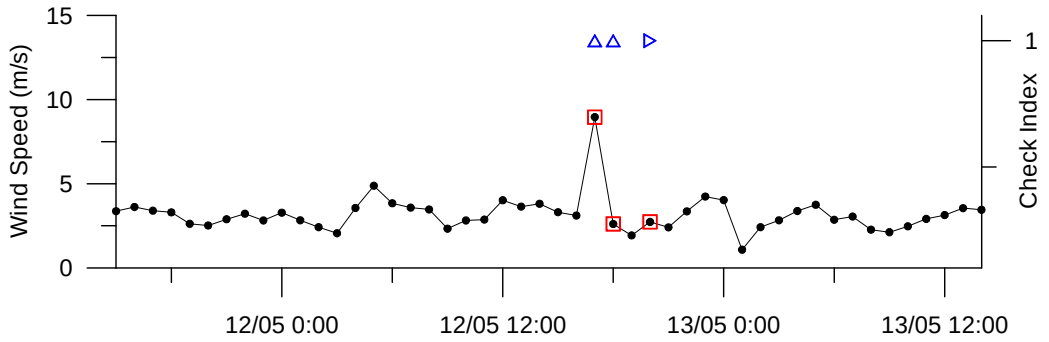


圖8.1.3d 安平港W0測站2014年5月12日至13日風速及風速差值檢核結果

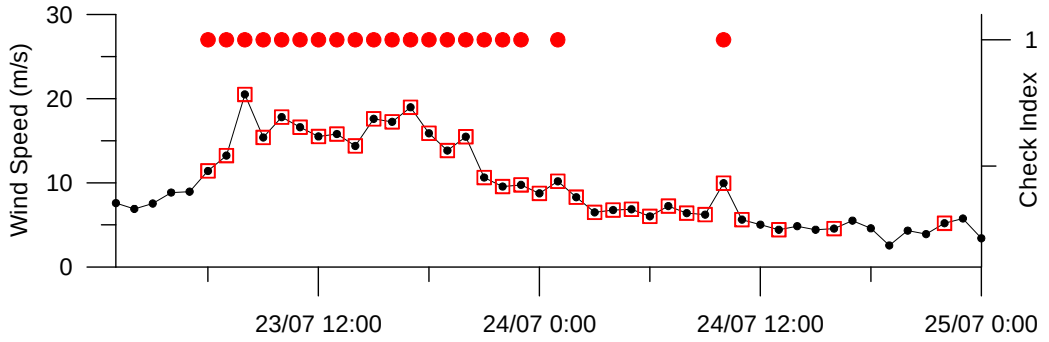


圖8.1.3e 安平港W0測站2014年7月23日至24日風速及風速差值檢核結果

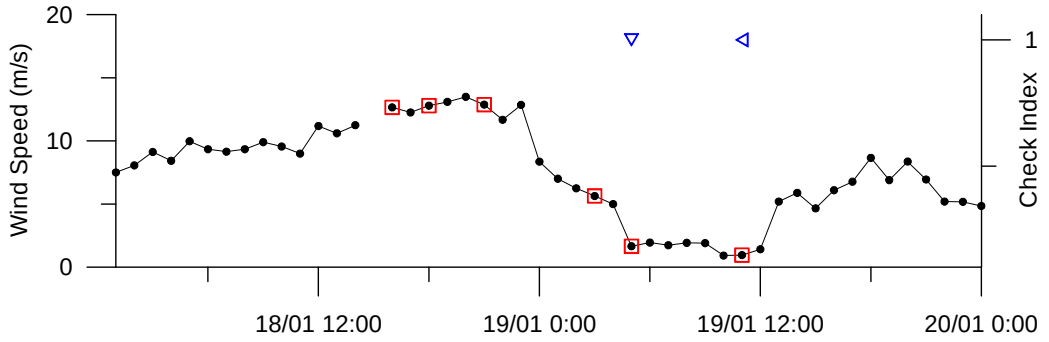


圖8.1.4a 安平港X0測站2014年1月18日至20日風速及風速差值檢核結果

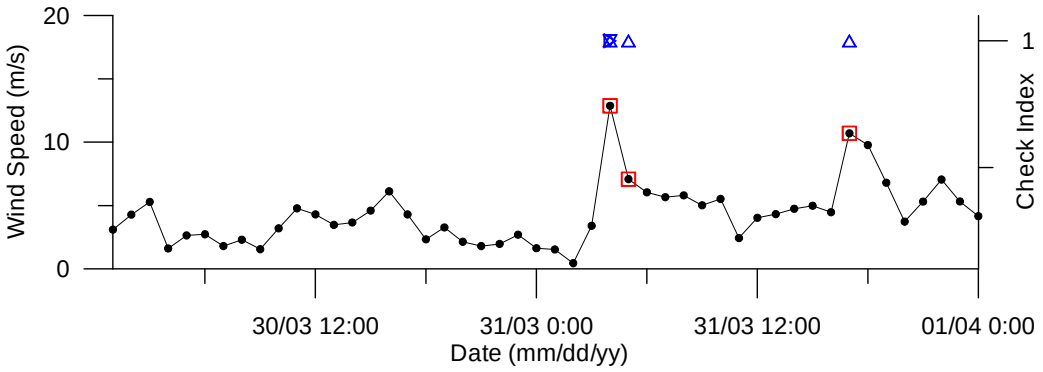


圖8.1.4b 安平港X0測站2014年3月30日至31日風速及風速差值檢核結果

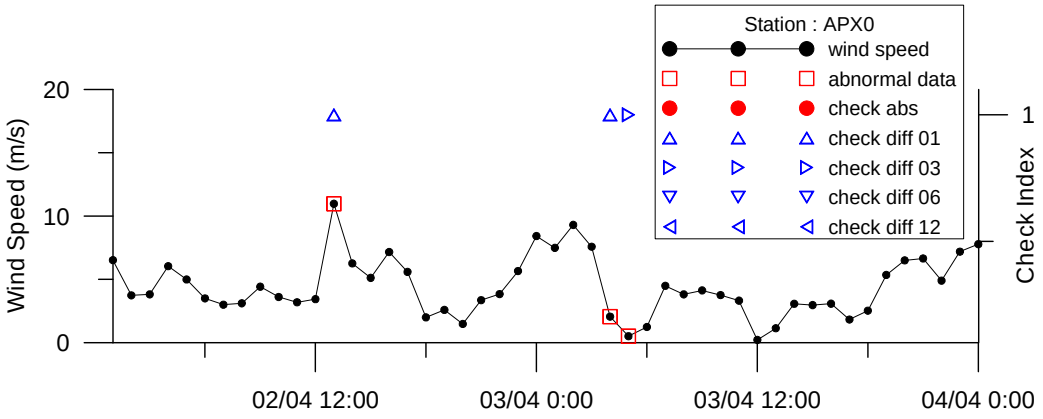


圖8.1.4c 安平港X0測站2014年4月2日至3日風速及風速差值檢核結果

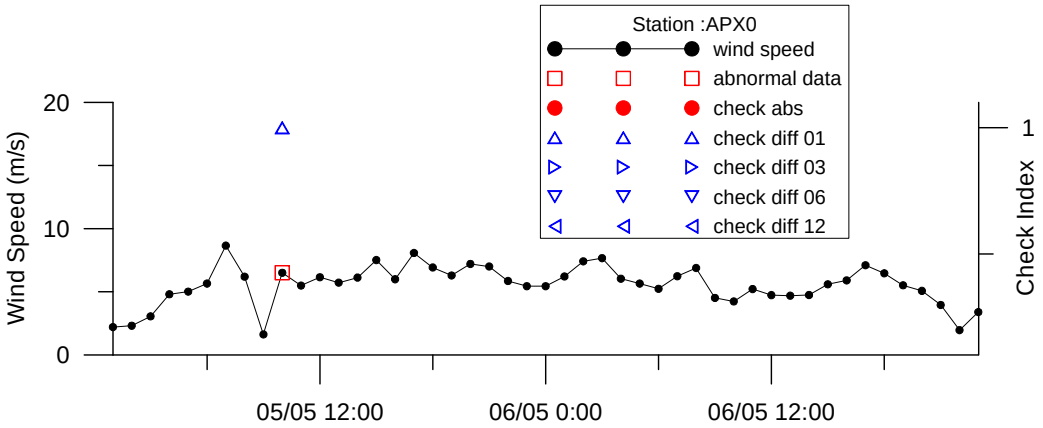


圖8.1.4d 安平港X0測站2014年5月5日至6日風速及風速差值檢核結果

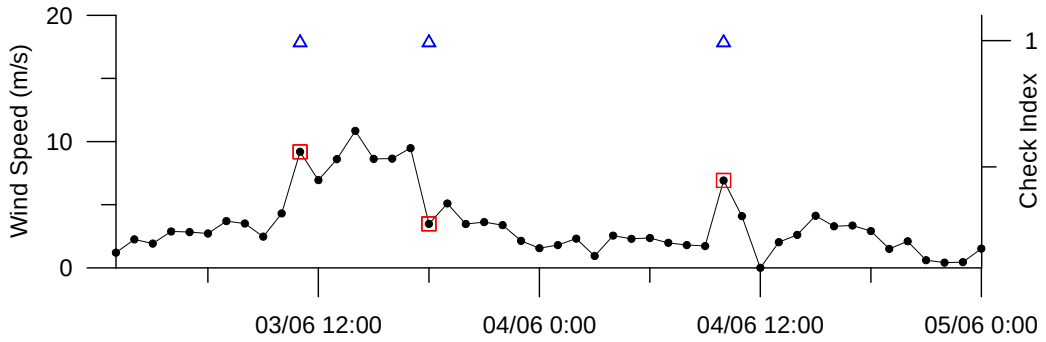


圖8.1.4e 安平港X0測站2014年6月3日至4日風速及風速差值檢核結果

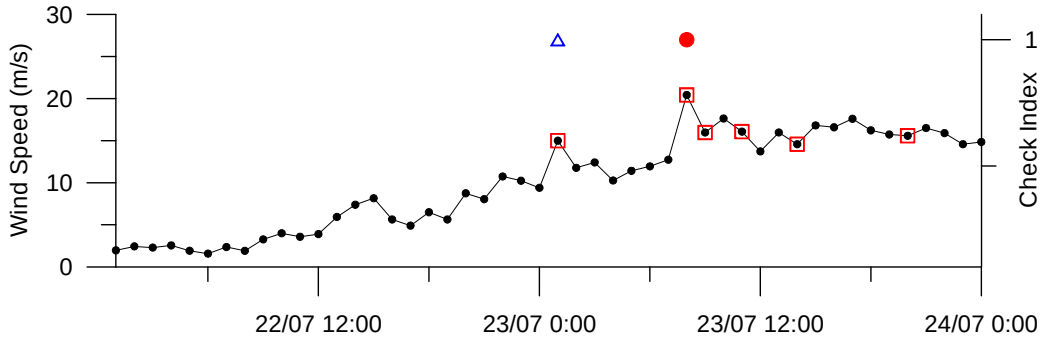


圖8.1.4f 安平港X0測站2014年7月22日至23日風速及風速差值檢核結果

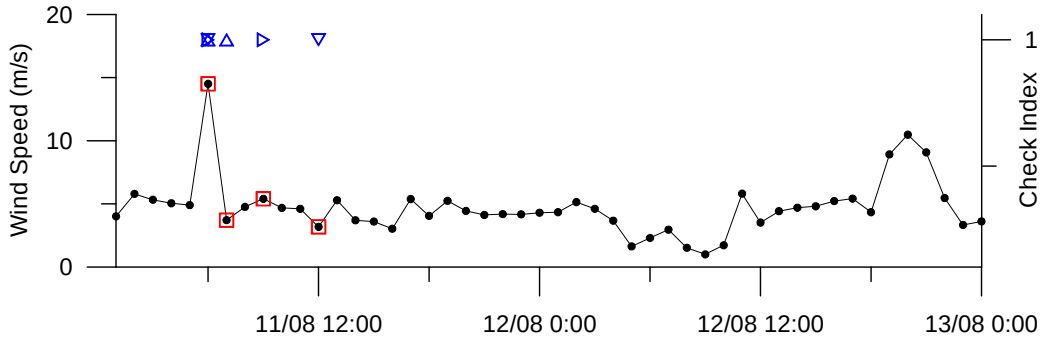


圖8.1.4g 安平港X0測站2014年8月11日至12日風速及風速差值檢核結果

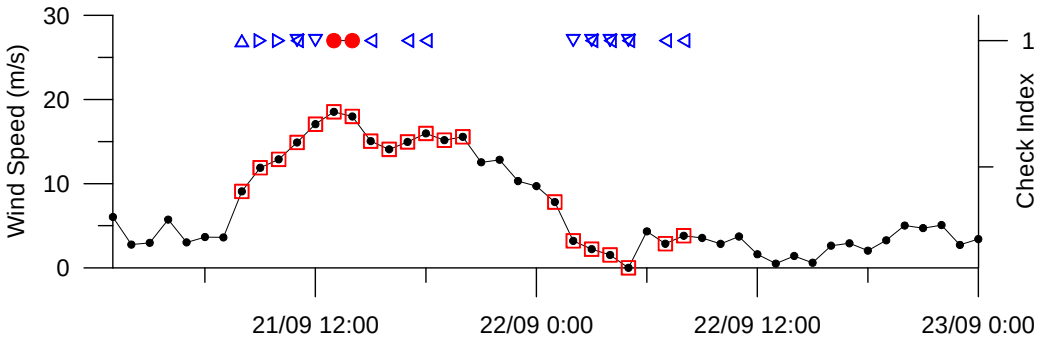


圖8.1.4h 安平港X0測站2014年9月21日至22日風速及風速差值檢核結果

圖8.1.2顯示安平港測站X0之風速資料數據絕大部分皆通過程式自動檢核，但仍有些未通過檢核標準而被篩檢出來，需要以人工方式作進一步判斷處理。根據圖8.1.2中某些檢核結果將圖放大進行個案說明如圖8.1.4所示。

圖8.1.4a顯示有2個異常數據，第1個異常數據在時差6之風速差值超過10.1m/s，檢視比較其前第6個數據可發現風速明顯減小屬於異常，但相較後續幾個數據顯示仍大致持續在較小風速，整體趨勢難以判斷是否合理，故判別為存疑數據，資料暫時保留。第2個異常數據也是在時差12之風速差值超過11.75m/s，檢視比較其前第12個數據發現風速確實明顯減小，但比較其前第1到第6個數據發現風速變化不大，因此本數據難以判斷是否合理，故判別為存疑數據，資料暫時保留。

圖8.1.4b顯示有3個異常數據，第1個異常數據在時差1之風速差值超過4.75m/s，檢視比較其前1個數據可發現風速明顯增大確屬異常，不僅如此，本數據在時差3之風速差值也超過7.75m/s，相較下一個數據顯示風速卻大幅減小，整體風速變化趨勢相當劇烈，故判別不通過資料應刪除。第2個異常數據也是在時差1之風速差值超過4.75m/s，但由於前一個數據先前已經判別應刪除。因此本數據難以判斷是否合理，故判別為存疑數據，資料暫時保留。第3個異常數據是在時差1之風速差值超過4.75m/s，檢視其前1個數據可發現風速明顯增大確屬異常，然而後續數據風速雖減小但變化不劇烈，所以第3個異常數據同樣難以判斷是否合理，故判別為存疑數據，資料暫時保留。

圖8.1.4c顯示有3個異常數據，第1個異常數據在時差1之風速差值超過4.75m/s，檢視比較其前1個數據可發現風速明顯增大確屬異常，相較下一個數據顯示風速卻大幅減小，整體風速變化趨勢相當劇烈，故判別不通過資料應刪除。第2個異常數據也是在時差1之風速差值超過4.75m/s，檢視比較其前1個數據可發現風速明顯減小確屬異常，故判別不通過資料應刪除。第3個異常數據是在時差3之風速差值超過7.75m/s，檢視其前第3個數據可發現風速明顯減小確屬異常，故判別資料應刪除。

圖8.1.4d顯示有1個異常數據是在時差1之風速差值超過4.75m/s，檢視比較其前1個數據可發現風速明顯增大確屬異常，但相較下一個數據顯示風速仍持續增大，整體趨勢難以判斷是否合理，故判別為存疑數據，資料暫時保留。此狀況與W0測站相似，如圖8.1.3c。

圖8.1.4e顯示有3個異常數據，第1個異常數據在時差1之風速差值超過4.75m/s，檢視比較其前1個數據可發現風速明顯增大確屬異常，相較下一個數據顯示風速僅略微減小，整體風速變化趨勢難以判斷是否合理，故判別為存疑數據，資料暫時保留。第2個異常數據也是在時差1之風速差值超過4.75m/s，檢視比較其前1個數據可發現風速明顯減小確屬異常，相較下一個數據顯示風速僅略微增大，整體風速變化趨勢同樣難以判斷是否合理，故判別為存疑數據，資料暫時保留。第3個異常數據是在時差1之風速差值超過4.75m/s，檢視其前1個數據可發現風速明顯增大確屬異常，相較下一個數據顯示風速卻大幅減小，整體風速變化趨勢相當劇烈，故判別本數據資料應刪除。

圖8.1.4f顯示有2個異常數據，第1個異常數據在時差1之風速差值超過4.75m/s，檢視比較其前第1個數據可發現風速明顯增大屬於異常，但相較後續幾個數據顯示風速僅略微減小，整體趨勢難以判斷是否合理，故判別為存疑數據，資料暫時保留。第2個異常數據為風速超過檢核標準(20.3m/s)，不僅如此，若仔細檢視可發現本數據在時差1之風速差值也超過4.75m/s，雖然後續幾個數據顯示風速僅略微減小，整體趨勢難以判斷是否合理，故判別為存疑數據，資料暫時保留。不過對照氣象資料本時段為麥德姆颱風侵襲台灣本島期間，故風速大於20.3m/s或有較劇烈之變化是可能的現象，故資料暫時保留是合理的。

圖8.1.4g顯示有4個異常數據，第1個異常數據在時差1之風速差值超過4.75m/s，檢視比較其前1個數據可發現風速明顯增大確屬異常，不僅如此，若仔細檢視可發現本數據在時差3、6及12之風速差值也都超過檢核標準，相較下一個數據顯示風速明顯減小，整體風速變化趨勢非常劇烈，故判別本數據資料應刪除。第2個異常數據是在時差1之風速差值超過檢核標準，但由於前一個數據先前已經判別應刪除。因此本數據難以判斷是否合理，故判別為存疑數據，資料暫時保留。第3及第4個異常數據也有相似情形，故同樣判別為存疑數據，資料暫時保留。

圖8.1.4h顯示有多個異常數據，這些數據有些是風速超過檢核標準(20.3m/s)，有些是在不同時差下風速差值超過檢核標準。不過由整體風速變化趨勢檢視並無劇烈增大或減小情況，仍屬合理變動範圍。經對照氣象資料發現該時段為鳳凰颱風侵襲台灣本島期間，故風速大於20.3m/s且維持一段時間是屬合理現象，故判別為通過檢核是正常資料。

8.2 布袋港風速檢核

布袋港測站W0之程式自動檢核結果如圖8.2.1所示。圖中顯示布袋港測站W0之風速資料數據絕大部分皆通過程式自動檢核，但仍有些未通過檢核標準而被篩檢出來，需要以人工方式作進一步判斷處理。根據圖8.2.1中某些檢核結果將圖放大進行個案說明如圖8.2.2所示。

圖8.2.2a顯示有多個異常數據，而這些數據都是在不同時差下風速差值超過檢核標準。主要是風速明顯快速增大所致，但檢視異常數據的後續資料顯示風速變化不明顯，大致上與異常數據相仿。換言之，由整體風速變化趨勢檢視並無劇烈增大或減小情況，仍屬合理變動範圍。這些異常數據可能是鋒面過境時所造成之風速變化，故風速在一段時間內先增大然後減小是屬合理現象，故判別為通過檢核是正常資料。

圖8.2.2b顯示有8個異常數據，第1個異常數據在時差1之風速差值超過4.10m/s，檢視比較其前1個數據可發現風速明顯增大確屬異常，不僅如此，若仔細檢視可發現本數據在時差3、6及12之風速差值也都超過檢核標準。下一個數據也就是第2個異常數據也有相同情形，但相較再下一個數據顯也就是第3個異常數據顯示風速明顯減小，因為在第1及第2個異常數據前後整體風速變化趨勢非常劇烈，故判別第1及第2個異常數據資料

應刪除。第3個異常數據是在時差1之風速差值超過檢核標準，但由於前一個數據先前已經判別應刪除。因此本數據難以判斷是否合理，故判別為存疑數據，資料暫時保留。第4至第7個異常數據也有相似情形，故同樣判別為存疑數據，資料暫時保留。第8個異常數據是在時差1之風速差值超過檢核標準，檢視比較其前1個數據可發現風速明顯減小確屬異常，但是後續幾個數據顯示風速仍持續減小，整體風速變化呈現減小趨勢，故判別為正常資料。

圖8.2.2c顯示有7個異常數據，第1個異常數據在時差1之風速差值超過4.10m/s，檢視比較其前1個數據可發現風速明顯增大屬於異常，相較下一個數據顯也就是第2個異常數據顯示風速明顯減小，因為在第1個異常數據前後整體風速變化趨勢非常劇烈，故判別第1個異常數據資料應刪除。第2及第3個異常數據分別在時差1及時差3之風速差值超過檢核標準，但由第1個異常數據先前已經判別應刪除。因此第2及第3個異常數據難以判斷是否合理，故判別為存疑數據，資料暫時保留。第4個異常數據在時差1之風速差值超過4.10m/s，檢視比較其前1個數據可發現風速明顯增大屬於異常，相較下一個數據顯示風速明顯減小，因為在數據前後整體風速變化趨勢非常劇烈，故判別本數據資料應刪除。第5個異常數據在時差1之風速差值超過4.10m/s，檢視比較其前1個數據可發現風速明顯減小屬於異常，相較下一個數據顯示風速增大，因為在數據前後整體風速變化趨勢較劇烈，故判別本數據資料應刪除。第6個異常數據在時差1之風速差值超過4.10m/s，檢視比較其前1個數據可發現風速明顯增大屬於異常，雖然相較下一個數據顯示風速仍大，但再下一個數據顯示風速已減小，因為在數據前後整體風速變化趨勢較劇烈，故判別本數據資料應刪除。第7個異常數據與第6個異常數據有相似情形，故判別本數據資料也應刪除。

圖8.2.2d顯示有3個異常數據，第1個異常數據在時差1之風速差值超過4.10m/s，檢視比較其前1個數據可發現風速明顯增大確屬異常，但相較再下一個數據顯示風速明顯減小。不僅如此，若仔細檢視可發現本數據在時差3、6及12之風速差值也都超過檢核標準。因為在第1個異常數據前後整體風速變化趨勢非常劇烈，故判別本數據資料應刪除。第2個異常數據是在時差1之風速差值超過檢核標準，檢視比較其前1個數據可發現風速明顯減小確屬異常，但相較再下一個數據顯示風速變化不大。因此本

數據難以判斷是否合理，故判別為存疑數據，資料暫時保留。第3個異常數據是在時差3之風速差值超過檢核標準，檢視比較其前第3個數據也就是第1個異常數據可發現風速明顯減小確屬異常，但由第1個異常數據先前已經判別應刪除。因此第3個異常數據難以判斷是否合理，故判別為存疑數據，資料暫時保留。

圖8.2.2e顯示有7個異常數據，第1個異常數據在時差1之風速差值超過4.10m/s，檢視比較其前1個數據可發現風速明顯增大屬於異常，但相較下一個數據顯顯示風速持續增大。因此本數據難以判斷是否合理，故判別為存疑數據，資料暫時保留。第2個異常數據在時差1之風速差值超過4.10m/s，檢視比較其前1個數據可發現風速明顯減小確屬異常，雖然相較再下一個數據顯示風速變化不大。但若仔細檢視可發現本數據在時差3及6之風速差值也都超過檢核標準，故判別本數據資料應刪除。第3個異常數據在時差3之風速差值超過6.85m/s，檢視比較前第3個數據即第1個異常數據可發現風速明顯減小確屬異常，相較下一個數據顯示風速明顯增大。因為在第3個異常數據前後整體風速變化趨勢非常劇烈，故判別第3個異常數據資料應刪除。第4個異常數據在時差1之風速差值超過4.10m/s，檢視比較其前1個數據即第3個異常數據可發現風速明顯增大屬於異常，但相較下一個數據顯顯示風速持續增大。但由於第3個異常數據先前已經判別應刪除。因此第4個異常數據難以判斷是否合理，故判別為存疑數據，資料暫時保留。第5個異常數據在時差1之風速差值超過4.10m/s，檢視比較其前1個數據可發現風速明顯增大確屬異常，雖然相較再下一個數據顯示風速變化不大。但若仔細檢視可發現本數據在時差3及6之風速差值也都超過檢核標準，故判別本數據資料應刪除。第6個及第7個異常數據都是在時差6之風速差值超過9.30m/s，檢視比較其前第6個數據(分別為第2及第3個異常數據)可發現風速明顯增大屬於異常，雖然相較下一個數據顯示風速變化不大，但由於第2及第3個異常數據先前皆已經判別應刪除。因此第6及第7個異常數據難以判斷是否合理，故判別為存疑數據，資料暫時保留。對照氣象資料本時段為麥德姆颱風侵襲台灣本島期間，故風速有較劇烈之變化是可能的現象，故資料暫時保留是合理的。

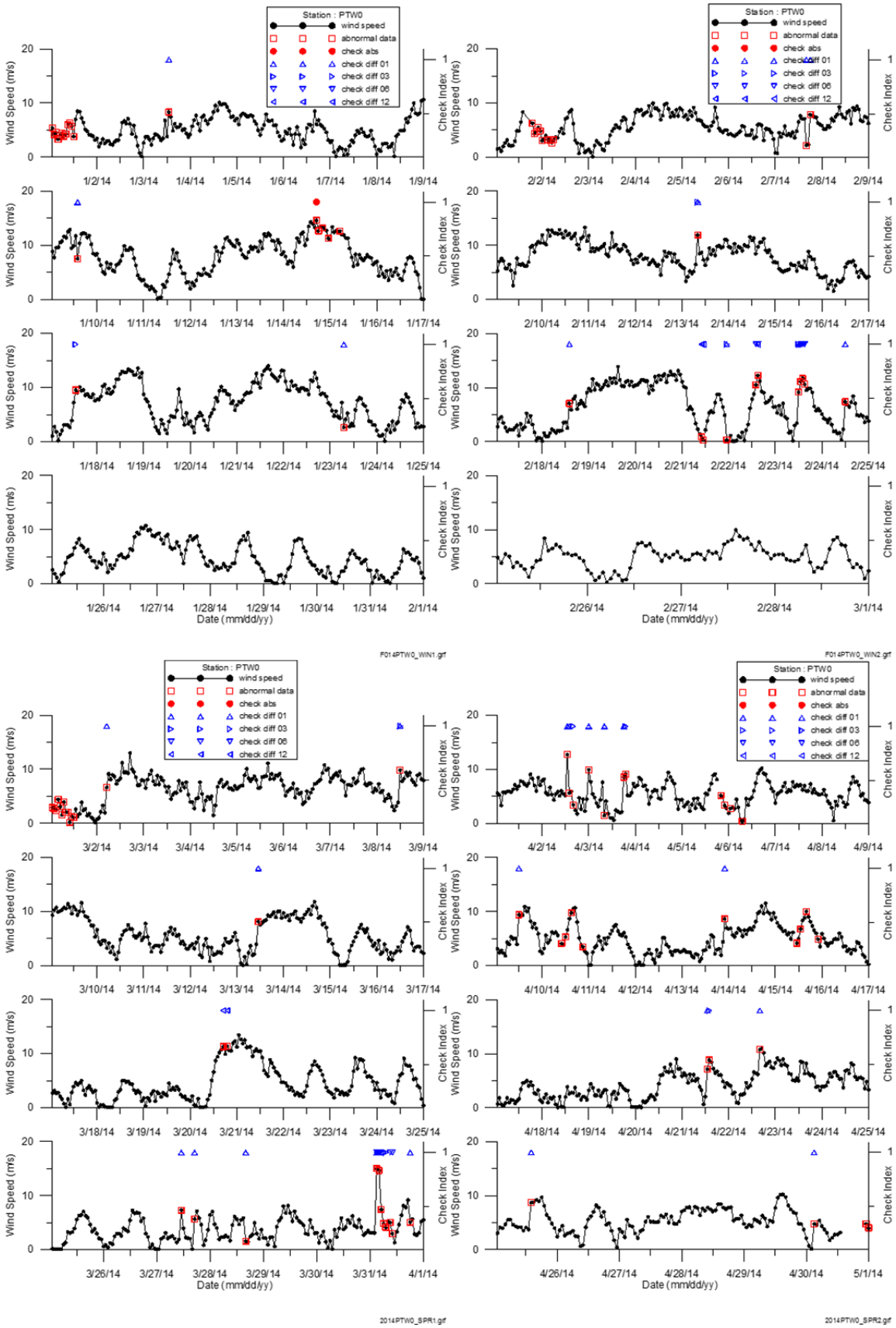


圖8.2.1a 布袋港W0測站2014年各月風速及風速差值檢核結果

(左上1月、右上2月、左下3月、右下4月)

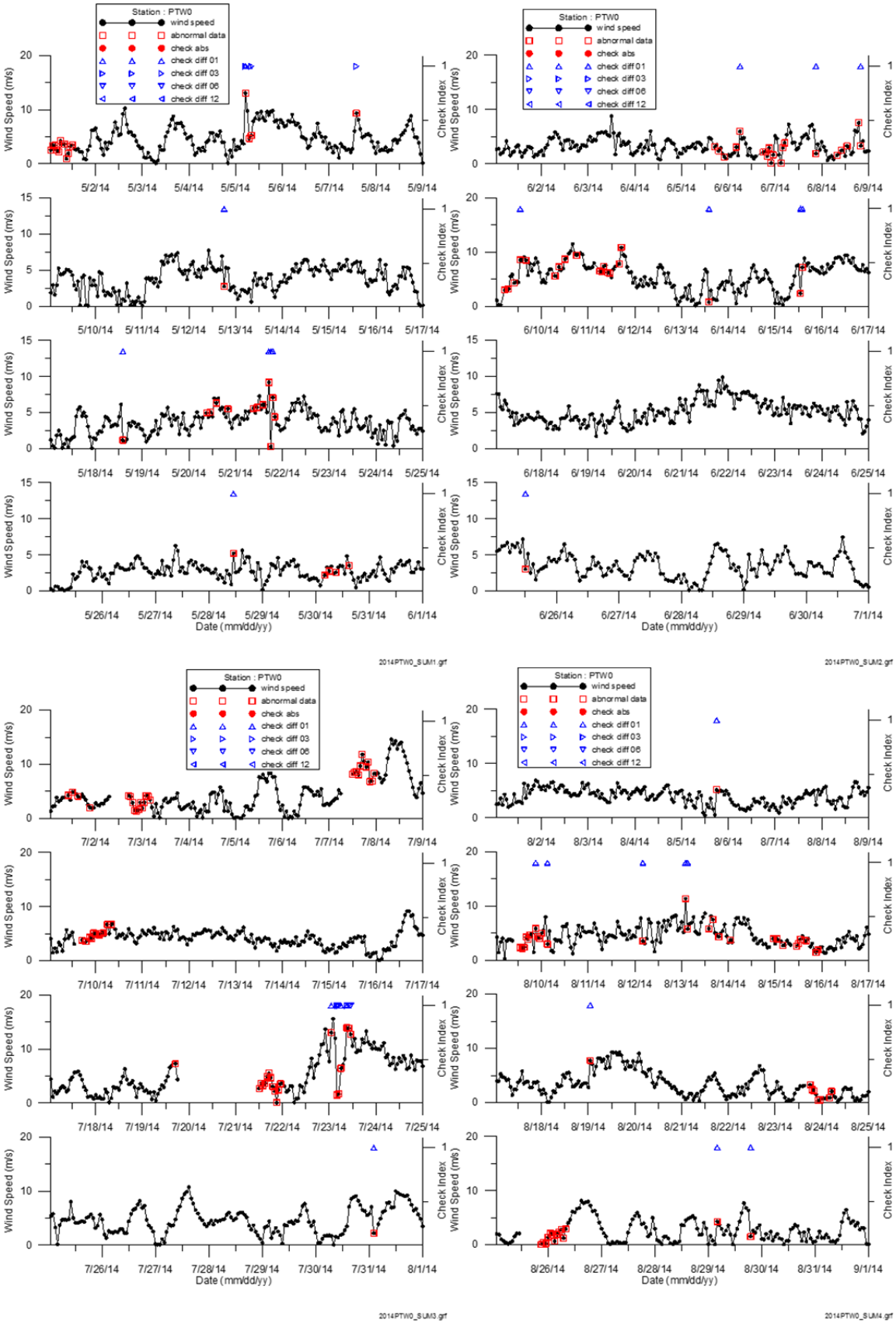


圖8.2.1b 布袋港W0測站2014年各月風速及風速差值檢核結果

(左上5月、右上6月、左下7月、右下8月)

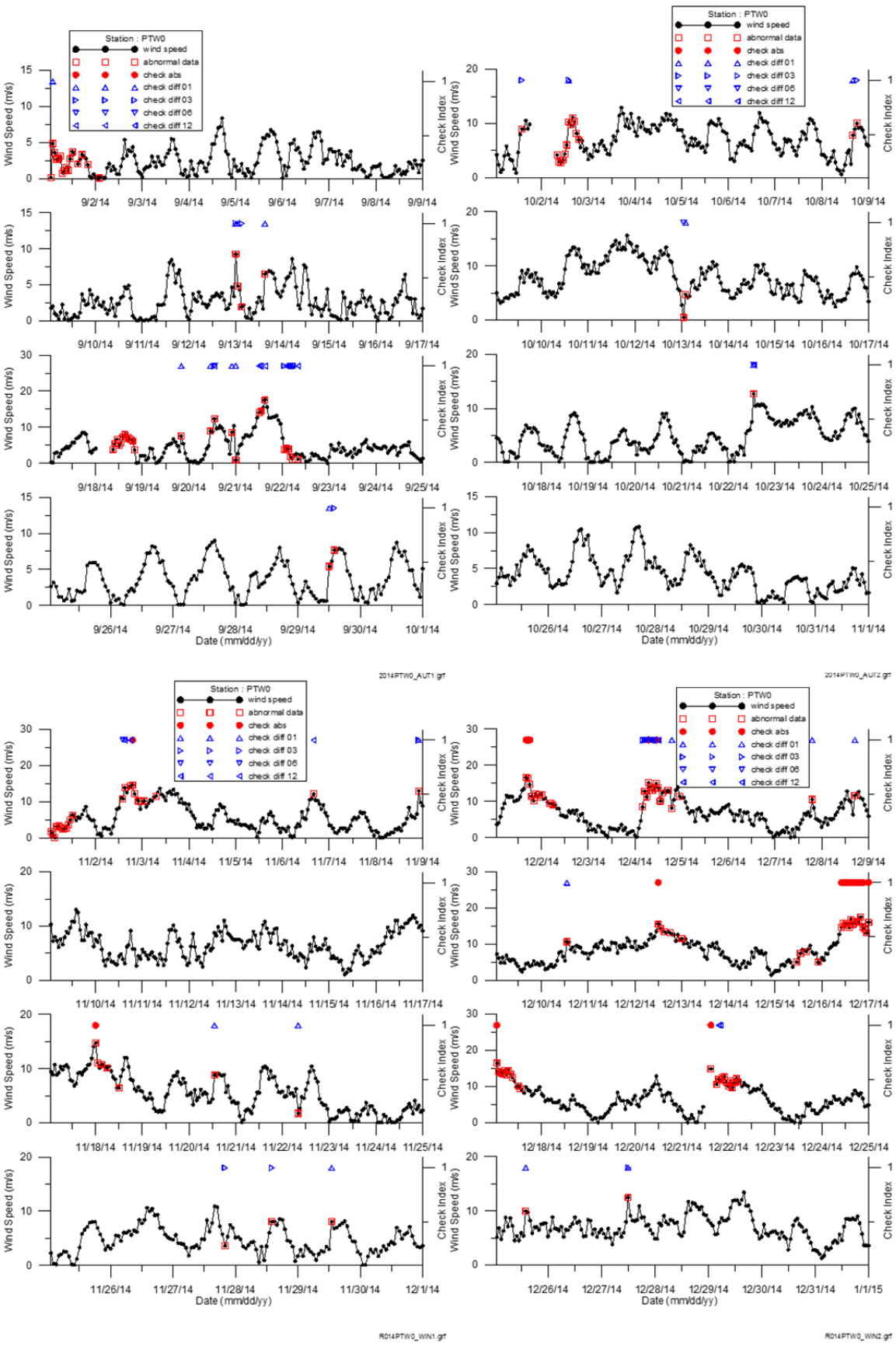


圖8.2.1c 布袋港W0測站2014年各月風速及風速差值檢核結果

(左上9月、右上10月、左下11月、右下12月)

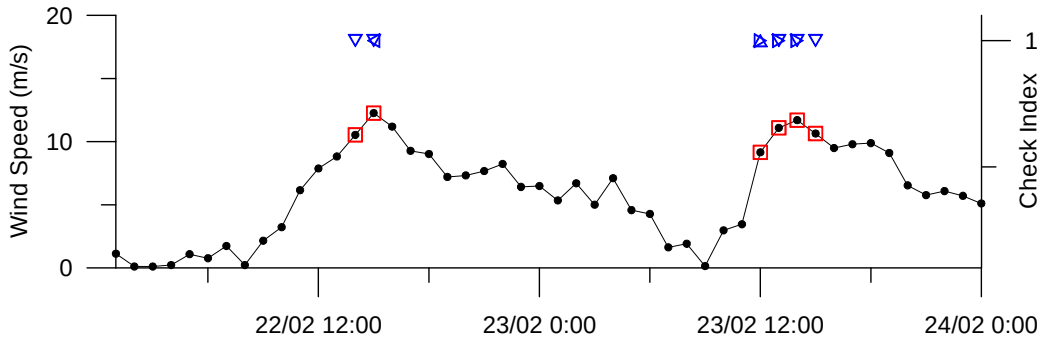


圖8.2.2a 布袋港W0測站2014年2月22日至23日風速及風速差值檢核結果

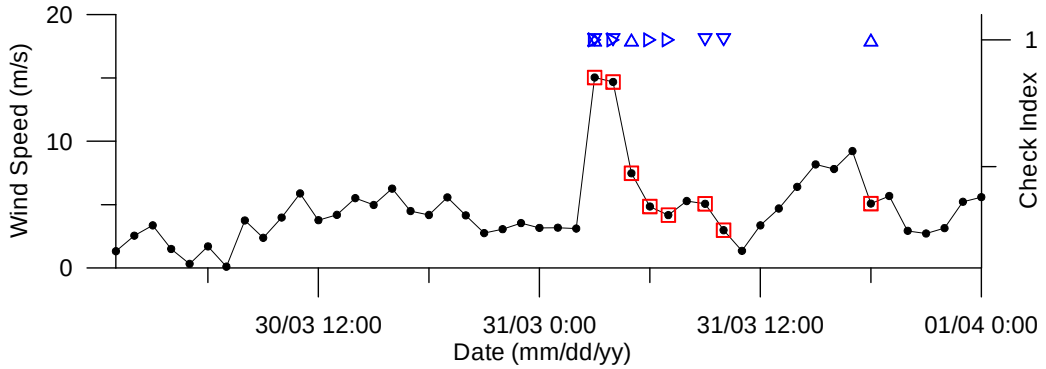


圖8.2.2b 布袋港W0測站2014年3月30日至31日風速及風速差值檢核結果

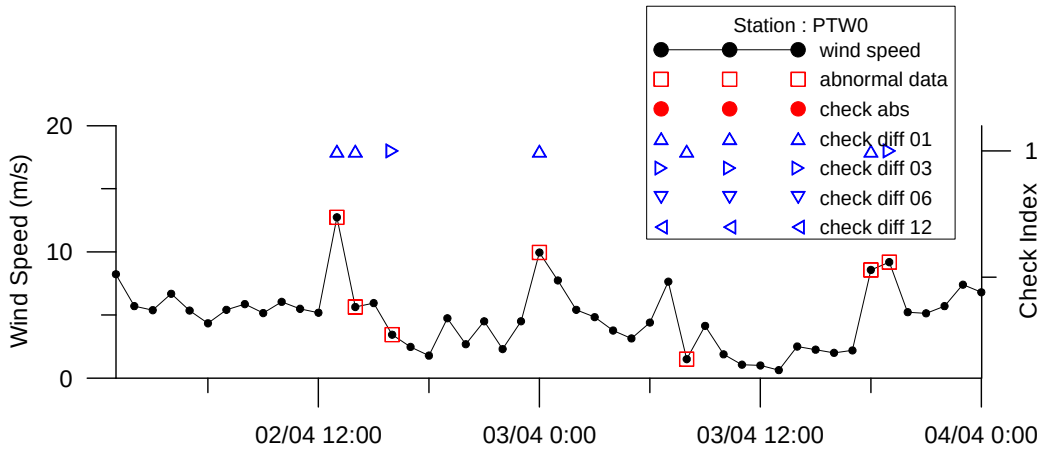


圖8.2.2c 布袋港W0測站2014年4月2日至3日風速及風速差值檢核結果

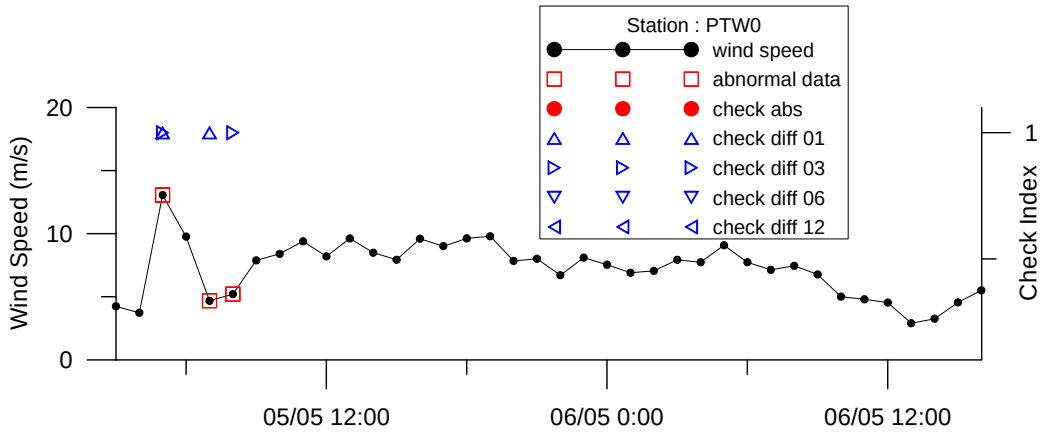


圖8.2.2d 布袋港W0測站2014年5月5日至6日風速及風速差值檢核結果

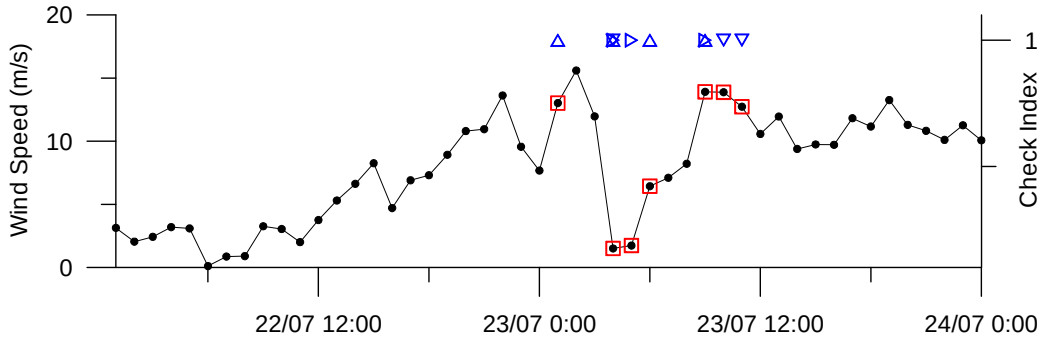


圖8.2.2e 布袋港W0測站2014年7月22日至23日風速及風速差值檢核結果

8.3 臺中港風速檢核

臺中港測站W0及W1之程式自動檢核結果分別如圖8.3.1及圖8.3.2所示。圖中顯示臺中港測站W0及W1之風速資料數據絕大部分皆通過程式自動檢核，但仍有少部分未通過檢核標準而被篩檢出來，需要以人工方式作進一步判斷處理。根據圖8.3.1中某些檢核結果將圖放大進行個案說明如圖8.3.3所示。

圖8.3.3a顯示有2個異常數據，第1個異常數據在時差1之風速差值超過4.35m/s，檢視比較其前1個數據可發現風速明顯增大確屬異常，雖然相較下一個數據顯示風速變化不大，但檢視本數據前數個數據顯示風速變化趨勢和緩，僅本數據變化劇烈，故判別本數據資料應刪除。第2個異常數據在時差1之風速差值超過4.35m/s，檢視比較其前1個數據可發現風速明顯減小確屬異常，雖然相較下一個數據顯示風速變化不大，但檢視本

數據前後數個數據顯示風速變化趨勢劇烈，故判別本數據資料也應刪除。

圖8.3.3b顯示有2個異常數據，第1個異常數據在時差6之風速差值超過11.70m/s，檢視比較其前第6個數據可發現風速明顯增大確屬異常，但相較下一個數據顯示風速變化不大，另外檢視本數據前後數個數據顯示風速變化趨勢一致和緩，故判別本數據資料為正常。第2個異常數據在時差12之風速差值超過13.60m/s，檢視比較其前第12個數據可發現風速明顯增大確屬異常，但相較下一個數據顯示風速變化不大，但檢視本數據前後數個數據顯示風速變化趨勢一致和緩，故判別本數據資料為正常。這些異常數據可能是鋒面過境時所造成之風速變化，故風速在一段時間內先增大然後減小是屬合理現象，故判別為通過檢核是正常資料。

圖8.3.3c顯示有6個異常數據，第1個異常數據在時差1之風速差值超過4.35m/s，檢視比較其前第1個數據可發現風速明顯減小確屬異常，但相較下一個數據顯示風速增大，另外檢視本數據前後數個數據顯示風速變化趨勢劇烈不一致，故判別本數據資料應刪除。第2個異常數據在時差1之風速差值超過4.35m/s，檢視比較其前第1個數據可發現風速明顯增大確屬異常，但相較下一個數據顯示風速明顯變小，且檢視本數據前後數個數據顯示風速變化趨勢劇烈，故判別本數據資料應刪除。第3個異常數據是在時差1之風速差值超過檢核標準，檢視比較其前第1個數據可發現風速明顯減小確屬異常，但由於其前第1個數據也就是第2個異常數據已於先前判別為應刪除資料，因此第3個異常數據難以判斷是否合理，故判別為存疑數據，資料暫時保留。第4個異常數據是在時差1之風速差值超過檢核標準，檢視比較其前第1個數據可發現風速明顯減小確屬異常，但由於其前第1個數據也就是第3個異常數據已於先前判別為存疑資料，因此第4個異常數據也難以判斷是否合理，故同樣判別為存疑數據，資料暫時保留。第5個異常數據是在時差3之風速差值超過檢核標準，檢視比較其前第3個數據可發現風速明顯減小確屬異常，但由於其前第3個數據也就是第2個異常數據已於先前判別為應刪除資料，因此第5個異常數據也難以判斷是否合理，故同樣判別為存疑數據，資料暫時保留。第6個異常數據也是在時差3之風速差值超過檢核標準，但由於其前第3個數據也就是第3個異常數據已於先前判別為存疑資料，因此第6個異常數據也難以判

斷是否合理，故同樣判別為存疑數據，資料暫時保留。對照氣象資料本時段為麥德姆颱風侵襲台灣本島期間，故風速有較劇烈之變化是可能的現象，因此某些異常數據資料暫時保留是合理的。

圖8.3.3d顯示有2個異常數據，第1個異常數據在時差1之風速差值超過4.35m/s，檢視比較其前第1個數據可發現風速明顯增大確屬異常，雖然相較下一個數據顯示風速持續增大，但檢視本數據前後數個數據顯示風速變化趨勢較劇烈，故判別本數據資料應刪除。第2個異常數據在時差3之風速差值超過8.05m/s，檢視比較其前第3個數據可發現風速明顯增大確屬異常，雖然相較下一個數據顯示風速變化不大，但檢視本數據前後數個數據顯示風速變化趨勢劇烈不一致，故判別本數據資料應刪除。這些異常數據可能是鋒面過境時所造成之風速變化，故風速在一段時間內先持續增大然後逐漸減小是屬合理現象，雖然篩檢出的異常資料判別為應刪除，但研判其真值應相差不多。

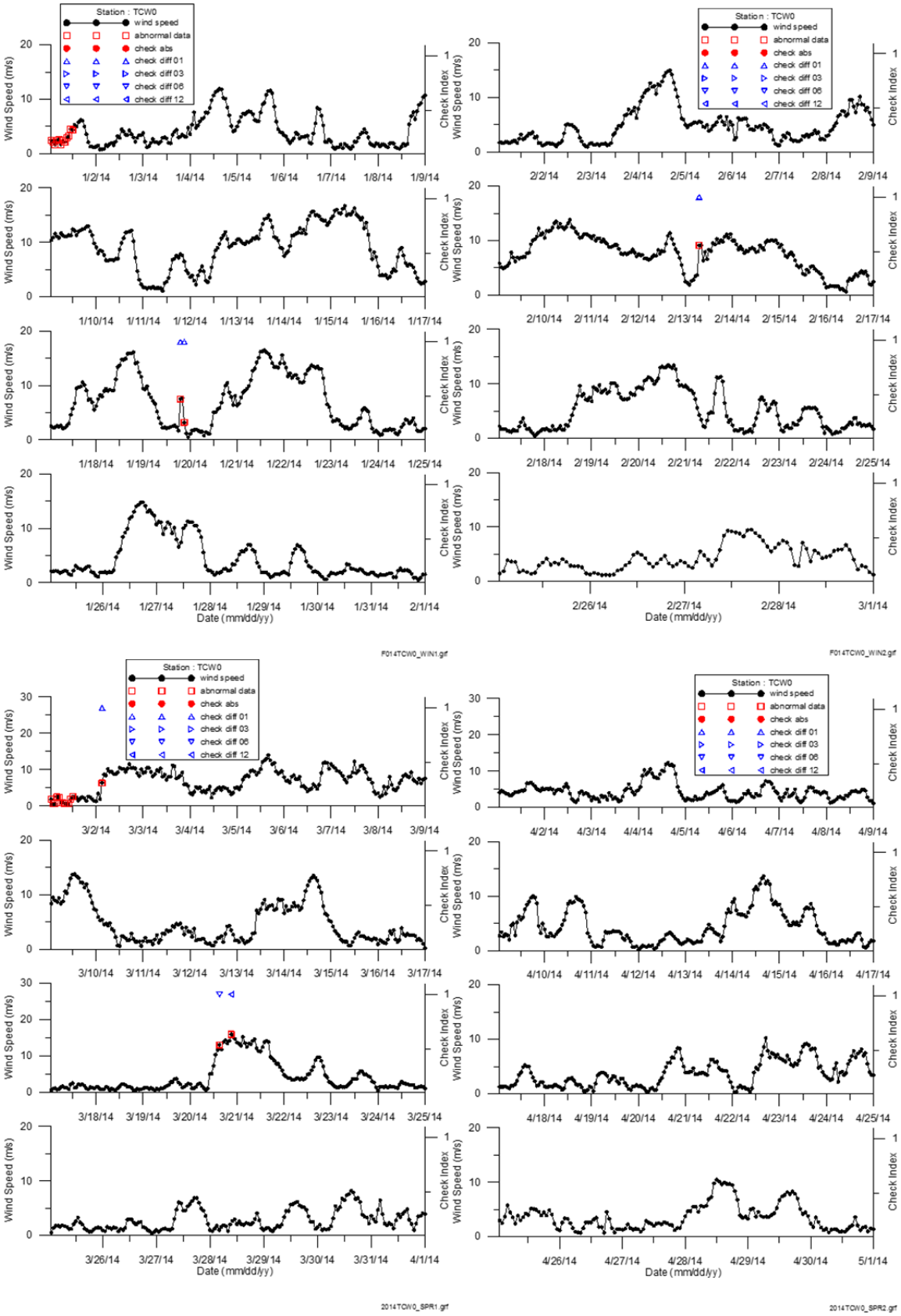


圖8.3.1a 臺中港W0測站2014年各月風速及風速差值檢核結果

(左上1月、右上2月、左下3月、右下4月)

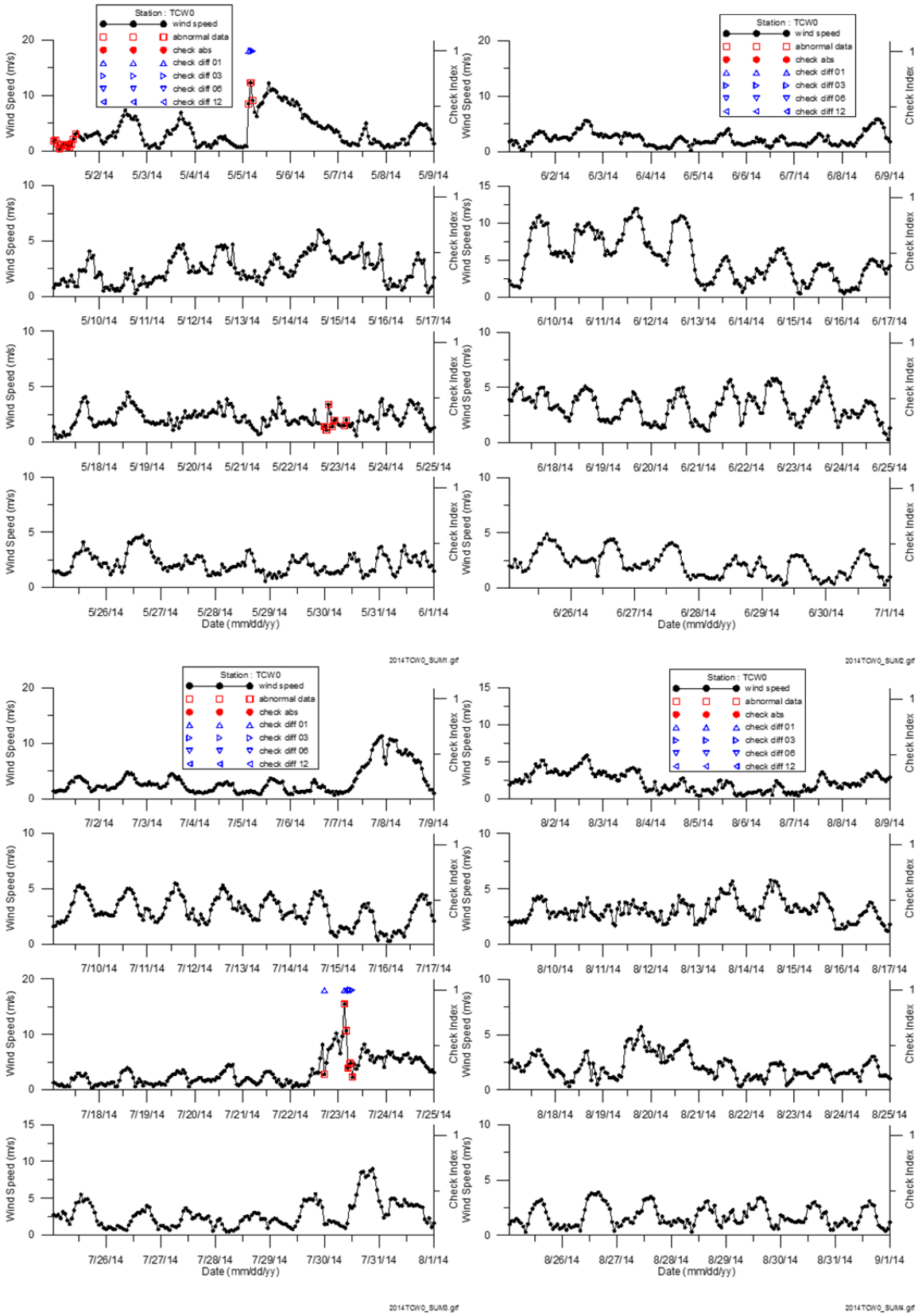


圖8.3.1b 臺中港W0測站2014年各月風速及風速差值檢核結果

(左上5月、右上6月、左下7月、右下8月)

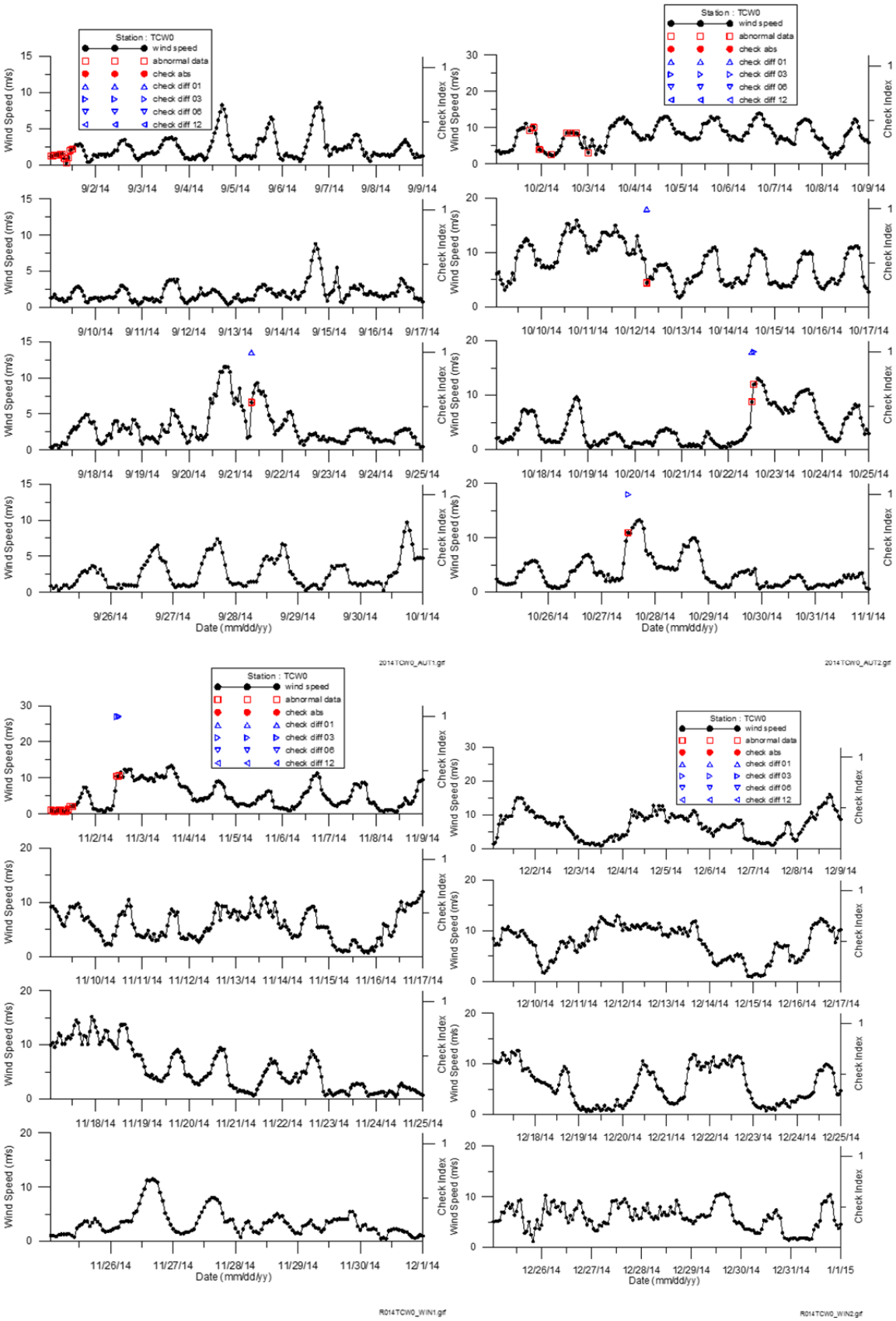


圖8.3.1c 臺中港W0測站2014年各月風速及風速差值檢核結果

(左上9月、右上10月、左下11月、右下12月)

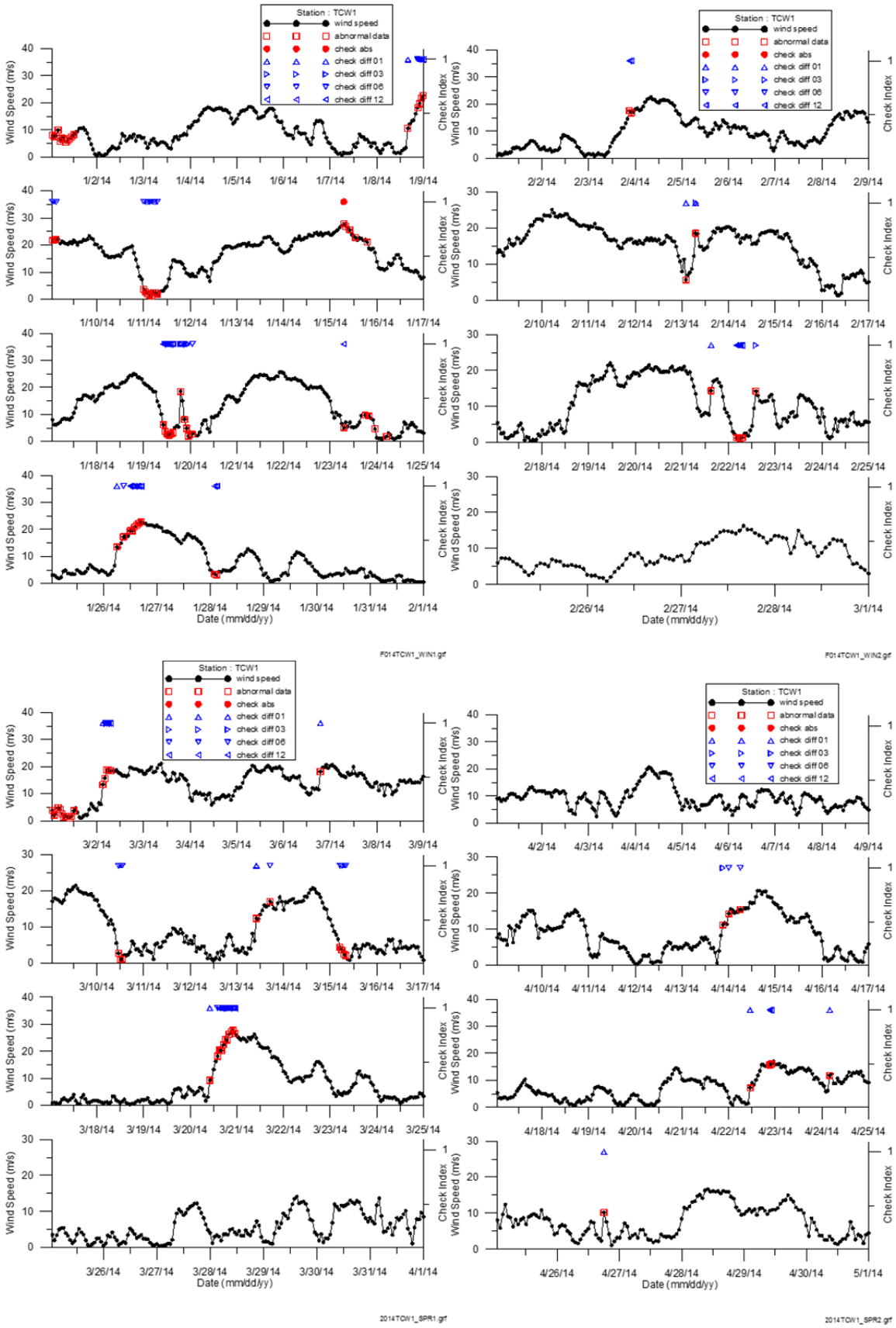


圖8.3.2a 臺中港W1測站2014年各月風速及風速差值檢核結果

(左上1月、右上2月、左下3月、右下4月)

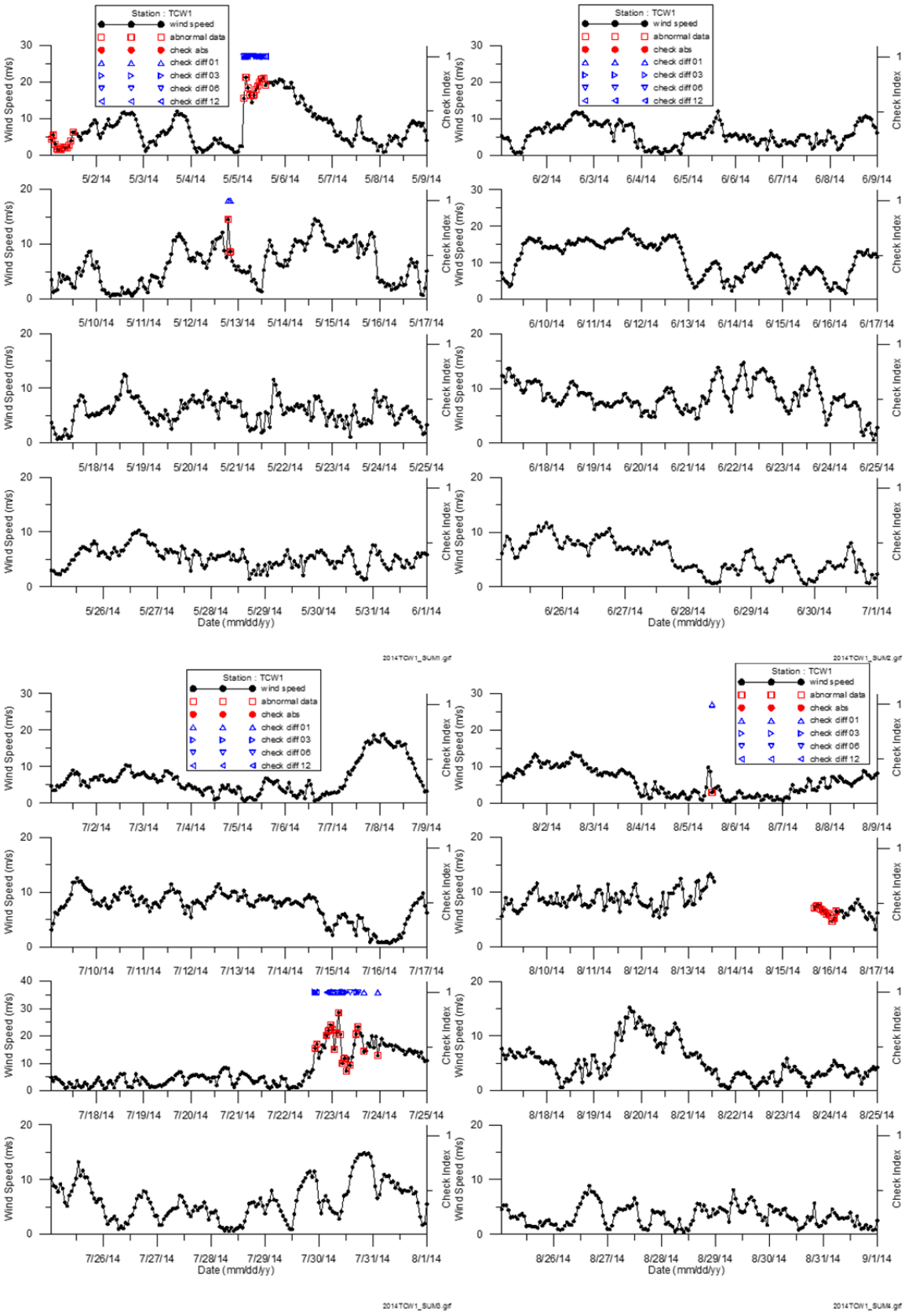


圖8.3.2b 臺中港W1測站2014年各月風速及風速差值檢核結果

(左上5月、右上6月、左下7月、右下8月)

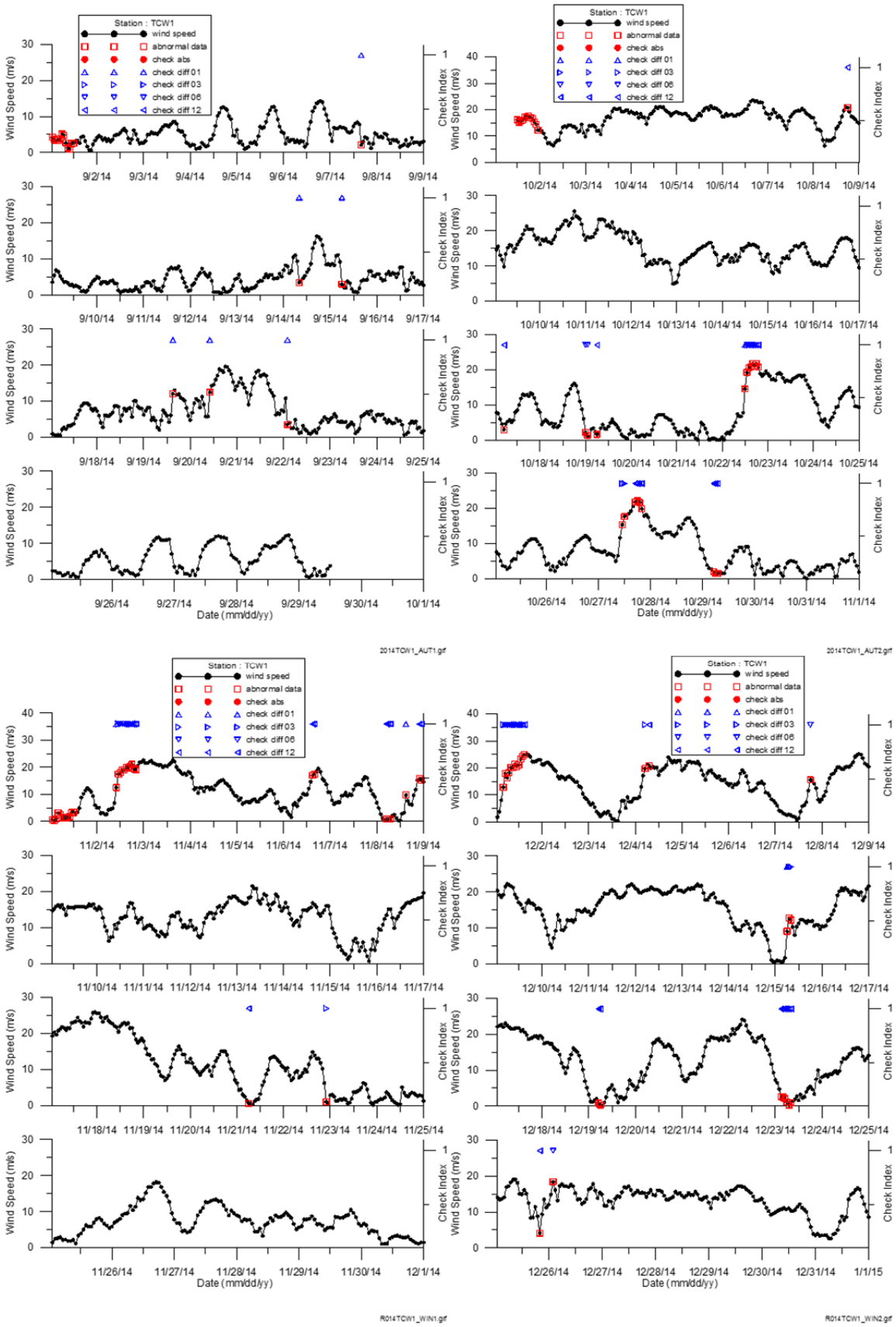


圖8.3.2c 臺中港W1測站2014年各月風速及風速差值檢核結果

(左上9月、右上10月、左下11月、右下12月)

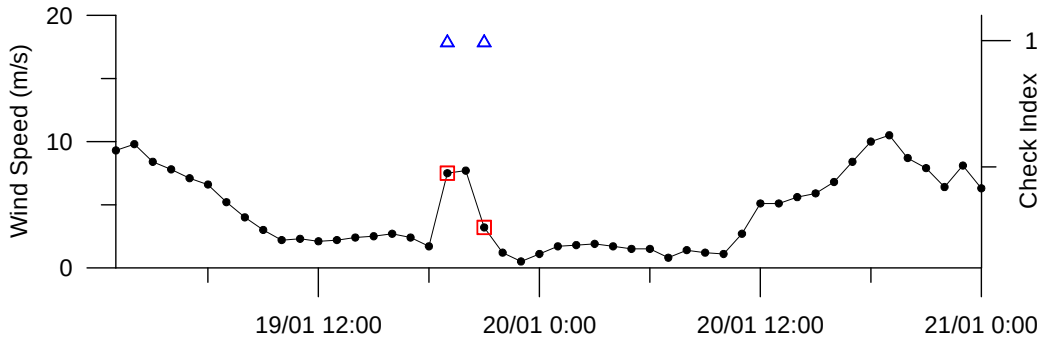


圖8.3.3a 臺中港W0測站2014年1月19日至20日風速及風速差值檢核結果

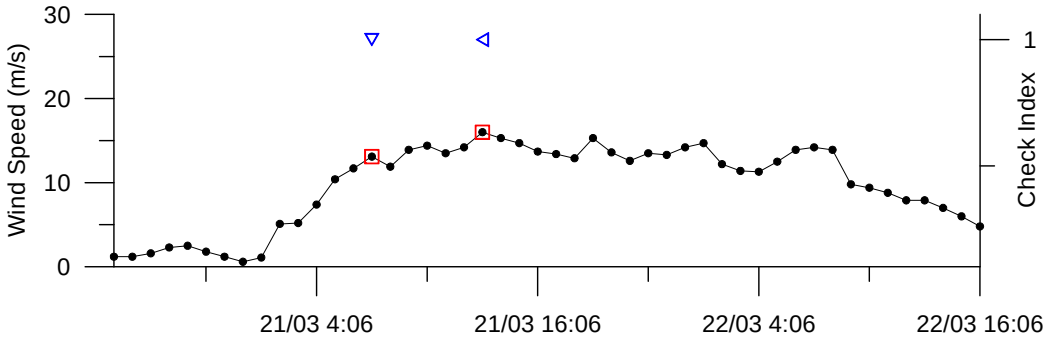


圖8.3.3b 臺中港W0測站2014年3月21日至22日風速及風速差值檢核結果

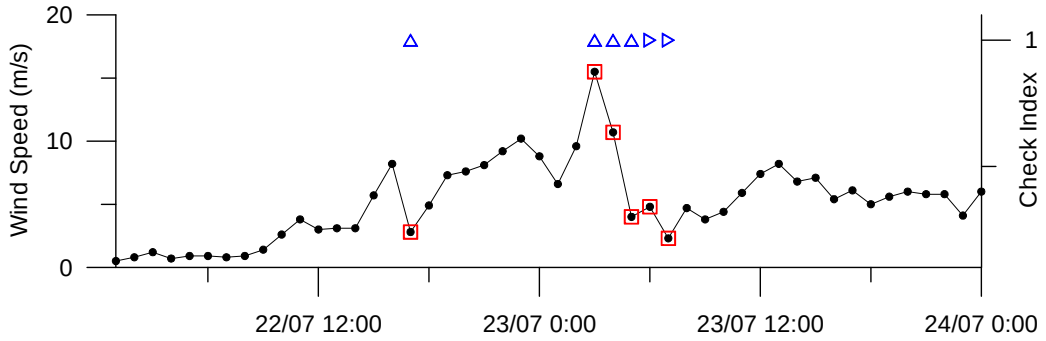


圖8.3.3c 臺中港W0測站2014年7月22日至23日風速及風速差值檢核結果

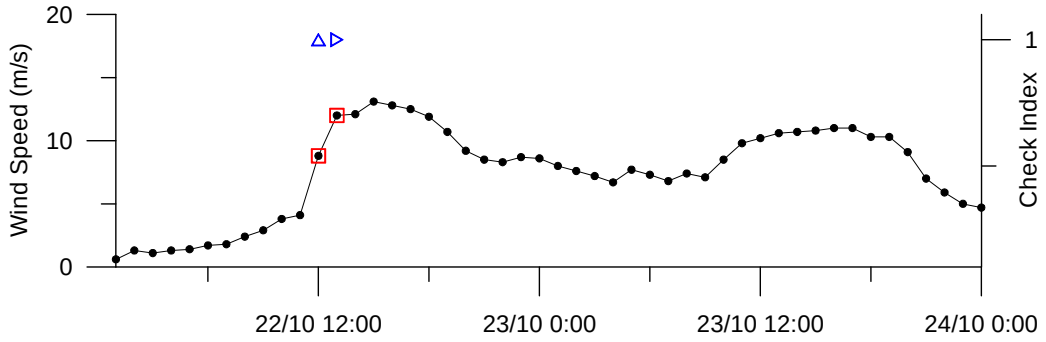


圖8.3.3d 臺中港W0測站2014年10月22日至23日風速及風速差值檢核結果

臺中港測站W1之程式自動檢核結果如圖8.3.2所示。圖中顯示臺中港測站W1之風速資料數據絕大部分皆通過程式自動檢核，但仍有少部分未通過檢核標準而被篩檢出來，需要以人工方式作進一步判斷處理。根據圖8.3.2中某些檢核結果將圖放大進行個案說明如圖8.3.4所示。

圖8.3.4a顯示有11個異常數據，第1個至第6個異常數據分別在時差1或時差3之風速差值超過檢核標準，檢視比較其前第1個或第3個數據可發現風速明顯減小確屬異常，雖然相較下一個數據顯示風速變化不大，但另檢視本數據前後數個數據顯示風速變化趨勢一致且和緩，故判別這些數據資料為正常。第7個異常數據在時差1及時差3之風速差值超過檢核標準，檢視比較其前第1個及第3個數據可發現風速明顯增大確屬異常，雖然相較下一個數據顯示風速略為減小，但檢視本數據前後數個數據顯示風速變化趨勢劇烈不一致，故判別本數據資料應刪除。第8個異常數據在時差1之風速差值超過檢核標準，檢視比較其前第1個數據可發現風速明顯減小確屬異常，但相較下一個數據顯示風速持續略為減小，風速變化趨勢一致，因此第8個異常數據難以判斷是否合理，故判別為存疑數據，資料暫時保留。第9個異常數據是在時差3之風速差值超過檢核標準，但由於其前第3個數據也就是第7個異常數據已於先前判別為刪除資料，因此第9個異常數據也難以判斷是否合理，故同樣判別為存疑數據，資料暫時保留。第10個異常數據是在時差3之風速差值超過檢核標準，檢視比較其前第3個數據可發現風速明顯減小確屬異常，但相較下一個數據顯示風速持續略為減小，風速變化趨勢一致，因此第10個異常數據難以判斷是否合理，故判別為存疑數據，資料暫時保留。第11個異常數據是在時差6之風速差值超過檢核標準，但由於其前第6個數據也就是第7個異常數據已於先前判別為刪除資料，因此第11個異常數據也難以判斷是否合理，故同樣判別為存疑數據，資料暫時保留。

圖8.3.4b顯示有8個異常數據，第1個在時差1之風速差值超過檢核標準，檢視比較其前第1個數據可發現風速明顯增大確屬異常，但相較下一個數據顯示風速變化不大，因此第1個異常數據難以判斷是否合理，故判別為存疑數據，資料暫時保留。第2個在時差6之風速差值超過檢核標準，檢視比較其前第6個數據可發現風速明顯增大確屬異常，但另檢視本數據前後數個數據顯示風速變化趨勢一致且和緩，故判別這些數據資料為正

常。第3個至第8個異常數據都是在時差12之風速差值超過檢核標準，檢視比較其前第12個數據可發現風速明顯增大確屬異常，但另檢視本數據前後數個數據顯示風速變化趨勢非常和緩且彼此間大小相近，故判別這些數據資料為正常。

圖8.3.4c顯示有11個異常數據，其風速變化與圖8.3.4b相似。第1個在時差1之風速差值超過檢核標準，檢視比較其前第1個數據可發現風速明顯增大確屬異常，但相較下一個數據顯示風速變化不大，因此第1個異常數據難以判斷是否合理，故判別為存疑數據，資料暫時保留。第2個至第11個異常數據大都是在時差12之風速差值超過檢核標準，檢視比較其前第12個數據可發現風速明顯增大確屬異常，但另檢視本數據前後數個數據顯示風速變化趨勢非常和緩且彼此間大小相近，故同樣判別這些數據資料為正常。這些異常數據可能是鋒面過境時所造成之風速變化，故風速在一段時間內先增大然後減小是屬合理現象，故判別為通過檢核是正常資料。

圖8.3.4d顯示有18個異常數據，這些異常數據都是在不同時差之風速差值超過檢核標準，檢視其前1個或前第3個或第6個或第12個數據可發現風速明顯增大或減小確屬異常，但檢視數據前後數個數據顯示風速變化趨勢有些非常和緩且彼此間大小相近；另外有些風速變化趨勢不一致且相當劇烈。因此，有些數據判別為應刪除，例如第1個、第7個、第17個及第18個異常數據等；另外有些數據難以判斷是否合理，故判別為存疑數據，資料暫時保留，例如第2個、第8個、第9個、第10個、第11個、第15個及第16個異常數據等；另外也有些是正常資料，例如第3個、第4個、第5個、第6個、第12個、第13個及第14個異常數據等。對照氣象資料本時段為麥德姆颱風侵襲台灣本島期間，故風速有較劇烈之變化是可能的現象，故某些異常數據資料暫時保留是合理的。

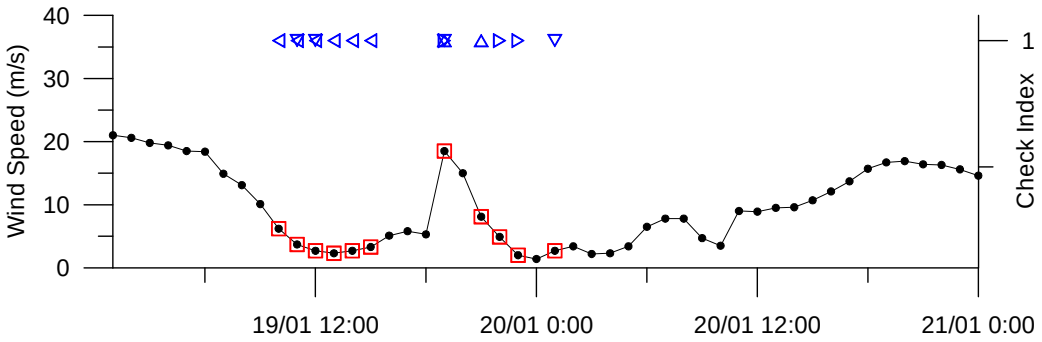


圖8.3.4a 臺中港W1測站2014年1月19日至20日風速及風速差值檢核結果

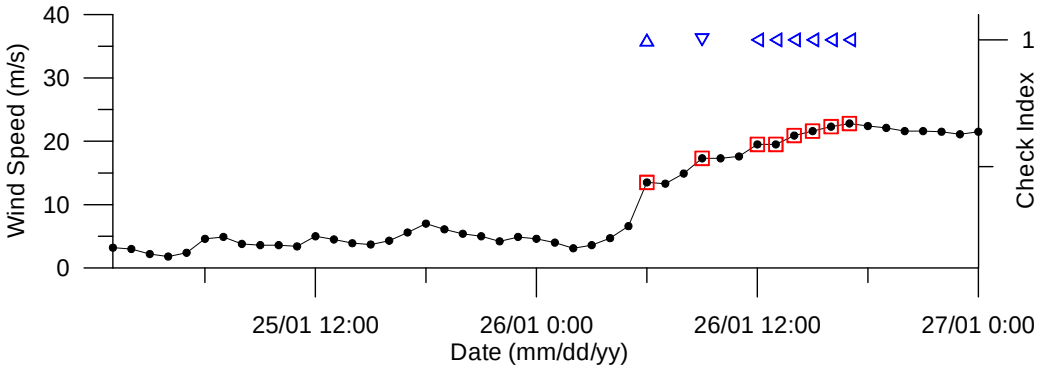


圖8.3.4b 臺中港W1測站2014年1月25日至26日風速及風速差值檢核結果

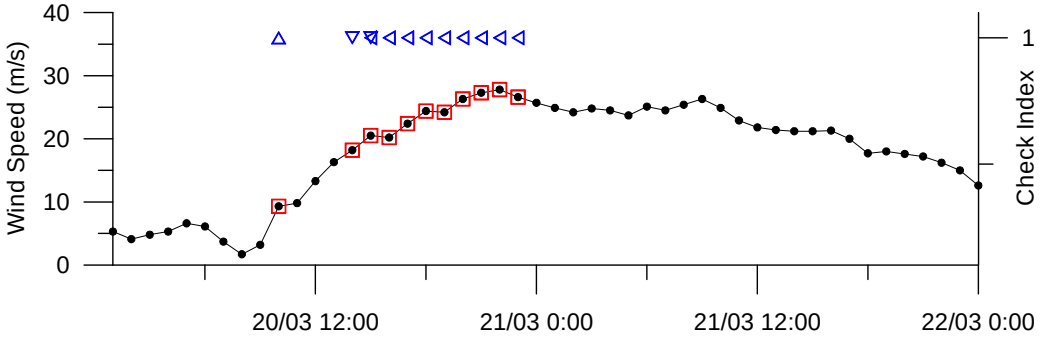


圖8.3.4c 臺中港W1測站2014年3月20日至21日風速及風速差值檢核結果

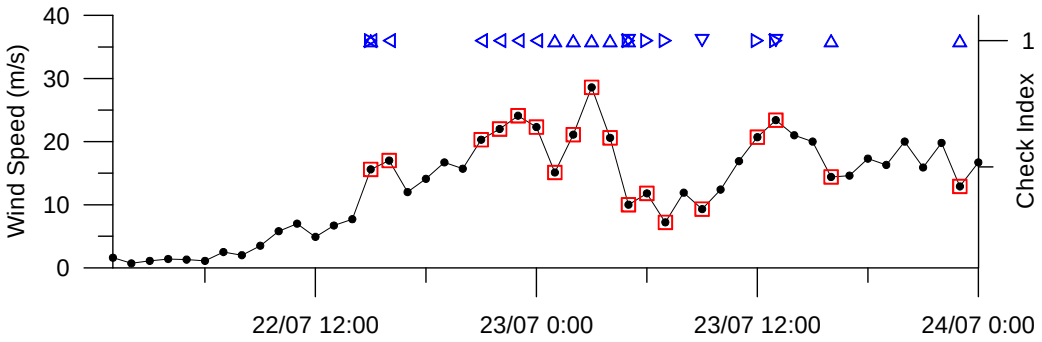


圖8.3.4d 臺中港W1測站2014年7月22日至23日風速及風速差值檢核結果

由上述安平港、布袋港及臺中港各風速測站之實測資料進行之自動檢核結果顯示，本研究所訂定之檢核方法及標準能有效篩檢出異常數據資料，而達到即時品管以提升資料服務品質及減輕品管人力負擔之計畫目標。對於各異常數據之判別基本上是個人之主觀認定，換言之，不同的資料品管人員對同一異常數據很可能有不同之判別結果。因此，上述之判別大部分以存疑數據，資料暫時保留作為判別結果，而這些存疑資料可透過其他檢核方法及標準再作近一步檢核，例如本研究所提出之空間相對值及因果相對值等海氣象資料合理性之自動檢核方法。利用自動檢核除提升資料品質及減輕品管人力外，也可藉由檢核結果對於觀測儀器的量測功能或傳輸線路的穩定度可即時作評估而達到預警功能，也就是在儀器故障或線路不通初期可由檢核結果看到徵兆，而事先作處理以提升觀測成功率。例如安平港W0測站於2014年8月中旬已出現較密集之異常數據且異常之形式也較混亂，此顯示該測站觀測儀器或傳輸線路已開始出現問題，在隨後之月份中可發現資料大量缺漏而得到證實，如圖8.1.1c所示。

第九章 港灣環境資訊系統工作成果

港灣環境資訊網之架構共區分為海氣象觀測資訊、海象模擬資訊、港區影像系統、港區地震系統及海嘯模擬資訊等子系統，本年度已完成之工作項目詳如下表9-1 104年工作完成彙總表說明。

表 9-1 104 年工作完成彙總表

子系統(功能)	工作說明	期末報告進度
1.港灣環境資訊網	■ 海情資料庫(MS-SQL)維護	✓
	■ 港灣環境資訊網頁之子功能項目更新及維護	✓
	■ 部分對外網頁之風格與美工設計改版	✓
	■ 多功能元件式展示系統開發之可行性評估	✓
2.海氣象觀測資訊	■ 彙入海氣象觀測等年報資料等	✓
	■ 介接展示新增港口測站即時觀測資料	✓
	■ 港灣環境資訊 App 功能改善	✓
	■ 海氣象資料之統計特性及相關性展示功能與探討	✓
	■ 整合水利署海氣象觀測資訊(近海水文中心)	✓
3.海象模擬資訊	■ 數值預報子系統之資料庫彙整	✓
	■ 新增模式予介接展示(金門數值模擬/小尺度)	✓
4.藍色公路(AIS)	■ 藍色公路船班新增介接與展示	✓
	■ 郵輪航線納入藍色公路功能上線與展示	✓
5.港區影像系統	■ 港區即時影像監視及傳輸通訊系統維護	✓
	■ 新增設之港口即時影像予以介接展示	✓
	■ 即時影像長時間(含夜間)拍攝之影像實作	✓
6.港區地震系統	■ 港區地震系統資料彙整及維護	✓
7.海嘯模擬資訊	■ 海嘯系統資料彙整及維護	✓
8.大氣腐蝕監測	■ 大地腐蝕監測資料庫維護與歷史監測資料匯入	✓
9.駐點維護	■ 人員駐點維護服務	✓
10.成果發表會	■ 舉辦使用者系統功能說明會	✓
	■ 舉辦「港灣環境資訊系統建置」成果發表會	配合中心時間辦理
11.其他	■ 訊息推播之應用可行性評估	✓
	■ 遠端系統維護之評估與 SOP 擬定	✓
	■ 港區碼頭即時水深預報系統整合之可行性評估	✓
	■ 油污即時監測與擴散預報系統納入之可行性評估	NG
	■ 海氣象雲端資料中心評估、規劃	✓
	■ 港灣環境資訊網行銷推廣	✓
	■	

9.1 港灣環境資訊系統架構

港灣環境資訊系統架構主要為提供於各港口所佈放之海氣象儀器所回傳接之觀測資料，利用網頁資訊結合 Google Map 之技術，整合空間與屬性資訊提供分析、展示、儲存、管理及之應用支援系統，以進行多元化的資訊展示，提供相關單位多方面港區防救災政策研擬與港埠發展管理規劃參考依據。

本系統採用多階層式功能模組架構，以提昇系統效率及穩定性。依據資訊系統硬體規劃架構，可區分現場觀測儀器、海情中心應用系統主機群及使用者三大部分。現場觀測儀器主要負責觀測各種海氣象觀測資料收集及 CCTV 港區即時影像等，目前港灣環境資訊系統與海氣象觀測資料之間是透過 Intranet 內部網路以 SQL DB replication 方式進行相關系統資料同步與接收；港灣環境資訊系統的資料接收模組於接收到資料後會進行資料品管處理後儲存於海氣象資料庫中，並且將即時觀測資訊提供近岸數值模擬系統模式演算應用，以獲得海氣象數值模擬預報資訊。港區即時影像是透過 GSN-VPN 進行各即時影像系統連接以提供港區域即時影像。以上之系統架構如下圖 9.1 港灣環境資訊系統架構圖所示：

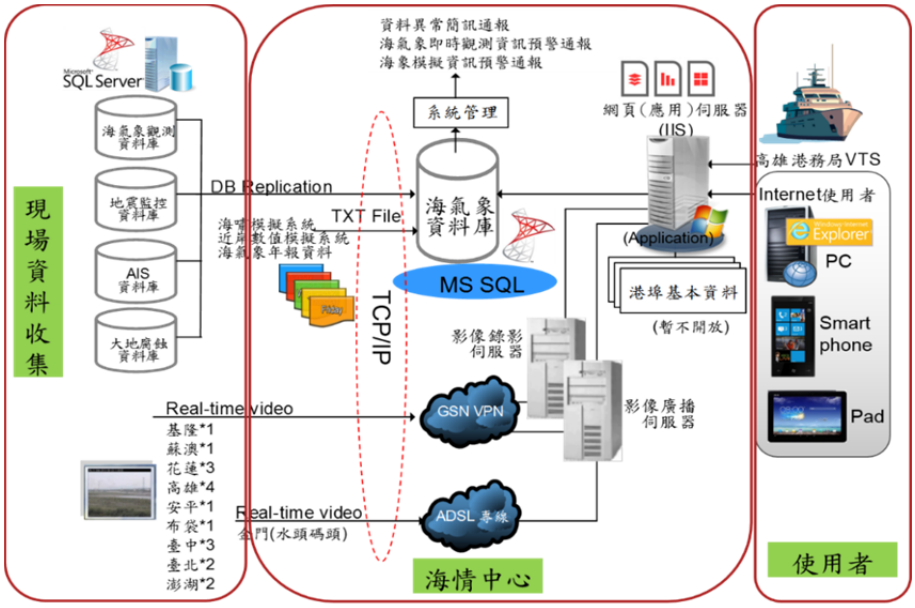


圖 9.1 港灣環境資訊系統架構圖

港灣環境資訊網頁採用三層式架構建置，分別由 IIS Server(使用者 Portal、網頁功能及管理模組)、資料收集等功能模組及使用者端共同建構港灣環境資訊網如下圖 9.2 港灣環境資訊網功能方塊圖所示：

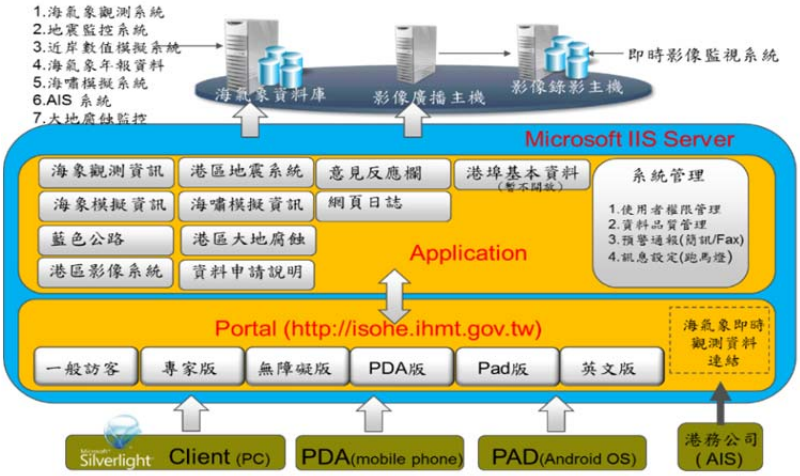


圖 9.2 港灣環境資訊網功能方塊圖

目前港灣環境資訊網已可提供使用者透過個人電腦(PC)、手持式裝置(PDA、智慧型手機)及平板電腦(Pad/Android)進行網頁資訊瀏覽等。港灣環境資訊網首頁如下圖 9.3 港灣環境資訊網(首頁)所示：



圖 9.3 港灣環境資訊網(首頁)(http://isohe.ihmt.gov.tw)

港灣環境資訊網頁依功能別共區分為一般訪客版、專家版、PDA 版、無障礙空間網頁版及 Pad 版(Android OS)及英文版六大類，如下圖 9.4 港灣環境資訊網頁系統架構圖所示：

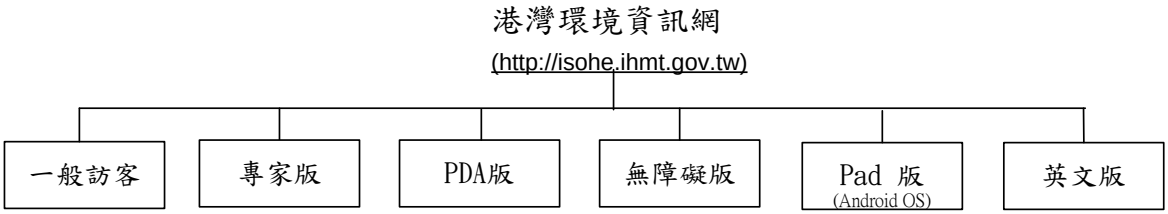


圖 9.4 港灣環境資訊網頁系統架構圖

港灣環境資訊網系統功能依使用設備不同共可區分為 PC 版、PDA 版、Android App 及 iOS App 共四種版本如下表 9-2 港灣環境資訊網頁功能版本表(依使用設備區分)所示：

表 9-2 港灣環境資訊網頁功能版本表(依使用設備區分)

項目	功能	PC 版	PDA 版	Android App	iOS App
海象觀測資訊	海象觀測資訊	v	v	v	v
	綜合表	v			
	歷線圖表	v			
	歷線圖表(動態)	v			
	統計圖表	v			
	歷年觀測資料圖表	v			
	觀測儀器簡介	v			
海象模擬資訊	模擬海象	v			
	歷史颱風模擬動畫	v			
	數值模擬簡介	v			
藍色公路		v		v	v
港區影像系統	即時影像查詢	v	v	v	v
	近期影像查詢	v			
港區地震系統	近期地震查詢	v	v	v	v
	歷史地震查詢	v			
	地震系統簡介	v			
海嘯模擬資訊	近期海嘯查詢	v	v	v	v
	歷史海嘯查詢	v			
	海嘯系統簡介	v			
港區大地腐蝕		v			
資料申請說明		v			
意見反應欄		v			
網頁日誌		v			

PC 版功能開發因使用 Silverlight 工具軟體，故於第一次使用時需要進行下載安裝此軟體元件，其他版本則不需安裝此軟體即可以使用所提供之功能項目。

9.1.1 一般訪客版網頁版

一般訪客版網頁如下圖 9.5 港灣環境資訊網(一般訪客版)所示，其功能架構如下圖 9.6 一般訪客版網頁功能架構圖所示:



圖 9.5 港灣環境資訊網(一般訪客版)



圖 9.6 一般訪客版網頁功能架構圖

一般訪客版網頁功能架構共區分為海象觀測資訊、海象模擬資訊、港區影像系統、港區地震系統、海嘯模擬資訊、資料申請說明、意見反應欄及網頁日誌等共計 9 項子系統，詳細之說明如下表 9-3 一般訪客版網頁功能項目說明表所示：

表 9-3 一般訪客版網頁功能項目說明表

主項目	次項目	索引	說明
海象觀測資訊	海氣象即時資訊查詢	海氣象項目	顯示風力、潮汐、波浪、海流以及水溫即時資料。
	綜合表		整合所有港區之海氣象即時觀測資料、即時影像以及歷線圖表查詢、測站位置說明。
	歷線圖表	港口名稱	依港口/海氣象歷線圖種類/日期/資料筆數查詢相關資訊。
	歷線圖表(動態)	港口名稱	依港口/海氣象歷線圖種類/日期查詢相關資訊。
	統計圖表	海氣象項目	匯整 2005 年 12 月至 2013 年 11 月的圖表，並且提供整年度或月份的圖表查詢瀏覽，其整合表以顏色區分並標示資料有效百分比數據(觀測年報資料佔有效資料之比)。
	歷年觀測資料圖表	海氣象項目	彙整歷年港區現場觀測潮汐、海流、風、波浪等原始資料，透過統計分析後，提供包含觀測記錄表、月報表、原始資料及各項重要之統計圖表等。
	觀測儀器簡介	港口名稱	依港口查詢相關資訊。
	海氣象整合資訊		整合港研中心與中央氣象局觀測之海氣象即時資料以及歷線圖表查詢、測站位置說明。
	即時觀測資料傳輸	港口名稱	依港口/資料類型顯示相關資訊；此部分的資料下載需透過申請流程，待審核後才予以開放下載。

海象模擬資訊	模擬海象	網格大小	套疊觀測及模擬資料之歷線圖表以及整合其相關的海氣象圖形動畫，並且依模擬尺度範圍(大、中以及小尺度、細尺度、藍色公路)規劃區分做呈現，使用者可點選欲要瀏覽的模擬尺度範圍，做進一步的查詢
	綜合表		整合所有港區之海氣象數值模擬資料以及歷線圖表查詢、測站位置說明。
	歷史颱風模擬動畫	網格大小	依網格/年度/颱風名稱/圖型動畫種類交叉查詢颱風期間的圖型動畫供使用者瀏覽。
	數值模擬簡介		提供數值模擬系統之相關介紹。
藍色公路			可查詢藍色公路之海氣象模擬資訊(風速、風向以及波高、波向)
港區影像系統	即時影像查詢	港口名稱	以 Google map 展示其港口地理位置，並且於 map 中標示攝影機約略的安裝位置座標以及同時嵌入即時影像供使用者觀看。
	近期影像查詢	港口名稱	提供使用者可線上瀏覽前三日的錄影檔(每天 5:00~19:00)，錄影檔格式 1 小時 1 筆(24 小時制)。另外開放透過申請審核通過後即可下載錄影檔。
港區地震系統	近期地震查詢		於 Google map 中標示有設置地震儀器的港區，點選各港區的圖示，會顯示目前最近一筆的地震資訊(地震發生時間、地震震度、儀器設置位置以及 x,y,z 地表地震圖)。

	歷史地震查詢	港口名稱	依港口/地震發生時間查詢相關資訊(地震發生時間、地震震度、地表加速度以及 x,y,z 地表地震圖。)
	地震系統簡介		提供地震系統之相關介紹。
海嘯模擬資訊	近期海嘯查詢		於 GoogleMap 標示臺灣港區位置(基隆、臺北、臺中、安平、布袋、高雄、蘇澳以及花蓮)。提供包含地震的相關詳資訊、震央位置圖以及到達臺灣各港區的相關預警訊息資料、海嘯模擬水位資訊查詢
	歷史海嘯查詢	港口名稱	依港口/地震發生時間查詢相關資訊 (地震發生時間、地震矩規模、深度以及計算海嘯模擬水位資料之兩組機制解參數(NP1,NP2)與相關的水位歷線圖表
	海嘯系統簡介		提供海嘯系統之相關介紹。
港區大氣腐蝕		試驗點	彙整離港區 0m,100m, 300m 之試驗點資料，提供腐蝕因子，包含溼潤時間(%)、氯(mg/m^2/day)、鋁(g/m^2/yr)、鋼(μm/yr)、鐵(μm/yr)、鋅(μm/yr)。
港埠基本資料(暫時未對外開放)		港口名稱	提供港池模型導覽、港區配置規劃、地質資料展繪、土壤液化分析、營運碼頭配置、碼頭構造類別、堤防類別分佈、堤防構造類別之相關資訊。
資料申請說明			提供港灣環境資訊網相關文件、系統之說明和下載。
意見反應欄			提供線上問題反應，並且

			針對使用者所提出的問題或建議進行討論回覆，以強化港灣環境資訊網與使用者間之意見交流與互動。
滿意度調查			為能了解使用者瀏覽港灣環境資訊網之需求及服務滿意度，提供線上填寫問卷服務，內容包括滿意度、意見及使用習慣等多面向調查，希望能獲知使用者的寶貴建議與意見。
網頁日誌			為了方便瀏覽者知悉港灣環境資訊網的更新狀態，網頁日誌是依據時間做排序(最新到最舊)，提供使用者更清楚本系統網頁介面，進而達到迅速並正確地找到所需資料。
英文版網頁			英文版港灣環境資訊網網頁。
PDA 系統		港口名稱	使用者可透過手持式智慧型無線裝置之無線上網功能連結至港灣環境資訊網行動版，來瀏覽查詢所提供的資訊。
無障礙網頁		海氣象項目	顯示風力、潮汐、波浪、海流以及水溫的相關即時資料。
網站管理系統			提供給系統管理者設定系統之相關資訊。

後台管理系統			提供海氣象即時資料以及數值模擬資料介接的應用程式(同步作業)、品管作業、預警通報作業和網路監控管理等系統作業管理功能。。 為了使資料達到穩定性，本系統也建置了備援機制，以因應系統不因單點失效而停止，並維持系統的正常運作。

9.1.2 專家版網頁版

為方便專家使用者於海氣象資訊研究與應用，於一般訪客版網頁功能架構下，使用者經過申請程序經核准後為專家使用者。專家使用者之功能除一般訪客版網頁功能之外，另外增加歷史影像及海氣象圖表列印之功能，詳細功能請參考下圖 9.7 專家版網頁功能架構圖、圖 9.8 專家版(登入畫面)、圖 9.9 專家版(統計圖表列印畫面)及圖 9.10 專家版(歷史影像下載畫面)等所示。

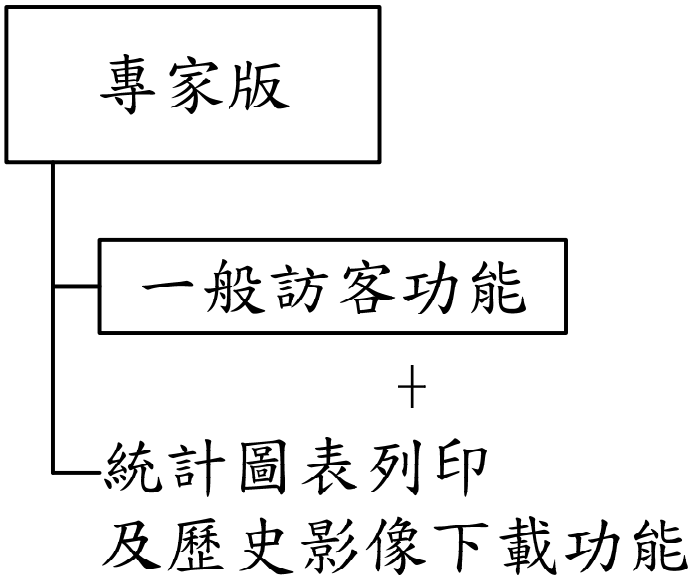


圖 9.7 專家版網頁功能架構圖



圖 9.8 專家版(登入畫面)



圖 9.9 專家版(統計圖表列印畫面)



圖 9.10 專家版(歷史影像下載畫面)

9.1.3 PDA 版

因應行動上網之功能需求，港灣環境資訊網也提供 PDA 版，其功能如下圖 9.11 PDA 版功能架構圖所示。(http://isohe.ihmt.gov.tw/pda)



圖 9.11 PDA 版功能架構圖

9.1.4 無障礙版

配合行政院研究發展考核委員會對政府機關之服務與港灣環境資訊網多元化使用族群之需求，港灣環境資訊網提供經行政院研究發展考核委員會無障礙空間網頁檢測之功能架構，如下圖 9.12 無障礙版功能架構圖、圖 9.13 港灣環境資訊網(無障礙版)所示。

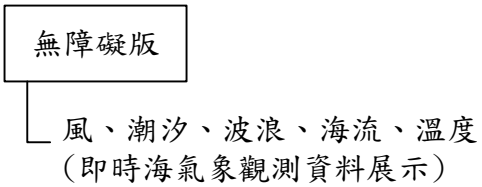


圖 9.12 無障礙版功能架構圖



圖 9.13 港灣環境資訊網(無障礙版)

9.1.5 Pad(Android OS)版

使用者透過手持式智慧型無線裝置(手機、PDA)之無線上網功能，無論何時何地都能使用無線裝置的方式來取得相關的資訊。面對平板電腦時代已經來臨，使用平板電腦來瀏覽網頁也是未來主要的趨勢，為滿足使用者的需求，針對平板電腦的部分，港灣環境資訊網也提供Pad(Android OS)版資訊系統功能，如下圖 9.14 Pad(Android OS)版海氣象即時觀測資訊功能架構圖所示。

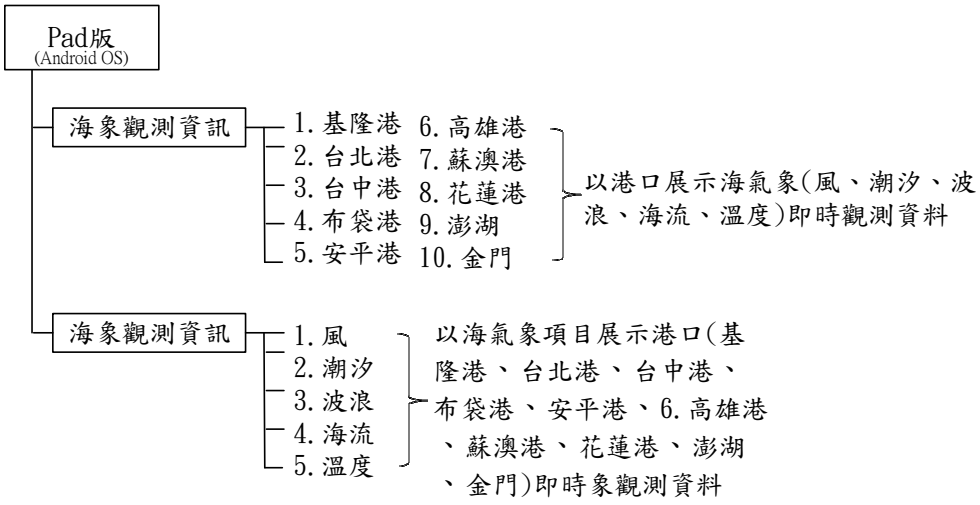


圖 9.14 Pad(Android OS)版海氣象即時觀測資訊功能架構圖

9.2 港灣環境資訊網

本項研究內容與工作項目為：

- 海情資料庫(MS-SQL)維護
- 港灣環境資訊網頁之子功能項目更新及維護
- 部分對外網頁之風格與美工設計改版
- 多功能元件式展示系統開發之可行性評估

9.2.1 海情資料庫(MS-SQL)維護

海氣象觀測系統之核心為海情資料庫，依維護計畫進行資料庫備份等維護，目前系統透過 SQL Server Management Studio 工具建立 SQL Server Agent 對應的作業與排程作業，進行日、週和月備份維護，詳細備份計畫狀態如下表 9-4 海氣象資料庫備份計畫表所示：

表 9-4 海氣象資料庫備份計畫表

備份	備份時間	保存份數	維護計畫存放路徑	備註
日	每天 00:00	7	E:\DB_backup\day	7 日的資料
週	每週星期日 00:00	4	E:\DB_backup\week	4 週的資料
月	每月第 1 日 04:00	3	E:\DB_backup\month	3 個月的資料

本年度已完成利用港灣技術研究中心部份儲存系統空間進行系統資料庫的建立第二備份資料庫系統,透過MSSQL 的每日自動備份後，再利用 RSYNC 進行遠端備份，以因應主系統資料庫出問題多份備份資料之應變措施。

9.2.2 港灣環境資訊網頁之功能項目更新及維護

持續海氣象觀測子系統之海情資料庫更新(含歷史資料匯入)維護及資料品管作業功能提升，海氣象觀測資料包括風速、風向、潮位、波高、週期、波向、流速、流向及地震等及各類觀測資料之統計表、統計圖(如方塊圖、玫瑰圖)等功能項目更新及維護。

9.2.3 部分對外網頁之風格與美工設計改版

港灣環境資訊網頁建置上線使用已逾 5 年，於網頁風格及系統畫面、美工等皆有進一步更新改版之需要。現有港灣環境資訊網頁如下圖 9.15 港灣環境資訊網頁頁框架構圖所示，並且區分為機關/網頁 logo 識別區、功能/子項目區及資訊展示區。



圖 9.15 港灣環境資訊網頁頁框架構圖

部分對外網頁之風格與美工設計改版網頁更新進行步驟與重點如下說明：

一、是否需要首頁片頭動畫頁面？

網頁設計可以在網站首頁一進來時，先進入一個「片頭動畫」頁面，展示完動畫後才進入網站的首頁。本次改版網頁以簡潔方式直接進入網頁方式呈現新版海氣象功能子系統。

二、網站的語言版本？

受限於時間與經費本年度只進行中文版網頁美工改版，英文版列入新一年度計畫進行工作項目之一。

三、網站單元、內容架構與框架調整？

依據現有之功能進行單元功能項目調整、歸類等，並且透過樹狀圖的方式規劃出的網站架構，以利後續的架構調整與設計。

四、網站單元功能維護更新？

網站功能需要考量有那些單元未來上線後，預留更新與可以擴充單元位置。目前港灣環境資訊網站皆以「程式系統結合資料庫管理」的方式進行模組化系統功能建置,透過資料自動更新機制已可以自動、即時性更新港灣環境資訊。

本年度已完成對外網頁之風格與美工設計改版之規劃版面如下圖 9.16 港灣環境資訊網頁頁框新版架構所示:



圖 9.16 港灣環境資訊網頁頁框新版架構

舊有版本與初步之規劃版面最大差異:

一、功能/子項目區可以依未來系統功能及資料整合等進行擴充。

二、資訊展示區擴大後，網頁資訊展示以滿版設計，可以提供使用者一目了然之資訊展示，減少滑鼠往上/下操作之困擾。

詳細的網頁框架、網站單元、內容及美工調整等，皆於計畫進行中會透過專案會議進行相關的討論，本年度所完成網頁框架的調整如下圖 9.17 港灣環境資訊網頁新版網頁框架(中央氣象局)所示:

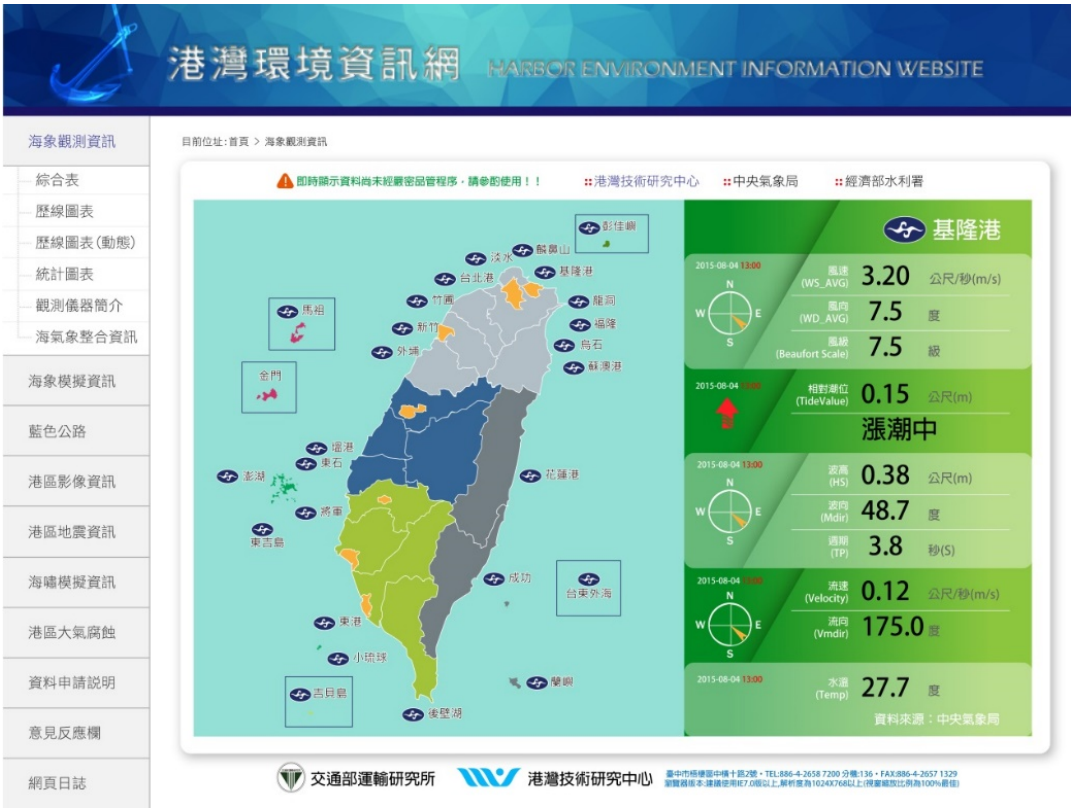


圖 9.17 港灣環境資訊網頁新版網頁框架(中央氣象局)

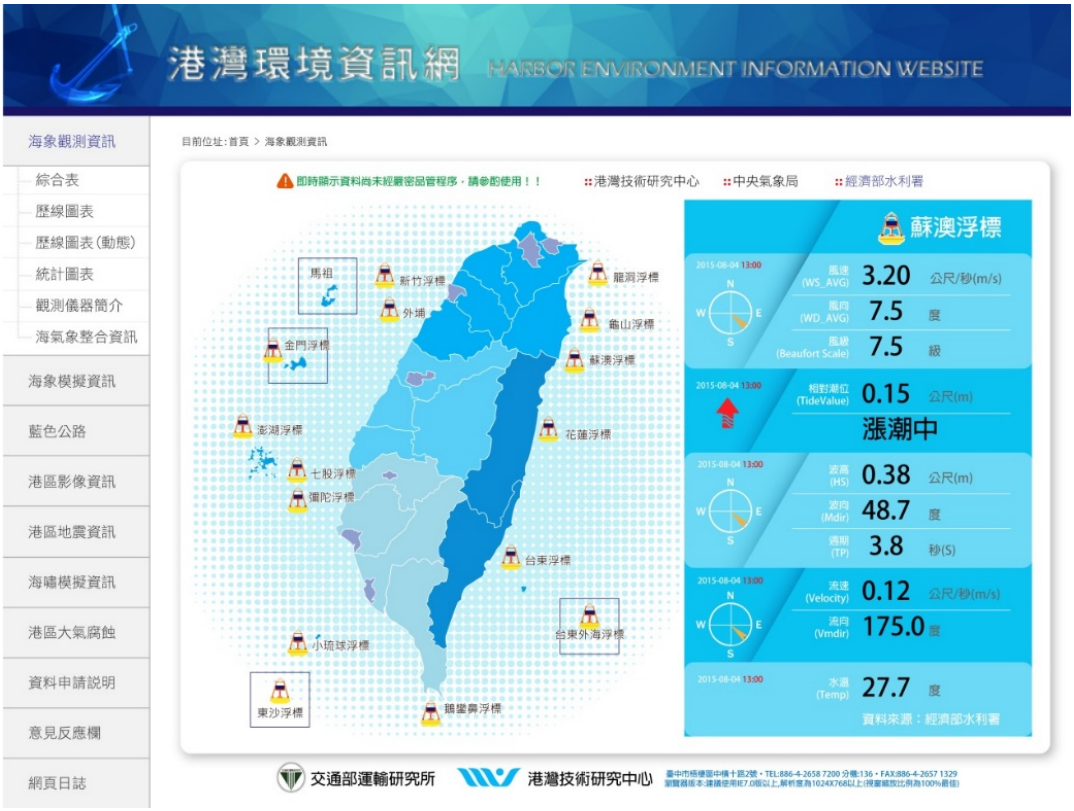


圖 9.18 港灣環境資訊網頁新版網頁框架(水利署)

9.2.4 多功能元件式展示系統開發之可行性評估

為滿足不同使用者、單位的資訊需求，本年度也進行港灣環境資訊網頁多功能元件式展示系統開發之可行性評估。

對於既有港灣環境資訊網成果的查詢展示，可以提供操作人員可搭配自我設定的版面，透過各種模組元件、頁面版型組合及元件拖曳選擇的方式，任意、方便、彈性的方式提供客製化的操作功能介面，彈性化版面分割示意如下圖 9.19 彈性化版面展示分割示意所示。



圖 9.19 彈性化版面展示分割示意

多功能元件式展示系統開發之可行性評估如下說明:

一、多功能資訊展示平台

系統可隨時、隨地展示，可直接於網際網路瀏覽器展示平台系統，在通過權限檢核後即可操作展示系統執行。

二、展示功能元件模組化

展示功能透過以元件模組化與 URL 或網頁連結機制展示。展示元件模組並且透過可嵌入性或 XML 設定後，自動嵌入展示平台內成為新功能。並且提供多功能展示功能元件：展示元件須能展示文字、圖表、表格、圖片、影像、影片、GIS 圖層及各類多媒體資訊。

三、地圖化平台

為提供使用者直觀的查詢功能，以獲得空間、時間、資料的綜合決策資訊，透過視訊化展示平台整合各海氣象即時等相關資料，以有效提升緊急應變及決策之遂行。

四、透過圖型化介面展示

各測站之即時資訊，以滑鼠點選標籤進行資料展示。展示內容可區分風力、潮汐、波浪/海流、能見度、水溫及即時影像等資訊。

透過網頁連結技術，本年度已完成試作提供四分割螢幕方式交互參考各類靜動態資訊，可以同時監看並分析多種資料，以快速掌握各種狀況以利決策參考，如下圖 9.20 多功能元件式展示系統四分割畫面所示，元件化設計具高延展性的功能，提供統一的展示元件設計介面與元件溝通模式，其展示功能可彈性化抽換、更新與擴充。

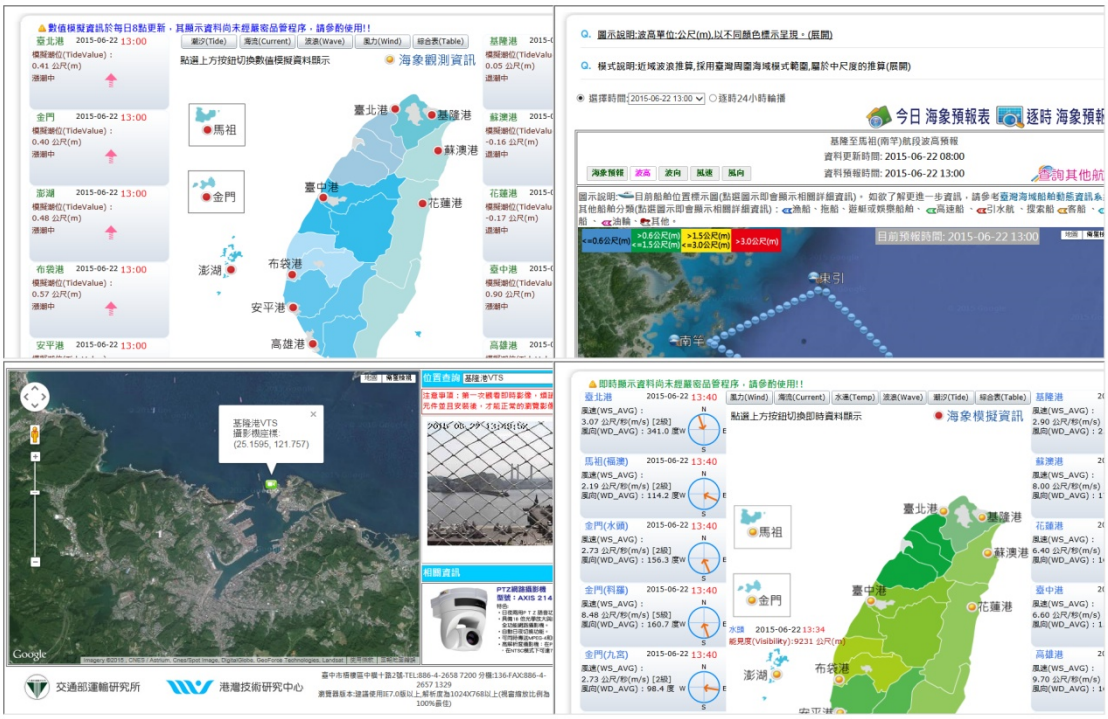


圖 9.20 多功能元件式展示系統四分割畫面

9.3 海氣象觀測資訊

本項研究內容與工作項目為：

- 彙入海氣象觀測等年報資料等
- 介接展示新增港口測站即時觀測資料
- 港灣環境資訊 App 功能改善
- 海氣象資料之統計特性及相關性展示功能與探討
- 整合水利署海氣象觀測資訊(近海水文中心)

9.3.1 彙入海氣象觀測年報資料

歷史年報資料提供網頁中繪製成直方圖、玫瑰圖以及相對的統計數據表格等統計圖表功能。

目前歷史年報資料分為年度、港口以及海氣象項目，逐年配合港灣技術研究中心之資料彙整、校正、檢核等工作完成後再匯入資料庫之中。詳細海氣象觀測年報資料筆數統計如下表 9-5 海氣象觀測年報資料筆數統計表所示:

表 9-5 海氣象觀測年報資料筆數統計表

年度/月份	港口	風力	潮汐	波浪	海流
		正常/異常筆數	正常/異常筆數	正常/異常筆數	正常/異常筆數
2005 年 12 月總共 744 筆	臺北港	460/284	474/270	381/363	468/276
	臺中港	719/25	0/0	0/0	0/0
	安平港	744/0	298/446	274/470	274/470
	布袋港	0/744	0/744	0/744	0/744
	高雄港	743/1	744/0	724/20	724/20
	基隆港	744/0	703/41	701/43	701/43
	蘇澳港	743/1	741/3	732/12	732/12
	花蓮港	743/1	744/0	742/2	742/2
2006 年整年總共 8760 筆	臺北港	5276/3484	6450/2310	6529/2231	6358/2404
	臺中港	6940/1820	8550/210	7547/1213	7573/1187
	安平港	8109/651	5093/3667	7483/1277	5396/3364
	布袋港	3417/5343	2682/6078	2681/6079	2682/6078
	高雄港	4959/3801	4959/3801	4959/3801	4959/3801
	基隆港	6027/2733	6027/2733	6027/2733	6027/2733

	蘇澳港	7650/1110	7650/1110	7650/1110	7650/1110
	花蓮港	7570/1190	7570/1190	7570/1190	7570/1190
2007 年整年總共 8760 筆	臺北港	5836/2924	5777/2983	6509/2251	6340/2420
	臺中港	8718/42	8695/65	5748/3012	5460/3300
	安平港	6904/1856	6908/1852	8258/502	7922/838
	布袋港	8160/600	3785/4975	3784/4976	3782/4987
	高雄港	6119/2641	6119/2641	6119/2641	6119/2641
	基隆港	6554/2206	6554/2206	6554/2206	6554/2206
	蘇澳港	8123/637	8123/637	8123/637	8123/637
	花蓮港	8024/736	8024/736	8024/736	8024/736
2008 年整年總共 8784 筆	臺北港	5594/3190	3814/4970	6744/2040	6915/1869
	臺中港	5148/3636	7812/972	4251/4533	5847/2937
	安平港	7935/849	6233/2551	7397/1387	7456/1328
	布袋港	0/8784	0/8784	0/8784	0/8784
	高雄港	8782/2	8782/2	8346/438	8355/429
	基隆港	8784/0	8732/52	8511/273	8528/256
	蘇澳港	8395/389	8748/36	8711/73	8734/50
	花蓮港	8051/733	8777/7	8741/43	8765/19
2009 年整年總共 8760 筆	臺北港	7691/1069	6908/1852	7473/1287	7496/1264
	臺中港	8102/658	8450/310	4406/4354	4396/4364
	安平港	7820/940	8470/290	7517/1243	7549/1211
	布袋港	2870/5890	8594/166	6527/2233	6555/2205
	高雄港	8758/2	8259/501	7637/1123	7664/1096
	基隆港	8497/263	8730/30	8697/63	8686/74
	蘇澳港	8539/221	8588/172	8256/50	8210/550
	花蓮港	8261/499	8744/16	8722/38	8719/41
2010 年整年總共 8760 筆	臺北港	8760/0	8621/139	8356/404	7637/1123
	臺中港	7494/1266	8729/31	8730/30	8368/392
	安平港	8760/0	8177/583	622237/2523	6837/1923
	布袋港	8760/0	7471/1289	1976/6784	1976/6784
	高雄港	8286/474	8758/2	8707/53	8711/49
	基隆港	8760/0	8605/155	8583/177	8526/234
	蘇澳港	7471/1289	8723/37	8145/615	8157/603
	花蓮港	8450/310	8610/150	8449/311	8453/307
2011 年整年總共 8760 筆	臺北港	8365/395	8574/186	6731/2029	6748/2012
	臺中港	8444/316	8648/112	8582/178	5845/2915
	安平港	8537/223	6250/2510	5570/3190	5200/3560
	布袋港	8760/0	8755/5	0/8760	0/8760
	高雄港	8669/91	6453/2307	8404/356	8445/315
	基隆港	8606/154	8474/286	6971/1789	7295/1465

	蘇澳港	8691/69	8217/543	7238/1522	7309/1451
	花蓮港	8741/19	8745/15	8681/79	8746/14
2012 年整年總共 8784 筆	臺北港	8783/1	7193/1591	8329/455	8518/266
	臺中港	5552/3232	8704/80	6525/1515	7616/1168
	安平港	6889/1895	8784/0	7218/1566	6976/1808
	布袋港	8783/1	8189/595	3329/5455	3226/5558
	高雄港	8294/490	8758/26	7447/1337	7970/814
	基隆港	8480/304	8481/303	8085/699	8593/191
	蘇澳港	8753/31	8214/570	7937/847	8277/507
	花蓮港	8480/304	8784/0	8398/386	8706/78
2013 年 1 月~11 月總共 8016 筆	臺北港	6566/1450	7971/45	6400/1616	5473/2543
	臺中港	7504/512	7939/77	7461/555	6598/1418
	安平港	7944/72	7041/975	7491/525	7665/351
	布袋港	7822/194	2904/5112	3680/4156	3860/4156
	高雄港	7826/190	7917/99	4856/3160	4989/3027
	基隆港	7988/28	7850/166	7860/156	7987/29
	蘇澳港	7576/440	7777/239	7702/314	7928/88
	花蓮港	8014/2	7610/406	7860/156	7992/24

*異常筆數原因主要為觀測儀器未收到資料或故障。

9.3.2 介接展示新增港口測站即時觀測資料

配合港灣技術研究中心海氣象儀器設備之新增與擴充，持續介接展示新增港口測站即時觀測資料。系統作業流程如下說明:

一、資料庫介接架構圖如下圖 9.21 資料庫介接架構圖(網路)所示：

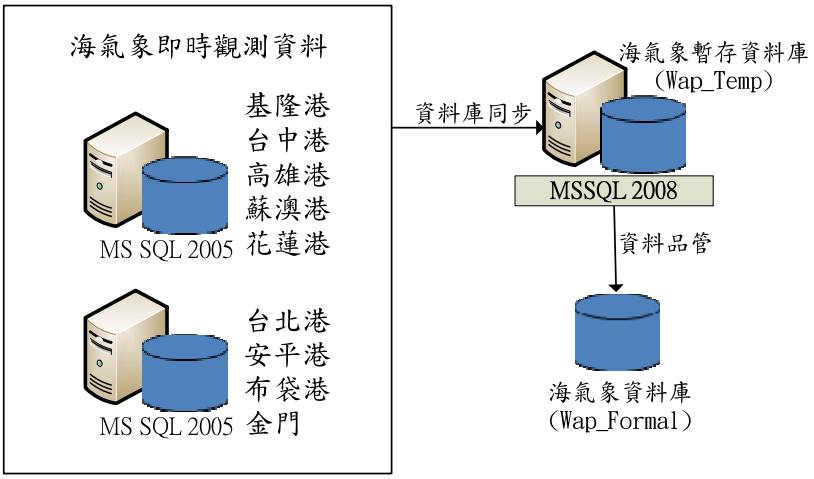


圖 9.21 資料庫介接架構圖(網路)

二、系統透過資料庫同步程式定時擷取海氣象即時觀測資料，將資料同步複製至海情暫存資料庫(Wap_Temp)，再藉由匯入程式及資料品管作業及海氣象即時資料(風力、潮汐、波浪、海流、水溫)匯入至海情正式資料庫(Wap_Formal)，資料庫同步程式運作狀況如下圖 9.22 **資料庫同步程式**所示，資料品管及匯入程式如下



圖 9.22 資料庫同步程式



ID	測量時間	測站名稱	有義波高	波浪週期	波浪來向	表面流流速	表面流去向	狀態值
	2011-06-09 15:00:00	100	0.43	3.22	265.35	0.187	198.05	0
	2011-06-09 15:00:00	100	0.43	3.22	265.35	0.187	198.05	0
279418	2011-06-09 14:00:00	3	0.85	7.81	145.33	0.578	353.34	0
279417	2011-06-09 14:00:00	4	1.3	4.38	147.88	0.442	123.55	0
279416	2011-06-09 14:00:00	1	0.23	5.82	25.18	0.189	96.67	0
	2011-06-09 14:00:00	100	0.5	3.37	195.62	0.376	194.63	0
	2011-06-09 14:00:00	100	0.5	3.37	195.62	0.376	194.63	0
	2011-06-09 14:00:00	100	0.5	3.37	195.62	0.376	194.63	0
	2011-06-09 13:00:00	100	0.5	3.1	269.83	0.331	232.61	0
279415	2011-06-09 13:00:00	3	0.76	8.25	146.82	0.758	6.97	0
279414	2011-06-09 13:00:00	4	1.1	4.3	145.05	0.43	130.95	0
279413	2011-06-09 13:00:00	1	0.23	6.28	22.4	0.042	342	0
	2011-06-09 13:00:00	100	0.5	3.1	269.83	0.331	232.61	0
	2011-06-09 13:00:00	100	0.5	3.1	269.83	0.331	232.61	0
279412	2011-06-09 12:00:00	4	0.84	4.13	161.35	0.343	153.29	0
279411	2011-06-09 12:00:00	1	0.24	6.2	7.45	0.321	243.75	0
279410	2011-06-09 12:00:00	3	0.71	7.94	146.44	0.732	353.33	0
	2011-06-09 12:00:00	100	0.51	3.36	280.57	0.22	233.86	0

圖 9.23 **資料品管及匯入程式**所示。

圖 9.23 資料品管及匯入程式

9.3.3 港灣環境資訊 App 功能改善

港灣環境資訊 APP 提供台灣各港埠設置之海氣象觀測站，配合現場作業、資料自動擷取、傳輸、彙整及儲存等機制，提供海氣象即時資料，同時整合海象預報模擬資訊、藍色公路、港區即時影像以及台灣周圍海域附近的船舶動態等資訊，以提供全面性、加值性及便利性資訊服務。

目前港灣環境資訊APP提供App iOS及Android系統等版本平台，如下圖 9.24 SmartPhone 版 App iOS 及 Android App、圖 9.25 Pad 版 App iOS 及 Android App 所示:



圖 9.24 SmartPhone 版 App iOS 及 Android App



圖 9.25 Pad 版 App iOS 及 Android App

本年度持續維護已開發建置完成之港灣環境資訊 App iOS 及 Android 系統平台進行檢討，且蒐集使用上之意見與資料呈現方式等需求，加以改善港灣環境資訊 App。

9.3.4 海氣象資料之統計特性及相關性展示功能與探討

港灣環境資訊網所提供之海氣象觀測歷線圖呈現方式有兩種，如下說明:

一、 提供三日區間資料，如下圖 9.26 海氣象歷線圖(三日區間資料)所示。

二、 自選資料區間方式，透過動態自選方式，如下圖 9.27 海氣象歷線圖(自選資料區間)所示，配合時間選擇於網頁中能提供固定或特定區間期間的海氣象資料，以展示更多不同的資訊提供方式，提供觀察、展示海氣象變化情形。

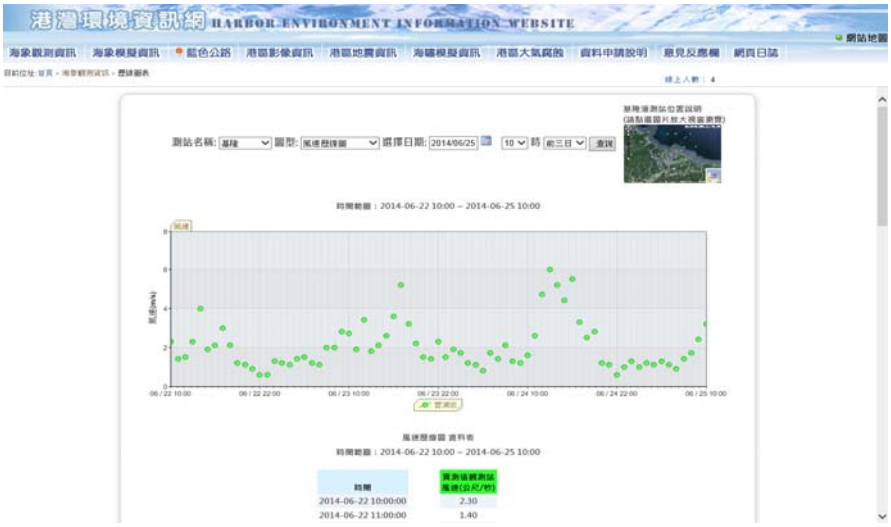


圖 9.26 海氣象歷線圖(三日區間資料)

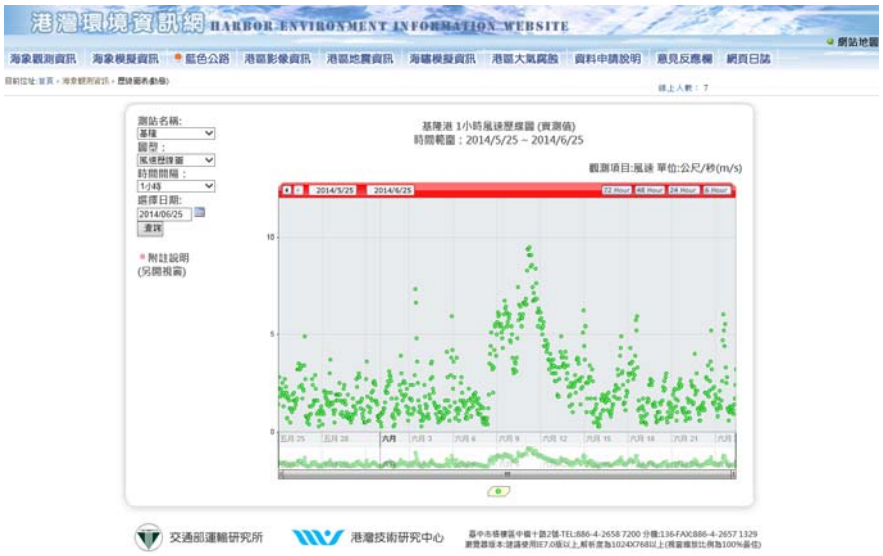
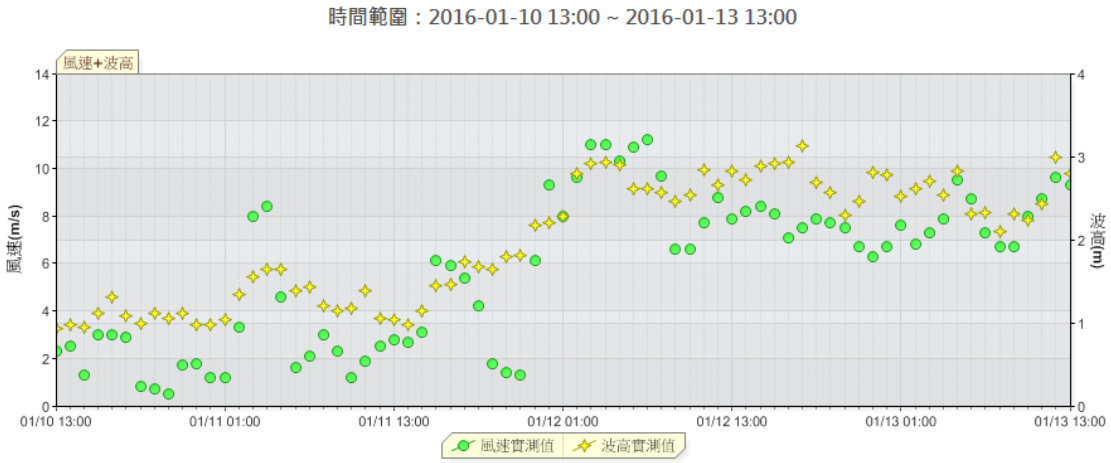


圖 9.27 海氣象歷線圖(自選資料區間)

目前展現海氣象歷線圖資訊為單一海氣象項目,例如風速歷線圖、風向歷線圖、波高歷線圖以及波向歷線圖等等，使用者可透過切換不同的海氣象歷線圖，查詢逐時或歷史的海氣象資訊變化。

由於海上波浪主要由風引起，風力的大小會影響波浪之形成，103年度已完成海氣象資料風與波浪之統計資料相關性套疊展示的功能評估與試作，進而加值海氣象資訊服務應用，使港灣環境資訊網-海氣象觀測之動態歷線圖項目，能提供具有相關性之海氣象觀測資料，如下圖 9.28 基隆港之風速與波高值套疊畫面、圖 9.29 高雄港之風速與波高值套疊畫面所示。

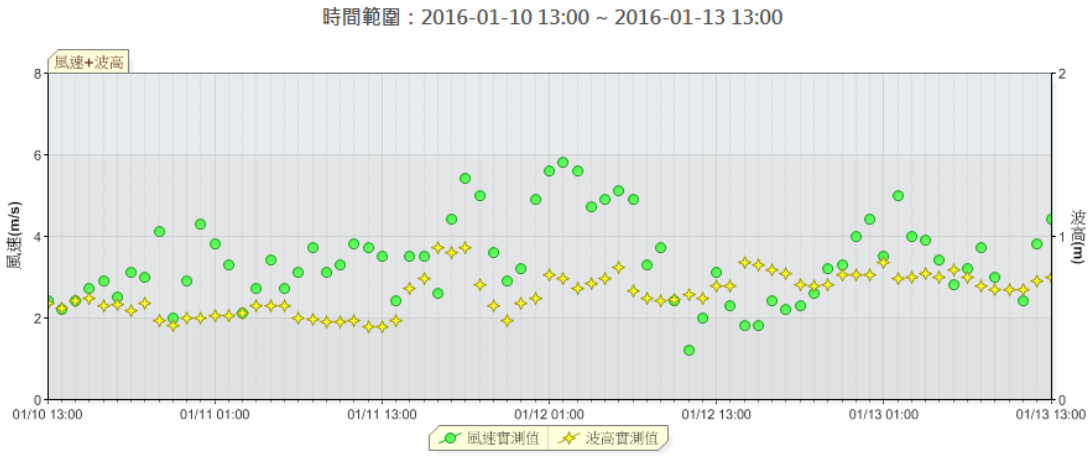


風速+波高相關性歷線圖 資料表

時間範圍：2016-01-10 13:00 ~ 2016-01-13 13:00

時間	觀測站實測值 風速(公尺/秒)	觀測站實測值 波高(公尺)
2016-01-10 13:00:00	2.30	0.93
2016-01-10 14:00:00	2.50	0.97
2016-01-10 15:00:00	1.30	0.94
2016-01-10 16:00:00	3.00	1.11
2016-01-10 17:00:00	3.00	1.31
2016-01-10 18:00:00	2.90	1.08
2016-01-10 19:00:00	0.80	1.00
2016-01-10 20:00:00	0.70	1.12
2016-01-10 21:00:00	0.50	1.05
2016-01-10 22:00:00	1.70	1.12
2016-01-10 23:00:00	1.80	0.97
2016-01-11 00:00:00	1.20	0.97
2016-01-11 01:00:00	1.20	1.04
2016-01-11 02:00:00	3.30	1.34
2016-01-11 03:00:00	8.00	1.56
2016-01-11 04:00:00	8.40	1.65
2016-01-11 05:00:00	4.60	1.64
2016-01-11 06:00:00	1.60	1.39
2016-01-11 07:00:00	2.10	1.43
2016-01-11 08:00:00	3.00	1.21
2016-01-11 09:00:00	2.30	1.15
2016-01-11 10:00:00	1.20	1.17
2016-01-11 11:00:00	1.90	1.38
2016-01-11 12:00:00	2.50	1.05
2016-01-11 13:00:00	2.80	1.04
2016-01-11 14:00:00	2.70	0.98
2016-01-11 15:00:00	3.10	1.14

圖 9.28 基隆港之風速與波高值套疊畫面



風速+波高相關性歷線圖 資料表

時間範圍：2016-01-10 13:00 ~ 2016-01-13 13:00

時間	觀測站實測值 風速(公尺/秒)	觀測站實測值 波高(公尺)
2016-01-10 13:00:00	2.40	0.59
2016-01-10 14:00:00	2.20	0.56
2016-01-10 15:00:00	2.40	0.60
2016-01-10 16:00:00	2.70	0.62
2016-01-10 17:00:00	2.90	0.57
2016-01-10 18:00:00	2.50	0.58
2016-01-10 19:00:00	3.10	0.54
2016-01-10 20:00:00	3.00	0.59
2016-01-10 21:00:00	4.10	0.48
2016-01-10 22:00:00	2.00	0.45
2016-01-10 23:00:00	2.90	0.50
2016-01-11 00:00:00	4.30	0.50
2016-01-11 01:00:00	3.80	0.51
2016-01-11 02:00:00	3.30	0.51
2016-01-11 03:00:00	2.10	0.53
2016-01-11 04:00:00	2.70	0.57
2016-01-11 05:00:00	3.40	0.57
2016-01-11 06:00:00	2.70	0.57
2016-01-11 07:00:00	3.10	0.50
2016-01-11 08:00:00	3.70	0.49
2016-01-11 09:00:00	3.10	0.47
2016-01-11 10:00:00	3.30	0.47
2016-01-11 11:00:00	3.80	0.48
2016-01-11 12:00:00	3.70	0.44
2016-01-11 13:00:00	3.50	0.44
2016-01-11 14:00:00	2.40	0.48
2016-01-11 15:00:00	3.50	0.68

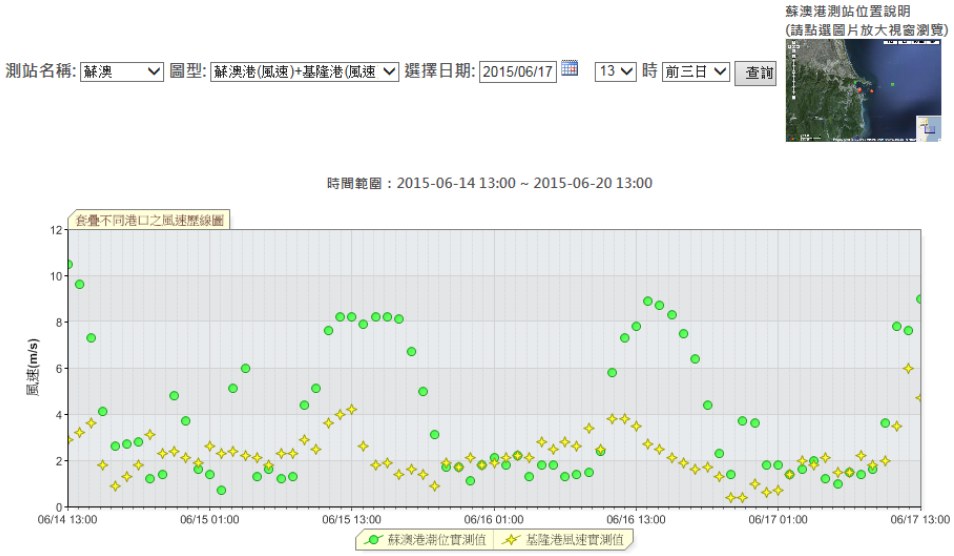
圖 9.29 高雄港之風速與波高值套疊畫面

由於 103 年度只完成「單一港埠」海氣象資料風與波浪之統計資料相關性套疊展示的功能評估與試作，如下表 9-6 同個港口之海氣象項目套疊組合所示:

表 9-6 同個港口之海氣象項目套疊組合

海氣象項目組合 / 港口名稱	風速 波高	風向 波向	潮位 流速	潮位 流向
基隆港	V	V	V	V
蘇澳港	V	V	V	V
花蓮港	V	V	V	V
高雄港	V	V	V	V
臺中港	V	V	V	V
臺北港	V	V	V	V
安平港	V	V	V	V
布袋港	V	V	V	V
澎湖	V	V	V	V
綠島	V	V	V	V
馬祖	V	V	V	V

本年度進行「不同港埠」之間的海氣象統計資料相關性套疊展示的功能評估與試作，進而更進一步提升加值海氣象資訊服務應用與可讀性，如下表 9-7 不同港口之海氣象項目套疊組合所示，試作完成如



套疊不同港口之風速歷線圖 資料表

時間範圍：2015-06-14 13:00 ~ 2015-06-20 13:00

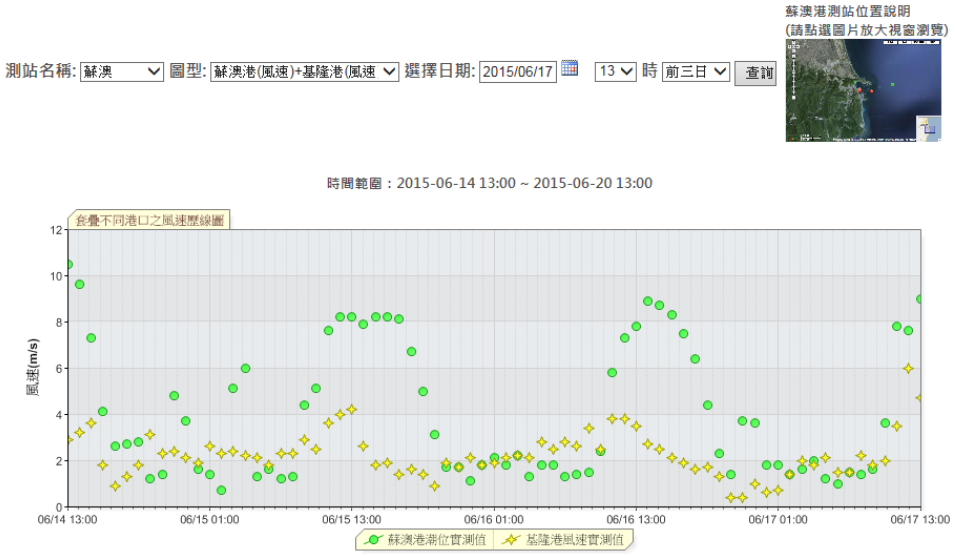
時間	實測值觀測站風速(公尺/秒)	實測值觀測站風速(公尺/秒)
2015-06-14 13:00:00	10.50	2.90
2015-06-14 14:00:00	9.60	3.20
2015-06-14 15:00:00	7.30	3.60
2015-06-14 16:00:00	4.10	1.80
2015-06-14 17:00:00	2.60	0.90
2015-06-14 18:00:00	2.70	1.30
2015-06-14 19:00:00	2.80	1.80
2015-06-14 20:00:00	1.20	3.10
2015-06-14 21:00:00	1.40	2.30
2015-06-14 22:00:00	4.80	2.40
2015-06-14 23:00:00	3.70	2.10
2015-06-15 00:00:00	1.60	1.90
2015-06-15 01:00:00	1.40	2.60
2015-06-15 02:00:00	0.70	2.30
2015-06-15 03:00:00	5.10	2.40
2015-06-15 04:00:00	6.00	2.20
2015-06-15 05:00:00	1.30	2.10
2015-06-15 06:00:00	1.60	1.80
2015-06-15 07:00:00	1.20	2.30
2015-06-15 08:00:00	1.30	2.30
2015-06-15 09:00:00	4.40	2.90
2015-06-15 10:00:00	5.10	2.50
2015-06-15 11:00:00	7.60	3.60
2015-06-15 12:00:00	8.20	4.00
2015-06-15 13:00:00	8.20	4.20
2015-06-15 14:00:00	7.90	2.60
2015-06-15 15:00:00	8.20	1.80
2015-06-15 16:00:00	8.20	1.90

下

圖 9.30 基隆港與蘇澳港之風速值套疊畫面、圖 9.31 花蓮港與綠島之風向值套疊畫面、圖 9.32 高雄港與安平港之波高值套疊畫面、圖 9.33 馬祖與基隆港之波向值套疊畫面、圖 9.34 基隆港與蘇澳港之波浪週期值套疊畫面、圖 9.35 臺北港與臺中港之潮位值套疊畫面所示:

表 9-7 不同港口之海氣象項目套疊組合

海氣象項目 / 港口組合	風速	風向	潮位	波高	波向	週期
基隆港、蘇澳港	V	V	V	V	V	V
基隆港、臺北港	V	V	V	V	V	V
基隆港、馬祖	V	V	V	V	V	V
蘇澳港、花蓮港	V	V	V	V	V	V
花蓮港、綠島	V	V	V	V	V	V
高雄港、安平港	V	V	V	V	V	V
高雄港、澎湖	V	V	V	V	V	V
臺中港、臺北港	V	V	V	V	V	V
臺中港、布袋港	V	V	V	V	V	V
臺中港、澎湖	V	V	V	V	V	V
布袋港、安平港	V	V	V	V	V	V
布袋港、澎湖	V	V	V	V	V	V
安平港、澎湖	V	V	V	V	V	V



套疊不同港口之風速歷線圖 資料表

時間範圍：2015-06-14 13:00 ~ 2015-06-20 13:00

時間	實測值觀測站風速(公尺/秒)	實測值觀測站風速(公尺/秒)
2015-06-14 13:00:00	10.50	2.90
2015-06-14 14:00:00	9.60	3.20
2015-06-14 15:00:00	7.30	3.60
2015-06-14 16:00:00	4.10	1.80
2015-06-14 17:00:00	2.60	0.90
2015-06-14 18:00:00	2.70	1.30
2015-06-14 19:00:00	2.80	1.80
2015-06-14 20:00:00	1.20	3.10
2015-06-14 21:00:00	1.40	2.30
2015-06-14 22:00:00	4.80	2.40
2015-06-14 23:00:00	3.70	2.10
2015-06-15 00:00:00	1.60	1.90
2015-06-15 01:00:00	1.40	2.60
2015-06-15 02:00:00	0.70	2.30
2015-06-15 03:00:00	5.10	2.40
2015-06-15 04:00:00	6.00	2.20
2015-06-15 05:00:00	1.30	2.10
2015-06-15 06:00:00	1.60	1.80
2015-06-15 07:00:00	1.20	2.30
2015-06-15 08:00:00	1.30	2.30
2015-06-15 09:00:00	4.40	2.90
2015-06-15 10:00:00	5.10	2.50
2015-06-15 11:00:00	7.60	3.60
2015-06-15 12:00:00	8.20	4.00
2015-06-15 13:00:00	8.20	4.20
2015-06-15 14:00:00	7.90	2.60
2015-06-15 15:00:00	8.20	1.80
2015-06-15 16:00:00	8.20	1.90

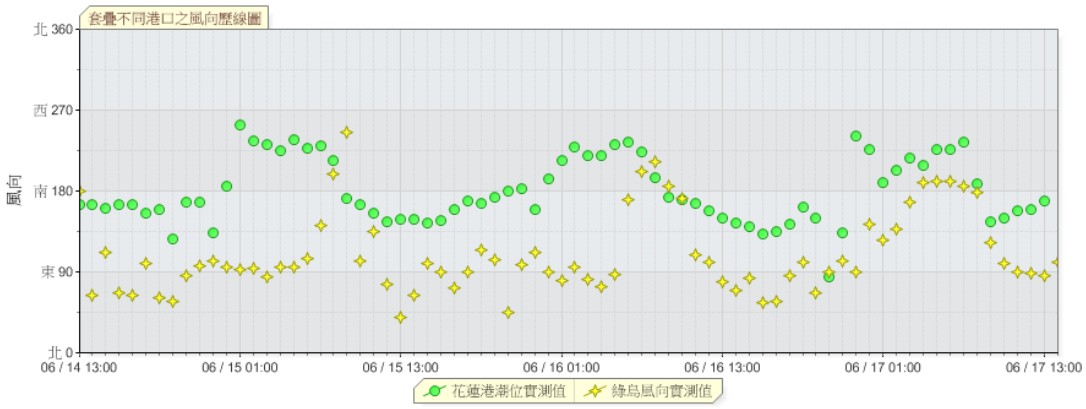
圖 9.30 基隆港與蘇澳港之風速值套疊畫面

測站名稱: 花蓮 圖型: 花蓮港(風向)+綠島(風向)准 選擇日期: 2015/06/17 13 時 前三日 查詢

花蓮港測站位置說明
(請點選圖片放大視窗瀏覽)



時間範圍：2015-06-14 13:00 ~ 2015-06-20 13:00



套疊不同港口之風向歷線圖 資料表

時間範圍：2015-06-14 13:00 ~ 2015-06-20 13:00

時間	實測值觀測站風向(度)	實測值觀測站風向(度)
2015-06-14 13:00:00	163.7	180.0
2015-06-14 14:00:00	165.0	63.4
2015-06-14 15:00:00	160.8	110.6
2015-06-14 16:00:00	164.9	66.8
2015-06-14 17:00:00	164.4	63.4
2015-06-14 18:00:00	154.4	99.5
2015-06-14 19:00:00	158.3	60.3
2015-06-14 20:00:00	126.2	56.3
2015-06-14 21:00:00	167.1	84.8
2015-06-14 22:00:00	167.1	96.3
2015-06-14 23:00:00	133.3	101.3
2015-06-15 00:00:00	184.4	94.8
2015-06-15 01:00:00	253.1	92.4
2015-06-15 02:00:00	235.1	92.9
2015-06-15 03:00:00	231.3	83.3
2015-06-15 04:00:00	223.7	95.4
2015-06-15 05:00:00	236.5	94.8
2015-06-15 06:00:00	227.1	104.0
2015-06-15 07:00:00	229.5	141.3
2015-06-15 08:00:00	213.9	198.4
2015-06-15 09:00:00	171.1	245.0
2015-06-15 10:00:00	164.2	101.3
2015-06-15 11:00:00	155.2	135.0
2015-06-15 12:00:00	145.4	76.0
2015-06-15 13:00:00	148.1	38.7
2015-06-15 14:00:00	147.8	63.4
2015-06-15 15:00:00	143.9	99.5

圖 9.31 花蓮港與綠島之風向值套疊畫面

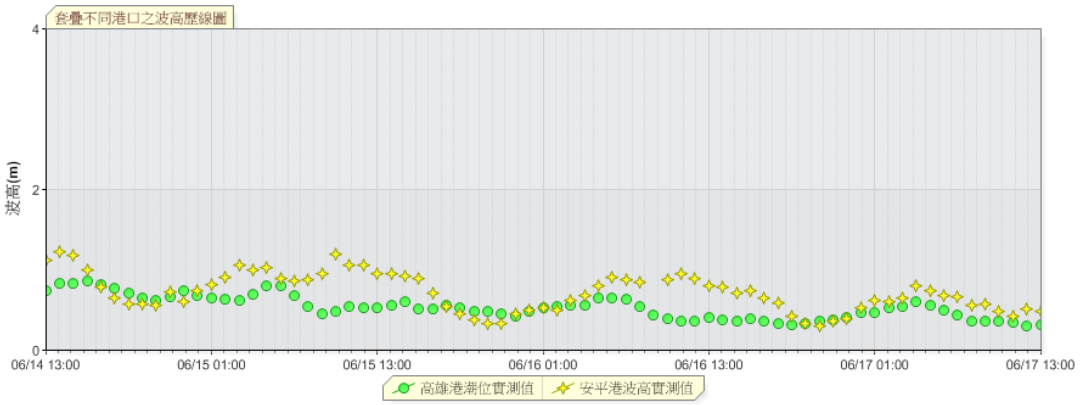
高雄港測站位置說明
(請點選圖片放大視窗瀏覽)



高雄港目前有設置兩個測站
高雄一站:佈設風速儀、潮位計以及潮流儀。高雄二站:佈設風速儀。

測站名稱: 高雄一站 圖型: 高雄港(波高)+安平港(波高 選擇日期: 2015/06/17 13 時 前三日 查詢

時間範圍：2015-06-14 13:00 ~ 2015-06-20 13:00

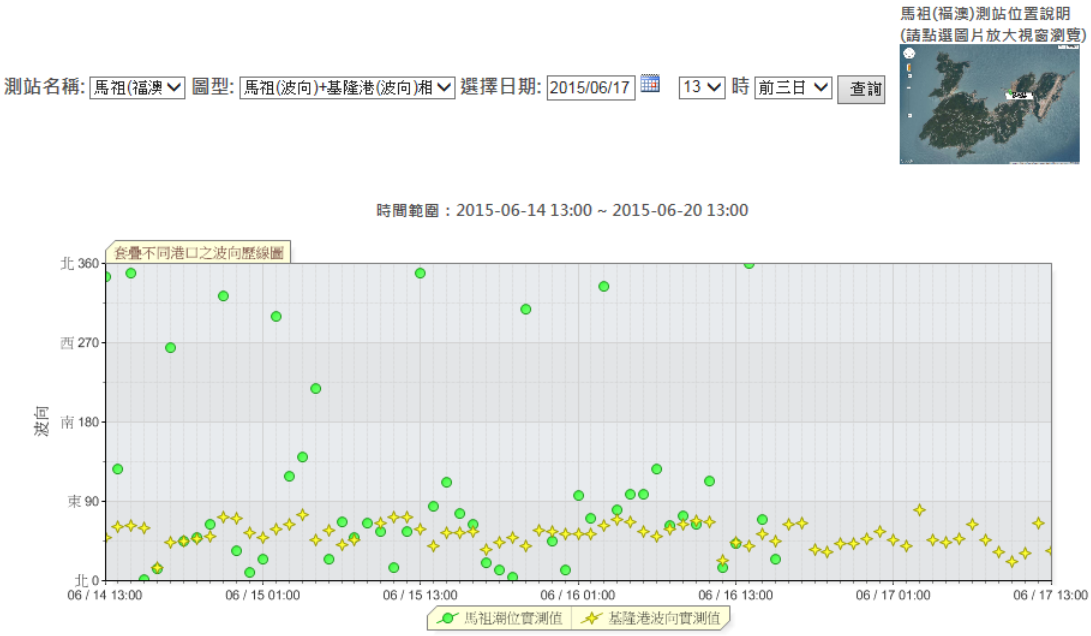


套疊不同港口之波高歷線圖 資料表

時間範圍：2015-06-14 13:00 ~ 2015-06-20 13:00

時間	實測值觀測站 波高(公尺)	實測值觀測站 波高(公尺)
2015-06-14 13:00:00	0.73	1.12
2015-06-14 14:00:00	0.82	1.22
2015-06-14 15:00:00	0.82	1.18
2015-06-14 16:00:00	0.86	0.99
2015-06-14 17:00:00	0.81	0.78
2015-06-14 18:00:00	0.76	0.65
2015-06-14 19:00:00	0.71	0.57
2015-06-14 20:00:00	0.65	0.57
2015-06-14 21:00:00	0.62	0.55
2015-06-14 22:00:00	0.66	0.72
2015-06-14 23:00:00	0.74	0.60
2015-06-15 00:00:00	0.68	0.73
2015-06-15 01:00:00	0.64	0.81
2015-06-15 02:00:00	0.63	0.90
2015-06-15 03:00:00	0.62	1.05
2015-06-15 04:00:00	0.69	0.99
2015-06-15 05:00:00	0.80	1.02
2015-06-15 06:00:00	0.79	0.89
2015-06-15 07:00:00	0.67	0.85
2015-06-15 08:00:00	0.54	0.87
2015-06-15 09:00:00	0.45	0.95
2015-06-15 10:00:00	0.47	1.19
2015-06-15 11:00:00	0.54	1.06
2015-06-15 12:00:00	0.52	1.05
2015-06-15 13:00:00	0.52	0.94
2015-06-15 14:00:00	0.56	0.95
2015-06-15 15:00:00	0.60	0.91

圖 9.32 高雄港與安平港之波高值套疊畫面



時間	實測值觀測站 波向(度)	實測值觀測站 波向(度)
2015-06-14 13:00:00	344.5	48.0
2015-06-14 14:00:00	126.5	60.3
2015-06-14 15:00:00	348.7	62.5
2015-06-14 16:00:00	0.0	59.9
2015-06-14 17:00:00	13.2	14.5
2015-06-14 18:00:00	263.9	42.5
2015-06-14 19:00:00	45.0	43.7
2015-06-14 20:00:00	48.8	47.6
2015-06-14 21:00:00	62.9	49.7
2015-06-14 22:00:00	322.2	71.5
2015-06-14 23:00:00	32.7	70.4
2015-06-15 00:00:00	9.0	53.5
2015-06-15 01:00:00	23.3	48.4
2015-06-15 02:00:00	298.7	58.3
2015-06-15 03:00:00	118.1	63.2
2015-06-15 04:00:00	139.8	74.1
2015-06-15 05:00:00	217.8	46.2
2015-06-15 06:00:00	23.4	56.5
2015-06-15 07:00:00	66.1	40.0
2015-06-15 08:00:00	48.2	45.8
2015-06-15 09:00:00	65.1	65.2
2015-06-15 10:00:00	55.0	71.0
2015-06-15 11:00:00	14.5	71.6
2015-06-15 12:00:00	54.9	57.7
2015-06-15 13:00:00	348.7	39.5
2015-06-15 14:00:00	84.5	53.4
2015-06-15 15:00:00	111.6	54.1
2015-06-15 16:00:00	75.5	54.8

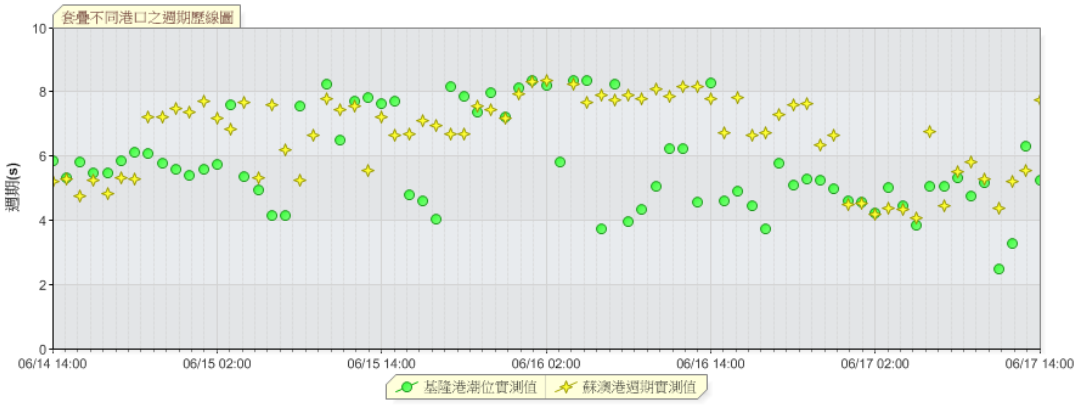
圖 9.33 馬祖與基隆港之波向值套疊畫面

測站名稱: 基隆 圖型: 基隆港(週期)+蘇澳港(週期 選擇日期: 2015/06/17 14 時 前三日 查詢

基隆港測站位置說明
(請點選圖片放大視窗瀏覽)



時間範圍：2015-06-14 14:00 ~ 2015-06-17 14:00



套疊不同港口之波浪週期歷線圖 資料表

時間範圍：2015-06-14 14:00 ~ 2015-06-17 14:00

時間	實測值觀測站週期(秒)	實測值觀測站週期(秒)
2015-06-14 14:00:00	5.9	5.2
2015-06-14 15:00:00	5.3	5.3
2015-06-14 16:00:00	5.8	4.8
2015-06-14 17:00:00	5.5	5.2
2015-06-14 18:00:00	5.5	4.8
2015-06-14 19:00:00	5.9	5.3
2015-06-14 20:00:00	6.1	5.3
2015-06-14 21:00:00	6.1	7.2
2015-06-14 22:00:00	5.8	7.2
2015-06-14 23:00:00	5.6	7.5
2015-06-15 00:00:00	5.4	7.4
2015-06-15 01:00:00	5.6	7.7
2015-06-15 02:00:00	5.7	7.2
2015-06-15 03:00:00	7.6	6.8
2015-06-15 04:00:00	5.4	7.7
2015-06-15 05:00:00	5.0	5.3
2015-06-15 06:00:00	4.2	7.6
2015-06-15 07:00:00	4.2	6.2
2015-06-15 08:00:00	7.6	5.3
2015-06-15 10:00:00	8.2	6.6
2015-06-15 11:00:00	6.5	7.8
2015-06-15 12:00:00	7.7	7.4
2015-06-15 13:00:00	7.8	7.6
2015-06-15 14:00:00	7.6	5.6
2015-06-15 15:00:00	7.7	7.2
2015-06-15 16:00:00	4.8	6.6
2015-06-15 17:00:00	4.6	6.7

圖 9.34 基隆港與蘇澳港之波浪週期值套疊畫面

臺北-目前有設置兩個測站

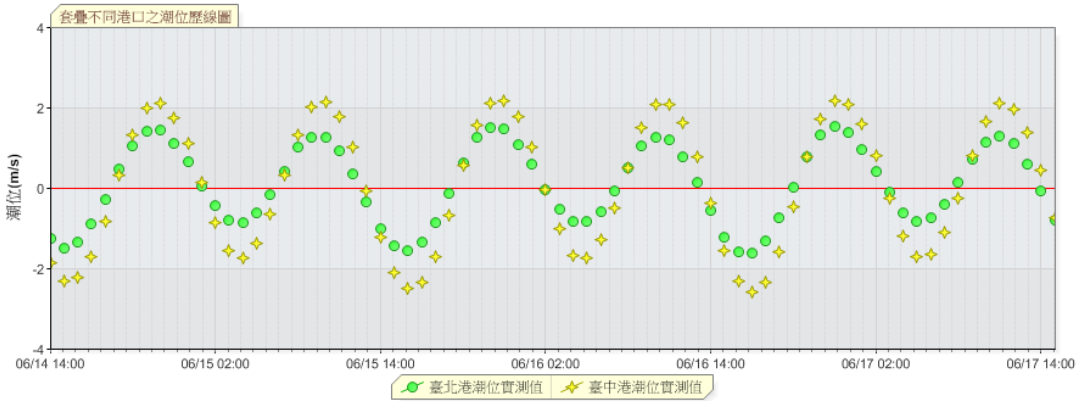
臺北一站:佈設潮位計、波流儀。臺北二站:佈設風速儀。

測站名稱: 臺北一站 圖型: 臺北港(潮位)+臺中港(潮位 選擇日期: 2015/06/17 14 時 前三日 查詢

臺北-測站位置說明
(請點選圖片放大視窗瀏覽)



時間範圍：2015-06-14 14:00 ~ 2015-06-20 14:00



時間範圍：2015-06-14 14:00 ~ 2015-06-20 14:00

時間	實測值觀測站潮位(公尺)	實測值觀測站潮位(公尺)
2015-06-14 14:00:00	-1.26	-1.87
2015-06-14 15:00:00	-1.49	-2.33
2015-06-14 16:00:00	-1.34	-2.24
2015-06-14 17:00:00	-0.91	-1.70
2015-06-14 18:00:00	-0.28	-0.83
2015-06-14 19:00:00	0.46	0.32
2015-06-14 20:00:00	1.05	1.32
2015-06-14 21:00:00	1.42	1.97
2015-06-14 22:00:00	1.45	2.10
2015-06-14 23:00:00	1.11	1.74
2015-06-15 00:00:00	0.65	1.10
2015-06-15 01:00:00	0.05	11.11
2015-06-15 02:00:00	-0.45	0.13
2015-06-15 03:00:00	-0.80	-0.86
2015-06-15 04:00:00	-0.85	-1.56
2015-06-15 05:00:00	-0.63	-1.74
2015-06-15 06:00:00	-0.17	-1.37
2015-06-15 07:00:00	0.42	-0.64
2015-06-15 08:00:00	1.00	0.32
2015-06-15 09:00:00	1.27	1.31
2015-06-15 10:00:00	1.27	2.01
2015-06-15 11:00:00	0.93	2.13
2015-06-15 12:00:00	0.35	1.78
2015-06-15 13:00:00	-0.34	1.01
2015-06-15 14:00:00	-1.00	-0.07
2015-06-15 15:00:00	-1.45	-1.24
2015-06-15 16:00:00	-1.55	-2.12

圖 9.35 臺北港與臺中港之潮位值套疊畫面

9.3.5 整合水利署海氣象觀測資訊(近海水文中心)

港灣環境資訊網歷經多年的功能新增與擴充，目前已完成自動化的系統運作方式、進行有系統的資料擷取、傳遞、品管、儲存及展示等作業；建構完成海象觀測資訊、海象模擬資訊、港區影像系統、港區地震系統、海嘯模擬資訊等，提供即時資訊(資料)、統計圖表及預警告知等功能。

港灣技術研究中心於『港灣環境資訊網』於使用應用上已完成與各港務公司海氣象資料提供之合作備忘錄簽訂；各港務公司已可自動透過網頁系統(網頁系統讀取語法 http://isohe.ihmt.gov.tw/AISDataProvider.ashx?station=[港口代碼]&type=[資料類型代碼])讀取港灣技術研究中心所提供之海氣象資料觀測資料，103 年也完成與中央氣象局透過 FTP 方式，定時擷取中央氣象局提供的海氣象觀測資料，海情中心伺服器採以自動化作業資料介接程式，如下圖 9.36 **中央氣象局觀測資料介接系統架構圖**所示，中央氣象局提供的資料檔案再透過同步、資料匯入程式將資料儲放於海情資料庫中，如下圖 9.37 **中央氣象局資料檔同步程式**、圖 9.38 **中央氣象局觀測資料匯入程式**所示。

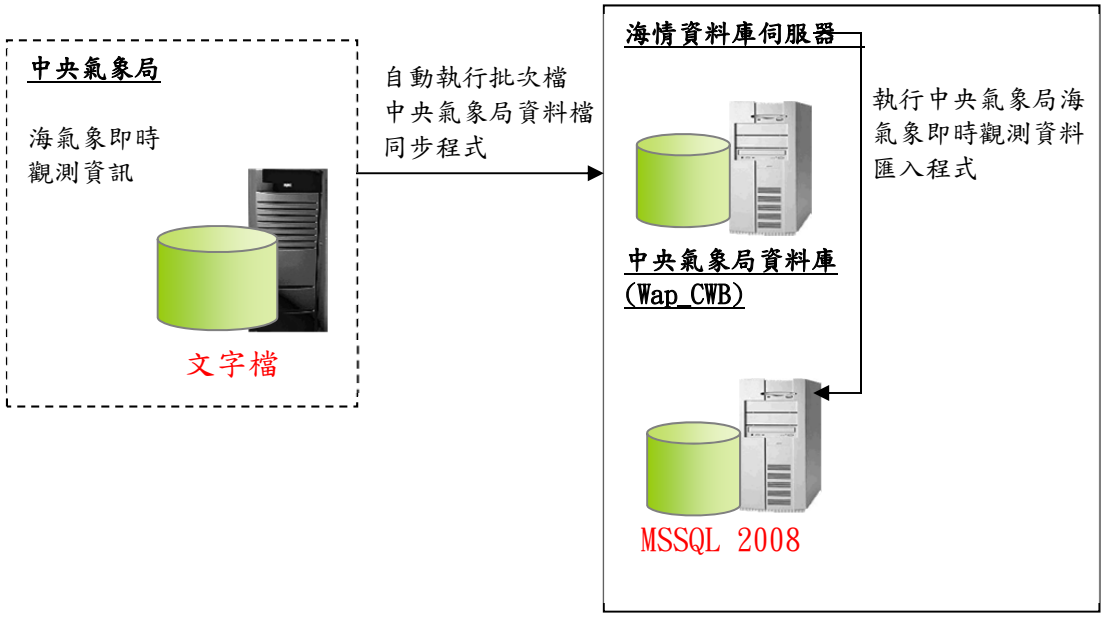


圖 9.36 中央氣象局觀測資料介接系統架構圖

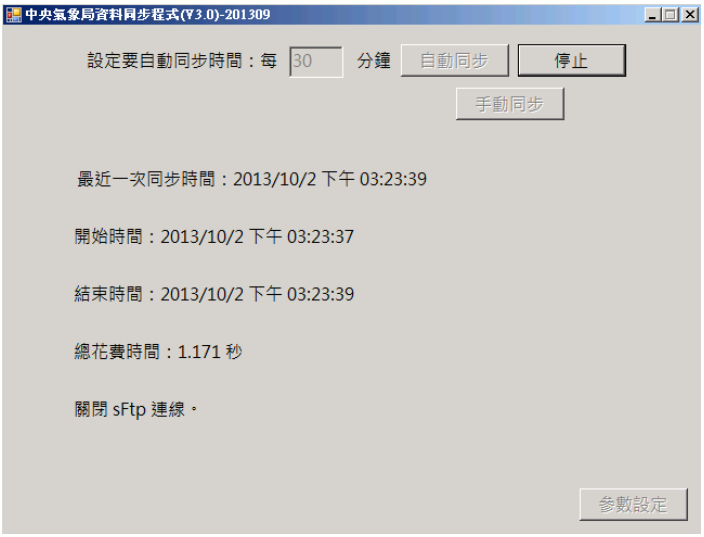


圖 9.37 中央氣象局資料檔同步程式

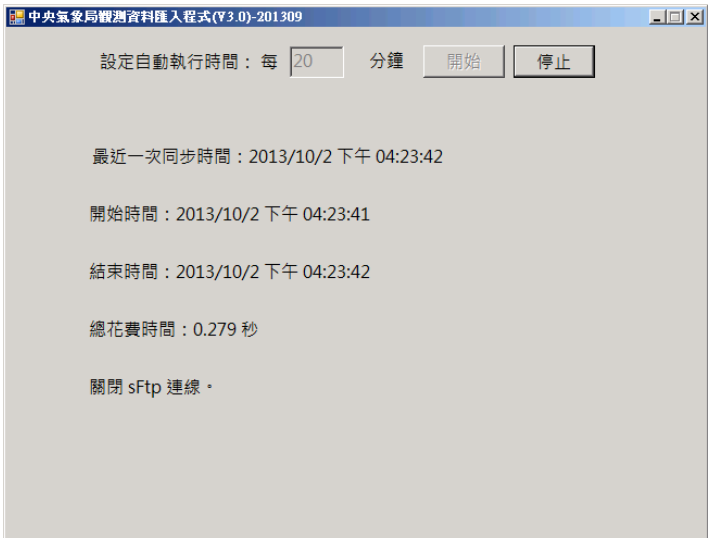


圖 9.38 中央氣象局觀測資料匯入程式

103 年度所取得之中央氣象局海氣象觀測資訊，已完成綜合表如下圖 9.39 **中央氣象局觀測資料綜合表**所示，提供包含測站、觀測時間、風速、風向、水溫、波高、週期、波向、流速、流向、水位等資訊，同樣的也提供測站座標點位置以及歷線圖給使用者瀏覽查詢。

採用 google map 介面的方式呈現整合中央氣象局資訊於港灣環境資訊網(首頁)，透過點選測站位置的方式，提供相關的海氣象資訊(風力、潮汐、波浪、海流以及水溫、能見度)，而為避免資訊標示不清，導致使用者瀏覽查詢之困擾，於 google map 地圖中以不同顏色的標示點區分港研中心與中央氣象局的測站位置，另外於海氣象資訊區塊中呈現資料來源出處；測量儀器上區分資料浮標、音波式水位計、雷達

水位計以及壓力式水位計等相關於網頁中作呈現，如下圖 9.40 海氣象整合資訊畫面所示。



圖 9.39 中央氣象局觀測資料綜合表

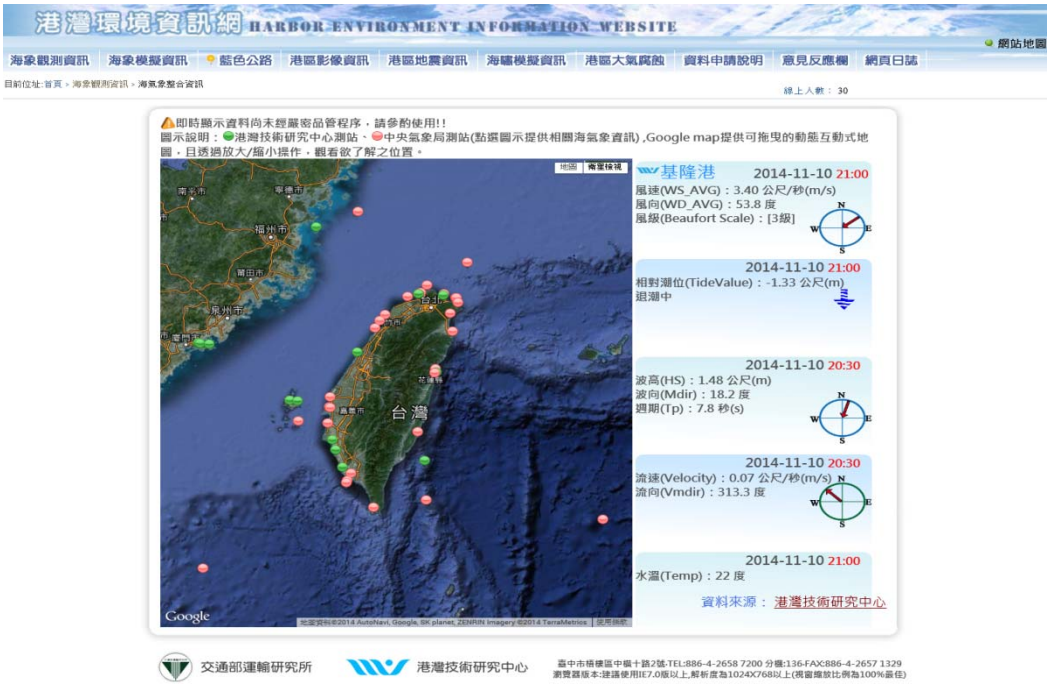


圖 9.40 海氣象整合資訊畫面

本年度除了持續進行中央氣象局海氣象資料庫與港灣技術研究中心之海氣象資料整合與應用功能開發與建置，並且也進行水利署海氣象資料庫整合規劃與評估。

有關水利署海氣象資料庫整合規劃與評估，初步規劃仍遵循與中央氣象局海氣象資料庫整合規劃之模式進行，依據以下評估模式進行:

一、資料庫介接方式

現階段與中央氣象局海氣象資料庫介接採用 FTP 方式，為避免更動網路系統架構與資訊安全，與水利署海氣象資料庫之介接仍建議採用 FTP 方式進行，詳細與確認之方式仍待後續計畫執行中之專案會議討論定案後進行。

二、資料提供格式

有關水利署海氣象資料目前僅提供潮位、流速、流向等資料皆為 6 分鐘一筆，但實際狀況需視測站當時通訊情況而定，無觀測氣溫、水溫等資料詳細之資料表如下表 9-8 水利署海氣象資料庫資料表所示、資料表欄位如下表 9-9 水利署海氣象資料庫資料表欄位所示。

表 9-8 水利署海氣象資料庫資料表

AirTemp：氣溫	CurrentDirection：流向
CurrentSpeed：流速	cwb_station：氣象局潮位站測站資訊（含水利署）
HintPeriod：週期	HintWave：波高
PeekPeriod：尖峰週期	Pressure：氣壓
StationList：所有測站資訊	WaterLevel：潮位
WaterTemp：水溫	WaveDirection：波向
WindDirection：風向	WindSpeed：風速
WindSpeed3s：三秒陣風	

表 9-9 水利署海氣象資料庫資料表欄位

資料表	欄位說明
AirTemp：氣溫	● SN：測站識別碼 ● DatraTime：資料時間 ● DataValue：氣溫測值(℃) ● Qulity：品管標記
CurrentDirection：流向	● SN：測站識別碼 ● DatraTime：資料時間 ● DataValue：流向測值(度) ● Qulity：品管標記
CurrentSpeed：流速	● SN：測站識別碼 ● DatraTime：資料時間 ● DataValue：流速測值(m/s) ● Qulity：品管標記
HintPeriod：週期	● SN：測站識別碼 ● DatraTime：資料時間 ● DataValue：波浪週期測值(秒) ● Qulity：品管標記
HintWave：波高	● SN：測站識別碼 ● DatraTime：資料時間 ● DataValue：示性波高(cm) ● Qulity：品管標記
PeekPeriod：尖峰週期	● SN：測站識別碼 ● DatraTime：資料時間 ● DataValue：波浪尖峰週期測值(秒) ● Qulity：品管標記
Pressure：氣壓	● SN：測站識別碼 ● DatraTime：資料時間 ● DataValue：氣壓測值(百帕) ● Qulity：品管標記
WaterLevel：潮位	● SN：測站識別碼 ● DatraTime：資料時間 ● DataValue：水位測值(cm) ● Qulity：品管標記
WaterTemp：水溫	● SN：測站識別碼 ● DatraTime：資料時間 ● DataValue：水溫測值(℃) ● Qulity：品管標記

WaveDirection：波向	● SN：測站識別碼 ● DatraTime：資料時間 ● DataValue：波向測值(度) ● Qulity：品管標記
WindDirection：風向	● SN：測站識別碼 ● DatraTime：資料時間 ● DataValue：風向測值(度) ● Qulity：品管標記
WindSpeed：風速	● SN：測站識別碼 ● DatraTime：資料時間 ● DataValue：風速測值(m/s) ● Qulity：品管標記
WindSpeed3s：三秒陣風	● SN：測站識別碼 ● DatraTime：資料時間 ● DataValue：三秒陣風測值(m/s) ● Qulity：品管標記
StationList：所有測站資訊	● SN：測站識別碼 ● Name：測站名稱 ● enName：測站名稱（英文） ● Code：測站代碼 ● Import：該測站測值是否匯入資料庫(中心內部使用) ● TM2_x：二分度帶 ● TM2_y：二分度帶 ● Height ● Longitude：經度 ● Latitude：緯度 ● Company：測站所屬單位 ● Address：測站布放位置說明 ● SetupDate：測站設立時間 ● SetupType：測站種類（資料浮標、潮位站、氣象站…） ● ObserveType ● ObserveItems：測站觀測項目 ● Note：備註 ● isDisplay：展示標記（For 網頁）
cwb_station：氣象局潮位站測站資訊（含水利署）	● st_no：測站編碼 ● st_name：測站名稱 ● intercept：潮位基準調整值 ● LastUpdateTime：資料最新時間 ● Longitude：經度 ● Latitude：緯度 ● isDisplay：展示標記(For 網頁) ● LastDataTime：測值調整後最後一筆時間

相關資訊展示與港灣技術研究中心之海氣象資料整合與應用，需整體考量港灣技術研究中心、中央氣象局及水利署等三個單位之海氣象資料的特性、測站位置等進行評估規劃與整合試作。

本年度已完成初步整合水利署海氣象觀測資訊，雙方透過協調溝

通取得共識，採用 MS SQL 資料庫介接如下圖 9.41 經濟部水利署海氣象觀測資料介接系統架構圖所示，透過固定 IP 及帳號權限登入同步相關的海氣象觀測資料，詳細的資料庫內容如下圖 9.42 經濟部水利署海氣象觀測資料庫畫面所示。相關資料表欄位說明如下表 9-10 經濟部水利署海氣象觀測資料表、表 9-11 經濟部水利署海氣象觀測資料表欄位說明所示，包含水利署之浮標(風力、波浪、海流)觀測資料以及潮位站觀測資料，藉由 MS SQL 資料庫同步方式定時擷取水利署提供的海氣象觀測資料，而海情中心伺服器採以自動化作業資料介接程式如下圖 9.38 **中央氣象局觀測資料匯入程式**所示，將水利署提供的資料透過資料品管匯入程式同步儲放於海情資料庫中，目前已完成綜合表資料之彙整如下圖 9.44 經濟部水利署海氣象觀測資料綜合表 所示。

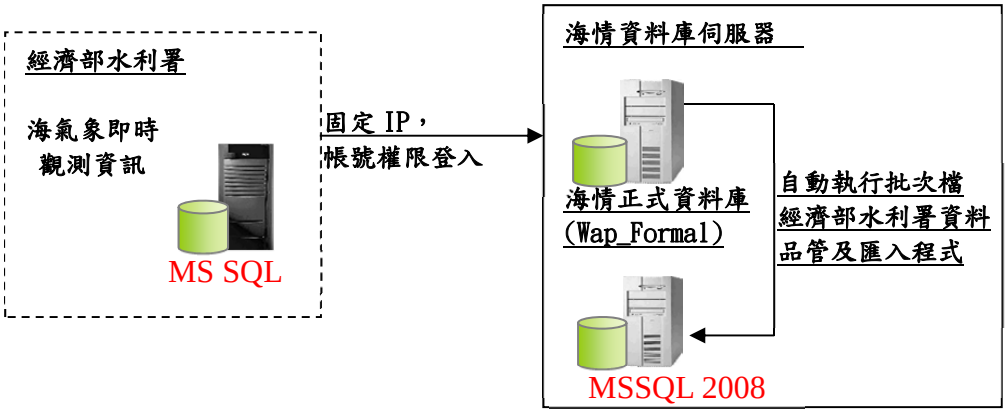


圖 9.41 經濟部水利署海氣象觀測資料介接系統架構圖

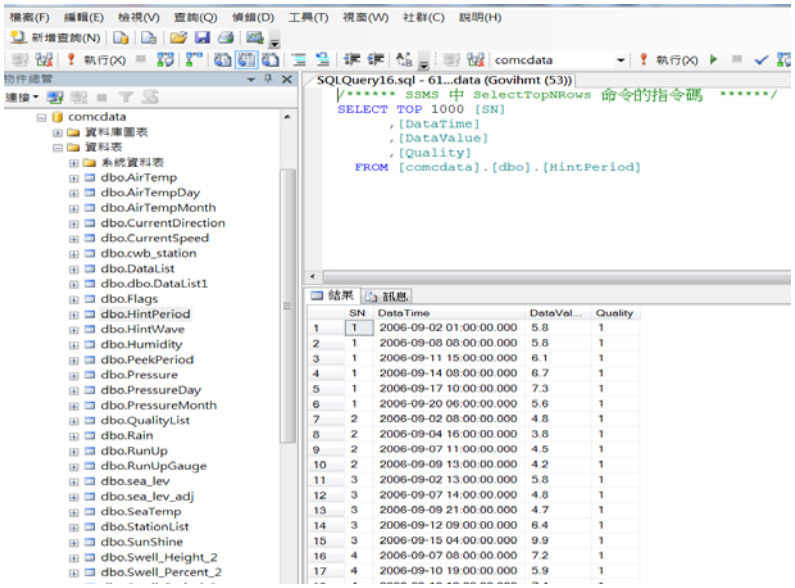


圖9.42 經濟部水利署海氣象觀測資料庫畫面

表 9-10 經濟部水利署海氣象觀測資料表

資料表名稱	說明
WindSpeed	風速
WindDirection	風向
WindSpeed3s	三秒陣風
WaterLevel	潮位
CurrentSpeed	流速
CurrentDirection	流向
HintWave	波高
WaveDirection	波向
HintPeriod	週期
PeekPeriod	尖峰週期
cwb_station	氣象局潮位站測站資訊（含水利署）
StationList	所有測站資訊

- 潮位為 6 分鐘一筆
- 流速、流向原則上也是 6 分鐘一筆，但需視測站當時通訊情況
- 水利署目前已無觀測氣溫、水溫

表 9-11 經濟部水利署海氣象觀測資料表欄位說明

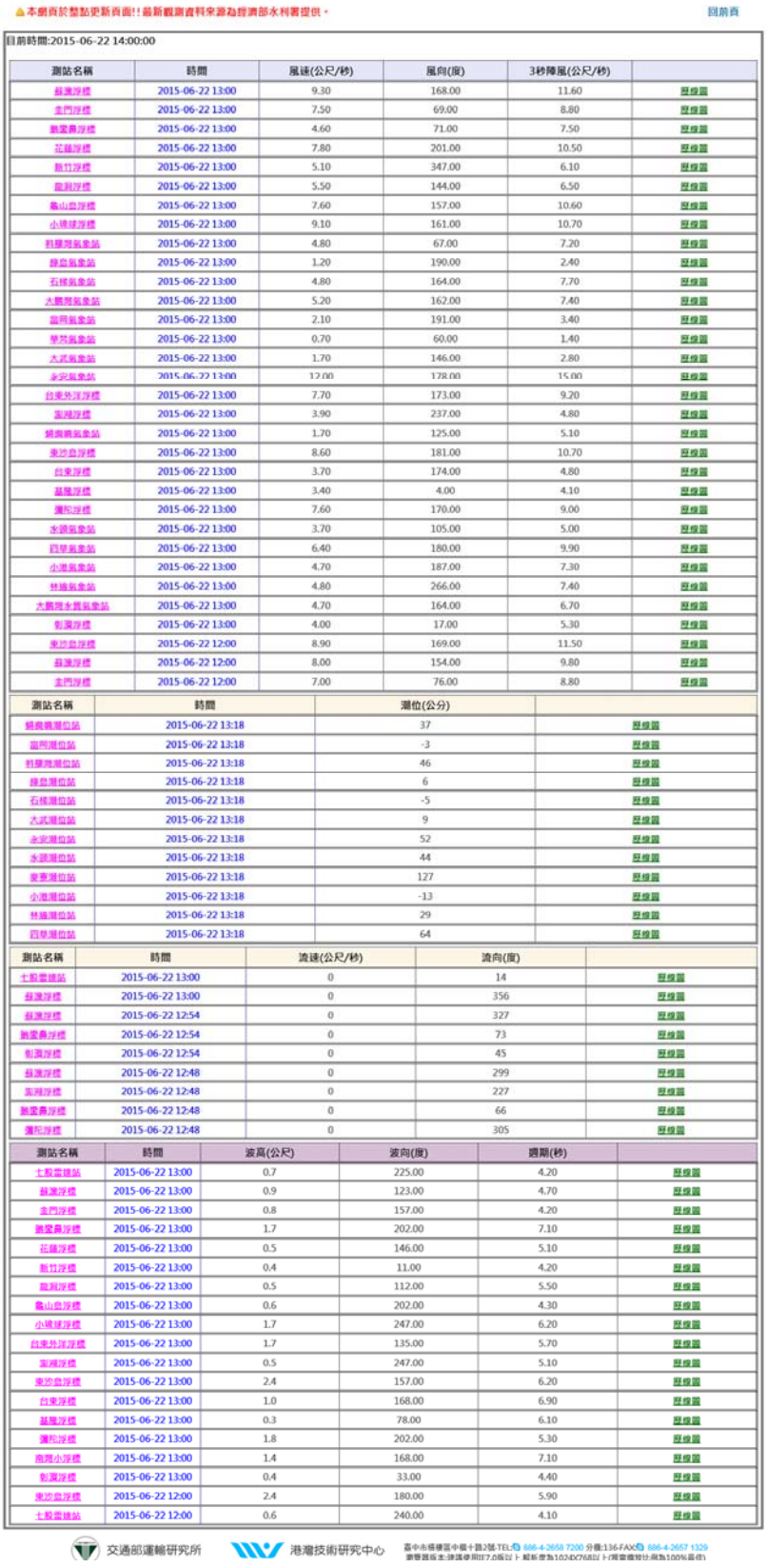
資料表	欄位說明
CurrentDirection：流向	SN：測站識別碼 DatraTime：資料時間 DataValue：流向測值(度) Qulity：品管標記
CurrentSpeed：流速	SN：測站識別碼 DatraTime：資料時間 DataValue：流速測值(m/s) Qulity：品管標記
HintPeriod：週期	SN：測站識別碼 DatraTime：資料時間 DataValue：波浪週期測值(秒) Qulity：品管標記
HintWave：波高	SN：測站識別碼 DatraTime：資料時間 DataValue：示性波高(cm)

	Qulity：品管標記
PeekPeriod：尖峰週期	SN：測站識別碼 DatraTime：資料時間 DataValue：波浪尖峰週期測值(秒) Qulity：品管標記
WaterLevel：潮位	SN：測站識別碼 DatraTime：資料時間 DataValue：水位測值(cm) Qulity：品管標記
WaveDirection：波向	SN：測站識別碼 DatraTime：資料時間 DataValue：波向測值(度) Qulity：品管標記
WindDirection：風向	SN：測站識別碼 DatraTime：資料時間 DataValue：風向測值(度) Qulity：品管標記
WindSpeed：風速	SN：測站識別碼 DatraTime：資料時間 DataValue：風速測值(m/s) Qulity：品管標記
WindSpeed3s：三秒陣風	SN：測站識別碼 DatraTime：資料時間 DataValue：三秒陣風測值(m/s) Qulity：品管標記



ID	測量時間	測站名稱	風速	風向	三秒陣風	狀態值
	2015-06-12 14:00:00	761	4.7	229	5.5	1
	2015-06-12 14:00:00	85	5.3	277	6.8	1
	2015-06-12 14:00:00	82	7.7	6	9.2	1
	2015-06-12 14:00:00	81	1.6	118	2.1	1
	2015-06-12 14:00:00	80	3	248	4.2	1
	2015-06-12 14:00:00	79	4.3	177	5.6	1
	2015-06-12 14:00:00	77	2.8	277	3.4	1
	2015-06-12 14:00:00	75	4.2	87	4.9	1
	2015-06-12 14:00:00	72	4.8	43	5.6	1
	2015-06-12 14:00:00	70	3.5	259	5.7	1
	2015-06-12 14:00:00	69	0.9	342	1.3	1
	2015-06-12 14:00:00	68	0.8	221	1.8	1
	2015-06-12 14:00:00	66	2.6	226	3.2	1
	2015-06-12 14:00:00	63	5.6	189	7.3	1
	2015-06-12 14:00:00	62	1.7	245	2.4	1
	2015-06-12 14:00:00	38	4.6	281	5.4	1
	2015-06-12 14:00:00	37	2	119	3.1	1
	2015-06-12 14:00:00	36	1	263	1.9	1

圖 9.43 經濟部水利署海氣象觀測資料品管及匯入程式



本網頁於整點更新頁面!!最新觀測資料來源為經濟部水利署提供。 回前頁

目前時間:2015-06-22 14:00:00

測站名稱	時間	風速(公尺/秒)	風向(度)	3秒陣風(公尺/秒)	
蘇澳浮標	2015-06-22 13:00	9.30	168.00	11.60	歷線圖
金門浮標	2015-06-22 13:00	7.50	69.00	8.80	歷線圖
鵝鑾鼻浮標	2015-06-22 13:00	4.60	71.00	7.50	歷線圖
花蓮浮標	2015-06-22 13:00	7.80	201.00	10.50	歷線圖
新竹浮標	2015-06-22 13:00	5.10	347.00	6.10	歷線圖
龍洞浮標	2015-06-22 13:00	5.50	144.00	6.50	歷線圖
龜山島浮標	2015-06-22 13:00	7.60	157.00	10.60	歷線圖
小琉球浮標	2015-06-22 13:00	9.10	161.00	10.70	歷線圖
料羅灣氣象站	2015-06-22 13:00	4.80	67.00	7.20	歷線圖
綠島氣象站	2015-06-22 13:00	1.20	190.00	2.40	歷線圖
石梯氣象站	2015-06-22 13:00	4.80	164.00	7.70	歷線圖
大鵬灣氣象站	2015-06-22 13:00	5.20	162.00	7.40	歷線圖
富岡氣象站	2015-06-22 13:00	2.10	191.00	3.40	歷線圖
蘭嶼氣象站	2015-06-22 13:00	0.70	60.00	1.40	歷線圖
大武氣象站	2015-06-22 13:00	1.70	146.00	2.80	歷線圖
永安氣象站	2015-06-22 13:00	12.00	178.00	15.00	歷線圖
台東外海浮標	2015-06-22 13:00	7.70	173.00	9.20	歷線圖
東湧浮標	2015-06-22 13:00	3.90	237.00	4.80	歷線圖
蘇澳鎮氣象站	2015-06-22 13:00	1.70	125.00	5.10	歷線圖
東沙島浮標	2015-06-22 13:00	8.60	181.00	10.70	歷線圖
台東浮標	2015-06-22 13:00	3.70	174.00	4.80	歷線圖
基隆浮標	2015-06-22 13:00	3.40	4.00	4.10	歷線圖
彭佳浮標	2015-06-22 13:00	7.60	170.00	9.00	歷線圖
水頭氣象站	2015-06-22 13:00	3.70	105.00	5.00	歷線圖
四草氣象站	2015-06-22 13:00	6.40	180.00	9.90	歷線圖
小港氣象站	2015-06-22 13:00	4.70	187.00	7.30	歷線圖
林園氣象站	2015-06-22 13:00	4.80	266.00	7.40	歷線圖
大鵬灣水質氣象站	2015-06-22 13:00	4.70	164.00	6.70	歷線圖
彰濱浮標	2015-06-22 13:00	4.00	17.00	5.30	歷線圖
東沙島浮標	2015-06-22 12:00	8.90	169.00	11.50	歷線圖
蘇澳浮標	2015-06-22 12:00	8.00	154.00	9.80	歷線圖
金門浮標	2015-06-22 12:00	7.00	76.00	8.80	歷線圖

測站名稱	時間	潮位(公分)	
蘭嶼鎮潮位站	2015-06-22 13:18	37	歷線圖
富岡潮位站	2015-06-22 13:18	-3	歷線圖
料羅灣潮位站	2015-06-22 13:18	46	歷線圖
綠島潮位站	2015-06-22 13:18	6	歷線圖
石梯潮位站	2015-06-22 13:18	-5	歷線圖
大武潮位站	2015-06-22 13:18	9	歷線圖
永安潮位站	2015-06-22 13:18	52	歷線圖
水頭潮位站	2015-06-22 13:18	44	歷線圖
後壁潮位站	2015-06-22 13:18	127	歷線圖
小港潮位站	2015-06-22 13:18	-13	歷線圖
林園潮位站	2015-06-22 13:18	29	歷線圖
四草潮位站	2015-06-22 13:18	64	歷線圖

測站名稱	時間	流速(公尺/秒)	流向(度)	
七股雲嘉站	2015-06-22 13:00	0	14	歷線圖
蘇澳浮標	2015-06-22 13:00	0	356	歷線圖
蘇澳浮標	2015-06-22 12:54	0	327	歷線圖
鵝鑾鼻浮標	2015-06-22 12:54	0	73	歷線圖
彰濱浮標	2015-06-22 12:54	0	45	歷線圖
蘇澳浮標	2015-06-22 12:48	0	299	歷線圖
東湧浮標	2015-06-22 12:48	0	227	歷線圖
鵝鑾鼻浮標	2015-06-22 12:48	0	66	歷線圖
彭佳浮標	2015-06-22 12:48	0	305	歷線圖

測站名稱	時間	波高(公尺)	波向(度)	週期(秒)	
七股雲嘉站	2015-06-22 13:00	0.7	225.00	4.20	歷線圖
蘇澳浮標	2015-06-22 13:00	0.9	123.00	4.70	歷線圖
金門浮標	2015-06-22 13:00	0.8	157.00	4.20	歷線圖
鵝鑾鼻浮標	2015-06-22 13:00	1.7	202.00	7.10	歷線圖
花蓮浮標	2015-06-22 13:00	0.5	146.00	5.10	歷線圖
新竹浮標	2015-06-22 13:00	0.4	11.00	4.20	歷線圖
龍洞浮標	2015-06-22 13:00	0.5	112.00	5.50	歷線圖
龜山島浮標	2015-06-22 13:00	0.6	202.00	4.30	歷線圖
小琉球浮標	2015-06-22 13:00	1.7	247.00	6.20	歷線圖
台東外海浮標	2015-06-22 13:00	1.7	135.00	5.70	歷線圖
東湧浮標	2015-06-22 13:00	0.5	247.00	5.10	歷線圖
東沙島浮標	2015-06-22 13:00	2.4	157.00	6.20	歷線圖
台東浮標	2015-06-22 13:00	1.0	168.00	6.90	歷線圖
基隆浮標	2015-06-22 13:00	0.3	78.00	6.10	歷線圖
彭佳浮標	2015-06-22 13:00	1.8	202.00	5.30	歷線圖
南寮小浮標	2015-06-22 13:00	1.4	168.00	7.10	歷線圖
彰濱浮標	2015-06-22 13:00	0.4	33.00	4.40	歷線圖
東沙島浮標	2015-06-22 12:00	2.4	180.00	5.90	歷線圖
七股雲嘉站	2015-06-22 12:00	0.6	240.00	4.10	歷線圖

交通部運輸研究所 港灣技術研究中心

圖 9.44 經濟部水利署海氣象觀測資料綜合表

9.4 海氣模擬資訊

本項研究內容與工作項目為：

- 數值預報子系統之資料庫彙整
- 新增模式予介接展示

9.4.1 數值預報子系統之資料庫彙整

近岸數值模擬系統是將海氣象相關的模式每日計算的數值匯整成文字檔以及圖片檔，透過伺服器以定時同步資料夾的方式將資料複製匯入至海情資料庫。數值模擬資料提供海氣象歷線圖，並於網頁中與實測值套疊作展示。此部分的作業會持續進行彙整中，如下表 9-12 **數值預報子系統之資料庫筆數統計表**。

表 9-12 數值預報子系統之資料庫筆數統計表

年度	港口	模式項目(筆數統計)						
		風力		潮汐	波浪			海流
		MC/RC	WRF	Tidal	Wam	Swan	Refdif	Fehdm
2009 年	基隆	3101	x	3143	3143	1052	x	x
	臺中	3101	x	3143	3143	1052	x	x
	高雄	3101	x	3143	3143	1052	x	x
	花蓮	3101	x	3143	3143	1052	x	x
	蘇澳	3101	x	3143	3143	1052	x	x
	臺北	3101	x	3143	3143	1052	x	x
	安平	3101	x	3143	3143	1052	x	x
	澎湖	x	x	x	x	x	x	x
2010 年	基隆	8355	x	6888	8352	5219	x	x
	臺中	8355	x	6888	8352	5219	x	x
	高雄	8355	x	6888	8352	5219	x	x
	花蓮	8355	x	6888	8352	5219	x	x
	蘇澳	8355	x	6888	8352	5219	x	x
	臺北	8355	x	6888	8352	5219	x	x
	安平	8355	x	6888	8352	5219	x	x
	澎湖	1728	x	x	1415	1416	x	x
2011 年	基隆	8523	x	8376	8496	8500	5186	4376
	臺中	8523	x	8376	8496	8500	1609	x
	高雄	8523	x	8376	8496	8500	1656	x

	花蓮	8523	x	8376	8496	8500	1656	x
	蘇澳	8523	x	8376	8496	8500	1992	x
	臺北	8523	x	8376	8496	8500	4442	5167
	安平	8523	x	8376	8496	8500	1656	x
	澎湖	6217	x	3935	4127	4129	x	x
	布袋	288	x	815	239	240	x	x
	金門	264	x	239	239	x	x	x
	臺灣近海 MC	3168	x	3095	x	3168	x	x
	西太平洋 RC	3192	x	3119	3143	x	x	x
2012 年	基隆	7705	x	6985	6985	6985	6962	6655
	臺中	7705	x	6985	6985	6985	6962	x
	高雄	7705	x	6985	6985	6985	6962	x
	花蓮	7705	x	6985	6985	6985	6962	x
	蘇澳	7705	x	6985	6985	6985	6962	x
	臺北	7705	x	6985	6985	6985	6962	6655
	安平	7705	x	6985	6985	6985	6962	x
	澎湖	7705	x	6985	6985	6985	x	x
	布袋	7249	x	6985	6985	6985	x	x
	金門	7225	x	6985	6985	x	x	x
	臺灣近海 MC	6985	x	6985	x	6985	x	x
	西太平洋 RC	6985	x	6985	6985	x	x	x
2013 年	基隆	8760	3934	8760	8760	8760	8760	8760
	臺中	8760	3940	8760	8760	8760	8760	8760
	高雄	8760	3940	8760	8760	8760	8760	x
	花蓮	8760	3940	8760	8760	8760	8760	x
	蘇澳	8760	3934	8760	8760	8760	8760	x
	臺北	8760	3940	8760	8760	8760	8760	8760
	安平	8760	3940	8760	8760	8760	8760	x
	澎湖	8760	3940	8760	8760	8760	x	x
	布袋	8760	3934	8760	8760	8760	x	8760
	金門	8760	247	8760	8760	8760	x	x
	臺灣近海	8760(MC)	4240	8760	x	8760	x	x
	西太平洋	8760(RC)	x	8760	8760	x	x	x
2014 年	基隆	8666	8730	8760	8736	8737	8737	8714
	臺中	8666	8730	8760	8736	8737	8737	8309
	高雄	8666	8730	8760	8736	8737	8714	1488

	花蓮	8666	8730	8760	8736	8737	8667	x
	蘇澳	8666	8730	8760	8736	8737	8737	744
	臺北	8666	8730	8760	8736	8737	8737	8714
	安平	8666	8730	8760	8736	8737	8737	648
	澎湖	8666	8730	8760	8736	8737	x	x
	布袋	8666	8730	8760	8736	8737	504	8451
	金門	8666	8730	8760	8736	8737	x	x
	臺灣近海	8666(MC)	8730	8760	x	8737	x	x
	西太平洋	8666(RC)	5908	8760	8736	x	x	x
2015 年	基隆	7274	7322	7273	7273	7274	7274	7297
	臺中	7274	7322	7273	7273	7274	7274	7296
	高雄	7274	7322	7273	7273	7274	7274	7272
	花蓮	7274	7322	7273	7273	7274	7274	x
	蘇澳	7274	7322	7273	7273	7274	7274	7296
	臺北	7274	7322	7273	7273	7274	7274	7296
	安平	7274	7322	7273	7273	7274	7274	x
	澎湖	7274	7322	7273	7273	7274	x	x
	布袋	7274	7322	7273	7273	7274	7274	7152
	金門	7274	7322	7273	7273	8737	x	x
	臺灣近海	7274(MC)	7322	7273	x	7274	x	x
	西太平洋	7274(RC)	7322	7273	7273	x	x	x

*2015 年筆數資料統計至 2015/10/31 止。

*波浪(Refdif 模式):小尺度的數值模擬，於港區附近挑選 5 個模擬測站;

*海流(Fehdm 模式):小尺度的數值模擬，於港區附近挑選 5 個模擬測站;

9.4.2 新增模式予介接展示

一、資料介接架構圖如下圖 9.45 近岸數值模擬資料介接系統架構圖所示：

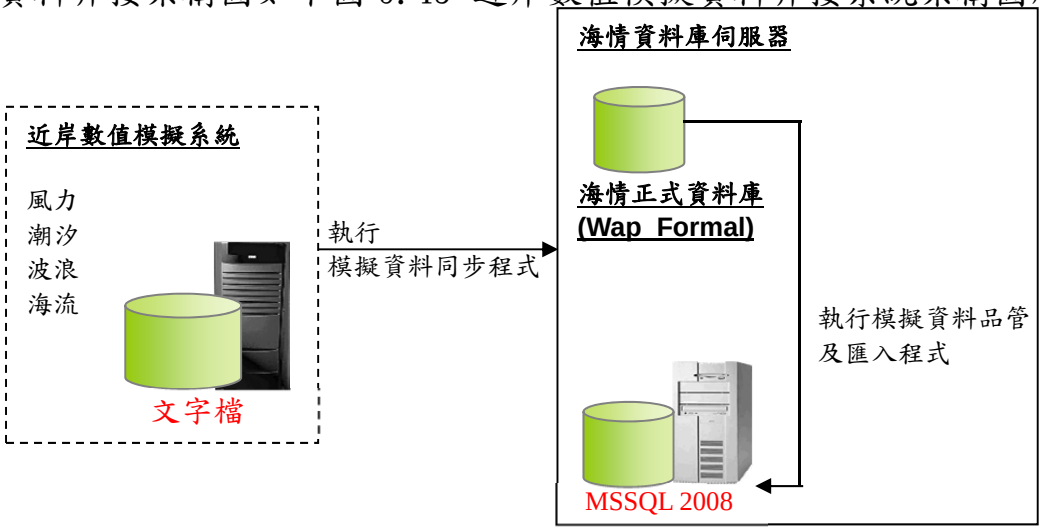


圖 9.45 近岸數值模擬資料介接系統架構圖

二、資料介接

每日定時由模擬資料同步程式複製近岸數值模擬系統之相關資料(文字檔和圖片檔)，再透過資料品管及匯入程式，將近岸模擬之海氣象數值資料(風力、潮汐、波浪、海流)分別匯入至海情正式資料庫(Wap_Formal)，此部份持續進行資料介接與資料穩定度作業之維護。

三、新增細尺度港區區域模式

配合數值模擬系統之計算精進提升，本年度已完成試作細尺度的港區區域模式系統，提供數值模擬所技計算包含目前時間以及未來 24 小時之風速、風向、潮位、波高以及流速、流向等模擬資訊，如下圖 9.46 基隆港港區區域畫面(細尺度)、圖 9.48 基隆港港區牛稠港西 5-西 12 碼頭位置、圖 9.49 高雄港港區區域畫面(細尺度)、圖 9.50 高雄港港區中洲漁港碼頭位置、圖 9.51 高雄港港區 NO.30-NO.35 碼頭位置、圖 9.52 高雄港港區 新光碼頭 NO.17-NO.22 碼頭位置所示，提供給使用者更進一步的查詢參考。



圖 9.46 基隆港港區區域畫面(細尺度)



圖 9.47 基隆港港區東 5-東 11 碼頭位置



圖 9.48 基隆港港區牛稠港西 5-西 12 碼頭位置



圖 9.49 高雄港港區區域畫面(細尺度)



圖 9.50 高雄港港區中洲漁港碼頭位置



圖 9.51 高雄港港區 NO.30-NO.35 碼頭位置



圖 9.52 高雄港港區 新光碼頭 NO.17-NO.22 碼頭位置

細尺度港區區域模式已完成基隆港、高雄港、臺中港、安平港、臺北港、布袋港、蘇澳港、花蓮港，提供現在時間以及未來 24 小時之風速、風向、潮位、波高以及流速、流向資訊，如下表 9-13 細尺度港區區域資訊所示:

表 9-13 細尺度港區區域資訊

海氣象項目 / 港口	風速	風向	潮位	波高	流速	流向
基隆港	V	V	V	V	V	V
高雄港	V	V	X	V	X	X
臺北港	V	V	X	V	X	X
臺中港	V	V	X	V	X	X
安平港	V	V	X	V	X	X
布袋港	V	V	X	V	X	X
蘇澳港	V	V	X	V	X	X
花蓮港	V	V	X	V	X	X

9.5 藍色公路(AIS)

本項研究內容與工作項目為：

- 藍色公路船班新增介接與展示
- 郵輪航線納入藍色公路功能上線與展示

9.5.1 藍色公路船班新增介接與展示

港灣環境資訊網於藍色公路網頁中，已提供固定航路船班之數值模擬資訊以套疊船舶動態資訊；相關介接作業程序如下圖 9.53 船舶動態辨識系統網路架構圖所示，每日採自動化的作業方式，將相關資訊匯入海情資料庫，AIS 資料如下表 9-14 AIS 資料表所示。

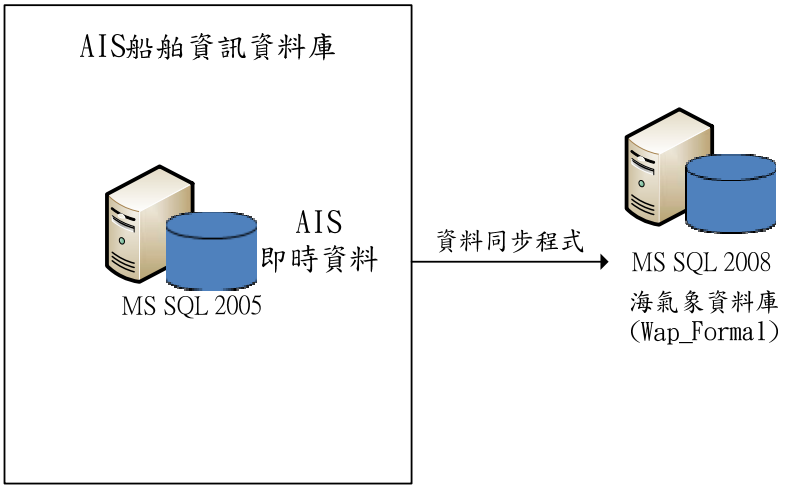


圖 9.53 船舶動態辨識系統網路架構圖

表 9-14 AIS 資料表

Field	Description
IMO_Number	(IMO Number) 國際海事組織編號
Call_Sign	(Call Sign) 呼號
ShipName	船名
MMSI	(MMSI, Maritime Mobile Service Identities Code) 水上行動業務識別碼
Navigation_Status	(Navigation status) 航行狀態
ROT	(Rate of Turn，ROT) 迴轉率
SOG	(Speed Over Ground，SOG) 航速
Position_Accuracy	(Position accuracy) 位置準確度
Longitude	經度
Latitude	緯度
COG	(Course Over Ground，COG) 航向

True_Heading	真航向
Time_Stamp	時間標記
Communication_State	
Ship_and_Cargo_Type	（Type of ship）船舶類型
Reference_Position_A	A+B = 船長
Reference_Position_B	
Reference_Position_C	C+D = 船寬
Reference_Position_D	
Fixing_Device	（Position system）定位設備
ETA	（Estimated Time of Arrival，ETA） 預估到達時間
Max_Draught	船舶最大吃水深度
Destination	目的地點
DTE	資料終端機設備
Record_Time	此筆紀錄接收時間
Gross_Tonnage	總噸位



船名	MMSI	經度	緯度	預估到達時間(ETA)	目的地	記錄接收時間
KUO WEI	416454000	121.7571	25.14328	2013-06-10 07:00:00	TAICHUNG	2013-06-10 17:24:44
TAI MA ...	416100050	121.6107	25.38331	2013-06-10 18:15:00	KEELUNG	2013-06-10 17:24:46
C.POLARIS ...	440840000	120.5858	24.83757	2013-06-14 02:00:00	YANTAI CHINA ...	2013-06-10 17:24:46
GOLD SAND	355961000	121.3899	25.15527	2013-06-10 06:30:00	TAIPEI	2013-06-10 17:24:48
KANG PING ...	477102400	121.3404	25.16938	2013-06-10 23:00:00	TAICHUNG ...	2013-06-10 17:24:50
GENCO CO...	477046700	121.1154	21.83427	2000-06-14 12:00:00	TIANJIN	2013-06-10 17:24:50
GOLDEN AR...	352446000	121.492	25.46952	2013-06-10 11:00:00	TW TAIPEI	2013-06-10 17:24:50
MINFUDING...	0	119.9139	26.22655	2013-09-13 10:51:00	DALIAN	2013-06-10 17:24:50
TA HWA	416004505	181	91	2013-06-09 23:00:00	TAIPEI	2013-06-10 17:24:51
SYNERGY Q...	636014529	121.2252	21.98982	2013-05-04 15:00:00	SINGAPORE ...	2013-06-10 17:24:51
LI HUA	370544000	121.7495	25.1541		KEELUNG	2013-06-10 17:24:52
NAUTICAST	1193046	121.7775	25.15005	2013-10-13 12:31:00	CASABLANCA	2013-06-10 17:24:53
CENTURY S...	355608000	121.2314	25.2056	2013-06-11 21:00:00	HK HKG	2013-06-10 17:24:53
EVER GOOD...	416003952	121.3689	25.15953	2013-06-07 00:30:00	TAIPEI	2013-06-10 17:24:53
GREAT HAR...	477240800	121.0662	21.78242	2000-06-14 00:00:00	HADONG	2013-06-10 17:24:54
XING HUA	372269000	121.7166	25.25137	2013-06-11 12:00:00	XIA MEN	2013-06-10 17:24:54
SKY 401	416433000	121.3916	25.15351	2013-10-22 08:00:00	TAIPEI	2013-06-10 17:24:54
YELLOW M...	305646000	121.2351	25.32575	2013-06-11 00:00:00	KAOHSIUNG ...	2013-06-10 17:24:55

圖 9.54 船舶動態資料(AIS)匯入程式

103 年度港灣環境資訊網已完成 14 條藍色公路航線，如下圖 9.55 港灣環境資訊網之 14 條藍色公路航線所示。

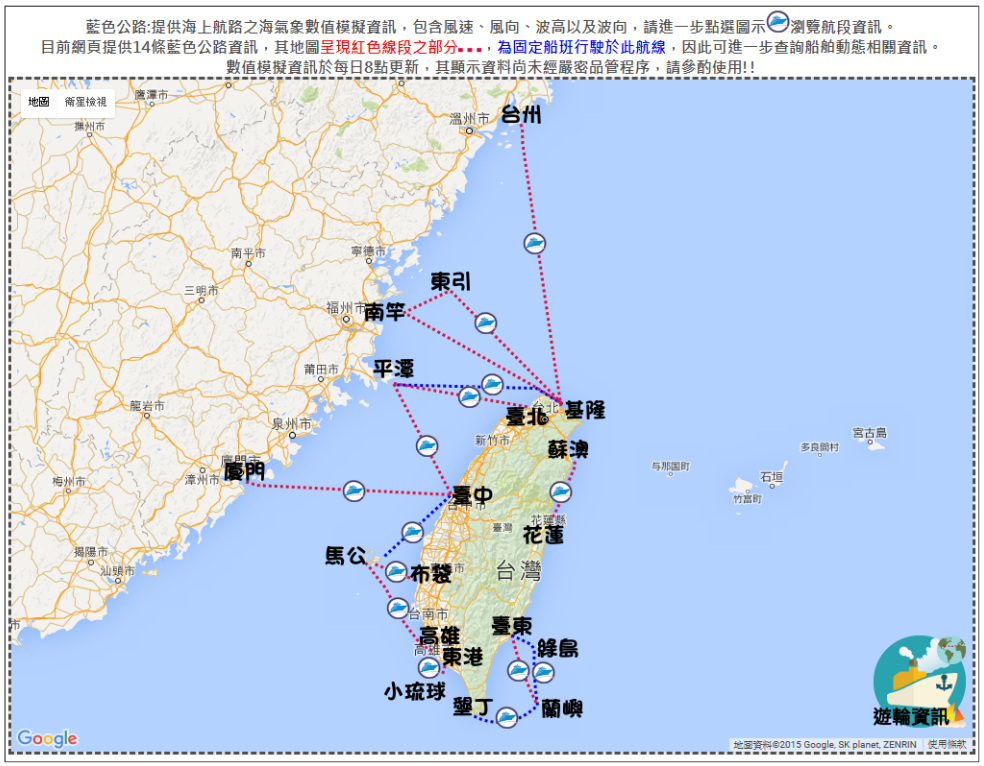


圖 9.55 港灣環境資訊網之 14 條藍色公路航線

本年度持續依各港埠單位之需求進行航線、船班等新增與擴充，如下表 9-15 航線固定船舶資訊所示。

表 9-15 航線固定船舶資訊

航線	新增船舶名稱(MMSI)
基隆-東引-南竿	臺馬輪(416100050)
基隆-台州	中遠之星(477559700)
基隆-平潭	無
臺北-平潭	麗娜輪(416476000) 海峽號(413696180)
臺中-平潭	海峽號(413696180)
臺中-廈門	中遠之星(477559700)
臺中-馬公	無
布袋-馬公	滿天星 1 號(416000403) 百麗輪(416004238) 滿天星 2 號(416004561) 凱旋 3 號(416174800)

	太吉之星(416004681) 今一之星(416000111)
高雄-馬公	臺華輪(416100010)
東港-小琉球	泰富 1 號(416004733) 泰富 2 號(416004734) 飛馬號(416002034) 欣泰號(416900060)
墾丁後壁湖-蘭嶼	金星 5 號、恆星號
臺東-綠島-蘭嶼	金星 3 號、天王星、凱旋輪 1 號、凱旋輪 2 號、綠島之星 2 號
臺東-蘭嶼	綠島之星(416004456)
蘇澳-花蓮	麗娜輪(416476000)



圖 9.56 臺東-蘭嶼航線(海氣象資訊+綠島之星船舶資訊)

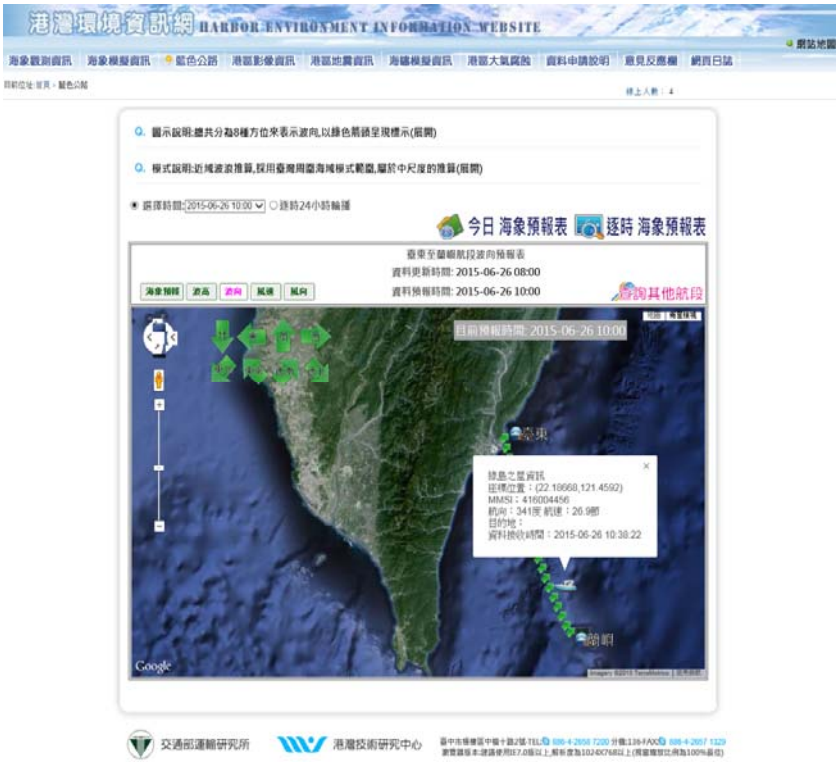


圖 9.57 臺東-蘭嶼航線(波向資訊+綠島之星船舶資訊)



圖 9.58 東港-小琉球航線(海氣象資訊+船舶資訊)

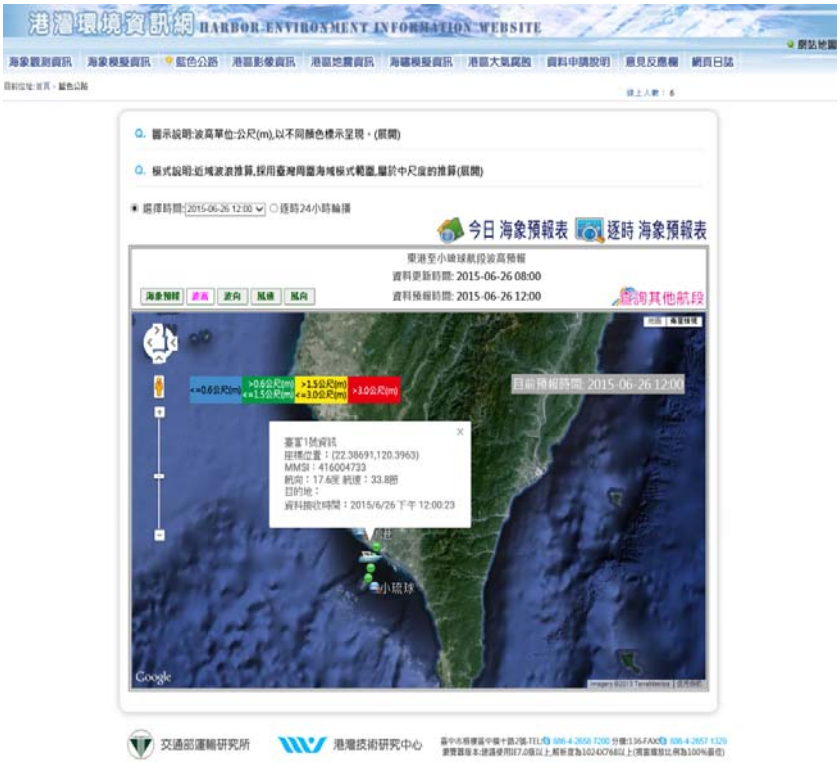


圖 9.59 東港-小琉球航線(海氣象資訊+臺富 1 號船舶資訊)

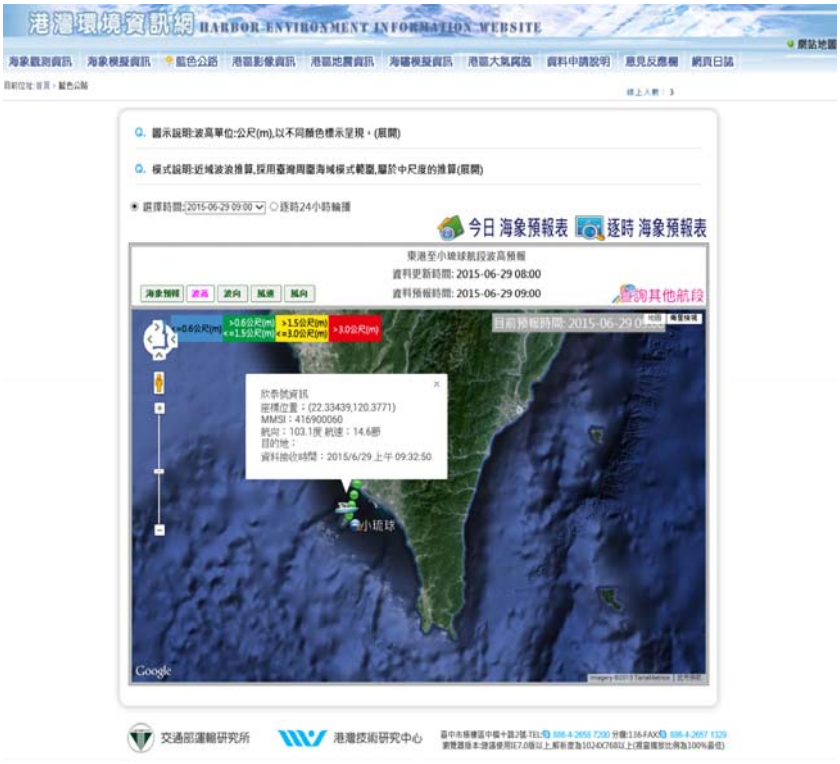


圖 9.60 東港-小琉球航線(海氣象資訊+欣泰號船舶資訊)

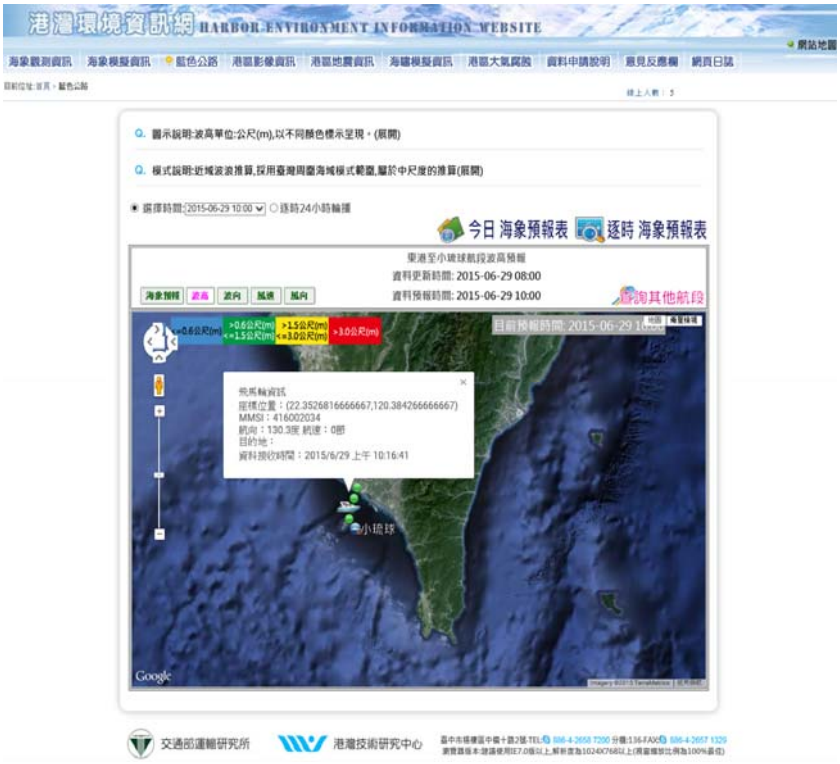


圖 9.61 東港-小琉球航線(海氣象資訊+飛馬號船舶資訊)

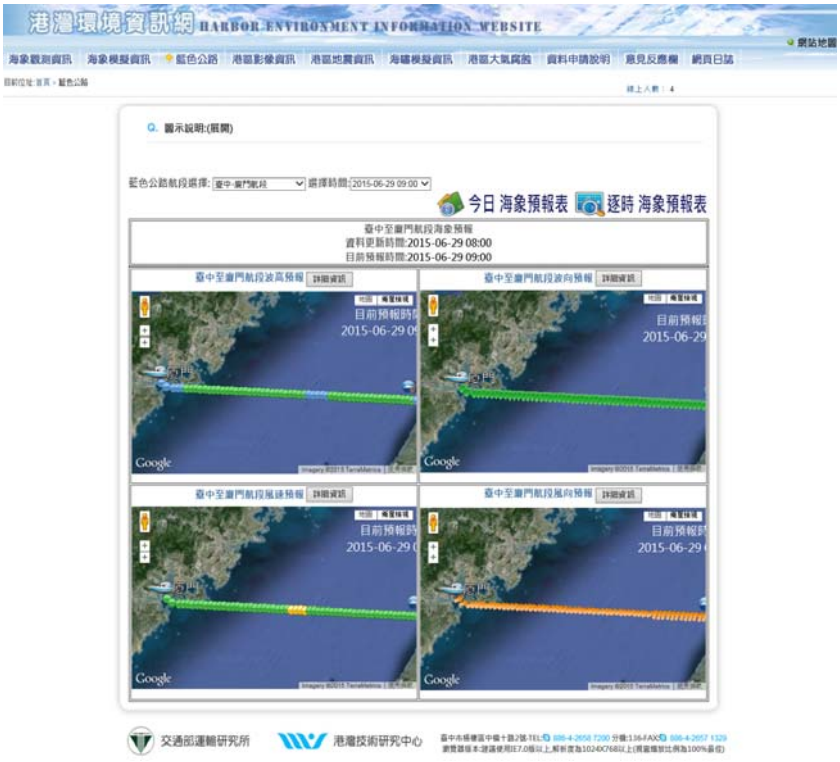


圖 9.62 臺中-廈門航線(海氣象資訊+中遠之星船舶資訊)



圖 9.63 臺中–廈門航線(風速資訊+中遠之星船舶資訊)



圖 9.64 基隆–台州航線(海氣象資訊+中遠之星船舶資訊)

9.5.2 郵輪航線納入藍色公路功能上線與展示

近年來臺灣郵輪觀光市場發展蓬勃，其海上航行安全是旅客與業者非常關切的重要因素，因此海氣象資訊的即時提供，對於船舶航行與海域作業活動而言是極重要的環節。

由於郵輪的航行軌跡並無固定，因此透過 AIS 接收站與數值模擬所涵蓋之範圍套疊，針對共同所涵蓋之區域，103 年度試作將郵輪航線(麗星郵輪寶瓶星號)航班，提供中尺度之風力(風速、風向)和波浪(波高、波向)資訊，並配合船舶辨識系統所提供的經緯度資訊，展示呈現郵輪目前位置之附近海氣象資訊以及航行軌跡。如下、圖 9.66 麗星郵輪(寶瓶星)-航舶動態+海氣象波向模擬資訊、圖 9.67 麗星郵輪(寶瓶星)-航舶動態+海氣象風速模擬資訊、圖 9.68 麗星郵輪(寶瓶星)-航舶動態+海氣象風向模擬資訊所示。

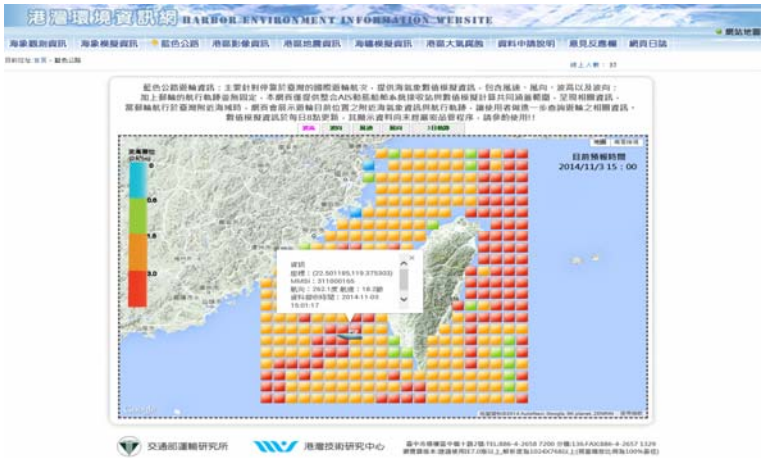


圖 9.65 麗星郵輪(寶瓶星)-航舶動態+海氣象波高模擬資訊



圖 9.66 麗星郵輪(寶瓶星)-航舶動態+海氣象波向模擬資訊

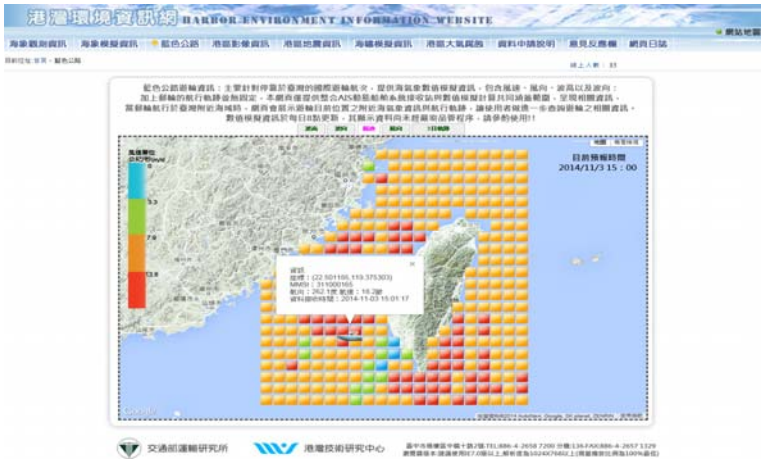


圖 9.67 麗星郵輪(寶瓶星)-航舶動態+海氣象風速模擬資訊



圖 9.68 麗星郵輪(寶瓶星)-航舶動態+海氣象風向模擬資訊

由於郵輪的航程時間都有固定航班，但不定期的停靠於臺灣的港口，因此港灣環境資訊網未來也將提供最近 3 日的軌跡資訊給使用者參考，如下圖 9.69 麗星郵輪(寶瓶星)-航舶最近三日內的航行軌跡所示。



圖 9.69 麗星郵輪(寶瓶星)-航舶最近三日內的航行軌跡

近年來由於觀光業大幅成長發展，許多國際大型郵輪會定期來臺造訪靠泊，本年度將擴大麗星郵輪旗下包含處女星號、雙魚星號及天秤星號等航班，配合其航線的開航加入藍色公路之中。

一般狀況下郵輪航次停靠資訊，會在半年前由郵輪公司通報提供給各港務分公司，國際航線的郵輪相關預定船期表，可透過各港務公司網站(http://www.motcmpb.gov.tw/MOTCMPBWeb/wSite/ct?xItem=9456&ctNode=580&mp=1&idPath=220_232_580)查詢，本年度或近期預定來台觀光船期表如

表 9-16 來臺觀光郵輪列表所示:

表 9-16 來臺觀光郵輪列表

MMSI	船名	MMSI	船名
308273000	寶瓶星號 (SUPERSTAR AQUARIUS)	311061100	卡莉多麗號(CALEDONIAN SKY)（首航）
311000165	處女星 (SUPERSTAR VIRGO)	432545000	飛鳥 2 號 (ASUKAⅡ)
311317000	海洋航行號 (VOYAGER OF THE SEAS)	247109000	歌詩達維多利亞(COSTA VICTORIA)
311378000	海洋神話號 (LEGEND OF THE SEAS)	310438000	太陽公主 (SUN PRINCESS)
235103359	鑽石公主 (DIAMOND PRINCESS)	311000410	德國號(DEUTSCHLAND)
311513000	七海航海家 （SEVEN SEAS VOYAGER）	309913000	銀色發現者(SILVER DISCOVERER)
249055000	千禧號 (CELEBRITY ILLENNIUM)	431281000	太平洋維納斯(PACIFIC VENUS)
308784000	阿拉巴 (ALBATROS)	310456000	維坦尼 (ARTANIA)
248708000	海娜 (HENNA)	578000200	蘇莉娜 (LE SOLEAL)
235103357	藍寶石公主號（SAPPHIRE PRINCESS）	431302000	日本丸 (NIPPON MARU)
371521000	中華泰山號 (CHINESE TAISHAN)	310344000	黃金公主 (GOLDEN PRINCESS)
256216000	探索輪 (AZAMARA QUEST)	373297000	海洋夢幻 (OCEAN DREAM)

311027100	璽寶旅行者號(SEABOURN SOJOURN)（首航）	229378000	歐洲 2 號 (EUROPA2)
311493000	海洋水手號 (MARINER OF THE SEAS)	308007000	歐洲 (EUROPA)
311000267	海洋量子號 (QUANTUM OF THE SEAS)（首航）	311027100	世鵬 (SEABOURN SOJOURN)
311213000	世界號(THE WORLD)（首航）	538001663	英西格 (INSIGNIA)

透過上述本年度或近期預定來台觀光船期表，結合 AIS 資訊與數值模擬資訊整合，港灣環境資訊網已可以進一步提供更多郵輪航線旅途中的海氣象變化狀況及郵輪航行動態軌跡，如下圖 9.70 海洋航行者號郵輪動態資訊+波高資訊(2016-06-18 10:35)、圖 9.71 海洋航行者號郵輪動態資訊+波高資訊(2016-06-18 16:55)、圖 9.72 海洋航行者號郵輪動態資訊+風向資訊(2016-06-18 16:57)、圖 9.73 海洋航行者號郵輪+風速資訊(2016-06-18 07:44)、圖 9.74 海洋航行者號郵輪動態資訊+風速資訊(2016-06-18 16:57)、圖 9.75 海洋航行者號郵輪動態資訊+風向資訊(2016-06-18 16:57)、圖 9.76 鑽石公主號郵輪航行軌跡資訊(2015-06-10)、圖 9.77 寶瓶星號郵輪航行軌跡資訊(2015-06-12)、圖 9.78 寶瓶星號郵輪航行軌跡資訊(2015-06-17)、圖 9.79 海洋航行者號郵輪航行軌跡資訊(2015-06-18)、圖 9.80 海洋航行者號郵輪航行軌跡資訊(2015-06-18)、圖 9.81 海洋航行者號郵輪航行軌跡資訊(2015-06-18)所示：

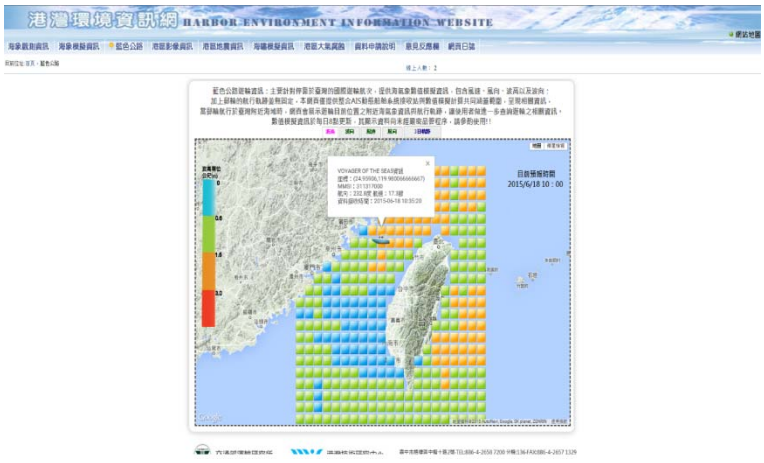


圖 9.70 海洋航行者號郵輪動態資訊+波高資訊(2016-06-18 10:35)

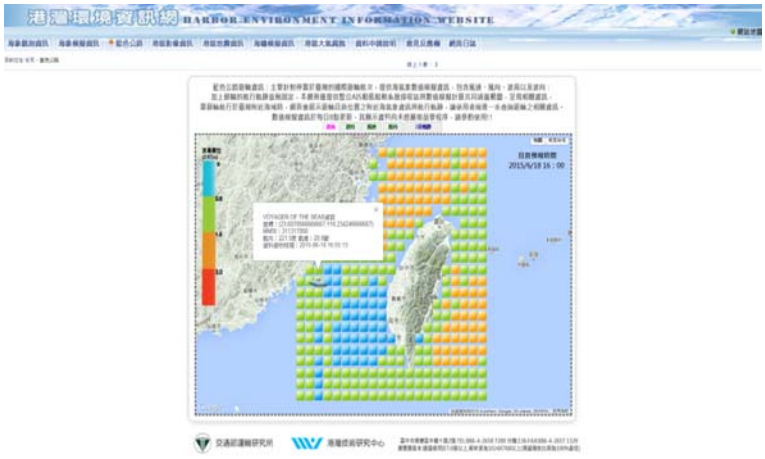


圖 9.71 海洋航行者號郵輪動態資訊+波高資訊(2016-06-18 16:55)



圖 9.72 海洋航行者號郵輪動態資訊+風向資訊(2016-06-18 16:57)

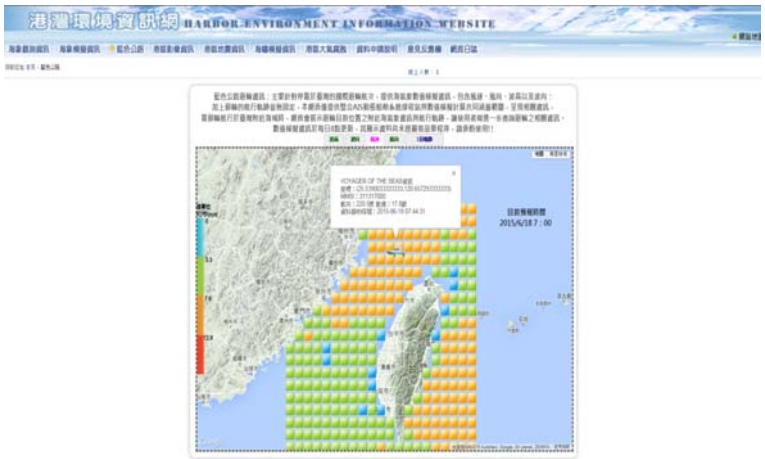


圖 9.73 海洋航行者號郵輪+風速資訊(2016-06-18 07:44)

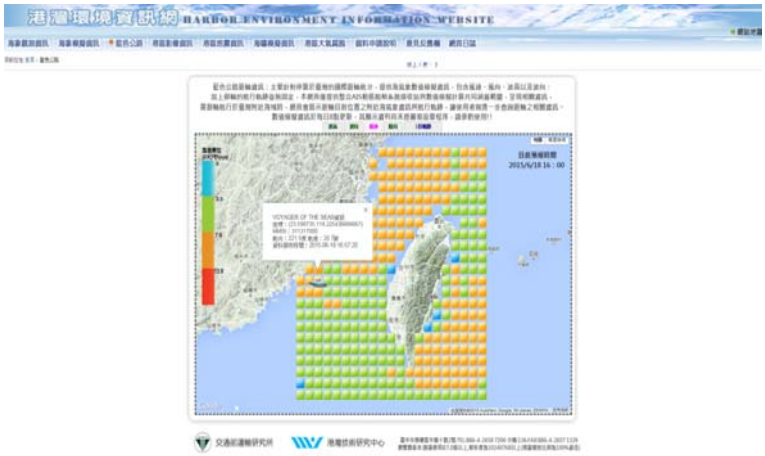


圖 9.74 海洋航行者號郵輪動態資訊+風速資訊(2016-06-18 16:57)



圖 9.75 海洋航行者號郵輪動態資訊+風向資訊(2016-06-18 16:57)



圖 9.76 鑽石公主號郵輪航行軌跡資訊(2015-06-10)



圖 9.77 寶瓶星號郵輪航行軌跡資訊(2015-06-12)



圖 9.78 寶瓶星號郵輪航行軌跡資訊(2015-06-17)



圖 9.79 海洋航行者號郵輪航行軌跡資訊(2015-06-18)



圖 9.80 海洋航行者號郵輪航行軌跡資訊(2015-06-18)



圖 9.81 海洋航行者號郵輪航行軌跡資訊(2015-06-18)

9.6 港區影像系統

本項研究內容與工作項目為：

- 港區即時影像監視及傳輸通訊系統維護
- 新增設之港口即時影像予以介接展示
- 即時影像長時間(含夜間)拍攝之影像實作

9.6.1 港區即時影像監視及傳輸通訊系統維護

一、現有即時影像監視及傳輸架構說明，如下圖 9.82 即時影像監視及傳輸架構所示：

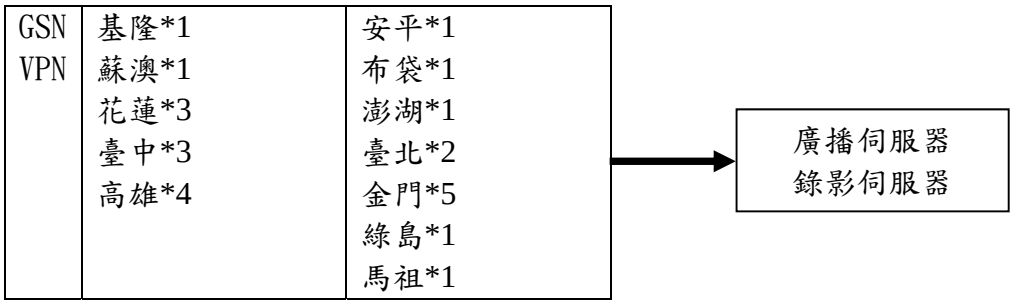


圖 9.82 即時影像監視及傳輸架構

*基隆、蘇澳、花蓮、臺中、高雄港由港灣技術研究中心第三科維護管理。

*臺北、安平、中山大學、澎湖、金門等由港灣技術研究中心第二科維護管理。

二、傳輸頻寬說明

目前港灣技術研究中心與 GSN VPN 骨幹傳輸頻寬為 5M 光纖網路，各港口即時影像系統以 GSN VPN ADSL 512/512 不等速率與港灣技術研究中心介接。

三、系統使用現況說明，如下表 9-17 即時影像監視及傳輸使用現況表所示：

表 9-17 即時影像監視及傳輸使用現況表

港區位置	型號	傳輸方式	使用現況/說明
臺中	AXIS 214	VPN	正常
	AXIS P5522	VPN	正常
	AXIS P5522	VPN	正常

高雄	AXIS 214	VPN	正常
	AXIS 214	VPN	正常
	AXIS P5522	VPN	正常
	BE 3215P	VPN	正常
花蓮	AXIS 214	VPN	正常
	AXIS 214	VPN	正常
	AXIS 214	VPN	正常
	AXIS P5522-E	VPN	正常
基隆	AXIS 214	VPN	正常
蘇澳	AXIS 214	VPN	正常
澎湖	AXIS 233D	VPN	正常
安平	AXIS 233D	VPN	正常
布袋	AXIS 233D	VPN	正常
馬祖	AXIS Q6034	VPN	正常
綠島	AXIS Q6045-E	VPN	正常
臺北	AV 8185	VPN	正常
	AXIS Q6034	VPN	正常
金門	AXIS Q6034	VPN	正常
	AXIS Q1910	VPN	正常
	AXIS Q6034	VPN	正常
	AXIS 233D	VPN	正常
	AXIS Q6034	VPN	正常

9.6.2 新增設之港口即時影像予以介接展示

一、廣播系統說明

現有即時影像系統說明，如下圖 9.83 廣播系統與攝影機狀況圖所示：

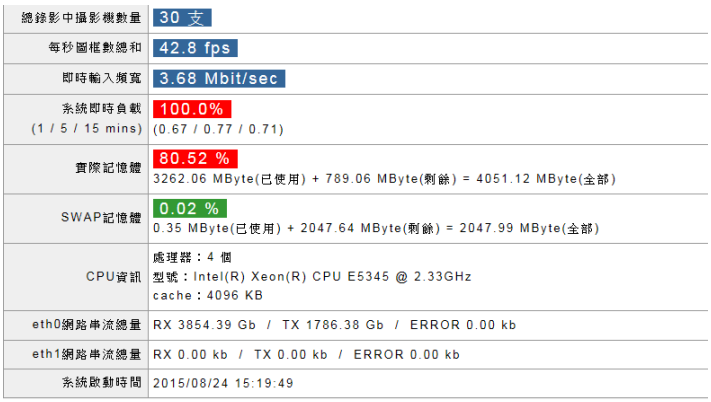


圖 9.83 廣播系統與攝影機狀況圖

二、影像儲存狀況，如下圖 9.84 廣播系統儲存硬碟使用狀況圖所示：

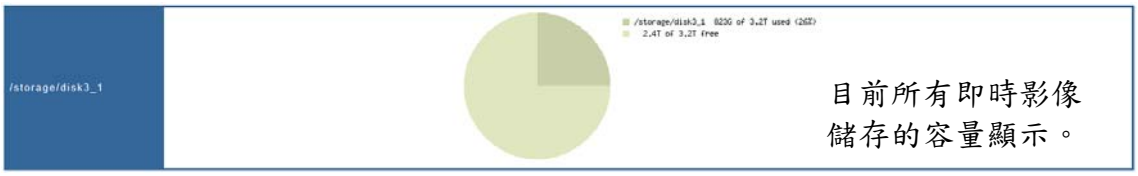


圖 9.84 廣播系統儲存硬碟使用狀況圖

三、攝影機相關傳輸狀況說明，如下表 9-18 攝影機相關傳輸狀況說明表所示：

表 9-18 攝影機相關傳輸狀況說明表

目前廣播系統已納入攝影機有 25 支 所有即時影像儲存總容量為 3.2T					
港區 位置	型號	攝影機位置	傳輸 張數	錄影天數 (儲存期限)	備 註
臺中港	AXIS 214	遠東倉儲 (24.287638,120.522627)	4fbps	30 天	
	AXIS P5522	高美燈塔 (24.312548,120.551165)	3fps	30 天	
	AXIS P5522	遠東倉儲 (24.287638,120.522627)	1fps	7 天	
高雄港	AXIS 214	第一信號臺 (22.619937,120.268009)	6fbps	30 天	
	AXIS 214	第二信號臺 (22.553918,120.315201)	6fbps	30 天	
	AXIS P5522	第二信號臺迴船池 1 (22.553918,120.315201)	4fbps	30 天	
	BE 3215P	第二信號臺迴船池 2 (22.630000,120.262638)	2fbps	14 天	
花蓮港	AXIS 214	西防波堤 (23.976300,121.624392)	4fbps	30 天	
	AXIS 214	西防波堤燈塔 (23.973437,121.626617	4fbps	30 天	
	AXIS 214	亞洲水泥 (24.001240,121.637014)	4fbps	30 天	
	AXIS P5522-E	花蓮港港務大樓 (23.980369, 121.619975)	1fbps	7 天	
基隆港	AXIS 214	信號臺 (25.159532,121.75752)	6fbps	30 天	
蘇澳港	AXIS 214	信號臺 (24.585551,121.873154)	4fbps	30 天	
澎湖	AXIS 233	馬公港港務大樓	1fbps	30 天	

		(23.562861,119.564204)			
安平港	AXIS 233	信號臺 (22.99146,120.14691)	2fbps	30 天	
布袋港	AXIS 233	旅客中心 (23.37915, 120.1385)	1fbps	14 天	
臺北港	AV 8185	港務大樓 (25° 9'3.07", 121°23'26.84")	1fbps	7 天	環景
	AXIS Q6034	港務大樓 (25° 9'3.07", 121°23'26.84")	1fbps	14 天	
金門	AXIS 233D	水頭商港-1 (24°24'55.52",118°17'12.90")	1fbps	7 天	
	AXIS Q1910	水頭商港-2 (24°24'55.52",118°17'12.90")	1fbps	7 天	
	AXIS Q6034	料羅港務大樓 (24.4080,118.4292)	1fbps	7 天	
	AXIS Q6034	料羅潮位站 (24.4075,118.4266)	1fbps	7 天	
	AXIS 233D	九宮 (24.4256,118.2634)	1fbps	7 天	
馬祖	AXIS Q6034	福沃港 (26.159784, 119.943179)	1fbps	7 天	
綠島	AXIS 6034-E	南寮漁港 (22.658706, 121.474573)	1fbps	7 天	

9.6.3 即時影像長時間(含夜間)拍攝之影像實作

103 年計畫已初步完成即時影像長時間(含夜間)拍攝之影像評估，經市場調查與產品分析即時影像長時間(含夜間)拍攝之影像需求後，以熱像儀攝影機較為適當。

熱像儀攝影機是一種能夠探測極微小溫差的感測器，可以將溫差轉換成即時視訊影像進行顯示並且適用於夜視應用。不同解析度及相關應用實際影像圖如下圖 9.85 熱顯影像攝影機解析度、圖 9.86 熱顯影像攝影機效果(海岸與船行)、圖 9.87 熱顯影像攝影機效果(**浮標**)、圖 9.88 熱顯影像攝影機效果(防救災~**人員落海)**所示。



圖 9.85 熱顯影像攝影機解析度



圖 9.86 熱顯影像攝影機效果(海岸與船行)



圖 9.87 熱顯影像攝影機效果(浮標)



圖 9.88 熱顯影像攝影機效果(防救災~人員落海)

本年度已於 104.6.17 於高雄港第二港口進行夜間拍攝之影像實作，如下圖 9.89 高雄港第二港口進行夜間拍攝之影像所示，夜間拍攝之影像實作效果良好，後續配合本計畫其他計畫之採購需求進行相關建議功能及規格提供。



圖 9.89 高雄港第二港口進行夜間拍攝之影像

9.7 港區地震系統

港灣環境資訊網已整合港研中心第一科之地震速報資訊應用於網中展示與警報。港灣環境資訊系統與資料庫介接收即時地震資料之相關資訊(圖片、詳細資料)，透過地震資料同步匯入程式，將即時地震資料，以自動的方式已匯入至海情中心的正式資料庫，並且於港灣環境資訊網中繪製展示地震 x,y,z 軸的地表資訊圖表。

彙整後之港區地震系統作業說明如下：

一、於港灣環資訊網首頁中以跑馬燈的即時性訊息，以及 首頁臺灣圖中發生地震的港區位置旁會標示警示燈告知使用者，如下圖 9.90 **港灣環資訊網首頁–地震發生燈號訊息告知**所示，點選警示燈即可進入「近期地震查詢」瀏覽相關詳細資訊，如下圖 9.91 **港灣環資訊網首頁–地震發生資訊**所示。

二、港區地震查詢包含了近期地震查詢(最近一次發生地震)、歷史地震查詢以及地震系統簡介等功能。

三、近期地震查詢：於 Google map 中標示有設置地震儀器的港區，點選各港區的圖示，彈跳式對話框顯示目前最近一筆的地震發生時間、地震震度以及點選超連結會顯示其儀器設置位置以及 x,y,z 地表地震圖，如下圖 9.92 港區地震系統-近期地震之 x,y,z 地表地震圖所示。

四、地震系統簡介提供港區地震相關的圖表、文字說明，以及港區地震整體擷取、傳輸與監測控制流程。

五、歷史地震查詢如下圖 9.93 **港區歷史地震查詢畫面**所示，依港口/地震發生時間查詢相關資訊 (地震發生時間、地震震度、地表加速度以及 x,y,z 地表地震圖) 。

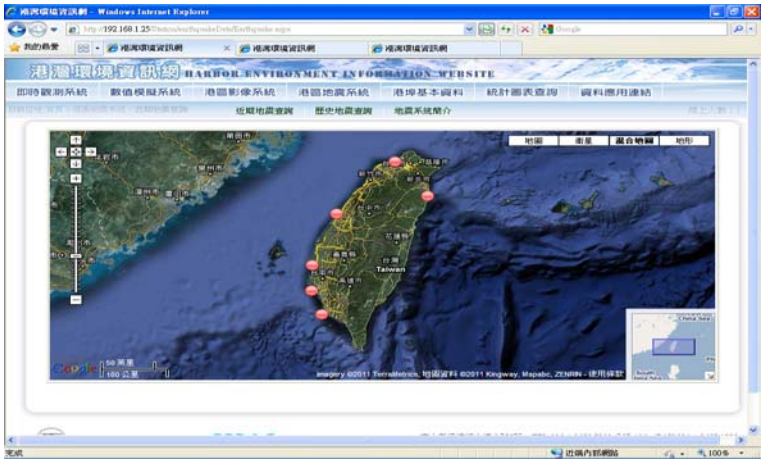


圖 9.90 港灣環資訊網首頁-地震發生燈號訊息告知



圖 9.91 港灣環資訊網首頁-地震發生資訊

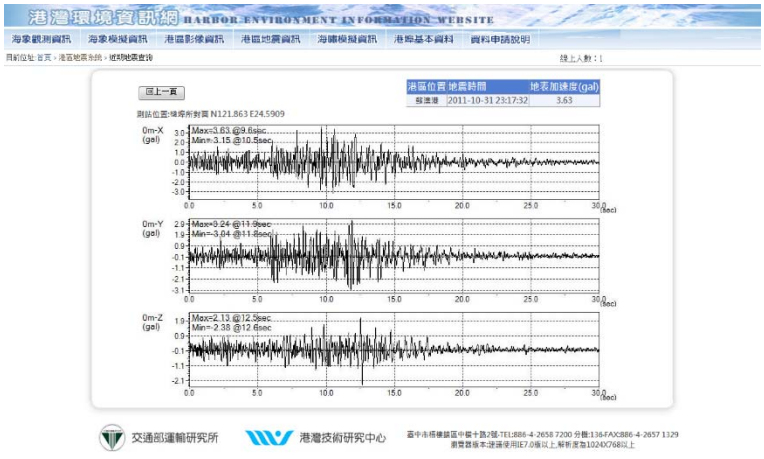


圖 9.92 港區地震系統-近期地震之 x,y,z 地表地震圖

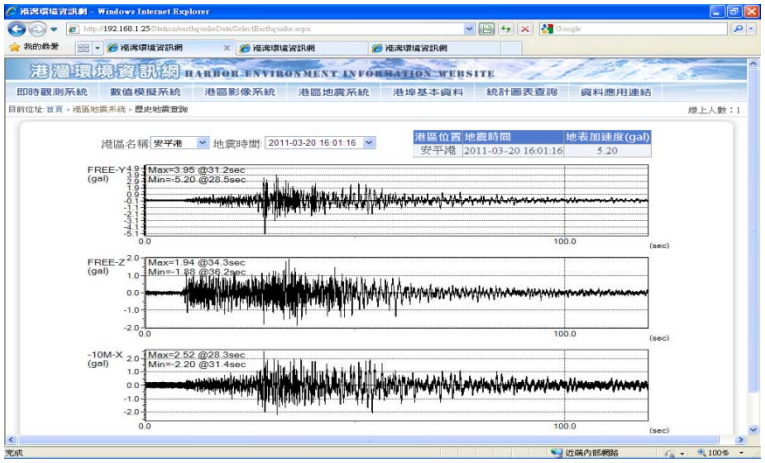


圖 9.93 港區歷史地震查詢畫面

9.8 海嘯模擬資訊

港灣環境資訊網已整合港研中心第三科之海嘯模擬系統資訊於港灣環境資訊網中進行展示與預警報。相關之系統、作業如下說明:

一、海嘯系統資料架構圖(網路)如下圖 9.94 **海嘯模擬子系統網路架構圖**所示

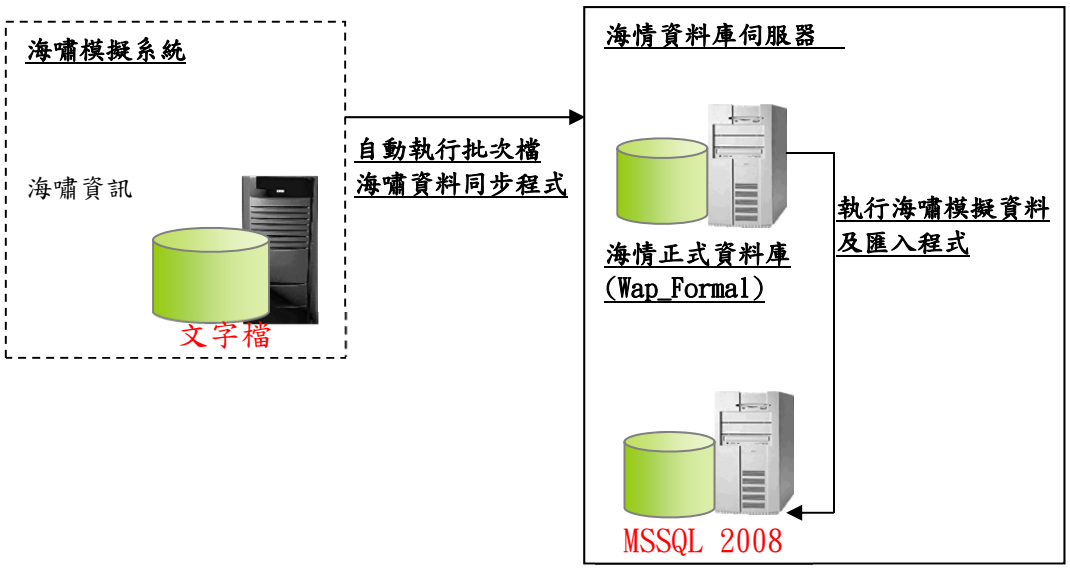


圖 9.94 海嘯模擬子系統網路架構圖

二、資料介接

海嘯資料每日定時由資料同步程式如下次檔)，同步複製海嘯模擬之相關資料(文字檔和圖片檔)，其同步的訊息會記錄於檔案如下圖 9.96 **海嘯資料同步的訊息記錄**中。

來源資料會暫儲放於海情伺服器上的硬碟如下圖 9.97 **海嘯資料儲存位置圖**、圖 9.98 **海嘯資料儲存資料檔說明圖**，地震相關詳細資訊如下圖 9.99 引發海嘯發生之地震資訊(**資料表**)、水位分析結果訊息如下圖 9.100 海嘯引發水位上升之分析結果訊息(**資料表**)、海嘯模擬數值如下圖 9.101 海嘯模擬數值(**資料表**)。

透過海嘯模擬資料匯入程式，將海嘯模擬之地震相關詳細資訊、水位分析結果訊息、數值資料分別匯入至海情正式資料庫(Wap_Formal)之中。

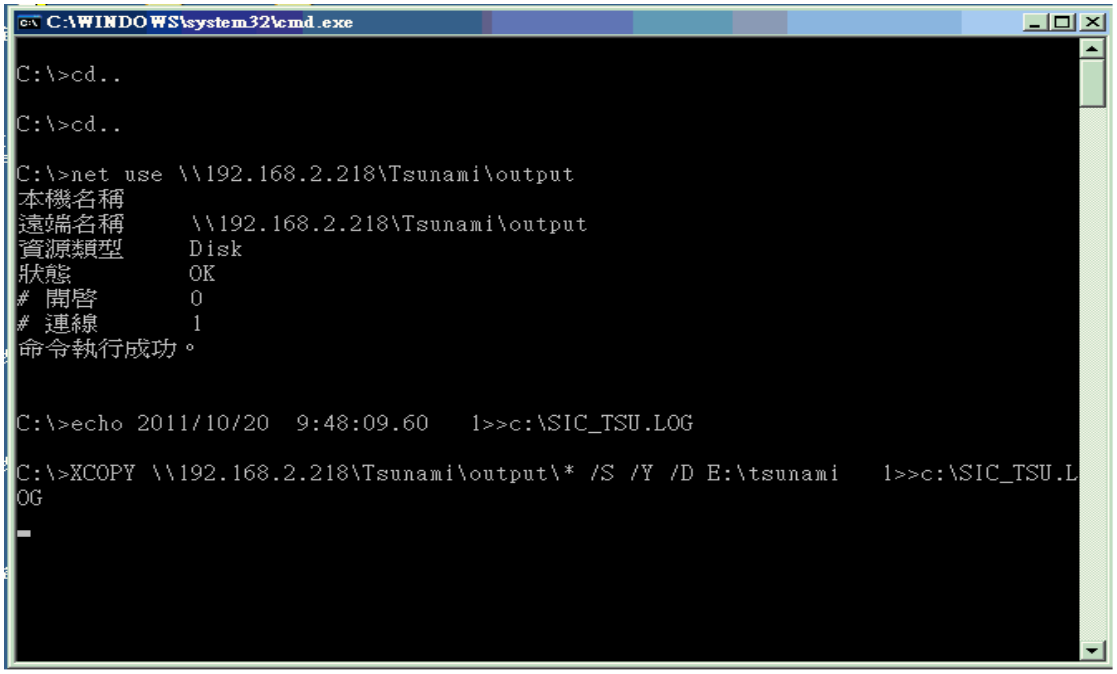


圖 9.95 海嘯資料同步程式(批次檔)

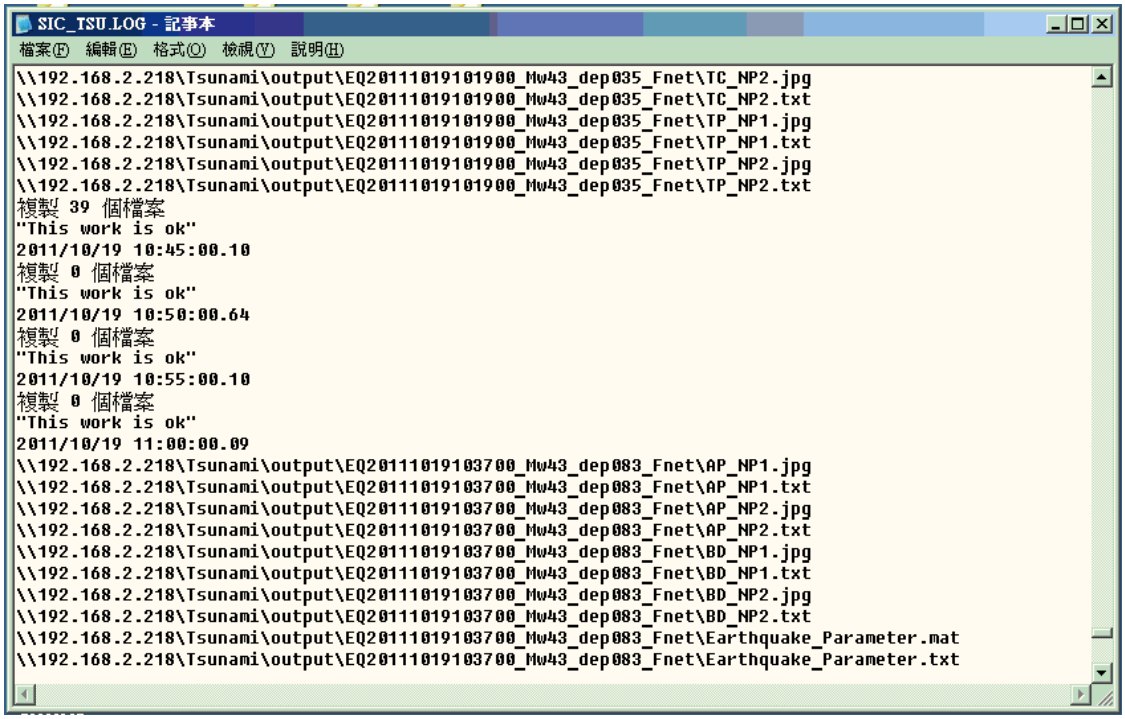
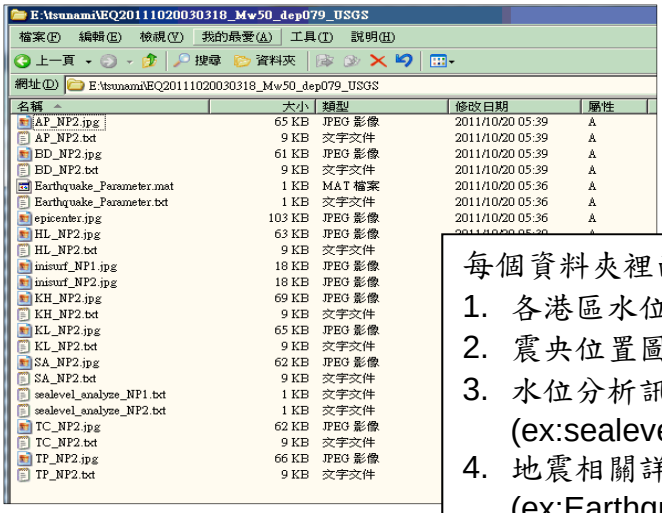


圖 9.96 海嘯資料同步的訊息記錄



同步海嘯擬系統的資料夾，擷取生成的目錄檔名是根據時間、深度和震度命名，所以當深度和震度修正後會重新生一個新目錄，不會更動到修正前的目錄。

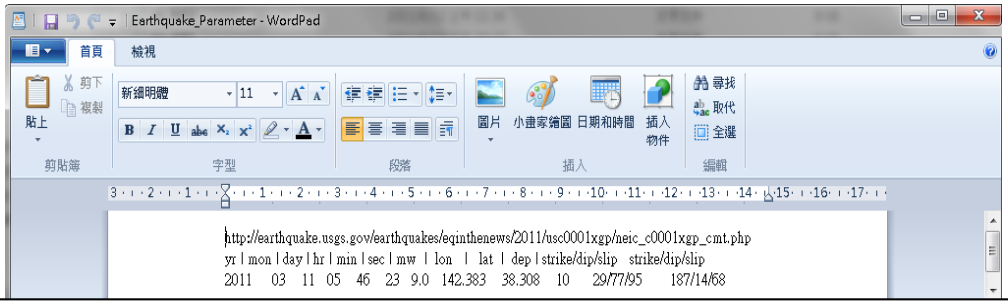
圖 9.97 海嘯資料儲存位置圖



每個資料夾裡面包含

1. 各港區水位模擬數值(ex:AP_NP2.txt)
2. 震央位置圖 (ex:epicenter.jpg)
3. 水位分析訊息 (ex:sealevel_analyze_NP2.txt)
4. 地震相關詳細資料 (ex:Earthquake Parameter.txt)

圖 9.98 海嘯資料儲存資料檔說明圖



地震相關詳細資訊式如上圖所示。其內容格式說明

地震發生時間 (yr mon day hr min sec)	芮式規模 (mw)	震央位置 (lon,lat)	深度 (dep)	走向、傾角、滑移角 NP1 (Strike、dip、slip)	走向、傾角、滑移角 NP2 (Strike、dip、slip)
2011 3 11 05 46 23	9.0	142.383,38.308	10	29/77/95	187/14/68

每個地震有兩組參數機制解以 NP1,NP2 區分。

圖 9.99 引發海嘯發生之地震資訊(資料表)



海嘯數值檔格式內容格式說明

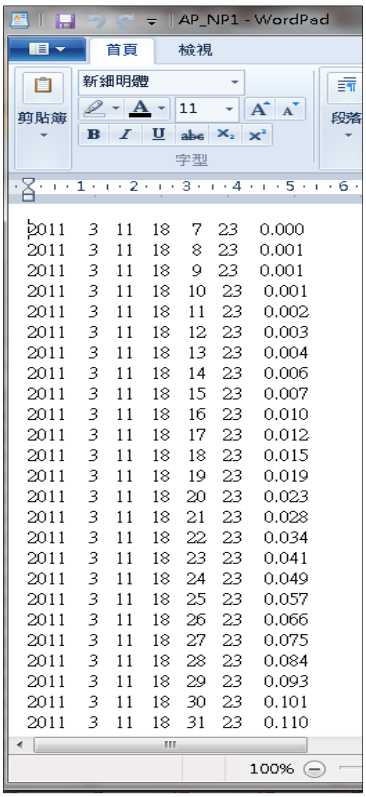
KH(高雄)	水位分析結果訊息
港口名稱	第一波到達時間 18:24,最大波高 0.328(m)

每個地震有兩組參數機制解以 NP1,NP2 區分。(二種水位分析結果訊息)

港口代碼說明

高雄港(KH); 安平港(AP);布袋港(BD);台中港(TC);臺北港(TP);基隆港(KL);蘇澳港(SA);花蓮港(HL)

圖 9.100 海嘯引發水位上升之分析結果訊息（資料表）



海嘯數值檔格式如左圖所示。(以安平港為例)

AP	NP1(NP2)
港口名稱	海嘯參數

以及內容格式說明

時間欄位 (年月日時分秒)	水位結果
2011 3 11 18 7 23	204.8

每個檔案資料筆數總共有 180 筆，以左圖此檔案來說明，此檔案會包含此地震發生時海嘯預計到達港區的時間之 180 筆模擬資料。

圖 9.101 海嘯模擬數值(資料表)

三、海嘯模擬資訊展示與查詢

於港灣環境資訊網提供海嘯資訊(近期海嘯、歷史海嘯和海嘯模擬簡介)與預警通報訊息給使用者瀏覽查詢。目前以 2011/03/11 日本海嘯樣本建置完成如下圖 9.102 **港灣環境資訊網-近期海嘯查詢**所示，匯整後之海嘯模擬資訊作業，大致可分為三大項，於 GoogleMap 標示臺灣港區位置(基隆、臺北、臺中、安平、布袋、高雄、蘇澳以及花蓮)。其包含了地震的相關詳給資訊、震央位置圖以及到達臺灣各港區的相關預警訊息資料如下

圖 9.103 **各港區海嘯預警通報訊息以及水位歷線圖查詢**所示、海嘯模擬水位資訊查詢如下圖 9.104 海嘯預警通報水位歷線圖(**以基隆港為例**)所示。



圖 9.102 港灣環境資訊網-近期海嘯查詢



圖 9.103 各港區海嘯預警通報訊息以及水位歷線圖查詢

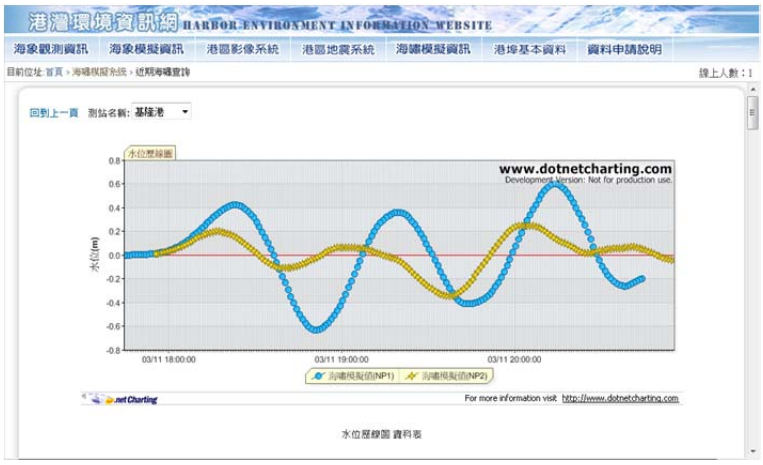


圖 9.104 海嘯預警通報水位歷線圖(以基隆港為例)

海嘯訊息發佈條件當波高>=0.1 公尺或地震矩規模>=7.0

四、增加溢淹 KML 檔參考查詢

今年度新增了臺中港、安平港、布袋港以及高雄港之海嘯溢淹區域潛勢地圖，如下圖 9.105 臺中港溢淹圖查詢、圖 9.106 臺中港 0cm 溢淹圖畫面、圖 9.107 布袋港溢淹圖查詢、圖 9.108 布袋港 0cm 溢淹圖畫面、圖 9.109 安平港溢淹圖查詢、圖 9.110 安平港 0cm 溢淹圖畫面、圖 9.111 高雄港溢淹圖查詢、圖 9.112 高雄港 0cm 溢淹圖畫面所示，提供給相關人員掌握海嘯潛勢，及進行海嘯疏散避難規劃之參考查詢。

溢淹 KML 檔參考查詢是採用 Google Map API 工具，引入套疊圖層之概念，將溢淹資訊結合至網頁中，並以溢淹區域顏色表示定義，白色為溢淹深度超過 10 公分；藍色為溢淹深度超過 50 公分；綠色為溢淹深度超過 1 公尺；黃色為溢淹深度超過 2 公尺，紅色為溢淹深度超過 3 公尺,如圖 9.112 高雄港 0cm 溢淹圖畫面、圖 9.113 安平港 20cm 溢淹圖畫面、圖 9.114 臺中港 20cm 溢淹圖畫面、圖 9.115 布袋港 25cm 溢淹圖畫面、圖 9.116 高雄港 25cm 溢淹圖畫面所示。

目前海嘯資訊完成整合溢淹潛勢圖，不同之海嘯波浪入射條件所造成之溢淹規模也不同，藉由圖層套疊呈現，可依據溢淹高程顯示不同之色塊，將有助於了解溢淹範圍與可行之避難路線及地點。



圖 9.105 臺中港溢淹圖查詢



圖 9.106 臺中港 0cm 溢淹圖畫面



圖 9.107 布袋港溢淹圖查詢



圖 9.108 布袋港 0cm 溢淹圖畫面



圖 9.109 安平港溢淹圖查詢

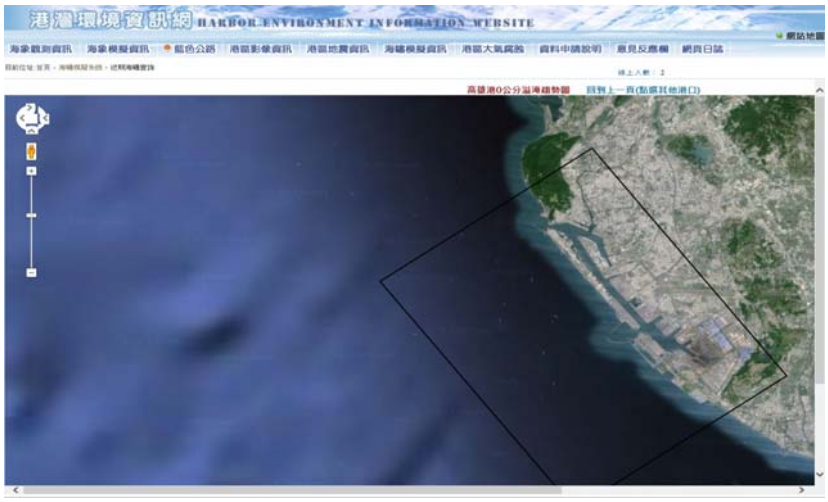


圖 9.110 安平港 0cm 溢淹圖畫面



圖 9.111 高雄港溢淹圖查詢

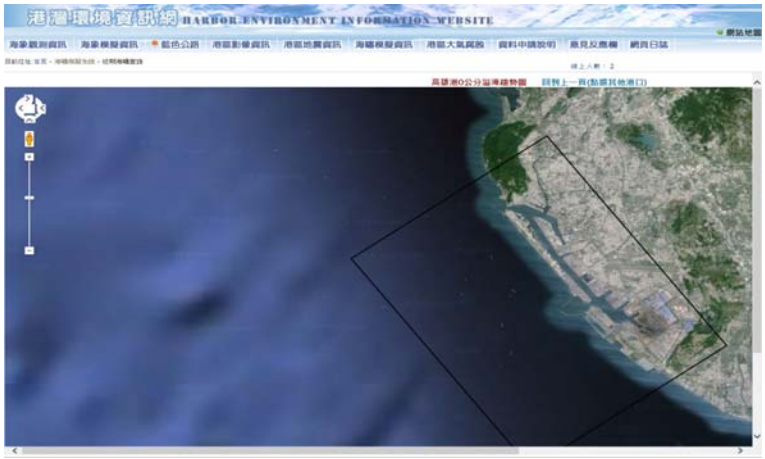


圖 9.112 高雄港 0cm 溢淹圖畫面



圖 9.113 安平港 20cm 溢淹圖畫面



圖 9.114 臺中港 20cm 溢淹圖畫面



圖 9.115 布袋港 25cm 溢淹圖畫面



圖 9.116 高雄港 25cm 溢淹圖畫面

9.9 大氣腐蝕監測

臺灣為一海島，四面環海，高溫、高溼與高鹽份的環境，加上空氣污染的結果，腐蝕環境嚴重。公共工程建設常引用國外大氣腐蝕數據進行腐蝕速率評估與防蝕設計；有鑑於此，大氣腐蝕因子的調查與掌握對金屬與鋼筋混凝土結構物耐久性防蝕設計的影響有其重要性。

港灣技術研究中心之『大氣腐蝕因子調查及腐蝕環境分類之研究』作項目建置『大氣腐蝕因子環境分類資訊系統』及為『大氣環境腐蝕因子調查與腐蝕環境分類資料庫』的建立，在此資料庫系統中會將計畫之成果及以往相關文獻資料，包括環境影響因子(如氣象資料濕度、落鹽量、二氧化硫沉積量等)與現地暴露金屬腐蝕試驗分析數據，進行資料輸入與查詢模組開發,分析結果將以圖資系統配合臺灣地圖導入，提供設計與維護管理人員快速查詢的功能，以擷取所需之相關資訊。大氣腐蝕環境 GoogleMap 整合衛星地圖觀察試驗點如下圖 9.117 大氣腐蝕環境 GoogleMap 整合衛星地圖觀察試驗點所示:

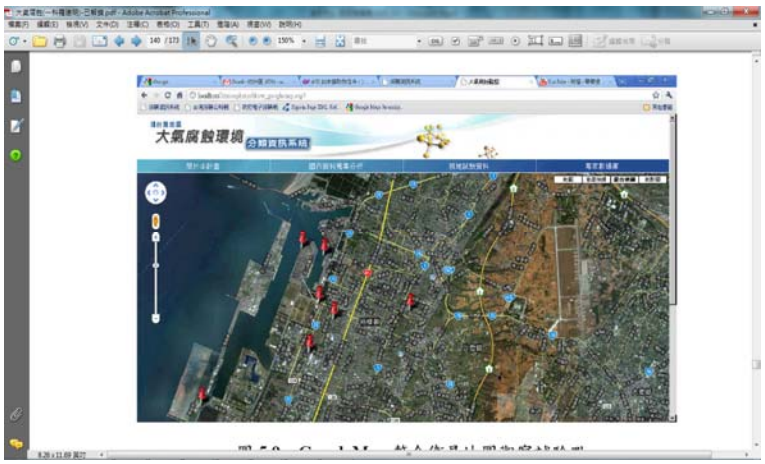


圖 9.117 大氣腐蝕環境 GoogleMap 整合衛星地圖觀察試驗點

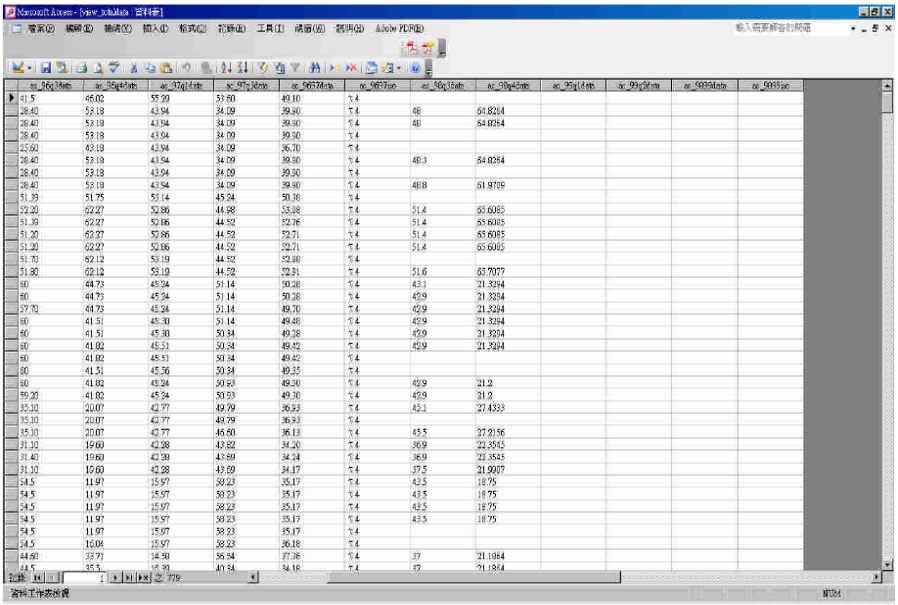
目前『大氣環境腐蝕因子調查與腐蝕環境分類資料庫』以Microsoft Access 資料庫建立，資料表如下表9-19 Access 資料庫資料表欄位說明所示:

表 9-19 Access 資料庫資料表欄位說明

資料表名稱	欄位名稱	中文說明	備註
view_totaldata	ac_98q3data	2009 年第三季資料	本年度使用
view_totaldata	ac_98q4data	2009 年第四季資料	本年度使用
view_totaldata	ac_99q1data	2010 年第一季資料	未來擴充
view_totaldata	ac_99q2data	2010 年第二季資料	未來擴充
view_totaldata	ac_9899data	2009~2010 年數據坪均	未來擴充
view_totaldata	ac_9899iso	2009~2010 年 ISO 值	未來擴充
ac_mpdata	ac_lat	監測點經度(google 單位)	googlemap 使用
ac_mpdata	ac_lng	監測點緯度(google 單位)	googlemap 使用

Access 資料庫資料表(view_totaldata 結果) 如下表9-20 Access 資料庫資料表(view_totaldata 結果)所示:

表 9-20 Access 資料庫資料表(view_totaldata 結果)



港灣環境資訊網納入『大氣環境腐蝕因子調查與腐蝕環境分類資料庫』專家數據庫資料，並選定各相關港口0m~300m試驗線，如下圖9.118 大氣環境腐蝕因子調查與腐蝕環境地圖(**以基隆港為例**)所示之

資料進行資料介接與展示，如下圖9.119 大氣腐蝕監控試驗地點基本資料與試驗地點實驗數據所示。



圖 9.118 大氣環境腐蝕因子調查與腐蝕環境地圖(以基隆港為例)



試驗地點基本資料

試驗地點名稱	座標(E)	座標(N)	高程(m)	離海岸線距離(KM)
基隆試驗線 300m	121°46'21.9"	25°08'58.9"	12.9	0.48

基隆試驗線300m試驗地點實驗數據

腐蝕因子	RH(相對濕度)(%)	CL(氯)(mg/m²/day)	Al(鋁)(g/m²/yr)	Cu(銅)(um/yr)	Fe(鐵)(um/yr)	Zn(鋅)(um/yr)
2011年第一季 (2011.03~2011.06)	-	-	-	-	-	-
2011年第二季 (2011.06~2011.09)	-	-	-	-	-	-
2007~2008年一年腐 (2007.09~2008.09)	39.90	8.75	2.88	2.82	247.23	4.39
2007~2008年一年腐大氣腐蝕環境分類 (2007.09~2008.09)	t4	S1	C4	C5	C5+	C5
2007年第三季 (2007.09~2007.12)	28.40	0.81	1.30	6.02	68.93	1.92
2007年第四季 (2007.12~2008.03)	53.18	0.25	4.91	4.24	249.48	11.40
2008年第一季 (2008.03~2008.06)	43.94	4.62	11.48	6.98	179.45	17.62
2008年第三季 (2008.09~2008.12)	34.09	2.33	1.02	6.11	100.45	8.32
2009~2010年一年腐 (2009.09~2010.09)	-	-	-	2.35	-	-
2009~2010年一年腐大氣腐蝕環境分類 (2009.09~2010.09)	-	-	-	-	-	-
2009年第三季 (2009.09~2009.12)	-	-	-	52.09	-	-
2009年第四季 (2009.12~2010.03)	-	-	-	5.31	-	-

圖 9.119 大氣腐蝕監控試驗地點基本資料與試驗地點實驗數據

(以基隆試驗線 300m 為例)

港灣環境資訊系統整合納入離港區0m、100m、300m試驗點之腐蝕監測項目包括氣象資料相對溼度、氯鹽(Cl-)與二氧化硫(SO2)沉積量之調查，以及現地暴露試驗，針對碳鋼、鋅、鋁、銅四種金屬試驗資料，於港灣環境資訊網頁，如下圖9.120 港灣環境資訊網-港區大氣腐蝕(**首頁**)所示。

大氣腐蝕資訊屬於非即時資料，其每一試驗點依調查項目建置一組採集裝置與試片，取樣頻率約為每季一次。因此港灣環境資訊網展示的相關資料，透過手動匯入的方式不定時同步大氣腐蝕資料庫更新匯

入至海情中心資料庫。網頁展示沿用以GoogleMap呈現方式，建置各港區的試驗測點，並提供試驗測點之基本資料(座標位置、高程以及離海岸線距離)和包含歷年來所蒐集到的相對溼度、氯、鋁、鋼、鐵以及鋅之實驗數據如下圖9.121 港灣環境資訊網-港區大氣腐蝕(**港區**)、圖9.122 港灣環境資訊網-港區大氣腐蝕(**花蓮港試驗線300m為例**)所示。

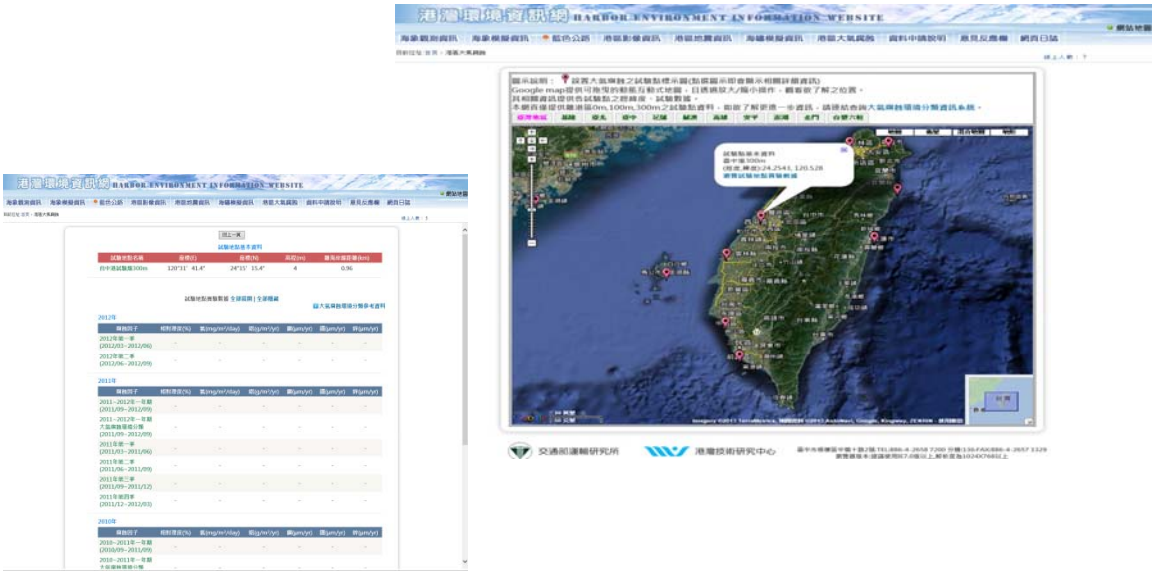


圖 9.120 港灣環境資訊網-港區大氣腐蝕(首頁)

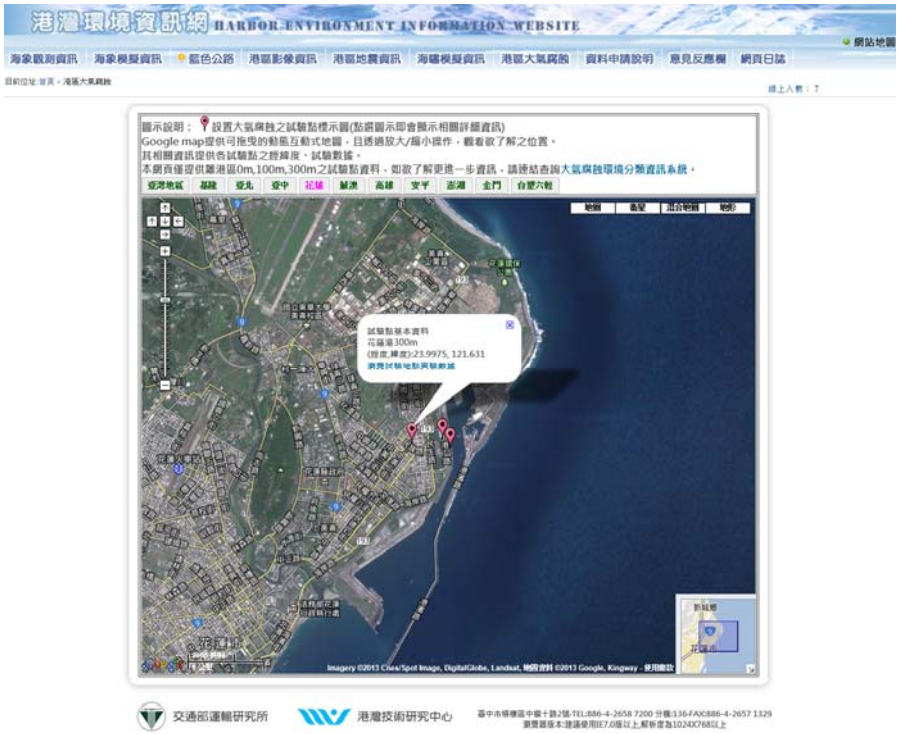


圖 9.121 港灣環境資訊網-港區大氣腐蝕(港區)



圖9.122 港灣環境資訊網-港區大氣腐蝕(花蓮港試驗線300m為例)

港灣環境資訊網已整合港研中心第一科之港區大地腐蝕監測資料於港灣環境資訊網中展示。目前所能提供之資料只有 2012 年第一季及第二季之資料如下圖 9.123 試驗地點實驗數據(以基隆試驗線 0m 為例)，後續配合港研中心第一科之資料彙整、提供進行資料庫匯入及網頁展示。



圖 9.123 試驗地點實驗數據(以基隆試驗線 0m 為例)

9.10 成果發表會

為增進使用者了解港灣環境資訊網之系統功能、彙整使用者對系統需求功能之開發建議，本計畫配合港灣技術研究中心之時間安排舉辦港灣環境資訊服務系統使用者會議，相關之議程如下表 9-21 104 年使用者會議議程表所示。

表 9-21 104 年使用者會議議程表

時 間	講題	主 講 人	主持人
10:00~10:15	簽 到		
10:15~10:20	主持人致詞		邱永芳 主任 交通部運研所港研中心
10:20~10:40	港灣環境資訊系統 說明與簡介	林廷燦 專案經理 臺灣富士通	簡仲璟 科長 交通部運研所港研中心
10:40~11:00	港灣環境資訊系統 操作與展示	林珂如 系統工程師 臺灣富士通	簡仲璟 科長 交通部運研所港研中心
11:00~11:10	休息		
11:10~11:30	海氣象即時觀測資料 提供與港灣環境資訊 APP 使用說明	劉清松 副研究員 交通部運研所港研中心	簡仲璟 科長 交通部運研所港研中心
11:30~12:00	綜合討論 曾相茂研究員、林受勳助理研究員 林廷燦經理、林珂如工程師、劉清松副研究員		簡仲璟 科長 交通部運研所港研中心
12:00~12:30	現場 APP 安裝協助與滿意度問卷調查(用餐(便當))		

104 年使用者會議亦已於 104 年 4 月 30 日星期四上午 10 點港灣技術研究中心二樓簡報室完成舉辦，會議現場活動相關照片如圖 9.124 104 年度使用者會議活動照片所示。



圖 9.124 104 年度使用者會議活動照片

本年度配合使用者會議舉行，於會場實際發放紙本滿意度問卷調查 31 份，回收 18 份，回收率為 58.6%，其滿意度調查分析結果如圖 9.125 滿意度調查問卷(項目一)、圖 9.126 滿意度調查問卷(項目二)、圖 9.127 滿意度調查問卷(項目三)圖 9.128 滿意度調查問卷(項目四)圖 9.129 滿意度調查問卷(項目五)圖 9.130 滿意度調查問卷(項目六)、圖 9.131 滿意度調查問卷(項目七)、圖 9.132 滿意度調查問卷(項目八)、圖 9.133 滿意度調查問卷(項目九)、圖 9.134 滿意度調查問卷(項目十)所示：

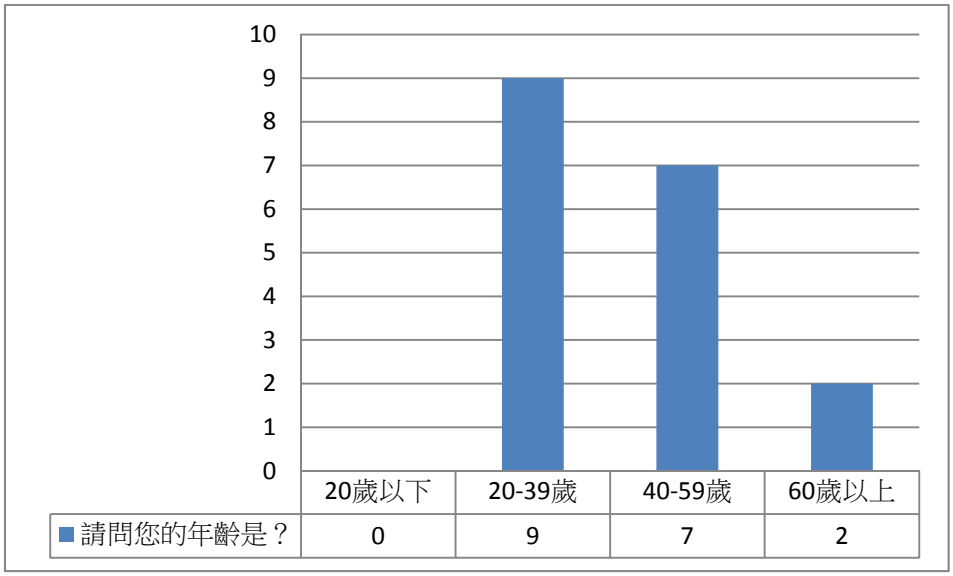


圖 9.125 滿意度調查問卷(項目一)

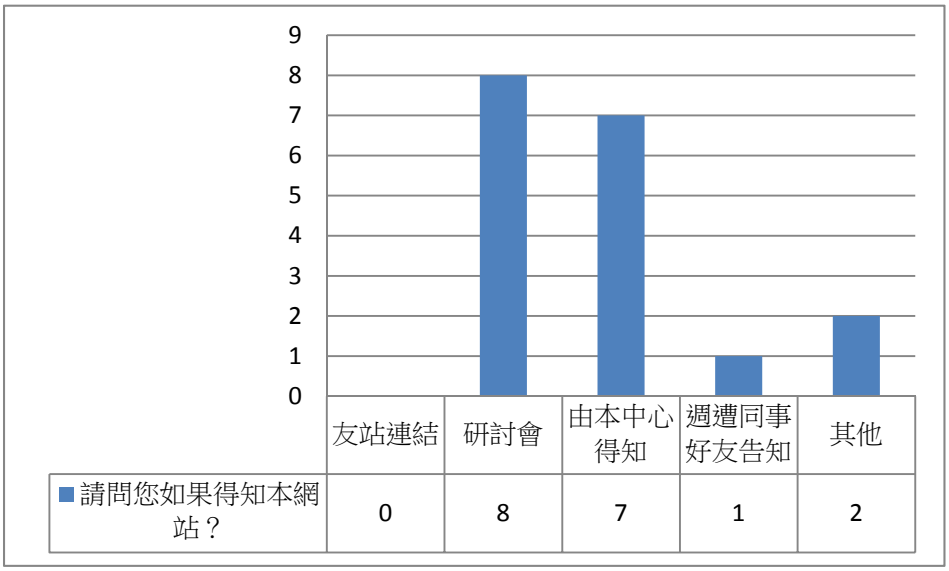


圖 9.126 滿意度調查問卷(項目二)

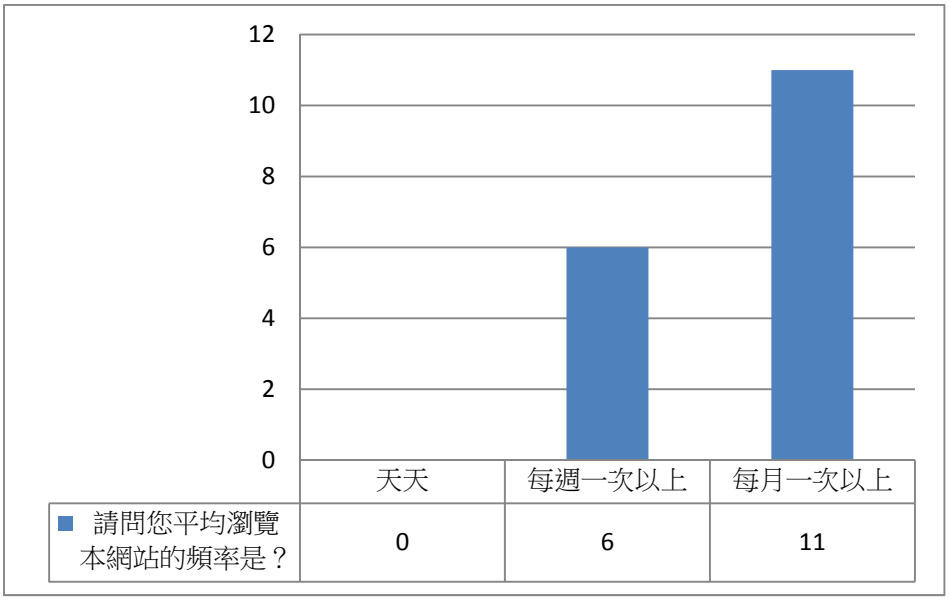


圖 9.127 滿意度調查問卷(項目三)

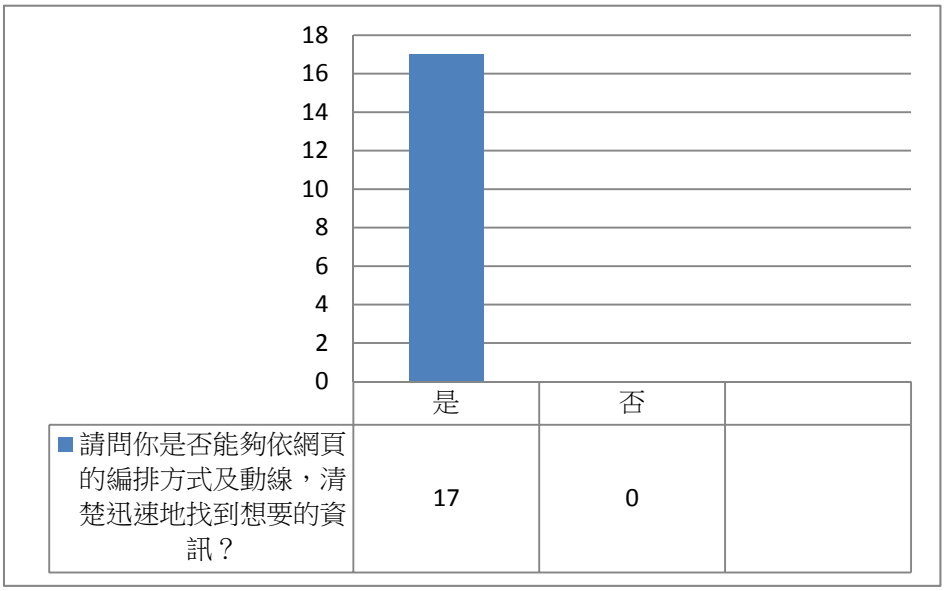


圖 9.128 滿意度調查問卷(項目四)

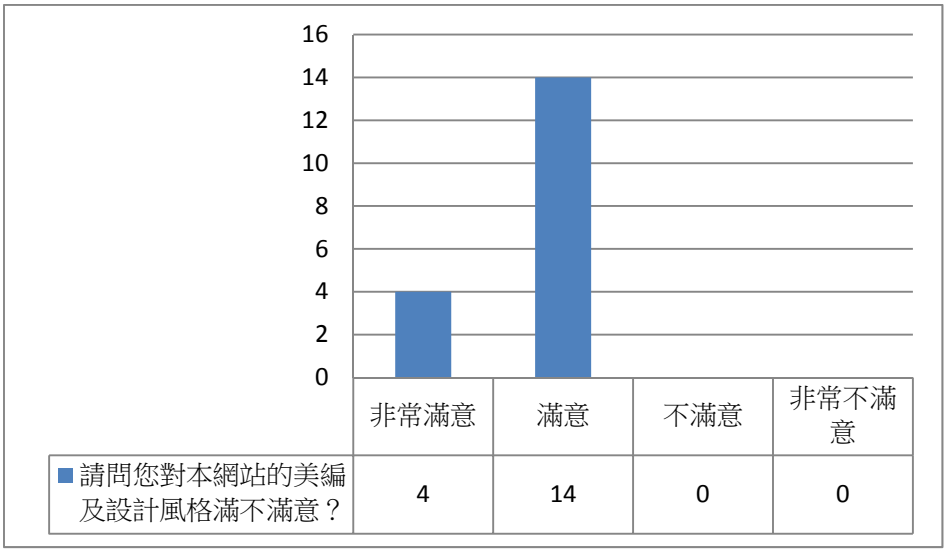


圖 9.129 滿意度調查問卷(項目五)

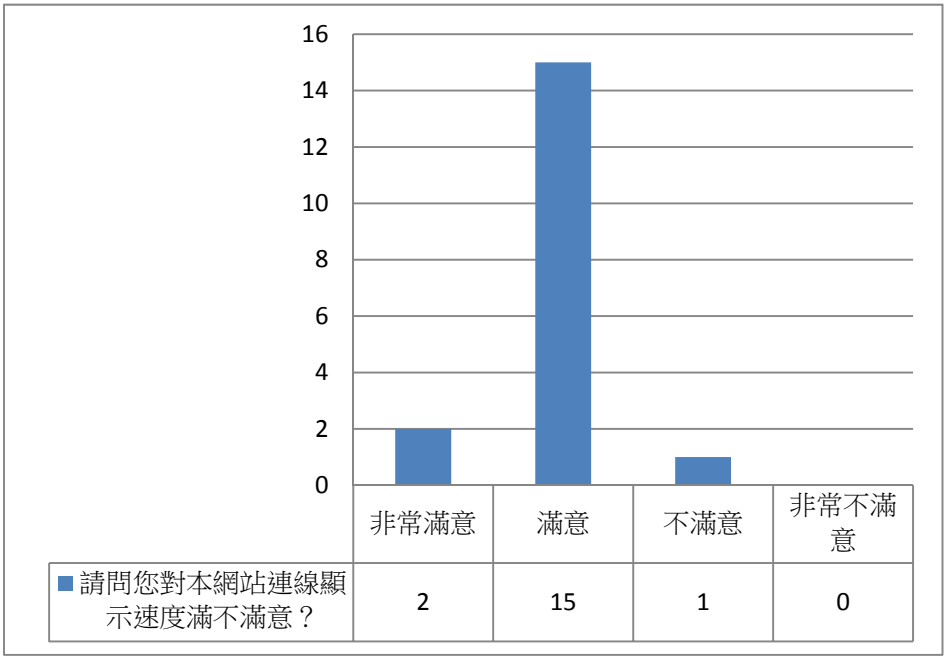


圖 9.130 滿意度調查問卷(項目六)

整體滿意度(非常滿意+滿意共 17 件)為 94.4%、不滿意 5.4%(1 件)，分析其不滿意之原因是 App 警戒值設定常當機，此功能非本計畫所提供之服務功能項目所造成之不滿意原因應予排除，故本計畫服務或功能整體滿意度應該是受到高程度的肯定。

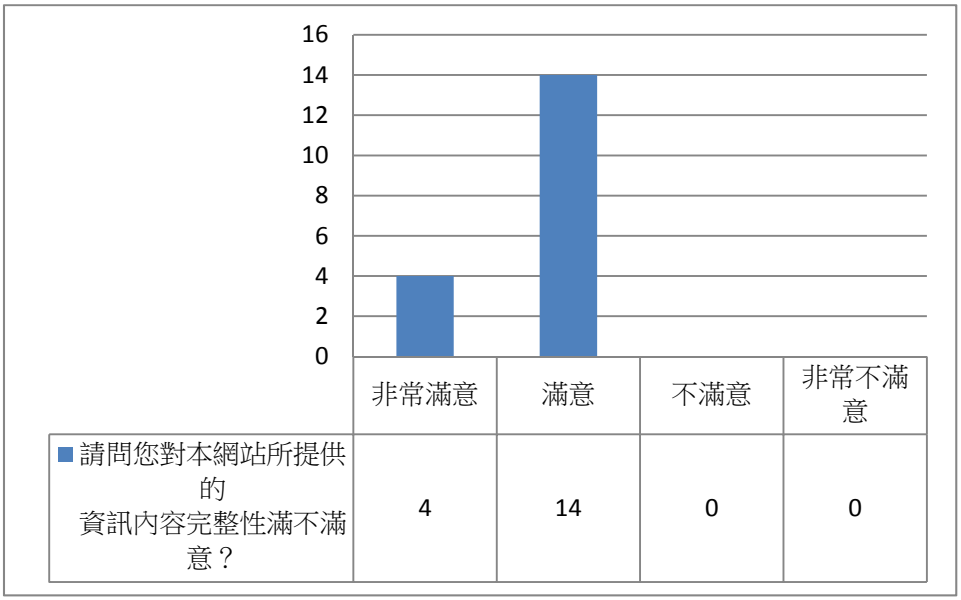


圖 9.131 滿意度調查問卷(項目七)

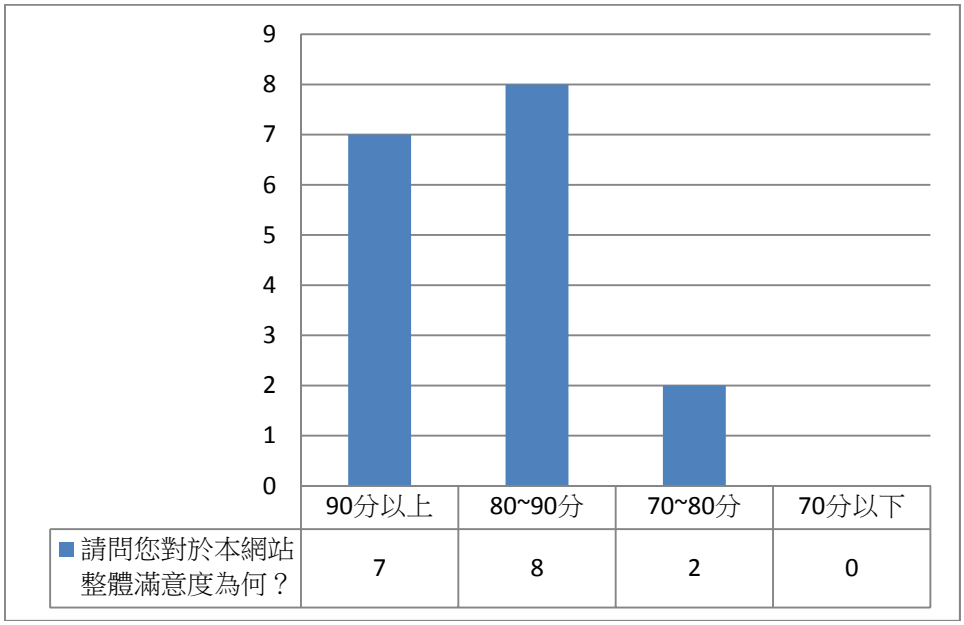


圖 9.132 滿意度調查問卷(項目八)

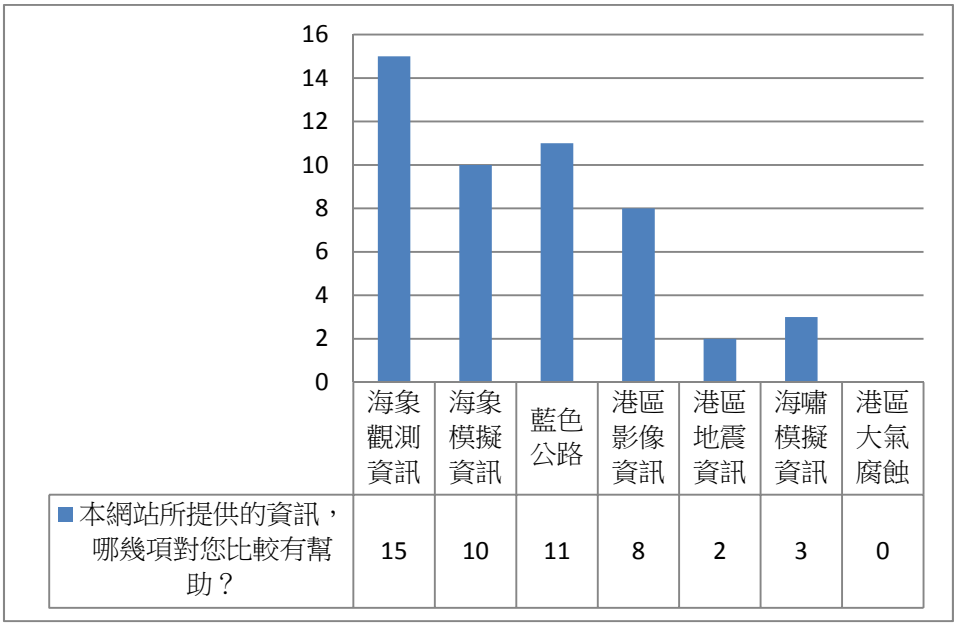


圖 9.133 滿意度調查問卷(項目九)

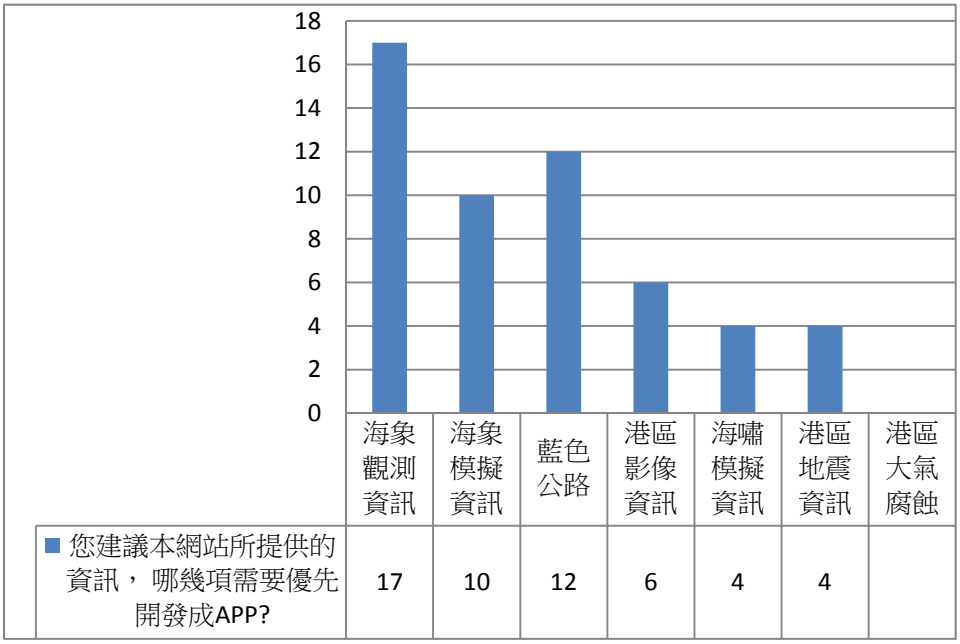


圖 9.134 滿意度調查問卷(項目十)

港灣環境資訊網歷經多年來的更新維護，希望能提供正確且豐富的資訊查詢介面給使用者們，過去都只有透過於專案會議中，盡可能依使用者的角度考量，與工作團隊不斷的討論溝通，進而提昇網站的服務品質；其建置網站的主要重點，是讓使用者可得到便利之資訊，因此如果能蒐集到實際問卷數據，設計者就可進一步探討瞭解使用需求期望及滿意度，對於網站而言助益良多，也能讓網站永續經營。

9.11 其他

本項研究內容與工作項目為：

- 訊息推播平台應用之可行性評估
- 港區碼頭即時水深預報系統整合之可行性評估
- 海氣象雲端資料中心評估、規劃
- 港灣環境資訊網行銷推廣
- 透過網際網路進行遠端存取、維護支援可行性方案評估
- 港灣技術研究中心與即時影像系統頻寬不足提升方案評估

9.11.1 訊息推播平台應用之可行性評估

如何從大數具資料中有效地搜尋所需要的相關資料或主動提供服務，是我們資訊應用服務需要面對的思考的重要議題。

推播技術(Push Technology)主要是透過智慧型應用系統將訊息以推播方式導入服務系統，它改變以往的主(Website)從(User)關係，由被動接收訊息到主動要求資訊。使用者在網路上可透過推播技術來「自主性」地選擇所要訂閱的某個單元資訊，而不需要瀏覽整個網站以找到所需要的資訊。

透過推播系統的即時性，可提昇各類應用系統之訊息傳遞效率。目前常見的推播方式大致可分為兩種，分別是 SMS 簡訊推播及 Email 電子郵件推播。

有關本計畫的訊息推播平台應用之可行性應用評估，我們進行海氣象資訊應用於智慧型手機定位之推播系統訊息平台應用服務評估，訂閱者可以自行上網瀏覽相關資訊外(Pull)，也可以在被觸發的推播條件下，主動並即時地以 SMS 方式推播海氣象目前的相關資訊給訂閱者，如此一來便可以更有效的提高海氣象服務的即時性。

海氣象資訊應用於智慧型手機定位之推播系統訊息平台應用服務，以利用 Google Maps 方便的地圖操作性、預取性、分析空間資訊性特點作為系統基礎地理資訊系統，如下圖 9.135 訊息推播系統平台應用架構示意圖所示:

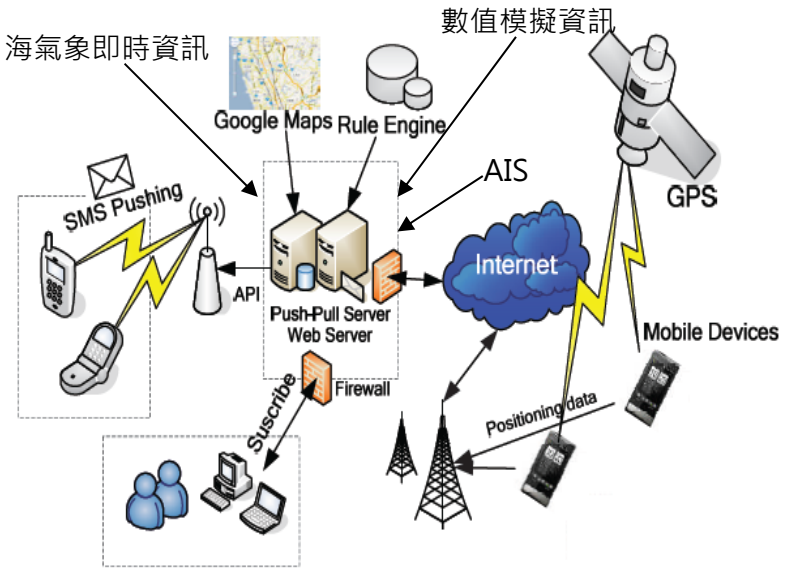


圖 9.135 訊息推播系統平台應用架構示意圖

以下針對 我們所提出的系統架構、功能模組與海氣象資訊服務分別說明。

一、系統架構

使用者攜帶具 3G/4G 或是 Wi-Fi 功能並具有 GPS 收發器之智慧型裝置(Mobile Devices)。透過移動載具將不間斷地接收來自 GPS 系統之標準資料，並進行經緯度定位。定位資訊將會透過網路將使用者目前相關資料回傳至網路伺服器(Web Server)。訂閱者 (Subscribers)可經由網路認證來連入網路伺服器中，依據使用者及所設定的推播條件來進行推播訊息訂閱。

當使用者的狀態滿足訂閱者所選定的推播條件時，推播伺服器將進行主動式 訊息推播(可自行選擇 Email 或者 SMS 簡訊推播)。如此，訂閱者可即時且迅速地接收到所訂閱的海氣象相關的資訊。相關的推播規則，將建置在系統的規則引擎中(Rule Engine)。

二、系統功能

海氣象資訊定位資訊推播系統主要功能項目，分別為使用者管理、行動載具與地圖追蹤等子功能。

(一)使用者管理：使用者資料建檔、訊息接收者資料建檔、推播方式與推播條件選擇。

(二)行動載具建議提供緊急資訊回報功能，使用者可於緊急時刻按透過行動載具回報至網路伺服器，系統將會即時推播緊急訊息至相關安全單位。

(三)地圖追蹤提供使用者定位顯示地圖資訊，並且可修改訂閱推播之條件。此子系統建議以 Web 方式進行呈現，提供使用者訂閱進行瀏覽或修改推播資訊。

海氣象資訊應用於智慧型手機定位之推播系統訊息平台應用服務應用情境分析，大致情境有以下二種:

情境一:

使用者靠近或進入各港區特定或劃定區域時，透過 Google Map 定位確認使用者位置，系統主動提供(Push)海氣象相關資訊或已訂閱之資訊。

情境二:

智慧型手機定位推播系統訊息平台整合 AIS 資訊，當船行航行出港後，結合 AIS 所提供之座標位置套疊數值模擬資料，依據網格之精度(Push 頻率)定時、定點主動提供(Push)海氣象相關資訊或已訂閱之資訊至手機端。

當航行船隻遇到緊急狀況時亦可透過資訊回報功能，回報至網路伺服器，系統也可以將即時推播緊急訊息至相關安全單位。

9.11.2 港區碼頭即時水深預報系統整合之可行性評估

港灣技術研究中心已完成基隆港、蘇澳港、台北港及花蓮港等港區及碼頭潮位即時水深預報系統之建置，如下圖 9.136 即時船席水深資訊系統所示。因系統建置於各港務公司，目前欠缺管理，有時系統無法正常運作，本年度評估將系統納入港灣環境資訊網之可行性評估。

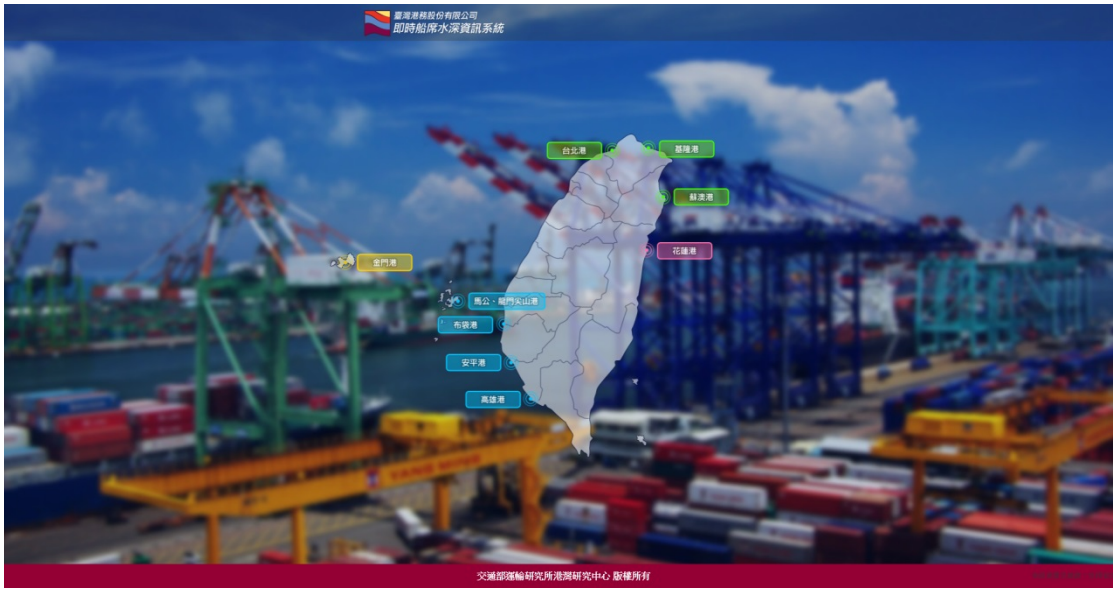


圖 9.136 即時船席水深資訊系統網頁

港區、碼頭潮位即時水深預報，是透過參考水位控制點、高程系統(TWVD2001)及壓力潮位站，進行最低潮位面與高程系統 TWVD2001 調和分析，以推估各港潮位資訊。

港區、碼頭潮位即時水深預報系統透過圖資蒐集、繪製與轉換水深資料蒐集包含水深測量成果、水準測量成果、控制點資料及相關測量圖資等資料；透過圖資轉換，將蒐集之圖資，進行 GIS 格式轉換與座標轉換；並且將碼頭之位置以 GIS 軟體，數化繪製建量為 GIS 格式繪製碼頭等流程進行相關系統建置。

一、網路系統架構如下說明:

(一)港區之潮位站之監測資料，透過GPRS傳輸至中心之伺服器中，水深系統透過排程匯入程哎，匯入到系統之資料庫內。

(二)Web主機伺服器:本主機上安裝MySQL資料庫與Apache 。

(三)管理者可透過網路連線，利用一般瀏覽器進行即時水深查詢、預報水深查詢、系統管理。

(四)內部員工可透過網路連線，利用一般瀏覽器進行即時水深查詢、歷史潮位下載，使用港區地理資訊系統。

(五)一般使用者可透過網路連線，利用一般瀏覽器與手機瀏覽器進行

即時水深、預報水深查詢。

二、港區、碼頭潮位即時水深預報系統主要功能如下說明；相關系統畫面如下所示:

(一)潮位站水深查詢:提供潮位站之即時水深查詢顯示，顯示項目包含接收時間、即時潮位、床底高程、即時水深，預報水深曲線圖、預報水深數據清單、當日實測水深曲線圖、當日實測水深數據清單、該潮位站所在位置地圖。

(二)碼頭水深查詢:提供浦位站之水深查詢顯示，顯示項目包含接收時間、參考潮位站之即時潮位、床底高程、即時水深，預報水深曲線圖、預報水深數據清單、該碼頭所在位置地圖。



圖 9.137 港區、碼頭潮位即時水深預報系統畫面

港區、碼頭潮位即時水深預報系統仍於建置階段，103 年度評估僅進行系統概略性了解，因其系統資料庫採用 MySQL 資料庫，與港灣環境資訊網站所使用之 MSSQL 資料庫於資料介接技術上無問題;但其系

統架構建置於 GeoView WebGIS，與港灣環境資訊網站架構建置於 GoogleMap 應用上有所不同；GeoView WebGIS 主要功能提供:

- 提供可將地標點位放置於地圖上功能。
- 不同地標可探不同之圖示顯示。
- 地圖平台需提供地圖、放大、縮小、平移等功能。
- 提供地圖圖層開關控制功能。
- 提供全螢幕顯示地圖功能。
- 提供面積、長度測量功能。
- 電子地圖與航拍影像有更新時，可由後端系統平台，進行資料之更新。
- 提供地圖展示API ，可讓其他系統介接使用。

不同的套裝商業 GIS 軟體或 GoogleMap，各自有著不同的資料格式；久而久之就建置了眾多不同資料格式的系統，而彼此不同的格式之間轉換不易。各科室資料共享與流通需求日增，由於資料產生單位眾多且分散；使資料需求者很難在同一平台上獲得不同單位的即時且完整的(空間)資訊導致資料重覆建置或資料缺乏等問題，使得空間資訊原本多元與豐富的特色難以展現。

本年度評估整合試作納入基隆港、臺北港、蘇澳港、高雄港以及安平港、布袋港、澎湖(龍門尖山和馬公)、金門(水頭和料羅)港區之即時船席水深資訊系統(http://163.29.73.62/rts/)資訊整合至港灣環境資訊網頁中，以提供給各港務管理單位，能隨時掌握港域水深狀況、船舶吃水深度判別、船席靠泊與潮位研判等的輔助參考資訊，以提昇港埠營運效能。

目前即時水深提供的介接格式為 XML 文件(每 6 分鐘更新一次)，各港口之碼頭數量資訊如下表 9-22 各港口之碼頭數量統計表所示，相關的 XML 欄位內容，如下圖 9.138 基隆港即時水深 XML 文件~圖 9.146 金門(水頭、料羅)**港即時水深 XML 文件**所示，包含船席即時水深(seaLevel)、船席預測水深(forecastTide)和船席底床高程-設計水深(bottomLevel)等資訊，藉由即時水深碼頭 XML 檔下載程式，如下圖

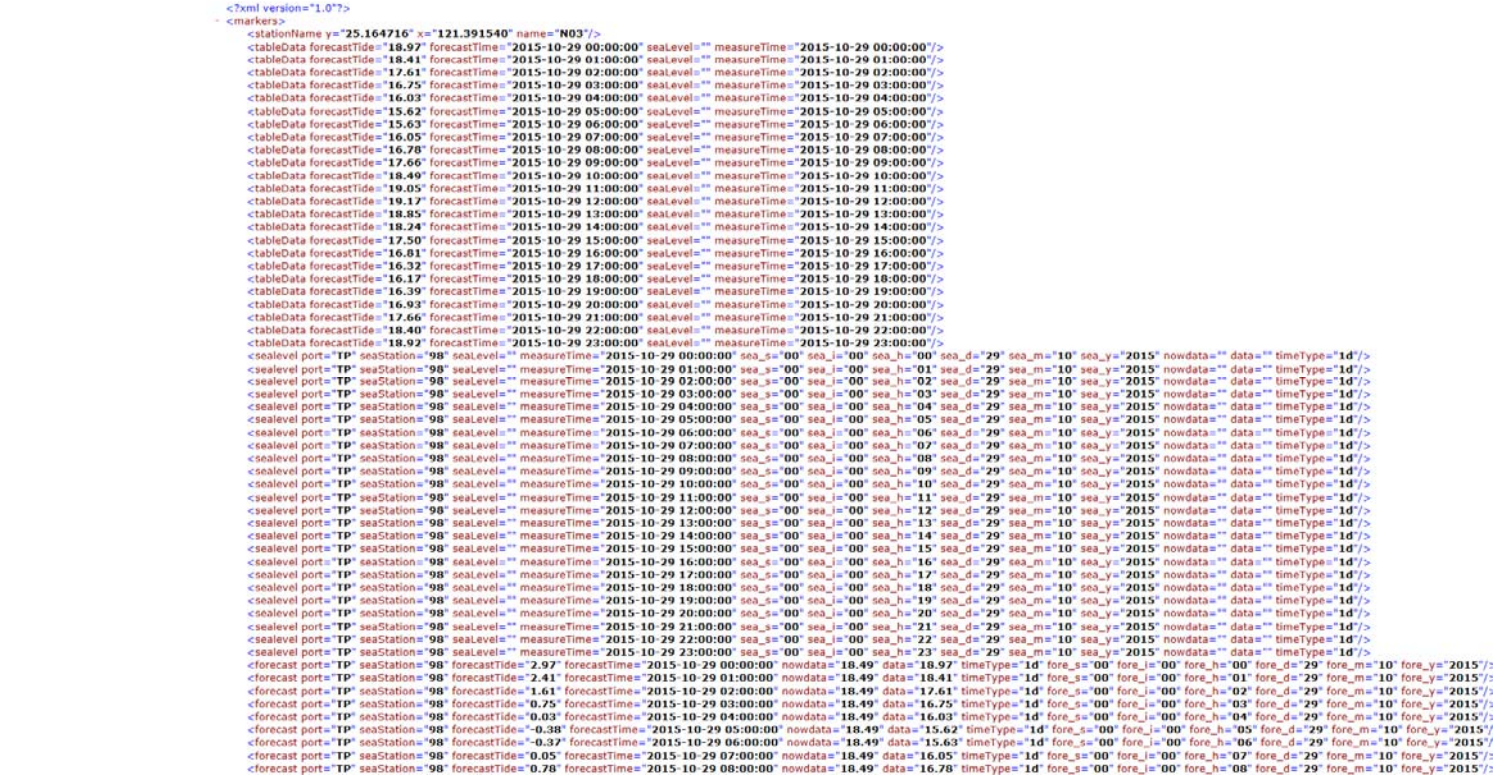
9.147 **港區即時水深碼頭 XML 檔下載程式**所示，定時下載各港區的即時水深 XML 檔案，海情中心伺服器採以自動化作業資料介接程式，如下圖 9.148 港區即時水深碼頭 XML 檔匯入資料庫程式所示，定時擷取即時水深資料儲放於海情資料庫，如下圖 9.149 港區即時水深資料表所示。

表 9-22 各港口之碼頭數量統計表

港區名稱	說明
基隆港	共 58 個碼頭
臺北港	共 25 個碼頭
蘇澳港	共 15 個碼頭
高雄港	共 111 個碼頭
安平港	共 17 個碼頭
布袋港	共 5 個碼頭
澎湖龍門尖山	共 11 個碼頭
澎湖馬公	共 9 個碼頭
金門水頭	共 11 個碼頭
金門料羅	共 5 個碼頭
共計 267 碼頭	

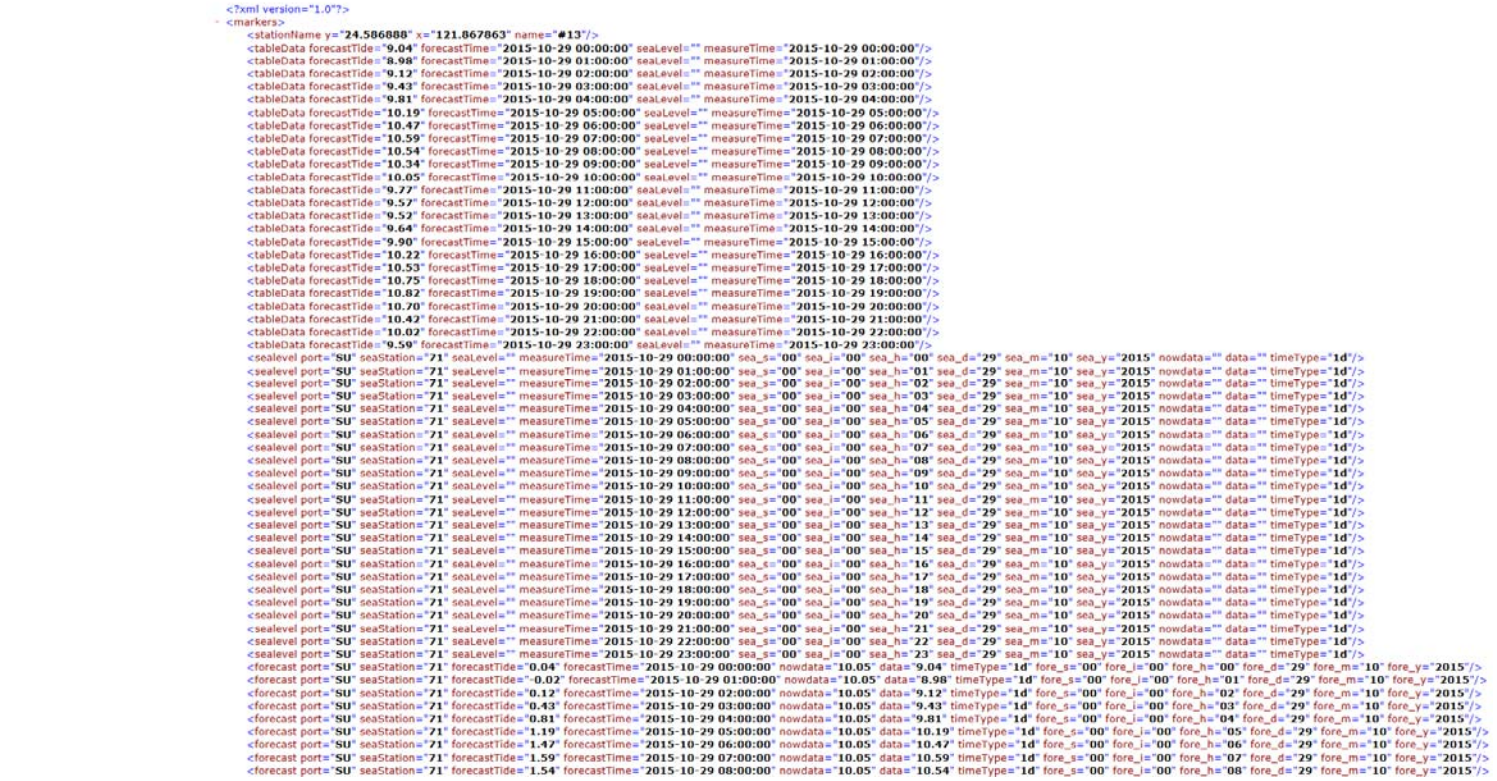


圖 9.138 基隆港即時水深 XML 文件



```
<?xml version="1.0"?>
<markers>
<stationName y="25.164716" x="121.391540" name="N03"/>
<tideData forecastTide="18.97" forecastTime="2015-10-29 00:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 00:00:00"/>
<tideData forecastTide="18.41" forecastTime="2015-10-29 01:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 01:00:00"/>
<tideData forecastTide="17.61" forecastTime="2015-10-29 02:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 02:00:00"/>
<tideData forecastTide="16.75" forecastTime="2015-10-29 03:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 03:00:00"/>
<tideData forecastTide="16.03" forecastTime="2015-10-29 04:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 04:00:00"/>
<tideData forecastTide="15.62" forecastTime="2015-10-29 05:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 05:00:00"/>
<tideData forecastTide="15.63" forecastTime="2015-10-29 06:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 06:00:00"/>
<tideData forecastTide="16.05" forecastTime="2015-10-29 07:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 07:00:00"/>
<tideData forecastTide="16.78" forecastTime="2015-10-29 08:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 08:00:00"/>
<tideData forecastTide="17.66" forecastTime="2015-10-29 09:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 09:00:00"/>
<tideData forecastTide="18.49" forecastTime="2015-10-29 10:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 10:00:00"/>
<tideData forecastTide="19.05" forecastTime="2015-10-29 11:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 11:00:00"/>
<tideData forecastTide="19.17" forecastTime="2015-10-29 12:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 12:00:00"/>
<tideData forecastTide="18.85" forecastTime="2015-10-29 13:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 13:00:00"/>
<tideData forecastTide="18.24" forecastTime="2015-10-29 14:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 14:00:00"/>
<tideData forecastTide="17.50" forecastTime="2015-10-29 15:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 15:00:00"/>
<tideData forecastTide="16.81" forecastTime="2015-10-29 16:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 16:00:00"/>
<tideData forecastTide="16.32" forecastTime="2015-10-29 17:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 17:00:00"/>
<tideData forecastTide="16.17" forecastTime="2015-10-29 18:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 18:00:00"/>
<tideData forecastTide="16.39" forecastTime="2015-10-29 19:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 19:00:00"/>
<tideData forecastTide="16.93" forecastTime="2015-10-29 20:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 20:00:00"/>
<tideData forecastTide="17.66" forecastTime="2015-10-29 21:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 21:00:00"/>
<tideData forecastTide="18.40" forecastTime="2015-10-29 22:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 22:00:00"/>
<tideData forecastTide="18.92" forecastTime="2015-10-29 23:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 23:00:00"/>
<sealevel port="TP" seaStation="98" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 00:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="00" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="TP" seaStation="98" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 01:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="01" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="TP" seaStation="98" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 02:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="02" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="TP" seaStation="98" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 03:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="03" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="TP" seaStation="98" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 04:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="04" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="TP" seaStation="98" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 05:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="05" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="TP" seaStation="98" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 06:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="06" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="TP" seaStation="98" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 07:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="07" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="TP" seaStation="98" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 08:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="08" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="TP" seaStation="98" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 09:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="09" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="TP" seaStation="98" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 10:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="10" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="TP" seaStation="98" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 11:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="11" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="TP" seaStation="98" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 12:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="12" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="TP" seaStation="98" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 13:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="13" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="TP" seaStation="98" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 14:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="14" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="TP" seaStation="98" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 15:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="15" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="TP" seaStation="98" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 16:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="16" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="TP" seaStation="98" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 17:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="17" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="TP" seaStation="98" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 18:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="18" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="TP" seaStation="98" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 19:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="19" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="TP" seaStation="98" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 20:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="20" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="TP" seaStation="98" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 21:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="21" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="TP" seaStation="98" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 22:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="22" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="TP" seaStation="98" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 23:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="23" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<forecast port="TP" seaStation="98" forecastTide="2.97" forecastTime="2015-10-29 00:00:00" nowdata="18.49" data="18.97" timeType="1d" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="00" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast port="TP" seaStation="98" forecastTide="2.41" forecastTime="2015-10-29 01:00:00" nowdata="18.49" data="18.41" timeType="1d" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="01" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast port="TP" seaStation="98" forecastTide="1.61" forecastTime="2015-10-29 02:00:00" nowdata="18.49" data="17.61" timeType="1d" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="02" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast port="TP" seaStation="98" forecastTide="0.75" forecastTime="2015-10-29 03:00:00" nowdata="18.49" data="16.75" timeType="1d" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="03" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast port="TP" seaStation="98" forecastTide="0.03" forecastTime="2015-10-29 04:00:00" nowdata="18.49" data="16.03" timeType="1d" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="04" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast port="TP" seaStation="98" forecastTide="-0.38" forecastTime="2015-10-29 05:00:00" nowdata="18.49" data="15.62" timeType="1d" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="05" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast port="TP" seaStation="98" forecastTide="-0.37" forecastTime="2015-10-29 06:00:00" nowdata="18.49" data="15.63" timeType="1d" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="06" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast port="TP" seaStation="98" forecastTide="0.05" forecastTime="2015-10-29 07:00:00" nowdata="18.49" data="16.05" timeType="1d" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="07" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast port="TP" seaStation="98" forecastTide="0.78" forecastTime="2015-10-29 08:00:00" nowdata="18.49" data="16.78" timeType="1d" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="08" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
```


圖 9.139 台北港即時水深 XML 文件



```
<?xml version="1.0"?>
<markers>
<stationName y="24.586888" x="121.867863" name="#13"/>
<tideData forecastTide="9.04" forecastTime="2015-10-29 00:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 00:00:00"/>
<tideData forecastTide="8.98" forecastTime="2015-10-29 01:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 01:00:00"/>
<tideData forecastTide="9.12" forecastTime="2015-10-29 02:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 02:00:00"/>
<tideData forecastTide="9.43" forecastTime="2015-10-29 03:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 03:00:00"/>
<tideData forecastTide="9.81" forecastTime="2015-10-29 04:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 04:00:00"/>
<tideData forecastTide="10.19" forecastTime="2015-10-29 05:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 05:00:00"/>
<tideData forecastTide="10.47" forecastTime="2015-10-29 06:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 06:00:00"/>
<tideData forecastTide="10.59" forecastTime="2015-10-29 07:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 07:00:00"/>
<tideData forecastTide="10.54" forecastTime="2015-10-29 08:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 08:00:00"/>
<tideData forecastTide="10.34" forecastTime="2015-10-29 09:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 09:00:00"/>
<tideData forecastTide="10.05" forecastTime="2015-10-29 10:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 10:00:00"/>
<tideData forecastTide="9.77" forecastTime="2015-10-29 11:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 11:00:00"/>
<tideData forecastTide="9.57" forecastTime="2015-10-29 12:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 12:00:00"/>
<tideData forecastTide="9.52" forecastTime="2015-10-29 13:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 13:00:00"/>
<tideData forecastTide="9.64" forecastTime="2015-10-29 14:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 14:00:00"/>
<tideData forecastTide="9.90" forecastTime="2015-10-29 15:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 15:00:00"/>
<tideData forecastTide="10.22" forecastTime="2015-10-29 16:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 16:00:00"/>
<tideData forecastTide="10.53" forecastTime="2015-10-29 17:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 17:00:00"/>
<tideData forecastTide="10.75" forecastTime="2015-10-29 18:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 18:00:00"/>
<tideData forecastTide="10.82" forecastTime="2015-10-29 19:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 19:00:00"/>
<tideData forecastTide="10.70" forecastTime="2015-10-29 20:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 20:00:00"/>
<tideData forecastTide="10.42" forecastTime="2015-10-29 21:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 21:00:00"/>
<tideData forecastTide="10.02" forecastTime="2015-10-29 22:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 22:00:00"/>
<tideData forecastTide="9.59" forecastTime="2015-10-29 23:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 23:00:00"/>
<sealevel port="SU" seaStation="71" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 00:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="00" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="SU" seaStation="71" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 01:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="01" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="SU" seaStation="71" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 02:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="02" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="SU" seaStation="71" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 03:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="03" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="SU" seaStation="71" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 04:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="04" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="SU" seaStation="71" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 05:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="05" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="SU" seaStation="71" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 06:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="06" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="SU" seaStation="71" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 07:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="07" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="SU" seaStation="71" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 08:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="08" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="SU" seaStation="71" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 09:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="09" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="SU" seaStation="71" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 10:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="10" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="SU" seaStation="71" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 11:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="11" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="SU" seaStation="71" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 12:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="12" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="SU" seaStation="71" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 13:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="13" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="SU" seaStation="71" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 14:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="14" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="SU" seaStation="71" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 15:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="15" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="SU" seaStation="71" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 16:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="16" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="SU" seaStation="71" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 17:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="17" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="SU" seaStation="71" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 18:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="18" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="SU" seaStation="71" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 19:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="19" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="SU" seaStation="71" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 20:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="20" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="SU" seaStation="71" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 21:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="21" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="SU" seaStation="71" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 22:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="22" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="SU" seaStation="71" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 23:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="23" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<forecast port="SU" seaStation="71" forecastTide="0.04" forecastTime="2015-10-29 00:00:00" nowdata="10.05" data="9.04" timeType="1d" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="00" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast port="SU" seaStation="71" forecastTide="-0.02" forecastTime="2015-10-29 01:00:00" nowdata="10.05" data="8.98" timeType="1d" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="01" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast port="SU" seaStation="71" forecastTide="0.12" forecastTime="2015-10-29 02:00:00" nowdata="10.05" data="9.12" timeType="1d" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="02" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast port="SU" seaStation="71" forecastTide="0.43" forecastTime="2015-10-29 03:00:00" nowdata="10.05" data="9.43" timeType="1d" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="03" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast port="SU" seaStation="71" forecastTide="0.81" forecastTime="2015-10-29 04:00:00" nowdata="10.05" data="9.81" timeType="1d" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="04" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast port="SU" seaStation="71" forecastTide="1.19" forecastTime="2015-10-29 05:00:00" nowdata="10.05" data="10.19" timeType="1d" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="05" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast port="SU" seaStation="71" forecastTide="1.47" forecastTime="2015-10-29 06:00:00" nowdata="10.05" data="10.47" timeType="1d" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="06" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast port="SU" seaStation="71" forecastTide="1.59" forecastTime="2015-10-29 07:00:00" nowdata="10.05" data="10.59" timeType="1d" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="07" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast port="SU" seaStation="71" forecastTide="1.54" forecastTime="2015-10-29 08:00:00" nowdata="10.05" data="10.54" timeType="1d" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="08" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
```


圖 9.140 蘇澳港即時水深 XML 文件



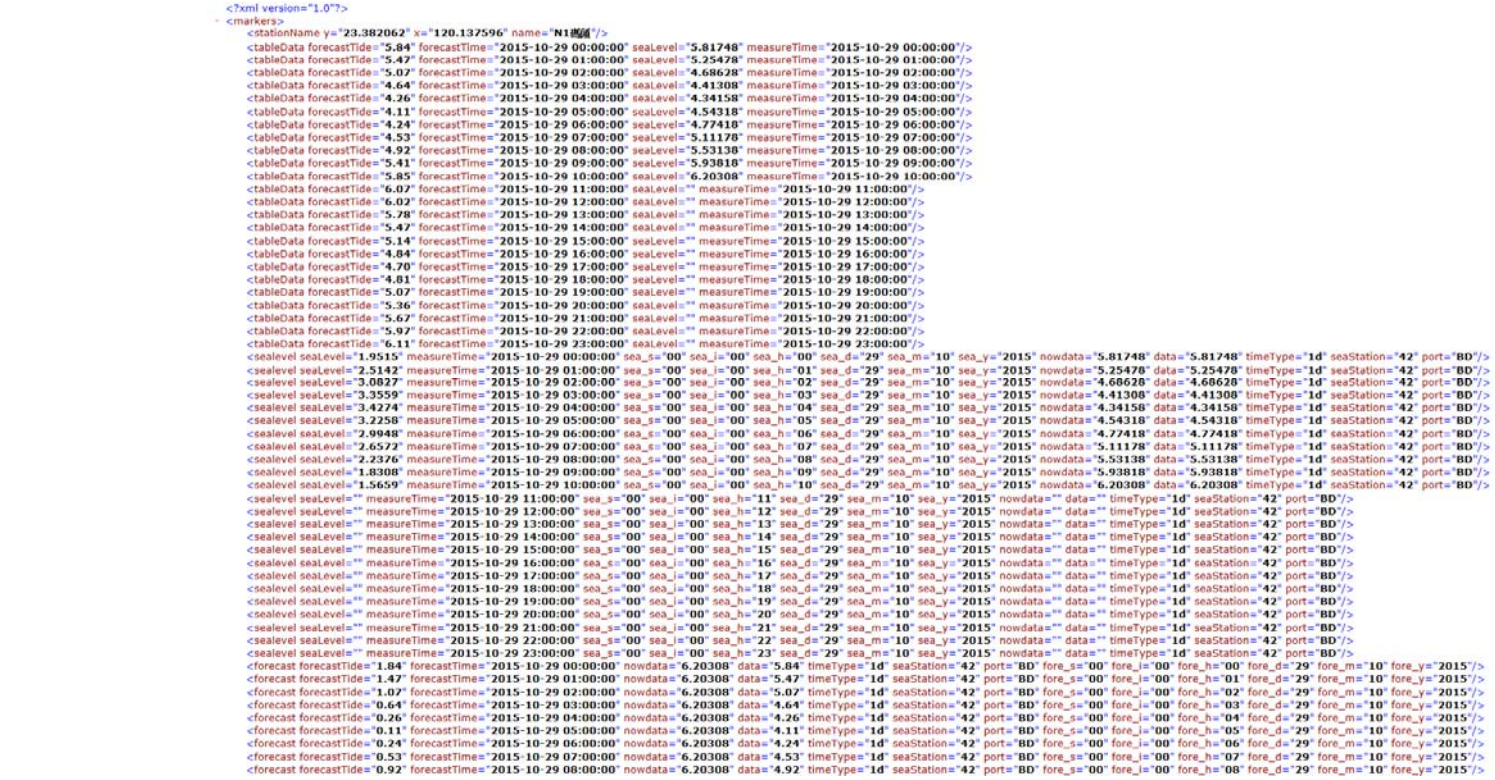
```
<?xml version="1.0"?>
<markers>
<stationName y="22.618470" x="120.275186" name="第1號碼頭"/>
<tableData forecastTide="9.747800" forecastTime="2015-10-29 00:00:00" seaLevel="9.46414000" measureTime="2015-10-29 00:00:00"/>
<tableData forecastTide="9.573700" forecastTime="2015-10-29 01:00:00" seaLevel="9.32514000" measureTime="2015-10-29 01:00:00"/>
<tableData forecastTide="9.446900" forecastTime="2015-10-29 02:00:00" seaLevel="9.30114000" measureTime="2015-10-29 02:00:00"/>
<tableData forecastTide="9.397900" forecastTime="2015-10-29 03:00:00" seaLevel="9.38114000" measureTime="2015-10-29 03:00:00"/>
<tableData forecastTide="9.457400" forecastTime="2015-10-29 04:00:00" seaLevel="9.54314000" measureTime="2015-10-29 04:00:00"/>
<tableData forecastTide="9.599600" forecastTime="2015-10-29 05:00:00" seaLevel="9.69514000" measureTime="2015-10-29 05:00:00"/>
<tableData forecastTide="9.755300" forecastTime="2015-10-29 06:00:00" seaLevel="9.80214000" measureTime="2015-10-29 06:00:00"/>
<tableData forecastTide="9.881300" forecastTime="2015-10-29 07:00:00" seaLevel="9.85514000" measureTime="2015-10-29 07:00:00"/>
<tableData forecastTide="9.969700" forecastTime="2015-10-29 08:00:00" seaLevel="9.90714000" measureTime="2015-10-29 08:00:00"/>
<tableData forecastTide="10.005000" forecastTime="2015-10-29 09:00:00" seaLevel="11.07614000" measureTime="2015-10-29 09:00:00"/>
<tableData forecastTide="9.967600" forecastTime="2015-10-29 10:00:00" seaLevel="9.82514000" measureTime="2015-10-29 10:00:00"/>
<tableData forecastTide="9.874200" forecastTime="2015-10-29 11:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 11:00:00"/>
<tableData forecastTide="9.774800" forecastTime="2015-10-29 12:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 12:00:00"/>
<tableData forecastTide="9.706500" forecastTime="2015-10-29 13:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 13:00:00"/>
<tableData forecastTide="9.677800" forecastTime="2015-10-29 14:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 14:00:00"/>
<tableData forecastTide="9.700000" forecastTime="2015-10-29 15:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 15:00:00"/>
<tableData forecastTide="9.798200" forecastTime="2015-10-29 16:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 16:00:00"/>
<tableData forecastTide="9.966200" forecastTime="2015-10-29 17:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 17:00:00"/>
<tableData forecastTide="10.145100" forecastTime="2015-10-29 18:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 18:00:00"/>
<tableData forecastTide="10.278600" forecastTime="2015-10-29 19:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 19:00:00"/>
<tableData forecastTide="10.353400" forecastTime="2015-10-29 20:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 20:00:00"/>
<tableData forecastTide="10.364900" forecastTime="2015-10-29 21:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 21:00:00"/>
<tableData forecastTide="10.291600" forecastTime="2015-10-29 22:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 22:00:00"/>
<tableData forecastTide="10.130800" forecastTime="2015-10-29 23:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 23:00:00"/>
<sealevel port="TS03" seaStation="43" seaLevel="-201.1000" measureTime="2015-10-29 00:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="00" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="9.46414000" data="9.46414000" timeType="1d"/>
<sealevel port="TS03" seaStation="43" seaLevel="-215.0000" measureTime="2015-10-29 01:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="01" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="9.32514000" data="9.32514000" timeType="1d"/>
<sealevel port="TS03" seaStation="43" seaLevel="-217.4000" measureTime="2015-10-29 02:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="02" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="9.30114000" data="9.30114000" timeType="1d"/>
<sealevel port="TS03" seaStation="43" seaLevel="-209.4000" measureTime="2015-10-29 03:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="03" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="9.38114000" data="9.38114000" timeType="1d"/>
<sealevel port="TS03" seaStation="43" seaLevel="-193.2000" measureTime="2015-10-29 04:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="04" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="9.54314000" data="9.54314000" timeType="1d"/>
<sealevel port="TS03" seaStation="43" seaLevel="-178.0000" measureTime="2015-10-29 05:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="05" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="9.69514000" data="9.69514000" timeType="1d"/>
<sealevel port="TS03" seaStation="43" seaLevel="-167.3000" measureTime="2015-10-29 06:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="06" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="9.80214000" data="9.80214000" timeType="1d"/>
<sealevel port="TS03" seaStation="43" seaLevel="-162.0000" measureTime="2015-10-29 07:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="07" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="9.85514000" data="9.85514000" timeType="1d"/>
<sealevel port="TS03" seaStation="43" seaLevel="-156.8000" measureTime="2015-10-29 08:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="08" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="9.90714000" data="9.90714000" timeType="1d"/>
<sealevel port="TS03" seaStation="43" seaLevel="-39.9000" measureTime="2015-10-29 09:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="09" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="11.07614000" data="11.07614000" timeType="1d"/>
<sealevel port="TS03" seaStation="43" seaLevel="-165.0000" measureTime="2015-10-29 10:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="10" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="9.82514000" data="9.82514000" timeType="1d"/>
<sealevel port="TS03" seaStation="43" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 11:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="11" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="TS03" seaStation="43" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 12:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="12" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="TS03" seaStation="43" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 13:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="13" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="TS03" seaStation="43" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 14:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="14" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="TS03" seaStation="43" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 15:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="15" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="TS03" seaStation="43" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 16:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="16" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="TS03" seaStation="43" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 17:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="17" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="TS03" seaStation="43" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 18:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="18" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="TS03" seaStation="43" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 19:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="19" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="TS03" seaStation="43" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 20:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="20" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="TS03" seaStation="43" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 21:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="21" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="TS03" seaStation="43" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 22:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="22" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="TS03" seaStation="43" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 23:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="23" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<forecast port="TS03" seaStation="43" forecastTide="74.78" forecastTime="2015-10-29 00:00:00" nowdata="9.82514000" data="9.747800" timeType="1d" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="00" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast port="TS03" seaStation="43" forecastTide="57.37" forecastTime="2015-10-29 01:00:00" nowdata="9.82514000" data="9.573700" timeType="1d" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="01" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast port="TS03" seaStation="43" forecastTide="44.69" forecastTime="2015-10-29 02:00:00" nowdata="9.82514000" data="9.446900" timeType="1d" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="02" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast port="TS03" seaStation="43" forecastTide="39.79" forecastTime="2015-10-29 03:00:00" nowdata="9.82514000" data="9.397900" timeType="1d" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="03" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast port="TS03" seaStation="43" forecastTide="45.74" forecastTime="2015-10-29 04:00:00" nowdata="9.82514000" data="9.457400" timeType="1d" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="04" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast port="TS03" seaStation="43" forecastTide="59.96" forecastTime="2015-10-29 05:00:00" nowdata="9.82514000" data="9.599600" timeType="1d" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="05" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast port="TS03" seaStation="43" forecastTide="75.53" forecastTime="2015-10-29 06:00:00" nowdata="9.82514000" data="9.755300" timeType="1d" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="06" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast port="TS03" seaStation="43" forecastTide="88.13" forecastTime="2015-10-29 07:00:00" nowdata="9.82514000" data="9.881300" timeType="1d" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="07" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast port="TS03" seaStation="43" forecastTide="96.97" forecastTime="2015-10-29 08:00:00" nowdata="9.82514000" data="9.969700" timeType="1d" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="08" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
```


圖 9.141 高雄港即時水深 XML 文件



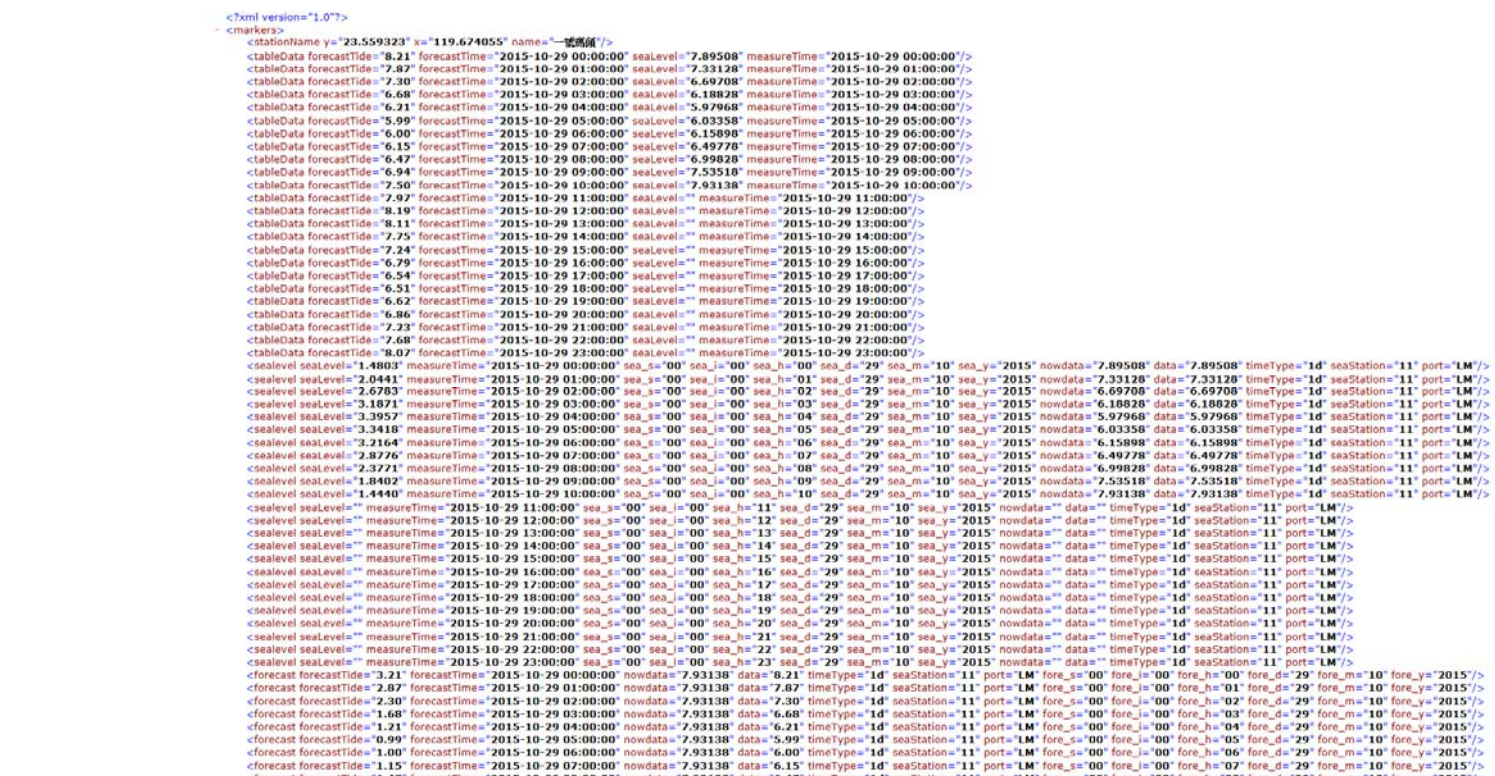
```
<?xml version="1.0"?>
<markers>
<stationName y="22.618470" x="120.275186" name="第1號碼頭"/>
<tableData forecastTide="9.90" forecastTime="2015-10-29 00:00:00" seaLevel="9.64344" measureTime="2015-10-29 00:00:00"/>
<tableData forecastTide="9.66" forecastTime="2015-10-29 01:00:00" seaLevel="9.40204" measureTime="2015-10-29 01:00:00"/>
<tableData forecastTide="9.43" forecastTime="2015-10-29 02:00:00" seaLevel="9.26014" measureTime="2015-10-29 02:00:00"/>
<tableData forecastTide="9.28" forecastTime="2015-10-29 03:00:00" seaLevel="9.30004" measureTime="2015-10-29 03:00:00"/>
<tableData forecastTide="9.26" forecastTime="2015-10-29 04:00:00" seaLevel="9.42314" measureTime="2015-10-29 04:00:00"/>
<tableData forecastTide="9.35" forecastTime="2015-10-29 05:00:00" seaLevel="9.61064" measureTime="2015-10-29 05:00:00"/>
<tableData forecastTide="9.49" forecastTime="2015-10-29 06:00:00" seaLevel="9.72784" measureTime="2015-10-29 06:00:00"/>
<tableData forecastTide="9.66" forecastTime="2015-10-29 07:00:00" seaLevel="9.91424" measureTime="2015-10-29 07:00:00"/>
<tableData forecastTide="9.84" forecastTime="2015-10-29 08:00:00" seaLevel="10.04794" measureTime="2015-10-29 08:00:00"/>
<tableData forecastTide="10.01" forecastTime="2015-10-29 09:00:00" seaLevel="10.12054" measureTime="2015-10-29 09:00:00"/>
<tableData forecastTide="10.09" forecastTime="2015-10-29 10:00:00" seaLevel="10.11704" measureTime="2015-10-29 10:00:00"/>
<tableData forecastTide="10.06" forecastTime="2015-10-29 11:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 11:00:00"/>
<tableData forecastTide="9.98" forecastTime="2015-10-29 12:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 12:00:00"/>
<tableData forecastTide="9.89" forecastTime="2015-10-29 13:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 13:00:00"/>
<tableData forecastTide="9.76" forecastTime="2015-10-29 14:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 14:00:00"/>
<tableData forecastTide="9.66" forecastTime="2015-10-29 15:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 15:00:00"/>
<tableData forecastTide="9.67" forecastTime="2015-10-29 16:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 16:00:00"/>
<tableData forecastTide="9.78" forecastTime="2015-10-29 17:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 17:00:00"/>
<tableData forecastTide="9.92" forecastTime="2015-10-29 18:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 18:00:00"/>
<tableData forecastTide="10.06" forecastTime="2015-10-29 19:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 19:00:00"/>
<tableData forecastTide="10.20" forecastTime="2015-10-29 20:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 20:00:00"/>
<tableData forecastTide="10.30" forecastTime="2015-10-29 21:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 21:00:00"/>
<tableData forecastTide="10.32" forecastTime="2015-10-29 22:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 22:00:00"/>
<tableData forecastTide="10.23" forecastTime="2015-10-29 23:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 23:00:00"/>
<sealevel port="AP" seaStation="43" seaLevel="1.7523" measureTime="2015-10-29 00:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="00" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="9.64344" data="9.64344" timeType="1d"/>
<sealevel port="AP" seaStation="43" seaLevel="1.9937" measureTime="2015-10-29 01:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="01" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="9.40204" data="9.40204" timeType="1d"/>
<sealevel port="AP" seaStation="43" seaLevel="2.1356" measureTime="2015-10-29 02:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="02" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="9.26014" data="9.26014" timeType="1d"/>
<sealevel port="AP" seaStation="43" seaLevel="2.0957" measureTime="2015-10-29 03:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="03" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="9.30004" data="9.30004" timeType="1d"/>
<sealevel port="AP" seaStation="43" seaLevel="1.9726" measureTime="2015-10-29 04:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="04" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="9.42314" data="9.42314" timeType="1d"/>
<sealevel port="AP" seaStation="43" seaLevel="1.7851" measureTime="2015-10-29 05:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="05" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="9.61064" data="9.61064" timeType="1d"/>
<sealevel port="AP" seaStation="43" seaLevel="1.6679" measureTime="2015-10-29 06:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="06" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="9.72784" data="9.72784" timeType="1d"/>
<sealevel port="AP" seaStation="43" seaLevel="1.4815" measureTime="2015-10-29 07:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="07" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="9.91424" data="9.91424" timeType="1d"/>
<sealevel port="AP" seaStation="43" seaLevel="1.3478" measureTime="2015-10-29 08:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="08" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="10.04794" data="10.04794" timeType="1d"/>
<sealevel port="AP" seaStation="43" seaLevel="1.2752" measureTime="2015-10-29 09:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="09" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="10.12054" data="10.12054" timeType="1d"/>
<sealevel port="AP" seaStation="43" seaLevel="1.2787" measureTime="2015-10-29 10:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="10" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="10.11704" data="10.11704" timeType="1d"/>
<sealevel port="AP" seaStation="43" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 11:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="11" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="AP" seaStation="43" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 12:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="12" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="AP" seaStation="43" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 13:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="13" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="AP" seaStation="43" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 14:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="14" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="AP" seaStation="43" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 15:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="15" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="AP" seaStation="43" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 16:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="16" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="AP" seaStation="43" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 17:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="17" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="AP" seaStation="43" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 18:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="18" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="AP" seaStation="43" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 19:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="19" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="AP" seaStation="43" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 20:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="20" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="AP" seaStation="43" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 21:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="21" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="AP" seaStation="43" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 22:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="22" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="AP" seaStation="43" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 23:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="23" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<forecast port="AP" seaStation="43" forecastTide="0.90" forecastTime="2015-10-29 00:00:00" nowdata="10.11704" data="9.90" timeType="1d" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="00" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast port="AP" seaStation="43" forecastTide="0.66" forecastTime="2015-10-29 01:00:00" nowdata="10.11704" data="9.66" timeType="1d" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="01" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast port="AP" seaStation="43" forecastTide="0.43" forecastTime="2015-10-29 02:00:00" nowdata="10.11704" data="9.43" timeType="1d" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="02" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast port="AP" seaStation="43" forecastTide="0.28" forecastTime="2015-10-29 03:00:00" nowdata="10.11704" data="9.28" timeType="1d" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="03" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast port="AP" seaStation="43" forecastTide="0.26" forecastTime="2015-10-29 04:00:00" nowdata="10.11704" data="9.26" timeType="1d" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="04" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast port="AP" seaStation="43" forecastTide="0.35" forecastTime="2015-10-29 05:00:00" nowdata="10.11704" data="9.35" timeType="1d" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="05" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast port="AP" seaStation="43" forecastTide="0.49" forecastTime="2015-10-29 06:00:00" nowdata="10.11704" data="9.49" timeType="1d" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="06" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast port="AP" seaStation="43" forecastTide="0.66" forecastTime="2015-10-29 07:00:00" nowdata="10.11704" data="9.66" timeType="1d" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="07" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast port="AP" seaStation="43" forecastTide="0.84" forecastTime="2015-10-29 08:00:00" nowdata="10.11704" data="9.84" timeType="1d" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="08" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
```


圖 9.142 安平港即時水深 XML 文件



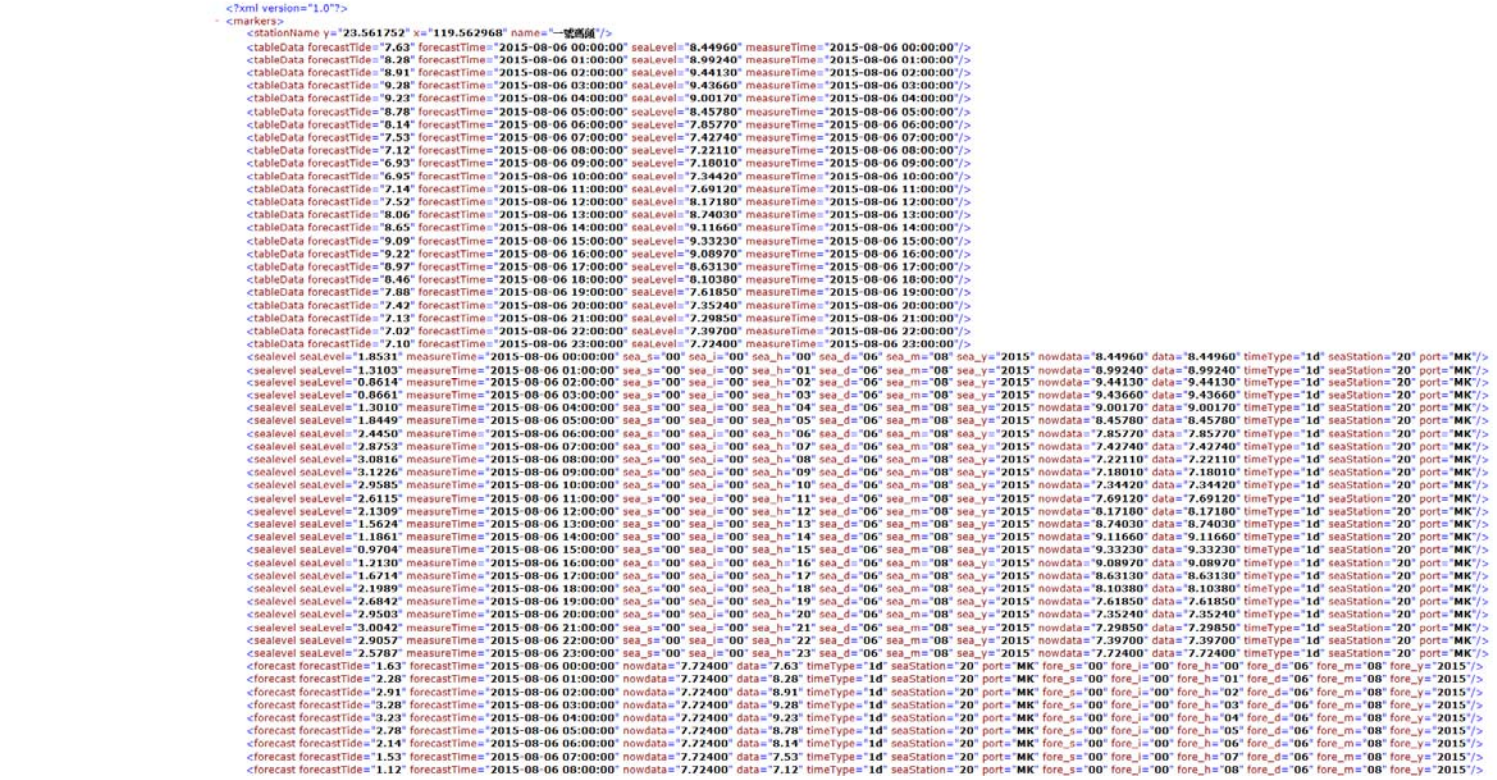
```
<?xml version="1.0"?>
<markers>
<stationName y="23.382062" x="120.137596" name="N1觀測"/>
<tableData forecastTide="5.84" forecastTime="2015-10-29 00:00:00" seaLevel="5.81748" measureTime="2015-10-29 00:00:00"/>
<tableData forecastTide="5.47" forecastTime="2015-10-29 01:00:00" seaLevel="5.25478" measureTime="2015-10-29 01:00:00"/>
<tableData forecastTide="5.07" forecastTime="2015-10-29 02:00:00" seaLevel="4.68628" measureTime="2015-10-29 02:00:00"/>
<tableData forecastTide="4.64" forecastTime="2015-10-29 03:00:00" seaLevel="4.41308" measureTime="2015-10-29 03:00:00"/>
<tableData forecastTide="4.26" forecastTime="2015-10-29 04:00:00" seaLevel="4.34158" measureTime="2015-10-29 04:00:00"/>
<tableData forecastTide="4.11" forecastTime="2015-10-29 05:00:00" seaLevel="4.54318" measureTime="2015-10-29 05:00:00"/>
<tableData forecastTide="4.24" forecastTime="2015-10-29 06:00:00" seaLevel="4.77418" measureTime="2015-10-29 06:00:00"/>
<tableData forecastTide="4.53" forecastTime="2015-10-29 07:00:00" seaLevel="5.11178" measureTime="2015-10-29 07:00:00"/>
<tableData forecastTide="4.92" forecastTime="2015-10-29 08:00:00" seaLevel="5.53138" measureTime="2015-10-29 08:00:00"/>
<tableData forecastTide="5.41" forecastTime="2015-10-29 09:00:00" seaLevel="5.93818" measureTime="2015-10-29 09:00:00"/>
<tableData forecastTide="5.85" forecastTime="2015-10-29 10:00:00" seaLevel="6.20308" measureTime="2015-10-29 10:00:00"/>
<tableData forecastTide="6.07" forecastTime="2015-10-29 11:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 11:00:00"/>
<tableData forecastTide="6.02" forecastTime="2015-10-29 12:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 12:00:00"/>
<tableData forecastTide="5.78" forecastTime="2015-10-29 13:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 13:00:00"/>
<tableData forecastTide="5.47" forecastTime="2015-10-29 14:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 14:00:00"/>
<tableData forecastTide="5.14" forecastTime="2015-10-29 15:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 15:00:00"/>
<tableData forecastTide="4.84" forecastTime="2015-10-29 16:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 16:00:00"/>
<tableData forecastTide="4.70" forecastTime="2015-10-29 17:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 17:00:00"/>
<tableData forecastTide="4.81" forecastTime="2015-10-29 18:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 18:00:00"/>
<tableData forecastTide="5.07" forecastTime="2015-10-29 19:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 19:00:00"/>
<tableData forecastTide="5.36" forecastTime="2015-10-29 20:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 20:00:00"/>
<tableData forecastTide="5.67" forecastTime="2015-10-29 21:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 21:00:00"/>
<tableData forecastTide="5.97" forecastTime="2015-10-29 22:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 22:00:00"/>
<tableData forecastTide="6.11" forecastTime="2015-10-29 23:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 23:00:00"/>
<sealevel seaLevel="1.9515" measureTime="2015-10-29 00:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="00" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="5.81748" data="5.81748" timeType="1d" seaStation="42" port="BD"/>
<sealevel seaLevel="2.5142" measureTime="2015-10-29 01:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="01" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="5.25478" data="5.25478" timeType="1d" seaStation="42" port="BD"/>
<sealevel seaLevel="3.0827" measureTime="2015-10-29 02:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="02" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="4.68628" data="4.68628" timeType="1d" seaStation="42" port="BD"/>
<sealevel seaLevel="3.3559" measureTime="2015-10-29 03:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="03" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="4.41308" data="4.41308" timeType="1d" seaStation="42" port="BD"/>
<sealevel seaLevel="3.4274" measureTime="2015-10-29 04:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="04" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="4.34158" data="4.34158" timeType="1d" seaStation="42" port="BD"/>
<sealevel seaLevel="3.2258" measureTime="2015-10-29 05:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="05" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="4.54318" data="4.54318" timeType="1d" seaStation="42" port="BD"/>
<sealevel seaLevel="2.9948" measureTime="2015-10-29 06:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="06" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="4.77418" data="4.77418" timeType="1d" seaStation="42" port="BD"/>
<sealevel seaLevel="2.6572" measureTime="2015-10-29 07:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="07" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="5.11178" data="5.11178" timeType="1d" seaStation="42" port="BD"/>
<sealevel seaLevel="2.2376" measureTime="2015-10-29 08:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="08" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="5.53138" data="5.53138" timeType="1d" seaStation="42" port="BD"/>
<sealevel seaLevel="1.8308" measureTime="2015-10-29 09:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="09" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="5.93818" data="5.93818" timeType="1d" seaStation="42" port="BD"/>
<sealevel seaLevel="1.5659" measureTime="2015-10-29 10:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="10" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="6.20308" data="6.20308" timeType="1d" seaStation="42" port="BD"/>
<sealevel seaLevel="" measureTime="2015-10-29 11:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="11" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d" seaStation="42" port="BD"/>
<sealevel seaLevel="" measureTime="2015-10-29 12:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="12" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d" seaStation="42" port="BD"/>
<sealevel seaLevel="" measureTime="2015-10-29 13:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="13" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d" seaStation="42" port="BD"/>
<sealevel seaLevel="" measureTime="2015-10-29 14:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="14" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d" seaStation="42" port="BD"/>
<sealevel seaLevel="" measureTime="2015-10-29 15:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="15" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d" seaStation="42" port="BD"/>
<sealevel seaLevel="" measureTime="2015-10-29 16:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="16" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d" seaStation="42" port="BD"/>
<sealevel seaLevel="" measureTime="2015-10-29 17:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="17" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d" seaStation="42" port="BD"/>
<sealevel seaLevel="" measureTime="2015-10-29 18:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="18" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d" seaStation="42" port="BD"/>
<sealevel seaLevel="" measureTime="2015-10-29 19:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="19" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d" seaStation="42" port="BD"/>
<sealevel seaLevel="" measureTime="2015-10-29 20:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="20" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d" seaStation="42" port="BD"/>
<sealevel seaLevel="" measureTime="2015-10-29 21:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="21" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d" seaStation="42" port="BD"/>
<sealevel seaLevel="" measureTime="2015-10-29 22:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="22" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d" seaStation="42" port="BD"/>
<sealevel seaLevel="" measureTime="2015-10-29 23:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="23" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d" seaStation="42" port="BD"/>
<forecast forecastTide="1.84" forecastTime="2015-10-29 00:00:00" nowdata="6.20308" data="5.84" timeType="1d" seaStation="42" port="BD" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="00" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast forecastTide="1.47" forecastTime="2015-10-29 01:00:00" nowdata="6.20308" data="5.47" timeType="1d" seaStation="42" port="BD" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="01" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast forecastTide="1.02" forecastTime="2015-10-29 02:00:00" nowdata="6.20308" data="5.07" timeType="1d" seaStation="42" port="BD" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="02" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast forecastTide="0.64" forecastTime="2015-10-29 03:00:00" nowdata="6.20308" data="4.64" timeType="1d" seaStation="42" port="BD" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="03" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast forecastTide="0.26" forecastTime="2015-10-29 04:00:00" nowdata="6.20308" data="4.26" timeType="1d" seaStation="42" port="BD" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="04" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast forecastTide="0.11" forecastTime="2015-10-29 05:00:00" nowdata="6.20308" data="4.11" timeType="1d" seaStation="42" port="BD" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="05" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast forecastTide="0.24" forecastTime="2015-10-29 06:00:00" nowdata="6.20308" data="4.24" timeType="1d" seaStation="42" port="BD" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="06" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast forecastTide="0.53" forecastTime="2015-10-29 07:00:00" nowdata="6.20308" data="4.53" timeType="1d" seaStation="42" port="BD" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="07" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast forecastTide="0.92" forecastTime="2015-10-29 08:00:00" nowdata="6.20308" data="4.92" timeType="1d" seaStation="42" port="BD" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="08" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
```


圖 9.143 布袋港即時水深 XML 文件



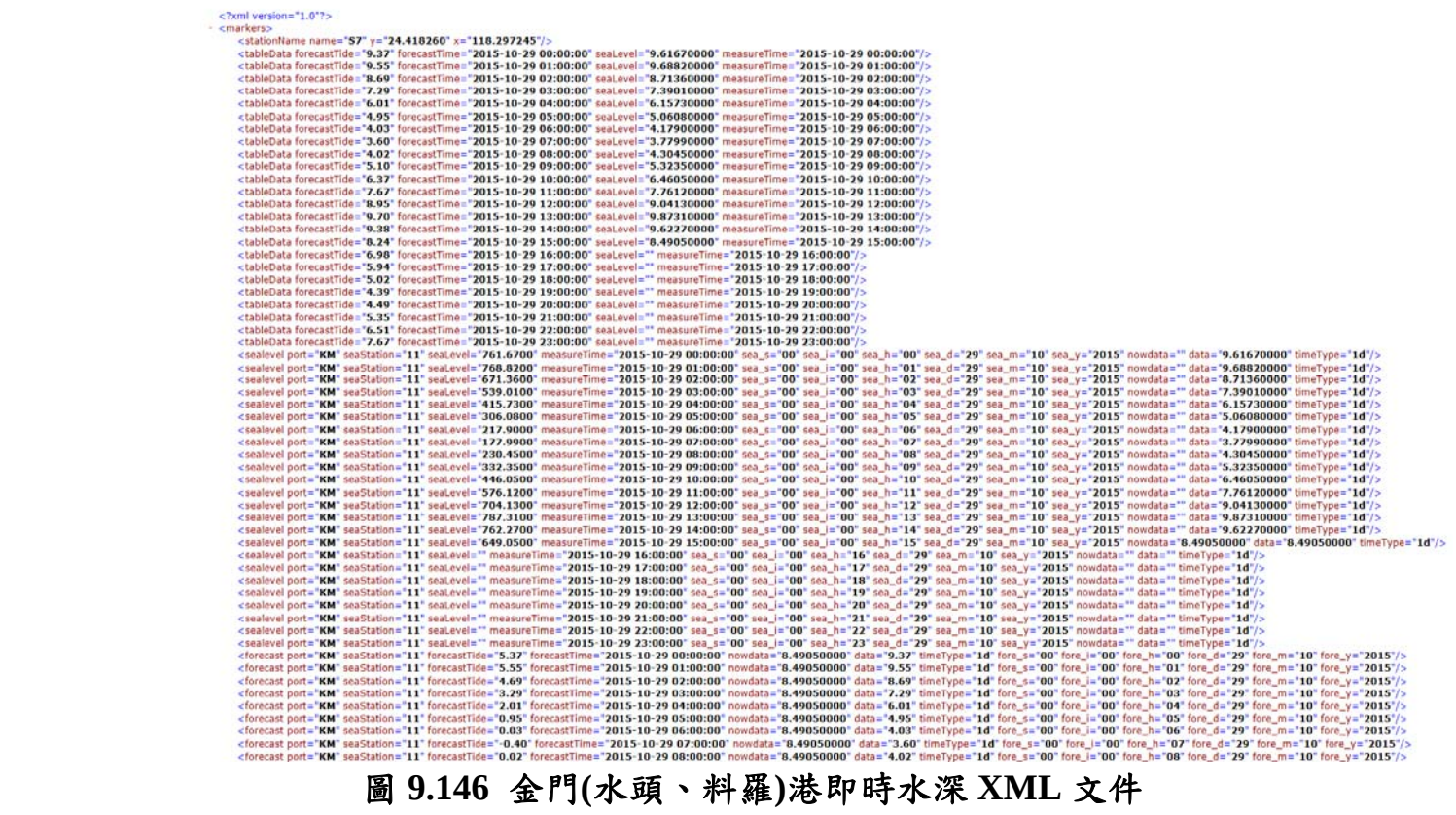
```
<?xml version="1.0"?>
<markers>
<stationName y="23.559323" x="119.674055" name="一號碼頭"/>
<tableData forecastTide="8.21" forecastTime="2015-10-29 00:00:00" seaLevel="7.89508" measureTime="2015-10-29 00:00:00"/>
<tableData forecastTide="7.87" forecastTime="2015-10-29 01:00:00" seaLevel="7.33128" measureTime="2015-10-29 01:00:00"/>
<tableData forecastTide="7.30" forecastTime="2015-10-29 02:00:00" seaLevel="6.69708" measureTime="2015-10-29 02:00:00"/>
<tableData forecastTide="6.68" forecastTime="2015-10-29 03:00:00" seaLevel="6.18828" measureTime="2015-10-29 03:00:00"/>
<tableData forecastTide="6.21" forecastTime="2015-10-29 04:00:00" seaLevel="5.97968" measureTime="2015-10-29 04:00:00"/>
<tableData forecastTide="5.99" forecastTime="2015-10-29 05:00:00" seaLevel="6.03358" measureTime="2015-10-29 05:00:00"/>
<tableData forecastTide="6.00" forecastTime="2015-10-29 06:00:00" seaLevel="6.15898" measureTime="2015-10-29 06:00:00"/>
<tableData forecastTide="6.15" forecastTime="2015-10-29 07:00:00" seaLevel="6.49778" measureTime="2015-10-29 07:00:00"/>
<tableData forecastTide="6.47" forecastTime="2015-10-29 08:00:00" seaLevel="6.99828" measureTime="2015-10-29 08:00:00"/>
<tableData forecastTide="6.94" forecastTime="2015-10-29 09:00:00" seaLevel="7.53518" measureTime="2015-10-29 09:00:00"/>
<tableData forecastTide="7.50" forecastTime="2015-10-29 10:00:00" seaLevel="7.93138" measureTime="2015-10-29 10:00:00"/>
<tableData forecastTide="7.97" forecastTime="2015-10-29 11:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 11:00:00"/>
<tableData forecastTide="8.19" forecastTime="2015-10-29 12:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 12:00:00"/>
<tableData forecastTide="8.11" forecastTime="2015-10-29 13:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 13:00:00"/>
<tableData forecastTide="7.75" forecastTime="2015-10-29 14:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 14:00:00"/>
<tableData forecastTide="7.24" forecastTime="2015-10-29 15:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 15:00:00"/>
<tableData forecastTide="6.79" forecastTime="2015-10-29 16:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 16:00:00"/>
<tableData forecastTide="6.54" forecastTime="2015-10-29 17:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 17:00:00"/>
<tableData forecastTide="6.51" forecastTime="2015-10-29 18:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 18:00:00"/>
<tableData forecastTide="6.62" forecastTime="2015-10-29 19:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 19:00:00"/>
<tableData forecastTide="6.86" forecastTime="2015-10-29 20:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 20:00:00"/>
<tableData forecastTide="7.23" forecastTime="2015-10-29 21:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 21:00:00"/>
<tableData forecastTide="7.68" forecastTime="2015-10-29 22:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 22:00:00"/>
<tableData forecastTide="8.07" forecastTime="2015-10-29 23:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 23:00:00"/>
<sealevel seaLevel="1.4803" measureTime="2015-10-29 00:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="00" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="7.89508" data="7.89508" timeType="1d" seaStation="11" port="LM"/>
<sealevel seaLevel="2.0441" measureTime="2015-10-29 01:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="01" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="7.33128" data="7.33128" timeType="1d" seaStation="11" port="LM"/>
<sealevel seaLevel="2.6703" measureTime="2015-10-29 02:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="02" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="6.69708" data="6.69708" timeType="1d" seaStation="11" port="LM"/>
<sealevel seaLevel="3.1871" measureTime="2015-10-29 03:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="03" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="6.18828" data="6.18828" timeType="1d" seaStation="11" port="LM"/>
<sealevel seaLevel="3.3957" measureTime="2015-10-29 04:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="04" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="5.97968" data="5.97968" timeType="1d" seaStation="11" port="LM"/>
<sealevel seaLevel="3.3418" measureTime="2015-10-29 05:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="05" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="6.03358" data="6.03358" timeType="1d" seaStation="11" port="LM"/>
<sealevel seaLevel="3.2164" measureTime="2015-10-29 06:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="06" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="6.15898" data="6.15898" timeType="1d" seaStation="11" port="LM"/>
<sealevel seaLevel="2.8776" measureTime="2015-10-29 07:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="07" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="6.49778" data="6.49778" timeType="1d" seaStation="11" port="LM"/>
<sealevel seaLevel="2.3771" measureTime="2015-10-29 08:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="08" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="6.99828" data="6.99828" timeType="1d" seaStation="11" port="LM"/>
<sealevel seaLevel="1.8402" measureTime="2015-10-29 09:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="09" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="7.53518" data="7.53518" timeType="1d" seaStation="11" port="LM"/>
<sealevel seaLevel="1.4440" measureTime="2015-10-29 10:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="10" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="7.93138" data="7.93138" timeType="1d" seaStation="11" port="LM"/>
<sealevel seaLevel="" measureTime="2015-10-29 11:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="11" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d" seaStation="11" port="LM"/>
<sealevel seaLevel="" measureTime="2015-10-29 12:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="12" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d" seaStation="11" port="LM"/>
<sealevel seaLevel="" measureTime="2015-10-29 13:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="13" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d" seaStation="11" port="LM"/>
<sealevel seaLevel="" measureTime="2015-10-29 14:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="14" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d" seaStation="11" port="LM"/>
<sealevel seaLevel="" measureTime="2015-10-29 15:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="15" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d" seaStation="11" port="LM"/>
<sealevel seaLevel="" measureTime="2015-10-29 16:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="16" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d" seaStation="11" port="LM"/>
<sealevel seaLevel="" measureTime="2015-10-29 17:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="17" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d" seaStation="11" port="LM"/>
<sealevel seaLevel="" measureTime="2015-10-29 18:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="18" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d" seaStation="11" port="LM"/>
<sealevel seaLevel="" measureTime="2015-10-29 19:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="19" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d" seaStation="11" port="LM"/>
<sealevel seaLevel="" measureTime="2015-10-29 20:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="20" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d" seaStation="11" port="LM"/>
<sealevel seaLevel="" measureTime="2015-10-29 21:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="21" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d" seaStation="11" port="LM"/>
<sealevel seaLevel="" measureTime="2015-10-29 22:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="22" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d" seaStation="11" port="LM"/>
<sealevel seaLevel="" measureTime="2015-10-29 23:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="23" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d" seaStation="11" port="LM"/>
<forecast forecastTide="3.21" forecastTime="2015-10-29 00:00:00" nowdata="7.93138" data="8.21" timeType="1d" seaStation="11" port="LM" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="00" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast forecastTide="2.87" forecastTime="2015-10-29 01:00:00" nowdata="7.93138" data="7.87" timeType="1d" seaStation="11" port="LM" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="01" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast forecastTide="2.30" forecastTime="2015-10-29 02:00:00" nowdata="7.93138" data="7.30" timeType="1d" seaStation="11" port="LM" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="02" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast forecastTide="1.68" forecastTime="2015-10-29 03:00:00" nowdata="7.93138" data="6.68" timeType="1d" seaStation="11" port="LM" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="03" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast forecastTide="1.21" forecastTime="2015-10-29 04:00:00" nowdata="7.93138" data="6.21" timeType="1d" seaStation="11" port="LM" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="04" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast forecastTide="0.99" forecastTime="2015-10-29 05:00:00" nowdata="7.93138" data="5.99" timeType="1d" seaStation="11" port="LM" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="05" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast forecastTide="1.00" forecastTime="2015-10-29 06:00:00" nowdata="7.93138" data="6.00" timeType="1d" seaStation="11" port="LM" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="06" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast forecastTide="1.15" forecastTime="2015-10-29 07:00:00" nowdata="7.93138" data="6.15" timeType="1d" seaStation="11" port="LM" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="07" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast forecastTide="1.47" forecastTime="2015-10-29 08:00:00" nowdata="7.93138" data="6.47" timeType="1d" seaStation="11" port="LM" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="08" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
```


圖 9.144 澎湖龍門尖山港即時水深 XML 文件



```
<?xml version="1.0"?>
<markers>
<stationName y="23.561752" x="119.562968" name="一號燈碼"/>
<tableData forecastTide="7.63" forecastTime="2015-08-06 00:00:00" seaLevel="8.44960" measureTime="2015-08-06 00:00:00"/>
<tableData forecastTide="8.28" forecastTime="2015-08-06 01:00:00" seaLevel="8.99240" measureTime="2015-08-06 01:00:00"/>
<tableData forecastTide="8.91" forecastTime="2015-08-06 02:00:00" seaLevel="9.44130" measureTime="2015-08-06 02:00:00"/>
<tableData forecastTide="9.28" forecastTime="2015-08-06 03:00:00" seaLevel="9.43660" measureTime="2015-08-06 03:00:00"/>
<tableData forecastTide="9.23" forecastTime="2015-08-06 04:00:00" seaLevel="9.00170" measureTime="2015-08-06 04:00:00"/>
<tableData forecastTide="8.78" forecastTime="2015-08-06 05:00:00" seaLevel="8.45780" measureTime="2015-08-06 05:00:00"/>
<tableData forecastTide="8.14" forecastTime="2015-08-06 06:00:00" seaLevel="7.85770" measureTime="2015-08-06 06:00:00"/>
<tableData forecastTide="7.53" forecastTime="2015-08-06 07:00:00" seaLevel="7.42740" measureTime="2015-08-06 07:00:00"/>
<tableData forecastTide="7.12" forecastTime="2015-08-06 08:00:00" seaLevel="7.22110" measureTime="2015-08-06 08:00:00"/>
<tableData forecastTide="6.93" forecastTime="2015-08-06 09:00:00" seaLevel="7.18010" measureTime="2015-08-06 09:00:00"/>
<tableData forecastTide="6.95" forecastTime="2015-08-06 10:00:00" seaLevel="7.34420" measureTime="2015-08-06 10:00:00"/>
<tableData forecastTide="7.14" forecastTime="2015-08-06 11:00:00" seaLevel="7.69120" measureTime="2015-08-06 11:00:00"/>
<tableData forecastTide="7.52" forecastTime="2015-08-06 12:00:00" seaLevel="8.17180" measureTime="2015-08-06 12:00:00"/>
<tableData forecastTide="8.06" forecastTime="2015-08-06 13:00:00" seaLevel="8.74030" measureTime="2015-08-06 13:00:00"/>
<tableData forecastTide="8.65" forecastTime="2015-08-06 14:00:00" seaLevel="9.11660" measureTime="2015-08-06 14:00:00"/>
<tableData forecastTide="9.09" forecastTime="2015-08-06 15:00:00" seaLevel="9.33230" measureTime="2015-08-06 15:00:00"/>
<tableData forecastTide="9.22" forecastTime="2015-08-06 16:00:00" seaLevel="9.08970" measureTime="2015-08-06 16:00:00"/>
<tableData forecastTide="8.97" forecastTime="2015-08-06 17:00:00" seaLevel="8.63130" measureTime="2015-08-06 17:00:00"/>
<tableData forecastTide="8.46" forecastTime="2015-08-06 18:00:00" seaLevel="8.10380" measureTime="2015-08-06 18:00:00"/>
<tableData forecastTide="7.88" forecastTime="2015-08-06 19:00:00" seaLevel="7.61850" measureTime="2015-08-06 19:00:00"/>
<tableData forecastTide="7.42" forecastTime="2015-08-06 20:00:00" seaLevel="7.35240" measureTime="2015-08-06 20:00:00"/>
<tableData forecastTide="7.13" forecastTime="2015-08-06 21:00:00" seaLevel="7.29850" measureTime="2015-08-06 21:00:00"/>
<tableData forecastTide="7.02" forecastTime="2015-08-06 22:00:00" seaLevel="7.39700" measureTime="2015-08-06 22:00:00"/>
<tableData forecastTide="7.10" forecastTime="2015-08-06 23:00:00" seaLevel="7.72400" measureTime="2015-08-06 23:00:00"/>
<sealevel seaLevel="1.8531" measureTime="2015-08-06 00:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="00" sea_d="06" sea_m="08" sea_y="2015" nowdata="8.44960" data="8.44960" timeType="1d" seaStation="20" port="MK"/>
<sealevel seaLevel="1.3103" measureTime="2015-08-06 01:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="01" sea_d="06" sea_m="08" sea_y="2015" nowdata="8.99240" data="8.99240" timeType="1d" seaStation="20" port="MK"/>
<sealevel seaLevel="0.8614" measureTime="2015-08-06 02:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="02" sea_d="06" sea_m="08" sea_y="2015" nowdata="9.44130" data="9.44130" timeType="1d" seaStation="20" port="MK"/>
<sealevel seaLevel="0.8661" measureTime="2015-08-06 03:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="03" sea_d="06" sea_m="08" sea_y="2015" nowdata="9.43660" data="9.43660" timeType="1d" seaStation="20" port="MK"/>
<sealevel seaLevel="1.3010" measureTime="2015-08-06 04:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="04" sea_d="06" sea_m="08" sea_y="2015" nowdata="9.00170" data="9.00170" timeType="1d" seaStation="20" port="MK"/>
<sealevel seaLevel="1.8449" measureTime="2015-08-06 05:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="05" sea_d="06" sea_m="08" sea_y="2015" nowdata="8.45780" data="8.45780" timeType="1d" seaStation="20" port="MK"/>
<sealevel seaLevel="2.4450" measureTime="2015-08-06 06:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="06" sea_d="06" sea_m="08" sea_y="2015" nowdata="7.85770" data="7.85770" timeType="1d" seaStation="20" port="MK"/>
<sealevel seaLevel="2.8753" measureTime="2015-08-06 07:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="07" sea_d="06" sea_m="08" sea_y="2015" nowdata="7.42740" data="7.42740" timeType="1d" seaStation="20" port="MK"/>
<sealevel seaLevel="3.0816" measureTime="2015-08-06 08:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="08" sea_d="06" sea_m="08" sea_y="2015" nowdata="7.22110" data="7.22110" timeType="1d" seaStation="20" port="MK"/>
<sealevel seaLevel="3.1226" measureTime="2015-08-06 09:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="09" sea_d="06" sea_m="08" sea_y="2015" nowdata="7.18010" data="7.18010" timeType="1d" seaStation="20" port="MK"/>
<sealevel seaLevel="2.9585" measureTime="2015-08-06 10:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="10" sea_d="06" sea_m="08" sea_y="2015" nowdata="7.34420" data="7.34420" timeType="1d" seaStation="20" port="MK"/>
<sealevel seaLevel="2.6115" measureTime="2015-08-06 11:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="11" sea_d="06" sea_m="08" sea_y="2015" nowdata="7.69120" data="7.69120" timeType="1d" seaStation="20" port="MK"/>
<sealevel seaLevel="2.1309" measureTime="2015-08-06 12:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="12" sea_d="06" sea_m="08" sea_y="2015" nowdata="8.17180" data="8.17180" timeType="1d" seaStation="20" port="MK"/>
<sealevel seaLevel="1.5624" measureTime="2015-08-06 13:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="13" sea_d="06" sea_m="08" sea_y="2015" nowdata="8.74030" data="8.74030" timeType="1d" seaStation="20" port="MK"/>
<sealevel seaLevel="1.1861" measureTime="2015-08-06 14:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="14" sea_d="06" sea_m="08" sea_y="2015" nowdata="9.11660" data="9.11660" timeType="1d" seaStation="20" port="MK"/>
<sealevel seaLevel="0.9704" measureTime="2015-08-06 15:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="15" sea_d="06" sea_m="08" sea_y="2015" nowdata="9.33230" data="9.33230" timeType="1d" seaStation="20" port="MK"/>
<sealevel seaLevel="1.2130" measureTime="2015-08-06 16:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="16" sea_d="06" sea_m="08" sea_y="2015" nowdata="9.08970" data="9.08970" timeType="1d" seaStation="20" port="MK"/>
<sealevel seaLevel="1.6714" measureTime="2015-08-06 17:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="17" sea_d="06" sea_m="08" sea_y="2015" nowdata="8.63130" data="8.63130" timeType="1d" seaStation="20" port="MK"/>
<sealevel seaLevel="2.1989" measureTime="2015-08-06 18:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="18" sea_d="06" sea_m="08" sea_y="2015" nowdata="8.10380" data="8.10380" timeType="1d" seaStation="20" port="MK"/>
<sealevel seaLevel="2.6842" measureTime="2015-08-06 19:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="19" sea_d="06" sea_m="08" sea_y="2015" nowdata="7.61850" data="7.61850" timeType="1d" seaStation="20" port="MK"/>
<sealevel seaLevel="2.9503" measureTime="2015-08-06 20:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="20" sea_d="06" sea_m="08" sea_y="2015" nowdata="7.35240" data="7.35240" timeType="1d" seaStation="20" port="MK"/>
<sealevel seaLevel="3.0042" measureTime="2015-08-06 21:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="21" sea_d="06" sea_m="08" sea_y="2015" nowdata="7.29850" data="7.29850" timeType="1d" seaStation="20" port="MK"/>
<sealevel seaLevel="2.9057" measureTime="2015-08-06 22:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="22" sea_d="06" sea_m="08" sea_y="2015" nowdata="7.39700" data="7.39700" timeType="1d" seaStation="20" port="MK"/>
<sealevel seaLevel="2.5787" measureTime="2015-08-06 23:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="23" sea_d="06" sea_m="08" sea_y="2015" nowdata="7.72400" data="7.72400" timeType="1d" seaStation="20" port="MK"/>
<forecast forecastTide="1.63" forecastTime="2015-08-06 00:00:00" nowdata="7.72400" data="7.63" timeType="1d" seaStation="20" port="MK" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="00" fore_d="06" fore_m="08" fore_y="2015"/>
<forecast forecastTide="2.28" forecastTime="2015-08-06 01:00:00" nowdata="7.72400" data="8.28" timeType="1d" seaStation="20" port="MK" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="01" fore_d="06" fore_m="08" fore_y="2015"/>
<forecast forecastTide="2.91" forecastTime="2015-08-06 02:00:00" nowdata="7.72400" data="8.91" timeType="1d" seaStation="20" port="MK" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="02" fore_d="06" fore_m="08" fore_y="2015"/>
<forecast forecastTide="3.28" forecastTime="2015-08-06 03:00:00" nowdata="7.72400" data="9.28" timeType="1d" seaStation="20" port="MK" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="03" fore_d="06" fore_m="08" fore_y="2015"/>
<forecast forecastTide="3.23" forecastTime="2015-08-06 04:00:00" nowdata="7.72400" data="9.23" timeType="1d" seaStation="20" port="MK" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="04" fore_d="06" fore_m="08" fore_y="2015"/>
<forecast forecastTide="2.78" forecastTime="2015-08-06 05:00:00" nowdata="7.72400" data="8.78" timeType="1d" seaStation="20" port="MK" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="05" fore_d="06" fore_m="08" fore_y="2015"/>
<forecast forecastTide="2.14" forecastTime="2015-08-06 06:00:00" nowdata="7.72400" data="8.14" timeType="1d" seaStation="20" port="MK" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="06" fore_d="06" fore_m="08" fore_y="2015"/>
<forecast forecastTide="1.53" forecastTime="2015-08-06 07:00:00" nowdata="7.72400" data="7.53" timeType="1d" seaStation="20" port="MK" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="07" fore_d="06" fore_m="08" fore_y="2015"/>
<forecast forecastTide="1.12" forecastTime="2015-08-06 08:00:00" nowdata="7.72400" data="7.12" timeType="1d" seaStation="20" port="MK" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="08" fore_d="06" fore_m="08" fore_y="2015"/>
```


圖 9.145 澎湖馬公港即時水深 XML 文件



```
<?xml version="1.0"?>
<markers>
<stationName name="S7" y="24.418260" x="118.297245"/>
<tableData forecastTide="9.37" forecastTime="2015-10-29 00:00:00" seaLevel="9.61670000" measureTime="2015-10-29 00:00:00"/>
<tableData forecastTide="9.55" forecastTime="2015-10-29 01:00:00" seaLevel="9.68820000" measureTime="2015-10-29 01:00:00"/>
<tableData forecastTide="8.69" forecastTime="2015-10-29 02:00:00" seaLevel="8.71360000" measureTime="2015-10-29 02:00:00"/>
<tableData forecastTide="7.29" forecastTime="2015-10-29 03:00:00" seaLevel="7.39010000" measureTime="2015-10-29 03:00:00"/>
<tableData forecastTide="6.01" forecastTime="2015-10-29 04:00:00" seaLevel="6.15730000" measureTime="2015-10-29 04:00:00"/>
<tableData forecastTide="4.95" forecastTime="2015-10-29 05:00:00" seaLevel="5.06080000" measureTime="2015-10-29 05:00:00"/>
<tableData forecastTide="4.03" forecastTime="2015-10-29 06:00:00" seaLevel="4.17900000" measureTime="2015-10-29 06:00:00"/>
<tableData forecastTide="3.60" forecastTime="2015-10-29 07:00:00" seaLevel="3.77990000" measureTime="2015-10-29 07:00:00"/>
<tableData forecastTide="4.02" forecastTime="2015-10-29 08:00:00" seaLevel="4.30450000" measureTime="2015-10-29 08:00:00"/>
<tableData forecastTide="5.10" forecastTime="2015-10-29 09:00:00" seaLevel="5.32350000" measureTime="2015-10-29 09:00:00"/>
<tableData forecastTide="6.37" forecastTime="2015-10-29 10:00:00" seaLevel="6.46050000" measureTime="2015-10-29 10:00:00"/>
<tableData forecastTide="7.67" forecastTime="2015-10-29 11:00:00" seaLevel="7.76120000" measureTime="2015-10-29 11:00:00"/>
<tableData forecastTide="8.95" forecastTime="2015-10-29 12:00:00" seaLevel="9.04130000" measureTime="2015-10-29 12:00:00"/>
<tableData forecastTide="9.70" forecastTime="2015-10-29 13:00:00" seaLevel="9.87310000" measureTime="2015-10-29 13:00:00"/>
<tableData forecastTide="9.38" forecastTime="2015-10-29 14:00:00" seaLevel="9.62270000" measureTime="2015-10-29 14:00:00"/>
<tableData forecastTide="8.24" forecastTime="2015-10-29 15:00:00" seaLevel="8.49050000" measureTime="2015-10-29 15:00:00"/>
<tableData forecastTide="6.98" forecastTime="2015-10-29 16:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 16:00:00"/>
<tableData forecastTide="5.94" forecastTime="2015-10-29 17:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 17:00:00"/>
<tableData forecastTide="5.02" forecastTime="2015-10-29 18:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 18:00:00"/>
<tableData forecastTide="4.39" forecastTime="2015-10-29 19:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 19:00:00"/>
<tableData forecastTide="4.49" forecastTime="2015-10-29 20:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 20:00:00"/>
<tableData forecastTide="5.35" forecastTime="2015-10-29 21:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 21:00:00"/>
<tableData forecastTide="6.51" forecastTime="2015-10-29 22:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 22:00:00"/>
<tableData forecastTide="7.67" forecastTime="2015-10-29 23:00:00" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 23:00:00"/>
<sealevel port="KM" seaStation="11" seaLevel="761.6700" measureTime="2015-10-29 00:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="00" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="9.61670000" timeType="1d"/>
<sealevel port="KM" seaStation="11" seaLevel="768.8200" measureTime="2015-10-29 01:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="01" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="9.68820000" timeType="1d"/>
<sealevel port="KM" seaStation="11" seaLevel="671.3600" measureTime="2015-10-29 02:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="02" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="8.71360000" timeType="1d"/>
<sealevel port="KM" seaStation="11" seaLevel="539.0100" measureTime="2015-10-29 03:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="03" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="7.39010000" timeType="1d"/>
<sealevel port="KM" seaStation="11" seaLevel="415.7300" measureTime="2015-10-29 04:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="04" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="6.15730000" timeType="1d"/>
<sealevel port="KM" seaStation="11" seaLevel="306.0800" measureTime="2015-10-29 05:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="05" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="5.06080000" timeType="1d"/>
<sealevel port="KM" seaStation="11" seaLevel="217.9000" measureTime="2015-10-29 06:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="06" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="4.17900000" timeType="1d"/>
<sealevel port="KM" seaStation="11" seaLevel="177.9900" measureTime="2015-10-29 07:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="07" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="3.77990000" timeType="1d"/>
<sealevel port="KM" seaStation="11" seaLevel="230.4500" measureTime="2015-10-29 08:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="08" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="4.30450000" timeType="1d"/>
<sealevel port="KM" seaStation="11" seaLevel="332.3500" measureTime="2015-10-29 09:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="09" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="5.32350000" timeType="1d"/>
<sealevel port="KM" seaStation="11" seaLevel="446.0500" measureTime="2015-10-29 10:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="10" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="6.46050000" timeType="1d"/>
<sealevel port="KM" seaStation="11" seaLevel="576.1200" measureTime="2015-10-29 11:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="11" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="7.76120000" timeType="1d"/>
<sealevel port="KM" seaStation="11" seaLevel="704.1300" measureTime="2015-10-29 12:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="12" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="9.04130000" timeType="1d"/>
<sealevel port="KM" seaStation="11" seaLevel="787.3100" measureTime="2015-10-29 13:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="13" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="9.87310000" timeType="1d"/>
<sealevel port="KM" seaStation="11" seaLevel="762.2700" measureTime="2015-10-29 14:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="14" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="9.62270000" timeType="1d"/>
<sealevel port="KM" seaStation="11" seaLevel="649.0500" measureTime="2015-10-29 15:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="15" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="8.49050000" data="8.49050000" timeType="1d"/>
<sealevel port="KM" seaStation="11" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 16:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="16" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="KM" seaStation="11" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 17:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="17" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="KM" seaStation="11" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 18:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="18" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="KM" seaStation="11" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 19:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="19" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="KM" seaStation="11" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 20:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="20" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="KM" seaStation="11" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 21:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="21" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="KM" seaStation="11" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 22:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="22" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<sealevel port="KM" seaStation="11" seaLevel="" measureTime="2015-10-29 23:00:00" sea_s="00" sea_i="00" sea_h="23" sea_d="29" sea_m="10" sea_y="2015" nowdata="" data="" timeType="1d"/>
<forecast port="KM" seaStation="11" forecastTide="5.37" forecastTime="2015-10-29 00:00:00" nowdata="8.49050000" data="9.37" timeType="1d" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="00" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast port="KM" seaStation="11" forecastTide="5.55" forecastTime="2015-10-29 01:00:00" nowdata="8.49050000" data="9.55" timeType="1d" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="01" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast port="KM" seaStation="11" forecastTide="4.69" forecastTime="2015-10-29 02:00:00" nowdata="8.49050000" data="8.69" timeType="1d" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="02" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast port="KM" seaStation="11" forecastTide="3.29" forecastTime="2015-10-29 03:00:00" nowdata="8.49050000" data="7.29" timeType="1d" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="03" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast port="KM" seaStation="11" forecastTide="2.01" forecastTime="2015-10-29 04:00:00" nowdata="8.49050000" data="6.01" timeType="1d" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="04" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast port="KM" seaStation="11" forecastTide="0.95" forecastTime="2015-10-29 05:00:00" nowdata="8.49050000" data="4.95" timeType="1d" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="05" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast port="KM" seaStation="11" forecastTide="0.03" forecastTime="2015-10-29 06:00:00" nowdata="8.49050000" data="4.03" timeType="1d" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="06" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast port="KM" seaStation="11" forecastTide="-0.40" forecastTime="2015-10-29 07:00:00" nowdata="8.49050000" data="3.60" timeType="1d" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="07" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
<forecast port="KM" seaStation="11" forecastTide="0.02" forecastTime="2015-10-29 08:00:00" nowdata="8.49050000" data="4.02" timeType="1d" fore_s="00" fore_i="00" fore_h="08" fore_d="29" fore_m="10" fore_y="2015"/>
```


圖 9.146 金門(水頭、料羅)港即時水深 XML 文件

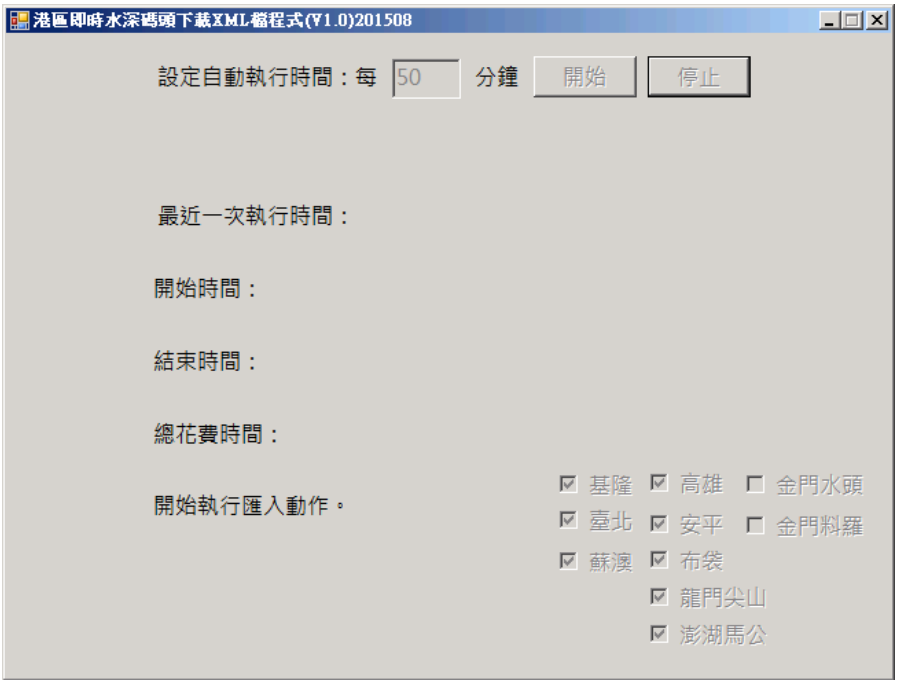


圖 9.147 港區即時水深碼頭 XML 檔下載程式



圖 9.148 港區即時水深碼頭 XML 檔匯入資料庫程式

y

Station_ID	Date_Time	SeaLevel	ForecastTide	Harbor_ID	Harbor_NAME	BottomLevel
151	2015-10-29 15:00:00.000	0	5.2	淺16碼頭	TS03	-4.5
21	2015-10-29 15:00:00.000	12.727...	12.66	迴船池	AP	-12
25	2015-10-29 15:00:00.000	9.72784	9.66	四號碼頭	AP	-9
8	2015-10-29 15:00:00.000	7.23858	7.24	四號碼頭	LM	-5
6	2015-10-29 15:00:00.000	7.23858	7.24	六號碼頭	LM	-5
27	2015-10-29 15:00:00.000	8.22784	8.16	六號碼頭	AP	-7.5
26	2015-10-29 15:00:00.000	8.22784	8.16	五號碼頭	AP	-7.5
7	2015-10-29 15:00:00.000	7.23858	7.24	五號碼頭	LM	-5
10	2015-10-29 15:00:00.000	7.23858	7.24	三號碼頭	LM	-5
24	2015-10-29 15:00:00.000	9.72784	9.66	三號碼頭	AP	-9
36	2015-10-29 15:00:00.000	11.727...	11.66	三十號碼頭	AP	-11
37	2015-10-29 15:00:00.000	11.727...	11.66	三十一號...	AP	-11
2	2015-10-29 15:00:00.000	10.238...	10.24	十號碼頭	LM	-8
1	2015-10-29 15:00:00.000	10.238...	10.24	十一號碼頭	LM	-8
29	2015-10-29 15:00:00.000	5.72784	5.66	八號碼頭	AP	-5
4	2015-10-29 15:00:00.000	7.23858	7.24	八號碼頭	LM	-5
9	2015-10-29 15:00:00.000	7.23858	7.24	二號碼頭	LM	-5
23	2015-10-29 15:00:00.000	9.72784	9.66	二號碼頭	AP	-9
33	2015-10-29 15:00:00.000	11.727...	11.66	二十三號...	AP	-11
34	2015-10-29 15:00:00.000	8.22784	8.16	二十八號...	AP	-7.5
32	2015-10-29 15:00:00.000	11.727...	11.66	二十二號...	AP	-11
35	2015-10-29 15:00:00.000	8.22784	8.16	二十九號...	AP	-7.5
31	2015-10-29 15:00:00.000	11.727...	11.66	二十一號...	AP	-11
30	2015-10-29 15:00:00.000	7.72784	7.66	九號碼頭	AP	-7
3	2015-10-29 15:00:00.000	10.238...	10.24	九號碼頭	LM	-8
5	2015-10-29 15:00:00.000	5.23858	5.24	七號碼頭	LM	-3
28	2015-10-29 15:00:00.000	8.22784	8.16	七號碼頭	AP	-7.5
22	2015-10-29 15:00:00.000	9.72784	9.66	一號碼頭	AP	-9
11	2015-10-29 15:00:00.000	7.23858	7.24	一號碼頭	LM	-5

圖 9.149 港區即時水深資料表

港區、碼頭潮位即時水深預報系統整合本年度已完成:

一、基隆港、臺北港、蘇澳港、高雄港、安平港和布袋港之即時水深資訊整合到細尺度數值模擬資訊頁面展示(花蓮港與臺中港的即時水深資料尚在建置系統中未納入) 。

二、細尺度數值模擬所推算的結果，是以區塊範圍的方式呈現，且每個區塊會包含多個碼頭位置，因此於整合套疊過程中，針對每個碼頭位置去對應細尺度數值模擬區塊，進一步呈現相關資料，如下圖 9.150 基隆港細尺度數值模擬區塊和碼頭位置、圖 9.151 高雄港細尺度數值模擬區塊和碼頭位置所示。

三、以基隆港與高雄港為例，圖中黃色框線的部分為細尺度數值模擬區塊，紅色框線的部分為碼頭位置，因此網頁中會提供每個碼頭位置的即時水深資訊，以及所對應的細尺度數值模擬區塊的海氣象資訊。

四、細尺度港區區域畫面增加，能放大(zoom in)所點選之碼頭區域功能，如下圖 9.152 基隆港整合即時水深和海氣象資訊~圖 9.163 蘇

澳港碼頭位置#12 碼頭的水深資訊和海氣象資訊所示。



圖 9.150 基隆港細尺度數值模擬區塊和碼頭位置



圖 9.151 高雄港細尺度數值模擬區塊和碼頭位置

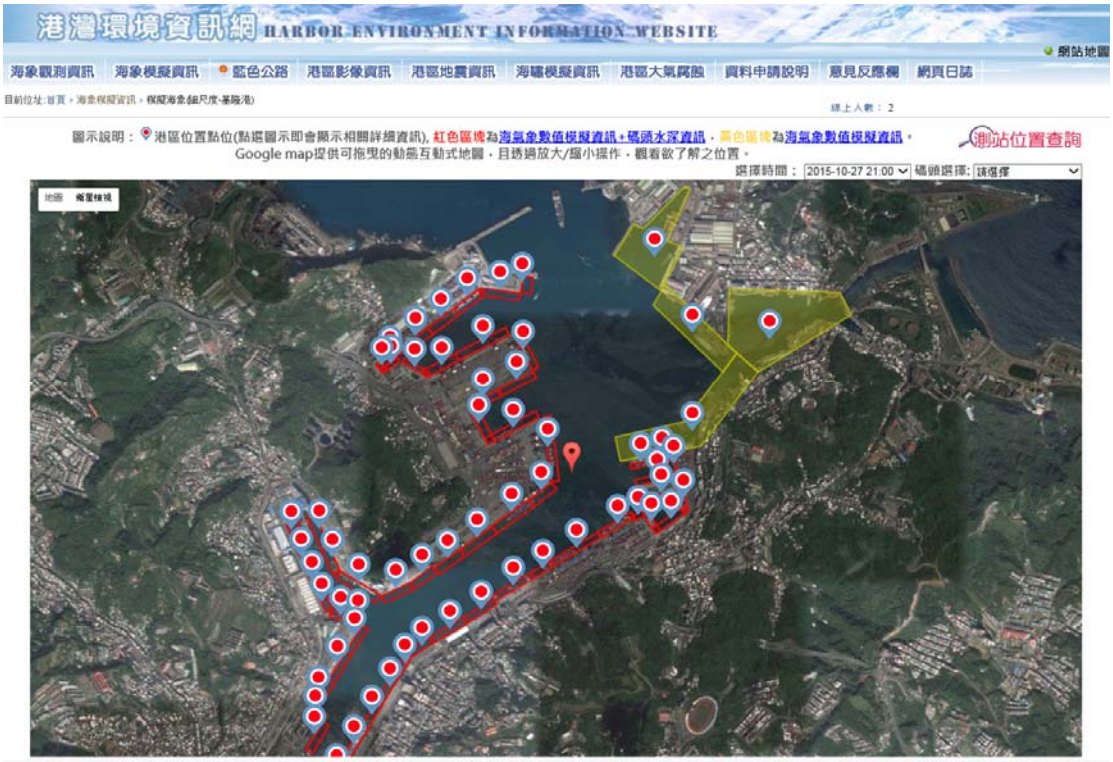


圖 9.152 基隆港整合即時水深和海氣象資訊

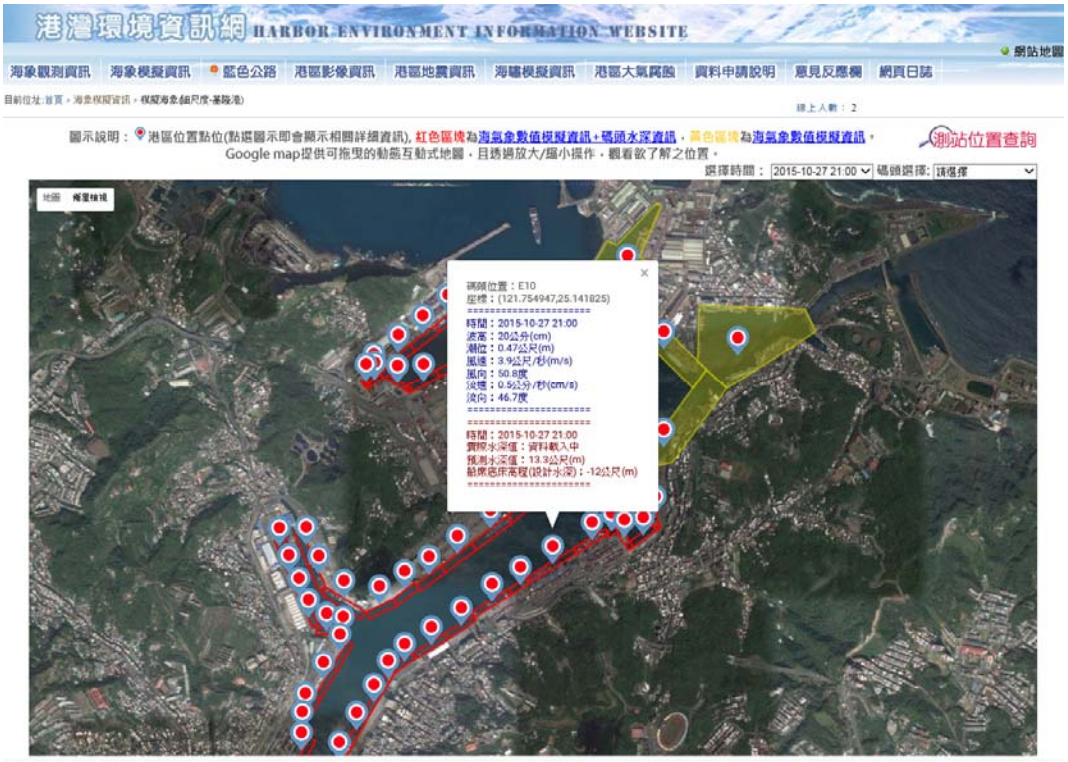


圖 9.153 基隆港碼頭位置 E10 的水深資訊和海氣象資訊

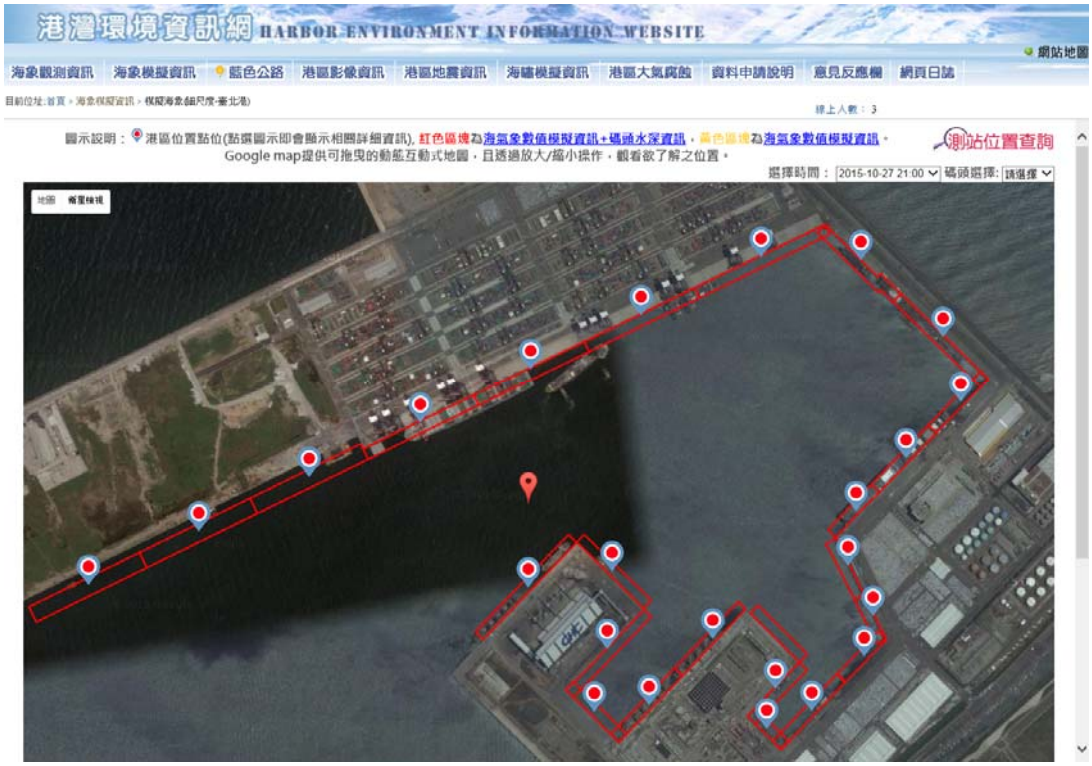


圖 9.154 北港整合即時水深和海氣象資訊



圖 9.155 臺北港碼頭位置 E07 的水深資訊和海氣象資訊



圖 9.156 安平港整合即時水深和海氣象資訊



圖 9.157 安平港碼頭位置三號碼頭的水深資訊和海氣象資訊



圖 9.158 布袋港整合即時水深和海氣象資訊



圖 9.159 布袋港碼頭位置 E2 碼頭的水深資訊和海氣象資訊

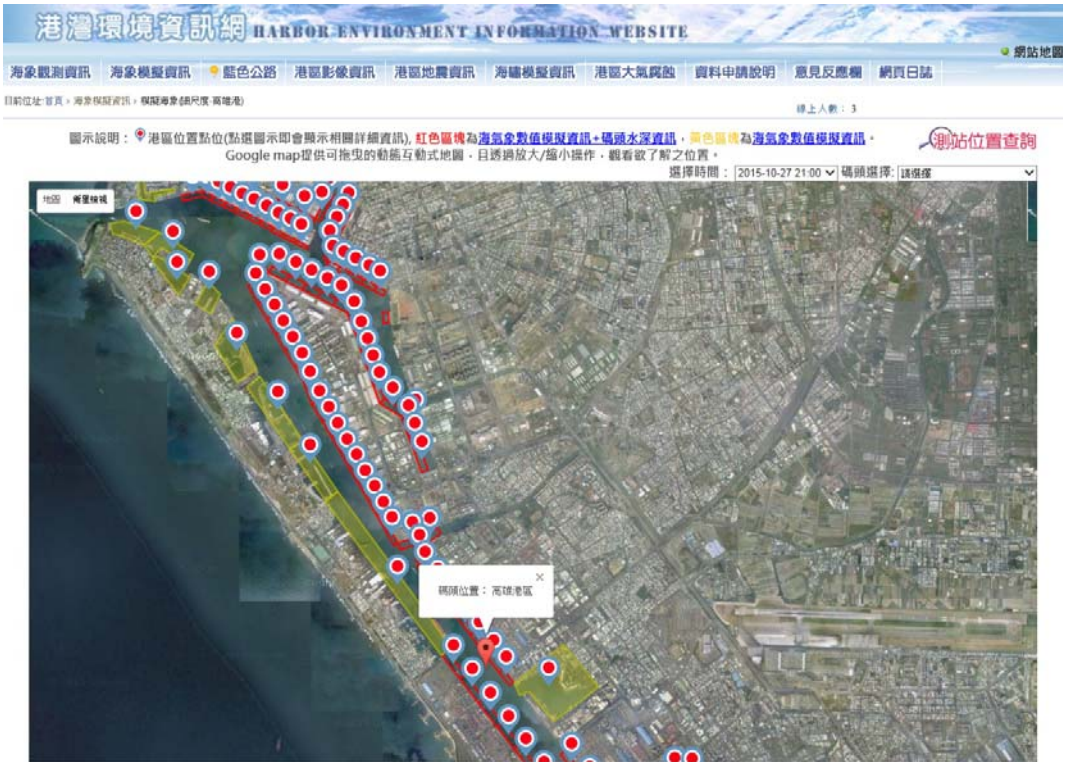


圖 9.160 高雄港整合即時水深和海氣象資訊



圖 9.161 高雄港碼頭位置第 120 號碼頭的水深資訊和海氣象資訊

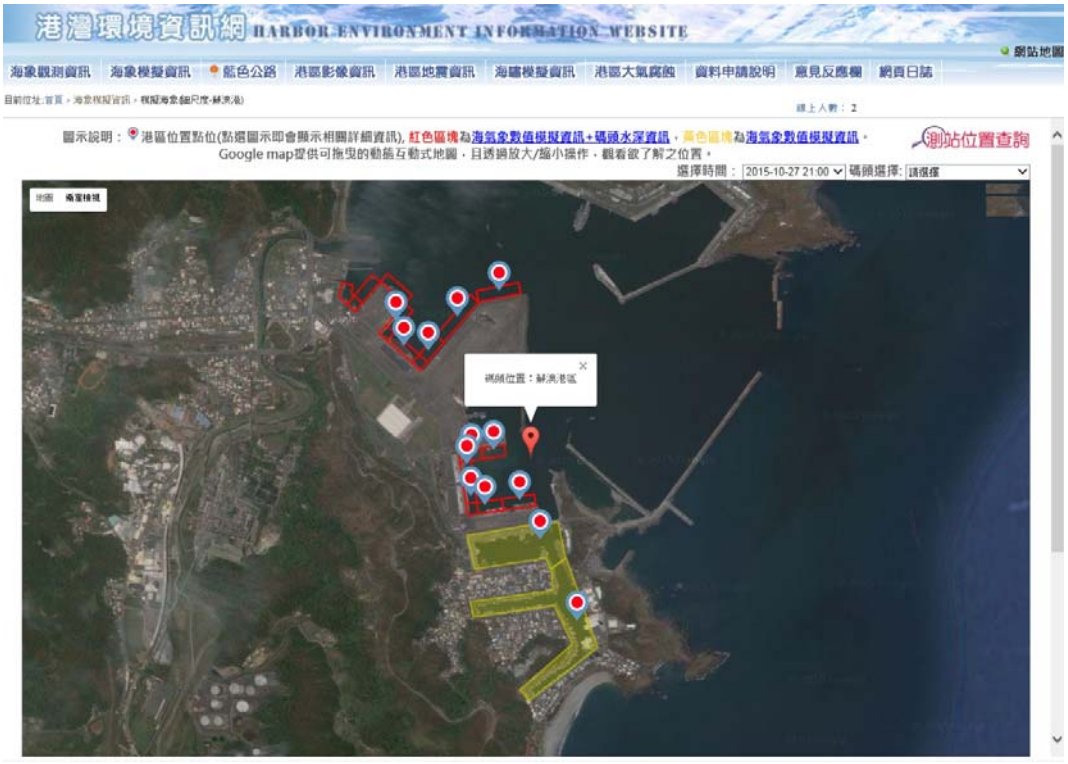


圖 9.162 蘇澳港整合即時水深和海氣象資訊



圖 9.163 蘇澳港碼頭位置#12 碼頭的水深資訊和海氣象資訊

9.11.3 海氣象雲端資料中心評估、規劃

港灣環境資訊網』系統功能項目有海象觀測資訊、海象模擬資訊、藍色公路、港區影像資訊、港區地震資訊、海嘯模擬資訊及港區大地腐蝕等項，資料類別涵蓋資料庫資料、文字檔案資料及影象資料三大類。資料來源除港灣技術研究中心之外，未來亦計畫整合中央氣象局、水利署等資料；於資料分享部分除高雄港務分公司 VTS 應用之外，也與各其他港務單位、公司簽訂合作備忘錄進行資料分享與應用合作，為因應未來資料地儲存及分享，有必要進行現有海氣象資料庫調整、擴充規劃之必要。

本年度已完成初步的海氣象雲端資料中心評估、規劃，整體規劃朝來源資料提供(輸入)、資料提供分享(輸出)及應用展示平台三方面如下圖 9.164 海氣象雲端資料中心架構示意圖所示進行，相關概略說明如下說：

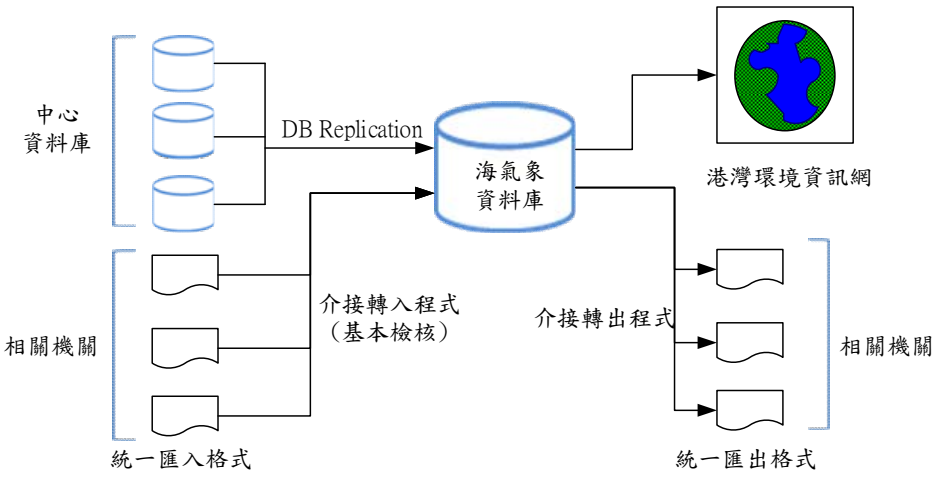


圖 9.164 海氣象雲端資料中心架構示意圖

一、來源資料提供(輸入)

來源資料提供(輸入)區分為中心內部資料庫(含文字、影像)及外部相關機關資料兩部份，中心內部份透過 Intranet 以 SQL DB Replication 及匯入資料方式進行相關系統資料同步接收。外部相關機關資料目前採用 Internet 定時 FTP 方式取得檔案匯入資料庫方式；因應不同單位海氣象資料提供，透過規範之通用性資料集標準框架；並且參照政府

資料開放資料集管理要項、行政機關電子資料流通詮釋資料及分類檢索規範、及行政機關電子資料流通詮釋資料基準為基礎，讓各配合單位快速了解及應用資料內容；如下表 9-23 **資料集標準框架表**所示:

表 9-23 資料集標準框架表

項次	類別	欄位名稱	英文欄位名稱	內容格式
1	目錄資訊 Catalog	分類編號	categoryCode	代碼
2	資料集資訊 Dataset	資料集編號	identifier	文字
3		資料集名稱	title	文字
4		資料集描述	description	文字
5		主要欄位說明	fieldDescription	文字
6		資料集類型	type	文字
7		更新頻率	accrualPeriodicity	文字
8		資料提供方式	exchange	文字
9		資料集提供聯絡人	contactName	文字
10		資料集提供聯絡人電話	contactPhone	文字
11		資料量	numberOfData	整數
12		標籤/關鍵字	keyword	文字
13		備註	notes	文字
14	資源供應資訊 Distribution	資料項目編號	resourceID	文字
15		資料項目描述	resourceDescription	文字
16		檔案格式	format	文字
17		資料存取網址	accessURL	網址
18		資料下載網址	downloadURL	網址
19		編碼格式	characterSetCode	文字

二、資料提供分享(輸出)

資料分享部分除高雄港務分公司 VTS 應用之外，也與各其他港務單位、分公司簽訂合作備忘錄進行資料分享與應用合作，海氣象雲端資料中心評估、規劃目標是訂定共同的資料傳輸方式與檔案格式標準，

透過共通性資料存取應用程式介面(API)用於開放資料的自動化介接，提供之功能如：取得資料集的詮釋資料、或取得指定條件的資料集資料項目內容等，以簡化、便捷資料提供分享(輸出)方式，以為因應未來資料多元、多單位分享應用為首要。

透過資料存取應用程式介面的程式開發，以提供資料使用者或開發者有一致性的 API 來取得或搜尋所需的資料集資料，加速開放資料加值應用與服務的發展。為使各機關資料開放能以相同的應用程式介面，以自動介接之方式提供給資料使用者取用政府開放資料。可以透過 RESTful Web 服務為主要基礎制訂應用程式介面，訂出應用程式介面的呼叫方式、語法規則及所提供的介面類型等項目，並提供應用情境範例供使用者瞭解所提供之應用程式介面的內容。

三、應用展示平台

於應用展示平台上已有『港灣環境資訊網』，透過此平台已建構海象觀測資訊、海象模擬資訊、藍色公路、港區影像資訊、港區地震資訊、海嘯模擬資訊及港區大地腐蝕等項系統功能。海氣象雲端資料中心評估、規劃是希望透過現有 HP Blade Server 轉換成雲端服務架構，並且以虛擬化、標準化、自動化達成三個階段評估最佳方案，以動態進行資源池的資源調配，達到海氣象資訊服務不中斷之目標。

針對服務不中斷之目標與關鍵業務計算部署，建議優先考慮的是關鍵任務應用程式的不間斷執行時間。系統具有可自我修復的高級可靠性、可用性和可服務性（RAS）元件，對可能在運行時出現的故障，例如內置能夠恢復伺服器關機的功能，自動檢測及自動修補這些故障，確保系統持續運行。同時，還可以通過預留系統主機板，動態線上替換故障的系統板，最大限度地保證正常執行時間。

9.11.4 港灣環境資訊網行銷推廣

港灣環境資訊網除配合港灣技術研究中心之時間安排舉辦『港灣環境資訊服務系統使用者會議』之成果發表會議進行相關的系統展示與推廣之外，持續進行港灣環境資訊網行銷/推廣，給予系統功能簡報與展示，主動進行資訊交流與使用意見討論；或提供港灣環境資訊網

簡介文宣、資料頁製作，透過書面資料的宣傳以擴大使用者層面等等。本年度亦配合港灣技術研究中心參展科技部舉辦「100-103 年行政院災害防救應用科技方案總成果發表會暨減災與風險管理國際交流研討會」及中央氣象局舉辦「生活有氣象之氣象與交通特展」， 如下圖 9.165 **「100-103 年行政院災害防救應用科技方案總成果發表會暨減災與風險管理國際交流研討會」**及圖 9.166 **生活有氣象之氣象與交通特展**所示。



圖 9.165「100-103 年行政院災害防救應用科技方案總成果發表會暨減災與風險管理國際交流研討會」



圖 9.166 生活有氣象之氣象與交通特展

9.11.5 透過網際網路進行遠端存取、維護支援可行性方案評估

港灣環境資訊網除配合港灣技術研究中心之時間安排舉辦『港灣環境資訊服務系統使用者會議』之成果發表會議進行相關的系統展示與推廣之外，本年度持續進行港灣環境資訊網行銷/推廣，例如拜訪各港務單位給予系統功能簡報與展示，主動進行資訊交流與使用意見討論；或提供港灣環境資訊網簡介文宣、資料頁製作，透過書面資料的宣傳以擴大使用者層面等等。

一、遠端設定埠管理

電腦主機系統皆具有作業系統，只要安裝遠端管理軟體，即可透過網路進行管理(維互)控管。但是，只能在被控端電腦正常載入作業系統後才可以使用，對於非作業系統下的管理，如 BIOS 等設定調整就無法進行遠端管理(維護)，所以此階段只能進行遠端設定埠管理，例如透過 KVM（Keyboard、Video、Mouse）切換器技術以及 KVM over IP 的

方式，或使用「遠端設定埠管理設備」，連接小型資訊設備的序列埠，主控端只要透過網際網路，或是電話撥接，連接遠端設定埠管理設備，以進行管理與設定。

二、遠端管理(維護)電腦系統

當遠端系統已正常完成載入作業系統後，及可透過遠端管理軟體(主控端與被控端)方式進行遠端軟體系統層的遠端管理(維護) 。

遠端控管軟體，傳遞遠端電腦系統的視窗畫面，直接顯示在主控端的電腦上，例如由 AT&T 所開發的 VNC（Virtual Network Computing）遠端管理軟體、賽門鐵克的 pcAnywhere 軟體以及 Citrix MetaFrame XP 遠端連結應用程式。

三、遠端管理電源

有許多資訊設備，作業系統都是儲存在韌體中(例如數據機、交換器、NAS、頻寬管理器等等)，若將直接關閉再打開電源，也可以正常開機並不會影響原有的設定，因此，在發故障當機時，可以透過電源開關來解決此類問題，讓設備迅速的恢復正常運作。遠端管理電源是透過使用「遠端管理電源設備」，連接資訊設備的電源，主控端透過網際網路或電話撥接，連入遠端電源管理設備，就可以控制電源的開與關。

市面上的遠端管理(維護)工具，有免費的 VNC 到高價的軟硬體設備皆有，進行遠端管理(維護)工具採購建置最重要的是建置前的規畫，評估遠端管理的實際需求與安全性風險，選擇適當的遠端管理工具。故選擇遠端管理(維護)的產品，可由以下多方面來探討：

一、網路安全是遠端管理的必要條件

遠端管理(維護)系統需要具備完備的網路傳輸安全與登入機制，使資訊系統不至於遭受駭客的入侵控管，蒙受龐大的損失。在遠端管理(維護)網路安全考量中，透過 VPN（Virtual Private Network）資料加密措施與使用者認證，是解決遠端管理網路安全性最好的建議方案。

二、高整合性

遠端管理(維護)系統可選擇高整合性產品，透過整合性的主控端軟體，除了可以避免控制不同的設備，各自使用一套控管介面及不同的

密碼帳號，也容易透過一個控制畫面全盤掌握遠端系統，增加管理者控管效率。

另外，遠端管理(維護)系統可以採用網頁管理的方式，在控管時可不必侷限在某一臺主控端電腦，只要在可上網的電腦使用瀏覽器，就可以進行連線管理，並且支援跨平台。

三、符合現有資訊設備的遠端管理工具

建置遠端管理系統，須先評估、盤點現有資訊系統，如網路架構、頻寬大小、系統種類、安全設施，以及評估現有提供遠端管理功能的資訊系統(設備)，是否可以符合具有跨平臺能力、跨網段，或可整合企業資訊設備的遠端管理功能，讓遠端管理設備與資訊系統做最好的契合，以避免在建置後發生管理上的困難。

四、未來擴充與升級

遠端管理系統是否能夠擴充與升級，不會因為系統擴充或是設備更新，讓原本的遠端管理系統不敷使用，造成投資成本的浪費。

綜合上述之說明，遠端管理(維護)系統建置需要進一步進行相關的評估與規劃，如下表 9-24 遠端管理(維護)系統建置評估項目表所示，以提供後續規劃與採購之評估建議。

表 9-24 遠端管理(維護)系統建置評估項目表

評估項目	廠牌(型號)1	廠牌(型號)2
1.是否可以提供遠端維護以及存取遠端電腦或伺服器?		
2.不需要額外的安裝遠端維護軟體(在需要服務的系統)，更能隨時存取該電腦進行遠端伺服器維護或管理?		
3.適用於 Windows、Mac、Linux 系統跨平台連線?		
4.不需設定即可穿過防火牆或是 Proxy 伺服器運作?		
5.透過密碼管控裝置上啟用存取/控制功能?		
6.可以記錄遠端控制工作?		
7.可以透過區域網路或路由器使用喚醒遠端電腦?		
8.可以透過清單進行簡易檔案傳輸?		
9.可以傳送警示訊息如磁碟空間、Windows 更新、防毒軟體與 Windows 防火牆?		
10.就算沒有網際網路連線，仍可以透過 TCP/IP 直		

接使用 LAN 連線?		
11. 可傳輸特殊按鍵組合（例如 Ctrl+Alt+Del）		
12. 提供 VPN 虛擬私人網路）通道，用於標準桌面共用?		
13. 重新啟動遠端電腦和隨後自動重新連線功能（在安全模式下也適用）?		

9.11.6 港灣技術研究中心與即時影像系統頻寬不足提升方案評估

依據期中報告委員審查意見辦理:

問題一:港研中心網路主幹為 10M，供中心同仁使用及四個網站提供對外資訊，頻寬明顯不足；可加一 100M 光纖並配合頻寬管理器來增加頻寬流量。

建議:

第一步需要找出真正頻寬不足的原因是甚麼?

新增或擴充頻寬之前，需要先確認中心同仁上網在做哪些事？是進行 Outlook 收發信、Internet Explorer 上網站、Line 聊天還是 BT、迅雷高速下載等行為導致頻寬明顯不足?

導入第七層頻寬(內容)管理器可以確認與明白使用者網路行為。第七層頻寬(內容)導入說明如下：

一、InstantCheck NAC(內網第一道防線)：身份認證+健康檢查，確保進入內網者健康且具抗體。

二、InstantLock Co-Defender(內網第二道防線)：確保內網中毒者被隔離封鎖。

三、InstantScan Content Mgr.(內網第三道防線：進行員工上網內容管理(IM/P2P)、側錄等。

四、InstantQos Bandwidth Mgr.(內網第四道防線):內外網第七層流量整型透視。

五、InstantBlock Application Firewall(內網第五道防線)：防止外網威脅入侵。

透過 Lay 7 內容管理以了解、防護中心整體網路狀況及如下圖 9.167

第七層頻寬(內容)管理器系統架構所示。

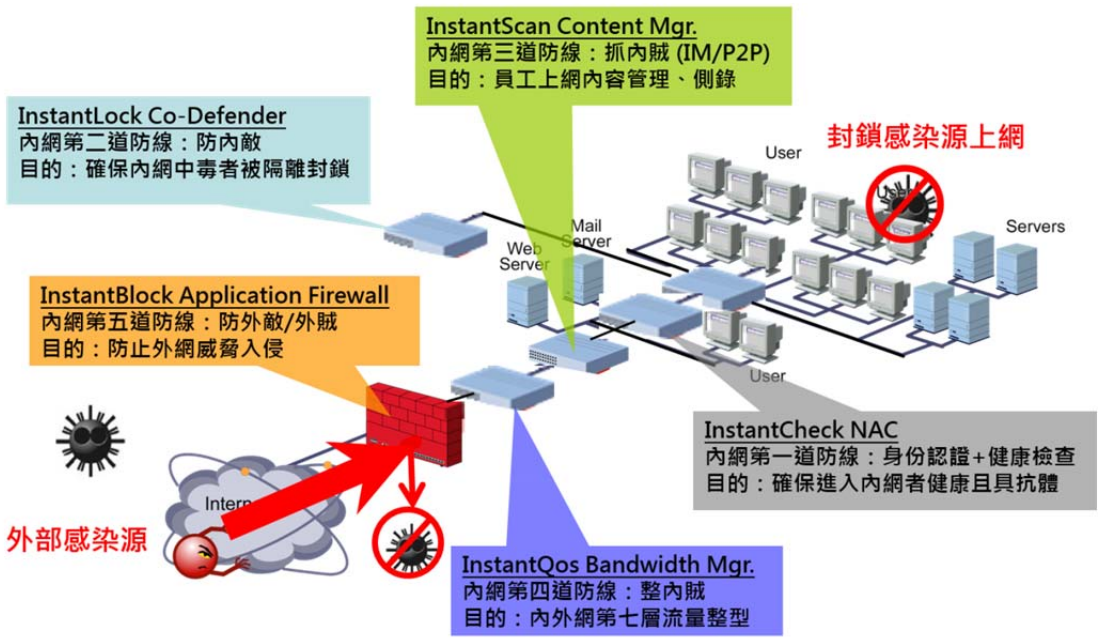


圖 9.167 第七層頻寬(內容)管理器系統架構

導入第七層頻寬(內容)管理器可以確認與明白使用者網路行為後，依據 Visibility、Control、Protection、Differentiation 及 Operation 流程，確保流量管理進行步驟及執行成效如下圖 9.168 頻寬(內容)管理器進行步驟及執行成效流程圖所示。

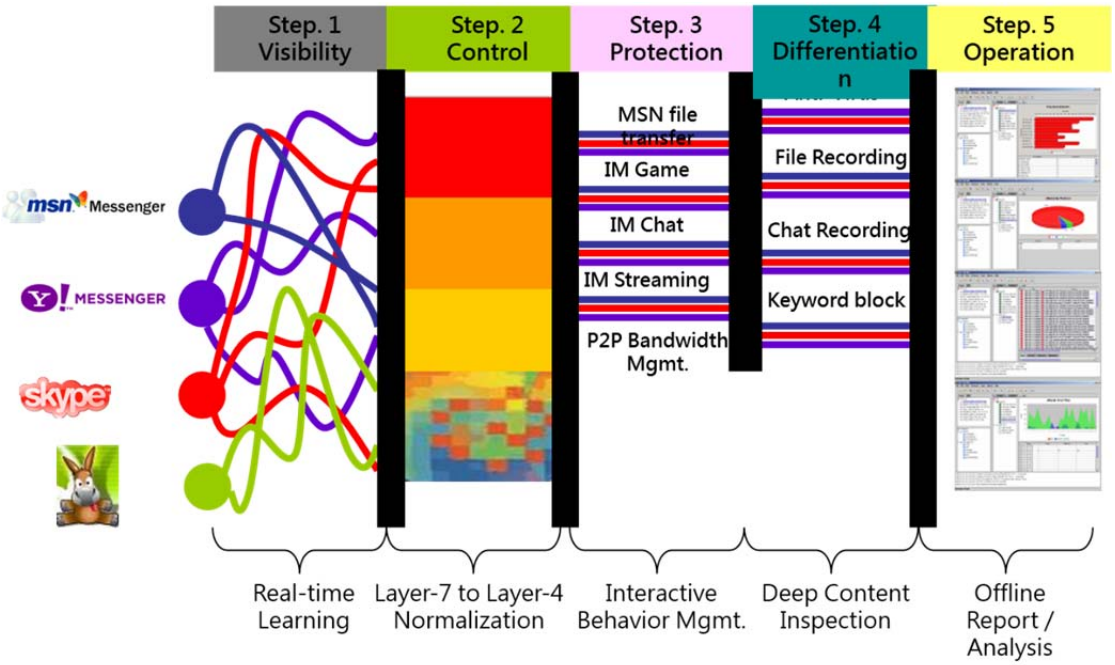


圖 9.168 頻寬(內容)管理器進行步驟及執行成效流程圖

第二步以頻寬(內容)管理器整合 VLAN?

頻寬管理 QoS :

- 使用者自定流量分類，確保頻寬的利用
- DiffServ Code Point 分類
- 每種方向皆有四層級優先權 (Inbound/Outbound)
- 頻寬借調
- 頻寬 / 連線數限制
- 頻寬自動調整
- Layer-2 (802.1p) 與 Layer-3 (TOS / DSCP) QoS 對映

另外頻寬管理器可連接應用伺服器、FTP 伺服器、郵件伺服器等內部的不同應用伺服器，透過 VLAN 功能劃分不同群組網段可有效管理中心不同群組應用伺服器，同時結合 NAT 及防火牆管理，可有效管理及設定不同群組的連線、安全性及頻寬優先順序，如下圖 9.169 頻寬(內容)管理器整合 VLAN 系統架構圖所示。

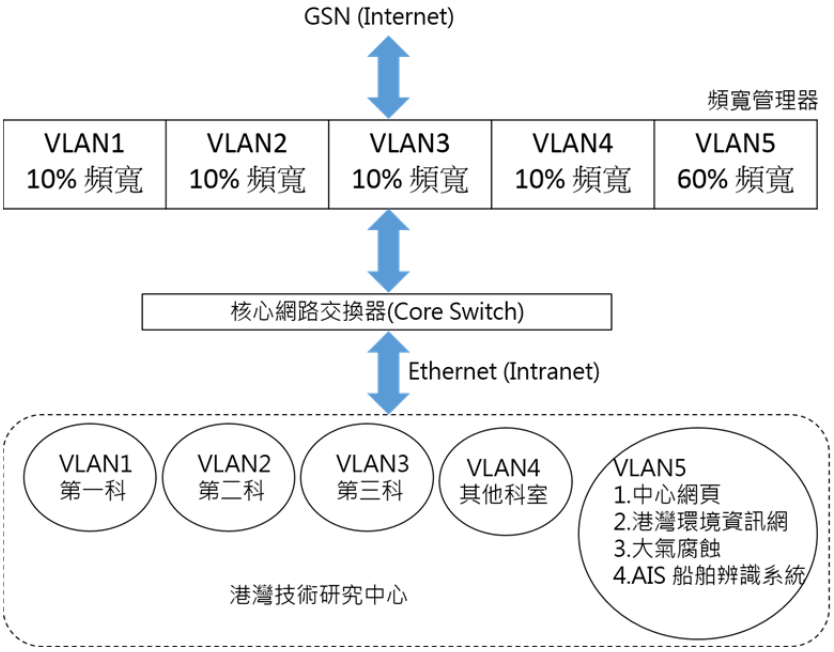


圖 9.169 頻寬(內容)管理器整合 VLAN 系統架構圖

問題二

港區影像系統傳輸頻寬為 5M，至少可提升至 10M，未來再研議提升速率之方法。

建議:

一、現有各港口 GSN VPN 頻寬調查分析，如下表 9-25 GSN VPN 頻寬統計表所示。

表 9-25 GSN VPN 頻寬統計表

港口	GSN VPN 頻寬
基隆港	512K/512K
蘇澳港	512K/512K
花蓮港(西防波提)	2M/512K
花蓮港(亞洲水泥)	512K/512K
高雄港(第一信號台)	512K/512K
高雄港(第二信號台)	512K/512K
安平港	512K/512K
布袋港	512K/512K
臺中港(穀倉)	512K/512K
臺中港(高美燈塔)	512K/512K

臺北港	512K/512K
澎湖馬公港	4M/1M
澎湖尖山港	512K/512K
金門九宮港	4M/1M
金門料羅港	512K/512K
金門水頭港	512K/512K
馬祖港	4M/1M
綠島港	512K/512K

二、 依據現有即時影像所提供之架構 Motion JPEG 平均單張影像大小計算:

表 9-26 Motion JPEG 平均單張影像大小建議參考值

解析度		平均單張影像大小	每秒張數(FPS)	需要頻寬
VCD / CIF	352 x 240	13KBytes	1	0.11 Mbit/s
4CIF	704 x 480	47KBytes	1	0.39 Mbit/s
DVD / D1	720 x 480	48KBytes	1	0.39 Mbit/s
HD	1280 x 720	133KBytes	1	1.09 Mbit/s
Full HD	1920 x 1080	298KBytes	1	2.44 Mbit/s

(一)現有 25 支即時影像攝影機共同分享港區影像系統傳輸頻寬。

(二)廣播/錄影主機為 Motion JPEG、解析度設定 352x240。

目前港灣技術研究中心與 GSN VPN 骨幹傳輸頻寬為 5M 光纖網路:

5M/0.11 (Mbit/s) = 45.45 FPS。

45.45 FPS/25 支攝影機 = 1.8FPS。

平均每支攝影機約略可傳輸 1FPS 左右。

故考量即時影像觀看之流暢度，提升港灣技術研究中心與 GSN VPN 骨幹傳輸頻寬有其必要性。

三、頻寬提升之建議

(一)現階段 GSN VPN FTTB(企業型)費率表如下表 9-27 GSN VPN FTTB(企業型)資費表所示。

表 9-27　GSN VPN FTTB(企業型)資費表

FTTB速率	GSN VPN FTTB(企業型)			8折優惠價	GSN上網費	每月應繳費用
	第一次申裝接線費	每月應繳電路月租費				
	(含設定費)	(依局間中繼長度而定)				
2M	11,500		8900	7120	240	7,360
3M	11,500		15,500	12400	345	12,745
4M					450	12,850
5M	11,500		18,800	15040	555	15,595
6M	11,500		32,800	26240	645	26,885
7M					735	26,975
8M					825	27,065
9M					915	27,155
10M					1005	27,245

資料來源 http://gsn.nat.gov.tw/old/03-04-07-00.html

(二)GSN VPN FTTB(企業型) 費率表如下表 9-28　GSN VPN FTTB (專業型)資費表所示:

表 9-28　GSN VPN FTTB (專業型)資費表

FTTB速率	每月應繳電路月租	8折優惠價	GSN上網費	每月應繳費用
1M	1,750	1,400	96	1,496
2M	3,000	2,400	192	2,592
4M	6,000	4,800	360	5,160
6M	9,000	7,200	516	7,716
8M	12,000	9,600	660	10,260
10M	15,000	12,000	804	12,804
20M	25,000	20,000	996	20,996

資料來源 http://gsn.nat.gov.tw/old/03-04-07-00.html

(三)故於 GSN VPN FTTB(企業型) 5M 資費($15,595)下，可變更提升至 GSN VPN FTTB (專業型)10M 資費($12,804) 。

第十章 結論與檢討

港灣環境資訊系統歷經多年的功能更新與擴充，目前可利用電腦自動化的作業方式進行大量且有系統的資料擷取、傳遞、品管、儲存及查 詢展示等資訊服務功能，以達到海氣象相關不同系統、資料之間的整合、 分享與應用。104年度研究工作成果在港灣環境資訊系統功能提升規劃與建置方面，主要是延續擴展並提升「港灣環境資訊網」系統功能與應用。在港灣海氣象資料統計分析與品質檢核方面，主要包括蒐集台北港及基隆港港區及附近海域之風速與風向觀測資料，進行基本統計與風速分布特性分析，並研定檢核標準，以作為後續電腦執行資料品管自動作業之依據。同時依據上一年度計畫中針對安平港、布袋港及臺中港所研訂出之各港風速檢核標準(風速高低絕對值)及風速差值檢核標準(風速時間相對值)檢視其應用情形。在海域油汙監測與擴散模擬技術研發方面，利用現有商用航海X-band雷達天線設備進行改裝，並進行現場測試工作，以確認 X-band雷達觀測技術應用於油污監測之可行性。此外，建立油汙擴散數值模式並與現場觀測之海潮流資料進行比對驗證。

10.1 結論

以Cross Teager Kaiser Operator (CTKO)理論為基礎，已建立雷達影像分析技術，藉以將影像中所隱含的特徵資訊提取出，並於臺南安平港與臺北港進行航海雷達系統的海岸現場測試工作，測試重點聚焦於現場海面回波訊號之檢測以及雷達影像分析結果之檢討。分析結果顯示利用CTKO影像演算法進行現場海面回波影像之分析之後，海面之蚵架回波特徵確實可被強化。換言之，以海面蚵架模擬海面油污所造成的回波衰減特徵，透過CTKO進行影像的特徵辨識後，其結果初步確認了CTKO演算法應用於回波衰減區域辨識的可行性。

透過臺南安平港南堤堤頭附近的AWAC現場波流觀測資料進行比對，也透過臺北港雷達系統測試所獲得之海象觀測資料與鄰近的海氣象資料浮標觀測數進行比對。結果顯示，雷達遙測與現場觀測結果之定性特徵相近，但在定量結果仍有一定之差異。判斷造成差異的主要原因為觀測位置的差異。

完成臺北港與安平港高解析之三角網格系統建置，並以SMS軟體完成三角網格的品質檢測。依初步建置完成之油汙擴散模式進行臺北港與安平港的海潮流模擬測試,定性比對上符合潮汐一天兩次漲退潮的現象，其中安平港潮流模擬結果實測潮位資料的定量性比對結果顯示誤差在合理範圍內。

使用不同的初始與邊界條件作為潮汐常數輸入模擬海潮流，由統計分析比對實測資料結果顯示以(國立臺灣海洋大學海洋環境資訊系)海岸模式應用研究室提供的臺灣附近海域潮汐水位模擬海潮流較佳。

根據海氣象資料統計分析結果初步規劃資料自動檢核系統，以提升即時資料品質、降低人工品管負擔。該系統目前已規劃高低絕對值合理性、空間相對值合理性、時間相對值合理性及因果相對值合理性等4種檢核方法，同時也研擬異常資料之處理方法與程序，以作為後續電腦執行資料品管自動作業之依據。本年度針對臺北港及基隆港港區及附近海域共計5個測站之風速與風向觀測資料，進行基本統計與風速分布特性分析，並進行高低絕對值合理性與時間相對值合理性等2種檢核方法所需之檢核標準研定，以作為後續電腦執行資料品管自動作業之依據。

本計畫以韋伯3參數(Weibull 3P)、 韋伯2參數(Weibull 2P)、萊利(Rayleigh)、通用極值(Generalized Extreme Value)、伽瑪(Gamma)及對數常 態(Lognormal)等6種常見之風速機率密度函數進行風速分布特性探討。目 前所選取之6種機率密度函數經套配6個測站之風速統計分布後，大致上 皆能通過適合度檢定。但由風速分布直方圖與機率密度函數之套疊比較， 發現在某些測站與季別似乎不盡理想。此外當累積機率愈小風速檢核標 準隨機率密度函數型式不同而出現明顯差異，此對於高低絕對值合理性 檢核方法中，如何研定合適之風速檢核標準造成困擾。

由風速分布統計分析可知風速檢核標準與測站地理位置、季別種類、累積機率大小及機率密度函數型式因素有關，所以風速檢核標準應依這些因素條件做選定。較大之累積機率可能出現過多之可疑資料，恐造成品管人力無法負擔；反之較小之累積機率則可能出現漏網之魚，而未能達到自動檢核之目的。因此，本計畫初步選定累積機率0.2%作為風速檢核標準訂定條件。在機率密度函數型式上雖然適合度排序大致以韋伯3參

數及通用極值較高，但在某些測站與季別並不是這兩函數為最佳。因此，本計畫對於機率密度函數將依實際排序最高者作選定。

本研究選取強森 SU(Johnson SU) 、常態 (Normal) 、通用極值 (Generalized Extreme Value)、誤差函數(Error Function)及邏輯(Logistic)等 5種機率密度函數進行風速差值分布特性探討。統計分析結果顯示強森SU 及邏輯兩種機率密度函數的適合度檢定排序較佳。

風速差值檢核標準與測站地理位置、時差大小、累積機率大小及機率密度函數型式因素有關，所以風速差值檢核標準應依這些因素條件做選定。本計畫初步也選定累積機率0.2%作為風速差值檢核標準訂定條件。在機率密度函數型式上雖然適合度排序以強森SU最佳、邏輯次之。但檢視強森SU機率密度函數與風速差值分布直方圖之套疊，結果顯示強森SU機率密度函數形狀最尖聳，同時在尖峰處(即風速差值最小處)常有高估觀測風速差值分布的情形。因此，本計畫選定邏輯函數。時差愈大風速檢 核標準也愈大，所以應依各種時差條件研定檢核標準。除此之外也考量 風速觀測資料可能出現缺漏，或之前未通過檢核而列為存疑，因而造成 無法獲得風速差值資料。因此在風速差值之檢核作業中應採多種時差之 結果，以降低由於資料缺漏而無法檢核之情況。

由風速進行資料檢核時，因檢核標準會受樣本取樣方式(如本計畫之季別劃分)差異影響，而降低檢核效果。相對由風速差值進行資料檢核，因檢核標準不受季別差異影響，而無檢核效果降低之疑慮。此外風速分布直方圖與6種理論機率密度函數匹配結果有些不盡理想，但由於風速差值分布直方圖與5種理論機率密度函數匹配結果卻相當吻合，適合度排序及相關統計分析數值也較穩定。再者風速檢核標準隨季別及測站之變化趨勢較不一致；相對風速差值檢核標準隨時差及測站之變化趨勢相當一致。因此，以風速差值進行檢核比由風速直接做檢核來得可靠理想。

由安平港、布袋港及臺中港各風速測站之實測資料進行之自動檢核結果顯示，本研究所訂定之檢核方法及標準能有效篩檢出異常數據資料，而達到即時品管以提升資料服務品質及減輕品管人力負擔之計畫目標。此外利用自動檢核除提升資料品質及減輕品管人力外，也可藉由檢核結果對於觀測儀器的量測功能或傳輸線路的穩定度可即時作評估而達到預

警功能，也就是在儀器故障或線路不通初期可由檢核結果看到徵兆，而事先作處理以提升觀測成功率。

港灣環境資訊系統以定時同步方式持續彙整現場觀測之港區附近海域海象觀測資訊及近岸數值模擬資料等至海氣象資料庫，包括風、潮、波浪、潮流及溫度等資料，經過初級品管系統判別後存入資料庫，以提供海氣象資料展示與應用與分享。104年度新增海氣象資料之統計特性及相關性展示、細尺度港區區域模式、藍色公路船班新增介接與展示、郵輪航線納入藍色公路功能上線與展示、溢淹KML檔參考查詢、港區(碼頭)潮位即時水深預報等系統功能，資料庫整合方面亦已完成整合水利署海氣象觀測資訊(近海水文中心) 。

港灣環境資訊網頁利用Google Map圖形化的查詢與資料應用模組，架構成一GUI圖形化查詢系統介面,以多樣化圖表方式呈現資料應用功能，充分發揮海氣象資料收集、品管、應用及分享之效益。目前港灣環境資訊網主要功能計有海象觀測資訊、海象模擬資訊、藍色公路、港區影像系統、港區地震系統、海嘯模擬資訊等及港區大氣腐蝕。104年度完成中文版對外網頁之風格與美工設計改版、多功能元件式展示系統開發，以及進一步應用Google Map於細尺度港區區域模式、港區、碼頭潮位即時水深預報及溢淹KML檔參考圖層套疊與查詢功能。

在港灣環境資訊系統使用推廣上，已完成與各港務公司海氣象資料提供之合作備忘錄簽訂。104年度除已舉辦使用者會議外，亦配合參加科技部舉辦「100-103年行政院災害防救應用科技方案總成果發表會暨減災與風險管理國際交流研討會」及中央氣象局舉辦「生活有氣象之氣象與交通特展」，以推廣海氣象資訊分享。

10.2 檢討

目前雷達監測油汙實測資料仍不足,故應持續進行(一季以上)港灣區域航海雷達遙測系統之現場實務操作測試與驗證，以及遙測資料分析方法之改善，進而提升波浪、海流及油污監測的準確度，並研擬航海雷達的作業化監測技術。

未來除建立其他港區風速之檢核標準外，也將依目前所訂定之檢核標準持續對各測站之即時觀測風速進行自動檢核測試，同時也對歷史風速資料進行複檢，以瞭解其檢核效果。

本計畫對於各異常數據之判別基本上是個人主觀認定，換言之，不同的資料品管人員對同一異常數據很可能有不同之判別結果。因此，本研究之判別大部分以存疑數據，資料暫時保留作為判別結果，而這些存疑資料可透過其他檢核方法及標準再作近一步檢核，例如本研究所提出之空間相對值及因果相對值等海氣象資料合理性之自動檢核方法，此為後續工作重點，也藉此再提升自動檢核之精確性。

由檢核結果顯示當鋒面過境或颱風侵襲時，自動檢核程式會篩檢出較多的異常數據。因此，資料品管作業流程中應考量如何加強鋒面及颱風期間之人工品管工作。

配合資訊科技之日新月異，應持續研發建置不同平台功能之網際網路展示工具；加強港灣環境資訊系統維護、監控資料收集、系統運作及資訊展示狀況，並且持續擴充港灣環境資訊網之功能應用與分享。以充分發揮現有即時性資料之展示與應用。

港灣環境資訊網所接收之海氣象相關資訊(料)種類繁多，各系統、資料皆由各業務單位分別建置；資料格式、傳輸方式等亦皆不同；資料格式未有統一標準、規格，此問題易造成後續整合應用或加值不易，後續仍須努力建立港灣技術研究中心資料、資訊(遙測、觀測)整合之資料標準及作業規範；以利後續加值整合應用與分享。同時考量資料之安全性及資訊服務之穩定性，應依據各重要資訊系統需求，建立資訊系統異地備援共享平台及架構。

港灣環境資訊系統使用者104年整體滿意度(非常滿意+滿意共17件)為94.4%、不滿意5.4%(1件)，故本計畫建置之資訊服務是受到高程度的肯定。但紙本滿意度問卷調查31份，回收18份，回收率為58.6%，雖然整體滿意度甚高，但回收之有效樣本數只有58.6%，仍有不足之處。後續於滿意度調查樣本數上應予以提升，以提高整體滿意度分析之可信度。

參考文獻

1. 熊雲嵐(1991)，實用船舶雷達，財團法人徐氏基金會。
2. 王胄(19991)，淡水港雷達遙感波浪監測研究(I) ，港灣技術研究中心報告。
3. 王胄、賴振哲、王弼 (2001)，阿瑪斯號油汙事件雷達觀測實驗報告，國立臺灣大學海洋研究所。
4. 劉康克、溫良碩、詹森、邵廣昭 (2001)，「阿瑪斯號油汙事件後墾丁海域生態環境之初探及後續研究之芻議」。
5. 吳立中、董東璟、錢樺、高家俊 (2002)，「應用岸基測波雷達於方向波譜觀測之研究」，第24 屆海洋工程研討會論文集，第517-524頁。
6. 吳立中、董東璟、高家俊、張國強 (2004)，「發展微波雷達於海況觀測之研究」，海洋及水下科技季刊，第14 卷，第1 期，第55-60頁。
7. 尹彰、翁文凱、周宗仁、林騰威、陳泰宏、邱永芳、何良勝 (2005)，「應用船用雷達影像分析波浪資料」，第27 屆海洋工程研討會論文集。
8. 吳立中、董東璟、高家俊、曾鈞敏 (2005)，「應用航海雷達於空間波場觀測之研究-空間波流場之分析」,第27 屆海洋工程研討會論文集，中興大學，台中，第28-34 頁。
9. 吳立中、董東璟、林家豐、高家俊 (2006)，「從雷達影像萃取近岸海域表面流場之研究」，海洋工程學刊，第6 卷，第2 期，第81-94頁。
10. 吳立中、董東璟、莊士賢 (2008)，「雷達於海洋觀測之應用」，海洋及水下科技季刊，第18 卷，第2 期，第3-7 頁。
11. 吳立中、董東璟、莊士賢、高家俊 (2009)，「航海雷達應用於海面波流監測可行性之探討」，水利，第19 期。
12. 翁文凱、周宗仁、尹彰、邱永芳、何良勝 (2011)，「利用海雜波推算推算海面波場特性」，海洋工程學刊，第11 卷，第1 期，第31-55頁。

13. 簡仲璟、劉清松、陳明宗，2011，港灣環境資訊系統整合與應用研究（2/4），交通部運輸研究所，出版品編號100-63-7542。

14. 簡仲璟、劉清松、陳明宗，2012，港灣環境資訊系統整合與應用研究（3/4），交通部運輸研究所，出版品編號101-67-7638。

15. 簡仲璟、劉清松、陳明宗，2013，港灣環境資訊系統整合與應用研究（4/4），交通部運輸研究所，出版品編號102-68-7699。

16. 簡仲璟、劉清松、陳明宗，2014，港灣海氣象環境資訊整合及統計分析研究（1/4），交通部運輸研究所，出版品編號103-49-7753。

17. 簡仲璟、劉清松、陳明宗，2015，港灣海氣象環境資訊整合及統計分析研究（2/4），交通部運輸研究所，出版品編號104-45-7819。

18. 簡仲璟、劉清松、陳明宗，2010，港灣環境資訊系統整合與應用研究（1/4），交通部運輸研究所，出版品編號99-40-7456。

19. 簡仲璟、單誠基、劉清松，2012，臺中港簡易風浪預報研究，第三十四屆海洋工程研討會論文集，頁179-184。

20. 簡仲璟、張富東、張景森、蔡瑞舫，2013，臺中港船舶操航分析，第三十五屆海洋工程研討會論文集，頁649-654。

21. 簡仲璟、李俊穎、劉清松、曾相茂，2014，臺中港海氣象特性綜合探討，第三十六屆海洋工程研討會論文集，頁519-524。

22. 簡仲璟、李俊穎、劉清松、曾相茂，2015，港區風速時間變化之統計分佈研究，第三十七屆海洋工程研討會論文集，頁 523-528。

23. 熊文海、鄒濤，2007，GIS 空間分析技術在電子海圖顯示資訊系統(ECDIS)中的應用，青島遠洋船員學院學報，28(2)，1-4 頁。

24. 何良勝、曾相茂、邱永芳，1997，台灣五個國際港海域海氣象特性之研究，86-研(三)，臺灣省政府交通處港灣技術研究所。

25. 簡仲璟、曾相茂，1998，台灣海域海氣象現場調查與即時回報系統建立之應用研究，87-研(三)，臺灣省政府交通處港灣技術研究所。

26. 蘇青和等人，2012，2011 年港灣海氣地象觀測年報（風力部份），交通部運輸研究所。

27.蘇青和等人，2010，臺中港觀測風力資料專刊(1994~2008 年)，交通部運輸研究所。

28.林俊甫，1991，關聯式資料庫正規化系統(BCNF/3NF)的研究與實作，淡江大學資訊及電子工程研究所碩士論文，臺北市。

29.張真誠、蔡昇諭，1991，關聯式資料庫系統之應用，文魁資訊，臺北市。

30.章立民，2009，Silverlight 3.0 全面精通手冊 (初版)，基峯資訊股份有限公司，臺北市。

31.林清波，2002，基於即時影像追蹤之交通監測系統，國立交通大學電機與控制工程研究所碩士論文，新竹市。

32.董大偉，2009，Silverlight 2.0 範例權威講座，旗標出版股份有限公司，臺北市。

33.王玉懷、莊文思，1995，臺灣附近海域風場之觀測及探討，氣象學報第四十一卷第二期，頁81-89。

34.張景鐘、何忠穎，1995，臺灣主要港口風力設計之風速與風向之探討，第十七屆海洋工程研討會論文集，頁1543-1557。

35.凌拯民、劉秉勳、陳卿翊，2009，臺灣地區風速機率分佈函數之建立與特性分析，科技學刊，第18 卷，科技類，第一期，頁23-33。

36.莊月璇，2001，台灣地區風速機率分佈之研究，國立中央大學土木工程研究所碩士論文，中壢市。

37.吳俊達，2006，由氣象浮標資料探討台灣附近海域的風場特性與風應力，國立中山大學海洋資源研究所碩士論文，高雄市。

38.鄭安孺、李天浩、顧欣怡、陳怡彣，2012，即時溫度資料品質檢覆，101 年天氣分析與預報研討會論文彙編，頁165-170。

39.Alpers, W., and H. H黨nerfuss, 1989, The damping of ocean waves by surface films: A new look at an old problem, Journal of Geophysical Research, Oceans, Vol. 94, No. C5, pp. 6251-6265.

40. Azevedo, A., Oliveira, A., Fortunato, A.B., Zhang, J., and Baptista, A.M., 2014, A cross-scale numerical modeling system for management support of oil spill accidents, Marine pollution bulletin, Vol. 80, No. 1-2, pp. 132-147.

41. Baptista, A.M., 2006, CORIE: the first decade of a coastal-margin collaborative observatory, Oceans'06, MTS/ IEEE, Boston, MA.

42. Baptista, A.M., Zhang, Y.L., Chawla, A., Zulauf, M., Seaton, C., Myers III, E.P., Kindle, J., Wilkin, M., Burla, M., and Turner, P.J.,2005, A cross-scale model for 3D baroclinic circulation in estuary–plume–shelf systems: II. Application to the Columbia River, Continental Shelf Research, Vol. 25, pp. 935-972.

43. Barron, C.N., Kara, A.B., Martin, P.J., Rhodes, R.C., and Smedstad,L.F., 2006, Formulation, implementation and examination of vertical coordinate choices in the Global Navy Coastal Ocean Model (NCOM), Ocean Modelling, Vol. 11, No. 3-4, pp. 347-375.

44. Bern, T.I., Wahl, T., Andersen, T., and Olsen, R., 1993, Oil spill detection using satellite based SAR - Experience from a field experiment, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 59, pp. 423-428.

45. Blumberg, A.F., and Mellor, G.L., 1987, A description of a three-dimensional coastal ocean circulation model, Three-Dimensional Coastal Ocean Models, American Geophysical Union, Washington, DC, pp. 1-16.

46. Borge, J.C.N., Reichert, K., and Dittmer, J., 1999, Use of nautical radar as a wave monitoring instrument, Coastal Engineering, Vol. 37(3–4), pp. 331-342.

47. Borge, J.C.N., Rodriguez, G.R., Hessner, K., and Gonzalez, P.I., 2004, Inversion of marine radar images for surface wave analysis, Journal of Atmospheric and Oceanic Technology, Vol. 21(8), pp. 1291-1300.

48. Brekke, C., and Solberg, A.H.S., 2005, Oil spill detection by satellite remote sensing, Remote Sensing of Environment, Vol. 95, pp. 1-13.

49. Brown, C.E., and Fingas, M.F., 2003, Review of the development of laser fluorosensors for oil spill application, Marine pollution bulletin, Vol. 47, pp. 477-484.

50. Casulli, V., and Cheng, R.T., 1992, Semi-implicit finite difference methods for three-dimensional shallow water flow, International Journal for Numerical Methods in Fluids, Vol. 15, pp. 629-648.

51. Casulli, V., and Walters, R.A., 2000, An unstructured grid, three-dimensional model based on the shallow water equations, International Journal for Numerical Methods in Fluids, Vol. 32, pp. 331-348.

52. CEDRE, 2007, Use and analyse of satellite SAR images for oil spills detection.

53. Chen, C., Liu, H., and Beardsley, R.C., 2003, An unstructured grid, finite-volume, three-dimensional, primitive equations ocean model: application to coastal ocean and estuaries, Journal of Atmospheric and Oceanic Technology, Vol. 20, pp. 159-186.

54. Chen, C., Beardsley, R.C., Luettich Jr, R.A., Westerink, J.J., Wang,H.,Perrie W., Xu, Q., Donahue, A.S., Qi, J., Lin, h., Zhao, L., Kerr, P.C., Meng, Y., and Toulany, B., 2013, Extratropical storm inundation testbed: Intermodel comparisons in Scituate, Massachusetts, Journal of Geophysical Research: Oceans, Vol. 118, pp. 1-20.

55. Doong, D.J., Kao, C.C., Chuang, Laurence Z.H., and Lin, H.P., 2003, Nearshore Wave Field Analysis Using SAR Images, China Ocean Engineering, Vol. 17, No. 1, pp. 45-60.

56. Egset, C.E., and N鴎t, E., 2007, Oil Spill Detection System Based on Marine X-band Radar, Sea Technology, Apr 2007.

57. Ezer, T., H. G. Arango and Shchepetkin, A. F., 2002, Developments in terrain-following ocean models: intercomparisons of numerical aspects, Ocean Modelling, Vol. 4, pp. 249-267.

58. Fingas, M.F., and Brown, C.E., 1997, Review of oil spill remote sensing, Spill Science & Technology Bulletin, Vol. 4, pp. 199-208.

59. Fingas, M., 2000, The Basics of Oil Spill Cleanup, Second Edition, Taylor & Francis.

60. Fringer, O.B., Gerritsen, M., and Street, R.L., 2006, An unstructured-grid, finite-volume, nonhydrostatic, parallel coastal ocean simulator. Ocean Modelling, Vol. 14, No. 3-4, pp. 139-173.

61. Gonzalez, R.C., and Woods, R.E., 2006, Digital Image Processing (3rd Edition), Prentice-Hall, Inc.

62. Hasselmann, K., 1974, On spectral dissipation of ocean waves due to whitecapping, Boundary-layer Meteorology, Vol. 6, No. 1-2, pp. 107-127.

63. Ijima, T., Takahashi, T., and Sasaki, H., 1964, Application of radars to wave observations, Proc. Conf. Coastal Eng., pp.10-22.

64. Iskandarani, M., Haidvogel, D.B., and Levin, J.C., 2003, A three-dimensional spectral element model for the solution of the hydrostatic primitive equations, Journal of Computational Physics, Vol. 186, pp. 397-425.

65. Jan, S., Hwung, H.H., Chao, S.Y., and Yu, J.L., 1999, Dynamics of Current in a Small-scale Coastal Lagoon Southwest Taiwan, Terrestrial, Atmospheric and Ocean Science, Vol. 10, No. 4, pp. 885-896.

66. Kanevsky, M.B., 2009, Radar Imaging of the Ocean Waves, Elsevier, Oxford.

67. Komen, G.J., Cavaleri, L., Donelan, M., Hasselmann, K., Hasselmann, S., and Janssen, P.A.E.M., 1994, Dynamics and Modelling of Ocean Waves, Cambridge University Press, New York.

68. Lehr, W.J., 2001, Review of modeling procedures for oil spill weathering behavior, Oil Spill Modeling and Processes, WIT Press, pp. 51-90.

69. Lehr, W.J., Fraga, R.J., Belen, M.S., and Cekirge, H.M., 1984, A new technique to estimate initial spill size using a modified Fay-type spreading formula, Marine Pollution Bulletin, Vol. 15, pp. 326-329.

70. Lombardini, P.P., Piazzese, F., and Cini, R., 1982, The Marangoni wave in ripples on an air-water interface covered by a spreading film, Il Nuovo Cimento C, Vol. 5, No. 2, pp. 256-263.

71. Luettich, R.A., Westerink, J.J., and Scheffner, N.W., 1991, ADCIRC: an advanced three-dimensional circulation model for shelves, coasts and estuaries. Report 1: Theory and Methodology of ADCIRC-2DDI and ADCIRC-3DL, Technical Report DRP-92-6, Department of the Army, US Army Corps of Engineers, Washington, DC.

72. Lynch, D.R., and Werner, F.E., 1991, Three-dimensional hydrodynamics on finite elements. Part II: non-linear time-stepping model, International Journal for Numerical Methods in Fluids, Vol. No. 12, pp. 507-533.

73. Mackay, D., Paterson, S., and Trudel, K., 1980, A Mathematical Model of Oil Spill Behavior, Report EE-7, Environmental Protection Service, Canada.

74. Mattie, M.G., and Harris, D.L., 1978, The Use of Imaging Radar in Studying Ocean Waves, Proc.16th Coastal Eng., ASCE, pp.174-189.

75. McCormick, M.E., 2009, Ocean Engineering Mechanics: With Applications. Cambridge University Press.

76. Mellor, G.L., and Yamada, T., 1982, Development of a turbulence closure model for geophysical fluid problems, Reviews of Geophysics, Vol. 20, pp. 851-875.

77. Noest, E. and Egset, C.N., 2006, Oil spill detection system-results from field trials. OCEANS 2006.

78. Oliveira, A., and Fortunato, A.B., 2002, Towards an oscillation-free, mass conservative, Eulerian-Lagrangian transport model. Journal of Computational Physics, Vol. 183, No. 1, pp. 142-164.

79. Oliveira, A., Fortunato, A.B., and Baptista, A.M., 2000, Mass conservation in Eulerian-Lagrangian simulations of transport in estuaries, Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 126, No. 8, pp. 605-614.

80. Parker, J.R., 2010, Algorithms for Image Processing and Computer Vision, Wiley.

81. Philips, N.A., 1957, A coordinate system having some special advantages for numerical forecasting, Journal of Meteorology, Vol. 14, pp. 184-185.

82. Rasmussen, D., 1985, Oil spill modeling-a tool for cleanup operations, Proceeding of the 1985 Oil Spill Conference, API, Washington DC, USA, pp. 243-249.

83. Rodi,W., 1984, Turbulence models and their applications in hydraulics: a state of the art review, International Association for Hydraulics Research, Delft, The Netherlands.

84. Shchepetkin, A.F., and McWilliams, J.C., 2005, The regional oceanic modeling system (ROMS): a split-explicit, free-surface, topography-following-coordinate, oceanic model, Ocean Modelling, Vol. 9, pp. 347-404.

85. Shchepetkin, A.F., and J.C. McWilliams, 2003, A method for computing horizontal pressure- gradient force in an ocean model with a non-aligned vertical coordinate, Journal of Geophysical Research: Oceans, Vol. 108, No. 3, 3090.

86. Song, Y.T., and D.B. Haidvogel, 1994, A semi-implicit ocean circulation model using a generalized topography following coordinate system, Journal of Computational Physics, Vol. 115, pp. 228-248.

87. SWAMP Group, 1985, Ocean Wave Modeling, Plenum Press, New York, 256p.

88. Taylor, S., Research, C.R., Laboratory, E., Aeronautics, U.S.N., and Administration, S., 1992, 0.45- to 1.1-um Spectra of Prudhoe Crude Oil and of Beach Materials in Prince William Sound, Alaska, US Army Corps of Engineers Cold Regions Research & Engineering Laboratory.

89. Tennyson, E.J., 1985, Shipborne radar as an oil spill tracking tool, Proceedings of the Eleventh Arctic and Marine Oil spill Program Technical Seminar, Ottawa, Ontario, pp. 385-390.

90. Tkalich, P., 2006, A CFD solution of oil spill problems, Environmental Modelling & Software, Vol. 21, pp. 271-282.

91. Umlauf, L., Burchard, H., 2003, A generic length-scale equation for geophysical turbulence models, Journal of Marine Research, Vol. 6, pp. 235-265.

92. Wilcox, D.C., 1998, Reassessment of scale determining equation for advance turbulence models, AIAA Journal, Vol. 26, pp. 1299-1310.

93. Wismann, V., Theis , R., Alpers, W., and H黨nerfuss, H., The damping of short gravity capillary waves by experimental sea slicks measured by a multifrequency microwave scatterometer, 1993, Proc. OCEAN, Vol. II, Victoria, Canada, pp. 342-347.

94. Wu, L.C., Lee, B.C., Doong, D.J., Kao, C.C., and Chuang, L.Z.H., 2008, Nonlinear Influences on Ocean Waves Observed by X-band Radar, Marine Geophysical Researches, Vol. 29, pp. 43-50.

95. Wu, L.C., Kao, C.C., and Yang, W.H, 2010, Sea State Monitoring from a Mobile X-Band Radar System, Sea Technology, Vol. 51, No. 7, pp. 40-42.

96. Wu, L.C, Chuang, L.Z.H, Doong, D.J., and Kao, C.C., 2011, Ocean Remote Sensed Image Analysis by the Two-dimensional Continuous Wavelet Transform, International Journal of Remote Sensing, Vol. 32, No. 23, pp. 8779-8798.

97. Wu, Z., and Huang, N.E., 2008, Ensemble empirical mode decomposition: A noise assisted data analysis method, Advances in Adaptive Data Analysis, Vol. 1, No. 1, pp. 1-41.

98. Wu, Z., Huang, N.E., and Chen, X., 2009, The Multi-Dimensional Ensemble Empirical Mode Decomposition Method, Advances in Adaptive Data Analysis, Vol. 1, No. 3, pp. 339-372.

99. Young I.R., Rosenthal, W., and Ziemer, F., 1985, A three dimensional analysis of marine radar images for the determination of ocean waves directionality and surface currents, Journal of Geophysical Research, Vol. 90, pp. 1049-1059.

100. Zhang, Y.L., and Baptista, A.M., 1998, An efficient and robust tsunami model on unstructured grids. Part I: inundation benchmarks. Pure and Applied Geophysics, Vol. 165, pp. 2229-2248.

101. Zhang, Y.L., Baptista, A.M., and Myers, E.P., 2004, A cross-scale model for 3D baroclinic circulation in estuary–plume–shelf systems: I. Formulation and skill assessment. Continental Shelf Research, Vol. 24, pp. 2187-2214.

102. Zhang, Y., and Baptisa, A.M., 2008, SELFE: A semi-implicit Eulerian–Lagrangian finite-element model for cross-scale ocean circulation, Ocean Modelling, Vol. 21, No. 3-4, pp. 71-96.