

# 港區風力資料品管與補遺

賴志峰 國立成功大學水工試驗所技術師  
江文山 國立成功大學水工試驗所研究員  
黃國展 國立成功大學水工試驗所技術師  
蔡宜秦 國立成功大學水工試驗所助理技術師  
衛紀淮 交通部運輸研究所港灣技術研究中心副研究員

## 摘要

在氣候變遷劇烈的時代，越來越多極端的氣候現象出現，因而造成許多災難。強風一直是造成災害的重要原因之一，因其難以預測之特性，導致港區作業風險增加，亦是港區作業單位關注之議題。

交通部運輸研究所港灣技術研究中心(以下簡稱港研中心)長期進行臺灣主要商港附近海域之風力觀測，每年提供不同種類風力統計分析年報供外界參考，以因應國內產、官、學、研各界之需求。

惟風力觀測存在很多不確定性，除現場端的儀器、電力、傳輸、線路等可能發生異常、資料中斷以外，儀器量測資料品質亦會隨著時間增加而降低，故風力觀測資料之品管更顯得重要(曾相茂，2013)，而中斷之資料則可透過鄰近測站風速、風向相關性高的特性來做補遺，本研究以2020年1月份臺灣主要傷港區之實測風力資料，參考美國國家資料浮標中心方法進行資料品管，並依各實測風力站間之相關性來做補遺(蘇青和，2017)，以提升港研中心量測資料品質之精確性，可做為未來風力相關研究之參考。

## 一、各港區風力站位置

港研中心於基隆港、臺北港、臺中港、布袋港、安平港、高雄港、花蓮港、蘇

澳港8個港區共設置18個風力站，臺中港最多，共有6站，其次為高雄港5站、臺北港3站、安平港2站，基隆港、布袋港、花蓮港、蘇澳港皆只有1站風力站。各港區風力站經緯度座標如表1所示，觀測之資料儲存於港研中心海氣象資料庫。

表1 各港區風力站經緯度座標

港區/測站	座標(N)	座標(E)
臺北港_5	25°09'23.7"	121°22'18.6"
臺北港_41	25°09'54.8"	121°23'38.7"
臺北港_4	25°10'53.1"	121°22'28.2"
基隆港_1	25°9'18.75"	121°45'7.86"
蘇澳港_2	24°35'49.28"	121°52'04.95"
花蓮港_3	23°58'49.34"	121°37'12.33"
臺中港_20	24°18'38.67"	120°31'34.60"
臺中港_7	24°18'18.66"	120°31'52.44"
臺中港_6	24°17'58.61"	120°29'11.82"
臺中港_17	24°16'13.17"	120°31'44.59"
臺中港_18	24°16'27.81"	120°30'58.82"
臺中港_19	24°14'23.28"	120°28'18.45"
布袋港_2	23°22'48.63"	120°8'51.06"
安平港_8	22°57'37.74"	120°8'56.40"
安平港_9	22°58'9.00"	120°9'54.00"
高雄港_4	22°36'51.89"	120°17'17.67"
高雄港_12	22°33'4.08"	120°18'2.82"
高雄港_33	22°34'40.4"	120°18'19.8"
高雄港_34	22°33'23.5"	120°19'36.9"
高雄港_32	22°32'06.3"	120°19'35.6"

各港區風力站位置圖透過GoogleEarth輸出，如圖1~圖8所示。



圖 1 基隆港風力站位置圖



圖 5 安平港風力站位置圖



圖 2 臺北港風力站位置圖



圖 6 高雄港風力站位置圖



圖 3 臺中港風力站位置圖



圖 7 花蓮港風力站位置圖



圖 4 布袋港風力站位置圖



圖 8 蘇澳港風力站位置圖

## 二、風力儀器簡介

本研究使用二維式超音波式風速計(如圖 9)，其原理係透過 4 個聲波探頭量測聲波資料進行解算，得出二維風速、風向資料，量測頻率為 1 秒鐘 1 筆，輸出頻率為 1 分鐘 1 筆(60 筆平均)及 10 分鐘 1 筆(600 筆平均)。



圖 9 二維式超音波式風速計

現場儀器傳輸包含壓力計、電力系統與傳輸系統(如圖 10)，其係透過電池及太陽能板給予儀器足夠電力量測風力值，儀器輸出資料傳輸至數據機，數據機再透過 4G 網路傳輸傳回港研中心資料庫。

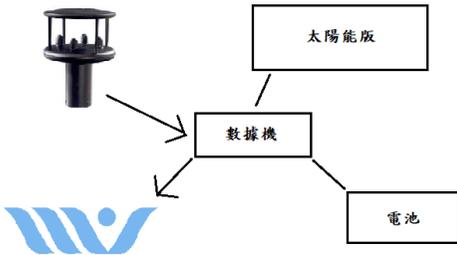


圖 10 儀器傳輸示意圖

## 三、各港區風力站高度與 10 公尺高風速轉換

由於地面摩擦力關係，風速量測資料與風力儀器放置高度有關，各港區風力站高度如表 3。

而氣象一般常以 10 公尺高度風速為作代表，如蒲福風級(臺灣颱風資訊中心，2013)即以離地面 10 公尺高度之風速大小做分級，本研究使用指數律之數學式

計算，各港區風速 10 公尺高風速與原風速比值，如表 2 所示。

表 2 各港區 10 公尺高風速與原風速比值

港區/測站	原始高程(m)	10 公尺高風速與原高程風速比值
臺北港_5	9.35	1.010
臺北港_4	5.121	1.106
基隆港_1	10.158	0.998
蘇澳港_2	12.115	0.972
花蓮港_3	31.543	0.842
臺中港_20	5.97	1.080
臺中港_7	18.539	0.912
臺中港_6	16.616	0.927
臺中港_17	26.167	0.866
臺中港_18	9.47	1.008
臺中港_19	7.682	1.040
布袋港_2	16.756	0.925
安平港_8	22.953	0.883
安平港_9	35.271	0.828
高雄港_4	9.63	1.006
高雄港_12	16.73	0.926
高雄港_33	16.234	0.930
高雄港_34	24.459	0.874
高雄港_32	25.07	0.871

## 四、風力品管補遺原則

資料品管規範有區域性特性，因此本研究將以臺灣實測資料為分析對象，參考美國國家資料浮標中心(National Data Buoy Center, NDBC) 所訂定的品管規範方法，以合理性、連續性以及關聯性三個原則來作自動品管的檢測，採用統計理論建立上述原則的檢測標準。

## 4.1 合理性品管

合理性檢定為品管中最基本的檢驗工作，一般而言，合理性品管分為兩種限制，第一是指觀測數據不超過量測儀器的可測範圍；第二則是觀測數據不超過量測地點的氣象臨界條件，亦即物理上的限制，一般而言，10m 高風速介於 0-60 m/s。

## 4.2 連續性品管

自然界中大部份物理量的變化是循序漸進的，連續性的品管基於此假設，認為各種觀測物理量在時間及空間上都有連續的變化存在，也就是說其時空的變化量應落在合理的範圍內，如果在時間上的改變量超過某一限度或是在空間上相鄰測點的資料無法以物理觀點解釋，都視為可疑資料。連續性品管分為時間連續性與空間連續性兩種品管。時間連續性是指物理量在某段時間內的變化量應小於某一容許值，NDBC 對時間連續性的檢測採  $\sigma_T = 0.58\delta\sqrt{\Delta T}$  公式來推求容許變動值，式中  $\sigma_T$  為在時間間距  $\Delta T$  時所允許的最大變動量， $\delta$  為一無因次變量，其值隨觀測物理量不同而變。同樣地，在某適當範圍內觀測的資料，必定存在空間演變上的連續特性，進行此檢驗時，應選擇空間條件相近的臨近測站，此檢驗可降低隨機取樣造成之隨機誤差。

## 4.3 關聯性品管與補遺

關聯性檢驗是檢驗所量測之資料與其他相關物理量之間，原有之關係是否有異常現象，海氣象特性往往受到外在環境的影響而改變(例如波浪與風之關係)，利用不同物理量間之關連性，可互相檢驗資料的品質。此外，同一物理量使用不同測量儀器或是相同儀器同時量測，除可明顯比較資料正確性外，對於老化或毀損儀器，更可顯示出其偏差量。

## 五、風力品管補遺實際步驟

本研究風力資料之品管也是根據合理性、連續性與關聯性三個原則，其中合理性主要依儀器量測範圍而訂，連續性則是依相鄰資料應呈平緩變化為原則，依據機率理論而訂立異常門檻，近年因氣候變遷而有短時間之極端事件發生，因此，須比對及參考鄰近測站建立關聯，避免前述極端資料誤刪並做為相互補遺之依據。另資料一段時間無變化，通常是儀器發生故障、損壞或遭覆蓋等，可於輸出檔中去除(或標註)之，最終輔以人工檢視方式，判定資料之合理性。詳細步驟說明如下：

### 5.1 人工檢視風速合理性

繪製原始風力時序列，以人工檢視是否有明顯異常值，此並可比對同港同時期之資料。

### 5.2 利用移動平均評斷連續性

依照連續性原則，以移動平均法進行資料檢定，計算原始值與移動平均(2小時)差值之標準偏差，大於3倍處代表發生機率較低之異常值，標定為異常值並以移動平均法取代，處理過程案例如圖 10。至此資料為品管後結果。

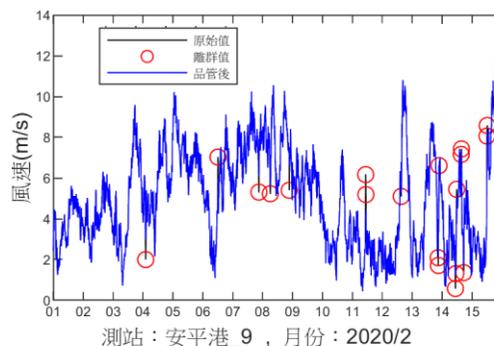


圖 10 移動平均研判離群值發生處

### 5.3 透過內插進行風速資料補遺

進行補遺，首先缺漏處如為短期資料以內插補遺。此處選取缺漏 1 小時內做為內插門檻，內插方式取保持形狀的片段式三次內插(pchip)，如圖 11。

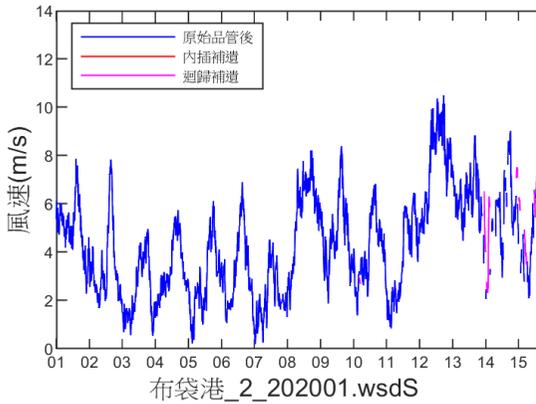


圖 11 移動平均研判離群值發生處

### 5.4 透過風速關聯性進行資料補遺

計算所有測站時序相關係數，依相關係數高(通常是相鄰測站)至低建立同時期之迴歸式，最高相關係數無法補遺完成者，再由次高者補遺之，直至相關係數小於 0.3 者(低度相關)不進行補遺，如圖 12。

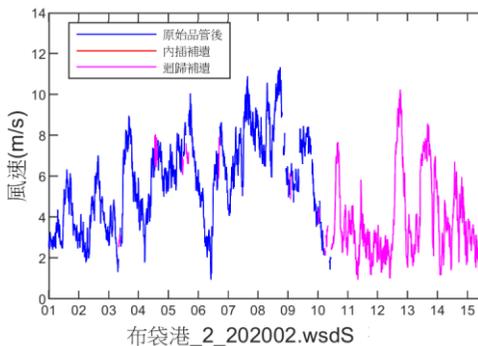


圖 12 經由內插、補遺後之資料

### 5.5 風向品管與補遺

風向之品管，則是將總風速分解為南-北與東-西風速分量，兩分量各別進行上述檢定及關連性分析補遺。

## 六、2020 年 1 月份各港區風力品管補遺結果

表 3 為 2020 年 1 月份各站原始資料蒐集率表，各港區後面的數字代表資料庫的 ID，其中安平港 8 號測站、布袋港 2 號測站、高雄港 12 號測站 1 月份蒐集率皆小於 90%。

表 3 2020 年 1 月份各站原始資料蒐集率表

港區/測站	蒐集量(蒐集率)
基隆港_1	4464(100%)
安平港_8	1811(40.6%)
安平港_9	4464(100%)
布袋港_2	3846(86.2%)
臺中港_6	4464(100%)
臺中港_7	4464(100%)
臺北港_4	4435(99.4%)
臺北港_5	4312(96.6%)
花蓮港_3	4464(100%)
蘇澳港_2	4462(100%)
高雄港_12	2015(45.1%)
高雄港_32	4464(100%)
高雄港_33	4458(99.9%)
高雄港_34	4464(100%)
高雄港_4	4464(100%)

表 4 為 2020 年 1 月份各站原始風力資料統計表，平均風速最大的兩個測站為臺中港 6 號測站及臺北港 4 號測站，其風速各為 10.2 m/s 及 7.1 m/s，最大風最大的兩個測站同樣為為臺中港 6 號測站及

臺北港 4 號測站，其最大風速分別為 21.4 m/s 及 15.6 m/s，其對應的風向都為北北東風，應是受東北季風之影響。

表 4 2020 年 1 月份各站原始風力資料統計表

港區/測站	觀測數量	平均風速(m/s)	最大風速對應風向
基隆港_1	4464(100%)	4.2	13.4/N
安平港_8	1811(40.6%)	6.9	17.6/N
安平港_9	4464(100%)	5.4	13.7/N
布袋港_2	3846(86.2%)	5.1	14.0/NNW
臺中港_6	4464(100%)	10.2	21.4/NNE
臺中港_7	4464(100%)	5	12.9/NNE
臺北港_4	4435(99.4%)	7.1	15.6/NNE
臺北港_5	4312(96.6%)	5.1	11.9/E
花蓮港_3	4464(100%)	3.2	11.4/ENE
蘇澳港_2	4462(100%)	4.2	13.1/NNE
高雄港_12	2015(45.1%)	6.2	14.6/NNW
高雄港_32	4464(100%)	2.1	7.4/N
高雄港_33	4458(99.9%)	1.2	5.5/N
高雄港_34	4464(100%)	1.5	6.4/WNW
高雄港_4	4464(100%)	2.7	7.5/NNE

2020 年 1 月份各站品管補遺風力資料蒐集率表如表 5，各測站品管補遺後的資料蒐集率皆為 100%。

安平港 8 號測站、布袋港 2 號測站、高雄港 12 號測站平均風速由原來的 6.9 m/s、5.1 m/s、6.2 m/s 變為 6.8m/s、5.1m/s(與原先相同)、6.6m/s，最大風速則由原來的 17.6 m/s、14 m/s、14.6 m/s 變為 17.6 m/s(與原先相同)、12.9m/s(與原先相同)、17.3m/s。

以高雄港風力站做為代表，5 站風力站原始風速時序列及品管補遺後時序列如圖 13 及圖 14，5 站風力站原始風向時序列及品管補遺後風向時序列如圖 15 及圖 16，由本研究品管補遺之方法步驟可增進資料蒐集率，以及資料統計或進一步使用之可用性。

表 5 2020 年 1 月份各站品管補遺後風力資料統計表

港區/測站	觀測數量	平均風速(m/s)	最大風速對應風向
基隆港_1	4464(100%)	4.2	13.4/N
安平港_8	4464(100%)	6.8	17.6/N
安平港_9	4464(100%)	5.4	13.7/N
布袋港_2	4464(100%)	5.1	12.9/NW
臺中港_6	4464(100%)	10.2	21.4/NNE
臺中港_7	4464(100%)	5	12.9/NNE
臺北港_4	4464(100%)	7.1	15.6/NNE
臺北港_5	4464(100%)	5.1	11.8/NW
花蓮港_3	4464(100%)	3.2	11.1/ENE
蘇澳港_2	4464(100%)	4.2	13.1/NNE
高雄港_12	4464(100%)	5.6	17.3/N
高雄港_32	4464(100%)	2.1	6.3/N
高雄港_33	4464(100%)	1.2	4.2/N
高雄港_34	4464(100%)	1.5	5.1/SSW
高雄港_4	4464(100%)	2.7	7.5/NNE

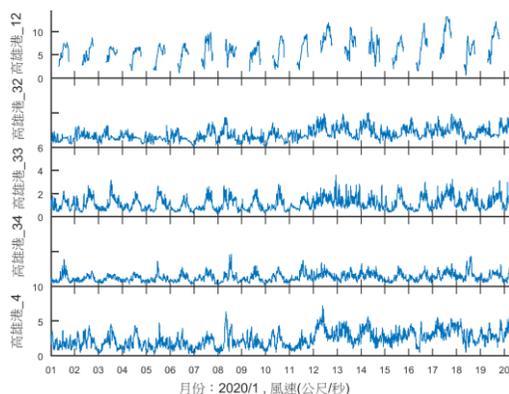


圖 13 各港區原始風速時序列

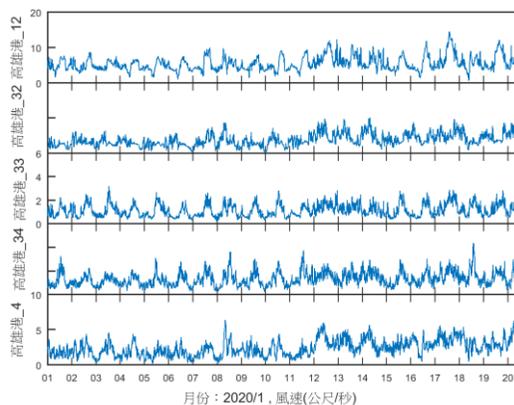


圖 14 各港區品管補遺後風速時序列

## 參考文獻

1. 臺灣颱風資訊中心，「蒲氏風力級數」，<https://isohe.ihmt.gov.tw/>，2013 年 9 月。
2. 曾相茂、何良勝、曾俊傑，「101 年臺灣地區國際港附近海域海氣象現場調查分析研究(4/4)」，2013 年。
3. 蘇青和，「港灣環境資訊網觀測資料年報：12 海域觀測風力資料」，2017 年。

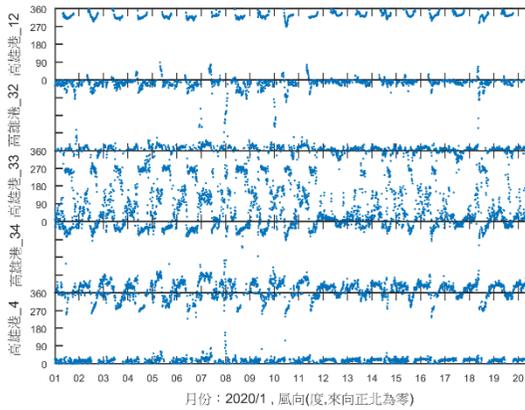


圖 15 各港區原始風向時序列

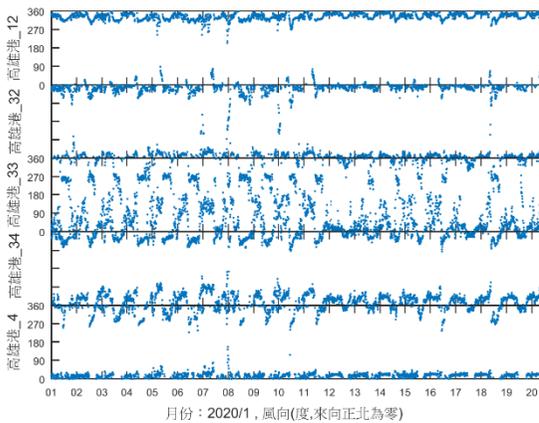


圖 16 各港區品管補遺後風向時序

## 七、結論

本研究使用本所港研中心於基隆、臺北、臺中、布袋、安平、高雄、花蓮、蘇澳港區 2020 年 1 月份之風力實測資料，透過風力資料的合理性、連續性及相關性原則，進行資料的品管與補遺，除有效提升觀測資料品質外、亦可了解到各站之相關性，而透過補遺之方式補足資料量，對於風力統計分析結果有所幫助，所得之結果，可做為未來風力相關研究或進一步做為預警等相關參考應用。