

以測站平均風與陣風透過迴歸關係校正數值模式風力 初步評估

劉高源¹、劉承昕¹、馮智勇¹、葉世瑄²、黃椿喜²
多采科技有限公司¹、中央氣象局預報中心²

摘 要

現今預報陣風之方式對於陣風的預報，多為透過將觀測站的平均風風級增加二至三級作為預報，預報的風場則透過面化數值模式的預報風場建置。然而數值模式的風場實為預報在每個預報時間點當下的瞬間風速，其物理性質與測站所觀測的小時平均風與小時陣風等不同，因此模式風力或可直接校正作為陣風預報，而不需透過預報平均風再轉換為陣風。故本研究透過分析數值模式預報風場在最鄰近測站觀測之座標上的風力迴歸關係，評估發展由數值模式風場預報陣風風力、平均風風力之預報技術可行性。

本研究使用中央氣象局內的 WRF 數值模式與測站觀測風場資料進行分析，實驗方法為將數值模式風場與測站觀測風場，透過迴歸關係式對模式風場進行校正，並分析其對於測站陣風風速與平均風風速的估計值。由於臺灣各季節風速與風向性質不同，直接校正風速效果有限，因此實驗中將測站風分解為 U、V 分量，再依模式風場的 U、V 分量為基準進行分類，並依照其正負值分為 $\pm U$ 、 $\pm V$ 分量等四群，各自獨立建立迴歸關係式。

此外由於預報指引的建立關注的是強風部分，但迴歸時若參考測站的所有風力資料，會因平時之弱風事件頻率極高而影響強風校正的效果。故本研究發展將風力先分級後校正之方法，增加強風資料在校正過程中的比重。

本研究以迴歸校正模式風力之方式建置由模式風力預報測站平均風風力與陣風風力之方法，成果顯示位於較為開闊地形，風力較強的測站，如芳苑測站(沿海)、彭佳嶼測站(離島)、鼻頭角測站(海角)等，皆可以得到良好的校正效果。而根據今年對風力性質之探討，本研究中採以 U、V 分量之方式，應更適合改為直接根據風向分為四個類別，後續將評估測試其風力校正效果。

關鍵字：WRF 模式、風力預報、預報校正

一、前言

現今的風力預報僅用風級簡單人為校正，並無與測站的實際觀測進行比對或修正，容易出現不準確、高低估風速的情形。

本研究將建立區域數值模式與測站觀測平均風與陣風的迴歸關係，透過此迴歸關係將數值模式所預報的風場資料進行校驗，嘗試利用測站的觀測資料校正

數值模式預報，先以測站與最鄰近網格評估校正效果，並可作為後續研究的參考。

本文後續將分為資料訊息與格式、研究方法、區域數值預報模式風場與測站觀測風場迴歸關係及校驗結果、結論等四個章節，說明研究內容與結果。

二、資料訊息與格式

(一)資料時間

建立數值模式與測站風場的迴歸關係式，使用資料時間為 2018 年全年資料；進行數值模式預報校驗，使用資料時間為 2019 年全年資料，並以相同時間的觀測資料作為對照標準。

(二)局屬測站資料

分為有人測站與自動測站，現存測站與已裁撤測站共有 549 站，觀測風場資料為測站平均風與測站陣風。

(三)中央氣象局區域數值模式資料(Weather Research and Forecast, WRF)

WRF 模式資料更新頻率為 6 小時，預報時間解析度為 1 小時，空間解析度為 3 公里，網格數為 263*303 格，使用變數為 10 公尺高 U 分量風(U10)、10 公尺高 V 分量風(V10)。

三、研究方法

(一)資料處理

資料處理是依照氣象局的風力判定標準，若遇風向為 0°且風速值小於 0.2 m/s 的資料，視為無風，將其風速修正為 0 m/s。另依蒲福風級的分類，將風速大於 61.2 m/s (17 級風)的資料視為不合理資料，將其篩除。

WRF 模式網格與測站對應，是將每個測站的經緯度，與模式的網格，逐網格計算最短球面直線距離，最短距離對應出的網格即代表該測站。

(二)建立迴歸關係式方法

建立迴歸關係式依照正負緯向風(±U 分量)與正負經向風(±V 分量)，分為四個群組。

將各測站觀測風資料依其風速、風向轉換為 U、V 分量。每一時間的測站 U 分量資料與對應的模式網格 U 分量資料，依照模式資料的 U 分量正負值分類至對應的迴歸關係式 U 分量群組；V 分量資料依照同樣方法進行分類。

2018 全年資料分類完成後，因弱風速的出現頻率較強風速高出許多，若直接進行迴歸分析，會因頻率不一而影響迴歸結果，因此將所有的資料點，進行區間分級，區間劃分方法透過經驗式：

$$2^K \geq N$$

計算每一區間適合的資料數多寡，即 K 值。各迴歸關係式群組進行區間分級後，取各區間的風速中位數做

為代表值，再將代表值進行簡單線性迴歸分析。

四個迴歸關係式群組，個別獨立進行迴歸分析，因此各測站最終皆會獲得±U、±V 分量四組迴歸關係式。

(三)校驗方法

2019 年每一資料的 WRF 模式資料依照 U、V 分量的正負值，將 U、V 分量帶入對應的迴歸關係式，進行校正。再與同一時間的測站觀測風速進行對照分析。

四、區域數值預報模式風場與測站觀測風場迴歸關係及校驗效果

透過建立的迴歸關係，可以瞭解到 WRF 模式對於高山與縱谷區域等，地形變化較大或者較為複雜的區域，掌握度較低，這可能與 WRF 模式本身的空間解析度不足或與地形的模擬高度過低有關，如玉山觀測站，文末附圖 1。

進行迴歸分析時，若沒有將資料進行適當分群，容易受到資料本身分布的特性影響，造成迴歸分析後的迴歸線，不具代表性或者錯誤，如同附圖 1 中的黑線。

而有些測站的資料分布也發現到了有雙峰(bimodal)現象，推測這可能與測站本身的盛行風、地形特性有關，如蘭嶼測站，文末附圖 2。

若沒有進行適當的風速分級，在蘭嶼測站的案例裡，左圖中的雙峰性質，下方的資料群出現頻率較高，會影響迴歸分析的結果，迴歸線會下偏，這樣上方的強風事件就無法掌握。這種現象易使得迴歸線偏離資料點的分布，或者偏向某一群料點，因此需要將資料進行區間分級，將比重平衡，降低出現頻率的影響。

經由迴歸關係式修正後，各測站的效果不盡相同，但分級分類後所建立的迴歸關係校正效果，依然優於直接利用純風速所建立的迴歸關係的校正效果。而在較開闊的地形的校正效果最佳，如沿海地區、離島地區等，這與前述數值模式的空間解析度與地形的掌握度相呼應。

對於模式風場對應測站平均風與測站陣風的差別，WRF 模式因本身的預報風速較低，與測站平均風較為

接近。而測站陣風風速較大，所以 WRF 模式在對應測站陣風時是相對低估風速的現象。因此在建立迴歸關係式與校驗的效果，較優於測站陣風。

五、結論

本研究將測站觀測的平均風、陣風與 WRF 數值模式風場分為 $\pm U$ 、 $\pm V$ 分量，再依固定樣本數進行區間分級，各區間取代表值建立迴歸關係式，之後將 WRF 數值模式風場依建立的回歸關係式進行校正，評估 WRF 模式輸出測站平均風與陣風的預報可行性。其結論如下：

1. WRF 模式依迴歸關係式進行校正，對於開闊地形的效果較佳。
2. 對於地形變化較大、較為複雜的區域效果較差，如高山、縱谷區域。
3. 有測站出現雙峰(bimodal)現象，與該測站本身所受盛行風與地形特性有關。
4. U、V 分量的分類方法會受測站地形特徵影響，使得風向偏於 U、V 分量其中一邊，且在進行預報時無法同時比對預報資料的 U、V 分量，可能會造成預報不準確或其他衍生問題。
5. 建議分類方法可更改為依風向進行分類，例如依每 90 度風向劃分為四群，此方法可將資料分區分更加明確，建立的迴歸關係也會更加準確。

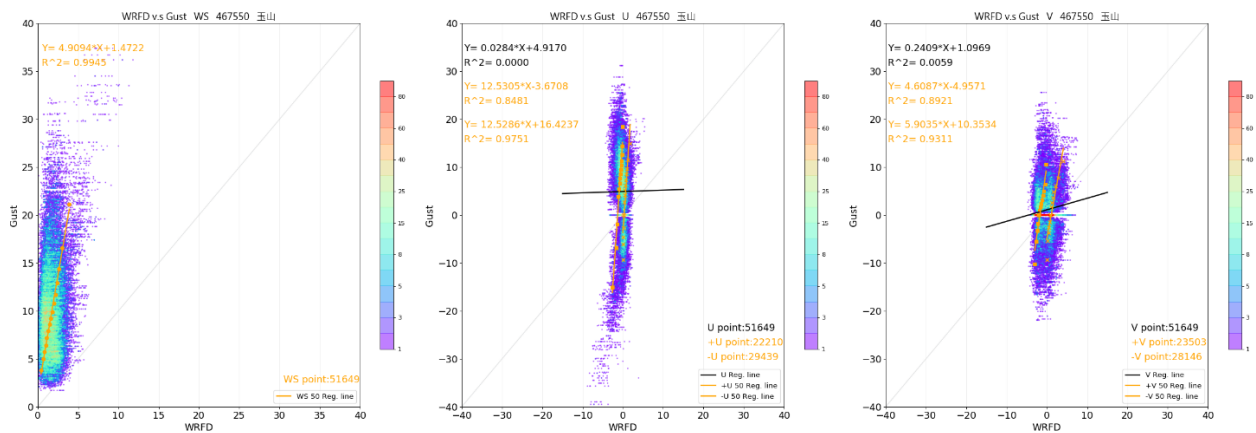


圖 1、玉山觀測站 2018 年 WRF 模式風場與測站陣風迴歸關係圖，橫軸為 WRF 模式風場風速，縱軸為測站陣風風速。左圖為風速迴歸關係，中間圖為風速 U 分量迴歸關係，右圖為風速 V 分量迴歸關係。黑色線為全 U 分量、全 V 分量簡單線性迴歸線；橘色線為風速區間分級後，中位數代表值線性迴歸線；色階為風速出現頻率。

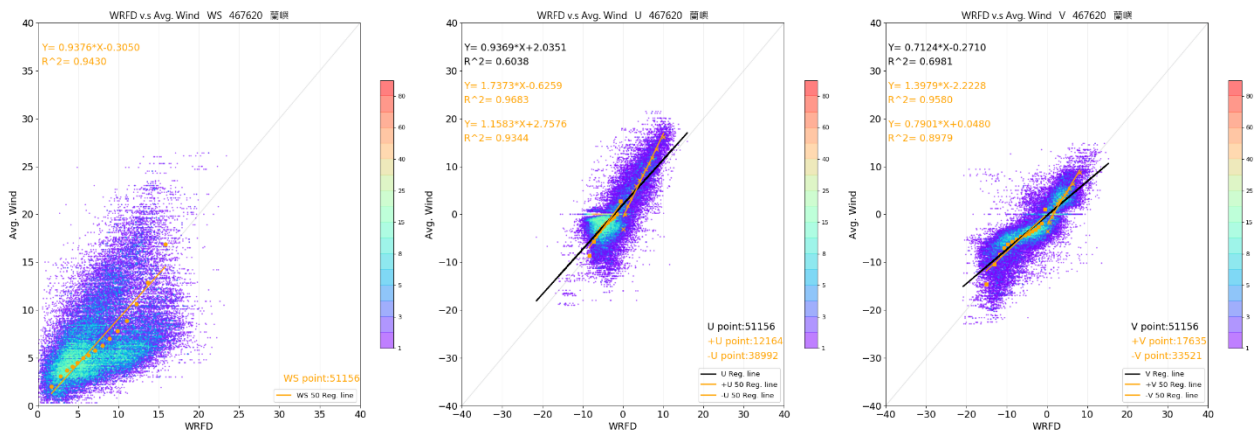


圖 2、蘭嶼觀測站 2018 年 WRF 模式風場與測站平均風迴歸關係圖，橫軸為 WRF 模式風場風速，縱軸為測站平均風風速。左圖為風速迴歸關係，中間圖為風速 U 分量迴歸關係，右圖為風速 V 分量迴歸關係。黑色線為全 U 分量、全 V 分量簡單線性迴歸線；橘色線為風速區間分級後，中位數代表值線性迴歸線；色階為風速出現頻率。

Preliminary Evaluation of Numerical Model Wind Forecast Bias Correction using Regression Equation on Station Observations

**Kao-yuan Liu¹, Chen-hsin Liu¹, Chih-yung Feng¹, Shih-hsuan Yeh², Treng-shi.Huang²
Manysplendid Infotech¹, Weather Forecast Center, Central Weather Bureau²**

Abstract

The method correcting the numerical model forecast gusts nowadays is simply raise the force according to the Beaufort scale by two to three as the forecast. And the wind speed of numerical models at a specific time point is actually extracted from the instantaneous status of the corresponding time step, and its physical properties are different from the hourly average wind and hourly gusts observed by the station. Therefore, the model wind may be physically similar enough to the observation gust, thus can be better corrected directly by gust and not necessarily worse than correcting by average wind as in the past. This study evaluates and compares the effectiveness of correcting a numerical model wind on observation station grids by analyzing the regression of the model wind against the observation average wind and gust.

In this study, the operational version of WRF (Weather Research and Forecasting) model run by the Central Weather Bureau is used to analyze against the station wind. The analysis is conducted by regressing the model wind against station wind or gust, using an one-year training dataset and then applying the relation on the model wind data using another one-year dataset. Then performance of the projected model wind can then be evaluated with the observation. Due to the variable nature of the wind in Taiwan, the effect of directly correcting wind speed is limited. Therefore, in this study, the station wind is decomposed into $\pm U$ and $\pm V$ components before regression, and in the verification the model wind is also separated into $\pm U$ and $\pm V$ components and applied to the regression equation accordingly.

In addition, since the establishment of forecast guidelines focuses on the strong proportion of wind, if all wind data at the station is used in the regression, the behavior of strong wind will be dispersed by the weak wind data which occurs with excessive higher frequency. Therefore, the winds are first categorized and calculated for their statistics, and then applied to the regression analysis using their statistics, which in effect increased the weight of data of the stronger but less prevalent winds.

The result shows that on the grids located on open terrains with strong wind, such as Fang-yuan (coastal area), Pengjia-yu islet (outlying island), Bitou-chiao cape (cape), etc., generally received good correction result. According to some further investigation on the nature of the station winds, the U and V decomposition used in this study may better be replaced with a wind-direction based categorization method.

Keywords: WRF, wind forecast, forecast correction