

臺灣網格化極限風速推估

黃冠鈞 鄧仁星 朱熾儒
中央氣象局科技研究中心

摘要

本文利用侵臺颱風資料庫裡定義的侵臺時間，收集從1949年至2010年共62年的侵臺颱風風速網格化資料，經緯度範圍為118~123°E, 21~27°N，涵蓋整個臺灣及臺灣周圍海域。使用此資料是要用於推估50年重現的極限風速值，我們參考由丹麥技術大學(Technical University of Denmark, DTU)開發的極限風速評估軟體(Wind Atlas Analysis and Application Program, WAsP)的推估方法，建立我們的極限風速推估方法。為了檢驗推估方法的準確性，使用了新竹浮標測站的風速資料分別放入WAsP及自行建立的推估方法中，推估結果顯示我們建立的推估方法能推估出與WAsP相同的50年重現極限風速值。

檢驗了推估方法後，我們將使用長期的侵臺颱風風速格點資料，推估在臺灣及周圍環境不同地區的50年重現極限風速，尤其臺灣西部離岸地區是我國離岸風力發電的重要地區，此一推估結果可作為離岸風力發電機開發業者對50年重現極限風速得一個參考依據，由於對風機結構的設計有重要的影響，開發業者能依據此推估結果來增強不同地區風力發電機的耐風能力。

一、前言

綠色能源是全球各國正積極開發及建設的能源目標，臺灣也正積極的在開發綠色能源，並以太陽光電及風力發電為重點的開發項目，以風力發電為例，臺灣在陸域部份已發展多年，風力發電機也已佈署在各個地區，並且加入了發電的行列。

離岸風力發電則是近幾年開始在計畫建設及開發，由於地理環境及風場變化的關係，臺灣離岸風力發電的潛力場址主要分布在臺灣西部海域，狹管效應的關係，西部海域的風力比其他臺灣周圍海域來得更強，尤其在冬季東北季風南下以及颱風侵襲臺灣時，都可能使得西部沿海地區出現強風。

在這個天然資源的優勢下，許多國內及國外的風電開發業者都正積極的爭取可設立風機的場址，但是風力發電機的結構設計成本極為昂貴，所以開發業者在架設風力發電機時，會對該區域進行風場的評估，包括了發電量的評估、風機的耐風能力.....等的環境因素評估，其中風機的耐風能力是一個極為重要的考量因素，在過往的案例中，陸域上的風力發電機曾因

耐風能力不夠而發生倒塌，而出現倒榻情形常發生在受颱風侵襲，每年颱風季來臨，風機的耐風能力都會受到嚴酷的考驗，因此有了陸域上的經驗，在發展離岸風電時，我們就必須更謹慎的評估風力的強弱，以使得每一支風機都能承受住臺灣的天氣變化，也才能穩定的進行運轉及發電，所以在本文裡，我們將利用侵臺颱風資料庫裡收集的格點資料進行風速的推估，以做為未來離岸風電開發業者一個重要的參考數據。

二、資料及方法

由侵臺颱風資料庫(<http://photino.cwb.gov.tw/tyweb/tyfnweb/table/completetable.htm>)裡定義的侵臺時間，收集了從1949年至2010年共62年所有侵臺時間的手繪風速圖，並經由資料數位化軟體 Digital，將手繪風速圖數位化為網格點資料，共有570筆網格點資料，高度為10公尺，資料的經緯度範圍為東經118至123度，北緯21至27度，資料解析度是1公里(0.01°x0.01°)，範圍涵蓋了整個臺灣及

臺灣周圍海域。

測站資料使用的是臺灣 25 個氣象局傳統平地氣象觀測站，包括彭佳嶼、澎湖、東吉島及蘭嶼 4 個離島測站，其中 13 個觀測站具有 60 年以上完整的觀測資料；臺北、臺中、臺南、恆春、花蓮、臺東 6 個觀測站則具有百年以上的觀測紀錄。選取的資料變數為平均風速的時資料。另外也使用了新竹浮標測站及竹南自動測站平均風速的時資料，新竹浮標測站資料時間長度為 1997 年 5 月至 2018 年 4 月，竹南自動測站資料時間長度為 1987 年 6 月至 2018 年 3 月。

極限風速推估參考了由丹麥技術大學(Technical University of Denmark, DTU)開發的極限風速評估軟體(Wind Atlas Analysis and Application Program, WAsP)的推估方法，此評估軟體是目前國外在建設離岸風機的業者用於評估風場時所使用的評估軟體，但只能針對單一位置進行評估，無法得到整個區域的風力評估。它的推估方程為： $U_T = \alpha \ln T + \beta$ ， U_T 為風速， α 、 β 為參數， T 為重現期(年)，重現期指的是某地區發生的天然災害為多少年一遇的災害，表示當重現期越長，此天然災害發生的規模會是越大、越嚴重，是一個災害嚴重程度的形容。而此推估方程是屬於極值分布第一型的甘貝爾推估方程，甘貝爾分布常用於分析一個事件例如：地震、洪水或是其他天然災害的發生頻率，發生頻率常用重現期來做表示。同時也用於推估未來重現期達 30 年、50 年甚至 100 年的極端事件的規模大小。所以在本文裡將利用此一推估方程，建立起能推估整個臺灣地區及周圍海域的推估方程，推估未來重現期達 50 年的極限風速值(U50)。

以下是參數的計算公式：

$$\alpha = (2b_1 - \overline{U^{max}}) / \ln 2$$

$$\beta = \overline{U^{max}} - \alpha \gamma_E$$

$$\gamma_E \approx 0.577215665$$

$$b_1 = (1/n) \times \sum_{i=1}^n ((i-1) \times U_i^{max}) / (n-1)$$

$$U_i^{max} = \text{Annual Max}$$

$$\overline{U^{max}} = U_n^{max} \text{ Mean}$$

n=年數

三、分析結果

3.1 資料分析

將數位化的風速格點資料繪出圖，依據該颱風中心的位置判斷在該侵臺時刻的環流分佈是否合理，並再經由與氣象局的局屬測站的風速資料比較，檢驗兩筆資料在測站位置的風速值差異，一共檢驗 4 個氣象局局屬離島測站，分別是彭佳嶼、澎湖、東吉島及蘭嶼，由於這 4 個測站受地形的影響較少，所以以這四個測站位置來做資料比較，從 4 個離島測站位置的風速差異(圖 3-1)中挑出風速相對誤差較大(大於 2 及小於 -2)的時間，從圖看到除了澎湖測站外，其餘 3 個測站相對誤差大的時間僅有 1~2 筆，我們進一步分析差異大的原因，發現在差異大時，網格式資料的風速值普遍高於測站資料的風速值(圖 3-2)，雖然相對誤差大，但此情形在兩筆資料中多是出現在較低風速值為 20m/s 以下，高風速值則都是相近的，因此對使用侵臺颱風風速格點資料做臺灣地區極限風速推估分析是可行的。

資料檢驗是為了想了解格點資料與觀測資料的相似程度，雖然兩筆資料的風速值有差異，但都是在低風速時期有較明顯差異，高風速時期格點資料與觀測資料則是相近的，這對於我們使用此資料去做極限風速推估分析是能有一定程度的準確性。

3.2 推估分析

資料檢驗後，接著我們使用新竹浮標測站及竹南自動測站的年最大風速值進行推估分析，從新竹浮標測站 U50 的推估結果(圖 3-3A)顯示與極限風速評估軟體(WAsP)推估的 U50 是相同的，兩者 U50 皆是 31.2m/s。竹南自動測站 U50 的推估結果(圖 3-3B)顯示 U50 為 17.3m/s，WAsP U50 顯示為 17.4m/s，兩者 U50 推估結果是很相近的。由測站 U50 的推估結果顯示在使用此推估方程的推估過程裡是正確無誤的。

我們實際使用格點資料與測站資料去比較推估的結果，同樣挑選 4 個局屬離島測站，從彭佳嶼測站位置的 U50 推估結果(圖 3-4A)顯示，測站為 58.4m/s；

格點資料為 59.7m/s，兩筆資料的 U50 雖差距 1.3m/s，但兩筆資料在整個風速的推估變化是很相似的，並且由趨勢顯示重現期越長，兩筆資料推估的風速值是會越接近的。澎湖測站位置的推估結果(圖 3-4B)則與彭佳嶼測站不同，格點資料推估的 U50 與測站的 U50 相差了 6.9m/s，雖然推估變化是很相似，但在重現期越長時，推估的風速值便差異越大，此情形在前一節中的 4 個局屬測站位置的格點與觀測風速值差異比較中，可看到澎湖測站位置的整體風速值相對誤差較高於其它 3 個離島測站，顯示在澎湖位置兩筆資料在高風速時期的差異也較其它 3 個離島站明顯，因此可能影響了推估的結果。東吉島測站位置及蘭嶼測站位置的 U50 推估結果(圖 3-4C 及圖 3-4D)顯示格點資料與測站的 U50 是很接近的，甚至在東吉島位置，格點的 U50 與測站的 U50 是相同的；蘭嶼位置的 U50，格點資料與測站也只差了 0.5m/s。4 個離島測站裡，除了澎湖測站外，其餘 3 個離島位置格點資料都能接近準確地推估與測站相同的 U50。

結論

由侵臺颱風資料庫裡收集並數位化的風速格點資料，經資料檢驗後能有效地推估出與測站相近的結果，我們能藉由資料推估出整個臺灣周圍海域每個位置可能會出現的極限風速，這彌補了在沒有觀測站或是浮標站的海域上也能得到極限風速的資訊。

目前臺灣的離岸風力發電機架設的高度是 100 公尺，我們風速格點資料是 10 公尺高的資料，未來我們可以藉由風速的垂直分布公式(Power Law)推估到風力發電機扇葉的高度，這能更精準地知道每一支風機扇葉需要承受的風力強度，這也是目前正積極發展離岸風力發電機的業者需要的氣象參考數據，因為這關乎了每一支風力發電機的結構設計，能有多大程度的耐風能力。

參考文獻

Forskningscenter Risø, R. (1994). "Application of the wind atlas method to extremes of wind climatology."

J P Palutikof¹, B. B. B., D H Lister¹ and S T Adcock³ (1999). "A review of methods to calculate extreme wind speeds." Meteorol. Appl. 6.

Cenac[†], S. M. M. (2004). "estimating parameters of gumbel distribution using the methods of moments, probability weighted moments and maximum likelihood." Revista de Matemática: Teoría y Aplicaciones 2005 12(1 & 2)(1409-2433).

Larsén, X. G., et al. (2013). "Uncertainties of the 50-year wind from short time series using generalized extreme value distribution and generalized Pareto distribution." Wind Energy.

Brian O. Hansen, X. G. L., Mark C. Kelly, Ole, et al. (2016). "Extreme Wind Calculation Applying Spectral Correction Method – Test and Validation."

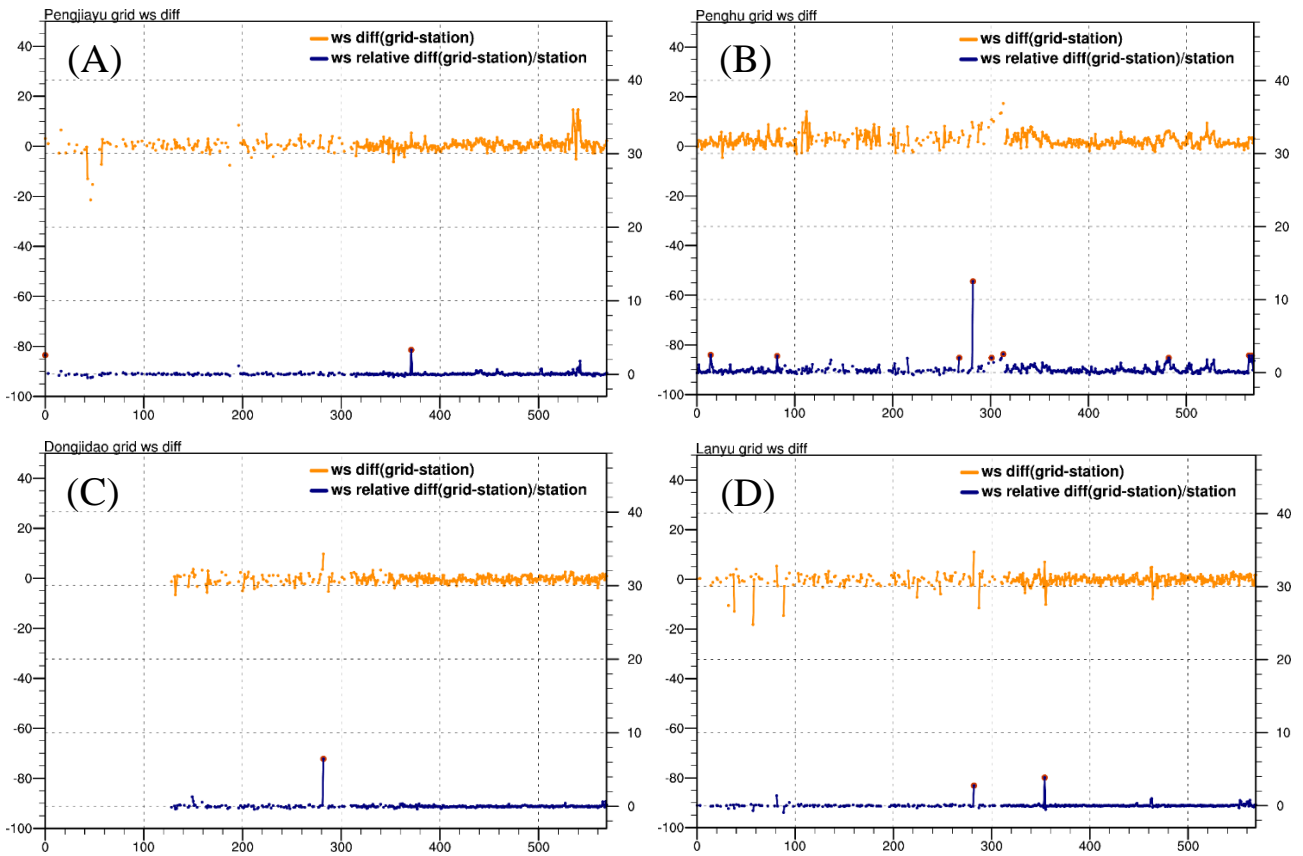


圖 3-1 (A)彭佳嶼測站，(B)澎湖測站，(C)東吉島測站，(D)蘭嶼測站。

圖為觀測與格點(測站位置)的風速差異，橘色線為兩筆風速資料絕對誤差，藍色線為相對誤差，紅點處為相對誤差大於 2 及小於-2 的颱風侵臺時刻。左側縱軸為風速絕對誤差值，對應橘色線；右側縱軸為風速相對誤差值，對應藍色線。橫軸為時間軸(依颱風侵臺時間順序做排序，共 570 筆資料)，東吉島測站 1962 年設站，故 1962 年以前無觀測資料。

絕對誤差：格點資料 - 測站資料，單位為 m/s。相對誤差： $(\text{格點資料} - \text{測站資料}) / \text{測站資料}$ 。

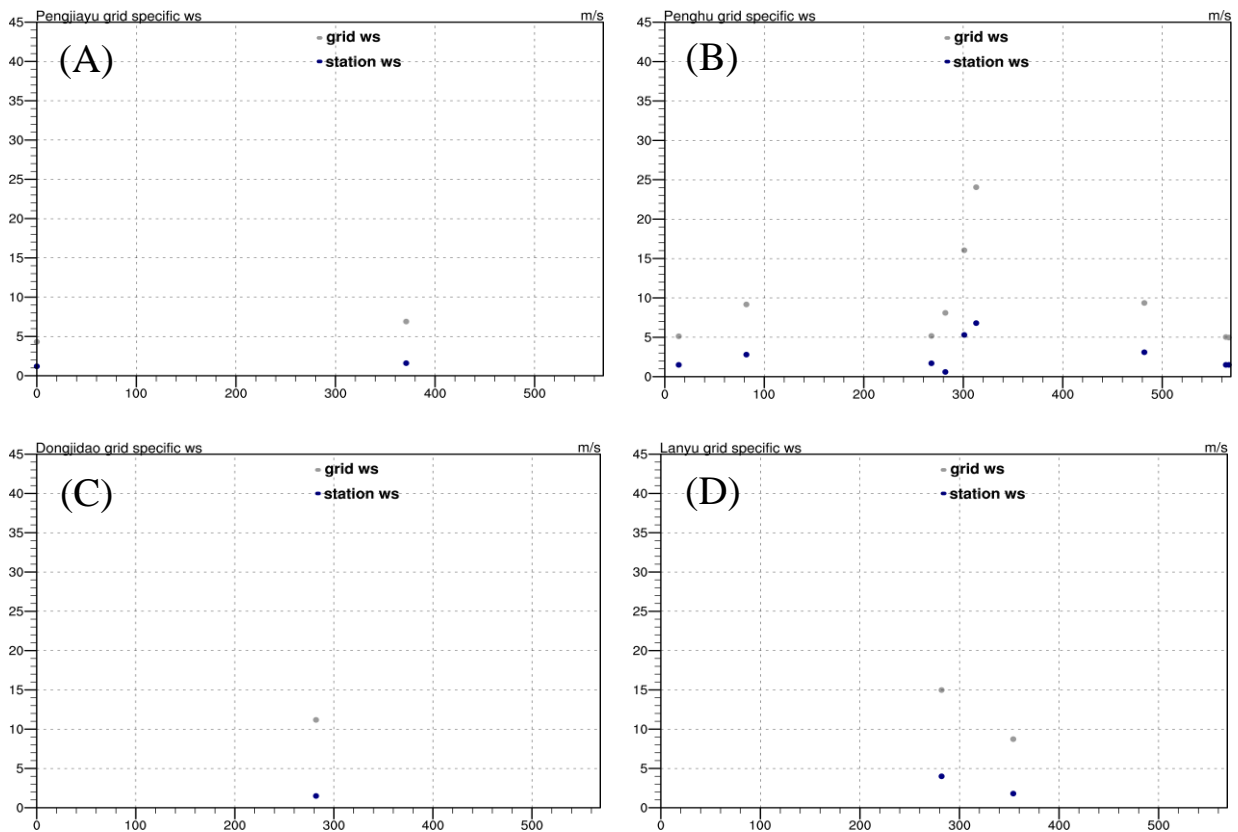


圖 3-2 (A)彭佳嶼測站，(B)澎湖測站，(C)東吉島測站，(D)蘭嶼測站。

圖為觀測與格點(測站位置)相對誤差大於 2 及小於 -2 的侵臺時間的個別風速值，灰點為格點風速，藍點為測站風速。縱軸為風速值(m/s)，橫軸為時間軸(依颱風侵臺時間順序做排序，共 570 筆資料)。

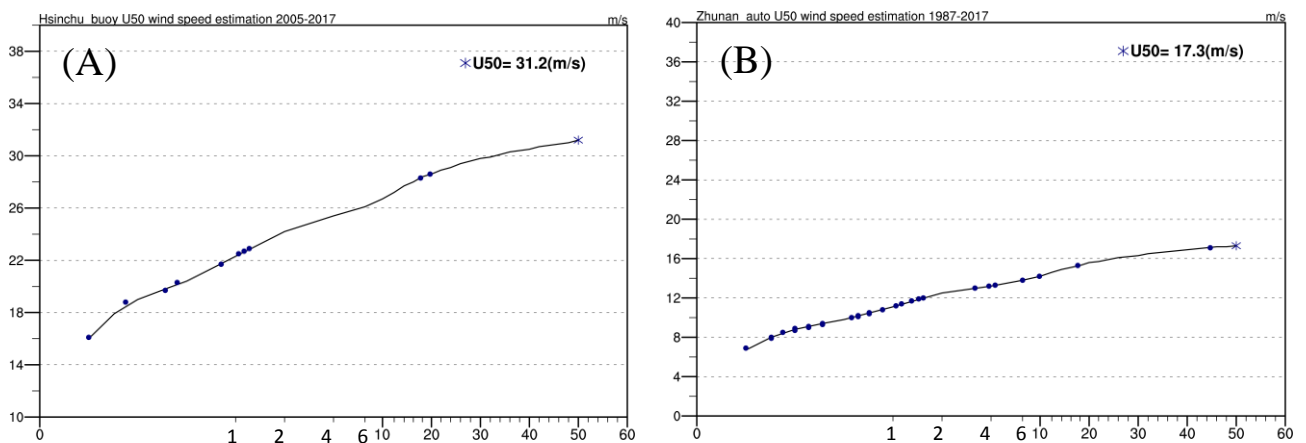


圖 3-3 (A)新竹浮標測站，(B)竹南自動觀測站。

圖為兩個測站 U50 的推估結果。藍點為各測站歷年年最大風速(Annual max)的重現期，新竹浮標測站為 2005 年至 2017 年；竹南自動測站為 1987 年至 2017 年。星號代表為各測站的 U50。橫軸為重現期(年,不等間距)，縱軸為風速值(m/s)。

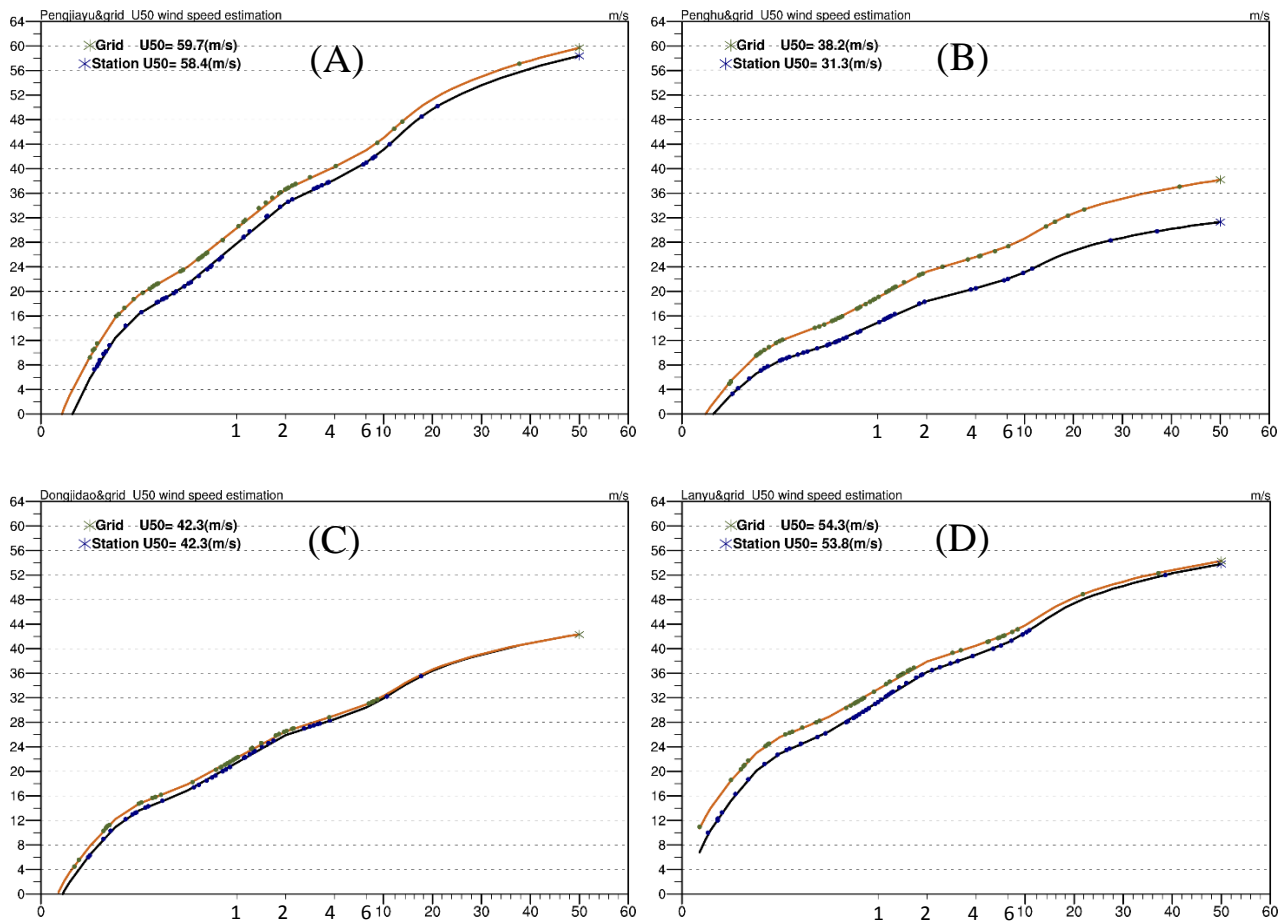


圖 3-4 (A)彭佳嶼測站位置，(B)澎湖測站位置，(C)東吉島測站位置，(D)蘭嶼測站位置。

圖為觀測與格點(測站位置) U50 的推估結果。圖上的藍點及綠點分別是觀測與格點(測站位置)在每年颱風侵臺時間裡的最大風速值(Annual max)的重現期。黑色線為觀測的推估曲線；咖啡色線為格點(測站位置)的推估曲線。星號代表為觀測與格點(測站位置)的 U50。橫軸為重現期(年,不等間距)，縱軸為風速值(m/s)。