

預報系統 (CWB/WRF 系集預報) 風能

本產品分為風速、風能密度、風能發電量。利用本局區域預報系統(CWB/WRF 系集預報)所產製100米高度的氣象預報資料[東西風(m/s)、南北風(m/s)、氣壓(hpa)、溫度(°C)、比溼(kg/kg)]，將模式輸出的東西風及南北風計算出100米高度的風向及風速，再透過簡易運算式將風速轉換成風能密度及風能發電量。由於系集預報資料組數眾多，先求出資料的最大值、最小值、中位數、及第一與第三四分位算出後，最後透過盒鬚圖的方式呈現。

$$\text{風能密度} : \{P = \{C_P\} \times \{p/2\} \times \{A \times V^3\}\}$$

($\{C_p\}$)為風機功率係數，目前極限約為40%， ρ 為密度，A為風機葉片掃掠面積，V為有效風速，3m/s~25m/s)

什麼是WRF系集預報？

系集預報的發展是為了彌補單一模式預報的不足，藉由多個不同的系集成員預報，期望系統能包含模式預報的不確定性，並且將不確定性量化，以提供未來的預報機率。CWB區域系集預報系統主要是由WRF 3DVAR和WRF模式組成，據以建構一個以WRF前置處理和模式預報之系集預報系統。

中央氣象局於民國94年引進WRF 3DVAR客觀分析和WRF模式，歷經2年之測試、改進，並介接CWB GFS所提供之預報邊界條件，使其融合於本局數值天氣預報模式作業環境，建構一完整之中尺度數值天氣資料同化系統。本系集預報系統使用CWB WRF資料同化系統之架構，透過模式初始場擾動、模式邊界條件擾動和模式預報擾動等方式產生系集預報成員，進而建立此一系集預報系統。此系統命名為CWB區域系集預報系統 (CWB WEPS)，本系統於民國106年進行更新，為WEPS2.0版，並於民國106年9月30日正式上線作業。

WRF系集預報的作業方式

CWB WEPS模式使用10組邊界條件擾動、20組初始場擾動和20組不同之模式物理參數法設定，產生20組系集成員。預報作業每日執行四次，分別為每日的00 UTC、06 UTC、12 UTC和18 UTC，每次需產生20個系集預報成員之預報結果，即每日產生80組預報結果。

CWB WEPS模式解析度為15/3公里，積分範圍如圖1所示，模式版本為WPS V3.8.1、WRF VAR V3.8.1和WRF V3.8.1等。輸出格式為NETCDF格式，經內插至不同等壓面及10米、100米等高度層後轉換為DMS格式以提供給下游使用者。Domain 1為每3小時預報，而Domain 2為逐時預報，備份NETCDF格式資料，線上儲存3天，DMS格式資料備份線上儲存3年。

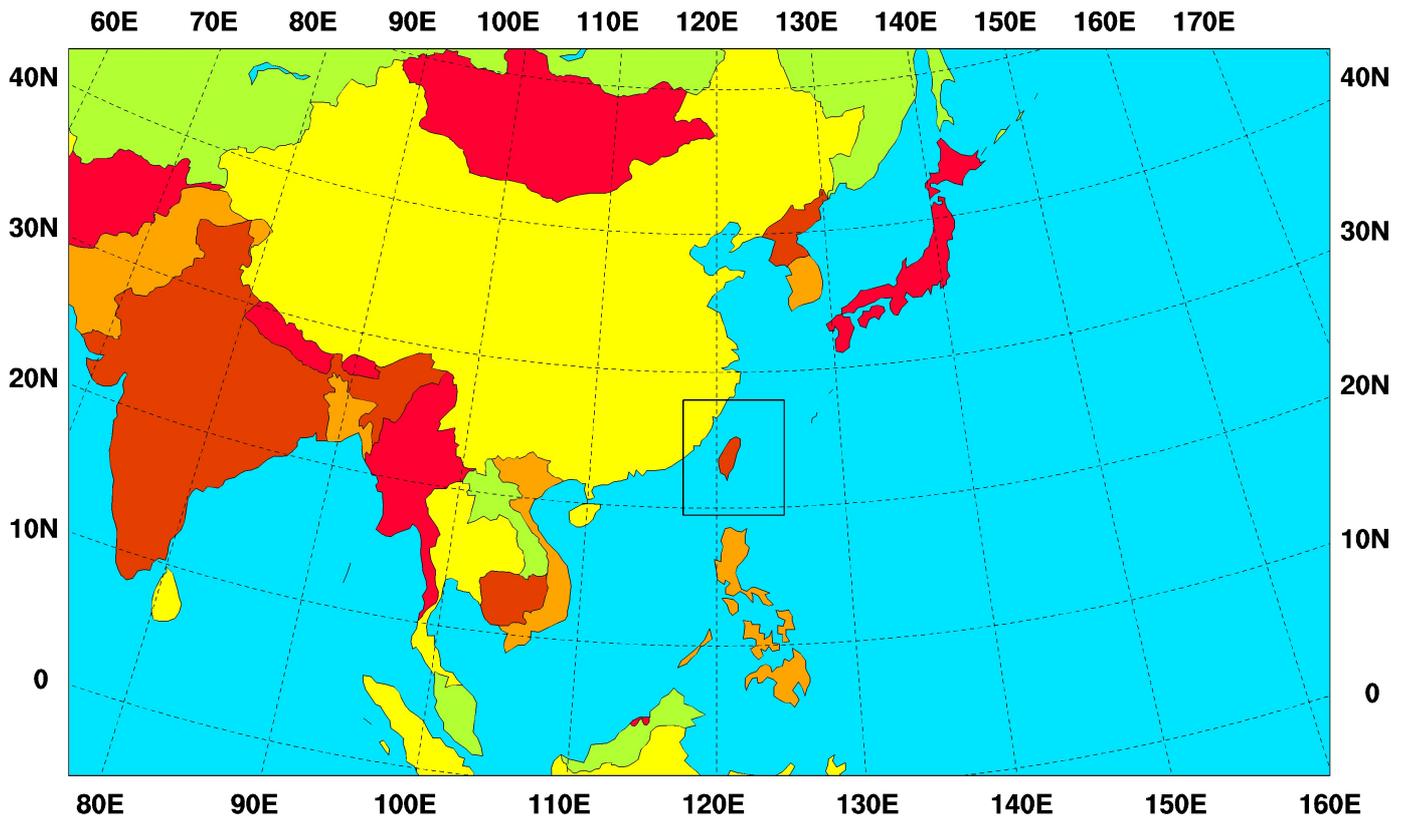


圖1，CWB WRFs 積分範圍

	Domain 1	Domain 2
巢狀網格設定		
投影法	Lambert	
網格解析度(km)	15 km	3 km
X方向格點數	662	266
Y方向格點數	386	306
垂直層數	45 (1,0.9965,0.992,0.9865,0.9795,0.971,0.961, 0.9495,0.9365, 0.9216,0.905,0.887,0.8675, 0.8465,0.824,0.7995,0.773,0.745,0.715,0.683, 0.65,0.616,0.581,0.546,0.5115,0.4775,0.4445, 0.413,0.3835,0.3558,0.3299,0.3057,0.2831, 0.262,0.2422,0.2235,0.2058,0.1892,0.1735, 0.1585,0.1442,0.1306,0.1177,0.1055,0.094, 0.0828,0.0719,0.061,0.05,0.038,0.021,0)	
參考經度	120°	
參考緯度	10°、40°	
中心經度	118.5891° E	121.3729° E
中心緯度	27.06553° N	23.71372° N
模式頂高度(Pa)	2000 Pa	2000 Pa
積分時間間隔	90 s	18 s
DMS 輸出X方向格點數	661	263
DMS 輸出Y方向格點數	385	303
DMS 輸出左下端點座標	-5.693676° N, 78.02556° E	19.48862° N, 117.4644° E
DMS 輸出右上端點座標	43.28705° N, -179.5461° E	27.83573° N, 125.5568° E

表一：模式網格設定資訊

100M風速的產出

100米高度的資料，是透過模式輸出層場中，最接近100米高度的兩層內插而得。首先判斷100米位於模式資料中的哪兩層，若是低於模式最低層，則由地面場(2米/10米)和模式最低層進行線性內插而得。

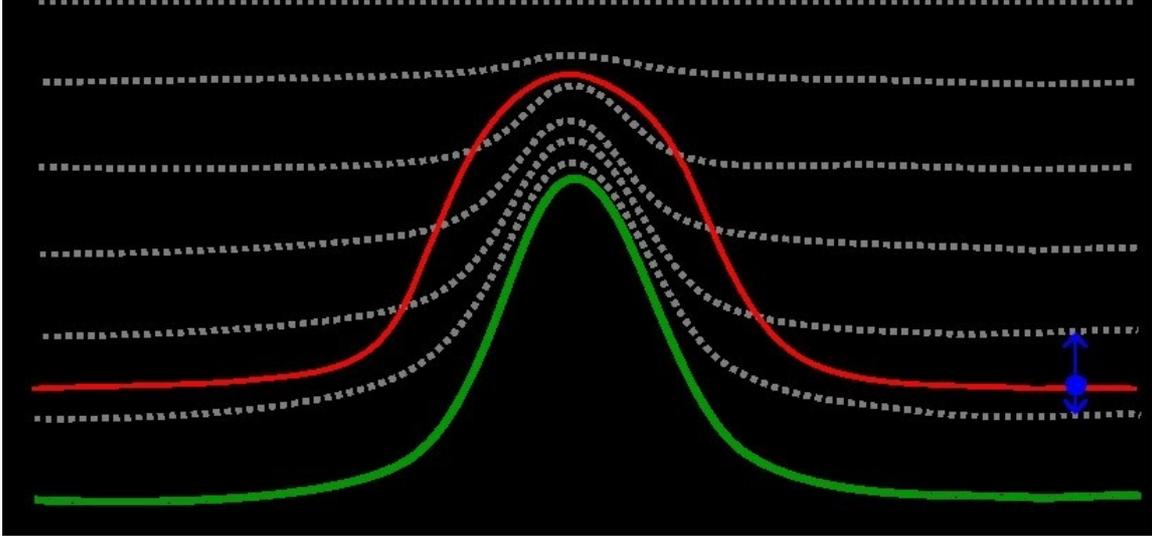


圖2 模式100公尺高度示意圖

灰色虛線為模式層，綠色為地面，紅色為100公尺高度線。

圖中藍點(100公尺高)位在模式第1層和第2層之間，藍點值則由第1層和第2層內差而得。

風能計算方法

風能即為空氣流動所產生的動能，當空氣流動越快，其蘊含的動能越高。風力發電機的原理是利用風的動能轉動發電機來產生電力，而在目前發電機的有效利用風速範圍大約是3~25 m/s，因此在本計劃的風能計算方法，亦加入有效風速的限制條件，來計算有效風能密度。而根據貝茲極限理論，在物理上風力發電機是無法百分之百擷取風能，因此從風中取出的能量有一個極限值大約59%。

簡易的風能計算可由下式表示:

$$P = C_p \times \frac{\rho}{2} \times A \times V^3$$

(C_p)為風機功率係數;本計劃目前設定為40% ; ρ 為空氣密度; A 為風機葉片掃掠面積，本計劃目前設定為1 (m²); V 為有效風速，3m/s~25m/s)

藉由上述方法取得風能密度，而風能發電量則從風力發電機的啟動風速至切出風速之功率曲線(圖1-1)去做計算。

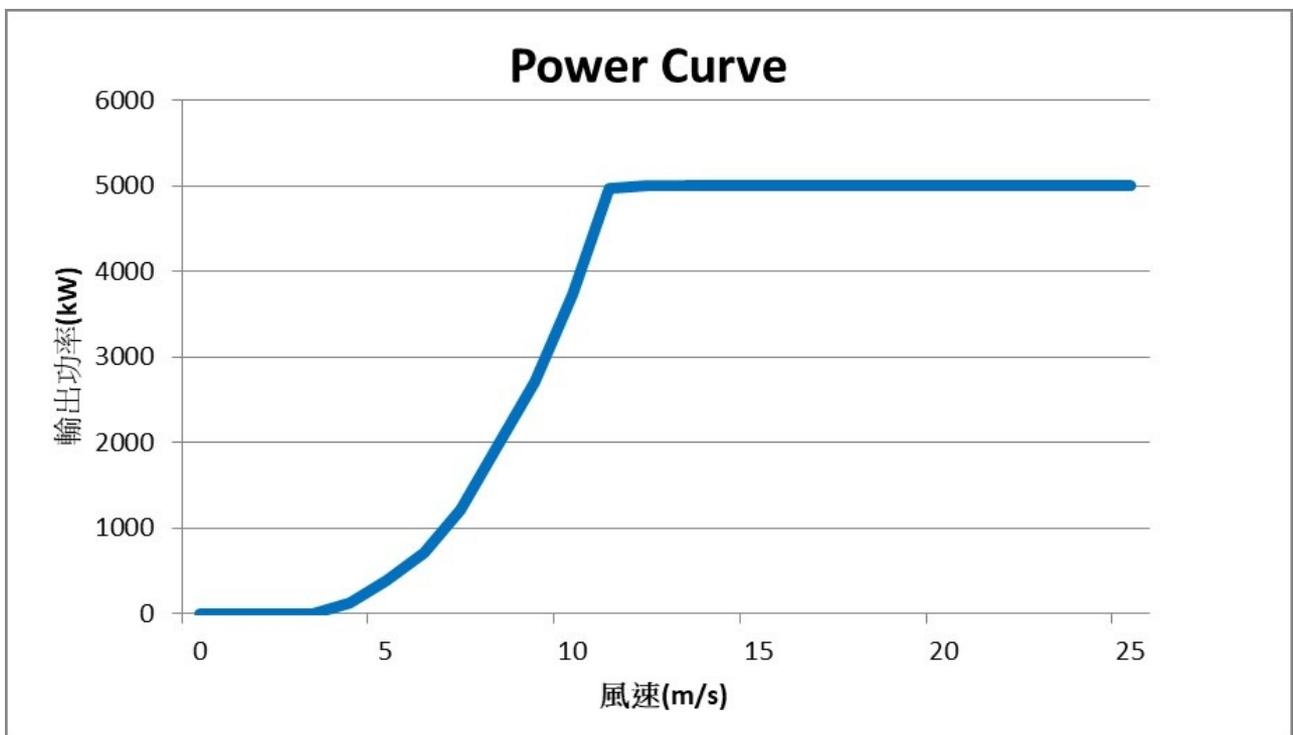


圖1-1 理想功率曲線