

## 附錄三、模式模擬結果性能評估規範

### 壹、空氣品質模式模擬結果性能評估規範

一、本附錄所指空氣品質模式為軌跡類模式及網格類模式。

二、模式模擬後之結果應依下列方法進行定性及定量性能評估，並提出性能評估檢核表。模式模擬性能結果評估應根據中央主管機關公告之空氣品質模式性能評估分區，進行分區範圍內所有中央主管機關之一般、工業、背景、其他和國家公園空氣品質監測站及超級測站、手動測站進行模擬值與監測值之分析比較並說明資料來源。評估  $O_3$  影響時，需同時比較  $NO_2$  及 NMHC，模擬值與監測值須使用小時平均值；評估  $PM_{10}$  或  $PM_{2.5}$  影響時，需同時比較  $SO_2$ 、 $NO_2$ 、 $SO_4^{2-}$  及  $NO_3^-$ ，模擬值與監測值須使用日平均值：

(一)模擬結果定性（繪圖）分析提供監測值與模擬值間重要的定性資訊。各類模式及各模擬期程須進行下列二種定性分析：

1.時間演變比較圖：於模擬期程內各測站所在之模擬值與監測值時序變化趨勢圖。案例季則須分各月繪圖表示。

2.散布圖：於模擬期程內各測站所在之模擬值與監

測值逐時/日成對比較圖。案例季則須分各月繪圖表示。

3.地面等濃度圖：評估 $O_3$ 影響時，需選擇適當時間（ $O_3$ 一般為 12:00-17:00）繪出；若評估 $PM_{10}$ 、 $PM_{2.5}$ 影響，需選擇模擬期程每日繪製。另須繪製月平均地面等濃度圖。

(二)模擬結果定量（統計）分析提供標準比對值與模擬值間重要的定量資訊。各模擬期程須依評估 $O_3$ 或 $PM_{10}$ 、 $PM_{2.5}$ 進行下列定量分析。案例季模擬結果需逐月進行評估。評估 $O_3$ 計算前得先剔除 $O_3$ 監測值小於 40 ppb 監測數據，並進行下列四種定量指標分析：

- 1.非配對峰值常化偏差（Maximum peak normalized Bias, MB）：同一天 $O_3$ 最大監測小時濃度值與最大模擬小時濃度值常化偏差。本定量分析 $O_3$ 標準為 $\pm 10\%$ 以內。
- 2.配對值常化偏差（Mean Normalized Bias, MNB）：同一小時 $O_3$ 、 $NO_2$ 、NMHC 模擬與監測平均濃度之常化偏差。本定量分析 $O_3$ 標準為 $\pm 15\%$ 以內， $NO_2$ 、NMHC 標準為 $-40\% \sim +50\%$ 以內。
- 3.配對值絕對常化誤差（Mean Normalized Error, MNE）：同一小時 $O_3$ 、 $NO_2$ 、NMHC 模擬與監測

平均濃度之絕對常化誤差量。本定量分析 $O_3$ 標準為百分之三十五以內， $NO_2$ 、NMHC 標準為百分之八十以內。

- 4.相關係數( Correlation coefficient, R): 同一小時( 日 )  
 $O_3$ 、 $NO_2$ 、NMHC 所有模擬與監測濃度之相關係數。本定量分析 $O_3$ 標準為0.45 以上， $NO_2$ 、NMHC 標準為 0.35 以上。

評估 $PM_{10}$ 、 $PM_{2.5}$ 須進行下列三種定量指標分析：

- 1.配對值分數偏差 ( Mean Fractional Bias, MFB ): 同一日 $PM_{10}$ 或 $PM_{2.5}$ 、 $SO_2$ 、 $NO_2$ 模擬與監測平均濃度之分數偏差。本定量分析 $PM_{10}$ 或 $PM_{2.5}$ 標準為 $\pm 35\%$ 以內， $SO_2$ 、 $NO_2$ 標準為 $\pm 65\%$ 以內。
- 2.配對值絕對分數誤差 ( Mean Fractional Error, MFE ): 計算同一日 $PM_{10}$ 或 $PM_{2.5}$ 、 $SO_2$ 、 $NO_2$ 所有模擬與監測平均濃度之絕對分數誤差量。本定量分析 $PM_{10}$ 或 $PM_{2.5}$ 標準為百分之五十五以內， $SO_2$ 、 $NO_2$ 標準為百分之八十五以內。
- 3.相關係數( Correlation coefficient, R ): 同一日 $PM_{10}$ 或 $PM_{2.5}$ 、 $SO_2$ 、 $NO_2$ 所有模擬與監測濃度之趨勢相關性。本定量分析 $PM_{10}$ 或  $PM_{2.5}$ 標準為 0.5 以上， $SO_2$ 、 $NO_2$ 標準為 0.45 以上。

進行上述定量指標分析時，除模擬區域範圍內全部

測站平均結果須符合各定量指標標準值外，各指標於模擬區域範圍內符合其標準值之測站數須達到該模擬區域範圍內總測站數百分之六十以上。

三、模式評估結果應符合第二點所列目標。如果模擬結果經定量方法無法落於第二點所列目標或定性方法顯示模擬結果不佳時，輸入資料在經過嚴謹的敏感度測試分析下，若顯示輸入資料有明顯高估或低估情形，則允許合理的調整輸入資料以獲得較好之模式模擬結果，但此調整方式應有詳細完整之說明。

四、前述性能評估檢核表應使用中央主管機關指定之網站所公告格式。

## 貳、氣象模式模擬結果性能評估規範

一、本附錄所稱氣象模式係指產生軌跡類及網格類空品模式所需氣象資料之方法。

二、模擬結果用於性能評估之氣象模擬參數為溫度、風速及風向。

三、進行性能評估時，應以測站位置所在網格或相鄰網格之模擬結果擇一與該測站觀測結果進行比較。如模式產生氣象模擬資料過程中需加入觀測資料，則於性能評估時，應增加利用「測站自我排除法」產生待評估測站之模擬值，並與觀測值比較。前述「測站自我排

除法」係指客觀分析法產生特定測站之模擬值時，必須不使用該特定測站本身之氣象觀測資料，僅能使用該特定測站以外之其餘測站之氣象觀測資料，產生該特定測站之模擬值。

四、氣象資料之模擬結果與交通部中央氣象局測站觀測資料應依下列方法進行定性及定量性能評估，並檢附性能評估檢核表。氣象性能評估應根據中央主管機關公告之空氣品質模式性能評估分區，進行分區範圍內所有交通部中央氣象局測站進行氣象模擬參數模擬值與監測值之比較：

(一)模擬結果定性（繪圖）分析提供監測值與模擬值間重要的定性資訊，各模擬期程須進行下列三種定性分析，並檢附交通部中央氣象局或其他政府單位之天氣圖以供比較：

- 1.時間演變比較圖：於模擬期程內模擬值與監測值  
時序變化趨勢圖。針對風向評估應繪製模擬值與  
監測值之向量時序圖。如為案例季則須分月繪圖。
- 2.散布圖：於模擬期程內模擬值與監測值逐時/日成  
對比較圖。如為案例季則須分月繪圖。
- 3.平面風場分布圖：於模擬期程內風場模擬值與監  
測值在模擬範圍內之空間分布圖。選擇模擬期程  
每日臺灣時間 08:00、14:00、20:00及次日 02:00

分別繪製，且須繪製月平均值地面分布圖。

(二)模擬結果定量（統計）分析提供標準比對值與模擬值間重要的定量資訊。各模擬期程需進行下列五種定量分析並符合標準。於計算前得針對模擬期程內剔除下列天氣型態，包括交通部中央氣象局分類標準之大豪雨、超大豪雨、陸上颱風警報（或其他可能影響測站監測值正確性之天氣類型，使用者需提出說明）之數據，案例季則是分月進行評估：

- 1.配對值偏差（Mean Biased Error, MBE）：針對溫度及風速之每時模擬結果，計算模擬值與觀測值之偏差值。本定量分析溫度標準為 $\pm 1.5^{\circ}\text{C}$  以內，風速標準為 $\pm 1.5\text{m/s}$  以內。
- 2.配對值絕對值偏差（Mean Absolute Gross Error, MAGE）：針對溫度之每時模擬結果，計算模擬值與觀測值之絕對值偏差。本定量分析溫度標準為 $3^{\circ}\text{C}$  以內。
- 3.配對值均方根誤差（Root Mean Square Error, RMSE）：針對風速之每時模擬結果，計算模擬值與觀測值之均方根誤差。本定量分析風速標準為 $3\text{ m/s}$  以內。
- 4.風向配對值標準化偏差（Wind Normalized Mean Bias, WNMB）：針對風向之每時模擬結果，計算

模擬值與觀測值之標準化偏差。本定量分析風向標準為 $\pm 10\%$ 以內。

5.風向配對值標準化絕對值偏差 (Wind Normalized Mean Error, WNME): 針對風向之每時模擬結果, 計算模擬值與觀測值之標準化絕對值偏差。本定量分析風向標準為百分之三十以內。

進行上述定量指標分析時, 除模擬區域範圍內全部測站平均結果須符合各定量指標標準值外, 各指標於模擬區域範圍內符合其標準值之測站數須達到該模擬區域範圍內總測站數百分之六十以上。

五、前述性能評估檢核表應使用中央主管機關指定之網站所公開格式。

## 參、性能評估統計方法

### 一、變數說明：

$P_{i,j,k}$ =第 j 天、第 i 小時、第 k 測站之模擬值

$O_{i,j,k}$ =第 j 天、第 i 小時、第 k 測站之監測值

$P_{i,k}$ =第 i 小時 (日) 第 k 測站之模擬值

$O_{i,k}$ =第 i 小時 (日) 第 k 測站之監測值

$N$ =所有模擬小時 (日) 數

$M$ =所有測站數

$\text{Max}$ =第 j 天、第 k 測站最大小時值

$\bar{P}$ =模擬區域範圍內所有測站之所有小時平均模擬值

$\bar{O}$ =模擬區域範圍內所有測站之所有小時平均監測值

$S_p$ =模擬區域範圍內所有測站之所有小時模擬值之標準偏差

$S_o$ =模擬區域範圍內所有測站之所有小時監測值之標準偏差

二、非配對峰值常化偏差 (Maximum peak normalized Bias, MB) :

$$MB = \frac{1}{M \times N} \sum_{k=1}^M \sum_{j=1}^N \left( \frac{Max_{i=1}^{24}(P_{i,j,k}) - Max_{i=1}^{24}(O_{i,j,k})}{Max_{i=1}^{24}(O_{i,j,k})} \right)$$

三、配對值常化偏差 (Mean Normalized Bias, MNB) :

$$MNB = \frac{1}{M \times N} \sum_{k=1}^M \sum_{i=1}^N \left( \frac{P_{i,k} - O_{i,k}}{O_{i,k}} \right)$$

四、配對值絕對常化誤差 (Mean Normalized Error, MNE) :

$$MNE = \frac{1}{M \times N} \sum_{k=1}^M \sum_{i=1}^N \left| \frac{P_{i,k} - O_{i,k}}{O_{i,k}} \right|$$

五、配對值分數偏差 (Mean Fractional Bias, MFB) :

$$MFB = \frac{2}{M \times N} \sum_{k=1}^M \sum_{i=1}^N \left( \frac{P_{i,k} - O_{i,k}}{P_{i,k} + O_{i,k}} \right)$$

六、配對值之絕對分數誤差 (Mean Fractional Error, MFE) :

$$MFE = \frac{2}{M \times N} \sum_{k=1}^M \sum_{i=1}^N \left| \frac{P_{i,k} - O_{i,k}}{P_{i,k} + O_{i,k}} \right|$$



七、配對值偏差 (Mean Biased Error, MBE) :

$$MBE = \frac{1}{M \times N} \sum_{k=1}^M \sum_{i=1}^N (P_{i,k} - O_{i,k})$$

八、配對值絕對值偏差 (Mean Absolute Gross Error, MAGE) :

$$MAGE = \frac{1}{M \times N} \sum_{k=1}^M \sum_{i=1}^N |P_{i,k} - O_{i,k}|$$

九、風向配對值標準化偏差 (Wind Normalized Mean Bias, WNMB) :

$$WNMB = \frac{\sum_{k=1}^M \sum_{i=1}^N (P_{i,k} - O_{i,k})}{M \times N \times 360^\circ} \times 100\%$$

十、風向配對值標準化絕對值偏差 (Wind Normalized Mean Error, WNME) :

$$WNME = \frac{\sum_{k=1}^M \sum_{i=1}^N |P_{i,k} - O_{i,k}|}{M \times N \times 360^\circ} \times 100\%$$

十一、配對值均方根誤差 (Root Mean Square Error, RMSE) :

$$RMSE = \left[ \frac{1}{M \times N} \sum_{k=1}^M \sum_{i=1}^N (P_{i,k} - O_{i,k})^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

十二、相關係數 (Correlation coefficient, R) :

$$R = \frac{1}{M \times N} \sum_{k=1}^M \sum_{i=1}^N \left[ \frac{(P_{i,k} - \bar{P})(O_{i,k} - \bar{O})}{S_P S_O} \right]$$

$$\bar{P} = \frac{1}{M \times N} \sum_{k=1}^M \sum_{i=1}^N P_{i,k}$$

$$\bar{O} = \frac{1}{M \times N} \sum_{k=1}^M \sum_{i=1}^N O_{i,k}$$

$$S_P = \left[ \frac{1}{M \times N} \sum_{k=1}^M \sum_{i=1}^N (P_{i,k} - \bar{P})^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$S_O = \left[ \frac{1}{M \times N} \sum_{k=1}^M \sum_{i=1}^N (O_{i,k} - \bar{O})^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$