

網格類公告空氣品質模式 **CMAQ** 使用規範

2022年2月22日修訂

壹、名詞定義：

- 一、**CMAQ**：全名為社群多尺度空氣品質（**Community Multiscale Air Quality**）光化網格模式，為美國環保署所發展的網格類空氣品質模式，可模擬一般大氣環境的空氣品質。完整 **CMAQ** 模式組合包含一系列相關功能與工具，除了光化網格模式本身，亦包含相關前處理與後處理工具的組合。原始 **CMAQ** 模式為社群模式，模式與相關文件皆可由網站上取得。
- 二、公告模式：指行政院環境保護署於指定網站公告之空氣品質模式，可供民眾利用進行空氣品質模擬，在符合相關規範的模擬條件下，其模擬結果得免除或減少相關模式審查。
- 三、背景排放資料與背景模擬（或基本案例模擬）：背景排放資料指臺灣與附近區域在一般情況下人為與自然所排放之空氣污染物。背景模擬則指使用前述之背景排放資料，以及符合相關規範的模擬條件下，進行空氣品質模擬所得之模擬案例。
- 四、增量（或減量）模擬：指在符合相關規範的模擬條件下，使用公告模式提供之工具修正公告模式提供之背景排放資料，並進行之空氣品質模擬。
- 五、工作指令集或執行腳本：指在電腦執行某項工作時所應該下的一系列指令，將其集合為一個指令集文字檔，成為可執行的批次檔。

貳、適用對象：本規範適用於使用 **CMAQ** 公告模式進行空氣品質模擬者，使用者應按照本規範與相關指引或手冊使用 **CMAQ** 公告模式，包括使用的程式、執行檔、參數、設定、與資料，均應按照本規範之規定使用。

參、規範目的：本規範訂定的目的是為了讓使用者在使用 **CMAQ** 公告模式進行空氣品質模擬時，能遵循本規範相關規定，以確保正確使用公告模式得到正確模擬結果。

肆、**CMAQ** 公告模式包含內容：網格類公告模式 **CMAQ** 包括 **CMAQ** 模式程式碼與執行檔，以及執行 **CMAQ** 模式所需的附屬的相關資料，包括工作指令集或執行腳本、控制參數、以及必要的輸入資料，另外，亦附上摘要模擬結果，各種內容詳細說明如下：

- 一、模式原始碼：**CMAQ** 模式原始程式碼檔
- 二、模式執行檔：可在指定電腦使用 **CMAQ** 公告模式之模式執行檔
- 三、工作指令集與執行腳本：執行 **CMAQ** 所需之工序指令或腳本

四、參數設定檔：執行 **CMAQ** 公告模式所需之設定或參數檔

五、模式輸入資料，包括：

1. 初始條件：執行模式所需之初始條件
2. 邊界條件：執行模式所需之邊界條件
3. 氣象資料：執行模式所需之氣象資料
4. 排放資料：執行模式所需之排放資料
5. 其他資料：執行模式所需之其他相關資料

六、模式輸出資料，包括：

1. 模式執行過程之紀錄檔
2. 模式模擬結果輸出摘要檔

伍、**CMAQ** 公告模式的使用規定：

一、**CMAQ** 公告模式使用方式有兩種，說明如下：

1. 直接使用：在指定的電腦平台，使用指定之工作指令集、模式執行腳本、控制參數檔、模式執行檔、與輸入資料檔，來執行公告模式進行空氣品質模擬。
2. 下載使用：自指定網站下載公告模式程式碼與相關資料至個人使用的工作電腦，並自行編譯模式執行檔，但執行模式時，仍應使用指定之控制參數檔與輸入資料檔。

二、**CMAQ** 公告模式的使用方式應為上兩種之一，且使用的模式版本與設定參數，以及所有輸入的資料，都必須使用公告模式所附之資料。一般使用者使用公告模式的認定若有爭議，應由中央主管機關裁定。

三、詳細的 **CMAQ** 公告模式使用方式，包括直接使用與下載使用方式，應參考「公告模式使用方法與指引」，下載 **CMAQ** 公告模式並使用。

四、直接在指定平台使用 **CMAQ** 公告模式者，應使用公告模式所附之執行檔進行空氣品質模擬。

五、**CMAQ** 公告模式下載使用者應以公告模式所附之原始程式碼與模組設定，配合使用者自己的工作電腦平台、編譯器、與程式庫，編譯出適合使用者自己電腦平台的執行檔。

六、使用 **CMAQ** 公告模式進行空氣品質模擬時，模擬區域的設定、垂直層的設定、以及網格解析度的設定，應使用公告模式之設定。

七、使用 **CMAQ** 公告模式進行空氣品質模擬時，模擬期程應使用中央主管機關公布之案例年的案例月或案例季

八、使用 **CMAQ** 公告模式進行空氣品質模擬時，執行時所需的設定或參數，應使用公告模式所附之參數設定檔。

九、使用 **CMAQ** 公告模式進行空氣品質模擬時，執行時所需輸入之初始條件資料、邊界條件資料、氣象資料、與其他必要輸入資料，應使用公告模式所附之相關資料。

- 十、使用 **CMAQ** 公告模式進行空氣品質模擬時，執行時所需輸入之背景排放資料，應使用公告模式所附之背景排放資料。
- 十一、使用 **CMAQ** 公告模式進行污染增量模擬時，排放資料輸入檔得視模擬需求增加或修改，並可修改執行腳本中排放資料相關設定。新增之排放量，應依照環保署公告模式規定之格式整理排放物種與相關參數，並透過公告模式提供之排放量處理程式輸出相關檔案，建立可供公告模式執行空氣品質模擬之新排放檔。
- 十二、使用 **CMAQ** 公告模式進行污染減量或抵扣模擬時，排放資料輸入檔得視模擬需求修改，或修改排放設定檔，並可修改執行腳本中排放資料相關設定。減量或扣抵之排放量，應使用中央主管機關公告模式提供之排放量處理程式進行調整，建立可供公告模式執行空氣品質模擬之新排放檔。
- 十三、執行 **CMAQ** 公告模式時，應使用公告模式所附之工序指令或執行腳本，此工序指令集與執行腳本得根據使用者需求，修改模擬期程起訖時間，以及資料檔案儲存路徑。
- 十四、下載使用 **CMAQ** 公告模式進行空氣品質模擬時，為避免電腦平台差異造成之誤差影響分析結果，應使用公告模式之背景排放資料，以及其他公告模式之相關參數、設定、與資料，重新進行背景案例模擬，並通過模擬結果性能校驗，性能校驗方法與計算如附錄一。
- 十五、使用 **CMAQ** 公告模式進行空氣品質模擬，並進行增量或減量分析時，應以同電腦平台產生之背景或基本案例模擬結果作為後續分析的基礎，且除排放資料相關設定與檔案外，其餘參數、設定、輸入資料應完全相同，以確保模擬結果差異為排放量造成。在指定電腦直接使用公告模式模擬者，得直接使用公告模式所附之背景模擬輸出結果進行後續分析。
- 十六、使用 **CMAQ** 公告模式進行空氣品質模擬，其模擬結果如須進行性能評估或性能校驗時，應使用中央主管機關公告之公告模式性能評估工具或性能校驗工具，進行模擬結果處理與分析。

陸、本規範相關規定事項，未盡事宜應參考公告模式其他相關文件，若產生爭議，其認定由中央主管機關為之。

附錄一、CMAQ 公告模式模擬結果性能校驗規範

1. 本附錄所指性能校驗的目的主要為確認 CMAQ 公告模式使用者是否依照相關規定正確使用 CMAQ 公告模式。
2. CMAQ 公告模式使用者應依本附錄之規定進行 CMAQ 公告模式模擬結果性能校驗，並提出性能校驗檢核結果，以供查核驗證。
3. 性能校驗物種包括 O₃、NO₂、SO₂、NMHC、PM_{2.5}、與 PM₁₀。
4. 性能校驗站點如附表一所示。
5. 性能校驗之計算方法為針對所有性能校驗物種、所有性能校驗站點在模擬期間每小時進行配對值分數誤差（Mean Fractional Error, MFE）計算，並對模擬期間取算術平均值，配對值分數誤差平均值計算公式如下：

$$MFE_{j,k} = \frac{2}{N} \sum_{i=1}^N \left| \frac{S1_{i,j,k} - S2_{i,j,k}}{S1_{i,j,k} + S2_{i,j,k}} \right|$$

其中 i 為小時足碼， j 為校驗物種足碼， k 為校驗站點足碼， $S1_{i,j,k}$ 為下載之公告模式背景模擬摘要輸出結果於第 i 小時第 j 校驗物種第 k 校驗站點之模擬值， $S2_{i,j}$ 為公告模式下載使用者自行進行背景模擬之摘要輸出結果於第 i 小時第 j 校驗物種第 k 校驗站點之模擬值， N 為總模擬小時數。

6. 性能校驗應對各校驗物種、各校驗站點計算配對值分數誤差於模擬期間之平均值，並完成性能校驗檢核表，如附表二。
7. 各物種於所有校驗站點之模擬期間配對值分數誤差平均值均不得大於 0.5%。

附表一、性能校驗站點位置（WGS84）

站點名稱	緯度	經度	站點名稱	緯度	經度	站點名稱	緯度	經度
富貴角	25.29228	121.54738	龍潭	24.863869	121.21635	新營	23.305633	120.317250
陽明	25.182722	121.529583	新竹	24.805619	120.972075	善化	23.115097	120.297142
萬里	25.179667	121.689881	竹東	24.740644	121.088903	安南	23.048197	120.217500
淡水	25.164500	121.449239	頭份	24.696969	120.898572	臺南	22.984581	120.202617
基隆	25.129167	121.760056	苗栗	24.565269	120.820200	美濃	22.883583	120.530542
士林	25.105417	121.515389	三義	24.382942	120.758833	橋頭	22.757506	120.305689
林口	25.077197	121.376869	豐原	24.256586	120.741711	楠梓	22.733667	120.328289
三重	25.072611	121.493806	沙鹿	24.225628	120.568794	仁武	22.689056	120.332631
菜寮	25.068950	121.481028	西屯	24.162197	120.616917	左營	22.674861	120.292917
汐止	25.067131	121.642300	忠明	24.151958	120.641092	屏東	22.673081	120.488033
大同	25.063200	121.513311	線西	24.131672	120.469061	前金	22.632567	120.288086
中山	25.062361	121.526528	大里	24.099611	120.678444	鳳山	22.627392	120.358083

大園	25.060344	121.201811	彰化	24.066000	120.541519	復興	22.608711	120.312017
松山	25.050000	121.578611	埔里	23.968842	120.967903	前鎮	22.605386	120.307564
萬華	25.046503	121.507972	員林	23.962275	120.563832	小港	22.565833	120.337736
新莊	25.037972	121.432500	二林	23.925175	120.409653	大寮	22.564136	120.425311
觀音	25.035503	121.082761	南投	23.913000	120.685306	潮州	22.523108	120.561175
古亭	25.020608	121.529556	大城	23.854931	120.269642	林園	22.479500	120.411750
永和	25.017000	121.516306	崙背	23.757547	120.348742	枋寮	22.386612	120.601881
板橋	25.012972	121.458667	竹山	23.756389	120.677306	恆春	21.958069	120.788928
桃園	24.986778	121.308722	麥寮	23.753506	120.251825	宜蘭	24.747917	121.746394
土城	24.982528	121.451861	斗六	23.711853	120.544994	冬山	24.632203	121.792928
新店	24.977222	121.537778	臺西	23.702175	120.199333	花蓮	23.971306	121.599769
中壢	24.953278	121.221667	新港	23.554839	120.345531	關山	23.045083	121.161933
平鎮	24.952786	121.203986	朴子	23.467122	120.247811	臺東	22.755358	121.150450
湖口	24.900142	121.038653	嘉義	23.462778	120.440833	馬公	23.569031	119.566158

附表二、性能校驗檢核表

	O ₃	NO ₂	SO ₂	NMHC	PM _{2.5}	PM ₁₀
富貴角						
陽明						
萬里						
淡水						
基隆						
士林						
林口						
三重						
菜寮						
汐止						
大同						
中山						
大園						
松山						
萬華						
新莊						
觀音						
古亭						
永和						
板橋						
桃園						
土城						
新店						
中壢						

平鎮						
湖口						
龍潭						
新竹						
竹東						
頭份						
苗栗						
三義						
豐原						
沙鹿						
西屯						
忠明						
線西						
大里						
彰化						
埔里						
員林						
二林						
南投						
大城						
崙背						
竹山						
麥寮						
斗六						
臺西						
新港						
朴子						
嘉義						
新營						
善化						
安南						
臺南						
美濃						
橋頭						
楠梓						
仁武						
左營						
屏東						
前金						
鳳山						
復興						
前鎮						
小港						

大寮						
潮州						
林園						
枋寮						
恆春						
宜蘭						
冬山						
花蓮						
關山						
臺東						
馬公						
最大值						
規範值	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%
是否合格						