

排放管道中氣體組成檢測方法－奧賽德方法(NIEA A003.72C)草案總說明

為配合空氣污染防治法之檢測需求，執行排放管道中氣體組成之檢測參考美國環保署方法(U.S. EPA Method 3)及檢測實務，爰依空氣污染防治法第四十九條第三項，整併現行檢測相關規定，擬具「排放管道中氣體組成檢測方法－奧賽德方法(NIEA A003.72C)」草案，其要點如下：

一、本方法適用於排放管道中氣體組成檢測。

二、本方法是將固定體積之排放管道氣體導入奧賽德(Orsat)裝置中，以三瓶吸收瓶依序吸收樣品中之二氧化碳、氧氣及一氧化碳，然後依據讀數值計算出各成分所占體積百分比，並可計算出氣體乾基分子量。

排放管道中氣體組成檢測方法－奧賽德方法(NIEA A003.72C)草案

公告	說明
主旨：訂定「排放管道中氣體組成檢測方法－奧賽德方法(NIEA A003.72C)」，並自中華民國一百十五年十二月十五日生效。	方法名稱及生效日期。
依據：空氣污染防制法第四十九條第三項。	法源依據。
公告事項：環境檢測標準方法內容詳如附件。	方法內容。

排放管道中氣體組成檢測方法－奧賽德方法草案

NIEA A003.72C

一、方法概要

本方法是將固定體積之排放管道氣體導入奧賽德(Orsat)裝置中，以三瓶吸收瓶依序吸收樣品中之二氧化碳、氧氣及一氧化碳，然後依據讀數值計算出各成分所占體積百分比，並可計算出氣體乾基分子量。

二、適用範圍

本方法適用於測定排放管道中氣體組成，包括二氧化碳、氧氣及一氧化碳三種氣體，合計氣體體積在 0.2 % 至 30 % 範圍。

三、干擾

酸性氣體如二氧化硫及氯化氫等，可能干擾二氧化碳量測；而氧化亞氮、氨及不飽和碳氫化合物如丙酮、乙炔等，則可能影響氧氣的量測。

四、設備與材料

- (一) 採樣管：可使用不鏽鋼或硼矽酸鹽玻璃管搭配排放管道內外過濾裝置（亦可填塞玻璃棉達到過濾目的），以便去除微粒物質；亦可使用其他材質採樣管進行採樣，但其材料需能耐高溫，且不與排放管道氣體產生反應，此類材質包含鋁、銅、石英等。
- (二) 採樣幫浦：可使用單向擠壓式氣球或幫浦等類似設備，便於採集與輸送氣體樣本進行分析。
- (三) 採氣袋：採氣袋可為塑膠製品，如泰勒(Tedlar)、美樂(Mylar)、鐵氟龍(Teflon)等材質之採氣袋，或為具鋁薄膜製品，如鋁質美樂採樣袋，以及其他類似製品。

(四) 奧賽德分析裝置 (如附圖)

1. 吸收瓶中裝有許多玻璃細管，以增加接觸面積。
2. 水準瓶裝入 22 % 之食鹽水。
3. 每一個閥連接處均塗以凡士林，或用矽膠油潤滑，並避免漏氣。
4. 奧賽德分析裝置有效量測最小刻度應為 0.1 mL。
5. 各裝置包括如下：氣體玻璃量管、吸收瓶、水準瓶、水封套管、分配管（連結至各吸收瓶，內徑 1 mm 至 1.2 mm）、連接管（連結氣體玻璃量管及水準瓶）、橡膠（或適當材質）袋（吸收液與大氣隔絕用）、三通活栓及雙通活栓等。

五、試劑

- (一) 試劑水：適用一般檢測分析，其比電阻應在 $10\text{ M}\Omega\text{-cm}$ 以上。
- (二) 甲基橙(Methyl orange)溶液：取甲基橙 1 g 溶於試劑水 100 mL。
- (三) 鹽酸(Hydrochloric acid)(2+98)：取 2 mL 濃鹽酸加於試劑水中，稀釋至 100 mL。
- (四) 封液：取氯化鈉(NaCl) 55 g 加試劑水 250 mL 配製 22 % (w/v) NaCl 溶液，再加鹽酸(2+98) 2 mL 及甲基橙溶液 1 mL 至 2 mL，使其呈現紅色食鹽水，易於觀測。
- (五) 氫氧化鉀(KOH)溶液 (CO₂ 之吸收液)：取 60 g KOH 加試劑水 200 mL 於褐色瓶中混合。
- (六) 鹼性 Pyrogallol 溶液 (O₂ 之吸收液)：先取 60 g KOH 加試劑水 100 mL 配製成(A)溶液，另取 Pyrogallol (C₆H₃(OH)₃) 12 g 加試劑水 100 mL 配製成(B)溶液，再將(A)、(B)溶液於褐色瓶中混合。
- (七) 氯化亞銅(Cu₂Cl₂)之氨水溶液 (CO 之吸收液)：取 NH₄Cl 33g 及 Cu₂Cl₂ (或 CuCl) 27 g，加試劑水至 100 mL，配製成(C)溶液，再加入相對於三分之一(C)溶液體積之氨水 (25 % 以上)。

- (八) 混合標準氣體：供奧賽德分析用，含氧氣濃度 (2 % 至 4%) 且二氧化碳濃度 (14 % 至 18%)、或二氧化碳濃度 (2 % 至 4%) 且氧氣濃度約 15 % 之鋼瓶氣體，其品質須能追溯至國家或國際標準。

六、採樣與保存

- (一) 採樣點：採氣管須插入排放管道橫截面 1/2 至 1/3 位置，或距離排放管道直徑內壁 1 公尺以上，以採集具代表性氣體。
- (二) 進行採樣管、採氣幫浦及採氣袋相關設備組裝作業，需確保採樣時所有管線必須密合。
- (三) 採樣前至少進行 5 次氣體樣品與管線（含採氣袋）置換作業，然後使用採樣幫浦將氣體採集至採樣袋中，再將採樣氣體送至奧賽德分析裝置中，進行氣體組成百分比分析。
- (四) 本方法須於現場直接檢測，樣品無須保存及運送。

七、步驟

- (一) 標線調整：將每個吸收瓶內液體水平面提升至毛細管標線上，然後關上吸收瓶活栓。
- (二) 奧賽德分析裝置使用前，須進行測漏檢查，步驟如下：
1. 吸收液液面調整：分別將每個吸收瓶內液體水平面提升至毛細管標線上，然後關上吸收瓶活栓 c、d、e。
 2. 氣體玻璃量管液面調整：提高水準瓶使氣體玻璃量管液面高度至 20 mL 刻度附近，然後關上三通活栓 f，使氣體玻璃量管氣體與外界阻隔。
 3. 依七、(四) 2. 步驟記錄氣體玻璃量管液面高度位置。
 4. 靜置 4 分鐘後，依七、(四) 2. 步驟觀察氣體玻璃量管液面高度

位置及吸收液毛細管標線之液位是否移動。

- 5.測漏檢查通過之條件：靜置 4 分鐘後，每一個吸收瓶液位不能低於毛細管液位底部，並依七、（四）2.步驟觀察，氣體玻璃量管液位改變不能超過 0.2 mL。

（三）樣品定量

- 1.連接已採樣並夾好夾子或密封之採氣袋。
- 2.將三通活栓 f 打開（僅採氣袋與氣體玻璃量管連通），放下水準瓶（註 1），鬆開採氣袋夾子，使樣品進入氣體玻璃量管中，約採 100 mL 左右。
- 3.調整三通活栓 f（僅氣體玻璃量管與大氣連通），將水準瓶舉高，使氣體玻璃量管中之氣體由三通閥排出（註 2），此即完成分配管及氣體玻璃量管中樣品置換一次。
- 4.重複七、（三）2.、3.之步驟至少三次以上，直到分配管及氣體玻璃量管中之空氣完全被樣品置換為止。
- 5.以七、（三）2.之步驟將樣品導入氣體玻璃量管中，並將水準瓶置於氣體玻璃量管旁，隨時調整水準瓶使其高度與氣體玻璃量管之零點切齊，待氣體玻璃量管之封液面下降至零點時，將採氣袋夾子夾緊，關閉三通活栓 f，使氣體玻璃量管中之氣體與大氣及採氣袋阻隔。
- 6.靜置 5 分鐘後，待樣品溫度與氣體玻璃量管水溫平衡後，將水準瓶上下移動一下，待氣體玻璃量管封液均流下後，調整水準瓶使其封液液面與氣體玻璃量管之封液面切齊。
- 7.觀察水準瓶中之封液與氣體玻璃量管中之封液面重合時，是否恰好於水準瓶零點附近，讀取氣體玻璃量管之標示值至小數點第一位，記錄分析時間及體積於附表中。
- 8.若無法恰好調至零點時，須將樣品之氣體趕出後，再重複七、

(三) 5、6.的步驟調整或利用八、(一)(二)(三)之計算公式作體積百分率之換算。

(四) 二氧化碳吸收

- 1.舉起水準瓶，打開 CO_2 吸收瓶活栓 c，使樣品導入 CO_2 吸收瓶中，將水準瓶上下移動約十數次，使樣品於氣體玻璃量管及 CO_2 吸收瓶間來回流動並與吸收液充分接觸（註3），此時樣品中的二氧化碳即會被吸收液吸收，放下水準瓶，調整吸收瓶吸收液面與標線切齊（註4），關閉活栓 c。
- 2.舉起水準瓶使其與氣體玻璃量管中之封液面切齊後，讀取氣體玻璃量管之標示（小數點第一位），所減少的體積即被吸收氣體的體積（註5）。
- 3.重複七、(四) 1.及 2.的步驟，直到連續兩次的讀取值相同為止。
- 4.記錄其體積減少量 a mL 至附表之 CO_2 讀值。

(五) 氧氣吸收

- 1.將水準瓶舉高並打開氧氣吸收瓶活栓 d，將樣品導入氧吸收瓶中吸收，使用與二氧化碳相同操作步驟七、(四) 1.至 3。
- 2.記錄其總體積減少量 b mL 至附表之 O_2 讀值。

(六) 一氧化碳吸收（排氣組成分析，決定氣體乾分子量時，得不檢測之）

- 1.二氧化碳及氧氣吸收總減少量讀取後（註6），將水準瓶舉高並打開 CO 吸收瓶活栓 e，將樣品導入 CO 吸收瓶中吸收，使用與二氧化碳相同操作步驟七、(四) 1.至 3。
- 2.記錄其總體積減少量 c mL 至附表之 CO 讀值。

八、結果處理

(一) 樣品中二氧化碳濃度可依下式計算：

$$C_{co_2} = \frac{a}{V_m} \times 100$$

C_{co_2} ：二氧化碳濃度(vol %)

a：二氧化碳讀值(mL)

V_m ：分析氣體體積(mL)

(二) 樣品中氧氣濃度可依下式計算：

$$C_{o_2} = \frac{b-a}{V_m} \times 100$$

C_{o_2} ：氧氣濃度(vol %)

a：二氧化碳讀值(mL)

b：氧氣讀值(mL)

V_m ：分析氣體體積(mL)

(三) 樣品中一氧化碳濃度可依下式計算：

$$C_{co} = \frac{c-b}{V_m} \times 100$$

C_{co} ：一氧化碳濃度(vol %)

c：一氧化碳讀值(mL)

b：氧氣讀值(mL)

V_m 分析氣體體積(mL)

(四) 分析氣體體積恰為 100.0 mL 時，可簡化 (一) (二) (三) 分別為 $C_{co_2}=a$ 、 $C_{o_2}=b-a$ 、 $C_{co}=c-b$ 。

(五) 記錄各濃度值於「排放管道中氣體組成測定 (Orsat 分析)」
(如附表)。

九、品質管制

(一) 每毫升 KOH 溶液吸收 CO₂ 能力為 40 mL；每毫升鹼性 Pyrogallol 溶液吸收 O₂ 能力為 2 mL 至 5 mL；每毫升氯化亞銅之氨水溶液吸收 CO 能力為 3 mL 至 10 mL，分析前應確保奧賽德分析裝置之吸收液有足夠之吸收 CO₂、O₂ 及 CO 能力。

(二) 須應用排氣含氧百分率來校正計算污染物濃度及排氣量者，每一樣品分析重複分析讀值誤差須符合以下規定：

1. 二氧化碳部分：當 CO₂ 濃度大於 4.0 % 時，重複分析讀值誤差不得超過 0.3 % (v/v)；當 CO₂ 濃度小於或等於 4.0 % 時，讀值誤差不得超過 0.2 % (v/v)。

2. 氧氣部分：當 O₂ 濃度小於 15.0 % 時，重複分析讀值誤差不得超過 0.3 % (v/v)；當 O₂ 濃度大於或等於 15.0 % 時，讀值誤差不得超過 0.2 % (v/v)。

3. 一氧化碳部分：重複分析誤差不得超過 0.3 % (v/v)。

(三) 採樣後應以混合標準氣體確認奧賽德分析裝置之吸收液有足夠吸收 CO₂ 及 O₂ 能力 1 次，其分析結果與標準氣體濃度值差異不得超過 0.5 %。

十、精密度與準確度

略

十一、參考資料

(一) U.S. EPA CFR Promulgated Test Methods (TM) – Gas Analysis for the Determination of Dry Molecular Weight. Method 3, 2017.

(二) U.S. EPA CFR Promulgated Test Methods (TM) – Gas Analysis for the Determination of Emission Rate Correction Factor or Excess Air. Method 3B, 2017.

(三) Japanese Industrial Standards.，環境測定 I，排ガス中の酸素分析方法，JIS-K0301，2012。

註 1：水準瓶操作使用時，須將瓶塞之凹槽正對小孔，使瓶內壓力與大氣相通，方可正常操作。

註 2：氣體排出時，須注意通風，視需要延長排放管線或加裝氣體吸收裝置，以維護人員安全。

註 3：操作時須注意勿使吸收液流入橡膠袋，且勿使封液及吸收液流至分配管中。

註 4、此時須特別注意勿使吸收液流至分配管中。

註 5、須等氣體玻璃量管壁上殘留之封液流下後，調整至重合，方可讀取。

註 6、二氧化碳、氧氣及一氧化碳吸收之順序不得變動，因為氧氣吸收液會吸收二氧化碳，一氧化碳吸收液會吸收氧氣。

註 7、三種吸收液廢液屬於鹼性廢液，需依安衛環保規定處理之。

附表 排放管道中氣體組成測定 (Orsat 分析) (例)

採樣日期：				採樣員：				分析員：					
採 樣 時 間												平 均 值	
測 漏	時 間												
	結 果 (mL/4mins)												
分 析 時 間													
分析氣體體積													
氣體種類				讀數 (mL)		濃度 (%)		讀數 (mL)		濃度 (%)		濃度 (%)	
CO ₂													
O ₂													
CO													
N ₂ 或 (CO + N ₂)				-				-					
M _d (g/g-mole)													

1.CO₂濃度為 CO₂ 讀值除以 V_m 乘以 100 %。

2.O₂濃度為 O₂ 讀值減 CO₂ 讀值後，再除以 V_m 乘以 100 %。

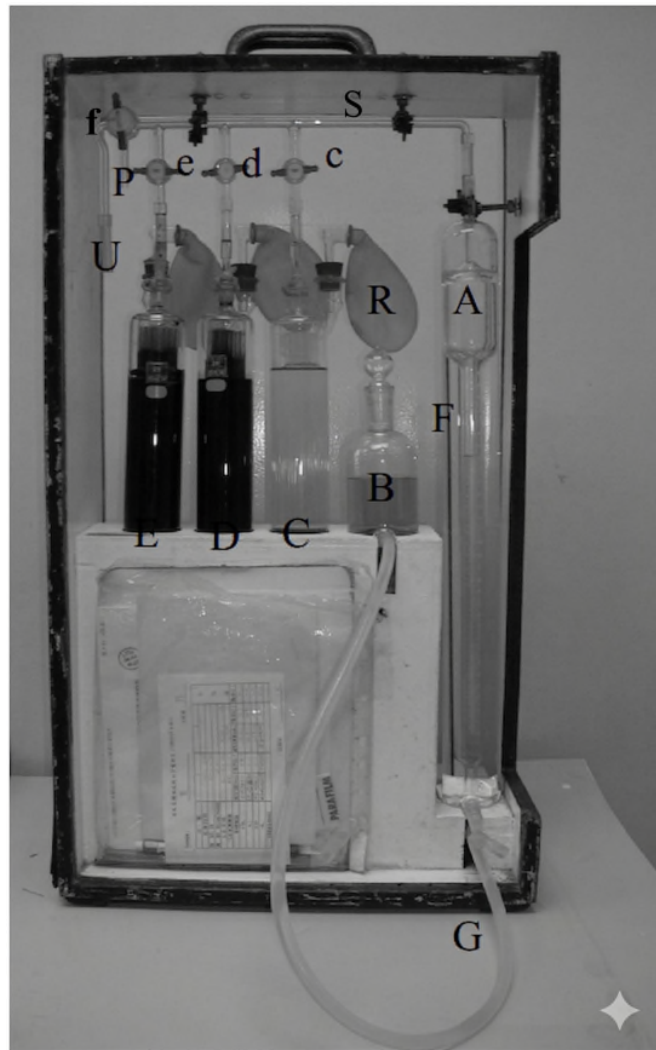
3.CO 濃度為 CO 讀值減 O₂ 讀值後，再除以 V_m 乘以 100 %。

4.N₂濃度為 V_m 讀值減 CO 讀值後，再除以 V_m 乘以 100 %。

5.測漏結果應小於 0.2 mL/4mins。

6.M_d=0.44*(%CO₂)+0.32(%O₂)+0.28(%N₂+%CO)

7.排氣組成分析，決定氣體乾分子量(M_d)時，CO 得不檢測之。此時，表格中 CO 欄位得不填列，而逕填列(CO+N₂)欄位即可計算分子量。



附圖 奧賽德分析裝置

- A：氣體玻璃量管(Gas Buret)
- B：水準瓶
- C：二氧化碳吸收瓶
- D：氧氣吸收瓶
- E：一氧化碳吸收瓶
- F：水封套管
- G：矽膠管
- P：排氣管
- R：橡膠袋
- S：分配管（內徑 1 至 1.2 mm）
- U：進氣口
- c,d,e：吸收瓶活栓
- f：三通活栓