

排放管道中氣體組成檢測方法—奧賽德方法

NIEA A003.71C

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0.2~30 %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；而不飽和碳氫化合物如丙酮、乙炔、氧化亞氮及氨等，則可能影響氧氣的量測。

四、設備及材料

- (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、石英及鐵氟龍等。
- (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）、鐵弗龍等材質之採氣袋，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（如圖一）：
 - 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1~1.2 mm）、連接管（連結氣體玻璃量管及水準瓶）、橡膠袋（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 M Ω -cm以上。
- (二)封液：取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1~2 mL，使其呈現紅色食鹽水，易於觀測。
- (三)鹽酸（2+98）：取2 mL濃鹽酸加於試劑水中，稀釋至100 mL。

(四) 甲基橙溶液：取甲基橙1 g溶於試劑水100 mL。

(五) 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 (A) 溶液，再加入相對於三分之一 (A) 溶液體積之氨水 (25%以上)。

六、採樣及保存

(一) 採樣點：採氣管須插入煙道橫截面1/2至1/3位置，如煙道直徑2.0 m以上時，須遠離管壁至少1.0 m。

(二) 採樣時進行採樣管、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) 現場測定。

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、之步驟將樣品採入氣體玻璃量管中，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、之步驟調整或利用八、(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CO₂吸收瓶活栓c，使樣品導入CO₂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CO₂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、之步驟，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CO₂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、~3、。
- 2、記錄其總體積減少量*b* mL至O₂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、~3、。
- 2、記錄其總體積減少量*c* mL至CO讀值。

八、結果處理

(一) 樣品中二氧化碳濃度可依下式計算：

$$C_{\text{CO}_2} = \frac{a}{Vm} \times 100$$

其中： 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：

$$C_{O_2} = \frac{b-a}{V_m} \times 100$$

其中： 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：

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

其中： 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)的計算式如下：

$$C_{CO_2} = a$$

$$C_{O_2} = b - a$$

$$C_{CO} = c - b$$

(五) 記錄各濃度值於「排放管道中氣體組成測定 (Orsat分析)」(如表一)。

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2~5 mL；每毫升氯化亞銅之氨水溶液吸收CO能力為3~10 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) 每日採樣後，使用空氣中O₂濃度做確認，讀值應介於20.9±0.5 %範圍內，以確保O₂吸收能力正常。

十、精密度及準確度

略

十一、參考資料

(一) CFR Promulgated Test Methods (TM) USEPA, Method 3 - GAS ANALYSIS FOR THE DETERMINATION OF DRY MOLECULAR WEIGHT, 2/2000.

(二) CFR Promulgated Test Methods (TM) USEPA, Method 3B - GAS ANALYSIS FOR THE DETERMINATION OF EMISSION RATE CORRECTION FACTOR OR EXCESS AIR, 2/2000.

(三) 日本規格協會，環境測定I，排ガス中の酸素分析方法，JIS-K0301，2003。

(四) 行政院環境保護署，管道排氣中空氣污染物採樣程序操作規範之研訂，1993年。

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。

表一

排放管道中氣體組成測定 (Orsat分析)

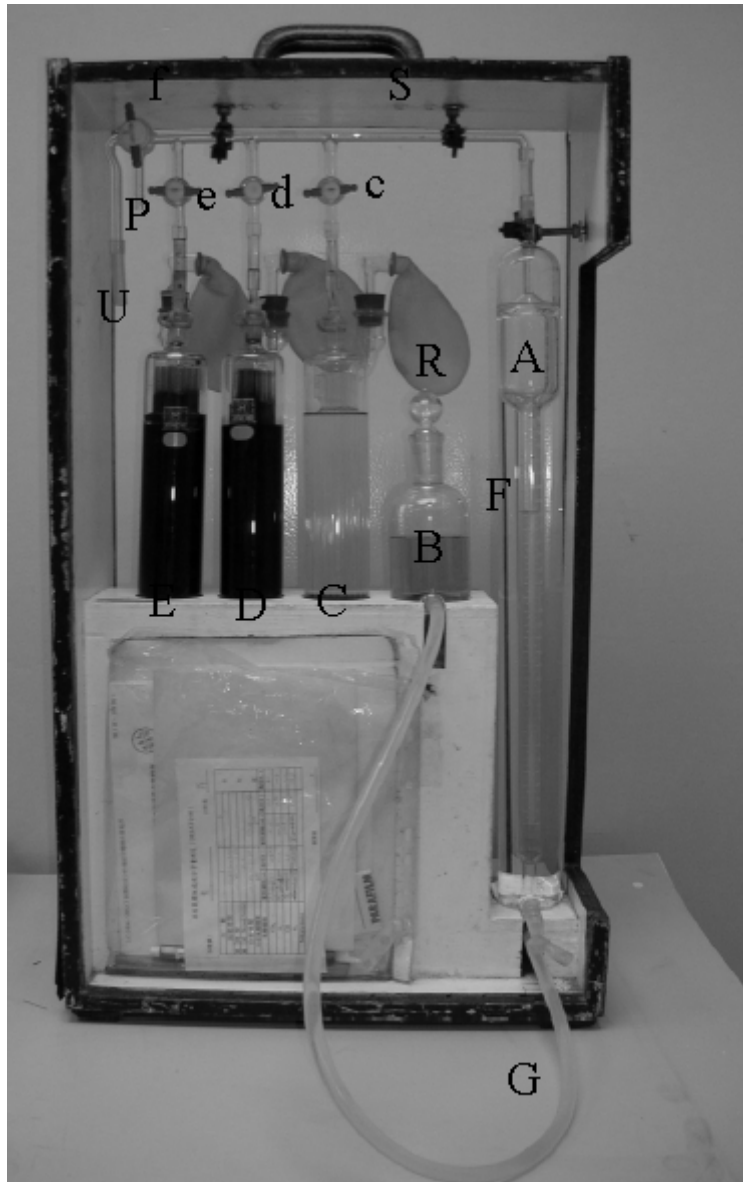
採樣日期：

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		-		-		
M _d (g/g-mole)						
每日採樣後，空氣中氧氣確認值 (20.9±0.5%)：						

- 1、CO₂濃度為CO₂讀值除以Vm乘以100%。
- 2、O₂濃度為O₂讀值減CO₂讀值後，再除以Vm乘以100%。
- 3、CO濃度為CO讀值減O₂讀值後，再除以Vm乘以100%。
- 4、N₂濃度為Vm讀值減CO讀值後，再除以Vm乘以100%。
- 5、測漏結果應小於0.2 mL/4mins。
- 6、 $M_d = 0.44 * (\%CO_2) + 0.32 * (\%O_2) + 0.28 * (\%N_2 + \%CO)$



圖一 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（内径1~1.2 mm）

U：進氣口

c,d,e：吸收瓶活栓

f：三通活栓