

設備元件揮發性有機物洩漏率－圍封採樣方法

中華民國104年10月15日環署檢字第1040084415號公告

自中華民國105年1月15日生效

NIEA A736.71C

一、方法概要

以惰性材質之圍封袋將待測設備元件密閉包覆後，定流量空氣導入圍封袋內，待袋內揮發性有機物濃度達穩定，再以採氣袋採集樣品，所採樣品經檢驗室之分析儀器偵測樣品中揮發性有機物濃度，換算其揮發性有機物之洩漏率。

二、適用範圍

本方法適用於設備元件之揮發性有機物（VOCs）洩漏率的測定。洩漏源包括閥、法蘭、泵浦、壓縮機、釋壓裝置、取樣連接系統、製程排洩口、開口閥、泵浦及壓縮機軸封系統之抽氣排氣口、緩衝排氣口、攪拌器軸封、通路門軸封或與製程設備銜接之其他連接管件（線）及管牙。

三、干擾

- （一）採集 VOCs 樣品濃度超過 200 ppm 之採樣袋，若重複使用可能因殘留影響檢測結果。
- （二）採樣時圍封袋內氣體壓力若未略高於現場大氣壓力時，樣品可能因環境空氣之滲入造成檢測誤差。
- （三）採樣時元件上沾附液體應先清除，否則造成檢測誤差。

四、設備與材料

- （一）攜帶式揮發性有機氣體分析儀：具火焰離子化偵測器，儀器可每秒顯示讀值，最小計量刻度應能讀到 1 ppm，且須確認儀器的感度符合儀器原廠建議值內。
- （二）圍封袋：為不具吸附碳氫化合物之貼膜或聚酯薄膜，材質為 Mylar、Tedlar、Teflon、Aluminum foil、Aluminized Mylar 或其他同級品，厚度介於 1.5（或更薄）~ 15 mm。
- （三）採樣袋：容積為 5 L 或更大體積之 Tedlar 或同等級採樣袋，用於採集樣品。
- （四）抽氣泵：為無洩漏型內襯鐵氟龍材質之真空泵、隔膜型泵或具相同功能者，抽氣流率至少為 1 L/min。

- (五) 超黏性膠帶。
- (六) 浮子流量計：經校正且具氣體流率設定鈕，流率須小於 60 L/min。
- (七) 熱電偶式溫度計：最小刻度 0.1°C 以下。
- (八) 數字型壓力計：最小刻度 0.1 mmHg 以下。
- (九) 鐵氟龍管：內徑 0.635 cm。

五、試劑

- (一) VOCs 標準氣體：濃度經確認且可追溯至國家標準或國際標準者。
- (二) 零值空氣鋼瓶：以 2 階段調壓，內含總碳氫化合物濃度小於 1 ppm 之高純度空氣。
- (三) 總揮發性有機物 (TVOC) 標準氣體：濃度或稀釋後濃度相當於 1000 ppm 甲烷濃度的 TVOC 標準氣體，濃度經確認且可追溯至國家標準或國際標準者。

六、採樣與保存

(一) 設備元件圍封

圍封袋材質的選擇與元件設備環境溫度有關，以 200°C 作為區分，選擇合適耐溫材質。

各類元件圍封方式：

1. 閥類：僅包覆閥件主體，避免包覆到鄰近之法蘭或連接頭。
2. 泵浦類：將泵浦易洩漏處及主體進行包覆，必要時應於安全狀態下將整組完全包覆。
3. 壓縮機類：將壓縮機易洩漏處及主體進行包覆，必要時應於安全狀態下將整組完全包覆。
4. 釋壓閥類：釋壓閥有一端為與大氣接觸之管線，包覆時須考量其安全性。
5. 其他連接裝置類：以連接器主體進行包覆，盡量避免包覆到鄰近之其他設備元件。

(二) 採樣步驟

1. 採樣前應先瞭解待測設備元件內液體組成與操作條件等資料，並注意檢測安全 (註 1)。

- 2.在攜帶型有機氣體分析儀經零值空氣及 TVOC 標準氣體作零點與全幅校正後，檢測欲圍封設備元件洩漏之 TVOC 濃度變化區間並記錄。
- 3.裁減適當大小之圍封袋圍封待測設備元件，並以束帶及墊片使圍封袋和設備元件更密封。
- 4.以鐵氟龍管連接鋼瓶零值空氣源及浮子流量計至圍封袋(如圖一所示)，連接圍封袋之鐵氟龍管採 Y 或 T 字形方式進行連接，讓空氣以 2 管分流方式導入圍封袋內的。
- 5.打開零值空氣鋼瓶(註 2)並調整空氣流率須小於 60 L/min，紀錄空氣之穩定流率 (Q, L/min)。
- 6.零值空氣流入之後，用超黏性膠帶密封圍封袋其餘部分，保持袋內微正壓(袋內壓力不高於 1 psig)以防止外界空氣進入，紀錄圍封袋充滿所需時間，以估算圍封袋充滿約略體積。
- 7.在圍封袋上 2 個零值空氣進氣口之對面設立一採樣口。
- 8.持續通零值空氣，在通氣體積超過 5 倍圍封袋充滿約略體積後，以攜帶型有機氣體分析儀監測圍封袋內 TVOC 濃度。
- 9.圍封袋內 TVOC 監測濃度若大於全幅濃度，則應增加空氣流率重複六、(二) 8.步驟。
- 10.在確保圍封袋內 TVOC 濃度達到動態平衡(1 分鐘內每秒顯示讀值之變動均在 10% 以內)後，以採樣袋間接採樣，採樣流量應低於零值空氣供給流量，並注意圍封袋面變化，避免外界空氣補入致 VOCs 濃度稀釋。
- 11.每一洩漏設備元件採集 2 個樣品，並記錄採樣時間、圍封袋內氣體之絕對壓力 (P, mmHg) 及溫度 (T, °C)。
- 12.在欲檢測之設備元件上風位置 1 公尺至 2 公尺處，以採樣袋進行背景濃度間接採樣，若該量測位置有遭受其他鄰近設備元件干擾時，其距離不得少於 25 公分。
- 13.去除圍封袋後，再以攜帶型有機氣體分析儀檢測設備元件洩漏之 TVOC 濃度變化區間並記錄之。

(三) 樣品保存

採氣袋樣品應室溫保存於陰暗處並在 24 小時內完成分析。

七、步驟

採氣袋樣品適用以下列方法分析 TVOC 或 VOCs 濃度。

(一) TVOC 分析方法：NIEA A433 或 NIEA A723。

(二) VOCs 分析方法：NIEA A722 或 NIEA A734。

八、結果處理

製程設備元件揮發性有機物洩漏率 (\dot{m} , kg/hr) 之計算：

$$\dot{m} = 9.63 \times 10^{-10} \times \frac{C \times P \times Q \times M_w}{(T + 273)}$$

C：同一製程設備元件採集 2 個樣品中 VOCs 或 TVOC 之平均值 (ppm)。

P：圍封袋內氣體之絕對壓力 (P, mmHg)。

Q：通入圍封袋之空氣穩定流率 (Q, L/min)

M_w ：VOCs 之分子量 (g/mol)，TVOC 之分子量以 16 (g/mol) 計

T：圍封袋內氣體之溫度 (°C)

九、品質管制

(一) 攜帶式揮發性有機氣體分析儀應進行儀器反應時間測試，儀器反應時間須小於或等於 30 秒，且採樣過程中幫浦抽氣流率變化應在 10% 範圍內，儀器反應時間及校正精密度之測試程序參考 NIEA A706 方法。

(二) 現場使用儀器之校正精密度 (Calibration precision) 測試應每 3 個月內或下次使用時 (超過 3 個月未使用) 執行，校正精密度須介於 10% 範圍內，其作法為交替使用零值氣體和特定校正氣體共 3 次測試，記錄儀器讀值，計算儀器讀值和已知校正值間差異之算術平均，將此平均差異除以已知校正值並乘上 100，以百分比來表示校正精密度。

(三) 以採氣袋採集樣品之品質管制事項須依 NIEA A433、NIEA A723、NIEA A722 或 NIEA A734 方法規定執行。

十、精密度與準確度

(略)

十一、參考資料

- (一) U.S. EPA. Protocol for Equipment Leak Emission Estimates. 1995.
- (二) 行政院環境保護署，揮發性有機物洩漏測定方法—火焰離子化偵測法 NIEA A706.73C，中華民國 100 年。
- (三) 行政院環境保護署，自廠建立排放係數作業指引，中華民國 96 年。
- (四) 行政院環境保護署，排放管道中氣態有機化合物檢測方法—採樣袋採樣／氣相層析火焰離子化偵測法 NIEA A722.74B，中華民國 97 年。
- (五) 行政院環境保護署，公私場所固定污染源申報空氣污染防制費之揮發性有機物之行業製程排放係數、操作單元（含設備元件）排放係數、控制效率及其他計量規定，中華民國 97 年。

註 1：一般現場檢測安全注意事項

1.個人防護裝備

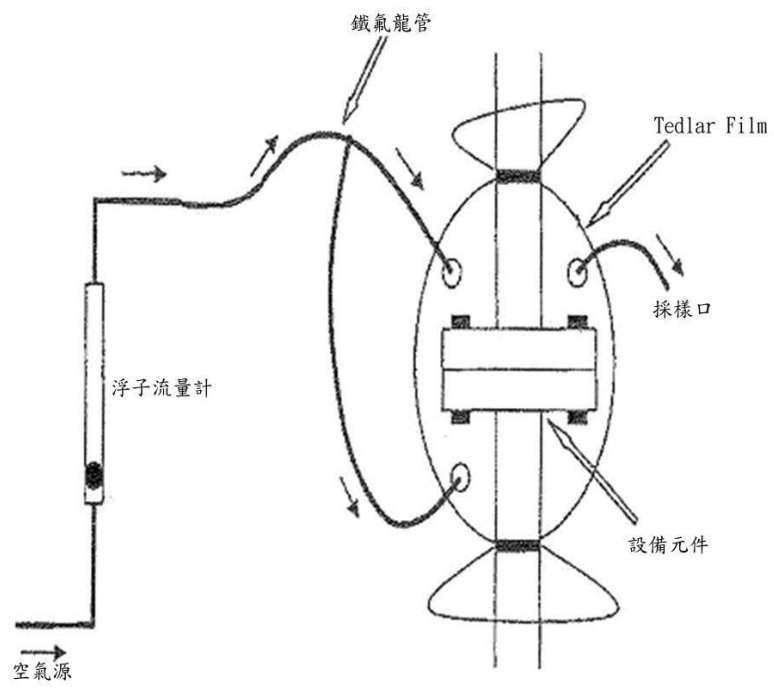
- (1)安全帽
- (2)防護口罩
- (3)耳塞
- (4)安全鞋
- (5)反光背心

2.受測地點若為石化製程，其部份原料可能有毒性、致癌性、惡臭、厭惡性氣味，對人體健康有害，應確實做好必備之防護措施並小心操作。

3.在任何因可燃性氣體而被歸納為有害區域之地點，禁止連接或拆接任何電子設備(如充電器、資料傳輸線接頭或個人電腦等)。

4.儀器須具防爆。

註 2：當鋼瓶錶壓小於 80 psig 時，空氣流量可能控制不穩。



圖一 製程設備元件圍封法採樣方式