

## 集氣設備揮發性有機物集氣效率測試法

NIEA A735.70C

### 一、方法概要

本方法以火燄離子化分析儀（Flame ionization analyzer, FIA）量測抽氣罩捕集氣流（註1）與未捕集氣流（註2）中總揮發性有機化合物（Total volatile organic compound, TVOC）濃度，同時量測捕集氣流與未捕集氣流之流量（Flow rate），以求得抽氣罩之集氣效率。

### 二、適用範圍

本方法適用於設有抽氣罩之作業場所之集氣效率量測，但不適用於某些特定位置，包括(1)在進入污染防制設備之前有加裝直接加熱器或其他設備影響TVOC定量者及(2)捕集氣流中存在製程中產生粒狀有機氣膠而未以玻璃纖維濾紙去除其干擾者等。

### 三、干擾

- (一) 採樣點若存在氣旋或擾流將會影響流量測定。
- (二) 捕集氣流內之微粒可能造成干擾，可在採樣管或火燄離子化分析儀前加裝玻璃纖維濾紙以減少微粒干擾。

### 四、設備

- (一) TVOC檢測設備組裝:量測系統如示意圖（若TVOC濃度過高，則於採樣管處以零級氣體稀釋）（採樣管至FIA前之設備須加熱至120 °C以上以防止TVOC之凝結），主要設備如下：
  - 1、採樣管：不鏽鋼製或玻璃材質。
  - 2、稀釋系統：用以將排放管道採集之氣體樣品以零級氣體稀釋。
  - 3、校正閥裝置：在採樣管出口連結三通閥（亦可使用其他如快速接頭），連接零點、校正氣體及分析儀。
  - 4、樣品傳輸管線：將氣體樣品導向分析儀之不銹鋼或鐵氟龍管。
  - 5、FIA測定裝置（含數據擷取系統）（註3）：用以檢測TVOC濃度，其最小數據擷取頻率為每5秒一個測量值，每分鐘至少能記錄一次平均值。
- (二) 氣體稀釋器：可將高濃度標準氣體稀釋成所需之校正氣體（非必要之設備，如使用本設備應定期校正）。
- (三) 捕集氣流排放管道流速及流量測定裝置：參照排放管道中粒狀污染物採樣及其濃度之測定方法NIEA A101之排氣流速及流量測定裝置。
- (四) 水分含量測定裝置：
  - 1、捕集氣流排放管道之水分量測，參照排放管道中粒狀污染物採樣及其濃度之測定方法NIEA A101之水分含量測定裝置。
  - 2、未捕集氣流逸散出口、換氣入口之水分量測，以溼度計量測。

(五) 溫度計、熱電偶：需涵蓋受測範圍，以參考溫度計校正，誤差不得超過 $\pm 2\%$ 。

(六) 溼度計：準確度 $\pm 5\%$ 。

(七) 風速計：需涵蓋受測範圍，準確度 $\pm 5\%$  rdg.或 $\pm 0.1$  m/s。

## 五、試劑

(一) 丙烷標準氣體：經確認品質須能符合我國國家標準或可追溯至國際標準者，並以零級氣體填充，且製造商氣體認證濃度須在標示值 $\pm 1\%$ 以內。

1、高濃度校正氣體：濃度相當於全幅70至80%之校正氣體（以丙烷計量）；亦可使用氣體稀釋器，以高濃度標準氣體配製。

2、中濃度校正氣體：濃度相當於全幅45至55%之校正氣體（以丙烷計量）；亦可使用氣體稀釋器，以高濃度標準氣體配製。

3、低濃度校正氣體：濃度相當於全幅20至30%之校正氣體（以丙烷計量）；亦可使用氣體稀釋器，以高濃度標準氣體配製。

4、中濃度確認氣體：來源或批次不同於校正氣體之丙烷標準氣體，濃度相當於全幅45至55%；亦可使用氣體稀釋器，以高濃度標準氣體配製。

(二) FIA燃料氣體：應使用FIA製造廠商建議之燃料，一般為40%  $H_2$   $\square$  60% He或40%  $H_2$   $\square$  60%  $N_2$ 。

(三) 載流氣體：使用零級空氣。

(四) 零級氣體：零級氮氣或空氣。

## 六、採樣（註4）及保存

集氣效率測試之採樣，若固定污染源之運作屬批次作業者，採樣檢測時間應至少包含2個完整批次作業；屬連續作業者，採樣檢測時間應包含一完整流程，但最低時間不得少於2小時。

本方法為現場直接檢測，樣品無須保存及運送。

(一) 背景濃度採樣（註5）：採樣檢測設備之配置如示意圖，標示出所有的換氣口（Natural draft opening, NDO），採樣點應位於每個換氣口的中心點；若換氣口多於6個，則選取6個在空間中均勻分布者；氣流於換氣口處為流入圍封區域，不必量測流量，於作業期間內換氣口維持開啓狀態。

(二) 捕集氣流採樣（註6）：

1、採樣檢測設備之配置如示意圖。

2、採樣管須插入排放管道橫截面1/3至1/2位置，如排放管道直徑2 m以上時須插入1 m以上。

3、採樣之流量應與採樣前校正儀器之流量一致，流量一般設定小於1 L/min。

(三) 未捕集氣流採樣：採樣檢測設備之配置如示意圖，採樣點應位於每個排出圍封區域之未捕集氣流排氣口的中心點。

## 七、步驟

- (一) 流速測定點（註7）：找出所有受設備影響之排放點（包括捕集氣流與未捕集氣流），檢查每個採樣點是否有氣旋或擾流，執行方式參照排放管道中粒狀污染物採樣及其濃度之測定方法NIEA A101之測定點決定。
- (二) 流速與流量測定：
  - 1、各抽氣罩銜接管道捕集氣流流量之量測，參照排放管道中粒狀污染物採樣及其濃度之測定方法NIEA A101之排氣流速及流量之測定，以皮托管及傾斜式壓差計來測量。
  - 2、未捕集氣流之排氣流量，由風扇風量校驗資料（註8）求得，若無風扇之開口為長時間開啓且確認其氣流為向外逸散，則以風速計量測並計算流量。
- (三) 水分含量測定：
  - 1、各抽氣罩銜接管道捕集氣流，參照排放管道中粒狀污染物採樣及其濃度之測定方法NIEA A101之水量測定測定水分含量。
  - 2、未捕集氣流或換氣口，可經由量測溫度溼度以計算水分含量。
- (四) FIA校正及線性檢查：將供給FIA的空氣和燃料做適當的調整，並將燃燒頭點火；依儀器製造商的建議時間使FIA熱機。將校正氣體注入位於稀釋系統後之測量系統，並調整背壓調節器（Back-pressure regulator）以將流量調整為廠商規範值。將零點和高濃度校正氣體注入，調整分析儀校正器以達正確之反應值。注入低濃度和中濃度氣體，記錄測量系統之反應值。若上述四種氣體的反應值和其個別之氣體濃度值偏差都在5%以內，系統的校正及線性結果始可接受；若超過接受範圍，調整系統後，再進行線性檢查。當組裝分析系統後及系統有重大變動時，應即執行校正及線性檢查。
- (五) 分析系統偏移檢查：每次測試行程結束後，均需執行系統偏移檢查。選擇最接近（稀釋）捕集氣流濃度之校正氣體執行偏移檢查。經由校正閥導入零點及校正氣體，確認FIA之流量及壓力適當，記錄零點及校正氣體之測量系統反應值。當偏移檢查測量值和由七、(四)節所得到的值之間的差異在全幅之3%以內，系統之性能測試始可接受；或依七、(四)節所述之方式重新校正FIA，並記錄使用兩組校正數據之結果（測試前和測試後之數據），其中得到最低捕集效率值之數據為此次測試行程之結果。
- (六) 稀釋因子：若使用稀釋系統量測捕集氣流濃度，必須於最後計算第點位置濃度 $C_i$ 時回乘此稀釋因子。稀釋因子之求法為，於使用稀釋系統執行量測之前，將稀釋檢查氣體經過與實測時條件一致之稀釋系統，再進入測量系統，獲得檢查氣體稀釋後之量測濃度，再依下式計算稀釋因子；若未稀釋，則稀釋因子為1。稀釋因子 = 稀釋檢查氣體之實際濃度 ÷ 檢查氣體稀釋後之量測濃度。
- (七) 採樣系統檢查：每次測試行程開始前及結束後，均需執行採樣系統檢查。作法為關閉稀釋空氣、在採樣管入口處注入高濃度校正氣體，記錄反應值。當測量系統反應值與由七、(四)節高濃度校正氣體所得到的值偏差在5%以內，系統之性能測試始可接受。
- (八) TVOC樣品濃度之偵測：
  - 1、分析時間：在整個測試行程中，測量每個採樣點（包括捕集氣流與未捕集氣流）的TVOC反應值；如果可能，儘可能在製程操作時進行。若有多個採樣位置，可設計一組使用單一FIA之採樣系統來測量所有採樣位置之TVOC反應值。
  - 2、捕集、未捕集氣流TVOC濃度：

- (1) 由校正閥裝置注入零點氣體。在校正閥轉回排放氣體位置後，測量系統達到排放氣體濃度所需的反應時間。
- (2) 依據七、(五)和七、(七)節所述，每個採樣行程前後應執行系統檢查、採樣後執行系統偏移檢查。若採樣行程後之偏移檢查結果顯示不符合規範，則此測試行程應視為無效。
- (3) 每個測試行程須依下列規範執行：
  - A、記錄開始和結束的時間及其他所需的資料。
  - B、若使用單一FIA進行多個捕集氣流排放位置之採樣，在整個測試行程中，每個位置須採集相同的時間（例如2分鐘）、再繼續從一個位置轉移到另一個位置。
  - C、需確定每個採樣位置的全部採樣時間與測試行程結束的時間相符。
  - D、每小時測試中，每個採樣點須至少收集4個測量值，在達到測量系統兩倍反應時間前之測量值應捨棄不用。
  - E、繼續採樣至少1分鐘，記錄濃度測量值。

3、背景濃度：背景濃度量測設備配置如示意圖。

- (1) 標示出所有的換氣口，除非主管機關有特殊的規定，採樣點應位於每個換氣口的中心點。若換氣口多於6個，則選取6個在空間中均勻分布者。
- (2) 依七、(四)和七、(七)節校正FIA及執行系統檢查。
- (3) 測量反應時間、執行系統檢查、依七、(八)、2、所述步驟進行採樣量測。

## 八、結果處理

由七、步驟所得之結果，可計算抽氣罩集氣效率如下：

$$CE = \frac{\sum_{i=1}^n C_i Q_i}{\sum_{i=1}^n C_i Q_i + \sum_{j=1}^m C_j Q_j - \left( \sum_{i=1}^n Q_i + \sum_{j=1}^m Q_j \right) C_B} \times 100\%$$

$$C_B = \frac{\sum_{k=1}^l C_k A_k}{\sum_{k=1}^l A_k}$$

其中

CE：抽氣罩集氣效率，%

C<sub>i</sub>：第i點捕集氣流之平均TVOC測量濃度，ppm丙烷

C<sub>j</sub>：第j點未捕集氣流之平均TVOC測量濃度，ppm丙烷

$Q_i$ ：第 $i$ 點捕集氣流之流量， $m^3/min$

$Q_j$ ：第 $j$ 點未捕集氣流之流量， $m^3/min$

$n$ ：捕集氣流量測點數

$m$ ：未捕集氣流量測點數

$C_B$ ：平均背景濃度，ppm丙烷

$C_k$ ：第 $k$ 點之平均TVOC背景濃度，ppm丙烷

$A_k$ ：第 $k$ 個換氣口之截面積， $m^2$

$l$ ：換氣口背景濃度量測點數

## 九、品質管制：

儀器與系統之品質管制應依七、(一)至七、(四)節所述進行FIA系統校正、FIA偏移檢查、決定稀釋因子及系統檢查逐步執行，品質管制內容如下：

(一)線性檢查：低濃度和中濃度氣體的反应值與其個別之氣體濃度值偏差須小於 $\pm 5\%$ ，若超過接受範圍，需修理或調整系統後，再進行線性檢查。

(二)分析儀偏移檢查：零點、低濃度、中濃度及高濃度校正誤差須小於 $\pm 3\%$ 全幅。

(三)採樣系統檢查：高濃度校正偏差須小於 $\pm 5\%$ 校正氣體值。

## 十、精密度與準確度（略）

## 十一、參考文獻

(一)U.S.EPA. 40 CFR Ch.1, Pt.51,App.M, Meth.204,“Criteria for and Verification of a Permanent or Temporary Total Enclosure” ,(1995)。

(二)U.S.EPA. 40 CFR Ch.1, Pt.51,App.M, Meth.204B,“Volatile Organic Compounds Emissions in Captured Stream” ,(1995)。

(三)U.S.EPA. 40 CFR Pt.51,App.M, Meth.204C,“Volatile Organic Compounds Emissions in Captured Stream, (Dilution Technique)” ,(1995)。

(四)U.S.EPA. 40 CFR Pt.51,App.M, Meth.204D,“Volatile Organic Compounds Emissions in Uncaptured Stream from Temporary Total Enclosure” ,(1995)。

(五)中華民國國家標準，CNS 7778 B4046，「送風機」。

(六)日本標準，JIS B8330，「送風機の試験及び検査方法に関する規格」。

(七)ANSI/AMCA Standard 210-07 | ANSI/ASHRAE 51-07, “Laboratory Methods of Testing Fans for Certified Aerodynamic Performance Rating” (2007)。

(八)International Organization for Standardization, ISO CD 5801, “Industrial fans, Performance testing using standardized airways” (2007)。

(九) 行政院環境保護署，排放管道中粒狀污染物採樣及其濃度之測定方法，NIEA A101.72C。

(十) 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 A722.73B。

註 1：捕集氣流：以抽氣罩捕集，送至污染防制設備之含TVOC排放氣流。

註 2：未捕集氣流：相對於捕集氣流，即未送至污染防制設備之含TVOC逸散氣流。

註 3：根據採樣點的數量及其位置，有時候可能無法僅使用一台FIA；但為了減少校正誤差之影響，在同一個測試行程中應儘可能減少FIA的使用數量。

註 4：使用本方法時可能有危險之氣體、動作或設備，分析人員應注意人員的安全，並確認操作環境之安全後執行檢測。

註 5：背景濃度採樣設備應和用來測量捕集氣流排放之採樣設備分開。

註 6：若排氣中粒狀物含量明顯，建議使用煙道內或煙道外之玻璃纖維過濾器；其中煙道外之過濾器須加熱以防止凝結。

註 7：流速測定點：包括捕集氣流、未捕集氣流與背景採樣點，對於背景採樣點不須測量流量（僅確認背景採樣點處之氣流流向並非自圍封區域向外逸散）；特別注意的是圍封範圍的屋頂開口，即使該屋頂開口未設置排氣風扇抽出氣流，仍將其視為非捕集氣流之逸散口，須量測流量及TVOC濃度。

註 8：風扇風量校驗資料：係指原廠提供或校驗單位出具之風扇風量校驗資料，試驗方法須符合下列標準方法之一：

(1) CNS 7778 B4046

(2) JIS B8330

(3) ANSI/AMCA 210，ANSI-ASHRAE 51

(4) ISO CD 5801

註 9：本方法引用之其他方法內容及編碼，以環保署最新公告者為準。

☆☆及☆☆☆兩處分別導入 FIA、採樣管處之標準氣體，  
 可以 A 閥、B 閥作切換。

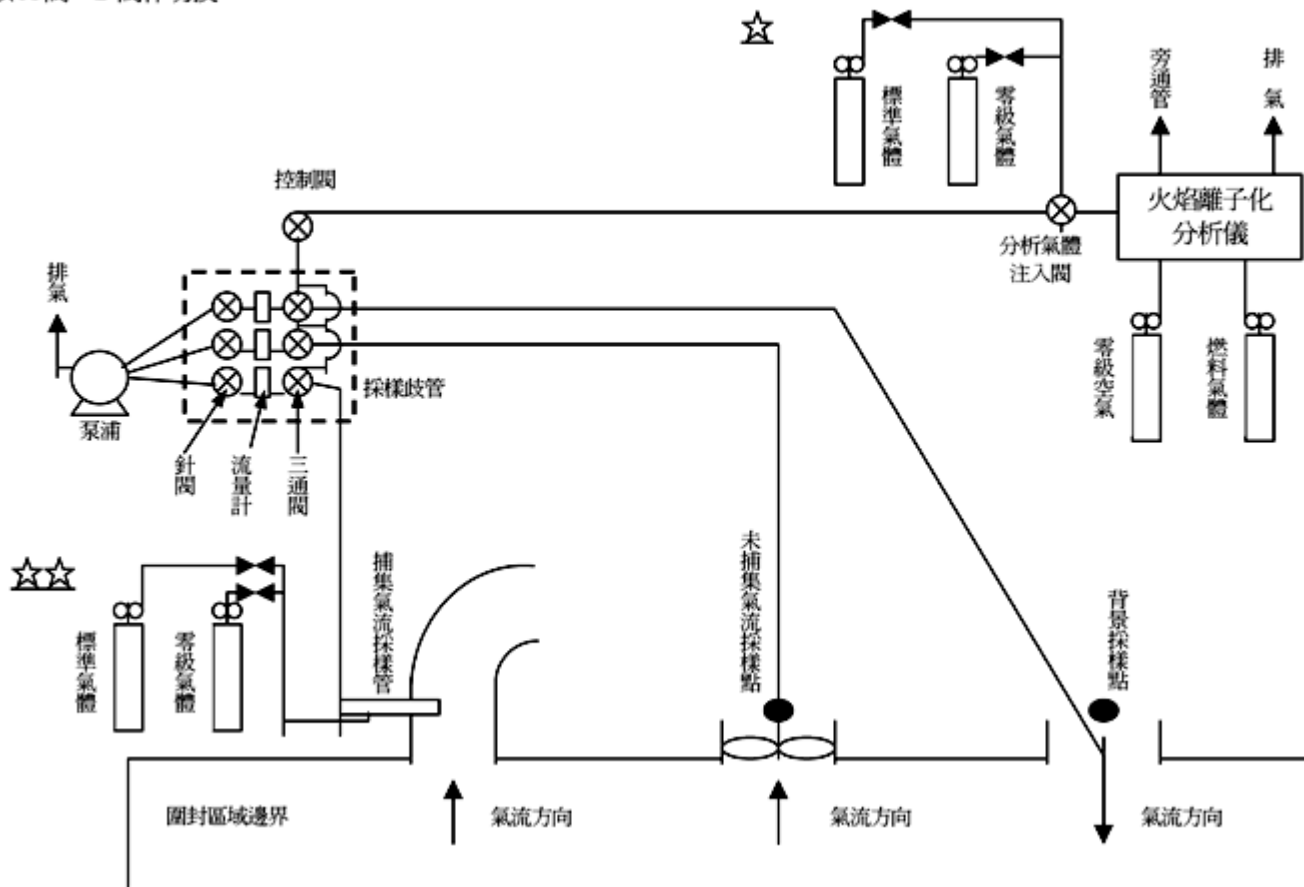


圖1 TVOC濃度量測系統配置示意圖