

空氣中粒狀污染物檢測法—高量採樣法(NIEA A102.14A)草案總說明

為空氣品質之總懸浮微粒及周界空氣中之粒狀污染物檢測，參考美國環保署方法(U.S. EPA High-Volume Method Appendix B to part 50)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「空氣中粒狀污染物檢測法—高量採樣法(NIEA A102.14A)」草案，其要點如下：

- 一、本方法適用空氣品質之總懸浮微粒及周界空氣中之粒狀污染物粒徑在一百微米以下之濃度檢測。
- 二、本方法是經由高量空氣採樣器配合適當之濾紙，以適當流量之吸引量於短時間或連續二十四小時採集空氣中之粒狀污染物稱重之。

空氣中粒狀污染物檢測法—高量採樣法(NIEA A102.14A)草案

公告	說明
主旨：訂定「空氣中粒狀污染物檢測法—高量採樣法(NIEA A102.14A)」，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：方法內容詳如附件。	方法內容。

空氣中粒狀污染物檢測法—高量採樣法草案

NIEA A102.14A

一、方法概要

經由高量空氣採樣器配合適當之濾紙，以 $1.1 \text{ m}^3/\text{min}$ 至 $1.7 \text{ m}^3/\text{min}$ 之吸引量，於短時間或連續 24 小時採集空氣中之粒狀污染物稱重之。

二、適用範圍

本法適用於空氣品質之總懸浮微粒(TSP)及周界空氣中之粒狀污染物(Particulate)，粒徑在 100 微米(μm)以下之濃度測定。

三、干擾

- (一) 光化學霧或木材黑煙等，其中可能存在之油性物質，會阻礙濾紙空氣流量而造成不穩定之抽引速率。
- (二) 濃霧或濕度高時會使濾紙受潮，而嚴重地減低空氣流量。

四、設備及材料

高量空氣採樣器(High-volume air sampler)是由空氣吸引部、濾紙固定器、流率測定部及保護器(Shelter)所構成，如圖一、圖二所示。

- (一) 空氣吸引部：是由整流馬達連結二段離心渦輪式風扇(Turbine type fan)所構成，具有 $2 \text{ m}^3/\text{min}$ 之吸引量。
- (二) 濾紙固定器：能保護 $20 \text{ cm} \times 25 \text{ cm}$ (或 $8 \text{ in.} \times 10 \text{ in.}$) 之濾紙不致破損且不漏氣的一種裝設，直接與空氣吸引部連結，其使用各部之材質如下，又其組合如圖三。
 - 1. 濾框(Frame)：使用耐腐蝕之材質（如不銹鋼或高級鋁合金），能固定濾紙使不致破損，其大小尺寸如圖三。
 - 2. 網狀物(Net)：在通氣時具有適當之強度可保護濾紙不會破損，其使用耐腐蝕之材質（如不銹鋼）製造，且此材質不可帶給濾紙任何不純物，其尺寸與濾紙相同，置於濾框內，又不通氣部分使用氟化樹脂製品之膠帶固定。
 - 3. 墊圈：其尺寸必須符合濾框，又其與濾紙接觸部分必須使用氟化樹脂製品之膠帶固定。
 - 4. 鎖具：裝卸濾紙時為防止破損及漏氣的一種裝設，其為耐腐蝕之材質（如不銹鋼或高級鋁合金）所製成的。

- (三) 流率測定部：流量測定部通常是使用裝卸方便之浮子流率計或圓盤紀錄器、壓差計、水柱壓差計，其相對流率單位為 $1.0 \text{ m}^3/\text{min}$ 至 $2.0 \text{ m}^3/\text{min}$ 之範圍。
- (四) 保護器：使用耐腐蝕性之材質製作，採樣時捕集面朝上，水平固定，保護器之構造及尺寸如圖二所示，可承受風雨而不致破損濾紙。
- (五) 採集用濾紙：須符合下列基本規格
1. 濾紙尺寸： $20 \text{ cm} \times 25 \text{ cm}$ (或 $8 \text{ in.} \times 10 \text{ in.}$)。
 2. 濾紙之有效採集面積： $18 \text{ cm} \times 23 \text{ cm}$ (或 $7 \text{ in.} \times 9 \text{ in.}$)。
 3. 濾紙材質：一般使用玻璃纖維濾紙，若欲作化學分析，則可使用其他特殊材質濾紙。
 4. 濾紙之採集效率：原製造廠出廠時已經 DOP 試驗，確認對於 $0.3 \mu\text{m}$ 粒狀物具有 99.95 % 以上之採集效率。
- (六) 分析天平：分析天平必須適合稱重 (五) 之濾紙尺寸。需要的測值範圍及靈敏度視濾紙盤重及重量負荷而定。一般而言，高量採樣器所需要的天平靈敏度為 0.1 mg 。較小流量的採樣器將需要更靈敏的天平。

五、試劑

略

六、採樣與保存

(一) 採樣前、後應執行單點流率查核(Check)：

1. 組裝小孔校正器。將小孔校正器(Orifice calibrator)與空氣吸引部直接接合，再將水柱壓力計之一端接小孔校正器，另一端通大氣。水柱壓力計及高量空氣採樣器之流率計，其裝置方式如圖四所示。
2. 調整高量空氣採樣器之水平器至水平。
3. 流率查核前應進行測漏，使用橡皮塞或膠帶等將小孔開口封住，並將壓力孔封住，啟動採樣器，確認浮子流率計之浮子降至底部不動 (或圓盤紀錄器、壓差計、水柱壓差計等刻度不動) 即完成測漏 (如使用電子系統會自動控制定流率之採樣器，測漏時只要馬達有急速增壓即可)。完成測漏後，打開電源穩定 5 分鐘後，調整至適當流率之水柱壓差，由小孔校正器之迴歸方程式所得之實際流率(Q)代入線性迴歸方程式($Y_{\text{cal}} = m Q + b$)得到 Y_{cal} 值，依九、(二) 7.公式檢查高量空氣採樣器誤差百分比是否在 $\pm 7\%$ 以內。

(二) 採樣地點以能把握大氣污染狀況，且不受特定源或其他交通狀況影響之場所。

1. 用於空氣品質檢測時；採樣高度以離地 2 公尺 至 15 公尺為原則，採樣時間為連續採樣 24 小時 $\pm$ 1 小時，採樣器之擺放必須不受其他測定儀之影響。
2. 用於周界採樣檢測時；採樣地點依環保相關法規之規定辦理，採樣高度以測定及調整方便為宜，採樣時間為連續採樣 1 小時 $\pm$ 5 分鐘，且能判定污染物由欲測之公私場所排放所為之位置。

(三) 粒狀污染物之採集

1. 確認採樣器能正常運轉。
2. 經稱量後之濾紙移置於濾紙固定器，固定濾紙且不能有漏氣現象。
3. 採樣裝備移置於保護器內，濾紙過濾面朝上，水平固定。
4. 接通流率計與排氣口之管路。
5. 可加裝累計時器(Elapsed-Time Meter)，若遇採樣期間內停電便可正確地記錄採樣時數。另可視需要加裝定時開關裝置(On-Off Timer)，定時啟動採樣器進行採樣及關閉採樣器。
6. 採樣前應進行測漏，測漏方式為以盲板封妥後打開電源啟動馬達，確認浮子流率計之浮子降至底部不動即完成測漏（如使用電子系統會自動控制定流率之採樣器，只要馬達有急速增壓即可），完成測漏後，打開電源記錄採集開始之時刻。
7. 開機暖機至少 5 分鐘後，記下空氣流率 Q_s ，一般吸引流率為 $1.1 \text{ m}^3/\text{min}$ 至 $1.7 \text{ m}^3/\text{min}$ 之間，測好流率後即可卸下流率計之接管。如搭配使用定時開關裝置進行採樣，則測漏後應暖機至少 5 分鐘，記下空氣流率 Q_s ，然後關閉採樣器進行定時開關裝置之設定。
8. 採樣終了時，記下採集時間 t 及空氣流率 Q_e ，並以下式計算吸引空氣量。如係搭配使用定時開關裝置進行採樣且至現場時採樣器已經關閉，則重新啟動採樣器暖機至少 5 分鐘，記下採集時間 t 及空氣流率 Q_e ，採集時間 t 須包含讀取空氣流率 Q_s 及 Q_e 之暖機時間。

$$V = \frac{Q_s + Q_e}{2} \times t$$

V ：吸引空氣量(m^3)

Q_s ：開始時之流率(m^3/min)

Q_e ：終了時之流率(m^3/min)

t：採集時間(min)

9. 採樣時應同時記錄採樣前、後之大氣壓力、溫度、風速、風向等氣象條件。採樣後亦應進行測漏，測漏步驟參考六、(三) 6. 採樣前測漏相關規定。

七、步驟

- (一) 採集前先將濾紙攤開置於濕度維持在 $45\% \pm 5\%$ ，溫度變化小於 3°C 之乾燥器或天平室內，使之乾燥平衡 48 小時以上後稱至恆重 W_s (精稱至 0.1 mg)。
- (二) 採集後之濾紙依後續檢驗分析需要，將粒狀物採集面摺於內，放入適當材質封套中，或將濾紙固定器內含濾紙並蓋上擋板後，放入容器或封套中帶回檢驗。
- (三) 採樣前、後濾紙須稱至恆重。
- (四) 恆重之定義為包括採樣前、後濾紙之調理環境，其濕度維持在 $45\% \pm 5\%$ ，溫度變化小於 3°C 範圍內，間隔至少 4 小時平衡後再稱重，前後重量差須小於 1.0 mg 內。
- (五) 如無法符合上述規定，則重複七、(四) 步驟直至前後重量差小於 1.0 mg 。

八、結果處理

- (一) 周界空氣中粒狀污染物之濃度依下式計算求出。

$$\text{粒狀污染物之濃度}(\mu\text{g}/\text{Nm}^3) = \frac{(W_e - W_s)}{V_n} \times 10^6$$

$$V_n = \frac{(P_s \times 273)}{760 \times (273 + T_s)} \times V$$

W_e ：採集後之濾紙重量(g)

W_s ：採集前之濾紙重量(g)

V_n ：為 0°C ，1 大氣壓下之吸引空氣量(Nm^3)

V ：吸引空氣量(m^3)

P_s ：採樣時段之平均大氣壓力(mmHg)

T_s ：採樣時段之平均大氣溫度($^\circ\text{C}$)

- (二) 空氣品質之總懸浮微粒之濃度依下式計算求出。

$$\text{總懸浮微粒之濃度}(\mu\text{g}/\text{m}^3) = \frac{(W_e - W_s)}{V} \times 10^6$$

W_e ：採集後之濾紙重量(g)

W_s ：採集前之濾紙重量(g)

V ：吸引空氣量(m^3)

九、品質管制

(一) 當高量空氣採樣器有下列情形之一時，則須進行流率校正：

1. 新機啟用時。
2. 馬達修理、保養或更換碳刷後。
3. 流率計修理、調整或更換。
4. 單點流率查核時偏離線性迴歸方程式超過 $\pm 7\%$ 。
5. 每 3 個月的定期校正。

(二) 高量空氣採樣器流量校正方式如下：

採用便於攜帶之小孔校正器及水柱壓力計，校正高量空氣採樣器之流率計，其裝置如圖四所示。

1. 將小孔校正器與空氣吸引部直接接合，見圖四。
2. 水柱壓力計之一端接小孔校正器，另一端通大氣，並確定沒有漏氣現象。
3. 打開電源穩定 5 分鐘後，俟讀值穩定後記下水柱壓力計之壓差 ΔH 。
4. 以水柱之壓差代入小孔校正器之校正方程式，計算正確之流率 Q ，記錄現場大氣溫度與壓力，並讀取採樣器流率計之讀值，必要時可修正至標準狀態下，建立一個可追溯至一級標準的校正關係（如：一個方程式或一組曲線）。
5. 依序調整小孔校正器不同流率（ $1.1 \text{ m}^3/\text{min}$ 至 $1.7 \text{ m}^3/\text{min}$ 流率間，至少 5 點）所相對應之採樣器流率計讀值 Y 。
6. 以 Q 為 X 軸、 Y 為 Y 軸，用最小平方線性迴歸法，得出線性迴歸方程式 $Y_{\text{cal}} = mQ + b$
 m 為斜率
 b 為截距
7. 計算各點 Y_{cal} 及 Y 值之誤差百分比 ($\% E$)。

$$\% E = \frac{Y - Y_{\text{cal}}}{Y_{\text{cal}}} \times 100$$

8. 各校正點 $\% E$ 誤差在 $\pm 5\%$ 範圍內時，即可接受，若不合格則需維修後重新校正。

9. 如採樣器流率計為浮子流率計，則可調整浮子流率計上端之調整鈕，使浮子流率計上之流率與九、（二）、5. 所得正確流率一致後，再依九、（二）、1.至 8. 進行校正。流率校正完成後，不能再調整調整鈕，否則需重新校正。
10. 當溫度、氣壓之變化很大（即溫度與校正小孔校正器之平均大氣溫度 T_a 相較超過 $\pm 15^\circ\text{C}$ 或氣壓與校正小孔校正器之平均大氣壓力 P_a 相較超過 $\pm 60\text{ mmHg}$ ）時（如在山頂採樣時），則小孔校正器之流量，可依下式補正。

$$Q_0 = Q_a \times \frac{(273 + T_0) \times 760}{298 \times P_0}$$

Q_a ：小孔校正器之流率(m^3/min)

Q_0 ：校正時採樣器流率計之真正流率(m^3/min)

T_0 ：校正時之大氣溫度($^\circ\text{C}$)

P_0 ：校正時大氣壓力(mmHg)

- （三）累計時器應每年進行校正，其 24 小時誤差不超過 2 分鐘。定時開關裝置應每年進行校正，其 24 小時誤差不超過 30 分鐘。
- （四）採樣前不可摺疊濾紙。

十、精密度與準確度

略

十一、參考資料

- （一）U.S. EPA, 40 CFR Appendix B to part 50 - Reference Method for The Determination of Suspended Particulate Matter in The Atmosphere (High-Volume Method), 2026.
- （二）ASTM International. Standard Test Method for Determination of Total Suspended Particulate Matter in the Atmosphere (High-Volume Sampler Method). ASTM D4096-17(2023), 2023.
- （三）Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems, Reference Method for the Determination of Suspended Particulates in the Atmosphere, section 2.2, Vol II (High-Volume Method), 1994.

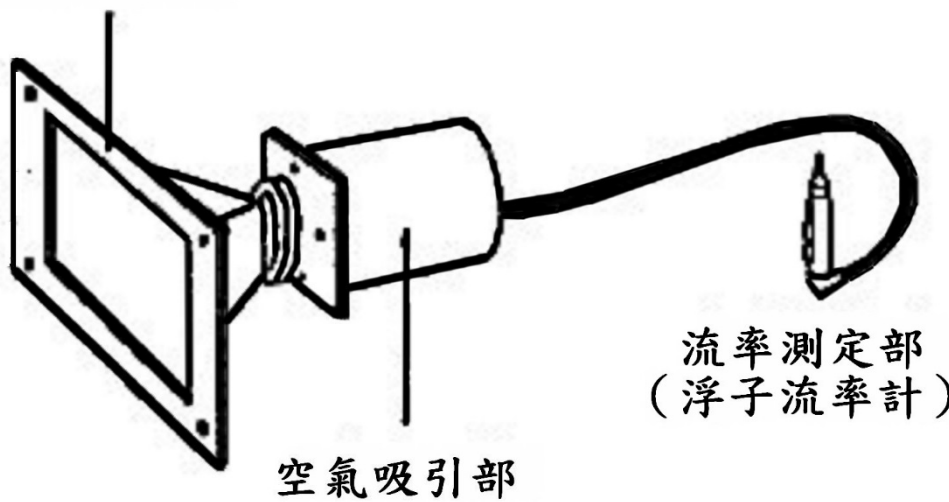
註 1：使用高量空氣採樣器時應注意的事項

- (1)採集時之流率或採集後之重量濃度有異常數字出現時，檢查是否流率計有異常，採樣器是否漏氣或電源電壓是否變動。若異常現象是在採集開始不久發生時，則須經確認已恢復正常運轉後，才可開始採集。若異常現象是在採集終了才發現時，則必須將此試樣保存並

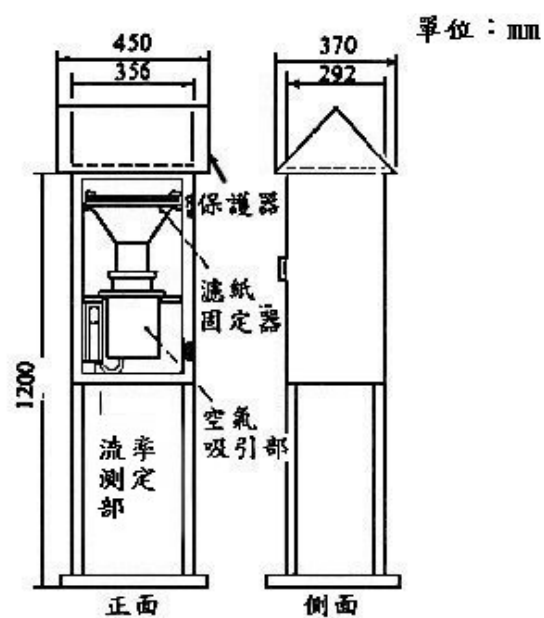
且正確記錄，同時要確實注意避免異常現象再度發生，並再重新採集。

- (2)吸引裝置之碳刷在使用 400 小時至 500 小時後，必須換新品，且須校正流率。
- (3)高量空氣採樣器所附流率計之上端有一流率調整鈕，不能隨意觸動，一經觸動則須校正流率。
- (4)流率計之狹小部分若有污物附著時，會導致讀數降低，可用細針小心地除去污物，不可傷及流率針，其後須校正流率。
- (5)吸引裝置之零件遇有更換，修理或流率有異常時，須校正流率。

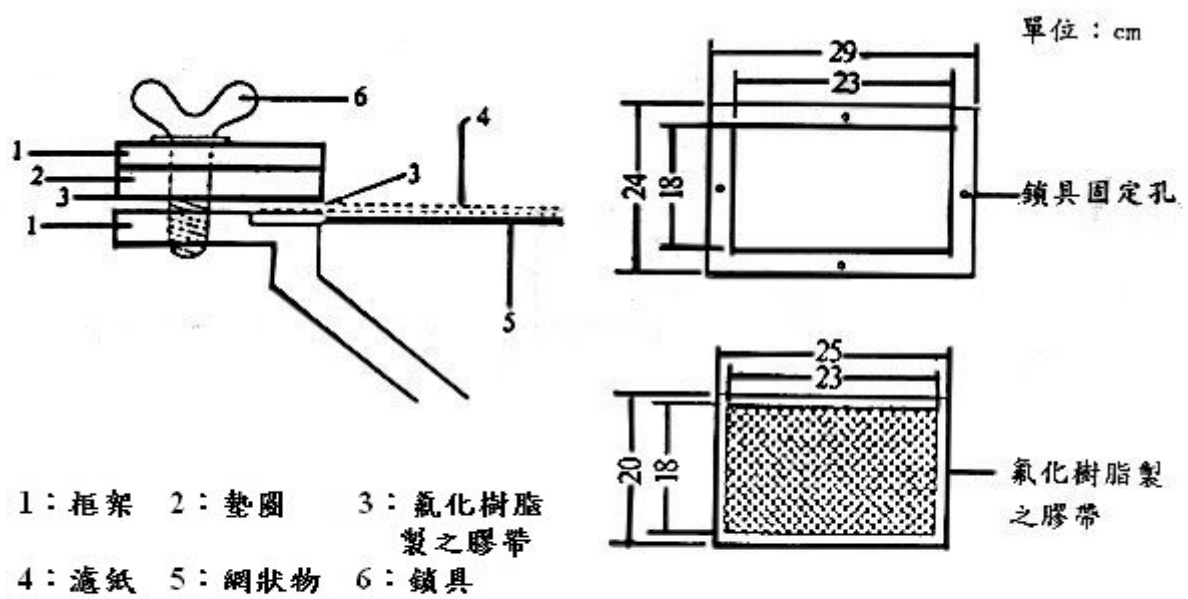
濾紙固定器



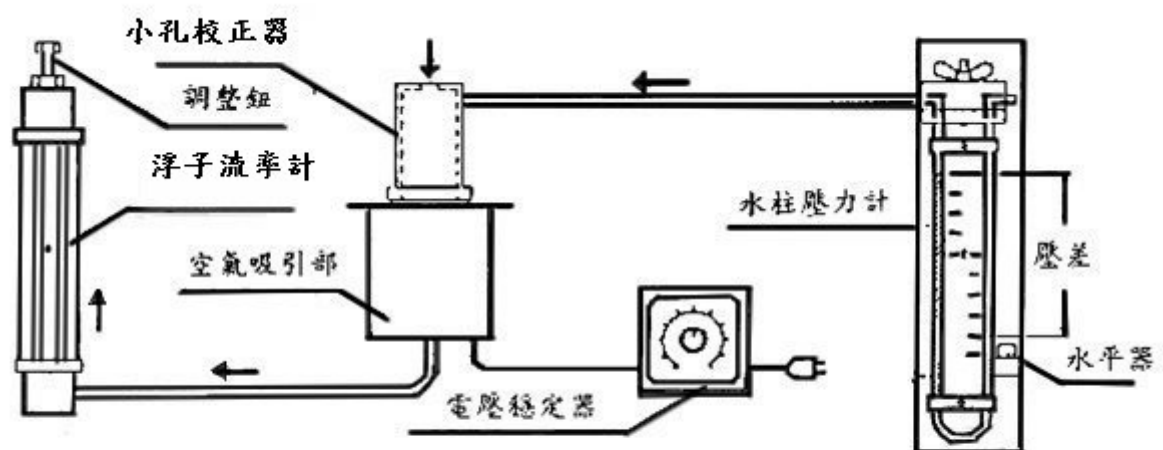
圖一 高量採樣器之構造圖例



圖二 保護器之構造圖例



圖三 濾紙固定器之組合圖例



圖四 小孔校正器之裝置圖例