

勞動部勞動及職業安全衛生研究所採樣分析參考方法

方法編號 MOL 4001 (等級 A) 可呼吸性粉塵/重量法 審查日期：111 年 08 月 31 日

化合物中文名：可呼吸性粉塵		化合物英文名：Respirable Dust	
容許濃度		參考資料：NIOSH 0600	
勞動部：見表 1 [1]			
OSHA：5 mg/m ³		分子式：—，簡式：—	
NIOSH：—			
ACGIH：3 mg/m ³		分子量：—	
基本物性			
液態：密度— g/mL @ — °C		別名：	
沸點：—			
熔點：—		CAS No.：—	
蒸氣壓：—			
爆炸範圍：— %(v/v in air)		RTECS No.：—	
採樣		分析	
採樣設備：見表 2		方法：重量法	
流 率：見表 2		分析物：可呼吸性粉塵 Respirable Dust	
採樣體積：見表 1		天平：精確到 0.01 或 0.001 mg	
樣本運送：例行性		校正：使用 E2 [註 1]或同等級砝碼	
樣品穩定性：未測定		範圍：0.1~2.0 mg/樣本 [2]	
現場空白樣本：每批樣本數的 10%，至少需 2 個以上		預估偵測極限：0.03 mg/樣本 [2]	
準確度 [2]		分析變異係數(CVa)：1.9 %	
範圍：0.5~10 mg/m ³			
偏差：依粉塵粒徑分布			
總變異係數(CV _T)：依粉塵粒徑分布			
準確度：依粉塵粒徑分布			
適用範圍：適用於 200 L，0.5~10 mg/m ³ 之空氣樣本。			
干 擾：—			
安全衛生注意事項：—			

此方法與 NIOSH 0600 分析方法類似；本方法有標出參考文獻處，指內容係直接引用該文。

註 1：E2 為 OIML (International Organization for Legal Metrology；國際法定計量組織) 所定的標準法碼等級規範之一。

1.設備

- 1.1 捕集設備：濾紙匣附旋風分粒採樣器，參考表 3，內裝 PVC 濾紙，直徑 37mm 或 25 mm、孔徑 5 μ 及纖維素材質支撐墊片[2]，「作業環境有害物採樣分析參考方法驗證程序：附件 3」[7]。
- 1.2 旋風分粒採樣器，參考表 2。
- 1.3 個人採樣泵，流率參考表 2。
- 1.4 精密微量天平可精確至 0.01 或 0.001 mg。
- 1.5 鑷子，不鏽鋼材質，扁平鑷嘴。
- 1.6 電子乾燥箱，溫度控制變動在 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 以內，相對濕度控制變動在 $\pm 10\%$ 以內。

2.採樣前準備工作

- 2.1 每批樣本採樣，需準備樣本數的 10%，至少 2 個以上之空白介質作為現場空白樣本。
- 2.2 將濾紙置於電子乾燥箱過夜。
- 2.3 將濾紙以精密微量天平稱重，並記錄欲採樣前濾紙所稱的重量 W_1 ，空白樣本濾紙所稱重量平均值為 B_1 ：
 - 2.3.1 天平每次稱重前都要歸零。
 - 2.3.2 以鑷子夾濾紙，如果濾紙易吸黏天平的秤盤，不易取下，則表示濾紙與稱盤間有靜電產生，為避免因靜電而造成天平稱重的誤差，需使用靜電去除裝置如靜電中和器、靜電接地環或金屬材質秤盤。
 - 2.3.3 連續兩次稱重讀值，其差值若小於 0.03 mg，取其平均值，否則稱取第三次重量，以其中較接近的兩次且差值小於 0.03 mg 者取平均值。
- 2.4 將濾紙放入濾紙匣中並加以蓋緊，用塞子將濾紙匣兩端小孔塞住，並以纖維素製的收縮帶包緊濾紙匣，收縮帶乾燥後標註辨識號碼。
- 2.5 依據「作業環境有害物採樣分析參考方法驗證程序：附件 3」採樣泵之校正步驟進行流率校正[7]。
- 2.6 採樣器材組裝及採樣流率參考表 2，建議之採樣體積參考表 1，採集粉塵量不要超過濾紙之最大負荷量，一般約 2 mg。

3.樣本稱重前準備事項

- 3.1 若採樣完成之濾紙匣外表有積塵，可以濕紙巾擦拭濾紙匣之表面灰塵，以降低樣本處理過程之污染。
 - 3.2 將濾紙匣之兩端塞子移去後，置於電子乾燥箱過夜，並保持濾紙採集面朝上。
 - 3.3 除去濾紙匣之收縮帶，並打開濾紙匣，取出濾紙稱重。
- 註：取濾紙時，須很小心地以鑷子夾濾紙邊緣，以免濾紙上之粉塵掉失，如果濾紙黏在濾紙匣上，須非常小心地以適當工具將濾紙推起，否則易將濾紙弄破。

4.校正與品質管制

- 4.1 精密微量天平每天使用前需以標準砝碼 (E2 或同等級)校正，並於每次稱重前都要歸零，且採樣前、後使用相同天平。
- 4.2 採樣前後濾紙的稱重，其天平置放室的溫度控制變動在 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 以內，相對濕度控制變動在 $\pm 10\%$ 以內。

5.樣本稱重測量

- 5.1 將每一個樣本稱重，包括現場空白樣本，並記錄採樣後重量，另外濾紙有明顯缺失如粉塵負載過重、洩漏、破損、潮濕等亦要記錄。

6.計算

$$C = \frac{(W_2 - W_1) - (B_2 - B_1) \times 10^3}{V}$$

C：空氣中有害物濃度（mg / m³）

V：採樣氣體體積（L）

W₁：採樣前濾紙重量（mg）

W₂：採樣後濾紙(含樣本)重量（mg）

B₁：採樣前現場空白濾紙平均重量（mg）

B₂：採樣後現場空白濾紙平均重量（mg）

7.文獻

- [1] 勞工作業場所容許暴露標準，勞動部，民國 107 年 3 月。
- [2] NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM), 4th ed., Method 0600(1994).
- [3] 勞工作業環境空氣中有害物標準分析方法建議方法通則篇，勞動部勞動及職業安全衛生研究所，中華民國 84 年 12 月。
- [4] 勞工作業場所粒狀有害物採樣器性能評估，勞動部勞動及職業安全衛生研究所，IOSH95-A314，中華民國 96 年 3 月。
- [5] 工業衛生實驗室粉塵重量分析能力比試樣品製備，工業技術研究院工業安全衛生技術發展中心，勞工安全衛生研究季刊，85 年 9 月，第四卷第三期，第 71-79 頁。
- [6] Documentation of the NIOSH Validation Tests, U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Publication No.77-185, p.11(1977).
- [7] 作業環境有害物採樣分析參考方法驗證程序，勞動部勞動及職業安全衛生研究所，民國 108 年 7 月。

附註一 採樣分析流程圖

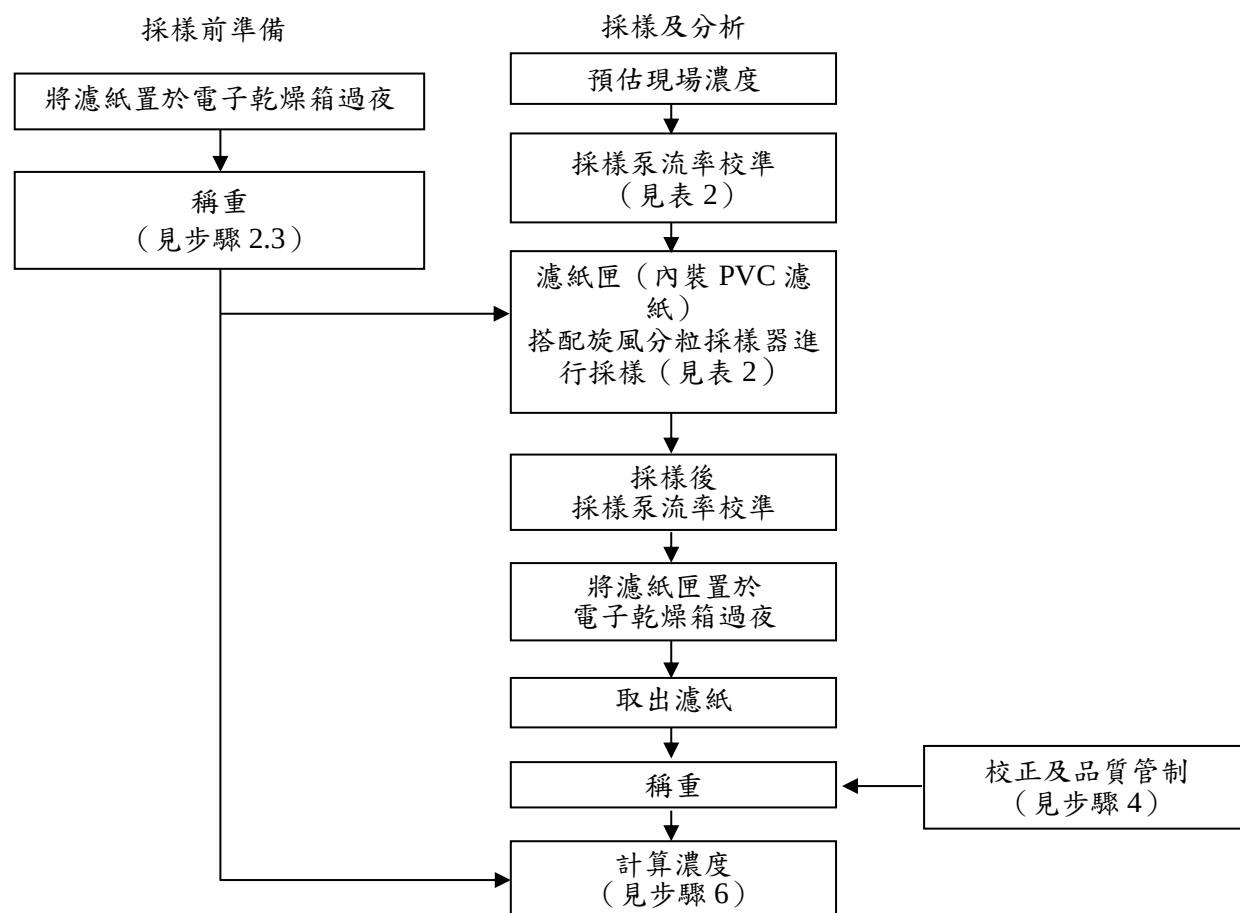


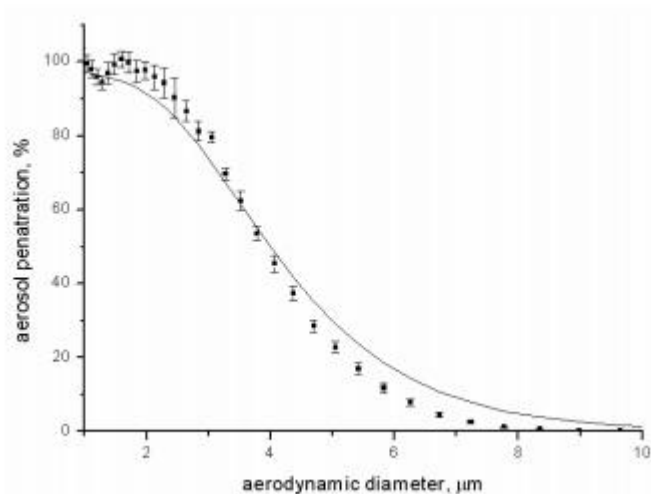
表 1 可呼吸性粉塵容許濃度與建立最小、最大採樣體積

有害物質	容許濃度(mg/m ³)	最小採樣體積@1PEL(L)	最大採樣體積(L)
雲母石	3	33	670
滑石	2	50	960
第一種粉塵	10/(%SiO ₂ +2)	10×(%SiO ₂ +2)	200×(%SiO ₂ +2)
第二種粉塵	1	100	1920
第四種粉塵	5	20	400

表 2 採樣設備組合

採樣設備(+濾紙[註 1])	採樣流率(L/min)	備註
Nylon cyclone[註 2]	1.7	4 μm cut-off size[註 3]
Higgins-Dewell (HD) cyclone	2.2	4 μm cut-off size[註 3]
SKC Aluminum cyclone	2.5	4 μm cut-off size
SKC GS-3 Respirable dust cyclone	2.75	4 μm cut-off size
IOSH 旋風分粒採樣器	2.1	4 μm cut-off size，95 %信賴區間範圍為 3.8~4.1 μm [註 4]
IOSH 虛擬分粒採樣器	3.6	4 μm cut-off size，95 %信賴區間範圍為 3.7~4.0 μm [註 5]

- 註 1. 濾紙為 PVC 濾紙，直徑 25 或 37mm，孔徑 5 μm 。
2. 尼龍旋風分粒採樣器（Nylon cyclone）為 10-mm cyclone。
3. 可呼吸性粉塵係指可透過離心式或水平析出式等分粒裝置所測得之粒徑者，其分粒裝置之 50% cut-off size 是 4 μm [3]。
4. IOSH 旋風分粒採樣器粒徑沉積分布圖[4]



5. IOSH 虛擬分粒採樣器粒徑沉積分布圖[4]

