

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 4002 (等級 A) 總粉塵/重量法 審查日期：111 年 08 月 31 日

化合物中文名：總粉塵 容許濃度 勞動部：見表 2 OSHA：15 mg/m ³ NIOSH：10 mg/m ³ ACGIH：10 mg/m ³ ，Total Dust SiO ₂ < 1% 基本物性 固態：— 沸點：— 熔點：— 蒸氣壓：— 爆炸範圍：—%(v/v in air)	化合物英文名：Total Dust 參考資料：NIOSH 0500 8/15/1993[3] 分子式：—，簡式：— 分子量：— 別名：— CAS No.：— RTECS No.：—
採樣	分析
採樣設備：PVC 濾紙，直徑 37mm，孔徑 2-5 μm [3] 流 率：1~2 L/min 採樣體積：見表 2 樣本運送：例行性 樣本穩定性：未測定 現場空白樣本：每批樣本數的 10%，至少需 2 個以上	方法：重量法 分析物：見表 2 天平：精確到 0.01 或 0.001 mg 校正：使用 E2 或同等級砝碼 範圍：0.1~2.0 mg/樣本 [2] 預估偵測極限：0.03 mg/樣本 [2] 分析變異係數(CVa)：2.1 %
準確度	
範圍：7.7~14 mg/m ³ (假設 150 L 採樣體積) 分析偏差：2.2 % 總變異係數(CV _T)：5.4 % 準確度：13 %	
適用範圍：適用於 100 L，1~20 mg/m ³ 之空氣樣本。	
干 擾：—	
安全衛生注意事項：—	

註：1.此方法與 NIOSH 0500 分析方法類似；衝擊瓶和直讀式儀器雖可用來採集總粉塵的採樣，但是在個人採樣上有所限制。
 2.本方法有標出參考文獻處，指內容係直接引用該文獻。

1.設備

- 1.1 捕集設備：濾紙匣內裝 PVC 濾紙，直徑 37 mm、孔徑 5 μ m 及纖維素材質支撐墊片[3]，依據「作業環境有害物採樣分析參考方法驗證程序：附件 3」[6]。
- 1.2 個人採樣泵，流率 1.0~2.0 L/min。
- 1.3 精密微量天平可精確至 0.01 或 0.001 mg。
- 1.4 鑷子，不鏽鋼材質，扁平鑷嘴。
- 1.5 電子乾燥箱，溫度控制變動在 ± 5 $^{\circ}$ C以內，相對濕度控制變動在 ± 10 %以內。

2.採樣前準備工作

- 2.1 每批樣本採樣前需準備樣本數的 10%，至少 2 個以上之空白介質作為現場空白樣本。
- 2.2 將濾紙置於恆溫恆濕櫃(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[6]。
- 2.6 採樣流速 1.0~2.0 L/min，建議之採樣體積參考表 2，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，置於恆溫恆濕櫃(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 ± 5 $^{\circ}$ C以內，相對濕度控制變動在 ± 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. 方法評估

- 7.1 利用行政院勞工委員會工業衛生實驗室粉塵重量分析能力比試樣品[5]，進行分析變異係數(CVa)與分析偏差(Bias)測試。
- 7.2 每天稱量 4 個樣品(含空白濾紙與粉塵濾紙)，並計算粉塵淨重。再重複步驟(7.2)，連續進行六天，計算每一樣品不同天稱重之平均值、相對誤差與變異係數。
- 7.3 以四個驗證數據之平均相對誤差 (2.2%)為本分析方法之分析偏差(Bias)，而以四個驗證數據之共同分析變異係數為本分析方法之精密度(Precision)，見表 1。
- 7.4 總變異係數(CV_T) = (CV_a²+CV_p²)^{1/2}=(0.021²+0.05²)^{1/2} =0.054 =5.4%
其中 CV_a = 分析變異係數，CV_p = 採樣泵變異係數，假設為 0.05[4]。
- 7.5 準確度 = 分析偏差+2(總變異係數)=2.2% + 2×5.4%=13%

8. 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] 厭惡性粉塵重量法採樣分析方法之建立與驗證(二)，行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所，中華民國 86 年 10 月。
- [3] NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM) ,4th ed., 0500,(1993).
- [4] Documentation of the NIOSH Validation Tests, U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Publication No. 77-185, p.11(1977).
- [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] 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。

表 1 分析方法驗證

	方法制定實驗室	複驗實驗室(一)	複驗實驗室(二)
分析天平	Mettler AT201	Mettler AT261	Mettler AT261
溫度(°C)	20.8 ~ 21.4	20 ~ 21	23 ~ 25
相對溼度(%)	57 ~ 63	41 ~ 43	51 ~ 55
相對誤差(%)	1.5	2.3	2.9
平均相對誤差(%)	2.2		
分析變異係數(%)	1.9	2.2	2.2
共同變異係數(%)	2.1		

表 2 總粉塵容許濃度與建議最小、最大採樣體積

有害物質	備註	容許濃度 (mg/m ³)	最小採樣體積 @1PEL(L)	最大採樣體積(L)
棉塵	棉絮除外	0.2	500	960
第一種粉塵	%SiO ₂ ≥ 10[註 1]	30/(%SiO ₂ +2)	3.3×(%SiO ₂ +2)	67×(%SiO ₂ +2)
第二種粉塵	%SiO ₂ < 10[註 2]	4	25	500
第四種粉塵	厭惡性粉塵	10	10	200

註：1. 含游離二氧化矽 10% 以上之礦物性粉塵。

2. 未滿 10% 游離二氧化矽之礦物性粉塵。