

行政院勞工委員會
勞工安全衛生研究所採樣分析參考方法

RM017A 厭惡性粉塵 nuisance dust 11/18/1997

容許濃度 勞委會：10 mg/m ³ [1] 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：密度--g/ml @ -- ⁰ C 沸點：-- ⁰ C 熔點：-- ⁰ C 蒸氣壓：--kPa(--mmHg，--%v/v) @-- ⁰ C 爆炸範圍：--%(v/v in air)	參考資料：NIOSH 0500 8/15/1994[3] 分子式：-- 簡式：-- 分子量：-- 別名：particulates unless otherwise classified CAS No.：-- RTECS No.：--
---	--

採 樣	分 析
採樣介質：PVC濾紙，直徑37 mm，孔徑 2-5 μm 流 率：1-2 L/min 採樣體積：最小30 L @ 10 mg/m ³ 最大200 L[3] 樣品運送：例行性 樣品穩定性：未測定 現場空白樣品：每批樣品數的10%，至少 需二個以上	方法：重量法 分析物：空氣中微粒物質 天平：可讀至0.01 mg 校正：使用E2或同等級砝碼（1 mg） 範圍：0.3-2.0 mg/樣品 可量化最低重量：0.3 mg/樣品 分析變異係數(CV _a)：2.5 %
準 確 度	
範圍：7.7-14.0 mg/m ³ (假設150 L採樣體積) 偏差：2.1 % 總變異係數(CV _T)：5.6 % 準確度：13 %	

適用範圍：適用於100 L，3-20 mg/m³之空氣樣品。

干擾：有機性和揮發性微粒物質可由加熱去除[4]。

安全衛生注意事項：

註：

- 1.本方法有標出參考文獻處時，指內容係直接引用該文獻。
- 2.因PVC濾紙採樣重量範圍之限制，欲進行全天八小時全程採樣時須至少連續使用三個採樣器。

1.設備：

- 1.1 採集設備：PVC濾紙，直徑37 mm，孔徑2-5 μm ，濾紙及濾紙匣規格詳見通則之採樣介質。
- 1.2 個人採樣泵：流率1.0-2.0 L/min。
- 1.3 精密微量天平：可讀至0.01 mg。
- 1.4 鑷子，不銹鋼材質，扁平鑷嘴。
- 1.5 恆溫恆濕室(箱)：濾紙採樣前後稱重時溫度差異在 $\pm 2.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以內，相對濕度在 $\pm 10\%$ 以內。

2.採樣前準備工作：

- 2.1 準備採集設備可於濾紙匣合適區域標誌編號或以原子筆在墊片上寫上編號，為便於辨識墊片編號處應朝下。
- 2.2 將濾紙置於墊片上，合上濾紙匣並取下塞子，將其靜置於恆溫恆濕室(箱)過夜。
- 2.3 在恆溫恆濕室中稱重濾紙，並記錄欲採樣用濾紙所稱的重量 W_1 ，平均所有空白樣品濾紙所稱重量，其值為 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稱板，不易取下，則表示濾紙與稱板間有靜電產生，為避免靜電而造成天平稱重的誤差，需使用靜電去除裝置如 Po^{210} 之中和器、靜電接地環或金屬材質稱盤。
 - 2.3.3 至連續兩次稱重讀值之差小於0.03 mg時，取其平均值。
- 2.4 將濾紙放入濾紙匣中並加以蓋緊，用塞子將濾紙匣塞住，並以收縮帶包緊濾紙匣，收縮帶乾燥後標註與墊片相同號碼。

3.採樣

- 3.1 個人採樣泵連結採集設備，進行流率校正，見通則之採樣。
- 3.2 以正確且已知的流率，採集空氣。採樣泵流率為1.0-2.0 L/min，應採集之空氣體積約為30 L-200 L。採集粉塵量不要超過濾紙最大負荷量，一般約為2 mg。
- 3.3 以濾紙匣進出氣口塑膠蓋封口，並以石蠟薄膜或纖維素製的收縮帶加封。

4.樣品稱重前準備事項：

- 4.1 以濕紙巾擦拭濾紙匣之表面灰塵，以降低汙染的可能，紙巾於使用後丟棄。
- 4.2 將移去上下塞子後之濾紙匣，置於恆溫恆濕室(箱)過夜。
- 4.3 除去濾紙匣之封口帶，並打開濾紙匣，以撈出器 (lifter) 將濾紙舉起，很小心地以鑷子夾濾紙邊緣，以免粉塵漏失。

5.校正：

精密微量天平每次使用前須以 1 mg 之標準砝碼(E2 或同等級)校正，並於每次稱重前都要歸零，採樣前後須使用同一天平。

6.稱重測量：

- 6.1 以下列方式稱取採樣後粉塵樣品重量(W_2)及現場空白樣品重量(B_2)。
 - 6.1.1 天平每次稱重前都要歸零。
 - 6.1.2 以鑷子夾濾紙，如果濾紙易吸黏天平的稱板，不易取下，則表示濾紙與稱板間有靜電產生，為避免靜電而造成天平稱重的誤差，需使用靜電去除裝置如 Po^{210} 之

中和器、靜電接地環或金屬材質稱盤。

6.1.3 至連續兩次稱重讀值之差小於 0.03 mg 時，取其平均值。

6.2 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。

7.計算

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

C：空氣中總粉塵濃度(mg/m³)

V：採樣體積(L)

W₁：採樣前濾紙重量(mg)

W₂：採樣後樣品(含濾紙)重量(mg)

B₁：採樣前空白濾紙平均重量(mg)

B₂：採樣後空白濾紙平均重量(mg)

8.方法驗證：

A.取工研院工安衛中心同一季粉塵重量分析能力比試樣品三份，一份由方法製定單位分析，兩份分別寄送兩家實驗室進行方法驗證[5]，結果如表一、二所示。

B.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。

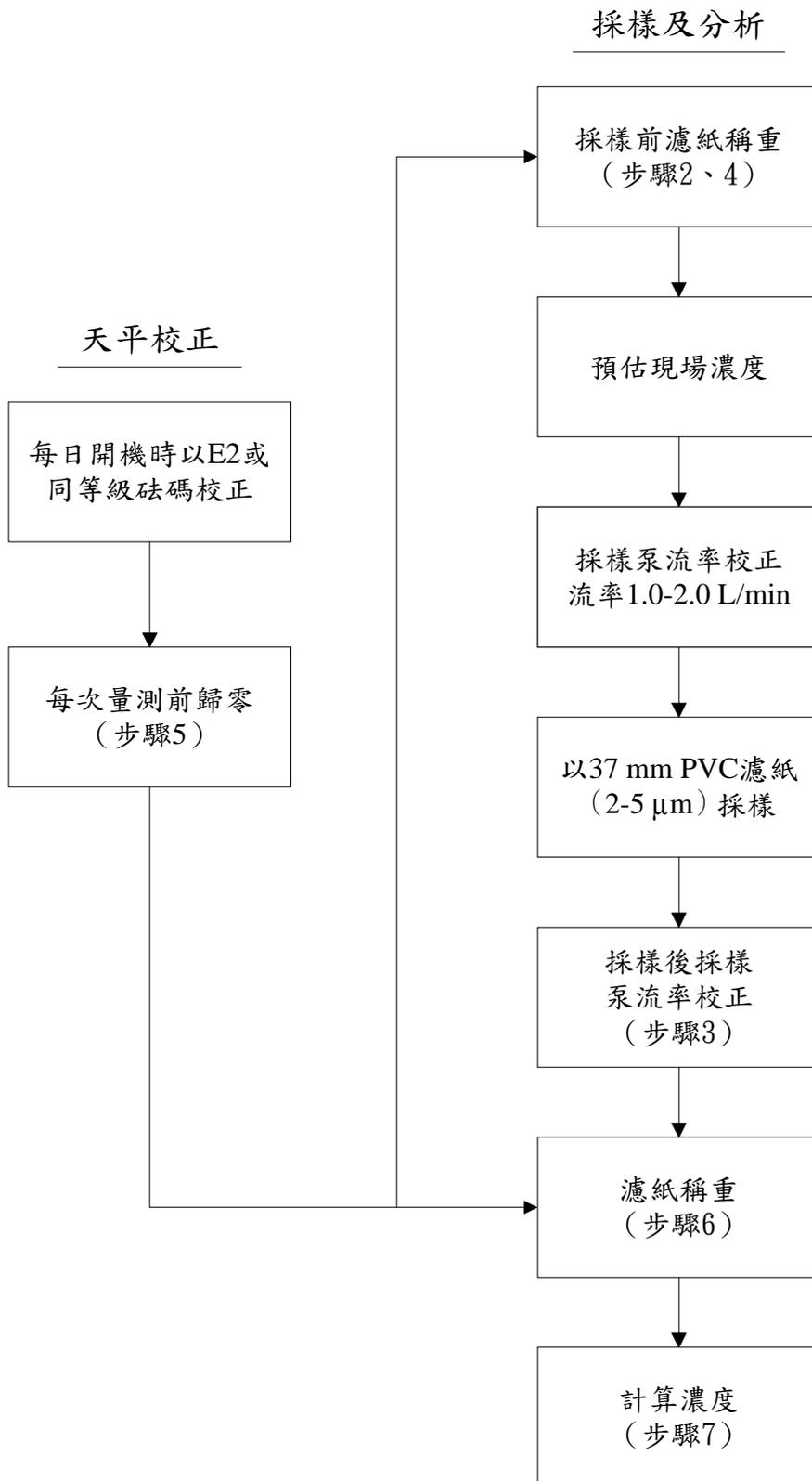
C.重複步驟(B)，連續進行六天稱重，計算每一樣品在不同天稱重之平均測定值、偏差、分析變異係數及準確度。

	方法製訂單位	協同覆驗單位一	協同覆驗單位二
分析天平	Mettler AT201,	Mettler AT261,	Mettler AT261,
溫度(°C)	20.8~21.4	20~21	23~25
相對濕度(%)	57~63	41~43	51~55
分析變異係數 CVa(%)	2.91	2.26	2.29

9.文獻：

- [1] 勞工作業環境空氣中有害物容許濃度標準，行政院勞工委員會，中華民國 84 年 7 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 (NMAN) ,4th ed., 0500,(1994).
- [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。

附註一 採樣分析流程圖



附註二 所參考分析方法之主要數據

1.本分析方法是參考 NIOSH 0500 (第四版) 方法

2.儀器分析條件：

方 法：重量法

分析物：空氣中微粒

天 平：可測至 0.001 mg

(採樣前後，使用同一天平稱重)

校 正：NIST 等級 S-1.1 或 ASTM 等級 1 砝碼

範 圍：0.1-2 mg/樣品

預估偵測極限：0.03 mg/樣品

分析變異係數：2.6 %

表一 分析方法驗證

		方法製訂單位		協同覆驗單位一		協同覆驗單位二	
分析天平		Mettler AT201,		Mettler AT261,		Mettler AT261,	
溫度(°C)		20.8~21.4		20~21		23~25	
相對濕度(%)		57~63		41~43		51~55	
	參考值 (mg)	測定值 (mg)	偏差 (%)	測定值 (mg)	偏差 (%)	測定值 (mg)	偏差 (%)
樣品 1	1.46	1.48	1.4	1.52	4.1	1.51	3.4
樣品 2	1.16	1.15	-0.9	1.17	0.9	1.17	0.9
樣品 3	2.08	2.14	2.9	2.18	4.8	2.10	1.0
樣品 4	1.58	1.60	1.3	1.61	1.9	1.64	3.8
各單位之平均偏差(%)		1.18		2.93		2.28	
方法之偏差(%)				2.13			
各單位之分析變異係數(%)		2.91		2.26		2.29	
方法之分析變異係數(%)				2.51			

方法之偏差：三家實驗室樣品驗證數據平均偏差之平均

方法之分析變異係數：三家實驗室稱重後，由各單位之分析變異係數計算而得

$$\begin{aligned} \text{總變異係數}(CV_T) &= (CV_a^2 + CV_p^2)^{1/2} \\ &= (0.0251^2 + 0.05^2)^{1/2} \\ &= 0.0560 = \underline{5.60\%} \end{aligned}$$

CV_a = 分析變異係數

CV_p = 採樣泵變異係數，假設為 0.05[4]

$$\begin{aligned} \text{準確度} &= \text{偏差} + 2 \text{ 倍總變異係數} \\ &= 2.13\% + 2 \times 5.60\% = \underline{13.3\%} \end{aligned}$$

表二 各單位分析之原始數據及分析變異係數

單位	方法製訂單位				協同覆驗單位一				協同覆驗單位二			
樣品編號	樣品 1 (mg)	樣品 2 (mg)	樣品 3 (mg)	樣品 4 (mg)	樣品 1 (mg)	樣品 2 (mg)	樣品 3 (mg)	樣品 4 (mg)	樣品 1 (mg)	樣品 2 (mg)	樣品 3 (mg)	樣品 4 (mg)
第 1 天	1.58	1.21	2.17	1.58	1.48	1.16	2.16	1.59	1.47	1.14	2.13	1.64
第 2 天	1.40	1.13	2.13	1.54	1.51	1.19	2.17	1.67	1.55	1.18	2.09	1.66
第 3 天	1.51	1.14	2.13	1.63	1.53	1.12	2.17	1.65	1.54	1.12	2.07	1.67
第 4 天	1.46	1.12	2.16	1.59	1.58	1.17	2.22	1.57	1.51	1.24	2.09	1.60
第 5 天	1.46	1.17	2.13	1.59	1.55	1.20	2.17	1.61	1.51	1.18	2.13	1.66
第 6 天	1.49	1.16	2.13	1.69	1.5	1.20	2.18	1.58	1.50	1.16	2.12	1.64
平均值	1.48	1.16	2.14	1.60	1.53	1.17	2.18	1.61	1.51	1.17	2.11	1.65

單位	方法製訂單位				協同覆驗單位一				協同覆驗單位二			
樣品編號	樣品 1	樣品 2	樣品 3	樣品 4	樣品 1	樣品 2	樣品 3	樣品 4	樣品 1	樣品 2	樣品 3	樣品 4
平均值(mg)	1.48	1.16	2.14	1.60	1.53	1.17	2.18	1.61	1.51	1.17	2.11	1.65
標準偏差	0.06	0.03	0.02	0.05	0.04	0.03	0.02	0.04	0.03	0.04	0.03	0.03
樣品之分析變異係數 (%)	4.05	2.59	0.93	3.13	2.61	2.56	0.92	2.48	1.99	3.42	1.42	1.82
各單位之分析變異係數 (%)	2.91				2.26				2.29			