

《空氣污染管制條例》
第 2 條規定的測定含石棉物料的方法

目錄

1. 引言	1
2. 應用	1
3. 方法摘要	1
4. 設備及用品	1
5. 石棉鑑別	4
6. 肉眼估計	4
7. 製備樣本	4
8. 樣本數量化	8
9. 測試報告	9
10. 結果釋義	10

《空氣污染管制條例》第 2 條規定的測定含石棉物料的方法

1. 引言

根據《空氣污染管制條例》(下稱「條例」)第 2 條規定,「石棉」包括下述礦物,即鐵石棉、青石棉、溫石棉、纖維狀的陽起石、纖維狀的直閃石和纖維狀的透閃石,及包含該等礦物的物質;而「含石棉物料」則指以按照環境局局長所認可的方法測定,屬以石棉製造或含有石棉的任何物料、物質或產品。為執行條例,應用下列測定重量和光學顯微鏡技術的方法,測定物質是否屬含石棉物料。這方法於 2014 年 4 月 4 日生效,並取代於 1997 年政府公告第 2755 號刊登的方法。

2. 應用

2.1 本文件所描述的方法,會在需要根據條例測定物質是否屬含石棉物料時應用。

2.2 如樣本各層的成分顯著不同,各層應視為獨立樣本,而每一成分層的石棉百分率須分別測定。每一物料層應根據其石棉百分率,分類為含石棉物料或其他。

3. 方法摘要

這方法分兩個步驟找出樣本中的石棉百分率,即步驟 1,使用低功率立體雙筒顯微鏡作肉眼估計,和步驟 2,使用減去基質重量和極化光顯微技術計算點子。如步驟 1 不能測定石棉含量超過 1%,則須進行步驟 2,使用重量測定和計算點子技術。在計算點子前,要以結合簡單的程序,例如有機減法、酸性分解和沉澱法,盡量減少或除去樣本的基質。在每一階段都須記錄樣本的重量。減去基質後,如有大的石棉束,可用人手撿去,然後磅重。隨後,最後剩餘物的分樣本以最大對比的 Cargille liquid 固定在顯微鏡載片,並以極化光顯微鏡計算點子,測定石棉的濃度。石棉點子和非石棉點子會在顯微鏡的十字絲標綫片下計算,直至達到超過 20 點石棉點子或特定數量的非空點子。

4. 設備及用品

4.1 樣本製造場,須為具有高度空氣粒子過濾和負氣壓效能的地方。這可以是一間層流式安全櫃或是一個類似的密封環境,使流經當中的空氣均會通過一個高效能空氣粒子過濾器。這會把互相污染的可能性減至最低及

保持一個安全的工作環境。

4.2 低功率(5-60 倍)立體雙筒顯微鏡，其外面有光源，可用作粗略的觀察。

4.3 鉗子、解剖針、探針、解剖刀或剃刀片等，用以處理物料樣本。

4.4 壓碎設備

4.4.1 研鉢及研杵

4.4.2 最少需有下列其中一項設備：

- 小型攪拌器(容量約為 30 毫升)
- 液氮碾磨機，或
- Wiley 碾磨機

4.5 聚碳酸脂過濾紙的過濾儀器

4.5.1 0.4 微米管孔聚碳酸脂過濾紙

4.5.2 石化碟及蓋子

4.6 隔焰爐，可在攝氏 500 度的高溫下持續運作(有比例性溫度控制器)

4.6.1 可抵受攝氏 500 度高溫的坩堝(底部及蓋子)。

4.6.2 高溫溫度計，測溫範圍至少可達攝氏 500 度，細分刻度為攝氏 5 度或以下。

4.7 鹽酸

4.7.1 37%重量的濃度，試劑等級

4.7.2 10%重量的濃度，試劑等級

4.8 加熱燈、熱板或烘爐

4.9 乾燥器

4.10 磁力攪拌器

4.11 蒸餾水

4.12 參考物料

4.12.1 美國國家標準及科技學會 SRM 1866

- 溫石棉
- 鐵石棉(鐵閃石)，及
- 青石棉(鈉閃石)

4.12.2 非美國國家標準及科技學會石棉物料標準必須包括：

- 纖維狀的直閃石
- 纖維狀的透閃石，及
- 纖維狀的陽起石

4.12.3 英國職業病醫療學會亦可提供這些石棉參考物料。

4.13 顯微鏡載片及整塊(>250 平方毫米)蓋片

4.14 Cargille 折射率指數液體：

- $n_D = 1.550$ 高度擴散
- $n_D = 1.605$ 高度擴散
- $n_D = 1.630$ 高度擴散
- $n_D = 1.680$ 及
- $n_D = 1.700$

4.15 識別載片的標記

4.16 極化光顯微鏡，附有

- 10 倍擴散染色物鏡，及
- 至少放大 8 倍的目鏡，並配有一條固定的十字絲

4.17 讀數為 1 毫克或以下的天秤

4.18具有空位填上下列各欄的分析表：

- 分析者簽署
- 分析日期
- 樣本編號
- 石棉識別工作表的查核資料
- 壓碎方法的類別(如有)
- 減少基質 - 應包括有機減少、酸性分解、沉澱或其他所用的步驟，以及在每個步驟進行中所除去的基質數量
- 原本樣本的重量及在經基質減少的每個程序後的剩餘重量
- 石棉點子及非石棉點子數目，及
- 分析結果

5. 石棉鑑別

5.1 採用這個方法來鑑別石棉的分析員應當是可以勝任地運用極化光顯微鏡鑑別石棉成分。分析員必須依循認可的鑑別程序來正確分析樣本內所含的石棉成分。

5.2 石棉所含的典型特性，或許與典型礦石有所偏離，而對於曾產生化學變化或受熱而引起變化的石棉，這情況更為常見。

6. 肉眼估計

6.1 樣本的大小必須足以可用低功率立體雙筒顯微鏡作出透徹的檢查。石棉的百分比是由估計石棉成分與非石棉成分的比率來確定的。當估計石棉成分超逾 1%時，分析員便可停止分析，然後作出以下報告：

「此樣本是含石棉物料。」

6.2 當石棉成分不能以肉眼作出估計，又或估計石棉成分不超逾 1%時，可依照以下各段進行重量分析及運用計算數點技術來進行估量。

7. 製備樣本

7.1 樣本應為均勻的樣本，分樣本亦應為隨機樣本。

7.2 壓碎

- 7.2.1 壓碎樣本的目的是方便隨後進行有機減少及/或酸性分解而不會導致石棉纖維及其他成分的體積不必要地縮小。但不是所有樣本均須加以壓碎。許多樣本以顯微鏡的尺度下來看，已經是均勻的樣本，而其他只須以研鉢及研杵來磨碎。只有少部分須利用機械(諸如小型攪拌機等)方法來製造均勻的樣本，但進行時間應十分短速(大約 15 秒)，以避免大幅縮小纖維體積。
- 7.2.2 必須在具有高度空氣粒子過濾效能的樣本製備處壓碎乾樣本，以防止污染整個工作區。
- 7.2.3 在壓碎含有蛭石或非纖維化閃石的樣本時，應特別小心處理。如用碾磨機或研鉢及研杵來進行磨碎工作，或會產生縱橫比率大於 3:1 的石棉似的碎片。
- 7.2.4 在完成製備一項樣本之後，必須小心清洗和弄乾儀器，以防止互相污染。

7.3 減少基質

- 7.3.1 在任何可以去除基質的情況下，均須進行除去基質工作，例如含有方解石、石膏、菱鎂礦、水鎂石、bassanite、氫氧鈣石及白雲石的樣本。可用濃鹽酸進行酸性分解。稀釋的鹽酸可用來分解水泥產品，使用隔焰爐的有機減法可用於含有乙烯基、纖維素和其他有機化合物樣本。必須小心使用酸性液體或隔焰爐，以期盡量避免損害或轉化任何溫石棉。在進行每個減少基質步驟之前及之後，均須秤量樣本，以便正確找出最終得出的石棉百分比，使能反映出原來物質所含的石棉百分比。
- 7.3.2 一般來說，若能除去的物質越多，及記錄每個步驟的秤量數據，出現謬誤的情況便越少，分析的結果便會更為準確可靠。進行分析時必須遵照以下步驟，以盡量發揮分析的效能，和找出石棉的準確數量。所有重量必須以最接近 1 毫克或更小的單位計算。
- 7.3.3 初步預備工作

- a) 樣本必須首先在具有高度空氣粒子過濾和負氣壓效能的樣本製造工場內用加熱燈；熱板或烘爐烘乾至恆重。
- b) 在展開預備工作之前，應除去所有多餘物質。若是乙烯基地板，必須除去膠黏劑，並作另一樣本進行獨立分析。

7.3.4 有機減法

- a) 取約 0.5 至 1 克的樣本，或如果是含樹脂產品，削下同等份量，放在已磅重的坩堝，然後磅重。分樣本的重量必須最少比實驗室分析秤可讀度數大 200 倍。
- b) 放在攝氏 485 +/-15 度的隔焰爐最少 8 小時。
- c) 放在乾燥器內冷卻，然後再磅重和計算有機物損失百分比。

7.3.5 酸性分解/沉澱法

- a) 秤出 0.5 至 1 克的樣本。分樣本的重量必須最少比實驗室分析秤可讀度數大 200 倍。
- b) 以約 0.5 至 1 毫升蒸餾水磨碎樣本，並加入足夠 10% 的鹽酸，確保任何碳酸鹽會被分解。有時需要使用濃縮的鹽酸分解白雲石或鐵白雲石，但如有礦物棉，則不應使用濃縮鹽酸，因為礦物棉經酸性分解後是難以過濾的。
- c) 以蒸餾水稀釋至約 150 毫升，並以磁性攪拌器攪拌 15 分鐘。大礦物碎片和砂粒會快速地沉澱。當停止攪拌時，要防止任何大礦物碎片轉移，把浮在上層的懸浮液傾析進過濾儀器。這個儀器有一個新的、預先磅重的 0.4 微米細孔聚碳酸酯過濾紙。重要的是，一經濕潤，聚碳酸酯過濾紙在過濾過程中應保持濕潤。
- d) 把更多蒸餾水加進原本的容器，快速攪拌，並把浮在上層的懸浮液傾析入過濾儀器，同樣要防止大礦物碎片轉移。再一次重複這程序。
- e) 把過濾器及殘渣小心地移至清潔及事前已量重的石化碟上，

再用發熱燈、熱板或烘乾爐把過濾器烘乾至穩定的重量。

- f) 把在進行傾析後仍殘留在原本的容器上的任何大塊的礦物碎片倒至石化碟上，讓碎片乾涸。如以乙醇來清洗及進行傾析，乾涸過程的速度便可加快。要在雙筒顯微鏡下觀察這物料，以確保在礦物碎片當中並無大束的石棉。如在沉澱物及過濾紙內的殘渣中發現任何大束的石棉，應小心撿起，並放進事前已量重的容器內。如該大束石棉的重量是超過分樣本原本重量的 1%，便可停止分析，並把該樣本定為含石棉物料。在任何情況下，在根據測定重量的資料來計算石棉的含量時，都應把大束石棉的重量計算在內。
- g) 量度過濾紙及在石化碟上殘渣的重量，並計算失去重量的百分率。如殘渣的重量及撿起的任何大束石棉的重量不超過分樣本的原本重量的 1%，便應準備另外兩個分樣本，以同樣的方法處理，以決定失去重量的百分率。在所有分樣本的重量均不超過殘渣的重量的 1%時，分析便可終止，而該樣本則應被定為不含石棉物料。

7.4 載片準備

- 7.4.1 經過壓碎和減去基層質後，分樣本必須放在有清楚標示的顯微鏡載片上，這些載片須有獨立的蓋片。分析所需的分樣本數目要視乎減去基質的程度而定(見表 1 第 C 欄)，而在任何情況下，最少要分析兩個樣本。
- 7.4.2 在每個分樣本上，應放 1 小滴 Cargille liquid 在載片上。Cargille 的折射指數應選用最大對比的，例如 1.550 可適用於溫石棉。
- 7.4.3 以解剖刀刀片邊在拌勻物料中取出細小的樣本。這樣本必須隨機取出，即並無優先選擇纖維狀(或非纖維狀)物料和沒有使用立體雙筒顯微鏡。
- 7.4.4 每一個別載片的細小樣本，應從拌勻物料的不同位置取出。
- 7.4.5 樣本移到載片的固定媒體，並平均地散布在滴劑上，另一個做法是以快速的剪切動作把製品與另一塊以 90 度放置的載片輕輕地磨擦。可以用第二塊載片的邊把任何「溢出」的固定媒體移

回載片的中央，並重複這程序多次。一般來說，這樣可以使顆粒分布非常均勻。

7.4.6 把蓋片放在樣本製品上，在必要時，可在蓋片邊沿加入更多媒體。

7.4.7 如蓋片因有大顆粒而傾斜升高，樣本可能需要進一步沉澱，除去顆粒，或磨碎或碾碎以使顆粒變得較小。

8. 樣本數量化

8.1 點算準則

8.1.1 一點是兩條相互垂直線的交叉點，即目鏡標綫片的十字絲。

8.1.2 非空點是點子與載片製品的任何物料在視覺上的重疊。非空點必須分類為石棉或非石棉物料。而空點是那些在沒有物料範圍的點子。理想的載片製品應有約 50% 的非空點。

8.1.3 移往新視域必須隨機進行，分析員在移動載片時要暫時望向其他地方。不得把載片蓄意移往標綫片下的優先選取視域。

8.1.4 如果點子位於顆粒大量堆在一起的範圍中，分析員應把載片移往另一範圍，避免嘗試數算一點下的多層點子。分析員因一堆顆粒而拒絕數算一個範圍的最多次數是 10，超過這數目的有關載片應被棄置和以新的取代。

8.1.5 如一點下的兩個顆粒偶然重疊，分析員應把兩顆粒計算為不同的點子。

8.2 點算規例

8.2.1 點算方法必須以極化光顯微鏡進行，通常將載片放於交替兩極之間，以及在載片上 45 度角槽位插入一級反應紅外線補助器。

8.2.2 數點宜用不散色的物鏡，因可帶來清晰影象、及容許關閉分段隔膜，以便加強對比。

- 8.2.3 在某些出現極之細微石棉纖維的情況下，則較宜在稍微不交替兩極，而又沒有補助器的情況下分析樣本。其他情況或許須在散色的模式內進行點算。
- 8.2.4 所有點算程序必須在 100 倍放大的情況下進行，雖然有時較宜以更大倍數放大來提高視覺上的鑑別準則。
- 8.2.5 點算的非空點總數將會隨着樣本基質減少的程度而變化，見表 1B 欄。各點子應平均分布在載片上，但每塊載片不應有多於 250 點非空點。
- 8.2.6 在達到非空點總數前，如有多於 20 個石棉點，便可停止點算。
- 8.2.7 由於所探測到的石棉點子和分樣本的均勻度的統計數字上有波動，故點子須與泊松單尾分布中 95% 之置信下限作比較。表 1 的非空點總數可確保 95% 的重複量度能正確地將樣本分類。此外，必須在指定的非空點總數中點算得的石棉點超逾 20，才可以用點算方法顯示出樣本的石棉含量超逾 1%。

8.3 分析紀錄。所有階段的分析均須存有詳細紀錄。分析員必須全部填妥分析表內第 4.18 段所需的數據，且要簽署及填上日期。

9. 測試報告

提交客戶的報告須最低限度包括下述資料：

- 9.1 一個獨有的報告鑑別號碼
- 9.2 客戶：註明姓名和地址
- 9.3 方法：詳述檢查樣本的步驟
- 9.4 樣本證明：實驗室所配給的號碼必須清晰地與現場鑑別號碼和樣本收集者所提供的位置，能夠互相參照。
- 9.5 分析結果：分析員應報告每份樣本或確定的層數的下述資料：基質減少的百分比、人手揀除的石棉百分比、點算所得的石棉點子和非空點子、用點算方法所得的石棉百分比連同該種基質的不明確度數。

10. 結果釋義

10.1 當分樣本的手揀石棉重量在第 7.3.5(f)段所述的情況下超逾 1%，便須報告：

「此樣本是含石棉物料。」

10.2 如根據第 7.3.5(g)段所述的情況，三個分樣本的殘餘重量均不超過 1%。報告的寫法如下：

「此樣本不被列為含石棉物料。」

10.3 如點算的總非空點子是第 8.2.5 段指定的數目，而點算所得的超過 20 點石棉點子，則須在報告上寫上：

「此樣本是含石棉物料。」

10.4 如點算的總非空點子是第 8.2.5 段指定的數目，而點算所得的不超過 20 點石棉點子，則須在報告上寫上：

(a) 如沒有像本文第 7.3.5(f)段中所述般以手撿除的大束石棉，則須在報告上寫上：

「此樣本不被列為含石棉物料。」

(b) 如像本文第 7.3.5(f)段所述般，即以手撿除大束石棉，而其重量是少於原本的分樣本重量的 1%，則石棉的含量應以下列的方法計算：

$$\% \text{石棉} = \% \text{石棉(以手撿除)} + \% \text{石棉(點算所得點子)}$$

$$\text{而} \% \text{石棉(點算所得點子)} =$$

$$\frac{\text{石棉點子數目} \times (1 - \text{減去基質的}\%) }{\text{點算所得的總非空點子}}$$

i) 如石棉%超過 1%，則在報告上應寫上：

「此樣本是含石棉物料。」

ii) 如石棉%不超過 1%，則在報告上應寫上：

「此樣本不被列為含石棉物料。」

圖表 1

A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
0	1325	6	25	994	4	50	663	3	75	331	2
1	1312	6	26	981	4	51	649	3	76	318	2
2	1299	6	27	967	4	52	636	3	77	305	2
3	1285	6	28	954	4	53	623	3	78	292	2
4	1272	6	29	941	4	54	610	3	79	278	2
5	1259	6	30	927	4	55	596	3	80	265	2
6	1246	5	31	914	4	56	583	3	81	252	2
7	1232	5	32	901	4	57	570	3	82	239	2
8	1219	5	33	888	4	58	557	3	83	225	2
9	1206	5	34	875	4	59	543	3	84	212	2
10	1193	5	35	861	4	60	530	3	85	199	2
11	1179	5	36	848	4	61	517	3	86	186	2
12	1166	5	37	835	4	62	504	3	87	172	2
13	1153	5	38	822	4	63	490	2	88	159	2
14	1140	5	39	808	4	64	477	2	89	146	2
15	1126	5	40	795	4	65	464	2	90	133	2
16	1113	5	41	782	4	66	451	2	91	119	2
17	1100	5	42	769	4	67	437	2	92	106	2
18	1087	5	43	755	4	68	424	2	93	93	2
19	1073	5	44	742	3	69	411	2	94	79	2
20	1060	5	45	729	3	70	398	2	95	66	2
21	1047	5	46	716	3	71	384	2	96	53	2
22	1034	5	47	702	3	72	371	2	97	40	2
23	1020	5	48	689	3	73	358	2	98	26	2
24	1007	5	49	676	3	74	345	2	99	20	2

註釋

A 欄：分樣本重量減少的比率，是以下列方法算出：

$$\frac{OW - FW}{OW} \times 100\%$$

OW - 分樣本的原本重量

FW - 分樣本的最後重量

B 欄：將要點算的總非空點子。這些點子應平均分布於載片上。

C 欄：須作分析的載片數目。

環境局局長 黃錦星

本方法乃根據《空氣污染管制條例》第 4A 條於 2014 年 2 月 14 日刊憲。