

第 964 號公告

工廠及工業經營條例 (第 59 章)

工廠及工業經營 (石棉) 規例

本人現行使《工廠及工業經營 (石棉) 規例》第 4(3) 條及《釋義及通則條例》(第 1 章) 第 32 條所賦予的權力，認可列於下開附表內為該規例而設的量度暴露於石棉的暴露量的方法。這項認可將會在該規例實施的日期起開始生效。

附表

量度暴露於空氣中石棉的暴露量的認可方法

工廠及工業經營 (石棉) 規例第 15(1)(a) 條的規定

量度暴露於空氣中石棉的暴露量的認可方法

1. 引言

- 1.1 根據工廠及工業經營 (石棉) 規例第 15(1)(a) 條規定，當監察在工業經營場所內工人暴露於空氣中石棉的程度是有助於保護該等工人的健康時，東主須確保以認可方法進行監察。每當工作狀況有相當改變，而以往的空氣監察的結果不再有效時，東主須再以認可方法進行監察。為執行此規例，勞工處處長制定以下測量及計算方法作為監察暴露的認可方法。本認可方法，適用於測定空氣中的石棉濃度和累積暴露量，是否超逾規例所訂定相對的控制限度和措施水平。
- 1.2 測量方法應採用個人採樣法，將已量度份量的空氣抽過一片濾膜，此濾膜其後再經處理變成透明，並裱於一顯微鏡載片上。樣本上收集所得的纖維將以相襯顯微鏡點算以評估空氣中石棉纖維的濃度。
- 1.3 進行暴露監察的人須對石棉空氣採樣有必要的知識和經驗，而這些人亦應獲得有關工作的足夠資料和指示。
- 1.4 實驗所進行石棉樣本的分析須使用特別的設備和技術，並要有高水平的品質控制。因此，根據條例所要求的空氣監察要由獲得工業署管理的「香港實驗所認可計劃」就有關石棉測試而認可的實驗所進行，或是由與「香港實驗所認可計劃」有相互承認協議的計劃就有關石棉測試所認可的實驗所進行。

2. 範圍及限制

- 2.1 本方法使用相襯顯微鏡和第 8.3 段所說明的點算規則來測量空氣中的纖維濃度。
- 2.2 本方法只點算樣本中的部份纖維。因此，並不顯示纖維總數的絕對數量。但點算結果可被視作纖維計數濃度的指數。
- 2.3 本方法不能分辨纖維是否石棉，任何性質的纖維都會被點算。
- 2.4 本方法的準確性很大程度上決定於分析化驗所的品質控制系統和個別顯微鏡操作員的熟練程度。分析化驗所需要本身的內部比較測試，並參與化驗所之間的相互比較計劃以確定誤差率。

3. 最低測量極限

以一個 480 公升的樣本而言，本方法的最低測量極限是每毫升空氣中含 0.010 條纖維。

4. 設備

- 4.1 濾膜——必須屬纖維素酯或硝酸纖維素種類，上有 0.8 至 1.2 微米的細孔，直徑為 25 毫米，並印有柵格。在處理濾膜時，必須使用優質金屬平頭鑷子。
- 4.2 濾膜座——附有筒形罩的開口式濾膜座，筒形罩延伸至濾膜前 33 至 44 毫米，並讓濾膜露出直徑不少於 20 毫米的圓形範圍。
- 4.3 空氣採樣泵——電池推動的氣泵，能在採樣期間維持穩定的流量，誤差不可偏離所設定流量的 10%。氣泵要輕便及易於攜帶。
- 4.4 流量計——可量度空氣採樣泵的流量，誤差不可多於 5%。流量計要先用一個準確度要能追溯至國際標準的泡沫量計校正。
- 4.5 顯微鏡——要使用雙筒相襯顯微鏡來點算樣本上的纖維數量，它須有以下特質：
 - (a) 採用 Koehler 或 Koehler 類照明。
 - (b) 聚焦鏡需屬 Abba 或消色差相襯類，並置於一個可調校中心點和焦距的插座內。相襯和聚焦的調校必須各自獨立，互不影響。
 - (c) 物鏡需屬 40 倍正相襯消色差類，孔徑數值界乎 0.65 至 0.70 之間，定相環的吸收率為 65-80%。
 - (d) 目鏡的放大倍數不可少於 12.5 倍。其中之一要有內置 Walton-Beckett 圓格圖及可調校焦距。
 - (e) 在指定的物鏡和目鏡下，使用鏡台測微計量度得圓格圖物面直徑應為 100 ± 2 微米。
 - (f) 其他附件：一支定相望遠鏡以確保定相環對準定相圈；一塊綠色濾鏡以助觀察；一支低倍數物鏡以檢查纖維分佈情形。
- 4.6 顯微鏡載片及玻璃蓋片——載片是 76 毫米×25 毫米的玻璃片，其厚度為 0.8 至 1.0 毫米。載片和蓋片要清潔，其生產標準要符合英國標準 7011「光學顯微鏡的消耗性附件」的第二部份「載片」和第三部份「玻璃蓋片：大小規格及光學性質」。

5. 採樣程序

- 5.1 在沒有石棉污染的地方，將濾膜以有柵格一面朝向開口的一邊裝進清潔的濾膜座內。運送時，濾膜座要以保護蓋或塞密封，以避免受到污染。
- 5.2 採樣前要以軟喉將採樣泵連接至已裝妥的濾膜座。在整段採樣時間內，泵的流量要保持在原先設定值的 $\pm 10\%$ 內。濾膜座要附在工人的衣服或繫帶上，並盡可能接近工人的口鼻位置。濾膜座與口鼻之距離不多於 20 厘米。筒形罩要時常指向下方，採樣時間的測量誤差不可多於 2%。
- 5.3 採樣後，濾膜座要蓋上保護蓋或塞。每次進行採樣時，均要提供一個對照樣本，以便複查樣本有否被污染。對照樣本是未經使用而裝置在濾膜座的濾膜，其處理和運送都要採用與正常樣本一樣的步驟。不可將空氣抽過此濾膜，或將它放置在工人身上。此濾膜稱為「現場空白樣本」。

6. 採樣時間和流量

- 6.1 要小心選擇時間進行測量，使能採集得足以代表工人在工作期間的真正暴露量的樣本。
- 6.2 若測量石棉濃度是要與 4 小時控制限度比較，採樣泵的流量要設定於每分鐘 1 公升，誤差少於 5%。採樣時間應為連續 4 小時。若符合以下條件，則可使用較短的採樣時間：

- (a) 該段採樣時間可代表需要計算的時量平均濃度的4個小時的暴露。
 - (b) 預計濾膜樣本上的纖維密度是在每平方毫米含100至400條纖維或盡可能接近此範圍。
- 6.3 若測量石棉濃度是要與10分鐘控制限度比較，採樣泵的流量要設定於每分鐘1至8公升，使濾膜樣本上的預計纖維密度是在每平方毫米含100至400條纖維，或盡可能接近此範圍。一般而言，若考慮使用10分鐘作為採樣時間，則流量宜選用每分鐘4公升。
- 6.4 若測量石棉濃度是用以評估累積暴露量及與措施水平比較，採樣泵的流量要設定於每分鐘1至8公升。並選用合適採樣時間，使預計濾膜樣本上的纖維密度是在每平方毫米含100至400條纖維，或盡可能接近此範圍。採樣時間無需超過4小時。
7. 使濾膜透明及固定濾膜的方法
- 7.1 當濾膜樣本運送到化驗室時，便要將之切成兩等份。一份留作將來參考之用，另一份則放置在一顯微鏡載片上，並用丙酮蒸氣使濾膜透明。再以三醋精處理樣本及蓋上玻璃蓋片，要使用足夠的三醋精將整塊濾膜淹蓋。若玻璃蓋片的底層積有氣泡，可輕壓玻璃蓋片將其擠出。
- 7.2 等候一段時間，讓濾膜在點算前完全變為透明。
8. 點數程序
- 8.1 顯微鏡須依照製造商的指示來調整，並使用HSE/NPL相襯顯微測試片第二號來核對檢測極限。若顯微鏡是按照製造商的指示使用，顯微鏡操作員應可看到該測試片上的第五組。Walton-Beckett圓格圖的物面直徑應在適當的時段使用鏡台測微計來檢查，而量度所得的直徑應在往後計算時使用。
- 8.2 以透射光在相襯顯微情況下檢視透明濾膜樣本。須先用低放大率物鏡來檢查塵埃積聚的均勻度，如發現塵埃分佈不均勻，那樣本便要作廢。
- 8.3 濾膜上纖維的點算是用放大率四十倍的物鏡和目鏡根據下列規則來進行：
- (a) 可點算的纖維的定義為長度超過五微米，寬度少於三微米，長度與寬度的比例至少為三比一，同時纖維亦不可以接觸或碰到大於三微米的粒子。
 - (b) 只要纖維的兩端都是在圓格圖範圍內便算作一條纖維，但如纖維只有一端在圓格圖範圍內，便算作半條纖維。如纖維跨越圓格圖範圍而又沒有一端在圓格圖範圍內，這纖維便不用計算。
 - (c) 分裂纖維如符合8.3(a)段的規則便算作一條單一的纖維，應以沒分裂的部份而非以分裂的部份來量度寬度。
 - (d) 就一束的纖維而言，如能將其逐一辨別並能符合第8.3(a)段的規則，便應逐一點算。如沒有任何單一纖維符合有關準則，而整體來說，該束纖維符合第8.3(a)段，則該束纖維應視為一根纖維。
 - (e) 如有超過八分一的圓格圖是被纖維及/或微粒的附聚物覆蓋，則應把該範圍剔除及選擇另一範圍點算。
 - (f) 當點算至一百條纖維或已檢查一百個圓格圖範圍便可截止點算。但最少要點算二十個圓格圖範圍。
- 8.4 圓格圖範圍應在濾膜的暴露範圍隨機選擇。點算應由濾膜的其中一端開始，並隨軸向線繼續點算至另一端，再轉移至濾膜的上方或下方，並以相反方向繼續進行。
- 8.5 在點算一個圓格圖範圍時，應不斷調較焦距微調鈕來審視一系列的焦點平面，以檢視藏於濾膜中極微細的纖維。

8.6 如在現場空白樣本中，每一百圓格圖範圍內發現超過三條纖維，則應調查濾膜污染的原因，而有關的空氣中的塵量測量只可視為一項粗略的估計。

9. 評定結果

空氣中含塵濃度是以每毫升纖維數目 $\frac{1000ND^2}{Vnd^2}$ 來計算；

在此式中，

N = 點算所得的纖維數目；

n = 檢視圓格圖範圍的數目；

D (毫米) = 濾膜的暴露範圍的直徑；

d (微米) = 以鏡台測微計量得 Walton-Beckett 圓格圖的直徑；

V (公升) = 空氣抽取量。

10. 計算累積暴露量用作措施水平比較

10.1 累積暴露量的計算是將連續十二星期內每一段工人暴露於石棉的時間乘以該段時間內的空氣中石棉濃度的結果相加起來。空氣中的濃度，是可透過現有的數據或根據以往相同工序的經驗作出估計。如果仍然不能確定，便應採用測量方法去評定空氣中的濃度。以下的例子，是說明在連續十二個星期內的累積暴露量計算的步驟。這例子適用於計算單一類石棉及含溫石棉的石棉混合物的暴露量。

暴露時間 (A 小時)	平均濃度 (B 纖維數目/毫升)	十二星期內 出現的次數(C)	每毫升空氣的纖維—小時 (A × B × C)
2	0.10	5	1.00
3	0.28	7	5.88
5	0.25	28	35.00
4	0.16	20	12.80

每毫升空氣總纖維—小時是 54.68

10.2 在連續十二星期內，可能有些時段內只是暴露於溫石棉而在其他時段內則是暴露於其他任何單一類型的石棉或石棉的混合物，倘若符合以下條件時，便可視作已超逾措施水平：

$$\frac{E_{\text{chry}}}{AL_{\text{chry}}} + \frac{E_{\text{amp}}}{AL_{\text{amp}}} > 1$$

在此式中，

E_{chry} = 溫石棉累積暴露量

E_{amp} = 其他單一類石棉或混合物的累積暴露量

AL_{chry} = 溫石棉的措施水平

AL_{amp} = 其他單一類石棉或混合物的措施水平

1997年8月29日

勞工處處長韋玉儀