

機能性暨產業用紡織品認證與驗證評議委員會

空調用空氣過濾網過濾效率驗證規範 Specified Requirements of General Ventilation Air — Cleaning Devices for Removal Efficiency by Particle Size

文件編號：FTTS-FP-104

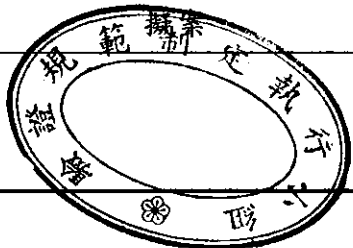
機密等級：

制訂日期：94年08月30日

修訂日期：

擬案單位：驗證規範制定執行小組

發行章：

核准	審核	
		

機能性暨產業用紡織品認證與驗證評議委員會

文件修訂履歷表

空調用空氣過濾網過濾效率驗證規範 Specified Requirements of General Ventilation Air— Cleaning Devices for Removal Efficiency by Particle Size		文件： 編號：FTTS-FP-104	
版次	修訂理由與內容簡述	修訂頁次	修訂日期
1.0	新發行		

空調用空氣過濾網過濾效率驗證規範

Specified Requirements of General Ventilation Air—
Cleaning Devices for Removal Efficiency by Particle Size

文件：FTTS-FP-104
編號

版次：1.0

1.適用範圍：

- 1.1 適用任何形式空調用空氣過濾網，包括袋型濾網、平板濾網、摺疊式濾網及 V 型濾網等相關同等功能之空氣過濾網。
- 1.2 本規範僅適用於空調用空氣過濾網之實驗室測試。
- 1.3 本規範所量測微粒子粒徑大小範圍為 $0.3 \sim 10 \mu\text{m}$ ，而粉塵負載測試所使用的粉塵可為 SAE (The society of Automotive Engineers) J726 標準所使用測試粉塵 72 % (附錄 1)，23 % 碳粉及 5 % 磨碎棉絮，或 ISO 12103-1 A2 所使用測試粉塵 (附錄 2)，或 JIS Z8901 試驗用粉塵 15 種 (附錄 3)。

2.用語解釋：

- 2.1 容塵量 (dust holding capacity) — 試驗至最終壓損時，過濾網上所負載粉塵的總量。(以 g 表示)
- 2.2 最終壓損 (final pressure drop) — 為了分類所需在量測過濾網性能時壓損所增加至要求的壓損。
(以 Pa 表示)
- 2.3 初始重量法效率 (initial arrestance) — 第一次 30 g 負載粉塵增加量之計重效率。(以 % 表示)
- 2.4 初始過濾效率 (initial efficiency) — 在試驗氣流速率下測試乾淨過濾網的過濾效率。(對每一種被選擇粒子範圍，以 % 表示)
- 2.5 初始壓損 (initial pressure drop) — 在過濾效率試驗氣流速率下測試乾淨過濾網的壓損。(以 Pa 表示)
- 2.6 等動力取樣法 (isokinetic sampling) — 在風洞內空氣取樣，如在探針入口處的空氣流速與在風洞內取樣點是一樣。
- 2.7 粉塵負載 (loading dust) — 特殊配方的合成測試粉塵，測試過濾網的容塵量與計重效率。
- 2.8 中和 (neutralisation) — 氣膠中正負離子維持相同的數目，呈現波茲曼電荷分佈 (boltzmann charge distribution)。

機能性暨產業用紡織品認證與驗證評議委員會
The Committee for Conformity Assessment of
Accreditation and Certification on Functional and
Technical Textiles

修訂日期： 年 月 日

發行日期：94 年 08 月 30 日

3.等級標準：

本規範以最小效率測試值 (minimum efficiency reporting value, 簡稱 MERV,) 將空氣過濾網區分為 19 個級數, 而最小效率測試值是依三個複合平均粒徑效率 (composite average particle size efficiency) 點加以判定分級。

表 1 最小效率測試值參數

MERV 值	複合平均粒徑效率% (μm)			平均捕集率(%) (ASHRAE 52.1)	最小終端壓損 (Pa)
	範圍 1 (0.3~1.0)	範圍 2 (1.0~3.0)	範圍 3 (3.0~10.0)		
1	n/a	n/a	$E3 < 20$	$A_{avg} < 65$	75
2	n/a	n/a	$E3 < 20$	$65 \leq A_{avg} < 70$	75
3	n/a	n/a	$E3 < 20$	$70 \leq A_{avg} < 75$	75
4	n/a	n/a	$E3 < 20$	$A_{avg} \leq 75$	75
5	n/a	n/a	$20 \leq E3 < 35$	n/a	150
6	n/a	n/a	$35 \leq E3 < 50$	n/a	150
7	n/a	n/a	$50 \leq E3 < 70$	n/a	150
8	n/a	n/a	$70 \leq E3$	n/a	150
9	n/a	$E2 < 50$	$85 \leq E3$	n/a	250
10	n/a	$50 \leq E2 < 65$	$85 \leq E3$	n/a	250
11	n/a	$65 \leq E2 < 80$	$85 \leq E3$	n/a	250
12	n/a	$80 \leq E2$	$85 \leq E3$	n/a	250
13	$E1 < 75$	$90 \leq E2$	$90 \leq E3$	n/a	350
14	$75 \leq E1 < 85$	$90 \leq E2$	$90 \leq E3$	n/a	350
15	$85 \leq E1 < 95$	$90 \leq E2$	$90 \leq E3$	n/a	350
16	$95 \leq E1$	$95 \leq E2$	$95 \leq E3$	n/a	350
17	≥ 99.97 ($0.3 \mu\text{m}$)			n/a	n/a
18	≥ 99.99 ($0.3 \mu\text{m}$)			n/a	n/a
19	≥ 99.999 ($0.3 \mu\text{m}$)			n/a	n/a

註：n/a是指不予考慮

機能性暨產業用紡織品認證與驗證評議委員會
The Committee for Conformity Assessment of
Accreditation and Certification on Functional and
Technical Textiles

修訂日期： 年 月 日

發行日期：94 年 08 月 30 日

4. 試驗方法 (摘要)：

4.1 準備測試樣本：

- 4.1.1 一般要求樣本大小：約 610 mm × 610 mm 試樣 1 塊。
- 4.1.2 測試環境需求：溫度 10~38 °C、相對濕度 20~65 % 環境。

4.2 試驗設備：

4.2.1 測試風管：

- (1) 空氣過濾網過濾效率檢測設備圖 1 所示，檢測設備設計沒有明確規定。包括鼓風機、閥門及外部管路完全沒有限制，但設備必須有足夠的性能符合本標準的要求。
- (2) 測試風管結構圖 2、圖 3 所示，主要針對為 610 mm × 610 mm (24 in. × 24 in.) 正方形空氣過濾網，風管的材質必須具有導電性與接地性，風管內部應有經平滑的加工處理，且具有足夠剛性支撐在測試時的風管內的風壓，以維持風管的外形。進氣口過濾網區必須是屬高效率過濾網 (high efficiency particulate air filter, 簡稱 HEPA filter)，且允許適度的增加進氣口風管的橫斷面積及增加使用超過一個以上的 610 mm × 610 mm (24 in. × 24 in.) 高效率過濾網，以降低設備的壓損。另外風管必須具有沿著上游喂入管中心線排放的功能，設備風管設計應以正壓方式操作。
- (3) 風管的彎管結構在本規範內是屬於選擇性的，因此風管結構允許直型風管與 U 形風管設計。而在這兩種結構中 (包括下游混合孔口及擋板) 的所有尺寸與元件都是相同的。
- (4) 測試空氣來源，一般應以室內空氣或循環空氣為主，測試環境需求：溫度 10~38 °C、相對濕度 20~65 % 環境。
- (5) 一組孔板與混合擋板應被置放於氣膠喂入點的下游位置，同樣一組孔板與混合擋板也應被置放於測試區的下游位置。
- (6) 測試用氣膠應於進氣口過濾網區與上游混合孔口之間的位置喂入風管，氣膠喂入設備所產生的上游氣膠應符合氣膠濃度的分布均勻性。喂入設備的設計是沒有一定限制，只要符合上述的要求。
- (7) 測試風管要能不受鼓風機或其他振動源的振動影響。
- (8) 圖 1 所示，測試設備測試區的尺寸主要設計以 610 mm × 610 mm (24 in. × 24 in.) 的大小為主，至於風管測試區大小的轉換可依圖 3-a、圖 3-b 所示，從正常測試風管橫斷面積 [0.37 m² (4 ft²)] 的 60 % 至 150 %。另外如果個別過濾網面積小於風管面積的 60 % 時，允許以數個過濾網為一組方式構成測試區。如果過濾網面積不能符合其他要求，也容許測試兩倍基本標準大小的特殊規格空氣過濾網。

機能性暨產業用紡織品認證與驗證評議委員會
The Committee for Conformity Assessment of
Accreditation and Certification on Functional and
Technical Textiles

修訂日期： 年 月 日

發行日期：94 年 08 月 30 日

空調用空氣過濾網過濾效率驗證規範

Specified Requirements of General Ventilation Air— Cleaning Devices for Removal Efficiency by Particle Size

文件：FTTS-FP-104
編號

版次：1.0

4.2.2 氣膠產生器 (aerosol generator)：

氣膠產生器機構設計本規範並沒有明確要求，相關設備的需求可參考美國冷凍空調工程師協會 52.2-1999 (American Society of Heating, Refrigerating and Air-condition Engineers, Inc., 簡稱 ASHRAE) 標準內第 4.3 章節及附錄 B 的指導原則。

4.2.3 氣膠取樣設備 (aerosol sampling system)：

氣膠取樣設備機構設計本規範並沒有明確要求，相關設備的需求可參考美國冷凍空調工程師協會 52.2-1999 標準內第 4.3 章節及附錄 B 的指導原則。

4.2.4 設備流量量測：

量測流量應可藉由美國機械工程協會 ASME (American Society of Mechanical Engineers, 簡稱 ASME) 長半徑流速噴嘴 (long-radius flow nozzles) 如圖 4 所示，與靜壓頭 (圖 2-c) 放置於圖 2-d 的位置。測試流速的溫度、絕對壓力及相對濕度應立即於風管流速量測孔的上游量測，這些量測值應被用於氣流速率的計算。

4.2.5 粒子計數器 (particle counter)：

- (1) 本規範所允許的粒子計數器是具有廣角收集的光學計數器或其他能證明在量測粒徑效率方面具有良好相關性的光學計數器，如空氣動力學粒子計數器 (aerodynamic particle counter, 簡稱 APC)。空氣動力學粒子計數器是最先應用於氯化鉀上，建立出空氣動力學粒子大小與以光學計數器所量測的光散射粒子大小間之關係。因此以聚苯乙烯乳膠 (polystyrene latex, 簡稱 PSL) 校正 APC，使用這種關係所呈現的結果，同等於氯化鉀光散射的粒子大小。
- (2) 粒子計數器應能夠個別的計算在 $0.3 \sim 10 \mu\text{m}$ 之間氯化鉀的粒徑大小，且對 $0.30 \mu\text{m}$ 聚苯乙烯乳膠的粒子計數效率至少應該要有 50 % 以上。
- (3) 在 12 種不同頻道粒子大小範圍中，粒子計數器應有量測及分類測試氣膠粒子的功能。粒徑範圍邊界是依照氯化鉀的粒子外形大小，且應符合表 3。對 $0.3 \sim 10 \mu\text{m}$ PSL 粒子而言，粒子計數器量測的相關性，相對應於外形粒子大小應是單一化，所以對任何量測的回應僅有指示出一個大小範圍。
- (4) 粒子計數器的校正應以 PSL 粒子實際外形大小進行，每年至少校正一次。
- (5) 當粒子計數器以單一粒徑分佈 $1.0 \mu\text{m}$ 聚苯乙烯乳膠進行校正時，表 3 中範圍 4 與範圍 5 粒子大小的記錄至少有 90 % 可觀測計數被記錄。
- (6) 在每分鐘 300,000 粒子數的計算速率下，粒子計數器應有小於 10 % 一致性損失，且有一個 $47.2 \text{ cm}^3/\text{s}$ (0.100 cfm) 最低限度進氣流量速率。在採樣空氣時的 1000 Pa ($4 \text{ in. H}_2\text{O}$) 壓力變化下，此流速的變化不得超過 2 % 以上。
- (7) 當粒子計數器以 HEPA 或超高過濾效率過濾網 (ultra low penetration air filter, 簡稱 ULPA) 在入口進行空氣取樣時，所量測的粒子濃度應不得超過 $200 \text{ 粒子數}/\text{m}^3$ ($5.66 \text{ 粒子數}/\text{ft}^3$)。

機能性暨產業用紡織品認證與驗證評議委員會
The Committee for Conformity Assessment of
Accreditation and Certification on Functional and
Technical Textiles

修訂日期： 年 月 日

發行日期：94 年 08 月 30 日

空調用空氣過濾網過濾效率驗證規範

Specified Requirements of General Ventilation Air— Cleaning Devices for Removal Efficiency by Particle Size

文件：FTTS-FP-104
編號

版次：1.0

(8)如果使用雙粒子計數器時，在設計與取樣速率上應儘可能匹配相近的條件。

4.2.6 粉塵負載測試儀：

(1)粉塵負載測試儀與所需材料包括如下：

(a)粉塵喂入器

(b)粉塵喂入管

(c)備份 (backup) 過濾網

(d)備份過濾網風管部分

(e)負載粉塵

(f)粒子計數器取樣管封口帶

(g)粉塵喂入器文式管 (venturi) 校正器

(2)粉塵喂入管導引粉塵從粉塵喂入器至粉塵混合嘴口的中心位置，然後沿著混合口的中心線，也就是位於測試風管的中心線。

(3)一般粉塵喂入器的設計與其關鍵性的尺寸大小須於圖 5、圖 6 吻合，當粉塵喂入器處於不使用狀態時，應避免由於風管的正壓效應造成粉塵經由吸取管而產生逆流。

(4)文式吸取管的大小應依照表 4 定期性的檢查，確認設備符合圖 6 所能容許的範圍內。

(5)文式管上的計示壓力是對應於沒有粉塵喂入管時的流速，此流速為 $6.8 \pm 0.2 \text{ dm}^3/\text{s}$ ($14.5 \pm 0.5 \text{ cfm}$) 應依照表 3 定期量測。在排出管供應線上所需的計示壓力 (guage pressure) 是必需維持此固定流速，在不同的 0,500,1000,1500,2000 及 2500 Pa (0,2,4,6,8 及 10 in.H₂O) 放入風管壓力下，而上述的測試環境壓力應參照圖 7 所示測試設備進行量測。空壓機設備應是一個過濾與乾燥的設備，可提供乾淨、無油污染的空氣，且露點不高於 1.7 °C (35 °F)。

4.3 設備性能測試：

4.3.1 設備性能測試應為定量的查證測試設備與取樣程序是否有能力提供粒子大小效率量測的可信度，此項測試應依照表 3 進行。

4.3.2 性能測試包括下列幾項：

(1)測試風管內氣流速度的均勻性。

(2)測試風管內氣膠濃度的均勻性。

機能性暨產業用紡織品認證與驗證評議委員會
The Committee for Conformity Assessment of
Accreditation and Certification on Functional and
Technical Textiles

修訂日期： 年 月 日

發行日期：94 年 08 月 30 日

- (3)氣膠下游的混合。
- (4)粒子計數器負載測試。
- (5)100 %過濾效率測試。
- (6)相關比 (correlation ratio) 測試。
- (7)氣膠產生器回應時間。
- (8)風管洩漏測試。
- (9)粒子計數器零點測試。
- (10)粒子計數器大小精確度。
- (11)氣膠中和器放射性。
- (12)粉塵喂入器氣流速率測試。
- (13)終端過濾網過濾效率。

4.3.3風管內速度均勻性：

- (1)通過風管橫斷面之氣流速度均勻性量測，應在過濾網測試區的上游端，面積 610 mm × 610 mm (24 in. × 24 in.) 風管中取橫斷面 9 點方式量測 (圖 8-1)。而量測氣流速度所使用的測試儀器應在氣流速率為 0.05 m/s (近乎於 10 fpm) 條件下具備有 10 % 的精確性。本規範氣流速率均勻性量測是在 0.22、0.93 及 1.4 m³/s (472、1970 及 2990 cfm) 3 種條件下進行。
- (2)在每一個格點應記錄 1 分鐘的平均速度，此平均速度值應為 1 分鐘內至少等時間取 10 個讀值的平均值。然而在某個已知氣流速率下每一個測試點應有 3 次的 1 分鐘平均值，且將這 3 倍讀值的平均值計算之。
- (3)在每一個氣流速率條件下，9 個格點所量測氣流速度值的變異係數 (coefficient of variation, 簡稱 CV %) 應小於 10 %。

4.3.4風管內氣膠濃度的均勻性：

- (1)通過風管橫斷面之氣膠濃度均勻性量測，應在過濾網測試區的上游端進行，在面積 610 mm × 610 mm (24 in. × 24 in.) 橫斷面風管中進行 9 點量測 (如圖 8-2)。此橫斷面氣膠濃度均勻性的量測可能採用 9 個具有相同的進氣口、直徑、彎度但垂直長度不同的取樣管進行量測，或以使用單一個前述規格的取樣管重複 9 個固定位置進行量測。取樣管的嘴口應有銳利的邊沿及適度的入口直徑，以維持氣流速率在 0.93 m³/s (1970 cfm) 條件下等動力取樣法在 10 % 之內。在所有的氣流速率條件下應使用相同的入嘴口。

機能性暨產業用紡織品認證與驗證評議委員會
The Committee for Conformity Assessment of
Accreditation and Certification on Functional and
Technical Textiles

修訂日期： 年 月 日

發行日期：94 年 08 月 30 日

空調用空氣過濾網過濾效率驗證規範

Specified Requirements of General Ventilation Air—
Cleaning Devices for Removal Efficiency by Particle Size

文件：FTTS-FP-104
編號

版次：1.0

(2)量測氣膠濃度的粒子計數器應符合 4.2.5 章節所訂定之要求，在氣膠產生器開始運作後，每一個格點進行 1 分鐘取樣。在 9 個格點取樣完成後，重複此格點取樣動作超過四次以上，也就是每個格點取樣應至少提供 5 個總量取樣值，然後將每一點的 5 個取樣值中的每個取樣值的 12 種粒子計數器粒徑範圍個別加以平均。本規範氣膠濃度均勻性量測是在 0.22、0.93 及 1.4 m³/s (472、1970 及 2990 cfm) 3 種條件下進行。

(3)每一種氣流速率條件下，12 種的粒子計數器粒徑範圍的每一個粒徑所對應於 9 個格點粒子濃度的 CV % 應小於 15 %。

4.3.5 氣膠下游的混合：

(1)混合測試的進行主要在確認所有氣膠穿過空氣過濾網後都可由下游取樣器偵測得之，本規範混合測試是在 0.22、0.93 及 1.4 m³/s (472、1970 及 2990 cfm) 3 種條件下進行。氣膠喂入點應通過過濾網測試區下游位置，且下游的取樣頭應保持固定在正常風管中央取樣位置。

(2)一個面積大小為 610 mm × 610 mm (24 in. × 24 in.) HEPA 過濾網應被組裝在過濾網測試區出口的位置，以獲得平順的氣流。一個氣膠霧化器應可將氯化鉀水溶液（使用 300 g 氯化鉀與 1000 ml 水比率製備）霧化成次微米大小的氣膠。一個剛性可伸長之管子，其長度足夠達到每一個喂入點，且可固定在霧化器的出口。90°彎管應可被放置於喂入管的出口，且容許氣膠喂入點剛好在空氣流速的方向。喂入管應位於下游，氣膠即時喂入點應預先選定圍繞在風管周圍的點，位於 HEPA 過濾網下游端，如圖 9 所示的風管中央位置。藉由霧化器氣流速率與喂入管出口管徑之調整，使喂入氣體的平均流速在風管流速的±50 %之內。

(3)取樣順序：從下游取樣管的第一個 1 分鐘取樣應可由霧化器運作與位於第一個喂入格點的喂入管取得，然後移動喂入點至下一個格點的位置，新的 1 分鐘取樣應至少等待 30 秒之後再取得，重複此項程序，直到所有 9 個格點完成取樣。

(4)氣膠喂入點的走動來回應重複三次以上，在每一個格點可獲得 3 次的量測值。

(5)下游氣膠濃度所量測的為大於 0.30 μm 總氣膠濃度，而 9 個下游格點所相對應的粒子濃度 CV %，在每一個氣流速率條件下應小於 10 % 以下。

4.3.6 氣膠產生器回應時間：

(1)首先量測氣膠濃度從背景階段到穩定測試階段所花費的時間區間，此項量測應在氣流速率為 0.93 m³/s (1970 cfm) 的條件下，由上游粒子計數器取樣管進行。同樣地，量測在關掉氣膠產生器之後，氣膠濃度恢復至原背景階段所花費的時間區間。

機能性暨產業用紡織品認證與驗證評議委員會
The Committee for Conformity Assessment of
Accreditation and Certification on Functional and
Technical Textiles

修訂日期： 年 月 日

發行日期：94 年 08 月 30 日

空調用空氣過濾網過濾效率驗證規範

Specified Requirements of General Ventilation Air— Cleaning Devices for Removal Efficiency by Particle Size

文件編號：FTTS-FP-104

版次：1.0

(2)量測在關掉氣膠產生器之後，氣膠濃度恢復至原背景階段所花費的時間區間。這些時段習慣被當成氣膠產生器啟動與開始粒子計數器取樣順序之等待時間，及氣膠產生器停止與開始粒子計數器取樣量測背景氣膠濃度之的等待時間。

4.3.7 粒子計數器濃度限制：

(1)在超過氣膠濃度範圍的條件下進行一系列初始效率測試，主要在決定進行微粒子移除效率（particle size removal efficiency, 簡稱 PSE）測試時不會造成粒子計數器超負載的氣膠總濃度水準。最低的氣膠總濃度水準應小於儀器本身所標定的總濃度限制 1 %。而此項測試應遵循本規範 4.4.1 至 4.4.3 章節的程序，在氣流速率為 $0.93 \text{ m}^3/\text{s}$ (1970 cfm) 的條件下進行，使用上游氣膠濃度對一個介質型式的空氣過濾網進行測試。此項測試所選擇的過濾網，在量測 $0.30 \sim 0.40 \mu\text{m}$ 粒徑範圍時應具有 30 % 至 70 % 初始效率，在量測 $7.0 \sim 10 \mu\text{m}$ 粒徑範圍時應具有 >90 % 初始效率。

(2)這些測試用氣膠都應使用相同的設備與程序產生，如 4.4 章節所指定微粒子移除效率測試。

(3)本項測試應進行於超過足夠總濃度的範圍，以證明粒子計數器在預定測試濃度上沒有超負載的問題。

4.3.8 100 % 過濾效率測試與清潔時間（purge time）的成長：

(1)在初始效率測試中將 HEPA 或 ULPA 過濾網視為測試件進行測試，以確認測試風管與取樣設備能夠提供一個 >99 % 過濾效率的量測。微粒子移除效率測試程序應遵循 4.4.1 至 4.4.3 章節的程序，在氣流速率為 $0.93 \text{ m}^3/\text{s}$ (1970 cfm) 的條件下進行測試。

(2)對所有粒徑範圍微粒子移除效率都應大於 99 %。

(3)唯一影響 100 % 過濾效率測試的參數是清除時間，從上游到下游開關切換後，如果清除時間太短，可能會造成上游取樣所殘留的微粒子在下游取樣的期間內被計算進去，產生過濾效率小於 99 %。這種狀況清除時間應被增加，且再重複進行 100 % 過濾效率測試。

4.3.9 相關測試（correlation test）：

(1)此項測試是在沒有裝置過濾網測試樣的狀態下進行，以查驗整體風管設備、取樣、量測及氣膠產生器的適當性。

(2)相關比的量測程序應遵循 4.4.2 章節。

(3)每一個粒徑的相關比應符合表 4 的要求。

機能性暨產業用紡織品認證與驗證評議委員會
The Committee for Conformity Assessment of
Accreditation and Certification on Functional and
Technical Textiles

修訂日期： 年 月 日

發行日期：94 年 08 月 30 日

4.3.10 風管洩漏測試：

- (1)由風管洩漏的空氣量應不得超過總氣流速率的 1 %。
- (2)風管洩漏速率所採用的評估方法在 ANSI/ASME 標準 N510 中有類似的敘述。測試風管應緊密封住上游氣膠喂入處及以螺釘栓住墊圖片封住上游換氣過濾網的開口處，或以其他適當的途徑。小心地以儀錶計量空氣進入風管，直到最低的測試壓力被達到。量測洩漏時氣流速率需維持在一個常壓狀況下記錄洩漏速率，然後再重複其他兩種測試壓力的測試。測試的洩漏速率應不要超過測試氣流速率的 1 %。
- (3)為了確立洩漏測試的壓力，在氣膠喂入處壓力的量測應在沒有裝置測試樣及風管運轉氣流速率為 0.22、0.93 及 1.4 m³/s (472、1970 及 2990 cfm) 3 種條件下進行。而為了決定測試壓力，額外附加 250 Pa (1 in.H₂O) 壓力至量測壓力，以說明因空氣過濾網所額外增加的阻抗。
- (4)本規範所預期的最高壓力是 3200 Pa (13 in.H₂O)，所以操作者應小心操作，風管加壓時應不超過其依個人安全所設計的限制。

4.3.11 粒子計數器零點確認：

粒子計數器的零點計數主要是在確認當粒子計數器進氣口處直接銜接一個 HEPA 過濾器運轉時，在測試期間 0.30 μm-10 μm 的粒徑範圍內，每次取樣的總微粒子 <10 顆。

4.3.12 粒子計數器量測精確度：

粒子計數器量測精確度是藉由對已知粒徑大小的單一粒徑聚苯乙烯乳膠球體的氣膠進行取樣，且加以確認。粒子計數器的粒徑頻道會呈現出涵蓋聚苯乙烯乳膠粒徑大小相對高值的微粒子計數量。

4.3.13 氣膠中和放射性的確認：

- (1)使用適當的放射性偵測器可確認氣膠中和器放射源的活動力，此項量測可以說是相對的，但應足以指出活動源的存在，且應該能夠在反覆性方式中進行。
- (2)如果放射源有實際發生衰減的現象，本項量測應與先前量測的數據進行比對，以決定每年重複性確認的次數。
- (3)電暈放電的水準必須足夠高到符合由放射源所產生相同的中和強度。

4.3.14 粉塵喂入器的氣流速率：

在高於環境壓力的排放壓力 0,500,1000,1500,2000 及 2500 Pa (0,2,4,6,8 及 10 in.H₂O) 條件下，決定與記錄空壓管線上計示壓力，以便文式管能提供氣流速率為 6.8±0.2 dm³/s (14.5±0.5 cfm)。

4.3.15 終端過濾網過濾效率：

稱重終端過濾網至小數點 0.1 g，然後裝上在沒有裝置測試樣的風管中。依本規範中 4.4.4 章節的方法進行 100 g 粉塵負載測試，移出與稱重過濾網。過濾網增加的重量應在每 100 g 增加 2 g 之內。

4.3.16 性能測試要求：

性能測試要求須與表 4 的要求一致。

機能性暨產業用紡織品認證與驗證評議委員會
The Committee for Conformity Assessment of
Accreditation and Certification on Functional and
Technical Textiles

修訂日期： 年 月 日

發行日期：94 年 08 月 30 日

4.3.17 設備之維護：

維護之項目與計畫須與表 5 的要求一致。

4.3.18 參考過濾網的確認：

- (1)對每個測試風管而言，應以每雙週只進行至少 3 個同規格參考過濾網的初始效率測試方式，而不進行粉塵負載測試，來維護確認設備。這 3 個過濾網應被標示為初級（primary）、次級（secondary）及儲備級（reserve）。初級過濾網應每兩個星期查驗一次。對 12 個粒徑頻率中之任一個頻率，如果過濾效率曲線沿著粒徑軸呈現出 $>10\%$ 位移，則次級就須要被測試。如果初級與次級兩個過濾網，對 12 個粒徑頻率中之任一個頻率，過濾效率曲線沿著粒徑軸呈現出的 $>10\%$ 位移，粒子計數器就須被再次的校正，或如有需要恢復參考過濾網的效率測試，沿著粒徑軸呈現出 $<10\%$ 的位移，可進行其他設備維護保養（如清潔取樣管等）。「儲備級」過濾網使用時機是當初級或次級兩個過濾網變成無法使用時（如損害）的替代品。
- (2)參考過濾網的壓差量測值應在參考值的 10% 之內，如果壓差量測值偏離超過 10% 時，則需進行設備保養，使設備壓差量測值恢復至參考值的 10% 之內。
- (3)參考過濾網的測試應在 $0.93 \text{ m}^3/\text{s}$ （1970 cfm）的氣流速率條件下進行測試。
- (4)參考過濾網的過濾效率在 $1.0\sim 3.0 \mu\text{m}$ 粒徑應有 50% 的過濾效率，在 $0.30\sim 0.40 \mu\text{m}$ 粒徑的過濾效率 $<20\%$ ，在 $7.0\sim 10.0 \mu\text{m}$ 粒徑的過濾效率 $>80\%$ 。
- (5)在粒子計數器重校正之後，立即再次對每一個參考過濾網（或是新的一組參考過濾網）進行測試，記錄新的過濾效率與壓差參考值。
- (6)當初級與次級兩個過濾網其中之一，對 12 個粒徑頻率中之任一個頻率，過濾效率曲線沿著粒徑軸呈現出 $>10\%$ 位移，而次級或儲備級沒有呈現出 $>10\%$ 位移時，則初級與/或次級過濾網應被有相同規格的過濾網所取代，如果可能的話，或是一組新的同規格過濾網。

4.3.19 空測試風管之壓差：

空測試風管之壓差應如依照表 4 所要求進行每部份的修正量測，空測試風管的壓差量測值應小於 8 Pa （ $0.03 \text{ in.H}_2\text{O}$ ）：如果設備空測試風管壓差值無法達到 8 Pa （ $0.03 \text{ in.H}_2\text{O}$ ）應進行設備維護保養，直到空測試風管壓差量測值小於 8 Pa （ $0.03 \text{ in.H}_2\text{O}$ ）為止。

機能性暨產業用紡織品認證與驗證評議委員會
The Committee for Conformity Assessment of
Accreditation and Certification on Functional and
Technical Textiles

修訂日期： 年 月 日

發行日期：94 年 08 月 30 日

4.4 試驗步驟：

4.4.1 流量與終端壓損之設定與測試：

- (1)由客戶自行選定測試流量與終端壓損，如果客戶沒有指定，一般而言測試流量設定為 1971 cfm 與終端壓損設定為 350 Pa，相關之測試流量可參考表 2。
- (2)進行初始壓損對流量之量測，分別量測與紀錄所選定測試流量之 50 %、75 %、100 % 及 125 % 4 個流量下之壓損。

表 2、610 mm × 610 mm 空氣過濾網測試流量

610 mm×610 mm 空氣過濾網測試流量	
meters ³ /sec (m ³ /s)	ft ³ /min (cfm)
0.223	472
0.465	985
0.557	1180
0.706	1496
0.929	1971
1.189	2519
1.412	2992

4.4.2 初始效率測試：

(1)測試取樣：

在初始效率測試中，上下游取樣程序是一個上游-下游反覆取樣的連續程序如圖 2 所示。

(2)相關比 (correlation ratio)：

- (a)在初始效率測試之前，通常會先進行相關比之量測，以客戶所選定之流量，未裝上測試樣本情況下進行上下游微粒子濃度取樣設備之偏差修正。相關比的公式如下：

$$R = (\text{下游微粒子濃度} / \text{上游微粒子濃度})$$

- (b)在氣膠產生器啟動之前應先進行上游與下游連續取樣獲得背景值計數 (background counts)，至於取樣的次數決定於資料品質的要求。

- (c)當背景值計數完成氣膠產生器啟動之後。應等到設備達到穩定狀態下，再開始初始效率取樣，至於取樣的次數決定於資料品質的要求。

(3)穿透 (penetration)：

將測試樣本裝上設備進行效率測試，穿透乃指微粒子通過空氣過濾網的部份，其公式如下所示：

$$P = (\text{下游微粒子濃度} / \text{上游微粒子濃度})$$

(4)效率 (efficiency)：

微粒子移除效率可由下列公式表示：

$$PSE (\%) = [1 - (\text{下游微粒子濃度} / \text{上游微粒子濃度})] \times 100$$

機能性暨產業用紡織品認證與驗證評議委員會
The Committee for Conformity Assessment of
Accreditation and Certification on Functional and
Technical Textiles

修訂日期： 年 月 日

發行日期：94 年 08 月 30 日

4.4.3 測試資料換算：

(1)符號與下標記號：

(a)符號：

U=每一種粒徑範圍之上游微粒子濃度計數

D=每一種粒徑範圍之下游微粒子濃度計數

R=相關比

P=穿透

T=取樣時間

δ_g = 樣本之標準差

n=取樣組的次數

t=t 分配變數

(b)下標記號：

i=取樣次數

o=觀測

c=相關性

b=背景

t=空氣過濾網測試

u=上游

d=下游

e=估計

lcl=下限信賴區間

ucl=上限信賴區間

n=取樣組的次數

機能性暨產業用紡織品認證與驗證評議委員會
The Committee for Conformity Assessment of
Accreditation and Certification on Functional and
Technical Textiles

修訂日期： 年 月 日

發行日期：94 年 08 月 30 日

Specified Requirements of General Ventilation Air—
Cleaning Devices for Removal Efficiency by Particle Size

版次：1.0

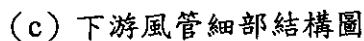
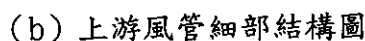
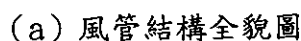


圖 1 測試設備結構設計圖

修訂日期： 年 月 日

發行日期：94 年 08 月 30 日

- 1.風機 2.流量控制閥 3.HEPA 過濾網區 4.轉換 (從 Filter bank 到 610 mm×610 mm)
5.氣膠喂入管 6.氣膠產生器 7.粉塵喂入管 8.粉塵產生器 9.混合孔口 10.外插式擴散板 11.取樣管位置
12.靜壓頭位置 13.壓力計 14.空氣過濾器與換氣 15.最後過濾網 16.垂直壓力計 17.主要氣流量測嘴
18.轉換 19.彎管 (可選擇性)

註：

- 「d」至「j」的風管部份為橫斷面 610 mm × 610 mm (24 in. × 24 in.) 的風管，不包括圖 3 (a)、(b)、(c) 所示之轉換的部份。
- 「b」至「g」的風管部份需對準中心線。
- 「h」至「j」的風管部份需對準中心線。
- 上游風速與氣膠量測應與 4.3 節所述一樣在「f」進行。
- 氣膠喂入的位置應在「c」與「e」之間；設計上可參照 4.2.1 節沒有強制規定。
- 上游與下游風管的配置，以並列與上下方式都是可被接受。

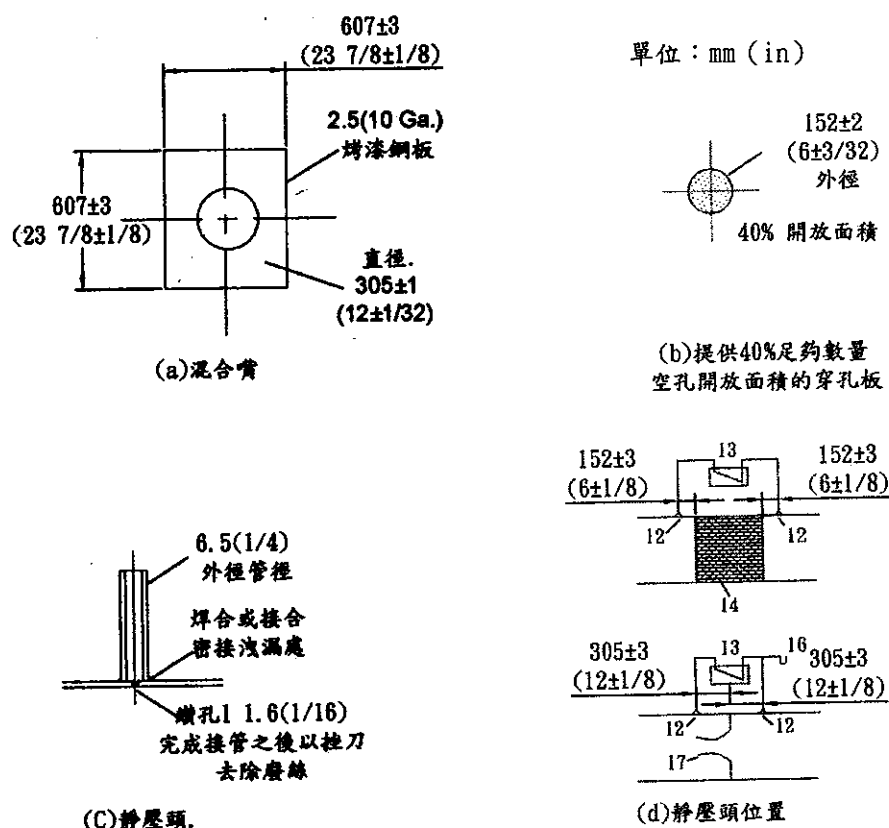


圖 2 測試風管詳細規格

機能性暨產業用紡織品認證與驗證評議委員會
The Committee for Conformity Assessment of
Accreditation and Certification on Functional and
Technical Textiles

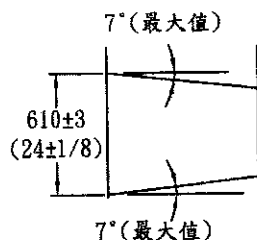
修訂日期： 年 月 日

發行日期：94 年 08 月 30 日

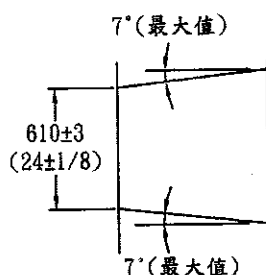
空調用空氣過濾網過濾效率驗證規範 Specified Requirements of General Ventilation Air— Cleaning Devices for Removal Efficiency by Particle Size

文件：FTTS-FP-104
編號

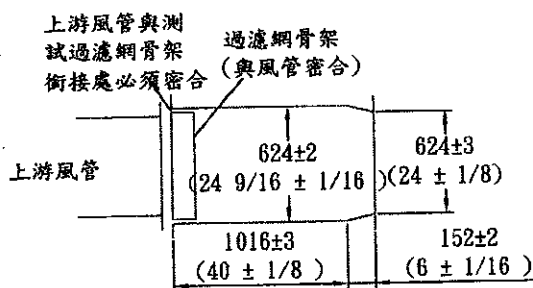
版次：1.0



(a) 轉換：測試空氣過濾網的尺寸小於測試風管的尺寸



(b) 轉換：測試空氣過濾網的尺寸大於測試風管的尺寸



(c) 非剛性空氣過濾網（必須具有對稱性）特殊風管斷面結構圖

圖 3.風管轉換與特殊風管結構圖

機能性暨產業用紡織品認證與驗證評議委員會
The Committee for Conformity Assessment of
Accreditation and Certification on Functional and
Technical Textiles

修訂日期： 年 月 日

發行日期：94 年 08 月 30 日

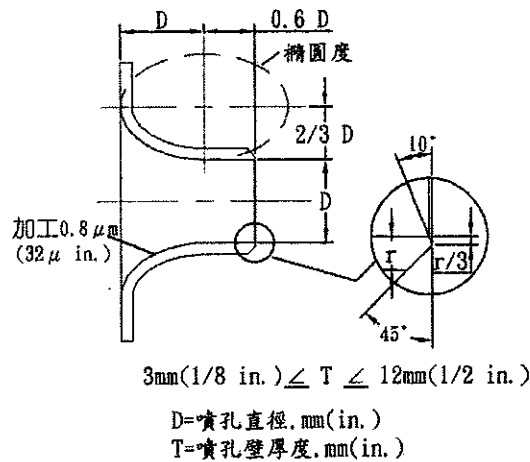


圖 4 ASME 長半徑流量噴嘴結構

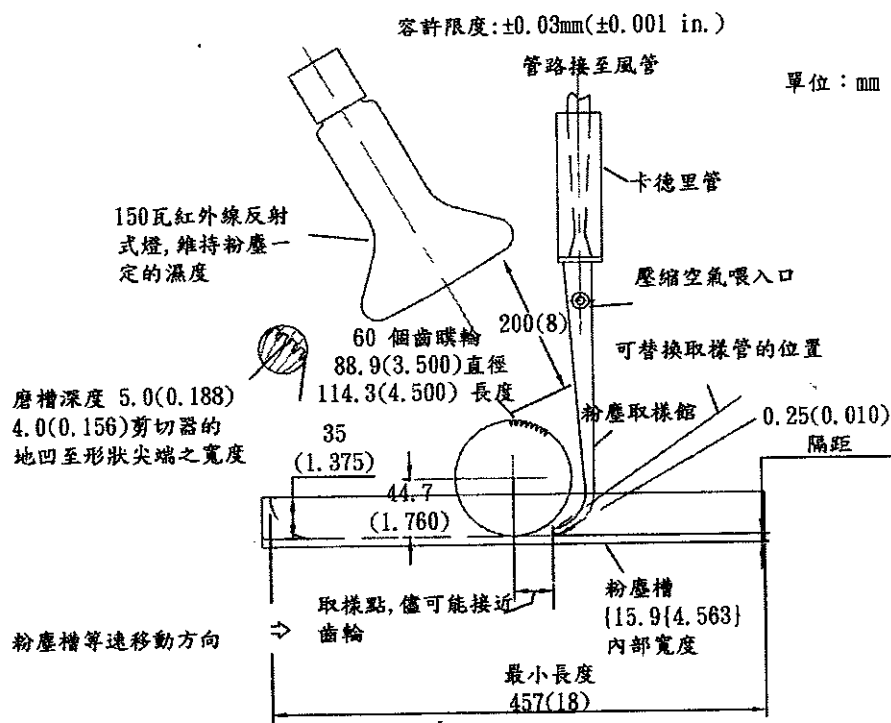


圖5粉塵喂入器尺寸大小

機能性暨產業用紡織品認證與驗證評議委員會
The Committee for Conformity Assessment of
Accreditation and Certification on Functional and
Technical Textiles

修訂日期： 年 月 日

發行日期：94 年 08 月 30 日

空調用空氣過濾網過濾效率驗證規範 Specified Requirements of General Ventilation Air— Cleaning Devices for Removal Efficiency by Particle Size

文件：FTTS-FP-104
編號

版次：1.0

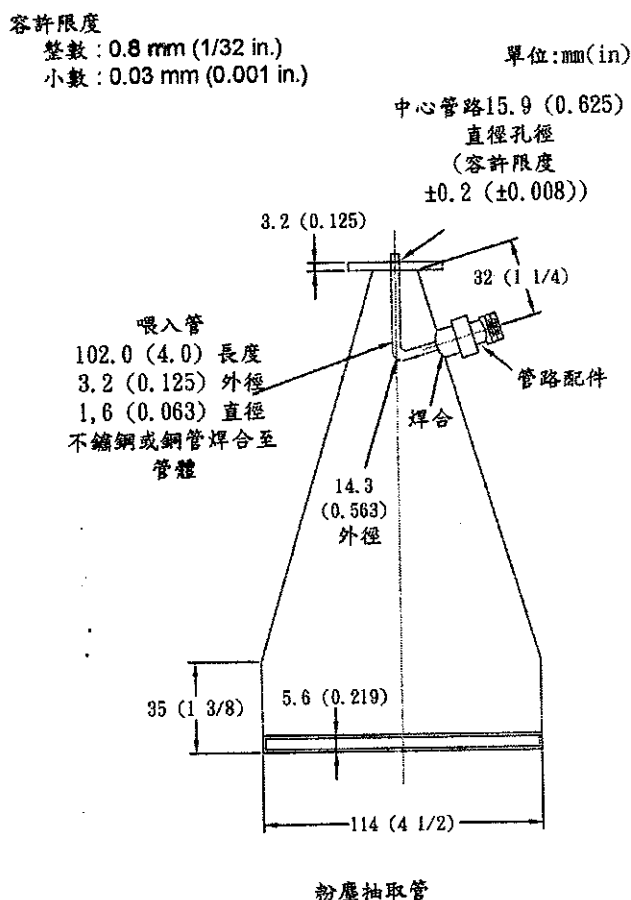


圖6 (a) 粉塵抽取管的細部結構圖

機能性暨產業用紡織品認證與驗證評議委員會
 The Committee for Conformity Assessment of
 Accreditation and Certification on Functional and
 Technical Textiles

修訂日期： 年 月 日

發行日期：94 年 8 月 30 日

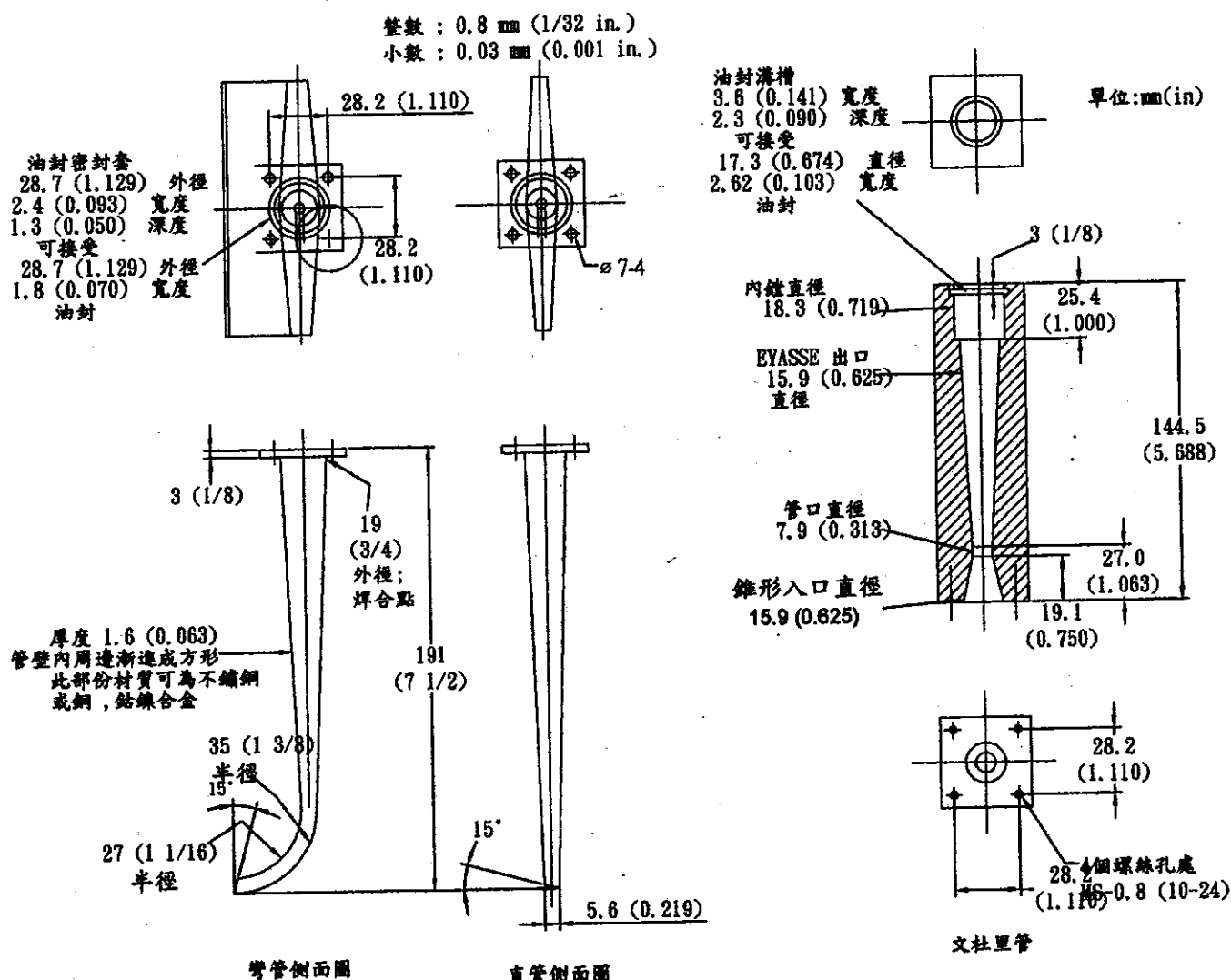


圖 6 (b) 粉塵吸入器的排入器/文式管與抽取管的細部結構圖

機能性暨產業用紡織品認證與驗證評議委員會
The Committee for Conformity Assessment of
Accreditation and Certification on Functional and
Technical Textiles

修訂日期： 年 月 日

發行日期：94 年 08 月 30 日

空調用空氣過濾網過濾效率驗證規範
Specified Requirements of General Ventilation Air—
Cleaning Devices for Removal Efficiency by Particle Size

文件：FTTS-FP-104
編號

版次：1.0

表 3 粒子計數器大小範圍的邊界值

頻道	粒子大小範圍		幾何平均粒子大小 (μm)
	下限 (μm)	上限 (μm)	
1	0.30	0.40	0.35
2	0.40	0.55	0.47
3	0.55	0.70	0.62
4	0.70	1.00	0.84
5	1.00	1.30	1.14
6	1.30	1.60	1.44
7	1.60	2.20	1.88
8	2.20	3.00	2.57
9	3.00	4.00	3.46
10	4.00	5.50	4.69
11	5.50	7.00	6.20
12	7.00	10.00	8.37

機能性暨產業用紡織品認證與驗證評議委員會
The Committee for Conformity Assessment of
Accreditation and Certification on Functional and
Technical Textiles

修訂日期： 年 月 日

發行日期：94 年 08 月 30 日

空調用空氣過濾網過濾效率驗證規範
Specified Requirements of General Ventilation Air—
Cleaning Devices for Removal Efficiency by Particle Size

文件：FTTS-FP-104
編號

版次：1.0

表 4 設備性能量測要求

參數	要求
氣流速度均勻性：依照在每個測試氣流速率條件下，橫斷面量測 9 點等面積格子	變異係數 (CV%) 小於 10 %
氣膠濃度均勻性：依照在每個測試氣流速率條件下，橫斷面量測 9 點等面積格子	變異係數 (CV%) 小於 15 %
下游混合性：依照 9 點周邊喂入格子與風管中央位置下游取樣	變異係數 (CV%) 小於 10 %
100 %過濾效率量測：依照 HEPA 過濾網測試	>99 %
相關比測試	0.3~1.0 μm : 0.9-1.10 % 1.0 ~3.0 μm : 0.8-1.2 % 3.0~10.0 μm : 0.7-1.3 %
濃度上限：依照濃度限制於產生一致性錯誤的水準之下	沒有預設門檻
氣膠產生器回應時間	沒有預設門檻
風管洩漏：洩漏速率與氣流速率之比值	<1.0 %
粒子計數器零點檢查：以 HEPA 過濾器連接儀器的進氣口	0.3 μm -10.0 μm 之間每分鐘小於 10 顆
粒子計數器精確度檢查：根據取樣已知大小的氣膠化單一粒徑 PSL 球體	在適當的粒徑大小呈現出相對高值
氣膠中和器的運轉：根據中和器放射性源的偵測	放射性必須被偵測
粉塵喂入器氣流速率與排放壓力的關係：在高於環境的排放壓力 0,500,1000,1500,2000 及 2500 Pa (0,2,4,6,8 及 10 in.H ₂ O) 的條件下，設定空壓管線上的計示壓力，以便文式管提供氣流速為 $6.8 \pm 0.2 \text{ dm}^3/\text{s}$ ($14.5 \pm 0.5 \text{ cfm}$)。	沒有預設計示壓力，為了在操作粉塵喂入期間設定適當的流速，記錄計示壓力，以維持設備的正常運轉
終端過濾網過濾效率：根據在沒有裝置測樣的條件下，粉塵喂入量與在最終過濾網所攫取量之間的差異	喂入 100 g 攫取 $100 \pm 2 \text{ g}$

機能性暨產業用紡織品認證與驗證評議委員會
The Committee for Conformity Assessment of
Accreditation and Certification on Functional and
Technical Textiles

修訂日期： 年 月 日

發行日期：94 年 08 月 30 日

空調用空氣過濾網過濾效率驗證規範
Specified Requirements of General Ventilation Air—
Cleaning Devices for Removal Efficiency by Particle Size

文件：FTTS-FP-104
編號

版次：1.0

表 5 測試設備維護計劃表

維護項目	每次測試	1 個月	6 個月	更換之後	註解
相關比量測	×				
空的測試風管壓差	×				
背景粒子濃度	×				
粒子計數器零點確認	×				
粒子計數器精確度確認	×				
參考過濾網確認					每兩個星期
100 %過濾效率量測		×			
粒子計數器使用 PSL 初步校正					備考 1
流速均勻性			×	×	
氣膠均勻性			×	×	
下游混合性			×	×	
產生器回應時間			×	×	
粒子計數器超負載測試			×	×	
風管洩漏測試			×	×	
中和器放射性檢查			×		備考 5
粉塵吸入器氣流速率與排放壓力的關係			×	×	
依照圖 6 量測文式管的尺寸				×	每操作 500 小時
流速、壓差、溫度、相對濕度等		備考 3			備考 2
清潔測試風管與元件					備考 4

備考：

1. 每年校正一次。
2. 依製造者的推薦，但每年至少一次。
3. 針對適度的組裝與操作進行每個月目視檢驗。
4. 清潔測試風管時段、氣膠產生器設備、氣膠取樣管及其他測試元件是不定期。
5. 每使用 100 個小時清洗放射性中和器內部，每個月一次檢查電暈放電離子器的平衡。

機能性暨產業用紡織品認證與驗證評議委員會
The Committee for Conformity Assessment of
Accreditation and Certification on Functional and
Technical Textiles

修訂日期： 年 月 日

發行日期：94 年 08 月 30 日

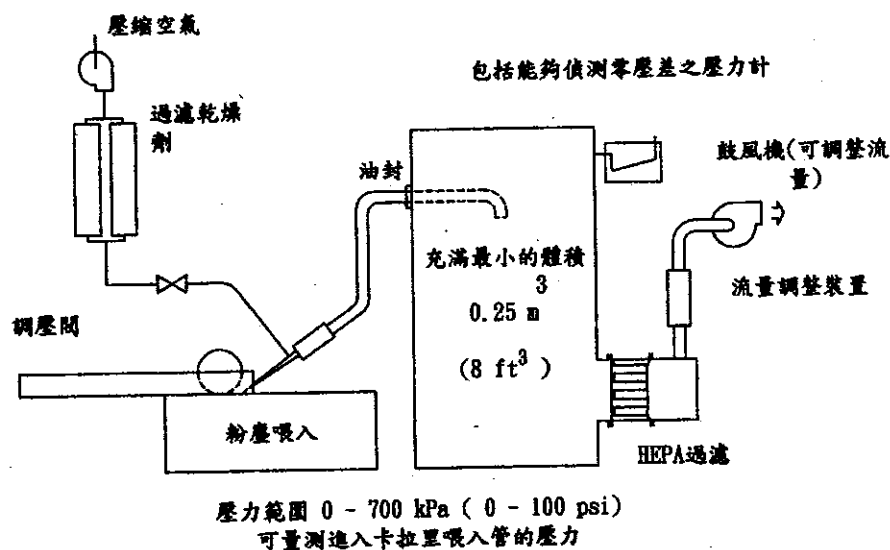


圖 7 粉塵喂入器的文式管校正器

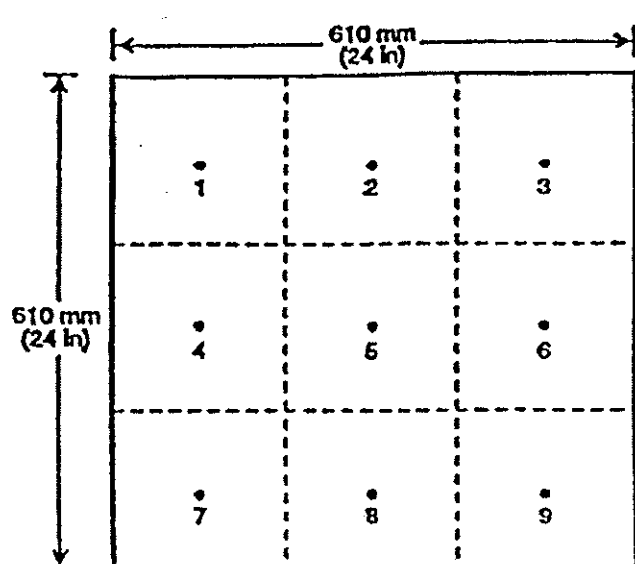


圖 8- (a) 取樣量測流速均勻性與氣膠分散性的 9 個等面積點的位置示意圖

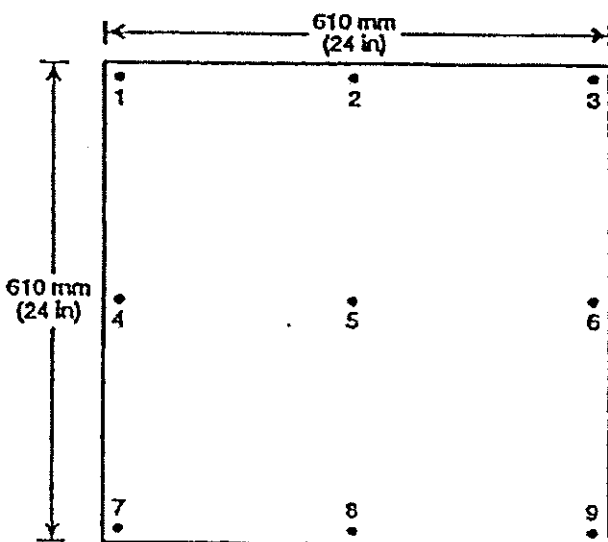


圖 8- (b) 評估下游混合性的 9 個喂入隔點

機能性暨產業用紡織品認證與驗證評議委員會
The Committee for Conformity Assessment of
Accreditation and Certification on Functional and
Technical Textiles

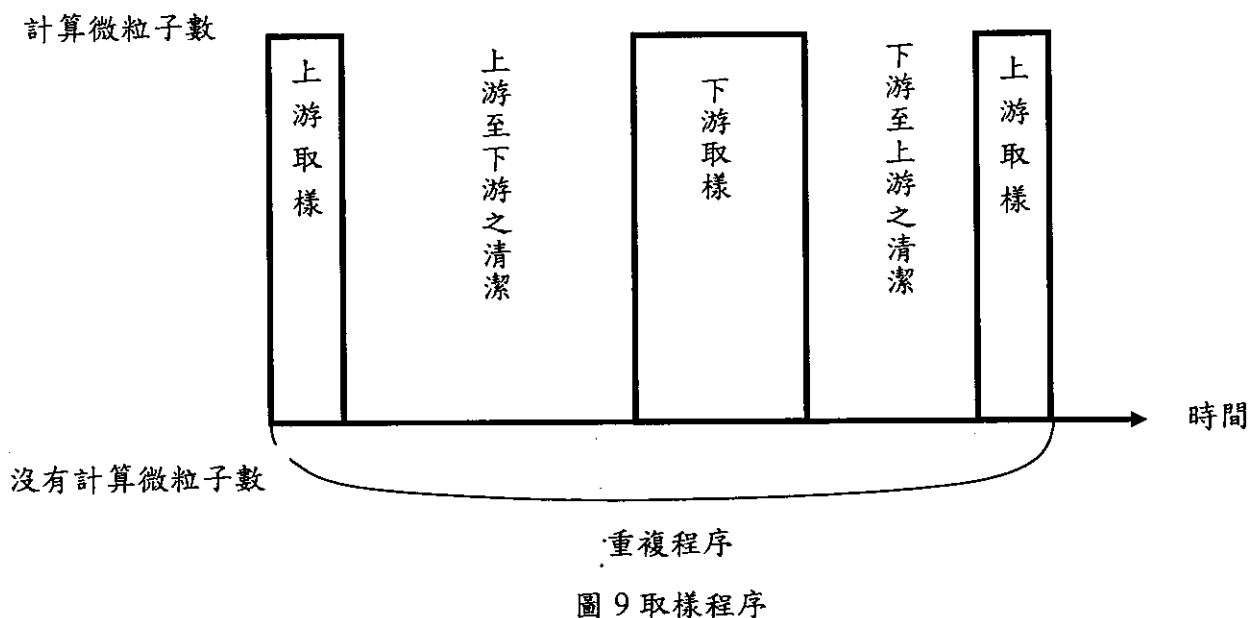
修訂日期： 年 月 日

發行日期：94 年 08 月 30 日

空調用空氣過濾網過濾效率驗證規範
Specified Requirements of General Ventilation Air—
Cleaning Devices for Removal Efficiency by Particle Size

文件：FTTS-FP-104
編號

版次：1.0



(2) 相關比資料換算

- (a) 由上游微粒子濃度計數兩次取樣加以平均，獲得上游微粒子濃度計數估計值，下游微粒子濃度計數也是相同：

$$U_{i,o,c} = \frac{U_{i,o,c} + U_{(i+1),o,c}}{2} \quad (4-1)$$

- (b) 在氣膠產生器啟動之前後背景值計數可以以簡單的平均化表示：

$$\bar{U} = \frac{\sum_{i=1 \rightarrow n} U_{i,o,b}}{n} \quad \bar{D} = \frac{\sum_{i=1 \rightarrow n} D_{i,o,b}}{n} \quad (4-2)$$

機能性暨產業用紡織品認證與驗證評議委員會
The Committee for Conformity Assessment of
Accreditation and Certification on Functional and
Technical Textiles

修訂日期： 年 月 日

發行日期：94 年 08 月 30 日

(c)使用觀測之下游微粒子濃度計數、估計之上游微粒子濃度計數、平均下游背景計數及平均上游背景計數可以計算出上下游每一個取樣組的相關比：

$$R_i = \frac{D_{i,o,c} - \bar{D}_b}{U_{i,o,c} - \bar{U}_b} \quad (4-3)$$

(d)由上述所獲得這些相關比加以平均，可求得出一個最終相關比值：

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1 \rightarrow n} R_i}{n} \quad (4-4)$$

(e)相關比之標準差求得如下：

$$\delta_c = \sqrt{\frac{\sum_{i=1 \rightarrow n} (R_i - \bar{R})^2}{n-1}} \quad (4-5)$$

(f)背景計數之標準差求得如下：

$$\delta_{u,b} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1 \rightarrow n} (U_{i,o,bi} - \bar{U}_b)^2}{n-1}} \quad \delta_{d,b} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1 \rightarrow n} (D_{i,o,bi} - \bar{D}_b)^2}{n-1}} \quad (4-6)$$

(g)相關比 95%信賴區間求得如下：

$$\bar{R}_{lcl} = \bar{R} - \delta_c \cdot \frac{t}{\sqrt{n}} \quad (4-7) \quad \bar{R}_{ucl} = \bar{R} + \delta_c \cdot \frac{t}{\sqrt{n}} \quad (4-8)$$

(h)背景計數上限 95%信賴區間求得如下：

$$\bar{U}_{b,ucl} = \bar{U}_b - \delta_{u,b} \cdot \frac{t}{\sqrt{n}} \quad (4-9) \quad \bar{D}_{b,ucl} = \bar{D}_b + \delta_{u,b} \cdot \frac{t}{\sqrt{n}} \quad (4-10)$$

機能性暨產業用紡織品認證與驗證評議委員會
The Committee for Conformity Assessment of
Accreditation and Certification on Functional and
Technical Textiles

修訂日期： 年 月 日

發行日期：94 年 08 月 30 日

(3)相關比資料接受基準：

(a)相關比誤差之極限：

相關比在取樣 N 次當中應至少有 3 次滿足下列條件：

$$\text{對 } 1 \sim 8 \text{ 頻道的粒徑大小範圍 } \delta_c \cdot \frac{t}{\sqrt{n}} \leq 0.05 \quad (4-11)$$

$$\text{對 } 9 \sim 10 \text{ 頻道的粒徑大小範圍 } \delta_c \cdot \frac{t}{\sqrt{n}} \leq 0.10 \quad (4-12)$$

$$\text{對 } 11 \sim 12 \text{ 頻道的粒徑大小範圍 } \delta_c \cdot \frac{t}{\sqrt{n}} \leq 0.15 \quad (4-13)$$

所以當每一個取樣組符合上述 3 種條件，即可停止測試。

備考 1：1~12 頻道的粒徑大小範圍請參考表 3。

(b)相關比值之極限：

相關比應符合下列條件：

①0.30 ~ 1.00 μm ：0.90 ~ 1.10

②1.00 ~ 3.00 μm ：1.00 ~ 1.10

③3.00 ~ 10.0 μm ：0.70 ~ 1.30

(c)相關比最大背景技數：

當微粒子氣膠產生中，上下游背景計數的 95 % 上限信賴區間應小於平均估計上游計數值 5 %。

$$\overline{D}_{b,ucl}, \overline{U}_{b,ucl} < \frac{\sum_{i=1 \rightarrow n} U_{i,e,c}}{n \cdot 20} \quad (4-14)$$

(d)相關比最小平均上游計數：

上游計數估計值之總合應大於或等於 500，如果沒辦法獲得足夠的計數數量的話，取樣次數或氣膠濃度需增加，但氣膠濃度應該不能超過粒子計數器的限制。

$$\sum_{i=1 \rightarrow n} U_{i,e,c} \geq 500 \quad (4-15)$$

(4)穿透資料換算：

(a)由最初兩次上游計數取樣加以平均獲得估計上游計數值，同時在下游計數也採取同樣的方式，如下：

$$U_{i,e,t} = \frac{U_{i,o,t} + U_{(i+1),o,t}}{2} \quad (4-16)$$

機能性暨產業用紡織品認證與驗證評議委員會
The Committee for Conformity Assessment of
Accreditation and Certification on Functional and
Technical Textiles

修訂日期： 年 月 日

發行日期：94 年 08 月 30 日

(b)在穿透測試之前後背景值計數可以以簡單的平均化表示：

$$\bar{U}_b = \frac{\sum_{i=1 \rightarrow n} U_{i,o,b}}{n} \quad \bar{D}_b = \frac{\sum_{i=1 \rightarrow n} D_{i,o,b}}{n} \quad (4-17)$$

(c)使用觀測下游微粒子濃度計數、上游微粒子濃度計數、平均下游背景計數、平均上游背景計

數、上游取樣次數及下游取樣次數可以計算出上下游每一組觀測穿透：

$$P_{i,o} = \frac{D_{i,o,d} - \bar{D}_b}{U_{i,e,d} - \bar{U}_b} \cdot \frac{T_u}{T_d} \quad \text{如果 } \bar{D}_{b,ucl} \leq 0.05 \frac{\sum_{i=1 \rightarrow n} U_{i,o,u}}{n} \left[\frac{T_d}{T_u} \right] \quad (4-18)$$

$$P_{i,o} = \frac{D_{i,o,d}}{U_{i,e,d}} \cdot \frac{T_u}{T_d} \quad \text{如果 } \bar{D}_{b,ucl} > 0.05 \frac{\sum_{i=1 \rightarrow n} U_{i,o,u}}{n} \left[\frac{T_d}{T_u} \right] \quad (4-19)$$

(d)由上述所獲得這些觀測穿透加以平均，可求得出一個平均觀測穿透值：

$$\bar{P}_o = \frac{\sum_{i=1 \rightarrow n} P_{i,o}}{n}$$

(e)觀測穿透值之標準差求得如下：

$$\delta_i = \sqrt{\frac{\sum_{i=1 \rightarrow n} (P_{i,o} - \bar{P}_o)^2}{n-1}} \quad (4-20)$$

(f)觀測穿透值經由相關比修正可獲得最後的穿透值，如下：

$$\bar{P} = \frac{\bar{P}_o}{R} \quad (4-21)$$

(g)相關比標準差結合觀測穿透值標準可求得總錯誤 (Total error) 如下：

$$\delta = \bar{P} \cdot \sqrt{\left(\frac{\delta_c}{R}\right)^2 + \left(\frac{\delta_i}{P_o}\right)^2} \quad (4-22)$$

機能性暨產業用紡織品認證與驗證評議委員會
The Committee for Conformity Assessment of
Accreditation and Certification on Functional and
Technical Textiles

修訂日期： 年 月 日

發行日期：94 年 08 月 30 日

(h) 穿透 95% 信賴區間求得如下：

$$\bar{P}_{lcl} = \bar{P} - \delta \cdot \frac{t}{\sqrt{n}} \quad (4-23) \quad \bar{P}_{ucl} = \bar{P} + \delta \cdot \frac{t}{\sqrt{n}} \quad (4-24)$$

(i) 對背景計數的標準差與 95% 上限信賴區間可由 (4-6)、(4-9) 及 (4-10) 方程式獲得。

(5) 穿透資料接受基準：

(a) 穿透誤差的極限：

① 穿透取樣次數 N 次當中應至少有 3 次滿足下列條件：

對 1~8 頻道的粒徑大小範圍 $\delta \cdot \frac{t}{\sqrt{n}} \leq 0.07 \cdot \bar{P}$ 或 ≤ 0.05 任何一個較大者 (4-25)

對 9~10 頻道的粒徑大小範圍 $\delta \cdot \frac{t}{\sqrt{n}} \leq 0.15 \cdot \bar{P}$ 或 ≤ 0.05 任何一個較大者 (4-26)

對 11~12 頻道的粒徑大小範圍 $\delta \cdot \frac{t}{\sqrt{n}} \leq 0.20 \cdot \bar{P}$ 或 ≤ 0.05 任何一個較大者 (4-27)

所以當每一個取樣組符合上述 3 種條件，即可停止測試。

備考 1：1~12 頻道的粒徑大小範圍請參考表 3。

② 穿透最大背景計數：

對相關比與粉塵負載測試之前。穿透測試中微粒子氣膠產生，上下游背景計數的 95 % 上限信賴區間應小於平均上游計數估計值之 5 %。

$$\bar{D}_{b,ucl}, \bar{U}_{b,ucl} < \frac{\sum_{i=1 \rightarrow n} U_{i,e,c}}{n \cdot 20} \quad (4-28)$$

③ 穿透最小平均上游計數：

上游計數估計值之總合應大於或等於 500。

$$\sum_{i=1 \rightarrow n} U_{i,e,c} \geq 500 \quad (4-29)$$

(6) 效率 (efficiency)：

微粒子移除效率可由下列公式求得：

$$PSE = (1 - \bar{P}) \times 100 \quad (4-30)$$

機能性暨產業用紡織品認證與驗證評議委員會
The Committee for Conformity Assessment of
Accreditation and Certification on Functional and
Technical Textiles

修訂日期： 年 月 日

發行日期：94 年 08 月 30 日

4.4.4 粉塵負載與過濾效率測試：

(1) 測試程序：

- (a) 客戶自行選擇測試流量參考 4.4.1 節，且參考表 1 選擇終端壓損，終端壓損應該大於或等於兩倍的初始壓損。
- (b) 效率測試應於粉塵負載過程中間隔內進行，建立效率曲線與粉塵負載關係圖，效率曲線應劃出任何或全部粒徑大小範圍的測試初稿。效率測試應於粉塵負載程序中下列幾點進行：
 - ① 在任何粉塵負載測試試樣之前（初始效率）。
 - ② 完成喂入 30 g 粉塵或使通過測試試樣壓損增加 10 Pa (0.04 in.H₂O) 之後。
 - ③ 當粉塵負載的增加量達到增加氣流壓損分別為初始與所選定終端壓損之間差異的 25 %、50 %、75 % 之後。
 - ④ 當粉塵負載增加量達到測試試樣所選定的終端壓損之後。

(2) 粉塵負載程序：

- (a) 進行粉塵負載測試時應於檢測設備後端加裝最後過濾網 (final filter)，而粉塵喂入器的位置應被固定。喂入器的管嘴應置於入口混合孔口的中心位置，管嘴尖端與孔口在相同的平面。另外需將測試效率的取樣管處撤出，並將入口封死，避免粉塵漏出。
- (b) 粉塵負載的重量量測精度需為 ± 0.1 g。
- (c) 喂入器喂入粉塵均一的分布，提供粉塵濃度為 70 ± 7 mg/m³ (2.0 ± 0.2 g/1000ft³)。
- (d) 啟動檢測設備的風機 (blower)，調整測試流量至所需要。
- (e) 開啟粉塵喂入器的加熱燈，調整氣壓控制器，使得粉塵喂入的文杜里管 (venturi) 氣流量為 0.0068 ± 0.0002 m³/s (14.5 ± 0.5 cfm)。此條件應於整個喂入過程中持續維持，然後啟動粉塵喂入槽。
- (f) 維持測試流量在所選定流量的 ± 2 %，且每 30 秒震動或輕敲粉塵喂入管。
- (g) 關閉粉塵喂入槽轉動與抽氣式文杜里管，而測試風管內氣流持續穩定進行，且直接傾斜將所使用空壓管抽離測試風管，並紀錄測試試樣的流量壓損。
- (h) 如果幾次粉塵增加量要達到所要求，即重複(b)–(g)步驟，增加測試試樣壓損至所需求之流量壓損的 25 %。所以在進行下一次微粒子移除效率測試之前，應進行一個完整的粉塵喂入。
- (i) 停止風管的流量，移除最後過濾網。去除測試試樣與最後過濾網之間任何沉澱在風管內的粉塵。

(3)粉塵遷移調整：

(a)在做粉塵遷移調整時通過測試試樣流量應維持至少 20 分鐘以上，如果在每一個粒徑大小範圍內的釋出率不超過 5 % 的話，粉塵遷移調整時通過測試試樣流量時間可以少於 20 分鐘以下。

(b)在效率測試所指定粒徑大小範圍內，釋出率為經粉塵負載測試後之過濾網所釋出粉塵微粒數量與上游氣膠微平均粒子數量之比值：

$$\text{釋出率 (\%)} = \frac{D_{b, ucl}}{\sum_{i=1 \rightarrow n} U_{i, o, u}} \left(\frac{T_u}{Td} \right) \times 100 \quad (4-31)$$

(c)如果微粒子移除效率測試的結果呈現負值，一般在指定粒徑大小範圍內應可視為 0 %。

4.4.5 粉塵負載測試結果報告：

(1)粉塵負載測試結果應以空氣過濾網微粒子移除效率曲線型式呈現：

(a)乾淨狀態。

(b)每一次粉塵負載增加量之後，四次曲線的總量。

(c)在最終粉塵負載點。

(2)由上述結果所獲得六條曲線圖中，在 12 個粒徑大小範圍中選出每個粒徑範圍內最小微粒子移除效率，構成出複合最小效率曲線圖。

(3)由上節複合最小效率曲線圖中，每四個資料點加以平均可獲三組粒徑範圍群組（如表 6，最後綜合三個平均最小微粒子移除效率（E₁、E₂、E₃）出示報告。

(4)測試結果依照表 6 評斷空氣過濾網的最小效率測試值。

表 6 粒徑大小範圍

平均最小微粒子移除效率指定者	相對應粒徑範圍群組， μm
E ₁	0.30 ~ 1.0
E ₂	1.0 ~ 3.0
E ₃	3.0 ~ 10

機能性暨產業用紡織品認證與驗證評議委員會
The Committee for Conformity Assessment of
Accreditation and Certification on Functional and
Technical Textiles

修訂日期： 年 月 日

發行日期：94 年 08 月 30 日

4.5 測試結果：

4.5.1 測試報告格式並沒有強制規定，可參考包括下列幾個項目：

- (1) 測試實驗室與地址。
- (2) 測試日期。
- (3) 測試人員。
- (4) 所使用粒子計數器的廠牌與型號。
- (5) 空氣過濾網製造商。
- (6) 測試樣本如何獲得。
- (7) 測試空氣過濾網之描述：
 - (a) 廠牌與型號。
 - (b) 構造。
 - (c) 測試面積大小與深度。
 - (d) 纖維過濾材描述（形狀、顏色、有效濾材面積、接著劑型號與用量及靜電電荷）。
- (8) 製造商提供操作條件：
 - (a) 測試條件：氣流量與終端壓損。
 - (b) 初始與終端壓損。
 - (c) 其他操作條件。
- (9) 測試條件：
 - (a) 測試環境溫度與相對濕度。
 - (b) 流量速率。
 - (c) 粉塵負載重量。
 - (d) 測試氣膠型式。
- (10) 壓損測試結果：
 - (a) 終端壓損。
 - (b) 初始壓損。
- (11) 性能曲線圖（包括 1. 流量與壓損之關係圖、2. 粒徑大小與微粒子移除效率之關係圖、3. 粉塵負載增加後的微粒子移除效率圖、4. 複合最小曲線圖）。
- (12) 最小效率測試值：
 - (a) 從 0.30 μm 至 1.0 μm (E_1) 4 個粒徑範圍的最小微粒子移除效率平均值。
 - (b) 從 1.0 μm 至 3.0 μm (E_2) 4 個粒徑範圍的最小微粒子移除效率平均值。
 - (c) 從 3.0 μm 至 10.0 μm (E_3) 4 個粒徑範圍的最小微粒子移除效率平均值。
 - (d) 空氣過濾網的最小效率測試值。

機能性暨產業用紡織品認證與驗證評議委員會
The Committee for Conformity Assessment of
Accreditation and Certification on Functional and
Technical Textiles

修訂日期： 年 月 日

發行日期：94 年 08 月 30 日

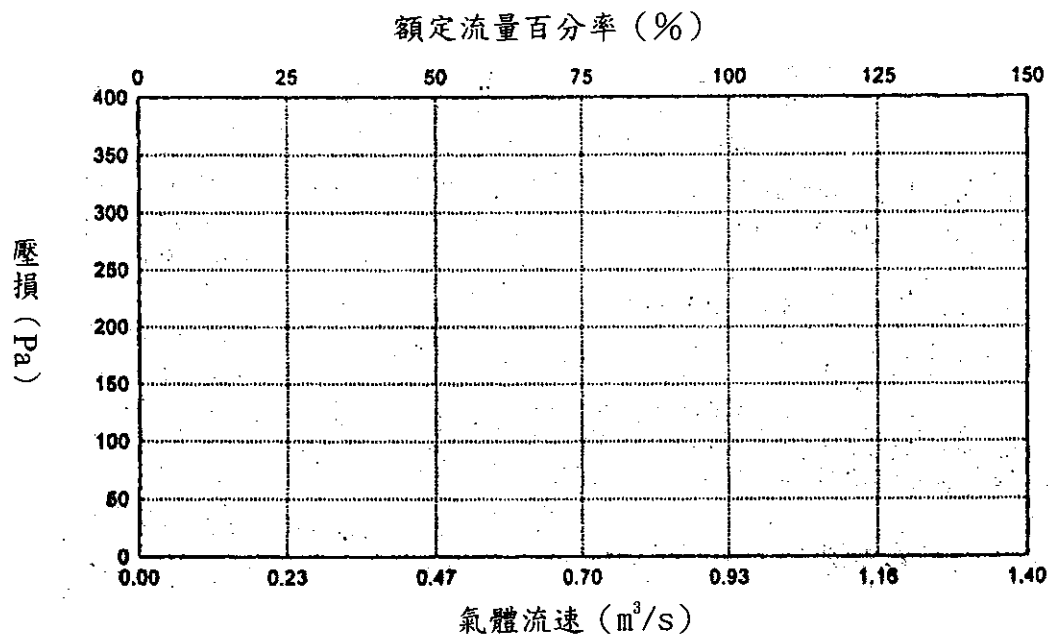


圖 11 流量與壓損之關係

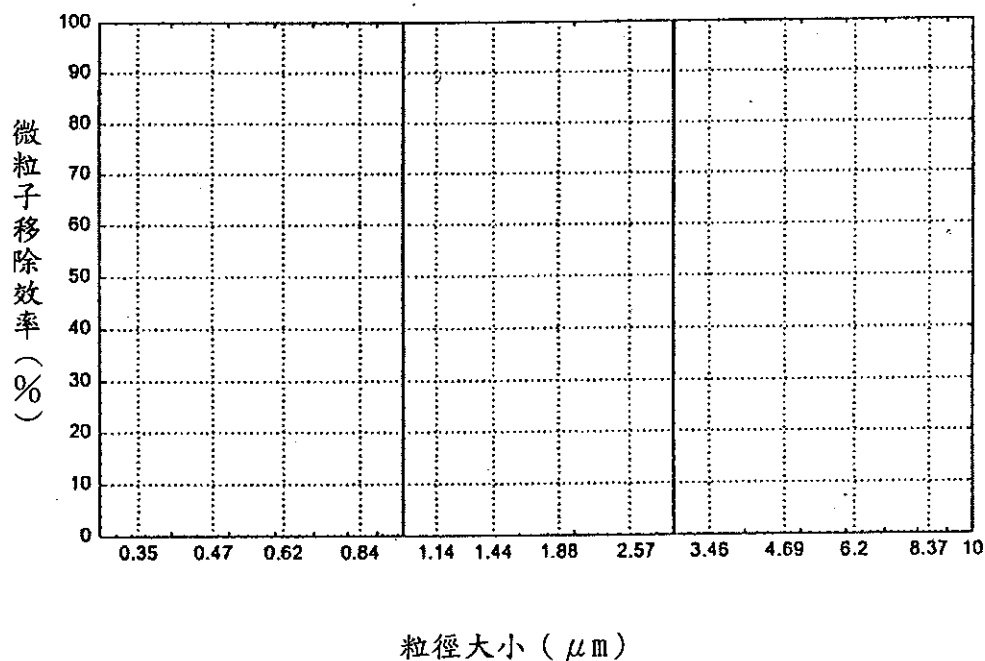


圖 12 粒徑大小與效率之關係

機能性暨產業用紡織品認證與驗證評議委員會
The Committee for Conformity Assessment of
Accreditation and Certification on Functional and
Technical Textiles

修訂日期： 年 月 日

發行日期：94 年 08 月 30 日

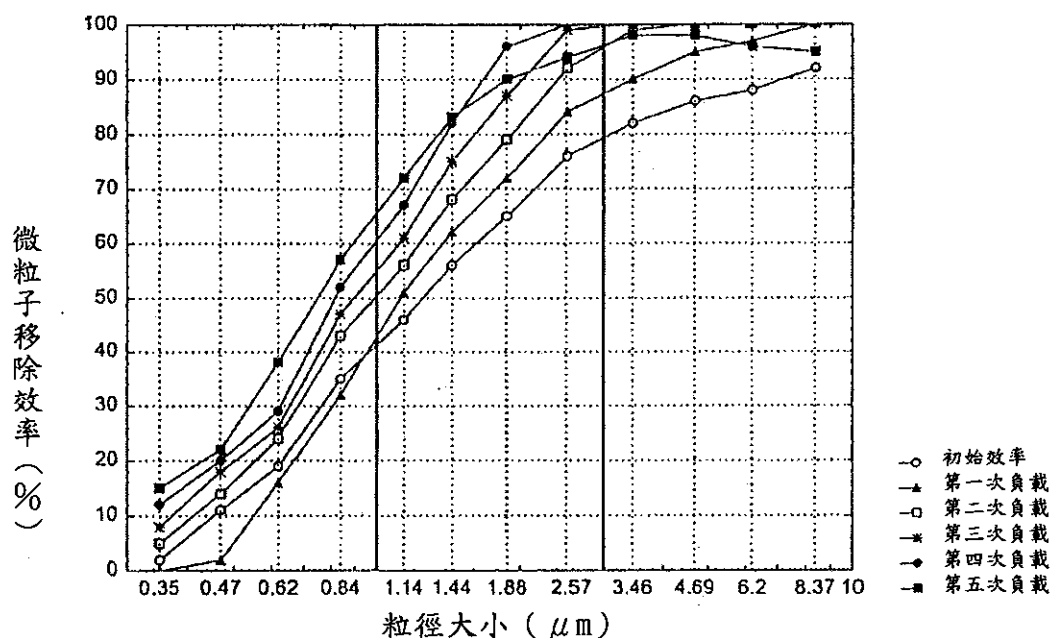


圖 13 增加粉塵負載後的微粒子移除效率 (PSE)

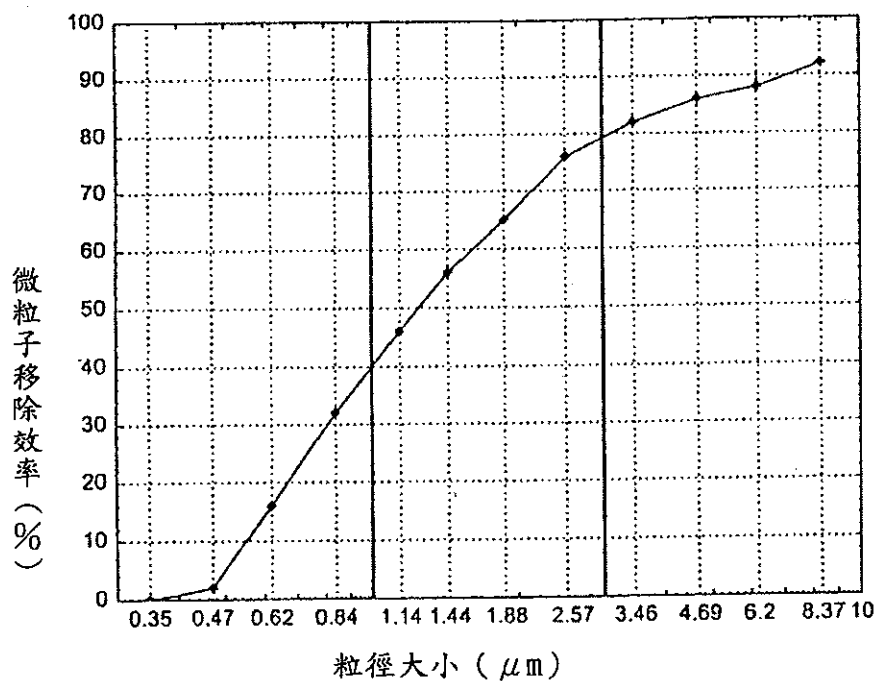


圖 14 複合最小效率曲線

機能性暨產業用紡織品認證與驗證評議委員會
The Committee for Conformity Assessment of
Accreditation and Certification on Functional and
Technical Textiles

修訂日期： 年 月 日

發行日期：94 年 08 月 30 日

5.參考標準：

ANSI/ASHRAE Method of Testing General Ventilation Air-cleaning Devices for Removal
Standard 52.2-1999 Efficiency by Particle Size

6.附則：

本標準經驗證規範制定執行小組召集人審核，呈評議委員會主任委員核准後發行，修訂時亦同。

本標準主要依照美國冷凍空調工程師協會（ASHRAE）52.2-1999 年版，在不變更其技術內容及公式下譯成中文，如對本標準翻譯內容含義有所疑慮時，應以原文版的美國冷凍空調工程師協會（ASHRAE）52.2 標準之精神為主。

附錄 1：美國汽車工程師協會（The Society of Automotive Engineers, 簡稱 SAE）J726 標準所使用測試粉塵有細塵（fine）與粗塵（coarse）兩種等級，其化學成分與粒徑分布如下表 7、表 8：

表 7 測試粉塵化學成分分析

化學成分	重量百分率（%）
SiO ₂	65-76
Al ₂ O ₃	11-17
Fe ₂ O ₃	2.5-5.0
Na ₂ O	2-4
CaO	3-6
MgO	0.5-1.5
TiO ₂	0.5-1.0
V ₂ O ₃	0.10
ZrO	0.10
BaO	0.10
燃燒損失	2-4

機能性暨產業用紡織品認證與驗證評議委員會
The Committee for Conformity Assessment of
Accreditation and Certification on Functional and
Technical Textiles

修訂日期： 年 月 日

發行日期：94 年 08 月 30 日

空調用空氣過濾網過濾效率驗證規範
Specified Requirements of General Ventilation Air—
Cleaning Devices for Removal Efficiency by Particle Size

文件：FTTS-FP-104
編號

版次：1.0

表 8 粉塵粒徑大小體積分布 (%)

粒徑大小	細等級	粗等級
5.5	38±3	13±3
11	24±3	24±3
22	71±3	37±3
44	89±3	56±3
88	97±3	84±3
176	100	100

附錄 2：ISO 12103-1 A2 所使用測試粉塵為亞利桑那州測試粉塵 (Arizona test dust)，其粒徑大小分布如表 9 所示。

表 9 粉塵粒徑大小分布

粒徑大小 (μm)	最大體積百分率 (%)
	A2
	細塵
1	2.5 至 3.5
2	10.5 至 12.5
3	18.5 至 22.0
4	25.5 至 29.5
5	31 至 36
7	41 至 46
10	50 至 54
20	70 至 74
40	88 至 91
80	99.5 至 100
120	100
180	-----
200	-----

機能性暨產業用紡織品認證與驗證評議委員會
The Committee for Conformity Assessment of
Accreditation and Certification on Functional and
Technical Textiles

修訂日期： 年 月 日

發行日期：94 年 08 月 30 日

附錄 3：JIS Z8901 試驗用粉塵 15 種，由試驗用 8 種粉塵、試驗用 12 種粉塵及棉絮所混合而成，其成分如表 10 所示。

表 10 JIS Z8901 試驗用粉塵 15 種的成分

測試粉塵	試驗用 8 種粉塵	試驗用 12 種粉塵	棉絮
質量百分率 (%)	72	23	5
成分	0-5 μ m 39%	0.03~ 0.20 μ m	直徑 1.5 μ m 長度 1mm 以下
	5-10 μ m 18%		
	10-20 μ m 16%		
	20-30 μ m 12%		
	30-40 μ m 6%		
	40-75 μ m 9%		
	總計 100%		
備考	同等於亞利桑那州 測試粉塵	同等於碳黑	

機能性暨產業用紡織品認證與驗證評議委員會
The Committee for Conformity Assessment of
Accreditation and Certification on Functional and
Technical Textiles

修訂日期： 年 月 日

發行日期：94 年 08 月 30 日