

防霾紗窗使用對策探討研究

內政部建築研究所自行研究報告

109

年度

防霾紗窗使用對策探討研究

內政部建築研究所自行研究報告

中華民國 109 年 12 月

本報告內容及建議，純屬研究人員意見，不代表本機關意見

PR10903-0511

防霾紗窗使用對策探討研究

研究人員：蔡宜中

內政部建築研究所自行研究報告

中華民國 109 年 12 月

本報告內容及建議，純屬研究人員意見，不代表本機關意見

MINISTRY OF THE INTERIOR
RESEARCH PROJECT REPORT

Research on the Strategies for PM_{2.5} Screens

BY
TSAI YI-CHUNG
Dec, 2020

目次

表次	III
圖次	V
摘要	VII
第一章 緒論	1
第一節 研究緣起與背景	1
第二節 研究目的	3
第三節 研究內容與方法	4
第四節 用語定義說明	5
第五節 研究流程	7
第二章 室內空汙概論	9
第一節 室內空汙之分類	9
第二節 室內空汙形成之原因及影響	10
第三節 幫助室內空汙減除之方法	13
第四節 小結	21
第三章 防霾紗窗概論	23
第一節 防霾紗窗之分類	23
第二節 防霾紗窗之選用	27
第三節 防霾紗窗效果分析	33
第四節 小結	35
第四章 防霾紗窗使用對策規劃	37
第一節 文獻蒐集法	37
第二節 比較分析法	38
第三節 專家業者訪談法	47
第四節 防霾紗窗重要問題點及使用對策研擬	50
第五節 小結	53

第五章 結論與建議	55
第一節 結論	55
第二節 建議	57
附錄一 內政部建築研究所 109 年度第 5 次研究業務協調會議紀錄	59
附錄二 期中審查會議評審意見執行現況	63
附錄三 期末審查會議評審意見執行現況	69
參考書目	73

表次

表 4-1 市面上較常用的 4 種防霾紗窗	38
表 4-2 PM _{2.5} 阻隔率比較—B 防霾紗窗 V. S. 牛津網	43
表 4-3 C 防霾紗網 PM _{2.5} 測試結果	44
表 4-4 訪談相關專家業者名單	47
表 4-5 相關專家業者訪談分析	48
表 4-6 防霾紗窗重要問題發現與使用對策研擬	50

圖次

圖 1-1 研究流程圖	7
圖 3-1 防霾紗窗	24
圖 3-2 在原本紗窗上再加貼防霾紗網	26
圖 3-3 各種紗窗類型	30
圖 3-4 防霾紗窗效果測試	33
圖 4-1 ECARF Quality Seal 品質標章	41

摘要

關鍵詞：防霾紗窗、紗窗、對策

一、研究緣起

依據研究顯示：我們國人每人每天大約有 80~90% 的時間是處於室內環境中(包括在住家、辦公室或其他建築物內)；因此室內居室環境品質，比如溫度、溼度與空氣清淨度等，都會直接影響室內人們的生活起居與工作效率。

但是當人們在密閉的建築物內，關上窗戶，享受科技帶來的舒適度時；如果室內的換氣量不足，就會缺氧，且污染物容易蓄積而導致室內空氣品質更惡化，甚至更進一步造成「病態建築症候群」。為了要面對「病態建築症候群」所產生的室內空氣污染問題，必須改善室內換氣量不足，增加居室內的含氧量。因建材科技進步以及房地產競爭激烈，過去僅有獨特建案才擁有的「防霾紗窗」配備，目前也逐漸地被使用在一般的建案中，在現今的建材市場開始展開其立足之地。

本研究有鑑於「室內空氣汙染危害健康」的議題常被大家所忽略，然而我們國人仍有大多數相關建築業者、建築師、室內設計師、鋁窗廠及使用者不知該如何選用防霾紗窗。故本研究特致力於防霾紗窗使用對策探討，讓國人充分了解該如何選用防霾紗窗。

二、研究方法及過程

1. 文獻蒐集法：蒐集國內外有關防霾紗窗及室內空氣品質改善方法之應用資料。
2. 比較分析法：選取市面上較常使用的防霾紗窗業者其所使用之測試方法來做比較分析，探討各種測試方法的差異性。

3. 專家業者訪談法：與相關室內空氣品質改善專家業者討論請教，彙整不同領域之專業具體意見供研擬防霾紗窗使用對策之參考。

三、重要發現

本研究為能研擬防霾紗窗使用對策，廣泛且深入瞭解國內外的防霾紗窗現況，最後特別從其中選取市面上較常被採用之 4 家不同防霾紗窗。並對防霾紗窗業者的測試方法做比較分析，探討其防霾方法之優劣點。

雖然現今國內外相關之防霾紗窗的專業書籍幾乎沒有，但本研究仍盡力蒐集國內外市場上防霾紗窗的資訊，提供國人了解。最後再訪談多位專家業者的見解，藉以瞭解防霾紗窗問題癥結，才能研擬出更完整的防霾紗窗使用對策。因此，本研究有以下的結論：

（一）防霾紗窗的市場佔有量

1. 為解決台灣空氣汙染問題，由於科技進步以及房地產市場競爭激烈，過去僅有獨特建案才擁有的防霾紗窗配備，目前也逐漸使用在一般建案。防霾紗窗可解決霧霾汙染問題，目前已開始於市場上有其存在的地位。
2. 防霾紗窗早期是國外人士為了防花粉過敏而研發製造的，後來由於大家瞭解空氣汙染中細懸浮微粒（PM_{2.5}）對人體之危害，才開始研發防霾紗窗，所以國人也應該充分了解該如何選用。

（二）防霾紗窗的效果

1. 防霾紗窗因其特殊研發的製作、設計專利技術而有防霾的效果。當住宅裝設防霾紗窗，必須謹慎評估，因為防霾紗網價格比一般市面上牛津網價格貴許多。不同的防霾紗窗各有其優缺點，使用者必須仔細考量。
2. 當防霾紗窗的防霾效果好，但價格高又不容易清潔保養，可能會讓使用者

卻步。

3.防霾紗窗不能只考量其防霾性能的好壞，也必須重視紗窗應有的功能，必須具備防霾、通風、透視、耐候等全方位的功能。

4.防霾紗窗依阻隔攔截原理可分為奈米纖維薄膜式及靜電式，理論上奈米纖維薄膜式其防霾效果應該會優於靜電式，但實際上仍應有共通的國家標準測試方能知曉。

四、主要建議事項

為提升防霾紗窗的使用效果，本研究蒐集彙整國內外防霾紗窗資料，並訪談多位專家業者，以研擬出成功的使用對策。因此，茲提出下列建議：

建議一

防霾紗窗與空氣清淨機、全熱交換器的搭配使用：立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：台灣區金屬品冶製工業同業公會

1. 防霾紗窗是居家防霾的第一道防護網，用靜電或奈米纖維薄膜等方式阻隔懸浮微粒大量進入室內。空氣清淨機是被用來過濾清除室內所產生的空氣汙染物，但不能引進戶外空氣，最好能搭配全熱交換器或防霾紗窗引進外氣一起使用。

2. 裝防霾紗窗可以開著窗戶同時使用空氣清淨機，防霾紗窗先做第一道不耗電的過濾霾害，又讓含氧的對流空氣進到室內，對身心更健康；就不會產生關窗戶單獨使用空氣清淨機，讓室內的二氧化碳不斷累積增加而發生昏沉暈眩的問題。

3. 當室內是開空調冷氣的情況（如使用分離式冷氣），此時則可關閉防霾紗

窗。室內使用全熱交換器引進戶外空氣，更進一步可再使用空氣清淨機來潔淨室內空氣，這是為了做雙重過濾。

建議二

防霾紗窗國家標準的制定：中長期建議

主辦機關：經濟部標準檢驗局

協辦機關：內政部建築研究所

1. 目前國內、外都沒有針對防霾紗窗訂定測試標準，因此許多國內、外業者為了對人宣揚其防霾紗窗產品，只能參考既有的其他產品標準做測試。比如說參考空調濾網或防霾口罩的標準來做測試；也有委請大學為其量身訂做，自創一些方法來做測試。
2. 但是防霾紗窗並非空調濾網或防霾口罩，其還是須具備紗窗必有的全方位功能。除能防霾外，通風、透視、耐候性等功能皆很重要。因此，防霾紗窗國家標準的制定須非常審慎。
3. 制定了防霾紗窗國家標準，除了使業者有所依循外。也可使建築業者、建築師、室內設計師、鋁窗廠及使用者有所根據，甚至可以成為像通過「正字標記」的安全帽一樣；未來我們可以說，這是通過「正字標記」的防霾紗窗。

Abstract

Keyword: The PM_{2.5} Screens, Screens, Strategies

According to the research shows: Our countrymen they spend around 80~90% time staying at indoorenvironment per person per day. But when people stay in the airtight buiging and close all windows, people can enjoy the hermetic spaces with the technological comfort

But when insufficient indoor ventilation, people stay in the airtight buigings, we will lack of oxygen. And the more and more pollutants will easy accumulate cause the indoor environmental quality.

Even these will form the“Sick Building Syndrome, SBS”, which will cause the problems of “Indoor Air Quility, IAQ “. So our research have to insufficient indoor ventilation. For improving the indoor air quality, We have to improve indoor oxygen content.

Recently for the building materials technology progress and estate competiton fierce. In pass time the”the Strategies for PM_{2.5} Screens“ was used in the unigue project. Nowadays it’s also gragually be used in general proposal buildings. At present the Strategies for PM_{2.5} Screens which in the builing material technology market.It began to gain its foothold.

Therefore our research use the following ways to explore and analize the Strategies for PM_{2.5} Screens

We also want to guide the people who live in Taiwan, let them know how to choose the PM_{2.5} Screens.

1.The literature collection way : To collect domestic and foreign data of the PM_{2.5} Screens. To know its situations now and also understand the PM_{2.5} Screens.

And research how to improve the indoor air quality.

2.The comparing and analyzing way : To choose the commonly used the PM_{2.5} Screens in the market. And observe its test ways to analyze and compare their differences.

3.The interview with professional people: To interview with air quality professional people to consolidate their opinions for the PM_{2.5} Screens to build more practical strategies for PM_{2.5} screens.

第一章 緒 論

第一節 研究緣起與背景

因為全球暖化與空氣污染的影響，國內室內外的溫度年年飆高；室外有酷熱與空氣污染，國人只能躲進裝設有空調設備與空氣清淨機的室內。依據研究顯示¹：我們國人每人每天大約有 80~90%的時間是處於室內環境中(包括在住家、辦公室或其他建築物內)；因此室內居室環境品質，比如溫度、溼度與空氣清淨度等，都會直接影響室內人們的生活起居與工作效率。

但是當人們在密閉的建築物內，關上窗戶，享受科技帶來的舒適度時；如果室內的換氣量不足，就會缺氧。且污染物容易蓄積而導致室內空氣品質更惡化，甚至更進一步造成「病態建築症候群」²。所以室內空氣污染物對於人體健康之影響，應當受到大家的重視。有效改善室內空氣品質，方能維護全體國人的身體健康。

為了要面對「病態建築症候群」所產生的室內空氣污染問題，必須改善室內換氣量不足，增加居室內的含氧量。因建材科技進步以及房地產競爭激烈，過去僅有獨特建案才擁有的「防霾紗窗」配備，目前也逐漸地被使用在一般的建案中，在現今的建材市場開始展開其立足之地。

早在十幾年前，防霾紗窗是國外人士為了防花粉過敏而研發製造的；近年來由於人們開始重視空氣汙染中細懸浮微粒 (PM_{2.5}) 對人體之危害，才開

¹資料來源：https://iaq.epa.gov.tw/indoorair/page/News_6_1.aspx，行政院環境保護署室內空氣品質資訊網

²世界衛生組織(WHO)於 1982 年將「病態建築症候群」定義為:凡因建築物內空氣污染，導致人體異常症狀，如神經毒性症狀(含眼、鼻、喉頭感到刺激等)，呼吸到不好的味道，導致氣喘發作等，皆稱為「病態建築症候群」。

始研發防霾紗窗。

本研究有鑑於「室內空氣汙染危害健康」的議題常被大家所忽略，然而我們國人仍有大多數相關建築業者、建築師、室內設計師、鋁窗廠及使用者不知該如何選用防霾紗窗。故本研究特致力於防霾紗窗使用對策探討，讓國人充分了解該如何選用防霾紗窗。

第二節 研究目的

依據近年來環保署監測資料顯示，我國西半部的「空氣汙染擴散」不佳，是受到地形影響之故。例如國內空氣品質在新竹以南經常出現橘色提醒等級，甚至為紅色危險警示等級！雲嘉南高屏空氣汙染物濃度上升，而離島的金門、馬祖空氣汙染程度也特別嚴重，甚至影響其能見度。嚴重的空汙狀況不但引起政壇論戰，更直接影響國人的身心健康。近年來一些建案也因上述因素開始推廣裝設防霾紗窗³，所以本研究的目的如下：

1. 為提升建築居室空氣品質的健康性、舒適性，就必須針對防霾紗窗性能進行比較分析研究；探討不同型式防霾紗窗其性能之問題點，尋找使用對策。
2. 在瞭解各種防霾紗窗之性能後，會建議建築業者、建築師、室內設計師、鋁窗廠及使用者等相關單位，考量在各種情況下，應該運用哪種防霾產品及方法，讓國人在具有較多健康空氣的居室內過舒適的生活。

³資料來源：

<https://tw.appledaily.com/property/20200725/UITJRF5K3CNRKWJOPB3JSPHSVM/>，

<PM2.5 好惱人 台中新建案送靜電防霾紗窗> 蘋果新聞網，2020.07.25

第三節 研究內容與方法

當今空氣污染情況嚴重，本研究亦理解現代人生活居住的建築型態，發現現代人們有更多的時間，是處在居室內呼吸室內空氣。所以室內空氣品質是否優良，跟我們的健康息息相關。若居室內完全倚靠空調系統，室內外無法充分通風換氣，會導致空氣品質含氧量低又不清新，勢必嚴重戕害國人的身心健康。所以本研究將針對防霾紗窗使用對策運用以下研究方法，確切擬定出實際改善室內空汙的方法，並將之推廣執行，藉以降低一切對國人健康可能產生的風險。

1. 文獻蒐集法：蒐集國內外有關防霾紗窗及室內空氣品質改善方法之應用資料。
2. 比較分析法：選取市面上較常使用的防霾紗窗業者其所使用之測試方法來做比較分析，探討各種測試方法的差異性。
3. 專家業者訪談法：與相關室內空氣品質改善專家業者討論請教，彙整不同領域之專業具體意見供研擬防霾紗窗使用對策之參考。

第四節 用語定義說明

本研究主要用語定義如下⁴：

1. 懸浮微粒 (PM₁₀)：直徑小於或等於 10 微米(μm)的懸浮微粒。
2. 細懸浮微粒 (PM_{2.5})：直徑小於或等於 2.5 微米(μm)的懸浮微粒。
3. PM₁：直徑小於或等於 1 微米(μm)的懸浮微粒。
4. 霾：懸浮在大氣中的大量微小塵粒、煙粒或鹽粒的集合體，是一種由固體顆粒形成的空氣污染。其中顆粒物質則被稱作「懸浮微粒」，其粒徑大小多在 0.01-10 微米 (μm) 之間，根據其生成原因可分為自然源及人為源兩種。本研究所定義之霾，是包含 PM₁、PM_{2.5}、PM₁₀ 等懸浮微粒。
5. 牛津網：普通紗網材質為 PE (聚乙烯) 或 PP (聚丙烯)，因形狀如同塑膠釣魚線，看似牛筋，故俗稱「牛筋網」。另因其事實上與牛毫無關係，故為免消費使用者認知有誤，通稱「牛津網」。
6. 防霾紗窗：本研究所定義之霾，是包含 PM₁、PM_{2.5}、PM₁₀ 等懸浮微粒。故本研究稱之防霾紗窗，是防止 PM₁、PM_{2.5}、PM₁₀ 等懸浮微粒之紗窗。
7. 自然通風：利用打開窗戶、門來進行通風，是最經濟環保的選擇；無須透過機械運轉把室內空氣抽出，引入室外含氧量相對較多的新鮮空氣。
8. 機械通風：使用冷氣機、空調系統、廁所的抽排風機，透過機械電力運轉把室內空氣抽出，引入室外含氧量相對較多的新鮮空氣。
9. 空氣污染物：空氣中足以直接或間接妨害健康或生活環境之物質，包括氣狀污染物、粒狀污染物、二次污染物、惡臭物質、有機溶劑蒸氣及塑橡膠蒸氣等。
10. 逆溫層：在對流層大氣中，一般大氣溫度之垂直分佈隨高度而降低，因此在對流層中，溫度隨高度而增加之大氣範圍稱為逆溫層。
11. 逆溫層強度：逆溫層內，每單位高度中溫度上升的多寡；基本上，強度愈強，對流愈不易穿過，污染物向上擴散愈不易。

⁴資料來源：<https://airtw.epa.gov.tw/CHT/Encyclopedia/FAQ/relatednoun.aspx>，行政院環境保護署空氣品質監測網

12. 混合層高度：於熱力圖中，利用當日之地面最高溫沿乾絕熱線上升與探空曲線相交之點，為當日最高之混合層高度；在混合層內，污染物隨著紊流而被均勻的混合，混合高度愈高，表示對流愈旺盛，污染物被往上傳送而稀釋的機會愈大。
13. 污染源：指排放空氣污染物之物理或化學操作單元。
14. 逆溫層底高度：指地面至逆溫層底之距離；當高度愈低時，表示逆溫層距地面愈近，對流至該處難以穿過，致使污染物向上擴散不易。
15. 空氣污染事件：在特殊氣象通風與擴散條件具有持續性(超過一天以上)，引起空氣品質嚴重惡化時，稱為空氣污染事件。
16. 空氣污染潛勢：大氣環境利於形成空氣污染之程度(潛力)，引起空氣品質嚴重惡化時，稱為空氣污染潛勢。
17. 空氣品質預報區：基於氣象因素、地理環境、行政區域、污染源分佈及作業可行性，將全國分為 10 個空氣品質預報區，計有北部地區、竹苗地區、中部地區、雲嘉南地區、高屏地區、宜蘭地區、花東地區、馬祖地區、金門地區及澎湖地區。
18. 通風指數：一般定義為混合層高度與混合層內平均風速的乘積，可視為某一定時間內之空氣置換率。其中混合層高度代表污染物垂直方向可擴散之高度，而風速則代表水平向污染物可傳送的範圍。當通風指數愈小時，表示污染物愈不易擴散，因此可做為空氣污染潛勢預報因子之一。
19. 可見度：空氣中透明和明亮度，表示可見到物體之距離。
20. 室內空氣品質：指室內空氣污染物之濃度、空氣中之溼度及溫度。

第五節 研究流程

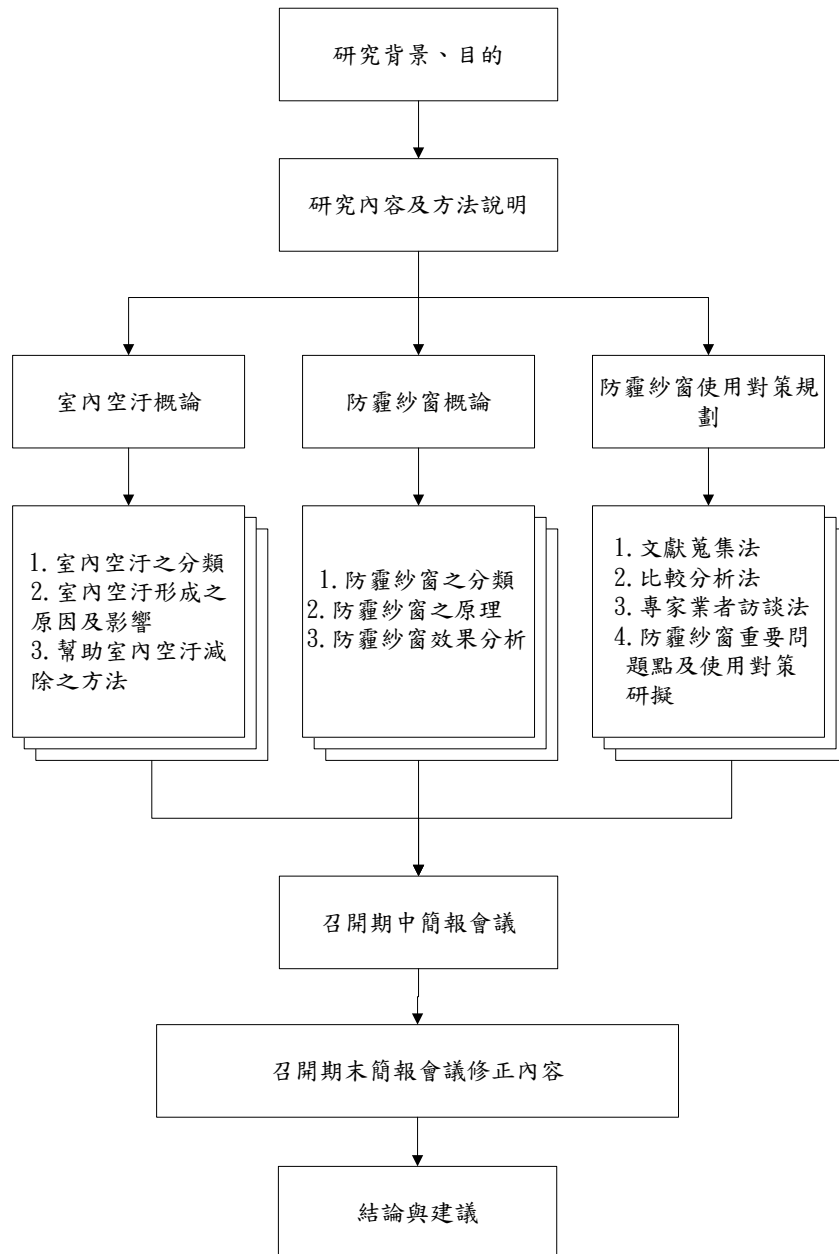


圖1-1 研究流程圖

資料來源：本研究整理

第二章 室內空汙概論

第一節 室內空汙之分類

⁵目前現代人一天約有 80~90%的時間待在室內空間，換言之由於現代生活與建築型態的緣故，讓我們有更多機會呼吸居室空間裡的空氣；因此室內空氣品質的優劣與我們的健康有非常直接的相關性。

近年來由於科技知識普及與媒體的積極報導，多數民眾都對空氣污染的危害，開始理解並關心重視之。當室外空氣品質不良時，政府的宣導資訊會建議我們盡量待在室內把門窗關好。但我們待在室內就沒事了嗎？這可不一定，因為室內也有空氣污染的問題。

想到我們居住的室內也有空氣污染，有些民眾的心中可能會浮現許多疑惑。室內空氣污染是什麼？有哪些污染物？這些污染物是從哪裡來的？對我們人體又有什麼危害？要怎麼維護家裡的空氣品質呢？

有鑒於室內空氣污染對人體健康的影響，我們政府的環保署早在 2011 年就通過「室內空氣品質管理法」，並且已逐步推動管理。目前法規所認定應管理的室內空氣污染物包含：二氧化碳、一氧化碳、甲醛、總揮發性有機化合物 (TVOC)、細菌、真菌、粒徑小於或等於 10 微米之懸浮微粒 (PM₁₀)、粒徑小於或等於 2.5 微米之細懸浮微粒 (PM_{2.5})、臭氧及其他經中央主管機關指定公告之物質。

⁵資料來源：https://iaq.epa.gov.tw/indoorair/page/News_6_1.aspx，行政院環境保護署室內空氣品質資訊網

第二節 室內空汙形成之原因及影響⁶

壹、室內空汙形成之原因

室內空氣污染物來自各式各樣的污染源，有些是從室外來的，有些則是室內會自行產生的污染物。一般室內空汙形成的原因如下：

1. 室外空氣污染：室外的空氣污染物質確實有可能飄進室內，因為戶外交通運輸、工商活動所產生的空氣污染物，會因為我們開窗需要進行自然通風，或開空調進行機械通風過濾不佳時而進入室內。
2. 油漆及塗料：室內裝潢油漆、塗料使用時，經常需要搭配有機溶劑進行稀釋，因此在過程中會釋出甲醛與 TVOC（總揮發性有機化合物）。
3. 建材：裝潢常見的合板、隔板，因為使用含甲醛樹脂的接合劑，也是甲醛與 TVOC（總揮發性有機化合物）的排放來源之一。
4. 室內燃燒源：只要有燃燒就有排放。室內最常見的燃燒行為是食物烹飪與取暖，而點燒精油、焚香或點蠟燭，也是很普遍的室內燃燒源。燃燒行為會排放的污染物是一氧化碳、二氧化碳與 PM_{2.5}。
5. 辦公室事務機：如影印機、印表機等，使用時都會產生臭氧與懸浮微粒。
6. 生物性污染物：當室內環境潮濕、不乾淨時，可能會滋生黴菌（真菌）、細菌。
7. 個人護理產品、清潔用品：在掃除過程中，往往會因為使用許多清潔產品，造成 TVOC（總揮發性有機化合物）的排放。除此之外洗滌用的清潔劑、芳香產品、殺蟲劑、消毒劑也都是 TVOC 的排放源。

⁶資料來源：<https://www.medpartner.club/indoor-air-pollution-introduction/>，室內也有空氣污染？專家分析 3 大室內空汙改善方法

8. 人類呼吸就會產生二氧化碳，人體與寵物的皮屑、毛髮，與室內活動所造成的揚塵、室內植物產生的花粉，也是室內空氣污染的來源。而吸煙者直接排放的二手菸與間接造成環境二手菸，因為含有一氧化碳、二氧化碳、尼古丁等，也是常見的室內空氣污染。

貳、室內空汙之影響

因此從以上了解室內空氣污染形成的原因之後，我們還需要理解這些污染源會對我們人體產生什麼傷害呢？

針對室內空氣污染傷害人體的問題，首先要考慮到空汙物質的種類，也要考慮到空汙總量的問題。並不是有「污染物質」就會造成傷害人體的問題，還要考慮到污染物質的「濃度」與我們人體所吸入的「總量」。如果上述的污染物在居室內的濃度太高，讓我們人體所吸入的總量過多；確實會對人們的身體造成負面影響，甚至將導致疾病或死亡。以下為本研究把室內空汙所造成之影響彙整如下：

1. 懸浮微粒：懸浮微粒能夠在大氣中停留很長時間，並可隨呼吸進入體內，積聚在氣管或肺中，影響身體健康。現在，許多研究已證實懸浮微粒會對呼吸系統和心血管系統造成傷害，導致氣喘、肺癌、心血管疾病、出生缺陷和過早死亡。母親懷孕期間的高 PM_{2.5} 暴露也被證明和孩子的血壓升高有相關。PM_{2.5} 細小顆粒，比病毒大，容易帶有毒物質進入人體。暴露懸浮微粒的當下會刺激眼睛、呼吸道，引發發炎反應，長期暴露懸浮微粒則會有致癌的風險。
2. 二氧化碳：處在二氧化碳濃度較高的環境下，人會出現嗜睡、頭暈、頭痛等症狀。
3. 甲醛與 TVOC（總揮發性有機化合物）：暴露於甲醛與 TVOC（總揮發性有機化合物）高濃度環境下，程度較輕者會刺激眼睛、皮膚與呼吸道，嚴

重的話則會影響神經系統、損傷肝腎功能、引發癌症等。

4. 真菌、細菌：真菌與細菌是常見的過敏原之外，也有可能傳染疾病造成感染。
5. 一氧化碳：一氧化碳中毒最嚴重，當人吸入造成一氧化碳中毒後即可能會造成死亡。

第三節 幫助室內空汙減除之方法⁷

壹、前言

經上一節的檢討分析已知室內空氣污染物，來自各式各樣的污染源。有些是從室外來的，有些則是室內自行產生的。然而本研究所稱之「霾」，則是包含 PM₁、PM_{2.5}、PM₁₀ 等懸浮微粒。

懸浮微粒的成分很複雜，主要取決於其來源。主要的外在來源是從地表揚起的塵土，含有氧化物礦物和其他成分。海鹽是懸浮微粒的第 2 大來源，其組成與海水的成分類似。一部分懸浮微粒是自然過程產生的，源自火山爆發、沙塵暴、森林火災、浪花等。

PM_{2.5} 還可以由硫和氮的氧化物轉化而成。而這些氣體污染物往往是人類對化石燃料（煤、石油等）和垃圾的燃燒造成的。在開發中國家，煤炭燃燒是家庭取暖和能源供應的主要方式；沒有先進廢氣處理裝置的柴油汽車也是懸浮微粒的來源。

在室內，塵蟎、二手菸則是懸浮微粒最主要的來源。懸浮微粒的來源是不完全燃燒，因此只要是靠燃燒的菸草產品，都會產生具有嚴重危害的懸浮微粒。使用品質較佳的香菸也只是吸菸者的自我安慰（甚至可能因為臭味較低，而造成更大的危害）；同理也適用於金紙燃燒、焚香、點燒精油及燃燒蚊香，對於人體也有危害。

空氣中懸浮微粒的大小，將會決定它們最終在呼吸道中停滯的位置。較大的微粒往往會被鼻毛和氣管的纖毛及黏液過濾，無法通過鼻子和咽喉。然而，小於或等於 2.5 微米的細懸浮微粒（PM_{2.5}），可以穿透這些屏障達到支

⁷資料來源：<https://www.medpartner.club/indoor-air-pollution-introduction/>，室內也有空氣污染？專家分析 3 大室內空汙改善方法

氣管和肺泡，因此危害人體呼吸器官。由於比表面積大於 PM_{10} ，更易吸附有毒害的物質，如重金屬、有毒微生物等。因為體積更小， $PM_{2.5}$ 具有更強的穿透力，甚至可能更深入抵達細支氣管壁，並干擾肺內的氣體交換。更小的微粒（直徑小於等於 100 奈米）會通過肺部傳遞影響我們人體的其他器官產生嚴重的疾病。

除了懸浮微粒之外室內的空氣污染不是單只有這一種，在以上 2 節所提到的如一氧化碳、二氧化碳、甲醛與 TVOC（總揮發性有機化合物）、真菌、細菌、病毒、臭氧... 等，也是我們要除滅、減低的室內空污項目。

另外，室外的污染物質也有可能是影響室內空氣品質的因素，包括戶外汽機車、工廠排放的廢氣；或是因中央空調冷氣系統的外氣進氣口或濾網未定期清理而孳生的微生物等。

貳、如何減除室內空污

現代人們會發生「病態建築症候群」，是由於建築物的含氧量不足，室內空氣存在高濃度化學性或生物性的污染物所造成的。這種疾病的特徵是在進入建築物後即出現症狀，一旦離開建築一段時間就能獲得改善，會導致的症狀包含皮膚乾燥、發癢、頭痛、噁心、嗜睡、無法專注等。

此外我們台灣地處亞熱帶，屬於長年潮濕高溫的氣候型態，黴菌及細菌尤其容易孳生，因此必須更注意空調通風系統的定期清理維護。

既然室內空氣污染物的濃度，對於我們人體健康造成影響有重大的相關性，想要有效改善室內空污，就要「節源開流」。「節源」是指減少空氣污染物的源頭，讓進入室內的空氣污染物含量降低；而「開流」是盡力引入室外相對多量的氧氣進入室內，排出室內汙染空氣，藉以稀釋室內空氣污染物的含量。

本研究為達到控制室內空氣污染物含量，在「節源」方面，將採取兩個部驟：（1）減少空氣污染源進入室內；（2）使用空氣清淨設備，盡力淨化

室內空氣品質。

更積極的在「開流」方面，本研究也將運用各項產品設備來改善室內通風效果。引入室外相對多量的氧氣進入室內來稀釋室內的空氣污染物濃度，也有機會把室內的空氣污染物排出戶外，讓室內空氣污染物的含量因此降低。

為了減除室內空汙，如何使用以上「節源」、「開流」各種手法呢？以下將分別介紹：

(一) 節源：

1. 減少空氣污染源：根本解決問題的做法就是從空氣污染源的源頭減量，如下述：

- (1) 減少不必要的室內燃燒行為。
- (2) 室內禁菸。
- (3) 選擇低污染的建材、油漆塗料、傢俱。
- (4) 購買有環保標章的產品。
- (5) 使用事務機注意通風，運轉時應距離人員 1 公尺遠。

2. 使用空氣清淨設施：空氣清淨機可以過濾吸附空氣中的甲醛、一氧化碳、TVOC（總揮發性有機化合物）、細菌及懸浮微粒等。不過空氣清淨機的選擇與使用上有下述注意事項：

- (1) 考量空間坪數：每台空氣清淨機適用的坪數有所差異，選擇符合的機種才能有效淨化空氣。
- (2) 依據污染物種類與場所類型選擇機型：不同類型的空氣清淨機能處理的污染物範疇有所不同；例如想過濾細菌、真菌的話，通常要選擇使用高效率濾網（HEPA）的機型才有效。
- (3) 注意設備清潔與耗材更換：空氣清淨機在清理、維護不良的狀況下可能會把收集的污染物都排放出來，反而變成污染源，使用時要注意設備清

潔與耗材更換。

- (4) 發生大量空氣污染時，先開窗通風：因為單靠空氣清淨機排放的效果不彰，且會縮短濾網與機器本身的壽命。
- (5) 沒有任何空氣清淨機可以去除室內二氧化碳增加氧氣含量：只能靠打開窗戶透過通風來改善，因為戶外的綠色樹木、植物在日間自然產生的「氧氣含量」，可以通過優質的紗窗被吹進室內，讓室內的人與動物可以呼吸氧氣而存活。

(二) 開流：

1. 改善室內通風：改善通風是為了提升室內的氧氣換氣量，用以降低滯留在室內空氣污染物的濃度，可直接改善室內空氣品質。通風的方式可以分為自然通風與機械通風 2 種方式，如下述：

- (1) 自然通風：利用窗戶、門、紗窗來進行，是最經濟環保的選擇。但當戶外空氣品質非常不良時，或室內空氣因空間設計因素不易流動時，仍必須使用機械通風。
- (2) 機械通風：使用冷氣機、空調系統、全熱交換器、廁所抽風機及抽油煙機等，透過電力機械運轉把室內空氣運轉抽出，引入室外相對多量的氧氣進入室內；不過機械通風需要消耗能源因此會有電費的成本。另外要特別注意的是，機械設備出、入風口的濾網要定期清潔，否則當機械通風設備還是吹出污染的髒空氣時，就無助於改善室內空氣品質了。

根據相關研究顯示，空氣污染在現今是必須注意的。空氣污染對身體的傷害是全面性的，包括心臟病、肺病、糖尿病、智力降低、骨骼脆弱、皮膚受損和胎兒的疾病等等。世界衛生組織將空氣污染稱為「公衛危機」，最近的分析顯示，每年有 880 萬人因空污過早死亡，而且科學家們懷疑這還可能只是冰山一角，所以如何有效的改善室內空氣品質對於我們的身體健康是息息相關的。

要減除室內空汙，必須搭配以上「節源」、「開流」的手法。以下將分別介紹機械通風、自然通風各項產品的效果分析。

(一) 機械通風：

1. 空氣清淨機⁸：近年各式各樣的空氣濾淨技術成為各大公司或新創公司的研發重點，因此如何判斷空氣清淨機的技術是否真實，成了我們每個人都必須具備的辨識能力。市面上各式空氣清淨機的濾淨技術看起來百百種，整理起來不外乎以下7大類型，應用時須針對空氣污染類型是微粒/氣態/生物污染，選擇合適功能：

(1) 過濾集塵型：利用濾網將空氣中的懸浮微粒去除，因此需要定期更換濾網，否則沒效。常見的高效率濾網被稱為「HEPA 濾網」，它捕捉細菌、黴菌和 PM_{2.5} 非常有效。

HEPA 濾網為什麼在捕捉細菌、黴菌和 PM_{2.5} 非常有效呢？因為它的濾網纖維夠細密，捕捉空氣中懸浮微粒的能力就比較強。但這同時會有缺點，因為濾網纖維密度越高就會讓空氣通過濾網的阻力變大；因此採用 HEPA 濾網等級的空氣清淨機就越耗費電能。

(2) 活性碳吸附型：活性碳或沸石可以吸附氣體類污染物，如有機化合物、甲醛、臭味等。顆粒狀活性碳填充型濾網因活性碳使用量多，效果比纖維織布型活性碳好，缺點是吸附飽和的活性碳已沒有吸附能力。活性碳濾網同樣要定時更換，避免人們吸入附有飽和活性碳的濾網把空氣污染物釋出而產生2次污染。

(3) 靜電集塵型：集塵板加上高壓靜電，過濾微粒效率高；不需要用濾網故

⁸資料來源：

<http://www.business today.com.tw/article/category/80392/post/202002030031>
/空氣清淨機能過濾「武漢肺炎病毒」嗎？專家分析7種濾淨技術，最有效的其實是...，2020.02.03，綠學院/曾昭衡

阻力小，且無需耗材成本較為環保，當然集塵板須定期清洗。靜電兼具殺菌、抑菌效果，但最大缺點是此型空氣清淨機可能釋放出「臭氧」。而臭氧對人體的呼吸系統是有害的，因此低臭氧高效率的靜電集塵器也將會是未來設計空氣清淨機的方向。

(4) 紫外線殺菌型：紫外線波長越短，能量越強。據研究了解 UV-C 波長中的 254nm 是殺菌效果最佳的紫外線；但是能殺菌代表亦會對人體造成傷害，人們長期被這樣的紫外線照射會造成白內障及皮膚癌。若用此類型紫外線燈管直接照射室內時，須避免直射人體；因此最好是選擇紫外線燈管置於空氣清淨機內或空調箱內的產品。紫外線殺菌能力會隨燈管照射距離而快速遞減，真的要有效果必須考量所需殺菌的位置均能有效獲得足夠劑量的紫外線照射。所以我們不能以為靠著已採購了空氣清淨機，就可解決室內空氣污染問題。

(5) 光觸媒分解型：運用光觸媒（一般為二氧化鈦）分解空氣中的有機化合物、一氧化碳等氣體污染物，也可以殺死細菌等微生物；其優點是不需要如活性碳一般頻繁的更換濾網。但是光觸媒同樣需要照射在紫外線下才會發生作用，也必須放置在空氣清淨機內，並搭配特定波長之紫外燈才能發揮效用。另光觸媒粉末如果沒有被妥善固定在濾網的基材上，可能會隨時間漸漸剝落而失效，目前並無可供判斷使用中光觸媒濾網效能的依據。一般而言，光觸媒採用燃燒與金屬基材接合的濾網，會比只是膠粘在塑膠或紙基材濾網耐用。

(6) 臭氧型：臭氧強大的氧化及殺菌能力，可破壞氣體類的空氣污染物與抑制細菌等微生物。然而，在地面的臭氧是一種污染氣體，會傷害人體的呼吸器官及肺部組織，在學理上絕對不可以在有人的情況下使用臭氧機；在沒有人的空間開臭氧機，才能避免對人體的危害。

(7) 負離子型：也稱為陰離子型，這是利用放電產生負離子釋放於空氣中，負離子同時會除去粒狀物質及氣狀物質，降低空氣中的臭味、TVOC（總揮發

性有機化合物)。同時負離子能使微粒及微生物帶負電，帶電顆粒會附著在地面及牆上，不用過濾，不用耗材，它自己就會吸附微粒。然而，這些負離子真的有濾清空氣污染的效果嗎？其實，負離子在空氣中的壽命極短，淨化能力會隨著空氣清淨機距離而快速遞減。且人工所製造負離子的技術若不到位，有時還會伴隨產生臭氧污染。而負離子只能夠抑菌，不能直接殺菌，而且人工製造的負離子量少則淨化空氣污染效果差，過量的人工製造負離子卻會使人感到不舒適。

對於「負離子有益健康」的說法，本研究建議最好還是去大自然活動時吸收即可，天然產生的負離子對我們才是最好的。

2. 全熱交換器⁹：台灣空氣汙染嚴峻，過去豪宅使用的「全熱交換器」甚至已逐漸普遍成為標配，對抗PM_{2.5}躍身為市場新寵。在現今環境，常常處於密閉的室內環境中，而我們總以為開了冷氣，空氣自然內循環與外排氣。實際上，冷氣只有內循環，沒有外排氣。因此，配合全熱交換器，能夠為室內引進戶外含氧量高的空氣，排出室內汙濁與有毒的揮發性物質，以達改善室內空氣品質效果。同時，全熱交換器將兩股氣流進行能源交換，使引入室外比較具有含氧量的空氣，讓室內也擁有接近大自然的空氣品質。而全熱交換器與一般空調設備相比較大約可達到30%節能省電¹⁰；簡而言之，透過全熱交換器換氣提供室內新鮮空氣，能讓我們呼吸到比較健康的好空氣。

⁹資料來源：<https://estate.ltn.com.tw/article/8754>，〈全台建案標準再創高 推案6大新趨勢〉自由電子報，2019.12.14，記者葉思含

¹⁰資料來源：

<https://www.deltaww.com/Products/CategoryListT1.aspx?CID=030203&PID=4034&hl=zh-TW&Name=PM2.5%E7%9B%B4%E6%B5%81%E8%AE%8A%E9%A0%BB%E5%85%A8%E7%86%B1%E4%BA%A4%E6%8F%9B%E5%99%A8>，台達 PM2.5 直流變頻全熱交換器

(二) 自然通風：

雖然空氣清淨機和全熱交換器確實可以減除空氣中的甲醛、一氧化碳、TVOC（總揮發性有機化合物）及懸浮微粒、真菌、細菌和一些病毒；但是空氣清淨機是內循環，不能去除二氧化碳。全熱交換器雖能導入外氣，但還是必須耗費電力。

室內、外空氣流通是減少二氧化碳的唯一方法，在有人的空間開空氣清淨機，雖可持續淨化也同樣需要繼續消耗電能，不如多開窗引進相對乾淨的空氣進來交流。雖然戶外也有空氣汙染，有懸浮微粒的難題；但是戶外的綠色樹木與植物們會在白天產生大量的氧氣。我們想多開窗引進相對乾淨的空氣進來，就需要「防霾紗窗」幫助阻隔戶外的空氣汙染、懸浮微粒。而本研究所以定義的「霾」，是包含 PM₁、PM_{2.5}、PM₁₀ 等懸浮微粒的空氣汙染物質。一般「防霾紗窗」，孔目密度較一般紗窗高，加上特殊靜電奈米處理，使得懸浮微粒不易穿透，下一章將會做更深入的探討。

第四節 小結

由以上各節瞭解，近年室內空氣危害健康的問題已逐漸嚴重，我們在密閉的居住空間或是辦公空間裏享受空調系統，可能罹患「病態建築症候群」，綜合以上各節可得知以下的結論：

- (一) 室內空氣污染對人體健康的影響，環保署早在 2011 年就通過「室內空氣品質管理法」，並且已逐步推動管理。目前法規所認定應管理的室內空氣污染物包含：二氧化碳、一氧化碳、甲醛、總揮發性有機化合物 (TVOC)、細菌、真菌、粒徑小於或等於 10 微米之懸浮微粒 (PM₁₀)、粒徑小於或等於 2.5 微米之細懸浮微粒 (PM_{2.5})、臭氧及其他經中央主管機關指定公告之物質。
- (二) 針對室內空氣污染傷害人體的問題，首先要考慮到空汙物質的種類，也要考慮到空汙總量的問題。並不是有「污染物質」就會造成傷害人體的問題，還要考慮到污染物質的「濃度」與我們人體所吸入的「總量」。如果上述的污染物在居室內的濃度太高，讓我們人體所吸入的總量過多；確實會對人們的身體造成負面影響，甚至將導致疾病或死亡。
- (三) 想要有效改善室內空汙，就要「節源開流」。「節源」是指減少空氣污染物的源頭，讓進入室內的空氣污染物含量降低；而「開流」是盡力的引入室外相對多量的氧氣進入室內，藉以稀釋室內空氣污染物的含量。

第三章 防霾紗窗概論

第一節 防霾紗窗之分類

壹、前言

人們以為空汙、PM_{2.5}只會影響肺部健康，卻不知道因為PM_{2.5}直徑小於2.5微米（ μm ），會隨著呼吸抵達我們的肺泡深處，進入血液；引發一大堆的健康問題，增加心血管的負擔以及提高心臟病發作的機率。而且PM_{2.5}比毛孔小40倍，容易沈積在肌膚表面與毛孔裡，透過氧化作用對肌膚造成傷害；不僅會讓肌膚變得敏感，還會導致粉刺、痘痘、斑點、皺紋…等，加速皮膚老化。空汙、PM_{2.5}不僅會影響呼吸、心血管…還包括皮膚，從裡到外的健康都受到傷害。

台灣西半部空氣汙染嚴重，隨著科技進步以及房地產市場競爭激烈，過去豪宅或獨特建案才擁有的建材配備與特殊規劃，逐漸使用在一般建案，如防霾紗窗就是其一。不斷升級的住宅規劃，訴求更舒適、更健康，對台灣房地產市場和購屋族而言可說是一大福音。



圖3-1 防霾紗窗

資料來源：<https://www.poll-tex.com.tw/>，台灣普特絲有限公司

防霾紗窗是一般鋁紗窗框+防霾紗網的組合。鋁紗窗框一般是國產的，由國內的鋁窗廠生產製作。這種鋁紗窗框可分為可動式及固定式，如為可動式之橫拉窗當然包括滾輪。防霾紗網一般有特殊編織的緻密網格，其孔目較一般紗窗綿密；國內生產及國外原裝進口皆有。防霾紗窗之分類可分很多種，一般可分為依阻隔攔截原理分類、依製作方式分類等。

貳、依阻隔攔截原理分類

防霾紗窗依阻隔攔截原理可分為奈米纖維薄膜式及靜電式。

1. 奈米纖維薄膜式：紗網靠其編織之緻密網格攔截懸浮微粒，在紗網表面鋪上「奈米纖維薄膜」，進行懸浮微粒攔截。
2. 靜電式：將紗網附上「負靜電塗層」，形成一張靜電過濾紗網。大部分懸浮微粒因攜帶負電荷，在「負負相斥」的物理作用下被阻隔在室外；而小部分攜帶正電荷的懸浮微粒，則迅速被吸附在紗網表面。

參、依製作方式分類

防霾紗窗依製作方式可分為重新製作及在原本紗窗上再加貼防霾紗網。

1. 重新製作：即鋁框內無舊的普通紗網，可分為連框帶防霾紗網全新製作，通常用於新屋。以及將鋁框內舊的普通紗網拆除，用舊的鋁框配合新的防霾紗網，通常用於中古屋。
2. 在原本紗窗上再加貼防霾紗網¹¹：此為一種DIY模式，首先清潔原本紗窗髒汙，黏貼前原有窗框與舊的普通紗網須確切清潔乾淨，以確保防霾紗網與窗框的貼合密度。在窗框四邊貼上雙面膠條，依窗框大小裁切防霾紗網，將防霾紗網貼於窗框上，壓緊黏貼確認密實即可使用。防霾紗網建議貼於窗框之外側，防霾效果較佳。

¹¹資料來源：https://dctpro.com/tw/smog_stopper.php，dc 克霾膜® 紗窗過濾罩



圖3-2 在原本紗窗上再加貼防霾紗網

資料來源：https://dctpro.com/tw/smog_stopper.php，dc 克霾膜®紗窗過濾罩

第二節 防霾紗窗之選用¹²

現今台灣市場對防霾紗窗普遍認識不足，到底該如何選用，把握的重點有哪些？以下是本研究所做簡單的介紹說明。

一、阻隔攔截原理

(一) 奈米纖維薄膜式：

紗網靠其編織之緻密網格攔截懸浮微粒，在紗網表面鋪上奈米纖維薄膜，進行懸浮微粒攔截。其優點為阻隔率較高，因其孔目較細密；而缺點為透視性不佳，且比較悶熱不通風。再加上細密的奈米纖維薄膜較容易破損，壽命通常會在1年內損壞，屬於耗材型的防霾紗窗。

但是有一些比較審慎的業者，明瞭奈米纖維薄膜容易破損的弱點，會使用三明治式的方式：即將奈米纖維薄膜鋪在中間，其紗網由室內側到室外側，分別由基底網、奈米纖維薄膜、戶外網所組成。因奈米纖維薄膜被雙重支撐結構保護於中間，較不會有被人手觸碰剝落的危機。惟清潔保養方式仍須注意，避免用吸塵器清潔紗網、避免用高壓水柱沖洗及避免用刷子等尖銳物刷洗等。可用溫和的水流用手輕拍表面，因對紗網不適當的清潔保養仍會破壞奈米纖維薄膜的過濾效果。

另因奈米纖維其為一紡絲製造技術，其本身顏色偏白。因此當其做為防霾紗網時，會有先天白色不易聚光的情形，室外的風景看起來較為模糊。不似黑色的紗網其會有聚光的特色，室外的風景看起來較為清晰。

(二) 靜電式：

¹²資料來源：<https://www.poll-tex.com.tw/>，台灣普特絲有限公司

靜電式防霾紗窗比較獲得使用者的青睞，接受度較高，在全世界大部分的國家大都採用靜電式防霾紗窗。主要原因在於：其比較接近於一般使用的牛津網紗窗，擁有紗窗的基本功能。純靜電式防霾紗網，由於其孔隙較奈米纖維薄膜大，戶外乾淨的新鮮空氣可以吹進來，增加通風效果。且因為其沒有奈米纖維，故可以製成純黑色絲狀紗網，聚光效果好，透視性佳，室外的風景看起來較為清晰。但此種紗窗雖然好用，除了可隔離花粉、小黑蚊、防過敏外；由於孔隙較奈米纖維薄膜大很多，是否可有效抑制霾害，亦是一大考驗。

我們都知道以上是紗窗所被要求的重要功能，所以不可能要求防霾紗窗要比照空氣清淨機或全熱交換器內的濾網。因為這些濾網是被包覆在機器內，不需要透視，靠的是電能產生的超強馬達動力，才能讓濾網過濾污染的異物而吹出相對乾淨的好空氣。

但是再好的空調濾網，如果沒有電力馬達的動力，也難過濾好的空氣進來。而防霾紗窗常常會因為孔目太細（如奈米纖維薄膜），既不通風也難透視，就喪失了防霾紗窗原本的用處。

近期因為新冠肺炎疫情的發生，市面上也有「防霾口罩」的生產製造。但是人戴口罩是需要人體的呼吸系統用力吸氣，且不需要透視性；所以防霾口罩也不可以和防霾紗窗相提並論。

因此我們瞭解，靜電式防霾紗窗是將紗網附上負靜電塗層，大部分懸浮微粒因攜帶負電荷而因「負負相斥」作用被阻隔在外；小部分帶正電荷的懸浮微粒，則被吸附在紗網表面。

但是靜電力也很容易受濕氣及風速等天然因素影響，當濕氣重的時候，靜電力就會減弱；且當風速大時，污染物也易因風速帶動而穿透紗網孔目。

而靜電式最大的需求是其靜電之持久力，因為靜電式防霾紗網很容易吸

附懸浮微粒，一陣子就會很髒。當防霾紗網吸附上太多灰塵時其靜電之效力就會降低，這時候就需要做紗窗的清潔。但有些靜電式防霾紗窗其技術可能沒有到位，材質不耐水洗或吸塵器吸；一旦使用上述方法其靜電塗層會剝落，使用久了其靜電效果漸漸喪失，就變成了一般普通紗窗。

二、透視率及通風率

（一）透視率：

靜電原理所設計之防霾紗窗為何市場接受度較高，是因為其孔目較奈米纖維薄膜式疏鬆，故透視度較高。大家裝防霾紗窗希望能看到戶外的風景，不希望就像被一層大口罩掩蓋起來。而紗網的顏色也很重要，紗網顏色的深淺代表不同的光線反射及吸收效能。淺色系紗網有較高的光線反射率，光線容易因為穿透紗網的反射現象讓戶外景色變模糊。而深色紗網剛好相反，其有較高光吸收率，視覺的穿透性較好。

（二）通風率：

奈米纖維薄膜式的防霾紗窗，因為上面有一層奈米纖維，其孔目較靜電式細密，通風率相對來說就比較差。為什麼呢？因為奈米纖維薄膜式的防霾紗窗可以阻隔非常小的懸浮微粒，有些甚至號稱可以阻隔 PM_{0.1} 之次微米顆粒達 76.6%。當其阻隔攔截懸浮微粒如此強，所以在通風率表現就較不透氣，奈米纖維薄膜式的防霾紗窗是讓人感到悶熱的。所以在通風效率上，靜電式防霾紗窗是優於奈米纖維薄膜式防霾紗窗。

三、耐候性及清潔保養

一般來說，除了無法開啟的固定窗不需要使用到紗窗外，不論橫拉窗、推開窗、推射窗都有配備紗窗的必要。在推開窗或推射窗搭配的防霾紗窗，

就有捲紗可供選擇¹³。選擇防霾紗窗時須挑選耐候性佳的產品，一般紗窗都會裝在窗戶的最外層，最直接接觸到的就是風吹、日曬、雨淋。紗網如果缺乏彈性或材質不佳，就容易出現紗網斷裂之情形；而紗網如果斷裂，網格就會變大，使得防霾效果喪失。

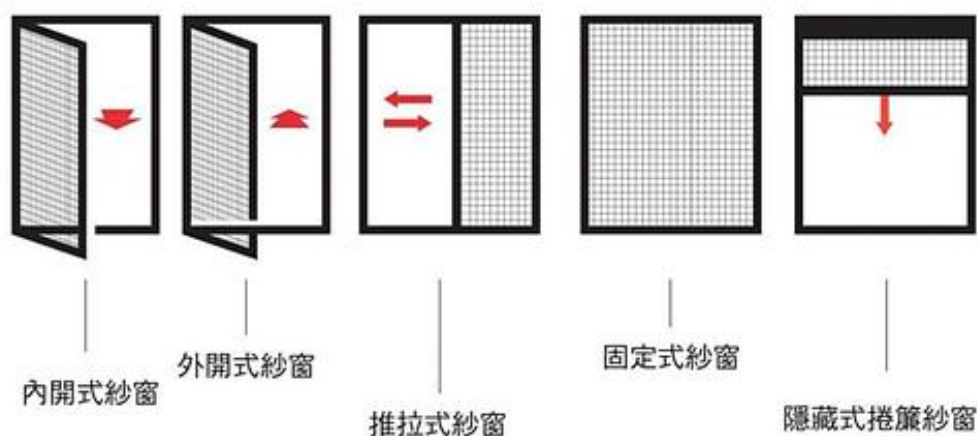


圖3-3 各種紗窗類型

資料來源：<https://www.poll-tex.com.tw/>，台灣普特絲有限公司

普通紗網如牛津網（材質同塑膠釣魚線，亦稱牛筋網），或紗網材質為尼龍線、玻璃纖維或不鏽鋼網等；因其材質較防霾紗網粗，故在清潔方面不管是用水洗或吸塵器吸都較沒有問題，且比較直挺。但是要做防霾紗窗，其紗網就類似一種紡紗工藝，其孔目是需要非常細密的。

其實防霾紗網也是紡紗技術的一種，防霾紗窗必需採用織布材質紡紗用的「聚酯纖維」。而運用編織纖細聚酯纖維所做的防霾紗窗，對於考量其能有好的耐候性並容易保養，是值得考量的。

以下將防霾紗窗常用的「奈米纖維薄膜式」及「靜電式」，其耐候性及保養做一說明。

¹³資料來源：<https://www.poll-tex.com.tw/>，台灣普特絲有限公司

(一) 耐候性：

選擇防霾紗窗時須挑選耐候性佳的產品。一般紗窗都裝在窗戶的最外層，會經過高溫曝曬、強風及雨淋。在接觸上述防霾紗窗，「奈米纖維薄膜式」防霾紗窗之奈米纖維薄膜容易掉落或破裂，實際有效壽命約 1 年，在耐候性上普遍不如「靜電式」。除非做成三明治式的方式，將奈米纖維薄膜鋪在中間，奈米纖維薄膜被雙重支撐結構保護於中間，方能延長其使用年限。

(二) 清潔保養：

紗窗都需要清潔保養，防霾紗窗也一樣，為什麼呢？就好像空氣清淨機或全熱交換器，裝在裡面的濾網，經過一定的時間就必須更換。可是一般人平時沒有更換鋁窗紗網的能力與時間，就只能用清潔、保養的方式替代。

同樣的，防霾紗窗如果不清潔保養，防霾效能也會降低。一般鋁窗紗網清潔保養會用吸塵器吸、水洗或濕布擦拭。但防霾紗窗清潔保養就要比較注意了，一定要依據所購買廠牌的防霾紗窗所規定之清潔保養方式處理。就如同前述防霾紗窗最重視的就是其防霾效果，如果用錯了清潔保養方式；導致「奈米纖維薄膜式」防霾紗窗之奈米纖維破裂或「靜電式」防霾紗窗之靜電塗層剝落，使用久了其靜電效果沒了，就等於是普通紗窗。

四、排除甲醛、TVOC 等有毒氣體

有些新屋裝潢後屋內可能會留下一級致癌物質比如甲醛、TVOC 等有毒氣體，我們期待防霾紗窗在防霾的要求下，也能夠將這些室內的有毒氣體順利排放到室外。

一般「奈米纖維薄膜式」防霾紗窗，因為其通風率較差，甲醛、TVOC 等有毒氣體無法順利排放到戶外，沉積在室內會對人們的身體健康造成威脅。

但是「靜電式」的防霾紗窗其通風率較好，在擋下懸浮微粒的同時，也可以讓室內有毒氣體順利排放到戶外，並引進戶外相對較清潔的空氣，確保室內清淨及居住者的身心健康。

所以選擇防霾紗窗及使用都須非常慎重，因應環境選擇適當的產品。例如習慣於屋內吸菸者或廚房、神明廳，則不建議安裝過濾性太好的防霾紗窗。因為抽菸、廚房炒菜產生的油煙及燃燒線香都會產生霾害，導致室內PM_{2.5}等懸浮微粒濃度飆增。如果使用太好的防霾紗窗，反而會產生室內之懸浮微粒無法消散的反效果。

第三節 防霾紗窗效果分析

現今我們如果到市面上的防霾紗窗展示中心，經常看到展示解說人員會用「煙霧彈試驗」檢測其防霾效果。通常的做法是把壓克力的透明箱使用「防霾紗網」及「一般紗網」分隔成3格，如下圖左邊2格中間放置「防霾紗網」，右邊2格中間放置「一般紗網」。把中間那格放置煙霧彈並用打火機點燃，觀察煙霧彈往左右擴散的情形。



圖3-4 防霾紗窗效果測試

資料來源：<https://central.1111.com.tw/fun/stay-inside.asp?sno=22060>

通常很明顯的會發現到霧霾滲透的情形：當「一般紗網」之壓克力箱已都是煙霧，「防霾紗網」之壓克力箱才開始有少量煙霧。甚至有的廠商會將PM_{2.5}即時偵測器放入3個壓克力透明箱中，直接看其即時濃度做比較。

由上項「防霾紗窗效果測試」可知防霾紗窗之紗網應具有防霾效果，但現代鋁窗的構件不是只有紗網！因為鋁窗之紗窗種類繁多，可分為固定紗窗、捲紗、折紗以及有滾輪的活動式紗窗等。意即紗窗的組成構件：紗網、鋁框、滾輪、氣密條等，其製做、施工的良窳，都會對紗窗的「防霾性」造成威脅。

相較於空氣清淨機或全熱交換器，這些都是工廠機器製造，非常精密的。而防霾紗窗畢竟大部分是由人工組裝，其中還有很多會漏氣的零配件如滾輪、鋁框、氣密條等。

防霾紗窗不同於空氣清淨機或全熱交換器有超強馬達的電能動力，可以讓濾網過濾異物並讓乾淨空氣吹出。因此，防霾紗窗的防霾效果該如何與空氣清淨機、全熱交換器與空調設備交互搭配使用，藉此達到室內防霾的效果，是值得本研究探討的。

第四節 小結

由以上各節瞭解，防霾紗窗之分類、選用及效果分析，綜合以上各節可得知以下的結論：

- (一) 防霾紗窗之分類可分很多種，一般可分為依阻隔攔截原理分類、依製作方式分類等。防霾紗窗依阻隔攔截原理可分為奈米纖維薄膜式及靜電式；依製作方式可分為重新製作及在原本紗窗上再加貼防霾紗網。
- (二) 現今台灣市場對防霾紗窗普遍認識不足，選用時把握的重點可將其分為：1.阻隔攔截原理；2.透視率及通風率；3.耐候性及清潔保養；4.排除甲醛、TVOC 等有毒氣體。
- (三) 防霾紗窗不同於空氣清淨機或全熱交換器有超強馬達的電能動力，可以讓濾網過濾異物並讓乾淨空氣吹出。因此，防霾紗窗的防霾效果該如何與空氣清淨機、全熱交換器與空調設備交互搭配使用，藉此達到室內防霾效果，是值得本研究探討的。

第四章 防霾紗窗使用對策規劃

第一節 文獻蒐集法

壹、文獻蒐集

防霾紗窗是近年來因健康意識抬頭所發展出來的建材，而目前台灣市場上對於防霾紗窗普遍認知不足。且國內外幾乎沒有討論防霾紗窗的專門書籍，只有零星防霾紗窗業者們自行研發公布於網站上或 DM 上之資料，本研究盡力蒐集國內外防霾紗窗相關資訊做彙整整理。

在濾網防霾方面，本研究曾經探討過空氣清淨機、全熱交換器內的高效率濾網及防霾口罩的效果。雖然它們在通風及透視性是有問題不適合做紗窗，但是它們的防霾性能都是比防霾紗窗強，我們可以取其優點進而改良防霾紗窗之缺點。

第二節 比較分析法

壹、前言

目前國內、外都沒有針對防霾紗窗訂定測試標準，因此許多國內、外業者為了對人宣揚其防霾紗窗產品，只能參考既有的其他產品標準做測試。比如說參考空調濾網或防霾口罩的標準來做測試；也有委請大學量身訂做，自創一些方法來做測試。

貳、測試方法比較分析

首先本研究選取了市面上較常用的 4 家防霾紗窗業者的測試方法來做比較，這些防霾紗窗業者的產品，有國外原裝進口，亦有國產的。以下針對其測試方法來做一些比較分析說明。

表4-1 市面上較常用的 4 種防霾紗窗

廠牌	國產或進口	防霾手法	製作方式
A 防霾紗窗	國產	奈米纖維薄膜式+靜電式	重新製作
B 防霾紗窗	進口	靜電式	重新製作
C 防霾紗窗	進口	奈米纖維薄膜式+靜電式	重新製作
D 防霾紗窗	國產	奈米纖維薄膜式	在原本紗窗上再加貼防霾紗網

資料來源：本研究整理

A 防霾紗窗¹⁴：

運用防霾口罩 CNS 國家標準測試—經濟部標準檢驗局對防霾口罩的中華民國國家標準為 CNS 15980(2017)《防霾(PM_{2.5})口罩性能指標及試驗方法》。A 防霾紗窗業者運用此標準做測試，得到如下的測試結果。

測試結果：不只可於有風狀態下阻隔 PM_{2.5} 達 80%，最高更可阻隔 PM_{0.1} 之次微米顆粒達 76.6%。

(一) 此防霾紗窗有 3 項阻隔技術：1. 奈米纖維薄膜式；2. 靜電式；3. 迴旋氣流。

(二) 清潔保養注意事項：1. 使用一般水流沖洗或海綿沾水輕輕擦洗；2. 避免使用吸塵器、刷子清潔。

B 防霾紗窗¹⁵：

運用空調濾網標準測試—防霾紗窗業者運用 DIN EN 779:2012. 《Particulate air filters for general ventilation - Determination of the filtration performance.》空調濾網的標準來做測試，得到如下的測試結果。

測試結果：運用以上標準做細微顆粒物檢測—PM_{0.4} 有效攔截率 48.1%，此測試結果連此空調濾網標準的最低等級 G1 之 PM_{0.4} 有效攔截率至少要 50% 都無法達到。

比較分析說明：由以上測試結果可見防霾紗窗其過濾效果要達到如空氣清淨機或全熱交換器內的 HEPA 濾網效果是蠻難的，因為防霾紗窗主要需要有通風及透視的要求，且其又沒有超強馬達的動力，可讓濾網過濾異物並讓乾淨空

¹⁴資料來源：<https://www.cifp.com.tw/>，LC70 防霾紗窗

¹⁵資料來源：<https://www.poll-tex.com.tw/>，台灣普特絲有限公司

氣吹出。

目前歐盟已用 ISO 16890 系列取代了原有的 DIN EN 779，此系列測試標準共包括了 4 個子標準，分別如下：

第 1 部份：顆粒物綜合過濾器效率(ePM)技術要求和分級。ISO 16890-1:2016. Air filters for general ventilation — Part 1: Technical specifications, requirements and classification system based upon particulate matter efficiency (ePM).

第 2 部份：粒徑效率和阻力的測試。ISO 16890-2:2016. Air filters for general ventilation — Part 2: Measurement of fractional efficiency and air flow resistance.

第 3 部份：計重效率及阻力與試驗容塵量關係測試。ISO 16890-3:2016. Air filters for general ventilation — Part 3: Determination of the gravimetric efficiency and the air flow resistance versus the mass of test dust captured.

第 4 部份：確定最低粒徑效率的消靜電方法。ISO 16890-4:2016. Air filters for general ventilation — Part 4: Conditioning method to determine the minimum fractional test efficiency.

但目前尚無防霾紗窗廠商用歐盟新的 ISO 16890 系列空調濾網測試標準來測試，可能對防霾紗窗來講此測試標準是太嚴苛了吧！

另 B 防霾紗窗也獲得歐盟 ECARF（過敏研究基金會）認證。ECARF 是位於德國的一家非營利性機構，其目的在研究改善全世界易過敏體質人們之過敏症狀、醫療條件及生活環境，是目前在世界上對人體過敏及空氣品質相關領域頗具代表性之研究機構。ECARF Quality Seal 品質標章只頒發給能夠

明顯改善對過敏人士之生活環境或過敏反應的產品和服務，並要求相關產品必須能夠過濾阻擋 75%以上之能引起人體過敏反應的空氣中細微顆粒，方能證明其有效性。



圖4-1 ECARF Quality Seal 品質標章

資料來源：<https://www.ecarf-siegel.org/>，ECARF Quality Seal 品質標章

比較分析說明：B 防霾紗窗獲得歐盟 ECARF 認證—其可有效阻隔 PM₁₀~PM₄₀，減緩易過敏人們的過敏症狀。但此檢測法僅為對過敏之友善檢測，其檢測顆粒為大於 PM_{2.5} 數十倍之花粉顆粒；即便可有效過濾花粉，也較難證實其可過濾 PM_{2.5} 顆粒。

B 防霾紗窗亦在我國 SGS 進行耐候性與收縮性測試，這對防霾紗窗其實是很重要的。我們知道防霾紗窗之所以能防霾，它其實是運用一個紡紗工藝，因為防霾紗網的紗線是非常細微的。而紗窗通常是裝在窗戶的最外面，直接面對的就是風吹、日曬、雨淋！如果這紗線很脆弱一下子就斷掉了，防霾紗網很快就破了一個洞，它就沒有防霾的效用了！

1. 耐候性測試：運用 ASTM G154:2016. Standard Practice for Operating

Fluorescent Ultraviolet (UV) Lamp Apparatus for Exposure of Nonmetallic Materials. 《操作螢光紫外線燈(UV)裝置暴露於非金屬材料的標準做法》。本測試方法是使用螢光紫外線燈(UV)和冷凝裝置進行曝露測試，其基本原則和操作程序，旨在再現材料曝露在陽光下(直接或透過窗玻璃)和曝露在濕氣中(雨水或露水)發生的老化效果。運用以上方法得到如下的測試結果。

測試結果：外觀無異狀。

2. 收縮性測試：運用中華民國國家標準 CNS 12720 (1990) 《農業用聚乙烯遮光網檢驗法》。本測試方法之收縮性測試是先測定試體之縱、橫向長度，再將試體平放在 $70\pm 1^{\circ}\text{C}$ 之烘箱中保持 22 小時，取出在室溫中放冷，再測定試體縱、橫向原來各處之長度，計算其收縮率。

測試結果：縱向：0.36%；橫向：0.18%。

B 防霾紗窗也委請國內國立大學客製化 2 種測試方法，其中 1 種與一般市面上的牛津網做比較。此 2 種測試方法分別為 (1) 小於 $\text{PM}_{2.5}$ 顆粒物阻隔率檢測；(2) $\text{PM}_{2.5}$ 阻隔率比較—B 防霾紗窗 V.S. 牛津網，以下分別做一介紹。

1. 小於 $\text{PM}_{2.5}$ 顆粒物阻隔率檢測：分實驗組與對照組。

(1) 實驗組:將 B 防霾紗網置於 30cm、30cm、60cm 之實驗腔體中間，在其中一腔體注入定量濃度且達均勻狀態之 $\text{PM}_{2.5}$ 粉塵，連續抽氣 10 秒鐘後，以監測器測量 1 小時後另一腔體中小於細懸浮微粒 ($\text{PM}_{2.5}$) 之濃度變化。

(2) 對照組:與實驗組設置相同方式，然不放入 B 防霾紗網。

測試結果：細懸浮微粒 ($\text{PM}_{2.5}$) 有效阻隔率 88%。

2. $\text{PM}_{2.5}$ 阻隔率比較—B 防霾紗窗 V.S. 牛津網：分實驗組與對照組。

實驗組:將 B 防霾紗網置於 30cm、30cm、60cm 之實驗腔體中間，在其中一腔

體注入定量濃度且達均勻狀態之 PM_{2.5}，用不同的速度抽氣，分別是每分鐘抽氣 0.3L、0.6L、0.9L，以監測器測量 1 小時後另一腔體中小於細懸浮微粒 (PM_{2.5}) 之濃度變化。

對照組：與實驗組設置相同方式，然置入牛津網。

測試結果：

表4-2 PM_{2.5} 阻隔率比較—B 防霾紗窗 V.S. 牛津網

PM _{2.5} 阻隔率	B 防霾紗網	牛津網
每分鐘抽氣 0.3L	98.8%	28.2%
每分鐘抽氣 0.6L	94.0%	10.0%
每分鐘抽氣 0.9L	89.3%	-0.1%

資料來源：<https://www.poll-tex.com.tw/>，台灣普特絲有限公司

比較分析說明：由以上測試結果可知 B 防霾紗網之 PM_{2.5} 阻隔率較一般家用牛津網好，且隨著風速增加（每分鐘抽氣速度上升），PM_{2.5} 阻隔率有下降的情形。但事實上會有霾害通常是低風速情形，大氣不易擴散；當風速升高，戶外的霾害降低，甚至達到空氣品質指標 AQI 為黃色（普通）或綠色（良好）情形；此時就可讓戶外相對較新鮮之空氣引入室內，不太需要考慮紗窗之防霾效果。

C 防霾紗窗¹⁶：

此防霾紗網是使用「電板紡織法」製造而成。在紗網表面（室外面）鋪上奈米纖維，再用高分子溶液透過高電壓產生特殊奈米微粒，電解在奈米纖維的表面；最後利用靜電力的方式使其固定在表面上不易脫落。此製造方式

¹⁶資料來源：<http://www.winalu.com.tw/wm/>，勝群 Window Mask 防霾紗網

需要固定溫濕度，並調配適中的高分子溶液才能製造成功。

C 防霾紗窗委請國內 SGS 客製化 1 種測試方法—小於 PM_{2.5} 顆粒物阻隔率
檢測：分實驗組與對照組。

(1) 實驗組:將 C 防霾紗網置於 100cm、100cm、50cm 之實驗腔體中間，在其中一腔體注入定量濃度且達均勻狀態之 PM_{2.5} 粉塵，以監測器測量 1 小時後另一腔體中小於細懸浮微粒 (PM_{2.5}) 之濃度變化。

(2) 對照組:與實驗組設置相同方式，然不放入 C 防霾紗網。

測試結果：細懸浮微粒 (PM_{2.5}) 有效阻隔率 76.8%。

C 防霾紗窗亦委請中國北京中環物研環境質量監測中心，依據 GB/T 18204.2 (2014) 公共場所衛生檢驗方法第 2 部分：化學污染物，以此標準來做 PM_{2.5} 測試，得到如下的測試結果。

測試結果：以 C 防霾紗網阻隔實驗箱後，細懸浮微粒 (PM_{2.5}) 的濃度有明顯降低如下表。

表4-3 C 防霾紗網 PM_{2.5} 測試結果

檢測項目	檢測依據	單位	檢測位置	檢測結果
PM _{2.5}	GB/T 18204.2 —2014	mg/m ³	實驗箱阻隔後	0.212
			實驗箱阻隔前	3.841

資料來源：<http://www.winalu.com.tw/wm/>，勝群 Window Mask 防霾紗網

C 防霾紗窗委請日本一般財團法人 KAKEN 測試中心出具試驗報告，得到如下的測試結果。

測試結果：花粉顆粒的捕集效率可達 99.8%，紫外線遮蔽率可達 58%。

比較分析說明：C 防霾紗網此檢測顆粒為大於 PM_{2.5} 數十倍之花粉顆粒；我們知道即便可有效過濾花粉，也較難證實其可過濾 PM_{2.5} 顆粒。

D 防霾紗窗¹⁷：

此防霾紗網之生產公司為一家口罩製造商，故其防霾紗網就像是一大片口罩，可透光但是看不到戶外的風景。其在原本紗窗上再加貼防霾紗網，此為一種 DIY 模式。首先清潔原本紗窗髒汙，黏貼前原有窗框與舊的普通紗網須確切清潔乾淨，以確保防霾紗網與窗框的貼合密度。在窗框四邊貼上雙面膠條，依窗框大小裁切防霾紗網，將防霾紗網貼於窗框上，壓緊黏貼確認密實即可使用。

D 防霾紗窗委請國內國立大學客製化 1 種測試方法—阻隔 PM_{2.5} 細懸浮微粒效能測試。

測試說明：本試驗使用線香產生 PM_{2.5} 以下的微粒，模擬空氣中空污微粒情形，進入實驗腔體，並以穩定不同流量來抽氣，來測試受測產品之細懸浮微粒（PM_{2.5}）之阻隔效率。

受測產品：D 防霾紗網及牛津網

測試方法：實驗腔體為 20cm×20cm×25cm，將 D 防霾紗網放置於實驗腔體左方間隔，將牛津網放置於實驗腔體右方間隔，於中間腔體注入定量濃度且達均勻狀態之 PM_{2.5} 微粒，使用監測器以穩定不同流量測量 10 分鐘後左方腔體、右方腔體中小於 PM_{2.5} 之微粒濃度變化。比較 D 防霾紗網與牛津網間之量測結果差別，藉以了解受測產品對於小於 PM_{2.5} 之細懸浮微粒的阻隔效率。

測試結果：靜止擴散下 D 防霾紗網的細懸浮微粒（PM_{2.5}）阻隔率比牛津網高 96.15%，在 0.13cm/sec 到 3.90cm/sec 風速之間，D 防霾紗網比牛津網高

¹⁷資料來源：https://dctpro.com/tw/smog_stopper.php，dc 克霾膜® 紗窗過濾罩

98.45%~94.22%。

比較分析說明：由以上數據可知相較於一般牛津網，D 防霾紗網能夠有效的阻隔細懸浮微粒（PM_{2.5}）。

D 防霾紗窗亦委請財團法人紡織產業綜合研究所測試—0.075μm，氯化鈉（NaCl）微粒的防護效率。

測試說明：本試驗使用氣膠監視量測儀(Model 8130, TSI)。此量測儀為直讀式之粉塵測定裝置，其原理為利用 90 度雷射光散射來即時量測空氣中粉塵之濃度，即時記錄粉塵濃度(單位：mg/m³)，並透過分析軟體求得變化趨勢。

受測產品：D 防霾紗網

測試結果：在流速 85.3LPM 的情況下，0.075μm 之氯化鈉（NaCl）微粒的平均防護效率為 99.31%。

比較分析說明：由以上數據可知此防霾紗網其實已類似防霾口罩了，其可透光但看不到戶外風景，防護效率當然高。

第三節 專家業者訪談法

為使本研究對防霾紗窗的使用對策能有更深入的了解，本研究案綜合整理訪談相關專家業者（名單如下表），並將訪談資料彙整如下。

表4-4 訪談相關專家業者名單

	訪談單位	訪談人士	訪談編號
1	A 標準檢驗局	A 技士	90109
2	B 實業股份有限公司	B 先生	90110
3	C 鋁業有限公司	C 總經理	90116
4	D 空間設計公司	D 主持設計師	90125
5	E 股份有限公司	E 先生	90224
6	F 股份有限公司品質管理課	F 副課長	90225
7	G 空氣清淨機公司	E 工程師	90303
8	H 有限公司	F 研發暨業務經理	90305
9	I 金屬股份有限公司	I 經理	90306
10	J 有限公司	J 總經理	90312
11	K 股份有限公司	K 工程師	90325
12	L 鋁科技股份有限公司	L 先生	90703
13	M 鋁業有限公司	M 小姐	90713
14	N 股份有限公司	N 先生	90727
15	O 科技股份有限公司	O 課長	90807
16	P 防霾股份有限公司	P 先生	90820

資料來源：本研究整理

本次訪談對象，主要包括防霾紗窗業者、鋁窗業者，空氣清淨機、全熱交換器工程師、標準檢驗局官員，甚至還包括在做負壓隔離病房的業者。由於訪談的層面廣大，向他們討論請教，可彙整不同領域之專業具體意見供研擬防霾紗窗使用對策之參考。經由他們的意見，相信更能有效提昇我們居室之空氣品質。

綜整上述訪談資料做檢討分析，可得到如下的綜合彙整分析資料：

表4-5 相關專家業者訪談分析

訪談問題點	專家業者意見歸納
1.防霾紗窗的效果	<ul style="list-style-type: none"> ● 防霾紗窗因其特殊研發的製作、設計專利技術而有防霾的效果。當住宅裝設防霾紗窗時，必須謹慎評估，因為防霾紗網價格比一般市面上牛津網價格貴許多。不同的防霾紗窗各有其優缺點，使用者必須仔細考量。 ● 防霾紗窗不能只考量其防霾性能的好壞，也必須重視紗窗應有的功能，如透視率、通風率、耐候性。
2.防霾紗窗的市場佔有量	<ul style="list-style-type: none"> ● 為解決台灣空氣汙染問題，由於科技進步以及房地產市場競爭激烈，過去僅有獨特建案才擁有的防霾紗窗配備，目前也逐漸使用在一般建案。 ● 防霾紗窗早期是國外人士為了防花粉過敏而研發製造的，近年來由於人們開始重視空氣汙染中細懸浮微粒（PM_{2.5}）對人體之危害，才開始研發防霾紗窗，所以國人也應該充分了解該如何選用。
3.防霾紗窗與空氣清淨機、全熱交換器的搭配使用	<ul style="list-style-type: none"> ● 防霾紗窗並不像空氣清淨機或全熱交換器，配置高效率（HEPA）濾網；因為它如果像 HEPA 濾網一樣，根本就不能透光、又不透風，就喪失了紗窗的本質。 ● 防霾紗窗是運用其特殊研發製作設計而有防霾效果的紗網，藉空氣流通引進戶外較潔淨的空氣。 ● 防霾紗窗、空氣清淨機、全熱交換器產品各有其優缺點，比如說防霾紗窗不占空間（僅是取代了原先安裝一般的牛津網普通紗窗）。而空氣清淨機會占地方，全熱交換器因裝在天花板內，會降低樓高，讓人產生壓迫感。 ● 防霾紗窗是無聲的，空氣清淨機或全熱交換器，會視馬達運轉效能，產生噪音。且防霾紗窗毋需耗電，其餘 2 者在停電時皆無法使用。 ● 空氣清淨機或全熱交換器，基本上須看燈號或定時更換濾網。防霾紗窗則視所選擇的產品型式，而有長短不等的使用壽命。 ● 在空氣對流上，由於好的防霾紗窗，空氣會直接吹進來，對流性好。全熱交換器空氣僅是部分交換，且要考量管道容易滋生細菌，須定期請專業人員維護。而空氣清淨機則完全沒有外氣供應，除了機器運轉會產生臭氧，人員長期待在密閉空間，會因為自己呼出的二氧化碳累積增加而產

訪談問題點	專家業者意見歸納
4. 防霾紗窗國家標準的制定	<p>生昏昏欲睡及暈眩現象。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 目前國內、外都沒有針對防霾紗窗訂定測試標準，因此許多國內、外業者為了對人宣揚其防霾紗窗產品，只能參考既有的其他產品標準做測試。比如說參考空調濾網或防霾口罩的標準來做測試；也有委請大學量身訂做，自創一些方法來做測試。 ● 但是防霾紗窗並非空調濾網或防霾口罩，其還是須具備紗窗必有的全方位功能。除防霾外、通風、透視、耐候性等功能皆很重要。因此，防霾紗窗國家標準的制定須非常審慎。 ● 制定了防霾紗窗國家標準，除了使業者有所依循外。也可使建築業者、建築師、室內設計師、鋁窗廠在採用時有所根據，甚至可以成為像通過「正字標記」的安全帽一樣；未來我們可以說，這是通過「正字標記」的防霾紗窗。

資料來源：本研究整理

第四節 防霾紗窗重要問題點及使用對策研擬

防霾紗窗的研發製造是由於人們發現空氣污染中細懸浮微粒（PM_{2.5}）對人體的危害，所以現今防霾紗窗所遇到重要問題點，本研究必須深入的剖析。為深入探討各個問題點本研究採用以下的方法：文獻蒐集法、比較分析法、專家業者訪談法來達成，瞭解重要問題點方能研擬出防霾紗窗有效的使用對策。綜合上述，可得到以下重要問題點及使用對策研擬：

表4-6 防霾紗窗重要問題發現與使用對策研擬

問題發現	研擬使用對策
1. 防霾紗窗的市場佔有量	<ul style="list-style-type: none"> ● 為解決台灣空氣污染問題，由於科技進步以及房地產市場競爭激烈，過去僅有獨特建案才擁有的防霾紗窗配備，目前也逐漸使用在一般建案。防霾紗窗可解決霧霾污染問題，目前已開始於市場上有其存在的地位。 ● 防霾紗窗早期是國外人士為了防花粉過敏而研發製造的，後來由於大家瞭解空氣污染中細懸浮微粒（PM_{2.5}）對人體之危害，才開始研發防霾紗窗，所以國人也應該充分了解該如何選用。 ● 由於現今大多數的人們對防霾紗窗普遍的認知還有待加強，因此本研究將徹底蒐集國內外市場上防霾紗窗的資訊，提供國人了解。
2. 防霾紗窗的效果	<ul style="list-style-type: none"> ● 防霾紗窗因其特殊研發的製作、設計專利技術而有防霾的效果。當住宅裝設防霾紗窗，必須謹慎評估，因為防霾紗網價格比一般市面上牛津網價格貴許多。不同的防霾紗窗各有其優缺點，使用者必須仔細考量。 ● 如果防霾紗窗防霾效果好，但價格高又不容易清潔保養，可能會讓使用者卻步。 ● 防霾紗窗不能只考量其防霾性能的好壞，也必須重視紗窗應有的功能，必須具備防霾、通風、透視、耐候等全方位的功能。

問題發現	研擬使用對策
<p>3. 防霾紗窗與空氣清淨機、全熱交換器的搭配使用</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 防霾紗窗是居家防霾的第一道防護，用靜電或奈米纖維薄膜等方式阻隔懸浮微粒大量進入室內。 ● 空氣清淨機是被用來過濾清除室內所產生的空氣污染物，但不能引進戶外空氣，必須搭配全熱交換器或防霾紗窗引進外氣一起使用。 ● 全熱交換器是用來過濾戶外空氣污染物，引進新鮮空氣進入室內，同時搭配空調使用時又具備節能的功效。 ● 當沒有裝防霾紗窗時，使用空調與空氣清淨機一定要關窗戶。人們會因為整個室內空氣無法對流，缺乏較多的含氧量而感到頭暈或胸悶。 ● 而裝防霾紗窗則是開著窗戶同時使用空氣清淨機，防霾紗窗先做第一道不耗電的過濾霾害，又讓含氧的對流空氣進到室內，對身心更健康；也不會產生關窗戶單獨使用空氣清淨機二氧化碳累積增加而發生的暈眩問題。 ● 當室內是開空調冷氣的情況（如使用分離式冷氣），此時則可關閉防霾紗窗。室內使用全熱交換器交換外氣，更進一步可再使用空氣清淨機來潔淨室內空氣，這是為了做雙重過濾。 ● 防霾紗窗是自然通風，所以是無聲的；空氣清淨機或全熱交換器是機械通風，會視馬達運轉效能，產生噪音。且防霾紗窗毋需耗電，其餘 2 者在停電時即無法使用。 ● 無論是防霾紗窗、空氣清淨機或全熱交換器，其基本上都需要參照使用說明清潔保養或更換濾網。 ● 空氣清淨機完全沒有外氣供應，除了機器運轉會產生臭氧，人員長期待在密閉空間，會因為自己呼出的二氧化碳累積增加而產生昏昏欲睡及暈眩現象。全熱交換器空氣僅是部分交換，且要考量管道容易滋生細菌，須

問題發現	研擬使用對策
	<p>定期請專業人員維護。而好的防霾紗窗，空氣會直接吹進來，對流性好。</p>
<p>4. 防霾紗窗國家標準的制定</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 目前國內、外都沒有針對防霾紗窗訂定測試標準，因此許多國內、外業者為了對人宣揚其防霾紗窗產品，只能參考既有的其他產品標準做測試。比如說參考空調濾網或防霾口罩的標準來做測試；也有委請大學量身訂做，自創一些方法來做測試。 ● 但是防霾紗窗並非空調濾網或防霾口罩，其還是須具備紗窗必有的全方位功能。除防霾外，通風、透視、耐候性等功能皆很重要。因此，防霾紗窗國家標準的制定須非常審慎。 ● 許多防霾紗窗業者所標榜的實驗方式與內容，實為實驗室替送檢防霾紗窗廠商量身訂做，檢測過程中並未依任何「國際或國家」防霾紗窗標準化檢測法，使檢測結果較難具公信力供作參考使用。 ● 制定了防霾紗窗國家標準，除了使業者有所依循外。也可使建築業者、建築師、室內設計師、鋁窗廠及使用者有所根據，甚至可以成為像通過「正字標記」的安全帽一樣；未來我們可以說，這是通過「正字標記」的防霾紗窗。 ● 防霾紗窗國家標準之制定，是國人與業者深深所期盼的。本所為國家級實驗室，當為攸關國人身心健康的建材盡一分心力。

資料來源：本研究整理

第五節 小結

針對本研究對防霾紗窗所遇到重要問題點，進行深入的剖析，瞭解重要問題點方能研擬出防霾紗窗有效的使用對策。為深入剖析各個問題點本研究採用以下的方法：文獻蒐集法、比較分析法、專家業者訪談法來達成。綜合上述，可得到下列結論：

- (一) 本研究發現防霾紗窗是近年來因健康意識抬頭所發展出來的建材，而目前台灣市場上對於防霾紗窗普遍認知不足。且國內外幾乎沒有討論防霾紗窗的專門書籍，只有零星防霾紗窗業者們自行研發公布於網站上或 DM 上之資料。
- (二) 防霾紗窗是居家防霾的防護，採用靜電或奈米纖維薄膜等方式阻隔懸浮微粒。室內空氣清淨機或是全熱交換器等配備還是要有，可以延長其濾網耗材使用的時間。
- (三) 在空氣對流上，由於好的防霾紗窗，空氣會直接吹進來，對流性好。全熱交換器空氣僅是部分交換，且要考量管道容易滋生細菌，須定期請專業人員維護。而空氣清淨機則完全沒有外氣供應，除了機器運轉會產生臭氧，人員長期待在密閉空間，會因為自己呼出的二氧化碳的累積增加而產生昏昏欲睡及暈眩現象。

第五章 結論與建議

第一節 結論

本研究為能研擬防霾紗窗使用對策，廣泛且深入瞭解國內外的防霾紗窗現況，最後特別從其中選取市面上較常被採用之 4 家不同防霾紗窗。並對防霾紗窗業者的測試方法做比較分析，探討其防霾方法之優劣點。

雖然現今國內外相關之防霾紗窗的專業書籍幾乎沒有，但本研究仍盡力蒐集國內外市場上防霾紗窗的資訊，提供國人了解。最後再訪談多位專家業者的見解，藉以瞭解防霾紗窗問題癥結，才能研擬出更完整的防霾紗窗使用對策。

因此，本研究有以下的結論：

（一）防霾紗窗的市場佔有量

1. 為解決台灣空氣汙染問題，由於科技進步以及房地產市場競爭激烈，過去僅有獨特建案才擁有的防霾紗窗配備，目前也逐漸使用在一般建案。防霾紗窗可解決霧霾汙染問題，目前已開始於市場上有其存在的地位。
2. 防霾紗窗早期是國外人士為了防花粉過敏而研發製造的，後來由於大家瞭解空氣汙染中細懸浮微粒（PM_{2.5}）對人體之危害，才開始研發防霾紗窗，所以國人也應該充分了解該如何選用。

（二）防霾紗窗的效果

1. 防霾紗窗因其特殊研發的製作、設計專利技術而有防霾的效果。當住宅裝設防霾紗窗，必須謹慎評估，因為防霾紗網價格比一般市面上牛津網價格貴許多。不同的防霾紗窗各有其優缺點，使用者必須仔細考量。
2. 當防霾紗窗的防霾效果好，但價格高又不容易清潔保養，可能會讓使用者

卻步。

3. 防霾紗窗不能只考量其防霾性能的好壞，也必須重視紗窗應有的功能，必須具備防霾、通風、透視、耐候等全方位的功能。

4. 防霾紗窗依阻隔攔截原理可分為奈米纖維薄膜式及靜電式，理論上奈米纖維薄膜式其防霾效果應該會優於靜電式，但實際上仍應有共通的國家標準測試方能知曉。

第二節 建議

為提升防霾紗窗的使用效果，本研究蒐集彙整國內外防霾紗窗資料，並訪談多位專家業者，以研擬出成功的使用對策。因此，茲提出下列建議：

建議一

防霾紗窗與空氣清淨機、全熱交換器的搭配使用：立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：台灣區金屬品冶製工業同業公會

1. 防霾紗窗是居家防霾的第一道防護網，用靜電或奈米纖維薄膜等方式阻隔懸浮微粒大量進入室內。空氣清淨機是被用來過濾清除室內所產生的空氣汙染物，但不能引進戶外空氣，最好能搭配全熱交換器或防霾紗窗引進外氣一起使用。
2. 裝防霾紗窗可以開著窗戶同時使用空氣清淨機，防霾紗窗先做第一道不耗電的過濾霾害，又讓含氧的對流空氣進到室內，對身心更健康；就不會產生關窗戶單獨使用空氣清淨機，讓室內的二氧化碳不斷累積增加而發生昏沉暈眩的問題。
3. 當室內是開空調冷氣的情況（如使用分離式冷氣），此時則可關閉防霾紗窗。室內使用全熱交換器引進戶外空氣，更進一步可再使用空氣清淨機來潔淨室內空氣，這是為了做雙重過濾。

建議二

防霾紗窗國家標準的制定：中長期建議

主辦機關：經濟部標準檢驗局

協辦機關：內政部建築研究所

1. 目前國內、外都沒有針對防霾紗窗訂定測試標準，因此許多國內、外業者為了對人宣揚其防霾紗窗產品，只能參考既有的其他產品標準做測試。比如說參考空調濾網或防霾口罩的標準來做測試；也有委請大學為其量身訂做，自創一些方法來做測試。
2. 但是防霾紗窗並非空調濾網或防霾口罩，其還是須具備紗窗必有的全方位功能。除能防霾外，通風、透視、耐候性等功能皆很重要。因此，防霾紗窗國家標準的制定須非常審慎。
3. 制定了防霾紗窗國家標準，除了使業者有所依循外。也可使建築業者、建築師、室內設計師、鋁窗廠及使用者有所根據，甚至可以成為像通過「正字標記」的安全帽一樣；未來我們可以說，這是通過「正字標記」的防霾紗窗。

附錄一 內政部建築研究所 109 年度第 5 次研究業務協調會議紀錄

內政部建築研究所 109 年度第 5 次研究業務協調會議紀錄

一、時間：109 年 3 月 11 日(星期三)下午 2 時 30 分

二、地點：本所簡報室

三、主席：王所長榮進

四、出席人員：詳簽到簿

記錄：陳佳玲、賴深江
蔡宜中、劉青峰
林谷陶

五、主席致詞：(略)

六、確認前次會議紀錄：

紀錄確認。

七、研究案主持人簡報：(略)

八、發言要點(依簡報順序)：

(一)「外牆隔熱飾板小尺度耐燃試驗與中尺度延燒性能試驗之關聯性研究」

案：

1. 請先行調查目前國內建築物拉皮或外牆翻修案例，並就其使用之材料、構造型式進行整理分析，再衡酌選取有延燒可能之類型進行試驗及檢討，較能獲得具體研究成果。
2. 若實務上外牆隔熱材無法全面使用不燃材料，可對其系統工法、間距及立面防火阻隔帶等提出改善建議，研究結果會更有價值。
3. 近年建築師因應綠能要求標準提高，普遍使用外牆隔熱設計，其延燒問題廣泛引起各界關心；國外對於外牆延燒管制，主要依據樓層高度就外牆材料耐燃性及整體構件之中大尺度延燒性測試結果加以限制，然各國實施方式差異甚大，且在此詳細規定下仍是火災案例不斷，建議就其差異及規定之弱點加以探討。
4. 本研究將以實驗方式探討外牆上立面材料耐燃性(以小尺度耐燃試驗)與構體延燒性(以中尺度延燒試驗)之間的關連性，但前者為材料性質的反應、而後者是材料與構法之綜合反應，兩者難以等同，因此在論述時要特別清楚說明其條件及限制，以免外界誤用。

5. 目前 CNS15213-1 雖訂有延燒試驗標準，但未有判定基準，建議可透過本研究實驗及國外相關資料比對分析，作為我國外牆隔熱材延燒性能判定基準參考。
6. 綜整以上意見擬修正研究課題為：「外牆隔熱飾板材料及構法之耐燃性與延燒性研究」，以利聚焦研究主題。

(二)「運用土地使用及建管策略推動韌性都市之研究」案：

1. 為避免研究方向內容流於資料收集，建議先檢視國內文獻及案例分析，找出台灣的課題與制度之不足，再參酌國外制度可供參考之處，方能切合需要，提昇研究價值。
2. 歐美國家所推動韌性都市係以水災治理為主，惟臺灣除了水患之外還包括地震災害、坡地災害等防治重點，故引用歐美經驗應注意避免偏頗，且應因地制宜就該地災害種類列為韌性治理的對象。
3. 應界定「韌性」範圍，尤其考量災害韌性所涵蓋之減災、整備、應變、復原四階段之範疇；以及從廣義韌性觀點，在災害韌性外就地區特性需求，將高齡社會、綠能、智慧化等議題納入考量。

(三)「風雨風洞實驗室風險與機會處理之探討」案：

1. 本案原簽准題目為「風雨風洞實驗室風險與機會處理之探討」。經審慎研討後，因原訂之研究題目已歷經本所十餘年來「風險管理及危機處理推動小組會議」的嚴格管控，多有進展；故擬調整修正研究題目為「防霾紗窗使用對策探討研究」。
2. 因為目前全世界對防霾紗窗並沒有驗證標準，當然也有防霾紗窗業者用 CNS 15980《防霾(PM2.5)口罩性能指標及試驗方法》或 ISO 空調濾網的標準來做測試，但我們還是要考慮到使用者的需求。會使用到防霾紗窗，基本上是價位較高的住宅。他們對防霾紗窗的要求：
(1) 除了要具有防霾性能外，基本上紗窗透視度要高，不然戶外好山好水都被遮住、看不見了；(2) 通風要好，如果防霾紗窗編織得密密麻麻，好像一面巨大的 N95 口罩；打開窗，室內一樣悶熱，風也吹不太進來，就喪失了防霾紗窗的作用。。

3. 至於防霾紗窗能否過濾掉年初到現在持續發展的「新冠肺炎」病毒，我的答案是否定的。由於病毒非常的小，可能比 0.1 微米還小。要做到這麼小孔目的紗窗，已經稱不上紗窗，可以叫做塑膠袋了，喪失了紗窗最基本透視、通風的功能。但是根據 3 月 4 日衛福部修訂的「武漢肺炎公眾集會因應指引」，其中提到：如果非得於室內集會，請盡量開窗，保持室內通風。這時候「防霾紗窗」就可能派上用場了，他可稀釋掉室內病毒的濃度，但又讓戶外大部分的霾害進不來，這也是本研究要特別深入研究之處。

(四)「建築資訊建模協同作業檔案交換管理機制之研究」案：

1. 本案在後續收集文獻案例時，將透過建築用途相近的案例，了解工程專案應用 BIM 並進行不同專業間的協同作業時，其共通數據環境除了 BIM 模型之外，其是否包含其他不同類別的資料。
2. 未來將於調查國內實務案例在 BIM 模型存放與分享的課題時，同時探討如何使共通數據環境的操作流程更為友善。
3. 擬將題目調整為「建築資訊建模協同作業檔案分享管理機制之研究—共通數據環境 CDE」，以便能更明確表達研究內容。

(五)「區塊鏈技術在智慧建築數據開放與隱私應用之可行性探討」案：

1. 研究課題配合本所於 108 至 111 年推動「智慧化居住空間整合應用人工智慧發展推廣計畫」，持續探討相關創新科技在智慧化居住空間應用。
2. 本案本年度請先詳細瞭解區塊鏈技術之詳細內容與機制，並蒐集分析國內外營建產業應用案例，未來再持續探討相關研究課題。
3. 本案題目建議修正為「區塊鏈技術及營建產業應用案例探討」。

九、會議結論：

- (一) 請參考與會同仁意見，並納入研究參採修正，俾使研究成果更為豐富完整。

- (二)各組自行研究計畫請於組內先行討論，釐清研究內容、目的及方法；
再於業務協調會議中提出具體建議及解決方案，以利研究計畫順利
進行。

十、散會：(下午 5 時 15 分)

附錄二 期中審查會議評審意見執行現況

109.08.12

評審委員	評審意見	執行現況
<p>中華民國全國建築師公會 江建築師星仁</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 請問根據本研究案的調查及訪談諸多業界人士，防霾紗窗在台灣的市場佔有率為何？ 2. 防霾紗窗的售價為何？建議副知編列預算之單位（如：工程會、教育部、營繕或主計單位等），以利其宣導及考量採用。 3. 關於研究報告第 14 頁之「防霾紗窗早期是國外人士為了防花粉過敏而研發製造的」，建議增加「還可防止小黑蚊」。 4. 至於研究報告第 42 頁「C 防霾紗網 PM_{2.5} 測試結果」，是否達到室內空氣品質的標準，建請說明。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 由於防霾紗窗引入國內的時間只有幾年，且目前國內市場對於防霾紗窗普遍認知不足，如果只算大型集合住宅（不包括獨門獨戶的），大約只有幾十棟使用；與台灣每年龐大的房地產推案量相比，算是相當稀少。 2. 防霾紗窗由於目前產能不高，因此單價相當高，防霾紗網約為一般牛津網的三、四十倍價錢。 3. 小黑蚊的學名為台灣鈹蠓，由於防霾紗窗早期是國外人士（日本及歐洲地區）為了防花粉過敏而研發製造的，該地區可能沒有台灣的小黑蚊。 4. 由研究報告第 42 頁「C 防霾紗網 PM_{2.5} 測試結果」發現用 C 防

評審委員	評審意見	執行現況
		<p>霾紗網阻隔實驗箱後，其PM_{2.5}下降率蠻高的，由3.841mg/m³下降到0.212mg/m³。但由於試驗是在不斷產生PM_{2.5}的情況下，若以我國「PM_{2.5}」24小時值訂為35μg/m³來比較，0.212mg/m³=212μg/m³，尚未達到我國室內空氣品質的標準。</p>
<p>中華民國土木技師公會全國聯合會 林技師自勤</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究案如能制定防霾紗窗國家標準草案，使業者在材料製造供應有所依循，後續方可使建築業者、建築師、室內設計師、鋁窗廠及使用者在採用時有所根據。 2. 防霾紗窗在使用實務面上，清潔保養是一大重點。因為，防霾紗窗如果不清潔保養，防霾效能也會降低。防霾紗窗當其孔隙填滿了懸浮微粒致效率降低時，可能依據各地區空氣品質指標值(AQI)不同，需清潔保養的週期也不盡相同。 3. 鑑於清洗高樓之對外窗相當不易，是否須限定防霾紗窗於多少樓層以下方可使 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 謝謝所提建議，當儘量朝此方向努力。 2. 有關防霾紗窗的清潔保養是一大重點。防霾紗窗是類似一種紡紗工藝，防霾效果為其重點，須依據所購買廠牌的防霾紗窗所規定之清潔保養方式處理。至於防霾紗窗的清潔保養週期，須視所處的環境之空氣品質而有所調整，以維持其防霾效果。 3. 一般高樓建築基於安全，不建議將紗窗拆下清潔，也較難以

評審委員	評審意見	執行現況
	用？	<p>法令限制多少樓層以下方可使用防霾紗窗。但使用防霾紗窗一定要依據所購買廠牌的防霾紗窗規定之清潔保養方式處理。防霾紗窗最重視的就是其防霾效果，如果用錯了清潔保養方式，導致「奈米纖維薄膜式」防霾紗窗之奈米纖維破裂或「靜電式」防霾紗窗之靜電塗層剝落，使用久了其靜電效果沒了，就等於是普通紗窗。</p>
<p>社團法人中華民國風工程學會 黎秘書長益肇</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 當今空氣污染情況嚴重，空污問題已經是社會重視的議題。採用防霾紗窗為考慮自然通風下的一個良好對策，研究方向值得肯定。 2. 建議本研究能以主管機關的角度，深入探討防霾紗窗之特性，建立檢測之 CNS 國家標準。如抗細懸浮微粒 (PM_{2.5}) 的效果、通風、採光透視、耐候性等全方位的功能；並提出管理使用標準，以利其宣導採用。 3. 關於研究報告第 37 頁至第 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 謝謝指教。 2. 謝謝所提建議，當儘量朝此方向努力。 3. 謝謝所提建議，當儘量朝此方向努力。有關 A 防霾紗窗尚有另 1 項阻隔技術「迴旋氣流」，為其產品特殊之設計。其三層結構網最外層為蜂巢網設計，氣流撞擊奈米纖維薄膜後，部分被反彈進六角形之蜂巢網孔中，形成迴

評審委員	評審意見	執行現況
	<p>38 頁之「目前歐盟已用 ISO 16890 系列取代了原有的 DIN EN 779 之空調濾網標準」，建議將此類測試法詳加說明；另第 37 頁指出 A 防霾紗窗尚有另 1 項阻隔技術「迴旋氣流」，建請解釋。</p> <p>4. 研究報告第 55 頁「關窗戶使用空氣清淨機的環境」，現實生活應該不會存在。</p>	<p>旋氣流，進而阻擋懸浮微粒穿透紗網。</p> <p>4. 謝謝所提資訊，也希望人人都能瞭解空氣清淨機完全沒有外氣供應，除了機器運轉會產生臭氧，人員長期待在密閉空間，會因為自己呼出的二氧化碳的累積增加而產生昏昏欲睡及暈眩現象。</p>
<p>陳組長建忠</p>	<p>1. 防霾紗窗透氣率如何？綠建築如何引用其影響參數？</p> <p>2. 防霾紗窗要如何維護保養，其維護保養週期為何？</p>	<p>1. 防霾紗窗的通風率以「靜電式」通風率較好，在擋下懸浮微粒的同時，也可以讓室內有毒氣體順利排放到戶外，並引進戶外相對較清潔的空氣，確保室內清淨及居住者的身心健康；而一般「奈米纖維薄膜式」防霾紗窗，因為其通風率較差，甲醛、TVOC 等有毒氣體無法順利排放到戶外，沉積在室內會對身體健康造成威脅。而有關綠建築 9 大指標中之「室內環境指標」，其通</p>

評審委員	評審意見	執行現況
		<p>風換氣評估的指標與基準，「自然通風型」僅考慮風的路徑及開口的大小與位置，並不包含紗窗的孔目密度。故不論使用防霾紗窗或一般牛津網紗窗，其計算式是一樣的。</p> <p>2. 有關防霾紗窗的清潔保養是一大重點。防霾紗窗是類似一種紡紗工藝，防霾效果為其重點，須依據所購買廠牌的防霾紗窗所規定之清潔保養方式處理。至於防霾紗窗的清潔保養週期，須視所處的環境之空氣品質而有所調整，以維持其防霾效果。</p>

附錄三 期末審查會議評審意見執行現況

109.11.27

評審委員	評審意見	執行現況
<p>中華民國全國建築師公會 陳建築師俊芳</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 防霾紗窗因屬較新的產品，價格亦高，國內對其認知普遍不足。建議可於建材展時，於建築師公會攤位設立展示推廣專區，方能達到以量制價之成效。 2. 關於防霾紗窗，本研究除建議制定 CNS 國家標準外，或也可考慮將其納入綠建材評定項目。 3. 期末報告第 4 章第 2 節，關於 4 家廠商案例之分析，建議加表頭編號及縮排，以利閱讀。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 謝謝所提建議，當儘量朝此方向努力。 2. 謝謝所提建議，當儘量朝此方向努力。 3. 謝謝指教。
<p>中華民國土木技師公會全國聯合會 林技師自勤</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 期末報告第 1 章第 4 節「用語定義說明」，請將字體大小調整成與第 3 節「研究內容與方法」一致。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 謝謝所提建議，當儘量朝此方向努力。
<p>社團法人台灣房屋整建產業協會 葉理事長祥海</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究對室內外空氣對流（外氣引進）之防霾思維與設施探討，有提前部署之考量，研究方向值得肯定。 2. 關於「防霾紗窗」，須考量是否係為某些廠商因商業銷售所招徠之名目。如何界定其實質意義尚無定論，相關研究文獻亦較少。若要成 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 謝謝指教。 2. 謝謝所提建議。 3. 謝謝所提建議。 4. 謝謝所提建議，文字用語不妥與疏漏處及內容應加強部分，將於成果報告修正與補充。

評審委員	評審意見	執行現況
	<p>為「建築設施」應先有明確之定義，及統一的規範要求，非僅僅是廠商提供之誇大商業廣告。</p> <p>3. 本研究探討之「防霾紗窗」效果有好有壞，是否值得推廣，或進一步推動研發，令人質疑。故本研究所提之建議一「防霾紗窗與空氣清淨機、全熱交換器的搭配使用」及建議二「防霾紗窗國家標準的制定」，應待國外使用案例增多且已訂定國家標準後再議。</p> <p>4. 期末報告部分文句陳述過於簡化或有語病，請再檢視修改。</p> <p>5. 本研究對「防霾紗窗」之效能描述、價格、使用量，較缺乏量化之記述或探討，4家廠商案例之間的相互比較仍待加強。</p>	<p>5. 謝謝所提建議，當儘量朝此方向努力。</p>
<p>社團法人中華民國風工程學會 黎秘書長益肇</p>	<p>1. 目前國內防霾紗窗之市場佔有率如何？售價與傳統紗窗差異為何？民眾有無安裝意願？建請說明。</p> <p>2. 期末報告第30頁，普通紗網為「牛筋網」抑或「牛津網」？請釐清並修改。</p> <p>3. 關於期末報告第40頁之</p>	<p>1. 由於防霾紗窗引入國內的時間只有幾年，且目前國內市場對於防霾紗窗普遍認知不足，如果只算大型集合住宅（不包括獨門獨戶的），大約只有幾十棟使用；與台灣每年龐大</p>

評審委員	評審意見	執行現況
	<p>「目前尚無防霾紗窗廠商用歐盟新的 ISO 16890 系列空調濾網測試標準來測試，可能對防霾紗窗來講此測試標準是太嚴苛了吧」。建議避免使用此類推測之用語，以增進研究之深度；另資料來源說明建議統一歸納於文末參考書目。</p> <p>4. 本研究之「LPM」為流量單位，與面積有關。防霾紗窗通風量為何？若通風效果不佳，與關上窗戶有何差異？</p> <p>5. 本研究與建築環境性能有關。除通風外，其他性能指標亦須進一步蒐集。</p>	<p>的房地產推案量相比，算是相當稀少。由於產能不高，因此單價相當高，防霾紗網約為一般牛津網的三、四十倍價錢。囿於目前還無法達到以量制價，民眾之安裝意願較低。</p> <p>2. 普通紗網材質為 PE（聚乙烯）或 PP（聚丙烯），因形狀如同塑膠釣魚線，看似牛筋，故俗稱「牛筋網」。另因其事實上與牛毫無關係，故為免消費使用者認知有誤，通稱「牛津網」。</p> <p>3. 謝謝所提建議，當儘量朝此方向努力。</p> <p>4. 防霾紗窗的通風率以「靜電式」通風率較好，在擋下懸浮微粒的同時，也可以讓室內有毒氣體順利排放到戶外，並引進戶外相對較清潔的空氣，確保室內清淨及居住者的身心健康；而一般「奈米纖</p>

評審委員	評審意見	執行現況
		<p>維薄膜式」防霾紗窗，因為其通風率較差，甲醛、TVOC等有毒氣體無法順利排放到戶外，沉積在室內會對身體健康造成威脅。</p> <p>5. 謝謝所提建議，當儘量朝此方向努力。</p>
陳組長建忠	<p>1. 本研究可否提出技術移轉方法，如實驗、評定或減霾技術的研發？</p> <p>2. 本研究建議一及建議二，主辦機關為何是本所？從 2 項建議之標題來評斷皆不是，且其陳述仍顯說教或不一致，宜加強深度，以免失焦。</p> <p>3. 建築師公會對防疫建築曾發表通風相關文章，請參閱之。</p>	<p>1. 有關可否提出技術移轉方法（如實驗、評定或減霾技術的研發），由於本研究目前針對防霾紗窗仍在初探時期，須等釐清相關資訊，達到成熟階段方能提出。</p> <p>2. 本研究建議一及建議二將微調修正，並加強深度，聚焦於防霾紗窗。</p> <p>3. 謝謝所提建議。</p>

參考書目

(一)中文資料

1. 朱佳仁等(2020)〈住宅建築物自然通風之潛力〉，第八屆全國風工程研討會論文集
2. 鄭元良、陳振誠(2019)《塑化劑污染物檢測標準驗證研究-以板材類為主》，內政部建築研究所
3. 鄭元良、王松永(2018)《建材逸散氬氣調查與健康風險評估之研究》，內政部建築研究所
4. 羅時麒、陳振誠(2018)《建材塑化劑逸散量評估方法之研究》，內政部建築研究所
5. 鄭元良、周伯丞(2018)《創新室內空氣品質監控技術及大數據應用分析之研究》，內政部建築研究所
6. 中華民國國家標準 CNS 14774 (2018)《醫用面(口)罩》，經濟部標準檢驗局
7. 中華民國國家標準 CNS 15980 (2017)《防霾(PM_{2.5})口罩性能指標及試驗方法》，經濟部標準檢驗局
8. 陳瑞鈴、朱佳仁(2018)《台灣地區建築物室內自然通風模式之建立研究》，內政部建築研究所
9. 方富民(2014)《大型建築物自然通風之分析研究》，內政部建築研究所
10. 中華人民共和國國家標準 GB/T 18204.2 (2014) 公共場所衛生檢驗方法第2部分：化學污染物，中國國家標準化管理委員會
11. 行政院環境保護署(2011)〈室內空氣品質管理法〉
12. 行政院環境保護署(2006)《室內空氣品質改善技術指引 一般住家篇(初稿)》

13. 中華民國國家標準 CNS 12720(1990)《農業用聚乙烯遮光網檢驗法》，
經濟部標準檢驗局

(二) 外文資料

1. ANSI/ASHRAE Standard 52.2:2017. Method of Testing General Ventilation Air-Cleaning Devices for Removal Efficiency by Particle Size.
2. Sylvain Courty, 2017. “Definition of filtration performance – from EN 779 to ISO 16890”, REHVA Journal – February 2017, pp. 16-19.
3. ISO 16890-1:2016. Air filters for general ventilation — Part 1: Technical specifications, requirements and classification system based upon particulate matter efficiency (ePM).
4. ISO 16890-2:2016. Air filters for general ventilation — Part 2: Measurement of fractional efficiency and air flow resistance.
5. ISO 16890-3:2016. Air filters for general ventilation — Part 3: Determination of the gravimetric efficiency and the air flow resistance versus the mass of test dust captured.
6. ISO 16890-4:2016. Air filters for general ventilation — Part 4: Conditioning method to determine the minimum fractional test efficiency.
7. DIN EN 779:2012. Particulate air filters for general ventilation - Determination of the filtration performance.
8. ASTM G154:2016. Standard Practice for Operating Fluorescent Ultraviolet (UV) Lamp Apparatus for Exposure of Nonmetallic Materials.

(三) 網站資料

1. https://iaq.epa.gov.tw/indoorair/page/News_6_1.aspx，行政院環境保護署室內空氣品質資訊網

2. <https://airtw.epa.gov.tw/>，行政院環境保護署空氣品質監測網
3. <https://ienv.epa.gov.tw/>，行政院環境保護署愛環境資訊網
4. <https://www.medpartner.club/indoor-air-pollution-introduction/>，室內也有空氣污染？專家分析 3 大室內空污改善方法
5. <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%87%B8%E6%B5%AE%E7%B2%92%E5%AD%90>，懸浮微粒（particulate matter (PM)），維基百科
6. <http://www.businesstoday.com.tw/article/category/80392/post/202002030031/>空氣清淨機能過濾「武漢肺炎病毒」嗎？專家分析 7 種濾淨技術，最有效的其實是...，2020.02.03，綠學院/曾昭衡
7. <https://www.poll-tex.com.tw/>，台灣普特絲有限公司
8. <http://www.winalu.com.tw/wm/>，勝群 Window Mask 防霾紗網
9. <https://www.cifp.com.tw/>，LC70 防霾紗窗
10. https://dctpro.com/tw/smog_stopper.php，dc 克霾膜® 紗窗過濾罩
11. <https://www.hiss.com.tw/>，清展科技股份有限公司
12. <https://www.courcasa.com/p/r0br>，《達人講堂》紗窗怎麼選，2017.07.20，左大鈞
13. <https://www.ecarf-siegel.org/>，ECARF Quality Seal 品質標章
14. <https://estate.ltn.com.tw/article/8754>，〈全台建案標準再創高 推案 6 大新趨勢〉自由電子報，2019.12.14，葉思含
15. <https://tw.appledaily.com/property/20200725/UITJRF5K3CNRKWJOB3JSPHSVM/>，〈PM2.5 好惱人 台中新建案送靜電防霾紗窗〉蘋果新聞網，2020.07.25
16. <https://www.chinatimes.com/newspapers/20150701000198-260204?chdtv>，〈隱形冠軍—清展 無軌摺疊紗門 挑戰世界第一〉工商時報，2015.07.01，顏瑞田

17. <https://www.deltaww.com/Products/CategoryListT1.aspx?CID=030203&PID=4034&hl=zh-TW&Name=PM2.5%E7%9B%B4%E6%B5%81%E8%AE%8A%E9%A0%BB%E5%85%A8%E7%86%B1%E4%BA%A4%E6%8F%9B%E5%99%A8>，台達 PM2.5 直流變頻全熱交換器
18. <https://www.homecleanair.com.tw/>，保潔防霾專家
19. <https://onwellcurtain.com.tw/>，良展科技股份有限公司
20. <https://https://www.ykkap.com.tw/pdt01-06.aspx>，台灣華可貴建材股份有限公司

防霾紗窗使用對策探討研究

出版機關：內政部建築研究所

電話：(02) 8912-7890

地址：新北市新店區北新路3段200號13樓

網址：<http://www.abri.gov.tw/>

編者：蔡宜中

出版年月：109年12月

版次：初版