

居家室內空氣懸浮微粒對於人體傷害影響與對策之探討

*郭芝辰 (Zhi-Chen Guo)
中國科技大學建築系研究生

陳昶良 (Chang-Liang Chen)
中國科技大學建築系副教授

摘要

台灣冬天東北季風夾帶黃土高原的沙塵導致大量空氣汙染物飄散至本島，且因高度工業化發展也產生許多對於人體有害的物質，當中以懸浮微粒對於健康的傷害是最為顯著的。懸浮微粒是造成空氣品質不良和呼吸系統不佳的主要因素之一。因最細懸浮微粒粒徑比PM10更加微小，且更容易藉由呼吸作用進入體內並到達深處，因此可知空氣中的懸浮微粒對於人體會造成不良威脅。

因工商業的大量發展，社會型態改變，人們從農業社會的大量在室外工作，轉變到室內環境作業，根據研究發現，人們在室內環境活動時間比以往多達80%，這些環境包含住家、辦公室或其他建築物內，因此人們開始注重起空氣品質。

關鍵詞：懸浮微粒、PM2.5、室內居家

Abstract

Taiwan winter northeast monsoon entrained dust caused a large number of pollutants released into the air on the loess plateau to the island, and also produced many highly industrialized development for harmful substances, including particulate matter on health damage is most obvious. Particulate matter is causing poor air quality and one of the main factors of the respiratory system. Because of the fine particulate matter particle than PM10 slimmer and more easily into the body through respiration and reaches depths of, sons of suspended particles in the air may pose an adverse threat for the human body.

Due to large industrial and commercial development, and social patterns are changing, a lot of people from an agrarian society to work outdoors, shift to indoor environments, according to the findings, up to 80% people in indoor activities than ever before, these environments contain inside homes, offices or other buildings, so people began to pay attention to air quality

一、動機

台灣地處於亞熱帶氣候地區，終年平均氣溫介於20°C至30°C，平均濕度約莫在70%至80%，均溫環境非常適合生物行汙染物的生長。每年冬天東北季風夾帶黃土高原的沙塵導致大量空氣汙染物飄散至本島，且因高度工業化發展也產生許多對於人體有害的物質，當中以懸浮微粒對於健康的傷害是最為顯著的。懸浮微粒是造成空氣品質不良和呼吸系統不佳的主要因素之一。因最細懸浮微粒粒徑比PM10更加微小，且更容易藉由呼吸作用進入體內並到達深處，因此可知空氣中的懸浮微粒對於人體會造成不良威脅。

因工商業的大量發展，社會型態改變，人們從農業社會的大量在室外工作，轉變到室內環境作業，根據研究發現，人們在室內環境活動時間比以往多達80%，這些環境包含住家、辦公室或其他建築物內，因此人們開始注重起空氣品質。故本次，針對居家室內空氣中的懸浮微粒為主要的探討對象，對於人體造成的傷害，並且提出應因對策，為本研究之動機。

二、目的

- 1、探討室內的空氣汙染對於人體的傷害。
- 2、探討將如何預防和減少其空氣汙染濃度。

三、懸浮微粒定義及好發場所

3.1 懸浮微粒定義

行政院環保署對於懸浮微粒分的定義為，PM10為微粒氣動粒徑小於等於10微米的懸浮微粒，單位為 $\mu\text{m}/\text{cm}^3$ 。PM2.5指微粒氣動粒徑小於 $2.5\mu\text{g}$ ，單位為 $\mu\text{m}/\text{cm}^3$ 。

環境評估指標中「物理性環境」最主要因子為微粒物質(Particulate Matter)，大氣中的微粒物質是由四散的固體或液體物質所組成，以相等的空氣動力直徑(aero dynamic diameter)來描述其尺寸。

其中粒徑大於 $10\mu\text{m}$ 的粒子可以由上呼吸系統的防衛機制有效排除。而較小的粒子($5\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$)可能小到足以通過上呼吸系統中百轉千折不為充滿黏液的黏膜捕獲乃至到達肺部而又大的足以由沉澱作用而堆積在此。其中最容易沉澱在肺部中的粒子大約介於 $2\mu\text{m}$ 到 $4\mu\text{m}$ 之間。〔1〕

主要指粒徑在 $10\mu\text{m}$ 以下之粒子，稱浮游塵。室外來源包括道路灰塵、車輛排放廢氣、露天燃燒、營建施工及農地耕作等，室內汙染源有室外飄入、烹調、燃燒香燭等。由於其粒徑小於 $10\mu\text{m}$ 以下，能深入人體肺部深處，而其分子附著其他汙染物，則會加深對呼吸系統之危害。

3.2 懸浮微粒室內居家好發場所

行政院環保署在室內空氣品質資訊網中，將居家內易發生懸浮微粒分為四類，為1.呼吸性懸浮微粒的來源有吸煙、烹煮等、2.建材中之石綿、人造礦物纖維等、

3. 動植物身上發散出的植物花粉、動物性過敏原等、4. 微生物之細菌、真菌、病毒等。

相關文獻當中又將上述總類細分，並提出造成危害的因子如下：

1. 燃燒：烹飪、取暖和燒水是室內最普遍的燃燒行為，所使用的燃料包括油、瓦斯、煤油、煤、木材等，燃燒所產生的污染物則包括一氧化碳、二氧化氮、懸浮微粒等。

2. 抽煙：室內燃燒煙草的煙霧是一組化學物的統稱，這些化學物是以粒狀物或氣體形式在吸煙的過程中釋入空氣中。室內燃燒煙草的煙霧是兩種煙霧的混合物：燃燒中的香煙直接釋出的側流煙霧；和吸煙者呼出的主流煙霧。抽煙除了會釋放尼古丁、一氧化碳、二氧化碳、乙醛、丙酮、焦油等有害物質外，更是室內浮塵微粒的主要來源。室內抽煙不但會危害到抽煙者本人；共同呼吸室內空氣的人，即使不抽煙，也會受到二手煙的危害。

3. 建材與裝潢材料：水泥、磚塊等建材本身有些含的放射性氬，會隨著時間的久遠而漸漸被釋放出來。

4. 生物類污染源：包括寵物掉落的毛髮、體垢及皮屑，或呼吸所產生的二氧化碳，來自於腐敗物和寵物的代謝產物的細菌、黴菌、病毒，它們會使抵抗力弱的人染病，此外花粉和塵蟎會引發過敏體質人群的過敏反應。

5. 人體本身：包括身體散發的異味以及少數病患者出入公共場所，通過空氣交叉傳染。

6. 空調設備：空調系統設備本身也易成為污染源。如在蒸發器降溫、減濕過程中，其表面凝結水積塵、滴水盤集水極易滋生細菌；篩檢程式富集灰塵和微生物，如不及時更換，極易成為系統內的一大污染源；另外系統中的連接部件如帆布接頭、法蘭連接處等最易積塵和發黴。〔2〕

主要將來源分為室內懸浮微粒的滲入，和室內汙染所產生。而當中以抽菸行為影響室內懸浮微粒最為嚴重，而沒有抽菸行為的居家環境中，以來自室外的懸浮微粒貢獻最多。

四、檢測方式和法定懸浮微粒濃度比較

4.1 檢測方式

根據行政院環保署訂定，《空氣中懸浮微粒（PM_{2.5}）檢測方法—手動採樣法》為主要法定之檢測。

以定流量抽引空氣進入特定形狀之採樣器進氣口，經慣性微粒分徑器，將氣動粒徑小於或等於 2.5 微米（ μg ）之細懸浮微粒（PM_{2.5}）收集於濾紙上。而此濾紙於採樣前、後均於特定溫度與濕度環境中調理後秤重，以決定所收集之 PM_{2.5} 微粒之淨重，再除以 24 小時之採樣總體積即得微粒 24 小時之質量濃度。〔3〕

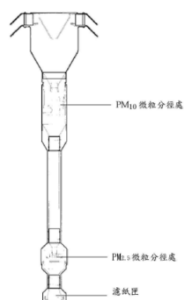


圖1.PM2.5採樣器組合示意圖



圖2.PQ200環境級精細顆粒物採樣器
(Designation NO.REPS-0498-116)

一般居家手持檢測儀器分為物理性、生物性、化學性。



圖3.物理性-手提粉塵機



圖4.生物性



圖5.化學性-空氣採樣器

4.1 法定懸浮微粒濃度比較

以美國、加拿大、歐盟、英國、日本、澳洲、台灣各國家對於懸浮微粒PM10、PM2.5的標準濃度為比較的對象。

表1 國際懸浮微粒濃度比較表

國別	美國	加拿大	歐盟	英國	日本	澳洲	台灣	
法規	美國國家環境空氣品質標準	空氣清淨法	-	空氣品質策略	Home-Page	空氣品質標準及目標	中華民國空氣品質標準	
年份	1997	1999	1997	2004	1971	2002	2012	
標準濃度								
PM10	年平均	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	年平均	-	年平均	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	年平均	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	日平均	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	日平均	-	日平均	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	日平均	65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
PM2.5	年平均	12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	年平均	-	年平均	15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	年平均	35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	日平均	35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	日平均	-	日平均	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	日平均	75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

PM2.5	年平均	15 μ g/m ₃	年平均	30 μ g/m ₃	年平均	-	年平均	-	年平均	-	年平均	-	年平均	-
	日平均	65 μ g/m ₃	日平均	30 μ g/m ₃	日平均	-	日平均	-	日平均	-	日平均	-	日平均	-

相較起其他國家法規規定，台灣對於懸浮微粒的標準仍然過於寬鬆，鄰近的日本對此卻相當嚴謹，是國內可以效法的對象。美國對於懸浮微粒PM10或PM2.5的相關限制是目前看到規定是最為全面性。

五、對人體的傷害與預防對策

5.1 對於人體的傷害

懸浮微粒會跟隨的吸入的空氣而堆積在呼吸道中，會對人體健康造成影響，同時這些懸浮微粒夾帶其他對於人體有害的化學成分會造成人體健康的威脅，可會有突變形的病變和致癌的因子。這些流行病學研究指出，環境中的PM 濃度與下列健康影響有關：1. 增加致死率，由於心臟－呼吸疾病。2. 增加住院率，由於心臟－呼吸疾病。3. 降低兒童及氣喘成年人的肺功能。4. 增加呼吸性壓迫導致無法工作、上學及活動受限制。5. 長期或慢性影響包括降低存活率，降低兒童肺功能以及增加成年人慢性支氣管炎及氣喘。6. 另外，兒童、氣喘患者和其他心－肺疾病與較年長者已被指出，曝露在PM 中特別敏感。

研究指出，PM10 與長期和短期暴露的上述健康效應有相關。有些流行病學證據提出，氣喘和上呼吸道感染的增加可能與每天所暴露的PM10（主要是粗微粒部份）增加有關，另有研究提到，在每天暴露於非常高量的逸散性塵埃(fugitive dust)之後，會增加支氣管炎的相對危險性 (Hefflin et al, 1994)。PM10 短期暴露的健康效應指標包括每日死亡率、呼吸症狀的醫院住院率、一般族群的流行性咳嗽、氣喘症狀惡化及尖峰呼吸量的改變等。

在懸浮微粒風險評估時，濃度反應曲線是一重要因素，通常濃度反應關係呈現S-形狀除，當在懸浮微粒濃度很高或很低的時候斜率會逐漸遞減，圖3為一假設性的濃度暴露－反應曲線，轉換成每日懸浮微粒濃度與健康支出的關係。〔4〕

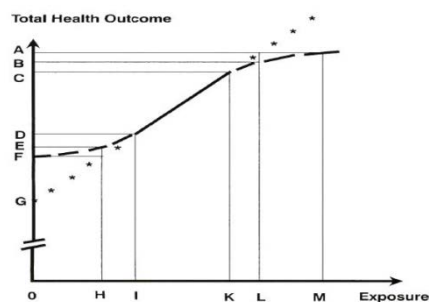


圖6. 懸浮微粒濃度—健康支出關係圖

懸浮微粒粒徑小於 $5\mu\text{g}$ 容易吸附在人體最重要的肺泡地方，根據世界衛生組織的標準，PM2.5在24小時內平均濃度最高不能超過 $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ 一年的每日平均濃度不能超過 $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。而PM2.5若是再24小時內超平均濃度超過 $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ 就會對體質敏感的人有所威脅；假若是超過 $65\mu\text{g}/\text{m}^3$ 對於全體國人是會造成健康上的傷害。許多流行病理學研究已經確實證明PM2.5對於健康的傷害，包括：早逝、支氣管炎、氣喘、心血管疾病、肺癌等呼吸器官疾病，根據環境健康研究刊物《Environmental Health Perspectives》指出，懸浮微粒可能會造成早產、流產的機率增加及兒童中耳炎的反覆發作，嚴重的話會導致兒童聽力受損〔5〕，不論長期或短期暴露在懸浮微粒的環境之下，都容易提高呼吸道器官疾病和死亡的威脅。

5.2 預防與對策

預防分為主動性與被動性，主動減少懸浮微粒進入人體的機會，可能有使用個人防護具N95口罩、外科口罩、活性碳口罩或紙口罩等。

表2 主動防範口罩材質與係數

口罩材質	防範係數
N95口罩	可阻擋99%以上 $0.3\mu\text{g}$ 顆粒，但呼吸阻抗較高，不適合一般人長期佩戴。
外科口罩	可阻擋90%以上的 $5\mu\text{g}$ 顆粒，須每日更換，污損時也要立刻更換。
活性碳口罩	可吸附有機、惡臭氣體及毒性粉塵，無法吸附異味時就須更換。
棉布口罩	只能過濾較大顆粒，清洗後可重複使用。
紙口罩	可阻擋70%以上的 $5\mu\text{g}$ 顆粒，須每日更換，污損時也要立刻更換。

但是N95口罩對於一般人要長期使用仍是有許多困難的。除了取得價格較高之外，材質較為厚實對於呼吸作用能是有點不舒適。

被動性方式分為三種可改善室內空氣品質之基本措施：控制源頭、改善通風、空氣清淨。

改善室內空氣品質的第一步即為污染源頭控制。例如：室內禁止吸煙、室內瓦斯爐或火爐之適當使用及維護。源頭無法有效控制時則需改善或加強

室內通風來降低室內空氣污染物並改善室內溫溼度。有時建築物設計不良，自然通風無法有效提供室內足夠新鮮空氣時則需使用空調系統強制通風換氣，例如：浴室或廚房使用通風扇。另外有些空氣污染物可靠空氣清淨機來移除(但還是要以源頭控制及通風為優先)，空氣清淨機以可消除空氣中的微粒大小或氣體種類分類，包括：

1. 機械式空氣清淨機：這些裝置將空氣抽進大功率或中功率的纖維或金屬過濾網，透過不同大小的細孔過濾微粒。
2. 靜電集塵器：這些集塵器使用高壓電極或電線，令外來空氣微粒吸附在金屬板上。
3. 電離器或負離子產生器：它們在室內放出的負離子令空氣中的塵埃產生負電荷，結果塵埃黏附在電離器附近的物料，例如地毯及牆壁等地方。〔6〕

六、結論

使用潔淨機台只是治標不治本的方法，其減少空氣污染則要重石化工業減少燃燒為主，並且減低汽機車排放，使用環保且不汙染空氣的家具和裝修材料，讓室內空氣以自然通風為主減少機械排氣，改正祭拜使用燃香焚燒紙錢的概念，由最基礎開始著手，才能減低懸浮微粒和其他空氣污染源，對於人體的傷害。

1. 從裝修型態探討室內空氣品質之研究以逢甲大學與台中商務旅館為例，逢甲大學，黃詣迪，97
2. 空氣品質與噪音防制，空中大學專業用書，盧博堅、江旭程、陳俊成、劉嘉俊
3. 空氣中懸浮微粒（PM2.5）檢測方法—手動採樣法，中華民國101年12月28日環署檢字第1010119202號公告修正，自中華民國102年1月15日起實施
4. 台灣地區懸浮微粒品質標準合理性之探討，國立台灣大學，王美文，91
5. 養護中心室內空氣懸浮微粒與影響因子之探討，逢甲大學，鄒佩霓，98
6. 室內空氣品質改善技術指引一般住家篇，95年12月
7. 考量健康風險評估之室內空氣品質指標之研擬，謝挺蘊，國立台北科技大學，2002
8. 潔淨室機台隔間開口對排煙效果與潔淨度之影響，張景閔，國立台北科技大學，2007