

如何捕捉空氣中無所不在的懸浮微粒

蘇育德

空氣中微粒的來源

空氣中的微粒（PM，particulate matter）是指在大氣介質中以固體或液體型態存在的粒狀污染物，根據微粒產生機制的不同，可劃分為原生性與衍生性微粒兩種，原生性微粒的粒徑分布範圍較廣，主要來源為天然的火山爆發、岩石風化、森林火災及海洋之飛沫，與人為的機動車輛排放、街道揚塵或工廠所排放的飛灰、煙塵等；而衍生性微粒是指物質在大氣中經由化學反應所生成的微粒。這些微粒對環境的影響除了造成大氣能見度的降低、酸性和毒性物質的沈降、直接或間接造成氣象、氣候的改變外，更會對人體健康產生影響。

空氣中微粒的特性

一般來說，微粒粒徑大小的關係會影響其在空氣中存在時間的長短，例如粒徑大於 $10\ \mu\text{m}$ （微米）的微粒即具有一定沉降的特性，尤其粒徑大於 $200\ \mu\text{m}$ 之微粒的沉降特性會更加明顯，故它們在空氣中的懸浮時間就比較短，經由長程傳輸到遠處的機率也比較小，亦就是比較容易造成本地污染；相反的，粒徑小於 $10\ \mu\text{m}$ 的微粒就比較容易懸浮在空氣中，並藉由大氣傳輸機制影響本地或外地。故我國空氣品質標準就有針對這些具懸浮特性微粒訂有標準值，其中「總懸浮微粒」指的是懸浮於空氣中的微粒（包括 $10\ \mu\text{m}$ 以上的浮游粒子），而「懸浮微粒 PM_{10} 」則是指粒徑在 $10\ \mu\text{m}$ 以下之粒子，此為引起能見度不佳的主要禍首。此外，近年來在國內被熱烈討論的「懸浮微粒 $\text{PM}_{2.5}$ 」則是粒徑小於 $2.5\ \mu\text{m}$ 以下的粒子，由於其粒徑更小，較懸浮微粒 PM_{10} 更容易深入人體肺部，進而引起肺部的發炎反應、心血管的病變、氣喘病人症狀加劇等情形，故對人體健康影響更大，且上面若附著其他污染物，將更加深呼吸系統之危害。



科學小常識：微(micro, μ)是 10 的負 6 次方，故 $1\ \mu\text{m}$ （微米）= 10^{-6} 米，而 1 根頭髮的直徑約數 10 個微米長。

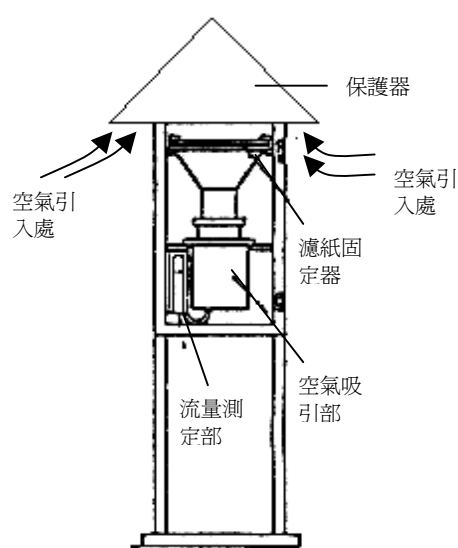
我國懸浮微粒空氣品質標準

項目	標準值 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	備註
總懸浮微粒	24 小時值	250
	年幾何平均值	130
懸浮微粒 PM_{10}	日平均值或 24 小時值	125
	年平均值	65
懸浮微粒 $\text{PM}_{2.5}$	24 小時值	35
	年平均值	15

- 1.24 小時值：係指連續採樣二十四小時所得之樣本，經分析後所得之值。
- 2.日平均值：係指一日內各小時平均值之算術平均值。
- 3.年幾何平均值：係指全年中各二十四小時值之幾何平均值。
- 4.年平均值：係指全年中各日平均值之算術平均值。

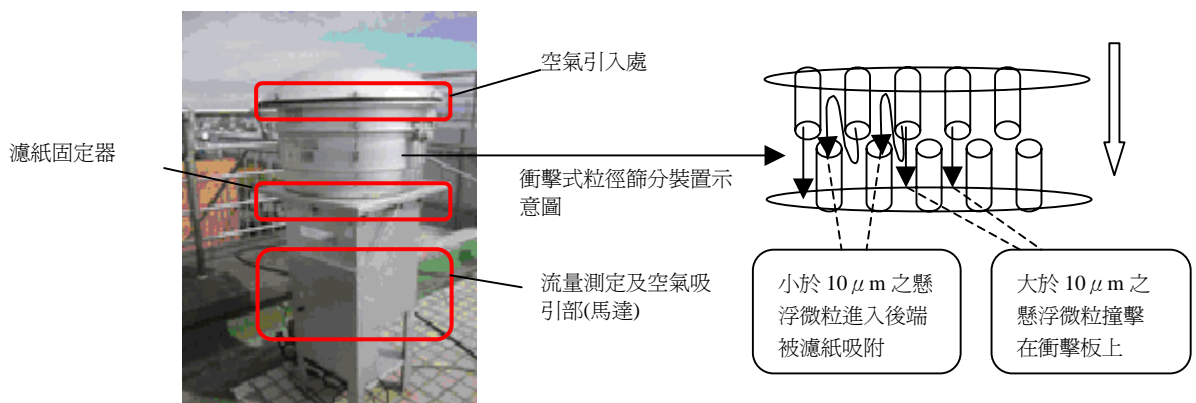
如何採集空氣中的微粒

在對懸浮微粒有了一定的認識後，下面將簡單介紹總懸浮微粒（TSP）、 PM_{10} 及 $\text{PM}_{2.5}$ 的採樣原理。(1) 總懸浮微粒的採樣原理很簡單，主要是利用適當濾紙，一般是使用玻璃纖維濾紙，但若後續欲作化學分析，則可使用其他特殊材質濾紙，藉由抽氣馬達以 $1.1 \sim 1.7 \text{ m}^3 / \text{min}$ 之吸引量，於短時間或連續 24 小時進行抽引採樣，最後將濾紙秤重並扣除原來的空白濾紙重，再配合採集氣體體積，就可以得到總懸浮微粒的濃度值。(2) PM_{10} 與 $\text{PM}_{2.5}$ 採樣原理很類似，因為這兩者收集的粒徑皆需經過粒徑篩分後才能有效收集，一般常見的粒徑篩分方式為衝擊式與旋風分離式；衝擊式的原理為在氣流中較大粒徑的懸浮微粒會因為運動所產生之慣性力促使其直接

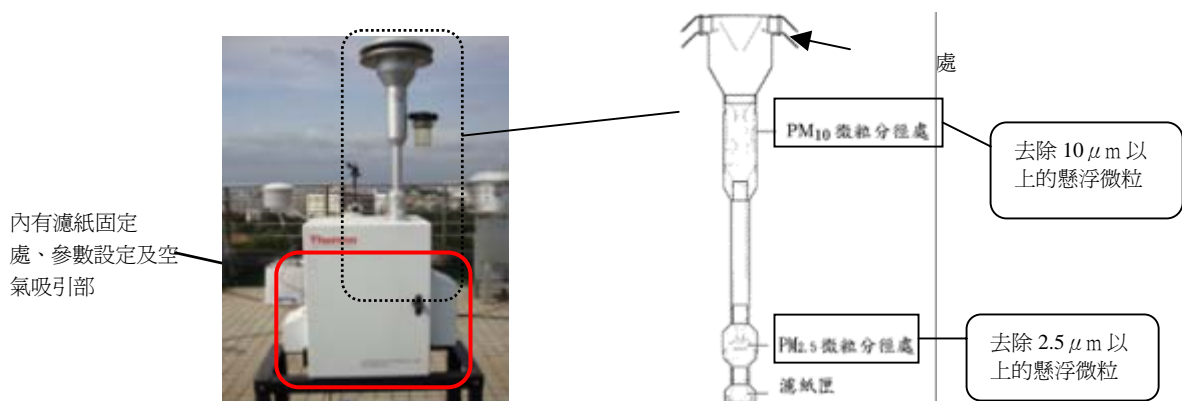


TSP 手動採樣裝置，上圖為外觀，下圖為內部構造。

衝擊且被吸附在衝擊板上，而較小粒徑的懸浮微粒則可跟隨氣流繼續前進，所以只要設計適當之氣體流速，即可篩選所需要的粒徑。例如常用之PM₁₀採樣器，空氣由入口處吸入後經由噴嘴加速，並以 1.13 m³/min (40 ft³/min)的流量抽引，大於 10 μm之懸浮微粒會因慣性作用撞擊在塗矽油的衝擊板上，而小於 10 μm 的懸浮微粒跟隨氣流流線進入後端撞擊在濾紙（多為石英纖維或玻璃纖維）上由濾紙收集；但應注意定期在衝擊板上噴塗矽油，以避免大粒徑的懸浮微粒彈跳進入後端被收集。旋風分離式的原理為微粒進入旋風分離器後會隨氣流做圓周運動會產生離心力，藉由採樣構造及流速設計，較大粒徑的懸浮微粒會受離心力以切線方向被拋至器壁而遭到截流留，而粒徑小的懸浮微粒則隨氣流進入後端被濾紙（多為鐵氟龍材質）收集。而不論是衝擊式或旋風分離式的採樣方法，最後都是與總懸浮微粒一樣，係經由濾紙秤重得到最後的質量及濃度值。



PM₁₀採樣裝置及相關構造



PM_{2.5}採樣裝置及相關構造

另外PM₁₀及PM_{2.5}也有自動連續監測之方式，其粒徑篩選方式與上述原理大同小異，但在前端濾紙處理與後端分析懸浮微粒質量的方式可能有所不同，相關採樣分析與自動監測之方法資料可上環保署環境檢驗所(<http://www.niea.gov.tw>)網站查詢。

關心週遭環境品質，並減少汙染排放產生

由於空氣中懸浮微粒無所不在，若民眾想知道週遭居住環境的懸浮微粒濃度，可上環保署的空氣品質監測網(<http://taqm.epa.gov.tw>)查看全國各地空氣品質監測站的監測數據，當遇到懸浮微粒濃度偏高時，應儘量減少不必要的出門或出門穿戴口罩，並可多加善用大眾運輸系統，這樣不僅能夠減少交通廢氣的產生，同時也能減少自己暴露在空氣中懸浮微粒的時間。