

空氣品質

PM_{1.0} 中金屬濃度之動態時序變化與源解析：

結合 GED-ICP-MS 即時量測與 PMF 分析

Dynamics and source apportionment of metals in PM_{1.0}:
Real-time measurement with GED-ICP-MS and PMF analysis

吳建賢(J.X. Wu)¹，蕭大智(T.C. Hsiao)^{1*}，林逸彬(Y.P. Lin)¹，
侯文哲(W.C. Hou)²，謝易瑾(Y.C. Hsieh)²，周立媿(L.T. Chou)¹，
余佳洪(J.H. Yu)¹，蔡路臻(L.C. Tsai)¹

¹ 國立臺灣大學環境工程學研究所 ² 國立成功大學環境工程學系

*tchsiao@ntu.edu.tw

摘要

大氣中的懸浮微粒 (Particulate Matter, PM) 不僅會對人體健康和環境造成負面的影響，並可能改變地球大氣輻射能量的收支平衡。構成 PM 的化學成分主要可分為有機和無機兩大部分，無機的部分主要是由離子和微量金屬元素所組成，常作為溯源用之指標成分，其中可溶性微量金屬可導致人體的細胞損傷。另一方面，PM 又會受氣動粒徑影響傳輸及沉積行為，故可再細分為粗懸浮微粒 (PM₁₀)、細懸浮微粒 (PM_{2.5})、次微米微粒 (PM_{1.0}) 與超細懸浮微粒 (PM_{0.1})。因此，若要探討大氣懸浮微粒，不僅要分析粒徑分布，也要分析在各個粒徑的組成成分，以精準評估其可能造成的潛在影響及貢獻來源。

目前分析 PM 中微量金屬成分的方法主要可以分為離線 (offline) 的濾紙採樣分析與在線 (online) 的即時分析，其中離線分析的時間解析度較低，而在線分析的時間解析度較高。本實驗於臺灣大學環境研究大樓實驗室透過氣體置換裝置 (Gas Exchange Device, GED) 串接感應耦合電漿質譜儀 (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry, ICP-MS) 之串聯系統進行在線即時分析，首次獲得臺灣北部都會區 PM_{1.0} 中微量金屬成分之動態時序變化數據。再透過正矩陣因子法 (Positive Matrix Factorization, PMF) 解析出四個貢獻因子：車輛排放與磨損、潤滑油、道路磨損和地殼揚塵。由分析結果可知所測得之 PM_{1.0} 主要來自於交通相關的微粒。另利用本研究團隊自行維運之 IMPACT 移動測站量測大氣微粒粒徑分布，進行粒徑 PMF 分析所得之貢獻因子分別為老化交通、新鮮交通、二次氣膠與地殼揚塵。再將兩 PMF 結果進行相關性分析，其中車輛磨損與老化交通兩者相關性較高，故推論非尾氣排放污染中磨損所產生的微粒粒徑大小約為 100 nm，且金屬成分以 Mn、Cu 與 Ni 為主。

關鍵字：PM_{1.0}、GED-ICP-MS、正矩陣因子法、源解析、微量金屬

Keywords：PM_{1.0}, GED-ICP-MS, PMF, source apportionment, trace metals