

報告單位：二組（程惠生、巫月春）

報告事項：「細懸浮微粒（PM<sub>2.5</sub>）調查技術開發」4則

說明：

本署為執行「細懸浮微粒(PM<sub>2.5</sub>)管制上位計畫」，規劃 PM<sub>2.5</sub> 管制策略，掌握 PM<sub>2.5</sub> 排放資料，自 100 年起由本所應用空氣污染防制基金規劃三年期之 PM<sub>2.5</sub> 之排放管道、周界及移動源之檢測技術與方法開發計畫，期望透過委外研究計畫以加速本署檢測方法研訂以配合污染防制需求。本（101）年研究主題為移動源細懸浮微粒檢測方法之研究，以下就本計畫相關重要文獻資料（共 4 篇），內容摘要報告如下：

### 1. 歐規的車輛規格與性能測試標準<sup>(1)</sup>

此篇為歐規的車輛規格與性能測試標準，其中包含了測試系統的架設、不同行車條件的參數規定以及固態與氣態污染物的量測方法。

可參考處：此標準 Annex 4a -Appendix 4 “Particulate mass emissions measurement equipment” 文件之微粒採樣設備規範及等速分徑採樣管之設計參數等，可作為本計畫實驗室測試時之設計參考。

### 2. 美國移動源（PM<sub>10</sub>&PM<sub>2.5</sub>）評估<sup>(2)</sup>

在美國移動源是周界環境中 PM 的重要貢獻者。其重點從 PM<sub>10</sub> 轉移至 PM<sub>2.5</sub>，對於解釋被觀察到的移動源微粒貢獻水平就顯得尤為重要，因為細微粒部分可能是這些來源的主要貢獻者。移動源的大部分排放具有空氣動力學直徑小於 2.5 微米。本文並評估有關微粒質量濃度來源的方法，其方法包括物質平衡，化學質量平衡，以及多元的感受器模型。為了

評估移動源對 PM 的貢獻範圍，文章描述在美國進行的移動源 PM 分布範圍。

可參考處：

移動源所排放之 PM 大部分為空氣動力學直徑小於 2.5 微米，可提供本計畫採樣分徑設計之參考。

### 3.使用小型稀釋道和噴射式稀釋器的技術測量柴油引擎排氣顆粒數和粒徑分布特性<sup>(3)</sup>

本文介紹柴油引擎尾氣微粒的數量和大小分布的特性。在不同的引擎負載條件下(10%到 100%)、恆定速度，使用小型稀釋道 (Mini-Dilution Tunnel and Sampling, MDTS) 和噴射式稀釋器 (Ejector-Diluter and Sampling, EDS) 系統。使用 SMPS (Scanning Mobility Particle Sizer) 對尾氣微粒作採樣分析。在一般情況下，粒子數濃度的增加而增加發動機的負荷同時使用測量系統。測量結果表明，在各種引擎負載條件下的粒徑和體積分布，MDTS 系統的數目中位數直徑 (Count Median Diameter, CMD) 轉移到較大的粒徑和粒子數。這主要是因為小型稀釋孔道導致粒子轉換發生時，同時排氣冷卻並稀釋造成排放微粒的成核和縮合。另一方面，EDS 測量系統可以減少排氣的稀釋過程期間微粒的數量和大小分布發生變化。因此，EDS 測量系統可以比 MDTS 測量系統提供更可靠的柴油引擎尾氣微粒的數量和粒徑分布。

可參考處：

此篇文獻提供了稀釋方法的參考資料，顯然 EDS 可以提供較為接近原始資料的數目濃度與粒徑資料，MDTS 則適合用來模擬廢氣排放至大氣環境後的變化情形。然而此篇所用測量

儀器為 SMPS，因此其對粒徑分布的描述有待驗證，因 SMPS 在其入口處有衝集式過濾器，會將 1 微米以上微粒先行濾除。

#### 4.比較測量柴油引擎微粒排放的不同稀釋法<sup>(4)</sup>

渦輪增壓柴油越野引擎的微粒排放特性以 DMA + CNC (Differential mobility analyzer + Condensation nucleus counter) 比較不同的採樣和稀釋系統和電子顯微鏡進行描述。4 個不同的採樣方法被使用：(1) 兩個噴射稀釋器，(2) 部分流和噴射稀釋器，(3) 多孔管和排出管稀釋器，和 (4) 多孔管稀釋。部分的流量和噴射器稀釋的數目粒徑分布在 25 ~ 30 nm 與 45 ~ 50 nm。在 25 ~ 30 nm 的分布中部分流和噴射稀釋器的組合在實驗中稀釋過程有顯著成核現象，這歸因於排氣的取樣上，部分流稀釋器和稀釋空氣之間的溫度差導致。對於其他稀釋系統的觀察，特別是在多孔管稀釋器，粒子生長的主要機制是現有的粒子表面的膠結作用。根據這項調查，多孔管稀釋器是最好的稀釋系統組合，成核作用對其測得的粒徑分布沒有顯著的影響。

可參考處：

此篇文獻對於 4 種不同的稀釋器使用方式進行探討，並提供了較詳細的設計資料。其對於稀釋器的測試結果以及歸納出的特性，有助於計畫執行過程中稀釋器的選用。本計畫對於稀釋器的採用，經實驗室標準系統的測試，多孔管稀釋器與常用的三通閥稀釋法再流量為 10~30 L/min 實有相近的效率，為便利性考量仍維持使三通閥稀釋法。用同樣對於粒徑特性的量測以 DMA + CNC 為儀器，與多數的研究一樣皆忽視了較大粒徑(微米等級)的存在，雖然此部分在以數目濃度

單位計算時可能很少。

### 參考資料

1. Uniform Provisions concerning the approval of vehicles with regard to the emission of pollutants according to engine fuel requirements, Addendum 82: Regulation No. 83, United Nations, 2011.
2. A. W. Gertler, j. A. Gillies and W. R. Pierson , An assessment of the mobile source contribution to PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> in the United States, Water, Air, and Soil Pollution 123 : 203-214, 2000.
3. C.P. Wong,T.L. Chan\*,C.W. Leung, Characterisation of diesel exhaust particle number and size distributions using mini-dilution tunnel and ejector–diluter measurement techniques, Atmospheric Environment 37,4435-4446, 2003.
4. Jussi Lyyränen, Jorma Jokiniemi, Esko I. Kauppinen, U. Backman, Hannu Vesala: Comparison of Different Dilution Methods for Measuring Diesel Particle Emissions, Aerosol Science and Technology, 38:12-23, 2004.