

## 第三章 研究方法

### 3.1 衝擊器設計

本研究使用的慣性衝擊器如圖 3.1-1 所示，衝擊器均以鐵弗龍為材質，採樣流量為 1.5~3 LPM。噴嘴直徑分別為 2.6 mm (噴嘴至收集板的距離為 5.2 mm)、3.6 mm (噴嘴至收集板的距離為 3.6 mm)，噴嘴下游銜接多孔金屬收集板，以鋁箔紙作為實驗的對照組，如圖 3.1-2 所示。本研究使用不同孔隙直徑多孔金屬片作為研究比較之用，孔隙直徑分別為 100、40、20、5  $\mu\text{m}$ 。多孔金屬片直徑為 12 mm，厚度為 3.17 mm。

### 3.2 實驗方法

本研究與一般慣性衝擊器的研究不同處是使用多孔金屬片取代一般的平板收集板，進行液體 (如油酸) 及固體 (如氯化鉀) 微粒實驗測試。

圖 3.2-1 及圖 3.2-2 為本研究的兩個實驗系統。前者可以測定微粒在衝擊器之收集效率及微粒在衝擊器內的損失率，後者則只能測得衝擊器的收集效率。在圖 3.2-1 的系統中，2~10  $\mu\text{m}$  的單徑液體微粒是使用振動流孔板單徑氣膠產生器 (VOMAG, TSI Model 3450, TSI Inc., St. Paul, MN) 產生，再經充分的乾燥及使用靜電中和器 (Kr85 Neutralizer, TSI Model 3054) 去除靜電後，進入待測試的衝擊器內部進行收集。本實驗所使用的液體微粒為添加螢光黃 (Fluorescein,  $\text{C}_{20}\text{H}_{12}\text{O}_5$ ) 的油酸溶液。

欲產生不同粒徑之微粒，必須選擇不同的振動流孔板並調整適當的振動頻率及注射源 (Syringe Pump) 的推進速率，以產生良好單徑度的微粒。由振動流孔板所噴出的均勻液滴，與適當的分散空氣及稀釋空氣混合後，經充分的乾燥及靜電的去除，以獲得實驗所需的單徑微粒，而微粒的

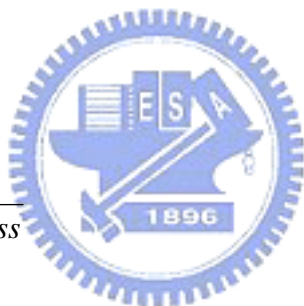
單徑度及濃度分佈則透過氣動直徑偵測儀(APS, TSI Model 3310A) 確認。

測定衝擊器之微粒收集效率及損失率時，使用螢光儀 (Fluorometer, Turner 10-AU, Turner Designs, CA) 為之。衝擊器下游端的濾紙分別以夾子夾入萃取溶液中進行萃取，噴嘴周圍及衝擊器本身的內壁，則利用棉花棒沾取萃取液後進行擦拭，再洗入萃取液中（萃取液的體積視採樣時間及採樣時的濃度而定）。將裝有萃取液各個樣品瓶置入超音波震盪器中震盪 10 分鐘（若震盪後發現尚未均勻溶解，則持續震盪至完全溶解），之後以螢光儀偵測其濃度，再轉換成微粒的質量後即可計算衝擊器的收集效率及微粒損失量。

微粒收集效率及內壁損失的計算方式如下：

$$\eta(\%) = \frac{M_1}{M_1 + M_2 + Loss} \quad (3.2-1)$$

$$Loss(\%) = \frac{Loss}{M_1 + M_2 + Loss} \quad (3.2-2)$$



$M_1$ ：收集板上微粒的質量 ( $\mu\text{g}$ )

$M_2$ ：後端濾紙上微粒的質量 ( $\mu\text{g}$ )

Loss：噴嘴周圍 (outer) 及內壁上微粒附著的質量 ( $\mu\text{g}$ )

### VOMAG 使用的溶液配置

產生液體微粒時是以含有 0.4g/l 螢光黃鈉的油酸溶液來產生，其配製方法如下：1 升的量瓶中置入 500 ml 的酒精，將 0.4 克的  $\text{C}_{20}\text{H}_{12}\text{O}_5$  加入量瓶中，再加入酒精至量瓶刻度線，置於超音波震盪器中震盪 30 分鐘，使  $\text{C}_{20}\text{H}_{12}\text{O}_5$  完全溶解為止。剛震盪完的溶液體積刻度會微微的上升，必須等到溶液刻度降到初始的位置，然後再以此溶液加入適當量的油酸，以配成所需的油酸溶液。

- 液體微粒的萃取溶液 (0.001 N NaOH Solution)

取 0.1 N NaOH 溶液 10 ml，置於裝有少量去離子水的一升量瓶中，左右搖晃，再加入去離子水至量瓶刻度線，置於超音波震盪器中震盪 30 分鐘，使充分混合即可備用。

### 超音波霧化器系統

若是微粒在衝擊器內的損失率低時，可以利用如圖 3.2-2 所示的系統進行衝擊器的微粒收集效率評估。圖 3.2-2 中的測試腔體為壓克力材質所組成，高約 2.3 m，頂端及底部寬約 0.4 m，中間部份寬約 0.25 m。稀釋及乾燥空氣由頂端接頭沿著壁面切線呈螺旋狀進氣，可避免稀釋及乾燥空氣直接撞擊在霧化器剛產生的液滴上，而使得大量的微粒損失在腔體內壁。微粒的產生則利用超音波霧化器 (Ultrasonic nozzle, Model 8700, Sono-Tek Inc., NY, USA) 將油酸溶液 (Oleic Acid, 體積濃度 2.7 % 或 5 %, 溶劑為純度 95% 之乙醇)，氯化鉀(KCl) 等溶液霧化產生多徑微粒，粒徑範圍為 1~10  $\mu\text{m}$ 。測試單階慣性衝擊器的收集效率時，是將系統二之衝擊器，直接由氣動直徑偵測儀測量進口濃度  $N_1$  ( $\#/cm^3$ )。為減少誤差，在每次微粒收集效率之實驗前後各測量三次  $N_1$  值，並求其平均，若實驗前後之  $N_1$  值相差在 5 % 之內，表示進口濃度  $N_1$  穩定，可進行實驗。出口濃度  $N_2$  ( $\#/cm^3$ ) 則由氣動直徑偵測儀連續量測經過衝擊器之微粒濃度，採樣時間設定為 20 秒記錄  $N_2$  值一次，連續測試三次，實驗結束後，再配合進口濃度  $N_1$  值，計算收集效率。

微粒收集效率計算方式如下：

$$\eta(\%) = \left(1 - \frac{N_2}{N_1}\right) \times 100 \quad (3.2-3)$$

其中  $N_1$ ：進口端微粒濃度 ( $\#/cm^3$ )， $N_2$ ：出口端微粒濃度 ( $\#/cm^3$ )。

為避免溫度、壓力及預防管路漏氣影響流量正確性，於每次實驗前均以泡沫流量計 (Gilibrator, Gilian Instrument Corp.) 檢驗氣動直徑偵測儀及採樣器之流量。

