

國立台北科技大學
環境工程與管理研究所
室內環境品質研究中心

台北市 106 忠孝東路三段一號
電話 (02) 2771-2171#4184
傳真 (02) 8773-2954

靜電式除煙集塵空氣清淨機 除塵效率研究

委託單位：禾新環保科技有限公司

檢測單位：國立臺北科技大學室內環境品質研究中心

檢測主持人：曾昭衡

檢測助理：王楷豐、黃鈺茹

中 華 民 國 1 0 3 年 1 2 月

目 錄

一、 實驗方法.....	4
二、 除煙集塵機(HDA 系列)實驗結果	
2-1 實驗室-微粒重量濃度 (低風量).....	7
2-2 實驗室-微粒重量濃度 (高風量).....	9
2-3 實驗室-甲醛濃度 (低風量).....	12
2-4 實驗室-甲醛濃度 (高風量).....	13
三、 除煙集塵機(HVA 系列)實驗結果	
3-1 實驗室-微粒重量濃度 (低風量).....	14
3-2 實驗室-微粒重量濃度 (高風量).....	17
四、 成果與討論.....	20

圖表目錄

圖 2-1-1 微粒 $PM_{1.0}$ 濃度分佈.....	7
圖 2-1-2 微粒 $PM_{2.5}$ 濃度分佈.....	8
圖 2-1-3 微粒 $PM_{7.0}$ 濃度分佈.....	8
圖 2-1-4 微粒 PM_{10} 濃度分佈.....	9
圖 2-2-1 微粒 $PM_{1.0}$ 濃度分佈.....	10
圖 2-2-2 微粒 $PM_{2.5}$ 濃度分佈.....	10
圖 2-2-3 微粒 $PM_{7.0}$ 濃度分佈.....	11
圖 2-2-4 微粒 PM_{10} 濃度分佈.....	11
圖 2-3-1 甲醛濃度分佈.....	12
圖 2-4-1 甲醛濃度分佈.....	13
圖 3-1-1 微粒 $PM_{1.0}$ 濃度分佈.....	14
圖 3-1-2 微粒 $PM_{2.5}$ 濃度分佈.....	15
圖 3-1-3 微粒 $PM_{7.0}$ 濃度分佈.....	15
圖 3-1-4 微粒 PM_{10} 濃度分佈.....	16
圖 3-2-1 微粒 $PM_{1.0}$ 濃度分佈.....	17
圖 3-2-2 微粒 $PM_{2.5}$ 濃度分佈.....	18
圖 3-2-3 微粒 $PM_{7.0}$ 濃度分佈.....	18
圖 3-2-4 微粒 PM_{10} 濃度分佈.....	19
表 4-1 工業用靜電式除煙集塵空氣清淨機.....	20
表 4-2 空調用靜電式除煙集塵空氣清淨機.....	21

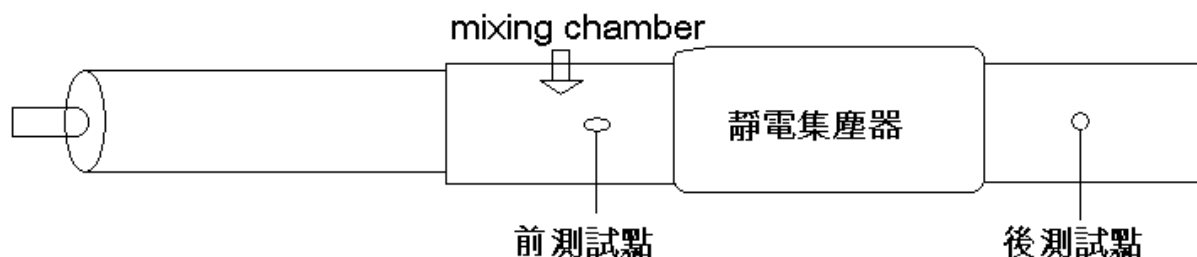
一. 實驗方法

1-1 測試儀器:

污染物	儀器型號/原理	驗證方法	採樣地點
懸浮微粒質量濃度 (PM ₁₀ , PM ₇ , PM _{2.5} , PM _{1.0})	Met One AEROCET 531/ Laser diode 5 Mw, 780 nm	直讀式儀器即時監測靜電式集塵去除前及去除後懸浮微粒質量濃度，監測時間20分鐘	實驗室
甲醛(HCHO)	PPM Formaldemeter htv-m/ Electrochemical	直讀式儀器即時監測靜電式集塵去除前及去除後甲醛濃度，監測時間20分鐘	實驗室
風速計	KIMO VT 100/ Thermistance with a negative temperature coefficient	直讀式儀器即時監測電式集塵去除前風速，已入風口表面積取六點做為平均風速	實驗室

1-2 懸浮微粒-實驗室測試方法:

1. 測試系統(如圖所示)之空氣污染物測試背景濃度測試



- A. 使用空氣噴槍清潔測試系統艙體內壁，使得艙體內部無其他附著物以干擾實驗結果。
- B. 於測試系統中，將儀器置於測試系統前端位置，開機等待其穩定後量測背景值。

2. 環境測試系統之污染物配置與控制變因之操作

A. 空氣污染物配製與注入測試系統：

配製污染物並注入測試系統中，懸浮微粒PM_{1.0}、PM_{2.5}、PM_{7.0}、PM₁₀產生方式為微粒產生器製造，首先利用 10.1 及 1.1 公克之氯化鈉溶入 100ml 之蒸餾水，倒入 200 ml 於定量瓶中，配製成 0.4%重量百分濃度所需之氯化鈉溶液，配置後放置 10~20 分鐘，待氯化鈉完全溶解後將溶液放置微粒產生器中其接上管線，以 10 L/min 流量注入高壓空氣，微粒產生器經由高壓空氣打碎氯化

鈉溶液，形成PM_{1.0}、PM_{2.5}、PM_{7.0}、PM₁₀產生顆粒，再經由導管連結進氣閥導入測試系統內混合均勻，使濃度達到實驗之要求，即可開始進行測試系統之空氣污染物去除效率測試)。

3. 環境測試系統之未開機測試

A. 將未開機之靜電電暈式空氣淨化機放置測試系統中間，開啟儀器使其呈穩定狀態，儀器分別放置於測試箱前端與後端距離清淨機 10 公分處，並準備注入污染物於測試箱

B. 注入污染物待其在測試箱中均勻混合 4 分鐘後，監測PM_{1.0}、PM_{2.5}、PM_{7.0}、PM₁₀ 之濃度變化，時間設定為 4 分鐘。

4. 環境測試系統污染物之開機測試

A. 將未開機之靜電電暈式空氣淨化機放置測試系統間，穩機後之儀器分別放置於測試系統前端與後端距離清淨機 10 公分處，並準備注入污染物於測試系統中。

B. 注入污染物待其穩定後，監測實驗PM_{1.0}、PM_{2.5}、PM_{7.0}、PM₁₀之濃度變化，時間設定為 20 分鐘。

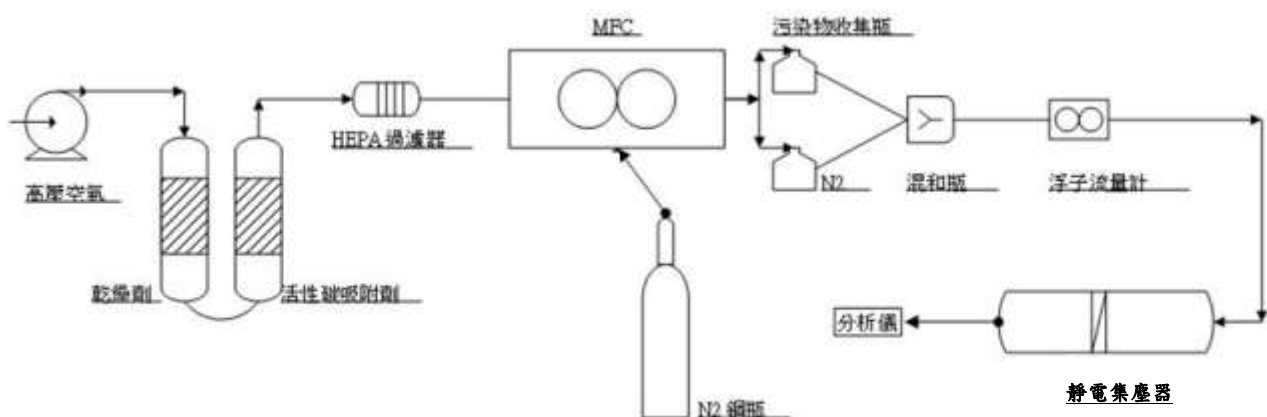
C. 將開機後入風口污染物濃度扣除開機後出風口之污染物濃度，計算其空氣污染物去除效率。

5. 利用環境測試系統控制環境變因(高低相對濕度、高低污染物濃度)，考量所使用之靜電集塵器，以每小時注入污染物的方式在清淨機開機狀況下進行 20 分鐘之測試，觀察其出風口臭氧濃度變化之情形。

6. 計算污染物移除率。空氣污染物(PM_{1.0}、PM_{2.5}、PM_{7.0}、PM₁₀) 移除率計算，如公式(1)所示。

$$\text{平均去除率計算: } \frac{\text{入風口濃度} - \text{出風口濃度}}{\text{入風口濃度}} \times 100\% \quad (1)$$

1-3 甲醛-實驗室測試方法:



1. 高壓空氣導入乾燥劑、活性碳以及 HEPA 過濾器，以去除水分、雜質和細微顆粒，然後注入混合瓶，經過浮子流量計穩定流量，最後通過環境控制器，由末端排出氣體。
2. 實驗分別配製甲醛 0.35 ± 0.03 ppm 注入靜電集塵器中，紀錄之濃度變化。
3. 控制末端處由分析儀測得污染物濃度，計算污染物移除率。空氣污染物(HCHO) 移除率計算，如

公式(2)所示。

$$\text{Removal efficiency (\%)} = [(C_{in} - C_{out}) / C_{in}] \times 100\% \quad (2)$$

C_{out} : 污染物通過清淨機後之濃度，(ppm)

C_{in} : 污染物通過清淨機前之濃度，(ppm)



圖 1: 空調用靜電式除煙集塵空氣清淨機(含靜電模組, 高分子冷觸媒分子篩濾網)



圖 2: 工業用靜電式除煙集塵空氣清淨機(含靜電模組, 高機能碳濾網, 高分子冷觸媒分子篩濾網)

二.除煙集塵機(HDA 系列)實驗結果



2-1 實驗室-微粒重量濃度

靜電除煙集塵機: 工業用靜電式除煙集塵空氣清淨機

實驗室測試條件設定:

1. 微粒配置濃度: 0.6% (重量百分濃度 NaCl)

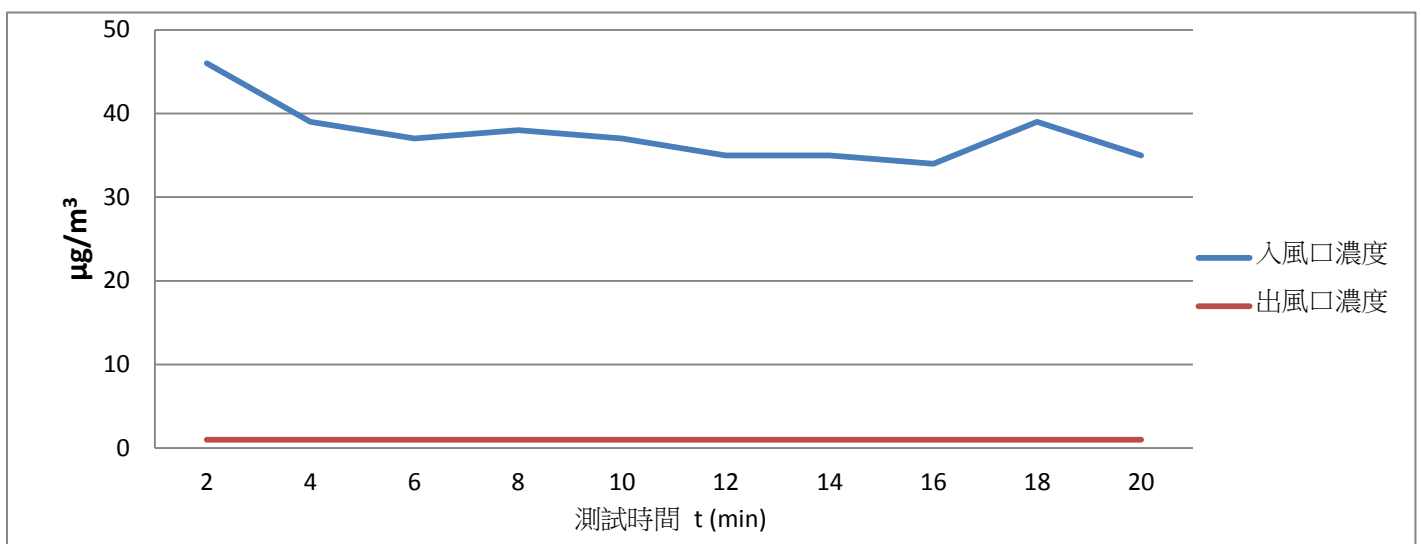
2.

平均風量	測試時間	溫度	相對濕度
2.32(m ³ /min)	20 (min)	22.4°C	60.2 RH%

註: 入風口面積(0.0394 m²)

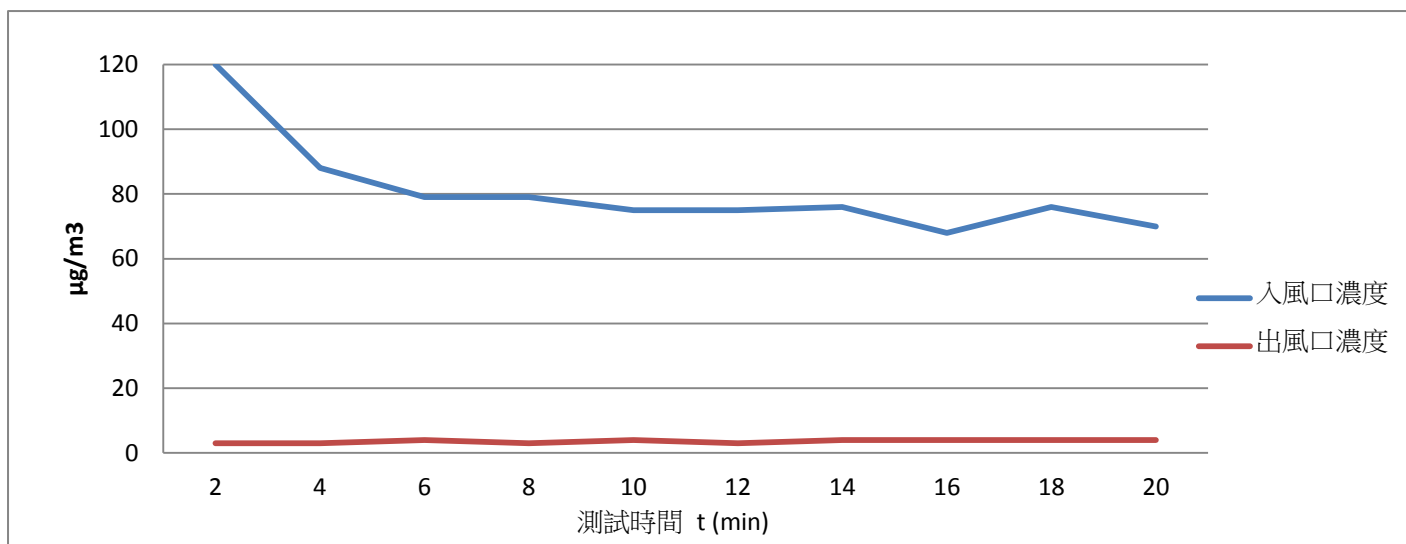
3. 測試污染物: PM_{1.0}、PM_{2.5}、PM_{7.0}、PM₁₀

圖 2-1-1 微粒 PM_{1.0} 濃度分佈



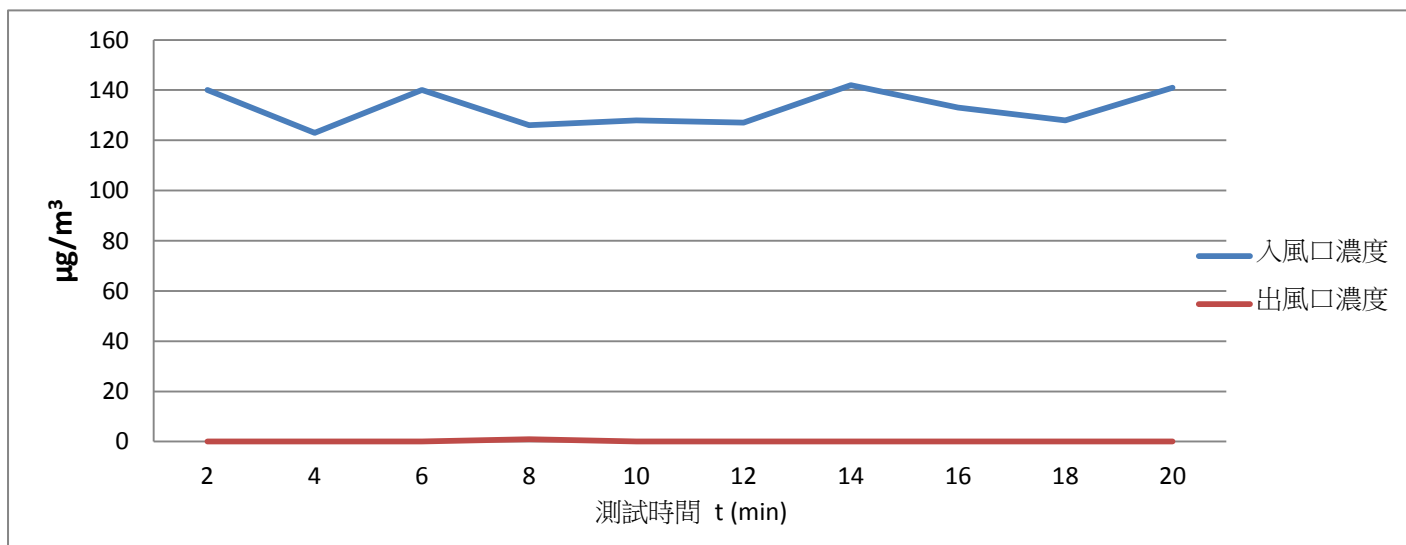
入風口 PM _{1.0} 平均濃度	出風口 PM _{1.0} 平均濃度	平均去除率
37.5 (µg/m ³)	1 (µg/m ³)	97.3 %

圖 2-1-2 微粒 PM_{2.5} 濃度分佈



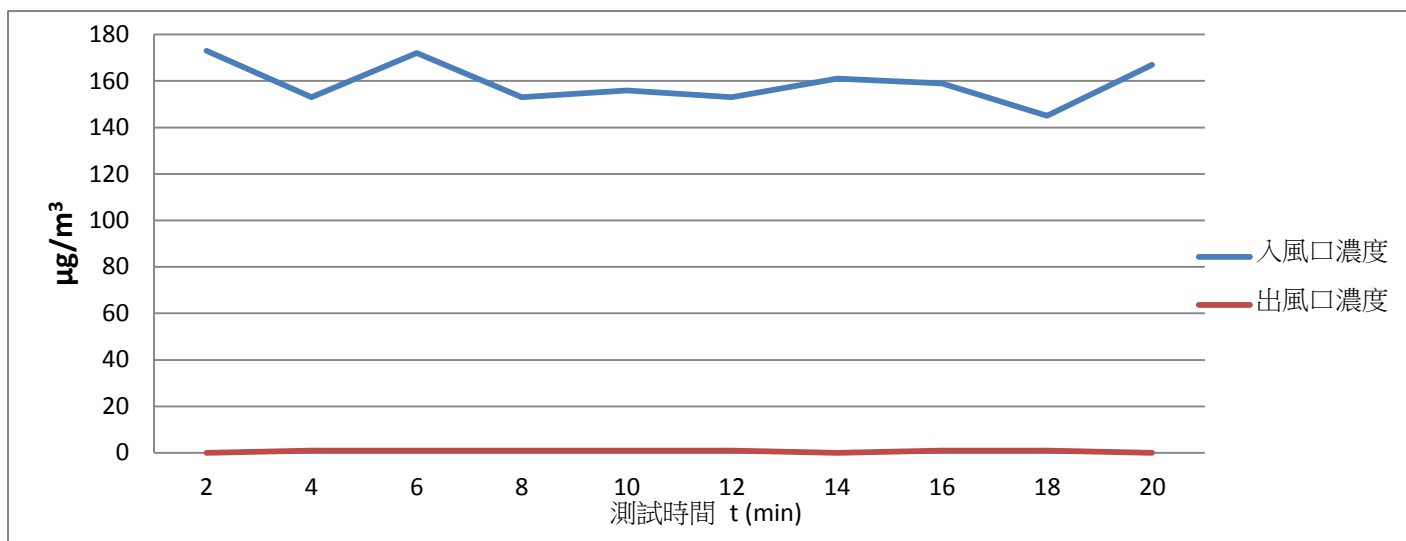
入風口 PM _{2.5} 平均濃度	出風口 PM _{2.5} 平均濃度	平均去除率
80.6 (µg/m ³)	3.6 (µg/m ³)	95.5 %

圖 2-1-3 微粒 PM_{7.0} 濃度分佈



入風口 PM ₁₀ 平均濃度	出風口 PM ₁₀ 平均濃度	平均去除率
132.8 (µg/m ³)	0.1 (µg/m ³)	99.9%

圖 2-1-4 微粒 PM₁₀ 濃度分佈



入風口 PM ₁₀ 平均濃度	出風口 PM ₁₀ 平均濃度	平均去除率
159.2 (µg/m ³)	0.7 (µg/m ³)	99.6 %

2-2 實驗室-微粒顆粒濃度

靜電除煙集塵機: 工業用靜電式除煙集塵空氣清淨機

實驗室測試條件設定:

1. 微粒配置濃度: 0.6% (重量百分濃度 NaCl)

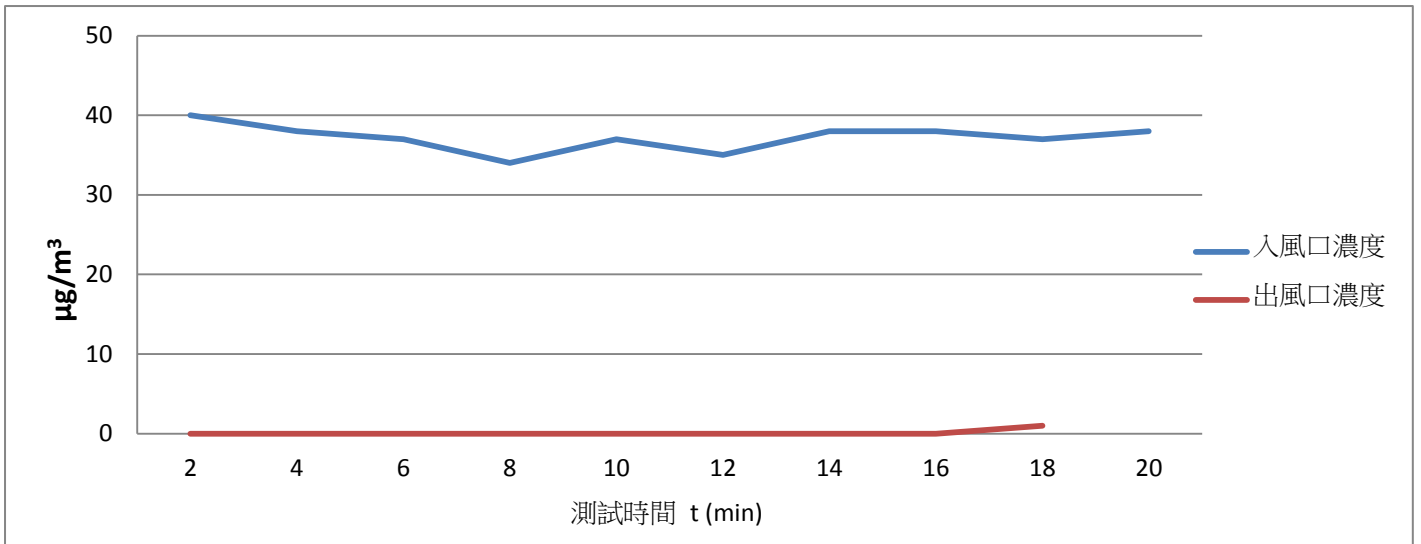
2.

平均風量	測試時間	溫度	相對濕度
3 (m ³ /min)	20 (min)	21.7°C	60.5 RH%

註: 入風口面積(0.0394 m²)

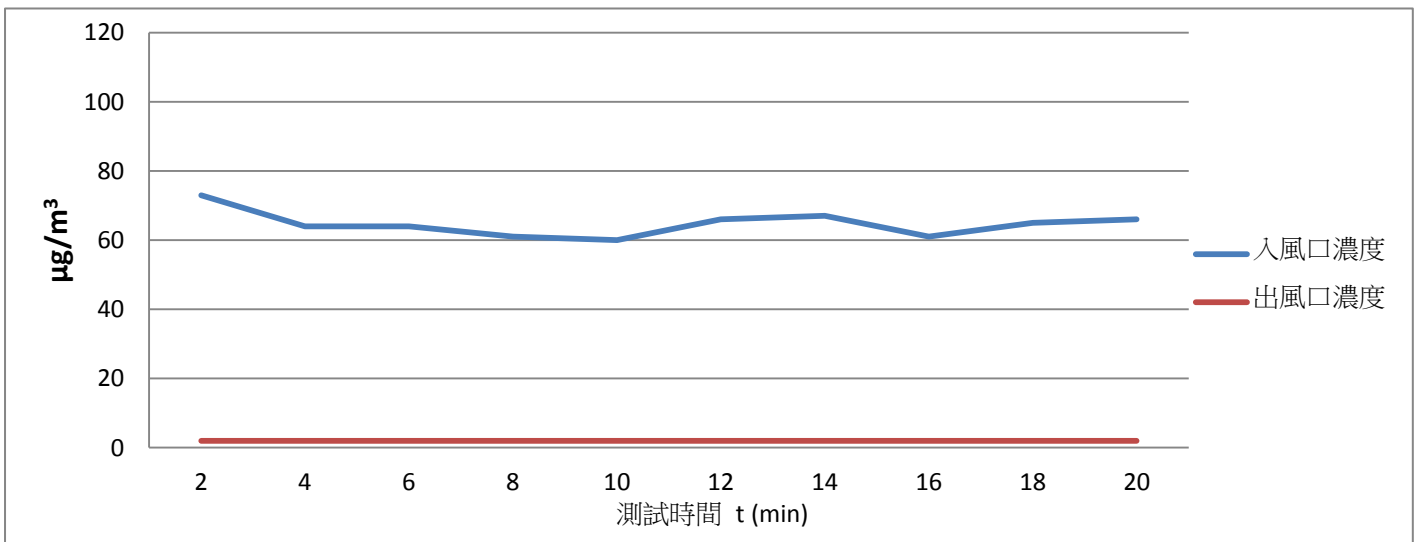
3. 測試污染物: PM_{1.0}、PM_{2.5}、PM_{7.0}、PM₁₀、

圖 2-2-1 微粒 PM_{1.0} 濃度分佈



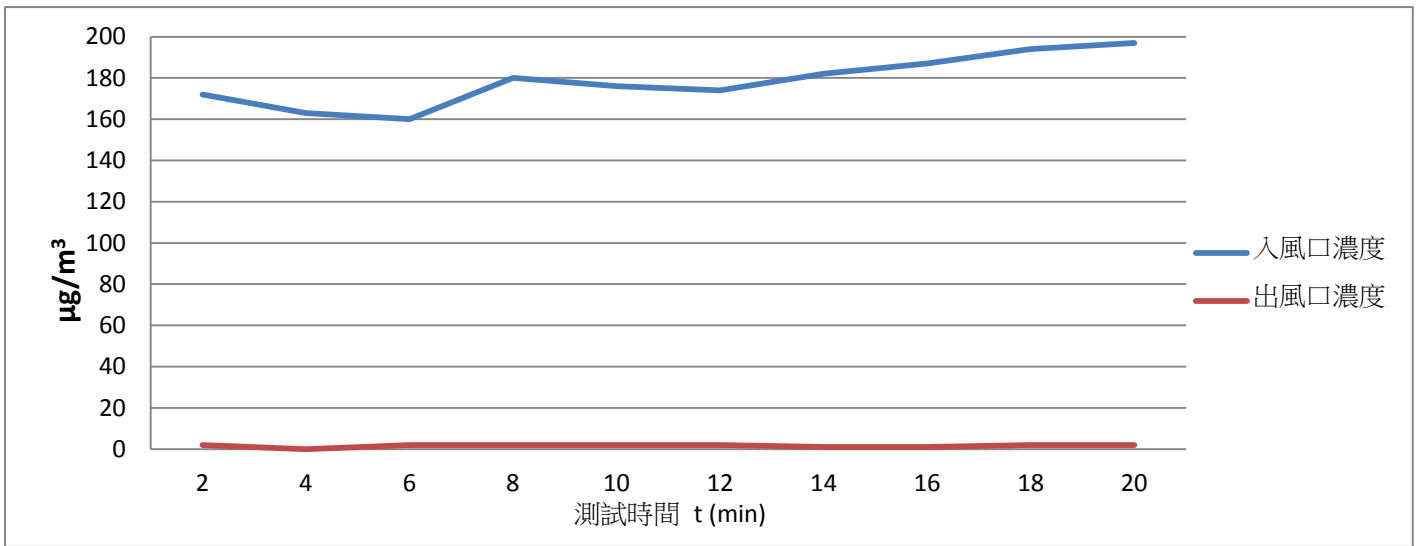
入風口 PM _{1.0} 平均濃度	出風口 PM _{1.0} 平均濃度	平均去除率
36.9 (µg/m ³)	0.1 (µg/m ³)	99.7 %

圖 2-2-2 微粒 PM_{2.5} 濃度分佈



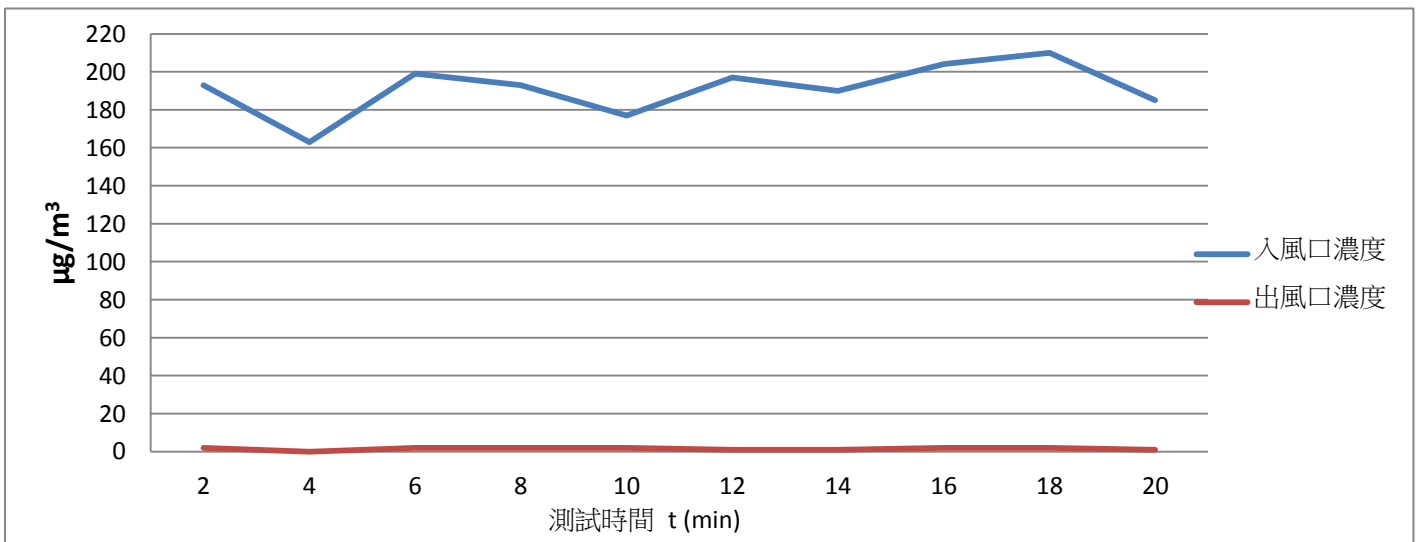
入風口 PM _{2.5} 平均濃度	出風口 PM _{2.5} 平均濃度	平均去除率
64.7 (µg/m ³)	2 (µg/m ³)	96.9 %

圖 2-2-3 微粒 PM_{7.0} 濃度分佈



入風口 PM _{7.0} 平均濃度	出風口 PM _{7.0} 平均濃度	平均去除率
179.2 (µg/m ³)	1.6 (µg/m ³)	99.1%

圖 2-2-4 微粒 PM₁₀ 濃度分佈



入風口 PM ₁₀ 平均濃度	出風口 PM ₁₀ 平均濃度	平均去除率
191.1 (µg/m ³)	1.5 (µg/m ³)	99.2%

2-3 實驗室-甲醛濃度

靜電除煙集塵機: 工業用靜電式除煙集塵空氣清淨機

實驗室測試條件設定:

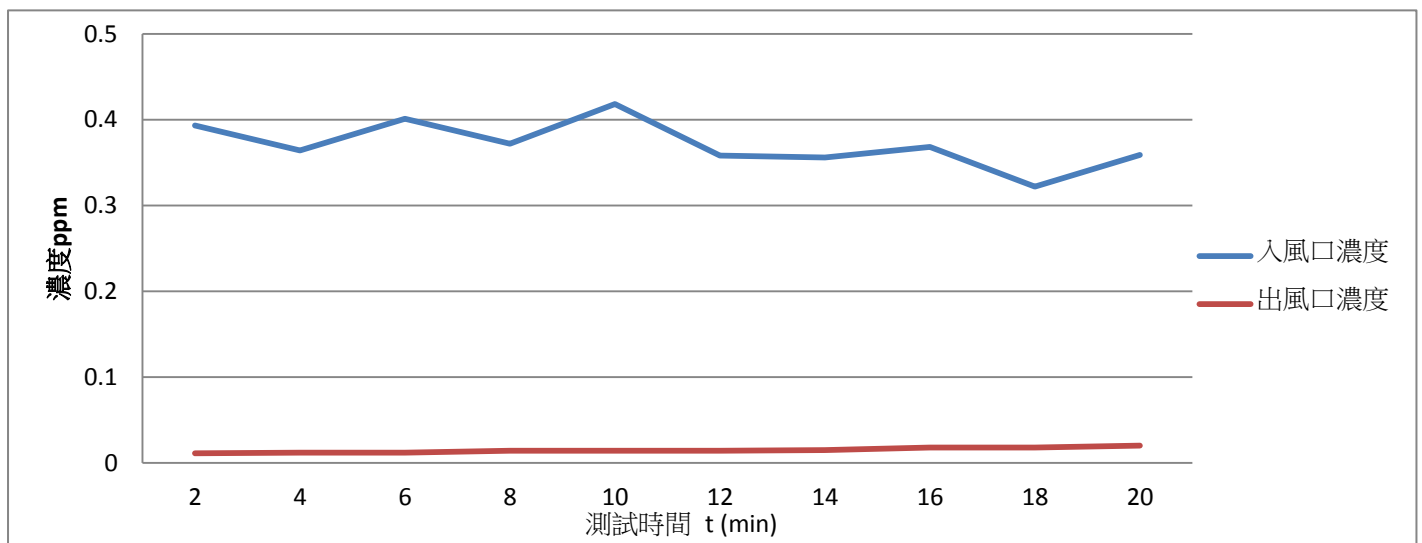
1. 甲醛配置濃度: 0.35 ± 0.03 ppm
- 2.

平均風量	測試時間	溫度	相對濕度
0.84 (m ³ /min)	20 (min)	24.5°C	69.2 RH%

註: 入風口面積 0.0394 m²)

3. 測試汙染物: 甲醛

圖 2-3-1 甲醛濃度分佈



入風口甲醛平均濃度	出風口甲醛平均濃度	平均去除率
0.37 (ppm)	0.01 (ppm)	96%

2-4 實驗室-甲醛濃度

靜電除煙集塵機: 工業用靜電式除煙集塵空氣清淨機

實驗室測試條件設定:

1. 甲醛配置濃度: 0.35 ± 0.03 ppm

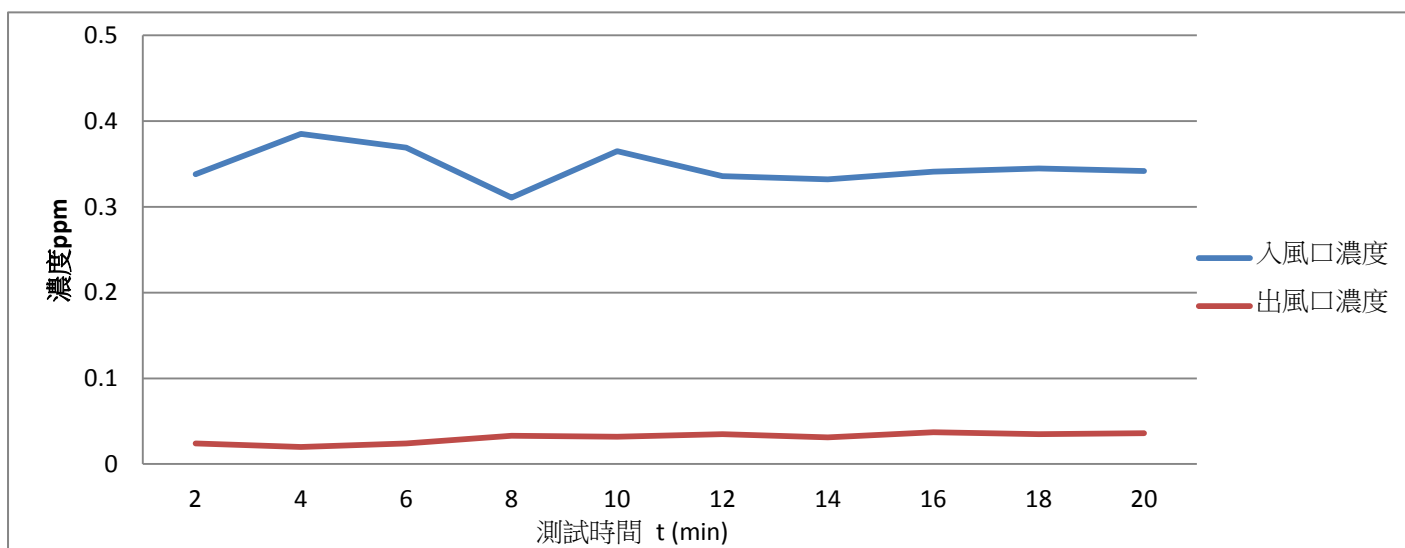
2.

平均風量	測試時間	溫度	相對濕度
1.56 (m ³ /min)	20 (min)	24.4°C	72.3 RH%

註: 入風口面積(0.0394 m²)

3. 測試汙染物: 甲醛

圖 2-4-1 甲醛濃度分佈



入風口甲醛平均濃度	出風口甲醛平均濃度	平均去除率
0.35(ppm)	0.03 (ppm)	94.2%

三.除煙集塵機(HVA 系列)實驗結果



3-1 實驗室-微粒重量濃度

靜電除煙集塵機: 空調用靜電式除煙集塵空氣清淨機

實驗室測試條件設定:

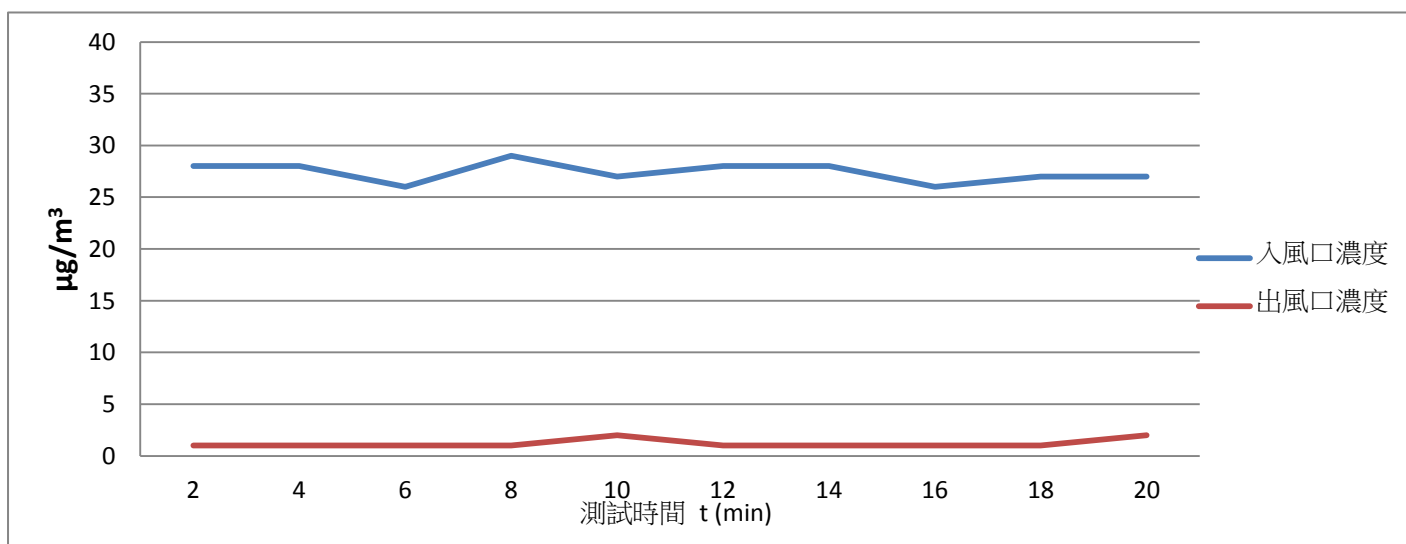
1. 微粒配置濃度: 0.6% (重量百分濃度 NaCl)
- 2.

平均風量	測試時間	溫度	相對濕度
1.23 (m ³ /min)	20 (min)	23.4°C	62.2 RH%

註: 入風口面積(半徑 7.5 cm)

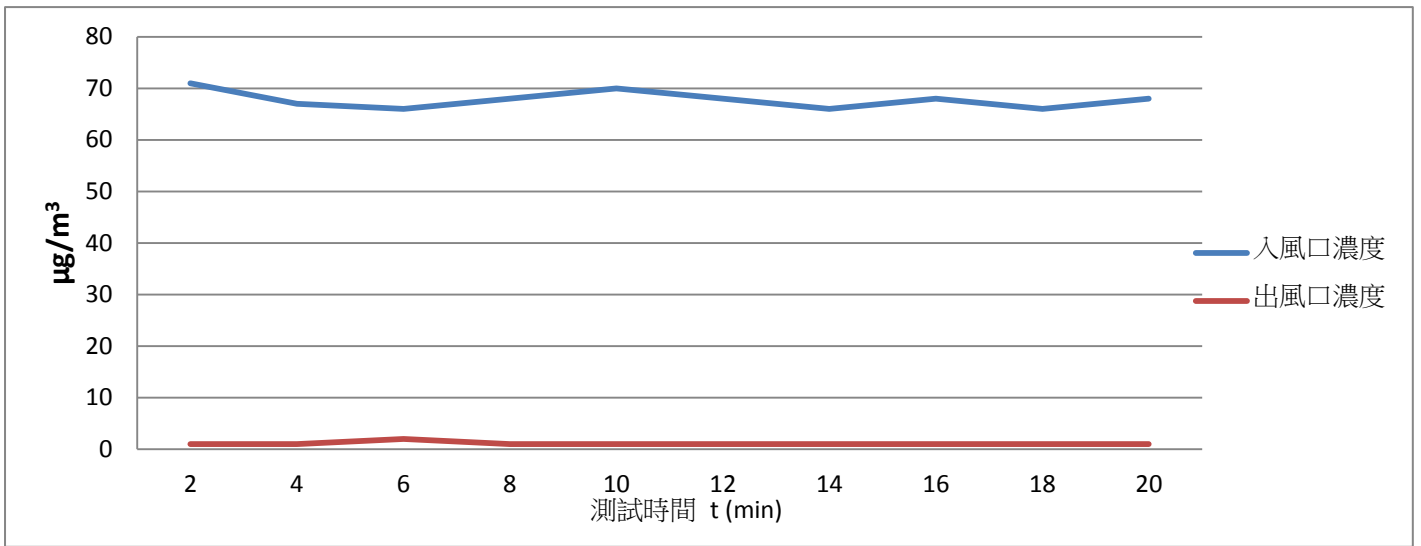
3. 測試污染物: PM_{1.0}、PM_{2.5}、PM_{7.0}、PM₁₀

圖 3-1-1 微粒 PM_{1.0} 濃度分佈



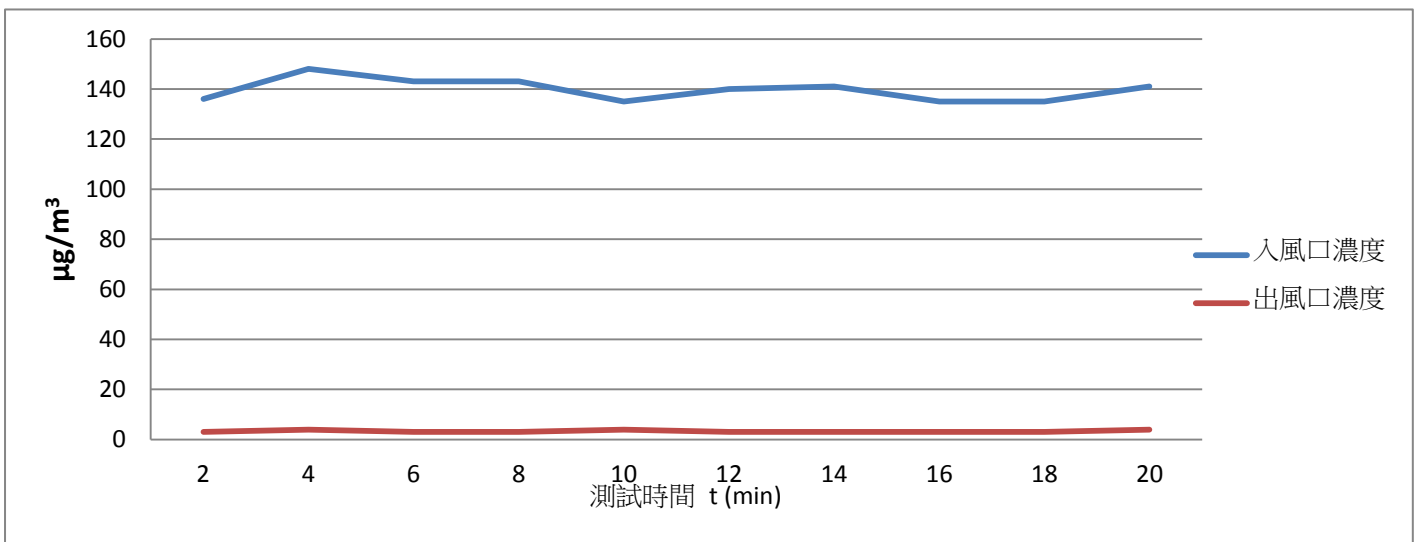
入風口 PM _{1.0} 平均濃度	出風口 PM _{1.0} 平均濃度	平均去除率
27.3(µg/m ³)	1.2(µg/m ³)	95.5%

圖 3-1-2 微粒 PM_{2.5} 濃度分佈



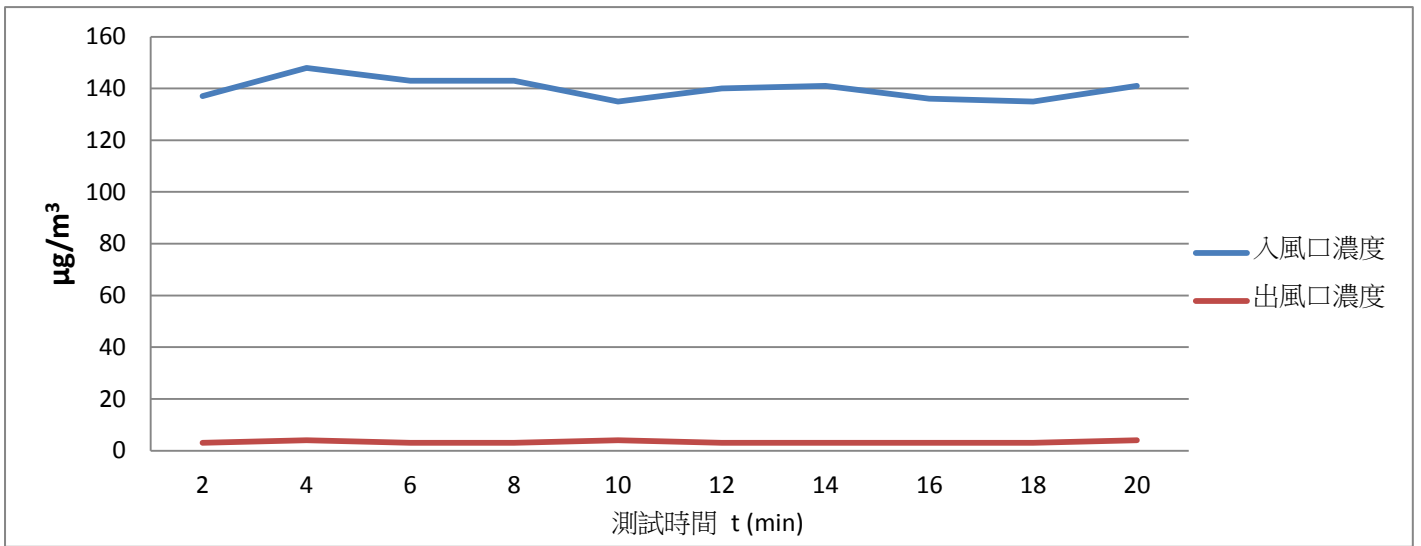
入風口 PM _{2.5} 平均濃度	出風口 PM _{2.5} 平均濃度	平均去除率
67.8 (µg/m ³)	1.1 (µg/m ³)	98.4%

圖 3-1-3 微粒 PM_{7.0} 濃度分佈



入風口 PM _{7.0} 平均濃度	出風口 PM _{7.0} 平均濃度	平均去除率
140.3 (µg/m ³)	3.7 (µg/m ³)	97.4%

圖 3-1-4 微粒 PM₁₀ 濃度分佈



入風口 PM ₁₀ 平均濃度	出風口 PM ₁₀ 平均濃度	平均去除率
140.2(µg/m ³)	3.3(µg/m ³)	97.6%

3-2 實驗室-微粒重量濃度

靜電除煙集塵機: 空調用靜電式除煙集塵空氣清淨機

實驗室測試條件設定:

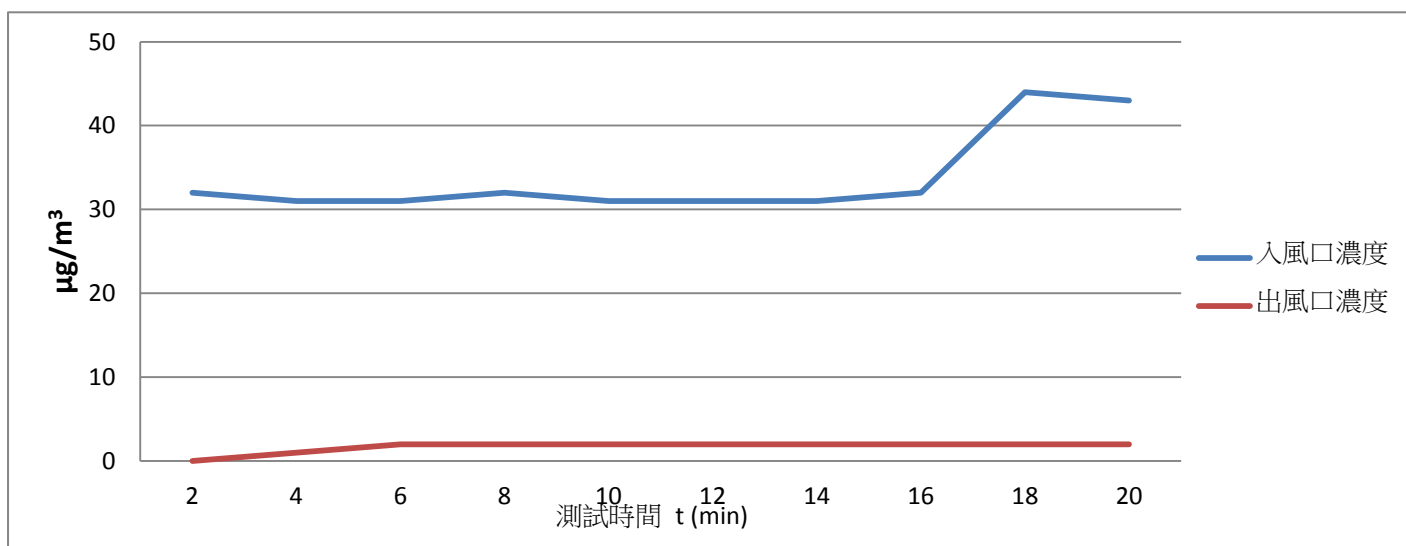
1. 微粒配置濃度: 0.6% (重量百分濃度 NaCl)
- 2.

平均風量	測試時間	溫度	相對濕度
2.25 (m ³ /min)	20 (min)	23.4°C	61.2 RH%

註: 入風口面積(半徑 7.5 cm)

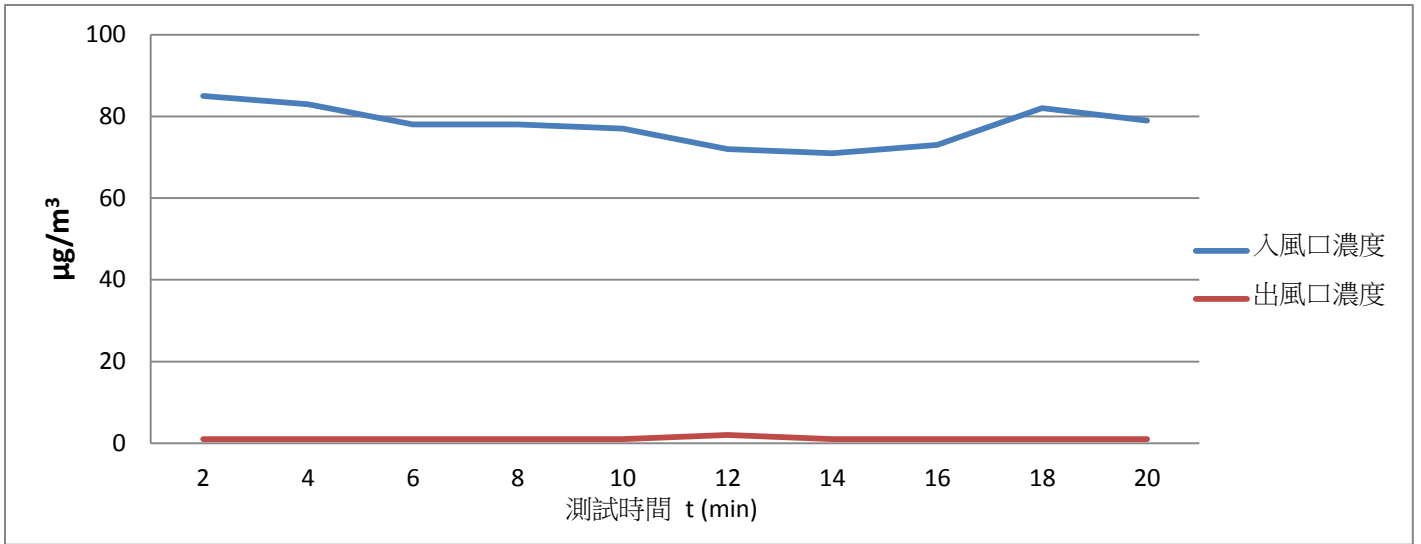
3. 測試污染物: PM_{1.0}、PM_{2.5}、PM_{7.0}、PM₁₀

圖 3-2-1 微粒 PM_{1.0} 濃度分佈



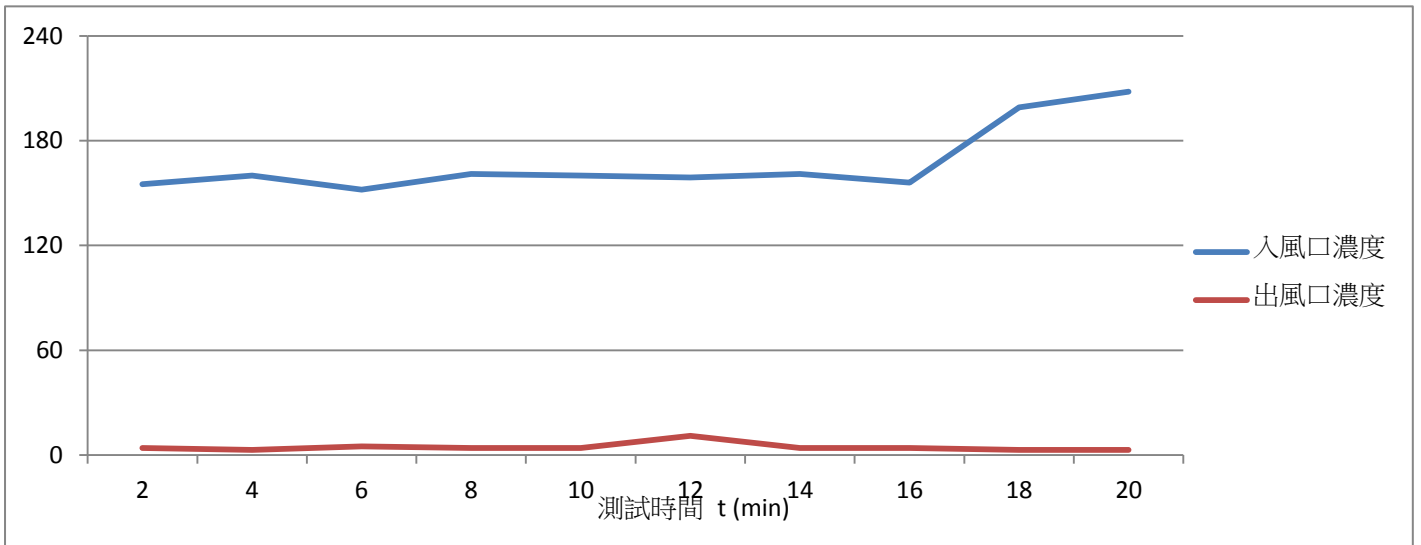
入風口 PM _{1.0} 平均濃度	出風口 PM _{1.0} 平均濃度	平均去除率
33.8 (µg/m ³)	1.7 (µg/m ³)	95.0%

圖 3-2-2 微粒 PM_{2.5} 濃度分佈



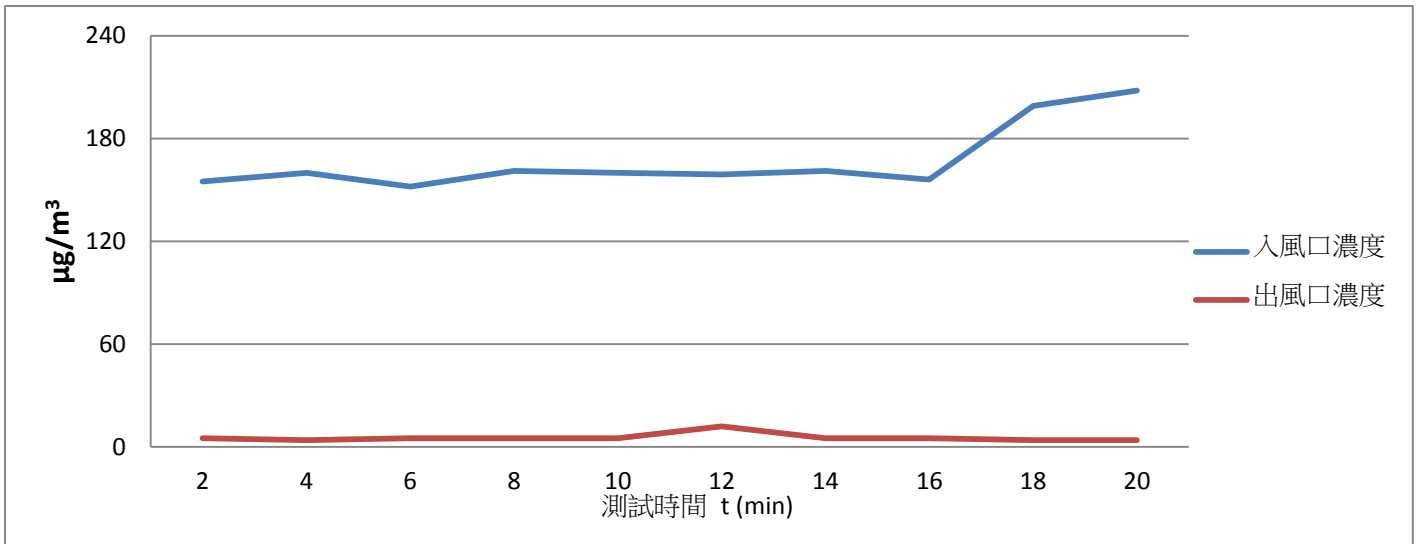
入風口 PM _{2.5} 平均濃度	出風口 PM _{2.5} 平均濃度	平均去除率
77.8 (µg/m ³)	1.1 (µg/m ³)	98.6%

圖 3-2-3 微粒 PM_{7.0} 濃度分佈



入風口 PM _{7.0} 平均濃度	出風口 PM _{7.0} 平均濃度	平均去除率
167.1 (µg/m ³)	4.5 (µg/m ³)	97.3%

圖 3-2-4 微粒 PM₁₀ 濃度分佈



入風口 PM ₁₀ 平均濃度	出風口 PM ₁₀ 平均濃度	平均去除率
167.1 (µg/m ³)	5.4 (µg/m ³)	96.8%

四. 成果與討論

表 4-1 工業用靜電式除煙集塵空氣清淨機

條件設定		實驗室 2-1	實驗室 2-2	實驗室 2-3	實驗室 2-4
汙染物配置濃度		0.6 % (NaCl)	0.6 % (NaCl)	甲醛:0.35 ± 0.03 ppm	甲醛:0.35 ± 0.03 ppm
入風口面積		0.0394 m ²	0.0394 m ²	0.0394 m ²	0.0394 m ²
平均風量 (m ³ /min)		2.32	3	0.84	1.56
測試時間 (min)		20	20	20	20
溫度		22.4°C	21.7°C	24.5°C	24.4°C
相對溼度 (%)		60.2 RH%	60.5 RH%	69.2 RH%	72.3 RH%
PM _{1.0}	入風口濃度(µg/m ³)	37.5	36.9	-	-
	出風口濃度(µg/m ³)	1	0.1	-	-
	平均去除率 (%)	97.3%	99.7%	-	-
PM _{2.5}	入風口濃度(µg/m ³)	80.6	64.7	-	-
	出風口濃度(µg/m ³)	3.6	2	-	-
	平均去除率 (%)	95.5%	96.9%	-	-
PM _{7.0}	入風口濃度(µg/m ³)	132.8	179.2	-	-
	出風口濃度(µg/m ³)	0.1	1.6	-	-
	平均去除率 (%)	99.9%	99.1%	-	-
PM ₁₀	入風口濃度(µg/m ³)	159.2	191.1	-	-
	出風口濃度(µg/m ³)	0.7	1.5	-	-
	平均去除率 (%)	99.6%	99.2%	-	-
甲醛	入風口濃度(ppm)	-	-	0.37	0.35
	出風口濃度(ppm)	-	-	0.01	0.03
	平均去除率 (%)	-	-	96%	94.2%

表 4-2 空調用靜電式除煙集塵空氣清淨機

條件設定		實驗室 3-1	實驗室 3-2
汙染物配置濃度		0.6 % (NaCl)	0.6 % (NaCl)
入風口面積		半徑 7.5 cm	半徑 7.5 cm
平均風量 (m ³ /min)		1.23	2.25
測試時間 (min)		20	20
溫度		23.4 °C	23.4°C
相對溼度 (%)		62.2 RH%	61.2 RH%
PM _{1.0}	入風口濃度(μg/m ³)	27.3	33.8
	出風口濃度(μg/m ³)	1.2	1.7
	平均去除率 (%)	95.5%	95%
PM _{2.5}	入風口濃度(μg/m ³)	67.8	77.8
	出風口濃度(μg/m ³)	1.1	1.1
	平均去除率 (%)	98.4%	98.6
PM _{7.0}	入風口濃度(μg/m ³)	140.3	167.1
	出風口濃度(μg/m ³)	3.7	4.5
	平均去除率 (%)	97.4%	97.3%
PM ₁₀	入風口濃度(μg/m ³)	140.3	167.1
	出風口濃度(μg/m ³)	3.3	5.4
	平均去除率 (%)	97.6%	96.8%