

國立成功大學航空太空工程研究所

噴霧與粉末實驗室

台南市大學路1號

噴嘴性能量測報告



報告編號：090919-01

委託單位：富歲高科技有限公司

委託單位聯絡人：許兆通

噴霧器名稱：陶瓷壓電片
ARC-FLASH T-series (1.7MHz)

量測人姓名：邱俊賢

指導教授：王覺寬 教授

I. 實驗量測裝置

i. 噴霧性能測試台架

a. 噴霧量測台架

圖 1 為此噴霧量測台架的前視圖。雷射量測裝置固定於此噴霧量測台架上，待測試之霧化器置於平台的待測區上。

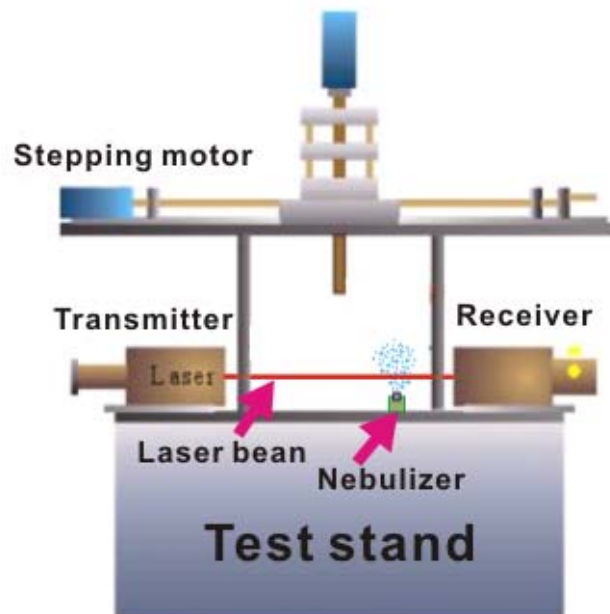


圖 1 噴霧性能測試台架前視圖與側視圖

ii. 液體供應系統(選用)

a. RO 過濾機

本實驗設備所用水為經 RO 過濾後的純水，以避免水中雜質污染噴嘴系統，影響噴嘴測試結果。

b. 液體加壓系統

待測液體之加壓是以高壓氣體來提供所需壓力源，待測液體先注滿於液體壓力容器(accumulator)，再於其中注入高壓氣體，並於測試過程中維持穩定壓力，以提高噴霧測試品質。高壓氣體可由壓縮氣體鋼瓶或壓縮機提供。

c. 浮子式流量計 (Rotameter)

液體流量以二種流量計來量測，包括 Dwyer 浮子式流量計，量測範圍為 $0 \sim 1.0\text{GPM}(\text{gallon}/\text{min})$ ，以及 AALBORG 浮子式流量計，量測範圍為 $0 \sim 500\text{ml}/\text{min}$ 。

- iii. 噴嘴所需高壓氣體供應系統(選用)
- a. 壓縮機 (Compressor)
噴嘴霧化所需之連續式高壓氣體由大型的壓縮機所提供，其壓力可達 8 kg/cm^2 。
 - b. 氣體質量流量計
霧化氣體流量以 AALBORG 公司型號 GFM471 及 GFM571 質量流量計量測，其量測範圍分別為 $0 \sim 100 \text{ LPM(l/min)}$ 及 $0 \sim 200 \text{ LPM}$ 。
- iv. 抽氣系統
抽氣系統乃以變頻器控制抽氣機之排氣量，將噴出之噴霧粒子排出室外，以免其滯留測試區，造成量測誤差。
- v. 粒徑量測分析裝置
本測試資料所採用的粒徑量測分析裝置為英國 Malvern 公司型號 SDP-ESPES 2.0 E-195 之 RT-Sizer 粒徑分析儀，購置於 2000 年 8 月，其量測原理與量測方法如下所述。

II. 量測原理

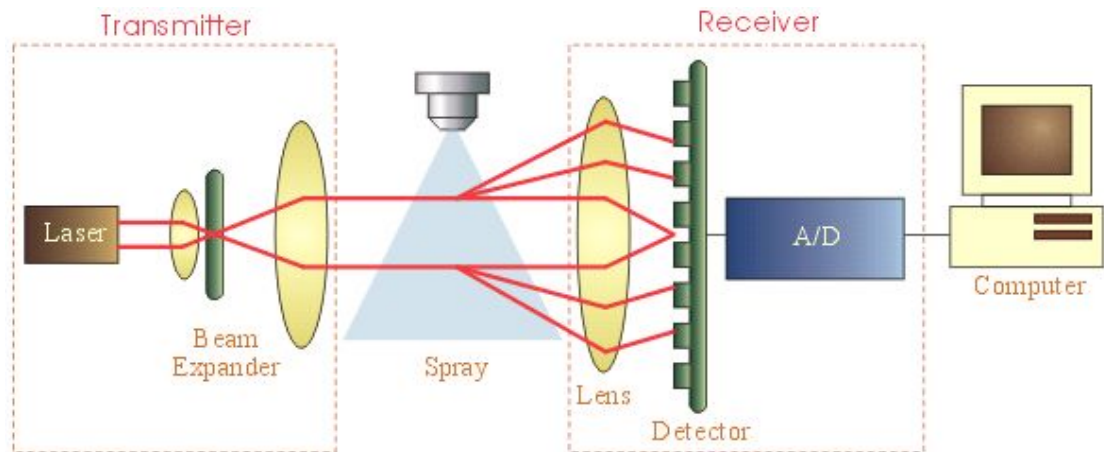


圖 2 RT-Sizer 粒徑分析儀

圖 2 為 RT-Sizer 粒徑分析儀裝置簡圖，其原理是由發光二極體產生紅色的雷射光，經過光束擴大器(Beam Expander)將雷射光束擴大成直徑 9mm 的平行光後，穿過噴霧流場中的液滴產生光繞射現象，再經接收器 (receiver) 的傅利葉透鏡(Fourier Lens)聚光於光檢測器(Photo Detector)。光檢測器由 31

道環狀光強度感測器所組成。可偵測不同分布形態的噴霧所產生之繞射光，此光訊號經由固態晶體轉換成電子訊號，再經訊號放大後，透過類比數位訊號轉換器(A/D Converter)轉換成數位訊號，傳送到個人電腦上，由軟體運算處理，可得噴霧粒度分布數據。

本實驗室所採用的傅立葉透鏡有二種，分別為焦距 100mm(其有效量測粒徑範圍為 $0.5\mu m \sim 200\mu m$)和焦距 450mm(其有效量測粒徑範圍為 $2.25\mu m \sim 850\mu m$)之傅立葉透鏡。霧化器位置到傅立葉透鏡間的距離有一定限制，這是為了避免產生量測不完全效應(Cut-off)產生，即霧化器位置與傅立葉透鏡間的距離太大時會有部分小顆粒量測不到，造成量測誤差。量測方法是先量測光學背景值，再設定噴霧量測時間，及自動量測次數，採取數次量測值平均，即得量測數據，量測的原始數據(Raw data)以 Model-Independent 方法分析。

III. RT-Sizer 粒徑分析儀校正記錄(Calibration Record)

i. 校正方法

以原廠的標準試片型號 RS-3，比較所量測的 Dv10、Dv50、Dv90 之粒徑誤差。

ii. 校正日期

2007 年 1 月 18 日

iii. 原廠校正值與本實驗室量測值比較

Items	Dv10, μm	Dv50, μm	Dv90, μm
原廠校正值	25.0±2.5	46.3±2.4	75.0±7.5
本實驗室量測值	26.85	47.62	70.80
校驗結果	OK	OK	OK



IV. 量測參數說明

i. 平均粒徑 SMD(Sauter Mean Diameter)

噴霧平均粒徑以 SMD 表示，其定義如下式

$$SMD = \frac{\sum_i n_i d_i^3}{\sum_i n_i d_i^2} = D_{32}$$

其中 d_i 代表粒子直徑， n_i 代表對應於 d_i 之噴霧粒子數。

由定義可看出 SMD 是液滴體積與表面積的比值，故此種平均粒徑通常以 D_{32} 表示，因為液滴蒸發之主要影響因素為：

1. 液滴之體積大小： $V = 4\pi r^3/3$

2. 熱傳面積大小： $S = 4\pi r^2$

因此 SMD 可以客觀地判斷液滴蒸發成氣體所需時間及噴嘴設計之優劣。

ii. Dv10

Dv10 為在噴霧粒徑體積分佈圖中，其體積累積佔全部顆粒體積 10% 時所相對應的顆粒粒徑大小。

iii. Dv50(Median Mean Diameter)

Dv50 為在噴霧粒徑體積分佈圖中，其體積累積佔全部顆粒體積 50% 時所相對應的顆粒粒徑大小。

iv. Dv90

Dv90 為在噴霧粒徑體積分佈圖中，其體積累積佔全部顆粒體積 90% 時所相對應的顆粒粒徑大小。

v. 噴霧粒度比(Size Ratio)

SR 是噴霧粒度比，其定義為： $SR = \frac{Dv90}{Dv10}$ ，用以判斷顆粒粒徑分佈範圍的寬窄，其值愈小則代表粒徑分布愈均勻(uniform)。

vi. 標準差， σ ，(Standard Deviation)

噴霧粒徑分布之標準差亦代表噴霧分佈範圍的寬窄，其定義為

$$\sigma = \left(\frac{\sum (d_i - \bar{d})^2 \cdot n_i}{\sum n_i} \right)^{1/2}$$

其中 d_i 代表粒子直徑， n_i 代表對應於 d_i 之粒子數， $\bar{d} = \frac{\sum n_i d_i}{\sum n_i}$

σ 值愈小則代表粒徑分布愈均勻(uniform)。

vii. 液體流量&氣體流量

在相對應的壓力下，流量計所量出的水流量(氣流量)大小，所使用單位有 LPM(l/min)、SCFH(ft³/hr)兩種

viii. 氣液質量比 (Gas-Liquid Ratio)

氣助式噴嘴中氣體質量流量與液體質量流量的比值代表霧化之效率及霧化之操作成本，氣液質量比愈小，代表每單位質量的水霧化所需的氣體量愈少，故其霧化效能佳。

ix. 噴霧錐角

噴霧錐角指水霧從噴嘴出口噴出時所擴張的角度，可判斷水霧所涵蓋範圍大小。

V. 量測條件

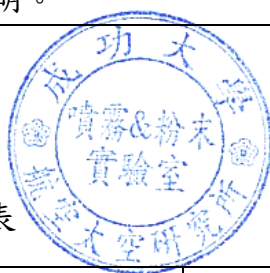
室溫	28°C	
Insitec 粒徑量測分析儀 (傅立葉透鏡)	450mm	
量測位置	與雷射垂直距離	430mm
本次量測之噴霧器擺放位置與量測雷射之相對距離請看第8頁量測照相圖上之說明。		

VI. 量測數據結果

i. 量測結果表

Test No.	SMD	Dv10	Dv50	Dv90
A	4.26	1.73	7.79	22.23

(原始資料詳見次頁附件)



附件、43 公分處噴霧粒徑量測結果



Average Particle Size Distribution

2009/9/16 11:52:20 - 11:56:43

Valid Data Record

No Tag Defined

Standard Values:

Transmission = 71.36%

Dv(10) = 1.73 (μm)

Span = 2.63

Cv = 36.9 (PPM)

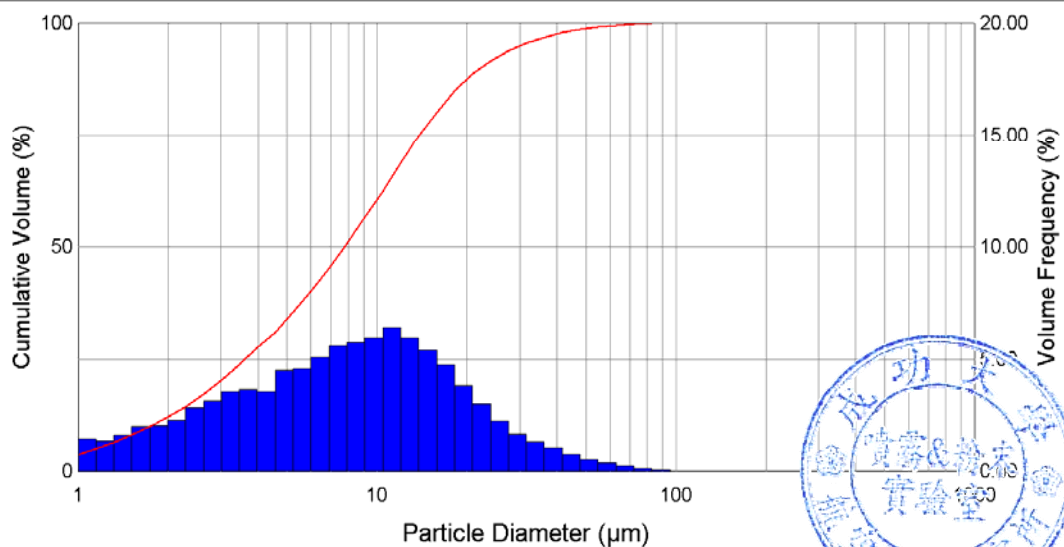
Dv(50) = 7.79 (μm)

D[3][2] = 4.26 (μm)

SSA = 1.407 (m²/cc)

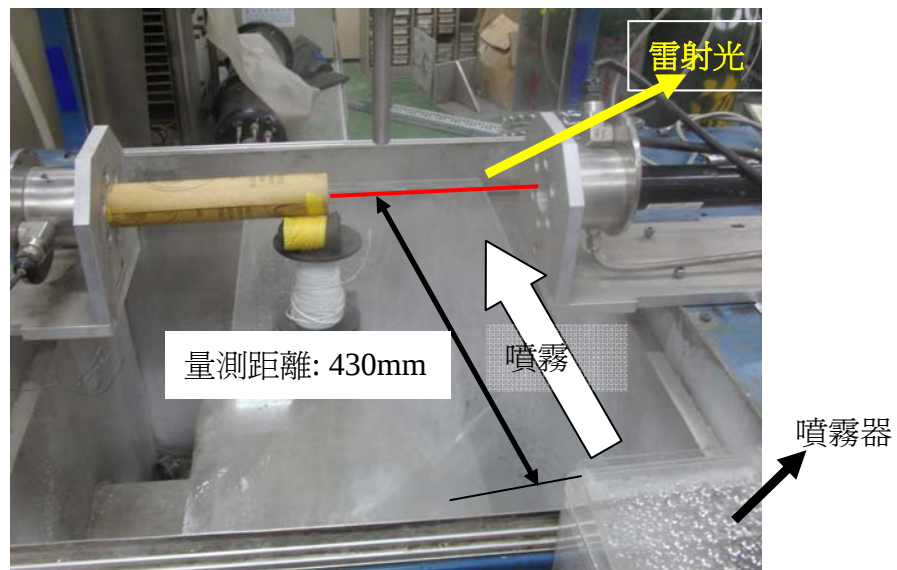
Dv(90) = 22.23 (μm)

D[4][3] = 10.61 (μm)



Size (μm)	% <	% In	Size (μm)	% <	% In	Size (μm)	% <	% In
0.287	0.00	0.00	4.56	30.96	3.53	72.33	99.78	0.25
0.330	0.00	0.00	5.23	35.47	4.52	83.06	99.93	0.15
0.378	0.00	0.00	6.01	40.03	4.56	95.37	99.99	0.06
0.435	0.00	0.00	6.90	45.12	5.08	109.51	100.00	0.01
0.499	0.00	0.00	7.92	50.71	5.59	125.74	100.00	0.00
0.573	0.00	0.00	9.10	56.45	5.74	144.38	100.00	0.00
0.658	0.30	0.30	10.44	62.41	5.96	165.79	100.00	0.00
0.755	1.19	0.90	11.99	68.80	6.39	190.37	100.00	0.00
0.867	1.96	0.77	13.77	74.74	5.94	218.59	100.00	0.00
0.996	3.59	1.62	15.81	80.12	5.38	250.99	100.00	0.00
1.14	5.04	1.45	18.16	84.85	4.73	288.20	100.00	0.00
1.31	6.37	1.33	20.85	88.67	3.82	330.92	100.00	0.00
1.51	8.00	1.63	23.94	91.64	2.98	379.98	100.00	0.00
1.73	10.01	2.01	27.49	93.86	2.22	436.31	100.00	0.00
1.99	12.04	2.04	31.56	95.52	1.65	500.99	100.00	0.00
2.28	14.30	2.26	36.24	96.81	1.30	575.26	100.00	0.00
2.62	17.11	2.81	41.61	97.85	1.04	660.54	100.00	0.00
3.01	20.23	3.12	47.78	98.61	0.76	758.46	100.00	0.00
3.46	23.77	3.54	54.86	99.14	0.53	870.89	100.00	0.00
3.97	27.42	3.65	63.00	99.53	0.39	1000.00	100.00	0.00

量測照相圖



圖一、正視圖



陶瓷壓電震盪器



圖二、側視圖