

---

# 數位式通用顆粒物濃度感測器

## 主要特性

- ◆ 鐳射散射原理實現精準測量
- ◆ 零錯誤報警率
- ◆ 即時回應並支持連續採集
- ◆ 最小分辨粒徑  $0.3\mu\text{m}$
- ◆ 全新專利結構，六面全方位遮罩，抗干擾性能更強
- ◆ 進出風口方向可選，適用範圍廣，用戶無需再進行風道設計
- ◆ 超薄超小設計，僅有 12 毫米，適用於可攜式、穿戴式設備



## 概述

**PMSA003** 是一款基於鐳射散射原理的數位式通用顆粒物濃度感測器，可連續採集並計算單位體積內空氣中不同粒徑的懸浮顆粒物個數，即顆粒物濃度分佈，進而換算成為品質濃度，並以通用數位介面形式輸出。本感測器可嵌入各種與空氣中懸浮顆粒物濃度相關的儀器儀錶或環境改善設備，為其提供及時準確的濃度數據。

**工作原理** 本感測器採用鐳射散射原理。即令鐳射照射在空氣中的懸浮顆粒物上產生散射，同時在某一特定角度收集散射光，得到散射光強隨時間變化的曲線。進而微處理器利用基於米氏（**MIE**）理論的演算法，得出顆粒物的等效粒徑及單位體積內不同粒徑的顆粒物數量。感測器各功能部分框圖如圖 1 所示

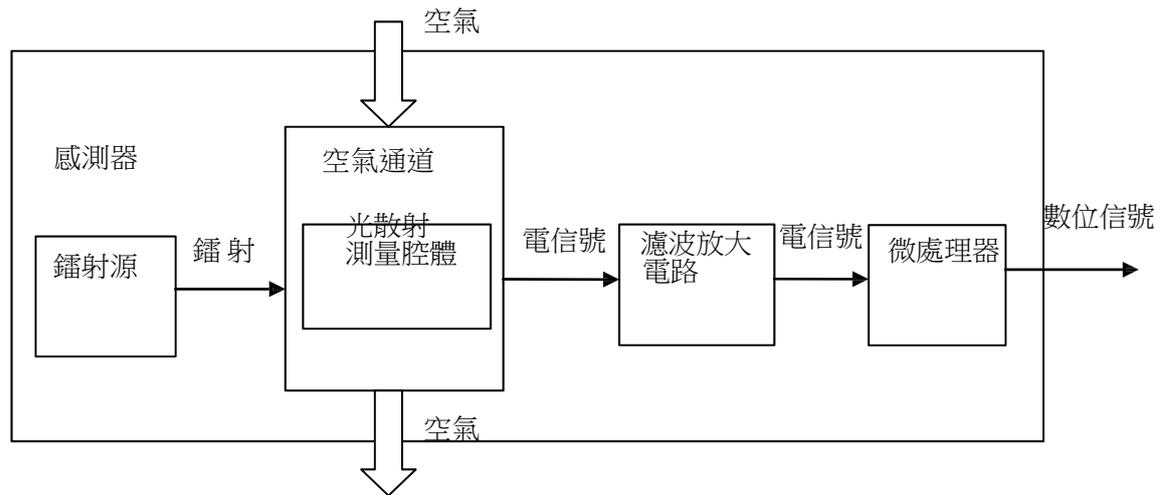


圖 1 感測器功能框圖

技術指標  
如表 1 所  
示

表 1 感測器技術指標

參數	指標	單位
顆粒物測量範圍	0.3~1.0 ; 1.0~2.5 ; 2.5~10	微米 (μ m)
顆粒物計數效率	50%@0.3 微米 98%@>=0.5 微米	
顆粒物質量濃度有效量 程 (PM2.5 標準值)	0~500	微克/立方米
顆粒物質量濃度最大量 程 (PM2.5 標準值) *	≥1000	微克/立方米
顆粒物質量濃度解析度	1	微克/立方米
顆粒物質量濃度一致性 (PM2.5 標準值) *	±10%@100~500 微克/立方米 ±10 微克/立方米@0~100 微克/立方米	
稱准體積	0.1	升 (L)
單次回應時間	<1	秒 (s)
綜合回應時間	≤10	秒 (s)
直流供電電壓	Typ:5.0 Min:4.5 Max: 5.5	伏特 (V)

工作電流	≤100	毫安培
待機電流	≤200	微安 (μ A)
資料介面電平	L < 0.8 @ 3.3 H > 2.7 @ 3.3	伏特 (V)
工作溫度範圍	-10~+60	攝氏度 (°C)
工作濕度範圍	0~99%	
儲存溫度範圍	-40~+80	攝氏度 (°C)
平均無故障時間	≥3	年 (Y)
最大尺寸	38×35×12	毫米 (mm)

注 1：最大量程指本感測器確保 PM2.5 標準值最高輸出數值不小於 1000 微克/

立方米。1000 微克/立方米以上以實測為準。

注 2：顆粒物濃度一致性資料為通訊協定中的資料 2（見附錄 A）測量環境條件為 20°C，濕度 50%

輸出結果 主要輸出為單位體積內各濃度顆粒物質量以及個數 其中顆粒物個數的單位體積為 0.1 升，品質濃度單位為：微克/立方米。輸出分為主動輸出和被動輸出兩種狀態。感測器上電後預設狀態為主動輸出，即感測器主動向主機發送串列資料，時間間隔為 200~800ms，空氣中顆粒物濃度越高，時間間隔越短。主動輸出又分為兩種模式：平穩模式和快速模式。在空氣中顆粒物濃度變化較小時，感測器輸出為平穩模式即每三次輸出同樣的一組數值，實際資料更新週期約為 2s。當空氣中顆粒物濃度變化較大時，感測器輸出自動切換為快速模式，每次輸出都是新的數值，實際資料更新週期為 200~800ms。

## 介面定義

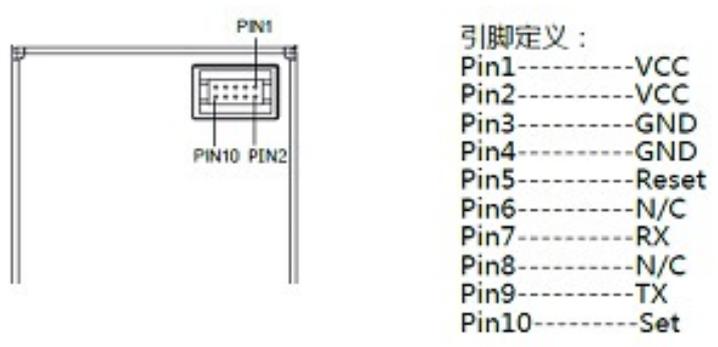


圖 2 介面定義

表 2 數位介面管腳定義

<b>PIN1</b>	VCC	電源正 5V
<b>PIN2</b>	VCC	電源正 5V
<b>PIN3</b>	GND	電源負
<b>PIN4</b>	GND	電源負
<b>PIN5</b>	RESET	模組重定信號/TTL 電平@3.3V，低復位
<b>PIN6</b>	NC	
<b>PIN7</b>	RX	串口接收管腳/TTL 電平@3.3V
<b>PIN8</b>	NC	
<b>PIN9</b>	TX	串口發送管腳/TTL 電平@3.3V
<b>PIN10</b>	SET	設置管腳 /TTL 電平@3.3V，高電平或懸空為

## 典型電路連接

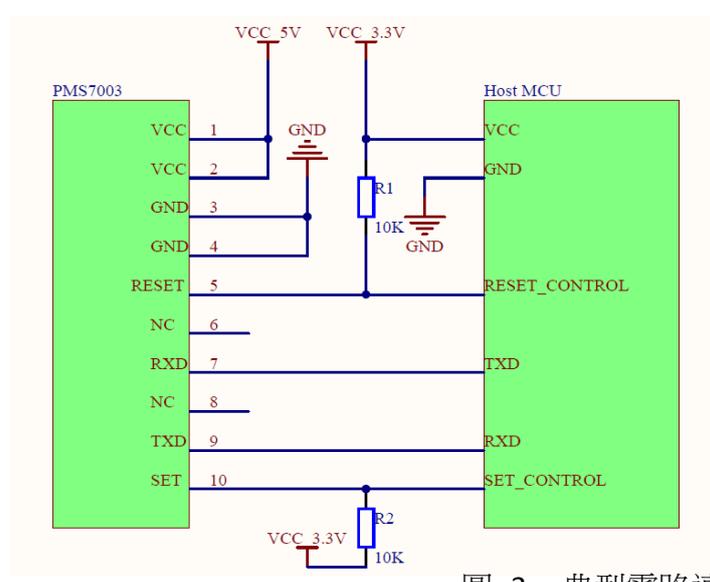


圖 3 典型電路連接圖

### 電路設計應注意

1. PMSA003 需要 5V 供電，這是因為風機需要 5V 驅動。但其他資料通訊和控制管腳均需要 3.3V 作為高電平因此與之連接通訊的主機板 MCU 應為 3.3V 供電。如果主機板 MCU 為 5V 供電，則在通訊線 (RXD、TXD) 和控制線 (SET、RESET) 上應當加入電平轉換晶片或電路。
2. SET 和 RESET 內部有上拉電阻，如果不使用，則應懸空。
3. PIN6 和 PIN8 為程式內部調試用，應用電路中應使其懸空。
4. 應用休眠功能時應注意：休眠時風扇停止工作，而風扇重新開機需要至少 30 秒的穩定時間，因此為獲得準確的資料，休眠喚醒後感測器工作時間不應低於 30 秒。

### 典型輸出特性

縱坐標單位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (PM2.5 品質濃度標準值，附錄 A 資料 2) 橫坐標單位：次

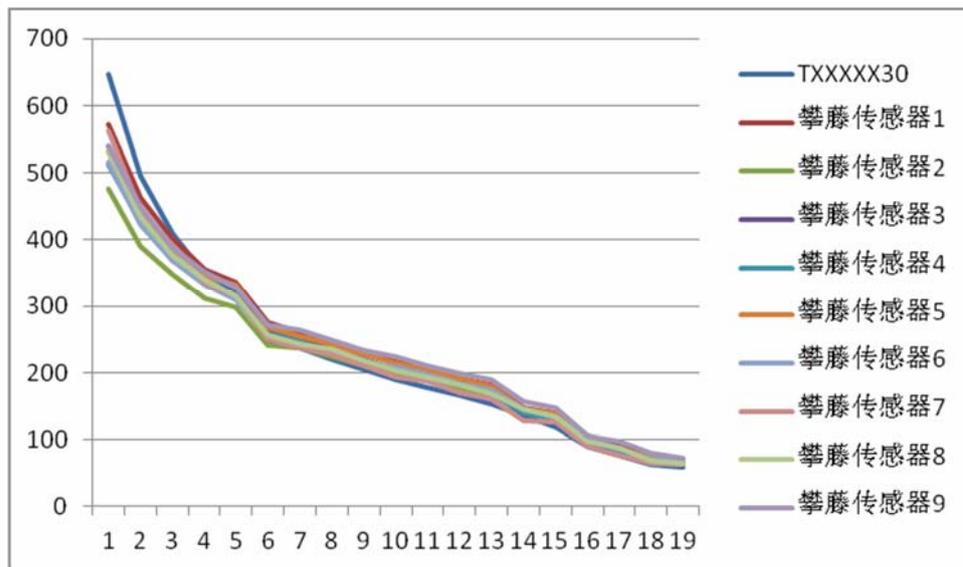


圖 4-1 感測器常溫一致性 (20°C)

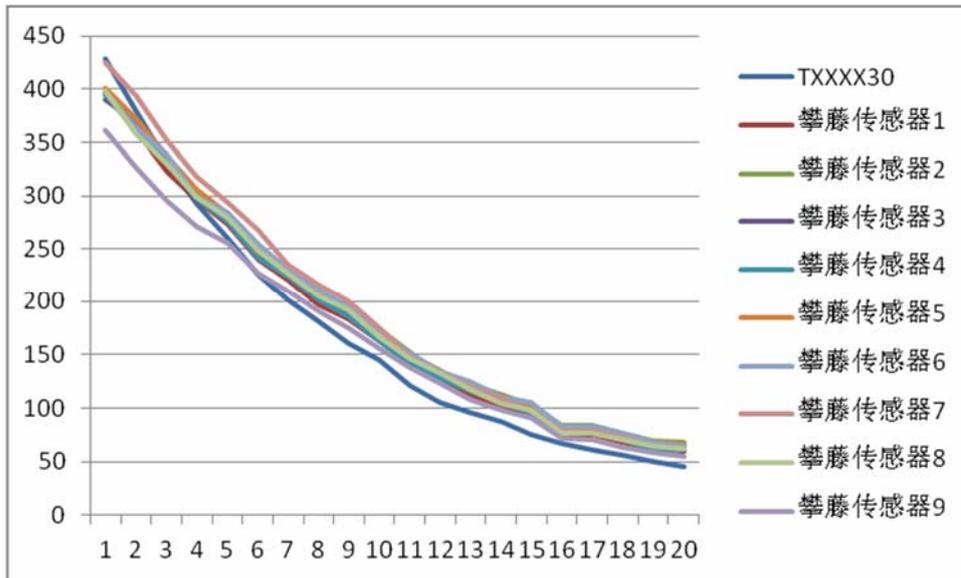


圖 4-2 感測器高溫一致性 (43°C)

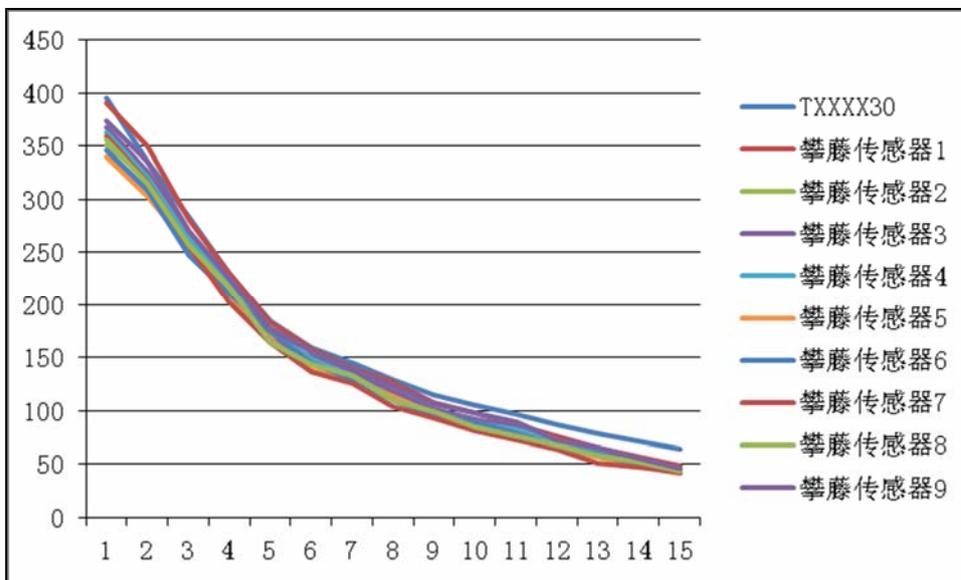


圖 4-3 感測器低溫一致性 (-5°C)

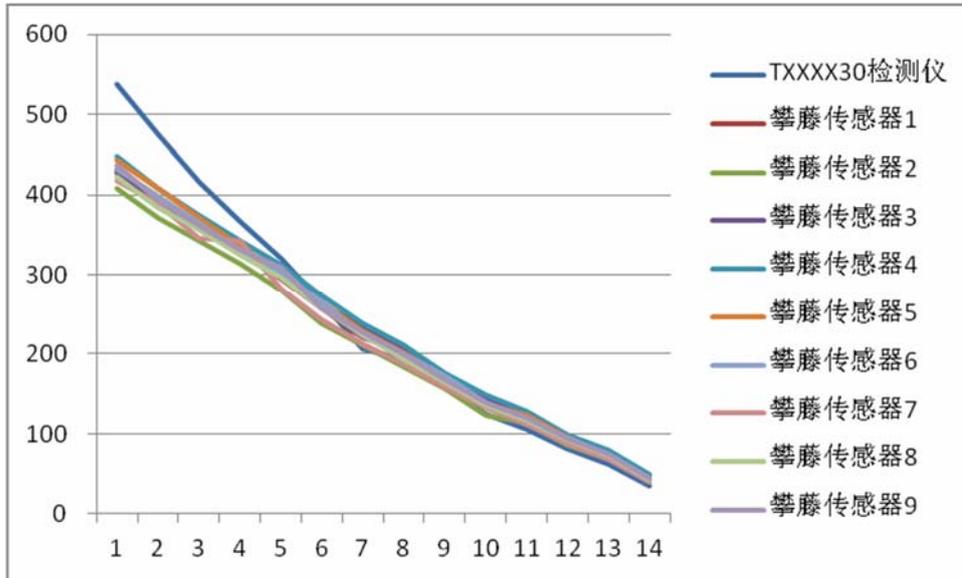


圖 4-4 感測器長時間連續運行一致性（30 天）

溫度與一致性的對應關係

橫坐標為溫度，單位： $^{\circ}\text{C}$

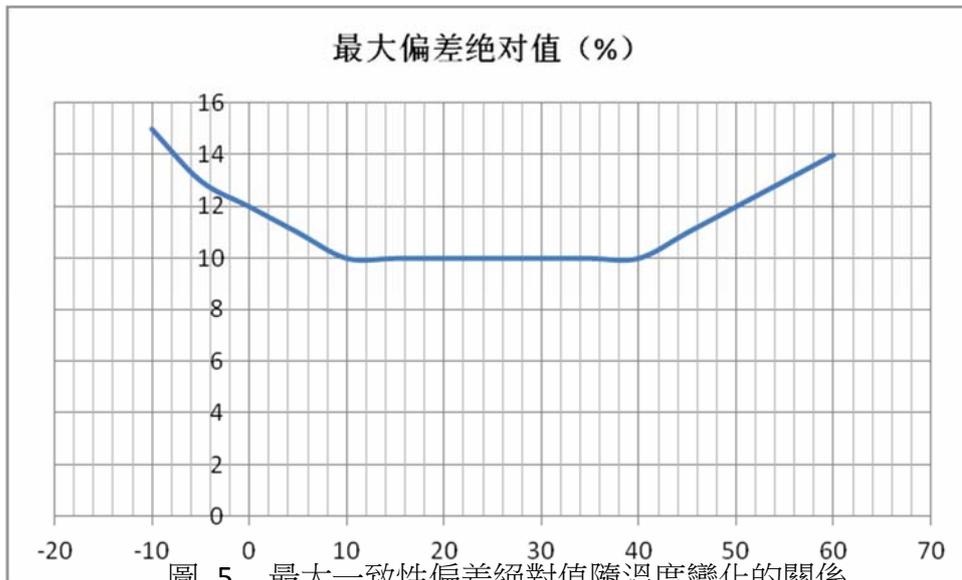


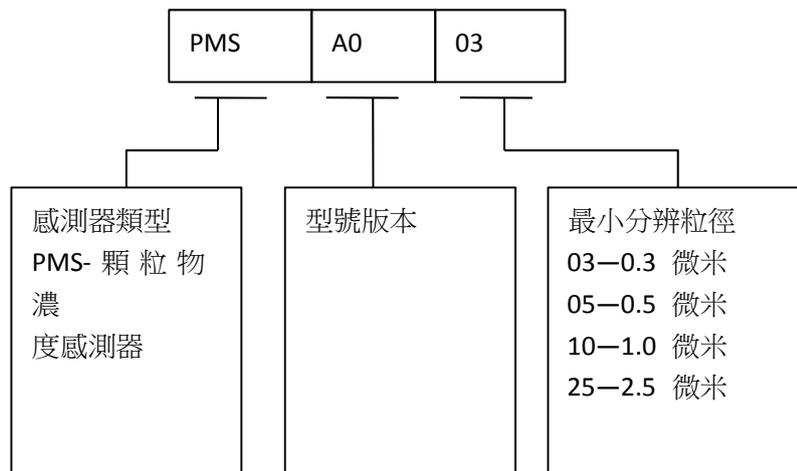
圖 5 最大一致性偏差絕對值隨溫度變化的關係

## 可靠性測試

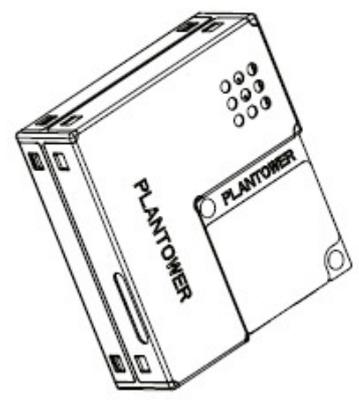
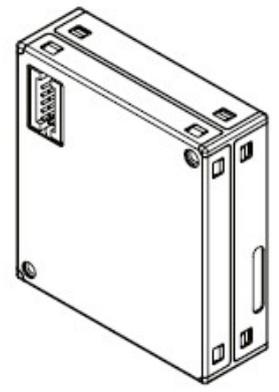
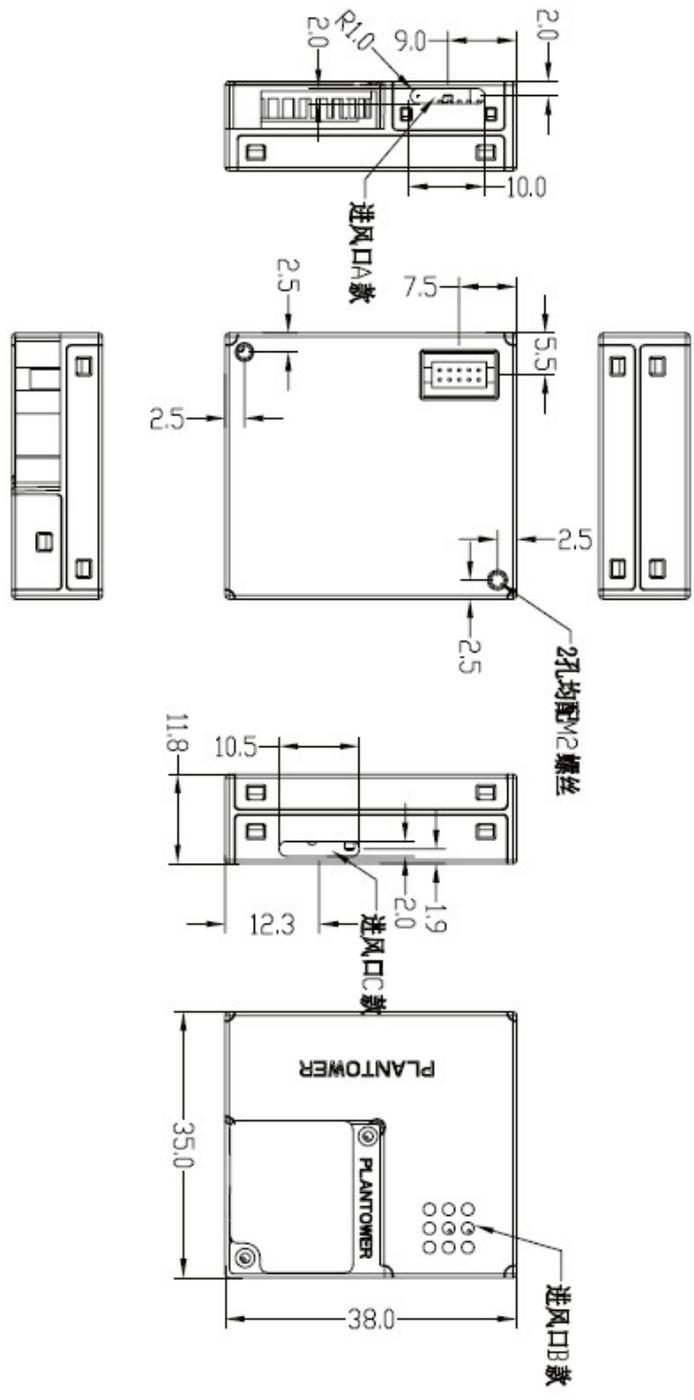
序號	項目	測試方法	判定標準	n C
1	長時間運行	1、10 m <sup>3</sup> 封閉實驗室，溫度 20~25°C， 濕度 30~70%，顆粒物發生器送煙， 空氣淨化器調節。 2、直流 5V 通電	顆 粒 物 濃 度 0~500μ g/m <sup>3</sup> 之 間設置 10 個 采	n=30 C=0
3	高溫運行	1、10 m <sup>3</sup> 恒溫實驗室，溫度 43°C，濕 度 70%，顆粒物發生器送煙，空氣淨化 器調節。	樣點; 0~100μ g/m <sup>3</sup> 各測試樣機與標 准機之間最大誤	n=10 C=0
4	低溫運行	1、10 m <sup>3</sup> 恒溫實驗室，溫度-5°C，濕 度 30%，顆粒物發生器送煙，空氣淨化 器調節。	差在±15μ g/m <sup>3</sup> 之內； 100~500 μ g/m <sup>3</sup>	n=10 C=0
2	振動	1、10 m <sup>3</sup> 封閉實驗室，溫度 20°C，濕 度 50%，顆粒物發生器送煙，空氣淨化 器調節。 2、直流 5V 通電檢測一致性 3、振動頻率：50Hz。 4、加速度：9.8/ s <sup>2</sup> 。 5、振動方向：X、Y、Z 方向。 6、振幅(垂直方向)：±2mm。	各測試樣機與標 准機之間最大誤 差 在 ± 15% 之 內； 風扇無明顯異響	n=5 C=0
5	高溫高濕儲存	1、恒溫櫃，溫度 70°C，濕度 90~95% 2、放置 500 小時 3、取出後直流 5V 通電檢測一致性	顆 粒 物 濃 度 0~500μ g/m <sup>3</sup> 之 間設置 10 個 采	n=10 C=0
6	低溫儲存	1、恒溫櫃，溫度-30°C，濕度 90~95% 2、放置 500 小時 3、取出後直流 5V 通電檢測一致性	樣點;	n=10 C=0
7	電源波動	1、10 m <sup>3</sup> 封閉實驗室，溫度 20°C，濕 度 50%，顆粒物發生器送煙，空氣淨化 器調節。 2、可調節直流電源，從 4.5V 上 升到 5.5V，再下降到 4.5V，反復迴圈變化	0~100μ g/m <sup>3</sup> 各測試樣機與標 准機之間最大誤 差在±10μ g/m <sup>3</sup> 之內； 100~500 μ g/m <sup>3</sup>	n=5 C=0
8	電源開關	1、10 m <sup>3</sup> 封閉實驗室，溫度 20°C，濕 度 50%，顆粒物發生器送煙，空氣淨化 器調節。 2、直流 5V 供電，電源開關頻率	各測試樣機與標 准機之間最大誤 差 在 ± 10%	n=10 C=0

9	休眠開關	1、10 m <sup>3</sup> 封閉實驗室，溫度 20°C，濕度 50%，顆粒物發生器送煙，空氣淨化器調節。 2、直流 5V 供電，休眠控制管腳 (SET)	風扇無明顯異響	n=10 C=0
10	鐳射開關	1、10 m <sup>3</sup> 封閉實驗室，溫度 20°C，濕度 50%，顆粒物發生器送煙，空氣淨化器調節。 2、鐳射開關頻率 50HZ，持續 240 小時		n=10 C=0
11	鹽霧	濃度 5%工業鹽水，水解噴霧 100 小時，	金屬件無生鏽和變色	n=1 C=0

### 型號定義



產品外觀尺寸詳圖



---

### 安裝注意事項

1. 金屬外殼與內部電源地導通 注意不要和其他外部板組電路或主機殼外殼短接。
2. 進風口和出風口所在的平面緊貼用戶機內壁與外界連通的氣孔為最佳安裝方式，如無法實現，則出風口周圍 2cm 之內無遮擋。進風口和出風口之間應有結構使氣流隔離，避免氣流在用戶機內部從出風口直接回流到進風口。
3. 用戶機內壁為進風口所開的通氣孔不應小於進風口的尺寸。
4. 應用於淨化器類產品時，儘量避免將感測器直接置於淨化器自身風道中，如果無法避免，應單獨設置一個獨立的結構空間，將感測器置於其中，使其與淨化器自身風道隔離。
5. 應用與淨化器或固定檢測設備時，感測器位置應高於地面 20cm 以上。否則有可能被近地面的大塵埃顆粒甚至絮狀物污染導致風扇纏繞阻轉。
6. 感測器應用於戶外固定設備時，對於沙塵暴、雨雪等天氣以及楊柳絮的防護，應由設備完成。
7. 感測器是一個整體元件，用戶切勿將其拆解，包括金屬遮罩殼，以防出現不可逆破壞。

### 其他注意事項

1. 本感測器資料確保出廠個體之間的一致性，不以協力廠商檢測儀器或資料作為對比標準。如使用者希望最終測量結果和某協力廠商檢測設備一致，可由使用者根據實際採集結果進行資料擬合。
2. 本感測器適用於普通室內環境。如使用者設備在以下實際環境中使用，則應在傳感器外加相應防護措施，否則有可能因過度積塵、積油、進水導致資料一致性下降：
  - a) 全年塵埃濃度大於 300 微克/立方米時間超過 50% ，或大於 500 微克/立方米時間超過 20%，如吸煙室 。
  - b) 油煙環境，如廚房
  - c) 高水霧環境，如溫泉、浴室。
  - d) d 戶外

## 附 A：PMSA003 傳輸協議

默認串列傳輸速率：9600bps 校驗位：無 停止位：1 位元 協議總  
長度：32 位元組

起始符 1	0x42	(固定)
起始符 2	0x4d	(固定)
幀長度高八位	.....	幀長度=2x13+2(資料+校驗位元)
幀長度低八位	.....	
數據 1 高八位	.....	*資料 1 表示 PM1.0 濃度 (CF=1 標準顆粒物) 單位 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
數據 1 低八位	.....	
數據 2 高八位	.....	資料 2 表示 PM2.5 濃度 (CF=1, 標準顆粒物) 單位 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
數據 2 低八位	.....	
數據 3 高八位	.....	資料 3 表示 PM10 濃度 (CF=1, 標準顆粒物) 單位 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
數據 3 低八位	.....	
數據 4 高八位	.....	*資料 4 表示 PM1.0 濃度 (大氣環境下) 單位 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
數據 4 低八位	.....	
數據 5 高八位	.....	資料 5 表示 PM2.5 濃度 (大氣環境下) 單位 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
數據 5 低八位	.....	
數據 6 高八位	.....	資料 6 表示 PM10 濃度 (大氣環境下) 單位 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
數據 6 低八位	.....	
數據 7 高八位	.....	資料 7 表示 0.1 升空氣中直徑在 0.3 $\mu\text{m}$ 以 上 顆粒物個數
數據 7 低八位	.....	
數據 8 高八位	.....	資料 8 表示 0.1 升空氣中直徑在 0.5 $\mu\text{m}$ 以 上 顆粒物個數
數據 8 低八位	.....	
數據 9 高八位	.....	資料 9 表示 0.1 升空氣中直徑在 1.0 $\mu\text{m}$ 以 上 顆粒物個數
數據 9 低八位	.....	
數據 10 高八位	.....	資料 10 表示 0.1 升空氣中直徑在 2.5 $\mu\text{m}$ 以上 顆粒物個數
數據 10 低八位	.....	
數據 11 高八位	.....	資料 11 表示 0.1 升空氣中直徑在 5.0 $\mu\text{m}$ 以上 顆粒物個數
數據 11 低八位	.....	

數據 12 高八位	.....	資料 12 表示 0.1 升空氣中直徑在 10um 以上 顆粒物個數
數據 12 低八位	.....	
數據 13 高八位	.....	版本號
數據 13 低八位	.....	錯誤代碼
資料和校驗高八位元	.....	校驗碼=起始符 1+起始符 2+.....+數據 13 低 八位
資料和校驗低八位元	.....	

注 標準顆粒物質量濃度值是指用工業金屬顆粒物作為等效顆粒進行密度換算得到的品質濃度值，適用於工業生產車間等環境。大氣環境顆粒物質量濃度值以空氣中主要污染物為等效顆粒進行密度換算，適用於普通室內外大氣環境。

---

## 附 B：感測器從機擴展指令協定

### 1. 主機通訊協定格式

特徵位元組	特徵位元組	指令位元組	狀態位元組	狀態位元組	校驗位元組	校驗位元組
0x42	0x4d	CMD	DATAH	DATAL	LRCH	LRCL

### 2. 指令及特徵位元組定義

CMD	DATAH	DATAL	說明
0xe2	X	X	被動式讀數
0xe1	X	00H-被動式 01H-主動式	狀態切換
0xe4	X	00H-待機模式 01H-正常模式	待機控制

### 3. 指令應答：

0xe2: 應答 32 位元組，同感測器規格書協定。

### 4. 校驗字生成

從特徵字開始所有位元組累加和