

**CHELIC®**

**MFM** series

# 質量流量計操作說明書



MFM Series -  
Mass & Flow Meter User Manual

# 概述

## ▲ 注意事項

### (1) 介質使用要求

使用本產品時，必須保證氣體潔淨、乾燥，避免粉塵、液體和油污的混入。

建議用戶在氣路中安裝過濾和乾燥裝置。若產品出口處接有液體源，則必須在出口處安裝單向閥，防止液體回流對產品造成損壞。

#### 警告

若使用本產品測量危險氣體，請務必採取必要的預防措施。  
對於危險、易燃易爆的氣體，操作時必須極為小心，以避免安全事故。

(a) 在使用前，應確保安裝和連接氣路的氣密性並進行嚴格檢驗。

(b) 若危險氣體具有潮濕性，須先進行乾燥處理，並保證氣體不會與儀器或密封材料產生化學反應。

(c) 從系統上卸下本產品時，應在斷開氣路前，使用乾燥且對人體無害的常規氣體（如氮氣、空氣）或惰性氣體對產品進行徹底清洗。

(d) 除非本產品已通過有效認證，否則不得在易爆炸性環境中使用。

### (2) 閥口密封問題

氣體質量流量計 / 控制器為流量測試裝置，並不配備閥門，需由用戶自行配置截止閥。

特別是在使用危險氣體的情況下，用戶應在本產品的進、出氣口各安裝一個截止閥，以保證操作安全。

## ▲ 初步檢查

### (1) 檢查氣源及氣路

檢查氣源是否打開，並確認氣體已正確通入產品的氣路中。

### (2) 檢查電源及控制信號

確保電源和控制信號已正確輸送至電路板上的電氣接頭。

### (3) 檢查通訊線

確認通訊線是否正確連接，避免因接線錯誤造成的故障。

## ▲ 故障檢查

根據以下表格進行故障診斷和排除。

| 序號 | 故障現象        | 可能原因        | 處理方式      |
|----|-------------|-------------|-----------|
| 1  | 開機後，無氣流通過   | 氣源未開，氣路未通   | 接通氣源，開通氣路 |
| 2  | 不通氣時，顯示值不為零 | 仍有氣體流動      | 檢查截止閥是否關閉 |
|    |             | 電源故障        | 檢查電源      |
|    |             | 零點偏差        | 使用零點校準功能  |
|    |             | * 其他故障      | 請與本公司聯繫   |
| 3  | 顯示值與實際流量不一致 | 氣路連接不正確     | 檢查氣路連接    |
|    |             | 壓力不在要求範圍    | 檢查進氣壓力    |
|    |             | * 流量計被汙染    | 請與本公司聯繫   |
|    |             | * 流量計出現數據擺盪 | 請與本公司聯繫   |
| 4  | 無法通訊        | 電源問題        | 檢查電源      |
|    |             | 通訊連接問題      | 檢查通訊線連接   |
|    |             | 通訊位址衝突      | 檢查通訊位址    |
|    |             | 波特率設置不正確    | 檢查波特率設置   |
|    |             | * 其他故障      | 請與本公司聯繫   |

#### 警告

標有 \* 號的項目必須由本公司專業維修人員處理。  
如果故障不在上述表格中，或根據表格無法解決故障，請立即聯繫本公司尋求協助。

## ▲ 訂購代號 - MFM 質量流量計

MFM 是一款高性能、緊湊型、高性價比產品。

本產品採用最新一代的工業級氣體流量檢測晶片，透過溫度補償及校正流量，可實現 0.01slm ~ 800slm 流量檢測。輸出部分有通訊規格線，方便客戶進行整合測試，可滿足客戶流量偵測、漏氣報警等需求。

### MFM - FC - A01 - C08 - A - RS4 - R



| 1 | 代號  | 功能  |
|---|-----|-----|
|   | MFM | 流量計 |

| 2 | 代號 | 等級  |
|---|----|-----|
|   | FC | 標準型 |

| 3 | 代號  | 最大流量     | 代號  | 最大流量    |
|---|-----|----------|-----|---------|
|   | A01 | 10 sccm  | 050 | 5 slm   |
|   | A02 | 20 sccm  | 100 | 10 slm  |
|   | A05 | 50 sccm  | 500 | 50 slm  |
|   | 001 | 100 sccm | 101 | 100 slm |
|   | 002 | 200 sccm | 201 | 200 slm |
|   | 005 | 500 sccm | 501 | 500 slm |
|   | 010 | 1 slm    | 801 | 800 slm |

| 4 | 代號   | 接頭口徑     | A01 | A02 | A05 | 001 | 002 | 005 | 010 | 050 | 100 | 200 | 500 | 101 | 201 | 501 | 801 |
|---|------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|   | 無記號  | 不附外接接頭   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   |
|   | C06  | Ø6 mm 快插 | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | —   | —   | —   | —   |
|   | C08  | Ø8 mm 快插 | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | —   | —   | —   | —   |
|   | P01  | 卡套 1/8"  | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | —   | —   | —   | —   |
|   | P02  | 卡套 1/4"  | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | —   | —   |
|   | P04  | 卡套 1/2"  | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | ●   | ●   | —   | —   |
|   | PD6  | 卡套 6 mm  | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | —   | —   | —   | —   |
|   | PD8  | 卡套 8 mm  | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | —   | —   | —   | —   |
|   | VC02 | VCR 1/4" | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | ●   | —   | —   | —   | —   |
|   | VC04 | VCR 1/2" | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | ●   | ●   | —   | —   |

● 註：產品內部採用 G1/4", G1/2" 內螺紋和 G1" 外螺紋，具體參考尺寸圖，不支援定製。

| 5 | 代號 | 類比輸出          |
|---|----|---------------|
|   | A  | 電流型 4 ~ 20 mA |

● 數位與類比通訊請勿同時輸出，可能會導致干擾問題。

| 6 | 代號  | 數位輸出      |
|---|-----|-----------|
|   | RS4 | RS-485 通訊 |

● 數位與類比通訊請勿同時輸出，可能會導致干擾問題。

| 7 | 代號  | 氣體種類 | 代號 | 氣體種類 |
|---|-----|------|----|------|
|   | 無記號 | 空氣   | N  | 氮氣   |
|   | C   | 二氧化碳 | O  | 氧氣   |
|   | E   | 氫氣   | R  | 氫氣   |
|   | H   | 氫氣   | CH | 甲烷   |



## ▲ 規格表

| 項目 \ 型號         |                | MFM                                                                                                 |
|-----------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 量程 ( 氮氣等效 ) 註 1 |                | 10, 20, 50, 100, 200, 500 (sccm); 1, 5, 10, 50, 100, 200, 500, 800 (slm)                            |
| 介質要求            |                | 潔淨乾燥無腐蝕性氣體                                                                                          |
| 測量氣體            |                | 空氣、氮氣、氧氣、二氧化碳、氬氣、氫氣、甲烷、氫氣等                                                                          |
| 流量表示            | 精度             | 1.0% F.S < 50slm<br>1.5% F.S ≤ 100slm 且 ≥ 50slm<br>2.0% F.S > 100slm 註 2                            |
|                 | 重複精度           | ±0.2%F.S. 以下 註 2                                                                                    |
|                 | 解析度            | 0.01 sccm ≤ 100 sccm,<br>0.1 sccm ≤ 1 slm 且 >100 sccm,<br>1 sccm ≤ 5 slm 且 >1 slm,<br>0.01slm >5slm |
| 量程比             |                | 100 : 1                                                                                             |
| 最大耐壓 (MPa)      |                | 1.6                                                                                                 |
| 流量壓損 (Pa)       |                | 100 以下 ( 具體量程相關 )                                                                                   |
| 響應時間 (ms) 註 3   |                | 10                                                                                                  |
| 使用條件            | 工作溫度 (°C)      | 0 ~ 50( 無結冰、無結霜 )                                                                                   |
|                 | 工作濕度           | 10% ~ 90%RH 以下                                                                                      |
|                 | 工作壓力 (MPa) 註 4 | 0 ~ 1                                                                                               |
|                 | 儲存溫度 (°C)      | -20 ~ 85( 無結冰、無結霜 )                                                                                 |
| 電源規格            | 電壓             | DC 8 ~ 24V                                                                                          |
|                 | 功耗 (W)         | 250mW 以下                                                                                            |
|                 | 顯示方式           | 液晶螢幕 ( 刷新率 100ms ) 或上位機                                                                             |
| 通訊接口            | 接口類型           | 7 芯航空接頭                                                                                             |
|                 | 類比控制           | 4 ~ 20mA                                                                                            |
|                 | 數位控制           | RS-485                                                                                              |
| 通訊輸出            | 接口類型           | 7 芯航空接頭                                                                                             |
|                 | 通訊速率           | 9600( 原廠值 ), 14400, 19200, 38400, 56000, 57600, 115200 ( 可通過指令或上位機修改 )                              |
|                 | 通訊協議           | Modbus-RTU                                                                                          |
|                 | 設備位置           | 1( 原廠值 ) ~ 250 ( 可通過指令或上位機修改 )                                                                      |
| 接頭類型            |                | 不附外接接頭 ( 標準型 ); 快插: Ø6, Ø8mm; 卡套: 6mm, 8mm, 1/8", 1/4", 1/2"; VCR1/4", VCR1/2" 註 5                  |
| 氣體接觸材質          |                | 鋁合金、氟橡膠、二氧化矽                                                                                        |
| 主體材質            |                | 底座: 航空鋁合金 ( 批量可選 316L 不銹鋼 ) 外殼: 鋁合金                                                                 |
| 密封材質            |                | FKM 氟橡膠                                                                                             |
| 重量 (kg)         |                | 370 ( < 50 slm ); 650 ( 100, 200 slm ); 570 ( 500, 800 slm )                                        |

註: 本產品標定於以下條件: 氮氣、25 °C、2.5bar 差壓 ( 進氣口 3.5barA, 出氣口 1barA )、水平放置。

建議在入口端安裝尺寸合適的直管段, 否則可能會引起精度產生偏差。建議在入口端和出口端匹配盡可能大的接頭, 以避免導致額外的壓損。

1. 所示量程為氮氣可選量程

2. %F.S. 指誤差佔滿量程的百分比

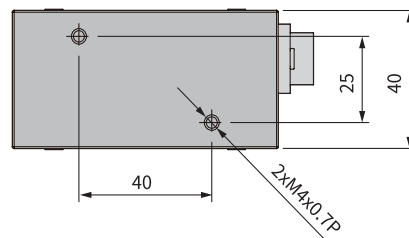
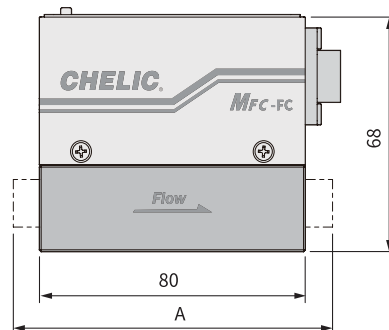
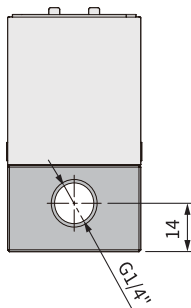
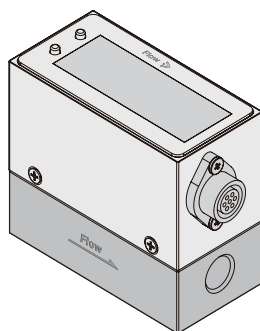
3. 響應時間指達到設定值 ±2% 以內所需要的時間。

4. 工作壓力指進氣口與出氣口之間的差壓。

5. 產品內部採用 G1/4"、G1/2" 內螺紋和 G1" 外螺紋, 具體參考尺寸圖, 不支援定製。

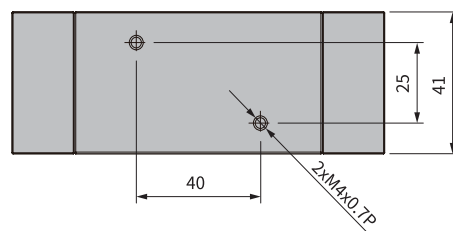
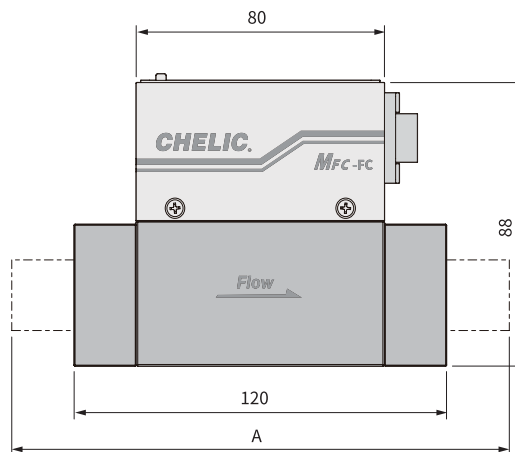
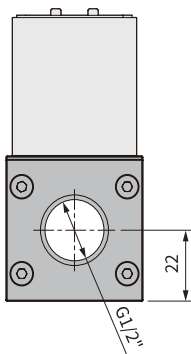
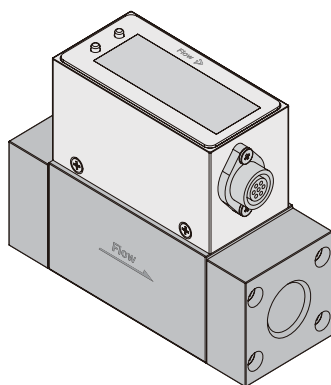
## ▲ 外觀圖形尺寸 - MFM

► 流量範圍 ≤ 50 slm



| 接頭口徑     | A- 總長度 (mm) |
|----------|-------------|
| Ø6mm 快插  | 116         |
| Ø8mm 快插  | 116         |
| 卡套 1/8"  | 130.4       |
| 卡套 1/4"  | 132.8       |
| 卡套 6mm   | 132.8       |
| 卡套 8mm   | 134.6       |
| VCR 1/4" | 127.2       |

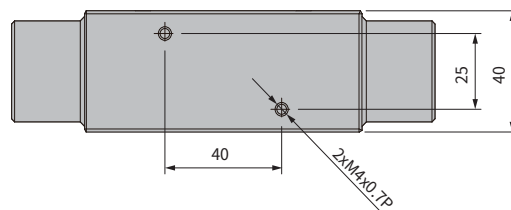
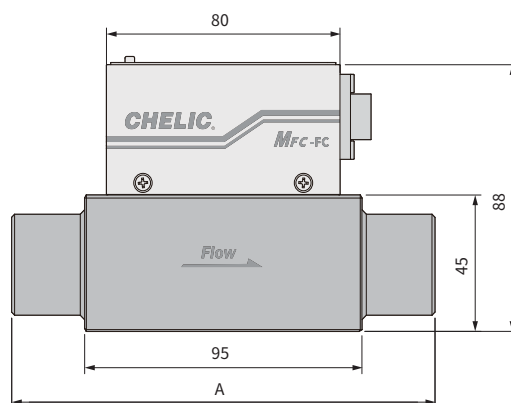
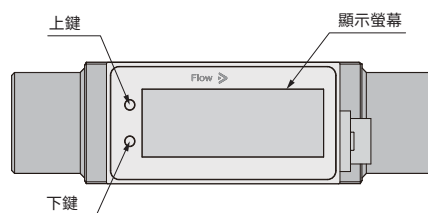
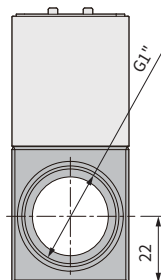
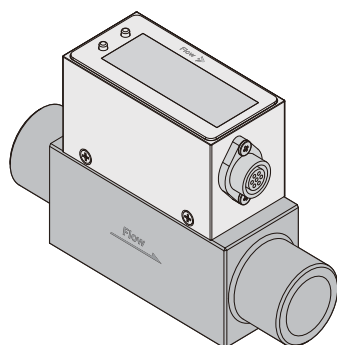
► 流量範圍 100、200 slm



| 接頭口徑     | A- 總長度 (mm) |
|----------|-------------|
| 卡套 1/4"  | 183         |
| 卡套 1/2"  | 189.6       |
| VCR 1/2" | 175.2       |

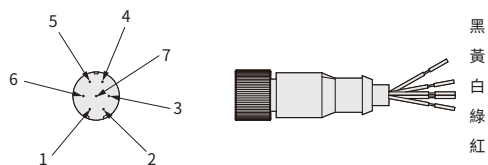
## ▲ 外觀圖形尺寸 - MFM

● 流量範圍 500、800slm



| 接頭口徑           | A- 總長度 (mm) |
|----------------|-------------|
| 無外接接頭 (G1" 外牙) | 145         |

## ■ MFM電纜線材規格表

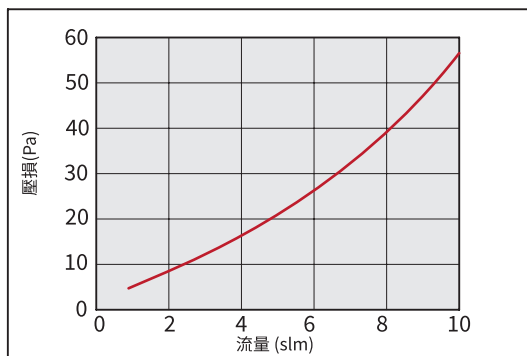


## ● 電纜接頭 X 7 芯 (QD)

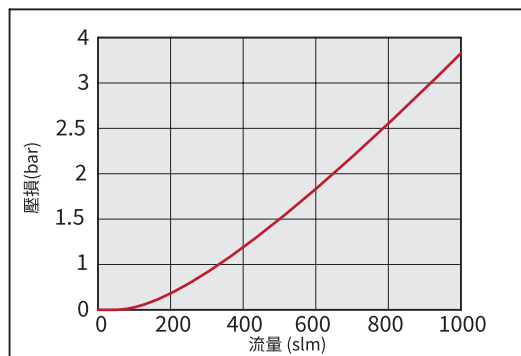
| PIN | 線色 | 內容               |
|-----|----|------------------|
| 1   | 黑  | 電源 Power - (GND) |
| 2   | 黃  | RS485-A          |
| 3   | 白  | 電流輸出：4 ~ 20 mA   |
| 4   | 綠  | RS485-B          |
| 5   | 紅  | 電源 Power + (24V) |
| 6   | -  | N.C (請勿連接)       |
| 7   | -  | N.C (請勿連接)       |

## ▲ MF 系列 壓力損失表

MF 系列壓力損失表 (0~10slm) 圖

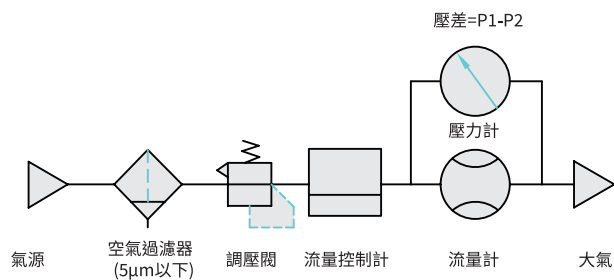


MF 系列壓力損失表 (0~1000slm)



註：本產品只提供 MFM 流量計之壓力損失表，其餘含控制的比例閥不須看壓力損失表，只看進出氣壓力

## ▲ 壓力損失表 測試條件



## ▲ 開機說明：

1. 氣路安裝：務必根據設備本體上的氣體流向標示進行氣路安裝，並確保使用乾燥、潔淨、且無腐蝕性的氣體。
  2. 接通電源：當電源接通後，顯示螢幕將自動點亮，設備進入正常工作狀態。
- 技術參考：

|      |          |
|------|----------|
| 供電電壓 | DC8~24V  |
| 功 耗  | 250mW 以下 |
| 電氣接頭 | 防水航空插頭   |

顯示方式：

MFM 系列產品配備顯示螢幕，能夠直觀顯示瞬時流量和累計流量，方便用戶在現場進行調試。同時，設備還支持通過 RS-485 通訊埠與 PLC 或電腦聯接配合使用。

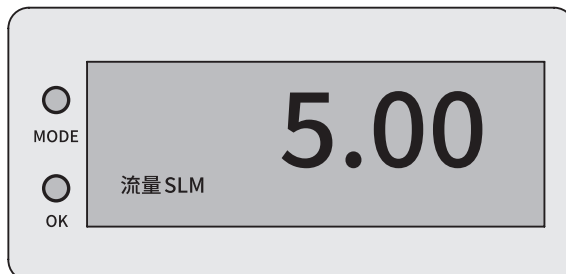
按鍵和顯示說明：

“MODE” 鍵為模式選擇鍵，可以切換顯示介面。

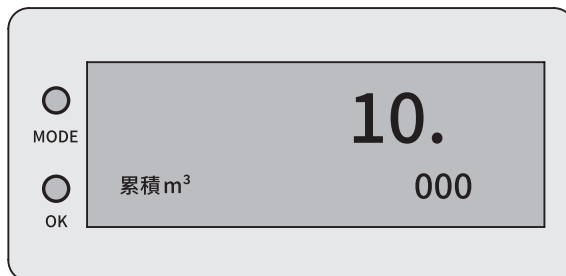
“OK” 鍵為確認鍵，可以確認“累積流量清零”和“零點校準”。

按動「MODE」鍵，可以依次選擇顯示：

(a) 瞬時流量 - 顯示當前瞬時流量，如下圖所示：



(b) 累積流量 - 顯示累積的流量，如下圖所示：



(c) 累積流量清零 - 用於流量清除。在此頁面下，按住「OK」鍵持續 5 秒以上，可以實現累積流量清零，如下圖所示：



(d) 零點校準 - 用於零點校準。在此頁面下，按住“OK”鍵持續 5 秒以上，可以實現零點校準，如下圖所示：



註：零點校準請在零流量條件下進行；如果氣體類型為特殊氣體，請在管路中充滿該氣體後，將流量計出氣口封閉並確保無氣體流動時再進行零點校準；切勿重複零點校準。



## ▲ 類比輸出

MFM 系列產品可選擇 4-20 mA 類比輸出方式，4-20 mA 電流範圍線性對應的流量為零到滿量程。

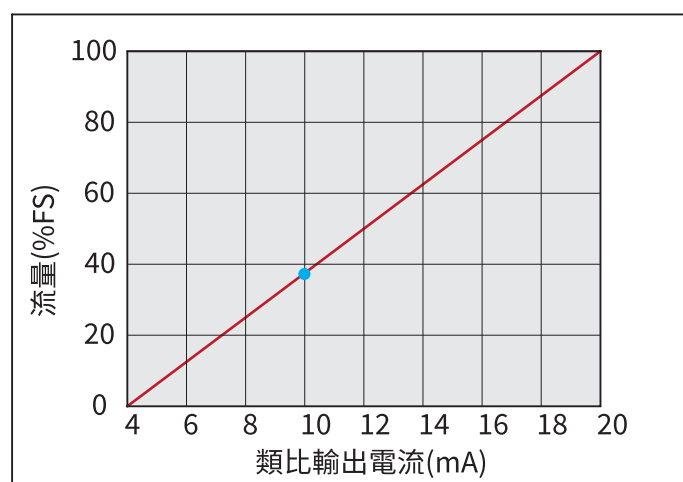
對應關係為：

流量值 =  $[(\text{當前電流} - 4) / 16] \times \text{量程}$ ，如圖下所示。

例如：對於滿量程為 100 slm 的流量計，當輸出電流為 8mA 時，對應的流量值為：

$$[(8 - 4) / 16] \times 100 = 25 \text{ slm}$$

類比輸出電流曲線圖



## ▲ 通訊協議

### ► 主要參數

|        |                      |
|--------|----------------------|
| 通訊接口   | RS-485 半双工模式         |
| 波特率    | 9600                 |
| 數據位    | 8                    |
| 停止位    | 1                    |
| 校驗     | 無                    |
| 輸出數據格式 | MODBUS RTU (位址預設為 1) |

## 寄存器列表

| 寄存器位址 (16 進位 ) | 寄存器內容                              | 數據類型                    | 讀寫類型       |
|----------------|------------------------------------|-------------------------|------------|
| 0x0003         | 氣體類型                               | 無符號 16 位整數              | READ       |
| 0x0004         | 滿量程                                | 無符號 16 位整數              | READ       |
| 0x0005         | 流量單位                               | 無符號 16 位整數              | READ       |
| 0x0006         | 流量警報使能<br>1:ON 0:OFF               | 無符號 16 位整數              | READ/WRITE |
| 0x0007         | 流量警報下限值                            | 無符號 16 位整數<br>有效位數 0.1  | READ/WRITE |
| 0x0008         | 流量警報上限值                            | 無符號 16 位整數<br>有效位數 0.1  | READ/WRITE |
| 0x0009         | 警報前的觸發時長                           | 無符號 16 位整數<br>單位為秒      | READ/WRITE |
| 0x000A         | 警報類型                               | 無符號 16 位整數              | READ       |
| 0x0015         | 溫度 16 位                            | 有符號 16 位整數<br>有效位數 0.1  | READ       |
| 0x0016         | 流量高 16 位                           | 無符號 32 位整數<br>有效位數 0.01 | READ       |
| 0x0017         | 流量低 16 位                           |                         |            |
| 0x0018         | 累積流量高 32 位                         | 無符號 64 位整數              | READ/WRITE |
| 0x0019         |                                    |                         |            |
| 0x001A         | 累積流量低 32 位                         |                         |            |
| 0x001B         |                                    |                         |            |
| 0x001C         | 累積流量單位<br>0: L ； 1: m <sup>3</sup> | 無符號 16 位整數              | READ       |
| 0x001D         | 累積流量的天數                            | 無符號 16 位整數              | READ       |
| 0x001E         | 累積流量的小時數                           | 無符號 16 位整數              | READ       |
| 0x001F         | 累積流量的分鐘數                           | 無符號 16 位整數              | READ       |
| 0x0020         | 累積流量的秒數                            | 無符號 16 位整數              | READ       |
| 0x0025         | 零點校正                               | 無符號 16 位整數              | WRITE      |

## ► 應用實例

### ● 例 1- 主機讀基本資訊

向機發送：

| 設備位址 | 功能碼  | 寄存器<br>首位址高位元組 | 寄存器<br>首位址低位元組 | 寄存器<br>長度高位元組 | 寄存器<br>長度低位元組 | CRC 校驗<br>低位元組 | CRC 校驗<br>高位元組 |
|------|------|----------------|----------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| 0x01 | 0x03 | 0x00           | 0x03           | 0x00          | 0x03          | 0xF5           | 0xCB           |

從機返回：

| 設備位址         | 功能碼          | 數據位元組數         | 氣體類型<br>高位元組   | 氣體類型<br>低位元組 | 滿量程<br>高位元組 | 滿量程<br>低位元組 |
|--------------|--------------|----------------|----------------|--------------|-------------|-------------|
| 0x01         | 0x03         | 0x06           | 0x00           | 0x0D         | 0x00        | 0x64        |
| 流量單位<br>高位元組 | 流量單位<br>低位元組 | CRC 校驗<br>低位元組 | CRC 校驗<br>高位元組 |              |             |             |
| 0x00         | 0x0A         | 0xCD           | 0x6C           |              |             |             |

註：如果主機下發指令有錯誤，從機回覆錯誤幀，具體見錯誤幀回覆。

### 數據解析

(a) 氣體類型：

0x000D (十六進位) = 13 (十進位)

查閱下表代碼，可知 13 表示氮氣

| 代碼 (十進制) | 氣體類型      | 代碼 (十進制) | 氣體類型       |
|----------|-----------|----------|------------|
| 1        | 氦氣 (He)   | 13       | 氮氣 (N2)    |
| 2        | 一氧化碳 (CO) | 15       | 氧氣 (O2)    |
| 4        | 氬氣 (Ar)   | 25       | 二氧化碳 (CO2) |
| 7        | 氫氣 (H2)   | 28       | 甲烷 (CH4)   |
| 8        | 空氣 (Air)  |          |            |

(b) 流量單位：

0x000A (十六進位) = 10 (十進位)

查閱下表代碼，可知 10 表示 sccm

| 代碼 (十進位) | 流量單位 |
|----------|------|
| 10       | sccm |
| 100      | slm  |

(c) 滿量程：0x0064 (十六進位) = 100 (十進位)

可知該設備的滿量程為 100

(若流量單位是 sccm，則滿流量為 100 sccm；若流量單位是 slm，則滿流量為 100 slm)

## ● 例 2- 主機讀溫度

向機發送：

| 設備位址 | 功能碼  | 寄存器<br>首位址高位元組 | 寄存器<br>首位址低位元組 | 寄存器<br>長度高位元組 | 寄存器<br>長度低位元組 | CRC 校驗<br>低位元組 | CRC 校驗<br>高位元組 |
|------|------|----------------|----------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| 0x01 | 0x03 | 0x00           | 0x15           | 0x00          | 0x01          | 0x95           | 0xCE           |

從機返回：

| 設備位址 | 功能碼  | 數據位元組數 | 溫度數據位元組 1 | 溫度數據位元組 2 | CRC 校正低位元組 | CRC 校正高位元組 |
|------|------|--------|-----------|-----------|------------|------------|
| 0x01 | 0x03 | 0x02   | 0xFF      | 0x85      | 0x38       | 0x17       |

### 數據分析

0xFF85(十六進位) = -123(十進位)

除以 10，得到實際溫度 =  $-123/10 = -12.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

## ● 例 3- 主機讀流量

向機發送：

| 設備位址 | 功能碼  | 寄存器<br>首位址高位元組 | 寄存器<br>首位址低位元組 | 寄存器<br>長度高位元組 | 寄存器<br>長度低位元組 | CRC 校驗<br>低位元組 | CRC 校驗<br>高位元組 |
|------|------|----------------|----------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| 0x01 | 0x03 | 0x00           | 0x16           | 0x00          | 0x02          | 0x25           | 0xCF           |

從機返回：

| 設備位址 | 功能碼  | 數據位元組數 | 流量數據<br>位元組 1 | 流量數據<br>位元組 2 | 流量數據<br>位元組 3 | 流量數據<br>位元組 4 | CRC 校驗<br>低位元組 | CRC 校驗<br>高位元組 |
|------|------|--------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| 0x01 | 0x03 | 0x04   | 0x00          | 0x00          | 0x30          | 0x39          | 0x2E           | 0x21           |

### 數據分析

0x00003039(十六進位) = 12345(十進位)

除以 100，得到實際流量 =  $12345/100 = 123.45$

(若流量單位是 sccm，流量為 123.45 sccm；若流量單位是 slm，則流量為 123.45 slm)。

## ● 例 4- 主機讀累積流量

向機發送：

| 設備位址 | 功能碼  | 寄存器<br>首位址高位元組 | 寄存器<br>首位址低位元組 | 寄存器<br>長度高位元組 | 寄存器<br>長度低位元組 | CRC 校驗<br>低位元組 | CRC 校驗<br>高位元組 |
|------|------|----------------|----------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| 0x01 | 0x03 | 0x00           | 0x18           | 0x00          | 0x09          | 0x05           | 0xCB           |

從機返回：

| 設備位址             | 功能碼              | 數據位元組數           | 累積流量<br>數據位元組數 1 | 累積流量<br>數據位元組數 2 | 累積流量<br>數據位元組數 3 | 累積流量<br>數據位元組數 4 | 累積流量<br>數據位元組數 5 |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 0x01             | 0x03             | 0x12             | 0x00             | 0x00             | 0x00             | 0x00             | 0x07             |
| 累積流量<br>數據位元組數 6 | 累積流量<br>數據位元組數 7 | 累積流量<br>數據位元組數 8 | 累積流量<br>單位高位元組   | 累積流量<br>單位低位元組   | 累積流量<br>天數高位元組   | 累積流量<br>天數低位元組   | 累積流量<br>小時數高位元組  |
| 0x5B             | 0xCD             | 0x15             | 0x00             | 0x00             | 0x27             | 0x10             | 0x00             |
| 累積流量<br>小時數低位元組  | 累積流量<br>分鐘數高位元組  | 累積流量<br>分鐘數低位元組  | 累積流量<br>秒數高位元組   | 累積流量<br>秒數低位元組   | CRC 校正<br>低位元組   | CRC 校正<br>高位元組   |                  |
| 0x0A             | 0x00             | 0x32             | 0x00             | 0x1E             | 0x6E             | 0xF9             |                  |

### 數據分析

(1) 累積流量單位：

0x0000 (十六進位) = 0 (十進位)

查閱暫存器列表，可知 0 表示 L。

(2) 累積流量：

0x0000000075BCD15 (十六進位) = 123456789 (十進位)

除以 1000，得到實際累積流量為 123456.789

(若流量單位為 L，累積流量為 123456.789L；

若流量單位是 m<sup>3</sup>，累積流量為 123456.789 m<sup>3</sup>)。

(3) 累積時間：

|     |                             |
|-----|-----------------------------|
| 天數  | 0x2710 (十六進位) = 10000 (十進位) |
| 小時數 | 0x000A (十六進位) = 10 (十進位)    |
| 分鐘數 | 0x0032 (十六進位) = 50 (十進位)    |
| 秒數  | 0x001E (十六進位) = 30 (十進位)    |

可知累積時間為 10000 天 10 小時 50 分鐘 30 秒。

## ● 例 5- 主機對累積流量清零

向機發送：

| 設備位址         | 功能碼          | 寄存器<br>首位址高位元組 | 寄存器<br>首位址低位元組 | 寄存器個數<br>高位元組 | 寄存器個數<br>低位元組 | 修改數據的<br>位元組長度 | 數據 1<br>高位元組   | 數據 1<br>低位元組 |
|--------------|--------------|----------------|----------------|---------------|---------------|----------------|----------------|--------------|
| 0x01         | 0x10         | 0x00           | 0x18           | 0x00          | 0x04          | 0x08           | 0x00           | 0x00         |
| 數據 2<br>高位元組 | 數據 2<br>低位元組 | 數據 3<br>高位元組   | 數據 3<br>低位元組   | 數據 4<br>高位元組  | 數據 4<br>低位元組  | CRC 校驗<br>低位元組 | CRC 校驗<br>高位元組 |              |
| 0x00         | 0x00         | 0x00           | 0x00           | 0x00          | 0x00          | 0x96           | 0x5A           |              |

從機返回：

若從機返回以下數據，表示操作成功。

| 設備位址 | 功能碼  | 寄存器<br>首位址高位元組 | 寄存器<br>首位址低位元組 | 寄存器<br>個數高位元組 | 寄存器<br>個數低位元組 | CRC 校驗<br>低位元組 | CRC 校驗<br>高位元組 |
|------|------|----------------|----------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| 0x01 | 0x10 | 0x00           | 0x18           | 0x00          | 0x04          | 0x41           | 0xCD           |

## ● 例 6- 主機讀位址

向機發送：

| 設備位址 | 功能碼  | 寄存器<br>首位址高位元組 | 寄存器<br>首位址低位元組 | 寄存器<br>長度高位元組 | 寄存器<br>長度低位元組 | CRC 校驗<br>低位元組 | CRC 校驗<br>高位元組 |
|------|------|----------------|----------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| 0xFE | 0x03 | 0x00           | 0x00           | 0x00          | 0x01          | 0x90           | 0x05           |

從機返回：

| 設備位址 | 功能碼  | 數據位元組數 | 位址高位元組 | 位址低位元組 | CRC 校正<br>低位元組 | CRC 校正<br>高位元組 |
|------|------|--------|--------|--------|----------------|----------------|
| 0xFE | 0x03 | 0x02   | 0x00   | 0x01   | 0x6D           | 0x90           |

數據分析

0x0001(十六進位) = 1(十進位)  
可知目前位址為 1。

## ● 例 7- 主機修改位址

向機發送：

| 設備位址 | 功能碼  | 寄存器<br>首位址高位元組 | 寄存器<br>首位址低位元組 | 寄存器<br>數值高位元組 | 寄存器<br>數值低位元組 | CRC 校驗<br>低位元組 | CRC 校驗<br>高位元組 |
|------|------|----------------|----------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| 0xFE | 0x06 | 0x00           | 0x00           | 0x00          | 0x02          | 0x1C           | 0x04           |

從機返回：

| 設備位址 | 功能碼  | 寄存器<br>首位址高位元組 | 寄存器<br>首位址低位元組 | 寄存器<br>數值高位元組 | 寄存器<br>數值低位元組 | CRC 校驗<br>低位元組 | CRC 校驗<br>高位元組 |
|------|------|----------------|----------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| 0xFE | 0x06 | 0x00           | 0x00           | 0x00          | 0x02          | 0x1C           | 0x04           |

數據分析

0x0002(十六進位) = 2(十進位)  
該指令將修改位址為 2。  
若從機返回以下數據，表示操作成功(修改後立即生效)。



## ● 例 8- 主機修改波特率

向機發送：

| 設備位址 | 功能碼  | 寄存器<br>首位址高位元組 | 寄存器<br>首位址低位元組 | 寄存器<br>數值高位元組 | 寄存器<br>數值低位元組 | CRC 校驗<br>低位元組 | CRC 校驗<br>高位元組 |
|------|------|----------------|----------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| 0x01 | 0x06 | 0x00           | 0x01           | 0x00          | 0x08          | 0xD9           | 0xCC           |

### 數據解析

0x0008(十六進位) = 8(十進位)

從下表可知，指令將修改波特率為 115200。

| 代碼(十進位) | 波特率    |
|---------|--------|
| 1       | 4800   |
| 2       | 9600   |
| 3       | 14400  |
| 4       | 19200  |
| 5       | 38400  |
| 6       | 56000  |
| 7       | 57600  |
| 8       | 115200 |

若從機返回以下數據，表示操作成功(修改後立即生效)。

| 設備位址 | 功能碼  | 寄存器<br>首位址高位元組 | 寄存器<br>首位址低位元組 | 寄存器<br>數值高位元組 | 寄存器<br>數值低位元組 | CRC 校驗<br>低位元組 | CRC 校驗<br>高位元組 |
|------|------|----------------|----------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| 0x01 | 0x06 | 0x00           | 0x01           | 0x00          | 0x08          | 0xD9           | 0xCC           |

## ● 例 9- 主機對零點校正

向機發送：

| 設備位址 | 功能碼  | 寄存器<br>首位址高位元組 | 寄存器<br>首位址低位元組 | 寄存器<br>數值高位元組 | 寄存器<br>數值低位元組 | CRC 校驗<br>低位元組 | CRC 校驗<br>高位元組 |
|------|------|----------------|----------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| 0x01 | 0x06 | 0x00           | 0x25           | 0x00          | 0x01          | 0x59           | 0xC1           |

若從機返回以下數據，表示操作成功(修改後立即生效)。

| 設備位址 | 功能碼  | 寄存器<br>首位址高位元組 | 寄存器<br>首位址低位元組 | 寄存器<br>數值高位元組 | 寄存器<br>數值低位元組 | CRC 校驗<br>低位元組 | CRC 校驗<br>高位元組 |
|------|------|----------------|----------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| 0x01 | 0x06 | 0x00           | 0x25           | 0x00          | 0x01          | 0x59           | 0xC1           |

## ● 例 10- 主機清除零點校正

向機發送：

| 設備位址 | 功能碼  | 寄存器<br>首位址高位元組 | 寄存器<br>首位址低位元組 | 寄存器<br>數值高位元組 | 寄存器<br>數值低位元組 | CRC 校驗<br>低位元組 | CRC 校驗<br>高位元組 |
|------|------|----------------|----------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| 0x01 | 0x06 | 0x00           | 0x25           | 0x00          | 0x02          | 0x19           | 0xC0           |

若從機返回以下數據，表示操作成功(修改後立即生效)。

| 設備位址 | 功能碼  | 寄存器<br>首位址高位元組 | 寄存器<br>首位址低位元組 | 寄存器<br>數值高位元組 | 寄存器<br>數值低位元組 | CRC 校驗<br>低位元組 | CRC 校驗<br>高位元組 |
|------|------|----------------|----------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| 0x01 | 0x06 | 0x00           | 0x25           | 0x00          | 0x02          | 0x19           | 0xC0           |

## ● 例 11- 流量臨界值警報使能及設定臨界值、時間

向機發送：

| 設備位址         | 功能碼          | 寄存器<br>首位址高位元組 | 寄存器<br>首位址低位元組 | 寄存器<br>長度高位元組 | 寄存器<br>長度低位元組 | 修改數據的<br>位元組長度 | 使能<br>高位元組     | 使能<br>低位元組 |
|--------------|--------------|----------------|----------------|---------------|---------------|----------------|----------------|------------|
| 0x01         | 0x10         | 0x00           | 0x06           | 0x00          | 0x04          | 0x08           | 0x00           | 0x01       |
| 流量下限<br>高位元組 | 流量下限<br>低位元組 | 流量上限<br>高位元組   | 流量上限<br>低位元組   | 觸發時長<br>高位元組  | 觸發時長<br>低位元組  | CRC 校驗<br>低位元組 | CRC 校驗<br>高位元組 |            |
| 0x00         | 0x7B         | 0x01           | 0xC8           | 0x00          | 0x05          | 0x0A           | 0xB9           |            |

### 數據分析

(1) 使能：

0x0001(十六進位) = 1(十進位)  
表示流量臨界值警報使能。

(2) 警報下限：

0x007B(16進位) = 123(10進位)  
乘以 0.1，表示警報下限為 123\*0.1 = 12.3(單位以實際為準)。

(3) 警報上限：

0x01C8(16進位) = 456(10進位)  
乘以 0.1，表示警報上限為 456\*0.1 = 45.6(單位以實際為準)。

(4) 觸發時長：

0x0005(16進位) = 5(10進位)  
表示觸發時長為 5(單位為秒)。

若從機返回以下數據，表示操作成功(修改後立即生效)。

| 設備位址 | 功能碼  | 寄存器<br>首位址高位元組 | 寄存器<br>首位址低位元組 | 寄存器<br>長度高位元組 | 寄存器<br>長度低位元組 | CRC 校驗<br>低位元組 | CRC 校驗<br>高位元組 |
|------|------|----------------|----------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| 0x01 | 0x10 | 0x00           | 0x06           | 0x00          | 0x04          | 0x21           | 0xCB           |

## ● 例 12- 流量臨界值警報失能

向機發送：

| 設備位址       | 功能碼            | 寄存器<br>首位址高位元組 | 寄存器<br>首位址低位元組 | 寄存器<br>長度高位元組 | 寄存器<br>長度低位元組 | 修改數據的<br>位元組長度 | 使能高位元組 |
|------------|----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|----------------|--------|
| 0x01       | 0x10           | 0x00           | 0x06           | 0x00          | 0x01          | 0x02           | 0x00   |
| 使能低位<br>元組 | CRC 校驗<br>低位元組 | CRC 校驗<br>高位元組 |                |               |               |                |        |
| 0x00       | 0xA6           | 0x36           |                |               |               |                |        |

### 數據分析

0x0000(十六進位) = 0(十進位)  
該指令表示將流量臨界值警報失能。

若從機返回以下數據，表示操作成功。

| 設備位址 | 功能碼  | 寄存器<br>首位址高位元組 | 寄存器<br>首位址低位元組 | 寄存器<br>長度高位元組 | 寄存器<br>長度低位元組 | CRC 校驗<br>低位元組 | CRC 校驗<br>高位元組 |
|------|------|----------------|----------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| 0x01 | 0x10 | 0x00           | 0x06           | 0x00          | 0x01          | 0xE1           | 0xC8           |

## ● 例 12- 警報類型查詢

向機發送：

| 設備位址 | 功能碼  | 寄存器<br>首位址高位元組 | 寄存器<br>首位址低位元組 | 寄存器<br>長度高位元組 | 寄存器<br>長度低位元組 | CRC 校驗<br>低位元組 | CRC 校驗<br>高位元組 |
|------|------|----------------|----------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| 0x01 | 0x03 | 0x00           | 0x0A           | 0x00          | 0x01          | 0xA4           | 0x08           |

從機返回：

| 設備位址 | 功能碼  | 數據位元組數 | 警報類型<br>高位元組 | 警報類型<br>低位元組 | CRC 校驗<br>低位元組 | CRC 校驗<br>高位元組 |
|------|------|--------|--------------|--------------|----------------|----------------|
| 0x01 | 0x03 | 0x02   | 0x00         | 0x02         | 0x39           | 0x85           |

### 數據分析

0x0002(十六進位)

由下表可知，警報類型為流量值低於下限警報。

| 代碼 (16 進位) | 警報類型     |
|------------|----------|
| 0x0000     | 無        |
| 0x0001     | 溫度異常警報   |
| 0x0002     | 流量低於下限警報 |
| 0x0004     | 流量高於上限警報 |

註：警報代碼遵循邏輯或的關係，即假設警報代碼為 0x0003，  
那就可以認為是溫度異常警報和流量低於下限警報同時發生

### 錯誤幀恢復

如果主機下發的指令有錯誤，從機回覆格式如下：

| 設備位址 | 功能碼  | 錯誤類型 | CRC 校驗<br>低位元組 | CRC 校驗<br>高位元組 |
|------|------|------|----------------|----------------|
| 0x01 | 0x03 | 0x02 | 0xC0           | 0xF1           |

| 功能碼種類     |                |
|-----------|----------------|
| 0x83      | 針對 0x03 功能碼    |
| 0x86      | 針對 0x06 功能碼    |
| 0x90      | 針對 0x10 功能碼    |
| 0xXX 0x80 | 針對 0xXX 的錯誤功能碼 |

| 錯誤類型 |          |
|------|----------|
| 0x01 | 錯誤的功能碼   |
| 0x02 | 錯誤的寄存器位址 |
| 0x03 | 錯誤數據     |

# ▲ 附錄 常用氣體轉換係數

| 氣體名稱  | 分子式     | 代號  | 轉換係數  |
|-------|---------|-----|-------|
| 氮氣    | N2      | 01  | 1.000 |
| 空氣    | Air     | 02  | 1.001 |
| 氧氣    | O2      | 03  | 1.025 |
| 二氧化碳  | CO2     | 04  | 0.750 |
| 氬氣    | Ar      | 05  | 1.600 |
| 甲烷    | CH4     | 06  | 0.900 |
| 氫氣    | H2      | 07  | 3.900 |
| 氦氣    | He      | 08  | 4.000 |
| 一氧化碳  | CO      | 09  | 1.015 |
| 硅烷    | SiH4    | 10  | 0.685 |
| 氨氣    | NH3     | 11  | 0.910 |
| 一氧化二氮 | N2O     | 12  | 0.751 |
| 三氯化硼  | BCl3    | 13  | 0.481 |
| 氯氣    | Cl2     | 14  | 0.841 |
| 一氧化氮  | NO      | 16  | 0.994 |
| 丙烯    | C3H6    | 69  | 0.453 |
| 丙烷    | C3H8    | 89  | 0.395 |
| 砷烷    | AsH3    | 35  | 0.755 |
| 三氯化硼  | BF3     | 48  | 0.575 |
| 硼烷    | B2H6    | 58  | 0.507 |
| 四氯化碳  | CCl4    | 101 | 0.342 |
| 四氯化碳  | CF4     | 63  | 0.469 |
| 乙炔    | C2H2    | 42  | 0.664 |
| 乙烯    | C2H4    | 38  | 0.679 |
| 乙烷    | C2H6    | 54  | 0.548 |
| 丙炔    | C3H4    | 68  | 0.478 |
| 丁炔    | C4H6    | 93  | 0.362 |
| 丁烯    | C4H8    | 104 | 0.331 |
| 丁烷    | C4H10   | 117 | 0.289 |
| 戊烷    | C5H12   | 240 | 0.244 |
| 乙醇    | C2H6O   | 136 | 0.439 |
| 氬氣    | C2N2    | 59  | 0.508 |
| 氖氣    | D2      | 39  | 2.449 |
| 氟氣    | F2      | 18  | 0.949 |
| 鎢烷    | GeH4    | 43  | 0.638 |
| 溴化氫   | HBr     | 19  | 0.987 |
| 氯化氫   | HCl     | 27  | 0.998 |
| 氟化氫   | HF      | 29  | 1.019 |
| 碘化氫   | HI      | 17  | 0.972 |
| 硫化氫   | H2S     | 22  | 0.890 |
| 氪氣    | Kr      | 15  | 1.388 |
| 氙氣    | Ne      | 25  | 1.562 |
| 二氧化氮  | NO2     | 26  | 0.789 |
| 三氯化磷  | PCl3    | 193 | 0.399 |
| 磷烷    | PH3     | 31  | 0.784 |
| 五氯化磷  | PF5     | 143 | 0.340 |
| 四氯化矽  | SiCl4   | 108 | 0.318 |
| 四氯化矽  | SiF4    | 88  | 0.390 |
| 二氯矽烷  | SiH2Cl2 | 67  | 0.467 |
| 三氯矽烷  | SiHCl3  | 147 | 0.381 |
| 六氟化硫  | SF6     | 110 | 0.297 |
| 二氧化硫  | SO2     | 32  | 1.218 |
| 六氟化鎢  | WF6     | 121 | 0.240 |
| 氙氣    | Xe      | 70  | 1.369 |

## ▲ 附錄 常用氣體轉換係數

### ► 轉換係數使用說明

轉換係數使用說明：

本公司出廠的質量流量控制器、質量流量計產品預設採用  $N_2$  標定，如需用於其他氣體，則需要通過轉換係數進行讀數修正。修正方法為將產品顯示的流量乘以流量轉換係數。部分氣體的轉換係數可在本公司的使用說明書中查詢，其他氣體則需依照以下公式計算其轉換係數  $C$ ：

### ● 轉換係數公式

$$C = \exp(-1.193 + 0.016 \times h + 0.025 \times h^2) / (\rho \times C_p)$$

$$h = 43.86 \times \lambda$$

其中：

- (1)  $\lambda$ ：氣體在標準狀態下的熱導率（單位： $W/m \cdot K$ ）
- (2)  $\rho$ ：氣體在標準狀態下的密度（單位： $g/L$ ）
- (3)  $C_p$ ：氣體的定壓比熱（單位： $cal/g \cdot K$ ）

標準狀態為：

- (1) 壓力： $101.325 \text{ kPa}$  ( $760 \text{ mm Hg}$ )
- (2) 溫度： $273.15 \text{ K}$  ( $0^\circ\text{C}$ )

### ● 混合氣體轉換係數

對於混合氣體，轉換係數  $C_{mix}$  需依照以下公式計算：

$$C_{mix} = \frac{1}{(q_1/q_{mix})/C_1 + (q_2/q_{mix})/C_2 + \dots + (q_m/q_{mix})/C_n}$$

其中：

- (1)  $q_1 \dots q_n$ ：對應氣體的流量
- (2)  $q_{mix}$ ：混合氣體的總流量
- (3)  $C_1 \dots C_n$ ：對應氣體的轉換係數

請根據上述公式計算出所需氣體或混合氣體的轉換係數，以確保流量測量的準確性。

## ▲ 保固條款

本產品必須在說明書規定的正常工作條件下，嚴格按照正確的 進行安裝、使用及維護保養。

本公司為生產的氣體流量計系列產品提供以下保固服務：

- (1) 新產品：自發貨之日起，提供 365 天免費保固服務。
- (2) 維修或更換產品：自發貨之日起，提供 90 天的免費保修服務或延續原保固期。

|    |                                                                                                 |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 注意 | 下列情況不適用於保固條款：<br>(1) 非本公司原裝產品。<br>(2) 產品的安全標籤被撕毀。<br>(3) 產品在說明書規定的或未規定的不正常環境中使用，或任何被視為非正常使用的情況。 |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------|

## ▲ 產品保證

本公司為生產的氣體流量計系列產品提供以下保證：

- (1) 保固期內，產品必須由本公司進行維護和修理，否則保固無效。
- (2) 在 365 天保固期內，提供免費維修服務。
- (3) 本公司會在產品出廠前對每台產品的質量和功能進行檢查（包括外觀檢查、氣體檢漏及流量標定）。
- (4) 使用者有責任依據本手冊的規定來正確使用本產品。因使用不當造成的損壞將不由本公司負責。
- (5) 若產品部件因材料或品質瑕疵失效，本公司將提供免費更換服務。

## ▲ 免責聲明

本公司對於以下情況所造成的損壞不承擔任何責任：

- (1) 由火災、天災等自然災害導致的產品故障或損壞。
- (2) 因誤操作或不合理使用而導致的產品故障或損壞。
- (3) 在不適宜或惡劣環境下操作或儲存產品所造成的故障或損壞。
- (4) 因未按照產品使用說明書正確使用而導致的產品故障或損壞。
- (5) 由於雜質混入而引起的產品故障或損壞。
- (6) 未經授權私自撕毀安全標籤並改動產品。
- (7) 在保證期內，如明確由本公司責任造成的故障或損傷的場合，本公司提供代替品或必要的可換件。

另外，此處的保證是本公司產品單體的保證，  
由於本公司產品的故障引發的損害不在保證對象範圍內。