

# 六氟化硫传感器模组

## MGM24-SF6

六氟化硫传感器模块采用 NDIR 气体测量原理，并结合镀金气室与高精度采样电路，内置温度补偿和气压补偿功能，能够精确测量环境中 SF6 的气体浓度，具有使用寿命长、测量精度高、气体选择性好、性能稳定等优点。



### 产品特点

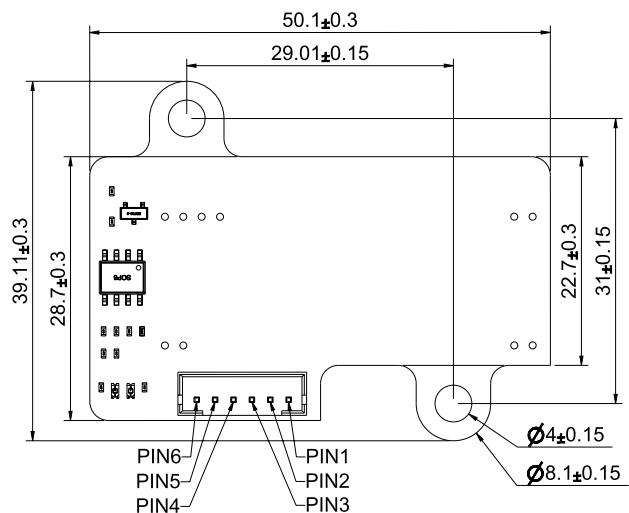
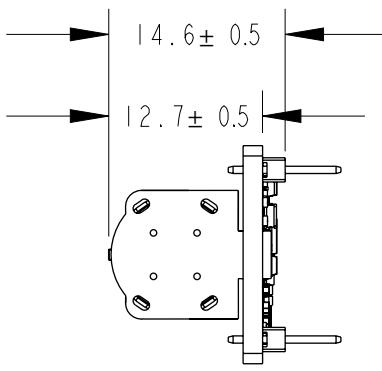
- 测量精度高、性能稳定可靠
- 内置温度补偿
- 内置气压补偿
- 使用寿命长
- 响应速度快
- 支持 UART/IIC 输出

### 产品应用

- 电力设备 SF6 泄露检测

### 产品尺寸

单位: mm



## 产品参数

| 参数      | 指标  |
|---------|---|
| 测量气体种类  | SF6   |
| 供气方式    | 扩散式   |
| 测量范围    | 0~1500ppm <sup>(1)</sup>                              |
| 测量精度    | ± 30ppm   |
| 分辨率     | 1ppm  |
| 灵敏度     | ≤ 5ppm  |
| 温度影响    | ± 5ppm/°C或 ± 0.02%RD/°C中的较大值, 补偿后                     |
| 气压影响    | ≤ ± 0.02%RD/hPa, 补偿后                                  |
| 稳定性     | <1%FS/ 年  |
| 预热时间    | 运行操作约 1min <sup>(2)</sup> , 达到性能约 5min <sup>(3)</sup> |
| 响应时间    | T63 ≤ 12s, T90 ≤ 25s                                  |
| 工作电压    | 5±10%VDC <sup>(4)</sup> , 电源允许纹波: Wp-p ≤ 40mV         |
| 工作电流    | 平均 ≤ 40mA, 峰值 ≤ 150 <sup>(5)</sup> mA                 |
| 输出方式    | UART  |
| 存储温度    | -30°C ~+70°C  |
| 工作温度范围  | -20°C ~+60°C  |
| 工作湿度范围  | 0~95%RH( 无凝结 )  |
| 工作气压范围  | 75~120kPa   |
| 平均无故障时间 | >10 年   |
| 外形尺寸    | 50.1mm*39.1mm   |

## 接口功能

| 引脚名称 | 引脚   | 描述             |
|------|------|----------------|
| PIN1 | V+   | 电源输入端 (5V)     |
| PIN2 | GND  | 电源输入端 (接地端)    |
| PIN3 | RXD  | 数据输入, 高电平 3.3V |
| PIN4 | TXD  | 数据输出, 高电平 3.3V |
| PIN5 | OUT1 | 设备故障 (低电平有效)   |
| PIN6 | OUT2 | 气体泄漏警报 (低电平有效) |

## 连接器型号

| 类别   | 型号         | 引脚间距 | 品牌           |
|------|------------|------|--------------|
| 连接器  | A2001WV-6P | 2mm  | CJT( 长江连接器 ) |
| 对接型号 | A2001H-6P  | 2mm  | CJT( 长江连接器 ) |

## 通讯端口参数

|         |   |
|---------|---|
| 信号类型    | UART/IIC  |
| UART 类型 | 多点, 半双工, 总线从机数 < 50;  |
| 波特率     | 1200bps(1), 2400bps(2), 4800bps(3), 9600bps(4), 14400bps(5), 19200bps(6), 38400bps(7), 57600bps(8), 115200bps(9); 默认波特率: 9600bps, 用户可设置 |
| 数据格式    | 1 起始位, 8 数据位, 无奇偶, 2 停止位  |
| 流控制     | 无   |
| 地址      | 1-250, 广播地址为 :0, 默认地址为 :1, 用户可设置  |
| 连接      | 2 线制, 最大通讯距离 120 米  |
| 通讯协议    | Modbus-RTU  |
| 应答延迟    | < 200ms   |

## 寄存器定义与说明

| 参数名称   | 寄存器地址  | 命令号                   | 数据格式   | 数据范围          | 读写 | 单位  | 说明                                 |
|--------|--------|-----------------------|--------|---------------|----|-----|------------------------------------|
| 通讯地址   | 0x0000 | 0x03( 读)<br>/0x06( 写) | UINT16 | 1~250         | RW | -   | 传感器通信地址                            |
| 通讯速率   | 0x0001 | 0x03( 读)<br>/0x06( 写) | UINT16 | 1~9           | RW | -   | 1~9 对应 1200 到 115200bps            |
| 报警阈值   | 0x0002 | 0x03( 读)<br>/0x06( 写) | UINT16 | 10~5000       | RW | PPM | 当前浓度超过报警阈值则产生报警, 报警状态发生改变          |
| 报警状态   | 0x0003 | 0x03( 读)              | UINT16 |               | R  | -   | 浓度超过报警阈值时改变状态                      |
| 报警回差   | 0x0004 | 0x03( 读)<br>/0x06( 写) | UINT16 | 10~1000       | RW | PPM |                                    |
| 浓度校准   | 0x0005 | 0x03( 读)<br>/0x06( 写) | UINT16 | 0~5000        | RW | PPM | 支持 5 个浓度点自适应校准                     |
| 恢复出厂设置 | 0x0007 | 0x06( 写)              | UINT16 | 0xABCD        | RW | -   | 通讯地址恢复为 1<br>波特率恢复为 9600, 清除浓度校准系数 |
|        |        |                       |        | 0xFE01-0xFE05 | W  | -   | 对应清除校准点 1 到校准点 5                   |

|            |        |          |        |            |    |                    |                               |
|------------|--------|----------|--------|------------|----|--------------------|-------------------------------|
| 校准点 1-浓度值  | 0x0008 | 0x03( 读) | UINT16 | 0~5000     | R  | PPM                | 校准点浓度值                        |
| 校准点 1-校准系数 | 0x0009 | 0x03( 读) | UINT16 | 0~5000     | R  | Offse/ coefficient | 浓度 =0: 校准点偏移量<br>浓度 ≠ 0: 校准系数 |
| 校准点 2-浓度值  | 0x000A | 0x03( 读) | UINT16 | 0~5000     | R  | PPM                | 校准点浓度值                        |
| 校准点 2-校准系数 | 0x000B | 0x03( 读) | UINT16 | 0~5000     | R  | Offse/ coefficient | 浓度 =0: 校准点偏移量<br>浓度 ≠ 0: 校准系数 |
| 校准点 3-浓度值  | 0x000C | 0x03( 读) | UINT16 | 0~5000     | R  | PPM                | 校准点浓度值                        |
| 校准点 3-校准系数 | 0x000D | 0x03( 读) | UINT16 | 0~5000     | R  | Offse/ coefficient | 浓度 =0: 校准点偏移量<br>浓度 ≠ 0: 校准系数 |
| 校准点 4-浓度值  | 0x000E | 0x03( 读) | UINT16 | 0~5000     | R  | PPM                | 校准点浓度值                        |
| 校准点 4-校准系数 | 0x000F | 0x03( 读) | UINT16 | 0~5000     | R  | Offse/ coefficient | 浓度 =0: 校准点偏移量<br>浓度 ≠ 0: 校准系数 |
| 校准点 5-浓度值  | 0x0010 | 0x03( 读) | UINT16 | 0~5000     | R  | PPM                | 校准点浓度值                        |
| 校准点 5-校准系数 | 0x0011 | 0x03( 读) | UINT16 | 0~5000     | R  | Offse/ coefficient | 浓度 =0: 校准点偏移量<br>浓度 ≠ 0: 校准系数 |
| 传感器故障状态    | 0x0000 | 0x04     | UINT32 | -          | RO | -                  | 传感器故障或错误信息                    |
| 气体浓度 PPM 值 | 0x0002 | 0x04     | UINT16 | 0~5000     | RO | PPM                | 多点校准后的浓度值, 正数                 |
| 气体浓度 PPM 值 | 0x000F | 0x04     | UINT16 | -5000~5000 | RO | PPM                | 未多点校准的浓度值, 可为负数               |
| 气体浓度 PPM 值 | 0x0010 | 0x04     | UINT16 | -5000~5000 | RO | PPM                | 未多点校准的浓度值, 可为负数               |
| 传感器复位      | 0x20F6 | 0x15( 写) | UINT16 | 0xAAEE     | W  | -                  | 写入 0xAAEE 后传感器复位              |

例：读取浓度（此处未做改动，与原版本一致）

主机发送 (16 进制 )010400 02 000190 0a

0x01: 地址

0x04: 命令号

0x00: 寄存器地址高字节

0x02: 寄存器地址低字节

0x00: 地址字节数高字节

0x01: 地址字节数低字节

0x90:CRC 低字节

0x0a:CRC 高字节 ( 对前面的 6 字节进行 CRC 计算得到 )

从机返回 (16 进制 )0104020187 f8c2

0x01: 地址

0x04: 命令号

0x02: 字节数

0x01: 气体浓度高字节

0x87: 气体浓度低字节

0xf8:CRC 低字节

0xc2:CRC 高字节 ( 对前面的 5 字节进行 CRC 计算得到 )

## 多点自适应校准 V1.01

### 1. 校准点数

目前支持 5 点校准，重复校准相同点会覆盖，超过 5 次校准且没有相同校准点时，会覆盖第 5 个校准点。

2. 校准过程在任意浓度下，如果传感器测量的测量值偏差较大时，可以使用该功能进行线性校准。假设，此时在没有 SF6 的环境下，传感器输出了 100PPM，与实际的 OPPM 偏差较大，那么此时可以对保持寄存器 0x0005 进行写 0，命令如下 (16 进制 ):

01 06 00 05 00 0099cb

01 是从机地址，06 是功能码，0x0005 是保持寄存器地址，0000 是写入的数据，99cb 是前面数据的 CRC 校验值。其他校准点校准也是写保持寄存器 0x0005，把真实浓度值写入该寄存器即可。

以上命令写入后，可以读取保存寄存器 0x0008 和 0x0009。

此时 0x0008 是校准时的传感器浓度值，如上所述是 100PPM，0x0009 是对应产生的系数，但此时校准的是 0 点，所以这个值是偏移量，值为 -100PPM。

如果不是 0 点校准点，那么该值是放大 1000 倍后的百分比系数，如此时浓度是 100PPM，但真实浓度是 150PPM，那么该百分比系数是  $150/100*1000=1500$ 。

以此类推，第 2 到第 5 个校准点对的传感器校准浓度、系数寄存器分别是 {0x000A, 0x000B}, {0x000C, 0x000D}, {0x000E, 0x000F}, {0x0010, 0x0011}。这 5 组寄存器为只读，出厂状态下都为 0。

### 3. 清除校准点

发送命令 :01060007fe01b9ab( 清除第一个校准点 )

返回 :01060007fe01b9ab，清除成功。

### 4. 特别说明

校准顺序没有限制，可以任意浓度下进行校准。可以先校准零点，也可以先校准最大浓度点，但校准点数最大支持 5 点

## 故障码说明

| 序号 | 故障名称                  | 故障类型         | 故障值        | 说明         |
|----|-----------------------|--------------|------------|------------|
| 1  | SYS_NONE_FAULT        | 无故障          | 0x00000000 | 传感器没有故障    |
| 2  | SYS_HSE_FAULT         | 外部晶振启动失败     | 0x00000001 | 影响测量精度     |
| 3  | SYS_HSI_FAULT         | 内部时钟启动失败     | 0x00000002 | 无法测量，传感器失效 |
| 4  | SYS_CLOCK_FAULT       | 系统时钟切换失败     | 0x00000004 | 无法测量，传感器失效 |
| 5  | SYS_AD_CALIB_FAULT    | ADC 校准失败     | 0x00000008 | 影响测量精度     |
| 6  | SYS_PRESS_INIT_FAULT  | 压力传感器初始化失败   | 0x00000010 | 影响测量精度     |
| 7  | SYS_PRESS_DATA_FAULT  | 压力传感器数据错误    | 0x00000020 | 影响测量精度     |
| 8  | SYS_EEPROM_INIT_FAULT | EEPROM 初始化错误 | 0x00000040 | 无法测量，传感器失效 |
| 9  | 保留                    | 保留           | 0x00000080 | 保留         |

|    |                     |        |            |             |
|----|---------------------|--------|------------|-------------|
| 10 | 保留                  | 保留     | 0x00000100 | 保留          |
| 11 | 保留                  | 保留     | 0x00000200 | 保留          |
| 12 | 保留                  | 保留     | 0x00000400 | 保留          |
| 13 | 保留                  | 保留     | 0x00000800 | 保留          |
| 14 | SYS_UNDERVOLT_FAULT | 电源电压低  | 0x00001000 | 影响测量精度      |
| 15 | SYS_NTC_OPEN_FAULT  | NTC 开路 | 0x00002000 | 无法测量, 传感器失效 |
| 16 | SYS_NTC_SHORT_FAULT | NTC 短路 | 0x00004000 | 无法测量, 传感器失效 |
| 17 | SYS_COMM_FAULT      | 通讯参数错误 | 0x00008000 | 影响串口通讯      |
| 18 | 保留                  | 保留     | 0x00010000 | 保留          |
| 19 | 保留                  | 保留     | 0x00020000 | 保留          |
| 20 | 保留                  | 保留     | 0x00040000 | 保留          |
| 21 | 保留                  | 保留     | 0x00080000 | 保留          |
| 22 | 保留                  | 保留     | 0x00100000 | 保留          |
| 23 | 保留                  | 保留     | 0x00200000 | 保留          |
| 24 | 保留                  | 保留     | 0x00400000 | 保留          |
| 25 | 保留                  | 保留     | 0x00800000 | 保留          |
| 26 | 保留                  | 保留     | 0x01000000 | 保留          |
| 27 | 保留                  | 保留     | 0x02000000 | 保留          |
| 28 | 保留                  | 保留     | 0x04000000 | 保留          |
| 29 | 保留                  | 保留     | 0x08000000 | 保留          |
| 30 | 保留                  | 保留     | 0x10000000 | 保留          |
| 31 | 保留                  | 保留     | 0x20000000 | 保留          |
| 32 | 保留                  | 保留     | 0x40000000 | 保留          |
| 33 | 保留                  | 保留     | 0x80000000 | 保留          |

## 注释

1. 根据校准的特点, 产品使用在浓度高于 1500PPM 的环境下, 将不保证测量精度。
2. 传感器电源接通后, 在此时间后才有有效测量数据输出, 之前输出的数据有可能出现较大的偏差或为 0。
3. 传感器电源接通后, 在此时间内达到本数据手册中技术规格描述范围内的性能。
4. 供电电压高于 5.5V 传感器可能发送不可逆转的损坏: 供电电压低于 4.5V 传感器性能无法保证。
5. 请保证电源的供电能力满足此要求。

## 版本历史

| 日期        | 版本  | 变更              |
|-----------|-----|-----------------|
| 2023.2.1  | 1.0 | 最初版本            |
| 2023.5.19 | 2.0 | 更新寄存器部分定义与说明    |
| 2024.3.8  | 3.0 | 增加多点自适应校准和故障码说明 |



扫码关注美思先端  
了解更多产品

深圳市美思先端电子有限公司  
Shenzhen MFrontier Electronics Co.,Ltd.  
Web: [www.memsf.cn](http://www.memsf.cn)  
Tel: 0755-21386871  
Add: 深圳市光明区凤凰街道招商局光明科技园 B2 栋