MS03-010

CO_2 传感器



产品规格书

SPECIFICATION

厦门美时美克空气净化有限公司

XIAMEN MAXMAC AIR TECHNOLOGY CO.,LTD

V1.0 2022-09-21

MS03-010 CO_2 传感器

MS03-010 CO_2 传感器基于非分散红外技术(NDIR)，利用 CO_2 对 4.26 μm 红外光谱的吸收特性，且该吸收特性符合朗伯比尔(Lambert-Beer)定律。传感器采用红外光源发射红外光、红外热电堆接收 4.26 μm 红外光，根据接收信号强弱通过软件算法计算 CO_2 浓度。

MS03-010 CO_2 传感器采用 MAXMAC 自主设计的专利 W 型长光程气室，在有限的气室空间内增加了有效光程，结合自主研发的全自动化高精度标定系统，使得传感器具有宽量程、高精度、高一致性等特点。

产品特点：

宽量程
高精度
高一致性、重复性、可靠性
响应快
长寿命
小体积
低功耗

应用领域：

新风系统
室内环境检测
车内环境检测
工业环境检测
植物栽培环境检测
制冷剂泄漏检测

1 系统框图

MS03-010 CO_2 传感器是基于非分散红外技术(NDIR)，利用 CO_2 对 4.26 μm 红外光谱的吸收特性所设计的传感器，传感器系统组成框图如图 1 所示。

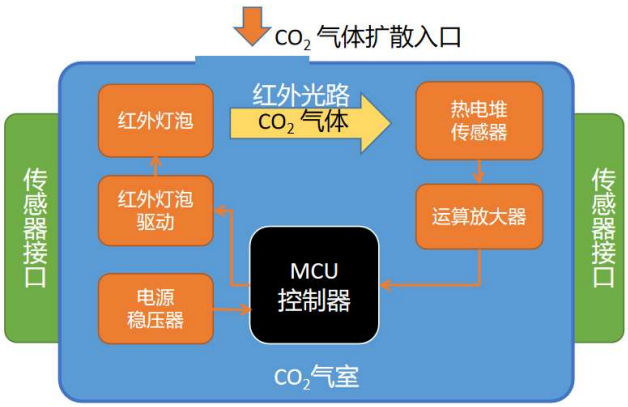


图 1 系统框图

- 红外灯泡驱动及红外灯泡： 为红外光源及其驱动与控制单元；
- 热电堆传感器及运算放大器： 为红外热电堆信号调理单元；
- MCU 控制器为整个系统核心控制单元，包括红外光源控制、信号采集、CO_2 浓度计算、精度标定、数据存储及对外通讯与输出等；
- MS03-010 CO_2 传感器具有标准的 UART 串行接口，用于与外部通信，采用自定义协议并兼容 Modbus 协议，支持扩展 RS485，同时具有浓度 PWM 输出功能。

2 接口定义

引脚图示

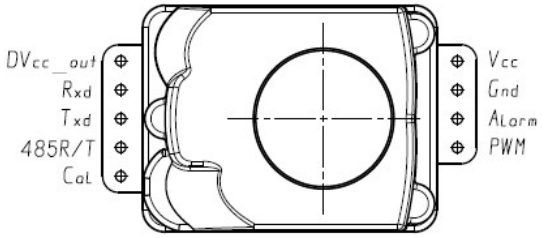


图 2 接口示意图

引脚描述

表 1 MS03-010 CO_2 传感器端口和 IO 描述

功能	输入/输出	引脚 / 参数描述	说明
电源引脚			
GND	电源	电源负（参考地）	-
VCC	电源	电源正	无防反接保护 工作电压范围：4.5V DC~6.5V DC
DVCC_out	输出	内部 3.3V 稳压电源输出	输出电压：3.3V DC 带载能力：10mA max 无内部保护，可用于主控制器工作电压 5V 时的逻辑电平转换，感应噪声或者过大电流将影响传感器精度，如果使用该引脚，建议外部串联电阻。
通信引脚			
TxD	输出	UART 数字输出	推挽串联 270 Ohm 电阻输出
RxD	输入	UART 数字输入	接口串联 1K Ohm 电阻到 MCU RXD 脚，且通过内部上拉至 DVCC_out，上拉电阻：27K Ohm
485R/T	输出	RS485 传输方向控制	推挽串联 270 Ohm 电阻输出
输入输出引脚			
CAL	输入	标定使能脚	接口串联 1K Ohm 到 MCU CAL 脚，且通过内部上拉至 DVCC_out，上拉电阻：27K Ohm
PWM	输出	浓度 PWM 输出	推挽串联 270 Ohm 电阻输出
Alarm	输出	报警输出	用于当 CO_2 浓度超过指定限值(默认>1000 ppm)报警输出，开漏串联 270 Ohm 电阻输出

3 参数

3.1 性能参数

MS03-010 CO_2 传感器的系统性能参数如表 2 所示。

表 2 性能参数

项目	描述
测量气体	二氧化碳 CO_2
测量原理	非分散红外原理(NDIR)
量程	0 ~ 50000 ppm
分辨率	1 ppm
测量间隔	4 seconds
精度	± (50 ppm+3%读数) 注1
预热时间	15 seconds
T90 响应时间	< 60 seconds (500 ppm to 5000 ppm)
寿命	≥ 15 years
工作电压	4.5V DC ~ 6.5V DC
工作电流	峰值 200 mA ，平均 15 mA
休眠电流	< 100 uA(休眠功能默认关闭，需依协议指令开启休眠功能)
工作温度	0 ℃ ~ 50 ℃
工作湿度	0% ~ 95% 非凝露
存储温度	-30 ℃ ~ 70 ℃
外形尺寸 (L * W * H)	30 mm * 20 mm * 9.7 mm
重量	≈ 5 grams
通信接口与输出	UART(兼容 Modbus 协议,支持扩展 RS485)，PWM
Alarm 报警输出	当 CO_2 浓度值大于 1000 ppm，输出高电平；当 CO_2 浓度值低于 800 ppm，输出低电平 注2
PWM 浓度输出	周期 1 ms 注3，分辨率 0.25 us
维护要求	开启 ABC 功能情况下，正常应用免维护

注：

1. 精度验证参考标准气体，标准气体精度偏差≤2%;精度在出厂前验证合格，出厂后因运输、装配等可能引起的精度偏移；
2. 报警阈值(默认 1000 ppm)可依协议指令进行更改，详见通讯协议；
3. PWM 浓度量程(默认 0 ~ 50000 ppm)可依协议指令进行更改设置，详见通讯协议。

3.2 极限参数范围

超过表 3 所列出的参数可能会对设备造成永久性的损坏，MS03-010 CO_2 传感器在这些规定指定范围以外的情况下操作是不被允许的，超过极限值工作可能会影响器件的可靠性并损坏传感器。

表 3 极限参数

符号	参数	最小值	最大值	单位	说明
电气特性					
V_{op}	工作电压	4.5	6.5	V	-
VP	端口输入电压	-0.3	DVCC_out + 0.3	V	-
环境特性					
T_{op}	工作温度	0	50	□	-
T_{stg}	存储温度	-30	70	□	-
R_{Hop}	工作湿度	0%	95%	-	非凝露
R_{Hstg}	存储湿度	0%	95%	-	-

3.3 电气特性

MS03-010 CO_2 模块的电气特性参数如表 4 所示。

表 4 电气特性

符号	参数	数值			单位	说明
		Min.	Typ.	Max.		
V_{op}	工作电压	4.5	5	6.5	V	-
I_{avg}	平均电流	10	15	20	mA	-
I_{peak}	峰值电流	150	200	250	mA	一个采集周期内，持续时间<30ms
I_{sleep}	休眠电流	-	-	100	uA	休眠功能默认关闭，需依协议指令开启
V_{DVCC_out}	输出电压	3.23	3.3	3.37	V	-
I_{DVCC_out}	DVCC 输出电流	-	-	10	mA	-
V_P	端口电压	-0.3	-	DVCC_out + 0.3	V	-
V_{PIH}	端口高电平输入电压范围	1.5	-	DVCC_out	V	TTL
		0.8* DVCC_out	-	DVCC_out		Pin
V_{PIL}	端口低电平输入电压范围	0	-	0.32	V	TTL
		0	-	0.2 * DVCC_out		Pin
V_{POH}	端口高电平输出电压范围	DVCC_out-0.6	-	-	V	-
V_{POL}	端口低电平输出电压范围	-	-	0.4	V	-
I_{POH}	端口高电平输出电流	-	-	10	mA	-
I_{POL}	端口低电平输入电流	-	-	10	mA	-

4 主要功能

4.1 ABC 功能(自动基线校正)[注4]

MS03-010 CO_2 传感器由于内部集成了自动基线校正(ABC)算法，在正常环境下使用基本免维护。该算法在预先配置的时间间隔内不断跟踪传感器的最低读数，并与预期的 400 ppm CO_2 新风浓度值比较，缓慢地校正传感器的长期漂移。传感器精度评价是需要 MS03-010 CO_2 传感器在连续运行一段时间后进行（ABC 功能开启情况下，至少运行一个 ABC 周期）。

表 5 ABC 默认配置

ABC 参数	说明
ABC 出厂默认状态	默认开启
ABC 默认周期	7 天(168 hours)

注 4：当应用环境可能出现浓度值大幅低于 400 ppm 的情况时（如大棚种值等），请关闭 ABC 功能。

4.2 客户校准--背景或零点校准

MS03-010 CO_2 传感器是精密的光学模块，不恰当的搬运、运输和安装都可能会导致传感器读数精度降低。ABC 功能开启情况下待传感器运行一段时间后，ABC 功能会将读数调整回正确的数值。为了方便用户校准，在不等待 ABC 算法自动校准偏移的情况下，提供了两种手动校准方法，即可通过控制 CAL 引脚来选择两个校准程序的其中一个。

执行校准程序时，确保传感器处于稳定的环境中并稳定运行 5 分钟。详细校准程序见表 6 所示。

表 6 校准程序

校准程序	校准使能配置	校准说明
400 ppm CO_2 背景校准	CAL 引脚拉低 4 ~ 8 seconds	使用 400 ppm 标准 CO_2 气体进行校准 或在室外空旷环境进行校准
零点校准	CAL 引脚拉低 >16 seconds	使用纯 N_2 (0 ppm CO_2)气体进行校准

4.3 客户校准--定点校准

MS03-010 CO_2 传感器支持定点校准，可将传感器置于已知浓度的环境稳定运行 5 分钟，通过指令发送当前环境的浓度值进行定点校准。详见通讯协议 5.6.8。

4.4 浓度 PWM 输出功能

MS03-010 CO_2 传感器具有通过 PWM 直接输出 CO_2 浓度的功能，PWM 的周期为 1 ms，占空比范围为 0%~100%。CO_2 浓度值的计算公式如下公式所示：

$$Cppm = \frac{FS \times Thigh}{Tcycle}$$ 公式 1

- *FS* ： 设置的量程值(默认 50000 ppm)[注5]
- *Cppm*：当前 CO_2 浓度值，单位为 ppm
- *Thigh*：高电平时间，单位为 us
- *Tcycle*：PWM 周期，1000 us±1%
- PWM 分辨率, 0.25 us±1%

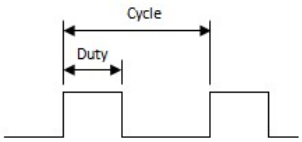


图 3 PWM 波形示意图

注 5：PWM 量程(默认 0 ~ 50000 ppm)可通过协议进行更改设置，详见通讯协议 5.6.5。

4.5 报警功能

MS03-010 CO_2 传感器支持报警输出功能，通过 Alarm 引脚开漏串联 270 Ohm 电阻输出，当测量的 CO_2 浓度值高于设定值(默认 1000 ppm)时，Alarm 引脚输出高电平(需外部上拉)，当测量的 CO_2 浓度值低于设定值(默认 800 ppm)时，Alarm 引脚输出低电平。

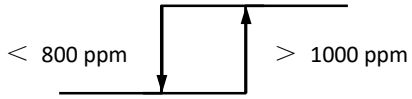


图 4 Alarm 输出示意图

注：报警阈值(默认 1000 ppm)可通过协议进行更改，详见通讯协议 5.5.6。

5 通讯协议

MS03-010 CO_2 传感器采用自定义协议并兼容 Modbus 协议，外部主机可以通过该协议读取 CO_2 浓度值及读取工作状态和其他操作，详见命令表。

注：通过恢复出厂设置指令可执行还原操作，还原至出厂初始状态。

5.1 串口通讯参数

表 7 通讯参数

波特率	数据位	起始位	检验位	停止位
9600 注	8	1	N	1

注：默认为 9600 bps，可通过协议更改，详见通信协议 5.6.9；

5.2 主从机定义

传感器定义为从机不主动发起通信，只响应主机指令。

5.3 报文格式

表 8 报文格式

	HEAD	LEN	CMD	DATA	CHECKSUM
	1 字节	1 字节	1 字节	N 字节	1 字节
主机	0XFC	N+1	XXH	D1…DN	XXH
从机	0XFC	N+1	XXH	D1…DN	XXH

LEN	帧长度 = (CMD 1 字节 + DATA 长度 N 字节)
CHECKSUM	校验和 = 256 - (LEN+CMD+DATA)%256

5.4 成帧机制

信息的发送和接收以至少 3.5 个字符时间的停顿间隔作为 1 帧标志。在一帧报文中，必须以连续的字符流发送整个报文帧，若两个字符间的空闲间隔大于 1.5 个字符时间，那么认为报文帧不完整，该报文将被丢弃。

5.5 响应时间

传感器接收主机请求最长响应时间 100 ms。

5.6 命令表

表 9 命令表

CMD	功能描述
0XC1	读取 CO_2 数值
0XD0	设置 ABC 周期(默认 7 天*24 hours，范围 1 ~ 180 天*24 hours，0 为关闭)
0XD1	设置 ABC 调整目标值(默认 400 ppm，建议非必要不调整)
0XD2	设置 PWM 输出满量程值(默认 50000 ppm)
0XD3	设置 ALRAM 阈值(默认低 800 ppm,高 1000 ppm)
0XD4	设置通讯静默时长进入休眠模式(默认 0-不休眠，单位:秒)
0XD8	设置传感器进行定点校准
0XD9	设置通讯速率(默认 9600 bps)
0XCF	读取传感器软件版本信息
0XCE	读取传感器 ID
0XDE	恢复出厂设置指令

通讯示例:

5.6.1 读取CO_2 值

主机发送: FC 01 C1 3E

从机回复: FC 05 C1 03 5C 00 00 DB

D1 D2 : CO_2的测量结果(ppm) = D1*256 + D2　03H * 256 + 5CH = 860 ppm

D3 D4 : 预留

5.6.2 设置ABC功能关

主机发送: FC 03 D0 00 00 2D

D1 D2 : 设置ABC周期(小时) = D1*256 + D2　　00H * 256 + 00H = 0 小时

ABC周期=0小时代表关闭ABC

从机回复: FC 03 D0 00 00 2D

5.6.3 设置ABC周期为168H

主机发送: FC 03 D0 00 A8 85

D1 D2 : 设置ABC周期(小时) = D1*256 + D2　　00H * 256 + A8H = 168 小时

从机回复: FC 03 D0 00 A8 85

注：设置时间范围为1~180天*24 hours

5.6.4 设置ABC目标值

主机发送: FC 03 D1 01 90 9B

D1 D2 : ABC目标值(ppm) = D1*256 + D2　　01H * 256 + 90H = 400 ppm

从机回复: FC 03 D1 01 90 9B

5.6.5 设置PWM输出满量程值

主机发送: FC 03 D2 13 88 90

D1 D2 : PWM输出满量程值(ppm) = D1*256 + D2　13H * 256 + 88H = 5000 ppm

即PWM最大占空比输出时值为5000 (默认设置为50000 ppm)

从机回复: FC 03 D2 13 88 90

5.6.6 设置ALRAM阈值

主机发送: FC 05 D3 04 B0 03 E8 89

D1 D2 : ALARM高阈值(ppm) = D1*256 + D2　04H * 256 + B0H = 1200 ppm

D3 D4 : ALARM低阈值(ppm) = D3*256 + D4　03H * 256 + E8H = 1000 ppm

从机回复: FC 05 D3 04 B0 03 E8 89

5.6.7 设置通讯静默时长进入休眠

主机发送: FC 02 D4 05 25

D1: 通讯静默时长进入休眠(秒) = D1　05H = 5秒

即主机停止发送数据时间超过5秒后模块进入休眠模式(默认0秒表示不开启静默休眠功能)

从机回复: FC 02 D4 05 25

注:设置范围0，1~240秒

5.6.8 对模块定点校准

主机发送: FC 03 D8 13 88 8A

D1 D2: 将模块当前的数值校准为设定数值(ppm) = D1*256 + D2　13H*256 + 88H = 5000 ppm

执行该命令前模块必须在稳定的环境下持续运行大于5分钟

从机回复: FC 01 D8 27

5.6.9 设置通讯速率

主机发送: FC 02 D9 00 25

D1: 设置速率　00H=9600bps

01H=2400bps

02H=4800bps

03H=19200bps

04H=38400bps

05H=115200bps

从机回复: FC 02 D9 00 25

5.6.10 读取模块版本信息

主机发送: FC 01 CF 30

从机回复: FC 0C CF 4D 4D 20 56 30 2E 30 2E 33 33 00 F3

版本信息: MM V0.0.33

5.6.11 读取传感器ID

主机发送: FC 01 CE 31

从机回复: FC 08 CE 16 06 1E 32 B9 13 00 F2

D1 D2 D3: 年 月 日 16H 06H 1EH = 22年06月30日

D4 D5 : 序列号 = D4*256 + D5　= 32H*256 + B9H = 12985

D6 D7: 预留

ID信息: 22063012985

5.6.12 恢复出厂设置指令

主机发送: FC 03 DE A5 5A 20

D1 D2: 特定字节固定为A5 5A H其它值将不执行该指令

从机回复: FC 03 DE 00 00 1F

6 结构尺寸

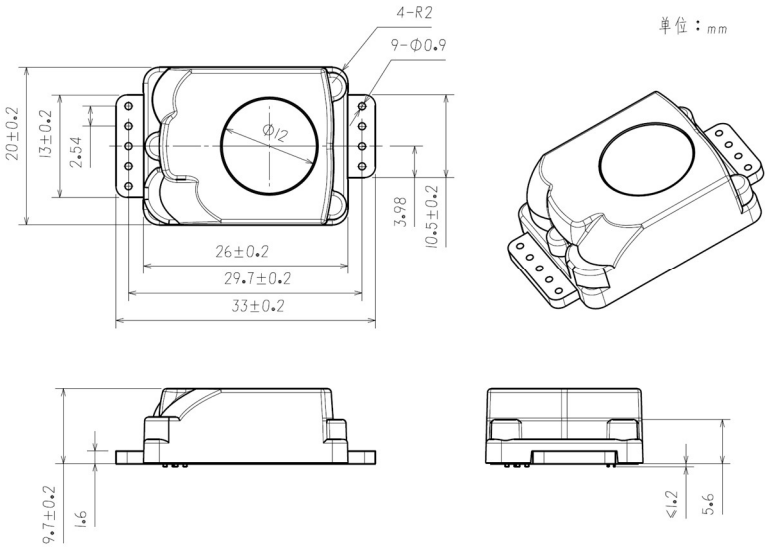


图 5 外观尺寸图

7.规格书版本信息

表 10 版本履历

版本	日期	说明	范围
V1.0	2022-7-22	初始版本	所有页
V1.1	2022-9-21	增加声明、精度说明等	page3,page10

8. 重要声明

- MAXMAC 保留更改本产品规格信息和改进本产品的可靠性、功能和设计的权利（包含但不限于硬件电路、软件程序的变更），恕不另行通知。
- 本产品不适用于航空航天、医疗仪器、军事等可能超过极限工作条件的领域。
- 在对本产品的焊接、安装、使用等过程中应避免其镀金塑胶腔体承受任何方向的压力。
- 本产品应远离热源，并避免阳光直射或其他热辐射
- 本产品如需放置于狭小空间，此空间应通风良好，特别是扩散窗应处在通风良好的位置。