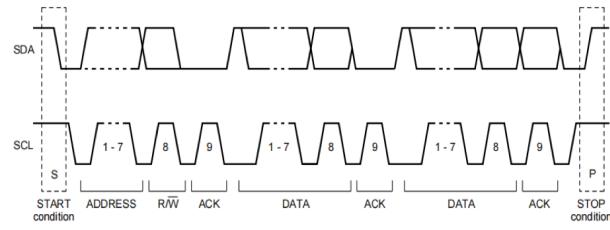


商用型二氧化碳气体传感器 I²C 通信协议

1、数据传输

DS-IR-CO₂ 商用型二氧化碳传感器遵循标准的 I²C 协议规范，传输速率高达 400 kbit/s。它工作在从机模式，7bits 从机地址为 0x10。数据传输以字节为单位，传输总长度不固定，每个字节必须跟随一个 ACK。数据传输时高位优先。数据传输参见右图。



1.1 I²C 配置

参数	值	说明
主 / 从模式	被动式	/
数据速率	高达 400 kbit/s (快速模式)	/
寻址模式	7 bit	/
地址	0x10	/
时钟拉伸	启用	/
时间延迟	≥ 90 ms	从机处理命令和操作闪存所需的时间

1.2 I²C 通讯协议格式

该表中数据的显示格式为 HEX。

发送：

帧头	长度	命令	数据 1	数据 2	...	数据 n	校验和
0x10	xx	xx	xx	xx	...	xx	xx

返回：

长度	命令	数据 1	...	数据 n	校验和
xx	xx	xx	...	xx	xx

1.3 通讯协议格式说明

项目	描述	字节数	数据类型
帧头	0x10 表示发送	1	无符号字符
长度	命令和数据的长度	1	无符号字符
命令	详见命令列表	1	无符号字符
数据	从数据 1 到数据 n	n*1	无符号字符
校验和	校验和 = 256-(长度 + 命令 + 数据)%256	1	无符号字符

1.4 命令列表

0x01	读取软件版本号		
0x02	查询产品序列号		
0x03	读取气体浓度值		
0x04	手动校准		
0x05	设置自动校准参数		

0x01 – 读取软件版本号

发送命令：

Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
帧头	长度	命令	校验和
0x10	0x01	0x01	0xFE

返回值：

Byte 0	Byte 1	Byte 2	...	Byte n+1	Byte n+2
长度	命令	数据 1	...	数据 n	校验和
xx	0x01	xx	...	xx	xx

注：数据 1 ~ 数据 n 为软件版本号，内容和长度会随着软件版本的升级而改变。

0x02 – 查询产品序列号

发送命令：

Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
帧头	长度	命令	校验和
0x10	0x01	0x02	0xFD

返回值：

Byte 0	Byte 1	Byte 2	...	Byte 16	Byte 17
长度	命令	数据 1	...	数据 15	校验和
xx	0x01	xx	...	xx	xx

注：数据 1 ~ 数据 15 表示产品序列号，长度为 15 个字节。

0x03 – 读取气体浓度值

发送命令：

Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
帧头	长度	命令	校验和
0x10	0x01	0x03	0xFC

返回值：

Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5	Byte 6
长度	命令	数据 1	数据 2	数据 3	数据 4	校验和
0x05	0x03	xx	xx	xx	xx	xx

注：浓度读数 = (数据 1 * 256 + 数据 2) 数据 3 和数据 4 为保留。

0x04 – 手动校准

发送命令：

Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5
帧头	长度	命令	数据 1	数据 2	校验和
0x10	0x03	0x04	xx	xx	xx

返回值：

Byte 0	Byte 1	Byte 2
长度	命令	校验和
0x01	0x04	xx

注：校准目标值 = 数据 1*256+ 数据 2。

0x05 – 设置自动校准参数

发送命令：

Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5	Byte 6	Byte 7	Byte 8
帧头	长度	命令	数据 1	数据 2	数据 3	数据 4	数据 5	校验和
0x10	0x06	0x05	xx	xx	xx	xx	xx	xx

返回值：

Byte 0	Byte 1	Byte 2
长度	命令	校验和
0x01	0x05	0xFA

数据 1：自动校准功能启用，1- 启用，0- 禁用。

数据 2 和 数据 3：自动校准周期 (H) = 数据 2 * 256+ 数据 3

数据 4 和 数据 5：自动校准参考浓度 (ppm)= 数据 4*256+ 数据 5

1.5 错误返回值

错误码列表如下

错误类型	错误码	错误描述
命令错误	0x01	发送命令中的命令不存在【1.4】的命令列表中
数据长度错误	0x03	发送命令中的长度不等于命令字节数 + 数据字节数。
写错误	0x04	传感器在手动校准、自动校准过程中数据写入 FLASH 失败
自动校准使能错误	0x05	设置自动校准参数指令中的数据 1 不是 0 或 1
命令校验和错误	0x06	发送命令中的校验和错误

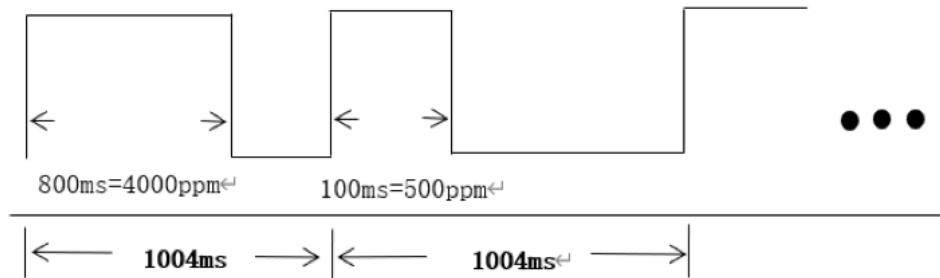
错误返回值

Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
长度	命令	错误代码	校验和
0x02	0x80	xx	xx

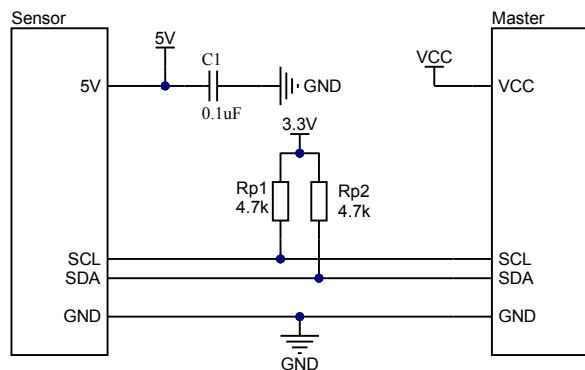
注：参见错误码列表。

1.6 PWM 输出

PWM 周期 =1004ms, 浓度输出 =positive_pulse_width/5, 示例如下:



1.7 应用电路



警告: 上拉电阻应满足公式①和公式②, 详见 I2C 总线规范和用户手册。

$$\text{公式 ①: } R_{P(\max)} = t_r / (0.8473 * C_b)$$

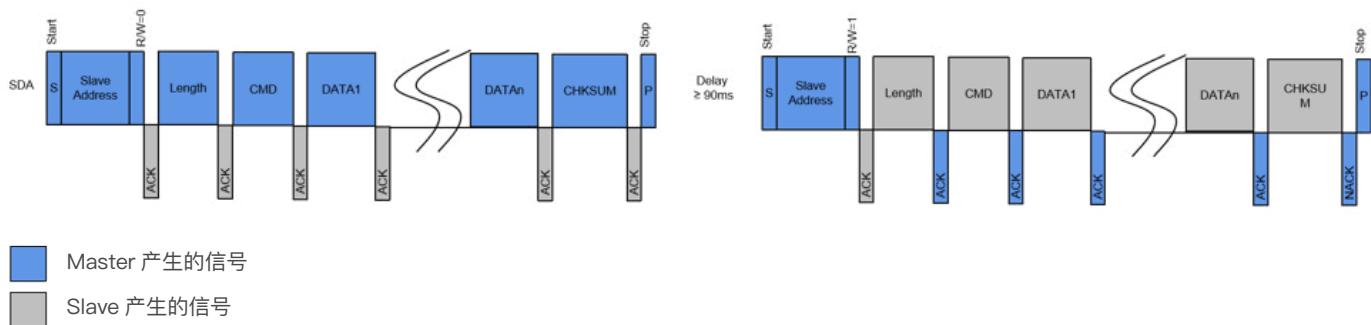
$$\text{公式 ②: } R_{P(\min)} = V_{DD} - V_{OL(\max)} / I_{OL}$$

公式中 V_{DD} 为 3.3 V, $V_{OL(\max)}$ 为 0.4 V

标准模式和快速模式下 I_{OL} 为 3 mA, t_r 为上升时间
 C_b 为估计母线电容。

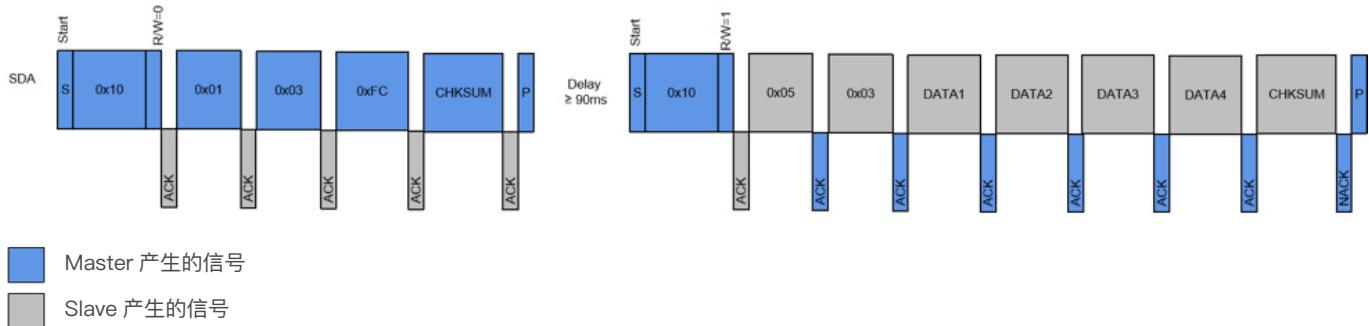
I2C 应用电路图

1.8 通讯顺序



- 1) 主向从发送命令。
- 2) Master 至少等待 90ms。从机处理命令和操作闪存所需的时间。
- 3) 从 slave 读取数据 / 结果。

示例：0x03 – 以 ppm 为单位读取 CO₂ 气体浓度



- 1) Master 生成 Start 条件
- 2) Master 发送一个字节 0x10 给 Slave, 0x10 由 7 位 Slave Address 和一个 R/W 位组成。在此例中, 7 位的“从地址”为“0001000b”, R/W 位为“0b”
- 3) Master 接收到 Slave 的 ACK, 然后发送长度字节 0x01 给 Slave
- 4) Master 从 Slave 接收 ACK, 然后发送一个 CMD 字节 0x03 给 Slave
- 5) Master 接收到 Slave 的 ACK, 然后发送一个 CHKSUM 字节 0xFC 给 Slave
- 6) Master 生成一个 Stop 条件
- 7) Master 至少等待 90ms。Slave 处理命令和操作 flash 所需的时间。然后 Master 生成一个 Start 条件
- 8) Master 发送一个字节 0x11 给 Slave, 0x11 由 7 位 Slave Address 和一个 R/W 位组成。在此例中, 7 位的“从地址”为“0001000b”, R/W 位为“1b”
- 9) Master 从 Slave 接收到 ACK, 然后从 Slave 读取长度字节 0x05, 并返回 ACK 给 Slave
- 10) Master 从 Slave 接收 ACK, 然后从 Slave 读取 CMD 字节 0x03, 并返回 ACK 给 Slave
- 11) Master 从 Slave 接收到一个 ACK, 然后从 Slave 读取一个字节 DATA1, 并返回一个 ACK 给 Slave
- 12) Master 从 Slave 接收到一个 ACK, 然后从 Slave 读取一个字节 DATA2, 并返回一个 ACK 给 Slave
- 13) Master 从 Slave 接收到一个 ACK, 然后从 Slave 读取一个字节 DATA3, 并返回一个 ACK 给 Slave
- 14) Master 从 Slave 接收到一个 ACK, 然后从 Slave 读取一个字节 DATA4, 并返回一个 ACK 给 Slave
- 15) Master 从 Slave 接收到一个 ACK, 然后从 Slave 读取一个 CHKSUM 字节, 返回一个 NACK 给 Slave
- 16) Master 生成一个 Stop 条件
- 17) 沟通结束



德国研发生产中心

德国 EC Sense GmbH

Wangener Weg 3 | 82069 Hohenschäftlarn
座机: +49 (0)8178-99992-10
传真: +49 (0)8178-99992-11
邮箱: office@ecsense.com
网址: www.ecsense.com

亚太区·中国应用设计研发中心

宁波爱氪森科技有限公司

浙江·宁波市鄞州区金谷北路 228 号中物科技园 6 号楼
邮编: 315100
座机: 0574-88097236, 88096372
邮箱: info@aqsystems.cn
网址: www.ecsense.cn