

ARESENSOR-IR-X-D

红外气体传感器



使用手册

版权

©2023 版权所有。未经青岛澳瑞森传感技术有限公司允许，不得以任何形式或任何语言转载或使用本文内容，否则将承担法律责任。

免责声明

至文件签发之时，本文所述内容真实有效，但在更新的版本中如有更改，恕不另行通知。

版本	发布日期	版本描述
V1.7	2025.05.01	1.增加“DATAG”指令，允许客户按照 PPM 单位进行数据读取，并提供当前气体类型编号。 2.增加“VBIAS XXXX”指令，允许客户调整传感器电压输出偏置。 3.增加“VADJ XXXX”指令，允许客户微调缩放电压输出。 4. 增加“ZERO1”指令，用于在室外空气中对二氧化碳传感器进行调零，即把零点设置为 400ppm 二氧化碳
V1.6	2024.12.01	1.增加“DATAL”和“CALBL XXXX”指令，允许客户按照%LEL 为单位进行数据读取和标定可燃气体传感器。 2.修改“SGAS X”指令，原 X 取值为 1 或者 4，修改后 X 取值可选 1.2.3.4 分别对应 CH4，C2H6，C3H8 和 C4H10 四种气体，并内置 4 条对应响应曲线（实际标定可选 CH4 加任意一种）。 3.CH4 量程从 5%VOL 扩展到 100%VOL，0~5%VOL 范围性能不变。5%~100%VOL 示值误差小于 3%示值。 4.优化 DATAS 指令显示内容。 5.修改“MODE X”指令，允许客户获得更好的高温稳定性 6.删除“USERSET”指令，替换为“CHECK”指令
V1.5	2023.07.07	1.增加“ALOHA X”指令，当有气体浓度发生变化时，传感器主动发送浓度信息 2.修改“USERSET”指令内容，允许客户查看更多传感器信息
V1.4	2023.04.28	优化指令描述
V1.3	2023.04.19	1.增加“BAUD x”指令，允许客户修改通信波特率
V1.2	2023.03.29	1.修改 4.2.3 “DATA”指令为“DATAS”，避免特殊情况下，客户发送“DATAE”指令最后一个字节不完整导致的通信异常。 2.增加“DATAF”指令，允许客户访问温度值和湿度值。 3.增加“MODE X”指令，允许客户使用更低的传感器功耗模式
V1.1	2022.12.20	修改 4.2.3 “DATA”指令内容
1.0	2021.10.30	初稿

目录

一. 产品简介	1
二. 技术指标 (表 2.1)	2
三. 机械尺寸	3
四. 使用说明	5
4.1 电气连接.....	5
4.2 通信协议.....	5
4.2.1 数据格式.....	5
4.2.2 常用通信指令.....	6
-数据读取 1 <DATAE> (hex: "44 41 54 41 45 ").....	6
-数据读取 2<DATAF>(HEX:" 44 41 54 41 46")	6
-数据读取 3<DATAI>(HEX:" 44 41 54 41 4C")	7
-数据读取 3<DATAG>(HEX:" 44 41 54 41 47")	8
-零点设置<ZERO2> (hex: "5A 45 52 4F 32")	9
-零点设置<ZERO1> (hex: "5A 45 52 4F 31")	10
-量程调整 1<CALB XXXX>(hex: "43 41 4C 42 20 --")	10
-量程调整 2<CALBL XXXX>(hex: "43 41 4C 42 4C 20 --")	10
-恢复默认<INIT>(hex: "49 4E 49 54")	11
4.2.3 其他指令.....	11
-查询用户设置<CHECK>{" 43 48 45 43 4B " }.....	11
-开启和关闭自动调零< AUTOZON >< AUTOZOFF >	12
-修改气体类型<SGAS X>(hex:" 53 47 41 53 20 XX")	12
-数据自动发送模式 1<DATAS>	13
-数据自动发送模式 2<ALOHA X>.....	13
4.3 特殊指令.....	14
-传感器工作模式<MODE X>.....	14
-修改通信波特率<BAUD X>	14
-电压调整<VADJ XXXX>(hex: "56 41 44 4A 20 --")	15
五. 注意事项	16
附录一 兼容协议.....	17
附录二 CRC- 16 循环冗余码校验	21
附件三 通信对传感器功耗的影响	25
附录四 传感器编号与特性	28

一. 产品简介

IR-X-D 系列 NDIR 传感器,基于比尔-郎伯定律,使用 LED 窄带光源以及快速响应光电二极管 (PD), 结合低功耗电路以及优化的光学系统, 满足常规 NDIR 红外传感器性能的同时实现超低功耗。一方面可以降低节点负载, 增加总线型气体检测设备的带载数量, 另外更适用于电池供电的便携产品和无线气体检测设备, 相比传统方案, 可实时监测气体泄露, 无需长时间脉冲间歇工作, 更安全可靠。

• 缩略语说明

LEL——气体爆炸下限

VOL——气体体积百分比

PPM——百万分之一

UART——通用异步收发传输串口

ADC——模拟量到数字量转换器

• 名词说明

目标气体: 传感器设计用于检测的气体, 用于传感器制造过程的标定和使用过程的检测。

干扰气体: 目标气体之外, 与目标气体光谱吸收峰有重叠, 导致传感器有响应的气体。

零点: 指无目标气体和干扰气体条件下的传感器状态

标定气体: 已知浓度的目标气体, 用于传感器标定。

二. 技术指标

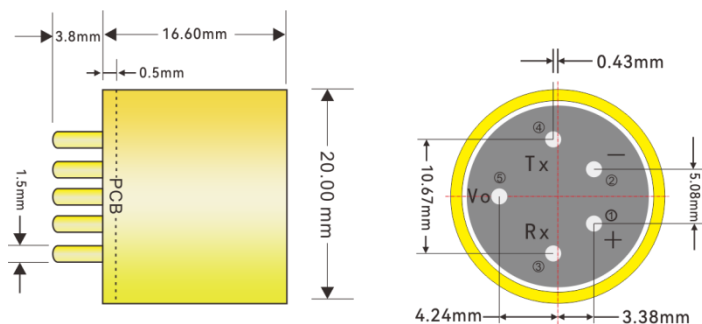
检测原理	非色散红外吸收 (NDIR)	
检测气体	HC 类烷烃气体	二氧化碳
检测量程	甲烷, 乙烷, 丙烷, 异丁烷 0~100%LEL (爆炸浓度参照 GB 50493 附录 A) * ³ (默认甲烷和异丁烷双气体标定)	0~10000ppm 0~20000ppm 0~50000ppm 0~20%VOL, 0~100%VOL
测量误差	±3%LEL * ¹	±3 % FS or ±5%示值 (较小)
工作电压	3.0V~5.0V * ¹ (推荐 3.6V)	
平均功率	<1.2mW (平均功耗 3.3V 360uA) * ¹	<2mW (平均功耗 3.3V 590uA) * ¹
工作温度	-40℃~70℃	
工作湿度	0~95%RH (无凝露)	
预热时间	30s	
响应时间	T ₉₀ < 20s * ²	
通信接口	UART, 1Hz (最大)	
光学镜面	镀金薄膜	
预期寿命	>8 years (纯净空气)	
防护等级	IP 54	
防爆标志	Ex ia IIC T4 Ga	
本安参数	UI=5V li=400mA Ci=38uF li=0mH Pi=0.5W	

(表 2.1)

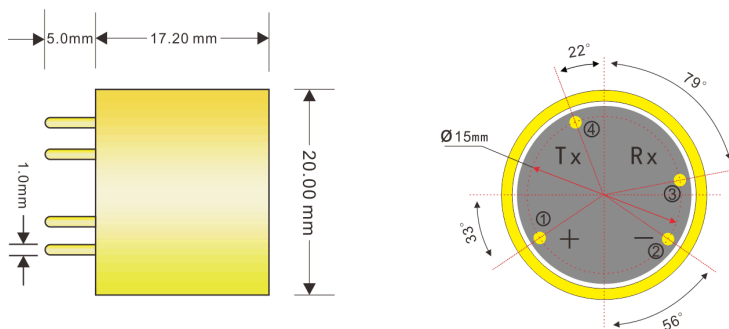
*1 以上数据在常温 25℃, 工作模式"MODE 0"下测得

*2 该响应时间在配置疏水膜, CH₄ 气体流速 500mL/min, 使用标定气室条件下测得.

三. 机械尺寸

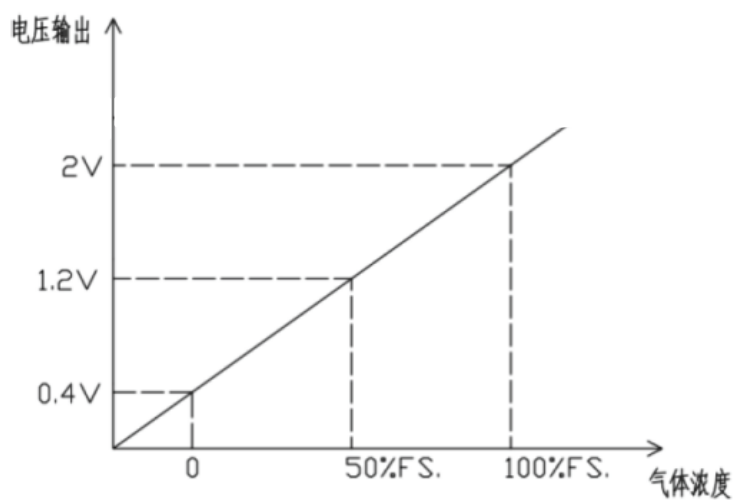


IR-A-D 传感器封装



IR-B-D 传感器封装

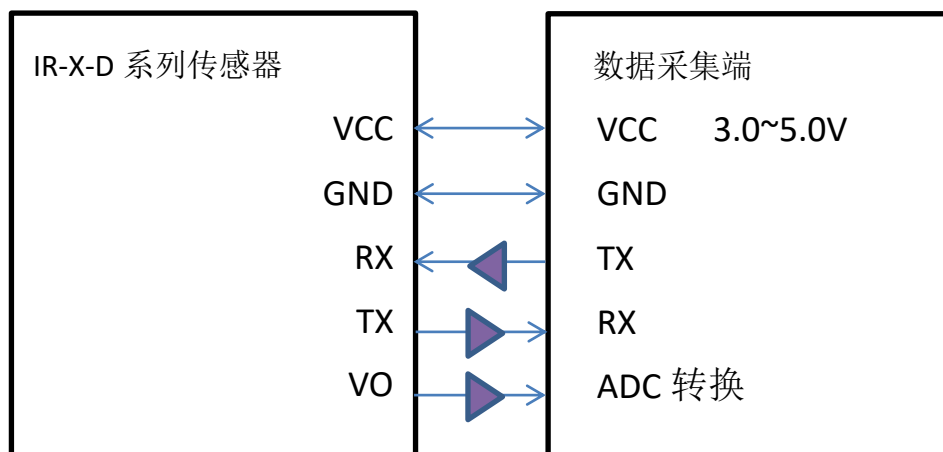
编号	IR-A-D	IR-B-D	管脚定义
1	+	+	电源正极
2	-	-	电源负极
3	RX	RX	UART RX 输入
4	TX	TX	UART TX 输出
5	Vo	/	模拟电压输出



注：IR-A-D 传感器插针可搭配标准 4 系 1.5mm 插孔使用，IR-B-D 传感器插针可搭配 Harwin 公司 H3182-05 1mm 插孔使用

四. 使用说明

4.1 电气连接



传感器采用直流供电，供电电压 DC 3.0V~5.5V。

通信通过 UART 接口，TTL 电平与数据采集接口相连，高电平范围 2.5~2.8V，低电平范围 0~0.8V。

4.2 通信协议

4.2.1 数据格式

类型	值
波特率	9600(默认,其他可选)
数据位	8
起始位	1, 总是低的
停止位	1, 总是高的
校验位	无校验

通信过程中字母与数字中间的空格键将被忽略。下文中“ “,<>,() 等字符均不包含在指令内容中。若收到错误指令，传感器将回复 “Invalid Instruction”。建议通信频率不大于 1Hz，间隔>1.1S。

4.2.2 常用通信指令

-数据读取 1 <DATAE> (hex: "44 41 54 41 45")

回复长度: 5 字节

回复内容: 浓度值 H+浓度值 L+状态码+ BCC 校验码+0x0D,

回复注释: 浓度值单位为 Vol 值*100, 校验码为 BBC 位之前所有字节的异或, 状态码以及处理参照 (表 4.1). 校验码算法 (表 4.2)

Command	<DATAE> (hex: "44 41 54 41 45")				
Byte number	0	1	2	3	4
Response	C-H	C-L	Status	BCC	Hex: "0D"
Example	Send: 44 41 54 41 45				
	Response: 00 64 00 64 0D				
	Readings of Concentration: 00 64=100/100=1%VOL				
	Status: 00-Normal				
	BCC: 64				
	Tail: 0D				

-数据读取 2 <DATAF> (HEX: "44 41 54 41 46")

回复长度: 9 字节

回复内容: 浓度值 H+浓度值 L+状态码+温度 H+温度 L+湿度 H+湿度 L+BCC 校验码+0x0D

回复注释: 浓度值单位为 Vol 值*100, 校验码为 BBC 位之前所有字节的异或, 状态码参照表 4.1.

温度值计算: $T(^{\circ}\text{C}) = 175.0f * (\text{float}) (TH * 256 + TL) / 65535.0f - 45.0f$

湿度值计算: $RH(\%) = 100.0f * (\text{float}) (RH * 256 + RL) / 65535.0f$

Command	<DATAF> (hex: "44 41 54 41 46")								
Byte number	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Response	C-H	C-L	Status	T-H	T-L	R-H	R-L	BCC	Hex: "0D"

Example	Send: 44 41 54 41 46				
	Response: 01 1B 00 66 78 1B CA D5 0D				
	Readings of Concentration: 01 1B (283/100=2.83%VOL)				
	Status: 00-Normal				
	Temperature: 66 78 (175.0*26232/65535-45=25.04℃)				
	Humidity: 1B CA (100.0*7114/65535=10.86%RH)				
	BCC: D5	Tail: 0D			

-数据读取 3<DATAL>(HEX:" 44 41 54 41 4C")

回复长度: 10 字节

回复内容: 浓度值 H+浓度值 L+状态码+温度 H+温度 L+湿度 H+湿度 L+气体类型码+BCC 校验码+0x0D

回复注释: 浓度值为 0~100%LEL, 校验码为 BBC 位之前所有字节的异或, 状态码参照表 4.1.此指令仅可燃气体传感器有效。

温度值计算: $T(^{\circ}\text{C}) = 175.0f * (\text{float}) (TH * 256 + TL) / 65535.0f - 45.0f$

湿度值计算: $RH(\%) = 100.0f * (\text{float}) (RH * 256 + RL) / 65535.0f$

Command	<DATAL> (hex: "44 41 54 41 4C ")									
Byte number	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Response	C-H	C-L	Status	T-H	T-L	R-H	R-L	GAS	BCC	Hex: "0D"
Example	Send: 44 41 54 41 4C									
	Response: 00 2F 00 62 72 36 0F 01 07 0D									
	Readings of Concentration: 00 2F (0x2F=47) 47%LEL									
	Status: 00-Normal									
	Temperature: 62 72 (175.0*25202/65535-45=22.29℃)									
	Humidity: 36 0F (100.0*13839/65535=21.11%RH)									
	GAS NO.: 01 (Ch4)		BCC: 07		Tail: 0D					

-数据读取 3<DATAG>(HEX:" 44 41 54 41 47")

回复长度: 12 字节

回复内容: 浓度值 (4 字节) + 状态码 + 温度 H + 温度 L + 湿度 H + 湿度 L + 气体类型码 + BCC 校验码 + 0x0D

回复注释: 浓度值单位为 PPM, 校验码为 BCC 位之前所有字节的异或, 状态码参照表 4.1.

温度值计算: $T(^{\circ}\text{C}) = 175.0f * (\text{float}) (TH * 256 + TL) / 65535.0f - 45.0f$

湿度值计算: $RH(\%) = 100.0f * (\text{float}) (RH * 256 + RL) / 65535.0f$

Command	<DATAG> (hex: "44 41 54 41 47")											
Byte number	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Response	C3	C2	C1	C0	Status	T-H	T-L	R-H	R-L	GAS	BCC	Hex: "0D"
Example	Send: 44 41 54 41 47											
	Response: 00 00 72 06 00 62 0C 52 20 01 1A 0D Readings of Concentration: 00 00 72 06 → 29190PPM Status: 00-Normal Temperature: 62 0C ($175.0 * 25100 / 65535 - 45 = 22.02^{\circ}\text{C}$) Humidity: 52 20 ($100.0 * 21024 / 65535 = 32.08\%RH$) GAS NO.: 01 (Ch4) BCC: 1A Tail: 0D											

状态码说明 (占用 1 个字节即 8 位)

位	置位描述	建议
0	传感器预热中	不要调零和标定
1	传感器内部可能发生了凝露	不要调零和标定, 等待状态消失
2	传感器光信号异常	更换传感器
3	传感器基线向负方向发生漂移,	对传感器进行调零操作
4	温度变化超过 0.6 摄氏度/分钟	当前数据可能有偏差, 等待温度稳定

5	保留	无
6	环境温度超过传感器允许使用范围	检查使用环境温度, 超过传感器允许温度不可使用
7	传感器内置参数发生读取错误	更换传感器

(表 4.1):

-BCC(Block Check Character)(计算从第 0 位到 BCC 位之前):
<pre> char BCC_CheckSum(char *buf, char len) { char i; char checksum = 0; for(i = 0; i < len; i++) { checksum ^= *buf++; } return checksum; } </pre>

(表 4.2)

-零点设置<ZERO2> (hex: "5A 45 52 4F 32")

回复长度: 9 字节数据

回复内容: <ZERO2 OK> (hex:" 5A 45 52 4F 32 20 4F 4B 0A") 或
 < ZERO2 FAULT> (hex:" 5A 45 52 4F 32 20 46 41 55 4C 54 0A")

回复注释: 将传感器当前测量值设置为零点。建议传感器上电 1 分钟以上, 温度变化小于 0.6℃/min 且无目标气体或干扰气体的情况下, 进行零点调整。如果传感器负漂移 20%以上, 将无法调零。返回调零失败。

-零点设置<ZERO1> (hex: "5A 45 52 4F 31")

*****此指令仅对二氧化碳传感器有效*****

传感器上电 1 分钟以后，温度变化小于 0.6℃/min，室内空旷或者室外环境可通过该指令，设置传感器在大气中零点。默认标准大气压下，将当前数值设置为 400ppm。

Command	<ZERO1> (hex: "5A 45 52 4F 31 ")
Response	<ZERO1 OK> (hex:" 5A 45 52 4F 31 20 4F 4B 0A")

-量程调整 1<CALB XXXX>(hex: "43 41 4C 42 20 --")

回复长度：8 字节或 11 字节

回复内容：< CALB OK > (hex:" 43 41 4C 42 20 4F 4B 0A") 或

< CALB FAULT >(hex:"43 41 4C 42 20 46 41 55 4C 54 0A")

回复注释：XXXX 为目标气体 VOL 值*100，例如使用 60%LEL 的甲烷，对应气体浓度为 3%VOL，则需发送"CALB 0300"。

标定成功回复"CALB OK"，如果标定时传感器浓度小于 3%LEL，标定失败回复 "CALB FAULT"。

建议传感器上电 1 分钟以上，温度变化小于 0.6℃/min，优先进行零点调整。之后通入已知浓度的目标气体，建议浓度为 40% FS~60%FS（满量程），流量大约 500ml/min，待传感器示数稳定后，使用本指令，调整传感器量程，修正传感器线性度。

特殊说明，如果探测气体为甲烷，使用 2%~3%VOL 的气体标定，可使传感器在 0~5%VOL 内准确，如需高浓度测量准确，请使用所需测量范围 40% FS~60%FS（满量程）的气体进行标定。

-量程调整 2<CALBL XXXX>(hex: "43 41 4C 42 4C 20 --")

回复长度：8 字节或 11 字节

回复内容：< CALB OK > (hex:" 43 41 4C 42 20 4F 4B 0A") 或

< CALB FAULT >(hex:"43 41 4C 42 20 46 41 55 4C 54 0A")

回复注释: XXXX 为**目标气体%LEL 值**, 例如使用 60%LEL 的目标气体, 则需发送"CALBL 0060", 仅可燃气体有效。

标定成功回复 "CALB OK", 标定失败回复 "CALB FAULT"

该指令配合 "**DATAL**" 指令使用, 将不再需要进行体积浓度值与%LEL 值的换算, 只需要设置当前气体类型。

-恢复默认<INIT>(hex: "49 4E 49 54")

回复长度: 8 字节

回复内容: **< INIT OK > (hex:" 49 4E 49 54 20 4F 4B 0A")**

回复注释: 清除用户设定的零点补偿系数, 量程补偿系数, 自动调零功能恢复默认开启状态。.

4.2.3 其他指令

-查询用户设置<CHECK>{" 43 48 45 43 4B "}

回复长度: >100 字节

回复内容: 见下表

内容注释: 见下表

Command	<CHECK>{" 43 48 45 43 4B "}
Response	Parameters Setting: SPAN-CAL=10000 C-mea=0 C-set=0 ZERO-CAL=10000 GAS TYPE:CH4 ALOHA-MODE: 0 OPERATING MODE: 0 AUTO ZEROING: ON Software Version: SPD.CH4&C4H10-A 24.01.01 注释: 1. SPAN-CAL: 量程调整值, 一般在 10000 附近 2. ZERO-CAL: 零点调整值, 一般在 10000 附近 3. C-mea : 上次标定时传感器显示值 (%VOL*100) 283 代表 2.83%VOL

- | |
|--|
| 4. C-set : 上次标定时标定值 (%VOL*100) 比如 300 代表 3%VOL
5. GAS TYPE: 当前气体类型 (CH4, C2H6,C3H8,或者 C4H10)
6. ALOHA: ALOHA 模式类型 (0~3)
7. OPERATING MODE: 传感器功耗模式 (0~4)
8. AUTO ZEROING: 是否开启自动调零功能 |
|--|

-开启和关闭自动调零< AUTOZON >< AUTOZOFF >

回复长度: 13 字节

回复内容:

<AutoZero ON >{" 41 75 74 6F 5A 65 72 6F 20 4F 4E 0A 20 "}

< AutoZero OFF >{" 41 75 74 6F 5A 65 72 6F 20 4F 46 46 0A "}

内容注释: 该指令用于设置传感器是否进行自动调零操作, 默认为开启状态。传感器上电 3 分钟, 如果程序判断当前数据稳定, 漂移量小于 3%FS 且没有目标气体正在进入, 传感器将进行一次自动调零。在使用过程中, 传感器上电 24 小时后会根据自身状态进行零点调整。

-修改气体类型<SGAS X>(hex:" 53 47 41 53 20 XX")

回复长度: 7 字节

回复内容: <SGAS OK>{" 53 47 41 53 20 4F 4B"}

内容注释: 使用该指令可切换可燃气体传感器内部气体曲线, 改变当前测量的目标气体。见下表

Command	<SGAS X>(hex:" 53 47 41 53 20 XX(31 or 34)")		
Response	When X=1:	"Current	Gas Type CH4"
	When X=2:	"Current	Gas Type C2H6"
	When X=3:	"Current	Gas Type C3H8"
	When X=4:	"Current	Gas Type C4H10"

IR-X-D 系列可燃传感器支持双目标气体全温度段温度补偿, 双气

体默认包括甲烷，另外一种气体可在乙烷，丙烷和异丁烷中选择，默认选择异丁烷。传感器型号见附录四。

-数据自动发送模式 1<DATAS>

回复长度：49 字节

回复内容：见下表

内容注释：见下表

Command	< DATAS >(hex:" 44 41 54 41 53")
Response	CH4 10000 00000000PPM 21.62 20.12 00 23121168

本指令主要用于电脑端测试时使用，发送 1 次该指令，传感器将以文本的形式输出传感器当前气体类型+原始比值+浓度（PPM）+温度值+湿度值+状态码+传感器编号。

再次发送该指令，传感器将停止自动发送。

-数据自动发送模式 2<ALOHA X>

回复长度：8 字节

回复内容：<ALOHA OK>{"41 4C 4F 48 41 20 4F 4B"}

内容注释：见下表

Command	< ALOHA X>(hex:" 41 4C 4F 48 41 20 XX")
Response	<ALOHA OK>{"41 4C 4F 48 41 20 4F 4B"} 当 X=0 时，关闭 ALOHA 模式 当 X=1 时，回复内容同"DATAE" 当 X=2 时，回复内容同"DATAF" 当 X=3 时，回复内容同"DATAL"

该指令允许客户将传感器设置为自动发送模式 2，该模式下，当检测到气体浓度高于 2%LEL 且浓度值发生变化(变化值 $\geq$ 1%LEL)时，传感器将主动发送一次浓度值信息，消息内容与 DATAE，DATAF 或者 DATAL 指令回复内容相同。该模式将一直保持，直到客户修改。

这种情况下将不再需要定时发送查询指令,进一步降低通信功耗

4.3 特殊指令

-传感器工作模式<MODE X>

回复长度: 8 字节或 13 字节

回复内容: <MODE OK>{"4D 4F 44 45 20 4F 4B 0A"}或

<Unkonwn Mode>{"55 6E 6B 6F 6E 77 6E 20 4D 6F 64 65 0A"}

内容注释:

<MODE 0>:常规模式, 平均功耗 3.3V, 360uA (590uA@ CO2)

<MODE 1>:低功耗模式 1, 平均功耗 3.3V, 240uA (490uA@CO2)

<MODE 2>:低功耗模式 2, 平均功耗 3.3V, 180uA (320uA@CO2)

<MODE 3>:低功耗模式 3, 平均功耗 3.3V, 600uA

<MODE 4>:低功耗模式 4, 平均功耗 3.3V, 810uA

切换工作模式后, 不需要重新启动传感器, 模式会被保持。建议首次切换模式 60 秒后, 对传感器进行零点调整和跨度标定。

当传感器工作在模式 1 或者模式 2 情况下, 表 2.1 的参数不能被保证, 尤其是在 65℃~70 摄氏度区间, 传感器读数可能有较大波动。

当传感器工作在模式 3 或者模式 4, 可通过更多的采样来避免高温情况下随机噪声可能造成的数据波动。

-修改通信波特率<BAUD X>

回复长度: 8 字节

回复内容: <BAUD OK>{"42 41 55 44 20 4F 4B 0A"}

内容注释: 波特率调整指令“BAUD X”, 其中 X 可以是 0, 1, 2, 3, 重新上电或者恢复默认等操作均保持不变。更快的波特率可以带来更低的通信功耗。

X	Baudrate Value
0	Baudrate=9600

1	Baudrate=57600
2	Baudrate=19200
3	Baudrate=38400

-电压调整<VADJ XXXX>(hex: “56 41 44 4A 20 --”)

回复长度：7 字节

回复内容：<VADJ OK >{“56 41 44 4A 20 4F 4B”}

内容注释：零点电压出现偏差时，通过 VADJ 指令调整电压缩放倍率。

例如：当传感器零点电压输出是 0.41V 时，把电压调整到 0.4V

通过计算 $0.4/0.41*1000=975$

输入指令<VADJ 0975>调整;

反之当电压输出为 0.39V（小于 0.4V）时，

通过计算 $0.4/0.39*1000=1025$

输入指令<VADJ 1025>调整;

五. 注意事项

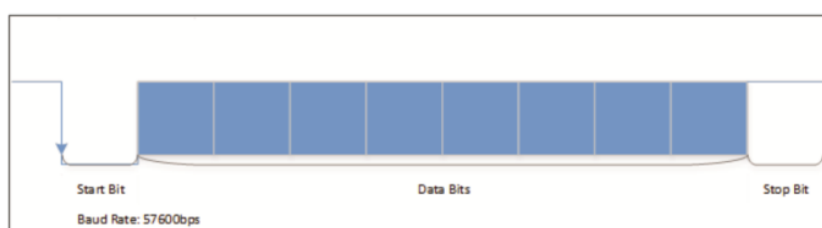
1. 若长时间未使用传感器，为保证传感器准确性，可在传感器上电 3 分钟后，温度变化小于 0.6 度/分钟时，发送**调零指令**。
2. 传感器配有疏水膜，用以阻挡液体和粉尘进入，若疏水膜污染严重，将影响传感器响应速度，应及时更换。如果工作在污染较多的环境中，请做好传感器的过滤防护，长时间的粉尘及有机物污染会造成传感器抗湿度性能下降。推荐使用粉末冶金烧结型防尘隔爆片。
3. 校准时建议使用 40%~60%FS 目标气体做为校准源。
4. 禁止带电热插拔传感器
5. 请勿焊接传感器引脚，需使用配套管座进行连接。
6. 过度撞击或挤压传感器底部，可能引起数据异常且不可恢复。
7. 如果使用传感器测量交叉干扰气体，因为补偿系数不一致，不能保证标定和测量的准确性。
8. 电池供电客户，建议使用 3.3V 以上供电，以保证低温时供给传感器电压不会降低到允许范围以下。
9. 超过温度范围使用时，传感器没有对应温度补偿数据，读数不可信。
10. 户外使用传感器时建议使用防雨罩，防止传感器被水浸泡，这将极大降低设备下雨误报的概率。

附录一 兼容协议

根据部分客户需求，参照当前客户使用的协议，传感器通信协议在原基础上做如下兼容

1 数据格式

类型	值
波特率	57600
数据位	8
起始位	1，总是低的
停止位	1，总是高的
校验位	无校验



2 通信模式

应答模式：一问一答的通信模式，仪器发送指令给传感器，传感器做出对应的回复

3 数据包格式（HEX 码）

项目	SOP	固件	LENGTH	AI	CMD	DATA	CRC	EOP
大小 (Bytes)	1	1	1	2	1	0-n	2	1
内容	FB	68	从“AI” 到“EOP” 的字节数	自动递增的 指数 (0~65535)	不同的指 令	数据， 最多 128 字节	CRC-16， 从“SOP”到 “DATA”计数	FC

注：CRC-16 实现算法在附录二

4 状态代码

状态码说明：状态码占用 1byte，共 8 位（二进制），正常状态默认为 0x00，当发生异常时，对应位会“置位”，说明如下，各个状态相互独立，可同时出现。

Bit	Bit is set
0	传感器预热中
1	传感器内部可能发生了凝露
2	传感器光信号异常
3	传感器基线向负方向发生了漂移，需要调零
4	温度变化超过 0.6 摄氏度/分钟，度数可能有偏差
5	保留
6	环境温度超过传感器允许使用范围
7	传感器内置参数发生读取错误

5.通信指令

5.1 Get firmware version 获得传感器版本

CMD	Description	Request	Response
0x20	Get_fw_version	None	DS[0... n] Firmware version Displays the sensor FW Version in HEX to ASCII format
Example	Send:FB 68 06 00 00 20 A2 F6 FC Recv:FB 68 0B 00 07 20 56 30 2E 31 32 5C 25 FC (Version:V0.12)		

5.2 Get sensor SN 读取传感器SN序列号

CMD	Description	Request	Response
0x21	Get_Sensor_SN	None	DS[0... n] Sensor SN Displays the sensor SN in HEX to ASCII format Note: The SN data string ends with 0x00
Example	Send:FB 68 06 00 00 21 22 F3 FC Recv:FB 68 13 00 01 21 32 30 30 33 31 31 32 32 33 33 35 32 00 9F 22 FC (SN:200311223352)		

5.3 Get DataPack 读取数

CMD	Description	Request	Response
0x40	Get_DataPack	DQ[0-1]: Parameter	The length of the response will depend on the number of the parameters requested
		Bit0:error code	Byte0:errcode number, Byte1-n: error codes
		Bit1: Reading	4Bytes,Reading, enlarged by 100
		Bit2:temperature	2Byte , Temperature, temperature= temperature /10 -127, MSB
		Bit3:Humidity	1Byte, Humidity
		Bit4:Raw counts	2Byte,ADC Raw counts
Example	Send: FB 68 08 00 00 40 00 1F 19F0 FC		
	实例 (无 error) Recv: FB 68 10 00 09 40 00 00 AF C8 06 01 3A 96 15 75 F0 FC		
	Error code 00:no error		
	Reading 00 00 AF C8: 45000/100=450ppm		
	Temperature 06 01: 1537/10-127=26.7°C		
	Humidity 3A: 58 %RH		
	Raw Cts 96 15: 38421		
	实例 (有 error) Recv: FB 68 11 00 2E 40 01 67 FF FF 15 A0 07 A8 14 84 C3 A8 62 FC		
	Error code: 01:error code 1 byte, 如果此处为 02 则表示 error code 占 2 byte		
	67:error code type,工作温度超量程		
	Reading 有符号数 FF FF 15 A0:-60000/100=-600ppm		
	Temperature 07 A8:1960/10-127=69°C		
	Humidity 14:20%RH		
	Raw Cts 84 C3:33987		

注：上图 67 为其他厂家错误代码，IR-X-D 传感器 Error code type 参照“表 4.1 状态代码”

5.4 Set Baud Rate 修改波特率

Note: please wait for 1000ms to send next cmd after baud rate changing.

CMD	Description	Request	Response
0x51	Set_BaudRate	DQ[0]: baudrate index	
		0:57600 0: 9600	
		1:9600 1: 57600	
		2:19200	
		3:38400	
Example	Send:FB 68 07 00 00 51 00 53B1 FC(57600) (9600)		
	Recv:FB 68 06 00 11 51 C5 D0 FC		
	Send:FB 68 07 00 00 51 01 D3B4 FC(9600) (57600)		
	Recv:FB 68 06 00 12 51 CF D0 FC		
	Send:FB 68 07 00 00 51 02 D3 BE FC(19200)		
	Recv:FB 68 06 00 1F 51 61 D3 FC		
	Send:FB 68 07 00 00 51 03 53BB FC(38400)		
	Recv:FB 68 06 00 1B 51 F9 D0		

注：为向前兼容，此处交换了 9600 和 57600 指令，切换波特率之后，注意及时修改上位机波特率。

5.5 Set SPAN concentration 设置校准点

CMD	Description	Request	Response
0x53	Set SPAN	DQ[0-1]: parameter mask	
		0x01: SPAN point	
		DQ[2-5]: span concentration MSB---LSB	
		Note:The concentration should be enlarged by 100	
Example	Send: FB 68 0C 00 00 53 00 01 00 26 25 A0 30 CB FC (span concentration 00 26 25 A0: 2500000/100=25000ppm)		
	Recv:FB 68 06 00 26 53 77 DC FC		

5.6 User calibration 校准命令

CMD	Description	Request	Response
0x60	User calibration	DQ[0]: Cal type 0:Zero, 1:Span	If cal parameter = 0x80 or 0x81 no response field
		DQ[1]:Cal parameterr	If cal parameter = 0x00 DS[0-1]: Process cost in milliseconds,wait for this time for next CMD
		0x00: start calibration	If cal parameter = 0x82 DS[0-1]: Result, 0x00: failed, 1:success
		0x80: cal preparation	
		0x81:abort calibration	
		0x82:get calibration result	
Zero Cal Example		Send: FB 68 08 00 00 60 00 80 98 31 FC	
		Recv: FB 68 06 00 5E 60 E7 73 FC	
		Send: FB 68 08 00 00 60 00 00 1B 32 FC	
		Recv: FB 68 08 00 7F 60 07 08 85 15 FC	
		Send: FB 68 08 00 00 60 00 82 18 3E FC	
		Recv: FB 68 08 00 82 60 00 01 B3 0B FC	
Span Cal Example		Send: FB 68 08 00 00 60 01 80 1E 32 FC	
		Recv: FB 68 06 00 27 60 F1 75 FC	
		Send: FB 68 08 00 00 60 01 00 9D 31 FC	
		Recv: FB 68 08 00 47 60 07 08 65 1C FC	
		Send: FB 68 08 00 00 60 01 82 9E 3D FC	
		Recv: FB 68 08 00 4C 60 00 00 6B 2F FC	

Note:不论 zero 还是 span 标定，建议第一条标定指令和第二条标定指令之间间隔要大于 10S，传感器收到第一条指令后，会将最新的 10S 的数据进行平滑运算处理，减少噪声引起的标定偏差。

zero 和 span 标定，第二条指令和第三条指令之间间隔要大于 2S,标定成功后，数据成功写入 flash，返回标定结果。

附录二 CRC- 16 循环冗余码校验

CRC-16 基于 $\text{POLYNOMIAL } X^{16} + X^{15} + X^2 + 1, 0x8005$

```
#define CRC16_POLY 0x8005

#define CRC16_INIT_REM 0x0000

#define CRC16_FINAL_XOR 0x0000

#define CRC_TABLE_SIZE 256

const unsigned short crc16Table[CRC_TABLE_SIZE] = {

0x0000, 0x8005, 0x800F, 0x000A,

0x801B, 0x001E, 0x0014, 0x8011,

0x8033, 0x0036, 0x003C, 0x8039,

0x0028, 0x802D, 0x8027, 0x0022,

0x8063, 0x0066, 0x006C, 0x8069,

0x0078, 0x807D, 0x8077, 0x0072,

0x0050, 0x8055, 0x805F, 0x005A,

0x804B, 0x004E, 0x0044, 0x8041,

0x80C3, 0x00C6, 0x00CC, 0x80C9,

0x00D8, 0x80DD, 0x80D7, 0x00D2,

0x00F0, 0x80F5, 0x80FF, 0x00FA,

0x80EB, 0x00EE, 0x00E4, 0x80E1,

0x00A0, 0x80A5, 0x80AF, 0x00AA,

0x80BB, 0x00BE, 0x00B4, 0x80B1,

0x8093, 0x0096, 0x009C, 0x8099,

0x0088, 0x808D, 0x8087, 0x0082,

0x8183, 0x0186, 0x018C, 0x8189,

0x0198, 0x819D, 0x8197, 0x0192,
```


0x01B0, 0x81B5, 0x81BF, 0x01BA,
0x81AB, 0x01AE, 0x01A4, 0x81A1,
0x01E0, 0x81E5, 0x81EF, 0x01EA,
0x81FB, 0x01FE, 0x01F4, 0x81F1,
0x81D3, 0x01D6, 0x01DC, 0x81D9,
0x01C8, 0x81CD, 0x81C7, 0x01C2,
0x0140, 0x8145, 0x814F, 0x014A,
0x815B, 0x015E, 0x0154, 0x8151,
0x8173, 0x0176, 0x017C, 0x8179,
0x0168, 0x816D, 0x8167, 0x0162,
0x8123, 0x0126, 0x012C, 0x8129,
0x0138, 0x813D, 0x8137, 0x0132,
0x0110, 0x8115, 0x811F, 0x011A,
0x810B, 0x010E, 0x0104, 0x8101,
0x8303, 0x0306, 0x030C, 0x8309,
0x0318, 0x831D, 0x8317, 0x0312,
0x0330, 0x8335, 0x833F, 0x033A,
0x832B, 0x032E, 0x0324, 0x8321,
0x0360, 0x8365, 0x836F, 0x036A,
0x837B, 0x037E, 0x0374, 0x8371,
0x8353, 0x0356, 0x035C, 0x8359,
0x0348, 0x834D, 0x8347, 0x0342,
0x03C0, 0x83C5, 0x83CF, 0x03CA,
0x83DB, 0x03DE, 0x03D4, 0x83D1,
0x83F3, 0x03F6, 0x03FC, 0x83F9,
0x03E8, 0x83ED, 0x83E7, 0x03E2,
0x83A3, 0x03A6, 0x03AC, 0x83A9,

```
0x03B8, 0x83BD, 0x83B7, 0x03B2,  
0x0390, 0x8395, 0x839F, 0x039A,  
0x838B, 0x038E, 0x0384, 0x8381,  
0x0280, 0x8285, 0x828F, 0x028A,  
0x829B, 0x029E, 0x0294, 0x8291,  
0x82B3, 0x02B6, 0x02BC, 0x82B9,  
0x02A8, 0x82AD, 0x82A7, 0x02A2,  
0x82E3, 0x02E6, 0x02EC, 0x82E9,  
0x02F8, 0x82FD, 0x82F7, 0x02F2,  
0x02D0, 0x82D5, 0x82DF, 0x02DA,  
0x82CB, 0x02CE, 0x02C4, 0x82C1,  
0x8243, 0x0246, 0x024C, 0x8249,  
0x0258, 0x825D, 0x8257, 0x0252,  
0x0270, 0x8275, 0x827F, 0x027A,  
0x826B, 0x026E, 0x0264, 0x8261,  
0x0220, 0x8225, 0x822F, 0x022A,  
0x823B, 0x023E, 0x0234, 0x8231,  
0x8213, 0x0216, 0x021C, 0x8219,  
0x0208, 0x820D, 0x8207, 0x0202  
};  
  
unsigned short crc16MakeTableMethod(unsigned short crc, const unsigned short  
*table,  
unsigned char *pbuffer, unsigned int length)  
{  
while(length--)  
    crc = table[((crc >> 8) ^ *pbuffer++) ^ (crc << 8)]; // normal  
return(crc ^ CRC16_FINAL_XOR);
```

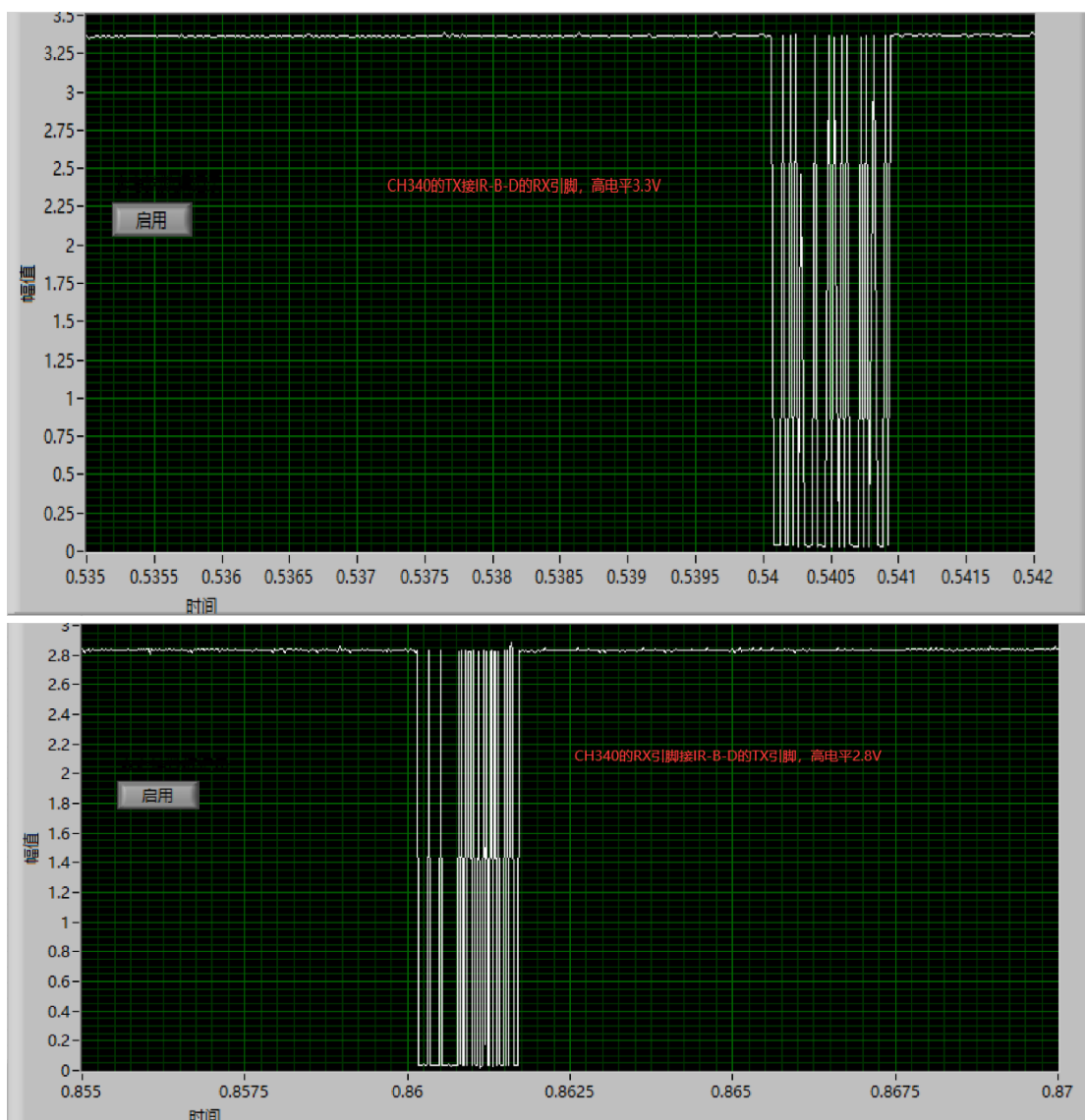
```
}  
  
unsigned char msg[10] = "123456789";  
  
unsigned short length = 9;  
  
crc16 = crc16MakeTableMethod(CRC16_INIT_REM, crc16Table, msg, length);  
  
// the expected CRC: crc16=0xFEE8.
```

附件三 通信对传感器功耗的影响

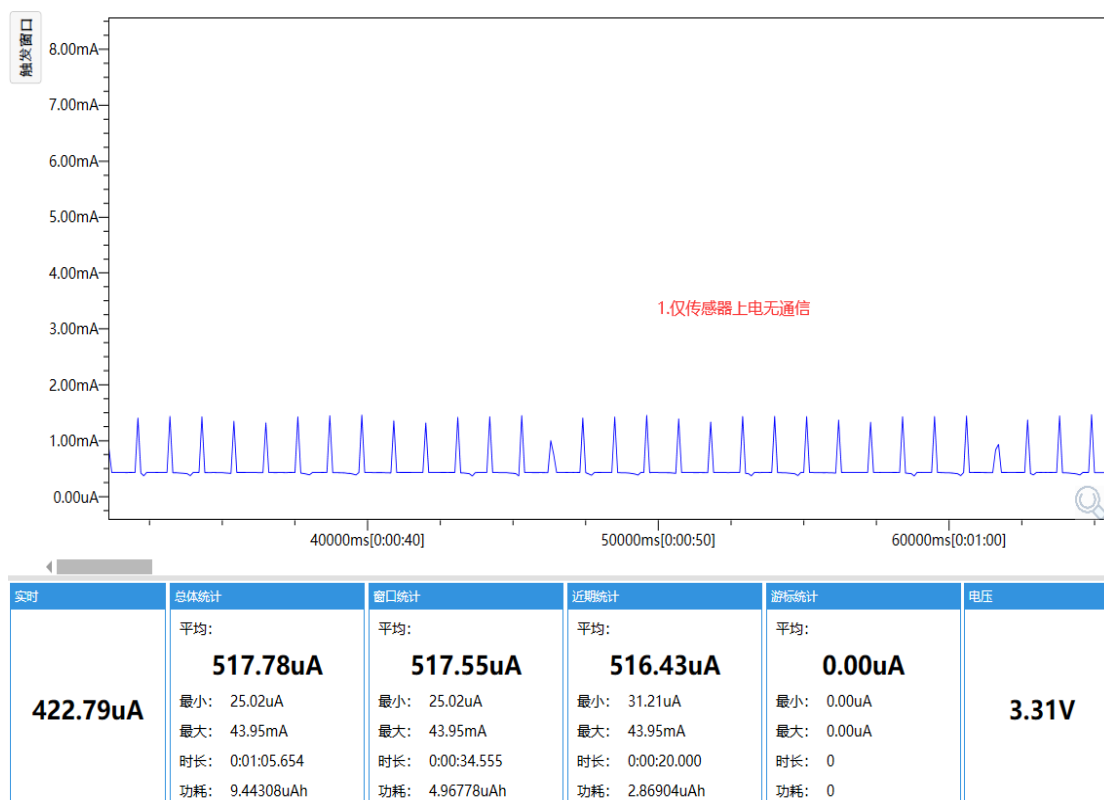
测试条件：IR-B-D 传感器 ，EKA1080P 微电流测试仪，

USB 转 TTL 转换器（CH340 芯片）

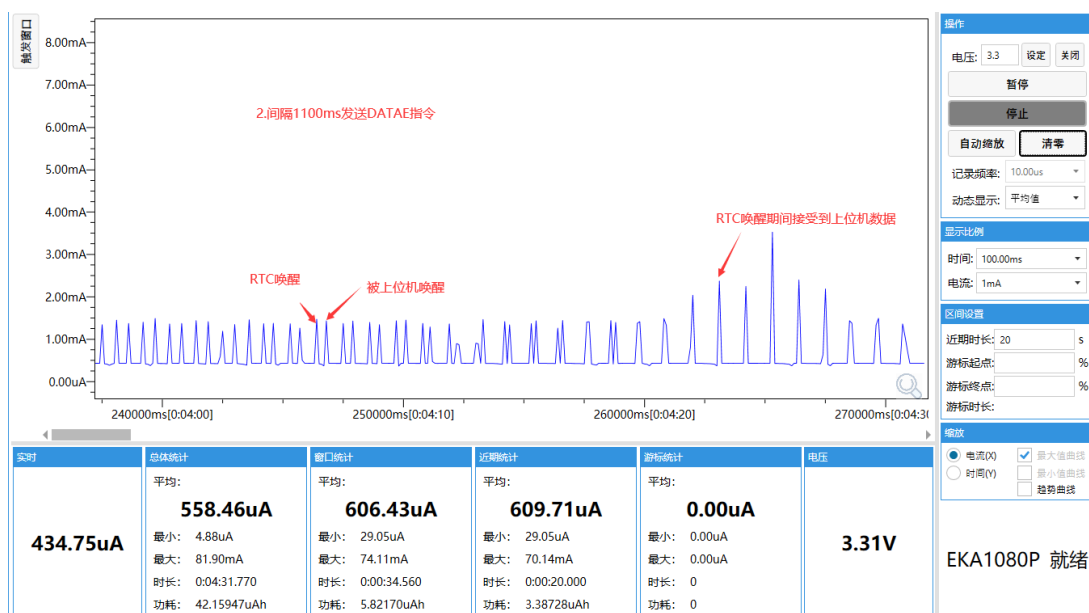
电气连接：使用 EKA1080P 供电红黑线连接 IR-B-D “+” “-” 引脚，CH340 转换器 GND 与 EKA1080P 负极连接，CH340 转换器 “RX” “TX” 分别与传感器的 “TX” “RX” 引脚连接。注意测试时不要让 RX 和 TX 引脚悬空。



1. 工作电压 3.3V ， 传感器仅上电， 无通信



2. 通信访问时间间隔 1100ms， 发送 DATAE 指令并获取回复内容， 波特率 9600



测试结果：电流增加了 93uA，

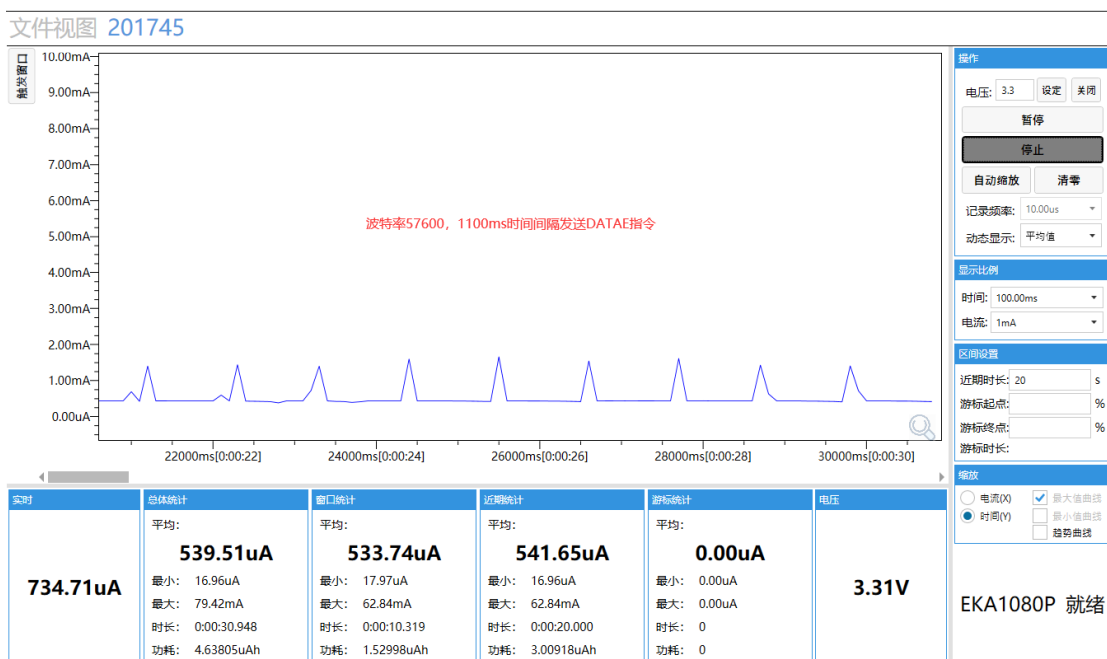
结果分析：波特率 9600，通信期间数据量为 10 个 byte，加上起始位和停止位，即 100 个 bit，通信时间为 $100/9600=0.0104\text{S}$ ，单片机接收数据并处理时间大约 1ms，单片机工作电流 8mA，

整体功耗= $(0.0104+0.001)\text{S} \times 8000\text{uA} = 91.2\text{uA} \cdot \text{s}$ ，与结果相符。

3. 通信访问时间间隔 1100ms，发送 DATAE 指令并获取回复内容，波特率 57600，

预期电流增加： $(100/57600+0.001)\text{s} \times 8000\text{uA} = 21.88\text{uA}$

实测增加值在 20~25uA 之间波动



附录四 传感器编号与特性

IR-X-D (XX)

标定气体种类:

1. 甲烷
2. 乙烷
3. 丙烷
4. 异丁烷
5. 二氧化碳

D: 传感器型号区分

封装类型:

- A: 1.5mm 插针
B: 1mm 插针

传感器原理:

IR: 红外传感器