



水质溶解氧

Water dissolved oxygen

使用说明书

Instruction Manual

版本号：V 2.0

威海权铭星物联网有限公司

WEIHAI ALL STAR IOT COMPANY Co. , LTD

目录

1. 产品简介	3
2. 技术指标	3
3. 材料与材质	3
4. 接线方式	4
5. 安装注意事项	4
6. Modbus 通信内容	4
6.1 硬件条件	4
6.2 通用通信协议标准	5
6.3 溶氧传感器定制协议	6
6.4. 寄存器表	7
7. 通信帧示例	12
8. 常见问题	12
9. 溶氧数据知识	13
10. 溶氧数据与养殖	14
注：此处仅提供简单常识，更多溶氧与养殖的知识请参考相关资料	15
13. 附录 1：溶氧%换算 mg/L 算法	15
$X2 = (Phmg - u) / (760 - u)$	15
14. 附录 2：溶氧值参考表	错误！未定义书签。

1. 产品简介

荧光法水质溶解氧是专门用于测量水中溶氧量的传感器，可以用于食品、制药、实验、水产养殖、环保监测等领域。本传感器使用了荧光测量法，通过氧原子对特别材料的荧光淬灭原理对水中的溶解氧进行测量。该测量方法稳定可靠、寿命长、不受水质影响、通常不需要校准，是目前最好的溶解氧测量的方法。

2. 技术指标

项目	参数
测量范围（溶解氧）	0-20mg/L (ppm)
	0-200% 饱和度
测量精度（溶解氧）	低于 5ppm: $\pm 0.2\text{ppm}$ (0.2mg/L)
	高于 5ppm: $\pm 0.3\text{ppm}$ (0.3mg/L)
可重复性（溶解氧）	0.2ppm (0.2mg/L)
响应时间（溶解氧）	T90<30 秒
同温溶氧回归 <0.1mg/L 条件	稳定 200S
温度冲击回归 <0.1mg/L 条件	稳定 1 小时
测量范围（温度）	0-40℃
测量精度（温度）	$\pm 0.1^\circ\text{C}$
响应时间（温度）	T80<300 秒
存储温度	-5 - 50℃
通信接口	RS485（波特率 9600）
通信协议	ModbusRTU
电源要求	推荐工作电压 DC12V
	耐压阈值 DC28V
功耗	20mA
可靠寿命	2 年
防水深度	10 米
外尺寸	长 14cm 头部直径 24mm
尾线长度	90cm

3. 材料与材质

组件	材料
壳体	ABS/PC 304 不锈钢
尾线	SPUR/PA

4. 接线方式



5. 安装注意事项

注：请务必认真阅读此项

1. 防水连接器尽量保持在水面上面，切勿长时间浸入水中
2. 测量深度默认约 5m
3. 务必保证测量敏感膜清洁完整无破损（如果污染请用软布和清水轻轻擦拭）

6. Modbus 通信内容

6.1. 硬件条件

使用通用的RS485 Modbus 协议操作传感器和访问寄存器。

- 通信波特率 9600
- 格式 8 个数据位无奇偶校验位，1 位停止位
- 浮点数格式 IEEE754 标准 参考 IEEE754 标准相关文档

在线计算工具：<https://lostphp.com/hexconvert/>

- 校验计算 CRC16/MODBUS 参考 MODBUS 相关文档。

在线计算工具：<http://www.ip33.com/crc.html>

6.2. 通用通信协议标准

数据传输的 MODBUS 定义

	设备地址	功能码	数据	总和校验	
数值	1-119	功能码	数据	CRCL	CRCH
字节	1	1	n	1	1

溶氧传感器传输单元使用两个 MODBUS 功能码：

0x03：读保持寄存器

0x10：写多重寄存器

6.2.1.1. 读寄存器内容分布

	地址	功能码	字节数	Byte0	Byte1	Byte2	Byte3	寄存器...	CRC_H	CRC_L
				寄存器 0		寄存器 1				
字节		0x03	4N	0x12	0x34	0x56	0x78	...		
字				0x1234		0x5678				
双字				0x12345678						

6.2.1.2. 错误码

异常响应报文有两个与正常响应不同的域：

- 功能码域：在正常响应中，回复的功能码和请求功能码一致。在异常响应中，回复的功能码 MSB 置 1
对于读保持寄存器指令 0x03，对应错误响应功能码为 0x83；
对于写多重寄存器指令 0x10，对应错误响应功能码为 0x90。

错误响应数据域定义：

代码	名称	含义
1	不合法功能代码	从机接收的是一种不能执行功能代码。发出查询命令后，该代码指示无程序功能。
2	不合法数据地址	接收的数据地址，是从机不允许的地址。
3	不合法数据	查询数据区的值是从机不允许的值。
4	从机设备故障	从机执行主机请求的动作时出现不可恢复的错误。

5	确认	从机已接收请求处理数据，但需要较长的处理时间，为避免主机出现超时错误而发送该确认响应。主机以此再发送一个“查询程序完成”未决定从机是否已完成处理。
6	从机设备忙碌	从机正忙于处理一个长时程序命令，请求主机在从机空闲时发送信息。
7	否定	从机不能执行查询要求的程序功能时，该代码使用十进制 13 或 14 代码，向主机返回一个“不成功的编程请求”信息。主机应请求诊断从机的错误信息。
8	内存奇偶校验错误	从机读扩展内存中的数据时，发现有奇偶校验错误，主机按从机的要求重新发送数据请求。

6.3. 溶氧传感器定制协议

6.3.1. 广播查询地址

通过广播地址 (0xFF) 获取当前传感器设备地址：

主机发送

定义	地址域	功能码	起始地址		寄存器数量		CRC	
字节	0	1	2	3	4	5	6	7
内容	0xFF	0x03	0x00	0x0A	0x00	0x02	0xF1	0xD7

设备应答：

定义	地址域	功能码	字节数	寄存器值				CRC	
字节	0	1	2	3	4	5	6	7	8
内容	0xFF	0x03	0x04	0x00	0x02	0x00	0x00	0x44	0x3C
				Reg0: 当前设备地址		Reg1: 保留			

说明：

- 主机发送地址域为 0xFF
- 字节 4 为设备地址, 示例中传感器地址为 2
- 若不知道传感器地址可以使用该命令进行获取地址操作
- 此条命令只适用于 485 总线上接一个传感器时，多个传感器同时上报会干扰 485 数据。

6.4. 寄存器表

	寄存器名称	数 据 地址 (十进 制)	寄 存 器 数 量	读/写	读内容说明	写内容说明	说明
(掉电不保存)	在线模式 (S2/S3/S4 支持)	2	2	R/W	Reg0:测量时长(5~10 秒) Reg1:计算次数(10~180 次) Reg0 和 Reg1 均为 0 时,停止测量		测量周期：按照设定的时间测量一次并更新数据。推荐 5 秒。 平均次数：对数据取滑动平均的次数，该数字越大数据越平滑，同时响应速度越慢。 推荐 30 次。 注意：为了保护探头,若 RS485 超过 4 小时没有对探头的有效访问,探头会自动停止周期 采集测量！ 注意： 1. 此寄存器内容掉电不保存，上电默认为 0（不测量） 2. 在线/手持两种工作模式设置互斥，以最后一次设置为准 发送“进入手持模式”命令，传感器以 1 秒 1 次的速度进行测量，工作指定时间后退出测量。 测量时长：测量 5~60 分钟后退出现测量。重新写入该命令，重新计时。 平均次数：对数据取滑动平均的次数，范围（10-180），该数字越大数据越平滑，同时响应速度越慢。推荐 30 次。 注意： 1. 此寄存器内容掉电不保存，上电默认为 0（不测量） 2. 在线/手持两种工作模式设置互斥，以最后一次设置为准 3. 使用 Reg0 参数，并一直测量不退出
	手持模式 (S3/S4/S5 支持)				Reg0:测量时长(5~60 分钟) Reg1:计算次数(S3/S4:1~180 S5:1~180) Reg0 和 Reg 1 均为 0 时,停止测量		
	海拔高度	4	2	R/W	reg0:范围 0~8848		通过海拔间接算出该地常年平均气压，用于补偿计算溶氧值(mg/L)

					reg1:空(0)		
	盐度(PSU)	6	2	R/W	reg0:范围 0~100 reg1:空(0)		通过查表获取盐度值，用于补偿计算溶氧量(mg/L)
配置类 (掉电保存)	设备地址	10	2	R/W	reg0:地址[范围 1~119] reg1:空(0)		不知道地址时，先用广播查询到地址，然后设置地址。
	上电自动测量 (上电后进入在线模式)	12	2	R/W	Reg0:测量时长(5~10秒) Reg1:计算次数(10~180) 均为 0 时 表示关闭上电自动测量功能		配置该参数后，可实现通电就开始自动测量 注意：此寄存器内容保存，上电默认为之前设置的数值为充分保护传感器，如有可能不建议使用此功能。
操作类	校准操作	14	2	R/W	Byte0:校准标志位 【0:校准已结束】 【1:校准进行中】 Byte1:零氧数据有效标志位(测量已结束时有效) 【0:零氧数据无效】 【1:零氧数据有效】 Byte2: 饱和氧数据有效标志位(测量已结束时有效) 【0:饱和氧数据无效】 【1:饱和氧数据有效】 1 开始零氧校准 2 开始饱和氧校准 3 不记录结果并退出校准 4 清空饱和氧校准值 5 清空零氧校准值		只校准一个点时使用的是一点校准算法，校准两个溶氧点时使用的是两点校准算法。 根据实际使用情况选用合适的校准方法。

					Byte3:(测量进行中时有效) 校准进行中倒计时（分钟）		
读取数据类	温度	16	2	R	reg0 和 reg1 均为温度，表现形式不同，单位℃ reg0: 无符号短整型 reg0=(uint16_t)((实际温度+50)*100) reg1: 带符号短整形 reg1=(int16_t)(实际温度*100)	不支持	reg0:加 50℃后放大 100 倍 4000: -10℃ 7521:25.21℃ 9001:40.01℃ reg1:数值放大 100 倍 测量范围-30~100℃
	溶氧比	18	2	R	reg0: 溶氧比，单位%，范围 0~25000[0%~250%] reg1:空(0)		数值放大 100 倍 状态位 bit0 有效时才能使用
	溶氧值	20	2	R	reg0: mg/L，范围 0~10000[0~100mgL] reg1:空(0)		数值放大 100 倍 状态位 bit0 有效时才能使用
	状态位	22	2	R	Reg0:测量倒计时 Reg1:测量标志位		测量倒计时:当状态寄存器中数据有效标志 Bit 为 0 时（无效）该寄存器数值有效，数值为距离下次数据有效的大致时间 测量标志位(16 位的高 12 位保留) Bit0: 数据有效标志位 1: 表示溶氧数据已更新 0: 表示溶氧数据未更新，是上次测量数据 当有效溶氧数据被读取后此位自动归 0 工作时主机可以周期性查询该比特位，判断是否进行溶氧数据读取。 注意：温度信息实时有效，每次读到的为实时温度 Bit1: 测量异常 电源干扰或膜脱落警告标志位。 该位为 1 时，请检查电源和膜是否正常。

							Bit2:电机过载异常标志位 该位为 1 时，需要检查刷子是否卡住 Bit3:膜寿命警告 该位为 1 时，提示膜使用寿命即将到期，建议在 1 个月内更换传感器。
读取信息类	软件版本	24	2	R	Byte0:年(例:21 为 2021 年) Byte1:月	不支持	例:四字节分别为 {21, 12, 15, 11} 表示 2021 年 12 月 15 日 11 点
	硬件版本	26	2	R	Byte2: 日		
	出厂版本	28	2	R	Byte3: 时 例四字节分别为{21, 12, 15, 11} 表示 2021 年 12 月 15 日 11 点		
	传感器工作时长	30	2	R	reg0:测量时长(单位:小时) reg1:Led 工作时长(单位:秒)		传感器每工作 2 小时记录一次。
	SN	32	6	R	12 字节 SN, 高位在前		例: 0x20303556414E5004004B001D
		38					
OEM	产品信息	4608	2	R	Reg0:批次 Reg1:传感器 ID	不支持	批次: 2201 传感器 ID:1~65535
OEM	版本信息	4610	2	R	Reg0:固件版本号 Reg1:保留		固件版本号: H8-主版本号 L8-次版本号
OEM	起始工作时间	4624	2	R/W	Byte0:年 H8 Byte1: 年 L8 Byte2: 月 Byte3: 日 例四字节分别为{7, 229, 12, 28} 表示 2021 年 12 月 28 日	不支持	用于记录当前传感器第一次使用的时间，由鱼塘上的控制器写入。 当读到的为 0 时，才能写入，只能写入一次。

注：除温度的 Reg1 寄存器外，其余的寄存器均为无符号数(uint8_t uint16_t uint32_t)

盐度说明

PSU(Practicalsalinityunits)是海洋学中表示盐度的标准，为无单位量纲，一般以‰表示。海水中平均盐度为 34.7‰，翻译过来即为实际盐度标准或实用盐度标准。

PSS(Practicalsalinityscales)也表示盐度的标准。盐度的基本定义为每一千克的水内的溶解物质

的克数。饮用纯水:EC=1~10 uS/cm(国家标准)，海水电导率=40~48mS/cm

根据电导率值 (mS/cm) 测得的盐度 (PSU)

mS/cm	0	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
PSU	0	3	4	4	5	6	6	7	8	8	9	10	10	11	12	13	13	14	15	15	17	17
mS/cm	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	42	44	46	48	50	52	54
PSU	18	18	19	20	21	22	22	23	24	25	25	26	27	28	29	30	32	33	35	37	38	40

7.通信帧示例

- 读取设备地址

发：FF 03 00 0A 00 02 F1 D7

收：FF 03 04 00 01 00 00 B4 3C 【读传感器地址=1】

- 设置在线模式

发：01 10 00 00 00 02 04 00 05 00 1E 63 A6 【5秒30次】

收：01 10 00 00 00 02 41 C8 【写2个寄存器响应】

- 读取全部测量结果(温度+溶氧比+溶氧值+状态位)

发：01 03 00 10 00 08 45 C9

收：01 03 10 1F 4D 0B C5 2B 70 00 00 03 43 00 00 00 00 00 01 1B 2F 【温度 30.13℃ 溶氧比 111.20%

溶氧值 8.35mgL 倒计时 0 状态位 1】

收：01 03 10 1F 4D 0B C5 2B 70 00 00 03 43 00 00 00 00 00 01 1B 2F 【温度 30.13℃ 溶氧比 111.20%

溶氧值 8.35mgL 倒计时 0 状态位 1】

8. 常见问题

- 1) 安装时传感器接线头切勿浸入水中
- 2) 在线长期测量设备，首次使用时需要浸泡至少 1 小时，等荧光膜充分水合后测量数据才比较

准确。

3) 通常情况下探头在干净水（例如清洁的自来水）静置超过 24 小时的情况下，溶氧约为 95-105 %

4) 人工清洁时如无必要只用清水冲洗即可，切勿用力触及荧光膜。

9. 溶氧数据知识

溶解氧数据是水中溶解的氧气含量的多少，是反应水质的核心参数。在水环境监测和水产养殖业中是第一重要的数据。水中溶氧充足可以充分氧化和分解绝大多数污染物，可以满足养殖动物的生存需要，高溶氧是高密度养殖和健康养殖的必要条件。

水中溶解的氧气是空气中的氧气在大气压的作用下“渗透”到水中的，气体分子填充在水分子之间的空隙中。所以水中可以容纳的氧气随温度、气压（海拔）、盐度直接相关。传感器中可以读取溶氧含量百分比（%）数值，自行换算 mg/L 的数值（附录 1 提供换算公式），也可以直接从传感器中读取 mg/L 的数值。当直接从探头读取 mg/L 的数值时，需要预先通过 RS485 接口配置海拔和盐度数据，默认情况下海拔和盐均为0。通常情况下淡水低海拔情况下温度对水中的溶解氧影响最大，温度越高溶氧量越低，温度越低水中溶氧量越高。具体数值请参考附录 2 作为参照。

相对流动水中溶氧并不均匀，20L 以上（一盆水）定时微微搅动的清洁水，在阴凉、避光、无风的地方静置超过 24 小时，溶氧在 95 -105 % %

之间。

10. 溶氧数据与养殖

- 自然水体中上层水体中的溶氧远高于下层水体，所以在水深 0.5m 以内测量得到的溶氧值不能完全反应整个鱼塘的溶氧水平。需要保持水体的一定流动才能保证合理的溶氧，水车或增氧设备需要持续开启。
- 夏天高温和气压较低时（阴天）水溶氧容量低，消耗很快补充较慢，**建议不要等看到溶氧很低时再开启增氧设备。**
- 深塘高密度养殖时，要关注深水处溶氧情况，建议采用多探头测量的方式，测量不同深度的溶氧。1 个探头在 1 米以内测量表层水溶氧，一个探头在 2-3 米以下，获得准确的溶氧情况。当底部溶氧难以达到要求时可以采用，底部增氧、带有翻水功能的叶轮

增氧机、下冲式增氧船等装置增加底部氧气含量。

- 全塘高溶氧含量，能够带来改善塘底、减少病害、提高活力等等

诸多好处，良好的溶氧管理是养殖成功的必要条件。

- 通常情况下建议当夜间发现溶氧过低时，开启增氧设备，不管溶氧是什么数值需要直到第二天太阳升起气温回升时再考虑关闭增氧设备。
- 鱼类、虾蟹等对溶氧要求不一样，保持全塘甚至底部合理的溶氧量可以防止浮头、偷死、

脱壳不良等诸多问题。

注：此处仅提供简单常识，更多溶氧与养殖的知识请参考相关资料

13. 附录 1：溶氧%换算 mg/L 算法

计算 DO (mg/L)，即把 DO (%) 转化成 DO (mg/L) 根据公式：

$$DO(\text{mg/L}) = DO(\%) \times X1 \times X2 \times 1.4276 \quad (\text{注：} 1 \text{ ml/L} = 1.4276 \text{ mg/L})$$

$$\ln X1 = A1 + A2 \cdot 100/T + A3 \cdot \ln T/100 + A4 \cdot T/100 + S \cdot [B1 + B2 \cdot T/100 + B3 \cdot (T/100)^2]$$

$$A1 = -173.4292 \quad B1 = -0.033096, \quad A2 = 249.6339 \quad B2 = 0.014259,$$

$$A3 = 143.3483 \quad B3 = -0.001700; \quad A4 = -21.8492$$

$$T = 273.15 + t \quad (T \text{ 为绝对温度, } t \text{ 为摄氏温度}) \quad S = 0 \quad (\text{为盐度, 纯净水中, } S=0)$$

$$X2 = (Phmg - u) / (760 - u)$$

$$Phmg = \text{pressure} \cdot 760 / 101.325$$

(235+t))

$$(\text{pressure 为气压值, 单位 kpa}) \quad \text{Logu} = 8.10765 - (1750.286 / (235+t))$$

(t 为摄氏温度)

//*****

/*以下是参考 C 代码*/

```
#include <math.h>
```

```
float pressure = 101.325; //标准大气压 (根据实际情况填写) float Phmg= 0.0;
```

```
float t = 25.0; //根据实际情况填写 float T = 0.0;
```

```
float S = 0.0; //根据实际情况填写
```

```
T = 273.15 + t; //t 为当前温度
```

```
X1' = -173.4292 // X1' = ln X1 根据以上的经典公式
```

```
+ 249.6339*(100/ T)
```

```
+ 143.3483*log(T /100) //log() 函数即 ln(x)
```

```
+ -21.8492*( T /100)
```

```
+S*(-0.033096 + (0.014259* T)/100
```

```
-0.001700*( T /100)*( T /100));
```

```
X1 = exp(X1' ); //自然对数
```

```
// log u = 8.10765 - (1750.286/  
(235+t))  
u' = 8.10765 - (1750.286/ (235 + t)); // u' = log u  
u = pow(10, u' ); //u=10^u'  
  
Phmg = pressure*760/101.325; X2 = (Phmg - u)/(760 -  
u); D0(mg/L)= D0(%)*X1*X2*1.4276;  
//*****
```



威海权铭星物联网有限公司

Weihai All Star IOT Company Co., Ltd

售后邮箱：1923320485@qq.com

售后热线：18660369429

公司地址：山东省威海市火炬高技术产业开发区火炬路169-1