

在线式叶绿素/蓝绿藻分析仪

用户手册

Version: 1.1

产品概况

本用户手册针对在线式叶绿素/蓝绿藻分析仪的安装、使用和维护等内容进行说明，同时介绍了该产品的的基本测量原理、仪器构成和特点，为具备水质分析仪器操作控制相关知识的技术人员提供了使用参考。

若用户需要进一步了解相关信息，请联系本公司技术服务部门。

质保和维修

超过保修期或者在保修期内发生如下故障，将不提供免费保修服务，故障包括但不限于：

- 未按本手册进行的安装、操作或使用
- 产品使用不当
- 未按本公司指导方法对产品进行维修保养
- 用非本公司提供的零件维修产品
- 未经授权对产品进行的改造或拆装

版权声明

本用户手册对用户不承担法律责任，所有的法律条款请见相应的合同。

版权所有，如有改动，恕不另行通知；未经允许，不得翻印。

目 录

1 仪器介绍	1
1.1 测量原理	1
1.2 技术指标	1
1.3 传感器尺寸	2
1.4 控制器尺寸	2
1.5 特点	3
1.6 应用领域	3
2 安装	4
2.1 仪器的拆箱	4
2.2 功能检查	4
2.3 连接传感器与控制器	4
2.3.1 使用快插接头连接传感器	4
2.3.2 使用硬接线连接传感器	5
2.3.3 控制器接线	5
2.4 控制器安装	6
2.4.1 壁挂式安装	6
2.4.2 面板嵌入式安装	6
2.5 传感器安装	7
2.5.1 管道安装	7
2.5.2 明渠、水池安装	8
2.5.3 水箱安装	8
3 控制器操作	9
3.1 控制器介绍	9
3.2 数值显示界面	9
3.3 控制器设置	9
3.4 传感器设置	10
3.4.1 叶绿素 a 传感器设置	10
3.4.2 蓝绿藻传感器设置	11
4 维护及故障处理	12
4.1 日常维护	12
4.2 校准	12
4.2.1 叶绿素 a 传感器校准	12
4.2.2 叶绿素 a 现场水样比对校准方法	13
4.2.3 叶绿素 a 传感器的温度校准	14
4.2.4 蓝绿藻传感器校准	15
4.2.5 蓝绿藻现场水样比对校准方法	16
4.2.6 蓝绿藻传感器的温度校准	17

4.3 传感器清洁和保存.....	17
4.3.1 传感器清洗	17
4.3.2 传感器保存	17
4.4 更换清洁刷	17
4.5 故障处理	18
5 罗丹明 WT 标准溶液 – 配制和使用	19
6 叶绿素 a 传感器 Modbus 通讯协议	20
6.1 协议说明	20
6.2Modbus 校准操作.....	21
7 蓝绿藻传感器 Modbus 通讯协议	24
7.1 协议说明	24
7.2Modbus 校准操作.....	25
8 控制器 Modbus 通讯协议	28

1 仪器介绍

1.1 测量原理

叶绿素/蓝绿藻分析仪是专为水中的叶绿素 a 和蓝绿藻测量而设计的。该分析仪采用特定波长的高亮度 LED 激发水样中植物细胞内的叶绿素 a 和蓝绿藻，叶绿素 a 和蓝绿藻会发出荧光，传感器中的高灵敏度光电转换器会捕捉微弱的荧光信号从而转化为叶绿素 a 和蓝绿藻浓度数值，同时采用数字化、智能化传感器设计理念，能够自动补偿电压波动、器件老化、温度变化对测量值的影响；直接输出标准化数字信号，在无控制器的情况下就可以实现组网和系统集成。

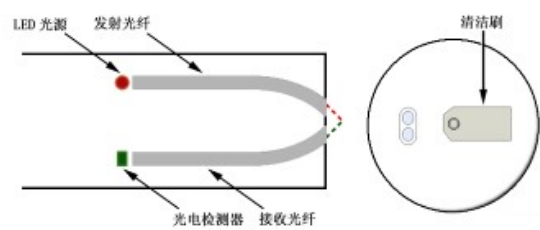


图 1-1 测量原理

1.2 技术指标

表 1-1 传感器技术规格

传感器	叶绿素 a 传感器	蓝绿藻传感器
测量参数	叶绿素 a、温度	蓝绿藻、温度
量程	叶绿素 a: (0 ~ 500)μg/L 温度: (0 ~ 60)°C	蓝绿藻: (0 ~ 2000000)Cells/mL 温度: (0 ~ 60)°C
准确度	≤ ±3%	≤ ±3%
重复性	≤ 2%	≤ 2%
分辨率	0.01μg/L	1Cells/mL(细胞/毫升)
检出限	0.1μg/L	200Cells/mL(细胞/毫升)
零点漂移	≤ ±2%F.S.	≤ ±2%F.S.
量程漂移	≤ ±2%F.S.	≤ ±2%F.S.
校准周期	3 个月	
清洗系统	机械刷自动清洗	
防护等级	IP68、水下 60m	
供电电压	(12/24)V DC	
功耗	1.1W	
通讯方式	RS485(Modbus RTU)、最高波特率 115200 bps	
温度范围	(0 ~ 60)°C	
外形尺寸	204.5mm × φ51mm	
重量	1.5kg	
材质	不锈钢、POM	

表 1-2 控制器技术规格

显示屏/分辨率	5 寸触摸屏(彩色)/800*480
控制器尺寸	235.5mm * 184.5mm * 110.6mm
供电	(85 ~ 260)V AC、(9 ~ 30)V DC (需定制)
功耗	不大于 8W
存储温度	(-20 ~ 70)°C
工作温度	(-10 ~ 60)°C
外壳材料	PC、ABS
防护等级	IP55
支持传感器数	2 个数字传感器
模拟输出	6 路 (0/4 ~ 20) mA 模拟输出, 最大负载 500 欧
继电器	6 路继电器(120VAC,24VDC/1A)
数字输出	1 路 RS485 输出, 1 路 RS232 输出

1.3 传感器尺寸

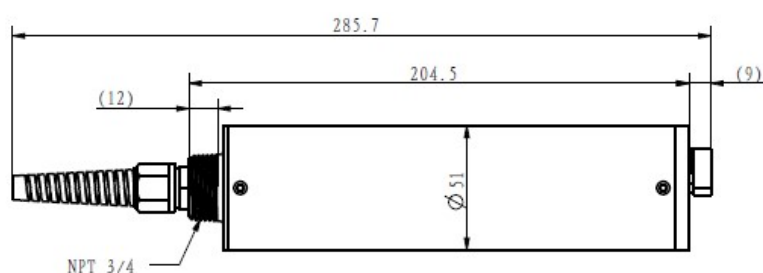


图 1-3 传感器尺寸图

1.4 控制器尺寸

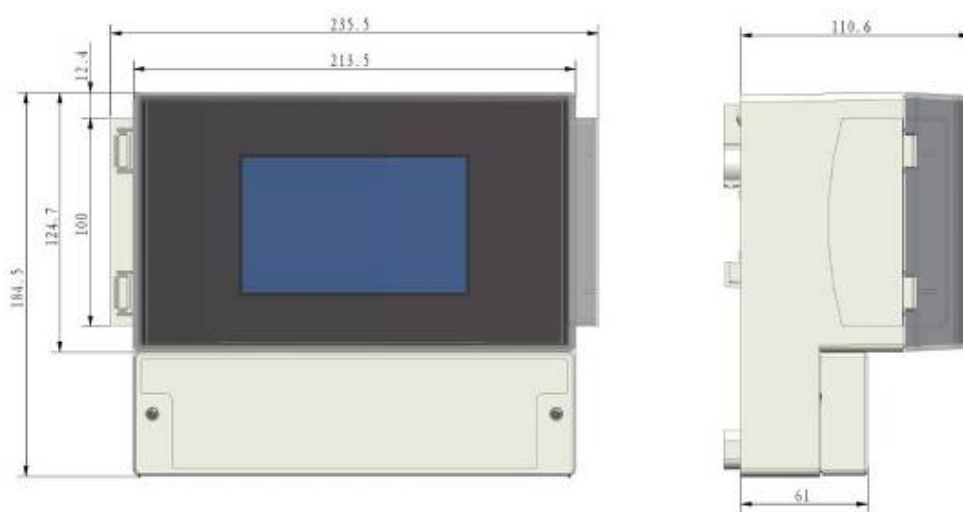


图 1-2 控制器尺寸图

1.5 特点

- 采用高亮度 LED 作为激发光源，发光效率稳定，寿命长；
- 采用独特的光学和电子滤光技术，消除环境光和其他物质荧光对测量的影响；
- 内置温度传感器，实时温度补偿（0 ~ 60）℃；
- 数字化传感器，RS485 信号输出，抗干扰能力强，传输距离更远；
- 清洁刷自动清洗，大大减少了维护工作量；
- 开放的通信协议，可以实现和其他设备的集成和组网；
- 操作简便，支持软件在线升级。

1.6 应用领域

- 地表水监测。

2 安装

2.1 仪器的拆箱

打开包装后，应仔细检查仪器是否在运输过程中出现了损坏。如有损坏，应做好记录，并向承运人或本公司的代理人及本公司客户服务部报告损失情况。

2.2 功能检查

传感器在出厂前已经进行了详细的测试，在安装之前只需执行一个简短的功能检查。

请将传感器连接到控制器并接通控制器的电源。控制器通电后很快就会自检完成并进入到测量界面。如果显示屏提示传感器运行正常，则功能检查已完成。

2.3 连接传感器与控制器

2.3.1 使用快插接头连接传感器

传感器线缆带有一个快速接头，可方便地与控制器连接。控制器有 2 个快速接头的接口，可以选择任意接口连接。**传感器标配 5 米线缆，如果需要超过 5 米线缆，需在购买时特殊说明，以便为您定制专用长度的线缆。**



图 2-1 控制器示意图

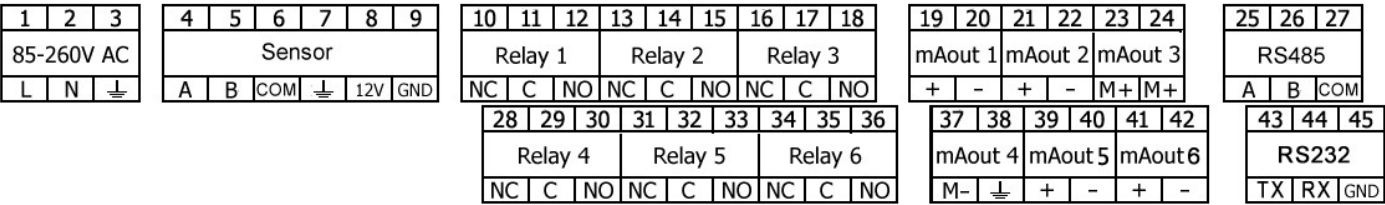
2.3.2 使用硬接线连接传感器

- 1.如果已通电，请断开控制器的电源连接，然后打开控制器显示屏下方的接线盖板；
- 2.从传感器线缆上剪掉快速接头；
- 3.向后剥去 5cm 的线缆绝缘层。从每根单独导线根部剥去 0.5cm 的绝缘层；
- 4.将线缆穿过控制器的锁紧接头，与内部接线端子（序号 4~9）连接，请参考表 2-1 和图 2-2；
- 5.拧紧锁紧接头，关闭并拧紧接线盖板。

表 2-1 传感器接线定义

序号	导线颜色	接线定义
1	灰色	RS485_A, RS485 输入端_A
2	黄色	RS485_B, RS485 输入端_B
3	蓝色	RS485_COM, RS485 输入端_COM
4	黑色	GND_EARTH, 保护地
5	红色	+12V_IN, +12V 电源输入端
6	棕色	GND_IN, 电源输入接地端

2.3.3 控制器接线



A (灰) B (黄) COM(蓝) 地(黑) 12V (红) GND (棕) Relay: 12V@DC/1A,120V@AC/1A mAOutput: (0/4-20)mA Max.load 500Ω

图 2-2 控制器接线示意图

表 2-2 控制器接线定义

序号	标识	定义
1~3	85-260V AC	控制器交流电源输入端
4~9	Sensor	与传感器连接的电源及通信接口
10~18,28~36	Relay1,2,3,4,5,6	6 路开关量（120VAC,24VDC/1A）输出，“NC”为常开，“NO”为常闭，“C”为公共端。
19~24,37~42	mAOut1,2,3,4,5,6	6 路（0/4~20）mA 模拟量输出,最大负载 500 欧姆.
25~27	RS485	控制器对外输出 RS485。
43~45	RS232	控制器对外输出 RS232。

2.4 控制器安装

2.4.1 壁挂式安装

控制器的背部有一个安装孔，可以在墙壁上固定一螺钉，然后将控制器挂在螺钉上，如图 2-3 所示，此安装孔的下部孔径为 10mm，上部为 6mm，请选用合适的螺钉固定。



图 2-3 控制器壁挂孔

控制器的壁挂安装方式还可以采用图 2-4 的安装方式，但需额外配置两个安装附件，此安装附件需单独采购。

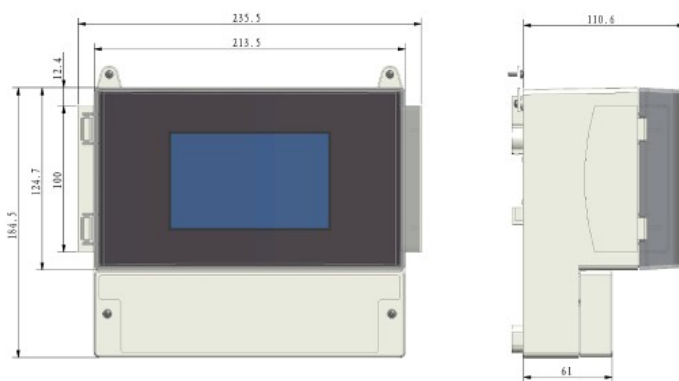


图 2-4 控制器壁挂式安装

2.4.2 面板嵌入式安装

如图 2-5 所示，面板嵌入式安装，需在面板上开孔尺寸如下图所示，需要额外配置一个安装支架，安装支架的尺寸图如 2-6 所示。

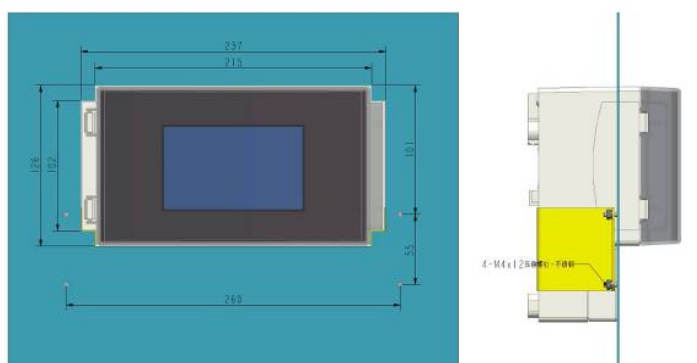


图 2-5 控制器面板嵌入式安装

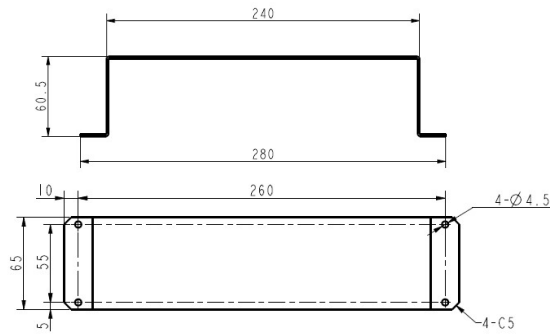


图 2-6 面板嵌入式安装支架

2.5 传感器安装

传感器尾部带有 NPT3/4 螺纹接口，适合多种应用场合，如管道、水池、河流湖泊等。

2.5.1 管道安装

管道安装有两种方式，45 度安装和 90 度安装，以叶绿素 a 传感器为例，如图 2-7,2-8 所示。

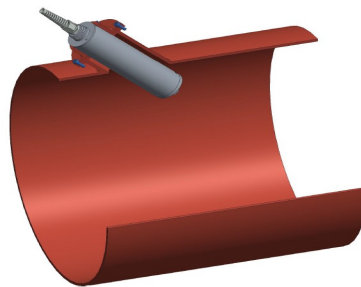


图 2-7 45 度管道安装

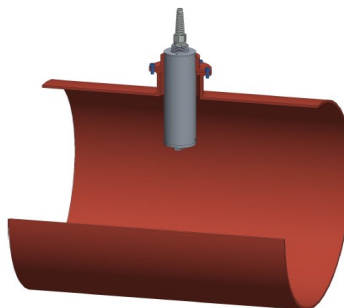


图 2-8 90 度管道安装

为了确保测量更准确与稳定，管道安装传感器时应该满足以下条件：

- 可以采用传感器尾部螺纹固定或者法兰盘抱紧固定；
- 请将传感器安装到直径大于等于 30cm 的管道内；
- 管道安装时，请将传感器安装到向上流动的管道，不要安装到向下流动的管道；
- 传感器安装在水平管道时，需保证传感器前端 100mm 部分完全浸入水中；
- 将传感器安装到泵、阀或管道弯头下游至少 1.5 米处或三倍于管道直径处。

2.5.2 明渠、水池安装

明渠、水池安装时，需配一个支架，将其固定在池壁上，如图 2-9 所示，以叶绿素 a 传感器为例。支架需根据现场具体情况设计。

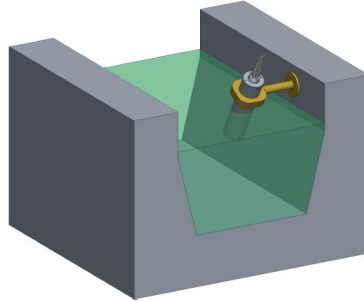


图 2-9 明渠、水池安装

为了确保测量更准确与稳定，河流、明渠等场合安装传感器时应该满足以下条件：

- 传感器底端需距离底部至少 10cm，以减少底部可能产生的淤积物对测量的影响；
- 安装传感器时注意传感器面向水流的方向（下游）以减少碰撞的风险；
- 如果水体中存在树叶等较大物体的时候，应该在传感器周围增加防护网。

2.5.3 水箱安装

水箱安装时，需配一个固定支架，将其固定在箱盖上，如图 2-10 所示，以叶绿素 a 传感器为例。支架需根据现场具体情况设计，水箱开孔需保证传感器能够穿过该固定孔。

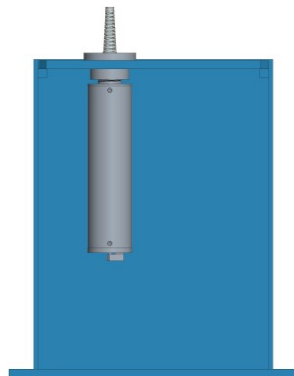


图 2-10 水箱安装

为了确保测量更准确与稳定，水箱安装传感器时应该满足以下条件：

- 传感器底端需距离底部至少 10cm，以减少底部可能产生的淤积物对测量的影响。

注意

- 安装时，如果传感器垂直跌落，会导致清洁刷以及内部器件损坏。
- 两个传感器安装在同一个位置时，需保持 20cm 以上的距离，并且最前端（测量端面）不能在同一个高度，高度差最小 10cm。

3 控制器操作

3.1 控制器介绍

控制器可以支持本公司数字化叶绿素 a、蓝绿藻传感器，并且拥有完善的对外接口，可以方便的实现传感器组网、远程控制、故障诊断等工作。

3.2 数值显示界面

控制器在开机启动以后会进入自检界面，等待 20-30 秒以后控制器就显示数值界面，在数值显示界面我们可以看到所有传感器状态、测量数据、系统时间等信息。

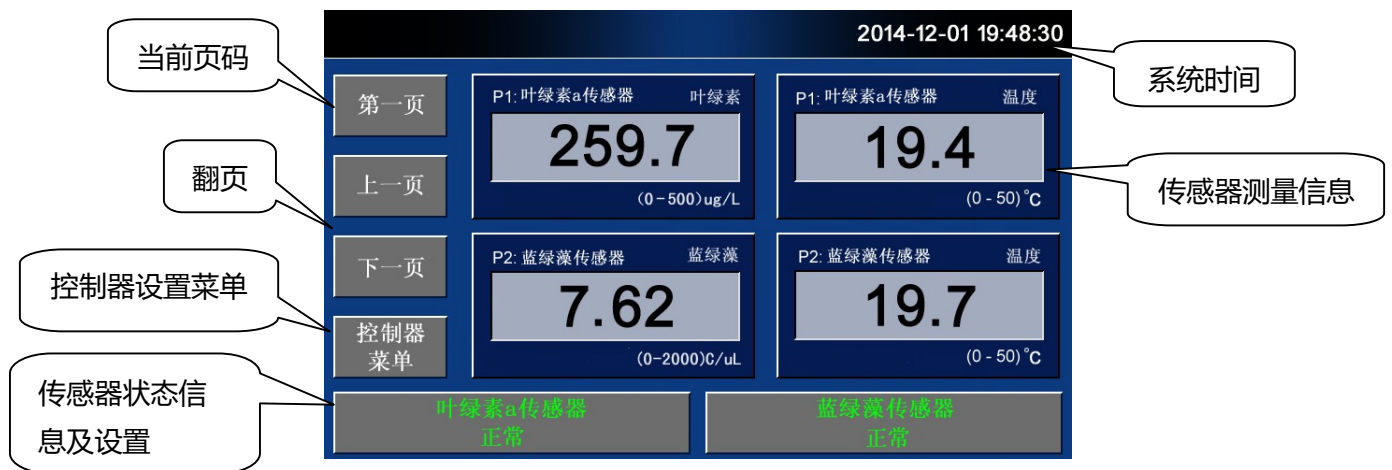


图 3-1 显示界面

3.3 控制器设置

在数值显示界面中点击“控制器菜单”就可以进入控制器菜单界面。如果提示需要输入密码，默认密码为“111111”。用户可以在控制器设置界面中可以选择对应的子菜单对控制器的参数进行设置或者获取控制器信息。

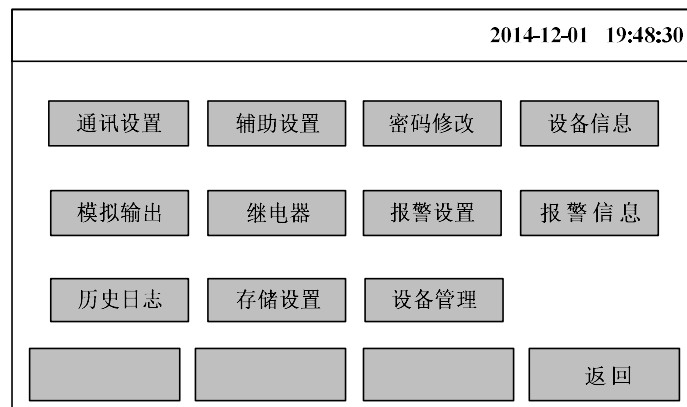


图 3-2 控制器菜单界面

表 3-1 控制器菜单功能介绍

控制器子菜单	子菜单功能描述
通讯设置	设置控制器对外通讯波特率、通讯地址；传感器通讯波特率。
辅助设置	设置系统时间、语言、密码模式、触摸屏校准。
修改密码	修改操作密码。
设备信息	显示控制器相关信息，包括设备型号、序列号、生产日期、硬件版本、软件版本等。
模拟输出	设置模拟量输出参数。
继电器	设置继电器输出参数。
报警设置	设置报警上下限值。
报警信息	显示控制器报警信息。
历史日志	查询历史数据信息和校准记录。
存储设置	设置存储是否开启、存储时间间隔。
设备管理	设置 2 个通道添加传感器和删除传感器。添加传感器时，会提示温度需要隐藏还是显示，如果你使用该传感器作为水样的温度数据，请选择“显示”。

3.4 传感器设置

3.4.1 叶绿素 a 传感器设置

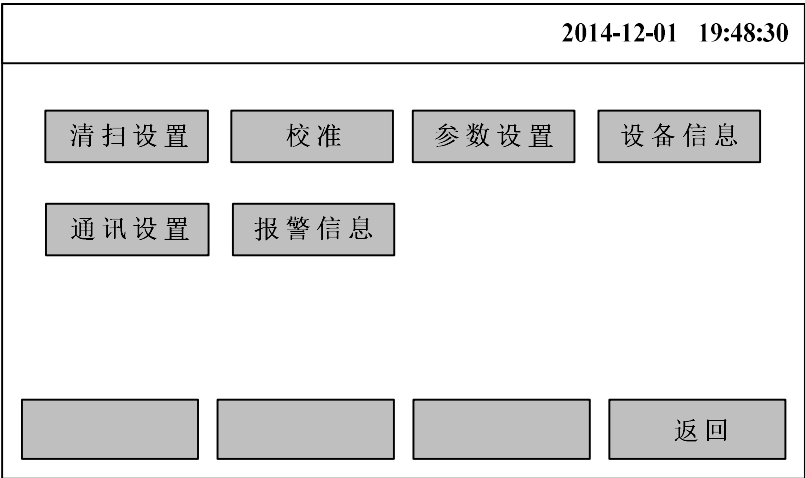


图 3-3 叶绿素 a 传感器设置菜单界面

表 3-2 叶绿素 a 传感器菜单功能介绍

叶绿素传感器菜单	子菜单功能描述
清扫设置	设置传感器清扫参数。手动清洗，需操作人员启动其清洗，清洗次数设置为 1 次，在清洗时，清洁刷正反转各一次；自动清洗，可以设置清洗时间间隔，清洗次数。
校准	传感器校准。
参数设置	设置传感器参数，包括平均次数、量程等，平均次数出厂默认设置为 10。
设备信息	显示传感器相关信息，包括设备型号、序列号、生产日期、硬件版本、软件版本。
通讯设置	设置传感器通讯波特率、通讯地址，一般情况下无需更改。
报警信息	显示传感器报警信息。

3.4.2 蓝绿藻传感器设置

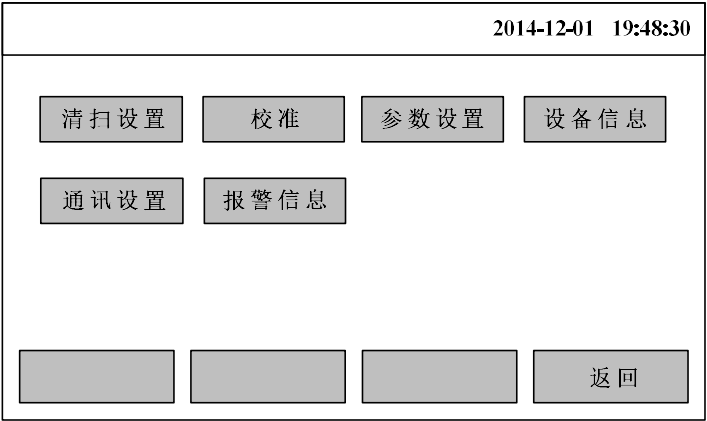


图 3-3 蓝绿藻传感器设置菜单界面

表 3-2 蓝绿藻传感器菜单功能介绍

蓝绿藻传感器菜单	子菜单功能描述
清扫设置	设置传感器清扫参数。手动清洗，需操作人员启动其清洗，清洗次数设置为 1 次，在清洗时，清洁刷正反转各一次；自动清洗，可以设置清洗时间间隔，清洗次数。
校准	传感器校准。
参数设置	设置传感器参数，包括平均次数、量程等，平均次数出厂默认设置为 20。
设备信息	显示传感器相关信息，包括设备型号、序列号、生产日期、硬件版本、软件版本。
通讯设置	设置传感器通讯波特率、通讯地址，一般情况下无需更改。
报警信息	显示传感器报警信息。

4 维护及故障处理

4.1 日常维护

- 线缆检查：检查所有连接的信号电源电缆是否有断裂，如果有断裂仪器将无法正常工作；
- 外观检查：检查仪表和传感器外壳是否有破损和腐蚀；
- 设备清洗：定期清洗控制器和传感器，特别注意测量窗口需要用清水和布轻轻清洗；
- 更换清洁刷：定期更换清洁刷，刷条更换周期为 1 年，刷座更换周期为 3 年。

4.2 校准

4.2.1 叶绿素 a 传感器校准

传感器在使用过程中遇到本身器件老化、水样颗粒物浓度，颜色发生变化、安装环境改变等都会对测量结果产生影响，要克服这些因素的影响就必须定期对传感器进行校准（建议每 3 个月校准一次）。

- 第一步，进入校准界面

在测量界面，点击叶绿素 a 传感器菜单按钮，输入密码“111111”，进入传感器菜单界面，然后点击“校准”，进入校准界面，如下图所示。

2014-12-01 19:48:30			
叶绿素	量程	(0~500) ug/L	
温度	校准模式	二点校准	
	叶绿素数值	信号数值	
	0	1252	取消
	100	22361	确认
		开始校准	取消

图 4-1 叶绿素 a 传感器校准界面

有 3 种校准模式，“一点校准”、“二点校准”和“三点校准”，其中“一点校准”只是偏移量校准，适用于已经完成多点校准以后的传感器在现场应用时的快速校准。“二点校准”为线性校准，适用于 (0~200) ug/L 以下量程段的校准。“三点校准”为非线性校准，适合于 (0~200) ug/L 以上量程段的校准。

- 第二步，校准数据采集

在进行数据采集前请先准备好标准液，然后将传感器放入准备好的标准溶液中。

校准时请使用专用的校准杯或者大容量的烧杯作为容器。将传感器放在距离底部 10cm 以上的位置。

确保底部为黑色。传感器倾斜慢慢放入标准液，然后再等待 30 秒时间，确保溶液稳定了才开始校准操作。



图 4-2 校准示意图

观测“信号数值”中的信号数据，等到相对比较稳定的时候(信号数据一分钟内最大值和最小值的差值小于 20)，点击后面对应的“确认”按钮，数据停止刷新，然后在“叶绿素数值”对应的输入框中输入该标液的叶绿素数值,该点数据采集确认完成。然后重复以上过程进行下一点校准数据的采集。

- 第三步，校准确认

当确认原始数据正常并都采集完成以后，点击“开始校准”，就完成了本次校准。校准数据将保存在传感器内部，同时存入的还有校准时的实时温度数据，所以校准时无需额外关注温度数据。

4.2.2 叶绿素 a 现场水样比对校准方法

由于叶绿素 a 水样稳定性差，使用实际水样对仪器进行测试会导致很大的偏差，无法反应仪器的准确性和稳定性。所以，需采用一种等效荧光物对仪器进行校准和准确度等的测试。由于不同地区的叶绿素 a 和此种等效物的荧光强度比例关系不一样（出厂时按照等效物与叶绿素 a 比例关系为 5:1），需要在现场对叶绿素 a 仪器进行二次校准。

以下为示例。现场实际情况，根据示例进行类推即可。

1. 取实际水样，查看仪器测量值，需要确保水样已经稳定，仪器读数也已经稳定后，再记录仪器的测量值（仪器的响应时间为 10s 左右，再加上水样取上来后也有个稳定的过程，所以要稍微等一会再读取测量值。）；
2. 记录该测量值（假设为 2.74），实验室分析该水样值（假设为 4.51）；
3. 计算比例关系 $4.51/2.74=1.65$ ，如果现场条件允许，可以多取几个水样比对，取比例值的平均值；
4. 将仪器放入实际水样中，稳定 2 分钟左右读取测量值（假设测量值为 8），开启软件校准功能，选择 2 点校准，将当前标液值设定为 13.2 (8×1.65)，并对一个校准点进行确认操作，具体操作方法见 4.2.1。

5. 将仪器取出并用清水反复冲洗，尤其是前端光窗部分，要清洗干净，将仪器放入自来水中（我们认为自来水中不含叶绿素 a）。如果现场的样品水箱可以进自来水，可以开启控制系统进自来水，如果现场无法给水箱进自来水，需将仪器取出，使用一个较大的桶（或使用我司提供的校准杯），倒入自来水，然后进行校准，仪器距侧壁和底部的距离有要求，如下图所示，底部距离不得小于 10cm，侧面距离不得小于 7cm。

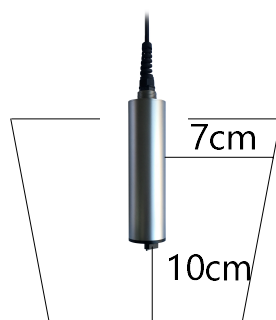


图 4-3 现场水样校准示意图

6. 按照校准方法，对零点校准进行操作，两个校准点确认后，点击“开始校准”，完成校准操作过程。
7. 校准完成后，将仪器放入水箱中继续测试。
8. 后续对传感器进行校准时，等效物和叶绿素 a 的比例关系为 $5/1.65=3:1$ 。现场校准时根据实际情况选择校准浓度，如现场水样叶绿素 a 浓度在 10ug/L 左右，可以使用 0 和 50ug/L 两个浓度点进行校准。

注意事项：

1. 现场比对测试，最好和实验室同时进行，否则，水体中的藻类会生长或死亡，导致实验室分析值与现场水样有差异。
2. 由于国标法操作复杂，时间长，需尽可能控制实验条件以保证分析结果的准确度。

4.2.3 叶绿素 a 传感器的温度校准

进入校准界面后，点击“温度”，如图 4-4 所示，温度校准无需选择校准模式，只需将传感器放入水溶液中，待“温度测量值”稳定后，点击“温度测量值”右侧的“确认”按钮，在“实际温度值”框中，输入水溶液的标准温度值，然后再点击下方的“开始校准”按钮，完成校准操作。

2014-12-01 19:48:30			
叶绿素a			
温度			
实际温度值	温度测量值		
25.86	25.68	取消	
		开始校准	取消

图 4-4 温度校准

4.2.4 蓝绿藻传感器校准

● 第一步，进入校准界面

在测量界面，点击蓝绿藻传感器菜单按钮，输入密码“111111”，进入传感器菜单界面，然后点击“校准”，进入校准界面，如图 4-5 所示。

2014-12-01 19:48:30			
蓝绿藻	量程	(0-2000)C/uL	
温度	校准模式	二点校准	
蓝绿藻数值	信号数值		
0	1252	取消	
500	22361	确认	
		开始校准	取消

图 4-5 蓝绿藻传感器校准界面

有 3 种校准模式，“一点校准”、“二点校准”和“三点校准”，其中“一点校准”只是偏移量校准，适用于已经完成多点校准以后的传感器在现场应用时的快速校准。“二点校准”为线性校准，适用于 (0~800) C/uL 以下量程段的校准。“三点校准”为非线性校准，适合于 (0~800) C/uL 以上量程段的校准。

● 第二步，校准数据采集

在进行数据采集前请先准备好标准液，然后将传感器放入准备好的标准溶液中。

校准时请使用专用的校准杯或者大容量的烧杯作为容器。将传感器放在距离底部 10cm 以上的位置。确保底部为黑色。传感器倾斜慢慢放入标准液，然后再等待 30 秒时间，确保溶液稳定了才开始校准操作。

观测“信号数值”中的信号数据，等到相对比较稳定的时候(信号数据一分钟内最大值和最小值的差值小于 20)，点击后面对应的“确认”按钮，数据停止刷新，然后在“蓝绿藻数值”对应的输入框中输入该标液的蓝绿藻数值,该点数据采集确认完成。然后重复以上过程进行下一点校准数据的采集。

● 第三步，校准确认

当确认原始数据正常并都采集完成以后，点击“开始校准”，就完成了本次校准。校准数据将保存在传感器内部，同时存入的还有校准时的实时温度数据，所以校准时无需额外关注温度数据。

4.2.5 蓝绿藻现场水样比对校准方法

由于蓝绿藻水样稳定性差，使用实际水样对仪器进行测试会导致很大的偏差，无法反应仪器的准确性和稳定性。所以，需采用一种等效荧光物对仪器进行校准和准确度等的测试。由于不同地区的蓝绿藻和此种等效物的荧光强度比例关系不一样（**根据我们的实验数据分析，100ug/L 的罗丹明 WT 的荧光信号与 50cells/uL 的蓝绿藻荧光信号基本相同**，其他浓度也按照此比例来配制），需要在现场对蓝绿藻仪器进行二次校准。

以下为示例。现场实际情况，根据示例进行类推即可。

9. 取实际水样，查看仪器测量值，需要确保水样已经稳定，仪器读数也已经稳定后，再记录仪器的测量值（仪器的响应时间为 20s 左右，再加上水样取上来后也有个稳定的过程，所以要稍微等一会再读取测量值。）；
10. 记录该测量值（假设为 27.4），实验室分析该水样值（假设为 45.1）；
11. 计算比例关系 $45.1/27.4=1.65$ ，如果现场条件允许，可以多取几个水样比对，取比例值的平均值；
12. 将仪器放入实际水样中，稳定 2 分钟左右读取测量值（假设测量值为 8），开启软件校准功能，选择 2 点校准，将当前标液值设定为 13.2 (8×1.65)，并对一个校准点进行确认操作，具体操作方法见 4.2.1。
13. 将仪器取出并用清水反复冲洗，尤其是前端光窗部分，要清洗干净，将仪器放入自来水中（我们认为自来水中不含蓝绿藻）。如果现场的样品水箱可以进自来水，可以开启控制系统进自来水，如果现场无法给水箱进自来水，需将仪器取出，使用一个较大的桶（或使用我司提供的校准杯），倒入自来水，然后进行校准，仪器距侧壁和底部的距离有要求，如下图所示，底部距离不得小于 10cm，侧面距离不得小于 7cm。

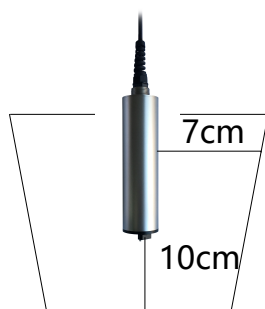


图 4-6 现场水样校准示意图

14. 按照校准方法，对零点校准进行操作，两个校准点确认后，点击“开始校准”，完成校准操作过程。
15. 校准完成后，将仪器放入水箱中继续测试。
16. 后续对传感器进行校准时，等效物和蓝绿藻的比例关系为 $2/1.65=1.21:1$ 。现场校准时根据实际情况选择校准浓度，如现场水样蓝绿藻浓度在 $10\text{cells}/\mu\text{L}$ 左右，可以使用 0 和 $12.1\text{cells}/\mu\text{L}$ 两个浓度点进行校准。

4.2.6 蓝绿藻传感器的温度校准

参考“4.2.3 叶绿素 a 传感器的温度校准”进行操作。

4.3 传感器清洁和保存

4.3.1 传感器清洗

保持传感器测量窗口的清洁对于获得正确的测量数据非常重要，应该定期检查测量窗口是否有污染物或者清洁刷损坏。如果遇到清洁刷无法清洁的污染物时，请使用潮湿的镜头纸或者布轻轻的擦拭传感器测量窗口表面，对于不易溶解的污染物，建议使用低浓度的酸性溶液，切勿使用酒精或其他有机溶剂清洗。

4.3.2 传感器保存

传感器不使用时，请放在纸箱内，常温避光保存。注意不要挤压测量窗和清洁刷。

4.4 更换清洁刷

拆下原清洁刷后，将新的清洁刷安装上去即可。

4.5 故障处理

- 问题一：通信异常、控制器显示通讯故障；
可能原因：供电或线缆连接问题、波特率不匹配。
处理方法：检查供电电源情况、检查 RS485 连接是否正确、确认波特率是否正确。
- 问题二：数值不稳定
可能原因：电极超出使用寿命、被测溶液中有气泡、校准错误、信号受到干扰。
处理方法：确保叶绿素测量窗没有气泡。重新校准后如果还是有问题，请联系本公司技术支持。
- 问题三：数值显示为 0 并且不变化
可能原因：光源故障、或者传感器测量窗表面有污染物。
处理方法：检查测量窗，光源是否闪烁，若光源闪烁，数值依然为 0，请联系本公司技术支持。
- 问题四：数值突然变大，清扫也无法解决；
可能原因：有污染物缠绕在清洁刷上或者清洁刷脱落。
处理方法：将传感器取出然后清理掉污染物，如果是清洁刷脱落请换上新清洁刷。

5 罗丹明 WT 标准溶液 – 配制和使用

警告：操作前请确认已阅读厂商提供所有安全指导和 MSDS 文件。

按以下步骤配制可用于叶绿素传感器校准的 500ug/L 罗丹明 WT 溶液：

1. 罗丹明 WT 购买时通常是溶液形式，标识的浓度会有些差别。我司使用的罗丹明 WT 购自以下所示的供应商，我们建议您尽可能购买此货号的染料。这种溶液大约含有 20%的罗丹明 WT (200 g/L)。

Keystone Aniline Corporation, 2501W. Fulton Street, Chicago, IL 60612 (Telephone: 312-666-2015) under the name KEYACID RHODAMINE WT (Part # 70301027). 20 %Rhodamine WT (200 g/L) .

2.准确量取 0.5mL 罗丹明 WT 溶液并定量转移到 1000mL 的容量瓶中，用纯水(蒸馏水或去离子水)将容量瓶加到刻度。混合均匀后这个溶液中每 1000ml 水中包含 100mg 的罗丹明 WT。将此溶液转移至玻璃瓶中以备将来使用。

3. 准确量取上述配制的溶液 5.0mL 到一个 1000mL 的容量瓶中，然后用纯水将容量瓶加到刻度。将溶液混合均匀，配制的溶液浓度为 500ug/L(浓缩液按 200：1 稀释)。**根据我们的实验数据分析，认为 500ug/L 的罗丹明 WT 溶液与 100ug/L 叶绿素 a 的荧光信号基本相同。**所以，在校准时，使用此浓度的罗丹明 WT 溶液，标液值输入 100ug/L。其他浓度也按照此比例来配制。

4. 浓缩标准溶液必须装在深色的玻璃瓶中保存于冰箱，防止分解。按上述步骤配制的稀释标准溶液必须在配制后的 24 小时内使用。如果以后需要罗丹明 WT 标准液时，只需要将浓缩染料溶液取出，恢复到室温后再进行稀释。保存在低温下的浓缩液的稳定性好于室温下保存的稀释液的稳定性。

5.蓝绿藻的标液配制方法参考以上。**根据我们的实验数据分析，100ug/L 的罗丹明 WT 的荧光信号与 50cells/uL 的蓝绿藻荧光信号基本相同，**其他浓度也按照此比例来配制。

6.不同地区的叶绿素 a 和蓝绿藻与罗丹明 WT 的荧光信号比例关系都不一样，需要实验室分析后确认比例关系，然后再按照上述方法配制试剂。

6 叶绿素 a 传感器 Modbus 通讯协议

6.1 协议说明

寄存器地址	报文地址	数据类型	读写	长度	描述
40001	0x0000	Unsigned int	R	1	报警码
40002	0x0001	float	R	2	叶绿素 a:ug/L
40004	0x0003	float	R	2	温度数据
40006	0x0005	Unsigned int	R	1	原始光强数据
40007	0x0006	Unsigned int	R/W	1	量程 (请参见下表)
40008	0x0007	Unsigned int	R/W	1	平均次数 (1-100)
40009	0x0008	Unsigned int	R/W	1	清扫模式 (0x00: 自动 0x01: 手动 0x02: 启动一次清扫)
40010	0x0009	Unsigned int	R/W	1	清扫次数 (1-100)
40011	0x000A	Unsigned int	R/W	1	清扫间隔分钟 (10 分--24 小时)
40012	0x000B	----	-	5	NC
40017	0x0010	String	R	8	产品名称 (16Byte)
40025	0x0018	String	R	8	序列号 (16Byte)
40033	0x0020	String	R	1	硬件版本 (1Byte)
40034	0x0021	String	R	2	软件版本 (4Byte)
40036	0x0023	Unsigned int	R/W	1	通讯地址 (默认值: 11)
40037	0x0024	Unsigned int	R/W	1	波特率
40038	0x0025	Unsigned int	R	1	设备类型
40039	0x0026	----	-	10	NC
40049	0x0030	Unsigned int	R/W	1	校准量程 (请参见下表)
40050	0x0031	Unsigned int	R/W	1	第一点原始光强
40051	0x0032	Float	R/W	2	第一点校准数据
40053	0x0034	Unsigned int	R/W	1	第二点原始光强
40054	0x0035	Float	R/W	2	第二点校准数据
40056	0x0037	Unsigned int	R/W	1	第三点原始光强
40057	0x0038	Float	R/W	2	第三点校准数据
40059	0x003A	Unsigned int	R/W	1	0x0001: 启动 1 点校准 0x0002: 启动 2 点校准 0x0003: 启动 3 点校准
40060	0x003B	Float	R/W	2	温度校准参数
40062	0x003D	Unsigned int	R/W	1	0x0001: 启动温度校准

➤ 量程

Bit 位	量程描述
0x0000	(0-500) ug/L
0x0001	(0-50) ug/L

➤ 报警码信息

报警码一共 16 Bit，每一个 Bit 表示一种报警类型，当对应的 Bit 为 0 是表示无此类报警，当对应的 Bit 为 1 是表示此类报警出现。

Bit 位	报警描述	报警类型
Bit0	叶绿素 a 超量程	警告报警
Bit2	温度超量程	警告报警
Bit3	光强信号超范围	警告报警
Bit6	清扫中	状态提示
Bit8	温度传感器故障	故障报警
Bit9	电机故障	故障报警
Bit10	内部电压基准故障	故障报警

➤ 波特率

Bit 位	波特率
0x0000	4800 bps
0x0001	9600 bps
0x0002	19200 bps
0x0003	38400 bps
0x0004	57600 bps
0x0005	115200 bps

6.2 Modbus 校准操作

- 叶绿素 a 一点校准

步骤一：将传感器放入叶绿素标准液 1 中。

步骤二：获取原始光强数据 (40006 Unsigned int)。

40006	0x0005	Unsigned int	R	1	原始光强数据
-------	--------	--------------	---	---	--------

步骤三：将获取到的传感器的原始光强数据写入校准数据寄存器 (40050 Unsigned int)。

40050	0x0031	Unsigned int	R/W	1	第一点原始数据
-------	--------	--------------	-----	---	---------

步骤四：将叶绿素 a 标准液 1 的叶绿素数值写入校准数据寄存器 (40051 Float)。

40051	0x0032	Float	R/W	2	第一点校准数据
-------	--------	-------	-----	---	---------

步骤五：启动 1 点校准，将 40059 寄存器改写为 0x0001。

40059	0x003A	Unsigned int	R/W	1	写为 0x0001 启动 1 点校准
-------	--------	--------------	-----	---	--------------------

- 叶绿素二点校准

步骤一：将传感器放入叶绿素 a 标准液 1 中。

步骤二：获取原始光强数据 (40006 Unsigned int)。

40006	0x0005	Unsigned int	R	1	原始光强数据
-------	--------	--------------	---	---	--------

步骤三：将获取到的传感器的原始光强数据写入校准数据寄存器 (40050 Unsigned int)。

40050	0x0031	Unsigned int	R/W	1	第一点原始数据
-------	--------	--------------	-----	---	---------

步骤四：将叶绿素 a 标准液 1 的叶绿素 a 数值写入校准数据寄存器 (40051 Float)。

40051	0x0032	Float	R/W	2	第一点校准数据
-------	--------	-------	-----	---	---------

步骤五：将传感器放入叶绿素 a 标准液 2 中。

步骤六：获取原始光强数据 (40006 Unsigned int)。

40006	0x0005	Unsigned int	R	1	原始光强数据
-------	--------	--------------	---	---	--------

步骤七：将获取到的传感器的原始光强数据写入校准数据寄存器 (40053 Unsigned int)。

40053	0x0034	Unsigned int	R/W	1	第二点原始数据
-------	--------	--------------	-----	---	---------

步骤八：将叶绿素 a 标准液 2 的叶绿素 a 数值写入校准数据寄存器 (40054 Float)。

40054	0x0035	Float	R/W	2	第二点校准数据
-------	--------	-------	-----	---	---------

步骤九：启动 2 点校准，将 40059 寄存器改写为 0x0002。

40059	0x003A	Unsigned int	R/W	1	写为 0x0002 启动 2 点校准
-------	--------	--------------	-----	---	--------------------

● 叶绿素三点校准

步骤一：将传感器放入叶绿素 a 标准液 1 中。

步骤二：获取原始光强数据 (40006 Unsigned int)。

40006	0x0005	Unsigned int	R	1	原始光强数据
-------	--------	--------------	---	---	--------

步骤三：将获取到的传感器的原始光强数据写入校准数据寄存器 (40050 Unsigned int)。

40050	0x0031	Unsigned int	R/W	1	第一点原始数据
-------	--------	--------------	-----	---	---------

步骤四：将叶绿素 a 标准液 1 的叶绿素 a 数值写入校准数据寄存器 (40051 Float)。

40051	0x0032	Float	R/W	2	第一点校准数据
-------	--------	-------	-----	---	---------

步骤五：将传感器放入叶绿素 a 标准液 2 中。

步骤六：获取原始光强数据 (40006 Unsigned int)。

40006	0x0005	Unsigned int	R	1	原始光强数据
-------	--------	--------------	---	---	--------

步骤七：将获取到的传感器的原始光强数据写入校准数据寄存器 (40053 Unsigned int)。

40053	0x0034	Unsigned int	R/W	1	第二点原始数据
-------	--------	--------------	-----	---	---------

步骤八：将叶绿素 a 标准液 2 的叶绿素数值写入校准数据寄存器 (40054 Float)。

40054	0x0035	Float	R/W	2	第二点校准数据
-------	--------	-------	-----	---	---------

步骤九：将传感器放入叶绿素 a 标准液 3 中。

步骤十：获取原始光强数据 (40006 Unsigned int)。

40006	0x0005	Unsigned int	R	1	原始光强数据
-------	--------	--------------	---	---	--------

步骤十一：将获取到的传感器的原始光强数据写入校准数据寄存器 (40056 Unsigned int)。

40056	0x0037	Unsigned int	R/W	1	第三点原始数据
-------	--------	--------------	-----	---	---------

步骤十二：将叶绿素 a 标准液 3 的叶绿素 a 数值写入校准数据寄存器 (40057 Float)。

40057	0x0038	Float	R/W	2	第三点校准数据
-------	--------	-------	-----	---	---------

步骤十三：启动 2 点校准，将 40059 寄存器改写为 0x0003。

40059	0x003A	Unsigned int	R/W	1	写为 0x0003 启动 3 点校准
-------	--------	--------------	-----	---	--------------------

- 温度一点校准

步骤一：将当前溶液的准确温度写入温度校准参数寄存器（40060 Float）。

40060	0x003B	Float	R/W	2	温度校准参数
-------	--------	-------	-----	---	--------

步骤二：启动温度校准，将 40062 寄存器改写为 0x0001。

40062	0x003D	Unsigned int	R/W	1	写为 0x0001，启动温度校准
-------	--------	--------------	-----	---	------------------

注意在定标之前需要设置定标的量程档位，如果要对当前量程进行定标，请确保工作量程和定标的量程档位一致

40049	0x0030	Unsigned int	R/W	1	校准量程
-------	--------	--------------	-----	---	------

7 蓝绿藻传感器 Modbus 通讯协议

7.1 协议说明

寄存器地址	报文地址	数据类型	读写	长度	描述
40001	0x0000	Unsigned int	R	1	报警码
40002	0x0001	float	R	2	蓝绿藻:c/uL
40004	0x0003	float	R	2	温度数据
40006	0x0005	Unsigned int	R	1	原始光强数据
40007	0x0006	Unsigned int	R/W	1	量程 (请参见下表)
40008	0x0007	Unsigned int	R/W	1	平均次数 (1-100)
40009	0x0008	Unsigned int	R/W	1	清扫模式 (0x00: 自动 0x01: 手动 0x02: 启动一次清扫)
40010	0x0009	Unsigned int	R/W	1	清扫次数 (1-100)
40011	0x000A	Unsigned int	R/W	1	清扫间隔分钟 (10 分--24 小时)
40012	0x000B	----	-	5	NC
40017	0x0010	String	R	8	产品名称 (16Byte)
40025	0x0018	String	R	8	序列号 (16Byte)
40033	0x0020	String	R	1	硬件版本 (1Byte)
40034	0x0021	String	R	2	软件版本 (4Byte)
40036	0x0023	Unsigned int	R/W	1	通讯地址 (默认值: 12)
40037	0x0024	Unsigned int	R/W	1	波特率
40038	0x0025	Unsigned int	R	1	设备类型
40039	0x0026	----	-	10	NC
40049	0x0030	Unsigned int	R/W	1	校准量程 (请参见下表)
40050	0x0031	Unsigned int	R/W	1	第一点原始光强
40051	0x0032	Float	R/W	2	第一点校准数据
40053	0x0034	Unsigned int	R/W	1	第二点原始光强
40054	0x0035	Float	R/W	2	第二点校准数据
40056	0x0037	Unsigned int	R/W	1	第三点原始光强
40057	0x0038	Float	R/W	2	第三点校准数据
40059	0x003A	Unsigned int	R/W	1	0x0001: 启动 1 点校准 0x0002: 启动 2 点校准 0x0003: 启动 3 点校准
40060	0x003B	Float	R/W	2	温度校准参数
40062	0x003D	Unsigned int	R/W	1	0x0001: 启动温度校准

➤ 量程

Bit 位	量程描述
0x0000	(0-2000) c/uL 或 (0-2000000) c/mL
0x0001	(0-200) ug/L 或 (0-200000) c/mL

➤ 报警码信息

报警码一共 16 Bit，每一个 Bit 表示一种报警类型，当对应的 Bit 为 0 是表示无此类报警，当对应的 Bit 为 1 是表示此类报警出现。

Bit 位	报警描述	报警类型
Bit0	蓝绿藻超量程	警告报警
Bit2	温度超量程	警告报警
Bit3	光强信号超范围	警告报警
Bit6	清扫中	状态提示
Bit8	温度传感器故障	故障报警
Bit9	电机故障	故障报警
Bit10	内部电压基准故障	故障报警

➤ 波特率

Bit 位	波特率
0x0000	4800 bps
0x0001	9600 bps
0x0002	19200 bps
0x0003	38400 bps
0x0004	57600 bps
0x0005	115200 bps

7.2 Modbus 校准操作

- 蓝绿藻一点校准

步骤一：将传感器放入蓝绿藻标准液 1 中。

步骤二：获取原始光强数据 (40006 Unsigned int)。

40006	0x0005	Unsigned int	R	1	原始光强数据
-------	--------	--------------	---	---	--------

步骤三：将获取到的传感器的原始光强数据写入校准数据寄存器 (40050 Unsigned int)。

40050	0x0031	Unsigned int	R/W	1	第一点原始数据
-------	--------	--------------	-----	---	---------

步骤四：将蓝绿藻标准液 1 的蓝绿藻数值写入校准数据寄存器 (40051 Float)。

40051	0x0032	Float	R/W	2	第一点校准数据
-------	--------	-------	-----	---	---------

步骤五：启动 1 点校准，将 40059 寄存器改写为 0x0001。

40059	0x003A	Unsigned int	R/W	1	写为 0x0001，启动 1 点校准
-------	--------	--------------	-----	---	--------------------

- 蓝绿藻二点校准

步骤一：将传感器放入蓝绿藻标准液 1 中。

步骤二：获取原始光强数据 (40006 Unsigned int)。

40006	0x0005	Unsigned int	R	1	原始光强数据
-------	--------	--------------	---	---	--------

步骤三：将获取到的传感器的原始光强数据写入校准数据寄存器 (40050 Unsigned int)。

40050	0x0031	Unsigned int	R/W	1	第一点原始数据
-------	--------	--------------	-----	---	---------

步骤四：将蓝绿藻标准液 1 的蓝绿藻数值写入校准数据寄存器 (40051 Float)。

40051	0x0032	Float	R/W	2	第一点校准数据
-------	--------	-------	-----	---	---------

步骤五：将传感器放入蓝绿藻标准液 2 中。

步骤六：获取原始光强数据 (40006 Unsigned int)。

40006	0x0005	Unsigned int	R	1	原始光强数据
-------	--------	--------------	---	---	--------

步骤七：将获取到的传感器的原始光强数据写入校准数据寄存器 (40053 Unsigned int)。

40053	0x0034	Unsigned int	R/W	1	第二点原始数据
-------	--------	--------------	-----	---	---------

步骤八：将蓝绿藻标准液 2 的蓝绿藻数值写入校准数据寄存器 (40054 Float)。

40054	0x0035	Float	R/W	2	第二点校准数据
-------	--------	-------	-----	---	---------

步骤九：启动 2 点校准，将 40059 寄存器改写为 0x0002。

40059	0x003A	Unsigned int	R/W	1	写为 0x0002, 启动 2 点校准
-------	--------	--------------	-----	---	---------------------

● 蓝绿藻三点校准

步骤一：将传感器放入蓝绿藻标准液 1 中。

步骤二：获取原始光强数据 (40006 Unsigned int)。

40006	0x0005	Unsigned int	R	1	原始光强数据
-------	--------	--------------	---	---	--------

步骤三：将获取到的传感器的原始光强数据写入校准数据寄存器 (40050 Unsigned int)。

40050	0x0031	Unsigned int	R/W	1	第一点原始数据
-------	--------	--------------	-----	---	---------

步骤四：将蓝绿藻标准液 1 的蓝绿藻数值写入校准数据寄存器 (40051 Float)。

40051	0x0032	Float	R/W	2	第一点校准数据
-------	--------	-------	-----	---	---------

步骤五：将传感器放入蓝绿藻标准液 2 中。

步骤六：获取原始光强数据 (40006 Unsigned int)。

40006	0x0005	Unsigned int	R	1	原始光强数据
-------	--------	--------------	---	---	--------

步骤七：将获取到的传感器的原始光强数据写入校准数据寄存器 (40053 Unsigned int)。

40053	0x0034	Unsigned int	R/W	1	第二点原始数据
-------	--------	--------------	-----	---	---------

步骤八：将蓝绿藻标准液 2 的蓝绿藻数值写入校准数据寄存器 (40054 Float)。

40054	0x0035	Float	R/W	2	第二点校准数据
-------	--------	-------	-----	---	---------

步骤九：将传感器放入蓝绿藻标准液 3 中。

步骤十：获取原始光强数据 (40006 Unsigned int)。

40006	0x0005	Unsigned int	R	1	原始光强数据
-------	--------	--------------	---	---	--------

步骤十一：将获取到的传感器的原始光强数据写入校准数据寄存器 (40056 Unsigned int)。

40056	0x0037	Unsigned int	R/W	1	第三点原始数据
-------	--------	--------------	-----	---	---------

步骤十二：将蓝绿藻标准液 3 的蓝绿藻数值写入校准数据寄存器 (40057 Float)。

40057	0x0038	Float	R/W	2	第三点校准数据
-------	--------	-------	-----	---	---------

步骤十三：启动 2 点校准，将 40059 寄存器改写为 0x0003。

40059	0x003A	Unsigned int	R/W	1	写为 0x0003, 启动 3 点校准
-------	--------	--------------	-----	---	---------------------

● 温度一点校准

步骤一：将当前溶液的准确温度写入温度校准参数寄存器 (40060 Float)。

40060	0x003B	Float	R/W	2	温度校准参数
-------	--------	-------	-----	---	--------

步骤二：启动温度校准，将 40062 寄存器改写为 0x0001。

40062	0x003D	Unsigned int	R/W	1	写为 0x0001, 启动温度校准
-------	--------	--------------	-----	---	-------------------

注意在定标之前需要设置定标的量程档位，如果要对当前量程进行定标，请确保工作量程和定标的量程档位一致

40049	0x0030	Unsigned int	R/W	1	校准量程
-------	--------	--------------	-----	---	------

8 控制器 Modbus 通讯协议

寄存器地址	报文地址	数据类型	读写	长度	描述
40001	0x0000	float	R	2	参数 1 数据
40003	0x0002	float	R	2	参数 2 数据
40005	0x0004	float	R	2	参数 3 数据
40007	0x0006	float	R	2	参数 4 数据
40021	0x0020	int	R	1	传感器一类型
40022	0x0021	int	R	1	传感器二类型
40025	0x0024	int	R	1	传感器一报警码
40026	0x0025	int	R	1	传感器二报警码