AL4160TH 硬度水质传感器
用户手册

杭州安澜数智传感科技有限公司

阅读说明

用户须知

非常感谢您选择使用本公司的 AL4160TH 硬度水质传感器以下简称仪器。在使用本产品前，请您仔细阅读本用户手册。本手册涵盖产品使用的各项重要信息及数据，用户必须严格遵守其规定，方可保证仪器的正常运行。

注意和警示信息

本手册所述产品的开发、制造、测试和归档都把相关的安全标准放在首位。因此，如果用户按照本手册指导进行装配、核准使用和维护，可避免因操作不当而造成的常规使用中的财产损失和人身危害。

为确保用户在使用和维护本分析仪时的人身安全，避免财产损失，在本手册中有相关注意和警示信息。这些注意和警示信息至关重要，为避免不恰当的操作提供了合理建议。

供货和运输

具体装运要求依照订购合同上相应条款。

开箱时请认真阅读包装材料上的相应信息，确保开箱货物的完整与无损。请尽量保留产品外包装，以便在需要返退仪表或零件时使用。

质保和维修

具体的质保和维修的要求依照订购合同上相应条款。

保修期内且符合保修范围，将提供免费维修服务，主要包含保修内产品维修、备件维修更换、技术支持及常规现场服务等。

超过保修期或者在保修期内发生如下故障，均属于保外维修，不提供免费保修服务，故障包括但不限

于：

由于使用不当（进水、腐蚀、失火、强电串入等）；

不可抗力（地震、雷击、洪水等）造成的损坏；

未经允许，产品内部擅自改动；

未按用户手册及培训规定使用，引起产品损坏的。

关于本公司所研发制造的产品，在处理废旧产品方面本公司严格遵守相关国家规定。

技术支持

地址：杭州市滨江区滨文路 5-2 号浙江园宇宙产业园 3 幢 C 座 2 楼

网址：www.annsens-inc.com

Email： support@annsens-inc.com

电话：15267469361

注意和警示

图标	说明
	提示标记和信息——表示在产品使用过程中提醒用户的一般信息，或本手册中需一般关注的部分。
	注意标记和信息——表示在产品使用过程中需注意的重要信息，或本手册中需特别关注的部分。
	警告标记和信息——表示在产品使用中，若没有遵守适当的安全措施，将会造成本仪器无法正确测量，特别严重的情况可能会造成重大人身伤亡或财产损坏事故。

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。

杭州安澜数智传感科技有限公司版权所有，如有改动，恕不另行通知；未经允许，不得翻印。

目录

阅读说明 I
用户须知 I
注意和警示信息 I
供货和运输 I
质保和维修 I
技术支持 II
注意和警示 II
声明 II
1 仪器介绍 1
1.1 概述 1
1.2 特点 2
1.3 规格 2
1.4 技术原理 3
2 仪器安装 4
2.1 外形尺寸 4
2.2 安装方式 4
2.3 电气连接 5
2.4 连接控制器 6
2.5 注意事项 6
3 上位机软件操作说明 8
3.1 连接电脑 8
3.2 通讯设置 8
3.3 仪器校准 9
3.3.1 校准说明 9
3.3.2 校准流程 10
3.4 连续测量 11
3.5 恢复出厂参数 12
4 通讯协议 13
4.1 默认参数 13
4.2 指令格式 13
5 保养维护 14
5.1 电极清洗 14
5.2 日常维护 15
5.3 定期维护 15
5.4 故障报警及处理 15
5.4.1 故障报警 15
5.4.2 故障处理 16
6 标液配置 1

1 仪器介绍

1.1 概述

AL4160TH 通过精确检测水中的钙离子（Ca2+）和镁离子（Mg2+）浓度，计算水的总硬度，精度符合《GBT 6909-2018 锅炉用水和冷却水分析方法 硬度的测定》的要求，是一款紧凑、简单易用的硬度水质分析仪，用于自动在线检测水质残余硬度和软化水处理过程的质量控制。该系统基于离子选择电极法，具有响应速度快、低维护和无试剂消耗等特点，适合长时间连续运行，免维护，特别适用于制药纯化水、工业锅炉水、工艺用水、饮用水水处理和冷却水的硬度在线检测。产品具有 RS485 通讯接口，标准 MODBUS 协议，便于集成和组网。附送 WQS-SUTIE 分析软件，可对产品进行参数设置、校准、测量和故障诊断等功能。

图 1-1　AL4160TH 硬度水质传感器

1.2 特点

- 全自动测量，可根据应用场景选择不同测量范围，全自动测量总硬度
- 水样浑浊或外部光线对测量结果无影响
- 可选测量间隔 可选测量间隔 1-60 分钟可选
- 内置 PT1000 温度传感器，具有自动温度补偿功能
- 固态晶体膜片电极寿命长，容易清洗和维护
- 维护工作量少，日常测量无需试剂和耗材
- 抗交叉干扰能力强
- 3KV 耐压隔离电源供电，抗干扰能力强

1.3 规格

表 1-1 技术规格

检测因子	总硬度
量程	0-10mg/L;0-100mg/L; 0-1000mg/L 三种量程可选
精度	±5%
重复性	2%
温度范围	0-60℃；
响应时间(T90)	≤60 秒
温度测量范围	-40-100℃；
接口	RS485 接口,MODBUS 协议
工作电压	7-30VDC
防护等级	IP68
材料	PP
尺寸	205mmL*33mmD
重量	350g

1.4 技术原理

本产品采用离子选择电极检测水中的钙离子和镁离子共度

根据能斯特定律

$$E = E_0 - 2.303 * \frac{RT}{nF} \lg(C)$$ （公式 2.1）

其中：

--E：离子选择测量电极和参考电极之间的电压差，单位为 mV；

--E_0 ：当被测离子浓度 c=1mol/L 时，离子选择测量电极和参考电极之间的电压差，单位为 mV；

--F：为法拉第常数，$= 9.6485309 \times 10^4 C mol^{-1}$

--R：为气体常数，$=8.314510 JK^{-1} mol^{-1}$

--C：被测量离子的浓度

--T：绝对温度，T = 273.15+t ℃，

由公式 1.1 可知，通过测量离子选择电极的测量电极和参考电极之间的电压差，可以计算出离子浓度。

本产品中的硬度根据钙、镁离子浓度进行计算

$$TH = 2.5 * C_{Ca2+} + 4.1 * C_{Mg2+}$$ （公式 3.6）

其中

1）TH 为总硬度，单位为 mg/L

2) C_{Ca2+}为钙离子浓度，单位为 mg/L

3) C_{Mg2+}为钙离子浓度，单位为 mg/L

2 仪器安装

2.1 外形尺寸

图 2-1　传感器尺寸

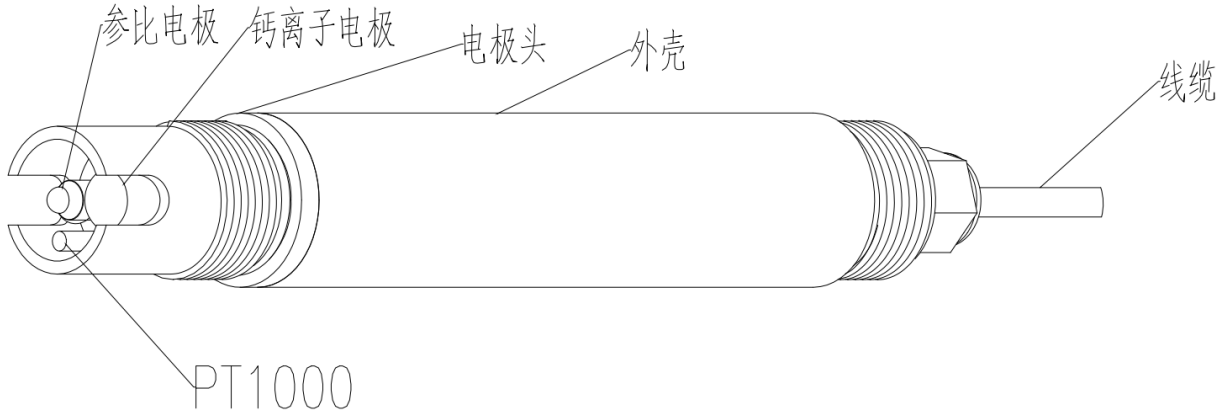

图 2-2　传感器结构图

2.2 安装方式

适用场合：适合测量水质时以下四种不同方式的安装。

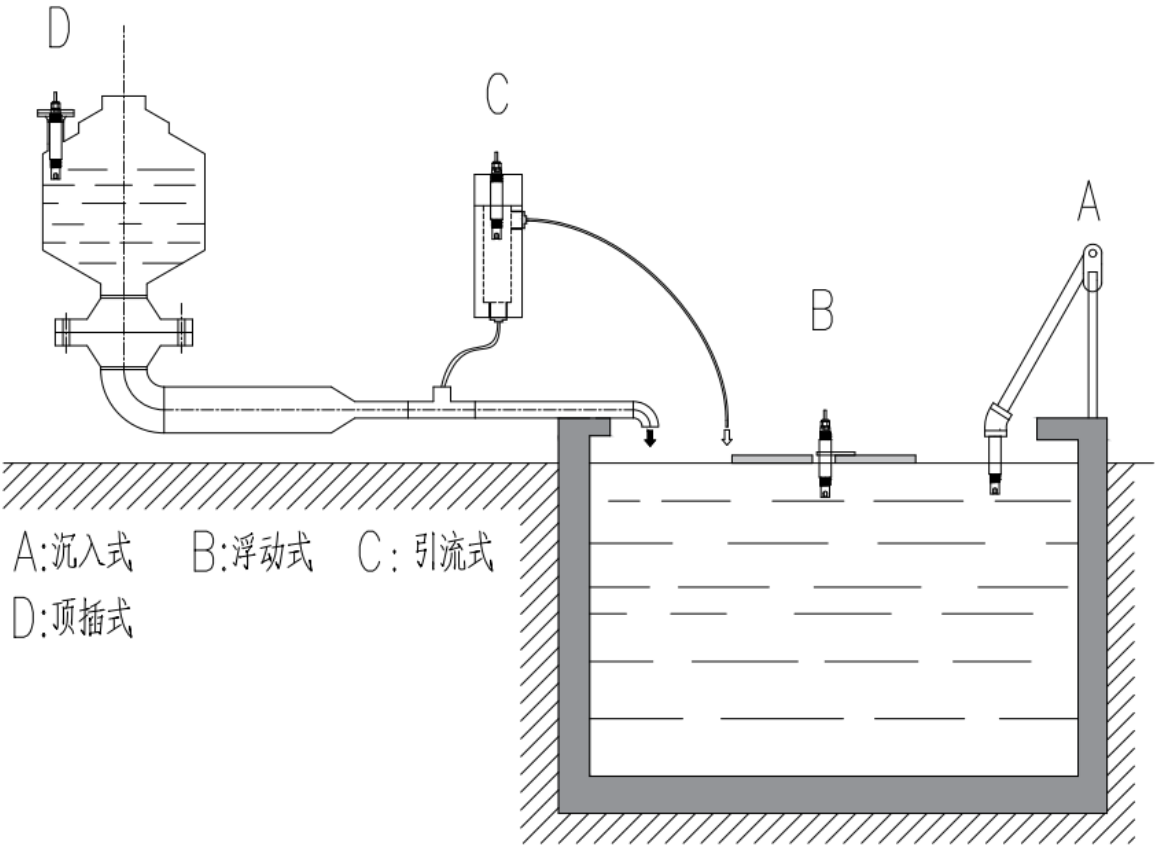

图 2-3 安装场景图

2.3 电气连接

电气连接示意图请参见下图。通过 RS485 连接支持标准 Modbus 协议的上位机。若传感器导线颜色与下图有偏差，实际以传感器尾部的套管标识为准。

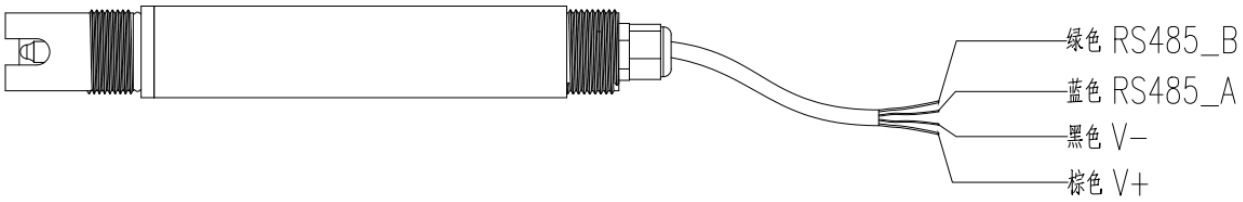

图 2-4 仪器电气连接图

仪器接线定义参考下表 2-1。

表2-1 仪器接线定义

导线颜色	接线标识	接线定义
棕	V+	供电电源+端子

导线颜色	接线标识	接线定义
黑	V-	公共地端子
蓝	RS485_A	RS485 接口 A 端子
绿	RS485_B	RS485 接口 B 端子

2.4 连接控制器

传感器可配套安澜传感的 AL3010 单通道控制器用，如图 2-5 所示。接线时，打开控制器，传感器的 V+、V-、RS485_A、RS485_B 分别接控制器的 J2-1、J2-2、J2-3 和 J2-4.

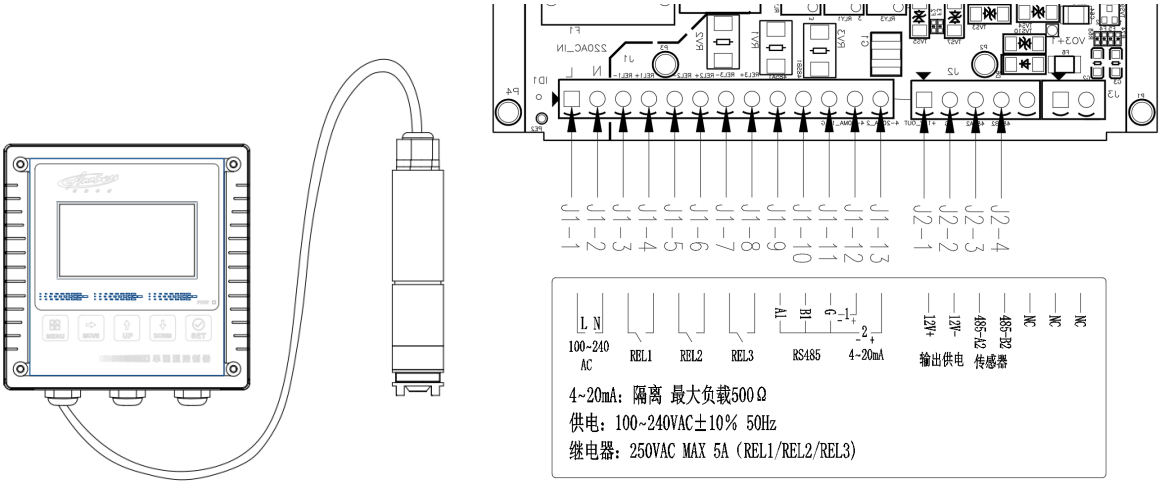

图 2-5 连接控制器示意图

2.5 注意事项

仪器在测量前需要注意以下事项

1）手持传感器上部绝缘壳体，严禁捏、挤压前端电极膜头；

2）从侧边或底部顺时针旋松保护帽，缓慢向下拔出，不可猛扯；

3）用去离子水缓慢冲洗前端 30 秒，冲去残留保护液。

图 2-6 摘去保护帽图片

4）传感器前端电极膜头部位必须保持垂直和完全浸没于水中；

5）最小浸入深度：液面没过电极膜片头最低端应≥3cm；

6）浸没水样后应轻轻摇晃，避免探头底部有气泡产生；

7）电极应与水底保持一定距离，避免传感器插入底部堆积的淤泥中。

8）电极在初次使用时，应对其进行极化处理，可将电极静置于纯水中，通电 30 分钟后，待零点稳定后进行读数；若零点值偏大，应该重新进行校准；

9）转移传感器至其他标液中，需静置水样中 10min 左右后再进行读数。

3 上位机软件操作说明

3.1 连接电脑

将传感器的四根线束根据套管标识分别接入电源正负极、RS-485 的 A、B 接口，打开电源，常规供电电压为 12V，将 RS-485 接头插入电脑，进行与上位机的通讯操作。

图 3-1 传感器连接电脑

3.2 通讯设置

将仪器通过 RS485 转 USB 模块与 PC 的 USB 端口进行连接。用户可通过以下操作步骤对上位机进行操作。

1）打开上位机调测软件。

2）串口连接：

点击“仪器通讯→串口连接”，选择串口、波特率、校验位。默认情况下是端口号 COM1、波特率 115200、校验方式为无校验，设置完成后点击“确认”，如图 3-2 所示。该仪器波特率为 19200。

图 3-2　串口连接

3）仪器连接：

点击软件中的“仪器连接”菜单，选择“地址范围”，点击“搜索”，软件将在此 Modbus 地址范围内搜索仪器。搜索完成后，可连接的仪器显示在“已检测到的从机地址/型号”后，选择所需仪器，再点“连接”按钮，即可完成仪器连接。仪器的默认地址为 1。

图 3-3 仪器连接

3.3 仪器校准

3.3.1 校准说明

仪器出厂前已进行过标液校准和温度校准操作，用户可根据仪器维护要求，通过上位机软件进行标液校准。校准界面如下图 3-4。

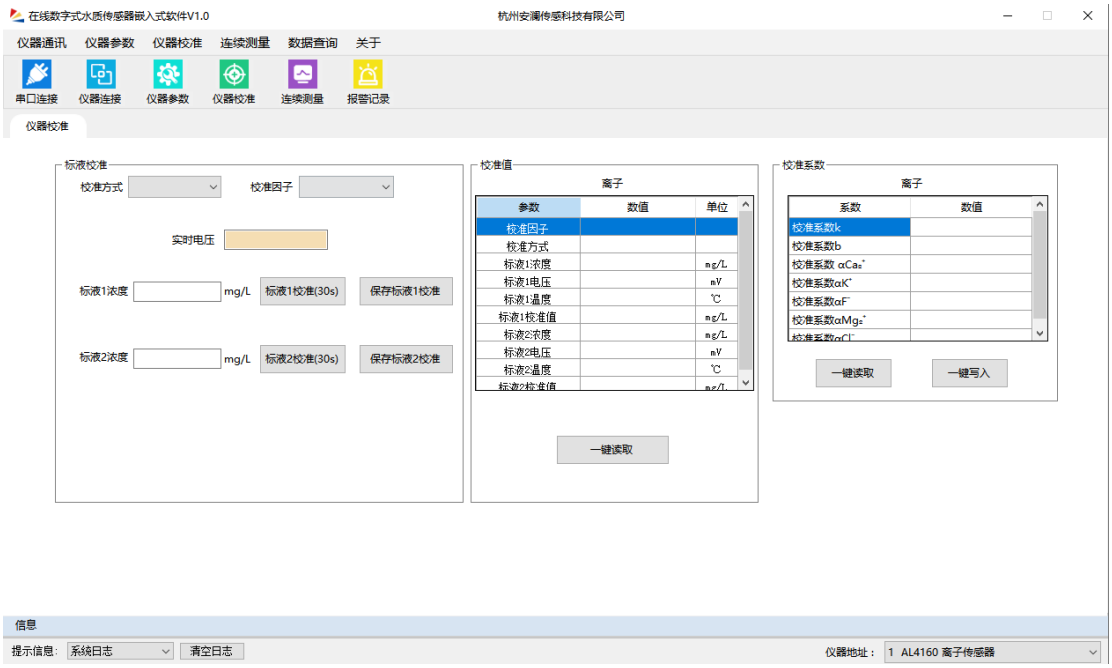

图 3-4 校准界面

注意：

1) 校正前，需要准备一个口径至少大于 40mm、深度大于 100mm 的玻璃容器；

2) 确保校正过程，应确保溶液中无气泡；

3) 每完成一点校正，需要用蒸馏水完全冲洗仪器多次，并擦干仪器；

4) 校准液配好后，应该尽快校正；

3.3.2 校准流程

仪器校准一般建议为两点校准，仪器校准流程如下：

1）配制对应传感器的离子标准校准液，以下以 0-1000mg/L 钙离子量程为例，标液配制为 200mg/L（标液 1）、800mg/L（标液 2）钙离子标准液

2）打开仪器校准界面，选择校准因子→选择校准方式→在标液 1 浓度中输入 200→标液 2 浓度中输入 800

3）标液 1 校准：容器中倒入标液 1，将仪器浸没在标准液中，在上位机中，标液 1 浓度输入 200→点击标液 1 校准按钮→观察“标液 1 电压值”，等待测量值稳定→点击“保存校准”按钮或待校准倒计时结束，即完成了标液 1 校准。

4）将仪器从容器中拔出，仔细冲洗仪器多次，并擦干仪器。

5）标液 2 校准：容器中倒入标液 2，将仪器浸没在标准液中，在上位机中，标液 2 浓度输入 800→点击标液 2 校准按钮→观察“标液 2 电压值”，等待测量值稳定→点击“保存校准”按钮或待校准倒计时结束，即完成了标液 2 校准。

6）将仪器从容器中拔出，仔细冲洗仪器多次，并擦干仪器

7）校准结果查看：“一键读取”校准值、校准系数，检查校准值和校准系数是否已经更新。

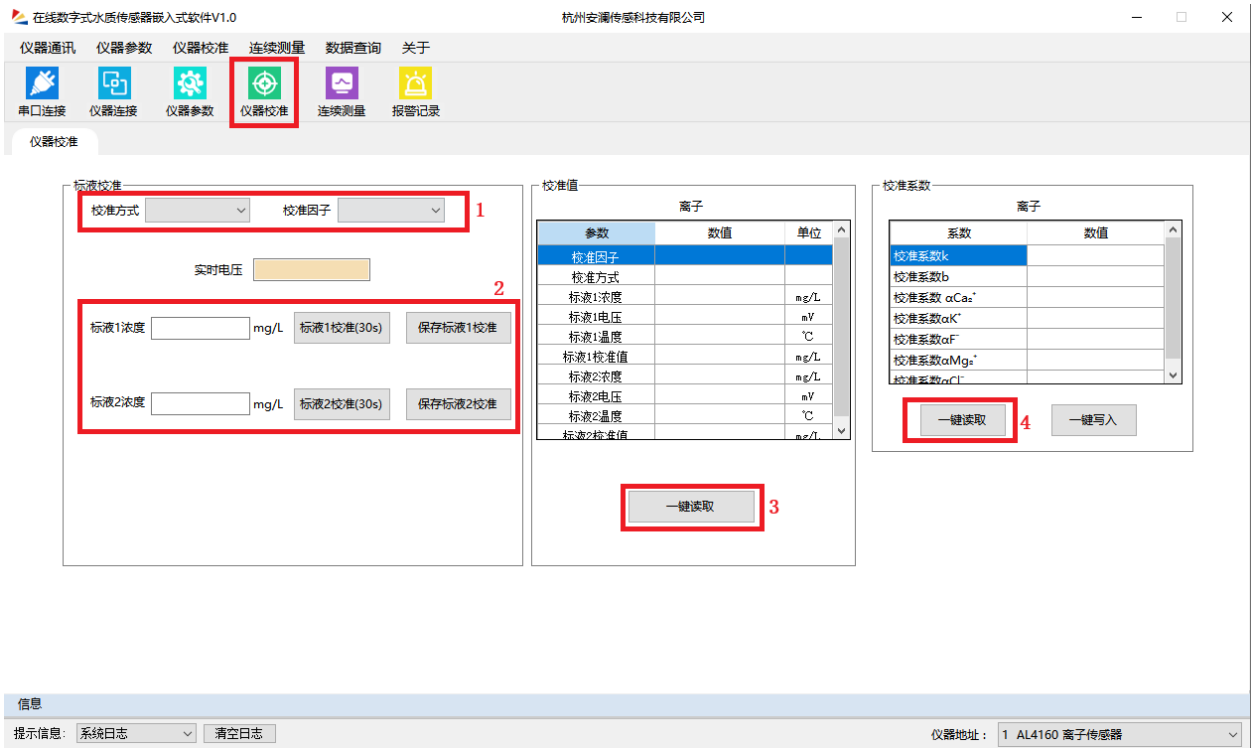

图 3-5 校准步骤

注意：

1) 用户操作不当，错误的修改了校准参数时，会导致测量值异常，建议进行恢复出厂参数操作，再进行校准操作。

2) 标液使用时，待传感器示值稳定后，再进行校准操作。

3.4 连续测量

需要查看仪器的实时测量数据时，可通过软件对仪器进行连续测量。

1）查看实时测量值:在“连续测量”界面下，下拉选择查询周期（1/5/10/30/60s）可选，点击“开始”，软件开始采集实时测量数据并逐行显示，如图 3-6 所示。

2）导出测量值：点击“导出”按钮，连续测量的测量值即导出 EXCEL 格式的数据文件至 Debug 文件夹中，文件以时间命名，具体导出路径可通过系统日志进行查看。

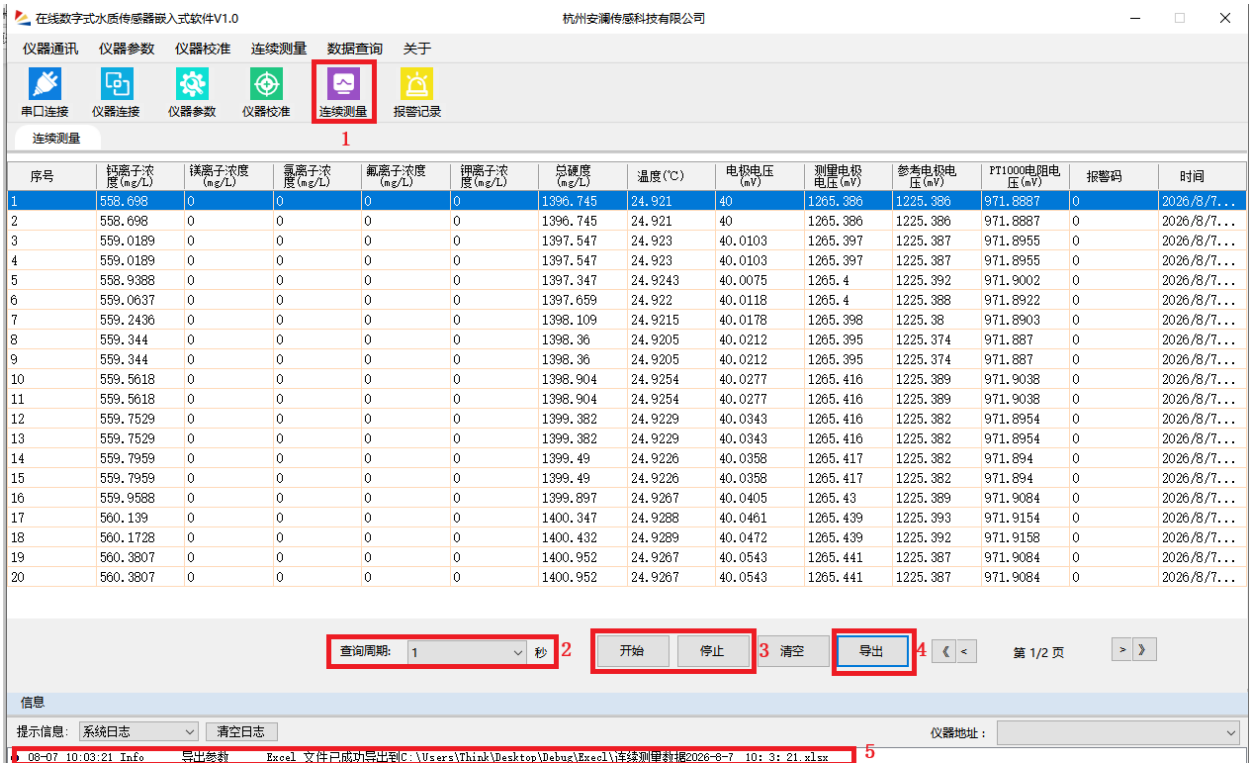

图 3-6 连续测量界面

3.5 恢复出厂参数

用户可通过以下步骤，可将仪器参数、校准系数恢复至出厂时的设置。

恢复出厂参数：点击软件中的“仪器参数→恢复出厂设置”当系统日志提示出厂参数成功时，即已经完成出厂参数的恢复。

4 通讯协议

4.1 默认参数

默认的通讯参数：通讯地址 1、波特率 19200、数据位 8、停止位 1、校验位 None。

4.2 指令格式

表 4-1 指令格式（读）

读数据发送帧	01	03	XXXX	XXXX	XXXX
	设备地址	功能码	起始地址	寄存器个数	CRC 校验码（低字节在前）
读数据响应帧	01	03	XX	XX...XX	XXXX
	设备地址	功能码	字节数	应答数据	CRC 校验码（低字节在前）

表 4-2 指令格式（写）

写数据发送帧	01	10	XXXX	XXXX	XX
	设备地址	功能码	起始地址	写入寄存器个数	写入字节数
写数据响应帧	01	10	XXXX	XXXX	XXXX
	设备地址	功能码	起始地址	寄存器个数	CRC 校验码（低字节在前）

注意事项：

1) float 类型数据占用 2 个寄存器（共 4 个字节），其存储方式采用小端模式。例如，要读取的 float 类型数值为 1234.56，大端模式下对应的 16 进制数据为 44 9A 51 EC（AB CD），通过指令读取出来的结果为 51 EC 44 9A（CDAB），使用时需进行大小端的转换。

2) double 类型数据占用 4 个寄存器（共 8 个字节），其存储方式同采用小端模式。例如，要读取的 double 类型数值为 1234.56，大端模式下对应的 16 进制数据为 40 93 4A 3D 70 A3 D7 0A（AB CD EF GH），

通过指令读取出来的结果为 D7 0A 70 A3 4A 3D 40 93（GH EF CD AB），使用时需进行大小端的转换。

5 保养维护

5.1 电极清洗

为了确保仪器的测量精度和使用寿命，正确的清洗和日常保养至关重要。以下将详细说明 ORP 仪器的清洗方法：

- 使用去离子水或蒸馏水：每次使用前后，用去离子水或蒸馏水轻轻冲洗仪器，去除表面残留的样品或缓冲溶液。
- 针对有机物污染（（如油污、蛋白质、生物膜））：使用 0.1M 的 HCl 或 pH=2 缓冲液，浸泡 5~10 分钟，轻柔擦拭，然后用去离子水彻底冲洗。
- 针对无机盐/金属氧化物污染（如 $CaCO_3$、$Fe(OH)_3$）：使用 0.1M 的 HCl 或 0.1M 的 HNO_3，浸泡 15~30 分钟，软毛刷轻刷，然后用去离子水彻底冲洗。
- 针对硫化物污染（如 H_2S 反应生成的 Ag_2S）：使用硫脲溶液（1%~5%）+ 稀盐酸（0.1M），浸泡 30 分钟，去除硫化银，然后用去离子水彻底冲洗。
- 针对油脂污染：用温和的洗涤剂溶液清洗仪器，然后用去离子水彻底冲洗。
- 针对无机物污染：将仪器浸泡在 0.1mol/L HCl 或 HNO_3 溶液中约 15 分钟，然后用去离子水彻底冲洗。

注意：

1) 深度清洗后，建议重新校准仪器。
2) 避免使用有机溶剂：如乙醇、丙酮等，可能会损坏仪器。
3) 避免剧烈擦拭：用柔软的纸巾或布轻轻擦拭仪器，避免损坏玻璃膜。
4) 及时清洗：使用后立即清洗仪器，防止样品残留干涸在仪器表面。

5.2 日常维护

为获得最好的测量效果，仪器需要进行日常维护和保养，维护时请注意如下事项：

- 检查仪器是否存在报警信息，若有请根据报警内容进行分析解决。
- 检查仪器的电缆，正常工作时电缆不应绷紧，否则容易使电缆内部电线断裂，造成仪器不能正常工作。
- 检查仪器的外壳是否因腐蚀或其他原因受到损坏。

5.3 定期维护

为确保仪器长期稳定运行，需根据使用频率和环境制定定期维护计划。

- 检查仪器状态：定期检查仪器是否有破损、裂纹或污染。如有异常，及时处理或更换。
- 清洗仪器：4 周（视被测水清洁程度而定），主要清洁仪器外表及玻璃电极表面。
- 校准：一般为每个月至少校准一次或当认为读数不准确时，校准须严格按照说明书要求进行校准。
- 检查电缆连接：12 月每次。检查电缆连接是否紧固，检查线缆外皮是否出现破损，若出现问题请联系厂家，并及时进行更换。

5.4 故障报警及处理

5.4.1 故障报警

表 5-1　报警码表

报警码	报警含义	报警的可能原因
000	无报警	无其他报警
110	EEPROM 自检未通过	硬件故障导致自检失败
150	电源电压自检未通过	硬件故障导致自检失败
210	离子浓度超量程	离子浓度超量程报警
211	离子浓度超量程解除	解除报警
220	温度超量程	温度超量程报警

报警码	报警含义	报警的可能原因
221	温度超量程解除	接触报警

5.4.2 故障处理

表 5-2 故障处理表

故障	可能原因	解决措施
设备无法正常通讯	1) 供电异常 2) 线缆损坏 3) 仪器故障	1) 查看供电电压是否正常：通过万用表测量供电端电压输出是否正确。确保供电在 10V~30VDC 范围内。 2) 检查线缆连接部位是否完好，线缆是否损坏，请更换新的电缆尝试。 3) 若上述操作均无法解决，可咨询制造商。
响应缓慢	1) 电极被污染(玻璃电极①表面有黏附物;②表面有结垢、白色/褐色沉积物；③表面发黑（黑色 Ag_2S 沉积）；④表面疏水） 2) 电极老化	1) 尝试清洗电极(参考上文，仪器的清洗)。 2) 重新标定后，用 pH=6.86 的醌氢醌标准溶液，检查响应是否恢复。
示值不稳定	1) 电极上附着有气泡 2) 电极被污染 3) 样品中存在气泡	1) 轻轻摇晃仪器，去除气泡。 2) 清洗电极，并重新进行校准。 3) 检查并确保仪器连接线连接牢固。
仪器无法校准	1) 校准溶液过期或污染 2) 仪器损坏 3) 仪器故障	1) 使用新鲜、未过期的校准溶液。 2) 检查仪器是否有破损或裂纹，如有则更换新的仪器。 3) 检查仪器是否正常工作，必要时联系厂家或授权服务商进行维修或更换。

6 标液配置

1）钙离子标液配制：

可在市面上购买在售钙离子校准标准液，例如 0.1mol/L 的钙离子标准校准液。根据需求进行稀释,例如需要 1000mg/L 的钙离子校准液,使用移液管吸取 100mL 母液移至 500mL 容量瓶，加入去离子水定容至刻度线，再加入微量离子强度调节剂。配制完成后倒入密封塑料瓶常温保存即可，有效期 2 个月。

2）钾离子标液配制：

可在市面上购买在售钾离子校准标液，例如 1000mg/L，根据需求进行稀释。例如需要 100mg/L 钾离子校准标液，使用移液管吸取 50mL 母液至 500mL 容量瓶，加入去离子水定容至刻度线，配制完成后需保存在密封塑料瓶中。有效期 2 个月。

3）氟离子标液配制：

可在市面上购买在售氟离子校准标液，例如 1000mg/L，根据需求进行稀释。例如需要 100mg/L 氟离子校准标液，使用移液管吸取 50mL 母液至 500mL 容量瓶，加入去离子水定容至刻度线，再加入微量离子强度调节剂即可，配制完成后需保存在密封塑料瓶中，氟离子会腐蚀玻璃，不可放入玻璃瓶进行保存。有效期 2 个月。

4）镁离子标液配制：

可在市面上购买在售镁离子校准标液，例如 1000mg/L，根据需求进行稀释。例如需要 100mg/L 镁离子校准标液，使用移液管吸取 50mL 母液至 500mL 容量瓶，加入去离子水定容至刻度线，再加入微量离子强度调节剂即可，配制完成后需保存在密封塑料瓶中。有效期 2 个月。

5）氯离子标液配制：

可在市面上购买在售氯离子校准标液，例如 1000mg/L，根据需求进行稀释。例如需要 100mg/L 氯离子校准标液，使用移液管吸取 50mL 母液至 500mL 容量瓶，加入去离子水定容至刻度线，配制完成后需保存在密封塑料瓶中。有效期 2 个月。

注：由于钙、镁离子易受盐度影响，氟离子易生成氟化氢而无响应，所以钙离子、氟

离子、镁离子在配制时需加入离子强度调节剂掩蔽干扰进行校准，根据不同的厂家有不同的配比，一般为标准液:离子强度调节剂=50:1。

杭州安澜数智传感科技有限公司

地址：杭州市滨江区滨文路 5-2 号浙江园宇宙产业园 3 幢 C 座 2 楼

网址：www.annsens-inc.com

Email： support@annsens-inc.com

电话：15267469361