

使用说明书

感应式电导电极

U-0353EDA-CN5



前言

- 感谢您购买本公司产品。
- 本手册是关于产品的各项功能、接线方法、设置方法、操作方法、故障处理方法等的操作手册，产品基本信息请查询对应说明书。
- 在操作之前请仔细阅读本手册，正确使用本产品，避免由于错误操作造成人身伤害和不必要的损失。

注意

- 本手册内容如果有软硬件升级，请以新发布的文档为准。
- 本手册内容我们力求正确无误，如果您发现有误，请与我们联系。
- 本手册内容严禁转载、复制。
- 请根据本产品的防爆特性，遵守国家、地区法律法规要求使用本产品。
- 本手册的最终解释权归本公司所有。

版本

U-0353EDA-CN4

第四版 2026 年 5 月

确认包装内容

打开包装箱后，开始操作之前请先确认包装内容。如发现型号和数量有误或者外观上有物理损坏时，请与本公司联系。

产品包装内容见标准配置清单。

标准配置清单

序号	名称	数量	备注
1	感应式电导率电极	1	
3	说明书	1	
4	合格证	1	

注：定制类产品可能与标准产品略有差异，请以订单为准。

目录

第一章 产品概述	1
1.1 产品简介	1
1.2 测量原理	2
1.3 产品特点	2
第二章 技术参数	3
图 2 不同材料温度-压力参考	5
第三章 产品结构与尺寸	6
3.1 外形尺寸	6
3.2 过程连接	8
3.3 材质	9
第四章 安装	10
4.1 安装方向	10
4.2 安装系数	10
4.3 安装示意图	11
第五章 电气连接	14
5.1 电极线缆	14
5.2 线缆定义	14
第六章 校准与维护	15
6.1 电极校准	15
6.2 电极维护与保养	15

第七章 故障分析排除	16
第八章 质保及售后服务	17
附录 A 通讯协议	18
A.1 通信设置	18
A.2 Modbus-RTU 协议信息	18
A.3 Modbus 寄存器信息	22
A.4 单位信息	30
A.5 校准步骤	31
A.6 故障码	32

第一章 产品概述

1.1 产品简介

感应式电导率电极主要用于测量液体介质中的电导率及浓度值。本产品是一款将仪表嵌入传感器内部的集测量、通讯于一体的数字化在线分析传感器，直接输出 RS485 数字信号（最终净数据），可向工控机、PLC、触摸屏等实现无失真数据传输，数字化传感器将直接融入互联网+系统。

传感器具有多级量程校准，接触液体部件材料（PP、PFA 或 PEEK）具有强耐化学腐蚀性。应用广泛，如：酸、碱、盐浓度测量（海水、电镀液、浆液、化学品质量监控、混合物分离）：

化工：硫酸和发烟硫酸、氯碱厂、氯化钠和氢氧化钠、盐酸、过磷酸钙、磷酸、硝酸、甘油、化肥、除垢剂、废水、氢氟酸中的水分检测、洗涤器；

蒸汽发电：锅炉排放、烟气脱硫；

食品：碱水浓度、糖的一级碳酸化过程、设备定期清洗、浸湿控制、炉灶控制、食品除盐、奶酪发酵、奶粉等的蒸发控制、葡萄糖、水果和蔬菜的碱液剥皮、洗涤水、废水、咸菜加工；

碳氢工艺：油井钻探（泥浆和沉淀物）界面监视和控制、泄漏检测、氢氟酸烷基化、洗涤器；

金属采矿：碱/铝比例控制、连续钢酸洗、镀敷液的监视与控制、碱金属的清洗加工、浮选铜、重金属回收；

河流/湖水：水污染、含盐量；

海水：咸度或盐度；

纺织：水质监测、净化水池、漂洗水、碳化池、碱化池、锅炉给水系统、酸洗过程；

纸浆/造纸：漂白溶液、蒸煮溶液、加黑溶液、加绿溶液、弱洗涤溶液、褐色清洗、蒸汽发生、热量交换、废水、CL₂/CLO₂ 洗涤器；

水处理：离子交换、再生监测、反向渗透、洗涤塔（水中含 HCL 气体）、软化剂再生。

1.2 测量原理

感应式电导率测量原理是利用电磁感应原理来反映溶液浓度与电导率的关系，实现对溶液浓度的测量。传感器由两个线圈，励磁线圈（初级线圈）和测量线圈（次级线圈）组成。发生器在励磁线圈处生成交变电磁场，测量线圈产生感应电流。感应电流的大小和溶液电导率成正比。最终传感器处理电流信号并显示电导率读数或浓度。

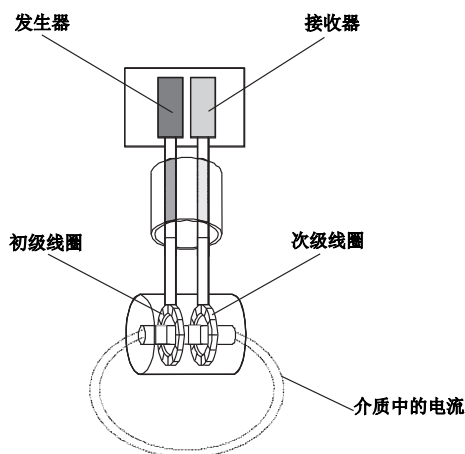


图 1 测量原理

1.3 产品特点

- 数字传感器，数字 RS485 输出，Modbus 协议。
- 传感器内完成测量换算，直接输出测量数据（无须仪表）。
- 环形面积大、维护量小。
- 安装多样、灵活、防水性强；
- PEEK 型传感器的最高适用温度为 180℃。
- 接线端电路保护、有效避免操作失误损坏电极。

第二章 技术参数

表 1 技术参数

测量变量	电导率、TDS、盐度、温度、浓度	
测量范围	电导率	2 μ S/cm~2000mS/cm
	TDS	0ppm~1000000ppm
	盐度	0ppt~200ppt
	温度	-20℃~180℃
	浓度	参见表 2
电极常数	K=2.1cm ⁻¹	
准确度	测量值的 $\pm 5\%$	
分辨率	0.001 单位：mS/cm	
重复性	< $\pm 2\%$	
响应时间	<2s	
温度	补偿元件，Pt1000； 温度响应时间：PEEK 材质：T ₉₀ 约 7 分钟， PFA 材质：T ₉₀ 约 11 分钟； PP 材质：T ₉₀ 约 11 分钟	
通讯输出	RS485 接口，Modbus RTU 协议	
供电电源	(9~25) VDC	
功耗	≤ 0.2 W	
温度范围	因型号不同存在差异，具体参见表 3	
过程压力	≤ 2.1 MPa（最大压力 2.1MPa，具体情况与传感器型号、安装方式有密切关系，参见图 2）	
环境温度	(-10~50)℃	
储存温度	(-10~60)℃	
防护等级	IP68	

表 2 浓度测量范围

物质名称	浓度范围	物质名称	浓度范围
氢氟酸	0~30%	氢氧化钠	0~15%
盐酸	0~20%		25%~50%
硫酸	0~28%	氢氧化钾	0~30%
	40%~80%		30%~42%
	93%~100%	氯化钠	0~30%
硝酸	0~25%	硫酸铵	0~42%
	24%~30%	氯化钙	0~25%
注：其他未知物质浓度，请咨询我司。			

表 3 不同型号电导率电极温度范围

型号	电极材质	长度	温度应用	温度范围
I型	PP	短款	标准型	-5℃~50℃
			高温型	-5℃~90℃
		长款	标准型	-5℃~80℃
			高温型	-5℃~90℃
II型	PFA	短款	标准型	-20℃~50℃
			高温型	-20℃~120℃
		长款	标准型	-20℃~80℃
			高温型	-20℃~120℃
III型	PEEK	短款	标准型	-20℃~50℃
			高温型	-20℃~180℃
		长款	标准型	-20℃~80℃
			高温型	-20℃~180℃

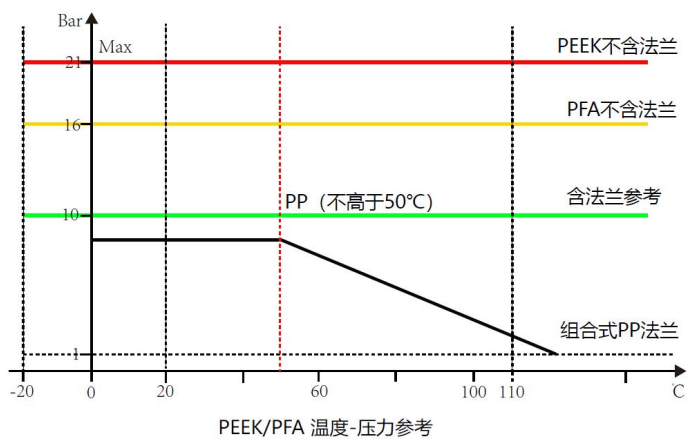


图 2 不同材料温度-压力参考

第三章 产品结构与尺寸

3.1 外形尺寸

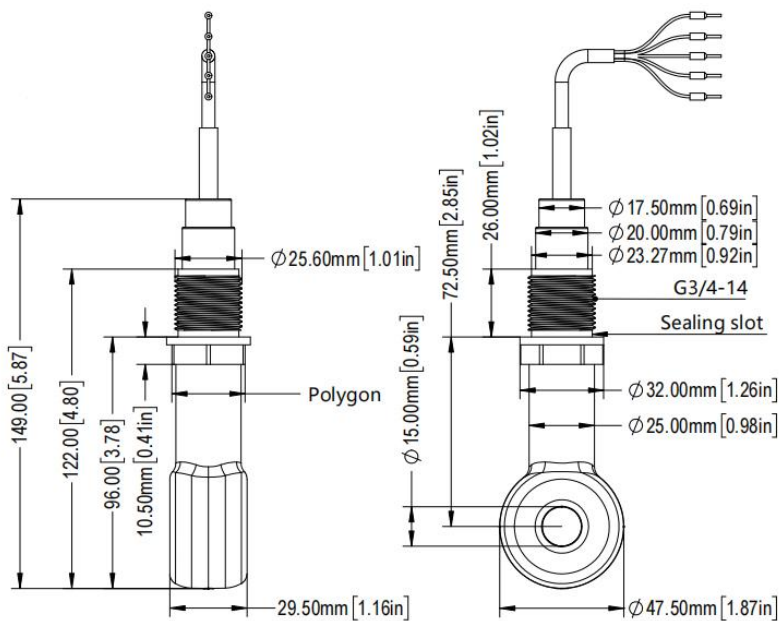


图 3 短款传感器外形尺寸

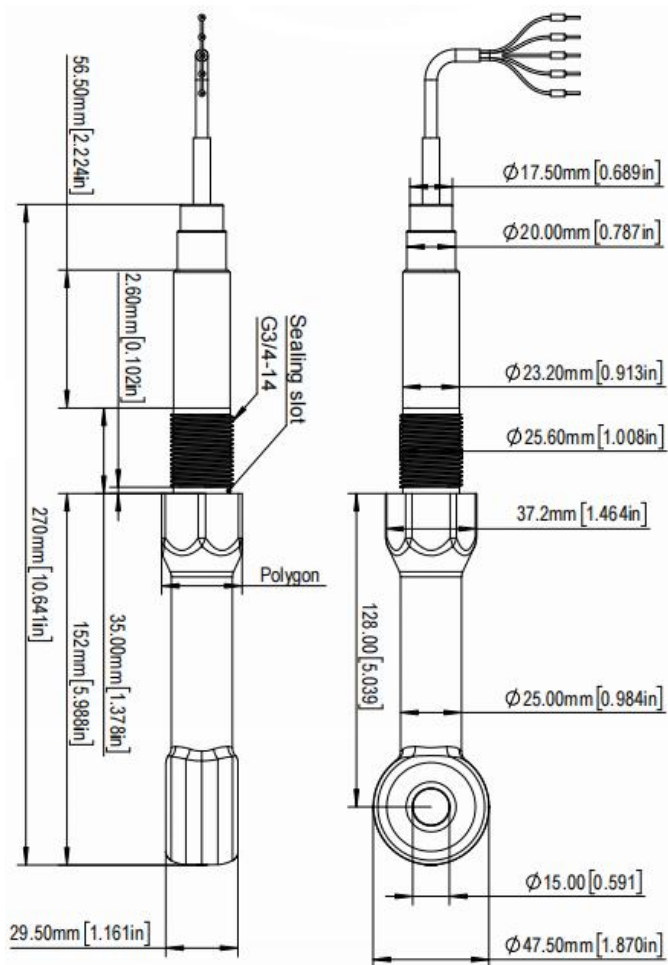


图 4 长款传感器外形尺寸

3.2 过程连接

3.2.1 连接法兰

表 4 法兰示意图

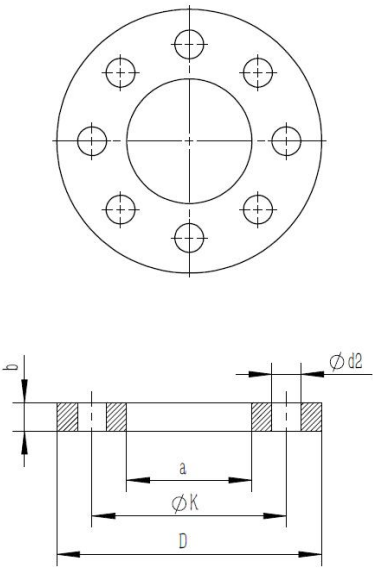
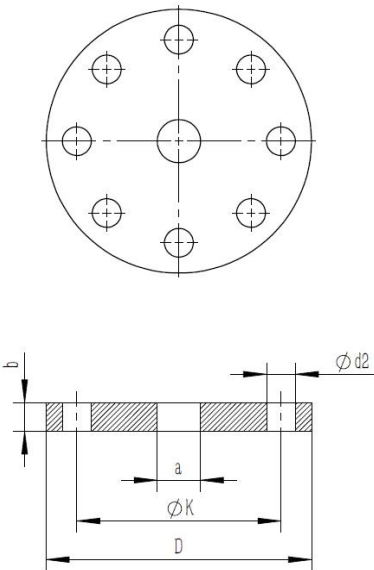
PP 法兰	不锈钢法兰
	

表 5 法兰尺寸

PP 法兰			
法兰规格 尺寸(mm)	DN50 PN10	ANSI 2" 150lbs	JIS 10k 50A
D	165	165	152
φ k	125	121	120
d2	4×18	8×19	4×19
b	18	18	18
a	78	78	78
螺丝	M16	M16	M16

不锈钢法兰			
法兰规格 尺寸(mm)	DN50 PN10	ANSI 2" 300lbs	JIS 10k 50A
D	165	165	155
Φ k	125	127	120
d2	4×18	8×19	4×19
b	18	22.2	16
a	27	27	27
螺丝	M16	M16	M16

3.2.2 管道安装转接头

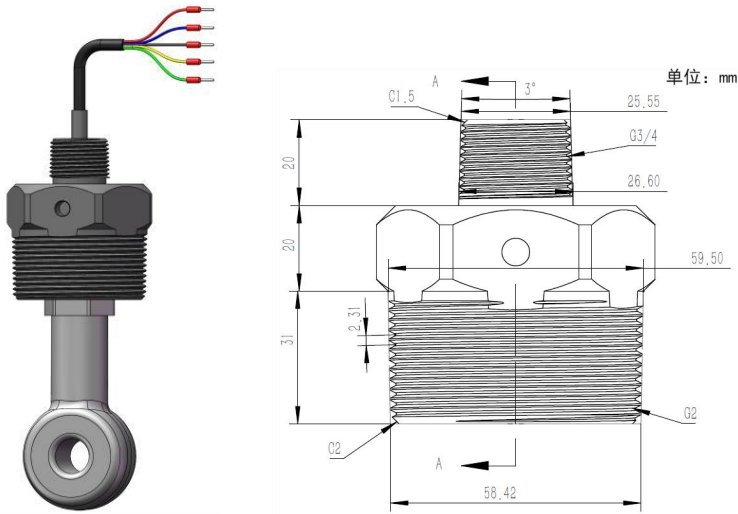


图 5 管道安装转接头尺寸

3.3 材质

- 电极材质: PP/PFA/PEEK;
- 外置电路护壳材质: POM/PVC/316 不锈钢/PPS;
- 常用安装配件材质: PP/316 不锈钢/PTFE;

第四章 安装

4.1 安装方向

安装时，应确保介质能流过传感器上的开孔。传感器必须完全浸入在介质中。

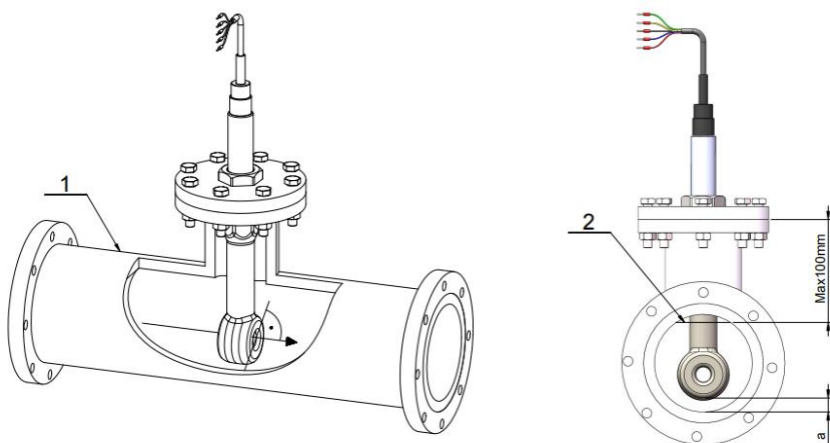


图 6 传感器的安装位置示意图

4.2 安装系数

安装在小空间中时，电导率测量会受管壁影响。通过安装系数对此测量进行补偿。变送器乘以安装系数，对电极常数进行修正。安装系数的数值取决于管径、管道导电性，传感器与管壁间的距离。与管壁间的距离足够大时（ $>15\text{ mm}$ ，口径 $\geq\text{DN } 80$ ），无需考虑安装系数（ $f = 1.00$ ）。与管壁间的距离较小时，电绝缘管道的安装系数将增大（ $f > 1$ ），导电性管道的安装系数将减小（ $f < 1$ ）。使用标定液可以测量安装系数，或基于参考曲线图预估安装系数。

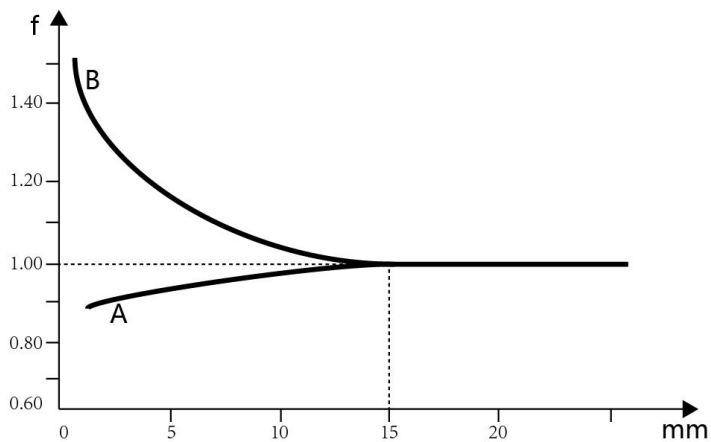


图 7 安装系数 (f) 和传感器与管壁间距离的关系示意图

A: 导电性管壁

B: 电绝缘管壁

4.3 安装示意图

(1) 法兰安装

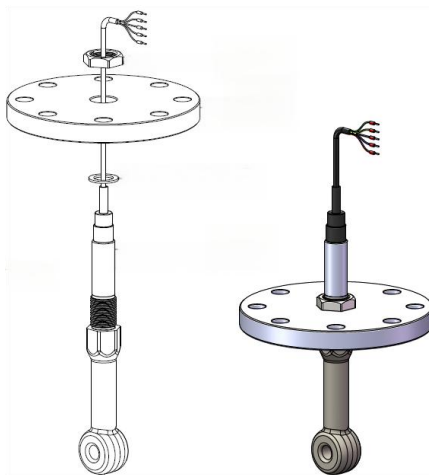


图 8 法兰安装示意图

(2) 卡盘式安装

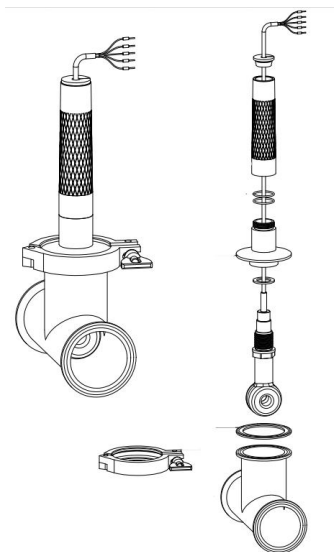


图 9 卡盘安装示意图

(3) 沉入式安装示意图

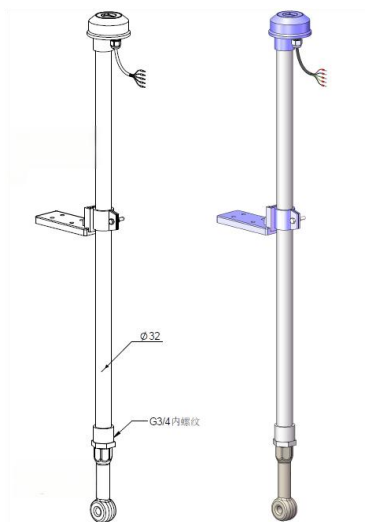


图 10 沉入式安装示意图

(4) 流通式安装

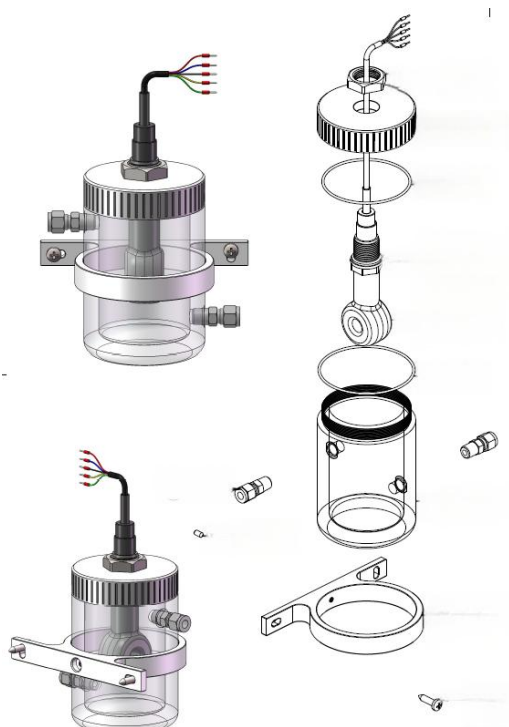


图 11 流通式安装示意图

第五章 电气连接

5.1 电极线缆

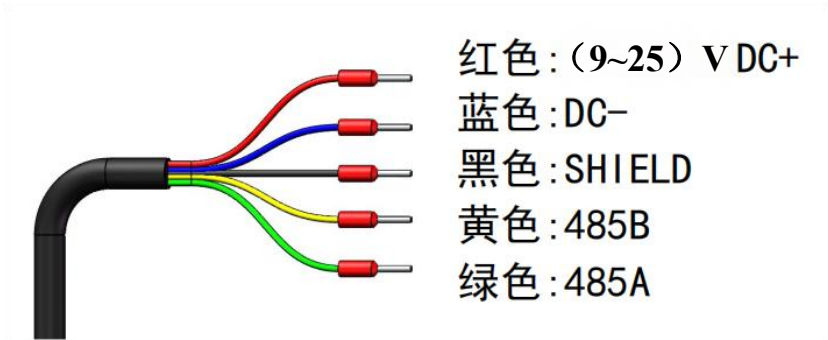


图 12 电极线缆

5.2 线缆定义

表 6 线缆定义

线色	定义
红色	DC 24V+
蓝色	DC 24V-
黄色	RS485 B
绿色	RS485 A
黑色	屏蔽层

第六章 校准与维护

6.1 电极校准

电极出厂时已校准，根据现场水质状况和使用情况，定期对电极校准。可通过将电极与仪器或变送器连接，并按照仪器或变送器的操作说明进行校准

6.2 电极维护与保养

- (1) 严禁使用强腐蚀溶剂清洗传感器或询问厂家；
- (2) 探头表面的沉淀物，用小毛刷去除。
- (3) 及时清理传感器，保证导流孔无阻塞。

第七章 故障分析排除

下表列出了传感器可能出现的问题以及解决办法，如果你的问题没有被列出或者解决方案不能处理你的问题，请联系我们。

表 7 常见故障排除

现象	可能的原因	解决方法
无法通信	24VDC 没接通	检查电源端子之间有无 24VDC 电压值
	误接电源	检查并恢复正常电源
	通信接错	请专业人员判断
显示不稳定	水质不稳定	用稳定水源排除模块原因
读数偏差大	常数设置有误	重新设置常数
	常数发生改变	重新标定常数
	安装错误	按安装说明进行安装

第八章 质保及售后服务

本公司向客户承诺，质保期内如有产品质量问题，本公司对有质量问题的产品实行无条件三包服务，即免费修理、更换或退货。所有非定制产品一律保证 7 天内可退换（不包括使用损坏的产品），定制类产品以合同约定的质保为准。

免责声明

在质保期内，下列原因导致产品故障不属于三包服务范围：

- （1）客户使用不当造成产品故障。
- （2）客户对产品自行拆解、修理和改装造成产品故障。

附录 A 通讯协议

A.1 通信设置

默认通信设置如下：

设备地址：1

波特率：9600bps

数据位：8bits

校验位：NONE

停止位：1bit

A.2 Modbus-RTU 协议信息

A.2.1 查询设备地址（0x00）

设备地址未知，可以使用地址 0x00 发送 03 指令查询设备地址。

A.2.2 广播地址（0xFF）

主机发送设备地址为 0xff 时为广播指令，收到广播指令从机不应答。

A.2.3 帧格式

A.2.3.1 读寄存器数据（0x03）

问询

名称	设备地址	功能码	起始地址	寄存器数量	CRC
数据	Addr	0x03	M	N	CRC16
长度字节	1	1	2	2	2

应答帧

名称	设备地址	功能码	返回字节	返回数据	CRC
数据	Addr	0x03	N*2	Data	CRC16
长度字节	1	1	1	N*2	2

A.2.3.2 读输入寄存器数据 (0x04)

问询

名称	设备地址	功能码	起始地址	寄存器数量	CRC
数据	Addr	0x04	M	N	CRC16
长度字节	1	1	2	2	2

应答帧

名称	设备地址	功能码	返回字节	返回数据	CRC
数据	Addr	0x04	N*2	Data	CRC16
长度字节	1	1	1	N*2	2

A.2.3.3 写单个寄存器(0x06)

问询

名称	设备地址	功能码	起始地址	数据值	CRC
数据	Addr	0x06	M	Data	CRC16
长度字节	1	1	2	2	2

应答帧

名称	设备地址	功能码	起始地址	数据值	CRC
数据	Addr	0x06	M	Data	CRC16
长度字节	1	1	2	2	2

A.2.3.4 写多个寄存器(0x10)

问询

名称	设备地址	功能码	起始地址	数据数量	字节数	数据值	CRC
数据	Addr	0x10	M	N	N*2	Data	CRC16
长度字节	1	1	2	2	1	N*2	2

应答帧

名称	设备地址	功能码	起始地址	数据数量	CRC
数据	Addr	0x10	M	Data	CRC16
长度字节	1	1	2	2	2

A.2.4 异常帧

从设备向主设备发送了一个异常帧，以报告异常响应。一个异常帧包括四个域：

域	定义	大小	说明
1	从设备号	1 个字节	请求的目的地址 1~247：唯一的地址
2	异常功能代码	1 个字节	请求功能代码 +128 (0x80)
3	异常代码	n 字节	参见异常代码
4	检查	2 字节	CRC16

A.2.5 异常代码

异常代码	名称	说明
01 (0x01)	非法功能	在请求中接收的功能代码不是从设备的一个授权操作。从设备可能处于错误状态，无法处理特定请求。
02 (0x02)	非法数据地址	从设备接收的数据地址不是从设备的一个授权地址。
03 (0x03)	非法数据值	在请求数据栏中的数值不是从设备的一个授权值。
04 (0x04)	从设备故障	从设备未能执行一个请求的操作， 因为出现了一个无法修复的错误。

A.2.6 举例说明

A.2.6.1 读保持寄存器数据

起始寄存器地址 0x0000，读取寄存器数量为 2

设备地址	功能码	起始地址	寄存器数量	CRC
0x01	0x03	0x0000	0x0002	0xC40B

数据应答：读取寄存器数据为 0x0001,0x0002

设备地址	功能码	返回字节	返回数据	CRC
0x01	0x03	0x04	0x0001,0x0002	0x2A32

若当前指令不可用，返回错误应答

设备地址	功能码	错误代码	CRC
0x01	0x83	0x01	0x80F0

A.2.6.2 读输入寄存器数据

起始寄存器地址 0x0000，读取寄存器数量为 2

设备地址	功能码	起始地址	寄存器数量	CRC
0x01	0x04	0x0000	0x0002	0x8B85

数据应答：读取寄存器数据为 0x0001,0x0002

设备地址	功能码	返回字节	返回数据	CRC
0x01	0x04	0x04	0x0001,0x0002	0x2B85

若当前指令不可用，返回错误应答

设备地址	功能码	错误代码	CRC
0x01	0x84	0x01	0x82C0

A.2.6.3 写保持寄存器数据

寄存器地址 0x0001,写入数据 0x0002

设备地址	功能码	起始地址	数据值	CRC
0x01	0x06	0x0001	0x0002	0x59CB

数据应答

设备地址	功能码	起始地址	数据值	CRC
0x01	0x06	0x0001	0x0002	0x59CB

若当前寄存器不可写，返回错误应答

设备地址	功能码	错误代码	CRC
0x01	0x86	0x02	0xC3A1

A.2.6.4 连续写入数据

从寄存器地址 0x0001,连续写入 2 个寄存器值, 0x0002,0x0003

设备地址	功能码	起始地址	数据数量	字节数	数据值	CRC
0x01	0x10	0x0001	0x0002	0x04	0x0002,0x0003	0xD3A2

数据应答

设备地址	功能码	起始地址	数据数量	CRC
0x01	0x10	0x0001	0x0002	0x1008

若写入数据无效, 返回错误应答

设备地址	功能码	错误代码	校验码
0x01	0x90	0x03	0x0C01

A.2.6.5 查询地址（单机模式）

设备地址未知, 可以使用地址 0x00 发送 03 指令

设备地址	功能码	起始地址	寄存器数量	CRC
0x00	0x03	0x1100	0x0002	0xC0E6

数据应答: 设备地址为 0x01

设备地址	功能码	返回字节	返回数据	CRC
0x01	0x03	0x04	0x0001,0x0002	0x2A32

A.3 Modbus 寄存器信息

A.3.1 通信参数

基地址: 0x1100, 保持寄存器, 使用 0x03/0x06/0x10 指令读写

地址	寄存器名称	数据类型	寄存器个数	字节数	读写权限	描述
0x1100	设备地址	uint8_t	1	2	读/写	1-247, 默认 1
0x1101	波特率	uint8_t	1	2	读/写	1= 2400, 2= 9600 (默认) , 3= 14400 , 4= 19200 , 5= 38400, 6= 57600, 7= 115200, 8= 1200, 9= 4800

地址	寄存器名称	数据类型	寄存器个数	字节数	读写权限	描述
0x1102	串口格式	uint8_t	1	2	读/写	1=N81(默认) , 2 = N82 3 = E81, 4 = O81 N: 无校验 E: 偶校验 O: 奇校验 8: 数据位 8 位 1: 停止位 1 位 2: 停止位 2 位

A.3.2 测量参数注册表

基地址：0x1200，保持寄存器，使用 0x03 指令读取。

地址	寄存器名称	数据类型	寄存器个数	字节数	读写权限	描述
0x1200	测量参数个数	uint8	1	2	只读	参数范围：1-10
0x1201	测量参数 1	uint16	1	2	只读	高字节为参数类型， 0x07 表示参数类型为电导率；低字节表示单位，单位参考 A.4 单位信息，寄存器赋值 0xFFFF，则该寄存器无意义。
0x1202	量程下限 1	float	2	4	只读	传感器参数 1 的量程下限，如若参数 1 寄存器值为 0xFFFF，则该寄存器赋值 0。
0x1204	量程上限 1	float	2	4	只读	传感器参数 1 的量程上限，如若参数 1 寄存器值为 0xFFFF,则该寄存

地址	寄存器名称	数据类型	寄存器个数	字节数	读写权限	描述
						器赋值 0
0x1206	可选测量参数 2	uint16	1	2	只读	高字节为参数类型，0x07 表示参数类型为电导率，低字节表示单位，单位参考表 13，寄存器赋值 0xFFFF，则该寄存器无意义
0x1207	量程下限 2	float	2	4	只读	传感器参数 2 的量程下限，如若参数 2 寄存器值为 0xFFFF,则该寄存器赋值 0
0x1209	量程上限 2	float	2	4	只读	传感器参数 2 的量程上限，如若参数 2 寄存器值为 0xFFFF,则该寄存器赋值 0
0x120B	可选测量参数 3	uint16	1	2	只读	同上
0x120C	量程下限 3	float	2	4	只读	同上
0x120E	量程上限 3	float	2	4	只读	同上
0x1210	可选测量参数 4	uint16	1	2	只读	同上
0x1211	量程下限 4	float	2	4	只读	同上
0x1213	量程上限 4	float	2	4	只读	同上
0x1215	可选测量参数 5	uint16	1	2	只读	同上

地址	寄存器名称	数据类型	寄存器个数	字节数	读写权限	描述
0x1216	量程下限 5	float	2	4	只读	同上
0x1218	量程上限 5	float	2	4	只读	同上

A3.3 数据寄存器

基地址：0x2000，输入寄存器，使用 0x04/0x03(兼容)读取

地址	寄存器名称	数据类型	寄存器个数	字节数	读写权限	描述
0x2000	协议版本+设备类型	uint16	1	2	只读	兼容老版本协议，高字节:数据版本，低字节:设备类型 数据版本：0x20 设备类型：比如 0x34，代表电导率
0x2001	补充协议类型	uint16	1	2	只读	暂不用，填全 0
0x2002	参数 1 值	float	2	4	只读	参数 1 的测量值，根据测量参数注册表，否则该寄存器值无意义
0x2004	温度值	float	2	4	只读	此寄存器固定为温度测量值，℃单位，如若无温度则值设为-999.0
0x2006	参数 2 值	float	2	4	只读	同上
0x2008	参数 3 值	float	2	4	只读	同上

地址	寄存器名称	数据类型	寄存器个数	字节数	读写权限	描述
0x200A	参数 4 值	float	2	4	只读	同上
0x200C	参数 5 值	float	2	4	只读	同上
0x2100	参数 1 原始值	float	2	4	只读	参数 1 的测量标定前的值，根据测量参数注册表，否则该寄存器值无意义
0x2102	温度原始值	float	2	4	只读	温度测量校准前的值，℃单位
0x2104	参数 2 原始值	float	2	4	只读	同上
0x2106	参数 3 原始值	float	2	4	只读	同上
0x2108	参数 4 原始值	float	2	4	只读	同上
0x210A	参数 5 原始值	float	2	4	只读	同上
0x2200	故障码	long	2	4	只读	参考 A.6 故障码
0x2280	电导率溶液浓度类型	uint16_t	1	2	只读	支持的溶液类型浓度，bit0 置 1 表示支持 HCL:0%-20%； bit1 置 1 表示支持 HCL:20%-40%； 以此类推； 详情参考寄存器 0x2413 的（0-15）的值描述
0x2281	支持电导率溶液浓度类型寄存器表	uint16_t	1	2	只读	支持的溶液类型浓度，bit0 置 1 表示支持 HCL:0%-20%； bit1 置 1 表示支持

地址	寄存器名称	数据类型	寄存器个数	字节数	读写权限	描述
						HCL:20%-40%； 以此类推；详情参考寄存器 0x2413 的（16-22）描述

基地址：0x2300，保持寄存器，使用 0x03/0x06/0x10 读写。

地址	寄存器名称	数据类型	寄存器个数	字节数	读写权限	描述
0x2300	测量参数 1 因子	float	2	4	读/写	参数 1 的因子，根据参数映射表，否则该寄存器值无意义，默认 1.0
0x2302	测量参数 1 偏差值	float	2	4	读/写	参数 1 的偏差值，根据参数映射表，否则该寄存器值无意义，默认 0.0
0x2304	测量参数 2 因子	float	2	4	读/写	同上
0x2306	测量参数 2 偏差值	float	2	4	读/写	同上
0x2308	测量参数 3 因子	float	2	4	读/写	同上
0x230A	测量参数 3 偏差值	float	2	4	读/写	同上
0x230C	测量参数 4 因子	float	2	4	读/写	同上
0x230E	测量参数 4 偏差值	float	2	4	读/写	同上

地址	寄存器名称	数据类型	寄存器个数	字节数	读写权限	描述
0x2310	测量参数 5 因子	float	2	4	读/写	同上
0x2312	测量参数 5 偏差值	float	2	4	读/写	同上
0x2400	温补系数	float	2	4	读/写	电导率的温补系数，默认值 0.02，这就是每摄氏度的 2%
0x2402	TDS 转化系数	float	2	4	读/写	默认值 0.5
0x2404	电极常数	float	2	4	读/写	电导率电极常数，默认 4 位小数
0x240A	温度源选择	uint8_t	1	2	读/写	0-自动温度补偿 1-手动温度补偿 默认 0
0x240B	滤波系数	uint8_t	1	2	读/写	0~100 可设，默认 0，无滤波
0x240C	手动温度补偿值	float	2	4	读/写	范围：(-10.0~100.0)℃，默认 25.0℃
0x2410	恢复出厂	uint8_t	1	2	只写	写 1，传感器执行出厂设置。
						0: HCL:0%-20% 1: HCL:20%-40% 2: NaOH:0%-15% 3: NaOH:15%-40% 4: HNO3:0%-25% 5: HNO3:25%-80%

地址	寄存器名称	数据类型	寄存器个数	字节数	读写权限	描述
0x2413	浓度的溶液类型	uint8_t	1	2	读/写	6: H2SO4:0%-30% 7: H2SO4:30%-88% 8: H2SO4:88%-93% 9: H2SO4:93%-100% 10: H2SO4:100%-103% 11: KOH:0%-26% 12: KOH:26%-48% 13: NaCl 14: NaCO3 15: H3PO4:0%-58% 16: H3PO4:58%-100% 17: HF 18: CaCl2:0%-25% 19: CaCl2:25%-40% 20: (NH4)2SO4 21: NH3.H2O (0%-5.5%) 22: NH3.H2O (5.5%-21%) 23:PAC （聚合氯化铝） 255:无效类型。
0x2414	硝氮电极的 COD 补偿系数	float	2	4	读/写	0-10.默认值为 2
0x2416	感应式电导率的安装补偿系数	float	2	4	读/写	默认值为 1，范围为 0.1-5.0

A.3.4 标定寄存器

基地址：0x3000,保持寄存器，使用 0x03/0x06/0x10 读写。

地址	寄存器名称	数据类型	寄存器个数	字节数	读写权限	描述
0x3000	读取标定点数	uint8_t	1	2	只读	传感器待标定参数所支持的标定点数 m，最多支持 5 点
0x3001	当前标定点	uint8_t	1	2	读/写	当前取值范围：1-m
0x3002	标定参数类型	uint8_t	1	2	读/写	具体类型参考测量参数注册表 0-温度 1-表中 0x1201 寄存器的参数 2-表中 0x1206 寄存器的参数 3-表中 0x120B 寄存器的参数 4-表中 0x1210 寄存器的参数 5-表中 0x1215 寄存器的参数
0x3003	传感器校准状态	uint8_t	1	2	只读	0x0000: 已成功校准 0x0001:校准尚未完成 0x0002:未接收到标准液信息或无此标准液 0x0003:信号无法稳定或信号超出范围 0x0004:斜率或偏置超出允许范围
0x3004	退出校准	uint8_t	1	2	只写	写 1，退出校准

地址	寄存器名称	数据类型	寄存器个数	字节数	读写权限	描述
0x3005	参考标准值	float	2	4	只写	标准液值，数据格式 float
0x3007	实测值	float	2	4	只读	未经修正的原始实测值。（若标准值指的是 CalA，实测值指的是 MeasA,参考 A.5 校准步骤）

A.4 单位信息

表 8 单位对照表

单位	数据	单位	数据
℃	0x00	℉	0x01
mV	0x02	pH	0x03
uS/cm	0x04	mS/cm	0x05
ppm	0x06	ppt	0x07
mg/L	0x08	g/L	0x09
ug/L	0x0A	%	0x0B
hPa	0x0C	g/Kg	0x0D
M Ω *cm	0x0E	mmHg	0x0F
NTU	0x10	uA	0x11
mA	0x12	A	0x13
mbar	0x14	Ω	0x15
K Ω	0x16	M Ω	0x17

A.5 校准步骤

在大多数情况下，建议采用两点校准。点 A 和点 B 应该是不同的值，为传感器计算斜率和偏移量。

$$\text{Slope} = (\text{CalA} - \text{CalB}) / (\text{MeasA} - \text{MeasB})$$

$$\text{Offset} = \text{CalA} - \text{slope} * \text{MeasA}$$

以下是校准步骤：

- (1) 将传感器放入缓冲液 A 中，向 0x3002 中写入当前标定的参考值类型。向 0x3005 中写入缓冲液的标准参考值，等待数字传感器原始测量值稳定。然后向 0x3001 写入当前标定序号，1 代表第一点，2 代表第二点，进入某一点的校准状态。
- (2) 读取传感器校准状态寄存器 0x3003，查询当前校准是否完成。
- (3) 校准第二点则重复以上 1、2 两步骤。
- (4) 进入校准状态超过 5 分钟未校准成功，或者寄存器 0x3004 收到退出校准指令，传感器退出校准。

A.6 故障码

故障码为32位的数据，每一位代表一种故故障，0x00000000表示无故障。

故障码	描述
Bit0	存储单元异常，写入数据失败。
Bit1	温度传感器异常，超出范围。
Bit2	传感器探头异常，超出范围。
Bit3	未校准，判断传感器是否完成过校准操作。
Bit4-7	预留
Bit8	未校准，判断传感器的参数 1 是否完成过校准操作
Bit9	未校准，判断传感器的参数 2 是否完成过校准
Bit10	未校准，判断传感器的参数 3 是否完成过校准
Bit11	未校准，判断传感器的参数 4 是否完成过校准
Bit12	未校准，判断传感器的参数 5 是否完成过校准
Bit13-Bit31	预留

前言

- 感谢您购买本公司产品。
- 本手册是关于产品的各项功能、接线方法、设置方法、操作方法、故障处理方法等的操作手册，产品基本信息请查询对应说明书。
- 在操作之前请仔细阅读本手册，正确使用本产品，避免由于错误操作造成人身伤害和不必要的损失。

注意

- 本手册内容如果有软硬件升级，请以新发布的文档为准。
- 本手册内容我们力求正确无误，如果您发现有误，请与我们联系。
- 本手册内容严禁转载、复制。
- 请根据本产品的防爆特性，遵守国家、地区法律法规要求使用本产品。
- 本手册的最终解释权归本公司所有。

版本

U-0353EDA-CN5

第五版 2026 年 5 月

确认包装内容

打开包装箱后，开始操作之前请先确认包装内容。如发现型号和数量有误或者外观上有物理损坏时，请与本公司联系。

产品包装内容见标准配置清单。

标准配置清单

序号	名称	数量	备注
1	感应式电导率电极	1	
3	说明书	1	
4	合格证	1	

注：定制类产品可能与标准产品略有差异，请以订单为准。

目录

第一章 产品概述	1
1.1 产品简介	1
1.2 测量原理	2
1.3 产品特点	2
第二章 技术参数	3
图 2 不同材料温度-压力参考	5
第三章 产品结构与尺寸	6
3.1 外形尺寸	6
3.2 过程连接	8
3.3 材质	8
第四章 安装	9
4.1 安装方向	9
4.2 安装系数	9
4.3 安装示意图	10
第五章 电气连接	12
5.1 电极线缆	12
5.2 线缆定义	12
第六章 校准与维护	13
6.1 电极校准	13
6.2 电极维护与保养	13

第七章 故障分析排除	14
第八章 质保及售后服务	15
附录 A 通讯协议	16
A.1 通信设置	16
A.2 Modbus-RTU 协议信息	16
A.3 Modbus 寄存器信息	20
A.4 单位信息	29
A.5 校准步骤	29
A.6 故障码	30

第一章 产品概述

1.1 产品简介

感应式电导率电极主要用于测量液体介质中的电导率及浓度值。本产品是一款将仪表嵌入传感器内部的集测量、通讯于一体的数字化在线分析传感器，直接输出 RS485 数字信号（最终净数据），可向工控机、PLC、触摸屏等实现无失真数据传输，数字化传感器将直接融入互联网+系统。

传感器具有多级量程校准，接触液体部件材料（PP、PFA 或 PEEK）具有强耐化学腐蚀性。应用广泛，如：酸、碱、盐浓度测量（海水、电镀液、浆液、化学品质量监控、混合物分离）：

化工：硫酸和发烟硫酸、氯碱厂、氯化钠和氢氧化钠、盐酸、过磷酸钙、磷酸、硝酸、甘油、化肥、除垢剂、废水、氢氟酸中的水分检测、洗涤器；

蒸汽发电：锅炉排放、烟气脱硫；

食品：碱水浓度、糖的一级碳酸化过程、设备定期清洗、浸湿控制、炉灶控制、食品除盐、奶酪发酵、奶粉等的蒸发控制、葡萄糖、水果和蔬菜的碱液剥皮、洗涤水、废水、咸菜加工；

碳氢工艺：油井钻探（泥浆和沉淀物）界面监视和控制、泄漏检测、氢氟酸烷基化、洗涤器；

金属采矿：碱/铝比例控制、连续钢酸洗、镀敷液的监视与控制、碱金属的清洗加工、浮选铜、重金属回收；

河流/湖水：水污染、含盐量；

海水：咸度或盐度；

纺织：水质监测、净化水池、漂洗水、碳化池、碱化池、锅炉给水系统、酸洗过程；

纸浆/造纸：漂白溶液、蒸煮溶液、加黑溶液、加绿溶液、弱洗涤溶液、褐色清洗、蒸汽发生、热量交换、废水、CL₂/CLO₂ 洗涤器；

水处理：离子交换、再生监测、反向渗透、洗涤塔（水中含 HCL 气体）、软化剂再生。

1.2 测量原理

感应式电导率测量原理是利用电磁感应原理来反映溶液浓度与电导率的关系，实现对溶液浓度的测量。传感器由两个线圈，励磁线圈（初级线圈）和测量线圈（次级线圈）组成。发生器在励磁线圈处生成交变电磁场，测量线圈产生感应电流。感应电流的大小和溶液电导率成正比。最终传感器处理电流信号并显示电导率读数或浓度。

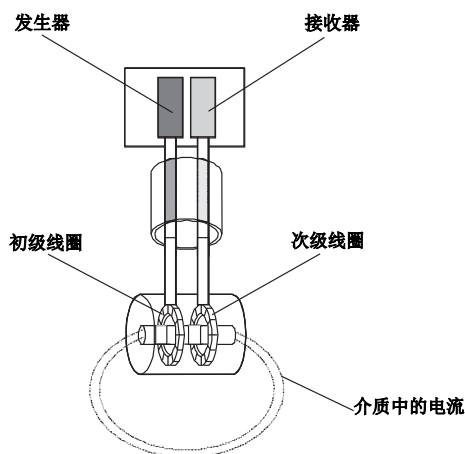


图 1 测量原理

1.3 产品特点

- 数字传感器，数字 RS485 输出，Modbus 协议。
- 传感器内完成测量换算，直接输出测量数据（无须仪表）。
- 环形面积大、维护量小。
- 安装多样、灵活、防水性强；
- PEEK 型传感器的最高适用温度为 180℃。
- 接线端电路保护、有效避免操作失误损坏电极。

第二章 技术参数

表 1 技术参数

测量变量	电导率、TDS、盐度、温度、浓度	
测量范围	电导率	2 μ S/cm~2000mS/cm
	TDS	0ppm~1000000ppm
	盐度	0ppt~200ppt
	温度	-20℃~180℃
	浓度	参见表 2
电极常数	K=2.1cm ⁻¹	
准确度	测量值的 $\pm 5\%$	
分辨率	0.001 单位：mS/cm	
重复性	< $\pm 2\%$	
响应时间	<2s	
温度	补偿元件，Pt1000； 温度响应时间：PEEK 材质：T ₉₀ 约 7 分钟， PFA 材质：T ₉₀ 约 11 分钟； PP 材质：T ₉₀ 约 11 分钟	
通讯输出	RS485 接口，Modbus RTU 协议	
供电电源	(9~25) VDC	
功耗	≤ 0.2 W	
温度范围	因型号不同存在差异，具体参见表 3	
过程压力	≤ 2.1 MPa（最大压力 2.1MPa，具体情况与传感器型号、安装方式有密切关系，参见图 2）	
环境温度	(-10~50)℃	
储存温度	(-10~60)℃	
防护等级	IP68	

表 2 浓度测量范围

物质名称	浓度范围	物质名称	浓度范围
氢氟酸	0~30%	氢氧化钠	0~15%
盐酸	0~20%		25%~50%
硫酸	0~28%	氢氧化钾	0~30%
	40%~80%		30%~42%
	93%~100%	氯化钠	0~30%
硝酸	0~25%	硫酸铵	0~42%
	24%~30%	氯化钙	0~25%
注：其他未知物质浓度，请咨询我司。			

表 3 不同型号电导率电极温度范围

型号	电极材质	长度	温度应用	温度范围
I型	PP	短款	标准型	-5℃~50℃
			高温型	-5℃~90℃
		长款	标准型	-5℃~80℃
			高温型	-5℃~90℃
II型	PFA	短款	标准型	-20℃~50℃
			高温型	-20℃~120℃
		长款	标准型	-20℃~80℃
			高温型	-20℃~120℃
III型	PEEK	短款	标准型	-20℃~50℃
			高温型	-20℃~180℃
		长款	标准型	-20℃~80℃
			高温型	-20℃~180℃

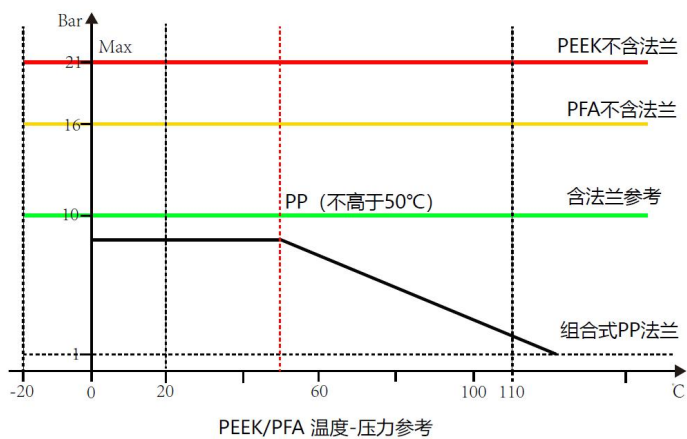


图 2 不同材料温度-压力参考

第三章 产品结构与尺寸

3.1 外形尺寸

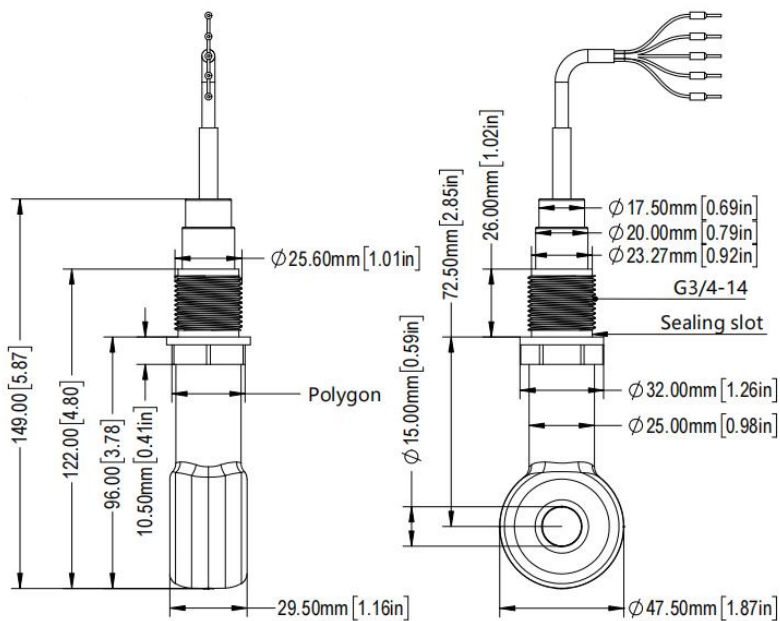


图 3 短款传感器外形尺寸

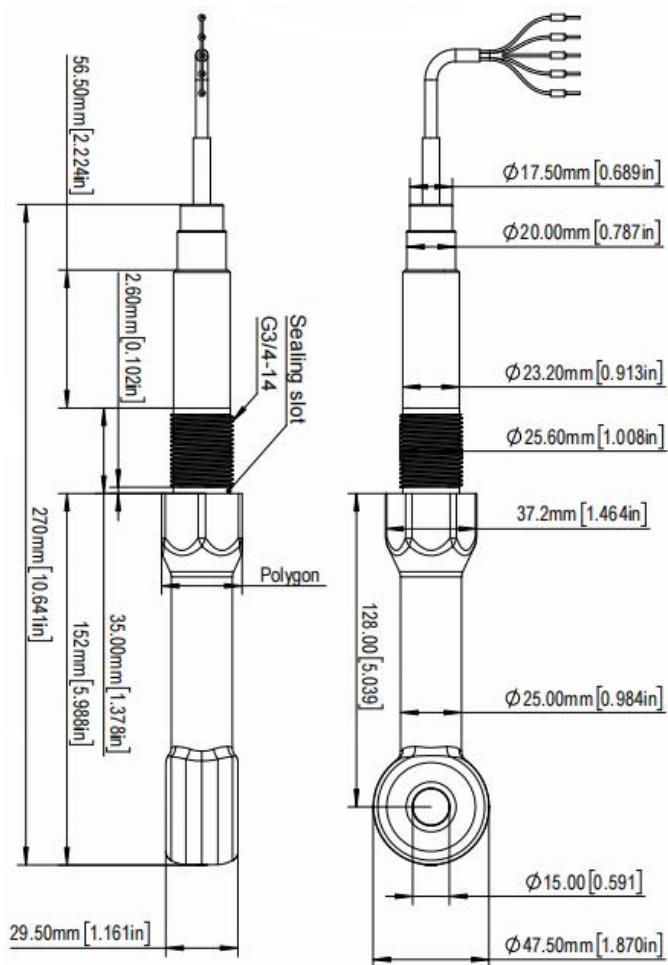


图 4 长款传感器外形尺寸

3.2 过程连接

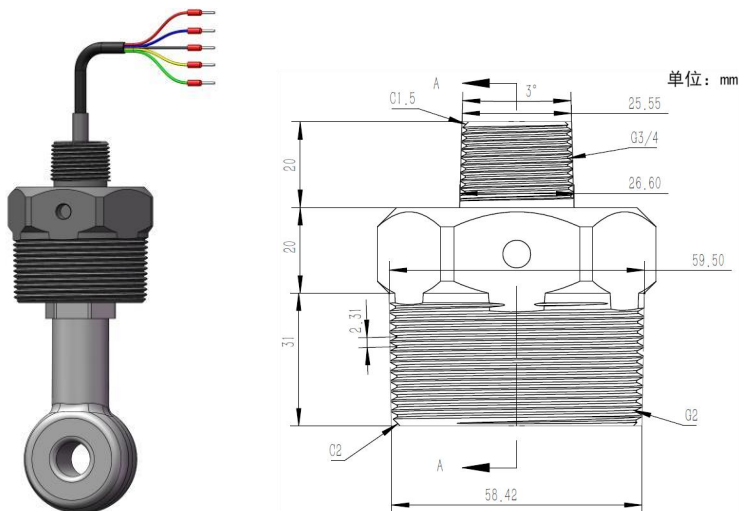


图 5 管道安装转接头尺寸

3.3 材质

电极材质：PP/PFA/PEEK；

外置电路护壳材质：POM/PVC/316 不锈钢/PPS；

常用安装配件材质：PP/316 不锈钢/PTFE；

第四章 安装

4.1 安装方向

安装时，应确保介质能流过传感器上的开孔。传感器必须完全浸入在介质中。

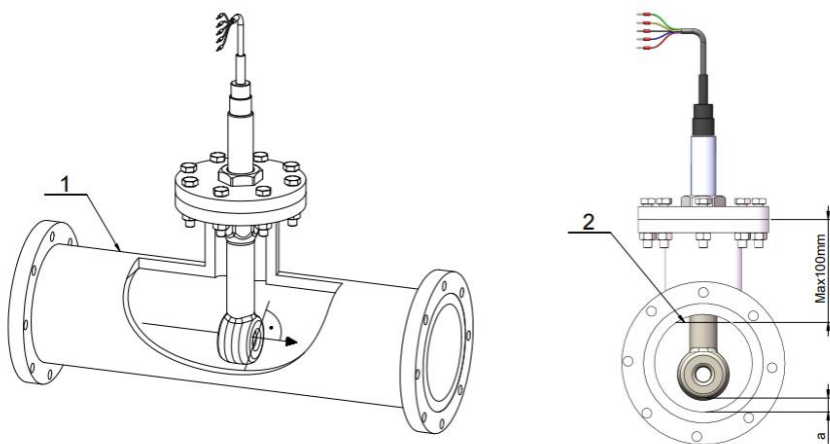


图 6 传感器的安装位置示意图

4.2 安装系数

安装在小空间中时，电导率测量会受管壁影响。通过安装系数对此测量进行补偿。变送器乘以安装系数，对电极常数进行修正。安装系数的数值取决于管径、管道导电性，传感器与管壁间的距离。与管壁间的距离足够大时（ $>15\text{ mm}$ ，口径 $\geq\text{DN } 80$ ），无需考虑安装系数（ $f = 1.00$ ）。与管壁间的距离较小时，电绝缘管道的安装系数将增大（ $f > 1$ ），导电性管道的安装系数将减小（ $f < 1$ ）。使用标定液可以测量安装系数，或基于参考曲线图预估安装系数。

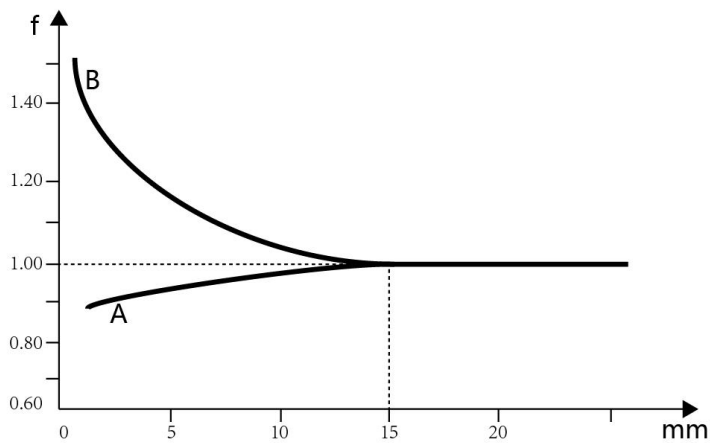


图 7 安装系数（f）和传感器与管壁间距离的关系示意图

A：导电性管壁

B：电绝缘管壁

4.3 安装示意图

（1）沉入式安装示意图

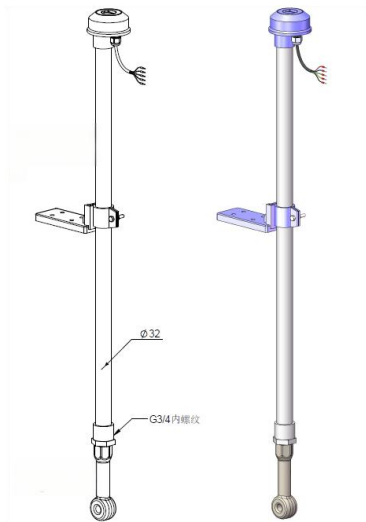


图 8 沉入式安装示意图

(2) 流通式安装

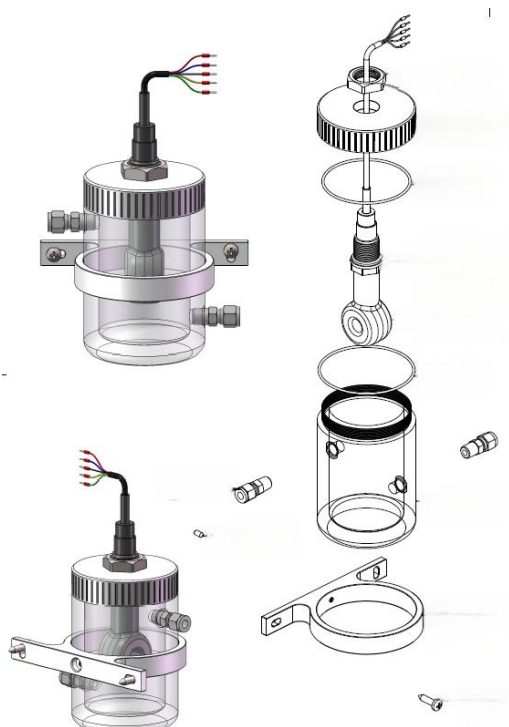


图 9 流通式安装示意图

第五章 电气连接

5.1 电极线缆

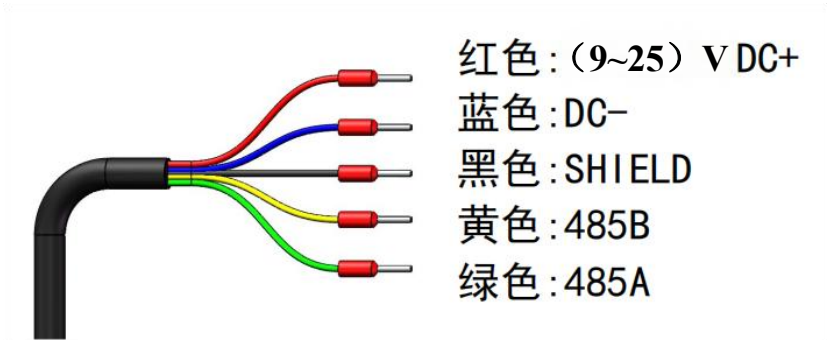


图 10 电极线缆

5.2 线缆定义

表 4 线缆定义

线色	定义
红色	DC 24V+
蓝色	DC 24V-
黄色	RS485 B
绿色	RS485 A
黑色	屏蔽层

第六章 校准与维护

6.1 电极校准

电极出厂时已校准，根据现场水质状况和使用情况，定期对电极校准。可通过将电极与仪器或变送器连接，并按照仪器或变送器的操作说明进行校准

6.2 电极维护与保养

- (1) 严禁使用强腐蚀溶剂清洗传感器或询问厂家；
- (2) 探头表面的沉淀物，用小毛刷去除。
- (3) 及时清理传感器，保证导流孔无阻塞。

第七章 故障分析排除

下表列出了传感器可能出现的问题以及解决办法，如果你的问题没有被列出或者解决方案不能处理你的问题，请联系我们。

表 5 常见故障排除

现象	可能的原因	解决方法
无法通信	24VDC 没接通	检查电源端子之间有无 24VDC 电压值
	误接电源	检查并恢复正常电源
	通信接错	请专业人员判断
显示不稳定	水质不稳定	用稳定水源排除模块原因
读数偏差大	常数设置有误	重新设置常数
	常数发生改变	重新标定常数
	安装错误	按安装说明进行安装

第八章 质保及售后服务

本公司向客户承诺，质保期内如有产品质量问题，本公司对有质量问题的产品实行无条件三包服务，即免费修理、更换或退货。所有非定制产品一律保证 7 天内可退换（不包括使用损坏的产品），定制类产品以合同约定的质保为准。

免责声明

在质保期内，下列原因导致产品故障不属于三包服务范围：

- （1）客户使用不当造成产品故障。
- （2）客户对产品自行拆解、修理和改装造成产品故障。

附录 A 通讯协议

A.1 通信设置

默认通信设置如下：

设备地址：1

波特率：9600bps

数据位：8bits

校验位：NONE

停止位：1bit

A.2 Modbus-RTU 协议信息

A.2.1 查询设备地址（0x00）

设备地址未知，可以使用地址 0x00 发送 03 指令查询设备地址。

A.2.2 广播地址（0xFF）

主机发送设备地址为 0xff 时为广播指令，收到广播指令从机不应答。

A.2.3 帧格式

A.2.3.1 读寄存器数据（0x03）

问询

名称	设备地址	功能码	起始地址	寄存器数量	CRC
数据	Addr	0x03	M	N	CRC16
长度字节	1	1	2	2	2

应答帧

名称	设备地址	功能码	返回字节	返回数据	CRC
数据	Addr	0x03	N*2	Data	CRC16
长度字节	1	1	1	N*2	2

A.2.3.2 读输入寄存器数据 (0x04)

问询

名称	设备地址	功能码	起始地址	寄存器数量	CRC
数据	Addr	0x04	M	N	CRC16
长度字节	1	1	2	2	2

应答帧

名称	设备地址	功能码	返回字节	返回数据	CRC
数据	Addr	0x04	N*2	Data	CRC16
长度字节	1	1	1	N*2	2

A.2.3.3 写单个寄存器(0x06)

问询

名称	设备地址	功能码	起始地址	数据值	CRC
数据	Addr	0x06	M	Data	CRC16
长度字节	1	1	2	2	2

应答帧

名称	设备地址	功能码	起始地址	数据值	CRC
数据	Addr	0x06	M	Data	CRC16
长度字节	1	1	2	2	2

A.2.3.4 写多个寄存器(0x10)

问询

名称	设备地址	功能码	起始地址	数据数量	字节数	数据值	CRC
数据	Addr	0x10	M	N	N*2	Data	CRC16
长度字节	1	1	2	2	1	N*2	2

应答帧

名称	设备地址	功能码	起始地址	数据数量	CRC
数据	Addr	0x10	M	Data	CRC16
长度字节	1	1	2	2	2

A.2.4 异常帧

从设备向主设备发送了一个异常帧，以报告异常响应。一个异常帧包括四个域：

域	定义	大小	说明
1	从设备号	1 个字节	请求的目的地址 1~247：唯一的目的地址
2	异常功能代码	1 个字节	请求功能代码 +128 (0x80)
3	异常代码	n 字节	参见异常代码
4	检查	2 字节	CRC16

A.2.5 异常代码

异常代码	名称	说明
01 (0x01)	非法功能	在请求中接收的功能代码不是从设备的一个授权操作。从设备可能处于错误状态，无法处理特定请求。
02 (0x02)	非法数据地址	从设备接收的数据地址不是从设备的一个授权地址。
03 (0x03)	非法数据值	在请求数据栏中的数值不是从设备的一个授权值。
04 (0x04)	从设备故障	从设备未能执行一个请求的操作， 因为出现了一个无法修复的错误。

A.2.6 举例说明

A.2.6.1 读保持寄存器数据

起始寄存器地址 0x0000，读取寄存器数量为 2

设备地址	功能码	起始地址	寄存器数量	CRC
0x01	0x03	0x0000	0x0002	0xC40B

数据应答：读取寄存器数据为 0x0001,0x0002

设备地址	功能码	返回字节	返回数据	CRC
0x01	0x03	0x04	0x0001,0x0002	0x2A32

若当前指令不可用，返回错误应答

设备地址	功能码	错误代码	CRC
0x01	0x83	0x01	0x80F0

A.2.6.2 读输入寄存器数据

起始寄存器地址 0x0000，读取寄存器数量为 2

设备地址	功能码	起始地址	寄存器数量	CRC
0x01	0x04	0x0000	0x0002	0x8B85

数据应答：读取寄存器数据为 0x0001,0x0002

设备地址	功能码	返回字节	返回数据	CRC
0x01	0x04	0x04	0x0001,0x0002	0x2B85

若当前指令不可用，返回错误应答

设备地址	功能码	错误代码	CRC
0x01	0x84	0x01	0x82C0

A.2.6.3 写保持寄存器数据

寄存器地址 0x0001,写入数据 0x0002

设备地址	功能码	起始地址	数据值	CRC
0x01	0x06	0x0001	0x0002	0x59CB

数据应答

设备地址	功能码	起始地址	数据值	CRC
0x01	0x06	0x0001	0x0002	0x59CB

若当前寄存器不可写，返回错误应答

设备地址	功能码	错误代码	CRC
0x01	0x86	0x02	0xC3A1

A.2.6.4 连续写入数据

从寄存器地址 0x0001,连续写入 2 个寄存器值, 0x0002,0x0003

设备地址	功能码	起始地址	数据数量	字节数	数据值	CRC
0x01	0x10	0x0001	0x0002	0x04	0x0002,0x0003	0xD3A2

数据应答

设备地址	功能码	起始地址	数据数量	CRC
0x01	0x10	0x0001	0x0002	0x1008

若写入数据无效, 返回错误应答

设备地址	功能码	错误代码	校验码
0x01	0x90	0x03	0x0C01

A.2.6.5 查询地址（单机模式）

设备地址未知, 可以使用地址 0x00 发送 03 指令

设备地址	功能码	起始地址	寄存器数量	CRC
0x00	0x03	0x1100	0x0002	0xC0E6

数据应答: 设备地址为 0x01

设备地址	功能码	返回字节	返回数据	CRC
0x01	0x03	0x04	0x0001,0x0002	0x2A32

A.3 Modbus 寄存器信息

A.3.1 通信参数

基地址: 0x1100, 保持寄存器, 使用 0x03/0x06/0x10 指令读写

地址	寄存器名称	数据类型	寄存器个数	字节数	读写权限	描述
0x1100	设备地址	uint8_t	1	2	读/写	1-247, 默认 1
0x1101	波特率	uint8_t	1	2	读/写	1= 2400, 2= 9600 (默认) , 3= 14400 , 4= 19200 , 5= 38400, 6= 57600, 7= 115200, 8= 1200, 9= 4800

地址	寄存器名称	数据类型	寄存器个数	字节数	读写权限	描述
0x1102	串口格式	uint8_t	1	2	读/写	1=N81(默认) , 2 = N82 3 = E81, 4 = O81 N: 无校验 E: 偶校验 O: 奇校验 8: 数据位 8 位 1: 停止位 1 位 2: 停止位 2 位

A.3.2 测量参数注册表

基地址：0x1200，保持寄存器，使用 0x03 指令读取。

地址	寄存器名称	数据类型	寄存器个数	字节数	读写权限	描述
0x1200	测量参数个数	uint8	1	2	只读	参数范围：1-10
0x1201	测量参数 1	uint16	1	2	只读	高字节为参数类型， 0x07 表示参数类型为电导率；低字节表示单位，单位参考 A.4 单位信息，寄存器赋值 0xFFFF，则该寄存器无意义。
0x1202	量程下限 1	float	2	4	只读	传感器参数 1 的量程下限，如若参数 1 寄存器值为 0xFFFF，则该寄存器赋值 0。
0x1204	量程上限 1	float	2	4	只读	传感器参数 1 的量程上限，如若参数 1 寄存器值为 0xFFFF,则该寄存

地址	寄存器名称	数据类型	寄存器个数	字节数	读写权限	描述
						器赋值 0
0x1206	可选测量参数 2	uint16	1	2	只读	高字节为参数类型，0x07 表示参数类型为电导率，低字节表示单位，单位参考表 13，寄存器赋值 0xFFFF，则该寄存器无意义
0x1207	量程下限 2	float	2	4	只读	传感器参数 2 的量程下限，如若参数 2 寄存器值为 0xFFFF,则该寄存器赋值 0
0x1209	量程上限 2	float	2	4	只读	传感器参数 2 的量程上限，如若参数 2 寄存器值为 0xFFFF,则该寄存器赋值 0
0x120B	可选测量参数 3	uint16	1	2	只读	同上
0x120C	量程下限 3	float	2	4	只读	同上
0x120E	量程上限 3	float	2	4	只读	同上
0x1210	可选测量参数 4	uint16	1	2	只读	同上
0x1211	量程下限 4	float	2	4	只读	同上
0x1213	量程上限 4	float	2	4	只读	同上
0x1215	可选测量参数 5	uint16	1	2	只读	同上

地址	寄存器名称	数据类型	寄存器个数	字节数	读写权限	描述
0x1216	量程下限 5	float	2	4	只读	同上
0x1218	量程上限 5	float	2	4	只读	同上

A3.3 数据寄存器

基地址：0x2000，输入寄存器，使用 0x04/0x03(兼容)读取

地址	寄存器名称	数据类型	寄存器个数	字节数	读写权限	描述
0x2000	协议版本+设备类型	uint16	1	2	只读	兼容老版本协议，高字节:数据版本，低字节:设备类型 数据版本：0x20 设备类型：比如 0x34，代表电导率
0x2001	补充协议类型	uint16	1	2	只读	暂不用，填全 0
0x2002	参数 1 值	float	2	4	只读	参数 1 的测量值，根据测量参数注册表，否则该寄存器值无意义
0x2004	温度值	float	2	4	只读	此寄存器固定为温度测量值，℃单位，如若无温度则值设为-999.0
0x2006	参数 2 值	float	2	4	只读	同上
0x2008	参数 3 值	float	2	4	只读	同上

地址	寄存器名称	数据类型	寄存器个数	字节数	读写权限	描述
0x200A	参数 4 值	float	2	4	只读	同上
0x200C	参数 5 值	float	2	4	只读	同上
0x2100	参数 1 原始值	float	2	4	只读	参数 1 的测量标定前的值，根据测量参数注册表，否则该寄存器值无意义
0x2102	温度原始值	float	2	4	只读	温度测量校准前的值，℃单位
0x2104	参数 2 原始值	float	2	4	只读	同上
0x2106	参数 3 原始值	float	2	4	只读	同上
0x2108	参数 4 原始值	float	2	4	只读	同上
0x210A	参数 5 原始值	float	2	4	只读	同上
0x2200	故障码	long	2	4	只读	参考 A.6 故障码
0x2280	电导率溶液浓度类型	uint16_t	1	2	只读	支持的溶液类型浓度，bit0 置 1 表示支持 HCL:0%-20%； bit1 置 1 表示支持 HCL:20%-40%； 以此类推； 详情参考寄存器 0x2413 的（0-15）的值描述
0x2281	支持电导率溶液浓度类型寄存器表	uint16_t	1	2	只读	支持的溶液类型浓度，bit0 置 1 表示支持 HCL:0%-20%； bit1 置 1 表示支持

地址	寄存器名称	数据类型	寄存器个数	字节数	读写权限	描述
						HCL:20%-40%； 以此类推；详情参考寄存器 0x2413 的（16-22）描述

基地址：0x2300，保持寄存器，使用 0x03/0x06/0x10 读写。

地址	寄存器名称	数据类型	寄存器个数	字节数	读写权限	描述
0x2300	测量参数 1 因子	float	2	4	读/写	参数 1 的因子，根据参数映射表，否则该寄存器值无意义，默认 1.0
0x2302	测量参数 1 偏差值	float	2	4	读/写	参数 1 的偏差值，根据参数映射表，否则该寄存器值无意义，默认 0.0
0x2304	测量参数 2 因子	float	2	4	读/写	同上
0x2306	测量参数 2 偏差值	float	2	4	读/写	同上
0x2308	测量参数 3 因子	float	2	4	读/写	同上
0x230A	测量参数 3 偏差值	float	2	4	读/写	同上
0x230C	测量参数 4 因子	float	2	4	读/写	同上
0x230E	测量参数 4 偏差值	float	2	4	读/写	同上

地址	寄存器名称	数据类型	寄存器个数	字节数	读写权限	描述
0x2310	测量参数 5 因子	float	2	4	读/写	同上
0x2312	测量参数 5 偏差值	float	2	4	读/写	同上
0x2400	温补系数	float	2	4	读/写	电导率的温补系数，默认值 0.02，这就是每摄氏度的 2%
0x2402	TDS 转化系数	float	2	4	读/写	默认值 0.5
0x2404	电极常数	float	2	4	读/写	电导率电极常数，默认 4 位小数
0x240A	温度源选择	uint8_t	1	2	读/写	0-自动温度补偿 1-手动温度补偿 默认 0
0x240B	滤波系数	uint8_t	1	2	读/写	0~100 可设，默认 0，无滤波
0x240C	手动温度补偿值	float	2	4	读/写	范围：(-10.0~100.0)℃，默认 25.0℃
0x2410	恢复出厂	uint8_t	1	2	只写	写 1，传感器执行出厂设置。
						0: HCL:0%-20% 1: HCL:20%-40% 2: NaOH:0%-15% 3: NaOH:15%-40% 4: HNO3:0%-25% 5: HNO3:25%-80%

地址	寄存器名称	数据类型	寄存器个数	字节数	读写权限	描述
0x2413	浓度的溶液类型	uint8_t	1	2	读/写	6: H2SO4:0%-30% 7: H2SO4:30%-88% 8: H2SO4:88%-93% 9: H2SO4:93%-100% 10: H2SO4:100%-103% 11: KOH:0%-26% 12: KOH:26%-48% 13: NaCl 14: NaCO3 15: H3PO4:0%-58% 16: H3PO4:58%-100% 17: HF 18: CaCl2:0%-25% 19: CaCl2:25%-40% 20: (NH4)2SO4 21: NH3.H2O (0%-5.5%) 22: NH3.H2O (5.5%-21%) 23:PAC （聚合氯化铝） 255:无效类型。
0x2414	硝氮电极的 COD 补偿系数	float	2	4	读/写	0-10.默认值为 2
0x2416	感应式电导率的安装补偿系数	float	2	4	读/写	默认值为 1，范围为 0.1-5.0

A.3.4 标定寄存器

基地址：0x3000,保持寄存器，使用 0x03/0x06/0x10 读写。

地址	寄存器名称	数据类型	寄存器个数	字节数	读写权限	描述
0x3000	读取标定点数	uint8_t	1	2	只读	传感器待标定参数所支持的标定点数 m，最多支持 5 点
0x3001	当前标定点	uint8_t	1	2	读/写	当前取值范围：1-m
0x3002	标定参数类型	uint8_t	1	2	读/写	具体类型参考测量参数注册表 0-温度 1-表中 0x1201 寄存器的参数 2-表中 0x1206 寄存器的参数 3-表中 0x120B 寄存器的参数 4-表中 0x1210 寄存器的参数 5-表中 0x1215 寄存器的参数
0x3003	传感器校准状态	uint8_t	1	2	只读	0x0000: 已成功校准 0x0001:校准尚未完成 0x0002:未接收到标准液信息或无此标准液 0x0003:信号无法稳定或信号超出范围 0x0004:斜率或偏置超出允许范围
0x3004	退出校准	uint8_t	1	2	只写	写 1，退出校准

地址	寄存器名称	数据类型	寄存器个数	字节数	读写权限	描述
0x3005	参考标准值	float	2	4	只写	标准液值，数据格式 float
0x3007	实测值	float	2	4	只读	未经修正的原始实测值。（若标准值指的是 CalA，实测值指的是 MeasA,参考 A.5 校准步骤）

A.4 单位信息

表 6 单位对照表

单位	数据	单位	数据
℃	0x00	℉	0x01
mV	0x02	pH	0x03
uS/cm	0x04	mS/cm	0x05
ppm	0x06	ppt	0x07
mg/L	0x08	g/L	0x09
ug/L	0x0A	%	0x0B
hPa	0x0C	g/Kg	0x0D
M Ω *cm	0x0E	mmHg	0x0F
NTU	0x10	uA	0x11
mA	0x12	A	0x13
mbar	0x14	Ω	0x15
K Ω	0x16	M Ω	0x17

A.5 校准步骤

在大多数情况下，建议采用两点校准。点 A 和点 B 应该是不同的值，为传感器计算斜率和偏移量。

$$\text{Slope} = (\text{CalA} - \text{CalB}) / (\text{MeasA} - \text{MeasB})$$

$$\text{Offset} = \text{CalA} - \text{slope} * \text{MeasA}$$

以下是校准步骤:

- (1) 将传感器放入缓冲液 A 中, 向 0x3002 中写入当前标定的参考值类型。向 0x3005 中写入缓冲液的标准参考值, 等待数字传感器原始测量值稳定。然后向 0x3001 写入当前标定点序号, 1 代表第一点, 2 代表第二点, 进入某一点的校准状态。
- (2) 读取传感器校准状态寄存器 0x3003, 查询当前校准是否完成。
- (3) 校准第二点则重复以上 1、2 两步骤。
- (4) 进入校准状态超过 5 分钟未校准成功, 或者寄存器 0x3004 收到退出校准指令, 传感器退出校准。

A.6 故障码

故障码为32位的数据, 每一位代表一种故故障, 0x00000000表示无故障。

故障码	描述
Bit0	存储单元异常, 写入数据失败。
Bit1	温度传感器异常, 超出范围。
Bit2	传感器探头异常, 超出范围。
Bit3	未校准, 判断传感器是否完成过校准操作。
Bit4-7	预留
Bit8	未校准, 判断传感器的参数 1 是否完成过校准操作
Bit9	未校准, 判断传感器的参数 2 是否完成过校准
Bit10	未校准, 判断传感器的参数 3 是否完成过校准
Bit11	未校准, 判断传感器的参数 4 是否完成过校准
Bit12	未校准, 判断传感器的参数 5 是否完成过校准
Bit13-Bit31	预留