

安全监测类传感器 Modbus 接口协议

文档版本：V1.6

2023/04/19

Date	Revision	Description	Author
19/04/23	V1.6	CISS 增加节点保护寄存器	S.wang

1 通信协议

本文介绍了敏源传感科技的安全监测类传感设备的接口协议，各种传感器设计了统一的 MODBUS 接口协议，设备可通过 UART 物理接口上位机 MCU、NBIOT, 4G Cat1、Lora、蓝牙等上位机设备访问；也可以通过 RS485 物理接口驱动长线缆。

不同产品通过统一的 MODBUS 协议访问设备，不同的寄存器地址对应的不同的传感器数据、设备信息以及参数配置。

本文档适用的产品类型：

一体化多节点土壤含水率-深部位移倾角计 (Cascaded Integrated Soil Sensor, CISS)
土壤水分盐分温度传感器 (Minyuan Soil Trio, MST)

电塔倾角振动传感器 (Tower Tilt Sensor, TTS)
可级联多点倾角计 (Rock Tilt Sensor, RTS)
NB 倾角振动传感器 (NBiot Tilt Sensor, NBTS)

城市内涝液位计 (Urban Flood Analyzer, UFA)
深水液位传感器 (Deep Level Meter, DLM)
泥石流液位振动多参数传感器 (Debris Flow Analyzer, DFA)

电导率温度传感器 (Electrical Conductivity and Temperature sensor, ECT)

集成化雨量计 (Integrated Rain Gauge, IRG)

1.1 通讯基本参数

编 码	8 位二进制
数据位	8 位
奇偶校验位	无

停止位	1 位
错误校验	CRC-16/MODBUS (冗余循环码)
波特率	38400 /9600 (TTS 抗干扰要求高的场景)

1.2 数据帧格式定义

采用 Modbus-RTU 通讯规约, 格式如下:

地址码 = 1 字节

功能码 = 1 字节

数据区 = N 字节

错误校验 = CRC-16/MODBUS (低字节在前)

地址码: 为传感器的地址, 在通讯网络中是唯一的 (出厂默认 0x01)。

功能码: 主机所发指令功能指示, 功能码 0x03 读取寄存器数据, 功能码 0x06 写单个寄存器, 功能码 0x10 写多个寄存器。

数据区: 数据区是具体通讯数据, **注意 16bits 数据高字节在前。**

CRC 码: CRC-16/MODBUS 校验码, 低位字节在前, 高位字节在后。

主机询问帧结构:

地址码	功能码	寄存器起始地址	寄存器长度	校验码低位	校验码高位
1 字节	1 字节	2 字节	2 字节	1 字节	1 字节

例: 01 03 00 0A 00 04 64 0B 向 1 号节点查询 4 字(8Byte)数据, 数据起始地址为 0x000A

从机应答帧结构:

地址码	功能码	有效字节数	第一数据区	第二数据区	第 N 数据区	校验码
1 字节	1 字节	1 字节	2 字节	2 字节	2 字节	2 字节

1.3 寄存器地址

寄存器起始地址	数据长度 单位16bit (2 Bytes)	内容	说明	默认值	操作	使用该地址传感器类型
0000 H	1	产品类型	1: CISS一体化多节点土壤含水率-	1	只读	全部

			倾角计 2: RTS可级联多点 倾角计 3: IRG集成化雨量 计 4: UFA 城市内涝 液位计 5: DLM深水液位 传感器 6: NBTS 智慧界 桩NB倾角计 7: MST土壤水分 盐分温度传感器 8: ECT电导率温 度传感器 9: LLM 非接触 液位传感器 10.TTS 铁塔倾角 传感器			
0001 H		预留				
0002 H	1	485节点地 址	无符号整数, 1~252 在杆体/管式产品 中, 节点地址从杆 顶到杆底节点依次 递增	1	读写	全部
0003 H		预留				
0004H	1	EC_A液位校 准系数斜率	无符号整 数,0~65535 (扩大1000倍)		读写	ECT
0005H	1	EC_B液位校 准系数截距	有符号整数 -32768~32767 (扩大10000倍)		读写	

0006H	1	Cell_Constant 电极校准参数	无符号整数,0~65535 (扩大1000倍) 单位: cm		读写	
0007H	1	溶液EC	无符号整数,0~65535 (扩大1000倍) 单位ms/cm		读写	
0008H			预留			
000B H	1	温度	有符号数 (扩大10倍), -70.0~150.0°C	无	只读	全部
000CH	1	土壤水分含水量	无符号数百分比,分辨率0.1% (扩大10倍)	0xFFFF	只读	CISS
000DH	1	X方向加速度值	有符号整数 -32768~32767(CISS/RTS)	无	只读	CISS RTS NBTS UFA DLM DFA TTS
000EH	1	Y方向加速度值	有符号整数 ±2000.0mg,扩大10000倍, 单位0.1mg(RTS/TTS/NBTS/UFA/DLM/DFA)			
000FH	1	Z方向加速度值				
0010H	1	姿态俯仰角 (Pitch) MSB	NBTS:有符号整数 扩大100倍 -90.000~90.000° (NBTS/UFA/DLM/DFA只解析MSB)	无	只读	CISS RTS NBTS UFA DLM DFA
0011H	1	姿态俯仰角 (Pitch) LSB	有符号整数 (扩大1000倍) 对应			

			-90.000~90.000°			TTS
0012H	1	姿态航向角 (YAW)MSB	有符号整数 (扩大 1000倍) 对应 -90.000~90.000° NBTS:有符号整数 扩大100倍 -90.000~90.000° (NBTS/UFA/DLM /DFA只解析MSB)			
0013H	1	姿态航向角 (YAW)LSB	有符号整数 (扩大 1000倍) 对应 -90.000~90.000°			
0014H	1	姿态横滚角 (ROLL)MSB	有符号整数 (扩大 1000倍) 对应 -90.000~90.000° NBTS:有符号整数 扩大100倍 -90.000~90.000° (NBTS/UFA/DLM /DFA只解析MSB)			
0015H	1	姿态横滚角 (ROLL)LSB	有符号整数 (扩大 1000倍) 对应 -90.000~90.000°			
0016H~0 018H	3		预留		读写	
0019H	1	ACC_CONF		0xFFFF	读写	
001AH	1	空气中SWC 振荡计数值	无符号整 数,0~65535	13465	读写	CISS MST
001BH	1	水中SWC振 荡计数值	无符号整数, 0~65535	11424	读写	

001CH	1	振荡计数值 校准斜率A	无符号整数 (0-2 范围) A/32768	32768	读写	CISS MST
001DH	1	振荡计数值 校准截距B	有符号整数 -32768~32767	0	读写	
001EH	1	温度补偿常 数	有符号整数 (扩大 10倍) , -70.0 ~ 150.0°C	0	读写	
001FH	1		预留			
0020H	1	土壤水分含 水量SF1	无符号数 (扩大 1000倍) , 0~1	275	读写	
0021H	1	土壤水分含 水量1	无符号数百分比, 分辨率0.1% (扩大 10倍)	50	读写	
0022H	1	土壤水分含 水量SF2	无符号数 (扩大 1000倍) , 0~1	338	读写	
0023H	1	土壤水分含 水量2	无符号数百分比, 分辨率0.1% (扩大 10倍)	100	读写	
0024H	1	土壤水分含 水量SF3	无符号数 (扩大 1000倍) , 0~1	380	读写	
0025H	1	土壤水分含 水量3	无符号数百分比, 分辨率0.1% (扩大 10倍)	150	读写	
0026H	1	土壤水分含 水量SF4	无符号数 (扩大 1000倍) , 0~1	476	读写	
0027H	1	土壤水分含 水量4	无符号数百分比, 分辨率0.1% (扩大 10倍)	200	读写	
0028H	1	土壤水分含	无符号数 (扩大	697	读写	

		水量SF5	1000倍) , 0~1			
0029H	1	土壤水分含水量5	无符号数百分比, 分辨率0.1% (扩大10倍)	300	读写	
002AH	1	土壤水分含水量SF6	无符号数 (扩大1000倍) , 0~1	754	读写	
002BH	1	土壤水分含水量6	无符号数百分比, 分辨率0.1% (扩大10倍)	350	读写	
002CH	1	节点保护位	防止被误擦写出 厂默认为0 0: 节点不可写 1: 节点可写	0	读写	CISS
002DH	2		预留			
002EH	1	硬件版本号	高8字节为主版本号; 低8字节为次版本号。例: 9.1存储为0x91。	0x91	只读	全部
002FH	1	固件版本号	高8字节为主版本号; 低8字节为次版本号。例: 9.2存储为0x92。	0x92	只读	
0030H	1	预留	预留	0xFFFF	读写	
0031H	1	ACC_FIFO_WATERMARK_LEVEL	FIFO采集存储深度	768	只读	CISS RTS TTS NBTS
0032H	1	振荡电路建立时间	单位ms		只读	CISS
0033H	1	振荡电源状态	当该寄存器值为0xAA55时, 振荡电路电源常开; 其	0xFFFF	只读	CISS

			他值时测完即关。			
0034H	1	Ax Scale Factor		无	只读	CISS RTS TTS NBTS DFA UFA DLM
0035H	1	Ax Offset		无	只读	
0036H	1	Ay Scale Factor		无	只读	
0037H	1	Ay Offset		无	只读	
0038H	1	Az Scale Factor		无	只读	
0039H	1	Az Offset		无	只读	
003AH	1	ALERT_EN	阈值触发使能位，默认关闭，设备安装无误后开启，防止安装过程误判；若产生报警，关闭使能位即可将报警标志清除	无	读写	RTS NBTS UFA DFA TTS
003BH	1	TH_X	X轴加速度变化阈值(mg)	0	读写	
003CH	1	TH_Y	Y轴加速度变化阈值(mg)	0	读写	
003DH	1	TH_Z	Z轴加速度变化阈值(mg)	0	读写	
003EH	1	ACC_ALERT	角度报警标志位，和IRQ引脚功能一致，若产生报警则会置1	0	只读	
003FH	1	异动报警分析	0x00: 无异常 0x01: 轻微异动 0x02: 中度异动	0	只读	

			0x03: 严重异动		
0040H~0045H	6	UID	产品唯一身份标识寄存器, 使用MCU的96位产品ID, 高位在前	无	只读
0046H	1	振动幅度rms (三轴均方根)	无符号整数 10000倍, 单位0.1mg分辨率(针对RTS/TTS)	0	只读
0047H	1	振动方差报警标志位	0:未报警 1: 产生报警	0	只读
0048H	1	振动方差报警使能位	0: 未开启报警监测 1: 开启报警监测	0	读写
0049H	1	振动幅度rms报警 阈值	无符号整数 1000倍, 单位1mg分辨率 (RTS/TTS/NBTS)	300	读写
004AH	1	X轴振动rms	无符号整数 10000倍, 单位0.1mg分辨率(针对RTS/TTS)	0	只读
004BH	1	Y轴振动rms	无符号整数 10000倍, 单位0.1mg分辨率(针对RTS/TTS)	0	只读
004CH	1	Z轴振动rms	无符号整数 10000倍, 单位0.1mg(针对RTS/TTS)	0	只读
004DH	1	MAX_Freq	三轴振动幅度的最大频率成分 放大1000倍 单位: hz	0	只读

004EH	1	MAX_Amp	最大振动幅度 放大1000倍	0	只读	
004FH	1	Low_Freq	低频段0~fs/6 幅度能量值 放大100倍	0	只读	
0050H	1	Med_Freq	中频段fs/6~fs/3 幅度能量值 放大100倍	0	只读	
0051H	1	High_Freq	高频段fs/3~fs/2 幅度能量值 放大100倍	0	只读	
0052H	1	Fs	采样频率 放大100倍	50	只读	TTS
0053H	8	预留	预留	FFFF	只读	全部
0054H	1	空气中 立杆节点6 实时振荡计 数值	有符号整数		只读	UFA/DLM
0055H	1	节点6 SF2	有符号整数		只读	
0056H	1	空气中 立杆节点5 实时振荡计 数值	有符号整数		只读	
0057H	1	节点5 SF4	有符号整数		只读	
0058H	1	空气中 立杆节点4 实时振荡计 数值	有符号整数		只读	
0059H	1	节点4 SF4	有符号整数		只读	
005AH	1	空气中 立杆节点3 实时振荡计	无符号整 数,0~65535		只读	

		数值				
005BH	1	节点3 SF3	无符号整数,0~65535		只读	
005CH	1	空气中立杆节点2实时振荡计数值	无符号整数,0~65535		只读	
005DH	1	节点2 SF2	无符号整数,0~65535		只读	
005EH	1	空气中立杆节点1实时振荡计数值	无符号整数,0~65535		只读	
005FH	1	节点1 SF1	无符号整数,0~65535		只读	UFA/DLM
0060H	1	Water_Level 	当前液位高度 (放大 10 倍) 例: 0x0154(h)=340(d) 340/10=34.0cm (单位: cm)	0	只读	
0061H	1	空气中立杆节点1振荡计数值	无符号整数,0~65535	FFFF	读写	
0062H	1	水中立杆节点1振荡计数值	无符号整数,0~65535	FFFF	读写	
0063H	1	液位高度1系数A	无符号整数,0~65535 (扩大1000倍)	FFFF	读写	
0064H	1	液位高度1系数B	无符号整数,0~65535	FFFF	读写	

			(扩大1000倍)			
0065H	1	液位高度1 系数C	无符号整 数,0~65535 (扩大1000倍)	FFFF	读写	
0066H	1	液位高度1 系数D	无符号整 数,0~65535 (扩大1000倍)	FFFF	读写	
0067H	1	空气中 立杆节点2 振荡计数值	无符号整 数,0~65535	FFFF	读写	
0068H	1	水中 立杆节点2 振荡计数值	无符号整 数,0~65535	FFFF	读写	
0069H	1	液位高度2 系数A	无符号数 (扩大1000倍)	FFFF	读写	UFA/DLM
006AH	1	液位高度2 系数B	无符号数 (扩大1000倍)	FFFF	读写	
006BH	1	液位高度2 系数C	无符号数 (扩大1000倍)	FFFF	读写	
006CH	1	液位高度2 系数D	无符号数 (扩大1000倍)	FFFF	读写	
006DH	1	空气中 立杆节点3 振荡计数值	无符号整 数,0~65535	FFFF	读写	
006EH	1	水中 立杆节点3 振荡计数值	无符号整 数,0~65535	FFFF	读写	
006FH	1	液位高度3 系数A	无符号数 (扩大1000倍)	FFFF	读写	
0070H	1	液位高度3 系数B	无符号数 (扩大1000倍)	FFFF	读写	
0071H	1	液位高度3 系数C	无符号数 (扩大1000倍)	FFFF	读写	
0072H	1	液位高度3	无符号数	FFFF	读写	

		系数D	(扩大1000倍)			
0073H	1	空气中 立杆节点4 振荡计数值	无符号整 数,0~65535	FFFF	读写	
0074H	1	水中 立杆节点4 振荡计数值	无符号整 数,0~65535	FFFF	读写	
0075H	1	液位高度4 系数A	无符号数 (扩大1000倍)	FFFF	读写	
0076H	1	液位高度4 系数B	无符号数 (扩大1000倍)	FFFF	读写	
0077H	1	液位高度4 系数C	无符号数 (扩大1000倍)	FFFF	读写	UFA/DLM
0078H	1	液位高度4 系数D	无符号数 (扩大1000倍)	FFFF	读写	
0079H	1	空气中 立杆节点5 振荡计数值	无符号整 数,0~65535	FFFF	读写	
007AH	1	水中 立杆节点5 振荡计数值	无符号整 数,0~65535	FFFF	读写	
007BH	1	液位高度5 系数A	无符号数 (扩大1000倍)	FFFF	读写	
007CH	1	液位高度5 系数B	无符号数 (扩大1000倍)	FFFF	读写	
007DH	1	液位高度5 系数C	无符号数 (扩大1000倍)	FFFF	读写	
007EH	1	液位高度5 系数D	无符号数 (扩大1000倍)	FFFF	读写	
007FH	1	空气中 立杆节点6 振荡计数值	无符号整 数,0~65535	FFFF	读写	
0080H	1	水中 立杆节点6	无符号整 数,0~65535	FFFF	读写	

振荡计数值					
0081H	1	液位高度6 系数A	无符号数 (扩大1000倍)	FFFF	读写
0082H	1	液位高度6 系数B	无符号数 (扩大1000倍)	FFFF	读写
0083H	1	液位高度6 系数C	无符号数 (扩大1000倍)	FFFF	读写
0084H	1	液位高度6 系数D	无符号数 (扩大1000倍)	FFFF	读写
0085H	1	液位模式选 择	0:液位模式1 1:液位模式2-法兰 盘埋入	0	读写
0086H	1	环境温度	有符号数 (扩大10 倍) , -70.0 ~ 150.0°C	无	只读
0087H	1	地表温度	有符号数 (扩大10 倍) , -70.0 ~ 150.0°C	无	只读

2 通讯协议示例以及解释

2.1 通用基础指令 (不区分传感器类型)

2.1.1 读取传感器地址

问询帧 (FE 03 00 02 00 01 31 C5)

地址码	功能码	起始地址	数据长度 单位两个字节 (2 Bytes)	校验码低位	校验码高位
0xFE	0x03	0x00 0x02	0x00 0x01	0x31	0xC5

应答帧 (01 03 02 00 01 79 84)

地址码	功能码	有效字节数	传感器地址	校验码低位	校验码高位
0x01	0x03	0x02	0x00 0x01	0x79	0x84

传感器地址: 0x0001 = 1

2.1.2 设置传感器地址为 0x01

注：修改地址时总线上只能接一台传感器，且需要重新上电后新地址才生效。

设置帧 (FE 06 00 02 00 01 FD C5)

地址码	功能码	参数地址	传感器新地址	校验码低位	校验码高位
0xFE	0x06	0x00 0x02	0x00 0x01	0xFD	0xC5

应答帧 (01 06 00 02 00 01 E9 CA)

地址码	功能码	参数地址	传感器新地址	校验码低位	校验码高位
0x01	0x06	0x00 0x02	0x00 0x01	0xE9	0xCA

2.2 土壤含水率类 CISS/MST 典型指令举例

2.2.1 读取传感器地址为 0x01 的节点 SWC 振荡计数值、土壤温度和土壤水分值

注意：数据长度单位是 16bit (2 Bytes) 。

问询帧 (01 03 00 0A 00 03 25 C9)

地址码	功能码	起始地址	数据长度 单位两个字节 (2 Bytes)	校验码低位	校验码高位
0x01	0x03	0x00 0x0A	0x00 0x03	0x25	0xC9

应答帧 (01 03 06 6B 69 FF 9B 00 69 F4 72)

地址码	功能码	有效字节数	电容振荡计数值	温度值	土壤水分值	校验码低位	校验码高位
0x01	0x03	0x08	0x6B 0x69	0xFF 0x9B	0x00 0x69	0xF4	0x72

电容振荡计数值：无符号整数，0~65535。0x6B69=27497

温度：有符号数（扩大10倍），-70.0~150.0℃

0xFF9B (十六进制)= -101 => 温度 = -10.1℃

土壤水分值：无符号数，（扩大 10 倍），0~100%

0x0069 (十六进制)=105=> 土壤水分值 = 10.5%

2.2.2 读取传感器地址为 0x01 节点的空气中 SWC 振荡计数值、水中 SWC 振荡计数值、振荡计数值校准斜率 A 和截距 B

注意：数据长度单位是两个字节 (2 Bytes)

问询帧 (01 03 00 1A 00 04 65 CE)

地址码	功能码	起始地址	数据长度 单位两个字节(2 Bytes)	校验码低位	校验码高位
0x01	0x03	0x00 0x1A	0x00 0x04	0x65	0xCE

应答帧 (01 03 08 6B AA 57 A3 80 00 00 00 38 78)

地址码	功能码	有效字节数	空气中 SWC 振荡计数值	水中 SWC 振荡计数值	振荡计数值 校准斜率 A	振荡计数值 校准截距 B	校验码 低位	校验码 高位
0x01	0x03	0x0C	0x6B 0xAA	0x57 0xA3	0x80 0x00	0x00 0x00	0x38	0x78

空气中SWC振荡计数值：无符号整数，0~65535

0x6BAA = 27562

水中SWC振荡计数值：无符号整数，0~65535

0x57A3 = 22435

振荡计数值校准斜率A：无符号数 (0~2)

0x8000 (十六进制)= 32768

$A = 32768/32768 = 1$

振荡计数值校准截距B：有符号整数，-32768~32767

0x0000 = 0

2.2.3 修改地址为 0x01 节点的空气中 SWC 振荡计数值为 0x6B61 (27489)

设置帧 (01 06 00 1A 6B 61 46 D5)

地址码	功能码	参数地址	新参数	校验码低位	校验码高位
0x01	0x06	0x00 0x1A	0x6B 0x61	0x46	0xD5

应答帧 (原数据返回说明修改成功)

地址码	功能码	参数地址	新参数	校验码低位	校验码高位
0x01	0x06	0x00 0x1A	0x6B 0x61	0x46	0xD5

2.2.4 修改地址为 0x01 节点的振荡计数值校准斜率 A 为 1.126 (A=0x9021/0x8000)

设置帧 (01 06 00 1C 90 21 E4 14)

地址码	功能码	参数地址	新参数	校验码低位	校验码高位
0x01	0x06	0x00 0x1C	0x90 0x21	0xE4	0x14

应答帧 (原数据返回说明修改成功)

地址码	功能码	参数地址	新参数	校验码低位	校验码高位
0x01	0x06	0x00 0x1C	0x90 0x21	0xE4	0x14

2.2.5 修改地址为 0x01 节点的空气中 SWC 振荡计数值为 0x3070 (12400) , 水中 SWC 振荡计数值为 0x2A94 (10900) , 振荡计数值校准斜率 A 为 1.126 (A=0x9021/0x8000)

设置帧 (01 10 00 1A 00 03 06 30 70 2A 94 90 21 66 E2)

地址码	功能码	参数起始地址	寄存器数量	字节数	新参数 1	新参数 2	新参数 3	校验码低位	校验码高位
0x01	0x10	0x00 0x1A	0x00 0x03	0x06	0x30 0x70	0x2A 0x94	0x90 0x21	0x66	0xE2

应答帧 (01 10 00 1A 00 03 A1 CF)

地址码	功能码	参数地址	寄存器数量	校验码低位	校验码高位
0x01	0x10	0x00 0x1A	0x00 0x03	0xA1	0xCF

2.3 倾角振动类 NBTS/RTS/TTS 典型指令举例

2.3.1 读取节点 1 当前温度、三轴加速度数据以及角度数据

设置帧 (01 03 00 0B 00 0B C5 7F)

地址码	功能码	起始地址	数据长度 单位两个字节 (2 Bytes)	校验码低位	校验码高位
0x01	0x03	0x00 0x0B	0x00 0x0B	0xC5	0x7F

应答帧 (01 0316 00 F0 FF FF 03 BA 00 A3 FF 1A 03 AF FF FF E4 70 FF FF 28 62 FF FF 68 26)

地址码	功能码	有效字节数	温度	-	X轴加速度值	Y轴加速度值	Z轴加速度值	Pitch	-	Yaw	-	Roll	-	校验码低位	校验码高位
0x01	0x03	0x16	0x00F0	0xF0	0x03BA	0x00A3	0xFF1A	0x03AF	0xF0	0xE470	0xF0	0x2862	0xF0	0x68	0x26

温度: $0x00F0 = 240 \times 240 / 10 = 24.0^\circ\text{C}$

X轴加速度值: $0x03BA = 954 \text{ mg}$

Y轴加速度值: $0x00A3 = 163 \text{ mg}$

Z轴加速度值: $0xFF1A = -230 \text{ mg}$

pitch: $0x03AF = 943$ (放大100倍) $943 / 100 = 9.43^\circ$

yaw: $0xE470 = -7056$ (放大100倍) $-7056 / 100 = -70.56^\circ$

roll: $0x2862 = 10338$ (放大100倍) $10338 / 100 = 103.38^\circ$

2.3.2 读取节点1当前报警状态位、异动检测结果

设置帧 (01 03 00 3E 00 02 A5 C7)

地址码	功能码	起始地址	数据长度 单位两个字节 (2 Bytes)	校验码低位	校验码高位
0x01	0x03	0x00 0x3E	0x00 0x02	0xA5	0xC7

应答帧 (01 03 04 00 01 00 02 2A 32)

地址码	功能码	有效字节数	ACC_ALERT	异动报警分析	校验码低位	校验码高位
0x01	0x03	0x04	0x00 0x01	0x00 0x02	0x2A	0x32

ACC_ALERT: 0x0001 置位1 产生报警

异动报警分析: 0x0002 中度异动

2.3.3 读取振动RMS信息

设置帧 (01 03 00 46 00 03 E4 1E)

地址码	功能码	起始地址	数据长度 单位两个字节 (6 Bytes)	校验码低位	校验码高位
0x01	0x03	0x00 0x46	0x00 0x03	0xE4	0x1E

应答帧 (01 03 06 00 07 00 00 00 01 55 75)

地址码	功能码	有效字节数	振动 RMS	振动报警标志位	振动报警使能位	校验码低位	校验码高位
0x01	0x03	0x06	0x00 0x07	0x00 0x00	0x00 0x01	0x55	0x75

RMS: 0x0007= 0.7mg

alert: 0x0000 未报警

alert_en: 0x0001 使能已开启

2.4 深水液位类 UFA/DFA/DLM 典型指令举例

2.4.1 读取当前三轴加速度数据以及角度数据

设置帧 (01 03 00 0D 00 09 14 0F)

地址码	功能码	起始地址	数据长度 单位两个字节 (2 Bytes)	校验码低位	校验码高位
0x01	0x03	0x00 0x0D	0x00 0x09	0x14	0x0F

应答帧 (01 03 12 03 BA 00 A3 FF 1A 03 AF FF FF E4 70 FF FF 28 62 FF FF FA 23)

地址码	功能码	有效字节数	X轴加速度值	Y轴加速度值	Z轴加速度值	Pitch	-	YAW	-	ROLL	-	校验码低位	校验码高位
0x01	0x03	0x12	0x03 0xBA	0x00 0xA3	0xFF 0x1A	0x03 0xAF	0xFF 0xF F	0xE4 0x70	0xFF 0xF F	0x28 0x62	0xFF 0xF F	0xFA	0x23

X轴加速度值: 0x03BA = 954 mg

Y轴加速度值: 0x00A3 = 163 mg

Z轴加速度值: 0xFF1A= -230 mg
 pitch: 0x03AF= 943 (放大100倍) $943/100=9.43^\circ$
 yaw: 0xE470=-7056 (放大100倍) $-7056/100=-70.56^\circ$
 roll: 0x2862=10338 (放大100倍) $10338/100=103.38^\circ$

2.4.2 读取当前报警状态位、异动检测结果

设置帧 (01 03 00 3E 00 02 A5 C7)

地址码	功能码	起始地址	数据长度 单位两个字节 (2 Bytes)	校验码低位	校验码高位
0x01	0x03	0x00 0x3E	0x00 0x02	0xA5	0xC7

应答帧 (01 03 04 00 01 00 02 2A 32)

地址码	功能码	有效字节数	ACC_ALERT	异动报警分析	校验码低位	校验码高位
0x01	0x03	0x04	0x00 0x01	0x00 0x02	0x2A	0x32

ACC_ALERT: 0x0001 置位1 产生报警

异动报警分析: 0x0002 中度异动

2.4.3 读取当前检测液位高度

设置帧 (01 03 00 60 00 01 84 14)

地址码	功能码	起始地址	数据长度 单位两个字节 (2 Bytes)	校验码低位	校验码高位
0x01	0x03	0x00 0x60	0x00 0x01	0x84	0x14

应答帧 (01 03 02 00 86 39 E6)

地址码	功能码	有效字节数	当前液位高度	校验码低位	校验码高位
0x01	0x03	0x02	0x00 0x86	0x39	0xE6

液位高度(单位 cm): $0x0086=134$ $134/10=13.4\text{cm}$

2.4.4 读取当前环境温度、地表温度

设置帧 (01 03 00 86 00 02 25 E2)

地址码	功能码	起始地址	数据长度	校验码低位	校验码高位
-----	-----	------	------	-------	-------

			单位两个字节 (2 Bytes)		
0x01	0x03	0x00 0x86	0x00 0x02	0x25	0xE2

应答帧 (01 03 04 01 02 00 F5 9A 48)

地址码	功能码	有效字节数	环境温度	地表温度	校验码低位	校验码高位
0x01	0x03	0x04	0x01 0x02	0x00 0xF5	0x9A	0x48

环境温度: $0x0102 = 258\ 258/10 = 25.8^{\circ}\text{C}$

地表温度: $0x00F5 = 245\ 245/10 = 24.5^{\circ}\text{C}$

2.5 ECT 典型指令

2.5.1 读取溶液EC

设置帧 (01 03 00 07 00 01 35 CB)

地址码	功能码	起始地址	数据长度 单位一个字节 (1 Bytes)	校验码低位	校验码高位
0x01	0x03	0x00 0x07	0x00 0x01	0x35	0xCB

应答帧 (01 03 02 0B B8 BF 06)

地址码	功能码	有效字节数	溶液 EC	校验码低位	校验码高位
0x01	0x03	0x02	0x0B 0xB8	0xBF	0x06

溶液EC = $0x0BB8 = 3000/1000 = 3.0\text{ms/cm}$

2.6 LLM 典型指令

2.6.1 读取环境温度

设置帧 (01 03 00 88 00 01 20 04)

地址码	功能码	起始地址	数据长度 单位一个字节 (1 Bytes)	校验码低位	校验码高位
0x01	0x03	0x00 0x88	0x00 0x01	0x20	0x04

应答帧 (01 03 02 01 23 F8 0D)

地址码	功能码	有效字节数	温度°C	校验码低位	校验码高位
0x01	0x03	0x02	0x01 0x23	0xF8	0x0D

温度 = $0x0BB8 = 291 / 10 = 29.1^{\circ}\text{C}$

2.6.2 读取电容值

设置帧 (01 03 00 8C 00 02 05 E0)

地址码	功能码	起始地址	数据长度 单位一个字节 (1 Bytes)	校验码低位	校验码高位
0x01	0x03	0x00 0x8C	0x00 0x02	0x05	0xE0

应答帧 (01 03 04 00 00 19 4F B0 57)

地址码	功能码	有效字节数	电容 pF	电容 pF	校验码低位	校验码高位
0x01	0x03	0x04	0x00 0x00	0x19 0x4F	0xB0	0x57

电容 = $0x194F = 6479/1000 = 6.479 \text{ pF}$

3 上位机联调时序说明(针对 CISS/RTS 低功耗设备)

若用户是使用自己的上位机，或使用 PC 端通过 485 接口访问 CISS/RTS，由于设备本身是低功耗状态，直接对设备进行指令查询会有概率发生指令未响应问题；为保证通信质量和效率，上位机进行访问前需要针对设备本身发送 8F 指令进行唤醒，再发送相应的查询指令等待数据返回。

具体时序如下：

- 发送 8F -----唤醒指令
- 等待 30ms -----等待内部时钟建立稳定
- 发送询问帧 01 03 10 01 00 03 50 CB -----查询节点 1

注：若设备是基于 modbus pull 进行读取测试，轮询期间可能会出现“Timeout error”情况，是未发送唤醒指令缘故，属正常现象。