远向电子
YUAN XIANG ELECTRONIC

成都远向电子有限公司产品说明书

产品型号：YX-G8AI-485

全部资料下载地址：http://ask.zstel.com:8090

技术支持服务电话：028-64267900

技术支持专员企业 QQ：3183329475

官网网站：https://www.zstel.com/

硬件/软件技术定制热线：19150158475 张工

目录

一、产品概述

1.1 概述

YX-G8AI-485 是一款工业级标准模拟量采集产品，共有 8 个测量通道，每个通道均可以分别设置多种量程；RS-485 通讯接口使用标准 Modbus RTU 协议，符合工业标准。

1.2 性能特点

- 防死机硬件看门狗
- 5~35V 带防反接、过压过流保护电源
- 带通道隔离 8 路模拟量电流输入 0～20mA，电压输入 0～5V
- 12 位分辨率，0.1%精度 ADC
- 高性能低功耗 32 位 ARM 嵌入式 CPU
- 支持 ModbusRTU 从站协议
- 1 路指示灯
- 带防雷、静电保护、电源隔离 RS485 通讯接口
- 工业温度范围，应对严苛现场环境
- 自定义线性模拟量数据转换

1.3 技术参数

模拟量接口	AI	8 路双端
	AI 分辨率	12bit
	AI 量程	0～5V、0～20mA
	精度	0.1%
	采集速度	1KHz
	AI 输入阻抗	0~20mA ≤120Ω 0~5V ≥ 10KΩ
通讯接口	通讯接口	RS485
	波特率	1200～115200bps
	数据格式	N、E、0.8.1
	通讯协议	ModbusRTU
	过压过流保护	45V
电源参数	电源规格	DC 5~35V
	功耗	12V-25mA
工作环境	工作温度、湿度	-40℃~85℃，0%RH~95%RH
其他	尺寸	82*50*32

二、外观尺寸

2.1 产品外观

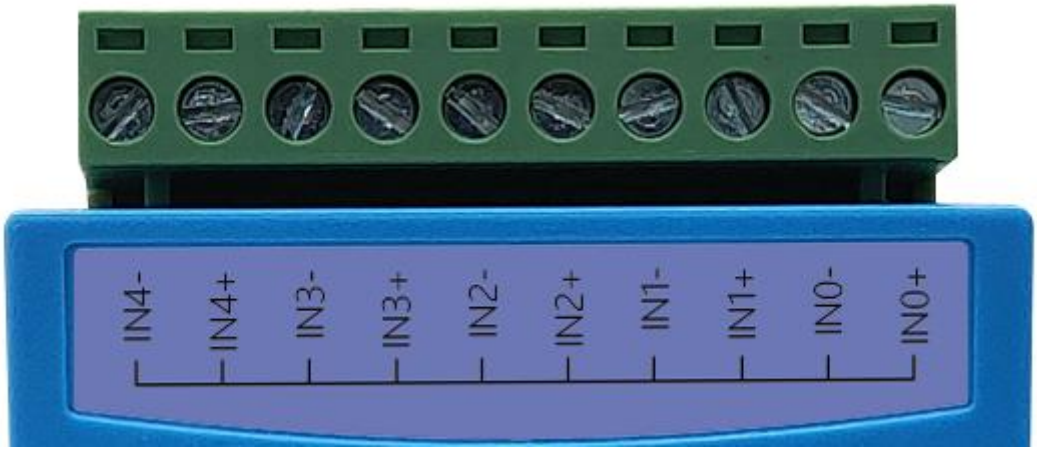
2.2 产品尺寸图

见文档“第七章 附录一：外形尺寸”

三、产品接线图、跳线、指示灯说明

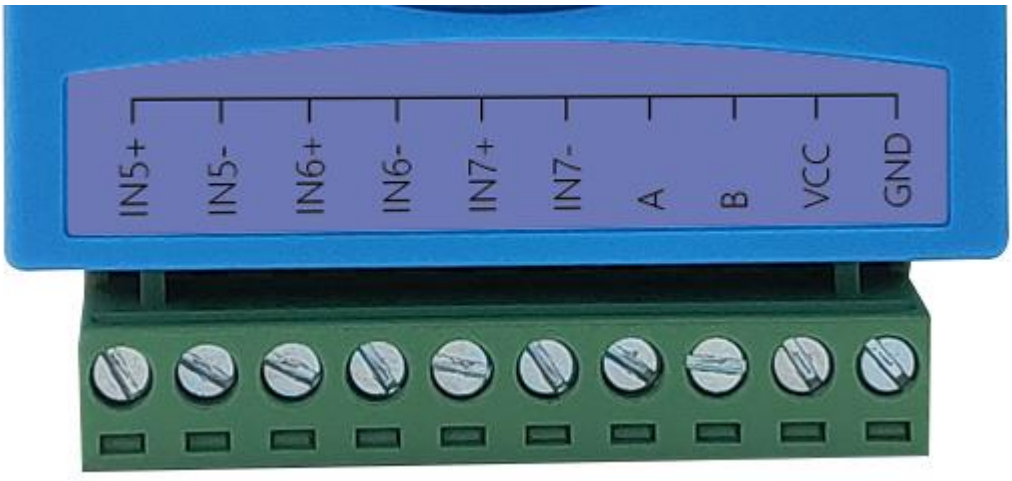
3.1 接线端子和接线图

顶部 10 槽接线位：



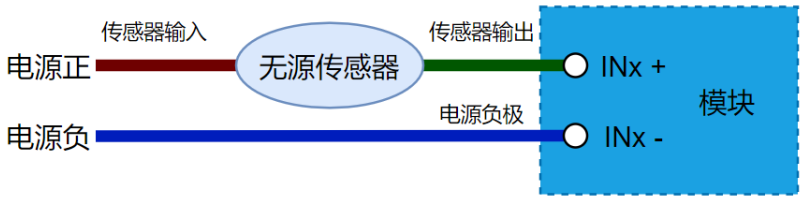
IN0+：模拟量输入通道 0 正极
IN0-：模拟量输入通道 0 负极
IN1+：模拟量输入通道 1 正极
IN1-：模拟量输入通道 1 负极
IN2+：模拟量输入通道 2 正极
IN2-：模拟量输入通道 2 负极
IN3+：模拟量输入通道 3 正极
IN3-：模拟量输入通道 3 负极
IN4+：模拟量输入通道 4 正极
IN4-：模拟量输入通道 4 负极

底部 10 槽接线位：

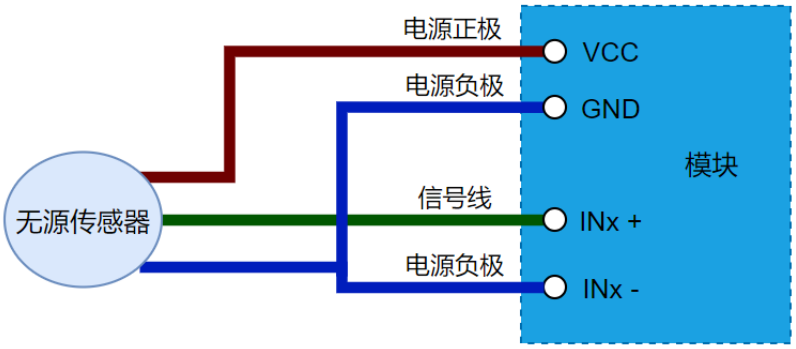


IN5+：模拟量通道 5 正极
IN5-：模拟量通道 5 负极
IN6+：模拟量通道 6 正极
IN6-：模拟量通道 6 负极
IN7+：模拟量通道 7 正极
IN7-：模拟量通道 7 负极
A：RS485 通讯 A
B：RS485 通讯 B
VCC：电源正极
GND：电源负极

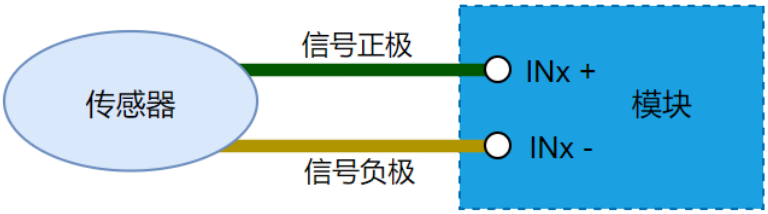
两线制传感器（无源）：



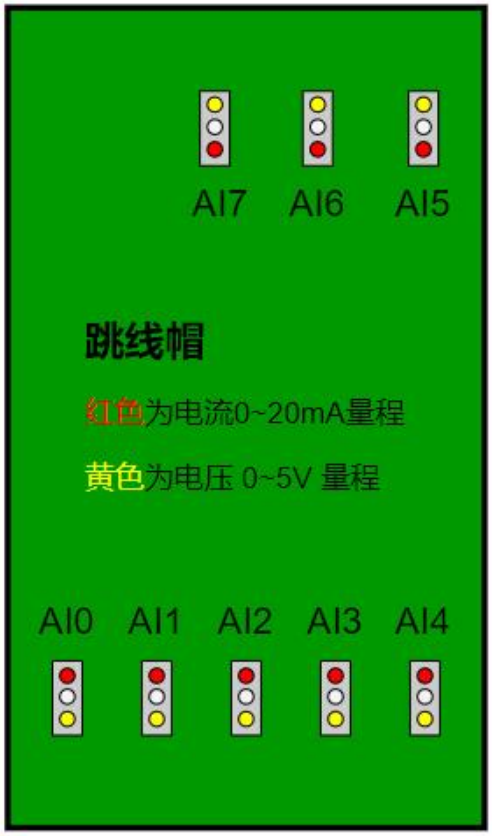
三线制传感器（有源）：



有源传感器：



3.2 跳线



电路板上有 8 个跳线座，通过跳线选择不同点量程，结合配置软件实现多量程功能：

- 通道 AIx：

  0～5V 量程：　选择黄色侧 2 个跳线座

  0～20mA 量程：选择红色侧 2 个跳线座

3.3 LED 指示灯

SYS指示灯

sys指示灯,每一秒闪烁一次表示正常工作

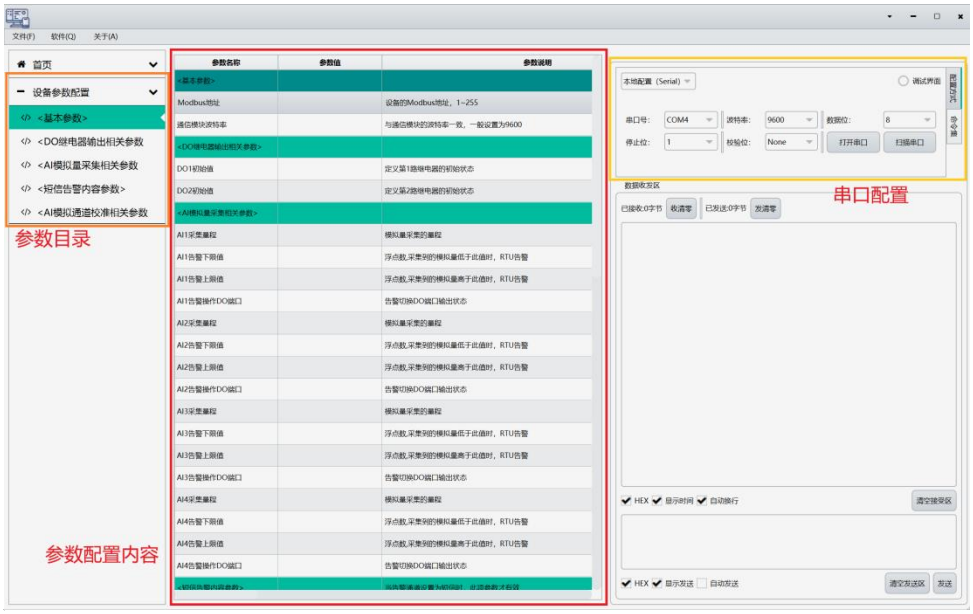
1 个 LED 指示灯：
SYS 指示灯：每 1 秒闪烁 1 次表示正常工作

四、软件操作

设备参数配置教程，结合《用户测试文档》即可对设备进行简单测试

4.1 配置软件

参数配置软件介绍：

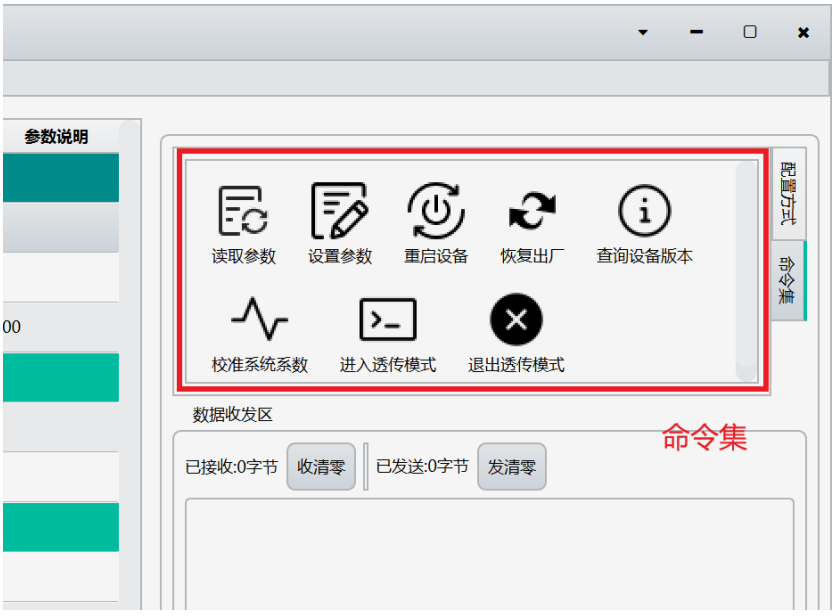


参数配置准备：

（1）用 USB-485 工具连接设备到电脑

（2）在串口配置框内配置串口波特率、停止位、校验位、数据位；（默认波特率 9600，数据位 8，停止位 1，校验位 None）

（3）选择串口配置框子项“命令集”



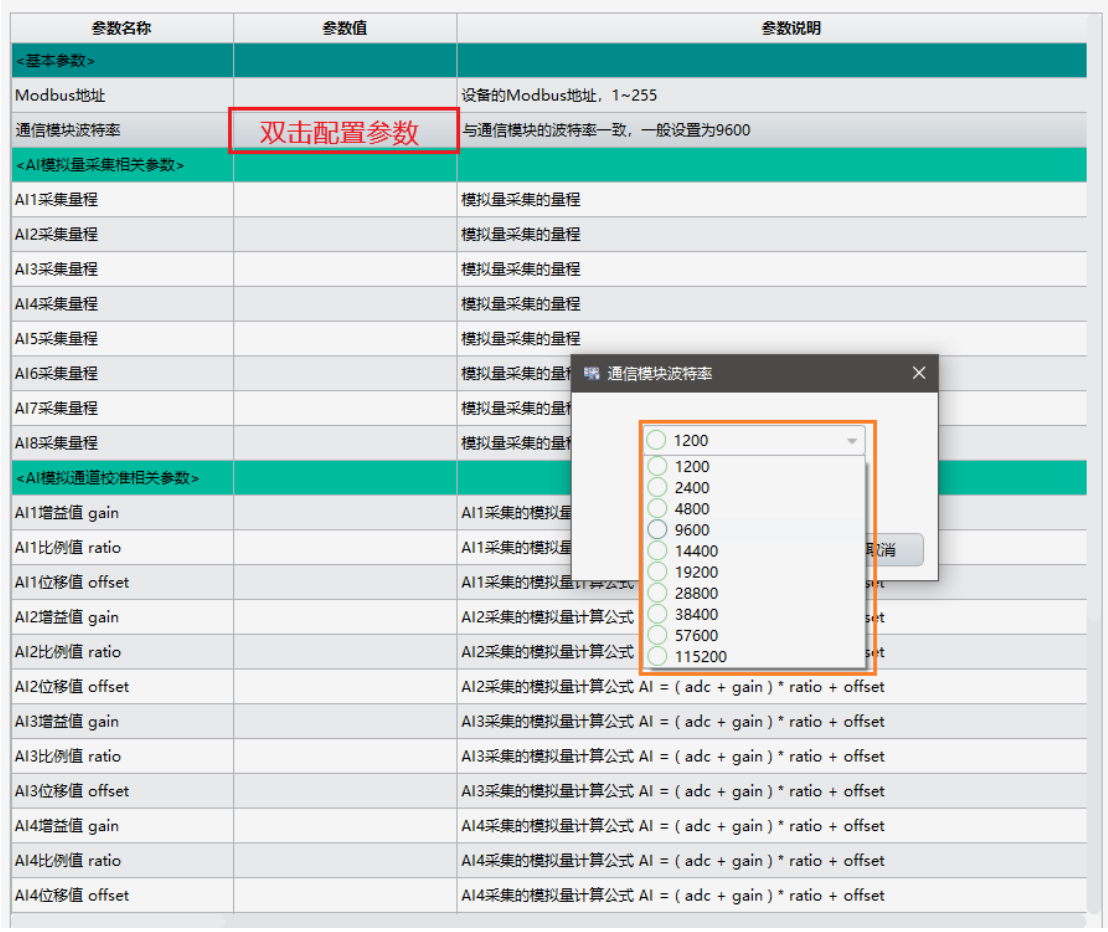
（4）点击“读取参数”命令按钮，读取设备参数（不同设备拥有不同指令

集）

（5）双击对应参数项的“参数值”栏即可对参数进行修改

4.2 配置基本参数

- Modbus 地址：Modbus 地址参数
- 通讯模块波特率：设备 485 通讯波特率（波特率支持主流的波特率选项）



参数名称	参数值	参数说明
<基本参数>		
Modbus地址		设备的Modbus地址，1~255
通信模块波特率		与通信模块的波特率一致，一般设置为9600
<AI模拟量采集相关参数>		
AI1采集量程		模拟量采集的量程
AI2采集量程		模拟量采集的量程
AI3采集量程		模拟量采集的量程
AI4采集量程		模拟量采集的量程
AI5采集量程		模拟量采集的量程
AI6采集量程		模拟量采集的量
AI7采集量程		模拟量采集的量
AI8采集量程		模拟量采集的量
<AI模拟通道校准相关参数>		
AI1增益值 gain		AI1采集的模拟量
AI1比例值 ratio		AI1采集的模拟量
AI1位移值 offset		AI1采集的模拟量计算公式
AI2增益值 gain		AI2采集的模拟量计算公式
AI2比例值 ratio		AI2采集的模拟量计算公式
AI2位移值 offset		AI2采集的模拟量计算公式 AI = (adc + gain) * ratio + offset
AI3增益值 gain		AI3采集的模拟量计算公式 AI = (adc + gain) * ratio + offset
AI3比例值 ratio		AI3采集的模拟量计算公式 AI = (adc + gain) * ratio + offset
AI3位移值 offset		AI3采集的模拟量计算公式 AI = (adc + gain) * ratio + offset
AI4增益值 gain		AI4采集的模拟量计算公式 AI = (adc + gain) * ratio + offset
AI4比例值 ratio		AI4采集的模拟量计算公式 AI = (adc + gain) * ratio + offset
AI4位移值 offset		AI4采集的模拟量计算公式 AI = (adc + gain) * ratio + offset

4.3 AI 模拟量采集相关参数

- AIx 采集量程：双击“参数值”栏，选择对应选项修改 AIx 采集量程

<AI模拟量采集相关参数>		
AI1采集量程	双击配置参数	模拟量采集的量程
AI2采集量程		模拟量采集的量程
AI3采集量程		模拟量采集的量程
AI4采集量程		模拟量采集的量程
AI5采集量程		模拟量采集的量程
AI6采集量程		模拟量采集的量程
AI7采集量程		模拟量采集的量程
AI8采集量程		模拟量采集的量程

4.4 AI 模拟通道参数校准参数（数值转换）

此参数用于转换模拟量值（例：将电压转换为温度值）
转换满足线性公式：

$$读数 = 输入 \times ratio + offset$$

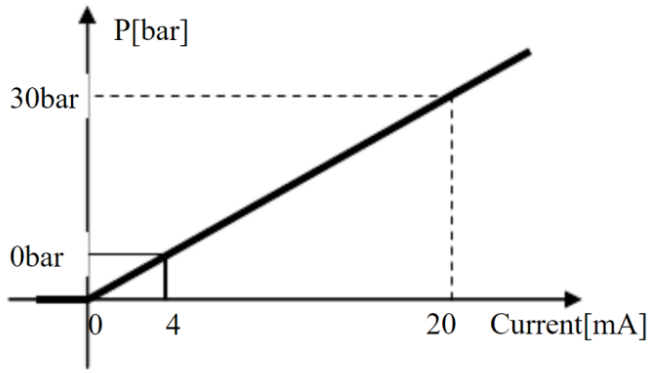
ratio 为比例系数 （初始为 1.0）
offset 为位置系数 （初始为 0.0）

<AI模拟通道校准相关参数>		
AI1比例值 ratio		AI1采集的模拟量计算公式 AI = adc * ratio + offset
AI1位移值 offset		AI1采集的模拟量计算公式 AI = adc * ratio + offset
AI2比例值 ratio		AI2采集的模拟量计算公式 AI = adc * ratio + offset
AI2位移值 offset		AI2采集的模拟量计算公式 AI = adc * ratio + offset
AI3比例值 ratio		AI3采集的模拟量计算公式 AI = adc * ratio + offset
AI3位移值 offset		AI3采集的模拟量计算公式 AI = adc * ratio + offset
AI4比例值 ratio		AI4采集的模拟量计算公式 AI = adc * ratio + offset
AI4位移值 offset		AI4采集的模拟量计算公式 AI = adc * ratio + offset

配置案例：
一款压力传感器输出线性曲线如下，连接传感器输出到设备“CH1”通道。

4～20mA 压力传感器

电流越大，压力越大。
压力测量范围 0~30bar



解二元一次方程

$$读数最大值 = 输入最大值 * ratio + offset$$

$$读数最小值 = 输入最小值 * ratio + offset$$

- 根据以上计算原理

$$30 = 20 * ratio + offset$$
$$0 = 4 * ratio + offset$$

计算出“ratio：1.875”“offset：7.5”，将计算得出的参数值通过配置软件设置到设备中。

<AI模拟通道校准相关参数>		
AI1比例值 ratio	1.875	AI1采集的模拟量计算公式 AI = adc * ratio + offset
AI1位移值 offset	7.5	AI1采集的模拟量计算公式 AI = adc * ratio + offset
AI2比例值 ratio		AI2采集的模拟量计算公式 AI = adc * ratio + offset
AI2位移值 offset		AI2采集的模拟量计算公式 AI = adc * ratio + offset
AI3比例值 ratio		AI3采集的模拟量计算公式 AI = adc * ratio + offset
AI3位移值 offset		AI3采集的模拟量计算公式 AI = adc * ratio + offset
AI4比例值 ratio		AI4采集的模拟量计算公式 AI = adc * ratio + offset
AI4位移值 offset		AI4采集的模拟量计算公式 AI = adc * ratio + offset

配置完参数后重启设备，给定传感器压力，再通过 modbus 03 功能码读取 CH1 通道值“9.12”即为实际压强值

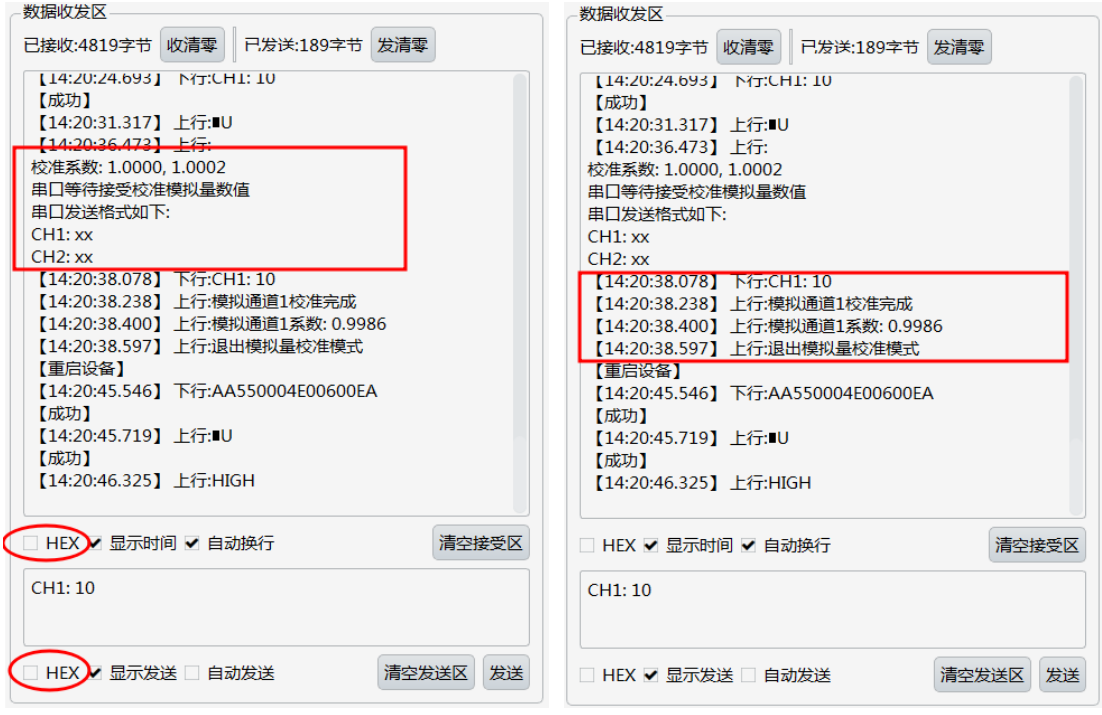
4.5 其他功能（精度校准）

校准模拟量精度

当系统精度不够时，产品提供一个用户精度校准功能

（1）设备串口连接上电脑，点击“命令集”中“校准模拟量精度”按钮进行模拟量校准

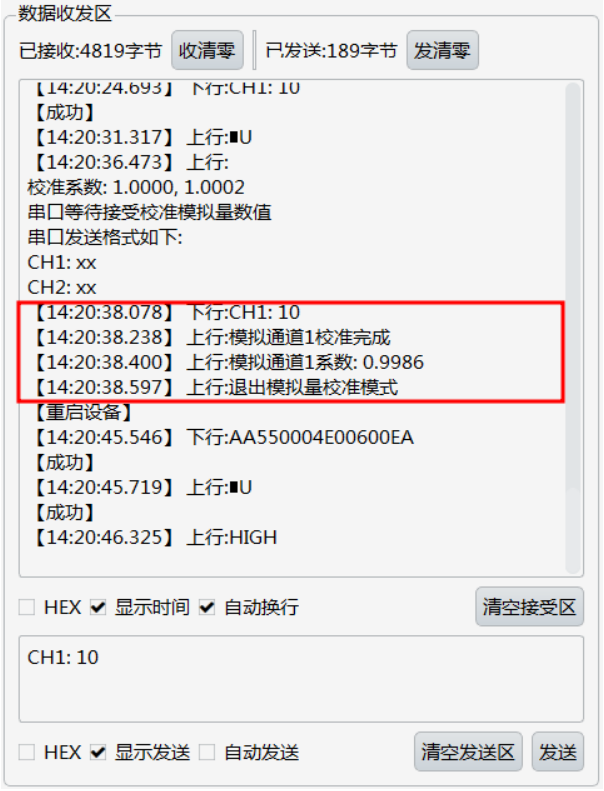
（2）取消勾选显示区“HEX”复选框，等到接受区提示如下内容时执行下一步



（3）给定模拟量 AIx 通道恒定基准电压（注意通道量程）

（4）发送通道基准电压格式 “CHx：xx”（例：“CH1：10”）注意取消勾选发送区“HEX”复选按钮

（5）等待设备提示校准消息



（6）重启设备

五、ModbusRTU 通讯协议、组态软件软件说明

5.1 通讯协议

本产品兼容标准 Modbus RTU 从站协议，能够支持标准 Modbus RTU 组态软件，详细内容介绍参考“第六章 Modbus 协议详解”

快速上手可参照“5.3 Modbus 通讯实例”

5.2 寄存器地址

寄存器地址	名称	字节数	说明	备注
模拟量输入				
0x0000(0)	AI1_H	2	模拟量通道 1 高	每个模拟量通道占 2 个 Modbus 寄存器，4 个字节，格式为浮点数，浮点数格式符合 IEEE 754 标准 可参照 5.3 读取 AI 0~20mA：0~20.000 0~5V：0~5.000
0x0001(1)	AI1_L	2	模拟量通道 1 低	
0x0002(2)	AI2_H	2	模拟量通道 2 高	
0x0003(3)	AI2_L	2	模拟量通道 2 低	
0x0004(4)	AI3_H	2	模拟量通道 3 高	
0x0005(5)	AI3_L	2	模拟量通道 3 低	
0x0006(6)	AI4_H	2	模拟量通道 4 高	
0x0007(7)	AI4_L	2	模拟量通道 4 低	
0x0008(8)	AI5_H	2	模拟量通道 5 高	
0x0009(9)	AI5_L	2	模拟量通道 5 低	
0x000A(10)	AI6_H	2	模拟量通道 6 高	
0x000B(11)	AI6_L	2	模拟量通道 6 低	
0x000C(12)	AI7_H	2	模拟量通道 7 高	
0x000D(13)	AI7_L	2	模拟量通道 7 低	
0x000E(14)	AI8_H	2	模拟量通道 8 高	
0x000F(15)	AI8_L	2	模拟量通道 8 低	
0x0100(256)	AI1_D	2	模拟量通道 1	AI 整数寄存器 0~20mA：000~2000 0~5V：000~500
0x0101(257)	AI2_D	2	模拟量通道 2	
0x0100(258)	AI3_D	2	模拟量通道 3	
0x0101(259)	AI4_D	2	模拟量通道 4	
0x0100(260)	AI5_D	2	模拟量通道 5	
0x0101(261)	AI6_D	2	模拟量通道 6	
0x0100(262)	AI7_D	2	模拟量通道 7	
0x0101(263)	AI8_D	2	模拟量通道 8	

5.2 Modbus RTU 功能码

功能码	操作	说明
03	读取 AI 寄存器值	读取 AI 寄存器值
04	读取 AI 寄存器值	读取 AI 寄存器值

详细讲解参照“第六章 Modbus 协议详解”

5.3 Modbus 通讯实例

读取 AI:

给定输入 4.96（40 9E E7 CF）

a. 用 03 功能码读取浮点数 AI1:
发送：01 03 00 00 00 02 C4 0B
接受：01 03 04 40 9E E7 CF 85 B9
4.96 IEE 浮点数十六进制为（40 9E E7 CF）

b. 用 04 功能码读取浮点数 AI1：
发送：01 04 00 00 00 02 71 CB
接受：01 04 04 40 9E CE 1F 9A 02

C. 用 03 功能码读取整数 AI1：
发送：01 03 01 00 00 01 85 F6
接收：01 03 02 01 F0 B9 90
整数读出数值为 496（0x01F0）

d. 用 04 功能码读取整数 AI1：
发送：01 04 01 00 00 01 30 36
接收：01 04 02 01 F0 B8 E4
整数读出数值为 496（0x01F0）

六、协议详解

地址域	功能码	数据	差错检验

Modbus 使用“big-Endian”（大端模式）表示地址和数据项，这就意味着当发射多个字节时，首先发送最高字节。

例如：寄存器地址为 0x0014，首先发送的是 0x00，然后才是 0x14。

一个正常的 Modbus 响应：响应功能码=请求功能码。

一个 Modbus 的异常响应：响应功能码=请求功能码+0x80，提供一个异常码来指示差错原因。

6.1 功能码描述

6.1.1 01 读线圈

可以使用此功能码读取继电器 DO1~DO8 的状态。

请求 PDU 详细说明了起始地址，即指定第一个线圈的地址和线圈数量，从零开始寻址线圈，因此寻址线圈 1-8 为 0-7。

响应 PDU 中 N 个字节的线圈状态的每一个 bit 位代表一个线圈的状态，状态 1=ON, 0=OFF。第一个字节的最低位 LSB 代表第 0 号线圈的状态（即起始地址指定的线圈号为 0 号线圈），其他线圈依次类推，一直到这个字节的最高位 MSB 为止，并且后续字节中都是由低到高代表连续的各线圈状态。

如果线圈数量不是 8 的倍数，将用零填充剩余最后数据字节中的剩余比特，字节数量域说明了数据的完整字节数。

请求 PDU

地址	1 个字节	
功能码	1 个字节	0x01
起始地址	2 个字节	0x0014 至 0x001B
线圈数量	2 个字节	n(1 至 8)
CRC 校验	2 个字节	

注：线圈状态的字节数 N=线圈数量 n/8，如果余数不等于 0，则 N=n/8+1

错误响应 PDU

地址	1 个字节	
功能码	1 个字节	0x81 (请求功能码+0x80)
异常码	1 个字节	0x01 或 0x02 或 0x03 或 0x04
CRC 校验	2 个字节	

这是一个读离散量 DO1-DO8 的实例

请求	响应

地址	64	地址	64
功能码	01	功能码	01
起始地址高 H	00	字节数	01
起始地址低 L	14	DO1-DO8 状态	5A
线圈数量高 H	00	CRC 校验高 H	CF
线圈数量低 L	08	CRC 校验低 L	7F
CRC 校验高 H	74		
CRC 校验低 L	3D		

发送：6401001400087 43D　　DTU 响应：64010101CF7F

DO1-DO8 的状态字节为 5A，二进制 01011010，DO1 是这个字节的 LSB(第 0 位)为 0 表示断开，DO2 是第 1 位为 1 表示闭合，DO3 是第 2 位为 0 表示断开， DO4 是第 3 位为 1 表示闭合，DO5 是第 4 位为 1 表示闭合，DO6 是第 5 位为 0 表示断开，DO7 是第 6 位为 1 表示闭合，DO8 是第 1 位为 0 表示断开。

6.1.2　03 读保持寄存器

6.1.3　04 读输入寄存器

使用该功能码可以读取所有寄存器包括 AI1-AI8、DO1-DO8 的状态。

请求 PDU 详细说明了起始寄存器地址和寄存器数量，从零开始寻址寄存器，因此寻址寄存器 1-32 为 0-32。

响应报文中的寄存器数据每个寄存器有 2 个字节，对于每一个寄存器，第一个字节代表寄存器值的高位，第二个字节代表寄存器值的低位。字节数为寄存器数量乘以 2。对于 AI1-AI8，一个通道占用 2 个寄存器，4 个字节的值使用浮点数表示，对于 DO1-DO8，2 个字节的值 0000 代表继电器断开，0001 代表继电器闭合。

请求 PDU

地址	1 个字节	
功能码	1 个字节	0x03 或 04
起始地址	2 个字节	0x0000 至 0x001B
寄存器数量	2 个字节	n(1 至 32)
CRC 校验	2 个字节	

响应 PDU

地址	1 个字节	
功能码	1 个字节	0x03 或 0x04
字节数	1 个字节	N=2*n
寄存器值	N 个字节	N=2*n,　n 为寄存器数量

CRC 校验	2 个字节	

错误响应 PDU

地址	1 个字节	
功能码	1 个字节	0x83 或 0x84　(请求功能码+0x80)
异常码	1 个字节	0x01 或 0x02 或 0x03 或 0x04
CRC 校验	2 个字节	

这是一个读模拟量输入 AI1-AI8 的

请求		响应	
地址	64	地址	64
功能码	03	功能码	03
起始地址高 H	00	字节数	30
起始地址低 L	00	AI1-AI8 值	16 个字节
寄存器数量高 H	00	CRC 校验高 H	
寄存器数量低 L	10	CRC 校验低 L	
CRC 校验高 H	4C		
CRC 校验低 L	35		

发送：6403000000103433

6.1.4　05 写单个线圈

可以使用该功能码写单个继电器 DO1-DO8 为断开或闭合

请求数据域中的常量说明请求的 ON/OFF 状态，十六进制值 0xFF00 请求输出为 ON(闭合)，十六进制值 0x0000 请求输出为 OFF(断开)，其他所有值都是非法的，对输出不起作用，DTU 返回错误响应。

请求域中的输出地址规定了要写入线圈的地址。

正常响应是请求的应答，在写入线圈状态后返回这个正常响应。

请求 PDU

地址	1 个字节	
功能码	1 个字节	0x05
输出地址	2 个字节	0x0014 至 0x001B
输出值	2 个字节	0x0000 或 0xFF00
CRC 校验	2 个字节	

响应 PDU

地址	1 个字节	
功能码	1 个字节	0x05
输出地址	2 个字节	0x0014 至 0x001B

输出值	2 个字节	0x0000 或 0xFF00
CRC 校验	2 个字节	

错误响应 PDU

地址	1 个字节	
功能码	1 个字节	0x85 (请求功能码+0x80)
异常码	1 个字节	0x01 或 0x02 或 0x03 或 0x04
CRC 校验	2 个字节	

这是一个请求写线圈 DO2 为 ON(闭合)的实例

请求		响应	
地址	64	地址	64
功能码	05	功能码	05
输出地址高 H	00	输出地址高 H	00
输出地址低 L	15	输出地址低 L	15
输出值高 H	FF	输出值高 H	FF
输出值低 L	00	输出值低 L	00
CRC 校验高 H	94	CRC 校验高 H	94
CRC 校验低 L	0B	CRC 校验低 L	0B

发送：64050015FF00940B　　DTU 响应：64050015FF00940B

6.1.5　06 写单个寄存器

可以使用该功能码写单个继电器 DO1-DO8 为断开或闭合。

请求数据域中的寄存器值说明请求的 ON/OFF 状态，十六进制值 0001 请求输出为 ON(闭合)，十六进制值 0x0000 请求输出为 OFF(断开)。

请求域中的寄存器地址规定了要写入线圈的地址。

正常响应是请求的应答，在写入线圈状态后返回这个正常响应。

请求 PDU

地址	1 个字节	
功能码	1 个字节	0x06
寄存器地址	2 个字节	0x0014 至 0x001B
寄存器值	2 个字节	0x0000 至 0xFFFF
CRC 校验	2 个字节	

响应 PDU

地址	1 个字节	
功能码	1 个字节	0x06
寄存器地址	2 个字节	0x0014 至 0x001B
寄存器值	2 个字节	0x0000 至 0xFFFF

CRC 校验	2 个字节	

错误响应 PDU

地址	1 个字节	
功能码	1 个字节	0x86 (请求功能码+0x80)
异常码	1 个字节	0x01 或 0x02 或 0x03 或 0x04
CRC 校验	2 个字节	

这是一个请求写线圈 DO2 为 ON(闭合)的实例

请求		响应	
地址	64	地址	64
功能码	06	功能码	06
寄存器地址高 H	00	寄存器地址高 H	00
寄存器地址低 L	15	寄存器地址低 L	15
寄存器值高 H	00	寄存器值高 H	00
寄存器值低 L	01	寄存器值低 L	01
CRC 校验高 H	50	CRC 校验高 H	50
CRC 校验低 L	3B	CRC 校验低 L	3B

发送：640600150001503B　　DTU 响应：640600150001503B

6.1.6　0F 写多个线圈

可以使用此功能码写多个继电器 DO1~DO8 为断开或闭合。

请求 PDU 详细说明了起始地址，即指定第一个线圈的地址和线圈数量，从零开始寻址线圈，因此寻址线圈 1-8 为 0-7。

请求数据域中的内容说明了被请求的 ON/OFF 状态，域比特位中的逻辑“1”请求相应输出为 ON, 域比特位中的逻辑“0”请求相应输出为 OFF。从数据域中第一个字节的 bit0 开始到 bit7，然后到第二个字节的 bit0，依次表示第一个线圈到第 n 个线圈的 ON/OFF 值。

正常响应返回功能码、起始地址和线圈数量。

请求 PDU

地址	1 个字节	
功能码	1 个字节	0x0F
起始地址	2 个字节	0x0014 至 0x001B
线圈数量	2 个字节	n(1 至 8)
字节数	1 个字节	N=n/8,　或 N=n/8+1
输出值	N 个字节	
CRC 校验	2 个字节	

注：线圈输出字节数 N=线圈数量 n/8, 如果余数不等于 0，则 N=n/8+1

响应 PDU

地址	1 个字节	
功能码	1 个字节	0x0F
起始地址	2 个字节	0x0014 至 0x001B
线圈数量	2 个字节	n(1 至 8)
CRC 校验	2 个字节	

错误响应 PDU

地址	1 个字节	
功能码	1 个字节	0x8F (请求功能码+0x80)
异常码	1 个字节	0x01 或 0x02 或 0x03 或 0x04
CRC 校验	2 个字节	

这是一个请求从线圈 D01 开始写入 4 个线圈的实例

请求		响应	
地址	64	地址	64
功能码	0F	功能码	0F
起始地址高 H	00	起始地址高 H	00
起始地址低 L	14	起始地址低 L	14
线圈数量高 H	00	线圈数量高 H	00
线圈数量低 L	02	线圈数量低 L	02
字节数	01	CRC 校验高 H	9D
输出值	02	CRC 校验低 L	FB
CRC 校验高 H	68		
CRC 校验低 L	82		

发送：640F001400020103A942　　DTU 响应：640F001400029DFB

D01-D02 的输出值为 02，二进制 00000010，D01 是这个字节的 LSB(第 0 位)为 0 表示断开，D02 是第 1 位为 1 表示闭合，用 0 填充剩余未使用的 6 位。

6.1.7　10 写多个寄存器

使用该功能码可以写连续寄存器 D01-D08 的状态。

请求 PDU 详细说明了起始寄存器地址、寄存器数量、字节数和寄存器值，从零开始寻址寄存器，因此寻址寄存器 1-16 为 0-15。

寄存器数据中每个寄存器有 2 个字节，对于每一个寄存器，第一个字节代表寄存器值的高位，第二个字节代表寄存器值的低位。字节数为寄存器数量乘以 2，2 个字节的值 0000 代表继电器断开，0001 代表继电器闭合。

正常响应返回功能码、起始地址和被写入寄存器的数量。

请求 PDU

地址	1 个字节	

功能码	1 个字节	0x10
起始地址	2 个字节	0x0014 至 0x001B
寄存器数量	2 个字节	n(1 至 8)
字节数	1 个字节	N=2*n
寄存器值	N 个字节	N=2*n,　n 为寄存器数量
CRC 校验	2 个字节	

响应 PDU

地址	1 个字节	
功能码	1 个字节	0x10
起始地址	2 个字节	0x0014 至 0x001B
寄存器数量	2 个字节	n(1 至 8)
CRC 校验	2 个字节	

错误响应 PDU

地址	1 个字节	
功能码	1 个字节	0x90　(请求功能码+0x80)
异常码	1 个字节	0x01 或 0x02 或 0x03 或 0x04
CRC 校验	2 个字节	

这是一个控制继电器 DO1-DO4 的实例

请求		响应	
地址	64	地址	64
功能码	10	功能码	10
起始地址高 H	00	起始地址高 H	00
起始地址低 L	14	起始地址低 L	14
寄存器数量高 H	00	寄存器数量高 H	00
寄存器数量低 L	02	寄存器数量低 L	02
字节数	04	CRC 校验高 H	08
DO1 寄存器值高 H	00	CRC 校验低 L	39
DO1 寄存器值高 L	01		
DO2 寄存器值高 H	00		
DO2 寄存器值高 L	00		
DO3 寄存器值高 H	4D		
DO3 寄存器值高 L	5D		
DO4 寄存器值高 H	64		
DO4 寄存器值高 L	10		
CRC 校验高 H	00		
CRC 校验低 L	14		

发送：64100014000204000100004D5D　　DTU 响应：6410001400020839

DO1 寄存器值为 0001 表示闭合，DO2 寄存器值为 0000 表示断开

6.2 错误码描述

错误码含义：当 DTU 收到错误的 Modbus 指令时，会返回功能码为请求功能码+0x80，紧随着一个字节的错误码代表出错原因。

错误码 01：表示不支持的功能码，众山 DTU 支持上述 8 种功能码，除此之外的功能码都会返回错误码为 01 的错误。

错误码 02：表示起始地址不存在或者起始地址加上寄存器数量后的地址不存在。总的来说表示访问的寄存器不存在。

错误码 03：表示寄存器数量不符合规范或者寄存器值非法。

错误码 04：表示读写寄存器错误。

6.3 CRC 校验算法

CRC 即循环冗余校验码（Cyclic Redundancy Check ）：是数据通信领域中最常用的一种查错校验码，其特征是信息字段和校验字段的长度可以任意选定。循环冗余检查（CRC）是一种数据传输检错功能，对数据进行多项式计算，并将得到的结果附在帧的后面，接收设备也执行类似的算法，以保证数据传输的正确性和完整性。

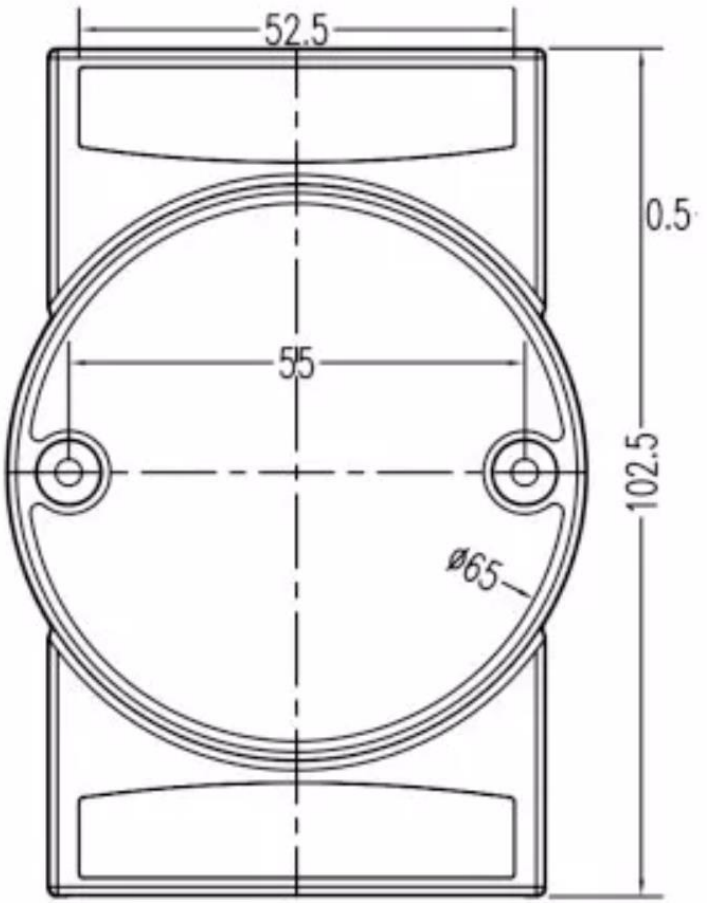
详细计算方法见“第七章 附录二：CRC 校验算法”

附 CRC 校验算法代码：

七、附录

附录一：

外形尺寸



附录二：

CRC 校验算法:

```
uint16_t mb_crc( uint8_t *snd, uint16_t num )
{
  uint8_t CRC_Lb, CRC_Hb;
  uint8_t CRC_L, CRC_H;
  uint16_t crc;
```

```
CRC_H = 0xFF;
CRC_L = 0xFF;

for ( uint16_t i = 0; i < num; i++ ) {
  CRC_L = CRC_L ^ snd[i];
  for ( uint16_t j = 0; j < 8; j++ ) {
    CRC_Lb = CRC_L;
    if ((CRC_L & 1) == 1) {
      CRC_L  = (CRC_L - 1) / 2;
      CRC_Lb = CRC_L;
      CRC_Hb = CRC_H;
      if ( (CRC_H & 1) == 1 ) {
        CRC_L  = CRC_L + 128;
        CRC_Lb = CRC_L;
        CRC_H  = (CRC_H - 1) / 2;
        CRC_Hb = CRC_H;
      } else {
        CRC_H  = CRC_H / 2;
        CRC_Hb = CRC_H;
      }
      CRC_L  = CRC_L ^ 1;
      CRC_Lb = CRC_L;
      CRC_H  = CRC_H ^ 0xA0;
      CRC_Hb = CRC_H;
    }
    else
    {
      CRC_L  = CRC_L / 2;
      CRC_Lb = CRC_L;
      CRC_Hb = CRC_H;
      if ( (CRC_H & 1) == 1 ) {
        CRC_L  = CRC_L + 128;
        CRC_Lb = CRC_L;
        CRC_H  = (CRC_H - 1) / 2;
        CRC_Hb = CRC_H;
      } else {
        CRC_H  = CRC_H / 2;
        CRC_Hb = CRC_H;
      }
    }
  }
}
crc   = CRC_L;
```

```
  crc <<= 8;
  crc  |= CRC_H;
  return crc;
}
```

附录三：

更新记录

v1.3
    修改
        * 参数表格 电源 5~40 改为 5~35V
        * 尺寸说明放置在附录一
        * CRC 校验算法放置在附录二
    新增
        * NPN 开关量输出功能特性描述
        * Modbus 示例高亮指示
        * 表格行色差
        * 文档内部快捷跳转链接
v1.2
    新增
        * 1.3 技术参数 DO 开关量参数

v1.1
    新增
        * 第七章，modbus 协议详解内容
    修改
        * 初稿错别字表述

v1.0
    编写
        * 4 路模拟量产品说明书初稿