远向电子
YUAN XIANG ELECTRONIC

成都远向电子科技有限公司产品说明书

产品名称：温度传感器 TS101/102

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

温度传感器 TS101/102 是我司推出的一款高性能温度测量产品，其测量范围-30℃~120℃（极限-40℃~125℃）。它能通过 485 串口直接输出测量到的温度数据，使用非常方便。广泛应用于工业生产、机器人避障、智能设备等场合。

1.2 性能特点

- 9~36V DC 带防反接保护电源
- 支持 RS485 串口数据主动输出
- 测量范围-30℃~120℃
- 支持标准 Modbus-RTU 通信协议
- 支持 RS485 串口通信
- 高分辨率 0.1℃

1.3 技术参数

数据接口	通讯接口	RS485
	波特率	1200～115200bps
	数据格式	8N1,8O1,8E1,8N2,8O2,8E2
	通讯协议	Modbus-RTU
测量范围	-30℃~120℃	
传输速率	0.1-100Hz	
精度	≤±0.5℃	
电源参数	电源规格	9～36V
	功耗	12V-0.24W
工作环境	工作温度、湿度	-40℃～125℃，0%RH～95%RH
分辨率	0.1℃	
多连接	支持	

二、外观尺寸

2.1 产品外观

2.2 产品分类

RS485温度传感器分别有单探头测温/双探头测温
双探头温度传感器可满足两个物体单独测温，
互不干扰，2路高精度输入数据

单探头型号：TS101

双探头型号：TS102

三、产品接线图、跳线、指示灯说明

3.1 设备接口

- **底部 4 槽接线位：**

  VCC：　电源正极/继电器公共端

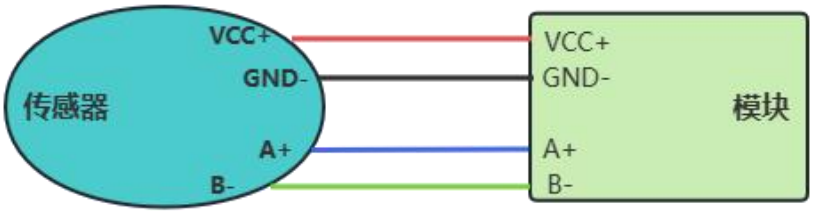
  GND：　电源负极

  A+：　RS485 通讯线 A

  B+：　RS485 通讯线 B

3.2 接线图

（1） 传感器与模块接线图



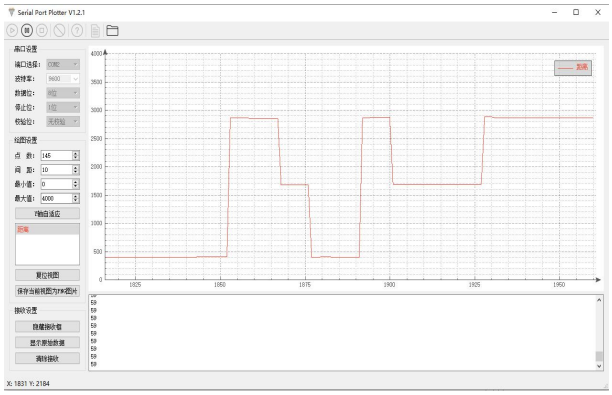
3.3 使用测试说明

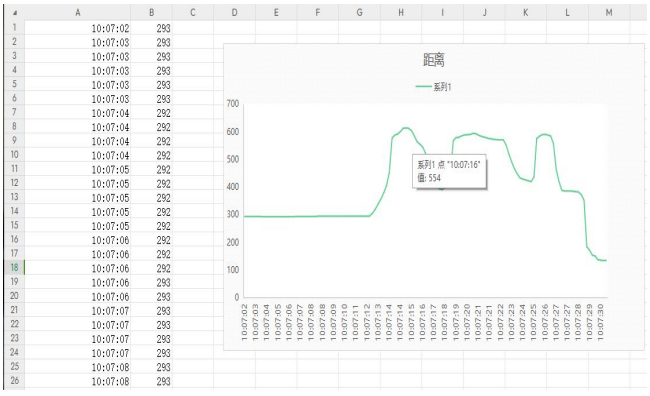
1.给设备接入电源和 USB 转 485 串口线接入电脑，使用我司提供的参数配置软件进行参数的读取和配置。

2.设备支持标准 Modbus-RTU 协议，可读取设备 0x0000~0x0003 地址获取温度数据，具体请查看第四章。

3.传感器默认支持众山用户脚本，可以配置脚本进行一些自定义操作，可主动输出温度值，例：@PRINT=$@PRINT=IO@PRINT=;@D=1

以上例子便是将温度数据进行输出，可更改系数来校准输出值，并且可结合我司提供的软件查看折线图并保存测量数据为 CSV 表格。





注：脚本功能请参考脚本手册，可视化软件请在众山物联电子知识库进行下载

3.4 传感器使用注意事项

1. 供电为 9~36V 宽电压输入，请严格按照要求进行供电，否则将很大概率烧毁探头。
2. 此探头为接触式探头，一般来说是探头表面温度。
3. 传感器默认串口参数为 9600 8N1，通电 5 秒内以默认参数运行。
4. 传感器 485 接口严禁接触到任何电源！
5. 传感器不具备防摔功能，所以要轻拿轻防以免传感器里面的测温探头摔坏，而影响使用。

四、ModbusRTU 通讯协议地址以及案例说明

4.1 通讯协议

本产品支持标准 Modbus RTU 从站协议，能够支持标准 Modbus RTU 组态软件，详细内容介绍参考本文第六章内容

4.2 寄存器地址

寄存器名称	寄存器地址	字节数	类型	备注
温度探头 1(高)	0x0000（0）	2	浮点数	串口默认参数为：9600 8N1 浮点数格式一路通道占用两个寄存，4 个字节，符合 IEEE754 标准 -55℃~125℃：-55.0 -125.0 整数寄存器最高位为符号位，1 为负，0 为正，温度=寄存器值/10
温度探头 1(低)	0x0001（1）	2	浮点数	
温度探头 2(高)	0x0002（2）	2	浮点数	
温度探头 2(低)	0x0003（3）	2	浮点数	
温度探头 1	0x0200（512）	2	整数	
温度探头 1	0x0201（513）	2	整数	
温度探头 2	0x0202(514)	2	整数	
温度探头 2	0x0203(515)	2	整数	

注：0x0201（513）和 0x0203 寄存器已经映射到脚本变量 I0 和 I1 中，可通过脚本实现自定义操作

4.3 Modbus RTU 功能码

功能码	操作	说明
03	读取温度寄存器值	读取温度寄存器值
04	读取温度寄存器值	读取温度寄存器值

详细讲解参照本文第六章内容

4.4 Modbus 通讯实例

（1）读取 AI：

a. 用 03 功能码浮点数整数温度：

发送：01 03 00 00 00 04 D4 72
接收：01 03 08 41 81 99 9A C0 C6 66 66 F3 41
探头 1 温度为：41 81 99 9A 转换为整数为 16.2 摄氏度
探头 2 温度为 C0 C6 66 66 转换为整数为-6.2 摄氏度

b. 用 03 功能码读取探头 1 整数温度：

发送：01 04 02 00 00 01 85 B2
接收：01 04 02 01 A5 78 3F
整数读出数值为 165（0x00A5）实际温度为 165/10=16.5 摄氏度

五、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

5.1 配置软件

参数配置软件介绍：

5.1.1 配置软件包含有：

- 功能区：包含有配置软件所支持功能，以及功能那个切换选项
- 参数配置主区域：参数配置主要区域，参数项的读取、写入临时列表
- 串口/命令集区：涉及模块的参数读、写、重启等操作
- 串口日志区：命令集的操作日志

5.1.2 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”，然后对参数进行修改
（6）修改完参数后需要点击命令集里的“设置参数”，写入到模块中
（7）写入完成在日志区域会提示成功。

（8）通过点击“重启设备”按钮，重启模块设备使配置参数生效

5.2 配置基本参数

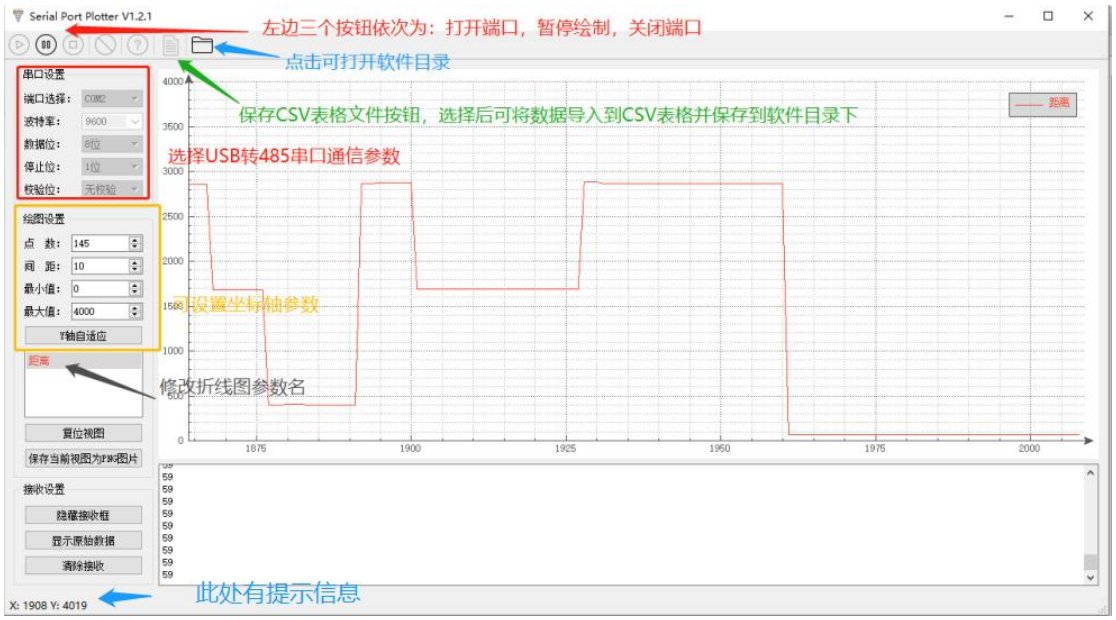
该系列参数涉及到对 485 通讯 Modbus 协议相关配置。

参数名称	参数值	参数说明
<基本参数>		
Modbus地址	双击修改参数	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
通信模奇偶校验		与通信模块的奇偶校验一致，一般设置为8N1

- Modbus 地址：Modbus 地址参数，可设置 1～255
- 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）
- 通讯模块就校验：设备 485 通讯奇偶校验位，可配置 8N1，8E1，801...

5.3 距离数据可视化测试

我司提供一个可将距离数据形成折线图的软件，可实现简单的模块功能测试。操作步骤如下图：



- 配置 USB 转 485 通信参数
- 勾选保存 csv 文件并打开串口
- 设置绘图设置，最小值为 0，最大值为 4000，点数和间距可自定义

注意：此时界面下方会出现当前的距离数据值。**若无上行数据请检查 USB-485 转换器是否正常工作，或尝试模块 485 AB 之间接 120 欧电阻。**

详细的测试演示可参考“用户测试文档”

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 DOx 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-N 为 0-(N-1)。

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 0x0015
线圈数量	2 个字节	n(1 至 n-1)
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 的实例

请求		响应	
地址	01	地址	01
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-DO4 状态	01
线圈数量高 H	00	CRC 校验高 H	90
线圈数量低 L	01	CRC 校验低 L	48
CRC 校验高 H	BD		
CRC 校验低 L	CE		

发送：010100140001BDCE　　RTU 响应：010101019048

DO1 的状态字节为 0D，二进制 00000001，DO1 是这个字节的 LSB(第 0 位)为 1 表示闭合，其他 DOx 是第(x-1)位为 0 表示断开，用 0 填充未使用位。

6.1.2 03 读保持寄存器/04 读输入寄存器

使用该功能码可以读取所有寄存器包括 AIx、DOx、DIx 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 0 开始寻址寄存器，因此寻址寄存器 1-N 为 0-(N-1)。

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 AI，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 DOx,2 个字节的值 0000 代表继电器断开,0001 代表继电器闭合,对于 DIx,2 个字节的值 0000 代表开关量无输入,0001 代表有输入。

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 0x0017
寄存器数量	2 个字节	n(1 至 N)
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 的实例

请求		响应	
地址	01	地址	01
功能码	03	功能码	03
起始地址高 H	00	字节数	04
起始地址低 L	00	AI1 值	4 个字节
寄存器数量高 H	00	CRC 校验高 H	
寄存器数量低 L	02	CRC 校验低 L	
CRC 校验高 H	C4		
CRC 校验低 L	0B		

发送：010300000002C40B RTU 响应:01030440199999AD40F

6.1.3 05 写单个线圈

可以使用该功能码写单个继电器 DOx 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，RTU 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 0x0015
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 0x0015
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 DO1 为 ON(闭合)的实例

请求		响应	
地址	01	地址	01
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	14	输出地址低 L	14
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	CC	CRC 校验高 H	CC
CRC 校验低 L	3E	CRC 校验低 L	3E

发送：01050014FF00CC3E　　RTU 响应：01050014FF00CC3E

6.1.4　06 写单个寄存器

可以使用该功能码写单个继电器 DOx 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 0x0015
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 0x0015
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 DO1 为 ON(闭合)的实例

请求		响应	
地址	01	地址	01
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	14	寄存器地址低 L	14
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	08	CRC 校验高 H	08
CRC 校验低 L	0E	CRC 校验低 L	0E

发送：0106001400010 80E　　RTU 响应：0106001400010 80E

6.1.5　0F 写多个线圈

可以使用此功能码写多个继电器 DOx 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-N 为 0-(N-1)。

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 0x0015
线圈数量	2 个字节	n(1 至 N)
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 0x0015
线圈数量	2 个字节	n(1 至 2)
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 DO1 开始写入 1 个线圈的实例

请求		响应	
地址	01	地址	01
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	01	线圈数量低 L	01
字节数	01	CRC 校验高 H	D4
输出值	01	CRC 校验低 L	0F
CRC 校验高 H	DF		
CRC 校验低 L	54		

发送：010F0014000201012F51　　RTU 响应：010F00140001D40F

DO1 的输出值为 01，二进制 00000001，DO1 是这个字节的 LSB(第 0 位)为 0 表示断开，DOx 是第(x-1)位为 1 表示闭合，用 0 填充剩余未使用位。

6.1.6　10 写多个寄存器

使用该功能码可以写连续寄存器 DOx 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-N 为 0-(N-1)。

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 0x0015
寄存器数量	2 个字节	n(1 至 N)
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 0x0015
寄存器数量	2 个字节	n(1 至 2)
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 DOx 的实例

请求		响应	
地址	01	地址	01
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	01	寄存器数量低 L	01
字节数	02	CRC 校验高 H	41
DO1 寄存器值高 H	00	CRC 校验低 L	CD
DO1 寄存器值高 L	01		
CRC 校验高 H	64		
CRC 校验低 L	84		

发送：01100014000102000164 84　　RTU 响应：01100014000141CD

DO1 寄存器值为 0001 表示闭合

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。

ModbusRTU 的 CRC16 计算初值：0xFFFF

ModbusRTU 的 CRC16 计算多项式 0xA001（二进制:1010 0000 0000 0001）

附 CRC 校验算法代码：

```
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;
}
```