

M-7012 用户手册 V2.0

基于 Modbus 的 12 路称重传感器采集模块

1 产品简介

M-7012（基于 Modbus 的 12 路称重传感器采集模块）可接入 12 路惠思登电桥称重传感器，将传感器输出的 $\pm 5\text{mV}$ 、 $\pm 10\text{mV}$ 、 $\pm 20\text{mV}$ 等信号转换成数字量，然后通过 RS485 进行数据上传。支持标准的 Modbus RTU 协议，可同其它遵循 Modbus RTU 协议的设备联合使用。

1.1 系统概述

M-7012 采集模块主要由电源电路、模拟量输入采样电路、隔离 RS485 收发电路及 MCU 等部分组成。采用高速 ARM 处理器作为控制单元，拥有隔离的 RS485 通讯接口，具有 ESD、过压、过流保护功能，避免了工业现场信号对模块通讯接口的影响，使通讯稳定可靠。

1.2 主要技术指标

1) 系统参数

供电电压：9~40VDC，电源反接保护

功率消耗：0.5W

工作温度： -10°C ~ 60°C

存储温度： -40°C ~ 85°C

相对湿度：5%~95%不结露

2) 模拟量输入参数

输入路数：12路差分信号

正常输入范围： $\pm 5\text{mV}$ 、 $\pm 10\text{mV}$ 、 $\pm 20\text{mV}$

隔离电压：2500VDC

输入电阻：350 Ω

ADC分辨率：24位

采样精度：优于0.1%

3) 通讯接口

通讯接口：RS485 接口，隔离1500VDC，±15kV ESD 保护、过流保护

隔离电压：1500V

通讯协议：Modbus RTU 协议

波特率：1.2k, 2.4k, 4.8k, 9.6k, 19.2k, 38.4k, 57.6k

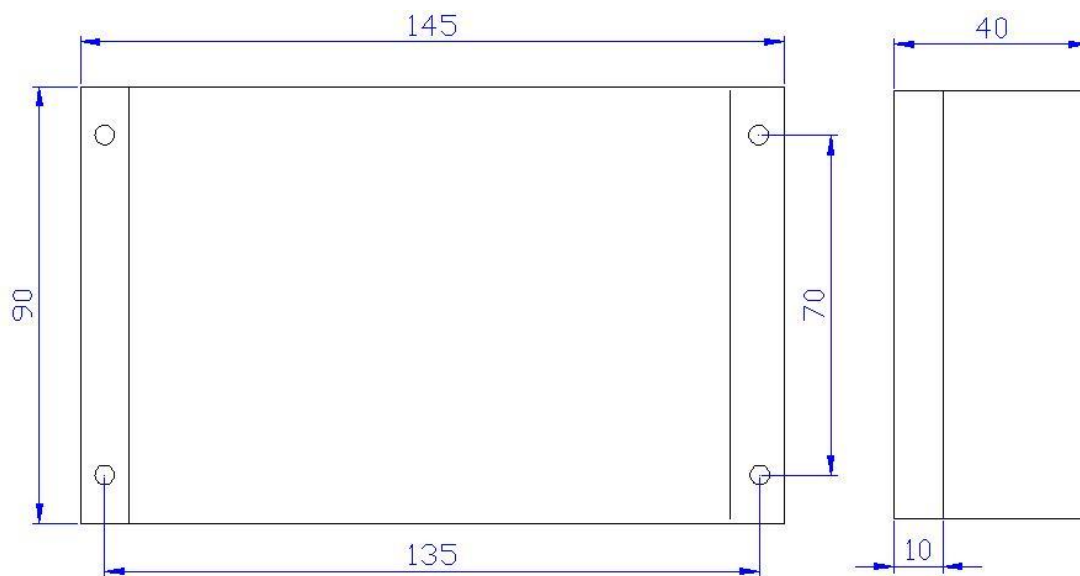
通讯数据格式：1个起始位，8个数据位，无、奇或偶校验，1个或2个停止位

1.3 外形及尺寸

外壳材料：ABS工程塑料

尺寸大小：145mm(长) * 90mm(宽) * 40mm(高)

安装方式：标准DIN35导轨安装和螺钉安装，安装尺寸如图所示。



2 端子与拨码开关

2.1 端子描述

1) 电源 T1

T1	定义	说明
1	V+	输入电源电压 9~40VDC，如 24VDC
2	GND	

1) 通讯端子 T2

T2	定义	说明
1	A	RS485+
2	B	RS485-

2) 传感器接线端子 J1/J2/J3/J4/J5/J6/J7/J8/J9/J10/J11/J12

	定义	说明
1	E+	5V 传感器电源+
2	S-	传感器信号输出-
3	S+	传感器信号输出+
4	E-	5V 传感器电源-

2.2 拨码开关 S1

1) 节点地址 ADDR (出厂默认节点地址为 1)

节点	S6	S7	S8	S9	S10
0	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
1	OFF	OFF	OFF	OFF	ON
2	OFF	OFF	OFF	ON	OFF
3	OFF	OFF	OFF	ON	ON
4	OFF	OFF	ON	OFF	OFF
5	OFF	OFF	ON	OFF	ON
6	OFF	OFF	ON	ON	OFF
7	OFF	OFF	ON	ON	ON
8	OFF	ON	OFF	OFF	OFF
9	OFF	ON	OFF	OFF	ON
10	OFF	ON	OFF	ON	OFF
11	OFF	ON	OFF	ON	ON
12	OFF	ON	ON	OFF	OFF
13	OFF	ON	ON	OFF	ON

14	OFF	ON	ON	ON	OFF
15	OFF	ON	ON	ON	ON
16	ON	OFF	OFF	OFF	OFF
17	ON	OFF	OFF	OFF	ON
18	ON	OFF	OFF	ON	OFF
19	ON	OFF	OFF	ON	ON
20	ON	OFF	ON	OFF	OFF
21	ON	OFF	ON	OFF	ON
22	ON	OFF	ON	ON	OFF
23	ON	OFF	ON	ON	ON
24	ON	ON	OFF	OFF	OFF
25	ON	ON	OFF	OFF	ON
26	ON	ON	OFF	ON	OFF
27	ON	ON	OFF	ON	ON
28	ON	ON	ON	OFF	OFF
29	ON	ON	ON	OFF	ON
30	ON	ON	ON	ON	OFF
31	ON	ON	ON	ON	ON

2) 波特率 BAUD (出厂默认波特率为 9600bps、1 个起始位, 8 个数据位, 无校验, 1 个停止位)

波特率	S3	S4	S5
1200bps	OFF	OFF	OFF
2400bps	OFF	OFF	ON
4800bps	OFF	ON	OFF
9600bps	OFF	ON	ON
19200bps	ON	OFF	OFF
38400bps	ON	OFF	ON
57600bps	ON	ON	OFF
115200bps	ON	ON	ON

3) 数据格式 CM (出厂默认为 1 个起始位, 8 个数据位, 无校验, 1 个停止位)

通讯的数据格式为: 1 个起始位, 8 个数据位, 校验和停止位如下:

描述	S1	S2
无校验, 1 个停止位	OFF	OFF
无校验, 2 个停止位	OFF	ON
奇校验, 1 个停止位	ON	OFF
偶校验, 1 个停止位	ON	ON

2.3 状态指示灯

工作状态		描述
D1	红色常亮	模块故障
	绿色常亮	模块正常
D2	红色闪烁或常亮	通讯故障或通讯超时
	绿色闪烁	正在收发通讯数据包

注: D2 指示灯绿色闪烁的频率和通讯状态有关。通讯波特率越高, 闪烁越快; 通讯越频繁, 闪烁越快; 如果总线上没有数据包传输, 则不闪烁。

3 IO 与模块参数

MODBUS 协议规定了 4 种元件, 分别是: 离散输入(Di scret e Input)、线圈(Coi l)、保持寄存器(Ho l di ng Regi ster)、输入寄存器(Input Regi ster)。模块中所有的 IO 和参数都映射到特定的 MODBUS 元件, 通过读写这些元件就可以操作模块完成各项功能。

3 IO 与模块参数

MODBUS 协议规定了 4 种元件, 分别是: 离散输入(Di scret e Input)、线圈(Coi l)、保持寄存器(Ho l di ng Regi ster)、输入寄存器(Input Regi ster)。模块中所有的 IO 和参数都映射到特定的 MODBUS 元件, 通过读写这些元件就可以操作模块完成各项功能。

3.1 模拟量输入

M-7012 采集模块有 12 路模拟量输入通道，分别映射到如下表中的输入寄存器和保持寄存器，均为 32 位有符号整型数据，可通过读输入寄存器、保持寄存器的值来获得模拟量测量值。

输入寄存器如下表：

输入通道	Modbus 元件			读写
	类型	PLC 地址	Modbus 地址	
AI0	输入寄存器	30001	0(0x0000)	只读
AI1	输入寄存器	30003	2(0x0002)	只读
AI2	输入寄存器	30005	4(0x0004)	只读
AI3	输入寄存器	30007	6(0x0006)	只读
AI4	输入寄存器	30009	8(0x0008)	只读
AI5	输入寄存器	30011	10(0x000A)	只读
AI6	输入寄存器	30013	12(0x000C)	只读
AI7	输入寄存器	30015	14(0x000E)	只读
AI8	输入寄存器	30017	16(0x0010)	只读
AI9	输入寄存器	30019	18(0x0012)	只读
AI10	输入寄存器	30021	18(0x0014)	只读
AI11	输入寄存器	30023	18(0x0016)	只读

保持寄存器如下表：

输入通道	Modbus 元件			读写
	类型	PLC 地址	Modbus 地址	
AI0	保持寄存器	40001	0(0x0000)	只读
AI1	保持寄存器	40003	2(0x0002)	只读
AI2	保持寄存器	40005	4(0x0004)	只读
AI3	保持寄存器	40007	6(0x0006)	只读
AI4	保持寄存器	40009	8(0x0008)	只读
AI5	保持寄存器	40011	10(0x000A)	只读
AI6	保持寄存器	40013	12(0x000C)	只读

AI 7	保持寄存器	40015	14(0x000E)	只读
AI 8	保持寄存器	40017	16(0x0010)	只读
AI 9	保持寄存器	40019	18(0x0012)	只读
AI 10	保持寄存器	40021	18(0x0014)	只读
AI 11	保持寄存器	40023	18(0x0016)	只读

3.2 模块参数

M-7012 采集模块的节点地址、波特率通过拨码开关设置后，在上电时自动进行配置，无需软件配置。

M-7012 采集模块具有零点校准和满度校准功能，对应的参数映射到输出线圈和保持寄存器中，通过相应功能码写入模块内部的 EEPROM 中，上电时自动加载此参数。

当使用零点校准时，需要保证相应通道的传感器和模块正确连接且保持空载。在进行满度校准前，需要执行相应的零点校准操作。零点校准对应的输出线圈如下：

参数	元件类型	PLC 地址	Modbus 地址	功能码	读写
AI 0 清零	线圈	01001	1000(0x03E8)	05	只写
AI 1 清零	线圈	01002	1001(0x03E9)	05	只写
AI 2 清零	线圈	01003	1002(0x03EA)	05	只写
AI 3 清零	线圈	01004	1003(0x03EB)	05	只写
AI 4 清零	线圈	01005	1004(0x03EC)	05	只写
AI 5 清零	线圈	01006	1005(0x03ED)	05	只写
AI 6 清零	线圈	01007	1006(0x03EE)	05	只写
AI 7 清零	线圈	01008	1007(0x03EF)	05	只写
AI 8 清零	线圈	01009	1008(0x03F0)	05	只写
AI 9 清零	线圈	01010	1009(0x03F1)	05	只写
AI 10 清零	线圈	01011	1010(0x03F2)	05	只写
AI 11 清零	线圈	01012	1011(0x03F3)	05	只写

当进行满度校准前，请务必先进行相应通道的零点校准。满度校准数据格式是 32 位无符号长整型数据，满度校准数据取值范围为 10~999999，对应的满度

校准系数取值范围为 0.00010~9.99999。举例：满度校准数据为 100000 表示满度校准系数为 1.00000；满度校准数据为 10000 表示满度校准系数为 0.10000。

满度校准数据对应的保持寄存器如下：

参数	元件类型	PLC 地址	Modbus 地址	功能码	读写
AI 0 满度校准	保持寄存器	41001	1000(0x03E8)	10	只写
AI 1 满度校准	保持寄存器	41003	1002(0x03EA)	10	只写
AI 2 满度校准	保持寄存器	41005	1004(0x03EC)	10	只写
AI 3 满度校准	保持寄存器	41007	1006(0x03EE)	10	只写
AI 4 满度校准	保持寄存器	41009	1008(0x03F0)	10	只写
AI 5 满度校准	保持寄存器	41011	1010(0x03F2)	10	只写
AI 6 满度校准	保持寄存器	41013	1012(0x03F4)	10	只写
AI 7 满度校准	保持寄存器	41015	1014(0x03F6)	10	只写
AI 8 满度校准	保持寄存器	41017	1016(0x03F8)	10	只写
AI 9 满度校准	保持寄存器	41019	1018(0x03FA)	10	只写
AI 10 满度校准	保持寄存器	41021	1020(0x03FC)	10	只写
AI 11 满度校准	保持寄存器	41023	1022(0x03FE)	10	只写

3.3 校准流程

以 AI0 通道为例，对传感器进行零点校准和满度校准：

第一步：检查传感器极性，接好传感器，保证硬件连接正确；

第二步：空载时，对通道进行零点校准，参考 4.2.3；

第三步：放上标准负载，等待数据稳定后，读取该通道的测量值，参考 4.2.1；

第四步：如读取的测量值与实际负载不符合，按照如下公式计算满度校准值：

满度校准值=100000*期望的测量值/读取的测量值。比如，读取的测量值为 12500（125.00kg），而期望的测量值为 10000（100.00kg），则满度校准值为 =100000*10000/12500=80000，十进制 80000 转成 16 进制为 0x00013880；

第五步：将满度校准值写入相应的地址，参考 4.2.4，满度校准完成之后，读取的测量值与期望的测量值一致表示校准完成；

第六步：读取校准后的值即为负载的测量值，参考 4.2.1。

4 通讯协议

M-7012 采集模块遵循标准的 MODBUS RTU 协议，MODBUS 通讯协议详细信息请参见 MODBUS 标准化组织网站：<http://www.modbus.org/>，这里结合采集模块简要介绍 MODBUS RTU 协议。

4.1 MODBUS 通讯模式

MODBUS 协议使用查询/响应通讯模式。MODBUS 主站设备向选定地址的从站设备发送请求报文，报文中包含了主站要求从站执行的操作以及完成该操作所需要的任何附加信息。被选定的从站收到请求报文后，执行报文中指定的操作，并根据执行结果发出响应报文。如果操作正确完成，则响应正常报文；如果在执行过程中发生错误，则响应出错报文。主站根据从站响应报文判断从站操作结果，以执行下一步操作。

4.2 模块支持的功能码

M-7012 采集模块支持 03、04、05、16 号功能码，各功能码及所操作的元件如下表所示。

元件		功能码	读写	功能
I/O	保持寄存器	03	读	读多个保持寄存器
	输入寄存器	04	读	读多个输入寄存器
参数配置	线圈	05	写	写单个线圈
	保持寄存器	16	写	写多个保持寄存器

4.2.1 03 号功能码

1) 主站请求报文

报文内容	长度	取值范围	示例
从站地址	1 字节	0x01~0x1F	0x01
功能码	1 字节	0x03	0x03
起始地址	2 字节	0x0000~0x005F	0x0000
输入数量	2 字节	0x0001~0x0060	0x0002
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0xC40B

注 1：主站请求报文示例，读从 0 开始的 2 个保持寄存器（即读保持寄存器 0 和读保持寄存器 1，映射为模块的第一路模拟量输入测量值 AI0）。

2) 从站正常响应报文

报文内容	长度	取值范围	示例
从站地址	1 字节	0x01~0x1F	0x01
功能码	1 字节	0x03	0x03
字节数量	1 字节	N	0x04
输入数据	N 字节	0x0000~0xFFFF	0x0000 0x30D4
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0xEE6C

注1：N=响应中数据的字节数量。

注2：读取的测量值AI0，16进制值为0x000030D4，十进制值为12500。

3) 从站异常响应报文

报文内容	长度	取值范围	示例
从站地址	1 字节	0x01~0x1F	0x01
功能码	1 字节	0x83	0x83
错误代码	1 字节	0x01（不是支持的功能码）	0x01
		0x02（起始地址不在范围之间）	
		0x03（寄存器数量不在范围之间）	
		0x04（数据校验错误）	
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x80F0

4.2.2 04 号功能码

1) 主站请求报文

报文内容	长度	取值范围	示例
从站地址	1 字节	0x01~0x1F	0x01
功能码	1 字节	0x04	0x04
起始地址	2 字节	0x0000~0x002F	0x0000

输入数量	2 字节	0x0001~0x0030	0x0002
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x71CB

注 1：主站请求报文示例，读从 0 开始的 2 个输入寄存器（即读输入寄存器 0 和输入寄存器 1，映射为模块的第一路模拟量输入测量值 AI0）。

2) 从站正常响应报文

报文内容	长度	取值范围	示例
从站地址	1 字节	0x01~0x1F	0x01
功能码	1 字节	0x04	0x04
字节数量	1 字节	N	0x04
输入数据	N 字节	0x0000~0xFFFF	0x0000 0x30D4
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0xEFDB

注 1：N=响应中数据的字节数量。

注 2：读取的测量值 AI0，16 进制值为 0x000030D4，十进制值为 12500。

3) 从站异常响应报文

报文内容	长度	取值范围	示例
从站地址	1 字节	0x01~0x1F	0x01
功能码	1 字节	0x84	0x84
错误代码	1 字节	0x01（不是支持的功能码）	0x01
		0x02（起始地址不在范围之间）	
		0x03（寄存器数量不在范围之间）	
		0x04（数据校验错误）	
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x82C0

4.2.3 05 号功能码

05 号功能码用于写单个线圈，写时，请求报文中指定的线圈必须存在并可写，否则模块将以出错报文响应。

1) 主站请求报文

报文内容	长度	取值范围	示例
从站地址	1 字节	0x01~0x1F	0x01
功能码	1 字节	0x05	0x05
线圈地址	2 字节	0x03E8~0x03F3	0x03E8
线圈状态	2 字节	0x0000 或 0xFF00	0xFF00
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x0C4A

注 1：主站请求报文示例，将线圈地址 0 的输出写为 1，即对 AI0 进行零点校准。

注 2：该指令只在零点校准时使用，切勿频繁操作，以免损坏内部 EEPROM。

2) 从站正常响应报文

报文内容	长度	取值范围	示例
从站地址	1 字节	0x01~0x1F	0x01
功能码	1 字节	0x05	0x05
线圈地址	2 字节	0x03E8~0x03F3	0x03E8
线圈状态	2 字节	0x0000 或 0xFF00	0xFF00
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x0C4A

3) 从站异常响应报文

报文内容	长度	取值范围	示例
从站地址	1 字节	0x01~0x1F	0x01
功能码	1 字节	0x85	0x85
错误代码	1 字节	0x01 (不是支持的功能码)	0x01
		0x02 (线圈地址不在范围之间)	
		0x03 (线圈状态不是 0x0000 或 0xFF00)	
		0x04 (数据校验错误)	
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x8350

4.2.4 16 号功能码

16 号功能码用于一次写 2 个保持寄存器。写时，请求报文中指定的寄存器必须存在并可写，否则模块将以出错报文响应。

1) 主站请求报文

报文内容	长度	取值范围	示例
从站地址	1 字节	0x01~0x1F	0x01
功能码	1 字节	0x10	0x10
起始地址	2 字节	0x03E8~0x03FE	0x03E8
寄存器数量	2 字节	N	0x0002
字节数	1 字节	2*N	0x04
寄存器值	2*N 字节		0x0001 0x3880
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0xAB11

注 1: 主站请求报文示例, 写 AIO 满度校准值为 80000, 即 16 进制的 0x00013880。

注 2: 该指令只在满度校准时使用, 切勿频繁操作, 以免损坏内部 EEPROM。

2) 从站正常响应报文

报文内容	长度	取值范围	示例
从站地址	1 字节	0x01~0x1F	0x01
功能码	1 字节	0x10	0x10
起始地址	2 字节	0x03E8~0x03FE	0x03E8
寄存器数量	2 字节	N	0x0002
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0xC1B8

3) 从站异常响应报文

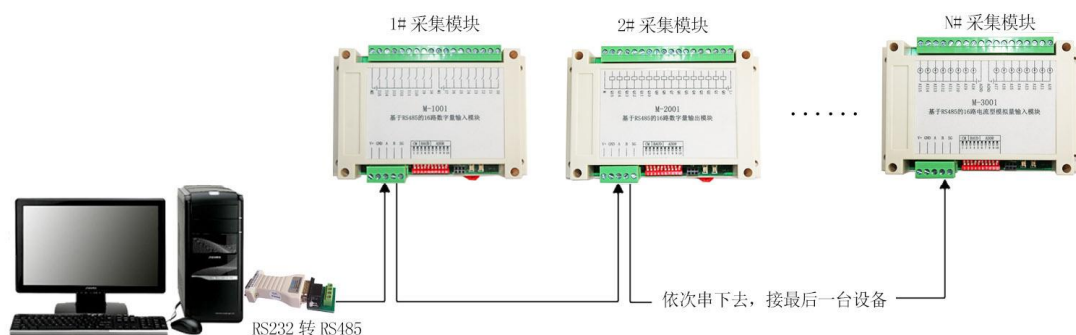
报文内容	长度	取值范围	示例
从站地址	1 字节	0x01~0x1F	0x01
功能码	1 字节	0x90	0x90
错误代码	1 字节	0x01 (不是支持的功能码)	0x01
		0x02 (起始地址不在区间内)	
		0x03 (寄存器数量不在区间内)	
		0x04 (数据校验错误)	
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x8DC0

5 应用指南

M-7012采集模块是基于RS485总线的I/O模块，模块组网时，需要配备以下设备：

- 1) Modbus主机，如PC、PLC、工控机等；
- 2) 直流电源(9~40V)，如12V或24V电源；
- 3) 如果Modbus主机只有RS232接口，则必须配备隔离的RS232/RS485转换器。

如下图所示，以带RS485接口的PC机作为Modbus主机为例



RS485 接线原理图

在组网前，需要根据系统需求确定RS485总线的波特率以及每个模块的节点地址，这些均可通过10位拨码开关进行设置，拨码开关设置完成后，模块上电时自动保持所设参数，无需软件配置。值得注意的是，总线上每个模块的波特率和数据通讯格式必须一致，且每个模块的节点地址必须是唯一的。

M-7012采集模块遵循标准的Modbus RTU协议，可以与任何遵循Modbus RTU协议的设备配合使用。如常用的组态软件、支持Modbus RTU协议的PLC等，详细信息请见相应的使用说明。