

M-6003 用户手册 V1.1

基于 Modbus 的 8AI/8AO/8DO 采集模块

1 产品简介

M-6003 作为通用型模拟量采集模块广泛应用于冶金、化工、机械、消防、建筑、电力、交通等工业行业中，可接入 8 路温度、湿度、液位、压力、流量、PH 值等传感器输出的 0~10V 模拟量信号，可以输出 8 路 0~10V 信号控制现场设备，同时具有 8 路继电器输出信号。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-6003 模块主要由电源电路、模拟量输入采样电路、模拟量输出电路、继电器输出电路、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：18~36VDC，电源反接保护

功率消耗：小于10W

工作温度：-10℃~60℃

存储温度：-40℃~85℃

相对湿度：5%~95%不结露

2) 模拟量输入参数

输入路数：8路

电压输入：0~5V、-5~5V、0~10V、-10~10V，输入阻抗1MΩ

ESD电压：7KV

信噪比：96dB SNR

ADC分辨率：16位

采样精度：0.1%

3) 模拟量输出参数

输出路数：8路

输出范围：0~10V

电压输出时，含导线负载电阻 $\geq 500\Omega$

分辨率：15位

模拟量精度：0.2%

4) 继电器输出参数

输出路数：8路

输出类型：继电器常开输出

干接点容量：30VDC/5A，220VAC/5A

5) 通讯接口

通讯接口：RS485 接口，隔离1500VDC， $\pm 15\text{kV}$ 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

尺寸：250mm(长) * 110mm(宽) * 60mm(高)

安装方式：DN35导轨安装或螺钉安装(240 mm *100 mm，孔直径5mm)



2 端子

2.1 端子描述

1) T1 端子

T1	定义	说明
1	Vi 4	第 5 路模拟量输入
2	Vo4	第 5 路模拟量输出
3	AGND	模拟量公共端
4	K4a	第 5 路干接点 a 端
5	K4b	第 5 路干接点 b 端
6	Vi 5	第 6 路模拟量输入
7	Vo5	第 6 路模拟量输出
8	AGND	模拟量公共端
9	K5a	第 6 路干接点 a 端
10	K5b	第 6 路干接点 b 端
11	Vi 6	第 7 路模拟量输入
12	Vo6	第 7 路模拟量输出
13	AGND	模拟量公共端
14	K6a	第 7 路干接点 a 端
15	K6b	第 7 路干接点 b 端
16	Vi 7	第 8 路模拟量输入
17	Vo7	第 8 路模拟量输出
18	AGND	模拟量公共端

19	K7a	第 8 路干接点 a 端
20	K7b	第 8 路干接点 b 端
21	NC	悬空
22	NC	悬空
23	V-	输入电源电压 18~36VDC, 如 24VDC
24	V+	

2) T2 端子

T2	定义	说明
1	A	RS485+
2	B	RS485-
3	SG	RS485 信号地
4	NC	悬空
5	Vi 0	第 1 路模拟量输入
6	Vo0	第 1 路模拟量输出
7	AGND	模拟量公共端
8	K0a	第 1 路干接点 a 端
9	K0b	第 1 路干接点 b 端
10	Vi 1	第 2 路模拟量输入
11	Vo1	第 2 路模拟量输出
12	AGND	模拟量公共端
13	K1a	第 2 路干接点 a 端
14	K1b	第 2 路干接点 b 端
15	Vi 2	第 3 路模拟量输入
16	Vo2	第 3 路模拟量输出
17	AGND	模拟量公共端
18	K2a	第 3 路干接点 a 端
19	K2b	第 3 路干接点 b 端
20	Vi 3	第 4 路模拟量输入
21	Vo3	第 4 路模拟量输出

22	AGND	模拟量公共端
23	K3a	第 4 路干接点 a 端
24	K3b	第 4 路干接点 b 端

2.2 状态指示灯

工作状态		描述
D1	绿色常亮	模块电源指示
D2	绿色闪烁	正在收发通讯数据包
D3	红色闪烁或常亮	通讯故障或通讯超时

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(Hol 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 继电器输出

M-6003 模块有 8 个继电器输出通道，分别映射到线圈元件的 0~7 号，可通过写线圈元件的值来改变模块输出状态，继电器输出映射如下所示：

输出通道	Modbus 元件			读写
	类型	PLC 地址	Modbus 地址	
K0	线圈	00001	0	只写
	保持寄存器	40001.0	0.0	只读
K1	线圈	00002	1	只写
	保持寄存器	40001.1	0.1	只读
K2	线圈	00003	2	只写
	保持寄存器	40001.2	0.2	只读
K3	线圈	00004	3	只写

	保持寄存器	40001.3	0.3	只读
K4	线圈	00005	4	只写
	保持寄存器	40001.4	0.4	只读
K5	线圈	00006	5	只写
	保持寄存器	40001.5	0.5	只读
K6	线圈	00007	6	只写
	保持寄存器	40001.6	0.6	只读
K7	线圈	00008	7	只写
	保持寄存器	40001.7	0.7	只读

3.2 模拟量输出

M-6003 模块有 8 路模拟量输出通道，分别映射到第 2~9 号保持寄存器，可通过写保持寄存器的值来输出模拟量值，如下所示：

输入通道	Modbus 元件			读写
	类型	PLC 地址	Modbus 地址	
A00	保持寄存器	40002	1	只写
A01	保持寄存器	40003	2	只写
A02	保持寄存器	40004	3	只写
A03	保持寄存器	40005	4	只写
A04	保持寄存器	40006	5	只写
A05	保持寄存器	40007	6	只写
A06	保持寄存器	40008	7	只写
A07	保持寄存器	40009	8	只写

模块定义了模拟量输出通道的输出类型和数据范围，如下表所示：

输出数据		输出信号	
类型	范围	类型	范围
16 位无符号整型数	0~32767	电压	0~10V

3.3 模拟量输入

M-6003 模块有 8 路模拟量输入通道，分别映射到第 0~7 号输入寄存器、第

10~17 号保持寄存器，可通过读输入寄存器、读保持寄存器的值来获得模拟量输入值，如下所示：

输入通道	Modbus 元件			读写
	类型	PLC 地址	Modbus 地址	
AI 0	输入寄存器	30001	0	只读
	保持寄存器	40010	9	只读
AI 1	输入寄存器	30002	1	只读
	保持寄存器	40011	10	只读
AI 2	输入寄存器	30003	2	只读
	保持寄存器	40012	11	只读
AI 3	输入寄存器	30004	3	只读
	保持寄存器	40013	12	只读
AI 4	输入寄存器	30005	4	只读
	保持寄存器	40014	13	只读
AI 5	输入寄存器	30006	5	只读
	保持寄存器	40015	14	只读
AI 6	输入寄存器	30007	6	只读
	保持寄存器	40016	15	只读
AI 7	输入寄存器	30008	7	只读
	保持寄存器	40017	16	只读

模块定义了模拟量输入通道的输入类型和数据范围，如下表所示：

输入信号		输入数据	
类型	范围	类型	范围
电压	-10V~10V	16 位有符号整型数	-32768~32767

3.4 通讯设置

M-6003 模块定义了超时时间参数用于控制通讯超时报警功能。该参数映射到保持寄存器 30016（高 16 位）和保持寄存器 30017（低 16 位）中，该参数通过 16 号功能码写入模块内部的 EEPROM 中，上电时自动加载此参数。

超时时间参数为 32 位无符号整数，单位为 ms，该参数范围为 0x0000000A~

0x000493E0，对应 10~30000ms，如 0x00002710 表示 10000ms。如果不需要启用超时功能，将该值设置为 0x00000000。

M-6003 模块的节点地址、波特率和数据格式通过软件设置后，在上电时自动进行配置。节点地址、波特率、数据格式参数值映射到保持寄存器 30018 和 30019 中。

参数	元件类型	PLC 地址	Modbus 地址	功能码	描述
超时时间	保持寄存器	430017	30016	03 或 16	超时时间 高 16 位
	保持寄存器	430018	30017		超时时间 低 16 位
通讯设定	设定方式	430019	30018	03 或 16	高 8 位
	节点地址				低 8 位
	波特率	430020	30019	03 或 16	高 8 位
	数据格式				低 8 位

注 1：设定方式（软件设定方式）

设定值	设定方式
0x00~0xFF	软件设定

注 2：节点地址（出厂默认节点地址为 1）

设定值	节点地址
0x01~0xFE	0x01~0xFE(软件设定)

注 3：波特率（出厂默认波特率为 9600bps）

设定值	波特率
0x00	1200bps
0x01	2400bps
0x02	4800bps
0x03	9600bps
0x04	19200bps
0x05	38400bps

0x06	57600bps
------	----------

注 4：数据格式（出厂默认为 1 个起始位，8 个数据位，无校验，1 个停止位）

设定值	数据格式
0x00	无校验，1 个停止位
0x01	无校验，2 个停止位
0x02	奇校验，1 个停止位
0x03	偶校验，1 个停止位

4 通讯协议

M-6003 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 M-6003 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-6003 模块支持 01、03、04、05、06、15、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	线圈	01	读	读多个线圈
		05	写	写单个线圈
		15	写	写多个线圈
	保持寄存器	03	读	读多个保持寄存器

		06	写	写单个保持寄存器
		16	写	写多个保持寄存器
	输入寄存器	04	读	读多个输入寄存器
参数配置	保持寄存器	03	读	读多个保持寄存器
		16	写	写多个保持寄存器

4.2.1 01 号功能码

01 号功能码用于读取线圈状态。可同时读取从地址 0~7 开始的 1 个或连续多个线圈，比如从地址 0 开始的 8 个线圈。注意，不能读取不存在的线圈，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	0x01	0x01
起始地址	2 字节	0x0000~0x0007	0x0000
线圈数量	2 字节	0x0001~0x0008	0x0008
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x3DCC

注 1：起始地址和线圈数量相加不能大于 8，否则会以出错报文响应。

注 2：主站请求报文示例，读从 0 开始的 8 个线圈状态。

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	0x01	0x01
字节数量	1 字节	N	0x01
输入状态	N 字节	0x00~0x00FF	0xF0
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x51CC

注 1：N=线圈数量/8，如果余数不等于 0，则 N=N+1。

注 2：线圈状态：K7~K4 为 1，K3~K0 为 0。

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	0x82	0x82
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 (线圈数量不在范围之间)	
		0x04 (数据校验错误)	
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x8160

4.2.1 03 号功能码

03 号功能码用于读取 1 个或连续多个保持寄存器的值，读时，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	0x03	0x03
起始地址	2 字节	0x0000~0x002F	0x0009
输入数量	2 字节	0x0001~0x0030	0x0001
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x5408

注 1：主站请求报文示例，读从 9 开始的 1 个保持寄存器（即读保持寄存器 10，映射为模块的第一路模拟量输入 AI0）。

注 2：起始地址和输入寄存器数量相加不能大于 48，否则会以出错报文响应。

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	0x02
输入数据	N 字节	0x8000~0x7FFF	0x2666

CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x220E
--------	------	---------------	--------

注1：N=响应中数据的字节数量。

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

4.2.3 04 号功能码

04 号功能码用于读取 1 个或连续多个输入寄存器的值，读时，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	0x04	0x04
起始地址	2 字节	0x0000~0x001F	0x0000
输入数量	2 字节	0x0001~0x0020	0x0008
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0xF1CC

注 1: 主站请求报文示例，读从 0 开始的 8 个输入寄存器（即读输入寄存器 1~8，映射为模块的模拟量输入 AI0~AI7）。

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	0x10
输入数据	N 字节	0x8000~0x7FFF	0x2666 0x2666 0x2666 0x2666 0x2666 0x2666 0x2666 0x2666
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x7732

注1: N=响应中数据的字节数量。

注 2: 从站正常响应报文示例, 此处输入数据均为 0x2666, 换成十进制为 9830, 对应输入电压: $(10-0) * (9830-0) / (32767-0) + 0 = 3V$ 。

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

4.2.4 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	0x0000~0x0007	0x0000
线圈状态	2 字节	0x0000 或 0xFF00	0xFF00
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x8C3A

注 1：主站请求报文示例，将线圈地址 0 的输出写为 1，即 K0=1。

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	0x0000~0x0007	0x0000
线圈状态	2 字节	0x0000 或 0xFF00	0xFF00
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x8C3A

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

4.2.5 06 号功能码

06 号功能码用于写单个保持寄存器，写时，请求报文中指定的保持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	0x06	0x06
起始地址	2 字节	0x0000~0x0007	0x0001
寄存器值	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x0001
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x19CA

注 1：主站请求报文示例，写 3 号保持寄存器的值为 0x0001。

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	0x06	0x06
起始地址	2 字节	0x0000~0x000F	0x0001
寄存器值	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x0001
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x19CA

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	0x86	0x86
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 (寄存器值不在范围之间)	
		0x04 (数据校验错误)	
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x830A

4.2.6 15 号功能码

15 号功能码用于写连续多个线圈，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	0x0F	0x0F
起始地址	2 字节	0x0000~0x0007	0x0000
线圈数量	2 字节	0x0001~0x0008	0x0008
字节数量	1 字节	N	0x01
线圈状态	N 字节		0x80
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0xFF35

注 1: N=线圈数量/8, 如果余数不等于 0, 则 N=N+1。

注 2: 主站请求报文示例, 同时控制 8 路继电器输出, 即 K7 为 1, K6~K0 为 0。

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	0x0F	0x0F
起始地址	2 字节	0x0000~0x000F	0x0000
线圈数量	2 字节	0x0001~0x0010	0x0008
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x540D

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	0x8F	0x8F
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 (线圈数量不在范围之间)	
		0x04 (数据校验错误)	
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x85F0

4.2.7 16 号功能码

16 号功能码用于写保持寄存器, 比如, 一次写 1 个或连续多个保持寄存器。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	0x0001~0x0008 或 0x7530~0x7540	0x0001
寄存器数量	2 字节	N	0x0008
字节数	1 字节	2*N	0x10
寄存器值	2*N 字节		0x4000 0x4000 0x4000 0x4000 0x4000 0x4000 0x4000 0x4000
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x7977

注 1: 主站请求报文示例, 写从 40002 开始的 8 个保持寄存器 (8 路模拟量输出), 输出电压均为: $(10-0) * (16384-0) / (32767-0) + 0 = 5V$ 。

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	0x0001 ~ 0x0008 或 0x7530~0x7540	0x0001
寄存器数量	2 字节	N	0x0008
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x900F

3) 从站异常响应报文

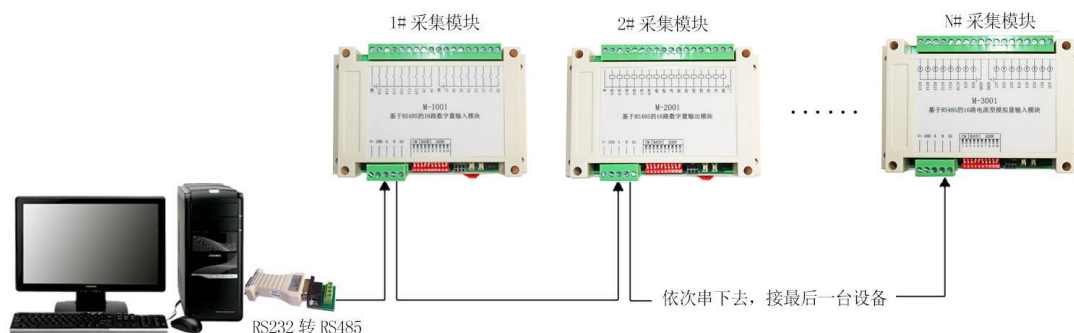
报文内容	长度	取值范围	示例
从站地址	1 字节	0x01~0x1F	0x01
功能码	1 字节	0x90	0x90
错误代码	1 字节	0x01 (不是支持的功能码)	0x01
		0x02 (起始地址不在范围之内)	
		0x03 (寄存器数量不在范围之内)	
		0x04 (数据校验错误)	
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x8DC0

5 应用指南

M-6003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(18~36VDC)，如24VDC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、数据通讯格式以及每个模块的节点地址。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-6003模块可以与遵循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。