

M-4001 用户手册 V2.1

基于 Modbus 的 8 路模拟量输出模块

1 产品简介

M-4001（基于 Modbus 的 8 路模拟量输出模块）作为通用模拟量输出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，模块可以输出 8 路 0~20mA、4~20mA、0~5V 或 1~5V 模拟量信号，模拟量信号与主电路隔离，能有效抑制工业现场干扰。支持标准的 Modbus RTU 协议，并具有通讯超时检测功能，可同其它遵循 Modbus RTU 协议的设备联合使用。

1.1 系统概述

M-4001 模块主要由电源电路、模拟量输出电路、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：不接电流输出时1W，带负载最大功耗4W

工作温度：-10℃~60℃

存储温度：-40℃~85℃

相对湿度：5%~95%不结露

2) 模拟量输出参数

输出路数：8路

输出范围：0~20mA，4~20mA，0~5V，1~5V可配置

隔离电压：1500VDC

负载电阻：电流输出时，含导线负载电阻 $\leq 500\Omega$ ，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%

3) 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

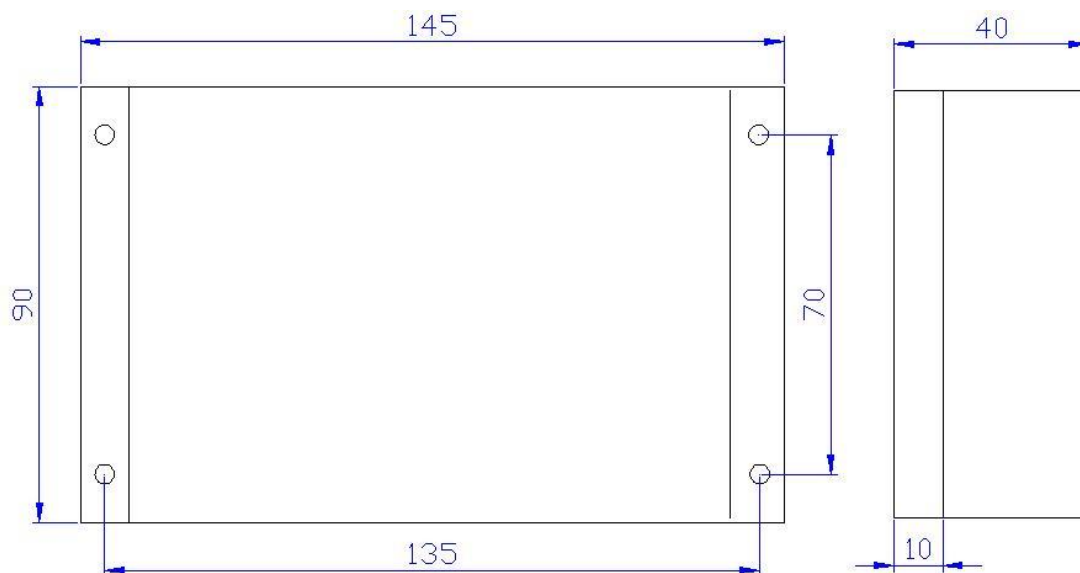
通讯数据格式：1个起始位，8个数据位，无、奇或偶校验，1个或2个停止位

1.3 外形及尺寸

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：

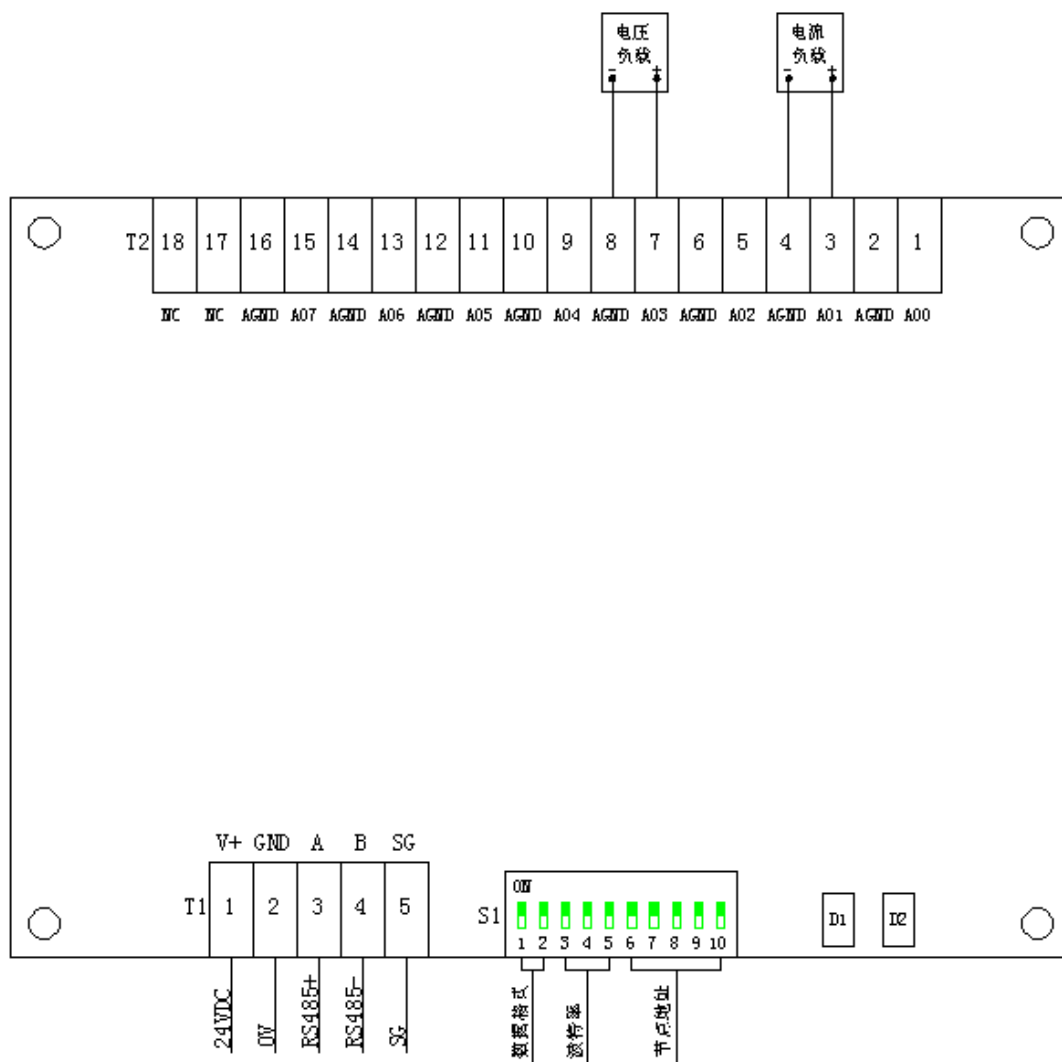


2 模块功能

2.1 模拟量输出

现场电流/电压负载接至M-4001模块的输出端，主站写入的设定值经计算后，

输出相应的电流/电压值，负载接线如图所示：



3 端子与拨码开关

3.1 端子描述

1) 电源和通讯端子 T1

T1	定义	说明
1	V+	输入电源电压 18~36VDC，如 24VDC
2	GND	
3	A	RS485+
4	B	RS485-
5	SG	RS485 信号地

2) 模拟量输出端子 T2

T2	定义	说明
1	A00	第 1 路模拟量输出
2	AGND	模拟量公共端
3	A01	第 2 路模拟量输出
4	AGND	模拟量公共端
5	A02	第 3 路模拟量输出
6	AGND	模拟量公共端
7	A03	第 4 路模拟量输出
8	AGND	模拟量公共端
9	A04	第 5 路模拟量输出
10	AGND	模拟量公共端
11	A05	第 6 路模拟量输出
12	AGND	模拟量公共端
13	A06	第 7 路模拟量输出
14	AGND	模拟量公共端
15	A07	第 8 路模拟量输出
16	AGND	模拟量公共端
17	NC	悬空
18	NC	悬空

3.2 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)

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

3.3 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。

4 IO 与模块参数

MODBUS 协议规定了 4 种元件, 分别是: 离散输入(Discrete Input)、线圈(Coil)、保持寄存器(Holding Register)、输入寄存器(Input Register)。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。

4.1 模拟量输出

M-4001 模块有 8 路模拟量输出通道，分别映射到第 0~7 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			功能码
	类型	PLC 地址	Modbus 地址	
A00	保持寄存器	40001	0	03、06 或 16
A01	保持寄存器	40002	1	03、06 或 16
A02	保持寄存器	40003	2	03、06 或 16
A03	保持寄存器	40004	3	03、06 或 16
A04	保持寄存器	40005	4	03、06 或 16
A05	保持寄存器	40006	5	03、06 或 16
A06	保持寄存器	40007	6	03、06 或 16
A07	保持寄存器	40008	7	03、06 或 16

4.2 模块参数

M-4001 模块的节点地址、波特率和数据格式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-4001 模块定义了模拟量输出通道的输出类型，通过 16 号功能码对保持寄存器 30001~30007 参数值进行设定，来实现对 A00~A07 输出类型的设置，输出类型如下表所示：

参数值	拨码开关 S2	输出类型	输出范围	输出设定值范围
0x0000 或 0xFFFF	OFF	电流	4~20mA	0~10000
0x0001	OFF	电流	0~20mA	0~10000
0x0002	ON	电压	1~5V	0~10000
0x0003	ON	电压	0~5V	0~10000

出厂默认：参数值为 0xFFFF，拨码开关 S2 为 OFF，即 4~20mA 电流输出。

M-4001 模块同时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 10~300000ms，如 0x00002710 表示 10000ms。如果不需要启用超时功能，将该值设置为 0x00000000 或 0xFFFFFFFF，出厂默认值为 0xFFFFFFFF。

参数	元件类型	PLC 地址	Modbus 地址	功能码	描述
A00 输出类型	保持寄存器	430001	30000	03 或 16	设置通道 0 输出类型
A01 输出类型	保持寄存器	430002	30001	03 或 16	设置通道 1 输出类型
A02 输出类型	保持寄存器	430003	30002	03 或 16	设置通道 2 输出类型
A03 输出类型	保持寄存器	430004	30003	03 或 16	设置通道 3 输出类型
A04 输出类型	保持寄存器	430005	30004	03 或 16	设置通道 4 输出类型
A05 输出类型	保持寄存器	430006	30005	03 或 16	设置通道 5 输出类型
A06 输出类型	保持寄存器	430007	30006	03 或 16	设置通道 6 输出类型
A07 输出类型	保持寄存器	430008	30007	03 或 16	设置通道 7 输出类型
预留	保持寄存器	430009	30008	03 或 16	
预留	保持寄存器	430010	30009	03 或 16	
预留	保持寄存器	430011	30010	03 或 16	
预留	保持寄存器	430012	30011	03 或 16	
预留	保持寄存器	430013	30012	03 或 16	
预留	保持寄存器	430014	30013	03 或 16	
预留	保持寄存器	430015	30014	03 或 16	
预留	保持寄存器	430016	30015	03 或 16	

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

5 通讯协议

M-4001 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-4001 模块简要介绍 MODBUS RTU 协议。

5.1 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。

5.2 模块支持的功能码

M-4001 模块支持 03、06、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
	保持寄存器	06	写	写单个保持寄存器
	保持寄存器	16	写	写多个保持寄存器
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

5.2.1 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	0x0000~0x0019	0x0000
输入数量	2 字节	0x0001~0x001A	0x0001
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x840A

注 1：主站请求报文示例，读从 0 开始的 1 个保持寄存器（即读保持寄存器 0，映射为模块的第 1 路模拟量输出 A00）。

注 2：起始地址和输入寄存器数量相加不能大于 26，否则会出错报文响应。

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		0x09C4
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0xBF87

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，读取到的输出数据为 0x09C4，对应的电流为： $2500 * (20 - 4) / 10000 + 4 = 8\text{mA}$ （0~10000 对应 4~20mA）。

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

5.2.2 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	0x0000
寄存器值	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x1388
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x849C

注 1：主站请求报文示例，写 0 号保持寄存器的值为 0x1388，即设置通道 A00 输出电流为 $5000 \times (20-4) / 10000 + 4 = 12\text{mA}$ （0~10000 对应 4~20mA）。

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	0x0000~0x0007	0x0000
寄存器值	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x1388
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x849C

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
--------	------	---------------	--------

5.2.3 16 号功能码

16 号功能码用于写保持寄存器，比如，一次写 2 个或多个连续的保持寄存器。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	0x7530~0x7540 (参数设置) 或 0x0000~0x0007 (写多个输出)	0x7540
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		0x0000 , 0x2710
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0xB731

注 1：主站请求报文示例，写从 30016 开始的 2 个保持寄存器（超时时间参数），0x00002710 表示 10000ms。

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	0x7530~0x7540 (参数设置) 或 0x0000~0x0007 (写多个输出)	0x7540
寄存器数量	2 字节	N	0x0002
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x5A10

3) 从站异常响应报文

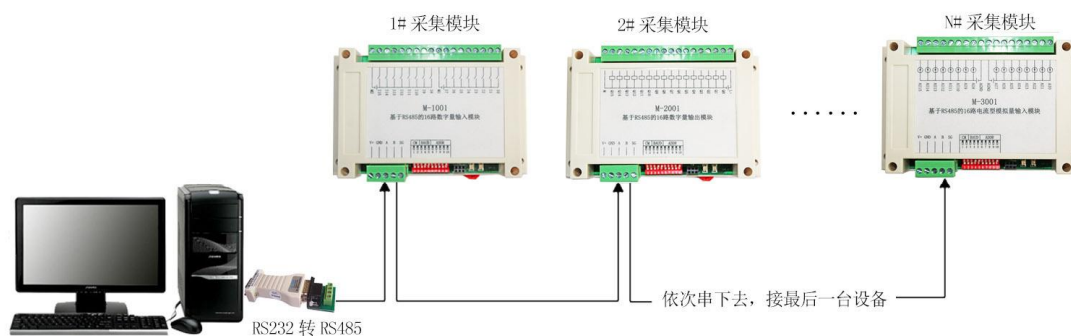
报文内容	长度	取值范围	示例
从站地址	1 字节	0x01~0x1F	0x01
功能码	1 字节	0x90	0x90
错误代码	1 字节	0x01 (不是支持的功能码)	0x01
		0x02 (起始地址不在范围内)	
		0x03 (寄存器数量不在范围内)	
		0x04 (数据校验错误)	
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x8DC0

6 应用指南

M-4001模块是基于RS485总线的I/O模块，M-4001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(18~36V)，如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、数据通讯格式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-4001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。