

# A-401 用户手册 V1.0

## 基于 Modbus 的 4 路模拟量输出模块

### 1 产品简介

A-401（基于 Modbus 的 4 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 4 路 4~20mA、0~20mA、1~5V 或 0~5V 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，可同其它遵循 Modbus RTU 协议的设备联合使用。

#### 1.1 系统概述

A-401 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：8~35VDC，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2W

工作温度：-20℃~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：4路

输出范围：4~20mA（默认输出），0~20mA，1~5V，0~5V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：125mm(长) \* 70mm(宽) \* 25mm(高)

安装方式：标准DIN35导轨安装

## 2 端子定义

### 2.1 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 8~35VDC，如 24VDC
2	V-	
3	NC	悬空
4	NC	悬空
5	NC	悬空
6	RS485+	RS485+
7	RS485-	RS485-
8	SG	RS485 信号地
9	RS485+	RS485+

10	RS485-	RS485-
----	--------	--------

## 2) IO 端子 T2

T2	定义	说明
1	A00	第 1 路模拟量输出
2	GND	模拟量公共端
3	A01	第 2 路模拟量输出
4	GND	模拟量公共端
5	A02	第 3 路模拟量输出
6	GND	模拟量公共端
7	A03	第 4 路模拟量输出
8	GND	模拟量公共端
9	NC	悬空
10	NC	悬空

## 2.2 状态指示灯

工作状态		描述
D1	绿色常亮	模块正常
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

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 screte 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 模拟量输出

A-401 模块有 4 路模拟量输出通道，分别映射到第 0~3 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

### 3.2 模块参数

A-401 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 30001~30004 参数值进行设定，来实现对 A00~A03 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。

A-401 模块输出类型参数寄存器地址如下：

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

### 3.3 通讯设置

A-401 采集模块的节点地址、波特率通过软件进行设定，**设定后下电重启时生效**。通讯设定参数映射到保持寄存器 2000 和保持寄存器 2001 中，如下所示：

参数	元件类型	PLC 地址	Modbus 地址	功能码	描述
通讯设定	设定方式	42001	2000	03 或 16	高 8 位
	节点地址				低 8 位
	波特率	42002	2001	03 或 16	高 8 位
	数据格式				低 8 位

注 1：设定方式（**出厂默认通讯设定为 0xFF**）

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
0xFF	保留

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
0x07	115200bps

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

A-401 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 A-401 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

A-401 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

#### 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	0x01~0xFE	0x01
功能码	1 字节	0x03	0x03
起始地址	2 字节	0x0000~0x001F	0x0000
输入数量	2 字节	0x0001~0x0020	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 32，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	0x01~0xFE	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： $2500 \times (20-4) / 10000 + 4 = 8\text{mA}$ （即 0~10000 对应 4~20mA）。

## 4.2.2 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	0x01~0xFE	0x01
功能码	1 字节	0x06	0x06
起始地址	2 字节	0x0000~0x0003	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	0x01~0xFE	0x01
功能码	1 字节	0x06	0x06
起始地址	2 字节	0x0000~0x0003	0x0000
寄存器值	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x1388
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x849C

## 4.2.3 16 号功能码

16 号功能码用于写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。

### 4.2.3.1 输出设置:

#### 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	0x01~0xFE	0x01
功能码	1 字节	0x10	0x10
起始地址	2 字节	0x0000~0x0003 (写多个输出)	0x0000
寄存器数量	2 字节	N	0x0004
字节数	1 字节	2*N	0x08
寄存器值	2*N 字节		0x09C4 0x1388 0x1D4C 0x2710
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0xCCE7

注 1: 主站请求报文示例, 写从 00000 开始的 4 个保持寄存器 (4 路 A0 输出寄存

器), 输出如下:

A00 设为 0x09C4 (十进制为 2500), 表示输出 8mA;

A01 设为 0x1388 (十进制为 5000), 表示输出 12mA;

A02 设为 0x1D4C (十进制为 7500), 表示输出 16mA;

A03 设为 0x2710 (十进制为 10000), 表示输出 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	0x01~0xFE	0x01
功能码	1 字节	0x10	0x10
起始地址	2 字节	0x0000~0x0003 (写多个输出)	0x0000
寄存器数量	2 字节	N	0x0004
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0xDBC9

## 4.2.3.2 输出类型参数设置 (输出为 4~20mA, 请忽略此项):

### 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	0x01~0xFE	0x01
功能码	1 字节	0x10	0x10
起始地址	2 字节	0x7530 (输出类型参数设置)	0x7530
寄存器数量	2 字节	N	0x0004
字节数	1 字节	2*N	0x08
寄存器值	2*N 字节		0x0001 0x0001 0x0001 0x0001
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0xF80F

注 1: 主站请求报文示例, 写从 30000 开始的 4 个保持寄存器 (4 路 A0 输出类型参数寄存器), 即 4 路 A0 均设为 0x0001, 表示 4 路 A0 均设为 0~20mA 输出。如要设为电压输出, 需将模块的拨码开关 S2 设为 ON, 然后再发送相应指令。

注 2：该指令设置一次即可，无需多次设置，模块自动记忆存储参数配置，下电后仍然有效。

## 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	0x01~0xFE	0x01
功能码	1 字节	0x10	0x10
起始地址	2 字节	0x7530（输出类型参数设置）	0x7530
寄存器数量	2 字节	N	0x0004
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0xDBC9

### 4.2.3.3 通讯参数设置（默认通讯参数：从站地址 1，9600bps 8N1）：

#### 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	0x01~0xFE	0x01
功能码	1 字节	0x10	0x10
起始地址	2 字节	0x07D0	0x07D0
寄存器数量	2 字节	0x0002	0x0002
字节数	1 字节	0x04	0x04
寄存器值	4 字节		0x0002 0x0600
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x7AA3

注 1：此主站请求报文为通讯设定示例（写从 2000 开始的 2 个保持寄存器）：  
通讯设定：2000~2001 保持寄存器值为 0x00020600，表示通讯节点地址改为 02，波特率为 57600bps，通讯格式为 8N1。

注 2：当该主站请求报文发送成功后，模块需要下电重启，重启后按修改后的参数自动运行。

## 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	0x01~0xFE	0x01
功能码	1 字节	0x10	0x10
起始地址	2 字节	0x07D0	0x07D0
寄存器数量	2 字节	0x0002	0x0002
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x4145

#### 4.2.4 获取通讯参数

当模块地址无法确定时，可以采用如下报文获取模块的从站地址。

##### 1) 主站请求报文

报文内容	长度	取值范围	示例
命令码 1	1 字节	0x55	0x55
命令码 2	1 字节	0xAA	0xAA
CRC 校验	2 字节	0xBE9F	0xBE9F

##### 2) 从站正常响应报文

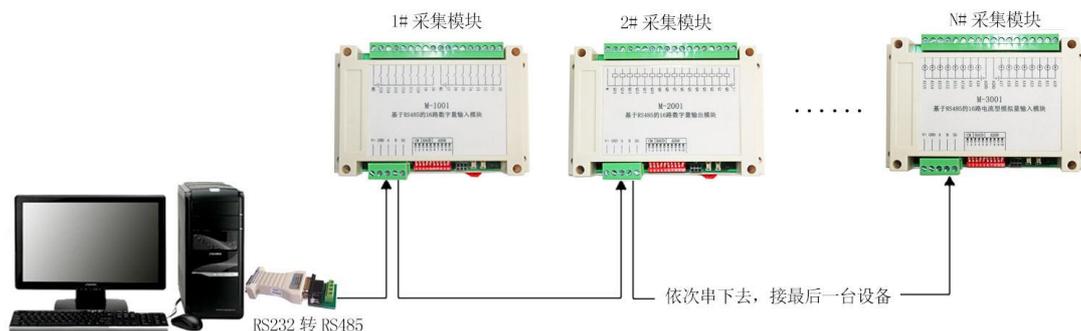
报文内容	长度	取值范围	示例
命令码 1	1 字节	0x55	0x55
命令码 2	1 字节	0xAA	0xAA
从站地址	1 字节	0x01~0xFE	0x01
波特率	1 字节	0x01~0x07	0x03
通讯格式	1 字节	0x01~0x03	0x00
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x58E4

## 5 应用指南

A-401模块是基于RS485总线的I/O模块，A-401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(8~35V)，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。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。

A-401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、触摸屏等，详细信息请见相应的使用说明。