

M-IO16 用户手册 V1.1

基于 Modbus 的 8AI/4DI/4DO 采集模块

1 产品简介

M-IO16（基于 Modbus 的 8AI/4DI/4DO 采集模块）作为通用型模拟量和数字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 0~20mA 或 4~20mA 模拟量信号，同时具有 4 路数字量输入通道和 4 路继电器输出通道。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-IO16 模块主要由电源电路、模拟量输入采样电路、数字量输入电路、继电器输出电路、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：5~40VDC，电源反接保护

功率消耗：最大 2.0W（24V 供电）

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 路单端输入

正常输入范围：0~20mA，4~20mA

最大输入范围：0~21mA

隔离电压：2500VDC

输入电阻：120Ω

ADC分辨率：12位

采样精度：0.5%

采样速率：10次/s

3) 数字量输入参数

输入路数：4路

输入类型：开关触点信号或电平信号

隔离电压：2500VDC

输入范围：高电平(数字1)：9VDC~30VDC，6mA@24V，低电平(数字0)：≤1VDC

4) 继电器输出参数

输出路数：4路

输出类型：继电器常开输出

触点容量：5A 30VDC，5A 250VAC

机械寿命：2*10⁷次

隔离电压：4000VDC

5) 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，115.2k

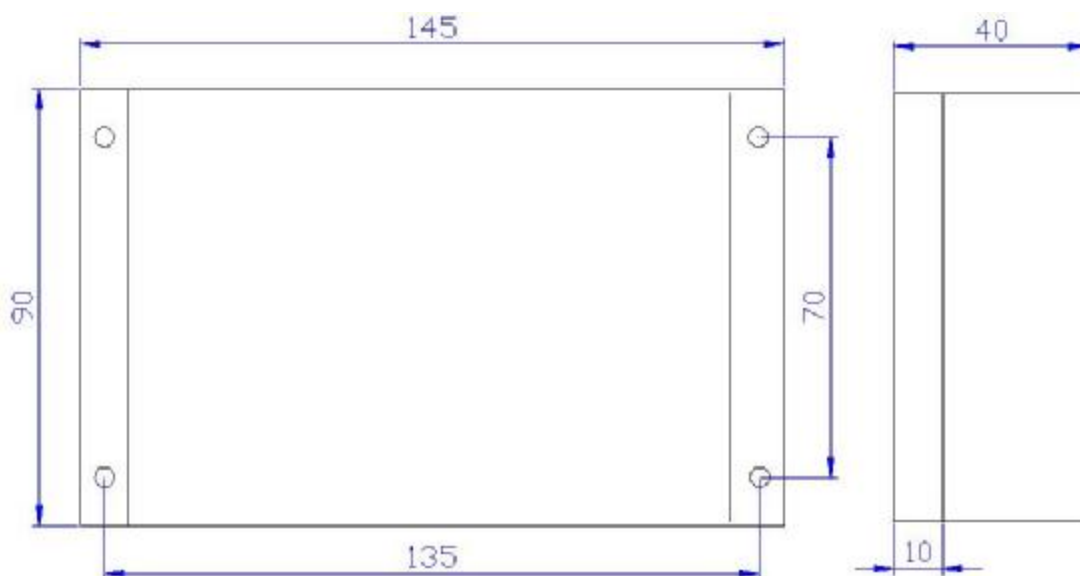
通讯数据格式：1个起始位，8个数据位，无、奇或偶校验，1个或2个停止位

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) 电源和通讯端子 T1

T1	定义	说明
1	V+	输入电源电压 5~40VDC，如 24VDC
2	GND	
3	A	RS485+
4	B	RS485-
5	SG	RS485 信号地

2) 数字量输入端子 T2

T2	定义	说明
1	AI0	第 1 路电流型模拟量输入
2	AI1	第 2 路电流型模拟量输入
3	AI2	第 3 路电流型模拟量输入
4	AI3	第 4 路电流型模拟量输入
5	AI4	第 5 路电流型模拟量输入
6	AI5	第 6 路电流型模拟量输入

7	AI6	第 7 路电流型模拟量输入
8	AI7	第 8 路电流型模拟量输入
9	AGND	模拟量输入公共端
10	I0	第 1 路数字量输入
11	I1	第 2 路数字量输入
12	I2	第 3 路数字量输入
13	I3	第 4 路数字量输入
14	Q0	第 1 路继电器输出
15	Q1	第 2 路继电器输出
16	Q2	第 3 路继电器输出
17	Q3	第 4 路继电器输出
18	L	继电器输出公共端

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)

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(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 模拟量输入

M-IO16 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 0~7 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	300001	0	只读
	保持寄存器	400001	0	只读
AI 1	输入寄存器	300002	1	只读
	保持寄存器	400002	1	只读
AI 2	输入寄存器	300003	2	只读
	保持寄存器	400003	2	只读
AI 3	输入寄存器	300004	3	只读
	保持寄存器	400004	3	只读
AI 4	输入寄存器	300005	4	只读
	保持寄存器	400005	4	只读
AI 5	输入寄存器	300006	5	只读
	保持寄存器	400006	5	只读
AI 6	输入寄存器	300007	6	只读
	保持寄存器	400007	6	只读
AI 7	输入寄存器	300008	7	只读
	保持寄存器	400008	7	只读

M-IO16 模块有 4 个数字量输入通道，分别映射到第 0~3 号离散量输入、8 号保持寄存器的 0~4 位。可通过读离散量输入、读保持寄存器的值来获得输入状态，数字量输入映射如下所示：

输入通道	Modbus 元件			读写
	类型	PLC 地址	Modbus 地址	
I 0	离散量输入	100001	0	只读
	保持寄存器	400009. 0	9. 0	只读
I 1	离散量输入	100002	1	只读
	保持寄存器	400009. 1	9. 1	只读
I 2	离散量输入	100003	2	只读
	保持寄存器	400009. 2	9. 2	只读

13	离散量输入	100004	3	只读
	保持寄存器	400009.3	9.3	只读

M-IO16 模块有 4 个继电器输出通道，分别映射到第 0~3 号线圈元件、8 号保持寄存器的 5~8 位。可通过写线圈元件或写保持寄存器的值来改变模块输出状态，数字量输出映射如下所示：

输出通道	Modbus 元件		
	类型	PLC 地址	Modbus 地址
Q0	线圈	000001	0
	保持寄存器	400009.5	9.5
Q1	线圈	000002	1
	保持寄存器	400009.6	9.6
Q2	线圈	000003	2
	保持寄存器	400009.7	9.7
Q3	线圈	000004	3
	保持寄存器	400009.8	9.8

3.2 模块参数

M-IO16 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-IO16 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 30005（高 16 位）和保持寄存器 30006（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。

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	430006	30005	03 或 16	超时时间 高 16 位
	保持寄存器	430007	30006		超时时间 低 16 位

4 通讯协议

M-IO16 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-IO16 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-IO16 模块支持 02、03、04、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	离散量输入	02	读	读多个离散量输入
	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
	线圈	15	写	写多个线圈
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 02 号功能码

02 号功能码用于读取 1 个或连续多个离散量输入，比如，读取从地址 0 开始的 4 个离散量输入或者从地址 2 开始的 2 个离散量输入。注意，不能读取不存在的离散量输入，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	0x02	0x02
起始地址	2 字节	0x0000~0x0008	0x0000
离散量输入数量	2 字节	0x0001~0x0004	0x0004
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x79C9

注 1：主站请求报文示例，读从 0 开始的 4 个离散量输入（一次读取该模块所有的数字量输入）。

注 2：起始地址和离散量输入数量相加不能大于 4，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	0x02	0x02
字节数量	1 字节	1	0x01
离散量输入状态	1 字节		0x08
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0xA04E

注 1：从站正常响应报文示例，即 I3 为 1，I2~I0 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）	0x03
		0x02（起始地址不在 0x0000~0x000F 之间）	
		0x03（寄存器数量不在 0x0001~0x0002 之间）	
		0x04（数据校验错误）	
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x00A1

4.2.2 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	0x0000~0x0008	0x0000
输入数量	2 字节	0x0001~0x000D	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 9，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		0x16EE
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x3668

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，输入数据为 0x16EE，对应的电流为： $5870 \times 20 / 10000 = 11.74\text{mA}$ （即输入数据值 0~10000 对应电流值为 0~20mA）。

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 0x0000~0x001F 之间）	
		0x03（寄存器数量不在 0x0001~0x0020 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

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	0x0000~0x0003	0x0000
输入数量	2 字节	0x0001~0x0004	0x0001
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x31CA

注 1: 主站请求报文示例, 读从 0 开始的 1 个输入寄存器 (即读输入寄存器 0, 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 4, 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	0x04	0x04
字节数量	1 字节	N	0x02
输入数据	N 字节		0x16EE
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x371C

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, 输入数据为 0x16EE, 对应的电流为:
 $5870 \times 20 / 10000 = 11.74\text{mA}$ (即输入数据值 0~10000 对应电流值为 0~20mA)。

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	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 0x0000~0x001F 之间)	
		0x03(寄存器数量不在 0x0001~0x0020 之间)	
		0x04 (数据校验错误)	
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x82C0

4.2.4 15 号功能码

15 号功能码用于写多个线圈，可以一次写 1 个或连续多个线圈，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	0x0000~0x0003	0x0000
线圈数量	2 字节	0x0001~0x0004	0x0001
字节数量	1 字节	1	0x01
线圈状态	1 字节		0x01
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0xEF57

注1：主站请求报文示例，写从0开始的1个线圈，00为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	0x0F	0x0F
起始地址	2 字节	0x0000~0x0003	0x0000
线圈数量	2 字节	0x0001~0x0004	0x0001
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x940B

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 0x0000~0x000F 之间)	
		0x03 (线圈数量不在 0x0001~0x0010 之间)	
		0x04 (数据校验错误)	
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x85F0

4.2.5 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	0x7535	0x7535
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	0x702A

注 1：主站请求报文示例，写从 3005 开始的 2 个保持寄存器（超时时间参数）。

注 2：N 取值可为 2、4，写入其它值时模块将以出错报文响应。

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	0x10	0x10

起始地址	2 字节	0x7535	0x7535
寄存器数量	2 字节	N	0x0002
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x4BCA

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 0x0000~0x000F 之间)	
		0x03 (寄存器数量不在 0x0001~0x0002 之间)	
		0x04 (数据校验错误)	
CRC 校验	2 字节	0x0000~0xFFFF	0x8DC0

5 应用指南

M-IO16模块是基于RS485总线的IO模块，M-IO16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(+5~+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



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-IO16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。