

开关量输出模块用户手册

刀片式模块

适用于 G320A-A 版系列



特点:

- ◎支持三种输出模式：开关量输出、百分比输出、自动控制输出。
- ◎多种 PID 控制算法可供选择，且内置自整定算法，自整定超时自动退出
- ◎加热制冷双 PID 控制算法，可同时整定加热、制冷两套 PID 参数
- ◎多种控制方式可选，具体请参照 OT 参数
- ◎采用 MODBUS-RTU 协议

前 言

感谢您购买 G320A 系列刀片式 I/O 模块！

G320A系列刀片式I/O模块是东崎公司研制的扩展模块。该系列模块由适配器、I/O模块、电源模块、终端模块组成。适配器可支持多种通讯总线，例如PROFINET、EtherCAT、Modbus TCP、RS485等。I/O模块可分为温度控制模块、开关量输入模块、开关量输出模块、模拟量输入模块、模拟量输出模块以及功能模块，用户可根据实际应用进行搭配。

本手册主要描述模块的规格、特性及使用方法等，使用前敬请详细阅读，以便更清楚、安全地使用本产品。

目 录

前 言	2
目 录	3
安全注意事项	5
使用注意事项	6
1.产品介绍	7
1.1 命名规则与铭牌说明	7
1.2 指示灯说明	8
1.3 技术规格	9
2.机械安装	10
2.1 安装尺寸	10
2.2 安装方法	11
2.2.1 模块间安装	11
2.2.2 导轨上安装	12
3.电气安装	13
3.1 线缆选型	13
3.2 端子接线示意	14
4.模块参数映射地址及功能说明	15
4.1 输出模式选择	16
4.2 开关量输出模式	17
4.3 百分比输出模式	18
4.4 自动控制输出模式	18
4.4.1 测量输入值和上下限	19
4.4.2 单位设置	20
4.4.3 小数点	21
4.4.4 输入修正	21
4.4.5 设定值和上下限	22
4.4.6 斜率控制	23
4.4.7 控制方式选择	24
4.4.8 回差	26
4.4.9 压缩机启动延时	26
4.4.10 比例带	27
4.4.11 积分时间	27
4.4.12 微分时间	28
4.4.13 行业 PID 参数	28
4.4.14 PID 算法选择	29

4.4.15 超调量限制	29
4.4.16 控制周期	30
4.4.17 控制输出端口配置	31
4.4.18 输出量上下限设定	32
4.4.19 软启动	33
4.4.20 自整定设定	34
4.4.21 自整定与运行开关	35
4.4.22 参数保存位置和上电运行状态	37
4.4.23 功率限制	39
4.5 报警	42
4.5.1 报警方式	42
4.5.2 报警输出功能扩展	44
4.5.3 报警设定值	45
4.5.4 报警回差值	45
4.5.5 控制器断线报警	46
4.5.6 报警输出端口配置	47
4.6 监控功能	48
4.6.1 状态监控	48
4.6.2 斜率控制过程监控	49
4.6.3 控制输出量监控	49
4.7 安全保护	50
4.8 其他参数	51
4.8.1 控制输出时间累计	51
4.8.2 恢复出厂设置	51
4.8.3 软件版本和仪表名称	51
4.9 模块参数映射地址总览	52
5.简单故障排除方法	57
6.通信实例	58
6.1 通信报文解析	58
6.1.1 读寄存器 (0x03)	59
6.1.2 写多个寄存器 (0x10)	60
6.1.3 写单个寄存器 (0x06)	61
6.2 ModbusPoll 通信例程	62
6.3 西门子 S7-200 PLC 通信例程	69
6.3.1 准备工作	70
6.3.2 PLC 编程	72

安全注意事项

安全声明

- 01.在安装、操作、维护产品时，请先阅读并遵守本安全注意事项。
- 02.为保障人身和设备安全，在安装、操作和维护产品时，请遵循产品上的标识及手册中说明的所有安全注意事项。
- 03.手册中的“提示”、“注意”、“警告”和“危险”事项，并不代表所应遵循的所有安全事项，只作为所有安全注意事项的补充。
- 04.本产品应在符合设计规格要求的环境下使用，否则可能造成故障，因未遵循相关规定引发的功能异常或部件损坏等不在产品质量保证范围之内。
- 05.因违规操作产品引发的人身安全事故、财产损失等，东崎仪表不承担任何法律责任。

安全等级定义

	提示
该标记表示“对操作的描述进行必要的补充或说明”。	
	注意
该标记表示“未按要求操作造成的危险，会导致人身轻度或中度伤害和设备损坏”。	
	警告
该标记表示“由于没有按要求操作造成的危险，可能导致人身伤亡”。	

使用注意事项



警告

- 01.应用时请务必设计安全电路，保证当外部电源掉电或扩展模块故障时，控制系统依然能安全工作；
- 02.输出电路中由于超过额定负载电流或者负载短路等导致长时间过电流时，模块可能冒烟或着火，应在外部设置保险丝或断路器等安全装置。



注意

- 01.务必在扩展模块的外部电路中设置紧急制动电路、保护电路、正反转操作的互锁电路和防止机器损坏的位置上限、下限互锁开关；
- 02.为使设备能安全运行，对于重大事故相关的输出信号，请设计外部保护电路和安全机构；
- 03.扩展模块的继电器、晶体管等输出单元损坏时，会使其输出无法控制为 ON 或 OFF 状态；
- 04.扩展模块设计应用于室内、过电压等级 II 级的电气环境，其电源系统级应有防雷保护装置，确保雷击过电压不施加于扩展模块的电源输入端或信号输入端、控制输出端等端口，避免损坏设备。

1.产品介绍

1.1 命名规则与铭牌说明

G320A — E02 — 001

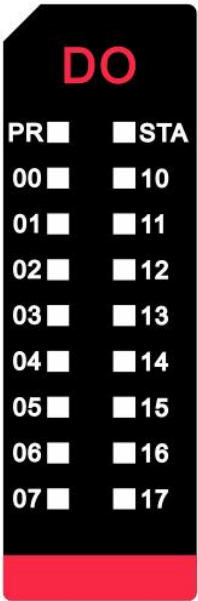
①

②

③

序号	名称	说明
①	产品类型	G320A 系列刀片式模块
②	模块类型:	A01:01 系列模拟量模块 C01:01 系列计数器模块 D01:01 系列电压电流电工模块 E01:01 系列开关量输入模块 E02:02 系列开关量输出模块 F01:01 系列转速表模块 T01:01 系列温控模块 S01:01 系列传感器模块
③	功能代号	001-999 用三位数字代号表示功能规格

1.2 指示灯说明



LED	状态	描述
STA	白灯闪烁	通讯正常
	白灯灭	通讯断开/异常
PR	白灯常亮	内部供电正常
	白灯灭	无供电/供电异常
00 ~ 07	白灯亮	输出开启
10 ~ 17	白灯灭	输出关闭

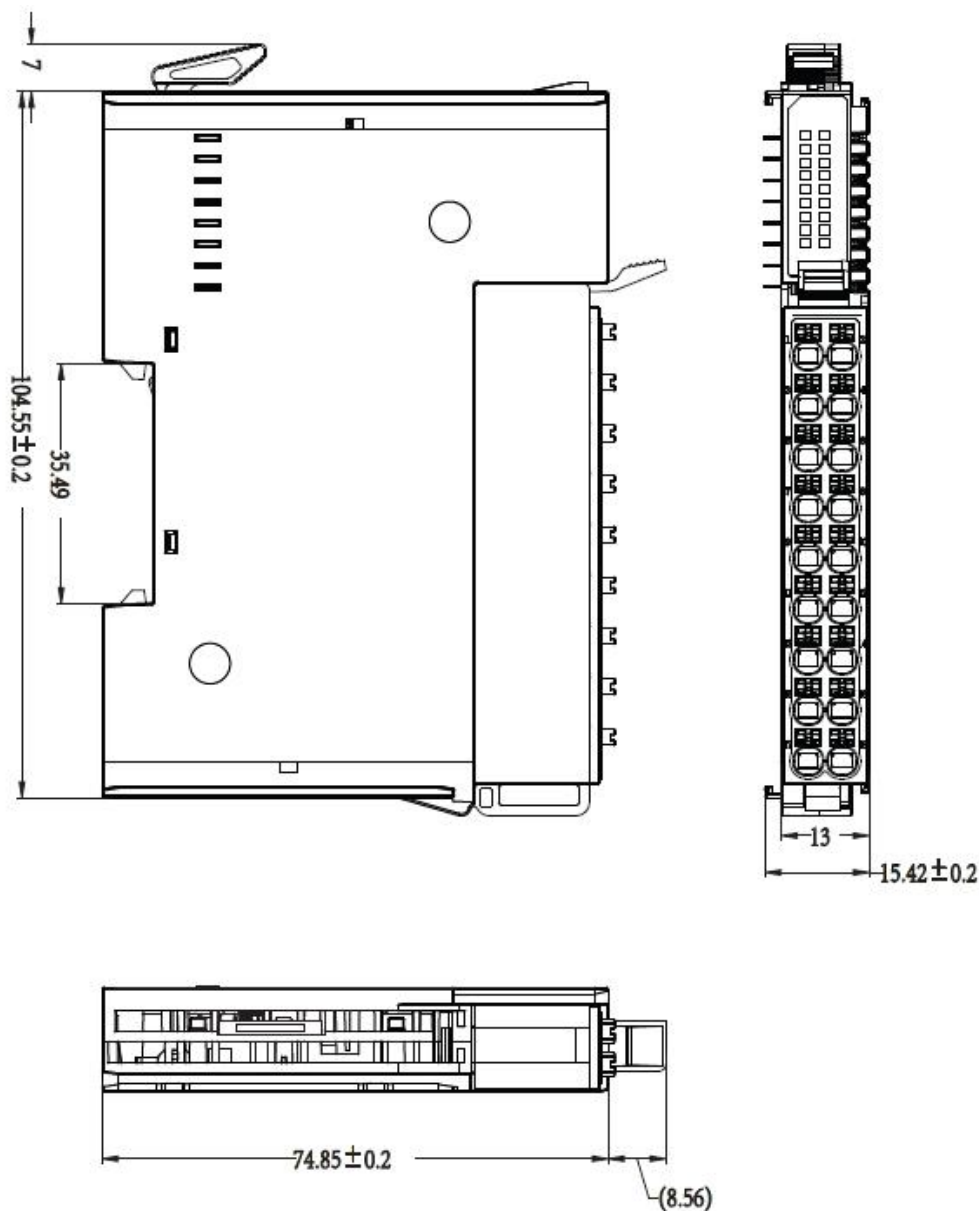
1.3 技术规格

基本参数	
外形尺寸	100mm×77mm×12mm
防护等级	IP20
接线规格	0.2 ~ 1.5mm ²
接线方式	免螺丝
技术参数	
型号	G320A-E02-001
产品名称	开关量输出模块
输出通道数	16
输出类型	晶体管NPN输出
输出容量	@25°C DC 24V 最大100mA 环境温度每上升10°C电流降额8mA
额定电流	35mA
隔离方式	光耦隔离
环境参数	
工作温度	-10 ~ 60°C
工作湿度	<85%RH 无凝露
环境条件	海拔小于2000m

2.机械安装

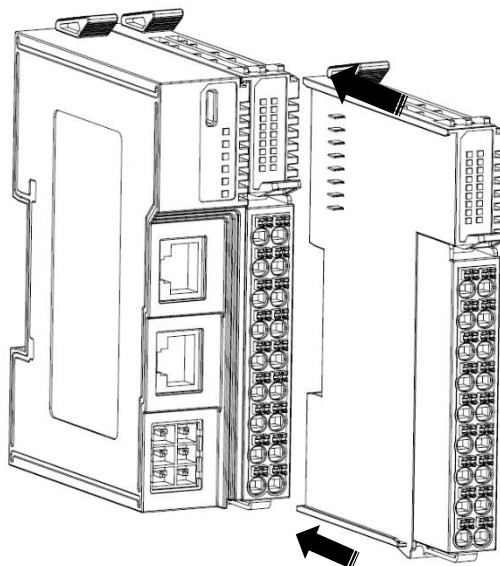
2.1 安装尺寸

安装尺寸信息如下图所示，单位为（mm）。



2.2 安装方法

2.2.1 模块间安装



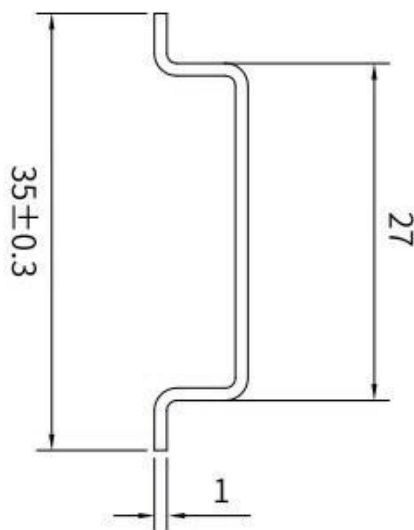
模块间装配通过模块顶部的锁放操纵杆进行安装，如下图所示

模块采用DIN导轨安装，DIN导轨需符合IEC 60715标准（35mm宽，1mm厚），尺寸信息。

说明：模块安装到非上述推荐DIN35导轨上时，DIN导轨锁扣可能无法正常锁定。在安装模块之前，先将模块顶部的锁放操纵杆打开，再进行下一步安装。

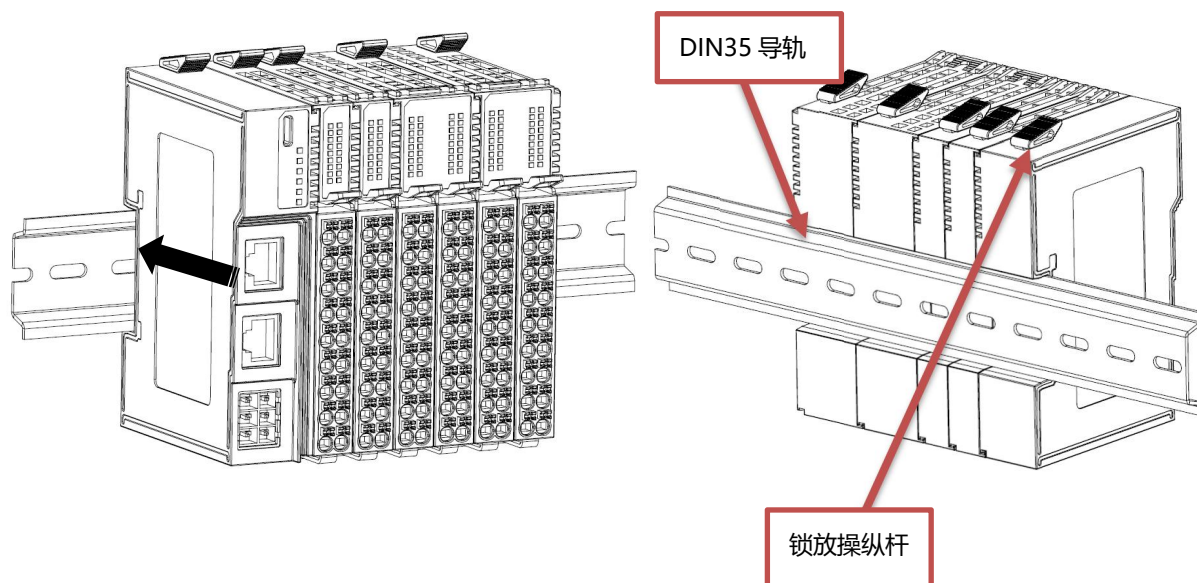
⚠注意

- 本产品安装到非上述推荐的DIN导轨（特别是DIN导轨厚度 $\leq 1.0\text{mm}$ ）时，会导致DIN导轨锁扣失效，产品无法安装到位，进而造成产品无法正常工作。



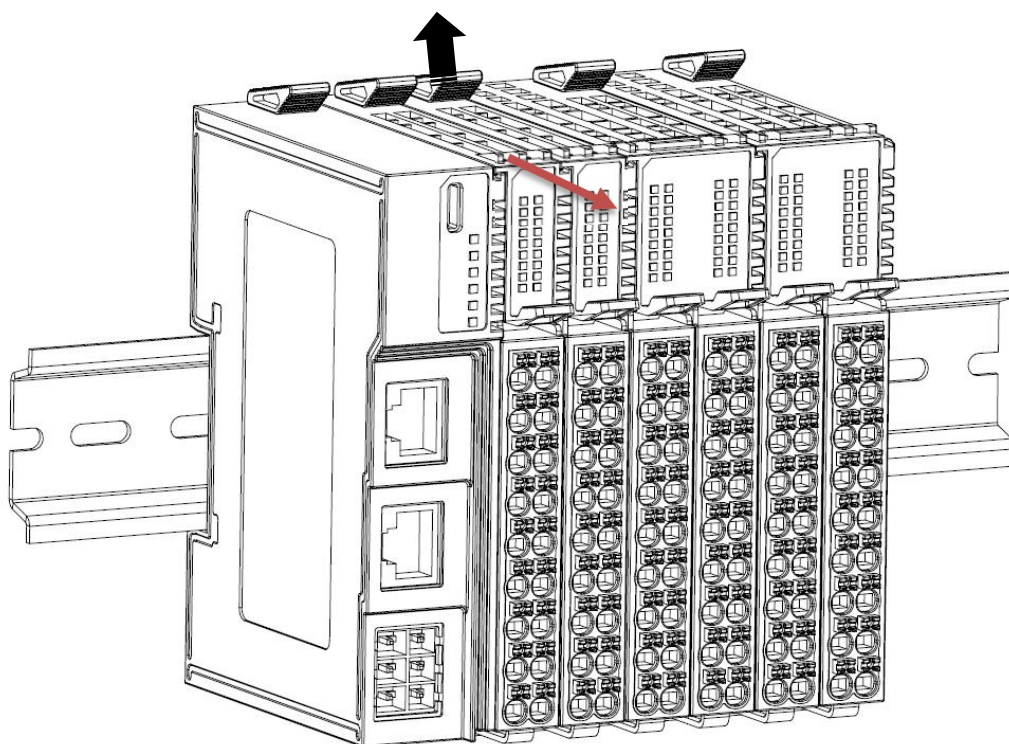
2.2.2 导轨上安装

安装时，将模块对准DIN35导轨，按箭头所示方向按压模块，如下图所示。



说明：模块安装完成后，需用手向下按压锁放操纵杆将模块固定在导轨上，保证安装到位。

拆卸：将锁放操纵杆往上拨开，然后将模块往远离DIN35导轨的方向拉出。



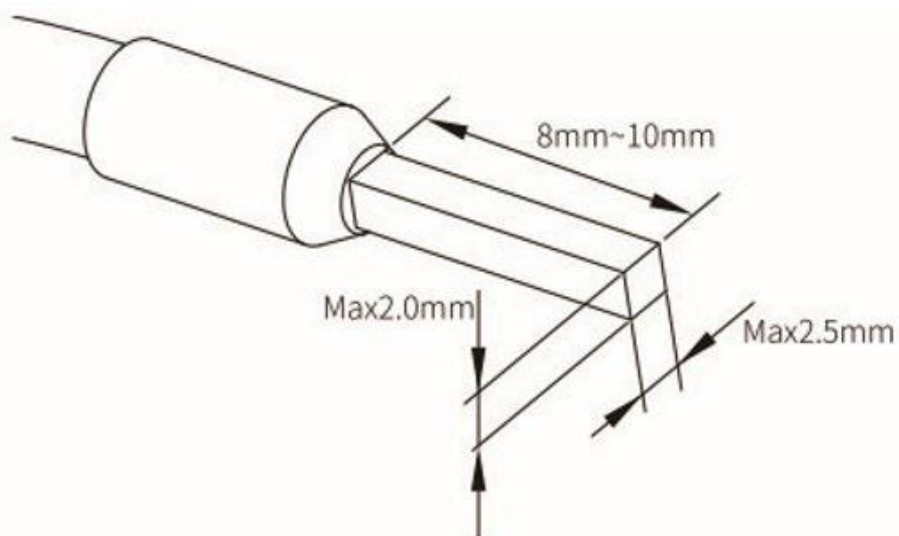
3.电气安装

3.1 线缆选型

电源相关线缆，以下表中线耳线径仅做参考，可根据实际使用进行合理计算，另行调整

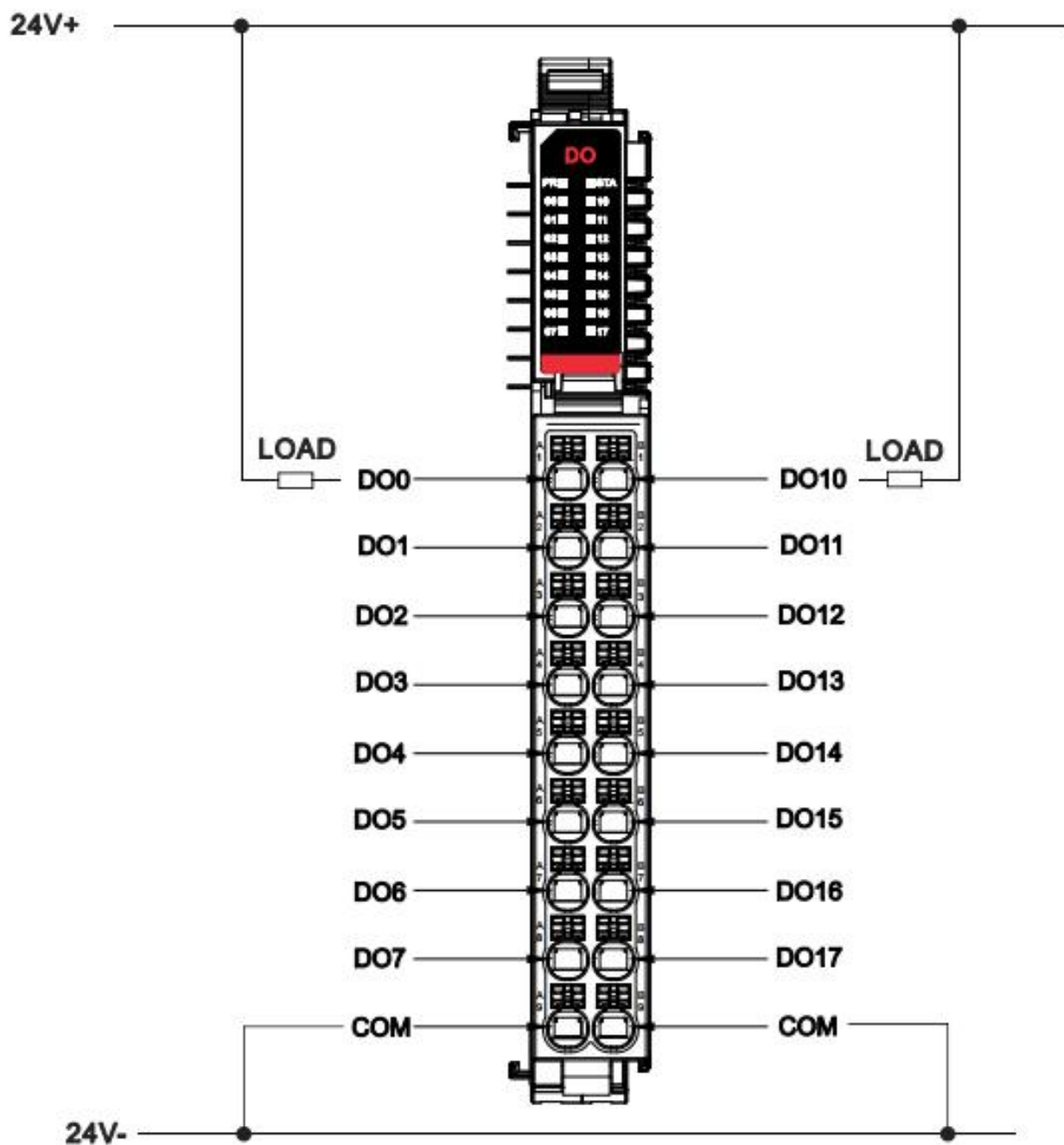
名称	适配线径	
	国标/mm2	美标/AWG
管型线耳	0.75	18
	1.0	18
	1.5	16

铆压端子形状和尺寸要求如下图所示：



3.2 端子接线示意

下图为接线示意图：



- 为确保模块的正常使用，使用前请核查耦合器上的IO侧电源是否正常连接。

4.模块参数映射地址及功能说明

本章将按功能分章节详细介绍各参数寄存器功能及其设置方法。如需查看模块参数映射地址的完整列表，请参考“[4.9 模块参数映射地址全览](#)”。

参数寄存器读写规则：

本模块支持 Modbus 功能码 0x03 (读保持寄存器)、0x06 (写单个寄存器) 和 0x16 (写多个寄存器)，可用于对单个或多个寄存器进行读写操作。

规则①：

本模块参考西门子 PLC 地址 (如西门子 S7-200 系列) 作为 Modbus 协议地址的理解，在后续章节中统一使用“寄存器号”标识，更详细的 Modbus 协议说明请查询西门子官方网站。

寄存器号的计算过程：

1. 将模块的十六进制映射地址转换为十进制数值
2. 对得到的十进制值加 1 (地址偏移)
3. 在计算结果前添加寄存器区识别码 “4” (对应保持寄存器区)。

示例：模块参数映射地址 0x2000 对应的寄存器号计算过程：0x2000 (十六进制) = 8192 (十进制) -> 8192 + 1 = 8193 -> 添加寄存器区识别码 “4” -> 寄存器号 48193。

规则②：

对于参数读写范围带一位固定小数点的参数 (该小数点已出厂设定，无法修改，请参考“[4.4.3 小数点](#)”)，通过 Modbus 协议进行读写操作时需遵循 (亦可通过通信层修改相关配置来替代)：

写入 W：需将实际数值乘以 10 后作为整数写入寄存器。

读取 R：从寄存器读取的整数值需除以 10 才能得到实际的浮点数值。后续章节中所有带小数点的参数值均以实际浮点数值表示。

4.1 输出模式选择

此参数寄存器用于设置模块的输出模式，可选以下三种：

- 开关量输出模式：**输出本质上只有两种状态，断开（0）或 导通（1）。
 状态 0：输出端口物理断开，负载（执行器）无电源或信号输入，处于 0% 输出 / 停止状态。
 状态 1：输出端口物理导通，给负载（执行器）提供工作电源或驱动信号，使其处于 100% 满功率输出状态。
 适用场景：启停设备、简单通断控制等。
- 百分比输出模式：**设定一个期望的输出百分比值，控制器按此百分比精确控制在一个固定周期内的通断时间比例，实现平均功率/作用强度的调节。
 适用场景：需人工精细调节负载平均功率的场合等。
- 自动控制输出模式：**根据设定的目标值（SV, Set Value）和实际测量的过程变量值（PV, Process Value），结合内部选定的控制算法，自动计算并输出控制信号来驱动执行器，目的是使 PV 尽可能接近并稳定在 SV。此模式必须提供 PV 信号输入。
 适用场景：需要将被控量（温度、压力、液位、流量、速度、PH 值等）自动稳定在设定值的场合，如恒温控制。

地址映射 (寄存器号[规则①])	参数名称	参数说明	读写范围	出厂设置值
0x2050~0x205F (48273~48288)	OUTM1~OUTM16	输出模式选择 0: 开关量输出模式 1: 百分比输出模式 2: 自动控制输出模式	0~2 (R/W)	0

模式的选择必须综合考虑被控对象的特性、执行器的类型以及控制目标的需求。后续章节将详细介绍这三种模式所相关使用的参数寄存器。

4.2 开关量输出模式

• 模式配置

将目标输出通道的 OUTM 参数寄存器设为 0 (请参考“4.1 输出模式选择”)

• 开关量控制 (仅限 OUTM = 0 时生效)

导通输出: 向目标输出通道的 DO 参数寄存器写入 1。

断开输出: 向目标输出通道的 DO 参数寄存器写入 0。

• 读取监测

○ 设置状态读取: 直接读取 DO 参数寄存器, 可获取当前设置的导通 / 断开状态值。

○ 实际输出值读取: 可通过读取 H_MV 参数寄存器获取实际输出功率 (请参考“4.6.3 控制输出量监控”)

导通状态时: DO = 1, H_MV = 100.0 (表示 100% 输出)

断开状态时: DO = 0, H_MV = 0.0 (表示 0% 输出)

○ 切换输出模式时, DO 参数寄存器的值不变。若从其他输出模式 (OUTM = 1 / 2) 重新切换回开关量输出模式时, 输出状态 (断开 / 导通) 将依据当前 DO 参数寄存器的值 (0 / 1) 恢复。

○ 系统判定为通讯断开 (请参考“4.7 安全保护”) 后, 所有通道的 DO 参数寄存器值将自动清零 (0)。

• 注意事项

○ 使用开关量控制模式 (OUTM = 0) 时, 建议谨慎配置相关限制输出量的参数。防止实际输出无法达到要求, 甚至造成输出响应迟滞, 避免不必要的干预, 以确保开关量控制的快速、准确响应。

地址映射 (寄存器号[规则①])	参数名称	参数说明	读写范围	出厂设置值
0x2060~0x206F (48289~48304)	DO1~DO16	开关量输出模式下, 设定目标输出通道的通断状态	0 / 1 (R/W)	0

4.3 百分比输出模式

• 模式配置

将目标输出通道的 OUTM 参数寄存器设为 1 (请参考“4.1 输出模式选择”)

• 设定输出量与周期 (仅限 OUTM = 1 时生效)

- 设定输出量: 写入期望的输出百分比值至 MV 参数寄存器, 可随时修改该值以实时改变输出比例。
寄存器读写范围为-100.0 ~ 100.0, 参数有效设置范围与控制方式 OT (请参考“4.4.7 控制方式选择”) 相关联:
1) 当 OT ≠ 3 (非 PID 加热与冷却控制) 时有效设置范围为 0.0~100.0, 对应输出功率 0% ~ 100%, 如果写入-100.0 ~ 0.0 的值将被强制设置为 0.0。
示例: OT1 = 1 时设定 50.0% 输出: 写入 MV1 = 50.0。
2) 仅当 OT = 3 (PID 加热与冷却控制) 时有效设置范围为-100.0 ~ 100.0, 0.0 ~ 100.0 设置范围用于控制加热侧输出 (0% ~ 100%), -100.0 ~ 0.0 设置范围用于控制制冷侧输出 (0% ~ 100%)。
可通过读取 H_MV 和 C_MV 参数寄存器获取实际输出功率 (请参考“4.6.3 控制输出量监控”)
示例: OT1 = 3 时设定 -50.0% 输出: 写入 MV1 = -50.0; 而设定 75.0% 输出: 写入 MV1 = 75.0。
- 设定周期: 实际输出功率/强度与设定的控制周期 CP 相关联。当目标通道 CP = 2 (周期 2 秒) 时, 若设定 75% 的输出, 则意味着输出端口在每个周期内会以导通 1.5 秒、断开 0.5 秒的方式工作, 并以此循环往复。
(请参考“4.4.16 控制周期”)

• 注意事项

使用百分比控制模式 (OUTM = 1) 时, 建议谨慎配置相关限制性参数。防止实际输出无法达到要求, 甚至造成输出响应迟滞, 避免不必要的干预, 以确保开关量控制的快速、准确响应。

地址映射 (寄存器号[规则①])	参数名称	参数说明	读写范围 [规则②]	出厂设置值
0x2100~0x210F (48449~48464)	MV1~MV16	百分比输出模式下, 设定目标输出通道的期望输出量	-100.0~100.0 (R/W)	0.0

4.4 自动控制输出模式

将目标输出通道的 OUTM 参数寄存器设置为 2 (请参考“4.1 输出模式选择”) 即可进入自动控制输出模式, 此模式需外部提供实际过程测量值 (PV, 如温度), 并将其与内部设定值 (SV) 进行比较, 自动输出控制信号, 以达到并维持设定的目标值。它使系统能够无需人工介入, 实时响应过程变化, 确保过程变量稳定在设定范围内。其涉及众多关键参数, 将在后续小节逐一详细介绍。

4.4.1 测量输入值和上下限

此参数寄存器用于读写各个通道的过程测量值，所有数据必须由外部设备通过通信接口写入。

地址映射 (寄存器号[规则①])	参数名称	参数说明	读写范围 [规则②]	出厂设置值
0x2000~0x200F (48193~48208)	PV1~PV16	测量输入值	-3276.8~3276.7 (R/W)	上电默认 3200.0

● 参数说明

每个通道的 FL 和 FH 参数均可独立设置，分别用于定义对应通道测量输入值 (PV) 的有效量程下限与上限。设置时需满足基本约束 $FL < FH$ ，且两者的读写数值范围均须在 -3199.9 至 3199.9 之间。用户可通过这两个参数为测量输入值设定合理的测量范围。

模块会在标定量程 (FL ~ FH) 之外扩展一定的有效裕度，最终边界为绝对范围 -3199.9 ~ 3199.9。按照以下规则分别计算有效裕度的上限和下限：

若 $FH > 0$ ，有效裕度上限 = $(1+0.1)FH$ ，若 $FH = 0$ ，有效裕度上限 = 10.0，若 $FH < 0$ ，有效裕度上限 = $(1-0.1)FH$ ；

若 $FL > 0$ ，有效裕度下限 = $(1-0.1)FL$ ，若 $FL = 0$ ，有效裕度下限 = -10.0，若 $FL < 0$ ，有效裕度下限 = $(1+0.1)FL$ ；

● 测量输入值读写规则

1) 当写入目标通道的 PV 值超出有效裕度范围或突破绝对范围 [-3199.9, 3199.9] 时，将触发超限。强制标定超上限值为 3200.0，表示 HHHH，超下限值为 -3200.0，表示 LLLL。

2) 当目标通道未接收到有效 PV 值写入 (如上电后外部设备未写入数据) 时，显示 3200.0 (HHHH)。

3) 当 PV 值写入中断超时或通讯中断超时时，显示 3200.0 (HHHH)，请参考“4.7 安全保护”。

示例：当设置 $FL1=0.0$ 、 $FH1=100.0$ 时，有效裕度范围为 -10.0 至 110.0，

若写入 $PV1 = -5.0 / 50.0 / 105.0$ ，读取 $PV1 = -5.0 / 50.0 / 105.0$ (正常)；

若写入 $PV1 < -10.0$ ，读取 $PV1 = -3200.0$ (LLLL)；

若写入 $PV1 > 110.0$ ，读取 $PV1 = 3200.0$ (HHHH)；

● 参数关联

修改目标通道的 FL 或 FH 参数后，所有依赖量程的相关参数 (包括设定值 SV、报警值 AL1 / AL2 以及输出限幅上限有效范围 OLHE 等)，若其当前值超出新的量程范围 [FL, FH]，将自动同步更新并约束至最近的边界值 (即 FL 或 FH)。而设定值上下限 SLL / SLH 参数将自动同步更新为新的量程边界 FL / FH。

地址映射 (寄存器号[规则①])	参数名称	参数说明	读写范围 [规则②]	出厂设置值
0x2210~0x221F (48721~48736)	FL1~FL16	量程下限，此设定值必需小于量程上限	-3199.9~3199.9 (R/W)	-3199.9
0x2220~0x222F (48737~48752)	FH1~FH16	量程上限，此设定值必需大于量程下限	-3199.9~3199.9 (R/W)	3199.9

4.4.2 单位设置

此参数寄存器用于设置读取目标通道测量输入值 (PV) 和控制运算所使用的单位, 以摄氏度 $^{\circ}\text{C}$ 为默认值, 通讯指令为 25, 当需要采用华氏度 ($^{\circ}\text{F}$) 值时, 需将目标通道的 UNIT 参数设置为 “F”, 通讯指令为 26。

● 参数说明

模块始终要求写入的测量输入值 (PV) 为实际物理温度值 (以摄氏度 $^{\circ}\text{C}$ 为基准)

- 当 UNIT = 25 ($^{\circ}\text{C}$) 时:
 写入的 PV 值被解释为 $^{\circ}\text{C}$;
 读取 PV 寄存器以 $^{\circ}\text{C}$ 为单位;
 控制运算直接使用写入的 $^{\circ}\text{C}$ 值。
- 当 UNIT = 26 ($^{\circ}\text{F}$) 时:
 写入的 PV 值仍需是实际的摄氏度 ($^{\circ}\text{C}$) 值;
 读取 PV 寄存器以 $^{\circ}\text{F}$ 为单位 (转换后的值)。
 模块内部自动将写入的 $^{\circ}\text{C}$ 值转换为 $^{\circ}\text{F}$ 值用于显示和控制运算。
- 注意: 如果外部设备提供的 PV 值本身不是温度值 (如压力、流量等工程量), 则无需设置 UNIT 参数。
 将直接使用写入的原始值控制运算, 与温度单位无关。

示例:

UNIT1 = 25($^{\circ}\text{C}$) 时写入的 PV1 值为 30.0 $^{\circ}\text{C}$, 读取该参数寄存器的值为 30.0 $^{\circ}\text{C}$, 并以该值用于控制运算。

UNIT1 = 26($^{\circ}\text{F}$) 时写入的 PV1 值为 30.0 $^{\circ}\text{C}$, 读取该参数寄存器的值为 86.0 $^{\circ}\text{F}$, 并以该值用于控制运算。

● 参数关联

当切换目标通道的单位设置时:

- 量程相关参数同步缩放: FL, FH, SLL, SLH 等定义量程范围的参数值, 将自动同步进行转换并更新。
- 其他参数保持不变: 设定值 (SV)、报警参数 (AL1, AL2) 等参数值不会自动改变。用户需根据实际情况 (如新的 $^{\circ}\text{F}$ 值范围) 自行检查并修改。

示例:

设定 FL1=0.0, FH1=100.0, SLL1=0.0, SLH1=100.0, SV1=50.0, UNIT1 从 $^{\circ}\text{C}$ 切换为 $^{\circ}\text{F}$:

FL1、SLL1 自动更新为 32.0;

FH1、SLH1 自动更新为 212.0;

SV1 保持不变为 50.0, 用户可根据实际情况更改。

地址映射 (寄存器号[规则①])	参数名称	参数说明	读写范围	出厂设置值
0x2420~0x242F (49249~49264)	UNIT1~UNIT16	输出量单位设置 $^{\circ}\text{C}$: 摄氏度 $^{\circ}\text{F}$: 华氏度	(25) $^{\circ}\text{C}$ (26) $^{\circ}\text{F}$ (R/W)	(25) $^{\circ}\text{C}$

4.4.3 小数点

此参数寄存器定义模块中部分参数（如 PV、FL、FH、SV、MV 等）的处理精度均固定保留一位小数，且不支持修改。用户可通过参数寄存器的读写范围确认此精度信息。

通过 Modbus 协议进行读写操作时，需遵循以下数据转换规则：

写入 W：需将实际数值乘以 10 后作为整数写入寄存器。

读取 R：从寄存器读取的整数值用户需除以 10 才能得到实际的浮点数值。

注意：默认情况下，必须遵循上述数据转换规则。也可通过通信层修改相关配置（如缩放系数）来替代上述规则。

示例：

写入 W：将测量输入值 100.5℃ 写入 PV1 寄存器，实际需向寄存器写入的值为 1005（整数）。

读取 R：若从 PV1 寄存器读取的值为 1234，则其所表示的 PV1 实际值为 123.4。

地址映射 (寄存器号[规则①])	参数名称	参数说明	读写范围	出厂设置值
0x2230~0x223F (48753~48768)	DP1~DP16	小数点设置，固定一位定点数	1 (R)	1

4.4.4 输入修正

此参数寄存器用于对测量输入值（PV）进行平移修正，补偿已知的、固定的传感器测量偏差或系统误差，修正后的 PV 值将用于后续控制运算，从而提升控制精度。（请参考“4.4.1 测量输入值和上下限”）

注意：平移修正后的值。

地址映射 (寄存器号[规则①])	参数名称	参数说明	读写范围 [规则②]	出厂设置值
0x2300~0x230F (48961~48976)	PS1~PS16	平移修正值 修正后 PV = 原始 PV + 平移修正值	-1000.0~1000.0 (R/W)	0.0

4.4.5 设定值和上下限

此参数寄存器用于设置期望过程变量 (PV) 达到并维持的目标值,是自动控制的核心输入。系统会持续将测量值 (PV) 与设定值 (SV) 进行比较,并根据偏差 (PV - SV) 的方向和大小,计算并输出相应的控制输出量,使 PV 最终稳定在 SV 附近。SV 的单位与 PV 一致。

地址映射 (寄存器号[规则①])	参数名称	参数说明	读写范围 [规则②]	出厂设置值
0x2110~0x211F (48465~48480)	SV1~SV16	控制目标设定值	SLL~SLH (R/W)	0.0

SV 不能随意设置,它被限制在由对应通道的 SLL (设定值下限) 和 SLH (设定值上限) 定义的安全或允许操作范围内。为设定值 SV 设置一个安全或可操作的边界,防止用户设置可能带来危险(如温度过高导致材料损坏或安全事故)、设备无法达到(如低于环境温度)或超出工艺要求的设定值。

每个通道的 SLL 和 SLH 参数均可独立设置,设置时需满足基本约束 $SLL < SLH$,且两者的读写数值范围均须在对应通道的 FL 至 FH 之间。修改 FL / FH 将导致 SLL / SLH 同步更新(请参考“4.4.1 测量输入值和上下限”)。若手动修改 SLL 或 SLH,或因其被动改变导致当前 SV 值超出新的 [SLL, SLH] 范围,该 SV 值将不会被自动调整。用户必须手动重新设定一个符合新范围的 SV 值。这是为了防止意外的设定值跳变。

地址映射 (寄存器号[规则①])	参数名称	参数说明	读写范围 [规则②]	出厂设置值
0x2140~0x214F (48513~48528)	SLL1~SLL16	控制目标设定值范围下限	FL~FH (R/W)	FL
0x2150~0x215F (48529~48544)	SLH1~SLH16	控制目标设定值范围上限	FL~FH (R/W)	FH

4.4.6 斜率控制

● 功能描述

斜率控制功能通过限制过程变量（PV）单位时间内的变化速率，确保被控对象在安全阈值范围内平稳过渡，从而有效规避因温度、压力等关键物理量剧烈波动引发的设备损伤或工艺失控风险。

● 参数说明

斜率设定值单位与测量值 PV 单位一致，时间单位为 min（分钟）。

- 当 SPRT = 0 时，关闭斜率控制功能。直接以最终 SV 为目标。
- 当 SPRT > 0 时，基于当前 PV 值生成斜坡设定值（Ramp SV），并以恒定速率（SPRT）实时更新，使其 PV 值缓慢逼近用户设定的最终 SV。

若 SV > PV，则 Ramp SV 递增；若 SV < PV，则 Ramp SV 递减。

控制器实时调节输出，使实际 PV 跟随此固定变化的 Ramp SV 达到限制 PV 值变化速率的目的。实时 Ramp SV 值可通过 SPM 参数寄存器读取。（请参考“[4.6.2 斜率控制过程监控](#)”）

示例：

UNIT1 = 25（℃），OT1 = 1（加热控制）且 SV1 > PV1，SPRT1 = 5.0，此时将以 5.0℃/ min 的速率升温至设定值 SV1。

● 注意事项

- PV 值显示超限或处于停止状态（RSA = 1 / RS = 0）时斜率控制关闭，仅当 PV 值被写入并处于正常范围内、SPRT > 0 且处于运行状态（RSA = 0 / RS = 1）时，斜率控制功能才会开启。
（请参考“[4.4.21 自整定与运行开关](#)”）
- 当处于自整定状态（RSA = 2 / AT = 1）时，斜率控制功能无效。退出自整定状态后，斜率控制功能恢复有效。
- 在斜率控制过程中动态修改 SPRT 设定值时，斜率控制速率将更新为修改后的值。
- 设定的 SPRT 必须小于被控对象的实际最大变化能力。否则系统将以最大能力变化，此功能失效。
- 实际 PV 对 Ramp SV 的跟随性能受系统惯性、非线性影响。
- 斜率控制功能执行中的报警动作以最终 SV 为基准动作（请参考“[4.5.1 报警方式](#)”）；

地址映射 (寄存器号[规则①])	参数名称	参数说明	读写范围 [规则②]	出厂设置值
0x2960~0x296F (410593~410608)	SPRT1~SPRT16	斜率设定值（单位：digits/min） 0：关闭斜率控制功能	0.0~3276.7 (R/W)	0.0

4.4.7 控制方式选择

- 控制模式通常可分为加热控制、制冷控制以及加热与冷却控制。
 加热控制（逆动作）与制冷控制（正动作）：这两种运行方式的控制逻辑相反，其控制输出的动作方向也正好相反。
 加热与制冷控制：当无法仅通过单一加热或制冷功能实现有效温度控制时，可采用加热与制冷控制模式。此模式结合加热与制冷功能，采用双独立控制回路，显著提升目标温度的维持精度，尤其适合需同时进行升温 and 降温的应用（例如：双螺杆挤出机）。
 注意：“加热”与“制冷”概念可泛化理解为需消除偏差 $PV < SV$ 与 $PV > SV$ ，使 PV 稳定在设定值 SV 附近的控制需求。
- 控制方式主要分为两类：PID 控制和位式控制（ON/OFF 控制）。
 ON/OFF 控制：适用于对温度波动要求不严格的场合，其具体控制原理请参考“4.4.8 回差”。
 PID 控制：通过比例（P）、积分（I）、微分（D）算法实现精准控温，适用于精密恒温设备（例如：恒温箱）。
- 不同的应用场景对控制精度、响应速度和稳定性的要求各异，因此需要选择匹配的控制方式。控制方式的选择通过此参数寄存器进行设定。
 不同的控制方式需要关联不同的参数组，请参照下方控制方式关联参数对照表，并前往对应的参数寄存器进行设置。

地址映射 (寄存器号[规则①])	参数名称	参数说明	读写范围	出厂设置值
0x2800~0x280F (410241~410256)	OT1~OT16	控制方式 0: ON/OFF 加热控制 1: PID 加热 2: ON/OFF 制冷控制 3: PID 加热与冷却 4: 超温冷却控制 5: PID 制冷	0 ~ 5 (R/W)	1

控制方式关联参数对照表

		OT 选项					
		0	1	2	3	4	5
控制相 关菜单	P	×	✓	×	✓	×	✓
	I	×	✓	×	✓	×	✓
	D	×	✓	×	✓	×	✓
	P1	×	×	×	✓	×	×
	I1	×	×	×	✓	×	×
	D1	×	×	×	✓	×	×
	OVS	×	✓	×	×	×	✓
	DB	✓	×	✓	×	✓	×
	CP	×	✓	×	✓	×	✓
	CP1	×	×	×	✓	×	×
	PDC	×	✓	×	×	×	✓
	PT	×	×	✓	×	×	×
	ATE	×	✓	×	×	×	✓
	OLL	✓	✓	✓	✓	×	✓
	OLH	✓	✓	✓	✓	×	✓
	OLL1	×	×	×	✓	×	×
	OLH1	×	×	×	✓	×	×
	OLHM	✓	✓	✓	✓	×	✓
	SFST	×	✓	×	✓	×	✓
	SPRT	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	LPH	✓	✓	✓	✓	×	✓

4.4.8 回差

回差参数 (DB) 为位式控制 (ON/OFF) 模式的核心保护机制, 在设定值 (SV) 一侧建立死区, 用于避免执行器在设定值附近因微小温度波动导致频繁开关, 提升系统稳定性, 同时减少继电器、阀门等执行器的机械磨损, 延长寿命。仅对以下三种控制方式生效 (请参考“4.4.7 控制方式选择”) :

- 1) ON/OFF 加热控制 (OT = 0) : $PV < SV - DB$ 时执行器启动, $PV \geq SV$ 时执行器停止。
- 2) ON/OFF 制冷控制 (OT = 2) : $PV \geq SV + DB$ 且 PT 延时时间达到 (如果 $PT > 0$) 时执行器启动, $PV < SV$ 时执行器停止并开始启动延时计时。(请参考“4.4.9 压缩机启动延时”)
- 3) 超温冷却输出 (OT = 4) : $PV \geq SV$ 时执行器启动, $PV < SV - DB$ 时执行器停止。

注意: DB 值始终做绝对值处理。

示例: 当加热控制 (OT1 = 0), $SV1 = 200^{\circ}\text{C}$, $DB1 = 10.0$, $PV1 = 50^{\circ}\text{C}$ 时, 控制过程中:

当 $PV1 < 190^{\circ}\text{C}$ 时持续加热;

当 $PV1$ 升温在 $190^{\circ}\text{C} \sim 200^{\circ}\text{C}$ 区间维持加热状态 (避免临界抖动) ;

当 $PV1 \geq 200^{\circ}\text{C}$ ($SV1$) 时停止加热;

当 $PV1$ 降温在 $190^{\circ}\text{C} \sim 200^{\circ}\text{C}$ 区间维持停止状态 (避免临界抖动) ;

当 $PV1 < 190^{\circ}\text{C}$ 时重新加热, 依此反复。

地址映射 (寄存器号【规则①】)	参数名称	参数说明	读写范围 【规则②】	出厂设置值
0x2910~0x291F (410513~410528)	DB1~DB16	位式控制回差值	-1000.0~1000.0 (R/W)	5.0

4.4.9 压缩机启动延时

此功能专用于 ON/OFF 制冷控制模式 (OT = 2), 针对压缩机类负载的防频繁启停需求设计, 通过强制延时机制阻断短周期启停风险。其动作逻辑遵循严格的状态约束:

启动条件: 仅当同时满足过程变量 $PV \geq SV + DB$ 且 PT 延时计时完成。

停机触发: 当 $PV < SV$ 时立即停止, 并开始启动延时计时。

硬性锁定: 在此 PT 延时等待期间, 即使过程变量再次达到条件 ($PV \geq SV + DB$) 时也禁止重启。

此参数寄存器需根据压缩机允许的最小启停间隔时间合理设置。

地址映射 (寄存器号【规则①】)	参数名称	参数说明	读写范围	出厂设置值
0x2A10~0x2A1F (410769~410784)	PT1~PT16	压缩机制冷启动延时时间, 单位: 秒	0~9999 (R/W)	0

4.4.10 比例带

• 参数说明

过程值 (PV) 围绕设定值 (SV) 进行比例调节的区域即定义为比例带。当 PV 进入比例带范围内时, 控制器会在每个控制周期内通过调节输出信号的 ON/OFF 时间比例进行控制。

P: 用于设置 PID 加热控制 (OT = 1) 和 PID 制冷控制 (OT = 5) 模式下的比例带参数; 在 PID 加热与冷却控制 (OT = 3) 模式下, 则专用于加热侧的比例带设置。

P1: 仅在 PID 加热与冷却控制 (OT = 3) 模式下有效, 专用于制冷侧的比例带设置。

(单位: 对应测量值单位)

• 参数作用与调整影响

比例带设置值越小: 系统响应越灵敏, 但容易引发振荡。

比例带设置值越大: 系统响应越迟缓, 稳定性增强, 但静态控制偏差会增大。

增大比例带可抑制振荡, 但会增大控制偏差; 减小比例带可减小控制偏差, 但可能引发振荡。需根据实际被控对象的动态特性进行整定。

地址映射 (寄存器号[规则②])	参数名称	参数说明	读写范围 [规则②]	出厂设置值
0x2810~0x281F (410257~410272)	P1~P16	比例带, 设置值越小, 系统响应越快, 反之越慢, 增大比例带可减小振荡, 但会增加控制偏差, 减小比例带可减小控制偏差, 但会引起振荡。 (单位: 对应测量值)	0.0~3276.7 (R/W)	30.0
0x2850~0x285F (410321~410336)	P1 1~P1 16		0.0~3276.7 (R/W)	30.0

4.4.11 积分时间

• 参数说明

比例控制 (P 作用) 无法完全消除稳态误差 (例如: 当加热功率与环境散热达到平衡时, 仍可能存在 2°C 的偏差)。此组参数寄存器用于设置 PID 算法中积分时间常数 (单位: 秒), 其核心作用是消除稳态误差 (即设定值 SV 与实际值 PV 之间的长期偏差)。

I: 用于设置 PID 加热控制 (OT = 1) 和 PID 制冷控制 (OT = 5) 模式下的积分时间; 在 PID 加热与冷却控制 (OT = 3) 模式下, 则专用于加热侧的积分时间设置。

I1: 在 PID 加热与冷却控制 (OT = 3) 模式下, 专用于制冷侧的积分时间设置。

• 参数作用与调整影响

积分时间设置值越小: 积分作用 (I 作用) 越强, 能更快消除偏差, 但容易引发超调或振荡。

积分时间设置值越大: 积分作用 (I 作用) 越弱, 系统响应更平缓, 但可能导致残余偏差长期存在。

地址映射 (寄存器号[规则②])	参数名称	参数说明	读写范围	出厂设置值
0x2820~0x282F (410273~410288)	I1~I16	积分时间, 值越小, 积分作用越强, 越趋向消除与设定值的偏差, 如果积分作用太弱可能不能消除偏差。单位: 秒	0~9999 (R/W)	120
0x2860~0x286F (410337~410352)	I1 1~I1 16		0~9999 (R/W)	120

4.4.12 微分时间

• 参数说明

此组参数寄存器用于设置 PID 算法中的微分时间常数 (单位: 秒), 在控制系统中, 为抑制可能出现的超调现象, 微分作用 (D 作用) 通过预测过程值 (PV) 的变化趋势, 提前调整控制输出, 从而改善系统动态响应, 有效减少超调。

D: 用于设置 PID 加热控制 (OT = 1) 和 PID 制冷控制 (OT = 5) 模式下的微分时间。在 PID 加热与冷却控制 (OT = 3) 模式下, 则专用于加热侧的微分时间设置。

D1: 在 PID 加热与冷却控制 (OT = 3) 模式下, 专用于制冷侧的微分时间设置。

• 参数作用与调整影响

微分时间设置值越大: 对超调的抑制能力越强。

微分时间设置值过大: 会显著放大测量噪声: 若过程值 (PV) 存在波动, 可能导致控制输出剧烈震荡。

地址映射 (寄存器号[规则①])	参数名称	参数说明	读写范围	出厂设置值
0x2830~0x283F (410289~410304)	D1~D16	微分时间, 减小微分作用到一个合适的数值可以防止系统振荡, 数值越大微分作用越强。 单位: 秒	0~9999 (R/W)	30
0x2870~0x287F (410353~410368)	D1 1~D1 16		0~9999 (R/W)	30

4.4.13 行业 PID 参数

模块出厂时已预置十组常用工况的 PID 参数模板。此参数寄存器用于快速调用所需的行业场景预设模板, 减少调试时间。

0: 禁用预设模板, 使用手动设置或自整定生成的 P、I、D 参数。

1 ~ 10: 分别对应调用 PID0 ~ PID9 预设参数组。

地址映射 (寄存器号[规则①])	参数名称	参数说明	读写范围	出厂设置值
0x2880~0x288F (410369~410384)	SPC1~SPC16	行业内 PID 参数套用, 出厂时仪表内置十组常用的 PID 参数 0: 该参数不起作用 1~10: PID0~PID9	0~10 (R/W)	0

4.4.14 PID 算法选择

此参数寄存器用于为每个控制回路选择不同的 PID 控制算法。不同的被控对象（如温度、压力、流量）及其应用场景（例如对快速响应或高抗干扰性有特定需求），对控制算法的适应性要求各异。

1) 先进模糊 PID 算法：在系统特性复杂或难以精确建模的情况下表现更优，但其实现可能更复杂，且对参数整定要求更高（如注塑机温度控制）。

2) 普通 PID 算法：适用于具有线性特性且动态响应较慢的系统。

注意：在 PID 加热与冷却控制（OT = 3）模式下，此参数设置无效。

此功能提供选择权，允许用户根据设备特性和控制目标选用最合适的算法，从而优化控制性能（提升控制效果）。

地址映射 (寄存器号[规则①])	参数名称	参数说明	读写范围	出厂设置值
0x2A20~0x2A2F (410785~410800)	PDC1~PDC16	PID 算法选择 0: 模糊 PID 算法 1: 普通 PID 算法	0 / 1 (R/W)	0

4.4.15 超调量限制

此参数寄存器用于设置超调量限制值，在 PID 控制算法未能有效抑制超调的情况下，提供硬性安全保护，防止被控参数（如温度、压力）出现异常飙升或骤降。适用于需要设置超调阈值以强制关断输出的场合。

仅当 PID 加热控制（OT=1）和 PID 制冷控制（OT=5）时超调量限制功能起效。当 OVS 设置值为 0（默认）时，此功能无效。

反作用（加热）时：当测量值超过设定值加上超调量限制值（即 $PV \geq SV + OVS$ ）时，强制关闭输出。

正作用（制冷）时：当测量值低于设定值减去超调量限制值（即 $PV \leq SV - OVS$ ）时，强制关闭输出。

注意：该功能应作为非正常工况预防措施使用，此值越小，PID 调整范围越小，当测量值 PV 在震荡且发散的情况下，建议关闭该功能或放宽限制值。

地址映射 (寄存器号[规则①])	参数名称	参数说明	读写范围 [规则②]	出厂设置值
0x2840~0x284F (410305~410320)	OVS1~OVS16	超调量限制值，设置超调阈值以强制关断输出。 0: 此功能无效	0.0~3276.7 (R/W)	0.0

4.4.16 控制周期

• 参数说明

此组参数寄存器用于设置系统更新执行器输出量的时间间隔，直接决定了执行器在一个完整周期内的通断时间比例（单位：秒）。

CP：用于设置 PID 加热控制（OT = 1）和 PID 制冷控制（OT = 5）模式下的控制周期。在 PID 加热与冷却控制（OT = 3）模式下，则专用于加热侧的控制周期设置。

CP1：在 PID 加热与冷却控制（OT = 3）模式下，专用于制冷侧的控制周期设置。

• 生效条件

1) 当输出量为 100% 或 0% 时，系统将立即更新输出量，此时 CP / CP1 参数失效。

2) 当输出量在 0% ~ 100% 区间变化时，输出量的更新必须遵循 CP / CP1 参数设定的控制周期，因此需等待当前周期结束后方可更新。

3) 在自整定状态下，CP / CP1 参数失效。

特别地，在 ON / OFF 控制模式（OT = 0 / 2 / 4）下，输出量仅为 100% 或 0% 时，CP / CP1 参数失效；若因输出量限制导致输出量处于 0% ~ 100% 之间，则 CP / CP1 参数生效，输出量的更新必须遵循 CP / CP1 参数设定的控制周期。

• 参数作用与调整影响

提高控制精度需求：可减小控制周期（CP / CP1）。这能使输出调整更频繁，理论上更贴近实时变化。

延长执行器寿命需求：可增大控制周期（CP / CP1）。这能减少执行器在单位时间内的动作次数，降低机械/电气磨损。

• 关键限制因素

设备响应滞后：控制周期必须大于被控对象的主要响应滞后时间。周期过短，输出变化快于对象响应，控制效果反而变差甚至失稳。

噪声敏感性与震荡风险：控制周期过小会放大现场干扰对输出的影响，容易导致过程值（PV）出现震荡。

执行器能力：周期设置需在执行器允许的最小开关时间之上。

地址映射 (寄存器号[规则①])	参数名称	参数说明	读写范围	出厂设置值
0x2900~0x290F (410497~410512)	CP1~CP16	主控制周期；单位：秒	1~200 (R/W)	1
0x2930~0x293F (410545~410560)	CP1 1~CP1 16	专用于 PID 加热与冷却控制（OT=3）模式下 制冷侧的控制周期；单位：秒	1~200 (R/W)	1

4.4.17 控制输出端口配置

● 功能描述

此组参数用于将任意逻辑通道产生的控制信号，映射到系统中任意物理输出端口上执行控制输出动作。

支持跨通道共享物理输出端口。当某个通道的物理输出端口处于空闲状态时，可被其他通道的控制信号占用。

可根据实际接线需求和安全逻辑，自由指定哪一通道控制信号驱动哪一个物理输出端口，突破了逻辑通道编号与物理端口之间的固定对应关系。

● 参数说明

当 OP1P / OP2P 设为 0 时：禁用目标逻辑通道控制信号的物理输出功能。即使控制运算产生了输出信号，也不会驱动任何物理输出端口动作。

当 OP1P / OP2P 设为 1 ~ 16 时：启用目标逻辑通道控制信号的物理输出功能，并将其映射到逻辑通道编号为指定值（1~16）所对应的物理输出端口上执行动作。

加热 / 制冷控制（OT = 0 / 1 / 2 / 4 / 5）模式下的输出以及 PID 加热与冷却控制（OT = 3）模式下的加热侧输出，作用于通过 OP1P 参数映射的物理输出端口。

仅 PID 加热与冷却控制（OT = 3）模式下的制冷侧输出，作用于通过 OP2P 参数映射的物理输出端口。

示例：

当 OT1=1，OP1P1=3，表示逻辑通道 1 产生的加热控制信号，将实际驱动分配给通道 3 的物理输出端口动作。

当 OT1=3，OP1P1=1，OP2P1=2 时，表示逻辑通道 1 产生的加热控制信号，将实际驱动分配给通道 1 的物理输出端口动作，而通道 1 产生的冷却控制信号，将实际驱动分配给通道 2 的物理输出端口动作，此时通道 2 的物理输出端口被占用，因此应该将 OP1P2 设置为 0。

● 出厂默认状态

出厂默认控制模式为 PID 加热控制方式（OT = 1），此时仅使用 OP1P 参数。

在此默认模式下，每个逻辑通道的 OP1P 参数默认值等于其逻辑通道编号。因此，每个逻辑通道的控制信号默认输出至分配给该逻辑通道的物理输出端口。

每个逻辑通道的 OP2P 参数在出厂时默认设置为 0（禁用）。

● 注意事项

1) 每个物理输出端口禁止在同一逻辑通道内同时被 OP1P 和 OP2P 功能映射占用，禁止在不同逻辑通道间被多个控制信号输出功能同时映射占用。

2) 被 OP1P 和 OP2P 映射用于控制输出的物理输出端口，不能再被 AL1P 或 AL2P 映射用于报警输出（请参考“4.5.6 报警输出端口配置”）。配置生效后输出会重置一次，请避免频繁配置更改。

地址映射 (寄存器号[规则①])	参数名称	参数说明	读写范围	出厂设置值
0x2503~2512 (49476~49491)	OP1P1~OP1P16	主控制输出端口配置	0~16 (R/W)	对应通道 编号
0x2513~0x2522 (49492~49507)	OP2P1~OP2P16	专用于 PID 加热与冷却控制（OT=3）模式下 制冷侧的输出端口配置	0~16 (R/W)	0

4.4.18 输出量上下限设定

● 输出限幅

以下参数寄存器组协同作用，共同实现对输出量上限和下限的限制：

OLL：设置加热/制冷控制模式（OT=0/1/2/5）下或 PID 加热与冷却控制模式（OT=3）下加热侧的最小输出量。

OLL1：仅设置 PID 加热与冷却控制模式（OT = 3）下制冷侧的最小输出量。

OLH：设置加热/制冷控制模式（OT=0/1/2/5）下或 PID 加热与冷却控制模式（OT=3）下加热侧的最大输出量。

OLH1：仅设置 PID 加热与冷却控制模式（OT = 3）下制冷侧的最大输出量。

适用场景：

- 1) 当需求执行器不能完全关断时，可设置最小输出量 OLL、OLL1；
- 2) 当需求执行器功率不能超过一定上限时，可设置最大输出量 OLH、OLH1。
- 3) 当需求执行器输出量固定时，令 $OLL = OLH / OLL1 = OLH1$ ，即可输出固定输出量。

注意事项：

- 1) 同一输出通道的输出限幅下限设定值（OLL / OLL1）必须小于上限设定值（OLH / OLH1）。
- 2) 在超温冷却控制（OT = 4）模式以及自整定状态下，输出量限幅功能不生效。

● 输出限幅上限有效范围

OLHE：设置 OLH（上限）生效的测量值（PV）范围。

当 $PV \leq OLHE$ 时：OLH（上限）生效。

当 $PV > OLHE$ 时：OLH（上限）不生效。

OLHE 的设置范围为 PV 的有效输入绝对范围 FL ~ FH（请参考“4.4.1 测量输入值和上下限”）。

示例：OT1 = 1（PID 加热控制），SV1 = 200.0，OLHE1 = 100.0，OLL1 = 0.0，OLH1 = 80.0 时：

当 $PV1 \leq 100.0$ 时，输出量最大值为 80.0；当 $PV1 > 100.0$ 时，输出量最大值为 100.0。

注意事项：

- 1) 反作用控制（加热模式，OT = 0 / 1 / 3）时，OLHE 默认值为 FH；而正作用控制（制冷，OT = 2 / 4 / 5）时，OLHE 默认值为 FL，当修改 OT 参数（正、反作用切换）时，系统会自动重置 OLHE 为对应默认值（FH 或 FL），意义为默认情况下 OLH 始终生效。
- 2) OLHE 通常与软启动功能配合使用。如无需此功能，建议将 OLHE 恢复为默认值。（请参考“4.4.19 软启动”）
- 3) 当系统检测到测量值 PV 超限、PV 值写入中断超时或通讯中断超时时，均会触发超限显示 3200.0（HHHH），此时 OLH（上限）不生效。（请参考“4.4.1 测量输入值和上下限”和“4.7 安全保护”）

地址映射 (寄存器号[规则①])	参数名称	参数说明	读写范围 [规则②]	出厂设置值
0x2400~0x240F (49217~49232)	OLL1~OLL16	输出限幅下限，设定值必需小于上限设定	0.0~100.0 (R/W)	0.0
0x2410~0x241F (49233~49248)	OLH1~OLH16	输出限幅上限，设定值必需大于下限设定	0.0~100.0 (R/W)	100.0
0x2460~0x246F (49297~49312)	OLL1 1~OLL1 16	专用于 PID 加热与冷却控制（OT=3）模式下 制冷输出限幅下限	0.0~100.0 (R/W)	0.0
0x2470~0x247F (49313~49328)	OLH1 1~OLH1 16	专用于 PID 加热与冷却控制（OT=3）模式下 制冷输出限幅上限	0.0~100.0 (R/W)	100.0
0x2470~0x247F (49329~49344)	OLHE1~OLHE16	输出限幅上限有效范围 反作用（加热）控制下 $PV \leq OLHE$ 时，OLH 生效 正作用（制冷）控制下 $PV > OLHE$ 时，OLH 生效	FL~FH (R/W)	FH

4.4.19 软启动

● 功能描述

软启动功能指模块在初始上电阶段，输出功率不会立即达到最大值，而是根据预设的软启动时间（SFST）从初始值 0% 匀速线性增加至目标功率（或最大功率）。该功能通过平缓提升功率，有效限制启动瞬间的电流阶跃变化，主要应用于抑制上电浪涌电流，减轻对负载设备及电网的冲击。

● 生效条件和范围

○ 生效条件

1) 模块必须处于自动控制输出模式（OUTM = 2）且采用 PID 控制方式（OT = 1 / 3 / 5）

特别的，PID 加热与冷却控制（OT = 3）时，软启动仅对加热输出生效。

2) 模块上电必须处于运行状态（RUN 状态）。在停止状态（STOP）或自整定状态（AT）下无效。

○ 生效范围

软启动功能生效需满足 OLH 生效条件，即反作用（加热）控制下需满足 $PV \leq OLHE$ ；而正作用（制冷）控制下需满足 $PV \geq OLHE$ 。（请参考“4.4.18 输出量上下限设定”）

示例：反作用（加热）控制下，SV1 = 200.0，OLHE1 = 100.0，SFST1=100，上电时输入 PV1=25.0：

上电时输出量为 0%，随后以每秒 100% / SFST1 = 1% 的速度缓慢攀升；

若 100 秒（SFST1）内，仍有 $PV1 < OLHE1$ ，则输出量上限 OLH 生效；

若 100 秒（SFST1）内，有 $PV1 > OLHE1$ ，则软启动提前失效。

● 注意事项

○ 线性递增率以 100%满功率为计算基准，依据软启动时间（SFST）均匀分配增幅。例如 SFST 设为 100 秒时，每秒增加功率为 100%/100=1%。

○ 在软启动过程中若修改 SFST 设定值，系统将根据新 SFST 值实时重算功率递增率并在已运行时间基础上继续计时递增；若修改后的 SFST 小于或等于当前累计运行时间（例如运行 120 秒后将 SFST 从 300 秒改为 100 秒），系统会立即强制输出目标功率并中断软启动流程。因此修改后的 SFST 必须大于已运行时间。需特别注意：由于动态调整会导致实际递增时间与初始设定产生偏差，即使在新 SFST 计时结束时未达到目标功率，系统也将直接输出目标功率并完成软启动过程。

○ 如果上电为开关量输出模式（OUTM = 0）或百分比输出模式（OUTM = 1），当切换到自动控制输出模式（OUTM = 2）时，软启动会即时生效。

地址映射 (寄存器号[规则①])	参数名称	参数说明	读写范围	出厂设置值
0x2480~0x248F (49345~49360)	SFST1~SFST16	软启动时间，输出量达到最大功率需要的时间 单位：秒	0~9999 (R/W)	0

4.4.20 自整定设定

此参数寄存器组合了配置 PID 自整定过程的关键选项：

1) A: 自整定超时时间

定义自整定过程允许的最长持续时间（单位：分钟）。范围：0 ~ 999 分钟。默认值：180 分钟。

若超过此时间仍未完成整定，控制器将自动退出自整定模式进入 RUN 运行状态，并保留自整定前的 PID 参数。

A=0: 表示禁用超时功能（整定将持续进行，直至完成或被人为中断）。

2) B: 自整定算法选择

默认值：50%自整定算法。

自整定算法的调用规则与 ATE、PDC（请参考“4.4.14 PID 算法选择”）和 OT（请参考“4.4.7 控制方式选择”）参数相关，具体如下：

当 PDC = 0 (FUZ: 先进模糊 PID 算法) 时，可通过 ATE 参数选择 90%自整定算法 或 50%自整定算法。

当 PDC = 1 (STD: 普通 PID 算法) 时，强制使用 100%自整定算法，此时 ATE 参数的选择无效。

在 PID 加热制冷控制模式 (OT=3) 下，强制使用 100%自整定算法，此时 ATE 参数的选择同样无效。

地址映射 (寄存器号[规则①])	参数名称	参数说明	读写范围	出厂设置值
0x2950~0x295F (410577~410592)	ATE1~ATE16	PID 自整定拓展功能： 菜单选项：ATE=A×1+B×1000 1. A: 自整定超时时间（单位：分钟） 自整定超过设定时间后退出自整定，保留整定前的 PID 参数，设置范围 $A \in [0, 999]$ ，A=0 时不启用该功能； 2. B: 自整定算法选择 B=0, 90% 整定算法； B=1, 50% 整定算法；	0~1999 (R/W)	1180

4.4.21 自整定与运行开关

此寄存器是控制对应通道核心运行状态的总开关和模式选择器，决定通道处于正常运行、强制停止、启动自整定或停止自整定状态。具体模式定义如下：

- 1) RUN：正常自动控制运行状态，根据运算结果输出控制量；
- 2) STOP：代表强制停止控制输出(0%)，是进行自整定前的安全步骤，若当前处于自整定状态则强制停止并退出，保留自整定前的 PID 参数；
- 3) ATON：启动自整定，通道将自动输出信号激发系统响应，并计算最优 PID 参数；
- 4) ATSTOP：停止自整定，退出自整定模式并使用自整定前的 PID 参数进入 RUN 状态。

通过读写 RSA 寄存器值，可直观监控和控制每个通道的当前运行状态。

地址映射 (寄存器号[规则①])	参数名称	参数说明	读写范围	出厂设置值
0x2120~0x212F (48481~48496)	RSA1~RSA16	自整定与运行开关	0:RUN 1:STOP 2:ATON 3:ATSTOP (R/W)	0

除 RSA 外，也可通过运行开关 RS 和自整定开关 AT 组合操作通道状态。

地址映射 (寄存器号[规则①])	参数名称	参数说明	读写范围	出厂设置值
0x2180~0x218F (48577~48592)	RS1~RS16	运行开关 0: 关闭 1: 开启	0 / 1 (R/W)	1
0x2190~0x219F (48593~48608)	AT1~AT16	自整定开关 0: 关闭 1: 开启	0 / 1 (R/W)	0

● 工作开关 RSA、运行开关 RS、自整定开关 AT 注意事项

- 1) 在 STOP 状态 (RSA = 1 / RS = 0) 下，系统将强制停止控制输出，输出量锁定为 0%，此输出量不受 OLL、OLH 等限制参数影响。对于所有输出模式 (OUTM = 0 / 1 / 2)，STOP 状态均生效，并始终强制输出 0%。
- 2) “工作开关 RSA” 不可反复写入 “AT(2)”，“自整定开关 AT” 不可反复写入 “开启(1)”，否则导致自整定完成后被意外再次启动；
- 3) 在自整定状态下，“工作开关 RSA” 的值会持续显示为 “AT(2)”，自整定结束后自动跳转至 “RUN(0)” 进入自动控制运行状态。若在整定过程中若向 “工作开关 RSA” 写入 “RUN(0)”、“STOP(1)” 或 “ATSTOP(3)” 均会中止自整定过程，而向 “运行开关 RS” 写入 “开启 (1)” 则不影响自整定执行；
- 4) 常规用法如下：
 对于工作开关 RSA，当需要切换通道核心运行状态时，仅需写入一次指令值 (RUN / STOP / ATON / ATSTOP)，写入后读取寄存器校验即可；
 对于运行开关 RS 和自整定开关 AT，可对 RS 持续写入状态以控制运行/停止，当需要启动自整定时，应确保 RS 已处于 “开启(1)” 状态下，然后向 AT 写入一次 “开启 (1)” 指令，写入后可读取 AT 或 RSA 进行校验。

- **PID 自整定操作流程**

- 1) 自整定前先将控制输出负载电源暂时断开，或将目标通道设置为停止状态 ($RSA = 1 / RS = 0$)。
- 2) 设置好目标值 SV、输出模式 ($OUTM = 2$)、PID 算法 (PDC)、控制方式 (OT) 和控制输出端口 (OP1P / OP2P)，PID 类型出厂默认为模糊 PID 控制。若 PID 算法为模糊 PID 控制，选择合适的自整定算法 (ATE)，出厂默认为 50% 自整定算法。确认测量输入值 PV 值已正确写入，PV 值需满足启动条件：PID 加热控制 ($OT = 1$) 或 PID 加热制冷控制 ($OT = 3$) 时 PV 需远小于 SV；PID 制冷控制 ($OT = 5$) 时 PV 需远大于 SV。
- 3) 将负载电源投入，或立即将目标通道设置为自整定状态 ($RSA = 2 / AT = 1$)，进入自整定模式，此时 STA 状态值 AT 数据位变为 1。
- 4) 自整定过程需要一定的时间，请勿进行参数修改或断电，以免影响结果或导致中止。
- 5) 自整定成功完成后，STA 的 AT 位会由 1 变为 0，系统自动退出自整定模式，将计算得到的最优 PID 参数更新并保存至 EEPROM，随后通道自动进入 RUN 状态进行控制。
- 6) 自整定过程中通讯中断超时、PV 值写入中断超时、PV 值超限、切换运行状态 RSA 或设置自整定超时判断时间过短均会中止自整定。
- 7) 有经验的用户也可以根据经验手动设定合理的 PID 参数。
(请参考“4.6.1 状态监控”)

- **自动控制运行操作流程**

- 1) 使用前，先将控制输出负载电源暂时断开，或将目标通道设置为停止状态 ($RSA = 1 / RS = 0$)。
- 2) 设置好目标 SV、输出模式 ($OUTM = 2$)、控制方式 (OT)、控制输出端口 (OP1P / OP2P) 和控制周期 (CP / CP1)，确认测量输入值 (PV) 已正确写入，根据控制方式 (OT) 不同设置回差值 (DB)、压缩机启动延时时间 (PT)、PID 参数 (P / P1、I / I1、D / D1)、超调量限制值 (OVS) 等参数。
- 3) 有特别要求的，可以设置输出量上下限 (OLL / OLL1 和 OLH / OLH1)、斜率控制、软启动以及功率限制功能。如果斜率控制功能和软启动功能同时生效的时候，系统分别计算斜率控制输出量 (基于斜坡设定值 Ramp SV 与 PV 的运算结果) 和软启动限制输出量 (当前时间点对应的线性功率值)，取二者中较小值作为初始输出量，初始输出量仍需经过输出限幅处理 (OLL / OLH、OLL1 / OLH1) 和功率限制处理 (LPH、SLPL) 后作为最终输出。
- 4) 将负载电源投入，或立即将目标通道设置为运行状态 ($RSA = 0 / RS = 1$)，此时开始根据测量输入值 PV、目标值 SV 以及设定的相关参数进行自动控制。

4.4.22 参数保存位置和上电运行状态

- 参数说明

- PRS (参数保存位置寄存器) 和 RSS (运行状态 RUN / STOP 保存位置寄存器)
这两个参数寄存器分别配置模块参数与运行 / 停止(RUN / STOP)状态的存储位置。0 表示保存到 EEPROM, 确保数据在断电后仍能保留, 但 EEPROM 写入次数有限, 频繁写入会降低其寿命。1 表示保存到 RAM, 允许快速、无限次读写, 但数据在断电或重启后会丢失。
- ST (上电运行方式寄存器)
此参数寄存器用于定义模块上电后的运行状态:
0: 上电 RUN 运行控制;
1: 上电后自动进入 PID 参数自整定状态;
2: 上电 STOP 停止运行状态;
3: 保持断电前 RUN/STOP 运行状态 (出厂默认)
- 配置逻辑与交互规则
RSS 与 ST 寄存器的设置相互关联, 存在以下规则:
1) 当 RSS 修改为 0 (EEPROM) :
由于运行状态的变化将持续写入 EEPROM, 无法实现上电固定状态 (ST = 0 / 1 / 2) 。
因此 ST 必须设置为 3 (保持 RUN / STOP 断电前状态) 。
若当前 ST 不为 3, 系统会强制将 ST 改为 3, 并将当前运行状态存入 EEPROM (不影响当前运行状态) 。
2) 当 RSS 修改为 1 (RAM) :
由于运行状态的变化不会被保存到 EEPROM, 无法实现上电保持断电前 RUN / STOP 运行状态 (ST = 3) 。
若当前 ST = 0 / 1 / 2, 那么将对应的状态 (RUN / AT / STOP) 保存到 EEPROM (不影响当前运行状态) 。
若当前 ST = 3, 系统将根据当前的运行状态 RUN / STOP 强制修改 ST, 当前为 RUN 则修改 ST 为 0; 当前为 STOP 则修改 ST 为 2。并将当前状态值保存到 EEPROM (不影响当前运行状态) 。
3) 修改 ST, 当前 RSS = 0 (EEPROM) :
由于运行状态的变化将持续写入 EEPROM, 无法实现上电固定状态。
若 ST 修改为 0 / 1 / 2, 则将对应的状态 (RUN / AT / STOP) 保存到 EEPROM (不影响当前运行状态) , 同时强制将 RSS 修改为 1 (RAM)。
若 ST 修改为 3, 只需将当前 RUN / STOP 状态写入 EEPROM 即可。
4) 修改 ST, 当前 RSS=1 (RAM) :
由于运行状态的变化不会被保存到 EEPROM, 无法实现上电保持断电前 RUN / STOP 运行状态。
若 ST 修改为 0 / 1 / 2, 则将对应的状态 (RUN / AT / STOP) 保存到 EEPROM (不影响当前运行状态) 。
若 ST 修改为 3, 则强制将 RSS 改为 0 (EEPROM) , 同时将当前 RUN/STOP 运行状态写入 EEPROM。

示例：要求通道 1 每次上电时模块处于 STOP 状态：

- 1) 向 RSS1 参数寄存器写入 0，修改为 EEP，此时 RUN/STOP 状态值将被保存到 EEPROM，断电不丢失，且系统强制 ST1 = 3 (保持 RUN / STOP 断电前状态)。
- 2) 向 RSA1 参数寄存器写入 1 或向 RS1 参数寄存器写入 0，改变当前运行状态为 STOP，此 STOP 状态写入 EEPROM 长久保存。
- 3) 向 RSS1 参数寄存器写入 1，修改为 RAM。因当前 ST1= 3 且状态为 STOP，系统强制修改 ST1=2，即上电为 STOP 停止运行状态，后续运行状态改变仅在 RAM 中生效，重启后仍恢复为 STOP 状态。

● 使用原则

- 稳定性需求：对于最终确定并需要长期保持不变的参数（如 PID 参数、设定值）和运行状态（如希望设备上电后自动运行在某个状态），需要保存在 EEPROM 中，确保断电不丢失。
- 调试与临时变更需求：在调试或临时更改参数或运行状态时，可以设置保存到 RAM。这样更改可以立即生效，且不会消耗宝贵的 EEPROM 寿命。如果更改效果不理想或者只是临时测试，断电重启后系统会自动恢复为 EEPROM 中保存的稳定配置。同时通过允许非关键或不频繁更改的数据/状态保存在 RAM 中，减少了对 EEPROM 的写入次数，从而延长了模块的使用寿命。

用户可以根据每个通道的实际应用场景独立配置其数据和状态的保存策略。

● 注意事项

特别的，参数 FL、FH、SLPL、PRS、RSS、ST 的修改将实时写入 EEPROM，实现断电保护存储。

地址映射 (寄存器号[规则②])	参数名称	参数说明	读写范围	出厂设置值
0x2430~0x243F (49265~49280)	PRS1~PRS16	设置参数保存位置 0: EEPROM 有断电保护; 1: RAM 无断电保护。	0 / 1 (R/W)	0
0x2440~0x244F (49281~49296)	RSS1~RSS16	RUN/STOP 保存位置 0: EEPROM 有断电保护; 1: RAM 无断电保护。	0 / 1 (R/W)	0
0x2490~0x249F (49361~49376)	ST1~ST16	上电运行方式 0: 上电 RUN 运行控制; 1: 上电后自动进入 PID 参数自整定状态; 2: 上电 STOP 停止运行状态; 3: 保持断电前 RUN/STOP 运行状态	0~3 (R/W)	3

4.4.23 功率限制

功率限制功能主要分为单通道功率限制和多通道功率限制。

- **单通道功率限制**

通过设定参数目标通道的 OLL（输出下限）和 OLH（输出上限），独立限制该通道输出量的最小值和最大值，防止单个通道的输出幅度超出安全或设定范围，避免其超功率运行。请参考“4.4.18 输出量上下限设定”。

- **多通道功率限制**

多通道功率限制通过参数 LPH（通道负载实际功率）和 SLPL（总功率限制）共同作用实现。根据 LPH 和 SLPL 的组合设置，可形成三种工作模式：

- **自动功率分配模式（LPH > 0 且 SLPL > 0）**

将目标通道的 LPH 参数设为大于 0 的值，表示该通道参与功率限制。系统对所有参与功率限制的通道进行轮询扫描，为每个参与通道 i 分配一个专属的时间片，其长度等于该通道的控制周期 CP_i 除以参与通道数 N（即 CP_i / N ）。

系统按参与功率限制的通道顺序轮询扫描中，在通道 i 的专属时间片（ CP_i / N ）内：

1) 系统按照计算出的限制后输出百分比控制该通道的输出。

计算公式为：限制后输出百分比 = $(SLPL / N / LPH) * 100\%$ 。

2) 如果通道 i 在当前时间片内未能完成其计算出的输出量（即所需输出时间 > 分配的时间片长度），则它将继续占用后续的一个或多个时间片进行输出，直至完成其输出量。完成后才切换到下一个参与通道。

3) 在任何时刻，系统仅允许一个参与通道输出，并按参与顺序自动循环扫描。

4) 参与通道的输出百分比为 0% 或 100% 时，视为同步输出状态，但在轮询扫描中仍需占用其专属时间片。在严格限制系统总功率（SLPL）的前提下，根据各参与通道负载的实际功率比例（LPH）动态分配每个通道的输出百分比，确保 $\sum(LPH * \text{限制后输出功率}) \leq SLPL$ 。适用于总功率容量受限，需要同时控制多个负载，且需要根据负载功率大小进行比例分配的场景。

注意：LPH = 0 的通道不参与此模式，它们按照正常的控制输出量和输出周期独立运行。

示例 1：LPH1 = 6.0kW，LPH2 = 6.0kW，SLPL = 3.0kW，CP1 = 4 秒，CP2 = 4 秒

1) 参与功率限制的通道数 N 为 2

2) 通道 1 限制后输出百分比 = $(3.0 / 2 / 6.0) * 100\% = 25\%$

3) 通道 2 限制后输出百分比 = $(3.0 / 2 / 6.0) * 100\% = 25\%$

4) 验算总功率：6.0kW * 25% + 6.0kW * 25% = 1.5kW + 1.5kW = 3.0kW（符合 SLPL）

5) 时间片长度：通道 1 = $4 / 2 = 2$ 秒，通道 2 = $4 / 2 = 2$ 秒

6) 通道 1 需输出时间：25% * 4 秒 = 1 秒 < 2 秒，即在分配时间片内输出 ON 1 秒，OFF 1 秒。通道 2 同理。两通道在各自 2 s 的时间片内交替输出。

示例 2：LPH1 = 2.0kW，LPH2 = 6.0kW，SLPL = 3.0kW，CP1 = 4 秒，CP2 = 2 秒

1) 参与功率限制的通道数 N 为 2

2) 通道 1 限制后输出百分比 = $(3.0 / 2 / 2.0) * 100\% = 75\%$

3) 通道 2 限制后输出百分比 = $(3.0 / 2 / 6.0) * 100\% = 25\%$

4) 验算总功率：2.0kW * 75% + 6.0kW * 25% = 1.5kW + 1.5kW = 3.0kW（符合）

5) 时间片长度：通道 1 = $4 / 2 = 2$ 秒，通道 2 = $2 / 2 = 1$ 秒。

6) 通道 1 需输出时间: $75\% \times 4.0 \text{ 秒} = 3.0 \text{ 秒} > 2.0 \text{ 秒}$, 因此通道 1 占用两个时间片共 4 秒, 在 4 秒内 ON 3 秒, OFF 1 秒

7) 通道 2 需输出时间: $25\% \times 2 \text{ 秒} = 0.5 \text{ 秒} < 1.0 \text{ 秒}$, 因此通道 2 只占用一个时间片 1 秒, 在 1 秒内 ON 0.5 秒, OFF 0.5 秒。

○ **分时启动轮询模式 (SLPL=0)**

当 SLPL 为 0 时, 忽略 LPH 的值 (无论其是否大于 0), 不限制总功率和不限制各通道输出量 (但仍受 OLL / OLH 限制), 为每个通道 i 分配一个专属的时间片, 其长度等于该通道的控制周期 CP_i 除以总通道数 N (即 CP_i / N)。

系统按通道顺序进行轮询扫描中, 在通道 i 的专属时间片 (CP_i / N) 内:

- 1) 判断该通道 i 当前是否已经“投入”输出 (即是否处于正在输出的状态)。
- 2) 如果通道 i 当前没有投入输出且输出量 > 0 , 系统触发对应通道“投入”输出, 通道 i 将根据其输出量计算并执行输出时间, 定时判断, 输出完成后自动取消“投入”状态, 等待下一轮扫描。
- 3) 如果通道 i 当前已经投入输出, 系统不做任何操作, 该通道继续其当前的输出状态。不会中断其正在进行的输出周期。
- 4) 完成对通道 i 的处理后, 系统进入下一个通道 ($i+1$) 的专属时间片, 长度为 $CP_{(i+1)} / N$, 并重复上述判断和操作。

完成对所有 N 个通道的一轮扫描后, 回到第一个通道开始下一轮扫描, 依此反复。

通过在各自专属的时间段内触发投入, 确保在任意时刻, 最多只有一个通道被触发“投入”输出 (即使多个通道同时处于“可投入”状态)。这有效地错开了多个通道的启动时刻。防止所有通道在同一瞬间同时启动或投入全功率输出, 从而显著降低对电网或电源的瞬时冲击电流 (启动冲击)。适用于需要避免多个大功率设备同时启动的场景。

注意: 当通道输出百分比为 0% 或 100% 时, 视为同步输出状态, 但在轮询扫描中仍需占用其专属时间片。

示例: 系统共 16 个通道 ($N = 16$)。

通道 1: $CP_1 = 1 \text{ s}$, 输出量 = 100%, 时间片长度 = $1 \text{ s} / 16 = 0.0625 \text{ s}$, 需输出时间 = 1.0 s

通道 2~13: $CP = 8 \text{ s}$, 输出量 = 80%, 时间片长度 = $8 \text{ s} / 16 = 0.5 \text{ s}$, 需输出时间 = 6.4 s

通道 14~16: $CP = 1 \text{ s}$, 输出量 = 0%, 时间片长度 = $1 \text{ s} / 16 = 0.0625 \text{ s}$, 需输出时间 = 0 s

初始状态: 所有通道均未投入:

扫描到通道 1 (时间片 0.0625s): 未投入 且 输出 $> 0 \rightarrow$ 触发投入, 开始输出 1 秒。

扫描到通道 2 (时间片 0.5s): 未投入 且 输出 $> 0 \rightarrow$ 触发投入, 开始输出 6.4 秒。

扫描到通道 3 (时间片 0.5s): 未投入 且 输出 $> 0 \rightarrow$ 触发投入, 开始输出 6.4 秒。

... (继续扫描通道 4~13, 每个未投入且输出 > 0 的通道都会被触发投入)

扫描到通道 14~16 (时间片各 0.0625s): 输出 = 0% $\rightarrow$ 不触发投入, 但占用时间片。

完成第一轮扫描后, 所有输出 > 0 的通道都已投入。后续轮询扫描到这些已投入的通道时 (在其专属时间片内), 只要它们的输出周期未完成, 系统不会再次触发投入也不会中断其输出, 它们会继续执行当前的输出状态。只有当某通道完成其输出周期 (变为未投入状态) 并在后续轮询中被扫描到时 (且输出 > 0), 才会被再次触发投入, 启动其下一个输出周期。这确保了每个通道的投入启动时刻都被分散在其所属的时间片内。

○ **出厂默认模式 (LPH = 0 且 SLPL > 0)**

所有通道的 LPH 默认为 0, 表示所有通道均不参与多通道功率限制。即使 $SLPL > 0$, 多通道功率限制功能无效。此时各通道独立工作, 仅受各自的单通道功率限制 (OLL / OLH) 约束。

• **注意事项**

- 1) 经单通道功率限制 (OLL / OLH) 约束后的输出量，才经过功率限制功能进一步对输出量进行限制。
- 2) 处于自整定过程中的通道，将暂时不受功率限制约束；待自整定完成后，将自动恢复参与。
- 3) 在超温冷却控制 (OT = 4) 模式下功率限制功能不生效。

地址映射 (寄存器号[规则①])	参数名称	参数说明	读写范围 [规则②]	出厂设置值
0x2A30~0x2A3F (410801~410816)	LPH1~LPH16	各通道负载实际功率，用于总功率限制； 单位：kW；设为 0 时此通道不参与功率限制	0.0~999.9 (R/W)	0.0
0x2A40(410817)	SLPL	总功率限制，单位：kW；	0.0~999.9 (R/W)	1.0

4.5 报警

模块支持给每个控制回路配置两路独立的报警输出。每路报警均可配置不同的工作模式、设定值、回差及扩展功能。报警输出可映射到指定的物理输出端口。

4.5.1 报警方式

此参数寄存器用于为每路报警选择具体的报警触发逻辑。支持多种报警判定方式，如上限、下限、偏差、区间等。请参考下方报警功能及逻辑输出图。

当 AD1 / AD2 设置为 0 时，对应通道的第一路 / 第二路报警功能禁用；若 $AD1 > 6$ ，对应通道的 AD2 第二路报警功能将自动失效（因通道已配置为区间报警模式）。

当控制方式为 PID 加热与冷却控制（OT = 3）时，对应通道的第一路报警功能自动失效。若该失效的第一路报警功能已映射至物理输出端口用于报警输出，该端口的当前输出状态不会自动改变，用户需手动重新配置该端口，将其映射用于其他输出功能。（请参考“4.4.7 控制方式选择”）

地址映射 (寄存器号[规则①])	参数名称	参数说明	读写范围	出厂设置值
0x2610~0x261F (49745~49760)	AD1 1~AD1 16	第一路报警方式	0~12、14 (R/W)	3
0x2710~0x271F (410001~410016)	AD2 1~AD2 16	第二路报警方式	0~6 (R/W)	4

报警功能及逻辑输出图

符号说明：“☆”表示 HY 部分，“▲”表示报警设定值，“△”表示 SV 值

※在作为有偏差报警的报警值设为负数时，将不作为绝对值处理。

报警 代号	报警形式 ON: 报警触发 OFF: 报警解除	报警输出 (AL1、AL2 相互独立) 图: 阴影部分表示报警动作
1	上限绝对值报警 ON: $PV \geq AL$ OFF: $PV < (AL - HY)$	
2	下限绝对值报警 ON: $PV \leq AL$ OFF: $PV > (AL + HY)$	
3	※上限偏差值报警 ON: $PV \geq (SV + AL)$ OFF: $PV < (SV + AL - HY)$	
4	※下限偏差值报警 ON: $PV \leq (SV - AL)$ OFF: $PV > (SV - AL + HY)$	

5	※上/下限偏差值报警 ON: $PV \leq (SV-AL)$ 或 $PV \geq (SV+AL)$ OFF: $(SV-AL+HY) < PV < (SV+AL-HY)$	
6	※上/下限区间值报警 ON: $(SV-AL) \leq PV \leq (SV+AL)$ OFF: $PV < (SV-AL-HY)$ 或 $PV > (SV+AL+HY)$	
7	上下限绝对值区间报警 ON: $AL1 \leq PV \leq AL2$ OFF: $PV < (AL1-HY1)$ 或 $PV > (AL2+HY2)$	
8	※上下限偏差值区间报警 ON: $(SV-AL1) \leq PV \leq (SV+AL2)$ OFF: $PV < (SV-AL1-HY1)$ 或 $PV > (SV+AL2+HY2)$	
9	※上限绝对值与下限偏差值区间报警 ON: $(SV-AL1) \leq PV \leq AL2$ OFF: $PV < (SV-AL1-HY1)$ 或 $PV > (AL2+HY2)$	
10	※上限偏差值与下限绝对值区间报警 ON: $AL1 \leq PV \leq (SV+AL2)$ OFF: $PV < (AL1-HY1)$ 或 $PV > (SV+AL2+HY2)$	
11	上/下限绝对值报警 ON: $PV \leq AL1$ 或 $PV \geq AL2$ OFF: $(AL1+HY1) < PV < (AL2-HY2)$	
12	※上/下限偏差值报警 ON: $PV \leq (SV-AL1)$ 或 $PV \geq (SV+AL2)$ OFF: $(SV-AL1+HY1) < PV < (SV+AL2-HY2)$	
14	控制器断线报警LBA (请参考“4.5.5 控制器断线报警”)	

4.5.2 报警输出功能扩展

此参数寄存器为每路报警配置在特定条件下的特殊处理方式，包括超限时报警输出的行为，以及上电初始化过程中的报警抑制策略。

异常处理：当系统检测到测量值 PV 超限、PV 值写入中断超时或通讯中断超时，均会触发超限 3200.0 (HHHH)。允许预先设定报警是保持、强制打开还是强制关闭，提供一种安全或预定义的故障响应机制。

注意：模块上电初始化期间，若无有效 PV 值写入，则视为超限状态。（请参考“4.4.1 测量输入值和上下限”和“4.7 安全保护”）

启动优化：提供“上电报警抑制”选项，避免设备从低温 / 高温环境启动升温 / 降温过程中，仅仅因为当前温度未达到目标值而触发不必要的报警。抑制仅在首次达到 SV 前有效。

详细功能配置选择请查看报警功能拓展表。

地址映射 (寄存器号[规则①])	参数名称	参数说明	读写范围	出厂设置值
0x2630~0x263F (49777~49792)	AE1 1~AE1 16	第一路报警扩展功能，见报警功能拓展表	0~5 (R/W)	0
0x2730~0x273F (410033~410048)	AE2 1~AE2 16	第二路报警扩展功能，见报警功能拓展表	0~5 (R/W)	0

报警功能拓展表

AE1/AE2 数值	显示超限时报警处理方式	上电时是否报警抑制
0	报警状态不变	上电报警不抑制 (达到报警条件，报警立即输出)
1	报警强制输出	
2	报警强制关闭	
3	报警状态不变	上电报警抑制 (上电后在PV值第一次达到SV值之前报警强制关闭，之后报警正常工作)
4	报警强制输出	
5	报警强制关闭	

4.5.3 报警设定值

此组参数寄存器用于设置每路报警的触发点或参考点。具体含义取决于所选的报警方式（AD1 / AD2），它可以是绝对值、相对于设定值 SV 的偏差量，或者是区间报警的边界值。

注意：当选择带有偏差报警的报警方式（即 AD1 / AD2 = 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12），并将报警设定值设为负数时将不作绝对值处理。（请参考“4.5.1 报警方式”）

报警设定值的读写范围为对应通道的 FL ~ FH（请参考“4.4.1 测量输入值和上下限”），当修改 FL 或 FH 参数后，若当前设定值（AL1 / AL2）超出新的量程范围 [FL, FH]，将自动同步更新该设定值至最近的边界值（即 FL 或 FH）。

地址映射 (寄存器号[规则①])	参数名称	参数说明	读写范围 [规则②]	出厂设置值
0x2600~0x260F (49729~49744)	AL1 1~AL1 16	第一路报警设定值	FL~FH (R/W)	10.0
0x2700~0x270F (49985~410000)	AL2 1~AL2 16	第二路报警设定值	FL~FH (R/W)	5.0

4.5.4 报警回差值

此组参数寄存器用于设置每路报警的回差值（滞后值）。其主要作用是防止报警点在临界值附近波动时，报警输出频繁动作（ON/OFF 切换）。它定义了报警解除点与报警触发点之间的距离。报警触发后，需测量值反向变化一定幅度才会解除报警。（请参考“4.5.1 报警方式”的报警功能及逻辑输出图）

地址映射 (寄存器号[规则①])	参数名称	参数说明	读写范围 [规则②]	出厂设置值
0x2620~0x262F (49761~49776)	HY1 1~HY1 16	第一路报警回差值	0.0~1000.0 (R/W)	1.0
0x2720~0x272F (410017~410032)	HY2 1~HY2 16	第二路报警回差值	0.0~1000.0 (R/W)	1.0

4.5.5 控制器断线报警

• 参数说明

- 1) LBD: 定义一个围绕设定值 SV 的稳定控制区[SV - LBD, SV + LBD] , 将这个稳定控制区排除在断线检测逻辑之外。只有 PV 持续处于 [SV - LBD, SV + LBD] 区间之外时, 系统才会启动 LBA 计时器, 并开始检查 LBF 条件。
- 2) LBF: 设定的一个最低变化幅度阈值, 在 PV 处于 [SV - LBD, SV + LBD] 区间之外的前提下, 检查在 LBA 时间窗口内, PV 的实际变化幅度是否低于设定的 LBF。
- 3) LBA: 设定从检测到 PV 超出 LBD 稳定区且在 LBA 时间内 PV 变化幅度不足 LBF 的状态开始, 需要持续该异常状态多长时间, 才最终确认并触发断线报警 (LBA) 输出。提供一个延时确认窗口, 避免因短暂的干扰或波动误报断线。如设定 LBA=10 秒, 则异常状态必须持续满 10 秒才会报警。

• 功能说明

- 当 PV 值处于 [SV - LBD, SV + LBD] 区间内时 LBA 报警检测时间清零。
 - 若 PV 值处于 [SV - LBD, SV + LBD] 区间之外, 且输出量在 0% ~ 100% 或 OLL% ~ OLH% 之间变化时, LBA 报警检测时间清零。
 - 反作用 (加热) 控制时, 触发报警条件:
 - ①当 PV < SV - LBD 且控制输出量为 100% 或输出量上限 (OLH) 时, 在 LBA 报警检测时间内 PV 的实际上升变化幅度低于设定的 LBF。
 - ②当 PV > SV + LBD 且控制输出量为 0% 或输出量下限 (OLL) 时, 在 LBA 报警检测时间内 PV 的实际下降变化幅度低于设定的 LBF。
 - 正作用 (制冷) 控制时, 触发报警条件:
 - ①当 PV < SV - LBD 且控制输出量为 0% 或输出量下限 (OLL) 时, 在 LBA 报警检测时间内 PV 的实际上升变化幅度低于设定的 LBF。
 - ②当 PV > SV + LBD 且控制输出量为 100% 或输出量上限 (OLH) 时, 在 LBA 报警检测时间内 PV 的实际下降变化幅度低于设定的 LBF。
- (逻辑输出图请参考 “4.5.1 报警方式”)

• 注意事项

- 1) 需要启用执行器断线报警时, 需将目标通道的报警方式选为 LBA 报警 (请参考 “4.5.1 报警方式”) 。
- 2) PV 变化率受输出量影响, 而输出量受斜率控制 (SPRT)、软启动 (SFST)、输出量上下限 (OLL/OLL1 和 OLH/OLH1)、以及功率限制 (LPH 和 SLPL) 等功能的综合制约, 因此, 需合理配置相关参数以确保符合预期。
- 3) 断线报警触发后, 系统将持续监测相关状态。当检测结果不再满足报警触发条件时, 系统将自动取消 (清零) 该报警状态。

地址映射 (寄存器号[规则①])	参数名称	参数说明	读写范围 [规则②]	出厂设置值
0x2750~0x275F (410065~410080)	LBA1~LBA16	控制线断线报警检测时间 单位: 秒	0~9999 (R/W)	10
0x2760~0x276F (410081~410088)	LBD1~LBD16	控制器断线报警不感温度带 单位: Digit	0.0~3276.7 (R/W)	10.0
0x2770~0x277F (410097~410112)	LBF1~LBF16	控制器断线报警判断幅度 单位: Digit /LBA	0.0~3276.7 (R/W)	2.0

4.5.6 报警输出端口配置

- **功能描述**

此组参数用于将任意逻辑通道的两路报警信号映射到系统中任意通道的物理输出端口进行实际报警输出动作。

允许跨通道共享物理输出端子。当某个通道的输出端口空闲时，可以被其他通道的报警信号使用。

可根据实际接线需求和安全逻辑，自由指定哪一通道报警信号驱动哪一个物理输出端子，突破了逻辑通道编号与物理端口之间的固定对应关系。

- **参数说明**

当 AL1P / AL2P 设为 0 时：禁用目标逻辑通道报警信号的物理输出功能。即使报警条件满足，也不会驱动输出端口动作（逻辑报警状态仍存在，但无硬件响应，此时可通过 STA 状态值监控，请参考“[4.6.1 状态监控](#)”）。

当 AL1P / AL2P 设为 1 ~ 16 时：启用目标逻辑通道报警信号的物理输出功能，并将其映射到逻辑通道编号为指定值（1~16）的所对应的物理输出端口上执行动作。

示例：

设置 AL1P1 = 3，意味着控制通道 1 产生的 AL1 报警信号，将实际驱动分配给通道 3 的物理输出端口动作。

- **出厂默认状态**

出厂 AL1P 和 AL2P 默认为 0，禁用报警功能。

- **注意事项**

1) 每个物理输出端口避免在同一逻辑通道内同时被 AL1P 和 AL2P 功能映射占用，避免在不同逻辑通道间被多个报警信号输出功能同时映射占用。

2) 被 AL1P 和 AL2P 映射用于报警输出的物理输出端口，不能再被 OP1P 或 OP2P 映射用于控制输出（请参考“[4.4.17 控制输出端口配置](#)”）。配置生效后输出会重置一次，请避免频繁配置更改。

地址映射 (寄存器号[规则①])	参数名称	参数说明	读写范围	出厂设置值
0x2640~0x264F (49793~49808)	AL1P1~AL1P16	第一路报警输出端口配置	0~16 (R/W)	0
0x2740~0x274F (410049~410064)	AL2P1~AL2P16	第二路报警输出端口配置	0~16 (R/W)	0

4.6 监控功能

4.6.1 状态监控

此参数寄存器用于实时反馈各通道运行状态，通过位掩码方式标识模块关键事件。

地址映射 (寄存器号[规则①])	参数名称	参数说明	读写范围	出厂设置值
0x2010~0x201F (48209~48224)	STA1~STA16	状态值	(R)	/

通道状态指示，数据位为 1 时表示执行，为 0 时表示未执行

D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
----	AT	HHHH	LLLL	°C	°F	AL2	AL1	OUT2	OUT1

各状态位功能说明和关联章节如下：

位域	功能类别	功能说明	关联章节
D0	主输出状态	加热/制冷控制 (OT=0/1/2/4/5)：输出有效时置位 (1)，否则为 0 PID 加热与冷却控制 (OT=3)：加热侧输出有效时置位 (1)，否则为 0	4.4.17
D1	辅助输出状态	PID 加热与冷却控制 (OT=3)：制冷侧输出有效时置位 (1)，否则为 0	4.4.17
D2	第一路报警状态	第一路报警触发时置位 (1)，报警解除后清零 (0)	4.5.1
D3	第二路报警状态	第二路报警触发时置位 (1)，报警解除后清零 (0)	4.5.1
D4 D5	单位标识	D4 置位 (1)：°C D5 置位 (1)：°F 同一时间仅一个标识位有效 (为 1)	4.4.2
D6	下限超限标志	PV 值超有效输入范围下限时置位 (1)，返回正常范围后清零 (0)	4.4.1
D7	上限超限标志	状态置位 (1)： 模块上电后无有效 PV 值写入； PV 值超有效输入范围上限； PV 值写入中断超时； 状态清零 (0)： 通信成功连接且 PV 值写入并处于正常有效范围	4.4.1 4.7
D8	自整定状态	进入 PID 参数自整定阶段时置位 (1)，整定完成或退出整定时清零 (0)。	4.4.21

4.6.2 斜率控制过程监控

当斜率控制功能（请参考“4.4.6 斜率控制”）激活时，通过 SPM 参数可读取控制过程当前执行点的动态目标值。它代表的并非最终设定值（SV），而是控制过程中依据设定斜率实时变化的目标点。

在需要精确控制过程量（如温度、压力）变化速率的应用场景中（例如材料处理或化学反应），了解每个时刻应达到的动态目标点（而非仅关注最终目标值 SV），对于实现精确的过程控制至关重要。

地址映射 (寄存器号[规则①])	参数名称	参数说明	读写范围 [规则②]	出厂设置值
0x2020~0x202F (48225~48240)	SPM1~SPM16	斜率显示值 SPRT 设置有效时，可查看变化速率。	SLL~SLH (R)	/

4.6.3 控制输出量监控

此组参数寄存器用于监控模块运算出的、当前正在施加给执行机构的控制输出量，有助于诊断系统振荡、调整 PID 参数、评估控制效果等。

H_MV：监控加热控制 / 制冷控制模式（OT ≠ 3）下的控制输出量或 PID 加热与冷却控制模式（OT = 3）下加热侧的控制输出量。

C_MV：专用于监控 PID 加热与冷却控制模式（OT = 3）下制冷侧的控制输出量。

为保障不同输出模式间的无扰切换，控制输出量同样会实时映射至 MV 寄存器，但是 H_MV / C_MV 值的更新周期由控制周期 CP / CP1 决定。（请参考“4.3 百分比输出模式”和“4.4.16 控制周期”）

地址映射 (寄存器号[规则①])	参数名称	参数说明	读写范围 [规则②]	出厂设置值
0x2160~0x216F (48545~48560)	H_MV1~H_MV16	主控制输出量	0.0~100.0 (R)	0.0
0x2170~0x217F (48561~48576)	C_MV1~C_MV16	专用于 PID 加热与冷却控制（OT=3）模式下 制冷侧的控制输出量	0.0~100.0 (R)	0.0

4.7 安全保护

• 通讯中断超时判断时间 (CBT1)

监测主控设备 (如 PLC) 与模块的通讯状态。若通讯中断持续超过 CBT1 设定时间, 判定为通讯断开。
 设置为 0 时, 此功能无效。出厂默认 10 秒 (需根据网络可靠性调整)

• PV 值写入中断超时判断时间 (PWT)

监测每个通道的过程变量 (PV) 的写入状态, 若 PV 值写入中断且持续时间超过 PWT 设定值, 判定为数据源故障。
 设置为 0 时, 此功能无效。

在开关量输出模式 (OUTM = 0) 和百分比输出模式 (OUTM = 1) 下, 因无需 PV 值, 该参数默认设置为 0; 在自动控制输出模式 (OUTM = 2) 下, 该参数默认值为 10 秒。用户可自由设置 PWT 参数, 但切换输出模式后, 该参数将自动重置为对应输出模式下的默认值。

注意: 以上超时判断功能仅在通讯连接成功建立后或已接收到有效 PV 值写入后生效。模块上电后初始通讯未连接或无有效 PV 值写入的状态下, 不进行上述超时判断。

地址映射 (寄存器号[规则①])	参数名称	参数说明	读写范围	出厂设置值
0x2F08(412041) 0x2F09(412042)	CBT1 (CBT2 保留)	通讯中断超时判断时间, 超出此时间判定为通讯断开, 单位: 秒 (0: 此功能无效)	0~9999 (R/W)	10
0x2030~0x203F (48241~48256)	PWT1~PWT16	PV 值写入中断超时判断时间, 超出此时间判定为数据源故障, 单位: 秒 (0: 此功能无效)	0~9999 (R/W)	0 / 10

若通讯断开后执行器持续按旧输出量运行 (如阀门全开、电机全速), 可能导致安全事故 (如过压、过热)。
 数据源故障 PV 值停止写入可能掩盖真实危险状态 (如实际温度飙升, 但读数不变)。

因此在 CBT1 和 PWT 判断到超时后, 需采取一定的措施防止危险发生。因此需要在此前预设以下两个参数:

• 安全控制开关 (SAE)

决定超时事件 (CBT1 或 PWT) 触发后是否启用安全输出。

SAE = 1: 超时后按 HOLD 预设值输出 (如关闭阀门 / 停止电机)。

SAE = 0: 超时后维持当前输出, 不启用安全机制。

提供灵活的安全策略。关键设备必须启用 SAE (如反应釜温度控制), 避免失控; 非关键场景可关闭 (如照明系统), 减少误动作干扰生产。默认启用 (SAE = 1) 体现安全优先原则。

• 安全输出量 (HOLD)

超时事件触发且 SAE 启用时, 设备强制执行的安全输出值 (范围: 0%~100%), 以适应不同场景需求。

最小化事故风险: 默认 0% (如断电、关闭阀门), 是最通用的安全状态。

注意:

1) 当控制方式为 PID 加热与冷却控制 (OT=3) 时, 可预设的范围为-100.0~100.0, 0.0 ~ 100.0 预设范围用于控制加热侧输出 (0% ~ 100%), -100.0 ~ 0.0 预设范围用于控制制冷侧输出 (0% ~ 100%)。

2) HOLD 预设的安全输出量受输出下限 (OLL) 的影响。STOP 状态下 HOLD 参数无效, 强制输出 0%。

地址映射 (寄存器号[规则①])	参数名称	参数说明	读写范围 [规则②]	出厂设置值
0x2070~0x207F (48305~48320)	SAE1~SAE16	通讯断开或数据源故障后的安全控制开关 0: 原输出量不变, HOLD 参数无效 1: 按预设的 HOLD 参数控制量输出	0 / 1 (R/W)	1
0x2040~0x204F (48257~48272)	HOLD1~HOLD16	当判定为通讯断开或数据源故障时, 按此安全控制量输出	-100.0~100.0 (R/W)	0.0

如果有安全需求, 在使用设备前, 需预先配置以上参数, 以此有效防止因故障导致的异常输出, 确保系统运行安全可靠。

4.8 其他参数

4.8.1 控制输出时间累计

此参数寄存器用于记录控制输出的累计运行时间。累计值具备断电保持特性（重新上电后继承断电前数值），通常通过向该寄存器写入 0 来清零。执行恢复出厂设置操作时，该累计值同样会被清除。

适用场景：

- 1) 设备寿命监控：统计执行机构的实际工作时间，为预防性维护提供依据。例：当累计时间接近部件寿命阈值时，可提醒更换，避免突发故障。
- 2) 运行负荷分析：通过比较不同通道的 OTC 值，识别高频使用的执行设备，调整控制策略以降低能耗和运维成本。

地址映射 (寄存器号[规则①])	参数名称	参数说明	读写范围	出厂设置值
0x2240~0x224F (48769~48784)	OTC1~OTC16	控制输出时间累计，单位：秒 0: 清除 OTC 累积值	0~65535 (R/W)	0

4.8.2 恢复出厂设置

此参数寄存器用于执行恢复出厂设置的安全验证。只允许写入特定密码（123），写入后模块将恢复出厂配置。

使用场景：因参数设置导致使用异常且不可回溯，或模块发生未经过验证的未知错误时。

注意：恢复出厂设置时并不改变模块通讯相关的参数，如通讯地址、波特率等。

地址映射 (寄存器号[规则①])	参数名称	参数说明	读写范围	出厂设置值
0x2F0A(412043)	LCK	密码锁功能	123:恢复出厂设置 (R/W)	0

4.8.3 软件版本和仪表名称

VERSION 参数寄存器用于供用户或技术人员读取当前模块的软件版本。不同软件版本可能支持不同参数或逻辑，需明确版本以正确操作设备。

地址映射 (寄存器号[规则①])	参数名称	参数说明	读写范围	出厂设置值
0x2F0B(412044)	VERSION	软件版本	(R)	
0x2F0C(412045)	NAME	模块名称	(R)	84('G')

4.9 模块参数映射地址总览

地址映射 (寄存器号[规则①])	参数名称 (关联章节)	参数说明	读写范围 [规则②]	出厂设置值
0x2000~0x200F (48193~48208)	PV1~PV16 (4.4.1)	测量输入显示值 3200.0: HHHH -3200.0: LLLL	-3199.9~3199.9 (R/W)	上电默认 3200.0
0x2010~0x201F (48209~48224)	STA1~STA16 (4.6.1)	状态值	(R)	/
0x2020~0x202F (48225~48240)	SPM1~SPM16 (4.6.2)	斜率显示值 SPRT 设置有效时, 可查看升温速度。	SLL~SLH (R)	/
0x2030~0x203F (48241~48256)	PWT1~PWT16 (4.7)	PV 值写入中断超时判断时间, 超出此时间判定为数据源故障 单位: 秒 (0: 此功能无效)	0~9999 (R/W)	0 / 10
0x2040~0x204F (48257~48272)	HOLD1~HOLD16 (4.7)	当判定为通讯断开或数据源故障时, 按此安全控制量输出	-100.0~100.0 (R/W)	0.0
0x2050~0x205F (48273~48288)	OUTM1~OUTM16 (4.1)	输出模式选择 0: 开关量输出模式 1: 百分比输出模式 2: 自动控制输出模式	0~2 (R/W)	0
0x2060~0x206F (48289~48304)	DO1~DO16 (4.2)	开关量输出模式下, 设定目标输出通道的通断状态	0 / 1 (R/W)	0
0x2070~0x207F (48305~48320)	SAE1~SAE16 (4.7)	通讯断开或数据源故障后的安全控制开关 0: 原输出量不变, HOLD 参数无效 1: 按预设的 HOLD 参数控制量输出	0 / 1 (R/W)	1
未列出地址保留				
0x2100~0x210F (48449~48464)	MV1~MV16 (4.3)	百分比输出模式下, 设定目标输出通道的期望输出量	-100.0~100.0 (R/W)	0.0
0x2110~0x211F (48465~48480)	SV1~SV16 (4.4.5)	控制目标设定值	SLL~SLH (R/W)	0.0
0x2120~0x212F (48481~48496)	RSA1~RSA16 (4.4.21)	自整定与运行开关	0:RUN 1:STOP 2:ATON 3:ATSTOP (R/W)	0
0x2130~0x213F (48497~48512)	保留			
0x2140~0x214F (48513~48528)	SLL1~SLL16 (4.4.5)	控制目标设定值范围下限	FL~FH (R/W)	FL
0x2150~0x215F (48529~48544)	SLH1~SLH16 (4.4.5)	控制目标设定值范围上限	FL~FH (R/W)	FH
0x2160~0x216F (48545~48560)	H_MV1~H_MV16 (4.6.3)	主控制输出量	0.0~100.0 (R)	0.0

0x2170~0x217F (48561~48576)	C_MV1~C_MV16 (4.6.3)	专用于 PID 加热与冷却控制 (OT=3) 模式下 制冷侧的控制输出量	0.0~100.0 (R)	0.0
0x2180~0x218F (48577~48592)	RS1~RS16 (4.4.21)	运行开关 0: 关闭 1: 开启	0 / 1 (R/W)	1
0x2190~0x219F (48593~48608)	AT1~AT16 (4.4.21)	自整定开关 0: 关闭 1: 开启	0 / 1 (R/W)	0
未列出地址保留				
0x2210~0x221F (48721~48736)	FL1~FL16 (4.4.1)	量程下限, 此设定值必需小于量程上限	-3199.9~3199.9 (R/W)	-3199.9
0x2220~0x222F (48737~48752)	FH1~FH16 (4.4.1)	量程上限, 此设定值必需大于量程下限	-3199.9~3199.9 (R/W)	3199.9
0x2230~0x223F (48753~48768)	DP1~DP16 (4.4.3)	小数点设置, 固定一位定点数	1 (R)	1
0x2240~0x224F (48769~48784)	OTC1~OTC16 (4.8.1)	控制输出时间累计: 单位: 秒 0: 清除 OTC 累积值	0~65535 (R/W)	0
未列出地址保留				
0x2300~0x230F (48961~48976)	PS1~PS16 (4.4.4)	显示平移修正值 显示值 = PV 输入值 + 平移修正值	-1000.0~1000.0 (R/W)	0.0
未列出地址保留				
0x2400~0x240F (49217~49232)	OLL1~OLL16 (4.4.18)	输出限幅下限, 设定值必需小于上限设定	0.0~100.0 (R/W)	0.0
0x2410~0x241F (49233~49248)	OLH1~OLH16 (4.4.18)	输出限幅上限, 设定值必需大于下限设定	0.0~100.0 (R/W)	100.0
0x2420~0x242F (49249~49264)	UNIT1~UNIT16 (4.4.2)	输出量单位设置 ℃: 摄氏度 ℉: 华氏度	(25)℃ (26)℉ (R/W)	(25)℃
0x2430~0x243F (49265~49280)	PRS1~PRS16 (4.4.22)	设置参数保存位置 0: EEPROM 有断电保护; 1: RAM 无断电保护。	0 / 1 (R/W)	0
0x2440~0x244F (49281~49296)	RSS1~RSS16 (4.4.22)	RUN/STOP 保存位置 0: EEPROM 有断电保护; 1: RAM 无断电保护。	0 / 1 (R/W)	0
0x2460~0x246F (49297~49312)	OLL1 1~OLL1 16 (4.4.18)	专用于 PID 加热与冷却控制 (OT=3) 模式下 制冷输出限幅下限	0.0~100.0 (R/W)	0.0
0x2470~0x247F (49313~49328)	OLH1 1~OLH1 16 (4.4.18)	专用于 PID 加热与冷却控制 (OT=3) 模式下 制冷输出限幅上限	0.0~100.0 (R/W)	100.0
0x2470~0x247F (49329~49344)	OLHE1~OLHE16 (4.4.18)	输出限幅上限有效范围 反作用控制下 PV<=OLHE 时, OLH 生效 正作用控制下 PV>=OLHE 时, OLH 生效	FL~FH (R/W)	FH
0x2480~0x248F (49345~49360)	SFST1~SFST16 (4.4.19)	软启动时间, 输出量达到最大功率需要的时间 单位: 秒	0~9999 (R/W)	0

0x2490~0x249F (49361~49376)	ST1~ST16 (4.4.22)	上电运行方式 0: 上电 RUN 运行控制; 1: 上电后自动进入 PID 参数自整定状态; 2: 上电 STOP 停止运行状态; 3: 保持断电前 RUN/STOP 运行状态	0~3 (R/W)	3
未列出地址保留				
0x2503~2512 (49476~49491)	OP1P1~OP1P16 (4.4.17)	主控制输出端口配置 (0: 禁用 1~x: 映射至对应编号的逻辑通道)	0~16 (R/W)	对应通道 编号
0x2513~0x2522 (49492~49507)	OP2P1~OP2P16 (4.4.17)	专用于 PID 加热与冷却控制 (OT=3) 模式下 制冷侧的输出端口配置 (0: 禁用 1~x: 映射至对应编号的逻辑通道)	0~16 (R/W)	0
未列出地址保留				
0x2600~0x260F (49729~49744)	AL1 1~AL1 16 (4.5.3)	第一路报警设定值 (作为偏差值时设为负数将不作绝对值处理)	FL~FH (R/W)	10.0
0x2610~0x261F (49745~49760)	AD1~AD16 (4.5.1)	第一路报警方式 当 AD1>6 时第二路报警功能无效	0~12、14 (R/W)	3
0x2620~0x262F (49761~49776)	HY1 1~HY1 16 (4.5.4)	第一路报警回差值	0.0~1000.0 (R/W)	1.0
0x2630~0x263F (49777~49792)	AE1 1~AE1 16 (4.5.2)	第一路报警扩展功能, 见报警扩展功能表	0~5 (R/W)	0
0x2640~0x264F (49793~49808)	AL1P1~AL1P16 (4.5.6)	第一路报警输出端口配置 (0: 禁用 1~x: 映射至对应编号的逻辑通道)	0~16 (R/W)	0
0x2700~0x270F (49985~410000)	AL2 1~AL2 16 (4.5.3)	第二路报警设定值 (作为偏差值时设为负数将不作绝对值处理)	FL~FH (R/W)	5.0
0x2710~0x271F (410001~410016)	AD2 1~AD2 16 (4.5.1)	第二路报警方式	0~6 (R/W)	4
0x2720~0x272F (410017~410032)	HY2 1~HY2 16 (4.5.4)	第二路报警回差值	0.0~1000.0 (R/W)	1.0
0x2730~0x273F (410033~410048)	AE2 1~AE2 16 (4.5.2)	第二路报警扩展功能, 见报警扩展功能表	0~5 (R/W)	0
0x2740~0x274F (410049~410064)	AL2P1~AL2P16 (4.5.6)	第二路报警输出端口配置 (0: 禁用 1~x: 映射至对应编号的逻辑通道)	0~16 (R/W)	0
0x2750~0x275F (410065~410080)	LBA1~LBA16 (4.5.5)	控制线断线报警检测时间 单位: 秒	0~9999 (R/W)	10
0x2760~0x276F (410081~410088)	LBD1~LBD16 (4.5.5)	控制器断线报警不感温度带 单位: Digit	0.0~3276.7 (R/W)	10.0
0x2770~0x277F (410097~410112)	LBF1~LBF16 (4.5.5)	控制器断线报警判断幅度 单位: Digit /LBA	0.0~3276.7 (R/W)	2.0
未列出地址保留				

0x2800~0x280F (410241~410256)	OT1~OT16 (4.4.7)	控制方式 0: ON/OFF 加热控制 1: PID 加热 2: ON/OFF 制冷控制 3: PID 加热与冷却 4: 超温冷却控制 5: PID 制冷	0 ~ 5 (R/W)	1
0x2810~0x281F (410257~410272)	P1~P16 (4.4.10)	比例带, 设置值越小, 系统响应越快, 反之越慢, 增大比例带可减小振荡, 但会增加控制偏差, 减小比例带可减小控制偏差, 但会引起振荡。单位: 对应测量值	0.0~3276.7 (R/W)	30.0
0x2820~0x282F (410273~410288)	I1~I16 (4.4.11)	积分时间, 值越小, 积分作用越强, 越趋向消除与设定值的偏差, 如果积分作用太弱可能不能消除偏差。单位: 秒	0~9999 (R/W)	120
0x2830~0x283F (410289~410304)	D1~D16 (4.4.12)	微分时间, 减小微分作用到一个合适的数值可以防止系统振荡, 数值越大微分作用越强。单位: 秒	0~9999 (R/W)	0.0
0x2840~0x284F (410305~410320)	OVS1~OVS16 (4.4.15)	超调量限制值, 设置超调阈值以强制关断输出。 0: 此功能无效	0.0~3276.7 (R/W)	0.0
0x2850~0x285F (410321~410336)	P1 1~P1 16 (4.4.10)	仅在 PID 加热与冷却控制 (OT = 3) 模式下有效, 专用于制冷侧的设置, 描述同 P、I、D	0.0~3276.7 (R/W)	30.0
0x2860~0x286F (410337~410352)	I1 1~I1 16 (4.4.11)		0~9999 (R/W)	120
0x2870~0x287F (410353~410368)	D1 1~D1 16 (4.4.12)		0~9999 (R/W)	30
0x2880~0x288F (410369~410384)	SPC1~SPC16 (4.4.13)	行业内 PID 参数套用, 出厂时仪表内置十组常用的 PID 参数 0: 该参数不起作用 1~10: PID0~PID9	0~10 (R/W)	0
未列出地址保留				
0x2900~0x290F (410497~410512)	CP1~CP16 (4.4.16)	主控制周期; 单位: 秒	1~200 (R/W)	1
0x2910~0x291F (410513~410528)	DB1~DB16 (4.4.8)	位式控制回差值	-1000.0~1000.0 (R/W)	5.0
0x2920~0x292F (410529~410544)	保留			
0x2930~0x293F (410545~410560)	CP1 1~CP1 16 (4.4.16)	专用于 PID 加热与冷却控制 (OT=3) 模式下制冷侧的控制周期; 单位: 秒	1~200 (R/W)	1
0x2940~0x294F (410561~410576)	保留			

0x2950~0x295F (410577~410592)	ATE1~ATE16 (4.4.20)	PID 自整定拓展功能: 菜单选项: $ATE=A \times 1 + B \times 1000$ 1. A: 自整定超时时间 (单位: 分钟) 自整定超过设定时间后退出自整定, 保留整定前的 PID 参数, 设置范围 $A \in [0, 999]$, $A=0$ 时不启用该功能; 2. B: 自整定算法选择 $B=0$, 90% 整定算法; $B=1$, 50% 整定算法;	0~1999 (R/W)	1180
0x2960~0x296F (410593~410608)	SPRT1~SPRT16 (4.4.6)	斜率设定值 (单位: digits/min) 0: 关闭斜率控制功能	0.0~3276.7 (R/W)	0.0
未列出地址保留				
0x2A10~0x2A1F (410769~410784)	PT1~PT16 (4.4.9)	压缩机制冷启动延时时间, 单位: 秒	0~9999 (R/W)	0
0x2A20~0x2A2F (410785~410800)	PDC1~PDC16 (4.4.14)	PID 算法选择 0: 模糊 PID 算法; 1: 普通 PID 算法	0 / 1 (R/W)	0
0x2A30~0x2A3F (410801~410816)	LPH1~LPH16 (4.4.23)	各通道负载实际功率, 用于总功率限制; 单位: kW; 设为 0 时此通道不参与功率限制	0.0~999.9 (R/W)	0.0
0x2A40 (410817)	SLPL (4.4.23)	总功率限制, 单位: kW;	0.0~999.9 (R/W)	0.0
未列出地址保留				
0x2F08(412041) 0x2F09(412042)	CBT1 (CBT2 保留) (4.7)	通讯中断超时判断时间, 超出此时间判定为通讯断开, 单位: 秒 (0: 此功能无效)	0~9999 (R/W)	10
0x2F0A (412043)	LCK (4.8.2)	密码锁功能	123 恢复出厂设置 (R/W)	0
0x2F0B (412044)	VERSION (4.8.3)	软件版本	(R)	
0x2F0C (412045)	NAME (4.8.3)	模块名称	(R)	84('G')

5.简单故障排除方法

显示信息	排除方法
32000 / -32000	确定工作环境温度是否正常； 检查量程上下限（FH 和 FL）决定的有效输入范围； 确认输出模式（OUTM），在自动控制输出模式下数据源 PV 值是否写入故障； 确认通讯是否连接正常； 确认中断超时判断时间（PWT 和 CBT1）设置是否合理；
无输出	检查接线是否正确；是否存在接触不良； 确定工作环境温度是否正常； 检查量程上下限（FH 和 FL）决定的有效输入范围； 确认输出模式（OUTM），在自动控制输出模式下数据源 PV 值是否写入故障； 确认通讯是否连接正常； 确认中断超时判断时间（PWT 和 CBT1）设置是否合理； 检查控制方式（OT）、设定值（SV）等关键参数是否配置正确； 检查输出端口映射配置（OP1P 和 OP2P、AL1P 和 AL2P），确保正确映射且未设置为 0；
无通信	排查通信线缆等硬件连接是否正常、牢固； 排查通讯地址、波特率等通信相关参数是否正确；

6.通信实例

6.1 通信报文解析

模块通过接入本公司的耦合器，采用标准 MODBUS-RTU 通信协议进行通信。

通信遵循以下规范：

- 功能码：本模块支持读取操作采用功能码 0x03（读保持寄存器），写入操作采用功能码 0x10（写多个寄存器）或 0x06（写单个寄存器）。
- 校验：采用 16 位 CRC 校验。模块在接收到 CRC 校验错误的报文时不会返回任何响应。
- 通信参数：模块出厂默认通信地址为 150，其余通信参数（如波特率、数据位、停止位、校验位）配置请参阅所使用的耦合器的用户手册说明。可向耦合器发送标准 MODBUS 指令，对连接于耦合器后方的扩展模块执行自动编址操作，实现模块地址的修改。

通信异常处理机制：

当模块检测到通信异常时，会将请求的功能码最高位置 1（即将请求的功能码加上 0x80），同时在报文数据域附加对应的错误类型码作为错误应答报文返回，以标识异常原因。

错误类型码：

0x01 --- 非法功能：模块不支持主机请求的功能码。

0x02 --- 非法地址：主机请求的寄存器地址超出模块参数映射地址范围。

0x03 --- 非法数据：主机请求写入的数据值超出目标寄存器所允许的读写范围。

具体应用示例请参阅后续章节说明。

6.1.1 读寄存器 (0x03)

示例：主机读取设定值 SV1 和 SV2

- SV 寄存器的起始地址为 0x2110，每路 SV 值占用 1 个数据寄存器（2 字节），需读取两个连续寄存器（即 0x2110 和 0x2111）。
- 从机正常应答：读取到的十六进制数据均为 0x07D0，对应十进制整数 2000。根据[规则②]，由于设定值 SV 均带一位小数点，因此，需将寄存器读取的整数值除以 10 才能得到实际的浮点数值，即 $SV1 = 200.0$ ， $SV2 = 200.0$ 。
- 从机异常应答：如果请求的寄存器地址超出模块参数映射地址范围，从机将返回错误应答报文，错误类型码为 0x02（非法地址）。

主机请求报文、从机正常应答报文以及从机错误应答报文解析如下：

主机请求							
1	2	3	4	5	6	7	8
模块地址	功能码	起始地址 高位	起始地址 低位	数据字长 高位	数据字长 低位	CRC 校验 低位	CRC 校验 高位
0x96	0x03	0x21	0x10	0x00	0x02	0xD3	0x15

从机正常应答								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
模块地址	功能码	数据 字节数	数据 1 高位	数据 1 低位	数据 2 高位	数据 2 低位	CRC 校验 低位	CRC 校验 高位
0x96	0x03	0x04	0x07	0xD0	0x07	0xD0	0x1F	0xDB

从机异常应答				
1	2	3	4	5
模块地址	功能码	错误类型码	CRC 校验低位	CRC 校验高位
0x96	0x83	0x02	0x71	0x1D

6.1.2 写多个寄存器 (0x10)

示例：主机控制 DO1 和 DO2 导通输出（即向 DO1 和 DO2 寄存器写入值“1”）

- DO 寄存器的起始地址为 0x2060，每路 DO 占用 1 个数据寄存器（2 字节），需写入两个连续寄存器（即 0x2060 和 0x2061）。
- 从机正常应答：当写入多寄存器操作成功时，从机将成功写入的起始地址以及写入的数据字长作为应答返回。
- 从机异常应答：如果请求的功能码不被支持（如 0x0F），从机将返回错误应答报文，错误类型码为 0x01（非法功能）。

主机请求报文、从机正常应答报文以及从机错误应答报文解析如下：

主机请求（写多个寄存器）												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
模块地址	功能码	起始地址高位	起始地址低位	数据字长高位	数据字长低位	数据字节长度	数据 1 高位	数据 1 低位	数据 2 高位	数据 2 低位	CRC 校验低位	CRC 校验高位
0x96	0x10	0x20	0x60	0x00	0x02	0x04	0x00	0x01	0x00	0x01	0x1B	0x30

从机正常应答（写多个寄存器）							
1	2	3	4	5	6	7	8
模块地址	功能码	起始地址高位	起始地址低位	数据字长高位	数据字长低位	CRC 校验低位	CRC 校验高位
0x96	0x10	0x20	0x60	0x00	0x02	0x56	0xF1

从机异常应答（写多个寄存器）				
1	2	3	4	5
模块地址	功能码	错误类型码	CRC 校验低位	CRC 校验高位
0x96	0x8F	0x01	0x34	0x1C

6.1.3 写单个寄存器 (0x06)

示例：主机写设定值 SV1 = 100.0

- SV1 的寄存器地址为 0x2110，占用 1 个数据寄存器 (2 字节)，根据[规则②]，由于设定值 SV 均带一位小数点，因此需将实际数值乘以 10 后作为整数写入寄存器，即写入的值应为 1000（整数），对应十六进制数为 0x03E8。
- 从机正常应答：当写单个寄存器操作成功时，从机将完整回显主机请求报文。
- 从机异常应答：如果写入的数据值超出目标寄存器所允许的读写范围，从机将返回错误应答报文，错误类型码为 0x03（非法数据）。

主机请求报文、从机正常应答报文以及从机错误应答报文解析如下：

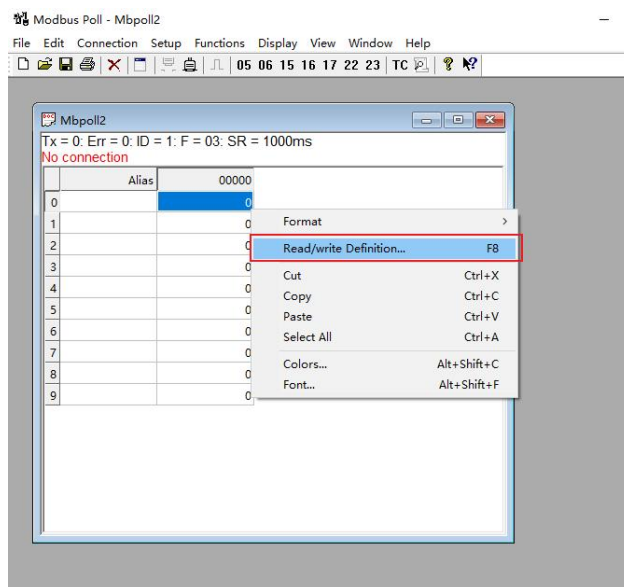
主机请求（写单个寄存器）							
1	2	3	4	5	6	7	8
模块地址	功能码	地址高位	地址低位	数据高位	数据低位	CRC 校验低位	CRC 校验高位
0x96	0x06	0x21	0x10	0x03	0xE8	0x9E	0x6A

从机正常应答（写单个寄存器）							
1	2	3	4	5	6	7	8
模块地址	功能码	起始地址高位	起始地址低位	数据字长高位	数据字长低位	CRC 校验低位	CRC 校验高位
0x96	0x06	0x21	0x10	0x03	0xE8	0x9E	0x6A

从机异常应答（写单个寄存器）				
1	2	3	4	5
模块地址	功能码	错误类型码	CRC 校验低位	CRC 校验高位
0x96	0x86	0x03	0xB3	0x8D

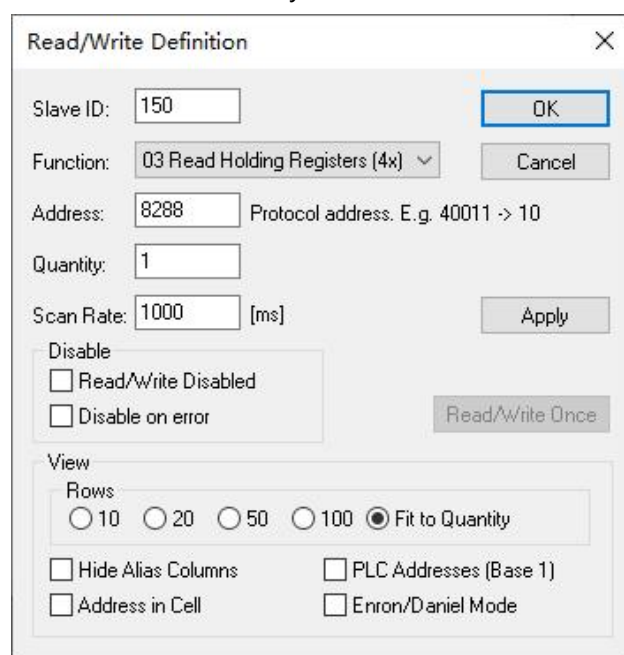
6.2 ModbusPoll 通信例程

- 1) 将模块接入本公司的耦合器，按使用说明正确上电后，启动 ModbusPoll 软件。
- 2) 点击菜单栏 Setup > Read/Write Definition..., 或在主窗口任意区域右键单击并选择 Read/Write Definition..., 打开读写参数配置窗口，如下图所示。



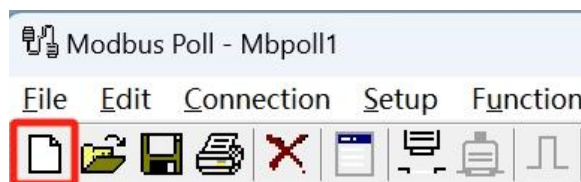
在配置窗口中设置以下关键参数：

- Slave ID: 从机设备地址
- Function: 功能码
- Address: 读/写操作的寄存器起始地址[规则③]
- Quantity: 读/写的寄存器数量
- Scan Rate: 通信帧扫描周期
- Fit to Quantity: 勾选此项可根据设定的 Quantity 值自动调整窗口显示行数

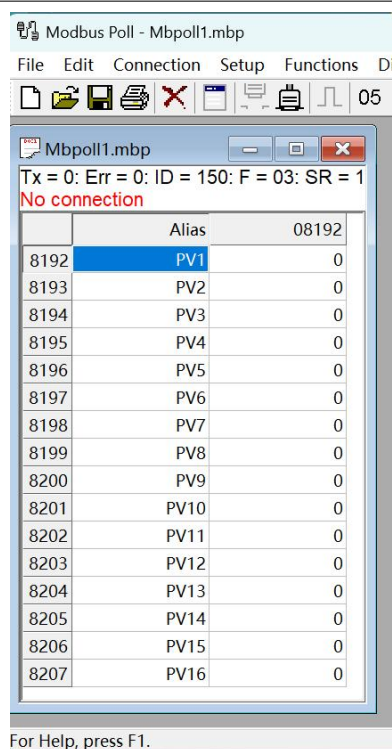
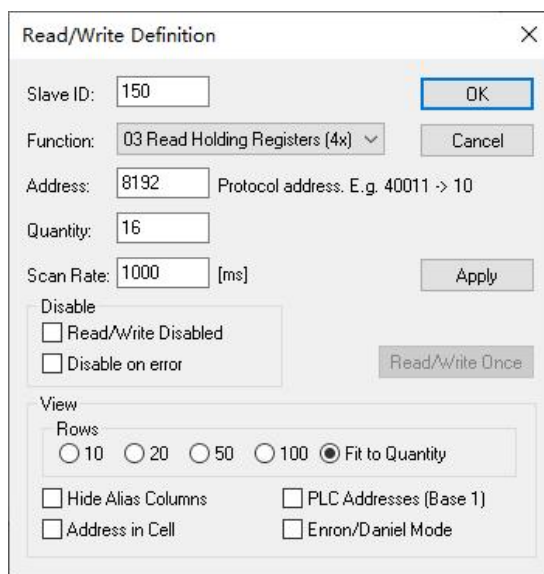


3) 读寄存器操作 (功能码 03 - Read Holding Registers):

- 读取单个寄存器: 将寄存器个数 Quantity 设置为 1 即可;
 - 读取连续多个寄存器: 确保寄存器地址连续, 将 Quantity 设置为所需读取的数量 (Modbus Poll 单窗口连续读取上限为 123 个寄存器, 超过此数量需新建窗口)。
 - 读取非连续多个寄存器: 需要为每组地址分别新建窗口 (每个窗口对应一条独立的通信指令, 读取连续多个寄存器)。
- 新建窗口方法如下图所示。新建的窗口同样需配置从机地址、功能码及寄存器起始地址等信息。



示例: 连续读取 16 个通道的 PV 值 (PV 寄存器起始地址为 0x2000, 对应十进制值 8192), 如下图所示。

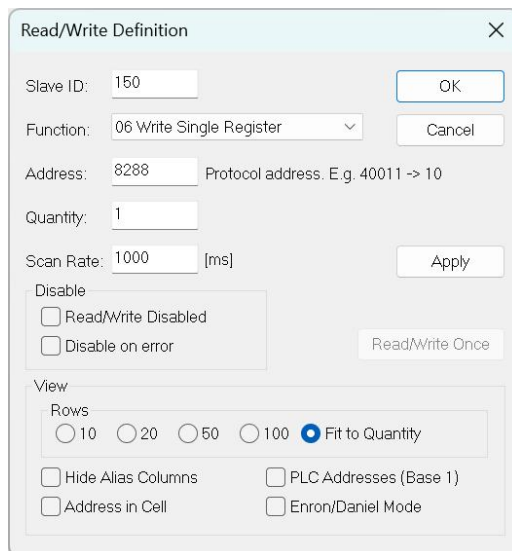


4) 写寄存器操作

- 写单个寄存器 (功能码 06 -Write Single Register)

以向 DO1 寄存器 (地址为 0x2060, 对应十进制值 8288) 写入 “1” (导通输出) 为例。

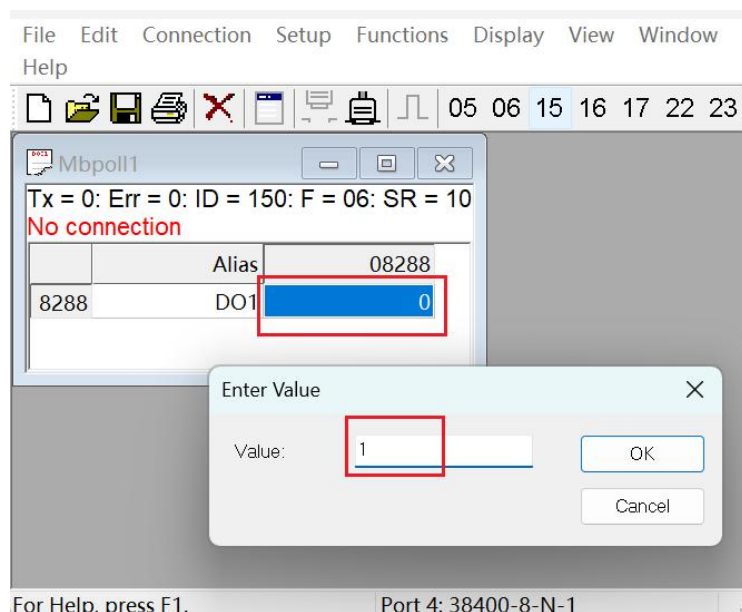
- 方式一: 在新建的窗口设置 06 功能码以及目标寄存器起始地址, 此时寄存器个数 Quantity 的值只能为 1, 否则会报错, 如下图所示。



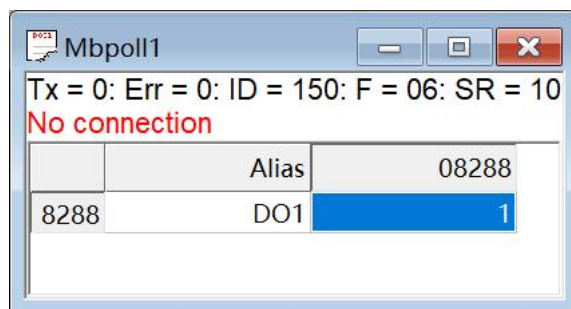
The dialog box 'Read/Write Definition' contains the following fields and options:

- Slave ID: 150
- Function: 06 Write Single Register
- Address: 8288 (Protocol address. E.g. 40011 -> 10)
- Quantity: 1
- Scan Rate: 1000 [ms]
- Disable:
 - ☐ Read/Write Disabled
 - ☐ Disable on error
- View:
 - Rows: ☐ 10 ☐ 20 ☐ 50 ☐ 100 ☒ Fit to Quantity
 - ☐ Hide Alias Columns
 - ☐ PLC Addresses (Base 1)
 - ☐ Address in Cell
 - ☐ Enron/Daniel Mode

完成配置后, 在该窗口处双击 DO1 寄存器的数据区域, 快速调出编辑写指令的窗口, 输入数值 “1” 并点击 OK, 如下图所示。



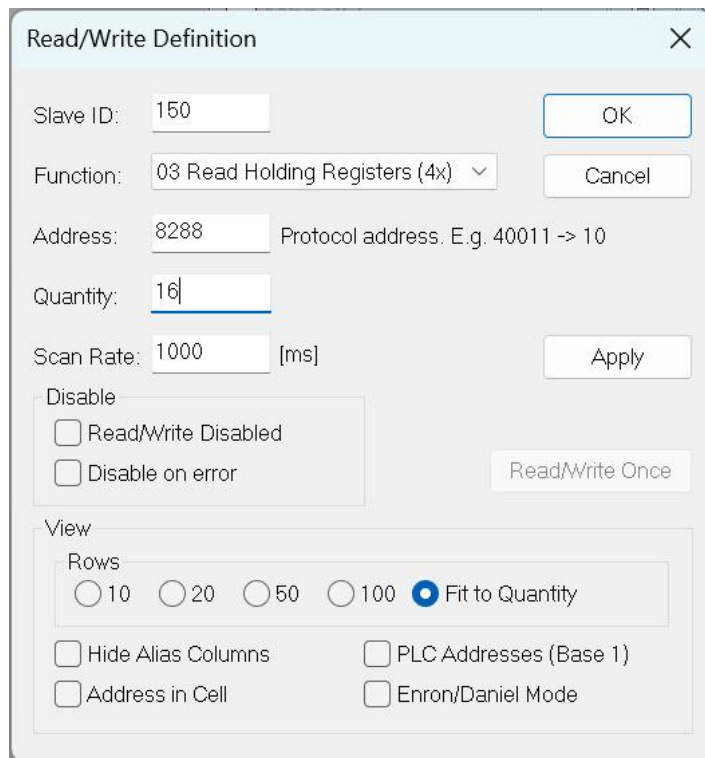
The main software interface shows a table with columns for Alias and DO1. The DO1 column contains the value 0. An 'Enter Value' dialog box is open, prompting for a value. The value 1 is entered in the dialog box.



The main software interface shows the table with the DO1 column now containing the value 1.

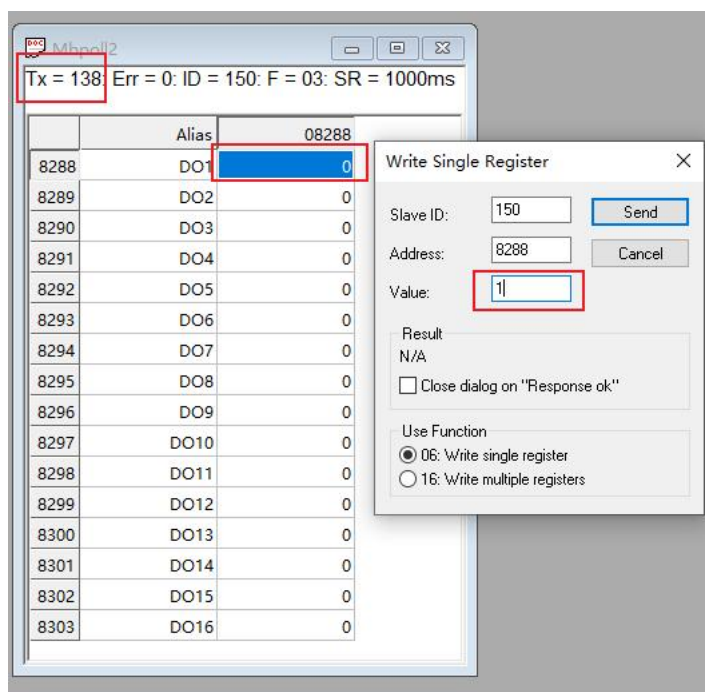
- 方式二：在新建的窗口设置 03 功能码以及所需读取的寄存器起始地址，将寄存器个数 Quantity 设置为所需数量（需小于连续的 DO 寄存器通道总数上限），例如 16，即读取连续 16 个通道 DO 寄存器的通断状态。完成配置后，在该窗口双击任意通道 DO 寄存器的数据区域，快速调出编辑写指令的窗口，输入数值“1”并点击发送，即可完成单个寄存器的写入，如下图所示。

注意：此方式需确保通信连接正常（请参考后续的步骤 5）进行通信连接）。



Read/Write Definition dialog box configuration:

- Slave ID: 150
- Function: 03 Read Holding Registers (4x)
- Address: 8288 (Protocol address: E.g. 40011 -> 10)
- Quantity: 16
- Scan Rate: 1000 [ms]
- Buttons: OK, Cancel, Apply, Read/Write Once
- Disable section:
 - ☐ Read/Write Disabled
 - ☐ Disable on error
- View section:
 - Rows: ☐ 10 ☐ 20 ☐ 50 ☐ 100 ☒ Fit to Quantity
 - ☐ Hide Alias Columns
 - ☐ PLC Addresses (Base 1)
 - ☐ Address in Cell
 - ☐ Enron/Daniel Mode



Main interface showing DO register data and Write Single Register dialog:

Top status bar: Tx = 138 Err = 0: ID = 150: F = 03: SR = 1000ms

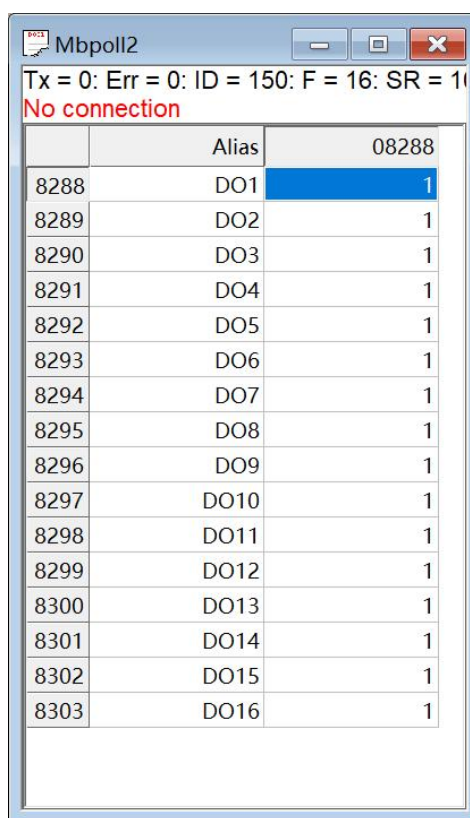
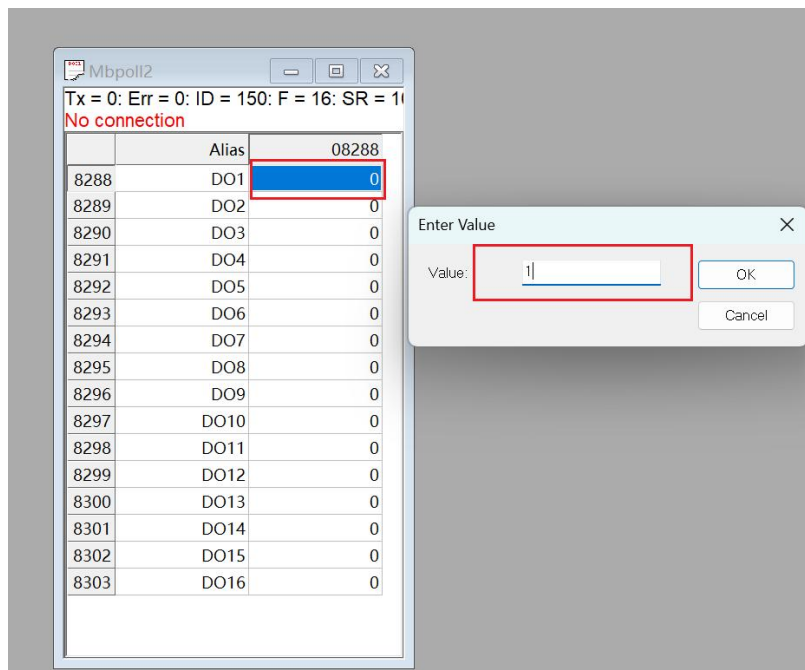
Alias	08288
8288	DO1 0
8289	DO2 0
8290	DO3 0
8291	DO4 0
8292	DO5 0
8293	DO6 0
8294	DO7 0
8295	DO8 0
8296	DO9 0
8297	DO10 0
8298	DO11 0
8299	DO12 0
8300	DO13 0
8301	DO14 0
8302	DO15 0
8303	DO16 0

Write Single Register dialog box configuration:

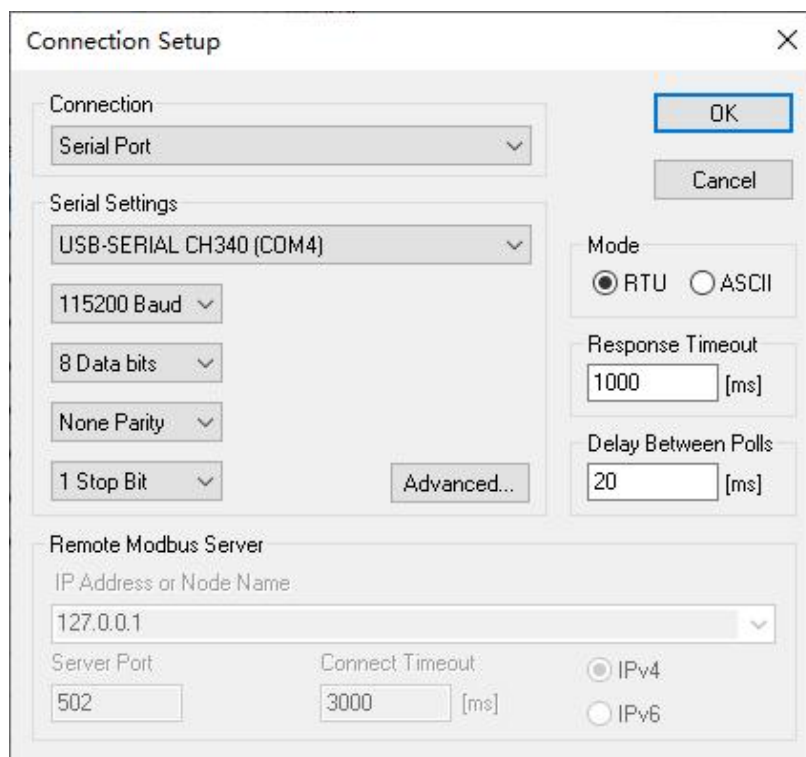
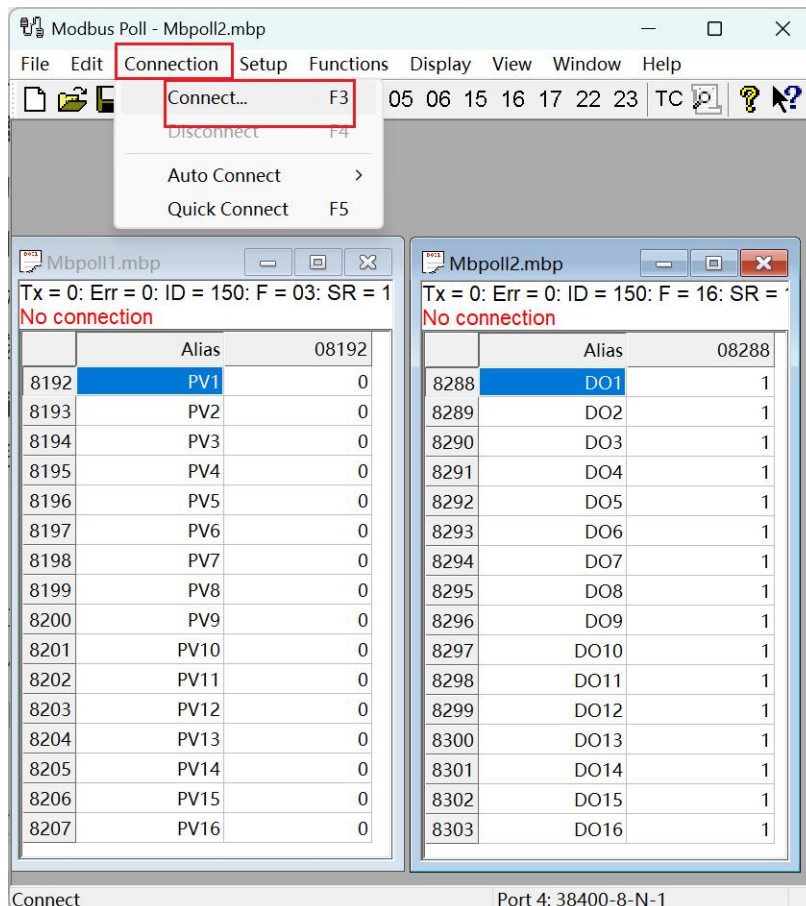
- Slave ID: 150
- Address: 8288
- Value: 1
- Buttons: Send, Cancel
- Result: N/A
- ☐ Close dialog on "Response ok"
- Use Function:
 - ☒ 06: Write single register
 - ☐ 16: Write multiple registers

- 写多个寄存器（功能码 16 - Write Multiple Registers）

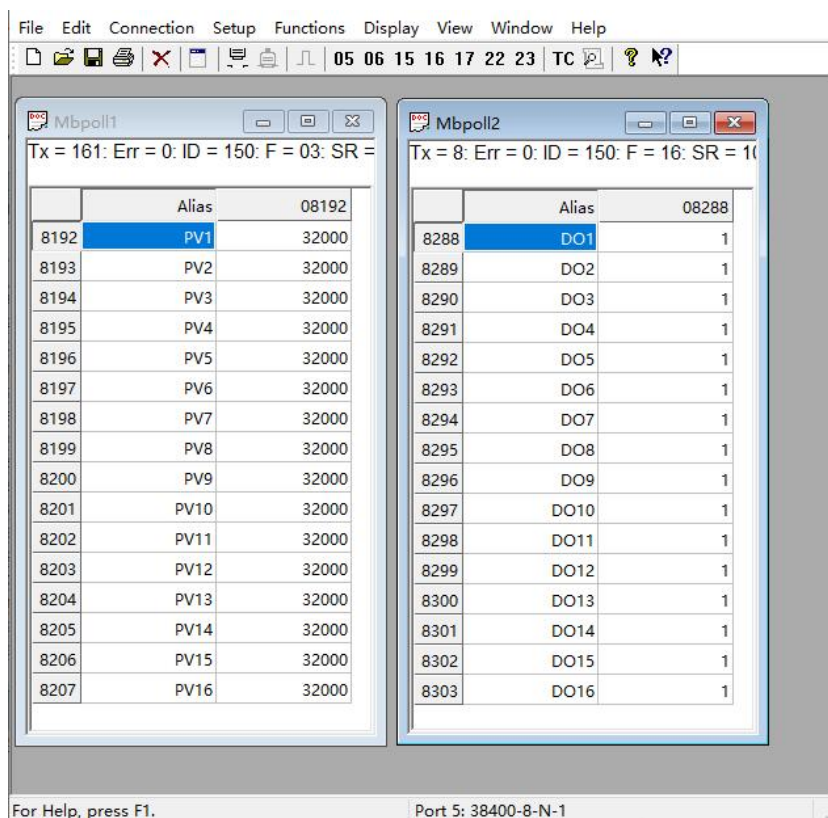
以向连续的 16 个通道 DO 寄存器（起始地址为 0x2060，对应十进制值 8288）写入“1”（导通输出）为例。
 在新建的窗口设置 16 功能码以及所需写入的寄存器起始地址，将寄存器个数 Quantity 的值设置为 16。完成配置后，在该窗口处双击每个通道 DO 寄存器的数据区域，快速调出编辑写指令的窗口，输入数值“1”并点击 OK，如下图所示。



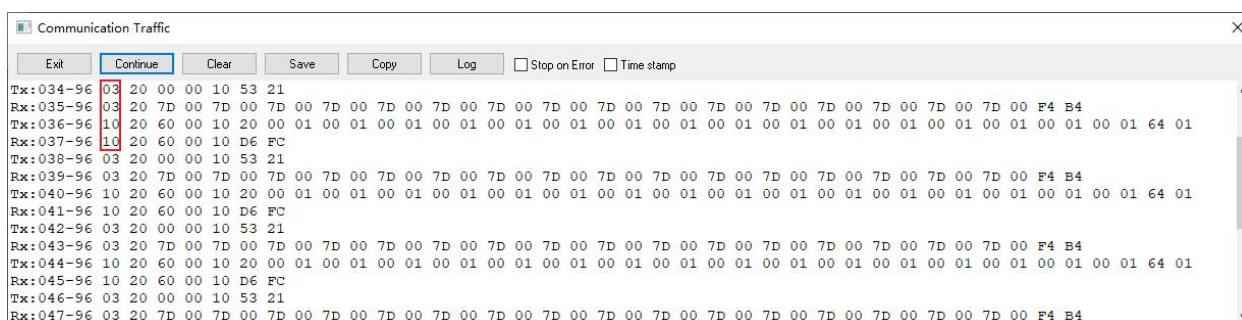
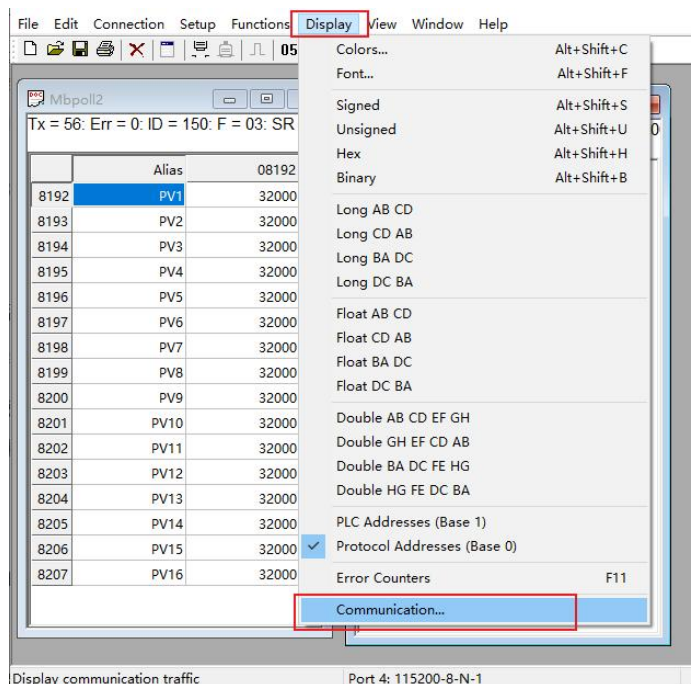
5) 配置完所需要读取/写入的参数寄存器后, 点击菜单栏 Connection -> Connect..., 弹出通信参数配置窗口。根据耦合器的通信参数设置 (请参阅耦合器的用户手册说明), 配置 Modbus Poll 的通信参数 (如波特率、数据位、校验位等), 确保二者一致, 如下图所示。



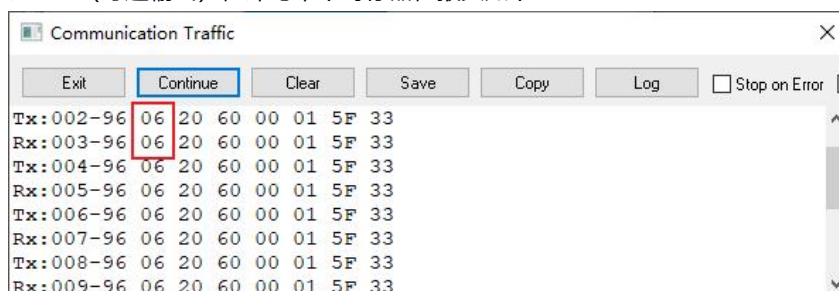
单击 OK 按钮，成功建立通信连接后即可读取 16 个通道的 PV 值及向 16 个通道的 DO 寄存器均写入 “1”（导通输出），如下图所示。



6) 点击菜单栏 Display 中的 Communication 选项，打开通信监视窗口，可实时查看和监测通信报文，如下图所示。



向 DO1 寄存器写入 “1”（导通输出），即写单个寄存器，报文如下：



6.3 西门子 S7-200 PLC 通信例程

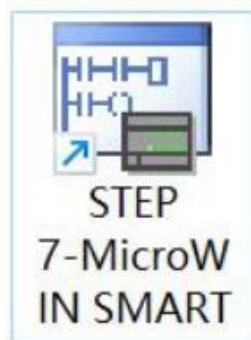
6.3.1 准备工作

1) 硬件准备

- ①西门子 S7-200 PLC 一台。
- ②电脑一台。
- ③开关量输出模块（需搭配本公司耦合器使用）。
- ④Modbus RTU 通信线、标准以太网线、电源线。
- ⑤网络交换机、USB 转 RS485 转换器等。

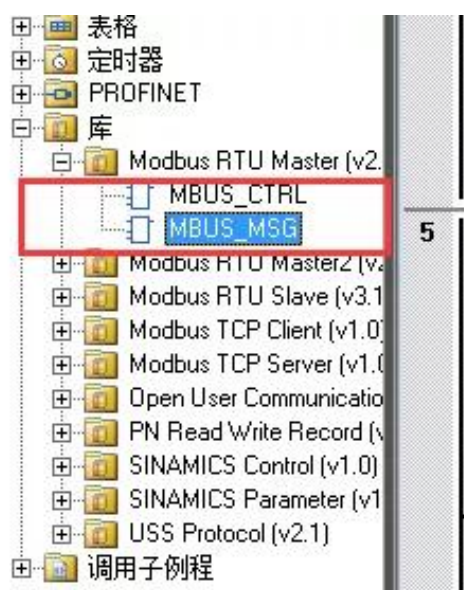
2) 软件准备

软件名称：STEP 7-MicroWIN SMART，可从西门子官方网站下载并安装。



PLC 作为 Modbus RTU 主站，模块作为 Modbus RTU 从站。使用 PLC 集成的 RS485 接口进行物理连接。
调用 STEP 7-MicroWIN SMART 软件自带的 MBUS_CTRL (或 MB_CTRL2) 指令初始化 Modbus 主站协议。
调用 MBUS_MSG (或 MB_MSG2) 指令发送 Modbus 读写请求到从站模块。

本示例使用单个主站配置 (MBUS_CTRL / MBUS_MSG)。若需使用第二个主站配置，原理相同，但需使用 MB_CTRL2 / MB_MSG2 指令。



MBUS_CTRL / MB_CTRL2 指令和 MBUS_MSG / MB_MSG2 指令详解如下图所示。

MBUS_CTRL/MB_CTRL2 指令（初始化主站）

MBUS_CTRL 和 MB_CTRL2 具有相同的作用和参数。MBUS_CTRL 用于单个 Modbus RTU 主站。MB_CTRL2 用于第二个 Modbus RTU 主站。相应地，MBUS_MSG 和 MBUS_CTRL 一同用于单个 Modbus RTU 主站。MB_MSG2 和 MB_CTRL2 一同用于第二个 Modbus RTU 主站。

MBUS_CTRL 和 MB_CTRL2 指令

LAD/FBD	STL	说明
	CALL MBUS_CTRL, Mode, Baud, Parity, Port, Timeout, Done, Error CALL MB_CTRL2, Mode, Baud, Parity, Port, Timeout, Done, Error	程序调用 MBUS_CTRL/MB_CTRL2 指令来初始化、监视或禁用 Modbus 通信。 在执行 MBUS_MSG/MB_MSG2 指令前，程序必须先执行 MBUS_CTRL/MB_CTRL2 且不出错误。该指令完成后，将“完成”(Done) 位置为 ON，然后再继续执行下一条指令。 EN 输入接通时，在每次扫描时均执行该指令。

必须在每次扫描时（包括首次扫描）调用 MBUS_CTRL/MB_CTRL2 指令，以便其监视 MBUS_MSG/MB_MSG2 指令启动的任何待处理消息的进程。除非每次扫描时都执行 MBUS_CTRL/MB_CTRL2，否则 Modbus 主站协议将不能正常工作。

MBUS_MSG/MB_MSG2 指令

MBUS_MSG 和 MB_MSG2 具有相同的作用和参数。MBUS_MSG 用于单个 Modbus RTU 主站。MB_MSG2 用于第二个 Modbus RTU 主站。

MBUS_MSG/MB_MSG2 指令

LAD/FBD	STL	说明
	CALL MBUS_MSG, First, Slave, RW, Addr, Count, DataPtr, Done, Error CALL MB_MSG2, First, Slave, RW, Addr, Count, DataPtr, Done, Error	程序调用 MBUS_MSG/MB_MSG2 指令，启动对 Modbus 从站请求并处理响应。

EN 输入和 First 输入同时接通时，MBUS_MSG/MB_MSG2 指令会向 Modbus 从站发起主站请求。发送请求、等待响应和处理响应通常需要多个 PLC 扫描时间。EN 输入必须接通才能启用发送请求，并且必须保持接通状态，直到指令为 Done 位返回接通。

某一时间只能有一条 MBUS_MSG 或 MB_MSG2 指令处于激活状态。如果程序启用多条 MBUS_MSG 指令或多条 MB_MSG2 指令，则 CPU 将处理第一条 MBUS_MSG 指令或 MB_MSG2 指令，所有后续 MBUS_MSG 或 MB_MSG2 指令将中止并生成错误代码 6。

6.3.2 PLC 编程

1) 新建工程

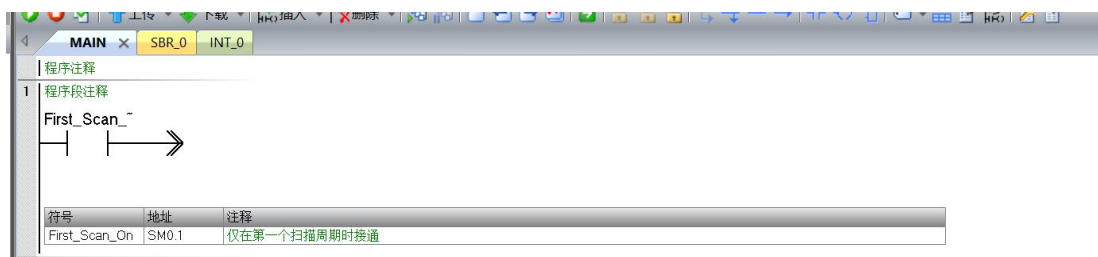
打开 STEP 7-MicroWIN SMART 软件，点击左上角“新建”按钮，新建一个 PLC 工程。



2) 初始化

• 第 1 段：首次扫描复位

添加一个常开触点，地址为 SM0.1 (First Scan On, 首次扫描脉冲)。

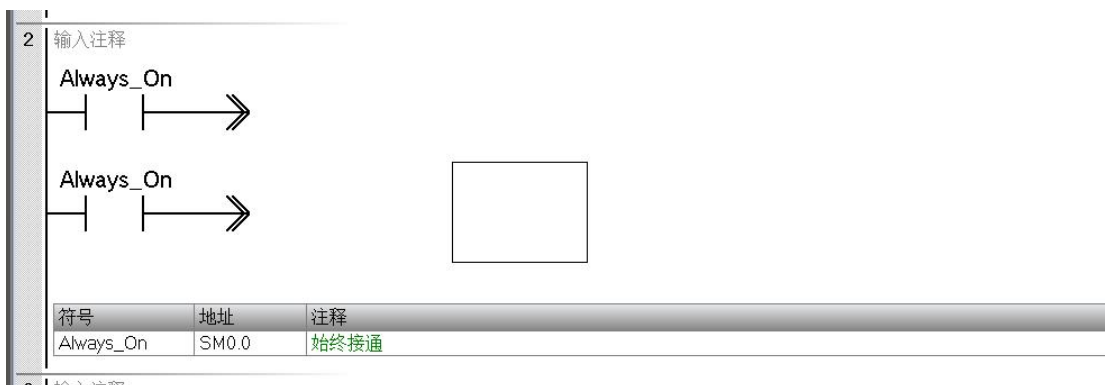


在触点后添加两个复位线圈 (R)，分别复位 M0.0 和 M2.0 (用于后续轮询流程的标志位)。目的是确保程序启动时相关状态已知。

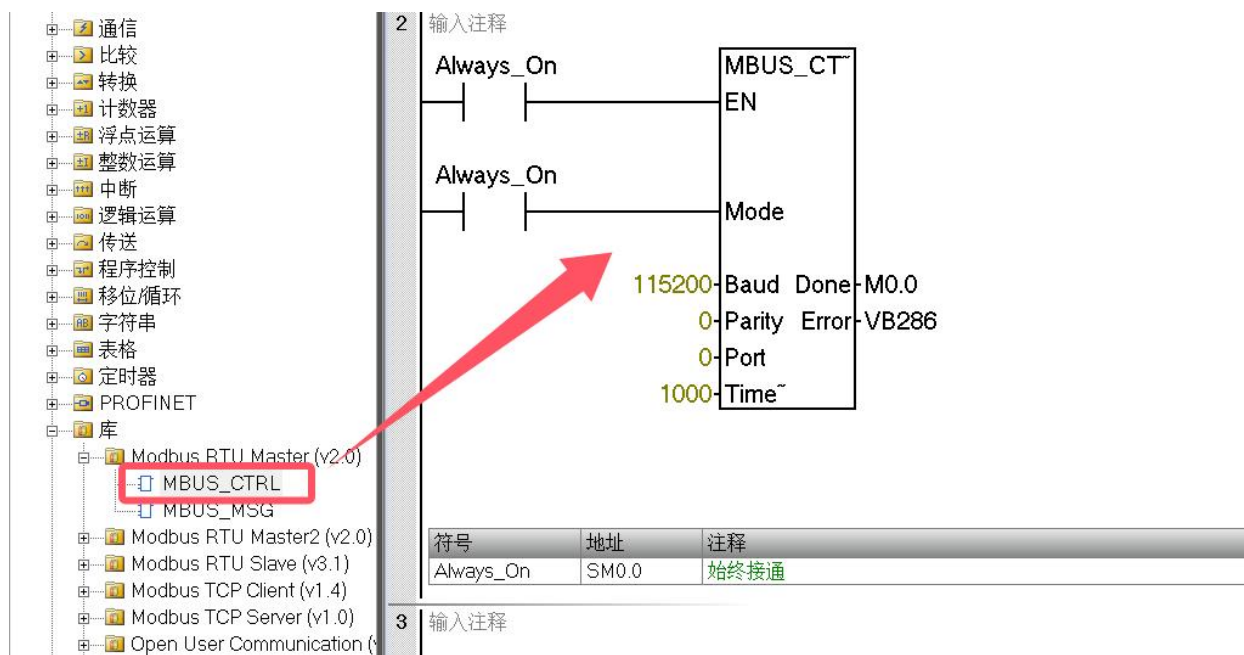


• 第 2 段：Modbus RTU 初始化配置

并联添加两个常开触点，地址均为 SM0.0 (始终接通)，如下图所示。



在左侧项目树中，找到 MBUS_CTRL，如下图所示，双击将其添加到程序中并配置 MBUS_CTRL 指令的各个参数（请参阅所使用的耦合器的用户手册说明）。



MBUS_CTRL 指令的各参数含义如下图所示。

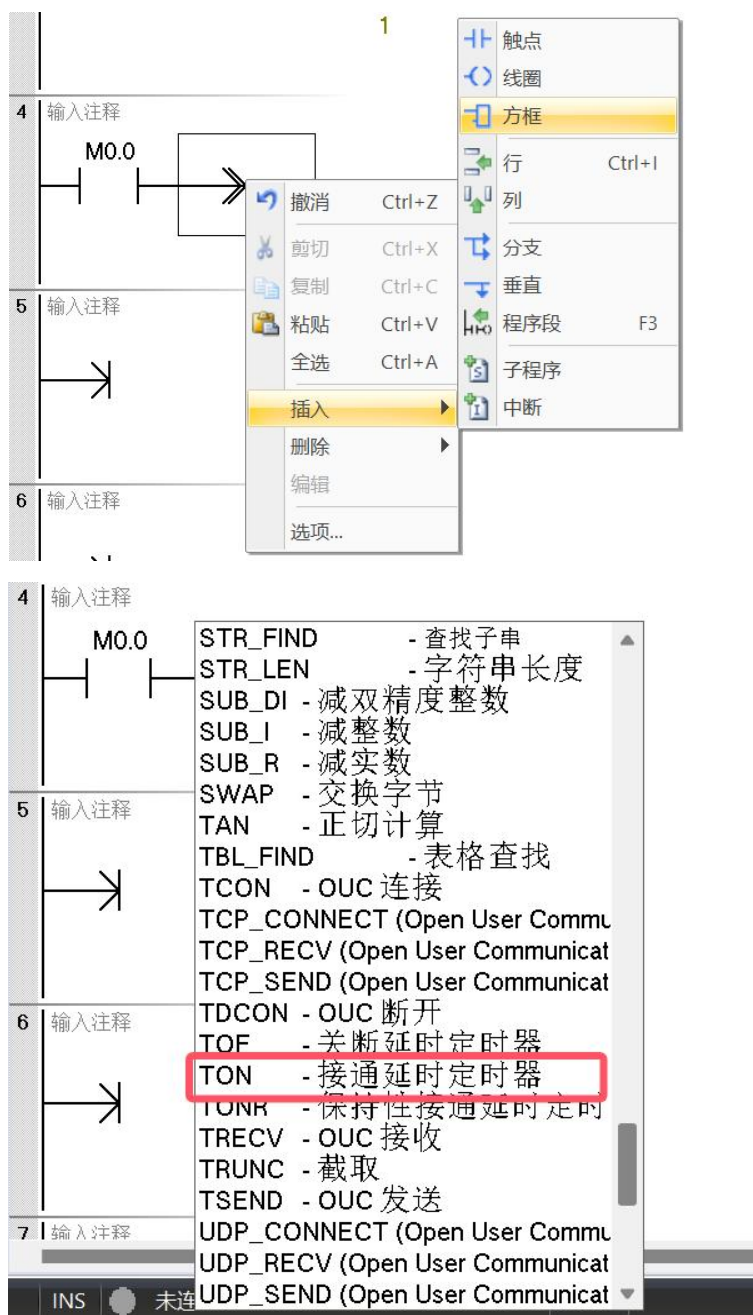
- EN** 使能：必须保证每一扫描周期都被使能（使用 SM0.0）
- Mode** 模式：为 1 时，使能 Modbus 协议功能；为 0 时恢复为系统 PPI 协议
- Baud** 波特率：支持的通讯波特率为 1200，2400，4800，9600，19200，38400，57600，115200。
- Parity** 校验：校验方式选择
 0 = 无校验
 1 = 奇校验
 2 = 偶校验
- Port** 端口号：0 = CPU 集成的 RS 485 通讯口；1 = 可选 CM 01 信号板。
- Timeout** 超时：主站等待从站响应的的时间，以毫秒为单位，典型的设置值为 1000 毫秒（1 秒），允许设置的范围为 1 - 32767。
注意： 这个值必须设置足够大以保证从站有时间响应。
- Done** 完成位：初始化完成，此位会自动置 1。可以用该位启动 MBUS_MSG 读写操作（见例程）
- Error** 初始化错误代码（只有在 Done 位为 1 时有效）：
 0 = 无错误
 1 = 校验选择非法
 2 = 波特率选择非法
 3 = 超时无效
 4 = 模式选择非法
 9 = 端口无效
 10 = 信号板端口 1 缺失或未组态

3) Modbus RTU 读写请求配置

配置原则：Modbus RTU 初始化成功后，MBUS_CTRL 指令的完成位 Done (M0.0) 自动置 1，此 M0.0 信号用于启动轮询发送 MBUS_MSG 读写请求。不同请求需按顺序执行：前一个 MBUS_MSG 请求的完成位 Done 触发下一个请求的首次扫描 First 或使能 EN 信号。

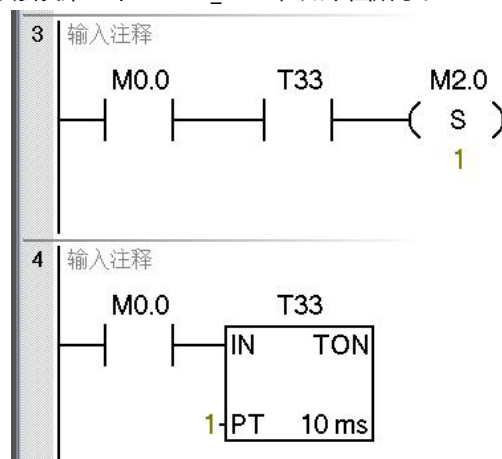
- 第 4 段：初始化完成延时

添加 M0.0 常开触点，在该触点后右键选择插入，再选择方框，找到接通延时定时器 (TON) 函数，选用 T33 (10ms 分辨率) 定时器，并将其预设值 PT 设置为 1 (对应 10ms 延时)，如下图所示。



- 第 3 段：第一个请求触发

添加 M0.0 常开触点，在该触点后添加 T33 常开触点，在 T33 触点后添加一个置位线圈 (S)，目标为 M2.0 (第一请求使能标志位)。作用是在 Modbus RTU 通信初始化成功后，为第一个请求的触发提供 10ms 的延时缓冲，M2.0 的上升沿将用于触发第一个 MBUS_MSG，如下图所示。

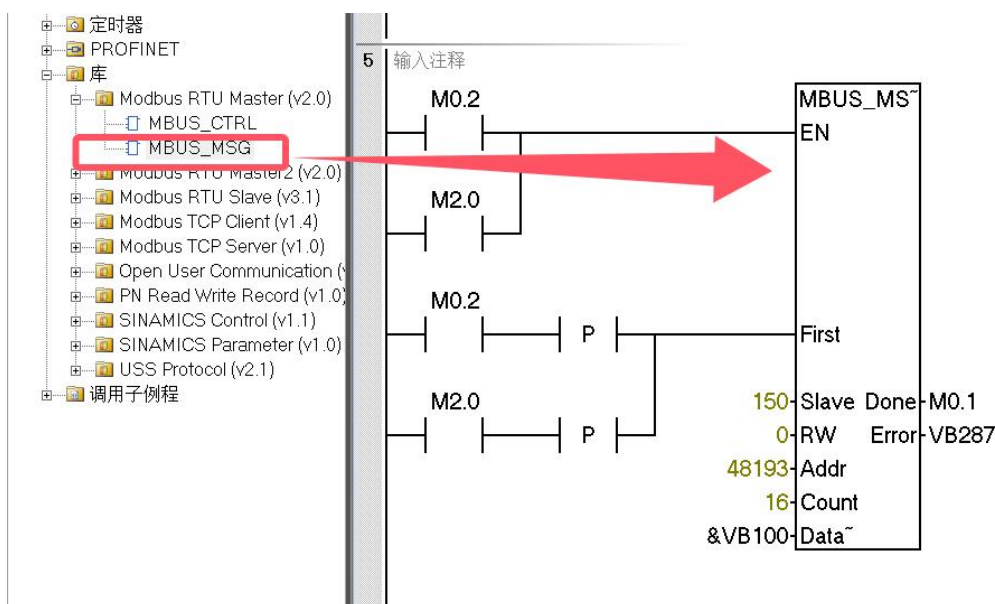


- 第 5 段：发送第一个请求（读请求）

在左侧项目数中，找到 MBUS_MSG，双击将其添加到程序中。利用 M2.0 和 M0.2 的上升沿触发本次请求，M0.2 为后续第二个请求完成位，用于轮询反复读写操作。根据读写需求对 MBUS_MSG 各参数进行设置：

- 模块通讯地址 Slave: 150
- 起始寄存器号 Addr: 48193，对应模块参数映射地址 0x2000，即 PV 值（请参考[规则①]）
- 读/写请求 RW: 0（读请求）
- 数据个数 Count: 16
- 数据指针 DataPtr: &VB100，指向 PLC V 存储区起始地址 VB100 的指针。
- 完成位 Done: M0.1
- 错误代码 Error: VB287，第一请求错误代码输出存储字节。

请求含义：连续读取从站地址 150 的模块中 16 个通道的 PV 寄存器值（32 字节），结果存入 PLC 的 VB100 到 VB131 存储区。



MBUS_MSG 中参数含义如下图所示。

a. EN	使能:	同一时刻只能有一个读写功能 (即 MBUS_MSG) 使能 注意: 建议每一个读写功能 (即 MBUS_MSG) 都用上一个 MBUS_MSG 指令的 Done 完成位来激活, 以保证所有读写指令循环进行 (见例程)。
b. First	读写请求位:	每一个新的读写请求必须使用 脉冲触发
c. Slave	从站地址:	可选择的范围 1 - 247
d. RW	读写请求:	0 = 读, 1 = 写 注意: 1. 数字量输出和保持寄存器支持读和写功能 2. 数字量输入和模拟量输入只支持读功能 选择读写的数据类型
e. Addr	读写从站的数据地址:	00001 至 0xxxx - 数字量输出 10001 至 1xxxx - 数字量输入 30001 至 3xxxx - 模拟量输入 40001 至 4xxxx - 保持寄存器
f. Count	数据个数	通讯的数据个数 (位或字的个数) 注意: Modbus主站可读/写的最大数据量为 120 个字 (是指每一个 MBUS_MSG 指令)
g. DataPtr	数据指针:	1. 如果是读指令, 读回的数据放到这个数据区中 2. 如果是写指令, 要写出的数据放到这个数据区中
h. Done	完成位	读写功能完成位
i. Error	错误代码:	只有在 Done 位为1时, 错误代码才有效 0 = 无错误 1 = 响应校验错误 2 = 未用 3 = 接收超时 (从站无响应) 4 = 请求参数错误 (slave address, Modbus address, count, RW) 5 = Modbus/自由口未使能 6 = Modbus正在忙于其它请求 7 = 响应错误 (响应不是请求的操作) 8 = 响应CRC校验和错误 - 101 = 从站不支持请求的功能 102 = 从站不支持数据地址 103 = 从站不支持此种数据类型 104 = 从站设备故障 105 = 从站接受了信息, 但是响应被延迟 106 = 从站忙, 拒绝了该信息 107 = 从站拒绝了信息 108 = 从站存储器奇偶错误

常见的错误:

- 如果多个 MBUS_MSG 指令同时使能会造成 6 号错误
- 从站 delay 参数设的时间过长会造成主站 3 号错误
- 从站掉电或不运行, 网络故障都会造成主站 3 号错误

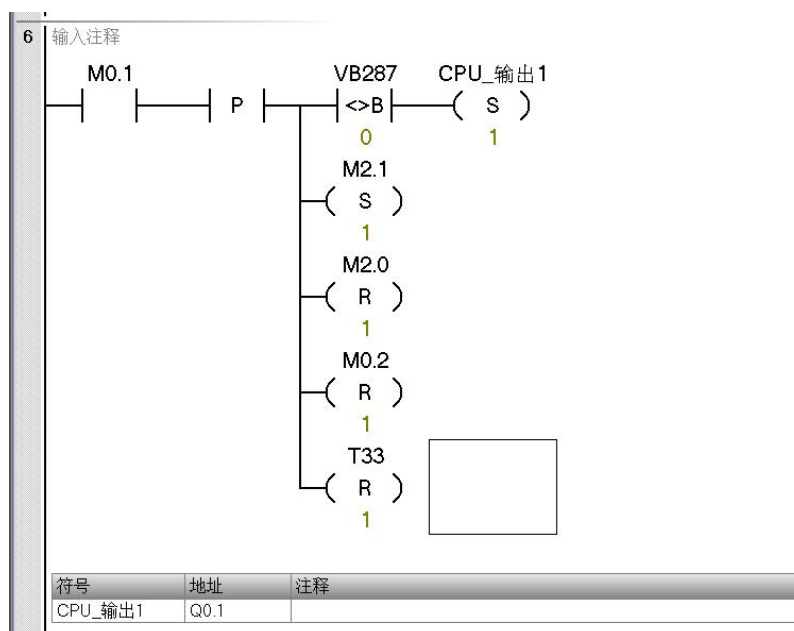
• 第 6 段: 第一个请求 (读请求) 复位

当第一个请求 (读请求) 完成时, 其完成位 M0.1 置位。

利用 M0.1 的上升沿执行以下操作:

- ①复位 M0.2 (第二个请求完成位);
- ②复位 M2.0 (第一请求使能标志位);
- ③复位定时器 T33;
- ④置位 M2.1 (下一请求使能标志位, 用于触发第二个请求, 即写请求);
- ⑤检查 VB287 (第一请求错误代码存储字节);

如下图所示。

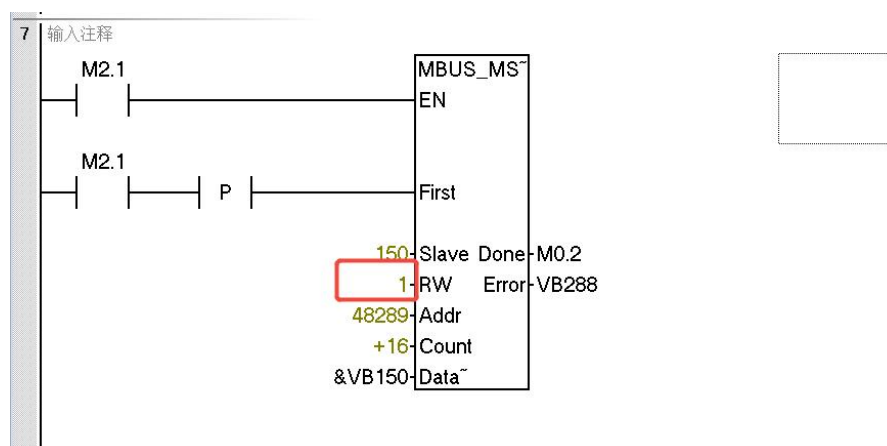


• 第 7 段：发送第二个请求（写请求）

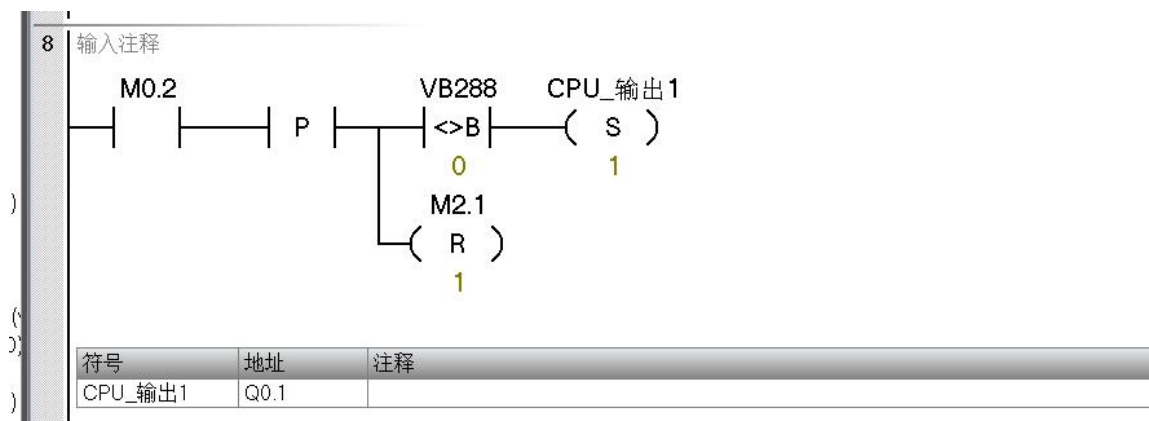
同样，在左侧项目数中，找到 MBUS_MSG，双击将其添加到程序中。利用 M2.1（第二个请求使能标志位）的上升沿触发本次请求。根据读写需求对 MBUS_MSG 各参数进行设置：

- 模块通讯地址 Slave: 150
- 起始寄存器号 Addr: 48289，对应模块参数映射地址 0x2060，即 DO 通断状态（请参考[规则①]）
- 读/写请求 RW: 1（写请求）
- 数据个数 Count: 16
- 数据指针 DataPtr: 指向 PLC V 存储区起始地址 VB150 的指针，该区域存放要写入的 16 个字数据。
- 完成位 Done: M0.2
- 错误代码 Error: VB288，第二请求错误代码输出存储字节。

请求含义：向从站地址 150 的 16 个通道的 DO 寄存器（起始地址 0x2060）写入 PLC（VB150 到 VB181 存储区）中存储的值。

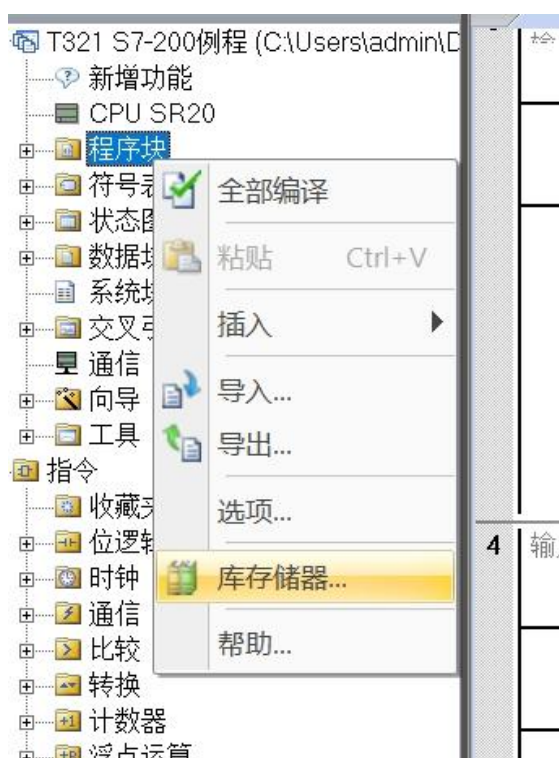


- 第 8 段：第二个请求（写请求）复位
 当第二个请求（写请求）完成时，其完成位 M0.2 置位。
 利用 M0.2 的上升沿执行以下操作：
 ①复位 M2.1（第二个请求使能标志位）；
 ②检查 VB288（第二请求错误代码存储字节）；
 同时 M0.2 的置位上升沿用于再次触发第一个请求（读请求），形成循环轮询。
 如下图所示。



4) 分配库存储器

在执行完以上步骤后，需要对库存储器地址进行分配。在左侧项目树中，找到“程序块”一栏，右键点击程序块，在弹出列表中左键点击“库存储器分配”，如下图所示。



点击建议地址，然后点击确认，如下图所示。



5) 编译并下载

确认无误后，在左上方找到“编译”，编译成功后再点击“下载”，将程序下载进 PLC 中，下载完成后，将 PLC 切换到 RUN 模式，如下图所示。



6) 监测数据

在左侧项目树中，找到“状态图表”，双击打开“图表 1”或新建一个状态图表。在状态图表页面中，添加需要监控的变量地址：

读取到的数据（PV 值）：VW100, VW102, ..., VW130（共 16 个 WORD，对应 VB100-VB131），按顺序添加。

准备写入的数据（DO 通断状态）：VW150, VW152, ..., VW180（共 16 个 WORD，对应 VB150-VB181），按顺序添加。

点击状态图表工具栏上的“图表状态”，即可开始轮询读取模块中 16 个通道的 PV 寄存器值，以及向模块中 16 个通道 DO 寄存器写入默认值 0。

在“新值”列中，输入希望写入对应 DO 寄存器的值“1”（导通输出），选中要修改的行（或按住 Ctrl 选择多行），点击工具栏上的“全部写入”按钮，将新值写入 PLC 的 V 存储区，如下图所示。

程序运行时，MBUS_MSG 写指令会将 VB150 开始区域的值发送到模块，控制 DO 通断状态。通过模块的物理输出或状态监控确认写入是否成功。

	地址	格式	当前值	新值
1	VW100	有符号		
2	VW102	有符号		
3	VW104	有符号		
4	VW106	有符号		
5	VW108	有符号		
6	VW110	有符号		
7	VW112	有符号		
8	VW114	有符号		
9	VW116	有符号		
10	VW118	有符号		
11	VW120	有符号		
12	VW122	有符号		
13	VW124	有符号		
14	VW126	有符号		
15	VW128	有符号		
16	VW130	有符号		
17	VW150	有符号		
18	VW152	有符号		
19	VW154	有符号		
20	VW156	有符号		
21	VW158	有符号		
22	VW160	有符号		
23	VW162	有符号		
24	VW164	有符号		
25	VW166	有符号		
26	VW168	有符号		
27	VW170	有符号		
28	VW172	有符号		
29	VW174	有符号		
30	VW176	有符号		
31	VW178	有符号		
32	VW180	有符号		
33		有符号		
34		有符号		
35		有符号		

图表 1

地址	格式	全部写入	新值
1 VW100	有符号	写入全部变量到 CPU D	
2 VW102	有符号	+32000	
3 VW104	有符号	+32000	
4 VW106	有符号	+32000	
5 VW108	有符号	+32000	
6 VW110	有符号	+32000	
7 VW112	有符号	+32000	
8 VW114	有符号	+32000	
9 VW116	有符号	+32000	
10 VW118	有符号	+32000	
11 VW120	有符号	+32000	
12 VW122	有符号	+32000	
13 VW124	有符号	+32000	
14 VW126	有符号	+32000	
15 VW128	有符号	+32000	
16 VW130	有符号	+32000	
17 VW150	有符号	+1	
18 VW152	有符号	+1	
19 VW154	有符号	+1	
20 VW156	有符号	+1	
21 VW158	有符号	+1	
22 VW160	有符号	+1	
23 VW162	有符号	+1	
24 VW164	有符号	+1	
25 VW166	有符号	+1	
26 VW168	有符号	+1	
27 VW170	有符号	+1	
28 VW172	有符号	+1	
29 VW174	有符号	+1	
30 VW176	有符号	+1	
31 VW178	有符号	+1	
32 VW180	有符号	+1	
33	有符号		
34	有符号		
35	有符号		
36	有符号		
37	有符号		
38	有符号		
39	有符号		
40	有符号		

串口监控：在电脑上用 USB 转 RS485 转换器连接到 PLC 的 RS485 接线端上，监控 PLC 与模块的通信收发报文，如下图所示。

