AIMOTOR
EtherCAT 总线型
驱动器使用说明

简易版

2026 年 02 月 28 日

V20260228 版

上海四横电机制造有限公司

地址：上海市青浦区崧春路 399 弄 1 号

目录

AIMOTOR EtherCAT 总线型.....1
驱动器使用说明.....1
一、EtherCAT 产品简介.....1
1.1 概述.....1
1.2 EtherCAT 通讯规范.....2
1.3 EtherCAT 通讯结构.....3
1.4 EtherCAT 通讯状态机.....4
1.5 支持的同步模式.....5
1.5.1 SM2/3 事件同步.....5
1.5.2 DC 分布时钟.....5
1.5.3 FreeRun 自由模式.....5
1.6 PDO 通讯.....6
1.6.1 PDO 传输与映射机制.....6
1.6.2 PDO 配置.....6
1.7 SDO 通讯.....7
1.8 端口与组网方式.....7
1.8.1 线性拓扑组网连接方式.....7
1.8.2 RJ45 引脚说明.....7
1.8.3 RJ45 指示灯说明.....8
二、对象字典的参数说明与设置.....8
2.1 对象字典.....8
2.1.1 CIA301 子协议通讯参数.....9
2.1.2 厂家自定义参数.....13
2.1.3 CIA402 轴控参数.....14
2.2 各控制模式以及关联对象字典.....17
2.3 CIA402 对象字典位置、速度、加减速单位计算.....19
2.4 6040h 控制字的位定义.....20
2.5 6041h 状态字位定义.....20
2.6 CIA402 控制指令与状态跃迁.....21
2.7 6040h 控制命令步骤.....22
2.8 6098h 原点搜索方式.....23
2.9 607Eh 指令极性.....24
2.10 60FDh 数字量输入状态监视.....24
2.11 60FEh 数字量输出状态监视与强制.....24
2.12 60B8h 与 60B9h 探针功能.....24
三、通讯配置实例.....26
3.1 适配倍福控制器操作案例.....26
3.1.1 基础搭建.....26
3.1.2 软件配置.....26
3.1.3 激活配置.....31
3.1.4 测试运行.....32
3.2 适配汇川 H5U,Easy 系列控制器操作案例.....33
3.2.1 基础搭建.....33

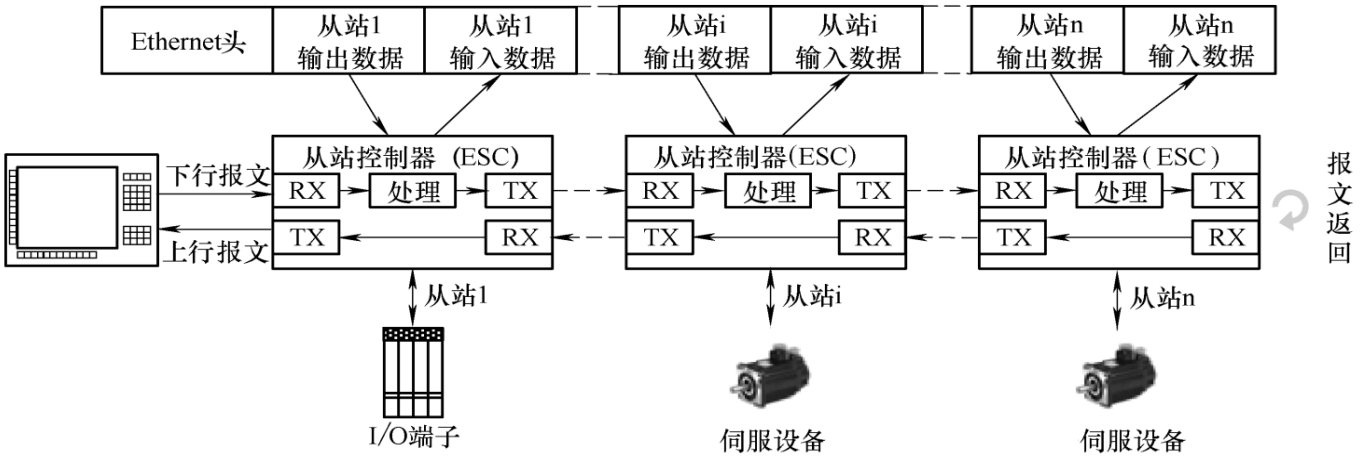
3.2.2 软件配置 33
3.2.3 在线调试 37
3.2.4 编程控制 38
3.3 适配 CodeSYS 平台的控制器操作案例 39
3.3.1 基础搭建 39
3.3.2 软件配置 39
3.3.3 激活配置 46
3.3.4 编程控制 46
3.4 适配欧姆龙 NX/NJ 系列控制器操作案例 49
3.4.1 基础搭建 49
3.4.2 软件配置 49
3.4.3 在线节点分配 56
3.4.4 编程控制 57
四、故障查询 59
4.1 故障码表 59
4.2 故障查询方法 60
五 勘误修订记录 61

一、EtherCAT 产品简介

1.1 概述

AIMOTOR 驱动器采用 EtherCAT 总线通讯接口，将 EtherCAT 从站技术、矢量控制技术、内置 ESC 从站处理器、自适应滤波技术、闭环控制技术融为一体，实现了系统的实时控制与实时数据传输，优化了电机的性能：具有极佳的平稳性和超低噪声；；平滑、精确的纯正弦电流矢量控制技术有效的减小了电机发热。

EtherCAT，全称 Ethernet for Control Automation Technology，由 Beckhoff Atuomation GmbH 开发，是一种实时以太网用于主站和从站开放式的网络通信。 EtherCAT 作为成熟的工业以太网技术，具备高性能、低成本、使用简易等特点。 EtherCAT 网络是主从站结构网络， 网段中可以有一个主站和一个或者多个从站组成。主站是网络的控制中心，也是通信的发起者。 一个 EtherCAT 网段可以被简化为一个独立的以太网设备， 从站可以直接处理接收的报文， 并从报文中提取或者插入相关数据。 然后将报文依次传输到下一个 EtherCAT 从站， 最后一个 EtherCAT 从站返回经过完全处理的报文， 依次地逆序传递回第一个从站并且最后发送给控制单元



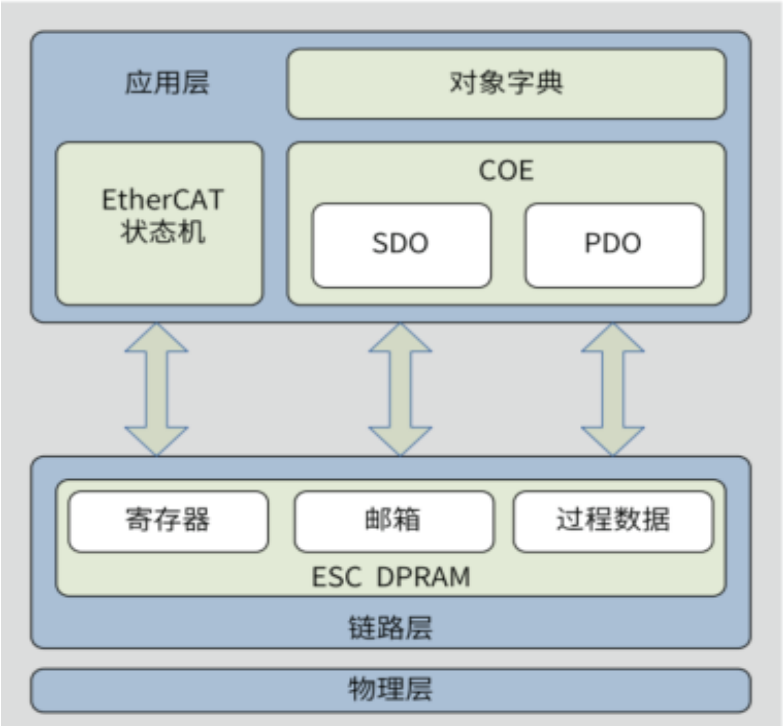
图<EtherCAT 运行系统>

1.2 EtherCAT 通讯规范

项目	描述	参数
EtherCAT 通讯功能	物理层	100BASE-TX
	通信接口	RJ45(IN 输入,OUT 输出)
	网络架构	串接（线性链接）
	传输媒介	带屏蔽超 5 类及以上的网线
	传输速率	2*100Mbps(全双工)
	传输距离	两节点间<100M(环境、线缆良好)，以现场工况为准。
	从站个数	协议支持 65535，实际受限主站驱动，与现场工况。
	同步管理器	SM0： Mailbox 输出 SM1： Mailbox 输入 SM2： 周期性数据输出 SM3： 周期性数据输入
	应用层协议	CoE： CANopen over EtherCAT
	同步模式	DC 同步(Sync0) SM 事件同步模式 FreeRun 自由模式
	支持的最小同步周期	>=1MS（实际根据从站数量以及数据流大小决定合适同步周期）
	通讯对象	SDO：非周期性数据对象 PDO：周期性数据对象
	RJ45 网口 LED 指示	EtherCAT ERR(ER)x1 EtherCAT Link/Activity(L/A)x2 EtherCAT RUN(RN)x1
	应用层规格	IEC61800-7 CiA402 Drive Profile
支持的 CIA402 控制模式	0x01 PP(轮廓位置模式) 0x03 PV(轮廓速度模式) 0x04 PT(轮廓转矩模式) 0x06 HM (原点回零模式) 0x08 CSP(同步位置模式) 0x09 CSV(同步速度模式) 0x0A CST(同步转矩模式)	

1.3 EtherCAT 通讯结构

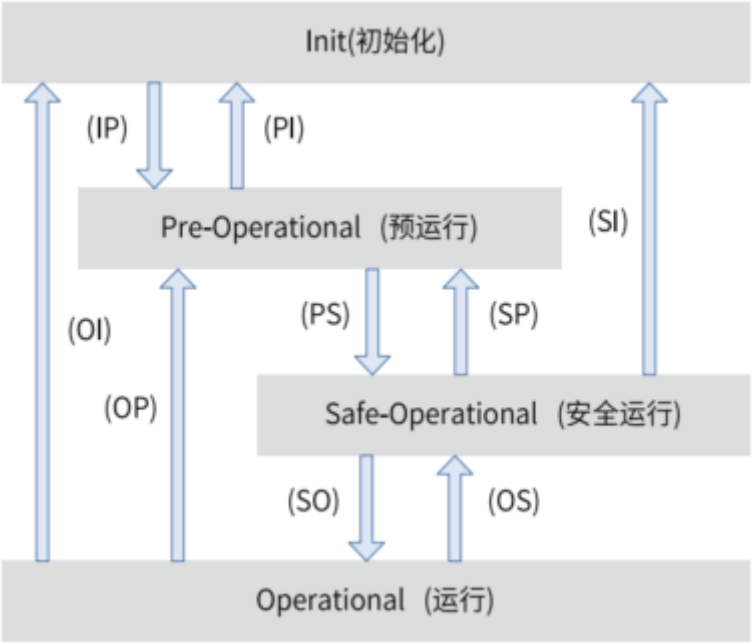
使用 EtherCAT 通讯可以有多种的应用层协议，然而，在 AIMortor 伺服驱动器中，采用的是 IEC 61800-7 (CiA402)-CANopen 运动控制子协议。 下图是基于 CANopen 应用层的 EtherCAT 通讯结构。



图<基于 CANOpen CIA402 应用层的 EtherCAT 通信结构>

结构图中，在应用层对象字典里包含了：通信参数、应用程序数据以及 PDO 的映射数据等； PDO 过程数据对象包含了伺服驱动器运行过程中的实时数据，且以周期性进行读写访问； SDO 邮箱通信，则以非周期性对一些通信参数对象、 PDO 过程数据对象进行访问修改。

1.4 EtherCAT 通讯状态机



图< EtherCAT 网络状态机>

EtherCAT 设备必须支持 4 种状态，负责协调主站和从站应用程序在初始化和运行时的状态关系。

- Init：初始化，简写为 I；
- Pre-Operational：预运行，简写为 P；
- Safe- Operational：安全运行，简写为 S；
- Operational：运行，简写为 O。

从初始化状态向运行状态转化时，必须按照"初始化→预运行→安全运行→运行"的顺序转化，不可以越级。 从运行状态返回时可以越级转化。状态的转化操作和初始化过程如下表：

状态	SDO	RPDO	TPDO	描述
Init：初始化	No	No	No	通讯初始化； 应用层没有通讯，主站只能读写 ESC 寄存器。
IP	No	No	No	主站配置从站站点地址； 配置邮箱通道； 配置 DC 分布时钟； 请求"预运行"状态。
Pre-Operational：预运行	Yes	No	No	应用层邮箱数据通讯（SDO）
PS	Yes	No	No	主站使用 SDO 初始化过程数据映射； 主站配置过程数据通讯使用的 SM 通道； 请求"安全状态"。
Safe- Operational：安全运行	Yes	No	Yes	可使用 SDO 和 TPDO，可使用分布式时钟模式。
SO	Yes	No	Yes	主站发送有效的输出数据； 以请求"运行状态"。
Operational：运行	Yes	Yes	Yes	正常运行状态； 输入和输出全部有效； 仍然可以使用邮箱通讯。

1.5 支持的同步模式

1.5.1 SM2/3 事件同步

SM Event：EtherCAT 总线通信的机制就是 Frame 数据帧到达从站后从站 ESC 会触发 SM Event 事件信号，应用层处理器接收到 SM 事件信号中断进行输入，输出数据处理。

一般而言，如果 EtherCAT 总线通讯时的同步模式不是 DC 模式，那么就是 SM 同步模式了。SM(Sync Manager 同步管理器)指的是同步管理器的同步，它的触发方式是通过 SM Event，也就是主站的数据帧在到达对应的从站的时候，会触发一个叫做同步管理器事件的信号(即 SM Event)，当从站接受到这个信号的时候，会进入到对应的中断服务例程去处理相应的数据(比如把输出数据有效，然后把输入数据放到同步管理器的通道上让主站取走)。

1.5.2 DC 分布时钟

分布时钟可以使所有 EtherCAT 设备使用相同的系统时间，从而控制各设备任务的同步执行，从站 ESC 设备可以根据同步的系统时间产生同步信号。支持 DC 同步模式，同步周期由 SYNC0 控制，应用层处理器接收到 SYNC0 事件信号中断进行输入，输出数据处理。

Sync0 Event 和 SM Event 事件信号是类似的，他们都是一个中断事件信号，对于一个从站而言，如果 Sync0 中断信号触发了而且中断屏蔽寄存器没有屏蔽掉该中断信号，那么从站就会进入到中断服务例程去处理相应的数据(比如把输出数据有效，然后把输入数据放到同步管理器的通道上让主站取走),不同于 SM Event 的地方是 Sync0 Event 是根据 ESC 校准过的同步时钟延时时间触发而不是帧到达时候才触发。

1.5.3 FreeRun 自由模式

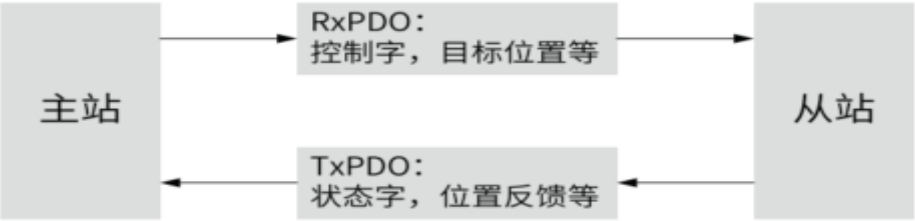
自由模式,应用层处理器周期循环向从站 ESC 进行输入输出数据处理，与主站同步周期无关。
每个定时周期到的时候，每个从站去执行自己的程序，<比如检查通道上有没有合适的新的输入数据，有的话就令其输出有效(Output valid)或者检查有没有需要输入的数据，将其放到对应的同步管理器通道上(input prepare)让主站取走>

注意：
从站为伺服产品时：主站配置同步周期时间时建议不能小于 1MS，同步周期时间应随着网络节点数量与传输数据流大小适当调整加大。
从站为步进产品时：主站配置同步周期时间时建议不能小于 3MS，同步周期时间应随着网络节点数量与传输数据流大小适当调整加大。

1.6 PDO 通讯

1.6.1 PDO 传输与映射机制

EtherCAT 实时数据传输通过过程数据（Process data Object）实现。根据数据传输方向，PDO 可分为 RxPDO(Reception PDO) 和 TxPDO(Trasmission PDO)，RxPDO 将主站数据传送到从站，TxPDO 将从站数据反馈至主站。



支持 4 组 RxPDO,映射对象参数集合 0x1600,0x1601,0x1602,0x1603 ;其中 0x1600 RxPDO1 支持可变映射，其余为厂家固定映射。
对象 0x1C12-01 决定选择 0x1600, 0x1601, 0x1602, 0x1603,映射对象集合之一作为实际使用的 RxPDO。
支持 4 组 TxPDO,映射对象参数集合 0x1A00,0x1A01,0x1A02,0x1A03 ;其中 0x1A00 TxPDO1 支持可变映射，其余为厂家固定映射。
对象 0x1C13-01 决定选择 0x1A00, 0x1A01, 0x1A02, 0x1A03,映射对象参数组之一作为实际使用的 TxPDO。
每路可变映射的（Tx/RxPDO）对象的个数最大不超过 10 个。每路 PDO 数据长度最多不超过 40 个字节，

1.6.2 PDO 配置

PDO 映射参数包含指向 PDO 需要发送或者接收到的 PDO 对应的过程数据的指针，包括索引、子索引及映射对象长度。其中子索引 0 记录该 PDO 具体映射的对象个数 N，可同时映射一个或者多个对象。子索引 1~N 则是映射内容。映射参数内容定义如下

Bit 位	31 --- 16	15 --- 8	7 --- 0
含义	对象索引	对象子索引	数据长度(8 表示 8 位，10=16 位，20=32 位)

如， 控制字 0x6040-00,映射至 1600 对象 01 子索引表示方式为 0x60400010;
目标位置 0x607A-00，映射至 1600 对象 02 子索引表示方式为 0x607A0020;

PDO 的映射配置遵循特定的流程，具体按如下步骤执行：

注意：PDO 配置仅可以在 EtherCAT 通讯状态机处于预运行(Pro-Operation)进行，否则配置不成功。

① 配置映射参数组对象集合（以 0x1600 RxPDO1,0x1A00 TxPDO1 为例）

a. 先清除原有映射对象(写 0)
0x1600-00=0x00; 0x1A00-00=0X00;

b. 再写入新的映射对象，
0x1600-01=0x60400010(控制字), 0x1600-02=0x60600008（控制模式）, 0x1600-03=0x607A0020（目标位置）;
0x1A00-01=0x60410010(状态字), 0x1A00-02=0x60610008（模式反馈）, 0x1A00-03=0x60640020（实际位置）;

c. 最后写入 PDO 映射的对象数量
0x1600-00=0x03; 0x1A00-00=0x03;

② 选择实际映射组

a. 先清除原有选择的映射对象参数组（写 0）
0x1C12-00=0x00; 0x1C13-00=0x00;

b. 再写入选择的映射对象参数组
0x1C12-01=0x1600; (选择 RxPDO1 映射组作为 RxPDO 过程通讯)
0x1C13-01=0x1A00; (选择 TxPDO1 映射组作为 TxPDO 过程通讯)

c. 最后写入映射参数组数量（固定写 1）
0x1C12-00=0x01; 0x1C13-00=0x01;

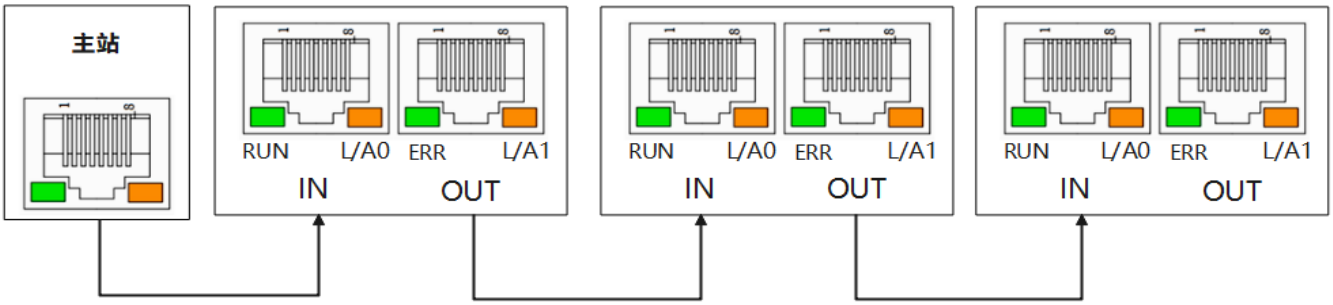
1.7 SDO 通讯

EtherCAT 邮箱数据 SDO 用于传输非周期性数据，一般主站在控制从站进入操作状态前使用 SDO 进行一系列的基础配置，如通讯参数的配置，映射配置，伺服驱动器运行参数配置等；

1.8 端口与组网方式

1.8.1 线性拓扑组网连接方式

通讯线缆规格：至少是超 5 类双绞屏蔽以太网线缆；传输距离长，工况电磁干扰恶劣需适当增加以太网线缆等级如超 6 类及以上。



1.8.2 RJ45 引脚说明

EtherCAT-IN		EtherCAT-OUT		功能
说明	针脚	说明	针脚	
TD+	1	TD+	1	发送数据+
TD-	2	TD-	2	发送数据-
RD+	3	RD+	3	数据接收+
-	4	-	4	-
-	5	-	5	-
RD-	6	RD-	6	数据接收-
-	7	-	7	-
-	8	-	8	-
FG	接插件罩壳	FG	接插件罩壳	保护屏蔽地

1.8.3 RJ45 指示灯说明

指示灯	状态	状态说明
RUN 指示灯	OFF	INIT 状态
	Blinking（亮 200 ms/ 灭 200ms）	Pre-Operational 状态
	Single flash（亮 200 ms / 灭 1000 ms）	Safe-Operational 状态
	ON	Operational 状态
ERR 指示灯（暂无作用）	OFF	无网络故障
	Blinking（亮 200 ms/ 灭 200ms）	通讯设定异常
	Single flash（亮 200 ms / 灭 1000 ms）	同步错误 / SM 错误
	Double flash（亮 200 ms / 灭 1000 ms；亮 200ms，灭 1000ms）	应用程序看门狗超时
L/A0 指示灯 L/A1 指示灯	OFF	通讯未连接
	Flickering(亮 50 ms/ 灭 50ms)	通讯已连接并被激活
	ON	通讯已连接但未激活

二、对象字典的参数说明与设置

2.1 对象字典

对象字典是设备规范中最重要的部分。它是一组参数和变量的有序集合，包含了设备描述及设备网络状态的所有参数。通过网络可以采用有序的预定义的方式来访问的一组对象。

对象字典域	域类别	描述
0000h-0FFFh	数据类型参数	用户无访问意义
1000h-FFFh	通信对象区	按照 CIA301 协议定义通信对象参数以及设备类型等
2000h-5FFFh	制造商自定义对象区	我司将该区域定义了 AIMOTOR 驱动器所有参数功能码对象
6000h-9FFFh	子协议对象区	按照 CIA402 协议定义的一些常用 CIA402 运动控制对象

2.1.1 CIA301 子协议通讯参数

索引	子索引	名称	说明	类型	属性	默认值	范围
1000	0	设备类型	与 CIA 规则一致	Uint32	RO	0x20192	-
1001	0	错误寄存器	按位来表示错误类型信息;	Uint8	RO	-	
1008	0	制造商设备名称	-	str	RO	sh_aimotor	-
1009	0	制造商硬件版本	-	str	RW	n.a.	-
100A	0	制造商软件版本	-	str	RO	5.11	-
1018	0	子索引个数	产品信息相关	Uint8	RO	0x04	-
	1	供应商 ID		Uint32	RO	0x01	-
	2	产品代码		Uint32	RO	0x26483052	-
	3	修订版本号		Uint32	RO	0x01	-
	4	产品序列号		Uint32	RO	0x01	-
1600	0	RxPDO1 映射的个数	可变映射对象数量 (**可变映射**)	Uint8	RW	0x03	0x00-0x0A
	1	RxPDO1 映射对象 1	默认 0x60400010 (控制字)	Uint32	RW	0x60400010	0x00~ 0xFFFFFFFF
	2	RxPDO1 映射对象 2	默认映射 0x60600008 (控制模式)	Uint32	RW	0x60600008	0x00~ 0xFFFFFFFF
	3	RxPDO1 映射对象 3	默认映射 0x607A0020 (目标位置)	Uint32	RW	0x607A002 0	0x00~ 0xFFFFFFFF
	4-10	RxPDO1 映射对象 4- 10	未映射，用户可自由分配	Uint32	RW	0x00000000	0x00~ 0xFFFFFFFF
1601	0	RxPDO2 映射的个数	固定映射对象数量(适用 PP 模式)	Uint8	RW	0x06	0x00-0x06
	1	RxPDO2 映射对象 1	固定映射 0x60400010 (控制字)	Uint32	RW	0x60400010	0x00~ 0xFFFFFFFF
	2	RxPDO2 映射对象 2	固定映射 0x60600008 (控制模式)	Uint32	RW	0x60600008	0x00~ 0xFFFFFFFF
	3	RxPDO2 映射对象 3	固定映射 0x607A0020 (目标位置)	Uint32	RW	0x607A0020	0x00~ 0xFFFFFFFF
	4	RxPDO2 映射对象 4	固定映射 0x60810020 (轮廓速度)	Uint32	RW	0x60810020	0x00~ 0xFFFFFFFF
	5	RxPDO2 映射对象 5	固定映射 0x60830020 (加速度)	Uint32	RW	0x60830020	0x00~ 0xFFFFFFFF
	6	RxPDO2 映射对象 6	固定映射 0x60840020 (减速度)	Uint32	RW	0x00000000	0x00~ 0xFFFFFFFF

1602	0	RxPDO3 映射的个数	固定映射对象数量(适用 PV 模式)	Uint8	RW	0x05	0x00-0x05
	1	RxPDO3 映射对象 1	固定映射 0x60400010 (控制字)	Uint32	RW	0x60400010	0x00~ 0xFFFFFFFF
	2	RxPDO3 映射对象 2	固定映射 0x60600008 (控制模式)	Uint32	RW	0x60600008	0x00~ 0xFFFFFFFF
	3	RxPDO3 映射对象 3	固定映射 0x60FF0020 (目标速度)	Uint32	RW	0x60FF0020	0x00~ 0xFFFFFFFF
	4	RxPDO3 映射对象 4	固定映射 0x60830020 (加速度)	Uint32	RW	0x60830020	0x00~ 0xFFFFFFFF
	5	RxPDO3 映射对象 5	固定映射 0x60840020 (减速度)	Uint32	RW	0x60840020	0x00~ 0xFFFFFFFF
1603	0	RxPDO4 映射的个数	固定映射对象数量(适用 HM 模式)	Uint8	RW	0x05	0x00-0x0A
	1	RxPDO4 映射对象 1	固定映射 0x60400010 (控制字)	Uint32	RW	0x60400010	0x00~ 0xFFFFFFFF
	2	RxPDO4 映射对象 2	固定映射 0x60600008 (控制模式)	Uint32	RW	0x60600008	0x00~ 0xFFFFFFFF
	3	RxPDO4 映射对象 3	固定映射 0x60980008 (回原模式)	Uint32	RW	0x60980008	0x00~ 0xFFFFFFFF
	4	RxPDO4 映射对象 4	固定映射 0x60990120 (回原快速)	Uint32	RW	0x60990120	0x00~ 0xFFFFFFFF
	5	RxPDO4 映射对象 5	固定映射 0x60990220 (回原慢速)	Uint32	RW	0x60990220	0x00~ 0xFFFFFFFF
1A00	0	TxPDO1 映射的个数	可变映射对象数量（**可变映射**）	Uint8	RW	0x05	0x00-0x0A
	1	TxPDO1 映射对象 1	默认映射 0x60410010 (状态字)	Uint32	RW	0x60410010	0x00~ 0xFFFFFFFF
	2	TxPDO1 映射对象 2	默认映射 0x60610008 (模式反馈)	Uint32	RW	0x60610008	0x00~ 0xFFFFFFFF
	3	TxPDO1 映射对象 3	默认映射 0x60640020 (实际位置)	Uint32	RW	0x60640020	0x00~ 0xFFFFFFFF
	4	TxPDO1 映射对象 4	默认映射 0x606C0020(实际速度)	Uint32	RW	0x606C0020	0x00~ 0xFFFFFFFF
	5	TxPDO1 映射对象 5	默认映射 0x60770010 (实际转矩)	Uint32	RW	0x60770010	0x00~ 0xFFFFFFFF
	6-10	TxPDO1 映射对象 6-10	未映射，用户可自由分配	Uint32	RW	0x00000000	0x00~ 0xFFFFFFFF
1A01	0	TxPDO2 映射的个数	固定映射对象数量(适用 PP 模式)	Uint8	RW	0x03	0x00-0x06
	1	TxPDO2 映射对象 1	固定映射 0x60410010 (状态字)	Uint32	RW	0x60410010	0x00~ 0xFFFFFFFF
	2	TxPDO2 映射对象 2	固定映射 0x60610008 (模式反馈)	Uint32	RW	0x60610008	0x00~0xFFFFFFFF
	3	TxPDO2 映射对象 3	固定映射 0x60640020 (实际位置)	Uint32	RW	0x60640020	0x00~ 0xFFFFFFFF

1A02	0	TxPDO3 映射的个数	固定映射对象数量(适用 PV 模式)	Uint8	RW	0x05	0x00-0x05
	1	TxPDO3 映射对象 1	固定映射 0x60410010 (状态字)	Uint32	RW	0x60410010	0x00~ 0xFFFFFFFF
	2	TxPDO3 映射对象 2	固定映射 0x60610008 (模式反馈)	Uint32	RW	0x60610008	0x00~ 0xFFFFFFFF
	3	TxPDO3 映射对象 3	固定映射 0x606C0020 (实际速度)	Uint32	RW	0x606C0020	0x00~ 0xFFFFFFFF
1A03	0	TxPDO4 映射的个数	固定映射对象数量(适用 PT 模式)	Uint8	RW	0x05	0x00-0x05
	1	TxPDO4 映射对象 1	固定映射 0x60410010 (状态字)	Uint32	RW	0x60410010	0x00~ 0xFFFFFFFF
	2	TxPDO4 映射对象 2	固定映射 0x60610008 (模式反馈)	Uint32	RW	0x60610008	0x00~ 0xFFFFFFFF
	3	TxPDO4 映射对象 3	默认映射 0x60770010 (实际转矩)	Uint32	RW	0x60770010	0x00~ 0xFFFFFFFF
1C00	0	子索引个数	4 个 SM 通道配置 SM0:邮箱接收 SM1 邮箱发送 SM2：过程数据输出 RxPDO SM3：过程数据输入 TxPDO	Uint8	RO	0x04	-
	1	SM0 通讯类型		Uint8	RO	0x01	-
	2	SM1 通讯类型		Uint8	RO	0x02	-
	3	SM2 通讯类型		Uint8	RO	0x03	-
	4	SM3 通讯类型		Uint8	RO	0x04	-
1C12	0	子索引个数	选择 0x1600,0x1601,0x1602,0x1603 其中之一作为 RxPDO 传输索引	Uint8	RW	0x01	0x00~0x01
	1	设置 RxPDOd 的分配的对象索引 (SM2)		Uint16	RW	0x1600	0x1600~ 0x1603
1C13	0	子索引个数	选择 0x1A00,0x1A01,0x1A02,0x1A03 其中之一作为 TxPDO 传输索引	Uint8	RW	0x01	0x00~0x01
	1	设置 TxPDOd 的分配的对象索引 (SM3)		Uint16	RW	0x1A00	0x1A00~ 0x1A03

1C32	0	子索引个数	SM2 同步管理器输出参数	Uint8	RO	0x20	-
	1	同步类型	配置 SM2 同步类型	Uint16	RW	0x0000	0~0xFFFF
	2	循环时间	SM2 循环时间	Uint32	RO	0x0000	-
	3	移位时间	保留	Uint32	-	-	-
	4	支持的同步模式	表示本设备支持的同步模式	Uint16	RO	0x401F	0
	5	支持最小循环时间	最小>1000000ns	Uint32	RO	0x000F4240	0~ 0xFFFFFFFF
	6	计算与复制时间	保留	Uint32	-	-	-
	8	获取循环时间	用于测量循环时间	Uint16	RW	0x0000	0~0xFFFF
	9	延时时间	保留	Uint32	-	-	-
	10	SYNC0 循环时间	SYNC0 的循环时间	Uint32	RW	0x00000000	0~ 0xFFFFFFFF
	11	SM 事件丢失计数	记录 SM 事件丢失的次数	Uint16	RO	0x0000	0~0xFFFF
	12	循环溢出计数	记录循环溢出的次数	Uint16	RO	0x0000	0~0xFFFF
	32	SYNC 错误	SYNC 错误指示	Uint8	RO	0x00	0~0x01
1C33	0	子索引个数	SM3 同步管理器输出参数	Uint8	RO	0x20	-
	1	同步类型	配置 SM3 同步类型	Uint16	RW	0x0000	0~0xFFFF
	2	循环时间	SM3 循环时间	Uint32	RO	0x0000	-
	3	移位时间	保留	Uint32	-	-	-
	4	支持的同步模式	表示本设备支持的同步模式	Uint16	RO	0x401F	0
	5	支持最小循环时间	最小>1000000ns	Uint32	RO	0x000F4240	0~ 0xFFFFFFFF
	6	计算与复制时间	保留	Uint32	-	-	-
	8	获取循环时间	用于测量循环时间	Uint16	RW	0x0000	0~0xFFFF
	9	延时时间	保留	Uint32	-	-	-
	10	SYNC0 循环时间	SYNC0 的循环时间	Uint32	RW	0x00000000	0~ 0xFFFFFFFF
	11	SM 事件丢失计数	记录 SM 事件丢失的次数	Uint16	RO	0x0000	0~0xFFFF
	12	循环溢出计数	记录循环溢出的次数	Uint16	RO	0x0000	0~0xFFFF
	32	SYNC 错误	SYNC 错误指示	Uint8	RO	0x00	0~0x01

2.1.2 厂家自定义参数

22000h-5FFFh 制造商定义对象区，我司将该区域定义了 AIMOTOR 驱动器所有参数功能码对象；
每一个参数都有对应的字典对象索引与子索引，AIMOTOR 驱动器参数功能码与对象字典的对应关系如下：
对象字典索引= 0x2000 + 功能码组号；对象字典子索引= 功能码组内偏置的十六进制+ 1；

举例：常用驱动器参数功能码与对象字典的映射关系

参数功能码			对应的对象字典地址		描述
参数功能码名	功能组号(16 进制)	组内偏置（10 进制）	索引(16 进制)	子索引(16 进制)	
H03-60	0x03	60	0x2003	0x3D	DI1 滤波时间
H03-61	0x03	61	0x2003	0x3E	DI2 滤波时间
H05-07	0x05	07	0x2005	0x08	电子齿轮比分子
H05-09	0x05	09	0x2005	0x0A	电子齿轮比分母
H05-21	0x05	21	0x2005	0x16	定位完成阈值
H07-09	0x07	09	0x2007	0x0A	正向力矩限制
H07-10	0x07	10	0x2007	0x0B	负向力矩限制
H08-00	0x08	00	0x2008	0x01	速度环增益
H08-01	0x08	01	0x2008	0x02	速度环积分
H08-02	0x08	02	0x2008	0x03	位置环增益
H08-15	0x08	15	0x2008	0x10	负载转动惯量比
H0A-04	0x0A	04	0x200A	0x05	电机过载保护增益
H0A-10	0x0A	10	0x200A	0x0B	位置偏差故障阈值
H0A-25	0x0A	25	0x200A	0x19	速度反馈显示滤波
H0A-44	0x0A	44	0x200A	0x2D	过压报警阈值
H0B-33	0x0B	33	0x200B	0x21	厂家故障记录
H0B-34	0x0B	34	0x200B	0x22	所选次数故障码
H0D-00	0x0D	00	0x200D	0x01	系统软件复位
H0D-20	0x0D	20	0x200D	0x14	绝对值编码器复位选择

由于参数功能码过多，所以不在 CANOPEN 说明书列举，请参阅同系列标准脉冲产品版说明书参数说明。

- 使用 SDO 通讯对厂家自定义参数对象进行读写操作时，请注意参数的属性，参数属性可以通过基础使用手册或上位机查看；
  1、 如果修改方式属性为<使能断开>参数，则需要先断开电机使能然后再写入的参数对象值，如 H05-07/H05-09；
  2、 如果出厂值属性为<注册值>参数，用户只能读取不可写入,如 H0A-44；
- H00 组、H01 组、H0B 组参数，用户只能读取不可写入；

2.1.3 CIA402 轴控参数

<table>
<tr><th>索引</th><th>子索引</th><th>名称</th><th>说明</th><th>类型</th><th>属性</th><th>默认值</th><th>范围</th></tr>
<tr><td>603F</td><td>0</td><td>故障码</td><td>驱动器当前产生的故障码，详见章节‘4.1 故障码信息表’描述；</td><td>Uint16</td><td>RO</td><td>0</td><td>-</td></tr>
<tr><td>6040</td><td>0</td><td>控制字</td><td>详见章节‘2.4 6040 控制字’描述；</td><td>Uint16</td><td>RW</td><td>0</td><td>0~65535</td></tr>
<tr><td>6041</td><td>0</td><td>状态字</td><td>详见章节‘2.5 6041 状态字’描述；</td><td>Uint16</td><td>RO</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>605A</td><td>0</td><td>快速停机代码</td><td><table><tr><th>值</th><th>减速度来源</th><th>减到 0 后</th></tr><tr><td>0</td><td>惯性自由停</td><td>解除使能</td></tr><tr><td>1</td><td>根据 0x6084</td><td>解除使能</td></tr><tr><td>2</td><td>根据 0x6085</td><td>解除使能</td></tr><tr><td>3</td><td>根据 0x6084</td><td>保持锁轴</td></tr><tr><td>4</td><td>根据 0x6085</td><td>保持锁轴</td></tr></table></td><td>Uint16</td><td>RW</td><td>1</td><td>0~65535</td></tr>
<tr><td>6060</td><td>0</td><td>运行模式设置</td><td>0：无作用
1：PP(轮廓位置模式)
3：PV(轮廓速度模式)
4：PT(轮廓转矩模式)
6：HM(原点搜索模式)
8：CSP(循环同步位置模式)
9：CSV(循环同步速度模式)
10：CST(循环同步转矩模式)</td><td>Int8</td><td>RW</td><td>1</td><td>0~10</td></tr>
<tr><td>6061</td><td>0</td><td>运行模式状态</td><td>查询 6060H 的状态；
0：无作用
1：PP(位置模式)
3：PV(速度模式)
4：PT(轮廓转矩模式)
6：HM(原点搜索模式)
8：CSP(循环同步位置模式)
9：CSV(循环同步速度模式)
10：CST(循环同步转矩模式)</td><td>Int8</td><td>RO</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>60FC</td><td>0</td><td>内部指令位置</td><td>驱动器内部生成的位置指令；单位：Enc</td><td>Int32</td><td>RO</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>6062</td><td>0</td><td>内部指令位置</td><td>驱动器内部生成的位置指令；单位：Pul</td><td>Int32</td><td>RO</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>6063</td><td>0</td><td>实际位置</td><td>电机实际位置，单位：Enc</td><td>Int32</td><td>RO</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>6064</td><td>0</td><td>实际位置</td><td>电机实际位置，单位：Pul</td><td>Int32</td><td>RO</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>606B</td><td>0</td><td>内部指令速度</td><td>驱动器内部生成的速度指令；单位：Pul/s</td><td>Int32</td><td>RO</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>606C</td><td>0</td><td>实际速度</td><td>电机实际速度，单位：Pul/s</td><td>Int32</td><td>RO</td><td>-</td><td>-</td></tr>
</table>

6071	0	目标转矩	设置 PT(轮廓转矩模式)运行转矩；（1000 表示额定转矩）单位：0.1%	Int16	RW	0	-3000~3000
6074	0	内部指令转矩	驱动器内部生成的转矩指令；单位：0.1%	Int16	RO	-	-
6077	0	实际转矩	电机实际转矩，单位：0.1%	Int16	RO	-	-
6078	0	实际电流	电机实际电流，单位：0.01A	Int16	RO	-	-
607A	0	目标位置	设置 PP(轮廓位置模式)运行位置；单位：Pul	Int32	RW	0	-2147483648~2147483647
607C	0	原点偏移	设置 HM(回原点模式)原点偏移量；单位：Pul	Int32	RW	0	-2147483648~2147483647
607D	0	子索引个数	-	Uint8	RO	2	0~255
	1	软件负向限位	设置 CANOPEN 模式软件限位，生效软件限位功能还需设置 H0A-40 参数	Int32	RW	-2147483648	-2147483648~2147483647
	2	软件正向限位		Int32	RW	2147483647	-2147483648~2147483647
607E	0	指令极性	设置 PP/PV/PT 轮廓模式下指令方向逻辑；	Uint8	RW	0	0~255
607F	0	最大轮廓速度	设置 PT(轮廓转矩模式)运行最大速度限制；单位：Pul/s	Uin32	RW	0	-2147483648~2147483647
6081	0	轮廓速度	设置 PP 轮廓位置模式最大速度；单位：Pul/s	Int32	RW	0	-2147483648~2147483647
6083	0	轮廓加速度	设置 PP、PV 轮廓模式加速度；单位：Pul/s^2	Int32	RW	100000	-2147483648~2147483647
6084	0	轮廓减速度	设置 PP、PV 轮廓模式减速度；单位：Pul/s^2	Int32	RW	100000	-2147483648~2147483647
6085	0	快速停机减速度	设置 PP/PV/PT 轮廓模式下快速停机减速度；单位：Pul/s^2	Int32	RW	500000	-2147483648~2147483647
6098	0	回原点方式	详见章节‘2.8 回原点模式方法’内的描述；	Int8	RW	35	0~38
6099	0	子索引个数	-	Uint8	RO	2	-
	1	寻原点速度 1	HM(回原点模式)接近原点速度：高速找原点；单位：Pul/s	Int32	RW	10000	-2147483648~2147483647
	2	寻原点速度 2	HM(回原点模式)确定原点速度：低速找原点；单位：Pul/s	Int32	RW	1000	-2147483648~2147483647

609A	0	回原点加减速度	HM(回原点模式)的回原点加减速度；单位：Pul/s^2	Int32	RW	10000	-2147483648~2147483647
60B8	0	探针模式	设置探针 1 和探针 2 的功能	Uint16	RW	0	0~65535
60B9	0	探针状态	读取探针 1 和探针 2 的状态	Uint16	RO	-	0~65535
60BA	0	探针 1 上升沿位置值	探针 1 信号的上升沿时刻，锁存的位置反馈值。单位：Pul/s	Int32	RO	-	-2147483648~2147483647
60BB	0	探针 1 下降沿位置值	探针 1 信号的下降沿时刻，锁存的位置反馈值。单位：Pul/s	Int32	RO	-	-2147483648~2147483647
60BC	0	探针 2 上升沿位置值	探针 2 信号的上升沿时刻，锁存的位置反馈值。单位：Pul/s	Int32	RO	-	-2147483648~2147483647
60BD	0	探针 2 下降沿位置值	探针 2 信号的下降沿时刻，锁存的位置反馈值。单位：Pul/s	Int32	RO	-	-2147483648~2147483647
60D5	0	探针 1 上升沿计数值	探针 1 上升沿锁存计数器，每次触发该对象自加一次	Uint16	RO	-	0~65535
60D6	0	探针 1 下降沿计数值	探针 1 下降沿锁存计数器，每次触发该对象自加一次	Uint16	RO	-	0~65535
60D7	0	探针 2 上升沿计数值	探针 2 上升沿锁存计数器，每次触发该对象自加一次	Uint16	RO	-	0~65535
60D8	0	探针 2 下降沿计数值	探针 2 下降沿锁存计数器，每次触发该对象自加一次	Uint16	RO	-	0~65535
60FD	0	数字量信号输入状态	DI1-DI7 输入端口状态反馈 2 进制 bit15-bit21 位表示	Uint32	RO	-	-
60FE	0	子索引个数	-	Uint8	RO	2	-
	1	数字量信号输出	详见章节‘2.11 60FEh’内的描述；	Uint32	RW	-	-2147483648~2147483647
	2	数字量信号强制掩码		Uint32	RW	0	-2147483648~2147483647
60FF	0	目标速度	设置 PV(轮廓速度模式)运行速度；单位：Pul/s	Int32	RW	0	-2147483648~2147483647
6502	0	本驱动支持的运行模式	用于查询产品支持的 CIA402 运动控制模式，0x03AD 表示支持 PP,PV,PT,HM,CSP,CSV,CST 运行模式	Uint32	RO	0x03AD	-

2.2 各控制模式以及关联对象字典

控制模式	索引+子索引	名称	数据类型	读写权限	单位	是否必须
同步位置模式(CSP)	6060	控制模式设置=8	Int8	RW	-	√
	6040	控制字	Uint16	RW	-	√
	607A	目标位置	Int32	RW	Pul	√
	6061	控制模式反馈	Int8	RO	-	
	6041	状态字	Uint16	RO	-	√
	6064	实际位置	Int32	RO	Pul	√
	606C	实际速度	Int32	RO	Pul/s	
	6077	实际转矩	Int16	RO	0.1%	
轮廓位置模式(PP)	6060	控制模式设置=1	Int8	RW	-	√
	6040	控制字	Uint16	RW	-	√
	607A	目标位置	Int32	RW	Pul	√
	6081	最大速度	Int32	RW	Pul/s	√
	6083	加速度	DINT	RW	Pul/s^2	√
	6084	减速度	DINT	RW	Pul/s^2	√
	6061	控制模式反馈	Int8	RO	-	
	6041	状态字	Uint16	RO	-	√
	6064	实际位置	Int32	RO	Pul	√
	606C	实际速度	Int32	RO	Pul/s	
	6077	实际转矩	Int16	RO	0.1%	
轮廓速度模式(PV)/同步速度模式(CSV)	6060	控制模式设置=3/9	Int8	RW	-	√
	6040	控制字	Uint16	RW	-	√
	60FF	目标速度	DINT	RW	Pul/s	√
	6083	加速度	DINT	RW	Pul/s^2	(PV)√
	6084	减速度	DINT	RW	Pul/s^2	(PV)√
	6061	控制模式反馈	Int8	RO	-	
	6041	状态字	Uint16	RO	-	√
	6064	实际位置	Int32	RO	Pul	
	606C	实际速度	Int32	RO	Pul/s	√
	6077	实际转矩	Int16	RO	0.1%	

控制模式	索引+子索引	名称	数据类型	读写权限	单位	是否必须
轮廓转矩模式(PT)/同步转矩模式（CST)	6060	控制模式设置=4/10	Int8	RW	-	√
	6040	控制字	Uint16	RW	-	√
	6071	目标转矩	Int16	RW	0.1%	√
	607F	最大速度限制	Uint32	RW	Pul/s	√
	6061	控制模式反馈	Int8	RO	-	
	6041	状态字	Uint16	RO	-	√
	6064	实际位置	Int32	RO	Pul	
	606C	实际速度	Int32	RO	Pul/s	
	6077	实际转矩	Int16	RO	0.1%	√
回原点模式(HM)	6060	控制模式设置=6	Int8	RW	-	√
	6040	控制字	Uint16	RW	-	√
	6098	回零方法	Int8	RW	-	√
	6099-01	寻原点高速 1	Int32	RW	Pul/s	√
	6099-02	寻原点低速 2	Int32	RW	Pul/s	√
	609A	原点加速度	Int32	RW	Pul/s^2	√
	607C	原点偏移	Int32	RW	Pul	
	6061	控制模式反馈	Int8	RO	-	
	6041	状态字	Uint16	RO	-	√
	6064	实际位置	Int32	RO	Pul	
	606C	实际速度	Int32	RO	Pul/s	
	6077	实际转矩	Int16	RO	0.1%	
其他辅助关联参数	605A	快速停机代码	Uint16	RW	-	
	6085	急停减速度	Uint32	RW	Pul/s^2	
	607E	指令极性	Uint8	RW	-	
	607D-01	软件负向限位	Int32	RW	-	
	607D-02	软件正向限位	Int32	RW	-	
	60FD	数字量输入状态	Uint32	RO	-	
	60FE-01	数字量输出状态	Uint32	RW	-	

◆ 无论采用哪种控制模式对从站进行控制，都离不开对 6040H(控制字)和 6041H(状态字)两个对象字典的读写操作，主从站以这两个对象字典作为传输媒介实现指令下发和状态监视。2.4-2.5 小节重点介绍这两个对象字典各个位的定义和含义。

2.3 CIA402 对象字典位置、速度、加减速单位计算

CIA402 协议中速度值不是我们理解的表示每分钟转速单位 r/min 而是每秒指令脉冲数单位 Pul/s；加减速度单位是 Pul/s^2；如果我想要设置每分钟的转速，应该先将分钟转为秒，再乘以电机 1 圈脉冲数单位即可；

AIMotor 系列驱动出厂默认 1000 脉冲电机旋转 1 圈；如果更改 1 圈脉冲数请使用调试软件或 SDO 通讯方式设置 H05-07 电子齿轮分子和 H05-09 电子齿轮分母，如设置 2000 脉冲电机旋转一圈，则设置 H05-09 参数值 2000 即可；

单位转换示意表：

1 圈脉冲数	用户理解的单位				转换成遵循 CIA402 协议规定的单位			
H05-07 分子 H05-09 分母	目标位置 r	目标速度 r/min	加速到目标的加速时间	减速到 0 的减速时间	目标位置 Pul	目标速度 Pul/s	加速度 Pul/s^2	减速度 Pul/s^2
出厂默认 1000	运行到 100.5 转	每分钟 2000 转	2 秒加速到每分钟 2000 转	3 秒减速到完全停止	100.5*1000 =100500	2000/60*1000 =33333	33333/2 =16666	33333/3 =11111

举例：假设控制模式为 PP 轮廓位置模式下，如上表，根据 1 圈脉冲数和用户期望的目标位置、目标转速和加减速时间，计算 CIA402 里的位置值、速度值和加减速度值，然后使用 EtherCAT 通讯控制电机绝对定位运行的具体步骤；

Step1：使用上位机将驱动器控制模式参数 H02-00 设为 9（EtherCAT 控制模式）；

Step2：通讯将 CIA402 对象字典里的 6060h 运动模式写入 1（轮廓位置模式）；

Step3：通讯将 CIA402 对象字典里的轮廓位置模式相关对象-目标位置 607Ah 写入 100500；目标速度 6081h 写入 33333；加速度 6083h 写入 16666；减速度 6084h 写入 11111；

Step4：通讯将 CIA402 对象字典里的 6040h 控制字顺序依次写入 00h→06h→07h→0Fh→1F 电机启动运行，当运行到 100500 位置电机自动停止。

注意：关于电机一圈脉冲数（反馈分辨率）设置

电机编码器分辨率	电子齿轮分子（H05-07）	电子齿轮分子（H05-09）	输入与反馈一圈实际脉冲当量
以 17 位分辨率编码器为例分辨率为 131072	0（表示对应编码器分辨率）	1000	=1000
	4	3	131072/4*3=98304
	10000	2500	131072/10000*2500=32768
	131072	2500	131072/131072*2500=2500

出厂默认电子齿轮分子（H05-07）=0，电子齿轮比分母（H05_09）=1000,即输入与反馈一圈脉冲当量=1000；

2.4 6040h 控制字的位定义

位	0	1	2	3	4-6	7	8	9-15
功能	进入伺服准备好	进入接通主回路	执行快速停止	执行使能运行	运行模式相关	故障复位	暂停	NA

◆ bit0~bit3 在各伺服模式下意义相同，控制字 6040h 按状态跃迁要求顺序发送命令，引导伺服跳转到对应的状态下运行相关功能。

bit0~bit3 值	表示的要进入的状态
0x0	进入伺服无故障
0x6	进入伺服准备好
0x7	进入等待使能
0xF	进入伺服使能
0x2	执行快速停机

◆ bit7 故障复位, bit8 运行暂停， 触发逻辑是上升沿有效；bit4-bit6 不同的运行模式，功能意义不同(请查 2.7 章节控制命令步骤)。

控制字的每一个 bit 位单独赋值无意义，必须与其他位共同构成某一控制指令（参考 2.6 控制指令与状态跃迁）。

2.5 6041h 状态字位定义

位	0	1	2	3	4	5	6	7/8	9	10	11	12-13	14	15
功能	已准备好	等待使能	已使能运行	发生故障	已上电	快速停止激活	不可运行	NA	远程控制	目标到达	限位	运行模式相关	NA	原点已找到

◆bit0~bit9 在各伺服模式下意义相同，伺服反馈当前唯一确定的运行状态，可能产生的状态如下表。

bit0~bit9 值	表示的状态
0x000	正在初始化中
0x250	当前无故障
0x231	伺服已准备好
0x233	等待打开使能
0x237	伺服已使能
0x217	快速停机中
0x218	伺服处于故障状态
0x21F	正在故障停机

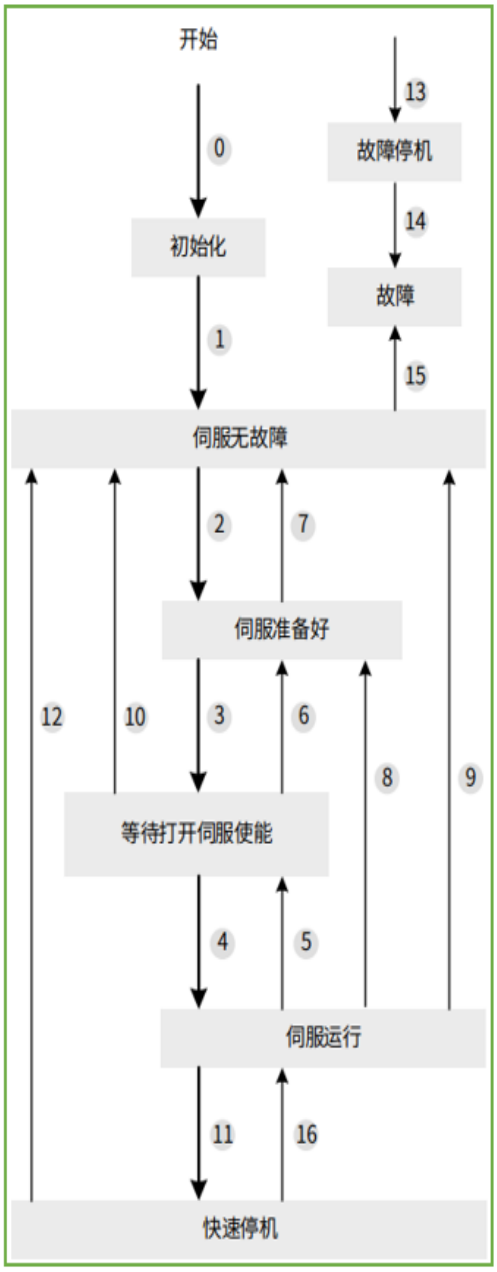
◆bit10~bit15 其中 bit10/bit12/bit13 在各伺服模式下意义不同，bit11/bit15 在各伺服模式下意义相同，bit14 厂家保留无意义。如下表。

位	PP	PV	PT	HM	CSP	CSV	CST
bit10	位置到达	速度一致	力矩到达	位置到达	无意义固定 1	无意义固定 1	无意义固定 1
bit11	当内部检测到软件限位或硬件限位触发，此位为 1，限位解除此位为 0						
bit12	位置更新允许	零速待机中	无意义固定 0	回零已完成	跟随激活固定 1	跟随激活固定 1	跟随激活固定 1
bit13	位置跟随超差	无意义固定 0	无意义固定 0	回零有错误	位置跟随超差	无意义固定 0	无意义固定 0
bit15	当成功执行过原点复归，此位为 1，产生报警或断开使能此位为 0						

2.6 CIA402 控制指令与状态跃迁

CIA402 状态跃迁图/表

CIA402 状态切换		控制字 6040	状态字 6041
标号	**过程迁移**	**控制命令**	**反馈 bit0-bit9**
0	上电→初始化	内部自动过渡，无需命令	0x0000
1	初始化→伺服无故障	1、如果初始化结束检测到故障直接进入 13， 2、如果初始化结束无故障，自动过渡，无需命令	0x0250
2	伺服无故障→伺服准备好	0x06	0x0231
3	伺服准备好→等待打开伺服使能	0x07	0x0233
4	等待打开伺服使能→伺服运行	0x0F	0x0237
5	伺服运行→等待打开伺服使能	0x07	0x0233
6	等待打开伺服使能→伺服准备好	0x06	0x0231
7	伺服准备好→伺服无故障	0x00	0x0250
8	伺服运行→伺服准备好	0x06	0x0231
9	伺服运行→伺服无故障	0x00	0x0250
10	等待打开伺服使能→伺服无故障	0x00	0x0250
11	伺服运行→快速停机	0x02	0x0217
12	快速停机→伺服无故障	快速停机完成后自动过渡，无需命令	0x0250
13	→故障停机	除故障状态外，其它状态下，驱动一旦检测到报警，自动切换到故障停机状态，无需命令	0x021F
14	故障停机→故障	故障停机完成后自动过渡，无需命令	0x0218
15	故障→伺服无故障	0x80	0x0250
16	快速停机→伺服运行	快速停机完成后，发送命令 0x0F	0x0237



◆ 用户必须遵循状态跃迁表对 CANOPEN 电机进行控制；

◆ 控制字 6040h 每一个 bit 位单独赋值无意义，必须与其他位共同构成某一控制指令。

◆ 状态字 6041h 的 bit0~bit9 和 bit11、bit15 在伺服任何运行模式下意义相同。

◆ 状态字 6041h 的 bit10、bit12、bit13 在伺服不同的运行模式下意义不相同。

2.7 6040h 控制命令步骤

注意：使用 EtherCAT 控制需要使用我司调试 AIMOTOR 软件将 H02-00 控制模式参数设 9（EtherCAT 控制）；一旦设为 EtherCAT 控制必须遵循 CIA402 控制要求,其对应的对象字典生效,其它控制模式无效；

<table>
<tr><th colspan="2">顺序控制步骤</th><th>步 0</th><th>步 1</th><th>步 2</th><th>步 3</th><th>步 4</th><th>步 5</th><th>步 6</th><th>步 7</th></tr>
<tr><th>模式</th><th>控制字</th><th>预备工作</th><th>初始</th><th>准备好</th><th>等使能</th><th>使能</th><th>启动运行</th><th>变位/速</th><th>正常停止</th></tr>
<tr><td>CSP 循环同步位置模式</td><td>6040</td><td>建立通讯
分配 PDO 映射
激活主站循环同步</td><td>00h</td><td>06h</td><td>07h</td><td>0Fh</td><td>主站发送位置下发指令</td><td>主站控制</td><td>主站位置指令停止下发</td></tr>
<tr><td rowspan="4">PP 轮廓位置模式</td><td rowspan="4">6040</td><td rowspan="4">建立通讯状态
设置 PP 模式相关的运动参数</td><td rowspan="4">00h</td><td rowspan="4">06h</td><td rowspan="4">07h</td><td>0Fh</td><td colspan="2">绝对定位非立即更新
0Fh→1Fh</td><td rowspan="4">位置到达自动停止无需控制命令</td></tr>
<tr><td>2Fh</td><td colspan="2">绝对定位立即更新
2Fh→3Fh</td></tr>
<tr><td>4Fh</td><td colspan="2">相对定位非立即更新
4Fh→5Fh</td></tr>
<tr><td>6Fh</td><td colspan="2">相对定位立即更新
6Fh→7Fh</td></tr>
<tr><td>PV/CSV 速度模式</td><td>6040</td><td>建立通讯状态
设置 PV/CSV 模式相关的运动参数</td><td>00h</td><td>06h</td><td>07h</td><td>0Fh</td><td>使能后即启动运行</td><td>变更速度即可</td><td>目标速度对象索引 60FFh 写 0</td></tr>
<tr><td>PT/CST 转矩模式</td><td>6040</td><td>建立通讯状态
设置 PT/CST 模式相关的运动参数</td><td>00h</td><td>06h</td><td>07h</td><td>0Fh</td><td>使能后即启动运行</td><td>变更转矩即可</td><td>最高速度对象索引 607Fh 写 0</td></tr>
<tr><td>HM 回原点模式</td><td>6040</td><td>建立通讯状态
设置 HM 模式相关的运动参数态</td><td>00h</td><td>06h</td><td>07h</td><td>0Fh</td><td>0Fh→1Fh
启动原点搜索</td><td>-</td><td>1:原点找到自动停止
2:1Fh→0Fh 停止</td></tr>
</table>

- CSP 循环同步位置模式，由主控单元按同步周期进行位置下发，电机根据下发的绝对位置点和同步周期执行位移，电机运行的轮廓曲线（如位置、速度等）由主控单元事先规划计算；
- PP/PV/PT/CST 轮廓模式，主控单元可先设定好模式必须的参数，然后根据模式控制命令步骤控制电机运行，电机运行的轮廓曲线由电机根据设定的参数值（如加减速度，运行速度等）进行规划计算。
- CSV 同步速度模式，主控单元规自主划速度曲线，电机端无加减速迟滞作用。

注：运行过程中非正常停止方式

切换状态方式：将控制字 6040h 写 0h 或 6h 或 7h，CIA402 控制状态不再处于运行状态，电机将解除使能并按照惯性自由停止；

快速停机方式：将控制字 6040h 写 2h，电机将按照 605Ah 对象索引里选择的减速度方式和停止后状态；

减速暂停方式：将控制字 6040h 写 10Fh，电机将按照 605Ah 对象索引里选择的减速度方式和停止后状态；

快速停机与暂停不适用与 CSP,HM 模式，CSP 模式由主机控制规划轨迹。HM 模式控制字 6040h 写 1F→0F 停止。

2.8 6098h 原点搜索方式

设定值	初始方向	减速点	原点	过程步骤
24	正向	原点开关	原点开关	电机首先以设定的方向高速搜索原点开关，遇到原点开关信号上升沿开始低速运行脱离，脱离到原点开关信号下降沿电机换向并以继续低速搜索原点开关信号上升沿，遇到原点开关信号上升沿立即停止，回零成功。
28	反向	原点开关	原点开关	
34	正向	Z 信号	电机 Z 信号	电机首先以设定的方向高速搜索 Z 相，遇到电机 Z 相信号上升沿开始低速换向运行，遇到 Z 相另一侧上升沿信号立即停止，回零成功。
33	反向	Z 信号	电机 Z 信号	
4	正向	原点开关	电机 Z 信号	电机首先以设定的方向高速搜索原点开关，遇到原点开关信号上升沿开始低速换向运行脱离，脱离到原点开关信号下降沿再次换向低速搜索原点开关信号上升沿，遇到原点开关信号上升沿后运行到 Z 相信号立即停止，回零成功。
6	反向	原点开关	电机 Z 信号	
18	正向	正向超程	正向超程	电机首先以设定的方向高速搜索原点开关，遇到正向超程开关信号上升沿开始低速换向脱离，脱离到正向超程开关信号下降沿电机再次换向低速搜索正向超程开关信号上升沿，遇到正向超程开关信号上升沿立即停止，回零成功。
17	反向	反向超程	反向超程	
2	正向	正向超程	Z 信号	电机首先以设定的方向高速搜索正向超程开关，遇到正向超程开关信号上升沿开始减速换向运行脱离，脱离到正向超程开关信号下降沿继续运行到电机 Z 相信号立即停止，回零成功。
1	反向	反向超程	Z 信号	
37	正向	机械极限位	机械极限位	电机首先以设定的方向和力矩（H05_58 设定的力矩）低速搜索机械极限位置，遇到机械极限位置抵住堵转且转矩到达触停回零转矩限制上限且保持默认时间电机立即停止，回零成功。
38	反向	机械极限位	机械极限位	
35	-	-	-	将当前位置设为原点

注意：

- 原点搜索方式中有用到的外部开关信号，请关联选择的对应的 DI 功能选项，否则将发生报警 ER.601 回零失败；
- 更换原点搜索方式请在解除电机使能的情况下修改回原点模式 6098h 对象参数；
- 选择的模式中如果减速点为原点开关，并且关联正反超程开关 DI，电机在搜索路径中碰到超程开关电机自动换向继续搜索；
- 过程步骤中高速搜索速度 6099 索引的子索引 1 对象设置，低速搜索速度由 6099 索引的子索引 2 设置；
- 如果在 H05_35 参数时间内仍未找到原点，将发生报警 ER.601 回零超时；
- 原点复归成功后，DO 功能（OutFun16-HomeAttain）原点回零完成输出有效，使能 OFF 后原点回零完成输出无效；

2.9 607Eh 指令极性

位	0	1	2	3	4	5	6	7
功能	NA	NA	NA	NA	NA	转矩指令极性	速度指令极性	位置指令极性

Bit7=1，表示 PP 轮廓位置模式下，将位置指令 607Ah×(-1)，电机转向反向。

Bit6=1，表示 PV 轮廓速度模式下，将速度指令 60FFh×(-1)，电机转向反向。

Bit5=1，表示 PT 轮廓转矩模式下，将转矩指令 6071h×(-1)，电机转向反向。

注：在 CSP 模式下，可以通过厂家参数 H02_02 （旋转方向选择）。在 HM 模式下不可方向取反。

NA：表示无定义

2.10 60FDh 数字量输入状态监视

位	0-15	16	17	18	19	20	21	22	23-31
物理输入端子监控	保留	DI1	DI2	DI3	DI4	DI5	DI6	DI7	保留

2.11 60FEh 数字量输出状态监视与强制

位	0	1-15	16	17	18	19	20	21-31
物理输出端子	刹车抱闸	保留	DO1	DO2	DO3	DO4	DO5	保留
60FE-01h 状态监控&位强制控制	1、当 60FE-02h 对应的位设为 0 时，60FE-01h 的该位状态有内部状态决定，用户可监控该位当前状态；2、当 60FE-02h 对应的位设为 1 时，60FE-01h 的该位保持当前输出状态不再由内部状态决定并且，用户可强制对 60FE-01h 的该位进行写操作，写 1 该位物理端口输出强制 ON，写 0 该位物理端口输出强制 OFF；3、bit0 位，是刹车抱闸电机专用控制位，电机使能运行时此位用户强制关闭无效。只有解除使能运行后可进行强制写 1 开启或写 0 关闭；							
60FE-02h 强制控制位选使能								

2.12 60B8h 与 60B9h 探针功能

探针功能即位置锁存功能。它能锁存 DI 信号或电机 Z 信号发生变化时的位置信息(指令单位)。支持 2 路探针，可同时记录每个探针信号的上升沿和下降沿对应的位置信息，即可同时锁存 4 个位置信息。

使用 DI 端子作为探针触发信号时应注意以下事项：

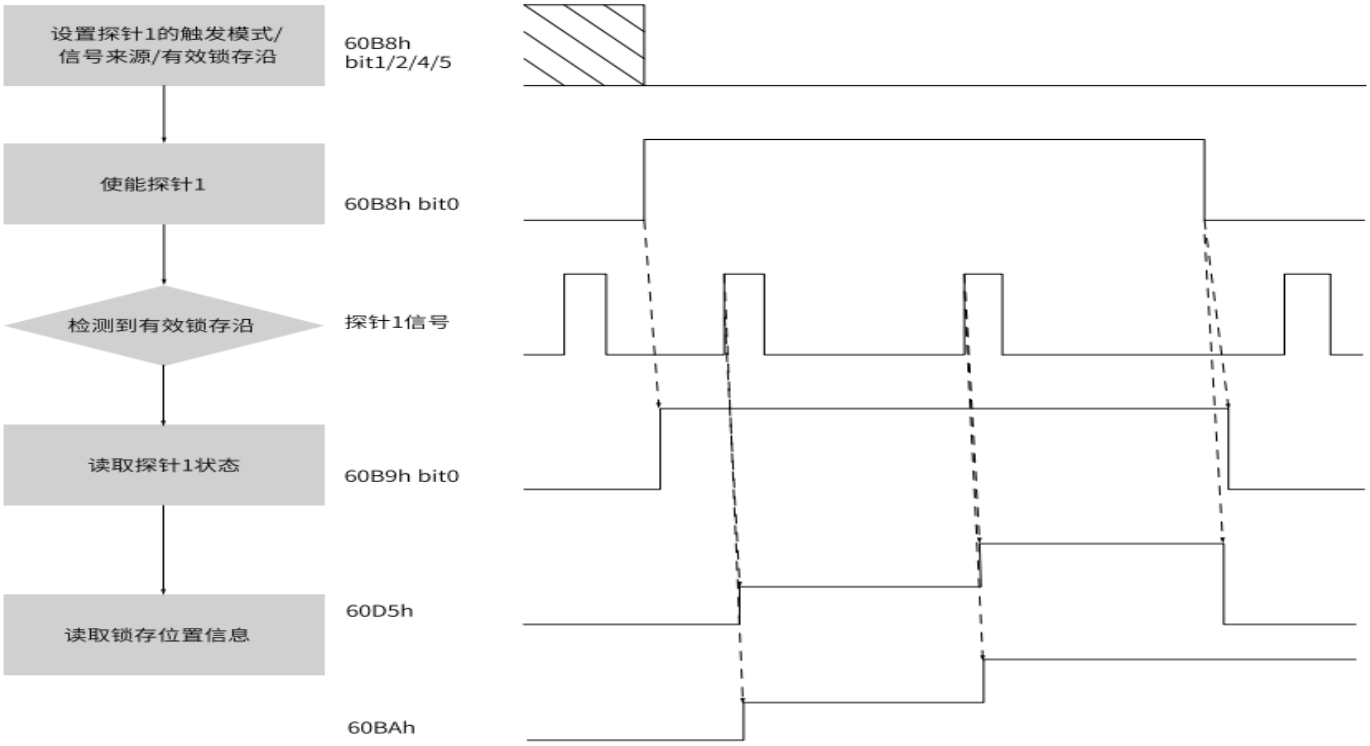
- 先将 DI 端子功能设为“InFun 选项 38(探针 1)/ InFun 选项 39(探针 2)”。
- 建议将探针功能的 DI 端子滤波时间尽量设小，以提高捕获灵敏度。
- 信号接通宽度不得小于滤波时间（最小 1ms）否则无法正确捕获输入信号。

探针触发的锁存位置数据		探针触发的次数记录（禁能后清零）	
索引	**描述**	**索引**	**描述**
60BA	探针 1 信号的上升沿时的位置值。单位：Pul/s	60D5	探针 1 上升沿锁存计数器，每次触发自加一次
60BB	探针 1 信号的下降沿时的位置值。单位：Pul/s	60D6	探针 1 下降沿锁存计数器，每次触发自加一次
60BC	探针 2 信号的上升沿时的位置值。单位：Pul/s	60D7	探针 2 上升沿锁存计数器，每次触发自加一次
60BD	探针 2 信号的下降沿时的位置值。单位：Pul/s	60D8	探针 2 下降沿锁存计数器，每次触发自加一次

60B8h 探针模式		60B9h 探针状态	
Bit 位	**功能描述**	**Bit 位**	**功能描述**
0	探针 1 使能控制（0：禁能；1：使能）	0	探针 1 使能状态（0：已禁能；1：已使能）
1	探针 1 触发模式控制（0：单次；1：连续）	1	探针 1 上升沿锁存执行状态（0：未执行；1：已执行）
2	探针 1 触发信号选择（0：DI 输入；1：Z 信号）	2	探针 1 下降沿锁存执行状态（0：未执行；1：已执行）
3	保留	3	保留
4	探针 1 上升沿触发使能（0：禁能；1：使能）	4	保留
5	探针 1 下降沿触发使能（0：禁能；1：使能）	5	保留
6	保留	6	探针 1 触发模式选择为连续采样时，触发探针的总次数（范围 0-3 循环），断开探针使能置 0
7	保留	7	
8	探针 2 使能控制（0：禁能；1：使能）	8	探针 2 使能状态（0：已禁能；1：已使能）
9	探针 2 触发模式控制（0：单次；1：连续）	9	探针 2 上升沿锁存执行状态（0：未执行；1：已执行）
10	探针 2 触发信号选择（0：DI 输入；1：Z 信号）	10	探针 2 下降沿锁存执行状态（0：未执行；1：已执行）
11	保留	11	保留
12	探针 2 上升沿触发使能（0：禁能；1：使能）	12	保留
13	探针 2 下降沿触发使能（0：禁能；1：使能）	13	保留
14	保留	14	探针 2 触发模式选择为连续采样时，触发探针的总次数（范围 0-3 循环），断开探针使能置 0
15	保留	15	

假设需求：使用 DI5 作为探针 1 触发信号时，且探针 1 上升沿锁存位置，触发模式连续锁存。

1. 设置 DI5 功能为探针 1 输入，对应参数 (H03.10)为 38。 设定探针功能(60B8h)为 0x0013：当触发 DI5 输入时如下时序：



三、通讯配置实例

3.1 适配倍福控制器操作案例

下面以倍福公司的 TwinCAT3 作为主站为例，演示我司 AIMortor 伺服驱动器的简单配置使用过程。

3.1.1 基础搭建

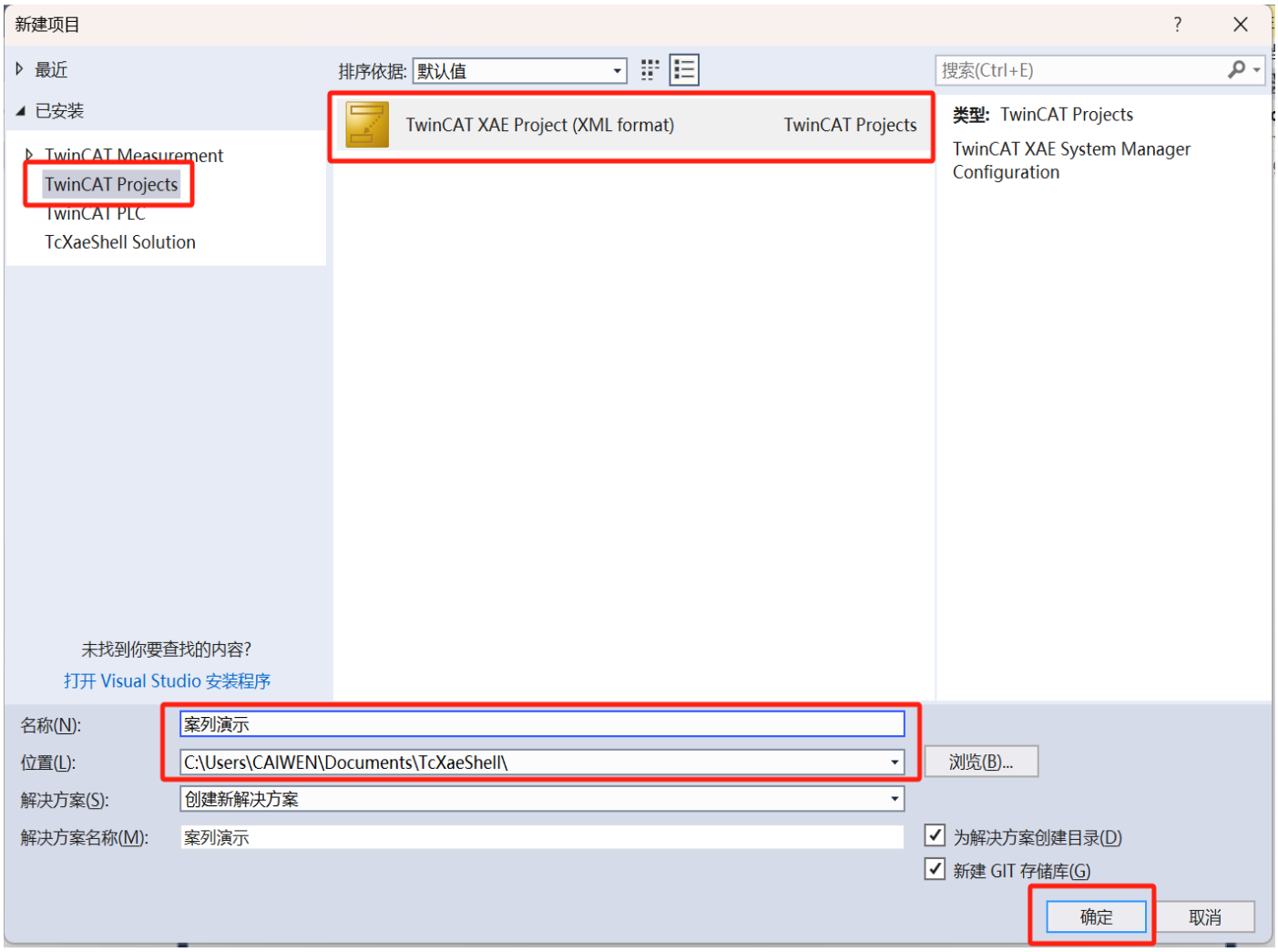
1）首先用户需要去倍福官网或其它渠道获取倍福 TWINCAT3 软件，并正确安装至 PC 电脑。PC 网卡必须选择采用 intel 芯片的百兆以太网卡。其他品牌的网卡，存在不支持 EtherCAT 运行的风险。

2） 把我司电机产品的 EtherCAT 配置文件(SH_AIMotor_ECAT.xml) 拷贝到 TwinCAT 安装目录：TwinCAT\3.1\Config\Io\EtherCAT。

3）我司 EtherCAT 产品正确上电，将 EtherCAT 的 PC 网卡的 RJ45 插入网线连接至产品的 EtherCAT-IN 的 RJ45 网口（建议使用至少超 5 类网线）

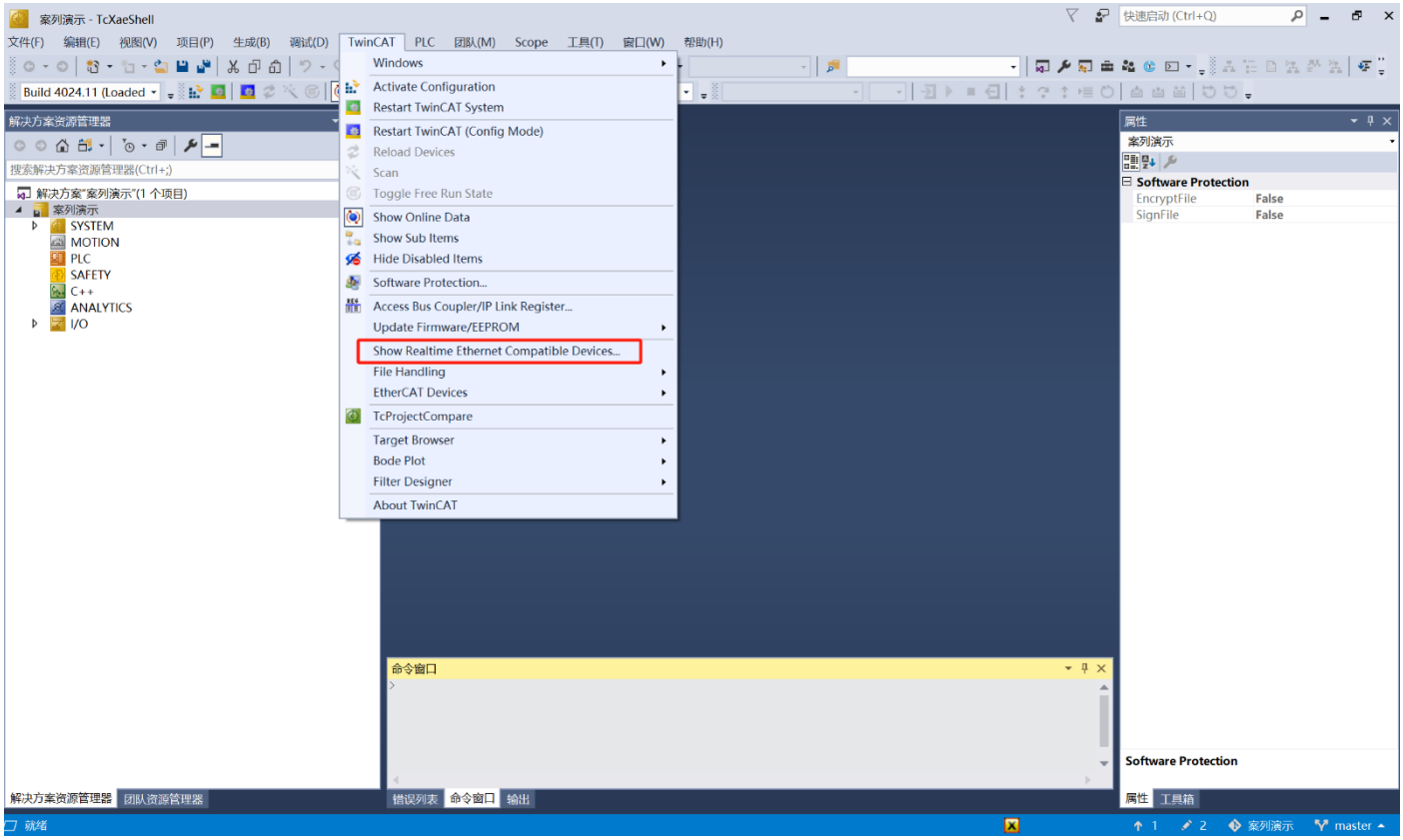
3.1.2 软件配置

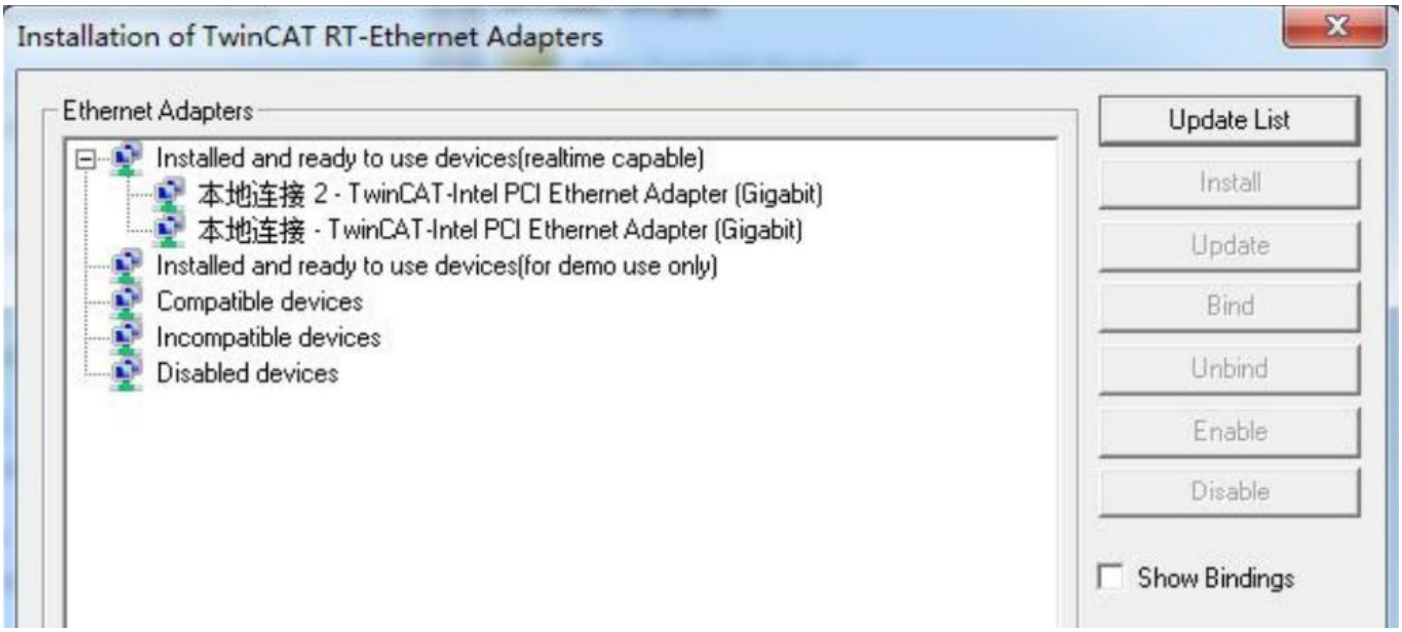
1）打开软件-新建项目，根据需要选择保存路径与项目名称



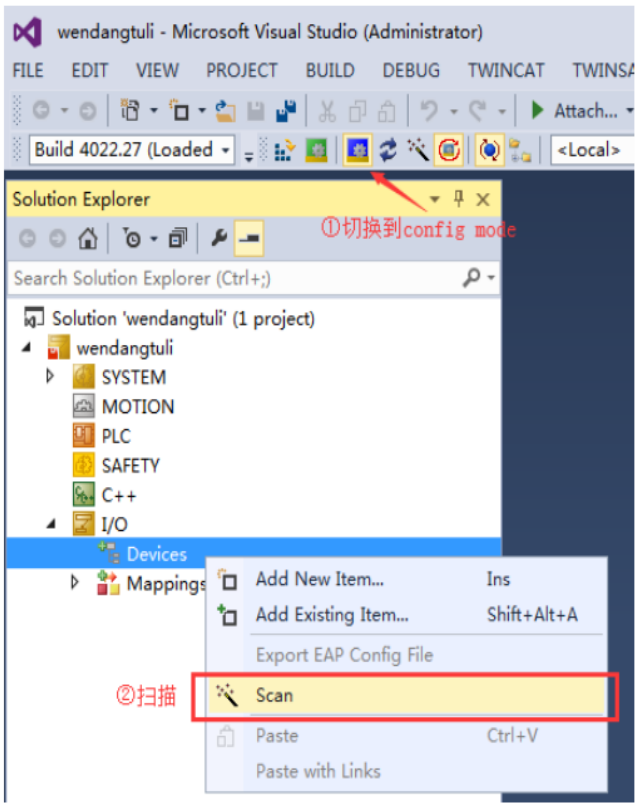
2）安装网卡（已安装可以省略此步骤）点击 twincat->Show Realtime Ethernet Compatible Devices。

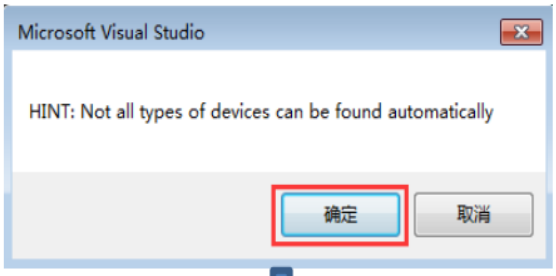
在出现的对话框中的 Compatible Devices 下找到本机的 intel 网卡， 点击该网卡， 然后点击右边的 install 安装实时驱动（具体方法可自行百度参考或查询倍福官方文档）， 安装好实时驱动后的情形如下图所示。

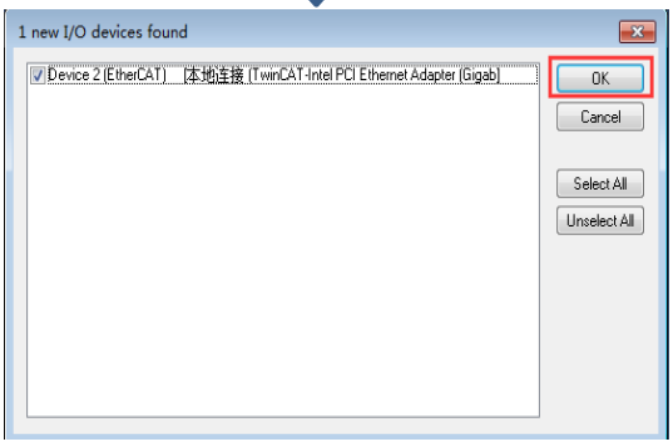


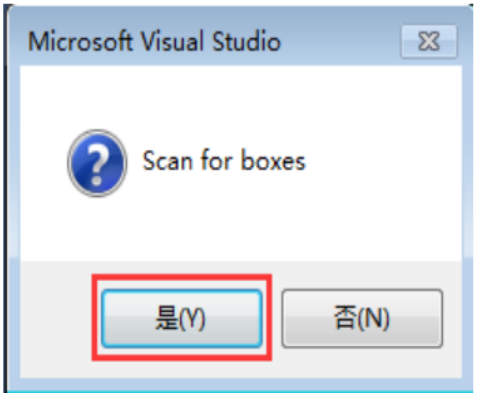


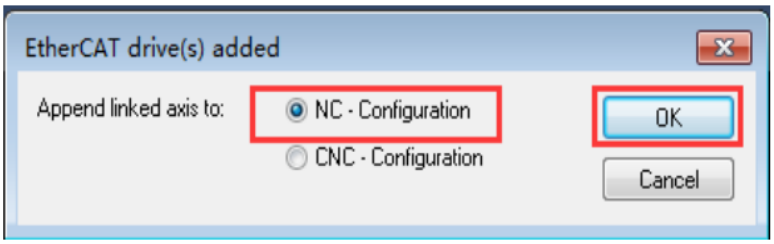
3)硬件扫描 选上， Devices 右 击 后，点击开始扫描，按下图流程等待扫描成功激活自由运行。若未扫描到硬件设备，请检查网卡驱动或网线连接是否正确。

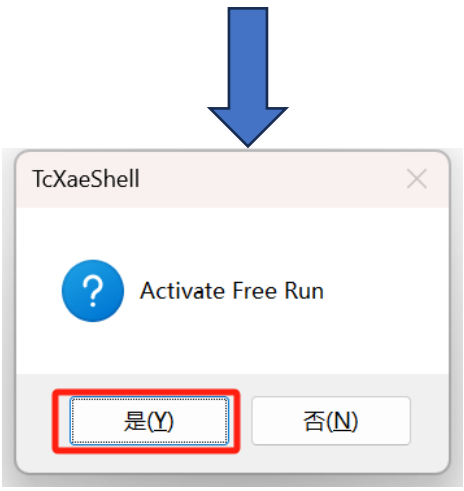




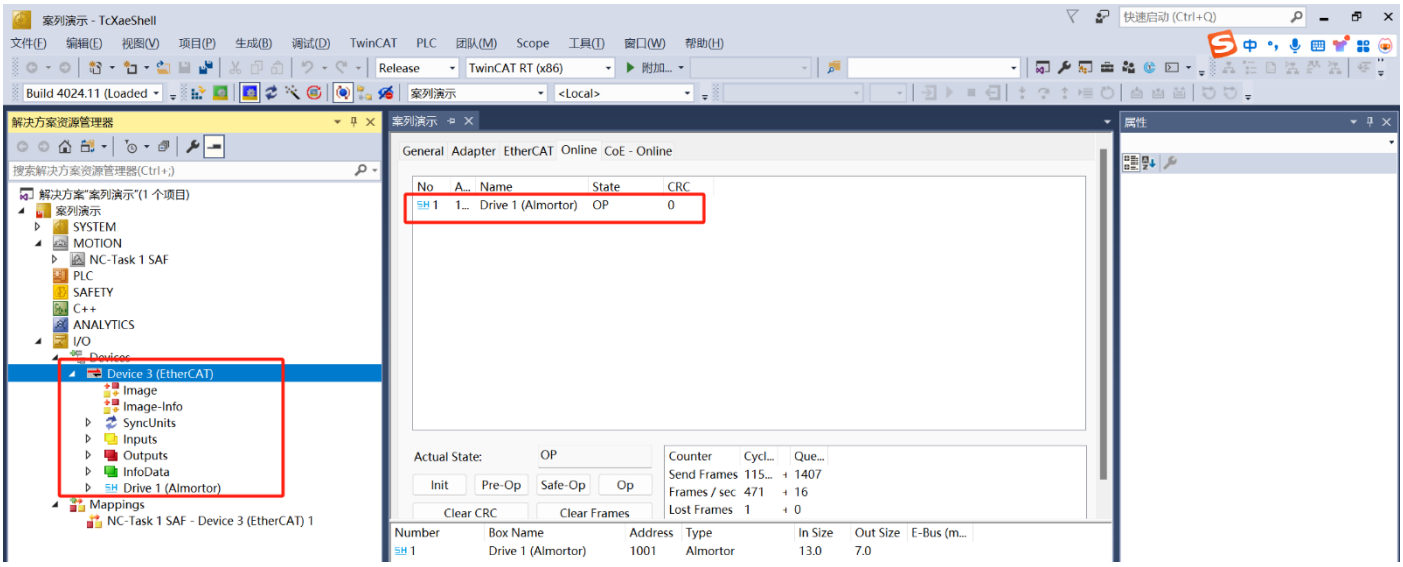




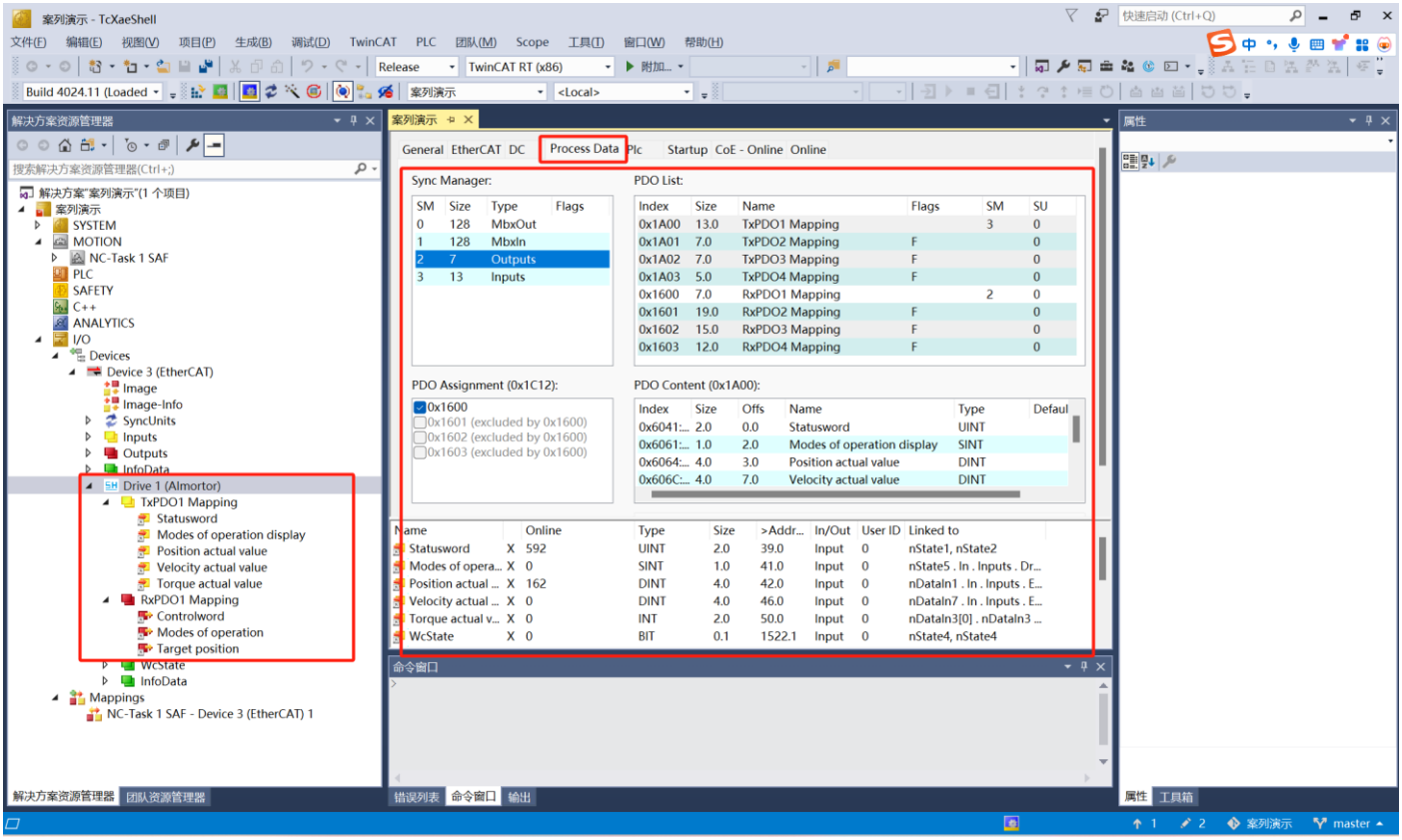




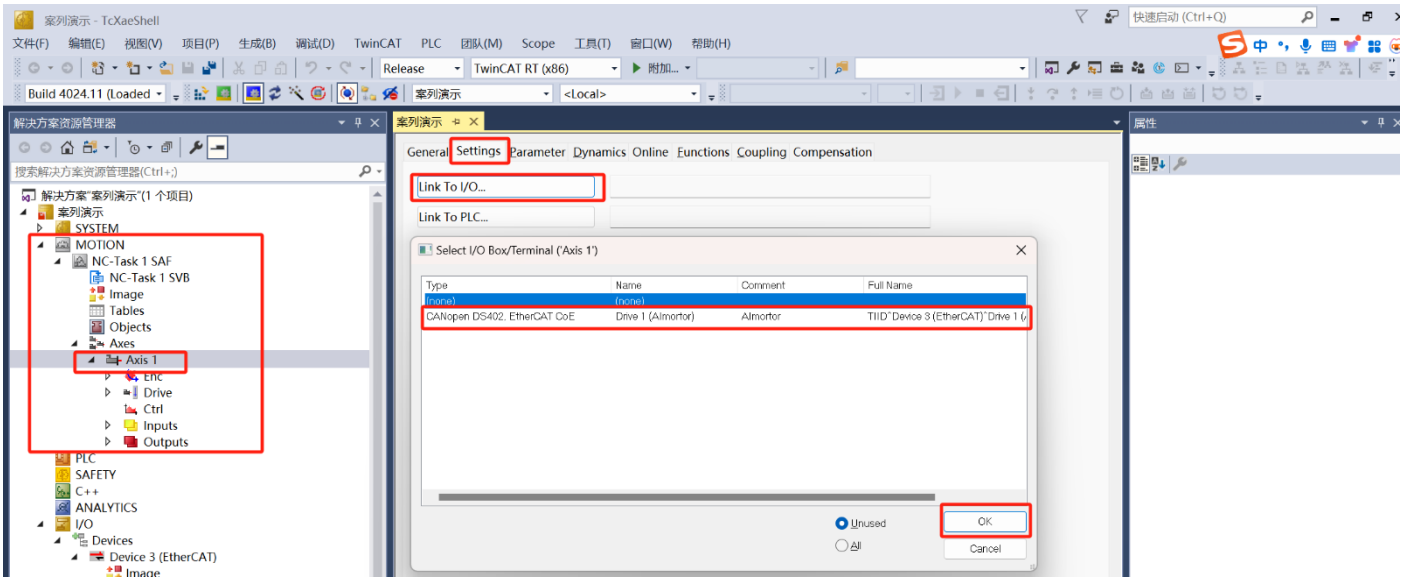
4）扫描完成后可以在 MOTION 中看到一根 NC 轴 Axis1，对应伺服连接的电机， Device 中可以看到扫描到的驱动器 Drive 1 (AImotor)



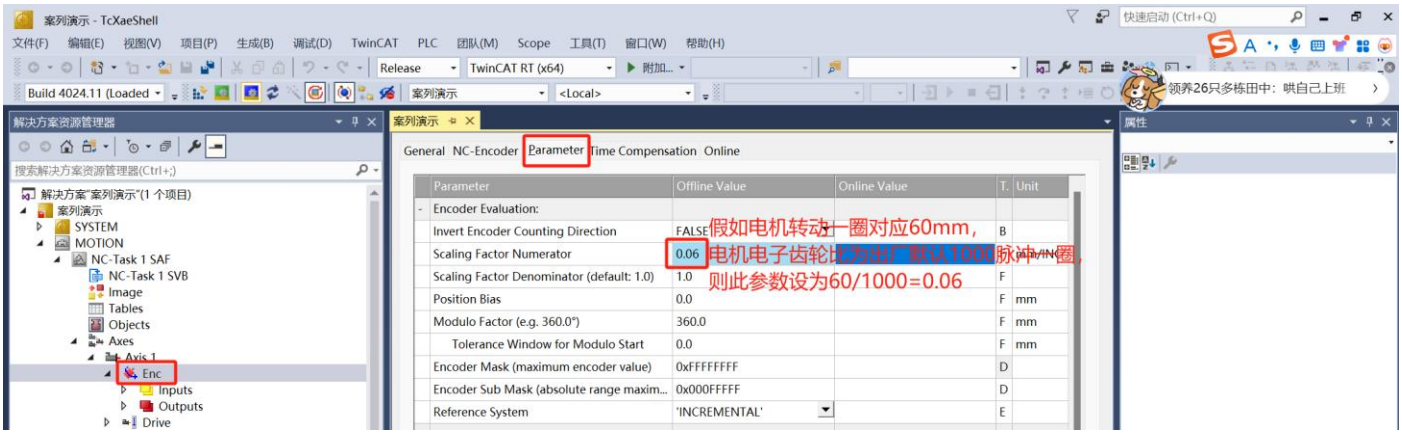
5）配置 PDO（按需配置，本案例使用默认，不更改）

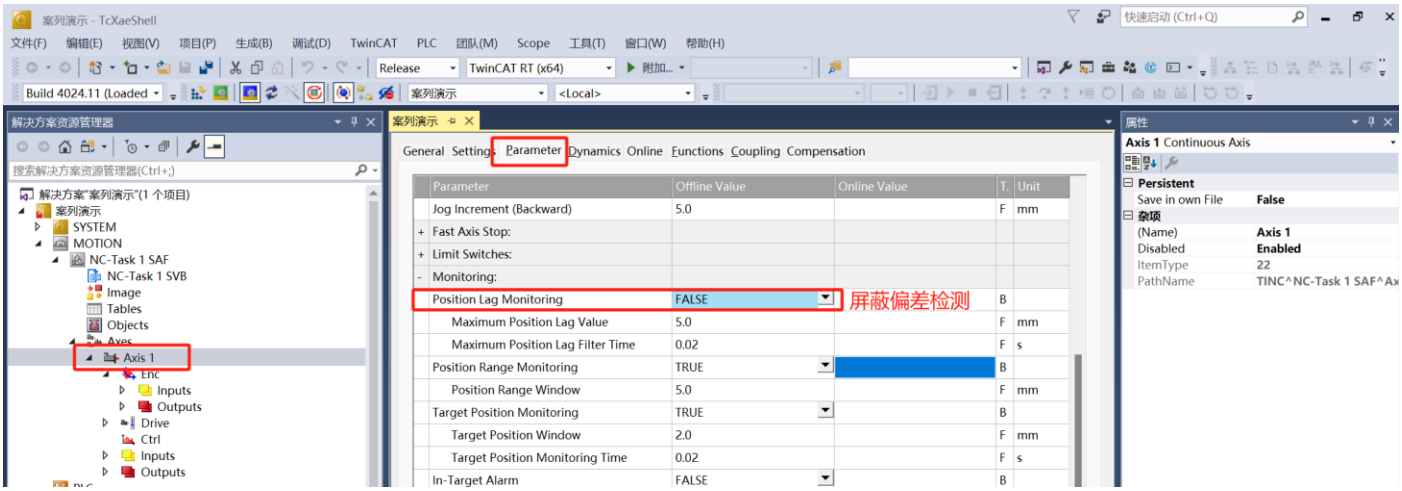


6）链接 NC 轴和物理轴，可以通过 Axis1-Settings-Link to 来选择 NC 轴所关联的物理轴，这个链接在扫描硬件的时候会自动添加，也可以手动右键 Axis，点击 Append axis 添加轴，将 NC 轴手动链接到物理轴上，这个窗口可以看到 NC 轴与物理轴的对应关系



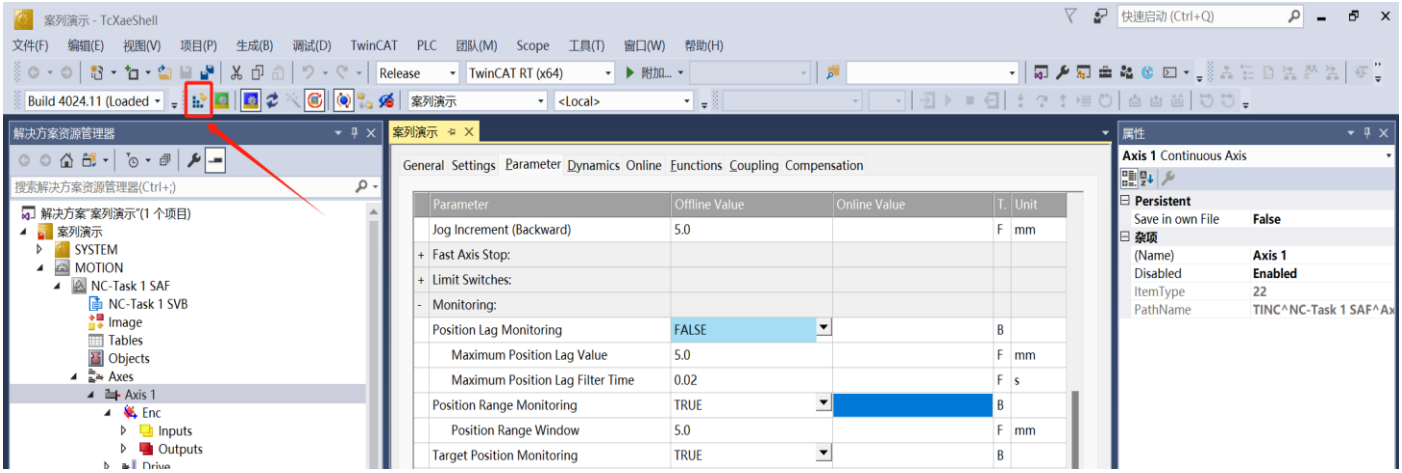
7)设置必要的基础参数



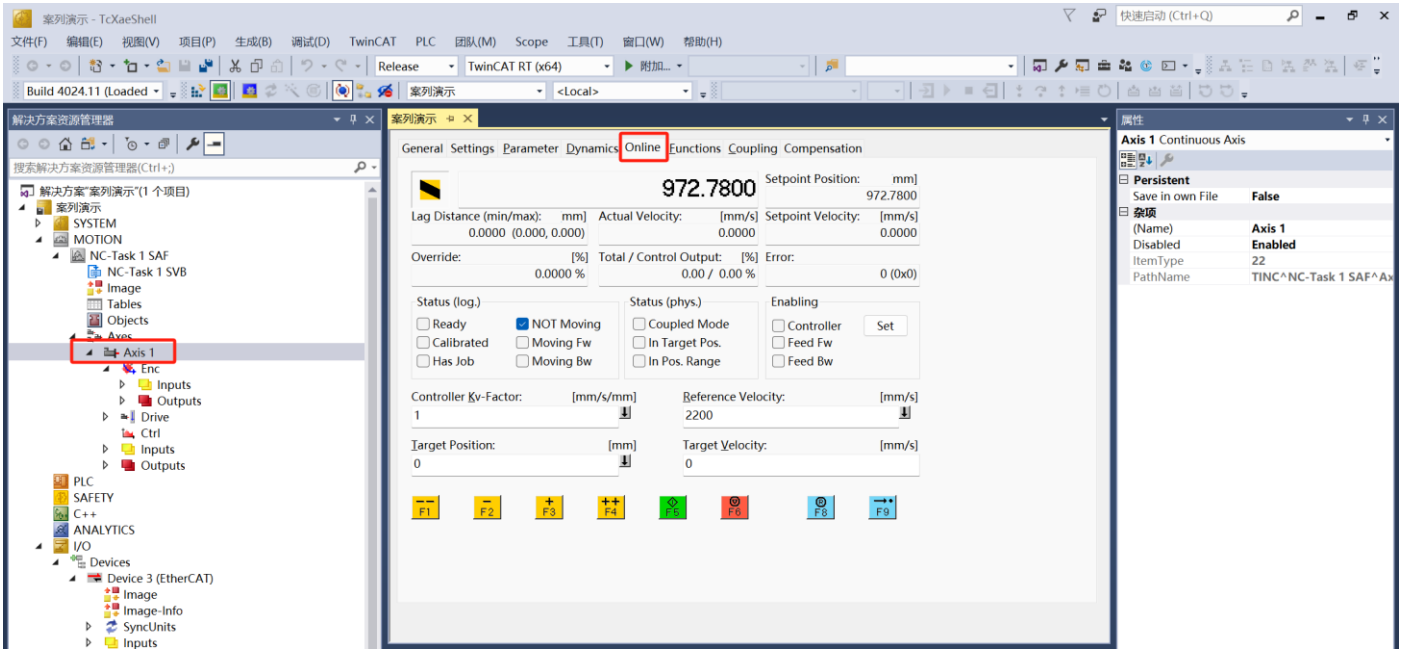


3.1.3 激活配置

1）激活以上的配置信息

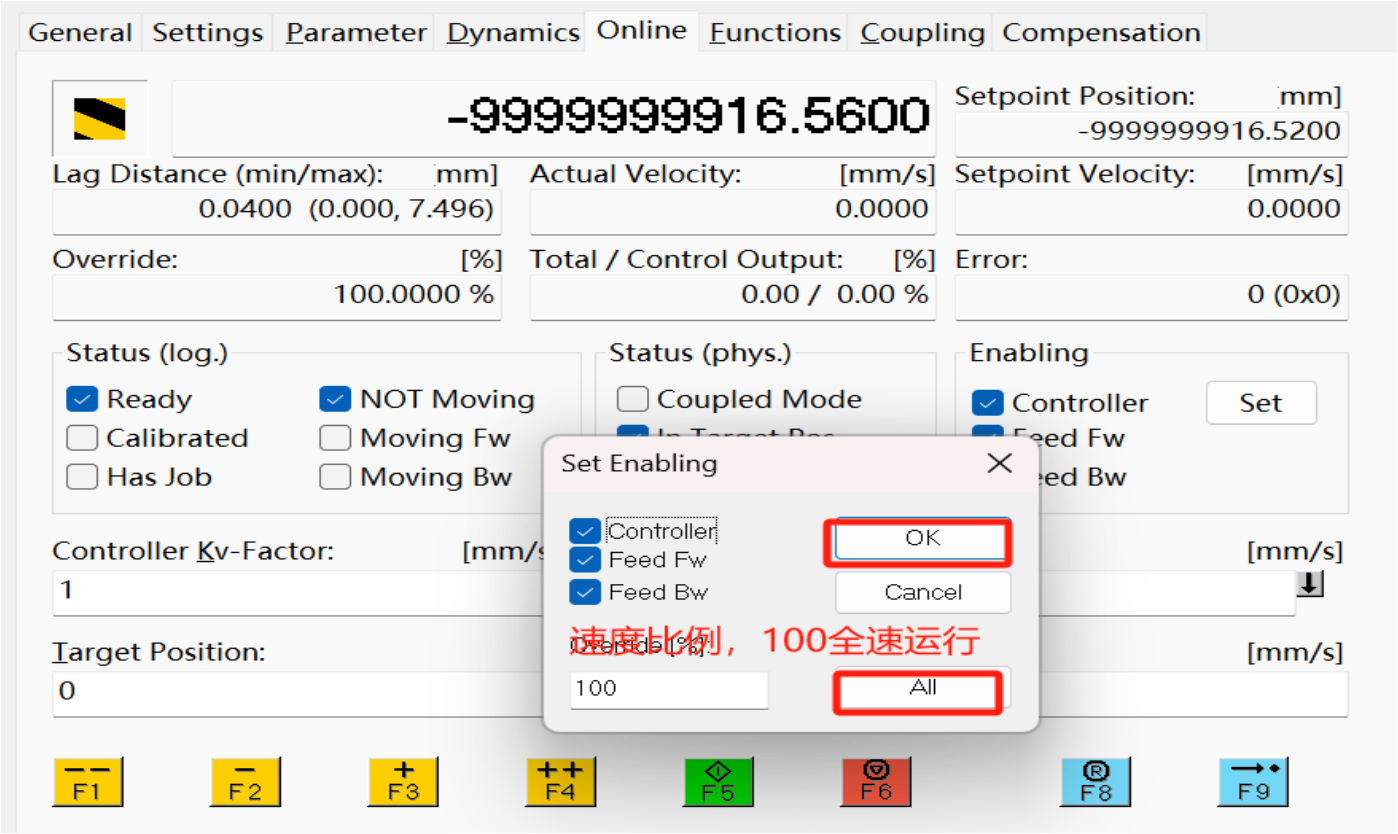


2）进入测试页面



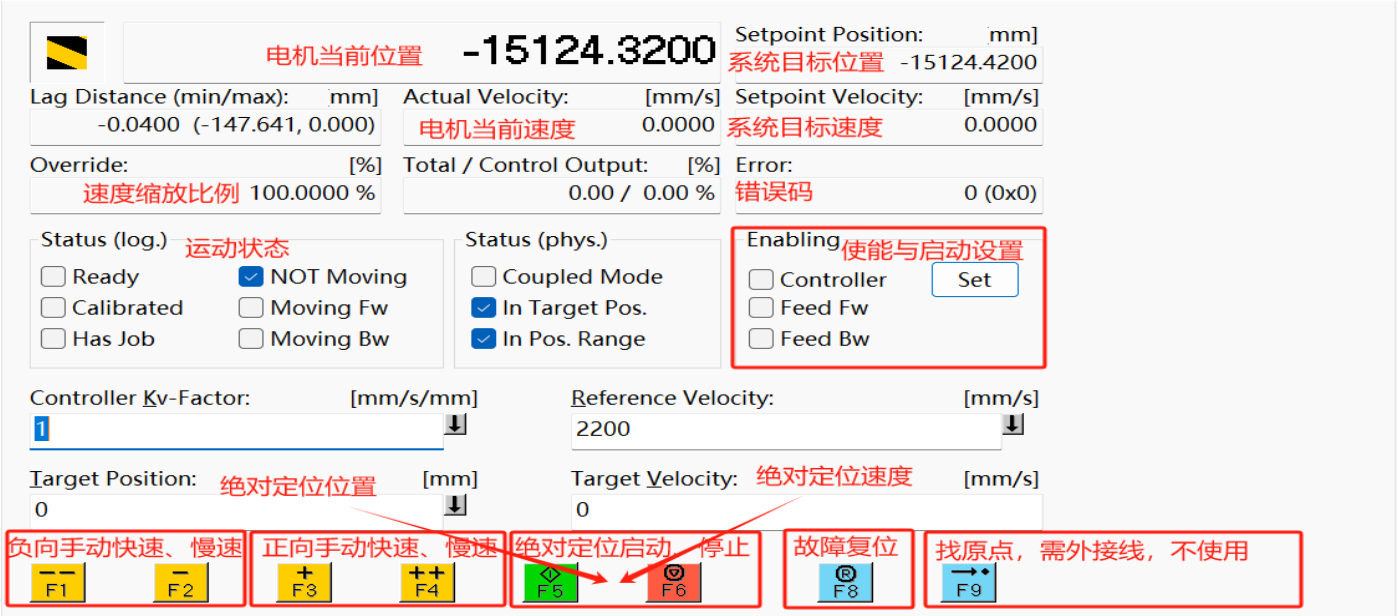
3）电机使能，配置启动

在弹出的设置窗口单击“All”全选勾选框，根据需要设置速度缩放比例，最后点击”OK”，电机就会使能，



3.1.4 测试运行

然后根据下图进行 F1-F8 功能测试操作，如果误操作了 F9，电机与系统位置将跳变为-99999999 慢速移动，可以点击 F6 停止运动。如果产生速度异常，请检查上述软件配置相关参考，或降低速度比例。



◆ **倍福控制器演示结束，如有遗漏或更多调试功能请参阅倍福相关资料如“TC3 培训教材 V1.1.0”**

3.2 适配汇川 H5U,Easy 系列控制器操作案例

下面以汇川 H5u,Easy 系列 PLC 作为 EtherCAT 主站，和“AutoShop”编程软件，演示我司 AIMortor 伺服驱动器的简单配置使用过程。

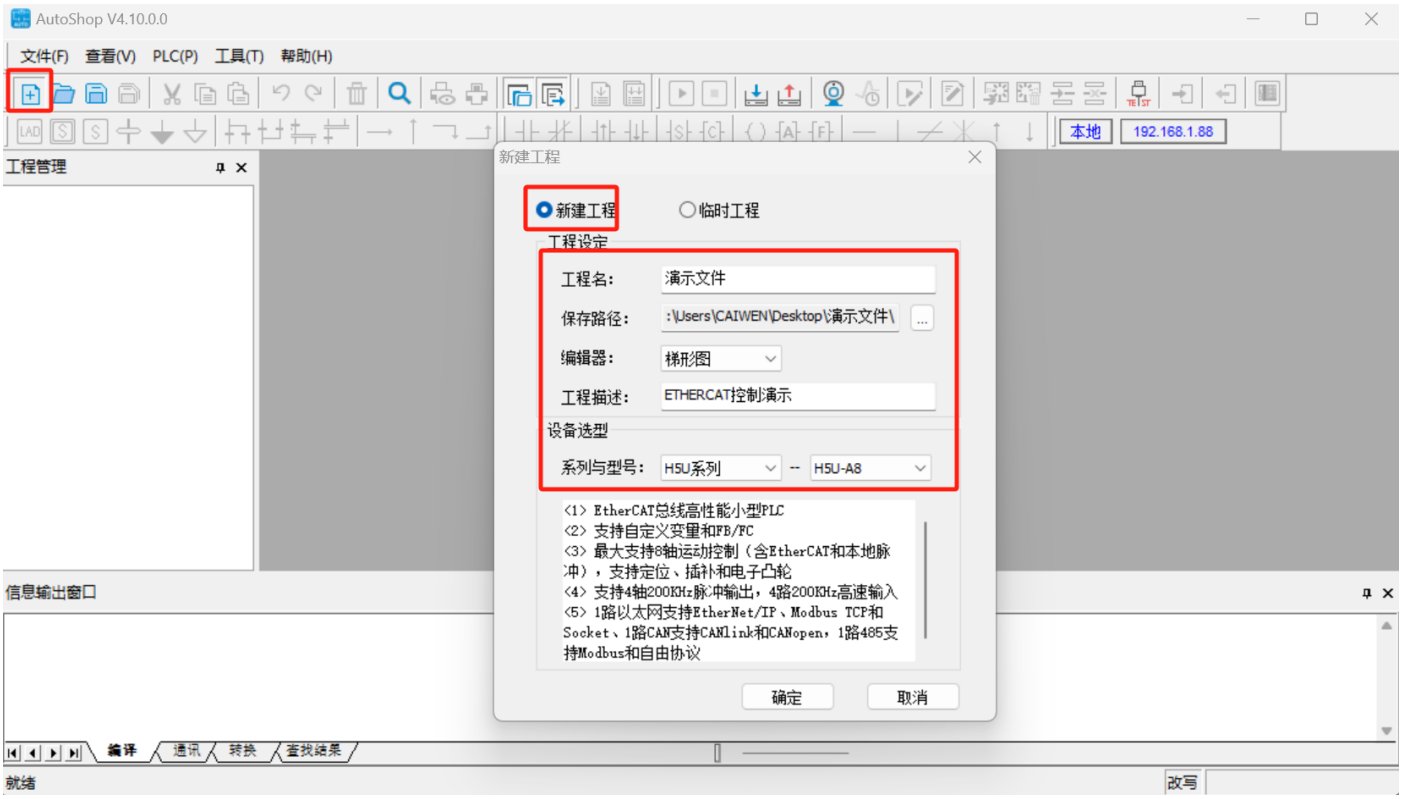
3.2.1 基础搭建

1）首先用户需要有汇川 H5u,Easy 系列 PLC 硬件与安装好“AutoShop”编程软件。

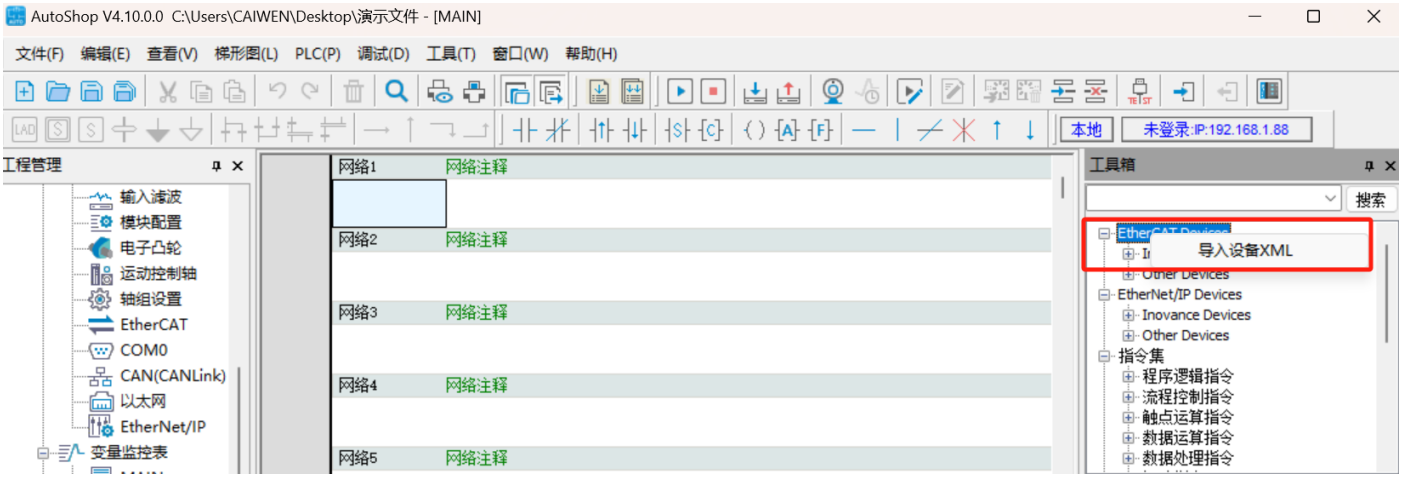
2）我司 EtherCAT 产品和 PLC 产品正确上电，将用于 PLC 的 EtherCAT 的 RJ45 网口插入网线连接至产品的 EtherCAT-IN 的 RJ45 网口（建议使用至少超 5 类网线）。

3.2.2 软件配置

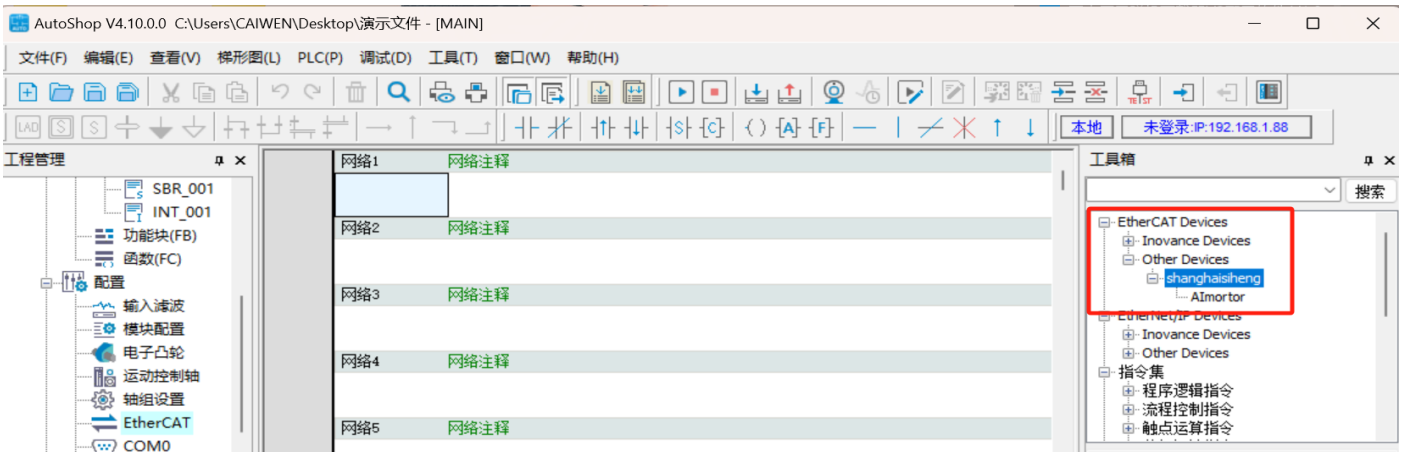
1）新建工程



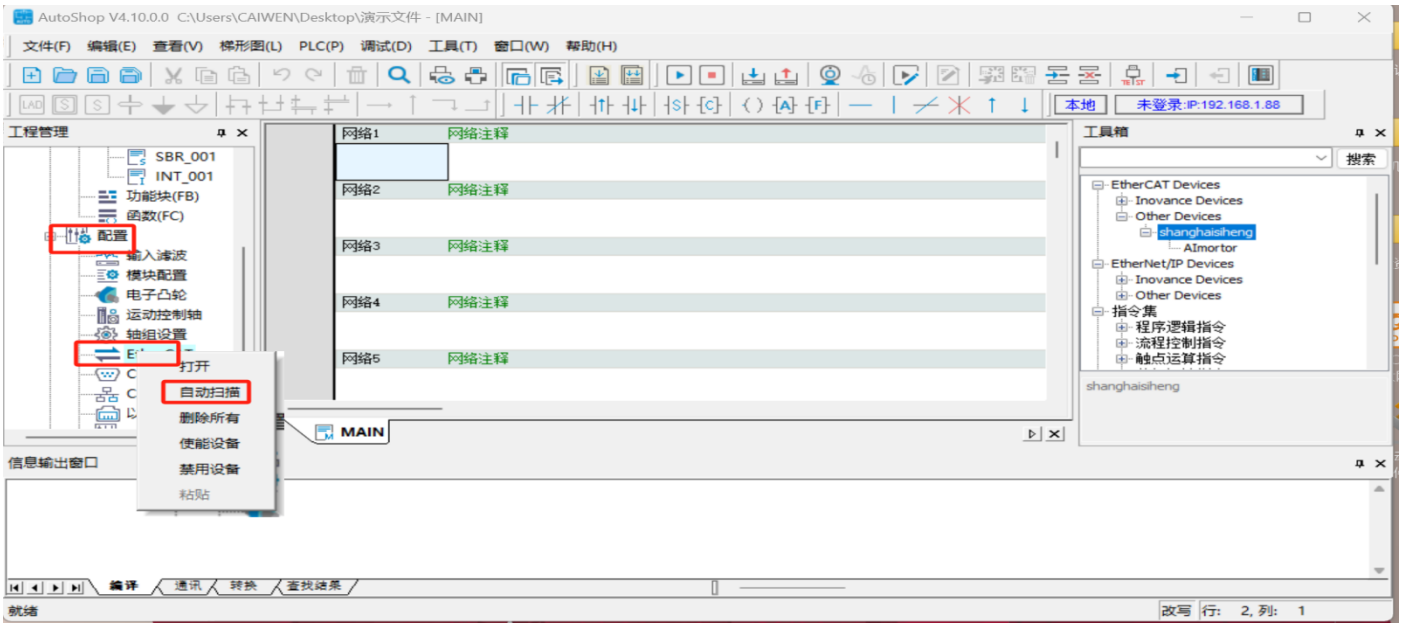
2）导入我司产品 XML 文件我司电机产品的 EtherCAT 配置文件(SH_AIMotor_ECAT.xml)

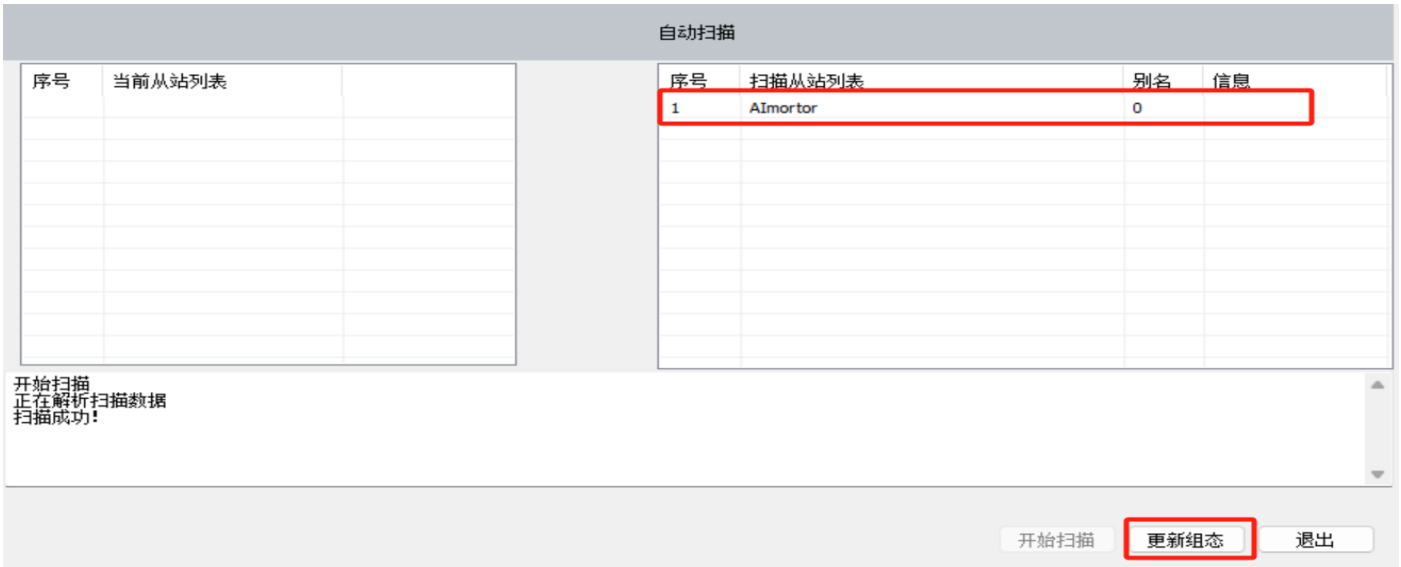


3）导入成功后软件重启，将显示我司 EtherCAT 产品 AImtor 驱动。

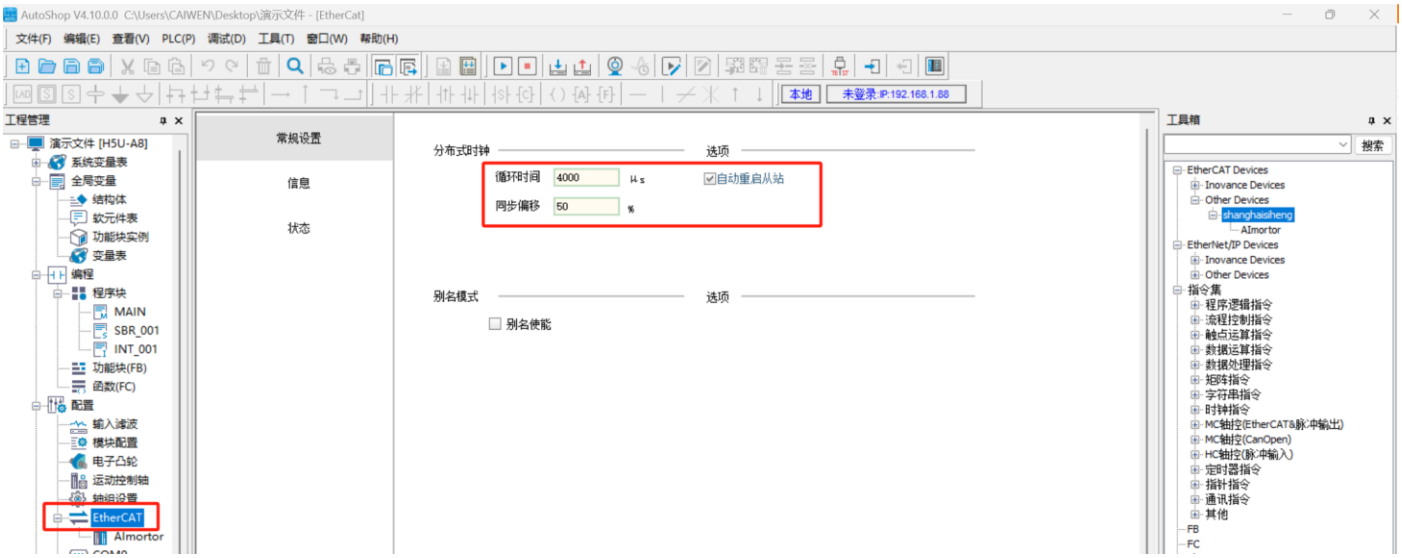


4）编程软件与 PLC 已成功连接情况下进行自动扫描，识别网络上的 EtherCAT 从设备。如果正确上电与网线连接，将识别到存在的设备，并更新组态，否则检查接线与硬件。

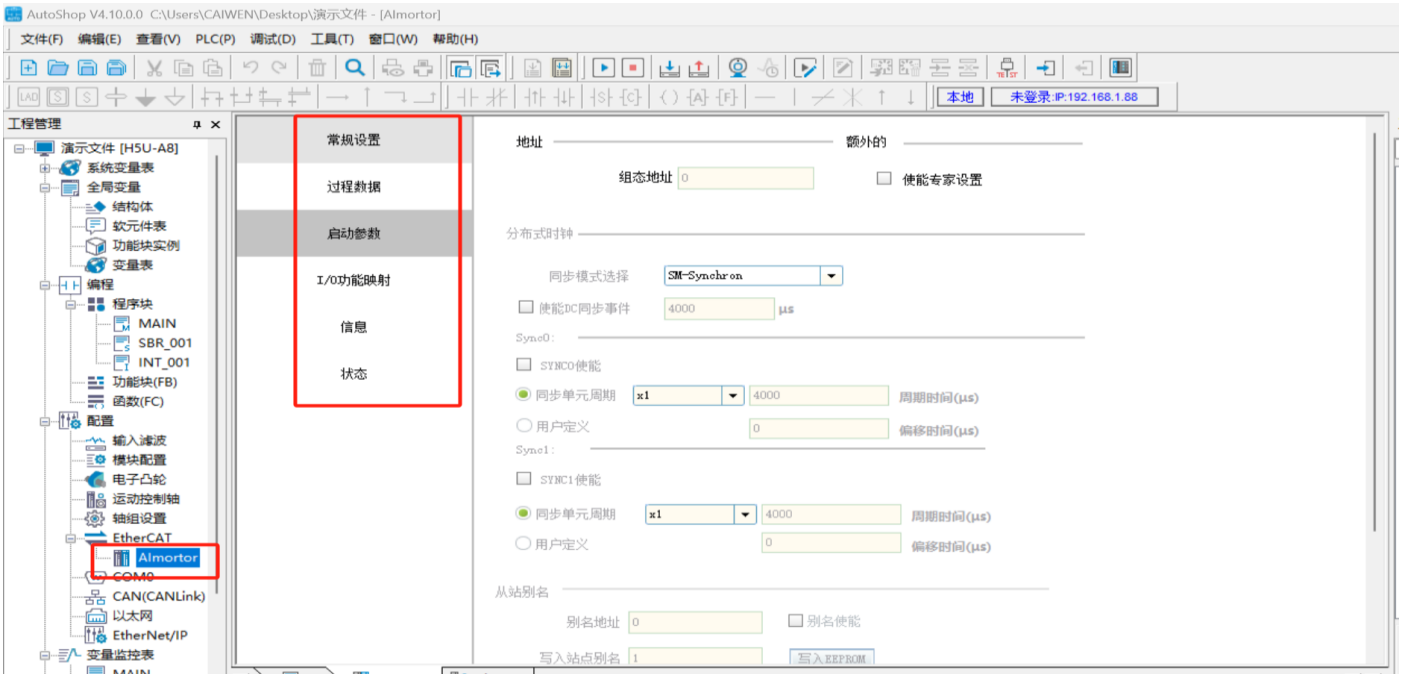




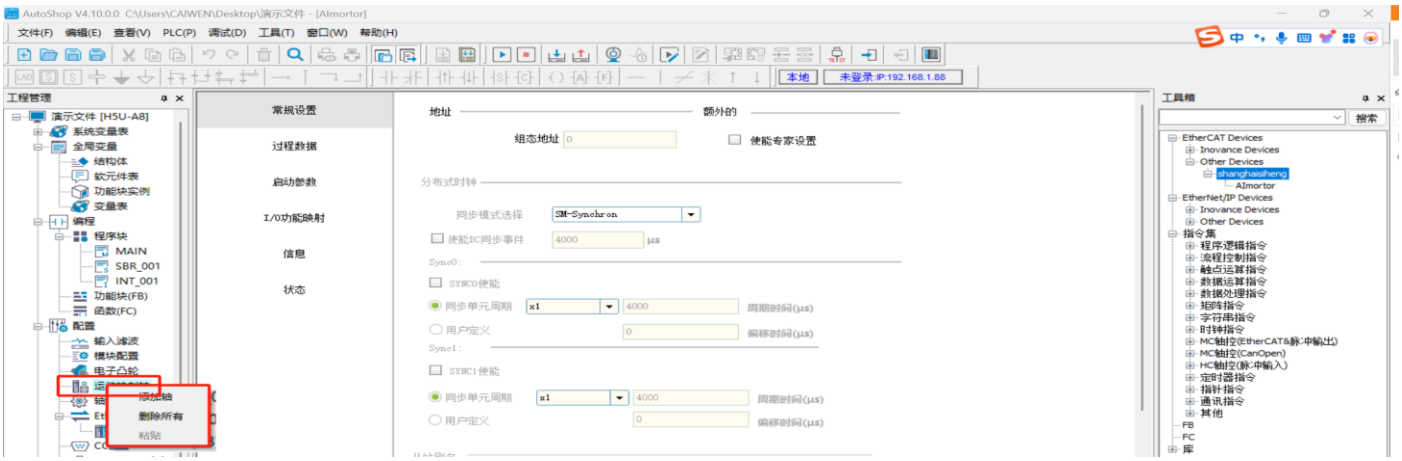
5）配置主站通讯周期时间，循环时间设置必须大于 1000us，在从站设备较多时建议整数倍放大**（本案例使用默认）**



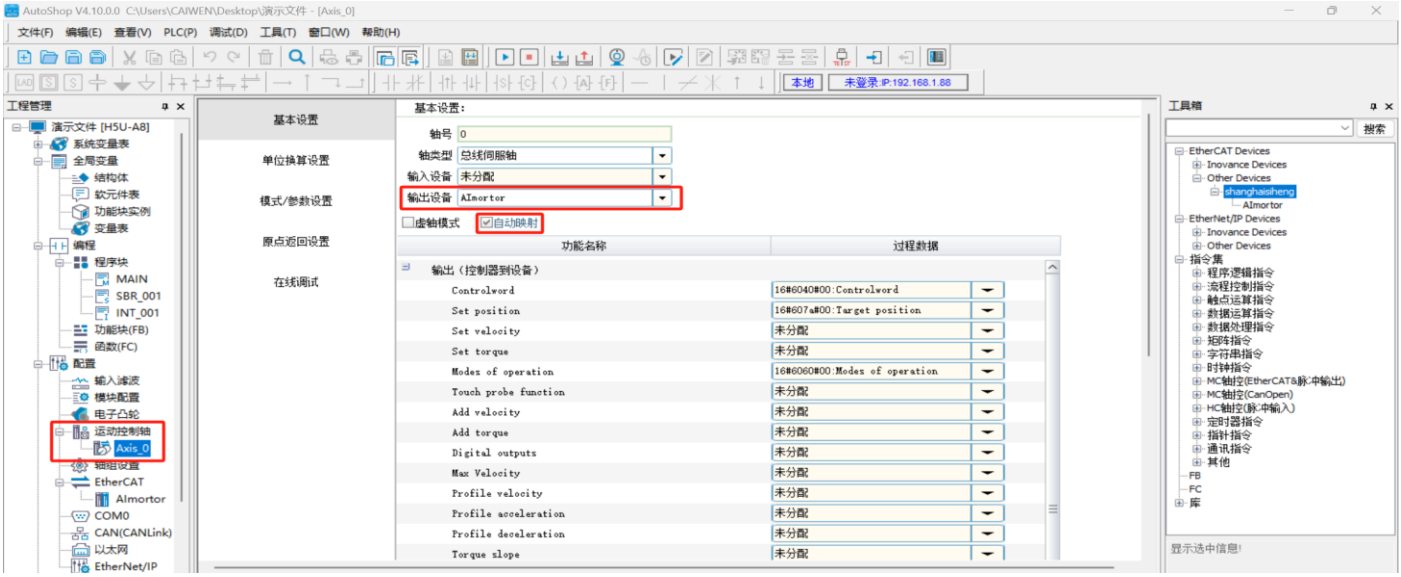
6）配置从站相关（按需配置，本案例使用默认）



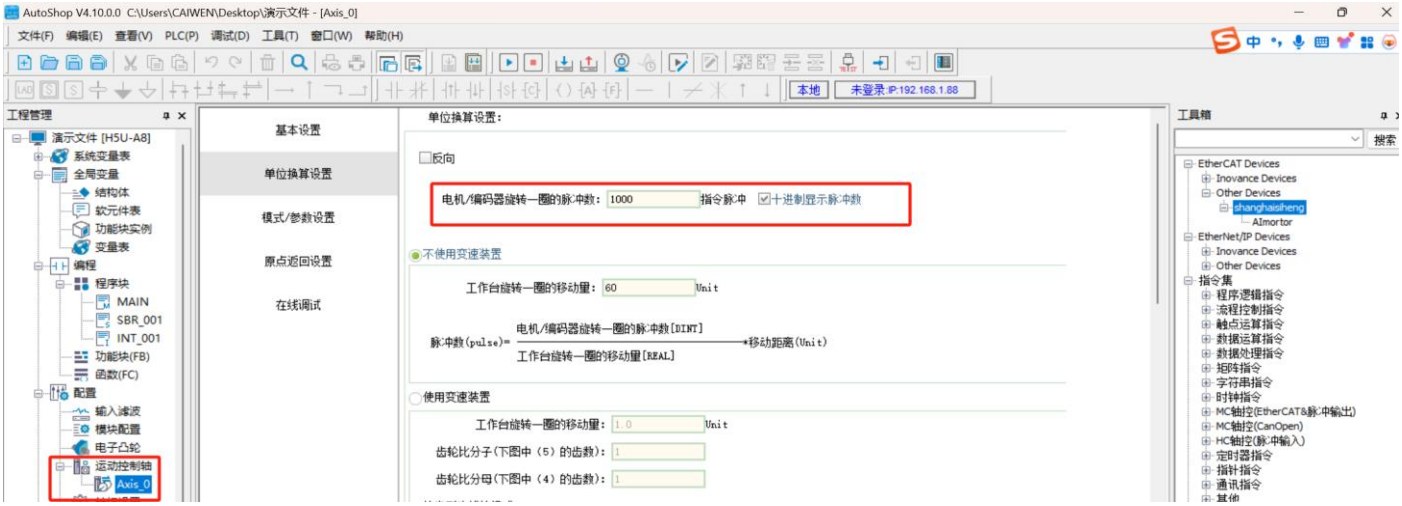
7）添加运动控制轴



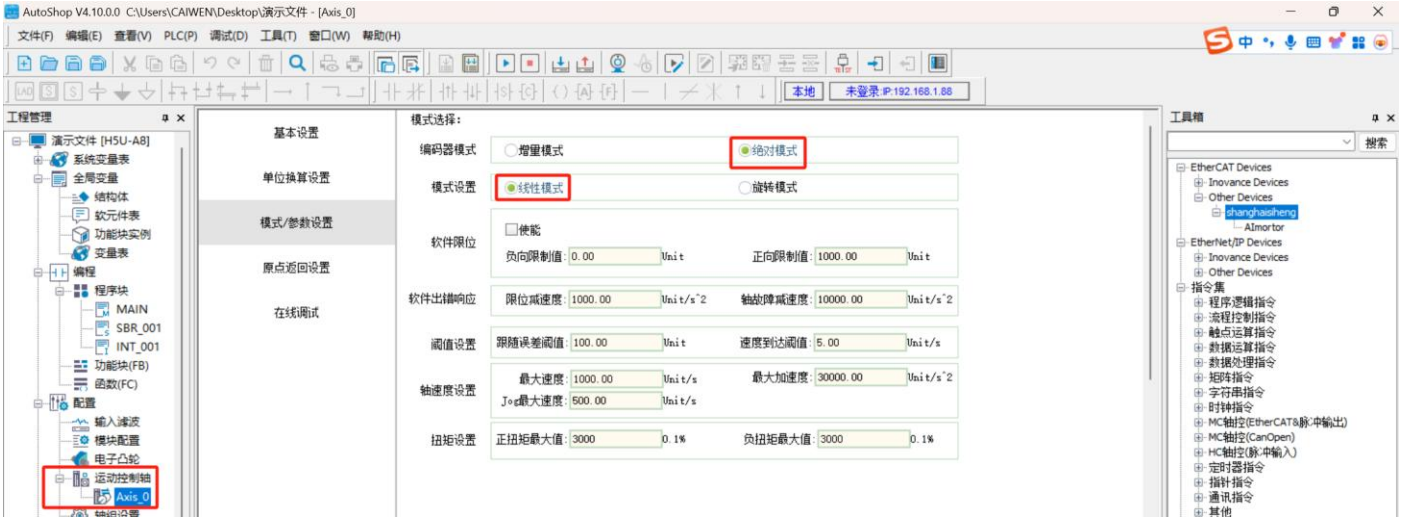
8）运动控制轴与从站关联：输出设备选择扫描到的从站。



9）设置运动单位换算：我司产品出厂默认 1000 脉冲一圈，此处设置运动命令 60 单位对应 1000 脉冲（1 圈）无减速机构。



10）编码器选择：我司编码器默认为绝对值编码器（其它按需配置，本案例使用默认）。



11）设置回零方式：本案例使用零位预设方式，用户按需配置

3.2.3 在线调试

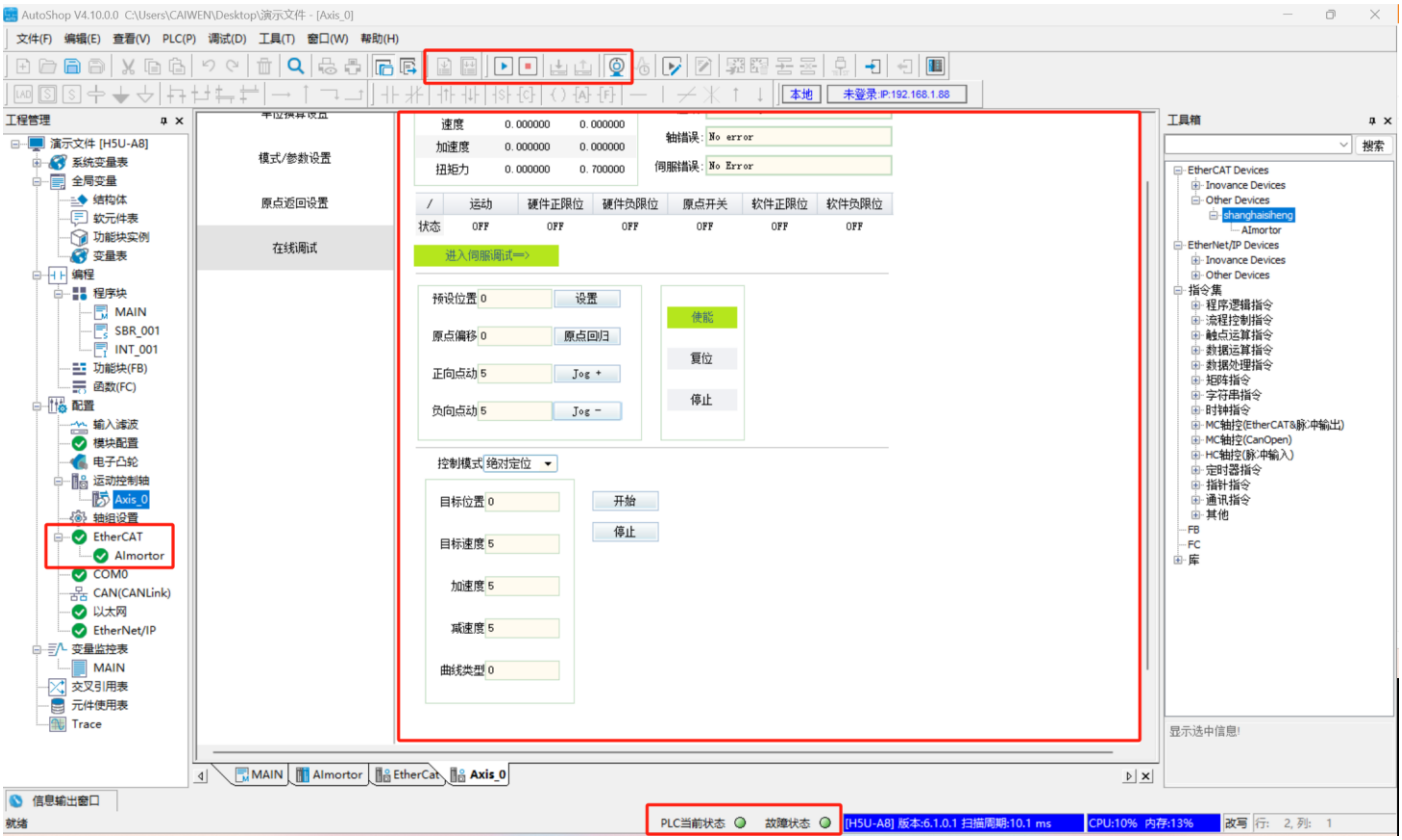
1）将上述的配置编译无误后进行下载进 PLC，然后进入在线监控模式。

2）观察软件页面左侧 EtherCAT 主站和从站是否正确启动，软件底部 PLC 当前状态和故障状态是否正常。

如果 PLC 当前状态和故障状态异常，则将 PLC 断电重启或切换停止状态再切换回运行状态，重新初始化 PLC。

如果 EtherCAT 主站和从站未正确启动，则将从设备断电重启或检查网络接线。

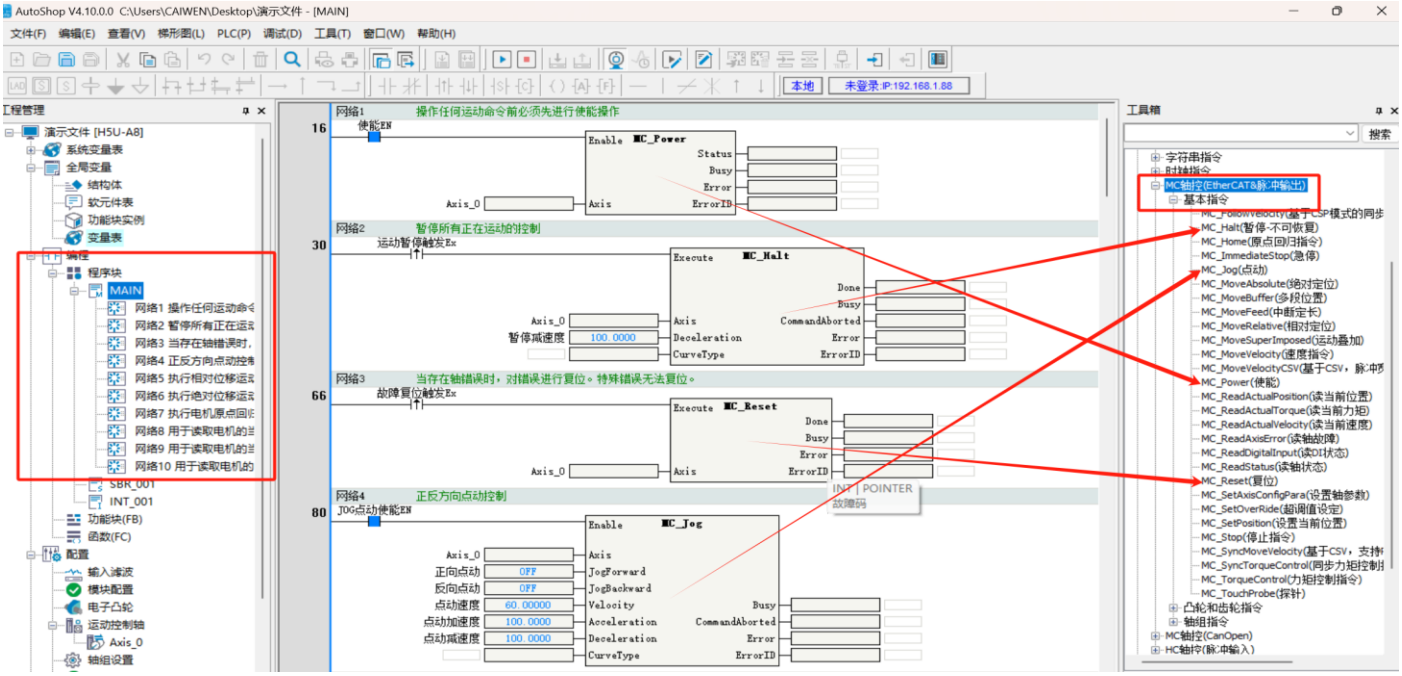
使用软件快捷调试窗口进行调试测试（详细使用方法参考汇川公司 PLC 相关手册说明）

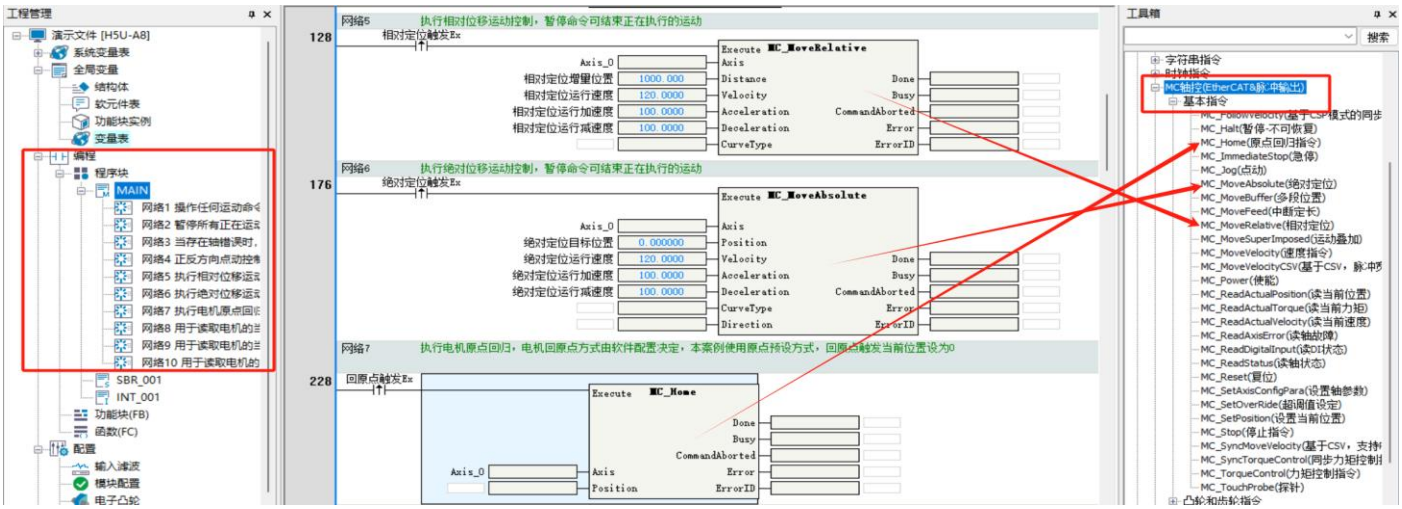


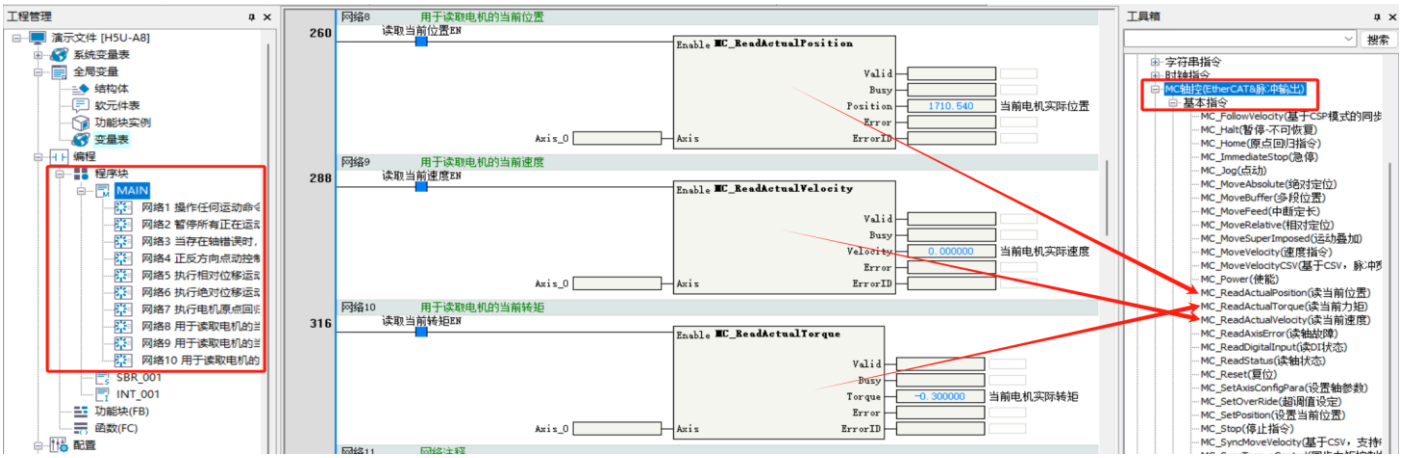
3.2.4 编程控制

程序参考，以常用的几个运动命令编程演示，实际使用根据工艺要求应用。

离线编写好程序后，编译通过，进行下载。观察窗口底部状态显示 PLC 及 EtherCAT 通讯正常。可进行控制测试







3.3 适配 CodeSYS 平台的控制器操作案例

下面以 CodeSYS 内核的 PLC 或控制器作为 EtherCAT 主站，如汇川 AM400，AM600 系列 PLC。信捷的 XS3 系列 PLC，合信的 C36 系列 PLC 等，演示我司 AIMortor 伺服驱动器的简单配置使用过程。

每家 CodeSYS 软件版本可能存在差异，但使用大同小异，案例将使用 CodeSYS V3.5 SP4 版本作为演示开发软件。

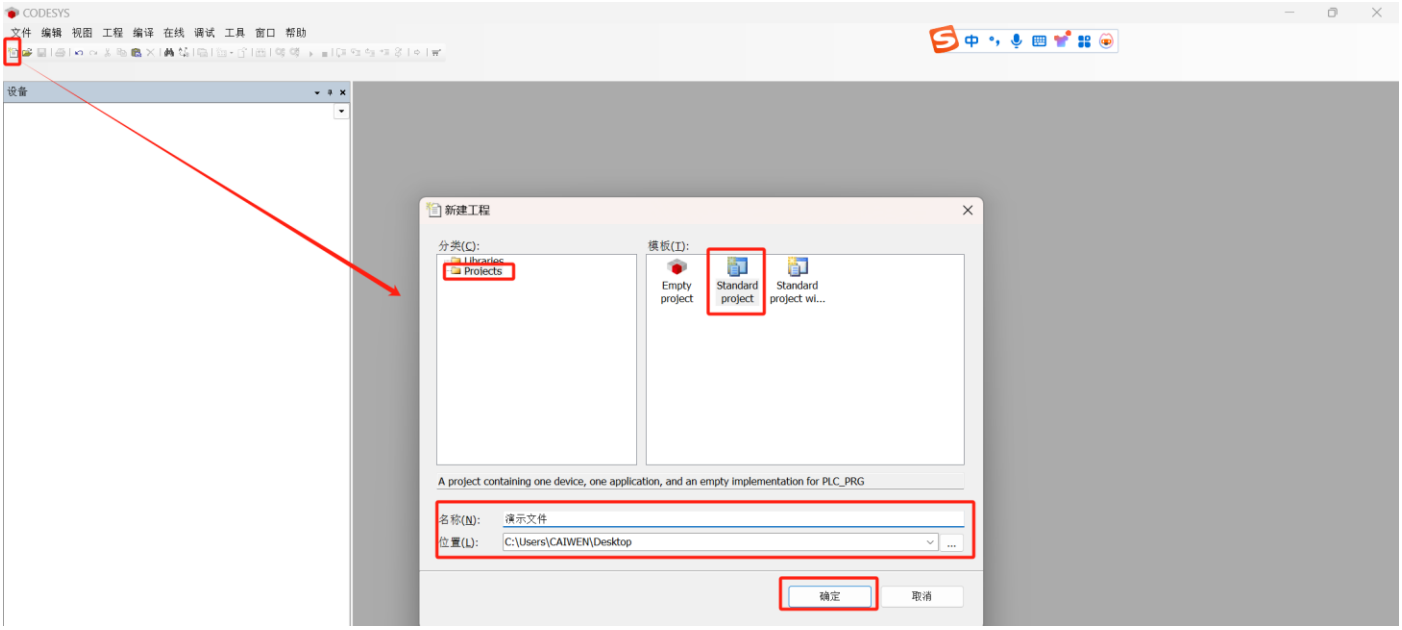
3.3.1 基础搭建

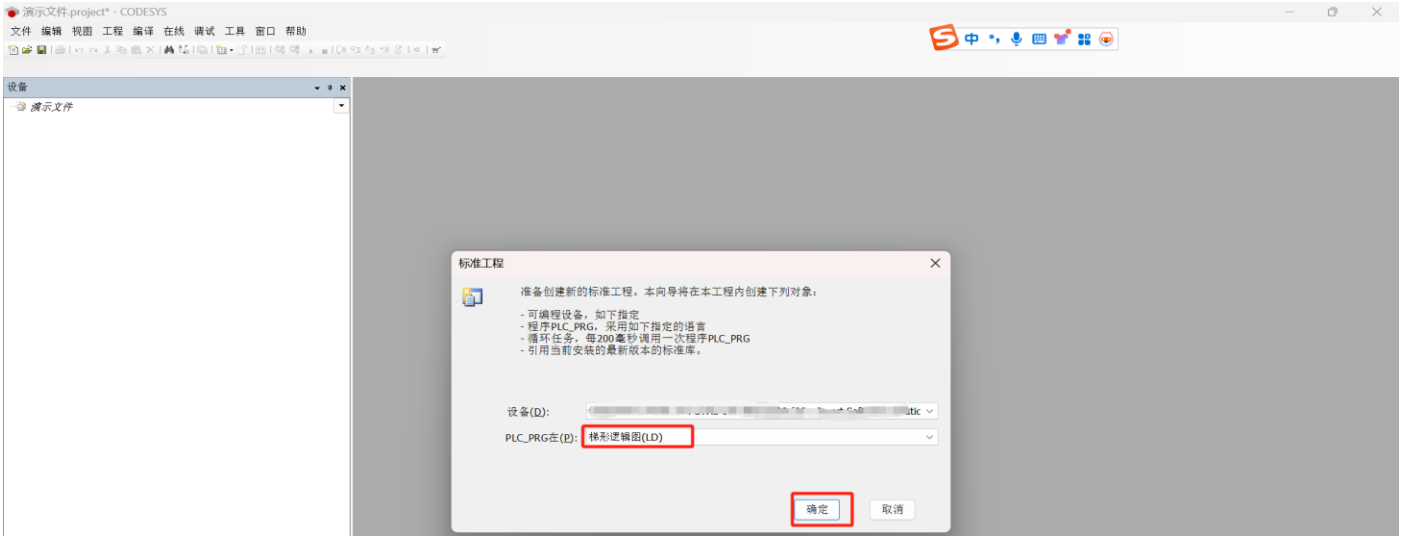
1）首先用户需要有 CodeSYS 内核的 PLC 以及授权的“CodeSYS Vx.x”对应版本的编程软件。

2）我司 EtherCAT 产品和 PLC 产品正确上电，将 PLC 的 EtherCAT 的 RJ45 网口插入网线连接至产品的 EtherCAT-IN 的 RJ45 网口（建议使用至少超 5 类网线）。

3.3.2 软件配置

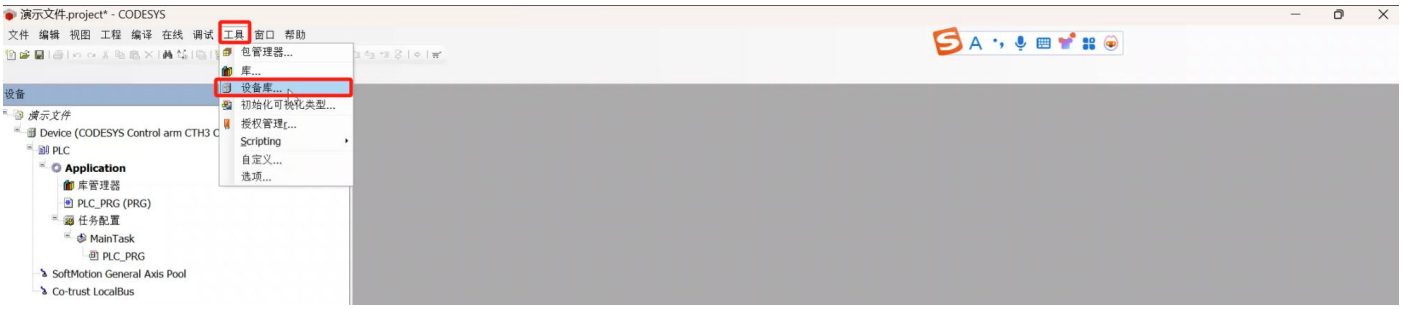
1）新建工程





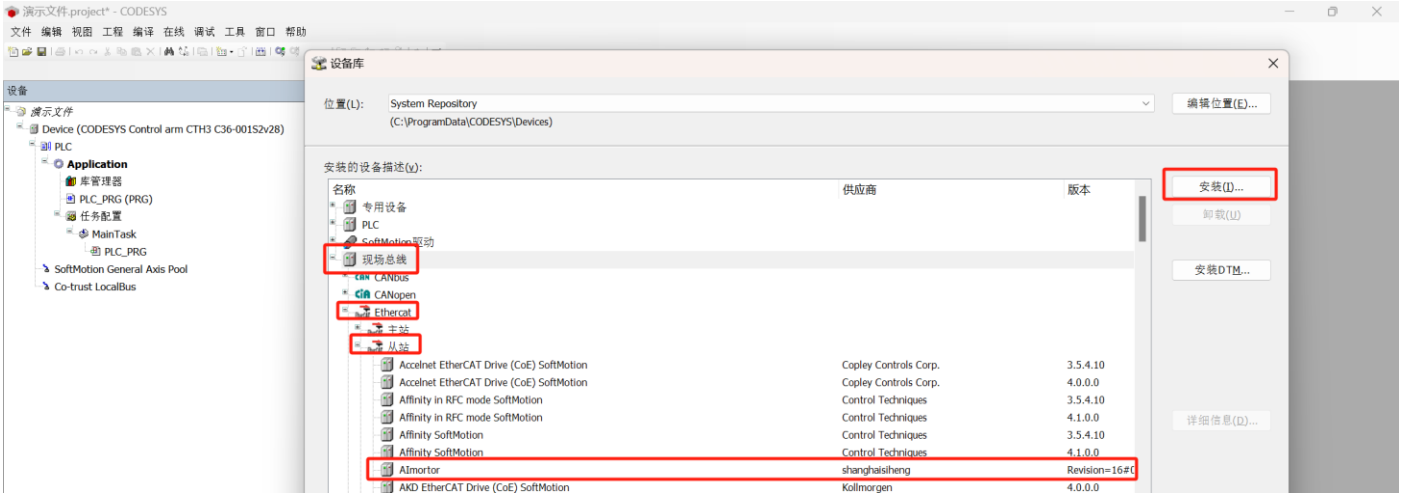
2）添加（安装从站设备描述 XML 文件）

A、在导航栏右击“工具”，后显示下拉列表，选择 “设备库”单击；



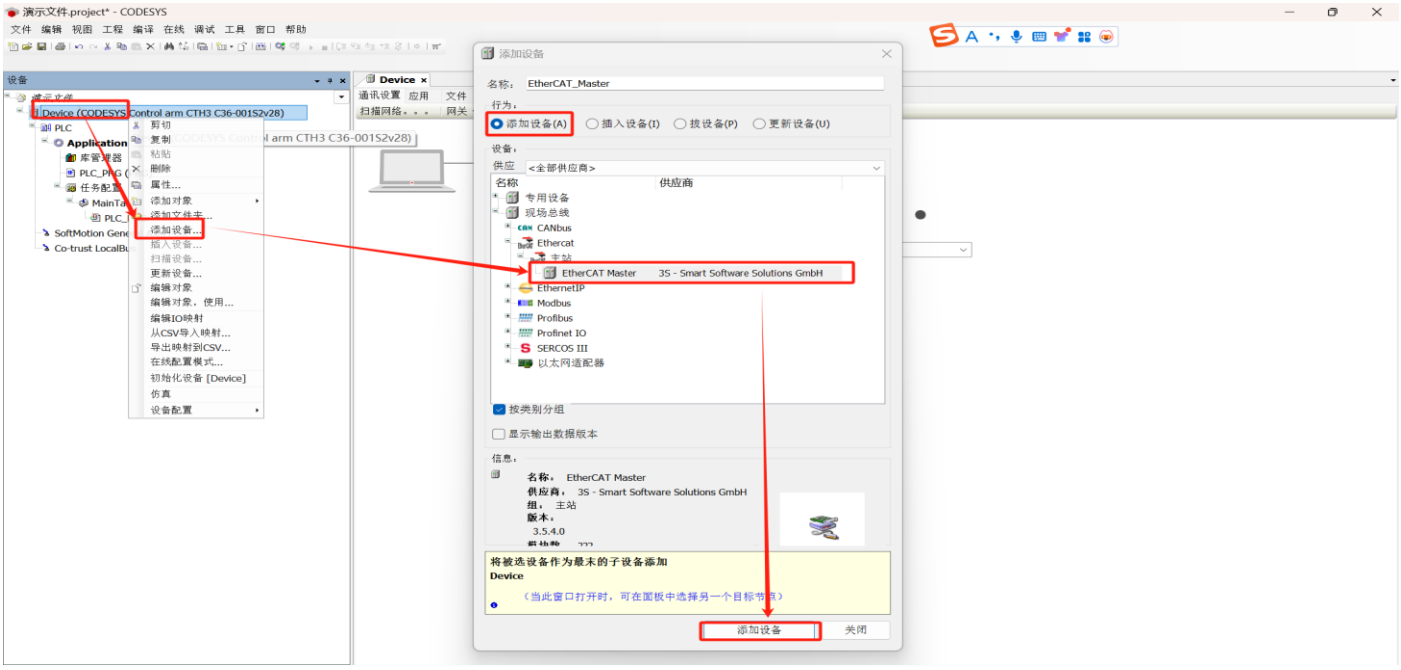
B、点击安装，路径找到我司提供的 XML 文件保存到位置

安装成功后将在现场总线→Ethercat→从站里的设备里表中显示我司设备名称。如未显示则安装失败。可以尝试重新安装或咨询 PLC 设备商。



3） 添加主站设备

在窗口左侧 PLC 设备处右击，显示下拉列表，选择“添加设备”将弹出“添加设备窗口”，选择“EtherCAT Master”主设备。最后点击“添加设备”。



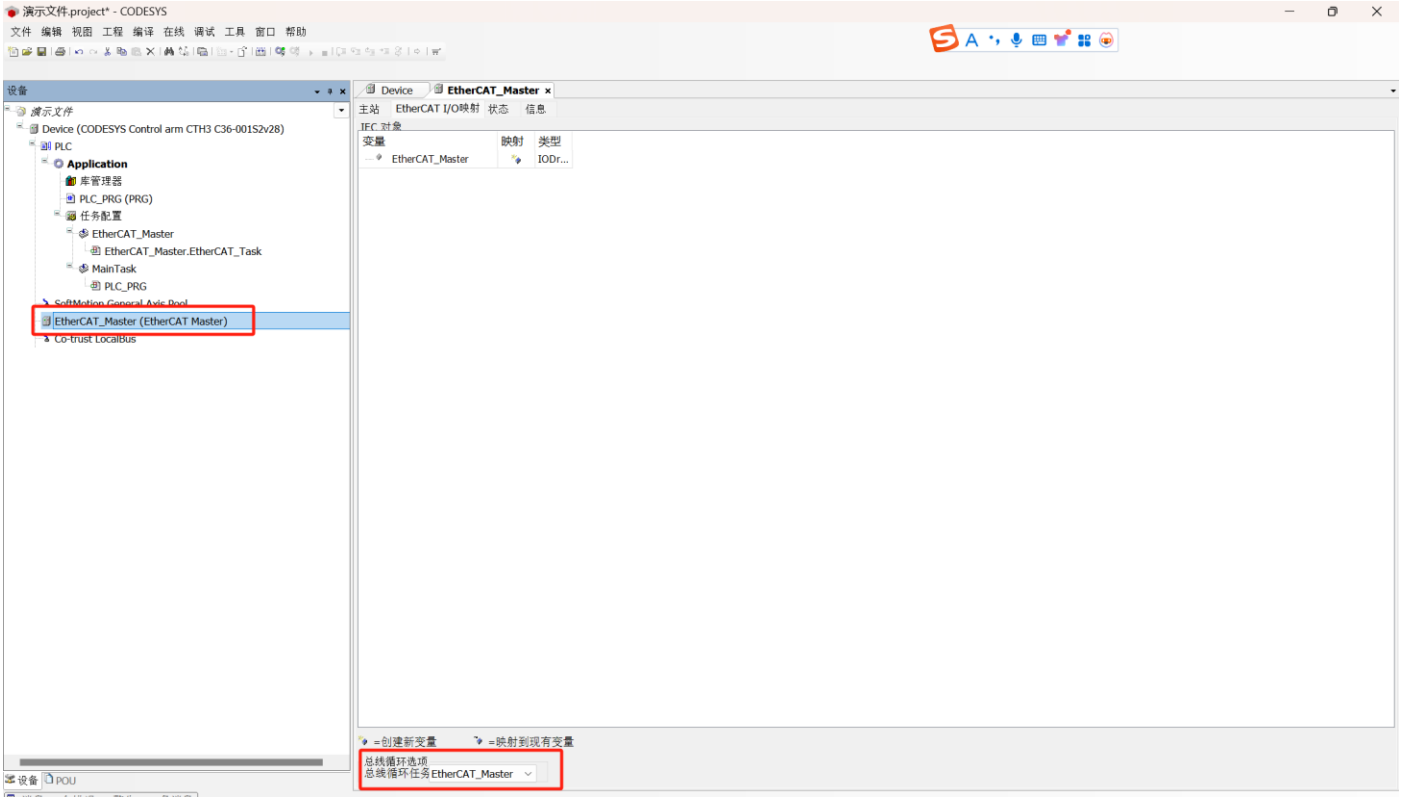
4） 配置主设备

上一步添加“EtherCAT Master”主设备完成后，左侧树形目录将显示 EtherCAT Master 设备，双击，进入配置窗口。

需要注意的是：

1、 周期时间设置，本案例使用默认 4000us ，用户根据从站数量和需求配置合适的时间，最小不低于 1000us。

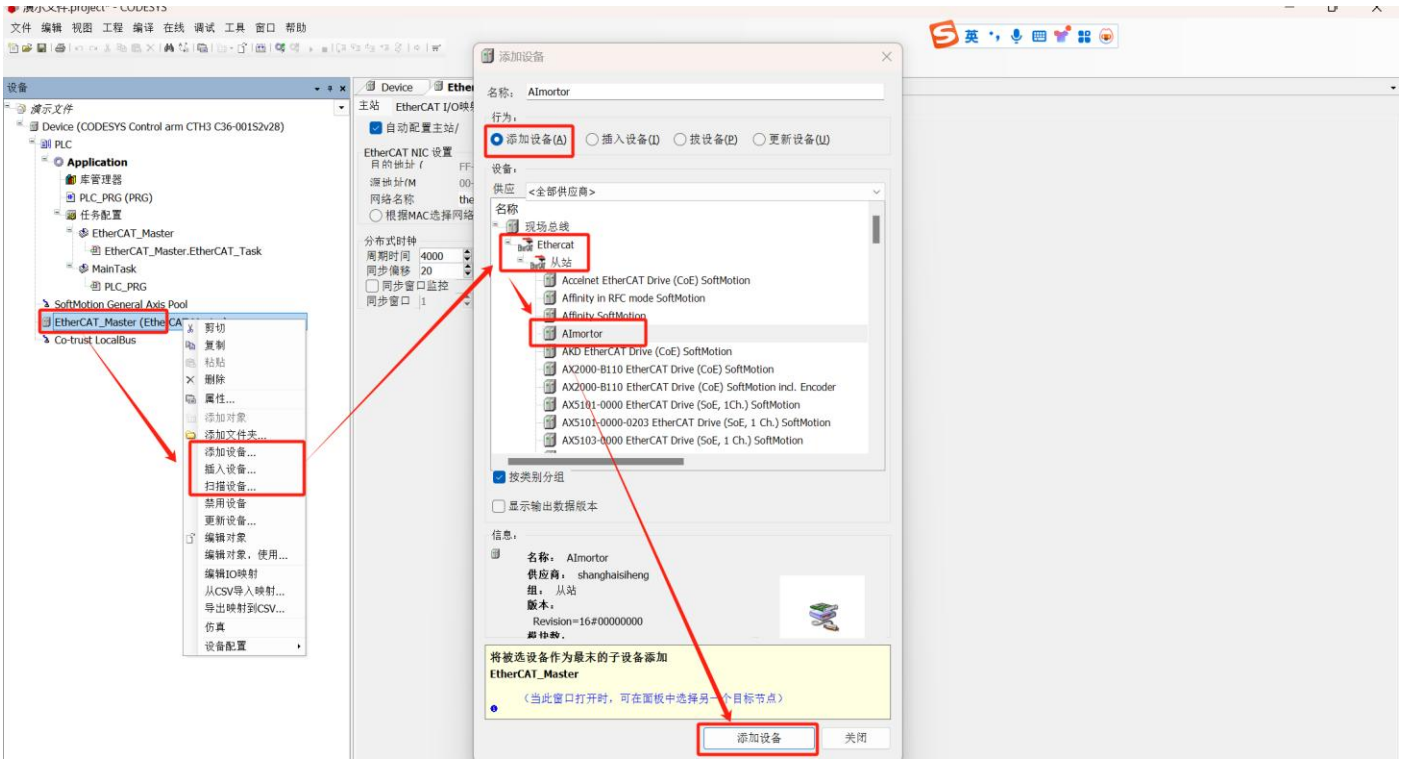
2、 EtherCAT I/O 映射需配置在 EtherCAT_Master 主站任务下;



5） 添加从设备

在 EtherCAT Master 设备右击，显示下拉列表，选择添加设备，将弹出设备窗口，选择我司设备，最后点击“添加设备”。

也可以在线情况下进行扫描设备添加。



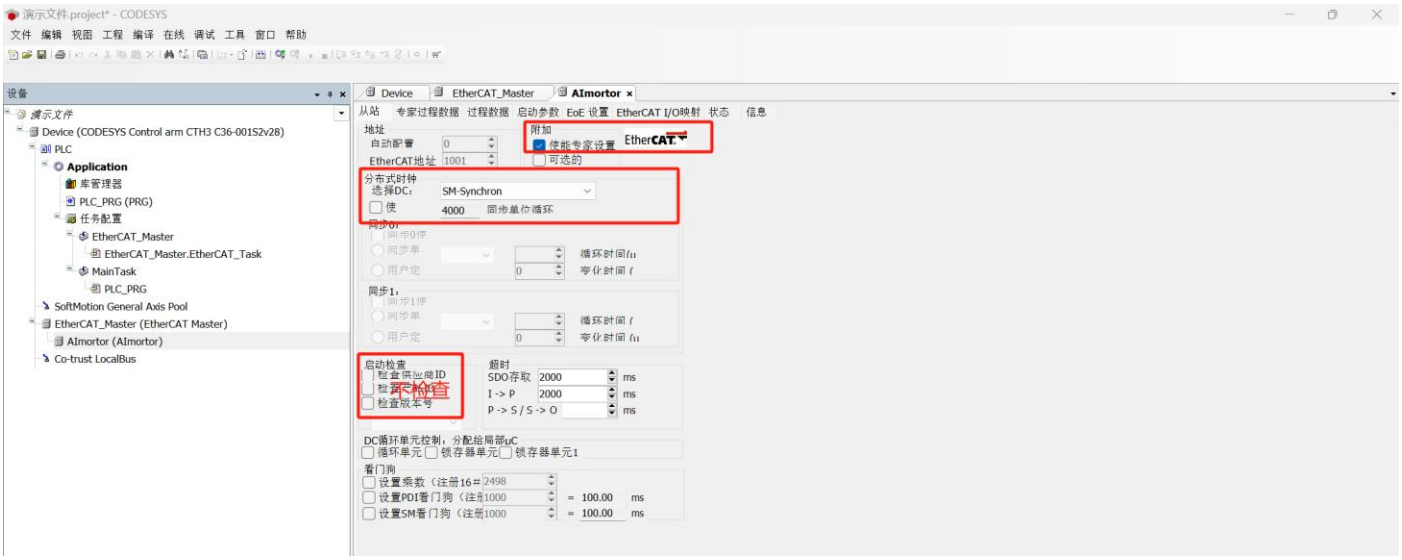
6） 配置从设备

上一步添加从设备完成后，左侧树形目录 EtherCAT Master 设备下将显示我司从设备，双击，进入配置窗口。

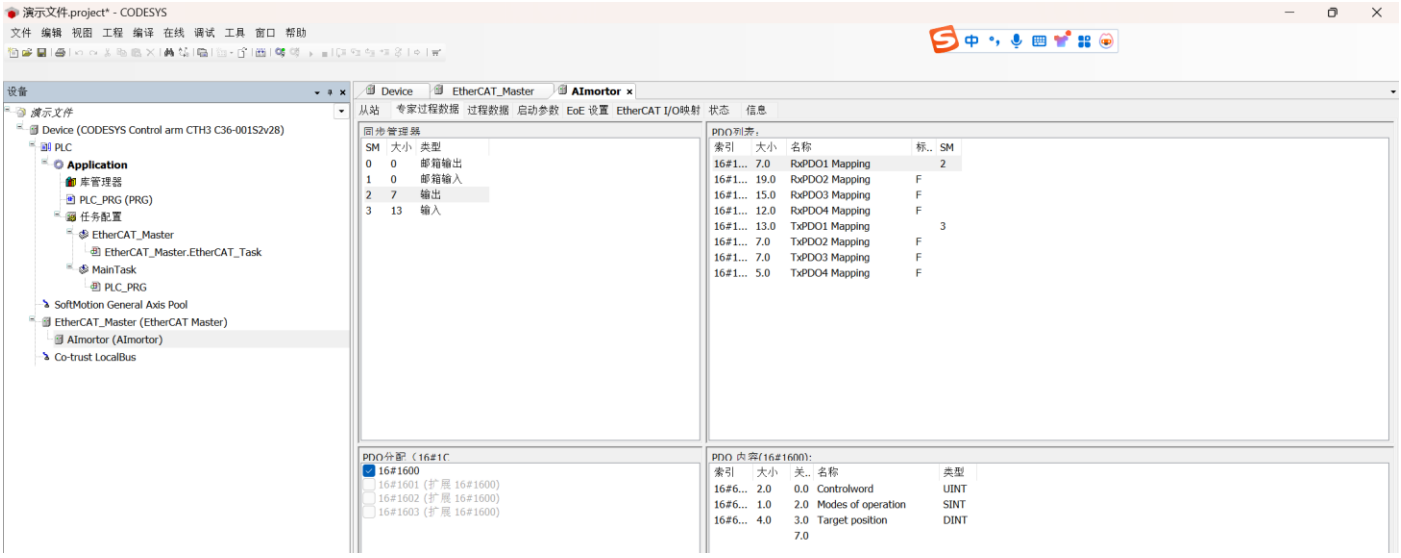
A、配置从设备同步方式，本案例全部使用默认，使用 SM 事件同步。

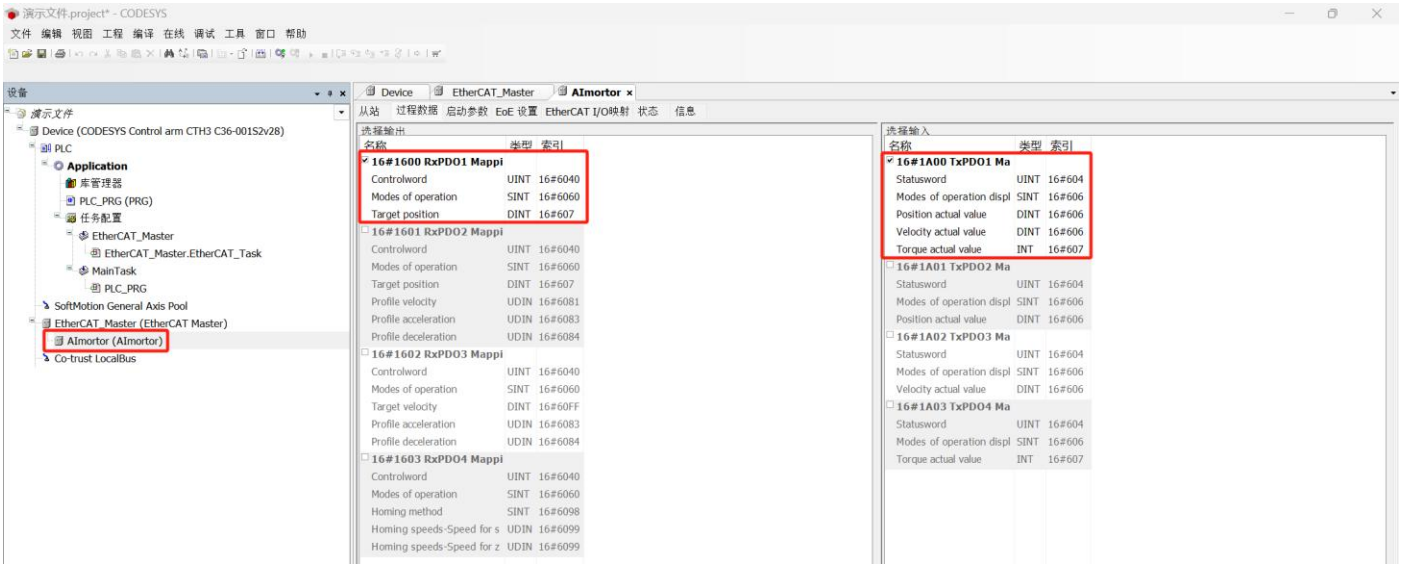
启动参数，过程数据使用的 PDO 通道和 PDO 映射和 I/O 变量映射等，

本案例全部使用默认，使用 SM 事件同步和默认的 PDO，具体配置方法参考 PLC 厂商的相关资料。

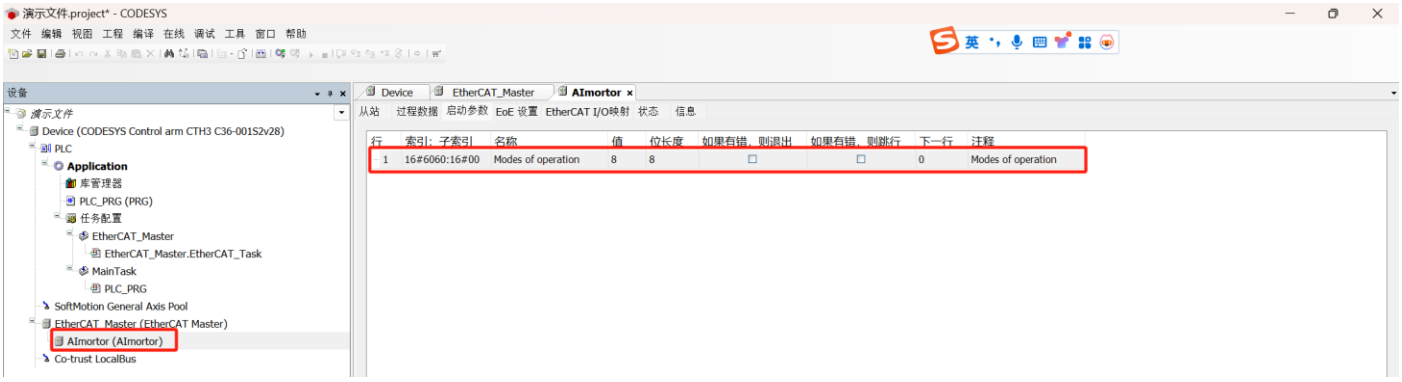


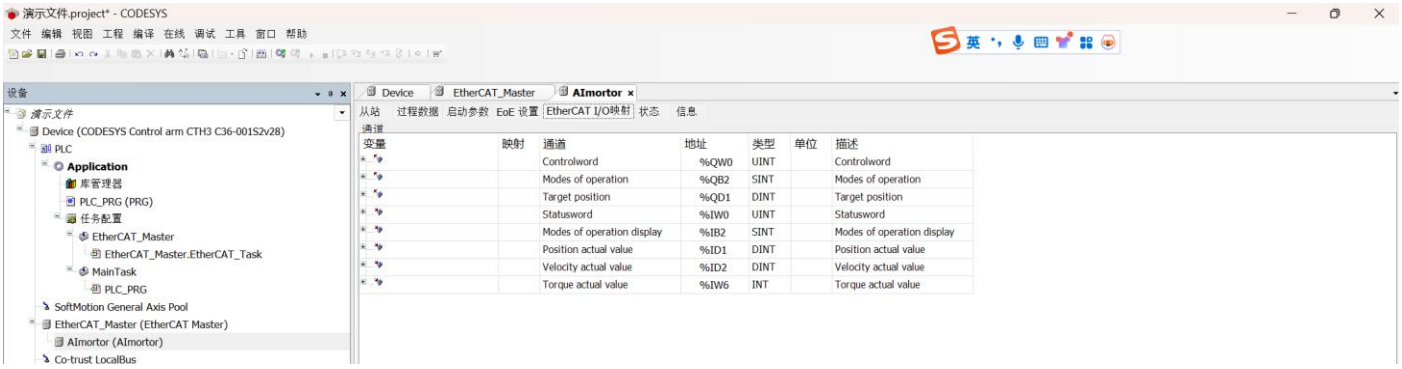
B、 配置专家过程数据与过程数据（PDO 配置）。本案例使用默认配置，用户可按需配置。


演示文件.project* - CODESYS
文件 编辑 视图 工程 编译 在线 调试 工具 窗口 帮助
设备
演示文件
Device (CODESYS Control arm CTH3 C36-001S2v28)
PLC
Application
库管理器
PLC_PRG (PRG)
任务配置
EtherCAT_Master
EtherCAT_Master.EtherCAT_Task
MainTask
PLC_PRG
SoftMotion General Axis Pool
EtherCAT_Master (EtherCAT Master)
AImortor (AImortor)
Co-trust LocalBus
Device
EtherCAT_Master
AImortor
从站 专家过程数据 过程数据 启动参数 EoE 设置 EtherCAT I/O映射 状态 信息
同步管理器
SM 大小 类型
0 0 邮箱输出
1 0 邮箱输入
2 7 输出
3 13 输入
PDO列表:
索引 大小 名称 标.. SM
16#1... 7.0 RxPDO1 Mapping 2
16#1... 19.0 RxPDO2 Mapping F
16#1... 15.0 RxPDO3 Mapping F
16#1... 12.0 RxPDO4 Mapping F
16#1... 13.0 TxPDO1 Mapping 3
16#1... 7.0 TxPDO2 Mapping F
16#1... 7.0 TxPDO3 Mapping F
16#1... 5.0 TxPDO4 Mapping F
PDO分配（16#1C
16#1600
16#1601 (扩展 16#1600)
16#1602 (扩展 16#1600)
16#1603 (扩展 16#1600)
PDO 内容(16#1600):
索引 大小 关.. 名称 类型
16#6... 2.0 0.0 Controlword UINT
16#6... 1.0 2.0 Modes of operation SINT
16#6... 4.0 3.0 Target position DINT
7.0


演示文件.project* - CODESYS
文件 编辑 视图 工程 编译 在线 调试 工具 窗口 帮助
设备
演示文件
Device (CODESYS Control arm CTH3 C36-001S2v28)
PLC
Application
库管理器
PLC_PRG (PRG)
任务配置
EtherCAT_Master
EtherCAT_Master.EtherCAT_Task
MainTask
PLC_PRG
SoftMotion General Axis Pool
EtherCAT_Master (EtherCAT Master)
AImortor (AImortor)
Co-trust LocalBus
Device
EtherCAT_Master
AImortor
从站 过程数据 启动参数 EoE 设置 EtherCAT I/O映射 状态 信息
选择输出
名称 类型 索引
16#1600 RxPDO1 Mappi
Controlword UINT 16#6040
Modes of operation SINT 16#6060
Target position DINT 16#607
16#1601 RxPDO2 Mappi
Controlword UINT 16#6040
Modes of operation SINT 16#6060
Target position DINT 16#607
Profile velocity UDIN 16#6081
Profile acceleration UDIN 16#6083
Profile deceleration UDIN 16#6084
16#1602 RxPDO3 Mappi
Controlword UINT 16#6040
Modes of operation SINT 16#6060
Target velocity DINT 16#60FF
Profile acceleration UDIN 16#6083
Profile deceleration UDIN 16#6084
16#1603 RxPDO4 Mappi
Controlword UINT 16#6040
Modes of operation SINT 16#6060
Homing method SINT 16#6098
Homing speeds-Speed for s UDIN 16#6099
Homing speeds-Speed for z UDIN 16#6099
选择输入
名称 类型 索引
16#1A00 TxPDO1 Ma
Statusword UINT 16#604
Modes of operation displ SINT 16#606
Position actual value DINT 16#606
Velocity actual value DINT 16#606
Torque actual value INT 16#607
16#1A01 TxPDO2 Ma
Statusword UINT 16#604
Modes of operation displ SINT 16#606
Position actual value DINT 16#606
16#1A02 TxPDO3 Ma
Statusword UINT 16#604
Modes of operation displ SINT 16#606
Velocity actual value DINT 16#606
16#1A03 TxPDO4 Ma
Statusword UINT 16#604
Modes of operation displ SINT 16#606
Torque actual value INT 16#607

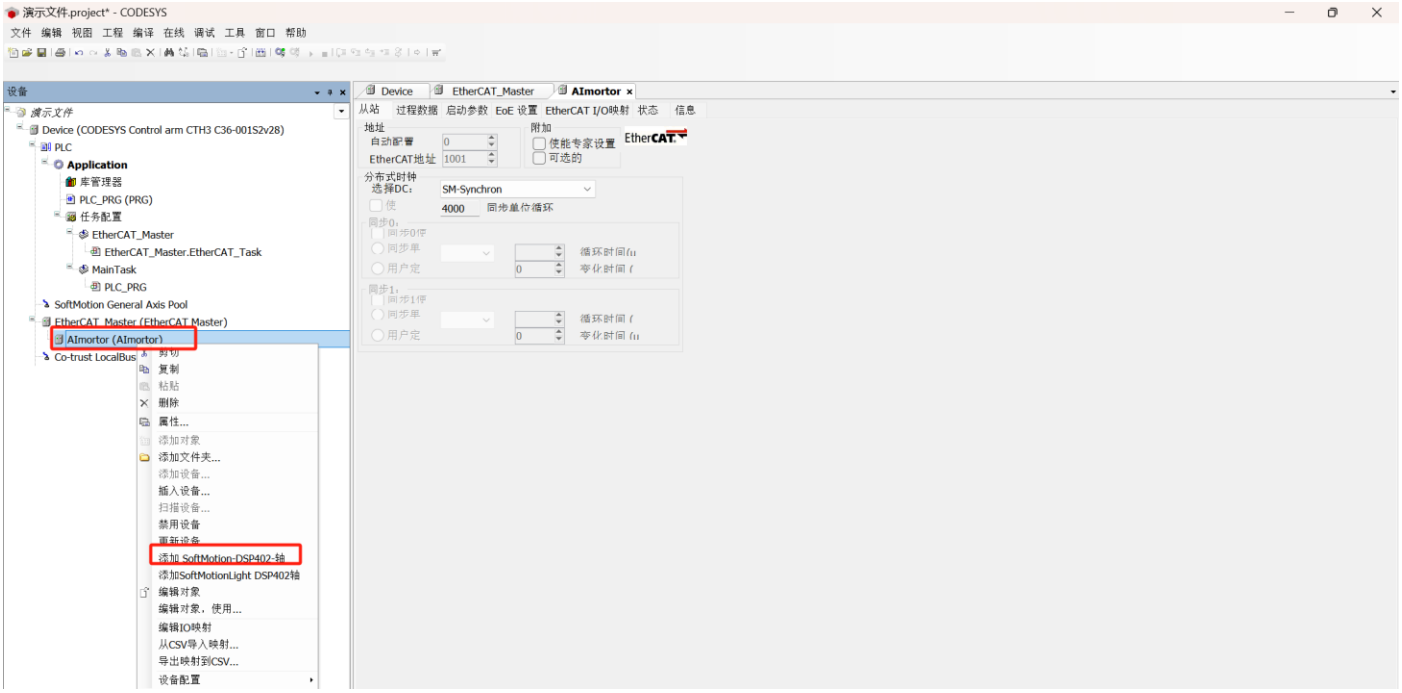
C、配置启动参数（默认）


演示文件.project* - CODESYS
文件 编辑 视图 工程 编译 在线 调试 工具 窗口 帮助
设备
演示文件
Device (CODESYS Control arm CTH3 C36-001S2v28)
PLC
Application
库管理器
PLC_PRG (PRG)
任务配置
EtherCAT_Master
EtherCAT_Master.EtherCAT_Task
MainTask
PLC_PRG
SoftMotion General Axis Pool
EtherCAT_Master (EtherCAT Master)
AImortor (AImortor)
Co-trust LocalBus
Device
EtherCAT_Master
AImortor
从站 过程数据 启动参数 EoE 设置 EtherCAT I/O映射 状态 信息
行 索引: 子索引 名称 值 位长度 如果有错，则退出 如果有错，则跳行 下一行 注释
1 16#6060:16#00 Modes of operation 8 8 0 Modes of operation



7） 添加 DSP402 轴

在左侧树形目录我司从设备上右击弹出下拉框，选择“添加 SoftMotion-DSP402-轴”



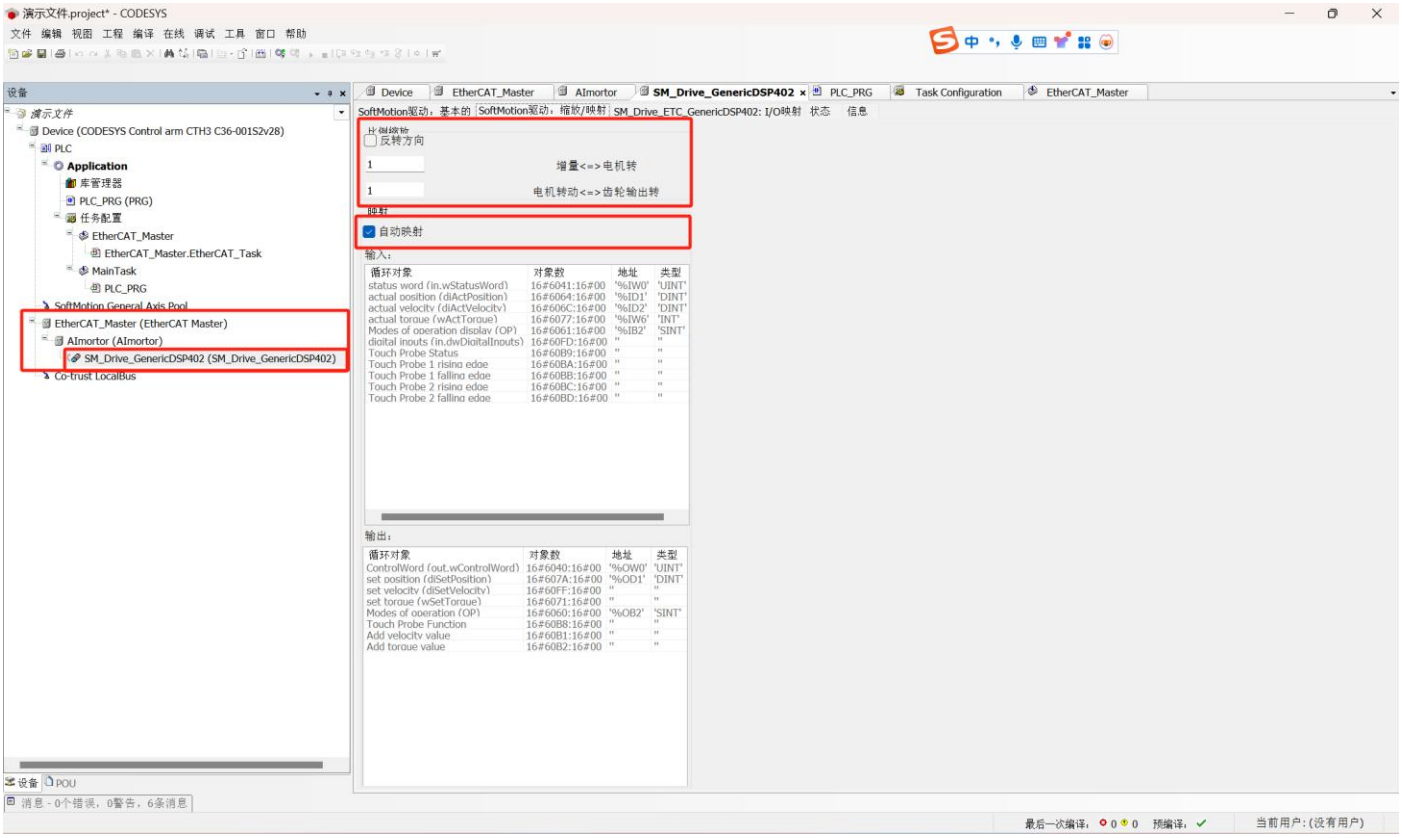
8）配置 DSP402 轴

上一步添加 402 轴后将在从设备下面出现“SM_Drive_GenericDSP402”轴，双击，弹出配置窗口。

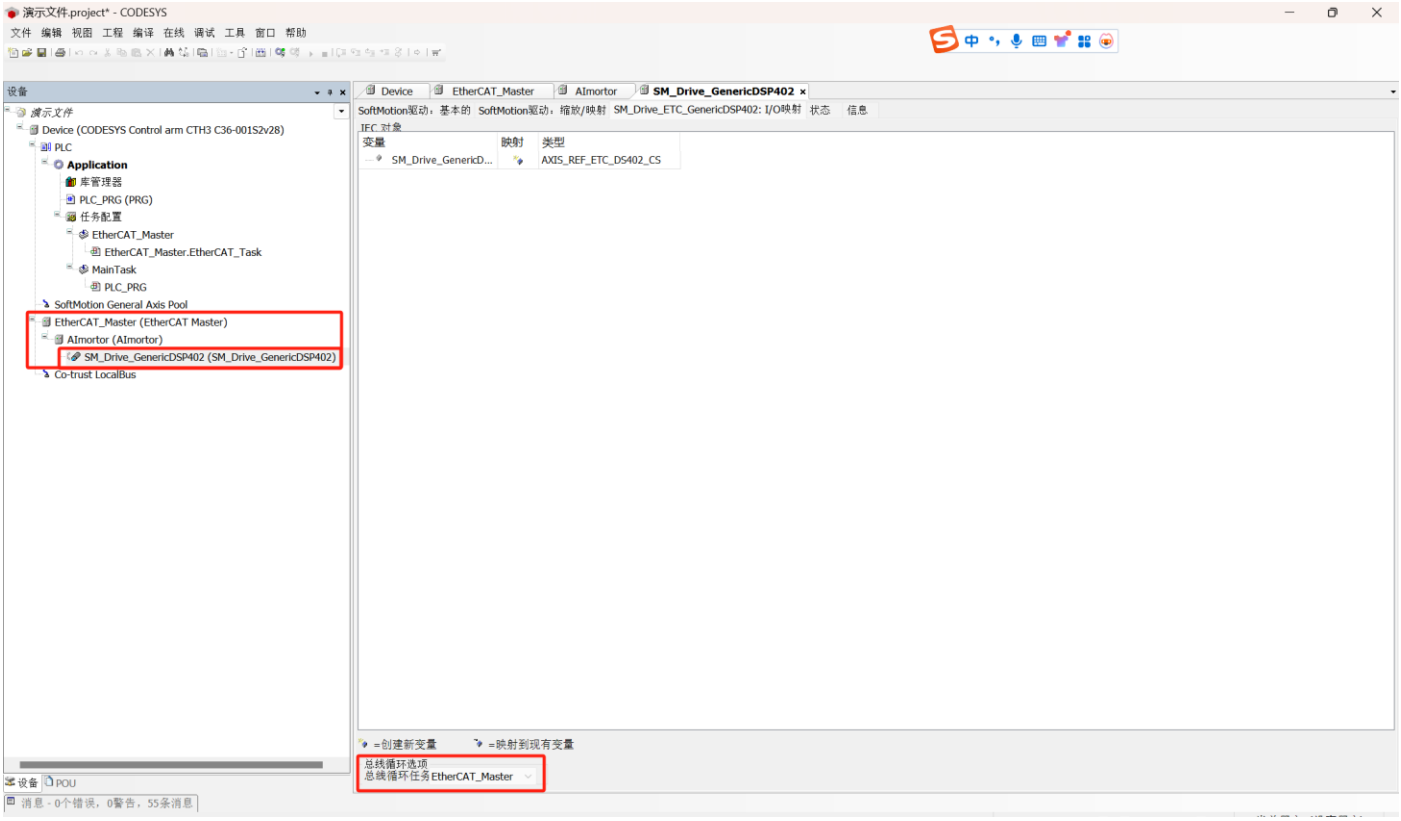
A、配置为限定的轴（也就是线性运动的实物轴）

B、比例缩放：我司产品出厂默认 1000 脉冲一圈，此处设置运动命令 1000 单位对应 1000 脉冲（1 圈）无减速机构。

勾选自动映射：由 PLC 自动分配映射地址。



C、 DSP402:I/O 映射需配置在 EtherCAT_Master 主站任务下



3.3.3 激活配置

先编译，然后配置 PLC 与电脑通讯，将 PLC 处于在线模式进行下载配置，进入运行监控，观察总线运行。

1：如果 EtherCAT_Master 主站未运行，则尝试进行“热、冷复位”操作，或联系 PLC 厂商技术支持；

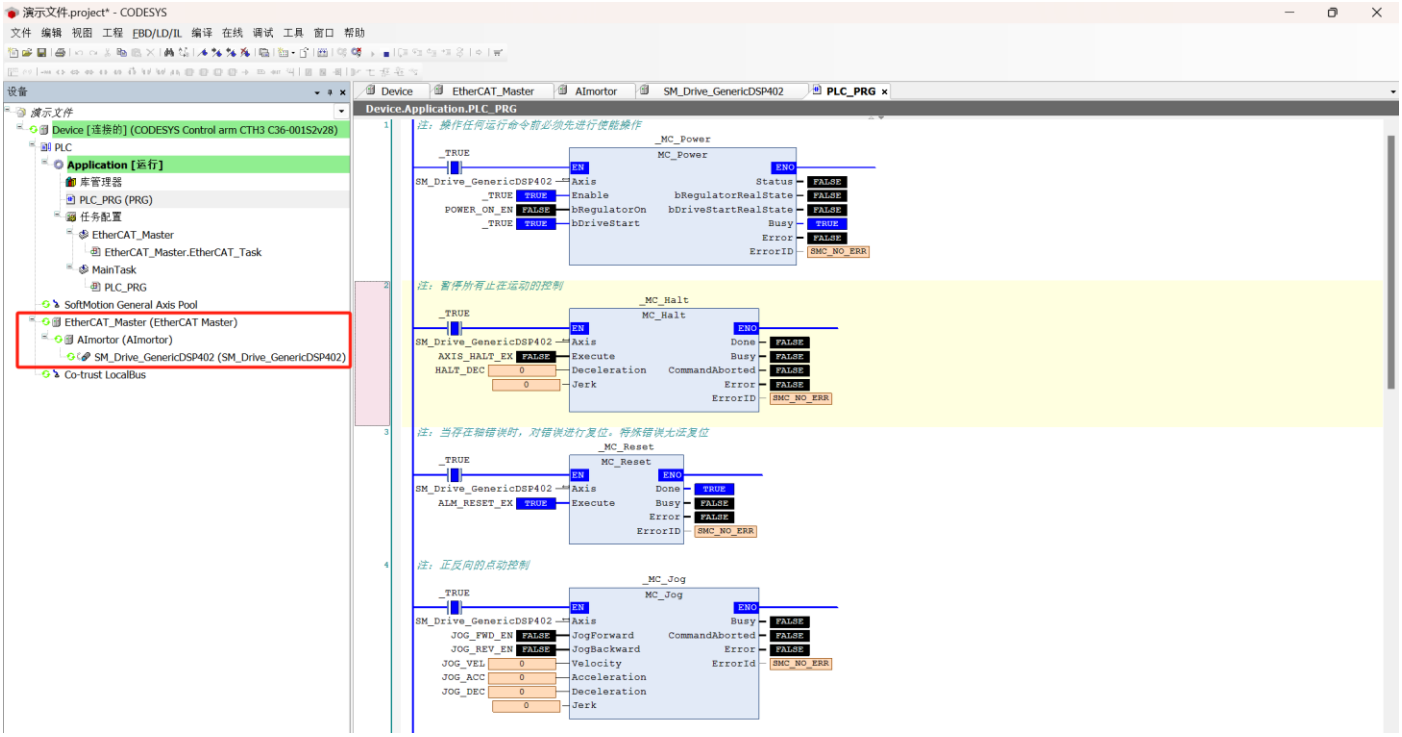
2：如果 AImortor 未运行，则检查网线连接是否正确，从设备是否处于故障状态（可重启从设备复位）。

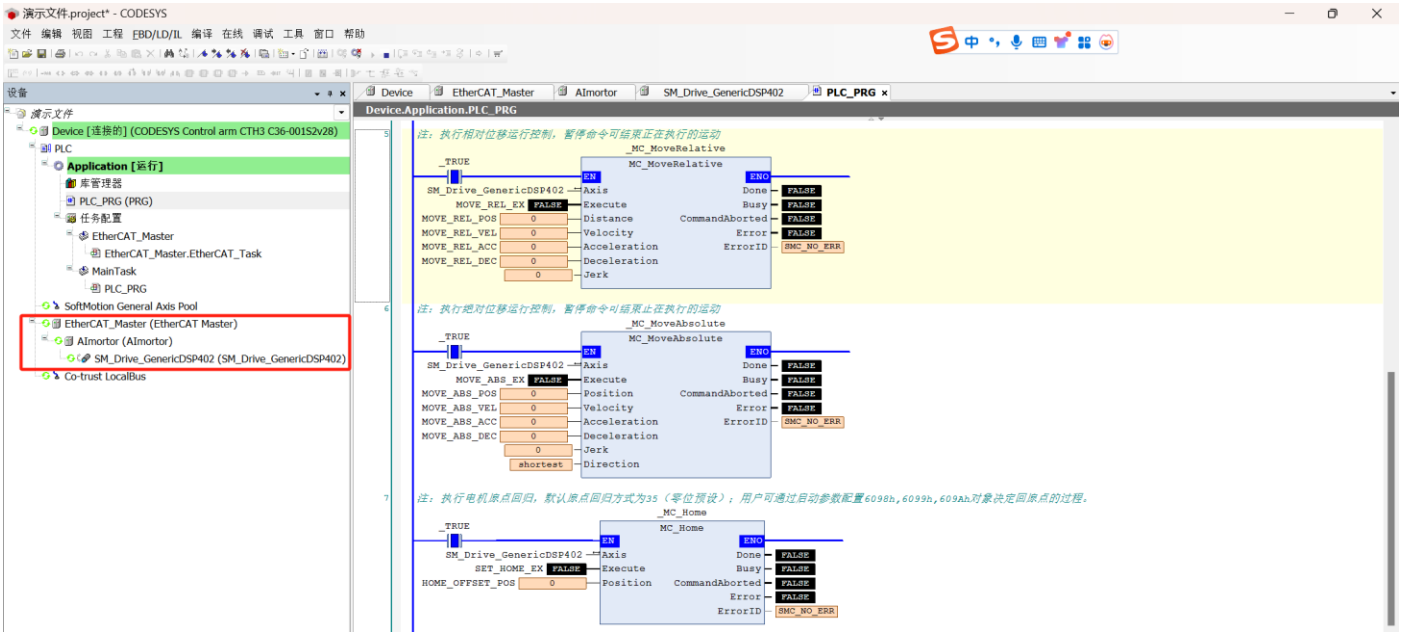
3.3.4 编程控制

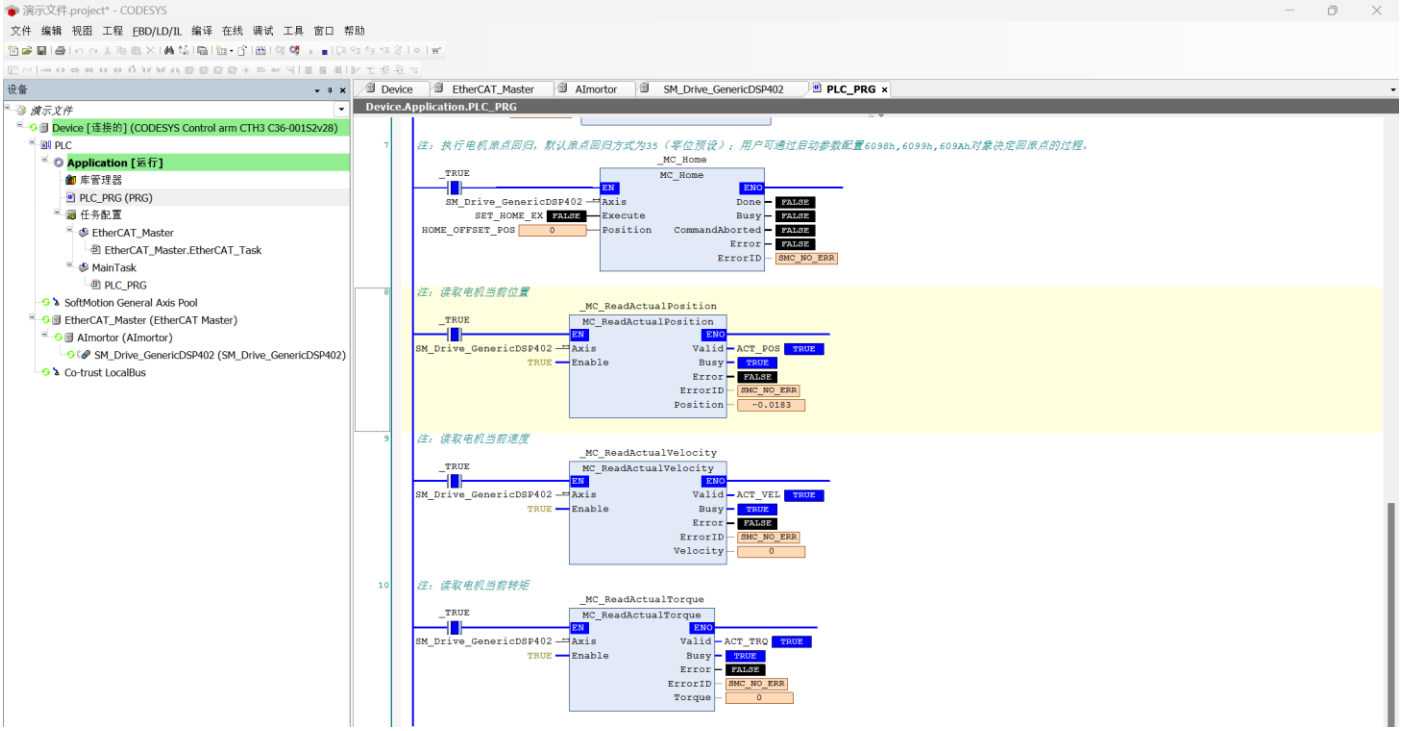
程序参考，以常用的几个运动命令编程演示，实际使用根据工艺要求应用。

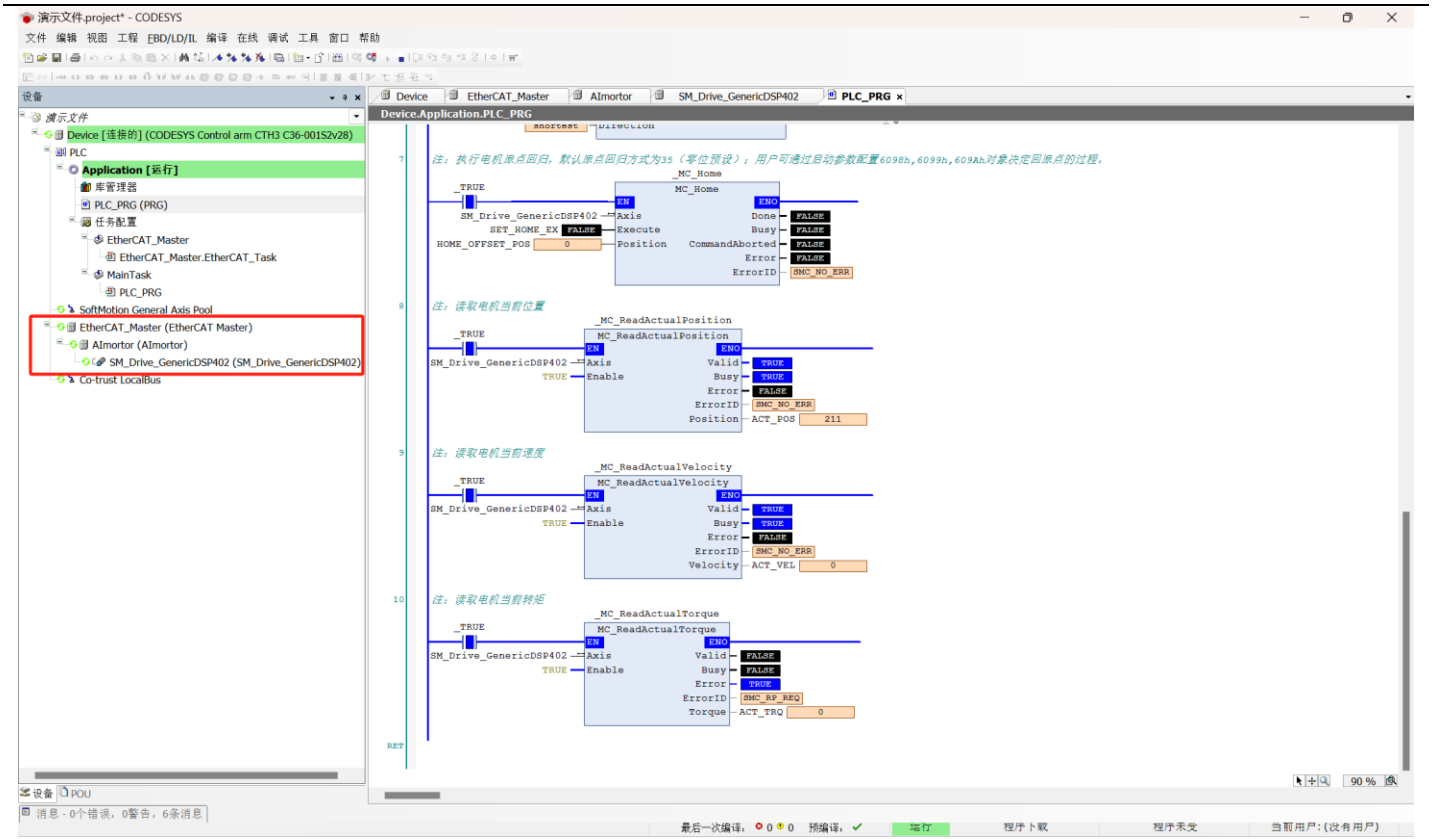
离线编写好程序后，编译通过，进行下载。观察窗口下方 PLC 运行状态，如果 PLC 报错运行超时，请检查 PLC 任务配置或联系 PLC 厂商技术支持。

如果左侧“SM_Drive_GenericDSP402”轴未运行，说明轴指令存在错误，可以执行以便轴故障复位操作 MC_Reset;

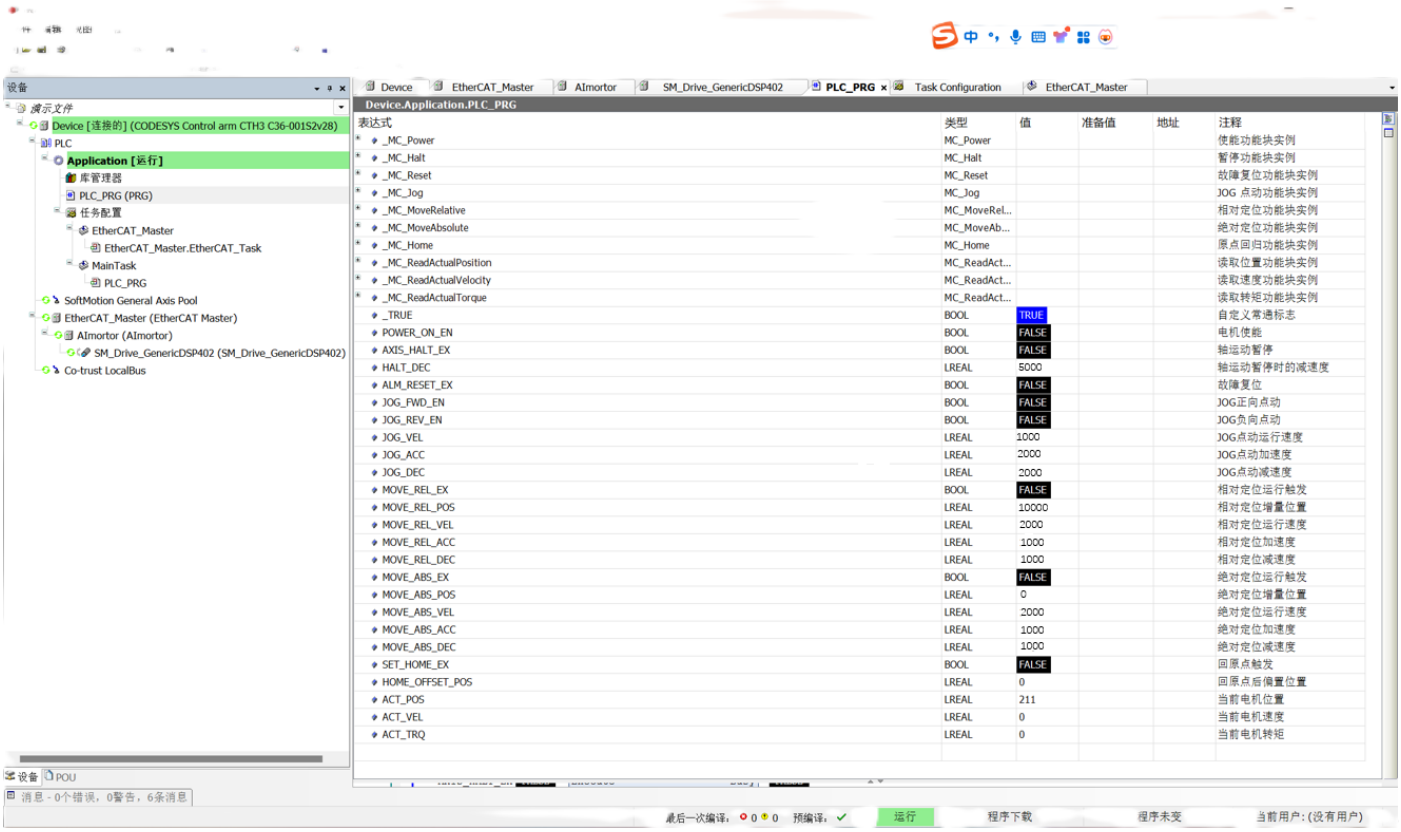



演示文件.project* - CODESYS
文件 编辑 视图 工程 FBD/LD/IL 编译 在线 调试 工具 窗口 帮助
设备
演示文件
Device [连接的] (CODESYS Control arm CTH3 C36-001S2v28)
PLC
Application [运行]
库管理器
PLC_PRG (PRG)
任务配置
EtherCAT_Master
EtherCAT_Master.EtherCAT_Task
MainTask
PLC_PRG
SoftMotion General Axis Pool
EtherCAT_Master (EtherCAT Master)
AImortor (AImortor)
SM_Drive_GenericDSP402 (SM_Drive_GenericDSP402)
Co-trust LocalBus
Device
EtherCAT_Master
AImortor
SM_Drive_GenericDSP402
PLC_PRG
Device.Application.PLC_PRG
注：执行相对位移运行控制，暂停命令可结束正在执行的运动
_MC_MoveRelative
MC_MoveRelative
_TRUE
SM_Drive_GenericDSP402
MOVE_REL_EX FALSE
MOVE_REL_POS 0
MOVE_REL_VEL 0
MOVE_REL_ACC 0
MOVE_REL_DEC 0
0
EN
Axis
Execute
Distance
Velocity
Acceleration
Deceleration
Jerk
ENO
Done FALSE
Busy FALSE
CommandAborted FALSE
Error FALSE
ErrorID SMC_NO_ERR
注：执行绝对位移运行控制，暂停命令可结束正在执行的运动
_MC_MoveAbsolute
MC_MoveAbsolute
MOVE_ABS_EX FALSE
MOVE_ABS_POS 0
MOVE_ABS_VEL 0
MOVE_ABS_ACC 0
MOVE_ABS_DEC 0
0
shortest
Position
Direction
注：执行电机原点回归，默认原点回归方式为35（零位预设）；用户可通过启动参数配置6098h,6099h,609Ah对象决定回原点的过程。
_MC_Home
MC_Home
SET_HOME_EX FALSE
HOME_OFFSET_POS 0


演示文件.project* - CODESYS
文件 编辑 视图 工程 FBD/LD/IL 编译 在线 调试 工具 窗口 帮助
设备
演示文件
Device [连接的] (CODESYS Control arm CTH3 C36-001S2v28)
PLC
Application [运行]
库管理器
PLC_PRG (PRG)
任务配置
EtherCAT_Master
EtherCAT_Master.EtherCAT_Task
MainTask
PLC_PRG
SoftMotion General Axis Pool
EtherCAT_Master (EtherCAT Master)
AImortor (AImortor)
SM_Drive_GenericDSP402 (SM_Drive_GenericDSP402)
Co-trust LocalBus
Device
EtherCAT_Master
AImortor
SM_Drive_GenericDSP402
PLC_PRG
Device.Application.PLC_PRG
注：执行电机原点回归，默认原点回归方式为35（零位预设）；用户可通过启动参数配置6098h,6099h,609Ah对象决定回原点的过程。
_MC_Home
MC_Home
SET_HOME_EX FALSE
HOME_OFFSET_POS 0
注：读取电机当前位置
_MC_ReadActualPosition
MC_ReadActualPosition
Enable
Valid ACT_POS TRUE
Busy TRUE
Error FALSE
ErrorID SMC_NO_ERR
Position -0.0183
注：读取电机当前速度
_MC_ReadActualVelocity
MC_ReadActualVelocity
Valid ACT_VEL TRUE
Velocity 0
注：读取电机当前转矩
_MC_ReadActualTorque
MC_ReadActualTorque
Valid ACT_TRQ TRUE
Torque 0



演示使用的变量表：



表达式	类型	值	准备值	地址	注释
_MC_Power	MC_Power				使能功能块实例
_MC_Halt	MC_Halt				暂停功能块实例
_MC_Reset	MC_Reset				故障复位功能块实例
_MC_Jog	MC_Jog				JOG 点动功能块实例
_MC_MoveRelative	MC_MoveRel...				相对定位功能块实例
_MC_MoveAbsolute	MC_MoveAb...				绝对定位功能块实例
_MC_Home	MC_Home				原点回归功能块实例
_MC_ReadActualPosition	MC_ReadAct...				读取位置功能块实例
_MC_ReadActualVelocity	MC_ReadAct...				读取速度功能块实例
_MC_ReadActualTorque	MC_ReadAct...				读取转矩功能块实例
_TRUE	BOOL	TRUE			自定义常通标志
POWER_ON_EN	BOOL	FALSE			电机使能
AXIS_HALT_EX	BOOL	FALSE			轴运动暂停
HALT_DEC	LREAL	5000			轴运动暂停时的减速度
ALM_RESET_EX	BOOL	FALSE			故障复位
JOG_FWD_EN	BOOL	FALSE			JOG正向点动
JOG_REV_EN	BOOL	FALSE			JOG负向点动
JOG_VEL	LREAL	1000			JOG点动运行速度
JOG_ACC	LREAL	2000			JOG点动加速度
JOG_DEC	LREAL	2000			JOG点动减速度
MOVE_REL_EX	BOOL	FALSE			相对定位运行触发
MOVE_REL_POS	LREAL	10000			相对定位增量位置
MOVE_REL_VEL	LREAL	2000			相对定位运行速度
MOVE_REL_ACC	LREAL	1000			相对定位加速度
MOVE_REL_DEC	LREAL	1000			相对定位减速度
MOVE_ABS_EX	BOOL	FALSE			绝对定位运行触发
MOVE_ABS_POS	LREAL	0			绝对定位增量位置
MOVE_ABS_VEL	LREAL	2000			绝对定位运行速度
MOVE_ABS_ACC	LREAL	1000			绝对定位加速度
MOVE_ABS_DEC	LREAL	1000			绝对定位减速度
SET_HOME_EX	BOOL	FALSE			回原点触发
HOME_OFFSET_POS	LREAL	0			回原点后偏置位置
ACT_POS	LREAL	211			当前电机位置
ACT_VEL	LREAL	0			当前电机速度
ACT_TRQ	LREAL	0			当前电机转矩

3.4 适配欧姆龙 NX/NJ 系列控制器操作案例

下面以欧姆龙 NX/NJ 控制器作为 EtherCAT 主站，演示我司 AIMortor 伺服驱动器的简单配置使用过程。

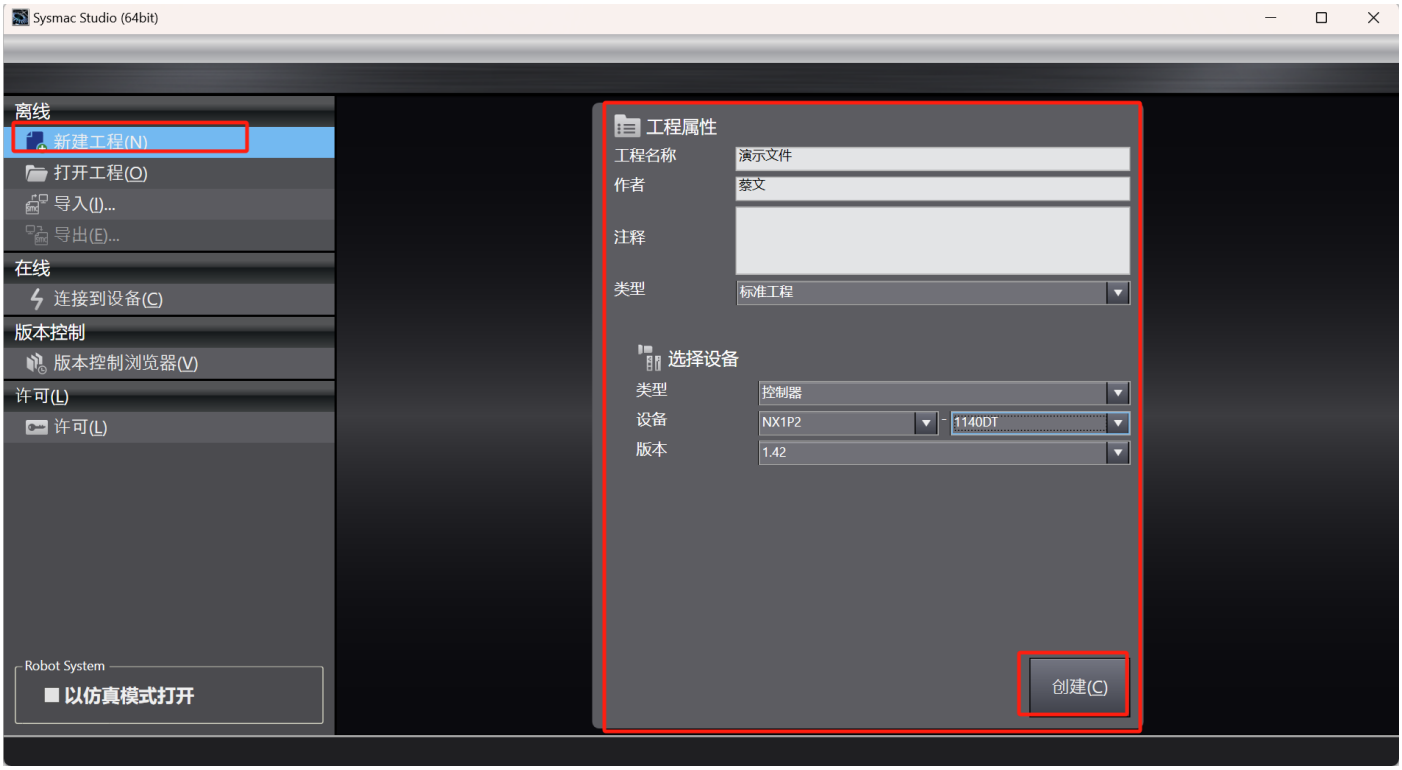
3.4.1 基础搭建

1）首先用户需要有欧姆龙 NX/NJ 系列 PLC 硬件与安装好授权的“Sysmac Studio”编程软件。

2）我司 EtherCAT 产品和 PLC 产品正确上电，将 PLC 的 EtherCAT 的 RJ45 网口插入网线连接至产品的 EtherCAT-IN 的 RJ45 网口（建议使用至少超 5 类网线）。

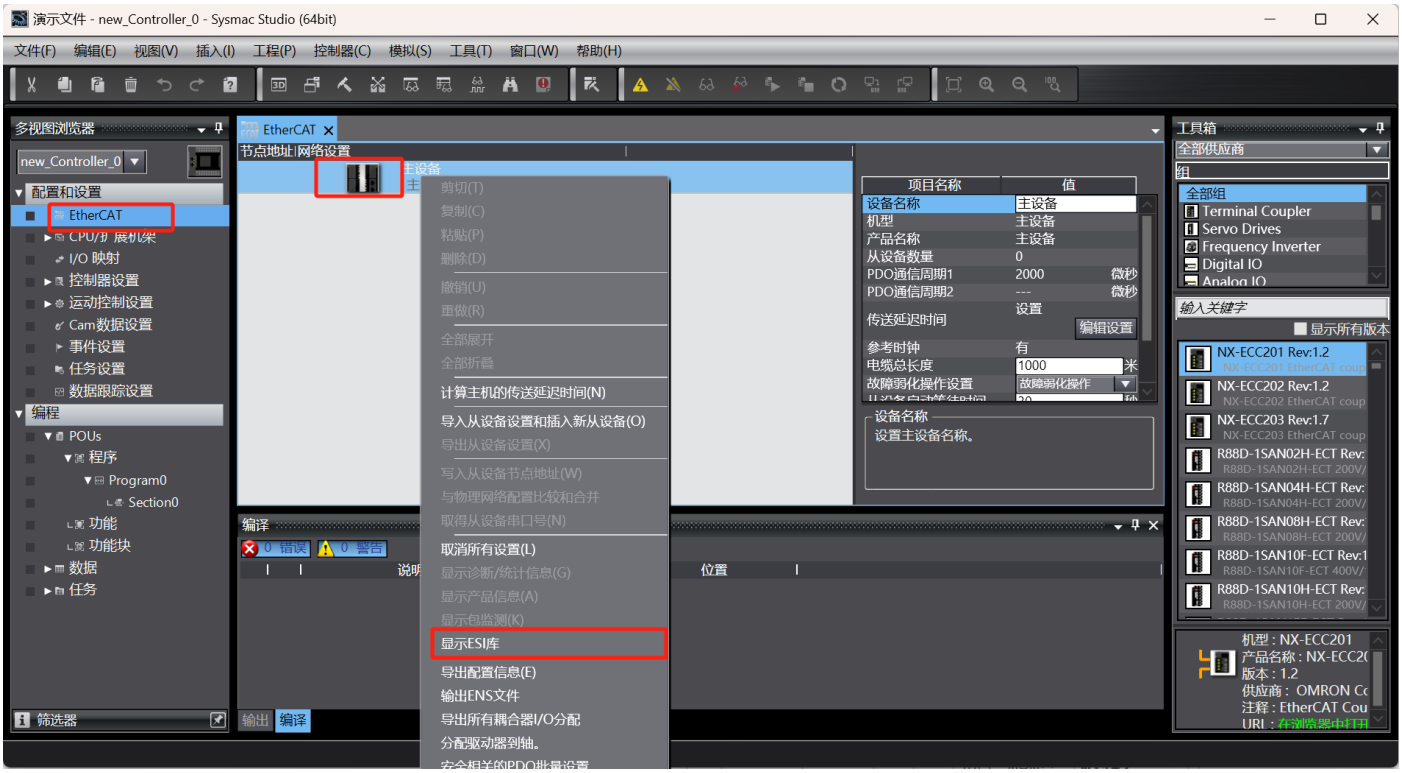
3.4.2 软件配置

1）新建工程

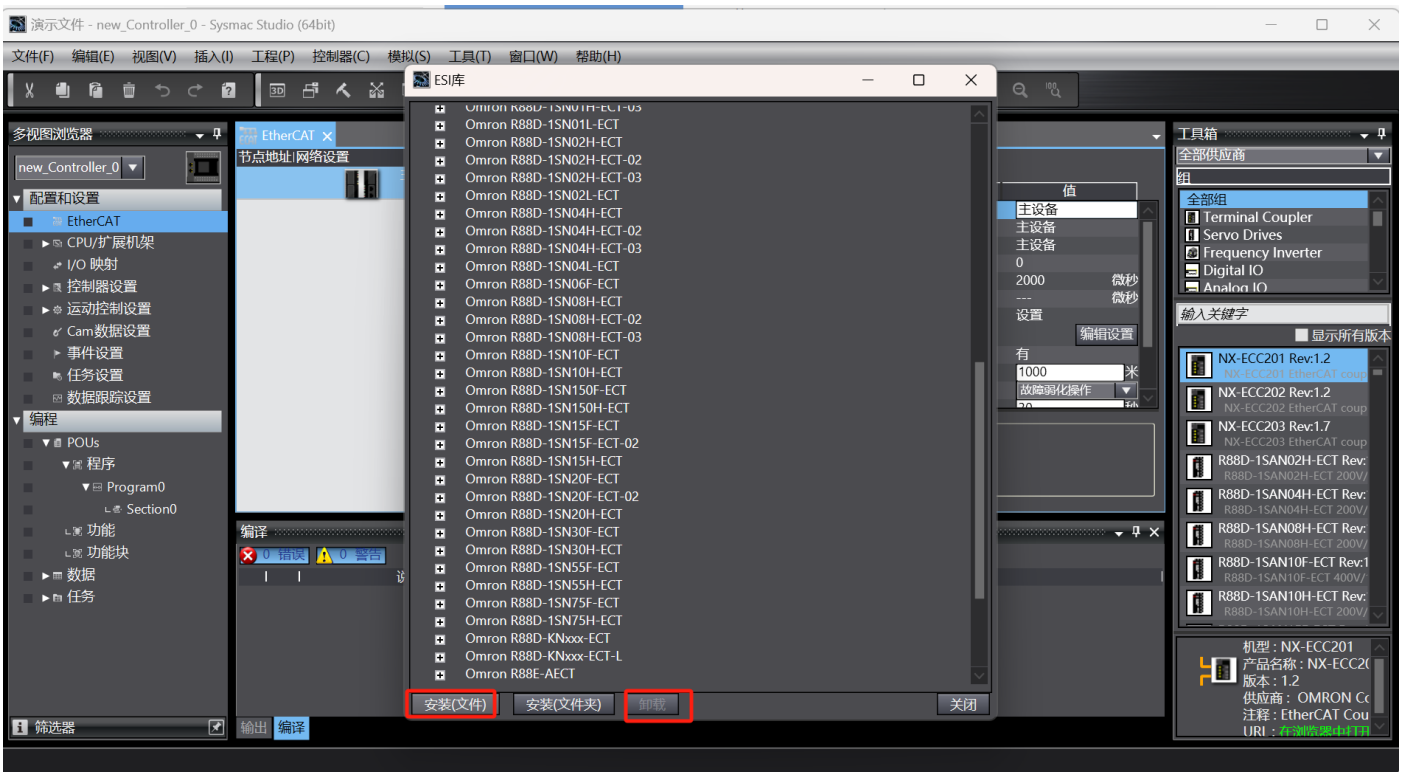


2）导入我司产品 XML 文件我司电机产品的 EtherCAT 配置文件(SH_AIMotor_ECAT.xml)

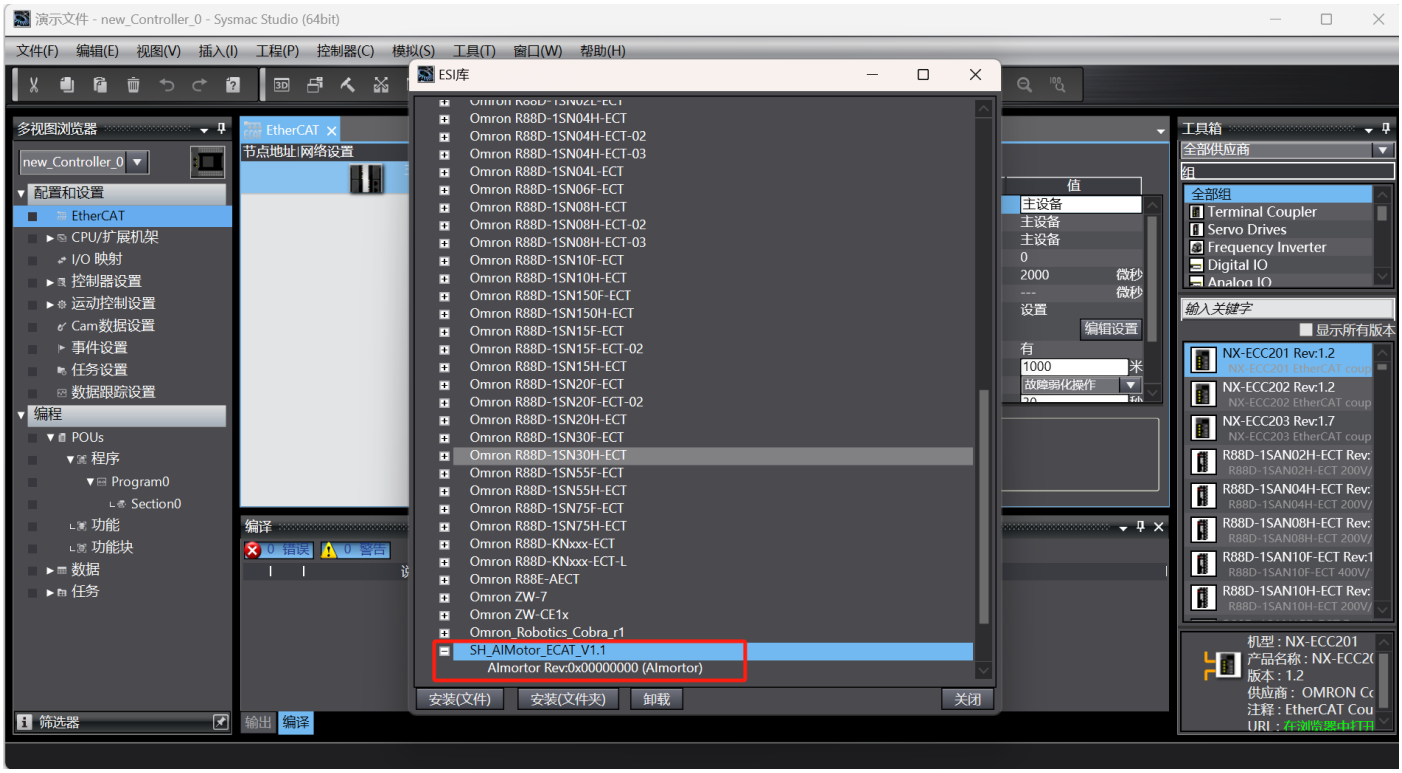
A、先进入“EtherCAT”窗口，在“主设备”上右击显示下拉列表，在下拉列表上选择“显示 ESL 库”；



B、在“ESL 库”窗口，点击“安装”，找到我司的设备 XML 描述文件，进行安装确认即可，如果 XML 文件有升级需替换，则先卸载再安装。，一般安装好 XML 文件后，软件会提醒关闭重启，或重新更新页面。

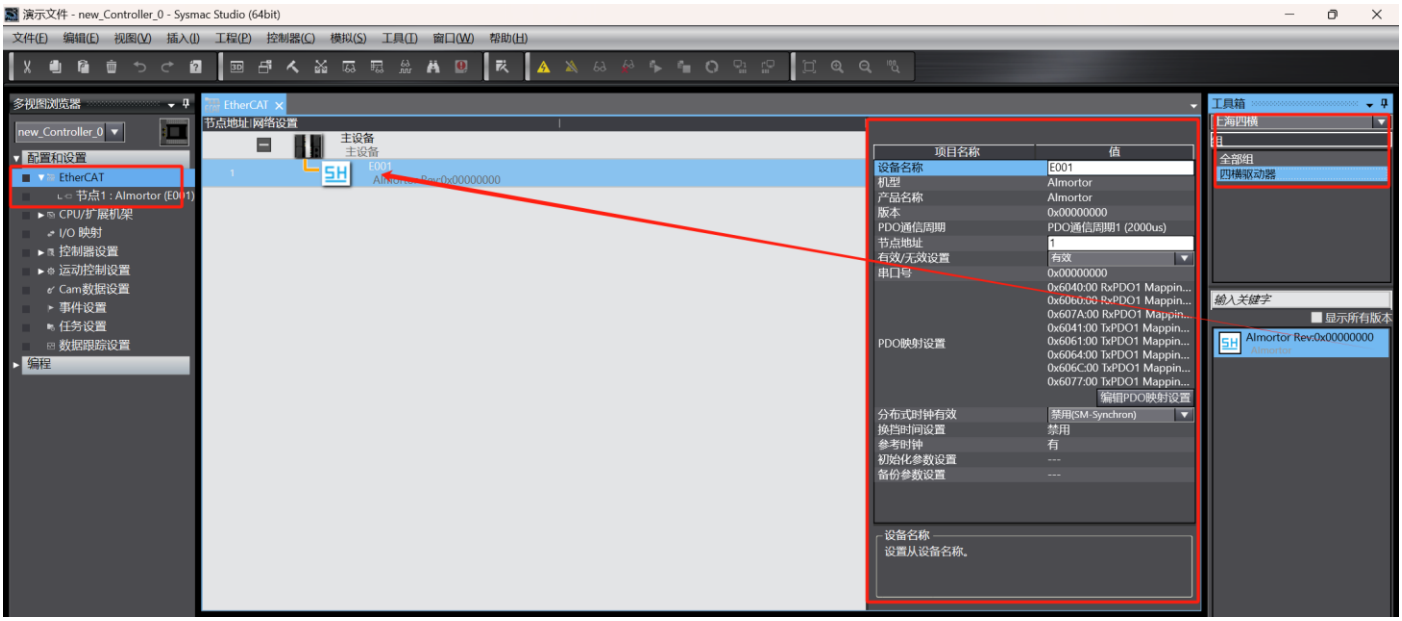


C、正确安装好 XML 文件后，“ESL 库”将显示我司设备信息；

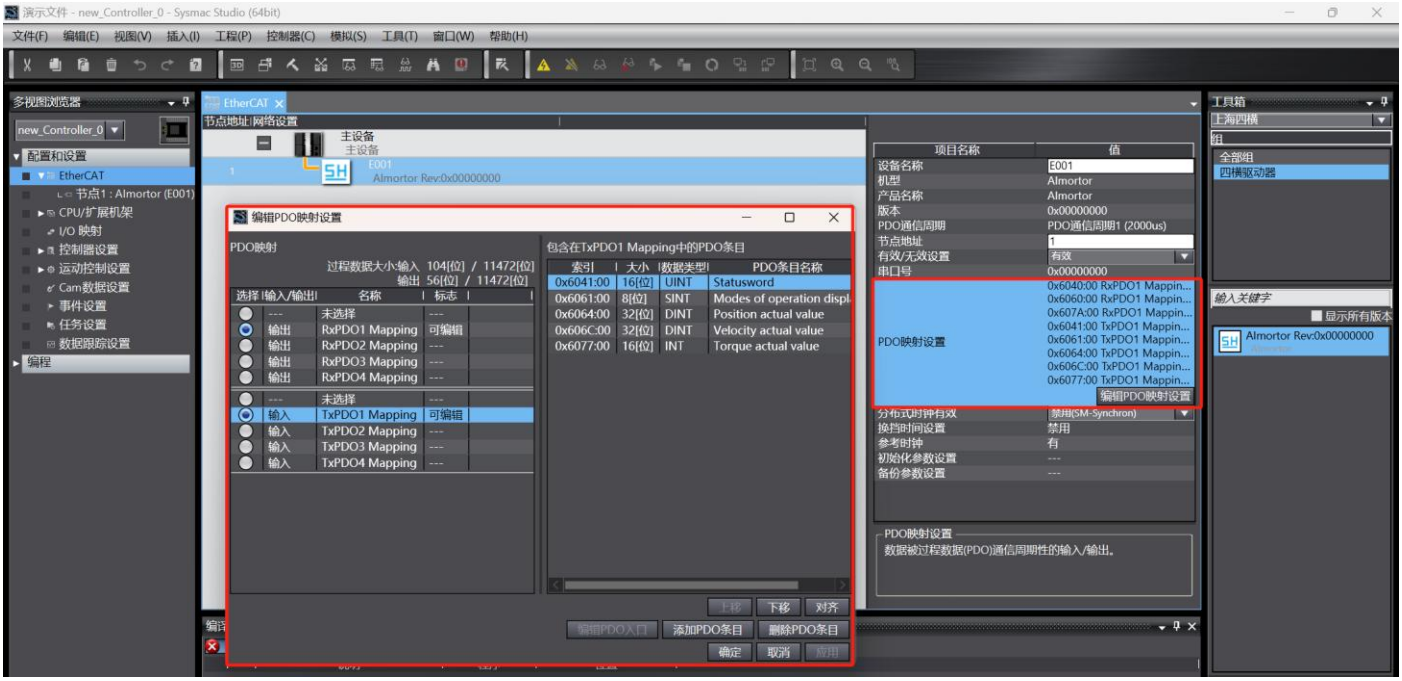


2） 组建 EtherCAT 网络设备

A、 在右侧“工具箱”处。找到我司设备，在设备图标处双击，将设备加入 EtherCAT 网络中。点击 EtherCAT 网络中添加的设备，将显示设备信息，如设备名称，产品名称，节点地址，PDO 映射设置等。

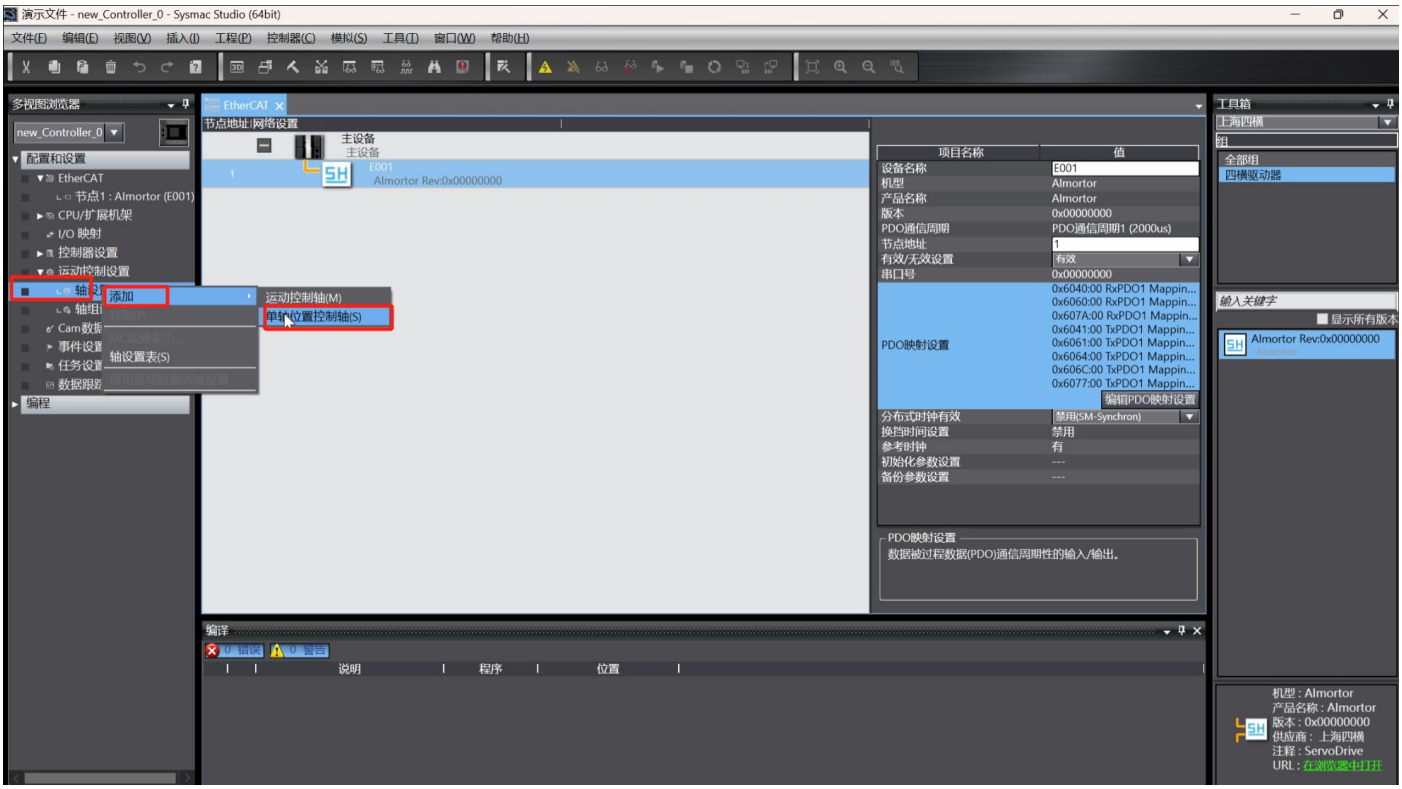


B、PDO 配置，根据用户需求配置需映射的 PDO 对象，本案例使用默认配置即可。

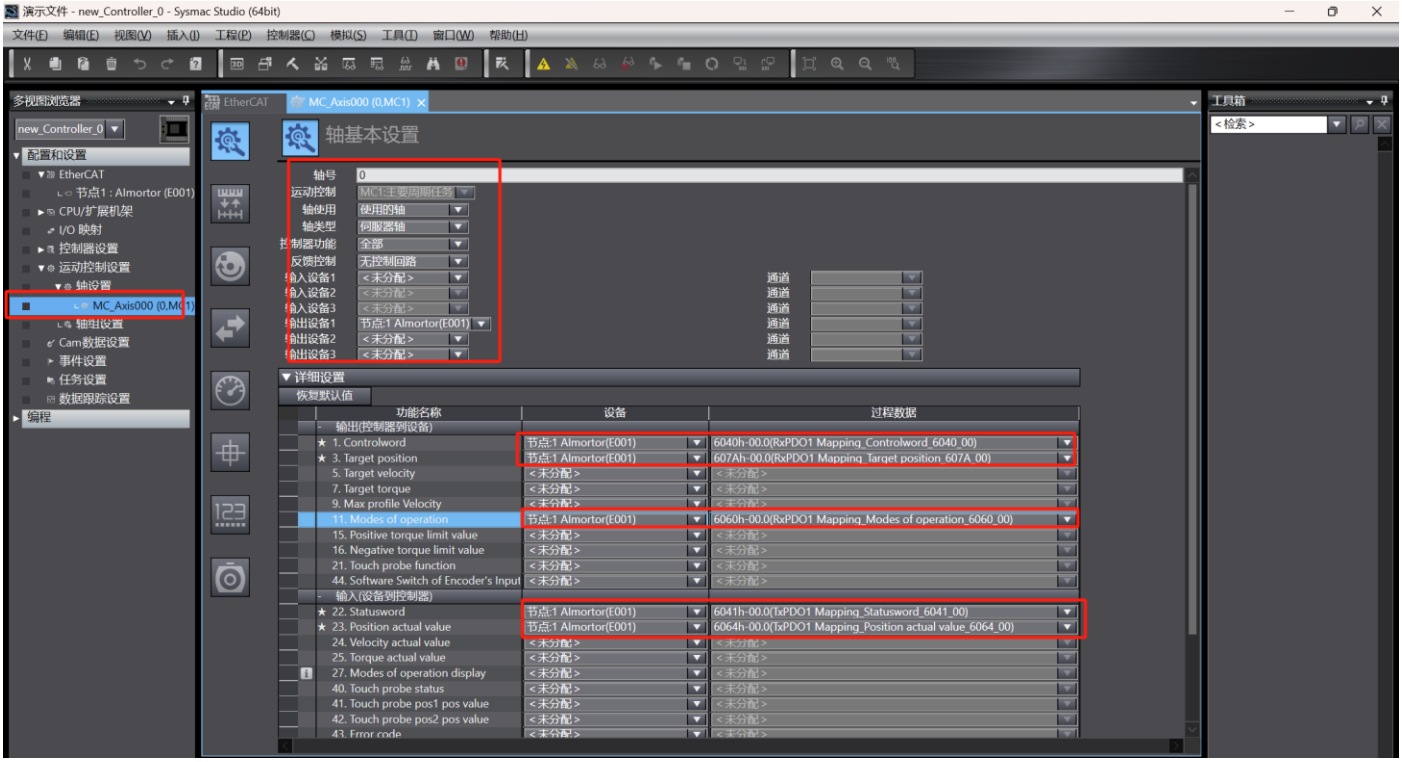


3） 配置 402 轴

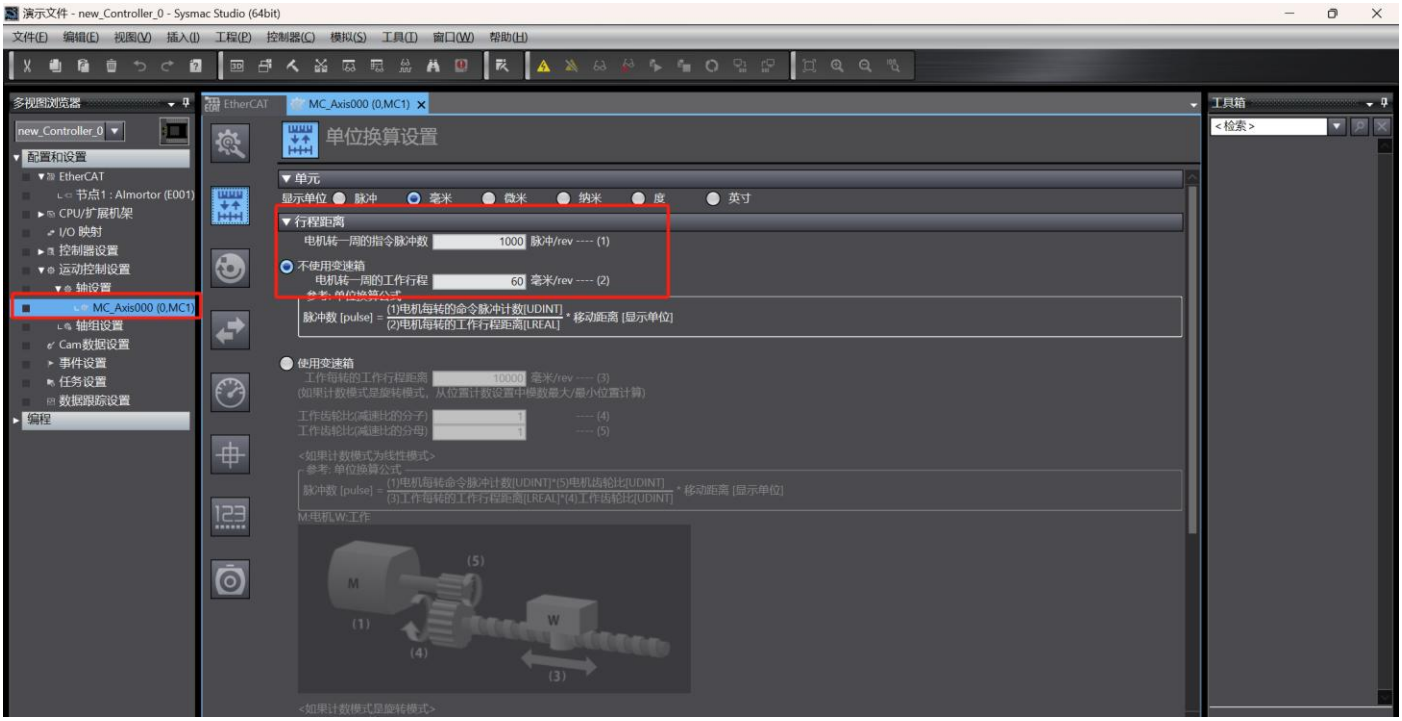
A、在左侧，“轴设置”处右击，下拉框“添加”，下拉框单击“单轴位置控制轴”，如果需要组建轴组，则单击“运动控制轴”，本案例单轴演示。配置完后将显示一个 CIA402 轴“MC_Axis000”。



B、配置轴基本设置，第三方伺服需手动配置页面中下方的“输出”，“输入”映射关联。至少需要关联“6040h,607A,6060h,6041h,6064h”这 5 个对象，否则运动指令无法使用。

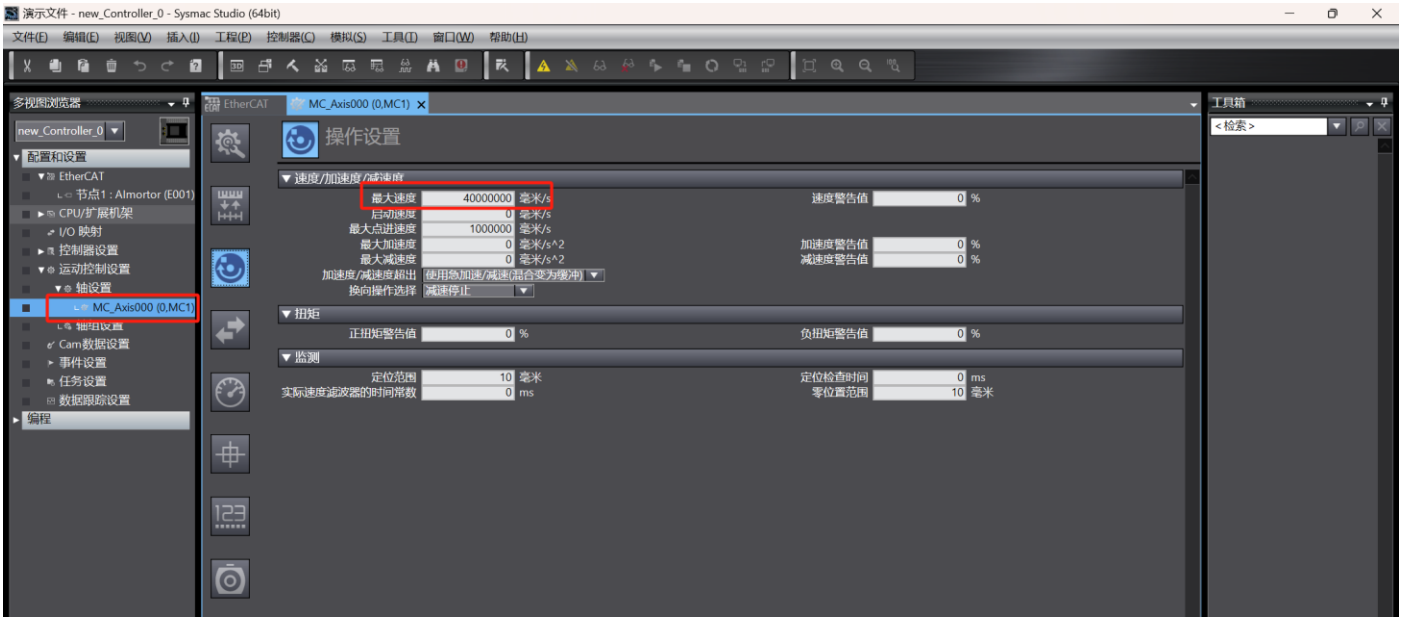


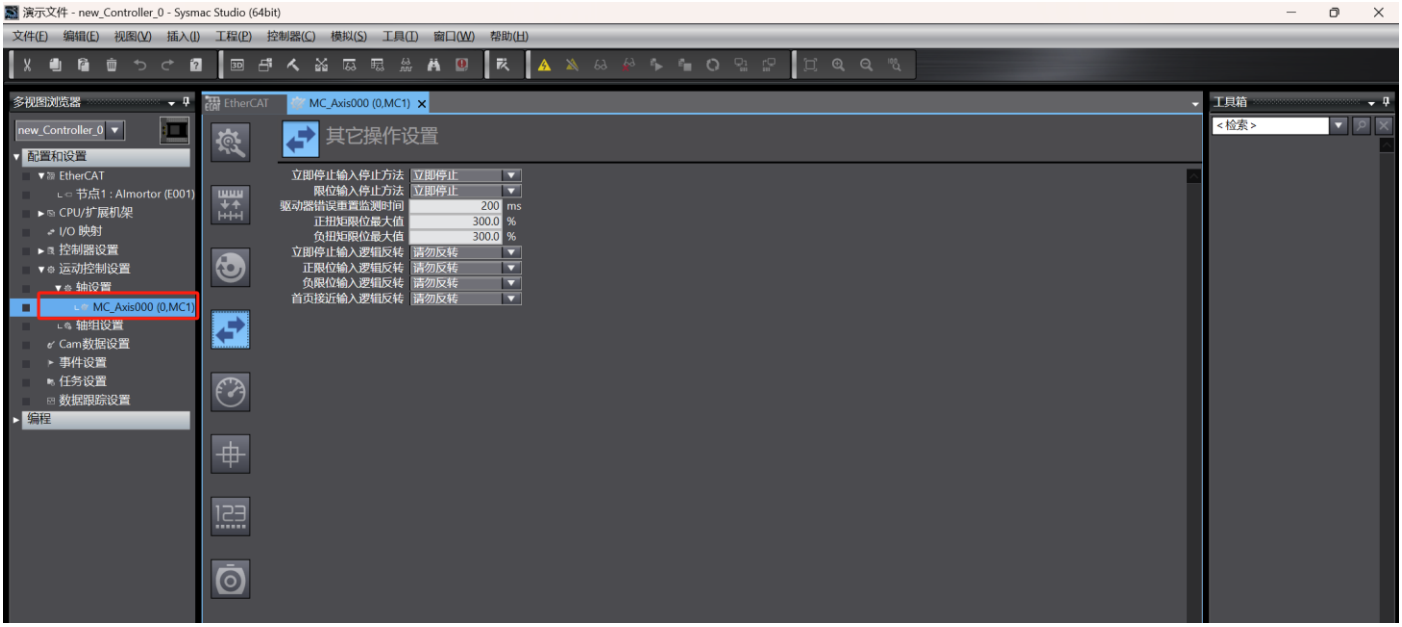
C、配置单位换算，我司产品出厂默认 1000 脉冲一圈，此处设置运动命令 60 单位对应 1000 脉冲（1 圈）无减速机构。

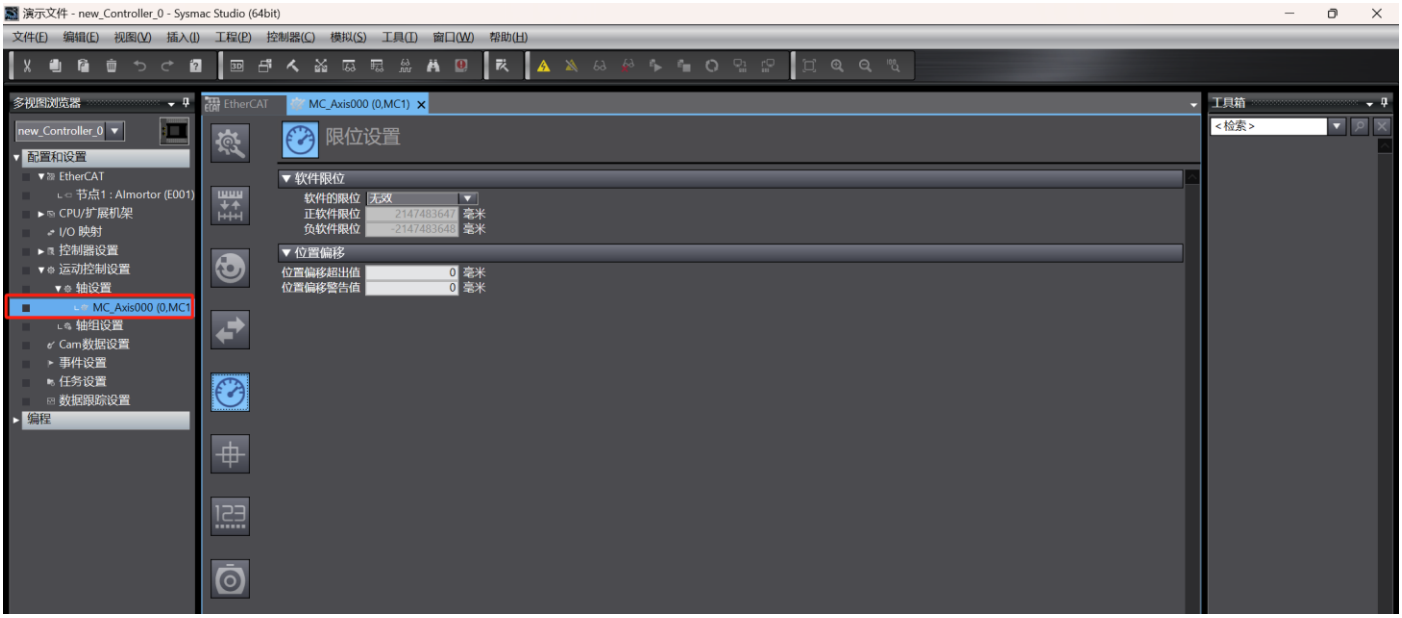


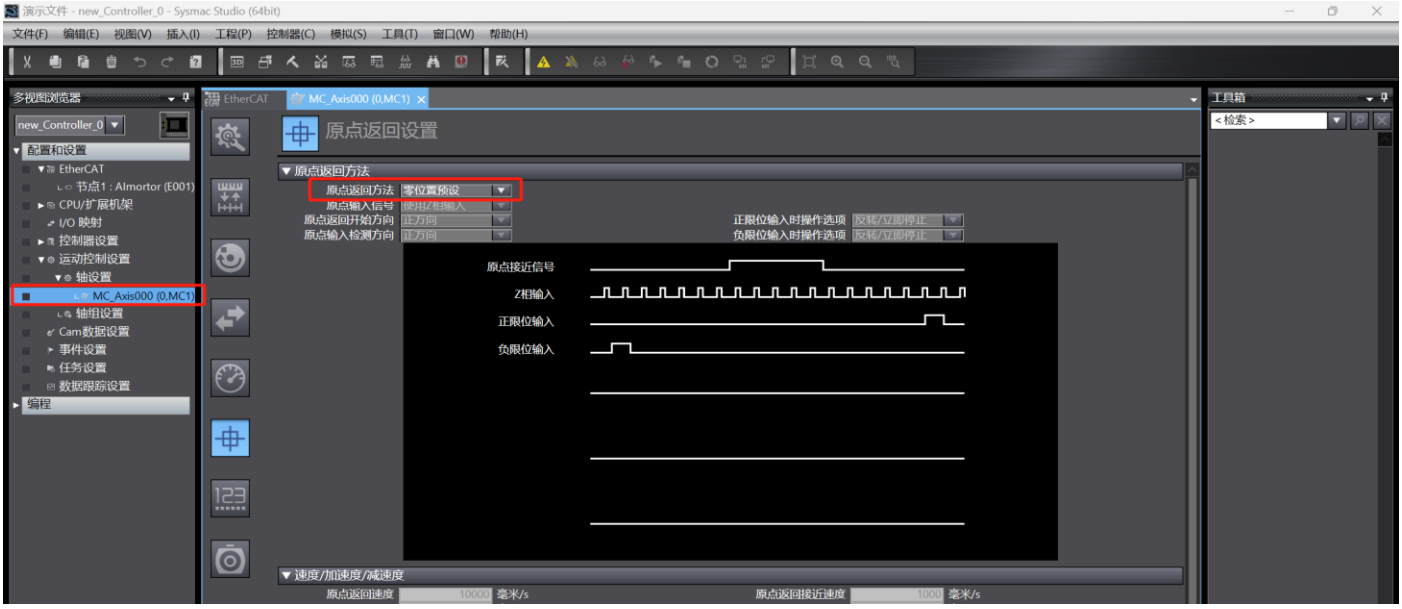
D、其它配置基本使用默认，具体参考下图，不一一列举，具体参考欧姆龙官方相关文档。

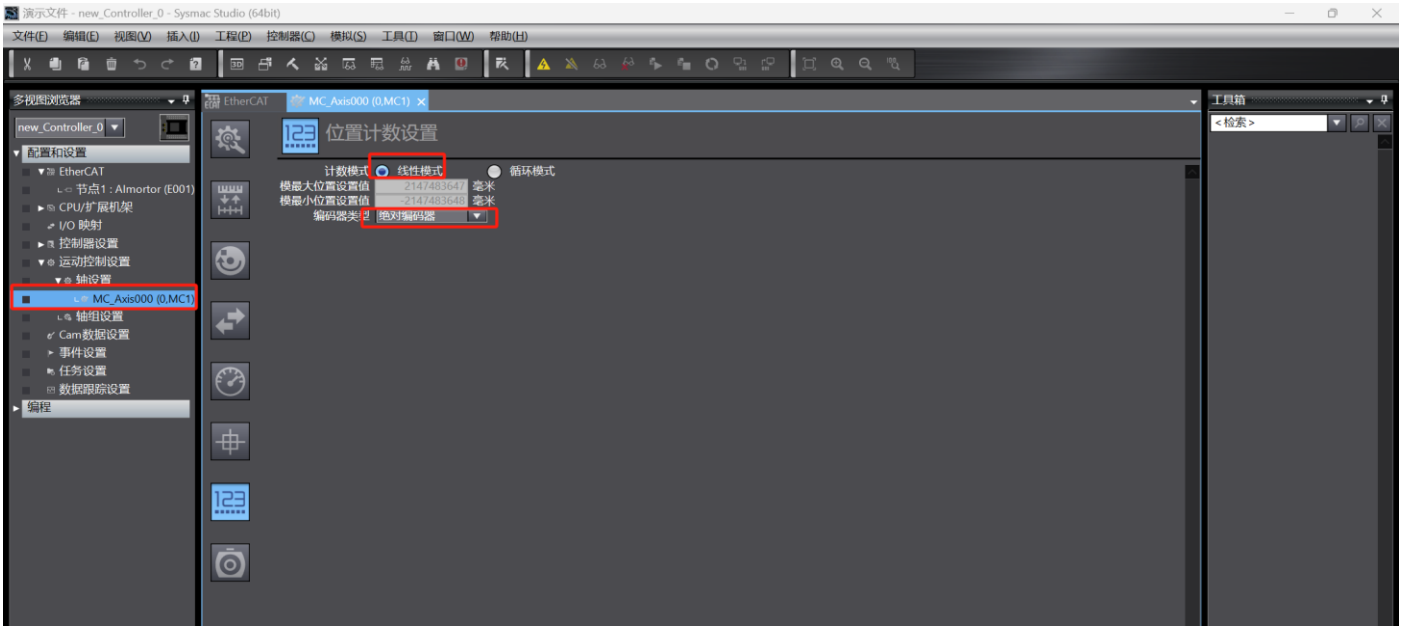
更改的配置有：回原点方式配置为零位预设方法；位置计数模式为线性模式；编码器类型为绝对值编码器。

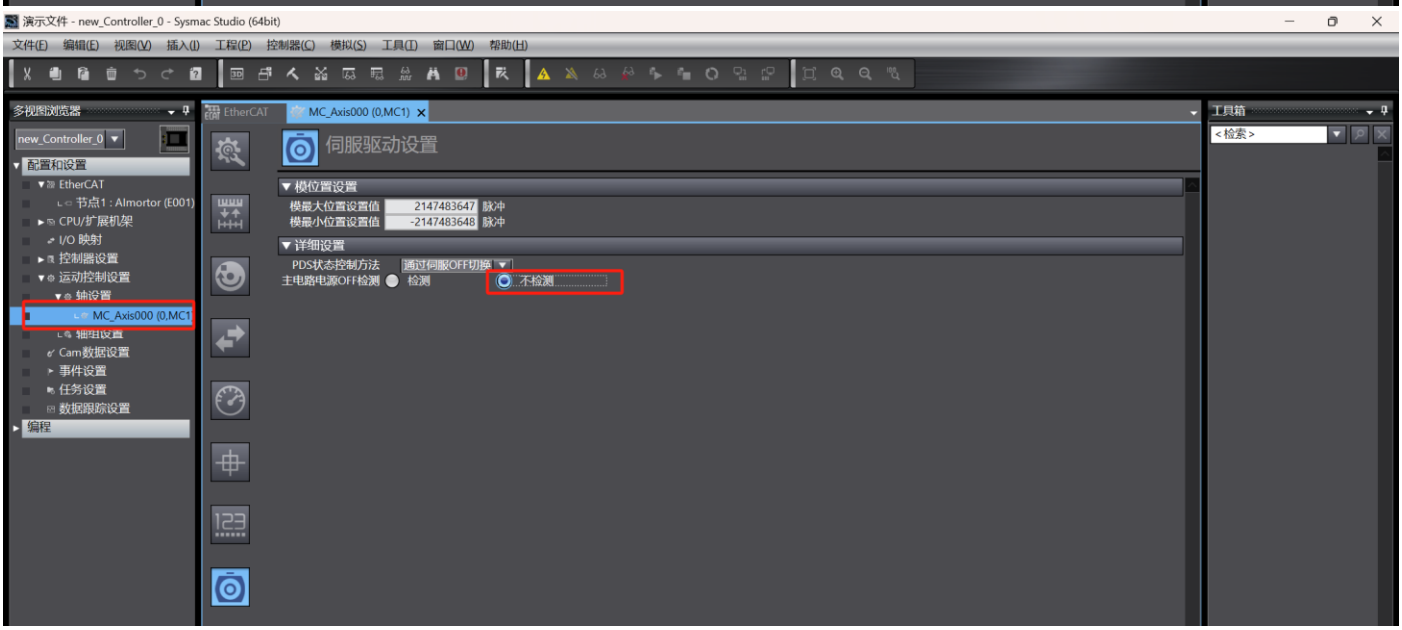

演示文件 - new_Controller_0 - Sysmac Studio (64bit)
文件(F) 编辑(E) 视图(V) 插入(I) 工程(P) 控制器(C) 模拟(S) 工具(T) 窗口(W) 帮助(H)
多视图浏览器
new_Controller_0
配置和设置
EtherCAT
节点1 : Almortor (E001)
CPU/扩展机架
I/O 映射
控制器设置
运动控制设置
轴设置
MC_Axis000 (0,MC1)
轴组设置
Cam数据设置
事件设置
任务设置
数据跟踪设置
编程
EtherCAT
MC_Axis000 (0,MC1)
操作设置
速度/加速度/减速度
最大速度 40000000 毫米/s
启动速度 0 毫米/s
最大点进速度 1000000 毫米/s
最大加速度 0 毫米/s^2
最大减速度 0 毫米/s^2
加速度/减速度超出 使用急加速/减速(混合变为缓冲)
换向操作选择 减速停止
速度警告值 0 %
加速度警告值 0 %
减速度警告值 0 %
扭矩
正扭矩警告值 0 %
负扭矩警告值 0 %
监测
定位范围 10 毫米
实际速度滤波器的时间常数 0 ms
定位检查时间 0 ms
零位置范围 10 毫米
工具箱
<检索>


演示文件 - new_Controller_0 - Sysmac Studio (64bit)
文件(F) 编辑(E) 视图(V) 插入(I) 工程(P) 控制器(C) 模拟(S) 工具(T) 窗口(W) 帮助(H)
多视图浏览器
new_Controller_0
配置和设置
EtherCAT
节点1 : Almortor (E001)
CPU/扩展机架
I/O 映射
控制器设置
运动控制设置
轴设置
MC_Axis000 (0,MC1)
轴组设置
Cam数据设置
事件设置
任务设置
数据跟踪设置
编程
EtherCAT
MC_Axis000 (0,MC1)
其它操作设置
立即停止输入停止方法 立即停止
限位输入停止方法 立即停止
驱动器错误重置监测时间 200 ms
正扭矩限位最大值 300.0 %
负扭矩限位最大值 300.0 %
立即停止输入逻辑反转 请勿反转
正限位输入逻辑反转 请勿反转
负限位输入逻辑反转 请勿反转
首页接近输入逻辑反转 请勿反转
工具箱
<检索>


演示文件 - new_Controller_0 - Sysmac Studio (64bit)
文件(F) 编辑(E) 视图(V) 插入(I) 工程(P) 控制器(C) 模拟(S) 工具(T) 窗口(W) 帮助(H)
多视图浏览器
new_Controller_0
配置和设置
EtherCAT
节点1 : Almortor (E001)
CPU/扩展机架
I/O 映射
控制器设置
运动控制设置
轴设置
MC_Axis000 (0,MC1)
轴组设置
Cam数据设置
事件设置
任务设置
数据跟踪设置
编程
EtherCAT
MC_Axis000 (0,MC1)
限位设置
软件限位
软件的限位 无效
正软件限位 2147483647 毫米
负软件限位 -2147483648 毫米
位置偏移
位置偏移超出值 0 毫米
位置偏移警告值 0 毫米
工具箱
<检索>


演示文件 - new_Controller_0 - Sysmac Studio (64bit)
文件(F) 编辑(E) 视图(V) 插入(I) 工程(P) 控制器(C) 模拟(S) 工具(T) 窗口(W) 帮助(H)
多视图浏览器
new_Controller_0
配置和设置
EtherCAT
节点1 : Almortor (E001)
CPU/扩展机架
I/O 映射
控制器设置
运动控制设置
轴设置
MC_Axis000 (0,MC1)
轴组设置
Cam数据设置
事件设置
任务设置
数据跟踪设置
编程
EtherCAT
MC_Axis000 (0,MC1)
原点返回设置
原点返回方法
原点返回方法 零位置预设
原点输入信号 使用Z相输入
原点返回开始方向 正方向
原点输入检测方向 正方向
正限位输入时操作选项 反转/立即停止
负限位输入时操作选项 反转/立即停止
原点接近信号
Z相输入
正限位输入
负限位输入
速度/加速度/减速度
原点返回速度 10000 毫米/s
原点返回接近速度 1000 毫米/s
工具箱
<检索>

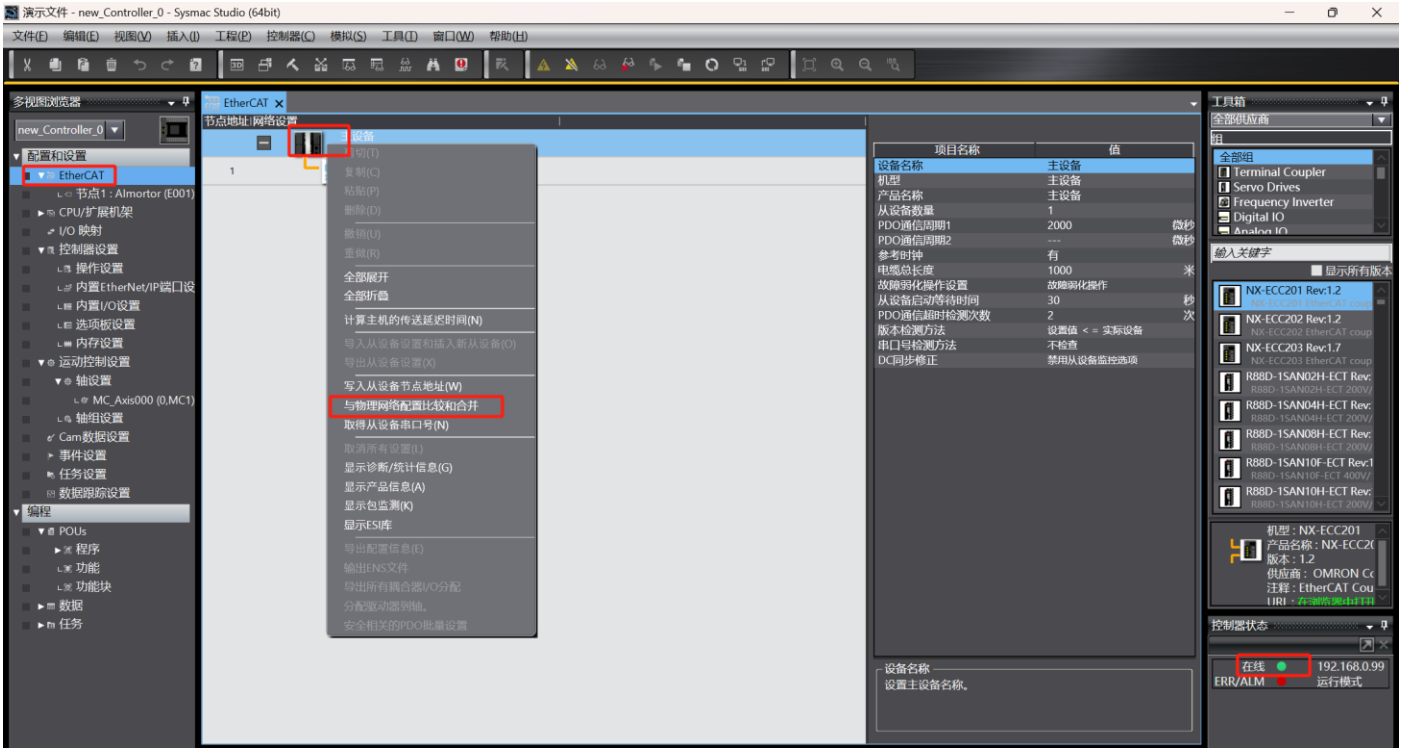

演示文件 - new_Controller_0 - Sysmac Studio (64bit)
文件(F) 编辑(E) 视图(V) 插入(I) 工程(P) 控制器(C) 模拟(S) 工具(T) 窗口(W) 帮助(H)
多视图浏览器
new_Controller_0
配置和设置
EtherCAT
节点1 : Almortor (E001)
CPU/扩展机架
I/O 映射
控制器设置
运动控制设置
轴设置
MC_Axis000 (0,MC1)
轴组设置
Cam数据设置
事件设置
任务设置
数据跟踪设置
编程
EtherCAT
MC_Axis000 (0,MC1)
位置计数设置
计数模式 线性模式 循环模式
模最大位置设置值 2147483647 毫米
模最小位置设置值 -2147483648 毫米
编码器类型 绝对编码器
工具箱
<检索>


演示文件 - new_Controller_0 - Sysmac Studio (64bit)
文件(F) 编辑(E) 视图(V) 插入(I) 工程(P) 控制器(C) 模拟(S) 工具(T) 窗口(W) 帮助(H)
多视图浏览器
new_Controller_0
配置和设置
EtherCAT
节点1 : Almortor (E001)
CPU/扩展机架
I/O 映射
控制器设置
运动控制设置
轴设置
MC_Axis000 (0,MC1)
轴组设置
Cam数据设置
事件设置
任务设置
数据跟踪设置
编程
EtherCAT
MC_Axis000 (0,MC1)
伺服驱动设置
模位置设置
模最大位置设置值 2147483647 脉冲
模最小位置设置值 -2147483648 脉冲
详细设置
PDS状态控制方法 通过伺服OFF切换
主电路电源OFF检测 检测 不检测
工具箱
<检索>

3.4.3 在线节点分配

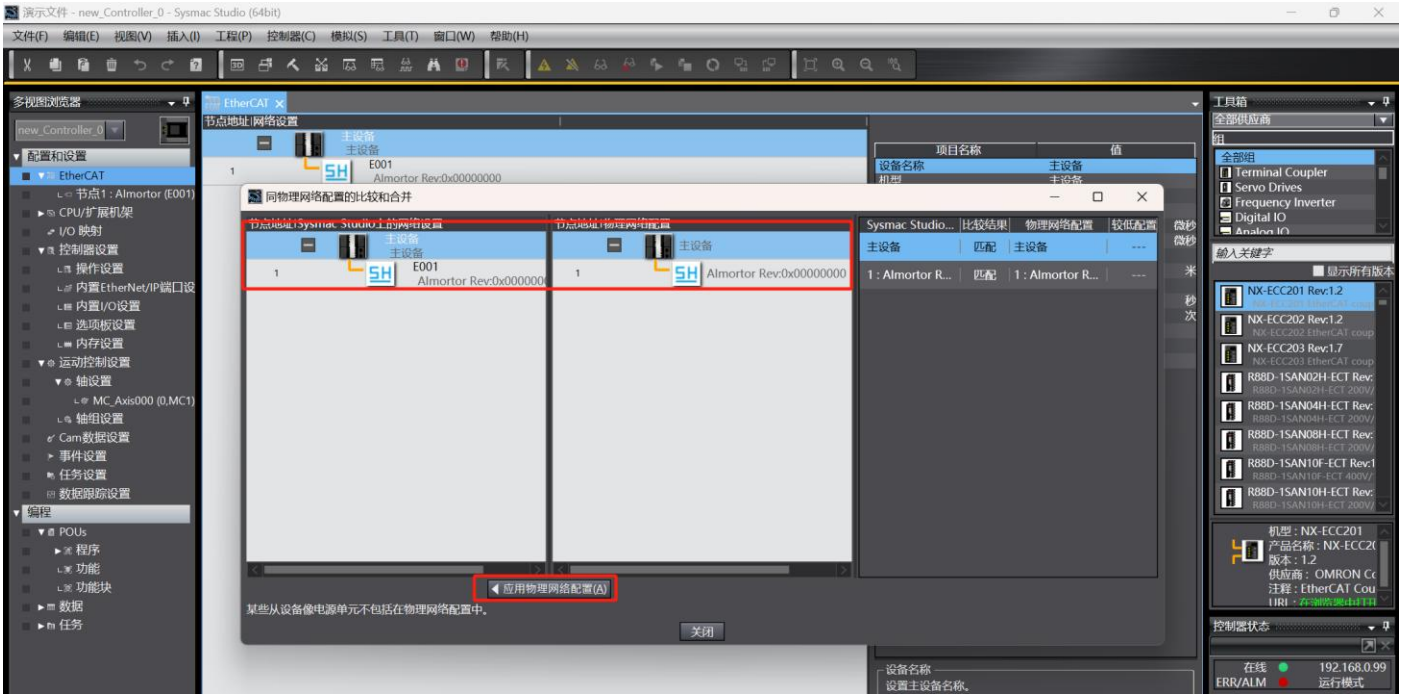
1）首先，将 PLC 进行正确的通讯连接，并处于“在线”状态。

然后再“EtherCAT”主设备上右击，单击下拉“与物理网络配置比较合并”，PLC 将扫描网络上实际的从站。



2）如果实际网络上的从站节点地址与软件配置的地址不一致，单击“应用物理网络配置”并确认。然后软件将从站设备断电重启生效配置的地址。目的是以实际为准。这可能是多个从站在网络上连接的顺序有关。

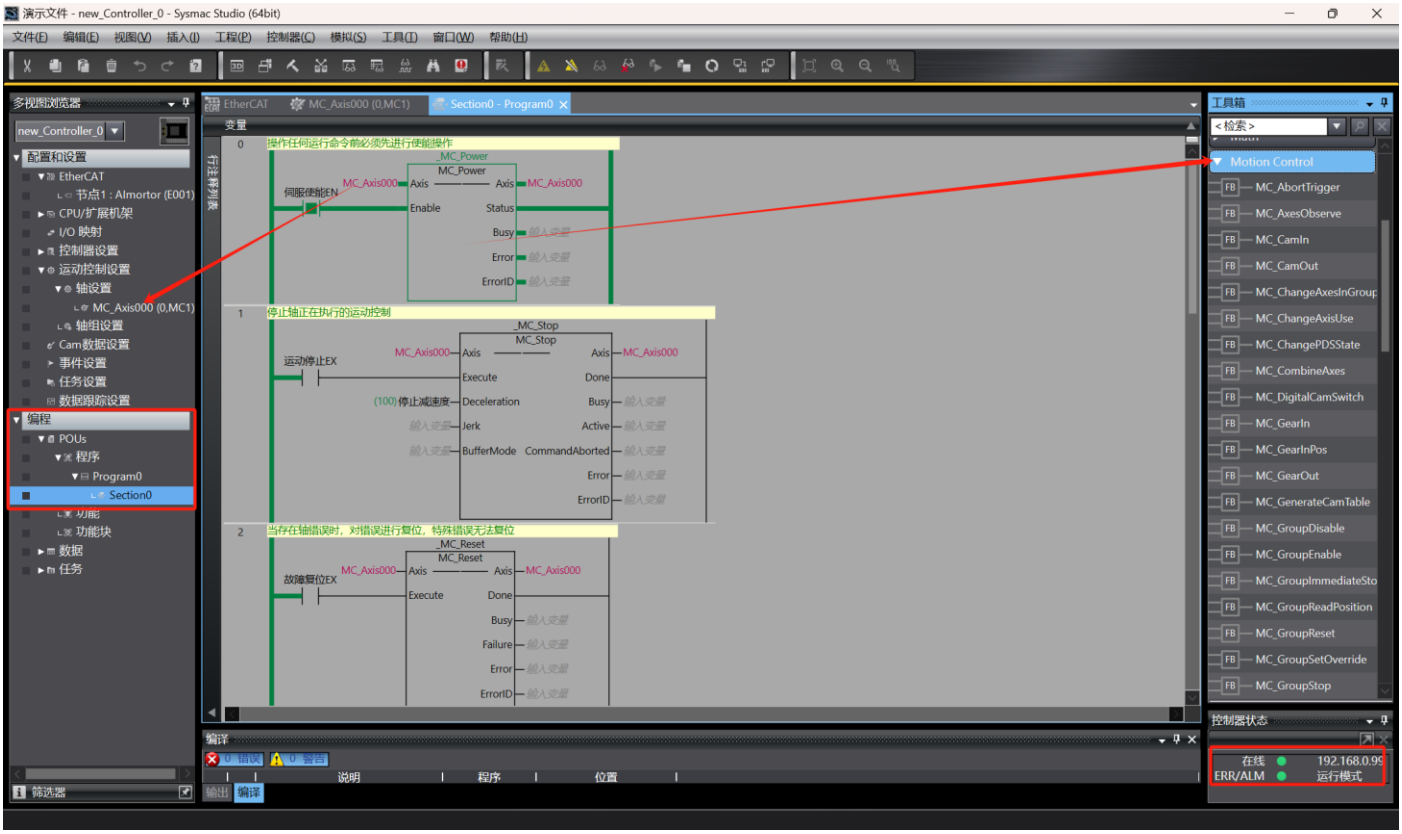
如果未显示物理网络的从站节点，需检查从站是否上电和网线连接是否正确

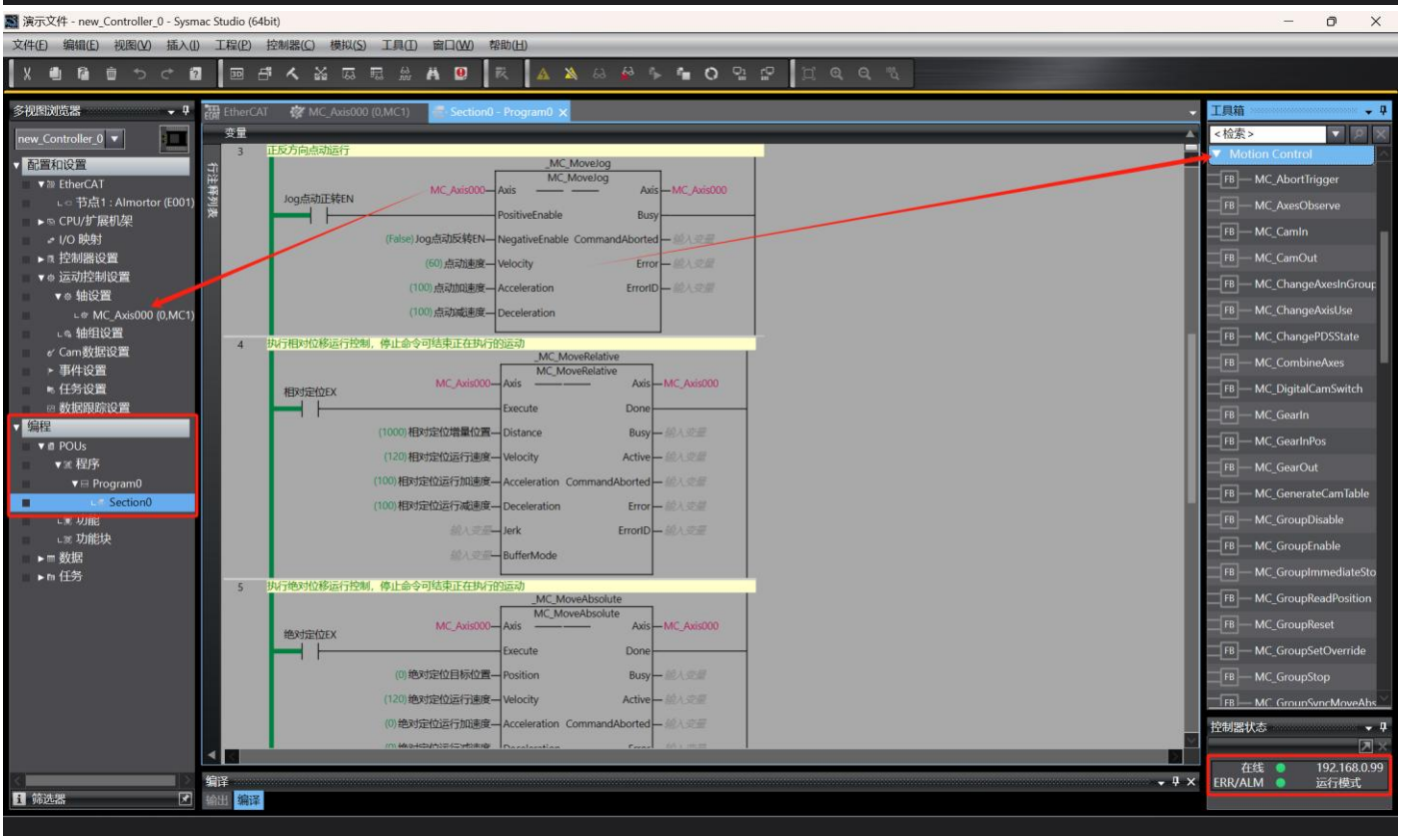


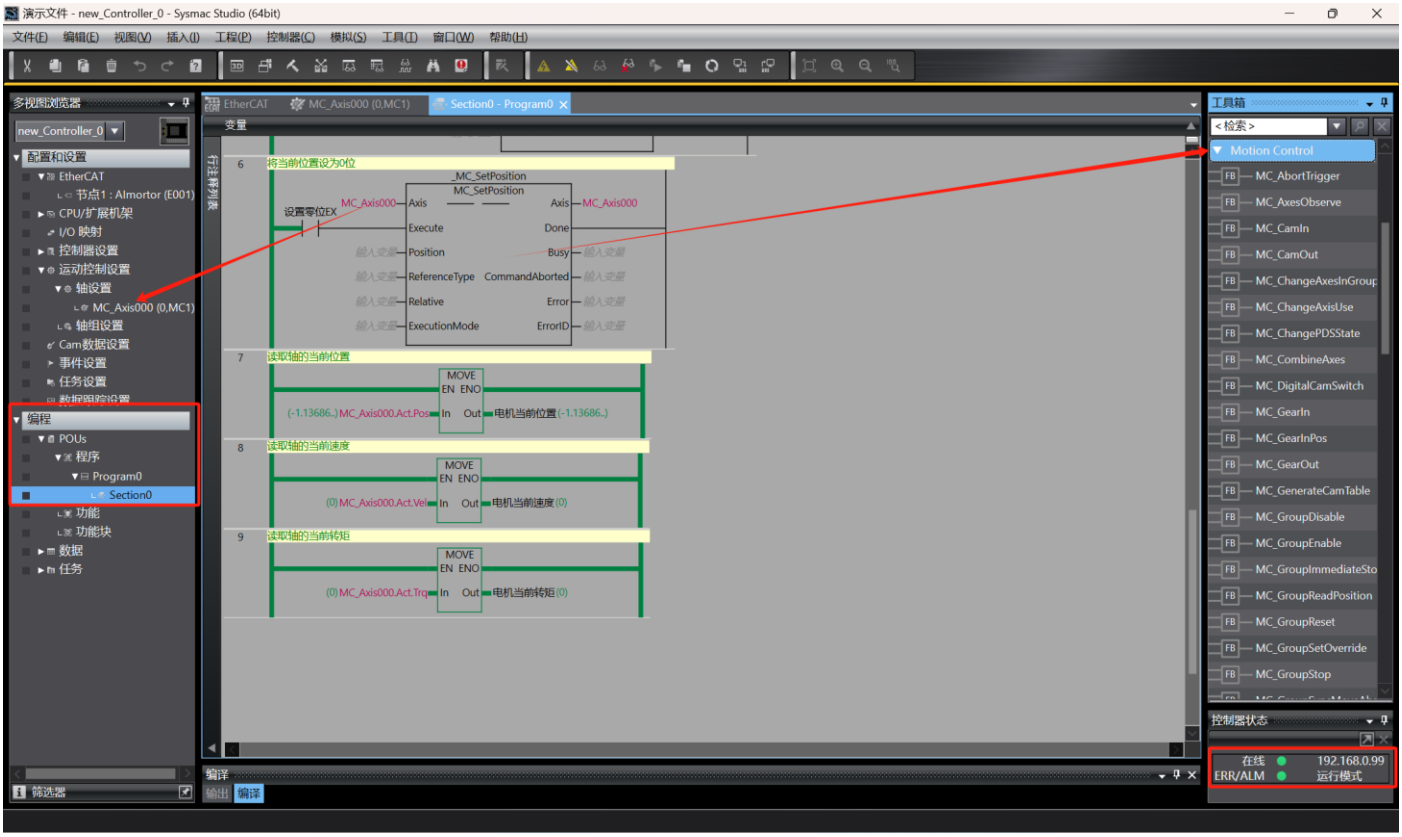
3.4.4 编程控制

程序参考，以常用的几个运动命令编程演示，实际使用根据工艺要求应用。

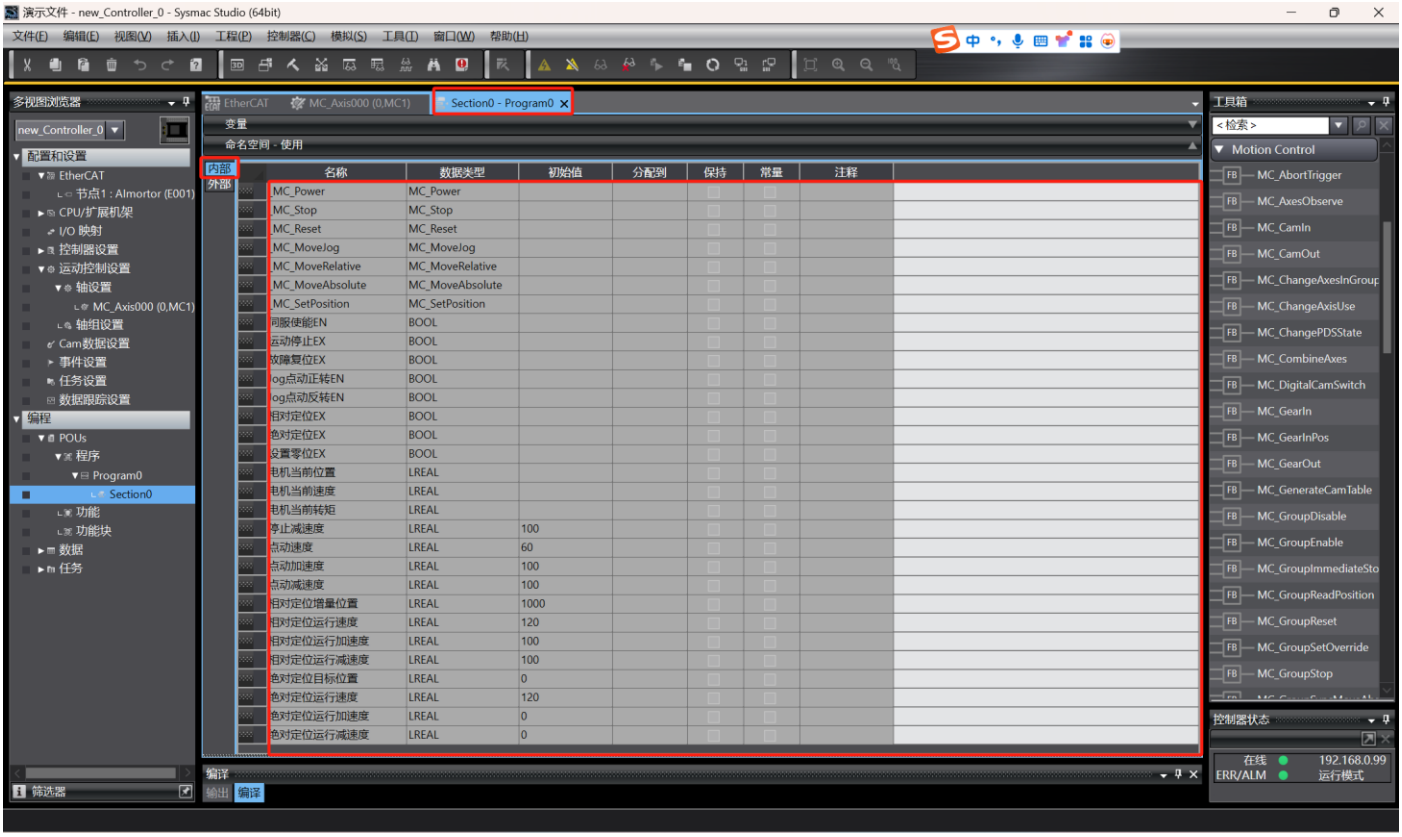
离线编写好程序后，编译通过，进行下载。观察窗口右下角，PLC 及 EtherCAT 通讯正常。可进行控制测试。






演示文件 - new_Controller_0 - Sysmac Studio (64bit)
文件(F) 编辑(E) 视图(V) 插入(I) 工程(P) 控制器(C) 模拟(S) 工具(T) 窗口(W) 帮助(H)
多视图浏览器
new_Controller_0
配置和设置
EtherCAT
节点1 : Almortor (E001)
CPU/扩展机架
I/O 映射
控制器设置
运动控制设置
轴设置
MC_Axis000 (0,MC1)
轴组设置
Cam数据设置
事件设置
任务设置
数据跟踪设置
编程
POUs
程序
Program0
Section0
功能
功能块
数据
任务
筛选器
EtherCAT
MC_Axis000 (0,MC1)
Section0 - Program0
变量
将当前位置设为0位
_MC_SetPosition
MC_SetPosition
设置零位EX
MC_Axis000
Axis
Execute
Position
ReferenceType
Relative
ExecutionMode
Done
Busy
CommandAborted
Error
ErrorID
读取轴的当前位置
MOVE
EN ENO
In Out
(-1.13686..) MC_Axis000.Act.Pos
电机当前位置(-1.13686..)
读取轴的当前速度
(0) MC_Axis000.Act.Vel
电机当前速度(0)
读取轴的当前转矩
(0) MC_Axis000.Act.Trq
电机当前转矩(0)
编译
输出
工具箱
Motion Control
MC_AbortTrigger
MC_AxesObserve
MC_CamIn
MC_CamOut
MC_ChangeAxesInGroup
MC_ChangeAxisUse
MC_ChangePDSState
MC_CombineAxes
MC_DigitalCamSwitch
MC_GearIn
MC_GearInPos
MC_GearOut
MC_GenerateCamTable
MC_GroupDisable
MC_GroupEnable
MC_GroupImmediateSto
MC_GroupReadPosition
MC_GroupReset
MC_GroupSetOverride
MC_GroupStop
控制器状态
在线
ERR/ALM
192.168.0.99
运行模式

演示使用的变量表：


演示文件 - new_Controller_0 - Sysmac Studio (64bit)
文件(F) 编辑(E) 视图(V) 插入(I) 工程(P) 控制器(C) 模拟(S) 工具(T) 窗口(W) 帮助(H)
EtherCAT
MC_Axis000 (0,MC1)
Section0 - Program0
变量
命名空间 - 使用
内部
外部
名称 数据类型 初始值 分配到 保持 常量 注释
MC_Power MC_Power
MC_Stop MC_Stop
MC_Reset MC_Reset
MC_MoveJog MC_MoveJog
MC_MoveRelative MC_MoveRelative
MC_MoveAbsolute MC_MoveAbsolute
MC_SetPosition MC_SetPosition
伺服使能EN BOOL
运动停止EX BOOL
故障复位EX BOOL
Jog点动正转EN BOOL
Jog点动反转EN BOOL
相对定位EX BOOL
绝对定位EX BOOL
设置零位EX BOOL
电机当前位置 LREAL
电机当前速度 LREAL
电机当前转矩 LREAL
停止减速度 LREAL 100
点动速度 LREAL 60
点动加速度 LREAL 100
点动减速度 LREAL 100
相对定位增量位置 LREAL 1000
相对定位运行速度 LREAL 120
相对定位运行加速度 LREAL 100
相对定位运行减速度 LREAL 100
绝对定位目标位置 LREAL 0
绝对定位运行速度 LREAL 120
绝对定位运行加速度 LREAL 0
绝对定位运行减速度 LREAL 0
编译
输出
工具箱
Motion Control
控制器状态
在线
ERR/ALM
192.168.0.99
运行模式

四、故障查询

4.1 故障码表

厂家错误码 H0B-34	错误等级	可否复位	错误指示灯	CIA402 错误码 603Fh	备注说明
0x000	无错误	×	12 红 1 绿	0x0000	无故障
0x102	NO.1 错误	×	10 红 1 绿	0x6320	参数 CRC 错误
0x104	NO.1 错误	×	10 红 1 绿	0x6320	注册参数 CRC 错误
0x105	NO.1 错误	×	11 红 1 绿	0x6320	内部程序异常触发看门狗
0x201	NO.1 错误	×	4 红 1 绿	0x2312	硬件过流
0x208	NO.1 错误	×	12 红 1 绿	0xFF00	ia/ic 相静态电流偏置校准失败
0x234	NO.1 错误	×	12 红 1 绿	0xFF00	飞车
0x740	NO.1 错误	×	12 红 1 绿	0x7305	编码器干扰
0xA33	NO.1 错误	×	9 红 1 绿	0x7306	编码器数据异常
0x130	NO.1 错误	√	12 红 1 绿	0x6320	DI 功能重复分配
0x207	NO.1 错误	√	4 红 1 绿	0x2311	软件过流
0x400	NO.1 错误	√	3 红 1 绿	0x3210	主回路电过压
0x410	NO.1 错误	√	3 红 1 绿	0x3220	主回路电欠压
0x620	NO.1 错误	√	4 红 1 绿	0x3230	电机过载
0x630	NO.1 错误	√	4 红 1 绿	0x7121	电机堵转
0x650	NO.1 错误	√	6 红 1 绿	0x4210	散热器过热
0xB00	NO.1 错误	√	2 红 1 绿	0x8611	位置偏差过大
0x668	NO.2 错误	√	8 红 1 绿	0xFF00	回零方式不匹配
0x731	NO.2 错误	√	12 红 1 绿	0x7306	编码器电池失效
0x733	NO.2 错误	√	12 红 1 绿	0x7306	编码器多圈计数错误
0x735	NO.2 错误	√	12 红 1 绿	0x7306	编码器多圈计数溢出
0xB01	NO.2 错误	√	12 红 1 绿	0xFF00	脉冲方向中断异常（高频切换）
0xD03	NO.2 错误	√	12 红 1 绿	0x8130	CAN 通信连接中断
0x601	NO.2 错误	√	8 红 1 绿	0x8610	回原点超时
0x730	NO.3 警告	√	12 红 1 绿	0x7307	编码器电池警告
0x900	NO.3 警告	√	12 红 1 绿	0x5442	紧急停机
0x920	NO.2 错误	√	12 红 1 绿	0x3210	制动电阻过载
0x922	NO.3 警告	√	12 红 1 绿	0x6320	外接制动电阻过小
0x941	NO.3 警告	√	7 红 1 绿	0xFF00	变更参数需重新上电生效
0x942	NO.3 警告	√	10 红 1 绿	0x7600	参数存储频繁
0x950	NO.3 警告	√	12 红 1 绿	0x5443	正向超程警告
0x952	NO.3 警告	√	12 红 1 绿	0x5444	负向超程警告
0x980	NO.1 错误	×	12 红 1 绿	0x7306	编码器内部故障
0x994	NO.2 错误	√	12 红 1 绿	0x8150	modbus 通讯超时
0x150	NO.1 错误	√	12 红 1 绿	0x0150	STO 输入状态异常
0xE08	NO.2 错误		12 红 1 绿	0x0E08	EtherCAT 网络异常

- 厂家自定义故障码，一个故障信息对应一个故障码，具有唯一性，H0B-34 输出故障码；
- Cia402 标准故障码，当超出 cia402 行规外的故障信息以 0xFF00 故障码表示，不具有唯一性，603Fh 输出故障码；
- 一体集成式电机因未有显示面板，在不连接调试软件下，可参考指示灯闪烁变化判断报警信息，不具有唯一性；

4.2 故障查询方法

以下 3 种故障查询方法需要将对应的对象配置到主站系统中。通过主站读取对应对象的状态或值进行故障查询

方法 1：通过 CIA402 状态字查询

CIA402 状态字 6041h bit3 位为故障指示位， =1 表示当前存在故障；=0 表示当前无故障。

注：此方法只能判断是否故障，无法体现具体故障信息。

方法 2：查询厂家定义错误码（推荐）

参数号：H0B-33，选择查询的故障记录； 对象字典索引：200Bh，子索引 22h，读写

参数号：H0B-34，所选次数故障码； 对象字典索引：200Bh，子索引 23h，仅读

使用：H0B-33(200B-22h)用于选择查看的故障记录，H0B-34(200B-23h)显示所选择的历史故障

举例：当 H0B-33(200B-22h)设为 0 时，一旦发生故障 H0B-34(200B-23h)将显示当前厂家自定义故障码；

当 H0B-33(200B-22h)设为 1 时系统将查询历史前 1 次产生的厂家自定义故障码，并在 H0B-34(200B-23h)显示；

当 H0B-33(200B-22h)设为 2 时系统将查询历史前 2 次产生的厂家自定义故障码，并在 H0B-34(200B-23h)显示；

↓

↓

当 H0B-33(200B-22h)设为 9 时系统将查询历史前 9 次产生的厂家自定义故障码，并在 H0B-34(200B-23h)显示；

方法 3、查询 CIA402 定义错误码

当前故障码； 对象字典索引： 603Fh，子索引 00h，只读

历史故障数量；对象字典索引： 1003h，子索引 00h，读写

历史故障条目；对象字典索引： 1003h，子索引 01h~0Ah，仅读

使用：一旦发生故障，603F-00h 将产生当前故障对应的 Cia402 标准故障码,同时相应的厂家自定义故障码和 Cia402 标准故障码组合存储在对象 1003h 的 01h~0Ah 中；

对象 1003h 的 00h 为当前记录的的故障数量。将 1003-00h 写 0，表示清除历史故障记录，不允许写入非 0 值；

对象 1003h 的 01h~0Ah 为 10 个故障记录条目队列，采用堆栈方式存储，遵循先进先出规则。在历史报警存储满的情况下，产生新的报警，会删除最早出现的错误，之前的错误依次向下移动；每个条目的储存规则是 bit0-bit15 储存 Cia402 标准故障码，bit16-bit31 储存厂家自定义故障码；

举例：用户可先读取 603F-00h 里的 Cia402 标准故障码值（非 0 值时表示有故障）判断当前节点是否故障。一旦产生了故障，可参考“4.1 章节故障表”初步确定故障信息。因为 Cia402 标准故障码在本系统中不具有唯一性，可继续读取 1003-01h 里的值（最近 1 次故障记录），值的低 16 位与当前的 603F-00h 里的 Cia402 标准故障码值一致，高 16 位表示对应的厂家定义故障码，根据获取厂家定义故障码来确定具体的故障信息。

五 勘误修订记录

勘误与修订	支持的下位机版本
6041h 状态字位定义：PT 模式下，bit12 由固定为 1 改为固定为 0	-
1.2 章节对同步管理器的描述，SM3 修正为过程数据输入	-
Cia402 对象字典：增加探针相关对象和描述	下位机版本>=V563 支持