

Sysmac 环境下 EtherCAT 通讯控制 CPX-E 模拟量输入输出模块



王俊

Festo 技术支持

2020 年 9 月 21 日

关键词:

Sysmac Studio, Omron, EtherCAT, CPX-E 模拟量模块

摘要:

本文介绍了使用 Omron NJ301-1100 PLC 控制 CPX-E 模拟量模块的实例，通讯协议为 EtherCAT，编程软件为 Sysmac Studio。

目标群体:

本文仅针对有一定自动化设备调试基础的工程师，需要对 Festo 阀岛以及 Sysmac Studio 有一定了解。

声明:

本文档为技术工程师根据官方资料和测试结果编写，旨在指导用户快速上手使用 Festo 产品，如果发现描述与官方正式出版物冲突，请以正式出版物为准。

我们尽量罗列了实验室测试的软、硬件环境，但现场设备型号可能不同，软件/固件版本可能有差异，请务必在理解文档内容和确保安全的前提下执行测试。

我们会持续更正和更新文档内容，恕不另行通知。

目录

1	简介	4
2	所用元件	4
3	CPX-E 模拟量模块硬件	4
3.1	AO 模块硬件	4
3.2	AI 模块硬件	5
4	拓扑结构	5
5	FMT 软件配置	6
5.1	AO 模块配置	7
5.2	AI 模块配置	8
6	使用 Omron PLC 控制 CPX-E-EC 从站	11
6.1	创建新项目	11
6.2	安装 ESI 从站描述文件	11
6.3	设置 EtherCAT 站号	13
6.4	上传 EtherCAT 从站配置	14
6.5	IO 映射全局变量	15
6.6	监控输入输出值	16

1 简介

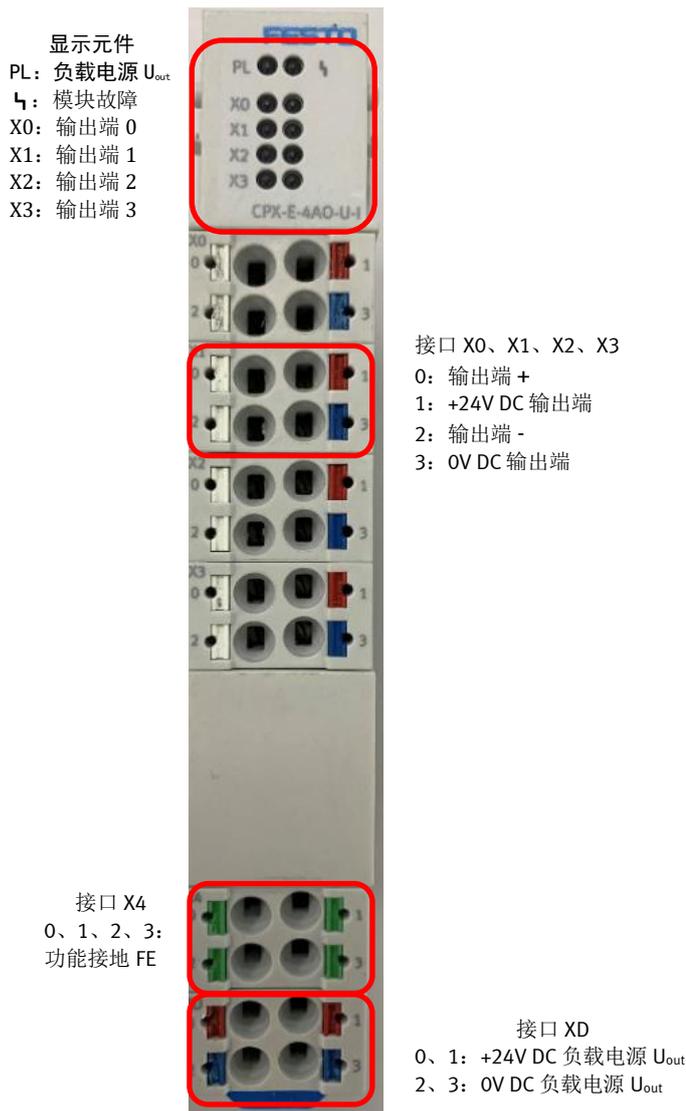
CPX-E-EC 模块在 EtherCAT 协议下可以作为从站并入网络，该从站可以配置相应的输入输出模块。本文通过欧姆龙 NJ 系列 PLC 控制 CPX-E-EC 从站，该从站配置有 CPX-E-4AO-U-I（模拟量输出模块）、CPX-E-4AI-U-I（模拟量输入模块），以此来介绍 Sysmac Studio 软件控制 CPX-E 系列模拟量模块的输入输出。

2 所用元件

型号	固件/版本	描述
CPX-E-EC	V2	EtherCAT 总线节点
CPX-E-4AO-U-I	V1	模拟量输出模块
CPX-E-4AI-U-I	V2	模拟量输入模块
欧姆龙 PLC NJ301-1100		欧姆龙 PLC
Sysmac Studio	V1.13	PLC 编程软件
网线		2 根，分别用于电脑与 PLC 通讯和 PLC 与 CPX-E-EC 模块通讯

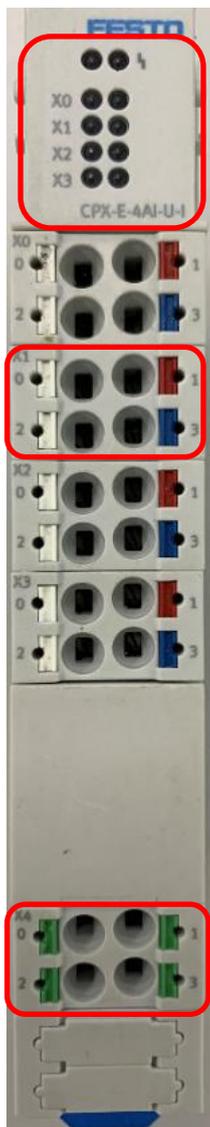
3 CPX-E 模拟量模块硬件

3.1 AO 模块硬件



3.2 AI 模块硬件

显示元件
L: 模块故障
X0: 输入端 0
X1: 输入端 1
X2: 输入端 2
X3: 输入端 3



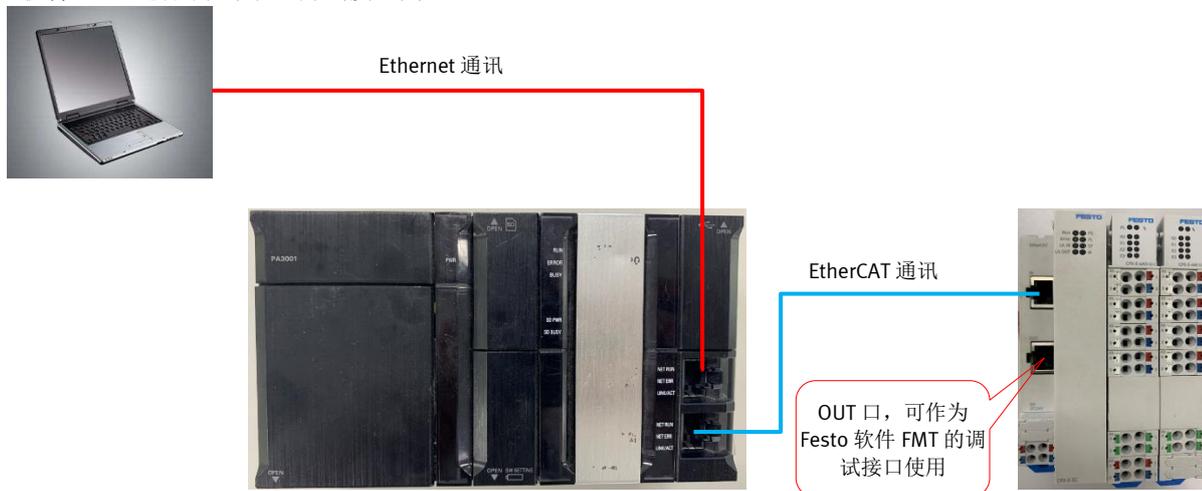
接口 X0、X1、X2、X3
0: 输入端 +
1: +24V DC 传感器电源 U_{sen}
2: 输入端 -
3: 0V DC 传感器电源 U_{sen}

接口 X4
0、1、2、3: 功能接地 FE

4 拓扑结构

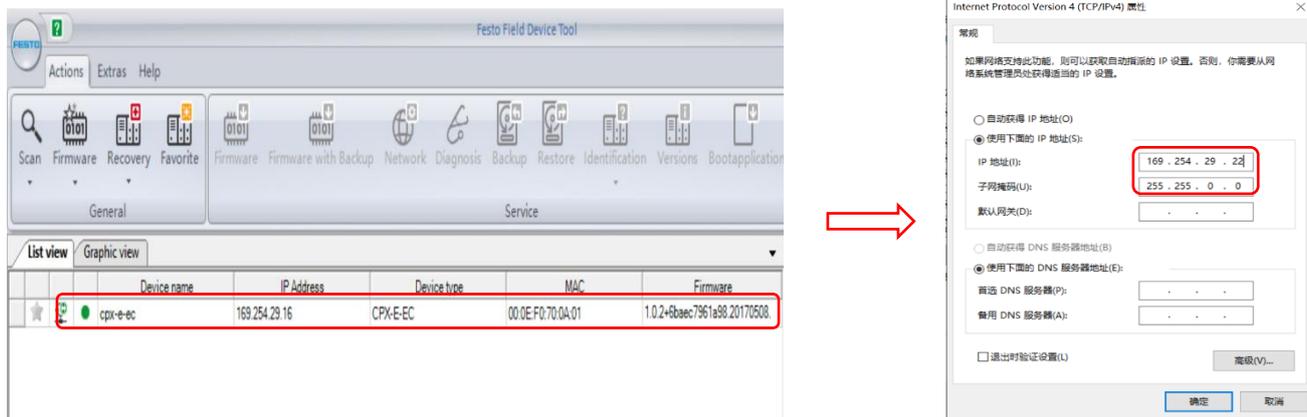
EtherCAT 几乎支持所有的拓扑结构：线型、树型、星型、菊花链型。出于演示的原因只连接了一个从站，因此采用线型直连。

CPX-E-EC 模块有一个 IN 口和一个 OUT 口，欧姆龙 PLC 连接至 IN 口，后面如果还有从站可以连接至 OUT 口。当使用 Festo 软件 FMT 进行调试时，调试接口为 OUT 口。

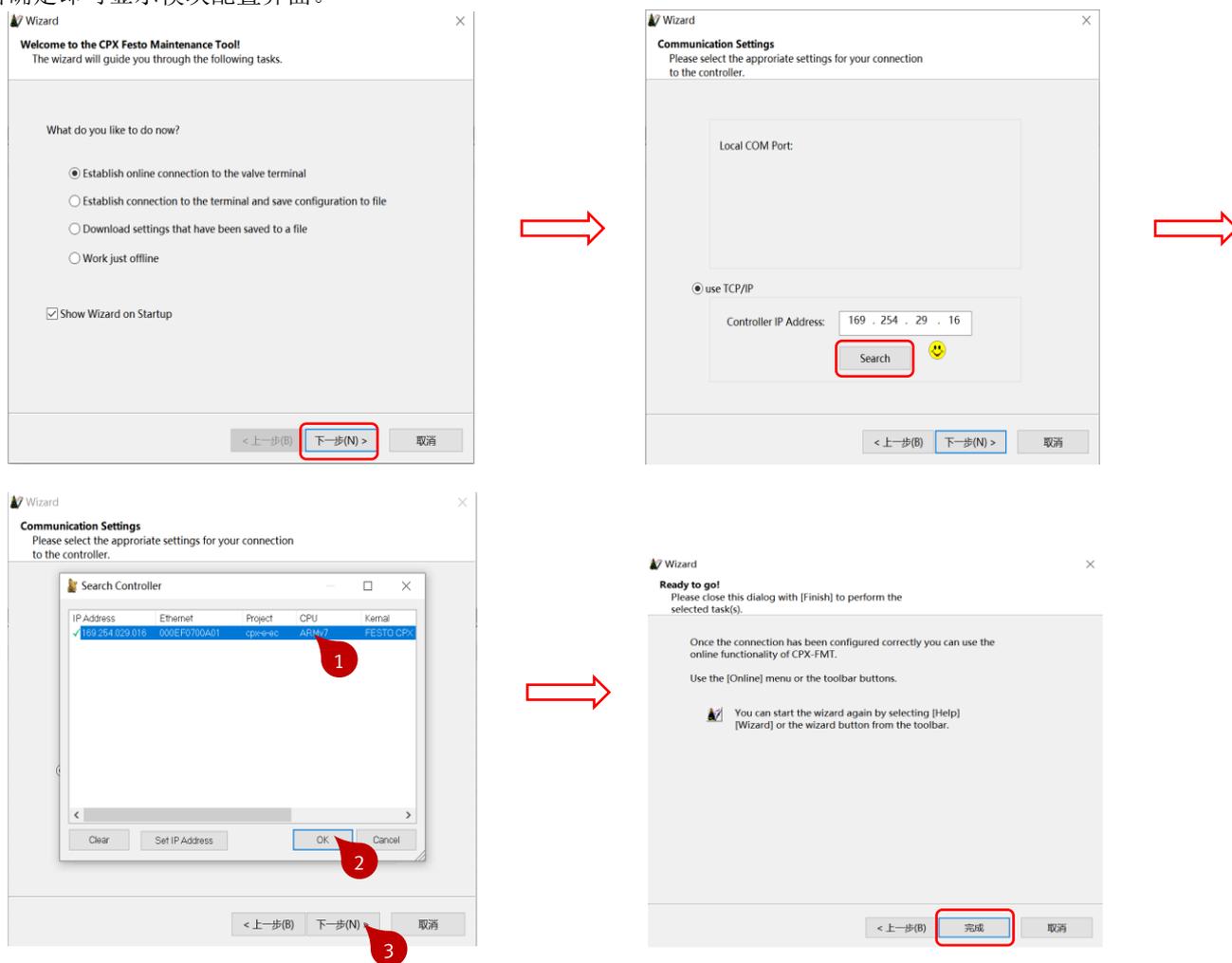


5 FMT 软件配置

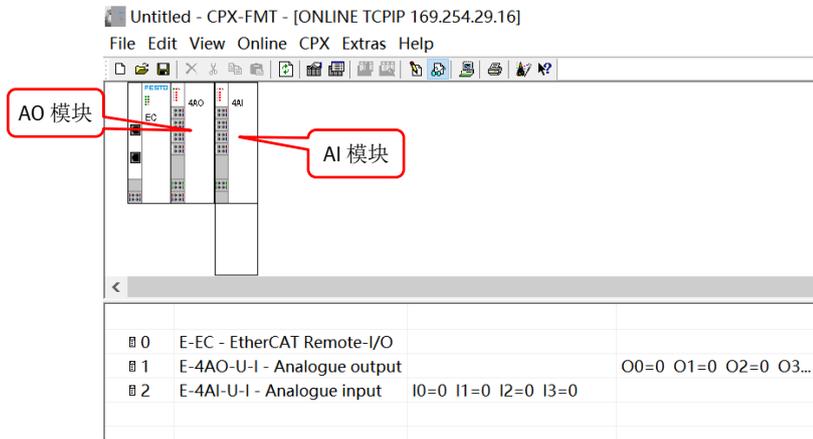
可以使用 FFDTool (Festo Field Device Tool) 软件搜索 CPX-E-EC 模块 IP 地址, 然后修改电脑的 IP 至同一网段。修改完成后点击确定进行保存。



电脑的 IP 地址设置完成后, 打开 FMT (CPX Festo Maintenance Tool) 软件, 搜索 CPX-E-EC 模块 IP 地址, 搜索完成后点击确定即可显示模块配置界面。



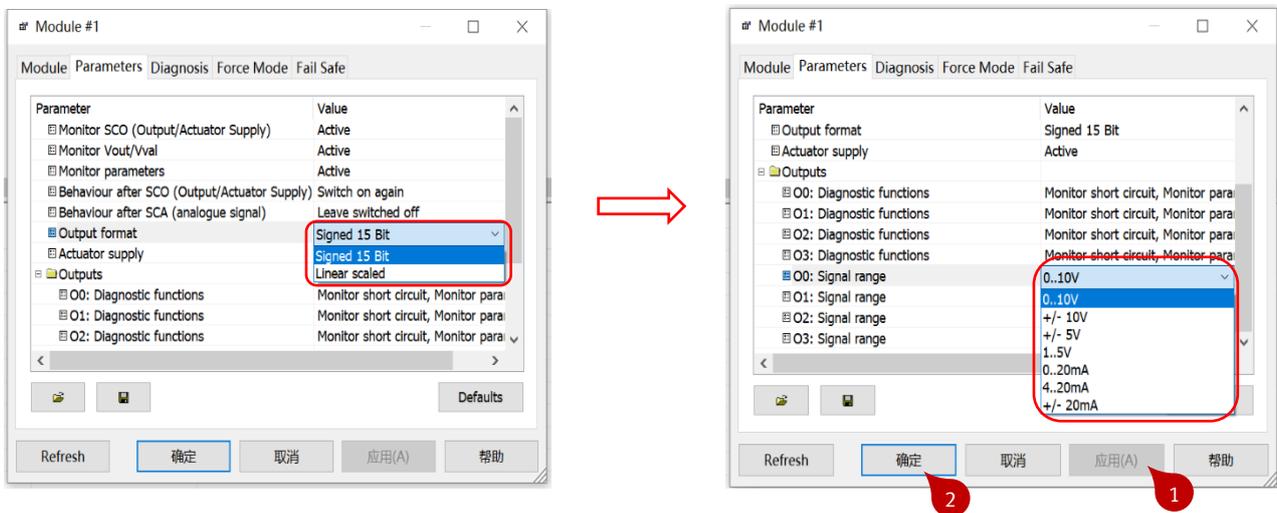
此时是 Online 模式, 可在模块配置界面可以看到 CPX-E-EC 从站配置的子模块, 在该界面可以对模拟量输出模块 CPX-E-4AO-U-I 和模拟量输入模块 CPX-E-4AI-U-I 进行配置。



直接点击配置图中的 AO、AI 模块，会出现配置弹框进行配置。

5.1 AO 模块配置

对于 AO 模块主要是配置输出格式（Output format）与信号量程（Signal range）。在设置完成后先点击应用然后点击确定，保证设置已经被保存下来。



AO 模块输出格式分为 15 位有符号数（Signed 15 Bit）数据格式和线性缩放（Linear scaled）数据格式，选择 15 位有符号数数据格式输出时对应不同的信号量程数值定义会有区别，如下所示：

数字量		模拟量输出			范围
十进制	十六进制	- 10 ... +10 V ¹⁾	- 5 ... +5 V ²⁾	- 20 ... +20 mA ³⁾	
> 32511	> 7EFF	11.76 V	5.88 V	23.52 mA	溢出
32511 ... 27649	7EFF ... 6C01	11.76 V ... 10.000362 V	5.88 V ... 5.000181 V	23.52 mA ... 20.000723 mA	过量放大区
27648 ... - 27648	6C00 ... 9400	- 10 ... +10 V	- 5 ... +5 V	- 20 ... +20 mA	额定范围
- 27649 ... - 32512	93FF ... 8100	- 10.000362 ... - 11.76 V	- 5.000181 ... - 5.88 V	- 20.000723 ... - 23.52 mA	过量缩小区
< - 32512	< 8100	- 11.76 V	- 5.88 V	- 23.52 mA	下溢

数字量		模拟量输出		范围
十进制	十六进制	0 ... 10 V ¹⁾	0 ... 20 mA ²⁾	
> 32511	> 7EFF	11.76 V	23.52 mA	溢出
32511	7EFF			输出范围终点
> 27648	> 6C00	> 10 V	> 20 mA	过量放大区
0 ... 27648	0 ... 6C00	0 ... 10 V	0 ... 20 mA	额定范围

数字量		模拟量输出	范围
十进制	十六进制	4 ... 20 mA ¹⁾	
> 32511	> 7EFF	22.81 mA	溢出
27649 ... 32511	6C01 ... 7EFF	20.000579 ... 22.81 mA	过量放大区
0 ... 27648	0 ... 6C00	4 ... 20 mA	额定范围
- 1 ... - 6912	E500 ... FFFF	0 ... 3.999421 mA	过量缩小区
< - 6912	< E500	0 mA	下溢

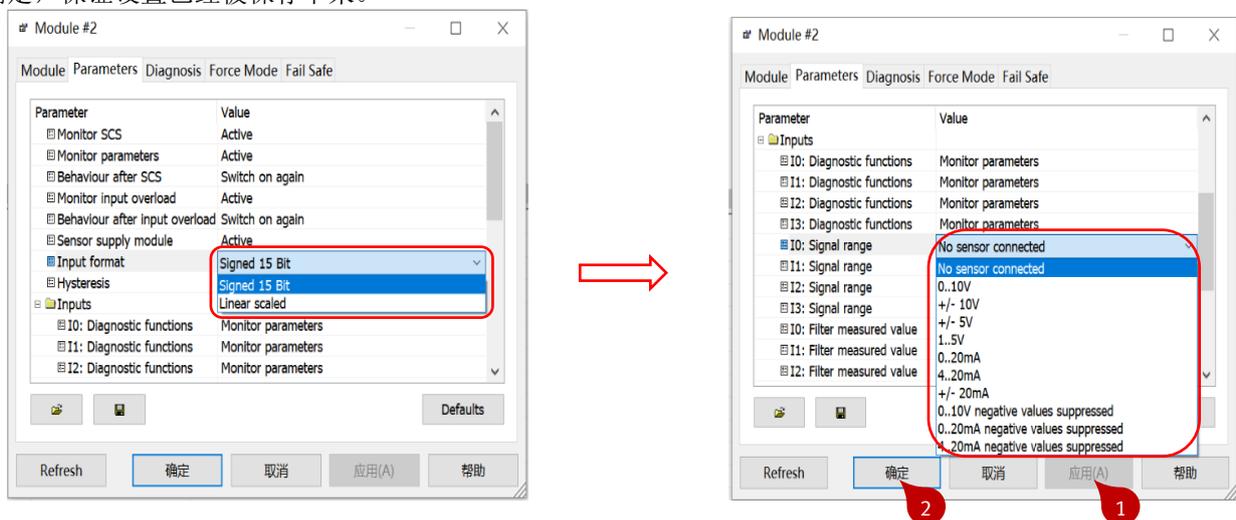
数字量		模拟量输出	范围
十进制	十六进制	1 ... 5 V ¹⁾	
32512 ... 32767	7F00 ... 7FFF	5.7 V	溢出
27649 ... 32511	6C01 ... 7EFF	5.000145 ... 5.7 V	过量放大区
0 ... 27648	0 ... 6C00	1 ... 5 V	额定范围
- 6912 ... - 1	E500 ... FFFF	0 ... 0.999855 V	过量缩小区
- 6913 ... - 32768	E4FF ... 8000	0 V	下溢

选择线性缩放数据格式输出时，选择不同的信号量程对应的数值定义如下：

模拟量输出	值域 ¹⁾		分辨率
	最小值	最大值	
0 ... 10 V	0	10000	1 LSB 等于 1 mV
- 10 ... +10 V	- 10000	10000	
- 5 ... +5 V	- 5000	5000	
1 ... 5 V	1000	5000	
0 ... 20 mA	0	20000	1 LSB 等于 1 μA
4 ... 20 mA	4000	20000	
- 20 ... +20 mA	- 20000	20000	

5.2 AI 模块配置

对于 AI 模块主要是配置输入数据格式（Input format）和信号量程（Signal range）。在设置完成后先点击应用然后点击确定，保证设置已经被保存下来。



AI 模块输入格式同样分为 15 位有符号数 (Signed 15 Bit) 数据格式和线性缩放 (Linear scaled) 数据格式, 选择 15 位有符号数数据格式输入时对应不同的信号量程数值定义会有区别, 如下所示:

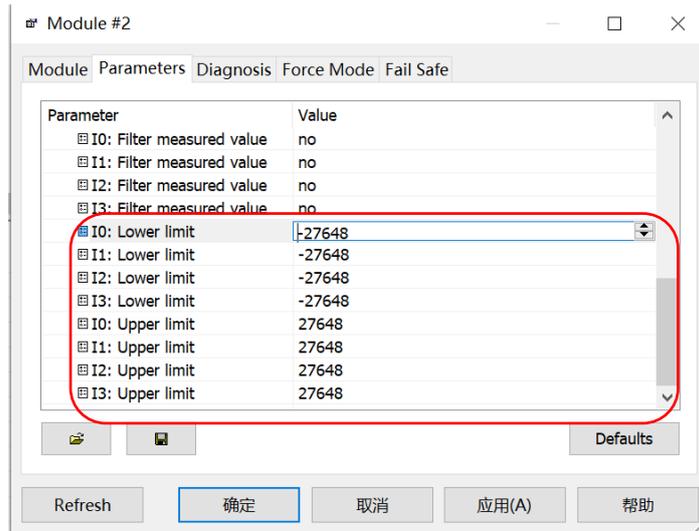
模拟量输入			数字量		范围
- 10 ... +10 V ¹⁾	- 5 ... +5 V ²⁾	- 20 ... +20 mA ³⁾	十进制	十六进制	
> 11.76 V	> 5.88 V	> 23.52 mA	32767	7FFF	溢出
11.76 V	5.88 V	23.52 mA	32511	7EFF	测量范围终点
> 10 V	> 5 V	> 20 mA	> 27648	> 6C00	过量放大区
- 10 ... +10 V	- 5 ... +5 V	- 20 ... +20 mA	27648 ... - 27648	6C00 ... 9400	额定范围
< - 10 V	< - 5 V	< - 20 mA	< 27648	< 9400	过量缩小区
- 11.76 V	- 5.88 V	- 23.52 mA	- 32512	8100	测量范围终点
< - 11.76 V	< - 5.88 V	< - 23.52 mA	- 32768	8000	下溢

模拟量输入		数字量		范围
0 ... 10 V ¹⁾	0 ... 20 mA ²⁾	十进制	十六进制	
> 11.76 V	> 23.52 mA	32767	7FFF	溢出
11.76 V	23.52 mA	32511	7EFF	测量范围终点
> 10 V	> 20 mA	> 27648	> 6C00	过量放大区
0 ... 10 V	0 ... 20 mA	0 ... 27648	0 ... 6C00	额定范围
< 0 V	< 0 mA	< - 1	< FFFF	过量缩小区
- 1.76 V	- 3.52 mA	- 4864	ED00	测量范围终点
< - 1.76 V	< - 3.52 mA	- 32768	8000	下溢

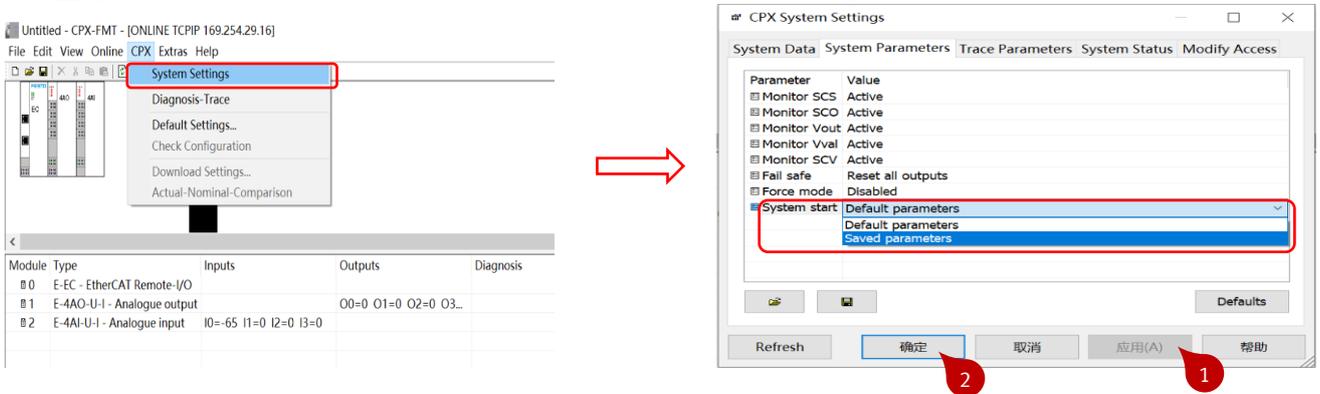
模拟量输入		数字量		范围
4 ... 20 mA ¹⁾		十进制	十六进制	
> 22.81 mA		32767	7FFF	溢出
22.81 mA		32511	7EFF	测量范围终点
> 20 mA		> 27648	> 6C00	过量放大区
4 ... 20 mA		0 ... 27648	0 ... 6C00	额定范围
< 4 mA		< - 1	< FFFF	过量缩小区
1.19 mA		- 4864	ED00	测量范围终点
< 1.19 mA		- 32768	8000	下溢 ²⁾
		32767	7FFF	下溢 ³⁾

模拟量输入		数字量		范围
1 ... 5 V ¹⁾		十进制	十六进制	
> 5.7 V		32767	7FFF	溢出
5.7 V		32511	7EFF	测量范围终点
> 5 V		> 27648	> 6C00	过量放大区
1 ... 5 V		0 ... 27648	0 ... 6C00	额定范围
< 1 V		< - 1	< FFFF	过量缩小区
0.3 V		- 4864	ED00	测量范围终点
< 0.3 V		- 32768	8000	下溢

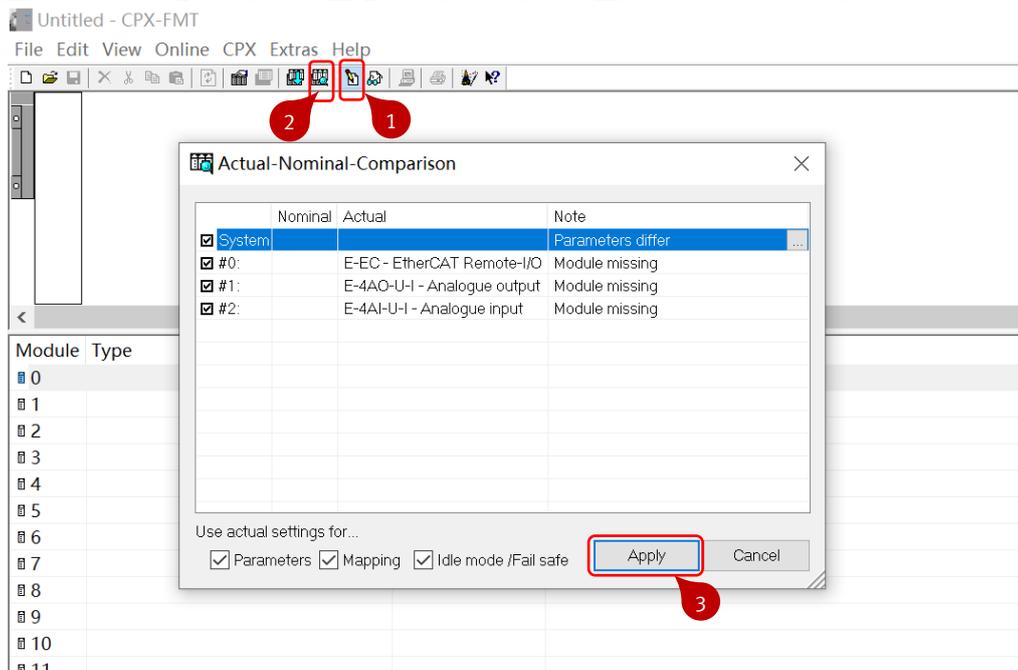
选择线性缩放数据格式输入时，可以自行设置信号量程对应的数值，如下图所示，如果 I0 口下限使用默认值为-27648，上限使用默认值为 27648，对应量程选择为 0~10V，则 0V 时对应数值为-27648,10V 时对应数值为 27648，中间数值则由比例进行换算。

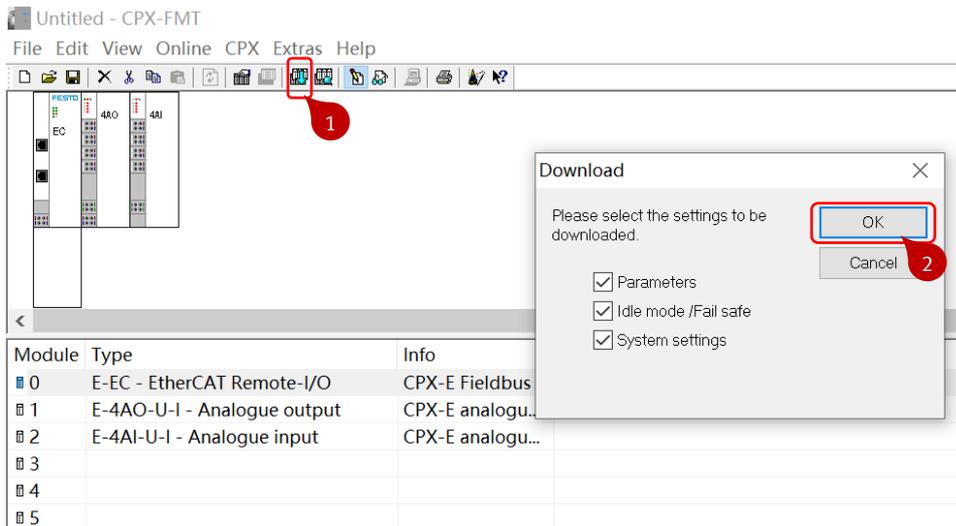


在配置完成后，将系统开启参数调整为保存参数，同样点击应用后并确定。



调整模式为配置模式，然后选择与实际配置进行比较，待模块配置显示后点击下载将参数下载至从站模块中。

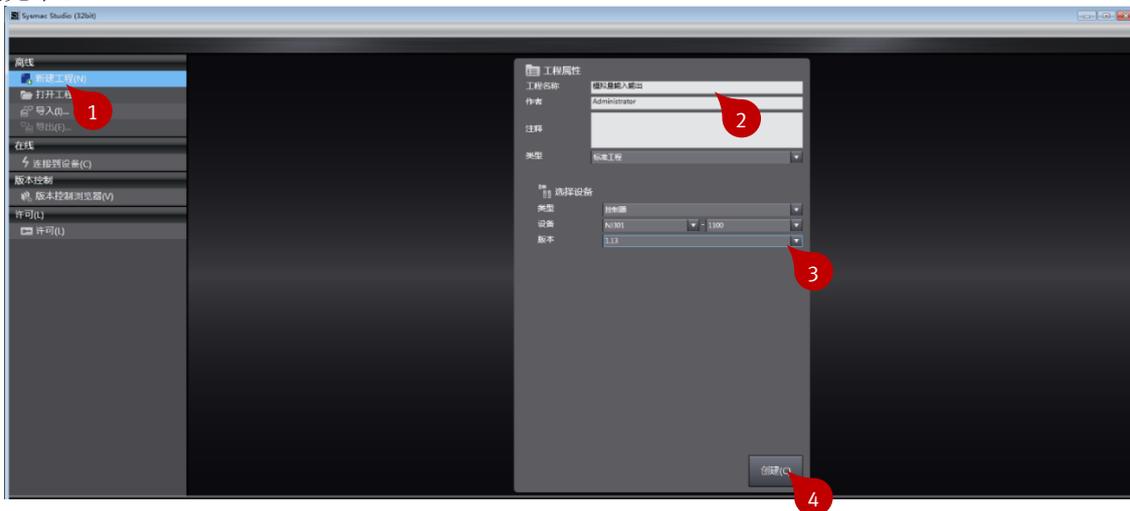




6 使用 Omron PLC 控制 CPX-E-EC 从站

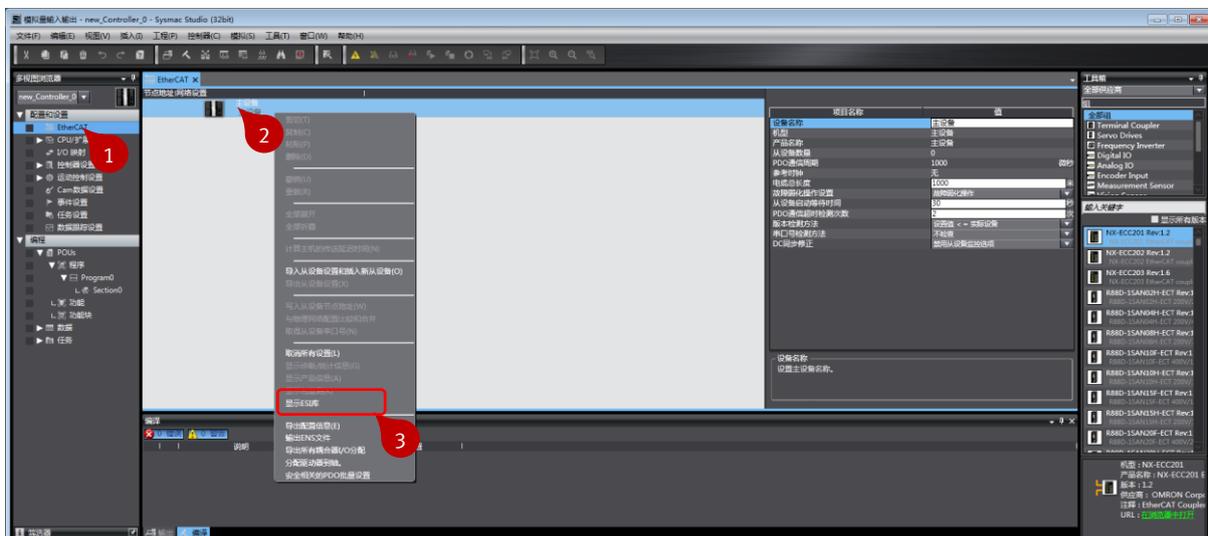
6.1 创建新项目

打开 Sysmac Studio 软件，点击新建工程，然后填写工程名称，选择设备型号与版本。确认填写无误后点击创建，新工程创建完毕。

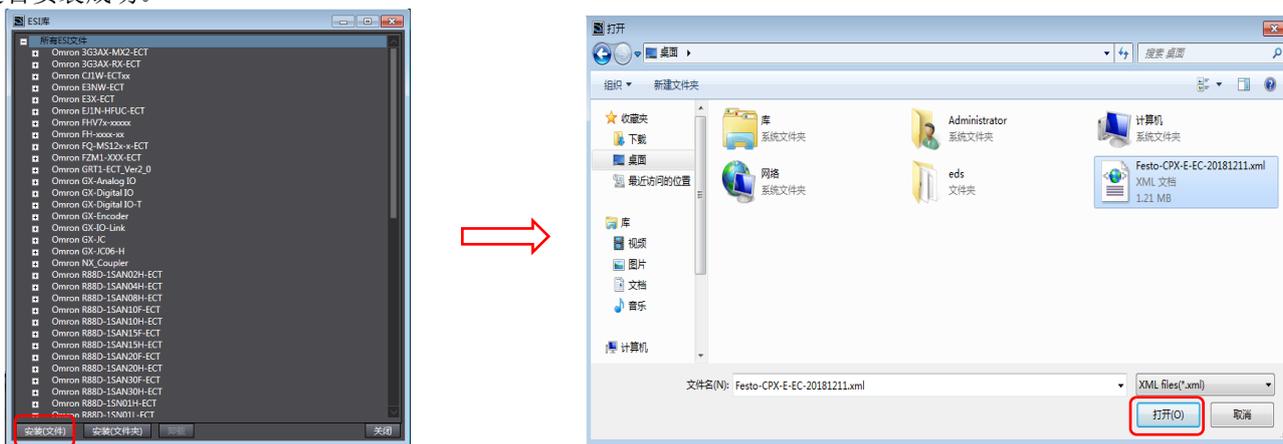


6.2 安装 ESI 从站描述文件

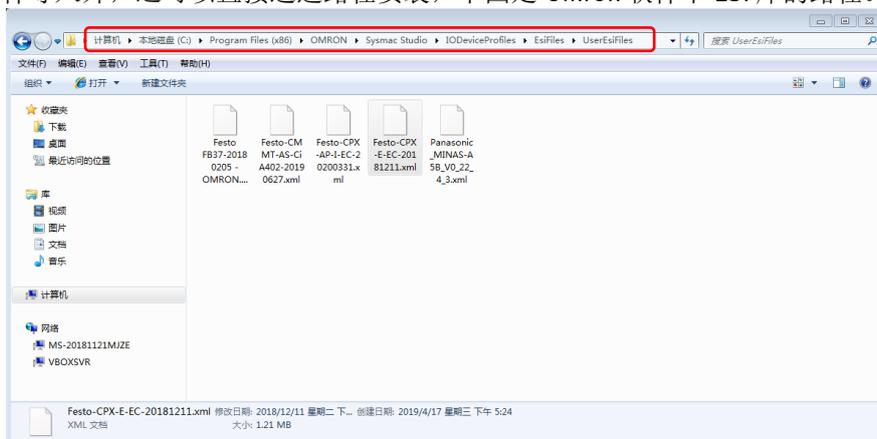
工程创建完毕后打开配置和设置下拉菜单，点击 EtherCAT，然后在主设备处单击鼠标右键出现下拉框，选择显示 ESI 库。



ESI 库显示出来后，点击安装（文件），选择文件存放地址，点击打开，ESI 库安装完毕。可重启软件然后查看 ESI 库是否安装成功。



ESI 库除了通过软件导入外，还可以直接通过路径安装，下图是 Omron 软件中 ESI 库的路径。

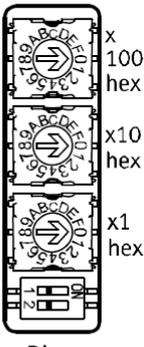


关于 CPX-E-EC 的 XML 配置文件，可直接在 Festo 官网搜索 CPX-E-EC，点击支持/下载然后选择 Software，在下拉列表中就能找到从站的 XML 设备描述文件。

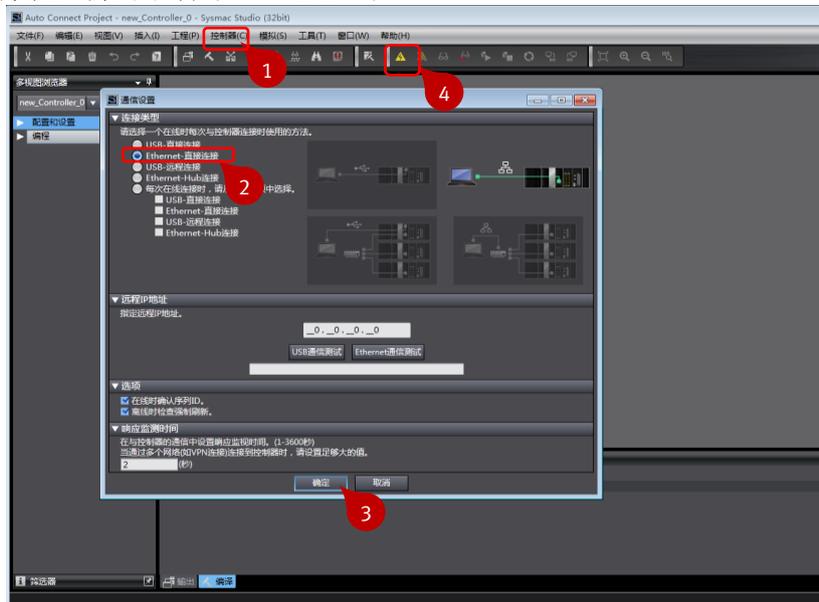


6.3 设置 EtherCAT 站号

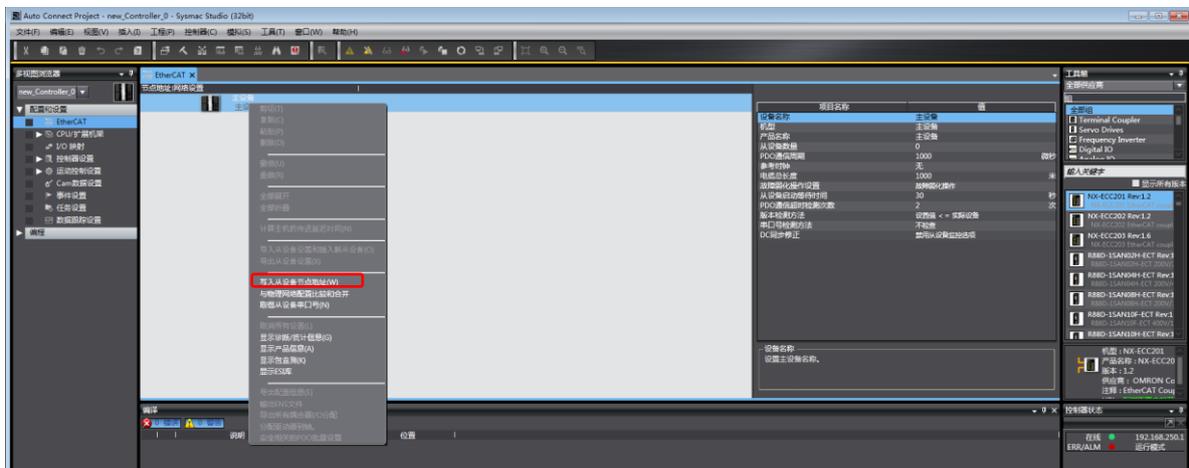
使 CPX-E-EC 拨码保持为默认值 (0)，然后使用 Omron PLC 写入从站地址。

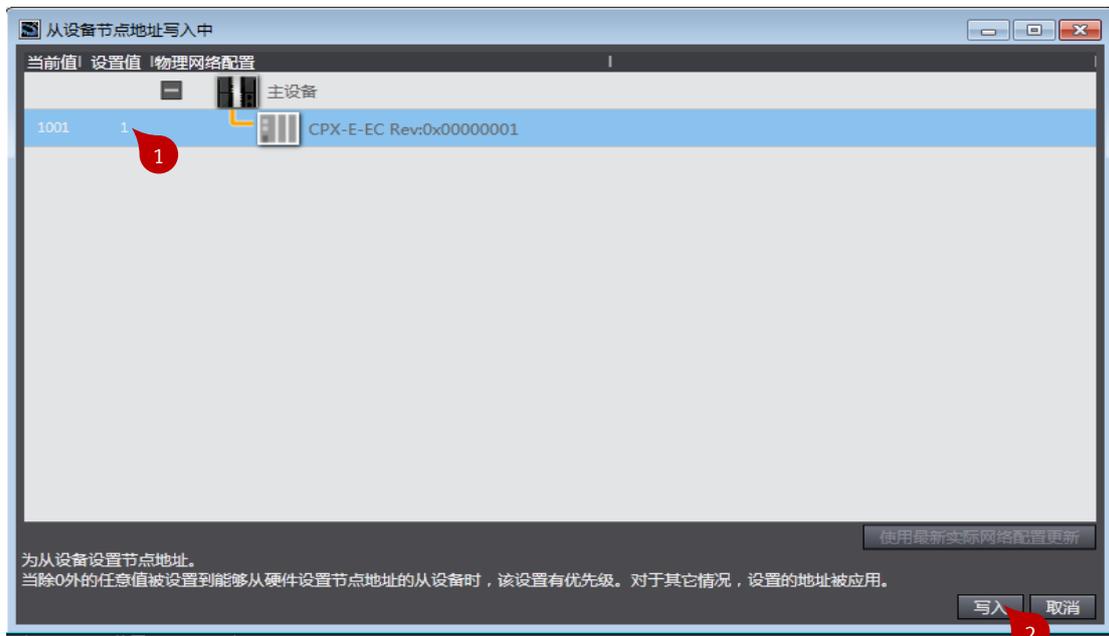
旋转开关/ DIL 开关	功能
	<p>借助 3 个旋转开关设置十六进制编码的总线模块 EtherCAT “Explicit Device ID”。</p> <p>可能的设置： 0 = 保存的 EtherCAT 地址，未分配 “Explicit Device ID” 1 ... 4095 (1_h ... fff_h) = 允许的地址范围</p> <p>设置为 0 时，总线模块的地址通过 EtherCAT 主站自动分配 (自动增量)。</p> <p>出厂设置：0</p>
	通过 DIL 开关设置内部系统诊断或 Boot loader → Tab. 2.2。

使用网线将电脑与 PLC 直连，点击控制器选项，选择通信设置，在通信设置中选择 Ethernet 直连，点击确定。然后点击在线模式，看到上方黄色线条即表明与 PLC 通讯正常。



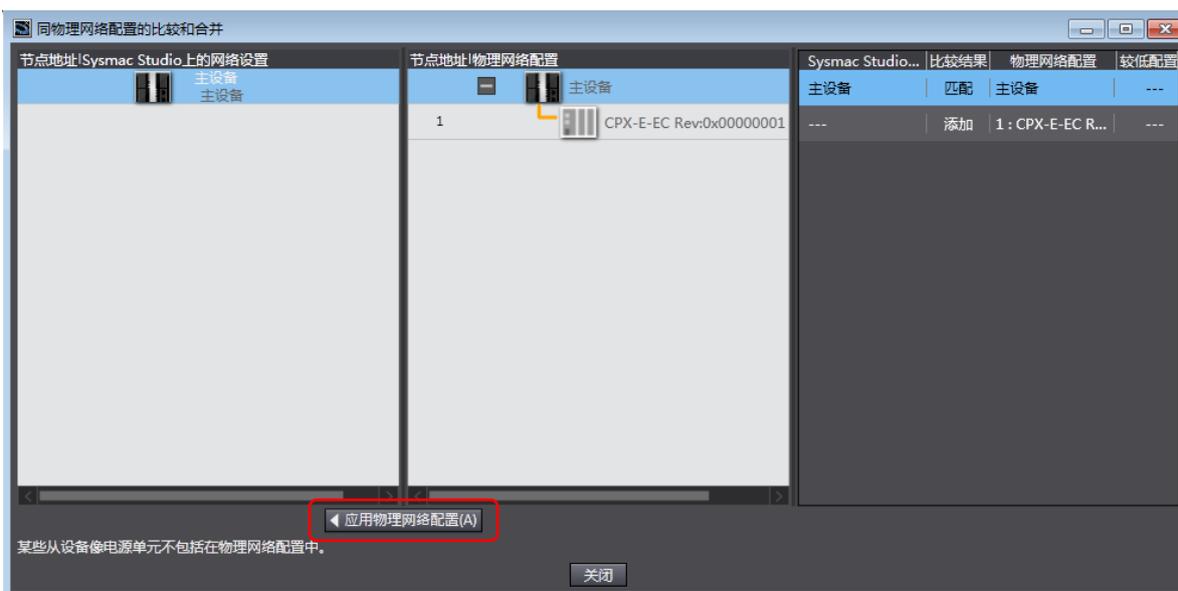
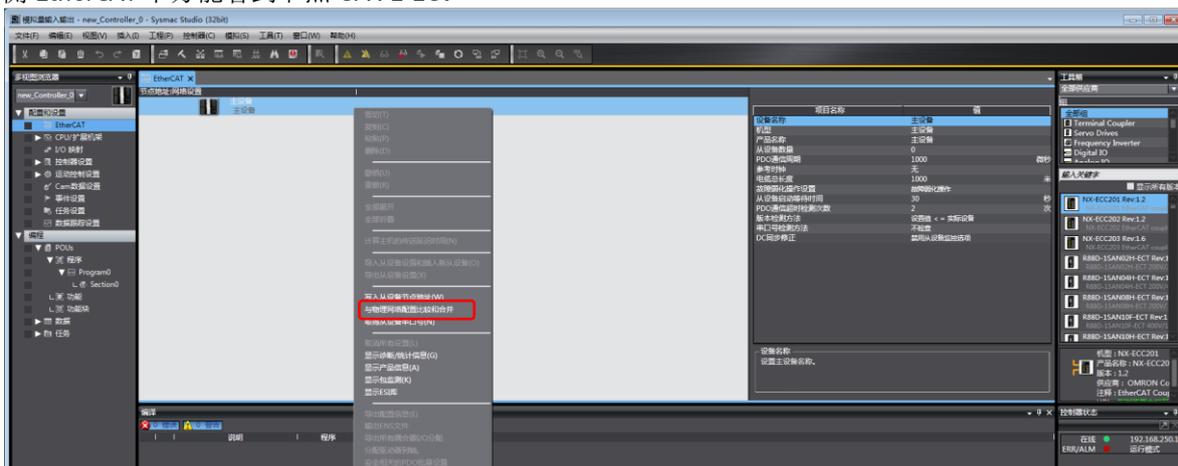
选择主设备，单击鼠标右键出现下拉框，选择写入从设备节点地址，然后手动输入从站地址后点击写入。**注意，默认的从站地址是 0，在 Omron NJ 系列 PLC 中会报错，必须改为其它地址。另外，修改地址后需断电重启设备节点地址才会生效。**

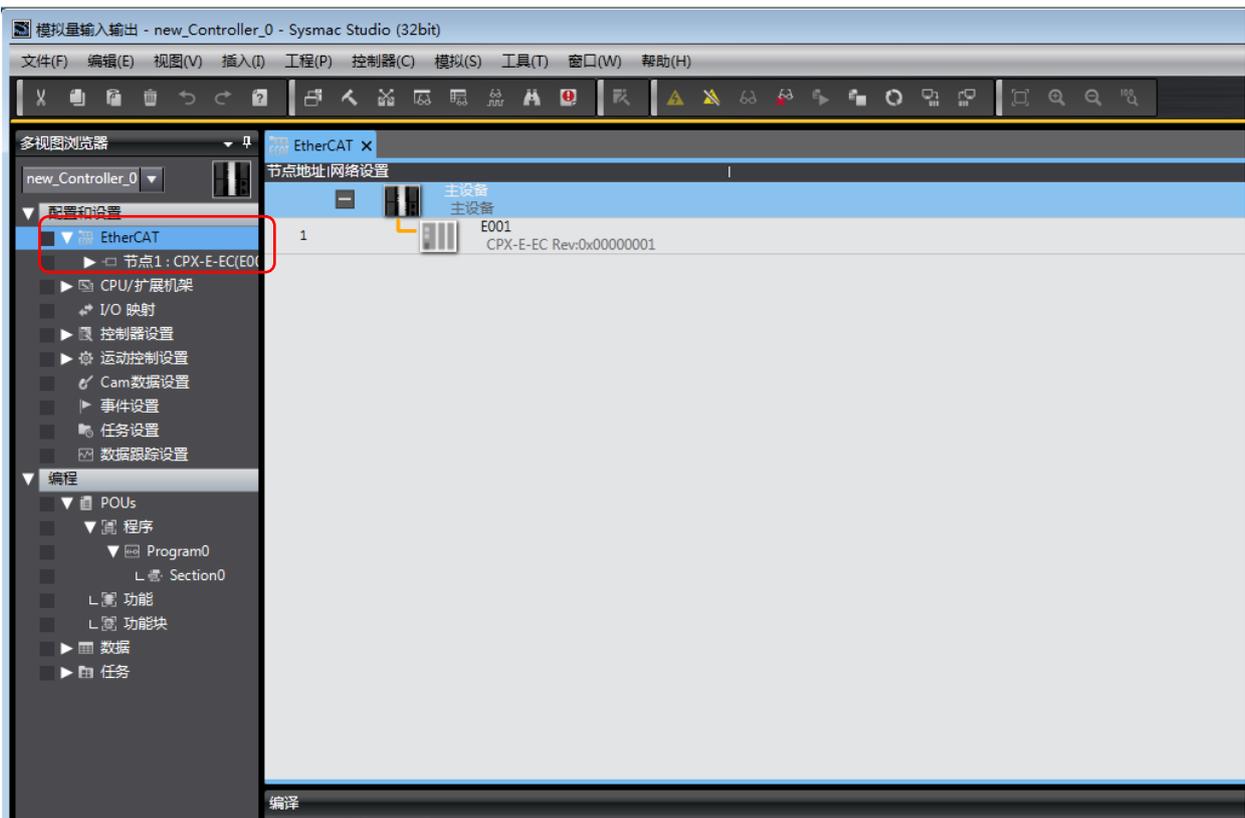




6.4 上传 EtherCAT 从站配置

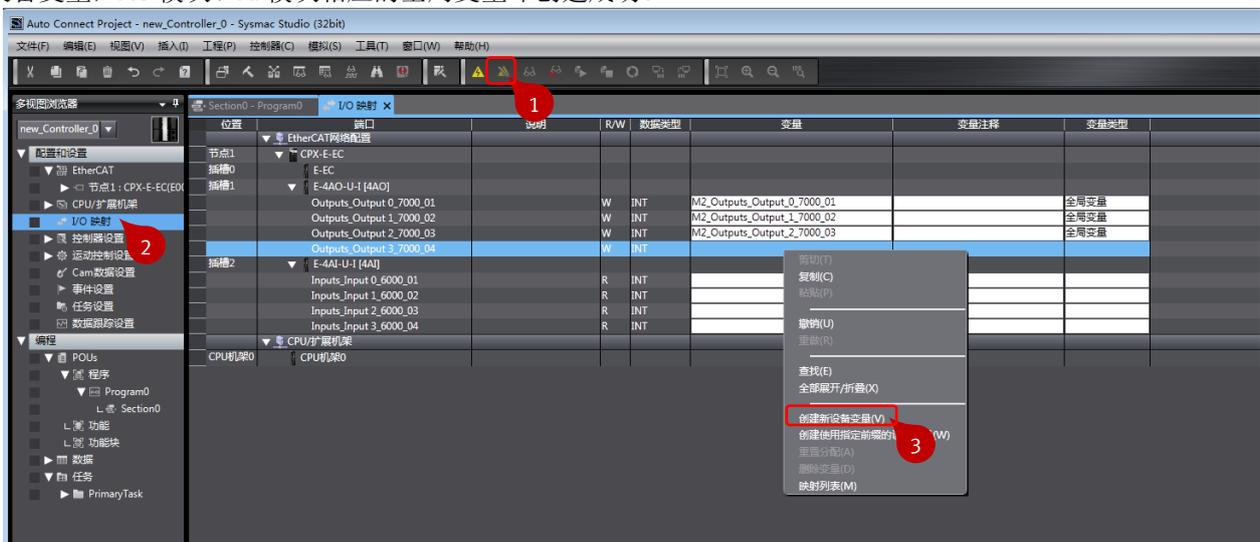
重启设备后连接 PLC，在主设备处单击鼠标右键出现下拉框，选择与物理网络配置比较与合并，确认无误后点击确定，在左侧 EtherCAT 下方能看到节点 CPX-E-EC。





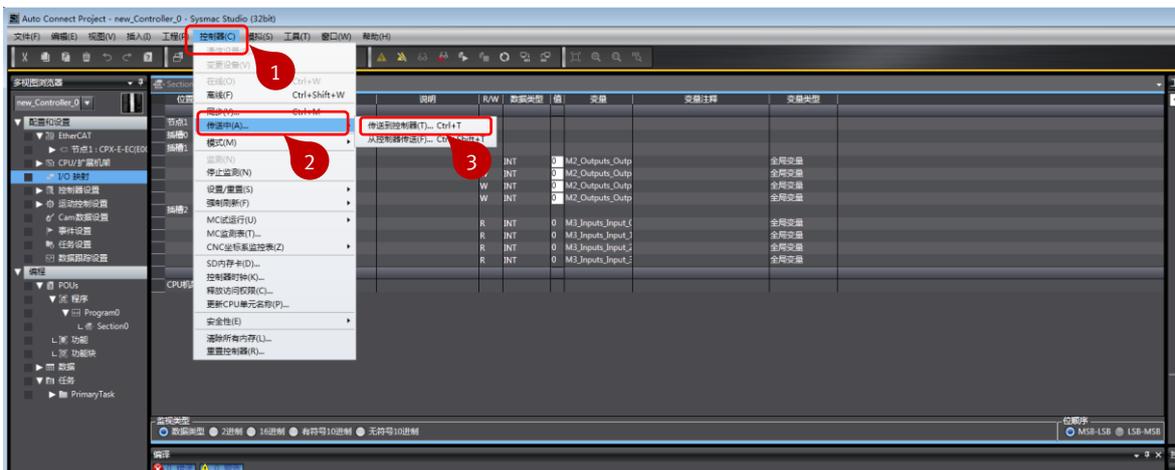
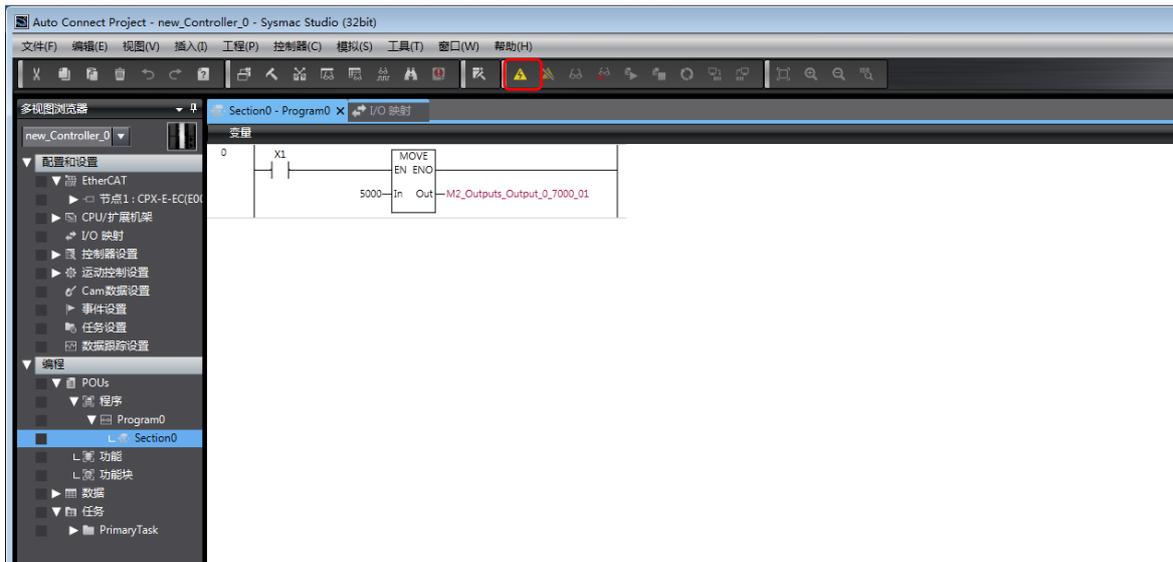
6.5 IO 映射全局变量

切换至离线状态，断开与 PLC 通讯，点击 I/O 映射，然后选择相应变量单击鼠标右键，此时会出现下拉框，选择创建新设备变量，AO 模块、AI 模块相应全局变量即创建成功。

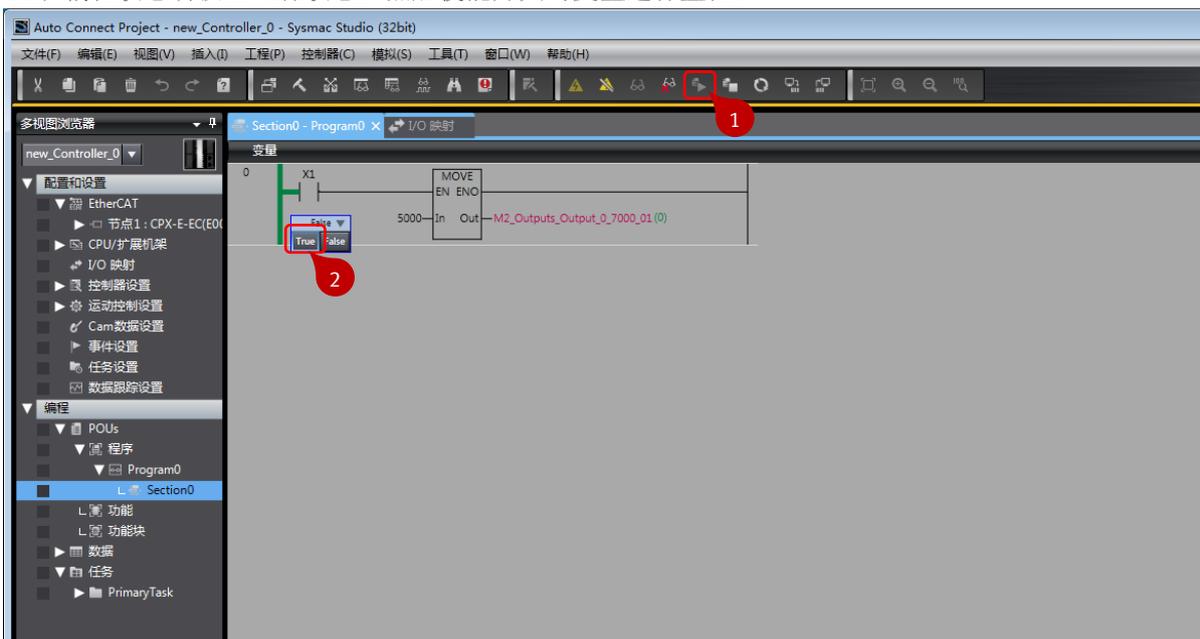


6.6 监控输入输出值

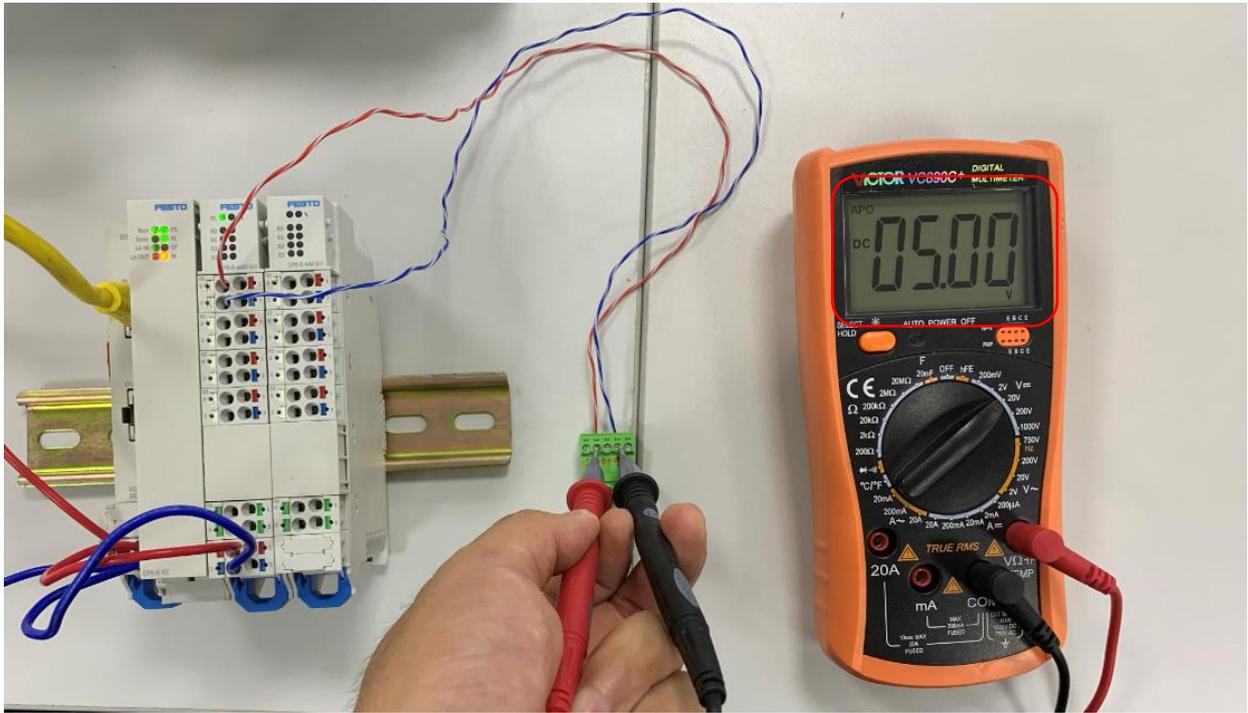
为便于观察，将 AO 模块 X0 口输出数据格式设置为线性缩放，量程设置为 0~10V，将 AI 模块 X0 口输入数据格式设置为线性缩放，最小值设置为 0，最大值设置为 10000，量程设置为 0~10V。编写一个小程序，对 X0 口的相应全局变量进行置位，设定值为 5000。切换至在线状态，将参数和程序传输至 PLC。



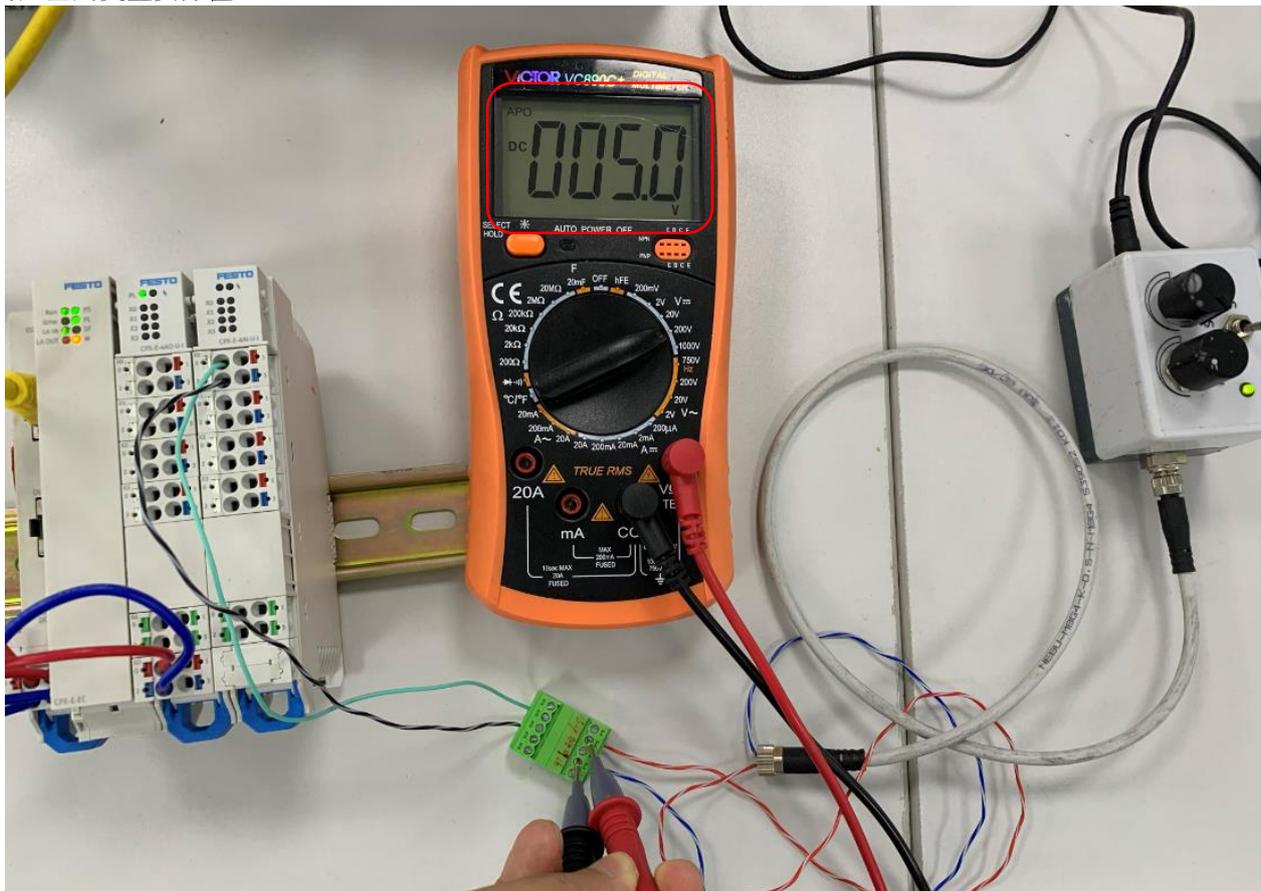
将 PLC 从编程状态切换至运行状态，然后使能开关对变量进行置位。



置位完成后，观察 AO 模块 X0 口输出电压为 5V，输出正常。



使用调压设备输入 5V 电压，然后编写一个测试小程序下载至 PLC，下载成功后切换 PLC 至运行状态，观察 AI 模块 X0 口对应全局变量实际值。



观察 AI 模块 X0 口对应变量的实际值为 5060，按照设定理想值为 5000，由于输入电压有误差导致实际值是在 5000 左右波动。

