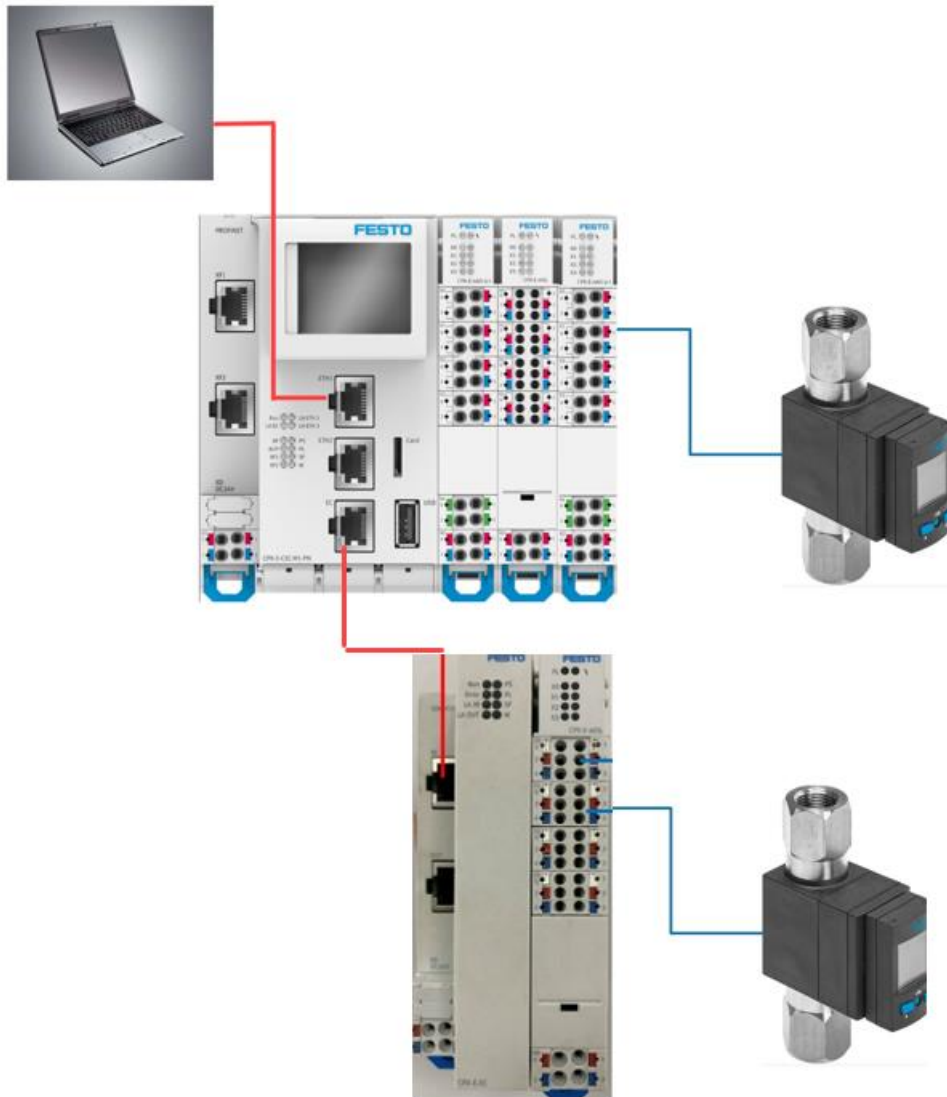


Codesys V3 环境中通过 IO-Link 读写 SFAW 参数与过程数据



李跃

Festo 技术支持

2020 年 11 月 19 日

关键词:

CODESYS V3.5.12, IO-Link, EtherCAT, SFAW

摘要:

本文介绍了使用 CODESYS V3.5.12 及 EtherCAT 控制从站 IO-Link 设备,如何进行参数读写的实例。PLC, EtherCAT 从站及 IO-Link 主站模块为 Festo 公司 CPX-E-CEC-M1-PN (带 EtherCAT 主站), CPX-E-EC, CPX-E-4IOL, IO-Link 设备为 Festo 公司的流量传感器 SFAW-100T-TG34-E-PNLK-PNVBA-M12。

正文描述中, 将以 CPX-E-CEC, 4IOL, SFAW 分别作为模块 CPX-E-CEC-M1-PN, CPX-E-4IOL 以及流量传感器 SFAW 的简称。

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 CoDeSys 软件, Festo 公司 CPX-E-CEC, 4IOL 模块、IO-Link 设备 SFAW 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	所用软、硬件及文档	4
2.1	硬件及固件版本	4
2.2	参考文档	4
2.3	软件及 IODD 文件下载	4
2.4	硬件拓扑连接	5
3	硬件接口，接线及软件安装	5
3.1	CPX-E-CEC-M1-PN 及 CPX-E-4IOL 模块硬件接口	5
3.2	SFAW 的硬件接口及接线	6
3.3	软件安装	7
4	在 CODESYS V.3.5.12 中调试 IO-Link 设备	9
4.1	创建新项目	9
4.1.1	CPX-E-4IOL 模块配置	12
4.1.2	SFAW 的 IO-Link 选项卡及参数设置	14
4.1.3	EtherCAT 主站下使用 ISDU 读写 SFAW 的参数与数据	16
4.2	读取 IO-Link 设备的实时数据	21

1 简介

CPX-E-CEC-M1-PN 模块作为 PLC 控制器，在 CODESYS 通讯协议下可以扩展输入输出模块以及功能模块。CPX-E-4IOL 作为 PLC 主站上的功能模块站并入网络，该 4IOL 模块作为 IO-Link 主站连接 IO-Link 设备 SFAW。

CPX-E-CEC-M1-PN 还具有 EtherCAT 主站功能，在 CODESYS 中组态调试 CPX-E-CEC 下挂的 EtherCAT 从站及 IO-Link 设备，可以通过 ISDU 参数的读写访问 IO-Link 设备。

2 所用软、硬件及文档

2.1 硬件及固件版本

型号	固件/版本	描述
CPX-E-CEC-M1-PN	7	PLC 主站（带 EtherCAT 主站）
CPX-E-EC		EtherCAT 从站
CPX-E-4IOL	2	IO-Link 主站模块
SFAW-100T-TG34-E-PNLK-PNVBA-M12	V1.1	流量传感器
CODESYS	V3.5.12	PLC 编程软件
网线	-	连接电脑与 CPX-E-CEC

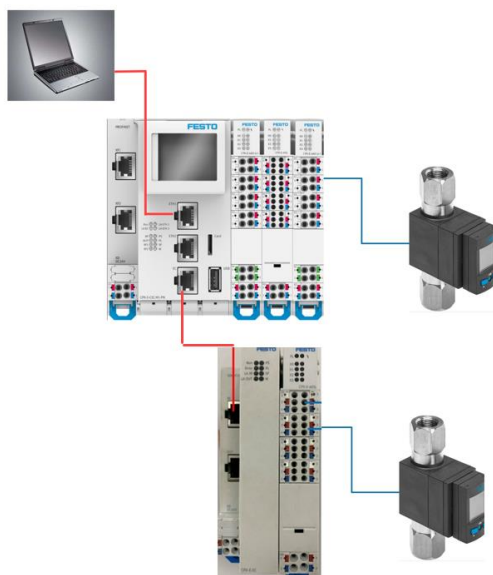
2.2 参考文档

手册	资源链接
系统手册 8126729 CPX-E-SYS	8126729 (festo.com)
操作手册 8109764 CPX-E-CEC-...-PN	8109674 (festo.com)
操作手册 8126639 CPX-E-4IOL(-P)	8126639 (festo.com)
操作手册 8081683 SFAW-...	8081683 (festo.com)
SFAW IO-Link 参数说明 100043 SFAW-...	100043.pdf (festo.com)

2.3 软件及 IODD 文件下载

软件	资源链接
CODESYS V3.5.12.174	CPX-CEC_3.5.12.174(5063cb31e818).package (festo.com)
CODESYS Target Support Package	CPX-E-CEC_3.5.12.224(b26b12cfd926).package (festo.com)
SFAW IO-Link IODD 文件	2015_07_01_sfaw_iodds.zip (festo.com)

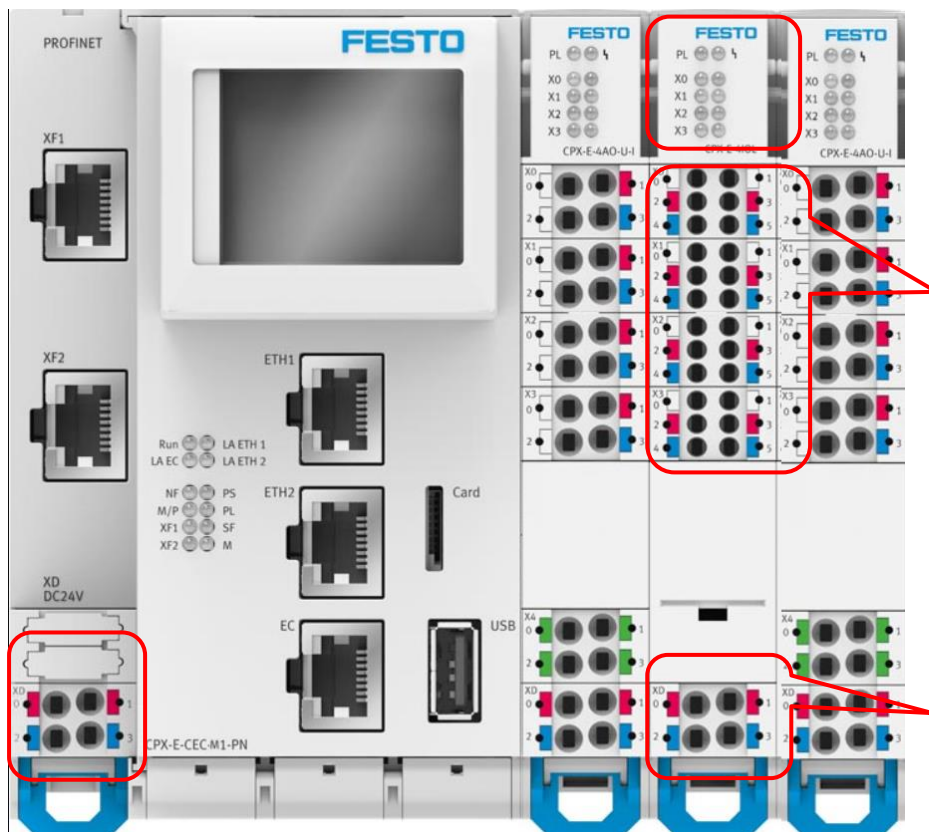
2.4 硬件拓扑连接



3 硬件接口，接线及软件安装

3.1 CPX-E-CEC-M1-PN 及 CPX-E-4IOL 模块硬件接口

模块的状态指示灯、电源、信号端子接线说明如下所示。



显示单元

PL: 负载电源 U_{out} (绿色)

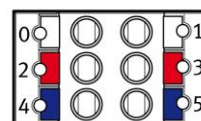
⚡: 模块故障 (红色)

X0~X3:

IO-Link 模式左侧灯亮 (绿色)

标准 IO 模式右侧灯亮 (黄色)

接口 X0、X1、X2、X3



0/1: 标准 IO 或 IO-Link 通信接口

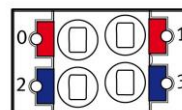
2: +24V 工作电源 $U_{EL/SEN}$

3: +24V 负载电源 U_{out}

4: 0V DC 工作电源 $U_{EL/SEN}$

5: 0V DC 负载电源 U_{out}

接口 XD

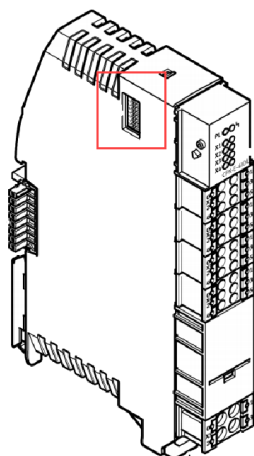


0、1: +24V DC 负载电源 U_{out}

2、3: 0V DC 负载电源 U_{out}

CPX-E-4IOL 模块需要通过 DIL 开关拨码确定每个端口的地址空间长度，拨码开关位于模块侧面。

本文中每个端口地址空间为 8Bytes I/O，模块共占用 32Bytes I/O：



使用未列出的开关位置组合会导致故障（故障编号 204）。

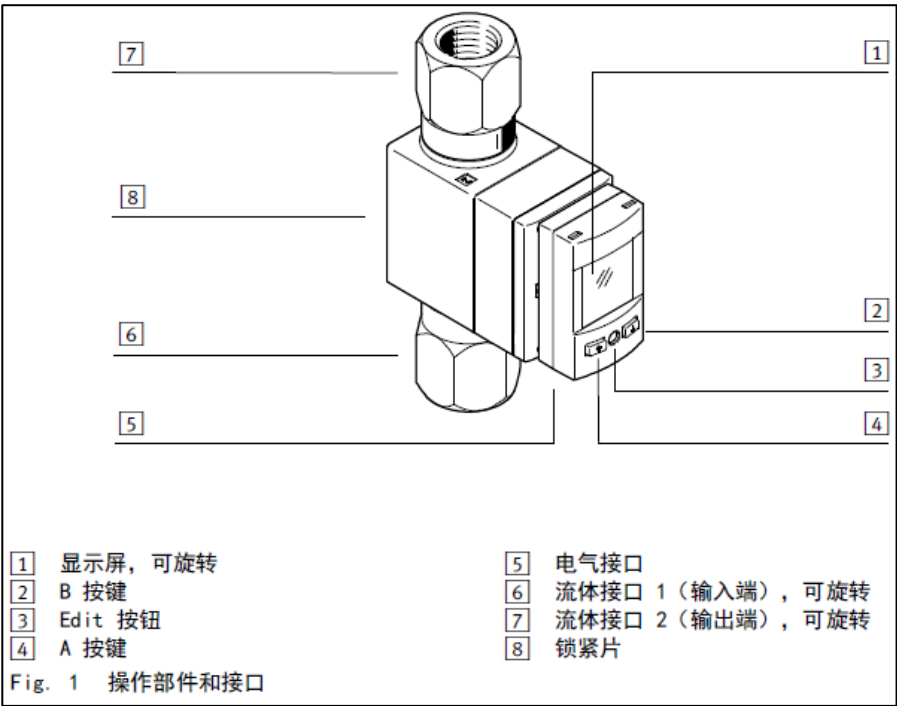
DIL 开关							地址空间 [Byte]	
	1	2	3	4	5	6 ... 8	每个端口	模块
1	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	2 I/2 O ¹⁾	8 I/8 O ¹⁾
2	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	4 I/4 O	16 I/16 O
3	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	8 I/8 O	32 I/32 O
4	ON	ON	OFF	ON	OFF	OFF	16 I/16 O ²⁾	
5	OFF	OFF	ON	OFF	ON	OFF	32 I/32 O ³⁾	

- 1) 出厂设置
2) 仅端口 1 [X0] 和端口 2 [X1] 激活
3) 仅端口 1 [X0] 激活

详细的硬件接线、拨码开关设置以及参数信息可以查阅手册：[8126639 \(festo.com\)](http://8126639.festo.com)

3.2 SFAW 的硬件接口及接线

流量传感器 SFAW 的硬件接口、按键及流体接口如下图，该传感器采用涡流（Vortex）原理，连接测量介质时，请注意流体接口的进出方向，若介质流动的进出口反接，它将不能正常测量。



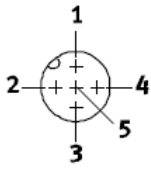
SFAW 有多种派生型，型号书写规则上区别为红色高亮部分（注意中划线）：

SFAW-...T-...PNLK-PNVBA-....，SFAW-...-...PNLK-PNVBA-....

SFAW-...T-...PNLK-PN-VBA-....，SFAW-...-...PNLK-PN-VBA-....

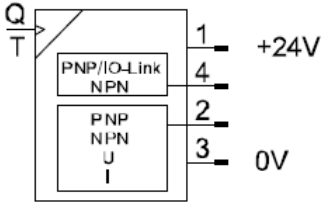
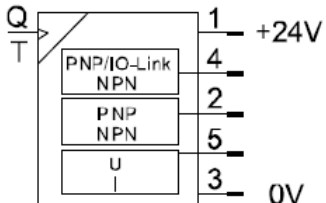
型号中-T 指带有温度测量功能；PNVBA 与 PN-VBA 的功能区别在于电接口的针脚 5 为 SFAW 的模拟量输出端；在使用 SFAW 传感器之前，请确认具体型号，选择正确的接线方式。

文中使用的型号为 SFAW-100T-TG34-E-PNLK-**PNVBA**-M12，故只使用接线图中的针脚 1~4。

针脚	分配 ¹⁾	芯线颜色 ²⁾	插头
1	+24 V DC 工作电源	棕色 (BN)	
2	开关输出端 OutB 或 OutD 或模拟输出端	白色 (WH)	
3	0 V	蓝色 (BU)	
4	开关输出端 OutA 或 OutC 或 IO-Link (C/Q 电缆)	黑色 (BK)	
5	模拟输出端或未占用	灰色 (GY)	

- 1) 请注意信号结构 (→ Fig. 2 和 Fig. 3)。
2) 使用电气附件中的连接电缆时 (→ 1.2 特征)。

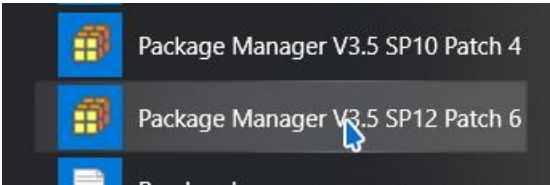
Tab. 8 针脚分配

电路图	
SFAW-...-PNLK-PNVBA-...	SFAW-...-PNLK-PN-VBA-...
	

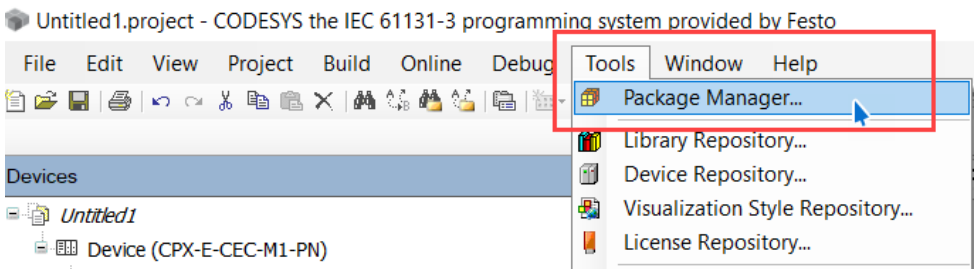
3.3 软件安装

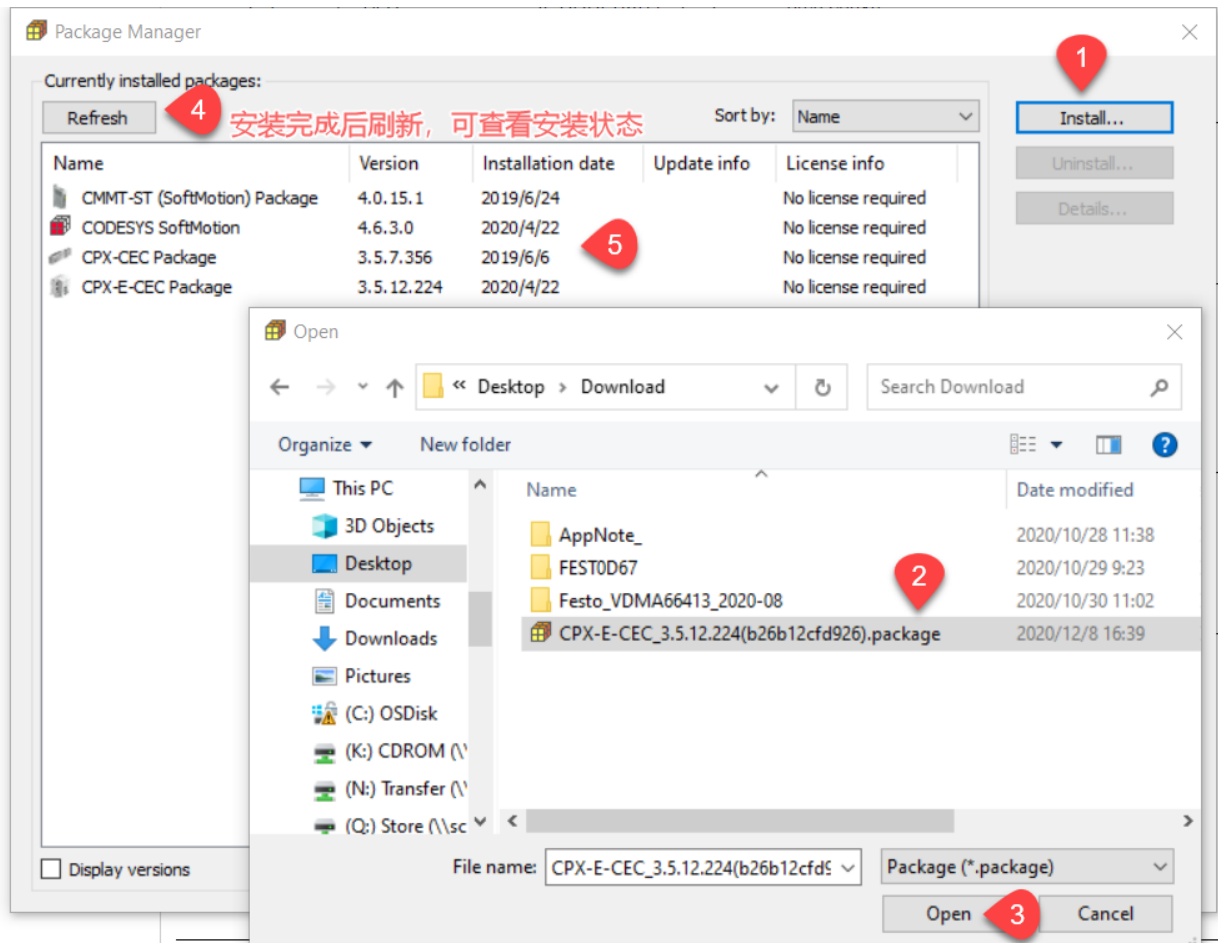
如果熟悉 CODESYS 的安装、使用以及 Festo 产品的硬件组态，可直接跳转至章节 [4.1.2 CPX-E-4IOL 模块配置](#)。成功安装 CODESYS 软件后（可能要重启电脑），再安装 Target Support Package 以及 IODD 文件。

- 1) 直接使用 Package Manger 安装 CPX-E-CEC 固件升级包：点击 windows 图标，开始菜单-Festo Software 找到并打开 Package Manager V3.5 SP12 Patch 6

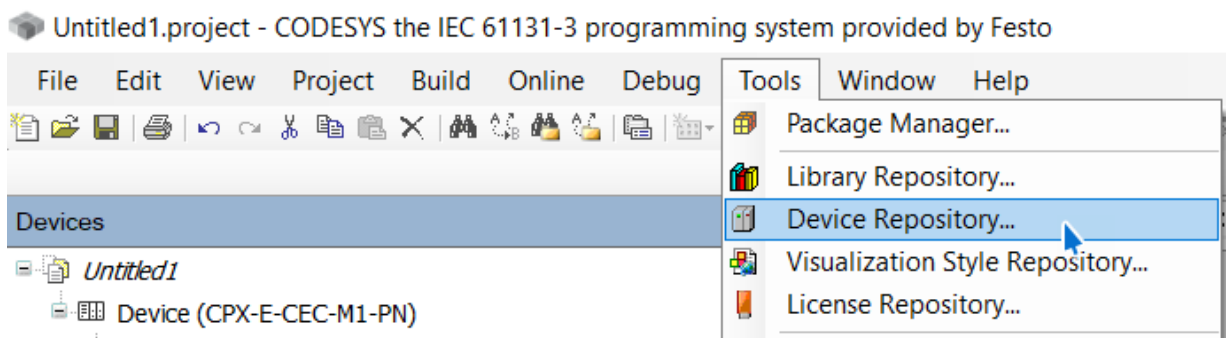


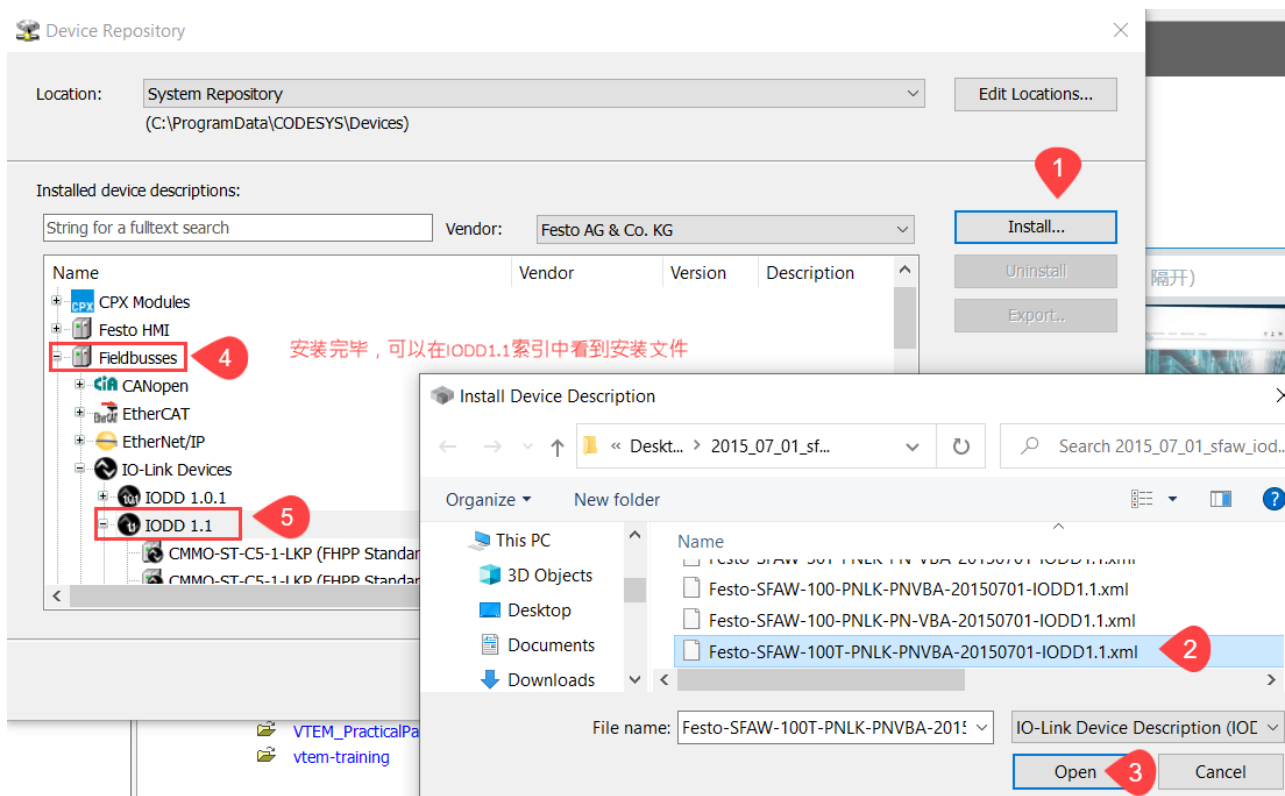
也可以打开 CODESYS 软件，在 Tools 选项卡中打开该管理器：





在 CODESYS 软件的 Tools 选项卡中选择 Device Repository，安装 IODD 文件。如下图在弹出的窗口中操作，选择相应型号的 IODD 文件安装。



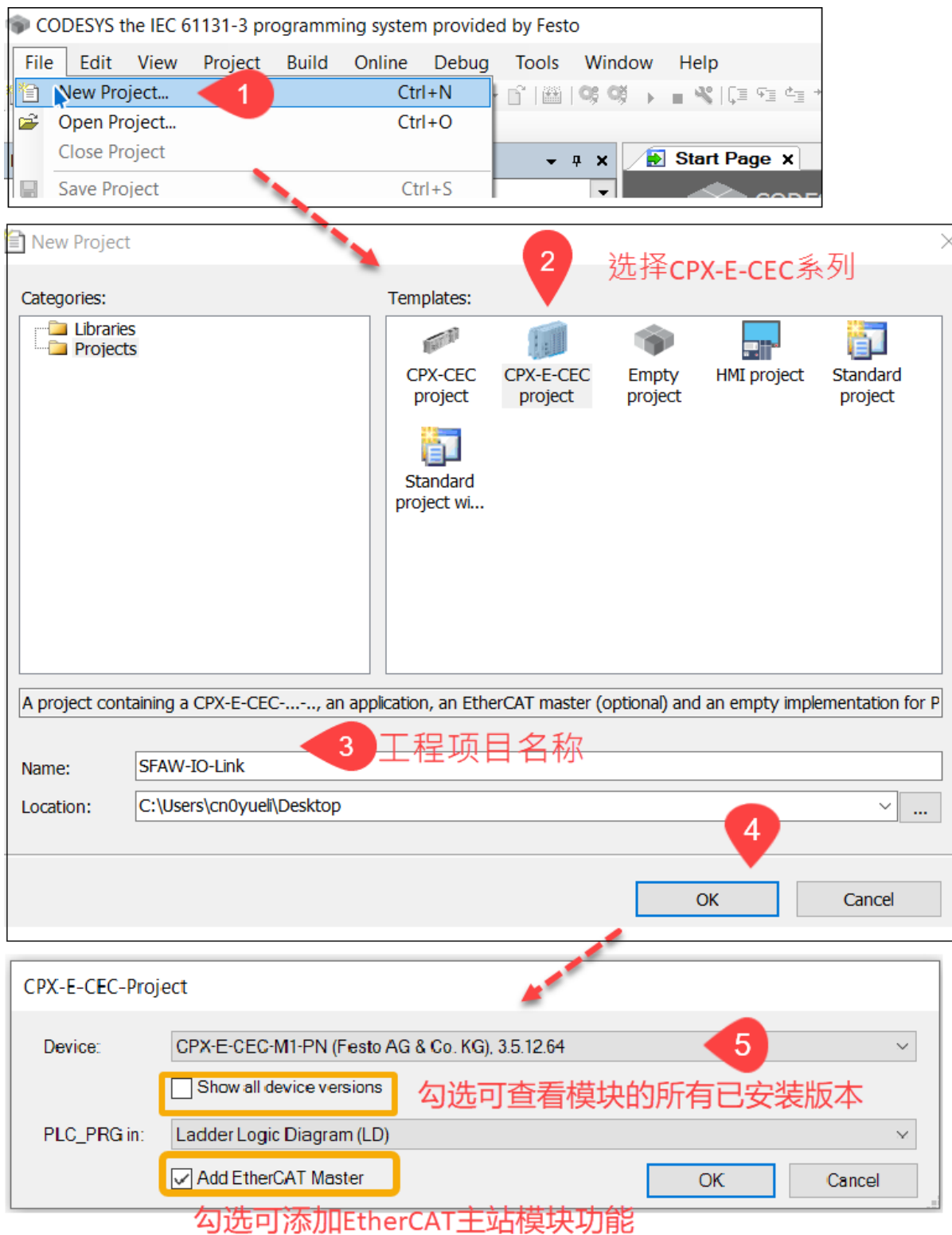


4 在 CODESYS V.3.5.12 中调试 IO-Link 设备

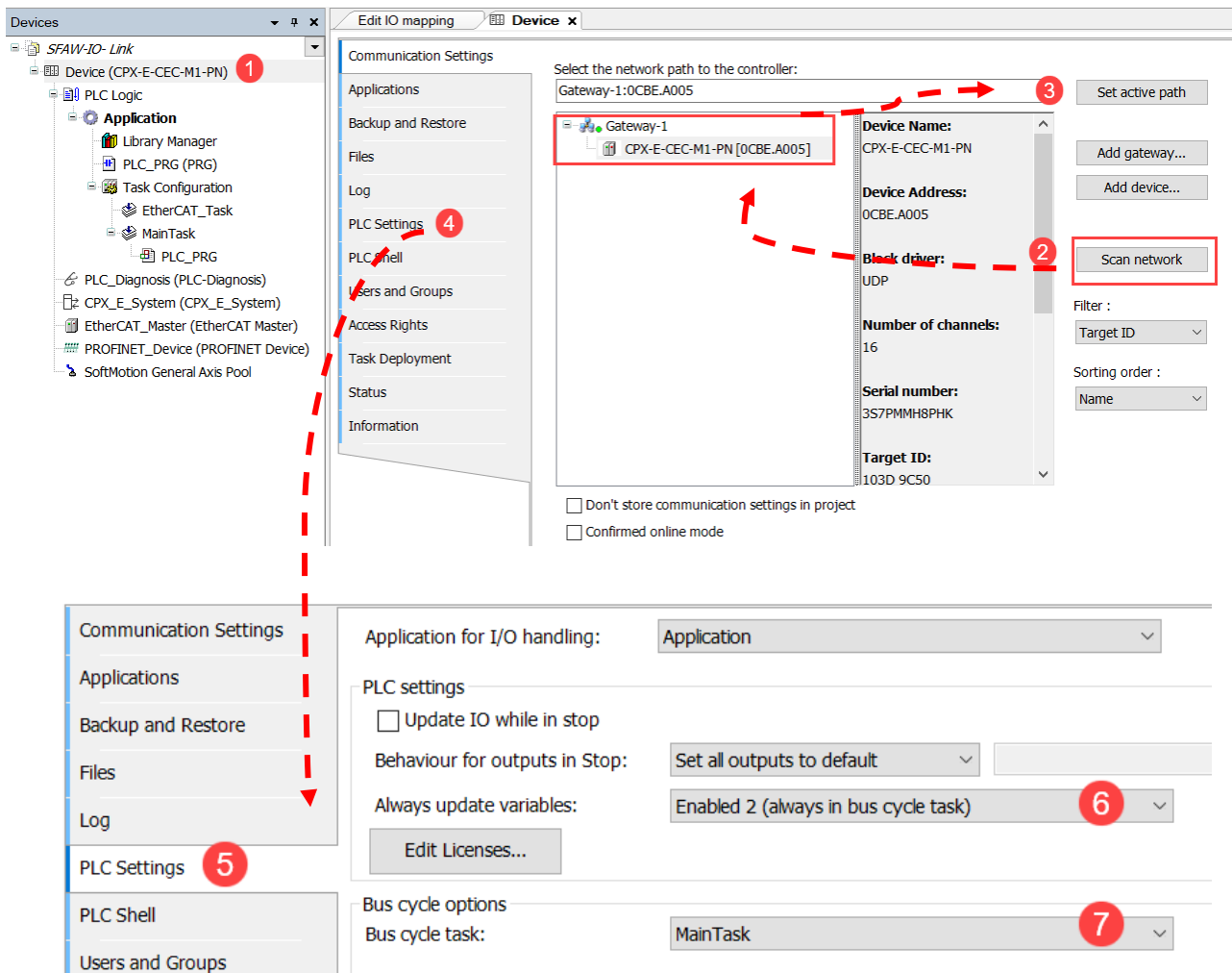
4.1 创建新项目

如果熟悉 CODESYS 以及 Festo 产品的硬件组态，可跳过此章节，直接查看章节 [4.1.2 CPX-E-4IOL 模块配置](#)。

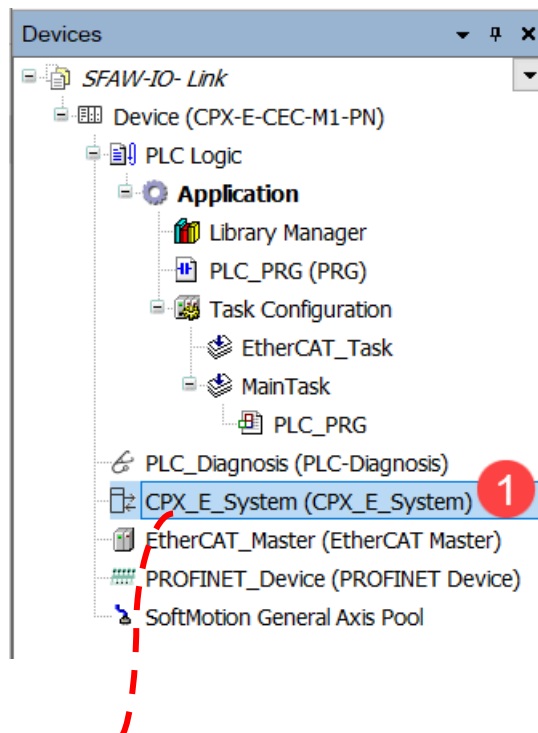
参考下图，依次在弹出的窗口中操作，创建新的工程项目，选择正确的配置模块。

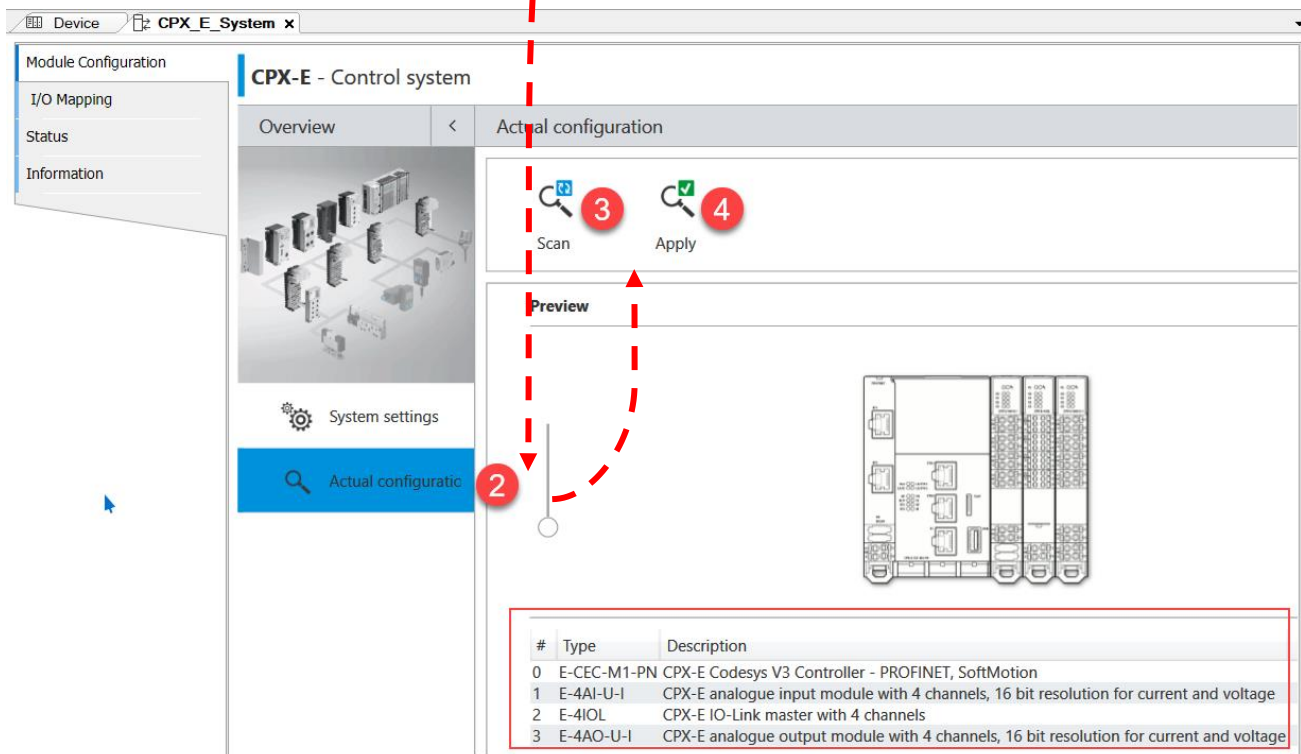


工程项目如下所示。双击设备选项卡，在 Communication Settings 中激活 PLC 模块网关，再选择 PLC Settings 选项卡，设置变量与总线的扫描周期方式。



选中并双击 CPX_E_System 选项卡，扫描工程项目当前的硬件设备，点击应用。

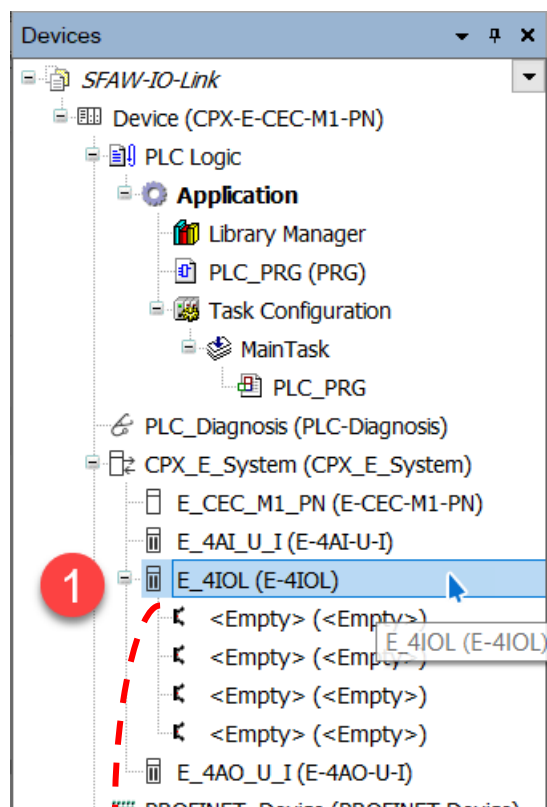




4.1.1 CPX-E-4IOL 模块配置

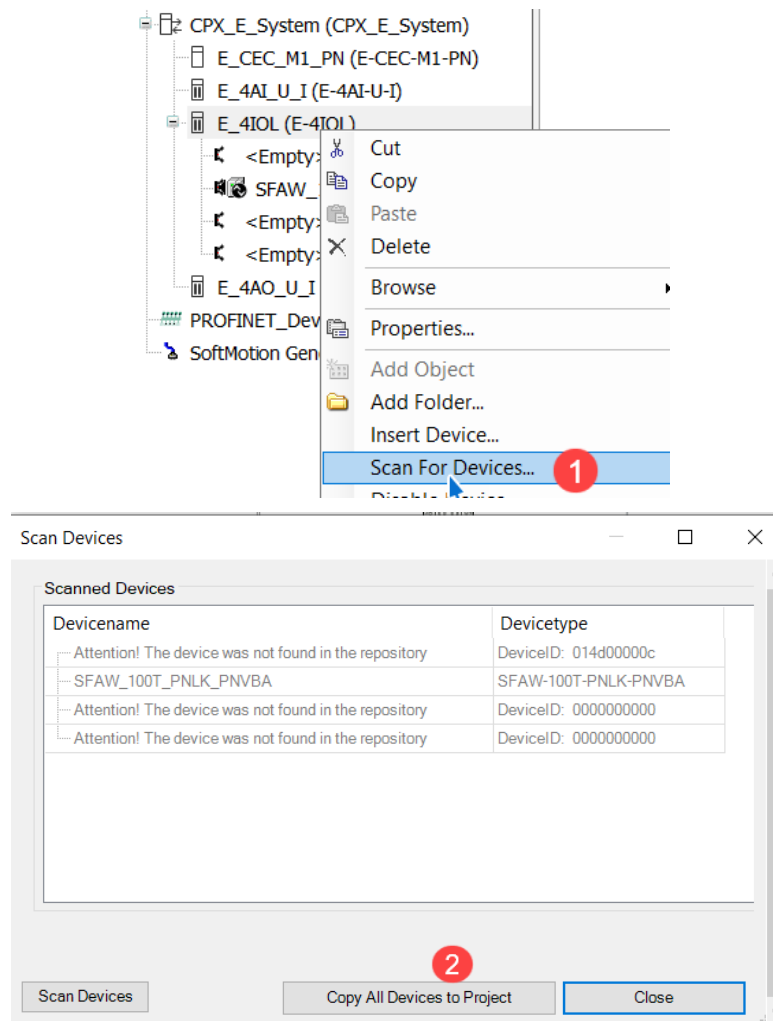
选中并双击 4IOL 模块，打开模块选项卡。

激活 4IOL 模块的通道模式，根据拨码开关的设置选择/读取每个通道对应的 I/O 字节。





再次选择 4IOL 模块，右键单击，选择 Scan For Devices,自动扫描设备，添加到设备槽。



如果自动扫描无法搜索到设备，请检查线缆连接，以及 4IOL 模块的通道模式，IO 字节设置是否正确。

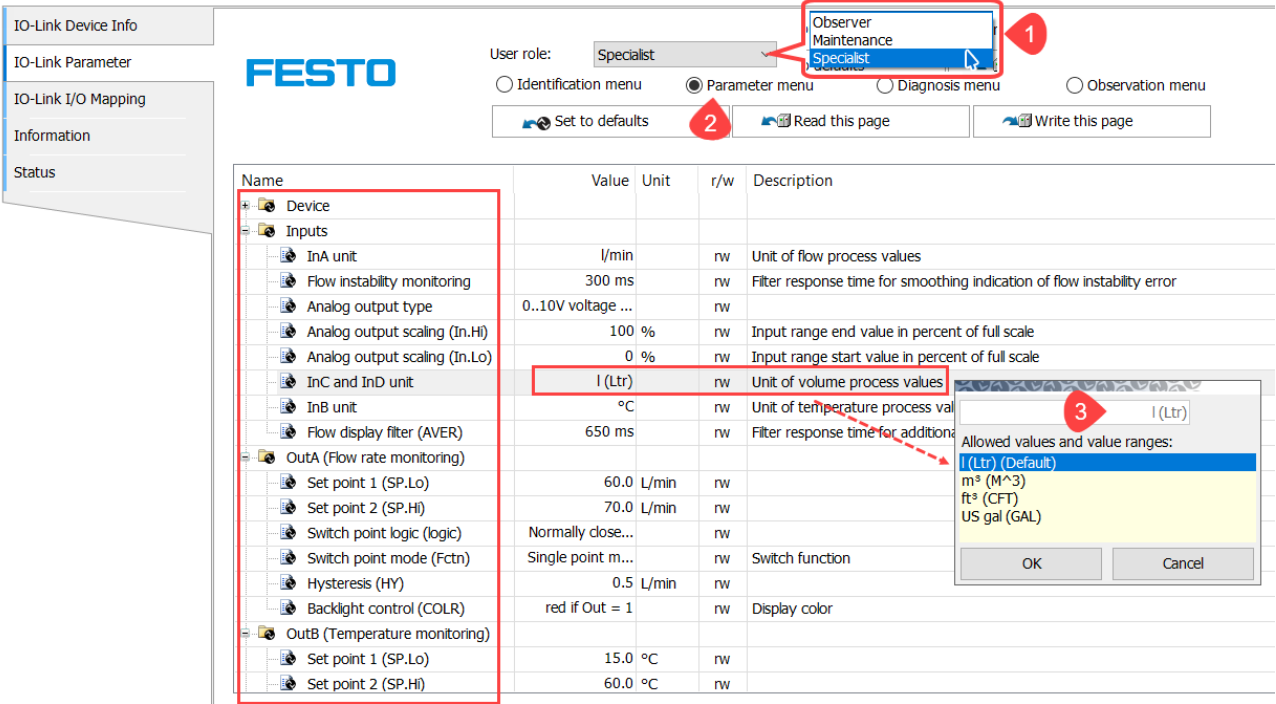
4.1.2 SFAW 的 IO-Link 选项卡及参数设置

本示例中的 SFAW 具有温度监控及相关参数设置功能，因此过程数据长度为 5 Bytes。

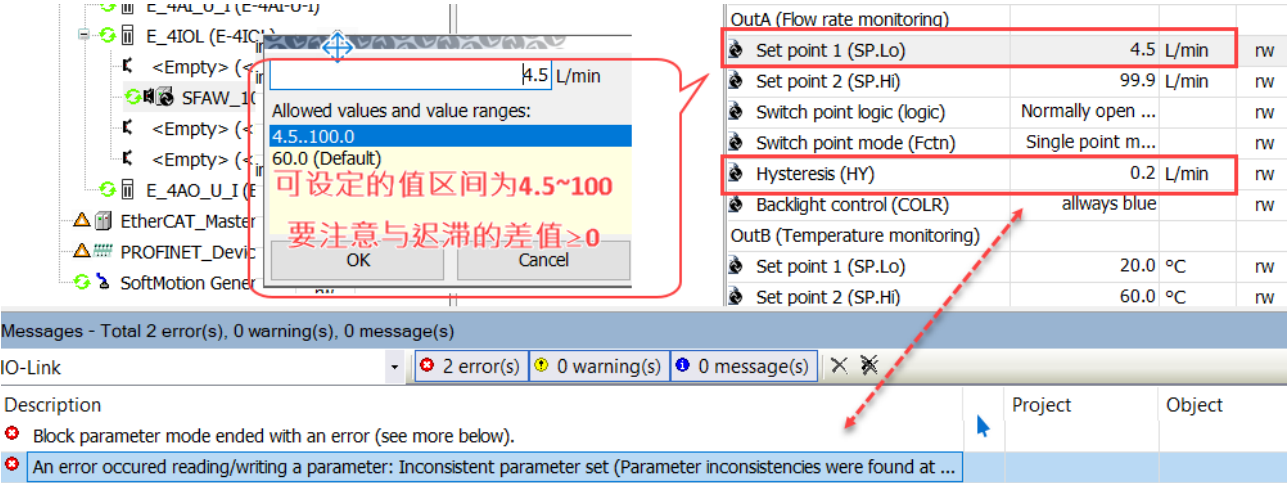
选择“Specialist（专家模式）”，对 Parameter menu（参数菜单）中的参数进行读写操作，页面上会显示每个参数的读写权限以及参数功能描述。设置 SFAW 的流量、温度、耗气量的监测模式，以及温度、流量的单位等，再点击“Write this page”将参数设置写入 SFAW。

这个界面的操作与 SFAW 的按键操作功能一致。详细的参数功能及模式可以查看操作手册

[8081683\(festo.com\)](http://8081683.festo.com)。



注意，参数设置时，设定点（SP.Lo.）与迟滞需要满足：SP.Lo.与 HY 的差值 ≥ 0 ，否则参数无法正确写入。



在线模式下监控 SFAW 的 IO-Link 的实时过程数据（PDV）In A（流量）与 In B（温度），并与传感器液晶显示屏的实际读数进行比较。

IO-Link Parameter	Variable	Mapping	Channel	Address	Type	Default Value	Current Value
IO-Link I/O Mapping	Process data input						
Information			PDV (InA)	%IW4	UINT		2542
Status			PDV (InB)	%IW5	UINT		3764
			BDC4 (OutD)	%IX12.0	BIT		FALSE
			BDC3 (OutC)	%IX12.1	BIT		FALSE
			BDC2 (OutB)	%IX12.2	BIT		TRUE
			BDC1 (OutA)	%IX12.3	BIT		TRUE



它

注意：CODESYS 的 IO 变量表中读取的 PDV 数值不是实际的流量与温度值，需要乘以转换系数才是正确的值。转换系数可以查阅手册 [100043.pdf \(festo.com\)](#) 的 18 页。

流量：2542 × 0.006103888 = 15.5 l/min；温度：3764 × 0.006103888 = 23℃。（调试时，由于视频拍摄条件限制，屏幕数据截屏与传感器显示无法同步进行，介质流速不稳定，因此面板出现 Er 08 错误提示）

Range		Flow Units			
[l/min]		l/min	l/h	ft ³ /min	US gal/min
0 ... 15	Gradient	0,000915583	0,054934994	0,0000323335	0,000241871
	Offset	0	0	0	0
0 ... 32	Gradient	0,001953244	0,117194653	0,0000689782	0,000515993
	Offset	0	0	0	0
0 ... 15	Gradient	0,003051944	0,183116645	0,000107778	0,000806238
	Offset	0	0	0	0
0 ... 100	Gradient	0,006103888	0,366233291	0,000215557	0,00162477
	Offset	0	0	0	0

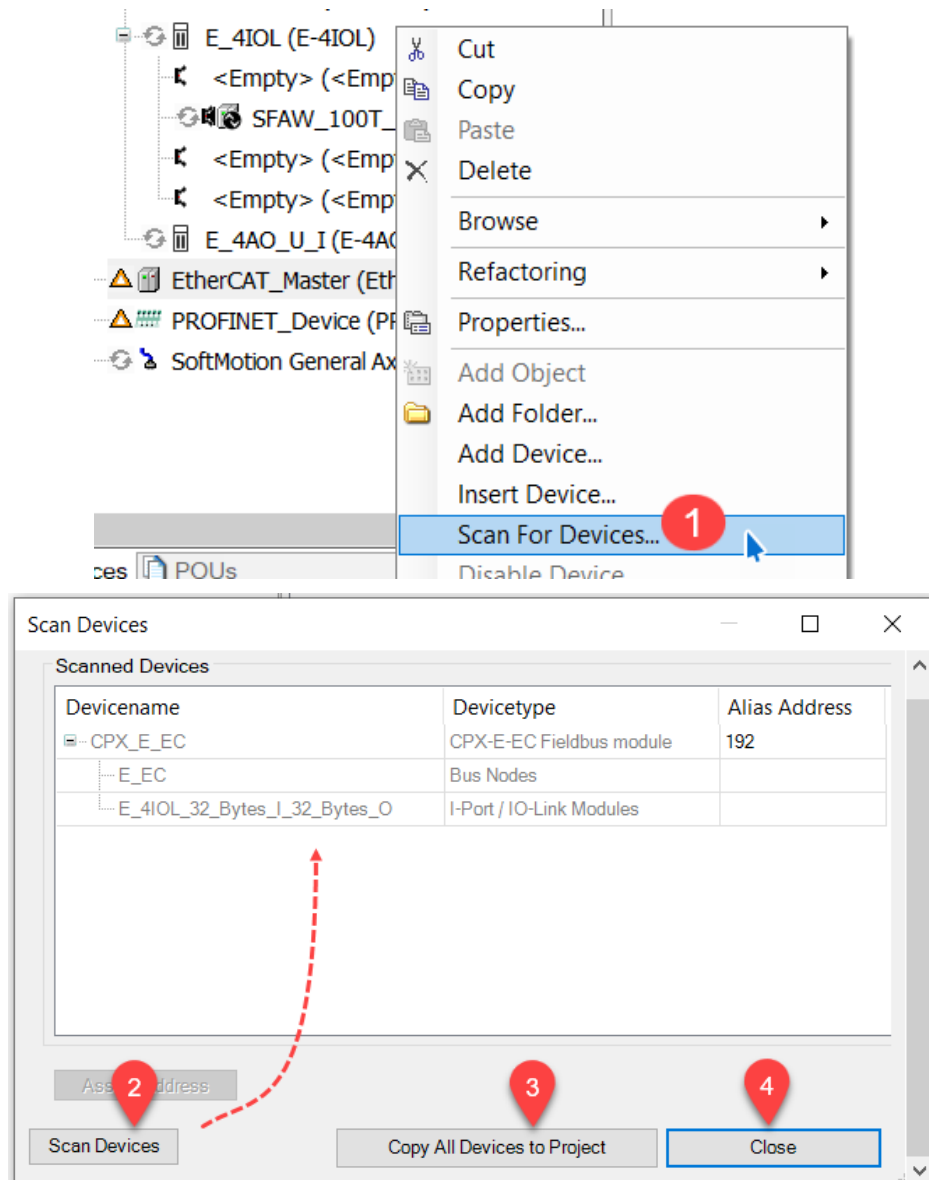
Table 3.16: Conversion factors for flow range units

Value type		Temperature Units	
		°C	°F
Process value	Gradient	0,006103888	0,010986999
	Offset	0	32
Hysteresis	Gradient	0,006103888	0,010986999
	Offset	0	0

Table 3.17: Conversion factors for temperature units

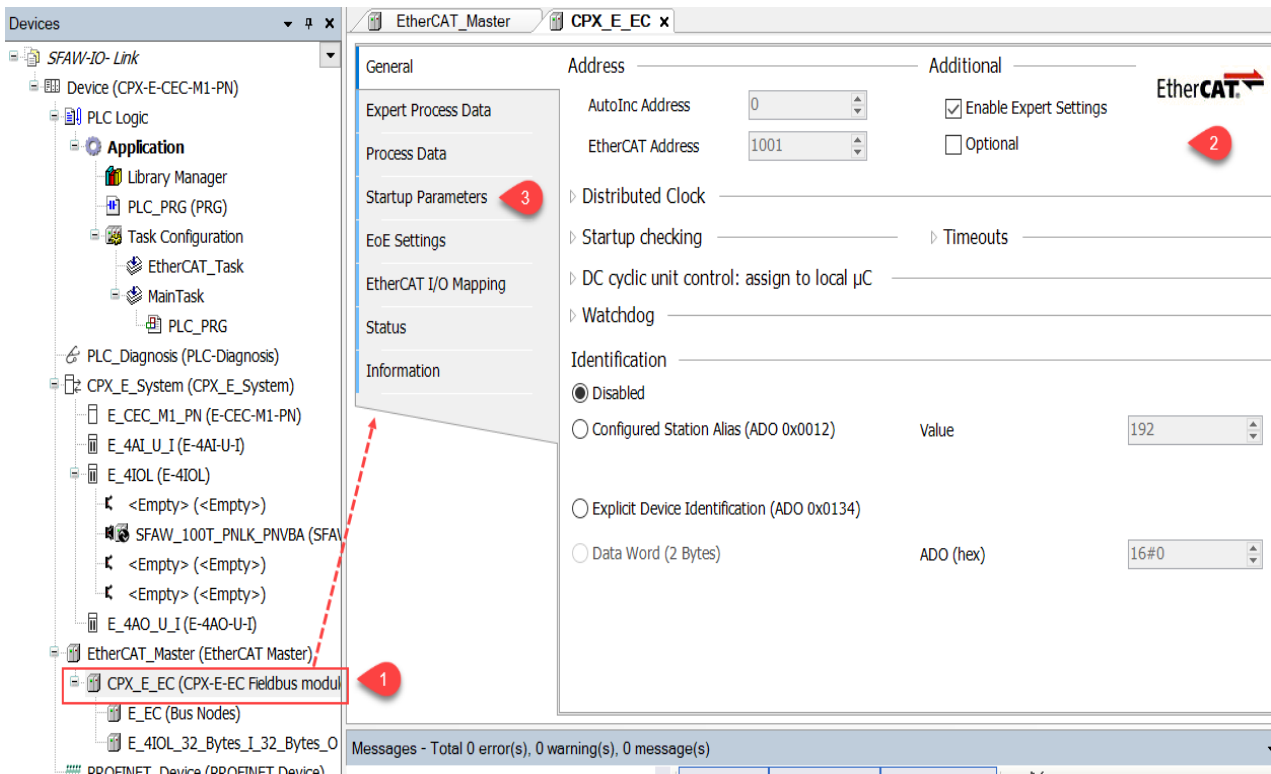
4.1.3 EtherCAT 主站下使用 ISDU 读写 SFAW 的参数与数据

选中 EtherCAT Master, 右键单击弹出菜单, 扫描并添加 EtherCAT 从站模块:



选中 CPX-E-EC 模块, 双击打开属性面板。

EtherCAT 的站点地址, 看门狗等设置通常使用默认参数, 如果需要更改, 请查询 CPX-E-EC 的手册 [8109674 \(festo.com\)](http://8109674.festo.com), 根据实际应用调整。



打开 Startup Parameters 参数面板，根据索引编号及功能描述，依次添加 4IOL 模块作为 IO-Link 站点的参数。

示例中 SFAW 连接的是 4IOL 模块的 X0 接口，按如下示例依次添加参数：

1. 4IOL 模块 X0 接口的工作模式

Index:Subindex	Name	Flags
16#10F3:16#00	Diagnosis History	
16#1C32:16#00	SM output parameter	
16#1C33:16#00	SM input parameter	
16#2001:16#00	Module Parameter E-4IOL	
16#2101:16#00	Fieldbus module E-4IOL	

16#2001:16#00 Module Parameter E-4IOL

16#01	Monitor Vout/Vval	RW	BOOL	16#01
16#02	Behaviour after SCS	RW	USINT	16#01
16#03	Behaviour after SCO	RW	USINT	16#01
16#04	PS Power	RW	USINT	16#01
16#05	Configuration Port 1 - Cycle Time	RW	UINT	16#0000
16#06	Configuration Port 1 - PL Power	RW	USINT	16#01
16#07	Configuration Port 1 - Operating Mode	RW	USINT	16#00
16#08	Configuration Port 2 - Cycle Time	RW	UINT	16#0000
16#09	Configuration Port 2 - PL Power	RW	USINT	16#01
16#0A	Configuration Port 2 - Operating Mode	RW	USINT	16#00
16#0B	Configuration Port 3 - Cycle Time	RW	UINT	16#0000
16#0C	Configuration Port 3 - PL Power	RW	USINT	16#01

1 模块负载电源检测
断电（短路/断路）后的模式
系统电源检测

2 通道的工作模式设置

3 选择IO-Link

Name: Configuration Port 1 - Operating Mode
Index: 16# 2001 Bitlength: 8
SubIndex: 16# 7 Value: Inactive
☐ Complete Access ☐ Byte Array

escription

2. 4IOL 模块的 ISDU Access 参数

使用 4IOL 模块时，需要读写操作的 ISDU 参数说明如下

16#2201:16#00 E-4IOL - ISDU Access

16#01	Direction	RW		16#00
16#02	Channel	RW	USINT	16#00
16#03	Index	RW	UINT	16#0000
16#04	Subindex	RW	USINT	16#00
16#05	ISDU Error	RW	UINT	16#0000
16#06	Length of data	RW	USINT	16#00
16#07	Data	RW	USINT	
16#08	Data	RW	USINT	
16#09	Data	RW	USINT	
16#0A	Data	RW	USINT	
16#0B	Data	RW	USINT	
16#0C	Data	RW	USINT	
16#0D	Data	RW	USINT	
16#0E	Data	RW	USINT	
16#0F	Data	RW	USINT	

读写模式设定

读写的通道：0~3 分别对应 X0~X3 接口

参数索引及子索引，查询手册确定功能。子索引值为 0，默认读写整个索引

ISDU 参数读写异常时的报警

读写数据长度

读写数据

查阅手册 [100043.pdf \(festo.com\)](http://100043.pdf(festo.com))，我们需要设置与读取的参数分别是流量与温度检测值的设定、切换模式、迟滞等。

以下以温度为例，说明如何设置 SFAW 关于温度检测和参数设置的读写。

Index 的值在手册中为 16 进制格式，在 CODESYS 中读写时，需要转换成 10 进制：

0x003E=62_d, 0x003F=63_d

分别读 Index 0x003E 和 0x003F 的当前设定值。

BDC2, Temperature monitoring OutB ²⁾									
0x003E	1	Setpoint SP1	164 ... 14745, default 6553	R	R/W	R/W	2	UInteger16	
	2	Setpoint SP2	246 ... 14745, default 9830				2		
0x003F	1	Switchpoint logic	0: normally open, default 1: normally closed				1	UInteger8	
	2	Switchpoint mode	1: Single Point Mode, default 2: Window Mode				1		
	3	Switchpoint hysteresis	0 ... 13107, default 82				2		UInteger16

General	Read Objects	☐ Auto Update	☐ Offline from ESI File	☒ Online from Device	
Expert Process Data					
Process Data					
Startup Parameters					
Online					
CoE Online					
EoE Settings					
Diag History					
EtherCAT I/O Mapping					
Status					
Information					
	Index/Subindex	Name	Flags	Type	Value
	* 16#1701:16#00	Padding - RxPDO	RO	USINT	1
	* 16#1A01:16#00	E-4IOL - TxPDO	RO	USINT	32
	* 16#1A40:16#00	Diag History - TxPDO	RO	USINT	2
	* 16#1B01:16#00	Padding - TxPDO	RO	USINT	1
	* 16#1C00:16#00	Sync manager type	RO	USINT	4
	* 16#1C12:16#00	RxPDO Assign	RW	USINT	1
	* 16#1C13:16#00	TxPDO Assign	RW	USINT	1
	* 16#1C32:16#00	SM output parameter	RO	USINT	32
	* 16#1C33:16#00	SM input parameter	RO	USINT	32
	* 16#2000:16#00	E-EC	RO	USINT	6
	* 16#2001:16#00	E-4IOL	RO	USINT	24
	* 16#2101:16#00	Failsafe values - E-4IOL	RO	USINT	32
	- 16#2201:16#00	E-4IOL - ISDU Access	RO	USINT	7
	:16#01	Direction	RW	UINT	Read
	:16#02	Channel	RW	USINT	0
	:16#03	Index	RW	UINT	63
	:16#04	Subindex	RW	USINT	0
	:16#05	ISDU Error	RO	USINT	0
	:16#06	Length of data	RW	USINT	4
	:16#07	Data	RW	ARRAY[0..237] OF USINT	[0,1,0,82,0,0,0,0,0,0,0]
	* 16#2301:16#00	E-4IOL - IO-Link Settings	RO	USINT	16
	* 16#2400:16#00	Global CBY Parameter	RO	USINT	8
	* 16#1C32:16#00	SM output parameter	RO	USINT	32
	* 16#1C33:16#00	SM input parameter	RO	USINT	32
	* 16#2000:16#00	E-EC	RO	USINT	6
	* 16#2001:16#00	E-4IOL	RO	USINT	24
	* 16#2101:16#00	Failsafe values - E-4IOL	RO	USINT	32
	- 16#2201:16#00	E-4IOL - ISDU Access	RO	USINT	7
	:16#01	Direction	RW	UINT	Read
	:16#02	Channel	RW	USINT	0
	:16#03	Index	RW	UINT	62
	:16#04	Subindex	RW	USINT	1
	:16#05	ISDU Error	RO	UINT	0
	:16#06	Length of data	RW	USINT	2
	:16#07	Data	RW	ARRAY[0..237] OF USINT	[9,153,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0]

注意：读取的数值是以 10 进制格式分别对应 16 进制数据的两个字节，实际读数需要做 2 次转换。

Data	高字节	低字节
读取的 10 进制数值	9 _d	153 _d
转换为 16 进制数值	9 _h	99 _h
两个字节实际对应的数值	999 _h =2457 _d	

Value type		Temperature Units	
		°C	°F
Process value	Gradient	0,006103888	0,010986999
	Offset	0	32

Setpoint SP1

Setpoint Logic
常开

Setpoint Mode
开关点

迟滞

将实际设定值转换为要写入的 10 进制格式数值:

Data	高字节	低字节	Value type		Temperature Units	
					°C	°F
3277 _d 转换为 16 进制数值	CCD _h		Process value	Gradient	0,006103888	0,010986999
分别转换为 10 进制数值	12 _d	205 _d		Offset	0	32

转为 online 运行模式后，读取 CoE online 选项卡中的数据，与写入的值一致。

[illegible]

查看 SFAW 面板的参数页面，该值已写入传感器：



4.2 读取 IO-Link 设备的实时数据

查看 4IOL 模块的 I/O Mapping 的地址分配，根据拨码开关设置，X0 接口使用输出地址 QB 8~QB15，输入地址 IB8~IB15，而 SFAW 实际占用 5bytes 输入地址作为过程输入数据。根据 PDV 的数据结构定义可以知道：输入地址 IB8,IB9 是当前流量，IB10,IB11 是当前温度，IB12 是使用的数据通道。

Process Data IN for variants with temperature option

Bit	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24
Significance	not used		MSB													LSB
Process data			PDV Flow													
Data content			14-bit measured value (InA)													
Index			0x0028													
Sub-Index			1													
Data type			UInteger14													

Bit	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8
Significance	not used		MSB													LSB
Process data			PDV Temperature													
Data content			14-bit measured value (InB)													
Index			0x0028													
Sub-Index			2													
Data type			UInteger14													

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Process data	not used				BDC4	BDC3	BDC2	BDC1
Data content					OutD	OutC	OutB	OutA
Index					0x0028			
Sub-Index					3	4	5	6
Data type					Boolean			

Process data content IN

Flow monitoring BDC1 (BinaryDataChannel 1)
Temperature monitoring BDC2 ³⁾ (BinaryDataChannel 2)
Volume impulse BDC3 (BinaryDataChannel 3)
Flow monitoring BDC4 (BinaryDataChannel 4)
Flow measured value PDV 14 bit (ProcessDataVariable)
Temperature measured value PDV 14 bit ³⁾ (ProcessDataVariable)

I/O Mapping 中的值不是实时的流量，我们需要编写一个小程序将数据转换成实数，再乘以转换系数，得到实际的流量。

声明变量，并映射地址：

	Scope	Name	Address	Data type	Initialization	Comment
1	VAR_INPUT	TepHi	%IB10	BYTE		温度-高字节
2	VAR_INPUT	TepLo	%IB11	BYTE		温度-低字节
3	VAR_INPUT	convert1		UINT		TepHi转换数...左移8位后的值
4	VAR_INPUT	PDV_real		REAL		高低字节合并，转为实数的值
5	VAR_INPUT	PDV		REAL		实际温度

编写简单的小程序后运行，结果如下，与 SFAW 面板显示的温度一致：

