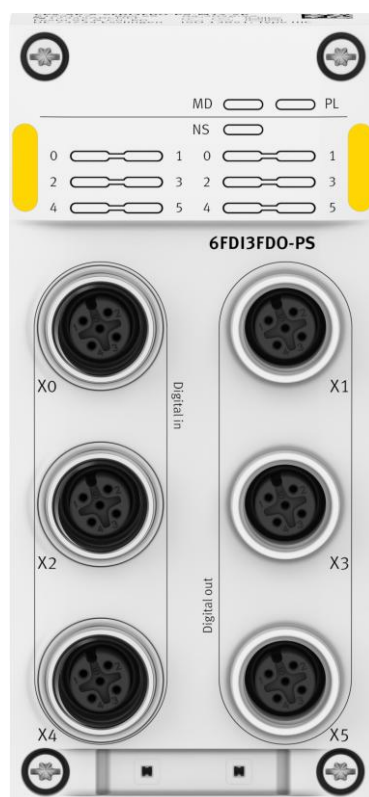


CPX-AP-A-6FDI3FDO 安全模块使用指导



王金亮

Festo 技术支持

2026 年 8 月 19 日

关键词:

Profisafe, 故障安全, 安全输入, 安全输出, **S7-1200F/1500F**

摘要:

本文介绍了使用西门子 **S7-1200 G2** 系列安全 **PLC** 与 **FESTO** 带安全输入输出模块 **CPX-AP-A-6FDI3FDO-PS-M12-5P** 的阀岛通讯调试的实例。文档主要内容包括安全模块的功能介绍, 设置, 接线及在 **PLC** 中的组态, 编程, 诊断等。

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** 带安全功能的阀岛以及西门子 **F-CPU** 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。

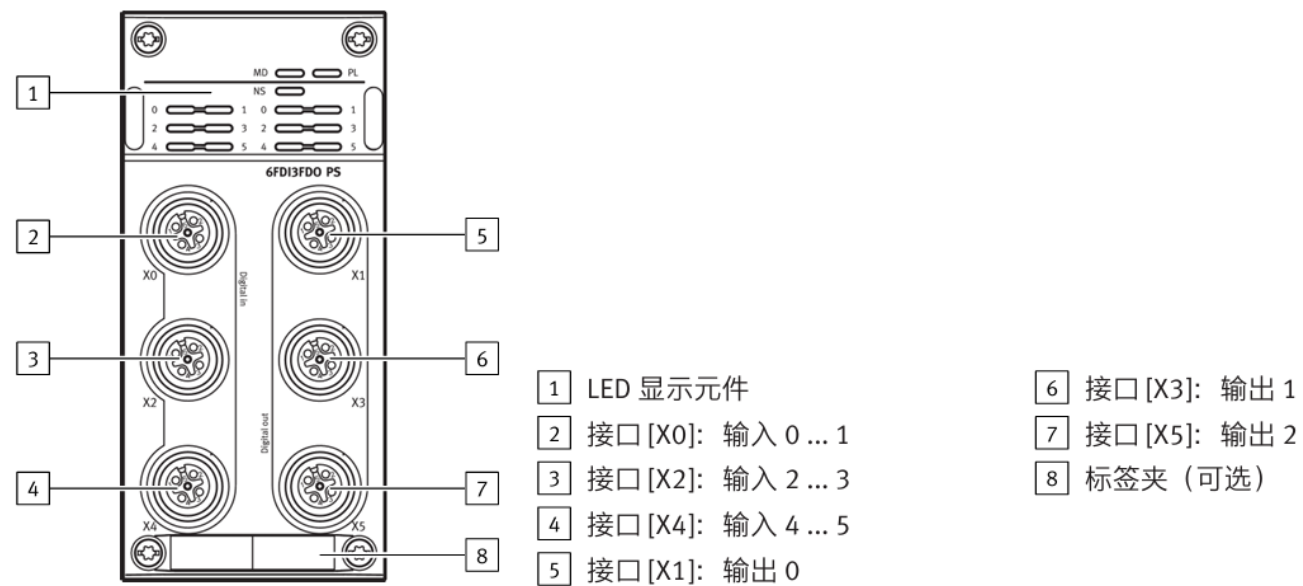
我们尽量罗列了实验室测试的软、硬件环境, 但现场设备型号可能不同, 软件/固件版本可能有差异, 请务必在理解文档内容和确保安全的前提下执行测试。

我们会持续更正和更新文档内容, 恕不另行通知。

目录

1	软/硬件版本及参考文档信息	4
2	安全输入/输出模块 Profisafe 地址设置及接线口定义	4
2.1	安全模块 Profisafe 地址设置	4
2.2	安全模块 LED 及接口定义	5
2.2.1	LED 显示	5
2.2.2	安全输入接口定义	5
2.2.3	安全输出接口定义	6
3	安全输入模式介绍	6
3.1	输入模式概览	6
3.2	“Off”模式(0)	7
3.3	“1oo1 Transparent”模式(1)	7
3.4	“1oo1T” – 带节拍模式(2)	8
3.5	“1oo1D” – 非等效，带节拍模式(3)	8
3.6	“1oo2 Static” – 24 V，无节拍等效模式(4)	8
3.7	“1oo2T” – 带节拍等效模式(5)	9
3.8	“1oo2TD” – 带节拍，双手模式(6)	9
3.9	“1oo4”模式 – 运行模式选择模式(7)	10
4	安全输出模式介绍	10
4.1	PM 型切换	10
4.2	P 型切换	11
5	实际案例拓扑结构及接线	11
6	博途中的组态及编程	13
6.1	CPX-AP-A 设备组态	13
6.2	安全主程序 Main_Safety_RTG1 中编程	16
7	附录 A 关于安全模块的 DB 块使用	20
8	附录 B 故障诊断	21

2.2 安全模块 LED 及接口定义



2.2.1 LED 显示

提示

模块的 LED 指示灯不是以安全为目的而设计的。

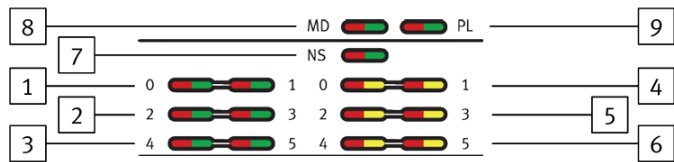


插图 2: LED 显示元件

- 1 LED [X0]: 输入 0 ... 1

2 LED [X2]: 输入 2 ... 3

3 LED [X4]: 输入 4 ... 5

4 LED [X1]: 输出 0

5 LED [X3]: 输出 1
- 6 LED [X5]: 输出 2

7 LED [NS]: 网络状态

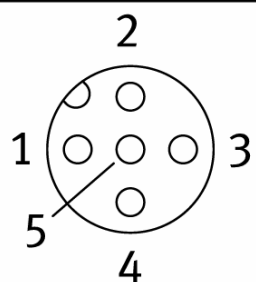
8 LED [MD]: 模块诊断

9 LED [PL]: 负载电压

2.2.2 安全输入接口定义

输入接口 [X0]、[X2]、[X4]		
M12 插座，5 针，A 编码		信号
	1	取决于模式 - 24 V DC 传感器电源 - 0 V - 节拍 T ₀
	2	输入 1、3、5
	3	0 V DC 传感器电源
	4	输入 0、2、4
	5	取决于模式 - 24 V DC 传感器电源 - 0 V - 节拍 T ₁
		功能接地通过屏蔽套管铺设。

2.2.3 安全输出接口定义

输出接口 [X1]、[X3]、[X5]		
M12 插座，5 针，A 编码		信号
	1	0 V AUX 负载电源
	2	无需连接
	3	F-DO(M) CH 0/1/2
	4	F-DO(P) CH 0/1/2
	5	功能接地 FE

CPX-AP-A-6FDI3FDO 可控制三个输出通道（CH0，CH1，CH2）的安全关断。具体应用取决于其所配的底座，情况如下：

Stand alone

CPX-AP-A-6FDI3FDO

CPX-AP-A-SB

Safety module mounted in standard interlinking block CPX-AP-A-SB

Max. 4 Safety modules per system

→ Stand alone RIO without valve terminal by using the M12 ports

MPA-S & VTUX

CPX-AP-A-6FDI3FDO

CPX-AP-A-SB-F

Safety module mounted in safety interlinking block CPX-AP-A-SB-F

Valve Safety Zone

→ 1 electrical safe zone in the valve terminals MPA-S / VTUX

VTSA-F-CB

CPX-AP-A-6FDI3FDO

VABA-S6-1-X5-F5-CB

Safety module mounted in safety pneumatic interface VABA-S6-1-X5-F5-CB

Valve Safety Zone 1,2,3

→ 3 electrical safe zones in the valve terminal VTSA-F-CB

VTSA-(F)-FB

CPX-AP-A-6FDI3FDO

VABA-S6-1-X5-F5

Safety module mounted in safety pneumatic interface VABA-S6-1-X5-F5

Valve Safety Zone

→ 1 electrical safe zones in the valve terminal VTSA-(F)-FB

本案例采用第二种 VTUX 阀岛。

3 安全输入模式介绍

3.1 输入模式概览

工作模式	模式	连接方式	节拍信号	应用	注释
调试模式					
Off	0		否	无总线连接的调试模式。	模块启动时，在未设定其他模式的情况下，将自动启用本模式。此时节拍输出上存在静态电源电压。
安全输入的工作模式					
1001 Transparent	1	电子式/机械式	可选 ¹⁾	PLC 中可为客户提供带有独立节拍的独立安全功能。	节拍线由控制器控制，对可能出现的触点间短路的诊断也在控制器中进行。
1001T – 等效，带节拍监测	2	电子式/机械式	是	适用于配备机械触点或可耐受测试脉冲的单通道开关/传感器。	带有相应节拍（T0 或 T1）的节拍线
1001D（非等效，带节拍监测）	3	机械式	是	提供节拍监测的单通道信号。例如，带有机械开关的双手操作装置的一个通道。	带有相应节拍（T0 或 T1）的节拍线
1002 Static	4	OSSD ²⁾	否	适用于 OSSD 安全传感器。	双通道模式，无节拍监测节拍线永久接通。来自传感器的测试脉冲将被忽略。
1002T（与节拍等效）	5	机械式	是	适用于双通道开关或传感器，例如急停开关。	带有相应节拍（T0 或 T1）的节拍线
1002TD（与节拍不等效），用于双手操作	6	机械非等效	是	用于根据 ISO 13851:2019 Typ IIIC 标准评估双手操作按钮	带有相应节拍（T0 或 T1）的节拍线
1004（用于运行模式选择）	7	电子式/机械式	否	用于运行模式选择的模式。	节拍线永久接通
无效值	8 – 15	–	–	–	不允许

1) 可以指定，但也可以没有节拍。
2) Output Signal Switching Device（输出信号切换装置）

3.2 “Off”模式(0)

无 PLC 通讯情况下，模块启动时默认设置为“Off”模式。或在与 PLC 通讯情况下，PLC 将模块模式设置为 0。在此模式下：

- 输入 LED 指示灯的功能：当输入处存在 24 V 电压时，LED 指示灯亮起。
- 输入口的输出电压（PIN1 和 5）为 24 V。
- 输入在 PLC 中的安全映射区始终设置为逻辑零。
- 如果发生模块故障，则限定符设置为 0。
- 模块损坏或接线短路的情况下也能够检测到故障。
- 此模式主要用于检查接线是否正确，无安全功能。

事件	LED 指示灯		安全输入映像的特性	限定符的特性（无模块损坏）
	绿色	红色		
输入处无信号	0	0	0	1
输入处存在 24 V 电压	1	0	0	1

在此模式下，无论输入信号如何，PLC 安全输入映射位始终为 0，限定位始终为 1。输入 LED 指示灯会对输入信号做出反应。

3.3 “1oo1 Transparent” 模式(1)

在这种单通道模式下，可以借助输出映像将节拍信号切换为 0 V 和 24 V。因此，用户可以使用不同的节拍模式来实现个性化的触点间短路监测。通过评估连接到一个插头上的两个输入，可以达到更高的安全特性值。

- 单通道，6 输入可用
- 控制器可通过 PROFIsafe 输出映像控制输出 T0 至 T5。
- 输入状态被传递给总线（输入映像：根据电平状态，输入为“0”或“1”）
- 控制器会对输入及相应的时序进行评估
- 每个（输入节拍）输出一个控制位
- 输入的内部测试独立运行
- 每个输入独立工作（PLC 可以给每个输入分配不同的节拍/不同的时序）

接线示例

针脚 1: 24V / 0V
针脚 2: E1/E3/E5
针脚 3: 0 V
针脚 4: E0/E2/E4
针脚 5: 24V / 0V

输出有效数据的位模式 – 输出映像

PAA	位 7	位 6	位 5	位 4	位 3	位 2	位 1	位 0
字节 0 控制输出	-	-	-	-	-	输出 2	输出 1	输出 0
字节 1 主要参数	故障确认（上升沿）	-	-	-	1 - PAA 参数 0 - 保留	1 - 应用参数 0 - 不应用参数	-	1 - 逐个通道钝化 0 - 逐个模块钝化
字节 2 输出参数设置	-	-	-	-	-	输出通道 2: 1 - 仅 P 型切换 0 - P&M 共同切换	输出通道 1: 1 - 仅 P 型切换 0 - P&M 共同切换	输出通道 0: 1 - 仅 P 型切换 0 - P&M 共同切换
字节 3 输入的节拍控制（默认）	-	“1oo1 Transparent” 模式: E5 的节拍控制（预设）	“1oo1 Transparent” 模式: E3 的节拍控制（预设）	“1oo1 Transparent” 模式: E1 的节拍控制（预设）	-	“1oo1 Transparent” 模式: E4 的节拍控制（预设）	“1oo1 Transparent” 模式: E2 的节拍控制（预设）	“1oo1 Transparent” 模式: E0 的节拍控制（预设）

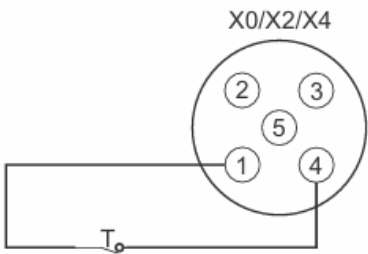
Pin1 和 5 的 24V/0V 节拍由输出字节 3 控制。例如：位 0 设置设置为 1 时，X0 的 Pin1 输出 24V；位 0 设置设置为 0 时，X0 的 Pin1 输出 0V；通过反复切换产生特定的节拍。

3.4 “1oo1T” – 带节拍模式(2)

该模式适用于配备机械触点或可耐受测试脉冲的单通道开关或传感器。

- 节拍 T0 接入 E0→高电平（有效）
- 节拍 T1 接入 E1→高电平（有效）
- E0/E1 始终保持 0V→低电平（有效）
- E0 和 E1 可使用各自的节拍（T0 和 T1）控制，同时且相互独立地运行。

接线示例



在电路图中，未激活状态表示为逻辑高电平。

针脚 1: T0

针脚 2: E1/E3/E5

针脚 3: 0 V

针脚 4: E0/E2/E4

针脚 5: T1

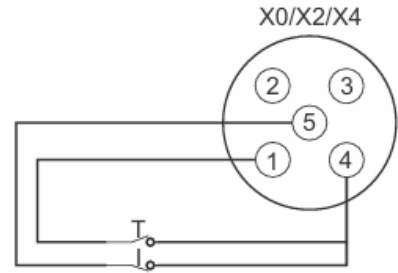
3.5 “1oo1D”– 非等效，带节拍模式(3)

- 逻辑通道的输入节拍 T1 接入 E0 →低电平（有效）
- 逻辑通道的输入节拍 T0 接入 E0 →高电平（有效）
- 逻辑通道的输入节拍 T0 接入 E1 →低电平（有效）
- 逻辑通道的输入节拍 T1 接入 E1 →高电平（有效）
- E0 和 E1 可使用相应的节拍，同时且相互独立地运行

将节拍映射到逻辑输入 映像

输入	映射输入逻辑零	映射输入逻辑一
E0	T1	T0
E1	T0	T1

接线示例



在电路图中，未激活状态表示为逻辑零。

针脚 1: T0

针脚 2: E1/E3/E5

针脚 3: 0 V

针脚 4: E0/E2/E4

针脚 5: T1

3.6 “1oo2 Static” – 24 V，无节拍等效模式(4)

- 两个输入 (E0 / E1) 始终保持 0 V→低电平（有效）
- 两个输入 (E0 / E1) 始终保持 24 V→高电平（有效）
- 信号必须同时在两个输入上发生变化（最大允许的差异时间 $t_d=450ms$ ）
- 如果两个输入的信号不一致→错误

接线示例

	在电路图中，未激活状态表示为逻辑高电平。 针脚 1: 24 V 针脚 2: E1/E3/E5 针脚 3: 0 V 针脚 4: E0/E2/E4 针脚 5: 24 V
--	--

3.7 “1002T”– 带节拍等效模式(5)

- 个输入均为 **0 V**：低电平（有效）
- 两个输入，**T0** 接入 **E0** / **T1** 接入 **E1**：高电平（有效）
- 必须在规定时间(**t_d=308ms**)内两个通道同时输入，否则报错。

接线示例

	在接线示例中，未激活状态表示为逻辑高电平。 针脚 1: T0 针脚 2: E1/E3/E5 针脚 3: 0 V 针脚 4: E0/E2/E4 针脚 5: T1
--	---

3.8 “1002TD”– 带节拍，双手模式(6)

用于冲压设备的双手模式，类似于“1001D”模式，但增加了额外的第二个输入

- **T1** 接入 **E0**，**T0** 接入 **E1** → 低电平（有效）
- **T1** 接入 **E1**，**T0** 接入 **E0** → 高电平（有效）
- 必须在规定时间内按下两个按钮。如果超时 (**t_d=308ms**)，则必须再次松开两个按钮才能激活，然后以较小的时间间隔再次按下。

接线示例

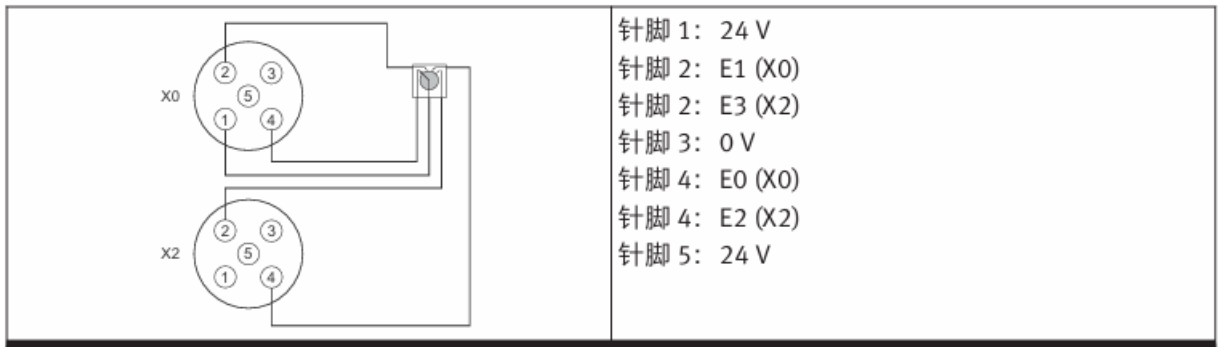
	在电路图中，未激活状态表示为逻辑零。 针脚 1: T0 针脚 2: E1/E3/E5 针脚 3: 0 V 针脚 4: E0/E2/E4 针脚 5: T1
--	--

在双手操作模式中，只有当两个输入都被请求且达到最短持续时长时，安全功能才会激活。
如果只有一个输入被请求，则不得触发危险动作。如果单独按下一个开关的时间超过最大操作时间，则即使按下第二个开关也不会触发危险动作。
如果需要重新使能危险动作，必须始终经过一个零点过渡（松开两个开关）。

3.9 “1004”模式 – 运行模式选择模式(7)

- 输入之一保持 24 V → 选择 1 至 4（有效）
- 所有输入均为 0 V → 未选择（有效）
- 在“1004”模式下，只能选择相邻通道组合。例如：X0 和 X2，X2 和 X4。不可以用 X0 和 X4。

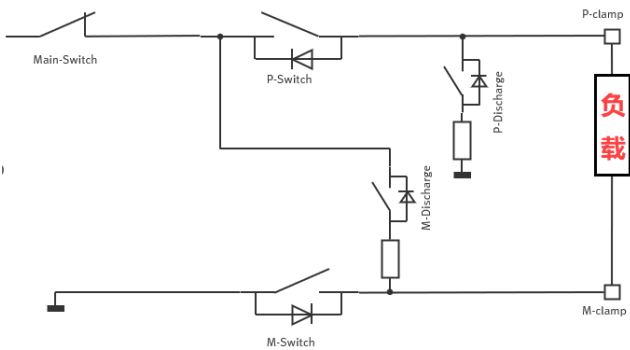
接线示例



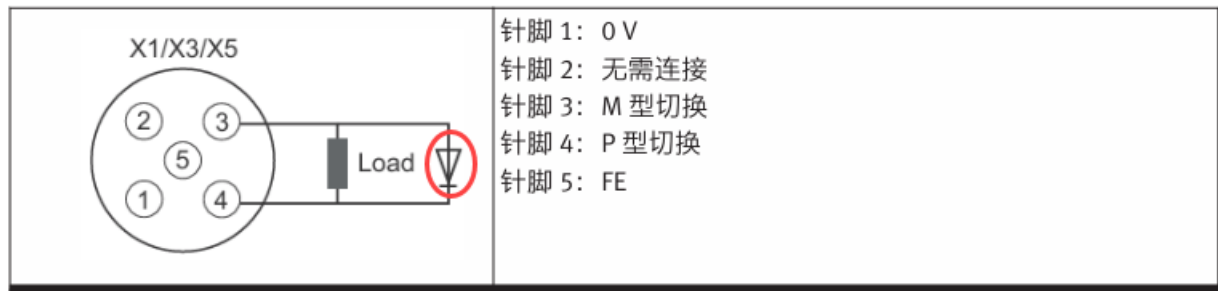
4 安全输出模式介绍

4.1 PM 型切换

输出通道的 P 侧和 M 侧都具有一个控制开关，两个开关根据输出地址状态接通或关断，如下所示：



接线示例



当输出连接电感型负载时，必须配备独立的续流回路，尤其是在连接单个阀时。如果接口 F-DO(P)和 F-DO(M) 之间产生续流电压（大于工作电压），则可能导致触点间短路诊断消息 0904019D。

```
Device 4 - A-6FDI3FDO-PS
Error: 09 | 04 | 019D - Error cross circuit M channel
CPX-AP-A-6FDI3FDO-PS-M12-5P
MC: 12311 Product Key: KFZLRFDKJR5 OrderNumber: 8129117
SW: 1.1.0 HW: 3
PS: 24,0 V PL: 23,7 V
F_Dest_Addr device: 1 (Type2)
F_Source_Addr device: 1
Configuration: configured, change enabled
```

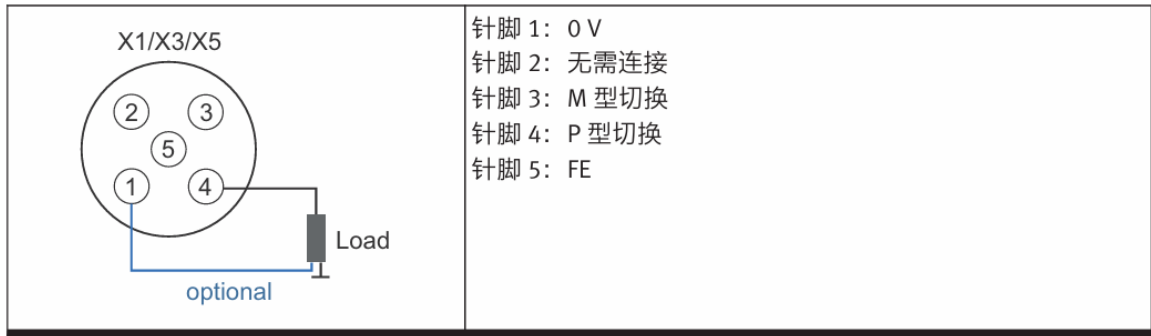
在这种情况下，需要在 F-DO(P) 和 F-DO(M) 之间添加一个额外的外部续流二极管。推荐规格：1N4001~7

Symbol	Parameter	Value							Unit
		1N4001	1N4002	1N4003	1N4004	1N4005	1N4006	1N4007	
V _{RRM}	Peak Repetitive Reverse Voltage	50	100	200	400	600	800	1000	V

4.2 P 型切换

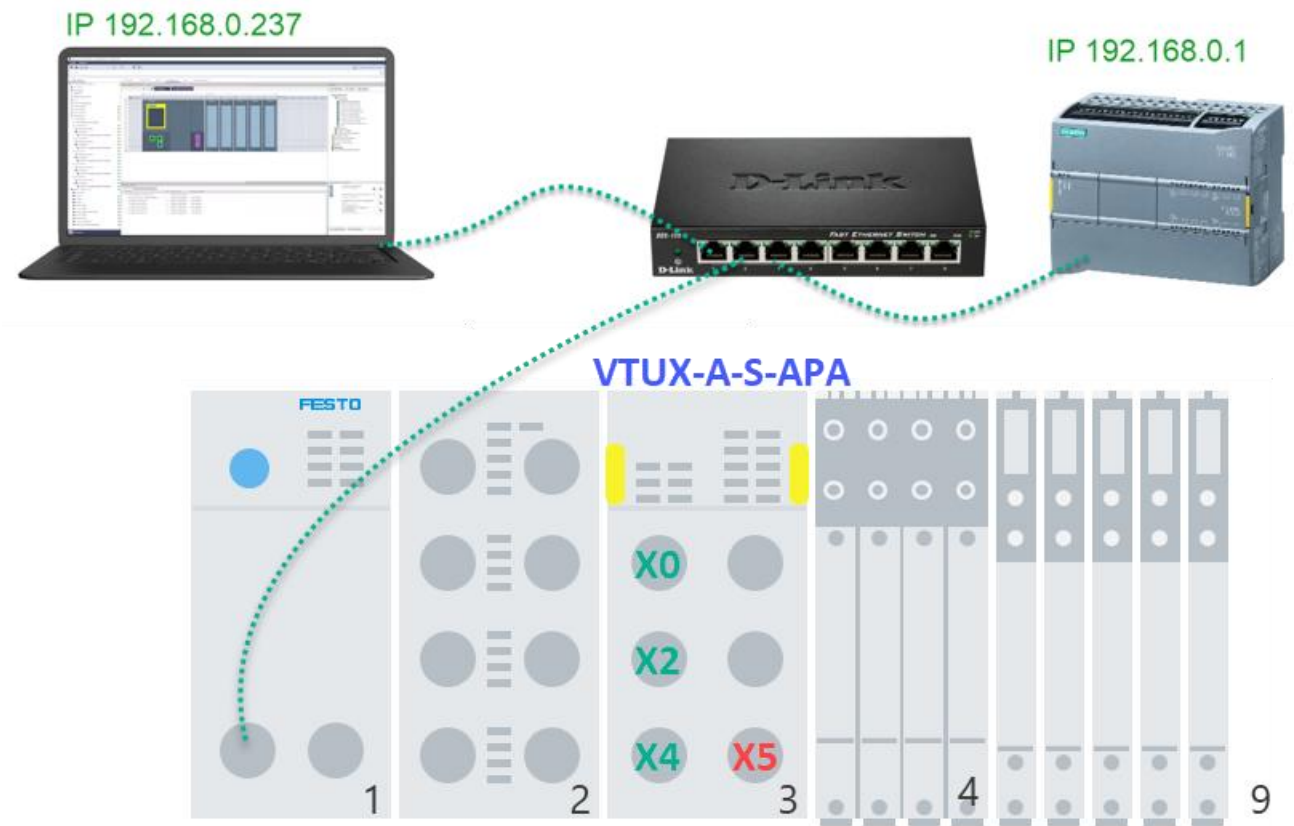
输出通道的 P 侧有一个控制开关，单通道输出，无安全功能。

接线示例



P 型切换输出模式不具备安全特性，不得用于安全相关应用。

5 实际案例拓扑结构及接线



X0 口接 SICK deTec4 Core Vibes 安全光栅，输入模式为 4

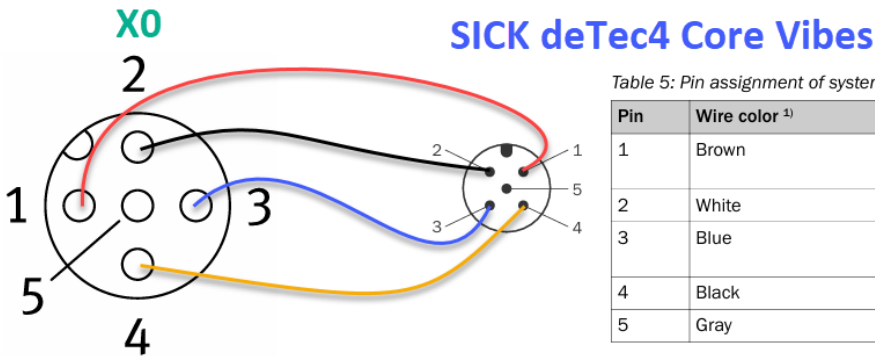
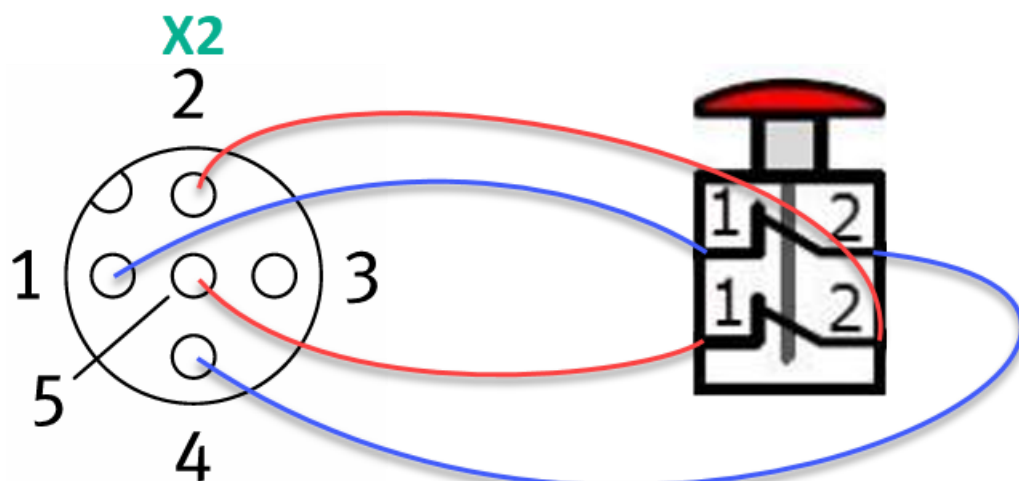


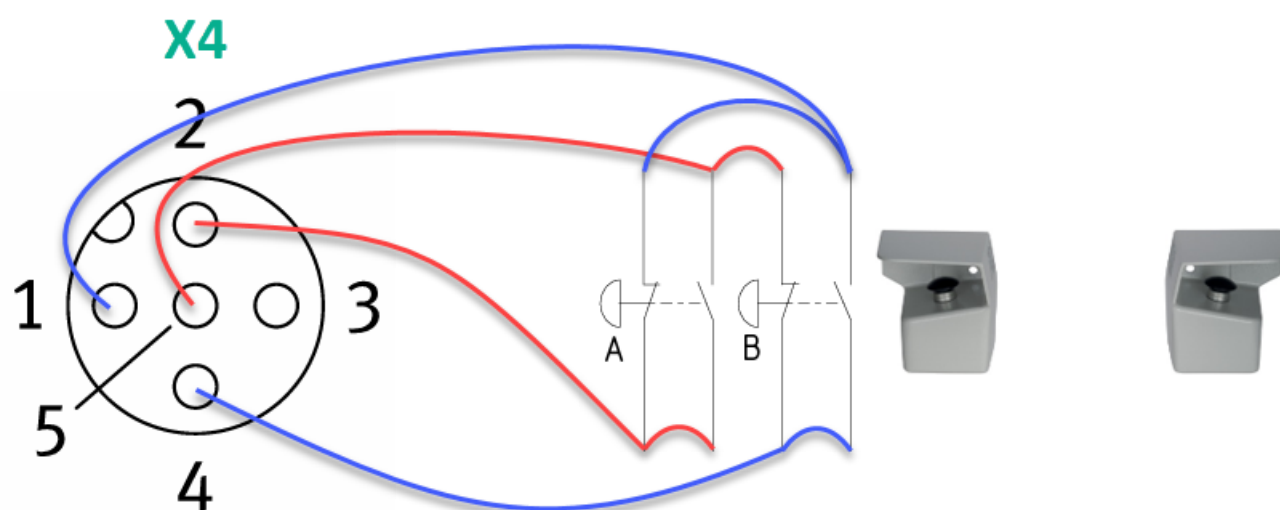
Table 5: Pin assignment of system connection (male connector, M12, 5-pin)

Pin	Wire color ¹⁾	➡ Sender	➡ Receiver
1	Brown	+24 V DC (voltage supply input)	+24 V DC (voltage supply input)
2	White	Reserved	OSSD1 (switching output 1)
3	Blue	0 V DC (voltage supply input)	0 V DC (voltage supply input)
4	Black	Reserved	OSSD2 (switching output 2)
5	Gray	Not assigned	Not assigned

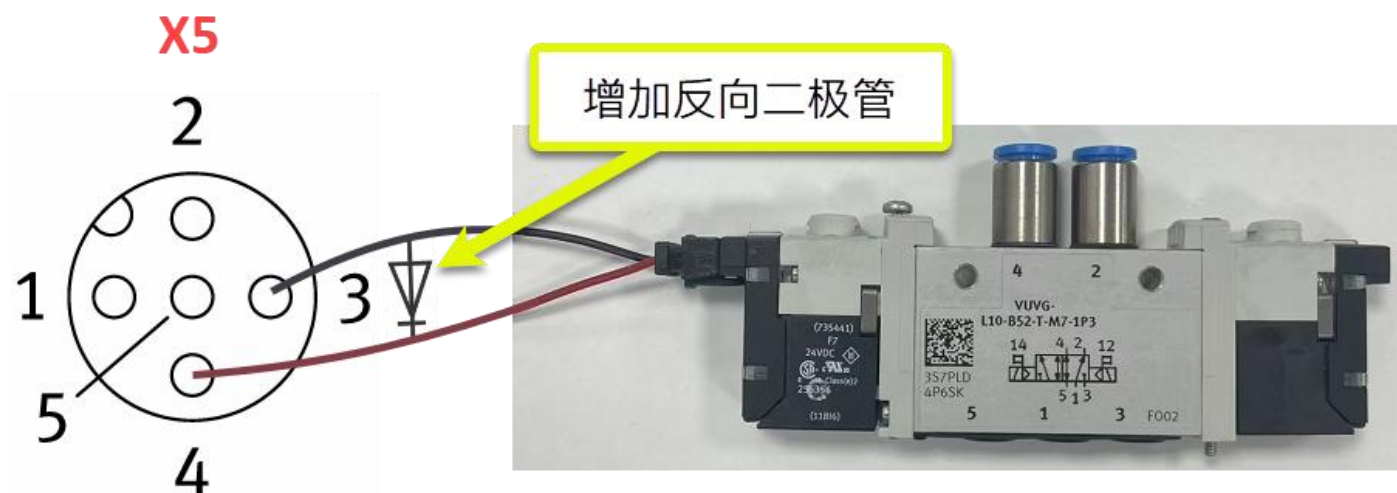
X2 口连接急停按钮 2NC, 输入模式为 5



X4 口连接施迈赛 Schmersal SEP09.0.1.0.22/95 双手按钮, 输入模式为 6



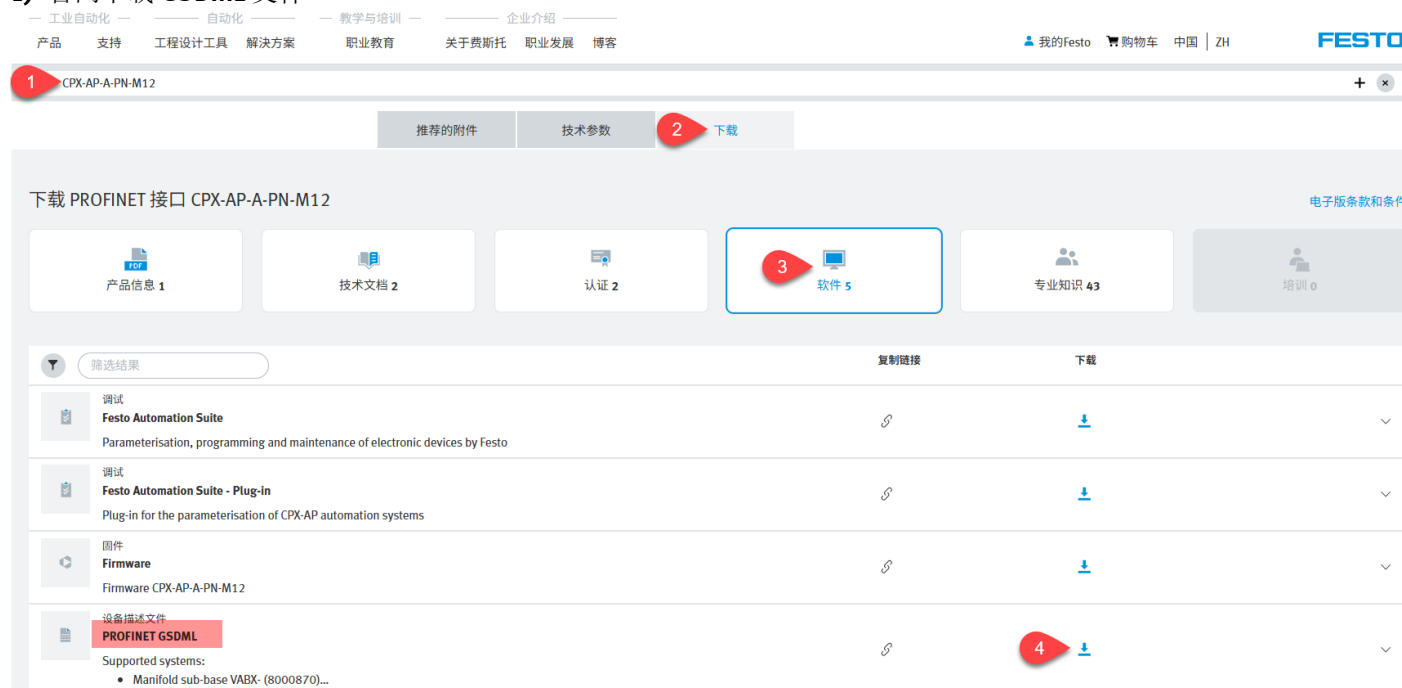
X5 口连接 FESTO VUVG 电磁阀, 输出模式为 PM 型



6 博途中的组态及编程

6.1 CPX-AP-A 设备组态

1) 官网下载 GSDML 文件



2) 安装 GSDML 文件



3) 分配 IP 地址



4) 在浏览器中输入阀岛的 IP 地址，查看阀岛的配置情况

CPX-AP web server 192.168.0.5

Home
AP topology
AP module
Diagnosis
PROFINET / I&M
Ethernet
Report

Device information

Device 1 - A-PN-M12
CPX-AP-A-PN-M12
MC: 12417 Product Key: CZV3X5ZMFHJ OrderNumber: 8129241
SW: 1.5.25 HW: 1
PS: 23,8 V PL: 24,0 V

Device 2 - A-16DI-D-M12
CPX-AP-A-16DI-D-M12-5P
MC: 12289 Product Key: FF8416MRWXN OrderNumber: 8129112
SW: 1.126.2 HW: 1
PS: 23,9 V
Inputchannels: 16 Inputbytes: 2

Device 3 - A-6FDI3FDO-PS
CPX-AP-A-6FDI3FDO-PS-M12-5P
MC: 12311 Product Key: HNKYRLSZWGJ OrderNumber: 8129117
SW: 1.1.0 HW: 3
PS: 24,1 V PL: 24,0 V
F_Dest_Addr device: 3 (Type2)
F_Source_Addr device: 1
Configuration: off
Functionmode for channel pair 1/0: 0
Functionmode for channel pair 3/2: 0
Functionmode for channel pair 5/4: 0
Functionmode for output channel 0: P+M
Functionmode for output channel 1: P+M
Functionmode for output channel 2: P+M
Inputchannels: 2 Inputbytes: 10
Outputchannels: 3 Outputbytes: 11

Device 4 - VABX-V4A
Info: 02 | 01 | 0106 - Load supply (PL) 24 V DC switched off
VABX-A-S-BV-V4A
MC: 8225 Product Key: H547RX1QCWL OrderNumber: 8000870
SW: 1.126.6 HW: 1
PS: 24,1 V PL: 0,0 V
Inputchannels: 8 Inputbytes: 1
Outputchannels: 8 Outputbytes: 1

Device 5 - VABX-A-S-VE-VBH
Info: 02 | 01 | 0106 - Load supply (PL) 24 V DC switched off
VABX-A-S-VE-VBH
MC: 8228 Product Key: HP25Y0CMQVM OrderNumber: 8000870
SW: 1.7.1 HW: 1
PS: 23,9 V
Inputchannels: 4 Inputbytes: 4
Outputchannels: 2 Outputbytes: 2

Device 6 - VABX-A-S-VE-VBH
Info: 02 | 01 | 0106 - Load supply (PL) 24 V DC switched off
VABX-A-S-VE-VBH
MC: 8228 Product Key: L1LD0W7CWCG OrderNumber: 8000870
SW: 1.7.1 HW: 1
PS: 23,8 V
Inputchannels: 4 Inputbytes: 4
Outputchannels: 2 Outputbytes: 2

Device 7 - VABX-A-S-VE-VBH
Info: 02 | 01 | 0106 - Load supply (PL) 24 V DC switched off
VABX-A-S-VE-VBH
MC: 8228 Product Key: LTMVMRZZLB9 OrderNumber: 8000870
SW: 1.7.1 HW: 1
PS: 24,0 V
Inputchannels: 4 Inputbytes: 4
Outputchannels: 2 Outputbytes: 2

Device 8 - VABX-A-S-VE-VBH
Info: 02 | 01 | 0106 - Load supply (PL) 24 V DC switched off
VABX-A-S-VE-VBH
MC: 8228 Product Key: CV2T1YJP61M OrderNumber: 8000870
SW: 1.7.1 HW: 1
PS: 24,0 V
Inputchannels: 4 Inputbytes: 4
Outputchannels: 2 Outputbytes: 2

Device 9 - VABX-A-S-VE-VBL
Info: 02 | 01 | 0106 - Load supply (PL) 24 V DC switched off
VABX-A-S-VE-VBL
MC: 8229 Product Key: D5G05TZ55V6 OrderNumber: 8000870
SW: 1.7.1 HW: 1
PS: 24,1 V
Inputchannels: 4 Inputbytes: 4
Outputchannels: 2 Outputbytes: 2

5) 将 CPX-AP-A 拖拽到网络视图并将 PLC 与其连线

CPX-AP-A-6FDI3FDO_TEST 设备和网络

网络 连接 HMI 连接

IO 系统: G2_PLC_1.PROFINET IO-System (100)

G2_PLC_1 CPU 1212FC

cp-x-ap-a-pn CPX-AP-A V1 G2_PLC_1

G2_PLC_1.PROFINET IO-System (100)

网络概览 连接

设备

- S7-1200 G2 station_1
 - G2_PLC_1
 - GSD device_1
 - cp-x-ap-a-pn

硬件目录

选项

目录

<搜索>

过滤 配置文件 <全部>

- Gateway
- I/O
- PLCs & CPs
- Sensors
- Valves
 - Festo
 - CPX-AP-A
 - CPX-AP-A V1
 - CPX-AP-A-FO V1
 - Festo VTUX-S
 - Festo AG & Co. KG
 - Festo CPX-Terminal
 - Festo CTEU-PN
 - PROFIBUS DP
 - PROFIBUS PA

信息

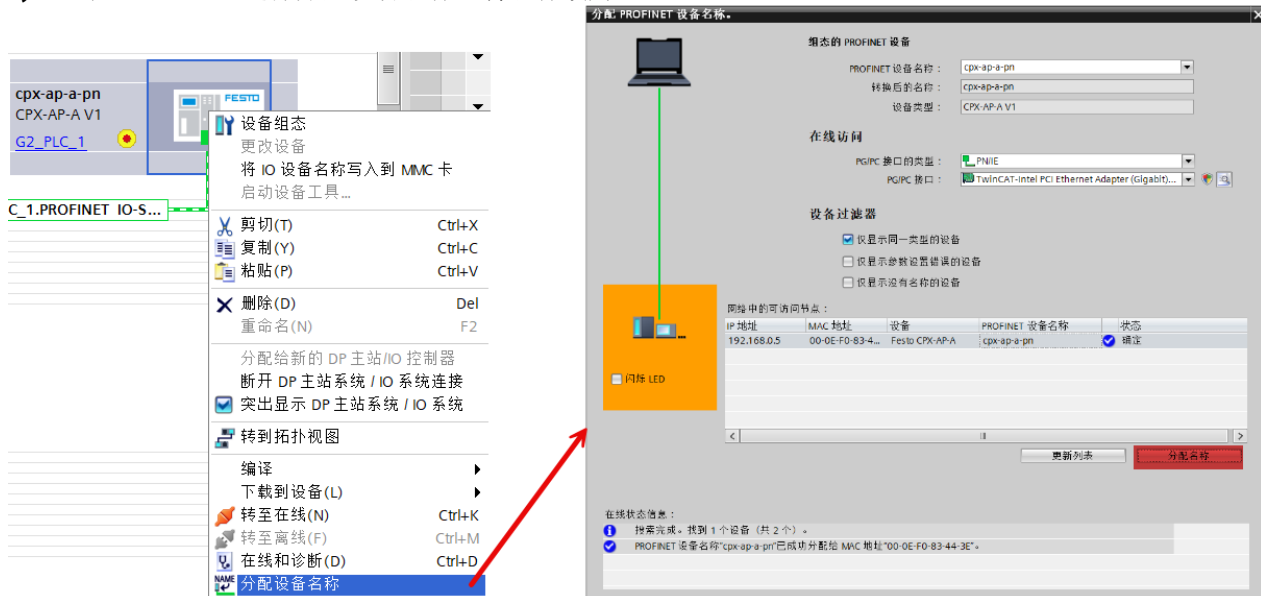
设备:

CPX-AP-A V1

订货号: CPX-AP-A

版本: (GSDML-V2.44-FESTO-CPX-AP-A-20260510.XML)

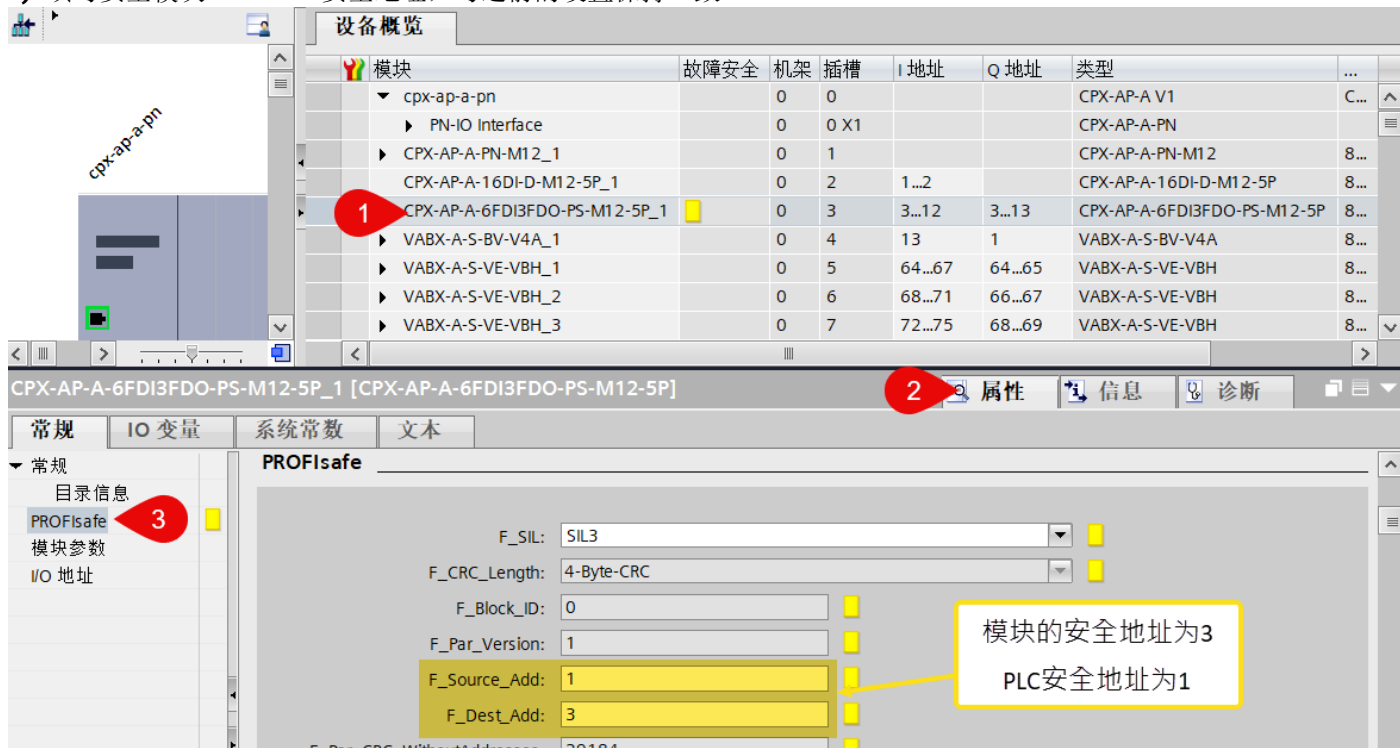
6) 右击 CPX-AP-A, 选择分配设备名称, 将名称改为 CPX-AP-A-PN



7) 双击 CPX-AP-A, 进入设备视图, 根据之前网页中闽岛的模块型号依次进行组态



8) 填写安全模块 Profisafe 安全地址, 与之前的设置保持一致



6.2 安全主程序 Main_Safety_RTG1 中编程

1) 安全模块过程数据解析

每个安全模块会占用 **10** 个字节的输入和 **11** 个字节的输出。以下图为例：输入地址 **IB3-IB7** 为用户数据，**IB8-IB12** 为 **Profisafe** 系统数据（**1** 个状态字节和 **4** 字节 **CRC** 校验码）。输出地址 **QB3-QB8** 为用户数据，**QB9-QB13** 为 **Profisafe** 系统数据（**1** 个控制字节和 **4** 字节 **CRC** 校验码）。系统数据无需关注。

模块	故障安全	机架	插槽	I 地址	Q 地址	类型	...
▼ cpx-ap-a-pn		0	0			CPX-AP-A V1	C...
▶ PN-IO Interface		0	0 X1			CPX-AP-A-PN	
▶ CPX-AP-A-PN-M12_1		0	1			CPX-AP-A-PN-M12	8...
CPX-AP-A-16DI-D-M12-5P_1		0	2	1...2		CPX-AP-A-16DI-D-M12-5P	8...
CPX-AP-A-6FDI3FDO-PS-M12-5P_1		0	3	3...12	3...13	CPX-AP-A-6FDI3FDO-PS-M12-5P	8...

输入有效数据的位模式 – 输入映像

	PAE	位 7	位 6	位 5	位 4	位 3	位 2	位 1	位 0
IB3	字节 0	–	安全输入映像 5	安全输入映像 3	安全输入映像 1	–	安全输入映像 4	安全输入映像 2	安全输入映像 0
IB4	字节 1	–	限定符 Q5	限定符 Q3	限定符 Q1	–	限定符 Q4	限定符 Q2	限定符 Q0
IB5	字节 2	–	逻辑实际状态 CH2_M	逻辑实际状态 CH1_M	逻辑实际状态 CH0_M	–	逻辑实际状态 CH2_P	逻辑实际状态 CH1_P	逻辑实际状态 CH0_P
IB6	字节 3	–	限定符 CH2_M	限定符 CH1_M	限定符 CH0_M	–	限定符 CH2_P	限定符 CH1_P	限定符 CH0_P
IB7	字节 4	–	–	–	–	–	–	逐个通道钝化	模块限定符

- 如果没有发生模块故障，则模块限定符标志（字节 4 位 0）为 **True**。
- 当通过输出映像配置了逐个通道钝化时，则会设置逐个通道钝化标志（字节 4 位 1）。

输出有效数据的位模式 – 输出映像

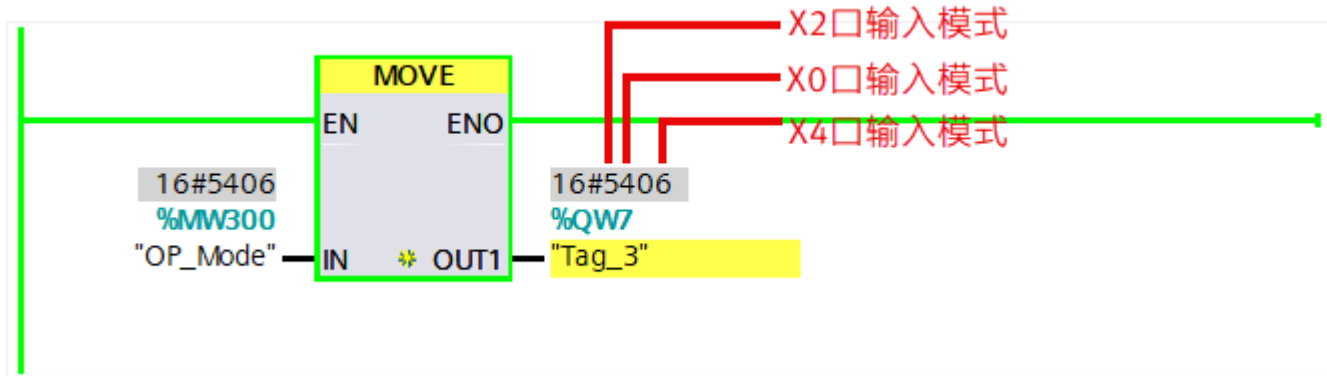
	PAA	位 7	位 6	位 5	位 4	位 3	位 2	位 1	位 0
QB3	字节 0	–	–	–	–	–	输出 2	输出 1	输出 0
QB4	字节 1	故障确认（上升沿）	–	–	–	1 - PAA 参数 0 - 保留	1 - 应用参数 0 - 不应用参数	–	1 - 逐个通道钝化 0 - 逐个模块钝化
QB5	字节 2	–	–	–	–	–	输出通道 2: 1 - 仅 P 型切换 0 - P&M 共同切换	输出通道 1: 1 - 仅 P 型切换 0 - P&M 共同切换	输出通道 0: 1 - 仅 P 型切换 0 - P&M 共同切换
QB6	字节 3	–	“1001 Transparent” 模式: E5 的节拍控制（预设）	“1001 Transparent” 模式: E3 的节拍控制（预设）	“1001 Transparent” 模式: E1 的节拍控制（预设）	–	“1001 Transparent” 模式: E4 的节拍控制（预设）	“1001 Transparent” 模式: E2 的节拍控制（预设）	“1001 Transparent” 模式: E0 的节拍控制（预设）
QB7	字节 4	输入通道 1 模式（输入 2 和 3） ➔ 表格 59 输入工作模式				输入通道 0 模式（输入 0 和 1） ➔ 表格 59 输入工作模式			
QB8	字节 5	–	–	–	–	输入通道 2 模式（输入 4 和 5） ➔ 表格 59 输入工作模式			

- 通过输出映像字节 1 的位 3，可选择是否直接借助输出映像对输入和输出参数进行设置。如果值为 **0**，则输出映像不用于参数设置。
- 通过输出映像字节 1 的位 2，可设置是否激活输出映像中的参数。
- 针对“1001Transparent”模式，控制器可以通过字节 3 中的位 2-0 和 6-4，为对应的输入指定节拍。配置了“1001Transparent”模式后，即使未设置字节 1 中的位 3 和位 2，这些信息也会被应用。

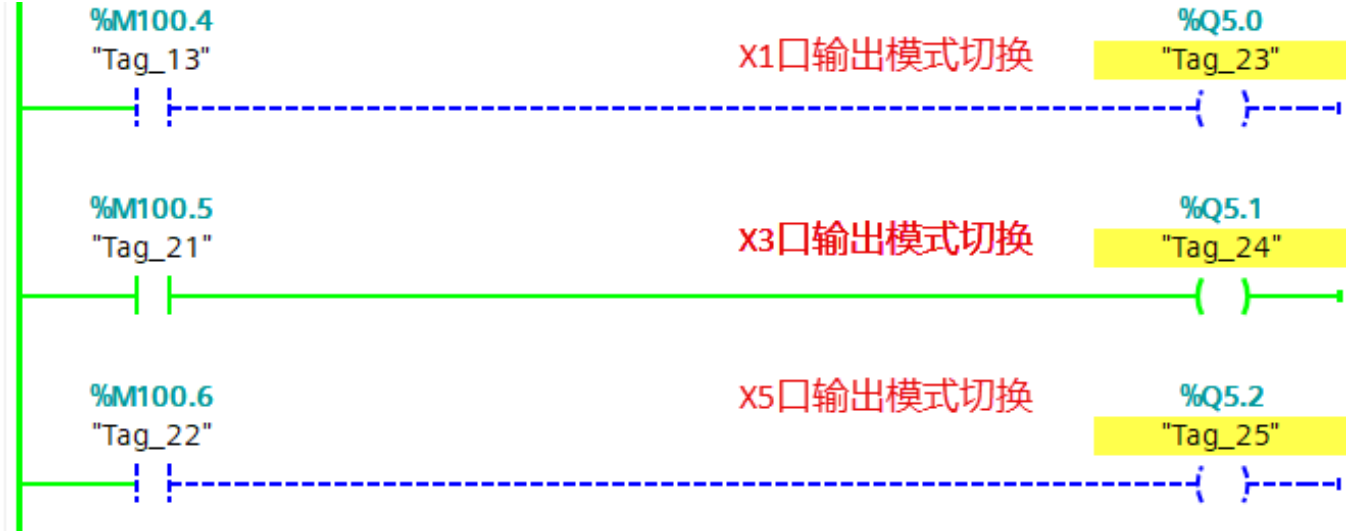
- 通过字节 1 中的位 7 可对逐个通道钝化期间的通道故障进行确认。为此必须设置字节 1 中的位 3，但不能设置字节 1 中的位 2。
- 安全输入的工作模式选择只能使用十进制值 0 到 7。如果某个输入通道的值被设置为 8-15，则所有输入通道都会进入 “Off” 模式 - 新的输入模式不会被采用（无需钝化或重新集成）。
- 工作模式的切换是通过输出映像中的位来锁定的。
- 通过输出映像中的激活位（位 2 和 3，字节 1）可选择并激活新的工作模式。这两个位必须都处于“高电平”状态才能使新的工作模式生效。如果未设置激活位，则不会切换工作模式。

2) 根据之前的接线，需要分别将 X0，X2，X4 口的输入模式设置为 4，5，6。
 根据第 1 小节输出映像区的表格，本案例中 QB7 和 QB8 来设置输入模式。

注意：输入模式的设置只支持 INT 类型。



3) 将 X1 口和 X5 口的模式设置为 PM 型，X3 口模式设置为 P 型



4) 将字节 1 中的位 2 和 3 激活，完成模式切换。



5) 通过网页确认所有模式已完成激活。

Device 3 - A-6FDI3FDO-PS

CPX-AP-A-6FDI3FDO-PS-M12-5P 

MC: 12311 Product Key: [HNKYRLSZWGJ](#) OrderNumber: 8129117

SW: 1.1.0 HW: 3

PS: 24,0 V PL: 24,0 V

F_Dest_Addr device: 3 (Type2)

F_Source_Addr device: 1

Configuration: configured, change enabled

Functionmode for channel pair 1/0: 4

Functionmode for channel pair 3/2: 5

Functionmode for channel pair 5/4: 6

Functionmode for output channel 0: P+M

Functionmode for output channel 1: P

Functionmode for output channel 2: P+M

Inputchannels: 2 Inputbytes: 10

Outputchannels: 3 Outputbytes: 11

6) 安全输入输出点在 **PLC** 中的映像区

关于安全输入和输出在 **PLC** 中的映射点位，参考本章节的第 1 小节。

X0 口的 **E0,E1** 对应输入映像区的第一个字节的 **bit0** 和 **bit4**，本案例的 **I3.0** 和 **I3.4**

X2 口的 **E2,E3** 对应输入映像区的第一个字节的 **bit1** 和 **bit5**，本案例的 **I3.1** 和 **I3.5**

X4 口的 **E4,E5** 对应输入映像区的第一个字节的 **bit2** 和 **bit6**，本案例的 **I3.2** 和 **I3.6**

X1,X3,X5 的安全输出对应输出映像区的第一个字节的 **bit0**，**bit1**，**bit2**，本案例的 **Q3.0**，**Q3.1**，**Q3.2**

7) 编写简单的测试程序

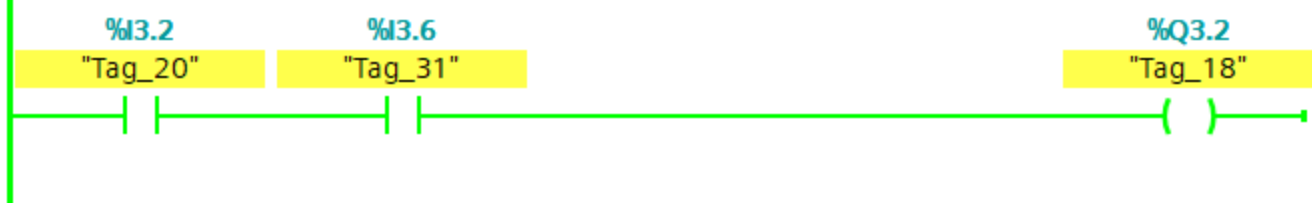
使用 **X0** 口上的光栅控制 **X1** 的安全输出



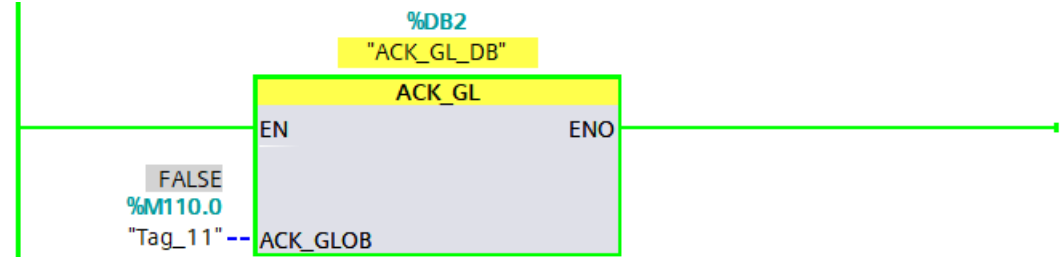
使用 **X2** 口上的急停按钮控制 **X3** 口的安全输出



使用 **X4** 口上的双手按钮控制 **X5** 口的安全输出



8) 增加 **ACK_GL** 全局去钝化功能块，用于对所有安全模块的故障确认。
例如，当 **Profinet** 通讯中断，重新建立后，需要通过该功能块进行全局去钝化。



9) 通道钝化和模块钝化
当某个通道出现故障（例如：通道触点间短路），在默认情况下，这个模块会整体进入钝化状态。如果不想影响其他通道，此时可以激活通道钝化。此时，当某个通道出现故障时，只有该通道会进入钝化，其他通道不受影响。
输出映像区第 2 个字节的 **bit0**（本案例的 **Q4.0**）置 **true**，激活通道钝化。



此时，可以在输入映像区的第 5 个字节的 **bit1**（本案例的 **I7.1**）会置 **true**，表明通道钝化已激活。
当需要执行去钝化（从钝化到正常运行）时，是通过输出映像的第 2 个字节的 **bit7**（本案例的 **Q4.7**）执行通过该标志位的边沿转换（**0 → 1**），用户向模块/通道发送去钝化请求。



7 附录 A 关于安全模块的 DB 块使用

CPX-AP-A-6FDI3FDO-PS-M12-5P_1 [CPX-AP-A-6FDI3FDO-PS-M12-5P]

常規

IO 变量

系统常数

文本

常規

目录信息

PROFIsafe

模块参数

I/O 地址

Manual assignment of F-monitoring time

F_WD_Time: 150 ms

F_Par_CRC: 36163

☐ F-I/O DB manual number assignment

F-I/O DB-number: 30002

F-I/O DB-name: F00003_CPX-AP-A-6FDI3FDO-PS-M12

项目树

设备

工厂对象

程序块

添加新块

Main [OB1]

FOB_RTG1 [OB123]

Main_Safety_RTG1 [FB1]

Main_Safety_RTG1_DB [DB1]

系统块

STEP 7 Safety

F_ACK_GL [FB219]

ACK_GL_DB [DB2]

F_SystemInfo_DB [DB30001]

RTG1SysInfo [DB30000]

F-I/O data blocks

F00003_CPX-AP-A-6FDI3FDO-PS-M12 [DB30002]

Flexible F-Link

Compiler blocks

...流块 > STEP 7 Safety > F-I/O data blocks > F00003_CPX-AP-A-6FDI3FDO-PS-M12

保持实际值

快照

将快照值复制

F00003_CPX-AP-A-6FDI3FDO-PS-M12

名称	数据类型	起始值
Input		
PASS_ON	Bool	false
ACK_NEC	Bool	true
ACK_REI	Bool	false
IPAR_EN	Bool	false
DISABLE	Bool	false
Output		
PASS_OUT	Bool	true
QBAD	Bool	true
ACK_REQ	Bool	false
IPAR_OK	Bool	false
DIAG	Byte	16#0
DISABLED	Bool	false
InOut		
Static		

输入标签 (Input) - 由 CPU 写入

PASS_ON:

含义: 启用钝化 (Enable passivation)。

作用: 当设置为 **1 (TRUE)** 时, CPU 会请求将 **F-I/O** 模块钝化 (即模块输出安全值, 不再响应外部输入)。

ACK_NEC:

含义: 故障后需要确认 (Acknowledgment for reintegration required)。

作用: 当 **F-I/O** 或通道发生故障时, 如果此位为 **1**, 则重新集成 (恢复运行) 前必须手动确认。

ACK_REI:

含义: 重新集成确认 (Acknowledgment for reintegration)。

作用: 用于确认故障已排除, 允许模块重新集成到安全控制中。

IPAR_EN:

含义: 参数重分配使能 (Parameter reassignment enable)。

作用: 用于基于 **GSD** 的 **DP** 从站或特定 **HART** 模块的参数重新分配。

DISABLE (截图中显示为 **DISABLE**, 文档中为 **DISABLE1**):

含义: 停用 **F-I/O** (Deactivate F-I/O)。

作用: 设置为 **1** 时, 完全停用该 **F-I/O** 模块。

输出标签 (Output) - 由模块/系统写入

PASS_OUT:

含义: 钝化输出 (Passivation output)。

作用：指示模块当前是否处于钝化状态。如果为 **1**，表示模块正在输出故障安全值。

QBAD:

含义：故障安全值输出 (**Fail-safe values are output**)。

作用：指示模块是否正在输出故障安全值（例如，当检测到故障时）。

ACK_REQ:

含义：重新集成确认请求 (**Acknowledgment request for reintegration**)。

作用：模块请求 **CPU** 进行确认以重新集成 [3]。

IPAR_OK:

含义：参数重分配完成 (**Parameter reassignment OK**)。

作用：指示参数重分配过程已成功完成 [3]。

DIAG:

含义：非故障安全服务信息 (**Non-fail-safe service information**)。

作用：提供诊断字节，包含超时、**CRC** 错误等详细信息（注意：在 **F** 通信 **DB** 中 **DIAG** 也有类似功能，但具体位定义可能不同）。

DISABLED:

含义：**F-I/O** 已停用 (**F-I/O is deactivated**)。

作用：指示模块当前处于停用状态。

8 附录 B 故障诊断

关于故障代码清单，详见 **CPX-AP-A-6FDI3FDO-PS-M12-5P** 操作手册-诊断章节。

以下提供几种读取故障代码的方式：

1) 通过网页查看

Device 3 - A-6FDI3FDO-PS

Error: 09 | 03 | 0199 - Short circiut to external clock pulse

CPX-AP-A-6FDI3FDO-PS-M12-5P

MC: 12311 Product Key: [HNKYRLSZWJG](#) OrderNumber: 8129117

SW: 1.1.0 HW: 3

PS: 24,0 V PL: 24,0 V

F_Dest_Addr device: 3 (Type2)

F_Source_Addr device: 1

Configuration: configured, change enabled

Functionmode for channel pair 1/0: 4

Functionmode for channel pair 3/2: 5

Functionmode for channel pair 5/4: 6

Functionmode for output channel 0: P+M

Functionmode for output channel 1: P+M

Functionmode for output channel 2: P+M

Inputchannels: 2 Inputbytes: 10

Outputchannels: 3 Outputbytes: 11

2) 通过 PLC 故障缓存区诊断

项目树

CPX-AP-A-6FDI3FDO_TEST

G2_PLC_1 [CPU 1212FC DC/DC]

在线访问

诊断

常规

诊断状态

诊断缓冲区

循环时间

存储器

PROFINET 接口 [X1]

功能

事件

以PG/PC本地时间显示CPU事件时间戳

过滤器:

编号	日期和时间	事件
1	2012/1/9 13:27:44.441	Festo devices diagnosis - Page 1 - Short circiut to external clock pulse
2	2012/1/9 13:27:31.689	Festo devices diagnosis - Page 1 - Short circiut to external clock pulse
3	2012/1/9 13:27:31.608	Festo devices diagnosis - Page 1 - Short circiut to external clock pulse
4	2012/1/9 13:27:31.437	Festo devices diagnosis - Page 1 - Short circiut to external clock pulse
5	2012/1/9 13:27:31.231	Festo devices diagnosis - Page 1 - Short circiut to external clock pulse
6	2012/1/9 13:27:31.180	Festo devices diagnosis - Page 1 - Short circiut to external clock pulse
7	2012/1/9 13:27:29.948	Festo devices diagnosis - Page 1 - Short circiut to external clock pulse
8	2012/1/9 13:27:29.717	Festo devices diagnosis - Page 1 - Short circiut to external clock pulse

冻结显示

另存为...

事件详细信息:

事件详细信息:

2 / 164

事件 ID: 16# 1114:C1E3

模块: cpx-ap-a-pn / CPX-AP-A-6FDI3FDO-PS-M12-5P_1

机架/插槽: 机架 0 / 插槽 3

说明: 错误:Festo devices diagnosis - Page 1 - Short circiut to external clock pulse 位于 #280, 2 上 cpx-ap-a-pn / CPX-AP-A-6FDI3FDO-PS-M12-5P_1.

3) 通过功能块诊断

FESTO 提供诊断功能块，可在官网下载。

