

前言

1. 本手册适用范围:

适用于 ELCO 公司 EtherCAT 协议的 Slim67 模拟量分布式 I/O 设备。
通过手册中的信息，您可以作为分布式 I/O 设备连接控制器（PLC、DCS 等）运行 EtherCAT 总线上的 Slim67 模拟量模块。

2. 所需基本知识:

本手册假定您具有电气及自动化工程领域的基础知识。
本手册基于发行时的有效数据描述各组件，新组件及参数调整会在新版手册中更新。

3. 指南:

本手册介绍了 EtherCAT 协议下 Slim67 模拟量分布式 I/O 设备的硬件及使用。
涵盖范围包括:

- 安装与接线
- 调试与诊断
- 组件
- 订货数据
- 技术参数

4. 技术支持:

本手册尽可能全面的描述 Slim67 模拟量分布式 I/O 设备的产品特性及使用方法，如有疑问或关于此产品的其它问题，请联系当地 ELCO 公司办事处，或拨打服务热线 400-608-4005。

您还可以通过 ELCO 公司网站了解更多自动化产品:

<http://www.elco-holding.com.cn/>

5. 责任免除:

我们已对手册中所述内容与硬件和软件的一致性做过检查。
但不排除存在偏差的可能性，无法保证所述内容与硬件和软件的完全一致。
数据参数按规定已进行了相关检测，必要的修改会在新版本中完善。

目录

前言.....	2
1. 产品概述.....	5
1.1 定义.....	5
1.2 产品介绍.....	5
1.3 特性.....	5
1.4 产品型号列表.....	5
2. 技术参数.....	6
2.1 硬件参数.....	6
2.2 LED 指示功能.....	8
2.3 常规系统布置图.....	8
3. 安装接线.....	10
3.1 安装尺寸图.....	10
3.2 安装位置和尺寸.....	11
3.3 Slim67 模拟量模块接线指导.....	12
3.3.1 Slim67 模拟量模块保护性接地 (PE)	12
3.3.2 Slim67 模拟量模块供电电源连接.....	12
3.3.3 Slim67 模拟量模块总线电缆连接.....	14
3.3.4 Slim67 模拟量模块 I/O 电缆连接.....	15
4. 组态调试.....	18
4.1 模块 ESI 文件.....	18

4.2 信号地址分配.....	19
4.3 模拟量数值的表示.....	20
4.4 模块启动流程.....	23
4.5 模块组态实例 (Beckhoff)	24
4.6 模块组态实例 (Omron)	27
5. 报警诊断.....	31
5.1 LED 故障指示灯.....	31
5.2 网关状态字分配.....	32

1. 产品概述

1.1 定义

Slim67 模拟量分布式 I/O 设备是紧凑型 EtherCAT IO 设备，具有 IP67 防护等级。

1.2 产品介绍

Slim67 模拟量总线 I/O 为连接控制器并应用在恶劣现场环境下的现场总线 I/O 系统提供可靠、值得信赖的解决方案。

基于 32mm 宽的 IP67 防护外壳的 Slim67 模拟量模块可以标准化安装，并安全可靠运行在水、灰尘和震动可能出现的恶劣工作环境。这些特点使得它们适用于多种应用场合，例如物料输送系统、自动化装配系统等。

其他的功能包括支持多种信号的输入和输出，嵌入式的高亮 LED 诊断帮助维护人员更加容易的判断 I/O、模块和网络状态。

1.3 特性

- 金属外壳，高达 IP67 防护等级
- 可用于紧凑、狭小的安装空间
- 采用 M8 尺寸的供电和网络接口
- 独立的总线从站，可直接与 PLC 相连
- LED 状态显示，通道级保护和诊断

1.4 产品型号列表

序号	产品型号	描述
1	FEEC-04UA-M12-T	4 点可配置模拟量通道 可根据需要连接电流或电压输入输出信号、热电偶、热电阻信号 短路保护、诊断

2. 技术参数

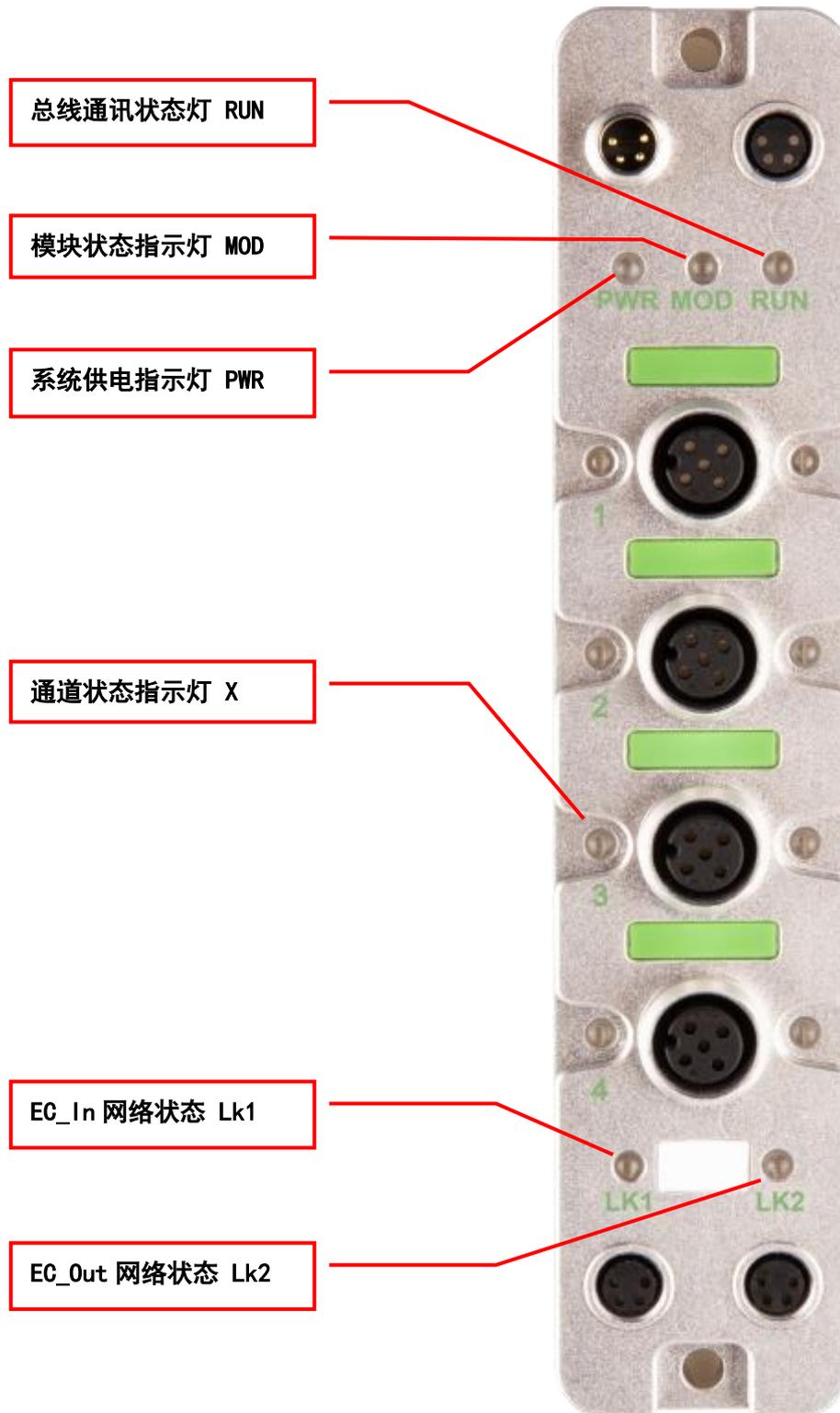
2.1 硬件参数

订货数据	
产品型号	FEEC-04UA-M12-T
描述	紧凑型 IP67 模拟量模块
总线传输	
通讯协议	EtherCAT
工作模式	自动协商机制, 自动翻转功能
传输速率	10/100 Mbps
地址分配	系统自动分配
电源供电	
工作电压	24 VDC (18...30 VDC)
模块消耗电流	最大 200mA
系统及信号供电	Us, 不超过 4A
辅助供电	Ua, 不超过 4A
电气隔离	Us 和 Ua: 24V 隔离, 0V 隔离
接口类型	
电源供电	2 x M8 4pin, 针端+孔端
总线通讯	2 x M8 4pin, 孔端
信号连接	4 x M12 A-code 5pin, 孔端
电气参数	
工作模式	电流、电压、热电偶、热电阻, 信号类型及输入输出可设置
输入通道数	最大 4
输入供电电流	每通道最大 200mA
输入信号类型	电流型: 0...20mA, 4...20mA 电压型: 0...10V 热电偶: J、K、T、N、E 型 热电阻: PT100、PT1000
输入阻抗	电流型: 250Ω 电压型: 1MΩ
分辨率	16 Bit
转换时间	电流、电压型: 12 ms 热电偶: 50 ms

测量精度	± 0.3%
输出通道数	最大 4
输出信号类型	电流型: 0...20mA, 4...20mA 电压型: 0...10V
输出阻抗	电流型: <450Ω 电压型: >1kΩ
分辨率	16 Bit
转换时间	12 ms
测量精度	± 0.3%
诊断	
通讯状态	LED 指示, 通讯报文
供电监测	有, 低电压报警
短路和过载保护	有, LED 指示
一般数据	
防护等级	IP67
温度范围	工作温度 -25...+70 °C, 存储温度 -40...+85 °C
模块尺寸	32x155x34 mm

2.2 LED 指示功能

通过模块自带的指示灯，可以清晰的标明模块的运行状态

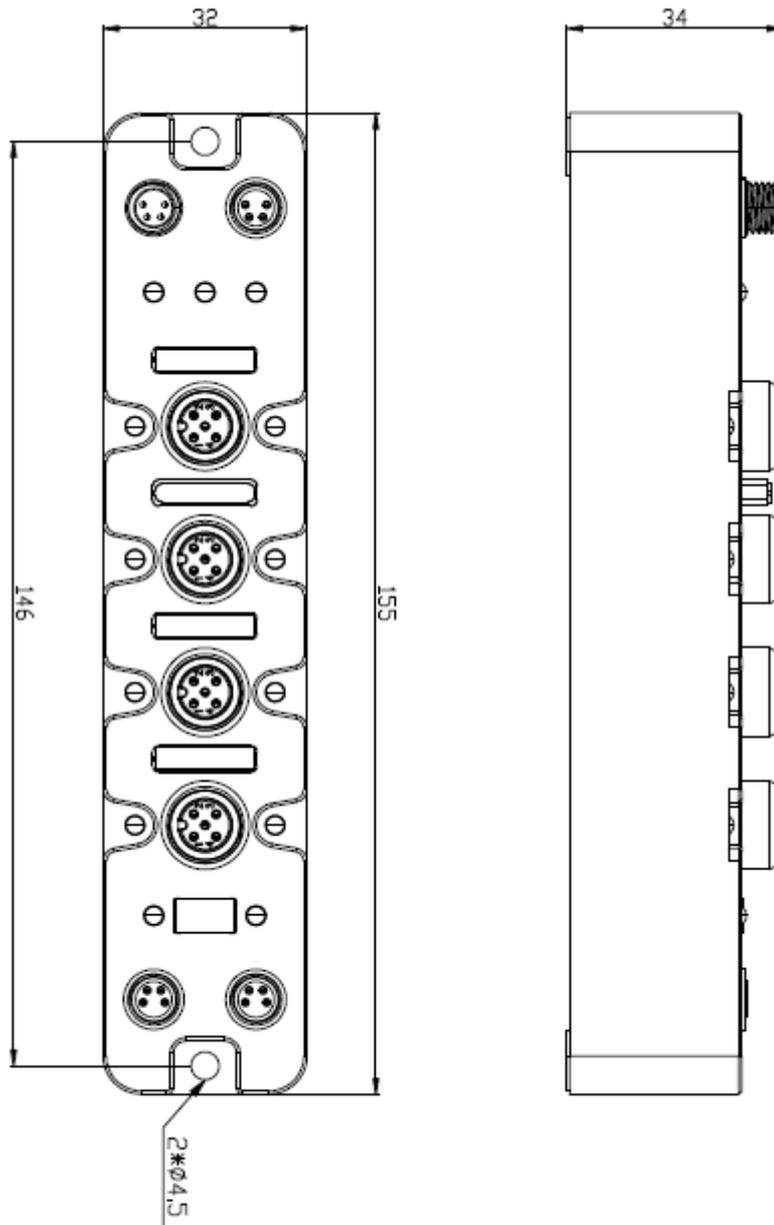


2.3 常规系统布置图

通过一个实例标示出常规的 EtherCAT 系统模块连接，由 24VDC 电源分别给 3 个模块供电，EtherCAT 网络通过交换机或级联的方式连接模块，其中较远的模块还可以使用更多的交换机来拓展连接距离。

3. 安装接线

3.1 安装尺寸图



3.2 安装位置和尺寸

得益于 IP67 的高防护等级和优秀的抗震动及抗干扰能力，Slim67 模拟量模块几乎可以安装于任何位置。

Slim67 模拟量模块采用统一的外形尺寸，下表显示了模块的安装尺寸：

	具体尺寸
安装宽度	32mm
安装高度	155mm
安装深度	34mm（无连接器）

3.3 Slim67 模拟量模块接线指导

请根据基本的电气规范进行连接操作，为了人身及设备安全，我们建议在进行接线操作时断开供电电源。

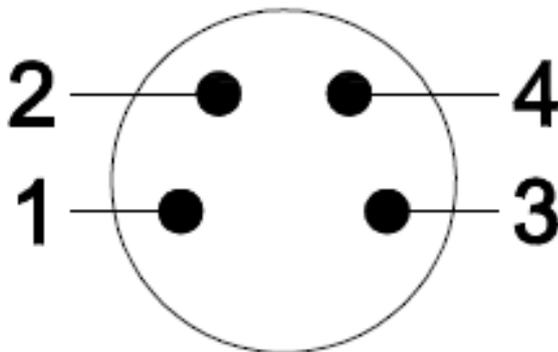
3.3.1 Slim67 模拟量模块保护性接地 (PE)

- 模块为金属外壳，壳体与模块保护性接地 PE 连通
- 将模块连接到保护性接地可以将干扰电流释放到地下，并确保模块的安全性和 EMC 兼容性
- 务必确保与保护性接地的低阻抗连接

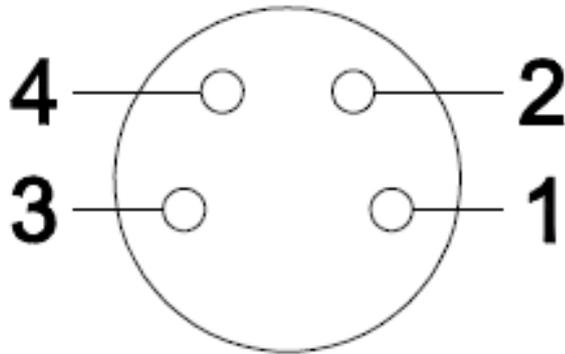
3.3.2 Slim67 模拟量模块供电电源连接

所有 Slim67 模拟量模块采用标准 24VDC 供电，输入电压范围 18~30VDC，使用标准 M8 4pin 接插件形式连接。电源供电分为两部分：模块信号电源 U_i (1L+、1M)，辅助电源 U_o (2L+、2M)。两路电源的正极 1L+和 2L+之间电隔离，公共点 1M 和 2M 之间内部连通。

- 1) 电源接入端连接器视图 (公头, Male)



2) 电源接出端连接器视图 (母头, Female)



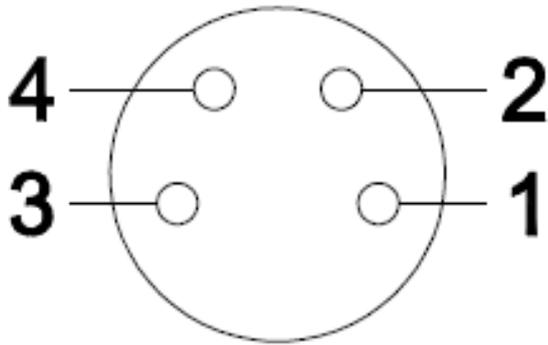
3) 电源接口定义

接口端子号	接口功能	电源电压
1	模块与输入信号电源 1L+	24V
2	输出负载电源 2L+	24V
3	模块与输入信号电源 1M	0V
4	输出负载电源 2M	0V

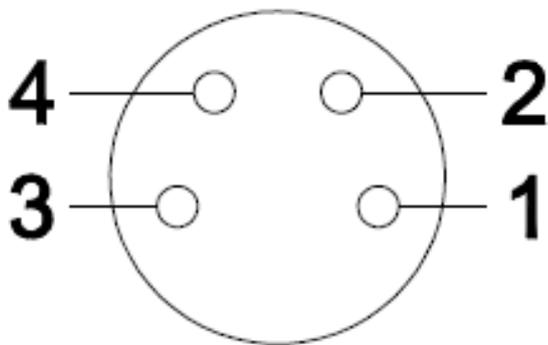
3.3.3 Slim67 模拟量模块总线电缆连接

支持 EtherCAT 协议的 Slim67 模拟量模块通过标准的屏蔽网线 EtherCAT 电缆传输信号，使用四芯 M8 接插件形式连接。

1) 总线接入端 BUS In 连接器视图（母头，Female）



2) 总线接出端 BUS Out 连接器视图（母头，Female）



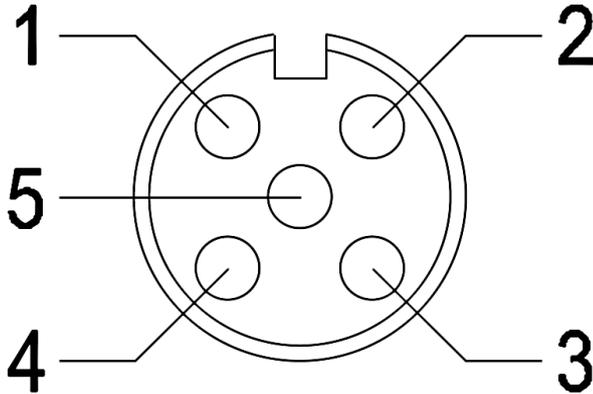
3) 总线接口定义

接口端子号	接口功能	电缆线色
1	发射端 TD+	黄
2	接收端 RD+	白
3	接收端 RD-	蓝
4	发射端 TD-	橙

3.3.4 Slim67 模拟量模块 I/O 电缆连接

所有 Slim67 模拟量模块 I/O 信号通过标准 5 针 M12 接插件形式连接，每个端口最多可以连接一个信号（输入或输出）。

1) 信号接收端 I/O 连接器视图（母头，Female）

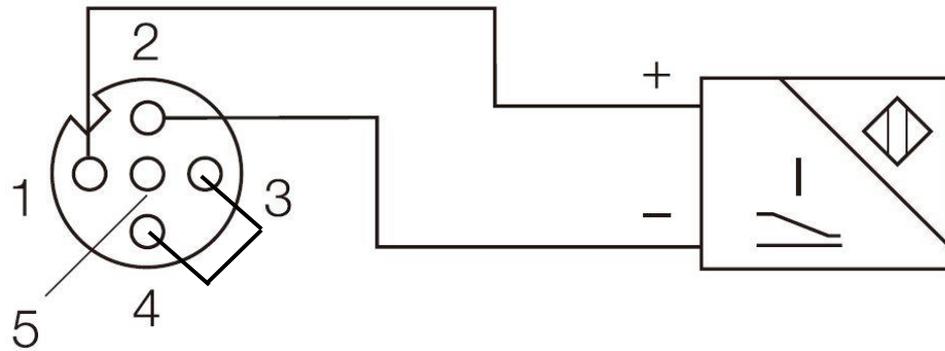


2) 模拟量信号接口定义

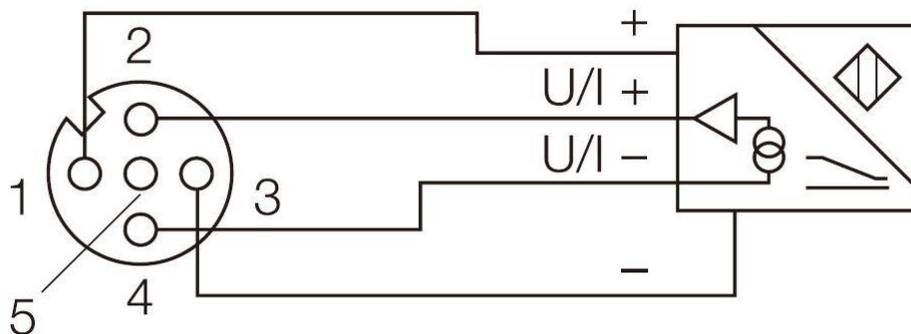
接口端子号	接口功能	备注
1	供电电源 24V+	
2	信号输入/输出 正	AI/AO +
3	供电电源 GND	
4	信号输入/输出 负	AI/AO -
5	屏蔽接地 PE	

3) 接线实例

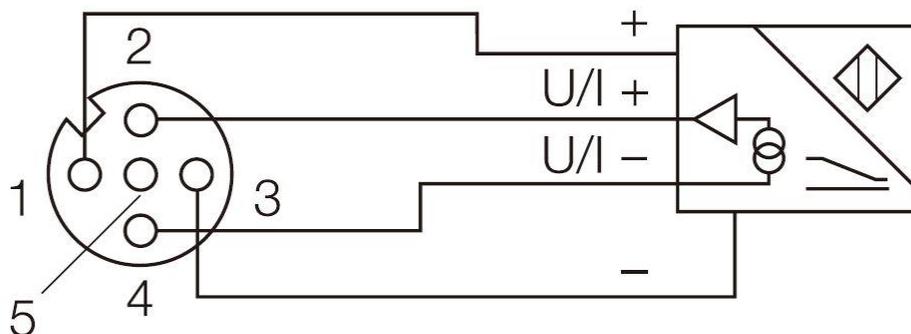
a) 无源电流输入信号——即 1 个连接器接 1 个无源电流输入信号（两线制信号），模块中 FEEC-04UA-M12-T 这种型号产品支持此形式连接。



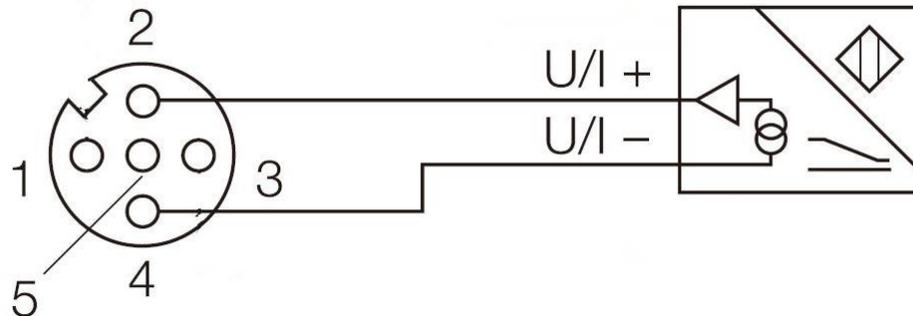
b) 有源电流输入信号——即 1 个连接器接 1 个有源电流输入信号（四线制信号），模块中 FEEC-04UA-M12-T 这种型号产品支持此形式连接。



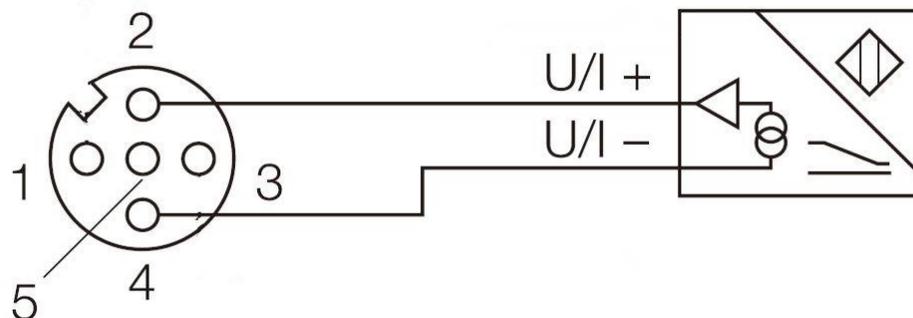
c) 电压输入信号——即 1 个连接器接 1 个电压输入信号，模块中 FEEC-04UA-M12-T 这种型号产品支持此形式连接。



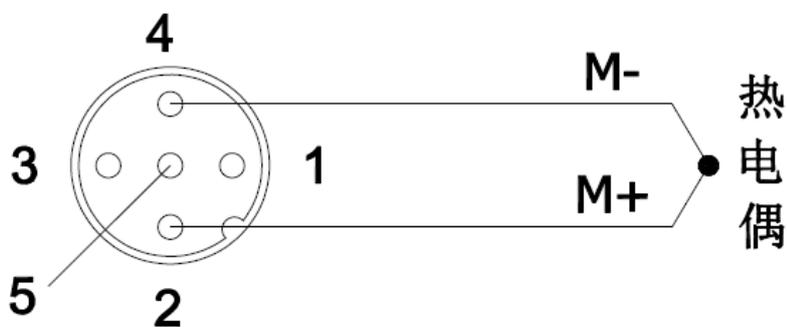
d) 电流输出信号——即 1 个连接器接 1 个电流输出信号，模块中 FEEC-04UA-M12-T 这种型号产品支持此形式连接。



e) 电压输出信号——即 1 个连接器接 1 个电压输出信号，模块中 FEEC-04UA-M12-T 这种型号产品支持此形式连接。



f) 热电偶信号——即 1 个连接器接 1 个热电偶输入信号，模块中 FEEC-04UA-M12-T 这种型号产品支持此形式连接。



4. 组态调试

4.1 模块 ESI 文件

使用 ESI 文件（XML 格式）组态 Slim67 模拟量模块，ESI 文件用于将 Slim67 模拟量模块作为标准 EtherCAT IO 集成到您的系统中。您可以访问 ELCO 公司网站获得最新的 xml 文件或拨打客户服务热线联系技术人员。

将 ESI 文件集成到系统中取决于您所使用的组态软件：

1. Beckhoff 系统

以 EtherCAT 系统所使用的 Beckhoff 公司的 TwinCAT 编程软件为例，按照以下步骤添加 ESI 文件：

安装 TwinCAT，然后复制 Slim67 模拟量模块的 xml 文件到如下安装目录下，例如：TwinCAT2 安装到 C:\TwinCAT\Io\EtherCAT\

TwinCAT3 安装到 C:\TwinCAT\3.1\Config\Io\EtherCAT\

2. Omron 系统

以 EtherCAT 系统所使用的 Omron 公司的 Sysmac Studio 编程软件为例，按照以下步骤添加 ESI 文件：

安装 Sysmac Studio，然后复制 Slim67 模拟量的 xml 文件到如下安装目录下，例如：C:\OMRON\Sysmac Studio\IODeviceProfiles\EsiFiles\UserEsiFiles

4.2 信号地址分配

每个 Slim67 模拟量模块共有 4 个用于连接信号的接插件 (Port1~Port4)，每个接插件内有 5 根插针连接 (Pin1~Pin5)。下面将分型号列表显示了每个接插件的信号状态和 EtherCAT 总线传输字节的对应关系。

此模块占用 12 个字节的输入和 8 个字节的输出。

字节数	字节数	接插件	举例
Input/Output Byte 0~7	Byte 0 Byte 1	Port1	IW 0 QW 0
	Byte 2 Byte 3	Port2	IW 2 QW 2
	Byte 4 Byte 5	Port3	IW 4 QW 4
	Byte 6 Byte 7	Port4	IW 6 QW 6
Diagnose Byte 8~11	Byte 8 Byte 9	诊断信息请参考 5.2 节网关状态字分配。	IW 8
	Byte 10 Byte 11		IW 10

4.3 模拟量数值的表示

PLC 控制器始终以二进制格式来处理模拟值，模拟量输入模块将模拟过程信号转换为数字格式，模拟量输出模块将数字输出值转换为模拟信号。

数字化模拟值适用于相同额定范围的输入和输出值，每个模拟量信号占用一个 Word 的 PLC 地址，即每个模拟量信号对应 16bit 数值。模拟量的符号始终设在最高位 bit15: 0 代表正，1 代表负。对于分辨率小于 16 位的模拟模块，模拟值以左对齐的方式存储，未使用的最低有效位用 0 填充。

例如：模拟值 18035 可表示为如下二进制数值：

分辨率	模拟值															
位数	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
16bit	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1
14bit	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0

模拟量信号类型可分为如下几种类型：电流单极性值为 0~20mA 和 4~20mA，电压单极性值为 0~10V，热电阻支持 PT1000，热电偶可支持多种 TC 类型。

注：1) 目前模拟量输出仅支持额定范围的模拟值，过冲范围只表示输入模块。

2) 关于连接热电阻和热电偶的说明，仅 FEPN-04UA-M12-T 可支持两线制热电阻和 JKTNE 型热电偶。

● 单极性电流输入输出范围内的模拟值表示：

系统数值			当前输入输出范围		
	十进制	十六进制	0~20mA	4~20mA	
104.999%	32767	7FFF	≥ 21 mA	≥ 20.8 mA	上溢，锁定最大值
	31208	79E8			过冲范围
100%	31207	79E7	20 mA	20 mA	额定范围
75%	23405	5B6D	15 mA	16 mA	
0.0032%	1	1			
0%	0	0	0 mA	4 mA	
	-1	FFFF			下溢，锁定最小值
-75%	-23405	A493	0 mA	0 mA	
-100%	-31207	8619			
	-31208	8618			
-104.999%	-32768	8000	0 mA	0 mA	

- 单极性电压输入输出范围内的模拟值表示：

系统数值			当前输入输出范围		
	十进制	十六进制	0~5 V	0~10 V	
104.999%	32767	7FFF	$\geq 5.926 \text{ V}$	$\geq 11.85 \text{ V}$	上溢，锁定最大值
	31208	79E8			过冲范围
100%	31207	79E7	5 V	10 V	额定范围
75%	23405	5B6D	3.75 V	7.5 V	
0.0032%	1	1			
0%	0	0	0 V	0 V	
	-1	FFFF			
-75%	-23405	A493	0 V	0 V	下溢，锁定最小值
-100%	-31207	8619			
	-31208	8618			
-104.999%	-32768	8000	0 V	0 V	

- PT x00 标准热电阻测量范围内的模拟值表示：

系统数值			当前输入范围	
	十进制	十六进制	-200~+850 °C	
	32767	7FFF	$\geq 850.1 \text{ °C}$	上溢，锁定最大值
	8500	2134	850 °C	额定范围
	6375	18E7	637.5 °C	
	10	A	1 °C	
	0	0	0 °C	
	-10	FFF6	-1 °C	
	-1500	FA24	-150 °C	
	-2000	F830	-200 °C	
	-32768	8000	$\leq -200.1 \text{ °C}$	下溢，锁定最小值

- 热电偶测量范围内的模拟值表示：

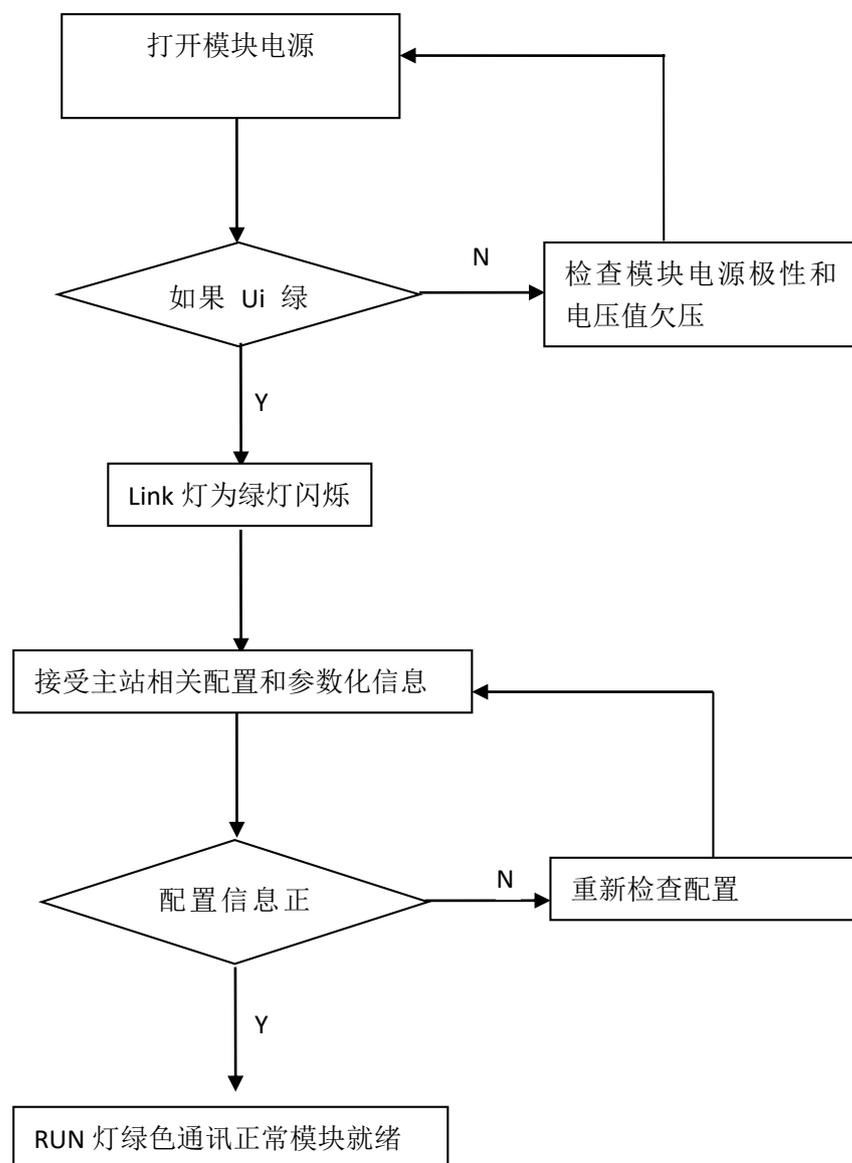
J, K, T, N, E 型热电偶，根据分度表的温度范围确定额定输入输出范围，将系统的十进制数值除以 10，即可得到当前温度，分辨率为 0.1 °C，超限锁定最大或最小值。

4.4 模块启动流程

上电启动 Slim67 模拟量 I/O 模块之前，请确认系统满足以下要求：

- Slim67 模拟量模块已完成电源、总线和信号接线
- 模块的设备地址已通过软件设定完毕
- 在软件中已组态 Slim67 模拟量模块并下载到控制器中
- 模块所连接的控制器已接通电源并启动完毕

启动 Slim67 模拟量模块流程图：

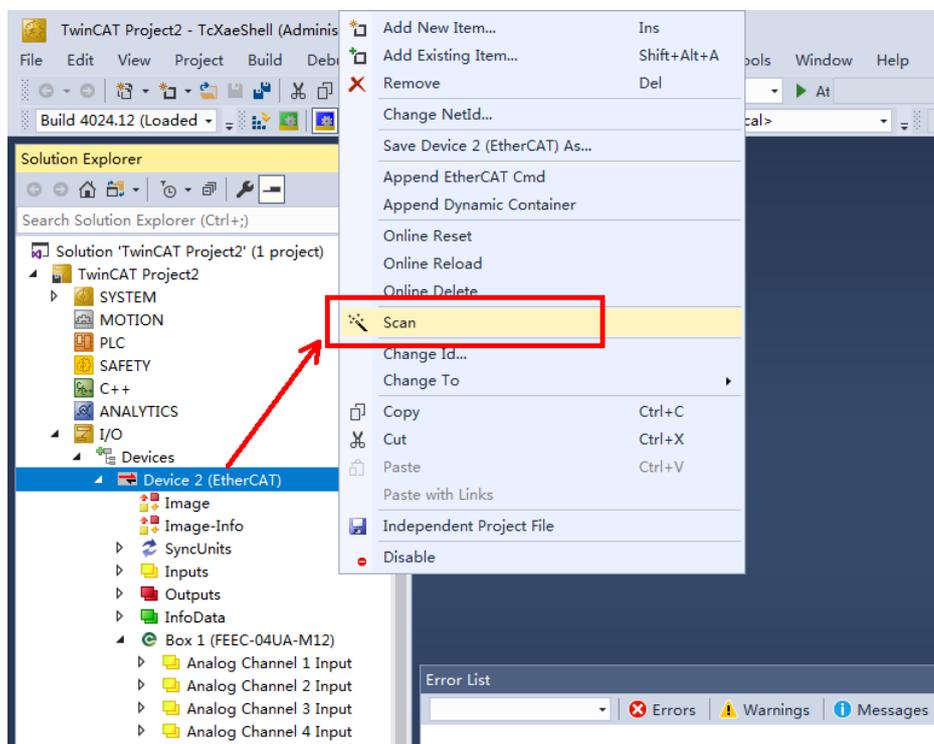


4.5 模块组态实例 (Beckhoff)

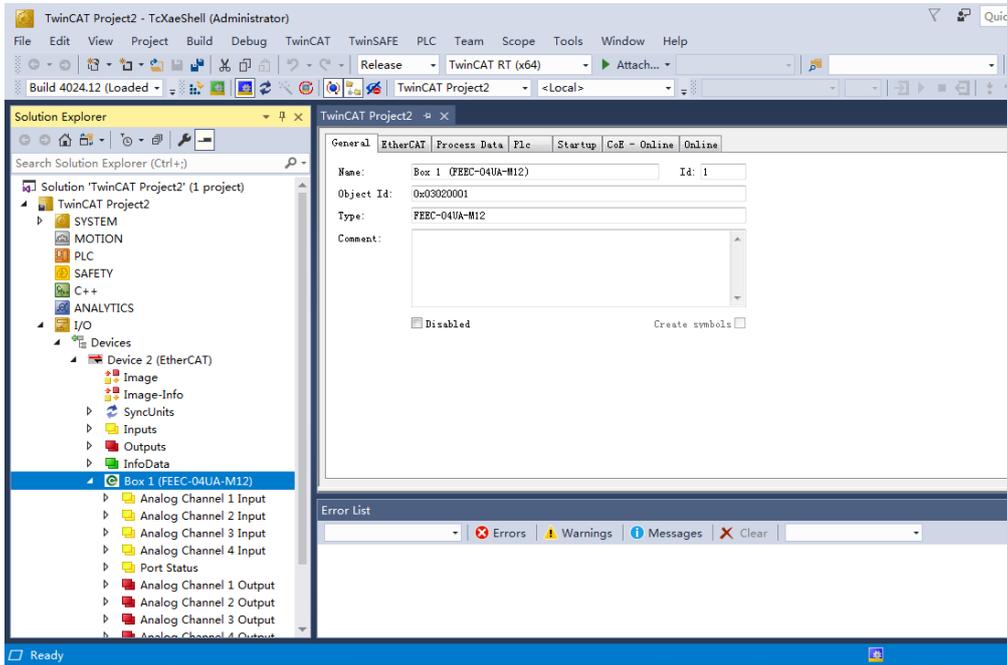
本节通过一个组态连接的实际操作流程，让用户全面了解 Slim67 模拟量分布式 I/O 模块的实际使用。本例采用 ELCO 公司的 FEEC-04UA-M12-T 作为 EtherCAT 从站连接 Beckhoff 公司的 EtherCAT 控制器 CX1020，默认已安装 TwinCAT 并设置所需网卡信息、安装了 ESI 文件、完成所有的供电及总线连接。上述操作流程请详见 TwinCat 使用说明。

我们通过图片形式表明具体的软件组态调试流程。

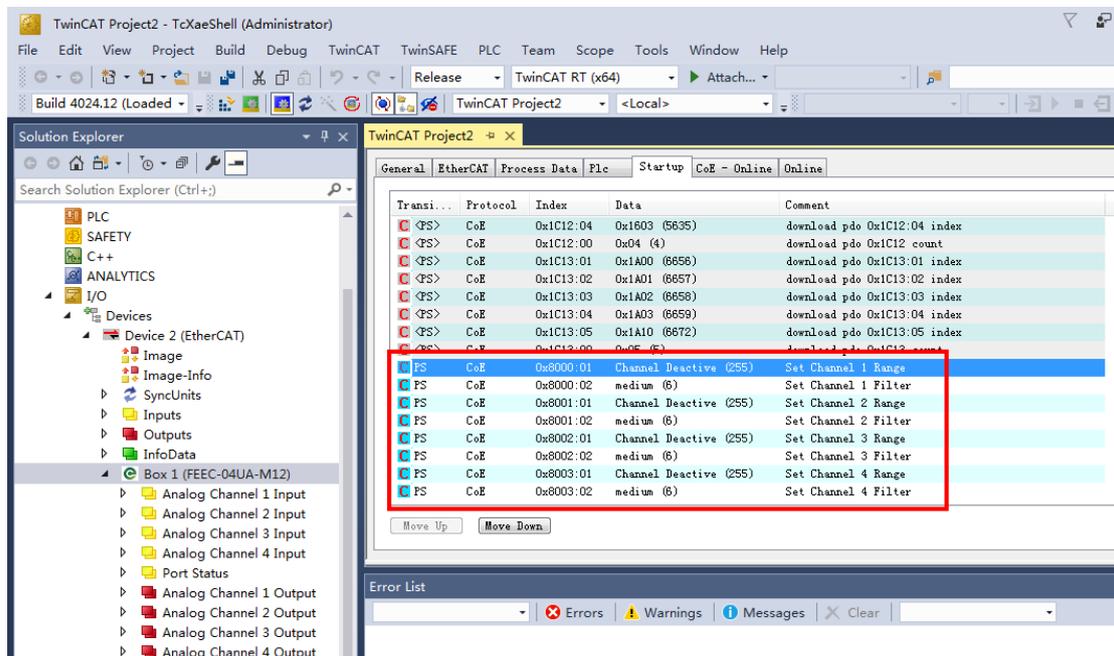
1) 新建 TwinCAT 项目，并连接到 PLC 控制器，切换到 Config Mode 模式。然后搜索从站：在下图箭头标示处单击右键 > Scan Boxes...



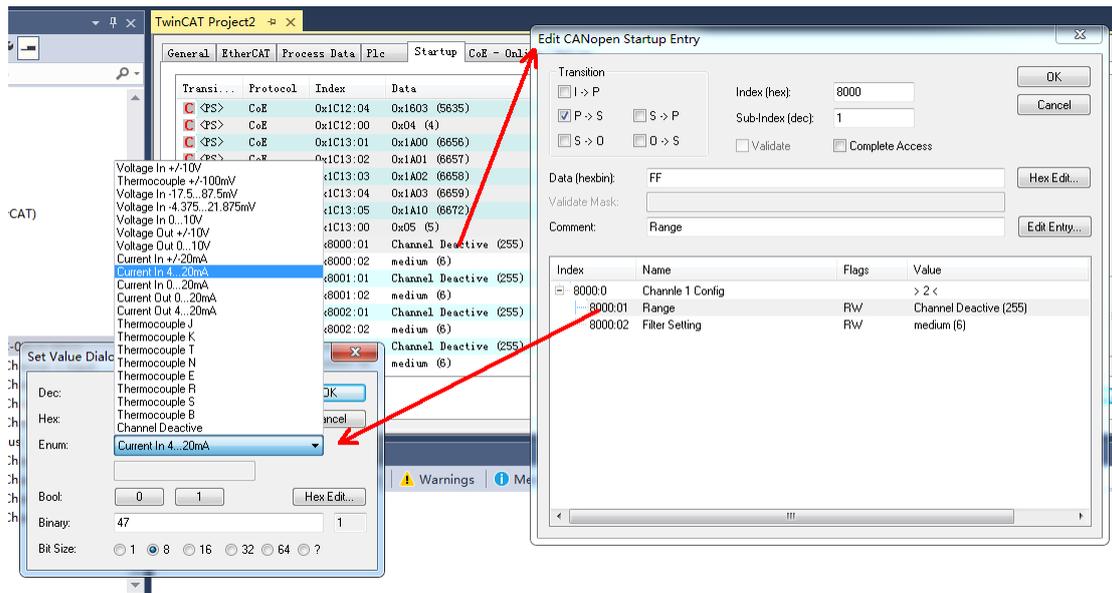
2) 如果网关与 PLC 连接正常, 则系统可以自动搜索到的 Slim67 模拟量模块, 并且可以看到具体的连接。如下图:



3) 为了配置模块的输入输出类型和具体量程, 双击进入 Startup 选项卡, 并双击对应的通道, 打开属性设置窗口。



4) 在新弹出的窗口中，设置这个通道的输入输出属性。



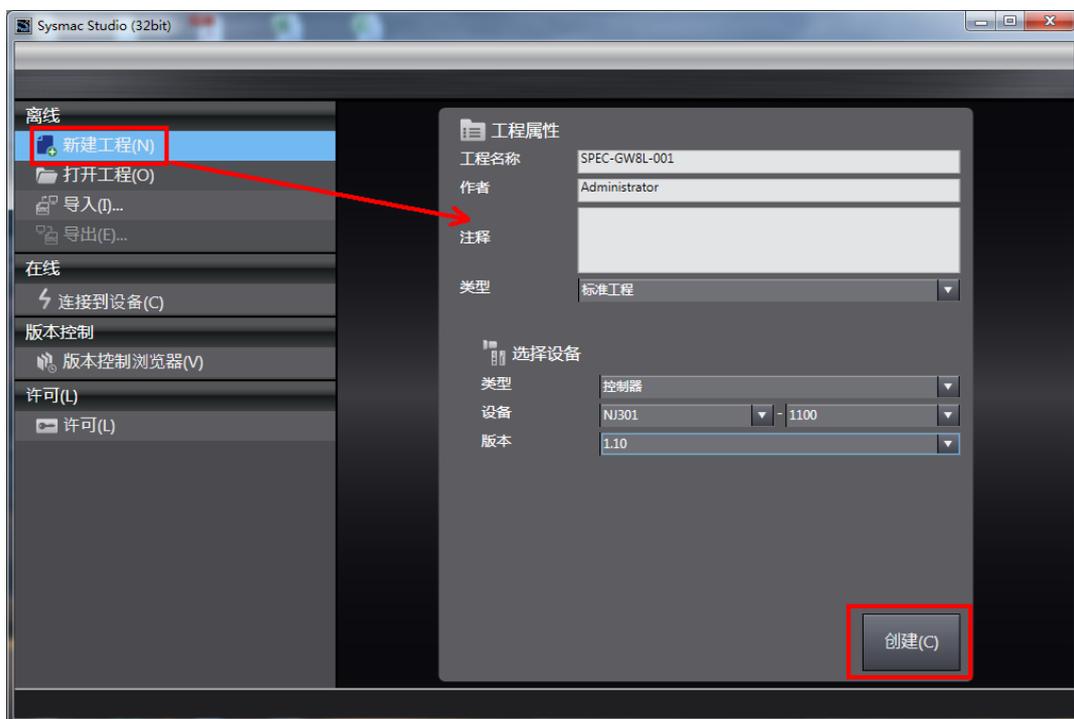
5) 全部设置完毕后，点击“Reload I/O Devices”按钮，将所有信息下载到 PLC 中，此时模块应该处于连接状态，RUN 指示灯常绿状态。

4.6 模块组态实例 (Omron)

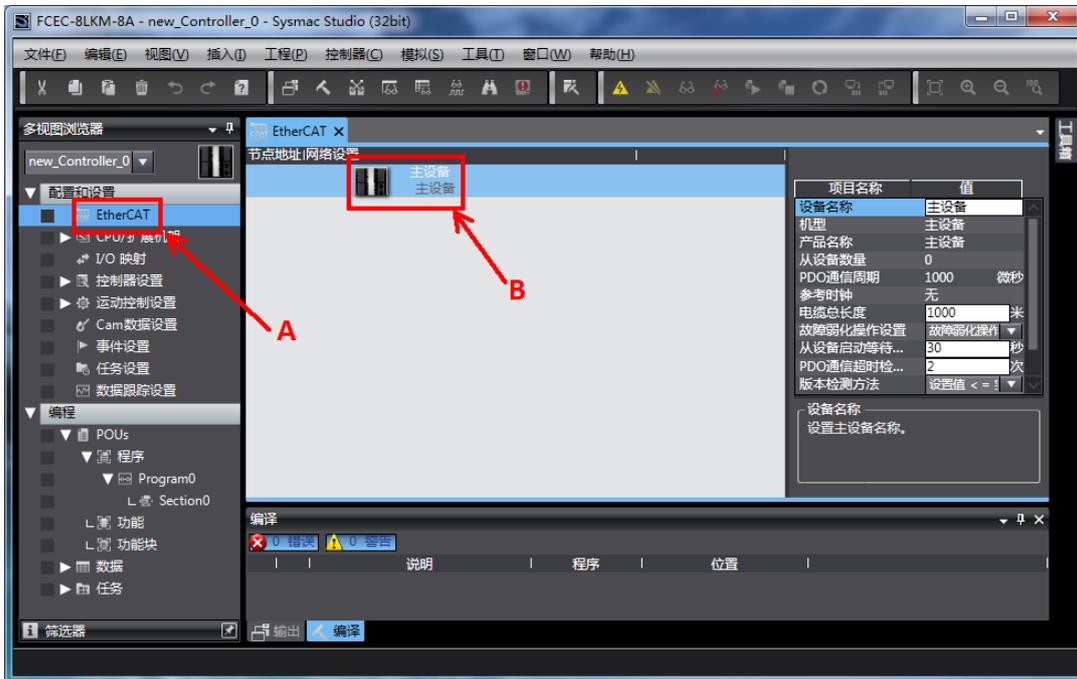
本节通过一个组态连接的实际操作流程，让用户全面了解 Slim67 模拟量分布式 I/O 模块的实际使用。本例采用 ELCO 公司的 Slim67 模拟量模块作为 EtherCAT 从站连接 Omron 公司的 EtherCAT 控制器 NJ301-1100，默认已安装 Sysmac Studio 并设置所需网卡信息、安装了 ESI 文件、完成所有的供电及总线连接。上述操作流程请详见 Sysmac Studio 使用说明。

我们通过图片形式表明具体的软件组态调试流程。

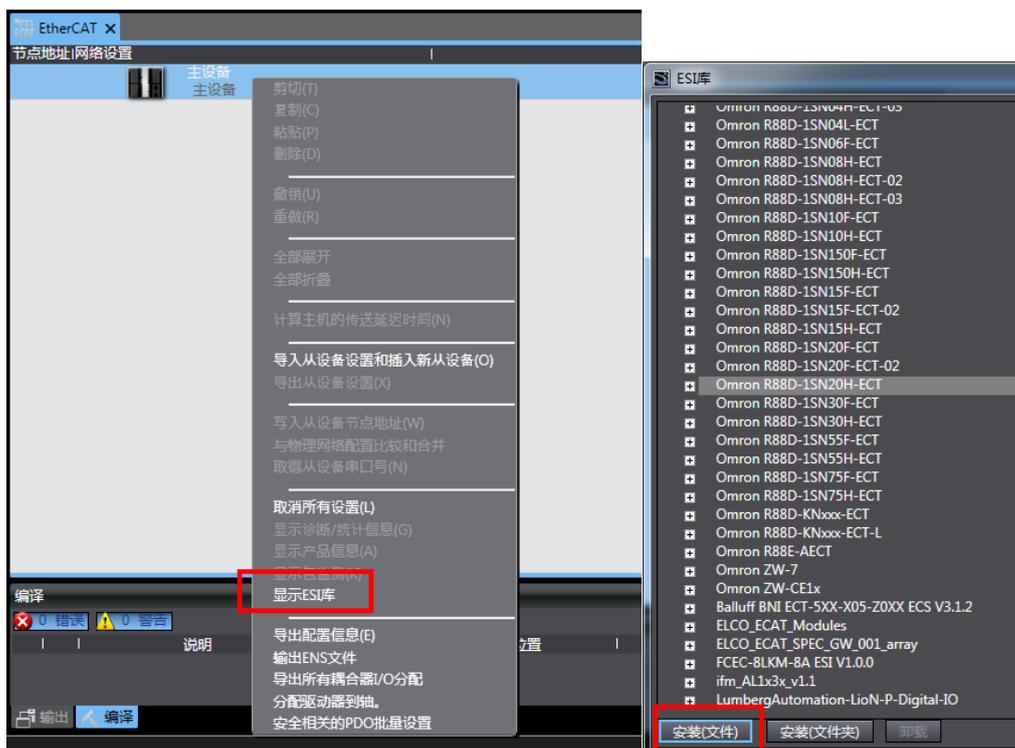
1) 打开 Sysmac Studio 软件，点击“新建工程”。根据 PLC 型号填写相应信息，点击“创建”。



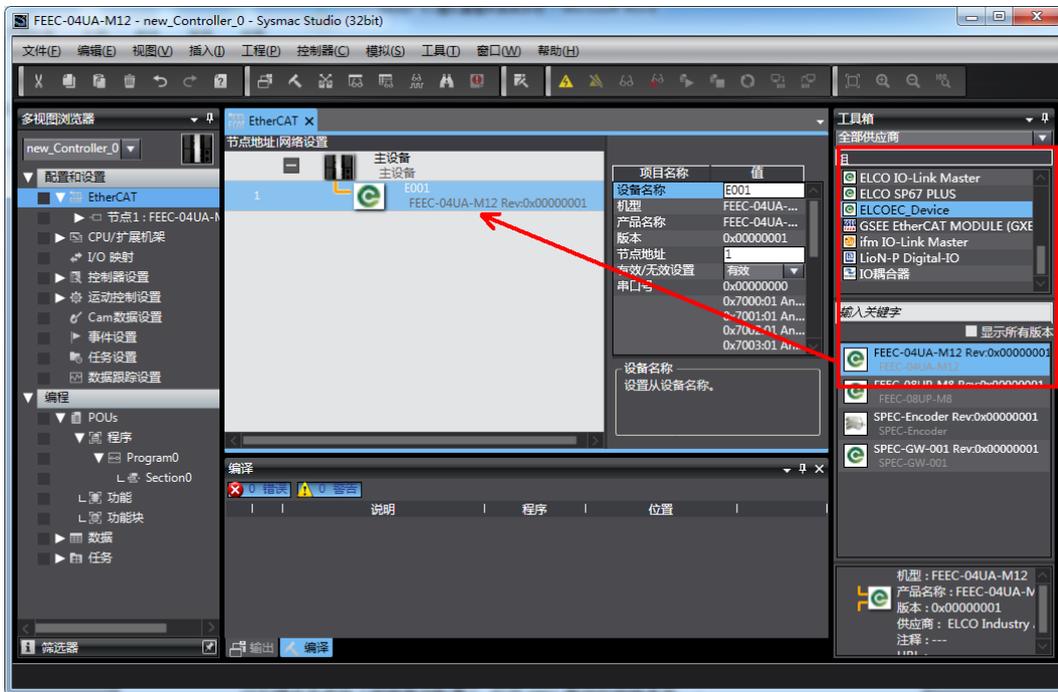
2) 在左侧“配置和设置”列表中选择“EtherCAT”,在 B 处可以看到相应的控制器图标。



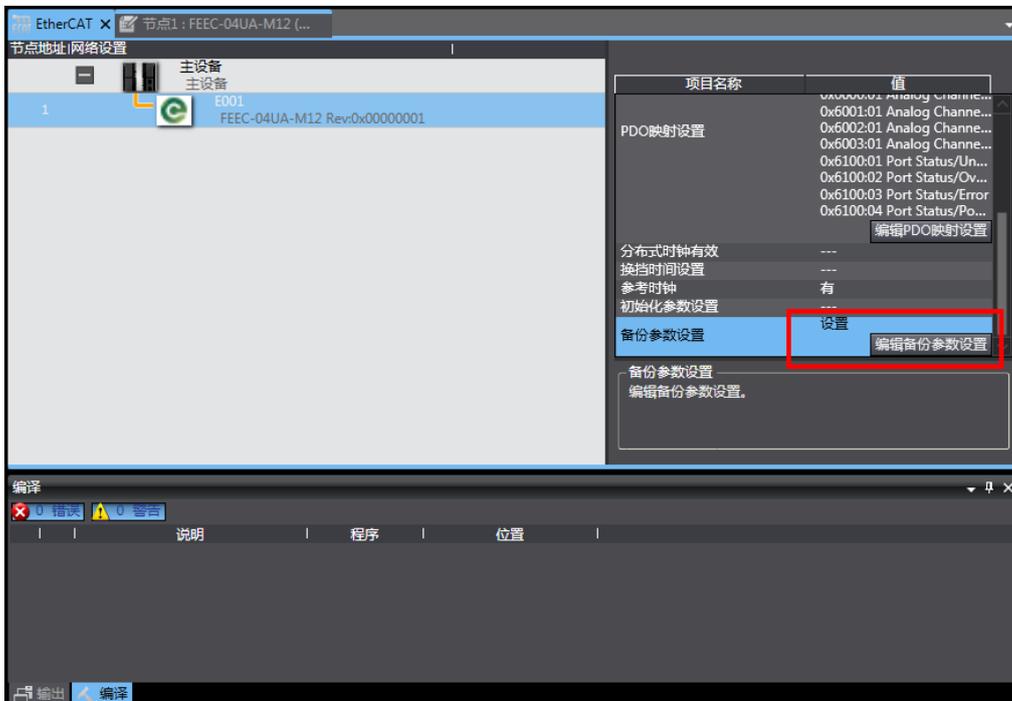
3) 右键点击“主设备”,在弹出的列表中选择“显示 ESI 库”,在新打开的窗口界面中选择“安装”可以手动安装 EtherCAT 从站的 ESI 文件。此功能与拷贝文件的形式安装 ESI 文件效果一致,且需要 Sysmac Studio 软件版本高于 1.3,低版本用户还是需要通过拷贝文件的形式安装(可参考 4.1 节)。



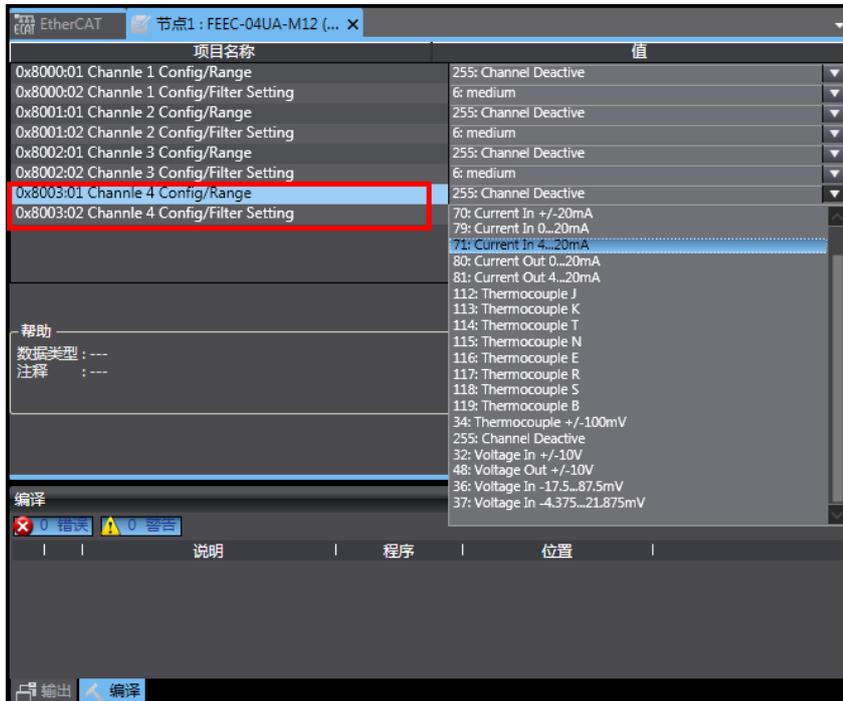
4) 在右侧“工具箱”列表中，找到“ELCOEC_Device”，并将下方的模块“FEEC-04UA-M12-T”拖拽到主设备上，系统会根据连接顺序分配 EtherCAT 节点地址（也可根据需要修改）。



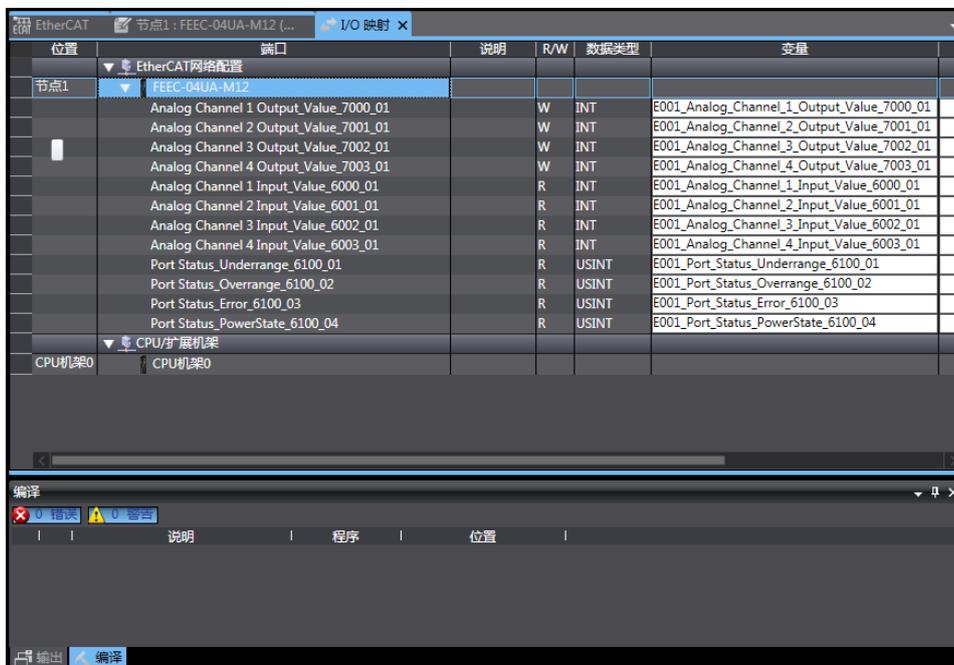
5) 组态完 Slim67 模拟量模块后，要对模块的输入输出和量程进行设置，可通过点击选择右侧的“编辑备份参数设置”，打开 FEEC 模块的编辑界面。



6) 在新打开的界面中，可以配置每个通道所连接的信号，根据实际情况选择是电流还是电压，输入还是输出。另外还可以选择每个通道的滤波功能。



7) 编写 PLC 程序并下载后，选择“I/O 映射”标签，可以看到所有 IO 信息。



5. 报警诊断

5.1 LED 故障指示灯

通过 Slim67 模拟量模块上自带的 LED 指示灯，用户可以方便快速的判断出模块当前的工作状态。（指示灯外观请参见 2.2 节“LED 指示功能”）

FEEC-04UA-M12-T 模块指示灯

网关指示灯名称	指示灯状态	指示灯含义	故障原因
扩展电源指示灯 PWR	绿	工作正常	无
	红	扩展端口供电异常	1. 检查网关供电接线 2. 检查端口是否短路
故障状态指示灯 MOD	绿	工作正常	无
	红	工作异常	1. 扩展 IO 模块异常反馈 2. 通道异常(短路、过载等) 3. 模块损坏
通讯运行状态指示灯 RUN	绿	通讯正常 OP	无
	绿快闪	Pre-OP 状态	无
	绿慢闪	Safe-OP 状态	无
	灭	通讯异常	1. 网络线缆故障 2. 检查组态配置 3. 模块损坏
Ethernet 网络状态指示灯 Lk	绿闪	已接入网络	无
	灭	未接入网络	1. 网络线缆故障 2. 模块损坏
信号/状态指示灯	绿	供电电压正常	无
	红	供电电压异常	1. 超压或欠压 2. 模块损坏
	灭	无供电	1. 供电线缆故障 2. 模块损坏

5.2 网关状态字分配

每个 Slim67 模拟量模块占用 PLC 过程映像区中的地址区域，用于传递网关的通讯及电源异常状态，具体如下：

IN=4 bytes, OUT=0 byte

IN	Byte	Bit_7	Bit_6	Bit_5	Bit_4	Bit_3	Bit_2	Bit_1	Bit_0
Status	0	-	-	-	-	Port4 低量程	Port3 低量程	Port2 低量程	Port1 低量程
	1	-	-	-	-	Port4 超量程	Port3 超量程	Port2 超量程	Port1 超量程
	2	-	-	-	-	Port4 端口错误	Port3 端口错误	Port2 端口错误	Port1 端口错误
	3	-	-	24V 电源 过压	24V 电源 欠压	Port4 电源短路	Port3 电源短路	Port2 电源短路	Port1 电源短路