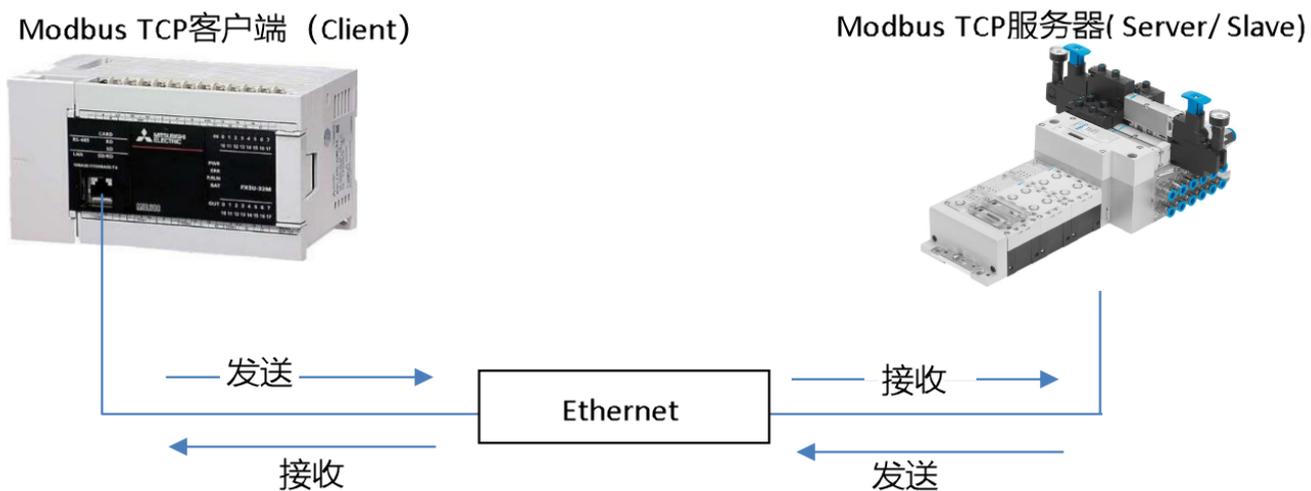


三菱 FX5U PLC 作为 Modbus TCP 客户端与 CPX-FB36 阀岛通讯



李跃
Festo 技术支持
2021 年 11 月 29 日

关键词:

Modbus TCP, 三菱/ Mitsubishi, FX5U, CPX-FB36

摘要:

本文详细介绍了使用三菱 FX5U PLC 作为 Modbus TCP 客户端(Client), CPX-FB36 作为 Modbus TCP 服务器 (Server/Slave),通过指令 SP.SOCOPEN, SP.SOCCLOSE 以及 SP.ECPRTCL 分别实现 Modbus TCP 端口打开、关闭, 过程数据读写的实例, Festo 阀岛作为 Modbus TCP 服务器在 FX5U 中地址的分配。

通讯协议为 Modbus TCP, PLC 编程软件为 GXWorks3。

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 CPX-FB36, Modbus TCP 以及三菱 GX Works3 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

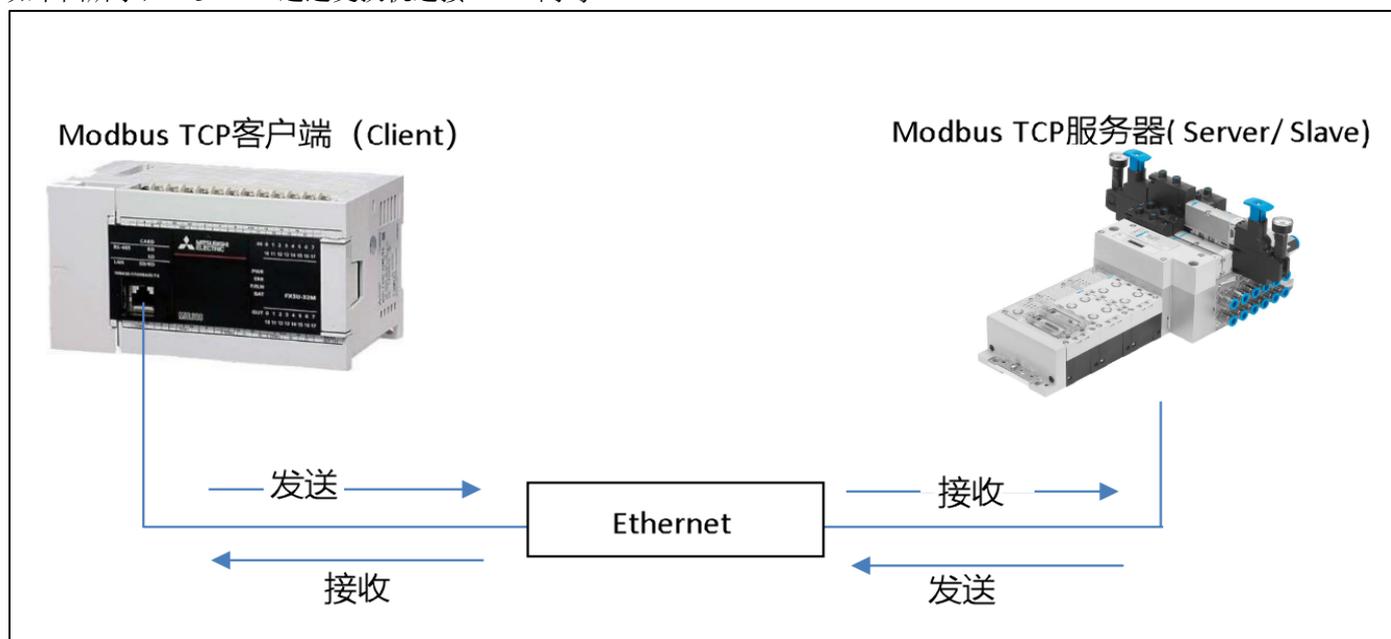
1	软硬件一览表及 GX Works3 中网络连接参数的配置	4
1.1	CPX-FB36 拨码开关设置与硬件连接	4
1.2	CPX-FB36 使用的 Modbus TCP 寄存器地址	5
1.3	网络连接及系统参数配置	6
2	指令调用及读写操作	11
2.1	收发数据包的软元件指定	11
2.2	打开连接指令 SP.SOCOPEN 与关闭连接指令 SP.SOC_CLOSE	12
2.3	执行通讯协议指令 SP.ECPRTCL	14
2.4	协议包与读写操作	15
附录 1.	例程，使用的软元件及注释	16

1 软硬件一览表及 GX Works3 中网络连接参数的配置

实例中使用的软硬件型号，版本信息及操作手册等参考下表

型号/类型	FW/ SW 版本	备注
三菱 PLC: FX5U-80MR/ES		
GX Works3	Ver. 1.050 C	
VTSA 阀岛: 50E-F36GCQSER-S+N 44P-R-V-MAA-4J		文中将以 CPX-FB36/ VTSA 阀岛代称
MELSEC iQ-F FX5 用户手册（以太网通讯篇）	2018 年 10 月	手册编号 JY997D59301H
CPX-FB36 操作手册	2019-07b	FB36_description_2019-07b_8024079z1.pdf

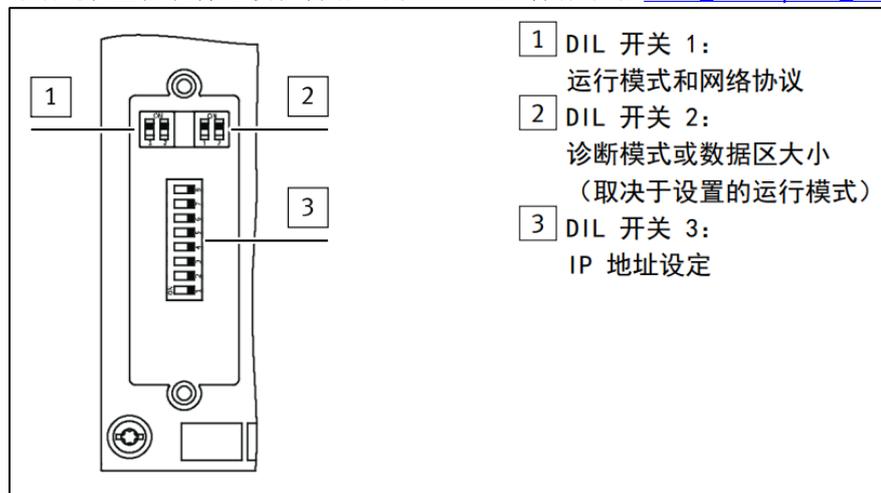
Modbus TCP 是基于客户端（Client, 即我们通常理解的主站、Master）/ 服务器（Server/ Slave）模型。三菱 FX5U PLC 既可以执行客户端服务，也可以执行服务器服务，因此它既可以与其它 PLC 控制器，IO 设备通讯，也能响应来自其他控制器、SCADA、HMI 以及其他设备的请求。本文实例中 FX5U 作为 Modbus TCP 客户端使用。如下图所示，FX5U PLC 通过交换机连接 VTSA 阀岛。

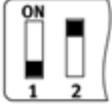
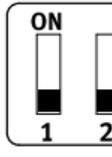
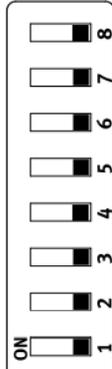


1.1 CPX-FB36 拨码开关设置与硬件连接

将 CPX-FB36 的拨码开关设置为 Modbus TCP 通讯方式，IP 地址为：192.168.1.128。

详细的设置及硬件连接说明请查阅 CPX-FB36 操作手册 [FB36_description_2019-07b_8024079z1.pdf](#)



DIL 开关 1.		运行模式
	DIL 1.1: OFF (出厂设置) DIL 1.2: ON	Remote I/O CPX 终端的所有功能均直接由上一级 PLC 进行控制。 CPX 终端使用 Modbus TCP 网络协议。
DIL 开关 2		诊断模式 (Remote I/O) ¹⁾
	2.1: OFF 2.2: OFF (出厂设置)	I/O 诊断接口和状态位已关闭
DIL 开关 3		IP 地址设定
	DIL 3.8: 2 ⁷ = 128 DIL 3.7: 2 ⁶ = 64 DIL 3.6: 2 ⁵ = 32 DIL 3.5: 2 ⁴ = 16 DIL 3.4: 2 ³ = 8 DIL 3.3: 2 ² = 4 DIL 3.2: 2 ¹ = 2 DIL 3.1: 2 ⁰ = 1	通过 DIL 开关元件 3.1 ... 3.8 设置地址设定的方式或总线节点 IP 地址的 Host-ID。 可能的设置： 0 = 通过 DHCP/BOOTP 进行动态地址设定 1 ... 254 = 允许的地址范围 255 = 将所有 IP 参数恢复至出厂设置 出厂设置：0

1.2 CPX-FB36 使用的 Modbus TCP 寄存器地址

CPX-Fb36 使用的 Modbus TCP 地址及可使用的指令功能码的详细说明请参考操作手册 [FB36_description_2019-07b_8024079z1.pdf](#) 技术性附录

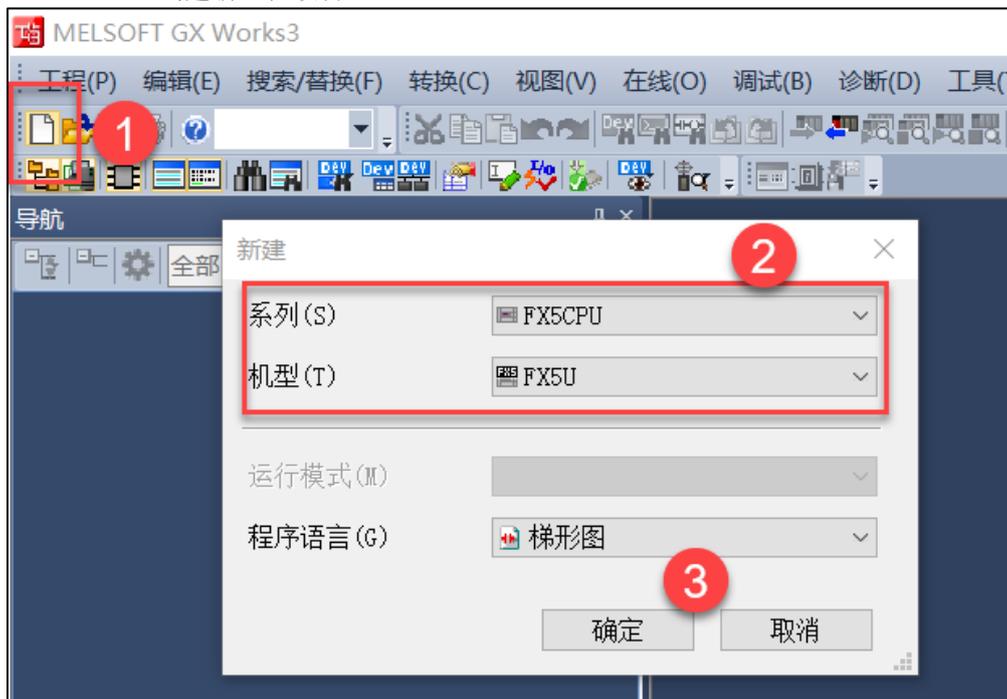
本文中的阀岛，Modbus 地址一览如下表。

模块	位置	Modbus地址(输入寄存器)	输入数据							
			15	12	11	8	7	4	3	0
CPX-FB36 Remote IO	0	45392	访问I/O诊断接口的结果							
		45393	来自系统表的数据 (读)							
		45394	诊断数据							
CPX-8DE	1	45395	0	输入数据						
		45396	诊断数据							
VTSA气接口 (默认设置)	2	45397	输出数据应答							
		45398	输出数据应答							
		45399	诊断数据							
模块	位置	Modbus地址(输出寄存器)	输入数据							
			15	12	11	8	7	4	3	0
CPX-FB36 Remote IO	0	40001	访问I/O诊断接口的结果							
		40002	用于系统表的数据 (写入)							
VTSA气接口 (默认设置)	2	40003	输出数据 (阀岛线圈0~15)							
		40004	输出数据 (阀岛线圈16~31)							

1.3 网络连接及系统参数配置

打开 GX Works3,开始工程项目的设置。

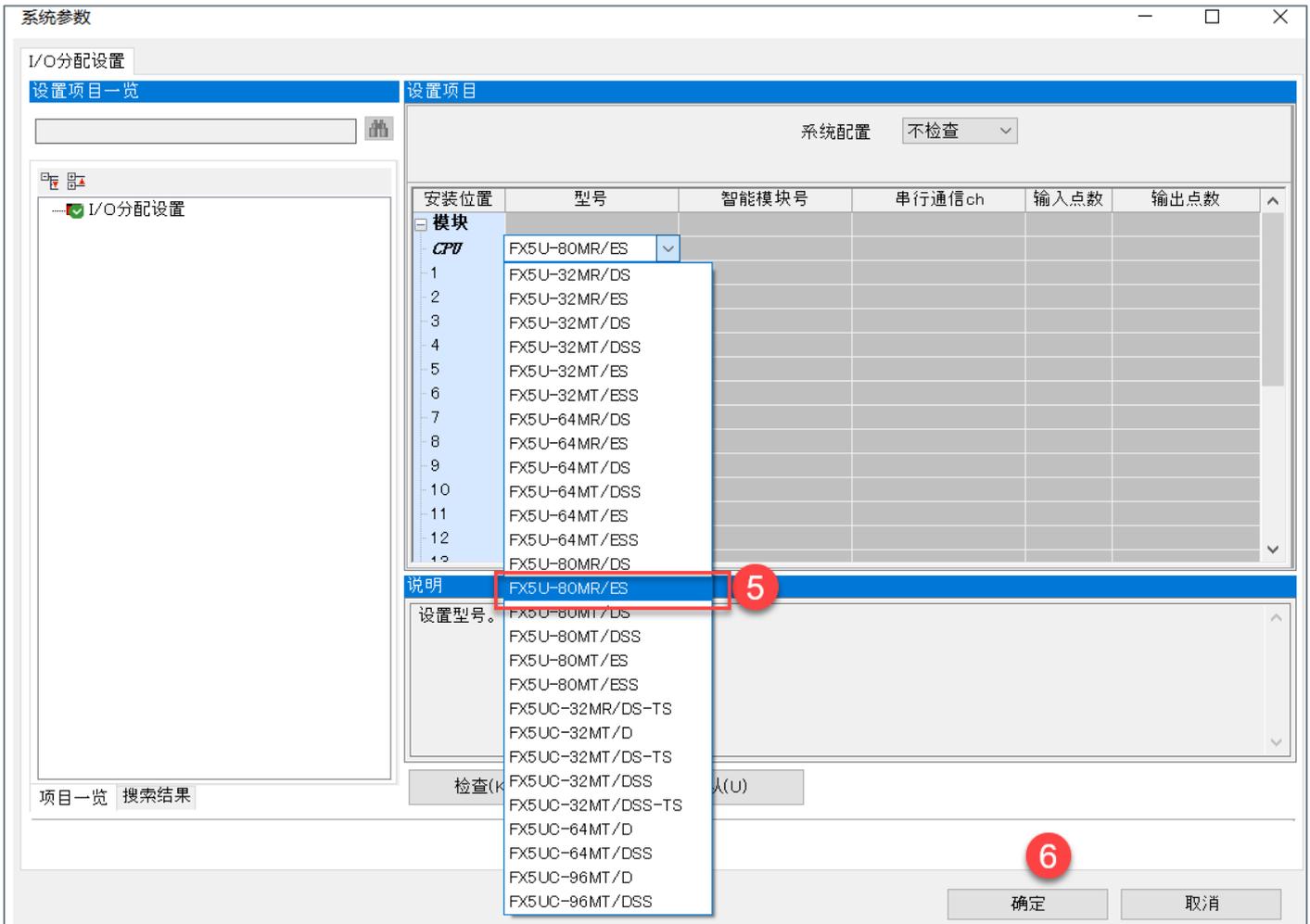
(1) ~ (3) 创建新工程项目。



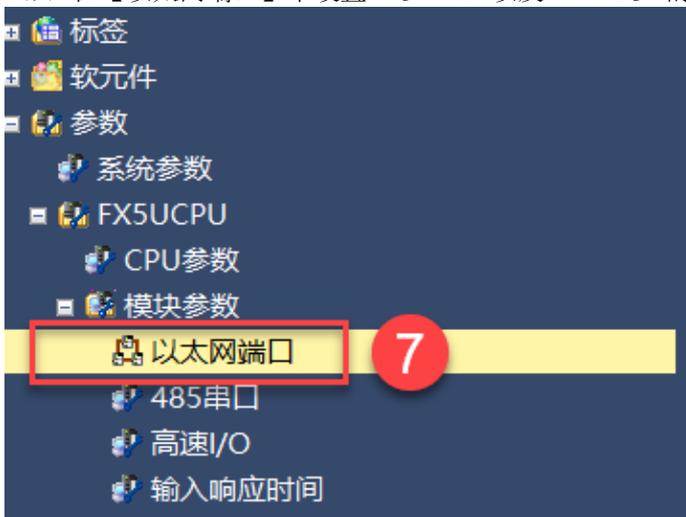
(4) 打开选项卡【参数-系统参数】



(5) ~ (6) 选择正确的 CPU 型号



(7) 在【以太网端口】中设置 FX5U PLC 以及 CPX-FB36 的 IP 地址等参数。



需要配置的参数有两部分：

(8) 【自节点设置】，FX5U PLC 的 IP 地址及子网掩码。

例程中的设置

IP 地址：192.168.1.100

子网掩码：255.255.255.0

(9) 【对象设备连接配置设置】，连接到 FX5U PLC 的服务器 (Server/ Slave)，即 CPX-FB36 的参数设置。

【Modbus TCP 设置】是在 PLC 作为 Modbus TCP 服务器 (Server/ Slave) 时设置的选项，本文中无需设置。



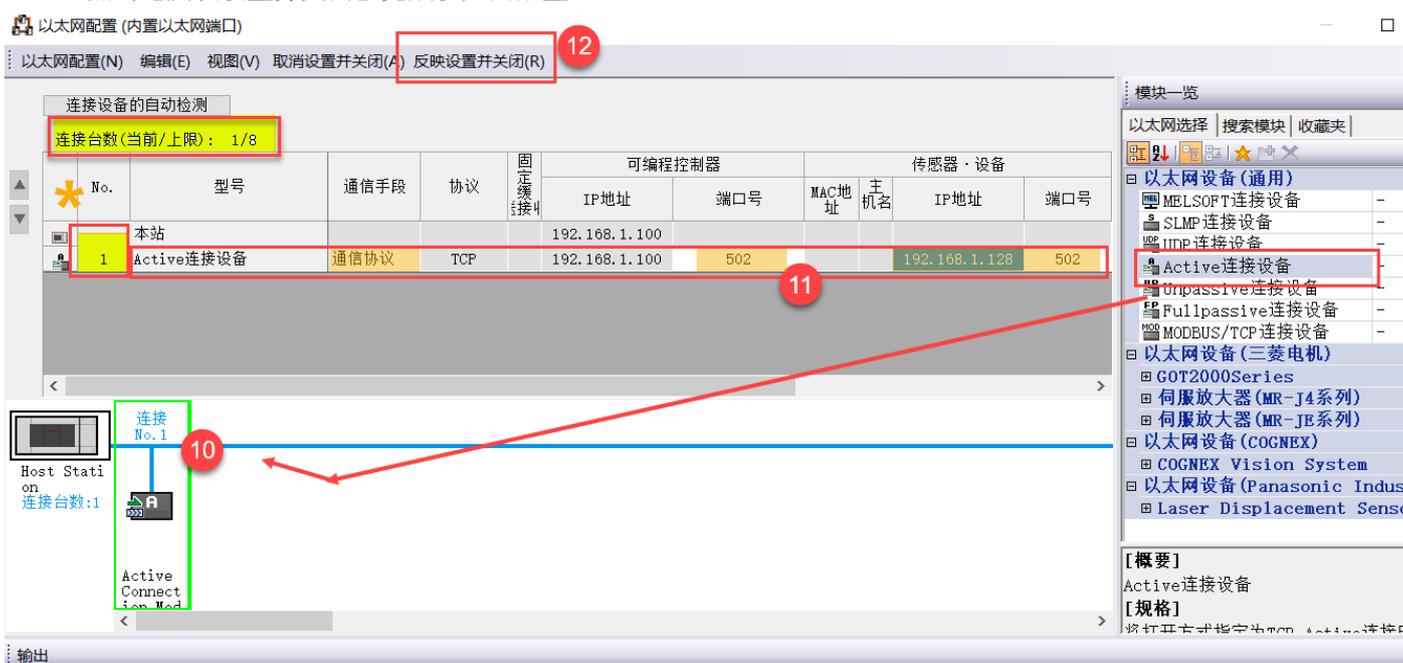
点击图标 9 的详细设置打开【对象设置连接配置】窗口。

(10) 将【以太网连接设备（通用）-Active 连接设备】拖拽至网络视图中，自动获得连接编号*。

(11) 在配置窗口中，依次设置：

- 通讯手段：通讯协议
- PLC 端口号：502
- 传感器·设备（即 CPX-FB36）的 IP 地址与端口号：192.168.1.128/ 502。

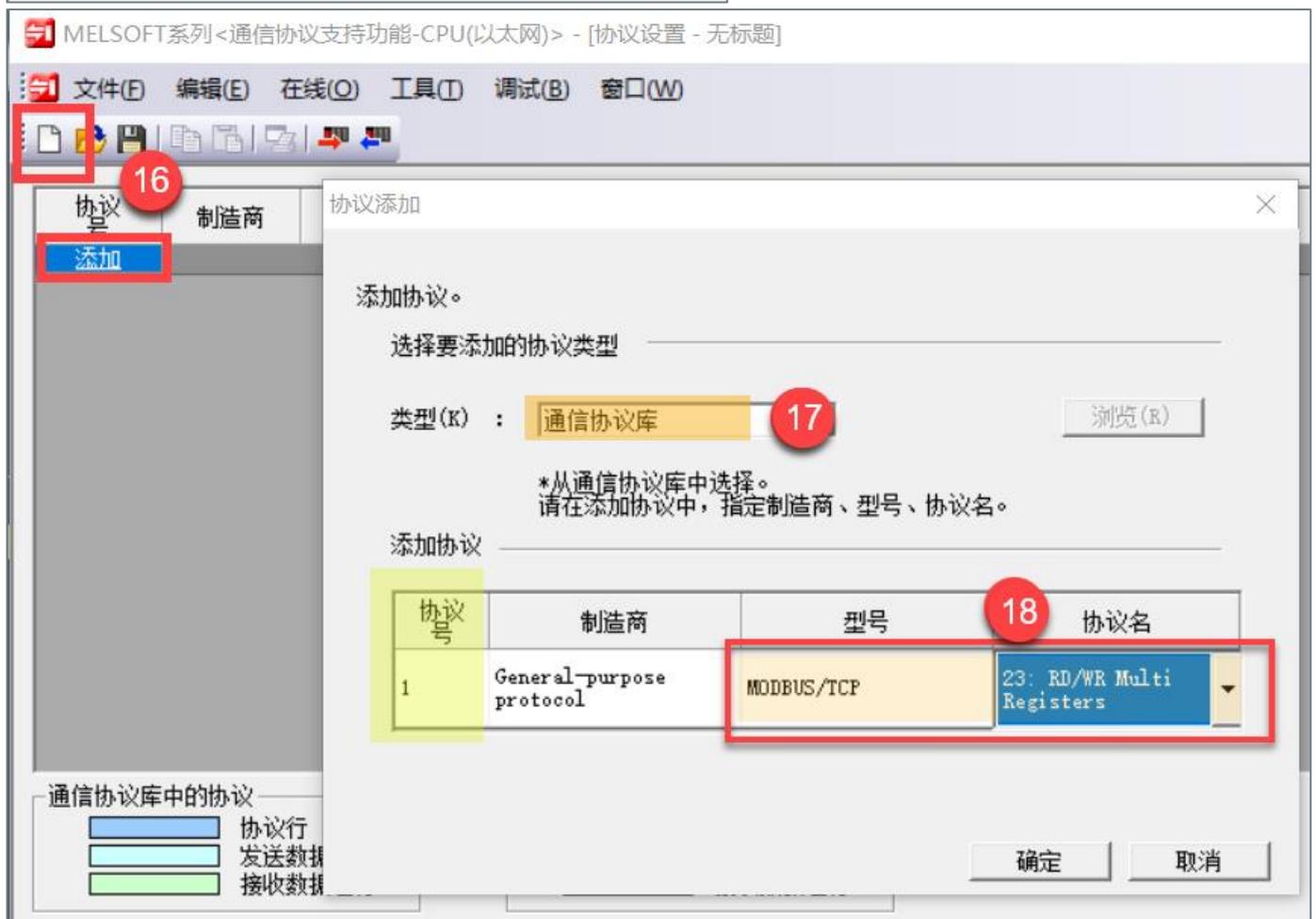
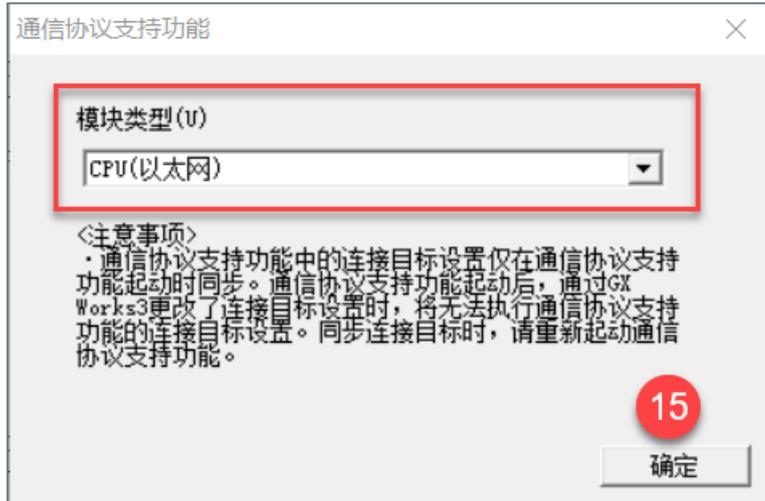
(12) 点击【反映设置并关闭】完成以太网配置。



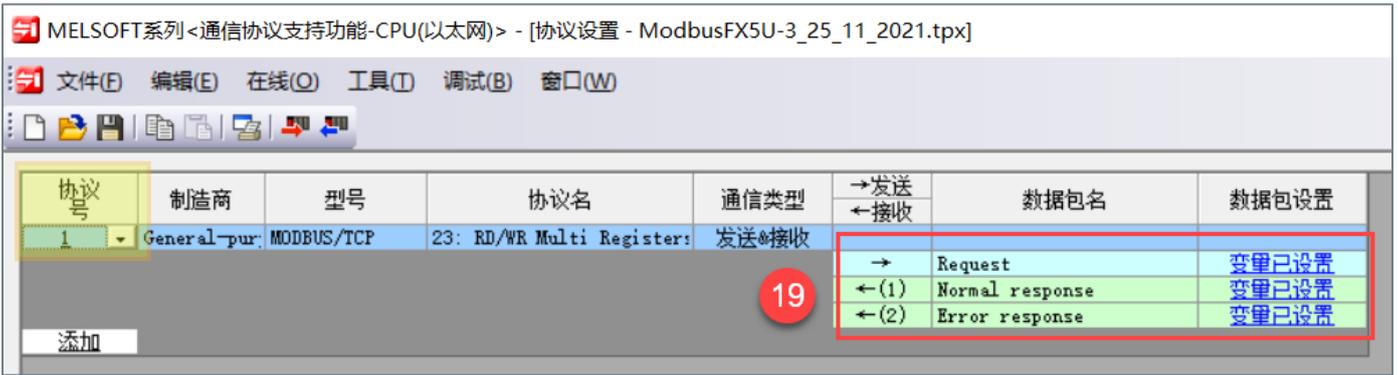
***Notice** FX5U PLC 作为 Modbus TCP 客户端时，最多可以连接 8 台设备，用户可以根据需要循环步骤（10）&(11)依次添加设备，自动获得相应的连接编号。

本文示例中只连接了一台设备——CPX-FB36，因此连接编号为 1。

(13)~(18) 打开【通信连接支持功能】窗口，设置通信协议，FC23: RD/WR Multi Registers（读/写多路保持寄存器）。



(19) 设置协议收发数据包的变量。



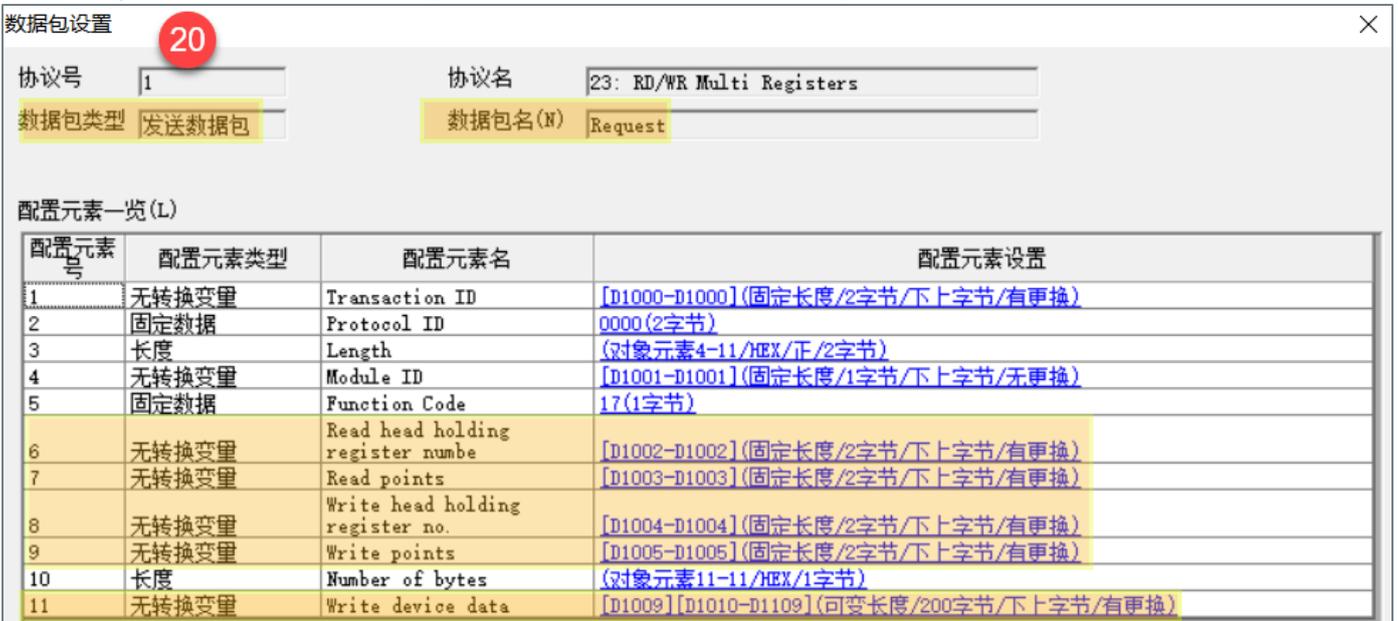
***Notice** 最多可以添加 64 个协议，协议号默认根据添加顺序依次分配。

协议的收发数据包由三部分组成，范例的设置依次如下图(20)~(22)。

如果有多个协议，需要分别设置协议的数据包。

数据包中的元素“Transaction ID”，“Module ID”属于 Modbus 的数据帧头，通常在该软元件内写入常数 k1；如果要执行多个协议，可以在程序段中使用加法指令 ADD_U 依序指定。

(20) Request: 客户端的请求（发送/接收）数据包，即客户端发出的读/写操作数据包。



• **Notice**: 元素号 6~9, 11 分别设置阀岛 CPX-FB36 的 Modbus 输入/输出起始地址、占用的点数 (Word) 写入 PLC 寄存器时的位置, 该软元件可根据需要更改, 但是 **写入的内容必须依据从站的配置及参数 (参考章节 1.2) 正确写入。**

例如在本案例中写入内容如下:

- D1002 元素 6- 读输入保持寄存器的 Modbus 起始地址 (45392, 即 0xB150)
- D1003 元素 7- 读输入保持寄存器的点数 (8 个字)
- D1004 元素 8- 写输出保持器起始的 Modbus 起始地址 (40001, 即 0x9C41)
- D1005 元素 9- 写输出保持器的点数 (4 个字)
- D1009/D1010 元素 11- 写输出保持寄存器的字节长度 (8 个字节) 及写保持寄存器的内容

(21) Normal Response: 只读；从站正常运行的状态反馈数据包。读取 CPX-FB36 的输入/输出寄存器状态，如电磁阀线圈的输出状态，输入模块连接的接近开关的输入反馈信号等。

数据包设置

21

协议号: 1 协议名: 23: RD/WR Multi Registers

数据包类型: 接收数据包 数据包名(N): Normal response

数据包号: 1

配置元素一览(L)

配置元素号	配置元素类型	配置元素名	配置元素设置
1	无转换变量	Transaction ID	[D1200-D1200](固定长度/2字节/下上字节/有更换)
2	固定数据	Protocol ID	0000(2字节)
3	长度	Length	(对象元素4-7/HEX/正/2字节)
4	无转换变量	Module ID	[D1201-D1201](固定长度/1字节/下上字节/无更换)
5	固定数据	Function Code	17(1字节)
6	长度	Number of bytes	(对象元素7-7/HEX/1字节)
7	无转换变量	Read device data	[D1209][D1210-D1335](可变长度/251字节/下上字节/有更换)

D1209 /D1210~ : 元素 7- 读保持寄存器的字节长度（16 个字节）及内容（CPX-Fb36 的 Modbus 输入寄存器地址的内容，如线圈输出反馈，传感器输入）

(22) Error response: 只读。调用协议运行错误时，故障反馈数据包

数据包设置

22

协议号: 1 协议名: 23: RD/WR Multi Registers

数据包类型: 接收数据包 数据包名(N): Error response

数据包号: 2

配置元素一览(L)

配置元素号	配置元素类型	配置元素名	配置元素设置
1	无转换变量	Transaction ID	[D1202-D1202](固定长度/2字节/下上字节/有更换)
2	固定数据	Protocol ID	0000(2字节)
3	长度	Length	(对象元素4-6/HEX/正/2字节)
4	无转换变量	Module ID	[D1203-D1203](固定长度/1字节/下上字节/无更换)
5	固定数据	Function Code	97(1字节)
6	无转换变量	Exception Code	[D1204-D1204](固定长度/1字节/下上字节/无更换)

2 指令调用及读写操作

详细的指令功能，数据类型及定义用户需查阅 GX Works3 的编程帮助手册及 FX5U 用户手册。文中使用的软元件及注释请查看文末 [附录](#)。

2.1 收发数据包的软元件指定

建立通讯的程序段中，要先参照通讯功能数据包的设置（19）~（22），把 CPX-FB36 的 Modbus 输入输出起始地址分配给 PLC 指定的软元件。

D1002 对应的是输入寄存器起始地址 45932

D1004 对应的是输出寄存器起始地址 40001

Notice:

使用的软元数据类型是带符号的 16 位字,数据范围是-32767~32767，CPX-FB36 的 Modbus 地址溢出其范围，因此要转换为 16 进制数据。

1	(0) AlwaysOn							MOV	K1	D1000 Transaction ID
2								MOV	K1	D1001 Module ID
3								MOV	H0B150	D1002 RD Head Holding Register
4								MOV	K8	D1003 RD words
5								MOV	H9C41	D1004 WR Head Holding Register
6								MOV	K4	D1005 WR Words
7								MOV	K8	D1009 write bytes length

2.2 打开连接指令 SP.SOCOPEN 与关闭连接指令 SP.SOCLOSE

▪ 打开连接指令 SP.SOCOPEN

梯形图中指令格式及数据类型定义如下。

SP.SOCOPEN				
建立连接。				
梯形图	ST			
	ENO:=SP_SOCOPEN(EN, U0, s1, s2, d);			
设置数据				
■ 内容、范围、数据类型				
操作数	内容	范围	数据类型	数据类型 (标签)
(U) ¹	虚拟(应输入字符串“U0”。)	—	字符串	— ² (ANYSTRING_SINGLE)
(s1)	连接编号	1~8	无符号BIN16位	ANY16
(s2)	存储控制数据的软元件起始编号	请参考控制数据 (控制数据)	字	ANY16_ARRAY (要素数: 10)
(d)	命令结束时, 1个扫描为ON的软元件起始编号 异常完成时(d)+1也变为ON。	—	位	ANYBIT_ARRAY (要素数: 2)
EN	执行条件	—	位	BOOL
ENO	执行结果	—	位	BOOL

(s1)：连接编号(参考本文章节 1.3 的步骤 11)，本文中只连接了一个阀岛，连接编号为 1；因此程序中该值为 K1。

控制数据 (s2)：使用打开连接指令时，需要在相应的控制字地址内写入控制字内容。

本例控制数据从 D100 开始，Modbus TCP 客户端及服务器的参数都是通过软件设置的，因此只需在 D100 中写入 H0。

■ 控制数据 (S2)				
软元件	项目	内容	设置范围	设置例 ¹
(s2)+0	执行型/结束型	指定在连接的开放处理时, 是使用通过工程工具设置的参数设置值还是使用控制数据 (s2) +2~(s2) +9 的设置值。 0000H: 通过工程工具的“对方设备连接构成设置”中设置的内容进行开放处理。 8000H: 通过在控制数据 (s2) +2~(s2) +9 中指定的内容进行开放处理。	0000H 8000H	用户

(d)：端口打开指令的结果反馈，占用 2 个状态位，分别反馈端口打开成功和端口打开失败。

程序段如下。

当连接编号为 1 的设备，执行端口打开命令后，如果打开端口成功，将成功打开状态位传输到 M150，如果端口打开失败，将打开失败状态位传输到 M151。

程序段中用到系统特殊软元件 SD10680 与 SD10681，分别代表端口开放的结束信号与请求信号。

例程中只有一个连接，因此只会用到状态位 SD10780.0 与 SD10681.0。

当且仅当这两个状态位都为 1 时，代表 PLC 准备就绪，可以执行指令。

软元件编号	名称	内容	R/W
SD10680	开放结束信号	各连接的开放结束信号。 [b0]~[b7]: 连接No. 1~连接No. 8 0: 关闭/开放未结束 1: 开放结束	R
SD10681	开放请求信号	各连接的开放请求信号。 [b0]~[b7]: 连接No. 1~连接No. 8 0: 不可接受开放请求 1: 可接受开放请求 (等待开放请求状态)	R



■ 关闭连接指令 SP.SOCCLDSE

关闭连接指令与打开连接指令类似，需要指定连接编号 (s1)，控制字软元件起始编号 (s2)，执行命令的结果反馈的软元件 (d)。

SP. SOCCLDSE

切断连接。

梯形图	ST
	ENO:=SP_SOCCLDSE(EN, U0, s1, s2, d);

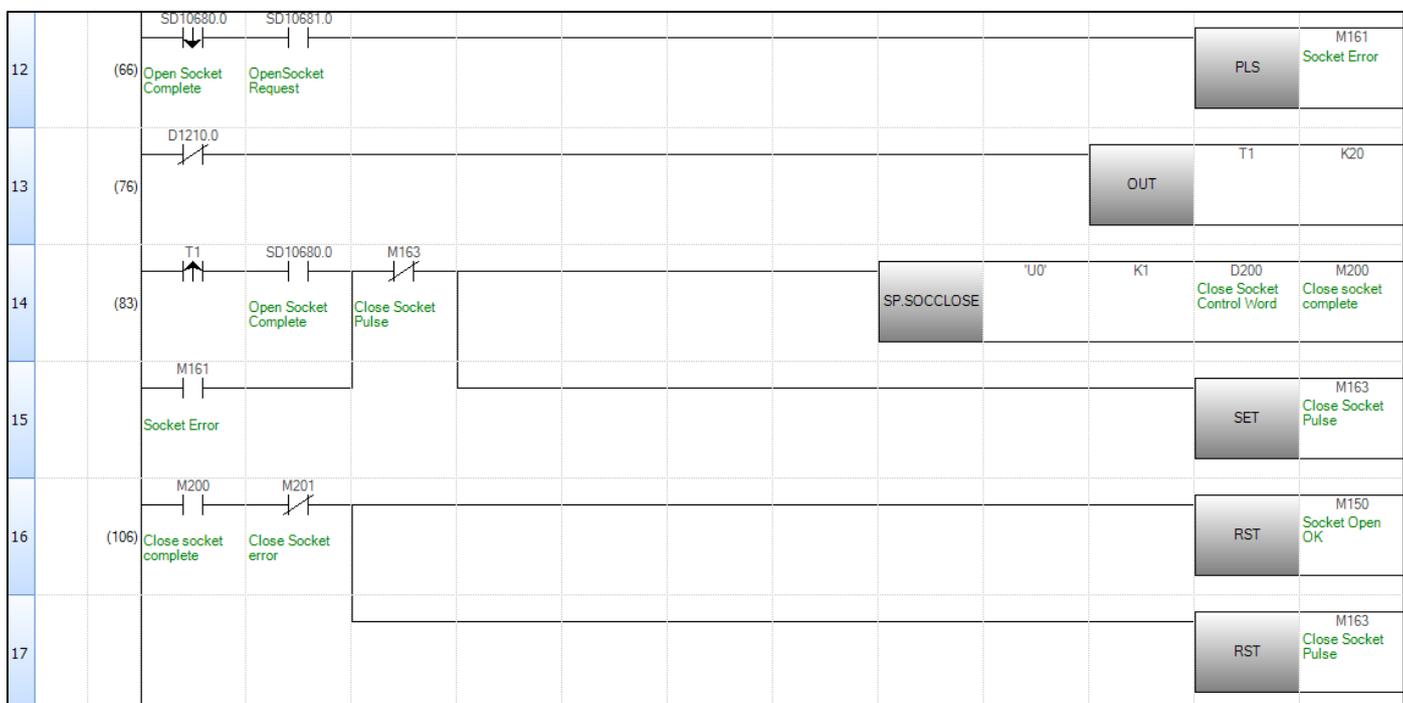
设置数据

■ 内容、范围、数据类型

操作数	内容	范围	数据类型	数据类型(标签)
(U) *1	虚拟(应输入字符串“U0”。)	—	字符串	— *2 (ANYSTRING_SINGLE)
(s1)	连接编号	1~8	无符号BIN16位	ANY16
(s2)	存储控制数据的软元件起始编号	请参考控制数据 (控制数据)	字	ANY16_ARRAY (要素数: 2)
(d)	命令结束时, 1个扫描为 ON 的软元件起始编号 异常结束时, (d) +1 也为 ON。	—	位	ANYBIT_ARRAY (要素数: 2)
EN	执行条件	—	位	BOOL
ENO	执行结果	—	位	BOOL

*1 ST 语言、FBD/LD 语言时显示为 U0。
*2 无论使用哪种编程语言，都要在软元件指定。请勿指定标签。

程序段如下。如果打开端口不成功，在计时脉冲结束后，将执行关闭端口指令，如果成功关闭端口，将复位端口打开状态位。程序再次回到 6-9 行，再次尝试打开端口。



2.3 执行通讯协议指令 SP.ECPRCTL

使用 SP.ECPRCTL 指令调用 Modbus TCP 功能码 FC23 才能对阀岛 CPX-FB36 进行读写操作。

SP.ECPRCTL

通过内置以太网执行工程工具中登录的通信协议。

梯形图	ST
	ENO:=SP_ECPRCTL (EN, U0, s1, s2, s3, d);

设置数据

■ 内容、范围、数据类型

操作数	内容	范围	数据类型	数据类型 (标签)
(U) *1	虚拟 (应输入字符串 “ ‘U0’ ”。)	—	字符串	ANYSTRING_SINGLE
(s1)	连接编号	1~8	无符号 BIN16 位	ANY16
(s2)	连续执行的协议数	1~8	无符号 BIN16 位	ANY16
(s3)	存储控制数据的软元件起始编号	参阅控制数据 (控制数据)	字	ANY16_ARRAY (要素数: 18)
(d)	通过指令完成使 1 个扫描 ON 的软元件起始编号 异常完成时 (d)+1 也变为 ON。	—	位	ANYBIT_ARRAY (要素数: 2)
EN	执行条件	—	位	BOOL
ENO	执行结果	—	位	BOOL

*1 ST 语言、FBD/LD 语言中显示为 U0。

(S1): 连接编号=1, 与“打开/关闭连接”设置的参数一样。

(s2): 连续执行的协议数 (最多可以连续执行 8 个协议); 例程中只设置了一个连接协议 FC23 读写多路保持寄存器 (步骤 13~22), 因此 S2=1。

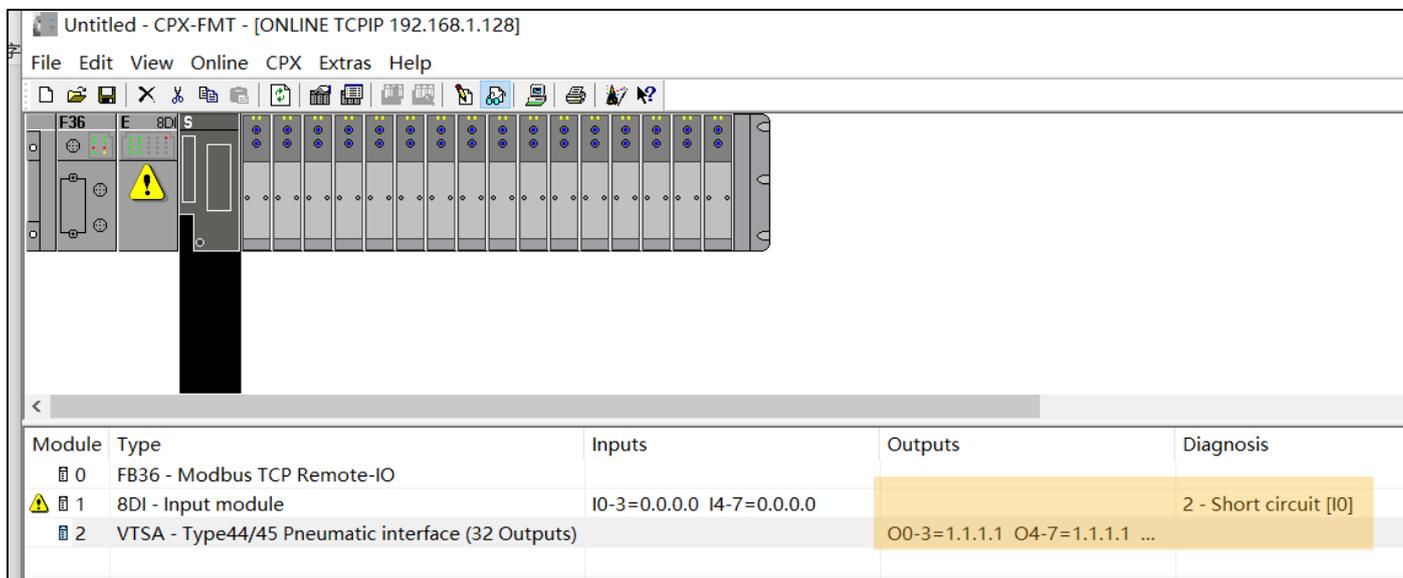
(S3): 存储控制数据的软元件起始编号, 例程中为 D300。

控制数据长度为 18 个字, 需要参考 (s3) 的控制数据定义, 在相应的软元件写入控制字才有效。

(s3)+0 与 (s3)+1 是系统数据区域, 只读: 从 (s3)+2 开始存储连续执行的协议的编号, 即 D302~D309 依次存储协议编号。

例程中协议编号为 1, 因此 D302 中的数值为 1。

如果连续执行多个协议, 需要依次在 D302~D309 中写入相应的协议编号。



附录 1. 例程，使用的软元件及注释

例程及收发数据包设置参考：[FX5U_As_MB_Master_Final-3_11_25_2021.gx3](#) 与 [ModbusFX5U-3_25_11_2021.tpx](#)

软元件编号	用途	备注
SD10680	端口开放结束信号	SD10680.0
SD10681	端口开放请求信号	SD10681.0
D100~D109	SP.SOCOPEN 指令控制数据	D100=H0， 使用软件设置的主从站端口设置
D200~D201	SP.SOCLOSE 指令控制数据	
D300~D317	SP.ECPRTCL 指令控制数据	D302- 执行第一个协议编号
M100	SP.SOCOPEN 指令结束状态位	打开成功
M101	SP.SOCOPEN 指令结束状态位	打开失败
M150	显示端口打开正常	
M151	显示端口打开异常	
D1002	读输入保持寄存器的起始地址	阀岛的 Modbus 输入起始地址 45392 (0xB150)
D1003	读输入保持寄存器的点数	8 个字
D1004	写输出保持寄存器的起始地址	阀岛的 Modbus 输出起始地址 40001(0x9C41)
D1005	写输出保持寄存器的点数	4 个字
D1009	写输出保持寄存器的字节长度	8 个字节
D1010~D1013	写保持寄存器的软元件编号	依次对应阀岛的 Modbus 输出地址 40001~40004
D1204	读保持寄存器的字节长度	输入与输出总计字节长度
D1209~	正常运行时，保持寄存器的输入与输出应答内容,详细一览如下	以阀岛的模块安装顺序与 Modbus TCP 的数据结构依序排列;
D1209	访问 I/O 诊断接口的结果	阀岛的 Modbus 地址 CPX-FB36/45392
D1210	CPX 系统表的数据	阀岛的 Modbus 地址 CPX-FB36/45393
D1211	CPX 诊断数据	阀岛的 Modbus 地址 CPX-FB36/45394
D1213	CPX-8DI 输入结果 (Bit0~ Bit7)	阀岛的 Modbus 地址 CPX-8DE/ 45395
D1214	CPX-8DI 诊断数据	阀岛的 Modbus 地址 CPX-8DE/ 45396
D1215	VTSA 线圈 0~15 的输出应答	阀岛的 Modbus 地址 VTSA 阀组/ 45397
D1216	VTSA 线圈 16~31 的输出应答	阀岛的 Modbus 地址 VTSA 阀组/ 45398
D1217	VTSAf 阀组诊断数据	阀岛的 Modbus 地址 VTSA 阀组/ 45399
D3000	k255	输出寄存器写入的内容