

TwinCAT3 环境下通过 EOE 功能诊断 CPX-AP-A-EC-M12



刘功文
Festo 技术支持
2024 年 7 月 15 日

关键词:

TwinCAT3, Beckhoff, EtherCAT, CPX-AP-A-EC-M12, EOE

摘要:

本文介绍了倍福 PLC 控制 CPX-AP-I-EC 的实例，通讯协议为 EtherCAT，PLC 编程软件为 TwinCAT3。文档内容包括 CPX-AP-A-EC 模块硬件介绍，TwinCAT 软件调试步骤介绍，远程激活倍福 Twincat3 系统的 IP 路由功能，以及 AP tool 功能介绍。

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-AP-A 系统以及 TwinCAT3 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

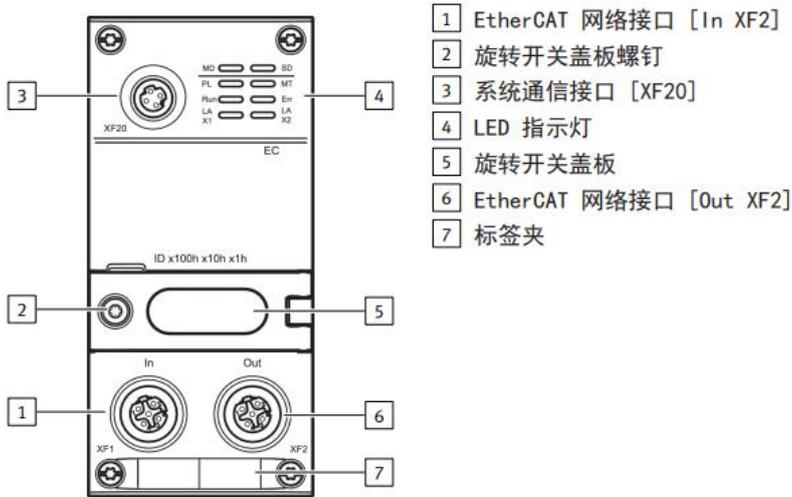
1 软/硬件环境	4
1.1 软/硬件版本	4
1.2 CPX-AP-A-EC-M12 硬件接口	4
1.3 AP 系统地址映射说明	5
1.4 实际拓扑结构	5
2 TwinCAT3 通讯调试	6
2.1 下载并安装 ESI 文件	6
2.2 硬件组态	6
2.2.1 硬件检测（自动上传硬件组态）	6
2.2.2 简单在线操作（强制 DOUT）及实物对照	7
2.3 程序编译、下载	8
2.3.1 新建程序 Test_Valve 并添加到 PlcTask 中	8
2.3.2 配置和程序下载及运行	9
2.3.3 变量操作和实物对照	9
3 EOE 功能设置	9
3.1 EOE 功能介绍	9
3.2 EOE 功能激活	10
3.2.1 激活 IP Routing 功能	10
3.2.2 PC 端添加静态路由	12
3.2.3 访问 WebServer	14
4 WebServer 功能简介	14
4.1 AP 模块过程数据监视	14
4.2 AP 模块通讯质量监测	15
5 AP TOOL 功能简介	15
5.1 AP TOOL 监控模块电压	15
5.2 AP TOOL 诊断 VTUX 的 API 模块	16

1、软/硬件环境

1.1 软/硬件版本

型号	固件版本	描述
TwinCAT3	V3.1.4024	PLC 编程软件
CX5020	Windows CE 6.0	倍福 PLC
ESI	Festo-CPX-AP-A-EC-20220224	描述文件
CPX-AP-A-EC-M12	V1.5.4	EtherCat 总线节点
CPX-AP-A-12DI4DO-M12-5P		12 点输入 4 点输出
CPX-AP-A-4IOL-M12		IO-LINK 主站模块
CPX-AP-A-16DI-D-M12-5P		16 点数字量输入模块（通道诊断）
VABX-A-P-EL-E12-API-SHUH		API+VTUX

1.2 CPX-AP-A-EC-M12 硬件接口



各接口针脚定义如下：

系统通信接口 [XF20]			
M8 插座, 4 针, D 编码		信号	
	1	RX-	接收数据 -
	2	TX+	发送数据 +
	3	RX+	接收数据 +
	4	TX-	发送数据 -

表格 6: 系统通信接口

EtherCAT 网络接口 [IN XF1]			
M12 插座, 4 针, D 编码		信号	
	1	TD+	发送数据 +
	2	RD+	接收数据 +
	3	TD-	发送数据 -
	4	RD-	接收数据 -
	螺纹孔	屏蔽	功能接地 FE

表格 7: EtherCAT 网络接口 [IN XF1]

EtherCAT 网络接口 [OUT XF2]			
M12 插座, 4 针, D 编码		信号	
	1	RD+	接收数据 +
	2	TD+	发送数据 +
	3	RD-	接收数据 -
	4	TD-	发送数据 -
螺纹孔	屏蔽	功能接地 FE	

表格 8: EtherCAT 网络接口 [OUT XF2]

1.3 AP 系统地址映射说明

每次启动 CPX-AP 系统时，模块的地址会自动分配，对于 CPX-AP-A 系统，从地址 1 开始按照从左到右升序分配，当 CPX-AP-A 分配完成后，继续分配连在 CPX-AP-A-EC-M12 的 XF20 上的 CPX-AP-I 模块，如下图所示：
内部系统通信发生在互连模块级别。
每次启动远程 CPX-AP 系统时，都会自动分配模块的地址。

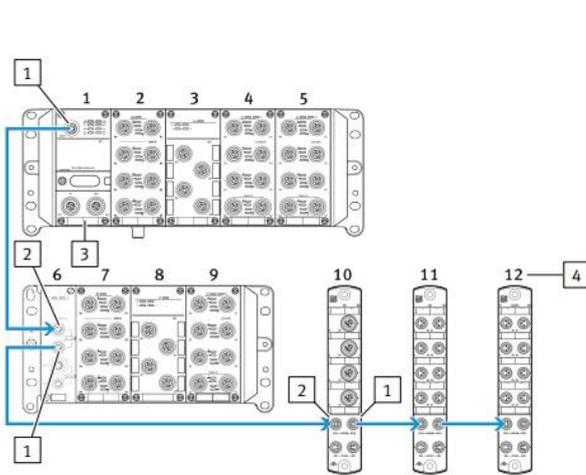


插图 13: 总线接口位置位于左侧的地址设定示例

- 1 系统通信接口 [XF20] OUT 3 接口
- 2 系统通信接口 [XF10] IN 4 模块地址

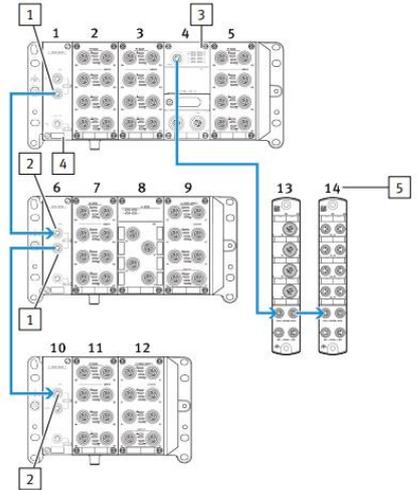
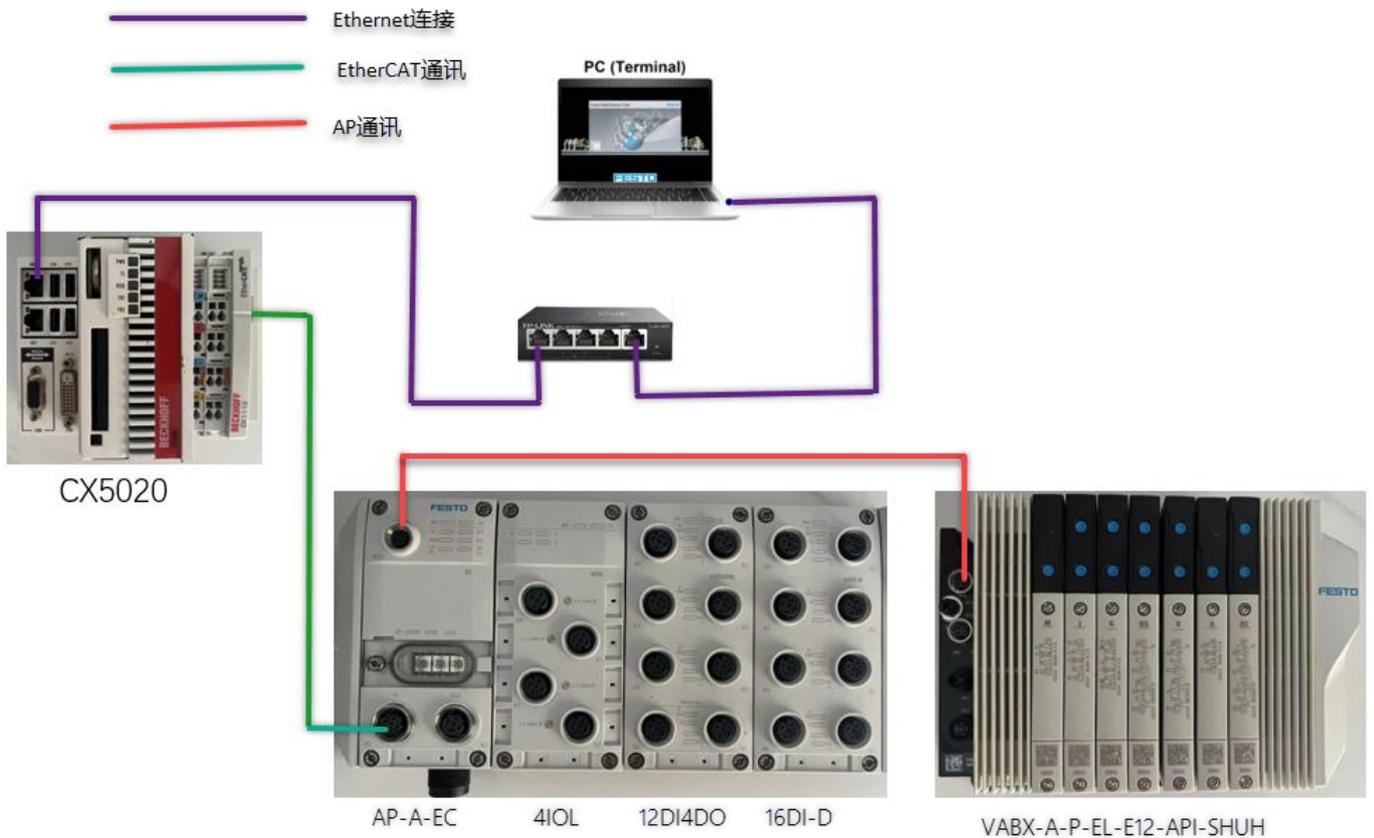


插图 14: 总线接口位置位于中间的地址设定示例

- 1 系统通信接口 [XF20] OUT 4 CPX-AP-A-EPL I
- 2 系统通信接口 [XF10] IN 5 模块地址
- 3 接口

1.4 实际拓扑结构



2 TwinCAT3 通讯调试

2.1 下载并安装 ESI 文件

从 Festo 官网下载相应的 ESI 文件,链接如下:

<https://www.festo.com.cn/cn/zh/search/?text=CPX-AP-A-EC-M12&tab=DOWNLOADS>

产品 1	教学产品 99	下载 27	主题 140
固件	1		
设备描述文件	1		
调试	2		
调试			
固件			
设备描述文件			

安装（导入）ESI 文件：将下载后的 ESI 文件拷贝到如下路径：**C:\TwinCAT\3.1\Config\Io\EtherCAT-**，然后重启 TwinCAT3 软件，即可成功加载。

> 此电脑 > (C:) Windows > TwinCAT > 3.1 > Config > Io > EtherCAT

名称	日期	大小
Festo-CPX-AP-EC-20240703.xml	2024/7/4 12:54	3,791 KB
Festo-CPX-AP-I-EC-20200331.xml	2021/3/22 10:09	622 KB

2.2 硬件组态

2.2.1 硬件检测（自动上传硬件组态）

1) 将CPX-AP-A-EC模块与PLC以及各个AP从站模块正确连接并供电后，新建项目。

New Project

Recent: .NET Framework 4.5 | Sort by: Default | Search Installed Templates (Ctrl+E)

Installed: TwinCAT XAE Project (XML format) | TwinCAT Projects

Templates: Other Project Types, TwinCAT Measurement, TwinCAT PLC, **TwinCAT Projects**, Samples

Online

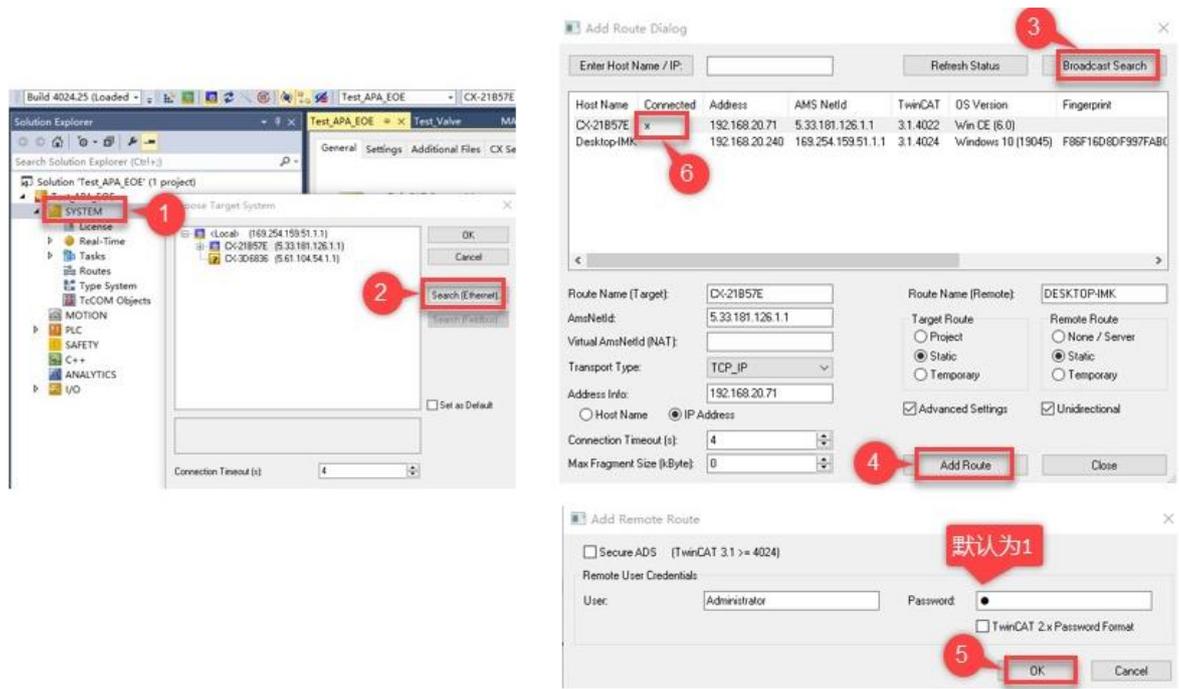
Name: CPX-AP-A-EC-Test

Location: C:\Users\CN0TSGWL\Documents\Visual Studio 2013\Projects | Browse...

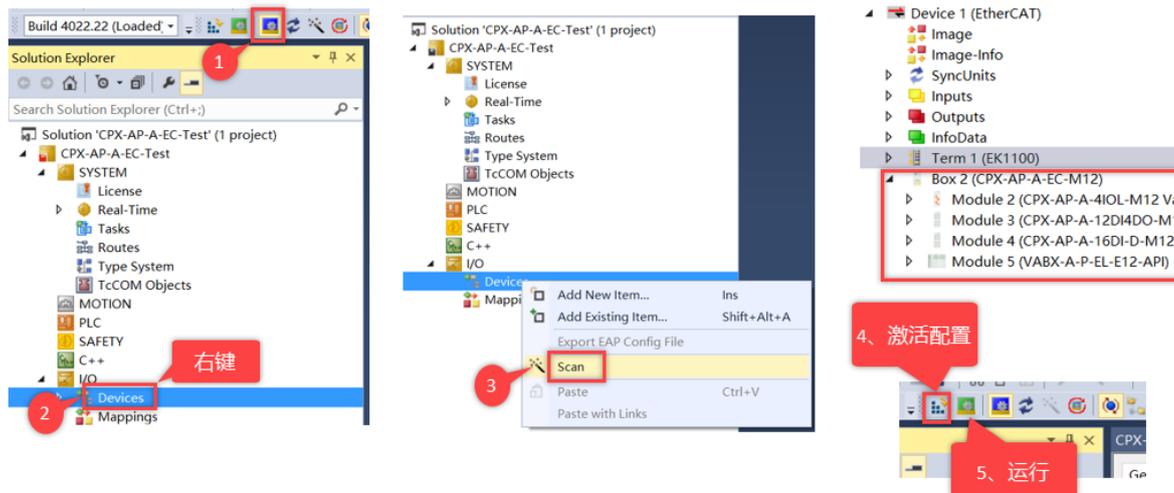
Solution name: CPX-AP-A-EC-Test | Create directory for solution

OK Cancel

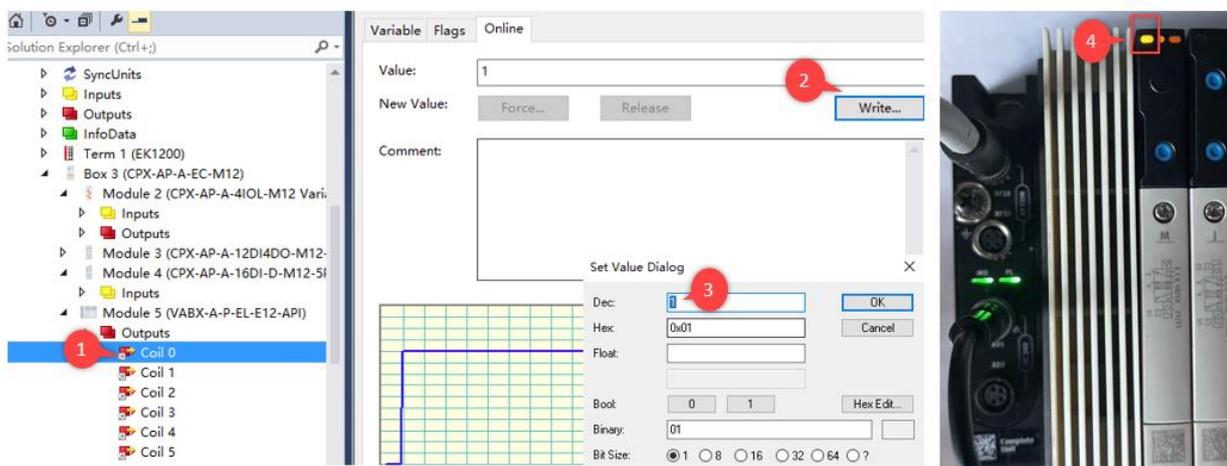
2) 连接 PLC



3) 激活配置模式，在线自动扫描设备

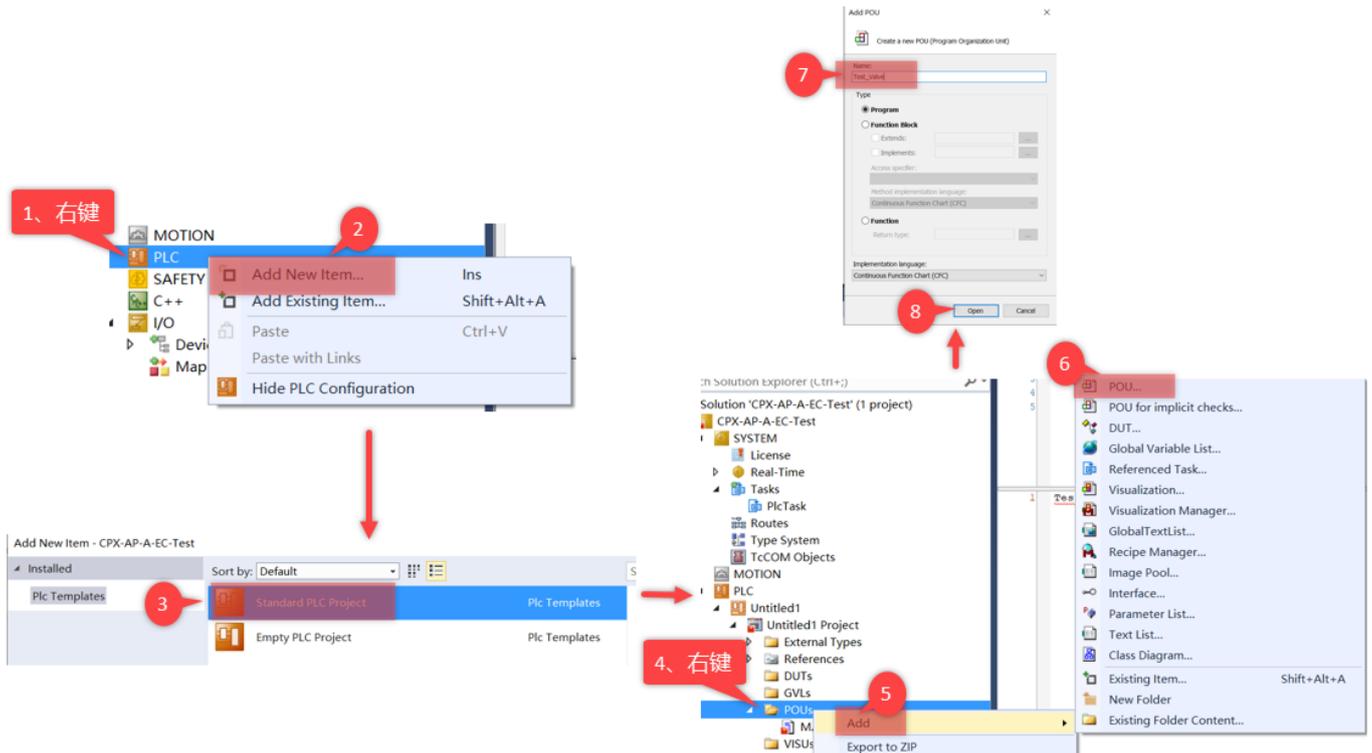


2.2.2 简单在线操作（强制 DOUT）及实物对照

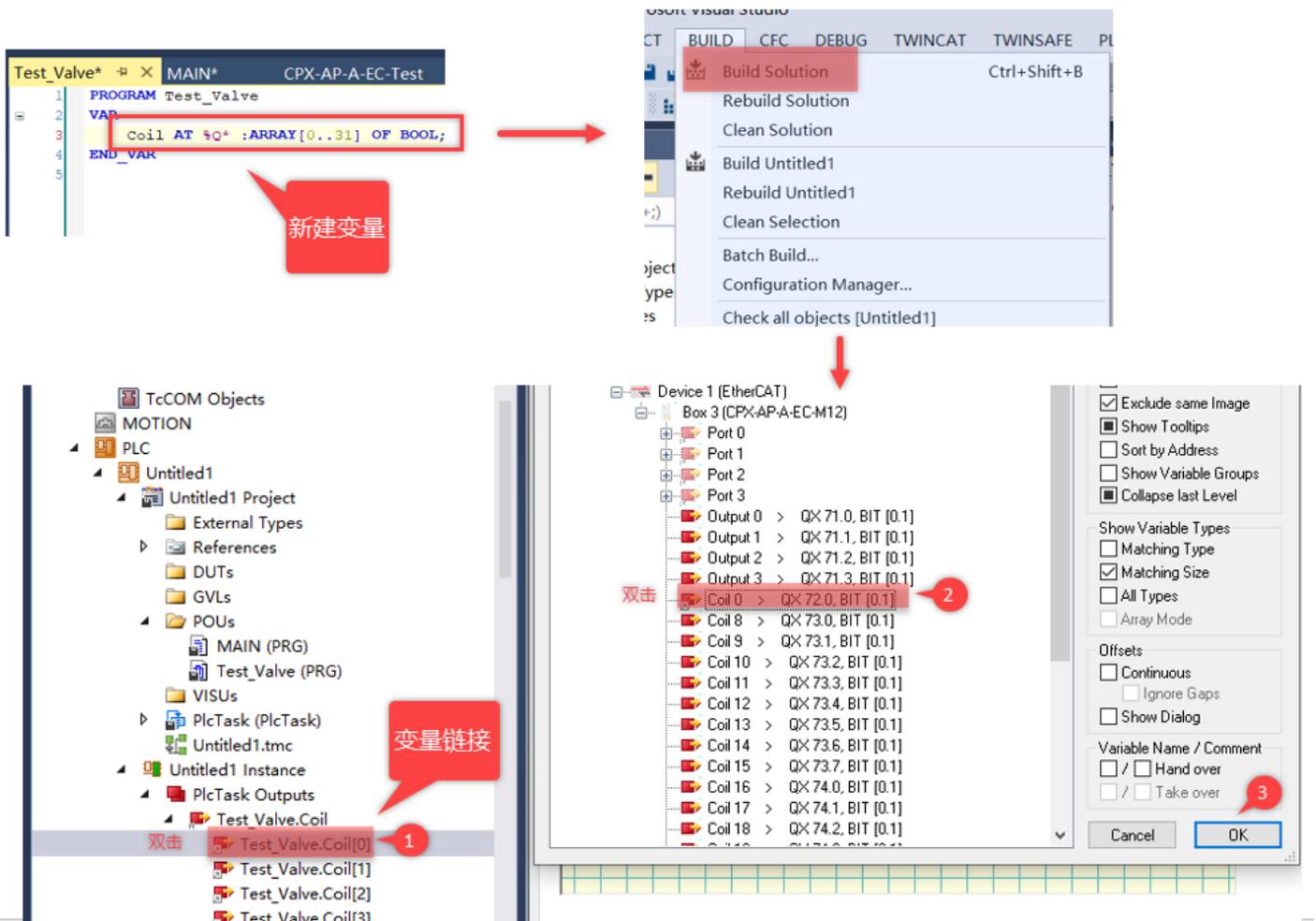


2.3 程序编译、下载

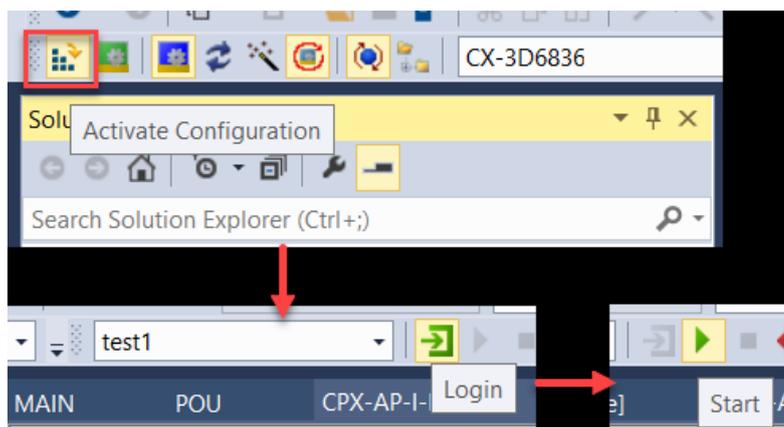
2.3.1 新建程序 Test_Valve 并添加到 PlcTask 中



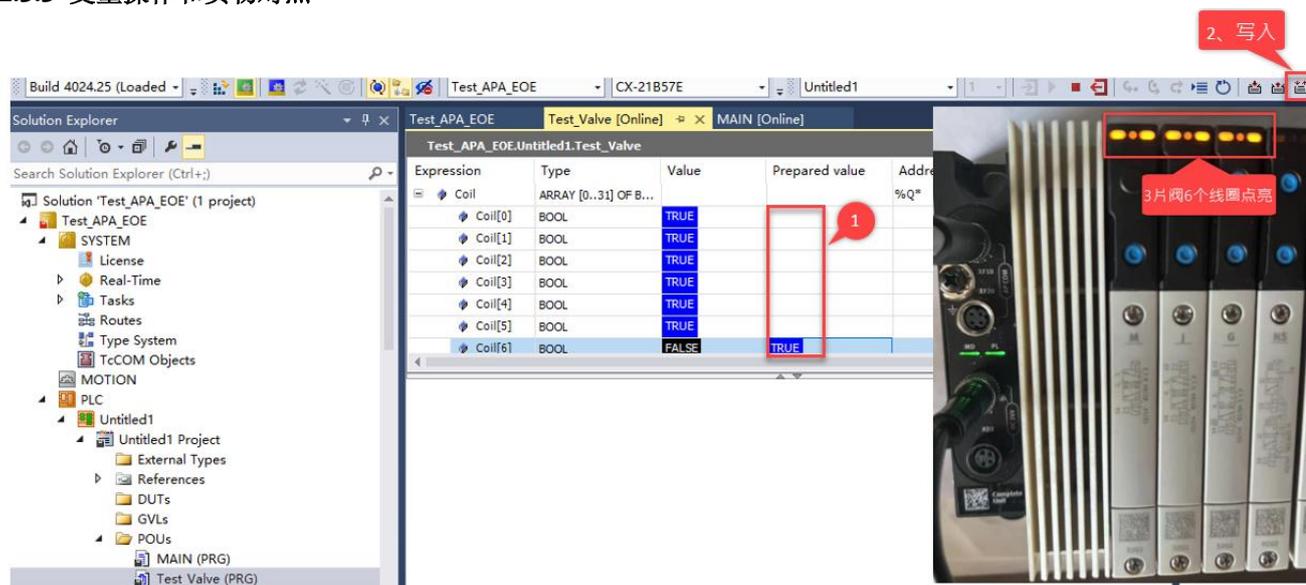
此次测试的API+VTUX阀片输出模块有32个地址，需建立数组布尔变量Array[0..31]，之后进行变量链接



2.3.2 配置和程序下载及运行



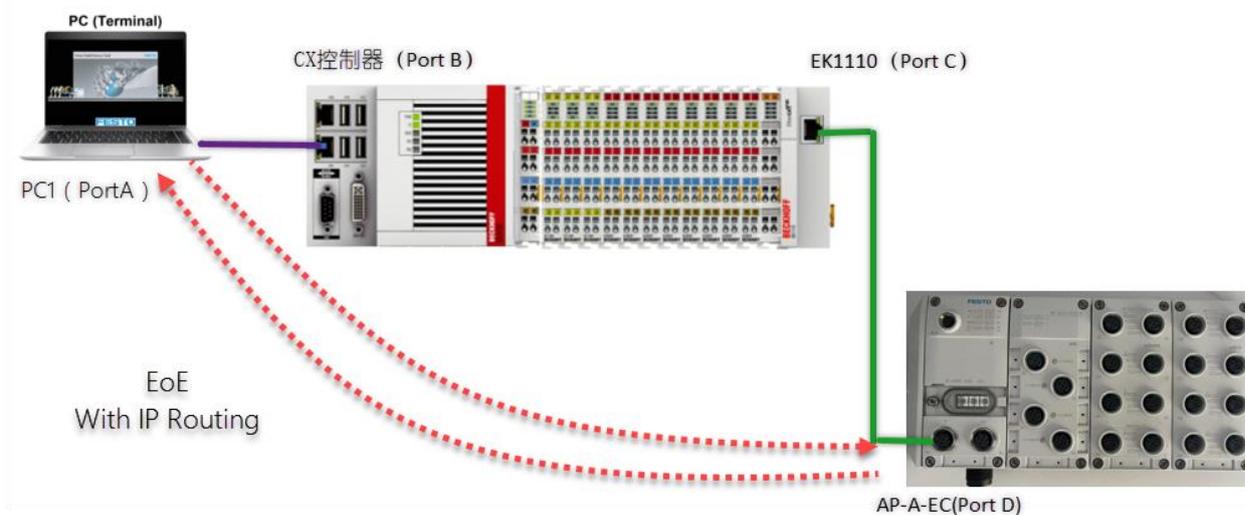
2.3.3 变量操作和实物对照



3 EOE 功能设置

3.1 EOE 功能介绍

EOE 为 Ethernet over EtherCAT 的简写，使用 IP Routing 技术，实现跨网络通讯，可用于 Webserver 和 AP Tool 诊断 CPX-AP-A-EC 模块参数。另外，主站设备和从站设备都需要支持 EoE 功能方可使用。



Port A 和 Port B 一个网段，Port C 和 Port D 是另一个网段，通过 IP Routing 技术，实现 PC1 诊断 AP-A-EC 模块参数。

Port A:

IP:192.168.20.248
Mask: 255.255.255.0

Port B:

IP:192.168.20.71
Mask: 255.255.255.0

Port C:

IP:192.168.2.71
Mask: 255.255.255.0

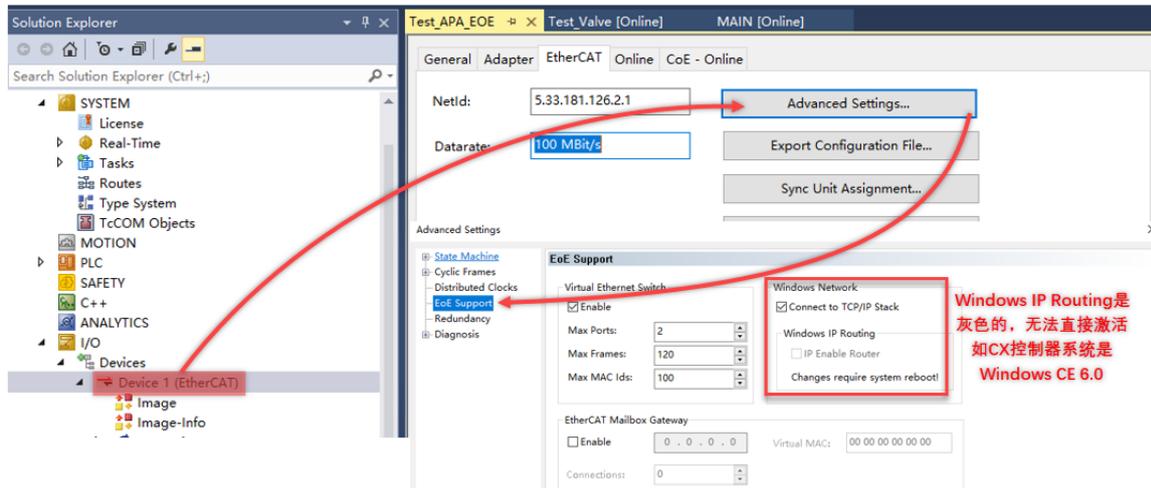
Port D:

IP:192.168.2.10
Mask: 255.255.255.0
Gateway: 192.168.2.71

3.2 EOE 功能激活

3.2.1 激活 IP Routing 功能

如下图，在倍福 TwinCAT3 环境中显示 IP Routing 是灰色的，无法直接激活，需借助倍福远程软件操作。



1、在倍福官网下载倍福远程连接软件 CERHOST 进入 CX5020 控制器系统。

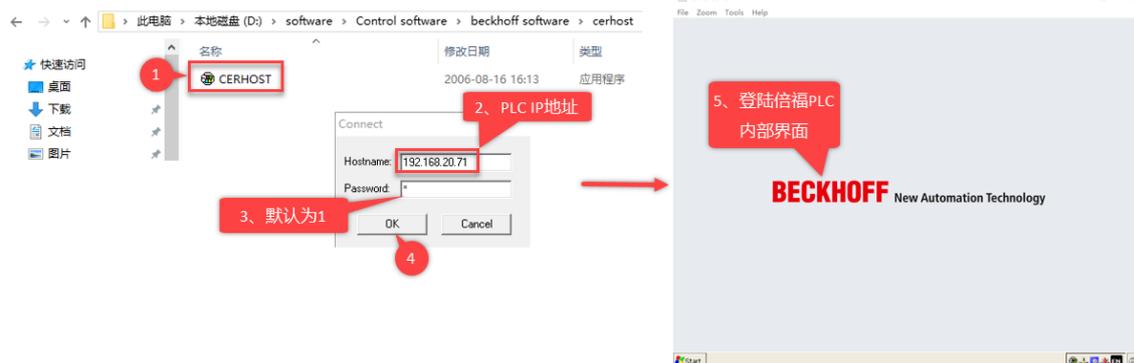
Starting a remote connection

With the aid of the Remote Display Control program (CERHOST), a remote connection can be established and an Industrial PC with CE operating system can be remotely controlled from a host PC.

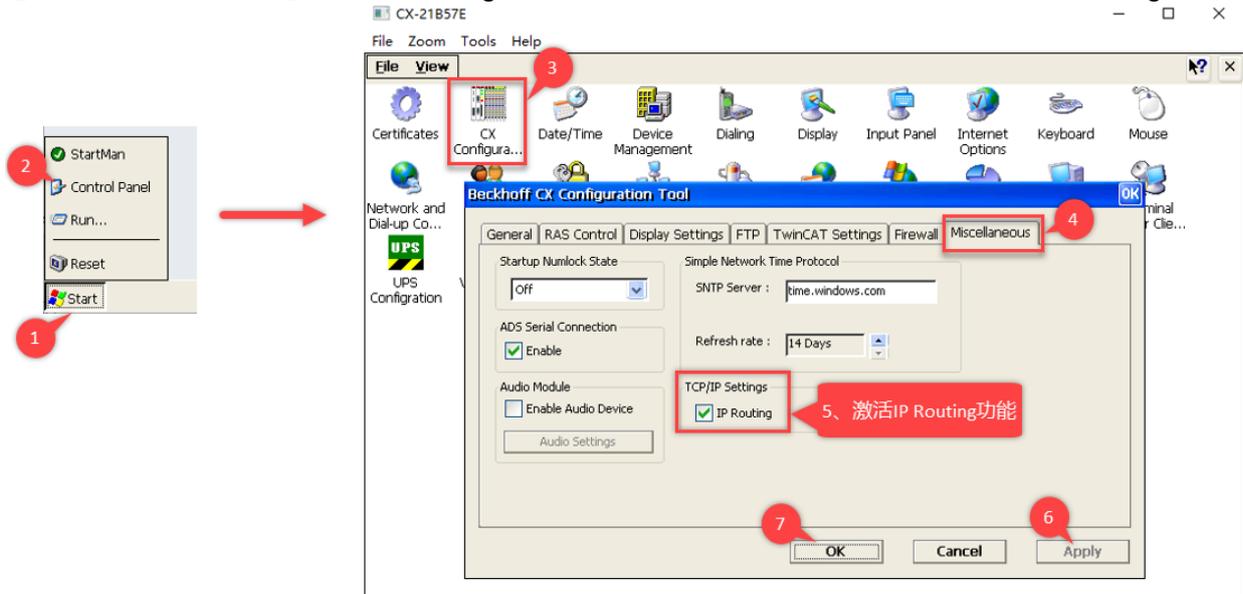
Requirements:

- Remote Display is active. See: Enabling a remote display.
- Host name of the Embedded PC.
- Remote Display Control (CERHOST). Download under: [cerhost.zip](#)

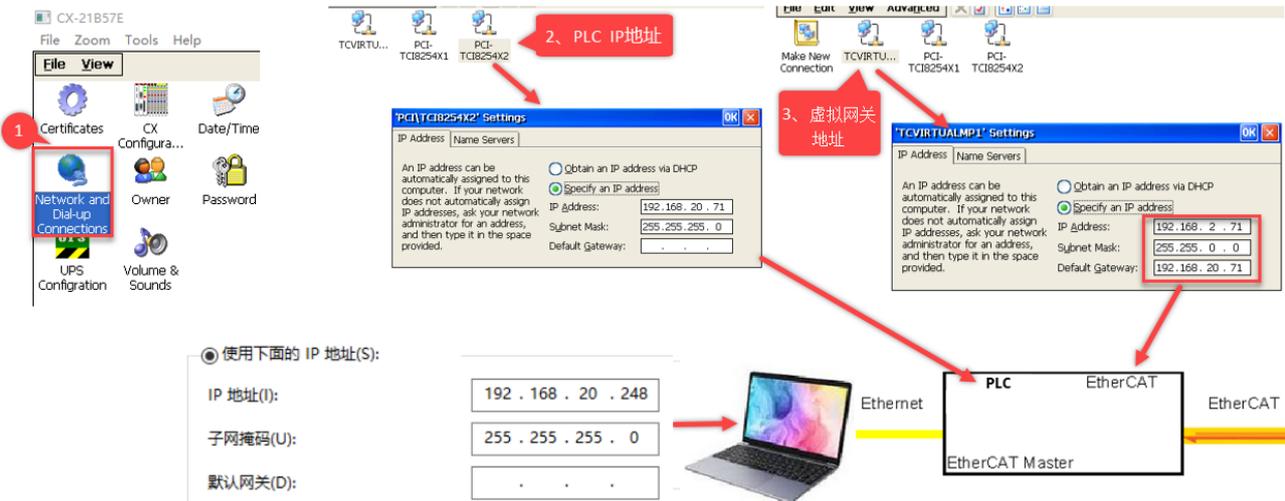
2、启动倍福软件 CERHOST，输入 PLC IP 地址，密码默认为 1。



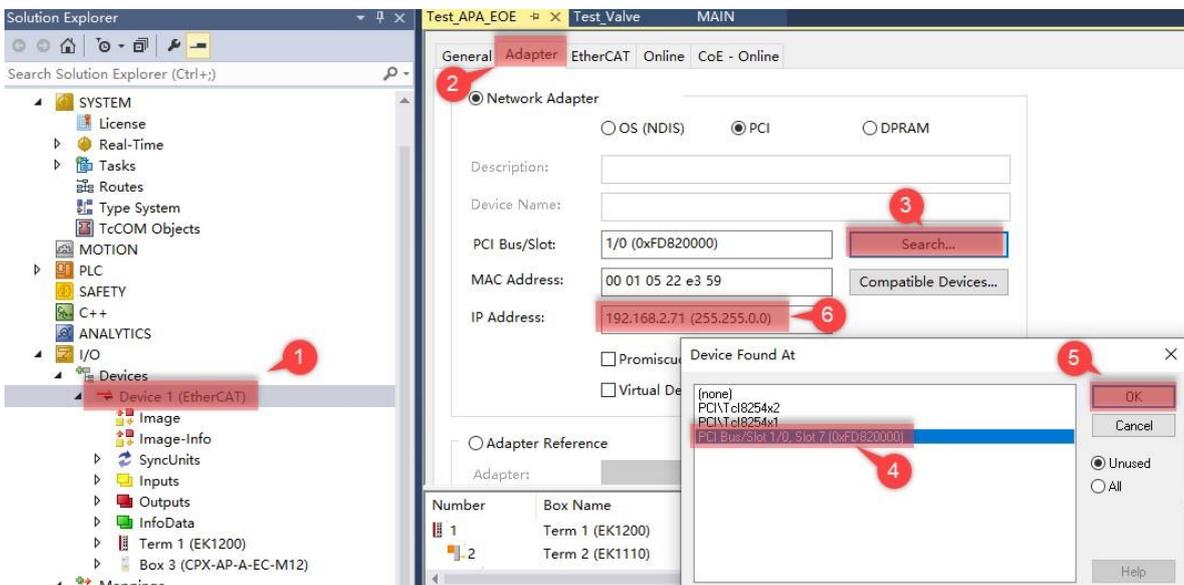
3、选择 Control Panel 项，进入倍福 CX Configuration Tool 菜单栏，在“Miscellaneous”项激活 IP Routing 功能。



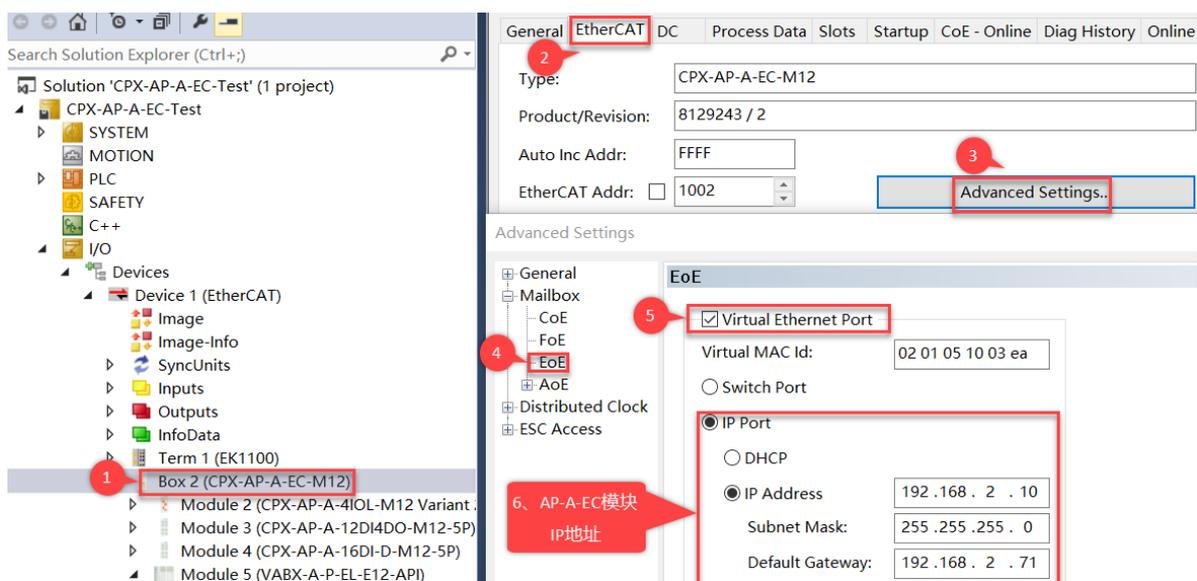
4、在运行模式设置虚拟网关 IP 地址用于 EOE 功能。



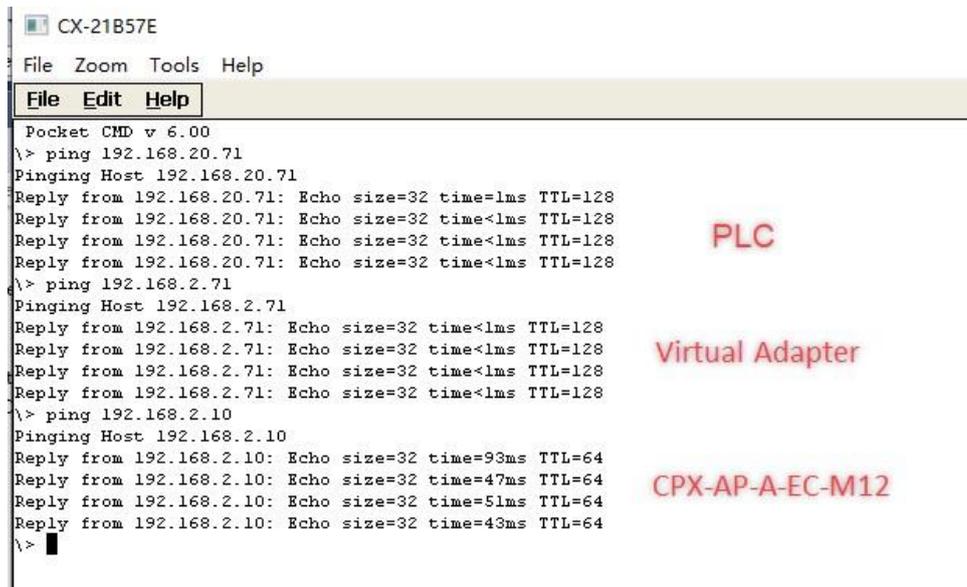
5、在 TwinCAT3 主站中配置虚拟网关。



6、在 AP-A-EC 模块中勾选虚拟 Ethernet 端口和分配 CPX-AP-A-EC 模块 IP 地址，之后激活配置下载运行。

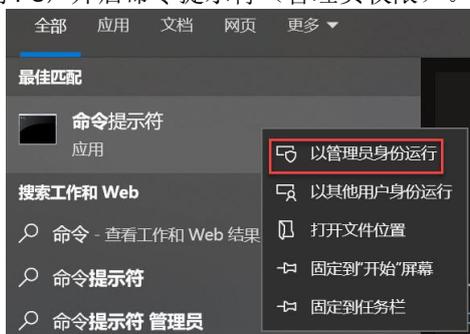


7、在 CERHOST 首界面中选 RUN 项，输入 CMD 运行 ping 指令，且能 ping 通虚拟网关地址和 CPX-AP-A-EC 模块 IP 地址。



3.2.2 PC 端添加静态路由

回到 PC，开启命令提示符（管理员权限）。



添加路由信息：

IP: 192.168.20.71 cx5020 的 Ethernet 网口地址
 Mask:255.255.255.0
 Gateway:192.168.2.71 虚拟网关地址

输入引号内的命令行：“route add 192.168.2.0 mask 255.255.255.0 192.168.20.71”，运行结果为操作完成且无报错。

```
C:\Windows\system32>route add 192.168.2.0 mask 255.255.255.0 192.168.20.71
操作完成!
```

确认静态路由是否生效：输入引号内的命令行“route print”。

```
C:\Windows\system32>route print
=====
接口列表
6. 98 e7 f4 2b 1a 23 .....TwinCAT-Intel PCI Ethernet Adapter (Gigabit)
17...b8 2a 60 86 f1 3d .....Microsoft Wi-Fi Direct Virtual Adapter
19...b8 2a 60 86 f1 3d .....Microsoft Wi-Fi Direct Virtual Adapter #2
18...b8 2a 60 86 f1 3d .....Intel(R) Dual Band Wireless-AC 8260
5...b8 2a 60 86 f1 40 .....Bluetooth Device (Personal Area Network)
1.....Software Loopback Interface 1
52...00 15 5d 46 7f f2 .....Hyper-V Virtual Ethernet Adapter
=====
```

PC1接口编号

```
IPv4 路由表
=====
活动路由:
网络目标      网络掩码      网关      接口      跃点数
0.0.0.0        0.0.0.0        192.168.3.1  192.168.3.104  55
127.0.0.0      255.0.0.0      在链路上
127.0.0.1      255.255.255.255 在链路上      127.0.0.1  331
127.255.255.255 255.255.255.255 在链路上      127.0.0.1  331
169.254.0.0    255.255.0.0    在链路上      192.168.20.248 281
169.254.211.224 255.255.255.255 在链路上      192.168.20.248 281
169.254.255.255 255.255.255.255 在链路上      192.168.20.248 281
172.30.240.0   255.255.240.0 在链路上      172.30.240.1 5256
172.30.240.1   255.255.255.255 在链路上      172.30.240.1 5256
172.30.255.255 255.255.255.255 在链路上      172.30.240.1 5256
192.168.2.0    255.255.255.0 192.168.20.71 192.168.20.248 26
192.168.3.0    255.255.255.0 在链路上      192.168.3.104 311
192.168.3.104  255.255.255.255 在链路上      192.168.3.104 311
192.168.3.255  255.255.255.255 在链路上      192.168.3.104 311
192.168.20.0   255.255.255.0 在链路上      192.168.20.248 281
192.168.20.248 255.255.255.255 在链路上      192.168.20.248 281
192.168.20.255 255.255.255.255 在链路上      192.168.20.248 281
224.0.0.0      240.0.0.0      在链路上      127.0.0.1  331
224.0.0.0      240.0.0.0      在链路上      192.168.3.104 311
224.0.0.0      240.0.0.0      在链路上      172.30.240.1 5256
224.0.0.0      240.0.0.0      在链路上      192.168.20.248 281
255.255.255.255 255.255.255.255 在链路上      127.0.0.1  331
255.255.255.255 255.255.255.255 在链路上      192.168.3.104 311
255.255.255.255 255.255.255.255 在链路上      172.30.240.1 5256
255.255.255.255 255.255.255.255 在链路上      192.168.20.248 281
```

备注：倍福 CX 控制器系统设置的 IP Routing 功能断电无法保存，如果要实现永久路由功能，须使用-p 指令且添加 PC1 接口编号，如果要删除路由，使用指令 route delete **** mask **** **** 。

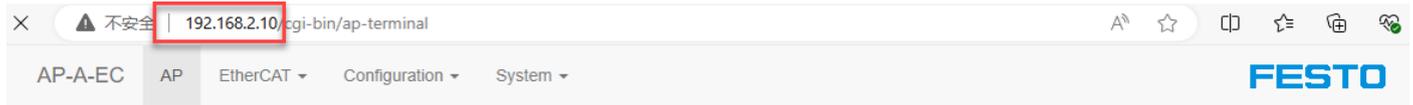
```
C:\Windows\system32>route add 192.168.2.0 mask 255.255.255.0 192.168.20.71 if 6 -p
操作完成!
```

运行结果：

```
永久路由:
网络地址      网络掩码      网关地址      跃点数
192.168.2.0    255.255.255.0 192.168.20.71 1
```

3.2.3 访问 WebServer

利用 Windows 自带的浏览器输入 CPX-AP-A-EC 的 IP 地址即可访问 AP 从站。



Terminal



Modules

Slot	Module	Code	FWVersion	Serial	Productkey	Identify	Diagnosis
1	CPX-AP-A-EC-M12	12422	1.5.33	0x00057A69		<input type="checkbox"/>	OK
2	CPX-AP-A-4IOL-M12	12300	1.5.12	0x0006F196	B36LC0S8VJ5	<input type="checkbox"/>	OK
3	CPX-AP-A-12DI4DO-M12-5P	12290	1.100.13	0x000501D6	N2PPPWRVTRX	<input type="checkbox"/>	OK
4	CPX-AP-A-16DI-D-M12-5P	12289	1.100.10	0x0005B168	MHY8YRS3G15	<input type="checkbox"/>	OK
5	VABX-A-P-EL-E12-API	8232	1.111.4	0x0007FBB4	JX1YFJ9HG8F	<input type="checkbox"/>	OK

4 WebServer 功能简介

4.1 AP 模块过程数据监视

如下图操作，可以在 WebServer 界面看到倍福软件测试 8 个线圈输出全为 ON 的状态。

Modules

Slot	Module	Code	FWVersion	Process Data In (hex)	Process Data Out (hex)	Identify	Diagnosis
1	CPX-AP-A-EC-M12	12422	1.5.33			<input type="checkbox"/>	OK
2	CPX-AP-A-4IOL-M12	12300	1.5.12	00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00	00 00	<input type="checkbox"/>	OK
3	CPX-AP-A-12DI4DO-M12-5P	12290	1.100.13	00 00	00	<input type="checkbox"/>	OK
4	CPX-AP-A-16DI-D-M12-5P	12289	1.100.10	00 00		<input type="checkbox"/>	OK
5	VABX-A-P-EL-E12-API	8232	1.111.4		ff 00 00 00	<input type="checkbox"/>	OK

4.2 AP 模块通讯质量监测

如下图所示，可以分析监控 AP 通讯质量，根据经验 EVM 值范围为 60-80 最为理想，100 为未接输出或断线。



5 AP TOOL 功能简介

5.1 AP TOOL 监控模块电压

AP_Tool 9.9.1 - [Offline - IP: 192.168.2.10]

1 3

2

下载固件

识别VTX模块位置

当前模块固件号

显示24V电压

ID	Type	Code	ProductKey	HW rev	FW version	libAP
1	CPX-AP-A-EC-M12	12422	GTYP7Y6FY9	1	v1.5.33-7654f6c20220	v1.97.17
2	CPX-AP-A-4IOL-M12	12300	B3ELC058VJ5	1	v1.5.12	v1.99.27
3	CPX-AP-A-12DI4DO-M12-5P	12290	MHYBYRS3G15	2	v1.100.13-0-g7159f426	v1.96.2
4	CPX-AP-A-16DI-D-M12-5P	12289	MHYBYRS3G15	1	v1.100.10-0-gbf1cebfc	v1.96.2
5	VABX-A-P-EL-E12-API	8232	JX1YF9HGBF	1	v1.111.4-0-ga5050603	v1.109.0

5.2 AP TOOL 诊断 VTUX 的 API 模块

The screenshot displays the 'AP Health Analysis' window in the FESTO software. The log window shows the following messages:

```

16.07.24 20:58:53 - Info: Health analysis started ...
16.07.24 20:58:56 - Info: There seems to be a SPS connection available - Going on...
16.07.24 20:58:56 - Info: Reset AP errors first...
16.07.24 20:59:47 - Info: Module lost error (red) - Module ID=5
    
```

Annotations in red boxes highlight the error message and the 'AP健康度故障分析' (AP Health Status Fault Analysis) button. A red arrow points to the '显示模块断线' (Show module disconnection) button. The main interface includes a table of AP modules and a bar chart showing the number of errors for each PU Index.

ID	Type	Code	ProductKey	HW rev	FW version	libAP
1	CPX-AP-A-EC-M12	12422	GTYPR7Y6FY9	1	v1.5.33-7654f6fce.20220	v1.97.17
2	CPX-AP-A-4IOL-M12	12300	B36LC0S8VJ5	1	v1.5.12	v1.99.27
3	CPX-AP-A-12DI4DO-M12-5P	12290		2	v1.100.13-0-g7159f426	v1.96.2
4	CPX-AP-A-16DI-D-M12-5P	12289	MHY8YRS3G15	1	v1.100.10-0-gbf1cebfc	v1.96.2
5	VABX-A-P-EL-E12-API	8232	JX1YFJ9HG8F	1	v1.111.4-0-ga5050603	v1.109.0

The bar chart shows the number of errors for each PU Index (0 to 8). The Y-axis is labeled 'Errors' and ranges from 0 to 5. The X-axis is labeled 'PU Index' and ranges from 0 to 8. The chart shows a significant spike in errors at PU Index 5, corresponding to the 'Module lost error' message in the log.