# TwinCAT3 环境下 EtherCAT 通讯控制 CPX-AP-I-EC





#### 关键词:

TwinCAT3, Beckhoff, EtherCAT, CPX-AP-I-EC, 倍福

#### 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-I-EC 模块硬件介绍,TwinCAT 软件调试步骤介绍,固件更新步骤及 AP 主站模块在线诊断功能的使用介绍。

#### 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-I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

2 硬件环境及实物	1	软件环境4						
2.1 硬件接口说明       5         2.1.1 电源接口[XD1].       5         2.1.2 电源接口[XD2].       6         2.1.3 AP 通讯接口 ([XF20],[XF21])       6         2.1.4 EtherCAT 通讯接口 ([INX1],[OUTX2])       6         2.2 AP 系统拓扑结构       7         3 AP 系统地址映射.       7         4 TwinCAT3 中通讯调试.       8         4.1 下载并安装 ESI 文件       8         4.2 硬件检测(自动上载硬件组态)       8         4.2.1 硬件检测(自动上载硬件组态)       8         4.2.2 简单在线操作(写 DOUT)及实物对照       10         4.3 程序编译、下载       10         4.3.1 新建程序并添加到 PlcTask 中       10         4.3.1 新建程序并添加到 PlcTask 中       10         4.3.4 变量操作和实物对照       12         5.1 通过 LED 诊断故障       12         5.1 通过 LED 诊断故障       12         5.2 超控修明台欄述       14         5.2.1 故障诊断结婚概述       14         5.2.2 程序操作步骤       14         5.2.3 故障记录解析       14	2	硬件环境及实物						
2.1.1       电源接口[XD1]	2	.1	硬件	接口说明	. 5			
2.1.2       电源接口[XD2]		2.1.1	1	电源接口[XD1]	. 5			
2.1.3       AP 通讯接口 ([XF20],[XF21])       6         2.1.4       EtherCAT 通讯接口 ([INX1],[OUTX2])       6         2.2       AP 系统拓扑结构       7         3       AP 系统拓扑结构       7         4       TwinCAT3 申通讯调试       8         4.1       下载并安装 ESI 文件       8         4.2       硬件检测(自动上载硬件组态)       8         4.2.1       硬件检测(自动上载硬件组态)       8         4.2.2       简单在线操作(写 DOUT)及实物对照       10         4.3       程序编译、下载       10         4.3.1       新建程序并添加到 PlcTask 中       10         4.3.2       链接变量       11         4.3.3       配置和程序下载及运行       12         4.3.4       变量操作和实物对照       12         5       诊断功能       12         5.1       通过 LED 诊断故障       12         5.2       通过总线读取故障       14         5.2.1       故障诊断结构概述       14         5.2.2       程序操作步骤       14         5.2.3       故障记录解析       14         5.2.3       故障记录解析       14		2.1.2	2	电源接口[XD2]	. 6			
2.1.4       EtherCAT 通讯接口 ([INX1],[OUTX2])       6         2.2       AP 系统拓扑结构       7         3       AP 系统拓扑结构       7         4       TwinCAT3 中通讯调试       8         4.1       下载并安装 ESI 文件       8         4.2       硬件组态       8         4.2       硬件组态       8         4.2.1       硬件检测(自动上载硬件组态)       8         4.2.2       简单在线操作(写 DOUT)及实物对照       10         4.3       程序编译、下载       10         4.3.1       新建程序并添加到 PlcTask 中       10         4.3.2       链接变量       11         4.3.3       配置和程序下载及运行       12         4.3.4       变量操作和实物对照       12         5.1       通过 LED 诊断故障       12         5.2       通过总线读取故障       14         5.2.1       故障诊断结构概述       14         5.2.2       程序操作步骤       14         5.2.3       故障记录解析       14         5.2.3       故障记录解析		2.1.3	3	AP 通讯接口([XF20],[XF21])	. 6			
2.2       AP 系统拓扑结构		2.1.4	4	EtherCAT 通讯接口([INX1],[OUTX2])	. 6			
3 AP 系统地址映射	2	.2	AP 💈	系统拓扑结构	. 7			
4 TwinCAT3 中通讯调试	3	AP豸	系统出	也址映射	. 7			
4.1       下载并安装 ESI 文件       8         4.2       硬件组态       8         4.2.1       硬件检测(自动上载硬件组态)       8         4.2.2       简单在线操作(写 DOUT)及实物对照       10         4.3       程序编译、下载       10         4.3.1       新建程序并添加到 PlcTask 中       10         4.3.2       链接变量       11         4.3.3       配置和程序下载及运行       12         4.3.4       变量操作和实物对照       12         5       诊断功能       12         5.1       通过 LED 诊断故障       12         5.2       通过总线读取故障       14         5.2.2       程序操作步骤       14         5.2.3       故障诊断结构概述       14         5.2.3       故障记录解析       16         6       固件更新       17	4	Twin	CAT:	3 中通讯调试	. 8			
4.2 硬件组态       8         4.2.1 硬件检测(自动上载硬件组态)       8         4.2.2 简单在线操作(写 DOUT)及实物对照       10         4.3 程序编译、下载       10         4.3.1 新建程序并添加到 PlcTask 中       10         4.3.2 链接变量       11         4.3.3 配置和程序下载及运行       12         4.3.4 变量操作和实物对照       12         5 诊断功能       12         5.1 通过 LED 诊断故障       12         5.2 通过总线读取故障       14         5.2.1 故障诊断结构概述       14         5.2.2 程序操作步骤       14         5.2.3 故障记录解析       16         6 固件更新       17	4	.1	下载	注并安装 ESI 文件	. 8			
4.2.1       硬件检测(自动上载硬件组态)       .8         4.2.2       简单在线操作(写 DOUT)及实物对照       10         4.3       程序编译、下载       10         4.3       我定程序并添加到 PlcTask 中       10         4.3.1       新建程序并添加到 PlcTask 中       10         4.3.2       链接变量       11         4.3.3       配置和程序下载及运行       12         4.3.4       变量操作和实物对照       12         5       诊断功能       12         5.1       通过 LED 诊断故障       12         5.2       通过总线读取故障       14         5.2.1       故障诊断结构概述       14         5.2.2       程序操作步骤       14         5.2.3       故障记录解析       16         6       固件更新       17	4	.2	硬件	纽态	. 8			
4.2.2       简单在线操作(写 DOUT)及实物对照       10         4.3       程序编译、下载       10         4.3.1       新建程序并添加到 PlcTask 中       10         4.3.2       链接变量       11         4.3.3       配置和程序下载及运行       12         4.3.4       变量操作和实物对照       12         5       诊断功能       12         5.1       通过 LED 诊断故障       12         5.2       通过总线读取故障       14         5.2.1       故障诊断结构概述       14         5.2.2       程序操作步骤       14         5.2.3       故障记录解析       16         6       固件更新       17		4.2.1	1	硬件检测(自动上载硬件组态)	. 8			
4.3 程序编译、下载       10         4.3.1 新建程序并添加到 PlcTask 中       10         4.3.2 链接变量       11         4.3.3 配置和程序下载及运行       12         4.3.4 变量操作和实物对照       12         5 诊断功能       12         5.1 通过 LED 诊断故障       12         5.2 通过总线读取故障       14         5.2.1 故障诊断结构概述       14         5.2.2 程序操作步骤       14         5.2.3 故障记录解析       16         6 固件更新       17		4.2.2	2	简单在线操作(写 DOUT)及实物对照	10			
4.3.1       新建程序并添加到 PlcTask 中       10         4.3.2       链接变量       11         4.3.3       配置和程序下载及运行       12         4.3.4       变量操作和实物对照       12         5       诊断功能       12         5.1       通过 LED 诊断故障       12         5.2       通过总线读取故障       14         5.2.1       故障诊断结构概述       14         5.2.2       程序操作步骤       14         5.2.3       故障记录解析       16         6       固件更新       17	4	.3	程序	编译、下载	10			
4.3.2       链接变量       11         4.3.3       配置和程序下载及运行       12         4.3.4       变量操作和实物对照       12         5       诊断功能       12         5.1       通过 LED 诊断故障       12         5.2       通过总线读取故障       14         5.2.1       故障诊断结构概述       14         5.2.2       程序操作步骤       14         5.2.3       故障记录解析       16         6       固件更新       17		4.3.1	1	新建程序并添加到 PlcTask 中	10			
4.3.3       配置和程序下载及运行       12         4.3.4       变量操作和实物对照       12         5       诊断功能       12         5.1       通过 LED 诊断故障       12         5.2       通过总线读取故障       14         5.2.1       故障诊断结构概述       14         5.2.2       程序操作步骤       14         5.2.3       故障记录解析       16         6       固件更新       17		4.3.2	2	链接变量	11			
4.3.4       变量操作和实物对照       12         5       诊断功能       12         5.1       通过 LED 诊断故障       12         5.2       通过总线读取故障       14         5.2.1       故障诊断结构概述       14         5.2.2       程序操作步骤       14         5.2.3       故障记录解析       16         6       固件更新       17		4.3.3	3	配置和程序下载及运行	12			
5       诊断功能       12         5.1       通过 LED 诊断故障       12         5.2       通过总线读取故障       14         5.2.1       故障诊断结构概述       14         5.2.2       程序操作步骤       14         5.2.3       故障记录解析       16         6       固件更新       17		4.3.4	4	变量操作和实物对照	12			
5.1 通过 LED 诊断故障       12         5.2 通过总线读取故障       14         5.2.1 故障诊断结构概述       14         5.2.2 程序操作步骤       14         5.2.3 故障记录解析       16         6 固件更新       17	5	诊断	功能		12			
5.2 通过总线读取故障       14         5.2.1 故障诊断结构概述       14         5.2.2 程序操作步骤       14         5.2.3 故障记录解析       16         6 固件更新       17	5	.1	通过	ELED 诊断故障	12			
5.2.1       故障诊断结构概述	5	.2	通过	L总线读取故障	14			
5.2.2       程序操作步骤       14         5.2.3       故障记录解析       16         6       固件更新       17		5.2.1	1	故障诊断结构概述	14			
5.2.3       故障记录解析		5.2.2	2	程序操作步骤	14			
6 固件更新	5.2.3 故障记录			故障记录解析	16			
	6	固件	更新	·	17			
7 常见故障18	7	常见	故障	i	18			

## 1 软件环境

软件	版本
TwinCAT3	V3.1.4020.32
ESI	Festo-CPX-AP-I-EC-20200331

#### 2 硬件环境及实物

本次测试使用的硬件实物及型号如下:

硬件型号	订货号	固件版本
CPX-AP-I-EC-M12	8086609	V1.3.5
CPX-AP-I-4DIDO-M8-3P	8086601	V1.43.10
VAEM-L1-S-12-AP	8081922	V1.43.10
VTUG-10-MSDR-B1T-25V22-Q10-U-QH6S-3J3GEL+HM1	573606	
CX5120+EK1110(倍福 PLC)		



#### 2.1 硬件接口说明



#### 2.1.1 电源接口[XD1]

如果使用 NEBL-M8G4-E-...-N-LE4 标准线缆,那么散线中的棕线为 24V 逻辑电,蓝线为逻辑电 0V,黑线为 24V 负载电, 白线为负载电 0V。

电源接口[XD1]					
M8 插座,4	针,A编码	信号			
2++4	1	24V 逻辑电 PS			
1 + + 3	2	0V 负载电源 PL			
$\bigcirc$	3	0V 逻辑电源 PS			
	4	24V 负载电源 PL			

#### 2.1.2 电源接口[XD2]

[XD2]口为电源"路由"口,即它可以为下一个 AP 从站模块供电,可以使用标准电缆 NEBL-M8G4-E-...-N-M8G4 将其连接 到下一个 AP 模块的 XD1 口。

电源转接口[XD2]

	(95)	
M8 插座,4	孔,A编码	信号
4002	1	24V 逻辑电 PS
$_{3}(\circ \circ)_{1}$	2	0V 负载电源 PL
	3	0V 逻辑电源 PS
	4	24V 负载电源 PL

#### 2.1.3 AP 通讯接口([XF20],[XF21])

强烈推荐选用 FESTO 专用超六类 AP 通讯电缆 NEBC-D8G4-ES-...-N-S-D8G4-ET。

注意: XF20 和 XF21 两个口都可以扩展 AP 从站设备,实际使用时,同一个 AP 从站从 XF20 扩展和从 XF21 扩展,其在 AP 系统中的地址会不一样(详见章节 3)。

AP通讯接口[XF20]、[XF21]						
M8 插座,4 钅	計,D 编码	信号				
1	1	RX-	接收数据-			
4(0 0)2	2	TX+	发送数据+			
	3	RX+	接受数据+			
3	4	TX-	发送数据-			

注意: AP 主站的这两个 AP 通讯口在使用时, 接哪一个都可以, 但 AP 从站, 如 CPX-AP-I-4DIDO-M8-3P, VAEM-L1-S-12-AP 模块上的两个 AP 通讯口[XF10], [XF20], 只能遵循[XF10]进, [XF20]出的原则, 否则 AP 通讯会无法建立。

#### 2.1.4 EtherCAT 通讯接口([INX1],[OUTX2])

此处[INX1]和[OUTX2]两个接口无路由功能(不能混用),[INX1]一般接 EtherCat 主站 PLC(或上一个 EtherCAT 从站的 [OUTX2]口),[OUTX2]可以用来接 EtherCAT 从站。

EtherCAT 网络接口[IN X1] M12插座,4针,D编码 信号 1 TD+ 发送数据+  $\overline{}$ 2 RD+ 接收数据+ 1 3 3 TD-发送数据-4 RD-接收数据-螺纹 屏蔽 功能性接地 EtherCAT 网络接口[OUT X2] M12插座,4针,D编码 信号 2 1 RD+ 接收数据+ Ć 2 TD+ 发送数据+ 1 3 3 RD-接收数据-4 TD-发送数据-螺纹 屏蔽 功能性接地

#### 2.2 AP 系统拓扑结构



#### 3 AP 系统地址映射

CPX-AP系统每次上电启动时,各个 AP模块的地址都会进行自动分配。AP主站模块(CPX-AP-I-EC)自身会被分配地址为 "1",然后先从 CPX-AP-I-EC 模块的 XF20 口所连的 AP 从站模块开始分配,然后从 XF21 口所连的 AP 从站模块开始分配,总的原则是"从左(XF20)至右(XF21),升序分配"。若左侧 XF20 口未连 AP 设备(如下图),则直接从 XF21 口升序分配。



#### 4 TwinCAT3 中通讯调试

#### 4.1 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-I-EC-M12&tab=DOWNLOADS;

CPX-AP-I-EC-M12

Software [3]

FFT - Festo Field Device Tool Maintenance of Ethernet based devices by Festo 配管

Firmware

Firmware

EtherCAT XML EtherCAT Slave Information (ESI) 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 中,然后重启 TwinCAT3 软件,即可成功加载。

This PC > (C:) OSDisk > TwinCAT > 3.1 > Config > Io > EtherCAT >

Name	Date modified	Туре	Size
Festo-CPX-AP-I-EC-20200331.xml	2020/5/8 8:02	XML Document	622 KB
Festo-CMMT-AS-CiA402-20190627.xml	2019/6/27 19:57	XML Document	1,826 KB
Festo-CMMT-ST-CiA402-20181210.xml	2018/12/11 9:14	XML Document	1,671 KB
Festo_CMMP-AS_V4p0_FHPP_SINT.xml	2018/2/2 10:12	XML Document	314 KB
Beckhoff EL7xxx.xml	2017/1/26 10:37	XML Document	8,037 KB
Beckhoff EL73xx.xml	2017/1/26 10:33	XML Document	3,848 KB

#### 4.2 硬件组态

#### 4.2.1 硬件检测(自动上载硬件组态)

New Project ? × ▷ Recent .NET Framework 4.5 

Sort by: Default Search Installed Templates (Ctrl+E) ρ. ▲ Installed Type: TwinCAT Projects TwinCAT XAE Project (XML format) TwinCAT Projects TwinCAT XAE System Manager Templates Other Project Types Configuration TwinCAT Measurement TwinCAT Projects Samples ▷ Online 新建项目并命名 Click here to go online and find templates Name CPX-AP-I-EC-TEST Browse... C:\Users\cn0liayu\Documents\Visual Studio 2013\Projects Location: Solution: Create new solution CPX-AP-I-EC-TEST Create directory for solution Solution name OK Cancel

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

#### 2) 连接 PLC



SAFETY Sector C++

and Mappings

Add New Item...

1 Add Existing Item...

Paste with Links

Export EAP Config File

Shift+Alt+A

4 📑

Þ

Image
 Image-Info
 SyncUnits
 Inputs
 Outpute

Outputs
 InfoData

 Image: Term 1 (EK1200)

 Image: Box 3 (CPX-AP-I-EC-M12)

 Image: Module 2 (CPX-AP-I-4DI4DO-M8-3P)

 Image: Module 3 (VAEM-L1-S-12-AP)

Outputs

1/0

SAFETY

Mappings

₩ C++

Х

ок 📹

Cancel

Select All

Unselect All

4)	各个	AP	模块的地址	(编号)	如下图:

ĭo - ₫ 🖊 <mark>-=</mark>	Ge	eneral EtherCA	T DC Process D	ata Slots	Startup	CoE - On	line Dia	g Histor
ion Explorer (Ctrl+;)	l r	Slot		Modul	•		Modulel	den 🔺
n 'TwinCAT Project2' (1 project)		AP-Slot	Module 1 🕳	CPX-A	P-I-FC-N	412	0x00002	084
nCAT Project2		AP-Slot	Module 2 -	CPX-A	P-I-4DI4	DO-M8	0x00002	004
SYSTEM		AP-Slot	Module 3 -	VAEM	-L1-S-12	-AP	0x00002	00B
MOTION		AP-Slot		-				
PIC		AP-Slot						
SAFETY		AP-Slot						
SALCTI C		AP-Slot						
		AP-Slot						
/0		AP-Slot						
Devices		AP-Slot						
Device 1 (EtherCAI)		AP-Slot						
Tmage		AP-Slot						
📑 Image-Info		AP-Slot						
SyncUnits		AP-Slot						
Inputs		AP-Slot						
Outputs		AP-Slot						_
InfoData	Nan	ne	Online	Type	Size	>Ad	In/O	User
Term 1 (EK1200)	<b>9</b> 10	aput 0	0	BIT	0.1	30.0	Input	0
Box 3 (CPX-AP-I-EC-M12)		iput 0	0	DIT	0.1	20.1	Input	0
Module 2 (CPX-AP-I-4DI4DO-N		iput i	0	BII	0.1	39.1	input	0
Module 3 (VAEM-L1-S-12-AP)	r Ir	1put 2	U	BII	0.1	39.2	Input	0
WcState	🕈 Ir	nput 3	0	BIT	0.1	39.3	Input	0
b InfoData	🔁 W	VcState	0	BIT	0.1	1522.1	Input	0
	🗣 Ir	nutTogale	1	RIT	01	152/ 1	Input	0

#### 4.2.2 简单在线操作(写 DOUT)及实物对照



#### 4.3 程序编译、下载

#### 4.3.1 新建程序并添加到 PlcTask 中



此次测试的 AP 从站模块:一个 4DIDO 模块和一个 VTUG 阀岛(7个单作用电磁阀阀片+1个空位板),以下测试仅测试 4DIDO 模块的 4个 DO 功能以及 7个 VTUG 阀岛线圈的点亮。

虽然 7 个阀片是单线圈的,但其依然会占 14 个输出(此处只建立了 Array[0..12],共 13 个输出,因为最后一个线圈刚好 在第 13 个输出处)。





#### 4.3.3 配置和程序下载及运行



#### 4.3.4 变量操作和实物对照



#### 5 诊断功能

#### 5.1 通过 LED 诊断故障

#### 模块诊断灯[MD]

LED(红,绿)	含义	处理办法
	逻辑电源 PS 缺失	检查电源接口 XD1 的 Pin1 和 Pin3 之间的
不亮		供电电压
- 绿色常亮	模块无故障信息	
	模块故障激活	
☆☆ 绿色闪烁	故障等级: "提示"	
	例如,负载电源 PL 被切断	
- <u>*</u>	模块故障激活	采取适当修正措施
^^ 红色闪烁	故障等级:"警告"	例如,检查参数设置
	例如,参数错误	
	模块故障激活	采取适当修正措施
1 红色常亮	故障等级:"错误"	例如,检查负载电源
	例如,负载电源欠电压	
	模块启动尚未完成。	
~~ 红色快速闪烁	系统通讯尚未初始化。	
	模块识别(服务功能)	
∽☆ 绿色快速闪烁		

系统诊断灯[SD]		
LED(红,绿)	含义	处理办法
○ 不亮	逻辑电源 PS 缺失	检查电源接口 XD1 的 Pin1 和 Pin3 之间 的供电电压
→ ◆ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓	系统无故障信息	
<b>梁</b> 绿色闪烁	系统故障激活 故障等级:"通知" 可能 PL 负载电缺失或当前正在更新固件	
¥ 红色闪烁	系统故障激活 故障等级:"警告" 例如,某个模块参数错误。	采取适当修正措施 例如,检查相应模块参数设置
<b>业</b> 红色常亮	系统故障激活 故障等级:"错误" 例如,某个模块的传感器电源短路。	采取适当修正措施 例如,检查相应输入模块的诊断信息
绿色快速闪烁	模块识别(服务功能)	
负载电源灯[PL]	-	
LED(红,绿)	含义	处理办法
<del>读</del> 。 绿色常亮	负载电源 PL 正常	
**************************************	负载电源 PL 缺失	检查负载电源 PL 电压
* 红色闪烁	负载电源电压超出额定公差范围	检查负载电源 PL 电压
LED(黄)	含义 (1997)	处理办法
○ 不亮	无需维护	
—————————————————————————————————————	CPX-AP 系统中至少有一个模块需要维护	实施必要的措施: 详见各模块上的说明
EtherCAT 运行状态灯[RUN	]	
LED (绿)	含义	处理办法
<b>米</b> 绿色常亮	OP 状态,状态正常	
—————————————————————————————————————	Pre-OP 状态,EtherCAT 网络配置中	
绿色短暂闪烁1次	Safe-OP 状态,只有更新输入信号,输出会保持当前状态	
- <u>读</u> - 绿色快速闪烁	当前正在更新固件	
<u> </u>	当前断电或正在重启中	
EtherCAT 错误灯[ERR]		
LED(红)	含义	处理办法
<b>美</b> 红色常亮	严重的通讯错误, 可能原因: 上位主站无响应 看门狗超时	
	配置错误,或当前无网络连接,可能原因: 线缆损坏 上位主站未激活	检查网络连接,检查软件配置,检查 地址分配是否正确
红色短暂闪烁1次	EtherCAT 主站状态从 OP 状态切换到 Safe-OP 状态	
红色短暂闪烁 2 次	看门狗时间超时	
红色快速闪烁		
$\bigcirc$	当前无故障	

EtherCAT 网络连接状态灯[LA X1]、[LA X2]									
LED(绿)	含义	处理办法							
○ 红色常亮	无网络连接	检查网络连接							
~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~	网络连接正常,正在进行数据传输								
→ → → → → → → → → → → → → →	网络连接正常,无数据传输								

#### 5.2 通过总线读取故障

#### 5.2.1 故障诊断结构概述

CPX-AP-I-EC 模块上电后最多可存储 250 条故障(info **信息提示类也计算在其中**),默认出厂模式(Overwrite Mode)下,故障数超过 250 个故障后, "旧故障"会被自动覆盖。但请注意,所有故障记录以及时间戳等信息在 CPX-AP-I-EC 模块掉电后会全部清空。

Twincat3环境中可以得到如下典型 AP 通讯故障记录:

 故障类别
 时间戳
 (错误代码)故障当前状态 -(发生故障的模块编号)-具体故障信息

 0 Error
 N
 1.1.2000 08:16:35 342 ms
 (0x0127) RAISE - (Module 3) - The AP system communication to a module has failed

目前 PLC 通过总线诊断功能,能获取除具体故障信息之外的以下五部分内容:

故障类别有三类:信息提示(info)、警告(warning)、	错误(error)
状态	描述
错误 error	系统或模块已经无法工作,需要及时处理
警告 warning	系统或模块无法百分百达到其性能,需要处理
信息提示 info (information)	无需更多操作

**时间戳:**指 CPX-AP-I-EC 模块最近一次持续通电总时间,时间戳的格式为(小时:分钟:秒:毫秒),需要支持的是, 实际读到的时间戳内容并不包含 TC3 里面的"1.1.2000",并且 TC3 中的时间戳累加基数为 08 小时 0 分 0 秒 0 毫秒,以实际读到的时间戳为准。举例:1.1.2000 09:14:18 35 代表实际通电 1 小时:14 分:18 秒:35 毫秒。

错误代码:具体含义需要参考 CPX-AP-I-EC 模块及其 AP 从站设备的相关手册。

**故障当前状态:** RAISE: 故障发生且尚未解决, RESOLVE: 故障已经清除。

发生故障的模块编号:详见第3节 AP 地址映射说明。

#### 5.2.2 程序操作步骤

1) 添加 TC2_EtherCAT 库文件	
<ul> <li>Image: PLC</li> <li>Image: Image: Image:</li></ul>	Add Library
External Types	to2 other
- Tc2_Stand Add library	
Tc2_Syster Placeholders	Match
Tc3_Modu Library repository	
DUTs Set to Effective Version	→ <sup>1</sup> Tc2_EthernetIP

2) 添加功能块 FB\_EcCoESdoRead,并对 NetId 和 slaveAddr 进行地址初始化。由于故障报文的长度并不是一个固定长度,我们需要定义一个长度比较长的 BYTE 数组,目前测试下来有的报文长度会超过 60 个字节,本文中用的数组长度是 81 个。

🏷 🗠 4	X			PRO	ogram pou	
^	Scope	Name	Address	Data type	Initialization	(
1	VAR	Dout	%Q*	ARRAY[03] OF BOOL		
2	VAR	Valve_Out	%Q*	ARRAY[012] OF BOOL		
3	VAR	Data_Read		ARRAY[080] OF BYTE		
4	VAR	FB_EcCoESdoRead_0		FB_EcCoESdoRead		



3) 添加 "New messages available" PDO,并和程序中的变量链接。



- 4) 通过人为插拔模块 2,3 的通讯线、切断整个负载电 PL 等操作。
- 程序不断读取 PDO 数据 New\_Messages\_Available 位是否为 TRUE。
- 如果为 New\_Messages\_Available 为 TRUE,用 FB\_EcCoESdoRead 功能块读取 **0x10F3:02**(索引:子索引),返回当前 最新故障的子索引号 0x0B(十进制 11),继而读取 0x10F3:0B,可得到最新故障内容(故障解析请参考 **5.2.3** 节)。
- 只有读取了最新故障, New\_messages\_available 这一位才会变成 false, 如果读取别的故障, 这一位还是会是 True。



小贴士:

 <sup>✓</sup> 由于故障编索引号(编号)是从6开始,即6~255,共250条,可以由最新故障索引号获知当前总共发生了多少条 故障记录(当前最新故障索引号减去5即可)。

- ✓ 实际使用过程中,有些故障会几乎同时发生,例如采用菊花链结构的 AP 通讯发生故障时,会一连串的发生。但目前只能获取最新故障的索引号,无法判断最早发生 AP 通讯异常的模块编号,此时可以尝试在程序中设置一个计数器,用于记录当前已经读取(处理)的故障总数,下一次再发生故障时,可以通过当前总的故障数减去已经读取(处理)的故障数,得到当前还未读取(处理)的故障总数量。
- ✓ 当前固件(V1.3.5)的 CPX-AP-I-EC 模块没有提供在线自动复位通讯故障的功能,暂时可以通过初始化其状态机来恢复通讯故障。

#### 5.2.3 故障记录解析

Error N

以一条故障代码为 127 的 AP 通讯故障为例做相应解析(如下图)。

1.1.2000 08:55:18 547 ms

- 时间戳的解析结果和 TC3 中故障记录目前还存在一定偏差(大概零点几毫秒)。
- 如下 ASCII 码部分的解析,是以 0x29------右括号")"结束的,0x29之后的内容不属于 ASCII 码部分的内容。
- 并不是所有故障代码的说明都能在 CPX-AP-I-EC 这个 AP 主站模块手册中查得到,如果故障发生在 AP 从站模块,需要 去查找该 AP 从站模块的手册。
- 鉴于故障代码的数量并不是非常多,可以将使用到的 AP 主站和 AP 从站的故障描述录入 PLC 中,后续可以通过查表的方式将故障描述显示在触摸屏上。

(0x0127) RAISE - (Module 3) - The AP system communication to a module has failed.

Bit 0 ... 15 Bit 16 ... 31 DATA\_READ[0] BYTE 16#27 0x0000 ...0xDFFF Not used DATA\_READ[1] BYTE 16#01 0×E000+故障代码127 0xE000 Error number of the diagnostics DATA\_READ[2] BYTE 16#00 ID. DATA\_READ[3] BYTE 16#E0 DATA\_READ[4] BYTE 16#02 Bit 0 ... 3 Diagnostic status 故障类别及故障中参数数量 0 = Information message DATA\_READ[5] BYTE 16#01 1 = warning message DATA\_READ[6] BYTE 16#27 2 = error message BYTE 16#01 DATA\_READ[7] Local timestamp Bit 4 BYTE 16#37 故障发生的时间戳 DATA\_READ[8] Bit 5 ... 7 reserved 16#33 DATA\_READ[9] BYTE 单位: 纳秒 Number of parameters in this dia Bit 8 ... 15 DATA\_READ[10] BYTE 16#D7 gnostic message DATA\_READ[11] BYTE 16#A8 和TC3故障记录中的55分18利 547亭利 3,318,547,428,151 DATA\_READ[12] BYTE 16#04 有0.428毫秒的误差 DATA\_READ[13] BYTE 16#03 04 A8D7 3337 HEX DATA\_READ[14] BYTE 16#00 3,318,547,428,151 DEC DATA\_READ[15] BYTE 16#00 16#2012= 10|0000 0001 0010= 2 |18 DATA\_READ[16] BYTE 16#12 DATA\_READ[17] BYTE 16#20 代表后面有18个字节ASCII码<sup>Bit 12\_15</sup> Bit 0 ... 11 DATA\_READ[18] BYTE 16#52 Data type Parameter 1 DATA\_READ[19] BYTE 16#41 需要读取 0x0001 = BOOL DATA\_READ[20] BYTE 16#49 0x0002 = INT80x0003 = INT16 DATA\_READ[21] BYTE 16#53 0x0004 = INT32 BYTE DATA READ[22] 16#45 0x0005 = U8DATA READ[23] BYTE 16#20 0x0006 = U16DATA\_READ[24] BYTE 16#2D 0x0007 = U32BYTE 16#20 DATA READ[25] BYTE ARRAY size [Byte] 1 BYTE 16#28 DATA READ[26] 2 ASCII string size [byte] BYTE 16#4D DATA READ[27] UNICODE-STRING Size [Byte] DATA READ[28] BYTE 16#6F Size Parameter 1 [Byte] 4 DATA\_READ[29] BYTE 16#64 5.. . 15 reserved DATA\_READ[30] BYTE 16#75 DATA\_READ[31] BYTE 16#6C 18个字节的ASCII码解析结果为: IRAISE - (Module 3) DATA\_READ[32] BYTE 16#65 DATA\_READ[33] BYTE 16#20 DATA\_READ[34] BYTE 16#33 DATA\_READ[35] BYTE 16#29 DATA\_READ[36] BYTE 16#31 DATA\_READ[37] BYTE 16#29 DATA\_READ[38] BYTE 16#00 DATA\_READ[39] BYTE 16#00

十进制	十六   进制	字符	十进制	十六 进制	字符	十进制	十六 进制	字符
8	8	BS退格	61	3D	1	94	5E	^
9	9	TAB制表符	62	3E	>	95	5F	1000
10	A	LF换行	63	3F	?	96	60	
13	D	CR回车	64	40	0	97	61	a
32	20	SP空格	65	41	A	98	62	b
33	21	1	66	42	В	99	63	с
34	22	"	67	43	С	100	64	d
35	23	#	68	44	D	101	65	е
36	24	\$	69	45	Е	102	66	f
37	25	%	70	46	F	103	67	g
38	26	&	71	47	G	104	68	h
39	27	1	72	48	Н	105	69	i
40	28	(	73	49	I	106	6A	j
41	29	)	74	4A	J	107	6B	k
42	2A	*	75	4B	K	108	6C	1
43	2B	+	76	4C	L	109	6D	m
44	2C 2D	,	77	4D	M	110	6E	n
45		<u> </u>	78	4E	N	111	6F	0
46	2E	1	79	4F	0	112	70	р
47	2F	1	80	50	Р	113	71	P
48	30	0	81	51	Q	114	72	r
49	31	1	82	52	R	115	73	s
50	32	2	83	53	S	116	74	t
51	33	3	84	54	Т	117	75	u
52	34	4	85	55	U	118	76	v
53	35	5	86	56	V	119	77	W
54	36	6	87	57	W	120	78	х
55	37	7	88	58	Х	121	79	у
56	38	8	89	59	Y	122	7A	Z
57	39	9	90	5A	Z	123	7B	{
58	3A	:	91	5B	[	124	7C	
59	3B	9	92	5C	1	125	7D	}
60	3C	<	93	5D	]	126	7E	~

ASCII码对照表

## 6 固件更新

CPX-AP-I-EC 模块支持 FoE(File access over EtherCAT)功能, Bootloader 和 Firmware 文件的下载链接如下: <u>https://www.festo.com.cn/cn/zh/search/?text=CPX-AP-I-EC-M12&tab=DOWNLOADS</u>;

О СРХ-А	P-I-EC-M12	
产品 1	支持/下载 11	主题 96
Software [3]		
FFT - Festo Maintenar 配置	Field Device Tool nce of Ethernet based	devices by Festo
Firmware Firmware		

EtherCAT XML EtherCAT Slave Information (ESI) 设备描述文件

如需更新固件, online(在线)状态下,参照下图分别下载 Bootloader 以及 Firmware 文件。 说明:

- Bootloader 文件下载过程可能需要花费几分钟,待其下载完成后再下载 Firmware 文件。
- Firmware 文件下载完成后,点击将状态机 Int 按钮,待其进入 Int 状态,最终使其进入 OP 状态。

Chate March				<u>^</u>	6 · U	
State Mach	Restation			Name	Date modified	Тур
Inic	Бооквар	Current State:	OP	ap-i-ec-bootloader-1.3.5-cfa8b6a04.20200331.ffwu	2020/3/31 14:43	FFW
Pre-Op	Safe-Op	Requested State:	OP	ap-i-ec-firmware-1.3.5-cfa8b6a04.20200331.ffwu	2020/3/31 14:43	FFW
Ор	Clear Error	]		release-notes.txt	2020/4/20 18:32	Text
DLL Status						
Port A:	Carrier / Open	Current State:	BOOT 2			
Port B:	No Carrier / Closed	Requested State:	BOOT			
Port C:	No Carrier / Closed					
Port D:	No Carrier / Closed					
File Access	over EtherCAT					
Downlo	ad 3 Upload					
				<		>
				ader-1.3.5-cfa8b6a04.20200331.ffwu	4 All Files (*,*)	~
					6 Open Cancel	

#### 7 常见故障

● 为什么 AP 主站(CPX-AP-I-EC)和 AP 从站不同时上电时,会出现通讯故障?

答:AP 主站模块识别到的 AP 从站配置与之前在 PLC 里组态的不一致。

原因:当 AP 主站模块的 PS(逻辑)电源和其他 AP 从站模块的 PS(逻辑)电源不是同一个电源供电时,一定要注意上 电时的顺序,由于 AP 主站模块在上电的瞬间会对它下面连接的 AP 从站模块进行识别和地址分配,一旦识别分配完成 后,就不会再次识别(除非再次重启)。所以为了让所有 AP 从站模块能够被识别到,要么 AP 主站和 AP 从站使用同一 个电源同时供电,要么 AP 从站模块先于 AP 主站完成上电。

- 为什么 AP 从站模块无法通过自动扫描来识别? 答: AP 从站模块上的 AP 通讯口 X10 和 X20 不能混用,连线原则是: "X10 口入, X20 口出",连错后 AP 从站模 块会无法被扫描到和识别。
- 实际应用中切断 PL 后, AP 主站(CPX-AP-I-EC)模块的 PL 灯为什么一直是绿色闪烁,而不是红色? 答:负载电 PL 被切断后,CPX-AP-I-EC 模块的表现分成如下三种情况。

出厂默认设置下,所有 AP 模块(无论是主站模块和其他 AP 从站模块)都是默认不将 PL 的切断定义为故障,而是定义 为信息提示(info)级别,此时 PL 灯还会是绿灯,只不过会一直闪烁。如有需要,可以在 Startup 参数中做相应更改。

AP 模块中 PL 对应参数(见下图)	CPX-AP-I-EC 模块上故障灯显示	是否会被记入故障记录			
0	MD常绿,PL和SD灯为绿色闪烁(1HZ)	故障记录中不会有任何显示			
1(出厂默认值)	MD,PL 和 SD 都为绿色闪烁(1HZ)	故障记录会有显示,但故障等级是 info,不是 error			
2	MD和SD灯常红,PL灯红色闪烁(1HZ)	故障记录中会有显示,且故障等级是 error			

Genera	EtherCAT	DC Proc	ess Data	Slots	Startup	Diag H	listor	у				
Trar C <	nsiti Protoc PS> CoE	ol Index 0x1C12 C	Data 0x02 (2	2)		Comm downlo	ent oad p	do 0x1C1		每个AP模块都会很	与关于 (か)理(	负载
	PS> CoE	0x1C13 C	0x03 (3	5) 8)		downlo	ad p	do 0x1C1			XLIEF	17.25
	OF OUL	0,1 050 0	0 000 (5	"		downie	au s	lottig		数,默认值都是1	(即:	会被
E	dit CANope	n Startup En	try									
	Transition									记入议悼记求但由	议理专	规定
	I-> P			Inde	ex (hex):		200	10		info,不是error),	加有需	腰,
	✓P->S	S->F	>	Sub	)-Index (de	ec):	1	Set Value	Dialo	<sup>9</sup> 可以在startup中追	进行初	」 」始化 ×
	S->O	0->\$	S	`	√alidate			Dec:		1	C	OK
	Data (hexbin):	01						Hex		0x01		Cancel
	Validate Mask							Enum:		Load supply monitoring active,	diagnosis	3 E 🗸
	Comment:	Setu	o monitorin	g load s	supply (PL	)24∨⊏	C		1	Load supply monitoring inactive Load supply monitoring active,	e () diagnosis 2	supp
ame	Index	Namo				E	Val	Bool:		U I I I I I I I I I I I I I I I I I I I	-	Hex Edit
Ne	index ⊞-10F1:0	Error Setting	ıs			F	> 2	Binary:		01		1
Inp		Diagnosis H	listory			F	>5	Bit Size:			0.64	
Inp	⊞-1C32:0	SM output p	arameter			F	> 32	DROILO.			001	0.
Inp	€-1C33:0	C33:0 SM input parameter 000:0 CPX-AP-I-EC-M12 - Module Parameter				F	> 32	<				
Inp	Ė−2000:0						>1	<				
Wc	2000:01	Setup moni	oring load	supply	(PL) 24 ∨ I	DC F	Loa	d supply mo	nitorin	ng active, diagnosis suppressed.		
Inn	E-2001:0	CPX-AP-I-4	JI4DO-M8-	3P-Mo	dule Para		>3.	(				
mp	2001:01	input Deboi	ince l'ime			F	Jms	S (1)				