

文件资料 | ZH

EL3008-0003, EL3008-0005

8 通道模拟量输入，电压， $\pm 3\text{ V}/\pm 5\text{ V}$ ，16 位，级联



目录

1 前言	7
1.1 产品概述	7
1.2 文档说明	8
1.3 文档指南	9
1.4 安全说明	10
1.5 文档发行状态	11
1.6 EtherCAT 设备的版本标识	12
1.6.1 关于标识的一般说明	12
1.6.2 EL 端子模块的版本标识	13
1.6.3 倍福识别码 (BIC)	14
1.6.4 BIC 电子读取 (eBIC)	16
2 EL3008-0003、EL3008-0005 - 产品描述	18
2.1 简介	18
2.2 技术数据	19
2.3 安全说明	21
2.4 连接	23
2.4.1 级联连接的安装说明	24
2.5 显示和诊断	25
2.6 配件/备件	26
2.7 带有模拟量输入和输出的 I/O 组件的连续文档	26
2.8 初始工作	27
3 基本通讯	28
3.1 EtherCAT 基础知识	28
3.2 EtherCAT 布线 - 线缆连接	28
3.3 设置看门狗的一般注意事项	30
3.4 EtherCAT 状态机	31
3.5 CoE 接口	33
4 安装和布线	38
4.1 静电防护的说明	38
4.2 安装和拆卸 - 异物保护	39
4.3 安装和拆卸 - 正面带拆卸手柄的端子模块	39
4.4 安装和拆卸触点保护盖	41
4.5 连接技术说明	44
4.6 注意事项 - 电源	46
4.7 安装位置	47
4.8 无通讯模块的安装位置	49
4.9 处理	50
5 调试 TwinCAT/EtherCAT 从站	51
5.1 TwinCAT 快速入门	51
5.1.1 TwinCAT 2	54
5.1.2 TwinCAT 3	64

5.2	TwinCAT 开发环境	78
5.2.1	TwinCAT real-time 实时驱动程序的安装	78
5.2.2	关于 ESI 设备描述文件的说明.....	84
5.2.3	TwinCAT ESI Updater.....	87
5.2.4	Online 和 Offline 之间的区别	87
5.2.5	创建 OFFLINE 配置.....	88
5.2.6	创建ONLINE配置.....	93
5.2.7	EtherCAT 设备的配置.....	100
5.2.8	导入/导出 EtherCAT 设备为 SCI 和 XTI 文件.....	110
5.3	EtherCAT 从站的一般调试说明	117
6	调试 - EL3008-0003、EL3008-0005.....	124
6.1	调试 EL3008-0003、EL3008-0005 的一般信息	124
6.2	设备诊断功能.....	126
6.3	诊断消息	127
6.4	快速调试模拟量输入	128
6.5	数据流 AI（模拟量输入）	129
6.6	模拟量输入的过程数据格式（PDO）	131
6.6.1	AI 状态	131
6.6.2	AI 测量值传输	132
6.6.3	AI 控制器	134
6.6.4	过程数据配置.....	135
6.7	模拟量输入的功能单元	137
6.7.1	滤波器 1（低通）	137
6.7.2	接口	140
6.7.3	测量值处理	141
6.7.4	滤波器 2（高通）	144
6.7.5	峰值保持.....	145
6.7.6	量程错误.....	146
6.7.7	限值功能.....	148
6.7.8	去皮	150
6.7.9	整数缩放器（仅当使用 PDO SINT16 时）	153
6.7.10	表示（仅当使用 SINT16-PDO 时）	155
6.8	参数对象（CoE）概览	156
6.8.1	恢复对象.....	156
6.8.2	配置数据.....	157
6.8.3	输入数据.....	160
6.8.4	输出数据.....	161
6.8.5	信息和诊断数据.....	162
6.8.6	标准对象.....	164
7	附录.....	187
7.1	易失性.....	187
7.2	诊断 - 诊断消息的基本原则	188
7.3	EtherCAT AL 状态代码	197

7.4 固件兼容性 198

7.5 固件更新 EL/ES/EM/ELM/EPxxxx..... 199

7.5.1 设备描述 ESI 文件/XML 200

7.5.2 Firmware（固件）说明..... 203

7.5.3 更新从站处理器的固件 *.efw..... 203

7.5.4 FPGA 固件 *.rbf..... 205

7.5.5 同时更新多个 EtherCAT 设备 209

7.6 恢复出厂状态..... 210

7.7 技术支持和服务 212

1 前言

1.1 产品概述

EL3008-0003 [► 18]	8 通道模拟量输入，电压， $\pm 3\text{ V}$ ，16 位，级联
EL3008-0005 [► 18]	8 通道模拟量输入，电压， $\pm 5\text{ V}$ ，16 位，级联

1.2 文档说明

目标受众

本说明仅适用于熟悉国家标准且经过培训的控制和自动化工程专家。
在安装和调试组件时，必须遵循文档和以下说明及解释。
操作人员应具备相关资质，并始终使用最新的生效文档。

相关负责人员必须确保所述产品的应用或使用符合所有安全要求，包括所有相关法律、法规、准则和标准。

免责声明

本文档经过精心准备。然而，所述产品正在不断开发中。

我们保留随时修改和更改本文档的权利，恕不另行通知。

不得依据本文档中的数据、图表和说明对已供货产品的修改提出赔偿。

商标

Beckhoff®, ATRO®, EtherCAT®, EtherCAT G®, EtherCAT G10®, EtherCAT P®, MX-System®, Safety over EtherCAT®, TC/BSD®, TwinCAT®, TwinCAT/BSD®, TwinSAFE®, XFC®, XPlanar® 和 XTS® 是倍福自动化有限公司的注册商标并得到授权。

本出版物中使用的其他名称可能是商标，第三方出于自身目的使用它们可能侵犯商标所有者的权利。



EtherCAT® 是注册商标和专利技术，由德国倍福自动化有限公司授权使用。

版权所有

© 德国倍福自动化有限公司。

未经明确授权，禁止复制、分发和使用本文件以及将其内容传达给他人。

违者将被追究赔偿责任。在专利授权、工具型号或设计方面保留所有权利。

第三方品牌

本文档可能使用了第三方商标。有关商标信息，可以访问：<https://www.beckhoff.com/trademarks>

1.3 文档指南

注意



文件的其它组成部分

本文档介绍特定设备的内容。它是倍福 I/O 组件模块化文档体系的一部分。为了使用和安全操作本文档中描述的设备/装置，还需要阅读其它跨产品说明，请参见下表。

标题	描述
EtherCAT 系统文档 (PDF)	• 系统概览 • EtherCAT 基础知识 • 电缆冗余 • 热连接 • EtherCAT 设备配置
I/O 模拟量手册 (PDF)	关于模拟量输入和输出的 I/O 组件说明
EtherCAT/Ethernet 基础设施 (PDF)	关于设计、实施和测试的技术建议和注意事项
I/O 软件声明 (PDF)	倍福 I/O 组件的开源软件声明

可以在倍福公司网站 (www.beckhoff.com) 上通过以下版块查看或下载相关文档：

- 在相应产品页面的“文档和下载”区域，
- [下载中心](#)，
- [Beckhoff Information System](#)。

如果您对我们的文档有任何建议或意见，请发送电子邮件至documentation@beckhoff.com，并注明文档标题和版本号。

1.4 安全说明

安全规范

请注意以下安全说明和解释！

可在以下页面或安装、接线、调试等区域找到产品相关的安全说明。

责任免除

所有组件在供货时都配有适合应用的特定硬件和软件配置。禁止未按文档所述修改硬件或软件配置，德国倍福自动化有限公司不对此承担责任。

人员资格

本说明仅供熟悉适用国家标准的控制、自动化和驱动工程专家使用。

警示性词语

文档中使用的警示信号词分类如下。为避免人身伤害和财产损失，请阅读并遵守安全和警告注意事项。

人身伤害警告

⚠ 危险

存在死亡或重伤的高度风险。

⚠ 警告

存在死亡或重伤的中度风险。

⚠ 谨慎

存在可能导致中度或轻度伤害的低度风险。

财产或环境损害警告

注意

可能会损坏环境、设备或数据。

操作产品的信息



这些信息包括：
有关产品的操作、帮助或进一步信息的建议。

1.5 文档发行状态

版本	注释
1.3.0	- 更新“安全说明”章节 - 新增“易失性”章节
1.2.0	- 更新“技术数据”章节 - 更新安全说明 - 新增“安装和拆卸 - 异物保护”说明 - 更新“安装和拆卸触点保护盖”章节
1.1.0	- 更新“简介”章节 - 更新 EL3008-000x 的安全说明 - 更新“级联连接的安装说明”章节 - 更新“配件/备件”章节 - 更新“安装和拆卸触点保护盖”章节 - 更新修订状态
1.0.0	首次发布
0.1 - 0.6	EL3008-000x 的临时文档

1.6 EtherCAT 设备的版本标识

1.6.1 关于标识的一般说明

名称

一个倍福 EtherCAT 设备有一个 14 位字符编号，由以下部分组成

- 系列号
- 型号
- 版本号
- 修订版本号

示例	系列号	型号	版本	修订版本号
EL3314-0000-0016	EL 端子模块 (12 mm, 不可插拔式前连接件)	3314 (4 通道热电偶端子模块)	0000 (基本型号)	0016
ES3602-0010-0017	ES 端子模块 (12 mm, 可插拔式前连接件)	3602 (2 通道电压测量模块)	0010 (高精度版本)	0017
CU2008-0000-0000	CU 设备	2008 (8 端口高速以太网交换机)	0000 (基本型号)	0000

注意

- 上述要素构成了**技术编号**。下面使用 EL3314-0000-0016来举例说明。
- EL3314-0000 是订货号，在“-0000”的情况下，通常简写为 EL3314。“-0016”是 EtherCAT 版本号。
- **订货号**由
系列号 (EL、EP、CU、ES、KL、CX 等)
- 型号 (3314)
- 版本号 (-0000) 组成
- **修订版本号** -0016 显示技术改进的版本，例如 EtherCAT 通讯方面的功能扩展，并由倍福公司管理。
原则上除非文档中另有规定，较高修订版的设备可以替换装有较低修订版的设备。
每个版本通常都有一个XML文件形式的描述(ESI, EtherCAT Slave Information)，可从倍福公司网站下载。
从 2014 年 01 月起，修订版本号显示在 IP20 端子模块的外壳上，见图 “EL5021 EL 端子模块，标准 IP20 IO 设备，带有批号和修订版 ID (从 2014 年 01 月起) ”。
- 型号、版本号和修订版本号在读取时当作十进制数字，但它们在存储时按十六进制数字。

1.6.2 EL 端子模块的版本标识

倍福 IO 设备的序列号/数字代码通常是一个印在设备或标签上的 8 位数字。序列号表示交付状态下的配置，因此指的是整个生产批次，不区分批次中的各个模块。

序列号的结构：**KK YY FF HH**

KK - 生产周数 (CW, 日历周)

YY - 生产年份

FF - 固件版本号

HH - 硬件版本号

示例：序列号 12 06 3A 02：

12 - 生产周次为 12 周

06 - 生产年份为 2006 年

3A - 固件版本为 3A

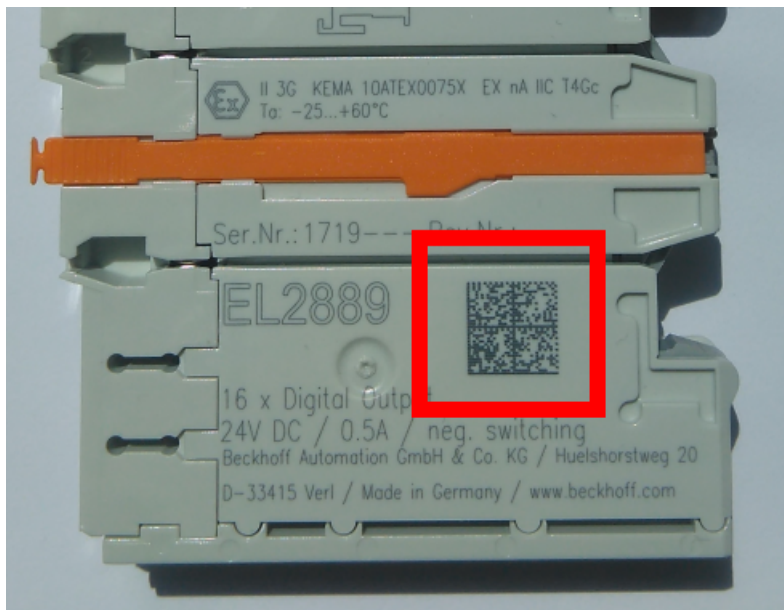
02 - 硬件版本为 02



附图 1: EL2872，修订版本号 0022 和序列号 01200815

1.6.3 倍福识别码（BIC）

倍福唯一识别码 Beckhoff Identification Code（BIC）越来越多地应用于识别倍福产品。BIC 表示为二维码（DMC，编码格式 ECC200），内容基于 ANSI 标准 MH10.8.2-2016。



附图 2: BIC 为二维码（DMC，编码格式 ECC200）

BIC 将在所有产品组中逐步引入。

根据不同的产品，可以在以下地方找到：

- 在包装单元上
- 直接在产品上（如果空间足够）
- 在包装单元和产品上

BIC 可供机器读取，其中包含的信息客户可以用于产品管理。

每条信息都可以使用数据唯一标识符（ANSI MH10.8.2-2016）进行识别。数据标识符后面紧接着是一个字符串。两者加起来的最大长度如下表所示。如果信息较短，则会以空格填充。

可能出现的信息如下，位置 1 到 4 总是存在，其他信息则根据生产的需要而定：

位置	信息类型	说明	数据标识符	包括数据标识符的数字位数	示例
1	倍福订单号	倍福订单号	1P	8	1P072222
2	倍福可追溯性编号 (BTN)	独特的序列号，见以下说明	SBTN	12	SBTNk4p562d7
3	产品型号	倍福产品型号，例如 EL1008	1K	32	1KEL1809
4	数量	包装单位的数量，例如 1、10 等	Q	6	Q1
5	批次号	可选：生产年份和第几周	2P	14	2P401503180016
6	ID/序列号	可选：当前的序列号系统，例如安全产品的序列号系统	51S	12	51S678294
7	型号扩展代码	可选：基于标准产品的型号扩展代码	30P	12	30PF971, 2*K183
...					

倍福还使用更多类型的信息和数据标识符，用于内部流程。

BIC 结构

下面是包含位置 1 - 4及6 的复合信息示例。数据标识符以黑体字突出显示：

1P072222**SBTN**k4p562d7**1**KEL1809 **Q1 51S**678294

对应的DMC如下：



附图 3: 示例 DMC **1**P072222**SBTN**k4p562d7**1**KEL1809 **Q1 51S**678294

BTN

BIC 的一个重要组成部分是倍福的可追溯性编号（BTN，位置 2）。BTN 是由八个字符组成的唯一序列号，从长远来看，它将取代倍福的所有其他序列号系统（例如，IO 组件上的批号、安全产品之前的系列序列号等）。BTN 也将被逐步引入，所以可能会出现 BTN 还没有在 BIC 中编码的情况。

注意
这些资料经过精心准备，但是所述流程还在不断优化，我们保留随时修改流程和文档的权利，恕不另行通知。不能依据本资料中的信息、插图和描述的修改提出任何要求。

1.6.4 BIC 电子读取 (eBIC)

电子 BIC (eBIC)

倍福识别码 (BIC) 贴在倍福产品外壳上明显可见的位置。如果可能，其应该也可以通过电子设备读出。

对产品进行电子化处理的接口对于电子读出至关重要。

K-bus 设备 (IP20、IP67)

目前，没有计划对这些设备的信息进行电子存储和读取。

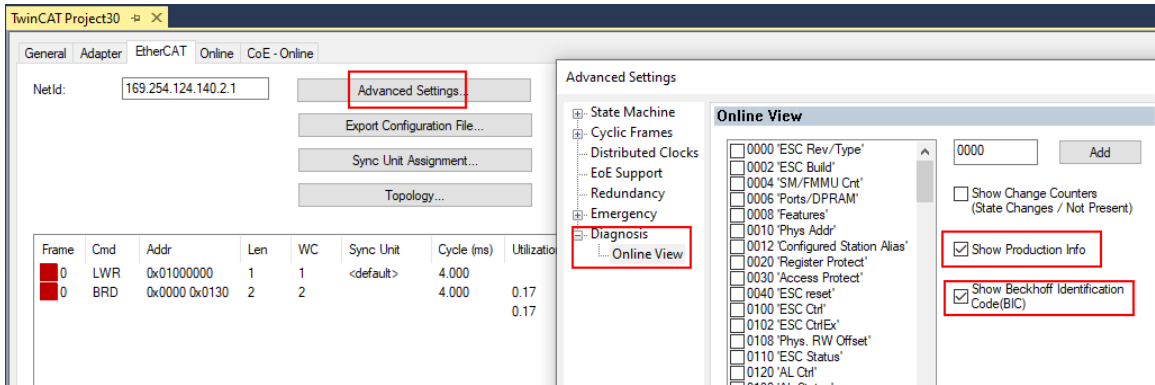
EtherCAT 设备 (IP20、IP67)

倍福的所有 EtherCAT 设备都有一个 ESI-EEPROM，其中包含 EtherCAT 标识和修订版本号。EtherCAT 从站信息，一般也被称为 EtherCAT 主站的 ESI/XML 配置文件，储存在其中。具体关系请参见 EtherCAT 系统手册中的相应章节（链接）。

倍福还将 eBIC 存储在 ESI-EEPROM 中。eBIC 于 2020 年引入倍福 IO 生产（端子模块、盒式模块）；截至 2023 年，实施工作已基本完成。

用户可以通过电子方式访问 eBIC（如果存在），具体如下：

- 对于所有 EtherCAT 设备，EtherCAT 主站 (TwinCAT) 可以从 ESI-EEPROM 读出 eBIC
 - TwinCAT 3.1 build 4024.11 及以上版本，在线视图中可以显示 eBIC。
 - 为此，在 EtherCAT → Advanced Settings → Diagnostics 中勾选 “Show Beckhoff Identification Code (BIC)” 复选框：



- 然后显示 BTN 及其内容：

No	Addr	Name	State	CRC	Fw	Hw	Production Data	ItemNo	BTN	Description	Quantity	BatchNo	SerialNo
1	1001	Term 1 (EK1100)	OP	0, 0	0	0	—	—	—	—	—	—	—
2	1002	Term 2 (EL1018)	OP	0, 0	0	0	2020 KW36 Fr	072222	k4p562d7	EL1809	1	—	678294
3	1003	Term 3 (EL3204)	OP	0, 0	7	6	2012 KW24 Sa	—	—	—	—	—	—
4	1004	Term 4 (EL2004)	OP	0, 0	0	0	—	072223	k4p562d7	EL2004	1	—	678295
5	1005	Term 5 (EL1008)	OP	0, 0	0	0	—	—	—	—	—	—	—
6	1006	Term 6 (EL2008)	OP	0, 0	0	12	2014 KW14 Mo	—	—	—	—	—	—
7	1007	Term 7 (EK1110)	OP	0	1	8	2012 KW25 Mo	—	—	—	—	—	—

- 注意：从图中可以看出，从 2012 年开始，生产数据包括软件版本、硬件版本和生产日期，也可以用 “Show Production Info” 来显示。
- 从 PLC 访问：TwinCAT 3.1. build 4024.24 及以上版本起，通过 Tc2_EtherCAT 库的 v3.3.19.0 及以上版本提供功能块 `FB_EcReadBIC` 和 `FB_EcReadBTN` 用于读取数据到 PLC。
- 带有 CoE 目录的 EtherCAT 设备还可以通过对象 0x10E2:01 显示自己的 eBIC，PLC 也可以轻松访问这些 eBIC：

- 设备必须处于 PREOP/SAFEOP/OP 状态下才能访问：

Index	Name	Flags	Value
1000	Device type	RO	0x015E1389 (22942601)
1008	Device name	RO	ELM3704-0000
1009	Hardware version	RO	00
100A	Software version	RO	01
100B	Bootloader version	RO	J0.1.27.0
1011:0	Restore default parameters	RO	> 1 <
1018:0	Identity	RO	> 4 <
10E2:0	Manufacturer-specific Identification C...	RO	> 1 <
10E2:01	Subindex 001	RO	1P158442SBTN0008jekp1KELM3704 Q1 2P482001000016
10F0:0	Backup parameter handling	RO	> 1 <
10F3:0	Diagnosis History	RO	> 21 <
10F8	Actual Time Stamp	RO	0x170fb277e

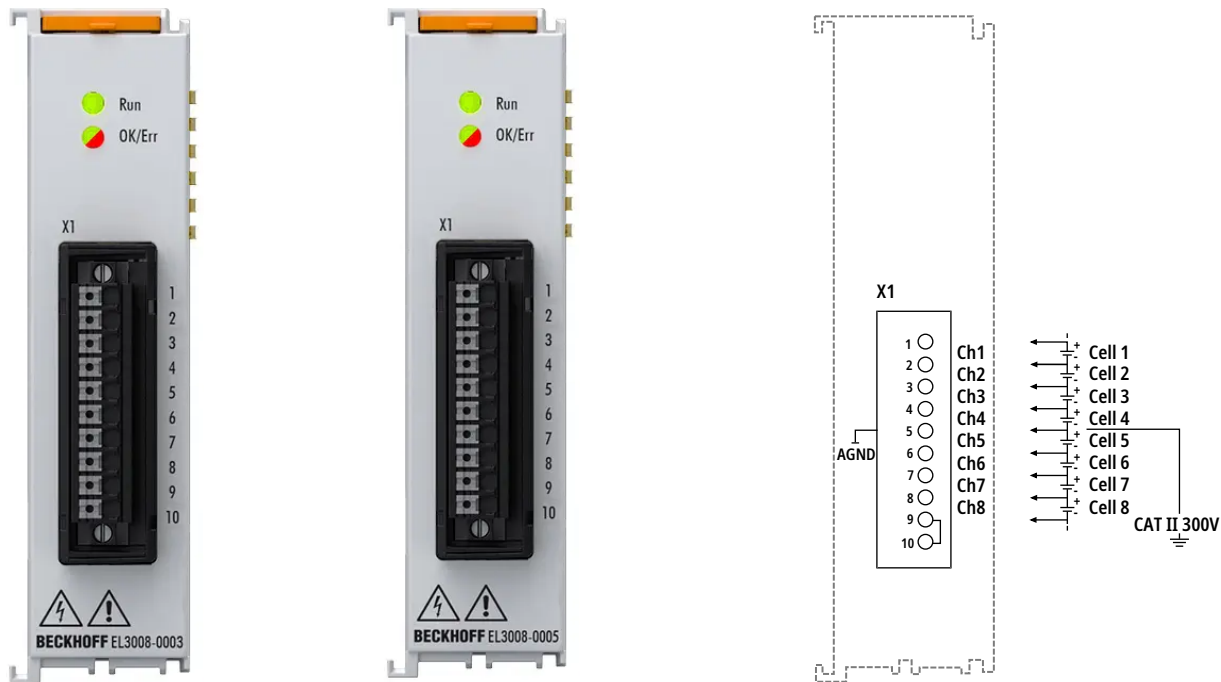
- 对象 0x10E2 将在批量产品的必要固件修订过程中优先引入。
- 此 TwinCAT 3.1. build 4024.24 及以上版本，通过 Tc2_EtherCAT 库的 v3.3.19.0 及以上版本提供功能块 *FB_EcCoEReadBIC* 和 *FB_EcCoEReadBTN* 用于读取数据到 PLC
- 为了在 PLC 中处理 BIC/BTN 数据，截至 TwinCAT 3.1 build 4024.24 版本，*Tc2_Uutilities* 中提供了以下辅助功能
 - *F_SplitBIC*：该函数使用已知的标识符将倍福识别代码 (BIC) *sBICValue* 分割成不同的部分，并将识别出的子字符串作为返回值存储在 *ST_SplitBIC* 结构中
 - *BIC_TO_BTN*：该函数从 BIC 中提取 BTN 并将其作为返回值返回
- 注意：如果进行进一步电子处理，BTN 应作为一个 string (8) 来处理；标识符“SBTN”不是 BTN 的一部分。
- 技术背景
在设备生产过程中，新的 BIC 信息被作为一个附加的类别写入 ESI-EEPROM 中。ESI 内容的结构主要由 ETG 规范决定，因此，供应商附加的特定内容是按照 ETG.2010 规定的类别存储的。ID 03 的信息表明，所有 EtherCAT 主站在 ESI 更新时，不得覆盖这些数据，也不得在 ESI 更新后恢复这些数据。该数据的结构依照 BIC 的内容，参见此处。因此，EEPROM 需要大约 50...200 字节的内存。
- 特殊情况
 - 如果一个设备中安装了多个分层排列的 ESC，则只有最上层的 ESC 携带 eBIC 信息。
 - 如果一个设备中安装了多个非分层排列的 ESC，所有 ESC 都携带 eBIC 信息。
 - 如果设备由几个具有自己身份的子设备组成，但只有最上层设备可以通过 EtherCAT 访问，则最上层设备的 eBIC 位于 CoE 对象目录 0x10E2:01，子设备的 eBIC 位于 0x10E2:nn。

PROFIBUS、PROFINET、和 DeviceNet 设备

目前，没有计划对这些设备的信息进行电子存储和读取。

2 EL3008-0003、EL3008-0005 - 产品描述

2.1 简介



附图 4: EL3008-0003, EL3008-0005

8 通道模拟量输入端子模块，±3 V（EL3008-0003）/±5 V（EL3008-0005），16 位，级联

EL3008-0003 和 EL3008-0005 端子模块设计用于测量最大 1500 V CAT II 的堆叠（级联）电压，例如在蓄电池和燃料电池中的电压。一节电池的负极同时是下一节电池的正极。因为与 E-bus 高度电气隔离，这些端子模块可以用来测量大型电池堆，所需的接线非常少。这允许在正常运行期间监测电池行为，并在发生故障时促进快速响应。端子模块中的每个通道都有大量的参数设置选项（滤波、限值监控、缩放……）可供选择。

供货范围包括 1 个 10 引脚插头和 1 个触点危险保护盖（参见“配件/备件 [▶ 26]”一章）。

⚠ 危险



连接危险电压的设备，请遵守说明！

- 遵守安全说明 [▶ 21]！
- 在安装和调试之前，请先熟悉“安装和接线 [▶ 38]”、“调试 TwinCAT/EtherCAT 从站 [▶ 51]”和“调试 EL3008-0003、EL3008-0005 [▶ 124]”等章节中的描述和说明！

快速链接

- [EtherCAT 基础知识](#)
 - [调试 TwinCAT/EtherCAT \[▶ 51\]](#)
- [连接 \[▶ 23\]](#)
 - [显示和诊断 \[▶ 25\]](#)
 - [调试 EL3008-0003、EL3008-0005 \[▶ 124\]](#)
 - [CoE 对象描述和参数化 \[▶ 156\]](#)

2.2 技术数据

模拟量输入		
技术数据	EL3008-0003	EL3008-0005
模拟量输入	8	
功能	电压测量	
接线	两线制	
参考地	级联通道	
最大采样率	最小每个通道 2 ms（最大 500 sps） ¹⁾	
采样类型	多路复用通道 1..8, 每个相邻通道 n/n+1 之间约有 125 μs 的延迟	
内部电阻	> 8 MΩ	
输入滤波的截止频率	1.5 kHz（-3 dB，一阶低通）	
稳定时间	滤波器 IIR8（默认）：1 秒典型值（0...90 %） 滤波器禁用时：2 ms 典型值（0...90 %）	
绝缘强度	每个通道相对 A _{GND} 最大 ±13 V（临时和永久）	每个通道相对 A _{GND} 最大 ±24 V（临时和永久）
标称量程（FSV _{nom} ）	-3 V ... +3 V	-5 V ... +5 V
技术量程（FSV _{techn} ）	-3.22 V ... +3.22 V	-5.35 V ... +5.35 V
分辨率	16 位（包括符号）	
转换方法	SAR	
测量误差/精度	< ±0.1 % _{FSV} 典型值（在 25°C ±5°C 时，否则 < ±0.2 %） ¹⁾	
温度系数 Tk _{Gain}	35 ppm _{FSV} /K 典型值 ¹⁾	
温度系数 Tk _{Offset}	待定。	
噪声带	±0.2 mV / 66 ppm _{FSV} （采用 IIR8 滤波） ¹⁾	
通道串扰	典型值 < -70 dB ¹⁾	
特定电气干扰测试期间的最大短期偏差	±1 % _{FSV} 典型值	
电气隔离，通道/通道	否	

¹⁾ 初步信息

一般信息	
技术数据	EL3008-0003, EL3008-0005
电源	通过 E-bus 供电
分布式时钟	-
电气隔离, 通道/E-bus	加强绝缘符合 EN 61010-2-030、EN 60664-1 标准 生产试验 6 kV DC 型式试验: 6.4 kV DC / 1 分钟; 7.4 kV DC / 5 秒
电气隔离, 通道/SGND	- (SGND 不可用)
测量类别/过电压类别	300 V CAT II; 带触点保护盖 1500 V CAT II; 符合 EN 61010-2-030 标准 注意: - 测量类别的定义是一种环境定义, 除其他内容外, 还包括对预期过电压特征的描述。 - 电压值适用于采用正弦信号的 DC 和 AC_{rms}。对于非正弦信号, 峰值不得高于指定的 DC 值。
E-bus 电流消耗	典型值 190 mA
电源触点的电流消耗	不存在
EtherCAT 最小周期	100 μs
特殊功能	级联通道, 扩展范围 107 %, 可启用 FIR/IIR 滤波
抗电磁干扰/抗电磁辐射性能	符合 EN 61000-6-2 / EN 61000-6-4 标准
配置	通过 TwinCAT 等 EtherCAT 主站
认证/标识 ^{*)}	CE、 UL (准备认证中)

*) 真正适用的认证/标志见侧面的型号牌 (产品标志)。

机械特性	
技术数据	EL3008-0003, EL3008-0005
连接类型	10 引脚按压式连接插头，维修插头（插拔次数 25 次） 实心线/绞线 0.14...1.5 mm ² ，剥线长度 8 mm 带线鼻 0.28...1.0 mm ² 不允许带电插拔
重量	约 90 g
安装 [► 39]	35 mm 安装轨道，符合 EN 60715 标准
工作温度	0 °C...+55 °C
储藏温度	-25 °C...+85 °C
相对湿度	95%，无冷凝
防护等级	IP20
安装位置	可变
抗振/抗冲击性能	符合 EN 60068-2-6 / EN 60068-2-27 标准
安装说明	10 引脚插头包括在供货范围内 触点保护盖 ZS9100-0005 包括在供货范围内
允许的工作高度范围	0 至 2000 m（根据 EN 61010-1）
污染程度	2 级或以上（根据 EN 61010-1）

2.3 安全说明

⚠ 警告



存在因触电/电弧/灼烧而导致受伤的风险

必须遵守以下说明（第 I 部分）：

- 操作人员必须确保本产品仅在工作状态完好的情况下由具备足够资质并获得授权的人员进行安装和操作。
- 预期用途：工业、固定式室内用途：
模拟量输入设备扩展了倍福总线端子模块系统的应用范围，具有通过电压、电流或电阻测量传感器信号的功能。预期的应用领域是工业自动化数据采集和控制任务。不允许将其用于预期用途以外的其他用途。
- 必须由电气技术专家根据适用的应用安全规则（职业健康和安全）来决定是否使用和投入运行。可能还需要遵守国家法规。
- 确保按照当地和国家的所有规定正确接线。
- 所使用的电缆和插头必须符合所要求的测量类别，或者必须经过批准，可用于所应用的电压。注意：在铺设此类电缆时，可能需要遵守安装规范，如 EN 60204 中规定的安装规范。
- 带电测量电缆必须在靠近电源处配备最大 1 A 的熔断器保护装置，以防止在发生故障时向电缆部分或测量设备输入高能量。
- 调试前必须彻底检查安装时是否存在接线错误；建议贴上适当的电缆标签/标记。
- 为防止直接接触，必须将接线端子安装在符合 EN 60529 规定的 IP54 或更高防护等级的控制柜中。控制柜必须与系统保护接地（PE）装置连接。
- 当控制柜打开时，所提供的电压不得超过 60 V DC / 48 V AC。只有在个别情况下，由具备相应资质的人员采取安全预防措施后，才能提供此类电压。
- 如果应用中存在未发现的电位差，且接地故障可能会造成危害，必须提供绝缘监测器并对其进行评估。
- 在安装前、安装中和安装后，以及在运行间歇期间定期检查接线端子是否有明显的损坏，如插座/电缆/插头损坏/破裂以及零件松动。如果存在损坏，禁止进行调试或继续运行。
- 在安装/装配/测试/拆卸过程中，确保现场和总线侧的设备和接线均已断电。必须遵守电气工程的 5 项安全规则：
 - 断电
 - 防止再次连接
 - 确保无电压
 - 接地和短路
 - 遮盖或隔离邻近的带电零件
- 避免异物进入外壳。
- 请勿改装或试图修理该设备。
- 请勿打开端子模块或干扰接线端子内部。

⚠ 警告**存在因触电/电弧/灼烧而导致受伤的风险**

必须遵守以下说明（第 II 部分）：

- 请勿在潮湿或易爆环境中使用接线端子。定期检查安装是否受到污染。
- 根据 IEC 60664-1 标准，接线端子只能在污染程度不超过 2 级（非导电污染）的区域内使用。
- 请勿在潮湿的地方或可能会有湿气或水汽凝结的地方使用该设备。
- 必须遵守技术数据下的操作说明中规定的有关温度、湿度、散热、EMC 和振动的环境条件。
- 在端子模块最终退役后或发生损坏时，必须对端子模块进行清晰标记，必要时，还应对其进行处置，以防止因使用不当而造成危害。
- 如果使用端子模块测量大于 300 V 的接地电压，则必须安装触点保护盖。触点保护盖无法在不使用工具的情况下打开或拆卸。馈入触点保护盖的电缆的绝缘层必须延伸至保护盖内部。必须对电缆进行有效的应力消除，以便电缆妥善固定。

⚠ 谨慎**存在因锐边和零件掉落而导致受伤的风险**

在搬运产品时必须小心

- 产品可能有锐边/尖角。
- 产品掉落可能会导致人员受伤或产品损坏，具体取决于产品的重量。

注意**一般操作注意事项**

必须遵守以下说明

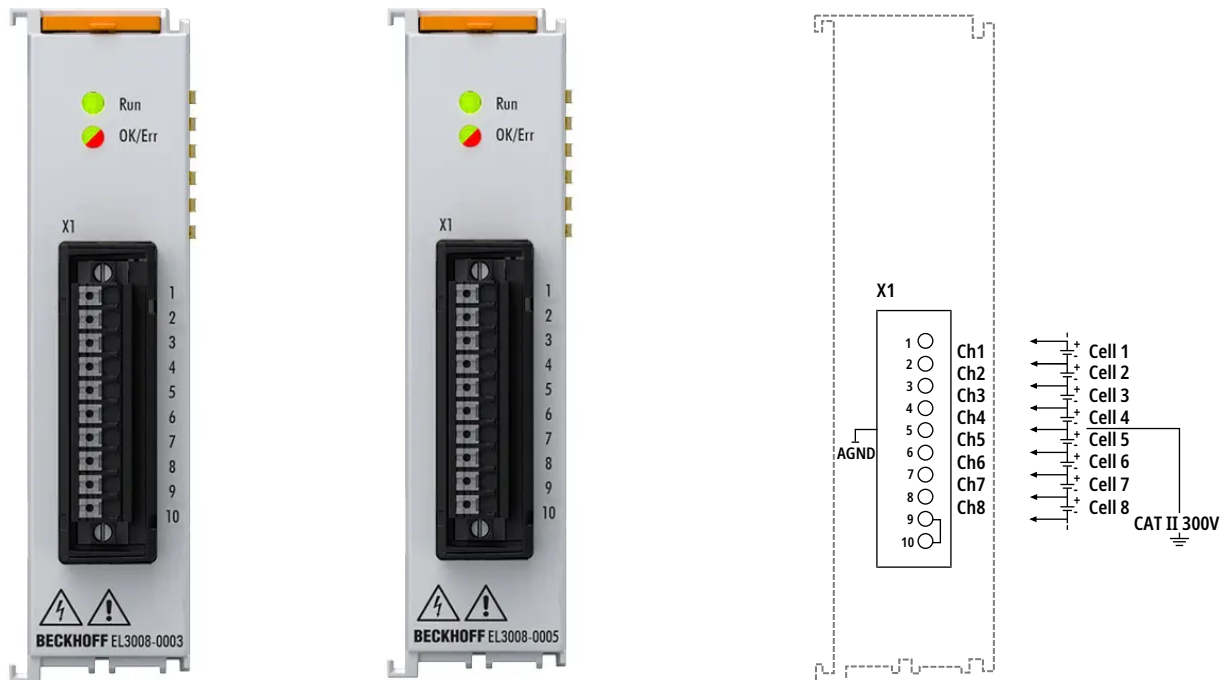
- 建议安装最大 6 kV 的外部瞬态保护装置，以防止测量仪器受到短时过电压的影响。必须对其功能进行监控。
- 安装在 DIN 导轨上的端子模块的右侧必须由下一个端子模块或 EL9011 总线终端盖板覆盖。
- 必须使用符合 IEC 61010-2-201 标准的 SELV/PELV 电路（安全超低电压）为本设备供电（参见“[电源说明 \[▶ 46\]](#)”）。

2.4 连接



⚠ 危险

触电危险
在开始安装、拆卸或连接端子模块之前，应将总线端子模块系统置于安全的断电状态！



附图 5: EL3008-0003/EL3008-0005 – LED 指示灯和连接

EL3008-0003、EL3008-0005 - 连接		
端子模块接点	电极编号	描述
Ch1	1	电压输入，通道 1 / 电池 1 电极 1/2 之间的电压
Ch2	2	电压输入，通道 2 / 电池 2 电极 2/3 之间的电压
Ch3	3	电压输入，通道 3 / 电池 3 电极 3/4 之间的电压
Ch4	4	电压输入，通道 4 / 电池 4 电极 4/5 之间的电压
AGND	5	端子模块的模拟参考接地；电气隔离/测量类别信息指的是此电位 电池连接 4/5 的连接点
Ch5	6	电压输入，通道 5 / 电池 5 电极 5/6 之间的电压
Ch6	7	电压输入，通道 6 / 电池 6 电极 6/7 之间的电压
Ch7	8	电压输入，通道 7 / 电池 7 电极 7/8 之间的电压
Ch8	9	电压输入，通道 8 / 电池 8 (内部与端子模块接点 10 连接) 电极 8/9 之间的电压
Ch8	10	内部与端子模块接点 9 连接，必要时可桥接至后续的端子模块通道 1

注意

电缆长度 > 30 m
对于长度超过 30 m 的长电缆，如果信号电缆可能会受到相应的干扰，则必须提供适当的过电压保护（如 EL9540-0010）。



⚠ 危险

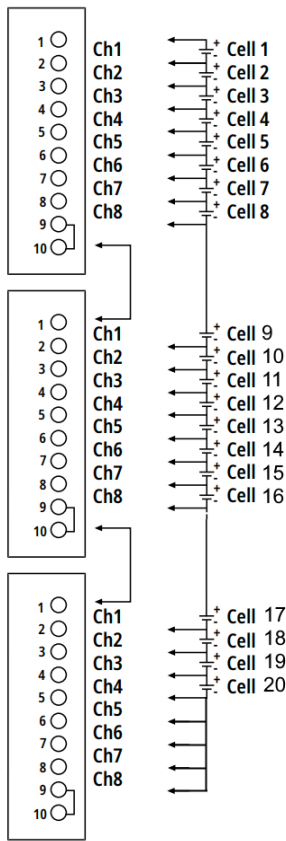
连接危险电压的设备，请遵守说明！

- 遵守安全说明 [▶ 21]！
- 在安装和调试之前，请先熟悉“安装和接线 [▶ 38]”、“调试 TwinCAT/EtherCAT 从站 [▶ 51]”和“调试 EL3008-0003、EL3008-0005 [▶ 124]”等章节中的描述和说明！

2.4.1 级联连接的安装说明

请遵守级联模拟量输入的以下使用说明！

- 1. 每个端子模块均从通道 1 开始接线。
- 2. 所有通道必须连续使用，不建议间断使用。
- 3. 必须将未使用的通道与最后使用的通道/电极进行电气连接！
⇒ 连接电极/通道开路或电线断裂会导致测量值不正确，甚至超出量程，邻近通道也可能会出现这种情况。
- 4. 该端子模块设计用于对大量通道进行测量。必须按下图所示进行超过端子模块极限的接线。



附图 6: 使用 EL3008-000x 对 20 个电池进行级联测量

2.5 显示和诊断

EL3008-0003、EL3008-0005 LED 指示灯



附图 7: EL3008-0003、EL3008-0005 – LED 指示灯

LED	颜色	含义
RUN	绿色	该LED 显示端子模块正处于的工作状态：
		熄灭 EtherCAT 状态机 [▶ 100] 的状态： INIT = 端子模块的初始化
		闪烁 EtherCAT 状态机的状态： PREOP = 邮箱通信的功能和不同的默认设置
		单次闪烁 EtherCAT 状态机的状态： SAFEOP = 验证 Sync Manager [▶ 100] 通道和分布时钟。 输出保持安全状态
		常亮 EtherCAT 状态机的状态： OP = 正常工作状态；可以进行邮箱和过程数据通信
		时隐时现 EtherCAT 状态机的状态： BOOTSTRAP = 用于端子模块固件更新 [▶ 199] 的功能
OK	绿色	无错误
Err	红色	表示 PDO 状态。Error： 过量程/欠量程等。

通过 CoE 目录和诊断消息进行诊断

可通过 CoE 目录读取 LED 指示灯状态 (0xF915) 和设备信息 (0xF900) （参见“[设备诊断功能 \[▶ 126\]](#)”一章）

诊断消息显示在“诊断历史记录”中（参见“[诊断消息 \[▶ 127\]](#)”一章）

2.6 配件/备件

有以下配件可供本端子模块使用：

配件/备件	描述	包装单位 (PU)
ZS2001-0014	10 引脚插头，网格尺寸 3.5 mm (标配为接线端子附带 1 个此配件)	10 个
ZS9100-0005	触点危险保护盖 (标配为接线端子附带 1 个此配件)  ↑ 高度：69.3 mm 深度：36.5 mm	1 个

2.7 带有模拟量输入和输出的 I/O 组件的连续文档

注意	
	带有模拟量输入和输出的 I/O 组件的连续文档 另请注意连续文件 I/O 模拟量手册 关于带模拟量输入和输出的 I/O 组件的说明， 可查看 Beckhoff 信息系统，也可以在 Beckhoff 主页 www.beckhoff.com 上的相应产品页面 下载！ 它解释了传感器技术的基础知识，并包含了关于模拟量测量值的说明。

2.8 初始工作

如需调试

- 按照“[安装和接线 \[► 38\]](#)”一章所述，安装 EL3008-0003/EL3008-0005。
- 按照“[调试 TwinCAT/EtherCAT 从站 \[► 51\]](#)”和“[调试 EL3008-0003、EL3008-0005 \[► 124\]](#)”等章节的说明在 TwinCAT 中配置 EL3008-0003/EL3008-0005。

3 基本通讯

3.1 EtherCAT 基础知识

关于 EtherCAT 现场总线的基础知识，请参考 [EtherCAT 系统文档](#)。

3.2 EtherCAT 布线 - 线缆连接

两个 EtherCAT 设备之间的电缆长度不得超过 100 米。这源于快速以太网（FastEthernet）技术，首要的原因是电缆长度增加导致信号衰减。如果使用规范的电缆，则允许的最大连接长度为 5 + 90 + 5 米。另请参见[关于 EtherCAT/Ethernet 基础设施的设计建议](#)。

电缆和连接器

在连接 EtherCAT 设备时，只能使用符合 EN50173 或 ISO/IEC11801 标准的 5 类（CAT5）及以上以太网连接件（电缆 + 接头）。EtherCAT 使用 4 条线路进行信号传输。

例如，EtherCAT 使用 RJ45 插拔连接器。引脚分配与以太网标准（ISO/IEC 8802-3）兼容。

引脚	导线颜色	信号	描述
1	黄色	TD +	发送数据 +
2	橙色	TD -	发送数据 -
3	白色	RD +	接收数据 +
6	蓝色	RD -	接收数据 -

由于采用了自动电缆检测（交叉直连自适应）技术，在倍福的 EtherCAT 设备之间可以使用直连（1:1）或交叉的电缆。



推荐的电缆

建议使用适当的倍福组件，例如

- 电缆组件 ZK1090-9191-xxxx

相应的 RJ45 连接器、现场组件 ZS1090-0005

- EtherCAT 电缆、现场组件 ZB9010、ZB9020

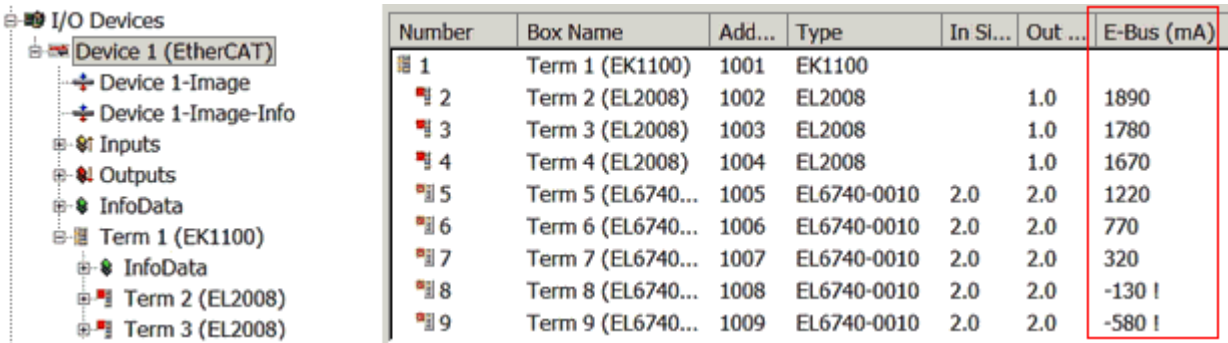
用于连接 EtherCAT 设备的合适电缆可参见[倍福公司网站](#)！

E-bus 供电

总线耦合器可以用 5 V 的 E-bus 系统电压为添加在它上面的 EL 端子模块供电；一个耦合器通常可以提供达到 2 A 的 E-Bus 电流（详见各自的设备文件）。

关于每个 EL 端子模块需要消耗多少 E-bus 电流的信息，可参见倍福公司网站和产品目录。如果连接的端子模块需要的电流超过了耦合器可以提供的电流，则必须在整组端子模块的适当位置插入 E-Bus 电源模块（例如 EL9410）。

在 TwinCAT System Manager 中可以显示预计的理论上最大的 E-Bus 消耗电流。如果预计 E-Bus 供电不足，剩余电流总额就会是负数，并以感叹号 (!) 标记；在这种位置前面需要插入一个 E-Bus 电源模块。



附图 8: System Manager中的电流计算

注意

可能发生故障!
一个 I/O 站里面所有 EtherCAT 端子模块的 E-Bus 电源必须使用相同的接地电位!

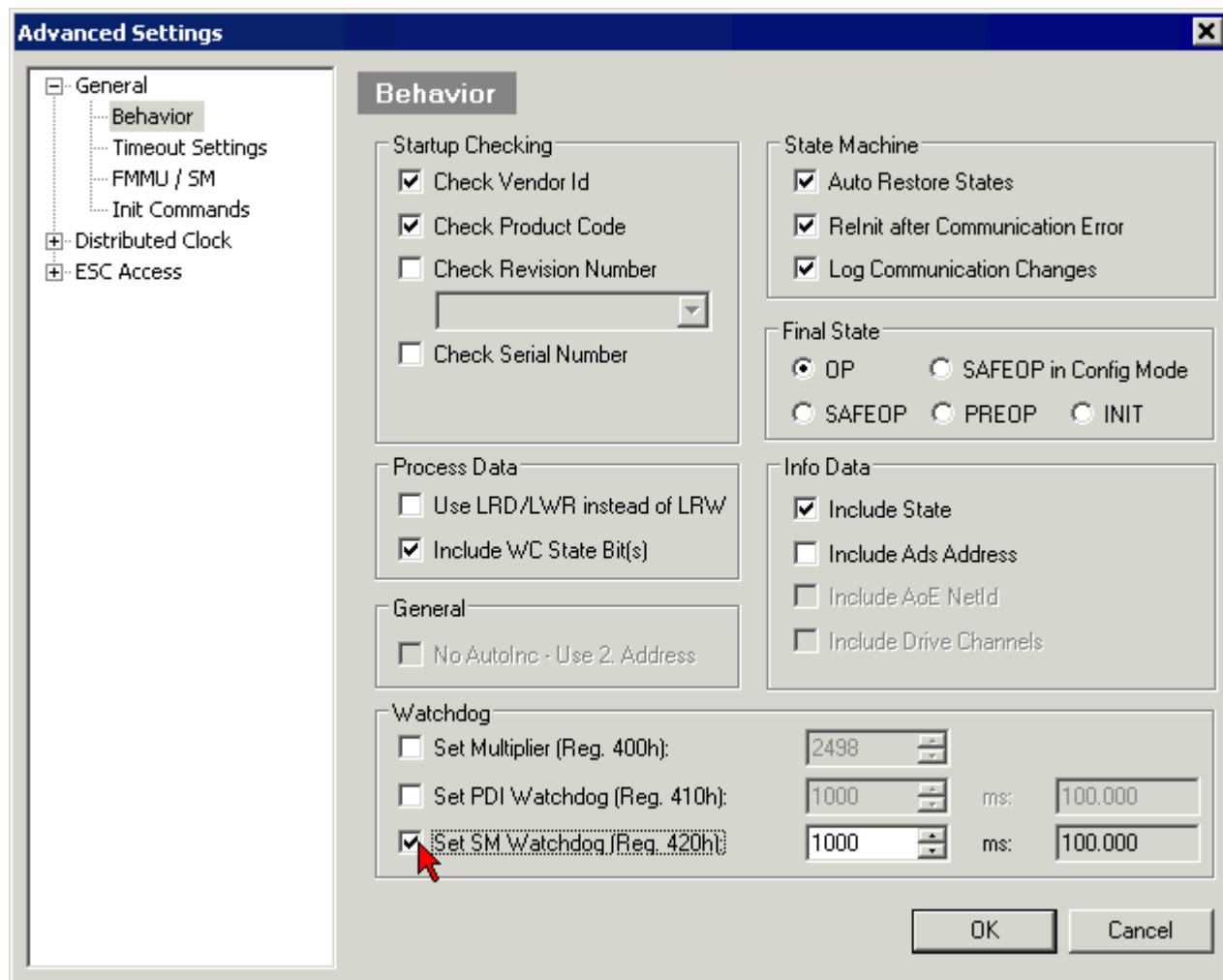
3.3 设置看门狗的一般注意事项

EtherCAT 端子模块配备了一个安全装置（看门狗），如果发生过程数据通讯中断的情况，就会根据设置在预定时间后将输出（如果存在）切换到预设状态，例如切换到 FALSE（关闭）或某个输出值。

EtherCAT 从站控制器（ESC）有两个看门狗：

- SM 看门狗（默认：100 ms）
- PDI 看门狗（默认：100 ms）

在 TwinCAT 中可以分别设置这两个看门狗的时间，如下所示：



附图 9: EtherCAT 选项卡 -> Advanced Settings -> Behavior-> Watchdog

注意：

- Multiplier Register (乘数寄存器) 400h（十六进制，即 x0400）可用于两个看门狗。
- 每个看门狗都有自己的计时设置 410h 或 420h，与 Multiplier 相乘得到一个时间。
- 重要的是：只有勾选了前面的复选框，在 EtherCAT 启动时，乘数/计时设置才会加载到从站。
- 如果没有勾选，则不会下载任何信息，ESC 中的设置保持不变。
- 下载的数值可以在 ESC 寄存器 x0400/0410/0420 中看到：ESC Access -> Memory

SM 看门狗（SyncManager 看门狗）

SyncManager 看门狗在每次与端子模块成功进行 EtherCAT 过程数据通信时被重置。例如，如果由于线路中断，与端子模块的 EtherCAT 过程数据通信时间超过设定并激活的 SM 看门狗时间，则看门狗被触发。端子模块的状态（通常是 OP）不受影响。看门狗只有在 EtherCAT 过程数据访问成功后才会再次重置。

因此，从 EtherCAT 方面来看，SyncManager 看门狗可以用来监测是否与 ESC 进行正确和及时的过程数据通信。

看门狗允许的最长时间取决于设备。例如，对于“简单的”EtherCAT 从站（无固件），在 ESC 中执行看门狗通常长达 170 秒。对于“复杂的”EtherCAT 从站（带固件），SM 看门狗功能通常通过寄存器 400/420 进行参数设置。因为是通过 μ C 执行，时间可以大大缩短。此外，看门狗的执行时间可能会有一定程度的波动。由于 TwinCAT 对话框允许的最大输入值为 65535，建议对所需的看门狗时间进行测试。

PDI 看门狗（过程数据看门狗）

如果与 EtherCAT 从站控制器（ESC）的 PDI 通讯丢失的时间超过了设定和激活的 PDI 看门狗时间，则该看门狗被触发。

PDI（过程数据接口）是 ESC 的内部接口，例如与 EtherCAT 从站中本地处理器的接口。通过 PDI 看门狗，可以监测这种通信是否有故障。

因此，从应用方面来看，PDI 看门狗可以用来监测是否与 ESC 进行正确和及时的过程数据通信。

计算方式

Watchdog time = $[1/25 \text{ MHz} * (\text{Watchdog multiplier} + 2)] * \text{PDI (或 SM) watchdog}$

例如：默认 Multiplier = 2498，SM watchdog = 1000 -> 100 ms

看门狗乘数 Multiplier + 2 的值对应于一个基数为 40ns 的看门狗刻度。

⚠ 谨慎

可能出现未定义的状态！

通过 SM 看门狗 = 0 来关闭 SM 看门狗的功能只在 -0016 及以上版本的端子模块中实现。在以前的版本中，不能使用这种操作方式。

⚠ 谨慎

可能出现设备损坏和未定义的状态！

如果 SM 看门狗被激活，并且输入了 0 值，看门狗就完全关闭。这样就会停用看门狗！如果通信中断，就不会将模块的输出设定在安全状态。

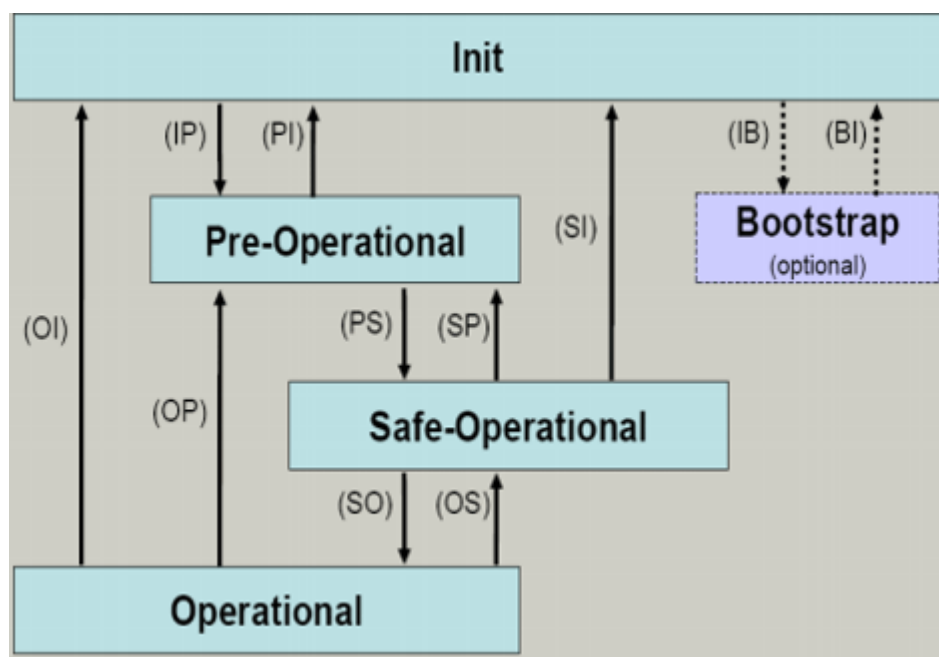
3.4 EtherCAT 状态机

EtherCAT 从站的状态是通过 EtherCAT 状态机（ESM）控制的。根据具体的状态，EtherCAT 从站可以访问或执行不同的功能。EtherCAT 主站必须在从站的不同状态下向其发送特定的命令，特别是在从站的启动期间。

以下状态之间有所区别：

- Init（初始化）
- Pre-Operational（预备运行）
- Safe-Operational（安全运行）
- Operational（运行）
- Boot（引导）

每个 EtherCAT 从站启动后的正常状态是 Operational（运行）状态。



附图 10: EtherCAT 状态机的状态

Init

开机后，EtherCAT 从站处于 *Init* 状态。邮箱或过程数据通信无法进行。EtherCAT 主站初始化同步管理器（Sync Manager）通道 0 和 1，用于邮箱通信。

预备运行（Pre-Op）

从 *Init* 切换到 *Pre-Op* 的过程中，EtherCAT 从站检查邮箱是否已正确初始化。

在 *Pre-Op* 状态下，可以进行邮箱通信，但不能进行过程数据通信。EtherCAT 主站对过程数据的同步管理器（Sync Manager）通道（来自 Sync Manager 通道 2）以及 FMMU 通道进行初始化。如果从站支持可配置的映射，主站也会对 PDO 映射或同步管理器 PDO 分配进行初始化。在这个状态下，还会传输过程数据的传输设置以及不同于默认值的模块特定参数。

安全运行（Safe-Op）

从 *Pre-Op* 切换到 *Safe-Op* 的过程中，EtherCAT 从站检查用于过程数据通信的同步管理器（Sync Manager）是否正确，必要时还会检查分布时钟（Distributed Clock）的设置是否正确。在确认状态变化之前，EtherCAT 从站将当前的输入数据复制到 EtherCAT 从站控制器（ECSC）的相关 DP-RAM 区域。

在 *Safe-Op* 状态下，可以进行邮箱和过程数据通信，但从站输出保持在安全状态，而输入数据被周期性刷新。



SAFEOP 状态下的输出

默认的看门狗（Watchdog）监视装置，将模块的输出设置为 SAFEOP 和 OP 中指定的安全状态（例如关闭状态）。如果通过停用模块中的看门狗监测来防止这种情况的发生，那么输出也可以在 SAFEOP 状态下被切换或设置。

运行（Op）

在 EtherCAT 主站将 EtherCAT 从站从 *Safe-Op* 切换到 *Op* 之前，必须传输有效的输出数据。

在 *Op* 状态下，从站将主站的输出数据复制到它的输出，过程数据和邮箱通信都可以进行。

引导（Boot）

在 *Boot* 状态下，可以更新从站固件。*Boot* 状态只能通过 *Init* 状态达到。

在 *Boot* 状态下，可以通过 *file access over EtherCAT* (FoE) 协议进行邮箱通信，但不能进行其他邮箱通信或者过程数据通信。

3.5 CoE 接口

一般说明

CoE 接口 (CAN application protocol over EtherCAT) 用于 EtherCAT 设备的参数管理。EtherCAT 从站或 EtherCAT 主站管理固定 (只读) 或可变 (读写) 参数，这些参数用于运行、诊断或调试。

CoE 参数的组织形式为分层表格式。原则上用户可以通过现场总线进行读取访问。EtherCAT 主站 (TwinCAT System Manager) 可以通过 EtherCAT 以 Read 或 Write 模式访问从站本地的 CoE 列表，具体取决于 CoE 参数的属性。

CoE 参数类型可能各不相同，包括字符串 (文本)、整数、布尔值或较长字节的字段。它们可以用来描述模块的各种特性。这些参数包括制造商 ID、序列号、过程数据设置、设备名称、模拟量测量的校准值或密码。

可以通过两层十六进制的索引号来指定参数的序号：(主) 索引 Index，及随后的子索引 SubIndex。其数值范围是

- 索引 Index: 0x0000 ... 0xFFFF (0...65535_{dec})
- 子索引 SubIndex: 0x00...0xFF (0...255_{dec})

以这种方式定位的参数通常写成 0x8010:07，前面的 “0x” 用于标识十六进制数字范围，在 Index 和 SubIndex 之间用冒号分隔。

对于 EtherCAT 现场总线用户来说，相关的索引范围是：

- 0x1000: 这是存储设备固定身份信息的地方，包括名称、制造商、序列号等，还有关于当前的和可用的过程数据配置的信息。
- 0x8000: 这是储存所有通道的运行和功能参数的地方，例如滤波设置或输出频率。

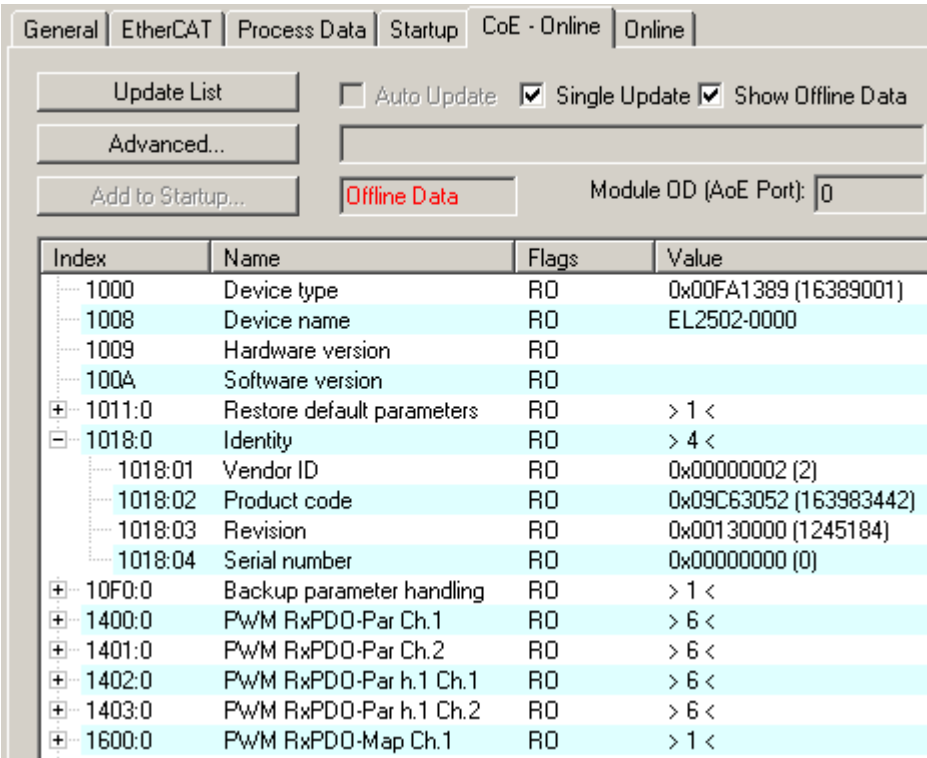
其他重要的范围是：

- 0x4000: 有些 EtherCAT 设备在此存储通道参数。过去，这是在引入 0x8000 区域之前的第一个参数区。以前用 0x4000 配置参数的 EtherCAT 设备改用 0x8000 后，出于兼容性的考虑，这两个 CoE 索引范围都支持，并在内部进行映射。
- 0x6000: input PDO (“input”，是指从 EtherCAT 主站的角度看是输入)
- 0x7000: output PDO (“output”，是指从 EtherCAT 主站的角度看是输出)

● 适用性

不是每个 EtherCAT 设备都有 CoE 列表。没有专用处理器的简单 I/O 模块通常没有可变参数，因此没有 CoE 列表。

如果一个设备有 CoE 列表，它就会在 TwinCAT System Manager 中显示为一个单独的选项卡，并列各参数：



附图 11: “CoE Online” 选项卡

上图显示了设备“EL2502”中可用的 CoE 对象，范围从 0x1000 到 0x1600。0x1018 的子索引进行了展开显示。

注意

CoE 对象字典（CAN over EtherCAT）的修改，通过程序访问。

当使用/操作 CoE 参数时，请注意 EtherCAT 系统文档中“[CoE 接口](#)”章节中的一般 CoE 注意事项：

- 如果需要更换组件，请保留Startup List。
- 在线字典和离线字典之间的区别
- 当前最新的 XML 描述文件（从[倍福公司网站](#)下载），
- “CoE-Reload” 用于重置所做的更改。
- 系统运行期间通过 PLC 程序访问（参见 [TwinCAT 3 | PLC Library: "Tc2_EtherCAT"](#) 和 [Example program R/W CoE](#)）

数据管理和 “NoCoeStorage” 功能

有的参数，特别是从站的设置参数，是可配置的和可写入的。这可以在 Write 或 Read 模式下进行

- 通过System Manager 直接修改（图“CoE Online”选项卡）
这个方法在系统/从站调试时非常有用。点击修改参数的索引（Index）行，在“SetValue”对话框中输入一个值。
- 通过控制系统（PLC）的ADS通讯，例如通过 TcEtherCAT.lib 库中的功能块进行修改。
这个方法推荐用于系统运行时修改 CoE，或者暂时无法打开 System Manager 亦或是没有操作人员的情况下使用。

i 数据管理

如果从站的 CoE 参数被在线修改，倍福设备会将任何修改以掉电保持的方式存储在 EEPROM 中，也就是说，重新启动后，修改后的 CoE 参数仍然可用。但其它制造商的设备则可能情况有所不同。

EEPROM 在写入操作方面的使用寿命是有限的。通常写入 100,000 次以后，就不能保证新的（修改的）数据能被可靠地保存或仍然可读。这不会影响正常调试。然而，如果在机器运行时 CoE 参数通过 ADS 不断被修改，就很有可能达到极限使用寿命限。通过 NoCoeStorage 功能可以禁止保存修改后 CoE 值，但是否支持该功能取决于固件版本。
关于这个功能是否适用于相应的设备，请参考本文件中的技术数据。

- 如果支持该功能：通过在 CoE 0xF008 中一次性输入代码 0x12345678 来激活该功能，只要代码不被改变，该功能就一直有效。开启设备后，保存 CoE 值的功能就处于非活动状态。改变后的 CoE 值不会保存到 EEPROM 中，因此修改次数不受限制。
- 不支持该功能：考虑到使用寿命限值，不允许连续改变 CoE 值。

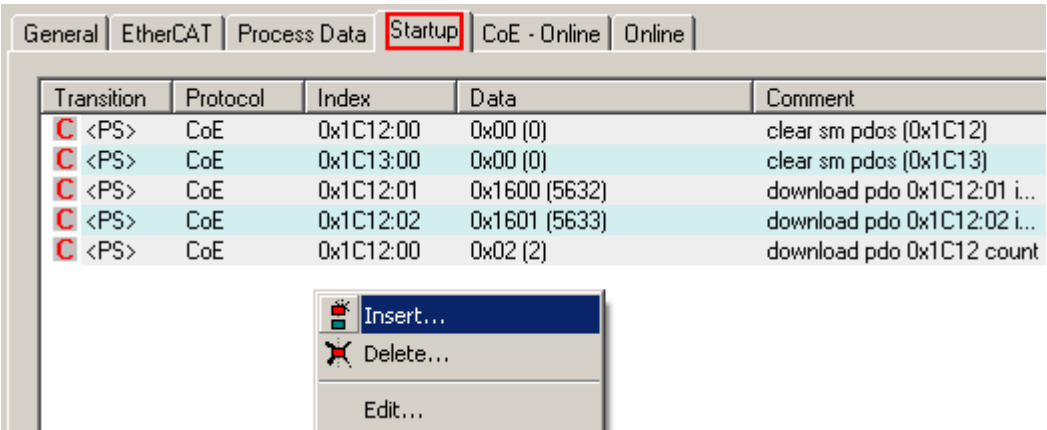
i Startup List

如果更换了端子模块，端子模块的本地 CoE 列表中的修改会丢失。如果一个端子模块被更换成新的倍福端子模块，新模块具有默认设置。因此，建议将 EtherCAT 从站所有的 CoE 修改项放到它的 Startup List，因为 EtherCAT 总线启动时会自动处理这个列表中的各项。通过这种方式，一个 EtherCAT 从站更换后可以自动按照用户的定义进行参数设置。

如果使用的 EtherCAT 从站不能在本地永久存储 CoE 值，则必须使用 Startup List。

手动修改 CoE 参数的推荐方法

- 在 System Manager 中进行必要的更改
数据存储在 EtherCAT 从站本地，
- 如果要永久保存该值，请在 Startup List 中输入。
Startup 中的条目顺序通常无关紧要。



附图 12: TwinCAT System Manager 中的 Startup List

Startup List 会事先包含那些 System Manager 基于 ESI 的定义配置的 CoE 参数值。也可以另外创建应用特定的条目。

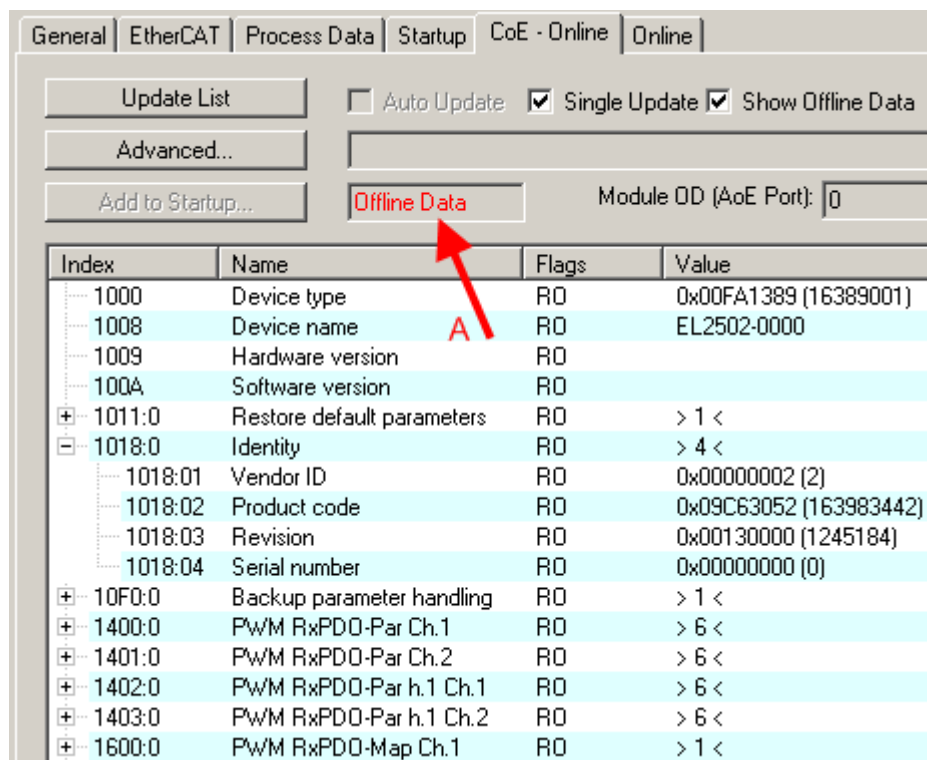
online/offline列表

在使用 TwinCAT System Manager 时，必须区分 EtherCAT 设备是否“可用”，即已经上电并连接到 EtherCAT 从而处于**在线 (Online)** 状态，或者是在从站未连接的情况下创建了一个**离线 (Offline)** 配置。

在这两种情况下，都会显示一个 CoE 列表，如图“CoE Online 选项卡”所示。连接状态显示为 offline/online。

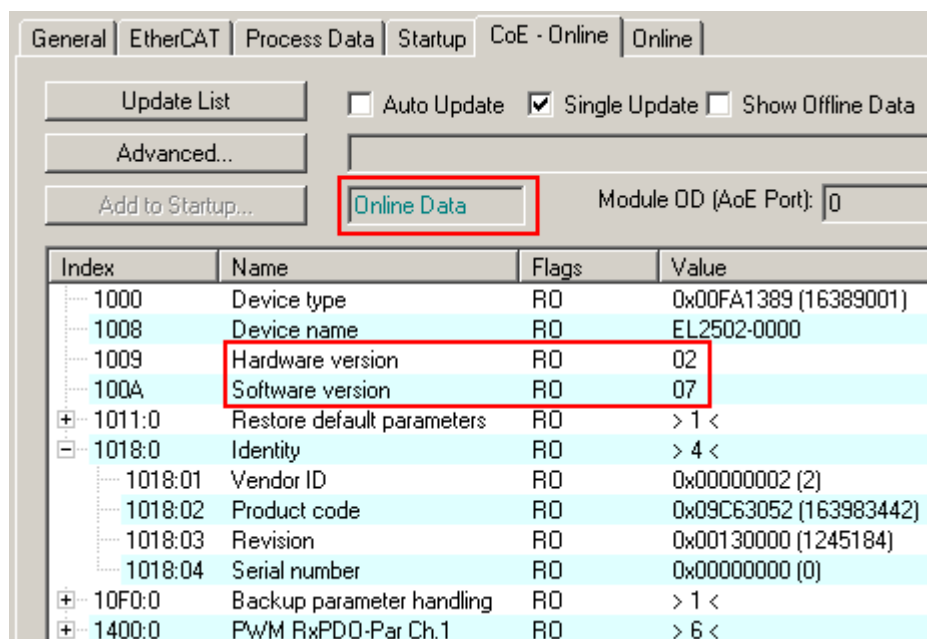
- 如果从站处于离线状态
 - 显示 ESI 文件中的离线列表。此时修改 CoE 参数是没有意义的，也无法进行。

- 配置的状态显示在“Identity”下。
- 不显示固件或硬件版本，因为只有实际在线的设备才有这些特征参数。
- Offline Data**显示为红色。



附图 13: 离线列表

- 如果从站是在线状态
 - 读取实际的当前从站列表。这可能需要几秒钟，具体取决于数据大小和周期时间。
 - 显示的是实际身份信息
 - 根据电子信息显示设备的固件和硬件版本
 - Online Data**显示为绿色。



附图 14: 在线列表

基于通道的顺序

通常包含几个相同功能通道的EtherCAT 设备都具有CoE 列表。例如，一个 4 通道模拟量 0...10 V 输入端子模块也有4条逻辑通道，因此有4套相同的通道参数。为了避免在文件中列出每个通道，往往用占位符“n”来表示各个通道的编号。

在 CoE 系统中，16 个 Index（每个 Index 有 255 个 SubIndex）通常足以表示所有通道参数。因此，基于通道的顺序是以 $16_{\text{dec}}/10_{\text{hex}}$ 的间隔排列的。以参数范围 0x8000 为例：

- 通道 0：参数范围 0x8000:00 ... 0x800F:255
- 通道 1：参数范围 0x8010:00 ... 0x801F:255
- 通道 2：参数范围 0x8020:00 ... 0x802F:255
- ...

这种情况一般写成 0x80n0。

关于 CoE 接口的详细信息，可参见倍福公司网站 [EtherCAT 系统文档](#)。

4 安装和布线

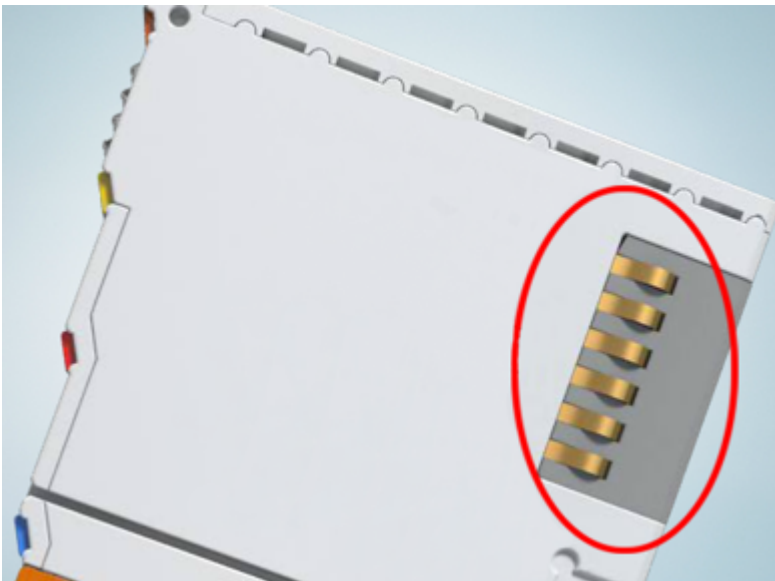
4.1 静电防护的说明

注意

静电放电可能会破坏设备！

这些设备含有因处理不当而导致静电放电风险的部件。

- 请确保已进行静电放电，避免直接接触设备的触点。
- 避免与高度绝缘的材料（合成纤维、塑料薄膜等）接触。
- 在处理该设备时，周围环境（工作场所、包装和人员）应恰当接地。
- 每个 I/O 站必须在最末端使用 EL9011 或 EL9012 端子盖板，以确保达到保护等级和 ESD 静电保护。



附图 15: 倍福 I/O 组件的弹簧触点

4.2 安装和拆卸 - 异物保护

⚠ 警告

存在因触电/电弧/灼烧而导致受伤的风险

该设备专为 IP20 工作环境设计。可防止手指以及大小为 12.5 mm 或以上的固体异物进入其中。

- 在设备上或设备附近工作之前，请采取必要的预防措施（如遮盖通风槽）防止小型异物通过通风口落入该设备。它们会导致设备发生故障，还可能会导致人员受伤。
- 在进行调试之前，请解除对设备采取的预防措施（如遮盖物），以防止因空气流通不畅而导致过热。

4.3 安装和拆卸 - 正面带拆卸手柄的端子模块

端子模块借助 35 mm 安装导轨（如安装导轨 TH 35-15）固定在装配面上。



安装导轨的固定

端子模块和耦合器的锁紧部件延伸至安装导轨。在安装时，模块的锁紧部件不能顶住安装导轨的固定螺栓。如果导轨的安装孔位刚好在端子模块和耦合器的正下方，应该使用安装面平齐的方式（如沉头螺钉或盲孔铆钉）。

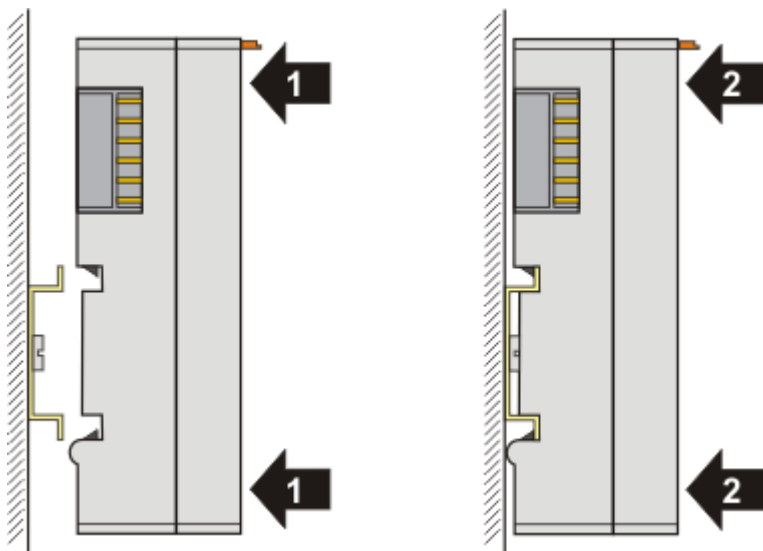
⚠ 警告

有触电和损坏设备的危险！

在开始安装、拆卸或给总线端子模块接线之前，总线端子模块系统应当处于安全、断电的状态！

安装

- 将安装导轨安装到预定的装配位置。

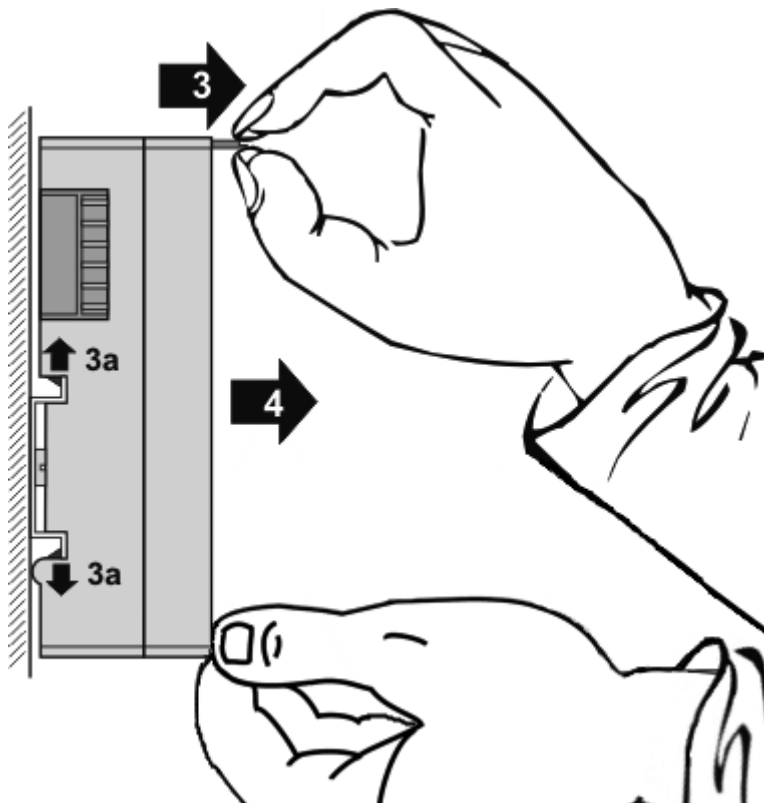


然后将接线端子模块向安装导轨上按压（1），直至模块在安装导轨上锁紧（2）。

- 连接电缆。

拆卸

- 拆除所有电缆。
- 用拇指和食指抽出解锁钩（3）。内部机构将两个锁耳从顶帽导轨拉回接线端子模块（3a）。



- 从安装面上拔下端子模块（4）。
避免模块倾斜；如有必要，应以另一只手稳住模块。

4.4 安装和拆卸触点保护盖

⚠ 警告



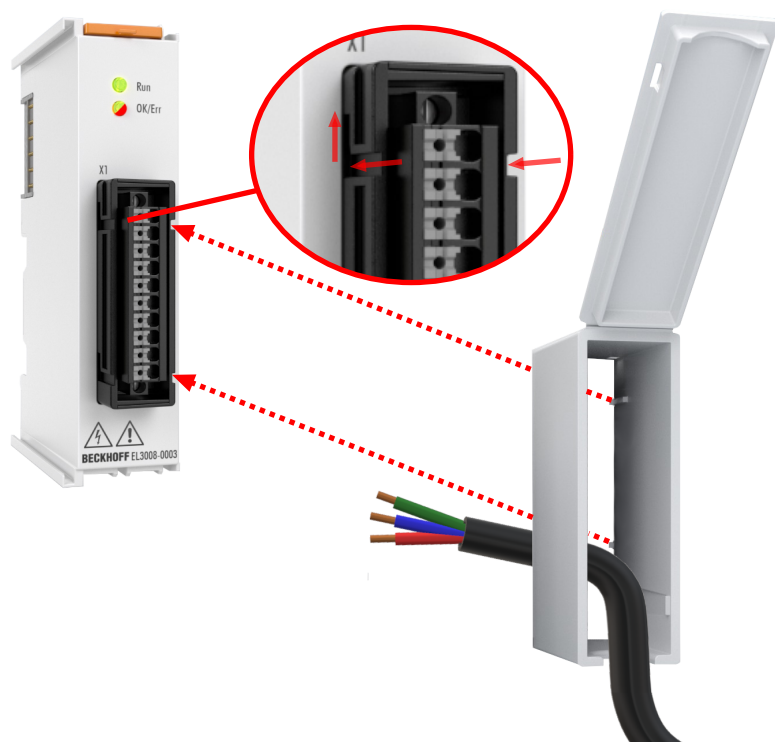
存在因触电/电弧/灼烧而导致受伤的风险

请注意以下有关 EL3008-00xx 触点保护盖的信息！

- 如果使用端子模块测量大于 300 V 的接地电压，则必须安装触点保护盖。
- 还请注意“安全说明 [▶ 21]”一章中的信息！
- 馈入触点保护盖的电缆的绝缘层必须延伸至保护盖内部。
- 触点保护盖不能为电缆进行应力消除。
另外，必须在外壳外部对电缆进行有效的应力消除，以便妥善固定电缆。
- 只有使用未损坏的保护盖，才能保证防止意外接触。如果触点保护盖损坏，必须进行更换（通过倍福服务部门获取备件：ZS9100-0005）。

安装触点保护盖

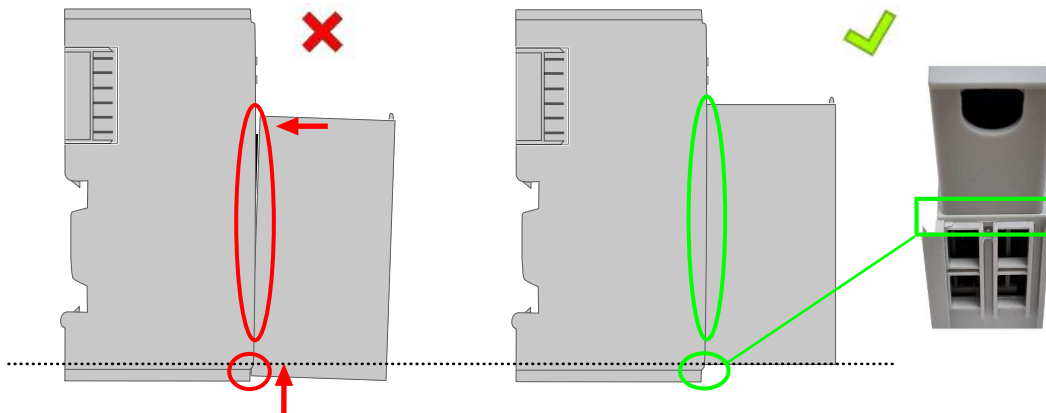
1. 检查保护盖是否损坏。如果损坏，则不得使用（见上文说明）。
2. 将供电线插入触点保护盖。
3. 按照“连接技术说明 [▶ 44]”一章中的说明为端子模块接线。
4. 将触点保护盖放在插头上，使其锁扣凸耳与插头的导轨啮合。将触点保护盖滑入模块外壳的前端。
5. 然后向上滑动触点保护盖，直至听到啮合声（参见图中的红色箭头）。四周不得有对角线缝隙，请参见附图。
6. 将连接电缆放入触点保护盖下方的电缆固定头中，然后盖上保护盖。



附图 16: 在模块连接器上安装触点保护盖

7. 检查保护盖的位置是否正确

- ⇒ 必须将保护盖平放在外壳上，外壳和触点保护盖之间不得有明显的间隙。
- ⇒ 必须将保护盖向上推，以便从下方可以看到端子模块外壳前端的下边缘。如果触点保护盖超出了此边缘，则相应地向上滑动保护盖。



附图 17: 安装触点保护盖：不合规（左）和合规（右）

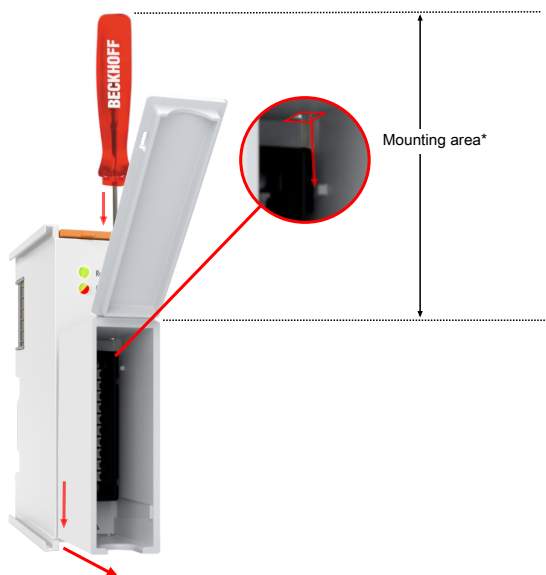
拆卸触点保护盖



拆卸说明

- 触点保护盖无法在不使用工具的情况下打开或拆卸。可用螺丝刀（如倍福 ZB8700）将其拆下。
- 确保触点保护盖上方与系统其他零件之间有足够的间隙，以便将螺丝刀垂直插入安装口（参见下图“安装区域”）。

1. 将螺丝刀垂直按入触点保护盖顶部的安装孔，松开锁扣。
2. 将触点保护盖尽可能向下滑动，然后将其从模块外壳上拔下。

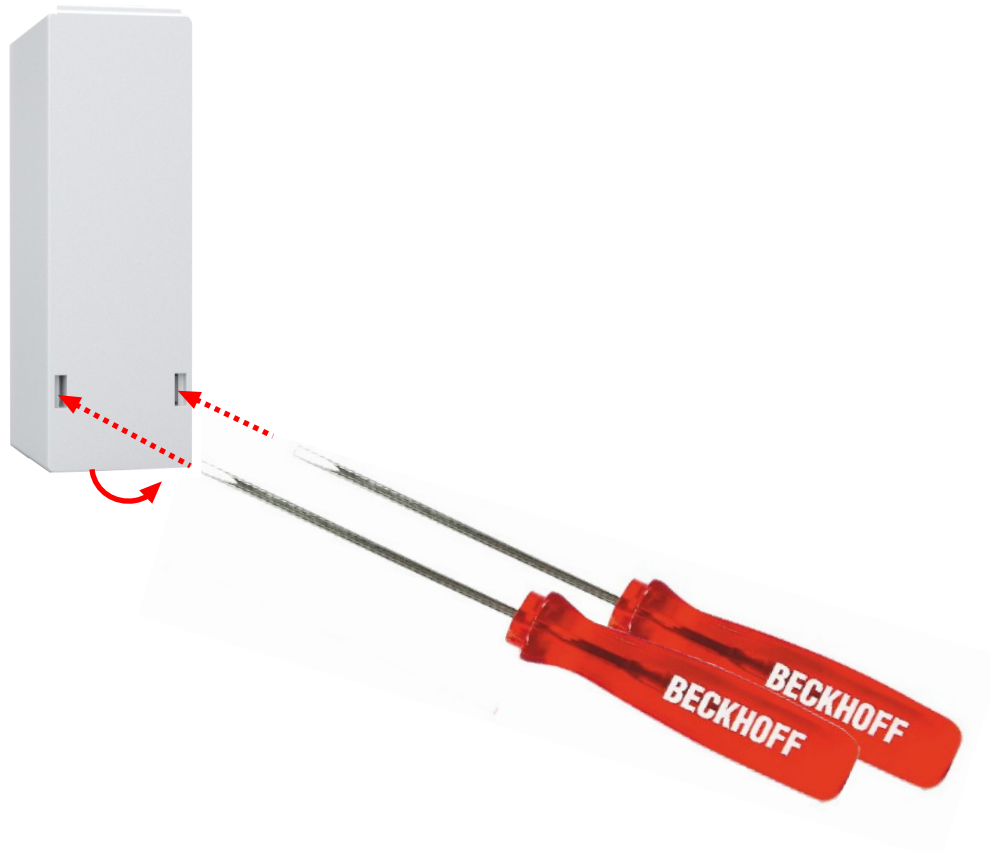


附图 18: 从模块插头上取下触点保护盖。

¹⁾ 使用倍福螺丝刀（ZB8700）拆卸的安装区域至少为 75 mm。

打开盖子

1. 打开触点保护盖的盖子。
 - 必要时，请其他人握住触点保护盖。
 - 将 2 把螺丝刀同时插入触点保护盖前端的 2 个安装口，然后向上拉动盖子。



附图 19: 打开触点保护盖的盖子

⚠ 警告	
	盖子的合叶仅用于维护目的 盖子的合叶采用薄膜铰链设计，含一条极薄的塑料带。该铰链被设计作为维护铰链低频使用（参考值：整个生命周期中开合 10 次）。 • 避免频繁开合。 • 操作触点保护盖时（尤其是在打开保护盖之后），请检查薄膜铰链是否损坏。 • 如果铰链损坏，尤其是在部分区域出现裂纹时，必须更换保护盖（参见“触点保护盖安装说明 [► 41]”）。

4.5 连接技术说明

⚠ 警告

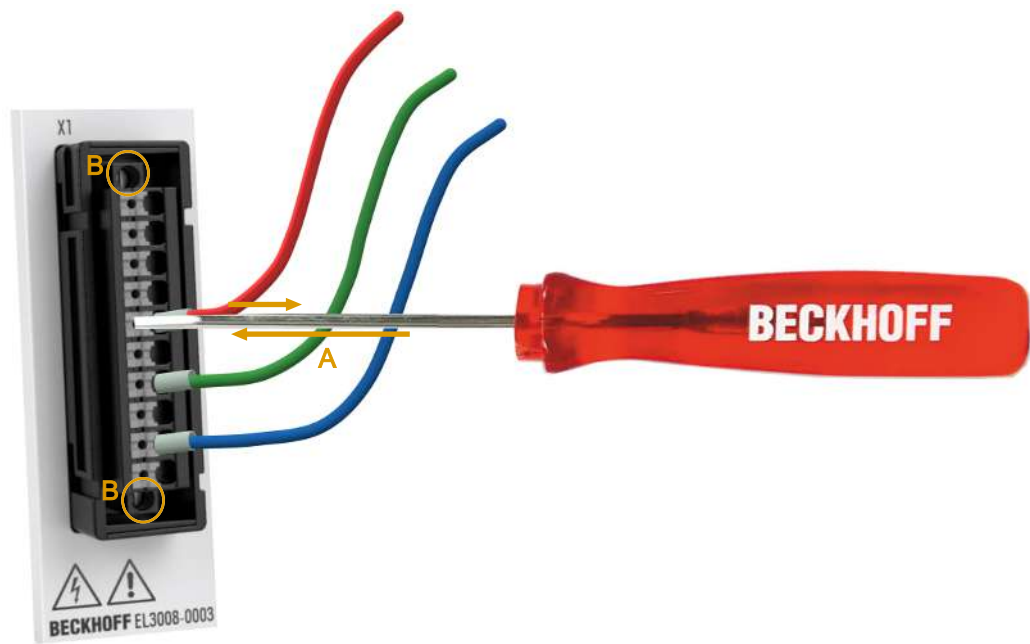
有触电和损坏设备的危险！

在开始安装、拆卸或连接总线端子模块之前，请将总线端子模块系统带入一个安全的、断电的状态！

插拔电线

- 电线采用直插式技术进行连接，
 - 即无需工具即可连接实心线和线鼻，只需在剥线后将电线插入接线点即可
 - 裸线头也可以这样接线；此时必须使用按压装置来打开夹线机构。
- 与标准端子模块一样，使用螺丝刀或按压式设备（参见下图 A），通过触点释放设备来松开电线。

注意 电缆不得带电，也不能带着负载进行插拔。



允许的电线截面积和剥线长度见下表。

电线截面积（实心线）	0.14 ... 1.5 mm ²
电缆截面积（绞线）	0.14 ... 1.5 mm ²
电缆截面积（绞线）	0.28 ... 1.0 mm ² （带线鼻，带塑料套环）
电缆截面积（绞线）	0.25 ... 1.0 mm ² （带线鼻，不带塑料套环）
持续电流承载能力	10 A（根据 UL、AWG 26 ... 16）
剥线长度	8 ... 9 mm / 0.31 – 0.35 in

插入和拔出按压式维护插头

按压式插头已随端子模块供货。
按压式插头设计为维修插件。最大插拔次数：25

维护时，例如在维修过程中，可将整个插头主体从倍福端子模块上取下，无需单独拆卸每根电线。

- 为此，请使用螺丝刀（如倍福 ZB8700）拧松 2 颗螺钉，然后通过电线小心地将插头主体拔下（参见上图 B）。
- 重新插入连接器时，必须确保其清洁无尘。请勿触摸设备托盘中的引脚。
 - 推入连接器，直至听到啮合声，且插头前端与外壳齐平。

- 用 0.15-0.20 Nm 的扭矩拧紧 2 颗螺钉。

注意 维修插头也没有指定开关电容，不得带电或带负载插拔。

4.6 注意事项 - 电源

警告

从 SELV/PELV 电源单元供电！

必须使用符合 IEC 61010-2-201 的 SELV/PELV 电路（安全超低电压 Safety Extra Low Voltage，保护超低电压 Protective Extra Low Voltage）为本设备供电。

注意事项：

- SELV/PELV 电路可能会引起 IEC 60204-1 等标准的进一步要求，例如关于电缆间距和绝缘。
- SELV（安全超低电压）电源提供安全的电气隔离和电压限制，而不需要连接到保护导体，PELV（保护性超低电压）电源也需要安全连接到保护导体。

4.7 安装位置

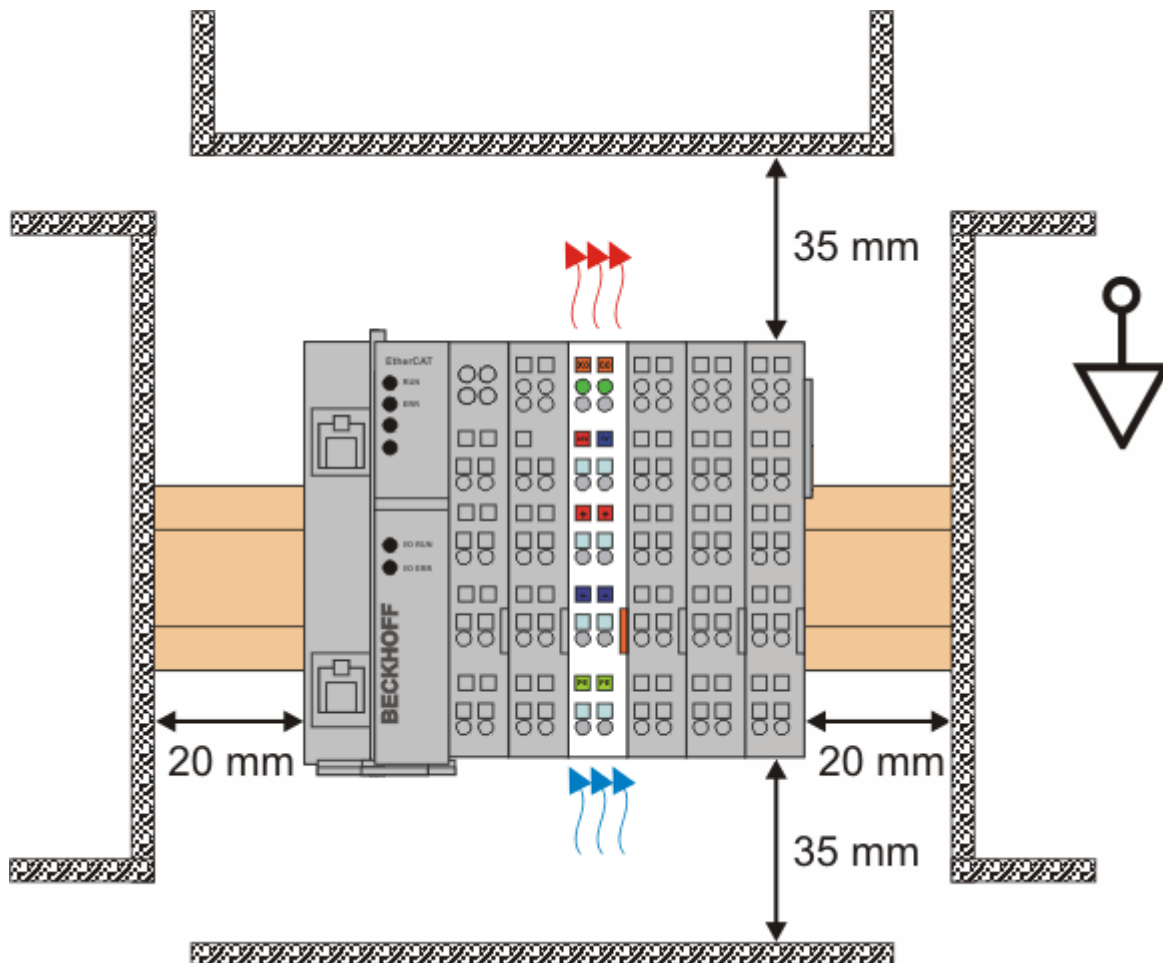
注意

关于安装位置和工作温度范围的限制

请参考端子模块的技术数据，以确定是否规定了关于安装位置和/或工作温度范围的任何限制。在安装高功率耗散的端子模块时，确保在端子模块上方和下方的其他部件之间保持足够的间距，以保证充分的通风！

最佳安装位置（标准）

最佳的安装位置是安装导轨水平安装，EL/KL 端子模块接线的一面朝前（见图 *标准安装位置的推荐距离*）。从端子模块的下面通风，通过对流实现电子元件的最佳冷却。“从下面”是指相对于重力方向而言。



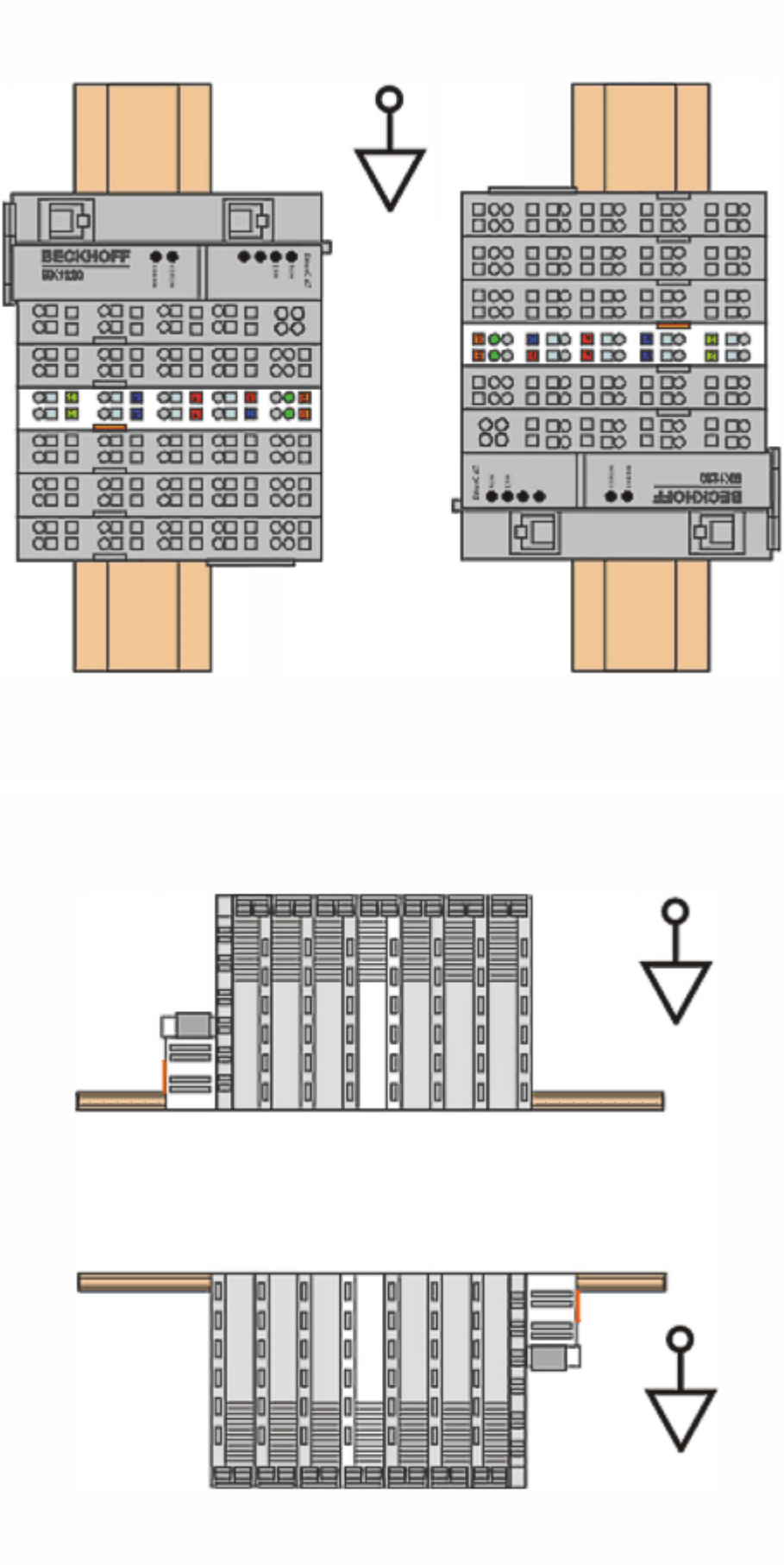
附图 20: 标准安装位置的推荐距离

建议遵守图 *标准安装位置的推荐距离* 中所示的距离。

其他安装位置

所有其他安装位置的特点是安装导轨的空间布局不同，参见图 *其他安装位置*。

上面规定的与其它部件的最小距离也适用于这些安装位置。



附图 21: 其他安装位置

4.8 无通讯模块的安装位置

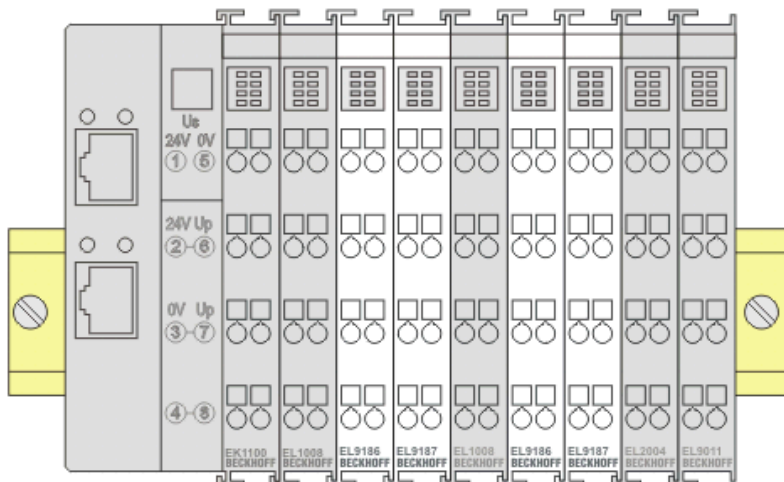
● 关于总线端子 I/O 站中无通讯模块安装位置的提示

i

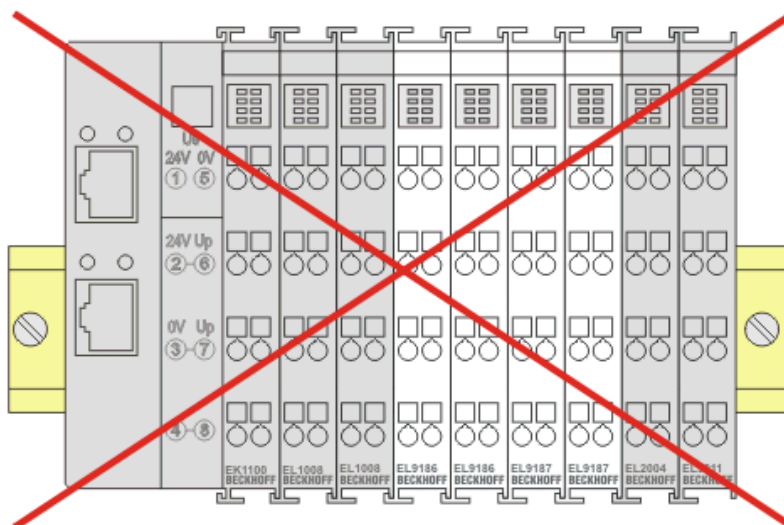
那些在总线端子 I/O 站中不参与数据传输的 EtherCAT 端子模块 (ELxxxx / ESxxxx)，即所谓的无通讯模块。无通讯模块不消耗 E-Bus 的电流。

为了确保最佳的数据传输，不能直接把超过两个的无通讯模块连续并列装在一起！

无通讯模块安装位置示例 (高亮显示)



附图 22: 正确的安装位置



附图 23: 错误的安装位置

4.9 处理



标有带叉轮式垃圾桶的产品不得与普通垃圾一起丢弃。该设备被认为是废弃的电气和电子设备。必须遵守国家对废弃电气和电子设备的处理规定。

5 调试 TwinCAT/EtherCAT 从站

5.1 TwinCAT 快速入门

TwinCAT 是实时（real-time）控制器的开发环境，包括多 PLC 系统、NC 轴控制系统的编程和操作。通过 TwinCAT 可以进行整个系统的映射，并能够访问控制器的编程环境（包括编译）。也可以直接读取或写入单个数字量/模拟量的输入或输出，例如为了验证其功能。

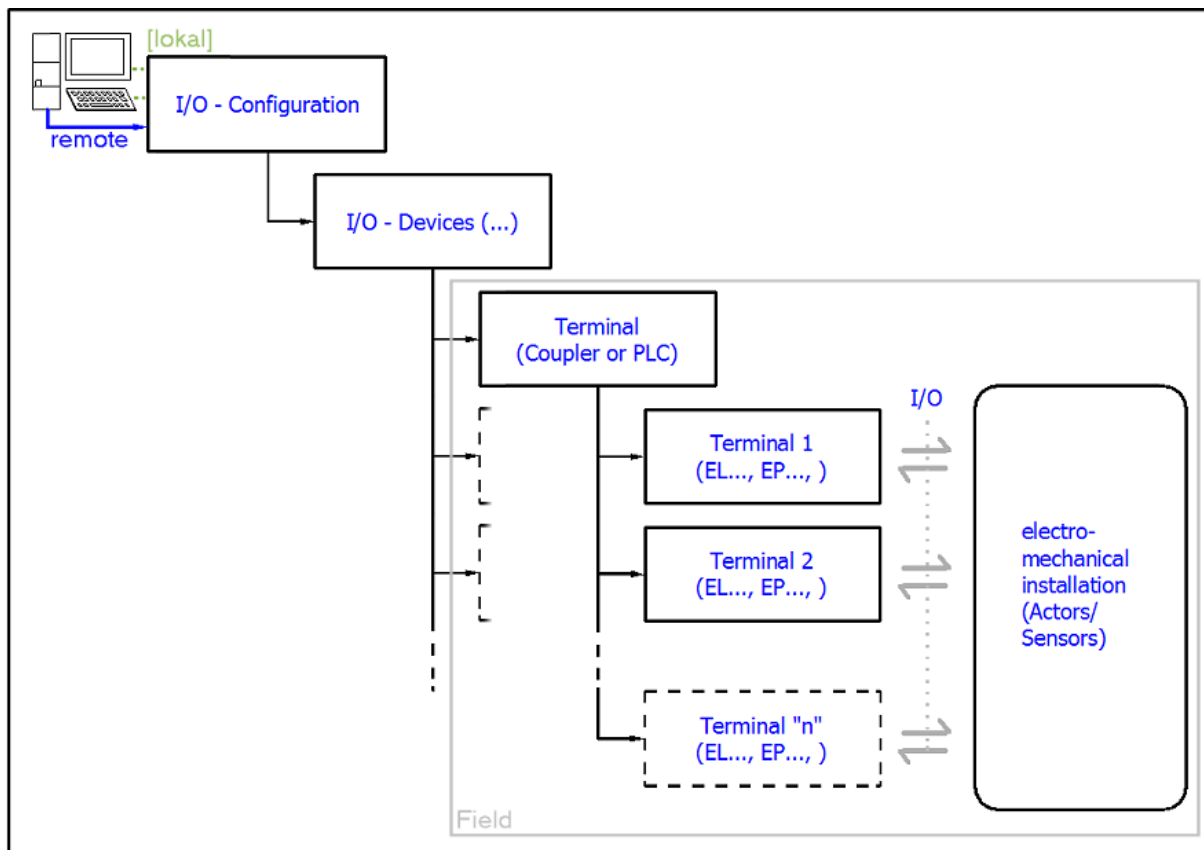
更多信息请参考 <http://infosys.beckhoff.com>：

- **EtherCAT 系统手册：**
Fieldbus Components → EtherCAT Terminals → EtherCAT System Documentation → Setup in the TwinCAT System Manager
- **TwinCAT 2** → TwinCAT System Manager → I/O Configuration
- 特别是 TwinCAT 驱动程序的安装：
Fieldbus components → Fieldbus Cards and Switches → FC900x – PCI Cards for Ethernet → Installation

Devices 下包含了实际配置的相关端子模块。所有配置数据的输入可以直接通过编辑功能（离线）或通过“扫描（Scan）”功能（在线）：

- **“offline”**：通过添加和放置单个组件来自定义配置，可以从一个目录中选择并配置。
 - 关于离线模式的步骤，请参见 <http://infosys.beckhoff.com>：
TwinCAT 2 → TwinCAT System Manager → IO Configuration → Add an I/O device
- **“online”**：读取现有的硬件配置
 - 另请参见 <http://infosys.beckhoff.com>：
Fieldbus components → Fieldbus Cards and Switches → FC900x – PCI Cards for Ethernet → Installation → Searching for devices

从用户的配置电脑到控制器及下属组件的层次关系如下：



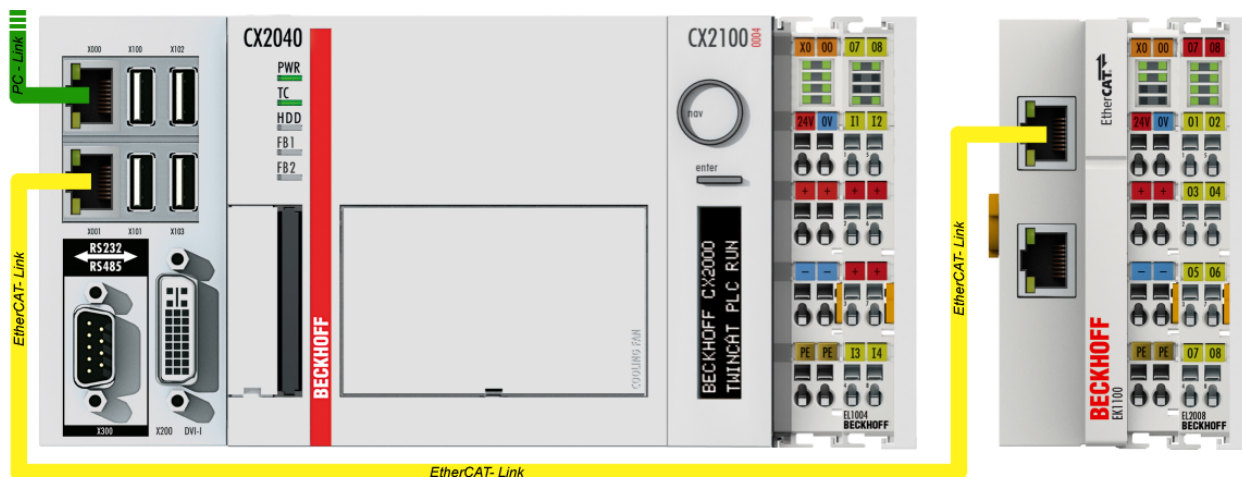
附图 24: 用户侧（调试）和实际安装组件之间的关系

在 TwinCAT 2 和 TwinCAT 3 中，用户插入某些组件（I/O device, terminal, box...）的方式相同。下列描述仅涉及在线操作过程。

配置示例（实际配置）

基于下面的配置示例，后面的小节描述了 TwinCAT 2 和 TwinCAT 3 的操作过程：

- **CX2040** 控制系统（PLC）包括 **CX2100-0004** 电源单元
- 连接到 CX2040 的右边（E-bus）：
EL1004（4 通道数字量输入端子模块 24 V_{DC}）
- 通过 X001 端口（RJ-45）连接：**EK1100** EtherCAT 耦合器
- 连接到 EK1100 EtherCAT 耦合器的右边（E-bus）：
EL2008（8 通道数字量输出端子模块 24 V_{DC}；0.5 A）
- （X000 可选连接外部 PC，提供用户接口）



附图 25: 系统配置，含嵌入式控制器、输入（EL1004）和输出（EL2008）

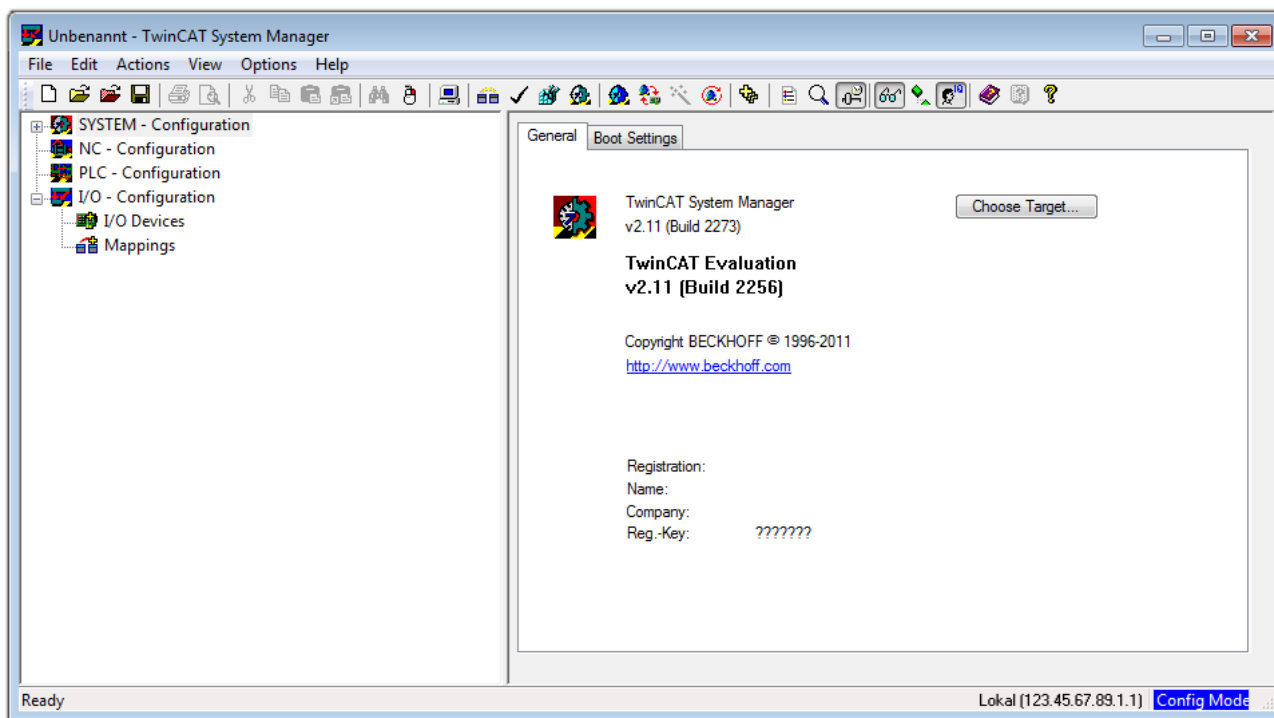
请注意，一个配置可能有多个任意组合；例如，EL1004 端子模块可以接在耦合器之后，或者 EL2008 端子模块可以附加到 CX2040 的右侧而无须 EK1100 耦合器。

5.1.1 TwinCAT 2

启动

TwinCAT 2 有两个用户界面：TwinCAT System Manager 用于硬件配置；TwinCAT PLC Control 用于控制程序的开发和编译。项目开发通常从 TwinCAT System Manager 开始。

在开发 PC 上成功安装 TwinCAT 系统后，启动 TwinCAT 2 System Manager，显示用户界面如下：



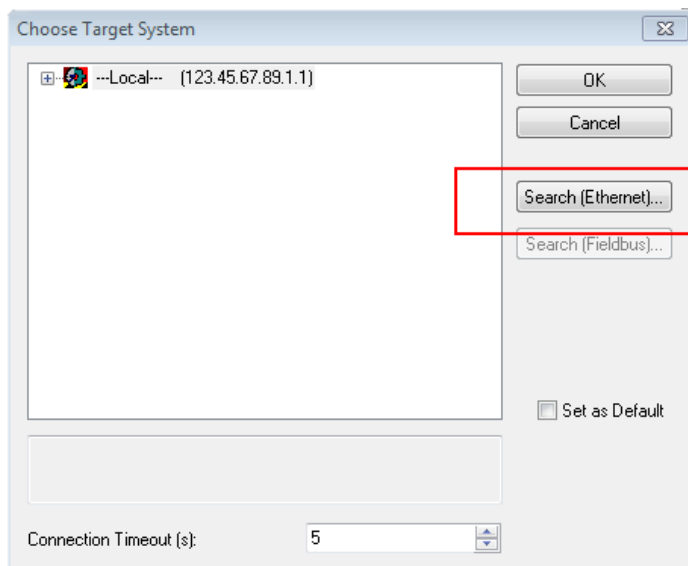
附图 26: TwinCAT 2 的初始用户界面

一般来说，TwinCAT 可以工作在本地或远程模式。如果目标 PLC 上安装了 TwinCAT 系统（含用户界面的标准开发环境），TwinCAT 就可以工作在本地模式。这种情况下，下一个步骤是“Insert Device（插入设备） [► 56]”。

如果要从 TwinCAT 开发环境连接到另一个安装在远程 PLC 上的 TwinCAT Runtime 运行环境，就得先识别到 Target System(目标系统)。在菜单中的“Actions(行动)”→“Choose Target System...”项下，通过符号



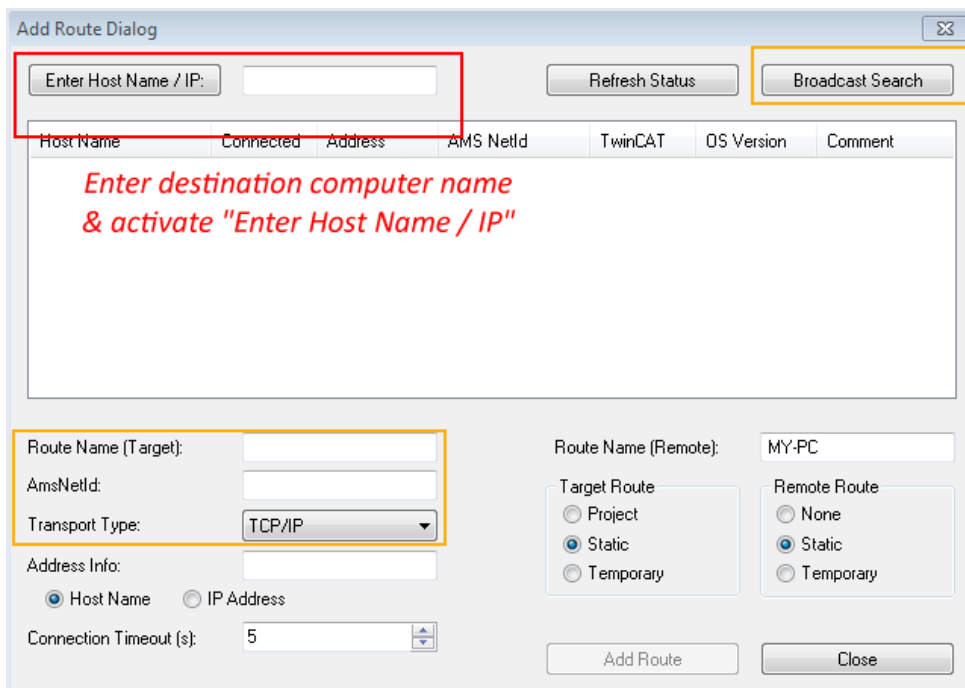
“ ”或“F8”键，打开以下窗口：



附图 27: 选择目标系统

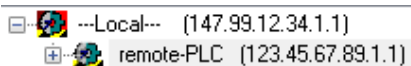
使用“Search (Ethernet)...”进入目标系统。弹出下一个对话框，在此可以选择：

- 在“Ether Host Name/IP: (输入主机名称/IP)”处输入已知的计算机名称（如红框所示）
- 执行“Broadcast Search (广播搜索)”（如果不知道确切的计算机名称）
- 输入已知的控制器 IP 或 AmsNetID



附图 28: 指定通过 TwinCAT System Manager 访问的 PLC：选择目标系统

进入目标系统后，就可以选择以下方式（可能需要输入正确密码）：



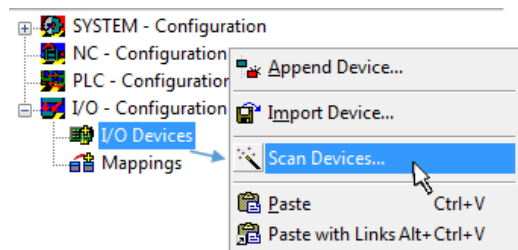
按“OK”确认，就可以通过 TwinCAT System Manager 访问目标系统。

添加设备

在 TwinCAT 2 System Manager 用户界面左侧的配置树中，选择 “I/O Devices”，然后右键单击，打开右键

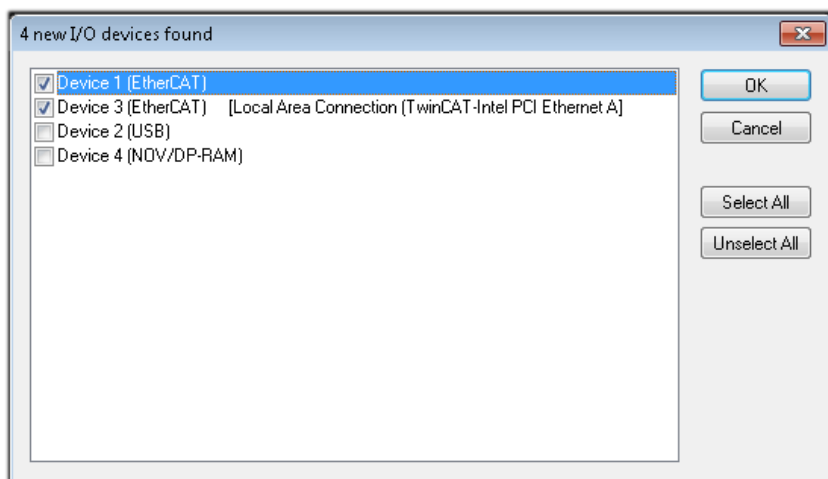
菜单，选择 “Scan Devices...”，或者通过  在菜单栏中启动该操作。首先，可能需要点击  或通

过菜单 “Actions” → “Set/Reset TwinCAT Config Mode...” TwinCAT System Manager (Shift + F4) 将 TwinCAT System Manager 设置为 “Config Mode(配置模式)”。



附图 29: 选择 “Scan Devices...”

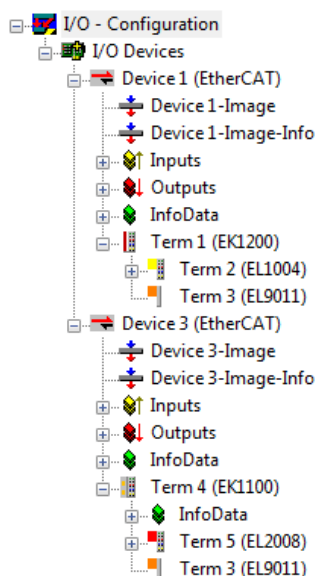
确认接下来的警告信息，并在对话框中选择 “EtherCAT” 设备：



附图 30: 自动检测 I/O 设备：选择要集成的设备

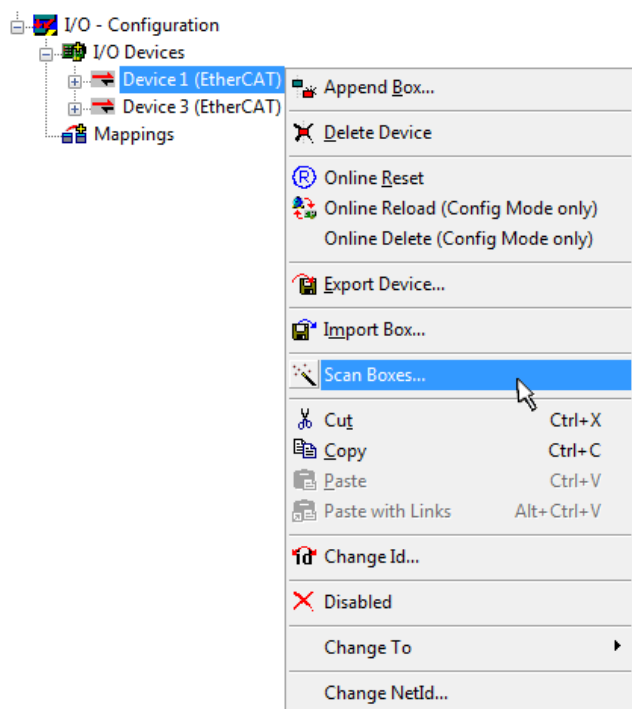
确认 “Find new boxes” 信息，以确定连接到设备的端子模块。“Free Run” 自由运行功能允许在 “Config Mode” 配置模式下操作输入和输出值，这个功能也需要确认才能启用。

根据本节开头描述的示例配置 [► 52]，结果如下：



附图 31: TwinCAT 2 System Manager 中的配置映射

上述整个过程包括两个步骤，可以独立进行（首先确定设备，然后确定每个设备连接的元件，如端子盒、端子模块等）。此外，也可以从“Device...”的右键菜单中选择“Scan Box”（搜索功能），读取目标设备 Device 下面连接的元件（从站）：



附图 32: 读取连接到 Device 的各个端子模块

这可功能可以用于快速发现实际配置的变动。

PLC 的编程和集成

TwinCAT PLC Control 开发环境可以用不同的语言创建控制程序：TwinCAT PLC Control 支持 IEC 61131-3 中描述的所有 5 种语言：包括两种基于文本的语言和三种图形化的语言：

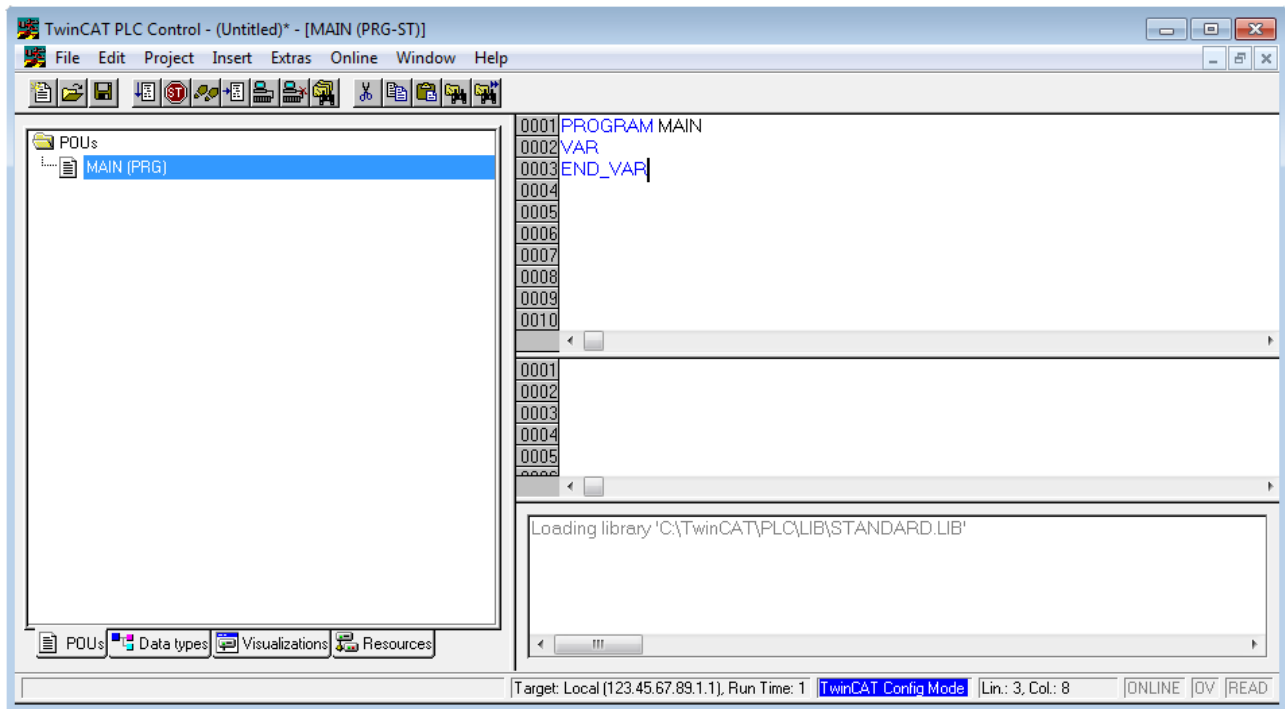
- 基于文本的语言
 - 指令表 (IL)
 - 结构化文本 (ST)

- 图形化语言

- 功能块图 (FBD)
- 梯形图 (LD)
- 连续功能块图 (CFC)
- 顺序流程功能图 (SFC)

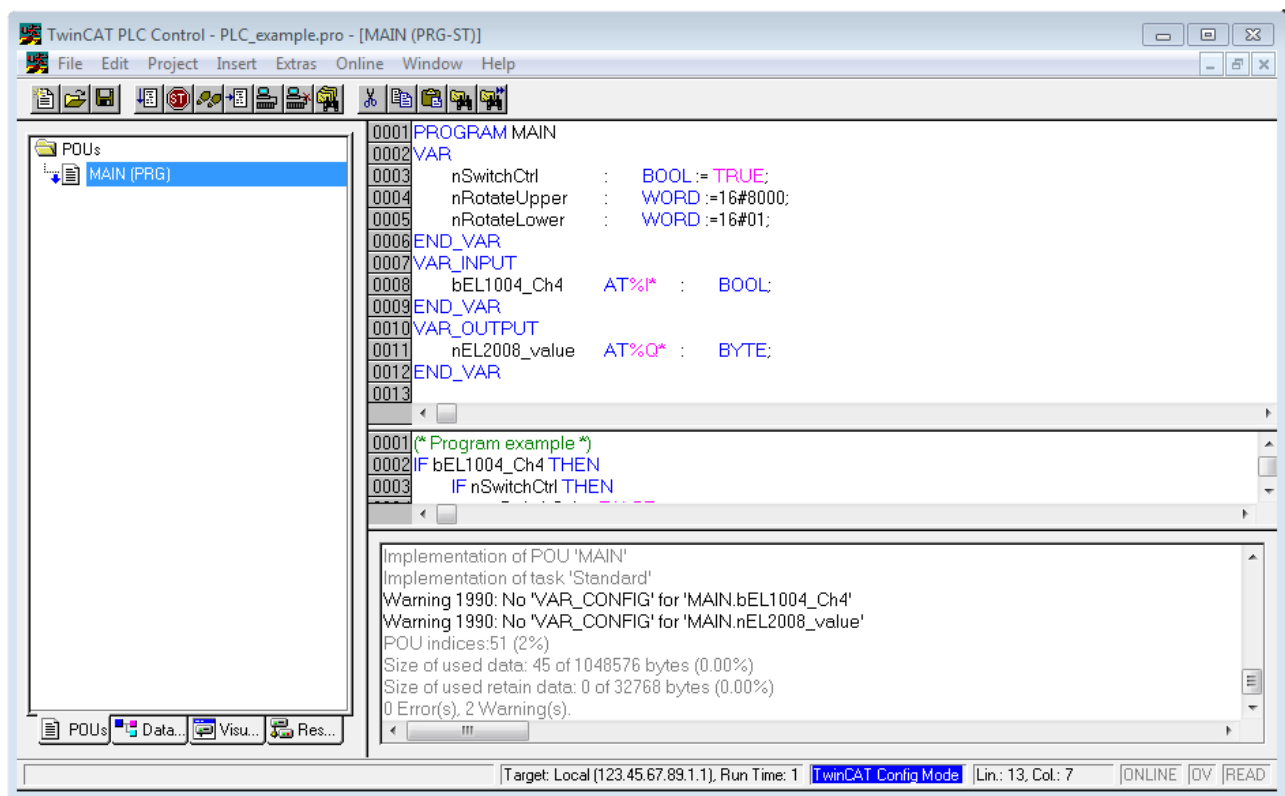
下面的内容只用到结构化文本 (ST)。

启动 TwinCAT PLC Control 后, 新建一个项目, 显示以下用户界面:



附图 33: 刚启动的 TwinCAT PLC Control

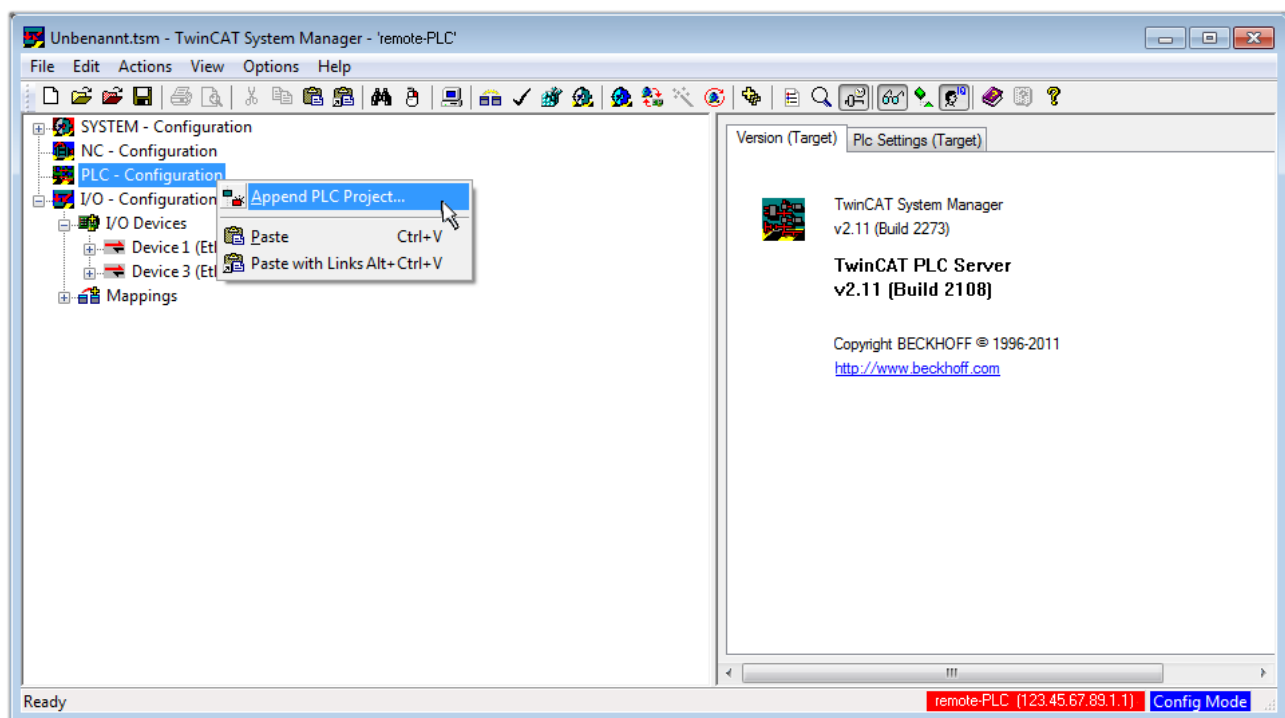
在示例项目中创建变量和程序, 并保存为名称 “PLC_example.pro”:



附图 34: 示例程序编译后，包含未分配地址的变量

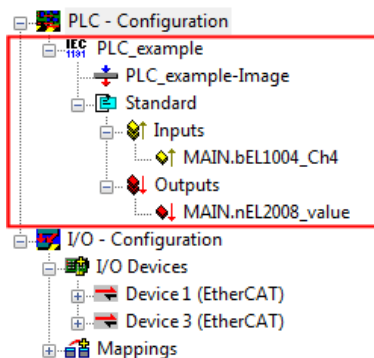
编译过程后的警告 Warning 1990 (missing “VAR_CONFIG”), 表示定义的外部变量 (含标志符 “AT%I*” 或 “AT%Q*”) 还没有分配地址。编译成功后, TwinCAT PLC Control 会在项目路径下创建一个 “*.tpy” 文件, 该文件包含了指定的 IO 变量, 但 System Manager 还没有为其分配地址, 因此出现了警告。只要在 System Manager 中引入该 .tpy 文件并保存, 再次编译时警告就不会再出现了。

首先, 在 **System Manager** 中导入 TwinCAT PLC Control 项目。从 PLC configuration 的右键菜单 (右击) 选择 “Append PLC Project...”:



附图 35: 添加 TwinCAT PLC Control 项目

在弹出的浏览窗口中选择 PLC 配置文件 “PLC_example.tpy”。这样 System Manager 的 System configuration 中就集成进了这个 PLC 项目，其中包含两个用 “AT” 标识的变量：

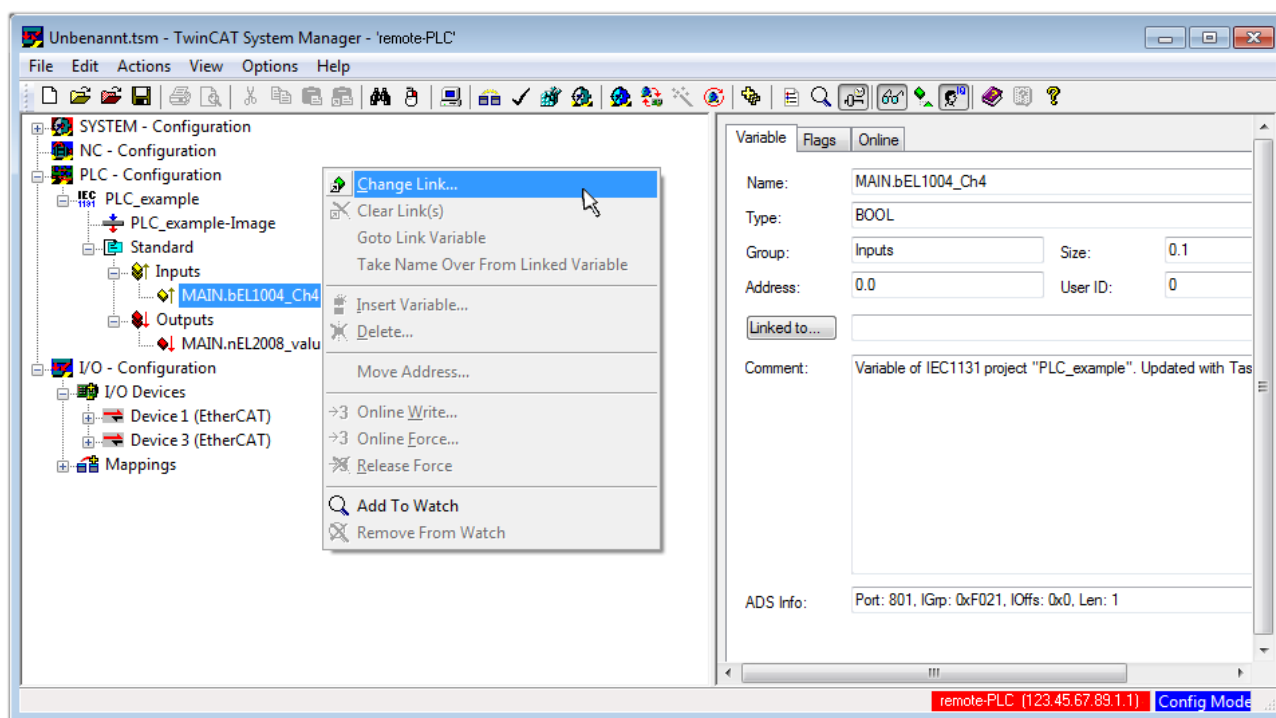


附图 36: 在 System Manager 的 PLC Configuration 下导入 PLC 项目

现在可以将两个变量 “bEL1004_Ch4” 和 “nEL2008_value” 分配给 I/O configuration 下的某些过程对象了。

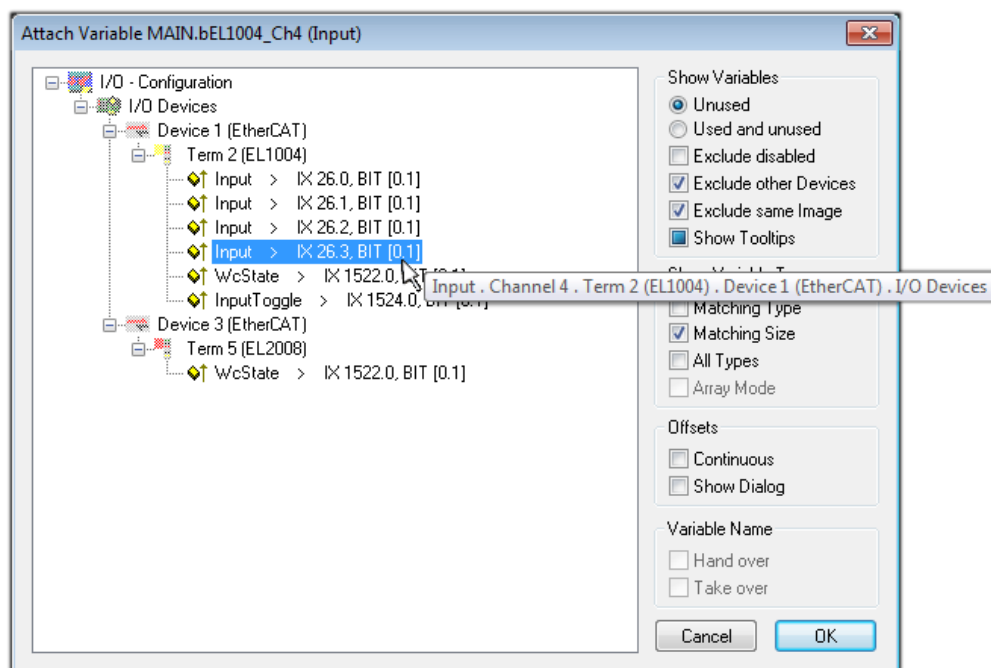
变量分配

通过集成的 “PLC_example” 项目中某个变量的右键菜单 “Change Link...” 打开一个窗口，选择合适的过程对象（PDO）“Standard”：



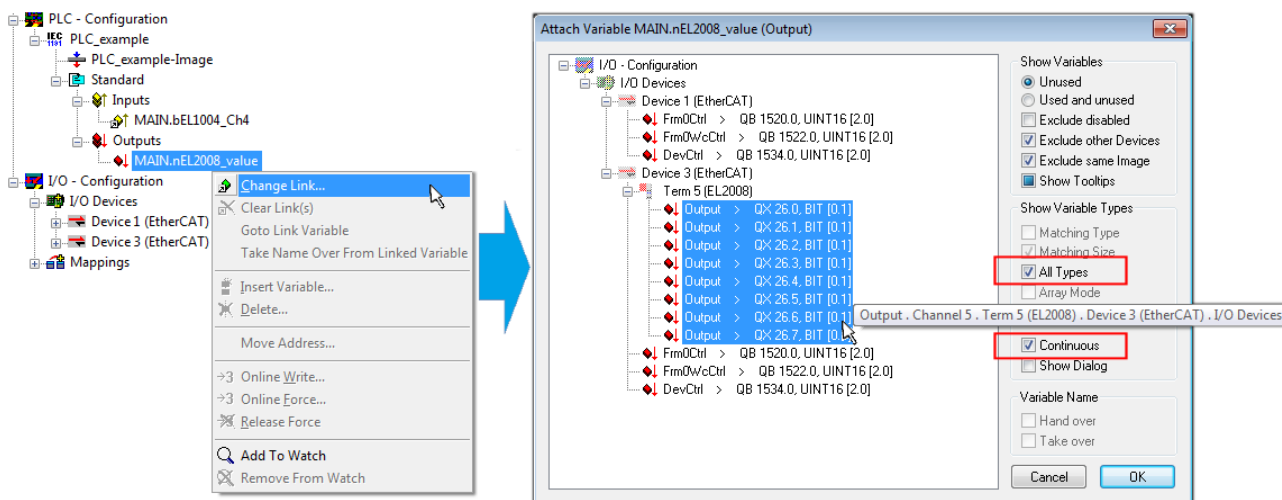
附图 37: 在 PLC 变量和过程对象之间建立链接

在弹出的窗口中，可以为 PLC configuration 中的 BOOL 类型变量 “bEL1004_Ch4” 选择过程对象：

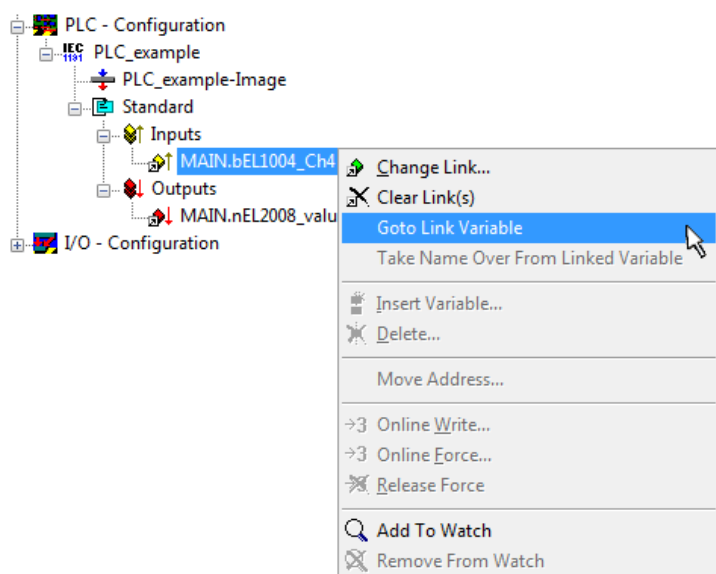


附图 38: 选择 BOOL 类型的 PDO

根据默认设置，只有部分PDO 对象可供选择。本例中，选择 EL1004 端子模块的通道 4 的 input 用于链接。否则，如果要为一个输出的字节变量分配一组八个独立的输出位，那么在创建链接时，必须勾选“**All types**”复选框。下图显示整个过程：

附图 39: 同时选择几个 PDO：勾选“Continuous”和“**All types**”

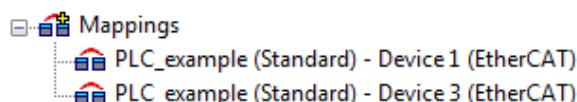
请注意，“Continuous”复选框也要勾选。这种设计旨在将变量“nEL2008_value”的字节中包含的位按顺序分配给 EL2008 端子模块的所有八个选定的输出位。这样就可以在 PLC 程序中用一个字节对应端子模块的所有 8 个输出，字节的第 0 到 7 位分别对应模块的第 1 到 8 通道。在变量的黄色或红色对象处有一个特殊符号（），表示变量已链接。也可以通过从变量的右键菜单中选择“Goto Link Variable（转到链接变量）”来检查链接。此时，链接的对方（在这种情况下是 PDO）被自动选中：



附图 40: “Goto Link Variable” 的应用，以 “MAIN.bEL1004_Ch4” 为例

为 PDO 分配变量的过程通过菜单选项 “Actions” → “Create assignment” 或者通过  来完成。

在配置文件中可以直观地查看变量的分配结果：



建立链接的过程也可以反向进行，即从 PDO 链接到变量。但在本例中，不可能为 EL2008 选择所有输出位，因为这个端子模块只提供单个数字量输出。如果一个端子模块有一个 byte, word, int 之类的 PDO，就有可能为其分配一套标准位宽的变量。在这里，“Goto Link Variable” 也可以反向执行，以选择相应的 PLC 实例。

激活配置

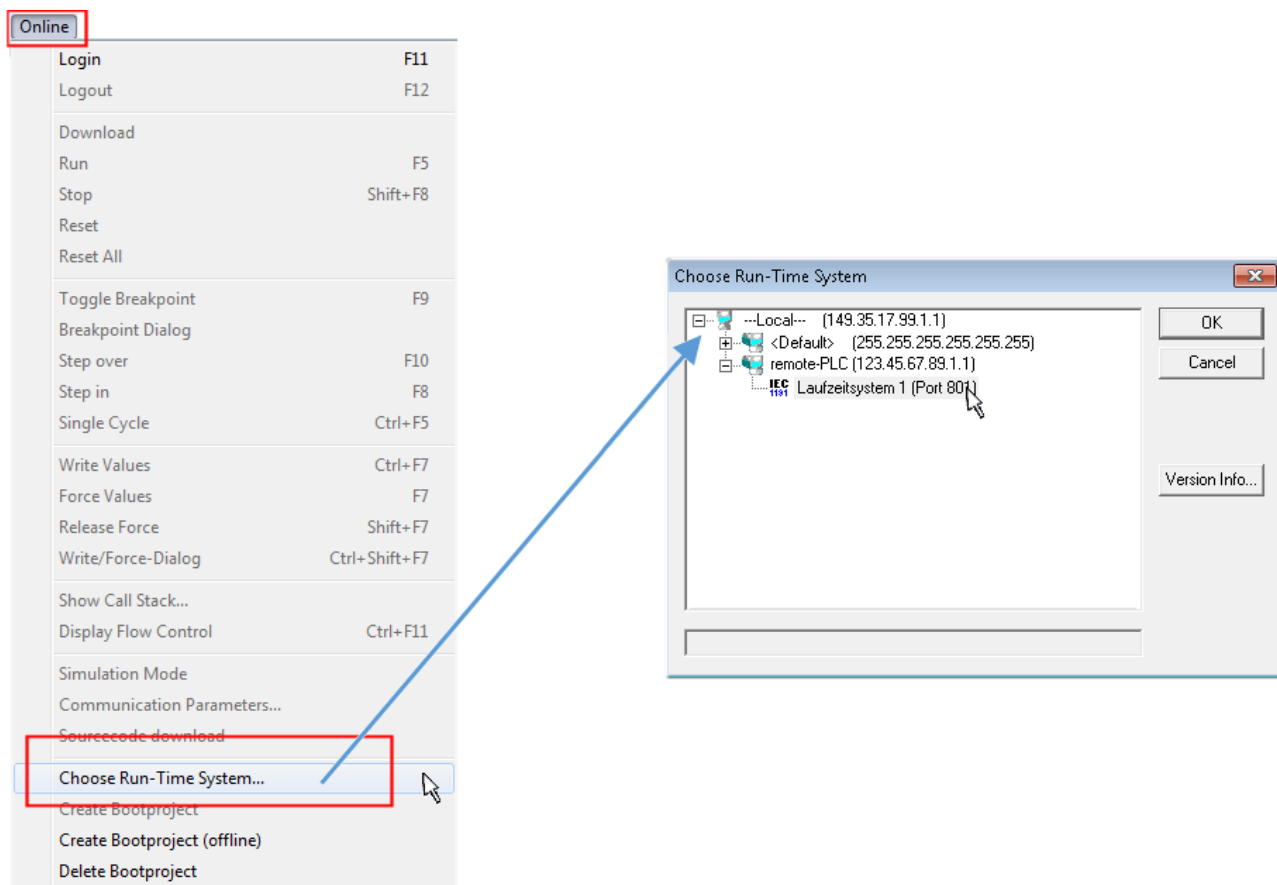
PDO 到 PLC 变量的分配过程建立了从控制器到端子模块的输入和输出的连接。下面激活该配置。首先，可以

通过  （或通过 “Actions” → “Check Configuration”）来检查配置。如果没有错误，可以通过  （或通过 “Actions” → “Activate Configuration”）激活配置，将 System Manager 的设置传输至 TwinCAT runtime 系统。确认此时弹出的信息 “Old configurations will be overwritten! （以前的配置将被覆盖）” 点击 “OK” 按钮，确认 “Restart TwinCAT system in Run mode （重启 TwinCAT 系统至运行模式）”。

几秒钟后，TwinCAT real-time（实时核）的状态 **RTime 0%** 显示在 TwinCAT System Manager 的右下方。这样就可以按以下方法启动 PLC 系统了。

启动控制器

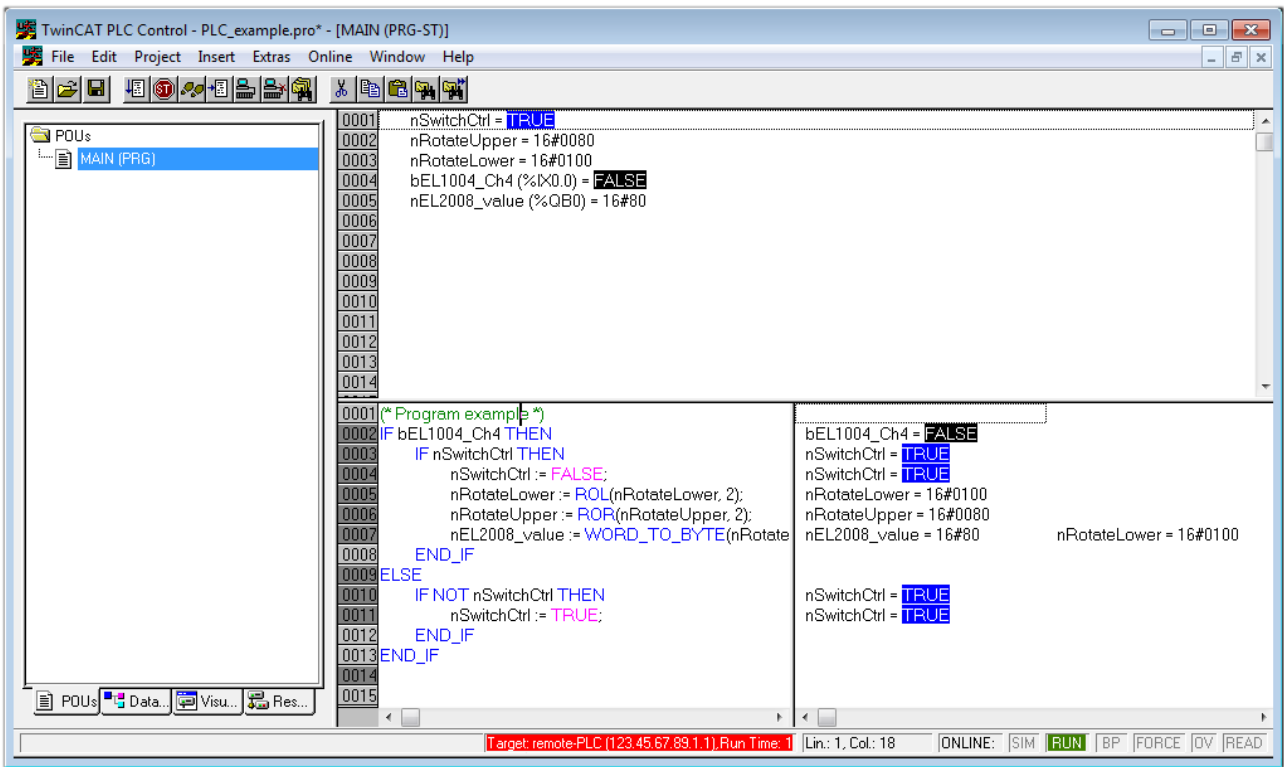
从远程系统操作控制器，必须先在 PLC Control 中通过菜单 “Online” → “Choose Runtime System...”，以便连接到 IPC/EPC：



附图 41: 选择目标系统（远程）

在此例中，选择了“Runtime system 1 (port 801)”并确认。通过菜单选项“Online”→“Login”，F11 键

或通过点击符号 ，将 PLC 与 TwinCAT real-time 实时系统链接起来。然后就可以加载控制程序并运行。系统弹出信息“No program on the controller! Should the new program be loaded?”，应点击“Yes”确认。TwinCAT runtime 运行环境已经做好程序启动的准备：



附图 42: PLC Control 登录，做好程序启动准备

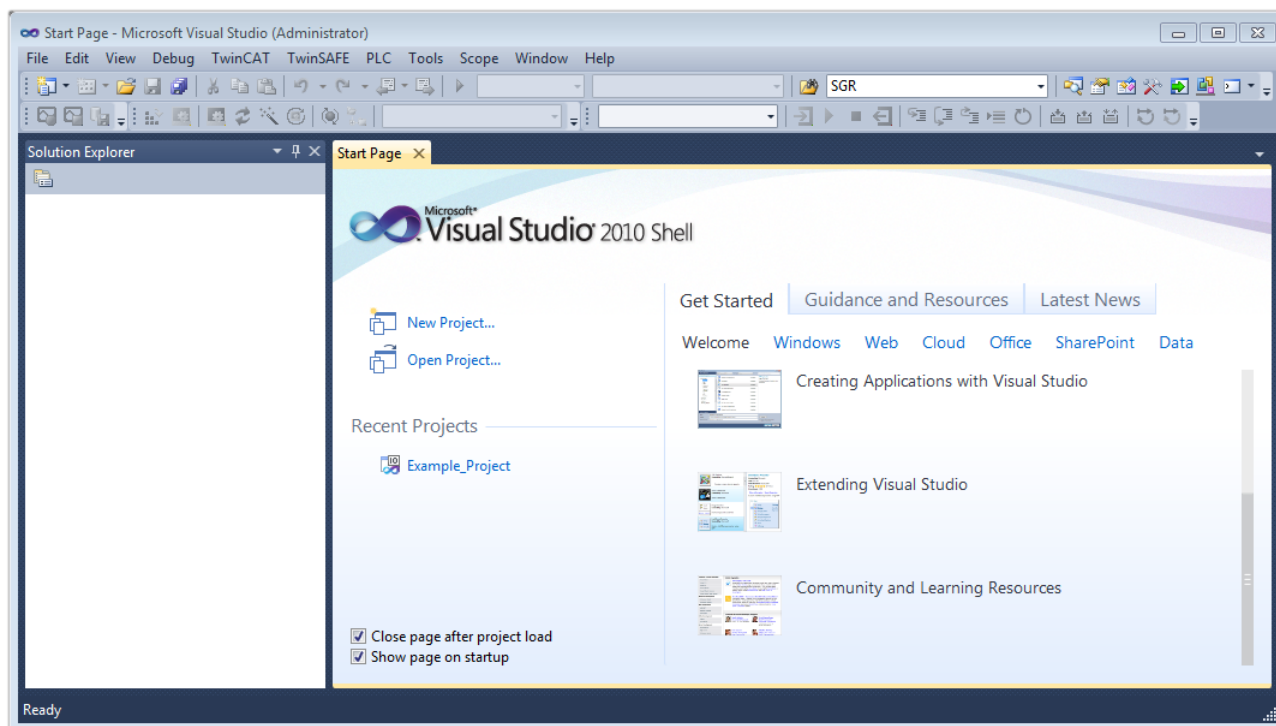
然后就可以通过“Online” → “Run”，F5 键或  启动 PLC。

5.1.2 TwinCAT 3

启动

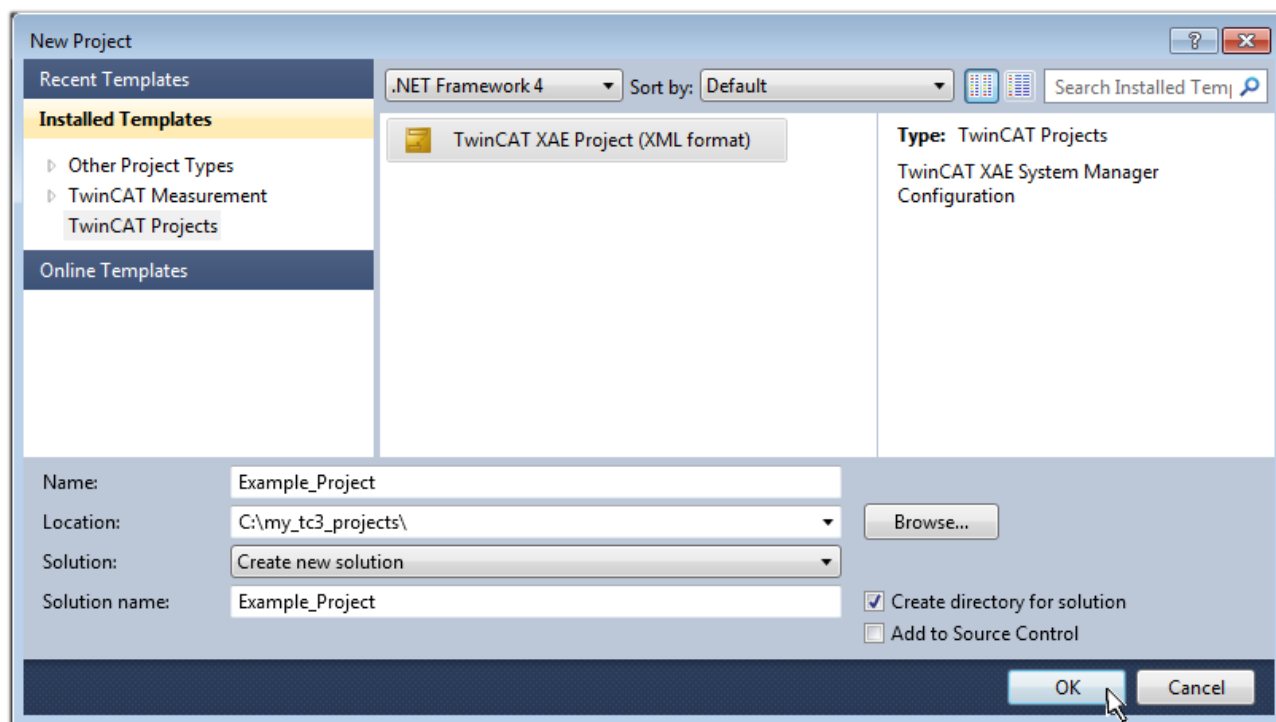
TwinCAT 3 集成于 Microsoft Visual Studio，所有功能都包含在一个开发环境中：启动后，项目文件浏览器显示在通用窗口区域的左侧（参见 TwinCAT 2 的“TwinCAT System Manager”），用于与电气组件进行通信。

用于开发的 PC 上成功安装 TwinCAT 系统后，TwinCAT 3（shell）在启动后显示以下用户界面：



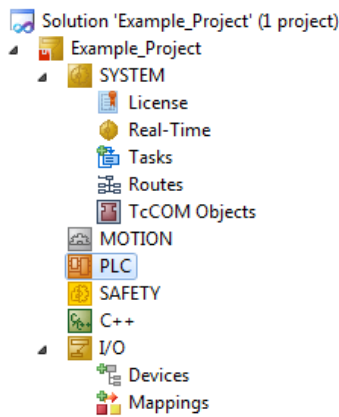
附图 43: TwinCAT 3 的初始用户界面

首先通过  **New TwinCAT Project...**（或“File”→“New”→“Project...”）创建一个新项目。在下面的对话框中，输入需要的信息（如图所示）：



附图 44: 新建 TwinCAT 3 项目

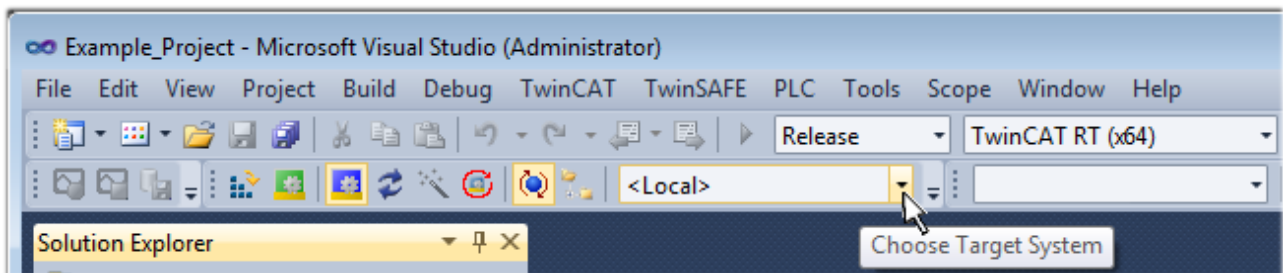
然后，在项目文件浏览器中就会显示新建的项目：



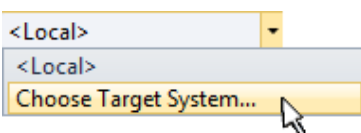
附图 45: 项目文件浏览器中的 TwinCAT 3 新建项目

一般来说, TwinCAT 可以工作在本地或远程模式。如果 TwinCAT 系统(包括标准的用户开发界面)安装在相应的 PLC 上(本地), TwinCAT 就可以在本地模式下使用, 这种情况下, 可以执行下一个步骤“[Insert Device \[► 67\]](#)”。

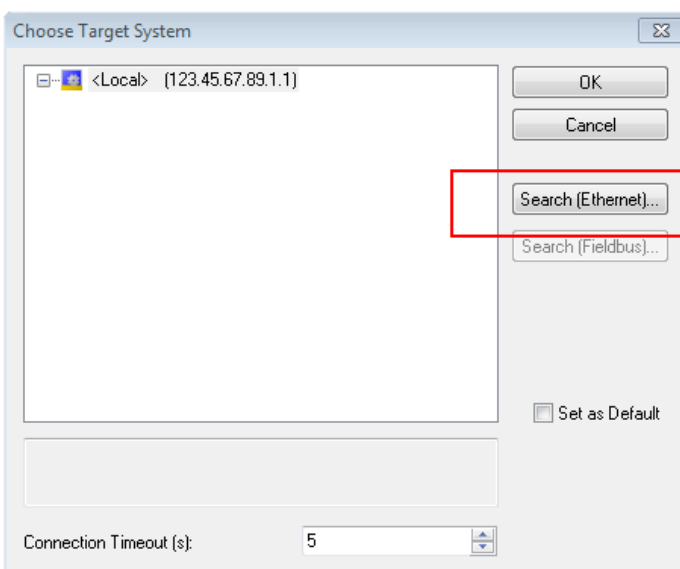
如果要从 TwinCAT 开发环境连接到另一个安装在远程 PLC 上的 TwinCAT Runtime 运行环境, 就得先识别到 Target System(目标系统)。通过菜单栏中的符号:



展开下拉菜单:



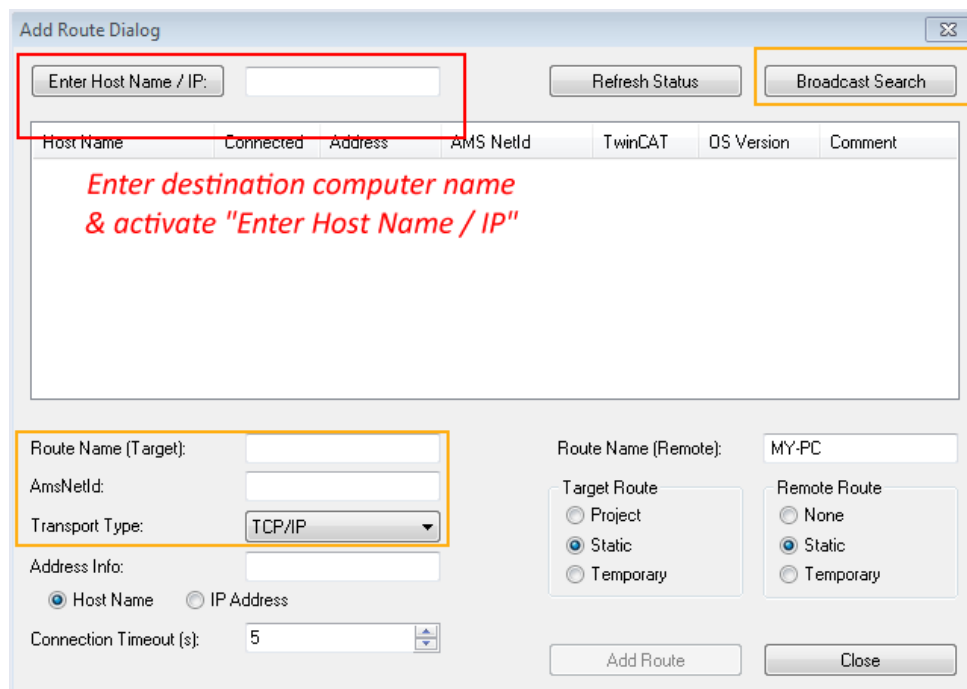
并打开以下窗口:



附图 46: 选择对话框: Choose the target system

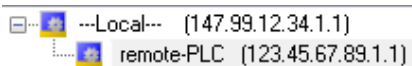
使用“Search (Ethernet)...”进入目标系统。弹出下一个对话框，在此可以选择：

- 在“Ether Host Name/IP: (输入主机名称/IP)”处输入已知的计算机名称（如红框所示）
- 执行“Broadcast Search (广播搜索)”（如果不知道确切的计算机名称）
- 输入已知的控制器 IP 或 AmsNetID



附图 47: 指定通过 TwinCAT System Manager 访问的 PLC：选择目标系统

进入目标系统后，按以下方式进行选择（可能需要输入正确密码）：



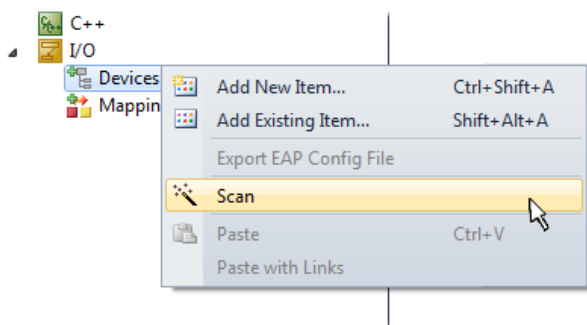
点击“OK”按钮确认，就可以通过 Visual Studio shell 访问目标系统。

添加设备

在 Visual Studio shell 用户界面左侧的项目文件浏览器中，选择“I/O”节点下的“Device”，然后右键单击

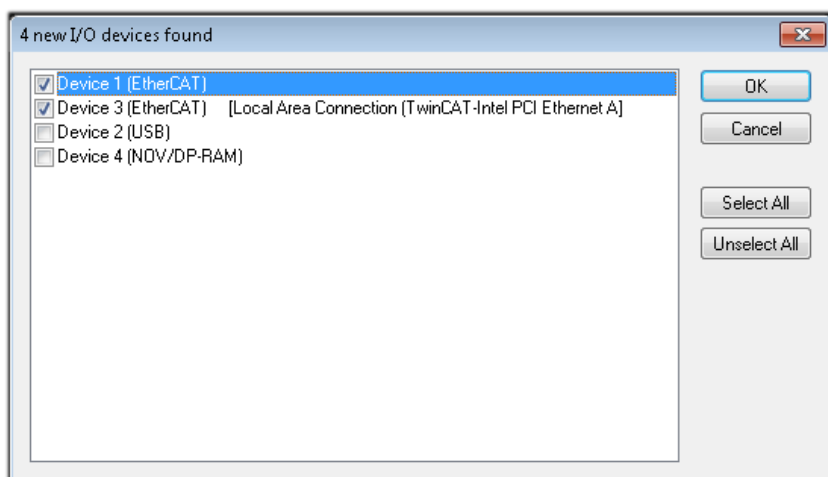
打开右键菜单，选择“Scan”或通过菜单栏中的  开始操作。首先，TwinCAT System Manager 可能需

要通过  或通过菜单“TwinCAT”→“Restart TwinCAT (Config Mode)”设置成“Config Mode”。



附图 48: 选择“Scan(扫描)”

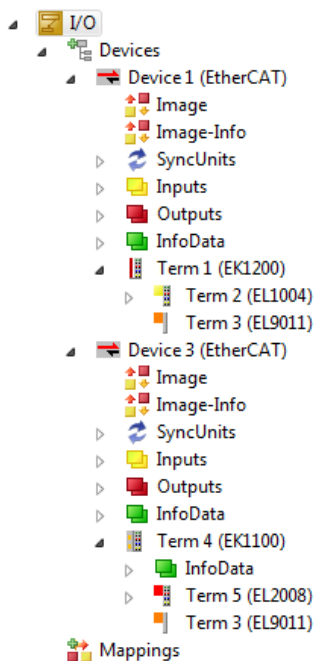
确认接下来的警告信息，并在对话框中选择“EtherCAT”设备：



附图 49: 自动检测 I/O 设备：选择要集成的设备

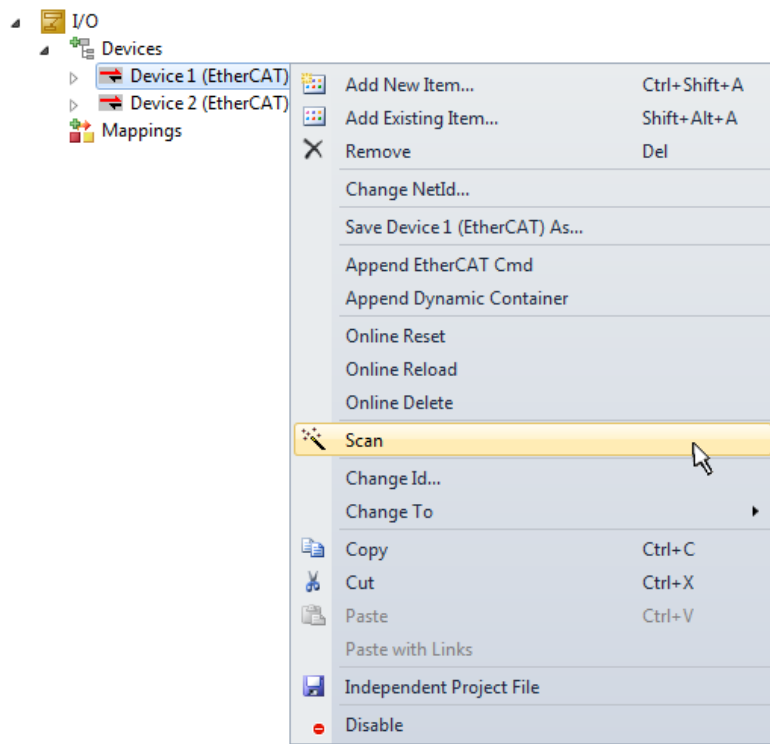
确认“Find new boxes”信息，以确定连接到设备的端子模块。“Free Run”自由运行功能允许在“Config Mode”配置模式下操作输入和输出值，这个功能也需要确认才能启用。

根据本节开头描述的示例配置 [► 52]，结果如下：



附图 50: 在集成于 VS shell 的TwinCAT 3 环境中配置映射

上述整个过程包括两个步骤，可以独立进行（首先确定设备，然后确定每个设备连接的元件，如端子盒、端子模块等）。此外，也可以从“Device...”的右键菜单中选择“Scan Box”（搜索功能），读取目标设备 Device 下面连接的元件（从站）：



附图 51: 读取连接到 Device 的各个端子模块

这可功能可以用于快速发现实际配置的变动。

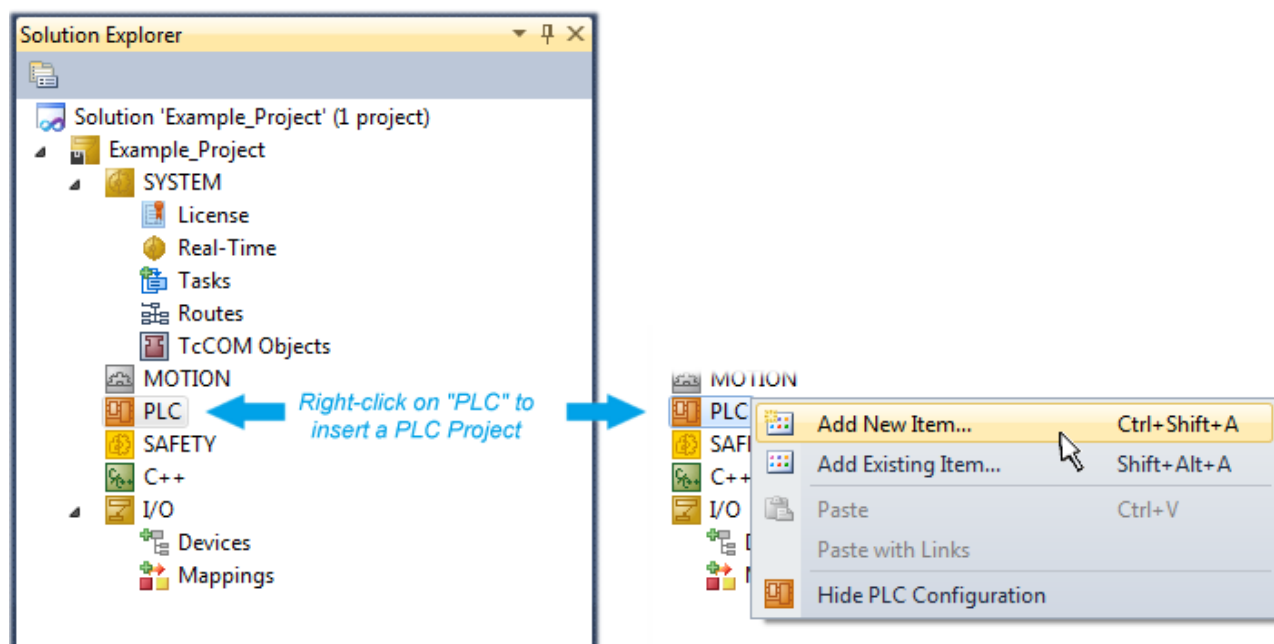
对 PLC 进行编程

TwinCAT PLC Control 开发环境可以用不同的语言创建控制程序：TwinCAT PLC Control 支持 IEC 61131-3 中描述的所有 5 种语言：包括两种基于文本的语言和三种图形化的语言：

- **基于文本的语言**
 - 指令表 (IL)
 - 结构化文本 (ST)
- **图形化语言**
 - 功能块图 (FBD)
 - 梯形图 (LD)
 - 连续功能块图 (CFC)
 - 顺序流程功能图 (SFC)

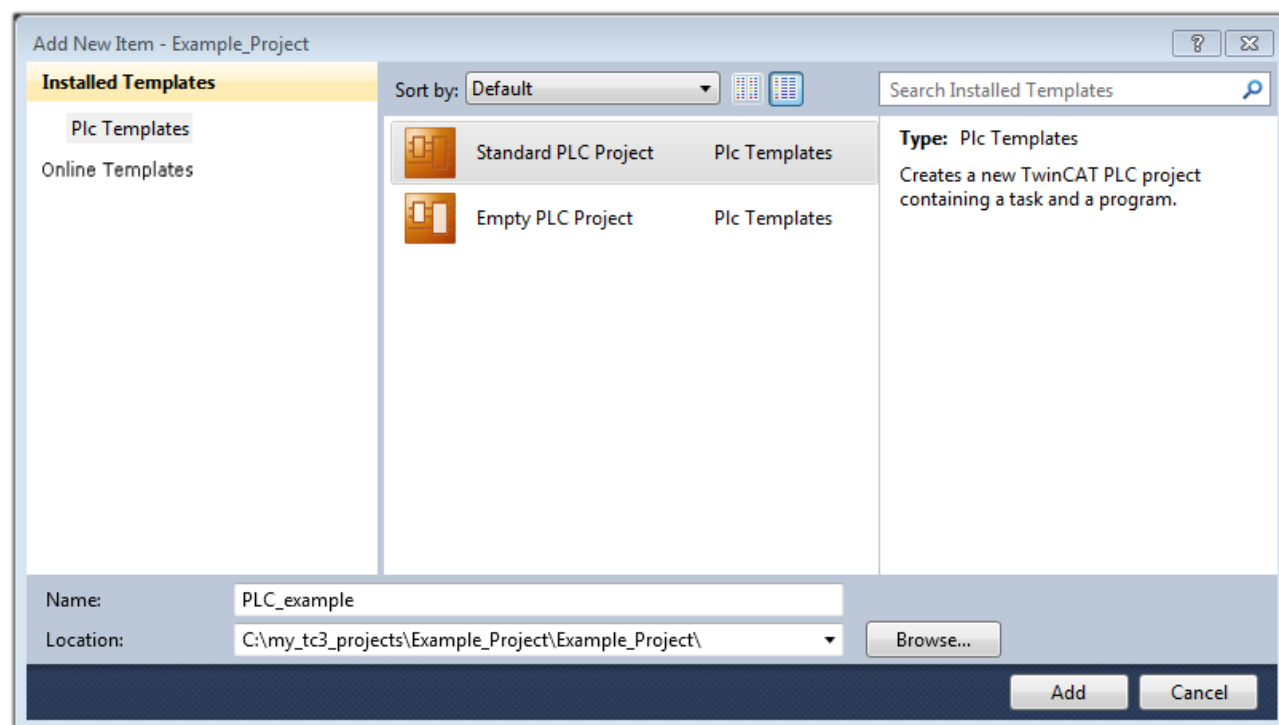
下面的内容只用到结构化文本 (ST) 。

为了创建一个编程环境，通过项目文件浏览器中“PLC”的右键菜单，选择“Add New Item...”，将一个 PLC 子项目添加到示例项目中：



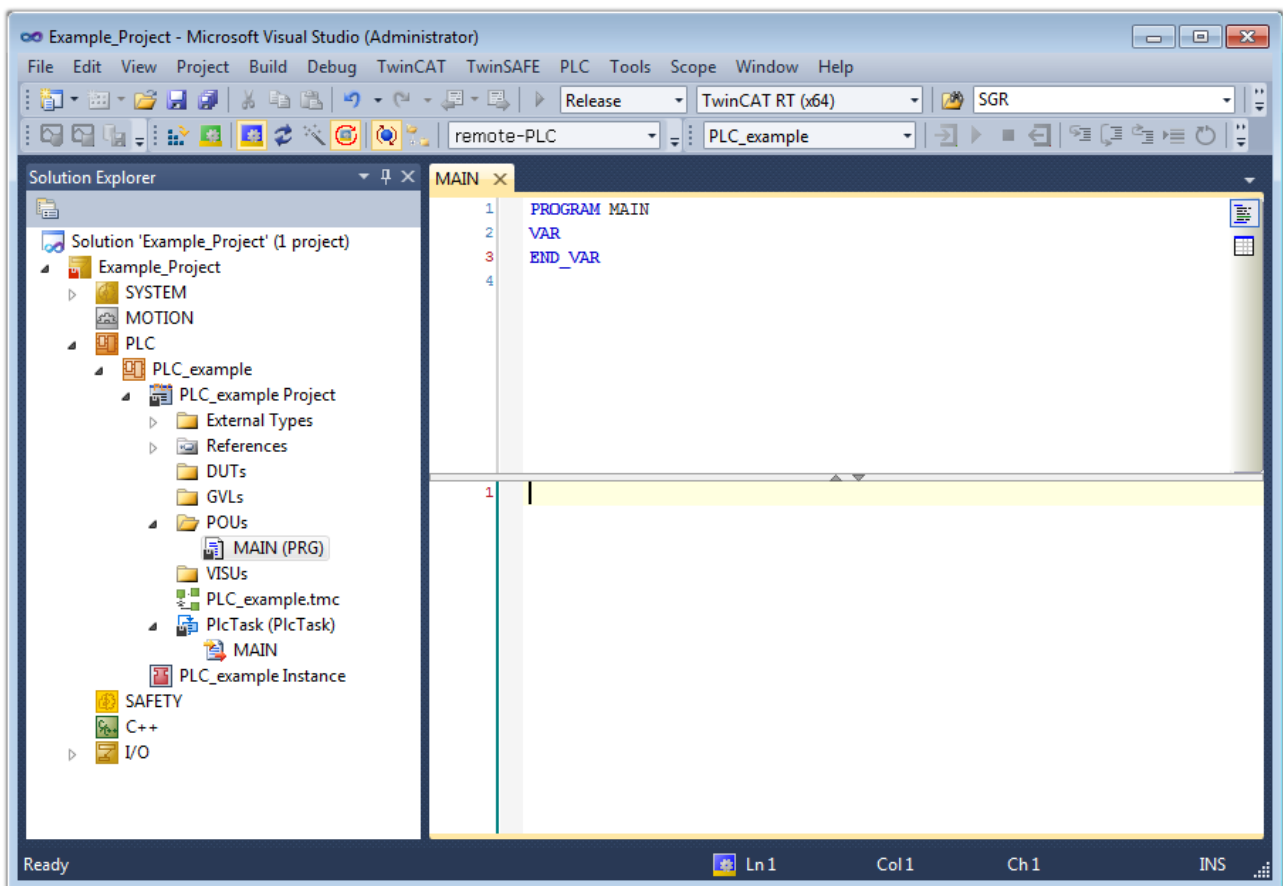
附图 52: 在节点“PLC”下添加编程环境

在弹出的对话框中选择“Standard PLC project”，并输入“PLC_example”作为项目名称（示例），然后选择一个相应的目录：



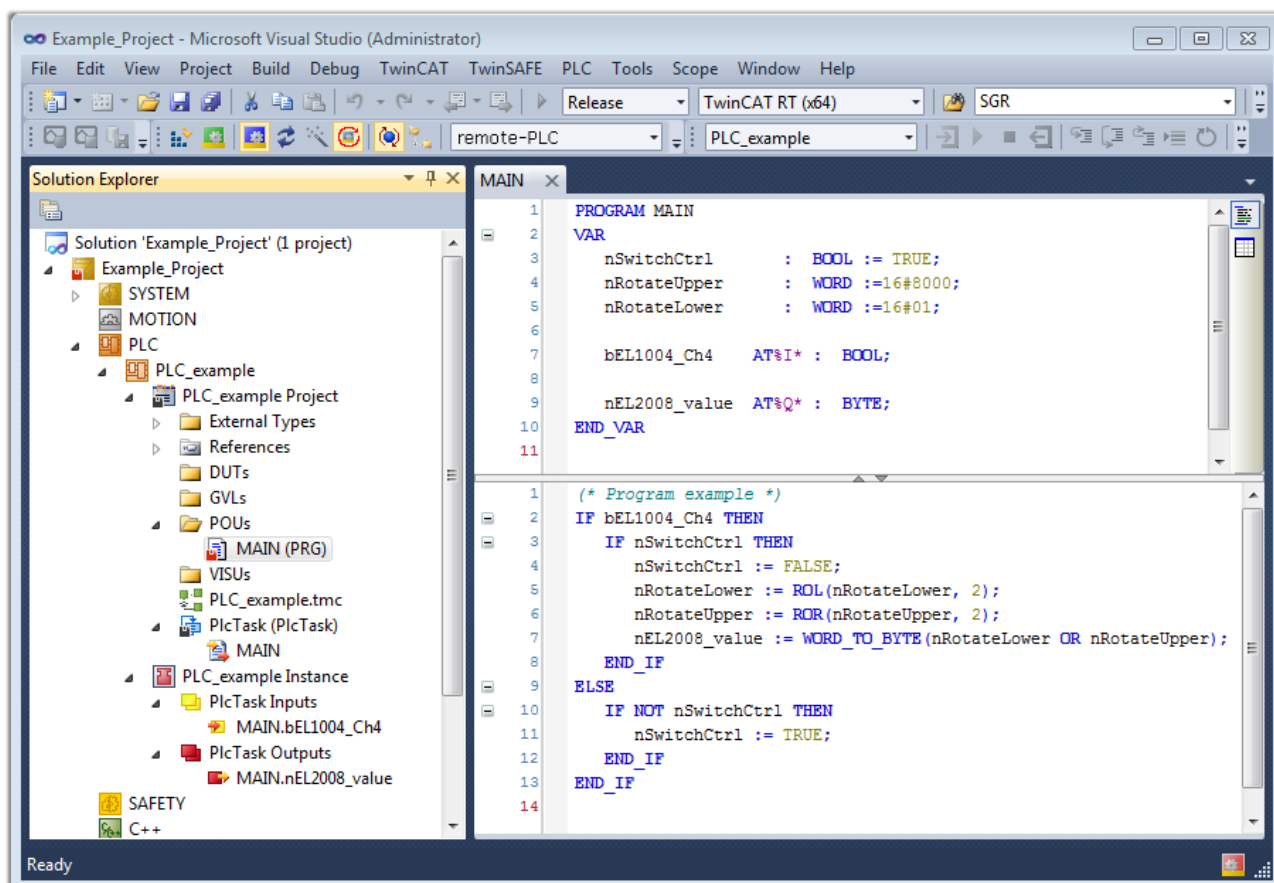
附图 53: 为 PLC 编程环境指定名称和目录

选择“Standard PLC project”已经存在的“Main”程序，可以通过双击“POUs”中的“PLC_example_project”打开。以下是一个初始项目的用户界面：



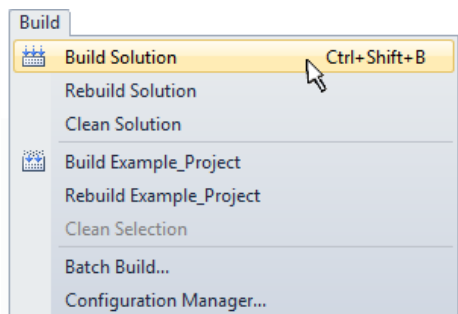
附图 54: 标准 PLC 项目的初始程序 “Main”

现在，已经为下一阶段的工作创建了示例变量和示例程序。



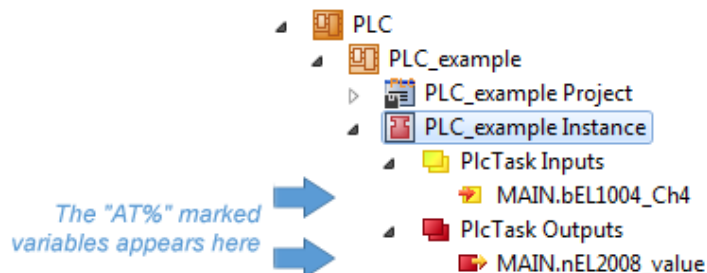
附图 55: 示例程序编译后，包含未分配地址的变量

现在，控制程序被创建为一个项目文件夹，接下来是编译过程：



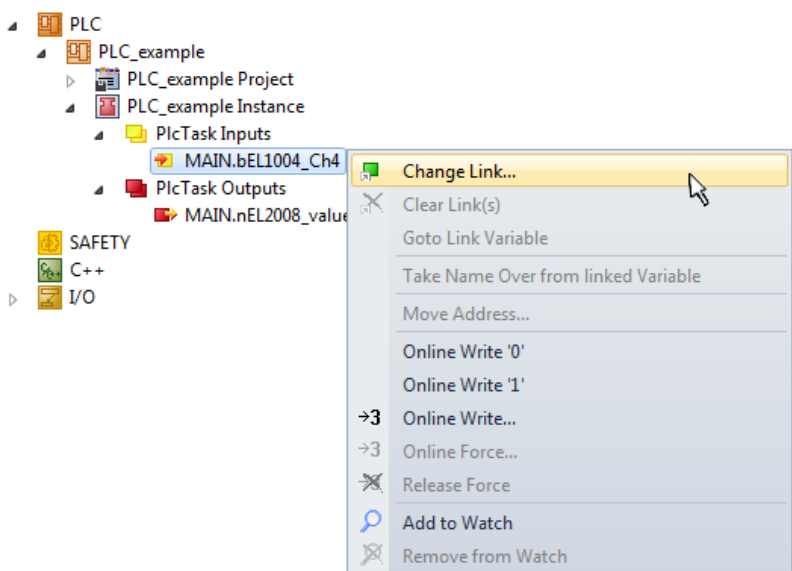
附图 56: 开始编译程序

下列变量在 ST/PLC 程序中以“AT%”标识，所以在项目文件浏览器的“Instance”中可为其分配硬件：



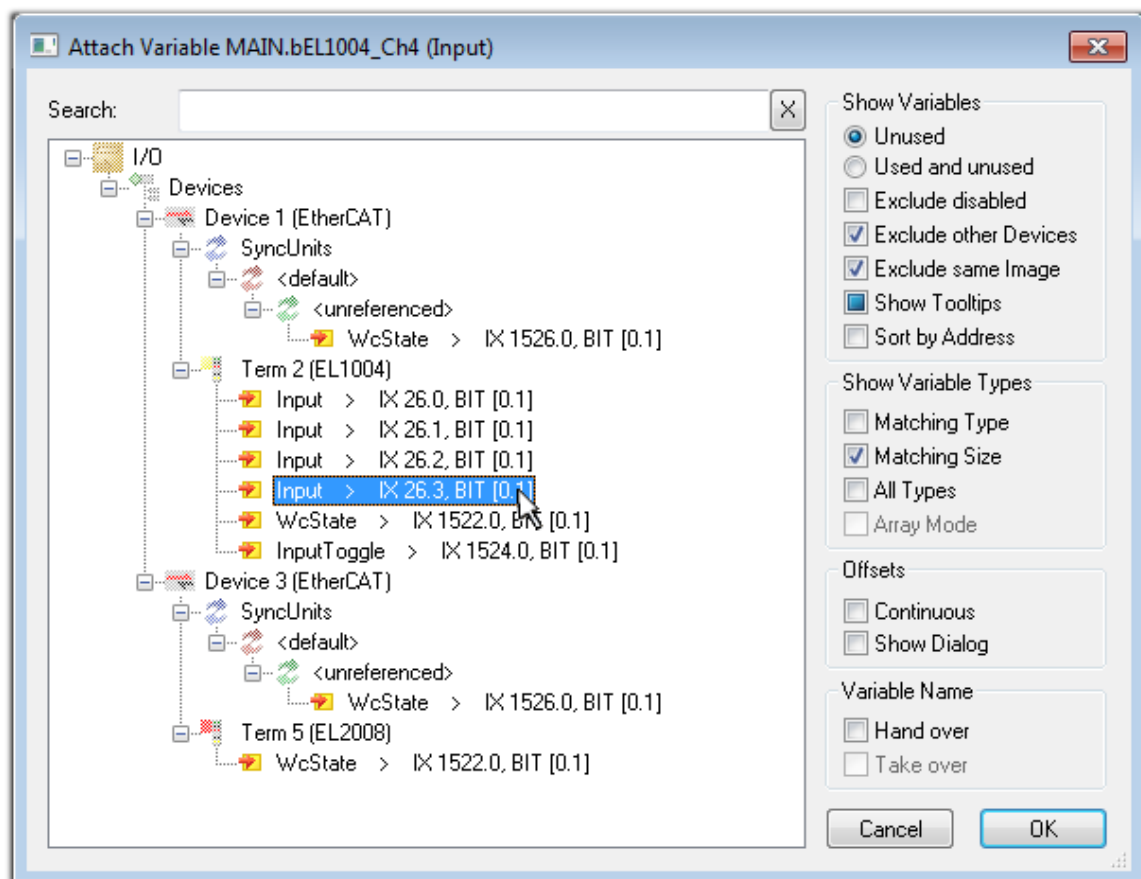
变量分配

通过 PLC instance 中一个变量的右键菜单，使用“Change Link...”打开一个窗口，选择合适的过程对象（PDO）进行链接：



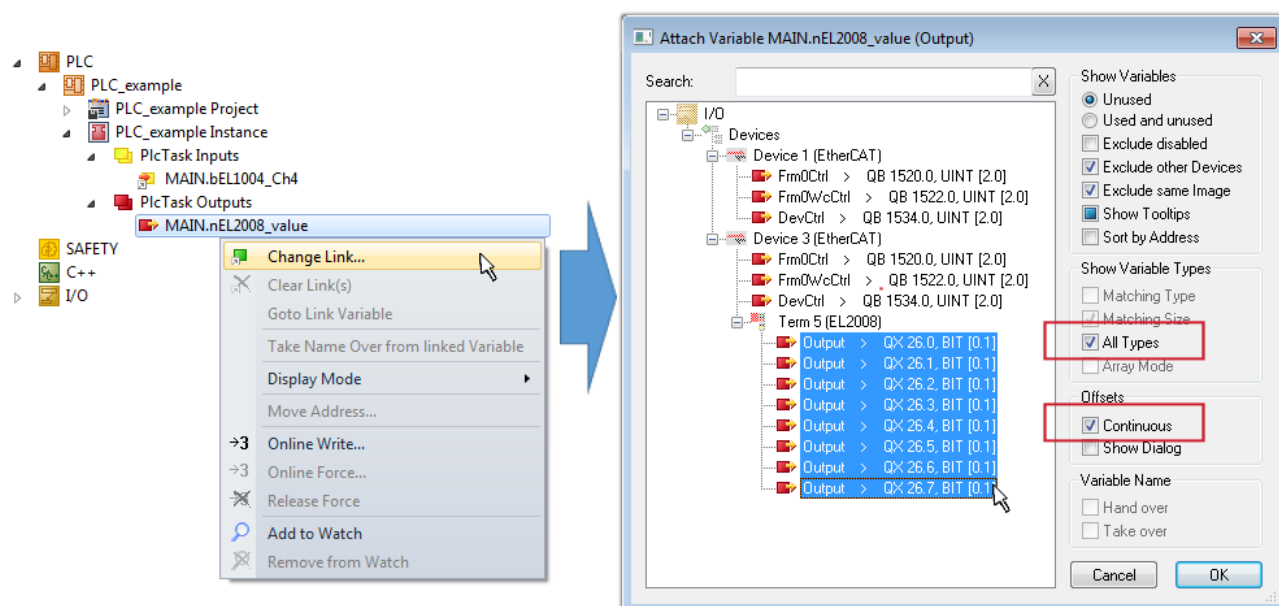
附图 57: 在 PLC 变量和过程对象之间建立链接

在弹出的窗口中，可以为 PLC configuration 中的 BOOL 类型变量“bEL1004_Ch4”选择过程对象：



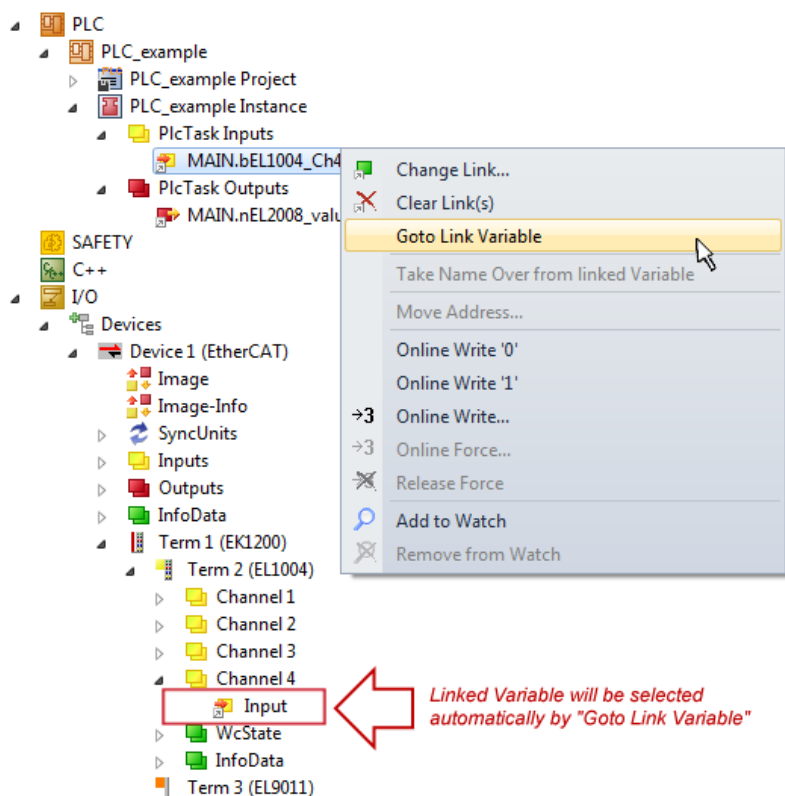
附图 58: 选择 BOOL 类型的 PDO

根据默认设置，只有部分PDO 对象可供选择。本例中，选择 EL1004 端子模块的通道 4 的 input 用于链接。否则，如果要为一个输出的字节变量分配一组八个独立的输出位，那么在创建链接时，必须勾选“**All types**”复选框。下图显示整个过程：



附图 59: 同时选择几个 PDO: 勾选 “Continuous” 和 “All types”

请注意, “Continuous” 复选框也要勾选。这种设计旨在将变量 “nEL2008_value” 的字节中包含的位按顺序分配给 EL2008 端子模块的所有八个选定的输出位。这样就可以在 PLC 程序中用一个字节对应端子模块的所有 8 个输出, 字节的第 0 到 7 位分别对应模块的第 1 到 8 通道。在变量的黄色或红色对象处有一个特殊符号 (🔗), 表示变量已链接。也可以通过从变量的右键菜单中选择 “Goto Link Variable (转到链接变量)” 来检查链接。此时, 链接的对方 (在这种情况下是 PDO) 被自动选中:



附图 60: “Goto Link Variable” 的应用, 以 “MAIN.bEL1004_Ch4” 为例

建立链接的过程也可以反向进行, 即从 PDO 链接到变量。但在本例中, 不可能为 EL2008 选择所有输出位, 因为这个端子模块只提供单个数字量输出。如果一个端子模块有一个 byte, word, int 之类的 PDO, 就有可能为其分配一套标准位宽的变量。在这里, “Goto Link Variable” 也可以反向执行, 以选择相应的 PLC 实例。

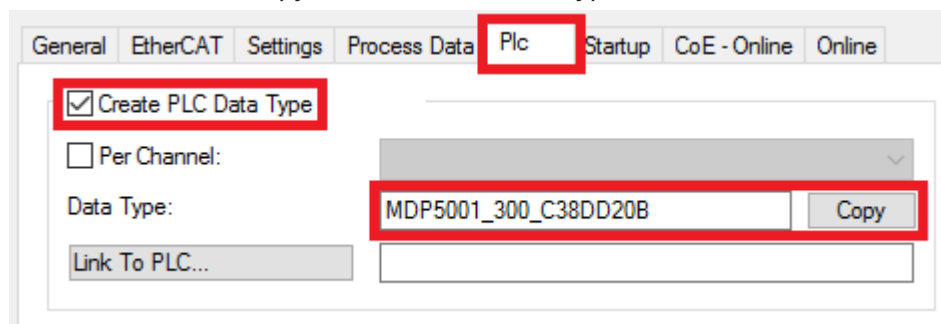
i 关于变量分配类型的说明

以下类型的变量分配方式只适用于 TwinCAT V3.1.4024.4 及以上版本，并且只能用于带微处理器的端子模块。

在 TwinCAT 中，可以根据一个端子模块的过程数据来创建一个结构体。然后在 PLC 中创建该结构体的一个实例，从而直接从 PLC 中访问过程数据，而无需自行声明变量。

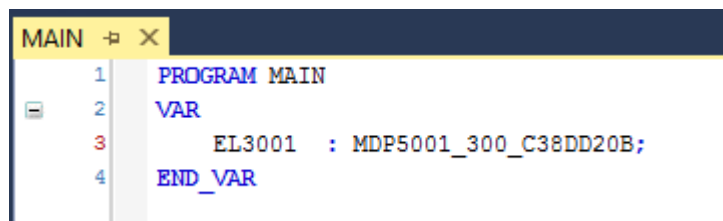
下面以 EL3001 单通道模拟量输入端子模块 -10...+10 V 为例，说明其操作步骤：

1. 首先，必须在 TwinCAT 的“Process data”选项卡中选择所需的过程数据。
2. 之后，必须通过复选框在“PLC”选项卡中生成 PLC 数据类型。
3. 然后可以用“Copy”按钮来复制“Data Type”文本框中的数据类型。



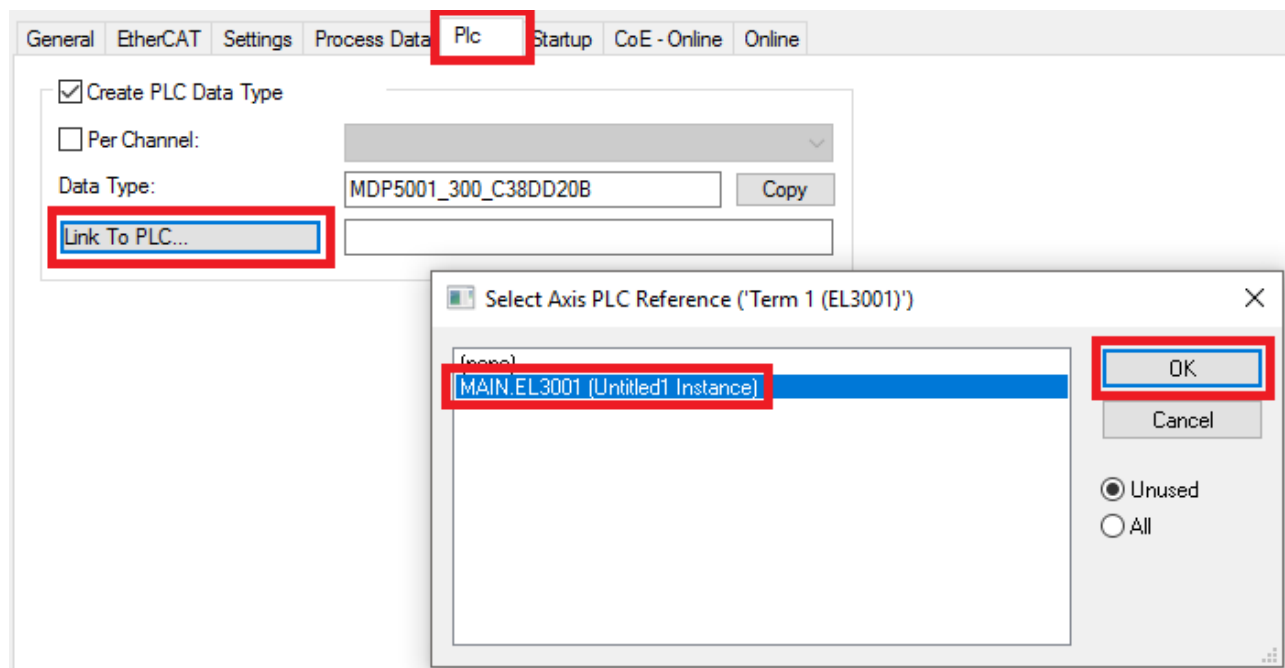
附图 61: 创建一个 PLC 数据类型

4. 接下来，必须在 PLC 中创建一个数据结构体的实例，类型为上一步复制的数据类型。



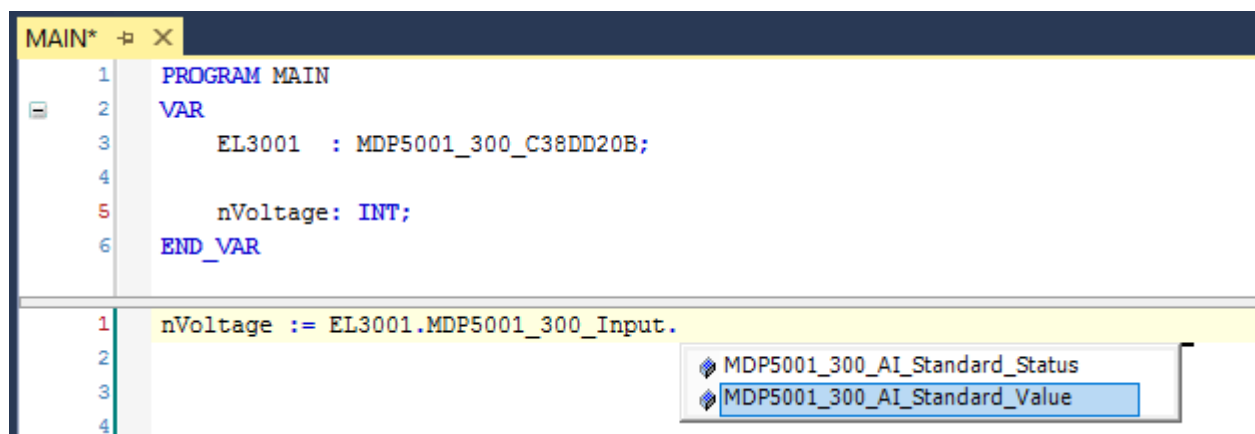
附图 62: 结构体的实例

5. 然后，还必须创建项目文件夹。这可以通过组合键“CTRL + Shift + B”或通过 TwinCAT 的“Build”菜单来完成。
6. 然后，必须将端子模块的“PLC”选项卡中的结构体链接到刚才创建的 PLC 结构体实例。



附图 63: 结构体的链接

7. 这样就可以在 PLC 的程序代码中通过结构体读取或写入过程数据。



附图 64: 从过程数据的结构体中读取一个变量

激活配置

PDO 到 PLC 变量的分配过程建立了从控制器到端子模块的输入和输出的连接。现在可以用  或通过菜单“TwinCAT”下的选项激活配置，以便将开发环境中的配置传送到 TwinCAT runtime 运行系统中。确认此时弹出的信息“Old configurations will be overwritten! (以前的配置将被覆盖)” 点击“OK”按钮，确认“Restart TwinCAT system in Run mode (重启 TwinCAT 系统至运行模式)”。在项目文件浏览器中可以看到对应的变量分配结果：

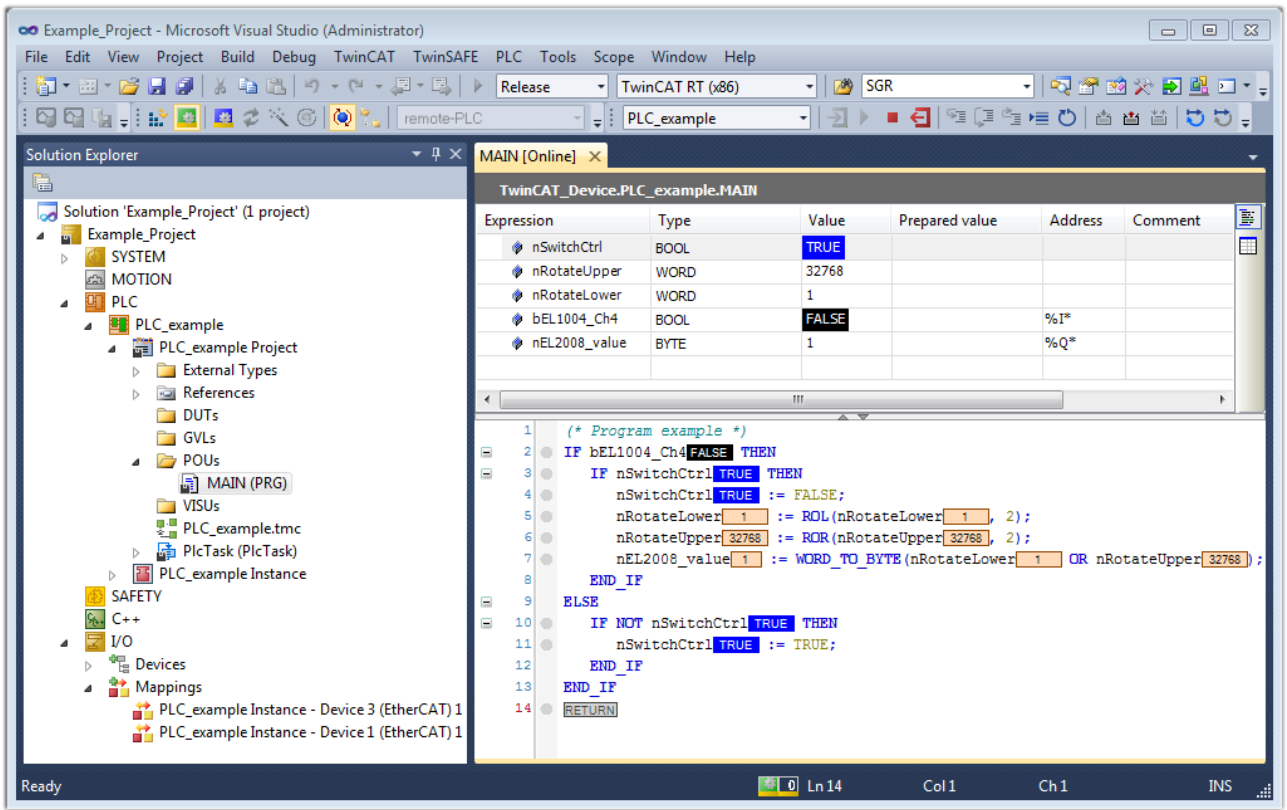
-  Mappings
 -  PLC_example Instance - Device 3 (EtherCAT) 1
 -  PLC_example Instance - Device 1 (EtherCAT) 1

几秒钟后，运行模式的相应状态会以不停旋转的符号  显示在 VS shell 开发环境的右下方。这样就可以按以下方法启动 PLC 系统了。

启动控制器

选择菜单选项“PLC”→“Login”或点击，将 PLC 与 TwinCAT real-time 实时系统连接起来，并加载控制程序，准备运行。系统弹出信息 “No program on the controller! Should the new program be loaded?”，应点击 “Yes” 确认。TwinCAT runtime 运行环境已经准备好启动 PLC 程序，通过点击符号

、“F5” 键或通过菜单“PLC”中的“Start”即可启动。程序启动后，编程环境会在线显示 PLC runtime 中各个变量的实时值：



附图 65: TwinCAT 3 开发环境（VS shell）：Login 后，程序已运行

用于停止和退出（Logout）的两个操控按键会产生对应的动作（“Shift + F5”也可用于停止，或者可以通过菜单“PLC”选择这两个动作）。

5.2 TwinCAT 开发环境

自动化软件 TwinCAT (The Windows Control and Automation Technology) 分为两种：

- TwinCAT 2: System Manager (用于配置) 和 PLC Control (用于编程)
- TwinCAT 3: TwinCAT 2 的增强版 (在同一个开发环境进行编程和配置)

详细信息：

- **TwinCAT 2:**
 - 以面向变量的方式将 I/O 设备与任务连接起来
 - 以面向变量的方式将任务与任务连接起来
 - 支持 Bit 级别的数据单位
 - 支持同步或异步映射关系
 - 支持连贯的数据区和过程映像交互
 - Datalink on NT - 程序符合开放式微软标准 (OLE、OCX、ActiveX、DCOM+ 等)
 - 在 Windows NT/2000/XP/Vista、Windows 7、NT/XP Embedded、CE 中集成 IEC 61131-3 软 PLC、软 NC 和 软 CNC。
 - 可连接所有常见的现场总线
 - [更多...](#)

其他特点：

- **TwinCAT 3 (eXtended Automation) :**
 - 集成 Visual Studio®
 - 可以选择多种编程语言
 - 支持 IEC 61131-3 的面向对象扩展功能
 - 支持使用 C/C++ 语言编写实时应用程序
 - 可以连接 MATLAB®/Simulink®
 - 使用开放式接口，具有良好的扩展性
 - 灵活的 run-time (运行时) 环境
 - 支持多核 CPU 和 64 位操作系统
 - 提供 TwinCAT Automation Interface (自动化编程接口)，可以自动生成代码和创建项目
 - [更多...](#)

在下面的章节中，将介绍在 PC 系统上通过 TwinCAT 开发环境进行控制系统的调试，以及特定控制组件的基本功能。

关于 TwinCAT 2 和 TwinCAT 3 的更多信息，请参见<http://infosys.beckhoff.com>。

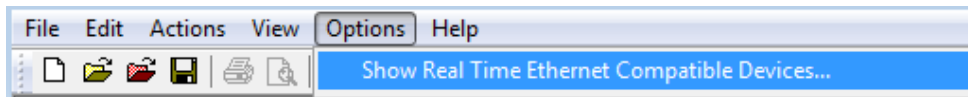
5.2.1 TwinCAT real-time 实时驱动程序的安装

为了使 IPC 控制器的标准以太网端口具备实时功能，必须在 Windows 下为该端口安装倍福 real-time 实时驱动程序。

可以通过几种方式进行：

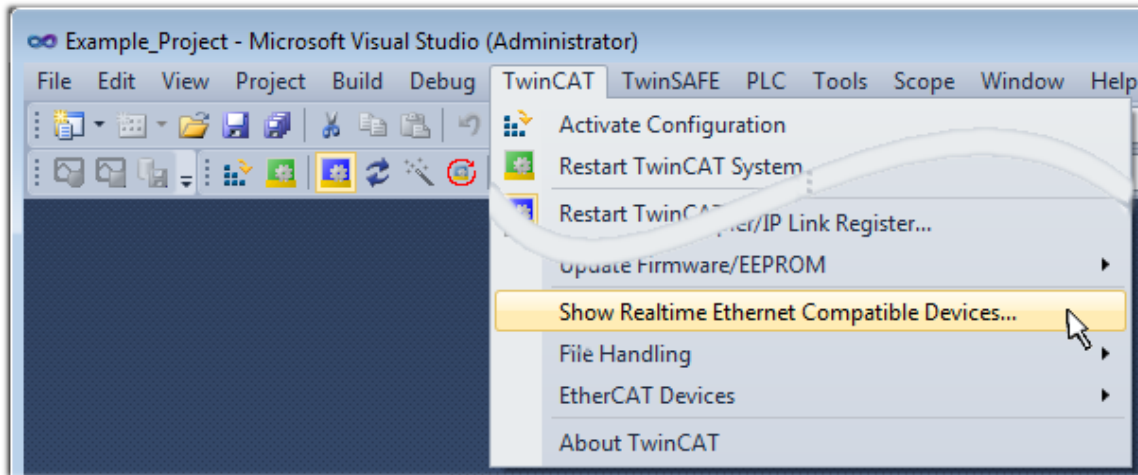
A: 通过 TwinCAT 适配器对话框

在 System Manager 中，通过 “Options → Show Real Time Ethernet Compatible Devices”，调出本地以太网接口的 TwinCAT 概览。



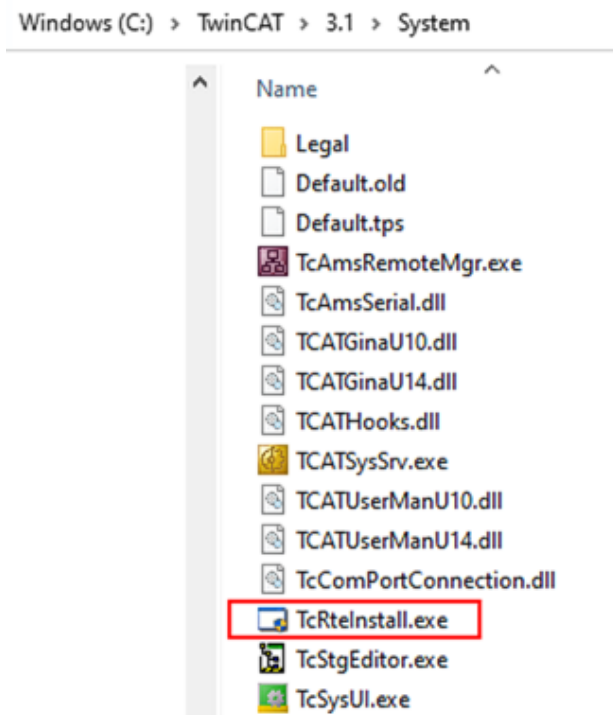
附图 66: System Manager “选项” (TwinCAT 2)

在 TwinCAT 3 环境中，这个功能需要通过菜单 “TwinCAT” 来调用：



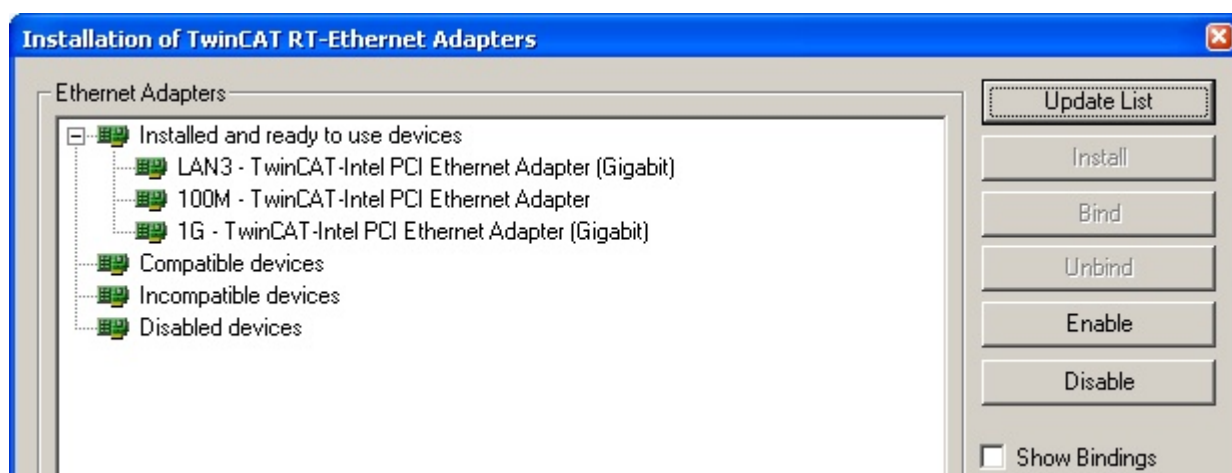
附图 67: 在 VS Shell 下调用 (TwinCAT 3)

B: 通过 TwinCAT 目录下的 TcRteInstall.exe



附图 68: TwinCAT 目录下的 TcRteInstall

两种情况下均出现以下对话框：



附图 69: 网络接口概览

在“Compatible devices（兼容设备）”下列出的接口可以通过“Install”按钮指定一个驱动程序。驱动程序只应安装在兼容的设备上。

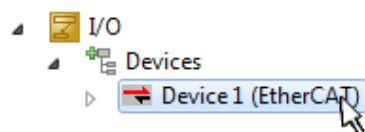
关于未签名驱动程序的 Windows 警告可以忽略。

或者，首先可以插入一个 EtherCAT 设备，如离线配置创建 [► 88] 章节所述，以便通过其 EtherCAT 属性（“Adapter”选项卡上的“Compatible Devices...”按钮）查看兼容的以太网端口：

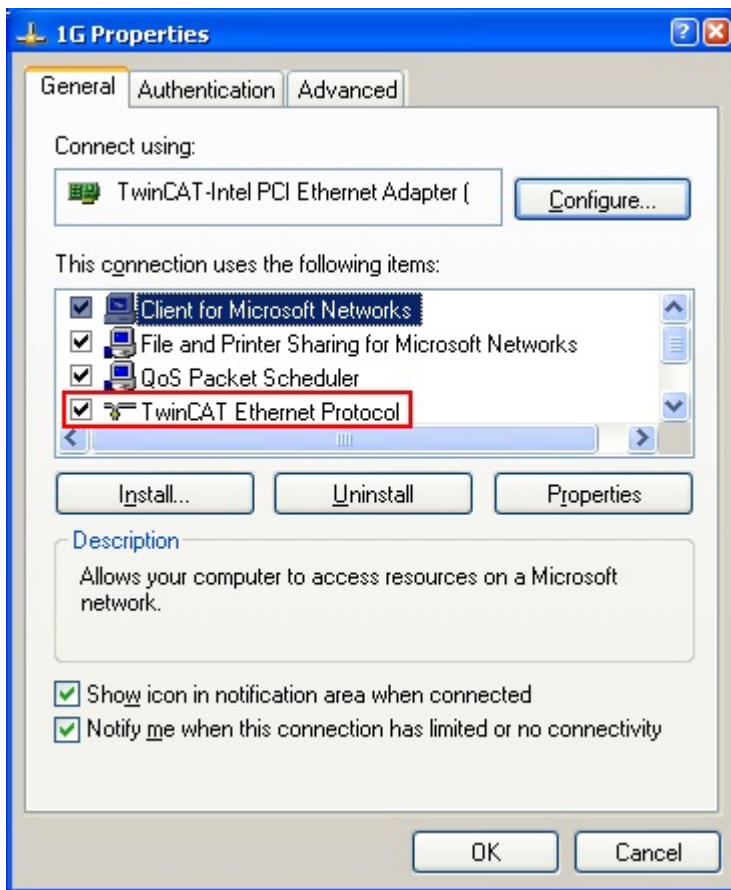


附图 70: EtherCAT 设备属性（TwinCAT 2）：点击“Adapter”选项卡的“Compatible Devices...”

TwinCAT 3: EtherCAT 设备的属性可以通过双击“I/O”下解决方案资源管理器中的“设备（EtherCAT）”打开：

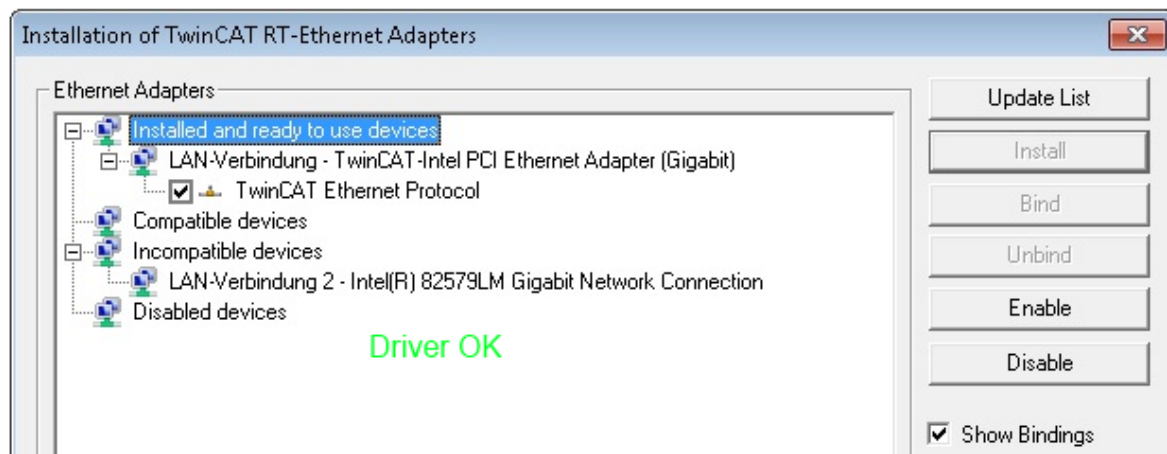


安装后，Windows 的网络接口概览中显示驱动程序已激活（Windows 开始→系统属性→网络）



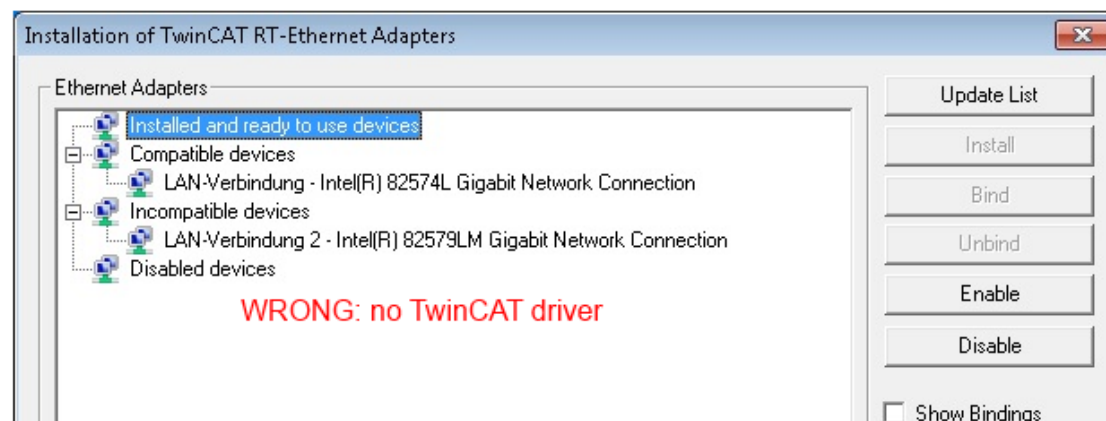
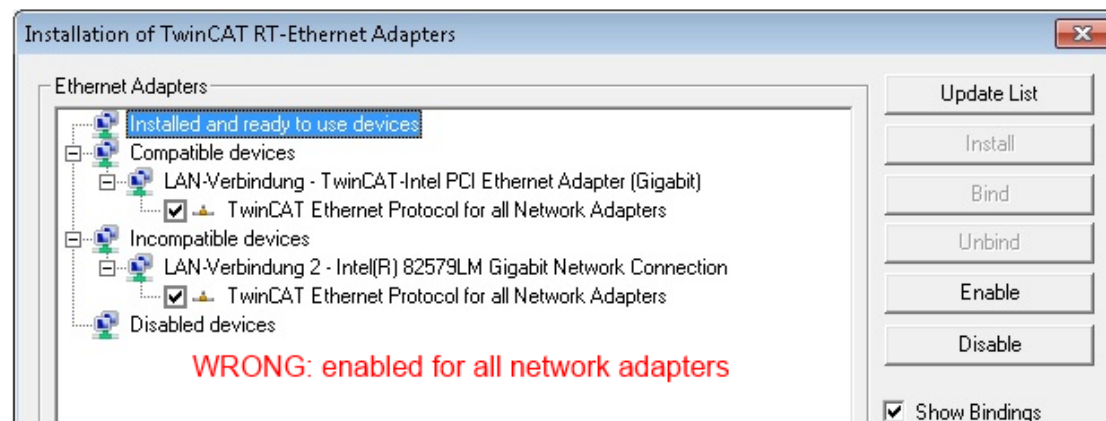
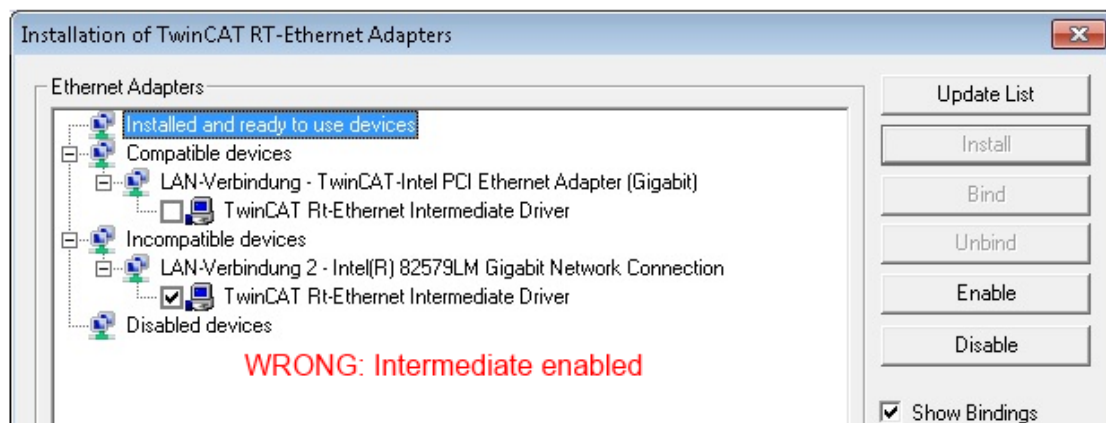
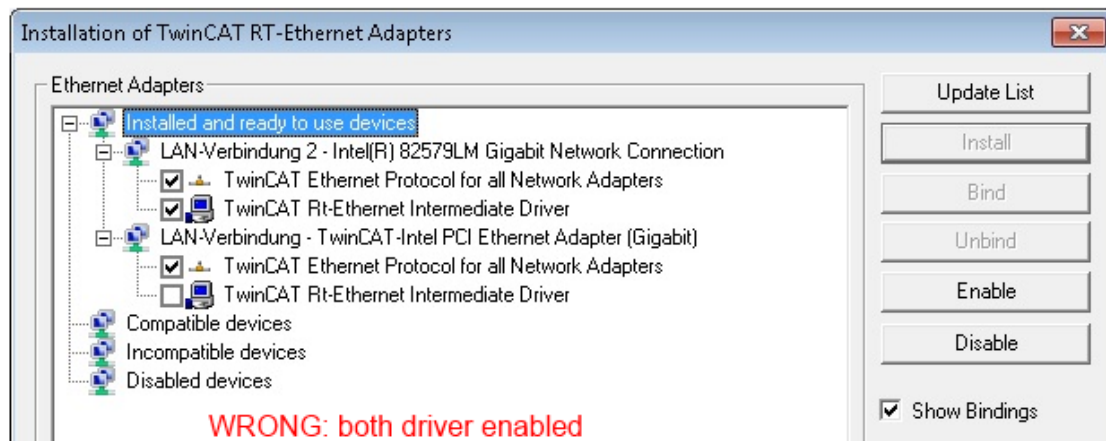
附图 71: Windows 的网络接口属性

驱动程序的正确设置如下：



附图 72: 以太网端口驱动程序的正确设置示例

必须避免下面几种可能的设置：



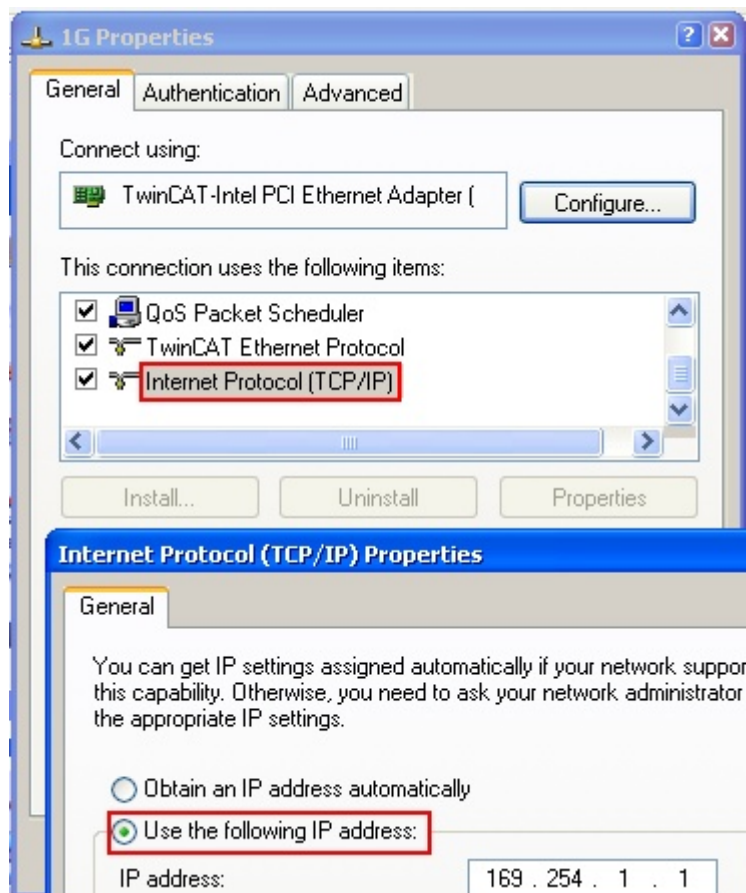
附图 73: 以太网端口驱动程序的错误设置

所用端口的 IP 地址



IP 地址/DHCP

在大多数情况下，被配置为 EtherCAT 设备的以太网端口不会传输一般的 IP 数据包。因此，在使用 EL6601 或类似设备时，最好是通过“Internet Protocol TCP/IP”驱动设置为该端口指定一个固定的 IP 地址并禁用 DHCP。这样就避免了在没有 DHCP 服务器的情况下，以太网端口的 DHCP 客户端为自己分配默认 IP 地址所带来的延迟。例如，一个合适的地址空间是 192.168.x.x。



附图 74: 以太网端口的 TCP/IP 设置

5.2.2 关于 ESI 设备描述文件的说明

最新 ESI 设备描述文件的安装说明

TwinCAT EtherCAT 主站/System Manager需要所使用设备的设备描述文件，以便在在线或离线模式下生成配置。设备描述包含在 XML 格式的 ESI 文件（EtherCAT Slave Information）中。这些文件可以向各个从站的制造商索取。一个 *.xml 文件可能包含几个设备描述。

倍福 EtherCAT 设备的 ESI 文件可从[倍福公司网站](#)获取。

ESI 文件应存放在 TwinCAT 安装目录下。

默认设置：

- **TwinCAT 2:** C:\TwinCAT\IO\EtherCAT
- **TwinCAT 3:** C:\TwinCAT\3.1\Config\Io\EtherCAT

如果 ESI 文件在上次 System Manager 窗口打开后发生了变化，当打开一个新的 System Manager 窗口时，则会重新装载（一次）这些文件。

TwinCAT 的安装包括倍福 ESI 文件集，而该文件集是创建 TwinCAT build 版本时的最新 ESI 版本。

对于 TwinCAT 2.11/TwinCAT 3 及以上版本，如果编程 PC 连接到互联网，就可以通过以下方式从 System Manager 中更新 ESI 目录：

- **TwinCAT 2:** Option → “Update EtherCAT Device Descriptions”
- **TwinCAT 3:** TwinCAT → EtherCAT Devices → “Update Device Descriptions (via ETG Website)...”

也可以通过[TwinCAT ESI Updater](#) [► 87] 更新 ESI 目录。



ESI

*.xml 文件与 *.xsd 文件关联，后者描述了 ESI XML 文件的结构。因此，如需更新 ESI 设备描述，这两种文件类型都应更新。

设备的识别

EtherCAT 设备/从站由四个属性来区分，它们决定了完整的设备标识符。例如，设备标识符 EL2521-0025-1018 由以下部分组成：

- 系列号 “EL”
- 型号 “2521”
- 子版本号 “0025”
- 修订版本 “1018”

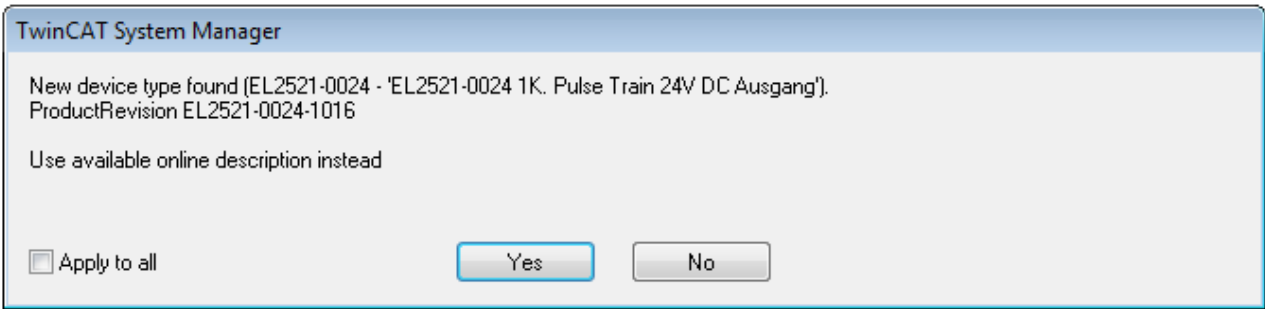
Name
(EL2521-0025-1018)
Revision

附图 75: 标识符结构

名称 + 类型组成的订货号（此处：EL2521-0025）描述了设备功能。修订版本表示技术上的升级，并由倍福公司进行管理。原则上，一个较高版本的设备可以替换一个较低版本的设备，除非在文件中另有规定。每个修订版都有自己的 ESI 描述。参见[详细说明](#) [► 12]。

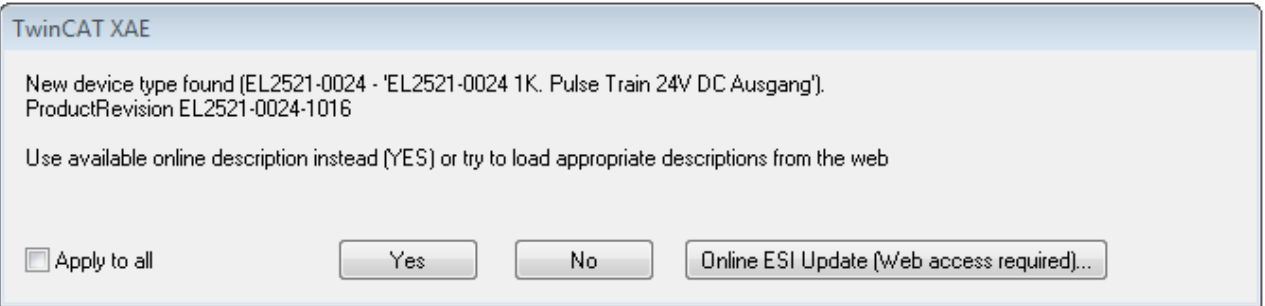
在线描述

如果 EtherCAT 配置通过扫描实际设备而在线创建的（参见在线设置部分），并且没有找到可用的从站 ESI 描述（由名称和修订版本号指定），System Manager 会询问是否应使用存储在设备中的描述。在任何情况下，System Manager 需要这些信息来正确设置与从站的周期性和非周期性通信。



附图 76: 在线描述信息窗口 (TwinCAT 2)

在 TwinCAT 3 中, 会出现一个类似的窗口, 它也提供网络更新:



附图 77: 在线描述信息窗口 (TwinCAT 3)

尽可能不要选择 Yes, 而是向从站设备制造商索取所需 ESI。安装完 XML/XSD 文件后, 应重新配置。

注意

扫描设备时, 修改“推荐”配置

- ✓ 如果扫描发现了 TwinCAT 未知的设备, 必须对以下两种情况区别处理。这里以 EL2521-0000 的修订版 1019 为例
 - a) 根本没有 EL2521-0000 设备的 ESI, 无论是 1019 版本还是更早版本。所以必须向制造商 (这种情况下是倍福) 申请 ESI。
 - b) 存在 EL2521-0000 设备的 ESI, 但版本比实际扫描到的更旧, 例例如 1018 或 1017。
此时应首先进行内部检查, 以确定库存的备件是否可以配置为高版本。一个新的/更高的修订版通常也会带来新的功能。如果不使用这些功能, 可以毫不犹豫地配置中使用以前的修订版 1018 继续工作。这也是倍福兼容性规则所声明的。

请特别参阅“[关于使用倍福 EtherCAT IO 组件的一般注意事项](#)”一章。关于手动配置请参考“[离线配置创建 \[► 88\]](#)”一章。

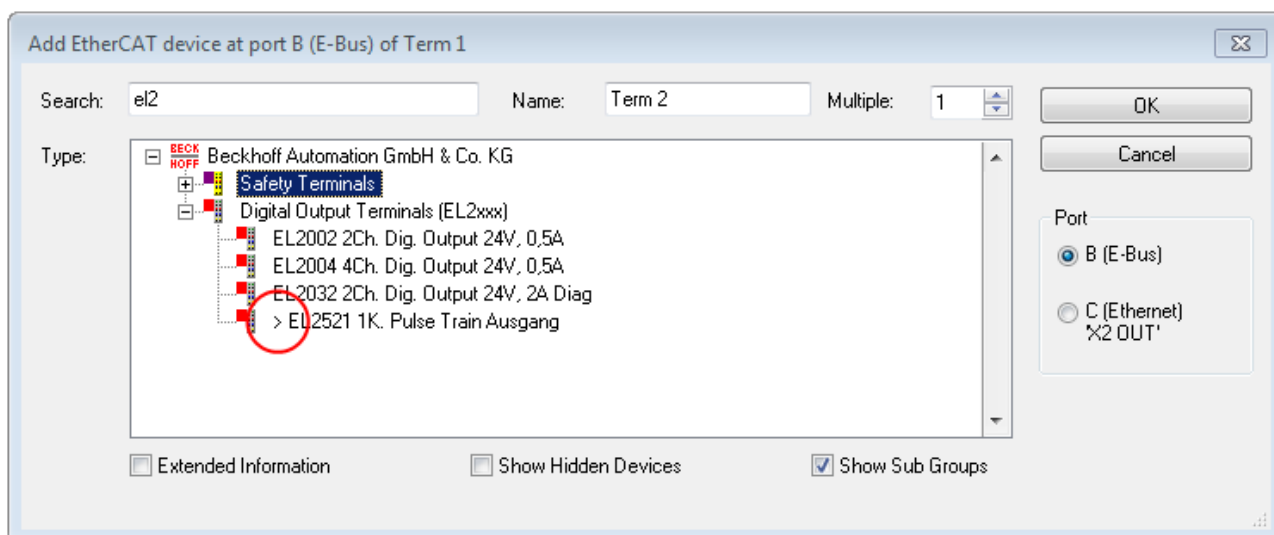
如果使用在线描述, System Manager 会从 EtherCAT 从站的 EEPROM 中读取一份设备描述。在复杂的从站中, EEPROM 的大小可能不足以容纳完整的 ESI, 此时配置中的 ESI 就会不完整。因此, 建议这种情况下优先使用离线 ESI 文件。

System Manager 在其 ESI 目录下为在线扫描找到的设备创建一个新的描述文件“OnlineDescription0000...xml”, 其中包含所有在线读取的 ESI 描述。

OnlineDescriptionCache00000002.xml

附图 78: System Manager 创建的文件 OnlineDescription.xml

也可以稍后再向该配置中手动添加一个从站。在线创建的从站在选择列表中以前缀“>”表示 (参见图以 EL2521 的在线记录 ESI 为例进行说明)。



附图 79: 以EL2521为例说明用在线 ESI 文件创建的从站

如果使用了这样的在线 ESI 文件，而后来又拿到了制造商的 ESI 文件，应按以下方式删除 OnlineDescription.xml 文件：

- 关闭所有 System Manager 窗口
- 在 Config Mode 下重启 TwinCAT
- 删除 “OnlineDescription0000...xml”
- 重新启动 TwinCAT System Manager (System Manager)

在此过程后，该文件不再显示。如有必要，请按 <F5> 更新

● TwinCAT 3.x 的在线描述

i 除了上述 “OnlineDescription0000...xml” 文件外，TwinCAT 3.x 还创建了一个 EtherCAT 缓存，其中包含新发现的设备，例如在 Windows 7 下：

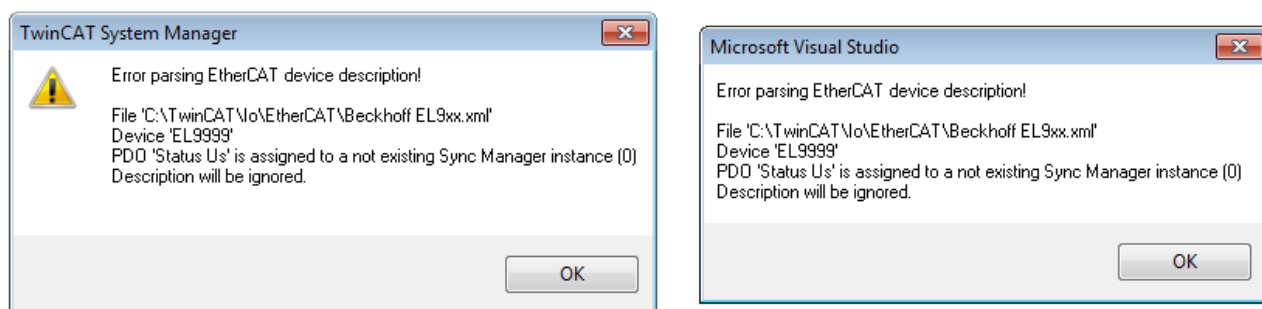
`C:\User\[USERNAME]\AppData\Roaming\Beckhoff\TwinCAT3\Components\Base\EtherCATCache.xml`

(请注意操作系统的语言设置！)

该文件也必须删除。

ESI 文件出错

如果某个 ESI 文件出错，System Manager 无法读取，则 System Manager 会弹出一个信息窗口。



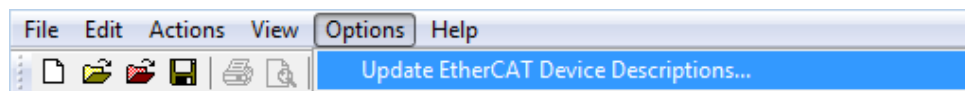
附图 80: 错误 ESI 文件的信息窗口 (左: TwinCAT 2; 右: TwinCAT 3)

可能的原因包括：

- *.xml 的结构与相关的 *.xsd 文件不一致 → 检查原理图
- 内容不能被翻译成设备描述 → 联系从站的制造商

5.2.3 TwinCAT ESI Updater

对于 TwinCAT 2.11 及以上版本，如果存在在线外网连接，System Manager 可以自动搜索当前的倍福 ESI 文件：

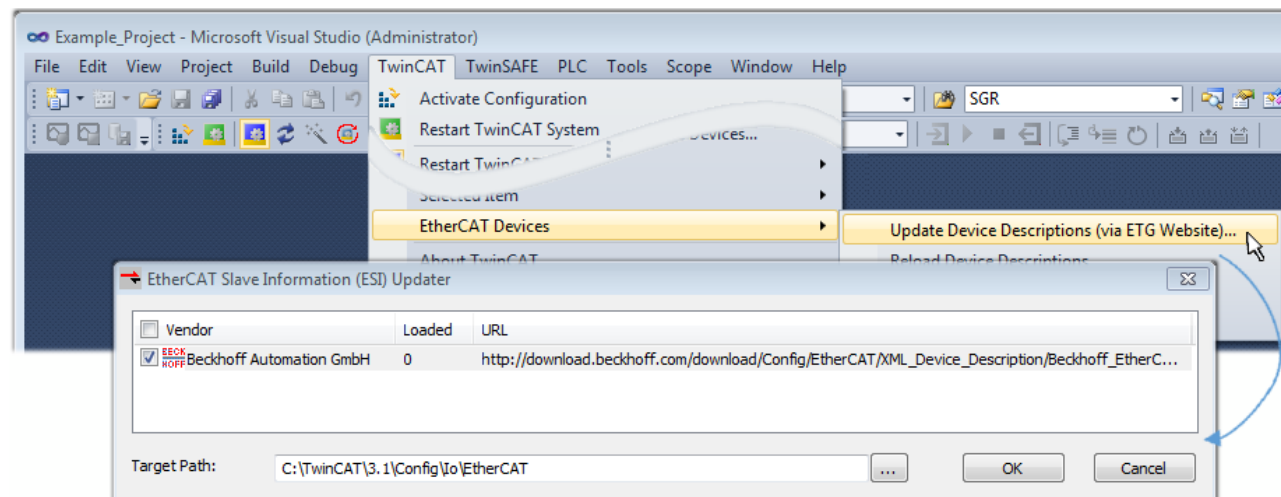


附图 81: 使用 ESI Updater (>= TwinCAT 2.11)

调用方法：

“Options” → “Update EtherCAT Device Descriptions”

在 TwinCAT 3 中，则选择：



附图 82: 使用 ESI Updater (TwinCAT 3)

ESI Updater (TwinCAT 3) 选项非常方便，可将 EtherCAT 制造商通过互联网提供的 ESI 数据自动下载到 TwinCAT 目录中（ESI = EtherCAT Slave Information）。TwinCAT 访问存储在 ETG 的集中 ESI URL 目录列表；然后可以在 Updater 对话框中查看这些条目，但是无法在此进行更改。

调用方式：

“TwinCAT” → “EtherCAT Devices” → “Update Device Description (via ETG Website)...”。

5.2.4 Online 和 Offline 之间的区别

Online 和 Offline（在线和离线）之间的区别是针对实际存在物理 I/O（驱动器、端子模块、EJ-模块等）而言的。如果需要提前在编程电脑上进行系统配置，例如在笔记本电脑上，则只能在“Offline configuration（离线配置）”模式下进行。此时所有组件都必须在配置中手动输入，例如根据电气设计图纸。

如果目标控制器已经连接到 EtherCAT 系统，所有设备都已通电，且网络基础设施已准备就绪，就可以简单地通过目标控制器的“scanning（扫描）”来生成 TwinCAT 配置。这就叫做在线配置。

在任何情况下，每次启动过程中，EtherCAT 主站都会检查所发现的从站是否与当前配置相符。这个检查的规则可以在从站的扩展设置界面中进行选择。请参考最新 ESI 设备描述文件的安装说明 [► 84]。

配置前的准备工作：

- 实际 EtherCAT 硬件（设备、耦合器、驱动器）必须存在并安装完成
- 所有设备/模块必须通过 EtherCAT 电缆连接或者在 I/O 站中以设计的顺序组装连接
- 所有设备/模块接上电源，做好通信准备
- 目标系统上的 TwinCAT 必须处于 Config Mode（配置模式）。

在线扫描过程包括：

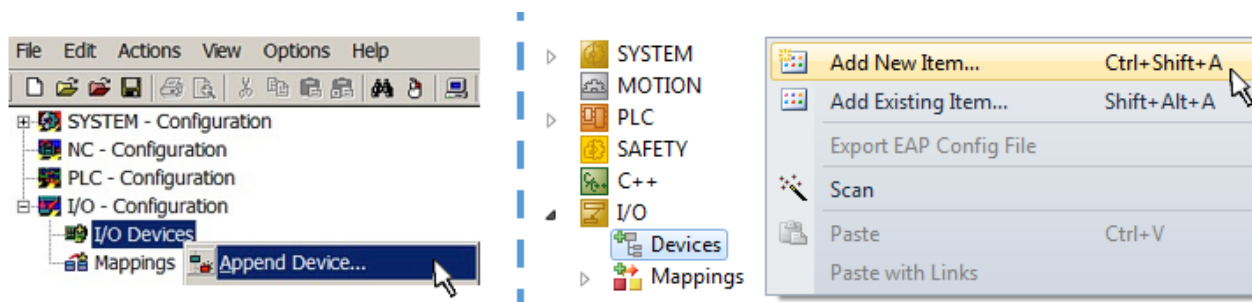
- 检测 EtherCAT 设备 [► 93] (IPC 的以太网端口)
- 检测连接的 EtherCAT 从站 [► 94]。这一步骤可独立于前一步骤单独进行。
- 故障排除 [► 97]

也可以通过现有配置扫描 [► 97] 以进行比较。

5.2.5 创建 OFFLINE 配置

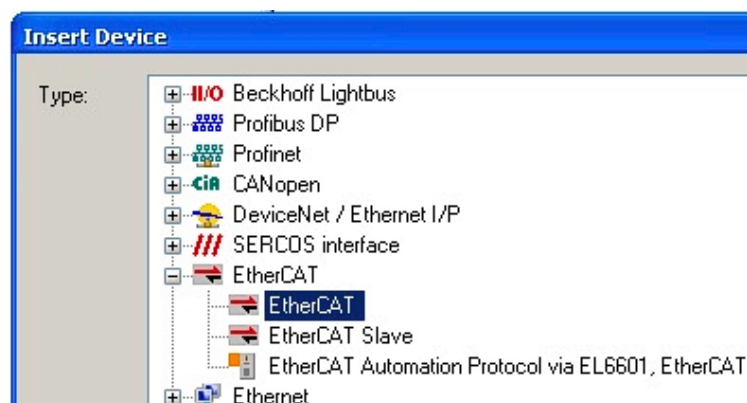
创建 EtherCAT 设备

在一个空白的 System Manager 窗口中创建一个 EtherCAT 设备。



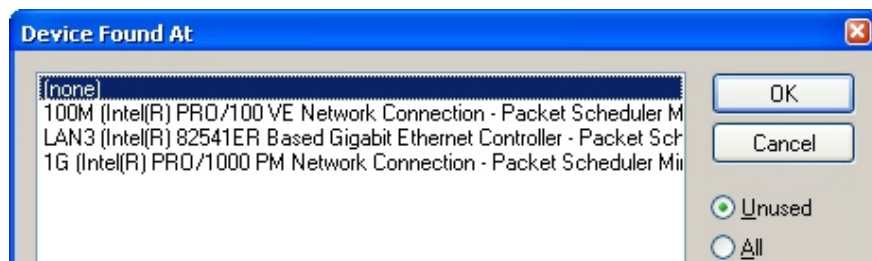
附图 83: 添加 EtherCAT 设备 (左: TwinCAT 2; 右: TwinCAT 3)

对于带有 EtherCAT 从站的 EtherCAT I/O 应用, 选择类型 “EtherCAT”。对于目前通过 EL6601/EL6614 实现的 publisher/subscriber (发布/订阅) 服务, 选择 “EtherCAT Automation Protocol via EL6601”。



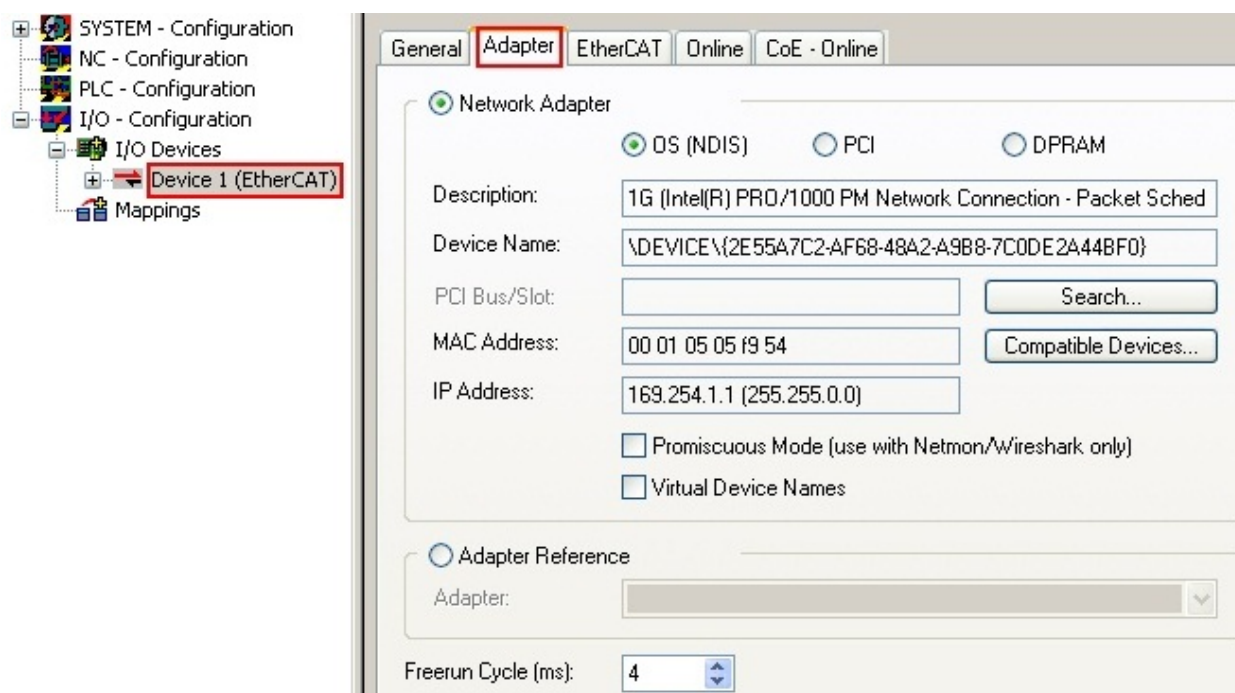
附图 84: 选择 EtherCAT 连接 (TwinCAT 2.11, TwinCAT 3)

然后在 TwinCAT runtime 运行系统中为这个虚拟设备分配一个实际的以太网端口。



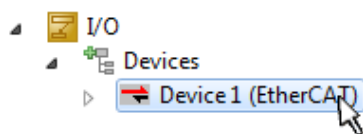
附图 85: 选择以太网端口

可以在创建 EtherCAT 设备时自动弹出的窗体中进行选择, 也可以将来在属性对话框中进行设置/修改; 参见图 “EtherCAT 设备属性 (TwinCAT 2)”。



附图 86: EtherCAT 设备属性 (TwinCAT 2)

TwinCAT 3: EtherCAT设备的属性可以通过双击 “I/O” 下解决方案资源管理器中的 “设备 (EtherCAT)” 打开:



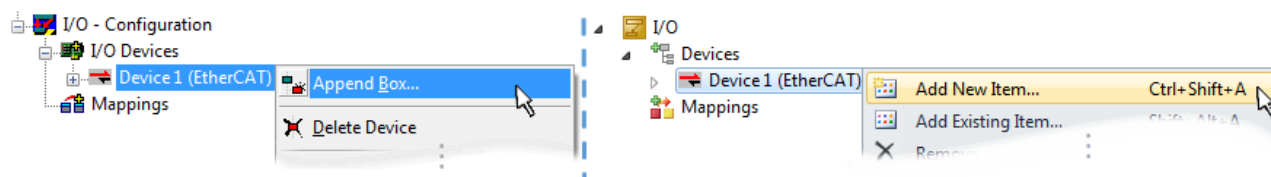
i

选择以太网端口

在安装了TwinCAT实时驱动程序的EtherCAT设备上才能选择以太网端口。这必须为每个端口单独进行。请参考各自的安装页面 [▶ 78]。

配置 EtherCAT 从站

选中配置树中的一个设备并右键单击，可以进一步添加其它设备。



附图 87: 添加 EtherCAT 设备 (左: TwinCAT 2; 右: TwinCAT 3)

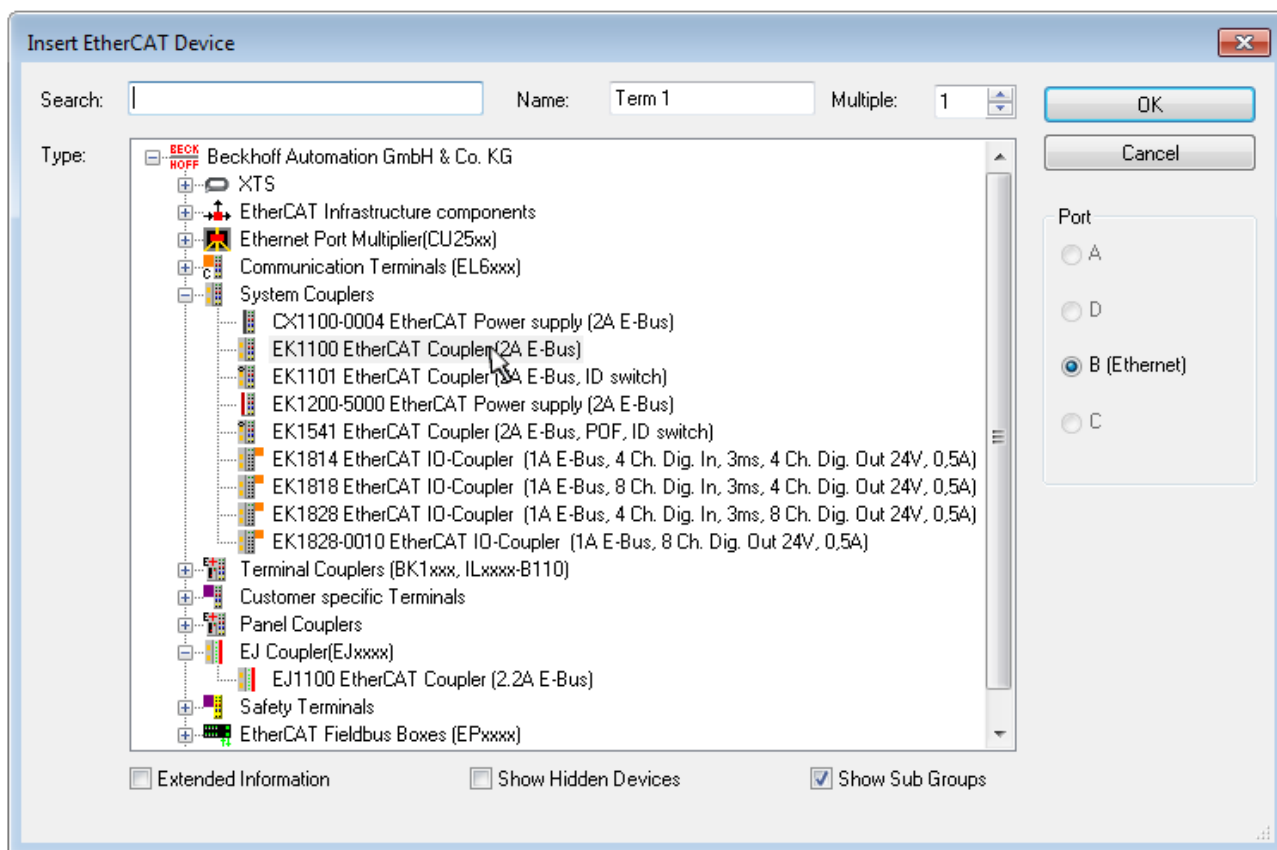
弹出选择新设备的对话框 对话框中只显示已有 ESI 文件的设备。

只显示可以添加到上一步选中项之后的设备，以供选择。也会显示端口可用的物理层（图“新增 EtherCAT 设备的选择对话框”）。如果是基于电缆的带PHY传输的 Fast-Ethernet（快速以太网）物理层，那么也只能选择基于电缆的设备，如图“新增 EtherCAT 设备的选择对话框”所示。如果上一个设备有多个空闲的端口（例如EK1122 或 EK1100），可以在右边选择需要的端口（A）。

物理层概述

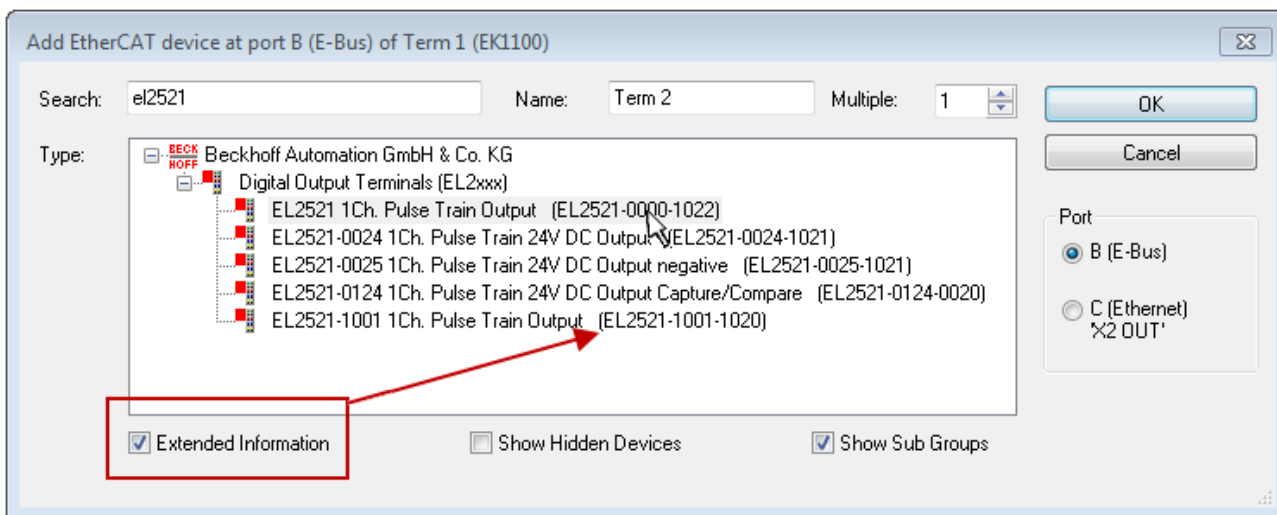
- “Ethernet”：基于电缆的 100BASE-TX：耦合器、盒模块、带 RJ45/M8/M12 连接器的设备
- “E-Bus”：LVDS “端子模块总线”，EtherCAT 插拔式模块（EJ），EtherCAT 端子模块（EL/ES），各种模块化模块

Search 搜索框用于查找指定的设备（自 TwinCAT 2.11 或 TwinCAT 3 起）。



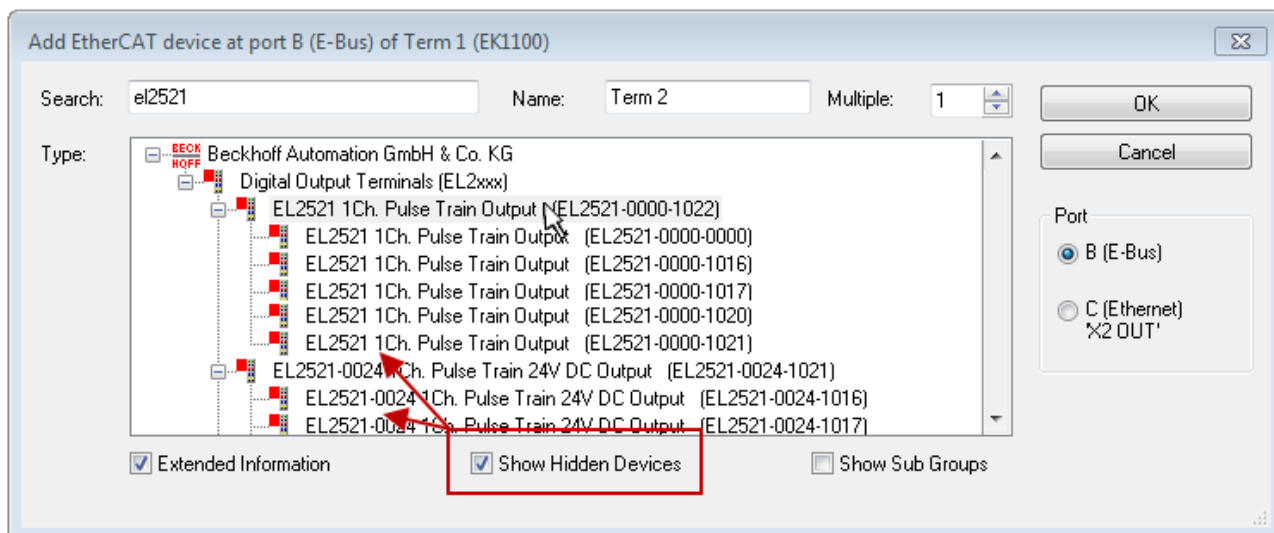
附图 88: 新增 EtherCAT 设备的选择对话框

默认情况下，只要根据名称/设备类型进行选择。如果要选择设备的特定版本，可以勾选“Extended Information”，把版本信息也显示出来。



附图 89: 显示设备版本

很多时候，由于历史原因或增加功能，例如进行了技术升级，一个设备可能存在多个版本。为简化起见（见图“新增 EtherCAT 设备的选择对话框”），在倍福设备的选择对话框中只显示最近（即最高）的修订版本，从而也是最新出厂的设备版本。如需以 ESI 描述显示系统可用的所有设备版本，请勾选“Show Hidden Devices（显示隐藏设备）”复选框，见图“显示以前的版本”。



附图 90: 显示以前的版本

i

修订版本的设备选择 - 兼容性

ESI描述还定义了过程图像、主站和从站/设备之间的通信类型以及设备功能（如果适用）。物理设备（固件，如果适用）必须支持主站的通信查询/设置。这是向后兼容的，也就是说，如果EtherCAT主站将其视为较早版本，那么应支持较新设备（较高版本）。对于Beckhoff的EtherCAT端子/端子盒/EJ模块，应符合以下兼容性规则。

系统中的设备版本 >= 配置中的设备版本

这也使得后续更换设备时无需改变配置（驱动器可能存在不同规格）。

示例

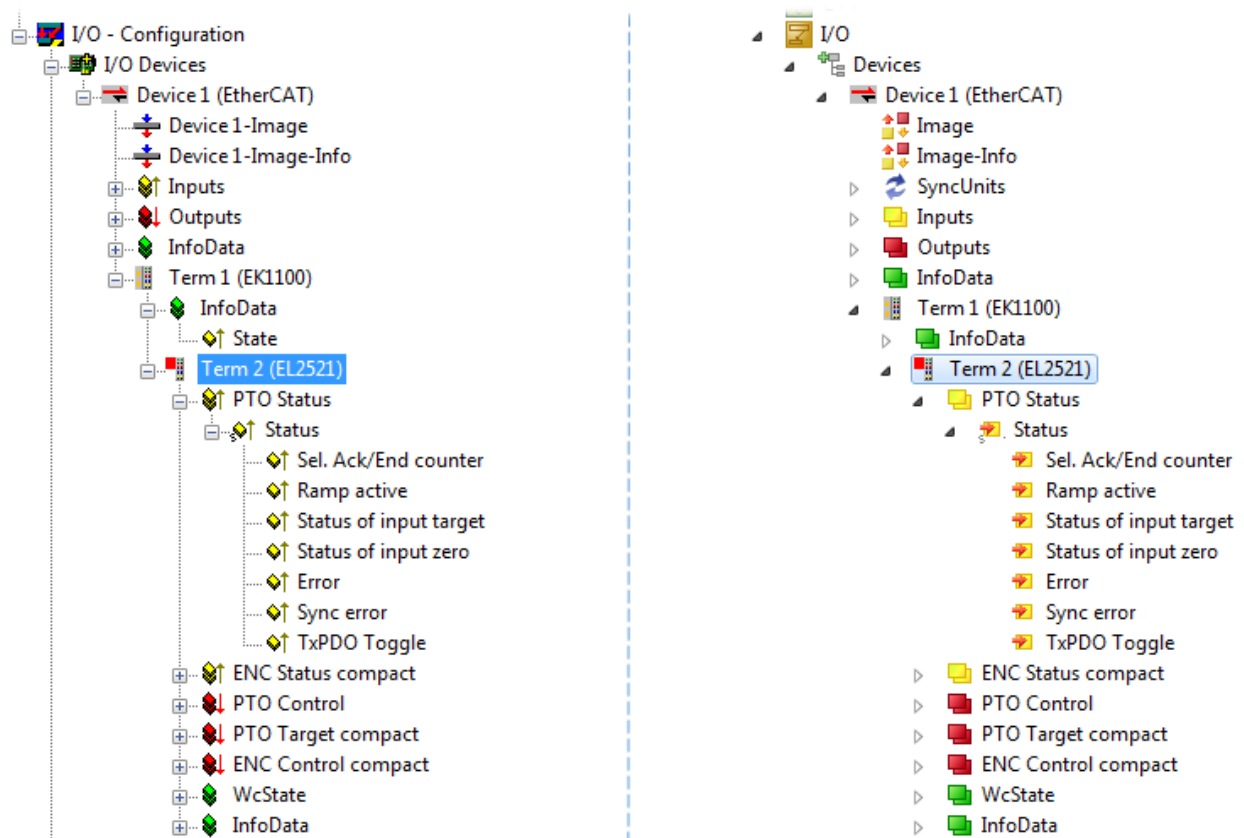
如果在配置中指定了EL2521-0025-**1018**，则在实践中可以使用EL2521-0025-**1018**或更高版本（-1019，-1020）。

Name
(EL2521-0025-1018)
Revision

附图 91: 终端的名称/修订版本

如果TwinCAT系统中存在当前ESI描述，则选择对话框中提供的最新修订版本与Beckhoff的生产状态相符。如果在实际应用中使用了当前Beckhoff设备，建议在创建新配置时使用最近的设备版本。在应用中使用库存的较早设备时，方才应使用较早的修订版本。

在这种情况下，设备的过程图像显示在配置树中，并可以进行如下参数化：与任务的链接、CoE/DC设置、插件定义、启动设置…



附图 92: TwinCAT 树中的 EtherCAT 端子模块 (左: TwinCAT 2; 右: TwinCAT 3)

5.2.6 创建ONLINE配置

检测/扫描 EtherCAT 设备

如果 TwinCAT 系统处于CONFIG模式，则可以使用在线设备搜索。这可以通过下方信息栏中的符号表示：

- 在 TwinCAT 2 上，通过 TwinCAT System Manager 窗口中蓝色显示的 **Config Mode** 来表示“Config Mode”。
- 在 TwinCAT 3 上，通过开发环境用户界面中的符号  表示。

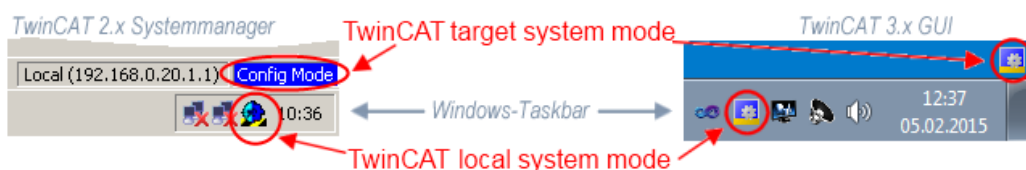
以下方法可以将TwinCAT 设置成配置模式：

- TwinCAT 2：通过选择菜单栏中的  或通过“Actions”→“Set/Reset TwinCAT to Config Mode...”
- TwinCAT 3：通过选择菜单栏中的  或通过“TwinCAT”→“Restart TwinCAT (Config Mode)”

配置模式下的在线扫描

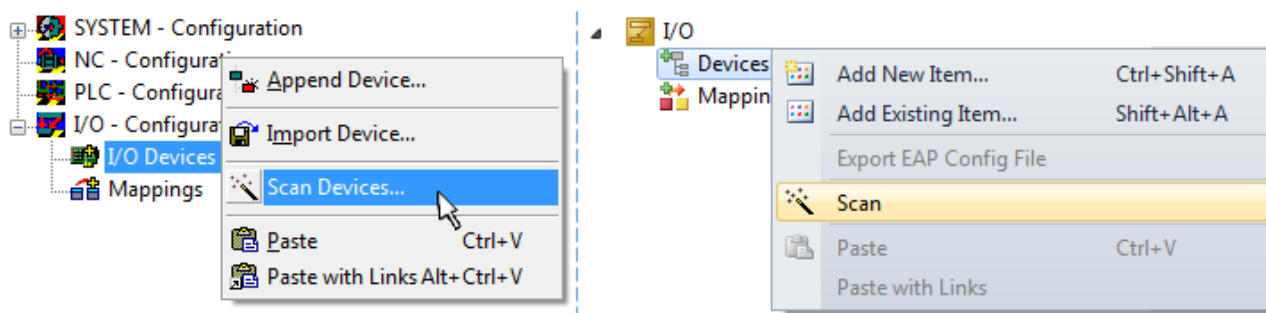
在 RUN 模式（生产运行）下，在线搜索不可用。注意 TwinCAT 编程系统和 TwinCAT 目标系统之间的区别。

Windows 任务栏中的 TwinCAT 2 图标 () 或 TwinCAT 3 图标 () 始终显示本地 IPC 的 TwinCAT 模式。与此相对，TwinCAT 2 的 System Manager 窗口或 TwinCAT 3 的用户界面会显示目标系统的状态。



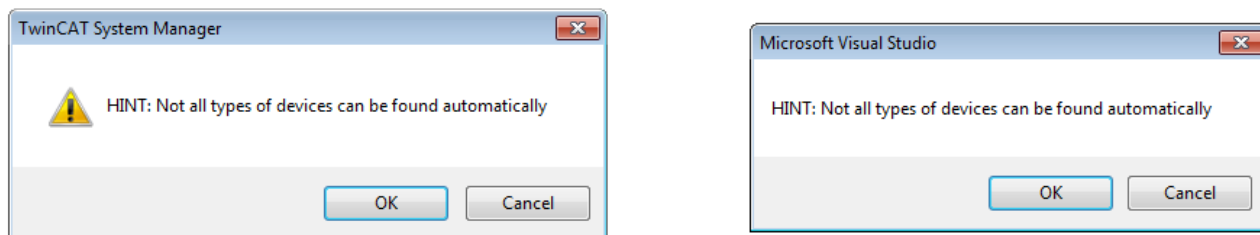
附图 93: 本地/目标系统差异（左：TwinCAT 2；右：TwinCAT 3）

右键单击配置树中的“I/O Devices”可以打开搜索对话框。



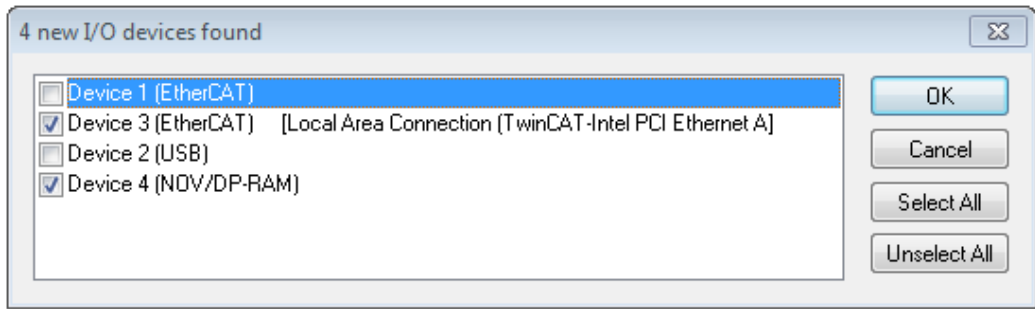
附图 94: Scan Devices（扫描设备）（左：TwinCAT 2；右：TwinCAT 3）

这种扫描模式不仅试图找到 EtherCAT 设备（或可作为 EtherCAT 设备使用的以太网端口），而且还试图找到 NOVRAM、现场总线卡、SMB 等。然而，并非所有设备都能自动找到。



附图 95: 自动设备扫描的注意事项（左：TwinCAT 2；右：TwinCAT 3）

安装了 TwinCAT real-time 实时驱动程序的以太网端口被显示为“RT Ethernet”设备。为测试目的，一个 EtherCAT 帧被发送到这些端口。如果扫描过程从响应中检测到已连接一个 EtherCAT 从站，该端口将立即显示为“EtherCAT Device”。



附图 96: 检测到的以太网设备

通过各自的复选框可以选择设备（如图“检测到的以太网设备”所示，例如图中设备 3 和设备 4 被选中）。在通过“OK”按钮进行确认后，建议对所有选定的设备进行设备扫描，见图“自动创建 EtherCAT 设备后的扫描”。

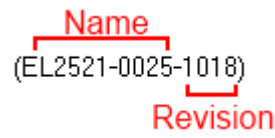
● 选择以太网端口

i 在安装了TwinCAT实时驱动程序的EtherCAT设备上才能选择以太网端口。这必须为每个端口单独进行。请参考各自的安装页面 [► 78]。

检测/扫描 EtherCAT 设备

● 在线扫描功能

i 在扫描过程中，主站在从站的 EEPROM 中查询 EtherCAT 从站的身份信息。名称和修订版本号用于确定类型。从存储的 ESI 数据中找到各个设备，并以其 ESI 文件定义的默认设置集成到当前配置。



附图 97: 默认设置示例

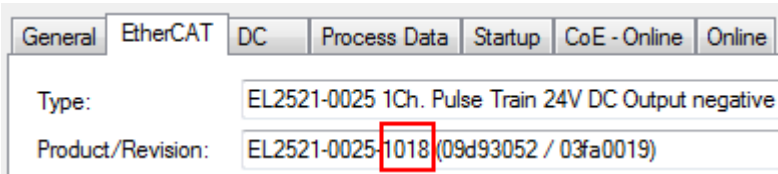
注意

在量产机型上使用从站扫描功能

扫描功能应谨慎使用。它是一个实用和快速的工具，用于创建一个初始配置，作为调试的基础。然而，扫描功能不应用于设备量产或重复生产时创建配置，而是仅在必要时用于和已定义的初始配置进行比较 [► 97]。背景：由于倍福出于产品维护的原因，已交付产品还会继续更新修订版本。通过在线扫描可以临时创建配置，根据设备清单，在线扫描的配置与初始配置是完全相同的（在机器结构相同的情况下）；但是，个别设备的修订版本可能与初始配置不同。

示例：

A 公司制造了一台机器 B 的原型机，该机器以后将被批量生产。为此，制造了原型机。在 TwinCAT 中对 IO 设备进行了扫描，并创建了初始配置“B.TSM”。修订版本为 1018 的 EL2521-0025 EtherCAT 端子模块装在某处。于是，它就这样创建到了 TwinCAT 配置文件中：



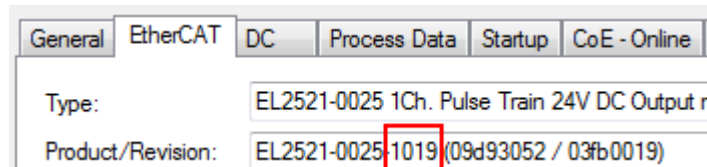
附图 98: 安装修订版本-1018的EthetCAT 端子模块，

同样，在原型机测试阶段，该端子模块的功能和属性由程序员/调试工程师进行测试完成以后就可以随时投入使用，比如通过 PLC “B.pro” 或 NC 寻址访问。（这也同样适用于TwinCAT 3 解决方案）。

原型开发完成以后，机器 B 开始批量生产，倍福继续为该机器提供 EL2521-0025-0018。如果机器批量生产部门的调试工程师总是进行扫描，那么每台机器都会再次产生一个内容相同的 B 配置。同样，A 公司可能会在全球范围内为即将批量生产的带有 EL2521-0025-1018 端子模块的机器创建备件仓库。

一段时间后，倍福对 EL2521-0025 进行了升级，新增了功能 C。因此更改了固件，在外观上标注了更高的固件版本和新的修订版本-**1019**。尽管如此，新设备自动支持前一版本的功能和界面；因此，没有必要对“B.TSM”甚至“B.pro”进行调整。量产机器可以继续用“B.tsm”和“B.pro”来生产；为了检查生产的机器，需要对照初始配置“B.tsm”进行比较扫描[► 97]。

然而，如果现在机器批量生产部门不使用“B.tsm”，而是进行扫描来创建生产用的配置，那么修订版本-**1019**将被自动检测并创建到配置中：



附图 99: 检测修订版本 1019 的 EtherCAT 端子模块

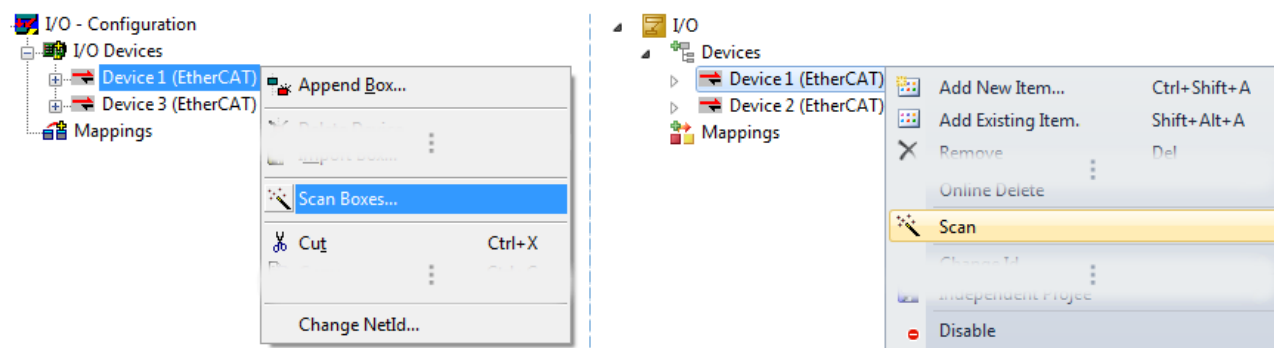
调试工程师通常不会注意到这一点。TwinCAT 也不会发出任何信号，因为实际上是从头创建了一个新的配置。然而，根据兼容性规则，这意味着不应该将 EL2521-0025-**1018** 的备件安装到这台机器上（即使这在绝大多数情况下还是可以使用的）。

此外，还可能发生的情况是，由于 A 公司的开发及生产，EL2521-0025-1019 的新功能 C（例如，改进的模拟量滤波器或用于诊断的额外过程数据）被发现并使用了，而无需经过内部审核。以前的备件库存就不能再用于以这种方式创建的新配置“B2.TSM”。如果机器已经开始批量生产，扫描就应该只是为了提供信息，以便和定义的初始配置进行比较。更改配置务必小心！

如果在配置中创建了 EtherCAT 设备（手动或通过扫描），则可以在 I/O 区域扫描设备/从站。



附图 100: 自动创建 EtherCAT 设备后的扫描（左：TwinCAT 2；右：TwinCAT 3）



附图 101: 手动扫描特定 EtherCAT 主站上的设备（左：TwinCAT 2；右：TwinCAT 3）

在System Manager（TwinCAT 2）或用户界面（TwinCAT 3）中，可以通过状态栏底部的进度条监控扫描过程。



附图 102: TwinCAT 2 的扫描进度示例

配置已建立，然后可以切换到在线状态（OPERATIONAL）。



附图 103: Config/FreeRun 查询（左：TwinCAT 2；右：TwinCAT 3）

在 Config/FreeRun 模式下，System Manager 在蓝色和红色之间交替显示，而 EtherCAT 设备继续以 4ms 的空转周期时间（默认设置）运行，即使没有活动任务（NC，PLC）也不例外。

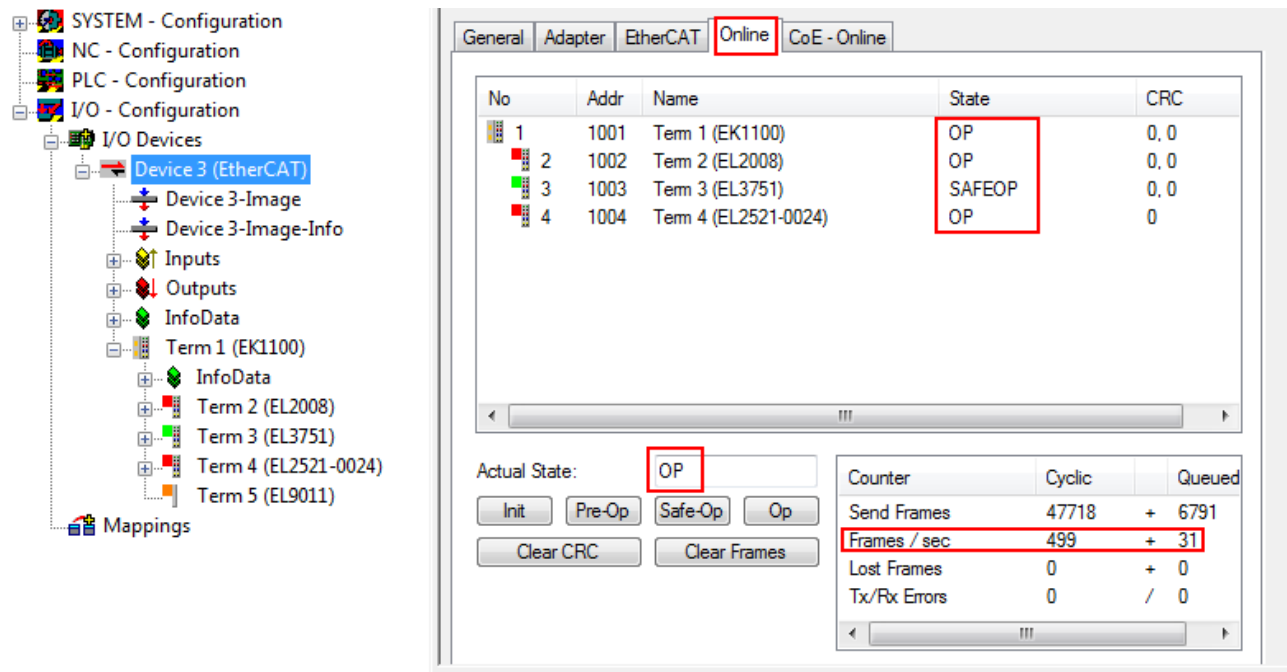


附图 104: 显示在状态栏下方的“Free Run”和“Config Mode”来回切换



附图 105: TwinCAT 也可以通过一个按钮切换到这种状态（左：TwinCAT 2；右：TwinCAT 3）

然后 EtherCAT 系统应处于功能循环状态，如图在线显示示例所示。



附图 106: 在线显示示例

请注意：

- 所有从站应处于 OP 状态
- EtherCAT 主站的“Actual State”应处于 OP 状态

- “frames/sec” 应与周期时间相匹配，同时将 Sent Frames 纳入考量。
- 不应出现过多的 “Lost Frames” 或 CRC 错误

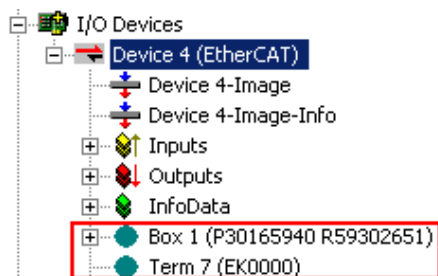
至此，配置工作就完成了。该配置可以按照[手动流程 \[► 88\]](#)中的描述进行修改。

故障排除

在扫描过程中可能会出现各种状况：

- 检测到一个 **unknown device (未知设备)**，即没有 ESI XML 描述的 EtherCAT 从站。此时，System Manager 可以读取该设备中存储的任何 ESI。这种情况在“关于 ESI 设备描述的说明”一章中进行了描述。
- **Device are not detected properly (设备未被正确检测到)**
可能的原因包括：
 - 数据链路出现故障，导致扫描过程中数据丢失
 - 从站的设备描述无效

应有针对性地检查接线和设备，例如通过 emergency scan（紧急扫描）进行检查。然后重新执行扫描。



附图 107: 识别错误

在System Manager中，这种情况下的设备可能被识别为 EK0000 或 unknown devices（未知设备）。无法操作或操作无效。

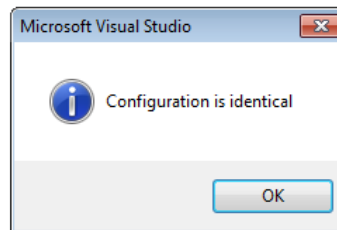
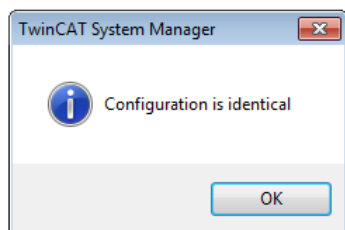
扫描现有配置

注意

比较后修改配置

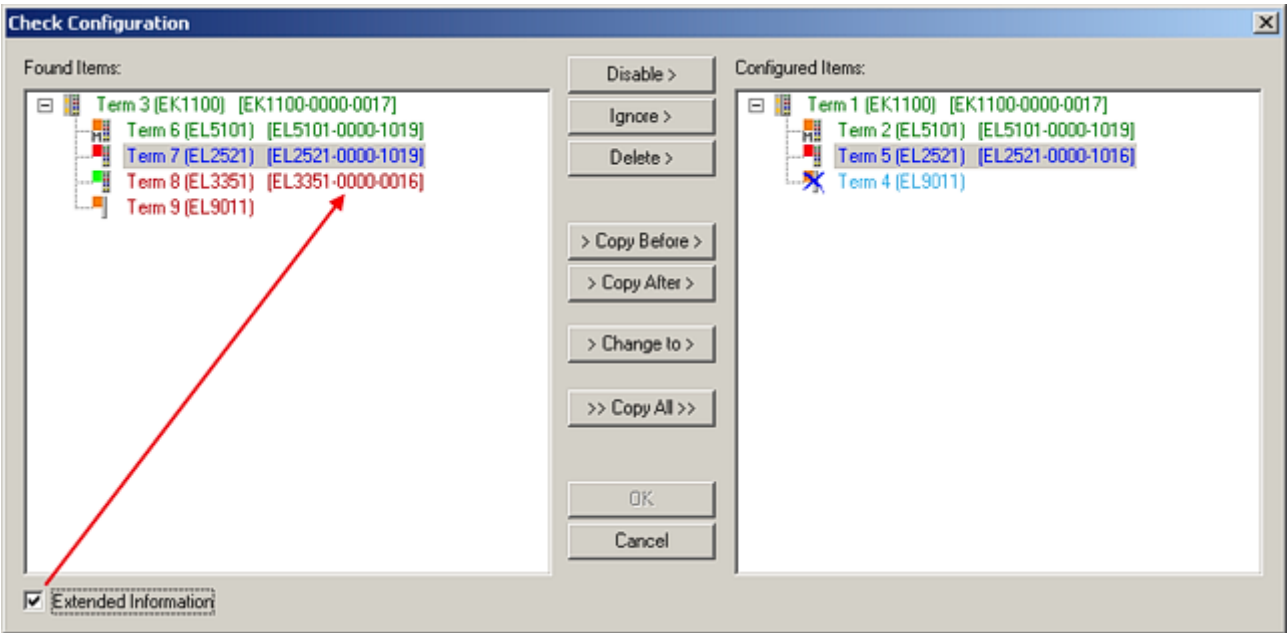
通过这种扫描（TwinCAT 2.11 或 3.1），目前只对设备属性中的供应商（制造商）、设备名称和修订版本进行比较！务必谨慎执行“ChangeTo（更改为）”和“Copy（复制）”操作，认真考虑倍福 IO 兼容性规则（见前文）。然后，原来配置的设备版本被扫描发现的修订版本所取代；这可能会影响设备支持的过程数据和功能。

如果对现有配置进行扫描，实际的 I/O 环境可能与配置完全一致，也可能有所不同。这样就可以比较两个配置了。



附图 108: 相同配置（左：TwinCAT 2；右：TwinCAT 3）

如果检测到有改动，差异会显示在更正对话框中，从而让用户就可以根据需要修改配置。



附图 109: 更正对话框

建议勾选“Extended Information”复选框，以显示修订版本的差异。

颜色	说明
绿色	此 EtherCAT 从站与另一侧的条目相匹配。类型和修订版本均匹配。
蓝色	此 EtherCAT 从站在另一侧也存在，但其版本不同。其他修订版本可能具有过程数据和其他/附加功能的其他默认数值。 如果找到的修订版本高于配置的修订版本，只要考虑到兼容性问题，就可以使用该从站。 如果找到的修订版低于配置的修订版，很可能无法使用从站。找到的设备可能并不支持主站基于较高修订版本所期望的所有功能。
淡蓝色	此 EtherCAT 从站被忽略（“忽略”按钮）
红色	- 此 EtherCAT 从站在另一侧不存在。 - 存在但版本不同，且属性也与指定版本不同。 兼容性原则也适用于此处：如果找到的版本高于配置的版本，只要考虑到兼容性问题，就可以使用，因为后继设备应该支持前代设备的功能。 如果找到的修订版低于配置的修订版，很可能无法使用从站。找到的设备可能并不支持主站基于较高修订版本所期望的所有功能。

● 修订版本的设备选择 - 兼容性

i ESI描述还定义了过程图像、主站和从站/设备之间的通信类型以及设备功能（如果适用）。物理设备（固件，如果适用）必须支持主站的通信查询/设置。这是向后兼容的，也就是说，如果EtherCAT主站将其视为较早版本，那么应支持较新设备（较高版本）。对于Beckhoff的EtherCAT端子/端子盒/EJ模块，应符合以下兼容性规则。

系统中的设备版本 >= 配置中的设备版本

这也使得后续更换设备时无需改变配置（驱动器可能存在不同规格）。

示例

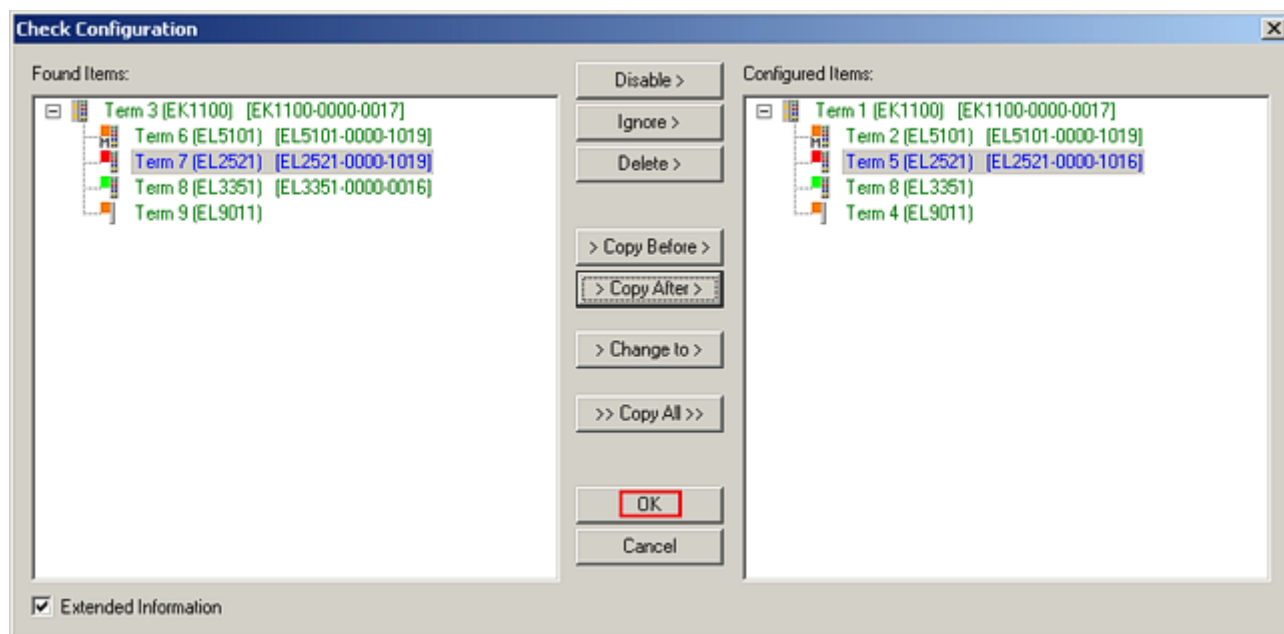
如果在配置中指定了EL2521-0025-**1018**，则在实践中可以使用EL2521-0025-**1018**或更高版本（-**1019**，-**1020**）。

Name
(EL2521-0025-1018)
Revision

附图 110: 终端的名称/修订版本

如果TwinCAT系统中存在当前ESI描述，则选择对话框中提供的最新修订版本与Beckhoff的生产状态相符。如果在实际应用中使用了当前Beckhoff设备，建议在创建新配置时使用最近的设备版本。在应用中使用库存的较早设备时，方才应使用较早的修订版本。

在这种情况下，设备的过程图像显示在配置树中，并可以进行如下参数化：与任务的链接、CoE/DC设置、插件定义、启动设置…

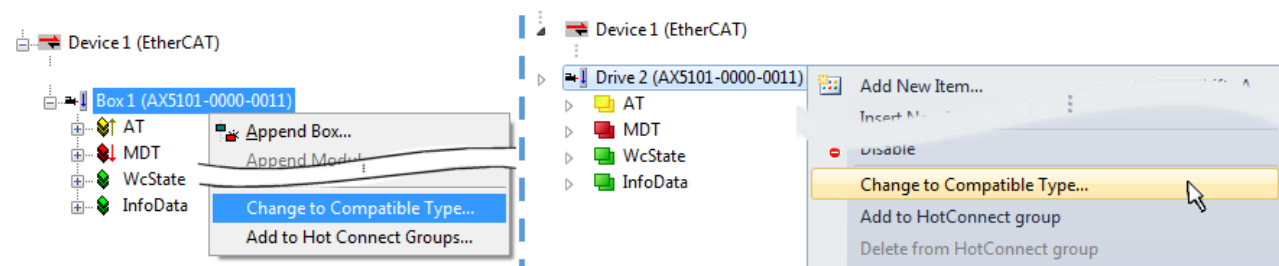


附图 111: 更正对话框，有修改项

一旦所有的修改被保存或接受，点击“确定”将它们传输到实际的 *.tsm 配置。

更改为兼容类型（Change to Compatible Type）

TwinCAT 提供一个功能 *Change to Compatible Type...* 用于切换到另一个设备版本，同时保留任务中的链接。



附图 112: 对话框“Change to Compatible Type...”（左：TwinCAT 2；右：TwinCAT 3）

TwinCAT 对 EtherCAT 设备的 ESI 中下列元素进行了比较，并假定它们是相同的，以决定一个设备是否被表示为“兼容”：

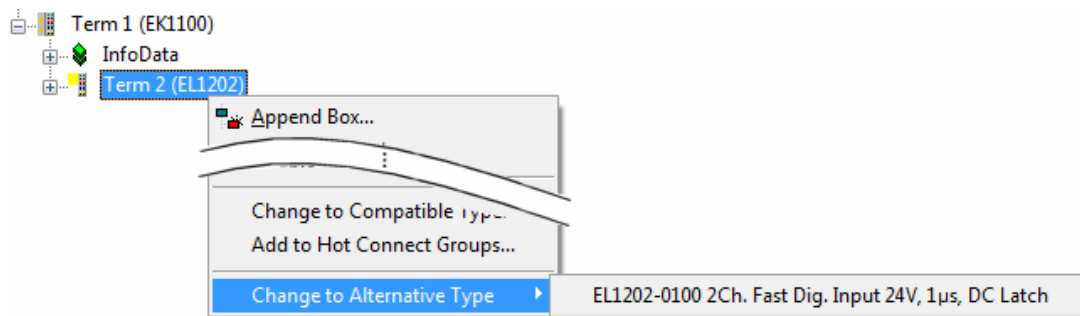
- 物理层（例如RJ45、Ebus...）
- FMMU（允许实际数量比配置的多）
- SyncManager（SM，允许实际数量比配置的多）

- EoE (属性 MAC, IP)
- CoE (属性 SdoInfo, PdoAssign, PdoConfig, PdoUpload, CompleteAccess)
- FoE
- PDO (过程数据: Sequence, SyncUnit SU, SyncManager SM, EntryCount, Entry.Datatype)

这个功能最好是在 AX5000 设备上使用。

更改为替代类型 (Change to Alternative Type)

TwinCAT System Manager 提供用于切换设备的功能: Change to Alternative Type

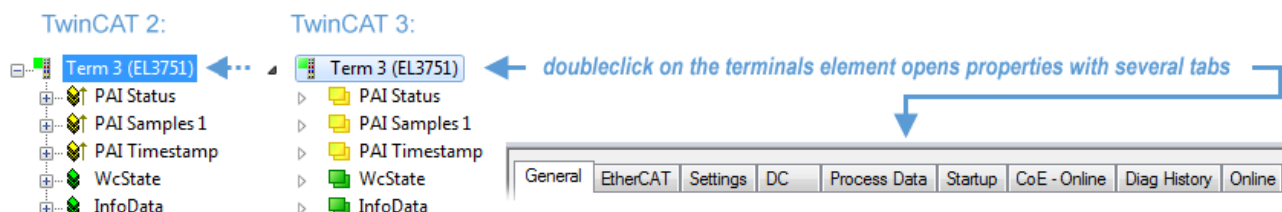


附图 113: TwinCAT 2 对话框 Change to Alternative Type

如果调用 Change to Alternative Type, System Manager 会在本地的设备 ESI (在此例中: EL1202-0000) 中搜索其中包含的兼容设备的详细信息。配置被更改, 且 ESI-EEPROM 也同时被覆盖, 因此这个过程只有在在线状态 (ConfigMode) 下才能执行。

5.2.7 EtherCAT 设备的配置

在 TwinCAT 2 System Manager 的左侧窗口或 TwinCAT 3 开发环境的 Solution Explorer (解决方案浏览器) 中, 分别点击树结构中希望配置的端子模块 (在示例中: EL3751 Term 3)。



附图 114: 树形结构的分支, 端子模块 EL3751

在 TwinCAT System Manager (TwinCAT 2) 或开发环境 (TwinCAT 3) 的右侧窗口中, 有各种用于配置端子模块的选项卡, 而具体提供哪些选项卡则取决于从站设备的复杂程度。因此, 如上面的例子所示, 端子模块 EL3751 提供许多设置选项, 也提供相应数量的选项卡。相反, 对于端子模块 EL1004, 就只提供 “General”、“EtherCAT”、“Process Data” 和 “Online” 选项卡。有的端子模块 (例如 EL6695) 通过一个带有自己名称的选项卡提供特殊功能, 本例中的选项卡名称就是 “EL6695”。此外, 还有一些端子模块提供一个特定的 “Settings” 选项卡, 其中包括诸多设置选项 (例如 EL3751)。

“General(常规)” 选项卡

General | EtherCAT | Process Data | Startup | CoE - Online | Online

Name: Term 6 (EL5001) Id: 4

Type: EL5001 1Ch. SSI Encoder

Comment:

☐ Disabled ☐ Create symbols

附图 115: “General(常规)” 选项卡

Name	EtherCAT 设备的名称
Id	EtherCAT 设备的编号
Type	EtherCAT 设备类型
Comment	注释 (例如关于系统的注释)。
Disabled	可以在此停用 EtherCAT 设备。
Create symbols	选中此复选框，才能通过 ADS 访问该 EtherCAT 从站。

“EtherCAT” 选项卡

General | EtherCAT | Process Data | Startup | CoE - Online | Online

Type: EL5001 1Ch. SSI Encoder

Product/Revision: EL5001-0000-0000

Auto Inc Addr: FFFD

EtherCAT Addr: ☐ 1004

Previous Port: Term 5 (EL6021) - B

<https://www.beckhoff.com/EL5001>

附图 116: “EtherCAT” 选项卡

Type	EtherCAT 设备类型
Product/Revision	EtherCAT 设备的产品编号和修订版本号
Auto Inc Addr.	EtherCAT 设备的自动增量寻址功能。自动增量寻址用于通过物理位置对通信环中的每个 EtherCAT 设备进行寻址。在启动阶段，当 EtherCAT 主站为 EtherCAT 设备分配地址时，将使用自动增量寻址。进行自动增量寻址时，通信链路上的第一个 EtherCAT 从站的地址为 0000 _{hex} 。每增加一个从站，地址就减 1 (FFFF _{hex} 、FFFE _{hex} ...)。
EtherCAT Addr.	一个 EtherCAT 从站的固定地址。该地址由 EtherCAT 主站在启动阶段分配。勾选输入字段左边的复选框，以修改默认值。
Previous Port	该设备连接的 EtherCAT 设备的名称和端口。如果可以在不改变通信环中 EtherCAT 设备顺序的情况下将该设备与另一个设备进行连接，则该组合字段被激活，可以选择该设备所连接的 EtherCAT 设备。
Advanced Settings	点击该按钮打开高级设置对话框。

标签底部的链接指向该 EtherCAT 设备对应的产品主页。

“Process Data (过程数据)” 选项卡

用于过程数据配置。EtherCAT从站的输入和输出数据表示为CANopen过程数据对象（ProcessDataObjects, PDO）。如果EtherCAT从站支持该功能，用户可以通过 PDO 分配选择一个PDO，并通过该对话框修改各个PDO的内容。

GeneralEtherCATProcess DataStartupCoE - OnlineOnline

Sync Manager:

SM	Size	Type	Flags
0	246	MbxOut	
1	246	MbxIn	
2	0	Outputs	
3	5	Inputs	

PDO Assignment (0x1C13):

☒ 0x1A00

Download

☒ PDO Assignment☒ PDO Configuration

PDO List:

Index	Size	Name	Flags	SM	SU
0x1A00	5.0	Channel 1	F	3	0

PDO Content (0x1A00):

Index	Size	Offs	Name	Type	Default (hex)
0x3101:01	1.0	0.0	Status	BYTE	
0x3101:02	4.0	1.0	Value	UDINT	
		5.0			

Load PDO info from device

Sync Unit Assignment...

附图 117: “Process Data (过程数据)” 选项卡

EtherCAT从站在每个周期内传输的过程数据（PDO）是应用程序期望周期性更新的用户数据，或者是被发送到从站的用户数据。为此，EtherCAT 主站 (Beckhoff TwinCAT) 在启动阶段对每个EtherCAT从站进行了参数设置，以定义其希望传输到该从站或从该从站传输的过程数据 (位/字节大小、数据源位置、传输类型)。如果配置错误，将会使从站启动失败。

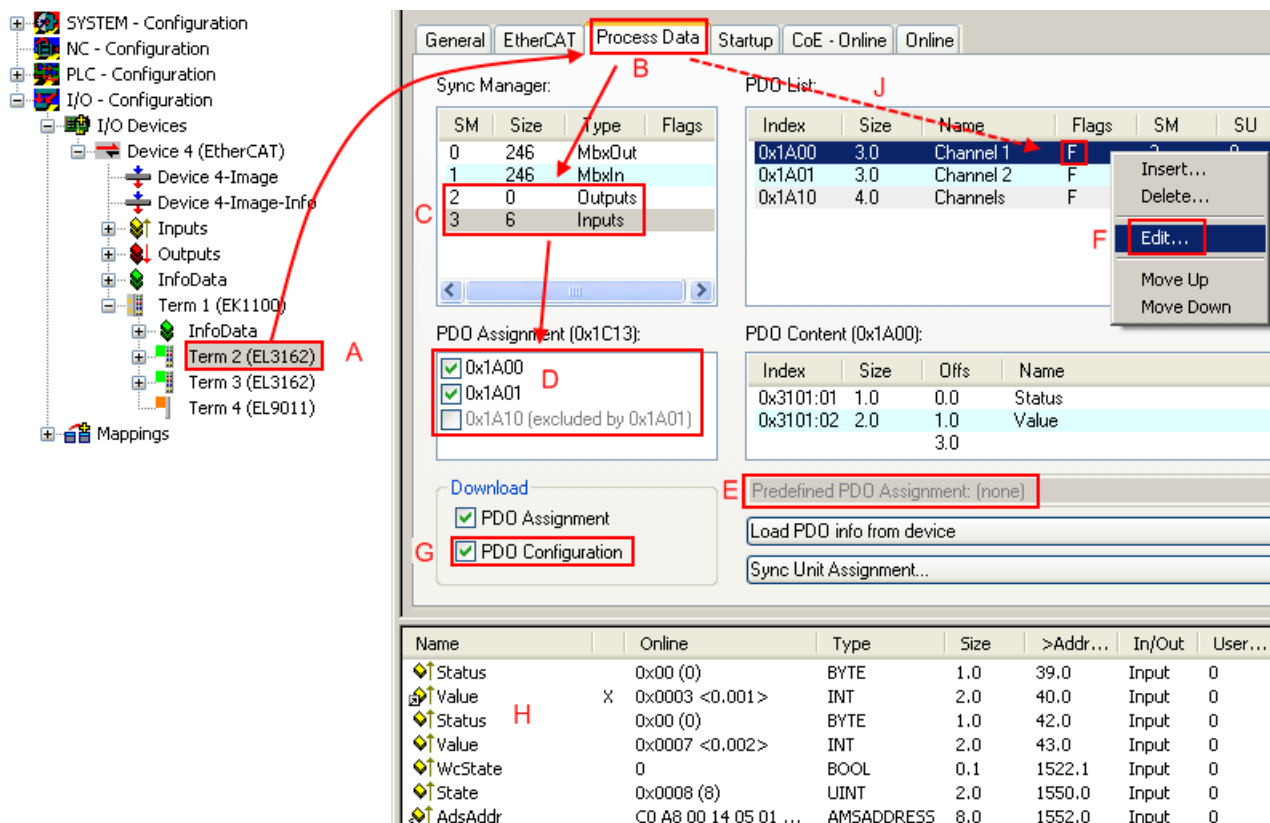
对于Beckhoff EtherCAT EL、ES、EM、EJ和EP从站，一般情况下适用以下规定：

- 设备支持的输入/输出过程数据由制造商在 ESI/XML 描述中定义。TwinCAT EtherCAT 主站使用 ESI 描述来正确配置从站。
- 过程数据可以在System Manager (系统管理器) 中修改。参见设备文件。
修改示例包括：屏蔽一个通道、显示额外的循环信息、16位显示代替8位数据大小等等。

- 在所谓的“智能”EtherCAT设备中，过程数据信息也被存储在 CoE 目录中。CoE 目录中任何导致不同 PDO 设置的更改都会使从站启动失败。不建议修改模块出厂配置的过程数据，因为设备固件 (如有) 与这些 PDO 组合是配套的。

如果设备文件允许修改过程数据，请按以下步骤操作 (见图配置过程数据)。

- A: 选择需要配置的设备
- B: 在“Process Data”标签中选择 Sync Manager 同步管理器下的输入或输出 (C)
- D: 可以选择或取消选择 PDO
- H: 新的过程数据在 System Manager (系统管理器) 中作为可链接的变量可见
一旦配置被激活且 TwinCAT 被重新启动 (或 EtherCAT 主站被重新启动)，新的过程数据就会激活。
- E: 如果从站支持，可以通过选择一个所谓的 PDO 记录 (“predefined PDO settings”) 来同时修改输入和输出的 PDO。



附图 118: 配置过程数据

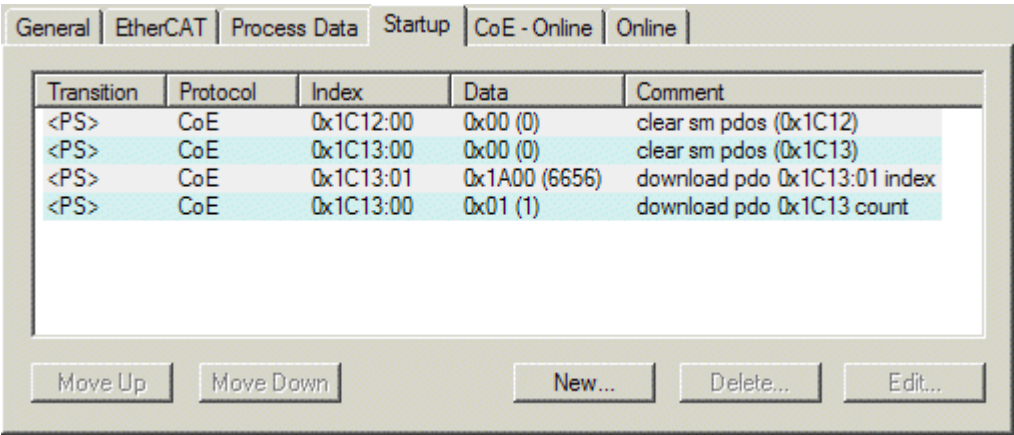
手动修改过程数据

根据 ESI 的描述，一个 PDO 可以在 PDO 概述中以标志 “F” 标为 “固定” (图配置过程数据, J)。即使 TwinCAT 提供相关对话框 (“Edit”), 也不能改变此类 PDO 的配置。特别是, CoE 内容不能作为循环过程数据显示。这通常也适用于设备支持下载 PDO 配置的情况, “G”。在配置不正确的情况下, EtherCAT 从站通常会拒绝启动, 并改变为 OP 状态。System Manager (系统管理器) 显示 “invalid SM cfg” 记录器信息: 这个错误信息 (“invalid SM IN cfg” 或 “invalid SM OUT cfg”) 也提示了启动失败的原因。

此外, 还可在本节末尾查看详细说明 [► 108]。

“Startup (启动)” 选项卡

如果 EtherCAT 从站配有邮箱并支持 *CANopen over EtherCAT* (CoE) 或 *Servo drive over EtherCAT* 协议, 则显示 *Startup (启动)* 选项卡。这个选项卡显示了在启动期间哪些下载请求被发送到邮箱。另外, 也可以在列表显示中添加新的邮箱请求。下载请求会按照它们在列表中显示的相同顺序发送到从站。



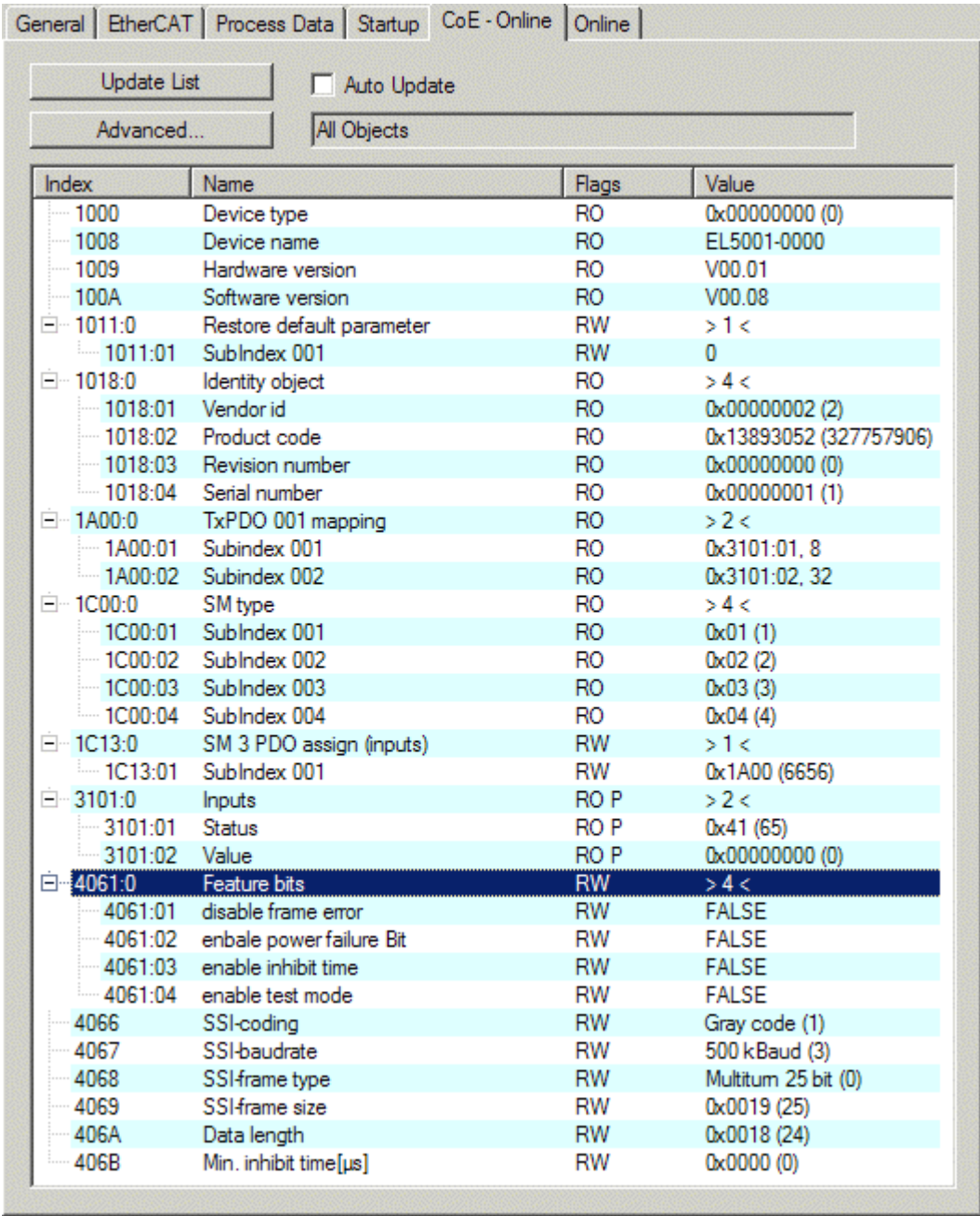
附图 119: “Startup (启动)” 选项卡

列	Description
Transition	发送请求的过渡期。这可以是 - 从Pre-OP到Safe-OP（PS）的过渡，或 - 从Safe-OP到运行（SO）的过渡。 如果过渡用“<>”括起来（如<PS>），则这种邮箱请求是固定的，用户不能修改或删除。
Protocol	邮箱协议类型
Index	对象的索引
Data	该对象要下载的数据。
Comment	将被发送到邮箱的请求的描述

- Move Up**
该按钮可将所选请求在列表中向上移动一个位置。
- Move Down**
该按钮可将所选请求在列表中向下移动一个位置。
- New**
该按钮可添加一个新的邮箱下载请求，将在启动时发送。
- Delete**
该按钮可以删除选定的条目。
- Edit**
该按钮可编辑当前的邮箱请求内容。

“CoE - Online” 选项卡

如果EtherCAT从站支持*CANopen over EtherCAT* (CoE) 协议，则会显示额外的*CoE - Online*选项卡。该对话框列出了从站对象列表的内容（SDO上传），并使用户能够从这个列表中修改对象的内容。关于各个EtherCAT设备对象的详细信息，可参见设备特定的对象描述。



附图 120: “CoE - Online” 选项卡

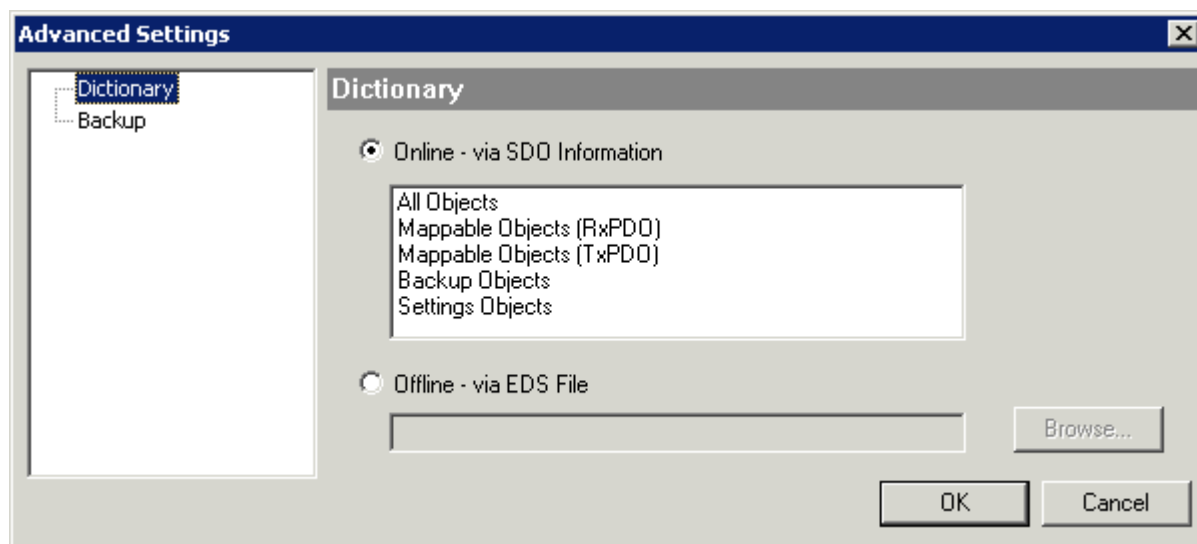
对象列表显示

列	Description	
Index	对象的索引和子索引	
Name	对象的名称	
Flags	RW	该对象可以被读取，且数据可被写入对象（读/写）。
	RO	该对象可以被读取，但不能向该对象写入数据（只读）。
	P	附加P将对象标识为过程数据对象。
Value	对象数值	

Update List *Update List* 按钮可更新显示列表中的所有对象。

Auto Update 如果选择了这个复选框，对象的内容会自动更新。

Advanced *Advanced* 按钮可打开 *Advanced Settings* 对话框。在这里，你可以指定哪些对象会显示在列表中。

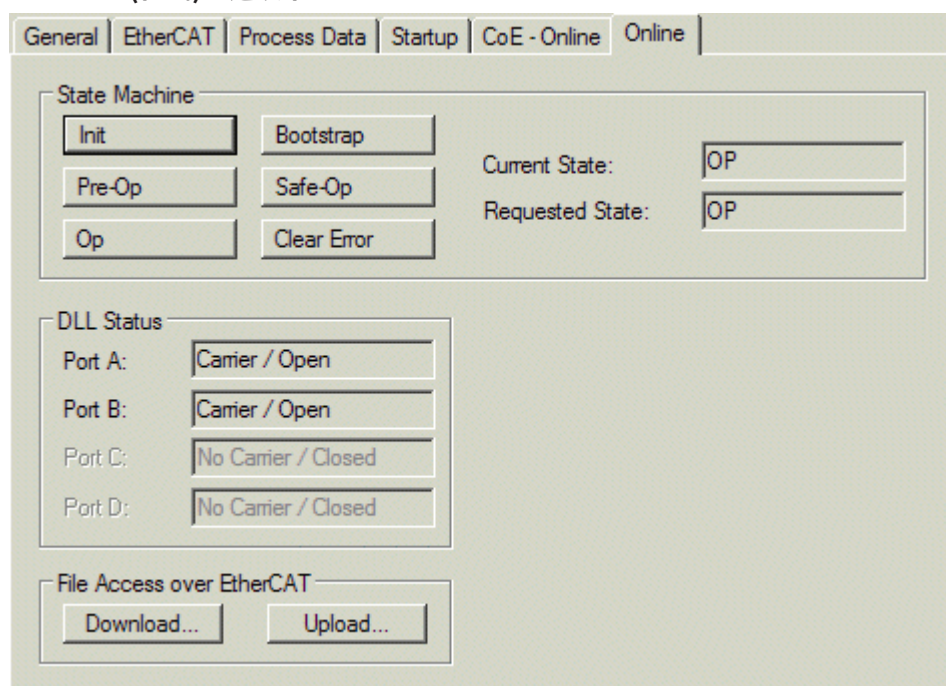


附图 121: “Advanced settings (高级设置)” 对话框

Online - via SDO Information 如果选择了这个选项按钮，就会通过SDO信息从从站上传包含在从站对象列表中的对象列表。下面的列表可以用来指定哪些对象类型要被上传。

Offline - via EDS File 如果选择了这个选项按钮，将从用户提供的EDS文件中读取对象列表中包含的对象列表。

“Online (在线)” 选项卡



附图 122: “Online (在线)” 选项卡

State Machine 状态机

Init	点击该按钮将 EtherCAT 设备设置为 <i>Init</i> 状态。
Pre-Op	点击该按钮将 EtherCAT 设备设置为 <i>Pre-OP</i> 状态。
Op	点击该按钮将 EtherCAT 设备设置为 <i>OP</i> 状态。
Bootstrap	点击该按钮将 EtherCAT 设备设置为 <i>Bootstrap</i> 状态。
Safe-Op	点击该按钮将 EtherCAT 设备设置为 <i>Safe-OP</i> 状态。
Clear Error	点击该按钮删除故障显示。如果 EtherCAT 从站在状态改变期间出现故障，将会设置错误标志。 示例：EtherCAT 从站处于 PREOP 状态 (预运行)。主站现在请求 SAFEOP 状态 (安全运行)。如果从站在状态改变期间出现故障，将设置错误标志。目前状态显示为 ERR PREOP。在按下 <i>Clear Error</i> 按钮后，错误标志将被清除，且当前状态再次显示为 PREOP。
Current State	指示 EtherCAT 设备的当前状态。
Requested State	指示 EtherCAT 设备请求的状态。

DLL Status

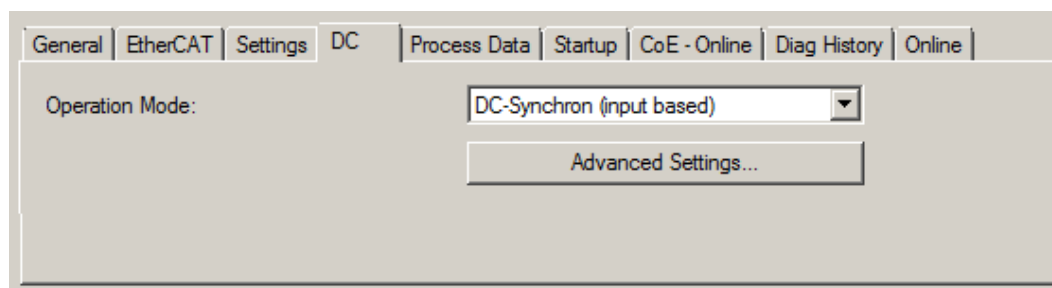
指示 EtherCAT 从站各个端口的 DLL 状态 (数据链路层状态)。DLL 状态分为以下四种：

Status	Description
No Carrier / Open	端口没有通讯信号，但端口处于打开状态。
No Carrier / Closed	端口没有通讯信号，且端口处于关闭状态。
Carrier / Open	端口有通讯信号，且端口处于打开状态。
Carrier / Closed	端口有通讯信号，但端口处于关闭状态。

通过 EtherCAT 进行文件访问

Download	通过这个按钮，文件可以被写入 EtherCAT 设备中。
Upload	通过这个按钮，可以从 EtherCAT 设备中读取一个文件。

“DC” 选项卡（分布时钟）



附图 123: “DC” 选项卡（分布时钟）

Operation Mode	选项（可选）： • FreeRun • SM-Synchron • DC-Synchron (Input based) • DC-Synchron
-----------------------	--

Advanced Settings... 用于重新调整TwinCAT时钟的高级设置，这是EtherCAT从站实时特性的决定性因素

关于分布时钟的详细信息，请参见<http://infosys.beckhoff.com>：

Fieldbus Components → EtherCAT Terminals → EtherCAT System documentation → EtherCAT basics
→ Distributed Clocks

5.2.7.1 Process Data (过程数据) 选项卡的详细描述

Sync Manager (同步管理器)

列出了 Sync Manager 同步管理器 (SM) 的配置。

如果 EtherCAT 设备有一个邮箱，SM0 用于邮箱输出 (MbxOut)，SM1 用于邮箱输入 (MbxIn)。

SM2 用于输出过程数据 (输出)，SM3 (输入) 用于输入过程数据。

如果选择了一个输入，相应的 PDO 分配会显示在下面的 PDO 分配列表中。

PDO 分配

所选 Sync Manager 同步管理器的 PDO 分配。所有为该 Sync Manager 同步管理器类型定义的 PDO 都在这里列出：

- 如果在 Sync Manager 同步管理器列表中选择了输出 Sync Manager 同步管理器 (输出)，则显示所有的 RxPDO。
- 如果在 Sync Manager 同步管理器列表中选择了输入 Sync Manager 同步管理器 (输入)，则显示所有的 TxPDO。

所选条目是参与过程数据传输的 PDO。在 System Manager (系统管理器) 的树状图中，这些 PDO 被显示为 EtherCAT 设备的变量。变量名称与 PDO 的 *Name* 参数相同，如 PDO 列表中所示。如果 PDO 分配列表中的一个条目被停用 (未被选中且呈灰色)，这表明该输入被排除在 PDO 分配之外。为了能够选择一个灰色的 PDO，必须先取消选择当前选定的 PDO。



激活 PDO 分配

- ✓ 如果改变 PDO 分配以激活新的 PDO 分配，

a) EtherCAT 从站必须运行一次 PS 状态转换周期 (从 Pre-OP 到 Safe-OP) (见 [Online\(在线\) 选项卡 \[p. 106\]](#))，

b) 且 System Manager (系统管理器) 必须重新加载 EtherCAT 从站

(TwinCAT 2 按钮或 TwinCAT 3 按钮)

PDO list (PDO 列表)

该 EtherCAT 设备支持的所有 PDO 列表。所选 PDO 的内容显示在 *PDO Content* 列表中。PDO 配置可通过双击条目进行修改。

列	Description
Index	PDO 索引。
Size	PDO 大小 (单位：字节)。
Name	PDO 名称。 如果这个 PDO 被分配给一个 Sync Manager 同步管理器，它将作为从站的一个变量出现，并以这个参数作为名称。
Flags	F 固定内容：该 PDO 内容固定，System Manager (系统管理器) 无法更改。
	M 必须填写的 PDO 内容。该 PDO 为必填项，因此必须分配给一个 Sync Manager 同步管理器！因此，该 PDO 不能从 <i>PDO Assignment</i> 列表中删除。
SM	被分配 PDO 的 Sync Manager 同步管理器。如果该条目为空，则该 PDO 不参与过程数据通信。
SU	被分配 PDO 的同步单元。

PDO Content (PDO 内容)

显示当前选中的 PDO 内容。如果 PDO 的标志 F (固定内容) 没有被设置，表示其内容可以被修改。

Download (下载)

对于具备 Mailbox 邮箱功能的智能设备，PDO Configuration (配置) 和 PDO Assignment (分配) 都可以下载到设备上。这是一个可选的功能，并非所有 EtherCAT 从站都支持。

PDO 分配

如果选择这个复选框，在 PDO 分配列表中配置的 PDO 分配会在启动时下载到设备。发送给设备的请求命令可以在 [Startup \[► 103\]](#) 选项卡中查看。

PDO 配置

如果选择了该复选框，各 PDO 的配置（如 PDO 列表和 PDO 内容显示中所示）将被下载到 EtherCAT 从站。

5.2.8 导入/导出 EtherCAT 设备为 SCI 和 XTI 文件

SCI 和 XTI 导出/导入 - 处理用户定义/修改的 EtherCAT 从站

5.2.8.1 基本原则

EtherCAT 从站一般通过以下要素进行参数化：

- 周期性过程数据（PDO）
- 同步特性（分布时钟DC、FreeRun、SM-Synchron）
- CoE 参数（非周期性对象字典）

注意：根据从站的类型，这三个要素可能不会全部出现。

为了更好地理解导出/导入功能，暂时只考虑 IO 配置的常规流程：

- 用户/编程人员在 TwinCAT 系统环境中进行 IO 配置。这涉及到所有输入/输出设备，例如连接到所用现场总线的驱动器。
注意：在以下章节中，仅说明 TwinCAT 系统环境中的 EtherCAT 配置。
- 用户手动将设备添加到配置中，或通过在线系统执行扫描。
- 然后配置 IO 系统。
- 插入一个从站时，系统配置中出现从站供应商提供的默认配置，包括默认 PDO、默认同步方法和 ESI（XML 设备描述文件）中定义的 CoE StartUp 参数。
- 如果有必要，可以根据相应的设备文档修改从站的配置元素，例如 PDO 配置或同步方法。

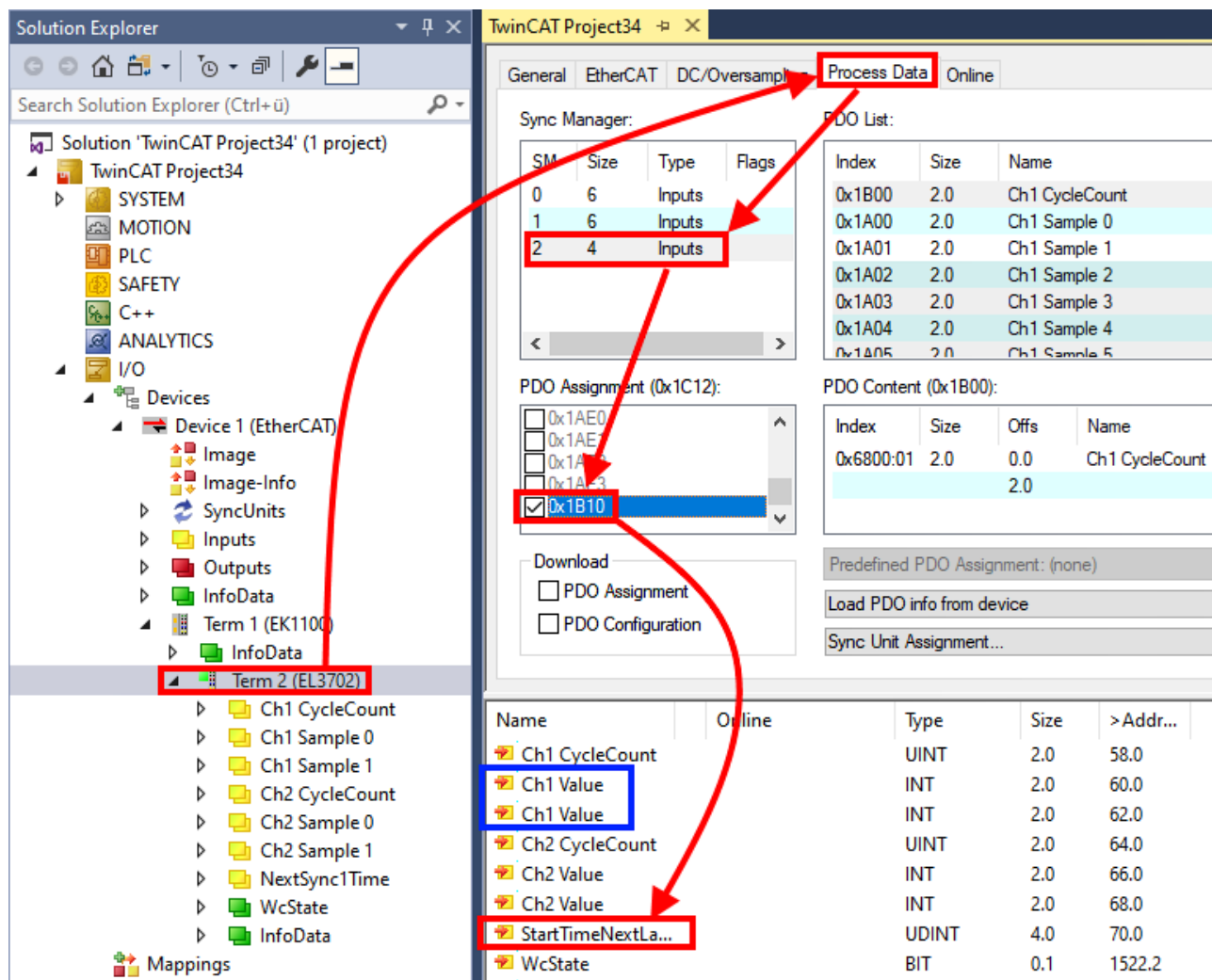
有时需要在其他项目中重复使用参数完全相同的从站，而不必在从站默认配置的基础上进行重复修改。为了实现这个功能，需要执行如下步骤：

- 从项目中导出从站配置，
- 以文件形式存储和传输，
- 导入到另一个 EtherCAT 项目中。

TwinCAT 为此提供了两种方法：

- 用于 TwinCAT 环境中：Export/Import as **xti** 文件 或
- 外部使用，即用于非 TwinCAT 的 EtherCAT 主站：Export/Import as **sci** 文件。

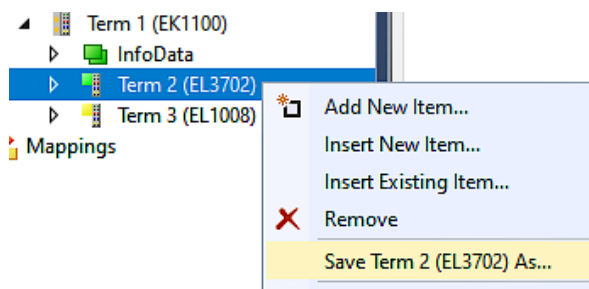
举例说明：一个标准的 EL3702 端子模块被设置为 2 倍超采样（蓝色），并添加了选项 PDO “StartTimeNextLatch”（红色）：



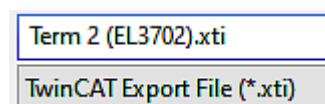
下面演示上述两种导出和导入修改过配置的端子模块的方法。

5.2.8.2 导出/导入 xti 文件的步骤（用于 TwinCAT 环境）

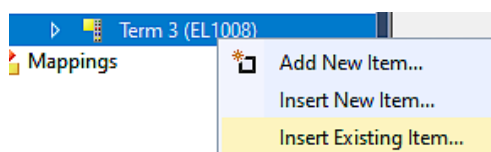
每个 IO 设备都可以单独导出/保存：



xti 文件可以存储：



并通过“Insert Existing item（插入现有项目）”在另一个 TwinCAT 系统中再次导入：



5.2.8.3 导出/导入 sci 文件的步骤 (用于 TwinCAT 和第三方EtherCAT 主站)

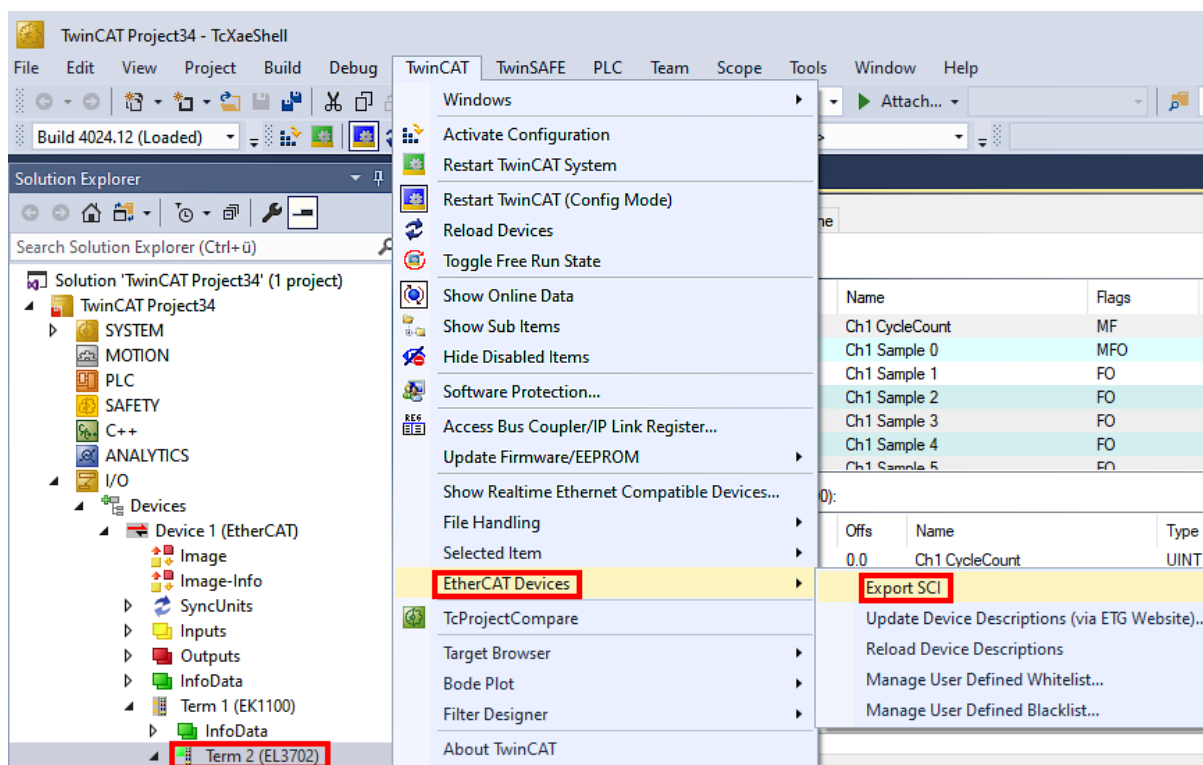
关于适用性的说明 (2021/01)

TwinCAT 3.1 build 4024.14 及以上版本才支持 SCI 方法。

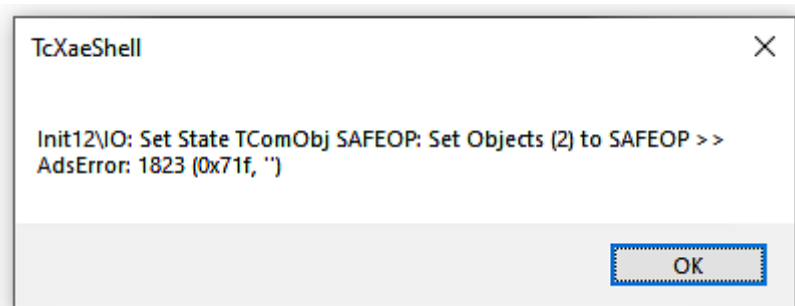
SCI 文件 (Slave Configuration Information) 基于 ESI 文件 (EtherCAT Slave Information) 的设置选项, 描述了 EtherCAT 从站 (端子模块、端子盒、驱动器...) 具体完整的配置。也就是说, 它包括 PDO、CoE 和同步特性。

Export:

- 通过菜单选择单个设备 (也可进行多选):
TwinCAT → EtherCAT Devices → Export SCI.



- 如果 TwinCAT 处于离线状态 (即没有连接到一个实际运行的控制器), 可能会出现一个警告信息, 因为在执行该功能后, 系统会尝试重新加载 EtherCAT 网络。但是, 这并不会影响到结果, 可以通过点击 OK 来确认:



- 还可以提供描述信息：

Export SCI | based on specification 1.0.12.3 (Draft)

Name

EL3702 with added StartTimeNextLatch

Description

just an example for a specific description

Options

☐ Keep Modules

☐ Keep FSoE Module Information

☐ AoE | Set AmsNetId

☐ EoE | Set MAC and IP

☐ CoE | Set cycle time (0x1C3x.2)

Export

- 对话框的说明：

Name		SCI 的名称，由用户指定。
描述		实际应用的从站配置描述，由用户指定。
Options	Keep modules （保留模块）	如果一个从站支持 modules/slots（模块/插槽），用户可以决定是否导出这些模块/插槽，或者在导出时将模块和设备数据合并。
	AoE Set AmsNetId	配置的 AmsNetId 被导出。通常情况下，这取决于网络，不能总是事先确定。
	EoE Set MAC and IP	配置的虚拟 MAC 和 IP 地址存储在 SCI 中。通常情况下，这些都取决于网络，不能总是事先确定。
	CoE Set cycle time(0x1C3x.2)	配置的周期时间被导出。通常情况下，这取决于网络，不能总是事先确定。
ESI		参考原始 ESI 文件。
Export		保存 SCI 文件。

- 系统提供下述列表视图用于多重选择（*Export multiple SCI files* 导出多个 SCI 文件）：

Image-Info

SyncUnits

Inputs

Outputs

InfoData

Box 1 (Drive1)

Module 1 (Position Mode)

Position Inputs

Position Outputs

WcState

InfoData

Box 2 (Drive1)

Mappings

NC-Task 1 SAF - Device 1 (EtherCAT) 1

Export SCI

AllNone

☒ Box 1 (Drive1)

☒ Box 2 (Drive1)

Name

Box 1 (Drive1)

Description

- 1 of 2 axis is configured (in position mode)
- Distributed clocks synchronization is enabled
- Software position range limit (0x607D) is set

Options

☒ Keep Modules

☐ AoE | Set AmsNetId [10.35.16.42.2.2]

☐ EoE | Set MAC and IP [02 01 05 10 03 e9 | 192.1

☐ CoE | Set cycle time (0x1C3x.2)

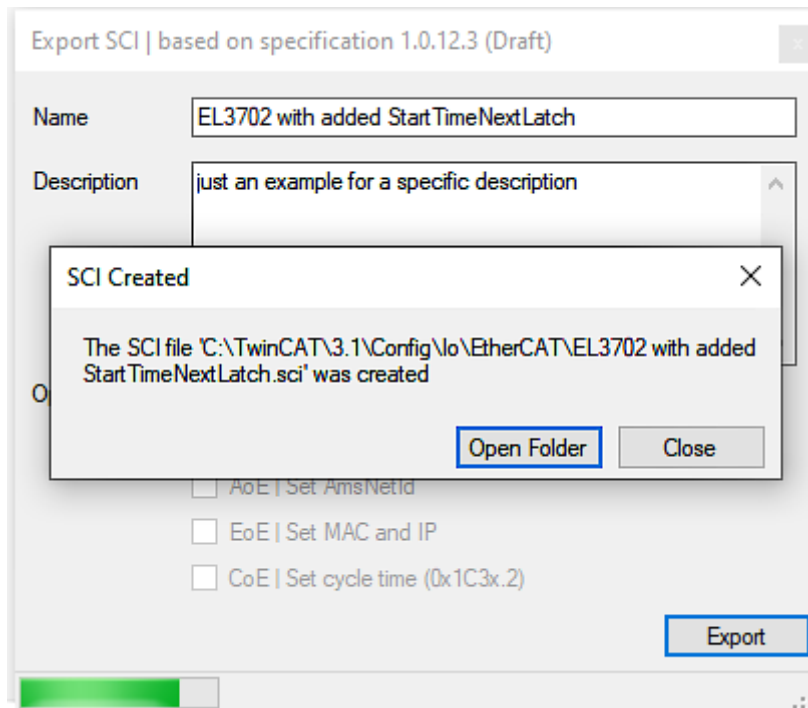
Export

- 选择要导出的从站：
 - All:
所有从站都被选中进行导出。

- None:
所有从站都被取消选择。
- sci 文件可以保存在本地:

Dateiname:	EL3702 with added StartTimeNextLatch.sci
Dateityp:	SCI file (*.sci)

- 执行导出:



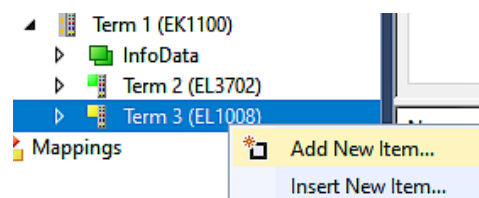
Import

- 一个 sci 描述可以像任何普通的倍福设备描述一样，手动插入到 TwinCAT 配置中。
- sci 文件必须位于 TwinCAT ESI 路径中，通常在：
C:\TwinCAT\3.1\Config\Io\EtherCAT

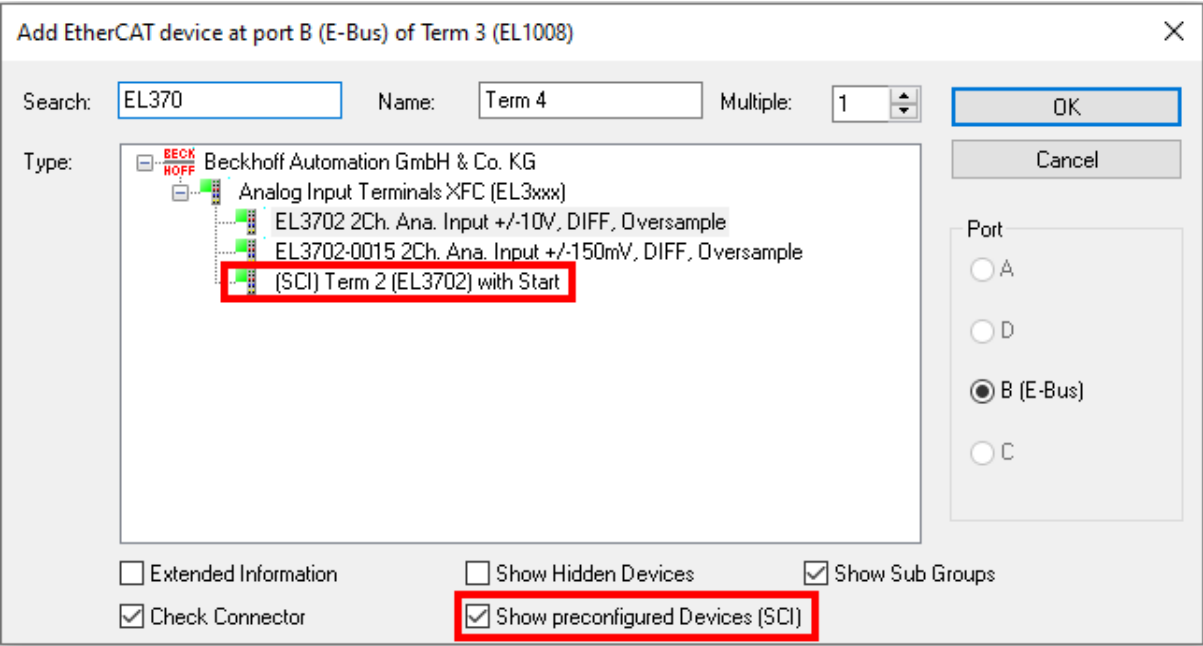
	EL3702 with added StartTimeNextLatch.sci	11.01.2021 13:29	SCI-Datei	6 KB
--	--	------------------	-----------	------

下

- 打开选择对话框:

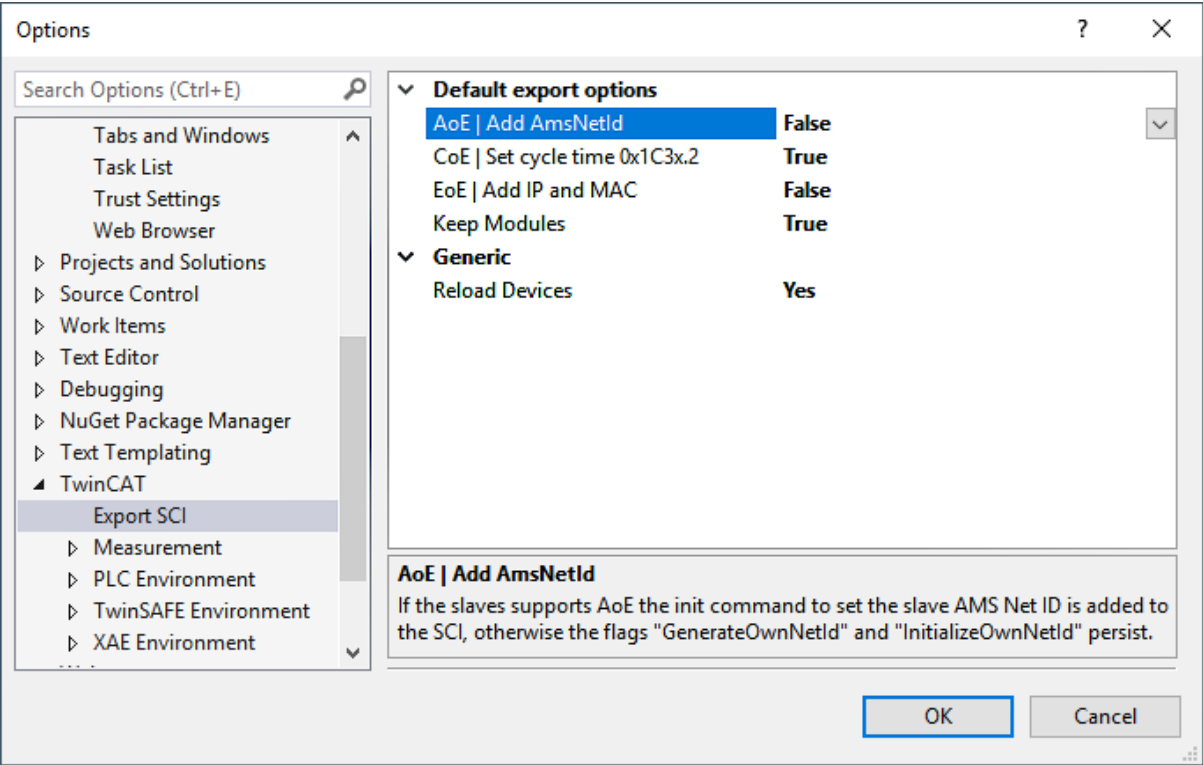


- 显示 SCI 设备，选择并插入所需设备：



补充说明

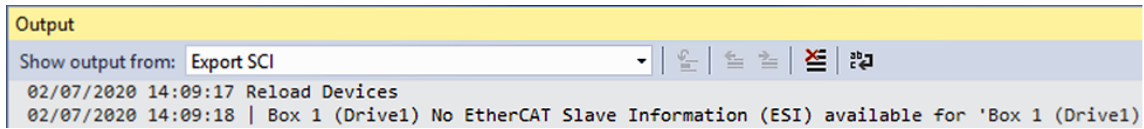
- 可以通过常规选项对话框（Tools → Options → TwinCAT → Export SCI）对 SCI 功能进行设置：



设置说明：

Default export options (默认的导出选项)	AoE 设置 AmsNetId	默认设置：是否导出配置的 AmsNetId。
	CoE Set cycle time(0x1C3x.2)	默认设置：是否导出配置的周期时间。
	EoE Set MAC and IP	默认设置：是否导出配置的 MAC 和 IP 地址。
	Keep modules (保留模块)	默认设置：模块是否持续存在。
Generic (通用选项)	Reload Devices (重新载入设备)	设置是否在 SCI 导出前执行重新载入设备命令。 强烈建议这样做，以确保从站配置的一致性。

如果需要，SCI 错误信息会显示在 TwinCAT 日志的输出窗口：



5.3 EtherCAT 从站的一般调试说明

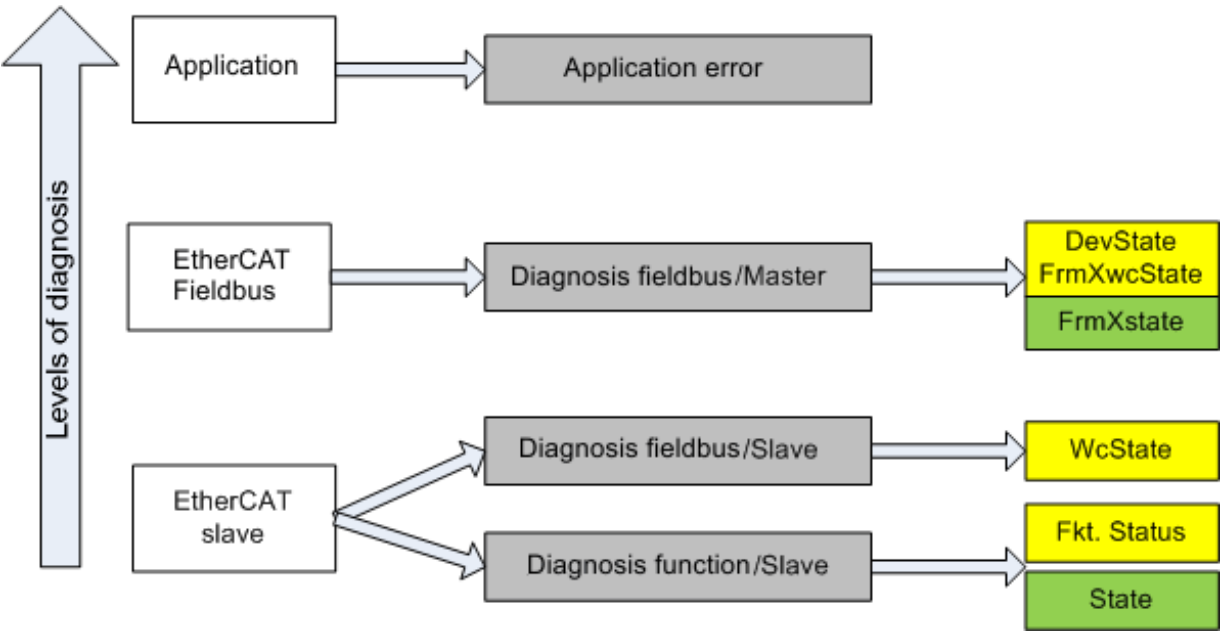
该摘要简单介绍了 TwinCAT 下的 EtherCAT 从站运行的若干方面。关于详细信息，可查看相应章节，例如 EtherCAT 系统文档。

实时诊断：WorkingCounter、EtherCAT State 和 Status

一般来说，EtherCAT 从站提供可供控制任务使用的各种诊断信息。

这种诊断信息与不同的通信层级有关。因此，它有不同的来源，也会在不同的时间进行更新。

任何应用，如果严格要求现场总线的 I/O 数据保持正确和最新，就必须对相应的底层进行诊断性访问。EtherCAT 和 TwinCAT System Manager 全面提供这种诊断要素。下面讨论那些有助于控制任务进行诊断，且在正常运行时（而不仅是在调试阶段），能够在当前周期保持准确刷新的诊断要素。



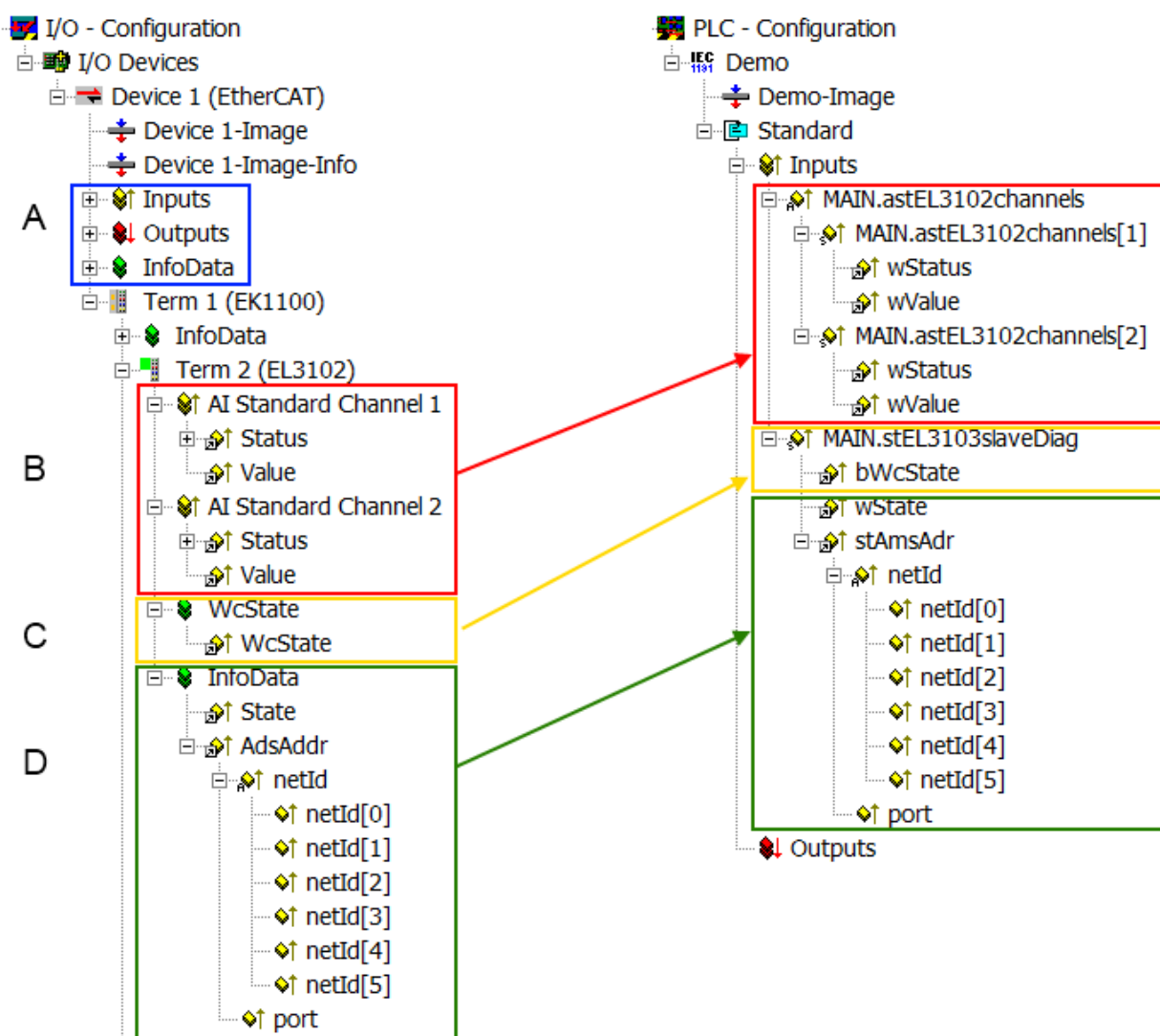
附图 124: 选择 EtherCAT 从站的诊断信息

- 一般来说，EtherCAT 从站提供
- 典型的从站通信诊断（成功参与过程数据交换以及正确运行模式的诊断）
这种诊断对所有从站都一样。
- 以及
- 典型的通道功能诊断（与设备有关）
参见相应的设备文件

图选择 EtherCAT 从站的诊断信息中的颜色也与 System Manager（系统管理器）中的变量颜色相对应，参见图 PLC 中的基本 EtherCAT 从站诊断。

颜色	含义
黄色	从站到 EtherCAT 主站的输入变量，在每个周期内更新
红色	EtherCAT 主站到从站的输出变量，在每个周期内更新
绿色	EtherCAT 主站的信息变量，非周期性更新。这意味着，在任意的特定周期，它们有可能并不代表最新的状态。因此，通过 ADS 读取此类变量非常有用。

图 PLC 中的基本 EtherCAT 从站诊断显示了实现基本 EtherCAT 从站诊断的示例。这里使用的是倍福 EL3102（2 通道模拟量输入端子模块），因为它既能提供典型的从站通信诊断，又能提供通道特有的功能诊断。在 PLC 中创建结构体作为输入变量，每个结构体都与过程映像相对应。



附图 125: PLC 中的 EtherCAT 从站基本诊断

这里包括以下几个方面：

代码	功能	实施	应用/评估
A	EtherCAT 主站的诊断信息 周期性更新（黄色）或非周期性提供（绿色）。		至少要对 PLC 中最近一个周期的 DevState 进行评估。 相对于 EtherCAT 系统文档中所涉及诊断，这里的 EtherCAT 主站诊断信息提供了更多的可能性。几个关键词： - 主站中的 CoE 用于与/通过从站进行通信 <i>TcEtherCAT.lib</i> 功能 - 执行在线扫描
B	在选择的示例中（EL3102），EL3102 包括两个模拟量输入通道，传输最近周期的单一功能状态。	Status - 位符号可参见设备手册 - 其他设备可能提供更多的信息，或者没有典型的从站信息	为了确保上级 PLC 任务（或相应的控制应用）能够获取正确的数据，必须评估从站功能的状态。因此，此类信息与最近一个周期的过程数据一起提供。
C	对于每个拥有周期性过程数据的 EtherCAT 从站，主站通过 WorkingCounter 显示该从站是否成功、无错误地参与了过程数据的周期性交换。于是在 System Manager 中提供了 EtherCAT 从站在最近周期的这一重要的基本信息，并且与 EtherCAT 主站的综合诊断变量（见 A 点）具有相同的内容，以进行链接。 1. 2.	WcState（工作计数器） 0：在最近一个周期中有效的实时通信 1：无效的实时通信 这可能会对位于同一 SyncUnit（同步单元）中其他从站的过程数据产生影响。	为了使上级 PLC 任务（或相应的控制应用）能够依赖正确的数据，必须评估 EtherCAT 从站的通信状态。因此，此类信息与最近一个周期的过程数据一起提供。
D	EtherCAT 主站的诊断信息在从站中表示，以便于链接，但实际上是由主站为相关的从站确定和进行表示。这种信息不能称为实时信息，因为它 - 除了系统启动时，很少/从不改变。 - 本身是非周期性确定的（例如 EtherCAT 状态）	State 从站的当前状态（INIT...OP）。正常运行时，从站必须处于 OP（=8）状态。 <i>AdsAddr</i> ADS 地址用于从 PLC/任务通过 ADS 与 EtherCAT 从站进行通信，例如对 CoE 进行读/写。从站的 AMS-NetID 与 EtherCAT 主站的 AMS-NetID 相对应；通过端口（= EtherCAT 地址），可以与各个从站进行通信。	EtherCAT 主站的信息变量，非周期性更新。这意味着，在任意的特定周期，它们有可能并不代表最新的状态。因此，可以通过 ADS 读取此类变量。

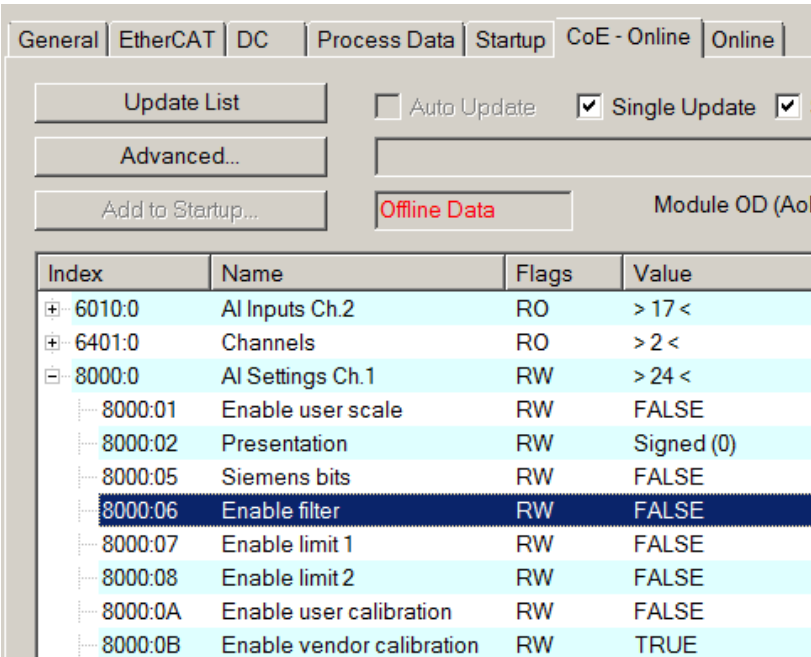
注意

诊断信息

强烈建议对所提供的诊断信息进行评估，以便应用能够适当的反应。

CoE 参数目录

CoE 参数目录（CanOpen-over-EtherCAT）用于管理相关从站的设定值。在某些情况下，当调试一个相对复杂的 EtherCAT 从站时，可能需要在这里进行修改。它可以通过 TwinCAT System Manager 访问，参见图 EL3102，CoE 字典：



附图 126: EL3102, CoE 字典

i EtherCAT 系统文档

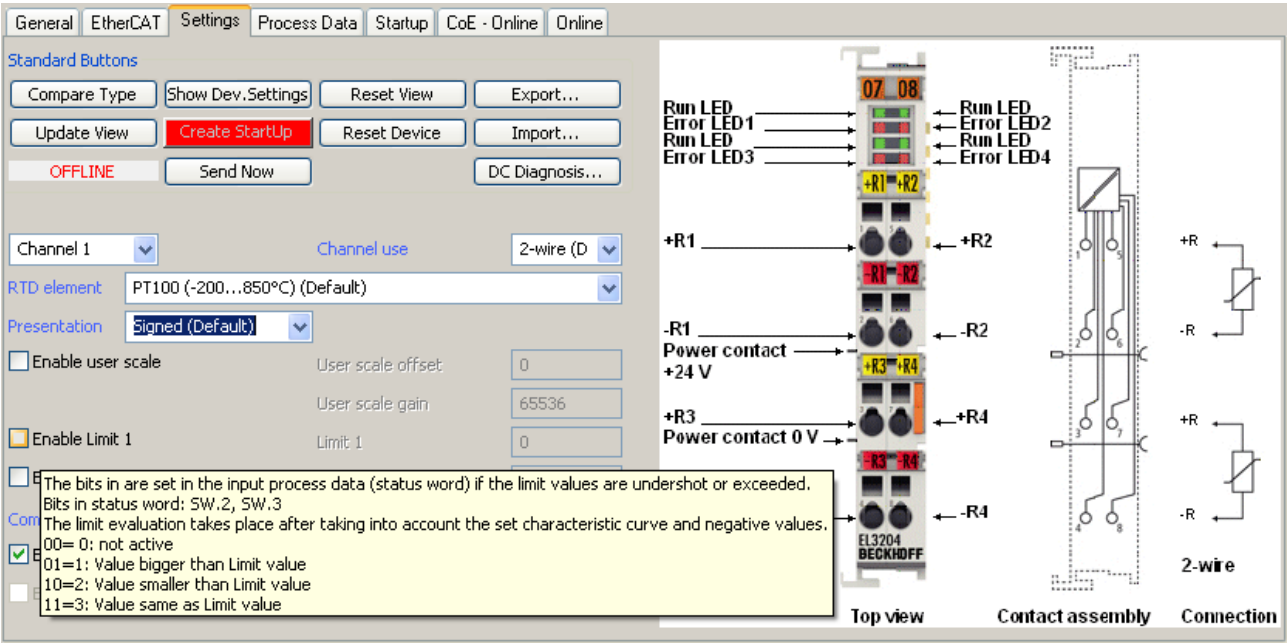
必须遵守 [EtherCAT 系统文档](#)（EtherCAT 基础知识-->CoE 接口）中的全面描述！

简要摘录：

- 在线目录中的更改是否保存在从站本地，这取决于从站设备。EL 端子模块（EL66xx 除外）能够以这种方式保存修改的参数。
- 用户必须管理对“StartUp”列表的更改。

TwinCAT System Manager 中的调试助手

TwinCAT 中引入了调试界面，这是 EL/EP 等 EtherCAT 设备持续开发过程的一个新增功能。从 TwinCAT 2.11R2 及以上版本开始，都在 TwinCAT System Manager 中提供了调试助手。它们通过适当扩展的 ESI 配置文件集成到 System Manager 中。



附图 127: EL3204 调试助手示例

这个调试过程同时还管理：

- CoE 参数目录
- DC/FreeRun 模式
- 可用的过程数据（PDO）

尽管“Process Data”、“DC”、“Startup”和“CoE-Online”等过去必须的设置选项卡仍然需要显示，但如果使用调试助手，建议不要用它来改变自动生成的设置。

调试工具并未涵盖 EL/EP 设备所有可能的应用。如果可用的设置选项不够齐全，用户可以像过去一样手动进行 DC、PDO 和 CoE 设置。

EtherCAT 状态：TwinCAT System Manager 的自动默认行为和手动操作

工作电源接通后，EtherCAT 从站必须经历以下状态

- INIT
- PREOP
- SAFEOP
- OP

以确保稳定运行。EtherCAT 主站根据从站的初始化流程来主导每个从站的状态，该流程是在 ESI/XML 和用户设置（分布时钟（DC）、PDO、CoE）中专为调试设备而定义的。另请参见链接“[通信原理，EtherCAT 状态机 \[▶ 31\]](#)”。根据需要完成配置的数量以及整体通信情况，启动过程可能需要几秒钟。

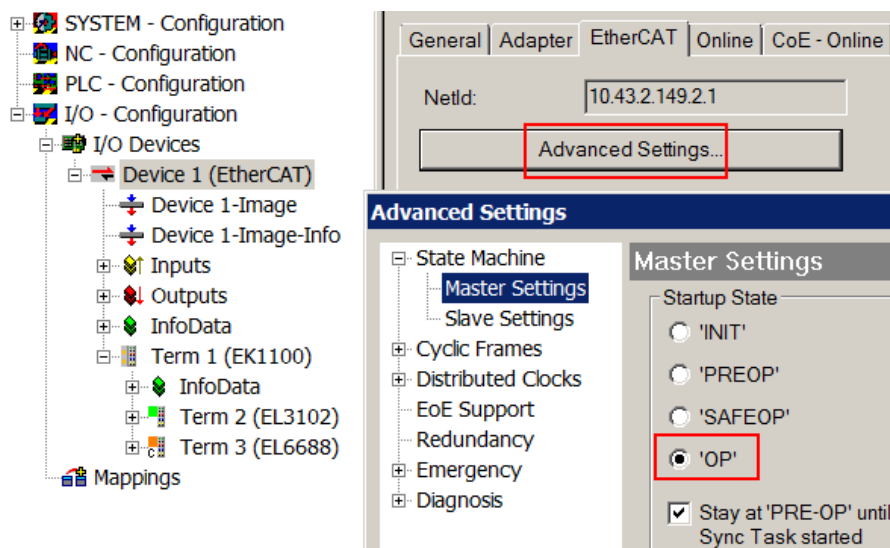
EtherCAT 主站本身在启动时必须经过这些例行的步骤，直到目标状态 OP。

用户所需的目标状态可在系统管理器中进行设置，TwinCAT 启动时会自动引导状态切换。一旦 TwinCAT 进入 RUN 状态，TwinCAT EtherCAT 主站就会逐步达到目标状态。

标准设置

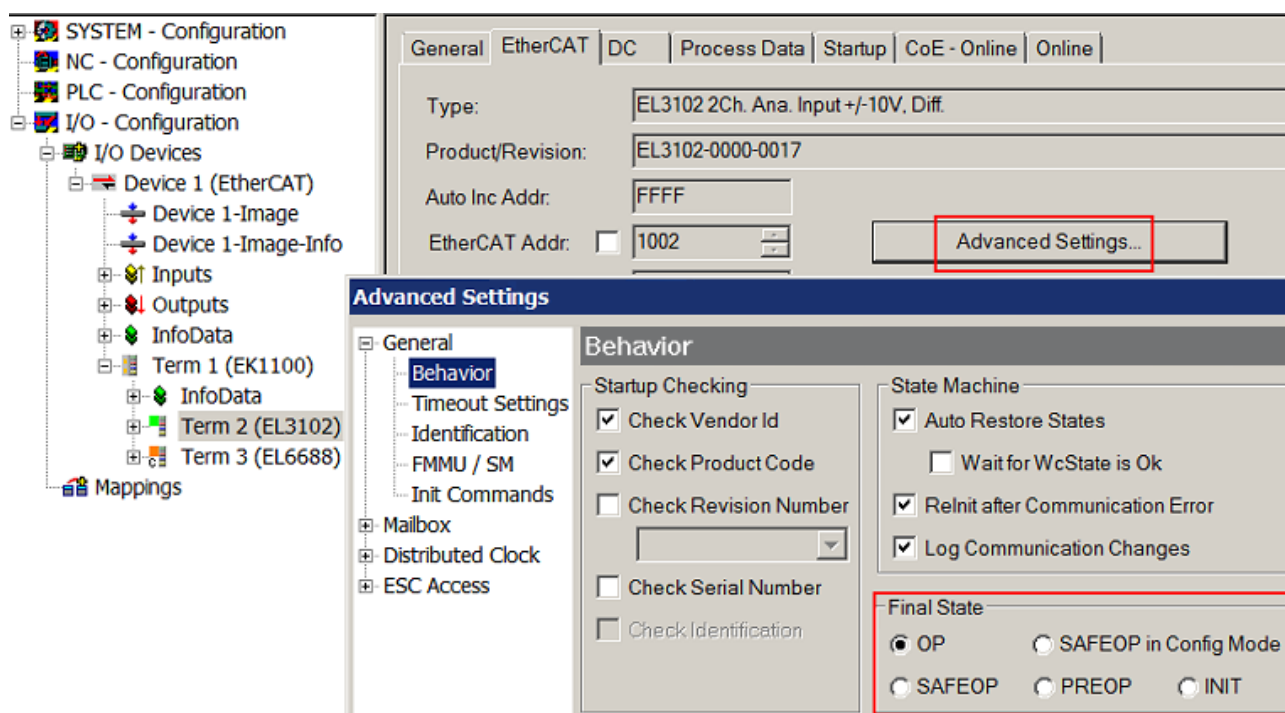
EtherCAT 主站的 advanced settings（高级设置）的标准设置如下：

- EtherCAT 主站：OP
 - 从站：OP
- 该设置同样适用于所有从站。



附图 128: System Manager 的默认行为

此外，任何特定从站的目标状态均可在“Advanced Settings”对话框中设置；标准设置仍然是 OP。



附图 129: 从站的默认目标状态

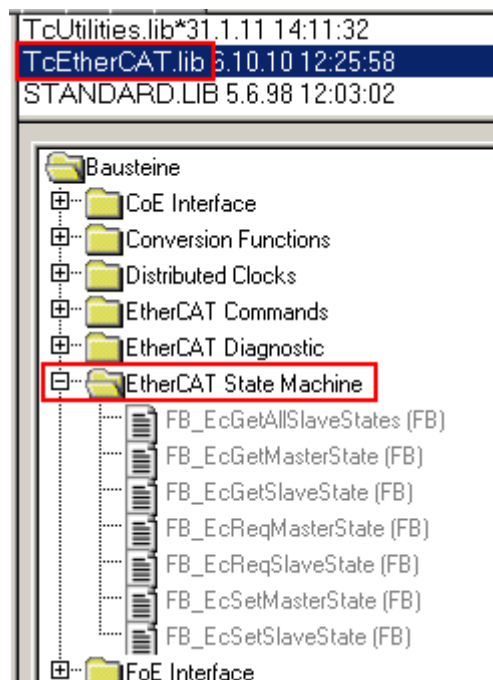
手动控制

在某些特殊原因下，可能需要从应用/任务/PLC 中控制EtherCAT状态。例如：

- 出于诊断的原因
- 为了触发一个可控的 EtherCAT 重启过程
- 因为需要改变 EtherCAT 主站的启动时间

此时适合在 PLC 程序中调用来自 *TcEtherCAT.lib* 的 PLC 功能块（包含在TwinCAT 标配功能中）并使用 *FB_EcSetMasterState* 等以可控的方式推进各种状态的切换。

所以，在 EtherCAT 主站设置中将主站和从站不（的目标状态）都设置到 INIT 状态是很有用的。



附图 130: PLC 功能块

关于 E-Bus 电流的说明

EL/ES 端子模块置于 DIN 导轨上，紧跟在耦合器后面。总线耦合器可以向后续的EL 端子模块供给 5V 的 E-bus 系统电压；耦合器原则上可以负担最多 2 A 的 E-Bus 电流。关于每个 EL 端子模块需要消耗多少 E-bus 电流的信息，可参见倍福公司网站和产品目录。如果后续的端子模块需要的电流超过了耦合器可以提供的电流，则必须在 I/O 站的适当位置插入E-Bus电源端子模块（例如 EL9410）。

预先计算的最大 E-Bus 理论电流在 TwinCAT System Manager 中显示为一列数值。如果预计E-Bus供电不足，剩余电流总额就会是负数，并以感叹号 (!) 标记；在这种位置前面需要插入一个E-Bus电源模块。

General Adapter EtherCAT Online CoE - Online						
NetId:		10.43.2.149.2.1		Advanced Settings...		
Number	Box Name	Address	Type	In Size	Out S...	E-Bus (..
1	Term 1 (EK1100)	1001	EK1100			
2	Term 2 (EL3102)	1002	EL3102	8.0		1830
3	Term 4 (EL2004)	1003	EL2004		0.4	1730
4	Term 5 (EL2004)	1004	EL2004		0.4	1630
5	Term 6 (EL7031)	1005	EL7031	8.0	8.0	1510
6	Term 7 (EL2808)	1006	EL2808		1.0	1400
7	Term 8 (EL3602)	1007	EL3602	12.0		1210
8	Term 9 (EL3602)	1008	EL3602	12.0		1020
9	Term 10 (EL3602)	1009	EL3602	12.0		830
10	Term 11 (EL3602)	1010	EL3602	12.0		640
11	Term 12 (EL3602)	1011	EL3602	12.0		450
12	Term 13 (EL3602)	1012	EL3602	12.0		260
13	Term 14 (EL3602)	1013	EL3602	12.0		70
14	Term 3 (EL6688)	1014	EL6688	22.0		-240 !

附图 131: E-Bus 电流非法超出电源限值

从 TwinCAT 2.11 及以上版本开始，在该配置激活时，警告信息“E-Bus Power of Terminal...”将出现在日志窗口：

Message
E-Bus Power of Terminal 'Term 3 (EL6688)' may to low (-240 mA) - please check!

附图 132: 超过 E-Bus 电流的警告信息

注意

注意！可能发生故障！
一个 I/O 站里面所有 EtherCAT 端子模块的 E-Bus 电源必须使用相同的接地电位！

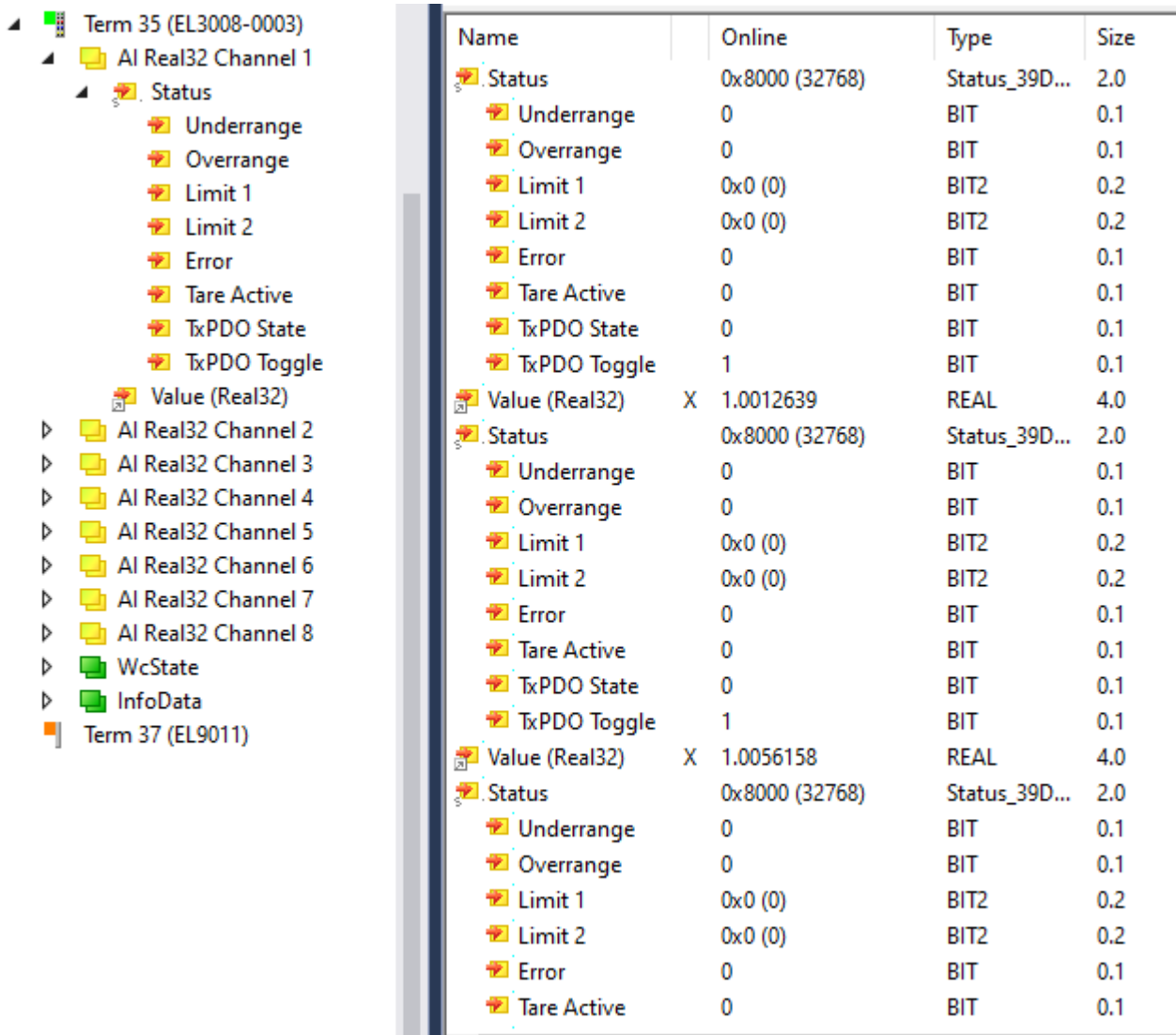
6 调试 - EL3008-0003、EL3008-0005

基本功能和可能的设置见下文。

更高等级的信息可参见“EtherCAT 系统描述”。

6.1 调试 EL3008-0003、EL3008-0005 的一般信息

- EL3008-000x 有 8 个模拟量输入。在默认设置下，该端子模块配置为 8 路 Real32 PDO 形式的模拟量输入运行。
输入通道可以设置为接口 $\pm 3\text{ V}$ (EL3008-0003) 或 $\pm 5\text{ V}$ (EL3008-0005)、浮点数、扩展范围。



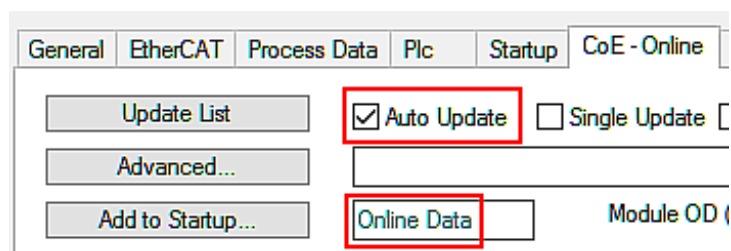
The screenshot shows the TwinCAT software interface. On the left is a tree view of the hardware configuration. Under 'Term 35 (EL3008-0003)', there is a folder 'AI Real32 Channel 1' which contains a 'Status' folder and a 'Value (Real32)' variable. Below 'AI Real32 Channel 1' are folders for channels 2 through 8, 'WcState', and 'InfoData'. To the right of the tree is a table listing the parameters for the selected 'Status' variable.

Name	Online	Type	Size
Status	0x8000 (32768)	Status_39D...	2.0
Underrange	0	BIT	0.1
Overrange	0	BIT	0.1
Limit 1	0x0 (0)	BIT2	0.2
Limit 2	0x0 (0)	BIT2	0.2
Error	0	BIT	0.1
Tare Active	0	BIT	0.1
TxPDO State	0	BIT	0.1
TxPDO Toggle	1	BIT	0.1
Value (Real32)	X 1.0012639	REAL	4.0
Status	0x8000 (32768)	Status_39D...	2.0
Underrange	0	BIT	0.1
Overrange	0	BIT	0.1
Limit 1	0x0 (0)	BIT2	0.2
Limit 2	0x0 (0)	BIT2	0.2
Error	0	BIT	0.1
Tare Active	0	BIT	0.1
TxPDO State	0	BIT	0.1
TxPDO Toggle	1	BIT	0.1
Value (Real32)	X 1.0056158	REAL	4.0
Status	0x8000 (32768)	Status_39D...	2.0
Underrange	0	BIT	0.1
Overrange	0	BIT	0.1
Limit 1	0x0 (0)	BIT2	0.2
Limit 2	0x0 (0)	BIT2	0.2
Error	0	BIT	0.1
Tare Active	0	BIT	0.1

附图 133: TwinCAT 树型结构 EL3008-0003，以在线值为例

- 该端子模块包含多种功能，其控制方式如下
 - 在 EtherCAT 主站中进行调试时启用/禁用周期性过程数据 (PDO) ，
 - 在设备中设置/更改所谓的 CoE 设置；可以在运行时执行此操作。“调试”章节接下来的“模拟量输入的功能单元 [► 137]”一节中将对端子模块的功能进行解释说明。
- 对于 CoE 参数设置：
 - CoE 寄存器的名称见下文，索引中的“n”代表端子模块中的通道编号：
通道 1: n = 0, 通道 2: n = 1,

- CoE 值不能实时读取；它们在 TwinCAT 的 Online 显示中约每秒更新一次，或者可以通过 ADS 从控制器中获取（或写入，具体取决于类型）CoE 值，更新速率最高可达若干毫秒（具体取决于 EtherCAT 周期）。



附图 134: CoE 在线选项卡

- 初次调试前，最好使用 CoE 重置功能重置端子模块的 CoE 参数，方法是输入 0x1011:01 后的值；此操作适用于所有通道（参见“恢复出厂状态 [► 210]”一章）
- “Default” 或 “Default setting” 表示以这种方式命名的设置是出厂前或 CoE 重置后的基本设置。
- EL3008-000x 的运行时序
无论应用的 EtherCAT 端子模块周期如何，该端子模块都会以“滤波”一章中规定的转换时间持续运行。它支持以下几种 EtherCAT 运行模式：
 - FreeRun：是
如果启用了滤波功能：
无论 EtherCAT 端子模块的周期如何，该端子模块均会按照“滤波”一章中规定的转换速率处理其 AI/AO 数据。
该端子模块支持的 EtherCAT 周期：100 μ s ... 100 ms
 - SM-同步（帧触发）：否
 - 分布式时钟：否

6.2 设备诊断功能

可从 CoE 中读取以下 EL3008-000x 设备信息：

索引	名称	含义
0xF900:11	运行时间	设备的运行时间 [分钟] ，不可删除
0xF900:12	设备温度	当前端子模块内部温度 [°C] 。 注：该值取决于安装位置，通常远高于环境温度。
0xF900:13	最低设备温度	端子模块测量到的最小值 [°C] ，不可删除
0xF900:14	最高设备温度	端子模块测量到的最大值 [°C] ，不可删除

可通过电子方式读取端子模块 LED 指示灯的状态，具体如下：

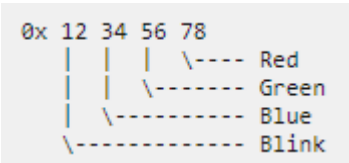
索引	LED 指示灯名称
0xF915:01	RUN
0xF915:02	OK/Error

白	F915:0	LED Status	RO	> 12 <
	F915:01	RUN	RO	0xFF00FF00 (4278255360)
	F915:09	Error Ch.1	RO	0x000000FF (255)
	F915:0A	Error Ch.2	RO	0x000000FF (255)
	F915:0B	Error Ch.3	RO	0xFF0000FF (4278190335)
	F915:0C	Error Ch.4	RO	0x000000FF (255)

附图 135: 索引 F915 的子索引，示例值

第一个字节中的闪烁/亮起的编码：

- x00，关闭
- x01，1 Hz 至
- x14，20 Hz
- x80，EtherCAT PreOP
- x81，EtherCAT SafeOP
- x82，EtherCAT Boot
- xFF，常亮



附图 136: 图例

示例：

- 0x 00 00 00 00：LED 指示灯不存在
- 0x FF 00 00 00：LED 为 ON，RGB = 0，即未亮起，表示：LED 指示灯存在

```
0x 00 00 00 FF : LED off (Red)
0x 00 00 FF 00 : LED off (Green)
0x 00 FF 00 00 : LED off (Blue)
0x 00 00 FF FF : LED off (Yellow)
0x 00 FF FF FF : LED off (White)
```

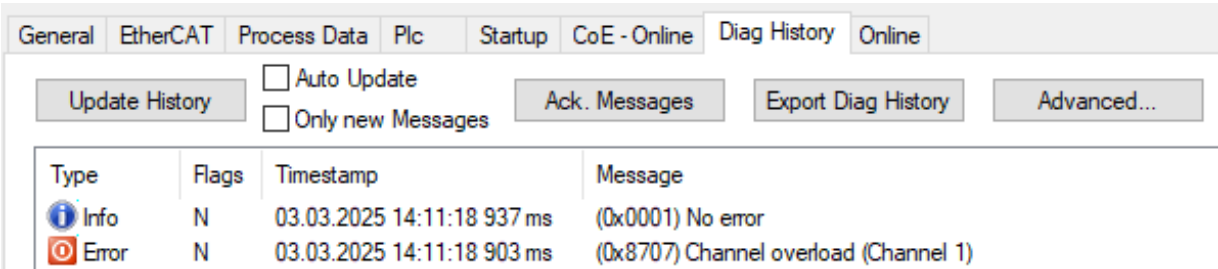
```
0x FF 00 00 FF : LED on (Red)
0x FF 00 FF 00 : LED on (Green)
0x FF FF 00 00 : LED on (Blue)
0x FF 00 FF FF : LED on (Yellow)
0x FF FF FF FF : LED on (White)
```

附图 137: LED 指示灯状态示例

6.3 诊断消息

该端子模块提供以下诊断消息（DiagMessages），它们会成对出现：

诊断代码	含义	TwinCAT 消息	故障排除
#x4101	端子模块超温	端子模块超温	设备内部温度过高，但仍继续工作，务必为设备降温
#x170E	设备温度恢复正常	不再超温	设备内部温度过高，但仍继续工作，务必为设备降温
#x8707	通道过载（通道 %d）	通道过载（通道 %d）	超出量程，请检查并停机
#x0001	无错误	无错误	-



附图 138: TwinCAT 3.1 中的显示，示例

还请参阅有关此

📖 诊断 - 诊断消息的基本原则 [▶ 188]

6.4 快速调试模拟量输入

8 个模拟量通道在出厂前均已预设为默认设置，随时可以运行。有经验的用户可以通过以下方式立即读取设置：

- 在 TwinCAT 中扫描该端子模块（或在配置中手动添加该端子模块，注意其 EtherCAT 修订版本！）
- 在 TwinCAT 中重新加载

测量值（如图所示：每个通道约为 3 V），并将其与 PLC 相关联。

Name	Online	Type	Size
 Status	0x0002 (2)	Status_39D...	2.0
 Value (Real32)	X 3.0026603	REAL	4.0
 Status	0x0002 (2)	Status_39D...	2.0
 Value (Real32)	X 3.0009704	REAL	4.0
 Status	0x0002 (2)	Status_39D...	2.0
 Value (Real32)	X 3.0019748	REAL	4.0
 Status	0x0002 (2)	Status_39D...	2.0
 Value (Real32)	X 3.0027342	REAL	4.0
 Status	0x0002 (2)	Status_39D...	2.0
 Value (Real32)	X 3.0004423	REAL	4.0
 Status	0x0002 (2)	Status_39D...	2.0
 Value (Real32)	X 3.0008395	REAL	4.0
 Status	0x0002 (2)	Status_39D...	2.0
 Value (Real32)	X 3.0030859	REAL	4.0
 Status	0x0002 (2)	Status_39D...	2.0
 Value (Real32)	X 3.000757	REAL	4.0

附图 139: 读取测量值

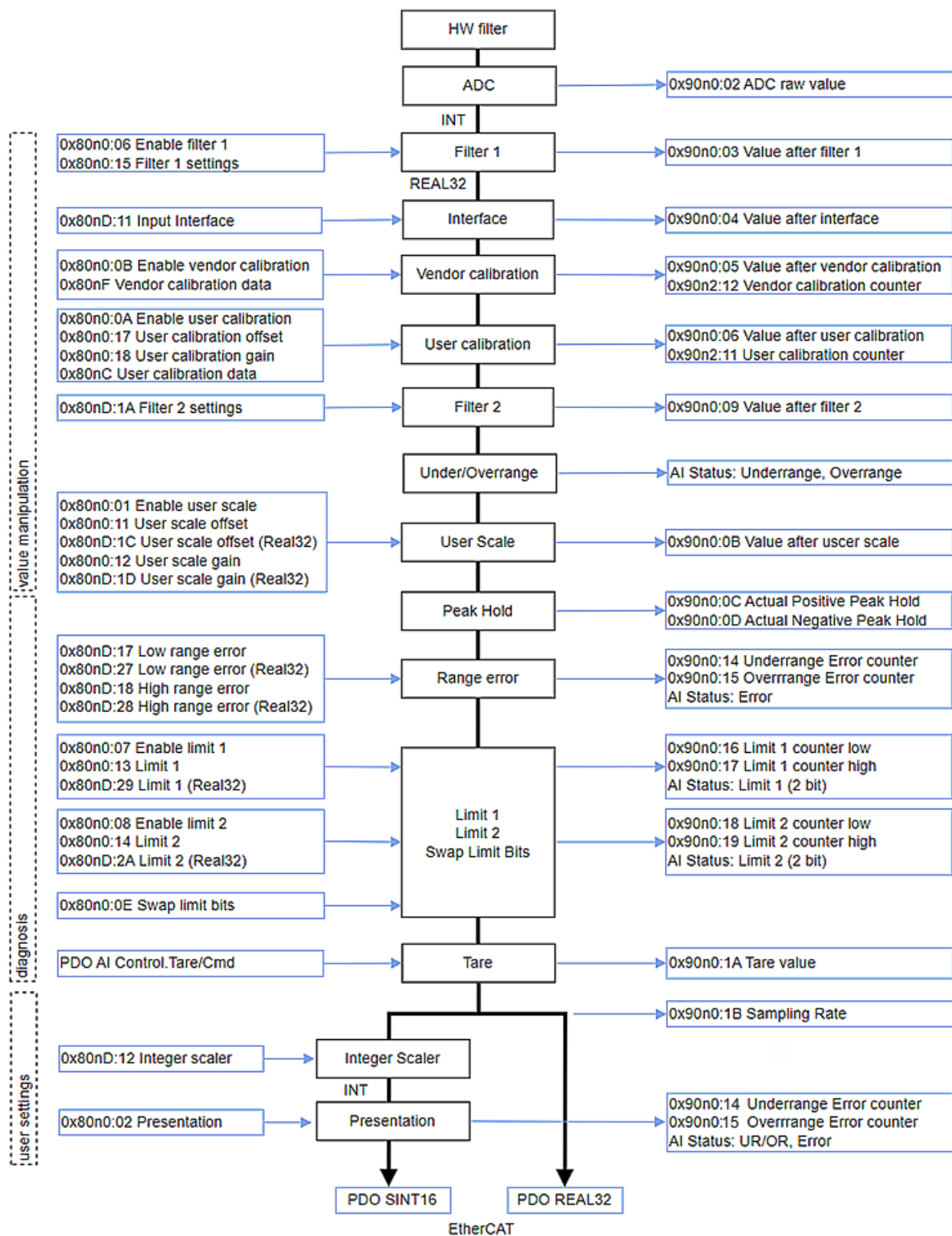
默认设置

- 量程为 3 V（EL3008-0003）或 5 V（EL3008-0005），量程可以关闭（“None”），但不可更改
- 50 Hz 滤波功能已打开（更新速率为 600 μs）
- Real32-PDO

若要深入了解本设备的功能，建议您阅读以下章节。

6.5 数据流 AI（模拟量输入）

本设备模拟量输入的信号采集和数据处理如下：



附图 140: 模拟量输入的数据流

数据流程图的图例**左列:**

可更改参数 (CoE 设置或控制 PDO)，会影响处理过程

中间列:

功能单元

右列:

中间值和结果，显示在 CoE 或状态 PDO 中

如数据流所示，这个端子模块只在内部使用浮点运算。这大大简化和缩短了模拟量通道的调试流程，从而最大限度地减少了解理解上的偏差。此外，数据计算过程中的中间值也可以轻松显示在 CoE 中。

在 CoE 中定义了 Real32 和 INT16 的值，但没有单位。但是，单位由环境条件来决定，应尽可能将其视为 SI 单位。例如，电压的测量单位是 V，电流的测量单位是 A（即使输入为 20 mA！），电阻的测量单位是欧姆，比率的测量单位是 V/V.....

注：早期的模拟量设备是基于 INT16（整数）的，已经引入了各别功能单元（参见数据流），并由这些基于 INT 的参数进行控制。出于兼容性考虑，本设备仍然支持此类 INT 参数。例如，控制器中的现有代码应通过 ADS 访问 CoE。这意味着，功能单元的参数

- 在 CoE 中只有 REAL32 类型可用（如果该功能单元一开始就是通过 FloatingPoint 数据流引入的），或者
- 在 CoE 中既有 INT 类型，也有 REAL32 类型，但含义相同，可通过名称后缀“(Real32)”来进行识别。当这些值相继发生变化或参与计算时，固件会自动对它们进行映射。

当下次用到模拟量功能时，建议使用 Real32 参数。

在 TwinCAT 中调试模拟量输入时，应遵循此数据流，具体说明见下文。

6.6 模拟量输入的过程数据格式（PDO）

PDO（过程数据对象）是指 EtherCAT 子设备/从站实时周期性传输的数据，即模拟量输入通道的测量值和状态，但不包括存储在 CoE 中的参数/设置。

6.6.1 AI 状态

模拟量输入通道有一个状态字（16 位）包含了实时信息，每个周期都会进行传输。

Name	[X]	Online	Type	Size	> Addr...
 Status		0x8000 (32768)	Status_3FE...	2.0	39.0
 Underrange		0	BIT	0.1	39.0
 Overrange		0	BIT	0.1	39.1
 Limit 1		0x0 (0)	BIT2	0.2	39.2
 Limit 2		0x0 (0)	BIT2	0.2	39.4
 Error		0	BIT	0.1	39.6
 Tare Active		0	BIT	0.1	40.3
 TxPDO State		0	BIT	0.1	40.6
 TxPDO Toggle		1	BIT	0.1	40.7
 Value (Real32)		0.0040254397	REAL	4.0	41.0

附图 141: 状态字模拟量输入

解释：

Under-range [Bool]	超量程 [Bool]	限值 1/2 [2 位]	错误 + 错误 LED [Bool]	去皮功能已启用	TxPDO 状态 [Bool]	TxPDO 切换 [Bool]	含义
SW.0	SW.1	SW.3/2 SW.5/4	SW.6	SW.11	SW.14	SW.15	
1			1				未达量程，请参见“量程错误 [▶ 146]”一章
	1		1				超出量程，请参见“量程错误 [▶ 146]”一章
		> 0					请参见“限值功能 [▶ 148]”
					1		EtherCAT PDO 传输失败
						0/1/0/1.	该值在 EtherCAT 每次收到新测量值时进行跳变
				1			如果已执行去皮操作，且内部正在计算皮重，则为 TRUE，请参见“去皮 [▶ 150]”一章

6.6.2 AI 测量值传输

以下几章将介绍 PDO 值的输出（模拟量输入通道的测量值输出，模拟量输入 = AI）。该模拟量通道支持以下 PDO：

浮点输出（Real32），默认设置：“Floating Point (Real32)”（该通道的默认设置）

在调试过程中，该通道会以纯文本可读浮点数值的形式报告其模拟量测量值，也可以在 TwinCAT 配置中读取

Name		Online	Type	Size
 Value (REAL32)	X	3.0017853	REAL	4.0

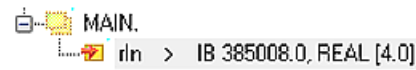
附图 142: 值（浮点值），TwinCAT

在 PLC 在线视图中也可以读取：

Expression	Type	Value
 rIn	REAL	3.00178528

附图 143: PLC 中的值（REAL）

Real32 PDO 可轻松链接到 PLC 中的 REAL 变量：



附图 144: REAL 变量在 TwinCAT 中的表示方法

这种传输方式可避免幅值缩放的错误，因为通道本身已将量程（包括量程的任何变化）考虑在内；与 INT16 相比，大大简化了调试和排故流程。

即使没有正式传输任何单位（V、A、Ω.....），也必须使用与测量环境相符的 SI 单位，例如，对于 20 mA 输入，测量单位必须使用 [A]，而不是 [mA]。

整数输出（定点、INT16 或 SINT16）：“标准（INT16）”

通道以与 FSV（满量程值）相关的 16 位定点值（默认包含符号、带符号整数）的形式报告测量值。

Name		Online	Type	Size
 Value	X	9169 <2.798>	INT	2.0

附图 145: 值（定点值），“标准（INT16）”

数值范围为 -32767 ...0 ... 32768，了解量程对于在控制器侧进行解释和转换至关重要，例如传统表示法中的 10V ~ x7FFF = 32767。

如果要将通道与现有的 PLC 代码相关联，可将其转换为这种 INT16 格式。否则，建议使用默认设置“Real32”。

通道会以此型式提供 AI/ 状态，请参见下一节。

整数输出（定点、INT16 或 SINT16）：“紧凑型”，无 PDO 状态

与上一点相同，但没有 PDO AI 状态。
支持该选项是出于兼容性考虑，结果是在 EtherCAT 中占用的数据量最少。但是，没有状态字会使诊断操作更加困难。

Name	Online	Type	Size
 Value	8 <0.002>	INT	2.0
 Value	-5 <-0.002>	INT	2.0

附图 146: 值（定点值），“紧凑型（INT16）”

6.6.3 AI 控制器

可以为测量值添加一个 16 位控制字：

- AI Control Channel 1
 - Control
 - Tare
 - Peak Hold Reset

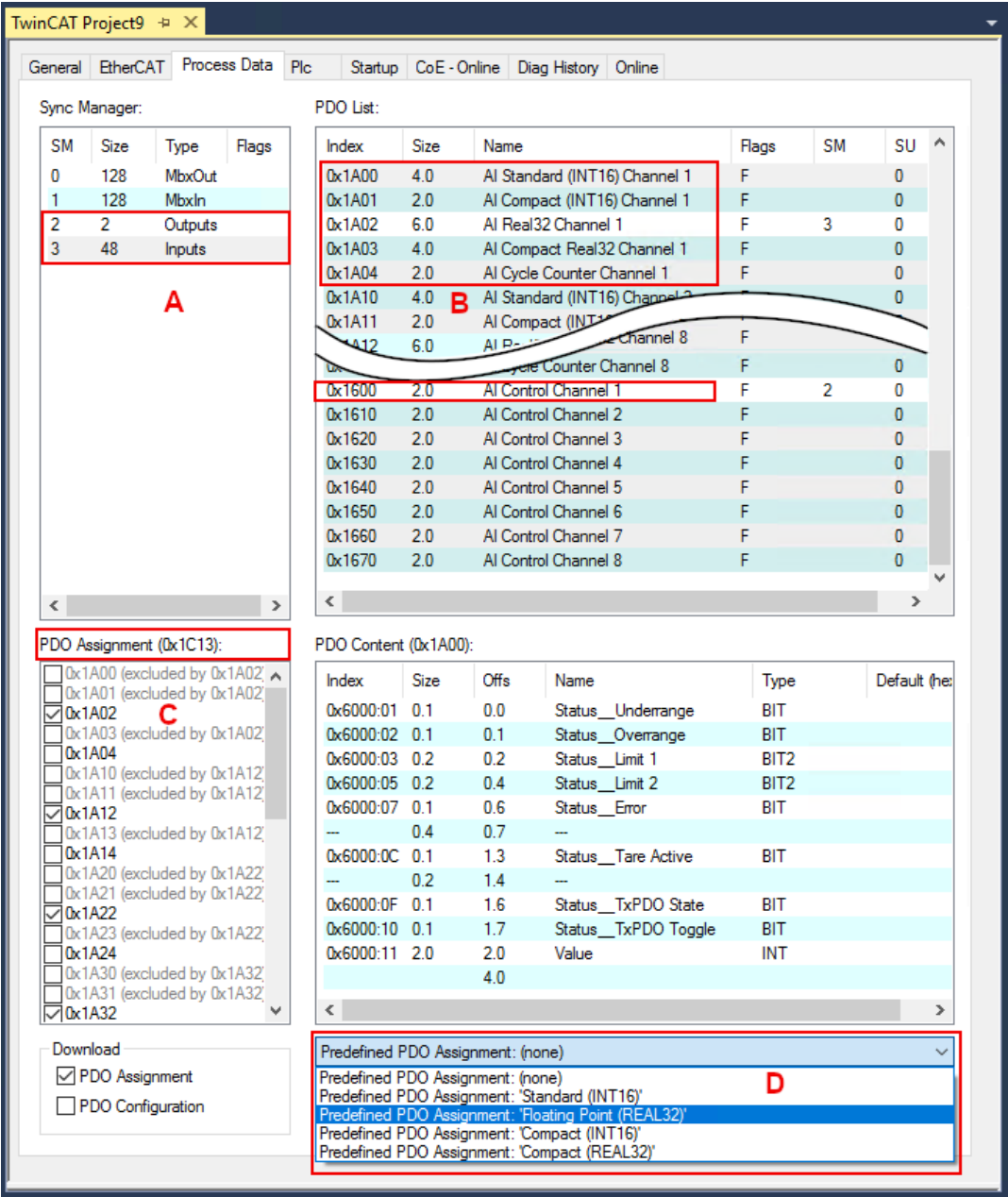
附图 147: 模拟量输入的控制字

位	名称	位大小	数据类型	描述
CW.1-2	-	2	-	留待将来使用，不得使用
CW.3	去皮	1	BOOL	请参见 “Tare [▶ 150]” 功能单元
CW.4	重置保持峰值	1	BOOL	请参见 “Peak Hold [▶ 145]” 功能单元
CW.5-15	-	12	-	留待将来使用，不得使用

6.6.4 过程数据配置

可从 Predefined PDO 列表（D）中选择上述过程数据格式。该列表汇总了常用的 PDO 组合。需要注意的是，此处选择会同时影响所有通道。

- 标准型（INT16） -> 见上文
- 紧凑型（INT16） -> 见上文
- 浮点（REAL32） -> 见上文。
- 紧凑型（REAL32） -> 见上文



附图 148: “Process data” 选项卡

或者，也可以单独激活 PDO。TwinCAT 中的 PDO 列表（B）对可用于该输入通道的输入和输出进行了描述。

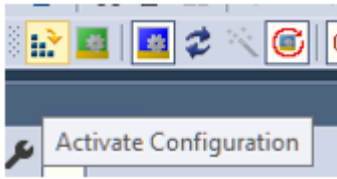
可以在（C）中激活所需的 PDO，排除项以灰色显示。

每个通道均可设置为上述过程数据格式之一。如果需要在通道 1 上进行 Real32 传输，则必须激活 0x1A02。状态是固定不变的，不可以不选中。

在 PDO 切换过程中，数据流中的其他功能单元可能会恢复默认设置！

因此，必须在一开始就做出 PDO 决定；若要进行更改，需要在 TwinCAT 中点击 “*ActivateConfiguration*

 ” 或 “*ReloadDevices*  ”。



附图 149: 按钮 ActivateConfiguration/ReloadDevices

6.7 模拟量输入的功能单元

6.7.1 滤波器 1（低通）

可在模拟量通道中使用具有预定义属性的数字滤波器。根据不同的设置，它可以具有有限脉冲响应滤波器（FIR 滤波器）或无限脉冲响应滤波器（IIR 滤波器）的特性。

所有输入通道的滤波器属性均通过第 1 个通道进行设置，其他输入通道的滤波器设置无效。

该滤波器仍适用于整数值，因此与接口无关。

在 CoE 0x90n0:1B 采样率中，当前转换率以 [Hz] 为单位显示，具体取决于滤波器设置

9000:1B	Sampling Rate	RO	500.000000 (5.000000e+02)	Hz
---------	---------------	----	---------------------------	----

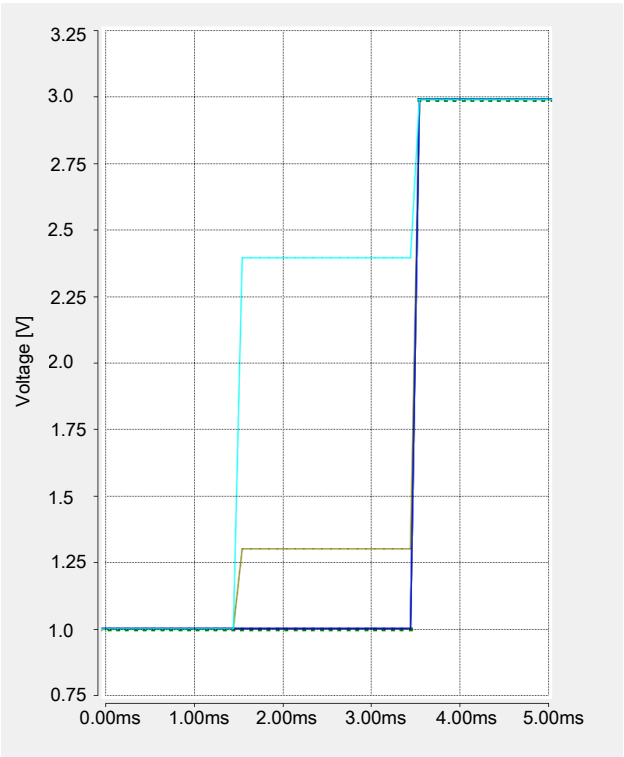
附图 150: 索引 0x9000:1B，采样率

参数：

- 滤波器激活：CoE 索引 0x80n0:06

该模拟量通道默认启用滤波器，其属性请参见下文。已禁用滤波器的通道属性：

转换时间	采样率
2 ms	500 sps



附图 151: 通道 1 上的 0->3 V 方波信号示例，滤波器已禁用，EtherCAT 周期为 100 μs

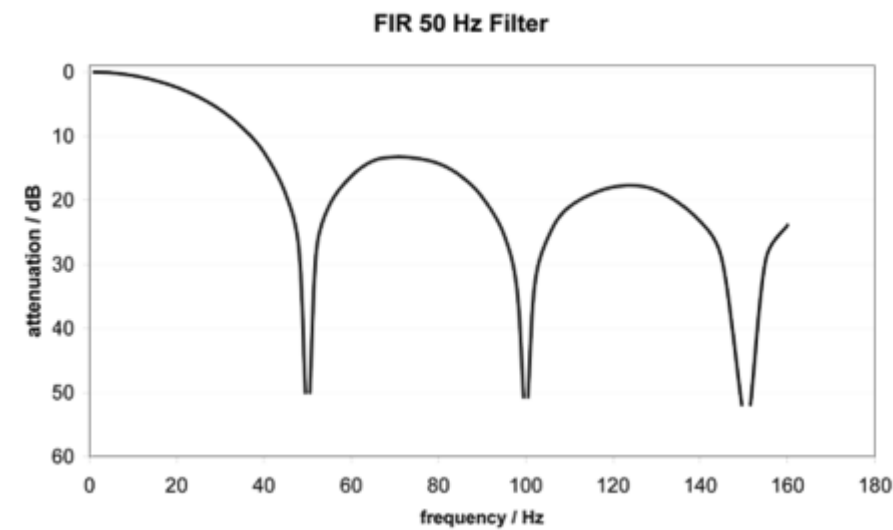
• 滤波器类型：CoE 索引 0x80n0:15

提供以下选项：

滤波器类型	名称
FIR	50 Hz FIR
FIR	60 Hz FIR
IIR	IIR 1
IIR	IIR 2
IIR	IIR 3
IIR	IIR 4
IIR	IIR 5
IIR	IIR 6
IIR	IIR 7
IIR	IIR 8

• FIR 滤波器

该滤波器作为陷波滤波器工作，通过相应的平均化处理来实现。有 50 Hz 和 60 Hz 滤波器可供选择。陷波滤波器是指在滤波器频率及其倍数的频率响应上有零点（缺口），即它在这些频率上振幅衰减。FIR 滤波器作为一个非递归滤波器运行。



附图 152: FIR 50 Hz 滤波器

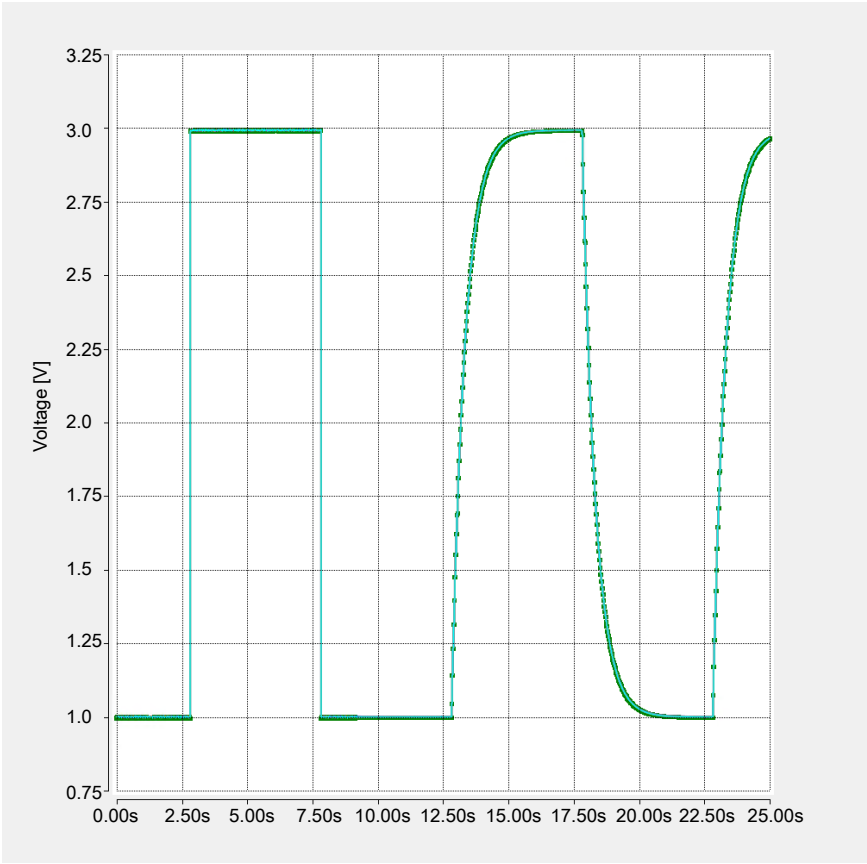
滤波器数据 FIR：

滤波	衰减	截止频率 (-3 dB)	转换时间	采样率
50 Hz FIR	>50 dB	22 Hz	2 ms	500 sps
60 Hz FIR	>45 dB	26 Hz	2 ms	500 sps

• IIR 滤波器

该款具有 IIR 特性的滤波器是一种时间离散、线性、时间不变的一阶低通滤波器（-20 dB/分频器），可设置为 8 个等级，即截止频率（第 1 级 = 弱递归滤波器，最高达第 8 级 = 强递归滤波器）。可将 IIR 可为低通滤波器后的滑动平均值计算。

IIR 滤波器	截止频率 (-3 dB)
IIR 1	1 kHz
IIR 2	500 Hz
IIR 3	285 Hz
IIR 4	142 Hz
IIR 5	66 Hz
IIR 6	33 Hz
IIR 7	17 Hz
IIR 8	8.2 Hz



附图 153: 0.2 Hz/3 V 方波信号比较，EtherCAT 周期为 100 μs，左侧已禁用滤波器，右侧 IIR8

6.7.2 接口

接口设置是操作电气测量输入的基本步骤。
设置：CoE 索引 0x80nD:11 “输入接口”

EL3008-0003	
设置	量程
0: 无	-
4: V ±3 V	±3 V

EL3008-0005	
设置	量程
0: 无	-
5: V ±5 V	±5 V

注意 在更改接口时，以下CoE 参数：用户标度、量程错误、限值 1/2 等将恢复默认设置。

若设置为 “None” （此处以通道 2 为例）

Status		0x0000 (0)
Value (Real32)	X	2.714947
Status		0x0000 (0)
Value (Real32)	X	0.0
Status		0x0000 (0)
Value (Real32)	X	2.7149124
Status		0x0000 (0)

通道会返回 “0” 。

现在必须按照 “连接模拟量输入” 一章中的说明给该通道接线。

可在索引 0x90n0:04 “Value after interface” 中查看该功能单元后的中间值。

6.7.3 测量值处理

ADC 记录并数字化处理的电气测量值必须或可以在设备中进行更改，以便

- 补偿硬件依赖性（关键词：校准）
- 或在应用端重新解释测量值（例如将压力传感器的 0..10 V 电信号转换为压力值）。

注：本 CoE 使用了在倍福历史上曾使用过的“校准”一词，尽管它与校准证书的偏差声明毫无关系。它描述的是设备在运行期间为保证模拟量精度而使用的供应商或客户校准数据/调整数据。

可在 3 个功能单元中更改测量值，所有 3 个单元均可同时激活：

- 供应商校准

电气通道由倍福在“供应商校准”功能单元中进行校准，使其符合规定的精度（参见“技术数据”，之前称为：测量误差）。倍福提供的供应商校准数据可在此领域使用。

参数：

索引（十六进制）	名称	数据类型	含义
80n0:0B	启用供应商校准	BOOL	默认启用，会将该数据考虑在内。
80nF	供应商校准数据	-	用户不得修改

可在索引 0x90n0:05 “Vendor Calibration” 中查看该功能单元后的中间值。

该功能单元中的设置更改次数将在索引 0x90n2:11 中作为“供应商校准计数器”进行累加，且无法删除。

如果数据区域中的任何参数发生更改，计数器就会递增。计数器会忽略接下来 30 秒内数据区域内发生的其他更改。这段时间过去后，计数器将恢复累加参数更改次数。

- 用户校准

如果要永久使用与系统相关的其他校正值，可以使用“用户校准”功能单元。

增益/偏移系数可采用 Real32 格式，以便于操作，也可采用 INT16 格式（但具有相同的数学效果），以便与现有代码兼容。在“用户校准”中进行处理（如果“启用用户校准”= 1）的过程如下：

- 若设定点 ≥ 0 ：“用户校准后的值” = $S_0 + \text{“供应商校准后的值”} \cdot S_1 + (\text{“供应商校准后的值”})^2 \cdot S_2$
- 若设定点 < 0 ：“用户校准后的值” = $S_0 + \text{“供应商校准后的值”} \cdot S_{1n} + (\text{“供应商校准后的值”})^2 \cdot S_2$

参数：

索引（十六进制）	名称	数据类型	含义
80n0:0A	启用用户校准	BOOL	默认禁用，仅当为 TRUE 时才进行计算
80n0:17	用户校准偏移	SINT16	1 位 = $FSV_{norm}/32767$ ，默认值：0
80n0:18	用户校准增益	UINT16	1 位相当于 2^{-16} ，因此“1”相当于 $0x7FFF/32767_{dec}$
80nC:01	用户校准数据	BYTE4	4 字节的可用存储容量；例如，可以在这里以 8 CHAR 的形式存储校准日期
80nC:03...0D	用户标度增益（Real32）	REAL32	计算多项式的 Real32 系数 $S_0/S_1/S_2/S_3/S_{1n}$

可在索引 0x90n0:06 “用户校准后的值” 中查看该功能单元后的中间值。

该功能单元中的设置更改次数将在索引 0x90n2:12 “用户校准计数器” 中进行累加（无法删除）。

操作步骤：数据区域的索引 0x80nC 或索引 0x80n0:17/18 中的任何参数首次发生更改时，计数器中的计数将会递增；此后 30 秒内数据区中发生的其他更改将不计入计数器。这段时间过去后，计数器将恢复累加参数更改次数。

- 用户标度

“用户标度”功能单元适用于重新计算/转换测量值，因此，在增益 = 5 的情况下，“10 V”可以变成“50 kg”。它是通过增益/偏移的线性转换来实现的。

增益/偏移系数可采用 Real32 格式，以便于操作，也可采用 INT16 格式（但具有相同的数学效果），以便与现有代码兼容。

在“用户标度”中的进行处理（如果“启用用户标度” = 1）的过程如下：

“用户标度后的值” = 偏移 + 滤波器 2 的值 * 增益

参数：

索引（十六进制）	名称	数据类型	含义
80n0:01	启用用户标度	BOOL	默认禁用，仅当为 TRUE 时才进行计算
80n0:11	用户标度偏移	SINT16	直接以数位形式添加。
80n0:12	用户标度增益	UINT16	1 位相当于 2^{-16} ，因此“1”相当于 $0x7FFF/32767_{dec}$
80nD:1C	用户标度偏移（Real32）	REAL32	-
80nD:1D	用户标度增益（Real32）	REAL32	-

可在索引 0x90n0:0B “用户标度后的值”中查看该功能单元后的中间值。

i 更改接口

在更改接口时，增益和偏移将分别重置为 1 和 0！

用户数据的密码保护

在 CoE 0xF009 中，某些用户数据受到额外密码的保护，以防止意外或不当的写入操作：

- 用户、PLC 或启动项在单次或完全访问模式下对 CoE 的写入访问
- 通过 *RestoreDefaultParameter* 访问 0x80n0（或 0x80nD，如可用）覆盖数值

F008 Code word		8000:0 AI Settings RW > 24 <	
F009 Password protection		8000:01 Enable user scale RW FALSE	
		8000:02 Presentation RW Signed (0)	
		8000:05 Siemens bits RW FALSE	
		8000:06 Enable filter RW TRUE	
		8000:07 Enable limit 1 RW FALSE	
		8000:08 Enable limit 2 RW FALSE	
		8000:0A Enable user calibration RW FALSE	
		8000:0B Enable vendor calibration RW TRUE	
		8000:11 User scale offset RW 0	
		8000:12 User scale gain RW 65536	
		8000:13 Limit 1 RW 0	
		8000:14 Limit 2 RW 0	
		8000:15 Filter settings RW 50 Hz FIR (0)	
		8000:17 User calibration offset RW 0	
		8000:18 User calibration gain RW 16384	

protects →

附图 154: 0x8000:17 和 0x8000:18 条目的密码保护（示例）

使用 CoE 0xF009

- 输入 0x12345678 激活密码保护 → 对象显示 “1”（已启用）
受保护对象现在不能再更改，写入访问时不会出现错误信息！
- 输入 0x11223344 关闭密码保护 → 对象显示 “0”（禁用）。

密码保护在以下 AI 设置下生效：

索引（十六进制）	名称
80n0:0A	启用用户校准
80n0:0B	启用供应商校准
80n0:17	用户校准偏移
80n0:18	用户校准增益
80nC	用户校准数据
80nD:17	低量程错误
80nD:18	高量程错误
80nD:27	低量程错误（REAL32）
80nD:28	高量程错误（REAL32）

6.7.4 滤波器 2（高通）

CoE 索引 0x80nD:1A “滤波器 2 设置” 提供了另一个具有预定义属性的数字滤波器，用于处理信号。例如，该滤波器是一个数字高通滤波器，用于消除输入信号的 DC 分量，从而只处理该信号的 AC 分量。但需要注意的是，绝对信号始终处于技术量程范围内，即任何正 DC 分量（偏移）都会使剩余的可测量量程减少相同的量。

参数：“滤波器 2 设置”（索引 0x80nD:1A） [ENUM]

滤波器类型	名称
无	OFF（默认）
IIR 高通	HP 10 Hz
IIR 高通	HP 1 Hz
IIR 高通	HP 0.1 Hz
IIR 高通	HP 0.01 Hz
IIR 高通	HP 0.001 Hz（高通滤波器的 -3-dB 截止频率）

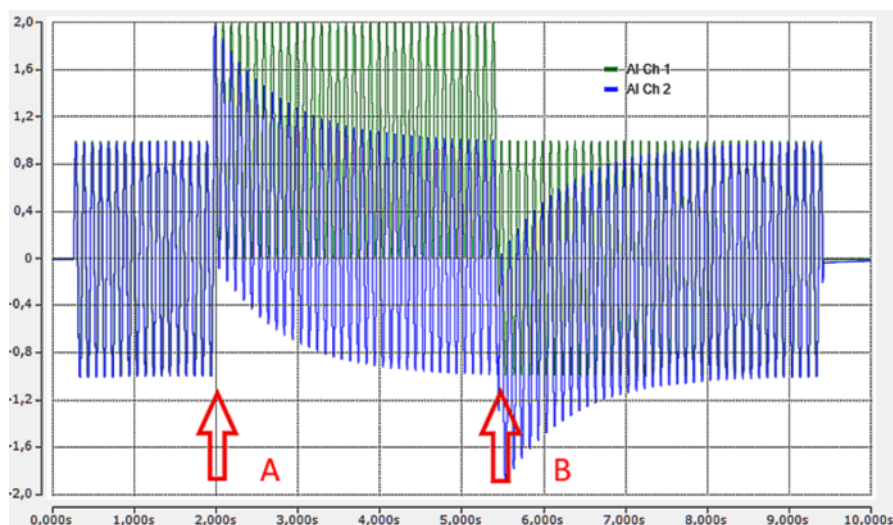
高通滤波器为 IIR 一阶型滤波器，因此斜率为 +20 dB/dec。

根据设置的截止频率，下列操作会导致

- DC 分量的稳定时间发生变化（DC 偏置电压快速变化）。
- 滤波器 2 中的设置从“Off”改为滤波器截止频率。

例如：使用信号发生器同时向 EL4374 的通道 1 + 通道 2 施加 10 Hz、±1 V 的正弦波。

设置：通道 1 不具备滤波器处理功能，通道 2 配有滤波器 2，设置 = “HP 1 Hz”。当 (A) 处增加了 +1 V 的电气偏移时，滤波器可在约 3 s 内消除该偏移。（B）处会再消除一次电气偏移。



附图 155: 信号发生器示例，通道 1 + 2 正弦波



温度急剧变化对滤波器的影响

该高通滤波器既包含固件，也包含硬件。控制器会对输出信号中的 DC 分量进行补偿。由于涉及硬件的使用，该滤波器的温度系数非常小，即温度急剧变化会导致输出信号发生偏移。在这种情况下，高通滤波器必须再次稳定，这需要相对较长的时间，尤其是在最低截止频率下。因此，最好是在恒定的环境温度下持续运行。

6.7.5 峰值保持

该功能单元具有锁存指示功能。它可以持续监控测量值并保存极限值，这些值可用于诊断传感器是否过载。

索引	名称
90n0:0C	实际正峰值保持
90n0:0D	实际负峰值保持

重置操作的执行依据如下

- 接口更改
- 或断电 [（重新）上电]
- 或 PDO “AI Control.Peak Hold Reset” 的值 0->1
- 或者向索引 FB00:01（通道 1：n=0，通道 2：n=1，.....）发出命令 x301n。
在执行过程中，索引 FB00:02 中会显示状态 “255”，表示 “忙”，“0” 表示 “成功完成”
- 和命令 x3001 “Reset all counters”

FB00:0	DEV Command	RO	> 3 <
FB00:01	Request	RW	00 00
FB00:02	Status	RO	0x00 (0)
FB00:03	Response	RO	00 00 00 00 00 00

附图 156: CoE 索引 FB00，DEV 命令

在命令执行过程中，索引 FB00:02 中会显示状态 “255” 表示 “忙”，“0” 表示 “成功完成”。

固件对未知命令的响应为

'Term 5 (EL4374)' (1002): CoE ('InitDown' 0xfb00:01) - SDO Abort ('General parameter incompatibility reason.', 0x06040043).

附图 157: 一般参数不兼容原因，0x06040043

6.7.6 量程错误

超量程/欠量程

该功能单元可监控测量值是否超出或低于标称 FSV，-3.0 V 和 +3.0 V 在“±3 V”量程内进行监控。

无法进行参数设置。测量值没有限制。

结果	
PDO AI 状态	超量程位
	欠量程位

量程错误

Range Error 功能单元可根据 2 个限值（最小值和最大值）来监控测量值，计算超量程/欠量程并将其报告为故障（状态中的故障位）。测量值没有限制。

在默认设置中，系统将 RangeError 限值设置为技术 FSV 的负值和正值，例如，在“±3 V”量程中，设置为 LowRangeError = -3.22 V 和 HighRangeError = +3.22 V，若超过限值，则会作为错误输出到 PDO 状态和 LED 指示灯中。

● 并非在所有操作模式下都可以设置限值



- 索引 0x80nD 中的限值可以在以下操作模式更改：
 - ⇒ “Integer PDO, Extended Range” 以及
 - ⇒ “Real32-PDO”
- 在以下操作模式下，索引 0x80nD 中的限值已预定义为 0x7FFF / 32767 或 -32768（不可更改）：
 - ⇒ “Integer PDO, Legacy Range”

索引 [数据类型]	名称
80nD:17 [DINT]	低量程错误
80nD:27 [REAL32]	低量程错误 (REAL32)
80nD:18 [DINT]	高量程错误
80nD:28 [REAL32]	高量程错误 (REAL32)

● 更改接口或 IntegerScaler 0x80nD:12



在更改接口或 IntegerScaler 0x80nD:12 (Extended/Legacy Range) 时，限值会根据具体的接口重置为默认设置！

结果	
PDO AI 状态	误差位
0x90n0:14	欠量程错误计数器
0x90n0:15	超量程错误计数器

根据具体接口重置为默认设置的方法是

- 接口更改
- 或断电操作 [(重新) 上电]
- 或索引 0xFB00:01 (通道 1: n = 0, 通道 2: n = 1,) 后的命令 0x302n。
在执行过程中，索引 0xFB00:02 中会显示状态，“255”表示“忙”，“0”表示“成功完成”
- 和命令 0x3001 “Reset all Counters”

FB00:0	DEV Command	RO	> 3 <
FB00:01	Request	RW	00 00
FB00:02	Status	RO	0x00 (0)
FB00:03	Response	RO	00 00 00 00 00 00

附图 158: CoE 索引 FB00，DEV 命令

在命令执行过程中，索引 0xFB00:02 中会显示状态，“255”表示“忙”，“0”表示“成功完成”
固件对未知命令的响应为

```
| 'Term 5 (EL4374)' (1002): CoE ('InitDown' 0xfb00:01) - SDO Abort ('General parameter incompatibility reason.', 0x06040043).
```

附图 159: 一般参数不兼容原因，0x06040043

6.7.7 限值功能

限值检测

限值 1 和 2 是 2 个相同的、可同时使用的功能，可选择用于对模拟值进行分析，下文称该功能为“限值 n”。测量值没有限制。因此，除了没有错误输出（位、LED 指示灯）外，其功能与 *量程错误* 类似。

参数：

限值 1	
索引 [数据类型]	名称
80n0:07 [BOOL]，默认禁用	启用限值 1
80n0:13 [SINT16]	限值 1
80nD:29 [REAL32]	限值 1 (Real32)

限值 2	
索引 [数据类型]	名称
80n0:08 [BOOL]，默认禁用	启用限值 2
80n0:14 [SINT16]	限值 2
80nD:2A [REAL32]	限值 2 (Real32)

如果测量值超过或低于设定的限值，就会

- 显示在 PDO 状态中，输出“限值 n”（2 位）：
 - 0：未启用，限值功能已禁用
 - 1：测量值 < 限值
 - 2：测量值 > 限值
 - 3：测量值 = 限值

● PLC 中 2 个位宽的数值链接

i 限值信息由 2 位组成。可将“限值 n”链接到 PLC 或 System Manager 中的一个任务。

关于 PLC 的说明：IEC61131 PLC 中不包含可以直接链接到该过程数据的 2 个位宽的数据类型。因此，必须定义一个输入字节 %I* 来传输限值信息，如果不能逐位解释 PLC 中的状态字（推荐方法），则必须将限值（limit）在 VariableSizeMismatch 对话框中进行链接。

- 在 CoE 中进行了信息统计

索引	名称	含义
90n0:16 或 90n0:18	Limit 1/2 counter low	数值低于限值（边缘检测）
90n0:17 或 90n0:19	Limit 1/2 counter high	数值超出限值（边缘检测）

计数器通过以下方式进行重置

- 接口更改
- 或断电 [（重新）上电]
- 或向索引 0xFB00:01（通道 1：n=0，通道 2：n=1，.....）发出命令 x303n。
在执行过程中，索引 0xFB00:02 中会显示状态，“255”表示“忙”，“0”表示“成功完成”
- 和命令 x3001 “Reset all counters”

FB00:0	DEV Command	RO	> 3 <
FB00:01	Request	RW	00 00
FB00:02	Status	RO	0x00 (0)
FB00:03	Response	RO	00 00 00 00 00 00

附图 160: CoE 索引 FB00，DEV 命令

在命令执行过程中，索引 0xFB00:02 中会显示状态，“255”表示“忙”，“0”表示“成功完成”
固件对未知命令的响应为

```
|'Term 5 (EL4374)' (1002): CoE ('InitDown' 0xfb00:01) - SDO Abort ('General parameter incompatibility reason.', 0x06040043).
```

附图 161: 一般参数不兼容原因，0x06040043

• 互换限值位

可以使用索引 0x80n0:0E 中的“SwapLimitBits”反转限值功能，以便与不同的应用端代码兼容。

输出“限值 n”（2 位）

SwapLimitBits 设置	值
FALSE（默认）	• 0: 未启用 • 1: 数值 < 限值 • 2: 数值 > 限值 • 3: 数值 = 限值
TRUE	• 0: 未启用 • 1: 数值 > 限值 • 2: 数值 < 限值 • 3: 数值 = 限值

6.7.8 去皮

在实际应用中，使用空载传感器将显示值设置为零可能会很有帮助。在称重技术中，此操作称为去皮过程或“相对测量”。这意味着测量设备已经减去了空载传感器（本例中使用的是秤）的偏移分量。

注：在使用去皮功能时，通道中的输出值会发生偏移，从而导致正负方向的动态范围受到限制。例如，如果通道可进行 0...10 V 的电气测量，但在 8 V 时进行了去皮（归零），则只剩下 +2/-8 V 的量程。

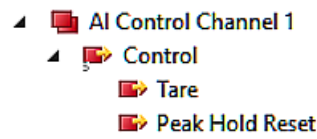
为避免达到 INT16 的限值，强烈建议在使用去皮功能时使用 Real32 PDO。

去皮功能的工作原理如下：

1. 去皮功能启动

可以通过以下相同方式触发去皮功能

- PDO：“AI 控制器” PDO 中的去皮位



附图 162: PDO “AI 控制器”

控制器中的去皮位可以通过 0 → 1 触发去皮功能。

- 或者通过向索引 0xFB00: 01（通道 1： n=0，通道 2： n=1，）发送 CoE 命令“保存去皮”请求 = 0x313n

FB00:0	DEV Command	RO	> 3 <
FB00:01	Request	RW	00 00
FB00:02	Status	RO	0x00 (0)
FB00:03	Response	RO	00 00 00 00 00 00

附图 163: CoE 索引 FB00，DEV 命令

在命令执行过程中，索引 0xFB00:02 中会显示状态，“255”表示“忙”，“0”表示“成功完成”

固件对未知命令的响应为

```
| 'Term 5 (EL4374)' (1002): CoE ('InitDown' 0xfb00:01) - SDO Abort ('General parameter incompatibility reason.', 0x06040043).
```

附图 164: 一般参数不兼容原因，0x06040043

2. 测量

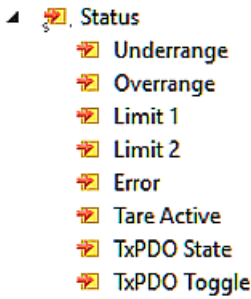
该设备现在计算 400 多个测量值的平均值；因此，该过程的持续时间取决于通道的转换率（参见滤波器设置）。在这约 250 ms 的时间内，传感器电信号应保持稳定。在某些情况下，建议使用强衰减低通滤波器来支持去皮过程（参见“滤波器 1 [► 137]”一章）。去皮过程结束后，可再次打开滤波器。

在此期间，PDO “AI Status.Tare Active” = FALSE

3. 计算

然后

- 从测量值中减去皮重值，此时测量值会跳变一次。
- 测定的皮重值显示在 CoE 0x90n0:1A 中。
- PDO “AI Status.Tare Active” = TRUE 表示正在计算皮重值



附图 165: 状态字中的 “Tare active”

皮重值暂时保存在通道中，不受断电保护。若要永久保存并因此受到断电保护，必须向索引 0xFB00:01（通道 1: n=0，通道 2: n=1，.....）发送请求 0x318n。

FB00:0	DEV Command	RO	> 3 <
FB00:01	Request	RW	00 00
FB00:02	Status	RO	0x00 (0)
FB00:03	Response	RO	00 00 00 00 00 00

附图 166: CoE 索引 FB00，DEV 命令

4. 重置

皮重的重置（“归零”）方式如下

- 通过更改接口
- 或断电 [（重新）上电]（如果未在故障安全模式下存储，请参见上文）。
- 或 EtherCAT 状态 BOOTSTRAP
- 或者向索引 0xFB00: 01（通道 1: n=0，通道 2: n=1，.....）发送 CoE 命令 “皮重重置” 请求 = 0x314n

FB00:0	DEV Command	RO	> 3 <
FB00:01	Request	RW	00 00
FB00:02	Status	RO	0x00 (0)
FB00:03	Response	RO	00 00 00 00 00 00

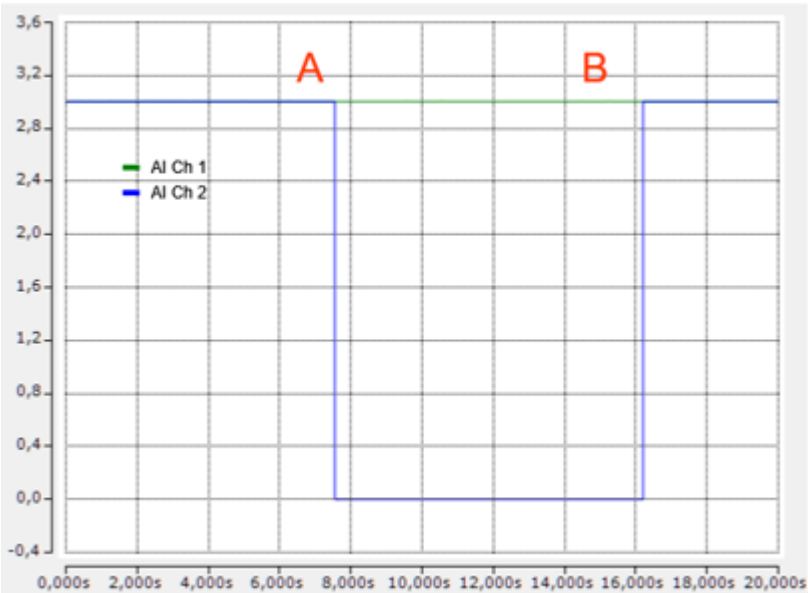
附图 167: CoE 索引 FB00，DEV 命令

在命令执行过程中，索引 0xFB00:02 中会显示状态，“255”表示“忙”，“0”表示“成功完成”

固件对未知命令的响应为

|'Term 5 (EL4374)' (1002): CoE ('InitDown' 0xfb00:01) - SDO Abort ('General parameter incompatibility reason.', 0x06040043).

附图 168: 一般参数不兼容原因，0x06040043



附图 169: 示例：3 V 同时与 EL4374 的通道 1+2 链接，滤波器 1 = IIR8

(A) 点在通道 2 上设置 Control.Tare = 1（然后重置该位），在 CoE 中显示皮重值：

Tare Value	RO	3.003933 (3.003933e+00)
------------	----	-------------------------

附图 170: 皮重值

不出所料，测量值变为 ~0。
在 (B) 点，将根据命令再次删除皮重值。为便于比较，通道 1 在未去皮的情况下运行。

6.7.9 整数缩放器（仅当使用 PDO SINT16 时）

倍福模拟量通道引入了可选的扩展量程“107%”，以便在调试和诊断过程中能够测量略高于 3 V 标称满量程（ FSV_{nom} ）的值（支持与否取决于设备）。然后，该通道的实际测量值将达到所定义的技术满量程值 FSV_{techn} ，该值略高于标称满量程值 FSV_{nom} 。

16 位的定义如下：



附图 171: 定义分辨率，16 位

设置：

- 索引 0x80nD:12 = “扩展量程”（默认设置）
该通道最大可测量技术量程，约为标称量程的 107%。
对于具有 16 位 SINT PDO（16 位 + 符号），已将 PDO 值 ± 30518 （0x7736）定义为标称 $FSV = 100\%$ 。因此，可显示的量程现在扩展至标称量程的 $0x7FFF = 32767 \sim 107.37\%$ 。
- 索引 0x80nD:12 = “传统量程”
该通道最大可测量标称量程的 100%。
因此，应将 $0x7FFF = 32767$ 解释为标称 FSV 的 100 %。

Index	Name	Access	Value
800C:0	AI User Calibration Data Ch.1	RW	> 13 <
800D:0	AI Advanced Settings Ch.1	RW	> 42 <
800D:11	Input Interface	RW	V $\pm 3V$ (4)
800D:12	Integer Scaler	RW	Extended Range (0)
800D:17	Low Range Error	RW	-32768
800D:18	High Range Error	RW	32767
800D:1A	Filter 2 Settings	RW	Off (0)
800D:1C	User Scale Offset (Real32)	RW	0.000000 (0.000000e-)
800D:1D	User Scale Gain (Real32)	RW	1.000000 (1.000000e-)

Set Value Dialog

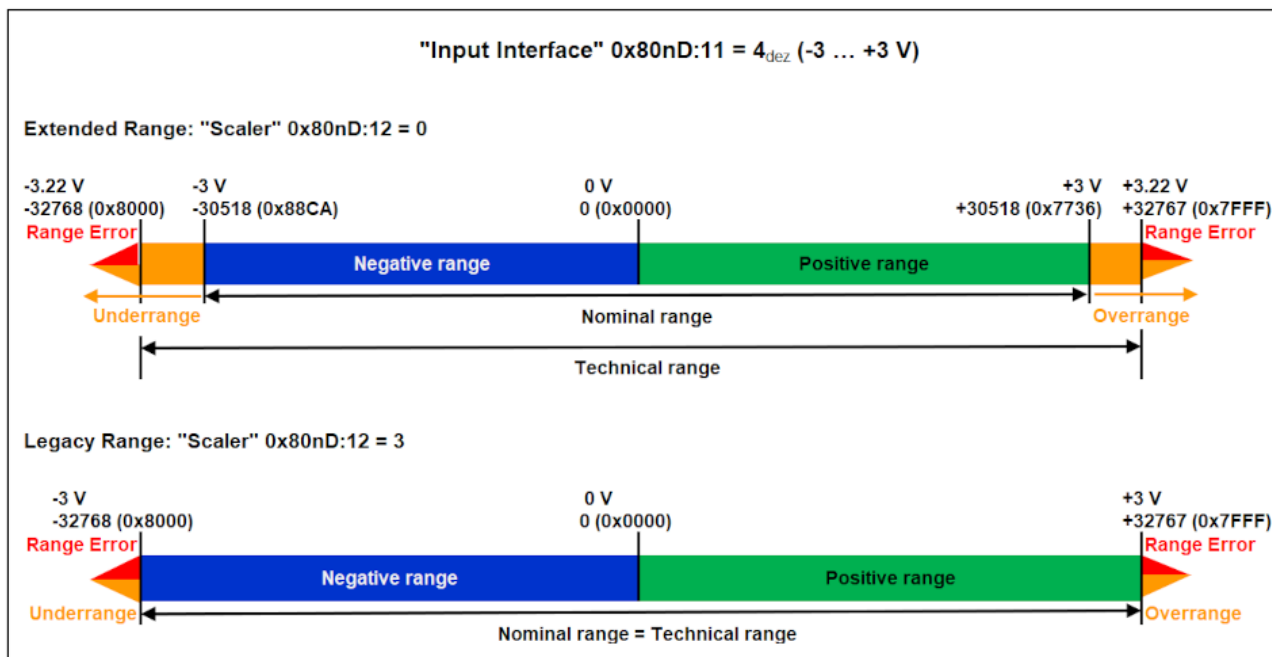
Dec:

Hex:

Enum: Extended Range Extended Range Legacy Range

附图 172: 设置索引 0x80nD:12、传统量程、扩展量程

根据不同的接口，这意味着控制器中的转换为 SINT16 -> Real32（如果将超量程/欠量程 PDO 设置为默认值）：

量程 $\pm 3\text{ V}$ (双极)附图 173: 量程 $\pm 3\text{ V}$

欠量程/超量程:

如果测量值超出标称量程, 则设置相应的位。

量程错误:

故障位和故障 LED 指示灯, 可通过以下方式设置限值:

0x80nD:17 “低量程错误”

0x80nD:18 “高量程错误”

0x80nD:27 “低量程错误 (Real32)”

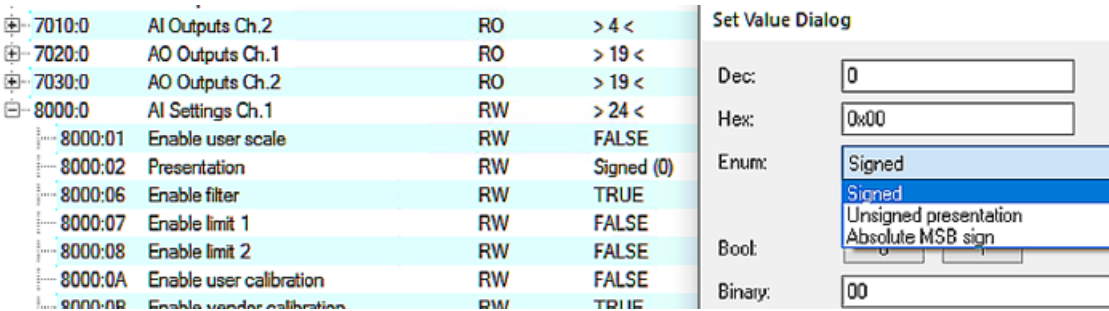
0x80nD:28 “高量程错误 (Real32)”

计算分辨率:

“扩展量程”: $98.302\text{ }\mu\text{V} / \text{步}$ “传统量程”: $91.556\text{ }\mu\text{V} / \text{步}$

6.7.10 表示（仅当使用 SINT16-PDO 时）

由于历史原因，SINT PDO（有符号整数过程数据对象）的 16 个位宽有多种解释格式。
可在索引 0x80n0:02 中设置格式。



附图 174: PDO 0x80n0:02，“表示法”

该模拟量通道支持：

- “有符号”（默认）：顶位/最高位/0。位表示符号，负数以二进制补码的形式显示在第 1..15 位
- “无符号”：所有 16 位均用于表示模拟值的大小，导致正模拟值的分辨率翻了一倍。无法传输负数值。
- “有符号绝对值”：顶位/最高位/0。位表示符号，第 1...15 位表示模拟值的大小
- “绝对值”：忽略模拟值的符号，仅传输第 1...15 位中的（正）数值

传统量程	扩展量程	表示法（十进制值 / 十六进制值）			
		无符号整数		绝对值（以 MSB 作为符号）	
		十进制	十六进制	十进制	十六进制
100 %	107.37 %	32767	0x7FFF	32767	0x7FFF
-	100 %	30518	0x7736	30518	0x7736
0 %	0 %	0	0x0000	0	0x0000
-	-100 %	30518	0x7736	[-30518]	0xF736
-100 %	-107.37 %	32767	0x7FFF	[-32767]	0xFFFF



表示类型

表示类型“无符号整数”和“以 MSB 为符号的绝对值”对单极性信号端子模块无效。在正数范围内，不同表示法的结果相同。

可能出现的错误（Error）和欠量程/超量程也在此功能单元设置和显示。

如果测量值因之前的去皮过程而超出或低于 16 位限值，会将该值限制在 -32768/32767 之间。

请注意：使用 REAL32-PDO 时不会出现这种情况，因为 FloatingPoint 值基本上是不受限制的。

现在通过 EtherCAT 传输模拟测量值。

6.8 参数对象（CoE）概览

- i

EtherCAT XML 设备描述

该显示与 EtherCAT XML 设备描述中的 CoE 对象相匹配。建议从[倍福网站](#)的下载区下载最新 XML 文件，并按照安装说明进行安装。
- i

通过 CoE 列表进行参数化（CAN over EtherCAT）

EtherCAT 设备通过 [CoE-Online 选项卡 \[► 104\]](#)（双击相应对象）或通过 [Process Data 选项卡 \[► 102\]](#)（分配PDO）进行参数化。在使用/操作 CoE 参数时，请注意以下一般 [CoE 注意事项 \[► 33\]](#)：

 - 如果需要更换组件，请保留一份 Startup List
 - 注意在线/离线字典的区别，是否存在当前 XML 描述。
 - 使用“[CoE reload \[► 210\]](#)”重置更改

6.8.1 恢复对象

索引 1011 Restore default parameters

索引（十六进制）	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1011:0	Restore default parameters [► 210]	恢复默认参数	UINT8	RO	0x01 (1 _{dec})
1011:01	SubIndex 001	如果此对象在设置值对话框中被设置为“0x64616F6C”，所有备份对象都被重置为它们的出厂状态。	UINT32	RW	0x00000000 (0 _{dec})

6.8.2 配置数据

索引 80n0 AI 设置, 通道 (n+1), (n=0 (通道 1) ... n=7 (通道 8))

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
80n0:0	AI 设置	最大子索引	UINT8	RO	0x18 (24 _{dec})
80n0:01	启用用户标度 [► 141]	用户标度功能已启用。(见数据流程图 [► 129])	BOOLEAN	RW	0x00 (0 _{dec})
80n0:02	Presentation [► 155]	0: 有符号 测量值以二进制补码表示。 16 位的最大表示量程: -32768 _{dec} ... +32767 _{dec} 1: 无符号表示法 16 位的最大表示量程: 0 ... +65535 _{dec} 2: 绝对 MSB 符号 以有符号数量表示法输出测量值。 16 位的最大表示量程: -32768 _{dec} ... +32767 _{dec}	BIT3	RW	0x00 (0 _{dec})
80n0:06	启用滤波器 1 [► 137]	启用滤波器 1	BOOLEAN	RW	0x01 (1 _{dec})
80n0:07	启用限值 1 [► 148]	启用限值 1	BOOLEAN	RW	0x00 (0 _{dec})
80n0:08	启用限值 2 [► 148]	启用限值 2	BOOLEAN	RW	0x00 (0 _{dec})
80n0:0A	启用用户校准 [► 141]	启用用户校准 (参见数据流程图) [► 129]	BOOLEAN	RW	0x00 (0 _{dec})
80n0:0B	启用供应商校准 [► 141]	启用供应商校准 (参见数据流程图) [► 129]	BOOLEAN	RW	0x01 (1 _{dec})
80n0:0E	互换限值位 [► 148]	互换限值位	BOOLEAN	RW	0x00 (0 _{dec})
80n0:11	用户标度偏移 [► 141]	用户标度偏移	INT16	RW	0x0000 (0 _{dec})
80n0:12	用户标度增益 [► 141]	用户标度增益。 增益采用定点表示法, 系数为 2 ⁻¹⁶ 。 值 1 相当于 65535 (0x00010000)。	INT32	RW	0x00010000 (65536 _{dec})
80n0:13	限值 1 [► 148]	设置状态位的第一个限值	INT16	RW	0x0000 (0 _{dec})
80n0:14	限值 2 [► 148]	设置状态位的第二个限值	INT16	RW	0x0000 (0 _{dec})
80n0:15	滤波器 1 设置 [► 137]	如果通过“启用滤波器”(索引 0x8000:06) 启用该对象, 那么该对象会决定数字滤波器的设置。 可按顺序编号进行设置。 0: 50 Hz FIR 1: 60 Hz FIR 2: IIR 1 3: IIR 2 4: IIR 3 5: IIR 4 6: IIR 5 7: IIR 6 8: IIR 7 9: IIR 8 请参阅滤波器特性设置说明	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dec})
80n0:17	用户校准偏移 [► 141]	用户校准偏移	INT16	RW	0x0000 (0 _{dec})
80n0:18	用户校准增益 [► 141]	用户校准增益	UINT16	RW	0x7FFF (32767 _{dec})

索引 80nC AI 用户校准数据, 通道 (n+1), (n = 0 (通道 1) ... n = 7 (通道 8))

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
80nC:0	AI 用户校准数据	最大子索引	UINT8	RO	0x0D (13 _{dec})
80nC:01	校准日期 ▶ 141	4 字节的可用存储容量; 例如, 可以在这里以 8 CHAR 的形式存储校准日期	OCTET-STRING[4]	RW	{0}
80nC:03	S0	Real32 系数 S0	REAL32	RW	0x00000000 (0 _{dec})
80nC:04	S1	Real32 系数 S1	REAL32	RW	0x00000000 (0 _{dec})
80nC:05	S2	Real32 系数 S2	REAL32	RW	0x00000000 (0 _{dec})
80nC:06	S3	Real32 系数 S3	REAL32	RW	0x00000000 (0 _{dec})
80nC:0D	S1n	Real32 系数 S1n	REAL32	RW	0x00000000 (0 _{dec})

索引 80nD AI 高级设置, 通道 (n+1), (n = 0 (通道 1) ... n = 7 (通道 8))

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
80nD:0	AI 高级设置	最大子索引	UINT8	RO	0x2A (42 _{dec})
80nD:11	输入接口 ▶ 140	数值: 0: 无 4: V ± 3 V (EL3008-0003) 4: V ± 5 V (EL3008-0005)	UINT16	RW	0x0004 (4 _{dec})
80nD:12	整数缩放器 ▶ 153	数值: 0: 扩展量程 3: 传统量程	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dec})
80nD:17	低量程错误 ▶ 146	低量程限值	INT32	RW	0xFFFF8000 (-32768 _{dec})
80nD:018	高量程错误 ▶ 146	高量程限值	INT32	RW	0x00007FFF (32767 _{dec})
80nD:1A	滤波器 2 设置 ▶ 144	数值: 0: 关闭 1: HP 0.001 Hz 2: HP 0.01 Hz 3: HP 0.1 Hz 4: HP 1 Hz 5: HP 10 Hz	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dec})
80nD:1C	用户标度偏移 (Real32)	用户标度偏移 (Real32 格式)	REAL32	RW	0x00000000 (0.0)
80nD:1D	用户标度增益 (Real32)	用户标度增益 (Real32 格式)	REAL32	RW	0x3F800000 (1.0)
80nD:27	低量程错误 (Real32) ▶ 146	低量程限值 (Real32)	REAL32	RW	0xC04E2891 (-3.221226)
80nD:28	高量程错误 (Real32) ▶ 146	高量程限值 (Real32)	REAL32	RW	0x404E2891 (3.221226)
80nD:29	限值 1 (Real32) ▶ 148	极限值限值 1	REAL32	RW	0x00000000 (0.0)
80nD:2A	限值 2 (Real32) ▶ 148	极限值限值 2	REAL32	RW	0x00000000 (0.0)

索引 80nF AI 供应商校准数据，通道 (n+1)，(n = 0 (通道 1) ... n = 7 (通道 8))

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
80nF:0	AI 供应商校准数据	最大子索引	UINT8	RO	0x0D (13 _{dec})
80nF:01	校准数据 [► 141]	4 字节的可用存储容量； 例如，可以在这里以 8 CHAR 的形式存储校准日期	OCTET-STRING[4]	RW	{0}
80nF:03	S0	Real32 系数 S0	REAL32	RW	0x00000000 (0 _{dec})
80nF:04	S1	Real32 系数 S1	REAL32	RW	0x00000000 (0 _{dec})
80nF:05	S2	Real32 系数 S2	REAL32	RW	0x00000000 (0 _{dec})
80nF:06	S3	Real32 系数 S3	REAL32	RW	0x00000000 (0 _{dec})
80nF:0D	S1n	Real32 系数 S1n	REAL32	RW	0x00000000 (0 _{dec})

6.8.3 输入数据

索引 60n0 AI 输入，通道 1 … 通道 8 ($0 \leq n \leq 7$)

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
60n0:0	AI 输入	最大子索引	INT16	RO	0x14 (20_{dec})
60n0:01	欠量程 [► 131]	值未达量程；另请参见“数据流 [► 129]”一章	BOOLEAN	RO	0x00 (0_{dec})
60n0:02	超量程 [► 131]	超出量程；另请参见“数据流 [► 129]”一章。	BOOLEAN	RO	0x00 (0_{dec})
60n0:03	限值 1 [► 148]	极限值监测限值 1 0: 未启用 1: 数值低于限值 1 2: 数值超过限值 1 3: 数值等于限值 1	BIT2	RO	0x00 (0_{dec})
60n0:05	限值 2 [► 148]	极限值监测限值 2 0: 未启用 1: 数值低于限值 2 2: 数值超过限值 2 3: 数值等于限值 2	BIT2	RO	0x00 (0_{dec})
60n0:07	错误 [► 131]	如果数据无效（超量程、欠量程），将会设置误差位	BOOLEAN	RO	0x00 (0_{dec})
60n0:0C	Tare Active [► 131]	0: 去皮功能未启用或皮重 [► 150]是在下降沿确定的。 1: 去皮功能已启用	BOOLEAN	RO	0x00 (0_{dec})
60n0:0F	TxPDO 状态 [► 131]	相关 TxPDO 数据的有效性 (0 = 有效, 1 = 无效)。	BOOLEAN	RO	0x00 (0_{dec})
60n0:10	TxPDO 切换 [► 131]	更新相关 TxPDO 的数据时, TxPDO 由从站切换。	BOOLEAN	RO	0x00 (0_{dec})
60n0:11	值 [► 135]	模拟量输入日期	INT16	RO	0x0000 (0_{dec})
60n0:13	值 (Real32) [► 132]	模拟量输入日期 (Real32)	REAL32	RO	0x00000000 (0_{dec})
60n0:14	输入周期计数器	每次更新过程映像中的输入数据时，计数器中的计数都会递增。	UINT16	RO	0x0000 (0_{dec})

6.8.4 输出数据

索引 70n0 AI 输出，通道 1…8 (0 ≤ n ≤ 7)

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
70n0:0	AI 输出	最大子索引	UINT8	RO	0x05 (5 _{dec})
70n0:04	皮重 ▶ 134	上升沿开始测定皮重值。	BOOLEAN	RO	0x00 (0 _{dec})
70n0:05	Peak Hold Reset ▶ 134	上升沿重置峰值保持对象	BOOLEAN	RO	0x00 (0 _{dec})

6.8.5 信息和诊断数据

索引 90n0 AI 内部数据, 通道 1...8 ($0 \leq n \leq 7$)

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
90n0:0	AI 内部数据	最大子索引	UINT8	RO	0x1B (27 _{dec})
90n0:02	ADC 原始值	ADC 原始数据, 请参见“模拟量输入调试”一章中的“数据流 [► 129]”	INT32	RO	0x00000000 (0 _{dec})
90n0:03	滤波器 1 后的值	滤波器 1 后的当前测量值, 请参见“模拟量输入调试”一章中的“数据流 [► 129]”	INT32	RO	0x00000000 (0 _{dec})
90n0:04	Value After Interface	接口评估后的当前测量值, 请参见“模拟量输入调试”一章中的“数据流 [► 129]”	REAL32	RO	0x00000000 (0 _{dec})
90n0:05	供应商校准后的值	供应商校准后的当前测量值, 请参见“模拟量输入调试”一章中的“数据流 [► 129]”	REAL32	RO	0x00000000 (0 _{dec})
90n0:06	用户校准后的值	用户校准后的当前测量值, 请参见“模拟量输入调试”一章中的“数据流 [► 129]”	REAL32	RO	0x00000000 (0 _{dec})
90n0:09	滤波器 2 后的值	滤波器 2 后的当前测量值, 请参见“模拟量输入调试”一章中的“数据流 [► 129]”	REAL32	RO	0x00000000 (0 _{dec})
90n0:0B	Value After User Scale	用户标度后的当前测量值, 请参见“模拟量输入调试”一章中的“数据流 [► 129]”	REAL32	RO	0x00000000 (0 _{dec})
90n0:0C	实际正峰值保持	正向锁存指示, 瞬时值	REAL32	RO	0x00000000 (0 _{dec})
90n0:0D	实际负峰值保持	负向锁存指示, 瞬时值	REAL32	RO	0x00000000 (0 _{dec})
90n0:14	欠量程错误计数器	欠量程错误计数器	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dec})
90n0:15	超量程错误计数器	超量程错误计数器	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dec})
90n0:16	限值 1 计数器偏低	“限值 1 偏低”事件计数器	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dec})
90n0:17	限值 1 计数器偏高	“限值 1 偏高”事件计数器	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dec})
90n0:18	限值 2 计数器偏低	“限值 2 偏低”事件计数器	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dec})
90n0:19	限值 2 计数器偏高	“限值 2 偏高”事件计数器	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dec})
90n0:1A	皮重值	目前采用的皮重值	REAL32	RO	0x00000000 (0 _{dec})
90n0:1B	采样率	当前有效采样率, [1/秒]	REAL32	RO	0x00000000 (0 _{dec})

索引 90n2 AI 信息数据, 通道 1...8 ($0 \leq n \leq 7$)

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
90n2:0	AI 信息数据	最大子索引	UINT8	RO	0x12 (18 _{dec})
90n2:11	供应商校准计数器 [► 141]	供应商调整数据更改计数器	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dec})
90n2:12	用户校准计数器 [► 141]	用户校准数据更改计数器	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dec})

索引 F000 模块化设备配置文件

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
F000:0	模块化设备配置文件	模块化设备配置文件 (MDP) 的常规信息 设备中使用以及 0xF010 中列出的配置文件的组织信息	UINT8	RO	0x02 (2 _{dec})
F000:01	模块索引距离	各通道对象的索引距离	UINT16	RO	0x0010 (16 _{dec})
F000:02	最大模块数量	通道数量	UINT16	RO	0x0008 (8 _{dec})

索引 F900 DEV 信息数据

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
F900:0	DEV 信息数据	本对象的最大子索引	UINT8	RO	0x14 (20 _{dec})
F900:11	运行时间	请参见“设备诊断功能 [► 126]”一章	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dec})
F900:12	设备温度		REAL32	RO	0x00000000 (0 _{dec})
F900:13	最低设备温度		REAL32	RO	0x00000000 (0 _{dec})
F900:14	最高设备温度		REAL32	RO	0x00000000 (0 _{dec})

索引 F915 LED 状态

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
F915:0	LED 指示灯状态	本对象的最大子索引	UINT8	RO	0x02 (2 _{dec})
F915:01	RUN	请参见“设备诊断功能 [► 126]”一章	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dec})
F915:09	OK/Error		UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dec})

索引 FB00 DEV 命令

命令对象用于触发端子模块中的操作。通过写入子索引 1（请求）开始执行命令。在当前命令完成之前，写入访问将被禁用。

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
FB00:0	DEV 命令	本对象的最大子索引	UINT8	RO	0x03 (3 _{dec})
FB00:01	请求	命令值，使用方法请参见相应的应用章节	OCTET-STRING [2]	RW	0x0000 (0 _{dec})
FB00:02	状态	命令状态，使用方法请参见相应的应用章节	UINT8	RW	0x00 (0 _{dec})
FB00:03	响应	命令响应，使用方法请参见相应的应用章节	OCTET-STRING [2]	RW	0x00000000 (0 _{dec})

6.8.6 标准对象

索引 1000 设备类型

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1000:0	设备类型	EtherCAT 从站的设备类型： - 低位字包含所使用的 CoE 配置文件。 - 根据模块化设备配置文件，Hi-Word 包含模块配置文件。	UINT32	RO	0x012C1389 (19665801 _{dec})

索引 1008 设备名称

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1008:0	设备名称	EtherCAT 从站的设备名称	STRING	RO	EL3008-0003 EL3008-0005

索引 1009 硬件版本

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1009:0	硬件版本	EtherCAT 从站的硬件版本	STRING	RO	-

索引 100A 软件版本

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
100A:0	软件版本	EtherCAT 从站的固件版本	STRING	RO	00

索引 100B 引导装载程序版本

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
100B:0	引导装载程序版本	引导装载程序版本	STRING	RO	不可用

索引 1018 标识

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1018:0	标识	识别从站的信息	UINT8	RO	0x04 (4 _{dec})
1018:01	供应商 ID	EtherCAT 从站的供应商 ID	UINT32	RO	0x00000002 (2 _{dec})
1018:02	产品代码	EtherCAT 从站的产品代码	UINT32	RO	0x0BC03052 (197144658 _{dec})
1018:03	修订版本	EtherCAT 从站的修订版本号， - 低位字 (第 0-15 位) 标识了特殊端子模块编号。 - 高位字 (第 16-31 位) 指的是设备描述。	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dec})
1018:04	序列号	EtherCAT 从站的序列号， - 低位字 - 低位字的低字节 (第 0-7 位) 包含生产年份。 - 低位字的高字节 (第 8-15 位) 包含生产周数。 - 高位字 (第 16-31 位) 为 0	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dec})

索引 10E2 制造商专用识别代码^{*)}

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
10E2:0	制造商专用识别代码	制造商专用识别代码	UINT8	RO	0x01 (1 _{dec})
10E2:01	子索引 001	预留	STRING	RO	

索引 10F0 Backup parameter handling

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
10F0:0	Backup parameter handling	标准化加载和保存备份条目的信息	UINT8	RO	0x01 (1 _{dec})
10F0:01	Checksum	对 EtherCAT 从站的所有备份条目进行校验和	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dec})

索引 10F3 诊断历史

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
10F3:0	诊断历史	最大子索引	UINT8	RO	0x15 (21 _{dec})
10F3:01	最大消息	存储的最大消息数量 最多可存储 16 条消息	UINT8	RO	0x00 (0 _{dec})
10F3:02	最新消息	最新消息的子索引	UINT8	RO	0x00 (0 _{dec})
10F3:03	最新确认消息	最后确认消息的子索引	UINT8	RW	0x00 (0 _{dec})
10F3:04	可用的新消息	表示有新信息可用	BOOLEAN	RO	0x00 (0 _{dec})
10F3:05	标志	未使用	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dec})
10F3:06	诊断消息 001	消息 1	OCTET-STRING[24]	RO	{0}
...	...	...	...	...	...
10F3:15	诊断消息 016	消息 16	OCTET-STRING[24]	RO	{0}

索引 10F8 时间戳对象

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
10F8:0	时间戳对象	时间戳对象 [ns] 用于 SM 同步操作: 自接通电源后所经过的时间 对于 DC 同步操作: DC 时间副本 例如, 设备可使用 DiagMessage 时间戳的时间	UINT64	RO	

索引 1600 AI RxPDO-Map 控制字, 通道 1

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1600:0	AI RxPDO-Map 控制字, 通道 1	PDO 映射 RxPDO 1	UINT8	RO	0x04 (4 _{dec})
1600:01	子索引 001	1. PDO 映射条目 (3 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 3
1600:02	子索引 002	2. PDO 映射条目 (对象 0x7000 (通道 1 AI 输出), 条目 0x04 (去皮))	UINT32	RO	0x7000:04, 1
1600:03	子索引 003	3. PDO 映射条目 (对象 0x7000 (通道 1 AI 输出), 条目 0x05 (Peak Hold Reset))	UINT32	RO	0x7000:05, 1
1600:04	子索引 004	4. PDO 映射条目 (11 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 11

索引 1610 AI RxPDO-Map 控制字, 通道 2

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1610:0	AI RxPDO-Map 控制字, 通道 2	PDO 映射 RxPDO 17	UINT8	RO	0x04 (4 _{dec})
1610:01	子索引 001	1. PDO 映射条目 (3 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 3
1610:02	子索引 002	2. PDO 映射条目 (对象 0x7010 (通道 2 AI 输出), 条目 0x04 (去皮))	UINT32	RO	0x7010:04, 1
1610:03	子索引 003	3. PDO 映射条目 (对象 0x7010 (通道 2 AI 输出), 条目 0x05 (Peak Hold Reset))	UINT32	RO	0x7010:05, 1
1610:04	子索引 004	4. PDO 映射条目 (11 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 11

索引 1620 AI RxPDO-Map 控制字，通道 3

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1620:0	AI RxPDO-Map 控制字，通道 3	PDO 映射 RxPDO 33	UINT8	RO	0x04 (4 _{dec})
1620:01	子索引 001	1. PDO 映射条目 (3 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 3
1620:02	子索引 002	2. PDO 映射条目 (对象 0x7020 (通道 3 AI 输出)，条目 0x04 (去皮))	UINT32	RO	0x7020:04, 1
1620:03	子索引 003	3. PDO 映射条目 (对象 0x7020 (通道 3 AI 输出)，条目 0x05 (Peak Hold Reset))	UINT32	RO	0x7020:05, 1
1620:04	子索引 004	4. PDO 映射条目 (11 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 11

索引 1630 AI RxPDO-Map 控制字，通道 4

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1630:0	AI RxPDO-Map 控制字，通道 4	PDO 映射 RxPDO 49	UINT8	RO	0x04 (4 _{dec})
1630:01	子索引 001	1. PDO 映射条目 (3 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 3
1630:02	子索引 002	2. PDO 映射条目 (对象 0x7030 (通道 4 AI 输出)，条目 0x04 (去皮))	UINT32	RO	0x7030:04, 1
1630:03	子索引 003	3. PDO 映射条目 (对象 0x7030 (通道 4 AI 输出)，条目 0x05 (Peak Hold Reset))	UINT32	RO	0x7030:05, 1
1630:04	子索引 004	4. PDO 映射条目 (11 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 11

索引 1640 AI RxPDO-Map 控制字，通道 5

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1640:0	AI RxPDO-Map 控制字，通道 5	PDO 映射 RxPDO 65	UINT8	RO	0x04 (4 _{dec})
1640:01	子索引 001	1. PDO 映射条目 (3 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 3
1640:02	子索引 002	2. PDO 映射条目 (对象 0x7040 (通道 5 AI 输出)，条目 0x04 (去皮))	UINT32	RO	0x7040:04, 1
1640:03	子索引 003	3. PDO 映射条目 (对象 0x7040 (通道 5 AI 输出)，条目 0x05 (Peak Hold Reset))	UINT32	RO	0x7040:05, 1
1640:04	子索引 004	4. PDO 映射条目 (11 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 11

索引 1650 AI RxPDO-Map 控制字，通道 6

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1650:0	AI RxPDO-Map 控制字，通道 6	PDO 映射 RxPDO 81	UINT8	RO	0x04 (4 _{dec})
1650:01	子索引 001	1. PDO 映射条目 (3 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 3
1650:02	子索引 002	2. PDO 映射条目 (对象 0x7050 (通道 6 AI 输出)，条目 0x04 (去皮))	UINT32	RO	0x7050:04, 1
1650:03	子索引 003	3. PDO 映射条目 (对象 0x7050 (通道 6 AI 输出)，条目 0x05 (Peak Hold Reset))	UINT32	RO	0x7050:05, 1
1650:04	子索引 004	4. PDO 映射条目 (11 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 11

索引 1660 AI RxPDO-Map 控制字，通道 7

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1660:0	AI RxPDO-Map 控制字，通道 7	PDO 映射 RxPDO 97	UINT8	RO	0x04 (4 _{dec})
1660:01	子索引 001	1. PDO 映射条目 (3 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 3
1660:02	子索引 002	2. PDO 映射条目 (对象 0x7060 (通道 7 AI 输出)，条目 0x04 (去皮))	UINT32	RO	0x7060:04, 1
1660:03	子索引 003	3. PDO 映射条目 (对象 0x7060 (通道 7 AI 输出)，条目 0x05 (Peak Hold Reset))	UINT32	RO	0x7060:05, 1
1660:04	子索引 004	4. PDO 映射条目 (11 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 11

索引 1670 AI RxPDO-Map 控制字，通道 8

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1670:0	AI RxPDO-Map 控制字，通道 8	PDO 映射 RxPDO 113	UINT8	RO	0x04 (4 _{dec})
1670:01	子索引 001	1. PDO 映射条目 (3 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 3
1670:02	子索引 002	2. PDO 映射条目 (对象 0x7070 (通道 8 AI 输出)，条目 0x04 (去皮))	UINT32	RO	0x7070:04, 1
1670:03	子索引 003	3. PDO 映射条目 (对象 0x7070 (通道 8 AI 输出)，条目 0x05 (Peak Hold Reset))	UINT32	RO	0x7070:05, 1
1670:04	子索引 004	4. PDO 映射条目 (11 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 11

索引 1800 AI TxPDO-Par 标准 (INT16)，通道 1

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1800:0	AI TxPDO-Par 标准型 (INT16)，通道 1	PDO 参数 TxPDO 1	UINT8	RO	0x06 (6 _{dec})
1800:06	不包括 TxPDOs	指定不得与 TxPDO 1 一起传输的 TxPDO (TxPDO 映射对象的索引)	OCTET-STRING[6]	RO	01 1A 02 1A 03 1A

索引 1801 AI TxPDO-Par 紧凑型 (INT16)，通道 1

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1801:0	AI TxPDO-Par 紧凑型 (INT16)，通道 1	PDO 参数 TxPDO 2	UINT8	RO	0x06 (6 _{dec})
1801:06	不包括 TxPDOs	指定不得与 TxPDO 2 一起传输的 TxPDO (TxPDO 映射对象的索引)	OCTET-STRING[6]	RO	00 1A 02 1A 03 1A

索引 1802 AI TxPDO-Par Real 32，通道 1

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1802:0	AI TxPDO-Par Real32，通道 1	PDO 参数 TxPDO 3	UINT8	RO	0x06 (6 _{dec})
1802:06	不包括 TxPDOs	指定不得与 TxPDO 3 一起传输的 TxPDO (TxPDO 映射对象的索引)	OCTET-STRING[6]	RO	00 1A 01 1A 03 1A

索引 1803 AI TxPDO-Par 紧凑型 Real 32，通道 1

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1803:0	AI TxPDO-Par 紧凑型 Real 32，通道 1	PDO 参数 TxPDO 4	UINT8	RO	0x06 (6 _{dec})
1803:06	不包括 TxPDOs	指定不得与 TxPDO 4 一起传输的 TxPDO (TxPDO 映射对象的索引)	OCTET-STRING[6]	RO	00 1A 01 1A 02 1A

索引 1810 AI TxPDO-Par 标准 (INT16)，通道 2

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1810:0	AI TxPDO-Par 标准型 (INT16)，通道 2	PDO 参数 TxPDO 17	UINT8	RO	0x06 (6 _{dec})
1810:06	不包括 TxPDOs	指定不得与 TxPDO 17 一起传输的 TxPDO (TxPDO 映射对象的索引)	OCTET-STRING[6]	RO	11 1A 12 1A 13 1A

索引 1811 AI TxPDO-Par 紧凑型 (INT16)，通道 2

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1811:0	AI TxPDO-Par 紧凑型 (INT16)，通道 2	PDO 参数 TxPDO 18	UINT8	RO	0x06 (6 _{dec})
1811:06	不包括 TxPDOs	指定不得与 TxPDO 18 一起传输的 TxPDO (TxPDO 映射对象的索引)	OCTET-STRING[6]	RO	10 1A 12 1A 13 1A

索引 1812 AI TxPDO-Par Real 32，通道 2

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1812:0	AI TxPDO-Par Real32，通道 2	PDO 参数 TxPDO 19	UINT8	RO	0x06 (6 _{dec})
1812:06	不包括 TxPDOs	指定不得与 TxPDO 19 一起传输的 TxPDO (TxPDO 映射对象的索引)	OCTET-STRING[6]	RO	10 1A 11 1A 13 1A

索引 1813 AI TxPDO-Par 紧凑型 Real 32，通道 2

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1813:0	AI TxPDO-Par 紧凑型 Real 32，通道 2	PDO 参数 TxPDO 20	UINT8	RO	0x06 (6 _{dec})
1813:06	不包括 TxPDOs	指定不得与 TxPDO 20 一起传输的 TxPDO (TxPDO 映射对象的索引)	OCTET-STRING[6]	RO	10 1A 11 1A 12 1A

索引 1820 AI TxPDO-Par 标准 (INT16)，通道 3

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1820:0	AI TxPDO-Par 标准型 (INT16)，通道 3	PDO 参数 TxPDO 33	UINT8	RO	0x06 (6 _{dec})
1820:06	不包括 TxPDOs	指定不得与 TxPDO 33 一起传输的 TxPDO (TxPDO 映射对象的索引)	OCTET-STRING[6]	RO	21 1A 22 1A 23 1A

索引 1821 AI TxPDO-Par 紧凑型 (INT16)，通道 3

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1821:0	AI TxPDO-Par 紧凑型 (INT16)，通道 3	PDO 参数 TxPDO 34	UINT8	RO	0x06 (6 _{dec})
1821:06	不包括 TxPDOs	指定不得与 TxPDO 34 一起传输的 TxPDO (TxPDO 映射对象的索引)	OCTET-STRING[6]	RO	20 1A 22 1A 23 1A

索引 1822 AI TxPDO-Par Real 32，通道 3

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1822:0	AI TxPDO-Par Real32，通道 3	PDO 参数 TxPDO 35	UINT8	RO	0x06 (6 _{dec})
1822:06	不包括 TxPDOs	指定不得与 TxPDO 35 一起传输的 TxPDO (TxPDO 映射对象的索引)	OCTET-STRING[6]	RO	20 1A 21 1A 23 1A

索引 1823 AI TxPDO-Par 紧凑型 Real 32, 通道 3

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1823:0	AI TxPDO-Par 紧凑型 Real 32, 通道 3	PDO 参数 TxPDO 36	UINT8	RO	0x06 (6 _{dec})
1823:06	不包括 TxPDOs	指定不得与 TxPDO 36 一起传输的 TxPDO (TxPDO 映射对象的索引)	OCTET-STRING[6]	RO	20 1A 21 1A 22 1A

索引 1830 AI TxPDO-Par 标准 (INT16), 通道 4

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1830:0	AI TxPDO-Par 标准型 (INT16), 通道 4	PDO 参数 TxPDO 49	UINT8	RO	0x06 (6 _{dec})
1830:06	不包括 TxPDOs	指定不得与 TxPDO 49 一起传输的 TxPDO (TxPDO 映射对象的索引)	OCTET-STRING[6]	RO	31 1A 32 1A 33 1A

索引 1831 AI TxPDO-Par 紧凑型 (INT16), 通道 4

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1831:0	AI TxPDO-Par 紧凑型 (INT16), 通道 4	PDO 参数 TxPDO 50	UINT8	RO	0x06 (6 _{dec})
1831:06	不包括 TxPDOs	指定不得与 TxPDO 50 一起传输的 TxPDO (TxPDO 映射对象的索引)	OCTET-STRING[6]	RO	30 1A 32 1A 33 1A

索引 1832 AI TxPDO-Par Real 32, 通道 4

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1832:0	AI TxPDO-Par Real32, 通道 4	PDO 参数 TxPDO 51	UINT8	RO	0x06 (6 _{dec})
1832:06	不包括 TxPDOs	指定不得与 TxPDO 51 一起传输的 TxPDO (TxPDO 映射对象的索引)	OCTET-STRING[6]	RO	30 1A 31 1A 33 1A

索引 1833 AI TxPDO-Par 紧凑型 Real 32, 通道 4

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1833:0	AI TxPDO-Par 紧凑型 Real 32, 通道 4	PDO 参数 TxPDO 52	UINT8	RO	0x06 (6 _{dec})
1833:06	不包括 TxPDOs	指定不得与 TxPDO 52 一起传输的 TxPDO (TxPDO 映射对象的索引)	OCTET-STRING[6]	RO	30 1A 31 1A 32 1A

索引 1840 AI TxPDO-Par 标准 (INT16), 通道 5

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1840:0	AI TxPDO-Par 标准型 (INT16), 通道 5	PDO 参数 TxPDO 65	UINT8	RO	0x06 (6 _{dec})
1840:06	不包括 TxPDOs	指定不得与 TxPDO 65 一起传输的 TxPDO (TxPDO 映射对象的索引)	OCTET-STRING[6]	RO	41 1A 42 1A 43 1A

索引 1841 AI TxPDO-Par 紧凑型 (INT16), 通道 5

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1841:0	AI TxPDO-Par 紧凑型 (INT16), 通道 5	PDO 参数 TxPDO 66	UINT8	RO	0x06 (6 _{dec})
1841:06	不包括 TxPDOs	指定不得与 TxPDO 66 一起传输的 TxPDO (TxPDO 映射对象的索引)	OCTET-STRING[6]	RO	40 1A 42 1A 43 1A

索引 1842 AI TxPDO-Par Real 32，通道 5

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1842:0	AI TxPDO-Par Real32，通道 5	PDO 参数 TxPDO 67	UINT8	RO	0x06 (6 _{dec})
1842:06	不包括 TxPDOs	指定不得与 TxPDO 67 一起传输的 TxPDO (TxPDO 映射对象的索引)	OCTET-STRING[6]	RO	40 1A 41 1A 43 1A

索引 1843 AI TxPDO-Par 紧凑型 Real 32，通道 5

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1843:0	AI TxPDO-Par 紧凑型 Real 32，通道 5	PDO 参数 TxPDO 68	UINT8	RO	0x06 (6 _{dec})
1843:06	不包括 TxPDOs	指定不得与 TxPDO 68 一起传输的 TxPDO (TxPDO 映射对象的索引)	OCTET-STRING[6]	RO	40 1A 41 1A 42 1A

索引 1850 AI TxPDO-Par 标准 (INT16)，通道 6

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1850:0	AI TxPDO-Par 标准型 (INT16)，通道 6	PDO 参数 TxPDO 81	UINT8	RO	0x06 (6 _{dec})
1850:06	不包括 TxPDOs	指定不得与 TxPDO 81 一起传输的 TxPDO (TxPDO 映射对象的索引)	OCTET-STRING[6]	RO	51 1A 52 1A 53 1A

索引 1851 AI TxPDO-Par 紧凑型 (INT16)，通道 6

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1851:0	AI TxPDO-Par 紧凑型 (INT16)，通道 6	PDO 参数 TxPDO 82	UINT8	RO	0x06 (6 _{dec})
1851:06	不包括 TxPDOs	指定不得与 TxPDO 82 一起传输的 TxPDO (TxPDO 映射对象的索引)	OCTET-STRING[6]	RO	50 1A 52 1A 53 1A

索引 1852 AI TxPDO-Par Real 32，通道 6

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1852:0	AI TxPDO-Par Real32，通道 6	PDO 参数 TxPDO 83	UINT8	RO	0x06 (6 _{dec})
1852:06	不包括 TxPDOs	指定不得与 TxPDO 83 一起传输的 TxPDO (TxPDO 映射对象的索引)	OCTET-STRING[6]	RO	50 1A 51 1A 53 1A

索引 1853 AI TxPDO-Par 紧凑型 Real 32，通道 6

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1853:0	AI TxPDO-Par 紧凑型 Real 32，通道 6	PDO 参数 TxPDO 84	UINT8	RO	0x06 (6 _{dec})
1853:06	不包括 TxPDOs	指定不得与 TxPDO 84 一起传输的 TxPDO (TxPDO 映射对象的索引)	OCTET-STRING[6]	RO	50 1A 51 1A 52 1A

索引 1860 AI TxPDO-Par 标准 (INT16)，通道 7

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1860:0	AI TxPDO-Par 标准型 (INT16)，通道 7	PDO 参数 TxPDO 97	UINT8	RO	0x06 (6 _{dec})
1860:06	不包括 TxPDOs	指定不得与 TxPDO 97 一起传输的 TxPDO (TxPDO 映射对象的索引)	OCTET-STRING[6]	RO	61 1A 62 1A 63 1A

索引 1861 AI TxPDO-Par 紧凑型 (INT16)，通道 7

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1861:0	AI TxPDO-Par 紧凑型 (INT16)，通道 7	PDO 参数 TxPDO 98	UINT8	RO	0x06 (6 _{dec})
1861:06	不包括 TxPDOs	指定不得与 TxPDO 98 一起传输的 TxPDO (TxPDO 映射对象的索引)	OCTET-STRING[6]	RO	60 1A 62 1A 63 1A

索引 1862 AI TxPDO-Par Real 32，通道 7

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1862:0	AI TxPDO-Par Real32，通道 7	PDO 参数 TxPDO 99	UINT8	RO	0x06 (6 _{dec})
1862:06	不包括 TxPDOs	指定不得与 TxPDO 99 一起传输的 TxPDO (TxPDO 映射对象的索引)	OCTET-STRING[6]	RO	60 1A 61 1A 63 1A

索引 1863 AI TxPDO-Par 紧凑型 Real 32，通道 7

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1863:0	AI TxPDO-Par 紧凑型 Real 32，通道 7	PDO 参数 TxPDO 100	UINT8	RO	0x06 (6 _{dec})
1863:06	不包括 TxPDOs	指定不得与 TxPDO 100 一起传输的 TxPDO (TxPDO 映射对象的索引)	OCTET-STRING[6]	RO	60 1A 61 1A 62 1A

索引 1870 AI TxPDO-Par 标准 (INT16)，通道 8

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1870:0	AI TxPDO-Par 标准型 (INT16)，通道 8	PDO 参数 TxPDO 113	UINT8	RO	0x06 (6 _{dec})
1870:06	不包括 TxPDOs	指定不得与 TxPDO 113 一起传输的 TxPDO (TxPDO 映射对象的索引)	OCTET-STRING[6]	RO	71 1A 72 1A 73 1A

索引 1871 AI TxPDO-Par 紧凑型 (INT16)，通道 8

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1871:0	AI TxPDO-Par 紧凑型 (INT16)，通道 8	PDO 参数 TxPDO 114	UINT8	RO	0x06 (6 _{dec})
1871:06	不包括 TxPDOs	指定不得与 TxPDO 114 一起传输的 TxPDO (TxPDO 映射对象的索引)	OCTET-STRING[6]	RO	70 1A 72 1A 73 1A

索引 1872 AI TxPDO-Par Real 32，通道 8

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1872:0	AI TxPDO-Par Real32，通道 8	PDO 参数 TxPDO 115	UINT8	RO	0x06 (6 _{dec})
1872:06	不包括 TxPDOs	指定不得与 TxPDO 115 一起传输的 TxPDO (TxPDO 映射对象的索引)	OCTET-STRING[6]	RO	70 1A 71 1A 73 1A

索引 1873 AI TxPDO-Par 紧凑型 Real 32，通道 8

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1873:0	AI TxPDO-Par 紧凑型 Real 32，通道 8	PDO 参数 TxPDO 116	UINT8	RO	0x06 (6 _{dec})
1873:06	不包括 TxPDOs	指定不得与 TxPDO 116 一起传输的 TxPDO (TxPDO 映射对象的索引)	OCTET-STRING[6]	RO	70 1A 71 1A 72 1A

索引 1A00 AI TxPDO-Map 标准型 (INT16)，通道 1

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A00:0	AI TxPDO-Map 标准型 (INT16)，通道 1	PDO 映射 TxPDO 1	UINT8	RO	0x0B (11 _{dec})
1A00:01	子索引 001	1. PDO 映射条目 (对象 0x6000 (通道 1 AI 输入)，条目 0x01 (欠量程))	UINT32	RO	0x6000:01, 1
1A00:02	子索引 002	2. PDO 映射条目 (对象 0x6000 (通道 1 AI 输入)，条目 0x02 (超量程))	UINT32	RO	0x6000:02, 1
1A00:03	子索引 003	3. PDO 映射条目 (对象 0x6000 (通道 1 AI 输入)，条目 0x03 (限值 1))	UINT32	RO	0x6000:03, 2
1A00:04	子索引 004	4. PDO 映射条目 (对象 0x6000 (通道 1 AI 输入)，条目 0x05 (限值 2))	UINT32	RO	0x6000:05, 2
1A00:05	子索引 005	5. PDO 映射条目 (对象 0x6000 (通道 1 AI 输入)，条目 0x07 (错误))	UINT32	RO	0x6000:07, 1
1A00:06	子索引 006	6. PDO 映射条目 (4 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 4
1A00:07	子索引 007	7. PDO 映射条目 (对象 0x6000 (通道 1 AI 输入)，条目 0x0C (去皮功能已启用))	UINT32	RO	0x6000:0C, 1
1A00:08	子索引 008	8. PDO 映射条目 (2 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 2
1A00:09	子索引 009	9. PDO 映射条目 (对象 0x6000 (通道 1 AI 输入)，条目 0x0F (TxPDO 状态))	UINT32	RO	0x6000:0F, 1
1A00:0A	子索引 010	10. PDO 映射条目 (对象 0x6000 (通道 1 AI 输入)，条目 0x10 (TxPDO 切换))	UINT32	RO	0x6000:10, 1
1A00:0B	子索引 011	11. PDO 映射条目 (对象 0x6000 (通道 1 AI 输入)，条目 0x11 (值))	UINT32	RO	0x6000:11, 16

索引 1A01 AI TxPDO-Map 紧凑型 (INT16)，通道 1

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A01:0	AI TxPDO-Map 紧凑型 (INT16)，通道 1	PDO 映射 TxPDO 2	UINT8	RO	0x01 (1 _{dec})
1A01:01	子索引 001	1. PDO 映射条目 (对象 0x6000 (通道 1 AI 输入)，条目 0x11 (值))	UINT32	RO	0x6000:11, 16

索引 1A02 AI TxPDO-Map Real 32，通道 1

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A02:0	AI TxPDO-Map Real32，通道 1	PDO 映射 TxPDO 3	UINT8	RO	0x0B (11 _{dec})
1A02:01	子索引 001	1. PDO 映射条目 (对象 0x6000 (通道 1 AI 输入)，条目 0x01 (欠量程))	UINT32	RO	0x6000:01, 1
1A02:02	子索引 002	2. PDO 映射条目 (对象 0x6000 (通道 1 AI 输入)，条目 0x02 (超量程))	UINT32	RO	0x6000:02, 1
1A02:03	子索引 003	3. PDO 映射条目 (对象 0x6000 (通道 1 AI 输入)，条目 0x03 (限值 1))	UINT32	RO	0x6000:03, 2
1A02:04	子索引 004	4. PDO 映射条目 (对象 0x6000 (通道 1 AI 输入)，条目 0x05 (限值 2))	UINT32	RO	0x6000:05, 2
1A02:05	子索引 005	5. PDO 映射条目 (对象 0x6000 (通道 1 AI 输入)，条目 0x07 (错误))	UINT32	RO	0x6000:07, 1
1A02:06	子索引 006	6. PDO 映射条目 (4 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 4
1A02:07	子索引 007	7. PDO 映射条目 (对象 0x6000 (通道 1 AI 输入)，条目 0x0C (去皮功能已启用))	UINT32	RO	0x6000:0C, 1
1A02:08	子索引 008	8. PDO 映射条目 (2 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 2
1A02:09	子索引 009	9. PDO 映射条目 (对象 0x6000 (通道 1 AI 输入)，条目 0x0F (TxPDO 状态))	UINT32	RO	0x6000:0F, 1
1A02:0A	子索引 010	10. PDO 映射条目 (对象 0x6000 (通道 1 AI 输入)，条目 0x10 (TxPDO 切换))	UINT32	RO	0x6000:10, 1
1A02:0B	子索引 011	11. PDO 映射条目 (对象 0x6000 (通道 1 AI 输入)，条目 0x13 (值 (Real32)))	UINT32	RO	0x6000:13, 32

索引 1A03 AI TxPDO-Map 紧凑型 Real 32，通道 1

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A03:0	AI TxPDO-Map Compact Real32，通道 1	PDO 映射 TxPDO 4	UINT8	RO	0x01 (1 _{dec})
1A03:01	子索引 001	1. PDO 映射条目 (对象 0x6000 (通道 1 AI 输入)，条目 0x13 (值 (Real32)))	UINT32	RO	0x6000:13, 32

索引 1A04 AI TxPDO-Map 周期计数器，通道 1

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A04:0	AI TxPDO-Map 周期计数器，通道 1	PDO 映射 TxPDO 5	UINT8	RO	0x01 (1 _{dec})
1A04:01	子索引 001	1. PDO 映射条目 (对象 0x6000 (通道 1 AI 输入)，条目 0x14 (输入周期计数器))	UINT32	RO	0x6000:14, 16

索引 1A10 AI TxPDO-Map 标准型 (INT16)，通道 2

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A10:0	AI TxPDO-Map 标准型 (INT16)，通道 2	PDO 映射 TxPDO 17	UINT8	RO	0x0B (11 _{dec})
1A10:01	子索引 001	1. PDO 映射条目 (对象 0x6010 (通道 2 AI 输入)，条目 0x01 (欠量程))	UINT32	RO	0x6010:01, 1
1A10:02	子索引 002	2. PDO 映射条目 (对象 0x6010 (通道 2 AI 输入)，条目 0x02 (超量程))	UINT32	RO	0x6010:02, 1
1A10:03	子索引 003	3. PDO 映射条目 (对象 0x6010 (通道 2 AI 输入)，条目 0x03 (限值 1))	UINT32	RO	0x6010:03, 2
1A10:04	子索引 004	4. PDO 映射条目 (对象 0x6010 (通道 2 AI 输入)，条目 0x05 (限值 2))	UINT32	RO	0x6010:05, 2
1A10:05	子索引 005	5. PDO 映射条目 (对象 0x6010 (通道 2 AI 输入)，条目 0x07 (错误))	UINT32	RO	0x6010:07, 1
1A10:06	子索引 006	6. PDO 映射条目 (4 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 4
1A10:07	子索引 007	7. PDO 映射条目 (对象 0x6010 (通道 2 AI 输入)，条目 0x0C (去皮功能已启用))	UINT32	RO	0x6010:0C, 1
1A10:08	子索引 008	8. PDO 映射条目 (2 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 2
1A10:09	子索引 009	9. PDO 映射条目 (对象 0x6010 (通道 2 AI 输入)，条目 0x0F (TxPDO 状态))	UINT32	RO	0x6010:0F, 1
1A10:0A	子索引 010	10. PDO 映射条目 (对象 0x6010 (通道 2 AI 输入)，条目 0x10 (TxPDO 切换))	UINT32	RO	0x6010:10, 1
1A10:0B	子索引 011	11. PDO 映射条目 (对象 0x6010 (通道 2 AI 输入)，条目 0x11 (值))	UINT32	RO	0x6010:11, 16

索引 1A11 AI TxPDO-Map 紧凑型 (INT16) 2

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A11:0	AI TxPDO-Map 紧凑型 (INT16)，通道 2	PDO 映射 TxPDO 18	UINT8	RO	0x01 (1 _{dec})
1A11:01	子索引 001	1. PDO 映射条目 (对象 0x6010 (通道 2 AI 输入)，条目 0x11 (值))	UINT32	RO	0x6010:11, 16

索引 1A12 AI TxPDO-Map Real 32, 通道 2

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A12:0	AI TxPDO-Map Real32, 通道 2	PDO 映射 TxPDO 19	UINT8	RO	0x0B (11 _{dec})
1A12:01	子索引 001	1. PDO 映射条目 (对象 0x6010 (通道 2 AI 输入), 条目 0x01 (欠量程))	UINT32	RO	0x6010:01, 1
1A12:02	子索引 002	2. PDO 映射条目 (对象 0x6010 (通道 2 AI 输入), 条目 0x02 (超量程))	UINT32	RO	0x6010:02, 1
1A12:03	子索引 003	3. PDO 映射条目 (对象 0x6010 (通道 2 AI 输入), 条目 0x03 (限值 1))	UINT32	RO	0x6010:03, 2
1A12:04	子索引 004	4. PDO 映射条目 (对象 0x6010 (通道 2 AI 输入), 条目 0x05 (限值 2))	UINT32	RO	0x6010:05, 2
1A12:05	子索引 005	5. PDO 映射条目 (对象 0x6010 (通道 2 AI 输入), 条目 0x07 (错误))	UINT32	RO	0x6010:07, 1
1A12:06	子索引 006	6. PDO 映射条目 (4 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 4
1A12:07	子索引 007	7. PDO 映射条目 (对象 0x6010 (通道 2 AI 输入), 条目 0x0C (去皮功能已启用))	UINT32	RO	0x6010:0C, 1
1A12:08	子索引 008	8. PDO 映射条目 (2 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 2
1A12:09	子索引 009	9. PDO 映射条目 (对象 0x6010 (通道 2 AI 输入), 条目 0x0F (TxPDO 状态))	UINT32	RO	0x6010:0F, 1
1A12:0A	子索引 010	10. PDO 映射条目 (对象 0x6010 (通道 2 AI 输入), 条目 0x10 (TxPDO 切换))	UINT32	RO	0x6010:10, 1
1A12:0B	子索引 011	11. PDO 映射条目 (对象 0x6010 (通道 2 AI 输入), 条目 0x13 (值 (Real32)))	UINT32	RO	0x6010:13, 32

索引 1A13 AI TxPDO-Map 紧凑型 Real 32, 通道 2

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A13:0	AI TxPDO-Map Compact Real32, 通道 2	PDO 映射 TxPDO 20	UINT8	RO	0x01 (1 _{dec})
1A13:01	子索引 001	1. PDO 映射条目 (对象 0x6010 (通道 2 AI 输入), 条目 0x13 (值 (Real32)))	UINT32	RO	0x6010:13, 32

索引 1A14 AI TxPDO-Map 周期计数器, 通道 2

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A14:0	AI TxPDO-Map 周期计数器, 通道 2	PDO 映射 TxPDO 21	UINT8	RO	0x01 (1 _{dec})
1A14:01	子索引 001	1. PDO 映射条目 (对象 0x6010 (通道 2 AI 输入), 条目 0x14 (输入周期计数器))	UINT32	RO	0x6010:14, 16

索引 1A20 AI TxPDO-Map 标准型 (INT16)，通道 3

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A20:0	AI TxPDO-Map 标准型 (INT16)，通道 3	PDO 映射 TxPDO 33	UINT8	RO	0x0B (11 _{dec})
1A20:01	子索引 001	1. PDO 映射条目 (对象 0x6020 (通道 3 AI 输入)，条目 0x01 (欠量程))	UINT32	RO	0x6020:01, 1
1A20:02	子索引 002	2. PDO 映射条目 (对象 0x6020 (通道 3 AI 输入)，条目 0x02 (超量程))	UINT32	RO	0x6020:02, 1
1A20:03	子索引 003	3. PDO 映射条目 (对象 0x6020 (通道 3 AI 输入)，条目 0x03 (限值 1))	UINT32	RO	0x6020:03, 2
1A20:04	子索引 004	4. PDO 映射条目 (对象 0x6020 (通道 3 AI 输入)，条目 0x05 (限值 2))	UINT32	RO	0x6020:05, 2
1A20:05	子索引 005	5. PDO 映射条目 (对象 0x6020 (通道 3 AI 输入)，条目 0x07 (错误))	UINT32	RO	0x6020:07, 1
1A20:06	子索引 006	6. PDO 映射条目 (4 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 4
1A20:07	子索引 007	7. PDO 映射条目 (对象 0x6020 (通道 3 AI 输入)，条目 0x0C (去皮功能已启用))	UINT32	RO	0x6020:0C, 1
1A20:08	子索引 008	8. PDO 映射条目 (2 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 2
1A20:09	子索引 009	9. PDO 映射条目 (对象 0x6020 (通道 3 AI 输入)，条目 0x0F (TxPDO 状态))	UINT32	RO	0x6020:0F, 1
1A20:0A	子索引 010	10. PDO 映射条目 (对象 0x6020 (通道 3 AI 输入)，条目 0x10 (TxPDO 切换))	UINT32	RO	0x6020:10, 1
1A20:0B	子索引 011	11. PDO 映射条目 (对象 0x6020 (通道 3 AI 输入)，条目 0x11 (值))	UINT32	RO	0x6020:11, 16

索引 1A21 AI TxPDO-Map 紧凑型 (INT16)，通道 3

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A21:0	AI TxPDO-Map 紧凑型 (INT16)，通道 3	PDO 映射 TxPDO 34	UINT8	RO	0x01 (1 _{dec})
1A21:01	子索引 001	1. PDO 映射条目 (对象 0x6020 (通道 3 AI 输入)，条目 0x11 (值))	UINT32	RO	0x6020:11, 16

索引 1A22 AI TxPDO-Map Real 32，通道 3

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A22:0	AI TxPDO-Map Real32，通道 3	PDO 映射 TxPDO 35	UINT8	RO	0x0B (11 _{dec})
1A22:01	子索引 001	1. PDO 映射条目 (对象 0x6020 (通道 3 AI 输入)，条目 0x01 (欠量程))	UINT32	RO	0x6020:01, 1
1A22:02	子索引 002	2. PDO 映射条目 (对象 0x6020 (通道 3 AI 输入)，条目 0x02 (超量程))	UINT32	RO	0x6020:02, 1
1A22:03	子索引 003	3. PDO 映射条目 (对象 0x6020 (通道 3 AI 输入)，条目 0x03 (限值 1))	UINT32	RO	0x6020:03, 2
1A22:04	子索引 004	4. PDO 映射条目 (对象 0x6020 (通道 3 AI 输入)，条目 0x05 (限值 2))	UINT32	RO	0x6020:05, 2
1A22:05	子索引 005	5. PDO 映射条目 (对象 0x6020 (通道 3 AI 输入)，条目 0x07 (错误))	UINT32	RO	0x6020:07, 1
1A22:06	子索引 006	6. PDO 映射条目 (4 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 4
1A22:07	子索引 007	7. PDO 映射条目 (对象 0x6020 (通道 3 AI 输入)，条目 0x0C (去皮功能已启用))	UINT32	RO	0x6020:0C, 1
1A22:08	子索引 008	8. PDO 映射条目 (2 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 2
1A22:09	子索引 009	9. PDO 映射条目 (对象 0x6020 (通道 3 AI 输入)，条目 0x0F (TxPDO 状态))	UINT32	RO	0x6020:0F, 1
1A22:0A	子索引 010	10. PDO 映射条目 (对象 0x6020 (通道 3 AI 输入)，条目 0x10 (TxPDO 切换))	UINT32	RO	0x6020:10, 1
1A22:0B	子索引 011	11. PDO 映射条目 (对象 0x6020 (通道 3 AI 输入)，条目 0x13 (值 (Real32)))	UINT32	RO	0x6020:13, 32

索引 1A23 AI TxPDO-Map 紧凑型 Real 32，通道 3

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A23:0	AI TxPDO-Map Compact Real32，通道 3	PDO 映射 TxPDO 36	UINT8	RO	0x01 (1 _{dec})
1A23:01	子索引 001	1. PDO 映射条目 (对象 0x6020 (通道 3 AI 输入)，条目 0x13 (值 (Real32)))	UINT32	RO	0x6020:13, 32

索引 1A24 AI TxPDO-Map 周期计数器，通道 3

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A24:0	AI TxPDO-Map 周期计数器，通道 3	PDO 映射 TxPDO 37	UINT8	RO	0x01 (1 _{dec})
1A24:01	子索引 001	1. PDO 映射条目 (对象 0x6020 (通道 3 AI 输入)，条目 0x14 (输入周期计数器))	UINT32	RO	0x6020:14, 16

索引 1A30 AI TxPDO-Map 标准型 (INT16)，通道 4

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A30:0	AI TxPDO-Map 标准型 (INT16)，通道 4	PDO 映射 TxPDO 49	UINT8	RO	0x0B (11 _{dec})
1A30:01	子索引 001	1. PDO 映射条目 (对象 0x6030 (通道 4 AI 输入)，条目 0x01 (欠量程))	UINT32	RO	0x6030:01, 1
1A30:02	子索引 002	2. PDO 映射条目 (对象 0x6030 (通道 4 AI 输入)，条目 0x02 (超量程))	UINT32	RO	0x6030:02, 1
1A30:03	子索引 003	3. PDO 映射条目 (对象 0x6030 (通道 4 AI 输入)，条目 0x03 (限值 1))	UINT32	RO	0x6030:03, 2
1A30:04	子索引 004	4. PDO 映射条目 (对象 0x6030 (通道 4 AI 输入)，条目 0x05 (限值 2))	UINT32	RO	0x6030:05, 2
1A30:05	子索引 005	5. PDO 映射条目 (对象 0x6030 (通道 4 AI 输入)，条目 0x07 (错误))	UINT32	RO	0x6030:07, 1
1A30:06	子索引 006	6. PDO 映射条目 (4 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 4
1A30:07	子索引 007	7. PDO 映射条目 (对象 0x6030 (通道 4 AI 输入)，条目 0x0C (去皮功能已启用))	UINT32	RO	0x6030:0C, 1
1A30:08	子索引 008	8. PDO 映射条目 (2 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 2
1A30:09	子索引 009	9. PDO 映射条目 (对象 0x6030 (通道 4 AI 输入)，条目 0x0F (TxPDO 状态))	UINT32	RO	0x6030:0F, 1
1A30:0A	子索引 010	10. PDO 映射条目 (对象 0x6030 (通道 4 AI 输入)，条目 0x10 (TxPDO 切换))	UINT32	RO	0x6030:10, 1
1A30:0B	子索引 011	11. PDO 映射条目 (对象 0x6030 (通道 4 AI 输入)，条目 0x11 (值))	UINT32	RO	0x6030:11, 16

索引 1A31 AI TxPDO-Map 紧凑型 (INT16)，通道 4

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A31:0	AI TxPDO-Map 紧凑型 (INT16)，通道 4	PDO 映射 TxPDO 50	UINT8	RO	0x01 (1 _{dec})
1A31:01	子索引 001	1. PDO 映射条目 (对象 0x6030 (通道 4 AI 输入)，条目 0x11 (值))	UINT32	RO	0x6030:11, 16

索引 1A32 AI TxPDO-Map Real 32, 通道 4

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A32:0	AI TxPDO-Map Real32, 通道 4	PDO 映射 TxPDO 51	UINT8	RO	0x0B (11 _{dec})
1A32:01	子索引 001	1. PDO 映射条目 (对象 0x6030 (通道 4 AI 输入), 条目 0x01 (欠量程))	UINT32	RO	0x6030:01, 1
1A32:02	子索引 002	2. PDO 映射条目 (对象 0x6030 (通道 4 AI 输入), 条目 0x02 (超量程))	UINT32	RO	0x6030:02, 1
1A32:03	子索引 003	3. PDO 映射条目 (对象 0x6030 (通道 4 AI 输入), 条目 0x03 (限值 1))	UINT32	RO	0x6030:03, 2
1A32:04	子索引 004	4. PDO 映射条目 (对象 0x6030 (通道 4 AI 输入), 条目 0x05 (限值 2))	UINT32	RO	0x6030:05, 2
1A32:05	子索引 005	5. PDO 映射条目 (对象 0x6030 (通道 4 AI 输入), 条目 0x07 (错误))	UINT32	RO	0x6030:07, 1
1A32:06	子索引 006	6. PDO 映射条目 (4 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 4
1A32:07	子索引 007	7. PDO 映射条目 (对象 0x6030 (通道 4 AI 输入), 条目 0x0C (去皮功能已启用))	UINT32	RO	0x6030:0C, 1
1A32:08	子索引 008	8. PDO 映射条目 (2 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 2
1A32:09	子索引 009	9. PDO 映射条目 (对象 0x6030 (通道 4 AI 输入), 条目 0x0F (TxPDO 状态))	UINT32	RO	0x6030:0F, 1
1A32:0A	子索引 010	10. PDO 映射条目 (对象 0x6030 (通道 4 AI 输入), 条目 0x10 (TxPDO 切换))	UINT32	RO	0x6030:10, 1
1A32:0B	子索引 011	11. PDO 映射条目 (对象 0x6030 (通道 4 AI 输入), 条目 0x13 (值 (Real32)))	UINT32	RO	0x6030:13, 32

索引 1A33 AI TxPDO-Map 紧凑型 Real 32, 通道 4

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A33:0	AI TxPDO-Map Compact Real32, 通道 4	PDO 映射 TxPDO 52	UINT8	RO	0x01 (1 _{dec})
1A33:01	子索引 001	1. PDO 映射条目 (对象 0x6030 (通道 4 AI 输入), 条目 0x13 (值 (Real32)))	UINT32	RO	0x6030:13, 32

索引 1A34 AI TxPDO-Map 周期计数器, 通道 4

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A34:0	AI TxPDO-Map 周期计数器, 通道 4	PDO 映射 TxPDO 53	UINT8	RO	0x01 (1 _{dec})
1A34:01	子索引 001	1. PDO 映射条目 (对象 0x6030 (通道 4 AI 输入), 条目 0x14 (输入周期计数器))	UINT32	RO	0x6030:14, 16

索引 1A40 AI TxPDO-Map 标准型 (INT16)，通道 5

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A40:0	AI TxPDO-Map 标准型 (INT16)，通道 5	PDO 映射 TxPDO 65	UINT8	RO	0x0B (11 _{dec})
1A40:01	子索引 001	1. PDO 映射条目 (对象 0x6040 (通道 5 AI 输入)，条目 0x01 (欠量程))	UINT32	RO	0x6040:01, 1
1A40:02	子索引 002	2. PDO 映射条目 (对象 0x6040 (通道 5 AI 输入)，条目 0x02 (超量程))	UINT32	RO	0x6040:02, 1
1A40:03	子索引 003	3. PDO 映射条目 (对象 0x6040 (通道 5 AI 输入)，条目 0x03 (限值 1))	UINT32	RO	0x6040:03, 2
1A40:04	子索引 004	4. PDO 映射条目 (对象 0x6040 (通道 5 AI 输入)，条目 0x05 (限值 2))	UINT32	RO	0x6040:05, 2
1A40:05	子索引 005	5. PDO 映射条目 (对象 0x6040 (通道 5 AI 输入)，条目 0x07 (错误))	UINT32	RO	0x6040:07, 1
1A40:06	子索引 006	6. PDO 映射条目 (4 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 4
1A40:07	子索引 007	7. PDO 映射条目 (对象 0x6040 (通道 5 AI 输入)，条目 0x0C (去皮功能已启用))	UINT32	RO	0x6040:0C, 1
1A40:08	子索引 008	8. PDO 映射条目 (2 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 2
1A40:09	子索引 009	9. PDO 映射条目 (对象 0x6040 (通道 5 AI 输入)，条目 0x0F (TxPDO 状态))	UINT32	RO	0x6040:0F, 1
1A40:0A	子索引 010	10. PDO 映射条目 (对象 0x6040 (通道 5 AI 输入)，条目 0x10 (TxPDO 切换))	UINT32	RO	0x6040:10, 1
1A40:0B	子索引 011	11. PDO 映射条目 (对象 0x6040 (通道 5 AI 输入)，条目 0x11 (值))	UINT32	RO	0x6040:11, 16

索引 1A41 AI TxPDO-Map 紧凑型 (INT16)，通道 5

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A41:0	AI TxPDO-Map 紧凑型 (INT16)，通道 5	PDO 映射 TxPDO 66	UINT8	RO	0x01 (1 _{dec})
1A41:01	子索引 001	1. PDO 映射条目 (对象 0x6040 (通道 5 AI 输入)，条目 0x11 (值))	UINT32	RO	0x6040:11, 16

索引 1A42 AI TxPDO-Map Real 32，通道 5

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A42:0	AI TxPDO-Map Real32，通道 5	PDO 映射 TxPDO 67	UINT8	RO	0x0B (11 _{dec})
1A42:01	子索引 001	1. PDO 映射条目 (对象 0x6040 (通道 5 AI 输入)，条目 0x01 (欠量程))	UINT32	RO	0x6040:01, 1
1A42:02	子索引 002	2. PDO 映射条目 (对象 0x6040 (通道 5 AI 输入)，条目 0x02 (超量程))	UINT32	RO	0x6040:02, 1
1A42:03	子索引 003	3. PDO 映射条目 (对象 0x6040 (通道 5 AI 输入)，条目 0x03 (限值 1))	UINT32	RO	0x6040:03, 2
1A42:04	子索引 004	4. PDO 映射条目 (对象 0x6040 (通道 5 AI 输入)，条目 0x05 (限值 2))	UINT32	RO	0x6040:05, 2
1A42:05	子索引 005	5. PDO 映射条目 (对象 0x6040 (通道 5 AI 输入)，条目 0x07 (错误))	UINT32	RO	0x6040:07, 1
1A42:06	子索引 006	6. PDO 映射条目 (4 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 4
1A42:07	子索引 007	7. PDO 映射条目 (对象 0x6040 (通道 5 AI 输入)，条目 0x0C (去皮功能已启用))	UINT32	RO	0x6040:0C, 1
1A42:08	子索引 008	8. PDO 映射条目 (2 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 2
1A42:09	子索引 009	9. PDO 映射条目 (对象 0x6040 (通道 5 AI 输入)，条目 0x0F (TxPDO 状态))	UINT32	RO	0x6040:0F, 1
1A42:0A	子索引 010	10. PDO 映射条目 (对象 0x6040 (通道 5 AI 输入)，条目 0x10 (TxPDO 切换))	UINT32	RO	0x6040:10, 1
1A42:0B	子索引 011	11. PDO 映射条目 (对象 0x6040 (通道 5 AI 输入)，条目 0x13 (值 (Real32)))	UINT32	RO	0x6040:13, 32

索引 1A43 AI TxPDO-Map 紧凑型 Real 32，通道 5

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A43:0	AI TxPDO-Map Compact Real32，通道 5	PDO 映射 TxPDO 68	UINT8	RO	0x01 (1 _{dec})
1A43:01	子索引 001	1. PDO 映射条目 (对象 0x6040 (通道 5 AI 输入)，条目 0x13 (值 (Real32)))	UINT32	RO	0x6040:13, 32

索引 1A44 AI TxPDO-Map 周期计数器，通道 5

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A44:0	AI TxPDO-Map 周期计数器，通道 5	PDO 映射 TxPDO 69	UINT8	RO	0x01 (1 _{dec})
1A44:01	子索引 001	1. PDO 映射条目 (对象 0x6040 (通道 5 AI 输入)，条目 0x14 (输入周期计数器))	UINT32	RO	0x6040:14, 16

索引 1A50 AI TxPDO-Map 标准型 (INT16)，通道 6

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A50:0	AI TxPDO-Map 标准型 (INT16)，通道 6	PDO 映射 TxPDO 81	UINT8	RO	0x0B (11 _{dec})
1A50:01	子索引 001	1. PDO 映射条目 (对象 0x6050 (通道 6 AI 输入)，条目 0x01 (欠量程))	UINT32	RO	0x6050:01, 1
1A50:02	子索引 002	2. PDO 映射条目 (对象 0x6050 (通道 6 AI 输入)，条目 0x02 (超量程))	UINT32	RO	0x6050:02, 1
1A50:03	子索引 003	3. PDO 映射条目 (对象 0x6050 (通道 6 AI 输入)，条目 0x03 (限值 1))	UINT32	RO	0x6050:03, 2
1A50:04	子索引 004	4. PDO 映射条目 (对象 0x6050 (通道 6 AI 输入)，条目 0x05 (限值 2))	UINT32	RO	0x6050:05, 2
1A50:05	子索引 005	5. PDO 映射条目 (对象 0x6050 (通道 6 AI 输入)，条目 0x07 (错误))	UINT32	RO	0x6050:07, 1
1A50:06	子索引 006	6. PDO 映射条目 (4 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 4
1A50:07	子索引 007	7. PDO 映射条目 (对象 0x6050 (通道 6 AI 输入)，条目 0x0C (去皮功能已启用))	UINT32	RO	0x6050:0C, 1
1A50:08	子索引 008	8. PDO 映射条目 (2 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 2
1A50:09	子索引 009	9. PDO 映射条目 (对象 0x6050 (通道 6 AI 输入)，条目 0x0F (TxPDO 状态))	UINT32	RO	0x6050:0F, 1
1A50:0A	子索引 010	10. PDO 映射条目 (对象 0x6050 (通道 6 AI 输入)，条目 0x10 (TxPDO 切换))	UINT32	RO	0x6050:10, 1
1A50:0B	子索引 011	11. PDO 映射条目 (对象 0x6050 (通道 6 AI 输入)，条目 0x11 (值))	UINT32	RO	0x6050:11, 16

索引 1A51 AI TxPDO-Map 紧凑型 (INT16)，通道 6

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A51:0	AI TxPDO-Map 紧凑型 (INT16)，通道 6	PDO 映射 TxPDO 82	UINT8	RO	0x01 (1 _{dec})
1A51:01	子索引 001	1. PDO 映射条目 (对象 0x6050 (通道 6 AI 输入)，条目 0x11 (值))	UINT32	RO	0x6050:11, 16

索引 1A52 AI TxPDO-Map Real 32, 通道 6

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A52:0	AI TxPDO-Map Real32, 通道 6	PDO 映射 TxPDO 83	UINT8	RO	0x0B (11 _{dec})
1A52:01	子索引 001	1. PDO 映射条目 (对象 0x6050 (通道 6 AI 输入), 条目 0x01 (欠量程))	UINT32	RO	0x6050:01, 1
1A52:02	子索引 002	2. PDO 映射条目 (对象 0x6050 (通道 6 AI 输入), 条目 0x02 (超量程))	UINT32	RO	0x6050:02, 1
1A52:03	子索引 003	3. PDO 映射条目 (对象 0x6050 (通道 6 AI 输入), 条目 0x03 (限值 1))	UINT32	RO	0x6050:03, 2
1A52:04	子索引 004	4. PDO 映射条目 (对象 0x6050 (通道 6 AI 输入), 条目 0x05 (限值 2))	UINT32	RO	0x6050:05, 2
1A52:05	子索引 005	5. PDO 映射条目 (对象 0x6050 (通道 6 AI 输入), 条目 0x07 (错误))	UINT32	RO	0x6050:07, 1
1A52:06	子索引 006	6. PDO 映射条目 (4 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 4
1A52:07	子索引 007	7. PDO 映射条目 (对象 0x6050 (通道 6 AI 输入), 条目 0x0C (去皮功能已启用))	UINT32	RO	0x6050:0C, 1
1A52:08	子索引 008	8. PDO 映射条目 (2 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 2
1A52:09	子索引 009	9. PDO 映射条目 (对象 0x6050 (通道 6 AI 输入), 条目 0x0F (TxPDO 状态))	UINT32	RO	0x6050:0F, 1
1A52:0A	子索引 010	10. PDO 映射条目 (对象 0x6050 (通道 6 AI 输入), 条目 0x10 (TxPDO 切换))	UINT32	RO	0x6050:10, 1
1A52:0B	子索引 011	11. PDO 映射条目 (对象 0x6050 (通道 6 AI 输入), 条目 0x13 (值 (Real32)))	UINT32	RO	0x6050:13, 32

索引 1A53 AI TxPDO-Map 紧凑型 Real 32, 通道 6

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A53:0	AI TxPDO-Map Compact Real32, 通道 6	PDO 映射 TxPDO 84	UINT8	RO	0x01 (1 _{dec})
1A53:01	子索引 001	1. PDO 映射条目 (对象 0x6050 (通道 6 AI 输入), 条目 0x13 (值 (Real32)))	UINT32	RO	0x6050:13, 32

索引 1A54 AI TxPDO-Map 周期计数器, 通道 6

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A54:0	AI TxPDO-Map 周期计数器, 通道 6	PDO 映射 TxPDO 85	UINT8	RO	0x01 (1 _{dec})
1A54:01	子索引 001	1. PDO 映射条目 (对象 0x6050 (通道 6 AI 输入), 条目 0x14 (输入周期计数器))	UINT32	RO	0x6050:14, 16

索引 1A60 AI TxPDO-Map 标准型 (INT16)，通道 7

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A60:0	AI TxPDO-Map 标准型 (INT16)，通道 7	PDO 映射 TxPDO 97	UINT8	RO	0x0B (11 _{dec})
1A60:01	子索引 001	1. PDO 映射条目 (对象 0x6060 (通道 7 AI 输入)，条目 0x01 (欠量程))	UINT32	RO	0x6060:01, 1
1A60:02	子索引 002	2. PDO 映射条目 (对象 0x6060 (通道 7 AI 输入)，条目 0x02 (超量程))	UINT32	RO	0x6060:02, 1
1A60:03	子索引 003	3. PDO 映射条目 (对象 0x6060 (通道 7 AI 输入)，条目 0x03 (限值 1))	UINT32	RO	0x6060:03, 2
1A60:04	子索引 004	4. PDO 映射条目 (对象 0x6060 (通道 7 AI 输入)，条目 0x05 (限值 2))	UINT32	RO	0x6060:05, 2
1A60:05	子索引 005	5. PDO 映射条目 (对象 0x6060 (通道 7 AI 输入)，条目 0x07 (错误))	UINT32	RO	0x6060:07, 1
1A60:06	子索引 006	6. PDO 映射条目 (4 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 4
1A60:07	子索引 007	7. PDO 映射条目 (对象 0x6060 (通道 7 AI 输入)，条目 0x0C (去皮功能已启用))	UINT32	RO	0x6060:0C, 1
1A60:08	子索引 008	8. PDO 映射条目 (2 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 2
1A60:09	子索引 009	9. PDO 映射条目 (对象 0x6060 (通道 7 AI 输入)，条目 0x0F (TxPDO 状态))	UINT32	RO	0x6060:0F, 1
1A60:0A	子索引 010	10. PDO 映射条目 (对象 0x6060 (通道 7 AI 输入)，条目 0x10 (TxPDO 切换))	UINT32	RO	0x6060:10, 1
1A60:0B	子索引 011	11. PDO 映射条目 (对象 0x6060 (通道 7 AI 输入)，条目 0x11 (值))	UINT32	RO	0x6060:11, 16

索引 1A61 AI TxPDO-Map 紧凑型 (INT16)，通道 7

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A61:0	AI TxPDO-Map 紧凑型 (INT16)，通道 7	PDO 映射 TxPDO 98	UINT8	RO	0x01 (1 _{dec})
1A61:01	子索引 001	1. PDO 映射条目 (对象 0x6060 (通道 7 AI 输入)，条目 0x11 (值))	UINT32	RO	0x6060:11, 16

索引 1A62 AI TxPDO-Map Real 32，通道 7

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A62:0	AI TxPDO-Map Real32，通道 7	PDO 映射 TxPDO 99	UINT8	RO	0x0B (11 _{dec})
1A62:01	子索引 001	1. PDO 映射条目 (对象 0x6060 (通道 7 AI 输入)，条目 0x01 (欠量程))	UINT32	RO	0x6060:01, 1
1A62:02	子索引 002	2. PDO 映射条目 (对象 0x6060 (通道 7 AI 输入)，条目 0x02 (超量程))	UINT32	RO	0x6060:02, 1
1A62:03	子索引 003	3. PDO 映射条目 (对象 0x6060 (通道 7 AI 输入)，条目 0x03 (限值 1))	UINT32	RO	0x6060:03, 2
1A62:04	子索引 004	4. PDO 映射条目 (对象 0x6060 (通道 7 AI 输入)，条目 0x05 (限值 2))	UINT32	RO	0x6060:05, 2
1A62:05	子索引 005	5. PDO 映射条目 (对象 0x6060 (通道 7 AI 输入)，条目 0x07 (错误))	UINT32	RO	0x6060:07, 1
1A62:06	子索引 006	6. PDO 映射条目 (4 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 4
1A62:07	子索引 007	7. PDO 映射条目 (对象 0x6060 (通道 7 AI 输入)，条目 0x0C (去皮功能已启用))	UINT32	RO	0x6060:0C, 1
1A62:08	子索引 008	8. PDO 映射条目 (2 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 2
1A62:09	子索引 009	9. PDO 映射条目 (对象 0x6060 (通道 7 AI 输入)，条目 0x0F (TxPDO 状态))	UINT32	RO	0x6060:0F, 1
1A62:0A	子索引 010	10. PDO 映射条目 (对象 0x6060 (通道 7 AI 输入)，条目 0x10 (TxPDO 切换))	UINT32	RO	0x6060:10, 1
1A62:0B	子索引 011	11. PDO 映射条目 (对象 0x6060 (通道 7 AI 输入)，条目 0x13 (值 (Real32)))	UINT32	RO	0x6060:13, 32

索引 1A63 AI TxPDO-Map 紧凑型 Real 32，通道 7

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A63:0	AI TxPDO-Map Compact Real32，通道 7	PDO 映射 TxPDO 100	UINT8	RO	0x01 (1 _{dec})
1A63:01	子索引 001	1. PDO 映射条目 (对象 0x6060 (通道 7 AI 输入)，条目 0x13 (值 (Real32)))	UINT32	RO	0x6060:13, 32

索引 1A64 AI TxPDO-Map 周期计数器，通道 7

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A64:0	AI TxPDO-Map 周期计数器，通道 7	PDO 映射 TxPDO 101	UINT8	RO	0x01 (1 _{dec})
1A64:01	子索引 001	1. PDO 映射条目 (对象 0x6060 (通道 7 AI 输入)，条目 0x14 (输入周期计数器))	UINT32	RO	0x6060:14, 16

索引 1A70 AI TxPDO-Map 标准型 (INT16)，通道 8

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A70:0	AI TxPDO-Map 标准型 (INT16)，通道 8	PDO 映射 TxPDO 113	UINT8	RO	0x0B (11 _{dec})
1A70:01	子索引 001	1. PDO 映射条目 (对象 0x6070 (通道 8 AI 输入)，条目 0x01 (欠量程))	UINT32	RO	0x6070:01, 1
1A70:02	子索引 002	2. PDO 映射条目 (对象 0x6070 (通道 8 AI 输入)，条目 0x02 (超量程))	UINT32	RO	0x6070:02, 1
1A70:03	子索引 003	3. PDO 映射条目 (对象 0x6070 (通道 8 AI 输入)，条目 0x03 (限值 1))	UINT32	RO	0x6070:03, 2
1A70:04	子索引 004	4. PDO 映射条目 (对象 0x6070 (通道 8 AI 输入)，条目 0x05 (限值 2))	UINT32	RO	0x6070:05, 2
1A70:05	子索引 005	5. PDO 映射条目 (对象 0x6070 (通道 8 AI 输入)，条目 0x07 (错误))	UINT32	RO	0x6070:07, 1
1A70:06	子索引 006	6. PDO 映射条目 (4 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 4
1A70:07	子索引 007	7. PDO 映射条目 (对象 0x6070 (通道 8 AI 输入)，条目 0x0C (去皮功能已启用))	UINT32	RO	0x6070:0C, 1
1A70:08	子索引 008	8. PDO 映射条目 (2 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 2
1A70:09	子索引 009	9. PDO 映射条目 (对象 0x6070 (通道 8 AI 输入)，条目 0x0F (TxPDO 状态))	UINT32	RO	0x6070:0F, 1
1A70:0A	子索引 010	10. PDO 映射条目 (对象 0x6070 (通道 8 AI 输入)，条目 0x10 (TxPDO 切换))	UINT32	RO	0x6070:10, 1
1A70:0B	子索引 011	11. PDO 映射条目 (对象 0x6070 (通道 8 AI 输入)，条目 0x11 (值))	UINT32	RO	0x6070:11, 16

索引 1A71 AI TxPDO-Map 紧凑型 (INT16)，通道 8

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A71:0	AI TxPDO-Map 紧凑型 (INT16)，通道 8	PDO 映射 TxPDO 114	UINT8	RO	0x01 (1 _{dec})
1A71:01	子索引 001	1. PDO 映射条目 (对象 0x6070 (通道 8 AI 输入)，条目 0x11 (值))	UINT32	RO	0x6070:11, 16

索引 1A72 AI TxPDO-Map Real 32, 通道 8

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A72:0	AI TxPDO-Map Real32, 通道 8	PDO 映射 TxPDO 35	UINT8	RO	0x0B (11 _{dec})
1A72:01	子索引 001	1. PDO 映射条目 (对象 0x6070 (通道 8 AI 输入), 条目 0x01 (欠量程))	UINT32	RO	0x6070:01, 1
1A72:02	子索引 002	2. PDO 映射条目 (对象 0x6070 (通道 8 AI 输入), 条目 0x02 (超量程))	UINT32	RO	0x6070:02, 1
1A72:03	子索引 003	3. PDO 映射条目 (对象 0x6070 (通道 8 AI 输入), 条目 0x03 (限值 1))	UINT32	RO	0x6070:03, 2
1A72:04	子索引 004	4. PDO 映射条目 (对象 0x6070 (通道 8 AI 输入), 条目 0x05 (限值 2))	UINT32	RO	0x6070:05, 2
1A72:05	子索引 005	5. PDO 映射条目 (对象 0x6070 (通道 8 AI 输入), 条目 0x07 (错误))	UINT32	RO	0x6070:07, 1
1A72:06	子索引 006	6. PDO 映射条目 (4 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 4
1A72:07	子索引 007	7. PDO 映射条目 (对象 0x6070 (通道 8 AI 输入), 条目 0x0C (去皮功能已启用))	UINT32	RO	0x6070:0C, 1
1A72:08	子索引 008	8. PDO 映射条目 (2 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 2
1A72:09	子索引 009	9. PDO 映射条目 (对象 0x6070 (通道 8 AI 输入), 条目 0x0F (TxPDO 状态))	UINT32	RO	0x6070:0F, 1
1A72:0A	子索引 010	10. PDO 映射条目 (对象 0x6070 (通道 8 AI 输入), 条目 0x10 (TxPDO 切换))	UINT32	RO	0x6070:10, 1
1A72:0B	子索引 011	11. PDO 映射条目 (对象 0x6070 (通道 8 AI 输入), 条目 0x13 (值 (Real32)))	UINT32	RO	0x6070:13, 32

索引 1A73 AI TxPDO-Map 紧凑型 Real 32, 通道 8

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A73:0	AI TxPDO-Map Compact Real32, 通道 8	PDO 映射 TxPDO 116	UINT8	RO	0x01 (1 _{dec})
1A73:01	子索引 001	1. PDO 映射条目 (对象 0x6070 (通道 8 AI 输入), 条目 0x13 (值 (Real32)))	UINT32	RO	0x6070:13, 32

索引 1A74 AI TxPDO-Map 周期计数器, 通道 8

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A74:0	AI TxPDO-Map 周期计数器, 通道 8	PDO 映射 TxPDO 117	UINT8	RO	0x01 (1 _{dec})
1A74:01	子索引 001	1. PDO 映射条目 (对象 0x6070 (通道 8 AI 输入), 条目 0x14 (输入周期计数器))	UINT32	RO	0x6070:14, 16

索引 1C00 Sync manager type

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1C00:0	Sync Manager type	使用 Sync Manager	UINT8	RO	0x04 (4 _{dec})
1C00:01	SubIndex 001	Sync Manager 类型通道 1: 邮箱写入	UINT8	RO	0x01 (1 _{dec})
1C00:02	SubIndex 002	Sync Manager 类型通道 2: 邮箱读取	UINT8	RO	0x02 (2 _{dec})
1C00:03	SubIndex 003	Sync Manager 类型通道 3: 过程数据写入 (输出)	UINT8	RO	0x03 (3 _{dec})
1C00:04	SubIndex 004	Sync Manager 类型通道 4: 过程数据读取 (输入)	UINT8	RO	0x04 (4 _{dec})

索引 1C12 RxPDO 分配

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1C12:0	RxPDO 分配	PDO 分配输出	UINT8	RW	0x02 (2 _{dec})
1C12:01	Subindex 001	1. 分配的 RxPDO (包含相关 RxPDO 映射对象的索引)	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dec})
1C12:02	Subindex 002	2. 分配的 RxPDO (包含相关 RxPDO 映射对象的索引)	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dec})
1C12:03	Subindex 003	3. 分配的 RxPDO (包含相关 RxPDO 映射对象的索引)	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dec})
1C12:04	Subindex 004	4. 分配的 RxPDO (包含相关 RxPDO 映射对象的索引)	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dec})
1C12:05	子索引 005	5. 分配的 RxPDO (包含相关 RxPDO 映射对象的索引)	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dec})
1C12:06	子索引 006	6. 分配的 RxPDO (包含相关 RxPDO 映射对象的索引)	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dec})
1C12:07	子索引 007	7. 分配的 RxPDO (包含相关 RxPDO 映射对象的索引)	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dec})
1C12:08	子索引 008	8. 分配的 RxPDO (包含相关 RxPDO 映射对象的索引)	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dec})

索引 1C13 TxPDO 分配

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1C13:0	TxPDO 分配	PDO 分配输入	UINT8	RW	0x08 (8 _{dec})
1C13:01	Subindex 001	1. 分配的 TxPDO (包含相关 TxPDO 映射对象的索引)	UINT16	RW	0x1A02 (6658 _{dec})
1C13:02	Subindex 002	2. 分配的 TxPDO (包含相关 TxPDO 映射对象的索引)	UINT16	RW	0x1A12 (6674 _{dec})
1C13:03	Subindex 003	3. 分配的 TxPDO (包含相关 TxPDO 映射对象的索引)	UINT16	RW	0x1A22 (6690 _{dec})
1C13:04	Subindex 004	4. 分配的 TxPDO (包含相关 TxPDO 映射对象的索引)	UINT16	RW	0x1A32 (6706 _{dec})
1C13:05	Subindex 005	5. 分配的 TxPDO (包含相关 TxPDO 映射对象的索引)	UINT16	RW	0x1A42 (6722 _{dec})
1C13:06	Subindex 006	6. 分配的 TxPDO (包含相关 TxPDO 映射对象的索引)	UINT16	RW	0x1A52 (6738 _{dec})
1C13:07	Subindex 007	7. 分配的 TxPDO (包含相关 TxPDO 映射对象的索引)	UINT16	RW	0x1A62 (6754 _{dec})
1C13:08	Subindex 008	8. 分配的 TxPDO (包含相关 TxPDO 映射对象的索引)	UINT16	RW	0x1A72 (6770 _{dec})

Index 1C32 SM output parameter

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1C32:0	SM output parameter	输出的同步参数	UINT8	RO	0x20 (32 _{dec})
1C32:01	同步模式	当前的同步模式： 0: Free Run 1: 与 SM 2 事件同步 2: DC 模式 - 与 SYNC0 事件同步 3: DC 模式 - 与 SYNC1 事件同步	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dec})
1C32:02	周期	周期 (单位: ns)： - Free Run: 本地定时器的周期 - 与 SM 2 事件同步: 主站的周期 - DC 模式: SYNC0/SYNC1 周期	UINT32	RW	0x00000000 (0 _{dec})
1C32:03	偏移时间	从 SYNC0 事件到输出的时间 (单位: ns, 仅 DC 模式)	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dec})
1C32:04	支持同步模式	支持同步模式： - 位 0 = 1: 支持 Free Run - 位 1 = 1: 支持与 SM 2 事件同步 - 位 2-3 = 01: 支持 DC 模式 - 位 4-5 = 10: SYNC1 事件下的输出偏移 (仅 DC 模式) - 位 14 = 1: 动态周期 (在写入 0x1C32:08 时开始测量)	UINT16	RO	0x0001 (1 _{dec})
1C32:05	最小周期	最小周期 (单位: ns)	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dec})
1C32:06	计算并复制时间	SYNC0 和 SYNC1 事件之间的最短时间 (单位: ns, 仅 DC 模式)	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dec})
1C32:09	最大延迟时间	从 SYNC1 事件到输出的时间 (单位: ns, 仅 DC 模式)	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dec})
1C32:0B	缺失 SM 事件计数器	OPERATIONAL 期间丢失的 SM 事件数量 (仅 DC 模式)	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dec})
1C32:0C	周期超限计数器	OPERATIONAL 期间周期超时的次数 (周期没有及时完成或下一个周期开始得太早)	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dec})
1C32:0D	偏移过短计数器	SYNC0 和 SYNC1 事件之间的间隔次数太小 (仅 DC 模式)	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dec})
1C32:20	同步错误	在上一周期同步出错 (输出太晚; 仅 DC 模式)	BOOLEAN	RO	0x00 (0 _{dec})

索引 1C33 SM 输入参数

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1C33:0	SM 输入参数	输入的同步参数	UINT8	RO	0x20 (32 _{dec})
1C33:01	同步模式	当前的同步模式： 0：Free Run 1：与 SM 3 事件同步（无输出可用） 2：DC - 与 SYNC0 事件同步 3：DC - 与 SYNC1 事件同步 34：与 SM 2 事件同步（输出可用）	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dec})
1C33:02	周期	如 0x1C32:02	UINT32	RW	0x000F4240 (1000000 _{dec})
1C33:03	偏移时间	SYNC0 事件和读取输入之间的时间（单位：ns，仅 DC 模式）	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dec})
1C33:04	支持同步模式	支持同步模式： - 位 0：支持 Free Run - 位 1：支持与 SM 2 事件同步（输出可用） - 位 1：支持与 SM 3 事件同步（无输出可用） - 位 2-3 = 01：支持 DC 模式 - 位 4-5 = 01：通过本地事件进行输入偏移（输出可用） - 位 4-5 = 10：通过 SYNC1 事件进行输入偏移（无输出可用） - 位 14 = 1：动态周期（在写入 0x1C32:08 或 0x1C33:08 时开始测量）	UINT16	RO	0x0001 (1 _{dec})
1C33:05	最小周期	如 0x1C32:05	UINT32	RO	0x0000C350 (50000 _{dec})
1C33:06	计算并复制时间	从读取输入到主站可以使用输入值之间的时间（单位：ns，仅 DC 模式）	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dec})
1C33:07	最小延迟时间		UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dec})
1C33:09	最大延迟时间	SYNC1 事件和读取输入之间的时间（单位：ns，仅 DC 模式）	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dec})
1C33:0B	缺失 SM 事件计数器	如 0x1C32:11	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dec})
1C33:0C	周期超限计数器	如 0x1C32:12	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dec})
1C33:0D	偏移过短计数器	如 0x1C32:13	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dec})
1C33:20	同步错误	如 0x1C32:32	BOOLEAN	RO	0x00 (0 _{dec})

索引 F008 Code word

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
F008:0	Code word	码字（目前保留）	UINT32	RW	0x00000000 (0 _{dec})

索引 F009 密码保护

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
F009:0	密码保护	密码保护用户校准	UINT32	RW	0x00000000 (0 _{dec})

7 附录

7.1 易失性

如果在应用中对于产品的易失性有所要求，例如美国 国防部或类似机构或安全组织，适用以下程序：

该产品含有易失性和非易失性组件。易失性组件在移除电源后会立即失去数据。非易失性组件即使在失去电源后也能保存数据。

如果产品上保存有客户的特定数据，无法确保数据不会通过取证措施等恢复，即使在通过所提供的工具链删除数据后也是如此。如果这些数据保密，建议在使用后将产品进行报废处理，以保护这些数据。

7.2 诊断 - 诊断消息的基本原则

DiagMessages 指定了一个用于由 EtherCAT 从站向 EtherCAT 主站/TwinCAT 传输消息的系统。消息由本设备存储在其自身 CoE 中的 0x10F3 下，可由应用程序或 System Manager 读取。设备中存储的每个事件（警告、错误、状态变化）都会输出代码形式的故障信息。

定义

DiagMessage 系统的定义见 ETG（EtherCAT 技术协会）的指南 ETG.1020 第 13 章“诊断处理”。通过该系统，可以将预定义或灵活生成的诊断信息由 EtherCAT 从站传输至主站。因此，根据 ETG，该过程的实施可以独立于供应商。是否支持该功能是可选的。固件最多可以将 250 个 *DiagMessage* 存储在自己的 CoE 中。

每个 *DiagMessage* 均包括

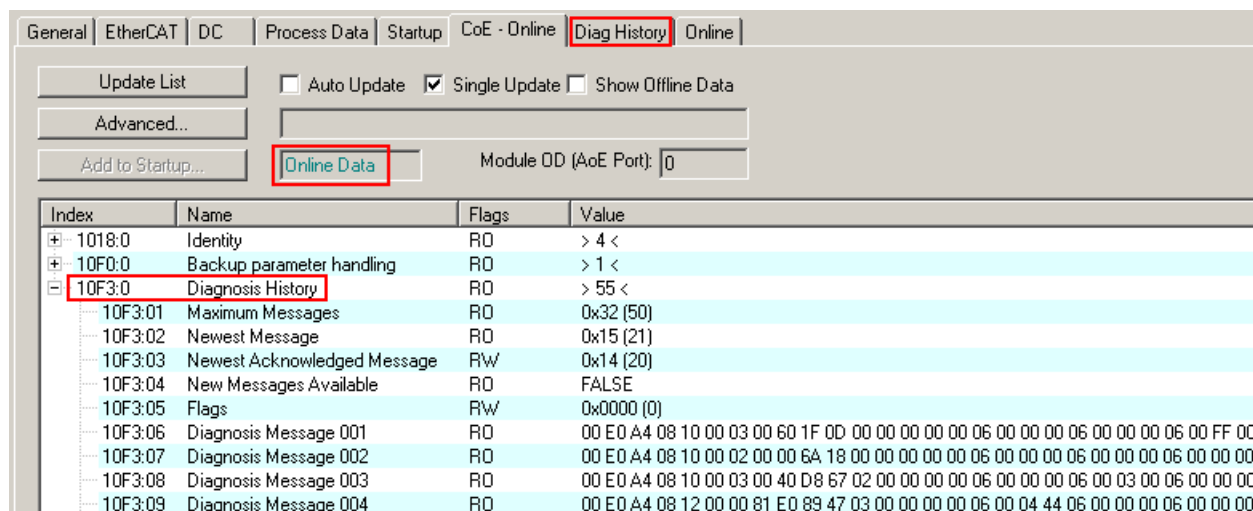
- 诊断代码（4 个字节）
- 标志（2 个字节；信息、警告或错误）
- 文本 ID（2 个字节；引用 ESI/XML 中的解释性文本）
- 时间戳（8 个字节、本地从站时间或 64 位分布式时钟时间（若可用））
- 固件额外添加的动态参数

在 EtherCAT 设备的 ESI/XML 文件中以文本形式对 *DiagMessage* 进行解释：根据 *DiagMessage* 中包含的文本 ID，可在 ESI/XML 中包含的语言下找到相应的纯文本消息。若为倍福产品，它们通常以德语和英语显示。

用户可以通过 *NewMessagesAvailable* 条目接收新消息可用的信息。

DiagMessage 可以在设备中确认：最后/最新的未确认消息可由用户确认。

可在 CoE 中的对象 0x10F3 中看到控制条目和历史记录本身：



Index	Name	Flags	Value
1018:0	Identity	RO	> 4 <
10F0:0	Backup parameter handling	RO	> 1 <
10F3:0	Diagnosis History	RO	> 55 <
10F3:01	Maximum Messages	RO	0x32 (50)
10F3:02	Newest Message	RO	0x15 (21)
10F3:03	Newest Acknowledged Message	R/W	0x14 (20)
10F3:04	New Messages Available	RO	FALSE
10F3:05	Flags	R/W	0x0000 (0)
10F3:06	Diagnosis Message 001	RO	00 E0 A4 08 10 00 03 00 60 1F 0D 00 00 00 00 00 06 00 00 00 06 00 00 00 06 00 00 00 06 00 FF 00
10F3:07	Diagnosis Message 002	RO	00 E0 A4 08 10 00 02 00 00 6A 18 00 00 00 00 00 06 00 00 00 06 00 00 00 06 00 00 00 06 00 00 00
10F3:08	Diagnosis Message 003	RO	00 E0 A4 08 10 00 03 00 40 D8 67 02 00 00 00 00 06 00 00 00 06 00 00 00 06 00 03 00 06 00 00 00
10F3:09	Diagnosis Message 004	RO	00 E0 A4 08 12 00 00 81 E0 89 47 03 00 00 00 00 06 00 04 44 06 00 00 00 06 00 00 00 06 00 00 00

附图 175: CoE 中的 *DiagMessage*

可在 0x10F3:02 下读取最新 *DiagMessage* 的子索引。

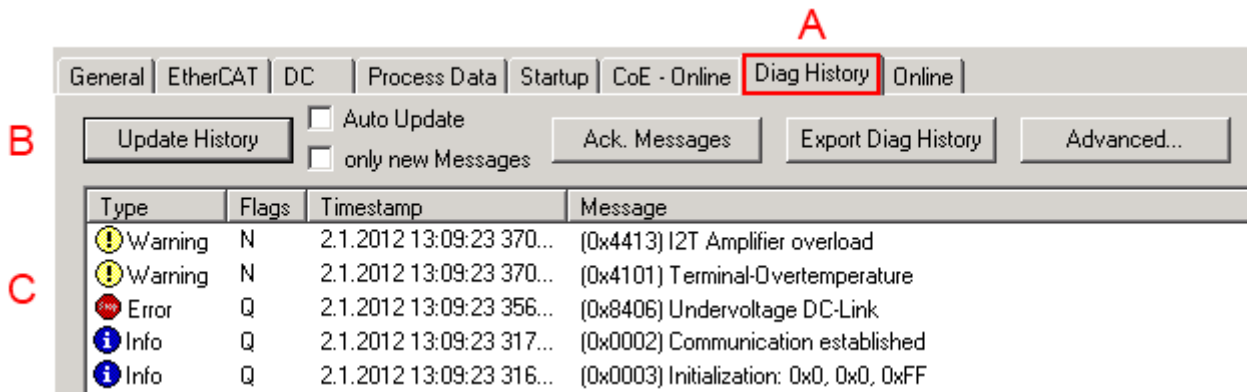


调试支持

DiagMessage 系统主要在设备调试期间使用。例如，设备的 StatusWord（若可用）中的诊断值有助于后来的连续运行期间的在线诊断。

TwinCAT System Manager 中的实施

从 TwinCAT 2.11 开始，*DiagMessage*（若可用）将在设备本身的界面上显示。也通过这个界面进行操作（收集、确认）。



附图 176: DiagMessage 系统在 TwinCAT System Manager 中的实施

在“Diag History”选项卡 (A) 上可以看到操作按钮 (B) 和读取的历史信息 (C)。消息由以下几个部分组成：

- 信息/警告/错误
- 确认标志 (N = 未确认, Q = 已确认)
- 时间戳
- 文本 ID
- 根据 ESI/XML 数据制定的纯文本消息

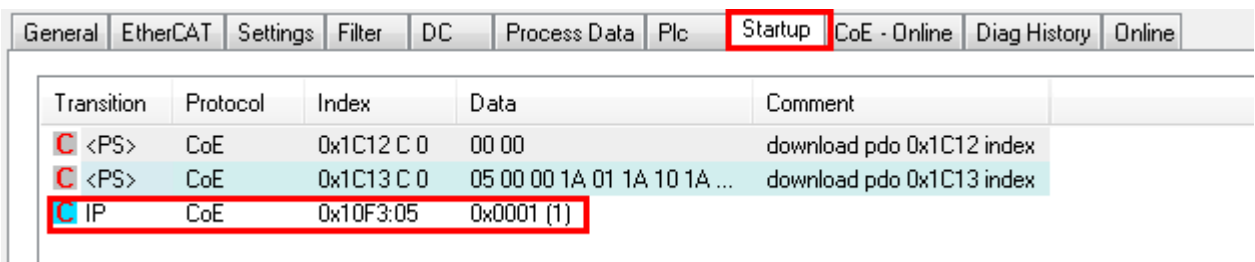
按钮的含义一目了然。

ADS Logger/Eventlogger 中的 DiagMessage

从 TwinCAT 3.1 Build 4022 开始，端子模块发送的 DiagMessage 将通过 TwinCAT ADS Logger 显示。由于 DiagMessage 以 IO 方式全面呈现，因此调试工作将得到简化。此外，还可以将日志记录的输出存储到数据文件中，因此，DiagMessages 可长期保存以供分析。

实际上，DiagMessage 只能在端子模块的 CoE 0x10F3 中本地使用，并且可以根据需要手动读取，例如，通过上文提到的 DiagHistory 进行手动读取。

在最新的开发环境中，EtherCAT 端子模块被默认设置为通过 EtherCAT 以紧急事件形式报告 DiagMessage 的存在；然后事件记录器可以检索该 DiagMessage。该功能在端子模块中通过 0x10F3:05 激活，因此，此类端子模块在 Startup List 中默认包含以下条目：



附图 177: Startup List

例如，如果由于收到许多消息或未使用 EventLogger 等原因而需要停用该功能，可将 StartUp 条目s删除或将其设置为 0。之后可以根据需要通过 CoE 访问权限从 PLC 将该值重新设置为 1。

将消息读入 PLC

- 准备中 -

解释

时间戳

时间戳取自事件发生时端子模块的本地时钟。时间通常为寄存器 x910 中的分布式时钟时间（DC）。

请注意：在启动 EtherCAT 时，请将参考时钟的 DC 时间设置为与本地 IPC/TwinCAT 时间相同的时间。从此刻起，DC 时间可能与 IPC 时间存在差异，因为没有对 IPC 时间进行调整。在 EtherCAT 不重启的情况下运行数周后，可能会出现明显的时间差。若要采取补救措施，可根据需要对 DC 时间进行外部同步，也可以进行手动校正计算：可通过 EtherCAT 主站或 DC 从站的寄存器 x901 确定当前的 DC 时间。

文本 ID 的结构

MessageID 的结构无需符合任何标准化规范，可由供应商自行定义。对于倍福 EtherCAT 设备（EL、EP），通常按照 **xyzz** 进行读取：

x	y	zz
0：系统信息 2：保留 1：信息 4：警告 8：错误	0：系统 1：一般信息 2：通信 3：编码器 4：驱动器 5：输入 6：I/O 一般信息 7：保留	错误编号

示例：消息 0x4413 --> 驱动器警告编号 0x13

文本 ID 概述

具体的文本 ID 见设备文档。

文本 ID	类型	位置	文本消息	补充说明
0x0001	信息	系统	无错误	无错误
0x0002	信息	系统	已建立通信	已建立连接
0x0003	信息	系统	初始化: 0x%X、0x%X、0x%X	一般信息；具体参数取决于事件。相关解释请参见设备文档。
0x1000	信息	系统	信息: 0x%X、0x%X、0x%X	一般信息；具体参数取决于事件。相关解释请参见设备文档。
0x1012	信息	系统	EtherCAT 状态更改 Init - PreOP	
0x1021	信息	系统	EtherCAT 状态更改 PreOP - Init	
0x1024	信息	系统	EtherCAT 状态更改 PreOP - Safe-Op	
0x1042	信息	系统	EtherCAT 状态更改 SafeOp - PreOp	
0x1048	信息	系统	EtherCAT 状态更改 SafeOp - OP	
0x1084	信息	系统	EtherCAT 状态更改 OP - SafeOp	
0x1100	信息	一般信息	运行模式检测完成: 0x%X, %d	运行模式检测结束
0x1135	信息	一般信息	周期正常: %d	周期正常
0x1157	信息	一般信息	已手动保存数据 (索引: 0x%X, 子索引: 0x%X)	已手动保存数据
0x1158	信息	一般信息	已数据自动保存 (索引: 0x%X, 子索引: 0x%X)	已自动保存数据
0x1159	信息	一般信息	已删除数据 (索引: 0x%X, 子索引: 0x%X)	已删除数据
0x117F	信息	一般信息	信息: 0x%X、0x%X、0x%X	信息
0x1201	信息	通信	已重新建立通信	已恢复与现场侧的通信 例如, 如果在运行期间电源触点上的电压被切断然后又重新施加, 则会显示此消息。
0x1300	信息	编码器	已设置位置: %d, %d	已设置位置 - StartInputhandler
0x1303	信息	编码器	编码器电源正常	编码器电源装置正常
0x1304	信息	编码器	编码器初始化成功, 通道: %X	编码器初始化成功完成
0x1305	信息	编码器	已发送编码器重置命令, 通道: %X	发送编码器重置命令
0x1400	信息	驱动器	驱动器已校准: %d, %d	驱动器已校准
0x1401	信息	驱动器	实际驱动器状态: 0x%X, %d	当前驱动器状态
0x1705	信息		CPU usage returns in normal range (< 85%%)	处理器负载恢复至正常范围
0x1706	信息		Channel is not in saturation anymore	通道不再处于饱和状态
0x1707	信息		Channel is not in overload anymore	通道不再处于过载状态
0x170A	信息		No channel range error anymore	量程错误不再激活
0x170C	信息		Calibration data saved	已保存校准数据
0x170D	信息		将在发送“0x5AFE”命令后应用并保存校准数据	在发送命令“0x5AFE”之前, 不会应用和保存校准数据。

文本 ID	类型	位置	文本消息	补充说明
0x2000	信息	系统	%s: %s	
0x2001	信息	系统	%s: 网络链接丢失	网络连接丢失
0x2002	信息	系统	%s: 检测到网络链接	发现网络连接
0x2003	信息	系统	%s: 无有效 IP 配置 - Dhcp 客户端已启动	无效 IP configuration
0x2004	信息	系统	%s: Dhcp 服务器 %d.%d.%d 分配的有效 IP 配置 (IP: %d.%d.%d.%d)	DHCP 服务器分配的有效 IP 配置
0x2005	信息	系统	%s: Dhcp 客户端超时	DHCP 客户端超时
0x2006	信息	系统	%s: 检测到重复 IP 地址 (%d.%d.%d.%d)	发现重复 IP 地址
0x2007	信息	系统	%s: 已初始化 UDP 处理程序	已初始化 UDP 处理程序
0x2008	信息	系统	%s: 已初始化 TCP 处理程序	已初始化 TCP 处理程序
0x2009	信息	系统	%s: 已无可用的 TCP 套接字	没有可用的 TCP 套接字。

文本 ID	类型	位置	文本消息	补充说明
0x4000	警告		警告：0x%X、0x%X、0x%X	一般警告；具体参数取决于事件。相关解释请参见设备文档。
0x4001	警告	系统	警告：0x%X、0x%X、0x%X	
0x4002	警告	系统	%s：%s 与 %d.%d.%d.%d 成功断开连接 (IN:%d OUT:%d API:%dms)	
0x4003	警告	系统	%s：%s 与 %d.%d.%d.%d 成功闭合连接 (IN:%d OUT:%d)	
0x4004	警告	系统	%s：%s (IN:%d OUT:%d) 与 %d.%d.%d.%d 的连接超时	
0x4005	警告	系统	%s：已拒绝 %s 与 %d.%d.%d.%d 断开连接 (IN:%d OUT:%d) (错误：%u)	
0x4006	警告	系统	%s：已拒绝 %s 与 %d.%d.%d.%d 断开连接 (IN:%d OUT:%d) (预期输入数据大小：%d 字节，已接收：%d 字节)	
0x4007	警告	系统	%s：已拒绝 %s 与 %d.%d.%d.%d 断开连接 (IN:%d OUT:%d) (预期输出数据大小：%d 字节，已接收：%d 字节)	
0x4008	警告	系统	%s：已拒绝 %s 与 %d.%d.%d.%d 断开连接 (IN:%d OUT:%d) (不支持 RPI:%dms-> API:%dms)	
0x4101	警告	一般信息	端子模块超温	超温 端子模块内部温度超过参数设置的警告阈值。
0x4102	警告	一般信息	PDO 配置存在差异	所选的 PDO 与设定的运行模式不匹配。 示例：驱动器在速度模式下运行，但速度 PDO 未映射到 PDO 中。
0x417F	警告	一般信息	警告：0x%X、0x%X、0x%X	
0x428D	警告	一般信息	非随机问题	
0x4300	警告	编码器	已停用细分功能：%d、%d	已停用细分功能（尽管已激活配置）
0x4301	警告	编码器	编码器警告	一般编码器错误
0x4302	警告	编码器	即将达到输入信号的最大频率（通道 %d）	
0x4303	警告	编码器	计数器限值因 PDO 配置（通道 %d）而降低	
0x4304	警告	编码器	重置计数器值因 PDO 配置（通道 %d）而降低	
0x4400	警告	驱动器	未校准驱动器：%d，%d	未校准驱动器
0x4401	警告	驱动器	不支持该启动类型：0x%X，%d	不支持该启动类型
0x4402	警告	驱动器	命令被拒绝：%d，%d	命令被拒绝
0x4405	警告	驱动器	无效模长子类型：%d，%d	模长子类型无效
0x4410	警告	驱动器	目标超限：%d，%d	超过目标定位
0x4411	警告	驱动器	直流母线欠电压（警告）	端子模块的直流母线电压低于参数设置的最小电压。输出端无法激活。
0x4412	警告	驱动器	直流母线过电压（警告）	端子模块的直流母线电压高于参数设置的最大电压。输出端无法激活。
0x4413	警告	驱动器	I2T 型放大器过载（警告）	- 放大器的运行超出了规格要求。 - I2T 型放大器的参数设置不正确。
0x4414	警告	驱动器	I2T 型电机过载（警告）	- 电机的运行超出了参数设置的额定值。 - I2T 型电机的参数设置不正确。
0x4415	警告	驱动器	速度限制已启用	最大速度受参数设置对象的限制（如速度限制、电机转速限制）。如果设定的速度高于任一参数设置的限值，则会输出该警告。
0x4416	警告	驱动器	在以下位置检测到丢步：0x%X%X	检测到丢步
0x4417	警告	驱动器	电机超温	电机内部温度超过参数设置的警告阈值
0x4418	警告	驱动器	限值：电流	限值：电流受到限制
0x4419	警告	驱动器	限值：I2T 型放大器超过 100	超过了最大电流的阈值。
0x441A	警告	驱动器	限值：I2T 型电机超过 100%%	限值：I2T 型电机超过 100%

文本 ID	类型	位置	文本消息	补充说明
0x441B	警告	驱动器	限值：速度限制	超过了最高速度的阈值。
0x441C	警告	驱动器	在启用轴时出现 STO	尽管 STO 输入端没有电压，但仍尝试启动轴。
0x4600	警告	一般 IO	电源电压范围错误	电源电压不在正确范围内
0x4610	警告	一般 IO	输出电压范围错误	输出电压不在正确范围内
0x4705	警告		处理器使用率为 %d %%	处理器负载为 %d %%
0x470A	警告		EtherCAT 帧缺失（更改设置或 DC 运行模式或 Sync0 偏移时间）	EtherCAT 帧缺失（更改“设置”下的 DC 运行模式或 Sync0 偏移时间）

文本 ID	类型	位置	文本消息	补充说明
0x8000	错误	系统	%s: %s	
0x8001	错误	系统	错误: 0x%X、0x%X、0x%X	一般错误; 具体参数取决于事件。相关解释请参见设备文档。
0x8002	错误	系统	通信中止	通信中止
0x8003	错误	系统	配置错误: 0x%X、0x%X、0x%X	一般错误; 具体参数取决于事件。相关解释请参见设备文档。
0x8004	错误	系统	%s: 未成功从 %d.%d.%d.%d (%s) 接收 FwdOpen-Response (错误: %u)	
0x8005	错误	系统	%s: 已将 FwdClose-Request 发送至 %d.%d.%d.%d (%s)	
0x8006	错误	系统	%s: 未成功从 %d.%d.%d.%d (%s) 接收 FwdClose-Response (错误: %u)	
0x8007	错误	系统	%s: 与 %d.%d.%d.%d (%s) 的连接已关闭	
0x8100	错误	一般信息	状态字设置: 0x%X, %d	状态字中的位设置错误
0x8101	错误	一般信息	运行模式与 PDO 接口不兼容: 0x%X, %d	运行模式与 PDO 接口不兼容
0x8102	错误	一般信息	输入和输出 PDO 组合无效	输入和输出 PDO 组合无效
0x8103	错误	一般信息	无任何变量关联	未关联任何变量
0x8104	错误	一般信息	端子模块超温	端子模块内部温度超过参数设置的错误阈值。端子模块激活受阻
0x8105	错误	一般信息	过程数据监控	现场总线与输出端之间的通信受 Watchdog (看门狗) 保护。如果现场总线通信中断, 轴将自动停止运转。 - EtherCAT 连接在运行过程中中断。 - 主站在运行过程中切换至配置模式。
0x8135	错误	一般信息	周期必须是 125 μ s 的倍数	IO 或 NC 周期除以 125 μ s 未得到一个整数。
0x8136	错误	一般信息	配置错误: 采样率无效	配置错误: 采样率无效
0x8137	错误	一般信息	电子铭牌: CRC 错误	外部铭牌存储器的内容无效。
0x8140	错误	一般信息	同步错误	实时冲突
0x8141	错误	一般信息	SYNC%X Interrupt 丢失	SYNC%X Interrupt 丢失
0x8142	错误	一般信息	Sync Interrupt 异步	Sync Interrupt 异步
0x8143	错误	一般信息	抖动过大	不符合抖动限值
0x817F	错误	一般信息	错误: 0x%X、0x%X、0x%X	
0x8200	错误	通信	写入访问错误: %d、%d	在写入时出错
0x8201	错误	通信	与现场侧无通信 (外设电压缺失)	- 电源触点上没有电压。 - 固件更新失败。
0x8281	错误	通信	所有权失效: %X	
0x8282	错误	通信	创建的密钥过多	
0x8283	错误	通信	密钥创建失败: %X	
0x8284	错误	通信	密钥加载失败	
0x8285	错误	通信	公钥读取失败: %X	
0x8286	错误	通信	公共 EK 读取失败: %X	
0x8287	错误	通信	PCR 值读取失败: %X	
0x8288	错误	通信	证书 EK 读取失败: %X	
0x8289	错误	通信	挑战无法进行散列处理: %X	
0x828A	错误	通信	Tickstamp 进程失败	
0x828B	错误	通信	PCR 进程失败: %X	
0x828C	错误	通信	请求进程失败: %X	
0x82FF	错误	通信	启动模式未启用	启动模式未启用
0x8300	错误	编码器	设置位置错误: 0x%X, %d	在设置位置时出错
0x8301	错误	编码器	未配置编码器增量: 0x%X, %d	未配置编码器增量
0x8302	错误	编码器	编码器错误	旋转变压器振幅过小
0x8303	错误	编码器	编码器电源缺失 (通道 %d)	
0x8304	错误	编码器	编码器通信错误, 通道: %X	编码器通信错误
0x8305	错误	编码器	不支持 EnDat2.2, 通道: %X	不支持 EnDat2.2

文本 ID	类型	位置	文本消息	补充说明
0x8306	错误	编码器	延迟时间, 超过公差限值, 0x%X, 通道: %X	运行时测量, 超过公差
0x8307	错误	编码器	延迟时间, 超过最大值, 0x%X, 通道: %X	运行时测量, 超过最大值
0x8308	错误	编码器	不支持该订购名称, 0x%X, 通道: %X (仅支持 02 和 22)	EnDat 订单 ID 错误
0x8309	错误	编码器	编码器 CRC 错误, 通道: %X	编码器 CRC 错误
0x830A	错误	编码器	无法读取温度 %X, 通道: %X	无法读取温度
0x830C	错误	编码器	编码器单循环数据错误, 通道: %X	检测到 CRC 错误。检查传输路径和 CRC 多项式
0x830D	错误	编码器	编码器 Watchdog (看门狗) 错误, 通道: %X	传感器在预定时间内未响应
0x8310	错误	编码器	初始化错误	
0x8311	错误	编码器	超过输入信号的最大频率 (通道 %d)	
0x8312	错误	编码器	编码器可信度错误 (通道 %d)	
0x8313	错误	编码器	配置错误 (通道 %d)	
0x8314	错误	编码器	同步错误	
0x8315	错误	编码器	状态输入错误 (通道 %d)	
0x8400	错误	驱动器	驱动器配置不正确: 0x%X, %d	驱动器配置不正确
0x8401	错误	驱动器	校准速度限制: %d、%d	校准速度限制
0x8402	错误	驱动器	已启动紧停: 0x%X, %d	已启动急停
0x8403	错误	驱动器	ADC 错误	在 ADC 中测量电流时出错
0x8404	错误	驱动器	过电流	U、V 或 W 相过电流
0x8405	错误	驱动器	模数位置无效: %d	模数位置无效
0x8406	错误	驱动器	直流母线欠电压 (错误)	端子模块的直流母线电压低于参数设置的最小电压。输出端无法激活。
0x8407	错误	驱动器	直流母线过电压 (错误)	端子模块的直流母线电压高于参数设置的最大电压。输出端无法激活。
0x8408	错误	驱动器	I2T 型放大器过载 (错误)	- 放大器的运行超出了规格要求。 - I2T 型放大器的参数设置不正确。
0x8409	错误	驱动器	I2T 型电机过载 (错误)	- 电机的运行超出了参数设置的额定值。 - I2T 型电机的参数设置不正确。
0x840A	错误	驱动器	超过总电流阈值	超过总电流
0x8415	错误	驱动器	模因数无效: %d	模因数无效
0x8416	错误	驱动器	电机超温	电机内部温度超过参数设置的错误阈值。电机立即停止运转。输出端无法激活。
0x8417	错误	驱动器	超过旋转磁场最大速度	旋转磁场速度超过两种用途规定值 (EU 1382/2014)。
0x841C	错误	驱动器	在启用轴时出现 STO	尽管 STO 输入端没有电压, 但仍尝试启动轴。
0x8550	错误	输入	缺少过零阶段 %X	缺少过零阶段 %X
0x8551	错误	输入	相序错误	旋转方向错误
0x8552	错误	输入	%X 相过电流	%X 相过电流
0x8553	错误	输入	中性线过电流	中性线过电流
0x8581	错误	输入	通道 %D 电线断裂	通道 %d 电线断裂
0x8600	错误	一般 IO	电源电压范围错误	电源电压不在正确范围内
0x8601	错误	一般 IO	电源电压过低	电源电压过低
0x8602	错误	一般 IO	电源电压过高	电源电压过高
0x8603	错误	一般 IO	电源电压过电流	电源电压过电流
0x8610	错误	一般 IO	输出电压范围错误	输出电压不在正确范围内
0x8611	错误	一般 IO	输出电压过低	输出电压过低
0x8612	错误	一般 IO	输出电压过高	输出电压过高
0x8613	错误	一般 IO	输出电压过电流	输出电压过电流
0x8700	错误		通道/接口未校准	通道/接口不同步
0x8701	错误		运行时间被修改	运行时间被修改
0x8702	错误		无法设置超采样	无法设置超采样
0x8703	错误		未找到从站控制器	未找到从站控制器
0x8704	错误		从站控制器不在 Bootstrap 模式	从站控制器不在 Bootstrap 模式

文本 ID	类型	位置	文本消息	补充说明
0x8705	错误		处理器使用率过高 (>= 100%%)	处理器负载过高 (>= 100%%)
0x8706	错误		通道已饱和	通道已饱和
0x8707	错误		通道过载	通道过载
0x8708	错误		过载时间被修改	过载时间被修改
0x8709	错误		饱和时间被修改	饱和时间被修改
0x870A	错误		通道量程存在错误	通道量程存在错误
0x870B	错误		无 ADC 时钟	无可用 ADC 时钟
0xFFFF	信息		调试: 0x%X、0x%X、0x%X	调试: 0x%X、0x%X、0x%X

7.3 EtherCAT AL 状态代码

详细信息请参见 [EtherCAT系统描述](#)。

7.4 固件兼容性

倍福 EtherCAT 设备在交付时都装有最新的固件版本。固件和硬件必须相互兼容；但不是每种组合都能确保兼容性。下面的概述显示了可以运行固件的硬件版本。

注意

- 建议为相应的硬件使用可用的最新固件
- 对于已交付的产品，倍福没有任何义务为客户提供免费固件更新。

注意

设备损坏风险！
请注意单独页面 [► 199] 上的固件更新说明。
如果在固件更新时设备处于 BOOTSTRAP 模式，则在下载新固件时不会检查新固件的适用性。
这可能导致设备损坏！因此，请务必确保固件适用于硬件版本！

EL3008-0003			
硬件 (HW)	固件	修订版本号	发布日期
00	01	EL3008-0003-0016	2024/02
01*	02*	EL3008-0003-0017	2025/04

EL3008-0005			
硬件 (HW)	固件	修订版本号	发布日期
00*	01*	EL3008-0005-0016	2025/02

*) 这是在编写本文件的时兼容的固件/硬件版本。请在倍福网页上查看是否有更多最新文档。

7.5 固件更新 EL/ES/EM/ELM/EPxxxx

本节介绍了倍福 EL/ES、ELM、EM、EK 和 EP 系列 EtherCAT 从站设备的更新情况。只有在与倍福支持部门协商后才能进行固件更新。

注意

仅使用 TwinCAT 3 软件！

必须在安装了 TwinCAT 3 之后才能进行倍福 IO 设备的固件更新。建议尽可能使用最新的固件，可在倍福公司网站上免费下载 <https://www.beckhoff.com/en-us/>。

为了更新固件，TwinCAT 可以在 FreeRun 模式下运行，不需要付费许可。

待更新的设备通常可以保留在安装位置，但 TwinCAT 必须在 FreeRun 模式下运行。请确保 EtherCAT 通讯良好（没有丢失帧等）。

不应使用其他 EtherCAT 主站软件，例如 EtherCAT Configurator，因为它们可能不支持复杂的更新固件、EEPROM 和其他设备组件。

储存地点

一个 EtherCAT 从站最多可以在三个位置上存储运行数据：

- 每个 EtherCAT 从站都有一个设备描述文件，包括标识（名称、产品代码）、时序定义、通信设置等。该设备描述文件（ESI: EtherCAT Slave Information）可以从 Beckhoff 网站下载区的 [zip 文件](#) 中下载，并在 EtherCAT 主站中用于离线组态，例如在 TwinCAT 中。
最重要的是，每个 EtherCAT 从站都将其可供电子读取的设备描述文件（ESI）存放在其本地存储芯片，即 **ESI EEPROM** 中。从站上电以后，该描述文件将加载到从站本地，并告知其通信配置；另一方面，EtherCAT 主站可以通过这种方式识别从站，并相应地设置 EtherCAT 通信。

注意

用项目定义的 ESI-EEPROM 写入

ESI 文件是设备制造商根据 ETG 标准为相应产品开发和发布的。

- ESI 文件的含义：禁止从使用侧（比如用户）进行修改。
- ESI EEPROM 的含义：即使技术上允许写入，EEPROM 中的 ESI 部分和可能存在的空闲存储区域也不得在正常更新过程之外进行更改。特别是对于周期性的内存写入（运行时间计数器等），必须使用专门的存储器产品，例如 EL6080 或 IPC 自己的 NOVDRAM（掉电保持存储器选项）。

- 根据功能和性能的不同，EtherCAT 从站有一个或几个本地处理器来处理 I/O 数据。相应的程序就称作 Firmware **固件**，文件格式为 *.efw。
- 在一些 EtherCAT 从站中，EtherCAT 通讯也可能集成在这些本地处理器中。此时，本地处理器通常是一个 **FPGA** 芯片，带有 *.rbf 固件。

客户可以通过 EtherCAT 现场总线及其通讯机制来访问 Firmware（固件）。Firmware 的更新或读取是通过非周期性邮箱通信（mailbox）或对 ESC 的寄存器访问实现的。

如果要更新从站的固件，TwinCAT System Manager 提供使用新固件刷新上述三处运行数据的机制。从站通常不会检查新的固件是否合适，也就是说，如果下载了错误的固件，从站可能就无法再运行。

通过 bundle firmware（捆绑固件）简化更新

使用所谓的 **bundle firmware（捆绑固件）** 进行更新更为方便：此时从站处理器的固件和 ESI 描述组合在一个 *.efw 文件中；固件更新期间，在端子模块中的 Firmware 和 ESI 都会改变。要实现这种功能，要求以下几点：

- 固件为打包格式：可通过文件名识别，其中还包含修订版本号，例如 ELxxxx-xxxx_REV0016_SW01.efw
- 在下载对话框中输入密码=1 时，使用捆绑固件更新。如果密码=0（默认设置），则只进行固件更新，不进行 ESI 更新。
- 只用于支持此功能的设备。打包文件的内容通常不能再修改；这个功能是自 2016 年以来诸多新开发功能的一部分。

更新之后，应确认是否成功

- ESI/Revision：例如，通过 TwinCAT ConfigMode/FreeRun 中的在线扫描，这是确定固件修订版本的简便方法
- Firmware：例如，通过查看设备的 CoE Online 数据

注意

设备损坏风险！

✓ 下载新设备文件时注意以下几点

a) EtherCAT 设备的固件下载不能中断

b) 必须确保通畅的 EtherCAT 通讯。必须避免 CRC 错误或丢帧。

c) 供电必须稳定。信号电平必须符合规范。

⇒ 如果在更新过程中出现故障，EtherCAT 设备可能无法使用，只能返回制造商重新调试。

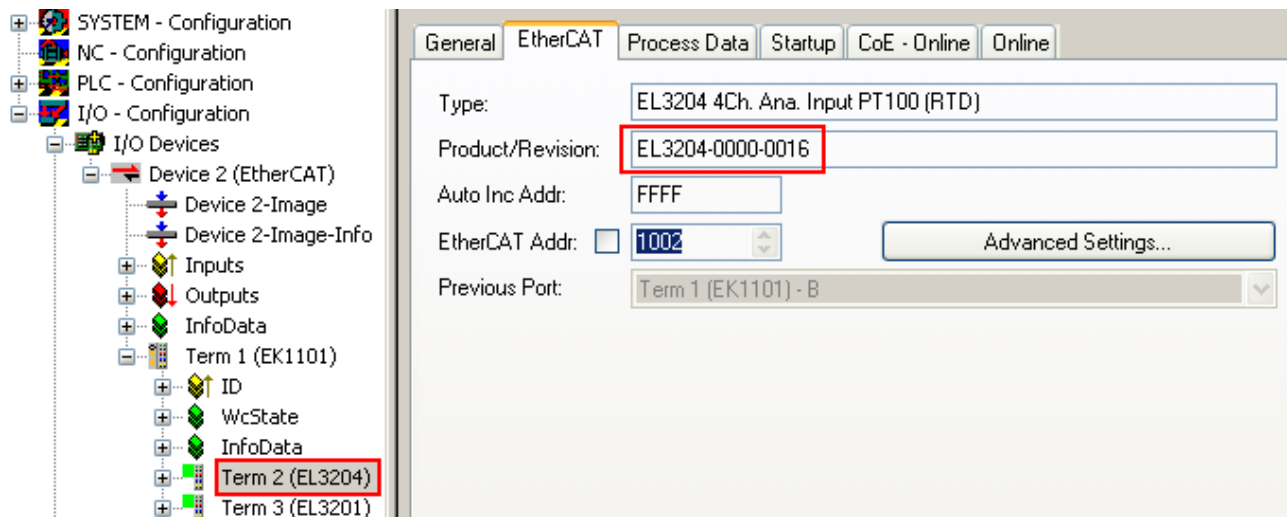
7.5.1 设备描述 ESI 文件/XML

注意

关于更新 ESI 描述文件/EEPROM 的注意事项

一些从站在 EEPROM 中存储了用于生产的校准和配置数据。在更新过程中，这些信息会被覆盖，无法恢复。

ESI 设备描述存储在从站上，并在启动时加载。每个设备描述都有一个唯一标识符，包括从站名称 (9 个字符/9 位数) 和修订版本号 (4 位数)。在 System Manager 中配置的每个从站都在 EtherCAT 选项卡中显示其标识符：



附图 178: 由名称 EL3204-0000 和修订版本号 0016 组成的设备标识符

配置的标识符必须与作为硬件使用的实际设备描述兼容，即从站在启动时加载的描述（本例中为 EL3204）。通常情况下，配置的版本必须与端子模块网络中实际存在的版本相同或更低。

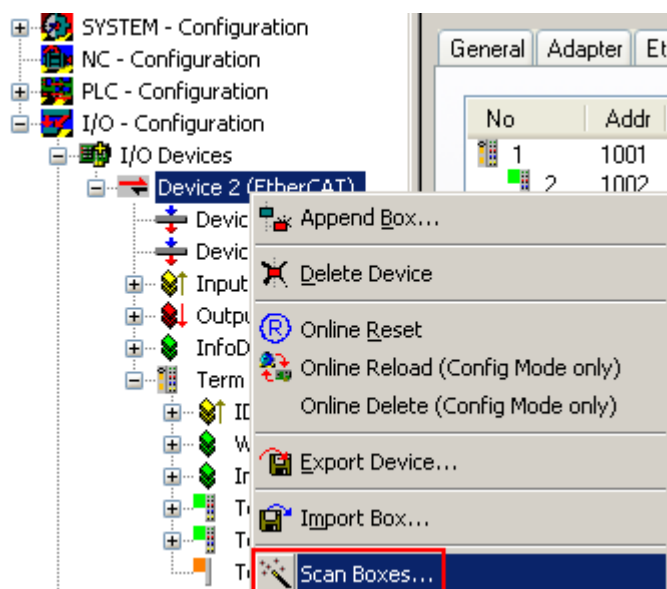
有关这方面的进一步信息，请参考 [EtherCAT 系统文件](#)。

● XML/ESI 描述的更新

i 设备的修订版本与所使用的 Firmware（固件）和 Hardware（硬件）密切相关。不兼容的组合会导致故障，甚至使设备最终关闭。只有在与倍福支持（售后）部门协商后才能进行相应的更新。

ESI 从站标识符的显示

确定所配置的设备描述和实际设备是否相符的最简单方法是在 TwinCAT Config Mode/FreeRun 模式下扫描 EtherCAT 从站：



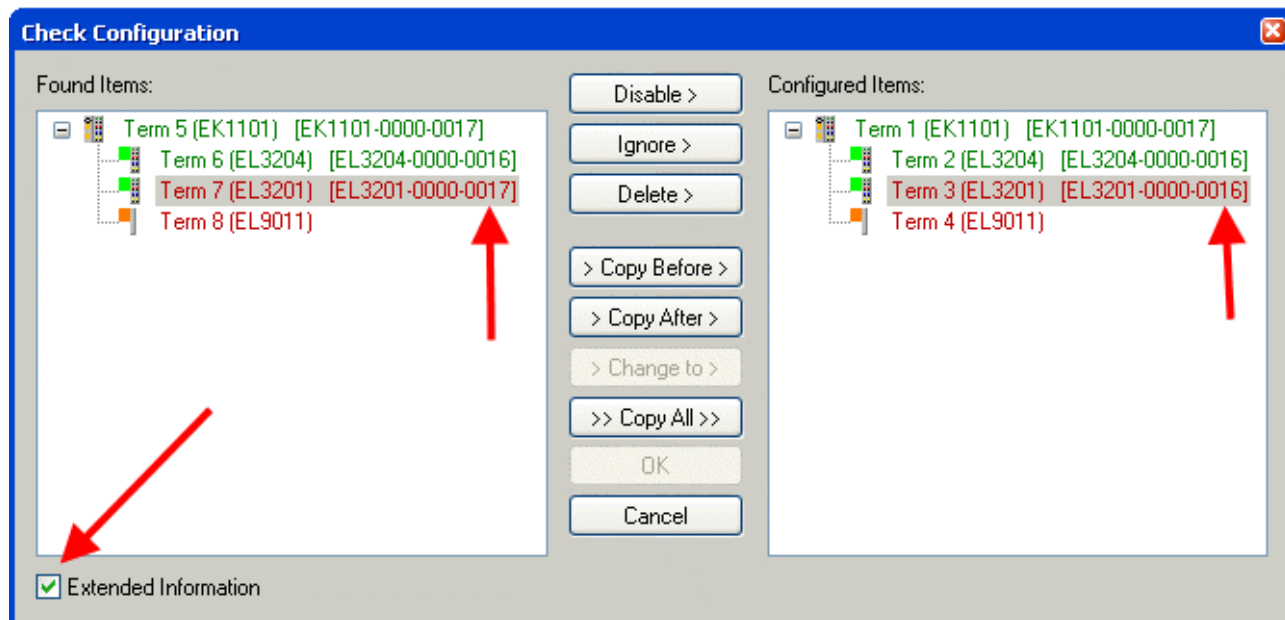
附图 179: 右键单击 EtherCAT Device 扫描下级从站

如果找到的内容与配置的内容相符，则显示



附图 180: 配置是相同的

否则就会出现一个更改对话框，用于选择实际配置。



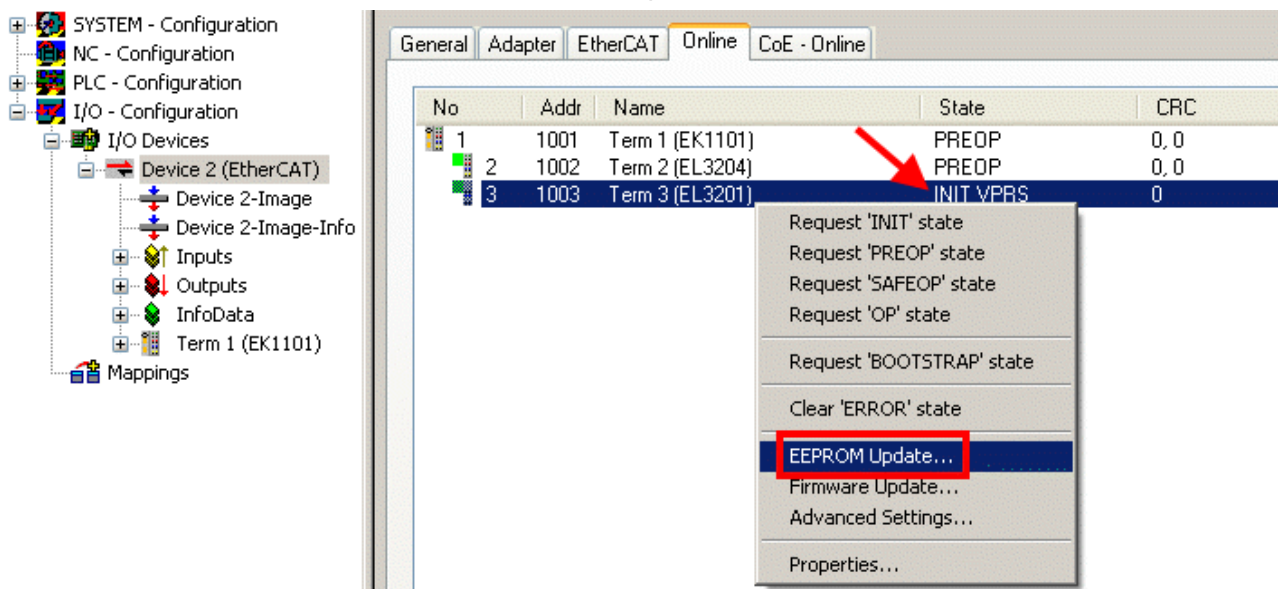
附图 181: 更改对话框

在图更改对话框的示例中，发现了一个 EL3201-0000-0017，而原配置中是 EL3201-0000-0016。此时可以通过 Copy Before 按钮来调整配置。必须选中 Extended Information 复选框，以显示修订版本。

更改 ESI 从站标识符

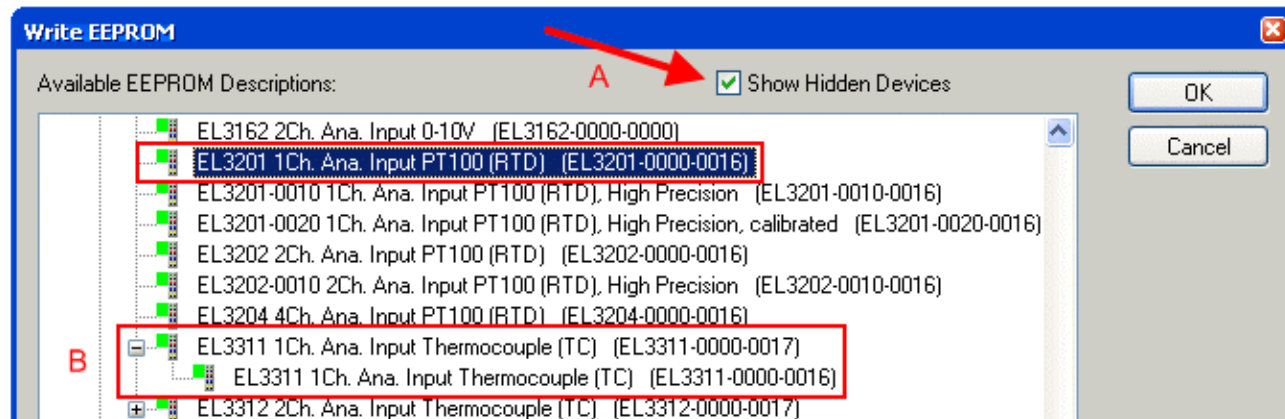
ESI/EEPROM 标识符可以在 TwinCAT 下按如下方式更新：

- 必须与从站建立正确无误的 EtherCAT 通讯。
- 从站的状态无关紧要。
- 右键单击 Online 中显示的从站，打开 *EEPROM Update* 对话框，参见图 *EEPROM 更新*



附图 182: EEPROM 更新

在以下对话框中选择新的 ESI 描述，参见图 *选择新的 ESI*。通过复选框 *Show Hidden Devices* 还能显示旧的、通常隐藏的从站版本。



附图 183: 选择新的 ESI

System Manager 弹出一个进度条，显示 EEPROM 写入的进度。首先写入数据，然后进行验证。



只有在设备重新启动后，以上更改才会生效。

大多数 EtherCAT 设备会立即或从 INIT 启动后读取修改后的 ESI 描述。一些通信设置（例如：分布时钟）只在开机时读取。因此，EtherCAT 从站必须短暂地关机，以使更改生效。

7.5.2 Firmware（固件）说明

确定固件版本

通过 TwinCAT System Manager 确定版本

如果主站可以在线访问从站，TwinCAT System Manager 会显示从站处理器的固件版本。点击需要检查其处理器固件的 E-Bus 端子模块（在此例中为端子模块 2（EL3204）），并选择选项卡 *CoE Online*（CAN over EtherCAT）。

● CoE Online 和 Offline CoE（在线 CoE 和离线 CoE）



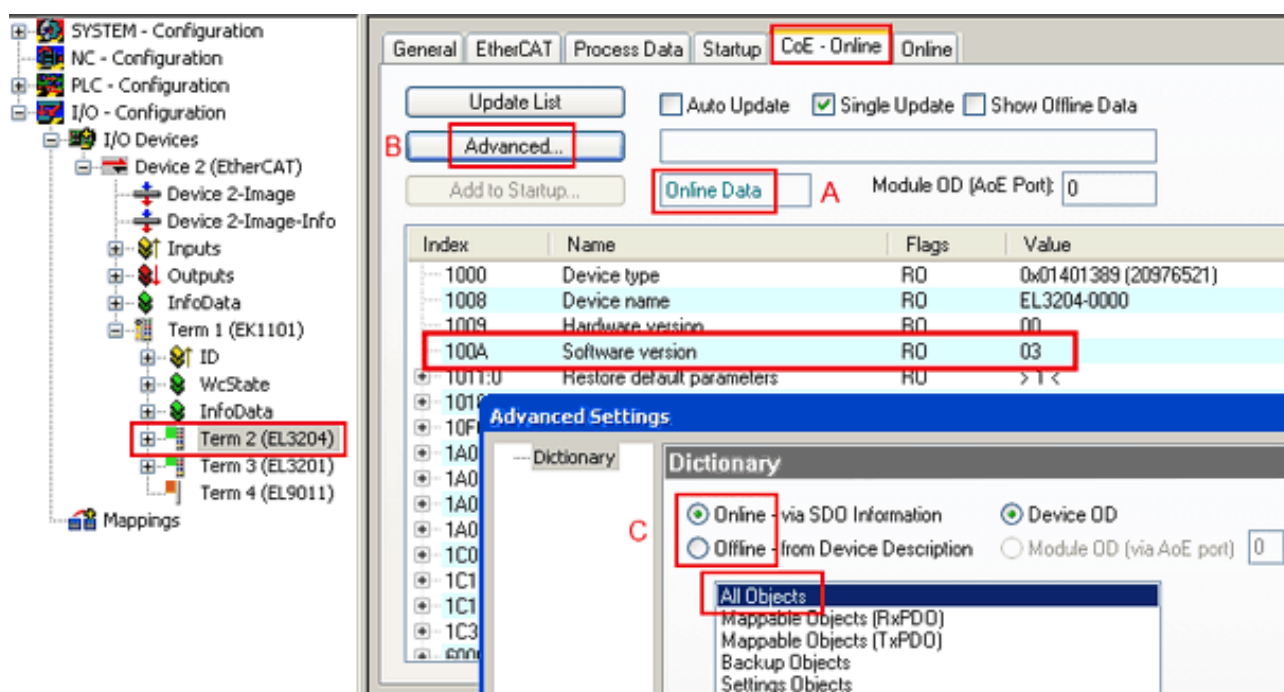
可用的 CoE 目录有两套：

online: 如果 EtherCAT 从站支持，从站处理器会提供该功能。该 CoE 目录只有在从站连接并运行时才能显示。

Offline: EtherCAT 从站信息文件 ESI/XML 包含的 CoE 默认内容。只有在 ESI 中包含了 CoE 目录才能显示（例如“倍福 EL5xxx.xml”）。

要在两个视图之间切换，必须使用按钮“Advanced”。

在图 EL3204 固件版本的显示中，所选 EL3204 的固件版本在 CoE 条目 0x100A 中显示为 03。



附图 184: EL3204 固件版本的显示

在 (A) 处，TwinCAT 2.11 表明当前显示的是“Online CoE”目录。如果不是，可以通过 Advanced Settings 中 (B) 处的 *Online* 选项和双击 *All Objects* 来加载 Online 目录。

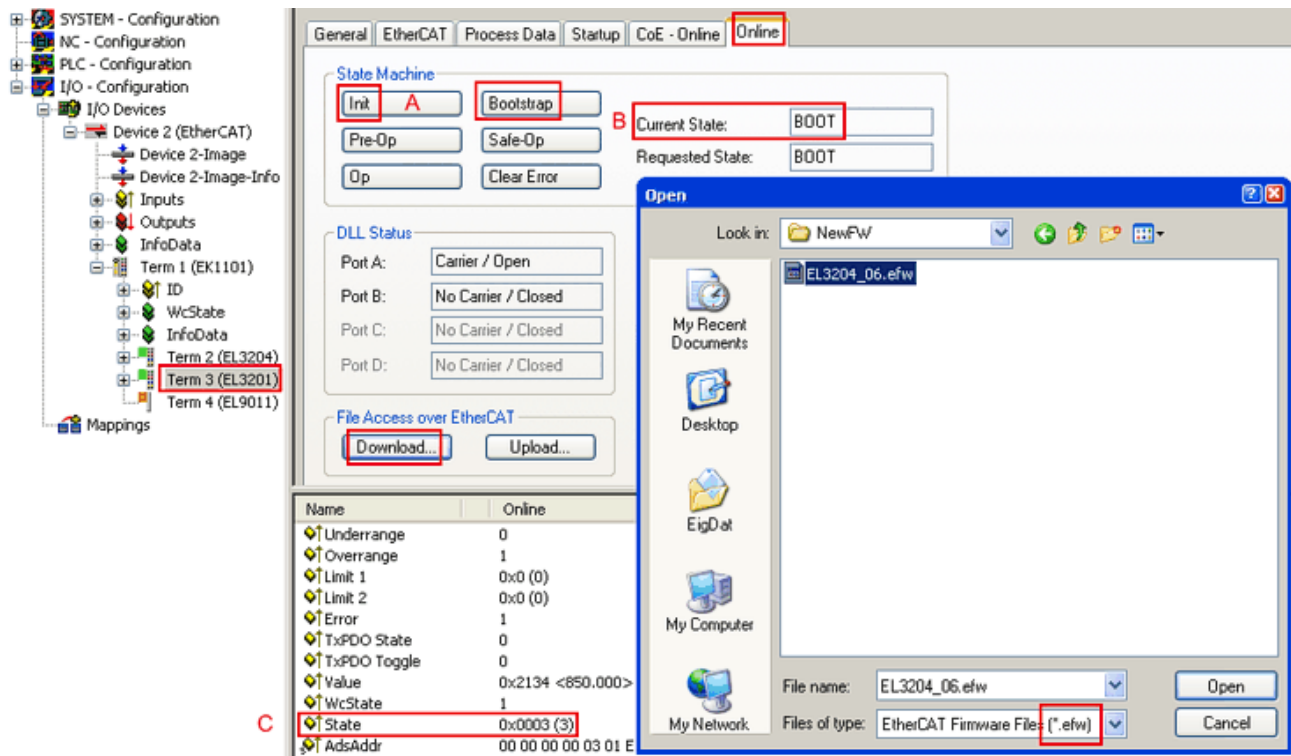
7.5.3 更新从站处理器的固件 *.efw

● CoE 目录



Online CoE 目录由从站处理器管理，并存储在专用的 EEPROM 中，在固件更新期间一般不会改变。

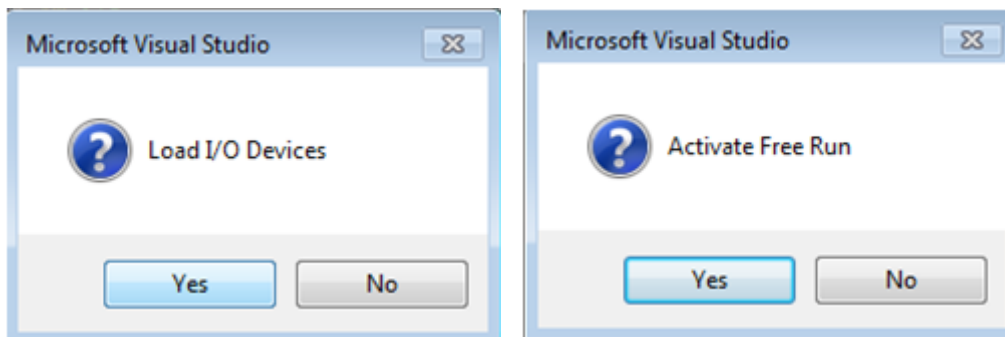
切换到 *Online* 选项卡，更新从站处理器的固件，参见图 *固件更新*。



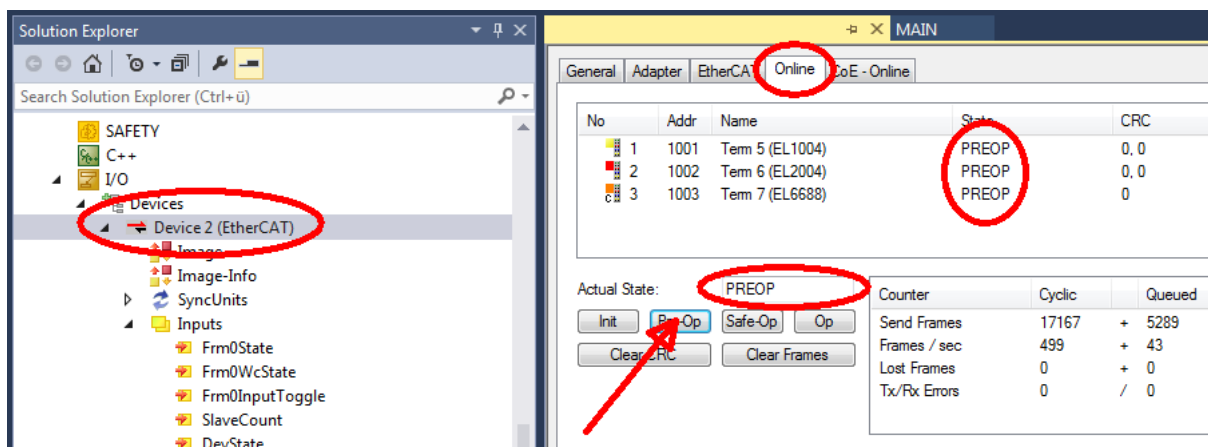
附图 185: 固件更新

除非倍福的支持（售后）部门另有说明，否则请按以下步骤进行。适用于 TwinCAT 2 和 TwinCAT 3 作为 EtherCAT 主站的情况。

- 将 TwinCAT 系统切换到 Config Mode/FreeRun，周期时间 ≥ 1 ms（配置模式下默认为 4 ms）。不建议在实时核运行时（Running 模式）进行固件更新。

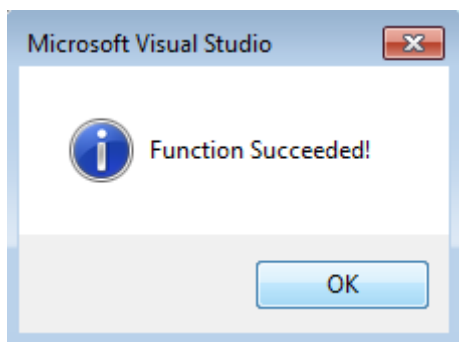


- 将 EtherCAT 主站切换到 PreOP



- 将从站切换到 INIT (A)
- 将从站切换到 BOOTSTRAP

- 检查当前状态（B、C）
- 下载新的 *.efw 文件（一直等待，直到下载结束）。通常不需要密码。



- 下载完成后，切换到 INIT，再到 PreOP
- 短时切断从站电源（不要拉低电压！）
- 在 CoE 0x100A 内检查固件状态（FW 版本）是否被正确替换。

7.5.4 FPGA 固件 *.rbf

如果是用 FPGA 芯片处理 EtherCAT 通信，固件更新则通过 *.rbf 文件完成。

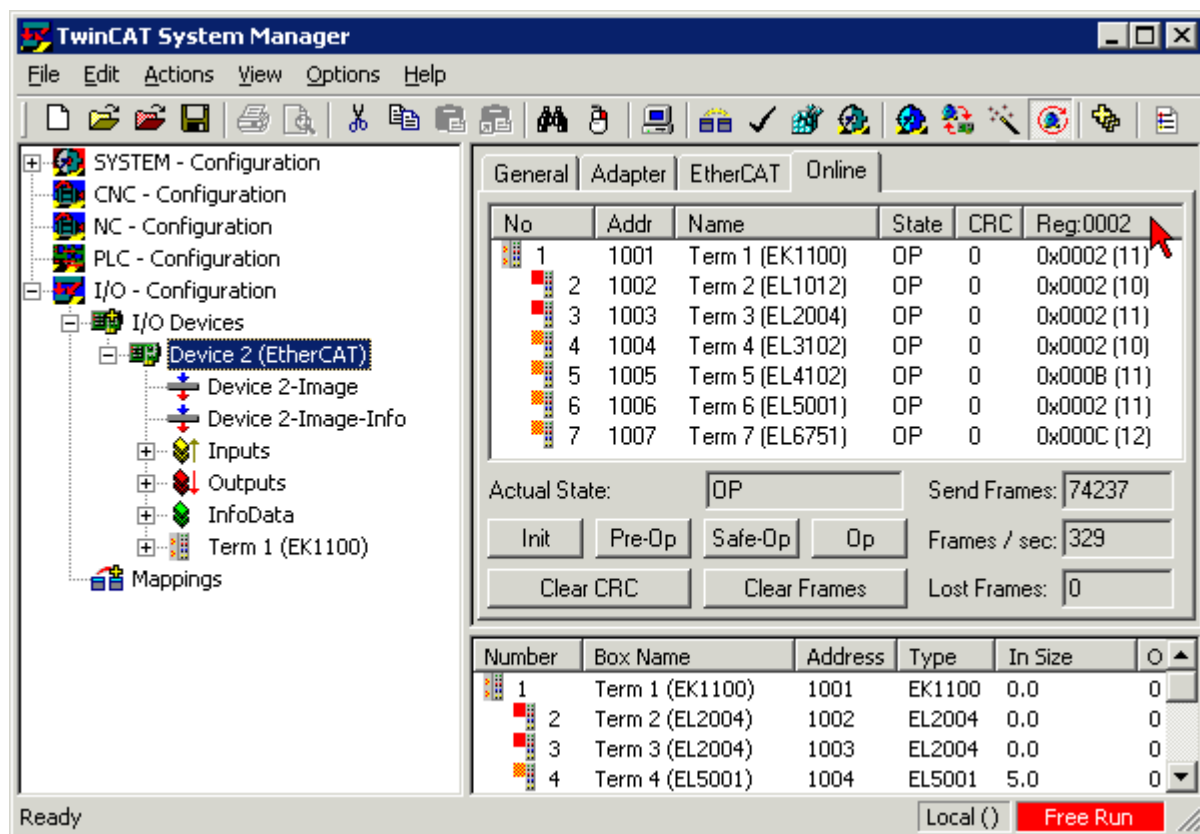
- 用于处理 I/O 信号的从站处理器固件
- 用于 EtherCAT 通讯的 FPGA 固件（仅适用于带 FPGA 的端子模块）

端子模块序列号中包含的固件版本号包含这两个固件成分。如果修改了其中任何一个，固件版本号都会更新。

通过 TwinCAT System Manager 确定版本

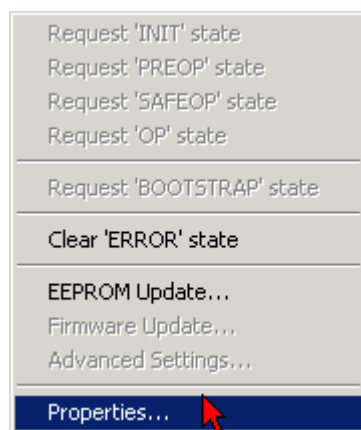
TwinCAT System Manager 显示 FPGA 固件版本。点击 EtherCAT 总线的以太网卡（例中的 Device 2），选择 *Online* 选项卡。

Reg:0002 栏表示各个 EtherCAT 设备的固件版本，以十六进制和十进制表示。

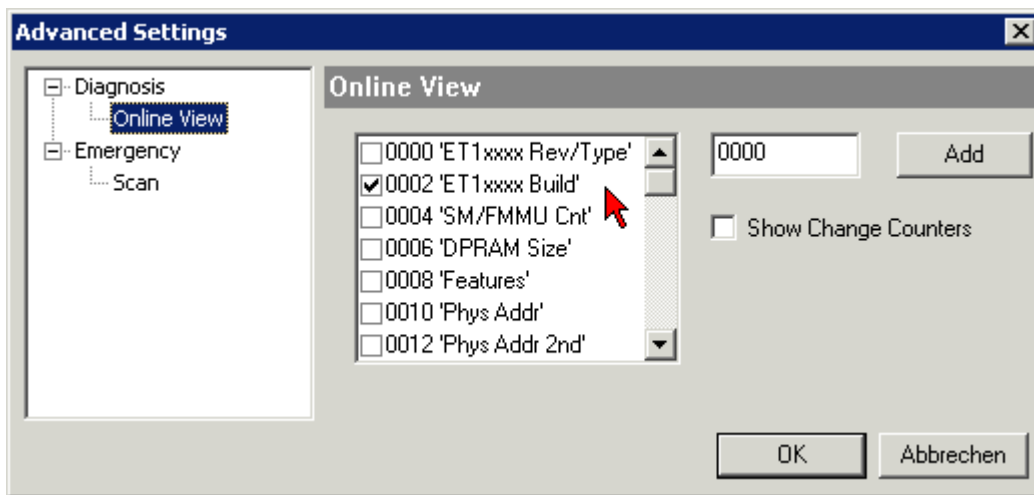


附图 186: FPGA 固件版本定义

如果没有显示 *Reg:0002* 列, 请右击表头, 在右键菜单中选择 *Properties*。

附图 187: 右键菜单 *Properties*

出现 *Advanced Settings* 对话框, 可以选择要显示的列。在 *Diagnosis/Online View* 下, 选择 '*0002 ETxxxx Build*' 复选框, 以便激活 FPGA 固件版本显示。



附图 188: 对话框 *Advanced Settings*

更新

要更新以下 FPGA 固件

- EtherCAT 耦合器的 FPGA 固件：耦合器必须具有 FPGA 固件版本 11 或更高版本；
- E-Bus 端子模块的 FPGA 固件：端子模块必须有 FPGA 固件版本 10 或更高版本。

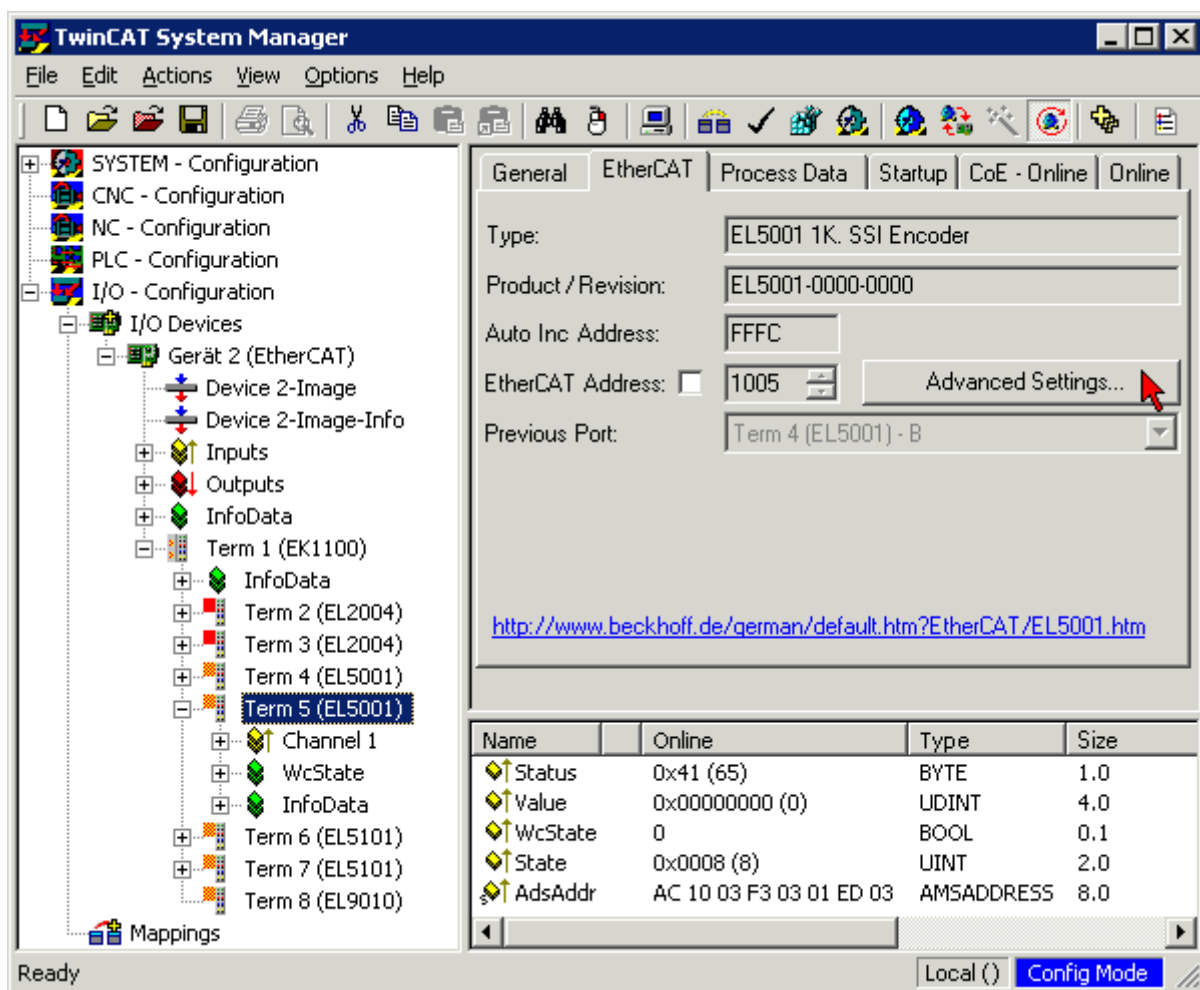
旧的固件版本只能由制造商进行更新！

更新一个 EtherCAT 设备

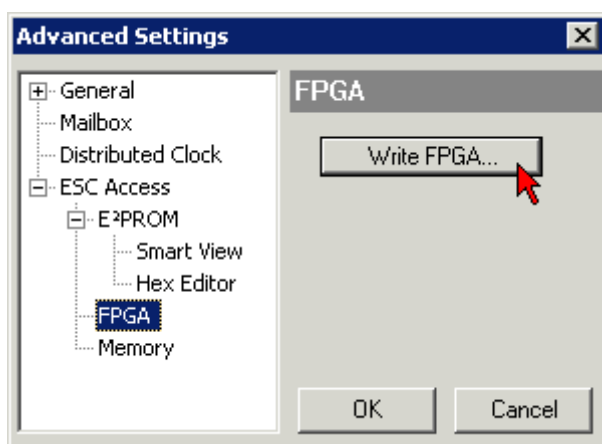
如果没有给出其他规定（例如来自倍福支持部门），则必须满足以下顺序：

- 将 TwinCAT 系统切换到 Config Mode/FreeRun，周期时间 ≥ 1 ms（配置模式下默认为 4 ms）。不建议在实时核运行时（Running 模式）进行固件更新。

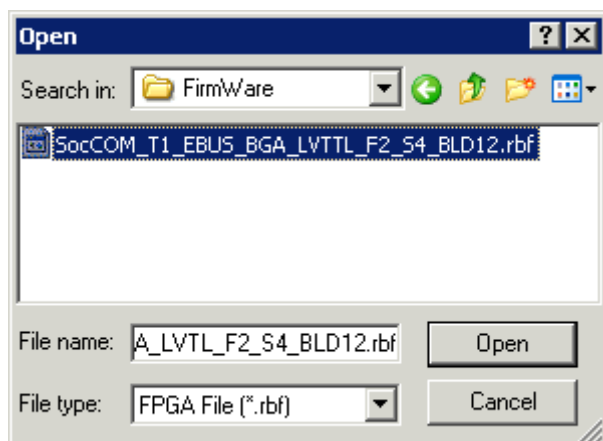
在 TwinCAT System Manager 中，选择需要更新 FPGA 固件的端子模块（例如：端子模块 5：EL5001），并在 *EtherCAT* 选项卡中点击 *Advanced Settings* 按钮：



- 出现 *Advanced Settings* 对话框。在 *ESC Access/E²PROM/FPGA* 下，点击 *Write FPGA* 按钮：



- 选择带有新 FPGA 固件的文件 (*.rbf)，并将其传输到 EtherCAT 设备上：



- 一直等待，直到下载结束
- 短时切断从站电源（不要拉低电压！）。为了激活新的 FPGA 固件，需要重新启动 EtherCAT 设备（断电重启）。
- 检查新的 FPGA 状态

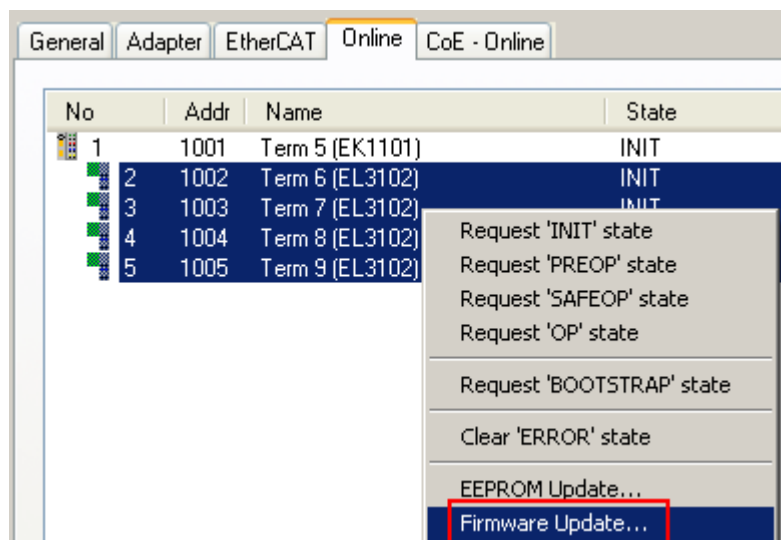
注意

设备损坏风险！

在任何情况下，都不能中断 EtherCAT 设备下载固件的过程！如果下载固件的过程中发生了断电或者断网，EtherCAT 设备只能返回制造商重新调试！

7.5.5 同时更新多个 EtherCAT 设备

如果几个设备有相同的固件文件/ESI，这些设备的固件和 ESI 描述可以同时更新。

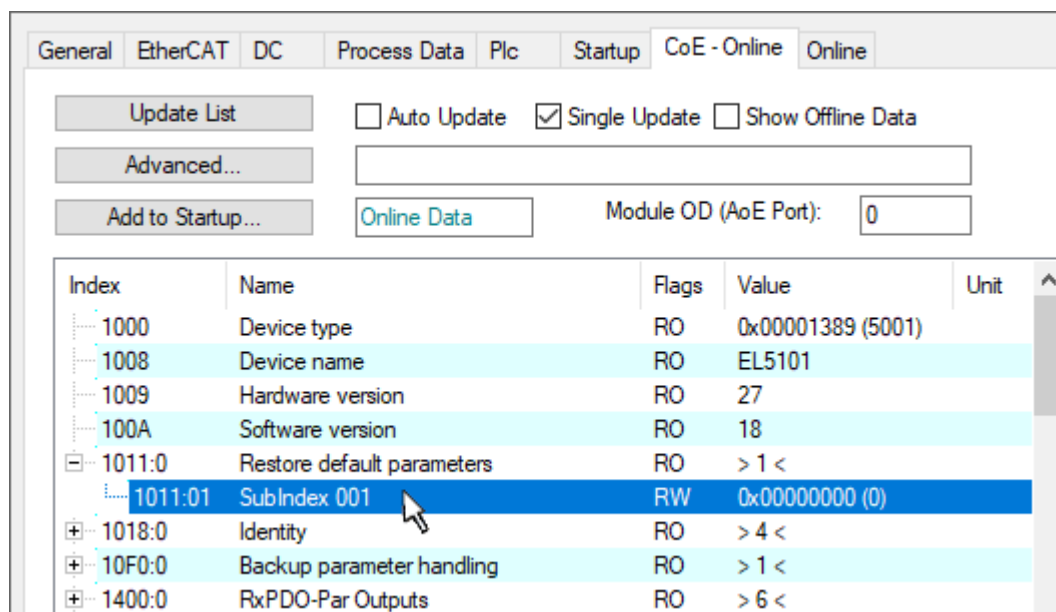


附图 189: 多重选择和固件更新

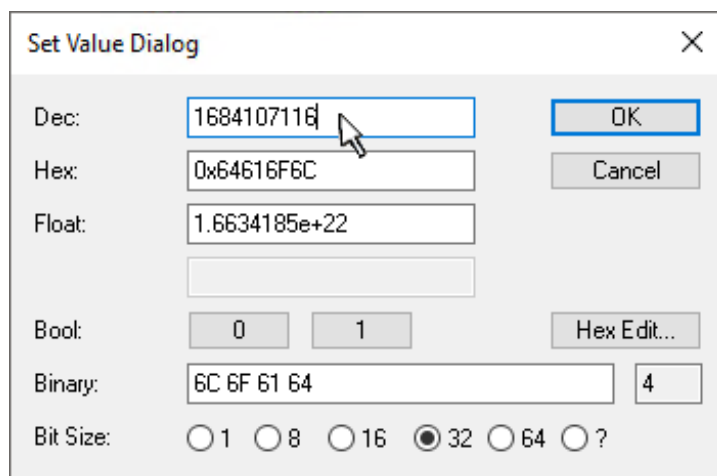
选择所需的从站，如上所述在 BOOTSTRAP 模式下进行固件更新。

7.6 恢复出厂状态

要恢复 EtherCAT 设备（“从站”）CoE 对象的交付状态（出厂设置），可通过 EtherCAT 主站（例如 TwinCAT）使用 CoE 对象 Index 1011 *Restore default parameters*（参见图选择 *Restore default parameters*）。



附图 190: 选择 *Restore default parameters*



附图 191: 在 Set Value dialog 中输入一个恢复值

双击 *SubIndex 001*，进入设置值对话框。将重置值 **1684107116** 输入字段 *Dec* 中，或将数值 **0x64616F6C** 输入字段 *Hex* 中，并按 *OK* 确认（图：在 *Set Value dialog* 中输入恢复值）。

- 从站中所有可写的条目都将重置为默认值。
- 只有直接对从站的 Online CoE 进行重置，才能成功恢复出厂值。在离线 CoE 中不能更改任何值。
- 为此，TwinCAT 必须处于 RUN 或 CONFIG/FreeRun 状态，即保持 EtherCAT 数据交换。确保 EtherCAT 传输正确无误。
- 由于进行了重置，因此不会进行单独确认。如要进行验证，可以事先向某个可写对象写入一个值。
- 该重置过程也可以作为从站 Startup List 的第一个条目，例如在状态转换 PREOP->SAFEOP 中，或者如图 *CoE reset* 作为 *Startup* 条目所示的 SAFEOP->OP 中。

CoE 中的所有备份对象重置为交付状态。



替代的恢复值

在一些较旧的端子模块（FW 创建时间约在 2007 年之前）中，备份对象可以用另一套替代的恢复值进行切换：十进制值：1819238756，十六进制值：0x6C6F6164。

恢复值输入错误不会产生任何影响。

7.7 技术支持和服务

倍福公司及其合作伙伴在世界各地提供全面的技术支持和服务，对与倍福产品和系统解决方案相关的所有问题提供快速有效的帮助。

倍福分公司和代表处

有关倍福产品本地支持和服务方面的信息，请联系倍福分公司或代表处！

世界各地倍福分公司和代表处的地址可参见以下网页：<http://www.beckhoff.com>

该网页还提供更多倍福产品组件的文档。

支持

倍福支持部门提供全面的技术援助，不仅帮助使用各种倍福产品，还提供其他广泛的服务：

- 技术支持
- 复杂自动化系统的设计、编程和调试
- 以及倍福系统组件的各种培训课程

热线电话：+49 5246 963 157
电子邮箱：support@beckhoff.com
网址：www.beckhoff.com/support

服务

倍福服务中心提供所有售后服务：

- 现场服务
- 维修服务
- 备件服务
- 热线服务

热线电话：+49 5246 963 460
电子邮箱：service@beckhoff.com
网址：www.beckhoff.com/service

德国总部

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG

Hülshorstweg 20
33415 Verl
Germany

电话：+49 5246 963 0
电子邮箱：info@beckhoff.com
网址：www.beckhoff.com

Trademark statements

Beckhoff®, ATRO®, EtherCAT®, EtherCAT G®, EtherCAT G10®, EtherCAT P®, MX-System®, Safety over EtherCAT®, TC/BSD®, TwinCAT®, TwinCAT/BSD®, TwinSAFE®, XFC®, XPlanar® and XTS® are registered and licensed trademarks of Beckhoff Automation GmbH.

Third-party trademark statements

DeviceNet and EtherNet/IP are trademarks of ODVA, Inc.

DSP System Toolbox, Embedded Coder, MATLAB, MATLAB Coder, MATLAB Compiler, MathWorks, Predictive Maintenance Toolbox, Simscape, Simscape™ Multibody™, Simulink, Simulink Coder, Stateflow and ThingSpeak are registered trademarks of The MathWorks, Inc.

EnDat is a trademark of Dr. Johannes Heidenhain GmbH.

Microsoft, Microsoft Azure, Microsoft Edge, PowerShell, Visual Studio, Windows and Xbox are trademarks of the Microsoft group of companies.

更多信息:
www.beckhoff.com/EL3008-0003

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG
Hülshorstweg 20
33415 Verl
Germany
电话号码: +49 5246 9630
info@beckhoff.com
www.beckhoff.com

