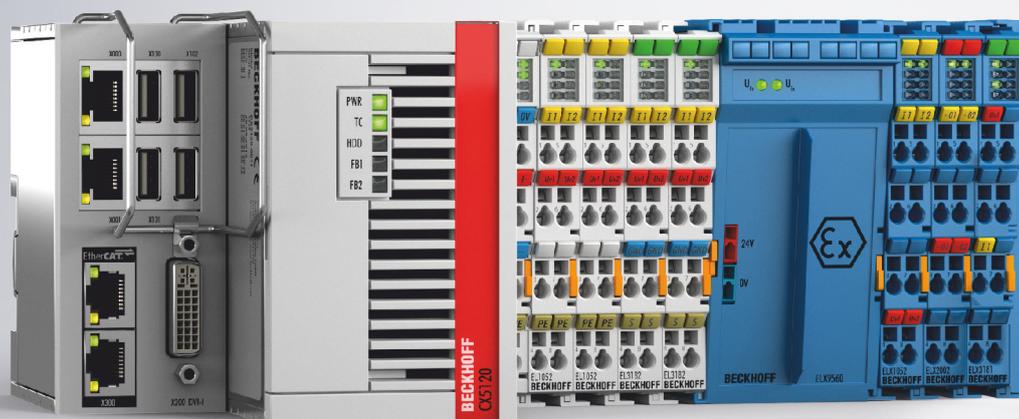


操作说明 | ZH

ELX3181 和 ELX3184

一个和四个通道的模拟输入终端, 4 ... 20 mA, 单端, 16 bit, HART, Ex i



目录

1 前言	5
1.1 文档说明.....	5
1.2 安全说明.....	6
1.3 文件问题状态.....	7
1.4 关于文档的建议或提议.....	7
1.5 ELX 端子模块的标记.....	8
2 产品概述	12
2.1 ELX3181 - 简介.....	12
2.2 ELX3184 - 简介.....	13
2.3 技术数据.....	14
2.4 预期用途.....	17
3 安装和布线	18
3.1 ELX 端子模块的特殊使用条件.....	18
3.2 ELX 端子模块的安装说明.....	18
3.3 ELX 端子模块在总线端子模块内的布局.....	20
3.4 安装位置和最小距离.....	23
3.5 ELX 端子模块安装在安装导轨上.....	24
3.6 处理.....	25
3.7 连接.....	25
3.7.1 连接系统.....	25
3.7.2 接线.....	27
3.7.3 正确的线路连接.....	28
3.7.4 屏蔽和电位分离.....	28
3.7.5 ELX3181 - 触点分配和 LED.....	29
3.7.6 ELX3184 - 触点分配.....	31
4 基本功能原则	33
4.1 EtherCAT基础知识.....	33
4.2 关于模拟规格的通知.....	33
4.2.1 满刻度值 (FSV).....	33
4.2.2 测量误差/测量偏差.....	34
4.2.3 温度系数tK [ppm/K].....	34
4.2.4 单端/差分类型化.....	35
4.2.5 共模电压和参考地 (基于差分输入).....	38
4.2.6 绝缘强度.....	38
4.2.7 模拟/数字转换的时间方面.....	39
4.3 NAMUR基本信息.....	42
5 参数化和编程	43
5.1 TwinCAT快速入门.....	43
5.1.1 TwinCAT 2.....	45
5.1.2 TwinCAT 3.....	55
5.2 TwinCAT开发环境.....	67

5.2.1	安装TwinCAT实时驱动程序.....	69
5.2.2	关于 ESI 设备描述文件的说明.....	74
5.2.3	TwinCAT ESI Updater.....	77
5.2.4	在线和离线之间的区别	77
5.2.5	离线配置创建.....	78
5.2.6	在线配置创建.....	83
5.2.7	EtherCAT订阅服务器配置	90
5.3	EtherCAT 设备的一般调试说明	99
5.4	过程数据和操作模式	106
5.4.1	参数化	106
5.4.2	设置和操作模式	106
5.4.3	过程数据.....	112
5.4.4	数据流和测量范围	117
5.5	CoE 对象描述和参数化	120
5.5.1	恢复对象.....	120
5.5.2	配置数据.....	121
5.5.3	信息和诊断数据	123
5.5.4	输入数据.....	124
5.5.5	命令对象.....	124
5.5.6	输出数据.....	124
5.5.7	标准对象.....	124
5.6	错误信息和诊断	128
6	HART	129
6.1	设置	129
6.2	从站信息	129
6.3	测量值.....	130
6.4	非周期性服务	131
7	现场设备工具 (FDT).....	133
7.1	通过 TwinCAT [FDT] 的应用	133
7.2	使用一个外部 FDT 应用	136
8	附录	139
8.1	EtherCAT AL 状态代码	139
8.2	UL 通知.....	139
8.3	FM 通知	140
8.4	技术支持和服务	141

1 前言

1.1 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®、TwinCAT®、TwinCAT/BSD®、TC/BSD®、EtherCAT®、EtherCAT G®、EtherCAT G10®、EtherCAT P®、Safety over EtherCAT®、TwinSAFE®、XFC®、XTS® 和 XPlanar® 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>

1.2 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。

1.3 文件问题状态

版本	注释
2.2.0	<ul style="list-style-type: none"> 更新 <i>ELX 端子模块的标识</i> 章节 更新技术数据 扩展 <i>ELX 端子模块在总线端子模块内布局</i> 章节 新增 <i>废弃处理</i> 章节 更新超链接
2.1.0	<ul style="list-style-type: none"> ELX3184 已添加
2.0.0	<ul style="list-style-type: none"> 新增 <i>基本功能原理、参数设置和编程、HART 和现场设备工具 (FDT)</i> 章节 更新技术数据 更新 <i>ELX 端子模块的标识</i> 章节 更新 <i>连接技术</i> 章节 符合 IEC 82079-1 标准的安全说明 新标题页
1.4.0	<ul style="list-style-type: none"> 新增关于 ANSI/ISA EX 的 FM 说明 更新 <i>ELX 端子模块的标识</i> 章节
1.3.0	<ul style="list-style-type: none"> 扩展通过传感器显示的连接 更新 <i>总线端子模块中 ELX 端子模块的配置</i> 章节 更新 <i>ELX 端子模块的标识</i> 章节 更新技术数据
1.2.0	<ul style="list-style-type: none"> 更新 <i>总线端子模块中 ELX 端子模块配置</i> 章节
1.1.0	<ul style="list-style-type: none"> 补充、更正
1.0.0	<ul style="list-style-type: none"> 首次发布
0.1	<ul style="list-style-type: none"> 初始版本

1.4 关于文档的建议或提议

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。

1.5 ELX 端子模块的标记

名称

一个 ELX 端子模块有一个 15 位数的技术名称，由以下部分组成

- 系列号
- 类型
- 软件版本
- 修订版本

示例	系列号	类型	软件版本	修订版本
ELX1052-0000-0001	ELX 端子模块	1052: 用于 NAMUR 传感器的双通道数字量输入端子模块, Ex i	0000: 基本型	0001
ELX9560-0000-0001	ELX 端子模块	9560: 电源端子模块	0000: 基本型	0001

注意事项

- 上述因素构成了**技术名称**。下面的例子中使用了 ELX1052-0000-0001。
- 其中，ELX1052-0000 是订单标识符，通常在“-0000”修订中只称为 ELX1052。“-0001”是 EtherCAT 版本。
- **订单标识符**由
 - 族密钥 (ELX)
 - 类型 (1052)
 - 软件版本 (-0000) 组成
- **修订 -0001** 显示了技术上的进步，如 EtherCAT 通讯方面的功能扩展，并由倍福公司管理。原则上，装有较高修订版的设备可以取代装有较低修订版的设备，除非另有规定，如在文档中。与每个修订版相关的、同义的描述 (ESI、EtherCAT 从站信息) 通常以 XML 文件的形式存在，可从倍福公司网站下载。
该修订已应用于外部端子模块，可参见 *ELX1052*, *日期代码 3218FMFM*, *BTN 10000100* 和 *Ex 标识*。
- 在端子模块侧面的标签中省略了连字符。示例：
名称: ELX1052-0000
标签: ELX1052₀₀₀₀
- 类型、软件版本和修订被读作十进制数字，即使它们在技术上被保存为十六进制。

标识号

ELX 端子模块有两个不同的标识号：

- 日期代码 (批号)
- **倍福可追溯性编号**，简称 BTN (作为一个序列号，它可以清楚地识别每个端子模块)

日期代码

日期代码是倍福提供的八位数字，并刻印在 ELX 端子模块上。日期代码表示交付状态下的构建版本，因此可以识别整个生产批次，但不能区分一个批次中的端子模块。

日期代码结构: **WW YY FF HH**

WW - 生产周 (日历周)

YY - 生产年

FF - 固件版本

HH - 硬件版本

日期代码示例: 02180100:

02 - 生产周数 02

18 - 生产年份 2018

01 - 固件版本 01

00 - 硬件版本 00

倍福可追溯性编号 (BTN)

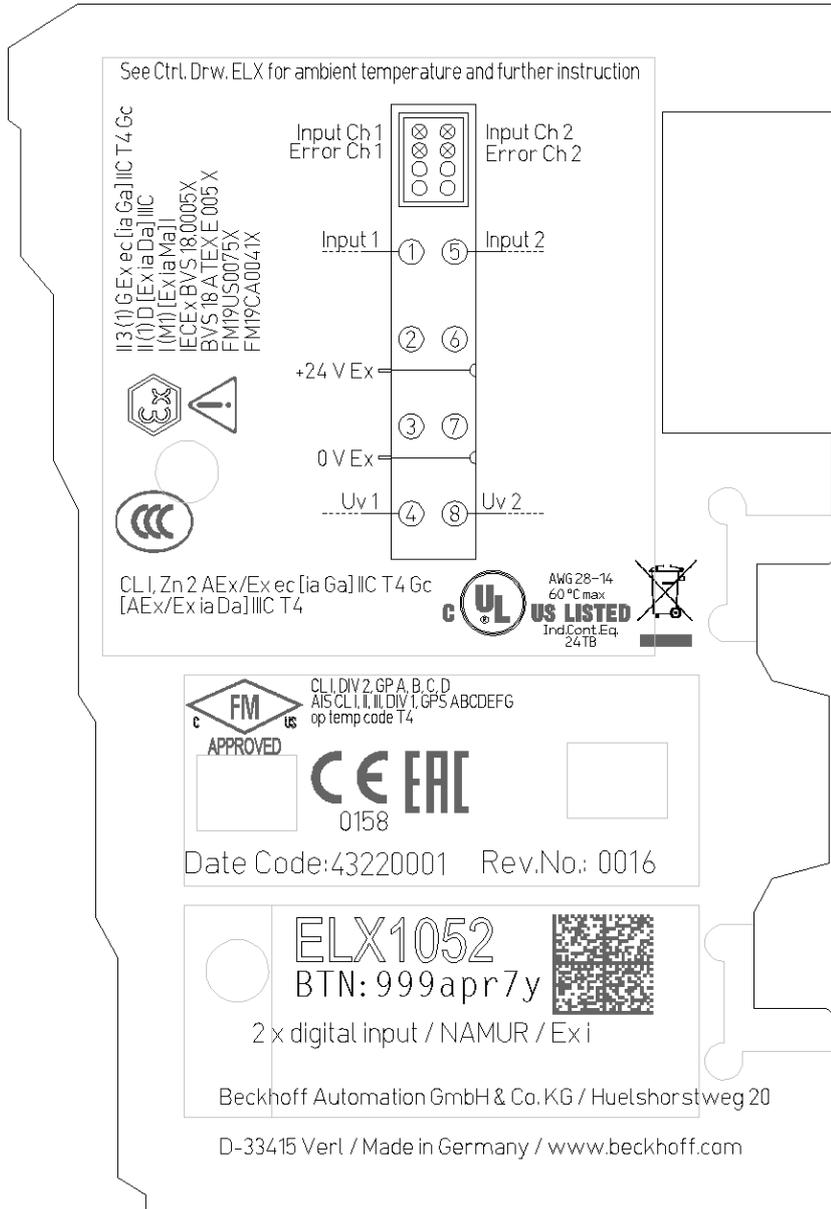
此外，每个 ELX 端子模块都有一个独有的**倍福可追溯性编号 (BTN)**。

防爆标识

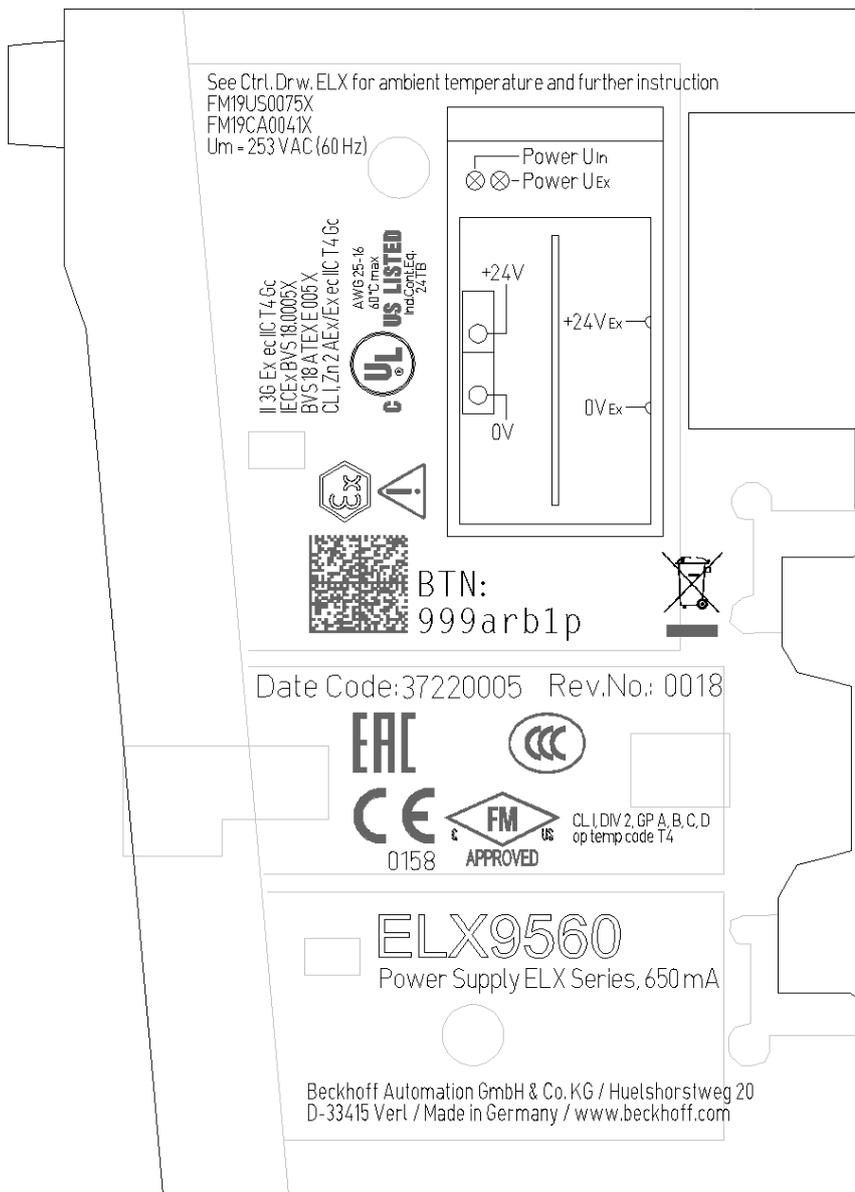
防爆标识可以在端子模块的左上方找到：

- II 3 (1) G Ex ec [ia Ga] IIC T4 Gc
- II (1) D [Ex ia Da] IIIC
- I (M1) [Ex ia Ma] I
- IECEX BVS 18.0005X
- BVS 18 ATEX E 005 X
- FM19US0075X
- FM19CA0041X

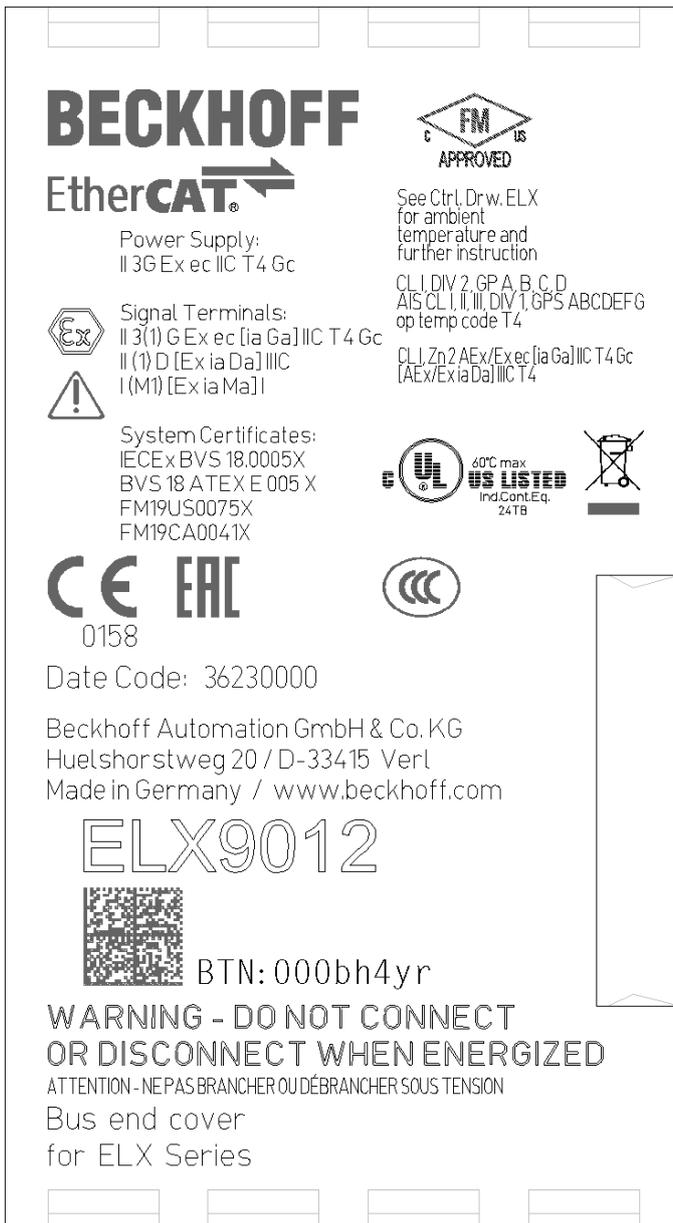
示例



附图 1: ELX1052-0000, 日期代码 43220001, BTN 999apr7y 和防爆标识



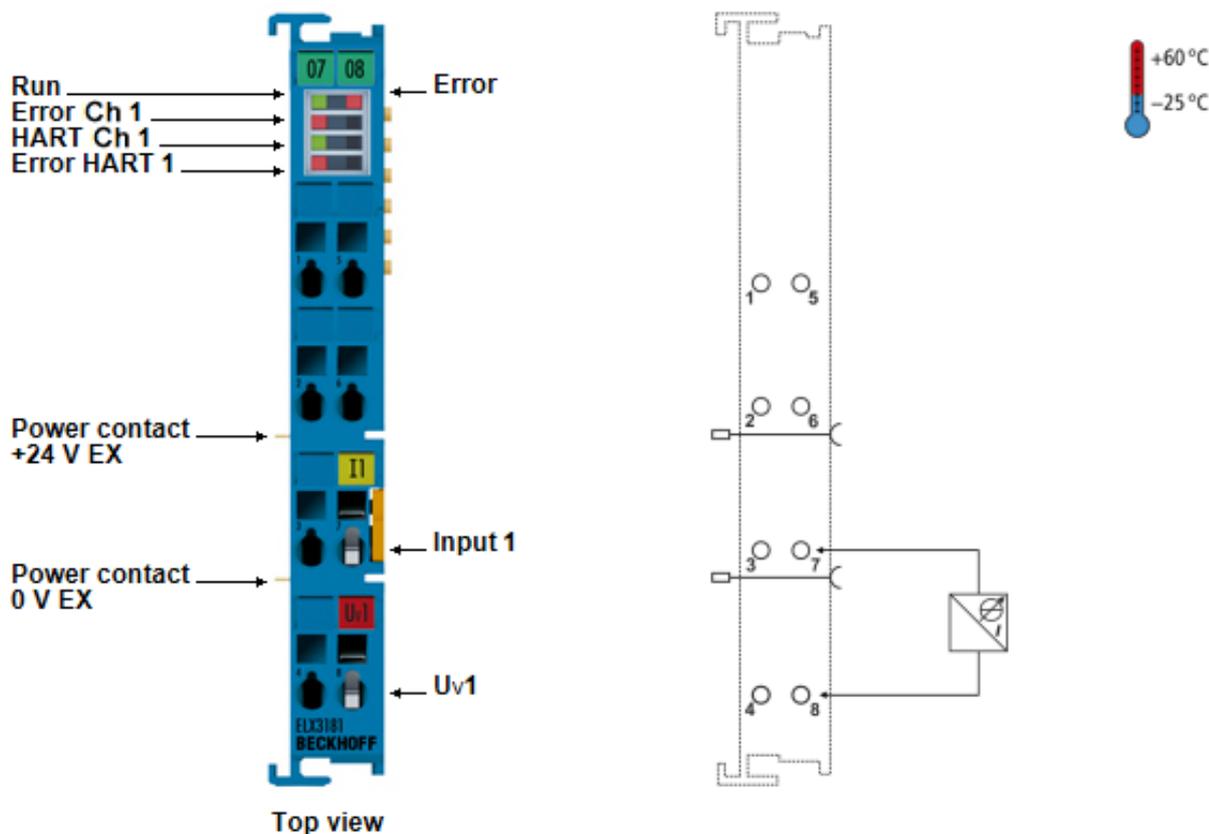
附图 2: ELX9560-0000, 日期代码 37220005, BTN 999arb1p 和防爆标识



附图 3: ELX9012, 日期代码 36230000, BTN 000bh4yr 和防爆标识

2 产品概述

2.1 ELX3181 - 简介



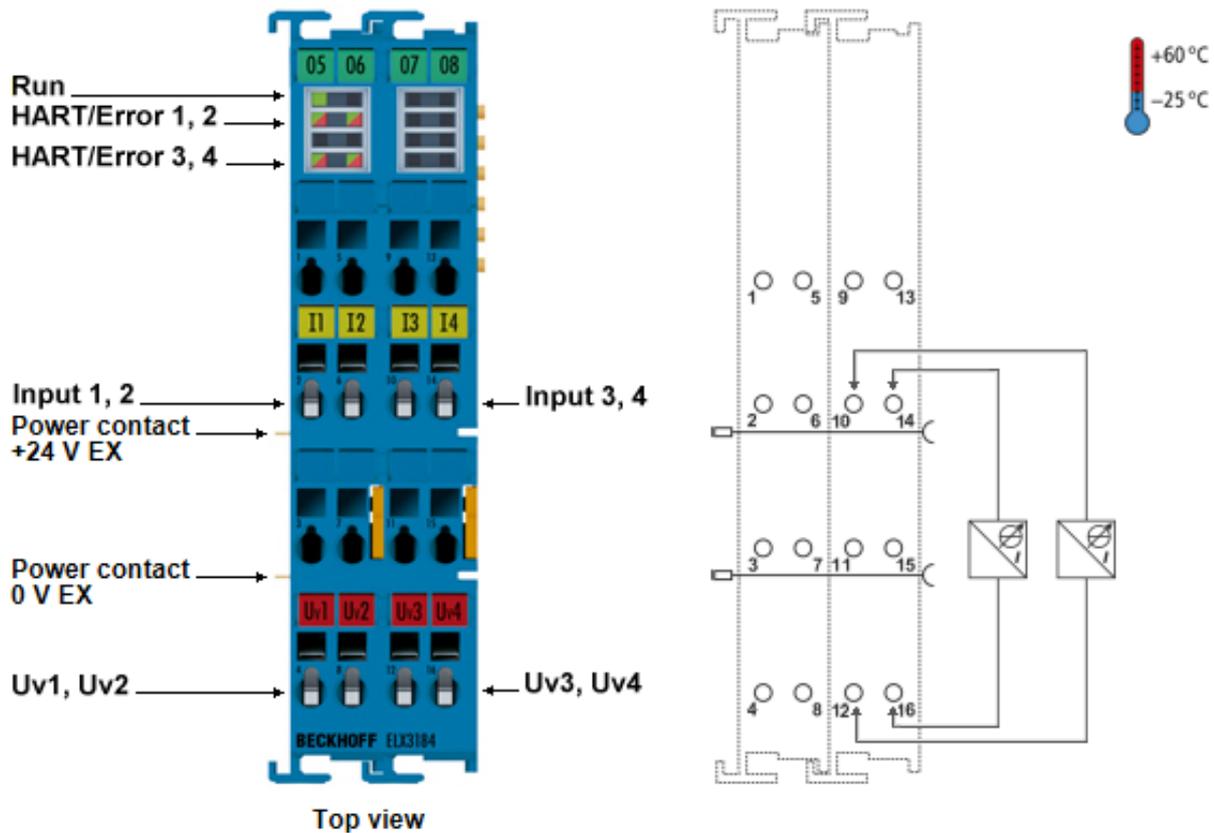
附图 4: ELX3181 - 1 通道模拟量输入端子 4...20 mA，单端，16 位，HART，Ex i

用于本安型 HART 现场设备的 ELX3181 模拟量输入端子模块为位于现场的测量传感器供电，并将其模拟测量信号电隔离地传输到自动化设备上。

HART (高速通道可定址远程转换器) 协议通过传感器接线的数字数据传输实现双向通信。简单而坚固的模拟接口 (4...20 mA) 的优势与数字接口的诊断和参数化选项相结合。

ELX3181 将通过 ELX9560 电位馈入端子供电。EtherCAT 端子模块通过发光二极管来指示信号状态。错误 LED 灯发出过载和断线信号，此外，LED 灯还提供关于 HART 通信状态的信息，并发出通信错误信号。

2.2 ELX3184 - 简介



附图 5: ELX3184 - 4 通道模拟量输入端子 4...20 mA，单端，16 位，HART，Ex i

用于本安型 HART 现场设备的 ELX3184 模拟量输入端子模块为位于现场的测量传感器供电，并将其模拟测量信号电隔离地传输到自动化设备上。

HART (高速通道可定址远程转换器) 协议通过传感器接线的数字数据传输实现双向通信。简单而坚固的模拟接口 (4...20 mA) 的优势与数字接口的诊断和参数化选项相结合。

ELX3184 将通过 ELX9560 电位馈入端子供电。EtherCAT 端子模块通过 LED 显示 HART 通讯的状态，并发出通讯错误信号。

2.3 技术数据

技术数据	ELX3181-0000	ELX3184-0000
技术	HART	
输入数量	1 (单端)	4 (单端)
信号电流	4 ... 20 mA	
内部电阻	典型值 250 Ω	
输入滤波的截止频率	25 Hz	
转换时间	典型值 1 ms	
分辨率	16 位 (包括符号)	
测量误差	< ±0.3 % (相对于满刻度值)	
电子设备电源	来自 E-bus (5 V _{DC}) 和电源触点 (24 V _{DC} Ex, 由 ELX9560 供电)	
E-bus 电流消耗	典型值 85 mA	典型值 60 mA
电源触点的电流消耗	典型值 15 mA + 负载	典型值 20 mA + 负载
分布式时钟	是	
过程映像中的位宽	输入: 4 字节 HART: 28 字节 (可选)	输入: 4 x 4 字节 HART: 每个通道 28 字节 (可选)
配置	不需要地址设置, 通过 TwinCAT 进行 HART 设置	
特殊功能	<ul style="list-style-type: none"> - 标准和紧凑的过程映像 - 可激活的 FIR/IIR 滤波器 - 限值监测 - NE43 NAMUR 	
重量	约 60 g	约 90 g
运行期间允许的环境温度范围	-25 °C ... +60 °C	
存储期间允许的环境温度范围	-40 °C ... +85 °C	
允许的相对空气湿度	95 %, 无冷凝	
允许的空气压力 (操作、储存、运输)	800 hPa ... 1100 hPa (相当于国际标准大气压下的海拔高度大约 -690 m 至 2000 m)	
抗振性/耐冲击性	符合 EN 60068-2-6/EN 60068-2-27 标准	
EMC 抗干扰/辐射	符合 EN 61000-6-2/EN 61000-6-4 标准	
防护等级	IP20	
安装位置	见章节 安装位置和最小距离 [▶ 23]	
认证/标识*	CE、cULus、CCC、 ATEX、IECEX、cFMus	CE、cULus、 ATEX、IECEX、cFMus

*) 真正适用的认证/标志见侧面的型号牌 (产品标志)。

外壳数据

技术数据	ELX3181-0000	ELX3184-0000
设计	紧凑型端子模块外壳, 带 LED 信号指示灯	
材料	聚碳酸酯, 蓝色	
外形尺寸 (W x H x D)	约 15 mm x 100 mm x 68 mm (对齐宽度: 12 mm)	约 27 mm x 100 mm x 68 mm (对齐宽度: 24 mm)
安装 [▶ 24]	根据 EN 60715 标准, 安装在 35 mm 安装导轨上, 带锁	
堆叠方式	双槽榫连接	
标签	BZxxx 系列标签	
电源触点	2 个刀片式触点/弹簧触点	

ELX3181-0000 – 防爆技术数据

防爆技术参数		ELX3181-0000
防爆标识	ATEX	II 3 (1) G Ex ec [ia Ga] IIC T4 Gc II (1) D [Ex ia Da] IIIC I (M1) [Ex ia Ma] I
	IECEX	Ex ec [ia Ga] IIC T4 Gc [Ex ia Da] IIIC [Ex ia Ma] I
	cFMus	AIS I、II、III 类, 1 区, A 至 G 组 I 类, 2 区, A、B、C、D 组 I 类, 2 区, AEx/Ex ec [ia Ga] IIC T4 Gc [AEx/Ex ia Da] IIIC T4
证书编号		IECEX BVS 18.0005X BVS 18 ATEX E 005 X FM19US0075X, FM19CA0041X
电源		必须与 ELX9560 连接

与 HW05* 及以上版本的 ELX9560 连接使用		ELX3181-0000, HW02** 及以上版本		ELX3181-0000 到 HW01**	
现场接口		$U_o = 27.0\text{ V}$ $I_o = 74\text{ mA}$ $P_o = 496\text{ mW}$ 特性曲线: 线性		$U_o = 27.0\text{ V}$ $I_o = 80\text{ mA}$ $P_o = 535\text{ mW}$ 特性曲线: 线性	
电抗 (不考虑同时性)		L_o	C_o	L_o	C_o
	Ex ia I	59 mH	3.75 μF	49 mH	3.75 μF
	Ex ia IIA	42 mH	2.33 μF	35 mH	2.33 μF
	Ex ia IIB	25 mH	705 nF	21 mH	705 nF
	Ex ia IIC	3.7 mH	90 nF	2.8 mH	90 nF
Ex ia IIIC	25 mH	705 nF	21 mH	705 nF	

与 HW04* 及以下版本的 ELX9560 连接使用		ELX3181-0000, HW02** 及以上版本		ELX3181-0000 到 HW01**	
现场接口		$U_o = 27.7\text{ V}$ $I_o = 76\text{ mA}$ $P_o = 522\text{ mW}$ 特性曲线: 线性		$U_o = 27.7\text{ V}$ $I_o = 85\text{ mA}$ $P_o = 565\text{ mW}$ 特性曲线: 线性	
电抗 (不考虑同时性)		L_o	C_o	L_o	C_o
	Ex ia I	55 mH	3.45 μF	43 mH	3.45 μF
	Ex ia IIA	39 mH	2.2 μF	30 mH	2.2 μF
	Ex ia IIB	23 mH	663 nF	18 mH	663 nF
	Ex ia IIC	3.1 mH	85 nF	2 mH	85 nF
Ex ia IIIC	21 mH	663 nF	18 mH	663 nF	

● ***) ELX9560 电源端子模块的硬件版本**

i 自硬件版本号 04 开始, ELX9560 的硬件版本号可以在您的电源端子模块的正面找到。

● *****) ELX 端子模块的硬件版本**

i ELX 端子模块的硬件版本可以在您的信号端子模块侧面的日期代码 [► 8]中找到。

ELX3184-0000 – 防爆技术数据

防爆技术参数		ELX3184-0000
防爆标识	ATEX	II 3 (1) G Ex ec [ia Ga] IIC T4 Gc II (1) D [Ex ia Da] IIIC I (M1) [Ex ia Ma] I
	IECEX	Ex ec [ia Ga] IIC T4 Gc [Ex ia Da] IIIC [Ex ia Ma] I
	cFMus	AIS I、II、III 类, 1 区, A 至 G 组 I 类, 2 区, A、B、C、D 组 I 类, 2 区, AEx/Ex ec [ia Ga] IIC T4 Gc [AEx/Ex ia Da] IIIC T4
证书编号	IECEX BVS 18.0005X BVS 18 ATEX E 005 X FM19US0075X, FM19CA0041X	
电源	必须与 ELX9560 连接	

与 HW05* 及以上版本的 ELX9560 连接使用		ELX3184-0000, HW01** 及以上版本		ELX3184-0000, HW00**	
现场接口		U _o = 27.0 V I _o = 74 mA P _o = 496 mW 特性曲线: 线性		U _o = 27.0 V I _o = 79 mA P _o = 534 mW 特性曲线: 线性	
电抗 (不考虑同时性)		L _o	C _o	L _o	C _o
	Ex ia I	59 mH	3.75 μF	49 mH	3.75 μF
	Ex ia IIA	42 mH	2.33 μF	36 mH	2.33 μF
	Ex ia IIB	25 mH	705 nF	20 mH	705 nF
	Ex ia IIC	3.7 mH	90 nF	3 mH	90 nF
Ex ia IIIC	25 mH	705 nF	20 mH	705 nF	

与 HW04* 及以下版本的 ELX9560 连接使用		ELX3184-0000, HW01** 及以上版本		ELX3184-0000, HW00**	
现场接口		U _o = 27.7 V I _o = 76 mA P _o = 522 mW 特性曲线: 线性		U _o = 27.7 V I _o = 81 mA P _o = 561 mW 特性曲线: 线性	
电抗 (不考虑同时性)		L _o	C _o	L _o	C _o
	Ex ia I	55 mH	3.45 μF	43 mH	3.45 μF
	Ex ia IIA	39 mH	2.2 μF	34 mH	2.2 μF
	Ex ia IIB	23 mH	663 nF	20 mH	663 nF
	Ex ia IIC	3.1 mH	85 nF	2.4 mH	85 nF
Ex ia IIIC	23 mH	663 nF	20 mH	663 nF	

● ***) ELX9560 电源端子模块的硬件版本**

i 自硬件版本号 04 开始, ELX9560 的硬件版本号可以在您的电源端子模块的正面找到。

● *****) ELX 端子模块的硬件版本**

i ELX 端子模块的硬件版本可以在您的信号端子模块侧面的日期代码 [► 8] 中找到。

2.4 预期用途

⚠ 警告

危害人员和设备的安全!

ELX组件只能用于下述目的!

⚠ 谨慎

遵守ATEX 和 IECEx 的规定!

ELX 组件只能按照 ATEX 指令和 IECEx 计划使用!

ELX 端子模块扩展了倍福总线端子模块系统的应用领域，具有集成危险区域的本质安全型现场设备的功能。预期的应用领域是离散和过程工程自动化中的数据采集和控制任务，同时考虑到防爆要求。

根据 IEC 60079-7，ELX 端子模块受"增强安全" (Ex e) 防护类型保护，只能在 2 区的危险区域或非危险区域内操作。

ELX 端子模块的现场接口通过符合 IEC 60079-11 的"本质安全" (Ex i) 防护类型实现防爆。因此，只有经过适当认证的本质安全型设备才能连接到 ELX 端子模块。请遵守电压、电流和电抗的最大允许连接值。任何侵权行为都可能损坏 ELX 端子模块，从而导致防爆无效。

ELX 端子模块是安装在可锁定机柜、外壳或操作室的开放式电气设备。确保只有经过授权的人员才能接触到设备。

⚠ 谨慎

确保可追溯性!

买方必须通过倍福可追溯编号 (BTN) 确保设备的可追溯性。

3 安装和布线

3.1 ELX 端子模块的特殊使用条件

⚠ 警告

请遵守倍福 ELX 端子模块在潜在爆炸性区域的特殊使用条件 (ATEX 指令 2014/34/EU) !

- 经认证的组件应安装在一个合适的外壳中，保证至少有符合 EN 60079-0 和 EN 60529 的 IP54 的入口保护！因此，在安装、操作和维护过程中，必须考虑到规定的环境条件。在外壳内，允许有 1 级和 2 级的污染。
- 如果在额定运行期间，电缆、线路或管道的进线点的温度高于 70°C，或电线分支点的温度高于 80°C，那么必须选择温度数据与实际测量温度值相符的电缆！
- 请注意倍福 ELX 端子模块的允许环境温度范围为 -25 至 +60°C！
- 必须采取措施，防止因短期干扰电压而超过额定工作电压的 40% 以上！ELX9560 供电端子模块的电源必须符合 EN 60664-1 规定的过电压类别 II
- 只有在关闭所有电源电压或确保非爆炸性环境的情况下，才可以从总线端子模块系统中拔出或拆除各个端子模块！
- 只有在关闭所有电源电压或确保非爆炸性环境的情况下，才可以连接或断开 ELX9560 供电端子模块的连接！
- 只有在关闭所有电源电压或确保非爆炸性环境的情况下，才能调整地址选择器和开关！

3.2 ELX 端子模块的安装说明

注意

存储、运输和安装

- 只允许在原包装中进行运输和储存！
- 存放在干燥的地方，避免震动。
- 全新 ELX 端子模块的认证构建版本只在一个密封的纸箱中交付。因此，在开箱前要检查纸箱和所有封条是否完好。
- 如果
 - 其包装损坏
 - 端子模块明显损坏或
 - 你不能确定端子模块的来源，请不要使用 ELX 端子模块。
- 包装封条损坏的 ELX 端子模块被视为已使用。

⚠ 警告

遵守事故预防条例

在安装、调试、操作和维护过程中，要遵守适用于你的设备、机器和工厂的安全条例、事故预防条例和一般技术规则。

⚠ 谨慎

遵照架设规定

遵守适用的架设规定。

注意

保护端子模块免受静电放电 (ESD) 影响

电子元件可能会被静电放电破坏。因此，请采取 DIN EN 61340-5-1 中所述的安全措施来防止静电放电。同时，确保人员和周围环境有适当的接地。

注意**不要将端子模块放在 E-bus 触点上**

不要将 ELX 端子模块放在位于右侧的 E-bus 触点上。E-bus 触点的功能会因其造成的损坏而受到负面影响，例如划痕。

注意**保护端子模块不受灰尘影响**

为了确保 ELX 端子模块的功能，它们必须防止污垢，特别是接触点上的污垢。为此，只使用干净的工具和材料。

注意**处理**

- 严禁将任何种类的导电或不导电的物体插入外壳内部 (如通过外壳的通风槽)。
- 仅使用外壳正面提供的开口和适当的工具来驱动正面的弹簧式端子模块触点，以便将连接电缆连接到端子模块上；见章节 [接线 \[▶ 27\]](#)。
- 不允许打开外壳，拆卸零件，以及对 ELX 端子进行任何机械变形或加工。

如果一个 ELX 端子模块有缺陷或损坏，必须用一个同等的端子模块替换。请不要对设备进行任何维修。出于安全原因，维修只能由制造商进行。

注意**触点标记和引脚分配**

在介绍章节的插图中显示的前部接触点上方的彩色铭文标签只是示例，不属于交货范围！

根据触点分配到实际端子点的章节，可以通过各自端子点上方左侧的激光通道编号 1 至 8 以及激光图像进行明确的通道和端子名称分配。

遵守连接的本质安全电路的任何可能的极性依赖！

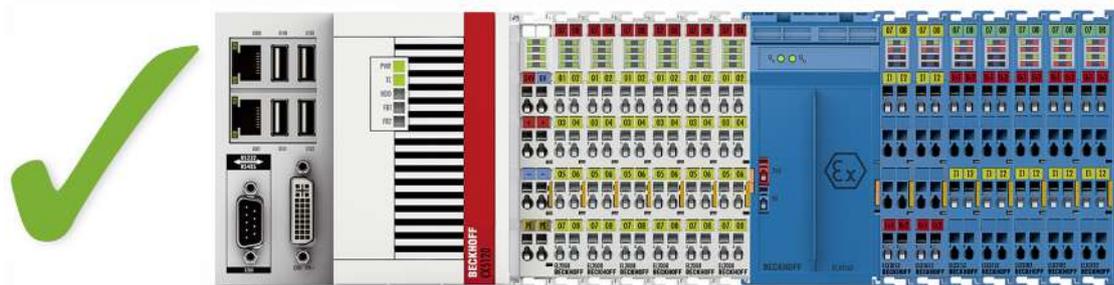
3.3 ELX 端子模块在总线端子模块内的布局

警告

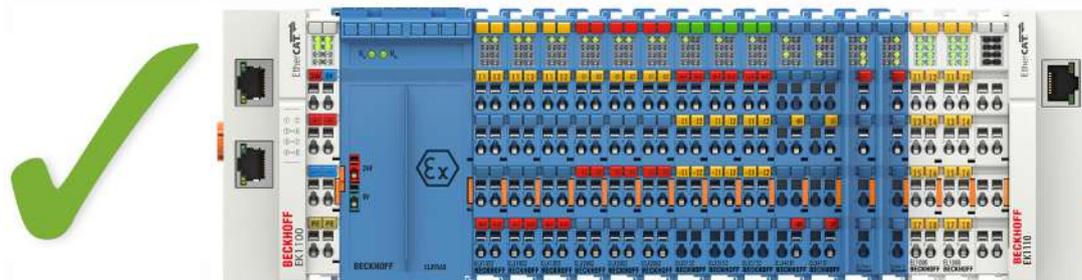
请遵守以下关于 ELX 端子模块布局的说明！

- ELX 信号端子模块仅可安装在 ELX9560 电源端子模块的后面，没有例外！
- 只有 ELX 系列的信号端子模块可以安装在 ELX9560 电源端子模块后面！
- 只要在每个额外的 ELX9560 之前安装一个 ELX9410，就可以在一个接线板上安装多个 ELX9560 电源端子模块！
- ELX9410 电源端子模块不得安装在 ELX9560 的右边，也不得安装在 ELX 信号端子模块的左边！
- 每个 ELX 端子模块网段的最后一个端子模块必须使用 ELX9012 总线盖板或 EK1110 EtherCAT 扩展模块覆盖，除非两个 ELX9410 电源端子模块直接安装在彼此后面，以使用标准倍福 EtherCAT 端子模块（例如，EL/ES/EK）延续端子模块网段！

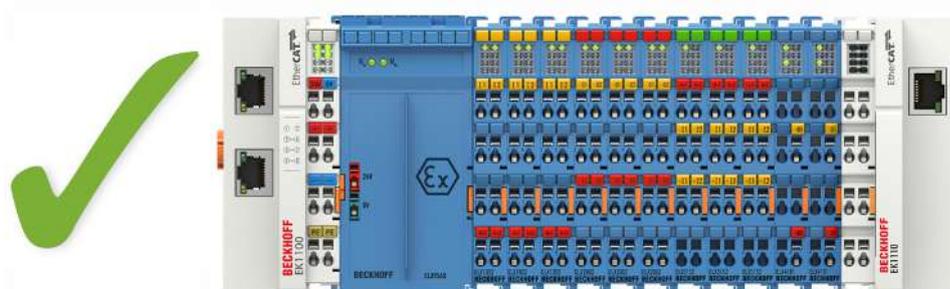
ELX 端子模块安装示例



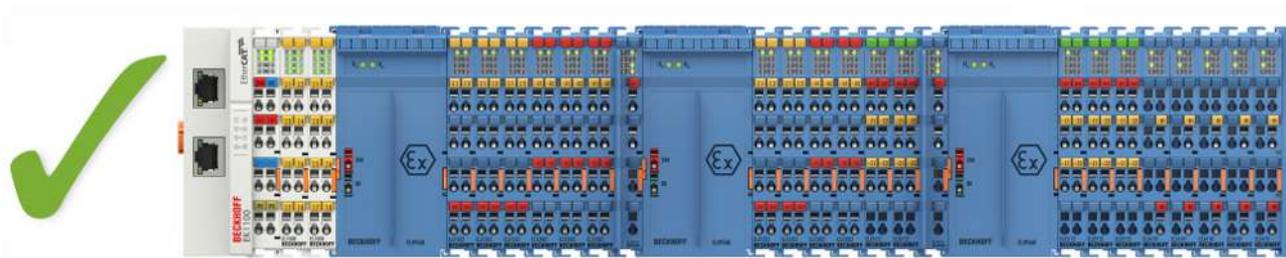
附图 6: ELX 端子模块的允许安装（右侧端子模块）。



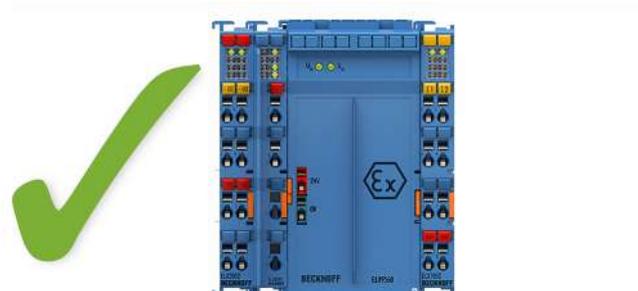
附图 7: 允许的安装 - 不属于 ELX 系列的端子模块被放置在 ELX 端子模块网段的前后。由 ELX 端子模块网段开头的 ELX9560 和 ELX 端子模块网段末端的两个 ELX9410 隔离。



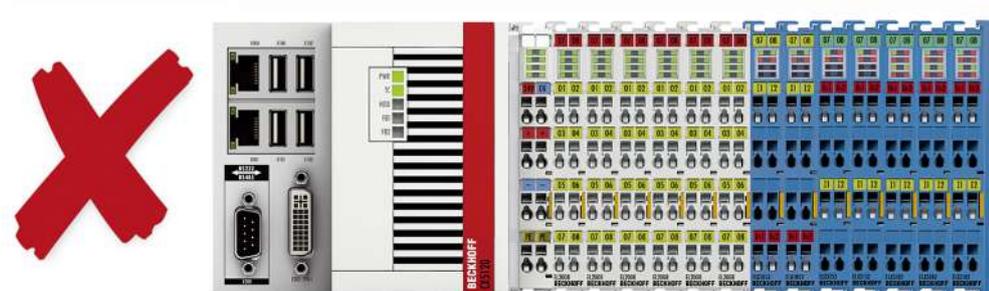
附图 8: 允许的安装 - 不属于 ELX 系列的端子模块被放置在 ELX 端子模块网段的前后。由 ELX 端子模块网段开头的 ELX9560 和 ELX 端子模块网段末端的 EK1110 隔离。



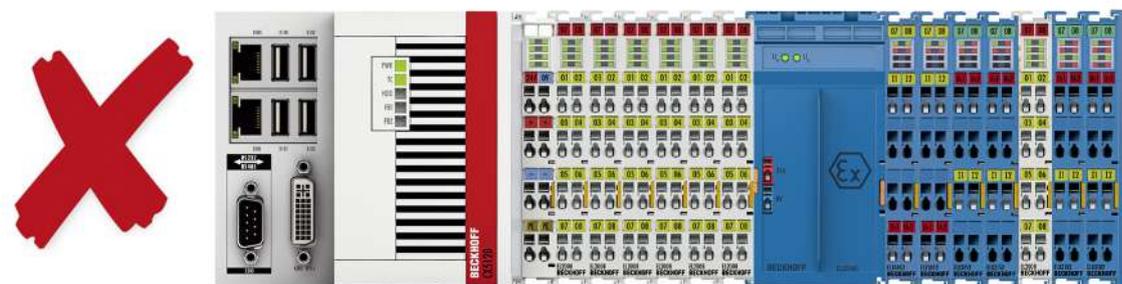
附图 9: 允许的安裝 - 由 ELX9560 提供多个再次供电电源，在每种情况下都有一个前端的 ELX9410。



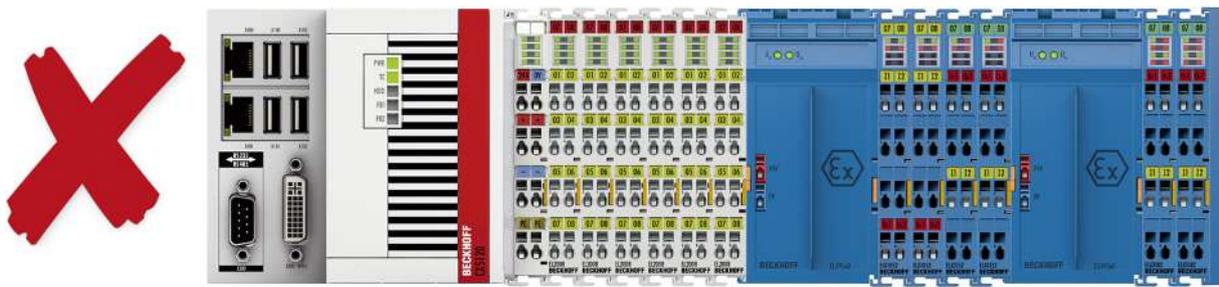
附图 10: 允许的安裝 - ELX9410 在 ELX9560 电源端子模块前。



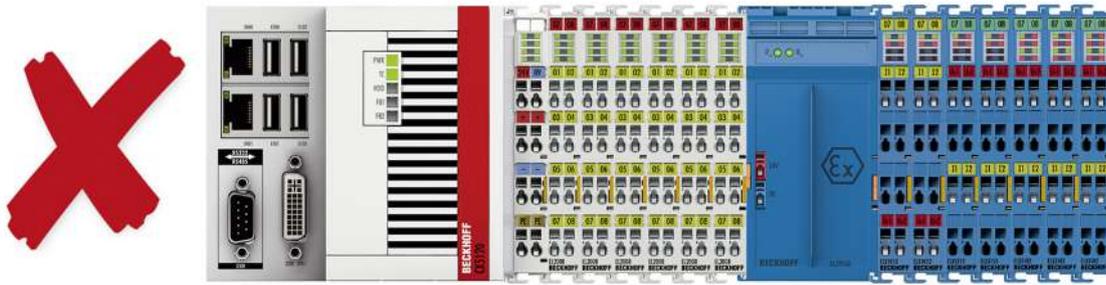
附图 11: 非法的安裝 - 缺少 ELX9560 电源端子模块。



附图 12: 不允许的安裝 - ELX 端子模块网段中的端子模块不属于 ELX 系列



附图 13: 不允许的安装 - ELX 端子模块网段中的第二个 ELX9560 电源端子模块没有前端的 ELX9410。



附图 14: 非法的安装 - 缺少 ELX9012 总线终端盖板。

注意

注意 ELX9560 的最大输出电流

在配置端子模块网段时，请根据指定的技术数据遵守 ELX9560 电源端子模块的最大可用输出电流规定。如有必要，必须安装一个带有前端 ELX9410 的额外的 ELX9560 电源端子模块（参见安装示例），或者必须配置一个全新的总线端子模块。

3.4 安装位置和最小距离

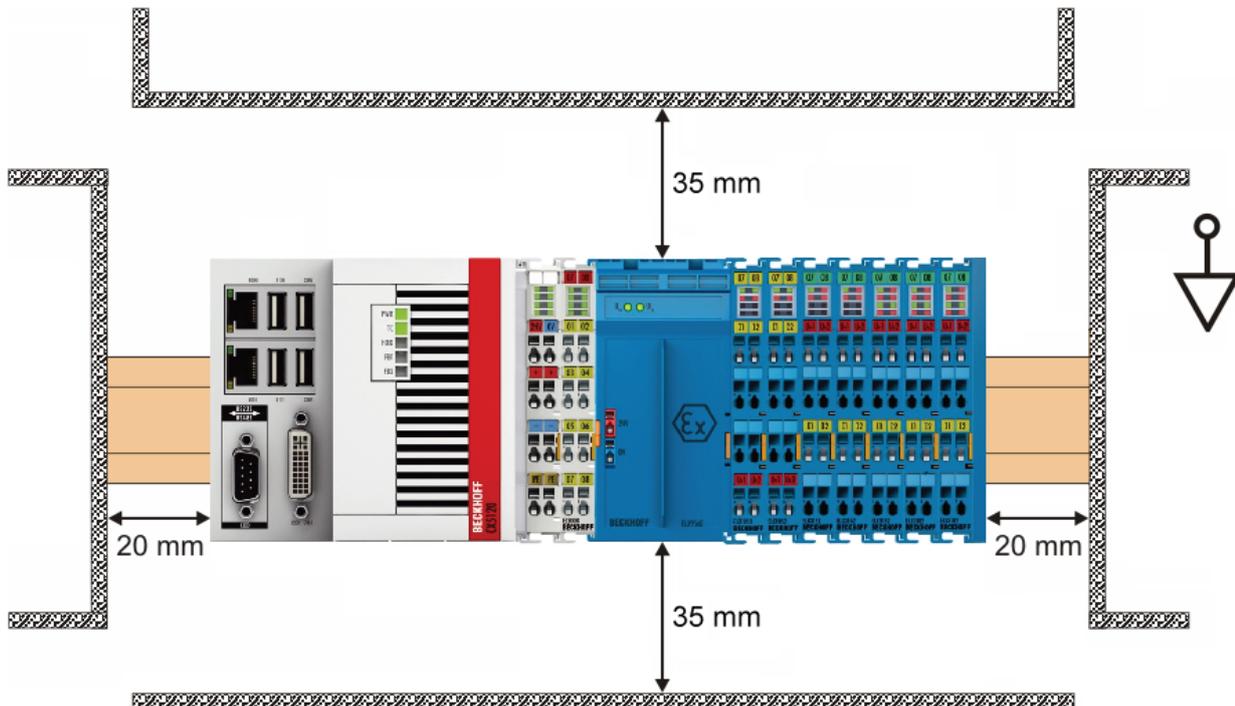
安装位置

对于规定的安装位置，安装轨道是水平安装的，ELX 端子模块的对接面指向前方 (见下图)。端子模块从下面通风，通过对流实现电子器件的最佳冷却。方向指示"向下"对应的是重力作用下的正加速度方向。

最小距离

请遵守以下最小距离，以确保最佳对流冷却效果：

- 在 ELX 端子模块上方和下方：35 毫米 (要求!)
- 除总线端子排外：20 毫米 (建议)



附图 15: 安装位置和最小距离

警告

请遵守 IEC 60079-14 规定的最小分离距离!

根据 IEC 60079-14，遵守本质安全和非本质安全电路之间规定的最小分离距离。

3.5 ELX 端子模块安装在安装导轨上

⚠ 警告

有触电和损坏设备的危险!

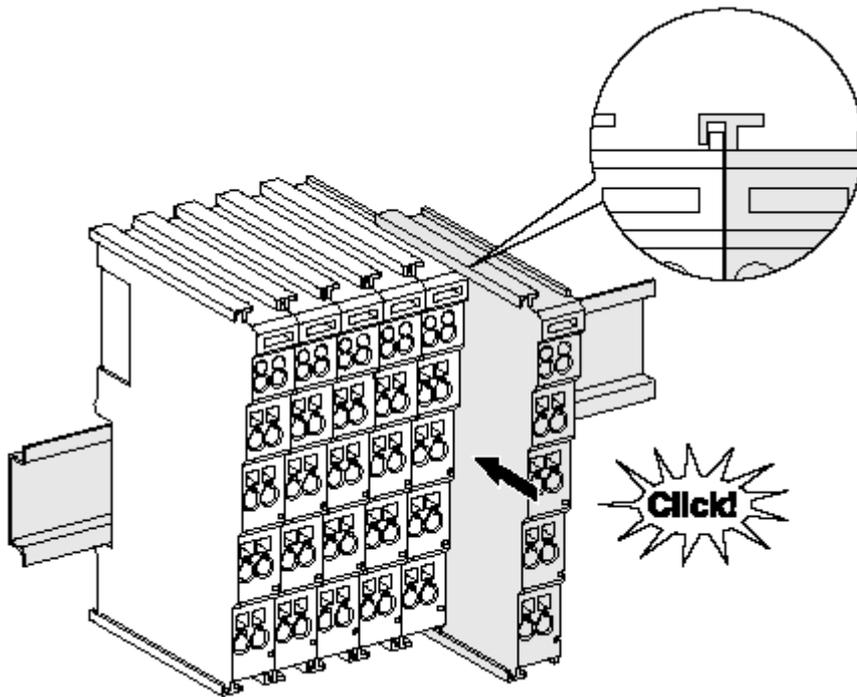
在开始安装、拆卸或连接总线端子模块之前，请将总线端子模块系统带入一个安全的、断电的状态!

⚠ 谨慎

由于电源接触有受伤的危险!

为了保护您自己，请注意小心谨慎地处理 ELX 端子模块。特别是左侧安装的尖锐刃边的触点构成了潜在的伤害风险。

组装



附图 16: 安装在安装轨道上

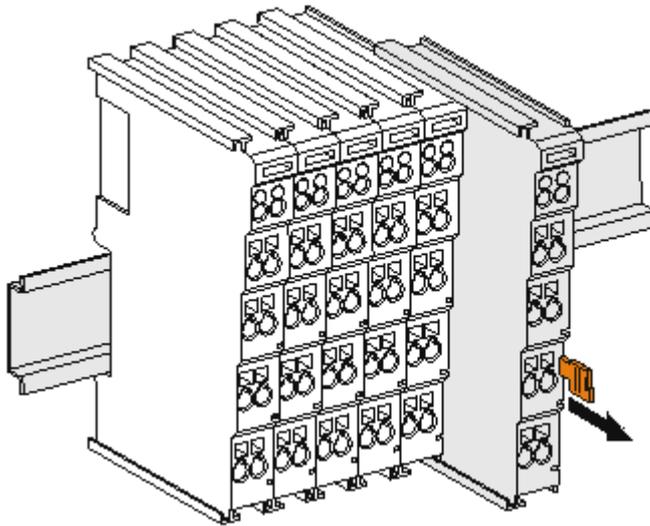
总线耦合器和总线端子模块通过施加轻微压力安装到市售 35 毫米安装导轨（符合 EN 60715 标准的 DIN 导轨）上：

1. 首先将现场总线耦合器安装在安装导轨上。
2. 现在，总线端子模块安装在现场总线耦合器的右侧。用榫卯连接组件，将端子模块推到安装轨道上，直到锁扣卡在安装轨道上。
如果端子模块先卡在安装轨道上，然后在没有榫头的情况下推到一起，那么连接将无法运行！正确组装后，外壳之间不应看到明显的间隙。

● 安装导轨的固定

i 端子模块和耦合器的锁定机制延伸至安装轨道的轮廓。在安装时，组件的锁定机制不能与安装轨道的固定螺栓发生冲突。为了在端子模块和耦合器下面安装高度为 7.5 毫米的安装导轨，应该使用平坦的安装连接（如沉头螺钉或盲铆钉）。

拆卸



附图 17: 端子模块的拆卸

每个端子模块都由安装轨道上的锁扣固定，拆卸时必须松开锁扣：

1. 用橙色的接线柱拉动端子模块，使其离开安装轨道约 1 厘米。在这样做的时候，该端子模块的安装导轨锁扣会自动松开，您可以轻松地将该端子模块从总线端子排中拉出来，而不需要过度用力。
2. 用拇指和食指同时抓住松开的端子模块的上、下凹槽外壳表面，将端子模块从总线端子排中拉出。

一个总线端子排内的连接

总线耦合器和总线端子模块之间的电气连接是通过连接部件自动实现的：

- E-Bus 的六个弹簧触点处理数据的传输和总线端子模块电子设备的供应。
- 电源触点处理现场电子设备的电源，因此代表了总线端子排内的一个供电轨道。ELX 端子模块的电源触点由 ELX9560 供电端子模块提供。这就中断了电源触点，从而代表了一个新的供电轨道的开始。

● 电源触点

在设计总线端子排时，必须考虑到各个总线端子模块的引脚分配，因为有些类型（如模拟总线端子模块或数字 4 通道总线端子模块）没有或没有完全通过电源触点的回路。

3.6 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。必须遵守国家对于废弃电气和电子设备的处理规定。

3.7 连接

3.7.1 连接系统

⚠ 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！

ELXxxxx 系列的端子模块包括在一个单个外壳中的电子元件和连接级别。

标准接线



附图 18: 标准接线

ELXxxxx 系列的端子模块具有集成的无螺钉弹簧力技术，可快速、简单进行组装。

高密度端子模块 (HD 端子模块)



附图 19: 高密度端子模块

这些系列的总线端子模块有 16 个接线点，其特点是设计特别紧凑，因为其包装密度是标准 12 毫米总线端子模块的两倍。大型导体和带线端套管的导体可以直接插入弹簧式接线点，无需工具。

超声"粘合" (超声焊接) 导体

● 超声"粘合"导体

i 也可以用超声"粘合" (超声焊接) 导体来连接标准和高密度端子模块。在这种情况下，请注意以下有关导线尺寸宽度的表格！

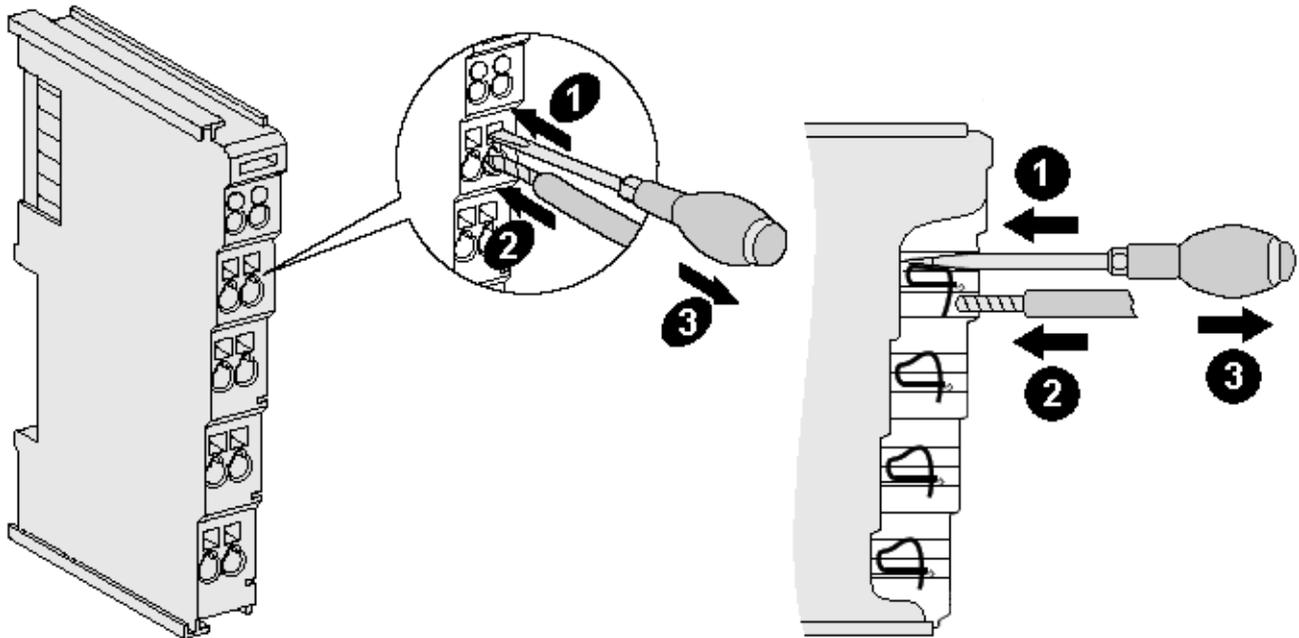
3.7.2 接线

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!

用于标准接线的端子模块



附图 20: 在一个接线点上连接电缆

多达 8 个接线点可以将实心或细绞线缆连接到总线端子模块上。接线点以弹簧力技术实现。按以下方式连接电缆:

1. 将螺丝刀插入接线点上方的方形开口，一直插到底，打开接线点。不要转动螺丝刀或交替移动 (不要拨动)。
2. 现在可以将接线插入圆形端子模块开口，不需要使力。
3. 当压力释放时，接线点会自动关闭，牢牢地、永久固定住接线。

遵守 IEC 60079-7 和 IEC 60079-11 对连接电缆和横截面的要求。适合的接线尺寸宽度见下表。

端子模块外壳	标准接线	ELX9560
电线尺寸宽度 (单芯线)	0.08 ... 2.5 mm ²	0.14 ... 1.5 mm ²
电线尺寸宽度 (细线导体)	0.08 ... 2.5 mm ²	0.14 ... 1.5 mm ²
电线尺寸宽度 (带线端套管的导体)	0.14 ... 1.5 mm ²	0.14 ... 1.0 mm ²
剥线长度	8 ... 9 mm	8 ... 9 mm

注意

ELX9560 的最大螺丝刀宽度

使用最大宽度为 2 毫米的螺丝刀为 ELX9560 供电端子模块接线。较宽的螺丝刀会损坏接线点。

高密度端子模块 () 有 16 个接线点

对于单线导体，HD 端子模块的导体不需要工具进行连接，采用的是直接插入技术，即剥线后只需将其插入接线点。像往常一样，借助螺丝刀使用接触释放装置松开电缆。适合的电线尺寸宽度见下表。

端子模块外壳	高密度外壳
电线尺寸宽度 (单芯线)	0.08 ... 1.5 mm ²
电线尺寸宽度 (细线导体)	0.25 ... 1.5 mm ²
电线尺寸宽度 (带线端套管的导体)	0.14 ... 0.75 mm ²
电线尺寸宽度 (超声"粘合"导体)	仅 1.5 mm ²
剥线长度	8 ... 9 mm

3.7.3 正确的线路连接

每个接线点始终只连接一条电线。

当使用细线导体时，建议用线端套管连接，以便建立安全的导电连接。

此外，确保引脚分配正确，以防止损坏 ELX 端子模块和连接的设备。

3.7.4 屏蔽和电位分离



屏蔽

编码器、模拟传感器和执行器应始终用屏蔽的双绞线连接。

⚠ 谨慎

在有潜在爆炸性气体环境的区域，请遵守安装要求！

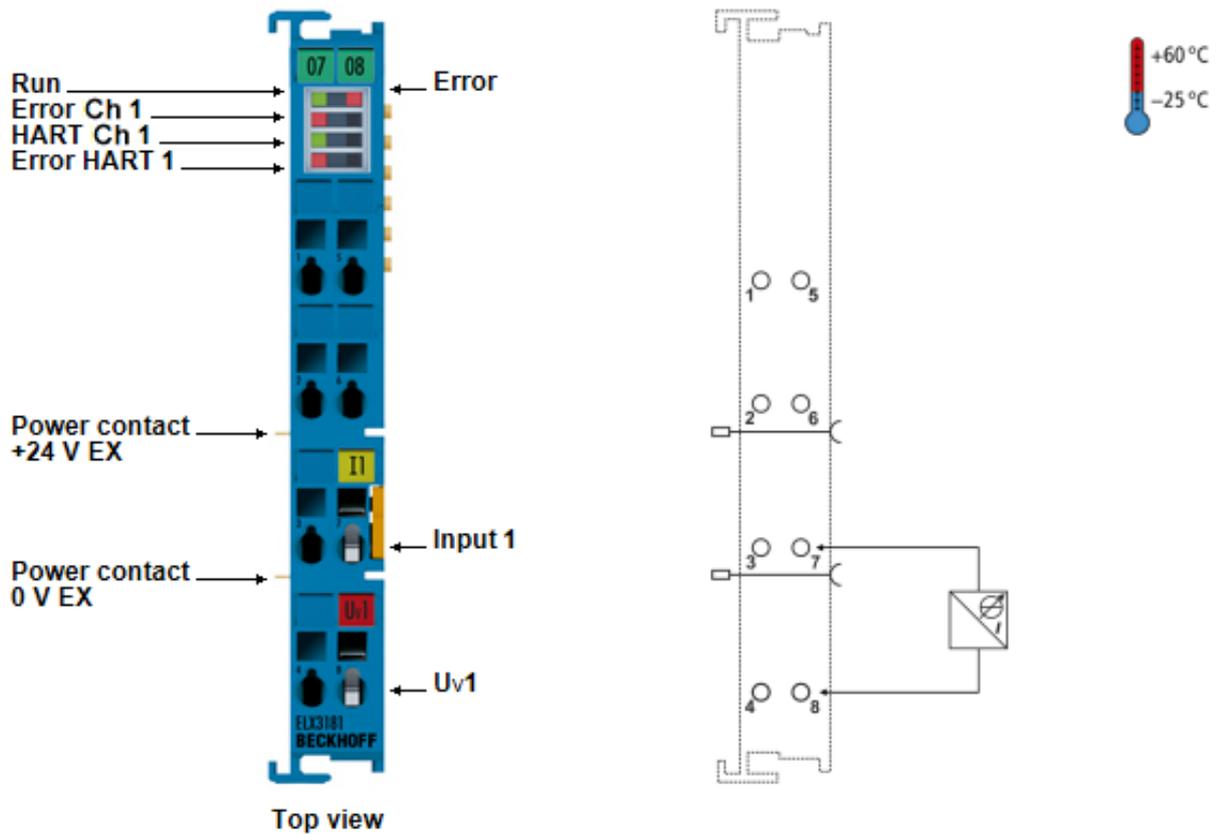
在安装过程中，根据 IEC 60079-11、IEC 60079-14 和 IEC 60079-25，在有潜在爆炸性环境的区域，要遵守对电缆、屏蔽和地电位平衡的要求。

⚠ 警告

确保 24 V Ex 母线的电位分离！

在任何情况下，确保 ELX9560 在 24 V Ex 母线 (电源触点 +24 V Ex 和 0 V Ex) 和其他系统电位 (如果适用，还有功能或保护接地) 之间的电隔离没有被移除。

3.7.5 ELX3181 - 触点分配和 LED



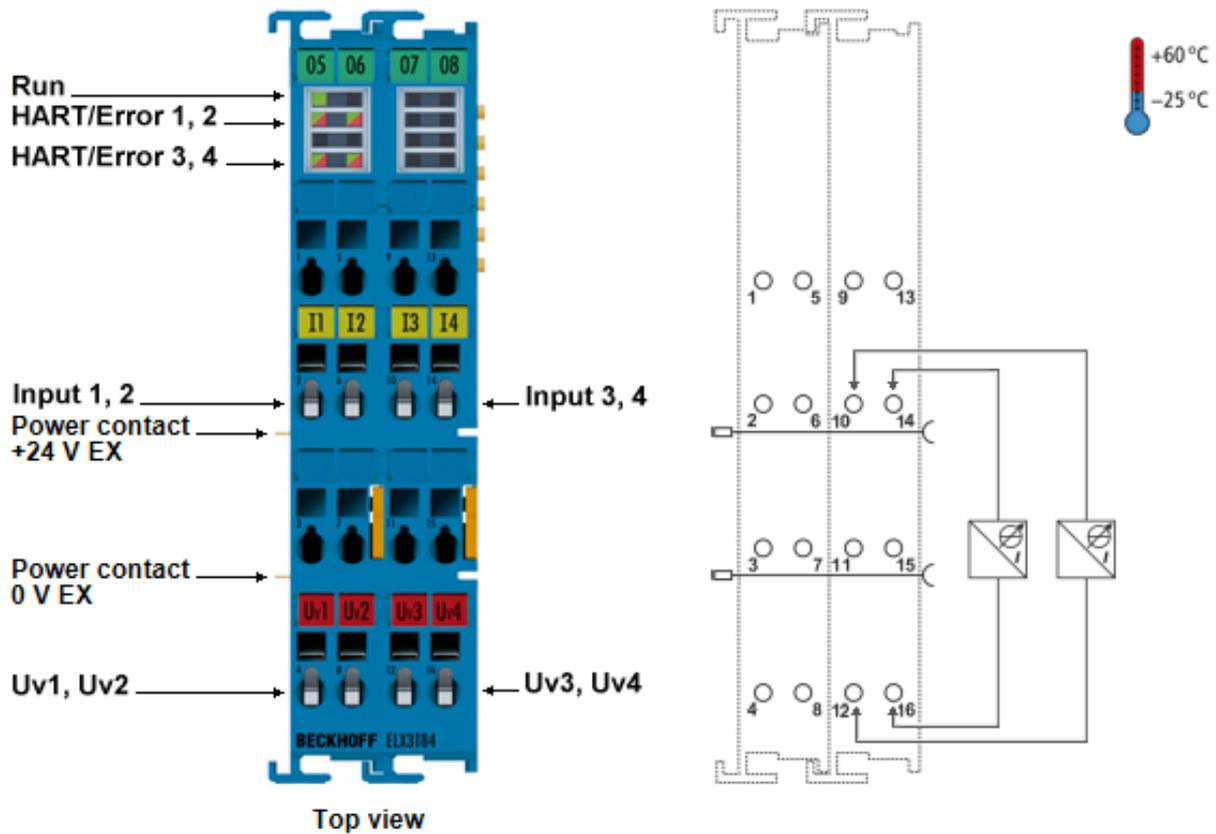
附图 21: ELX3181 - 触点分配

接线点		描述
名称	编号	
	1	未执行
	2	未执行
	3	未执行
	4	未执行
	5	未执行
	6	未执行
输入 1	7	信号输入通道 1
Uv1	8	电源电压通道 1

ELX3181 - LED 显示屏

LED	颜色	含义	
运转	绿色	该 LED 指示端子模块的工作状态：	
		关闭	EtherCAT 状态机的状态： INIT = 端子模块的初始化或 BOOTSTRAP = 端子模块的固件更新功能
		闪烁	EtherCAT 状态机的状态： PREOP = 邮箱通信的功能和不同的标准设置
		单次闪烁	EtherCAT 状态机的状态： SAFEOP = 同步管理器通道的验证和分布式时钟。 输出保持安全状态
打开	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		
错误	红色	A/D 转换器的一般误差	
错误 Ch 1	红色	断线和超过通道 1 的测量范围 (不足或超限) 时的故障指示	
HART Ch1	绿色	关闭	无 HART 通信
		打开	HART 通信激活
错误 HART 1	红色	HART 通信错误	

3.7.6 ELX3184 - 触点分配



附图 22: ELX3184 - 触点分配

接线点		描述
名称	编号	
	1	未执行
输入 1	2	信号输入通道 1
	3	未执行
Uv1	4	电源电压通道 1
	5	未执行
输入 2	6	信号输入通道 2
	7	未执行
Uv2	8	电源电压通道 2
	9	未执行
输入 3	10	信号输入通道 3
	11	未执行
Uv3	12	电源电压通道 3
	13	未执行
输入 4	14	信号输入通道 4
	15	未执行
Uv4	16	电源电压通道 4

ELX3184 - LED 显示屏

LED	颜色	含义	
运转	绿色	该 LED 指示端子模块的工作状态：	
		关闭	EtherCAT 状态机的状态： INIT = 端子模块的初始化或 BOOTSTRAP = 端子模块的固件更新功能
		闪烁	EtherCAT 状态机的状态： PREOP = 邮箱通信的功能和不同的标准设置
		单次闪烁	EtherCAT 状态机的状态： SAFEOP = 同步管理器通道的验证和分布式时钟。 输出保持安全状态
		打开	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
HART Ch n	绿色	关闭	无 HART 通信
		打开	HART 通信激活
错误 HART n	红色	HART 通信错误	

4 基本功能原则

4.1 EtherCAT基础知识

有关 EtherCAT 现场总线的基本信息，请参阅EtherCAT 系统文档，您可以通过 www.beckhoff.com 在 EtherCAT 设备的下载区域下载PDF 文件。

4.2 关于模拟规格的通知

Beckhoff带有模拟量输入的I/O设备（端子、端子盒、模块）有许多技术特征数据；请参考相关文件中的技术数据。

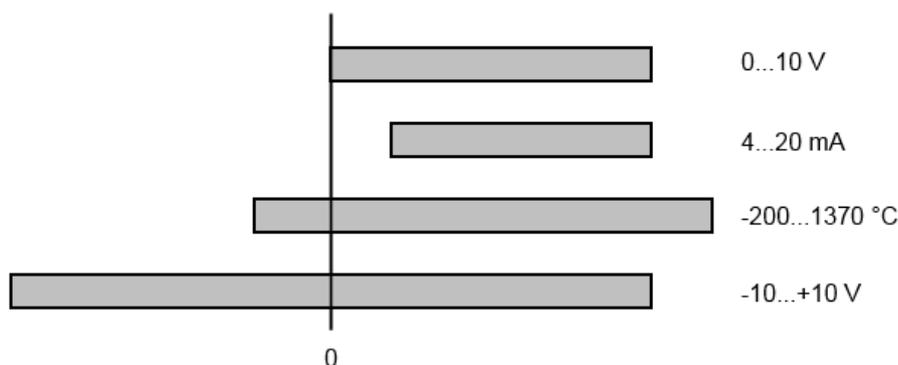
为了正确解释这些特征数据，下面给出了一些解释。

4.2.1 满刻度值（FSV）

带有模拟输入的 I/O 设备在一个额定的测量范围内进行测量，该范围由一个上限和一个下限（初始值和终结值）限制；这些通常可以从设备的名称中获取。

两个限制之间的范围被称为测量跨度，与公式（终结值-初始值）相对应。类似于指针类设备，这是测量刻度（见 IEC 61131）或者说也是动态范围。

对于倍福的模拟 I/O 设备，选择额定测量范围的最大极限值作为相应产品的满刻度值（FSV），并赋予正号。这适用于对称的和不对称的测量跨度。



附图 23: 满刻度值，测量跨度

对于上述例子，这意味着：

- 测量范围 0...10 V：不对称单极，满刻度值=10 V，测量跨度=10 V
- 测量范围 4...20 mA：不对称单极，满刻度值=20 mA，测量跨度=16 mA
- 测量范围 -200...1370°C：不对称双极，满刻度值=1370°C，测量跨度=1570°C
- 测量范围 -10...+10 V：对称双极，满刻度值=10 V，测量跨度=20 V

根据不同的功能，一个模拟输入通道可能有一个超过额定测量范围的技术测量范围，例如，为了获得更多的信号诊断信息。

必须遵守设备文件中关于超出额定测量范围的行为（测量不确定度、显示值）的个案信息。

上述考虑相应地适用于模拟输出设备：

- 满刻度值（FSV）成为输出端值
- 在这里，除了标称的输出范围之外，也可以有一个（更大的）技术输出范围

4.2.2 测量误差/测量偏差

● 模拟量输出

以下信息也类比适用于模拟输出设备的输出端值。

作为倍福模拟设备的规格值，相对测量误差的单位是标称 FSV（输出端值）的 %，计算方法是真实测量值（输出值）相对于 FSV（输出端值）的数字上的最大可能偏差的商数：

$$\text{Measuring error} = \frac{\text{max. deviation}}{\text{full scale value}}$$

这里应该指出，“真实测量值”也不能以无限的精度来确定，而只能通过技术和测量时间的支出较高的参考装置来确定，因此测量的不确定性明显较低。

因此，该值描述了一个结果窗口，其中所考虑设备（倍福模拟设备）确定的测量值与“真实值”相比真实概率极高。因此，通俗地说，这是一个“典型”值 (typ.)；这表明，绝大多数统计学上的数值将在规范窗口内，但在极少数情况下，可能/将有偏差在窗口之外。

由于这个原因，“测量不确定度”一词已经成为这个窗口的既定术语，因为现在“误差”是指通常可以系统地消除的已知干扰效应。

测量的不确定度必须始终与潜在的环境影响联系起来考虑：

- 不变的电通道特性，如温度敏感性，
- 通道的可变设置（通过滤波器的噪声，采样率，...）。

没有进一步操作限制（也称为“服务误差极限”）的测量不确定度规格可以假定为一个“涵盖一切”的数值：整个允许的操作温度范围、默认设置等。

窗口总是被理解为带“±”的正/负跨度，即使偶尔表示为不带“±”的“半”窗口。

最大偏差也可以直接指定。

示例：测量范围 0...10 V (FSV = 10 V) 且测量不确定度 < ± 0.3%_{FSV} → 在允许的工作温度范围内，预期的最大通常偏差是 ± 30 mV。

● 可能有更低的测量不确定度

如果该规格还包括温度漂移，在设备环境温度恒定和用户校准后热稳定的情况下，通常可以假定测量误差显著降低。

4.2.3 温度系数 tK [ppm/K]

通常，电子电路或多或少地依赖于温度。在模拟测量技术中，这意味着当一个测量值通过电子电路确定时，它与“真实”值的偏差可重复地取决于环境/操作温度。

制造商可以通过使用质量更高的部件或通过软件手段来缓解这一问题。

倍福指定的温度系数（如有）可使用户计算出基本精度以外的预期测量误差。基本精度通常规定在 23°C 的环境温度下，而在特殊情况下也可以在其他温度下。

由于在确定基本精度时包含了大量的不确定性因素，倍福建议采用二次求和法。

示例：让基本精度为典型值 ±0.01%（满刻度值），tK = 20 ppm/K（典型值）（23°C）；希望在 35°C 时的精度 A35，因此 ΔT = 12 K：

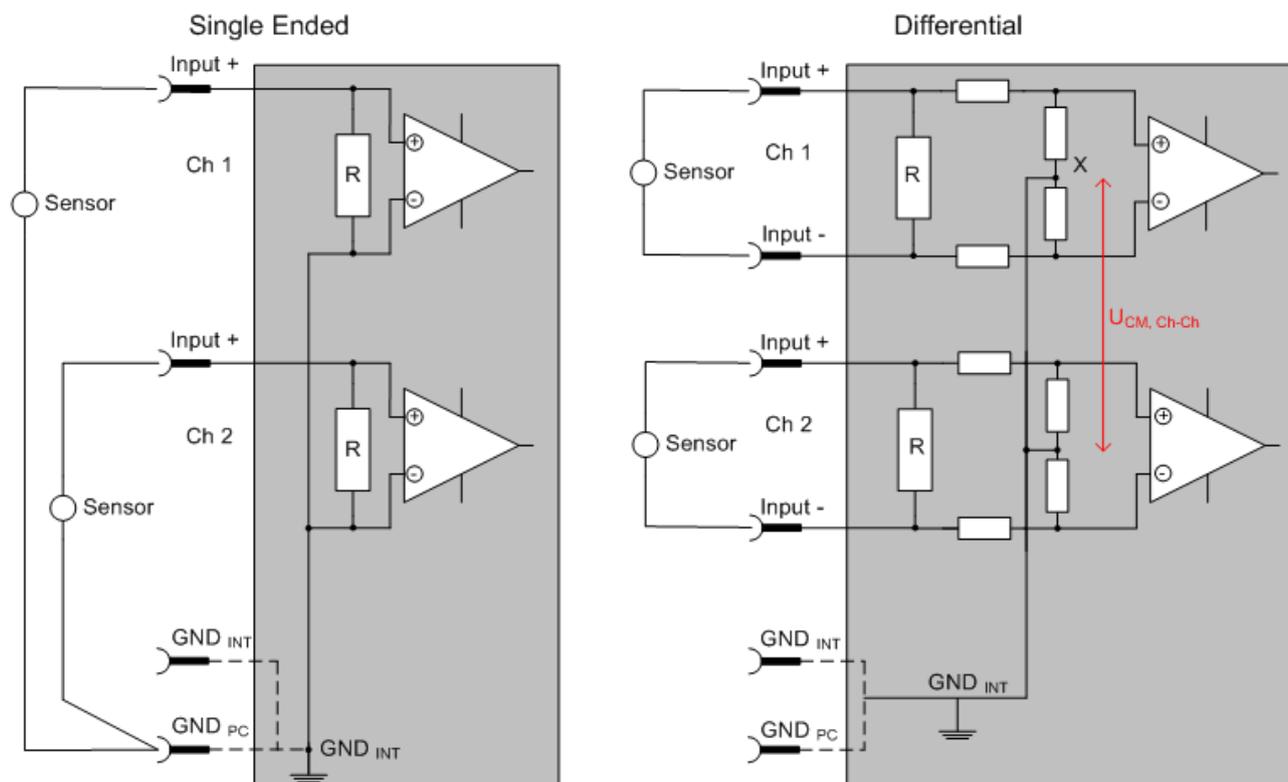
$$G35 = \sqrt{(0.01\%)^2 + (12\text{K} \cdot 20 \frac{\text{ppm}}{\text{K}})^2} = 0.026\% \text{ full scale value, typ.}$$

备注： ppm × 10⁻⁶ % × 10⁻²

4.2.4 单端/差分类型化

对于模拟量输入，倍福将其基本区分为两种类型：单端 (SE) 和差分 (DIFF)，指的是在电气连接方面的电位差差异。

图中显示了 SE 模块和 DIFF 模块的两个通道版本，作为所有多通道版本的例子。



附图 24: SE 和 DIFF 模块为 2 通道版本

注：虚线表示各自的连接不一定存在于每个 SE 或 DIFF 模块中。电气隔离通道一般是作为差分型运行的，因此在模块内根本没有建立与地面的直接关系（伏特）。事实上，必须考虑到推荐和最大电压水平的具体信息。

基本规则

- 模拟测量总是采取两个电位点之间的电压测量形式。对于电压测量，使用大的 R，以确保高阻抗。对于电流测量，使用小的 R 作为分流器。如果目的是电阻测量，则适用相应的考虑。
 - 倍福通常将这两点称为输入+/信号电位和输入-/参考电位。
 - 对于两个电位点之间的测量，必须提供两个电位。
 - 关于“单线连接”或“三线连接”的说法，请注意以下纯模拟测量事项：三线或四线连接可用于传感器供电，但不参与总是发生在两个电位/线之间的实际模拟测量。特别是这也适用于 SE，尽管该术语表明只需要一根线。
- “电气隔离”应提前澄清。倍福 IO 设备配有 1...8 个或更多的模拟通道；在通道连接方面，存在以下的区别：
 - 一个模块内的通道是如何相互关联的，或
 - 多个模块的通道是如何相互关联的。

电气隔离的属性表明通道之间是否直接相连。

- 倍福 I/O 设备始终具有现场/模拟侧和总线/EtherCAT 侧之间的电气隔离功能。换句话说，如果两个模拟 I/O 设备没有通过电源触点（电缆）连接，则会有效地被电气隔离。
- 如果某个设备内的通道经过电气隔离，或者如果某个单通道设备没有电源触点，那么通道实际上总是差分的。另见下文的解释性说明。差分通道不一定电气隔离。

- 模拟测量通道在建议操作范围（连续操作）和破坏极限方面受到技术限制。更多细节请参考相关设备文件。

说明

• 差分 (DIFF)

- 差分测量是最灵活的概念。用户可以在技术规范的框架内自由选择两个连接点，即输入+/信号电位和输入-/参考电位。
- 如果几个传感器的参考电位被连接起来，一个差分通道也可以作为 SE 操作。这种互连可以通过系统 GND 进行。
- 由于差分通道在内部是对称配置的（图 SE 和 DIFF 模块为 2 通道变体），在两个供电电位之间会有一个中间电位 (X)，与该通道的内部接地/参考地相同。如果在一个没有电气隔离的模块中使用几个 DIFF 通道，技术属性 V_{CM} （共模电压）表明各通道的平均电压可能达到的差异程度。
- 内部参考地可以作为设备的连接点，以稳定设备中定义的 GND 电位。在这种情况下，注意这种电位的质量（无噪音、电压稳定）尤为重要。
在这个 GND 点可以连接一根电线，以确保在差分传感器电缆中不超过 $V_{CM,max}$ 。如果差分通道未电气隔离，通常只允许一个 $V_{CM,max}$ 。如果通道经过电气隔离，这个限制就不适用，通道的电压可以相差到规定的分离限制。
- 差分测量与正确的传感器布线相结合有一个特殊的优势，即任何影响传感器电缆的干扰（理想情况下，进线和回线是并排排列的，这样干扰信号对两条线都有同样的影响）对测量的影响非常小，因为两条线的电位是共同变化的（因此称为共模）。简单的说，共模干扰在振幅和相位方面对两条线有相同的影响。
- 然而，在一个通道内或通道之间的共模干扰的抑制是受技术限制的，这在技术数据中有所规定。
- 有关该主题的更多有用信息，可参见文件页面 0/4...20 mA 差分输入的配置（例如，见 EL30xx 端子模块的文件）。

• 单端 (SE)

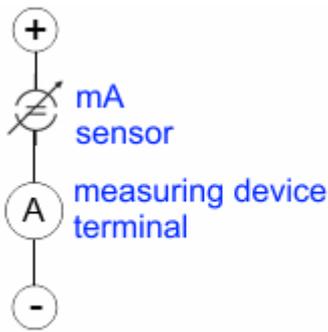
- 如果模拟电路被设计成 SE，输入/参考线将在内部被固定在某一无法改变的电位上。该电位必须至少有一个点可以从设备外部接入，用于连接参考电位，例如通过电源触点（电缆）。
- 换句话说，在有多通道情况下，SE 为用户提供了避免将两根传感器电缆中的至少一根返回到设备的选择（与 DIFF 相反）。相反，参考线可以在传感器处合并，例如在系统 GND 中。
- 这种方法的缺点是独立的进线和回线会导致电压/电流的变化，而 SE 通道可能不再能够处理这种变化。见共模干扰。 V_{CM} 效果不会发生，因为设备通道在内部总是通过输入/参考电位“硬连接”。

电流传感器的2/3/4线连接的类型化

具有工业0/4-20mA接口的电流传感器/感应器/场设备（在下文中简称为“传感器”）通常在电流控制输出端有物理测量变量（温度、电流等）的内部转换电子装置。这些内部电子装置必须得到能量供应（电压、电流）。因此，这种供应的电缆类型将传感器分为自供或外供传感器。

自供传感器

- 传感器通过传感器/信号电缆的 + 和 - 获得自身运行的供电。
为了使传感器自身的运行始终有足够的电量，并且可以进行开路检测，规定 4-20 mA 接口的下限为 4 mA；也就是说，传感器允许通过最小 4 mA 的电流和最大 20 mA 的电流。
- 两线制连接，见图 *两线制连接*，参照 IEC60381-1
- 这样的电流传感器通常代表一个电流阱（灌电流），因此最好位于 + 和 - 之间，作为一个“可变负载”。另请参见传感器制造商的数据。



附图 25: 两线制连接

因此，它们要根据倍福术语进行如下连接：

如果还要使用设备的 + 电源连接，最好把“单端”输入点 - 连接到 + 电源和信号。

然而，如果到 GND 的端子是在应用侧制造的，它们也可以连接到“差分”输入点 - 以正确的极性连接到 + 信号和 - 信号。

务必参考信息页 0/4...20 mA 差分输入的配置（例如，见 EL30xx 终端的文档）！

外供传感器

传感器/执行器无需外部供电

⚠ 警告

不允许为连接到 ELX/EPX 系列 I/O 设备的传感器/执行器提供外部电源！

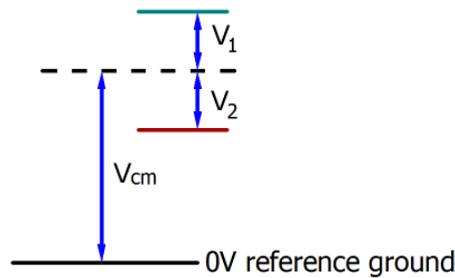
就本质安全而言，ELX/EPX 系列的所有 I/O 设备都是供能相关设备。因此，所连接的传感器或执行器只能通过 I/O 设备的相应通道进行供电，且不得以任何形式进行外部供电（例如通过额外的外部电源电压）。

这种限制也与额外的外部电源是否存在 IEC 60079-11 意义上的能量限制无关。

将任何外部供电的本质安全电路连接到 ELX/EPX 系列的 I/O 设备上，都有悖于预期用途和规定的防爆技术数据。因此，由指定的点火保护类型提供的防爆保护将自动熄灭。

4.2.5 共模电压和参考地（基于差分输入）

共模电压 (V_{cm}) 被定义为各个连接/输入的电压的平均值，并根据参考地进行测量/规定。



附图 26: 共模电压 (V_{cm})

参考地的定义对于定义允许的共模电压范围和测量差分输入的共模抑制比 (CMRR) 非常重要。

参考地也是测量单端输入的输入电阻/输入阻抗或差分输入的共模电阻/共模阻抗所依据的电位。

参考地通常可以从 I/O 设备上或邻近位置获得。可以位于终端模块的触点、电源触点/电源线，或直接把安装轨道作为参考地。

请参考有关定位的文件。应为相关设备指定参考地。

对于通道之间存在电阻性 (=直接、欧姆、电偶) 或电容性连接的多通道 I/O 设备，考虑到连接电阻，参考地最好是所有通道的对称点。

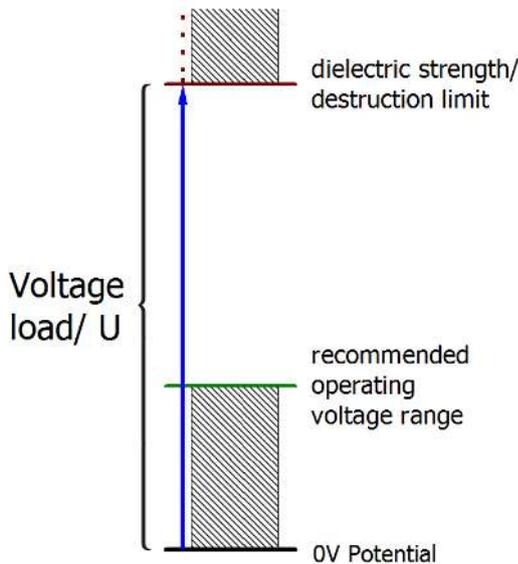
倍福 IO 设备的参考地示例：

1. 内部 AGND 送出：EL3102/EL3112，通道间电阻连接
2. 0V 电源触点：EL3104/EL3114，通道与 AGND 之间为电阻连接；AGND 与 0V 电源触点低电阻连接
3. 接地或 SGND (屏蔽地)：
 - EL3174-0002：尽管通过漏电电容与 SGND 进行电容耦合，但通道之间没有电阻连接
 - EL3314：虽然与 SGND 有电容耦合，但没有内部接地反馈到终端模块的接点上

4.2.6 绝缘强度

应区分以下几点：

- 绝缘强度 (破坏极限)：超出后会导致电子产品发生不可逆的变化
 - 对照一个指定的参考地
 - 差分
- 建议的工作电压范围：如果超过了这个范围，就不能再假设系统按规定运行了。
 - 对照一个指定的参考地
 - 差分



附图 27: 推荐的工作电压范围

设备文件可能包含特定的规格和时间，同时涉及：

- 自加热
- 额定电压
- 绝缘强度
- 施加电压的边缘陡峭度或保持期
- 规范性环境（如PELV）

4.2.7 模拟/数字转换的时间方面

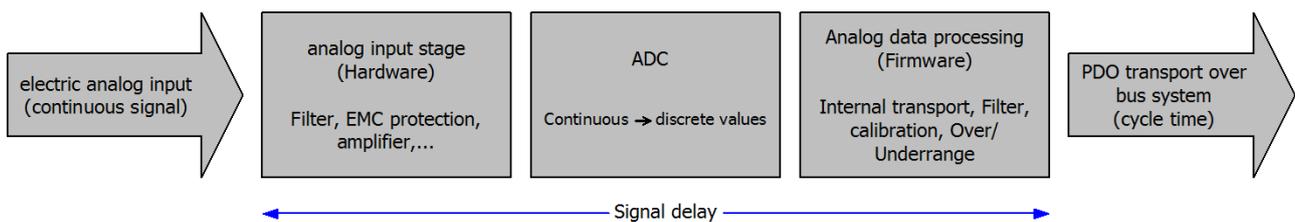
● 模拟量输出

以下信息也类比适用于通过 DAC（数模转换器）输出的模拟信号。

在带有 ADC（模拟数字转换器）的倍福 EL/KL/EP 模拟输入模块中，将恒定的电气输入信号转换为离散的数值和机器可读的形式。虽然使用了不同的 ADC 技术，但从用户的角度来看，它们都有一个共同的特点：在转换结束之后，控制器中会有某个数字值供进一步处理。这个数字值（即所谓的模拟过程数据）与“原始参数”（即电气输入值）有一个固定的时间关系。根据这个时间，可以确定和定义倍福模拟输入设备的时间特性数据。

这个过程涉及几个功能部件，它们在每个 AI（模拟输入）模块中或多或少地发挥着作用：

- 电气输入电路
- 模拟/数字转换
- 数字化的进一步处理
- 最后提供过程和诊断数据供现场总线（EtherCAT、K-bus 等）收集



附图 28: 信号处理模拟输入

从用户的角度来看，有两个方面是至关重要的：

- “我多久会收到一次新的数值？” ，即设备/通道的速度对应的采样率
- 设备/通道的（全部）AD 转换会造成什么延迟？
即硬件和固件组件的整体。由于技术原因，必须考虑信号特性来确定这一规格：根据信号频率，可能有不同的传播时间通过系统。

这是“倍福 AI 通道”系统的“外部”视图 - 在内部，信号延迟由不同的特定部分组成：硬件、放大器、转换本身、数据传输和处理。在内部，可以使用比从用户角度“外部”提供的更高的采样率（例如在 deltaSigma 转换器中）。从“倍福 AI 通道”组件的用户角度来看，这通常是无关紧要的，或者必要时根据相关的功能相应指定。

对于倍福的 AI 设备，从时间的角度来看，用户可以获得以下 AI 通道的规格参数：

1.最小转换时间[ms, μ s]

这是最大采样率的倒数[Sps, 采样次数/秒]：

表示模拟通道向现场总线提供最新检测的过程数据值的最高频次。现场总线（EtherCAT, K-bus）是以相同的速度（即同步）获取数值，还是更快（如果 AI 通道在慢速 FreeRun 模式下运行）或更慢（例如超采样），这取决于现场总线的设置和 AI 设备支持的模式。

对于 EtherCAT 设备，有所谓的toggle bit（通过0/1切换）指示PDOs的诊断状态，表明有新确定的模拟值可用。

可以由此指定最大转换时间，即 AI 设备支持的最小采样率。

对应于 IEC 61131-2 第 7.10.2.2 章“采样重复时间”

2.典型的信号延迟

对应于 IEC 61131-2 第 7.10.2.1 章“采样时间”。从这个角度来看，它包括所有内部硬件和固件组件，但不包括来自现场总线或控制器（TwinCAT）的“外部”延迟组件。

如果 AI 通道提供幅值的同时还提供与之对应的时间戳 - 时间与幅值在物理上严格对应，则这个信号延迟与绝对时间因素特别相关。

由于信号运行时间与频率有关，只能为特定的信号指定一个专用值。该值还取决于通道可能更改的滤波器设置。

设备文件中的典型特征描述可能是：

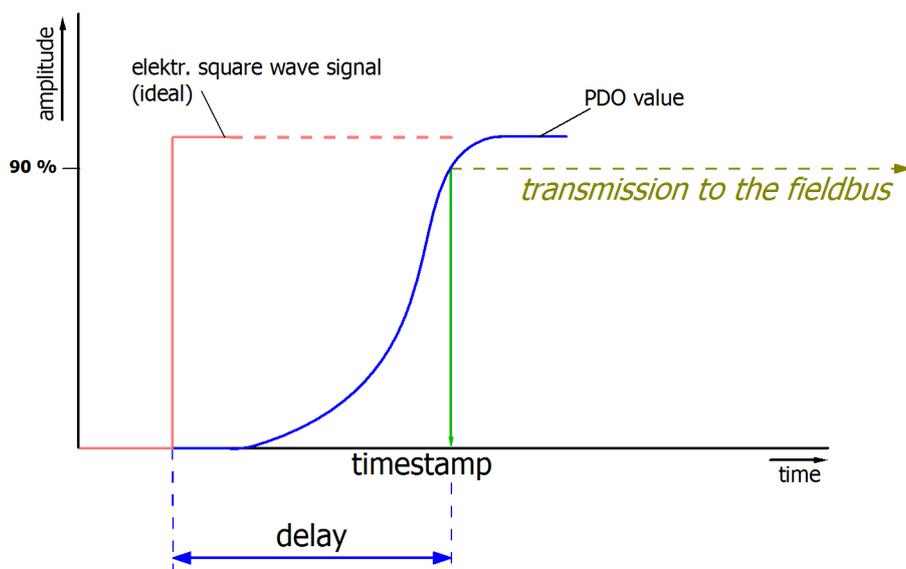
2.1 信号延迟（阶跃响应）

关键词：稳定时间

方波信号可以用频率发生器从外部产生（注意阻抗！）。

90 % 的极限值被用作检测阈值。

信号延迟[ms, μ s]就是（理想情况下）电气方波信号和模拟过程值达到 90 % 幅值的时间间隔。



附图 29: 图示信号延迟 (阶跃响应)

2.2 信号延迟 (线性)

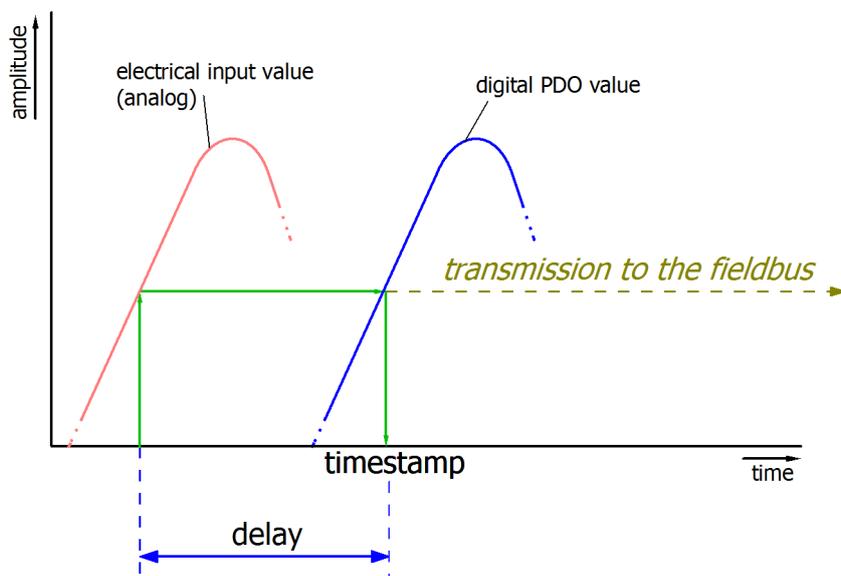
关键字: 组延迟

描述恒定频率的信号延迟

测试信号可以用频率发生器从外部生成, 例如锯齿波或正弦波。然后, 以同步的方波信号作为参考。

信号延迟[ms, μ s]就是, 具有特定振幅的外加电信号与模拟过程值达到相同值时之间的间隔。

为此, 必须在有意义的范围内选择测试频率, 例如可为最大采样率的 1/20。



附图 30: 图示信号延迟 (线性)

3. 其他信息

其他信息可参见规格书, 例如

- ADC 的实际采样率 (如果与通道采样率不同)
- 不同滤波器设置下运行时间的修正值
- 等。

4.3 NAMUR基本信息

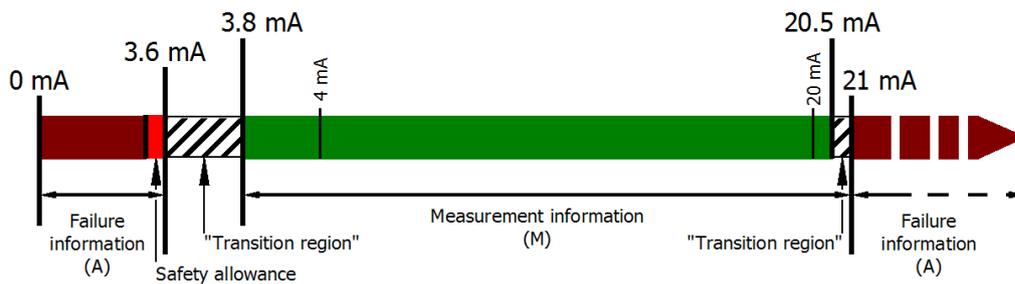
NAMUR缩写（过程工业自动化技术用户协会）属于自动化技术用户的国际协会，将与过程工业的标准化、设备和测量控制（或类似）有关的利益作为其主要任务。在这个角色中，NAMUR发布了所谓的NE（拟议标准），每个编号都是连续的。

有关在Beckhoff产品中实施该建议的信息在本文件的"技术数据"和"过程数据"部分有具体说明。

模拟测量值

传感器的模拟输出值（除其他外，可以作为一定的电流值进行测量）代表测量信息（M）。

通过NAMUR NE43，除了测量信息（如测量转换器的故障、连接线的错误、辅助能源的故障等）外，还定义了标准化的故障信息（A）的建议--与传感器制造商无关。故障信息指出，测量系统中存在错误。这涉及电流回路中传感器的模拟输出信号，因此以电流值的形式出现。在NAMUR定义的限制之外的电流值被定义为无效，因此被解释为故障信息。下图进行了阐释：



附图 31: NAMUR建议NE43中定义的表述（2003年2月3日版本）

5 参数化和编程

5.1 TwinCAT快速入门

TwinCAT是一个实时控制的开发环境，包括多PLC系统、NC轴控制、编程和操作。整个系统通过这个环境进行映射，并能够访问控制器的编程环境（包括编译）。单个数字或模拟输入或输出也可以直接读取或写入，例如验证其功能。

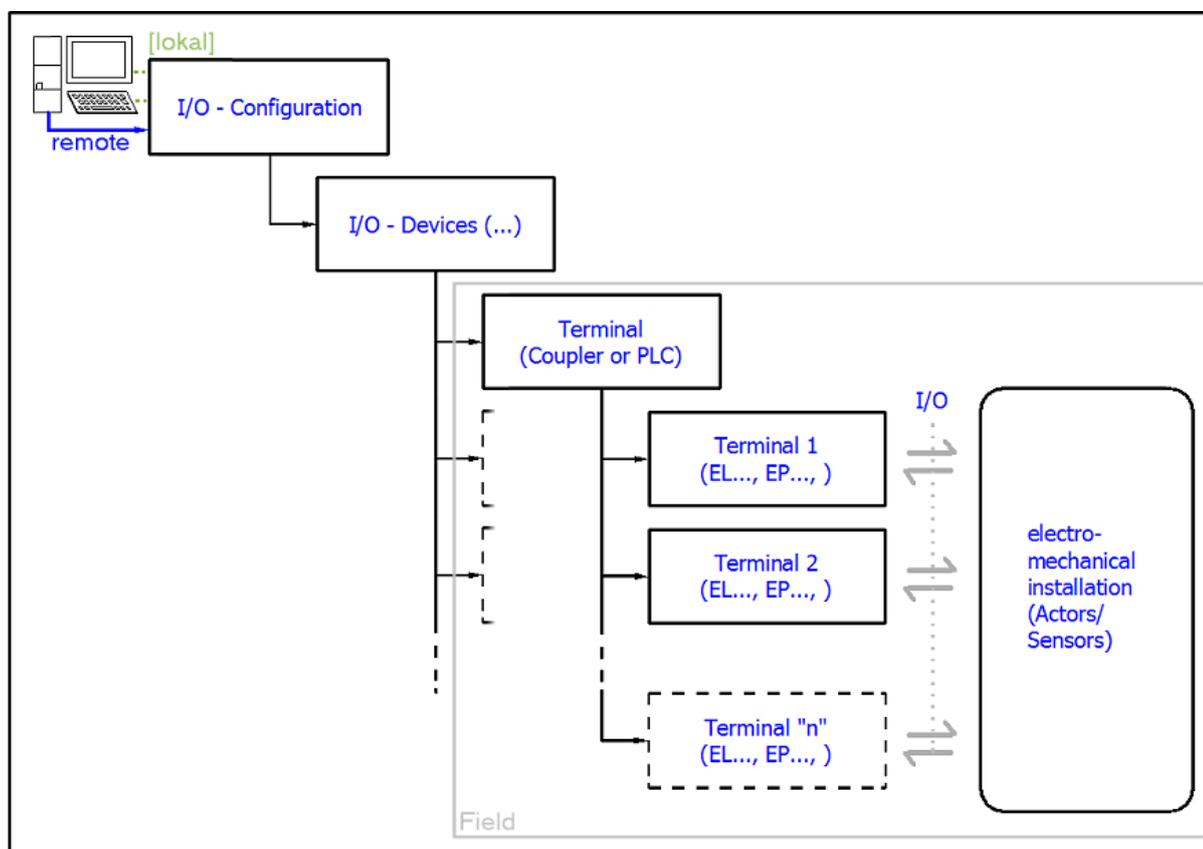
更多信息请参考<http://infosys.beckhoff.com>。

- **EtherCAT Systemmanual:**
现场总线组件→EtherCAT端子→EtherCAT系统文档→TwinCAT系统管理器中的设置
- **TwinCAT 2** → TwinCAT系统管理器 → I/O - 配置
- 特别是TwinCAT驱动程序的安装：
现场总线组件 → 现场总线卡和开关 → FC900x - Ethernet的PCI卡 → 安装

设备包含实际配置的终端。所有配置数据可以直接通过编辑器功能（离线）或通过“扫描”功能（在线）输入：

- “**离线**”：可以通过添加和定位个别组件来定制配置。这些可以从一个目录中选择并配置。
 - 关于离线模式的程序，请参见<http://infosys.beckhoff.com>：
TwinCAT 2 → TwinCAT系统管理器 → IO - 配置 → 添加一个I/O设备
- “**在线**”：读取现有的硬件配置
 - 另请参见<http://infosys.beckhoff.com>：
现场总线组件 → 现场总线卡和交换机 → FC900x - Ethernet的PCI卡 → 安装 → 搜索设备

从用户电脑到各个控制元件的关系设想如下：



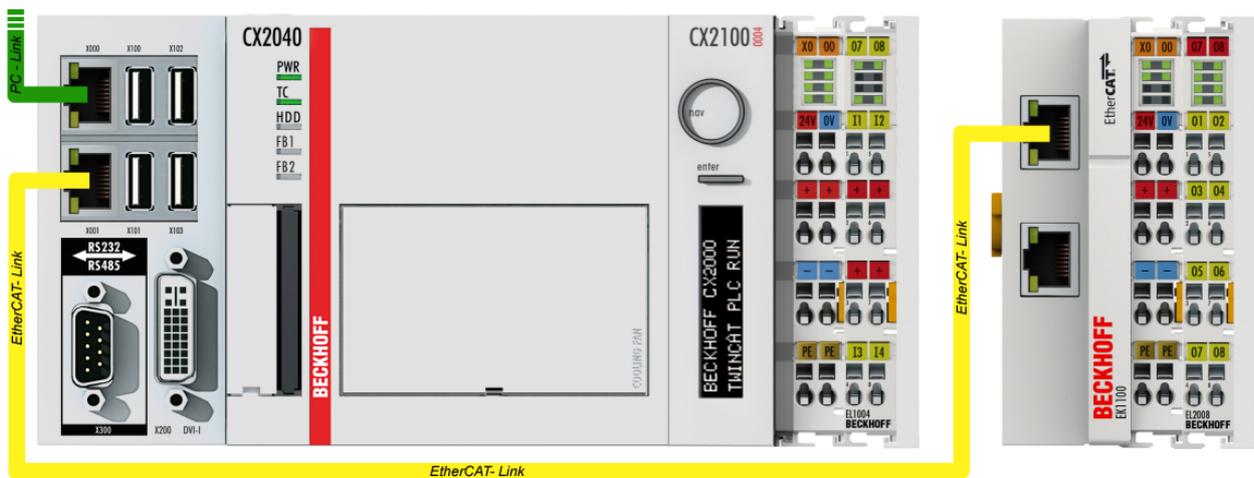
附图 32: 用户端（调试）和安装之间的关系

在TwinCAT 2和TwinCAT 3中，用户插入某些组件（I/O设备、端子、端子盒.....）的方式是相同的。下面的描述与在线程序有关。

样品配置（实际配置）

基于下面的样品配置，后面的小节描述了TwinCAT 2和TwinCAT 3的程序。

- 控制系统（PLC） **CX2040**，包括**CX2100-0004**电源单元
- 连接到右边的CX2040（E-bus）：
EL1004（4通道数字输入端子24 V_{DC}）
- 通过X001端口（RJ-45）连接：**EK1100** EtherCAT耦合器
- 连接到右侧的EK1100 EtherCAT耦合器（E-bus）：
EL2008（8通道数字输出端子24 V_{DC}；0.5 A）
- （可通过X000选择：外部PC链接，用于用户接口）



附图 33: 控制配置，带嵌入式电脑、输入（EL1004）和输出（EL2008）

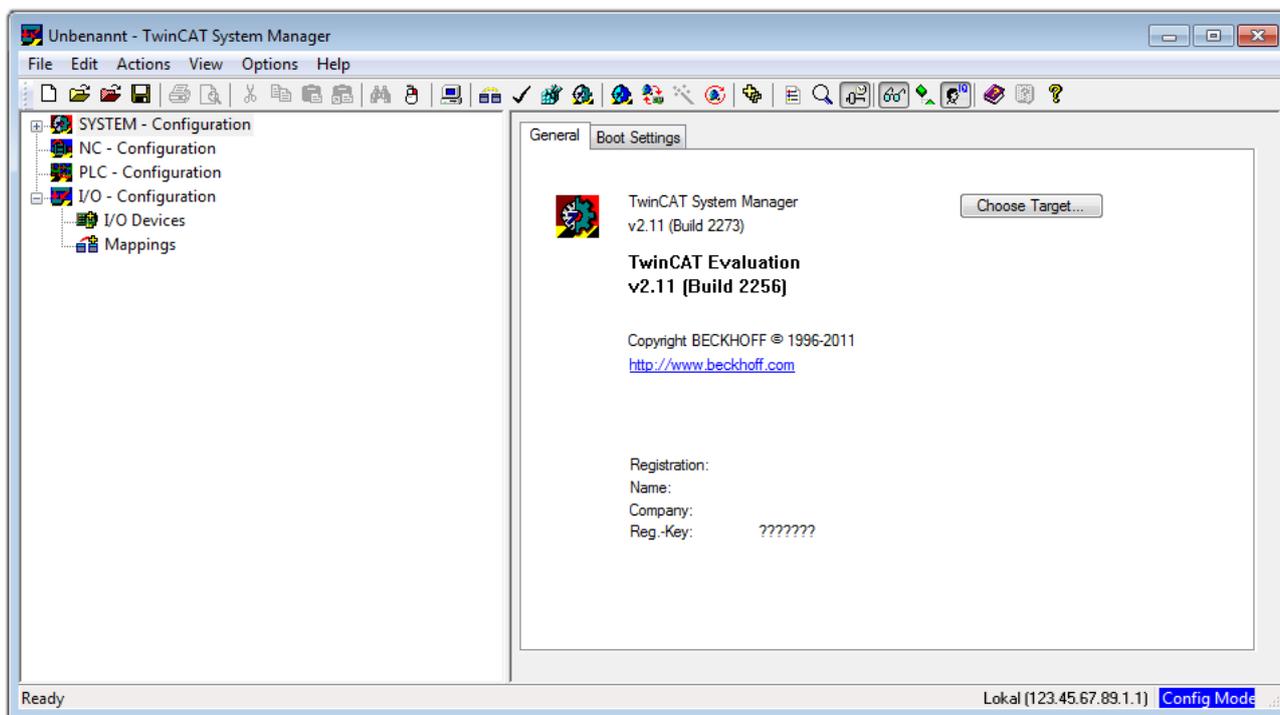
请注意，一个配置的所有组合都是可能的；例如，EL1004终端也可以连接在耦合器之后，或者EL2008终端可以另外连接到右侧的CX2040，在这种情况下，EK1100耦合器就没有必要了。

5.1.1 TwinCAT 2

启动

TwinCAT基本上使用两个用户界面：TwinCAT系统管理器，用于与机电组件进行通信；TwinCAT PLC控制，用于开发和编译控制器。起始点是TwinCAT系统管理器。

在用于开发的PC上成功安装TwinCAT系统后，TwinCAT 2系统管理器在启动后显示以下用户界面：

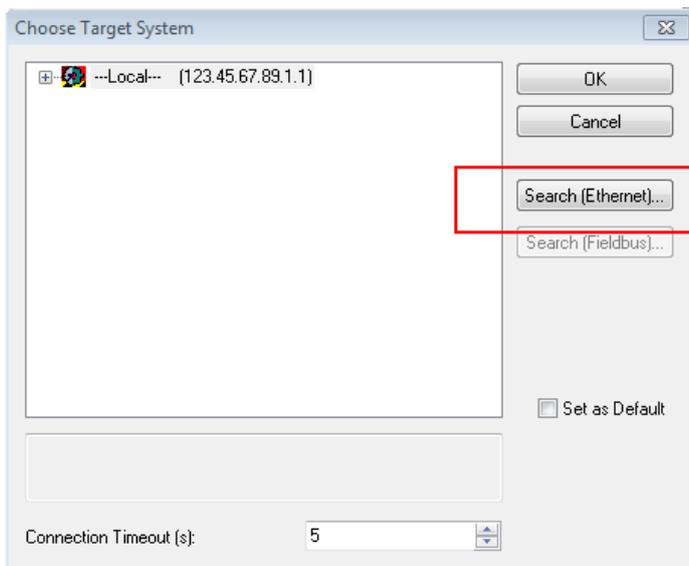


附图 34: 初始TwinCAT 2用户界面

一般来说，TwinCAT可以在本地或远程模式下使用。一旦TwinCAT系统（包括用户界面（标准））安装在相应的PLC上，TwinCAT就可以在本地模式下使用，因此下一步是“插入设备 [▶ 46]”。

如果打算将安装在PLC上的TwinCAT运行环境作为另一个系统的远程开发环境，则必须首先了解目标系统。在

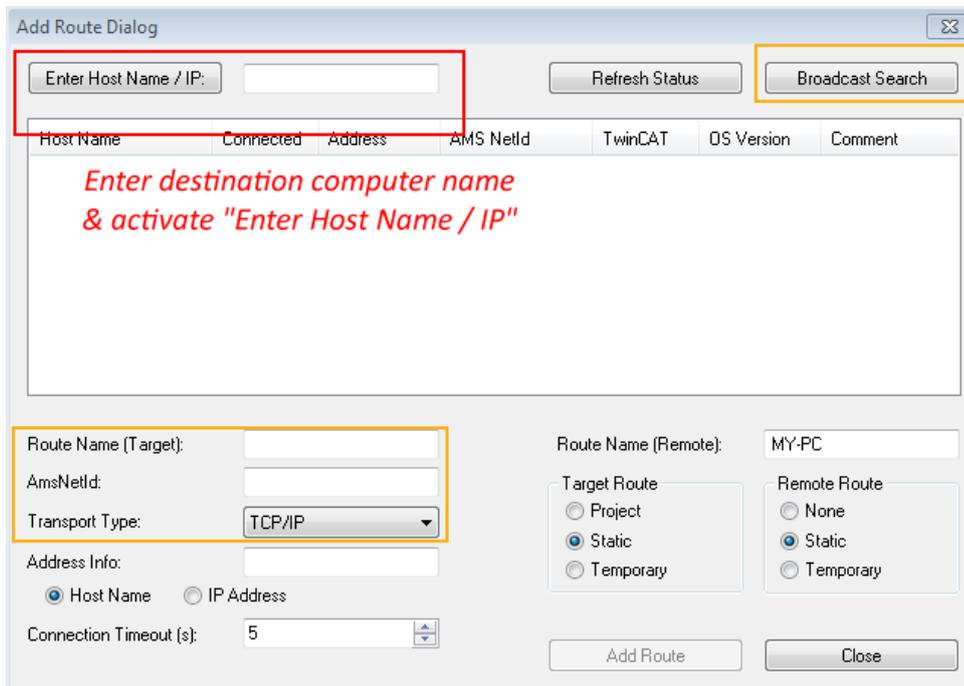
“行动”下的菜单中→“选择目标系统...”，通过符号“”或“F8”键，打开以下窗口：



附图 35: 选择目标系统

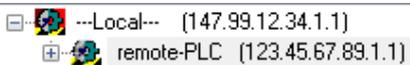
使用“搜索（以太网）…”以进入目标系统。因此，打开下一个对话框，可以选择：

- 在“输入主站名称/IP:”后输入已知的计算机名称（如红色所示）
- 执行“广播搜索”（如果不知道确切的计算机名称）
- 输入已知的计算机IP或AmsNetID。



附图 36: 为TwinCAT系统管理器指定访问的PLC：选择目标系统

一旦输入了目标系统，就可以按以下方式进行选择（可能需要输入密码）：

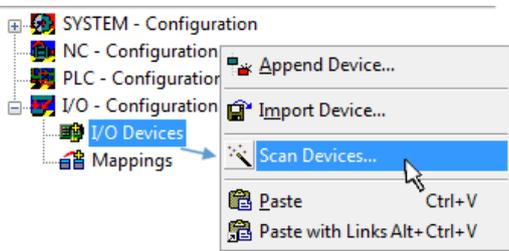


在通过“OK”确认后，可以通过系统管理器访问目标系统。

添加设备

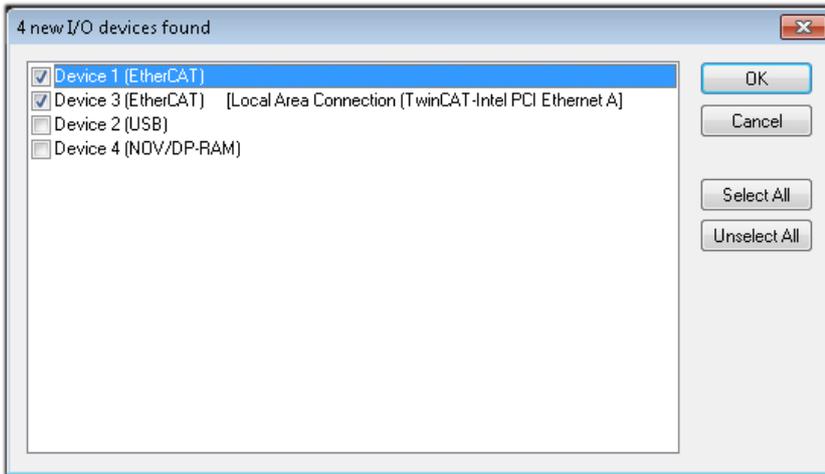
在TwinCAT 2系统管理器用户界面左侧的配置树中，选择“I/O设备”，然后右键单击打开上下文菜单，选择

“扫描设备…”，或者通过  在菜单栏中启动该操作。首先，TwinCAT系统管理器可能需要通过  或通过菜单“操作”→“设置/重置TwinCAT为配置模式…”来设置为“配置模式”（Shift + F4）。



附图 37: 选择“扫描设备…”

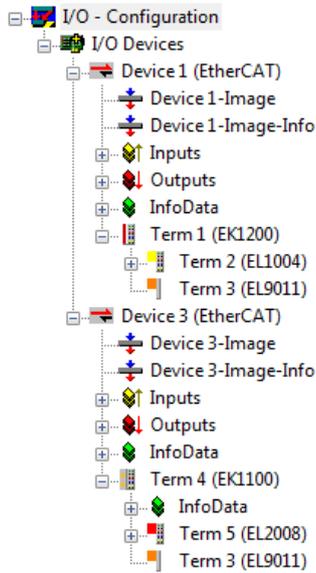
确认接下来的警告信息，并在对话框中选择“EtherCAT”：



附图 38: 自动检测I/O设备：选择要集成的设备

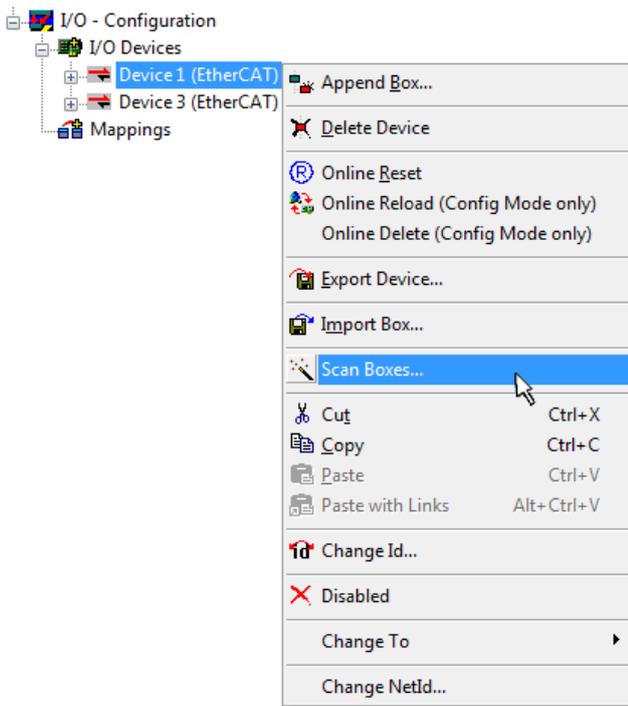
确认“寻找新盒子”信息，以确定连接到设备的终端。“自由运行”可在“配置模式”下操纵输入和输出值，且也应该得到承认。

根据本节开头描述的样本配置，结果如下：



附图 39: TwinCAT 2系统管理器中的配置映射

整个过程包括两个阶段，可以分别进行（首先确定设备，然后确定连接的元素，如盒子、终端等）。此外，也可以从上下文菜单中选择“设备...”以启动扫描，然后读取下面配置中存在的元素：



附图 40: 读取连接到设备的单个终端

如果实际配置在短时间内被修改，这个功能是很有用的。

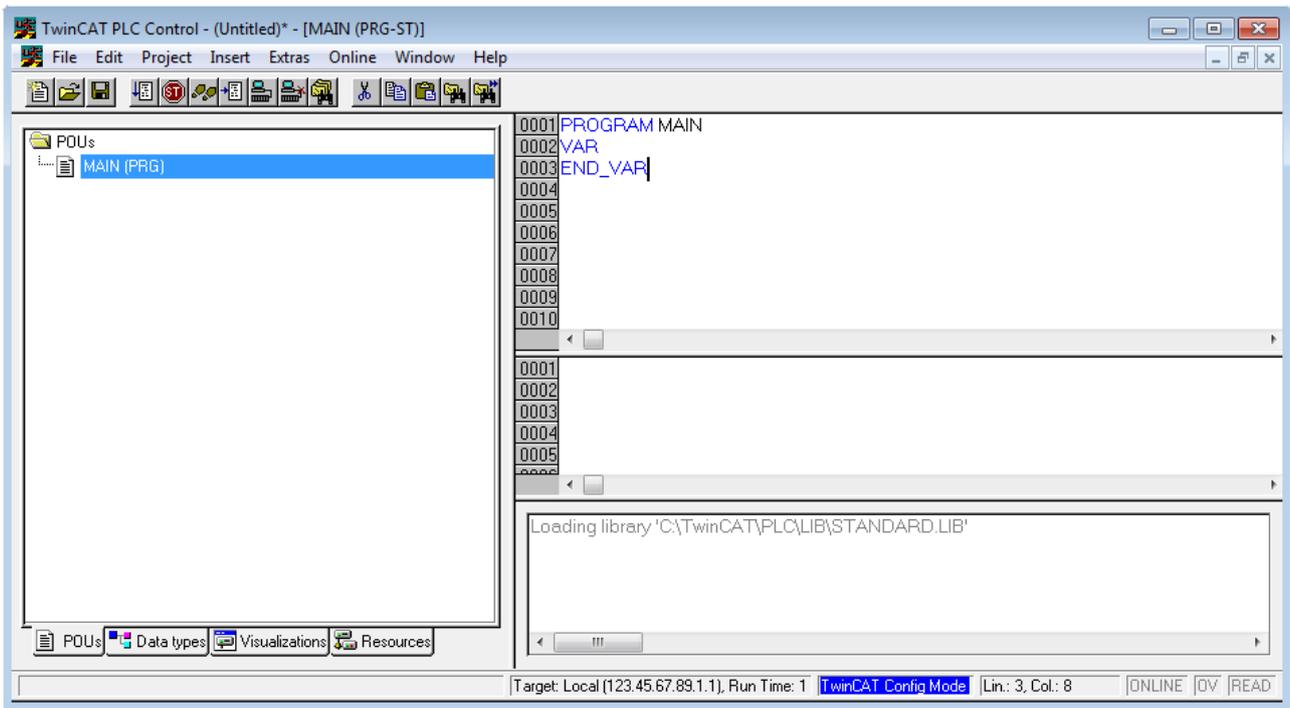
PLC的编程和集成

TwinCAT PLC控制是在不同程序环境下创建控制器的开发环境：TwinCAT PLC Control支持IEC 61131-3中描述的所有语言。有两种基于文本的语言和三种图形语言。

- **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)
 - 连续功能图编辑器 (CFC)
 - 顺序功能图表 (SFC)

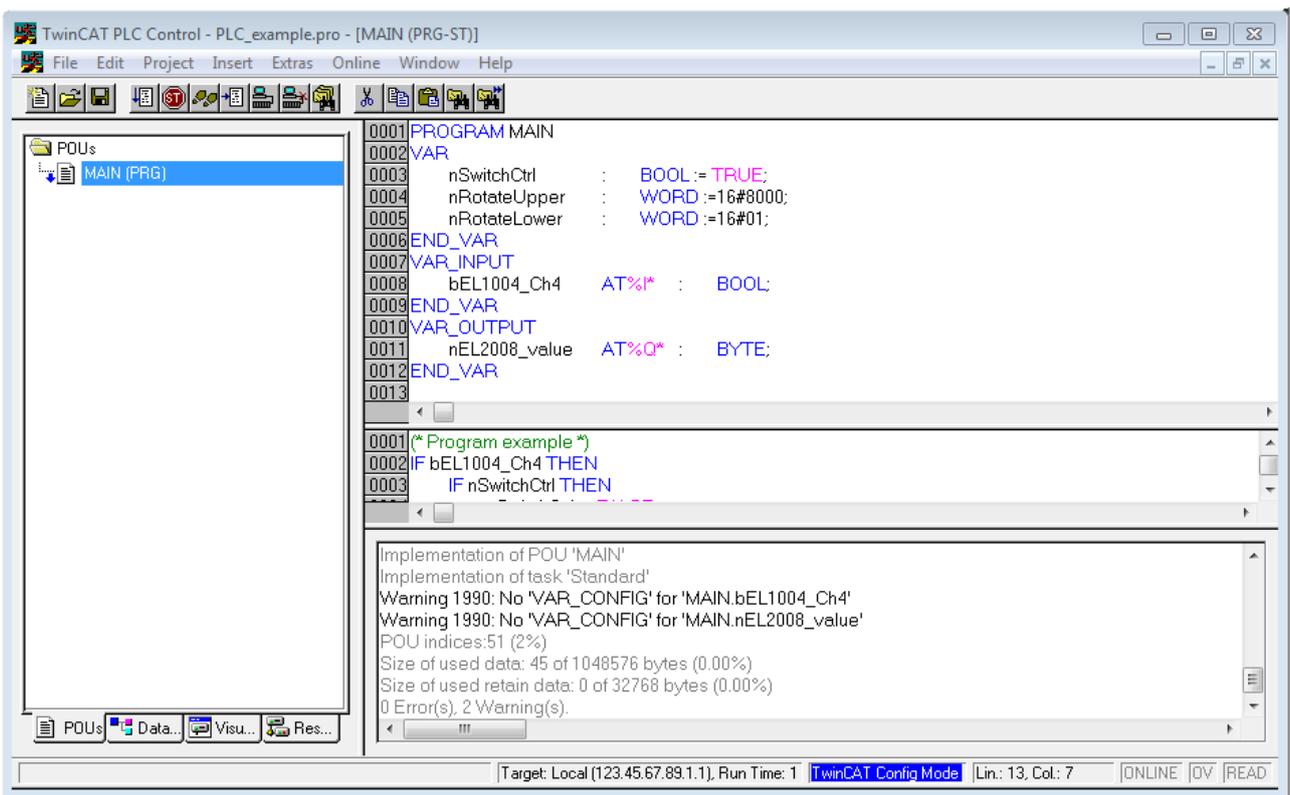
下面的章节提到了结构化文本 (ST)。

启动TwinCAT PLC Control后，对于一个初始项目，会显示以下用户界面：



附图 41: 启动后的TwinCAT PLC控制

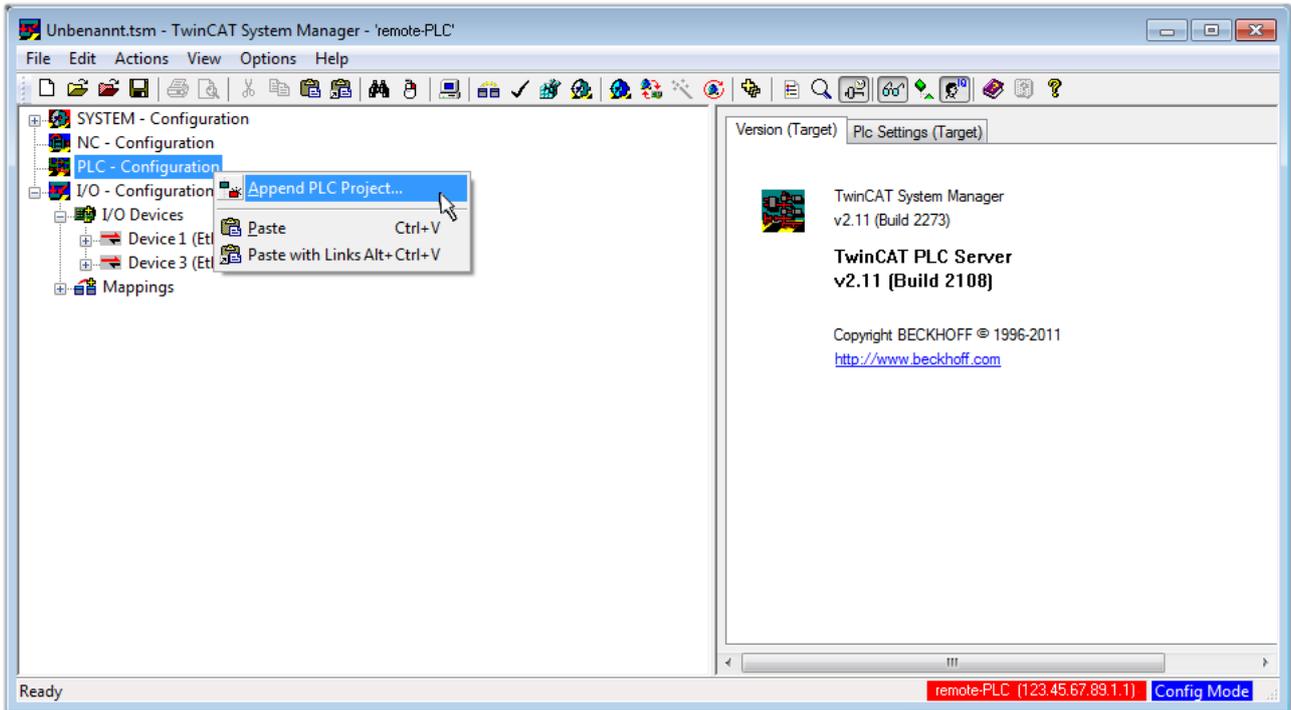
已经创建了样本变量和一个样本程序，并存储在“PLC_example.pro”的名称下：



附图 42: 编译过程后带有变量的样本程序（无变量整合）

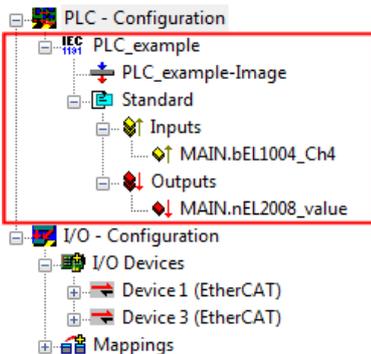
警告1990（缺少“VAR_CONFIG”）在编译过程之后，表明定义为外部的变量（ID为“AT%I*”或“AT%Q*”）还没有被分配。编译成功后，TwinCAT PLC控制会在项目存储的目录中创建一个“*.tpy”文件。这个文件（“*.tpy”）包含变量赋值且不为系统管理器所知，因此出现了警告。一旦系统管理器得到通知，警告就不再出现。

首先，通过PLC配置的上下文菜单将TwinCAT PLC控制项目集成到**系统管理器**；右键单击并选择“附加PLC项目...”：



附图 43: 添加TwinCAT PLC控制项目

在打开的浏览器窗口中选择PLC配置 "PLC_example.tpy"。然后，包括两个用“AT”标识的变量的项目被整合到系统管理器的配置树中：

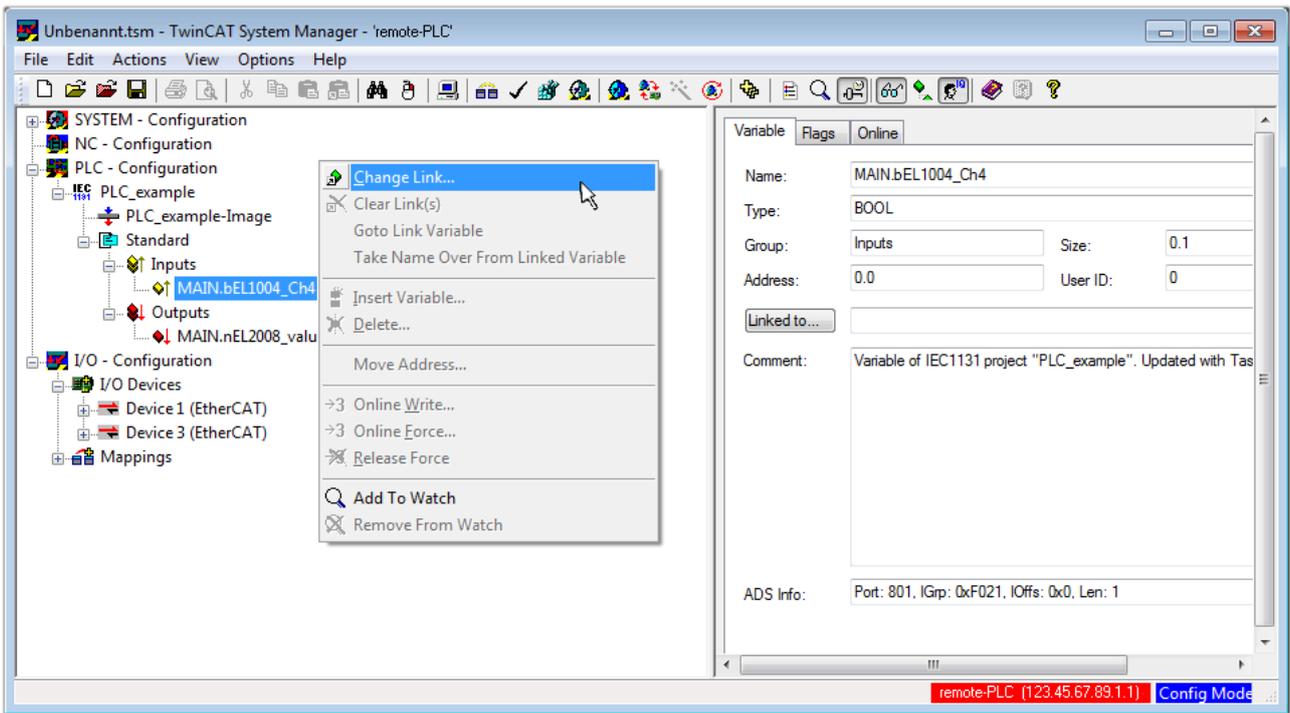


附图 44: 集成在系统管理器的PLC配置中的PLC项目

两个变量“bEL1004_Ch4”和“nEL208_value”现在可以被分配给I/O配置的某些过程对象。

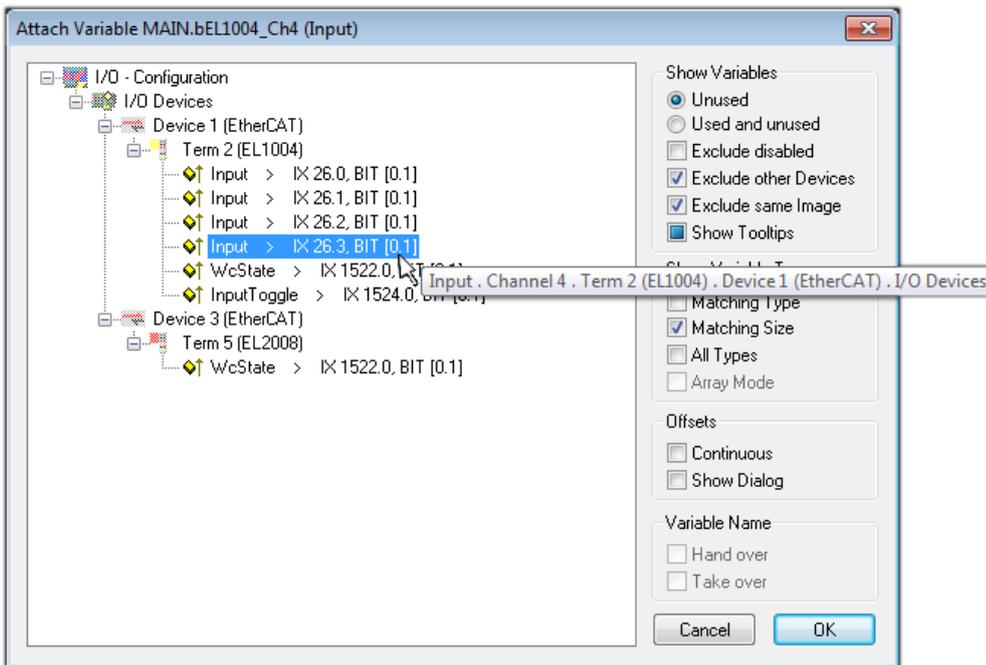
指派变量

通过集成项目“PLC_example”的一个变量的上下文菜单和“修改链接...”打开一个窗口，选择一个合适的过程对象（PDO）。“标准”：



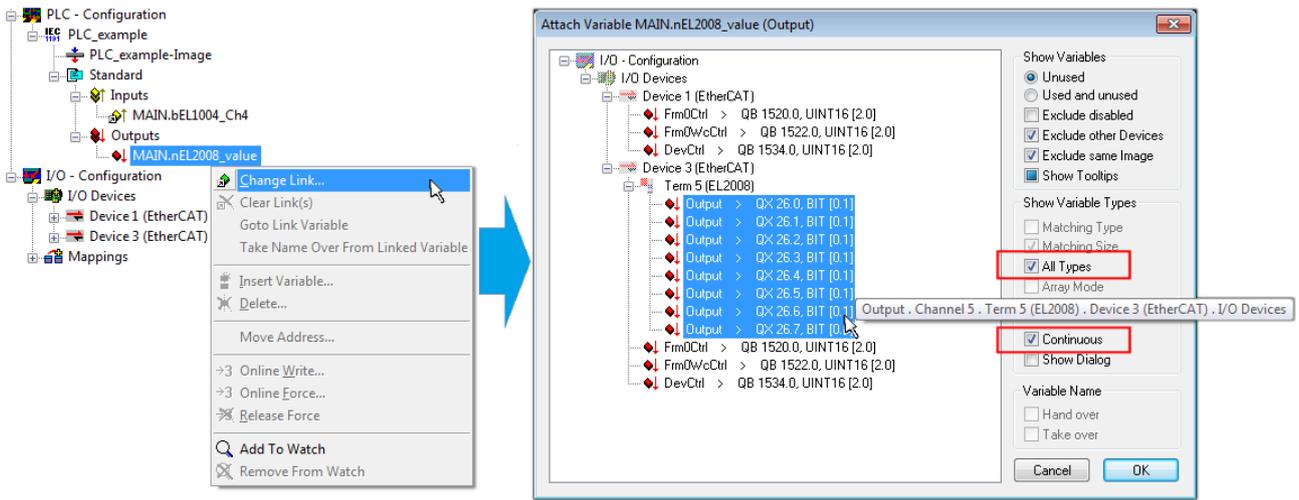
附图 45: 在PLC变量和过程对象之间建立联系

在打开的窗口中，可以从PLC配置树中选择BOOL类型的变量“bEL1004_Ch4”的过程对象。



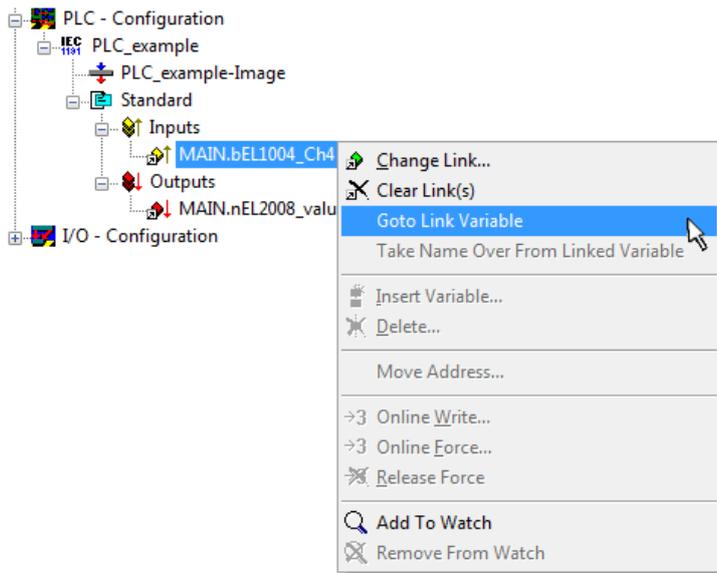
附图 46: 选择BOOL类型的PDO

根据默认设置，某些PDO对象现在可供选择。在这个例子中，EL1004终端的通道4的输入被选择用于连接。相反，在为输出变量创建链接时，必须勾选“所有类型”复选框，以便为一个字节变量分配一组八个独立的输出位。下图显示了整个过程：



附图 47: 同时选择几个PDO: 激活“连续”和“所有类型”

请注意，“连续”复选框也被激活。这旨在将变量“nEL2008_value”的字节中包含的位按顺序分配给EL2008终端的所有八个选定的输出位。通过这种方式，随后可以在程序中用对应于PLC通道1的第0位到通道8的第7位的字节来寻址终端的所有八个输出。在变量的黄色或红色对象处有一个特殊符号（），表示存在一个链接。链接也可以通过从变量的上下文菜单中选择“转到链接变量”来检查。对面的对象（在这种情况下是PDO）被自动选择。



附图 48: 应用“转到链接变量”变量，以“MAIN.bEL1004_Ch4”为样本

为PDO分配变量的过程是通过菜单选择“操作” → “生成映射”、按键Ctrl+M或点击菜单中的符号  来完成。

这可以在配置中得到直观的体现：



建立联系的过程也可以以相反的方向进行，即从单个PDO开始到变量。然而，在这个例子中，就不可能选择EL2008的所有输出位，因为终端只提供单个数字输出。如果一个终端有一个字节、字、整数或类似的PDO，就有可能为其分配一组位标准化的变量（类型为“BOOL”）。在这里，PDO的上下文菜单中的“转至链接变量”也可以在另一个方向执行，这样就可以选择相应的PLC实例。

激活配置

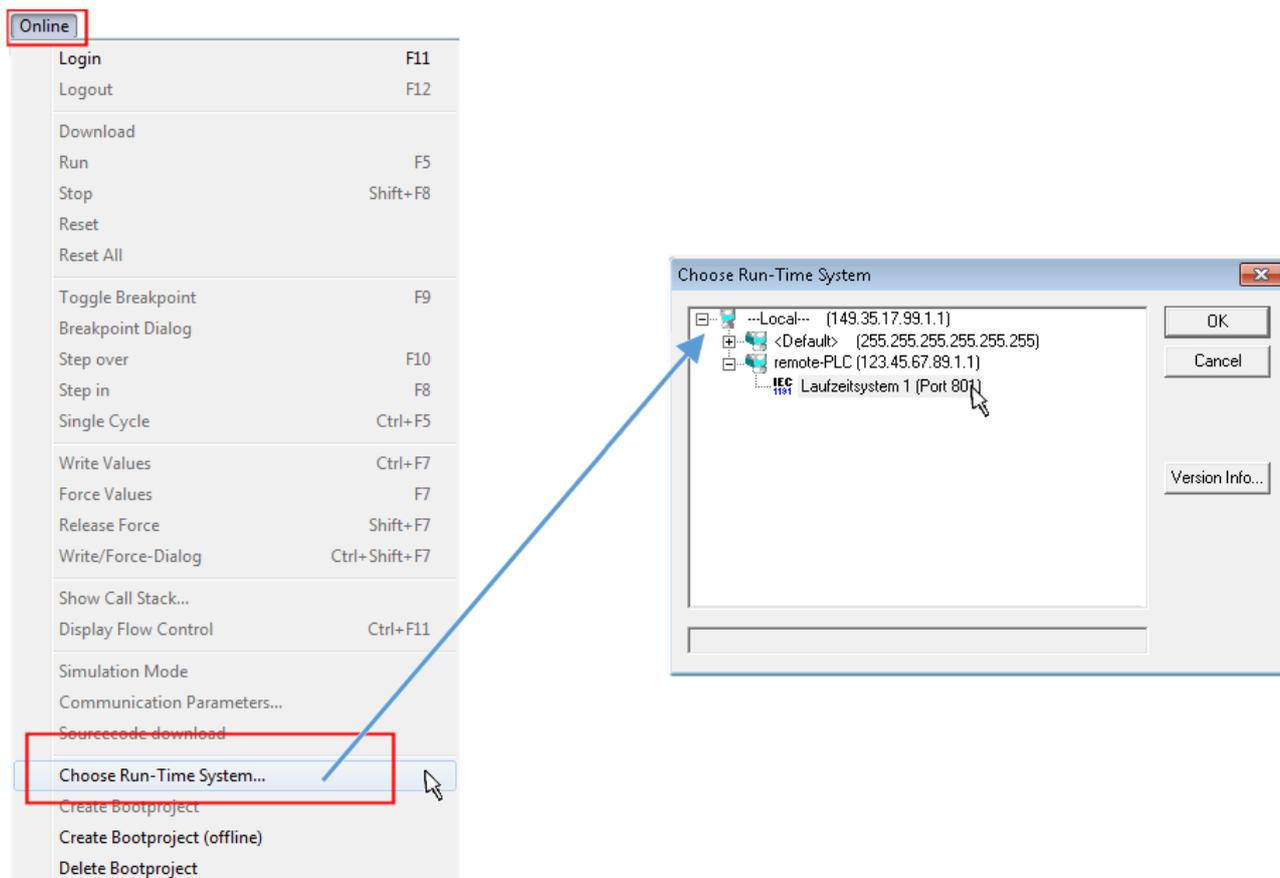
将PDO分配给PLC变量现在已经建立了从控制器到终端的输入和输出的连接。现在可以激活该配置。首先，可

以通过 （或通过“操作”→“检查配置”）来验证配置。如果没有错误，可以通过 （或通过“操作”→“激活配置...”）激活配置，将系统管理器的设置传输至运行时间系统。确认信息“旧的配置被覆盖了！”并通过“确定”按钮确定“在运行模式下重启TwinCAT系统”。

几秒钟后，实时状态 **RTime 0%** 显示在系统管理器的右下方。然后可以按照下面的方法启动PLC系统。

启动控制器

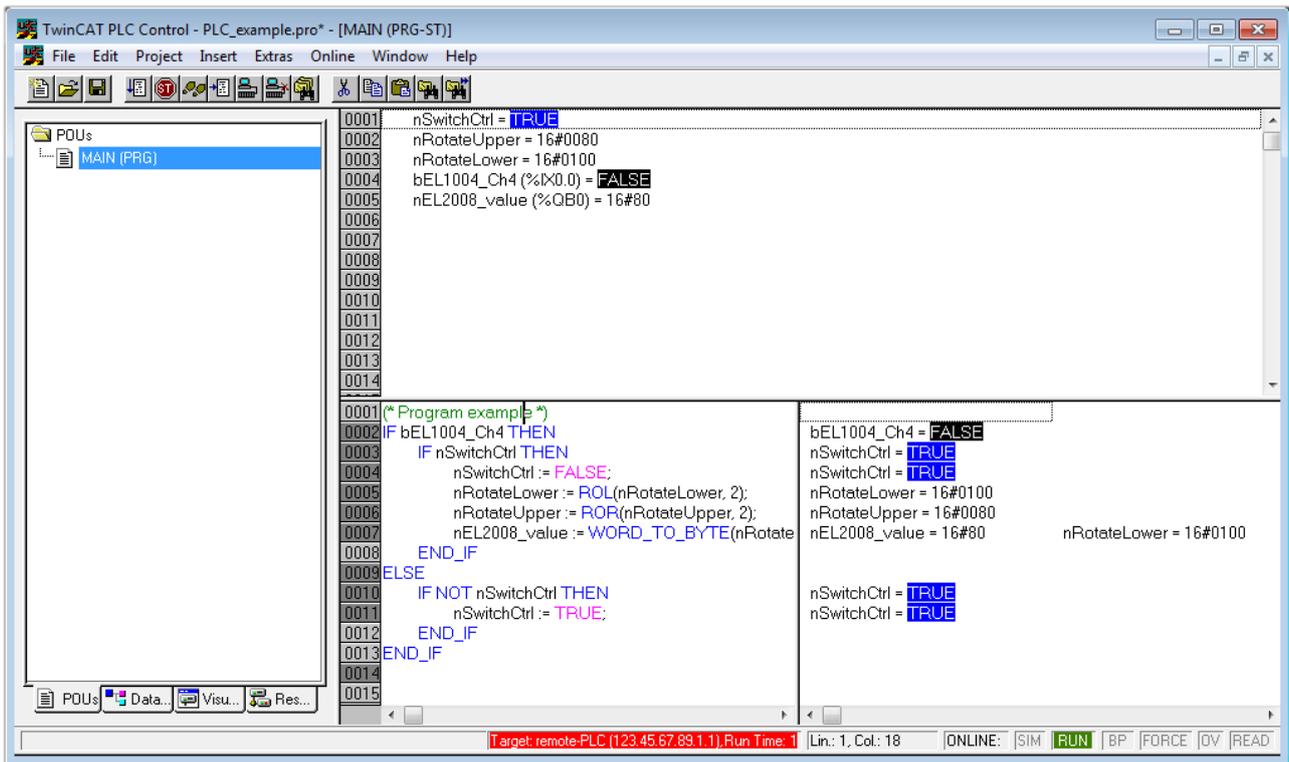
从远程系统开始，PLC控制必须通过“在线”→“选择运行时系统...”经以太网与嵌入式PC连接：



附图 49: 选择目标系统（远程）

在这个例子中，“运行时系统1（端口801）”被选中并确认。通过菜单选项“在线”→“登录”、F11键或点击

符号 , 将PLC与实时系统连接起来。然后可以加载控制程序进行执行。这将导致出现“控制器上没有程序！”的信息。是否应该加载新的程序？“应以“是”确认。运行环境已经为程序启动做好准备。



附图 50: PLC控制器登录，准备启动程序

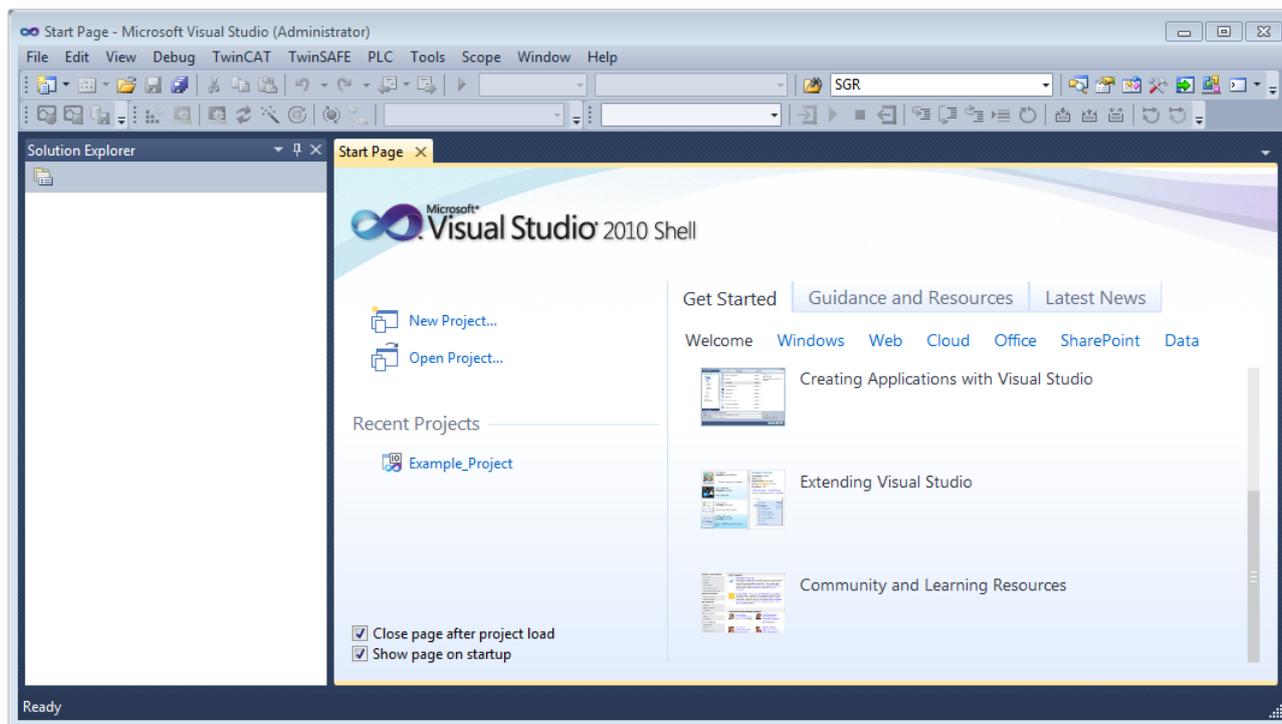
现在可以通过“在线” → “运行”、F5键或  启动PLC。

5.1.2 TwinCAT 3

启动

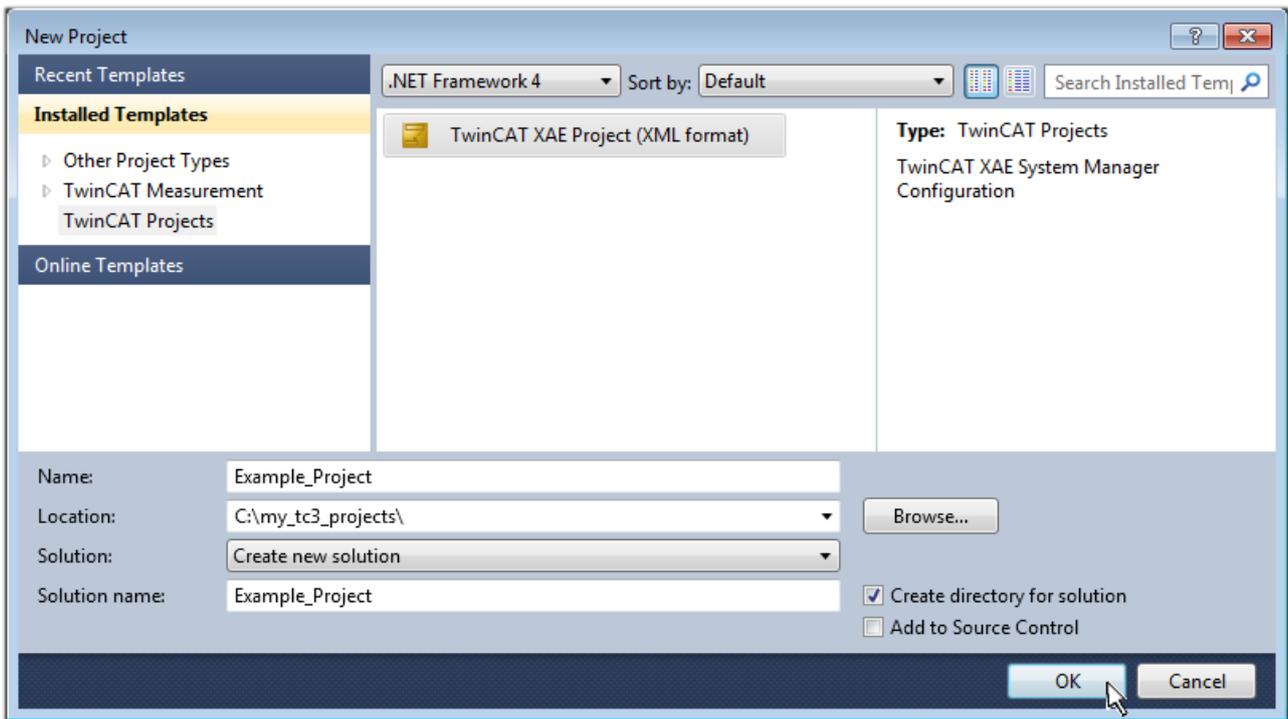
TwinCAT使开发环境区域与Microsoft Visual Studio一起可用：启动后，项目文件夹资源管理器出现在通用窗口区域的左侧（参见TwinCAT 2的“TwinCAT系统管理器”），用于与机电组件进行通信。

在用于开发的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：



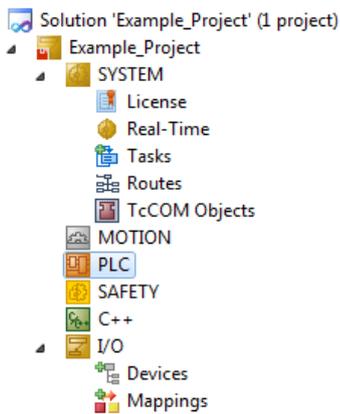
附图 51: 初始TwinCAT 3用户界面

首先通过  **New TwinCAT Project...**（或“文件” → “新建” → “项目...”）创建一个新项目。在下面的对话框中，根据需要进行相应的输入（如图所示）。



附图 52: 创建新的TwinCAT项目

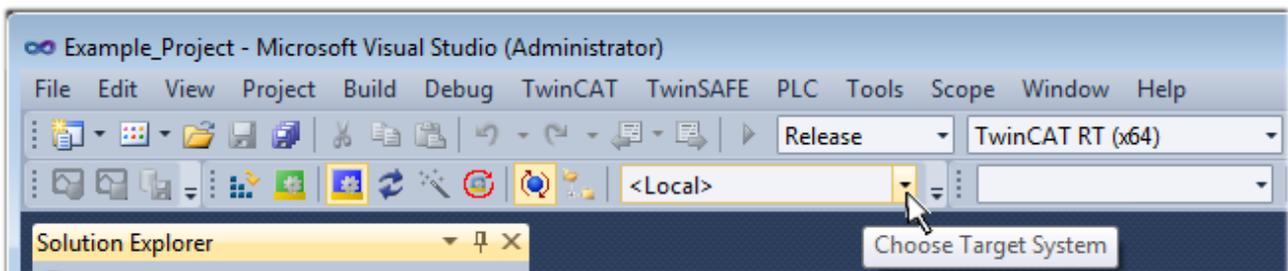
然后，新项目就可以在项目文件夹资源管理器中显示。



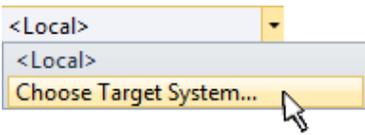
附图 53: 在项目文件夹资源管理器中新建TwinCAT3项目

一般来说，TwinCAT可以在本地或远程模式下使用。一旦TwinCAT系统（包括用户界面（标准））安装在相应的PLC上，TwinCAT就可以在本地模式下使用，因此下一步是“插入设备 [▶ 58]”。

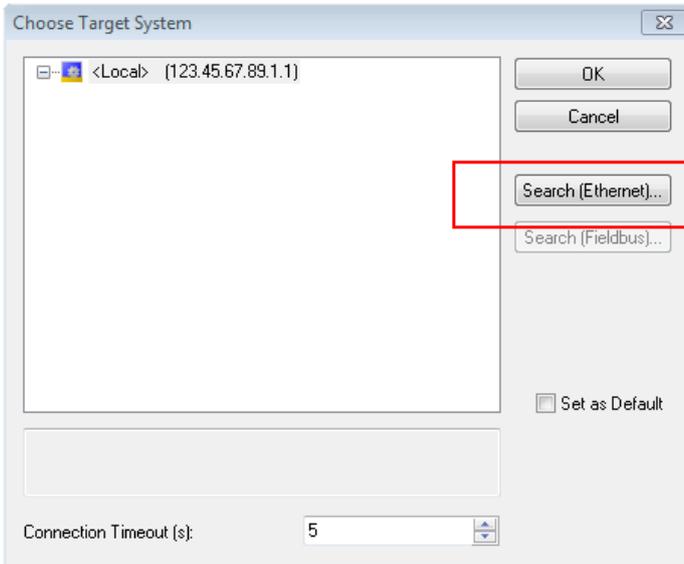
如果打算将安装在PLC上的TwinCAT运行环境作为另一个系统的远程开发环境，则必须首先了解目标系统。通过菜单栏中的符号：



扩大下拉菜单：



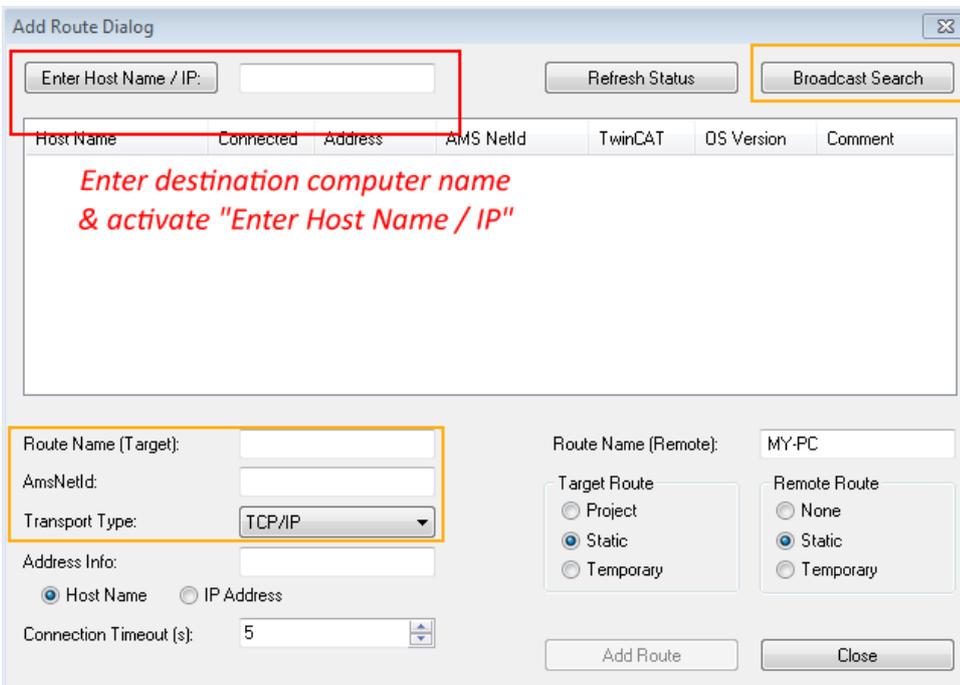
并打开以下窗口：



附图 54: 选择对话框：选择目标系统

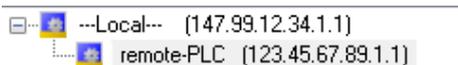
使用“搜索（以太网）…”以进入目标系统。因此，打开下一个对话框，可以选择：

- 在“输入主站名称/IP:”后输入已知的计算机名称（如红色所示）
- 执行“广播搜索”（如果不知道确切的计算机名称）
- 输入已知的计算机IP或AmsNetID。



附图 55: 为TwinCAT系统管理器指定访问的PLC：选择目标系统

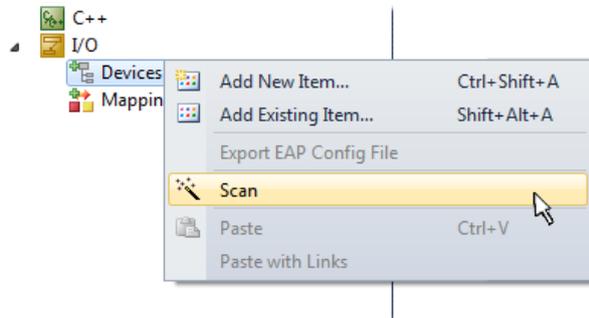
一旦输入了目标系统，就可以按以下方式进行选择（可能需要输入密码）：



在通过“确定”确认后，可以通过Visual Studio shell访问目标系统。

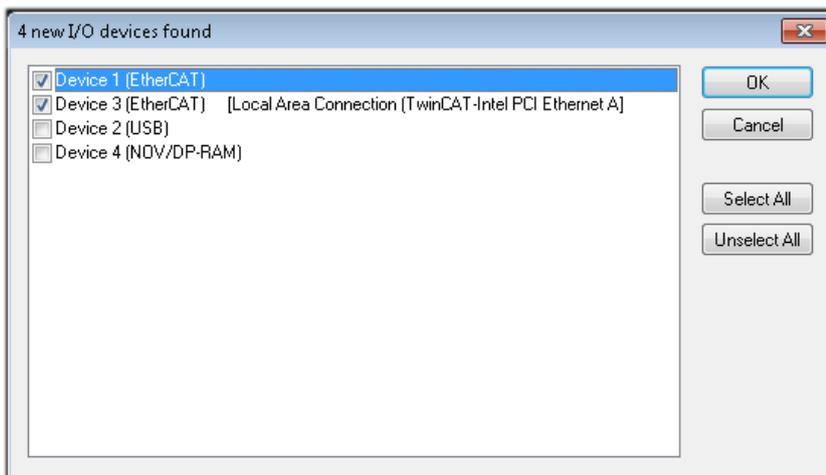
添加设备

在Visual Studio shell用户界面左侧的项目文件夹资源管理器中，选择“I/O”元素中的“设备”，然后右键单击打开上下文菜单，选择”扫描“或”通过菜单栏中的  开始操作。首先，TwinCAT系统管理器可能需要通过  ，或通过菜单“TwinCAT” → “重新启动TwinCAT（配置模式）”设置成“配置模式”。



附图 56: 选择“扫描”

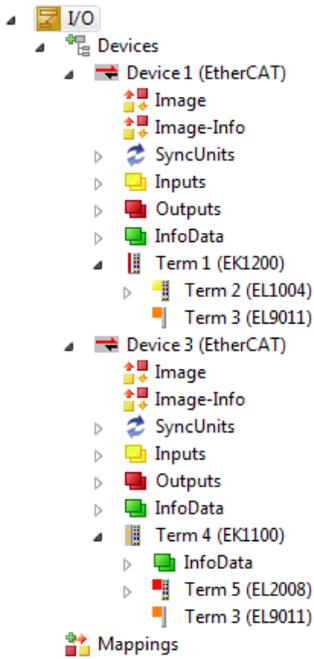
确认接下来的警告信息，并在对话框中选择“EtherCAT”：



附图 57: 自动检测I/O设备：选择要集成的设备

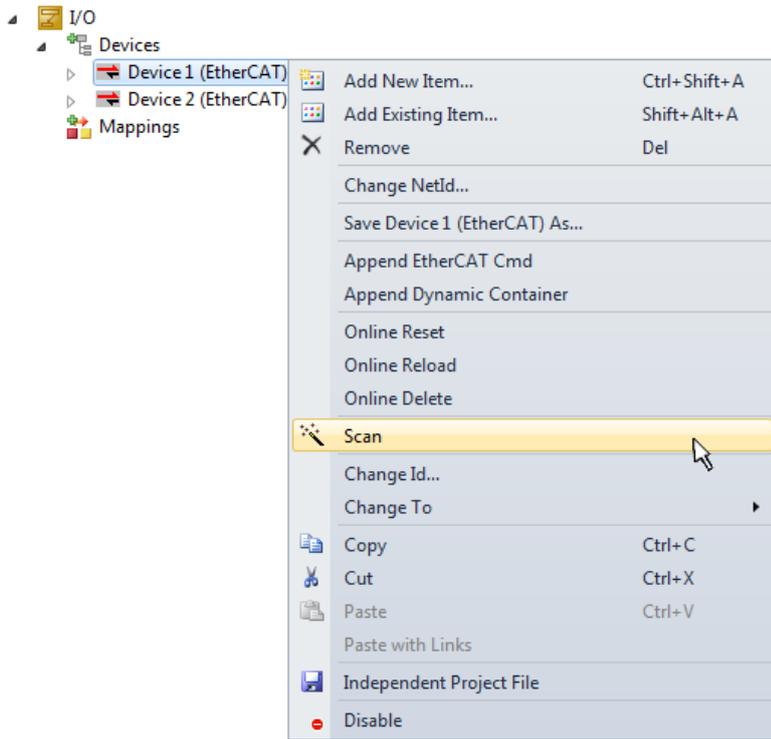
确认“寻找新盒子”信息，以确定连接到设备的终端。“自由运行”可在“配置模式”下操纵输入和输出值，且也应该得到承认。

根据本节开头描述的样本配置，结果如下：



附图 58: 在TwinCAT3环境的VS shell中的配置映射

整个过程包括两个阶段，可以分别进行（首先确定设备，然后确定连接的元素，如盒子、终端等）。此外，也可以从上下文菜单中选择“设备...”以启动扫描，然后读取下面配置中存在的元素：



附图 59: 读取连接到设备的单个终端

如果实际配置在短时间内被修改，这个功能是很有用的。

对PLC进行编程

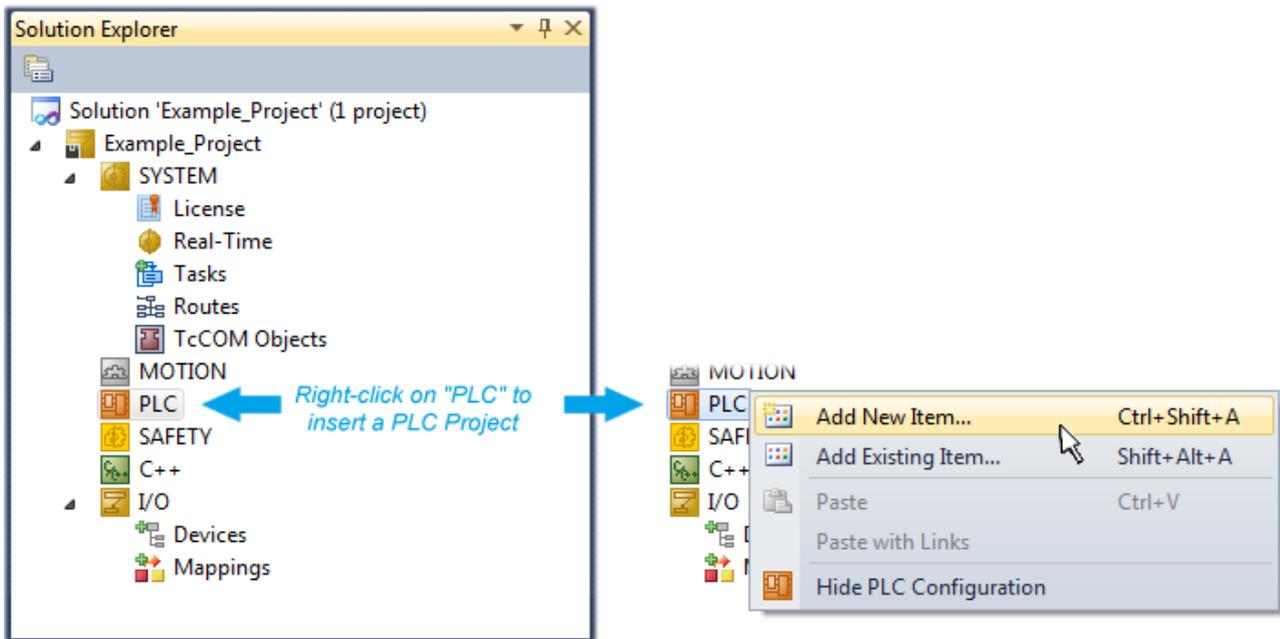
TwinCAT PLC控制是在不同程序环境下创建控制器的开发环境：TwinCAT PLC Control支持IEC 61131-3中描述的所有语言。有两种基于文本的语言和三种图形语言。

- 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)
 - 连续功能图编辑器 (CFC)
 - 顺序功能图表 (SFC)

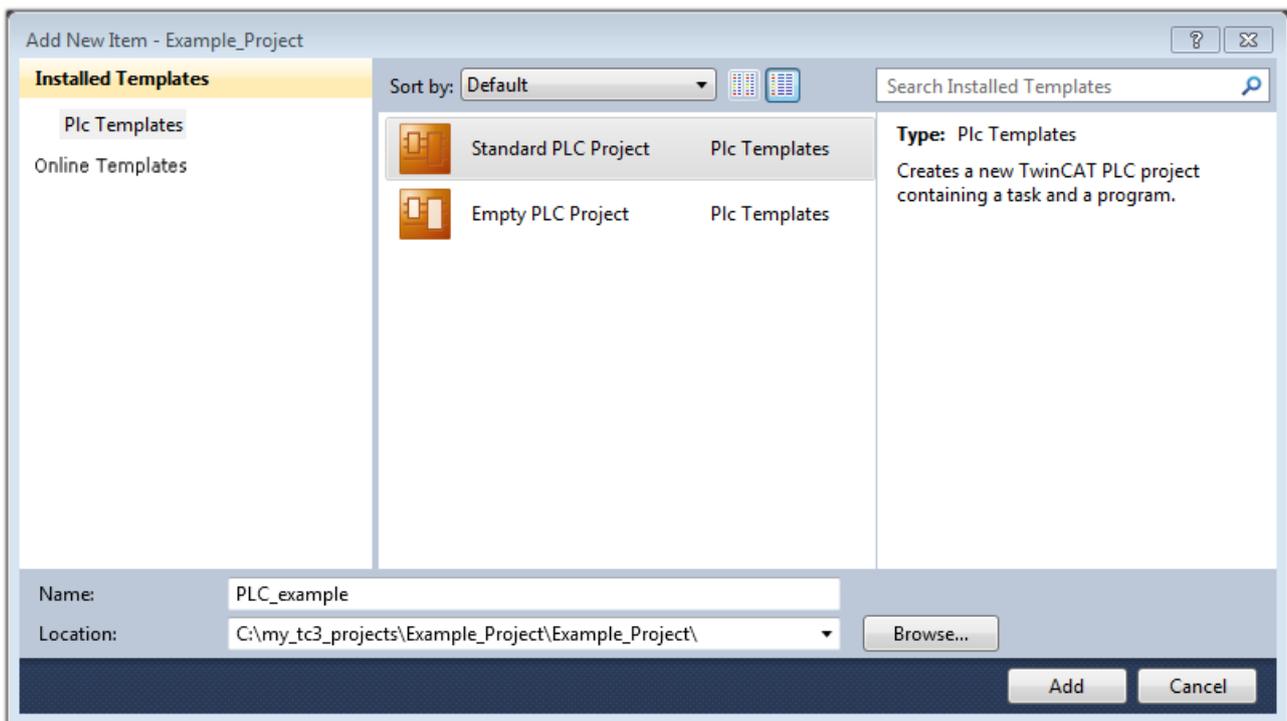
下面的章节提到了结构化文本 (ST) 。

为了创建一个编程环境，通过项目文件夹资源管理器中“PLC”的上下文菜单，选择“添加新项目...”，将一个PLC子项目添加到项目样本中。：



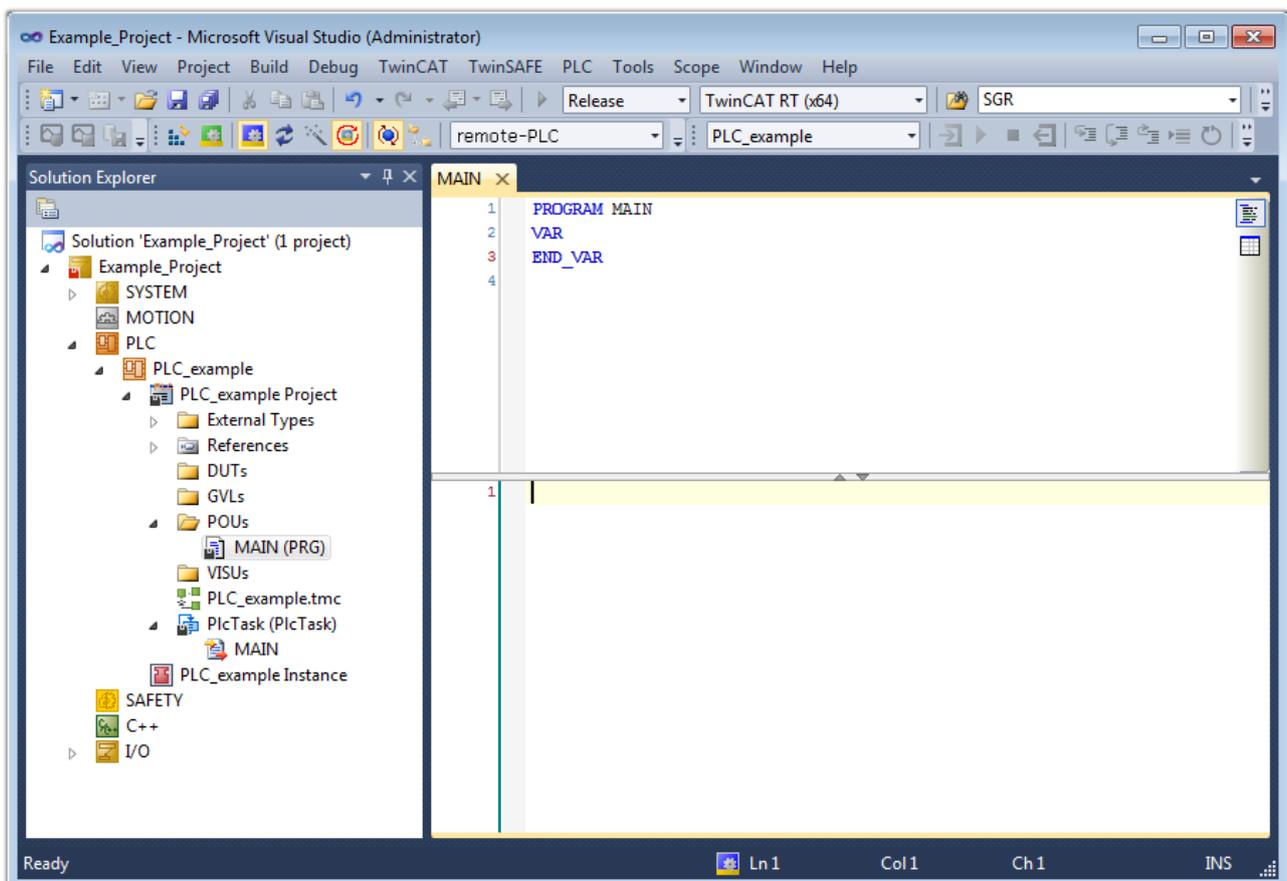
附图 60: 在“PLC”中添加编程环境

在打开的对话框中选择“标准PLC项目”，并输入例如“PLC_example”作为项目名称，然后选择一个相应的目录：



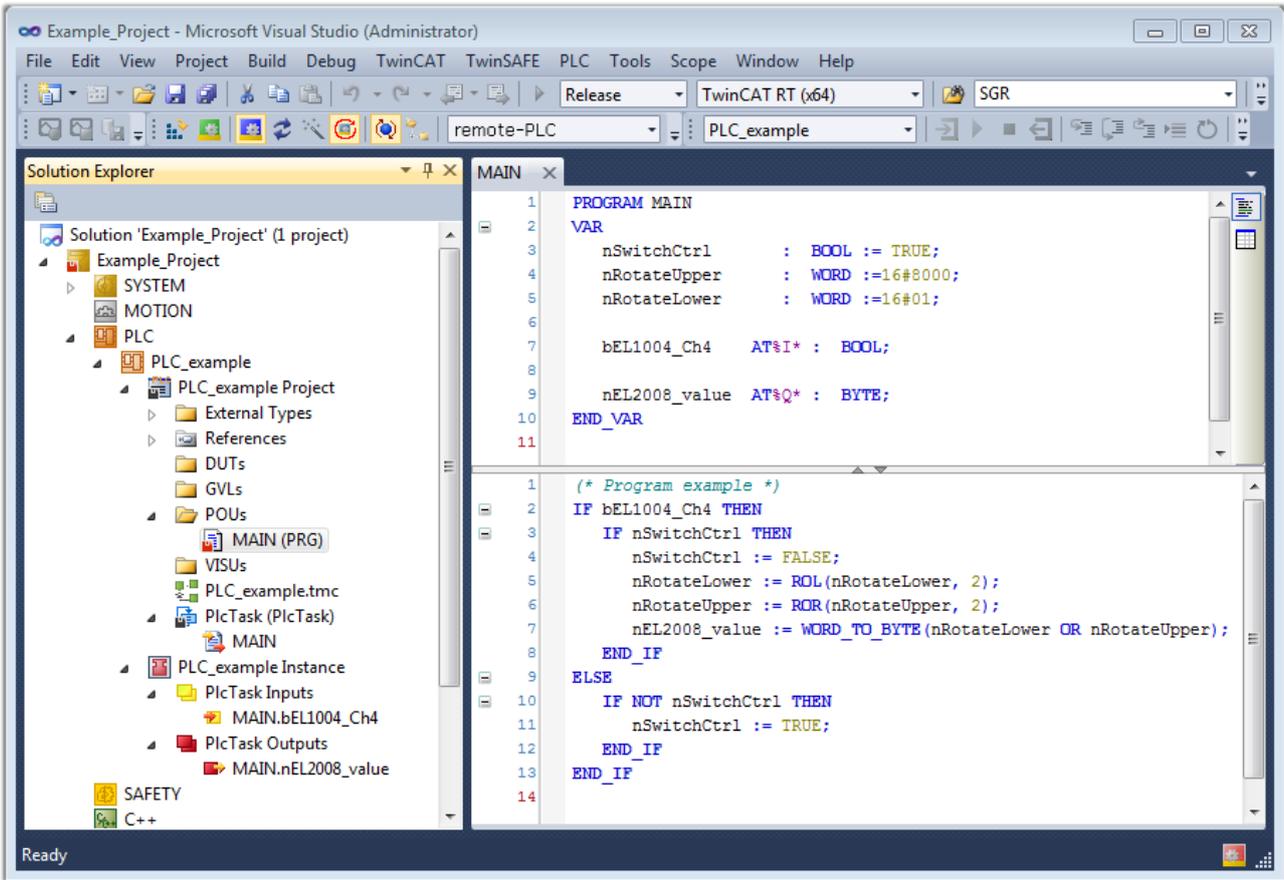
附图 61: 为PLC编程环境指定名称和目录

通过选择“标准PLC项目”已经存在的“主”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。



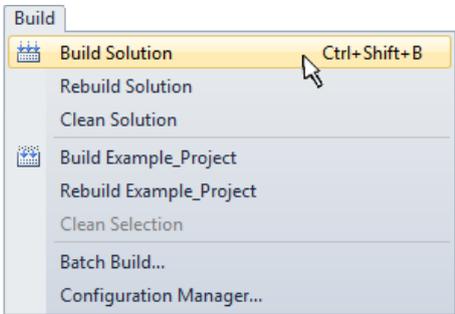
附图 62: 标准PLC项目的初始“主”程序

为了继续，现在已经创建了样本变量和一个样本程序：



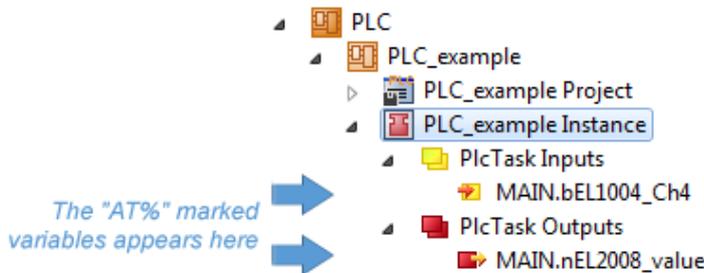
附图 63: 编译过程后带有变量的样本程序（无变量整合）

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：



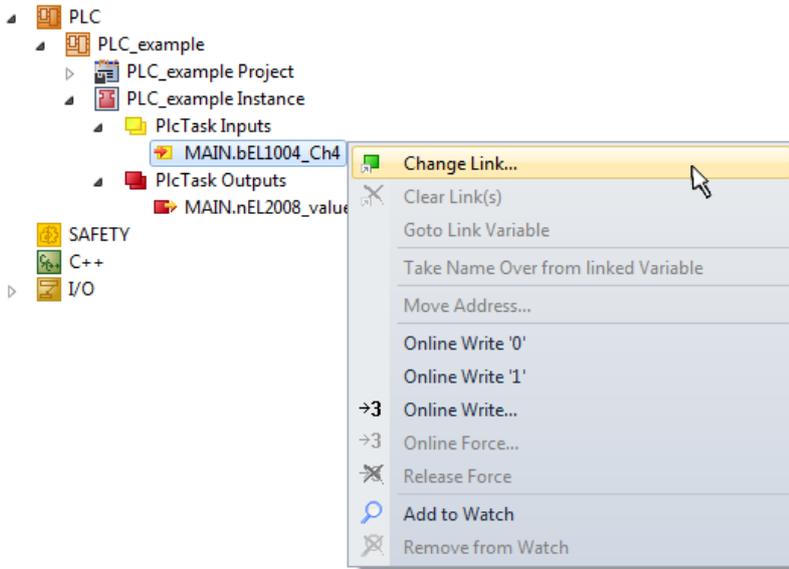
附图 64: 开始编译程序

下列变量在ST/PLC程序中以“AT%”标识，然后在项目文件夹资源管理器的“分配”下可用：



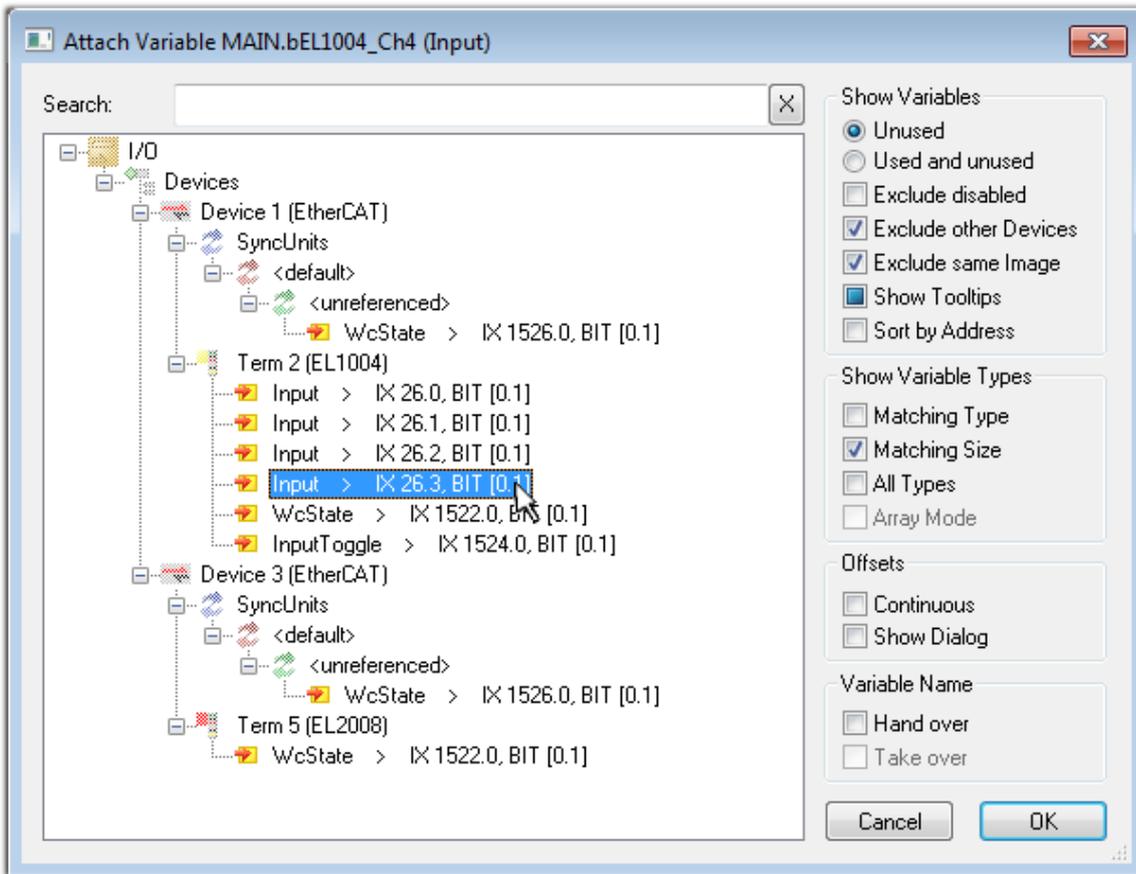
指派变量

通过一个实例的菜单--“PLC”上下文中的变量，使用“修改链接...”选项来打开一个窗口，选择一个合适的过程对象（PDO）进行链接：



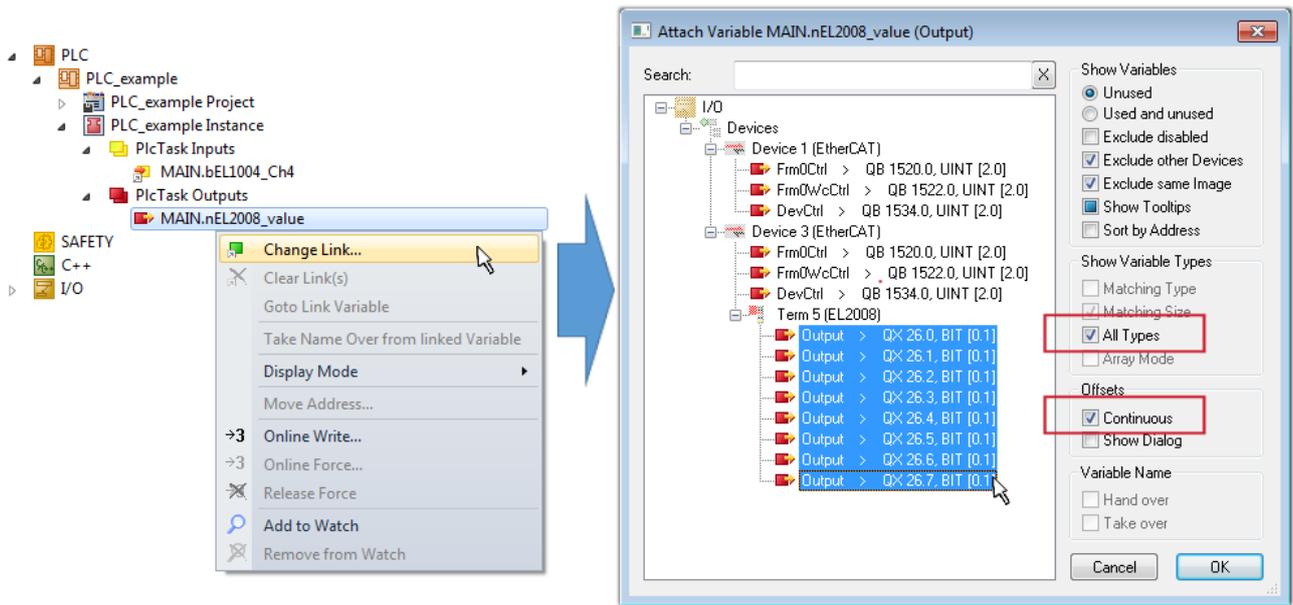
附图 65: 在PLC变量和过程对象之间建立联系

在打开的窗口中，可以从PLC配置树中选择BOOL类型的变量“bEL1004_Ch4”的过程对象。



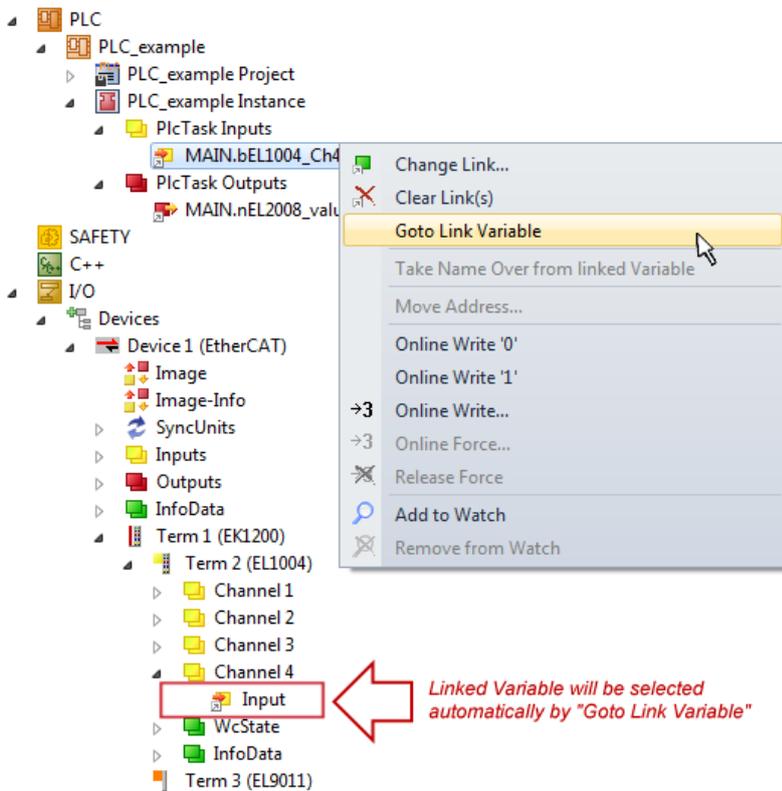
附图 66: 选择BOOL类型的PDO

根据默认设置，某些PDO对象现在可供选择。在这个例子中，EL1004终端的通道4的输入被选择用于连接。相反，在为输出变量创建链接时，必须勾选“所有类型”复选框，以便为一个字节变量分配一组八个独立的输出位。下图显示了整个过程：



附图 67: 同时选择几个PDO: 激活“连续”和“所有类型”

请注意，“连续”复选框也被激活。这旨在将变量“nEL2008_value”的字节中包含的位按顺序分配给 EL2008 终端的所有八个选定的输出位。通过这种方式，随后可以在程序中用对应于 PLC 通道 1 的第 0 位到通道 8 的第 7 位的字节来寻址终端的所有八个输出。在变量的黄色或红色对象处有一个特殊符号 (🔗)，表示存在一个链接。链接也可以通过从变量的上下文菜单中选择“转到链接变量”来检查。对面的对象 (在这种情况下是 PDO) 被自动选择。



附图 68: 应用“转到链接变量”变量，以“MAIN.bEL1004_Ch4”为样本

建立联系的过程也可以以相反的方向进行，即从单个 PDO 开始到变量。然而，在这个例子中，就不可能选择 EL2008 的所有输出位，因为终端只提供单个数字输出。如果一个终端有一个字节、字、整数或类似的 PDO，就有可能为其分配一组位标准化的变量（类型为“BOOL”）。在这里，PDO 的上下文菜单中的“转至链接变量”也可以在另一个方向执行，这样就可以选择相应的 PLC 实例。

● 关于变量分配类型的说明

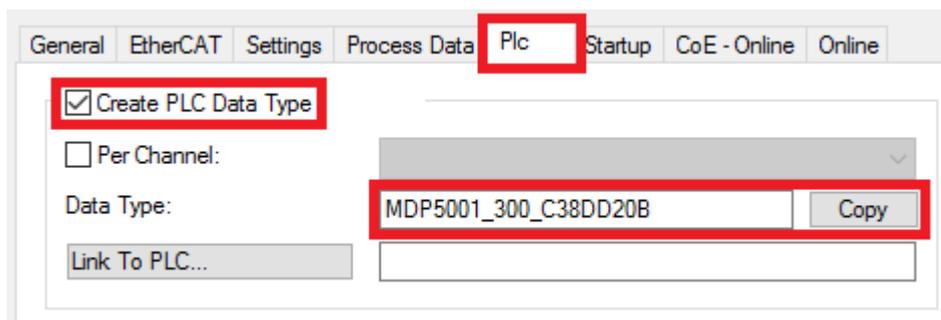


以下类型的变量分配只能从TwinCAT V3.1.4024.4版本开始使用，并且只适用于带有微控制器的终端。

在TwinCAT中，可以从一个终端的映射过程数据中创建一个结构。然后可以在PLC中创建该结构的一个实例，因此可以直接从PLC中访问过程数据，而无需声明自己的变量。

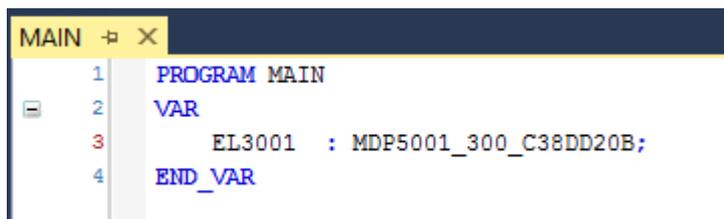
以EL3001单通道模拟输入端子-10...+10 V为例，说明其操作步骤。

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



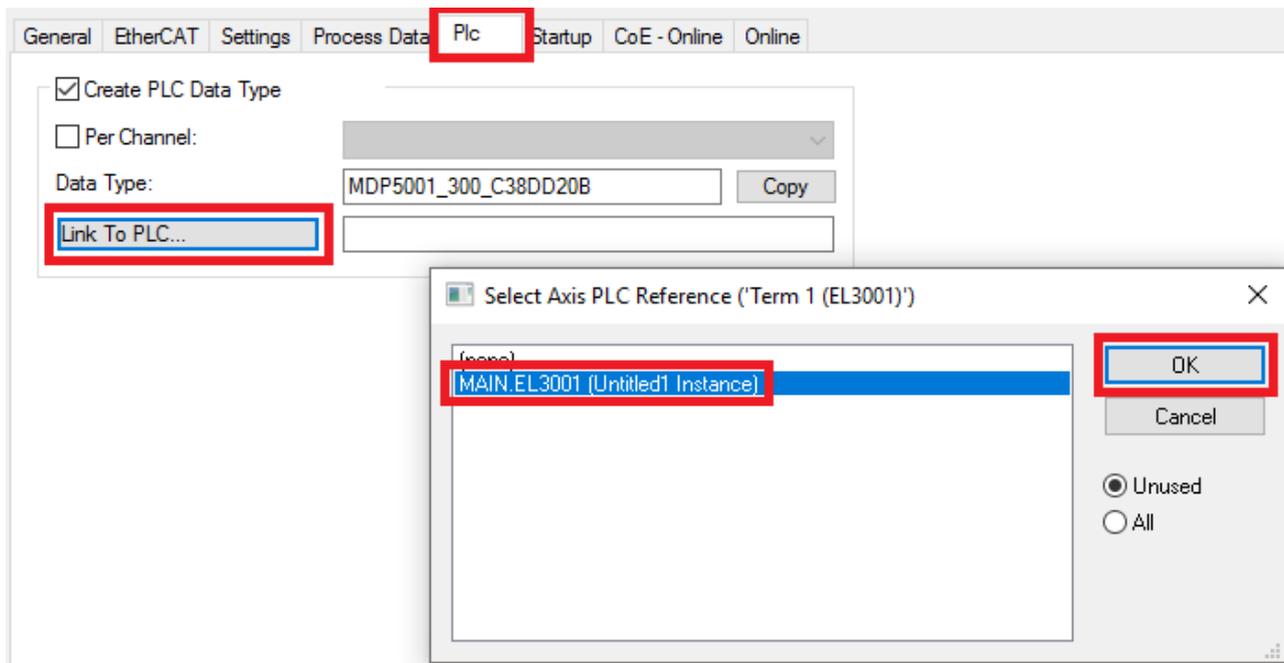
附图 69: 创建一个PLC数据类型

4. 然后必须在PLC中创建一个复制的数据类型的数据结构实例。



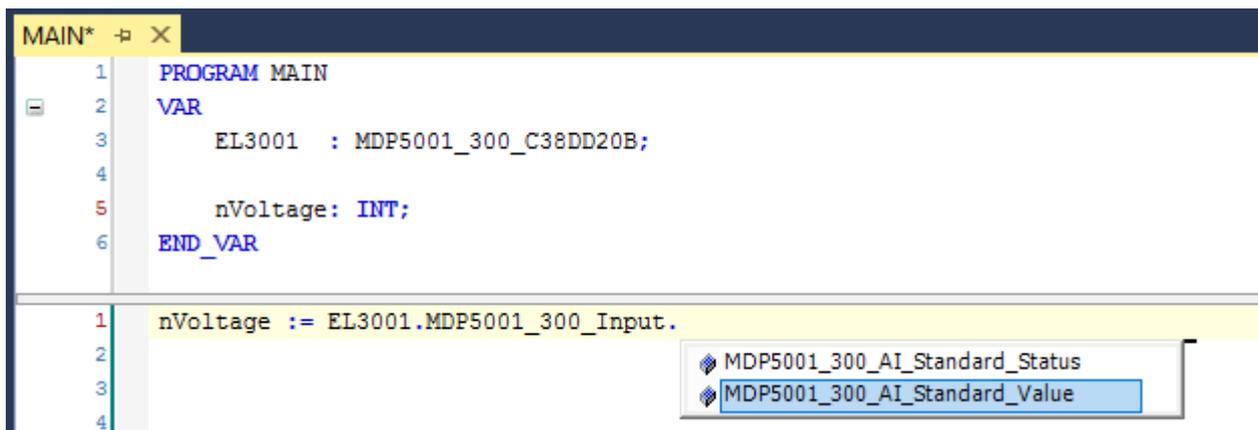
附图 70: 结构的实例

5. 然后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”选项卡来完成。
6. 然后，终端的“PLC”选项卡中的结构必须与创建的实例相连接。



附图 71: 链接结构

7. 在PLC中，然后通过程序代码中的结构读取或写入过程数据。



附图 72: 从过程数据的结构中读取一个变量

激活配置

将PDO分配给PLC变量现在已经建立了从控制器到终端的输入和输出的连接。现在可以用  或通过“TwinCAT”下的菜单激活配置，以便将开发环境的设置转移到运行系统中。确认信息“旧的配置被覆盖了！”并通过“确定”按钮确定“在运行模式下重启TwinCAT系统”。在项目文件夹资源管理器中可以看到相应的任务：

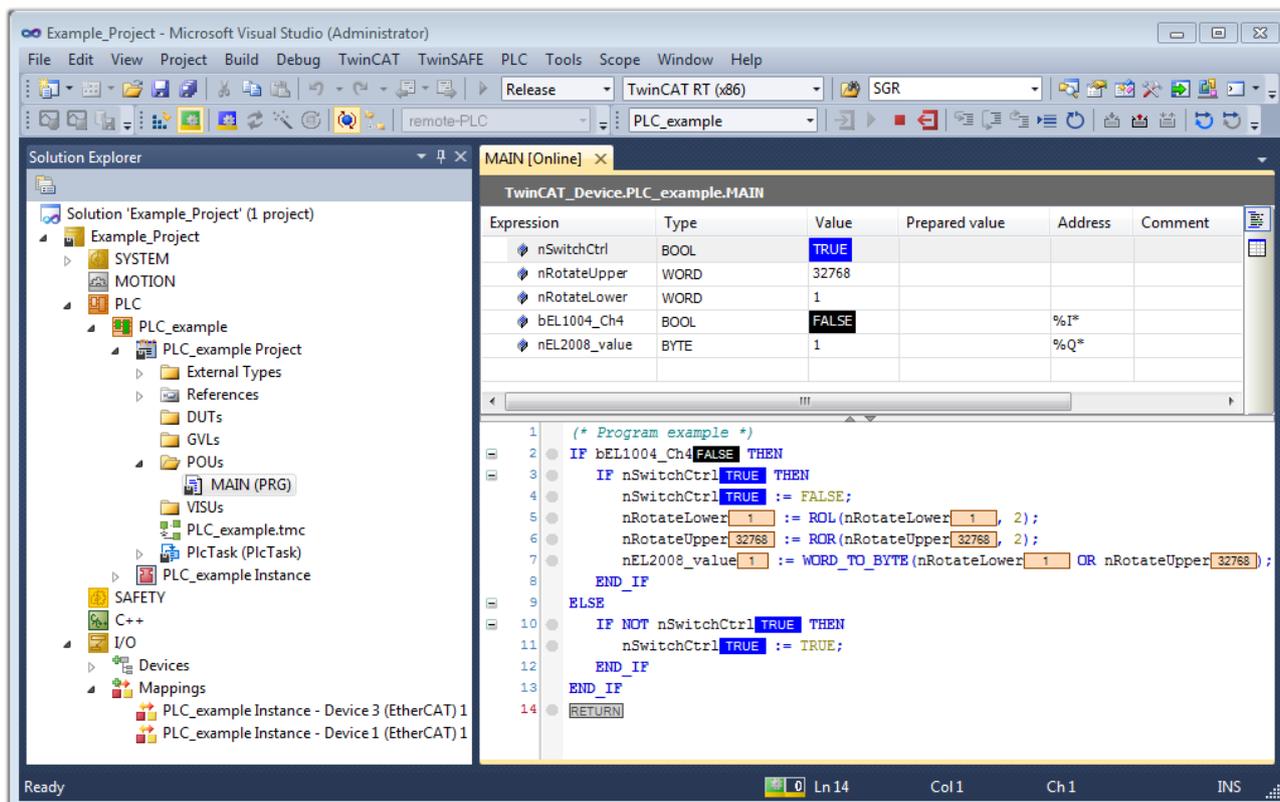
-  Mappings
 -  PLC_example Instance - Device 3 (EtherCAT) 1
 -  PLC_example Instance - Device 1 (EtherCAT) 1

几秒钟后，运行模式的相应状态会以旋转符号  的形式显示在VS shell开发环境的右下方。然后可以按照下面的方法启动PLC系统。

启动控制器

选择菜单选项“PLC” → “登录” 或点击 ，将PLC与实时系统连接起来，并加载控制程序进行执行。这将

导致信息 **控制器上没有程序！是否加载新的程序？** 应通过“是”进行确认。通过点击符号 、“F5”键或通过菜单中的“PLC”选择“开始”，运行环境已经准备好启动程序。启动的编程环境显示了各个变量的运行时间值：



附图 73: TwinCAT开发环境（VS shell）：程序启动后登录

用于停止  和注销  的两个操作员控制元素会产生所需的动作（相应地也用于停止“Shift + F5”，或者可以通过PLC菜单选择这两个动作）。

5.2 TwinCAT开发环境

自动化软件TwinCAT（Windows控制和自动化技术）将被区分为以下几个部分：

- TwinCAT 2：系统管理器（配置）和PLC控制（编程）
- TwinCAT 3：TwinCAT 2的增强版（通过一个通用的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
 - 支持位级的单位
 - 支持同步或异步关系
 - 交换一致的数据区域和过程图像
 - Datalink on NT - 通过开放式微软标准（OLE、OCX、ActiveX、DCOM+等）编程的程序

- 在Windows NT/2000/XP/Vista、Windows 7、NT/XP Embedded、CE中集成IEC 61131-3-软件-SPS、软件-NC和软件-CNC
- 与所有常见的现场总线互连
- 更多...

其他特点:

- **TwinCAT 3 (eXtended Automation) :**
 - Visual-Studio®-Integration
 - 编程语言的选择
 - 支持IEC 61131-3的面向对象的扩展
 - 使用C/C++作为实时应用程序的编程语言
 - 与MATLAB®/Simulink®的连接
 - 可扩展的开放式接口
 - 灵活的运行时环境
 - 积极支持多核和64位操作系统
 - 通过TwinCAT自动化接口自动生成代码和创建项目
 - 更多...

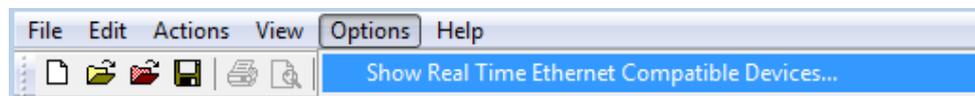
在下面的章节中，将解释在PC系统上调试TwinCAT开发环境以进行控制，以及独特控制元件的基本功能。

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

5.2.1 安装TwinCAT实时驱动程序

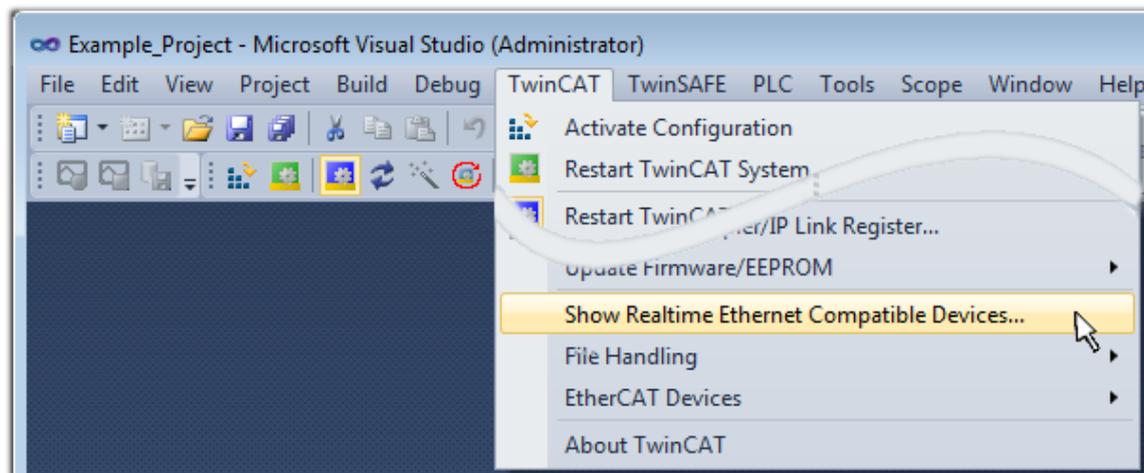
为了给IPC控制器的标准以太网端口分配实时功能，必须在Windows下为该端口安装Beckhoff实时驱动程序。这可以通过几种方式进行。这里介绍了一种选择。

在系统管理器中，通过选项→显示实时以太网兼容设备，调出本地网络接口的TwinCAT概览。



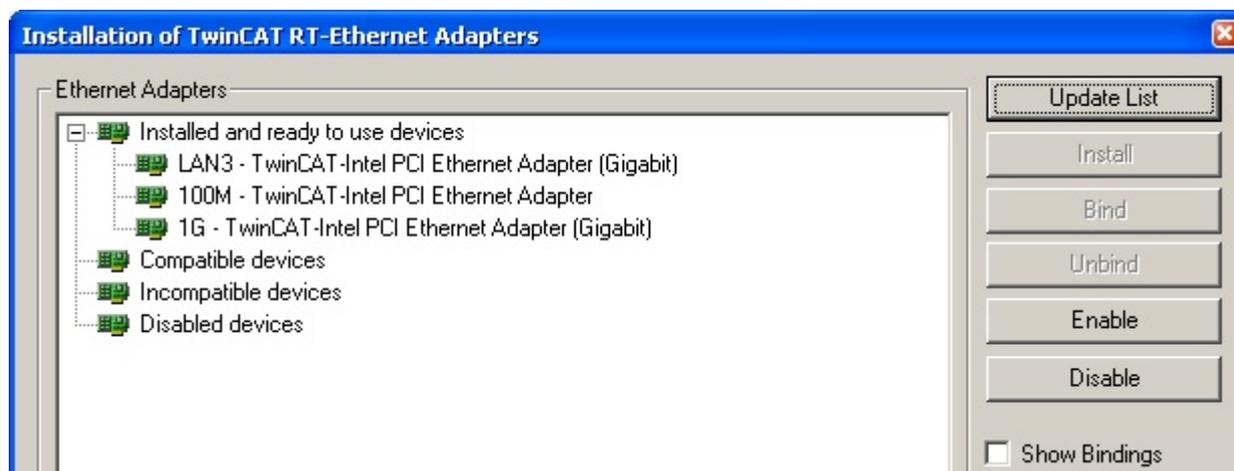
附图 74: 系统管理器“选项”（TwinCAT 2）

这需要在TwinCAT 3环境中通过菜单“TwinCAT”来调用。



附图 75: 在VS Shell下调用（TwinCAT 3）

出现以下对话框：



附图 76: 网络接口概述

在“兼容设备”下列出的接口可以通过“安装”按钮分配一个驱动程序。驱动程序应该只安装在兼容的设备上。

关于未签名驱动程序的Windows警告可以被忽略。

或者，首先可以插入一个EtherCAT设备，如第章离线配置创建的“创建EtherCAT设备”部分[▶ 78]所述，以便通过其EtherCAT属性（选项卡“适配器”，按钮“兼容设备…”）查看兼容的以太网端口：

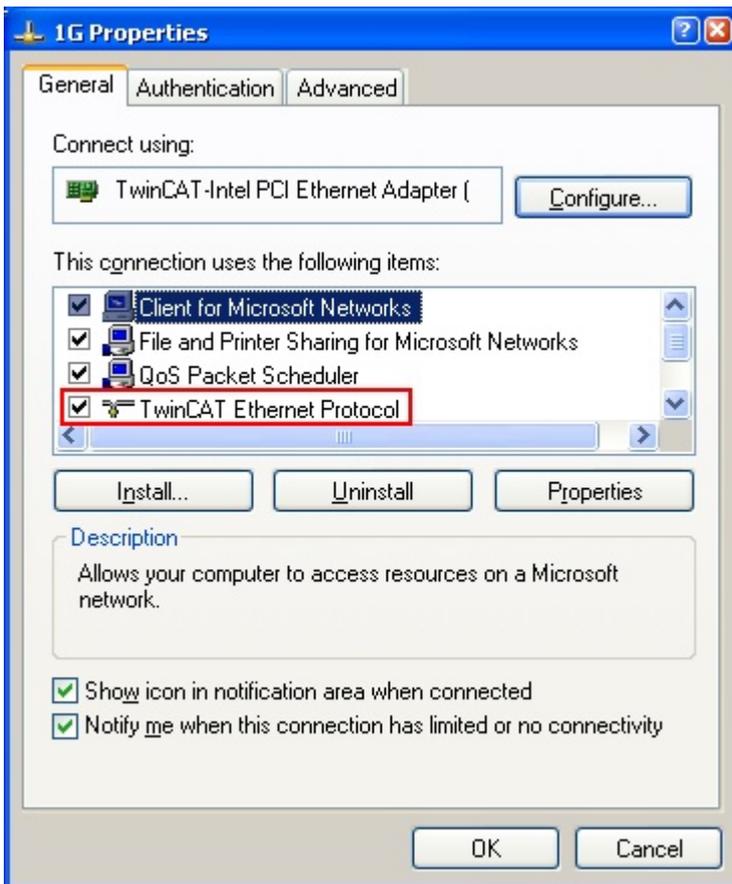


附图 77: EtherCAT设备属性 (TwinCAT 2) : 点击“适配器”选项卡的“兼容设备...”

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:

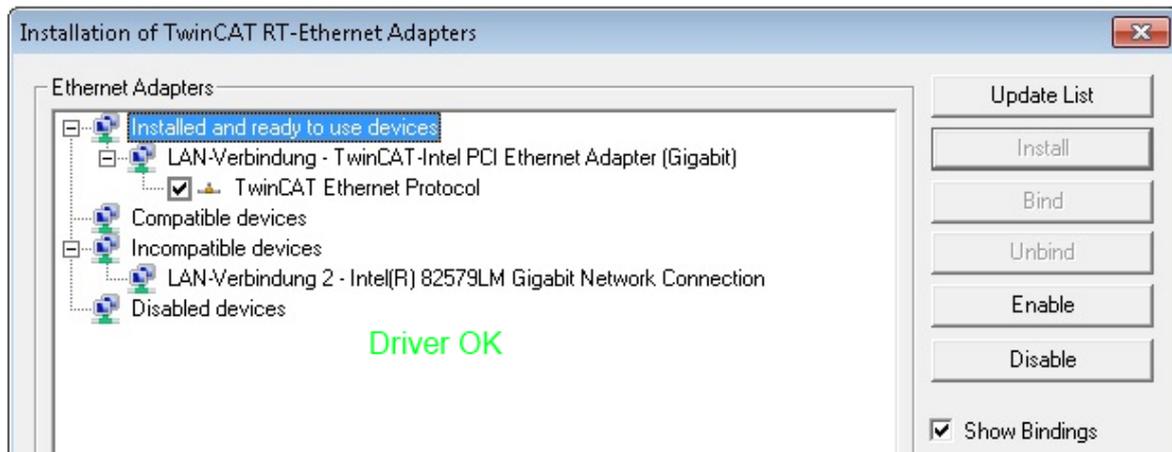


安装后，驱动程序在网络接口的Windows概览中显示已激活 (Windows开始→系统属性→网络)



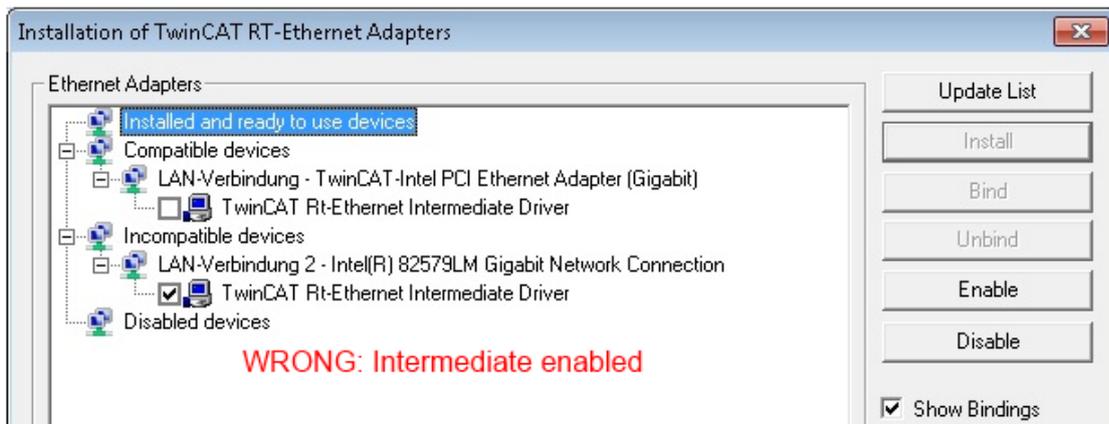
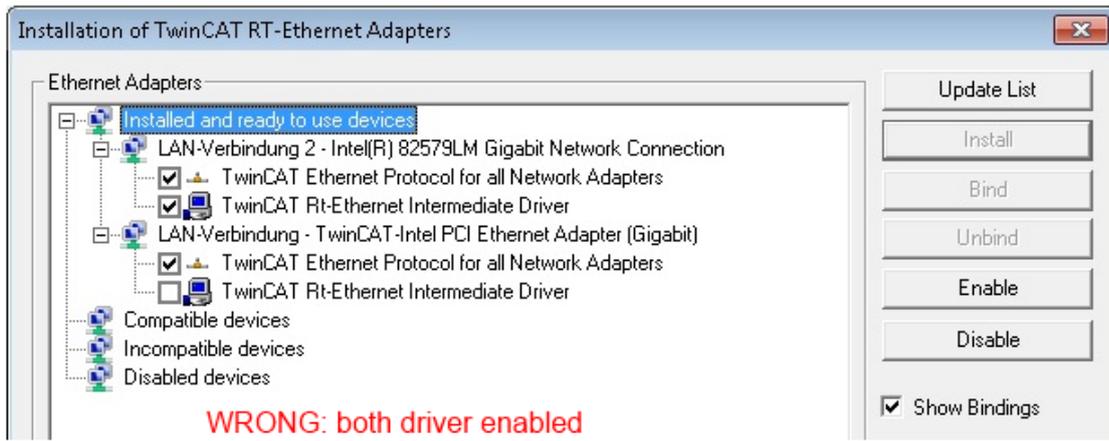
附图 78: 网络接口的Windows属性

驱动程序的正确设置可能是:



附图 79: 以太网端口的示范性正确驱动程序设置

必须避免其他可能的设置:

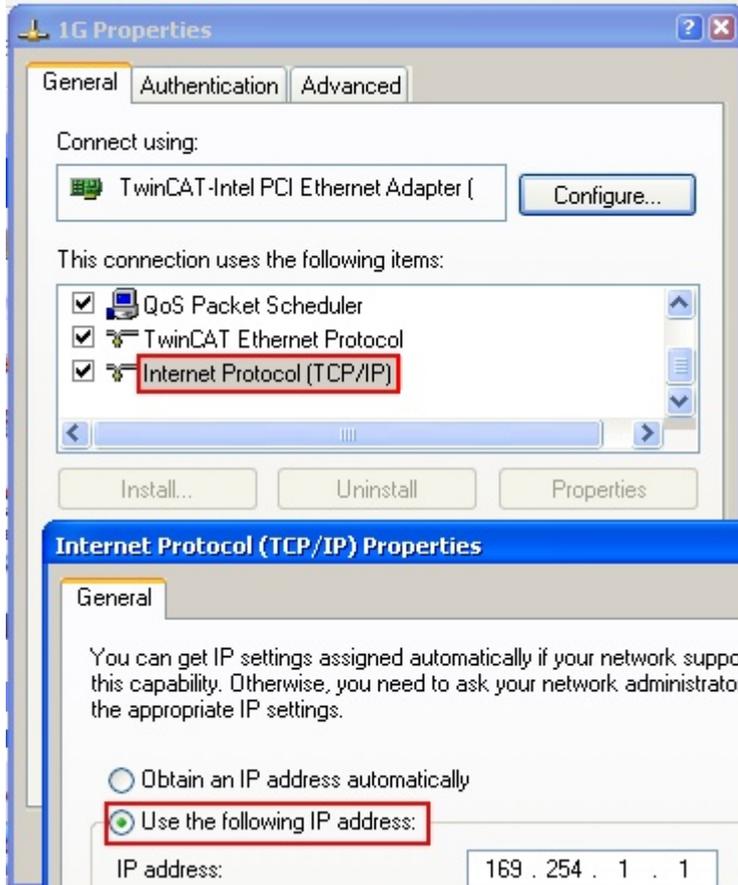


附图 80: 以太网端口的驱动设置不正确

所用端口的IP地址

i 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。由于这个原因，在使用EL6601或类似设备的情况下，通过“互联网协议TCP/IP”驱动设置为该端口指定一个固定的IP地址并禁用DHCP是很有用的。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 81: 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提供商索取并下载。一个 *.xml 文件可能包含几个设备描述。

可在倍福网站查看倍福 EtherCAT 设备的 ESI。

ESI 文件必须存放在 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 更新 ESI 目录。



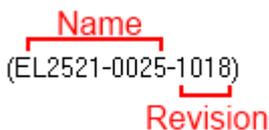
ESI

*.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。

设备差异化

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：

- 家族键 “EL”
- 名称 “2521”
- 类型 “0025”
- 和修订版 “1018”

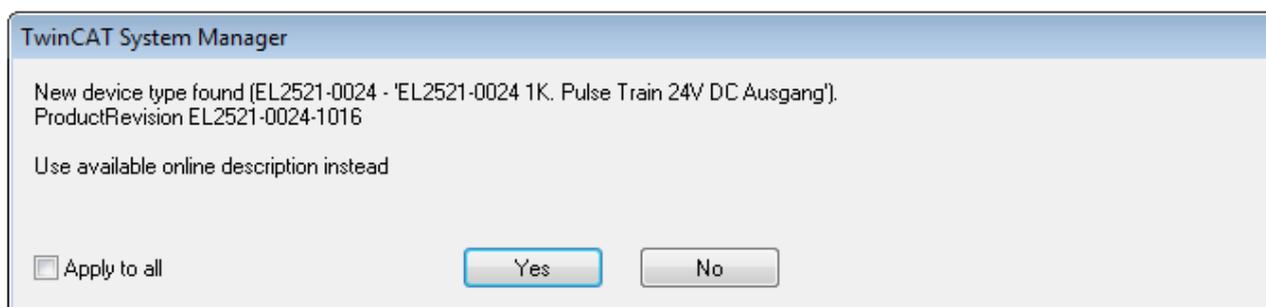


附图 82: 标识符结构

名称+类型组成的订单标识符（这里：EL2521-0010）描述了设备功能。修订表明了技术进步，并由Beckhoff 管理。原则上，一个较高版本的设备可以取代一个较低版本的设备，除非例如在文件中另有规定。每个修订版都有自己的ESI描述。参见详细说明。

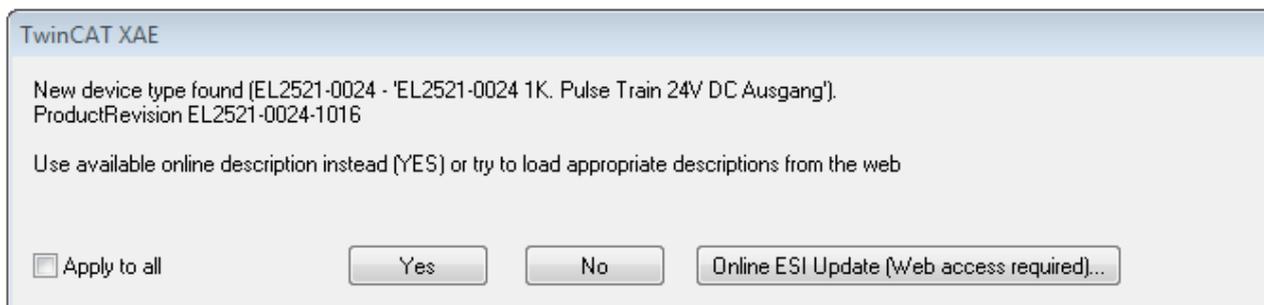
在线描述

如果EtherCAT配置通过扫描真实设备而在线创建（参见在线设置部分），并且没有ESI描述可用于找到的从站（由名称和修订版指定），系统管理器会询问是否应使用存储在设备中的描述。在任何情况下，系统管理器都需要这些信息来正确设置与从站的循环和非循环通信。



附图 83: 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 84: 在线描述信息窗口 (TwinCAT 3)

如果可能, 拒绝是的, 并向设备制造商索取所需ESI。安装完XML/XSD文件后, 应重复配置过程。

注意

通过扫描更改“常规”配置

✓ 如果扫描发现了TwinCAT未知的设备, 必须对两种情况加以区分。这里以修订版1019中的EL2521-0000为例

a) EL2521-0000设备根本没有ESI, 无论是1019版本还是更早版本。然后必须向制造商 (在这种情况下是Beckhoff) 申请ESI。

b) EL2521-0000存在ESI, 但版本较旧。

在这种情况下, 应首先进行内部检查, 以确定备件库存是否允许将增加的版本纳入配置。一个新的/更高的修订通常也会带来新的功能。如果不使用这些功能, 可以毫无保留地用配置中以前的修订版1018继续工作。这也是Beckhoff兼容性规则所规定的。

请特别参阅“关于使用 Beckhoff 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”一章。

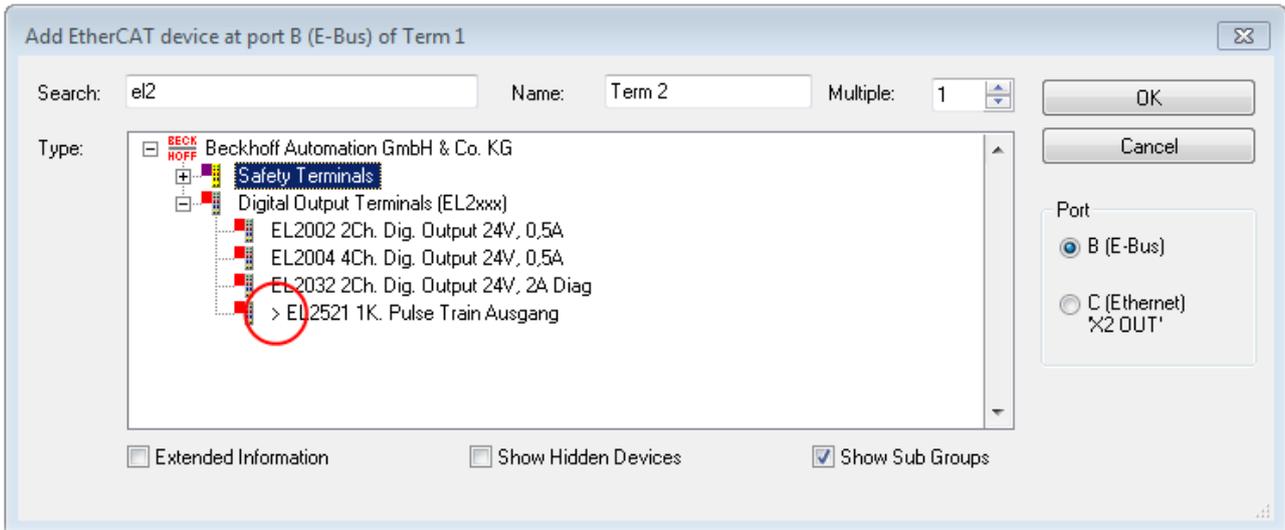
如果使用在线描述, 系统管理器会从EtherCAT从站的EEPROM中读取一份设备描述。在复杂的从站中, EEPROM的大小可能不足以容纳完整的ESI, 在这种情况下, ESI在配置器中将不完整。因此, 在这种情况下, 建议优先使用离线ESI文件。

系统管理器在其ESI目录下为在线记录的设备描述创建一个新文件“OnlineDescription0000...xml”, 其中包含所有在线读取的ESI描述。

OnlineDescriptionCache00000002.xml

附图 85: 系统管理器创建的文件OnlineDescription.xml

是否希望在稍后阶段向配置手动添加一个从站, 在线创建的从站在选择列表中以附加符号“>”表示 (见图以EL2521在线记录ESI为例进行说明)。



附图 86: 以EL2521在线记录ESI为例进行说明

如果使用了这样的ESI文件，而制造商的文件后来变得可用，应按以下方式删除OnlineDescription.xml文件：

- 关闭所有的系统管理器窗口
- 在配置模式下重启TwinCAT
- 删除“OnlineDescription0000...xml”
- 重新启动TwinCAT系统管理器

在此过程后，该文件不应可见。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还创建了一个所谓的EtherCAT缓存，其中包含新发现的设备，例如在Windows 7下：

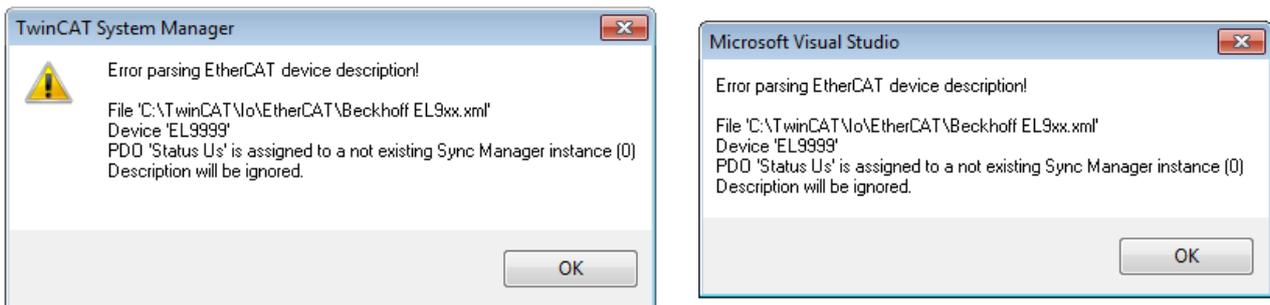
C:\User\[USERNAME]\AppData\Roaming\Beckhoff\TwinCAT3\Components\Base\EtherCATCache.xml

(请注意操作系统的语言设置！)

该文件也必须删除。

错误的ESI文件

如果某个ESI文件存在问题，且系统管理器无法读取，则系统管理器会弹出一个信息窗口。



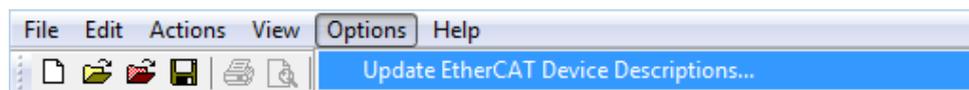
附图 87: 错误ESI文件的信息窗口（左：TwinCAT 2；右：TwinCAT 3）

原因可能包括：

- *.xml的结构与相关的*.xsd文件不一致→检查你的原理图
- 内容不能被翻译成设备描述→联系文件制造商

5.2.3 TwinCAT ESI Updater

对于TwinCAT 2.11及以上版本，如果存在在线连接，系统管理器可以自动搜索当前的Beckhoff ESI文件：

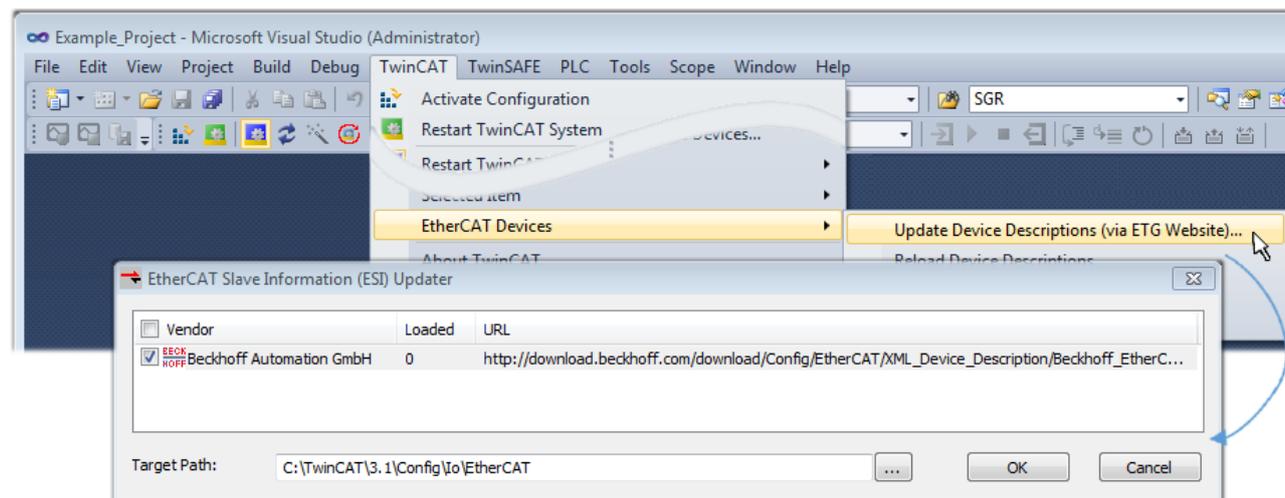


附图 88: 使用ESI Updater (>= TwinCAT 2.11)

调用发生在：

“选项” → “更新EtherCAT设备描述”

TwinCAT 3下的选择：



附图 89: 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从站信息）。TwinCAT访问存储在ETG的中央ESI ULR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。

调用发生在：

“TwinCAT” → “EtherCAT设备” → “更新设备描述（通过ETG网站）...”。

5.2.4 在线和离线之间的区别

在线和离线的区别针对存在实际I/O环境（驱动器、终端、EJ-模块）的情况。如果在系统配置前需要作为编程系统进行配置，例如在笔记本电脑上，这只能在“离线配置”模式下实现。在这种情况下，所有组件都必须在配置中手动输入，例如根据电气设计。

如果所设计的控制系统已经连接到EtherCAT系统，所有组件都已通电，且基础设施已准备就绪，TwinCAT配置可以简单地通过运行时系统的“扫描”来生成。这被称为在线配置。

在任何情况下，在每次启动过程中，EtherCAT主站都会检查所发现的从站是否符合配置。这个测试可以在扩展的从站设置中进行参数设置。请参考注释“安装最新的ESI-XML设备说明”。

配置准备：

- 真实EtherCAT硬件（设备、耦合器、驱动器）必须存在并安装
- 设备/模块必须通过EtherCAT电缆连接或在端子/模块链中以后期预计使用方式相同的方式连接
- 设备/模块与电源连接并准备好进行通信
- TwinCAT在目标系统上必须处于CONFIG模式。

在线扫描过程包括：

- 检测EtherCAT设备 [▶ 83]（IPC的以太网端口）

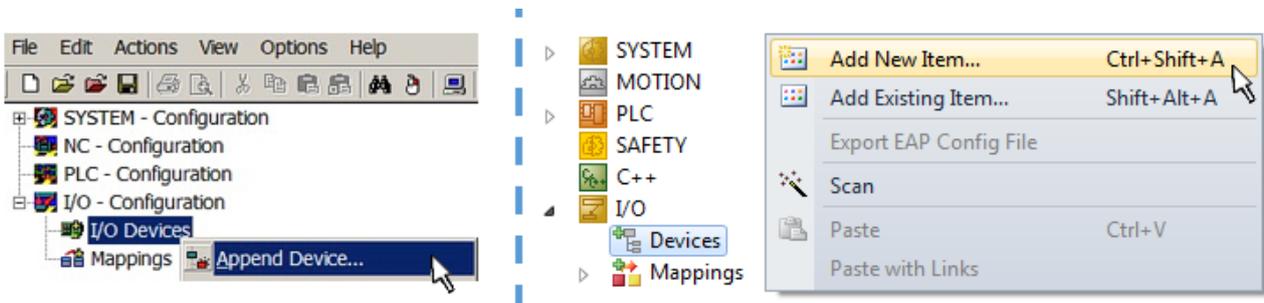
- 检测连接的EtherCAT设备 [▶ 84]。这一步骤可独立于前一步骤进行。
- 故障排除 [▶ 87]

扫描与现有配置 [▶ 87]也可以进行比较。

5.2.5 离线配置创建

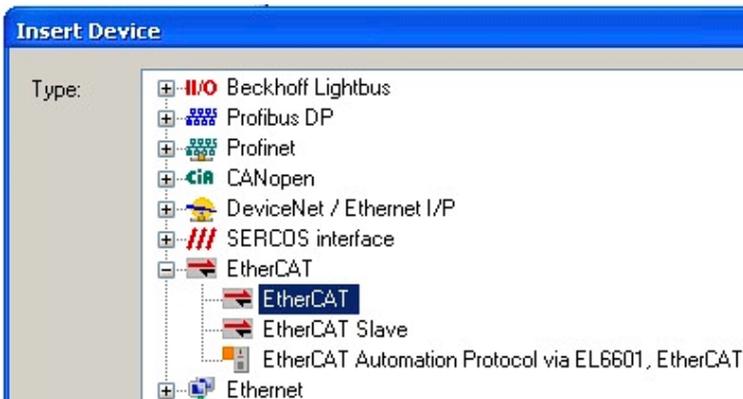
创建EtherCAT设备

在一个空的系统管理器窗口中创建一个EtherCAT设备。



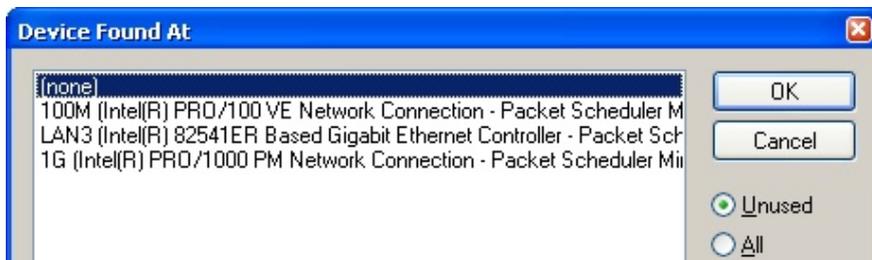
附图 90: 添加EtherCAT设备 (左: TwinCAT 2; 右: TwinCAT 3)

对于带有EtherCAT从站的EtherCAT I/O应用, 选择类型“EtherCAT”。对于目前与EL6601/EL6614终端相结合的发布服务器/订阅服务器, 选择“通过EL6601的EtherCAT自动化协议”。



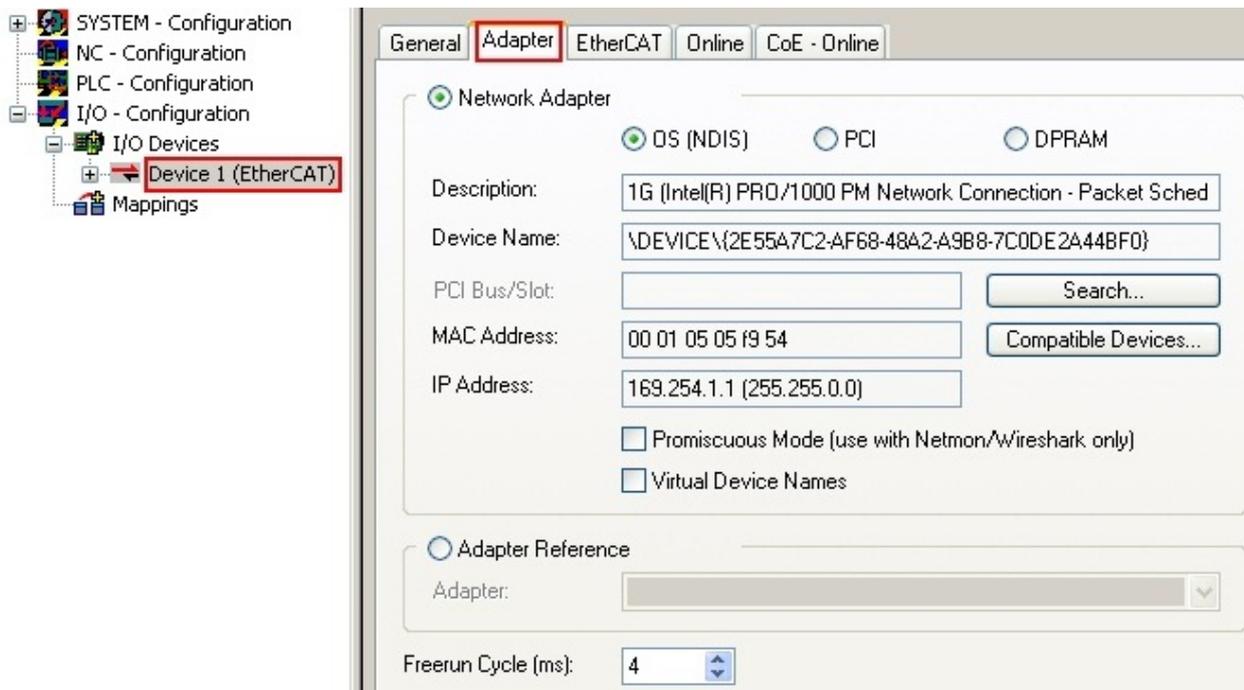
附图 91: 选择EtherCAT连接 (TwinCAT 2.11, TwinCAT 3)

然后在运行系统中为这个虚拟设备分配一个真实的以太网端口。



附图 92: 选择以太网端口

该查询可能在EtherCAT设备创建时自动出现, 或者可以在以后的属性对话框中设置/修改该分配; 参见图“EtherCAT设备属性 (TwinCAT 2)”。



附图 93: 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。

定义EtherCAT从站

通过右键单击配置树中的一个设备，可以添加更多的设备。



附图 94: 添加EtherCAT设备 (左: TwinCAT 2; 右: TwinCAT 3)

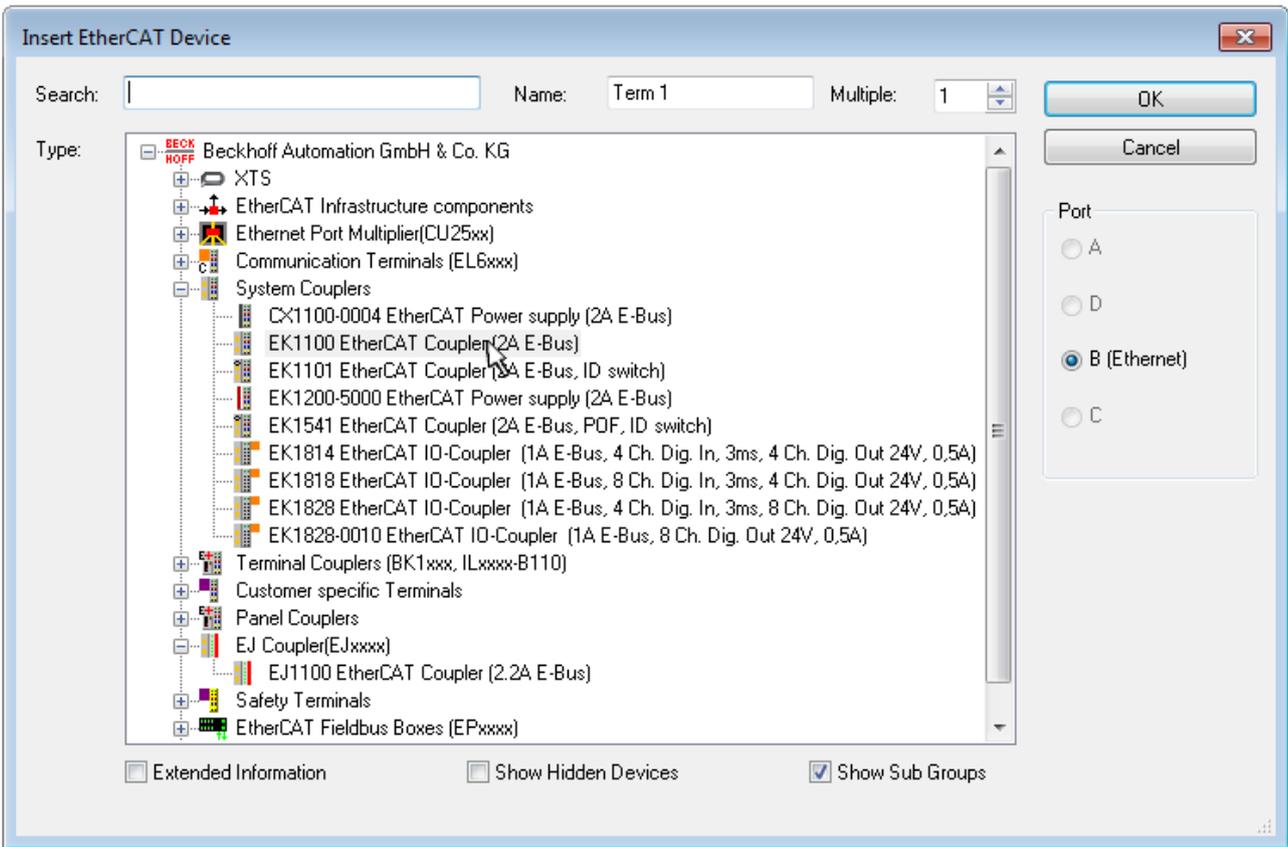
选择新设备的对话框打开。只显示有ESI文件的设备。

只提供可以附加到以前选择的设备上的设备供挑选。因此，也会显示端口可用的物理层 (图 “新EtherCAT设备的选择对话框”，A)。如果是基于电缆的快速以太网物理层与PHY传输，那么也只有基于电缆的设备可用，如图 “新EtherCAT设备的选择对话框” 所示。如果前面的设备有几个空闲的端口 (如EK1122或EK1100)，可以在右侧 (A) 选择需要的端口。

物理层概述

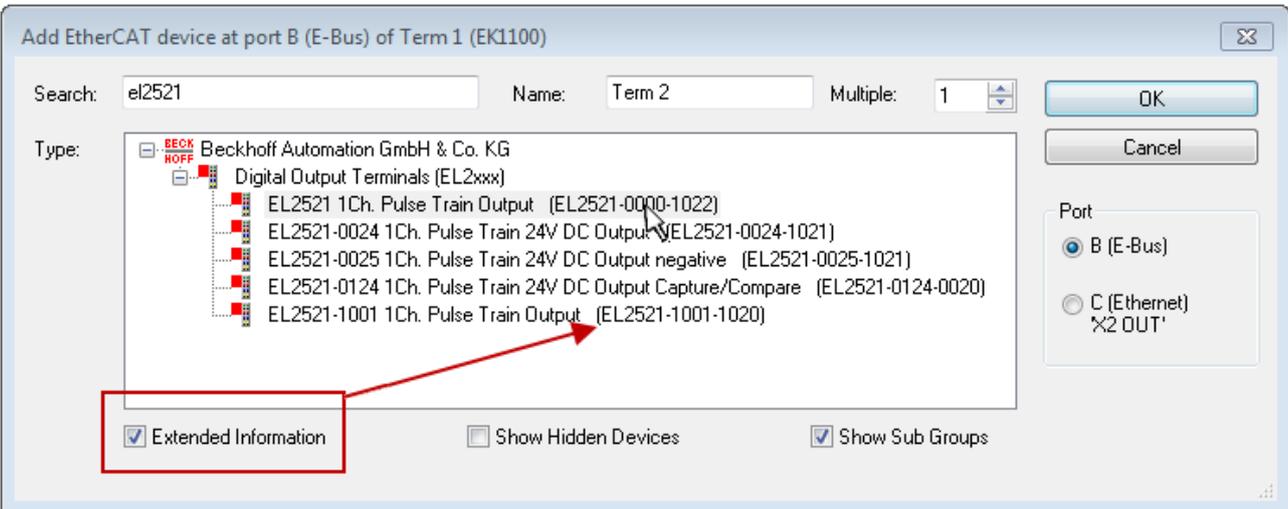
- “以太网”：基于电缆的100BASE-TX：EK耦合器、EP盒、带RJ45/M8/M12连接器的设备
- “E-Bus”：LVDS “终端总线”，“EJ-模块”、EL/ES终端、各种模块化模块

搜索栏便于查找特定的设备 (自TwinCAT 2.11或TwinCAT 3起)。



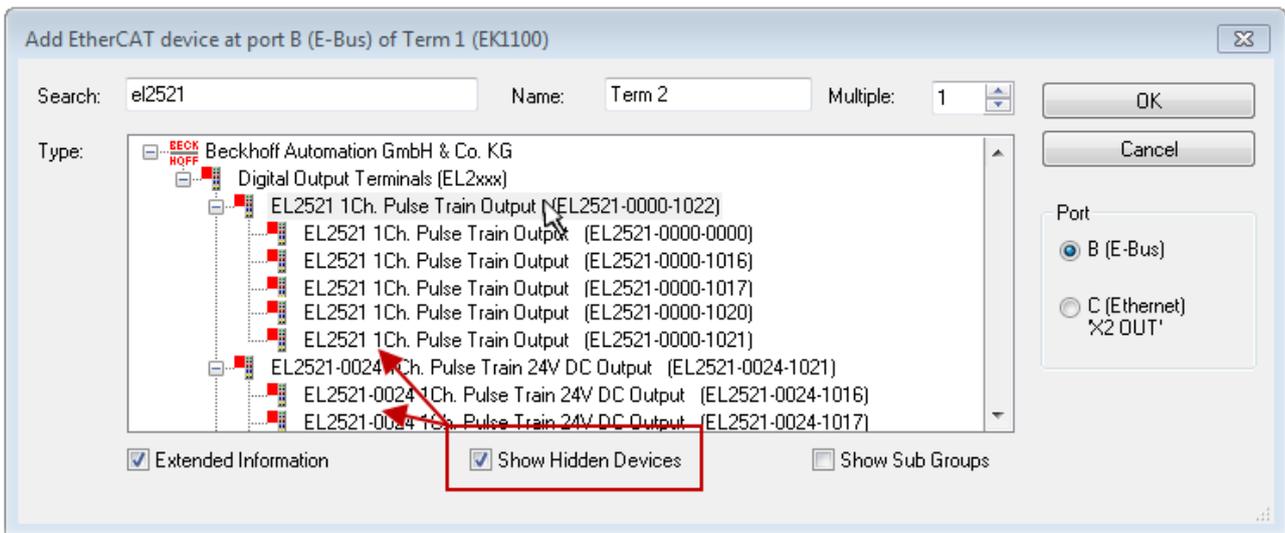
附图 95: 新EtherCAT设备的选择对话框

默认情况下，只有名称/设备类型被用作选择标准。在选择设备的特定版本时，可以将版本显示为“扩展信息”。



附图 96: 显示设备版本

在许多情况下，由于历史或功能的原因，例如通过技术进步，创建了几个设备版本。为简化起见（见图“新EtherCAT设备的选择对话框”），在Beckhoff设备的选择对话框中，只显示最后（即最高）的修订版本，因此是最新的生产状态。如需以ESI描述显示系统可用的所有设备版本，请勾选“显示隐藏设备”复选框，见图“显示以前的版本”。



附图 97: 显示以前的修订版本

修订版本的设备选择 - 兼容性

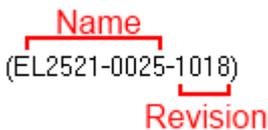
ESI描述还定义了过程图像、主站和从站/设备之间的通信类型以及设备功能（如果适用）。物理设备（固件，如果适用）必须支持主站的通信查询/设置。这是向后兼容的，也就是说，如果EtherCAT主站将其视为较早版本，那么应支持较新设备（较高版本）。对于Beckhoff的EtherCAT端子/端子盒/EJ模块，应符合以下兼容性规则。

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

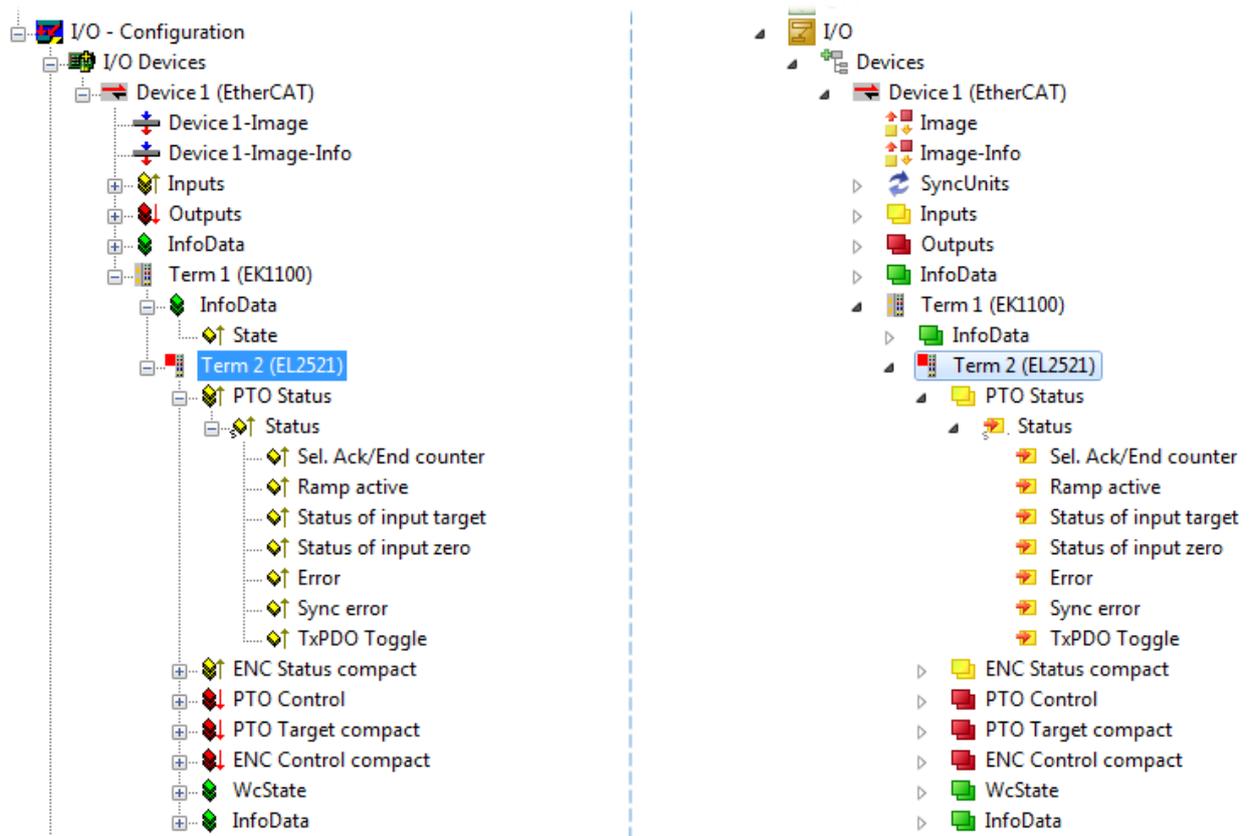
如果在配置中指定了EL2521-0025-1018，则在实践中可以使用EL2521-0025-1018或更高版本（-1019, -1020）。



附图 98: 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 99: TwinCAT树中的EtherCAT终端 (左: TwinCAT 2; 右: TwinCAT 3)

5.2.6 在线配置创建

检测/扫描EtherCAT设备

如果TwinCAT系统处于配置模式，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上通过系统管理器窗口中的蓝色显示“配置模式” **Config Mode** 表示。
- 在TwinCAT 3上通过开发环境用户界面中的符号  表示。

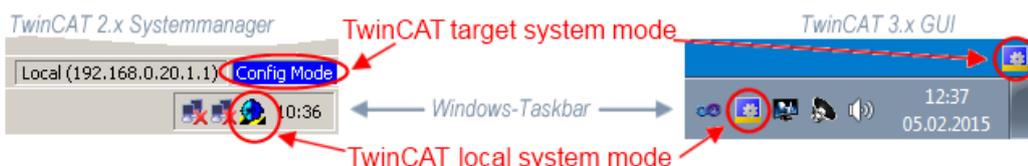
TwinCAT可以被设置成这种模式：

- TwinCAT 2: 通过选择菜单栏中的  或通过“操作” → “设置/重置TwinCAT到配置模式...”
- TwinCAT 3: 通过选择菜单栏中的  或通过“TwinCAT” → “重新启动TwinCAT（配置模式）”

配置模式下的在线扫描

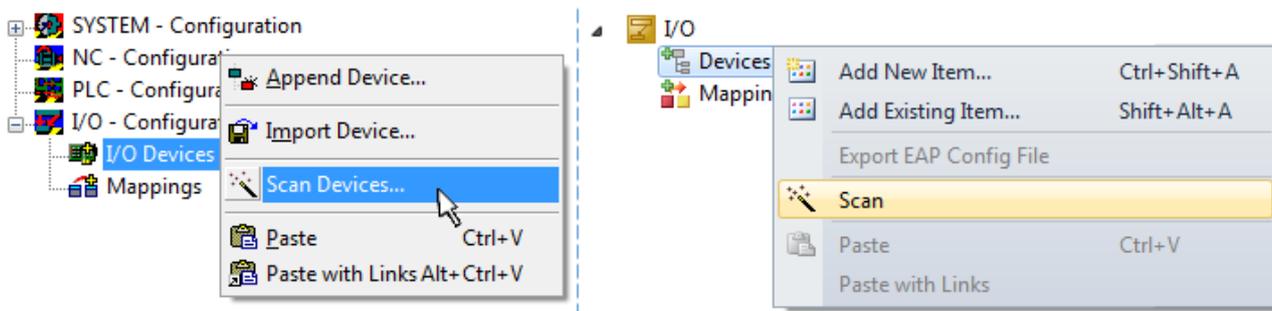
i 在RUN模式（生产操作）下，在线搜索不可用。注意TwinCAT编程系统和TwinCAT目标系统之间的区别。

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。与此相比，TwinCAT 2的系统管理器窗口或TwinCAT 3的用户界面会显示目标系统的状态。



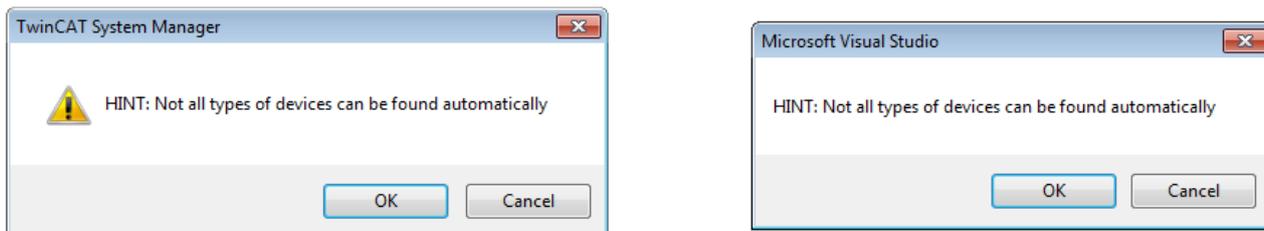
附图 100: 差异化的本地/目标系统（左：TwinCAT 2；右：TwinCAT 3）

右键单击配置树中的“I/O设备”可以打开搜索对话框。



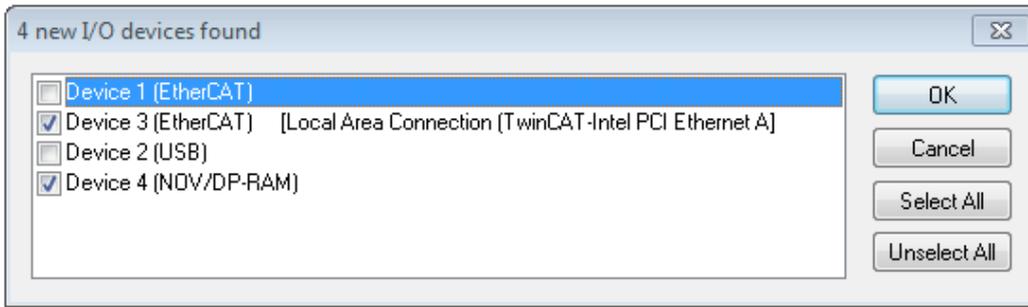
附图 101: 扫描设备（左：TwinCAT 2；右：TwinCAT 3）

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

安装了TwinCAT实时驱动程序的以太网端口被显示为“RT以太网”设备。为测试目的，一个EtherCAT帧被发送到这些端口。如果扫描代理从响应中检测到一个EtherCAT从站被连接，该端口将立即显示为“EtherCAT设备”。



附图 103: 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，如选择设备3和设备4）。在通过“确定”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设备后的扫描查询”。

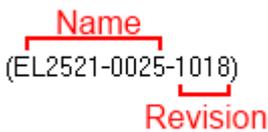
● 选择以太网端口

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。

检测/扫描EtherCAT设备

● 在线扫描功能

i 在扫描过程中，主站从从站EEPROM中查询EtherCAT从站的身份信息。名称和修订版本用于确定类型。各个设备位于存储的ESI数据中，并以其定义的默认状态集成在配置树中。



附图 104: 默认状态示例

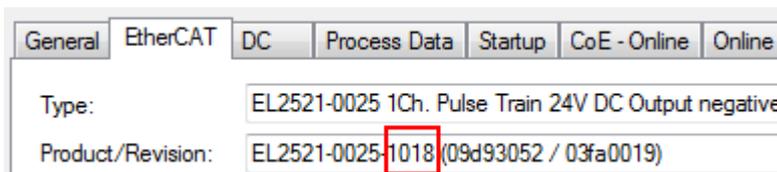
注意

从站扫描在系列机器生产中的实践

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，在系列机器的生产或工厂的复制中，该功能不应再用于创建配置，而是在必要时用于与已定义的初始配置进行比较 [▶ 87]。背景：由于Beckhoff出于产品维护的原因，偶尔会增加已交付产品的修订版本，因此可以通过这种扫描创建配置。该配置（在机器结构相同的情况下）根据设备清单是相同的；但是，各自的设备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，该机器以后将被批量生产。为此，建立了原型，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1018的EL2521-0025 EtherCAT端子位于某处。因此，它以此这种方式被内置到TwinCAT配置中。



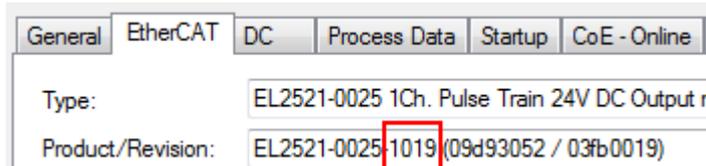
附图 105: 安装EtherCAT终端，修订版本-1018

同样，在原型测试阶段，该终端的功能和属性由程序员/调试工程师测试，并在必要时使用，即从 PLC “B.pro” 或 NC 寻址。（这也相应地适用于 TwinCAT 3 解决方案文件）。

原型开发已经完成，且机器 B 的批量生产开始，Beckhoff 继续为其提供 EL2521-0025-0018。如果系列机器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 终端的机器创建备件商店。

一段时间后，Beckhoff 通过一个新的功能 C 对 EL2521-0025 进行了扩展。因此，FW 改变，从外表上看可以识别为更高的 FW 版本和新的修订版本-1019。然而，新设备自然支持前一版本的功能和界面；因此，没有必要对 “B.TSM” 或甚至 “B.pro” 进行调整。量产机器可以继续通过 “B.tsm” 和 “B.pro” 建造；为了检查建造的机器，需要对照初始配置 “B.tsm” 进行比较扫描 [▶ 87]。

然而，如果现在系列机器生产部门不使用 “B.tsm”，而是进行扫描来创建生产性配置，那么修订版本-1019 将被自动检测并纳入配置中。



附图 106: 检测修订版本-1019 的 EtherCAT 端子

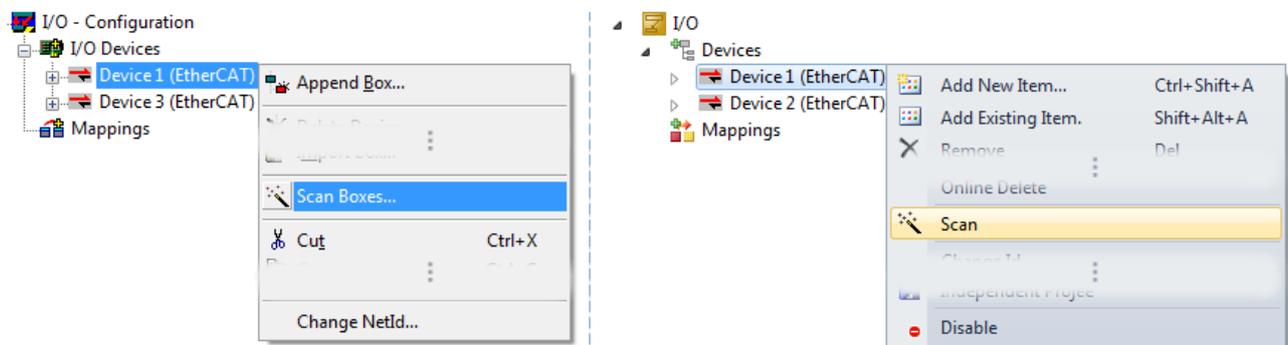
这通常不会被调试工程师注意到。TwinCAT 也不能发出任何信号，因为实际上已经创建了一个新的配置。然而，根据兼容性规则，这意味着不应该将 EL2521-0025-1018 作为备件内置到本机中（即使这在绝大多数情况下还是可以使用的）。

此外，可能的情况是，由于 A 公司的开发伴随着生产，EL2521-0025-1019 的新功能 C（例如，改进的模拟滤波器或用于诊断的额外过程数据）被发现并使用，而没有经过内部协商。以前的备件设备库存就不再用于以这种方式创建的新配置 “B2.TSM”。如果建立了机器批量生产，扫描应该只是为了提供信息，与定义的初始配置进行比较。务必小心更改！

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 107: 自动创建一个 EtherCAT 设备后的扫描查询（左：TwinCAT 2；右：TwinCAT 3）



附图 108: 在一个指定的 EtherCAT 设备上手动触发设备扫描（左：TwinCAT 2；右：TwinCAT 3）

在系统管理器（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 109: 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 110: 配置/自由运行查询 (左: TwinCAT 2; 右: TwinCAT 3)

在配置/自由运行模式下，系统管理器显示在蓝色和红色之间交替，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。

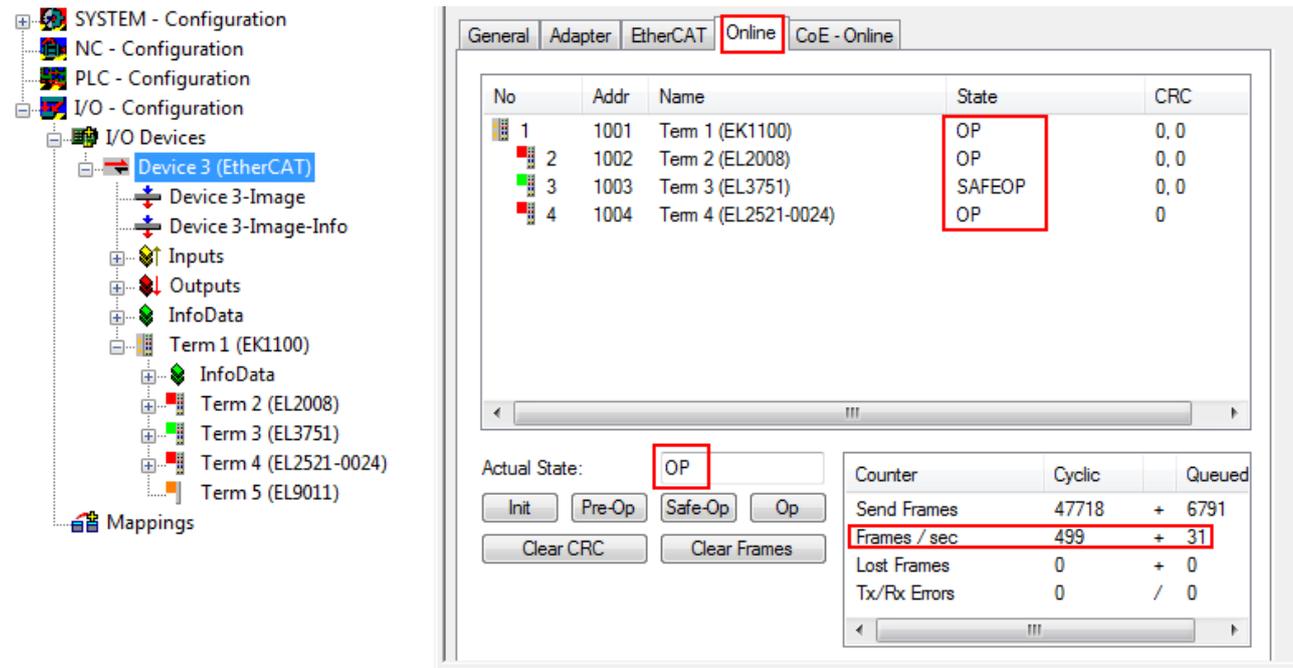


附图 111: 下方在状态栏中显示“自由运行”和“配置模式”的切换



附图 112: 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 113: 在线显示示例

请注意：

- 所有从站应处于OP状态
- EtherCAT主站应处于“实际状态” OP
- “帧/秒”应与周期时间相匹配，同时考虑到发送的帧数。
- 不应出现过多的“LostFrames”或CRC错误

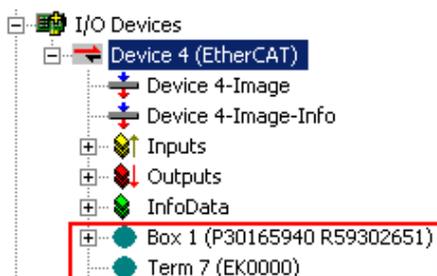
现在配置已经完成。可以按照手动程序中的描述进行修改。

故障排除

在扫描过程中可能会出现各种影响。

- 检测到一个**未知设备**，即没有ESI XML描述的EtherCAT从站。
在这种情况下，系统管理器可读取可能存储在设备中的任何ESI。这种情况在“关于ESI设备描述的说明”一章中进行了描述。
- **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
 - 从站有无效的设备描述

应有针对性地检查连接和设备，例如通过紧急扫描检查。
然后重新运行扫描。



附图 114: 故障标识

在系统管理器中，此设备可设置为EK0000或未知设备。无法操作或操作毫无意义。

扫描现有配置

注意

比较后配置变化

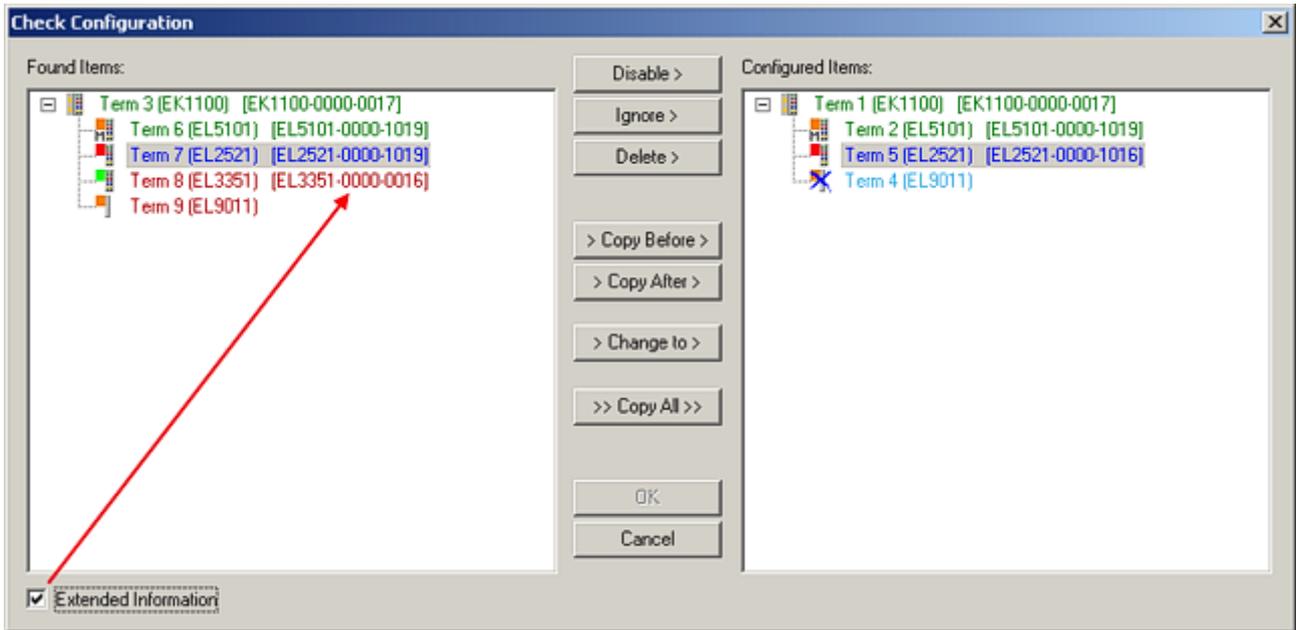
通过这种扫描（TwinCAT 2.11或3.1），目前只对设备属性供应商（制造商）、设备名称和修订版本进行比较！务必谨慎进行“更改为”和“复制”操作，同时需要考虑Beckhoff IO兼容性规则（见上文）。然后，设备配置被发现的修订版本所取代；这可能会影响支持的过程数据和功能。

如果启动现有配置的扫描，实际的I/O环境可能与配置完全一致，也可能有所不同。这使得配置可以进行比较。



附图 115: 相同配置（左：TwinCAT 2；右：TwinCAT 3）

如果检测到差异，差异会显示在校正对话框中，从而让用户就可以根据需要修改配置。



附图 116: 校正对话框

建议勾选“扩展信息”复选框，以显示修订版本中的差异。

颜色	说明
绿色	该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	该EtherCAT从站在另一侧也存在，但其版本不同。其他修订版本可具有过程数据和其他/附加功能的其他默认数值。 如果发现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。 如果发现的修订版本低于配置的修订版本，很可能无法使用从站。所发现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	该EtherCAT从站被忽略（“忽略”按钮）
红色	<ul style="list-style-type: none"> 该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：如果发现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，很可能无法使用从属设备。所发现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

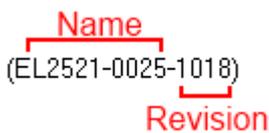
i ESI描述还定义了过程图像、主站和从站/设备之间的通信类型以及设备功能（如果适用）。物理设备（固件，如果适用）必须支持主站的通信查询/设置。这是向后兼容的，也就是说，如果EtherCAT主站将其视为较早版本，那么应支持较新设备（较高版本）。对于Beckhoff的EtherCAT端子/端子盒/EJ模块，应符合以下兼容性规则。

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

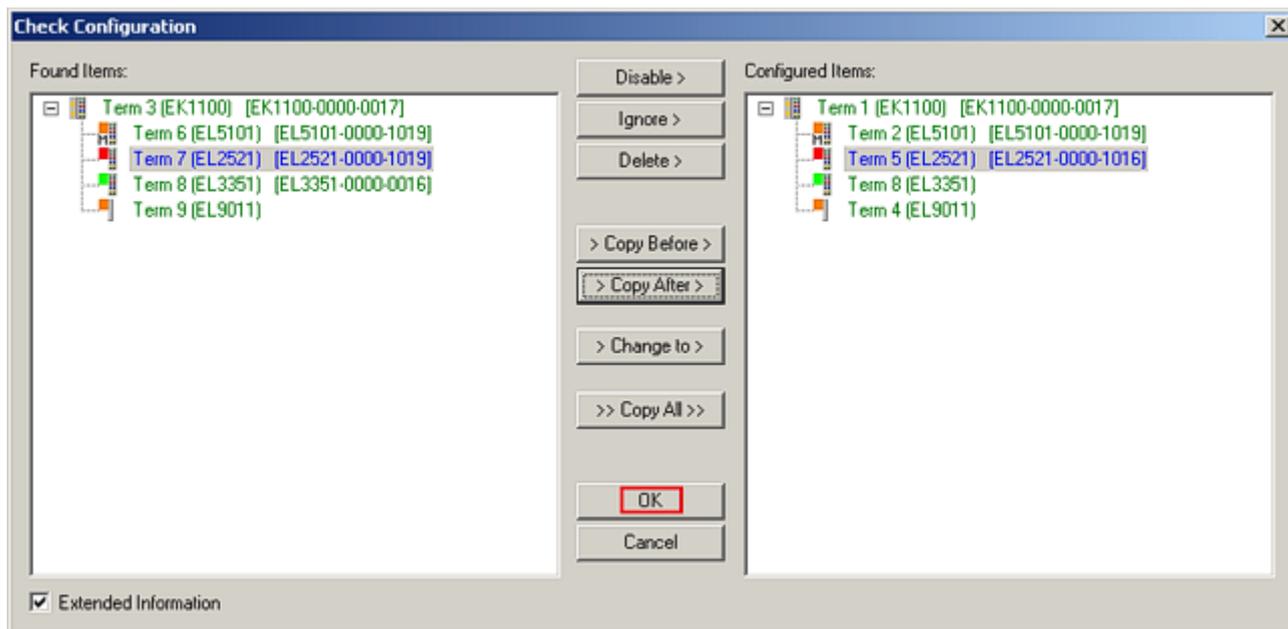
如果在配置中指定了EL2521-0025-1018，则在实践中可以使用EL2521-0025-1018或更高版本（-1019, -1020）。



附图 117: 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…

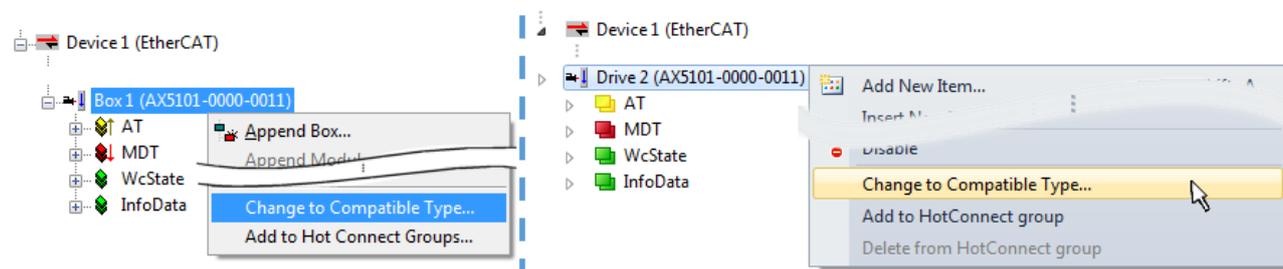


附图 118: 有修改的校正对话框

一旦所有的修改被保存或接受，点击“确定”将它们转移到真正的*.TSM配置。

更改为兼容类型

TwinCAT提供了一个功能：*更改为兼容类型...*，用于交换一个设备，同时保留任务中的链接。

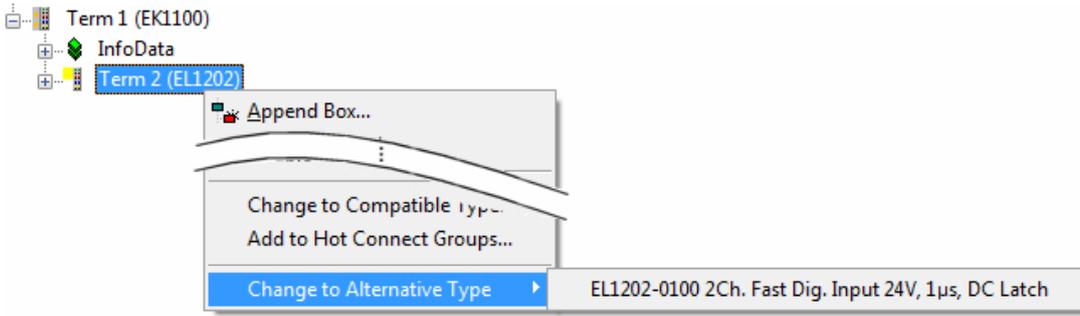


附图 119: 对话框“更改为兼容类型...” (左: TwinCAT 2; 右: TwinCAT 3)

这个功能最好是在AX5000设备上使用。

更改为替代类型

TwinCAT系统管理器提供了用于交换设备的功能：*更改为替代类型*

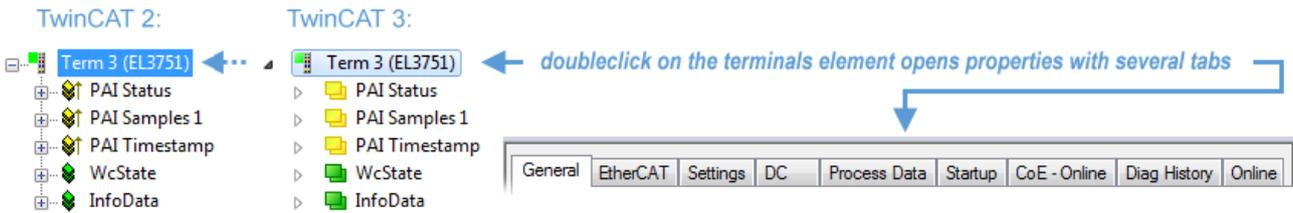


附图 120: TwinCAT 2对话框更改为替代类型

如果调用，系统管理器会在采购的设备ESI（在这个例子中：EL1202-0000）中搜索其中包含的兼容设备的详细信息。配置更改，且ESI-EEPROM也同时被覆盖--因此这个过程只有在在线状态（ConfigMode）下才能实现。

5.2.7 EtherCAT订阅服务器配置

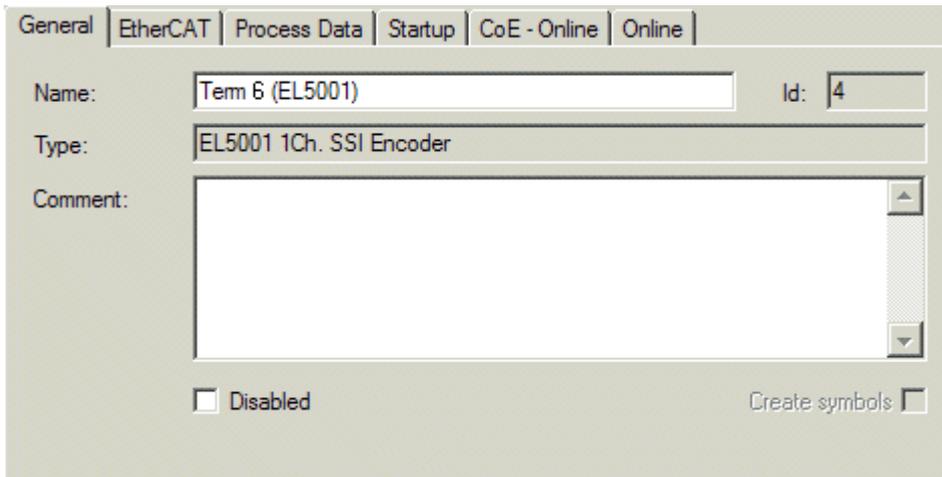
在TwinCAT 2系统管理器的左侧窗口或TwinCAT 3开发环境的解决方案资源管理器中，分别点击希望配置的树中的终端元素（在示例中：EL3751终端3）。



附图 121: 终端EL3751的分支元件

在TwinCAT系统管理器（TwinCAT 2）或开发环境（TwinCAT 3）的右侧窗口中，现在有多种选项卡可用于配置终端。此外，订阅服务器的复杂程度决定了提供哪些选项卡。因此，如上面的例子所示，终端EL3751提供了许多设置选项，也有相应数量的选项卡可用。相反，在终端EL1004上，仅“常规”、“EtherCAT”、“过程数据”和“在线”选项卡可用。一些终端（例如EL6695）通过一个带有自己终端名称的选项卡提供特殊功能，所以在本示例中为“EL6695”。另外，终端还提供一个特定选项卡，其中包括众多设置选项（例如EL3751）。

“General(常规)”选项卡



附图 122: “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

The screenshot shows a configuration window for an EtherCAT device. The 'EtherCAT' tab is active. The 'Type' field is set to 'EL5001 1Ch. SSI Encoder'. The 'Product/Revision' field is 'EL5001-0000-0000'. The 'Auto Inc Addr' field is 'FFFD'. The 'EtherCAT Addr' field is '1004' with an unchecked checkbox to its left. The 'Previous Port' dropdown is set to 'Term 5 (EL6021) - B'. An 'Advanced Settings...' button is located to the right of the 'EtherCAT Addr' field. At the bottom left, there is a URL: <https://www.beckhoff.com/EL5001>.

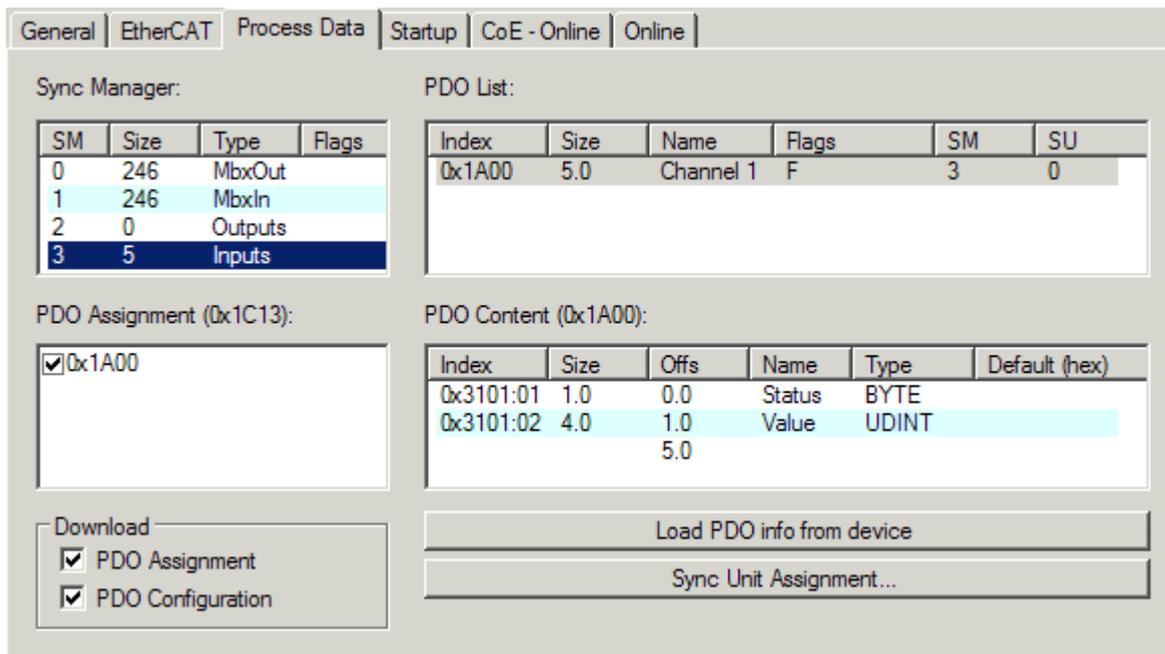
附图 123: “EtherCAT” 选项卡

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 ($FFFF_{\text{hex}}$ 、 $FFFE_{\text{hex}}$...)。
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。



附图 124: “Process Data (过程数据)” 选项卡

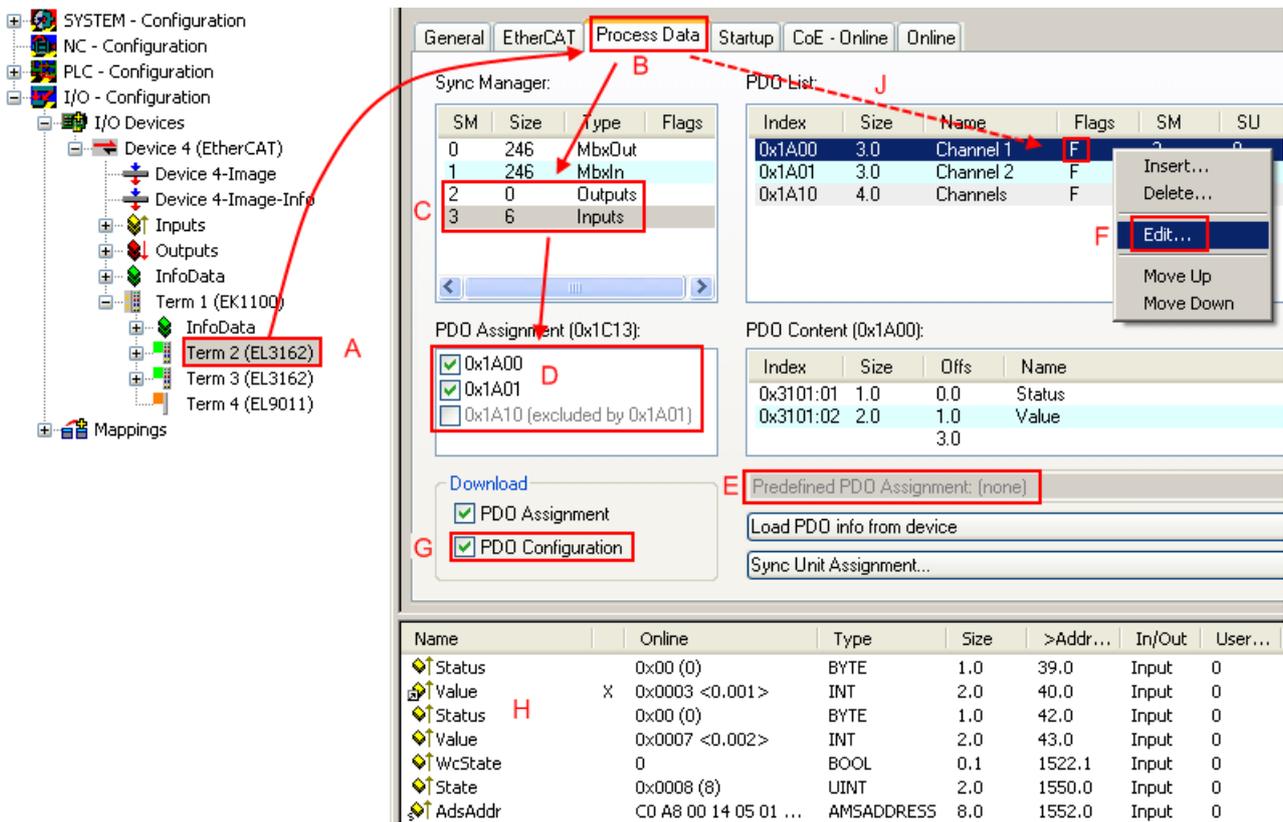
EtherCAT从站在每个周期内传输的过程数据 (PDO) 是应用程序期望周期性更新的用户数据, 或者是被发送到从站的用户数据。为此, EtherCAT 主站 (Beckhoff TwinCAT) 在启动阶段对每个EtherCAT从站进行了参数设置, 以定义其希望传输到该从站或从该从站传输的过程数据 (位/字节大小、数据源位置、传输类型)。如果配置错误, 将会使从站启动失败。

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 125: 配置过程数据

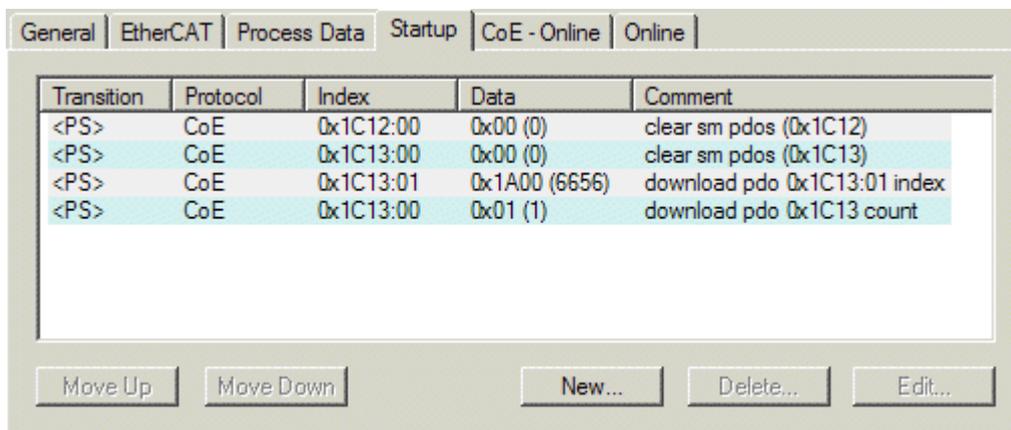
● 手动修改过程数据

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 [▶ 98]。

“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。



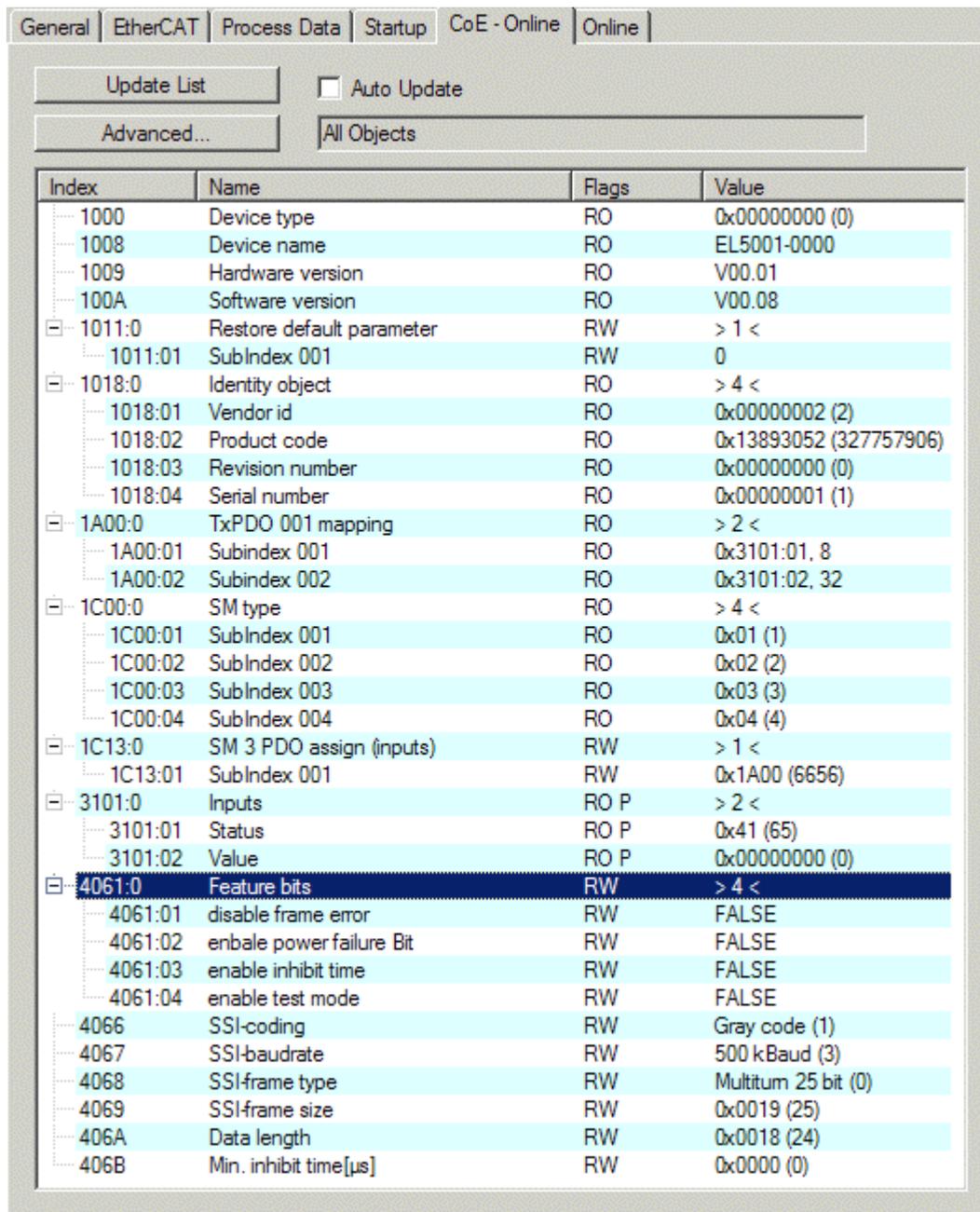
附图 126: “Startup (启动)” 选项卡

列	Description
Transition	发送请求的过渡期。这可以是 <ul style="list-style-type: none"> • 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), 并让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 127: “CoE - Online” 选项卡

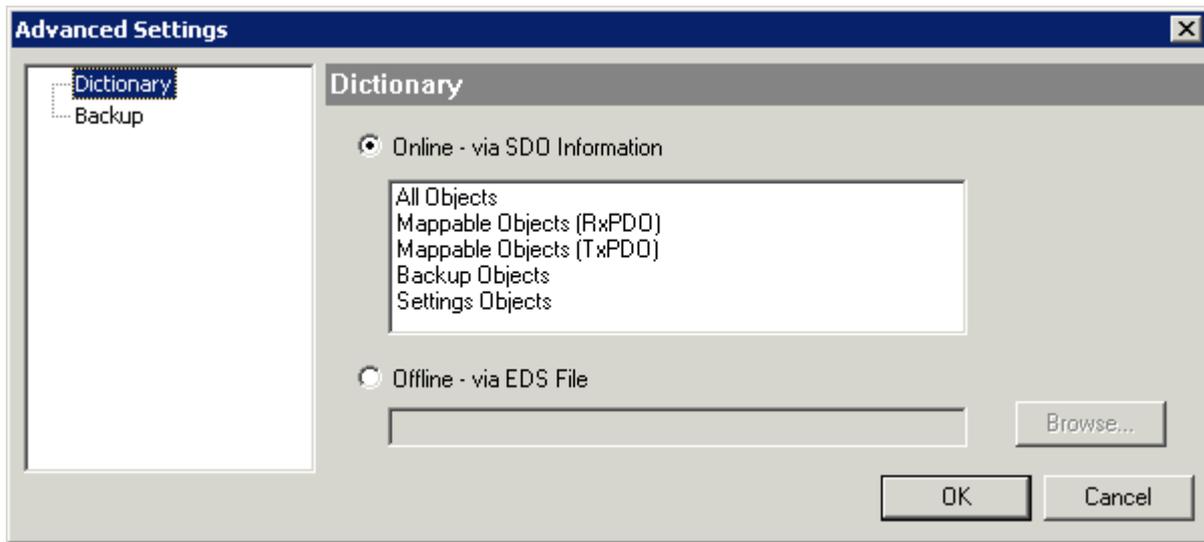
对象列表显示

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。

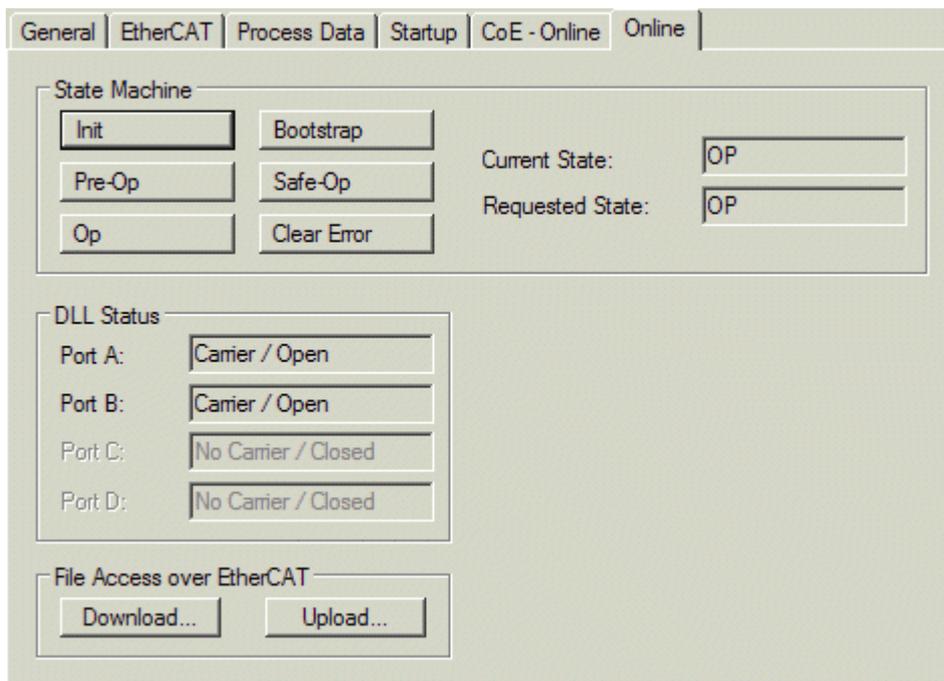


附图 128: “Advanced settings (高级设置)” 对话框

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 129: “Online (在线)” 选项卡

State Machine 状态机

- Init** 点击该按钮将 EtherCAT 设备设置为 *Init* 状态。
- Pre-Op** 点击该按钮将 EtherCAT 设备设置为 *Pre-OP* 状态。
- Op** 点击该按钮将 EtherCAT 设备设置为 *OP* 状态。
- Bootstrap** 点击该按钮将 EtherCAT 设备设置为 *Bootstrap* 状态。
- Safe-Op** 点击该按钮将 EtherCAT 设备设置为 *Safe-OP* 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 *Clear Error* 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

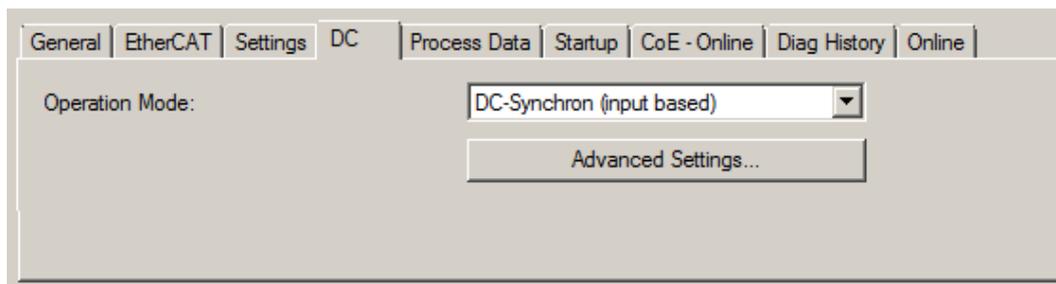
指示 EtherCAT 从站各个端口的 DLL 状态 (数据链路层状态)。DLL 状态分为以下四种：

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 130: “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 \[p. 96\]](#))，

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 \[► 93\]](#) 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。

5.3 EtherCAT 设备的一般调试说明

该摘要简单介绍了 TwinCAT 下的 EtherCAT 设备运行的多个方面。有关详细信息，可查看 [EtherCAT 系统文档](#)。

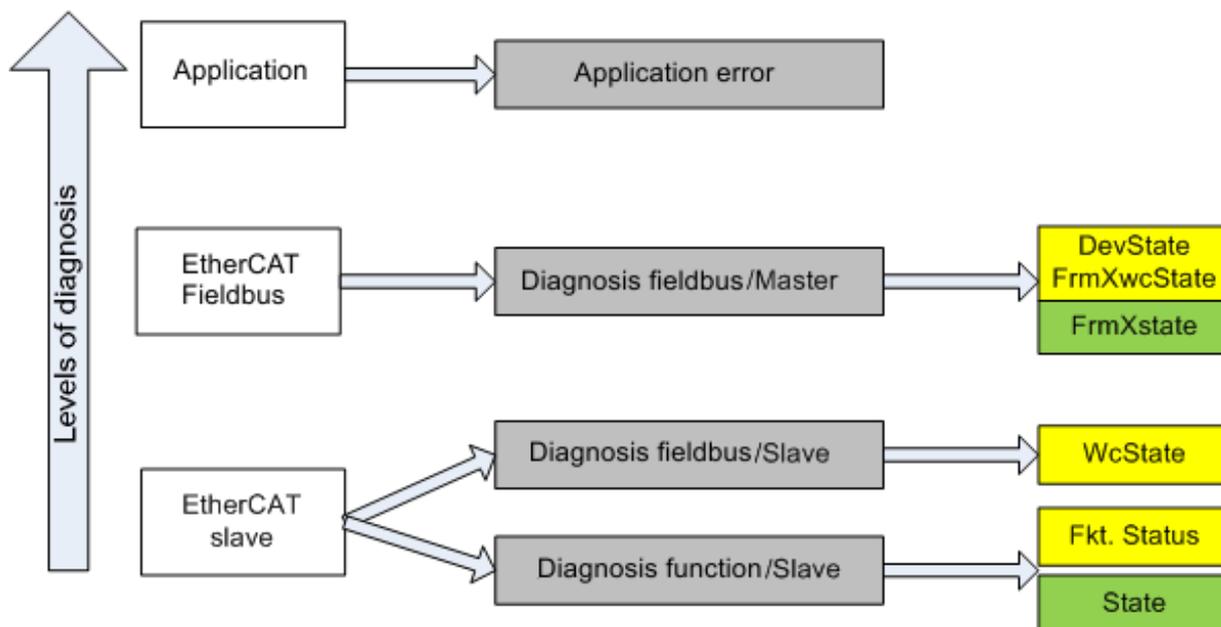
实时诊断：WorkingCounter、EtherCAT State 和 Status

一般来说，EtherCAT 设备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 131: 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。

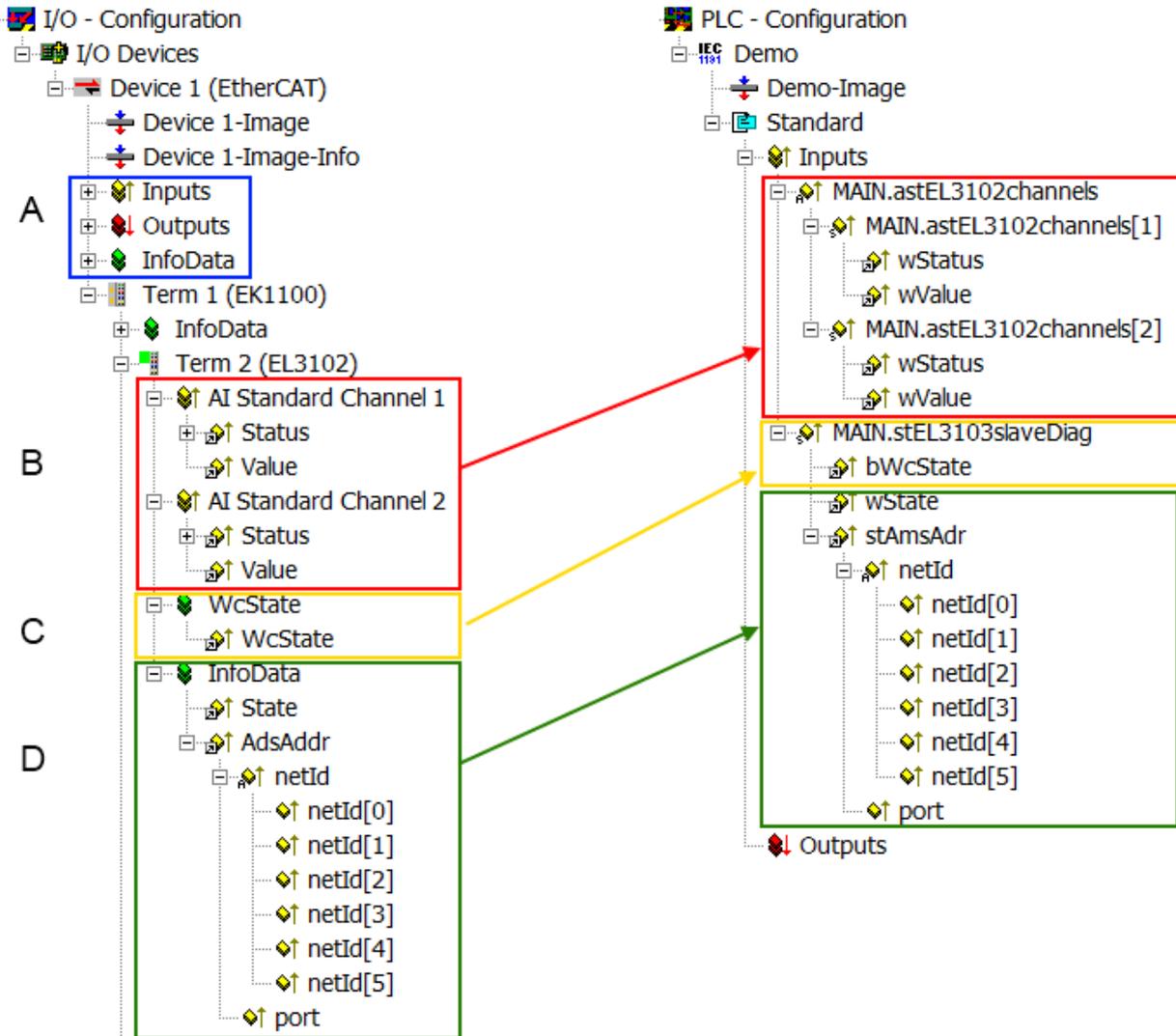
以及

- 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配色也与 System Manager 中的变量颜色相对应，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（二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 132: 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	申请/评估
A	EtherCAT主站的诊断信息 非周期性更新（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。 EtherCAT主站的诊断信息提供了比EtherCAT系统文档中所涉及的更多的可能性。几个关键词： <ul style="list-style-type: none"> • 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包括两个模拟输入通道，传输最近周期的单一功能状态。	状态 <ul style="list-style-type: none"> • 位符号可参见设备文件。 • 其他设备可能会提供更多的信息，或者没有典型的从属设备的信息。 	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，必须在那里评估功能状态。因此，此类信息与最近一个周期的过程数据一起提供。
C	对于每个拥有循环过程数据的EtherCAT从站，主站通过所谓的WorkingCounter显示该从站是否成功地、无错误地参与了过程数据的循环交换。因此，在EtherCAT从站的系统管理器中为最近周期提供了这一重要的基本信息， 1. 并且 2. 与EtherCAT主站（见A点）的集合变量具有相同的内容 以进行链接。	WcState（工作计数器） 0: 在最后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（或相应的控制应用程序）能够依赖正确的数据，必须在那里评估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用于链接，但实际上由主站为相关的从站确定和进行表示。这种信息不能被定性为实时信息，因为它 <ul style="list-style-type: none"> • 除了系统启动时很少/从不改变。 • 本身是非周期性确定的（如EtherCAT状态）。 	状态 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，循环更新。这意味着，在任何特定的周期中，它们有可能并不代表最新的可能状态。因此，可以通过ADS读取此类变量。

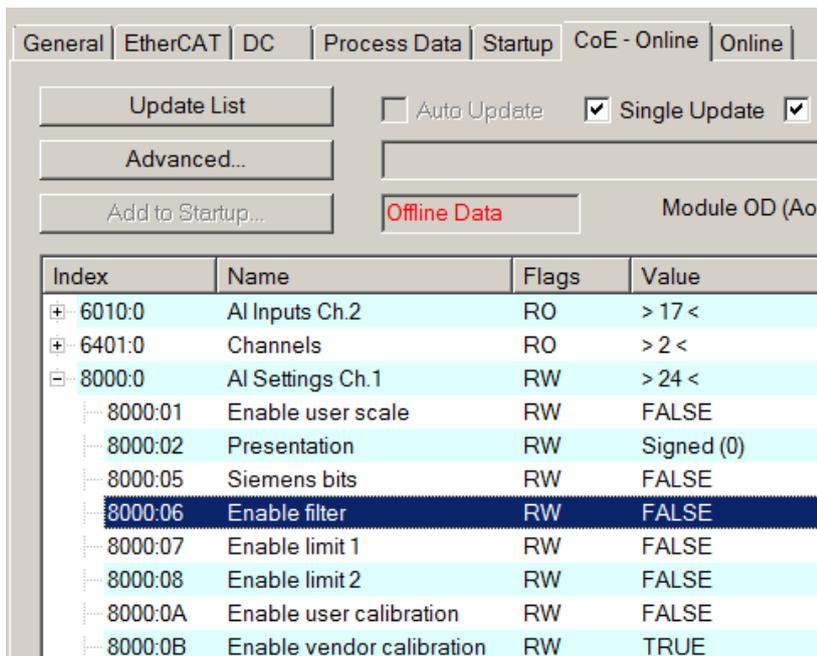
注意

诊断信息

强烈建议对所提供的诊断信息进行评估，以便应用程序能够做出相应的反应。

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，当调试一个相对全面的 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，见图 *EL3102, CoE 目录*：



附图 133: EL3102, CoE 目录

i EtherCAT 系统文档

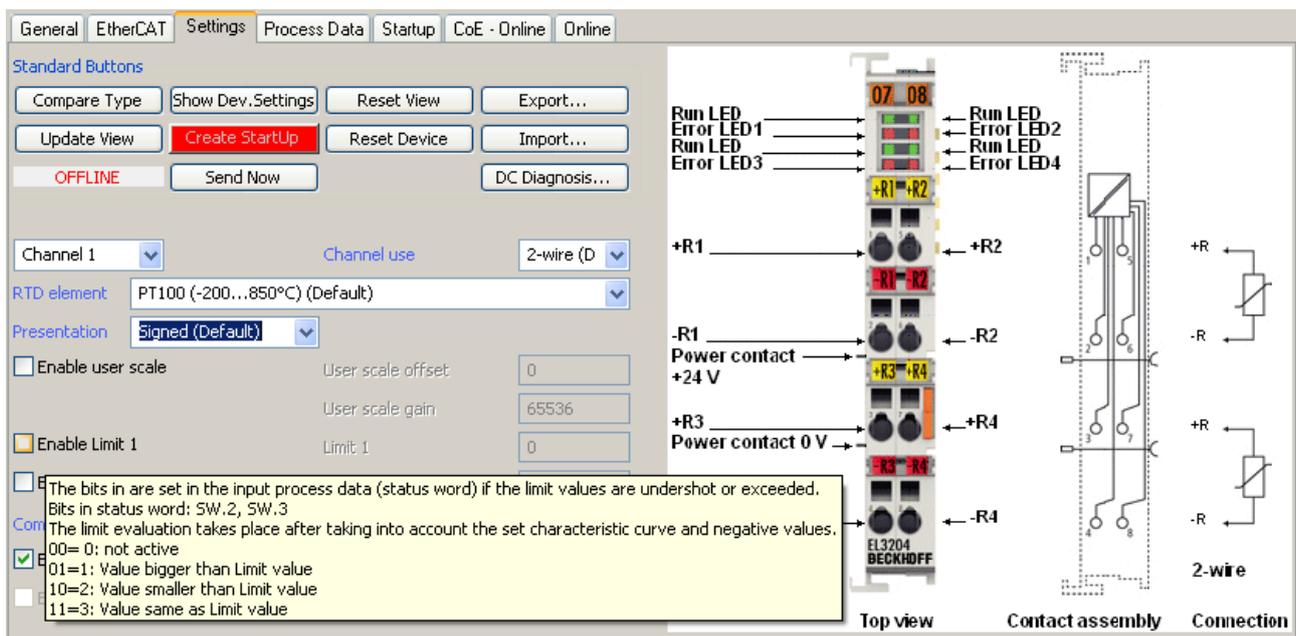
必须遵守 [EtherCAT 系统文档](#) (EtherCAT 基础知识 --> CoE 接口) 中的全面描述!

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。对于 TwinCAT 2.11R2 及以上版本，均在 TwinCAT System Manager 中提供调试助手。它们通过适当扩展的 ESI 配置文件集成到 System Manager 中。



附图 134: 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）

“Process Data”、“DC”、“Startup”和“CoE-Online”等曾经必需的选项卡仍然需要显示，但如果使用调试助手，则建议不要用其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。如果设置选项不够齐全，用户可以像以前一样手动进行 DC、PDO 和 CoE 设置。

EtherCAT 状态：TwinCAT System Manager 的自动默认行为和手动控制

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（分布式时钟（DC）、PDO、CoE）中专为调试设备而定义的。另请参见章节“通信基础知识，EtherCAT 状态机”。根据配置工作和整体配置的不同，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。

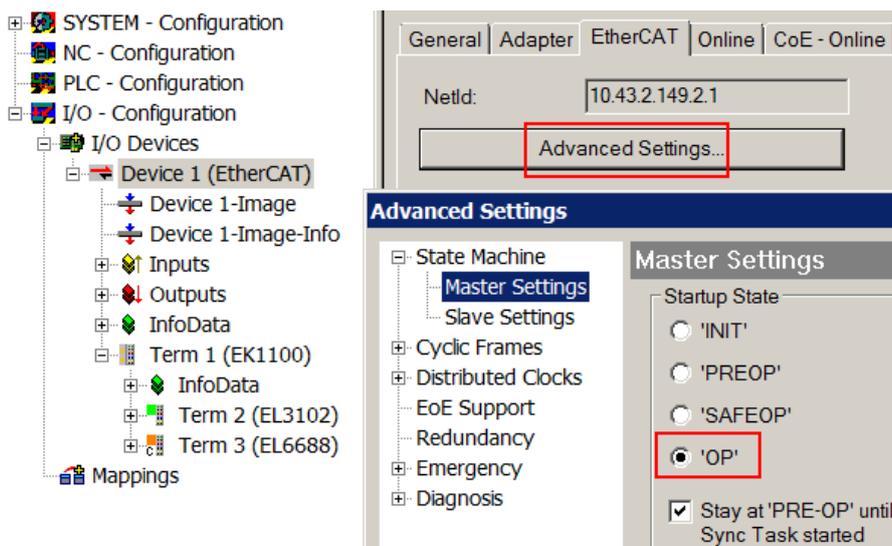
用户预期和由 TwinCAT 在启动时自动生成的目标状态可在 System Manager 中进行设置。一旦 TwinCAT 设置为“运行”状态，TwinCAT EtherCAT 主站就会切换到目标状态。

标准设置

EtherCAT 主站的高级设置被设定为标准：

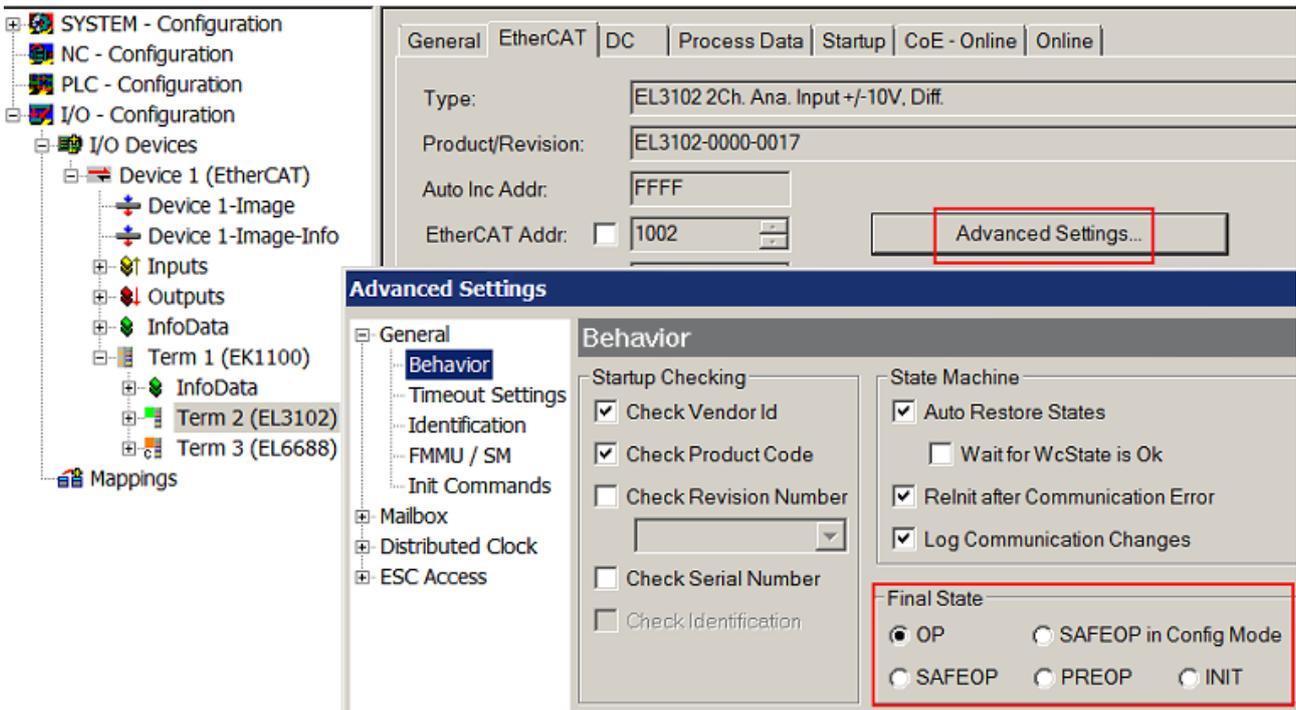
- EtherCAT 主站：OP
- 从站：OP

该设置同样适用于所有从站。



附图 135: 系统管理器的默认行为

此外，任何特定从站的目标状态均可在“高级设置”对话框中设置；标准设置还是 OP。



附图 136: 从站的默认目标状态

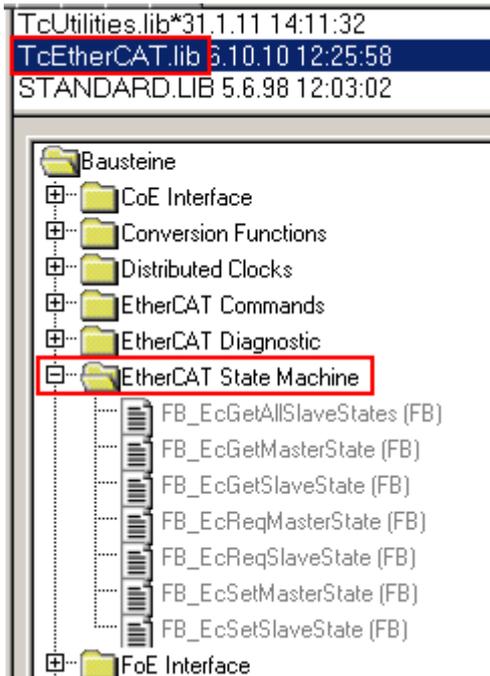
手动控制

在某些特殊原因下，可能适合从应用程序/任务/PLC中控制状态。例如：

- 用于诊断原因
- 以诱导轴的控制性重启
- 因为需要改变启动所需的时间

在这种情况下，适合在PLC应用程序中使用来自 *TcEtherCAT.lib* 的PLC功能块（标准配置）并使用 *FB_EcSetMasterState* 等以可控方式处理各种状态。

然后，可用于将EtherCAT主站的设置放到主站和从站的INIT中。



附图 137: PLC功能块

注意 E-bus 电源

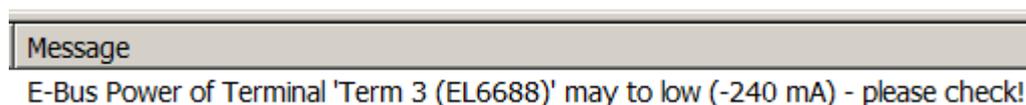
EL/ES 端子模块置于 DIN 导轨上，紧跟在耦合器后面。总线耦合器可以为与其相连的 EL 端子模块提供 5 V 的 E-bus 系统电压。通常情况下，一个耦合器最多可负载 2 A 电流。对于每个 EL 端子模块，有关需要消耗多少 E-bus 电流的信息，可参见倍福公司网站和产品目录。如果所连接的端子模块需要的功率超过耦合器所能提供的功率，则必须在端子模块的适当位置安装电源端子模块（如 EL9410）。

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。负脉冲信号用负总数和感叹号表示；电源端子模块必须置于该点之前。

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 138: 不允许E-bus 电流超标

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



附图 139: 超过 E-bus 电流的警告信息

注意

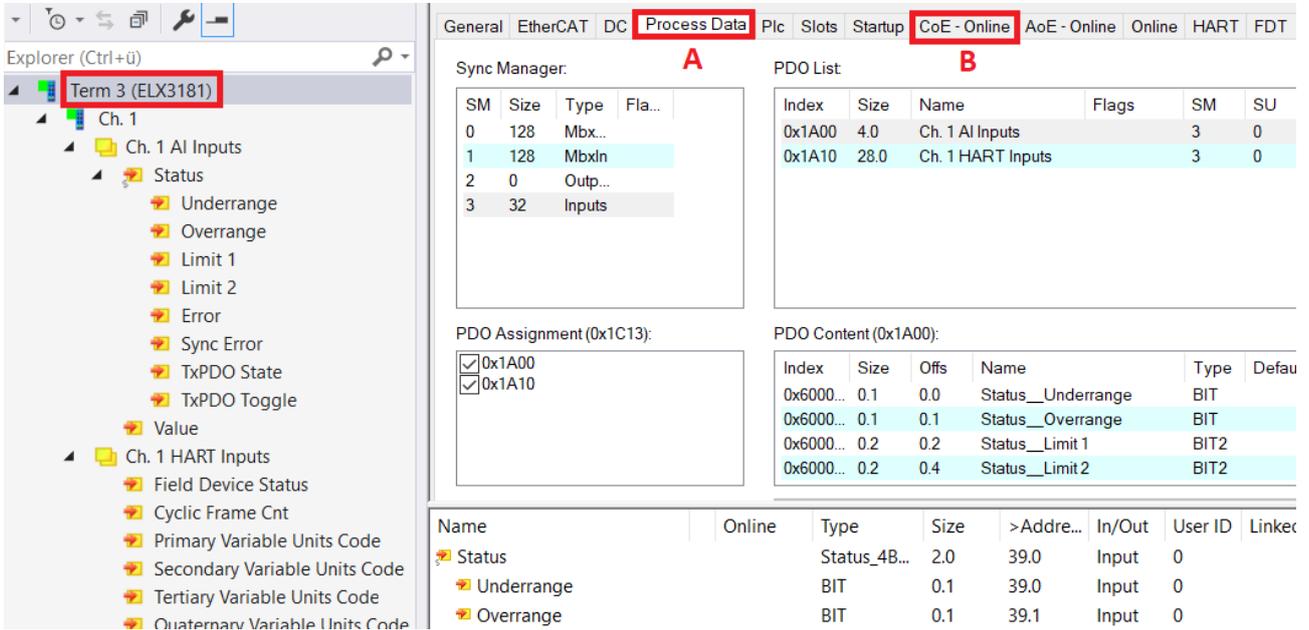
可能发生故障!

端子模块的所有 EtherCAT 端子模块的 E-bus 电源必须由相同的接地电位提供!

5.4 过程数据和操作模式

5.4.1 参数化

ELX318x 通过TwinCAT 系统管理器中的两个对话框/选项卡进行参数设置，过程数据选项卡 (A) 用于通信专用设置，CoE目录 (B) 用于从站设置。此外，还有 HART 和 FDT 的设置 (见第 6 章和第 7 章)。



附图 140: ELX3181 - 参数化

- 对过程数据特定设置的更改通常只有在重新启动 EtherCAT 主站后才会生效：在 RUN 或 CONFIG 模式下重新启动 TwinCAT；在 CONFIG 模式下重新加载
- 对在线 CoE 目录的修改
 - 一般立即生效
 - 一般仅非易失性地存储在端子模块/从站中，因此应在 CoE StartUp 列表中输入。该列表在每次 EtherCAT 启动时处理，并且设置被加载到从站中。

5.4.2 设置和操作模式

5.4.2.1 显示，索引 0x80nD

测量值的输出取决于索引 80nD:0 AI 高级设置 Ch.n 中的设置。

通过索引 80nD:11 (输入类型) 可以选择输入信号：

- 4....20 mA
- 4....20 mA NAMUR

通过索引 80nD:12 (缩放器) 可以切换范围：

- 扩展范围 (超出测量值范围的测量)
- 传统范围 (测量值范围 = 最小/最大值)

取决于这些设置的输出值显示在下表中。

缩放器	扩展范围		传统范围	数值	
输入类型	4...20 mA	4...20 mA NAMUR	4...20 mA	dez	hex
	21.179 mA	-	20 mA	32767	0x7FFF
	20 mA	20 mA	-	30518	0x7736
	4 mA	4 mA	4 mA	0	0x0000
	0 mA	-	-	-7629	0xE233

5.4.2.2 测量范围的未达目标和超过目标（量程不足、量程过大），索引 0x60n0:01，0x60n0:02

测量范围的未达目标和超过目标（量程不足、量程过大），索引 0x60n0:01 [▶ 124], 0x60n0:02 [▶ 124]

如果超过了极限范围，章节数据流和校正计算 [▶ 118] 包含了对原始值和输出值之间校正计算的明确描述。

5.4.2.3 限制1和限制2，互换限制位数

限制1和限制2，索引 0x80n0:13，索引 0x80n0:14

如果数值超过或低于这些数值（可以在索引 0x80n0:13 和 0x80n0:14 中输入），则索引 0x60n0:03 [▶ 124] 和 0x60n0:05 [▶ 124] 中的位将被相应设置（参见下面的示例）。索引 0x80n0:07 或 0x80n0:08 用于激活极限值监测。

输出极限n（2位）：

- 0：未启用
- 1：数值小于极限值
- 2：数值大于极限值
- 3：数值等于极限值

● PLC 中 2 个位宽的数值链接

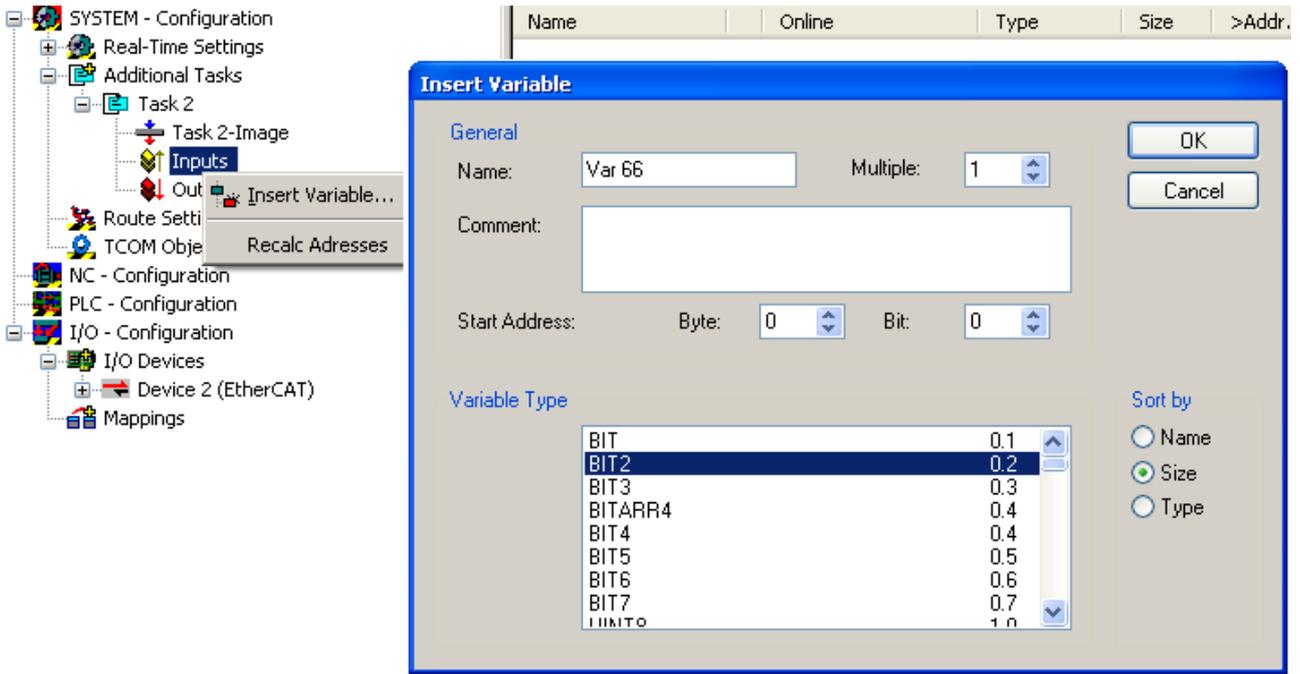
I 限值信息由 2 位组成。限值 n 可以链接到 PLC 或 System Manager 中的一个任务。

- PLC:
IEC61131-PLC 不包含可以直接链接该过程数据的 2 个位宽的数据类型。为了传输限值信息，请定义一个输入字节（例如见图输入字节定义），并将限值链接到 *VariableSizeMismatch* 对话框中，如章节关于早期 EtherCAT 端子模块 1 字节状态的说明中所述。

```
VAR
    byLimit1 AT %I*:BYTE;
END_VAR
```

附图 141: 输入字节定义

- 附加任务
可以在 System Manager 中创建 2 位变量。



附图 142: 将 2 位变量链接至附加任务

互换限制索引0x80n0:0E

限制功能可以通过 *SwapLimitBits* 在索引 0x80n0:0E 中反转。

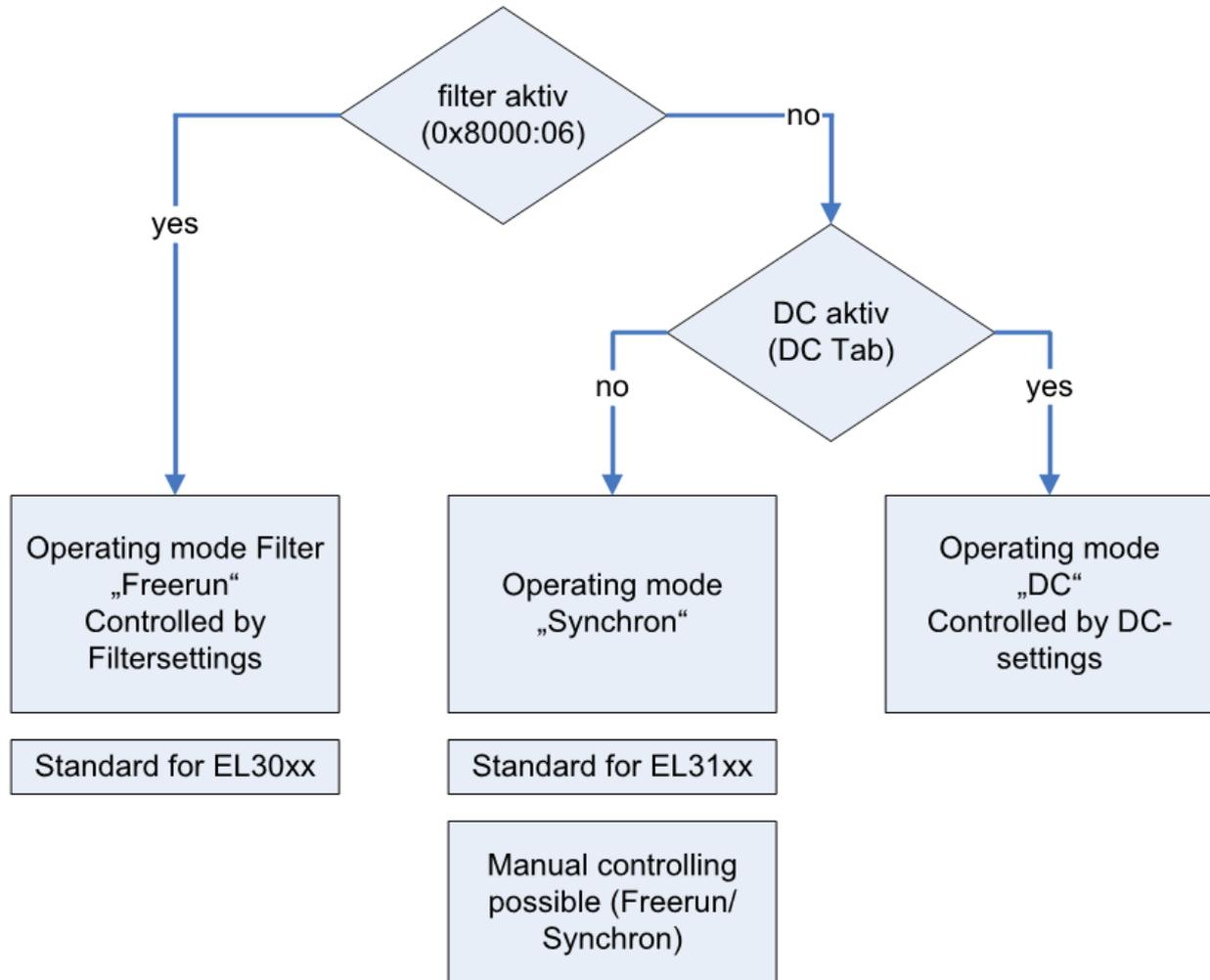
输出限制 n (2 位) :

<i>SwapLimitBits</i> 设置	数值
FALSE (默认设置)	<ul style="list-style-type: none"> • 0: 未启用 • 1: 值<极限值 • 2: 值>极限值 • 3: 数值等于极限值
TRUE	<ul style="list-style-type: none"> • 0: 未启用 • 1: 值>极限值 • 2: 值<极限值 • 3: 数值等于极限值

5.4.2.4 运行模式

ELX31xx/EPX31xx 支持三种不同的运行模式：

- 自由运行（滤波器开启，定时器中断）
- 同步（滤波器关闭，同步管理器中断）和
- DC（DC Sync 中断）



附图 143: 运行模式之间关系

设备通过索引启用/禁用滤波器，在自由运行（滤波器打开）和同步模式之间切换。在此过程中，端子模块仍处于 OP 模式。这种转换可能会导致更长的采样时间和过程数据的跳变，直到滤波呈现稳定状态。

DC 模式只能在滤波关闭的情况下使用。同样，在 DC 模式下也不能开启滤波。DC 模式通过 TwinCAT System Manager 中的 DC 选项卡进行参数设置。

ELX31xx/EPX31xx 的运行模式

模式	1 (默认)	2	3	4	5	6
滤波 (索引: 0x8000:06)	开启 (默认: 50 Hz FIR)	off				
分布时钟模式	OFF					常亮
同步模式 (索引: 0x1C33:01, Bit 0+1)	0: FreeRun (默认)	0: FreeRun (默认)	1: 帧触发 (SM3 输入)			3: DC 模式
FastOp 模式 "CoE" (索引: 0x1C33:01, 位 15)	关闭 (默认)	关闭 (默认)	常亮	关闭 (默认)	常亮	关闭 (默认) (在 DC 中无法使用 FastOp 模式)
StartUp 条目索引 0x1C33:01	0x0000	0x0000	0x8000	0x0001	0x8001	
更新速率	取决于滤波器设置, 由设备内部自动设置 见以下数值			如果数值不低于与相关设置的下限, 更新频率就是 EtherCAT 的周期时间。关于典型限值, 请参见以下数值。 可以在更快的 EtherCAT 周期运行, 但在这种情况下, ELX31xx/EPX31xx 在每个周期中不再提供新数据。		如果数值不低于与相关设置的下限, 更新频率就是 EtherCAT 的周期时间。
典型的数据更新时间 ELX31xx/EPX31xx	< 1 s					
注意	一旦启用滤波, 无论在 ELX31xx/EPX31xx 中设置了 "FreeRun" = On 和 "FastOp-Mode" = Off。					必须遵守关于 DC 模式下 EtherCAT 最小周期时间的说明。

i 滤波、FastOp 模式和同步模式的组合使用

滤波、FastOp 模式和同步模式的其他组合选项, 明确不予推荐。

同步模式

在同步操作中, 过程数据是以帧触发的方式产生, 因此, 每个 PLC 周期都有一个新的数值。在 ELX31xx/EPX31xx 中, 同步模式被自动使用 (滤波器关闭, 无 DC)。标准 IPC 的最小循环时间为 1ms。

DC 操作

在 DC 模式下, 模拟采样由 DC 中断触发。因此, 两个帧之间的时间抖动不再重要, 整个系统的采样点是相同的。

ELX31xx/EPX31xx 应在直流输入模式下运行。

基于输入的模式可转移同步中断, 使流程数据在当前流程数据周期不久之前就可收集。如果帧抖动过大, 数据有可能被采集两次, 或在传输过程中出现中断。在这种情况下, 必须在 TwinCAT 系统中采取措施减少抖动, 或者选择较慢的周期时间。

5.4.2.5 滤波器操作 (FIR和IIR), 索引0x80n0:06, 0x80n0:15

滤波器操作 (FIR 和 IIR), 索引 0x80n0:06, 0x80n0:15

ELX31xx/EPX31xx 配备了一个数字滤波器, 根据不同的设置, 它可以具有有限脉冲响应滤波器的特性 (有限脉冲响应滤波器, FIR 滤波器) 或无限脉冲响应滤波器 (无限脉冲响应滤波器, IIR 滤波器)。交付时滤波功能失效。请注意以下通过索引 0x8000:06 [▶ 121] 激活的说明。

● 通过索引 0x8000:06 激活滤波器和通过索引 0x8000:15 设置滤波器特性



ELX31xx/EPX31xx 所有通道的滤波器频率通过索引 [0x8000:15](#) [[▶ 121](#)] (通道 1) 进行集中设置。其他通道的相应索引 0x80n0:15 没有参数化功能。

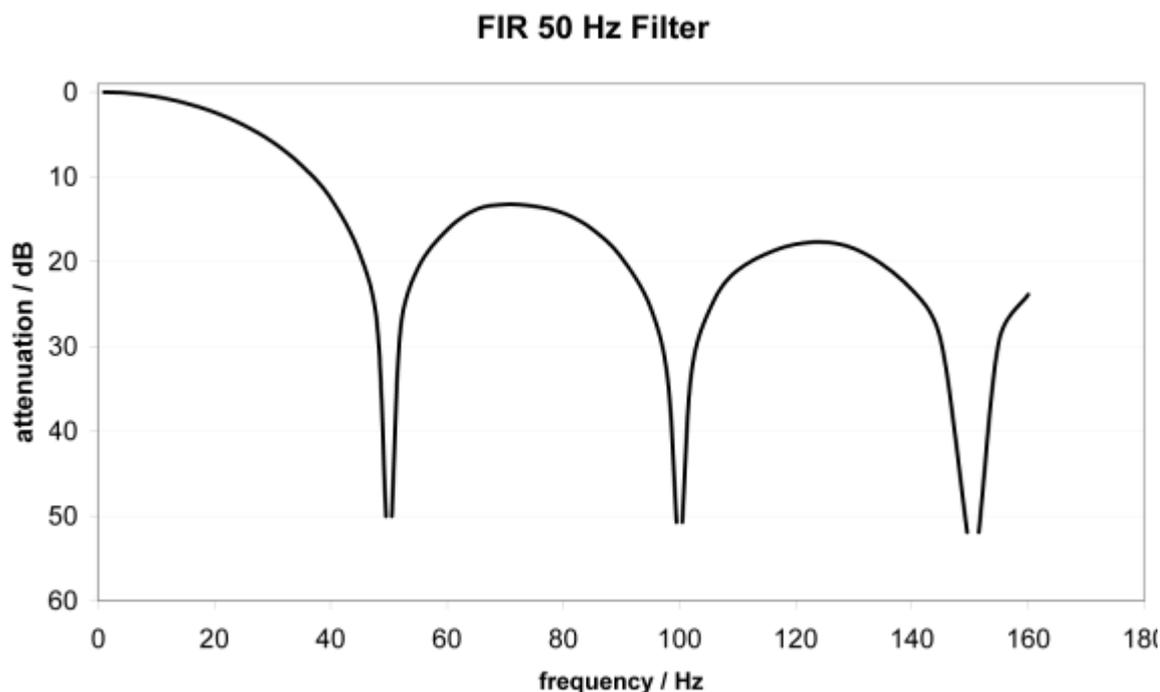
FIR 滤波器

通过索引 [0x8000:15](#) [[▶ 121](#)] 进行参数化。

该滤波器作为陷波滤波器工作，决定了设备的转换时间。滤波频率越高，转换时间就越快。可选择 50 Hz 和 60 Hz 的滤波器。

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 144: 50 Hz 时的衰减曲线陷波滤波器

滤波数据 FIR – 滤波（一至四通道设备）			
滤波	衰减	截止频率 (-3 dB)	转换时间
50 Hz FIR	> 50 dB	22 Hz	625 μ s
60 Hz FIR	> 45 dB	26 Hz	521 μ s

IIR 滤波

具有 IIR 特性的滤波器是一种时间离散、线性、时间不变的 1 阶低通滤波器（-20 分贝/分频器），可设置为 8 级，即截止频率（第 1 级 = 弱递归滤波器，第 8 级 = 强递归滤波器）

IIR 可以理解为低通滤波器后的滑动平均值计算。

通过 *FreeRun* 同步模式，IIR 滤波器的内部周期时间为 1 ms。

IIR 滤波	ELX31xx/EPX31xx, 采样时间 1 ms
	截止频率 (-3 dB)
IIR 1	168 Hz
IIR 2	88 Hz
IIR 3	43 Hz
IIR 4	21 Hz
IIR 5	10.5 Hz
IIR 6	5.2 Hz
IIR 7	2.5 Hz
IIR 8	1.2 Hz

5.4.3 过程数据

概述
<ul style="list-style-type: none"> • 值和状态变量的解释 [► 112] • 状态字 [► 113] • 过程数据集的转换 [► 114] • 关于 TwinCAT 2.10 的注意事项 [► 114] • 用户校准的密码保护 [► 115]

ELX318x 为每个模拟量通道的传输提供三种不同的过程数据：模拟值 (16 位)、状态信息 (16 位) 和通过 HART Cmd3 的周期性过程数据 (28 字节)。单个状态信息以及单个通道的传输可以在插槽选项卡中停用，这些改变在激活和 EtherCAT 重新启动或重新加载后有效。

在 AI 通道槽中，有两种过程数据类型可供 ELX318x 选择：

- 标准：标准设置，数值 (16 位) 和状态信息 (8 位或 16 位) 在每个通道上传输。
- 紧凑型：每个通道只传输数值 (16 位)

在 HART Cmd3 槽中，可为 ELX318x 选择一个过程数据类型：

- HART Cmd3：额外的过程值及其单位 (共 28 个字节) 通过每个通道的 HART 协议传输 (见第 6 章)。

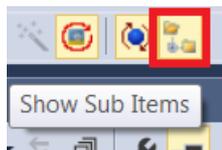
值和状态变量的解释

Name	Online	Type	Size	>Addr...	In/Out	User ID	Linked to
Status C		Status_4B...	2.0	39.0	Input	0	
Value		INT	2.0	41.0	Input	0	
Field Device Status		USINT	1.0	43.0	Input	0	
Cyclic Frame Cnt		USINT	1.0	44.0	Input	0	
Primary Variable Units Code		USINT	1.0	47.0	Input	0	
Secondary Variable Units Code		USINT	1.0	48.0	Input	0	
Tertiary Variable Units Code		USINT	1.0	49.0	Input	0	
Quaternary Variable Units Code		USINT	1.0	50.0	Input	0	
Primary Variable Loop Current		REAL	4.0	51.0	Input	0	
Primary Variable		REAL	4.0	55.0	Input	0	
Secondary Variable		REAL	4.0	59.0	Input	0	
Tertiary Variable		REAL	4.0	63.0	Input	0	
Quaternary Variable		REAL	4.0	67.0	Input	0	
WcState		BIT	0.1	1522.1	Input	0	
InputToggle		BIT	0.1	1524.1	Input	0	
State		UINT	2.0	1552.0	Input	0	
AdsAddr		AMSADDR	8.0	1554.0	Input	0	
AoeNetId		AMSNETID	6.0	1562.0	Input	0	

附图 145: ELX3181 - 默认过程数据

状态字的位含义的纯文本显示不仅在调试中特别有帮助，而且对连接 PLC 程序也有帮助。通过右键点击配置树中的状态变量 (A)，可以打开结构进行连接 (B)。

为了能够读取在线显示屏 (C) 中纯文本的位含义，按钮



附图 146: 显示子项

可以用来显示所有子变量，包括状态字的结构内容，见图 *ELX3181 - 显示子变量*

Name	Online	Type	Size	>Addre...	In/Out	User ID	Linked to
Status		Status_4B...	2.0	39.0	Input	0	
Underrange		BIT	0.1	39.0	Input	0	
Overrange		BIT	0.1	39.1	Input	0	
Limit 1		BIT2	0.2	39.2	Input	0	
Limit 2		BIT2	0.2	39.4	Input	0	
Error		BIT	0.1	39.6	Input	0	
Sync Error		BIT	0.1	40.5	Input	0	
TxPDO State		BIT	0.1	40.6	Input	0	
TxPDO Toggle		BIT	0.1	40.7	Input	0	
Value		INT	2.0	41.0	Input	0	
Field Device Status		USINT	1.0	43.0	Input	0	
Cyclic Frame Cnt		USINT	1.0	44.0	Input	0	

附图 147: ELX3181 - 显示子变量

控制字和状态字

状态字

状态字 (SW) 位于输入过程映像中，并从设备传输到控制器。

位	SW.15	SW.14	SW.13	SW.12	SW.11	SW.10	SW.9	SW.8
名称	TxPDO Toggle	TxPDO State	Sync error	-	-	-	-	-

位	SW.7	SW.6	SW.5	SW.4	SW.3	SW.2	SW.1	SW.0
名称	-	ERROR	Limit 2		Limit 1		超出量程	Underrange

图例

位	名称	描述
SW.15	TxPDO Toggle	1 _{bin} 每次接收到新的模拟量过程值都会切换
SW.14	TxPDO State	1 _{bin} 发生内部错误时为“TRUE”
SW.13	Sync error	1 _{bin} TRUE (DC模式)：在过期的周期中发生了一个同步错误。
SW.6	ERROR	1 _{bin} 通用故障位，与 Overrange 和 Underrange 一起被置位
SW.5	Limit 2	1 _{bin} 见限值
SW.4		1 _{bin}
SW.3	Limit 1	1 _{bin} 见限值
SW.2		1 _{bin}
SW.1	超出量程	1 _{bin} 模拟输入信号超出允许上限。该设备的阈值
SW.0	Underrange	1 _{bin} 模拟量输入信号低于该设备的允许阈值上限

控制字 Control

ELX31xx/EPX31xx 没有控制字

过程数据集的转换

待传输过程数据（PDO，ProcessDataObjects）可完全由用户

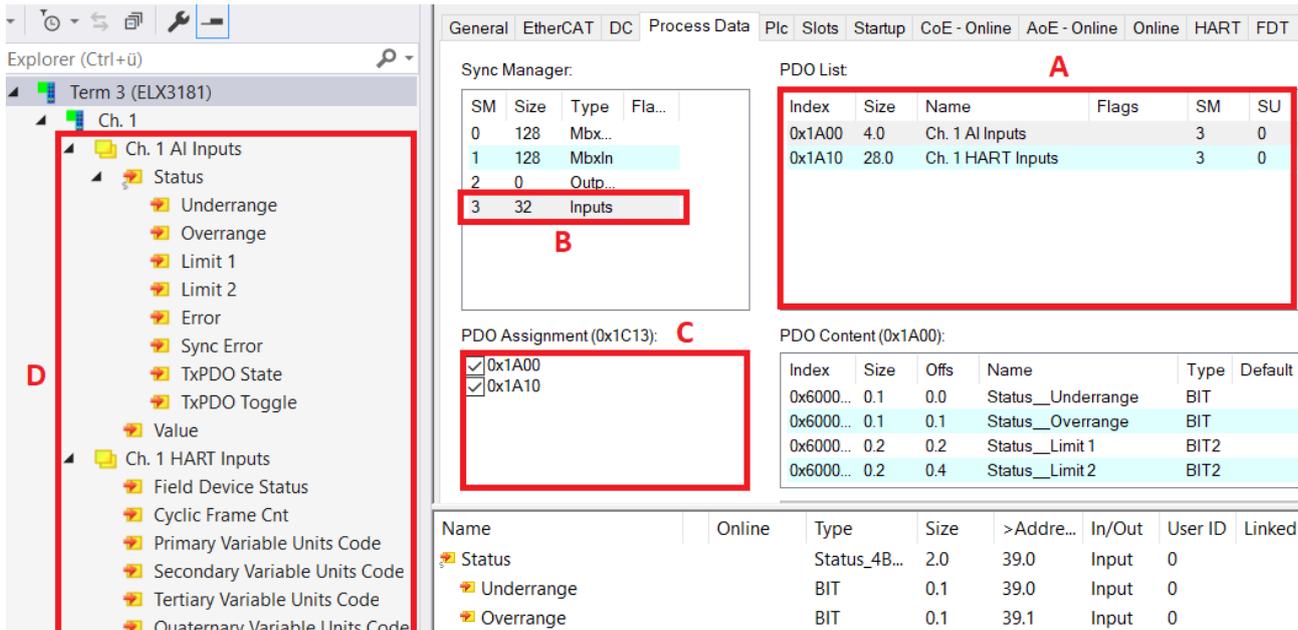
- 通过各个PDO的选择对话框“预定义PDO分配”（所有TwinCAT版本）针对所有通道进行选择，
- 同时考虑被排除的因素。

选择对话框预定义的 PDO 分配

ELX31xx/EPX31xx 没有任何预定义的 PDO 分配。

选择性 PDO 选择

所有 TwinCAT 版本都支持选择性地选择单个 PDO，如 XML 描述中所定义。排除标准可防止不规则组合。



附图 148: 选择性 PDO 选择

通过在 (B) 中选择必要的 Input SyncManager，可以手动进行 (C) 中的 PDO 分配。然后，过程数据可以在 TwinCAT 树 (D) 中进行链接。

TwinCAT 2.10 说明

ELX31xx/EPX31xx 的结构化表示，如图以 ELX3152 为例说明如何进行选择性 PDO 的配置，是由于对变量名称的相应解释。这个功能在TwinCAT 2.10中还不存在，这就是为什么在那里只能进行元素间的连接。

Name	Type	Size
Status__Underrange	BOOL	0.1
Status__Overrange	BOOL	0.1
Status__Limit 1	BIT2	0.2
Status__Limit 2	BIT2	0.2
Status__Error	BOOL	0.1
Status__Sync error	BOOL	0.1
Status__TxPDO State	BOOL	0.1
Status__TxPDO Tog...	BOOL	0.1
Value	INT	2.0
Status__Underrange	BOOL	0.1
Status__Overrange	BOOL	0.1
Status__Limit 1	BIT2	0.2
Status__Limit 2	BIT2	0.2
Status__Error	BOOL	0.1
Status__Sync error	BOOL	0.1
Status__TxPDO State	BOOL	0.1
Status__TxPDO Tog...	BOOL	0.1
Value	INT	2.0
WcState	BOOL	0.1
State	UINT	2.0
AdsAddr	AMSADDRESS	8.0

附图 149: TwinCAT 2.10下以元素为导向的过程图像

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

Address	Name	Type	Value
8000:0	AI Settings	RW	> 24 <
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

F008	Code word
F009	Password protection

protects →

附图 150: 0x8000:17 和 0x8000:18 条目的密码保护 (示例)

密码保护适用于以下用户数据

设备	可保护的 CoE 对象
ELX3152、ELX3158、ELX3181、ELX3184、EPX3158、EPX3184	0x80n0:17 (用户校准偏移值) 0x80n0:18 (用户校准增益) 0x80nD:17 (低范围错误) 0x80nD:18 (高范围错误)

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）。
-

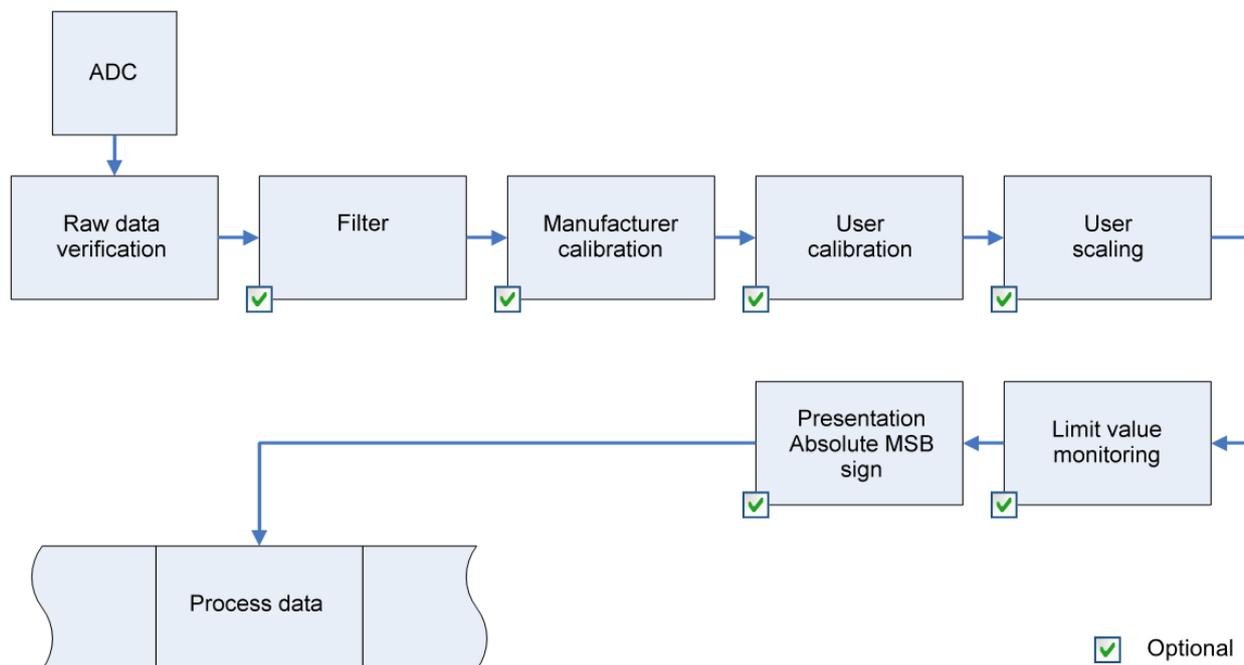
● 码字索引 0xF008

该 CoE 对象只具有供应商特定的功能，并不面向用户。

5.4.4 数据流和测量范围

数据流

下面的流程图（图 ELX31xx/EPX31xx 的数据流）显示了 ELX31xx/EPX31xx 的数据流（原始数据的处理）。



附图 151: ELX31xx/EPX31xx 的数据流

过程数据的计算



“校准”

本章节中使用的“校准”一词与倍福颇有历史渊源，但它与校准证书的偏差声明毫无关系。实际上，这是对供应商或客户校准数据/调整数据的描述，设备在运行过程中使用这些数据，以保持保证的测量精度。

ELX31xx/EPX31xx 可永久记录测量值，并将其 A/D 转换器的原始值放入 ADC 原始值对象 0x80nE:01 中。每次记录模拟信号后，如果激活了供应商和用户校准数据以及用户缩放，就会进行校正计算（见图：ELX31xx/EPX31xx 的数据流）。

计算方式	名称
$X_F = f(X_{ADC})$	滤波后的输出值
$Y_H = (X_F - B_H) \times A_H \times 2^{-14}$	供应商校准后的测量值
$Y_A = (Y_H - B_A) \times A_A \times 2^{-14}$	供应商和用户校准后的测量值
$Y_S = Y_A \times A_S \times 2^{-16} + B_S$	用户标度后的测量值

名称	名称	索引
X _{ADC}	A/D 转换器的输出值	0x80nE:01
X _F	滤波后的输出值	-
B _H	供应商校准偏移 (不可更改)	0x80nF:01
A _H	供应商校准增益 (不可更改)	0x80nF:02
B _A	用户校准的偏移 (可通过索引 0x80n0:0A 激活)	0x80n0:17
A _A	用户校准的增益 (可通过索引 0x80n0:0A 激活)	0x80n0:18
B _S	用户标度的偏移 (可通过索引 0x80n0:01 激活)	0x80n0:11
A _S	用户标度的增益 (可通过索引 0x80n0:01 激活)	0x80n0:12
Y _S	控制器过程数据	-

i **测量结果**

如果测量值由于一次或多次乘法小于 32767/4, 结果的准确性可能会降低。

测量范围

底部图表显示了测量范围的输出值以及是否超过极限范围。

ELX318x 缩放器：扩展范围/传统范围

ELX318x 提供缩放扩展范围和传统范围 (缩放器, AI 高级设置对象 [0x80nD:12 \[► 121\]](#)) 。

扩展范围：

这种缩放类型允许超过或低于实际测量范围约 7%。因此, 技术上的可用范围是各自测量范围最终值的 -107% 到 +107%。例如:

测量范围最终值 = 0...20 mA, 则技术测量范围约为 0...21.4 mA。

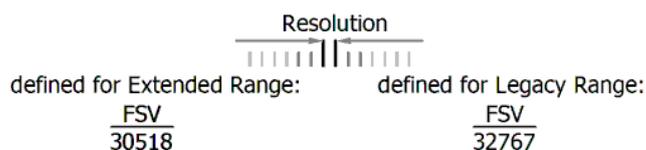
传统范围：

传统范围则反映了从 -100% 到 +100% 的常规范围。

+100% 对应 +32767

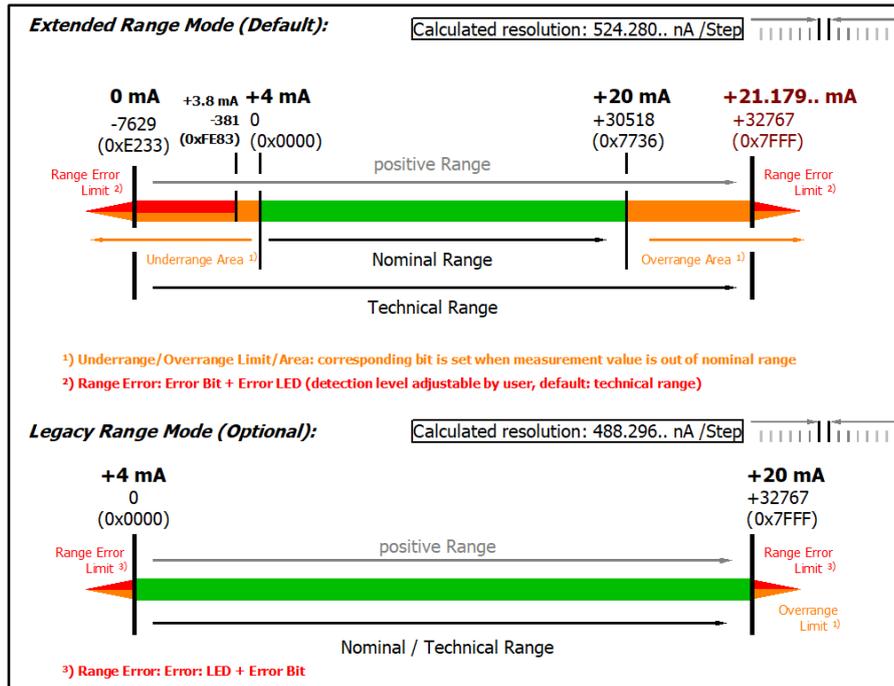
-100% 对应 -32768。

对于扩展范围, 100% 的 16 位 PDO 值 ±30518 (0x7736) 已经被定义。因此得到的是由 (用户选择的测量范围) 各自的满刻度值 (FSV) 给出的位的含义, 如下所示:



所有测量范围的图示如下:

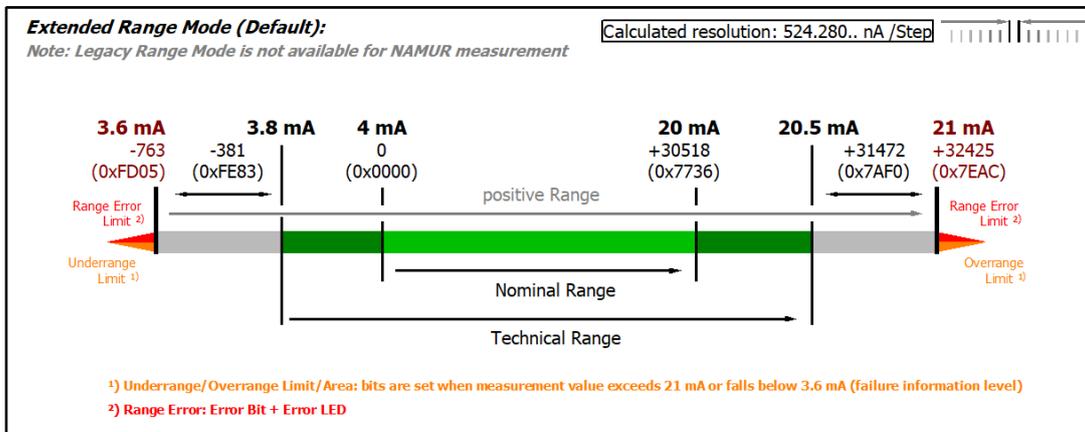
测量范围 4...20 mA (电流回路):



Technical note: The detection level for underrange and range error of 0 value area is located at 3.8 mA (-1% of the FSV full scale vale). This has been configured to prevent a misleading setting of the error bit.

附图 152: ELX3181 - 测量范围 4...20 mA

测量范围 4...20 mA/ NAMUR NE43 (电流回路):



附图 153: ELX3181 - 测量范围 4...20 mA (NAMUR NE43)

校准

供应商校准, 索引0x80n0:0B

通过索引0x80n0:0B, 启用供应商校准。参数化通过索引进行

- 0x80nF:01供应商校准: 偏移量
- 0x80nF:02供应商校准: 增益

用户校准, 索引0x80n0:0A

用户校准通过索引0x80n0:0A启用。参数化通过索引进行

- 0x80n0:17用户校准: 偏移量

- 0x80n0:18用户校准：增益

用户标度，索引 0x80n0:01

用户标度通过索引 0x80n0:01 启用。通过以下索引进行参数化

- 0x80n0:11用户标度：偏移量
- 0x80n00:12 用户标度：增益

● **供应商校准**



供应商保留校准 ELX315x/EPX31xx 的权利。因此，供应商的校准不能更改。

5.5 CoE 对象描述和参数化

● **EtherCAT XML 设备描述**



此描述与 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。

概述

CoE 概述包含了不同预期应用的对象：

对象概述	
•	恢复对象 [▶ 120]
•	配置数据 [▶ 121]
•	信息和诊断数据 [▶ 123]
•	输入数据 [▶ 124]
•	命令对象 [▶ 124]
•	输出数据 [▶ 124]
•	标准对象 [▶ 124]

5.5.1 恢复对象

索引1011恢复默认参数

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标记	默认
1011:0	恢复默认参数	恢复默认参数	UINT8	RO	0x01 (1 _{dec})
1011:01	分索引001	如果该对象在设置值对话框中被设置为“0x64616F6C”，则所有备份对象都被重置为它们的交付状态。	UINT32	RW	0x00000000 (0 _{dec})

5.5.2 配置数据

索引 80n0 AI 设置 (对于 $0 \leq n \leq 3$)

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标记	默认值
80n0:0	AI 设置	最大分索引	UINT8	RO	0x18 (24 _{dec})
80n0:01	启用用户缩放	用户缩放可用。	BOOLEAN	RW	0x00 (0 _{dec})
80n0:06	启用过滤器	启用过滤器, 使 PLC 周期性同步数据交换成为不必要	BOOLEAN	RW	0x00 (0 _{dec})
80n0:07	启用限值 1	限值 1 已启用	BOOLEAN	RW	0x00 (0 _{dec})
80n0:08	启用限值 2	限值 2 已启用	BOOLEAN	RW	0x00 (0 _{dec})
80n0:0A	启用用户校准	启用用户校准	BOOLEAN	RW	0x00 (0 _{dec})
80n0:0B	启用供应商校准	启用供应商校准	BOOLEAN	RW	0x01 (1 _{dec})
80n0:0E	调换极限位	改变极限位	BOOLEAN	RW	0x00 (0 _{dec})
80n0:11	用户缩放偏差	用户缩放偏差	INT16	RW	0x0000 (0 _{dec})
80n0:12	用户缩放增益	用户缩放增益。 增益以定点格式表示, 系数为 2^{-16} 。 值 1 对应 65536 _{dec} (0x00010000), 限制在 $\pm 0x7FFFF$	INT32	RW	0x00010000 (65536 _{dec})
80n0:13	限值 1	用于设置状态位的第一个极限值	INT16	RW	0x0000 (0 _{dec})
80n0:14	限值 2	设置状态位的第二个极限值	INT16	RW	0x0000 (0 _{dec})
80n0:15	滤波器设置	如果此对象通过启用滤波器 (索引 0x80n0:06 [▶ 121]) 激活, 则其决定数字滤波器的设置。可能的设置是按顺序编号的。 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	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dec})
80n0:17	用户校准偏差	用户偏差补偿	INT16	RW	0x0000 (0 _{dec})
80n0:18	用户校准增益	用户校准增益	INT16	RW	0x4000 (16384 _{dec})

i 滤波器的特性是通过索引 0x8000:15 来设置的 [▶ 121]

通过索引 0x8000:15 [▶ 121] (通道 1) 为 ELX318x 端子模块的所有通道集中设置滤波器频率。所有其他对应的索引 0x80n0:15 都没有参数化功能!

索引 80nD AI 高级设置 (对于 $0 \leq n \leq 3$)

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标记	默认值	
80nD:0	AI 高级设置	最大分索引	UINT8	RO	0x14 (20 _{dez})	
80nD:11	输入类型	测量模式, 允许的数值:	UINT16	RW	0x0002 (2 _{dez})	
		0x12				0..20 mA (不适用于 ELX3158)
		0x13				4..20 mA
80nD:12	缩放器	缩放范围, 允许的值: 0x00 扩展范围 0x03 传统范围 (不适用于输入类型 4...20 mA NAMUR)	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dez})	
80nD:17	低范围误差	设置错误位和错误引导的低阈值	INT32	RW	取决于 80nD:11	
80nD:18	高范围误差	设置错误位和错误引导的上阈值	INT32	RW	取决于 80nD:11	

索引 0x80n0 HART 设置 (n=8: 通道 1 ... n=B: 通道 4)

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标记	默认值	
80n0:0	HART 设置	最大分索引	UINT8	RO	0x06 (6 _{dez})	
80n0:01	前导码	前导码长度:	UINT8	RW	0x00 (0 _{dez})	
		自动分配				0
		允许的值				5...20
80n0:02	MasterMode	允许的值:	UINT8	RW	0x00 (0 _{dez})	
		主要				0
		二级				1
80n0:03	PollingAddress	允许的值:	UINT8	RW	0x00 (0 _{dez})	
		0...63				
80n0:04	PollingTime	单位为秒, 允许的值:	UINT8	RW	0x03 (3 _{dez})	
		1...64				
80n0:05	MaxRetry	允许的值:	UINT8	RW	0x03 (3 _{dez})	
		3...10				
80n0:06	MasterCtrl	保留	UINT8	RW	0x00 (0 _{dez})	

索引 80nE AI 内部数据 (对于 0 ≤ n ≤ 3)

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标记	默认值
80nE:0	AI 内部数据	最大分索引	UINT8	RO	0x01 (1 _{dec})
80nE:01	ADC 原始值	ADC 原始值	UINT16	RO	-

索引 80nF AI 供应商数据 (对于 0 ≤ n ≤ 3)

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标记	默认值
80nF:0	AI 供应商数据	最大分索引	UINT8	RW	0x02 (2 _{dec})
80nF:01	校准偏差	偏差 (供应商校准)	INT16	RW	0x0000 (0 _{dec})
80nF:02	校准增益	增益 (供应商校准)	INT16	RW	0x4000 (16384 _{dec})

5.5.3 信息和诊断数据

索引 0x90n0 HART 信息数据 (n=8: 通道 1 ... n=B: 通道 4)

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标记	默认值
90n0:0	HART 信息数据	最大分索引	UINT8	RO	0x11 (17 _{dez})
90n0:01	ExtendetDeviceType	扩展设备类型	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})
90n0:02	MinNrOfPreamblesReq	从主站到从站的请求信息所需的最小先导码长度。	UINT8	RO	0x00 (0 _{dez})
90n0:03	HartMajorRevNr	该设备实施的 HART 协议主要修订号。	UINT8	RO	0x00 (0 _{dez})
90n0:04	DeviceRevLevel	设备修订版本	UINT8	RO	0x00 (0 _{dez})
90n0:05	SoftwareRevLevel	该设备的软件修订版本	UINT8	RO	0x00 (0 _{dez})
90n0:06	HardwareRevLevel	该特定设备中电子器件的硬件修订版本。	UINT8	RO	0x00 (0 _{dez})
90n0:07	PhysicalSignalingCode	允许的值: 0 Bell 202 电流 1 Bell 202 电压 2 RS-485 3 RS-232 4 无线 6 特别	UINT8	RO	0x00 (0 _{dez})
90n0:08	标记	HART 标志	UINT8	RO	0x00 (0 _{dez})
90n0:09	DeviceId	设备 ID	OCTET-STRING[3]	RO	{0}
90n0:0A	MinNrOfPreamblesResp	从站向主站发送响应信息时, 要发送的最小先导码长度	UINT8	RO	0x00 (0 _{dez})
90n0:0B	MaxNrOfDevVariables	设备变量的最大数量。	UINT8	RO	0x00 (0 _{dez})
90n0:0C	ConfigChangeCounter	配置更改计数器	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})
90n0:0D	ExtFieldDeviceStatus	扩展现场设备状态	UINT8	RO	0x00 (0 _{dez})
90n0:0E	DeviceProfile	设备配置文件	UINT8	RO	0x00 (0 _{dez})
90n0:0F	ManuIdentCode	制造商识别代码	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})
90n0:10	PrivLabelDistCode	自有品牌经销商代码	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dez})
90n0:11	SlavePollingAdress	当前从站轮询地址	UINT8	RO	0x00 (0 _{dez})

索引 0xA0n0 HART 诊断数据 (n=8: 通道 1 ... n=B: 通道 4)

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标记	默认值
A0n0:0	HART 诊断数据	最大分索引	UINT8	RO	0x04 (4 _{dez})
A0n0:01	RcvFrameError	接收到的帧错误计数器	UINT8	RO	0x00 (0 _{dez})
A0n0:02	RcvChecksumError	接收到的校验和错误计数器	UINT8	RO	0x00 (0 _{dez})
A0n0:03	RcvTimeOutError	接收到的超时错误计数器	UINT8	RO	0x00 (0 _{dez})
A0n0:04	DataExchState	数据交换状态	UINT8	RO	0x00 (0 _{dez})

索引 0xF900 信息数据

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标记	默认值
F900:0	信息数据	最大分索引	UINT8	RO	0x01 (1 _{dez})
F900:01	HART 版本	主站 HART 版本	UINT16	RO	-

5.5.4 输入数据

索引 60n0 AI Inputs ($0 \leq n \leq 7$)

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
60n0:0	AI inputs	最大子索引	INT16	RO	0x11 (17 _{dec})
60n0:01	Underrange	值未达量程。	BOOLEAN	RO	0x00 (0 _{dec})
60n0:02	Overrange	超出量程。	BOOLEAN	RO	0x00 (0 _{dec})
60n0:03	Limit 1	极限值监测限制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	Limit 2	极限值监测限制 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	如果数据无效 (超量程、欠量程), Error 位将被置位	BOOLEAN	RO	0x00 (0 _{dec})
60n0:0E	Sync error	同步错误位仅在 DC 模式下需要。它表明在上一个周期中是否发生了同步错误。 这意味着在 I/O 设备中触发了一个同步信号, 尽管没有新的过程数据可用 (0=OK, 1=NOK)。	BOOLEAN	RO	0x00 (0 _{dec})
60n0:0F	TxPDO State	相关 TxPDO 数据的有效性 (0 = 有效, 1 = 无效)。	BOOLEAN	RO	0x00 (0 _{dec})
60n0:10	TxPDO Toggle	更新相关 TxPDO 的数据时, TxPDO toggle 由从站切换	BOOLEAN	RO	0x00 (0 _{dec})
60n0:11	数值	模拟量输入日期	INT16	RO	0x0000 (0 _{dec})

5.5.5 命令对象

索引 0x60n0 HART 命令 3 (n=8: 通道 1 ... n=B: 通道 4)

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标记	默认值
60n0:0	HART Cmd3	最大分索引	UINT8	RO	0x0D (13 _{dez})
60n0:01	现场设备状态	代表从站的当前状态	UINT8	RO	0x00 (0 _{dez})
60n0:02	Cyclic Frame Cnt	周期性帧计数器	UINT8	RO	0x00 (0 _{dez})
60n0:05	主要变量单位代码	主要变量单位代码 (参考 HART "通用表规范")	UINT8	RO	0x00 (0 _{dez})
60n0:06	二级变量单位代码	二级变量单位代码 (参考 HART "通用表规范")	UINT8	RO	0x00 (0 _{dez})
60n0:07	三级变量单位代码	三级变量单位代码 (参考 HART "通用表规范")	UINT8	RO	0x00 (0 _{dez})
60n0:08	四级变量单位代码	四级变量单位代码 (参考 HART "通用表规范")	UINT8	RO	0x00 (0 _{dez})
60n0:09	主要变量环路电流	主要变量环路电流 (单位: 毫安)	REAL32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
60n0:0A	主要变量	主要变量 (针对供应商)	REAL32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
60n0:0B	二级变量	二级变量 (针对供应商)	REAL32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
60n0:0C	三级变量	三级变量 (针对供应商)	REAL32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
60n0:0D	四级变量	四级变量 (针对供应商)	REAL32	RO	0x00000000 (0 _{dez})

5.5.6 输出数据

EPX3184 没有输出对象。

5.5.7 标准对象

这些标准对象对所有 EtherCAT 从站具有相同的意义。

索引1000设备类型

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标记	默认
1000:0	设备类型	EtherCAT从站的设备类型: Lo-Word包含使用的CoE配置文件 (5001)。根据模块设备配置文件, Hi-Word包含模块配置文件。	UINT32	RO	0x00001389 (5001 _{dec})

索引 1008 设备名称

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标记	默认值
1008:0	设备名称	EtherCAT 从站的设备名称	STRING	RO	ELX3181

索引1009硬件版本

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标记	默认
1009:0	硬件版本	EtherCAT从站的硬件版本	STRING	RO	00

索引100A软件版本

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标记	默认
100A:0	软件版本	EtherCAT从站的固件版本	STRING	RO	01

Index 1018 Identity

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	Vendor ID	EtherCAT 从站的供应商 ID	UINT32	RO	-
1018:02	Product code	EtherCAT 从站的产品代码	UINT32	RO	-
1018:03	修订版本	EtherCAT 从站的修订版本号; 低位字 (位 0-15) 表示特殊设备编号, 高位字 (位 16-31) 表示设备描述	UINT32	RO	-
1018:04	序列号	EtherCAT 从站的序列号; 低位字的低字节 (位 0-7) 包含生产年份, 低位字的高位字节 (位 8-15) 包含生产周数, 高位字 (位 16-31) 为 0	UINT32	RO	-

索引10F0备份参数处理

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

索引 180n (AI) TxPDO-Par (对于 $0 \leq n \leq 7$, 取决于通道数)

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标记	默认值
180n:0	AI TxPDO-Par 标准	PDO 参数 TxPDO	UINT8	RO	0x06 (6 _{dez})
180n:06	排除 TxPDO	指定不得与此 PDO 一起传输的 TxPDO (TxPDO 映射对象的索引)	OCTET-STRING[2]	RO	n= Wert: 0 0x011A 1 0x001A

索引 1A0n AI TxPDO-Map 标准 (对于 n=0; 2, 4, 6; p=0, 1, 2, 3)

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标记	默认值
1A0n:0	AI TxPDO-Map 标准	PDO 映射 TxPDO	UINT8	RO	0x9 (9 _{dec})
1A0n:01	分索引 001	1. PDO 映射条目 (对象 0x60p0 (AI 输入), 条目 0x01 (未到范围))	UINT32	RO	0x60p0:01, 1
1A0n:02	分索引 002	2. PDO 映射条目 (对象 0x60p0 (AI 输入), 条目 0x02 (超出范围))	UINT32	RO	0x60p0:02, 1
1A0n:03	分索引 003	3. PDO 映射条目 (对象 0x60p0 (AI 输入), 条目 0x03 (限值 1))	UINT32	RO	0x60p0:03, 2
1A0n:04	分索引 004	4. PDO 映射条目 (对象 0x60p0 (AI 输入), 条目 0x05 (限值 2))	UINT32	RO	0x60p0:05, 2
1A0n:05	分索引 005	5. PDO 映射条目 (对象 0x60p0 (AI 输入), 条目 0x07 (错误))	UINT32	RO	0x60p0:07, 1
1A0n:06	分索引 006	6. PDO 映射条目 (7 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 7
1A0n:07	分索引 007	9. PDO 映射条目 (对象 0x60p0 (AI 输入), 条目 0x0F (TxPDO 状态))	UINT32	RO	0x6000:0F, 1
1A0n:08	分索引 008	10. PDO 映射条目 (对象 0x60p0 (AI 输入), 条目 0x10 (TxPDO Toggle))	UINT32	RO	0x6000:10, 1
1A0n:09	分索引 009	11. PDO 映射条目 (对象 0x60p0 (AI 输入), 条目 0x11 (值))	UINT32	RO	0x6000:11, 16

索引 1A0n AI TxPDO-Map Compact (针对 n = 1, 3, 5 ... F; p = 0, 1, 2 ... 7)

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A0n:0	AI TxPDO-Map Compact	PDO 映射 TxPDO	UINT8	RO	0x01 (1 _{dec})
1A0n:01	SubIndex 001	1. PDO 映射条目 (对象 0x60p0 (AI 输入), 条目 0x11 (值))	UINT32	RO	0x60p0:11, 16

索引 1C00 同步管理器类型

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标记	默认
1C00:0	同步管理器类型	使用同步管理器	UINT8	RO	0x04 (4 _{dec})
1C00:01	分索引 001	同步管理器类型通道 1: 邮箱写入	UINT8	RO	0x01 (1 _{dec})
1C00:02	分索引 002	同步管理器类型通道 2: 邮箱读取	UINT8	RO	0x02 (2 _{dec})
1C00:03	分索引 003	同步管理器类型通道 3: 过程数据写入 (输出)	UINT8	RO	0x03 (3 _{dec})
1C00:04	分索引 004	同步管理器类型通道 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	标记	默认
1C12:0	RxPDO 分配	PDO 分配输出	UINT8	RW	0x00 (0 _{dec})

索引 1C13 TxPDO 分配

对于在 TwinCAT 以外的主站上的操作, 必须确保在 PDO 分配 (“TxPDO 分配”, 对象 0x1C13) 中连续输入通道。

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标记	默认
1C13:0	TxPDO 分配	PDO 分配输入	UINT8	RW	0x02 (2 _{dec})
1C13:01	分索引 001	1. 分配的 TxPDO (包含相关 TxPDO 映射对象的索引)	UINT16	RW	0x1A00 (6656 _{dec})
1C13:02	分索引 002	2. 分配的 TxPDO (包含相关 TxPDO 映射对象的索引)	UINT16	RW	0x1A02 (6658 _{dec})

索引 1C33 SM 输入参数

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标记	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: <ul style="list-style-type: none"> 位 0 = 0: 自由运行 Bit 0 = 1: 与 SM 3 事件同步 位 0-1=11: DC 带 SYNC1 事件 位 15=1: 快速模式 	UINT16	RW	0x0001 (1 _{dec})
1C33:02	周期	周期 (单位: 纳秒): <ul style="list-style-type: none"> 自由运行: 本地定时器的周期 与 SM 2 事件同步: 主站周期 DC 模式: SYNC0/SYNC1 周期时间 	UINT32	RW	0x000F4240 (1000000 _{dec})
1C33:03	位移时间	从 SYNC0 事件到读取输入的时间 (单位: 纳秒, 仅 DC 模式)	UINT32	RO	0x00002710 (10000dec)
1C33:04	支持的同步模式	支持的同步模式: <ul style="list-style-type: none"> 位 0=1: 支持自由运行 位 1: 支持与 SM 3 事件同步 (无输出可用) 位 2=1: DC 模式 (SYNC0) 位 3=1: DC 模式 (SYNC1) Bit 4-5 = 01: 带有本地事件的输入移位 (输出可用) Bit 4-5 = 10: 带有 SYNC1 事件的输入移位 (无输出可用) 位 12=1: 传统同步 位 13=1: SM 事件 位 14=1: 动态时间 (通过写入 1C33:08 [▶ 127] 测量) 位 15=1: 快速模式 	UINT16	RO	0x440B (17419dez)
1C33:05	最小周期	最小周期时间 (单位: 纳秒)	UINT32	RO	0x000927C0 (6000000 _{dec})
1C33:06	计算和复制时间	读取输入和主站输入的可用性之间的时间 (以纳秒为单位, 仅 DC 模式)	UINT32	RO	0x000900B0 (590000dec)
1C33:08	命令	有了这个条目, 就可以测量出真正需要的过程数据提供时间。 <ul style="list-style-type: none"> 0: 本地周期的测量停止 1: 开始测量本地周期时间 条目 1C33:03 [▶ 127]、1C33:06 [▶ 127] 和 1C33:09 [▶ 127] 更新为最大测量值。 对于后续的测量, 测量值被重置	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dec})
1C33:09	最大延迟时间	从 SYNC1 事件到读取输入的时间 (单位: 纳秒, 仅 DC 模式)	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
1C33:0B	SM 事件缺失的计数器	运行中错过的 SM 事件的数量 (仅 DC 模式)	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dec})
1C33:0C	周期超过计数器	运行中超过周期时间的次数 (周期没有及时完成或下一个周期开始得太早)	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dec})
1C33:0D	移位太短的计数器	SYNC0 和 SYNC1 事件之间的间隔太短的次数 (仅 DC 模式)	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dec})
1C33:20	同步错误	在最后一个周期中, 同步不正确 (输出太晚; 仅 DC 模式)	BOOLEAN	RO	0x00 (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	标记	默认值
F000:0	模块化设备配置文件	模块化设备配置文件的一般信息	UINT8	RO	0x02 (2 _{dec})
F000:01	模块索引距离	各个通道的对象的索引间距	UINT16	RO	0x0010 (16 _{dec})
F000:02	最大模块数	通道数量	UINT16	RO	0x0009 (9 _{dec})

索引F008码字

索引	名称	含义	数据类型	标记	默认
F008:0	码字	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	标记	默认
F009:0	密码保护	密码保护用户校准	UINT32	RW	0x00000000 (0 _{dec})

索引 F010 模块列表

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标记	默认值
F010:0	模块列表	最大分索引	UINT8	RO	0x0C (12 _{dec})
F010:01	分索引 001	模拟量输入模块通道 1	UINT32	RO	0x0000012C (300 _{dec})
...
F010:04	分索引 004	模拟量输入模块通道 4	UINT32	RO	0x0000012C (300 _{dec})
F010:05	分索引 005	保留	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dec})
...
F010:08	分索引 008	保留	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dec})
F010:09	分索引 009	HART 模块通道 1	UINT32	RO	0x00001888 (6280 _{dec})
...
F010:0C	分索引 012	HART 模块通道 4	UINT32	RO	0x00001888 (6280 _{dec})

5.6 错误信息和诊断

来自设备的干扰

在操作EPX3184模拟EtherCAT端子时，来自干扰设备（如比例阀、步进电机或直流电机输出级）的高频叠加信号可被该端子接收。为了保证无干扰操作，我们建议为终端和造成干扰的设备使用单独的电源装置。

6 HART

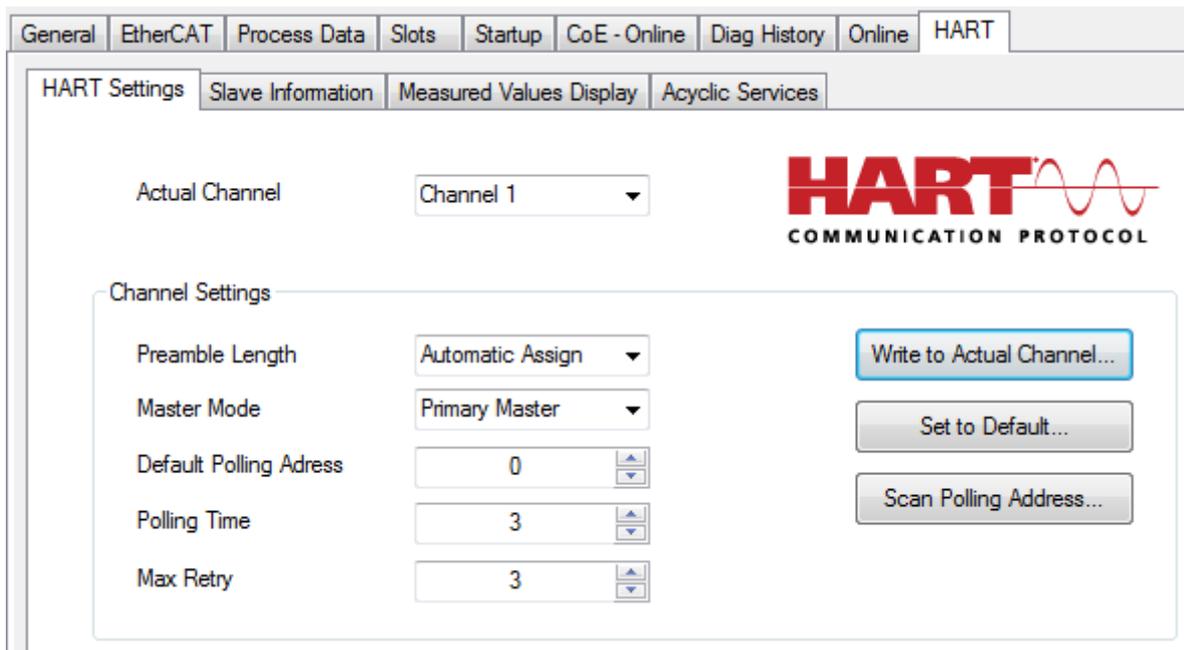
HART 插件的注意事项

HART 插件可从 TwinCAT 3.1 Build 4022 获取。

请联系倍福技术支持 [▶ 141]，以获得旧版 TwinCAT 的支持。

6.1 设置

使用“HART 设置”对话框设置主站属性。



在选择相应通道后，可以改变以下参数。

- **PreambleLength** 主站前导码长度。如果设置为“自动分配”，主站将自动与所连接的 HART 从站的最小支持长度进行通信。
- **MasterMode** 选择主要或次要的主站模式。
- **DefaultPollingAddress** 从站必须通过 Cmd0 进行轮询，以便能够通过获得的信息形成一个唯一的地址。设置 Cmd0 轮询地址 (可能范围：0...63)。
- **PollingTime** 如果启用了周期性 HART 通信，该值规定了周期时间。
- **MaxRetrys** 如果一个 HART 请求没有得到正确的回答，这表示最大的重复周期数。

必须用“写入实际通道”按钮确认这些设置 如果需要，在它们可用并保存之前。

使用“设置为默认值...”来切换回默认值。

“扫描轮询地址”按钮 使得能够扫描所连接的 HART 设备，从而找到所使用的轮询地址。扫描范围是 0 到 63。一旦有设备作出反应，扫描就会中止。找到的地址可以包括在项目中。

6.2 从站信息

“从站信息”对话框可用于从所连接的从站读取和写入一般信息。

Actual Channel: Channel 1

HART
COMMUNICATION PROTOCOL

Parameter	Online	Offline	Read	Write
Unique Identifier			<input checked="" type="checkbox"/>	
Manufacturer Name	ABB			
Device Type/Model	TTX300 series			
Category	Temperature			
Description				
Device Profile	unknown			
Software Revision	18			
Hardware Revision	16			
Information			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tag	4321	4321		
Descriptor	RAUMFUEHLER	Raumfuehler		
Date	14.07.2016	14.07.2016		
Slave Message			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Read Write

复选框可用来选择要读取和写入的数据。

以下规则适用于要写入的数据：

- **标签** 8 字节打包的 ASCII
- **描述符** 16 字节打包的 ASCII
- **日期** 格式 xx.yy.zzzz
- **消息** 32 字节打包的 ASCII

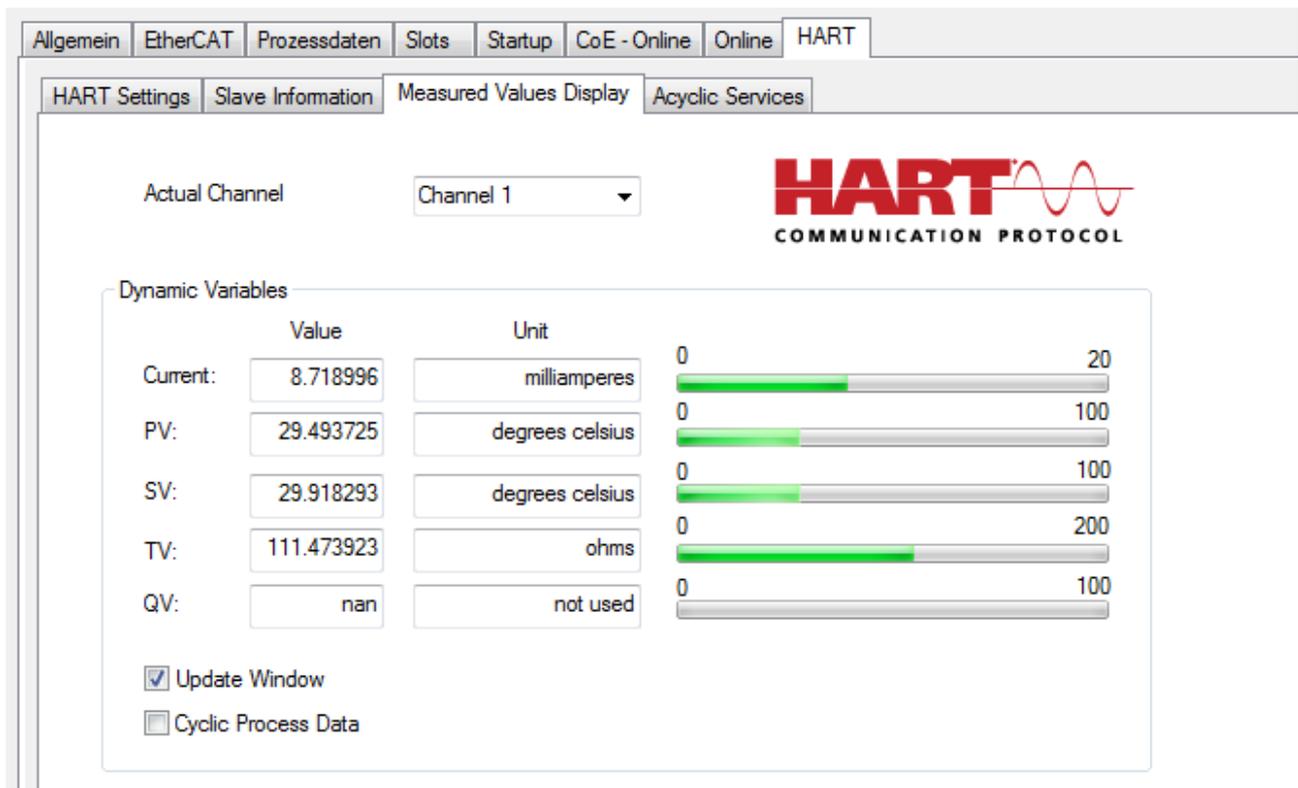
● 小写字母用于打包的 ASCII

i 小写字母不允许用于打包的 ASCII。如果使用小写字母，它们会自动转换为大写字母。

6.3 测量值

命令 3 有一个特殊功能。它可以用来通过 HART 读取瞬时电流值，以及多达 4 个过程值，包括其单位。返回的过程值的数量取决于所使用的 HART 从站。

通过 TwinCAT 中的 *Measured Values Display* 选项卡，可以获得图形显示数值。

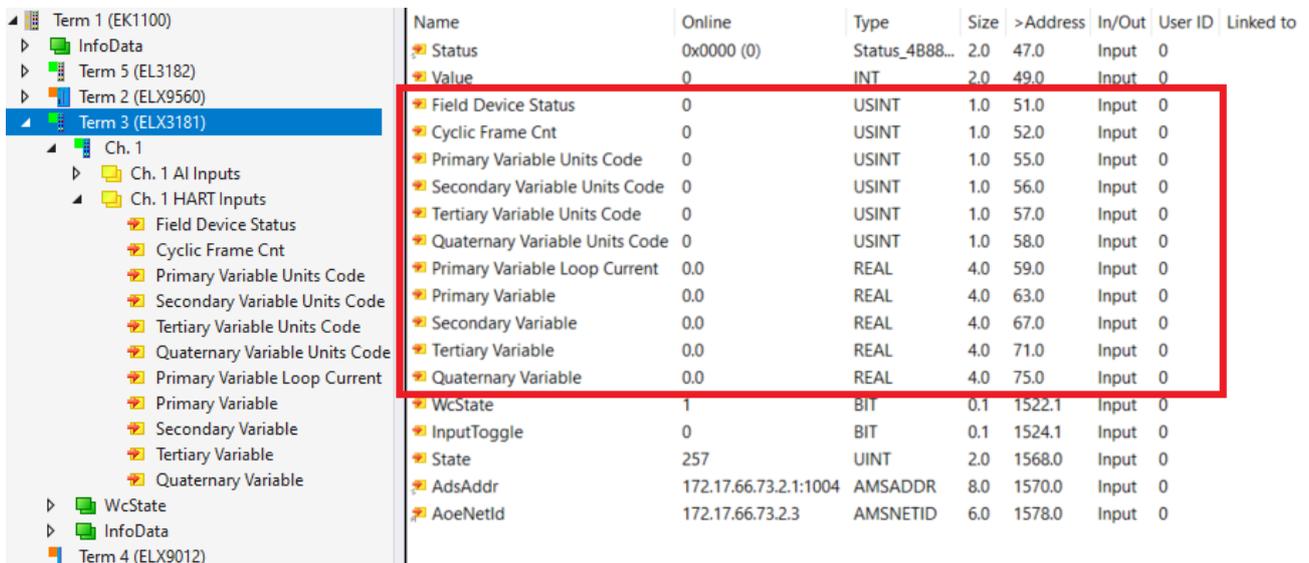


附图 154: 显示由 HART 读取的测量值

这些数值每三秒自动更新一次。这个值与设定的轮询时间无关。

周期性过程数据

此外，HART Cmd 3 可以周期性映射 (通道 1 参见 CoE 对象索引[0x6080] [▶ 124]，通道 2 参见索引[0x6090])。勾选 *周期性过程数据* 复选框，可以创建一套 HART 专用的附加过程数据，可由控制系统读取。



附图 155: HART 通信的附加 PDO (Cmd 3)

一旦配置激活，它就会以轮询时间为时基周期性更新。该对话框的非周期性服务每三秒从周期性缓冲器取值。

6.4 非周期性服务

可以通过“非周期性服务”对话框启动单个 HART 命令的简单读写。

General	EtherCAT	Process Data	Slots	Startup	CoE - Online	Diag History	Online	HART
HART Settings		Slave Information	Measured Values Display	Acyclic Services				

Actual Channel:

HART
COMMUNICATION PROTOCOL

Online-Access

ADS Address:

HART Command:

Read-Length:

Read-Data:

Write-Data:

读取是通过输入 HART 命令启动的。如果从站支持该功能，就会返回读取长度和数据。

对于写入调用，还必须输入命令，加上要写入的用户数据 (不包括标题和 CRC)。要使用的数据结构在相应的 HART 文件中描述 (例如“通用命令规范”)。

如果一个 HART 命令在两个方向都有用户数据 (即读和写)，则可以使用 ReadWrite 功能。

这些命令可以直接通过 ADS 发出。IdxGrp = 0xF302 和 IdxOffs = Cmd 应用于此目的。

7 现场设备工具 (FDT)

关于 FDT 插件的说明

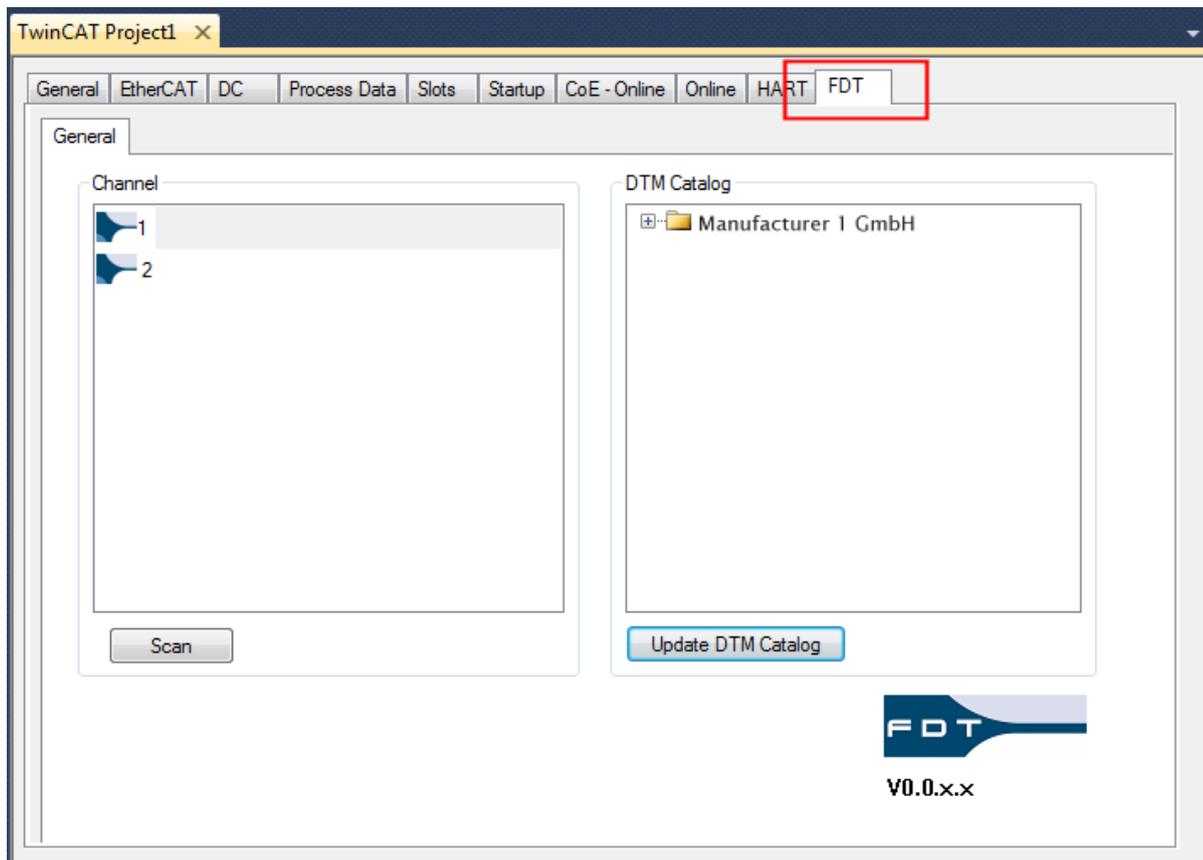
FDT 插件可从 TwinCAT 3.1 *build 4022* 获取。

对于旧的 TwinCAT 版本，请联系倍福支持。[▶ 141]

DTM 的另一个可能用途是由一个 (外部) FDT 应用提供全面的传感器/执行器通信。这在很大程度上是独立于 TwinCAT 系统的 (物理层除外)。它在章节“使用外部 FDT 应用” [▶ 136] 中有所描述。

7.1 通过 TwinCAT [FDT] 的应用

一旦在“解决方案资源管理器” (可从 TwinCAT 3.1 获取，以前由 TwinCAT 2.11 中的系统管理器提供) 中选择了端子模块/端子盒，就可以使用常规选项卡；此外还有 [FDT]：

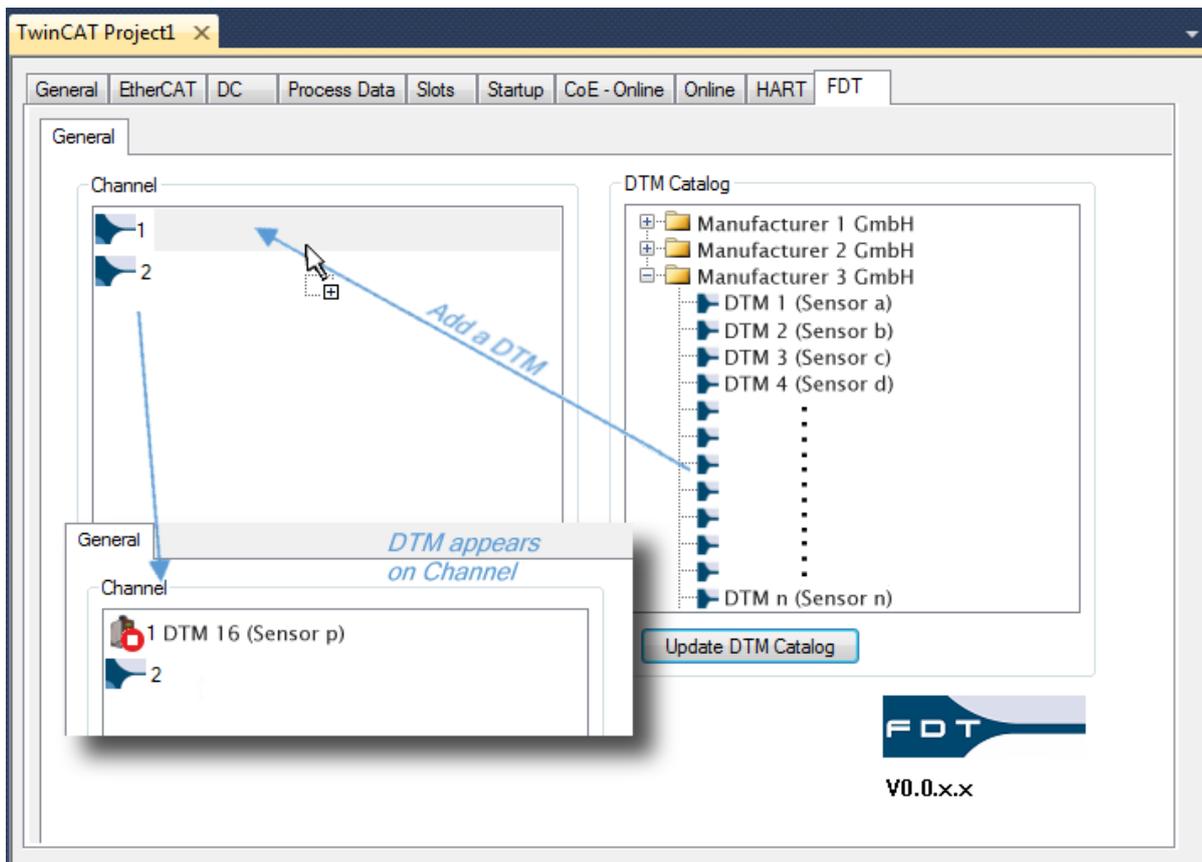


附图 156: 基于 EL3182 端子模块的 FDT 选项卡

如果设备驱动程序 (在某些情况下可从相应的设备制造商处获得) 安装在 PC 上，可以使用选项“更新 DTM 目录”以选择列表的形式调用相应的安装。

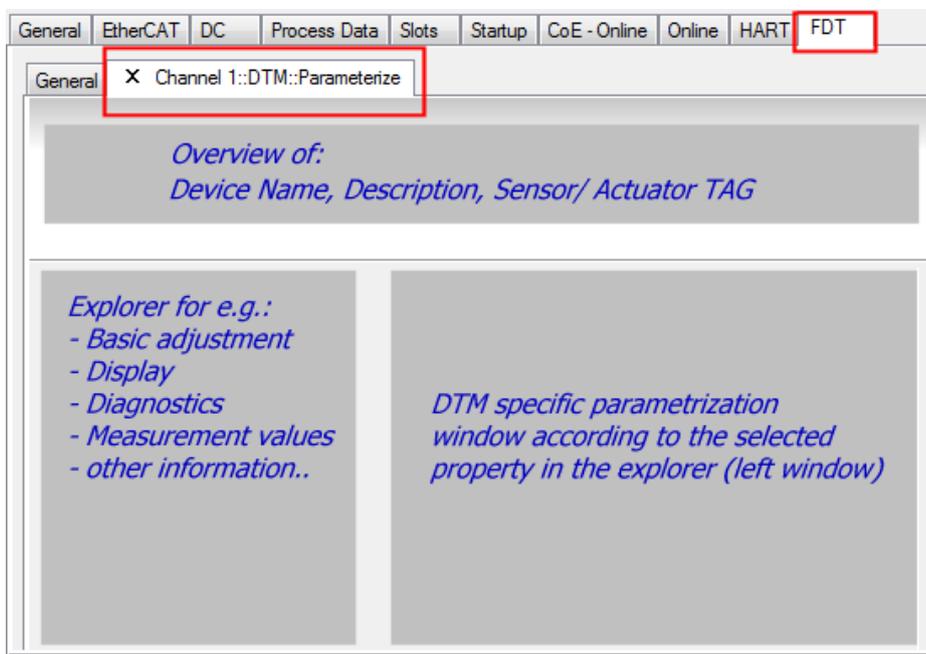
DTM 目录出现在右边的窗口中。它应该显示一个或几个设备驱动程序。

使用拖放方式，从 DTM 目录中选择与连接到相应通道的传感器或执行器相匹配的设备驱动程序，并将其拉到符号上：



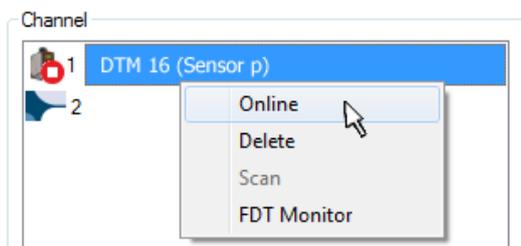
附图 157: 向端子模块/端子盒的相应通道添加传感器/执行器 DTM 设备驱动程序

双击打开 [FDT] 中的另一个选项卡，显示传感器/执行器的特定配置窗口：



附图 158: 现场设备工具 (FDT) 中 DTM 配置窗口的一般结构

右键点击 “DTM 16 (sensor p)”，为示例中使用的设备打开一个上下文菜单：

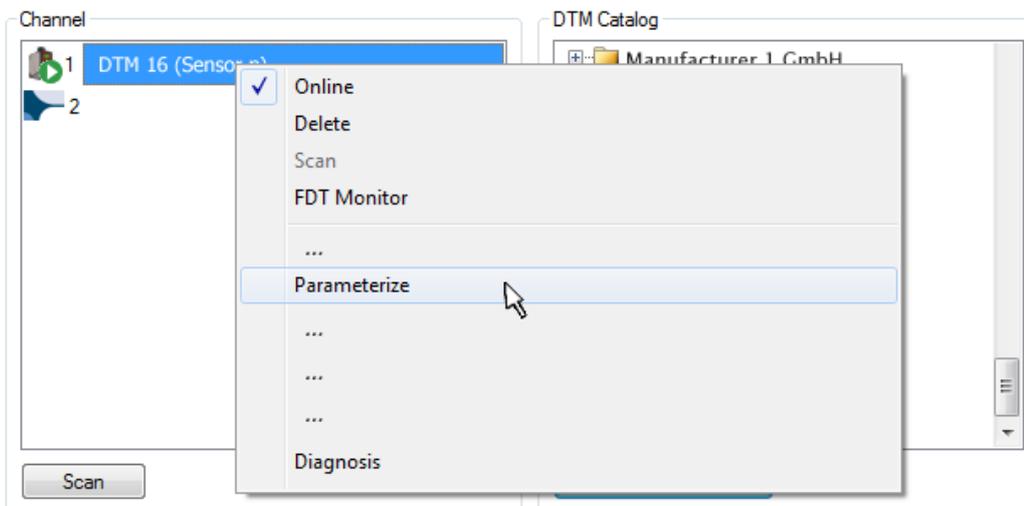


附图 159: DTM 传感器/执行器“离线”的上下文菜单

使用“**FDT Monitor**”打开日志条目的页面。这可以用来确定 DTM 状态机是否已经正确启动，例如用于调试和服务目的。

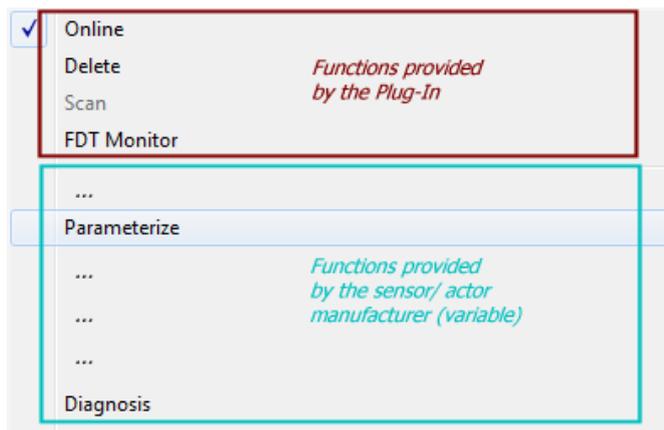
使用“**Delete**”删除 DTM 对通道的分配；“**Scan**”的描述如下 [▶ 135]。

选择“**Online**”与设备建立 (总线) 连接，通过上下文菜单打开额外的制造商特定功能：



附图 160: DTM 传感器/执行器“离线”的上下文菜单

通过插件 (TwinCAT) 提供的功能显示在顶部；制造商特定的功能显示如下：

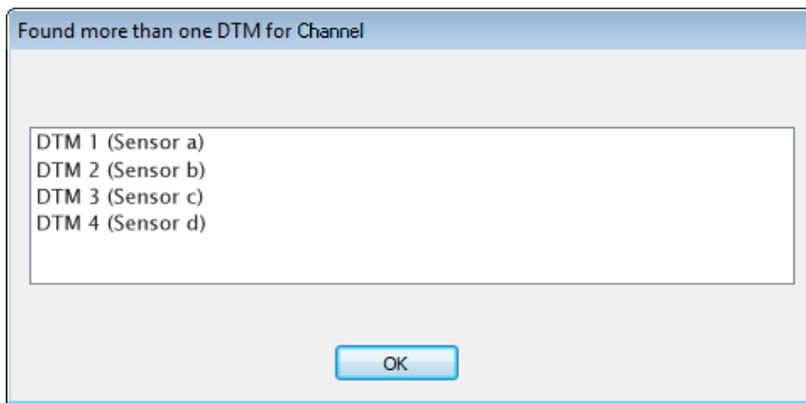


附图 161: 通过 FDT 插件构建 DTM 传感器/执行器的“在线”上下文菜单

双击符号“DTM 16 (Sensor p)”，它是调用参数化功能 (“参数化”或类似功能) 的快捷方式。DTM 可能处于“离线”或“在线”状态。

通过扫描 DTM 访问一个传感器/执行器

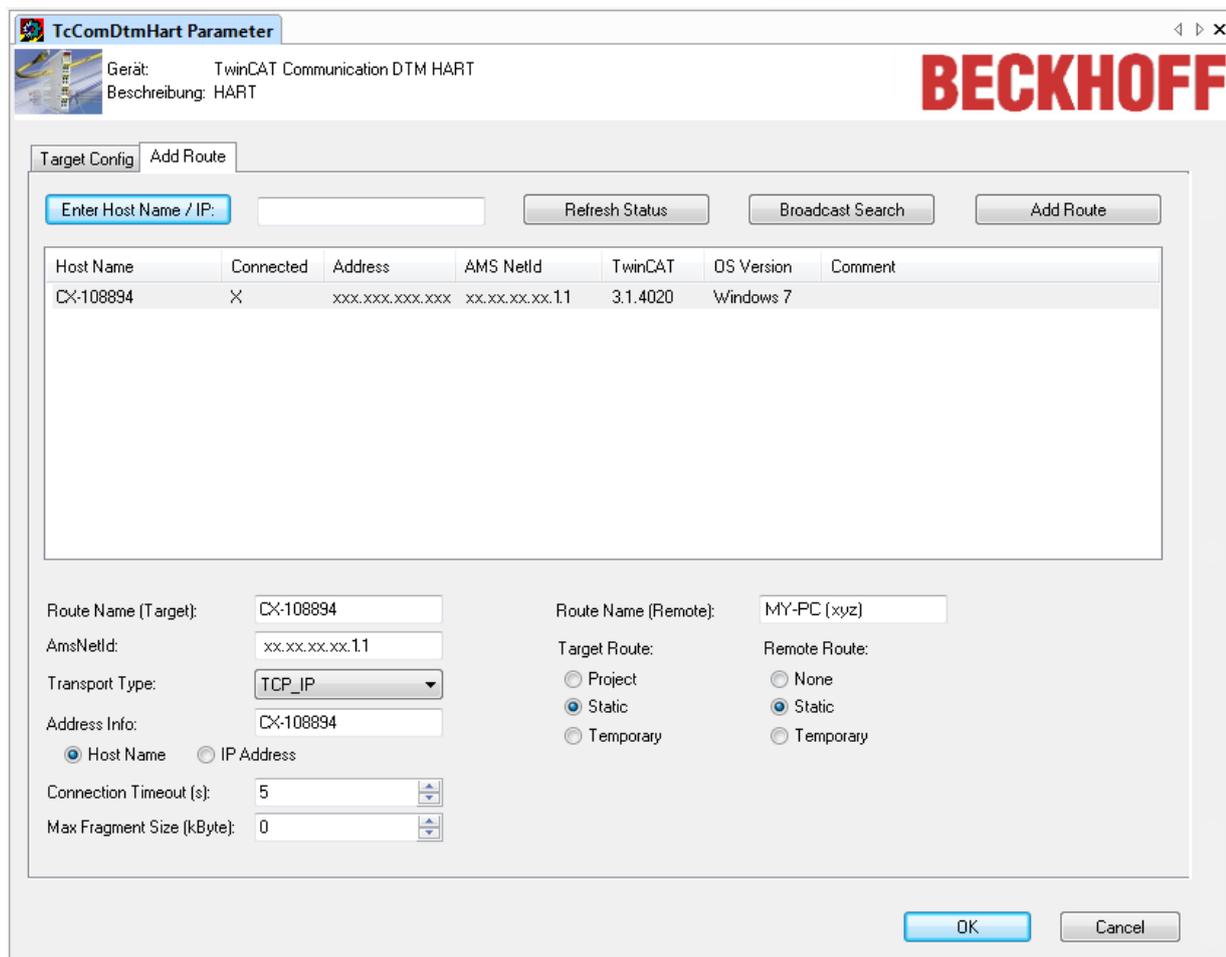
在一个准备运行的配置中，DTM 设备可以通过“扫描” (“通道”窗口下面的按钮或通道上下文菜单中的选项) 方便地添加。选择选项仅限于制造商指定的设备驱动程序，这可能会简化符合类型的 DTM 的选择过程。



附图 162: 通过 TwinCAT 中的 FDT 插件进行 DTM “扫描” 后的结果

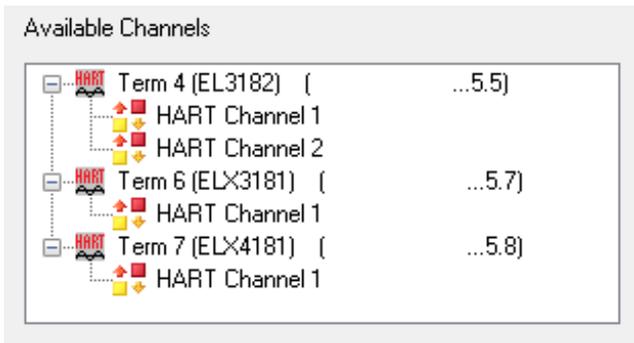
7.2 使用一个外部 FDT 应用

一个单独的 FDT 框架应用可用于通过设备目录集成 Beckhoff ComDTM。然后可以使用一个结构类似于 TwinCAT 的对话框来建立总线连接 (另见启动: 进入目标系统)。



附图 163: FDT 应用程序的 Beckhoff DTM 中的 AddRoute 对话框

因此，控制 HART 终端的 PLC 可以通过搜索或输入已知的 IP 地址或主机名与 "Beckhoff ComDTM" 相连接，从而实现对传感器/执行器专用设备驱动程序 (DTM) 的访问。连接成功后，会为 HART 设备自动扫描目标系统上存在的所有 EtherCAT 主站系统 (包括本地计算机等)。发现的所有通道都会相应地显示出来。



附图 164: 可用通道

这种应用的一种可能形式显示:

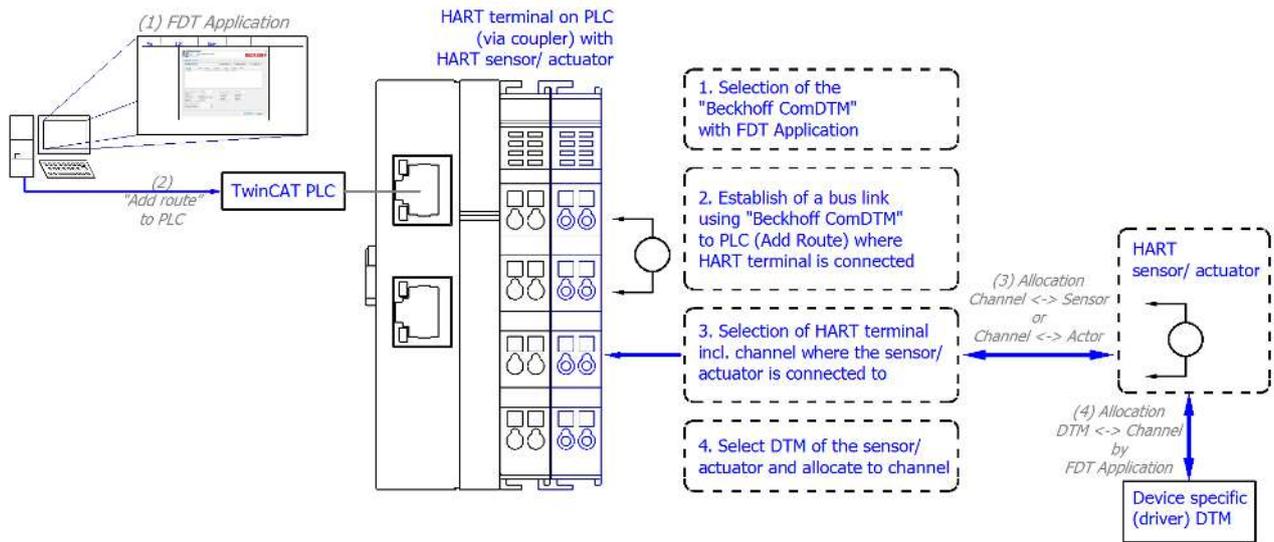
- 在左边的项目资源管理器中, 有当前配置的设备
- 中间是各个对象/DTM 的菜单
- 右边是设备目录, 显示可供选择的 DTM

File	Edit	Scan	Devices
<i>Projects</i>	<i>DTM Window</i>		<i>Device Catalogue</i>
<i>Allocation of a device DTM to a Channel/ Terminal</i>	<i>Specific Menu of the selected DTM (object) for parametrization, diagnostics, basic adjustment and other information</i>		<i>List of all installed DTM device drivers</i>

附图 165: FDT 应用示例

设备 DTM 可以在通道下的项目资源管理器中添加 (对于分配通道→DTM)。为此, 一个额外的扫描功能 id 可用, 以将为已连接传感器/执行器选择的合适设备驱动程序限制在设备特定变体 (另见: [通过扫描 DTM 访问一个传感器/执行器 \[▶ 135\]](#))。

下图总结了整个程序:



附图 166: 通过 Beckhoff_ComDTM 访问 HART DTM 的 FDT 应用的程序

8 附录

8.1 EtherCAT AL 状态代码

详细信息请参见 [EtherCAT系统描述](#)。

8.2 UL 通知

● 应用

i 模块仅适用于获得 UL 认证的倍福 EtherCAT 系统。

● 检查

i 对于 cULus 检查，倍福 I/O 系统仅对火灾和电击风险进行了调查（符合 UL508 和 CSA C22.2 No. 142 标准）。

● 带有以太网连接器的设备

i 不可用于连接电信电路。

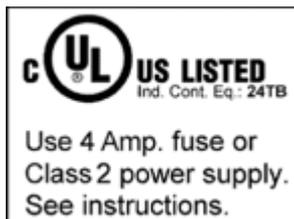
基本原则

根据组件的不同，倍福 EtherCAT 产品系列符合两种 UL 认证：

1. 符合 UL508 的 UL 认证。有这种认证的设备带有此标志：



2. 根据 UL508 的 UL 认证，耗电量受到限制。设备消耗的电流受到限制，可能的最大电流消耗为 4 A。有这种认证的设备带有此标志：



目前几乎所有的 EtherCAT 产品 (截至2010/05) 都通过了 UL 认证，没有任何限制。

应用

如果使用经认证的 *限制式* 设备，那么在 $24 V_{DC}$ 下的电流消耗必须通过电源进行相应限制，电源来自

- 一个受保险丝保护的隔离电源，熔断器最大 4 A（根据 UL248），或
- 一个符合 *NEC 2 级* 的电源。
NEC 2 级 电源不得与另一个 *NEC 2 级* 电源串联或并联！

这些要求适用于所有 EtherCAT 总线耦合器、电源端子模块、总线端子模块及其电源触点的供电。

8.3 FM 通知

关于 ANSI/ISA Ex 的特别通知

 **警告**

请遵守允许的应用范围!

ELX 系列的 I/O 模块只能在 I 类 2 区 A、B、C、D 组的潜在爆炸性区域或非爆炸性区域使用!

 **警告**



须考虑到控制图 ELX 文件!

在安装 ELX 系列的 I/O 模块时，请务必阅读控制图 ELX 文档，该文档可在 ELX 端子模块的下载区找到 <https://www.beckhoff.com/ELXxxxx>!

8.4 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

数字表

附图 1	ELX1052-0000, 日期代码 43220001, BTN 999apr7y 和防爆标识	9
附图 2	ELX9560-0000, 日期代码 37220005, BTN 999arb1p 和防爆标识	10
附图 3	ELX9012, 日期代码 36230000, BTN 000bh4yr 和防爆标识	11
附图 4	ELX3181 - 1 通道模拟量输入端子 4...20 mA, 单端, 16 位, HART, Ex i	12
附图 5	ELX3184 - 4 通道模拟量输入端子 4...20 mA, 单端, 16 位, HART, Ex i	13
附图 6	ELX 端子模块的允许安装 (右侧端子模块) 。	20
附图 7	允许的安装 - 不属于 ELX 系列的端子模块被放置在 ELX 端子模块网段的前后。由 ELX 端子模块网段开头的 ELX9560 和 ELX 端子模块网段末端的两个 ELX9410 隔离。	20
附图 8	允许的安装 - 不属于 ELX 系列的端子模块被放置在 ELX 端子模块网段的前后。由 ELX 端子模块网段开头的 ELX9560 和 ELX 端子模块网段末端的 EK1110 隔离。	20
附图 9	允许的安装 - 由 ELX9560 提供多个再次供电电源, 在每种情况下都有一个前端的 ELX9410。	21
附图 10	允许的安装 - ELX9410 在 ELX9560 电源端子模块前。	21
附图 11	非法的安装 - 缺少 ELX9560 电源端子模块。	21
附图 12	不允许的安装 - ELX 端子模块网段中的端子模块不属于 ELX 系列	21
附图 13	不允许的安装 - ELX 端子模块网段中的第二个 ELX9560 电源端子模块没有前端的 ELX9410。	22
附图 14	非法的安装 - 缺少 ELX9012 总线终端盖板。	22
附图 15	安装位置和最小距离	23
附图 16	安装在安装轨道上	24
附图 17	端子模块的拆卸	25
附图 18	标准接线	26
附图 19	高密度端子模块	26
附图 20	在一个接线点上连接电缆	27
附图 21	ELX3181 - 触点分配	29
附图 22	ELX3184 - 触点分配	31
附图 23	满刻度值, 测量跨度	33
附图 24	SE 和 DIFF 模块为 2 通道版本	35
附图 25	两线制连接	37
附图 26	共模电压 (Vcm)	38
附图 27	推荐的工作电压范围	39
附图 28	信号处理模拟输入	39
附图 29	图示信号延迟 (阶跃响应)	41
附图 30	图示信号延迟 (线性)	41
附图 31	NAMUR 建议 NE43 中定义的表述 (2003 年 2 月 3 日版本)	42
附图 32	用户端 (调试) 和安装之间的关系	43
附图 33	控制配置, 带嵌入式电脑、输入 (EL1004) 和输出 (EL2008)	44
附图 34	初始 TwinCAT 2 用户界面	45
附图 35	选择目标系统	45
附图 36	为 TwinCAT 系统管理器指定访问的 PLC: 选择目标系统	46
附图 37	选择 “扫描设备...”	46
附图 38	自动检测 I/O 设备: 选择要集成的设备	47
附图 39	TwinCAT 2 系统管理器中的配置映射	47
附图 40	读取连接到设备的单个终端	48

附图 41	启动后的TwinCAT PLC控制	49
附图 42	编译过程后带有变量的样本程序（无变量整合）	49
附图 43	添加TwinCAT PLC控制项目	50
附图 44	集成在系统管理器的PLC配置中的PLC项目	50
附图 45	在PLC变量和过程对象之间建立联系	51
附图 46	选择BOOL类型的PDO	51
附图 47	同时选择几个PDO：激活“连续”和“所有类型”	52
附图 48	应用“转到链接变量”变量，以“MAIN.bEL1004_Ch4”为样本	52
附图 49	选择目标系统（远程）	53
附图 50	PLC控制器登录，准备启动程序.....	54
附图 51	初始TwinCAT 3用户界面	55
附图 52	创建新的TwinCAT项目	56
附图 53	在项目文件夹资源管理器中新建TwinCAT3项目	56
附图 54	选择对话框：选择目标系统	57
附图 55	为TwinCAT系统管理器指定访问的PLC：选择目标系统	57
附图 56	选择“扫描”	58
附图 57	自动检测I/O设备：选择要集成的设备	58
附图 58	在TwinCAT3环境的VS shell中的配置映射	59
附图 59	读取连接到设备的单个终端	59
附图 60	在“PLC”中添加编程环境.....	60
附图 61	为PLC编程环境指定名称和目录.....	61
附图 62	标准PLC项目的初始“主”程序.....	61
附图 63	编译过程后带有变量的样本程序（无变量整合）	62
附图 64	开始编译程序.....	62
附图 65	在PLC变量和过程对象之间建立联系	63
附图 66	选择BOOL类型的PDO	63
附图 67	同时选择几个PDO：激活“连续”和“所有类型”	64
附图 68	应用“转到链接变量”变量，以“MAIN.bEL1004_Ch4”为样本	64
附图 69	创建一个PLC数据类型	65
附图 70	结构的实例	65
附图 71	链接结构.....	66
附图 72	从过程数据的结构中读取一个变量	66
附图 73	TwinCAT开发环境（VS shell）：程序启动后登录	67
附图 74	系统管理器“选项”（TwinCAT 2）	69
附图 75	在VS Shell下调用（TwinCAT 3）	69
附图 76	网络接口概述	69
附图 77	EtherCAT设备属性（TwinCAT 2）：点击“适配器”选项卡的“兼容设备...”	70
附图 78	网络接口的Windows属性.....	70
附图 79	以太网端口的示范性正确驱动程序设置	71
附图 80	以太网端口的驱动设置不正确	72
附图 81	以太网端口的TCP/IP设置	73
附图 82	标识符结构	74
附图 83	在线描述信息窗口（TwinCAT 2）	75

附图 84	在线描述信息窗口 (TwinCAT 3)	75
附图 85	系统管理器创建的文件OnlineDescription.xml	75
附图 86	以EL2521在线记录ESI为例进行说明	76
附图 87	错误ESI文件的信息窗口 (左: TwinCAT 2; 右: TwinCAT 3)	76
附图 88	使用ESI Updater (>= TwinCAT 2.11)	77
附图 89	使用ESI Updater (TwinCAT 3)	77
附图 90	添加EtherCAT设备 (左: TwinCAT 2; 右: TwinCAT 3)	78
附图 91	选择EtherCAT连接 (TwinCAT 2.11, TwinCAT 3)	78
附图 92	选择以太网端口	78
附图 93	EtherCAT设备属性 (TwinCAT 2)	79
附图 94	添加EtherCAT设备 (左: TwinCAT 2; 右: TwinCAT 3)	79
附图 95	新EtherCAT设备的选择对话框	80
附图 96	显示设备版本	80
附图 97	显示以前的修订版本	81
附图 98	终端的名称/修订版本	81
附图 99	TwinCAT树中的EtherCAT终端 (左: TwinCAT 2; 右: TwinCAT 3)	82
附图 100	差异化的本地/目标系统 (左: TwinCAT 2; 右: TwinCAT 3)	83
附图 101	扫描设备 (左: TwinCAT 2; 右: TwinCAT 3)	83
附图 102	自动设备扫描的注意事项 (左: TwinCAT 2; 右: TwinCAT 3)	83
附图 103	检测到的以太网设备	84
附图 104	默认状态示例	84
附图 105	安装EtherCAT终端, 修订版本-1018	84
附图 106	检测修订版本-1019的EtherCAT端子	85
附图 107	自动创建一个EtherCAT设备后的扫描查询 (左: TwinCAT 2; 右: TwinCAT 3)	85
附图 108	在一个指定的EtherCAT设备上手动触发设备扫描 (左: TwinCAT 2; 右: TwinCAT 3)	85
附图 109	TwinCAT 2的扫描进度示例	85
附图 110	配置/自由运行查询 (左: TwinCAT 2; 右: TwinCAT 3)	86
附图 111	下方在状态栏中显示“自由运行”和“配置模式”的切换	86
附图 112	TwinCAT也可以通过一个按钮切换到这种状态 (左: TwinCAT 2; 右: TwinCAT 3)	86
附图 113	在线显示示例	86
附图 114	故障标识	87
附图 115	相同配置 (左: TwinCAT 2; 右: TwinCAT 3)	87
附图 116	校正对话框	88
附图 117	终端的名称/修订版本	89
附图 118	有修改的校正对话框	89
附图 119	对话框“更改为兼容类型...” (左: TwinCAT 2; 右: TwinCAT 3)	89
附图 120	TwinCAT 2对话框更改为替代类型	90
附图 121	终端EL3751的分支元件	90
附图 122	“General(常规)”选项卡	90
附图 123	“EtherCAT”选项卡	91
附图 124	“Process Data (过程数据)”选项卡	92
附图 125	配置过程数据	93
附图 126	“Startup (启动)”选项卡	93

附图 127 “CoE - Online” 选项卡.....	95
附图 128 “Advanced settings (高级设置)” 对话框.....	96
附图 129 “Online (在线)” 选项卡.....	96
附图 130 “DC” 选项卡 (分布时钟)	97
附图 131 选择 EtherCAT 从站的诊断信息.....	99
附图 132 PLC 中的 EtherCAT 从站基本诊断.....	100
附图 133 EL3102, CoE 目录.....	102
附图 134 EL3204 调试助手示例	102
附图 135 系统管理器的默认行为	103
附图 136 从站的默认目标状态	104
附图 137 PLC 功能块	104
附图 138 不允许 E-bus 电流超标.....	105
附图 139 超过 E-bus 电流的警告信息.....	105
附图 140 ELX3181 - 参数化	106
附图 141 输入字节定义.....	107
附图 142 将 2 位变量链接至附加任务	108
附图 143 运行模式之间关系	109
附图 144 50 Hz 时的衰减曲线陷波滤波器.....	111
附图 145 ELX3181 - 默认过程数据.....	112
附图 146 显示子项.....	113
附图 147 ELX3181 - 显示子变量	113
附图 148 选择性 PDO 选择	114
附图 149 TwinCAT 2.10 下以元素为导向的过程图像	115
附图 150 0x8000:17 和 0x8000:18 条目的密码保护 (示例)	115
附图 151 ELX31xx/EPX31xx 的数据流.....	117
附图 152 ELX3181 - 测量范围 4...20 mA.....	119
附图 153 ELX3181 - 测量范围 4...20 mA (NAMUR NE43)	119
附图 154 显示由 HART 读取的测量值	131
附图 155 HART 通信的附加 PDO (Cmd 3)	131
附图 156 基于 EL3182 端子模块的 FDT 选项卡	133
附图 157 向端子模块/端子盒的相应通道添加传感器/执行器 DTM 设备驱动程序	134
附图 158 现场设备工具 (FDT) 中 DTM 配置窗口的一般结构.....	134
附图 159 DTM 传感器/执行器 “离线” 的上下文菜单.....	135
附图 160 DTM 传感器/执行器 “离线” 的上下文菜单.....	135
附图 161 通过 FDT 插件构建 DTM 传感器/执行器的 “在线” 上下文菜单	135
附图 162 通过 TwinCAT 中的 FDT 插件进行 DTM “扫描” 后的结果.....	136
附图 163 FDT 应用程序的 Beckhoff DTM 中的 AddRoute 对话框.....	136
附图 164 可用通道.....	137
附图 165 FDT 应用示例	137
附图 166 通过 Beckhoff_ComDTM 访问 HART DTM 的 FDT 应用的程序	138

Trademark statements

Beckhoff®, TwinCAT®, TwinCAT/BSD®, TC/BSD®, EtherCAT®, EtherCAT G®, EtherCAT G10®, EtherCAT P®, Safety over EtherCAT®, TwinSAFE®, XFC®, XTS® and XPlanar® are registered trademarks of and licensed by Beckhoff Automation GmbH.

Third-party trademark statements

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.

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/ELXxxxx

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG
Hülshorstweg 20
33415 Verl
Germany
电话号码: +49 5246 9630
info@beckhoff.com
www.beckhoff.com

