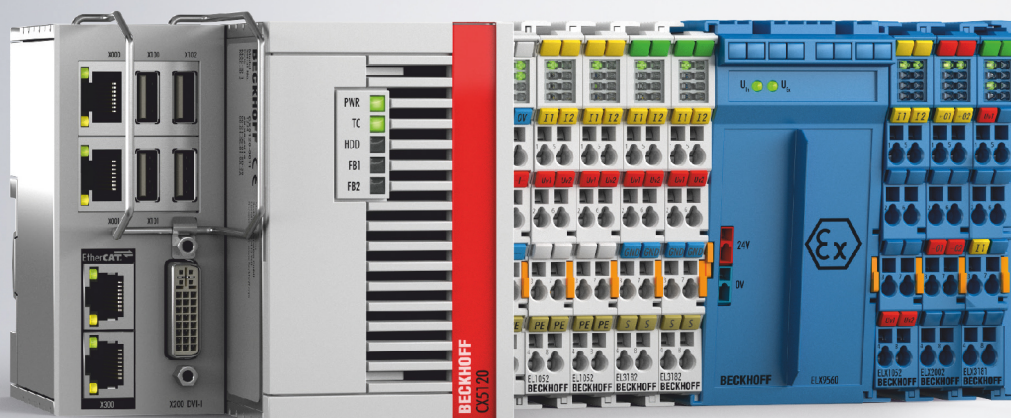


操作说明 | ZH

ELX4181

一个通道的模拟输出终端, 0/4...20 mA, 单端, HART, 16 bit, 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 ELX4181 - 简介.....	12
2.2 技术数据.....	13
2.3 预期用途.....	15
3 安装和布线	16
3.1 ELX 端子模块的特殊使用条件.....	16
3.2 ELX 端子模块的安装说明.....	16
3.3 ELX 端子模块在总线端子模块内的布局.....	18
3.4 安装位置和最小距离.....	21
3.5 ELX 端子模块安装在安装导轨上.....	22
3.6 处理.....	23
3.7 连接.....	24
3.7.1 连接系统.....	24
3.7.2 接线.....	25
3.7.3 正确的线路连接.....	26
3.7.4 屏蔽和电位分离.....	26
3.7.5 触点分配.....	27
4 参数化和编程	29
4.1 TwinCAT快速入门.....	29
4.1.1 TwinCAT 2.....	31
4.1.2 TwinCAT 3.....	41
4.2 TwinCAT开发环境.....	53
4.2.1 安装TwinCAT实时驱动程序.....	55
4.2.2 关于 ESI 设备描述文件的说明.....	60
4.2.3 TwinCAT ESI Updater.....	63
4.2.4 在线和离线之间的区别.....	63
4.2.5 离线配置创建.....	64
4.2.6 在线配置创建.....	69
4.2.7 EtherCAT订阅服务器配置.....	76
4.3 EtherCAT 设备的一般调试说明.....	85
4.4 对象描述.....	92
4.4.1 恢复对象.....	92
4.4.2 ELX4181 – 输入数据.....	92
4.4.3 ELX4181 – 输出数据.....	92
4.4.4 ELX4181 – 配置数据.....	93

4.4.5	命令对象.....	95
4.4.6	标准对象.....	96
5	附录.....	101
5.1	EtherCAT AL 状态代码	101
5.2	UL 通知.....	101
5.3	FM 通知	102
5.4	技术支持和服务	103

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 文件问题状态文件问题状态

版本	注释
2.1.0	<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 端子模块在总线中的布局</i> 章节 新增 <i>废弃处理</i> 章节 新增 <i>参数设置和编程</i> 章节 新增对象描述
2.0.0	<ul style="list-style-type: none"> 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
1.3.0	<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
1.2.0	<ul style="list-style-type: none"> 执行器连接示意图 更新 <i>ELX 端子模块在总线中的配置</i> 章节 更新 <i>ELX 端子模块的标识</i> 章节 更新技术数据
1.1.0	<ul style="list-style-type: none"> 更新 <i>ELX 端子模块在总线中的配置</i> 章节
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)

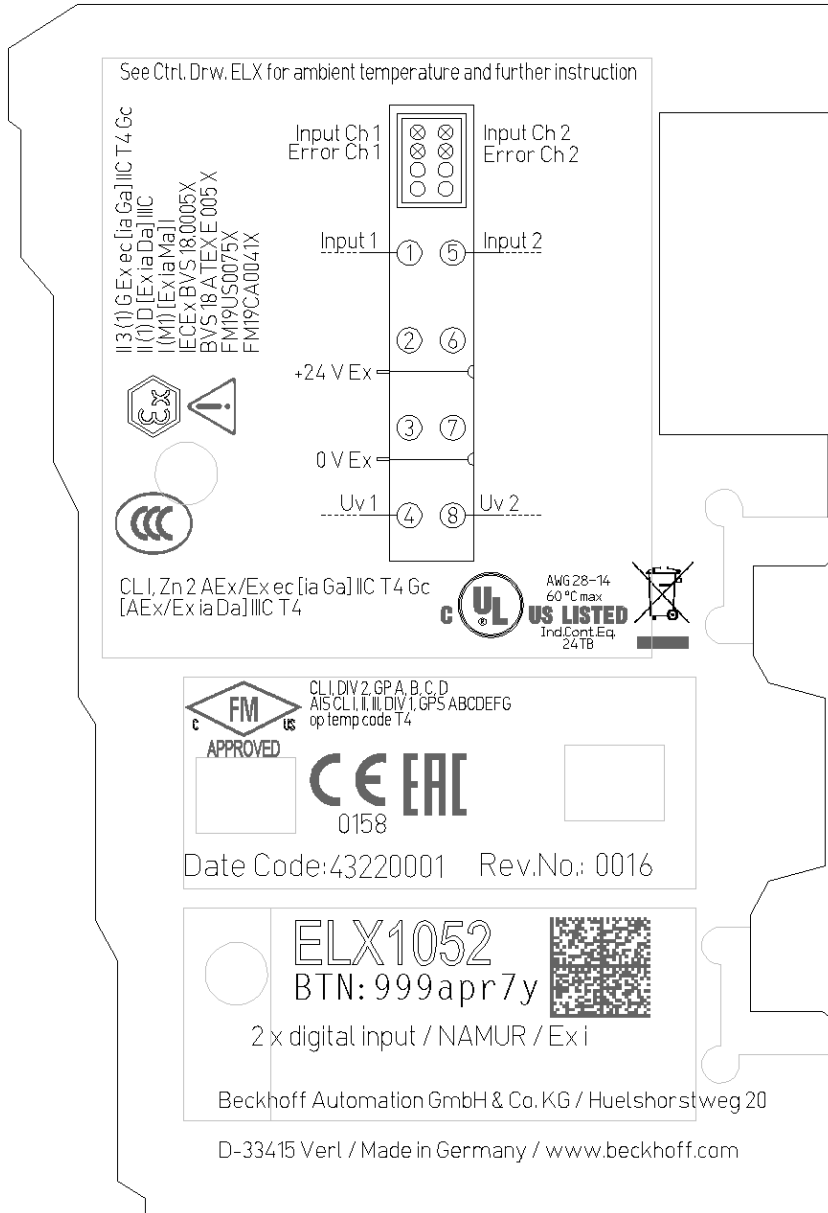
此外，每个 ELX 端子模块都有一个独有的**倍福可追溯性编号 (BTN)**。

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

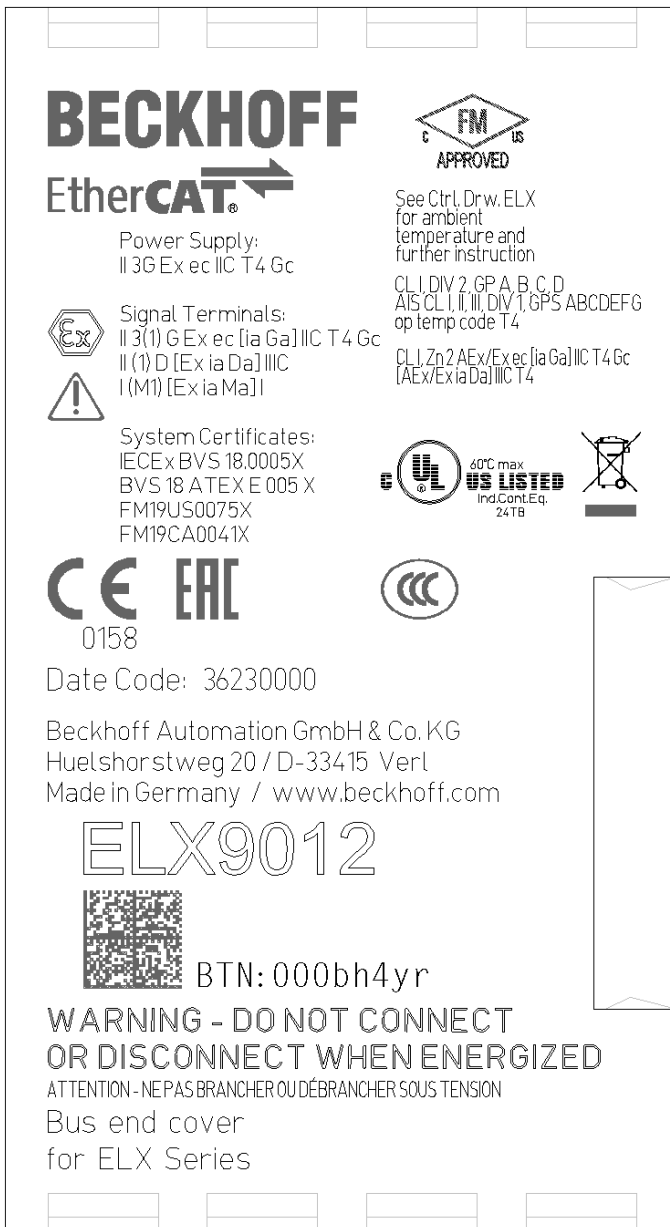
示例



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



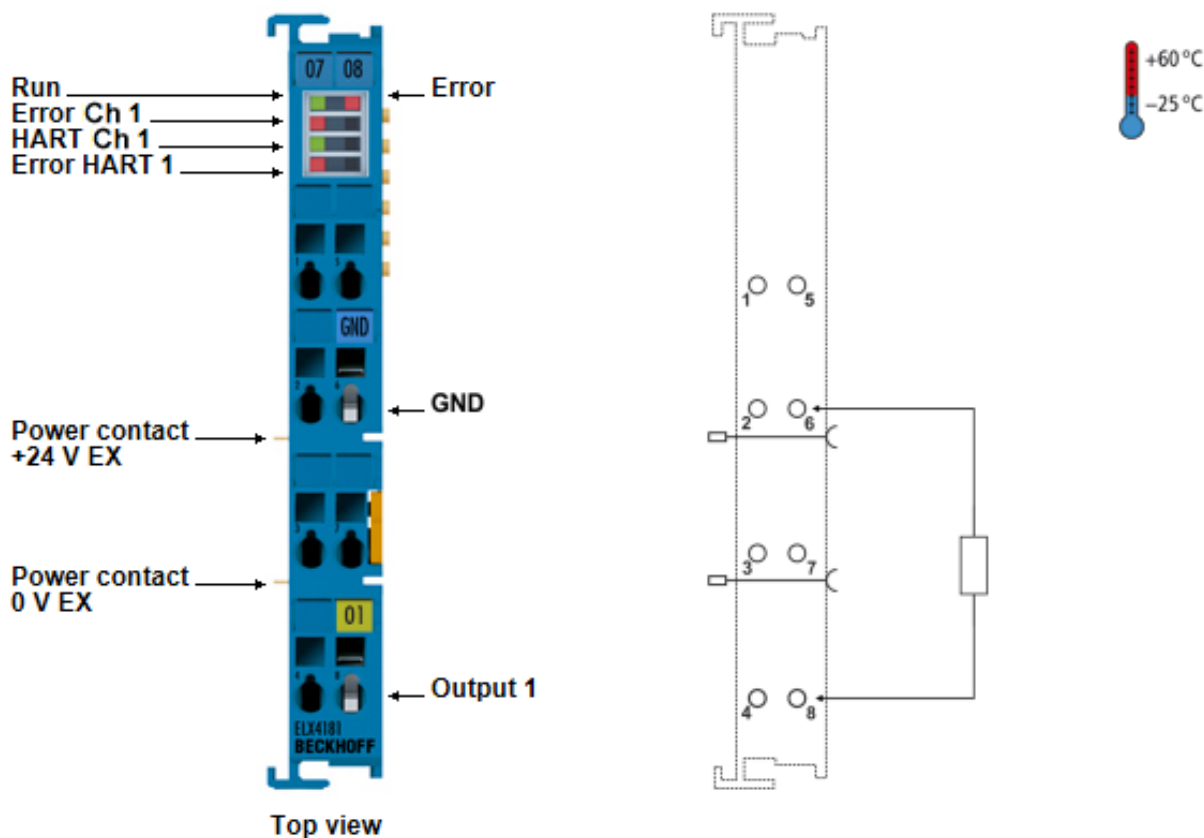
附图 2: ELX9560-0000, 日期代码 37220005, BTN 999arb1p 和防爆标识



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

2 产品概述

2.1 ELX4181 - 简介



附图 4: ELX4181 - 单通道模拟量输出端子模块 0/4...20 mA, 单端, HART, 16 位, Ex i

ELX4181 模拟量输出端子模块用于直接控制位于分类为 0/20 区或 1/21 区危险区域的本质安全型现场设备。它可以选择 0...20 mA 或 4...20 mA 接口的输出范围, 并支持在 HART 协议 (高速通道可定址远程转换器) 下进行通信。HART 协议通过模拟接口的数字数据传输实现双向通信。ELX4181 通过 ELX9560 电源馈电端子模块的电源触点供电。EtherCAT 端子模块通过发光二极管来指示信号状态。错误 LED 发出过载和断线信号, 其他 LED 提供关于 HART 通信状态的信息, 并指示通信错误。

2.2 技术数据

技术数据	ELX4181-0000
技术	HART
输出数量	1 (单端)
连接技术	2 线制
信号电流	0/4...20 mA
负载	< 500 Ω
分辨率	16 位 (包括符号)
转换时间	典型值 1 ms
电源供电	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 95 mA
电源触点的电流消耗	典型值 10 mA + 负载
特殊功能	可对看门狗进行参数设置, 可启用用户校准
过程映像中的位宽	输出: 2 字节, HART: 每通道 28 字节 (可修改)
电气隔离	1500 V (E-bus / 现场侧电压)
重量	约 60 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 [▶ 21]
认证 / 标识*	CE、cULus、CCC、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	ELX4181-0000
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)
安装 [▶ 22]	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

ELX4181-0000 – 防爆技术数据

防爆技术参数		ELX4181-0000
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	BVS 18 ATEX E 005 X IECEX BVS 18.0005X FM19US0075X, FM19CA0041X	
电源	必须与 ELX9560 连接	

与 HW05* 的 ELX9560 连接使用		ELX4181-0000, 自 HW03** 起		ELX4181-0000 到 HW02**	
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* 的 ELX9560 连接使用		ELX4181-0000, 自 HW03** 起		ELX4181-0000 到 HW02**	
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	23 mH	663 nF	18 mH	663 nF	

i *) ELX9560 电源端子模块的硬件版本

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。

i **) ELX 端子模块的硬件版本

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。

2.3 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 \[▶ 25\]](#)。
- 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连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！

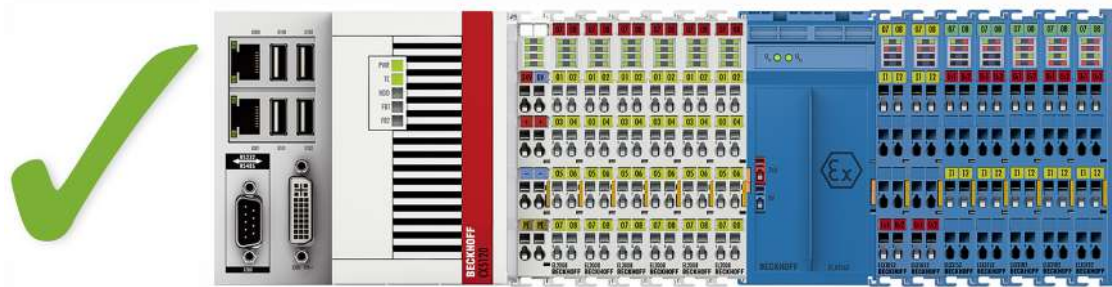
3.3 ELX 端子模块在总线端子模块内的布局

警告

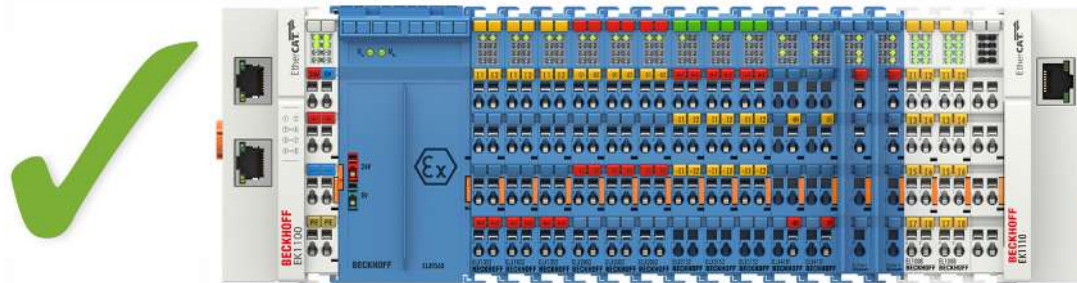
请遵守以下关于 ELX 端子模块布局的说明！

- 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！

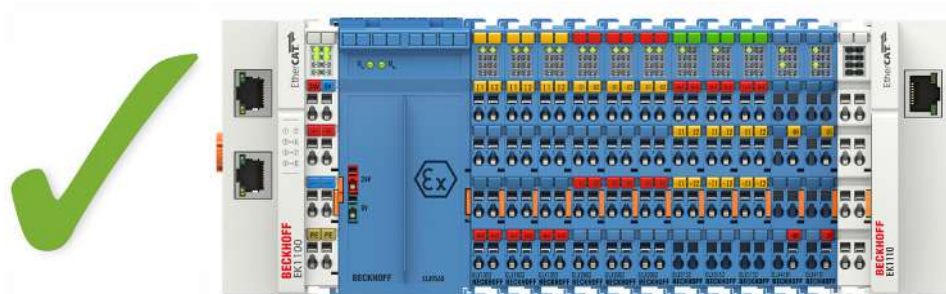
ELX 端子模块安装示例



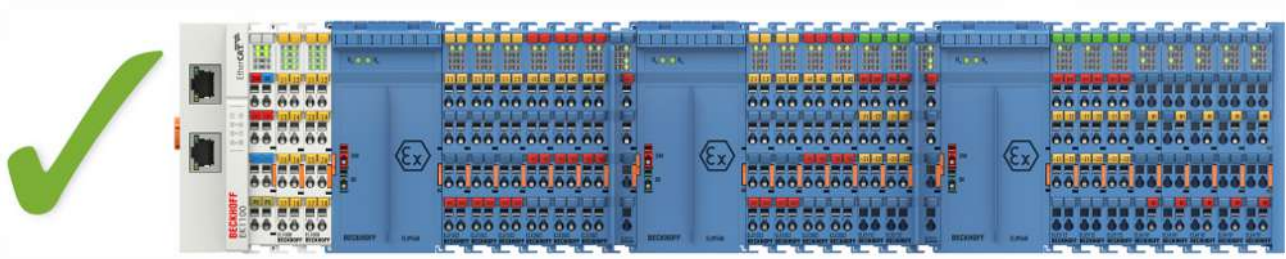
附图 5: ELX 端子模块的允许安装（右侧端子模块）。



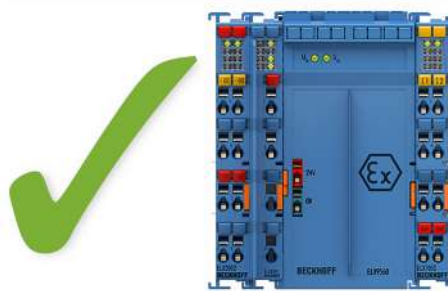
附图 6: 允许的安装 - 不属于 ELX 系列的端子模块被放置在 ELX 端子模块网段的前后。由 ELX 端子模块网段开头的 ELX9560 和 ELX 端子模块网段末端的两个 ELX9410 隔离。



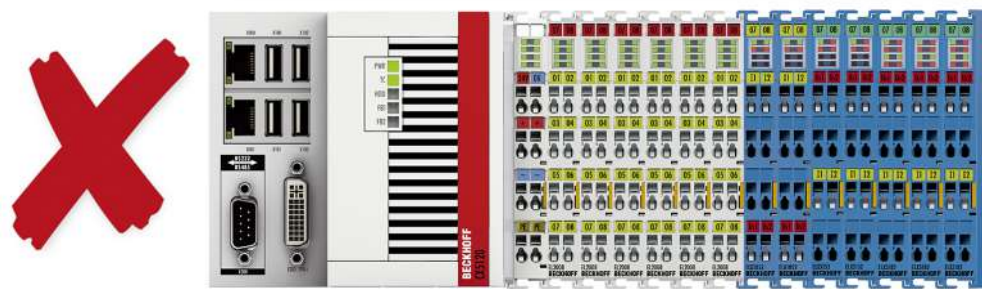
附图 7: 允许的安装 - 不属于 ELX 系列的端子模块被放置在 ELX 端子模块网段的前后。由 ELX 端子模块网段开头的 ELX9560 和 ELX 端子模块网段末端的 EK1110 隔离。



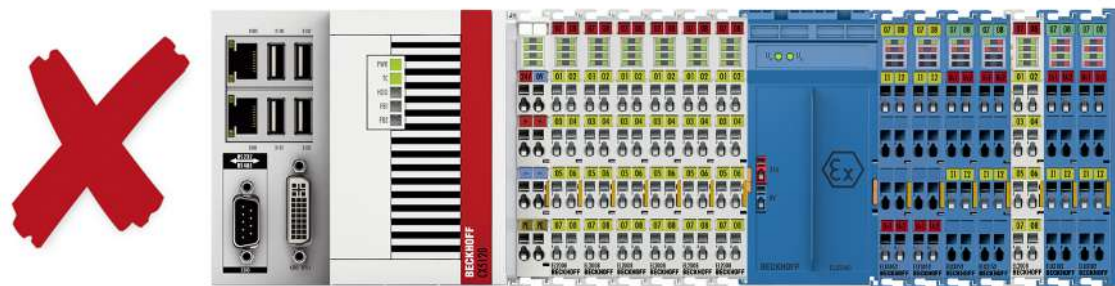
附图 8: 允许的安裝 - 由 ELX9560 提供多个再次供电电源，在每种情况下都有一个前端的 ELX9410。



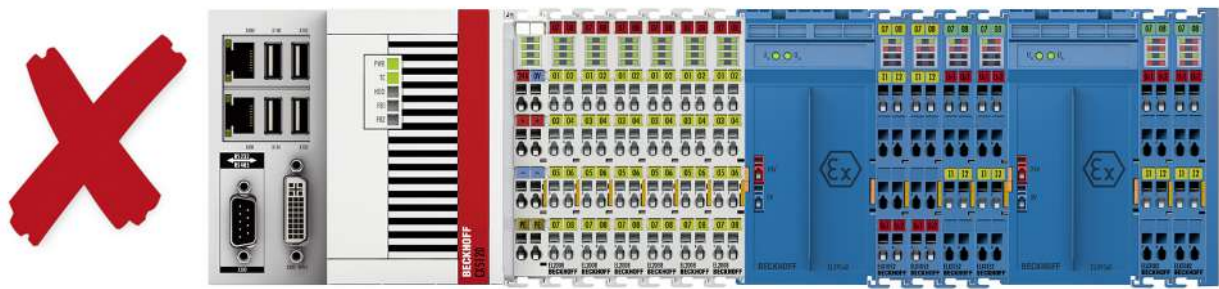
附图 9: 允许的安裝 - ELX9410 在 ELX9560 电源端子模块前。



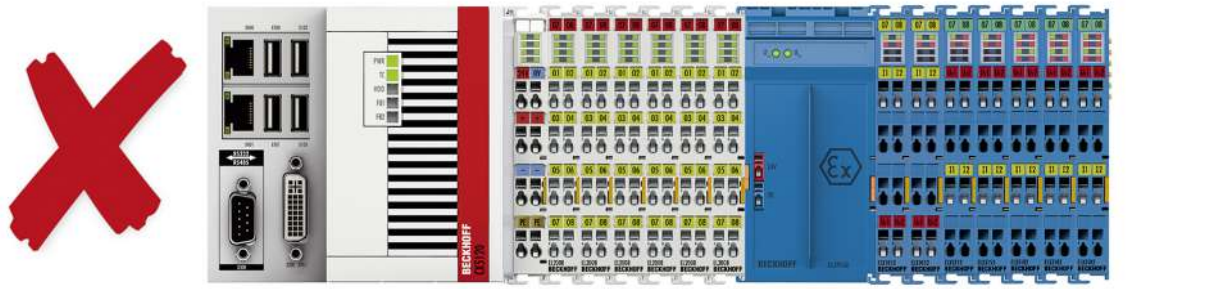
附图 10: 非法的安裝 - 缺少 ELX9560 电源端子模块。



附图 11: 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 12: 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 13: 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

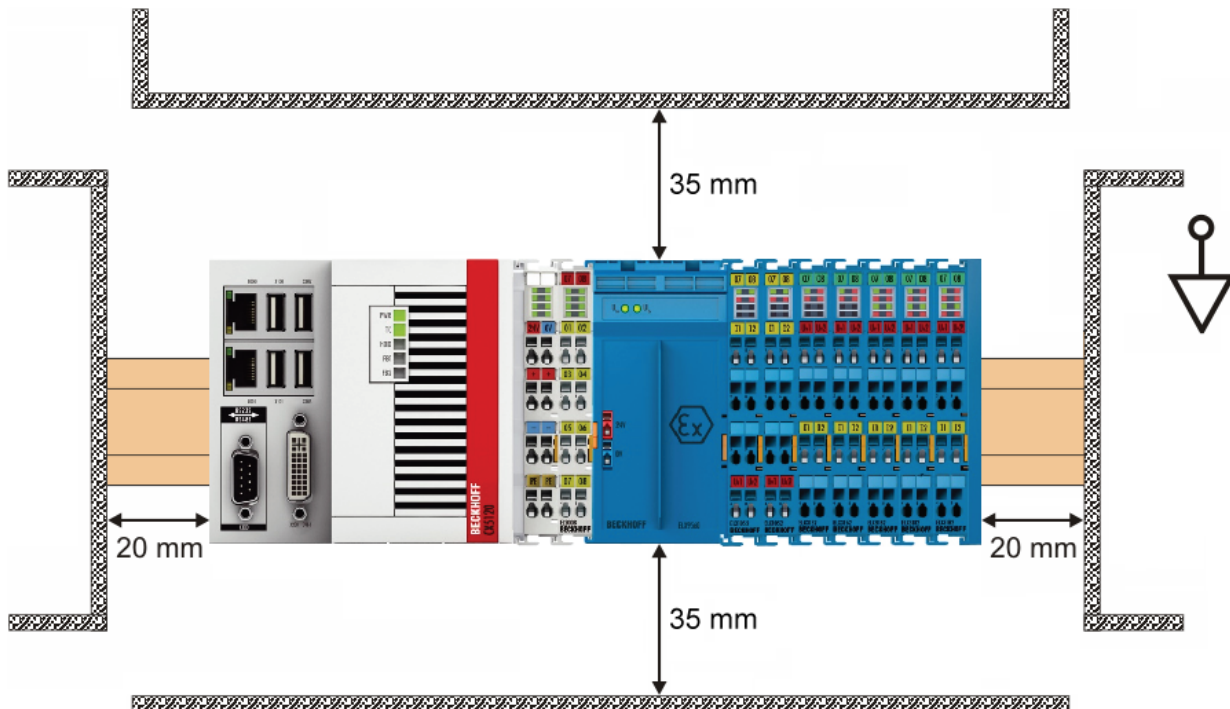
安装位置

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 14: 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!

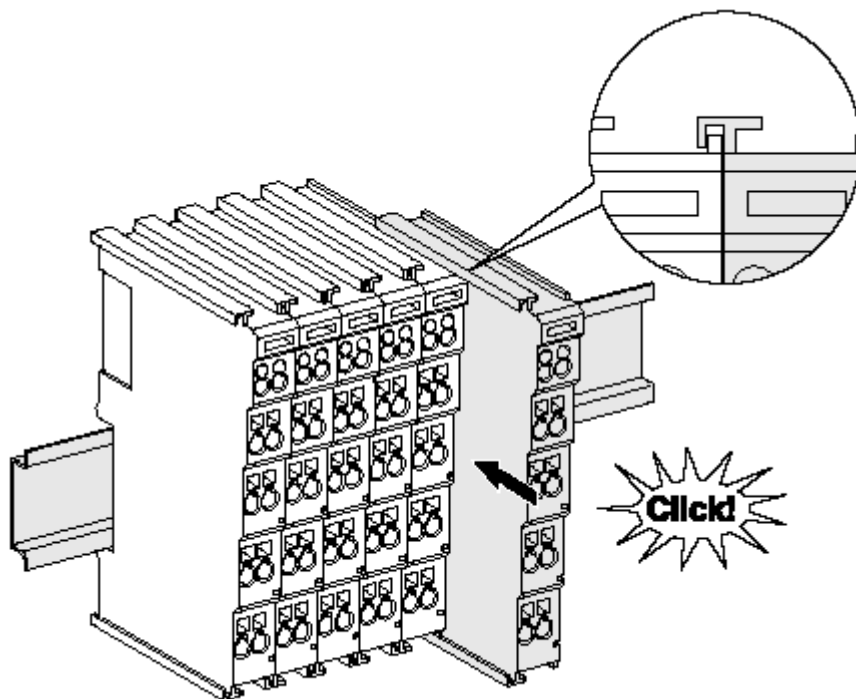
在开始安装、拆卸或连接总线端子模块之前，请将总线端子模块系统带入一个安全的、断电的状态!

⚠ 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 15: 安装在安装轨道上

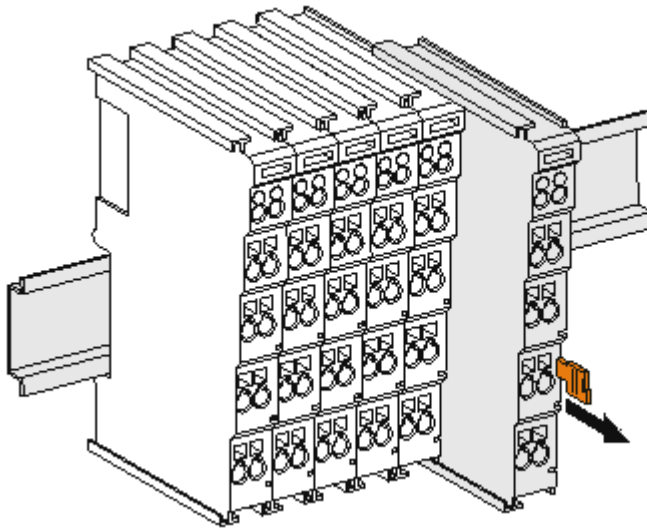
总线耦合器和总线端子模块通过施加轻微压力安装到市售 35 毫米安装导轨（符合 EN 60715 标准的 DIN 导轨）上：

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 16: 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 17: 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 18: 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!

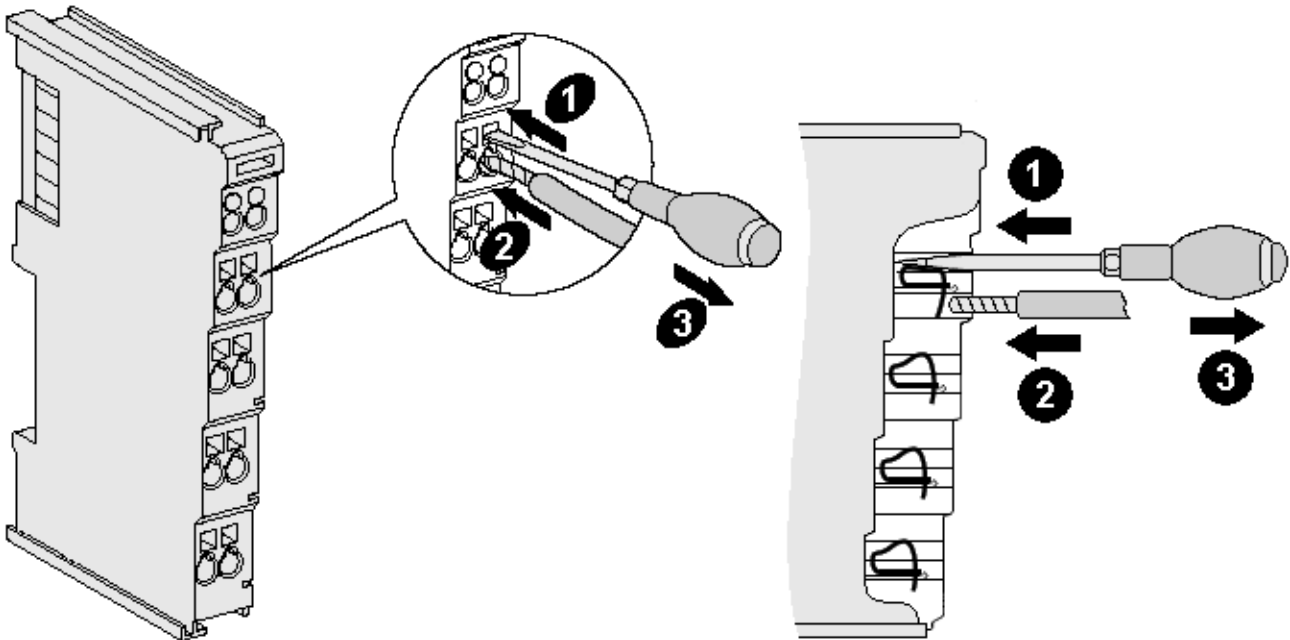
3.7.2 接线

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 19: 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！

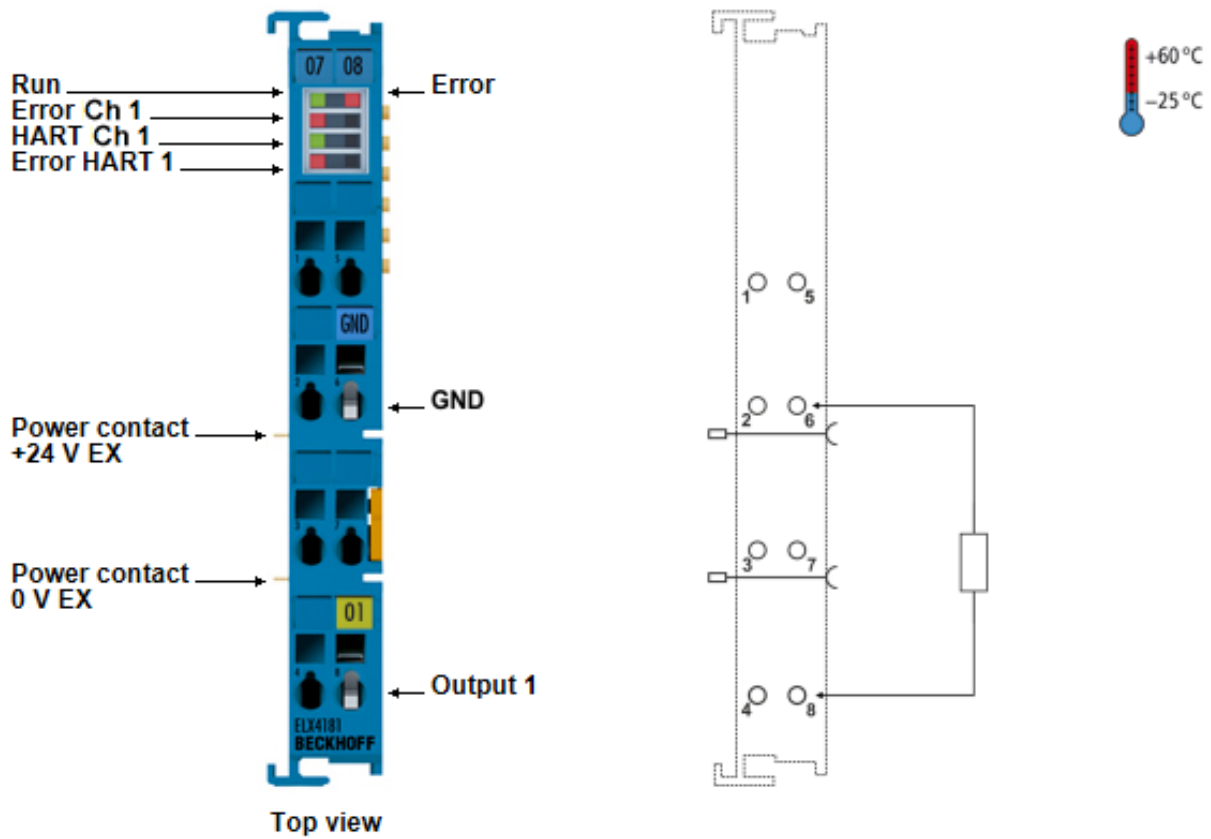
在安装过程中，根据 IEC 60079-11、IEC 60079-14 和 IEC 60079-25，在有潜在爆炸性环境的区域，要遵守对电缆、屏蔽和地电位平衡的要求。

⚠ 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 触点分配



附图 20: ELX4181 - 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
接地	6	地面通道 1
	7	未执行
输出 1	8	输出通道 1

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 = 验证 Sync-Managers 通道和分布式时钟。 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	EtherCAT 通讯错误	
错误 Ch 1	红色		
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	

4 参数化和编程

4.1 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。

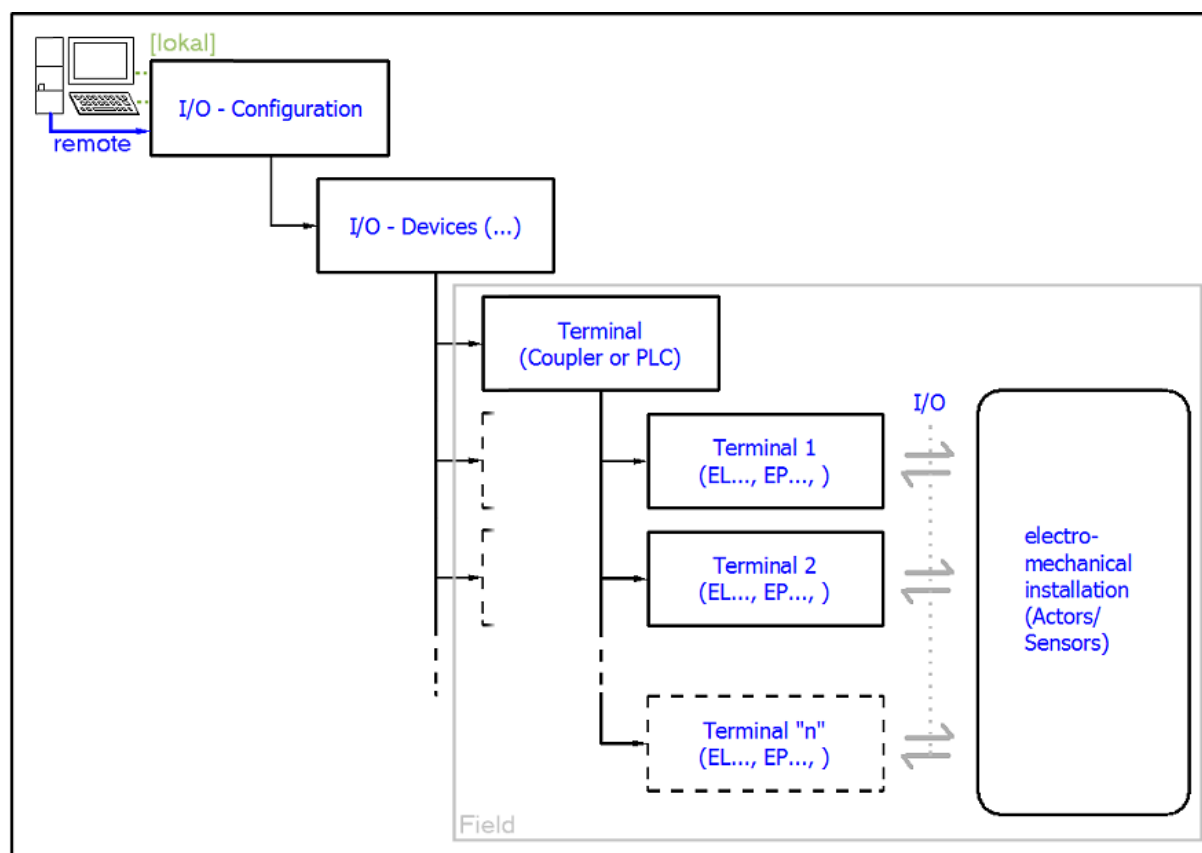
更多信息请参考<http://infosys.beckhoff.com>。

- **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：



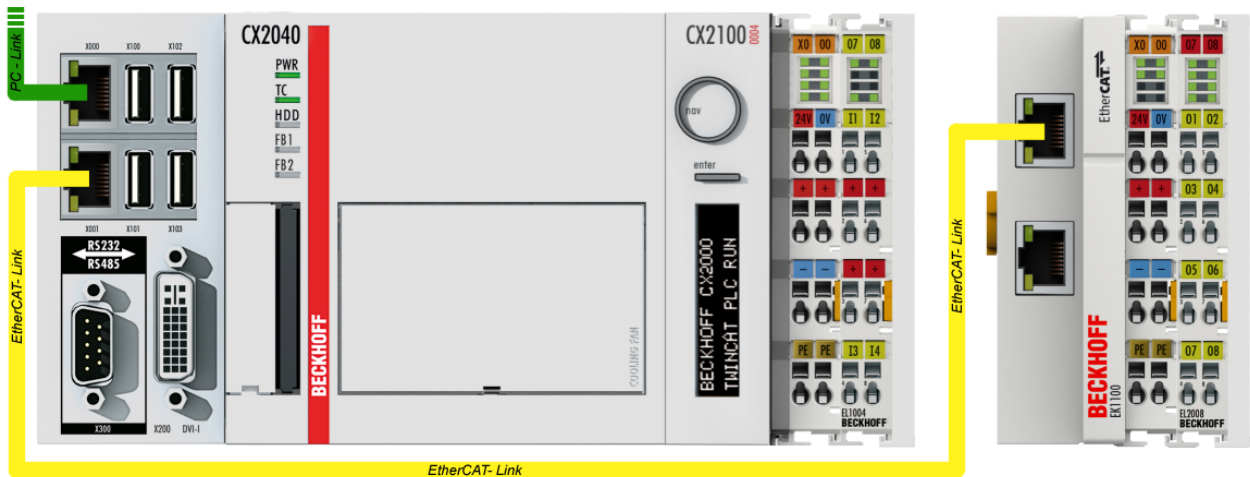
附图 21: 用户端（调试）和安装之间的关系

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

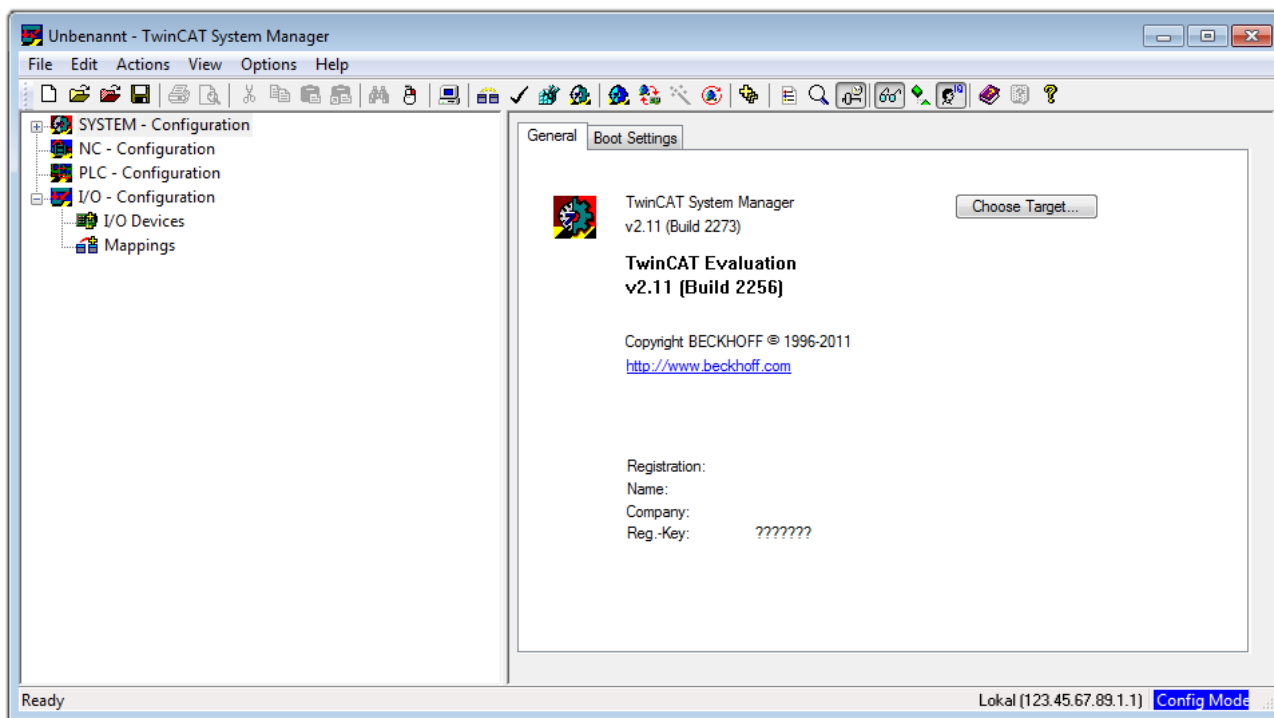
请注意，一个配置的所有组合都是可能的；例如，EL1004终端也可以连接在耦合器之后，或者EL2008终端可以另外连接到右侧的CX2040，在这种情况下，EK1100耦合器就没有必要了。

4.1.1 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：

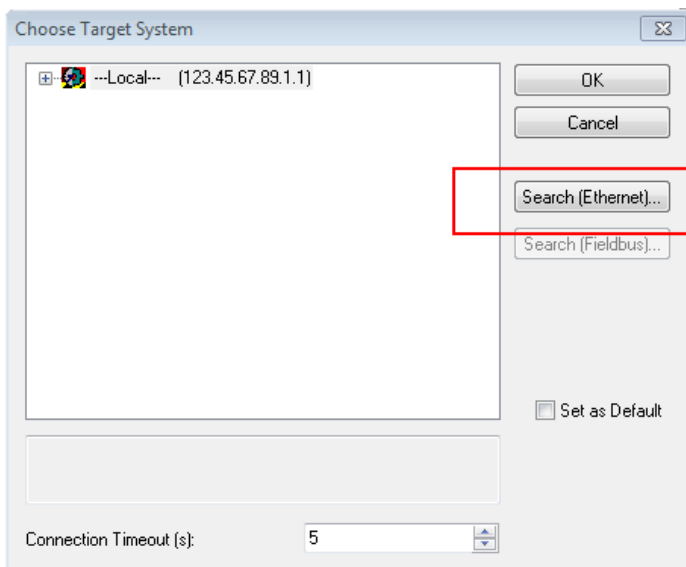


附图 23: 初始TwinCAT 2用户界面

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 [▶ 32]”。

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

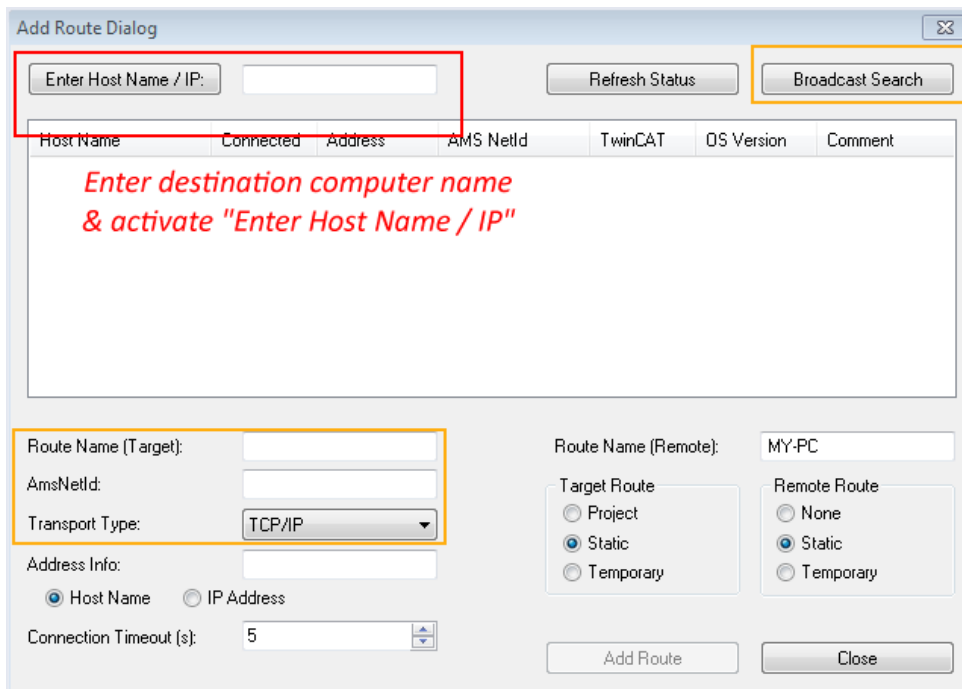
“行动”下的菜单中→“选择目标系统...”，通过符号“”或“F8”键，打开以下窗口：



附图 24: 选择目标系统

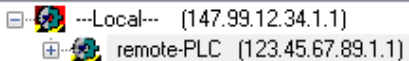
使用“搜索（以太网）…”以进入目标系统。因此，打开下一个对话框，可以选择：

- 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 25: 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）：

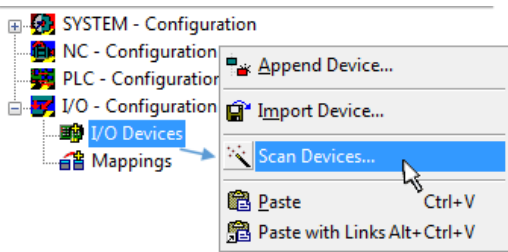


在通过“OK”确认后，可以通过系统管理器访问目标系统。

添加设备

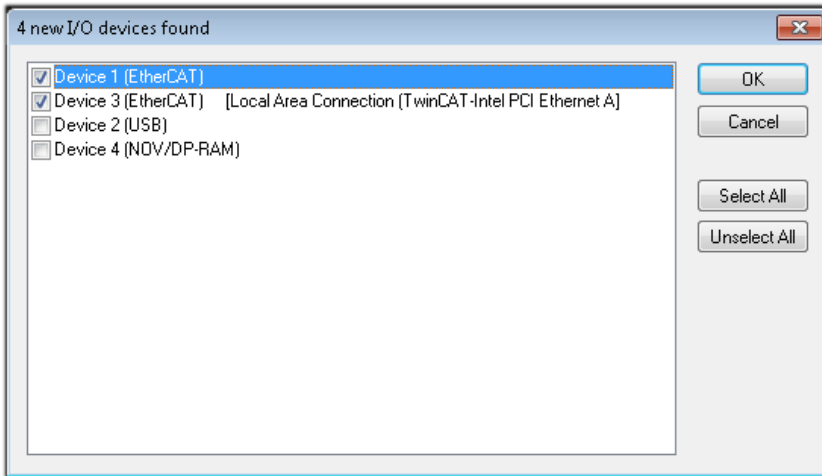
在TwinCAT 2系统管理器用户界面左侧的配置树中，选择“I/O设备”，然后右键单击打开上下文菜单，选择

“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 26: 选择“扫描设备…”

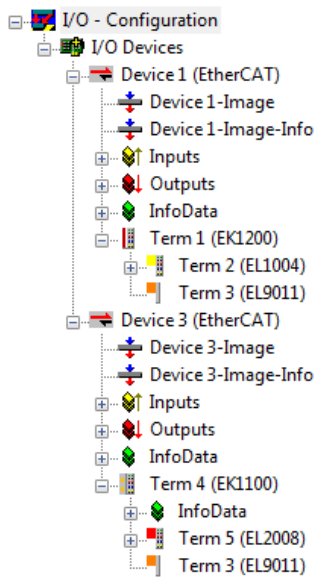
确认接下来的警告信息，并在对话框中选择“EtherCAT”：



附图 27: 自动检测I/O设备：选择要集成的设备

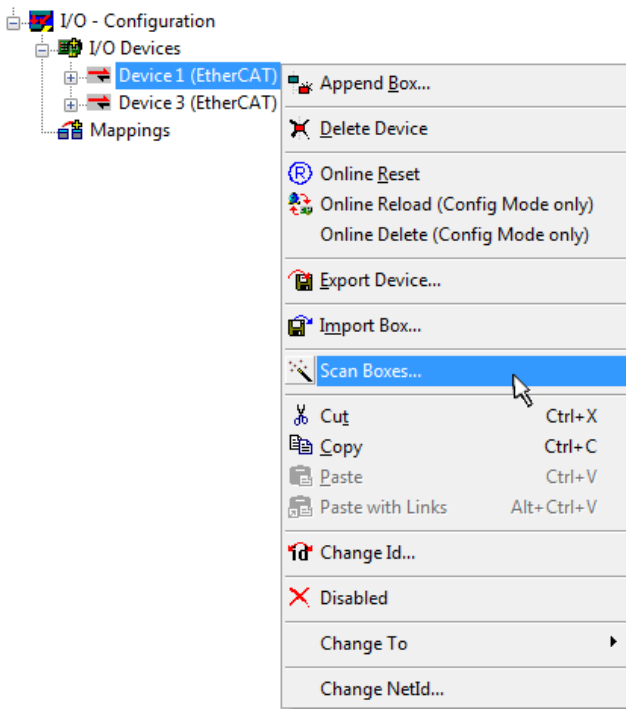
确认“寻找新盒子”信息，以确定连接到设备的终端。“自由运行”可在“配置模式”下操纵输入和输出值，且也应该得到承认。

根据本节开头描述的样本配置，结果如下：



附图 28: 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 29: 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。

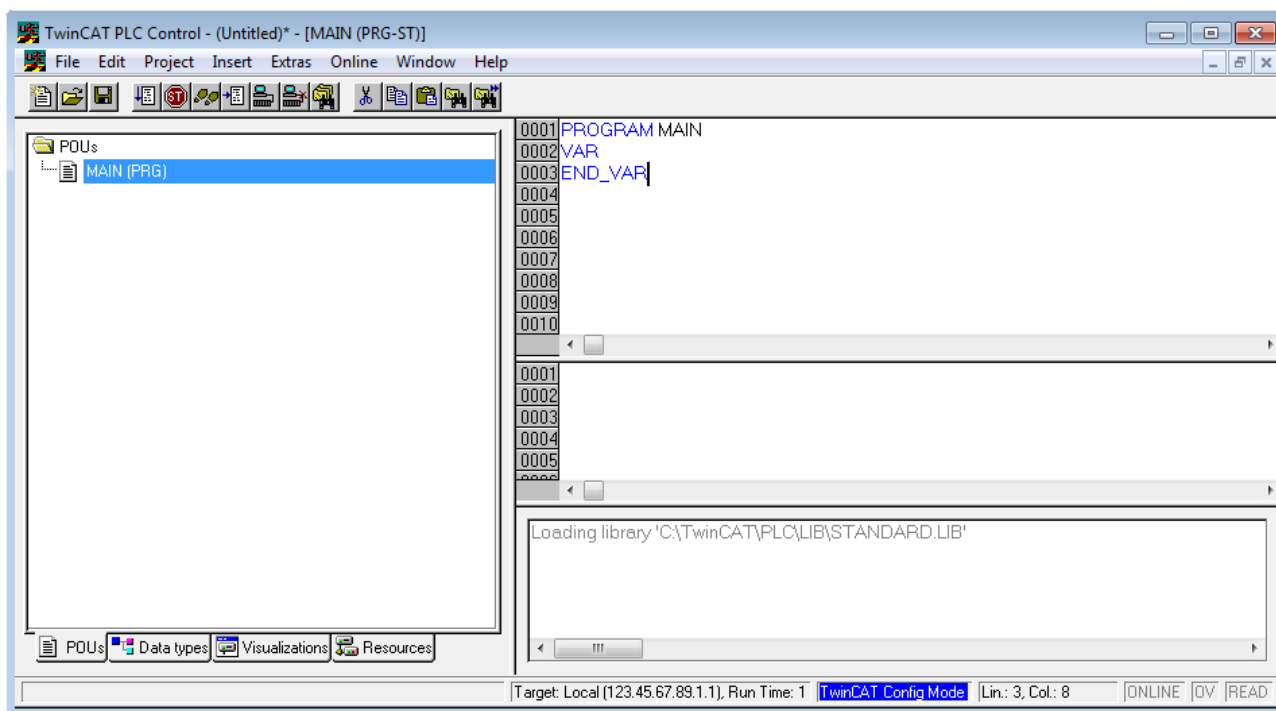
PLC的编程和集成

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)

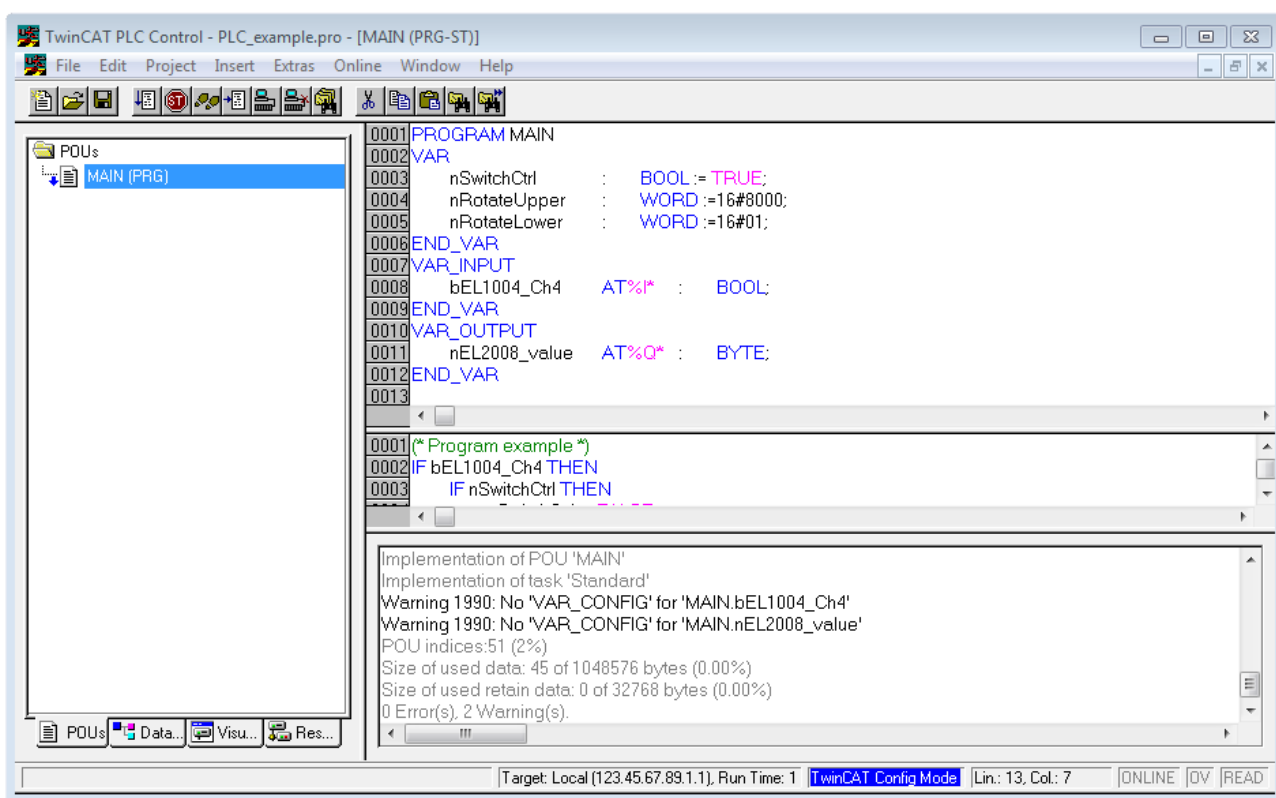
下面的章节提到了结构化文本 (ST)。

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 30: 启动后的TwinCAT PLC控制

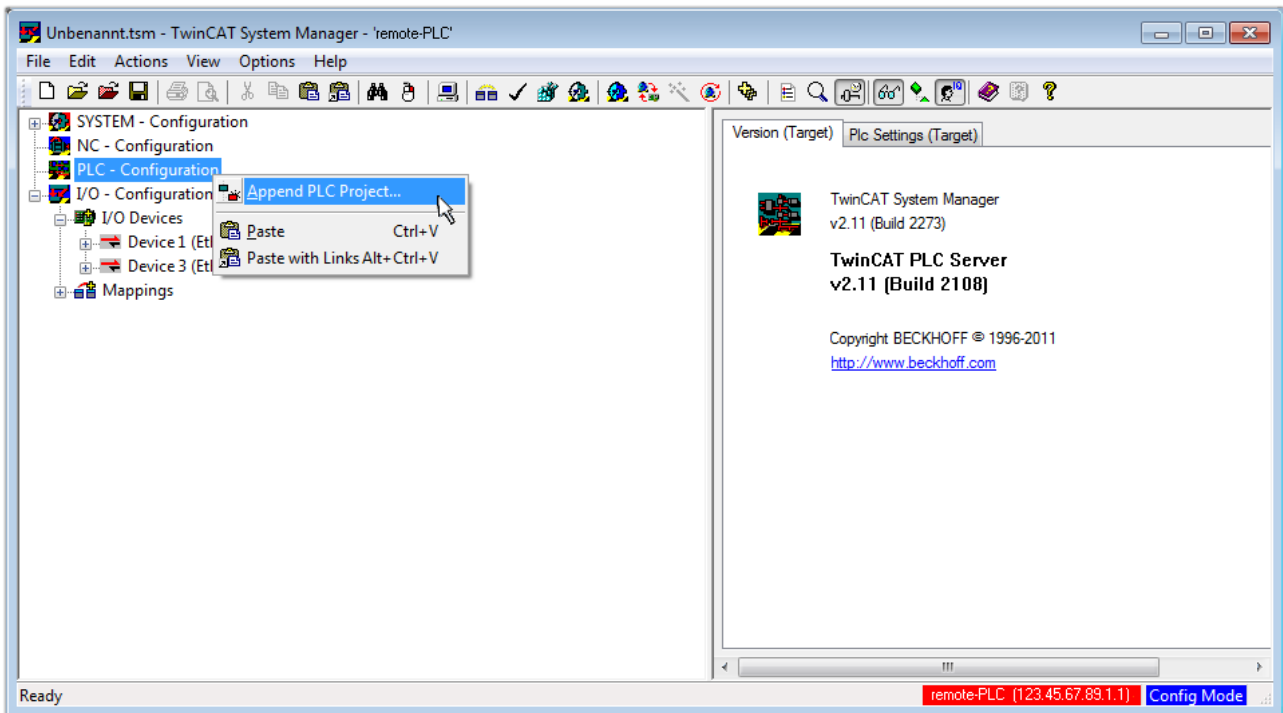
已经创建了样本变量和一个样本程序，并存储在“PLC_example.pro”的名称下：



附图 31: 编译过程后带有变量的样本程序（无变量整合）

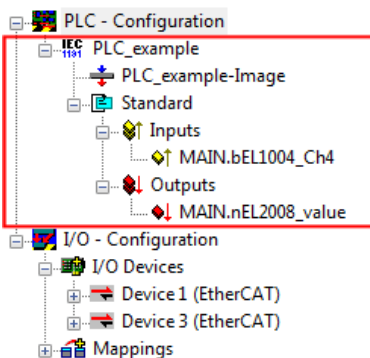
警告1990（缺少“VAR_CONFIG”）在编译过程之后，表明定义为外部的变量（ID为“AT%I*”或“AT%Q*”）还没有被分配。编译成功后，TwinCAT PLC控制会在项目存储的目录中创建一个“*.tpy”文件。这个文件（“*.tpy”）包含变量赋值且不为系统管理器所知，因此出现了警告。一旦系统管理器得到通知，警告就不再出现。

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 32: 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：

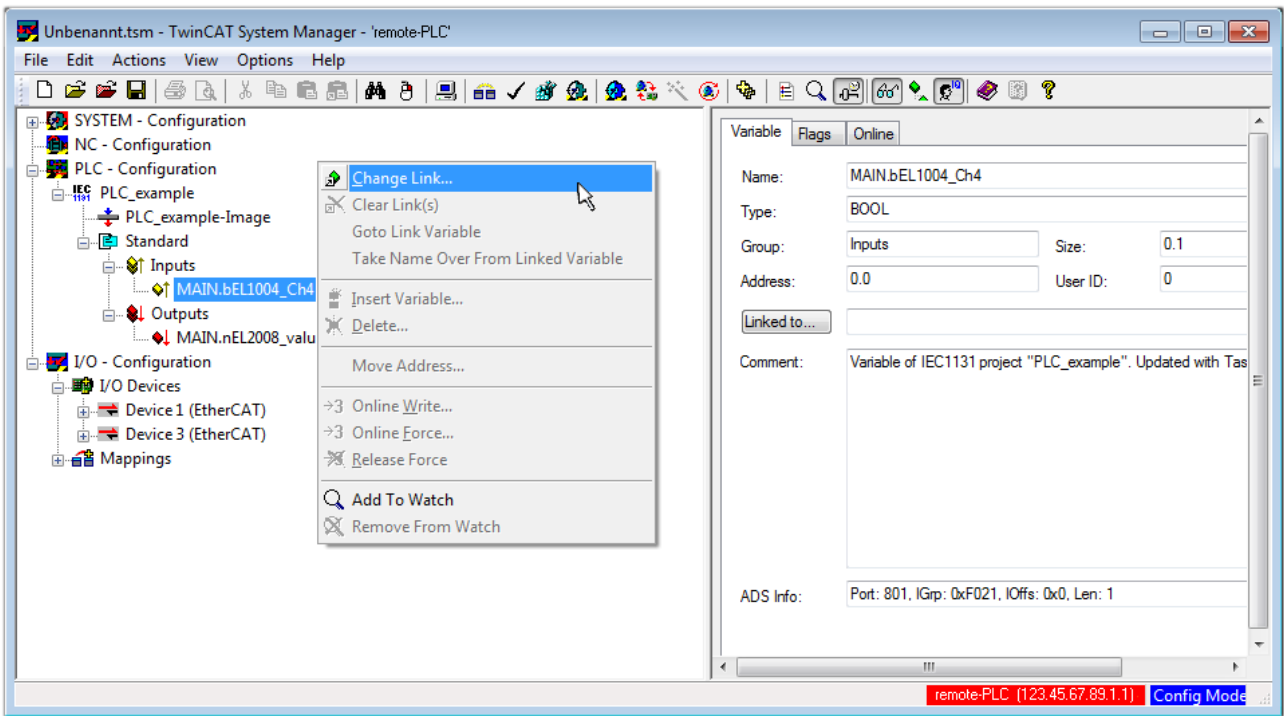


附图 33: 集成在系统管理器的PLC配置中的PLC项目

两个变量“bEL1004_Ch4”和“nEL2008_value”现在可以被分配给I/O配置的某些过程对象。

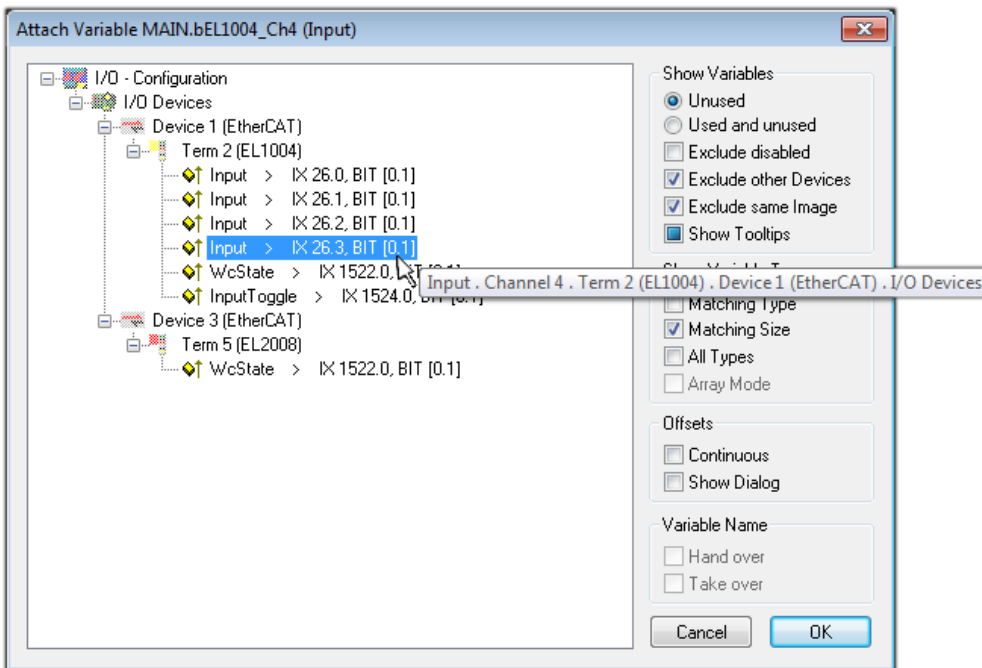
指派变量

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”：



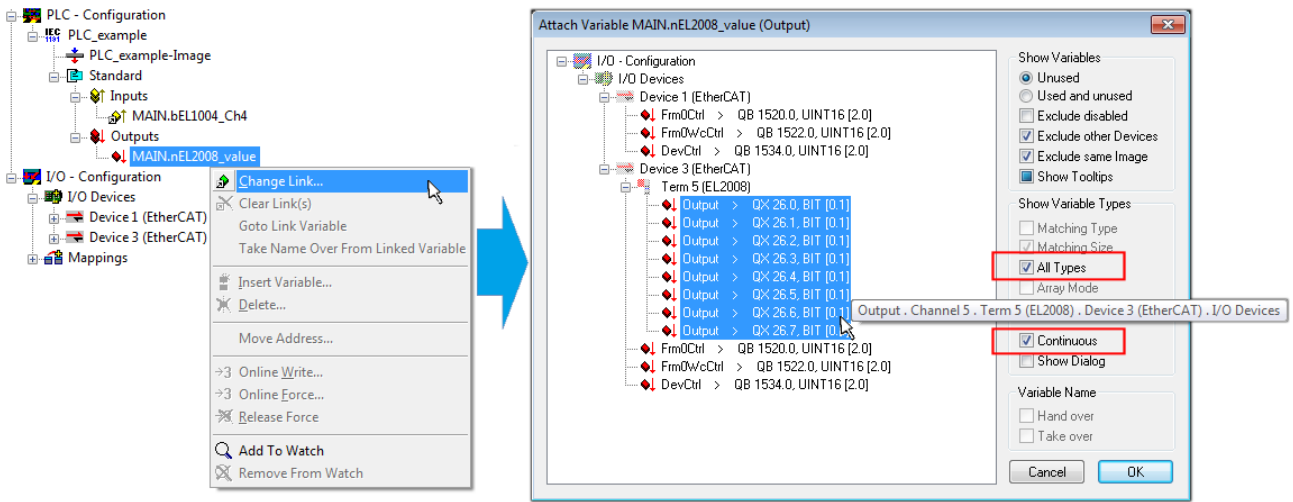
附图 34: 在PLC变量和过程对象之间建立联系

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。




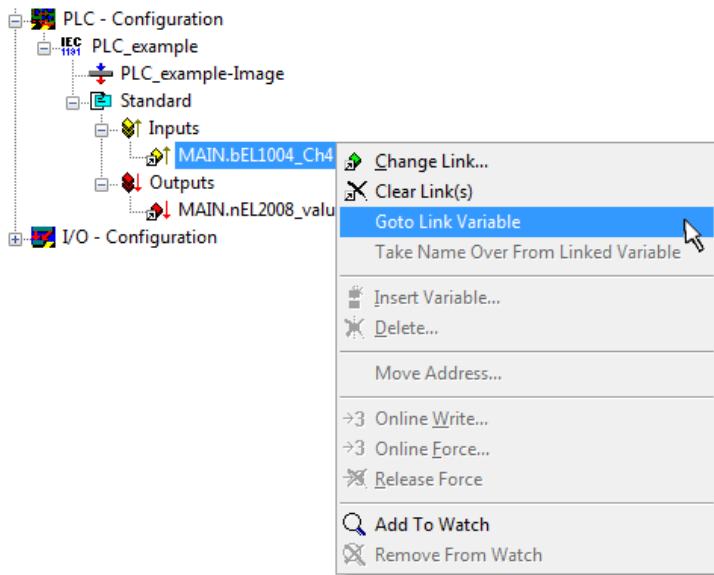
附图 35: 选择BOOL类型的PDO

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 36: 同时选择几个PDO: 激活“连续”和“所有类型”

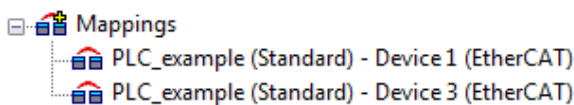
请注意，“连续”复选框也被激活。这旨在将变量“nEL2008_value”的字节中包含的位按顺序分配给EL2008终端的所有八个选定的输出位。通过这种方式，随后可以在程序中用对应于PLC通道1的第0位到通道8的第7位的字节来寻址终端的所有八个输出。在变量的黄色或红色对象处有一个特殊符号（），表示存在一个链接。链接也可以通过从变量的上下文菜单中选择“转到链接变量”来检查。对面的对象（在这种情况下是PDO）被自动选择。



附图 37: 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

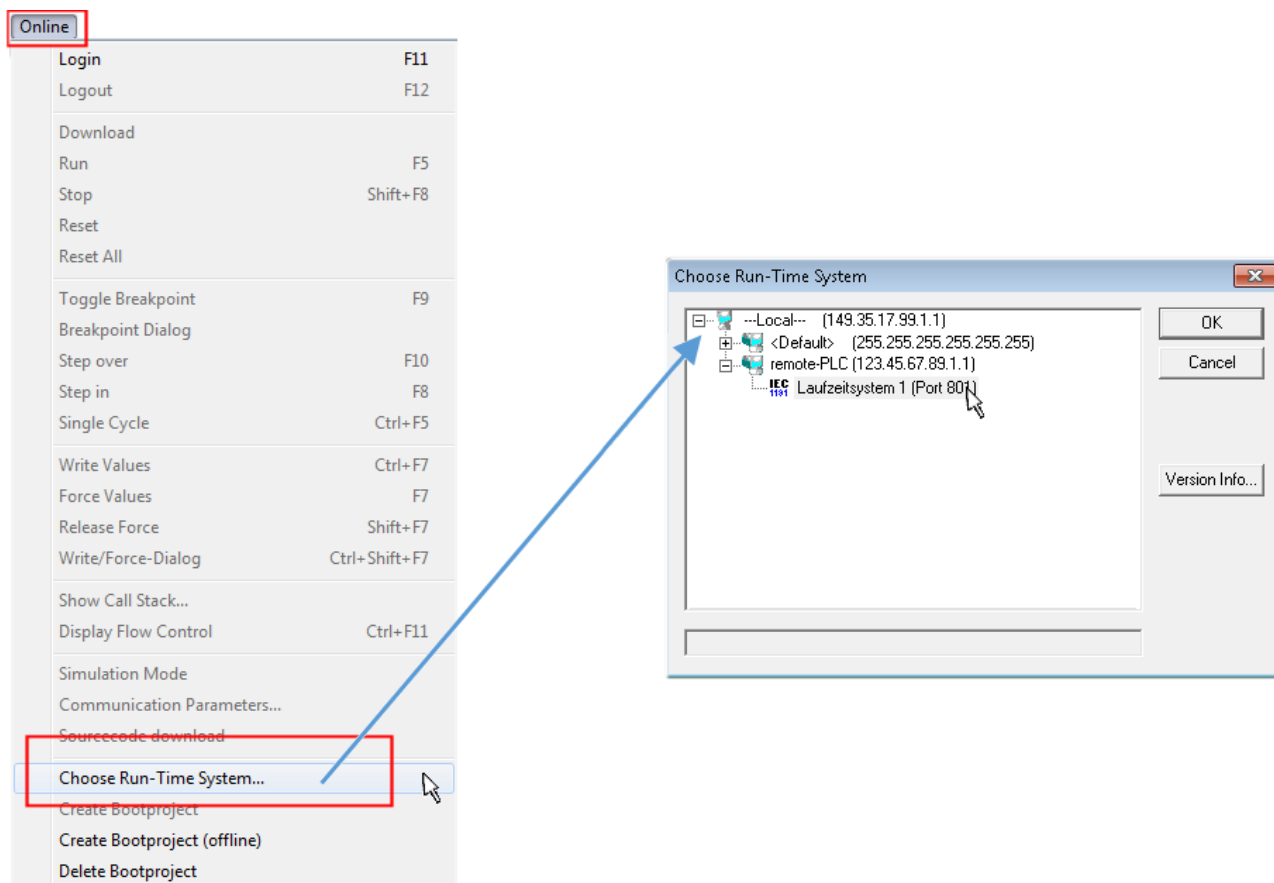
将PDO分配给PLC变量现在已经建立了从控制器到终端的输入和输出的连接。现在可以激活该配置。首先，可

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

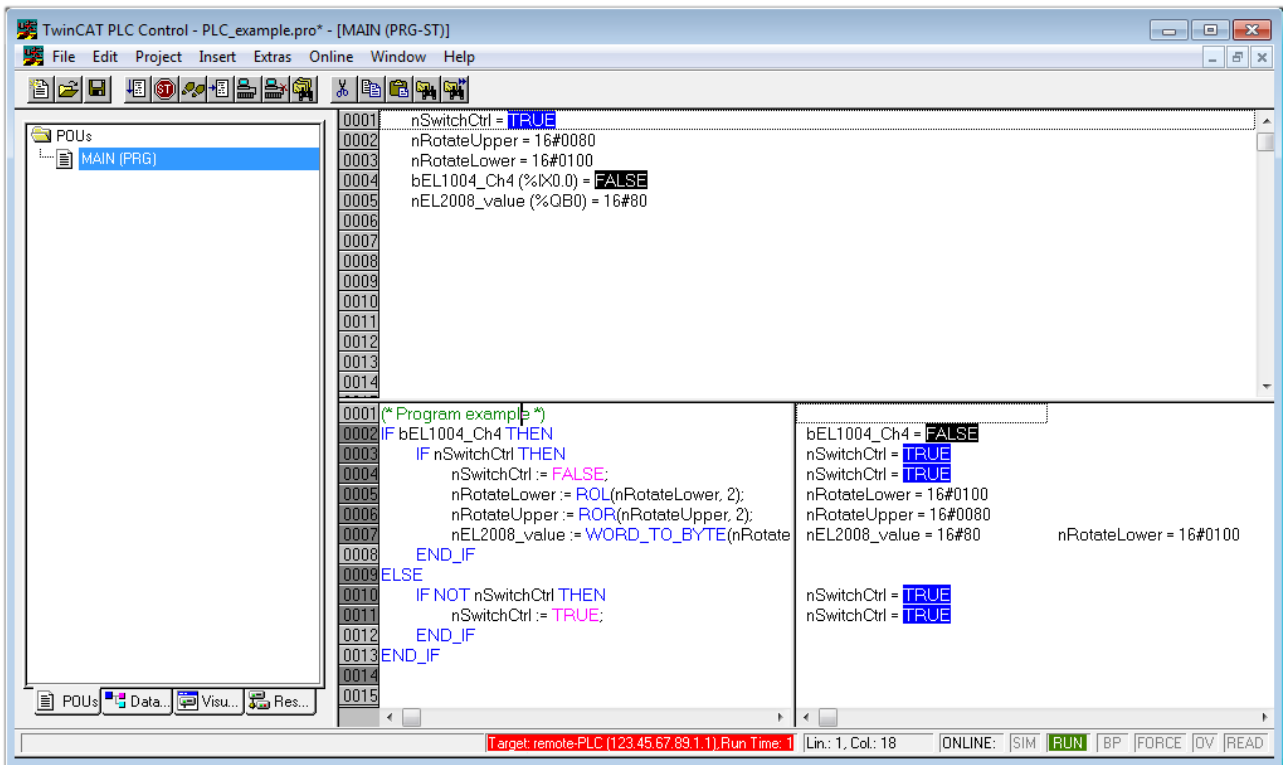
从远程系统开始，PLC控制必须通过“在线”→“选择运行时系统...”经以太网与嵌入式PC连接：




附图 38: 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 39: 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。

4.1.2 TwinCAT 3


启动

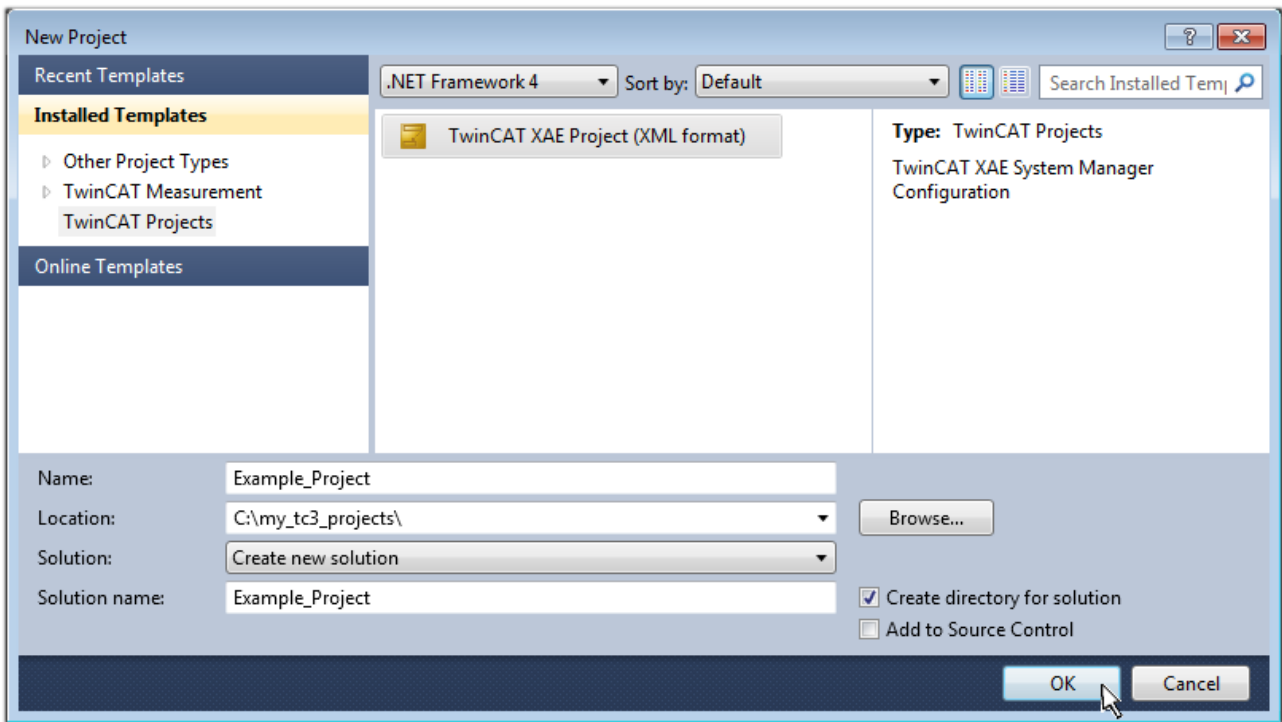
TwinCAT使开发环境区域与Microsoft Visual Studio一起可用：启动后，项目文件夹资源管理器出现在通用窗口区域的左侧（参见TwinCAT 2的“TwinCAT系统管理器”），用于与机电组件进行通信。

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：



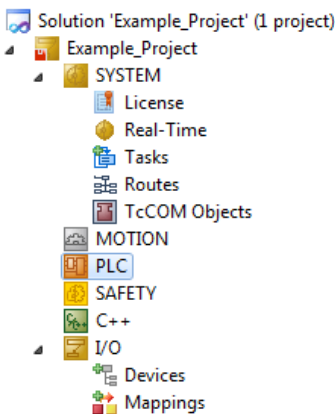
附图 40: 初始TwinCAT 3用户界面

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 41: 创建新的TwinCAT项目

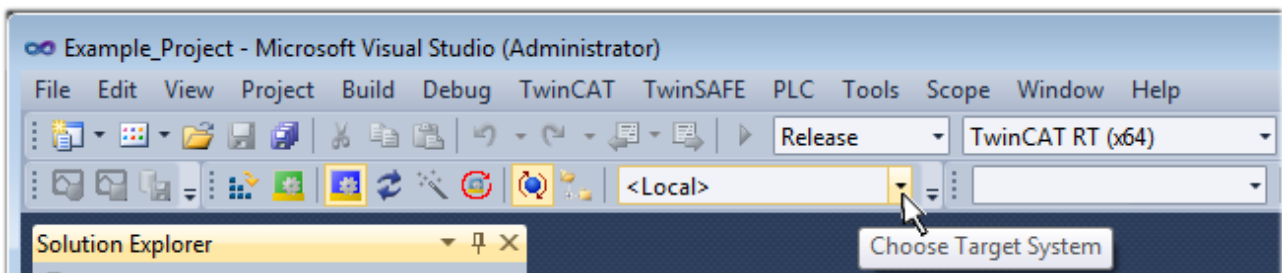
然后，新项目就可以在项目文件夹资源管理器中显示。



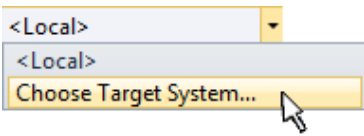
附图 42: 在项目文件夹资源管理器中新建TwinCAT3项目

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 [▶ 44]”。

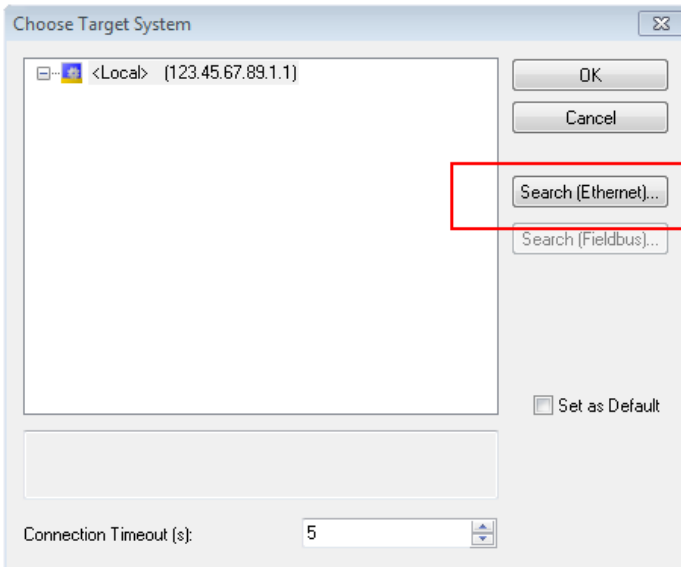
如果打算将安装在PLC上的TwinCAT运行环境作为另一个系统的远程开发环境，则必须首先了解目标系统。通过菜单栏中的符号：



扩大下拉菜单：



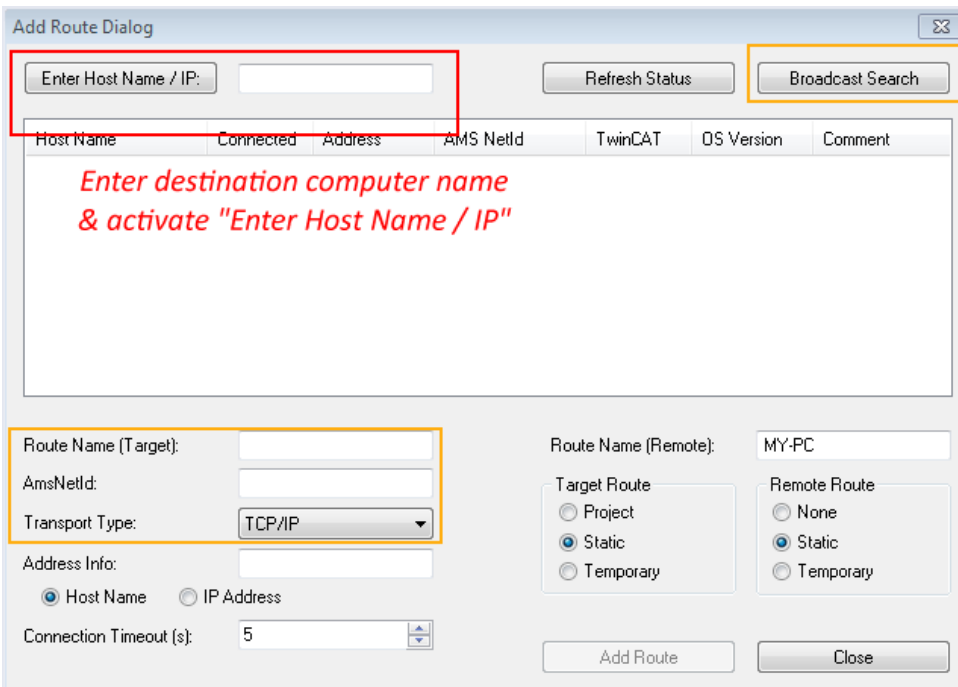
并打开以下窗口：



附图 43: 选择对话框：选择目标系统

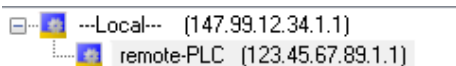
使用“搜索（以太网）…”以进入目标系统。因此，打开下一个对话框，可以选择：

- 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 44: 为TwinCAT系统管理器指定访问的PLC：选择目标系统

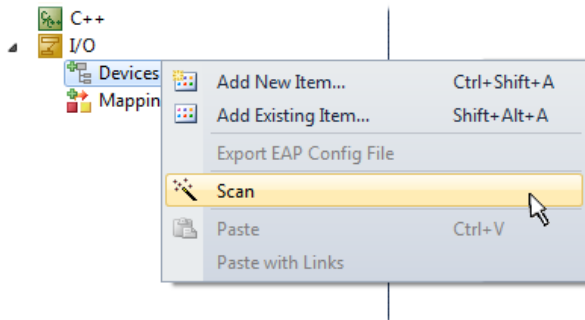
一旦输入了目标系统，就可以按以下方式进行选择（可能需要输入密码）：



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

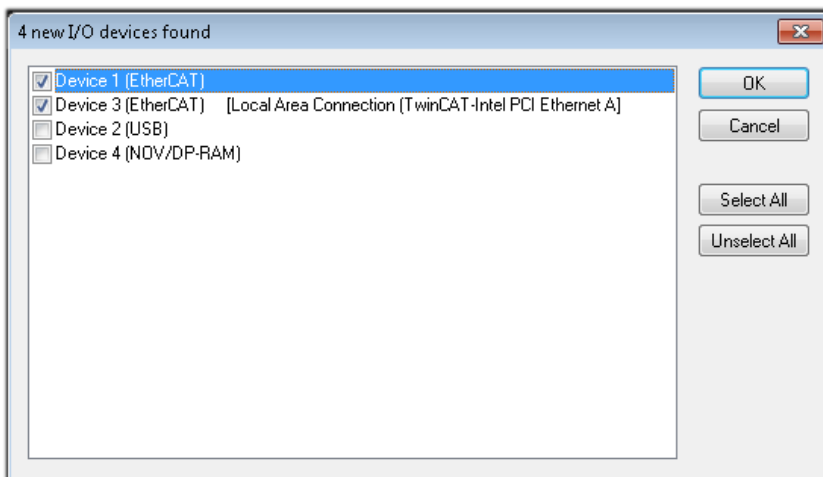
添加设备

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 45: 选择“扫描”

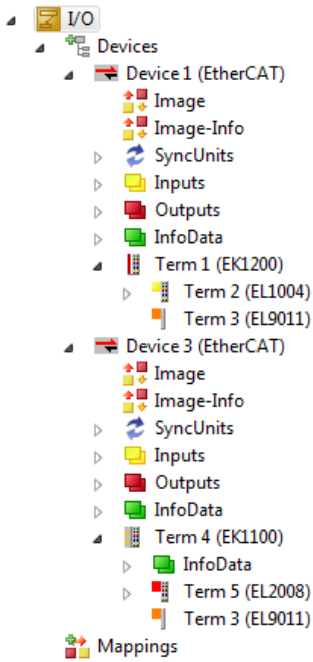
确认接下来的警告信息，并在对话框中选择“EtherCAT”：



附图 46: 自动检测I/O设备：选择要集成的设备

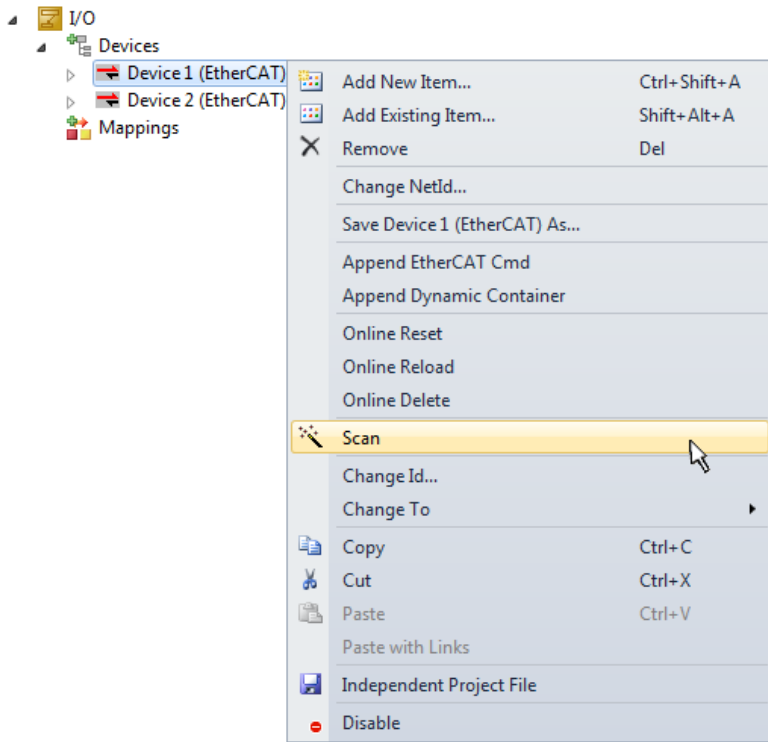
确认“寻找新盒子”信息，以确定连接到设备的终端。“自由运行”可在“配置模式”下操纵输入和输出值，且也应该得到承认。

根据本节开头描述的样本配置，结果如下：



附图 47: 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 48: 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

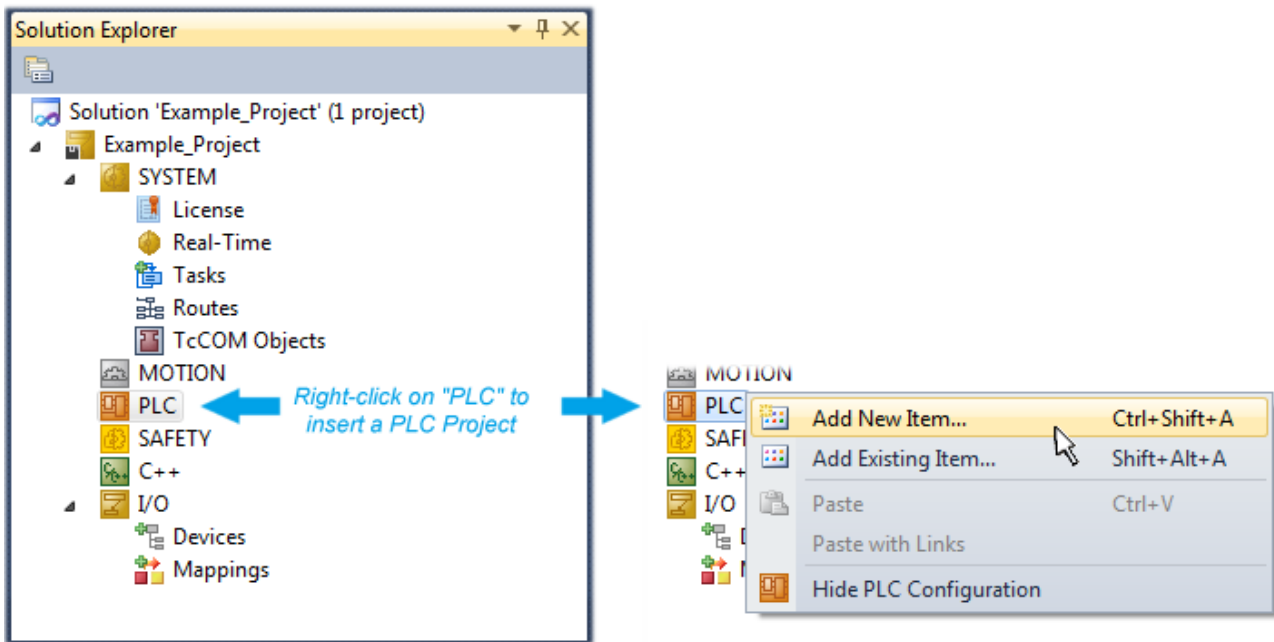
TwinCAT PLC控制是在不同程序环境下创建控制器的开发环境：TwinCAT PLC Control支持IEC 61131-3中描述的所有语言。有两种基于文本的语言和三种图形语言。

- 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)

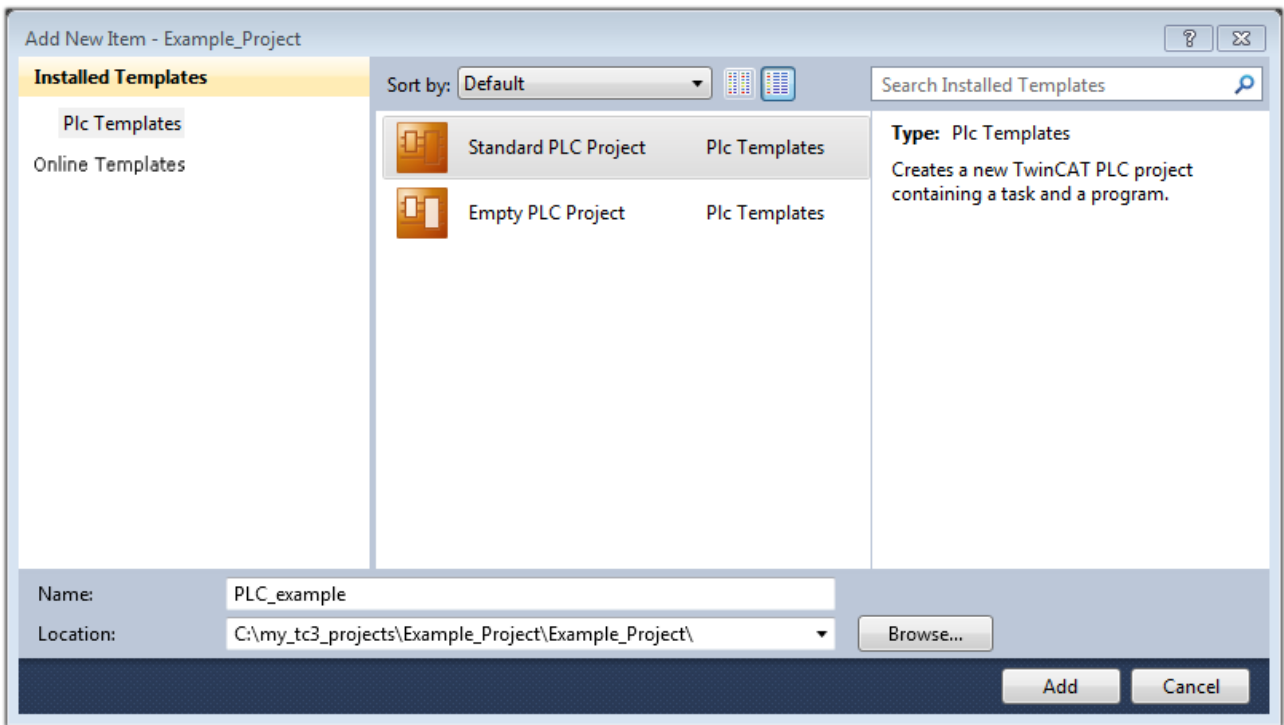
下面的章节提到了结构化文本 (ST) 。

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。：



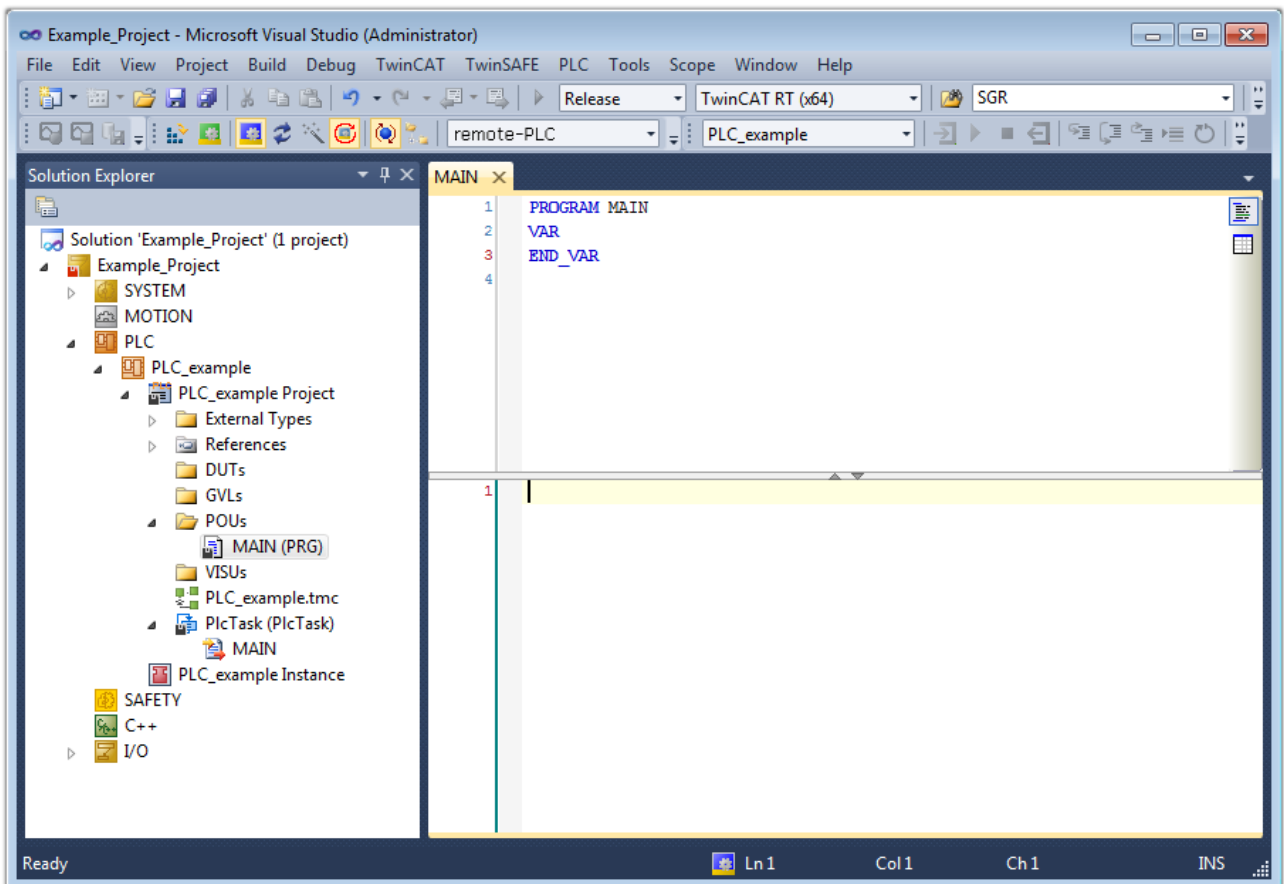
附图 49: 在“PLC”中添加编程环境

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：



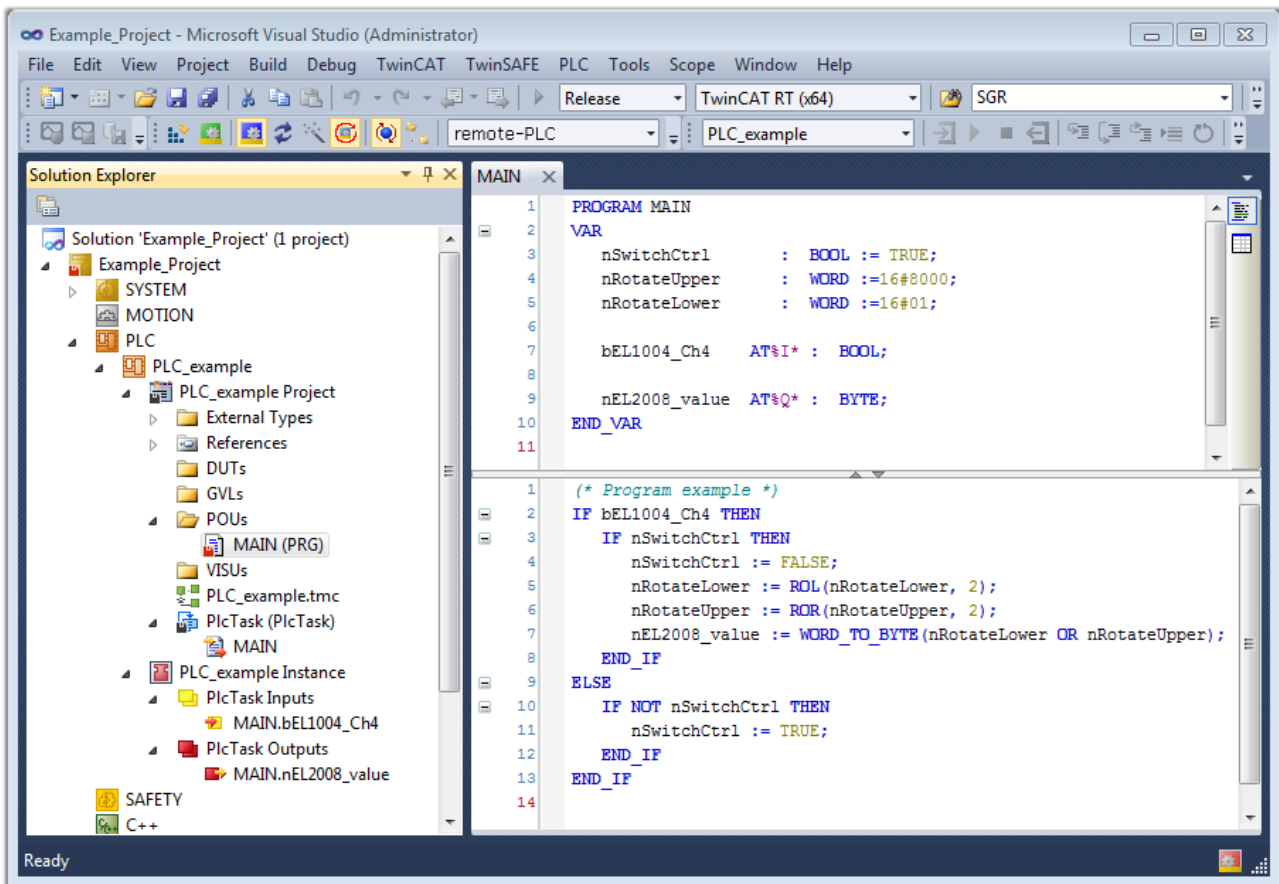
附图 50: 为PLC编程环境指定名称和目录

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。



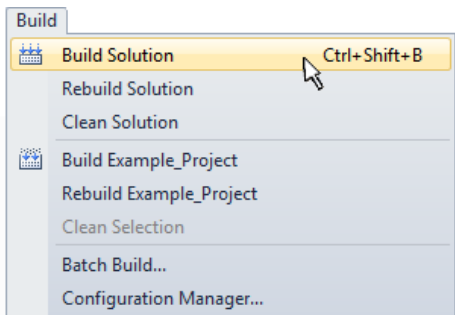
附图 51: 标准PLC项目的初始“主”程序

为了继续，现在已经创建了样本变量和一个样本程序：



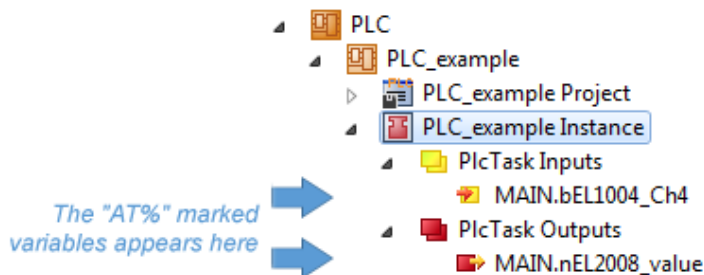
附图 52: 编译过程后带有变量的样本程序（无变量整合）

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：



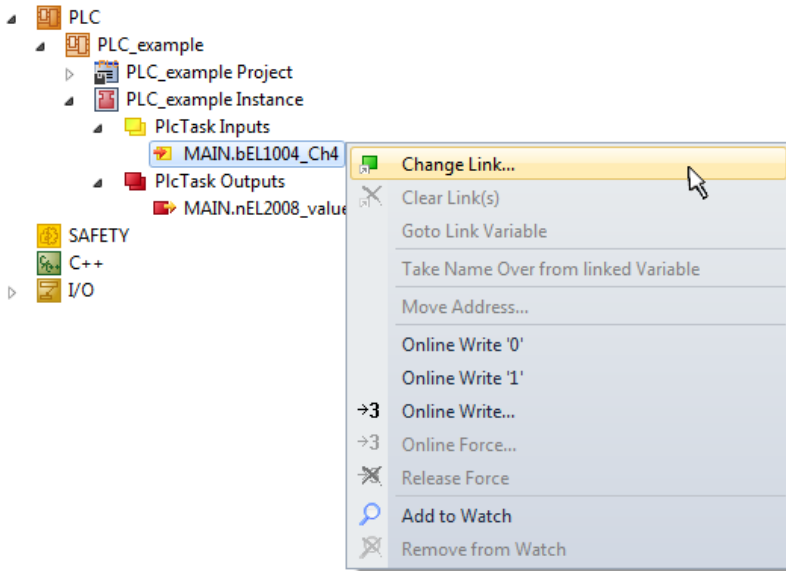
附图 53: 开始编译程序

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：



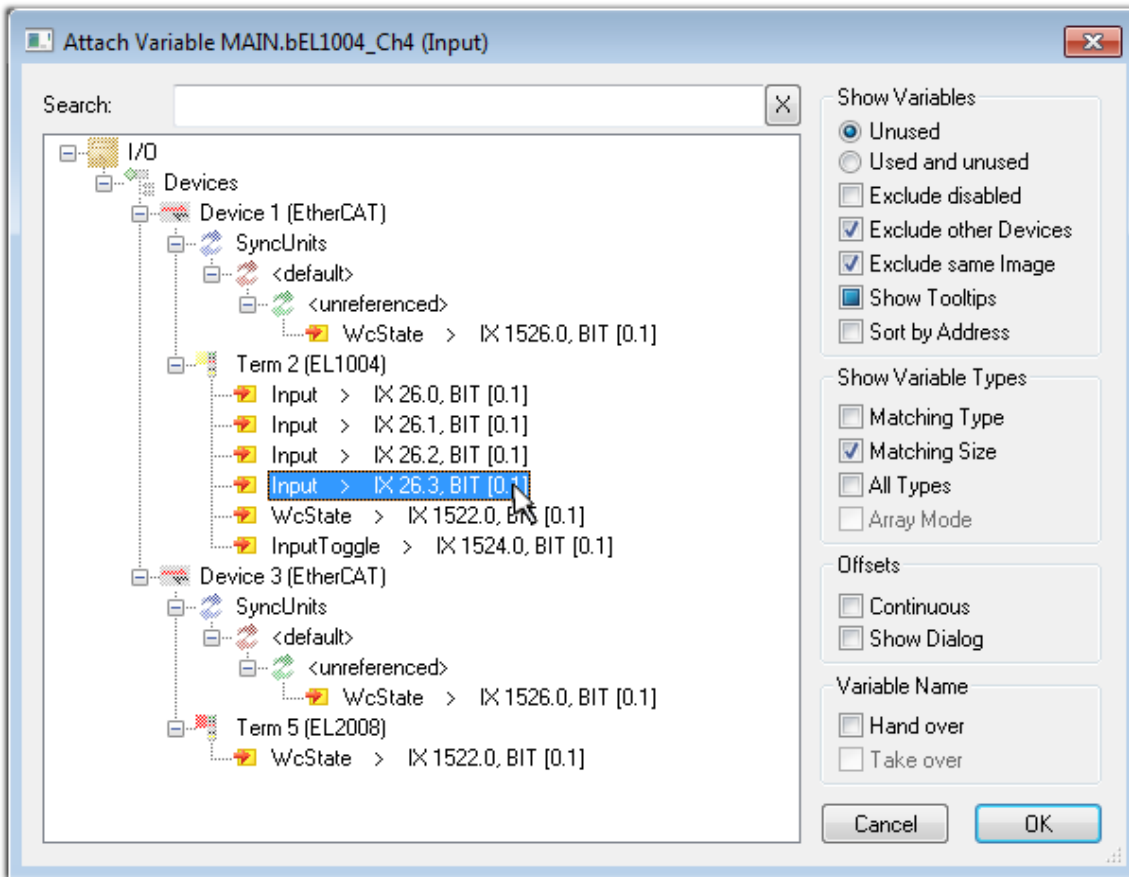
指派变量

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：



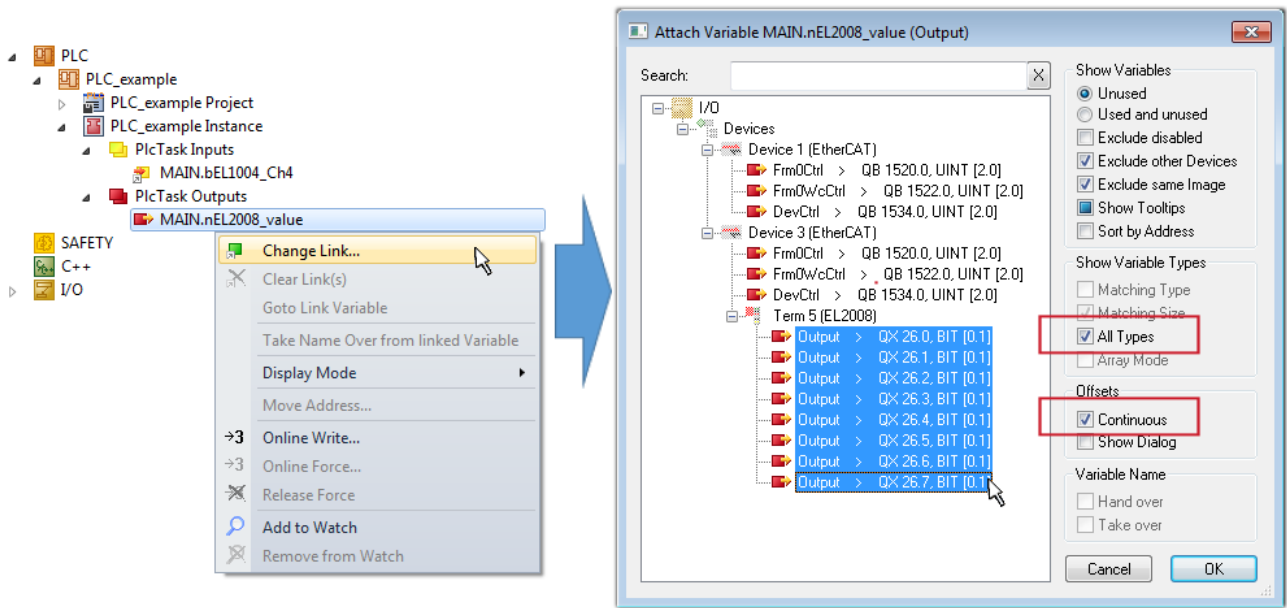
附图 54: 在PLC变量和过程对象之间建立联系

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。




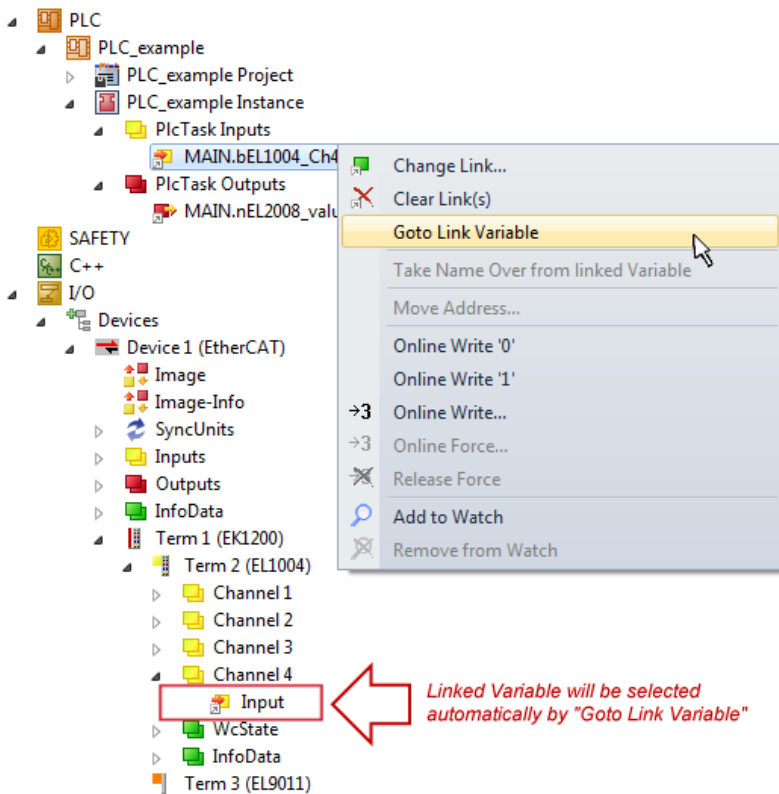
附图 55: 选择BOOL类型的PDO

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 56: 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 57: 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

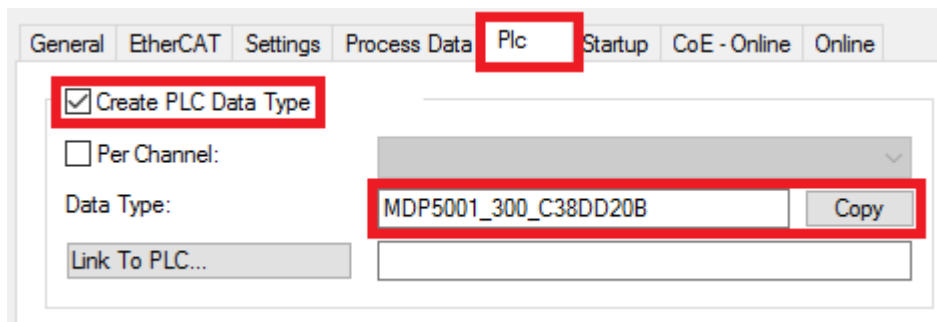


以下类型的变量分配只能从TwinCAT V3.1.4024.4版本开始使用，并且只适用于带有微控制器的终端。

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。

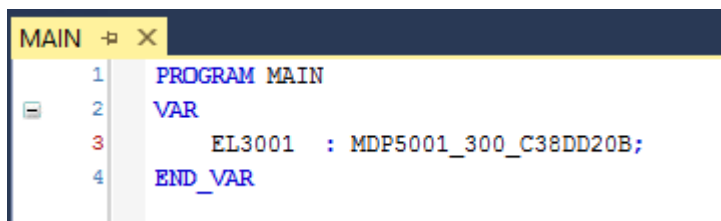
以EL3001单通道模拟输入端子-10...+10 V为例，说明其操作步骤。

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。



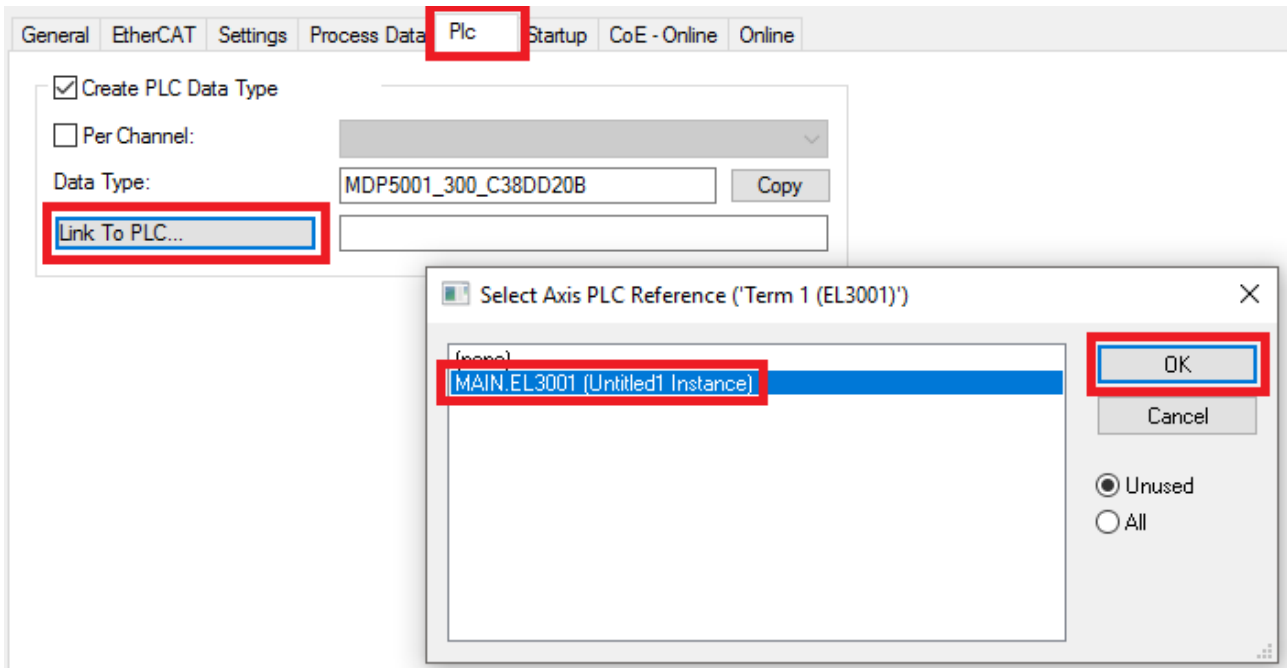
附图 58: 创建一个PLC数据类型

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。



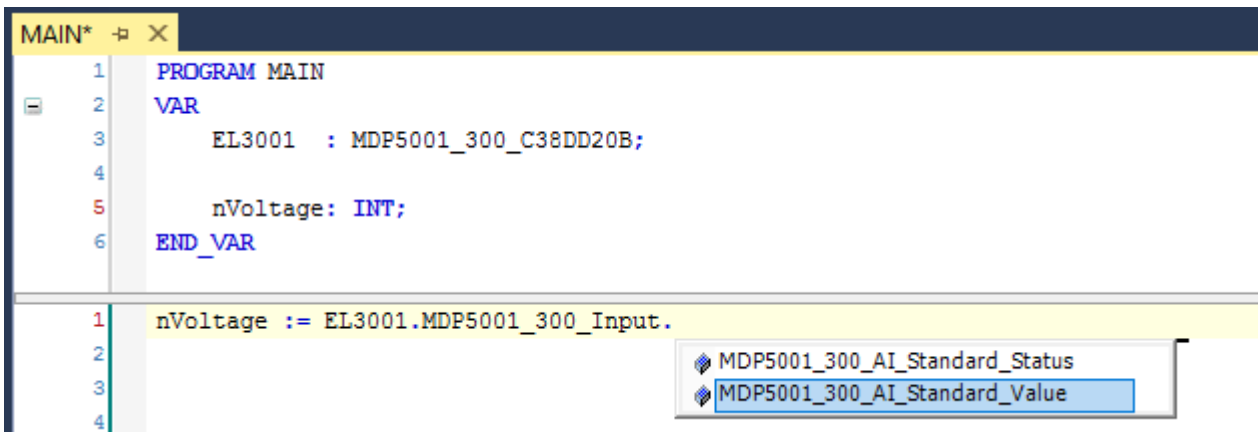
附图 59: 结构的实例

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 60: 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 61: 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：

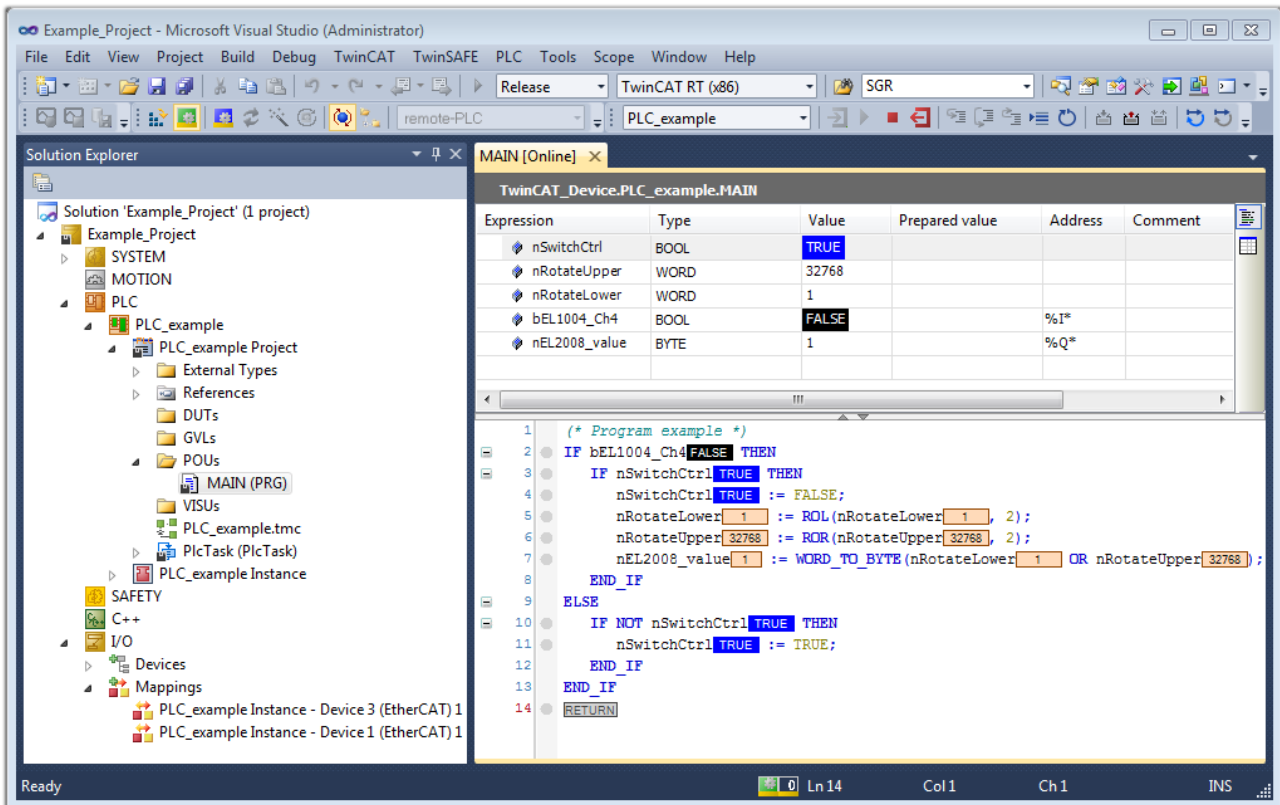
-  Mappings
 -  PLC_example Instance - Device 3 (EtherCAT) 1
 -  PLC_example Instance - Device 1 (EtherCAT) 1

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 62: 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）。

4.2 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...

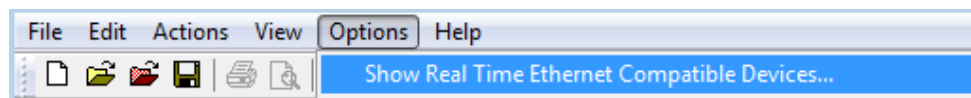
在下面的章节中，将解释在PC系统上调试TwinCAT开发环境以进行控制，以及独特控制元件的基本功能。

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

4.2.1 安装TwinCAT实时驱动程序

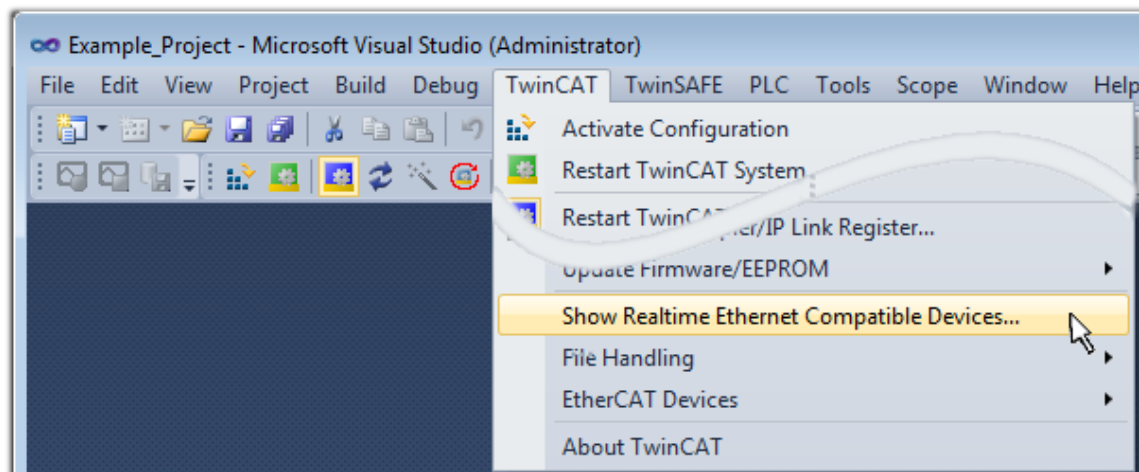
为了给IPC控制器的标准以太网端口分配实时功能，必须在Windows下为该端口安装Beckhoff实时驱动程序。这可以通过几种方式进行。这里介绍了一种选择。

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。



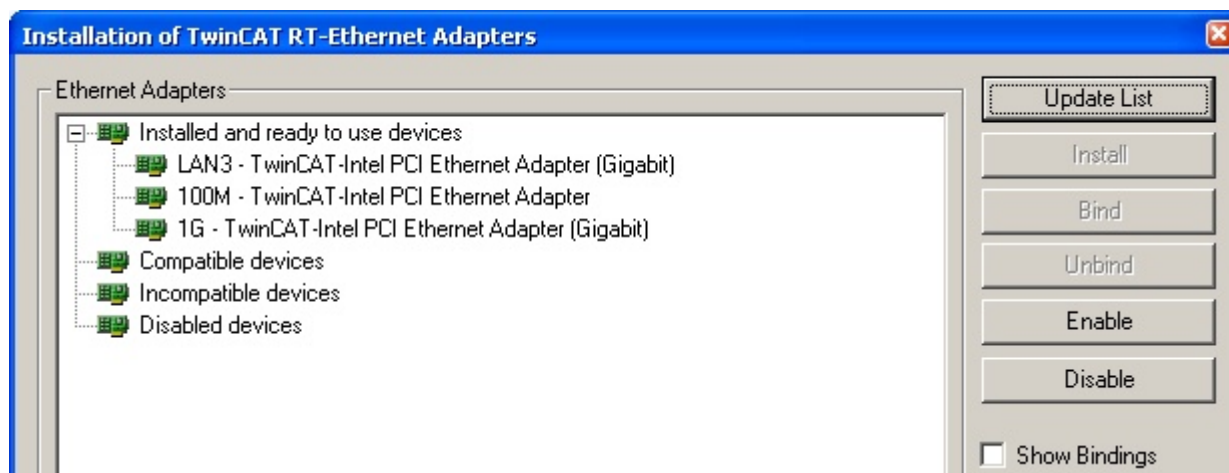
附图 63: 系统管理器“选项”（TwinCAT 2）

这需要在TwinCAT 3环境中通过菜单“TwinCAT”来调用。



附图 64: 在VS Shell下调用（TwinCAT 3）

出现以下对话框：



附图 65: 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[▶ 64]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：

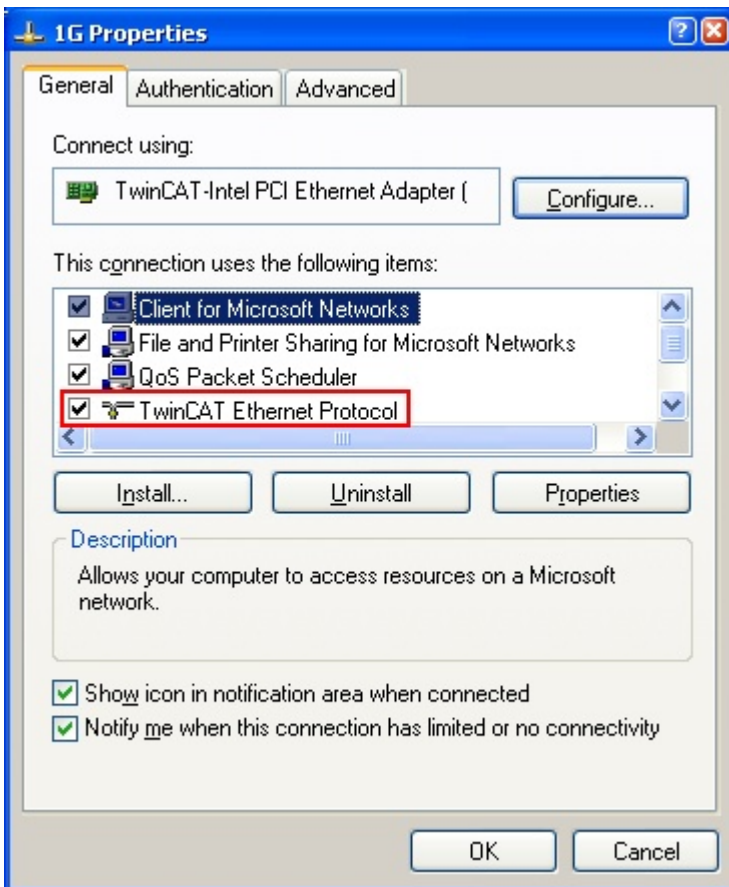


附图 66: EtherCAT设备属性 (TwinCAT 2) : 点击“适配器”选项卡的“兼容设备...”

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:

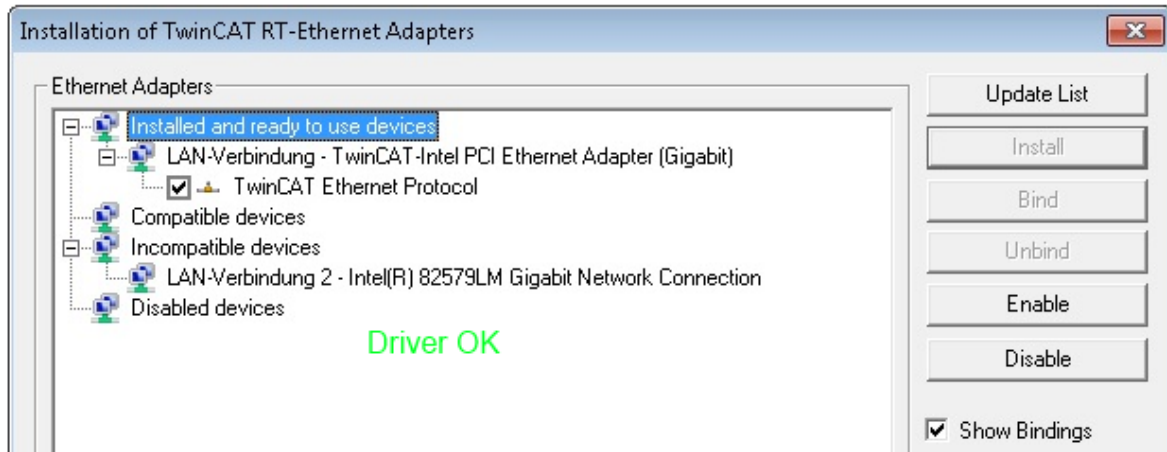


安装后，驱动程序在网络接口的Windows概览中显示已激活 (Windows开始→系统属性→网络)



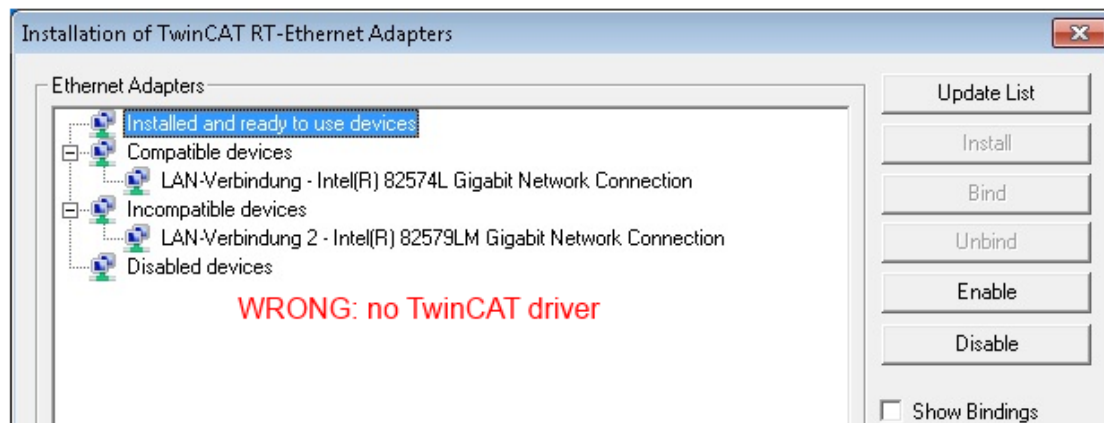
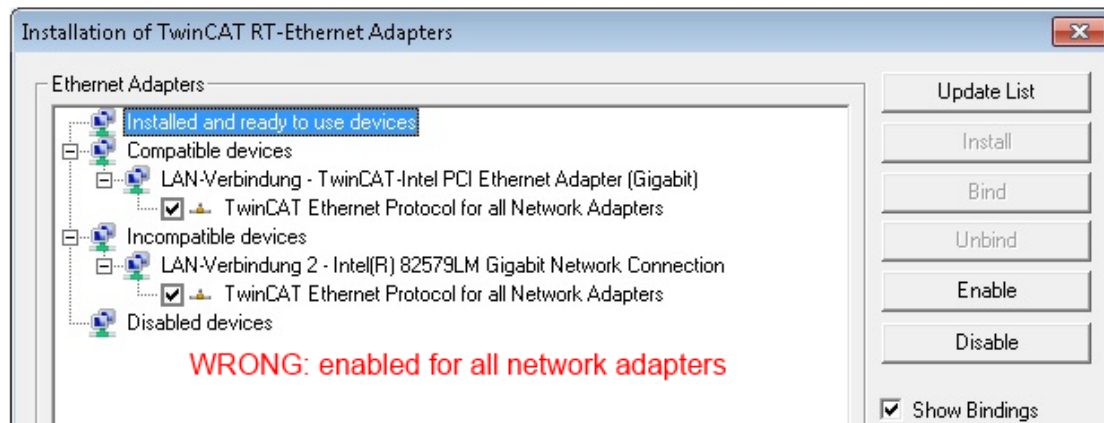
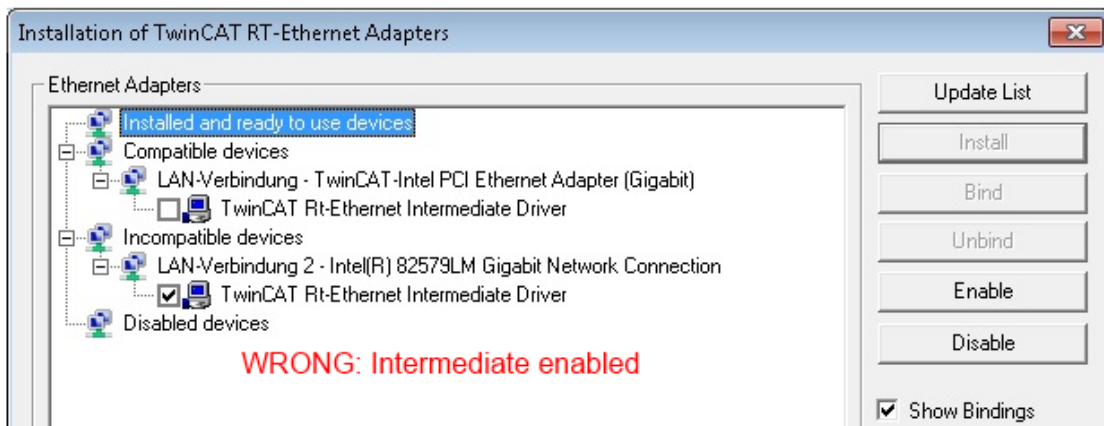
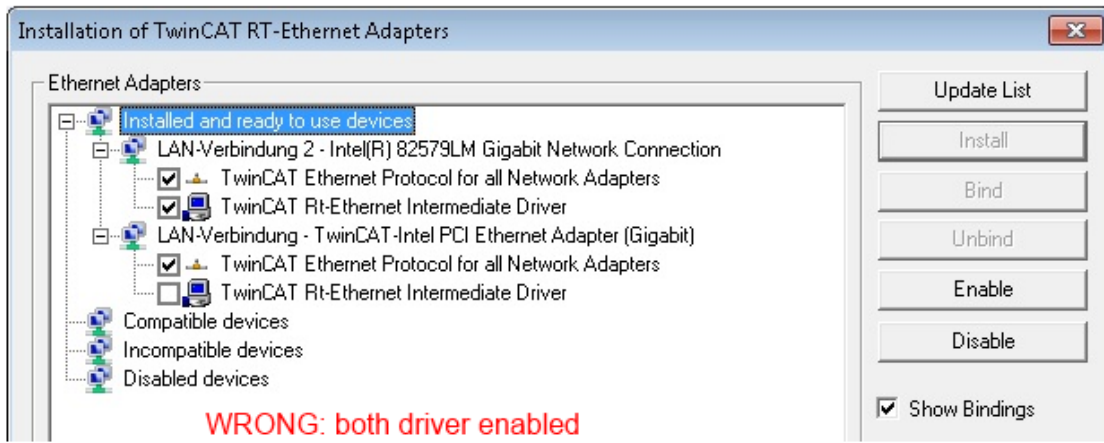
附图 67: 网络接口的Windows属性

驱动程序的正确设置可能是:



附图 68: 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:

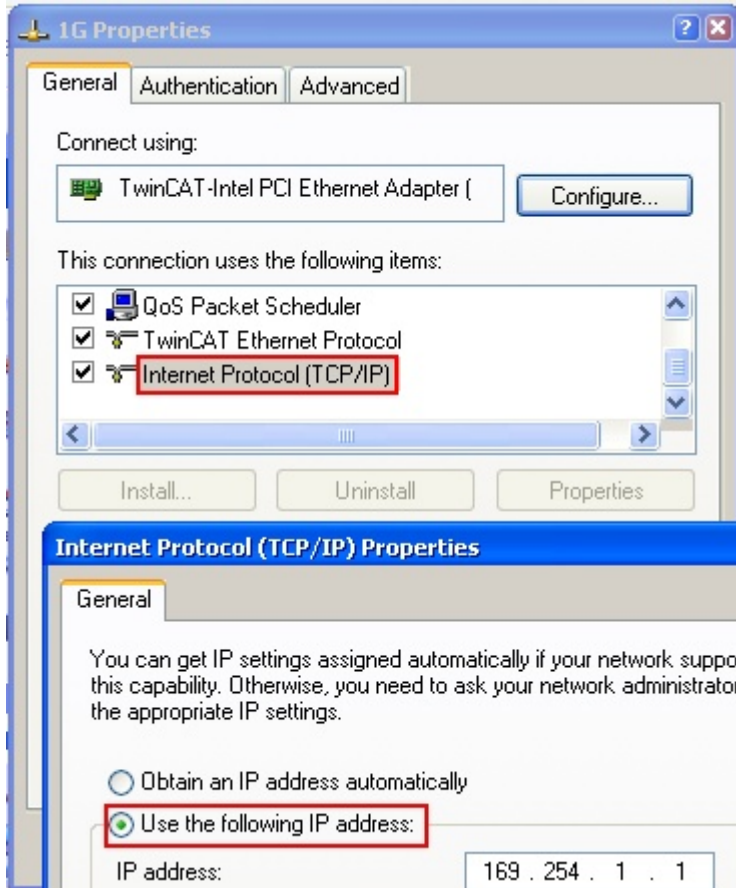


附图 69: 以太网端口的驱动设置不正确

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 70: 以太网端口的TCP/IP设置

4.2.2 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。



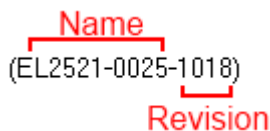
ESI

*.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”

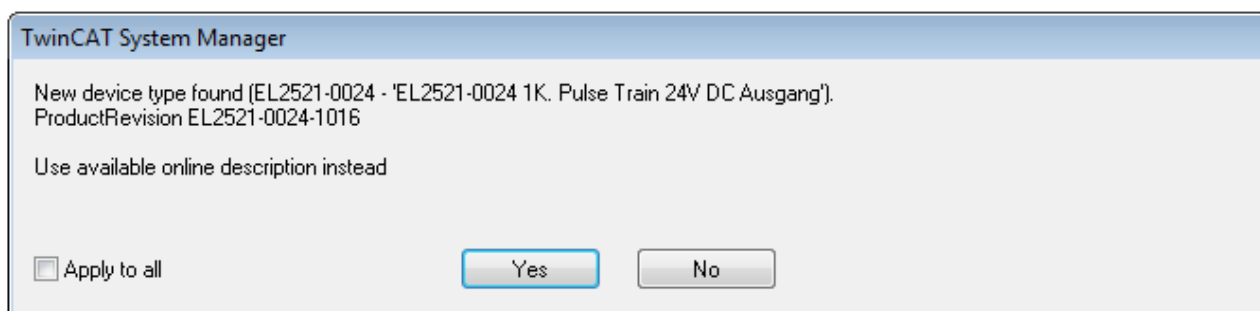


附图 71: 标识符结构

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。

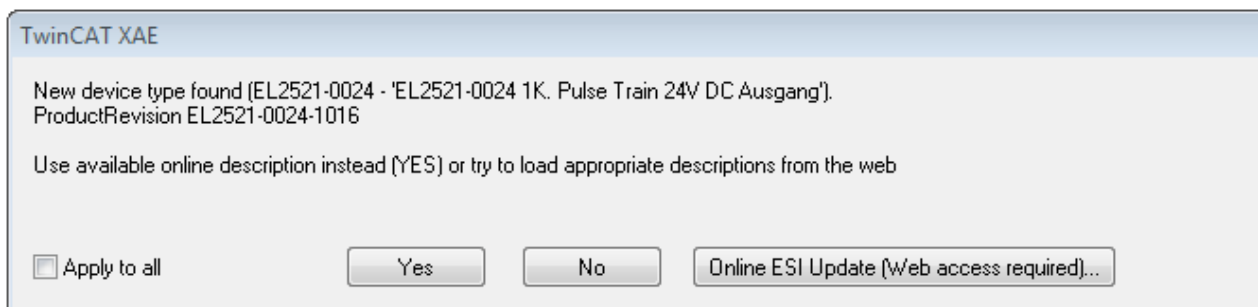
在线描述

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 72: 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 73: 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。

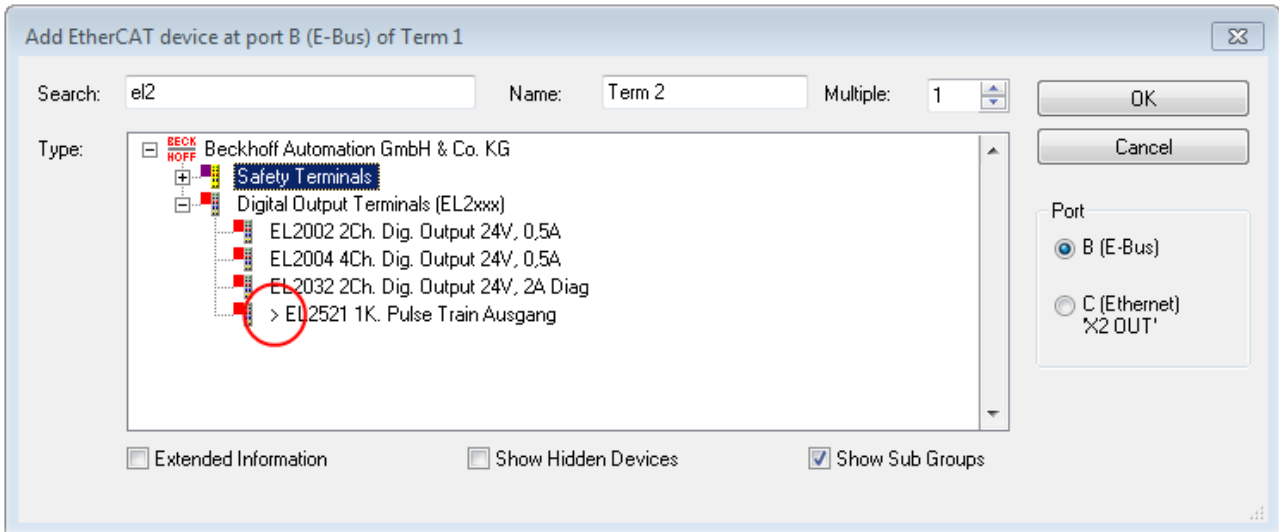
如果使用在线描述, 系统管理器会从EtherCAT从站的EEPROM中读取一份设备描述。在复杂的从站中, EEPROM的大小可能不足以容纳完整的ESI, 在这种情况下, ESI在配置器中将不完整。因此, 在这种情况下, 建议优先使用离线ESI文件。

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 74: 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 75: 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：

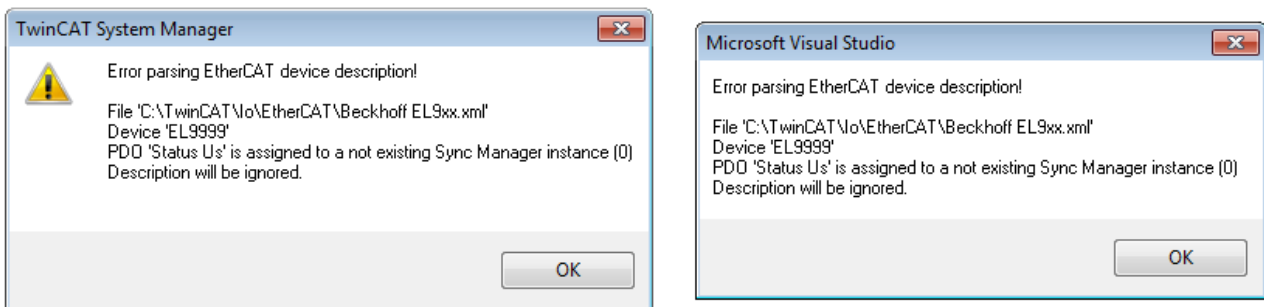
C:\User\[USERNAME]\AppData\Roaming\Beckhoff\TwinCAT3\Components\Base\EtherCATCache.xml

(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。



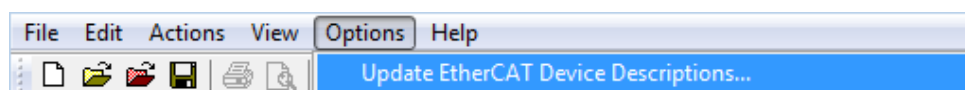
附图 76: 错误ESI文件的信息窗口（左：TwinCAT 2；右：TwinCAT 3）

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

4.2.3 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：

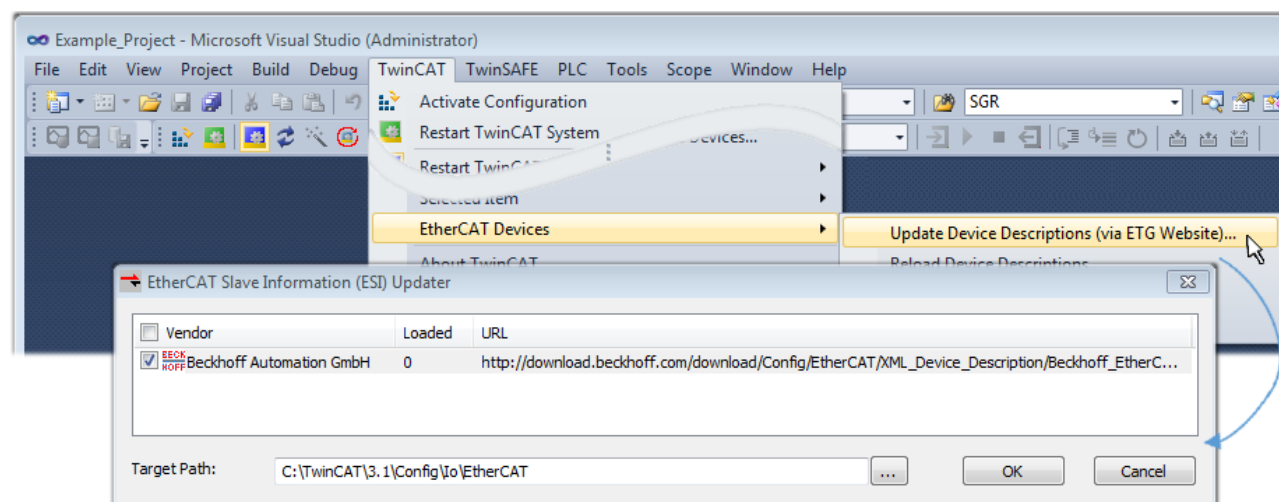


附图 77: 使用ESI Updater (>= TwinCAT 2.11)

调用发生在：

“选项” → “更新EtherCAT设备描述”

TwinCAT 3下的选择：



附图 78: 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）...”。

4.2.4 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 [▶ 69]（IPC的以太网端口）

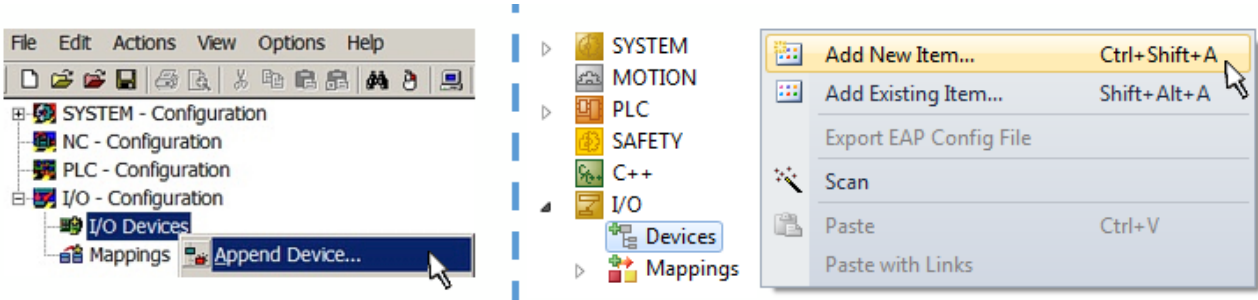
- 检测连接的EtherCAT设备 [▶ 70]。这一步骤可独立于前一步骤进行。
- 故障排除 [▶ 73]

扫描与现有配置 [▶ 73]也可以进行比较。

4.2.5 离线配置创建

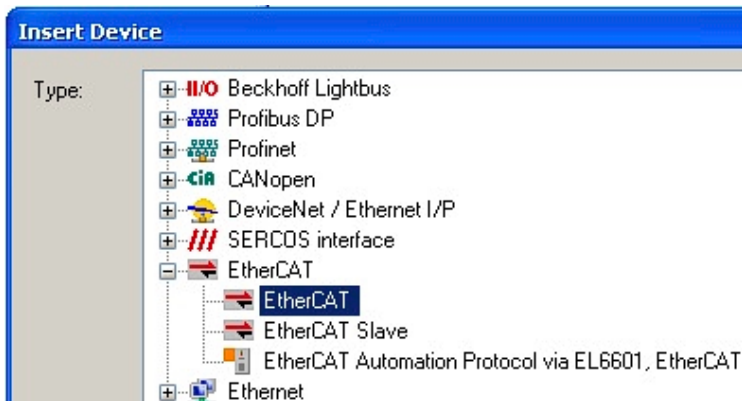
创建EtherCAT设备

在一个空的系统管理器窗口中创建一个EtherCAT设备。



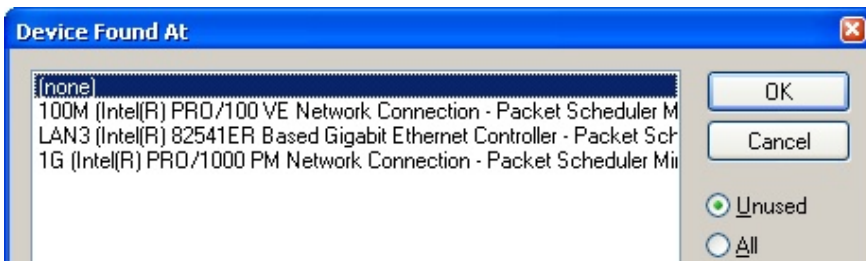
附图 79: 添加EtherCAT设备 (左: TwinCAT 2; 右: TwinCAT 3)

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”。



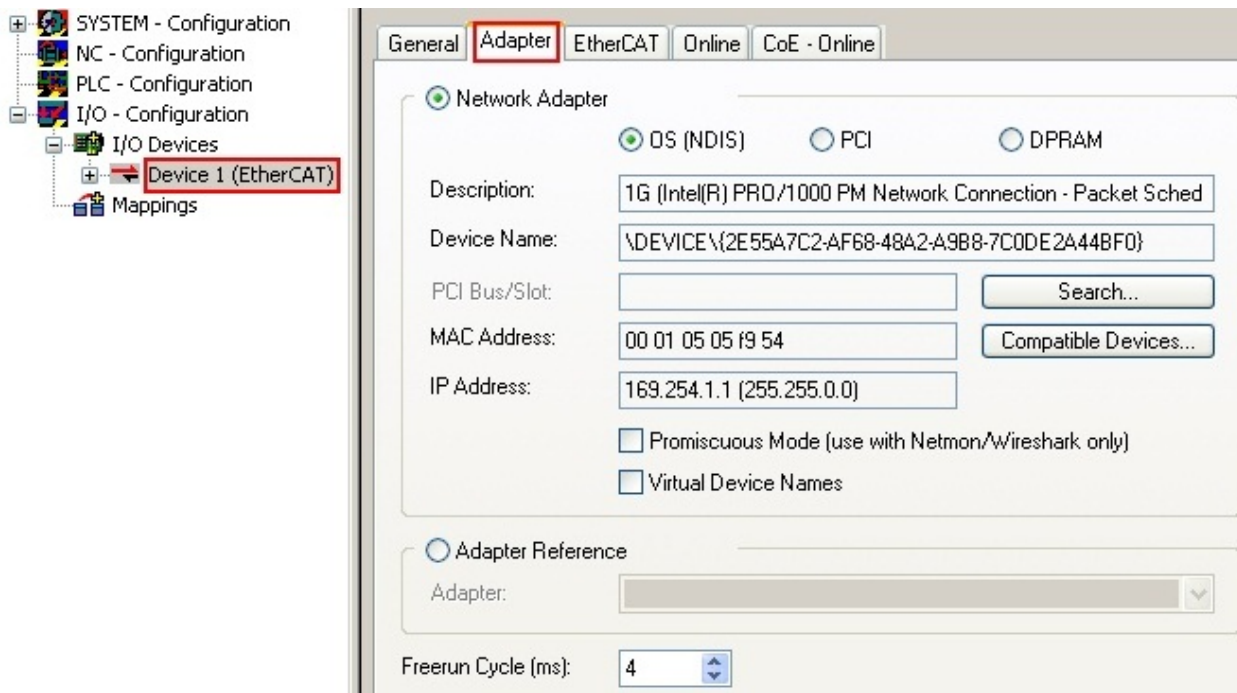
附图 80: 选择EtherCAT连接 (TwinCAT 2.11, TwinCAT 3)

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。



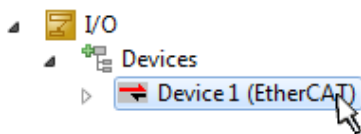
附图 81: 选择以太网端口

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 82: 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:

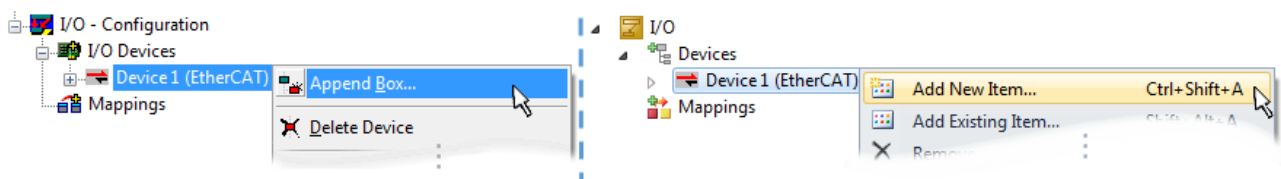


i 选择以太网端口

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

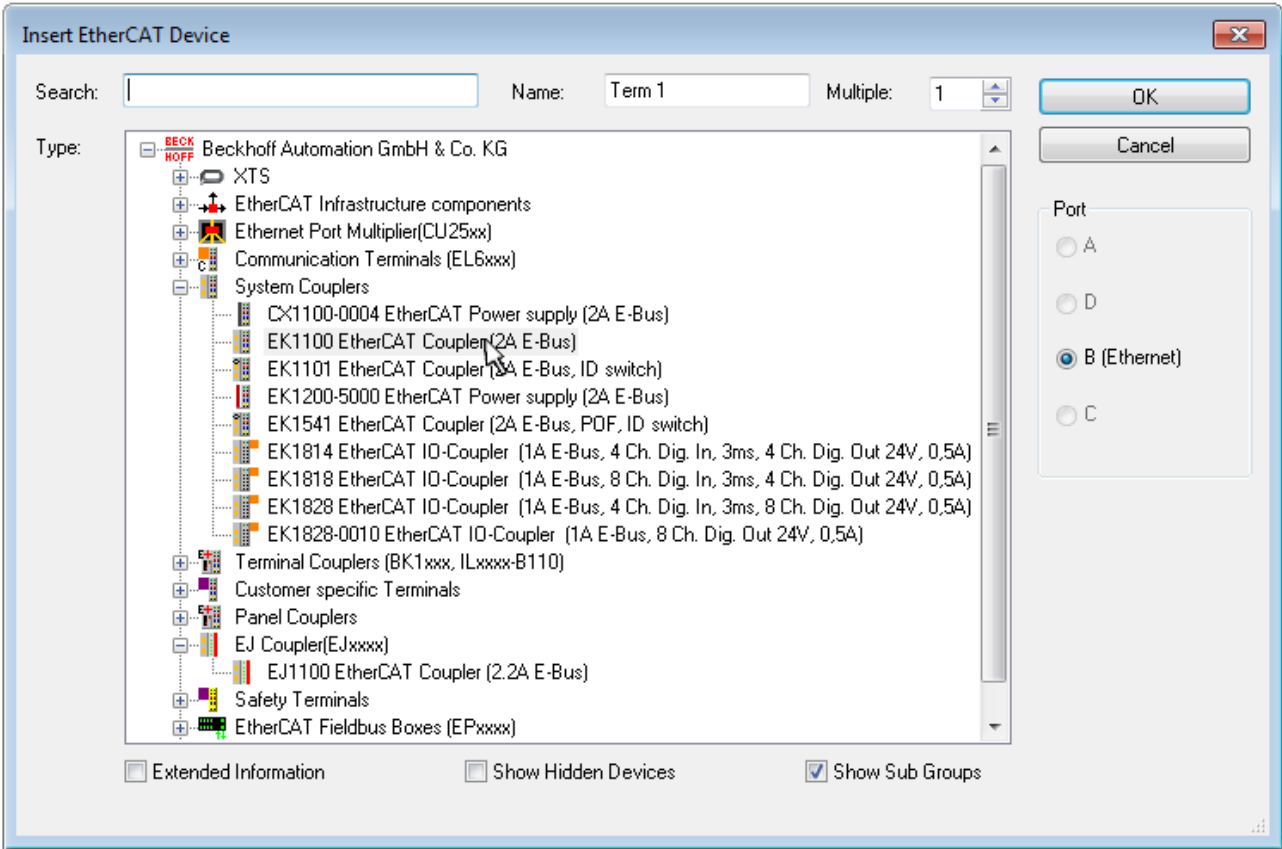
选择新设备的对话框打开。只显示有ESI文件的设备。

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

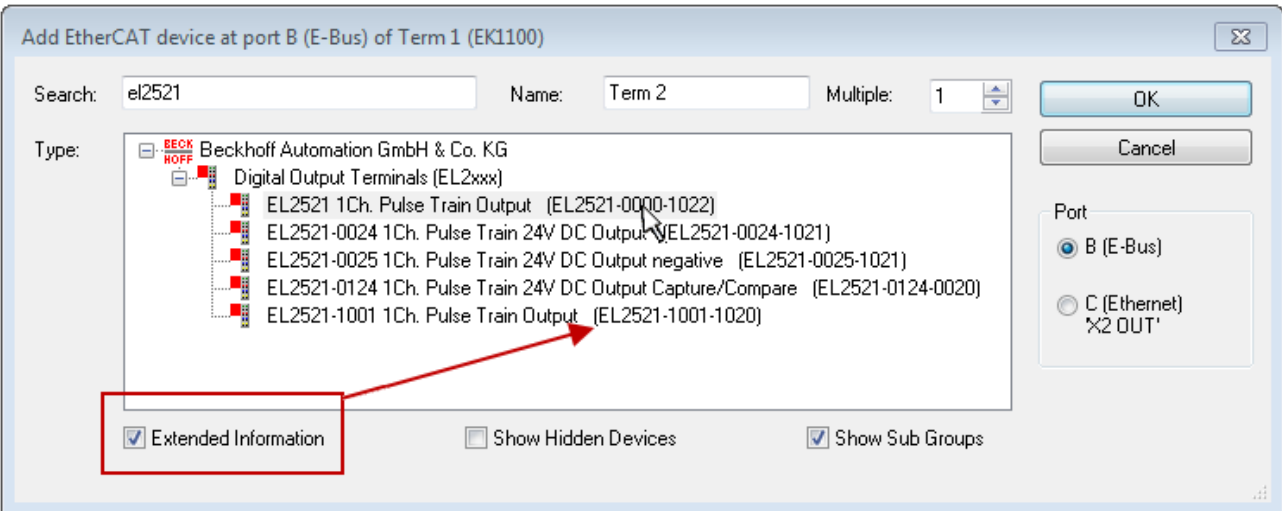
- “以太网”：基于电缆的100BASE-TX：EK耦合器、EP盒、带RJ45/M8/M12连接器的设备
- “E-Bus”：LVDS “终端总线”，“EJ-模块”、EL/ES终端、各种模块化模块

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



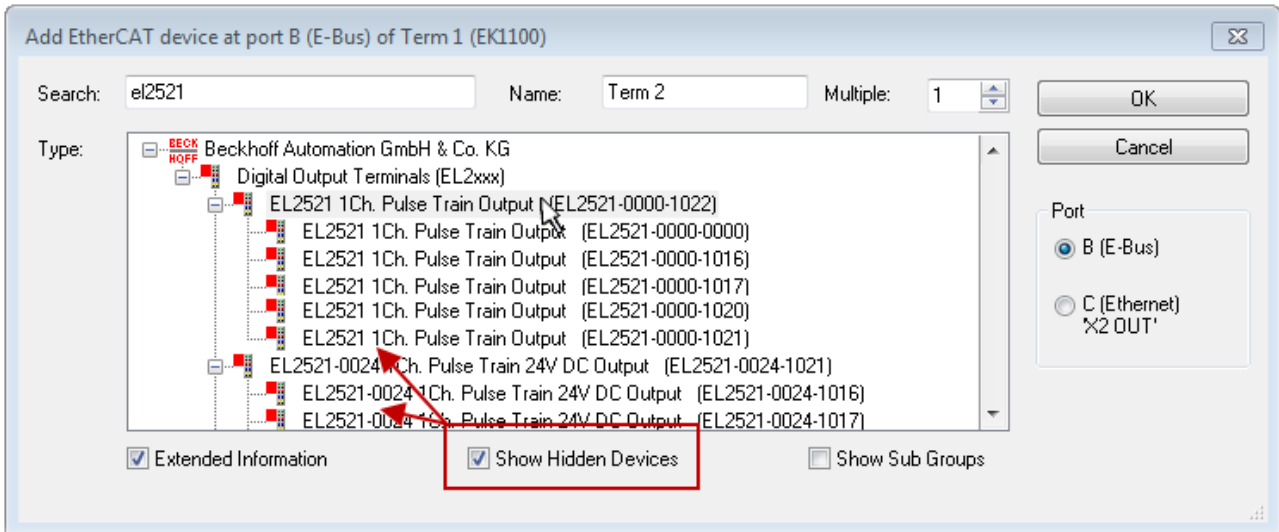
附图 84: 新EtherCAT设备的选择对话框

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 85: 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 86: 显示以前的修订版本

修订版本的设备选择 - 兼容性

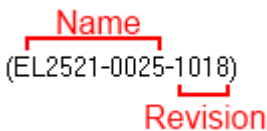
ESI描述还定义了过程图像、主站和从站/设备之间的通信类型以及设备功能（如果适用）。物理设备（固件，如果适用）必须支持主站的通信查询/设置。这是向后兼容的，也就是说，如果EtherCAT主站将其视为较早版本，那么应支持较新设备（较高版本）。对于Beckhoff的EtherCAT端子/端子盒/EJ模块，应符合以下兼容性规则。

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

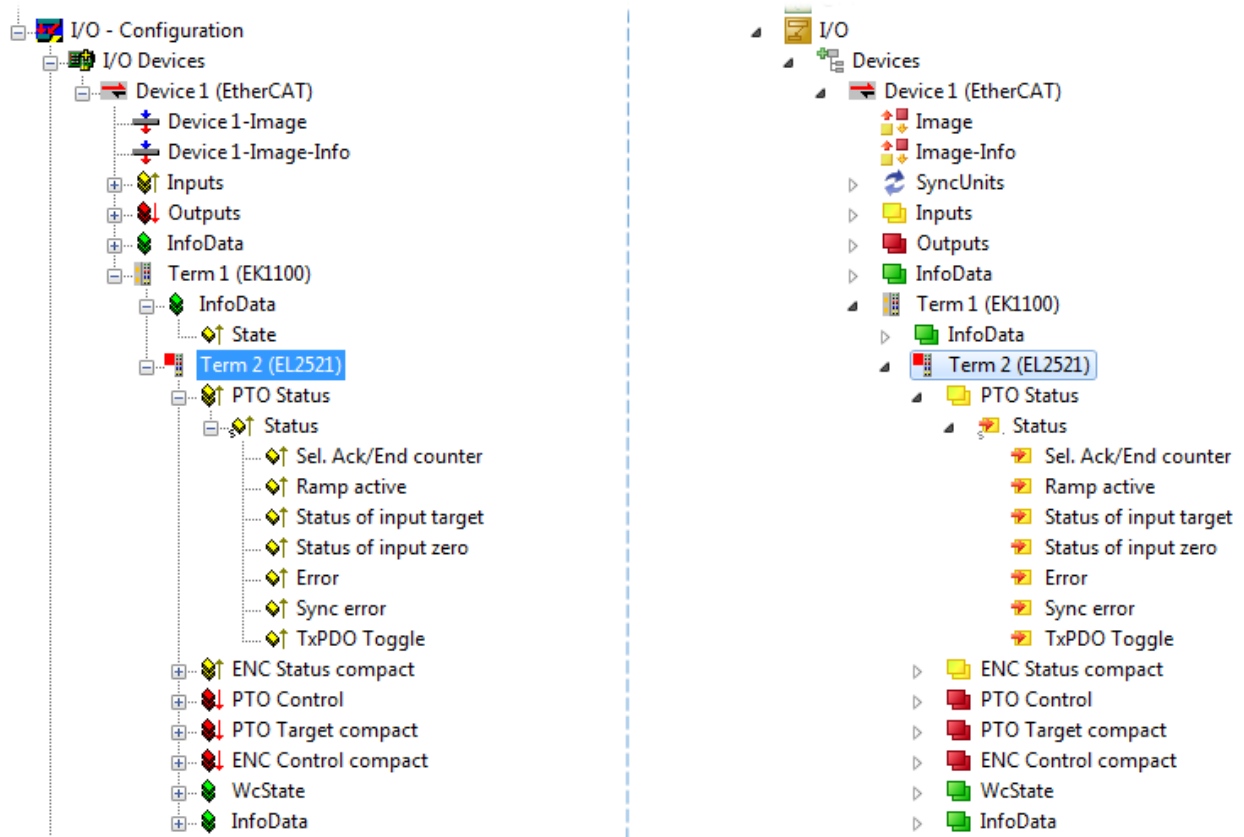
如果在配置中指定了EL2521-0025-1018，则在实践中可以使用EL2521-0025-1018或更高版本（-1019, -1020）。



附图 87: 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 88: TwinCAT树中的EtherCAT终端 (左: TwinCAT 2; 右: TwinCAT 3)



4.2.6 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。

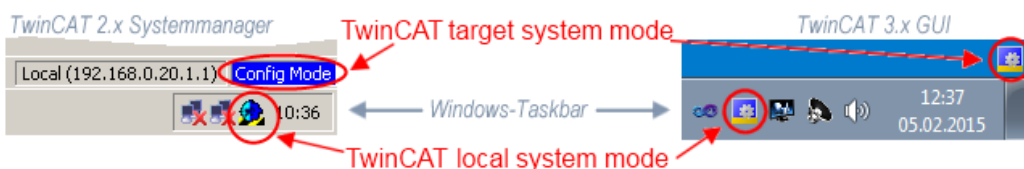
TwinCAT可以被设置成这种模式：

- 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

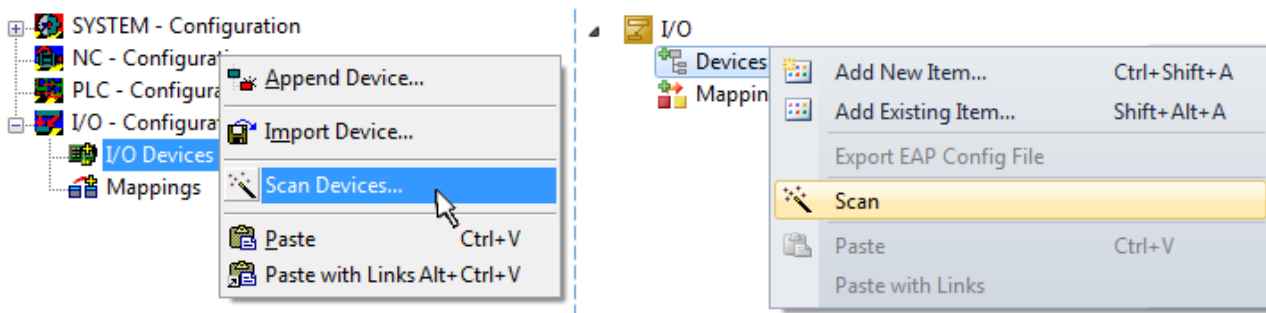
i 在RUN模式（生产操作）下，在线搜索不可用。注意TwinCAT编程系统和TwinCAT目标系统之间的区别。

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。



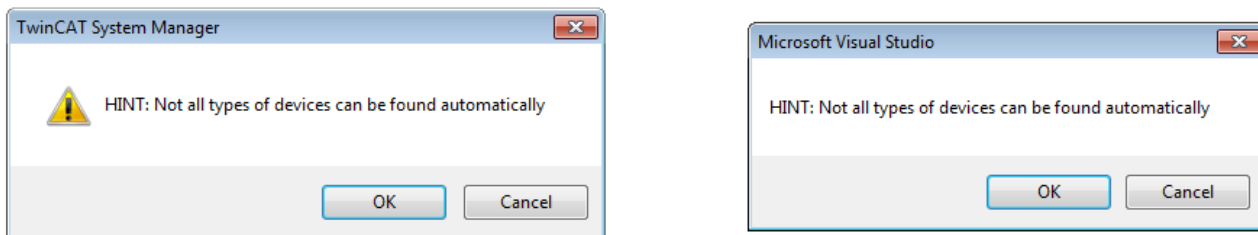
附图 89: 差异化的本地/目标系统（左：TwinCAT 2；右：TwinCAT 3）

右键单击配置树中的“I/O设备”可以打开搜索对话框。



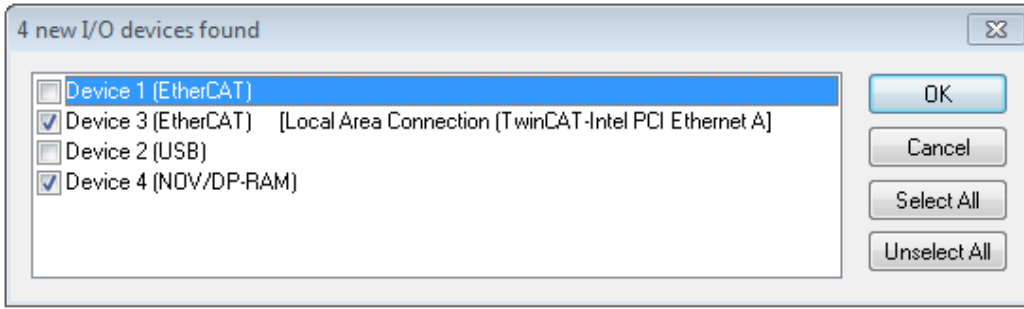
附图 90: 扫描设备（左：TwinCAT 2；右：TwinCAT 3）

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 91: 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 92: 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”。

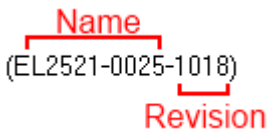
选择以太网端口

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 93: 默认状态示例

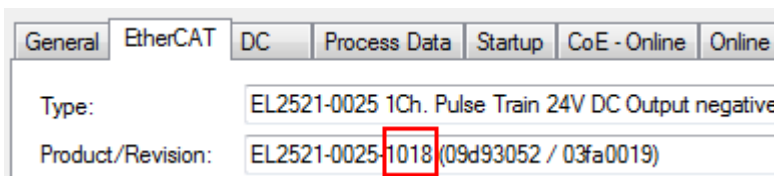
注意

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 [▶ 73]。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，它以这种方式被内置到TwinCAT配置中。



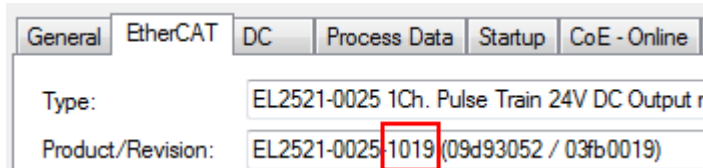
附图 94: 安装EtherCAT终端，修订版本-1018

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 [▶ 73]。

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 95: 检测修订版本-1019 的 EtherCAT 端子

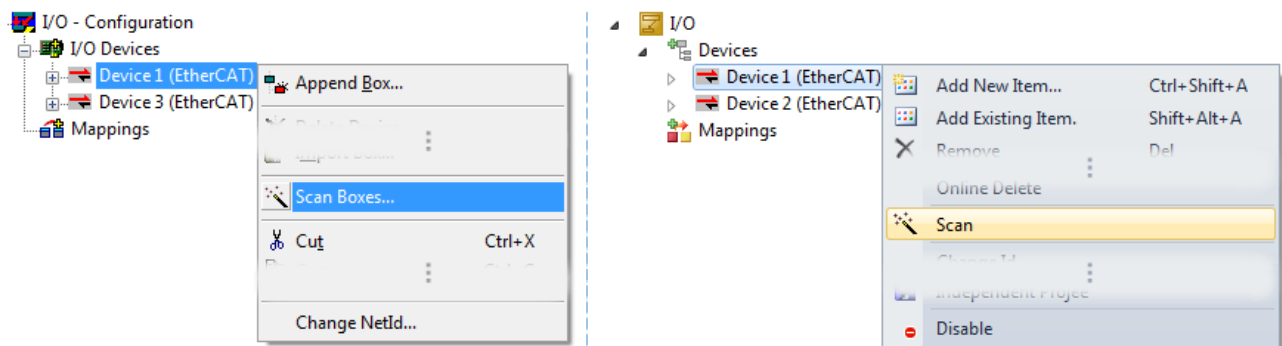
这通常不会被调试工程师注意到。TwinCAT 也不能发出任何信号，因为实际上已经创建了一个新的配置。然而，根据兼容性规则，这意味着不应该将 EL2521-0025-1018 作为备件内置到本机中（即使这在绝大多数情况下还是可以使用的）。

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



附图 97: 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 98: 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 99: 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。

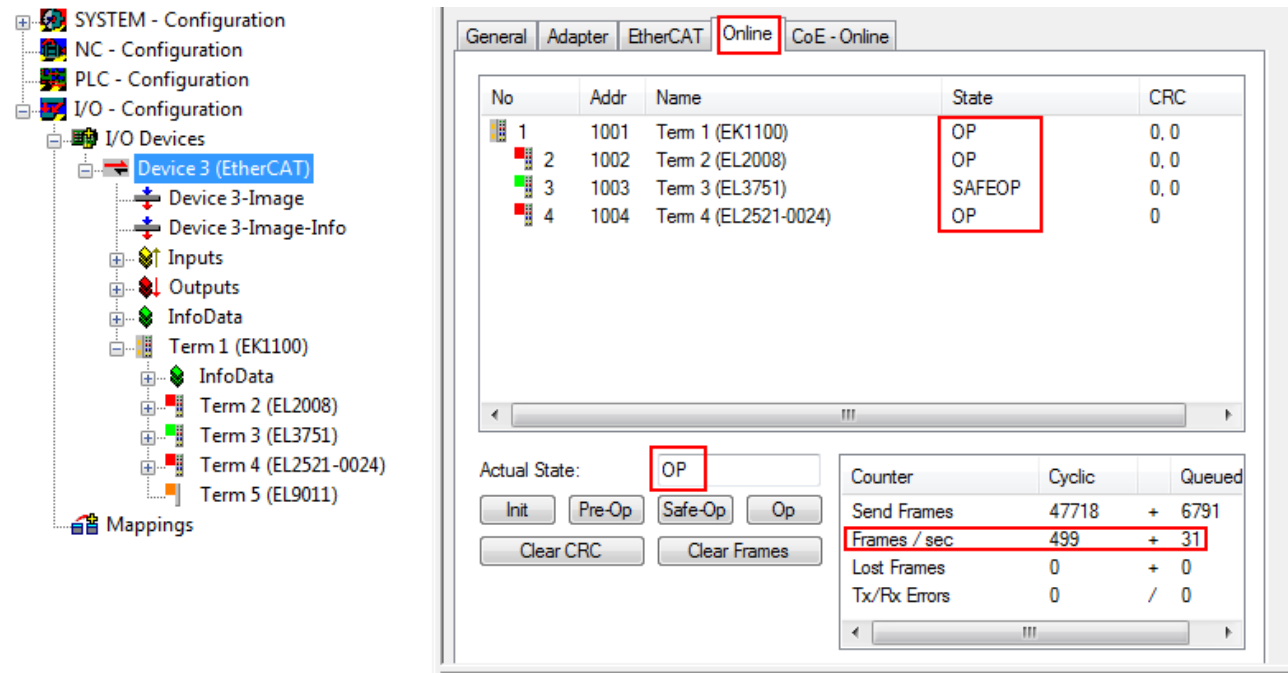


附图 100: 下方在状态栏中显示“自由运行”和“配置模式”的切换



附图 101: 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 102: 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

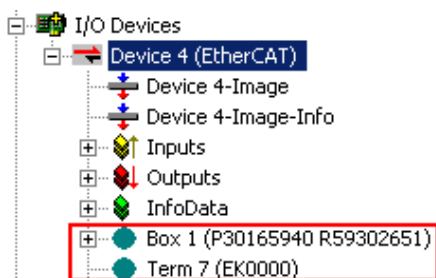
现在配置已经完成。可以按照手动程序中的描述进行修改。

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 103: 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

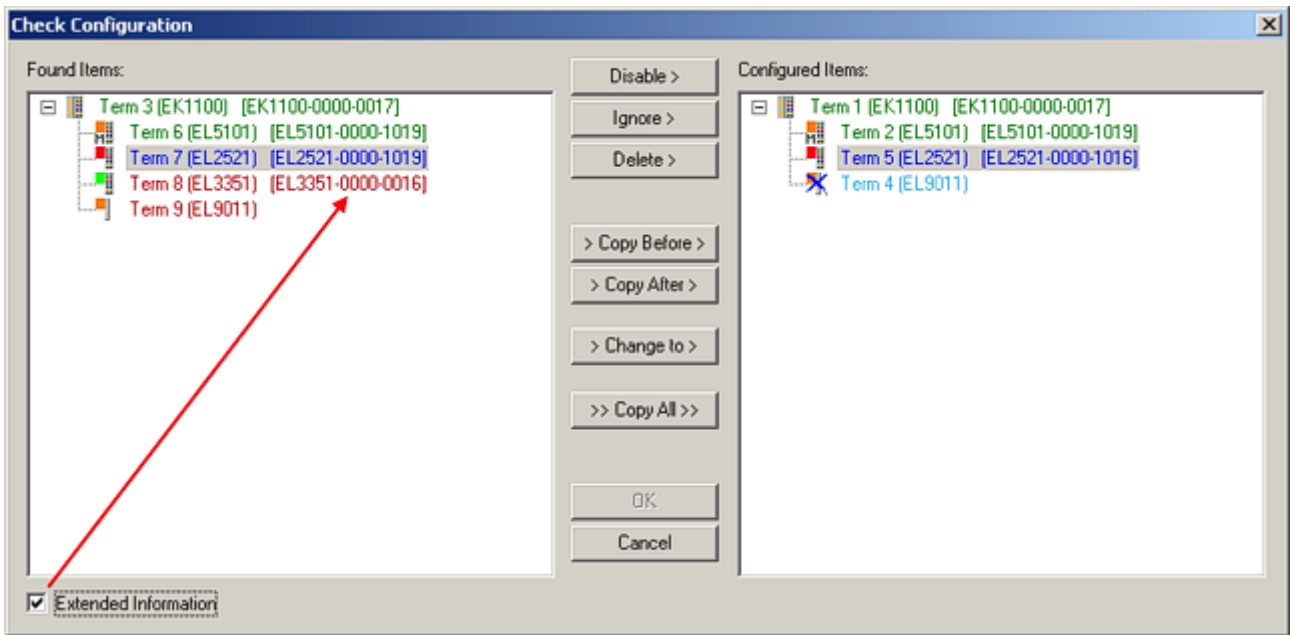
通过这种扫描（TwinCAT 2.11或3.1），目前只对设备属性供应商（制造商）、设备名称和修订版本进行比较！务必谨慎进行“更改为”和“复制”操作，同时需要考虑Beckhoff IO兼容性规则（见上文）。然后，设备配置被发现的修订版本所取代；这可能会影响支持的过程数据和功能。

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 104: 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 105: 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

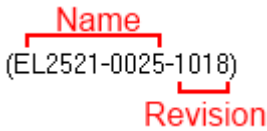
i ESI描述还定义了过程图像、主站和从站/设备之间的通信类型以及设备功能（如果适用）。物理设备（固件，如果适用）必须支持主站的通信查询/设置。这是向后兼容的，也就是说，如果EtherCAT主站将其视为较早版本，那么应支持较新设备（较高版本）。对于Beckhoff的EtherCAT端子/端子盒/EJ模块，应符合以下兼容性规则。

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

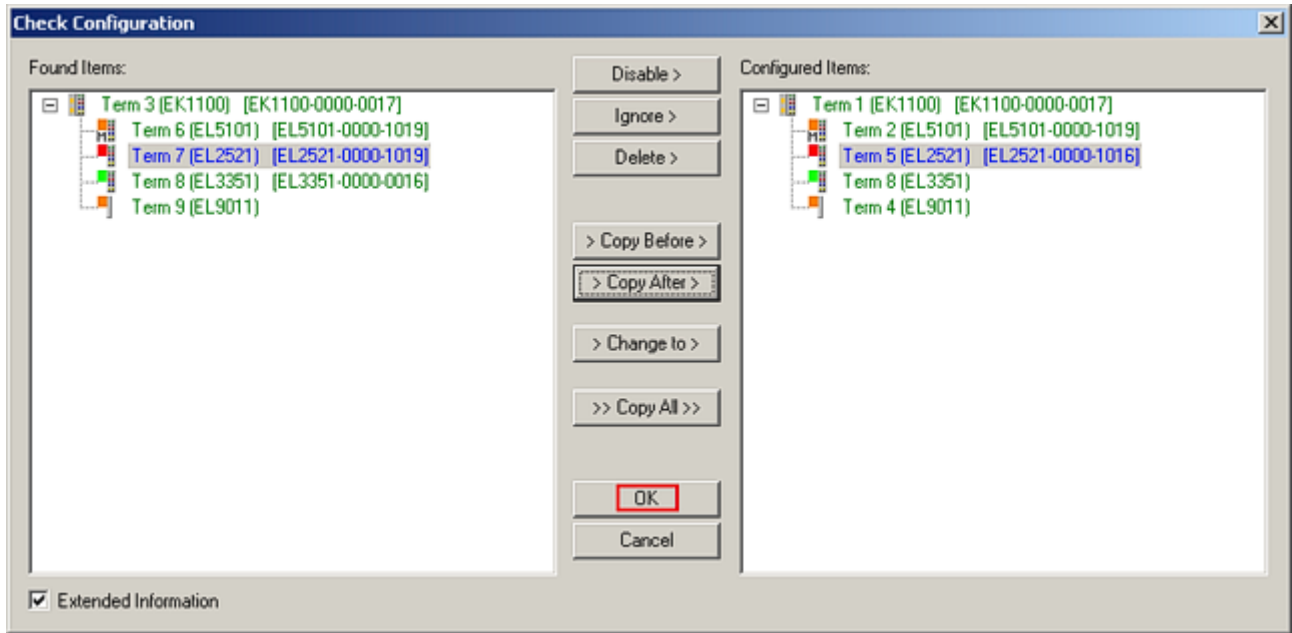
如果在配置中指定了EL2521-0025-1018，则在实践中可以使用EL2521-0025-1018或更高版本（-1019，-1020）。



附图 106: 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…

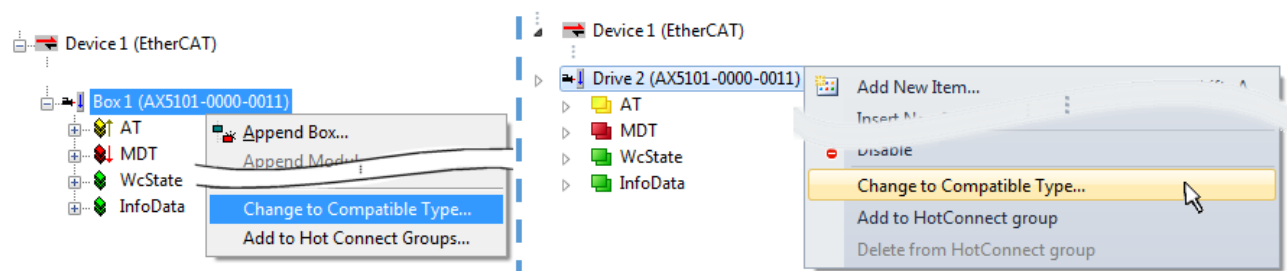


附图 107: 有修改的校正对话框

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。

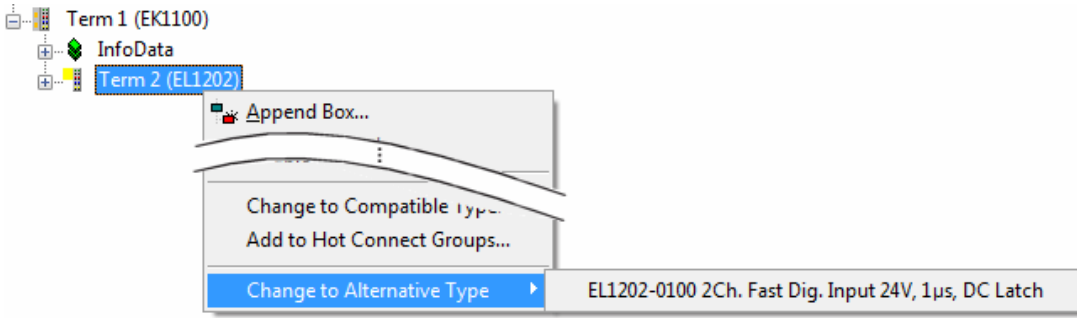


附图 108: 对话框“更改为兼容类型...” (左: TwinCAT 2; 右: TwinCAT 3)

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*

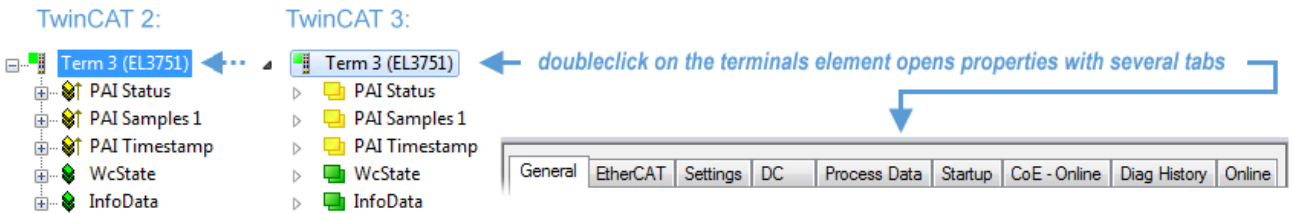


附图 109: TwinCAT 2对话框更改为替代类型

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。

4.2.7 EtherCAT订阅服务器配置

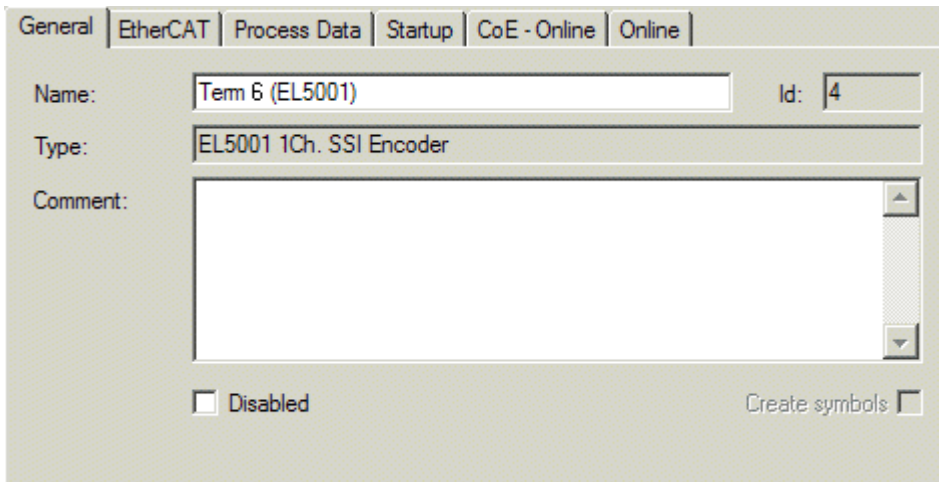
在TwinCAT 2系统管理器的左侧窗口或TwinCAT 3开发环境的解决方案资源管理器中，分别点击希望配置的树中的终端元素（在示例中：EL3751终端3）。



附图 110: 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 111: “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 contains 'EL5001 1Ch. SSI Encoder'. The 'Product/Revision' field contains 'EL5001-0000-0000'. The 'Auto Inc Addr' field contains 'FFFD'. The 'EtherCAT Addr' field has a checkbox on the left and the value '1004'. The 'Previous Port' dropdown menu 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>.

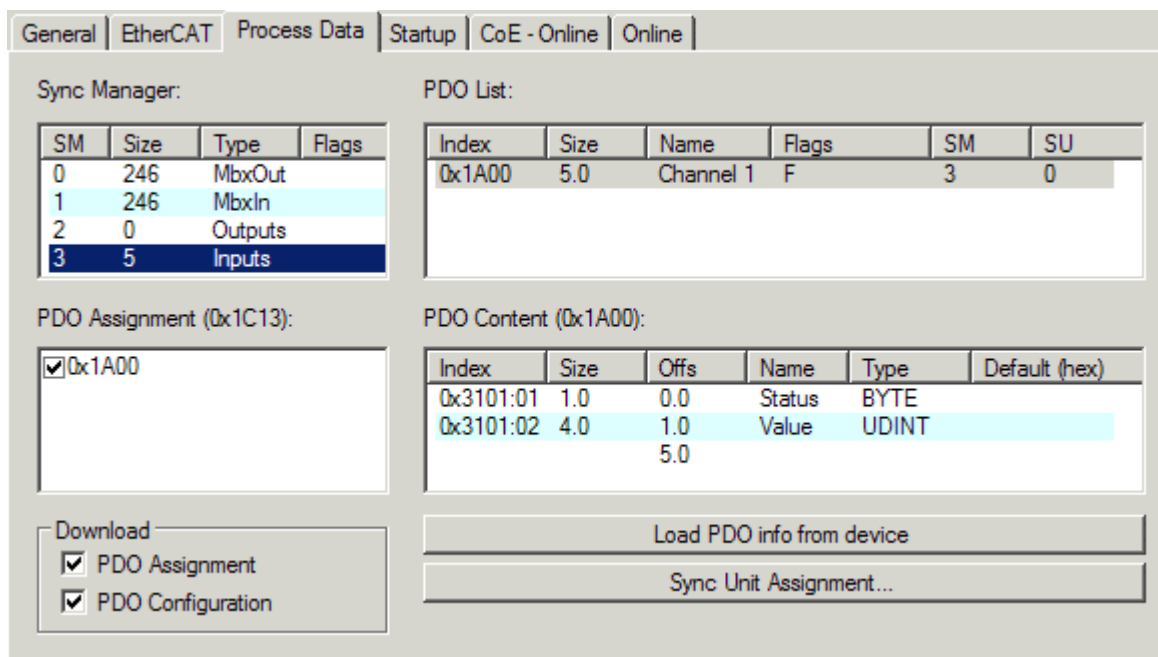
附图 112: “EtherCAT” 选项卡

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 113: “Process Data (过程数据)” 选项卡

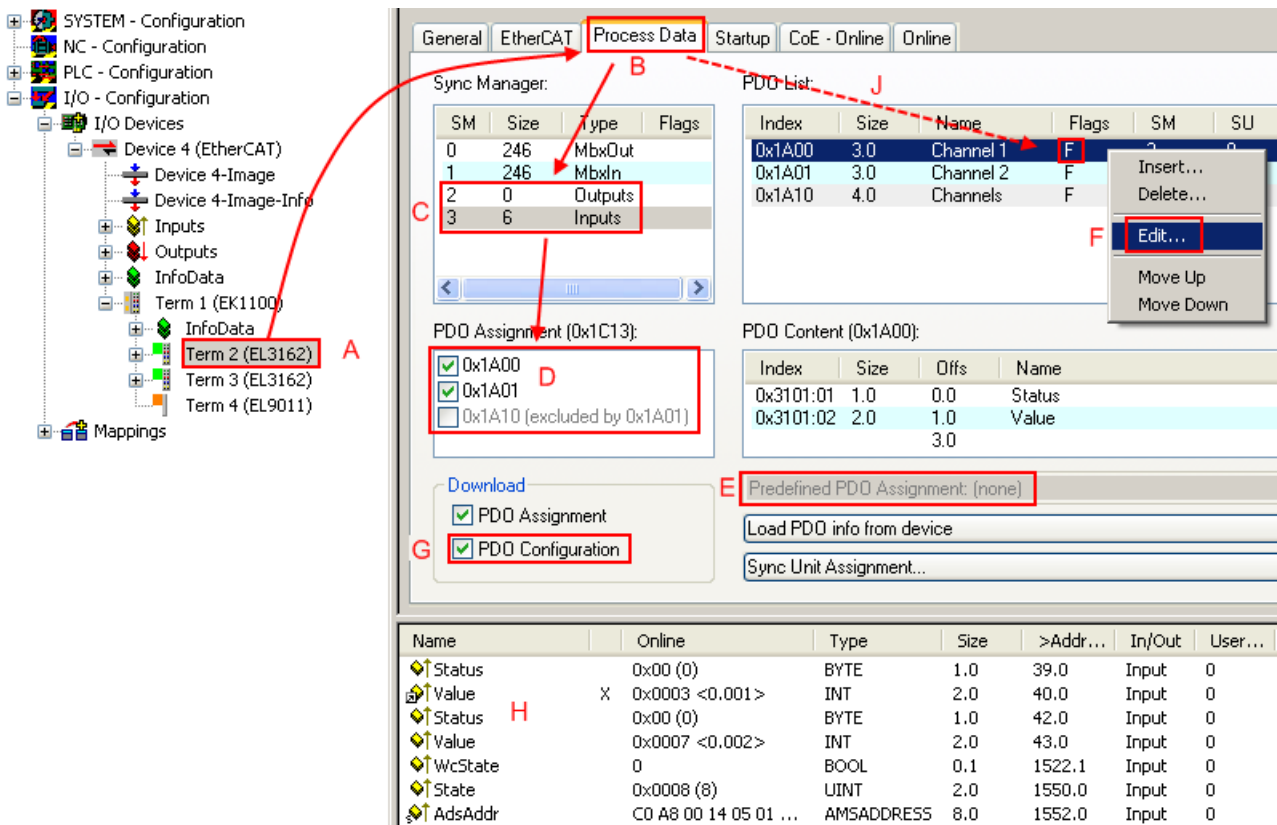
EtherCAT从站在每个周期内传输的过程数据 (PDO) 是应用程序期望周期性更新的用户数据, 或者是被发送到从站的用户数据。为此, EtherCAT 主站 (Beckhoff TwinCAT) 在启动阶段对每个EtherCAT从站进行了参数设置, 以定义其希望传输到该从站或从该从站传输的过程数据 (位/字节大小、数据源位置、传输类型)。如果配置错误, 将会使从站启动失败。

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 114: 配置过程数据

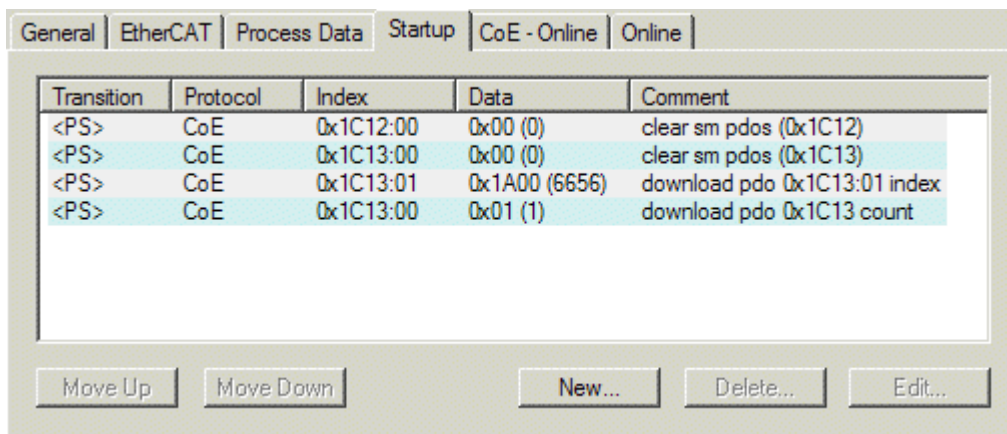
● 手动修改过程数据

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 [▶ 84]。

“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。



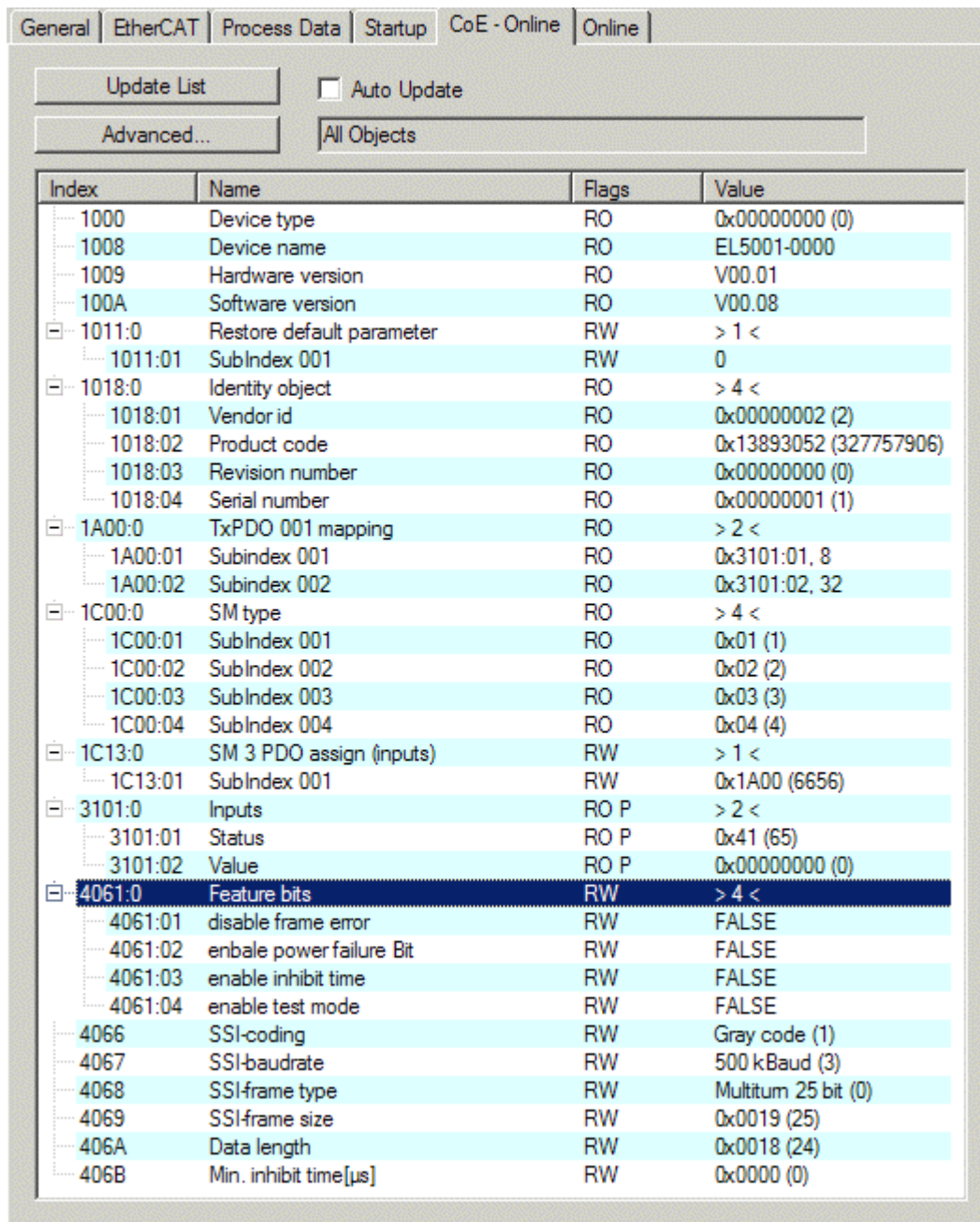
附图 115: “Startup (启动)” 选项卡

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), 并使用户能够从这个列表中修改对象的内容。关于各个EtherCAT设备对象的详细信息, 可参见设备特定的对象描述。



附图 116: “CoE - Online” 选项卡

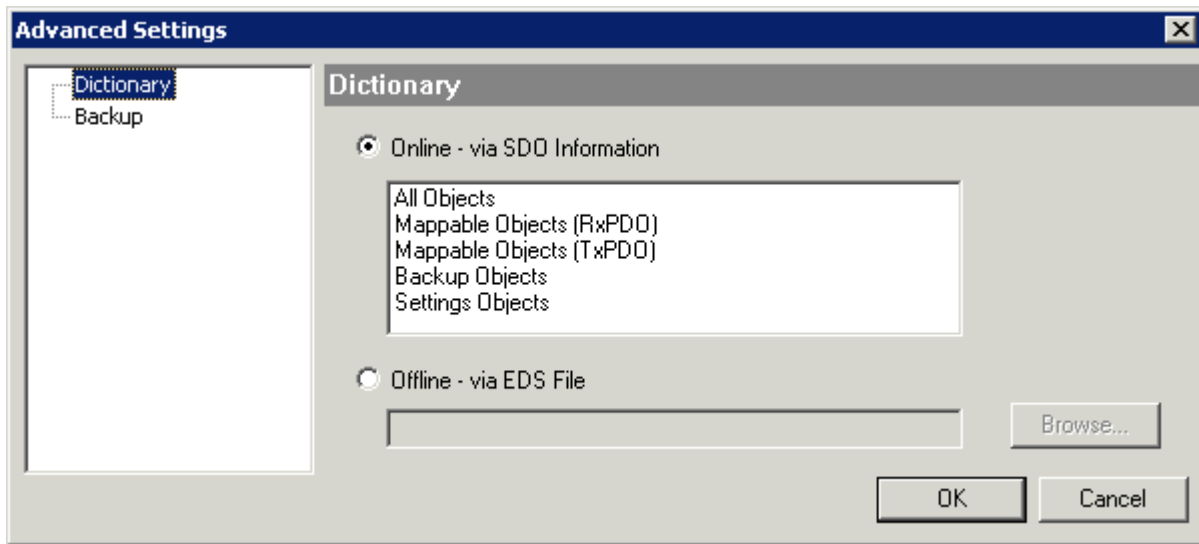
对象列表显示

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。

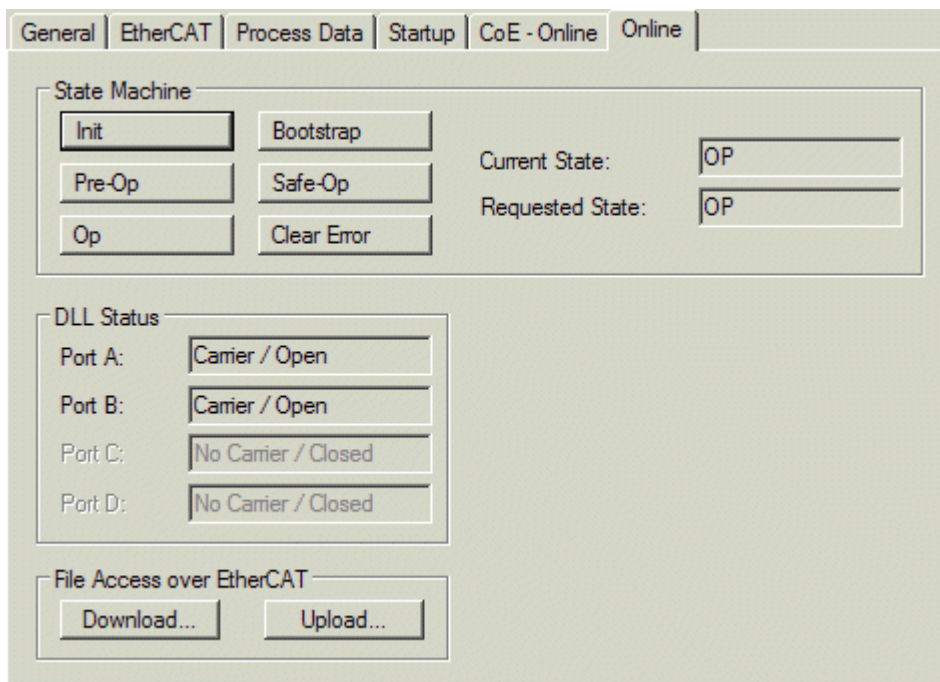


附图 117: “Advanced settings (高级设置)” 对话框

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 118: “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

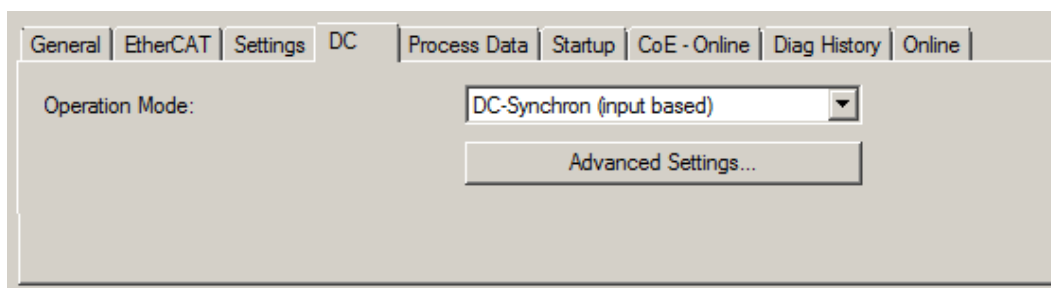
指示 EtherCAT 从站各个端口的 DLL 状态 (数据链路层状态)。DLL 状态分为以下四种：

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 119: “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

4.2.7.1 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 \[p. 82\]](#))，

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 \[▶ 79\]](#) 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。

4.3 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](#)。

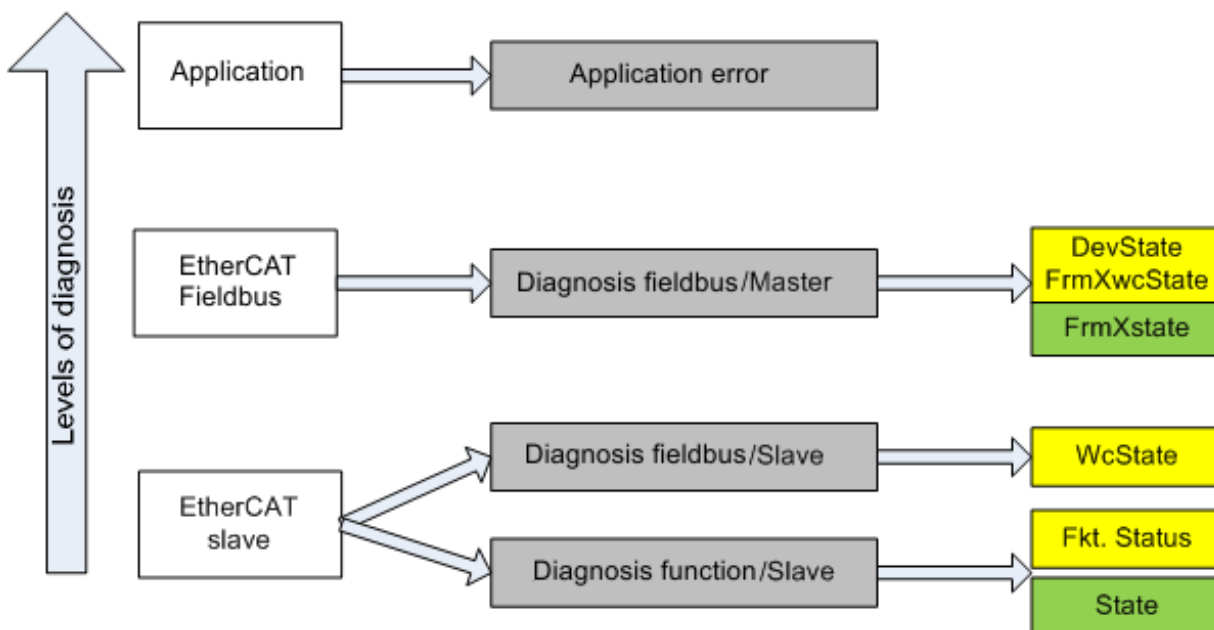
实时诊断：WorkingCounter、EtherCAT State 和 Status

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 120: 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。

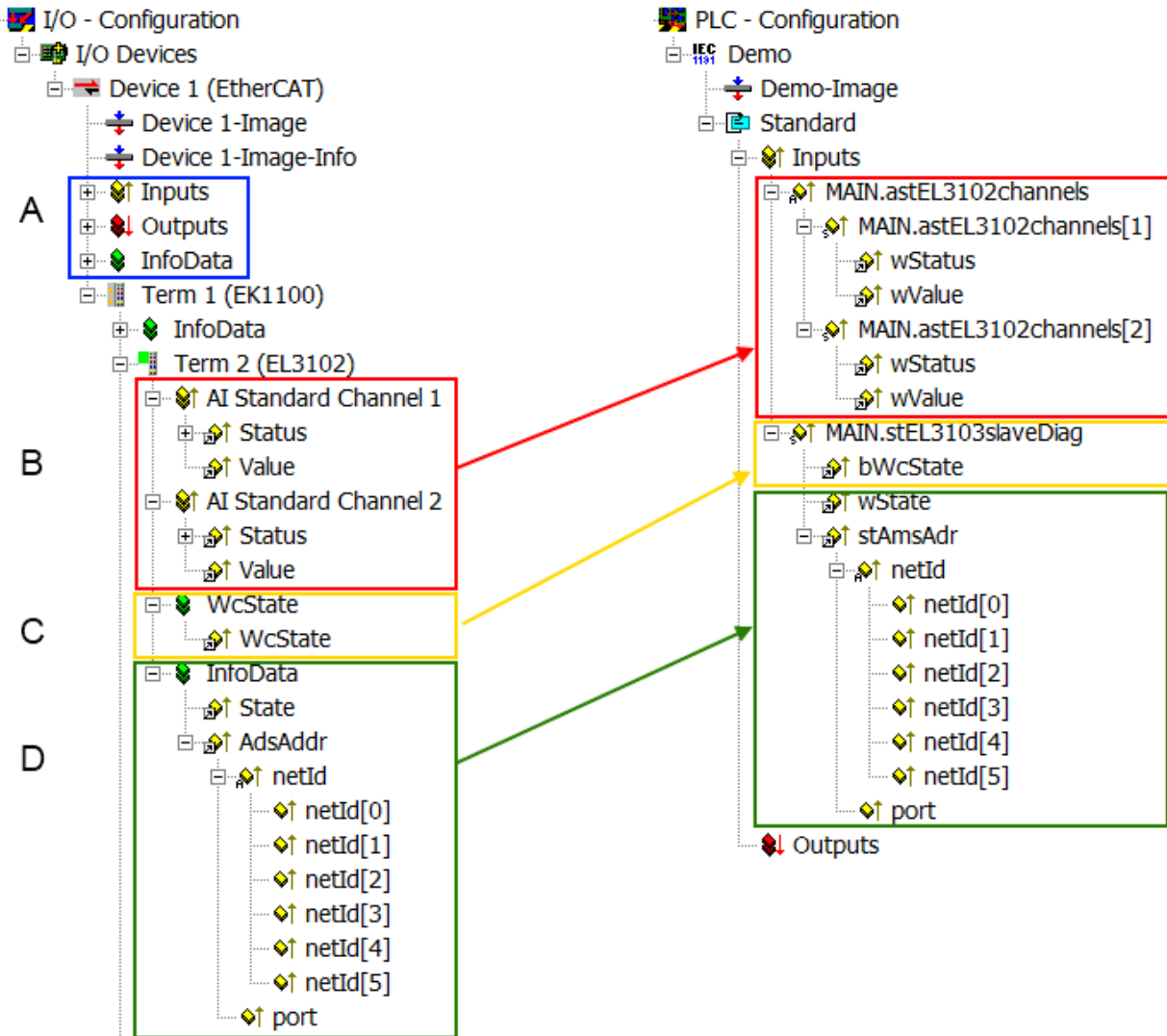
以及

- 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 121: 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 TcEtherCAT.lib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。

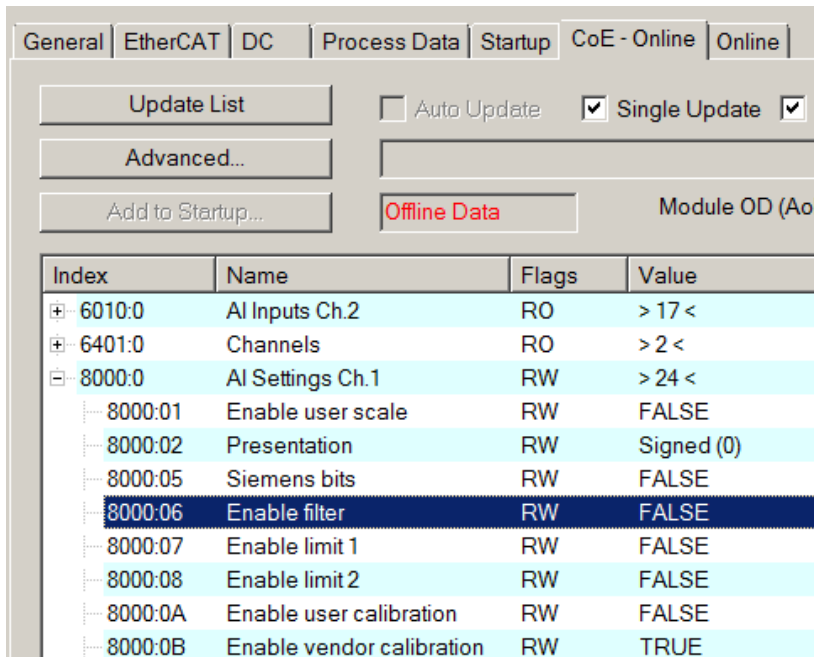
注意

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 122: EL3102, CoE 目录

i EtherCAT 系统文档

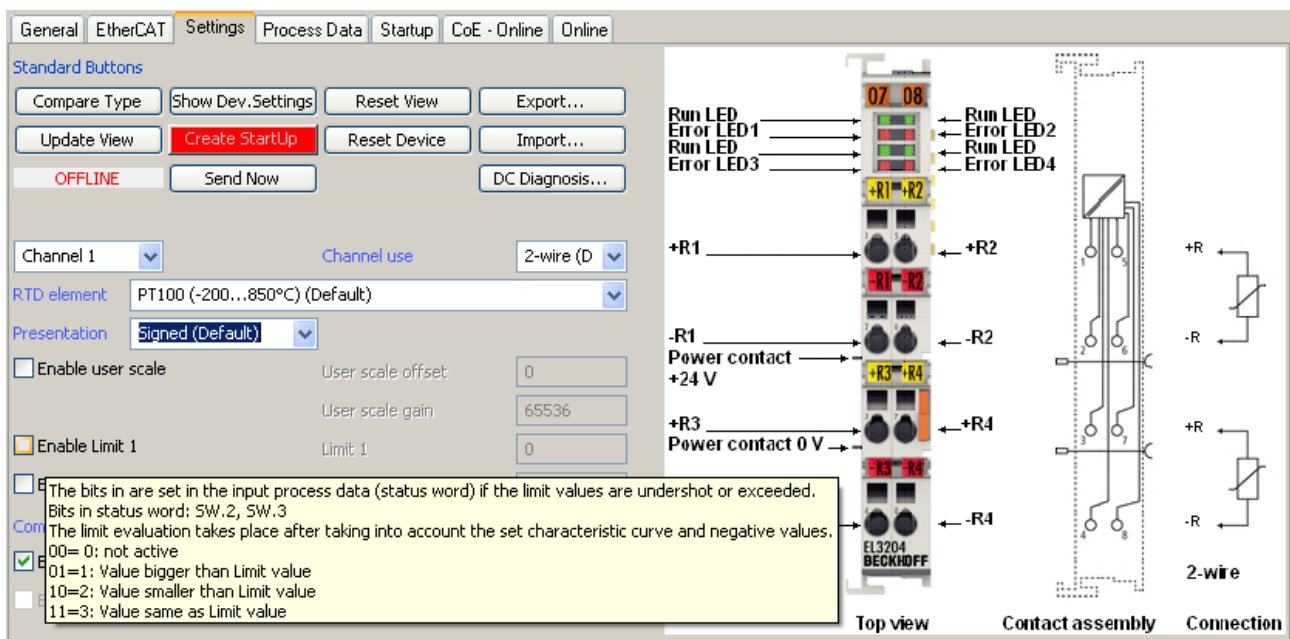
必须遵守 [EtherCAT 系统文档](#) (EtherCAT 基础知识 --> CoE 接口) 中的全面描述!

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 123: 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。

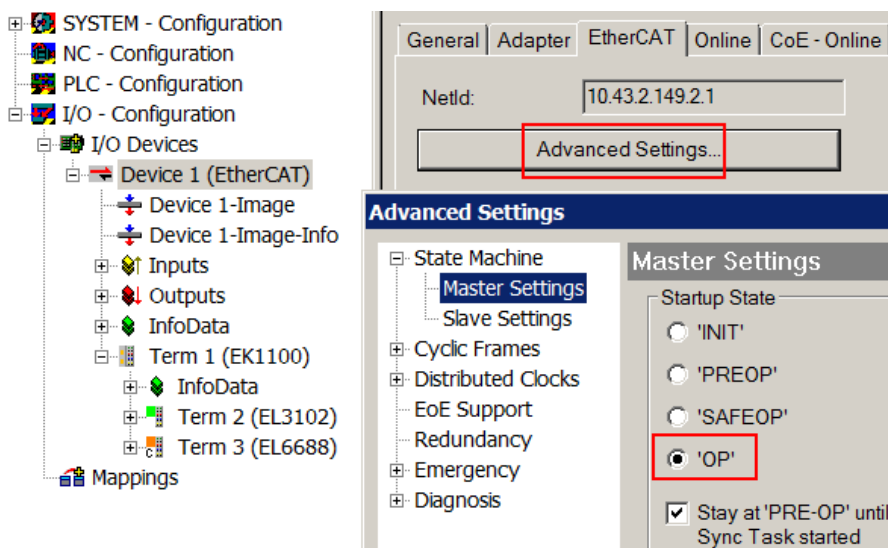
用户预期和由 TwinCAT 在启动时自动生成的目标状态可在 System Manager 中进行设置。一旦 TwinCAT 设置为“运行”状态，TwinCAT EtherCAT 主站就会切换到目标状态。

标准设置

EtherCAT 主站的高级设置被设定为标准：

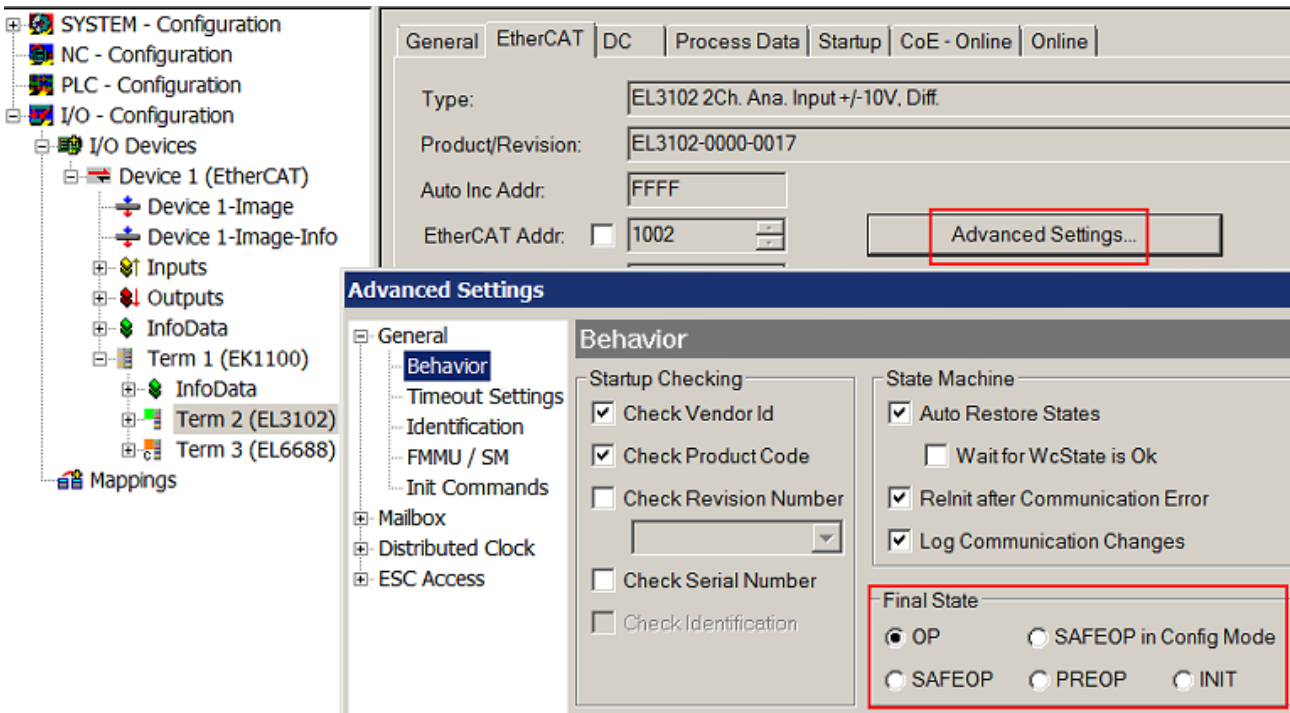
- EtherCAT 主站：OP
- 从站：OP

该设置同样适用于所有从站。



附图 124: 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 125: 从站的默认目标状态

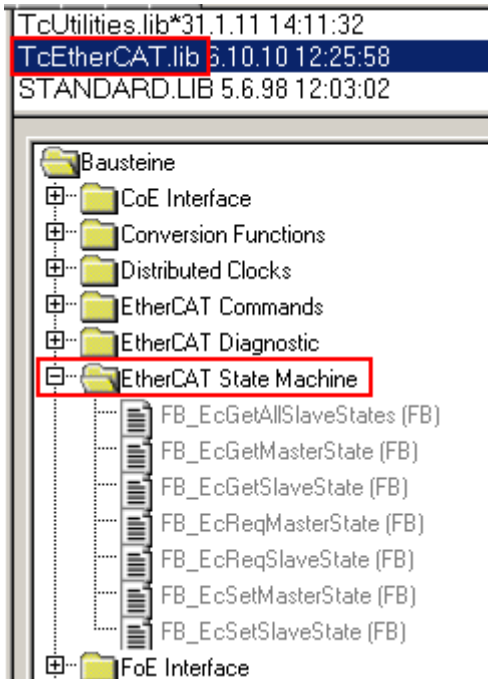
手动控制

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 126: 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 127: 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：

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

附图 128: 超过 E-bus 电流的警告信息

注意
<p>可能发生故障!</p> <p>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!</p>

4.4 对象描述

● EtherCAT XML设备描述

i 该显示与EtherCATXML设备描述中的CoE对象相匹配。建议从Beckhoff网站的下载区下载最新XML文件，并按照安装说明进行安装。

● 通过CoE列表进行参数化（CAN over EtherCAT）

i EtherCAT设备通过CoE-Online选项卡 [▶ 80]（双击相应对象）或通过过程数据选项卡 [▶ 77]（分配PDO）进行参数化。在使用/操纵CoE参数时，请注意以下一般CoE注意事项：

- 如果需要更换部件，请保留一份启动清单
- 在线/离线字典之间的区别，存在当前的XML描述
- 使用“CoE reload”重设变化

4.4.1 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})

4.4.2 ELX4181 – 输入数据

ELX4181 没有输入数据。

4.4.3 ELX4181 – 输出数据

索引 70n0 AO 输出（针对 n = 0，通道 1）

索引（十六进制）	名称	含义	数据类型	标志	默认值
70n0:0	AO 输出	最大子索引	UINT8	RO	0x11 (17 _{dec})
70n0:11	模拟量输出	模拟量输出值	INT16	RO	0x0000 (0 _{dec})

4.4.4 ELX4181 – 配置数据

索引 80n0 AO 设置 (针对 n = 0, 通道 1)

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
80n0:0	AO 设置	最大子索引	UINT8	RO	0x16 (22 _{dec})
80n0:01	启用用户量程	用户量程已启用。	BOOLEAN	RW	0x00 (0 _{dec})
80n0:02	显示	显示	BIT3	RW	0x00 (0 _{dec})
		0: 有符号的显示 标准显示			
		1: 无符号的显示 无负数的显示			
		2: 最高位 (MSB) 为符号位的绝对值 测量值以有符号数值形式输出。			
		3: 绝对值 负数范围也输出为正数			
80n0:05	看门狗	0: 默认看门狗值 已启用默认值。	BIT2	RW	0x00 (0 _{dec})
		1: 看门狗斜率 按斜率恢复到默认值			
		2: 最后输出值 看门狗触发时, 用最后的过程数据作为输出。			
80n0:07	启用用户校准	启用用户校准	BOOLEAN	RW	0x00 (0 _{dec})
80n0:08	启用供应商校准	启用供应商校准	BOOLEAN	RW	0x01 (1 _{dec})
80:09	输出范围	输出电流范围 0: 4...20mA 1: 0...20mA	INT16	RW	0x0000 (0 _{dec})
80n0:11	偏移	用户标度: 偏移	INT16	RW	0x0000 (0 _{dec})
80n0:12	增益	用户标度: 增益	INT32	RW	0x00010000 (65536 _{dec})
80n0:13	默认输出	默认输出值	INT16	RW	0x0000 (0 _{dec})
80n0:14	默认输出斜率	默认值的斜率 单位: 位/ms	UINT16	RW	0xFFFF (65535 _{dec})
80n0:15	用户校准偏移	用户校准: 偏移	INT16	RW	0x0000 (0 _{dec})
80n0:16	用户校准增益	用户校准: 增益	UINT16	RW	0xFFFF (65535 _{dec})

索引 80nE AO 内部数据 (针对 n = 0, 通道 1)

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
80nE:0	AO 输出	最大子索引	UINT8	RO	0x11 (17 _{dec})
80nE:11	DAC 原始值	DAC 原始值	INT16	RO	0x0000 (0 _{dec})

索引 80nF AO 供应商数据 (针对 n = 0, 通道 1)

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
80nF:0	AO 供应商数据	最大子索引	UINT8	RO	0x04 (4 _{dec})
80nF:01	校准偏移	供应商校准: 偏移, 4...20 mA	INT16	RW	0x0000 (0 _{dec})
80nF:02	校准增益	供应商校准: 增益, 4...20 mA	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dec})
801F:03	校准偏移 2	供应商校准: 偏移, 0...20 mA	INT16	RW	0x0000 (0 _{dec})
801F:04	校准增益 2	供应商校准: 增益, 0...20 mA	UINT16	RW	0x0000 (0 _{dec})

索引 80n0 HART 设置 (针对 n = 8, 通道 1)

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
90n0:0	HART 信息数据	最大子索引	UINT8	RO	0x11 (17 _{dec})
90n0:01	ExtendetDeviceType	扩展设备类型	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dec})
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 _{dec})
90n0:03	HardMajorRevNr	该设备实施的 HART 协议中心修订号	UINT8	RO	0x00 (0 _{dec})
90n0:04	DeviceRevLevel	设备修订版本	UINT8	RO	0x00 (0 _{dec})
90n0:05	SoftwareRevLevel	该设备的软件修订版本	UINT8	RO	0x00 (0 _{dec})
90n0:06	HardwareRevLevel	该特定设备中电子器件的硬件修订版本	UINT8	RO	0x00 (0 _{dec})
90n0:07	PhysicalSignalingCode	允许值: 0: Bell 202 电流 1: Bell 202 电压 2: RS-485 3: RS-232 4: 无线 6: 特殊	UINT8	RO	0x00 (0 _{dec})
90n0:08	标志	HART 标志	UINT8	RO	0x00 (0 _{dec})
90n0:09	DeviceId	设备 ID	OCTET-STRING[3]	RO	{0}
90n0:0A	MinNrOfPreamblesResp	自从站向主站发送响应信息所需的最小先导码长度	UINT8	RO	0x00 (0 _{dec})
90n0:0B	MaxNrOfDevVariables	设备变量的最大数量	UINT8	RO	0x00 (0 _{dec})
90n0:0C	ConfigChangeCounter	配置更改计数器	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dec})
90n0:0D	ExtFieldDeviceStatus	扩展现场设备状态	UINT8	RO	0x00 (0 _{dec})
90n0:0E	DeviceProfile	设备配置文件	UINT8	RO	0x00 (0 _{dec})

索引 A0n0 HART 诊断数据 (针对 n=8, 通道 1)

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

索引 F900 信息数据

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

4.4.5 命令对象

索引 60n0 HART 命令 3 (针对 n=8: 通道 1)

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
60n0:0	HART Cmd3	最大子索引	UINT8	RO	0x0D (13 _{dec})
60n0:01	现场设备状态	代表从站的当前状态	UINT8	RO	0x00 (0 _{dec})
60n0:02	周期性帧计数	周期性帧计数器	UINT8	RO	0x00 (0 _{dec})
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 _{dec})
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 _{dec})
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 _{dec})
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 _{dec})
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 _{dec})
60n0:0A	主要变量	主要变量 (针对供应商)	REAL32	RO	0x00000000 (0 _{dec})
60n0:0B	二级变量	二级变量 (针对供应商)	REAL32	RO	0x00000000 (0 _{dec})
60n0:0C	三级变量	三级变量 (针对供应商)	REAL32	RO	0x00000000 (0 _{dec})
60n0:0D	四级变量	四级变量 (针对供应商)	REAL32	RO	0x00000000 (0 _{dec})

4.4.6 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	标志	默认值
1008:0	设备名称	EtherCAT 从站的设备名称	STRING	RO	

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 (针对 $0 \leq n \leq F$)

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
180n:0	AI TxPDO-Par 标准	PDO 参数 TxPDO	UINT8	RO	0x06 (6_{dec})
180n:06	Exclude TxPDOs	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= 值: 0 0x011A 1 0x001A 2 0x031A 3 0x021A 4 0x051A 5 0x041A 6 0x071A 7 0x061A 8 0x091A 9 0x081A A 0x0B1A B 0x0A1A C 0x0D1A D 0x0C1A E 0x0F1A F 0x0E1A

索引 1A0n AI TxPDO-Map 标准 (对于 $n = 0, 2, 4 \dots E$; $p = 0, 1, 2 \dots 7$)

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标记	默认
1A0n:0	AI TxPDO-Map 标准	PDO 映射 TxPDO	UINT8	RO	0x0B (11_{dec})
1A0n:01	分索引 001	1. PDO 映射条目 (对象 0x60p0 (AI 输入), 条目 0x01 (欠量程))	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 (超量程))	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 (限制 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 (限制 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 (1 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 1
1A0n:07	分索引 007	7. PDO 映射条目 (5 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 5
1A0n:08	分索引 008	8. PDO 映射条目 (对象 0x1C32 (SM 输入参数), 条目 0x20 (同步错误))	UINT32	RO	0x1C32:20, 1
1A0n:09	分索引 009	9. PDO 映射条目 (对象 0x180n (AI TxPDO-Par 标准), 条目 0x07 (TxPDO 状态))	UINT32	RO	0x180n:07, 1
1A0n:0A	分索引 010	10. PDO 映射条目 (对象 0x180n (AI TxPDO-Par 标准), 条目 0x09 (TxPDO Toggle))	UINT32	RO	0x180n:09, 1
1A0n:0B	分索引 011	11. PDO 映射条目 (对象 0x60p0 (AI 输入), 条目 0x11 (值))	UINT32	RO	0x60p0:11, 16

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

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
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：有SYNC1事件的DC 位15=1：快速模式 	UINT16	RW	0x0001 (1 _{dec})
1C33:02	周期时间	周期时间（单位：ns）： <ul style="list-style-type: none"> 自由运行：本地定时器的周期时间 与SM 2事件同步：主站周期时间 DC模式：SYNC0/SYNC1周期时间 	UINT32	RW	0x000F4240 (1000000 _{dec})
1C33:03	移位时间	从SYNC0事件到读取输入的时间（单位：ns，仅DC模式）	UINT32	RO	0x00004E20 (20000dez)
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） 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） 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 [► 99]测量） 位15=1：快速模式 	UINT16	RO	0x440B (17419dez)
1C33:05	最小周期时间	最小周期时间（单位：ns）	UINT32	RO	0x000927C0 (6000000 _{dec})
1C33:06	计算和复制时间	从读取输入和主站输入的可用性之间的时间（单位：ns，仅DC模式）	UINT32	RO	0x0008D9A0 (580000dez)
1C33:08	命令	通过该条目，可测量真正需要的过程数据提供时间。 <ul style="list-style-type: none"> 0：本地周期时间的测量开始 1：本地周期时间的测量开始 条目1C33:03 [► 99]、1C33:06 [► 99]和1C33:09 [► 99]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：ns，仅DC模式）	UINT32	RO	0x00000000 (0 _{dez})
1C33:0B	错过SM事件的计数器	运行中错过SM事件的数量（仅DC模式）	UINT16	RO	0x0000 (0 _{dec})
1C33:0C	超标周期计数器	运行中超过周期时间的次数（周期未及时完成或下一周期开始过早）	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
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	最大的模块数	通道数量	UINT16	RO	0x0002 (2 _{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 (对于 $1 \leq n \leq 8$)

索引 (十六进制)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
F010:0	Module list	最大SubIndex	UINT8	RW	0x02 (2 _{dec})
F010:0n	SubIndex 00n	模拟量输入配置文件 (300)	UINT32	RW	0x0000012C (300 _{dec})

5 附录

5.1 EtherCAT AL 状态代码

详细信息请参见 [EtherCAT系统描述](#)。

5.2 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。

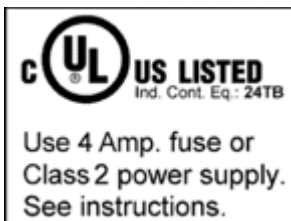
基本原则

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。

5.3 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>!

5.4 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	ELX4181 - 单通道模拟量输出端子模块 0/4...20 mA, 单端, HART, 16 位, Ex i.....	12
附图 5	ELX 端子模块的允许安装 (右侧端子模块) 。	18
附图 6	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。	18
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 EK1110 隔离。	18
附图 8	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。	19
附图 9	允许的安装 - ELX9410 在 ELX9560 电源端子模块前。	19
附图 10	非法的安装 - 缺少 ELX9560 电源端子模块。	19
附图 11	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	19
附图 12	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。	20
附图 13	非法的安装 - 缺少 ELX9012 总线终端盖板。	20
附图 14	安装位置和最小距离	21
附图 15	安装在安装轨道上	22
附图 16	端子模块的拆卸	23
附图 17	标准接线	24
附图 18	高密度端子模块	24
附图 19	在一个接线点上连接电缆	25
附图 20	ELX4181 - 触点分配	27
附图 21	用户端 (调试) 和安装之间的关系	29
附图 22	控制配置, 带嵌入式电脑、输入 (EL1004) 和输出 (EL2008)	30
附图 23	初始TwinCAT 2用户界面	31
附图 24	选择目标系统	31
附图 25	为TwinCAT系统管理器指定访问的PLC: 选择目标系统	32
附图 26	选择“扫描设备...”	32
附图 27	自动检测I/O设备: 选择要集成的设备	33
附图 28	TwinCAT 2系统管理器中的配置映射	33
附图 29	读取连接到设备的单个终端	34
附图 30	启动后的TwinCAT PLC控制	35
附图 31	编译过程后带有变量的样本程序 (无变量整合)	35
附图 32	添加TwinCAT PLC控制项目	36
附图 33	集成在系统管理器的PLC配置中的PLC项目	36
附图 34	在PLC变量和过程对象之间建立联系	37
附图 35	选择BOOL类型的PDO	37
附图 36	同时选择几个PDO: 激活“连续”和“所有类型”	38
附图 37	应用“转到链接变量”变量, 以“MAIN.bEL1004_Ch4”为样本	38
附图 38	选择目标系统 (远程)	39
附图 39	PLC控制器登录, 准备启动程序	40
附图 40	初始TwinCAT 3用户界面	41

附图 41	创建新的TwinCAT项目	42
附图 42	在项目文件夹资源管理器中新建TwinCAT3项目	42
附图 43	选择对话框：选择目标系统	43
附图 44	为TwinCAT系统管理器指定访问的PLC：选择目标系统	43
附图 45	选择“扫描”	44
附图 46	自动检测I/O设备：选择要集成的设备	44
附图 47	在TwinCAT3环境的VS shell中的配置映射	45
附图 48	读取连接到设备的单个终端	45
附图 49	在“PLC”中添加编程环境	46
附图 50	为PLC编程环境指定名称和目录	47
附图 51	标准PLC项目的初始“主”程序	47
附图 52	编译过程后带有变量的样本程序（无变量整合）	48
附图 53	开始编译程序	48
附图 54	在PLC变量和过程对象之间建立联系	49
附图 55	选择BOOL类型的PDO	49
附图 56	同时选择几个PDO：激活“连续”和“所有类型”	50
附图 57	应用“转到链接变量”变量，以“MAIN.bEL1004_Ch4”为样本	50
附图 58	创建一个PLC数据类型	51
附图 59	结构的实例	51
附图 60	链接结构	52
附图 61	从过程数据的结构中读取一个变量	52
附图 62	TwinCAT开发环境（VS shell）：程序启动后登录	53
附图 63	系统管理器“选项”（TwinCAT 2）	55
附图 64	在VS Shell下调用（TwinCAT 3）	55
附图 65	网络接口概述	55
附图 66	EtherCAT设备属性（TwinCAT 2）：点击“适配器”选项卡的“兼容设备...”	56
附图 67	网络接口的Windows属性	56
附图 68	以太网端口的示范性正确驱动程序设置	57
附图 69	以太网端口的驱动设置不正确	58
附图 70	以太网端口的TCP/IP设置	59
附图 71	标识符结构	60
附图 72	在线描述信息窗口（TwinCAT 2）	61
附图 73	在线描述信息窗口（TwinCAT 3）	61
附图 74	系统管理器创建的文件OnlineDescription.xml	61
附图 75	以EL2521在线记录ESI为例进行说明	62
附图 76	错误ESI文件的信息窗口（左：TwinCAT 2；右：TwinCAT 3）	62
附图 77	使用ESI Updater（>= TwinCAT 2.11）	63
附图 78	使用ESI Updater（TwinCAT 3）	63
附图 79	添加EtherCAT设备（左：TwinCAT 2；右：TwinCAT 3）	64
附图 80	选择EtherCAT连接（TwinCAT 2.11, TwinCAT 3）	64
附图 81	选择以太网端口	64
附图 82	EtherCAT设备属性（TwinCAT 2）	65
附图 83	添加EtherCAT设备（左：TwinCAT 2；右：TwinCAT 3）	65

附图 84 新EtherCAT设备的选择对话框	66
附图 85 显示设备版本	66
附图 86 显示以前的修订版本	67
附图 87 终端的名称/修订版本	67
附图 88 TwinCAT树中的EtherCAT终端 (左: TwinCAT 2; 右: TwinCAT 3)	68
附图 89 差异化的本地/目标系统 (左: TwinCAT 2; 右: TwinCAT 3)	69
附图 90 扫描设备 (左: TwinCAT 2; 右: TwinCAT 3)	69
附图 91 自动设备扫描的注意事项 (左: TwinCAT 2; 右: TwinCAT 3)	69
附图 92 检测到的以太网设备	70
附图 93 默认状态示例.....	70
附图 94 安装EtherCAT终端, 修订版本-1018.....	70
附图 95 检测修订版本-1019的EtherCAT端子.....	71
附图 96 自动创建一个EtherCAT设备后的扫描查询 (左: TwinCAT 2; 右: TwinCAT 3)	71
附图 97 在一个指定的EtherCAT设备上手动触发设备扫描 (左: TwinCAT 2; 右: TwinCAT 3)	71
附图 98 TwinCAT 2的扫描进度示例	71
附图 99 配置/自由运行查询 (左: TwinCAT 2; 右: TwinCAT 3)	72
附图 100 下方在状态栏中显示“自由运行”和“配置模式”的切换	72
附图 101 TwinCAT也可以通过一个按钮切换到这种状态 (左: TwinCAT 2; 右: TwinCAT 3)	72
附图 102 在线显示示例	72
附图 103 故障标识.....	73
附图 104 相同配置 (左: TwinCAT 2; 右: TwinCAT 3)	73
附图 105 校正对话框	74
附图 106 终端的名称/修订版本	75
附图 107 有修改的校正对话框	75
附图 108 对话框“更改为兼容类型...” (左: TwinCAT 2; 右: TwinCAT 3)	75
附图 109 TwinCAT 2对话框更改为替代类型.....	76
附图 110 终端EL3751的分支元件.....	76
附图 111 “General(常规)”选项卡	76
附图 112 “EtherCAT”选项卡.....	77
附图 113 “Process Data (过程数据)”选项卡.....	78
附图 114 配置过程数据.....	79
附图 115 “Startup (启动)”选项卡	79
附图 116 “CoE - Online”选项卡.....	81
附图 117 “Advanced settings (高级设置)”对话框	82
附图 118 “Online (在线)”选项卡.....	82
附图 119 “DC”选项卡 (分布时钟)	83
附图 120 选择EtherCAT从站的诊断信息.....	85
附图 121 PLC中的EtherCAT从站基本诊断.....	86
附图 122 EL3102, CoE目录	88
附图 123 EL3204 调试助手示例	88
附图 124 系统管理器的默认行为	89
附图 125 从站的默认目标状态	90
附图 126 PLC功能块	90

附图 127 不允许E-bus 电流超标.....	91
附图 128 超过 E-bus 电流的警告信息.....	91

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/ELX4181

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

