

手册 | ZH

CX7000

嵌入式控制器



目录

1	文档说明	7
1.1	警告的表述和结构	8
1.2	文档发行状态	9
2	安全信息	10
2.1	预期用途	10
2.2	员工资质	10
2.3	安全说明	10
2.4	信息安全说明	11
3	运输和存储	12
4	产品概述	13
4.1	外观结构	14
4.2	铭牌	15
4.3	以太网接口 (X001)	16
4.4	USB 接口 (X002)	18
4.5	MicroSD 卡	18
5	调试	19
5.1	安装	19
5.1.1	注意允许的安装方向	19
5.1.2	固定在 DIN 导轨上	21
5.1.3	更换 MicroSD 卡	22
5.1.4	安装被动 EtherCAT 端子模块	22
5.2	电源	24
5.2.1	嵌入式控制器接线	24
5.2.2	UL 要求	25
6	多功能 I/O	27
6.1	数字量输入	29
6.2	数字量输出	30
6.3	计数器模式	32
6.3.1	选择运行模式	34
6.3.2	切换输出	35
6.3.3	设置计数器值	36
6.3.4	设置计数器的极限值	37
6.4	增量式编码器模式	38
6.4.1	切换输出	40
6.4.2	锁存计数器值	41
6.4.3	设置计数器的极限值	42
6.5	模拟量信号模式	43
6.6	PWM 信号模式	44
6.6.1	设置 PWM 时钟频率和占空比	46
6.6.2	设置同步输出通道	47
7	配置	48
7.1	启动倍福设备管理器	48
7.2	Persistent 数据	49

7.3	NOVRAM	49
7.3.1	创建Retian处理程序.....	50
7.3.2	创建和链接变量.....	53
7.3.3	删除Retain处理程序下的变量.....	55
7.4	软件配置	56
7.4.1	用户名和密码.....	56
7.4.2	设置 IP 地址.....	57
7.4.3	配置虚拟局域网 (VLAN)	58
7.4.4	更新系统镜像.....	58
7.4.5	为多功能 I/O 更新固件.....	60
7.4.6	更新 ESI 设备描述.....	61
8	TwinCAT.....	62
8.1	第一步	62
8.1.1	连接 CX70x0.....	62
8.1.2	扫描多功能 I/O.....	64
8.1.3	建立 ADS 通信.....	66
8.1.4	创建 PLC 项目.....	68
8.1.5	链接变量.....	70
8.1.6	加载配置到 CX.....	71
8.2	读取 IP 和 MAC 地址	74
8.3	虚拟以太网接口	74
8.4	CoE 访问多功能 I/O	75
8.5	供电端子模块	77
8.6	循环时间和处理时间	79
8.6.1	在 PLC 程序中测量处理时间.....	79
8.6.2	实时时钟 (RTC).....	79
8.6.3	I/O Idle 任务:	80
8.6.4	使用 NTP 功能.....	80
8.6.5	250 μ s 的循环时间.....	82
8.7	功能块	87
8.7.1	FB_CX7000_LED_ERR.....	87
8.7.2	FB_CX7000_LED_WD.....	88
8.7.3	FB_CX70xx_RW_EEPROM.....	89
8.7.4	FB_CX70xx_ResetOnBoardIO.....	90
8.8	重要属性 pragma	91
8.8.1	属性 'Tc2Gv1VarNames'	91
8.8.2	属性 'pack_mode'	91
8.8.3	属性 'TcCallAfterOutputUpdate'	92
9	错误处理和诊断.....	95
9.1	诊断 LED指示灯	95
9.1.1	K-bus.....	96
9.1.2	E-bus.....	99
9.2	多功能 I/O 诊断	100
9.3	内存使用情况	101
9.4	实时和 CPU 负载	103

10 技术数据.....	105
11 附录.....	107
11.1 第三方组件.....	107
11.2 附件.....	107
11.3 认证.....	108
表格列表.....	109
数据列表.....	110

1 文档说明

本说明仅适用于熟悉适用国家标准且经过培训的控制和自动化技术专家。
在安装和调试组件时，必须严格遵守本文档以及下列说明和解释。
合格人员必须始终使用当前生效的文档。

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

免责声明

本文档已经过仔细整理。然而，所描述的产品仍在不断开发中。
我们保留随时修订和修改文档的权利，恕不另行通知。
不得根据本文件中的数据、图表和描述，对已经提供的产品提出修改要求。

商标

Beckhoff®、TwinCAT®、TwinCAT/BSD®、TC/BSD®、EtherCAT®、EtherCAT G®、EtherCAT G10®、EtherCAT P®、Safety over EtherCAT®、TwinSAFE®、XFC®、XTS® 和 XPlanar® 是德国倍福自动化有限公司的注册商标并由其授权使用。

如有第三方出于其自身目的利用本出版物中使用的名称或商标，可能会触犯上述名称或商标所有者的权利。

专利权

EtherCAT 技术受以下专利申请和专利权保护，但并非详尽无遗：
EP1590927、EP1789857、EP1456722、EP2137893、DE102015105702
以及多个其他国家类似的专利申请或注册的权利。



EtherCAT® 是德国倍福自动化有限公司的注册商标和专利技术。

版权所有

© 德国倍福自动化有限公司。
未经德国倍福自动化有限公司明确授权，禁止分发、复制本文档，或将其内容传达给他人。
违者将被追究赔偿责任。对于已注册的专利、工具型号或设计，保留所有权利。

1.1 警告的表述和结构

文件中使用了以下警告。阅读并遵守警告。

与人身伤害有关的警告：

危险

有死亡或严重伤害的危险。

警告

存在死亡或重伤的中度危险。

谨慎

存在低风险危险，可能会导致轻微的伤害。

与损害财产或环境有关的警告：

注意

对环境和设备有潜在危险。

显示进一步信息或提示的注释：



本通知提供的重要信息将有助于处理该产品或软件。对产品、人或环境没有直接危险。

1.2 文档发行状态

版本	注解
1.0	第一版。
1.1	增加了 UL 说明。 增加了 LED 的“功能块”章节。 修订了主机名称的构成。 修订了“TwinCAT”章节
1.2	针对计数器和编码器模式调整了技术数据。
1.3	针对多功能 I/O 调整了连接线径。修订了“CoE 访问多功能 I/O”和“多功能 I/O 诊断”两章。
1.4	TF6701 TwinCAT 3 IoT Communication (MQTT) 和 TF6730 TwinCAT 3 IoT Communicator 的新固件。
1.5	增加了关于 VLAN、NTP 功能和 I/O Idel 任务的描述。

2 安全信息

请阅读有关安全的章节，并按照说明进行操作，以防止人身伤害和设备损坏。

责任范围

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。禁止对硬件或软件配置进行未经授权、超出文档规定选项的修改和更改，德国倍福自动化有限公司对此不承担责任。

此外，德国倍福自动化有限公司对于以下行为不承担责任：

- 不遵守本文件的规定。
- 使用不当。
- 使用未经培训的人员。
- 使用未经授权的替换零件。

2.1 预期用途

嵌入式控制器是一种控制系统，用于机器和系统工程的自动化、可视化和通信。嵌入式控制器专为安装在控制柜或接线盒中而设计，与总线或 EtherCAT 端子模块配合使用，可接收来自传感器的数字和模拟信号，并将其输出到执行器或转发到上一级控制器。

嵌入式 PC 专为符合防护等级 IP20 要求的工作环境而设计。其中涉及手指保护和 12.5 mm 以下固体异物防护，但不防水。除非另有规定，否则不允许在潮湿和多尘的环境中操作这些设备。必须遵守电气和技术数据的规定限制。

使用不当

嵌入式 PC 不适合在以下区域工作：

- 潜在的爆炸性环境
- 有侵蚀性环境的区域，如侵蚀性气体或化学品。
- 生活区。如果在生活区使用设备，必须遵守有关干扰发射的标准和准则，且设备必须安装在有适当屏蔽的外壳或控制柜中。

2.2 员工资质

所有涉及倍福软件和硬件的操作只能由具有控制和自动化工程知识的合格人员进行。合格人员必须具备管理工业 PC 和相关网络的知识。

所有干预措施必须由具备控制编程知识的人员进行，且合格人员必须熟悉自动化环境的现行标准和准则。

2.3 安全说明

在安装和使用网络及软件的过程中，必须遵守以下安全说明。

安装

- 切勿对带电设备执行作业。在安装、排除故障或维护之前，一定要关闭设备的电源。防止设备意外开启。
- 请遵守设备的相关事故预防规定（如 BGV A 3，电气系统和设备）。
- 确保采用符合标准的连接，避免人员受伤风险。确保数据线和电源线以符合标准的方式铺设，并确保接线正确。
- 请遵守适用于您的应用的相关 EMC 指南。
- 避免数据线和电源线的极性颠倒，因为这可能导致设备损坏。
- 这些设备含有电子元件，触摸时可能会由于静电放电而被破坏。请遵守符合 DIN EN 61340-5-1/-3 标准的防静电放电安全防范措施。

使用网络

- 将对所有设备的访问限制在授权人员范围内。
- 更改默认密码以减少未经授权的访问风险。
- 用防火墙保护这些设备。
- 根据 IEC 62443 应用 IT 安全预防措施，以限制对设备和网络的访问和控制。

2.4 信息安全说明

Beckhoff Automation GmbH & Co.KG (简称 Beckhoff) 的产品，只要可以在线访问，都配备了安全功能，支持工厂、系统、机器和网络的安全运行。尽管配备了安全功能，但为了保护相应的工厂、系统、机器和网络免受网络威胁，必须建立、实施和不断更新整个操作安全概念。Beckhoff 所销售的产品只是整个安全概念的一部分。客户有责任防止第三方未经授权访问其设备、系统、机器和网络。它们只有在采取了适当的保护措施的情况下，方可与公司网络或互联网连接。

此外，还应遵守 Beckhoff 关于采取适当保护措施的建议。关于信息安全和工业安全的更多信息，请访问本公司网站 <https://www.beckhoff.com/secguide>。

Beckhoff 的产品和解决方案持续进行改进。这也适用于安全功能。鉴于持续进行改进，Beckhoff 明确建议始终保持产品的最新状态，并在产品更新可用后马上进行安装。使用过时的或不支持的产品版本可能会增加网络威胁的风险。

如需了解 Beckhoff 产品信息安全的信息，请订阅 <https://www.beckhoff.com/secinfo> 上的 RSS 源。

3 运输和存储

运输

注意

因受潮而造成的短路

在寒冷天气或温度大幅波动情况下的运输过程中，会形成湿气。

避免嵌入式控制器中形成湿气（冷凝），并让嵌入式控制器慢慢适应室温。如果发生了冷凝现象，请至少等待 12 小时后再开启嵌入式控制器。

尽管该装置设计坚固，但其部件对强烈振动和冲击很敏感。如果将嵌入式控制器安装在控制柜内一起运输，可能会对嵌入式控制器造成过大的冲击。

- 因此，在运输过程中，必须保护设备免受过大的机械应力，
- 对工业 PC 进行适当包装，尤其是使用原始包装，可以提高设备在运输过程中的抗震能力。
- 运输时，须在嵌入式控制器的原始包装外再加一层外包装。

表 1: 尺寸和重量。

	CX7000
尺寸（宽 x 高 x 深）	49 mm x 100 mm x 73 mm
重量	约 142 g

存储

- 将嵌入式 PC 存放在原包装中。

4 产品概述

CX7000 嵌入式控制器采用 ARM Cortex™ M7 单核处理器，运行频率为 480 MHz，其基本配置如下：

- 一个 microSD 卡插槽，集成 512 MB microSD 卡，
- 一个以太网接口（10/100 Mbit/s, RJ45），
- 一个 USB 接口（最大传输速度 12 Mbit/s，最大输出电流 100 mA），
- 集成多功能 I/O。

CX7000 的编程平台是 TwinCAT 3，可通过以太网接口进行程序的上传和下载。此外，还可以通过网页访问倍福设备管理器界面以配置 CX7000。

多功能 I/O

CX7000 系列的特点是集成了 8 个多功能输入和 4 个多功能输出。

- 8 个数字量输入，24 V DC，滤波 3 ms，type 3 输入类型（高密度、低功耗），1 线制技术
- 4 个数字量输出，24 V DC，0.5 A，1 线制技术

CX7000 集成的多功能 I/O 可通过 TwinCAT 3 设置成如下的其他模式，用以快速计数或模拟量的处理：

- 计数器模式：1 x 100 kHz 计数器输入，1 x 20 kHz 加/减计数器输入，2 x 计数器输出
- 增量式编码器模式：2 x 250 kHz 数字量输入用于编码器信号（A/B 输入），2 x 编码器输出
- 模拟量模式：2 x 0 ~ 10 V 模拟量输入（需设置），12 位分辨率，以 16 位数据表示
- PWM 信号模式：2 x PWM 信号输出（需设置），15 Hz...100 kHz

电源端子模块

EtherCAT 端子模块（E-bus）或总线端子模块（K-bus）自适应，端子模块可直接连接在其右侧；CX7000 在启动阶段会自动检测连接的模块类型。如果需要处理更多的电气信号，除了本体上集成的 I/O 外，可以根据需要灵活便捷地通过 EtherCAT 端子模块或总线端子模块进行扩展 CX7000。

固件

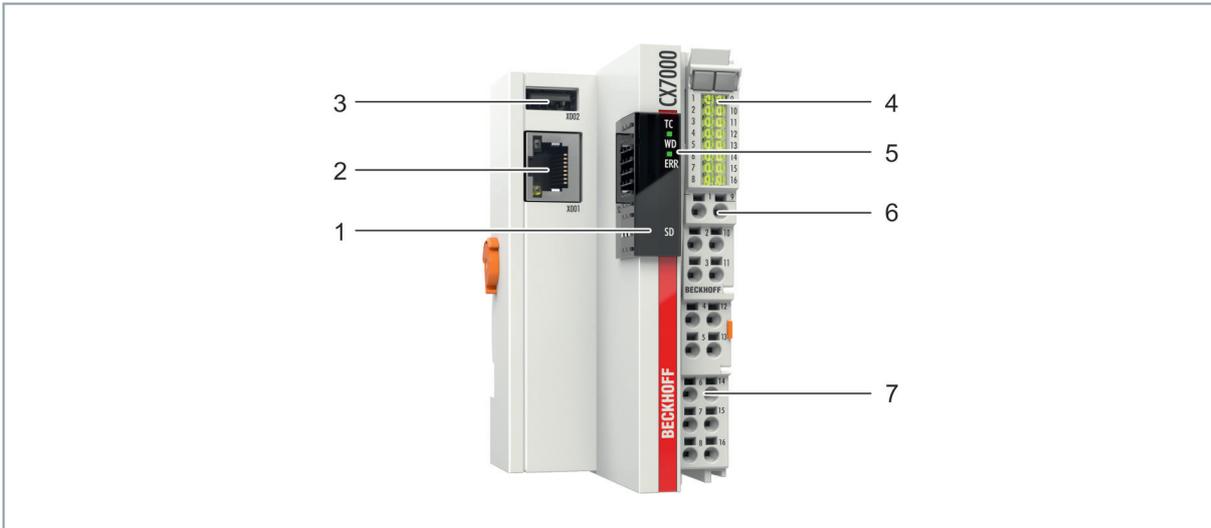
基于 FreeRTOS 的实时操作系统 TwinCAT/RTOS 是 CX7000 的操作系统或固件。请注意，TwinCAT/RTOS 是一个封闭系统，所以您不能安装自己的软件。这在一定程度上提供了安全性，第三方软件或含病毒等类似软件将无法安装，不过 CX7000 仍可以进行网络连接。CX7000 支持 TwinCAT 3.1. 4024.12 以上的版本。如下的 TC 3 功能及对应授权已包含在系统中：

- TC1000 TC3 ADS
- TC1100 TC3 IO
- TC1200 TC3 PLC
- TF4100 TC3 Controller Toolbox
- TF4110 TC3 Temperature Controller
- TF6255 TC3 Modbus-RTU
- TF6340 TC3 Serial Communication
- TF6701 | TwinCAT 3 IoT Communication (MQTT)*)
- TF6730 | TwinCAT 3 IoT Communicator*)

*) 需要 image 版本 114606 和 TwinCAT 3 XAE 4024.47 及以上。

开源许可证可在 microSD 卡上以 ZIP 文件的形式存储以便查看。

4.1 外观结构

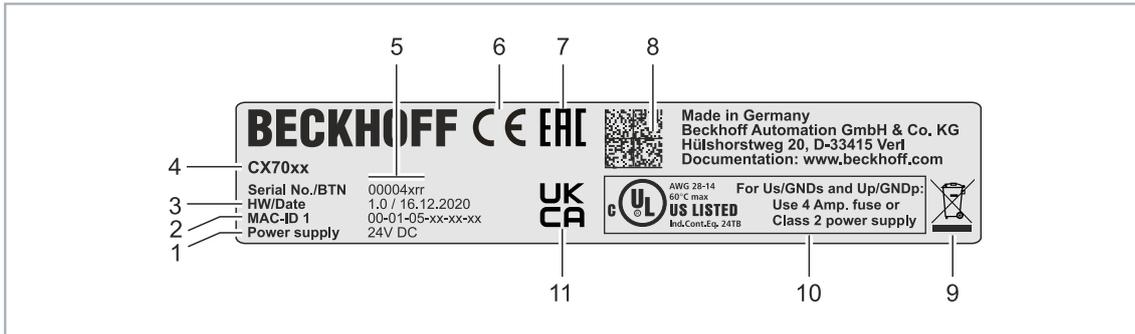


附图 1: CX7000 嵌入式控制器的示例配置。

表 2: 基本 CPU 模块配置图例

编号	组件	描述
1	MicroSD 卡插槽（在盖板下方）。	工业 MicroSD 卡的插槽。用以存储控制器固件和 TwinCAT 3 项目。
2	以太网接口（X001）	用于与本地网络连接。或用作调试接口。
3	USB 接口（X002）	用于附加 USB 数据存储设备的接口。
4	I/O 状态 LED指示灯	对嵌入式控制器和总线端子模块的电源进行诊断。E-bus 或 K-bus 通信和多功能 I/O 的状态。
5	诊断 LED指示灯	1 个 TwinCAT 状态灯、1 个闪存存取灯、1 个故障 LED 灯。
6	弹簧式端子模块，+24 V 和 0 V	嵌入式控制器电源 (Us)。
7	弹簧式端子模块，+24 V 和 0 V	通过电源触点为集成的多功能 I/O 和其他总线端子模块供电 (Up)。

4.2 铭牌



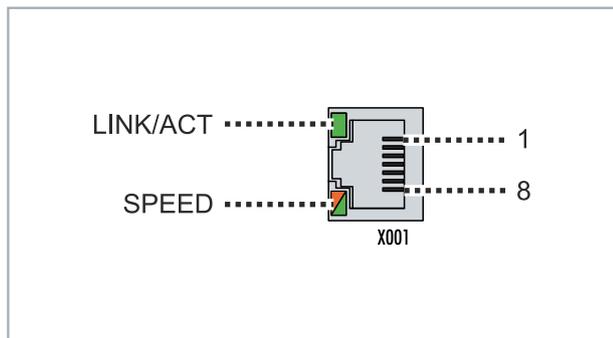
附图 2: 铭牌示例。

表 3: 铭牌上的信息。

编号	描述
1	电源 24 V DC。
2	内置以太网接口的 MAC 地址。
3	硬件版本和制造日期。
4	用于识别嵌入式控制器的产品名称。
5	序列号/倍福可追溯性编号 (BTN)，用于明确标识产品。主机名称是由 BTN 和序列号/倍福可追溯性编号 (BTN) 组成。例如：BTN 00004xrr，而主机名称 BTN-00004xrr 。
6	CE 标记
7	EAC 标记
8	以二维码 (DMC，代码方案 ECC200) 的形式提供的机器可读信息，可用于更好地识别和管理产品信息。
9	处理回收的标记。请勿将本产品与家庭类垃圾一起处理。
10	UL 标志，带有电源、熔断器、温度和电缆截面的规定信息。
11	UKCA 标记

4.3 以太网接口 (X001)

您可以通过 X001 以太网接口对 CX7000 嵌入式控制器进行编程和调试。以太网接口速度 10 / 100 Mbit/s。



附图 3: 以太网接口 X001。

接口左侧的 LED 灯显示连接状态。上方 LED (LINK/ACT) 状态指示接口是否建立连接。如已连接, LED 灯为绿色。有数据传输时, LED 灯闪烁。

下方 LED (SPEED) 表明连接速度。如果速度是 10 Mbit/s, 则 LED 灯不亮。100 Mbit/s 时, LED 灯为橙色。

表 4: 以太网接口 X001, 引脚定义。

引脚	信号	描述
1	TD +	发送 +
2	TD -	发送 -
3	RD +	接收 +
4	已连接	预留
5		
6	RD -	接收 -
7	已连接	预留
8		

传输标准

10Base5

10Base5 的传输介质由一根粗的同轴电缆 (黄色电缆) 构成, 其最大数据传输速率为 10 Mbaud, 采用线型拓扑结构, 每个分支 (垂线) 都与一个网络设备连接。在这种情况下, 所有设备都与共同的传输介质相连, 因此在 10Base5 网络中数据包经常会不可避免地发生碰撞。

10Base2

10Base2 (更便宜的网络) 是 10Base5 的进一步发展, 具有同轴电缆价格更低廉、更加灵活并且更易于铺设等优点。一根 10Base2 电缆可以连接多台设备。10Base5 主干的分支经常在 10Base2 中实现。

10BaseT

10 Mbaud 速率的双绞电缆。其网络结构为星形连接。不存在每台设备都连接到相同介质的情况。因此, 单独的电缆断裂将不会再导致整个网络瘫痪。作为星形拓扑耦合器的交换机可以减少数据包的碰撞。甚至使用全双工连接可以完全避免这些问题。

100BaseT

100 Mbaud 速率的双绞电缆。为实现更高的数据传输速率, 必须使用质量更好的电缆并采用适当的集线器或交换机。

10BaseF

10BaseF 标准包含几种光纤版本。

10BaseT 和 100BaseT 类型电缆的概述

可用于星型拓扑结构的双绞铜缆，2 台设备之间的距离不得超过 100 米。

UTP

未屏蔽的双绞线

这种类型的电缆属于 3 类，不建议在工业环境中使用。

S/UTP

编织屏蔽/未屏蔽的双绞线（铜编织网屏蔽）

具有铜编织网的整体屏蔽，（无单独屏蔽线对）以减少外部干扰的影响。推荐总线耦合器上使用该类电缆。

FTP

铝箔屏蔽双绞线（铝箔屏蔽）

这种电缆的外屏蔽层由铝箔和塑料薄膜复合制成。

S/FTP

编织屏蔽/铝箔屏蔽双绞线（铜编织线和铝箔屏蔽）

由内层的铝箔和外层的铜编织网组成。此类电缆最多可将干扰功率降低 70 dB。

STP

编织屏蔽双绞线

一种具有整体屏蔽效果的电缆，但没有进一步说明屏蔽类型。

S/STP

编织屏蔽/编织屏蔽双绞线（对线对单独屏蔽的电缆）

此标识指的是针对几对电缆中的每一根线缆都具有屏蔽层以及线缆整体的最外层也带有屏蔽的电缆。

ITP

工业双绞线

其结构与 S/STP 类似，但与 S/STP 不同的是，它只有 2 对导线。

4.4 USB 接口 (X002)

USB 闪存驱动器可与 USB 接口连接，并用作额外的储存空间。该USB 接口支持最大 12 Mbit/s 的传输速度及最多 100 mA 的电流。利用相关功能块，可从 TwinCAT 或 PLC 程序上实现文件的访问。除此以外，不允许将其他设备连接至 USB 接口使用。

上述功能块也可用于访问 MicroSD 卡上的文件。使用驱动器号 C:\ 来访问 MicroSD 卡，使用驱动器号 D:\ 来访问 USB 闪存驱动器。

数据访问功能块

功能块可用于在 PC 本地处理来自 PLC 的文件。TwinCAT 系统通过其 AMS 作为网络识别地址。得益于该机制，可以在网络中的其他 TwinCAT 系统上存储或编辑文件。访问文件由 3 个步骤组成：

1. 打开文件。
2. 读或写已打开的文件。
3. 关闭文件。

打开文件的目的是在仅有文件名称的前提下在外部文件和运行的程序之间建立临时连接。关闭文件的目的是表示处理结束并将其置于确定的输出状态，以供其他程序处理。

名称	描述
FB_EOF	检查文件结尾
FB_FileOpen	打开文件
FB_FileClose	关闭文件
FB_FileGets	从文件中获取字符串
FB_FilePuts	将字符串放入文件
FB_FileRead	从文件中读取
FB_FileWrite	写入文件
FB_FileSeek	移动文件指针
FB_FileTell	获取文件指针位置
FB_FileDelete	删除文件
FB_FileRename	重命名文件
FB_CreateDir	创建新目录
FB_RemoveDir	删除目录

要求

开发环境	目标系统类型	要包括的 PLC 库 (类别组)
TwinCAT v3.1.0	PC 或 CX (x86、x64、ARM)	Tc2_System (System)

4.5 MicroSD 卡

CX7000 基本配置包括一张 512 MB microSD 卡。您可以选择订购带有更大的、最大为 16 GB microSD 卡的嵌入式控制器。

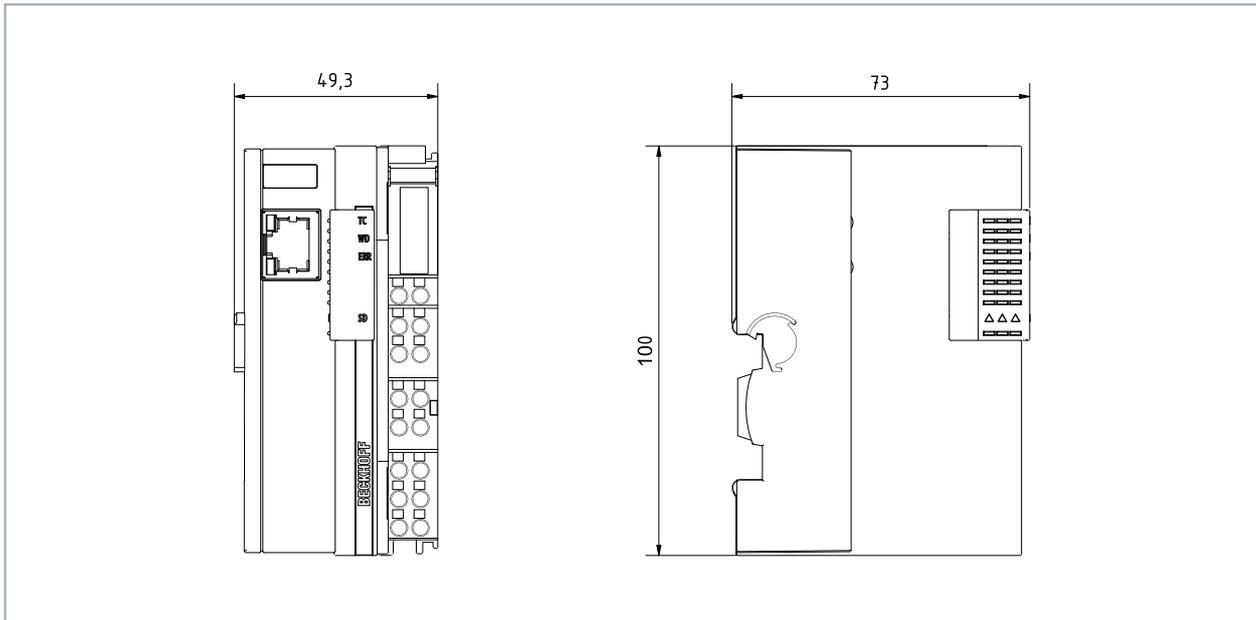
存储卡使用 SLC 内存颗粒，具有适用于工业应用的宽温范围。仅限使用经倍福认证的 microSD 卡。

订货号	容量	描述
CX1900-0131	16 GB	适用于工业应用的具有宽温范围的 microSD 卡 (SLC 内存) 替代 512 MB 卡 (订购选项)

订货号	容量	描述
CX1900-0122	512 MB	适用于工业应用的具有宽温范围的 microSD 卡 (SLC 内存) 作为备件。
CX1900-0132	16 GB	

5 调试

5.1 安装



附图 4: CX70xx 嵌入式控制器尺寸。

5.1.1 注意允许的安装方向

注意

过热

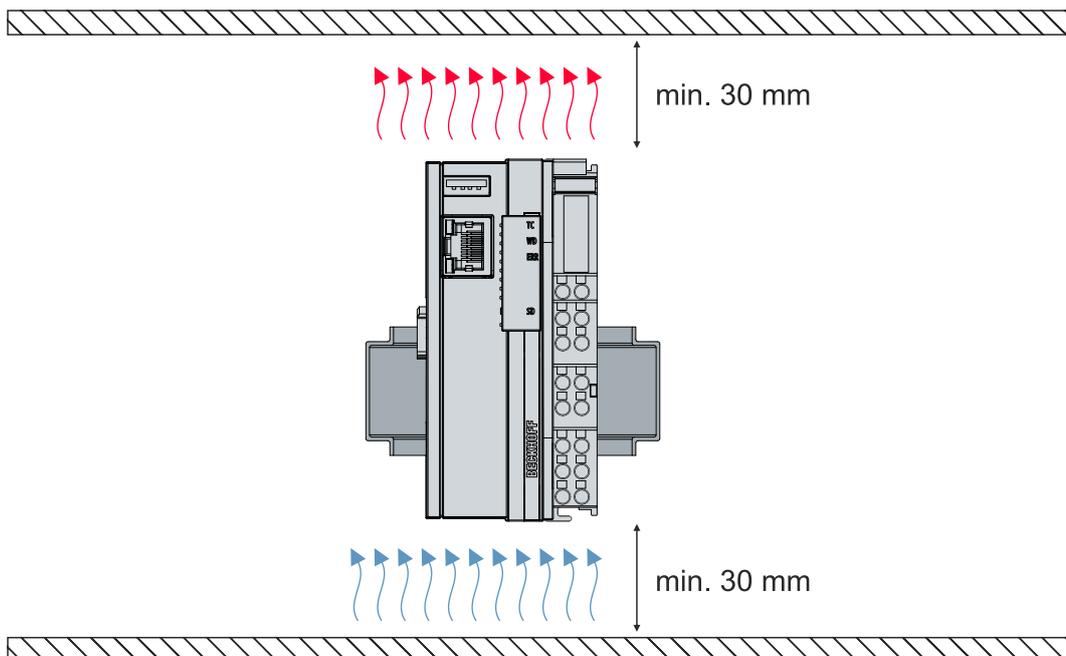
如果安装方向不正确或不满足最小安装间距，嵌入式控制器可能会过热。遵守 60° C 的最高环境温度和安装说明。

在控制柜中请将嵌入式控制器水平地安装在 DIN 导轨上，以确保最佳的散热效果。

控制柜注意事项如下：

- 嵌入式控制器只能在温度为 -25°C 和 60°C 之间的环境下运行。测量温度时，应在嵌入式控制器下方，距离散热片 30 mm 处测量，以便准确的确定环境温度。
- 遵循嵌入式控制器上方和下方各 30 mm 的最小距离。
- 额外的电气设备会影响控制柜的发热量。请根据应用选择合适的控制柜外壳，或者确保多余的热量从控制柜中散出。

嵌入式控制器必须水平地安装在 DIN 导轨上。通风口位于控制器外壳的顶部和底部。这样可以确保气流在最佳的垂直方向上流过嵌入式控制器。此外，嵌入式控制器的上方和下方至少需要 30 mm 的间隙，以确保充分通风。



附图 5: CX70xx 嵌入式控制器，允许的安裝方向。

如果在 DIN 导轨的方向上存在振动或冲击，嵌入式控制器必须用一个额外的支架固定，以防止滑落。

安装位置温度上限不超过 45 °C

您也可以将嵌入式控制器垂直或水平安装在安装导轨上。请注意，之后仅可以在最高 45° C 的环境温度下操作嵌入式控制器。

并需要进一步确认与嵌入式控制器相连的总线端子模块也可在垂直或水平方向上运行。

E-bus/K-bus 电流限制

E-bus/K-bus 最大电流取决于所选安装方向、环境温度。

表 5: E-bus/K-bus 最大电流取决于所选安装方向和环境温度。

E-bus/K-bus 电流	安装位置	环境温度
最大 1.5 A	任意	-25...45 °C
最大 1.3 A	水平	-25...55 °C
最大 1 A	Variable	-25...55 °C
最大 1 A	水平	-25...60 °C

5.1.2 固定在 DIN 导轨上

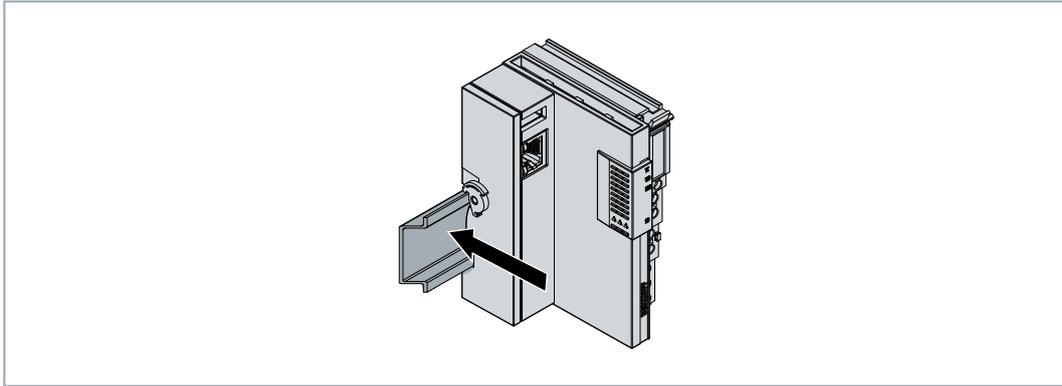
嵌入式控制器外壳的独特设计使其能够被安装在 DIN 导轨上并锁紧。

要求：

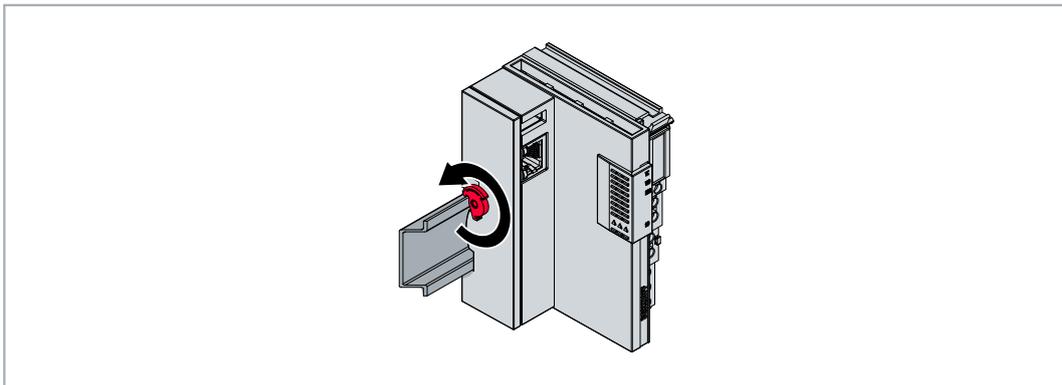
- 符合 EN 60715 标准的 TS35/7.5 或 TS35/15 型 DIN 导轨。

按如下方法将嵌入式控制器固定在 DIN 导轨上：

1. 将嵌入式控制器放在 DIN 导轨上。轻轻地将嵌入式控制器压到 DIN 导轨上，直到听到轻轻的咔哒声，表示嵌入式控制器已被锁定。



2. 随后，锁定嵌入式控制器左侧的卡扣。
3. 逆时针旋转卡扣，直到卡扣发出轻轻的咔哒声并啮合。



⇒ 此时您已经成功地进行了安装。再次检查安装是否正确，嵌入式控制器是否啮合在 DIN 导轨上。

5.1.3 更换 MicroSD 卡

● 数据丢失

i MicroSD卡以高负荷运行，且必须承受频繁写入和极端的环境条件。其他制造商的 MicroSD 卡可能会出现故障，导致数据丢失。

推荐使用倍福提供的工业级 MicroSD 卡。

嵌入式控制器配备了专为工业环境设计的 MicroSD 卡插槽 用于储存其固件。如有需要，可从 TwinCAT 3 软件平台向 MicroSD 卡写入数据，从而实现用户自定义数据的储存。

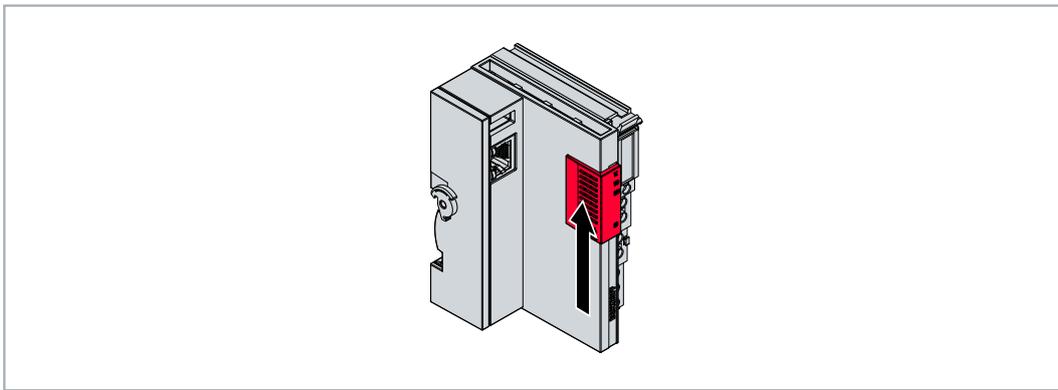
弹出机制基于 push/push 原理。下面，我们将向您展示如何更换 MicroSD 卡。

要求：

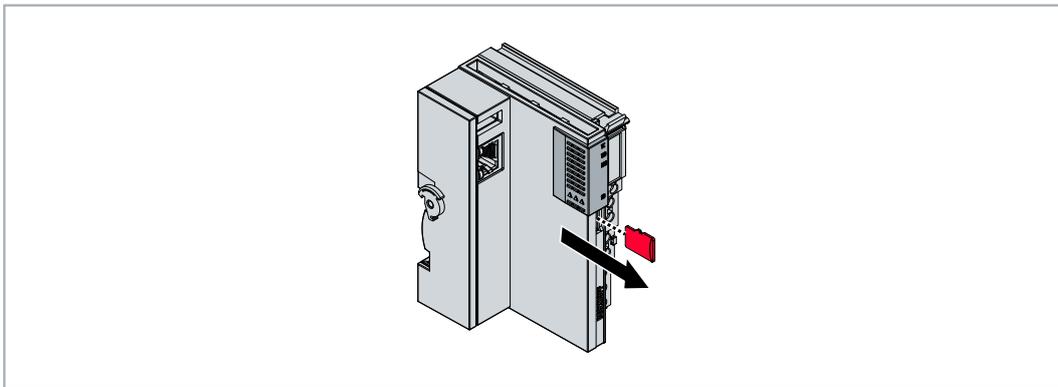
- 嵌入式控制器必须关机。MicroSD 卡只能在关机状态下才允许被安装或拆卸。

更换 MicroSD 卡

1. 向上推动黑色盖板。



2. 轻轻按压 MicroSD 卡。
3. 随着咔哒一声轻响，MicroSD卡从外壳中弹出约 2-3 mm。



4. 将新的 MicroSD 卡推入卡槽，金属触点侧位置向内，方向朝右。
 5. 当 MicroSD 卡被锁紧时，也可以听到一声轻轻的咔哒声。
- ⇒ 当 MicroSD 卡比外壳正面矮约 1 mm 时，表明卡已安装就位。

5.1.4 安装被动 EtherCAT 端子模块

● 被动 EtherCAT 端子模块的错误安装

i 嵌入式控制器和 EtherCAT 端子模块之间的 E-bus 信号可能会由于被动 EtherCAT 端子模块的错误安装而不能正常运行。

被动 EtherCAT 端子模块不应直接安装在供电单元上。

不主动参与数据交换的 EtherCAT 端子模块被称为被动端子模块。被动 EtherCAT 端子模块没有过程映像，且不需要来自端子模块总线（E-bus）的电流。

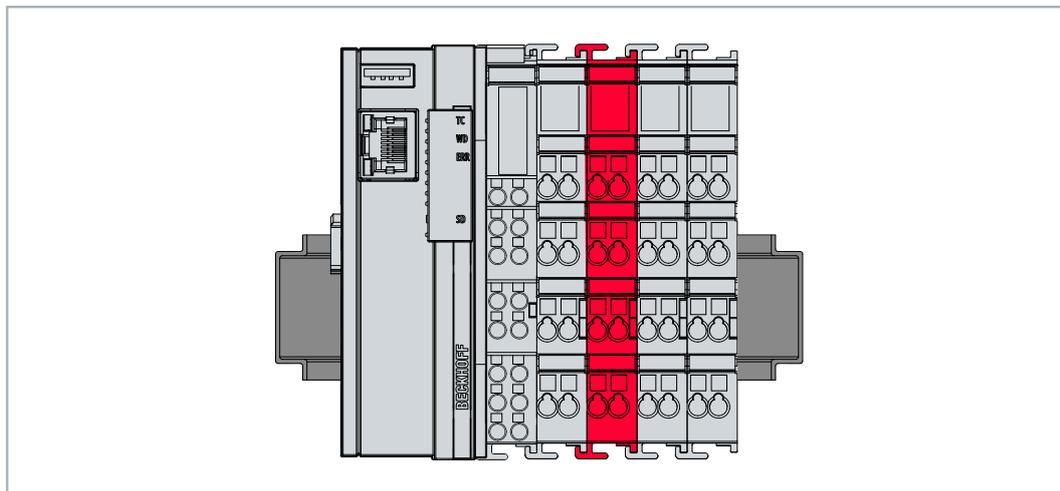
被动 EtherCAT 端子模块（如 EL9195）能够被 TwinCAT 识别。在 EtherCAT 端子树状结构中显示该模块无过程信息，且与前面的 EtherCAT 端子模块相比，“E-bus (mA)”列中的数值没有变化。

Number	Box Name	Ad...	Type	In Size	Out Size	E-Bus (mA)
1	Term 7 (EK1200)		EK1200			
2	Term 8 (EL2828)	1001	EL2828		1.0	1890
3	Term 9 (EL2828)	1002	EL2828		1.0	1780
4	Term 10 (EL9195)		EL9195			1780
5	Term 11 (EL2828)	1003	EL2828		1.0	1670
6	Term 12 (EL9011)		EL9011			

附图 6: TwinCAT 中识别被动 EtherCAT 端子模块。

在 EtherCAT 端子模块的技术参数中，“E-Bus 的电流消耗”这一条目表明了某一具体的 EtherCAT 端子模块是否需从端子模块总线（E-bus）上获得电源。

下图显示了一个被动 EtherCAT 端子模块的推荐安装位置。被动 EtherCAT 端子模块没有直接连接到供电单元上。



附图 7: 被动 EtherCAT 端子模块的推荐安装位置。

5.2 电源

注意

嵌入式控制器损坏的可能性

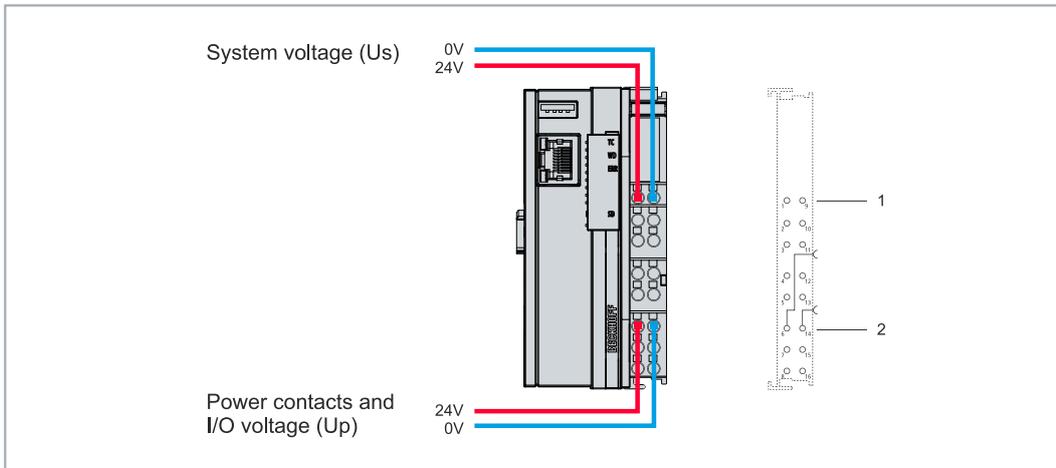
在布线过程中，不规范的操作可能导致嵌入式控制器损坏。电源的电缆只能在控制器断电的时才能进行接线。

电源端子需要一个外部电压源，提供 24 V DC (-15 % / +20 %) 的供电。

嵌入式控制器在控制柜中的布线必须按照 EN 60204-1:2006 标准进行实施（PELV = 保护性超低电压）：

- 基本 CPU 模块的电压源的“PE”和“0 V”必须等电位（在控制柜中短接）。
- 标准 EN 60204-1:2006 第 6.4.1:b 节规定，电路的一侧或该电路的能量源的一个节点必须连接到保护性接地导体系统。

接线



附图 8：系统电压（Us）和电源触点（Up）的接线。

表 6：线缆连接示例的图例。

编号	描述
1	上部分标有“24 V Us”和“0 V Us”的弹簧式端子为本地 CPU 模块和后续总线端子模块（K-bus 或 E-bus 总线）提供电压。
2	标有“+24 V Up”和“0 V Up”的弹簧式端子通过电源触点为多功能 I/O、总线端子模块和 EtherCAT 端子模块提供电压。

保险丝

- 在选择系统电压（Us）的保险丝规格时，请将嵌入式控制器的最大功耗纳入考量范围（参见：[技术数据 \[► 105\]](#)）
- 请使用最大额定值为 10 A（慢熔）的保险丝保护电源触点（Up）。

中断/关闭电源

如需关闭嵌入式控制器，不要断开接地（0 V），以防止设备的屏蔽层继续传导电流（取决于设备），从而可能损坏嵌入式控制器或外围设备。

关闭嵌入式控制器时，请选择断开 24 V 线路。所有自带电源的设备（如面板），连接到嵌入式控制器时，其“PE”接地端和“0 V”端的电位应与嵌入式控制器一致（确保两者间没有电位差）。

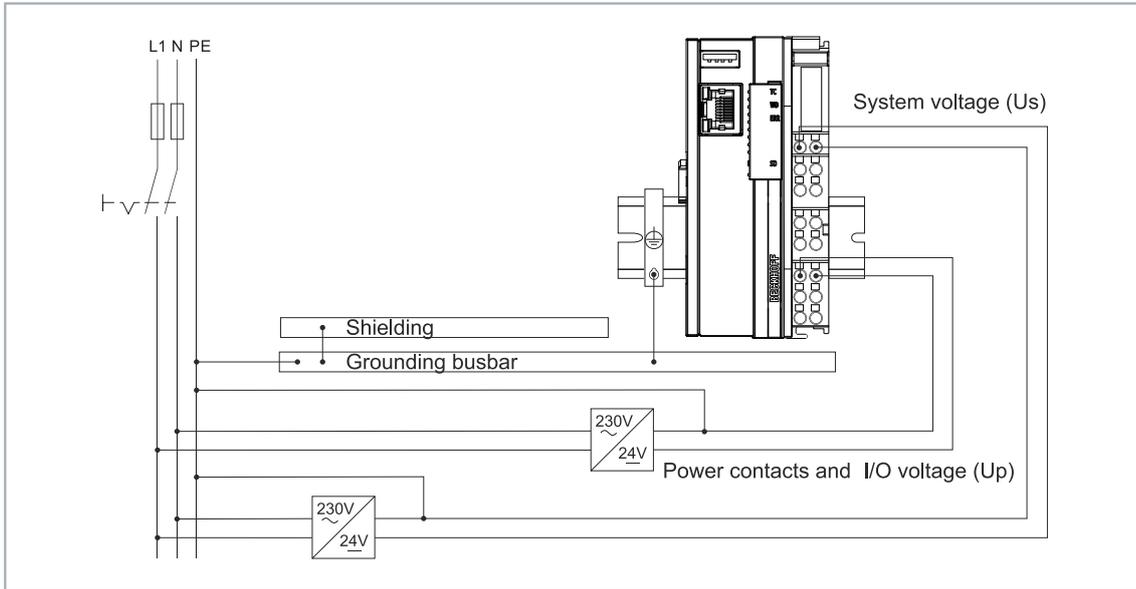
5.2.1 嵌入式控制器接线

外部电源线通过弹簧式端子连接到电源端子模块上。注意所需的导体横截面和剥线长度。

表 7: 所需线缆截面和剥线长度。

导体横截面	e*: 0.08 ... 1.5 mm ²	e*: AWG 28 ... 16
	f*: 0.25 ... 1.5 mm ²	f*: AWG 22 ... 16
	a*: 0.14 ... 0.75 mm ²	a*: AWG 26 ... 19
剥线长度	8 ... 9 mm	0.33 inch

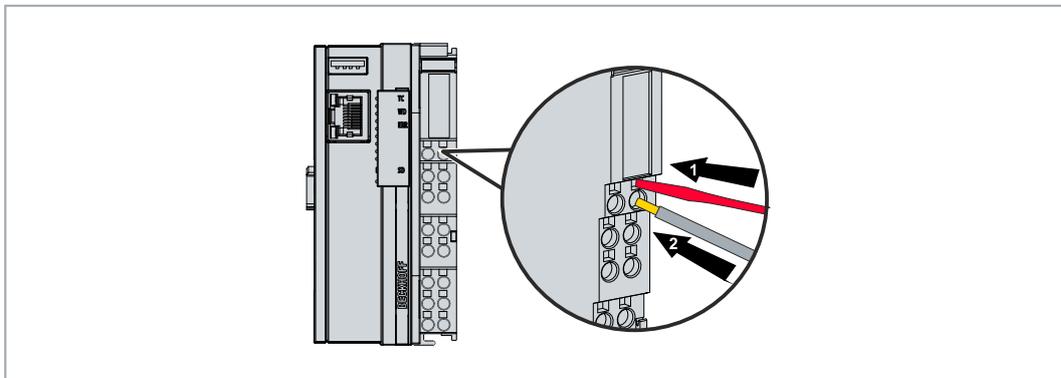
*e: 单线, 实心线; f: 绞线; a: 带线端套管



附图 9: CX7000 接线示例。

按以下方法进行嵌入式控制器的连接:

1. 用螺丝刀或长杆轻轻推入端子模块上方的方形开口, 打开弹簧式端子。



2. 而后可以将剥好的线缆插入方形口下方的圆形孔, 无需额外用力。
 3. 当松开按压时, 圆形端子会自动闭合, 固定住线缆。
- ⇒ 当外部电源时开启, 端子模块最上方的 2 个 LED 灯亮起绿色时, 表明电源成功接通。

左侧 LED (Us 24V) 是本体 CPU 单元和端子模块总线通讯的电源指示灯。右侧 LED (Up 24V) 表示通过电源触点连接的总线端子模块的电源指示灯。

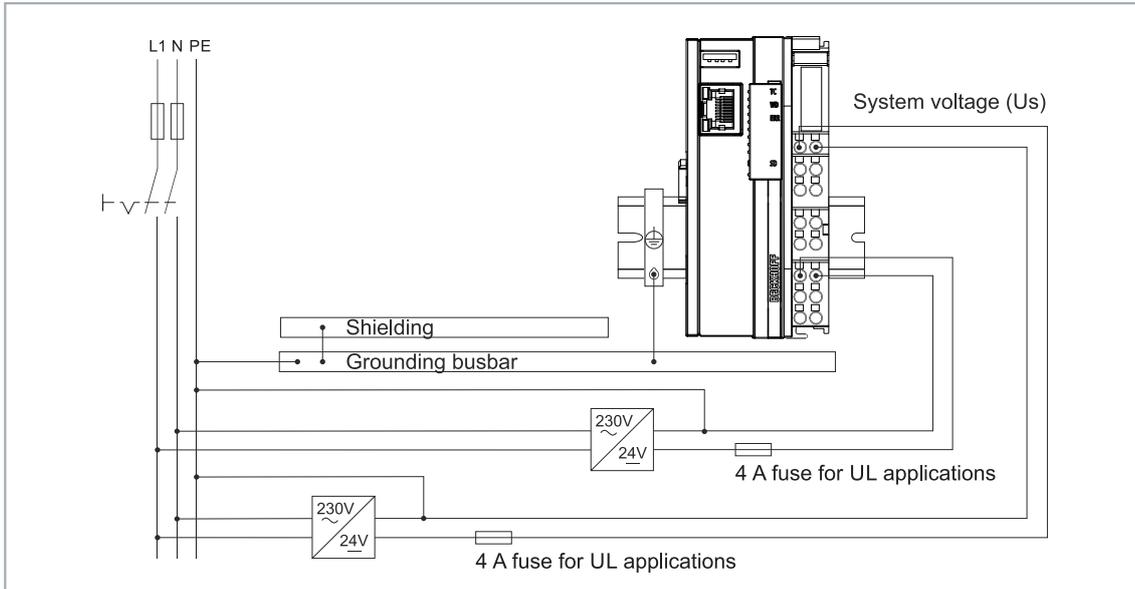
5.2.2 UL 要求

CX7000 嵌入式控制器通过了 UL 认证。在铭牌上可以找到相应的 UL 标签。

因此, CX7000 嵌入式控制器可以用于必须满足特定 UL 要求的领域。这适用于系统电压 (Us) 和电源触点 (Up)。没有特殊 UL 要求的应用领域不受 UL 法规的影响。

UL 要求:

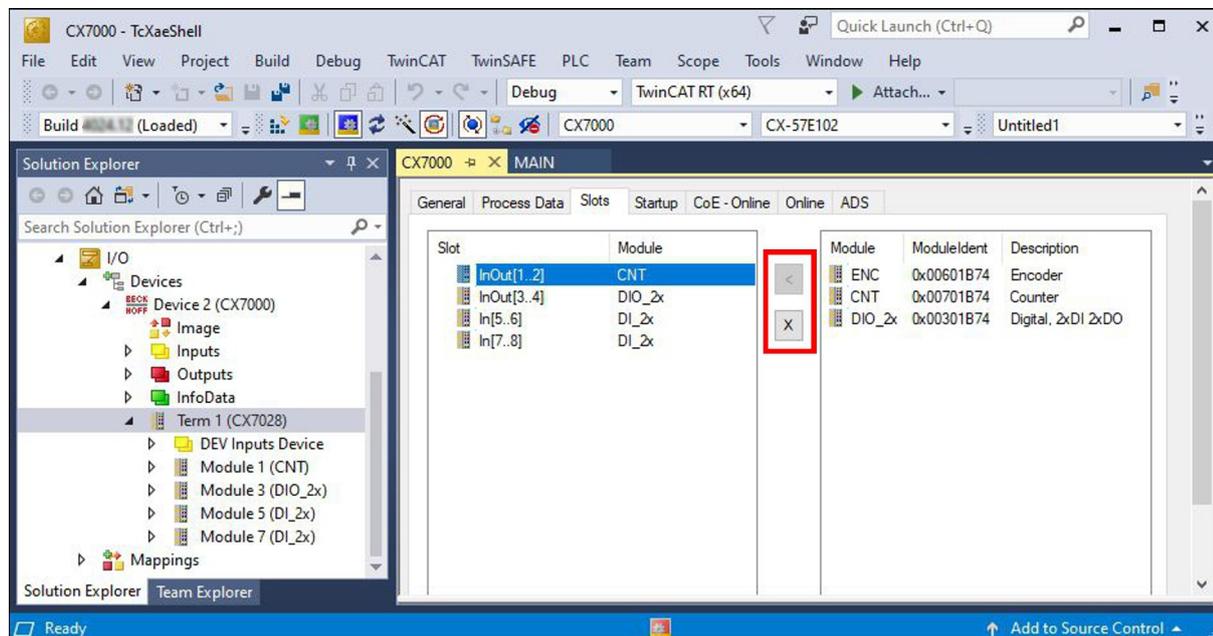
- 嵌入式控制器不能连接到无限制的电压源上。
- 嵌入式控制器只能由 24 V 直流电压源供电。电压源必须隔离，并配备最大 4 A 的保险丝保护（对应 UL248）。
- 或者电源必须符合 NEC 2 级 的电压源。NEC 2 级电压源不得与另一个 NEC 2 级电压源串联或并联。



附图 10: 具有特殊 UL 要求的地区的连接示例。

6 多功能 I/O

共有 4 个可调节信号类型的插槽可供使用。单个插槽有一定数量的输入和输出。每个插槽最多可分配一种模块类型（DI、DIO、ENC、CNT 或 PWM），这反过来又决定了相应插槽的运行模式。从而，实现输入和输出的功能。当前模块配置可以在 TwinCAT 中的 CX7028 接口下查看。请注意，用于控制多功能 I/O 的 CX7028 接口拥有自己的处理单元，如果未连接电源 (Up)，则 CX7028 接口在 TwinCAT 下不显示或不工作。



附图 11: TwinCAT 下的 CX7028 接口、插槽和模块配置。

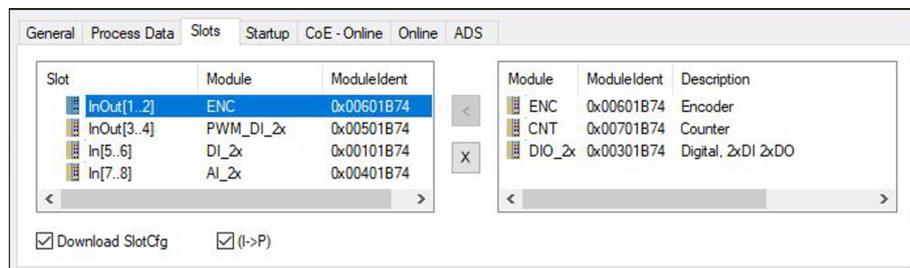
可使用按钮 < 将模块分配到特定插槽，或使用 x 将模块移除。不同的插槽，可选择不同的模块。每个插槽可使用的模块如下。

多功能 I/O 的循环时间

多功能 I/O 的通信有 100 ms 的固定 Watchdog（看门狗）监控。这意味着多功能 I/O 的循环时间必须小于 100 ms。

插槽 1:

使用插槽 1 时，输入 1、2 和 (*3) 以及输出 1 和 2 会被配置。



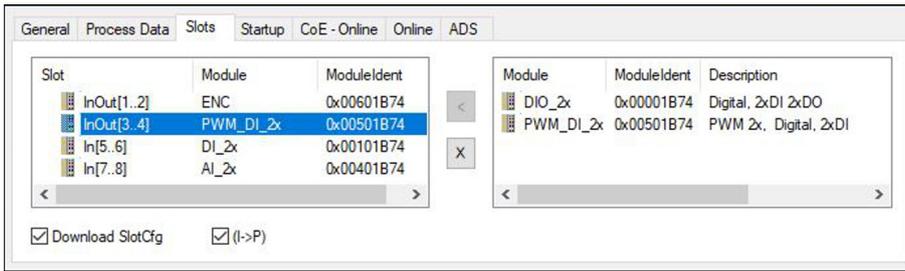
附图 12: 使用插槽 1 时支持的模块。

- ENC（增量式编码器模式）。2 x 数字量输入用于 250 kHz 编码器信号，2 x 编码器数字量输出。
- CNT（计数器模式）。1 x 100 kHz 计数器数字量输入，1 x 20 kHz 数字量输入用作加/减计数器，2 x 计数器数字量输出。
- DIO_2x（数字量输入和输出）。2 x 数字量输入，24 V DC，滤波 3 ms，type 3，2 x 数字量输出，24 V DC，0.5 A，1 线制技术。

*) 输入通道 3 仅在增量式编码器模式下才会使用。输入高电平时，可以锁存增量式编码器的值或复位计数器。

插槽 2:

使用插槽 2 时，输入 3 和 4 以及输出 3 和 4 会被配置。

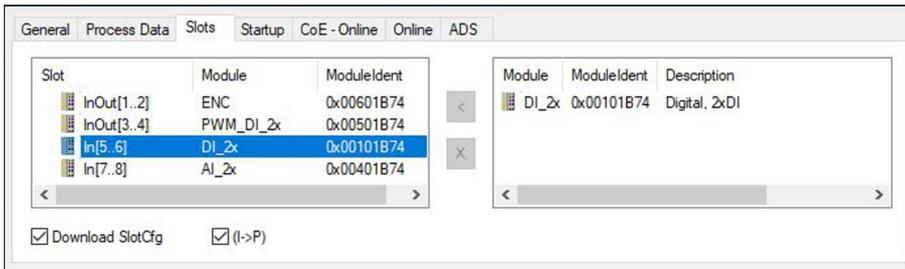


附图 13: 使用插槽 2 时支持的模块。

- DIO_2x (数字量输入和输出)。2 x 数字量输入，24 V DC，滤波 3 ms，type 3，2 x 数字量输出，24 V DC，0.5 A，1 线制技术。
- PWM_DI_2x (PWM 信号模式)。2 x 数字量输入，24 V DC，滤波 3 ms，2 x 针对 PWM 信号配置的数字量输出。

插槽 3:

使用插槽 3 时，输入 5 和 6 会被配置。

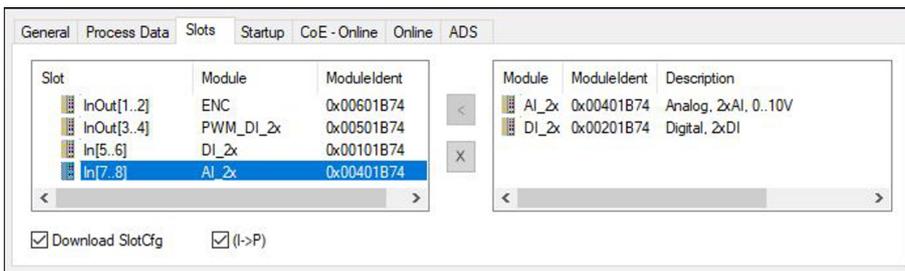


附图 14: 使用插槽 3 时支持的模块。

插槽 3 只包含一个模块，因此没有不同的配置可供选择。该模块支持 2 x 数字量输入，24 V DC，滤波 3 ms，type 3。

插槽 4:

使用插槽 4 时，输入 7 和 8 会被配置。

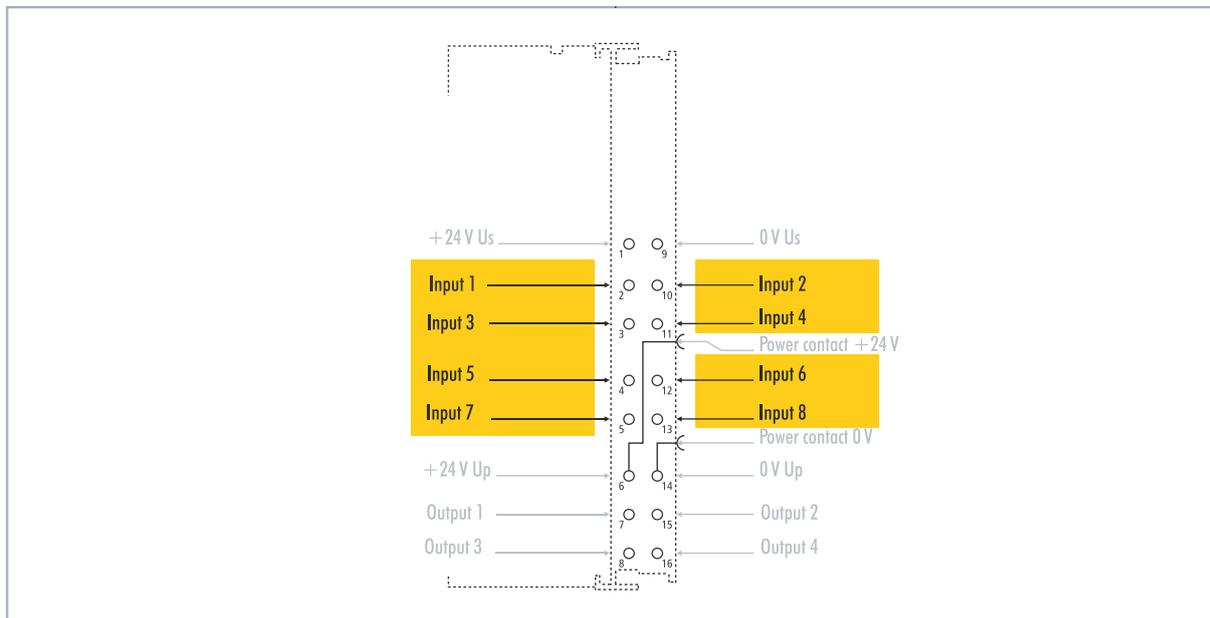


附图 15: 使用插槽 4 时支持的模块。

- AI_2x (模拟量模式)。2 x 模拟量输入，0 ~ 10 V，12 位
- DI_2x (数字量输入)。2 x 数字量输入，24 V DC，滤波 3 ms，type 3

6.1 数字量输入

数字量输入从过程层采集二进制控制信号。一般来说，这类信号都是机械触点，如常闭或常开触点、或者电子传感器，如感应接近开关、光电传感器等，用于产生控制目的的低/高电平信号。由于集成了多功能输入/输出 I/O，CX70xx 最多可用 8 个数字量输入，24 V DC，滤波 3 ms，type 3。



附图 16: 可配置的数字量输入。

数字量输入具有 3 ms 的输入滤波。每个输入点的信号状态通过 LED 灯单独指示。对于数字量输入 3、4、5 和 6，可以在相应的 CoE 对象中进行额外的滤波设置，例如可以设置分辨率和滤波时间。

表 8: 技术数据，多功能 I/O 作为数字量输入。

技术数据	CX7000
连接技术	1 线制
输入数量	8
额定电压	24 V DC (-15 %/+20 %)
规格	EN 61131-2, type 3
低电平信号	-3...+5 V
高电平信号	11...30 V
输入滤波	可配置，默认: 3 ms，最小: 10 μs
连接线径	e*: 0.08...1.5 mm ² , f*: 0.25...1.5 mm ² , a*: 0.14...0.75 mm ²
AWG 接线线径	e*: AWG 28...16, f*: AWG 22...16, a*: AWG 26...19
剥线长度	8 ... 9 mm

*e: 单线，实心线；f: 绞线；a: 带线鼻子

6.2 数字量输出

注意

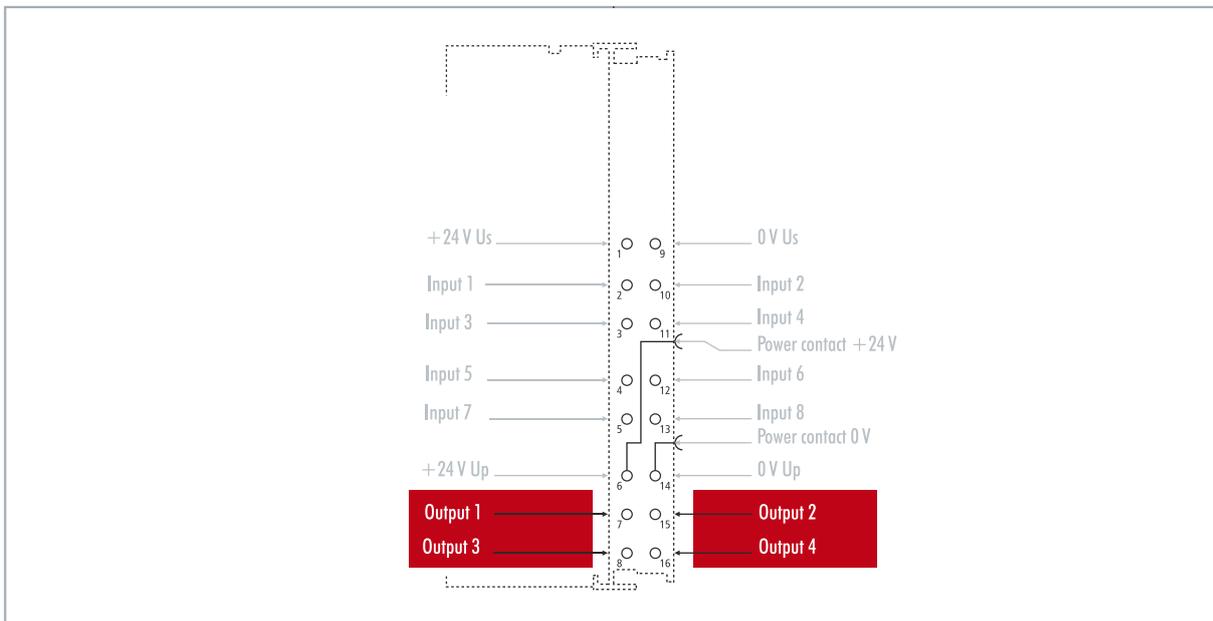
24 V 输出反馈机制

如果电源 (Up) 没有接通 (无反馈), 则输出端的 24 V 可能会出现不稳定的电压或浮空状态, 这可能会毁坏设备。接通电源 (Up), 以便向输出端供应正常的 24 V 电压。

数字量输出将二进制 24 V DC 控制信号在电气隔离状态下传送到过程层的执行器。输出的高电平相当于供电的电源电压。

输出 3 和 4 共 2 个 PWM 输出级。如果将这 2 个数字量输出用作正常数字量输出, 则内部回路会产生小于 100 μA 的漏电流, 从而产生约 5 V 的电压。如果想让输出的低电平接近 0 V, 就需要外接一个 47 kΩ 的电阻至地线。

另一种方式是以 PWM 模式下驱动 2 个输出, 并设置 PWM 信号占空比的变量 PWM output PWM output 为 0x0000 (代表FALSE), 设置为 0xFFFF (代表TRUE)。这将启用 PWM 输出级, 便不会产生任何漏电流。



附图 17: 可配置的数字量输出。

CX7000 共包含 4 个输出, 它们通过发光二极管指示信号状态。输出可用于开关标准执行器, 如电流接触器或阀门。

表 9: 技术数据, 多功能 I/O 作为数字量输出。

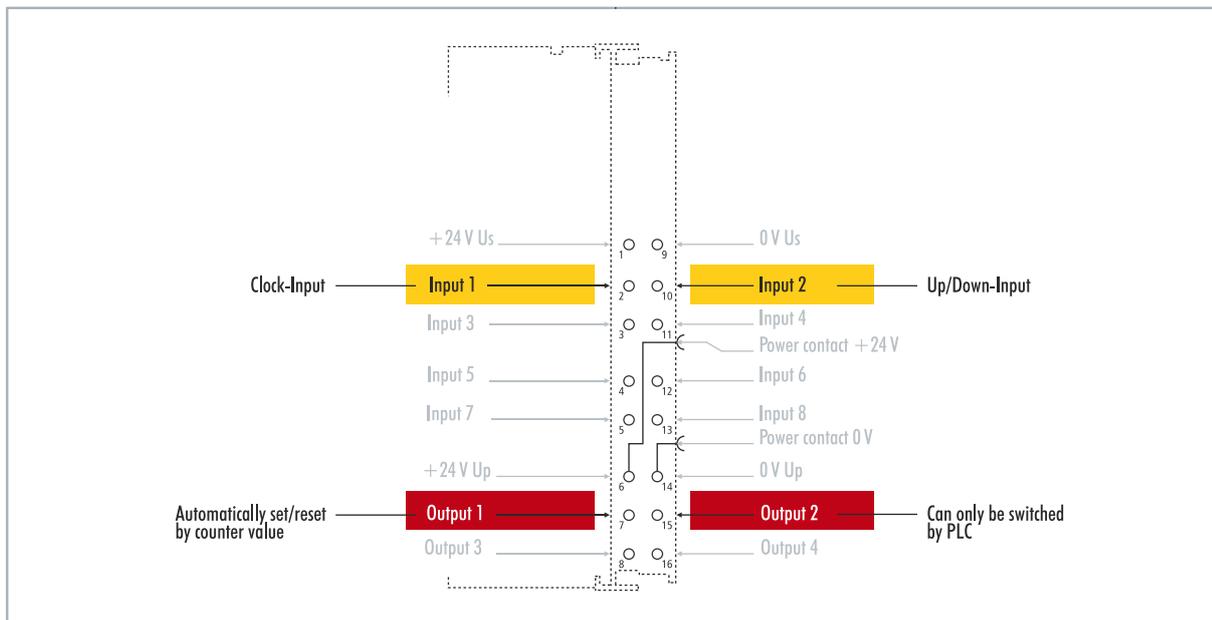
技术数据	CX7000
连接技术	1 线制
输出数量	4
额定电压	24 V DC (-15 %/+20 %)
负载类型	阻性负载、感性负载、灯具负载
最大输出电流	24 V/0.5 A (短路保护)
转换时间	通常为 T _{ON} : 20 μs, T _{OFF} : 10 μs
短路电流	典型值 < 2 A
最大关断能量 (感性负载)	< 150 mJ/通道
连接线径	e*: 0.08...1.5 mm ² , f*: 0.25...1.5 mm ² , a*: 0.14...0.75 mm ²
AWG 接线线径	e*: AWG 28...16, f*: AWG 22...16, a*: AWG 26...19

技术数据	CX7000
剥线长度	8 ... 9 mm

*e: 单线, 实心线; f: 绞线; a: 带线鼻子

6.3 计数器模式

CX7000 嵌入式控制器可配置为加/减计数器，实现脉冲计数。嵌入式控制器适合最大截止频率为 100 kHz 的快速计数任务，因此 CX7000 可在 1 计数器模式下运行。



附图 18: 在计数器模式下可配置的输入和输出。

CX7000 在计数器模式下支持 3 种运行模式：

- 加/减计数器
- 加计数器
- 减计数器

此外，输出 1 可根据计数器值进行状态切换。输出 2 可从 PLC 程序进行状态切换。这样的设计可以实现对现场设备中的快速控制信号的使用和切换。

运行模式可在 TwinCAT 中通过 CoE 对象进行设置。

加/减计数器

在加/减计数器运行模式下，要计数的脉冲由数字量输入 1 检测。计数方向由数字量输入 2 指定。

如果输入 1 和输入 2 同时出现高电平，则计数器向上计数。如果输入 1 出现高电平，输入 2 出现低电平，则计数器向下计数。

加计数器

在此运行模式下，信号由数字量输入 1 检测。

减计数器

在此运行模式下，信号由数字量输入 1 检测。

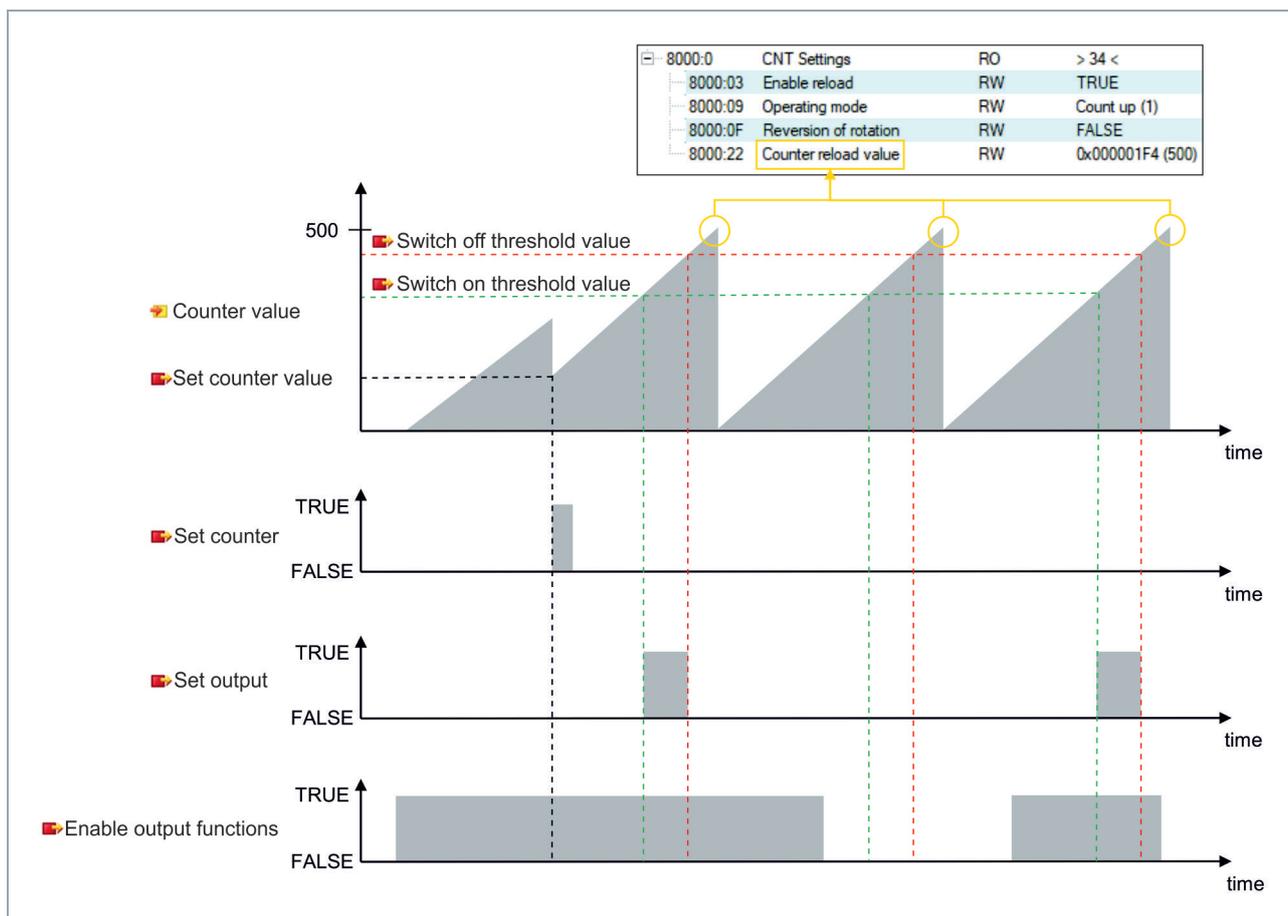


表 10: 技术数据, 计数器模式下的多功能 I/O。

技术数据	CX7000
计数器数量	1 x 加/减计数器, 1 x 加或减计数器
额定电压	24 V DC (-15 %/+20 %)
规格	EN 61131-2, type 3
低电平信号	-3...+5 V
高电平信号	11...30 V
截止频率	加/减计数器: 20 kHz ¹⁾ , 仅在一个方向计数: 100 kHz
计数器深度	32 位
最大输出电流	24 V/0.5 A (短路保护)
特殊功能	设置计数器, 开关输出, 复位计数器
连接线径	e*: 0.08...1.5 mm ² , f*: 0.25...1.5 mm ² , a*: 0.14...0.75 mm ²
AWG 接线线径	e*: AWG 28...16, f*: AWG 22...16, a*: AWG 26...19
剥线长度	8 ... 9 mm

¹⁾ 加/减计数器也可在不大于 100 kHz 的频率下计数, 但在计数方向逆转时, 计数频率必须 ≤ 20 kHz, 否则脉冲将会丢失。

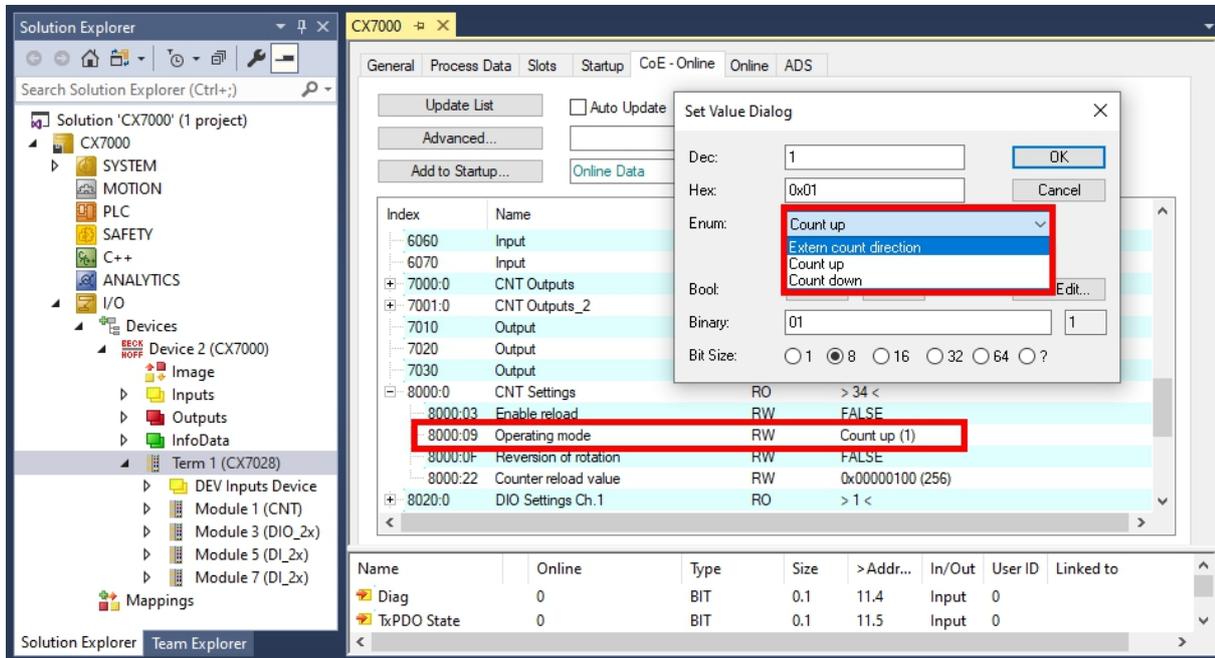
*e: 单线, 实心线; f: 绞线; a: 带线鼻子

6.3.1 选择运行模式

CX7000 在计数器模式下支持 3 种运行模式：运行模式在 TwinCAT 中通过 CoE 对象进行设置。您可以在加/减计数器、加计数器和减计数器 3 种运行模式之间选择。

操作步骤如下：

1. 点击左侧树状结构中的 CX7028 设备。
2. 点击 CoE-Online 选项卡。



3. 双击 CoE 对象 8000:09 运行模式。
4. 在 Enum 选项下，选择所需的运行模式。
⇒ 运行模式生效。请注意，CX7000 同时只能使用一种运行模式，不同模式无法混合使用。

6.3.2 切换输出

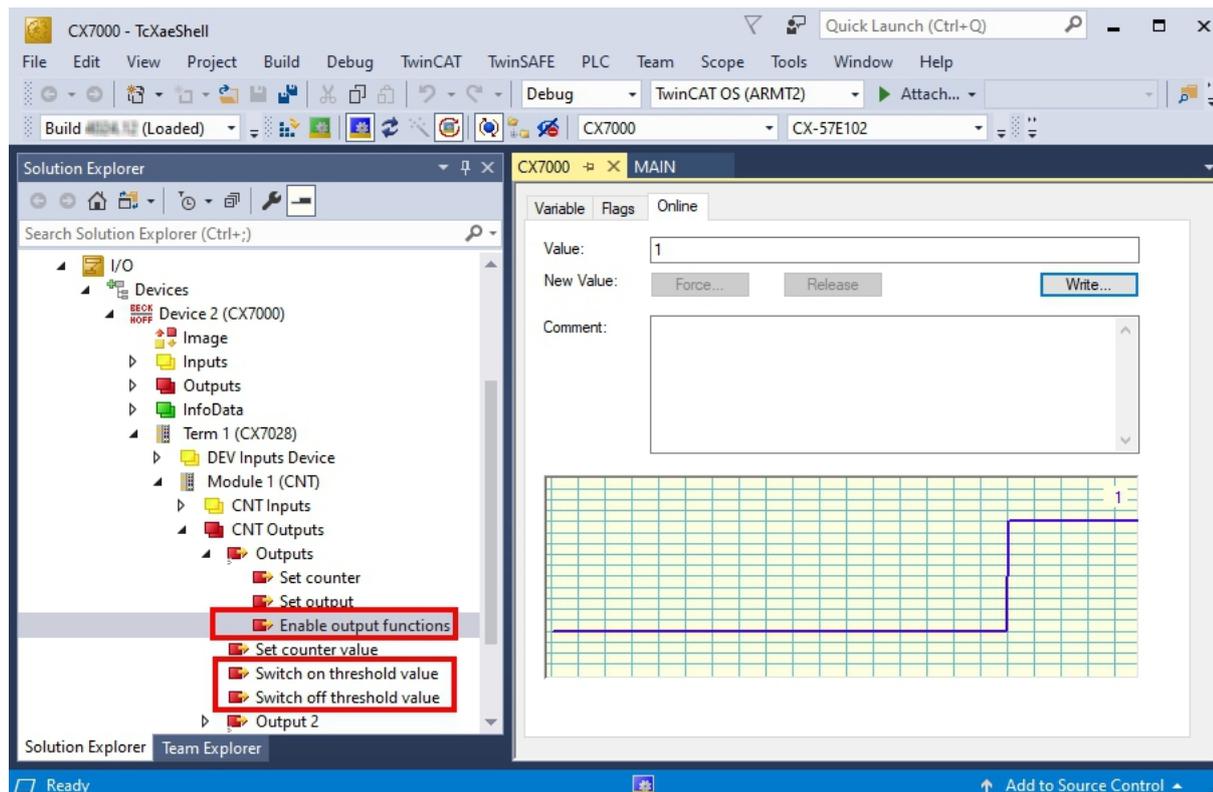
借助 CX7000，可以在达到某个计数器值时立即自动切换输出 1。这样就可以在不需要 PLC 程序的情况下实现快速处理。第二个输出，即输出 2，可通过 PLC 程序进行切换，与计数器值无关。

输出 1 分别由变量 **Switch on threshold value** 和 **Switch off threshold value** 控制输出或关闭：

- 如果达到 **Switch on threshold value** 下的设定值，则会切换输出。
- 如果达到 **Switch off threshold value** 下的设定值，则会关闭输出。

向下计数时，相应的切换指令会反向执行。如果该值低于 **Switch on threshold value** 下的设定值，则会关闭输出 1。

操作步骤如下：



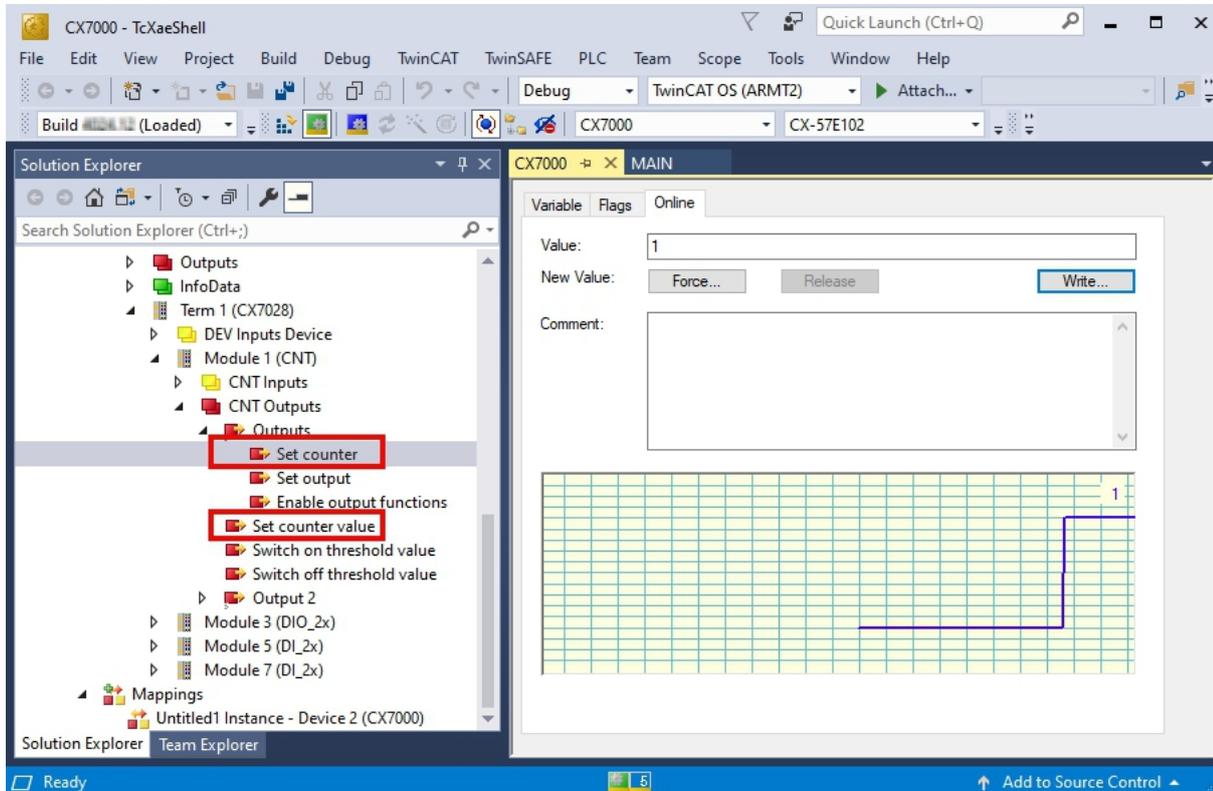
1. 使用变量 **Switch on threshold value** 指定应打开输出的计数器值。
 2. 使用变量 **Switch off threshold value** 指定应关闭输出的计数器值。
 3. 然后将变量 **Enable output functions** 设置为 **True**，以应用设置。
- ⇒ 只有当变量 **Enable output functions** 设置为 **True** 时，才会启用功能并切换输出。

如果达到或超过 **Switch on/off threshold** 的参数化计数器值，但未设置变量 **Enable output functions**，则不会执行切换命令。此时一旦启用了 **Enable output functions**，就会立刻切换输出。同样的，当设置的计数值 **Switch on/off threshold** 被修改到满足条件的范围时，输出也会立即生效。

6.3.3 设置计数器值

该步骤向您展示如何将计数器值设置为特定值。变量 **Set counter value** 用于指定一个值，变量 **Set counter** 用于将计数器值设定为该指定值。这两个变量均可由 PLC 控制。

操作步骤如下：



1. 使用变量 **Set counter value** 将一个值指定为计数器值。
 2. 然后将变量 **Set counter** 设置为 **True**，以便应用这些设置。
- ⇒ 只有当变量 **Set counter** 设置为 **True** 时，**Set counter value** 下的设定值才能应用于计数器值。

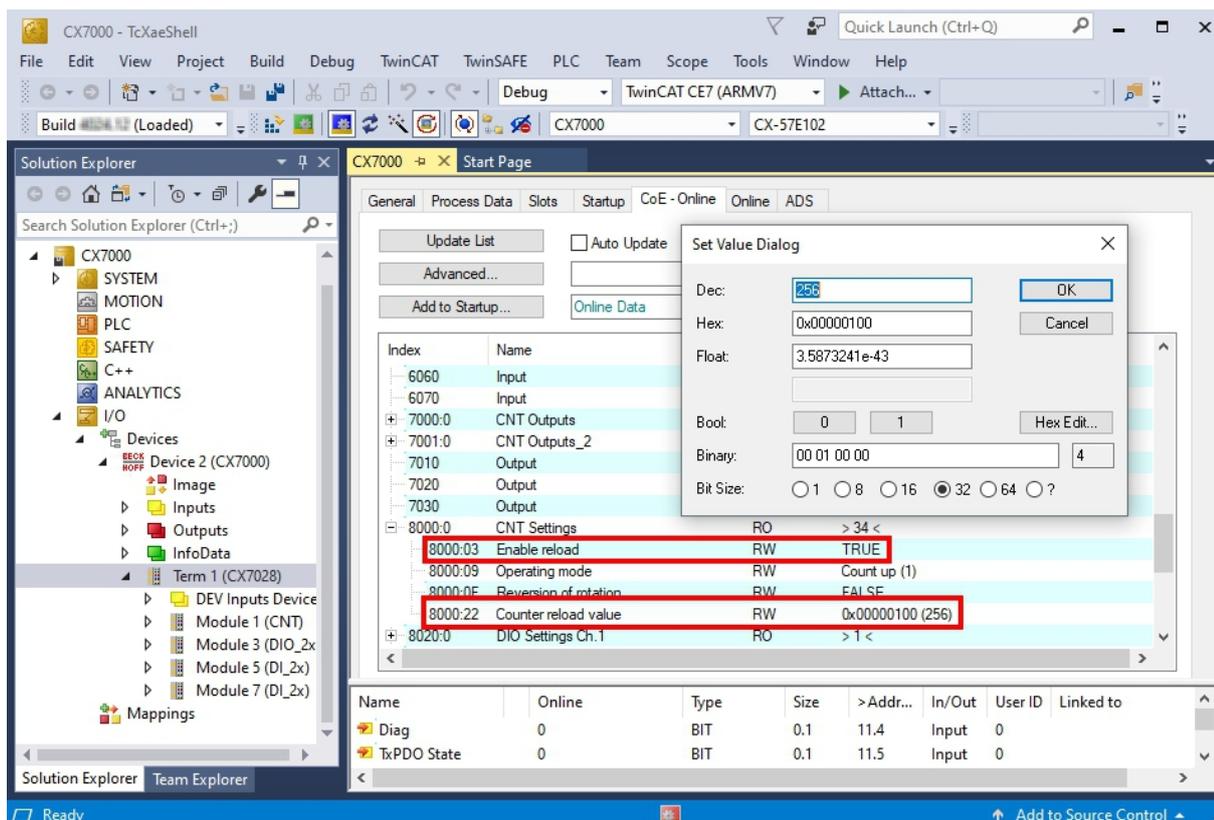
6.3.4 设置计数器的极限值

该步骤向您展示如何在 TwinCAT 中设置一个限值，计数器值将从该限值开始自动复位归零。向上计数时，当达到上限值时，计数器值复位归零。向下计数时，当达到零时，计数器值重置为设定的上限值。

计数器值是一个 UDINT 变量。计数器仅在 0 至 0xFFFF FFFF (4294967295) 的正数范围内计数。如果数值减小至小于零，则计数器被设置为最大正值。如果超过 4294967295，则计数器设置为零。2 个变量 **Counter underflow** 或 **Counter overflow** 分别表示溢出，并在正方向达到 0x4000 或在负方向达到 0xFFFFC000，或达到相应的其他溢出时复位。

操作步骤如下：

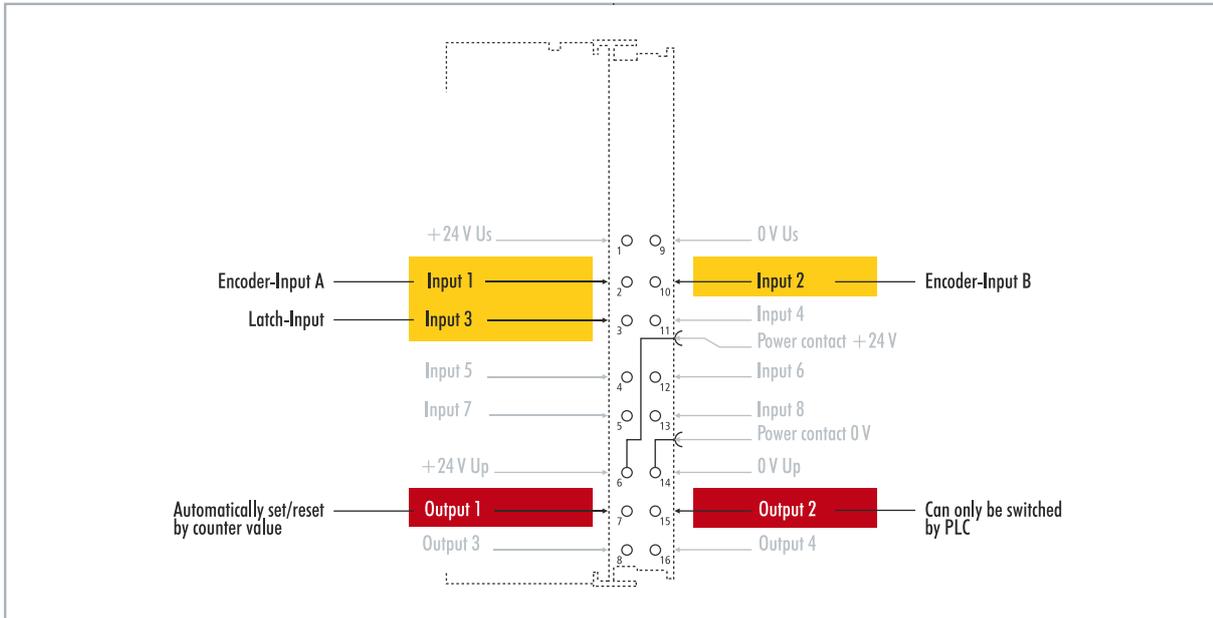
1. 点击左侧树状结构中的 CX7028 设备。
2. 点击 CoE-Online 选项卡。



3. 双击 CoE 对象 8000:22 Counter reload value 并设置限值。
 4. 然后双击 CoE 对象 8000:03 Enable reload，并将值设置为 True。
- ⇒ 只有当 CoE 对象 8000:03 Enable reload 设置为 True 时，功能和定义的限值才会激活。

6.4 增量式编码器模式

在增量式编码器模式下，CX7000 可配置为直接连接 24 V 增量式编码器的接口。将使用四倍频，且高电平和低电平都能在输入 1 和输入 2 检测到。



附图 19: 增量式编码器模式下的可配置输入和输出。

编码器模式下同样具有与计数器模式下相对应的功能。此外，输入 3 可用于计数值的锁存，即在输入 3 为高电平时将计数值输入到过程数据中。或者，输入 3 也可以用于在高电平时复位计数器的值。

除此之外，输出 1 可根据计数器值进行状态切换。输出 2 可从 PLC 程序进行状态切换。借助以上功能可以实现对现场设备中的快速控制信号的使用和切换。

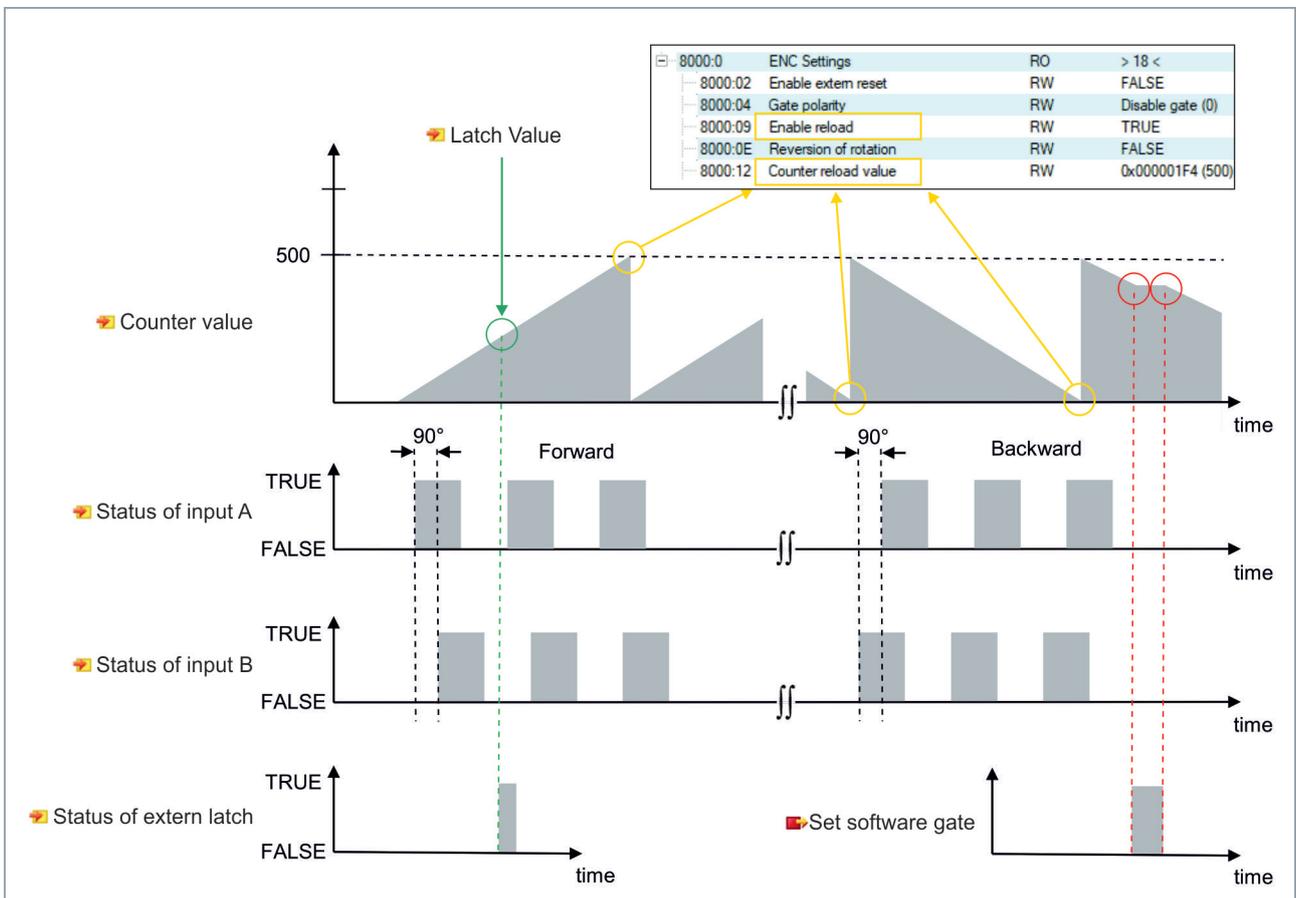


表 11: 技术数据, 编码器模式下的多功能 I/O。

技术数据	CX7000
技术	增量式编码器接口
额定电压	24 V DC (-15 %/+20 %)
规格	EN 61131-2, type 3
编码器连接	1 x A, B: 24 V, 单端
其他输入	锁存输入, 24 V DC
截止频率	250,000 increments/s (四倍频), 对应 62.5 kHz
计数器深度	32 位
正交解码器	四倍频
最大输出电流	24 V/0.5 A (短路保护)
特殊功能	锁存功能、软件门、设置计数器、切换输出、复位计数器
连接线径	e*: 0.08...1.5 mm ² , f*: 0.25...1.5 mm ² , a*: 0.14...0.75 mm ²
AWG 接线线径	e*: AWG 28...16, f*: AWG 22...16, a*: AWG 26...19
剥线长度	8 ... 9 mm

*e: 单线, 实心线; f: 绞线; a: 带线鼻子

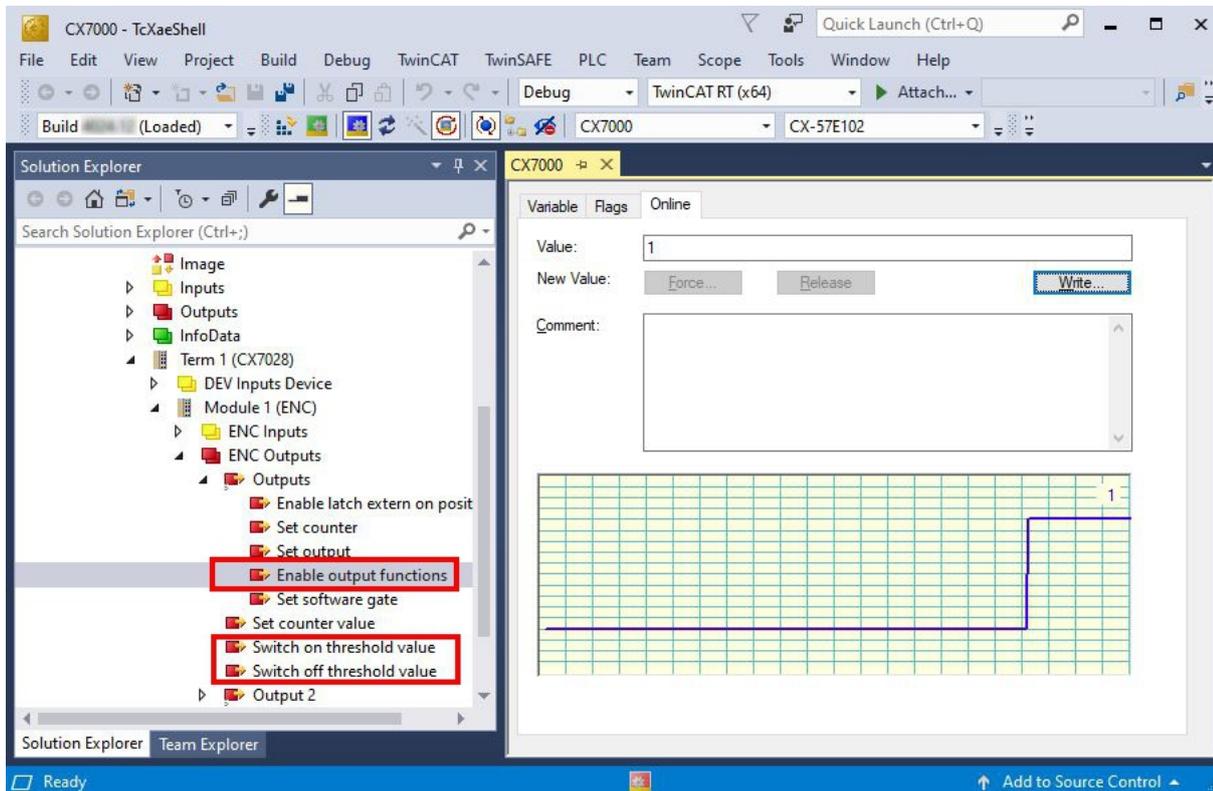
6.4.1 切换输出

借助 CX7000，可以在达到某个计数器值时立即自动切换输出 1。这样就可以在不需要 PLC 程序的情况下实现快速处理。第二个输出，即输出 2，可通过 PLC 进行切换，与计数器值无关。

输出 1 分别由变量 **Switch on threshold value** 和 **Switch off threshold value** 控制输出或关闭：

- 如果达到 **Switch on threshold value** 下的设定值，则会切换输出。
- 如果达到 **Switch off threshold value** 下的设定值，则会关闭输出。

操作步骤如下：



1. 使用变量 **Switch on threshold value** 指定应切换输出的计数器值。
 2. 使用变量 **Switch off threshold value** 指定应关闭输出的计数器值。
 3. 然后设置变量 **Enable output functions**，来启动这些设置。
- ⇒ 只有当变量 **Enable output functions** 设置为 **True** 时，才会启用功能并应用设置。

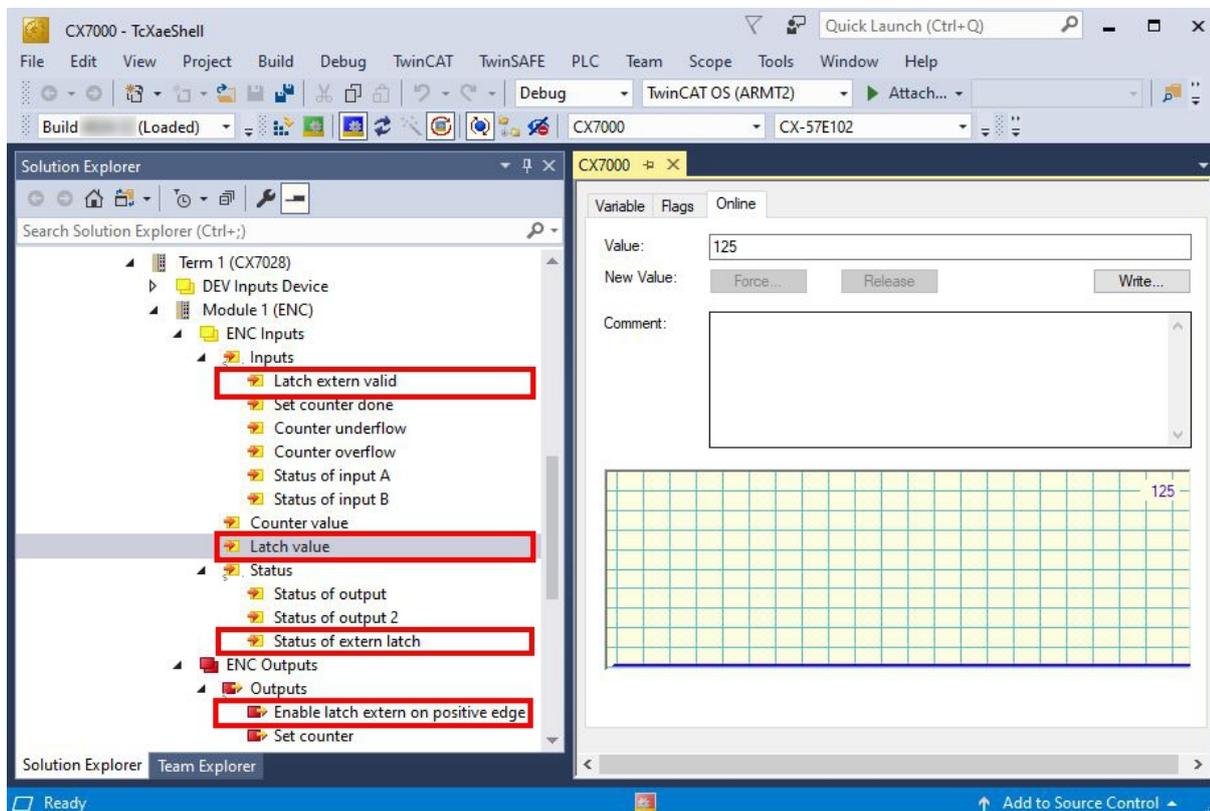
如果计数达到或超过设置的阈值，但未开启 **Enable output functions**，则不会执行切换命令。一旦启用了 **Enable output functions**，当计数器达到设置的计数值 **Switch on/off threshold** 输出会立即生效。

6.4.2 锁存计数器值

在增量式编码器模式下，计数器值可以被锁存，并将锁存的当前值存放在过程数据当中。输入 3 用作锁存输入。

如要启用该功能，必须将变量 **Enable latch extern on positive edge** 设置为 **True**。在输入 3 处出现高电平时，当前计数器值将会被输入到变量 **Latch Value** 中。您可以监控变量的有效性，一旦锁存值被输入，变量 **Latch extern valid** 也会被设置为 **True**。

操作步骤如下：



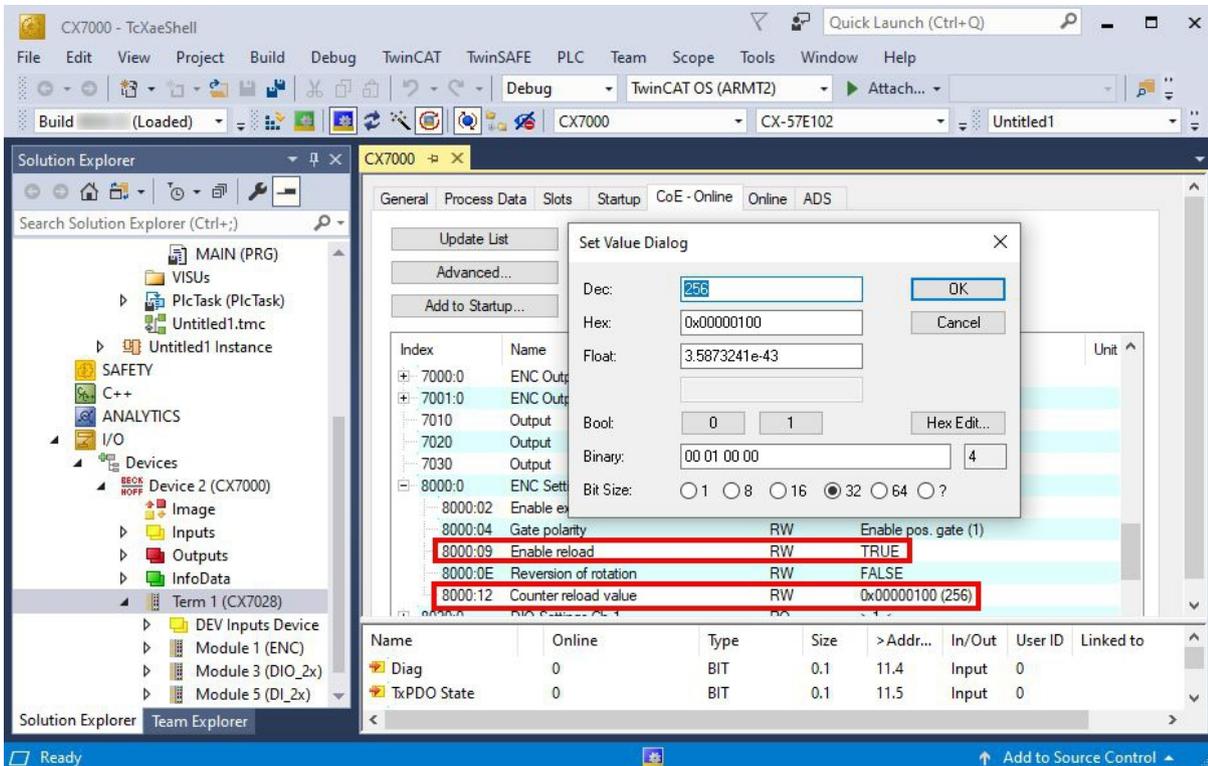
1. 将变量 **Enable latch extern on positive edge** 设置为 **True**，以启用锁存功能。
 2. 利用变量 **Status of extern latch** 监控锁存输入的状态。
 3. 在输入 3 处出现高电平时，当前计数器值将会被输入到变量 **Latch Value** 中。
 4. 通过变量 **Latch extern valid** 确认锁存值的有效性。一旦写入锁存值，该变量也会被设置为 **True**。
- ⇒ 如需再次执行锁存，变量 **Enable latch extern on positive edge** 必须再次被设置成高电平。

6.4.3 设置计数器的极限值

该步骤向您展示如何在 TwinCAT 中设置一个上限值，计数器值将从该限值开始自动复位归零。向上计数时，当达到上限值时，计数器值复位归零。向下计数时，当达到零时，计数器值重置为设定的上限值。

操作步骤如下：

1. 点击左侧树状结构中的 CX7028 设备。
2. 点击 CoE-Online 选项卡。

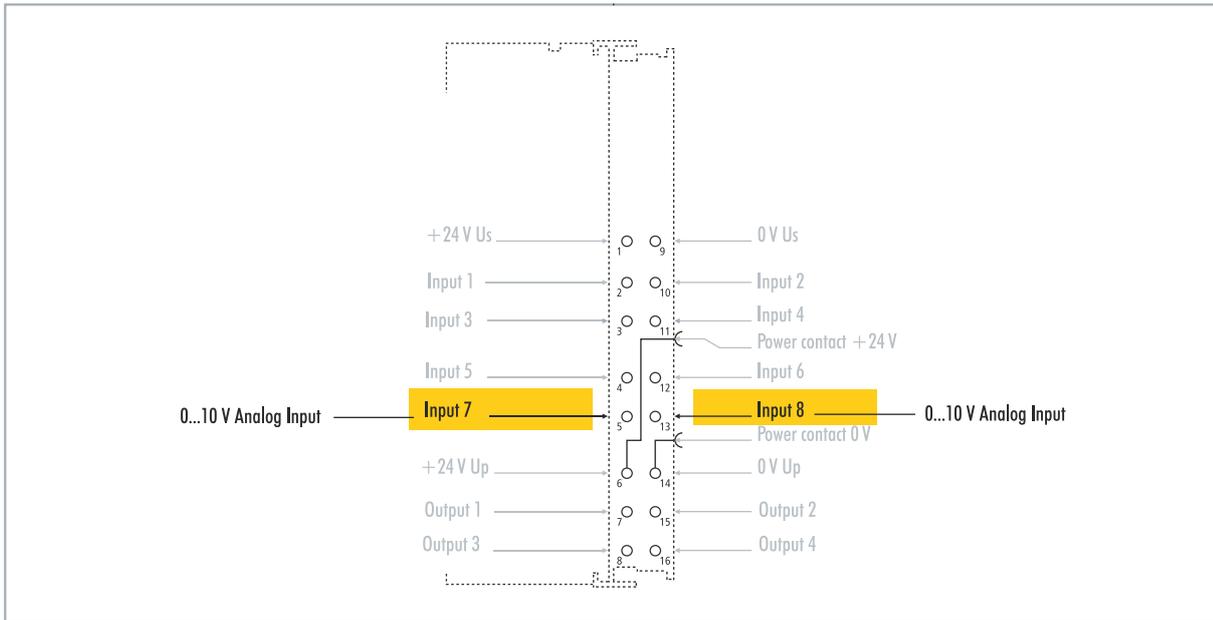


3. 双击 CoE 对象 8000:12 Counter reload value 并设置限值。
 4. 然后双击 CoE 对象 8000:09 Enable reload ，并将值设置为 True。
- ⇒ 只有在设置了 Enable reload 时，功能才会被激活。此外，也可以使用锁存输入从外部复位计数器值。为此，必须禁用锁存功能并将 CoE 对象 Enable extern reset 设置为 True。进行如上设置后，输入 3 的高电平会将当前计数器的值清零。

Index	Name	Flags	Value	Unit
7020	Output	RO P	FALSE	
7030	Output	RO P	FALSE	
8000:0	ENC Settings	RO	> 18 <	
8000:02	Enable extern reset	RW	TRUE	
8000:04	Gate polarity	RW	Enable pos. gate (1)	
8000:09	Enable reload	RW	TRUE	
8000:0E	Reversion of rotation	RW	FALSE	
8000:12	Counter reload value	RW	0x00000100 (256)	
8020:0	DIO Settings Ch.1	RO	> 1 <	

6.5 模拟量信号模式

输入 7 和 8 可采集在 0 到 10 V 范围内的单端信号。



附图 20: 可配置的模拟量输入。

电压经过数字化处理，分辨率达到 12 位。LED 灯用于指示信号状态。

表 12: 技术数据，模拟量模式下的多功能 I/O。

技术数据	CX7000
技术	单端
输入数量	2
信号电压	0...10 V
内部电阻	500 kΩ
输入滤波的截止频率	2 kHz
分辨率	12 位 (16 位表示法)
测量误差	< ±0.3 % (相对于满刻度值)
连接线径	e*: 0.08...1.5 mm ² , f*: 0.25...1.5 mm ² , a*: 0.14...0.75 mm ²
AWG 接线线径	e*: AWG 28...16, f*: AWG 22...16, a*: AWG 26...19
剥线长度	8 ... 9 mm

*e: 单线，实心线； f: 绞线； a: 带线鼻子

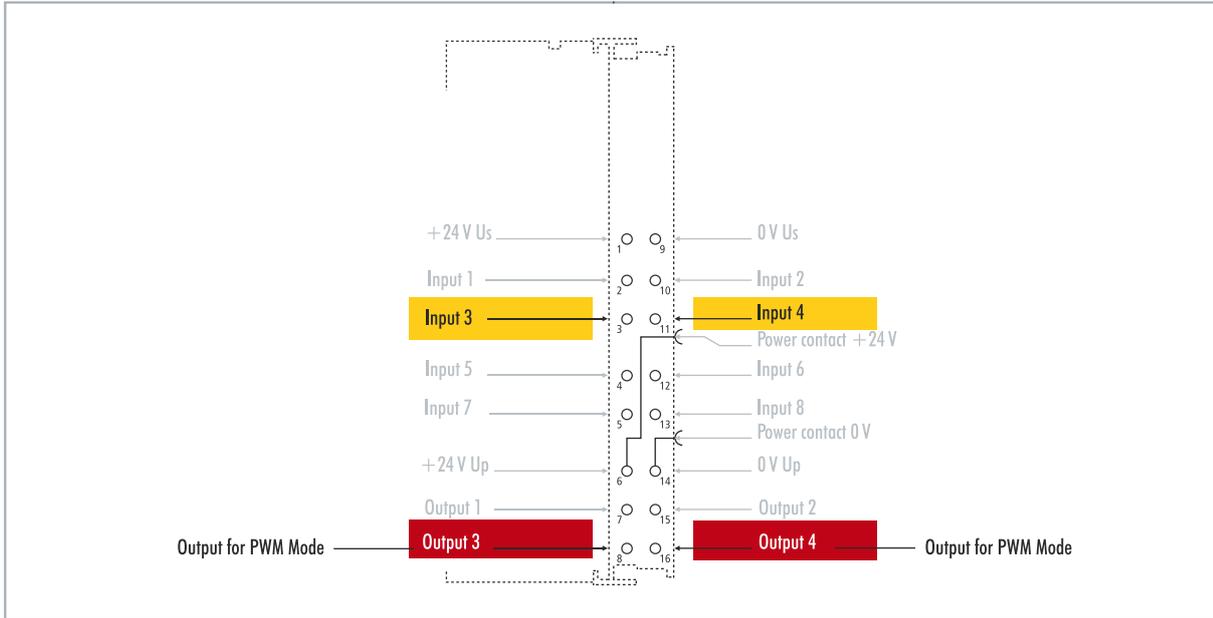
6.6 PWM 信号模式

注意

24 V 输出反馈机制

输出 3 和 4 上的外部 24 V 电压可能会毁坏设备（反馈）。在 PWM 模式下，不得向输出施加电压。

PWM 信号模式可在输出 3 和 4 引脚上输出经过脉宽调制的二进制信号。



附图 21: PWM 信号模式下的可配置输入和输出

该信号分为占空比 (0... 100 %) 和 PWM 时钟频率 (15 Hz... 100 kHz)。LED 灯在数据输出时闪烁，亮度的变化反映了占空比的大小。信号数值以 16 位的格式进行传输。

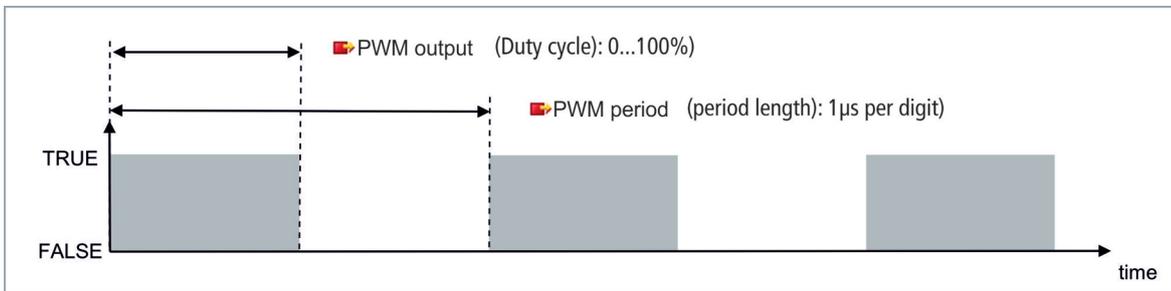


表 13: 技术数据, PWM 模式下的多功能 I/O。

技术数据	数字量输入
连接技术	PWM 输出
输出数量	2
额定电压	24 V DC (-15 %/+20 %)
负载类型	阻性负载、感性负载、灯具负载
最大输出电流	24 V/0.5 A (短路保护)
PWM 时钟频率	15 Hz...100 kHz
占空比	0...100 % ($T_{ON} > 20 \text{ ns}$, $T_{OFF} > 200 \text{ ns}$)
短路电流	典型值 $< 2 \text{ A}$
特殊功能	可为每个通道单独设置频率
连接线径	e*: 0.08...1.5 mm ² , f*: 0.25...1.5 mm ² , a*: 0.14...0.75 mm ²

技术数据	数字量输入
AWG 接线线径	e*: AWG 28...16, f*: AWG 22...16, a*: AWG 26...19
剥线长度	8 ... 9 mm

*e: 单线, 实心线; f: 绞线; a: 带线鼻子

6.6.1 设置 PWM 时钟频率和占空比

输出 3 和 4 的信号采用脉宽调制输出时，信号需设置占空比和 PWM 时钟频率。且两个输出可以单独设置占空比和 PWM 时钟频率值。

表 14: PWM 输出（占空比），内部定义的 PWM 信号。

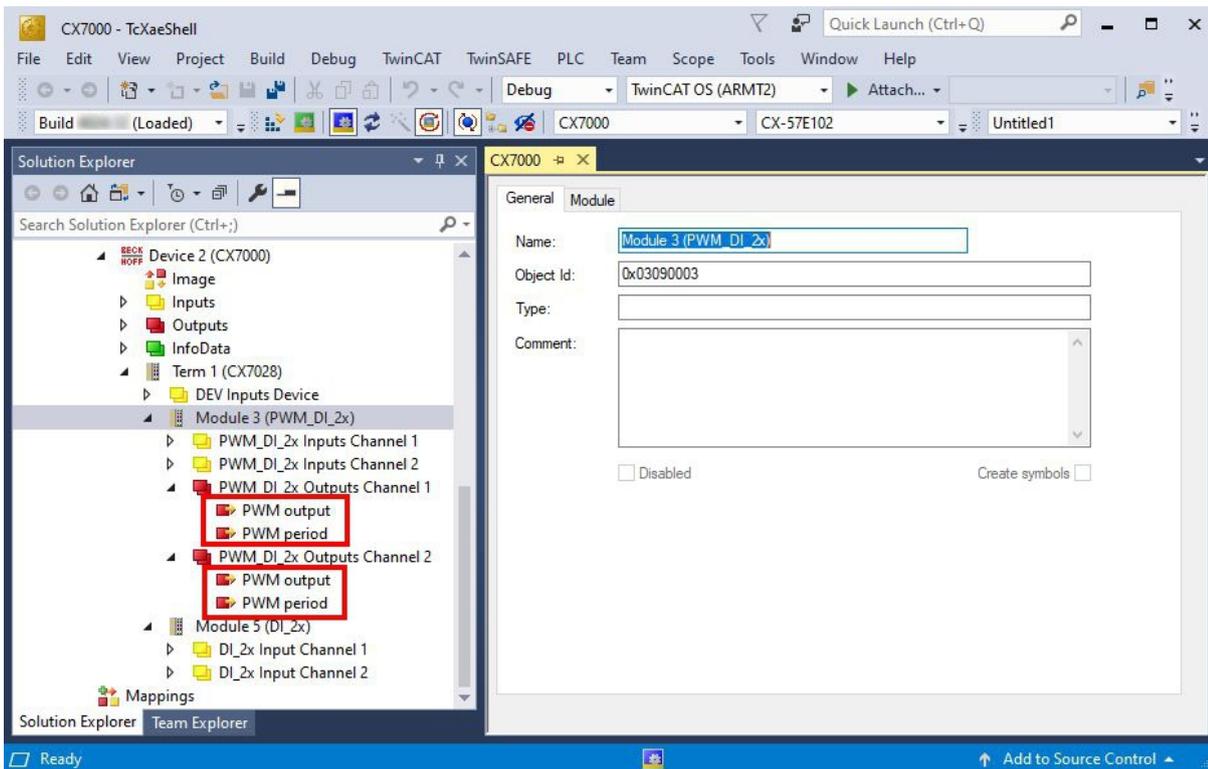
数值	十进制	十六进制
0 %	0	0x0000
25 %	16383	0x3FFF
50 %	32767	0x7FFF
100 %	65535	0xFFFF

表 15: PWM 周期（PWM 时钟频率），内部定义的 PWM 信号。

数值	十进制	十六进制	频率
0.010 ms	0..10	0x0000-0x000A	100 kHz
0.011 ms	11	0x000B	90.909 kHz
0.100 ms	100	0x0064	10 kHz
1.000 ms	1000	0x03E8	1 kHz
16.38 ms	16383	0x3FFF	61.04 Hz
65.53 ms	65535	0xFFFF	15.26 Hz

变量 **PWM output** 与占空比相对应，**PWM period** 与输出信号时的 PWM 时钟频率相对应。

操作步骤如下：



1. 在树状结构的左侧选择要设置占空比和 PWM 时钟频率的输出通道。
2. 将变量 **PWM output** 和 **PWM period** 与 PLC 项目中的对应变量链接起来。
3. 在对应通道上，根据上表设置占空比和 PWM 时钟频率值。

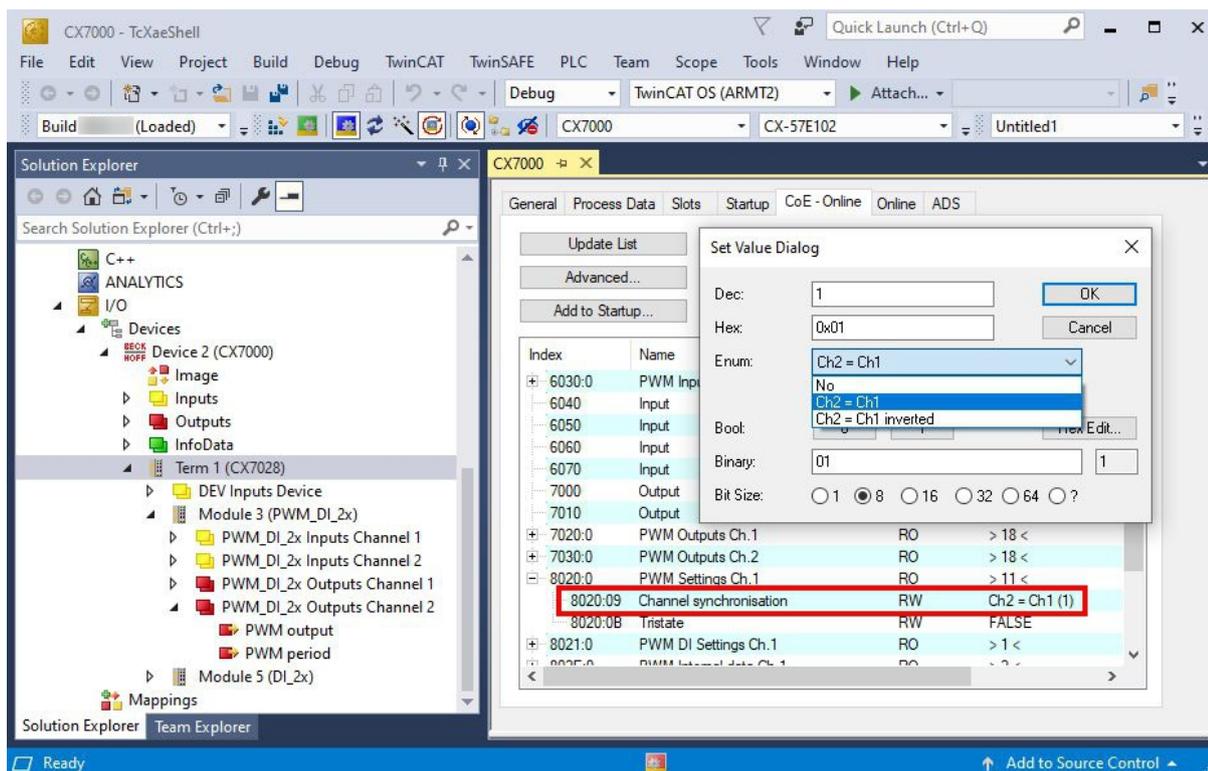
6.6.2 设置同步输出通道

通道同步功能允许输出 2 同步输出 1 进行输出。以下值可从 CoE 对象获取：

- 否：无依赖性
- Ch2 = Ch1：输出 1 的占空比和 PWM 时钟频率也应用于输出 2。相位为 0，即输出 1 和输出 2 的上升沿和下降沿同步。
- Ch2 = Ch1 反相：输出 1 的占空比和 PWM 时钟频率也应用于输出 2。但 PWM 时钟频率是反相的。相位为 0，即输出 1 为上升沿时输出 2 为下降沿。

操作步骤如下：

1. 点击左侧树状结构中的 CX7028 设备。
2. 点击 CoE-Online 选项卡。



3. 双击 CoEObject 8020:09 Channel synchronization。
4. 在 Enum 选项下，选择所需的同步类型。

7 配置

7.1 启动倍福设备管理器

使用倍福设备管理器，可以通过网络浏览器的帮助进行远程访问来配置工业 PC。访问通过 HTTP 协议和 80 端口（TCP）进行。

要求：

- 主机 PC 和嵌入式 PC 必须位于同一网络中。网络防火墙必须允许通过 80 端口（HTTP）访问。
- 嵌入式 PC 的 IP 地址或主机名。

表 16: 倍福设备管理器的访问数据已交付使用。

用户名	密码
管理员	1

按以下步骤启动倍福设备管理器：

1. 在主机 PC 上打开网络浏览器。
2. 在网络浏览器中输入工业 PC 的 IP 地址或主机名称，以启动倍福设备管理器。
 - IP 地址示例：<http://169.254.136.237/config>
 - 主机名称示例：<http://BTN-000f89fa/config>
3. 输入用户名和密码。出现起始页：

The screenshot shows the BECKHOFF Device Manager web interface. On the left is a sidebar with navigation buttons for Device, Hardware, Software, TwinCAT, and Security. The main area is titled 'Device' and shows a table of system information for device 'BTN-000f89fa'. Below the table are workload indicators for CPU (7% usage) and Memory (29% usage).

Device	
Name	BTN-000f89fa
Date Time	31.01.2022 14:22:00
Operating System	TC/RTOS 0.9
Image Version	CX7000 Loader 0.9.41133-c0a85bc06a047b9f+Rel31
Hardware Version	CX7080 v01.2 2021-06-01
Serial number of IPC	000f89fa
Device Manager Version	2.0.3.26

Workload

Component	Usage	Max
CPU	7%	100%
Memory	29%	100%

⇒ 在菜单中向前导航，配置工业 PC。请注意，修改只有在被确认后才会被激活。可能需要重新启动工业 PC。

7.2 Persistent数据

注意

应用示例

在下面的例子中，负载变化、电源的波动，或者是元件的老化等因素，都可能导致应用无法正常工作。倍福不对以上示例中的应用担任任何责任。

通常，只有在 TwinCAT 停止期间或通过特定功能块才能存储持久性数据。本章将向您展示如何在没有不间断电源的情况下于 CX7000 上存储持久性数据。

如果嵌入式控制器带有不间断电源，则功能块通常与不间断电源相关联。一旦检测外部供电断开，功能块就会立即激活，触发写入持久性数据，然后关闭嵌入式控制器。使用 1 秒不间断电源时，嵌入式控制器不会进入关闭流程，因为留给它的时间太短了。

对于 CX7000 这样的小型控制器，出厂时无 1 秒不间断电源，但您仍然可以使用此功能。只需要使用一个具有足够剩余电量的电源装置，利用这些剩余能量为 CX7000 供电一段时间。通过如下的小测试您可以得知您的电源装置是否可以进行该操作：

测试电源装置

当 CX7000 运行时，关闭电源装置的交流电压，测量 CX7000 继续运行的时间。如果继续运行时间超过 3 秒，则可以将电源装置用作 1 秒不间断电源的替代品。请注意，电源装置也会老化，导致电容容量下降。因此，您应该加入一个安全系数，例如系数 3，以便拥有足够的储备，能够让电源装置作为 1 秒不间断电源的替代品运行更长时间。

如果还需要确定电源装置维持供电的时间，可以借助一个 EL1722，将其连接到电源装置的交流电源侧。然后编写一个小程序：

```
VAR
    bPower230V AT %I* : BOOL; (*link to the EL1722*)
END_VAR

VAR RETAIN
    Counter : INT;
END_VAR

Program:
IF NOT bPower230V THEN (*bPower230V is linked to the EL1722*)
    Counter:=counter+1; (*the counter is a retain value*)
END_IF
```

创建启动项目并关闭电源装置的交流电压。一旦 EL1722 不再显示数值，计数器就会递增，并将数据复制到内部 NOVRAM。重新恢复供电并在线登录 TwinCAT 程序。此时将计数器值乘以 Task 周期得到总时间。重复几次，以确保电源装置始终能够稳定运行。接下来，您需要调用功能块 FB_WritePersistentData。它位于 Tc2_Uutilities 库中（在“TwinCAT PLC”文件夹中）。

然后需要确定存储持久性数据所需的时间。将如上过程同样重复几次，这样就能得到一个恒定值，并在出现波动时确定一个最大值。可以通过 Busy（忙）标志来确定所需的时间。只要 Busy（忙）标志为 True，即表明功能块在处理中。将得到的时间乘以 2，以纳入更多的安全系数。

示例：

测量结果表明，电源装置能够维持供电三秒，写入持久性数据的时间约为 400 ms。根据建议的安全系数，电源维持供电一秒，写入持久性数据的时间约为 800 ms。

因此，电源维持供电的时间比存储持久性数据所需的时间更长。因此，您可以使用该示例中的电源装置来替代 1 秒不间断电源。

7.3 NOVRAM

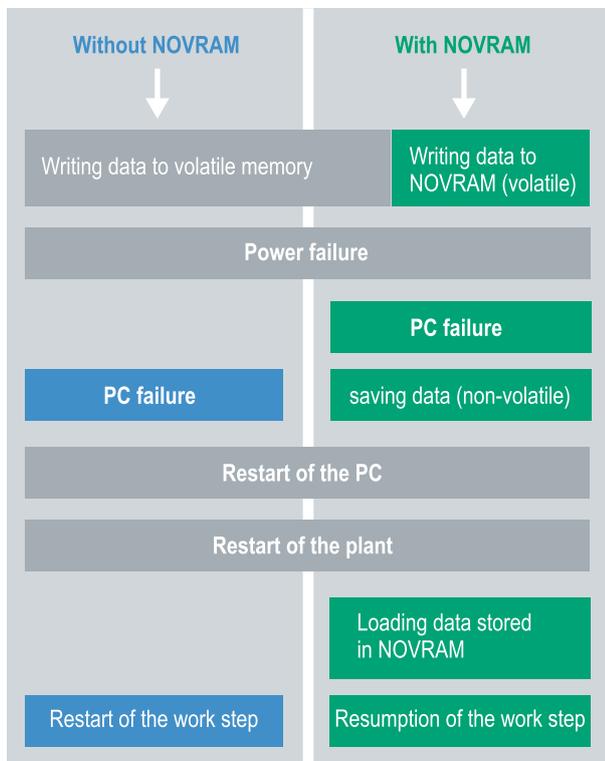
NOVRAM 可用于在断电情况下可靠地保存重要的变量值，如生产数据或计数器值。NOVRAM 的内存容量有限，仅适用于较小的数据量，最高可达 4 kB。

本章将向您介绍如何在 TwinCAT 3 中使用 NOVRAM。

运作

NOVRAM（非易失性随机存取存储器）是一种特殊的存储器件，用于可靠地保存重要数据。NOVRAM 由两部分组成，即易失性存储器和非易失性存储器。

TwinCAT 只写入 NOVRAM 的易失性部分。断电时，数据会自动从易失性存储器复制到非易失性存储器中。这一过程所需的能量由电容器提供。一旦恢复供电，数据就会自动拷贝回易失性存储器，以便 TwinCAT 继续使用这些数据。



附图 22：有 NOVRAM 和没有 NOVRAM 时的控制器行为。

内存容量

NOVRAM 的容量为 4 kB。数据根据双缓冲原则循环交替保存，以避免数据不一致的风险。

要求

开发环境	目标平台	硬件	PLC 库包括
TwinCAT 3.1 Build: 4020	PC 或 CX (x86、x64、ARM)	CX70xx、CX9020、CX20x0、CX20x2、CX20x3	Tc2_IoFunctions

7.3.1 创建Retian处理程序

在 TwinCAT 3 中（自 Build 4020 开始），使用 delta 算法将数据保存到 NOVRAM 中。该算法不会将所有变量保存在 NOVRAM 中，而是会搜索与上一周期相比发生的变化（delta 函数），并只保存发生变化的变量。

要使用 delta 算法，必须在 TwinCAT 3 中创建一个 Retain 处理程序，并且相关变量必须在 PLC 中以关键字 VAR_RETAIN 声明。

这种方法的新特点是无需使用功能块。在断电的情况下，Retain 处理程序会将数据保存在 NOVRAM 中，并在恢复供电后再次使用。

本章介绍如何在 TwinCAT 3 中创建 Retain 处理程序。Retain 处理程序将数据保存在 NOVRAM 中，并使其再次可用。换句话说，重要的变量值（如生产数据或计数器值）会在重新启动或断电时得到保留。

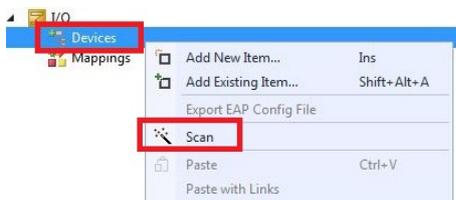
此步骤的要求：

- TwinCAT 3.1 Build: 4020。

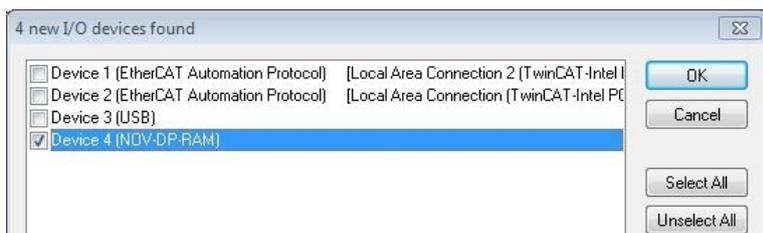
- 在 TwinCAT 中选定的目标设备。

创建Retain处理程序的步骤如下：

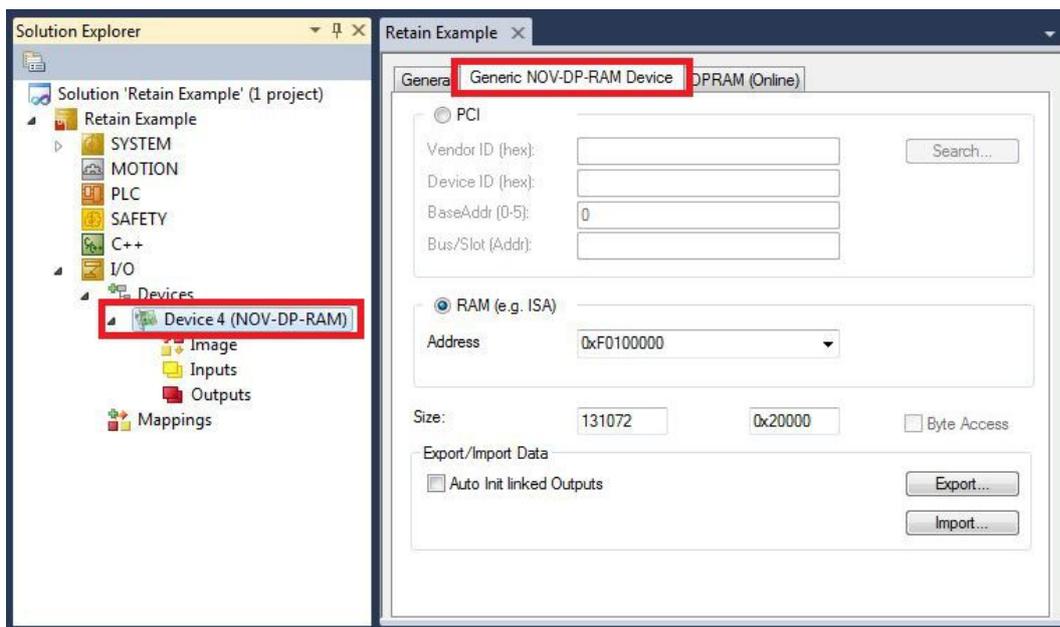
1. 在左边的树状视图中，右键单击**设备 (Devices)**。
2. 在上下文菜单中单击**扫描 (Scan)**。



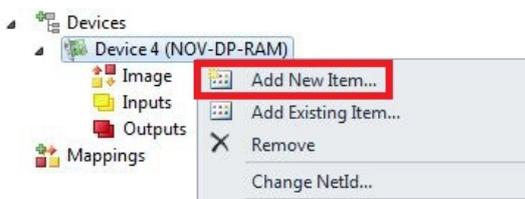
3. 选择 **设备 (Device) (NOV-DP-RAM)**，并通过**确定 (OK)** 进行确认。



4. 单击**是 (Yes)** 以搜索目标。
5. 单击左侧树形视图中的**设备 (Device) (NOV-DP-RAM)**，然后单击选项卡**通用 NOV-DP-RAM 设备 (Generic NOV-DP-RAM Device)**。



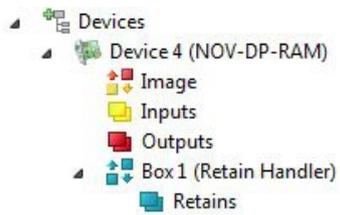
6. 单击 **RAM** 选项。
7. 右键单击树形视图中的**设备 (Device) (NOV-DP-RAM)**，然后单击**添加新项目 (Add New Item)**。



8. 选择Retain处理程序（Retain Handler）并点击确定（OK）。



⇒ 您已在 TwinCAT 中成功创建了一个Retain处理程序。



下一步，您可以在 PLC 中创建保留变量，并将它们与Retain处理程序连接起来。

7.3.2 创建和链接变量

一旦在 TwinCAT 中创建了 Retain 处理程序，就可以在 PLC 中声明变量，并将其链接到 Retain 处理程序。必须在 PLC 中使用关键字 VAR_RETAIN 标识变量。

本步骤的前提条件：

- 一个在 TwinCAT 中创建的 PLC 项目。

创建变量如下：

1. 在 PLC 项目的 VAR_RETAIN 区域创建变量。

```

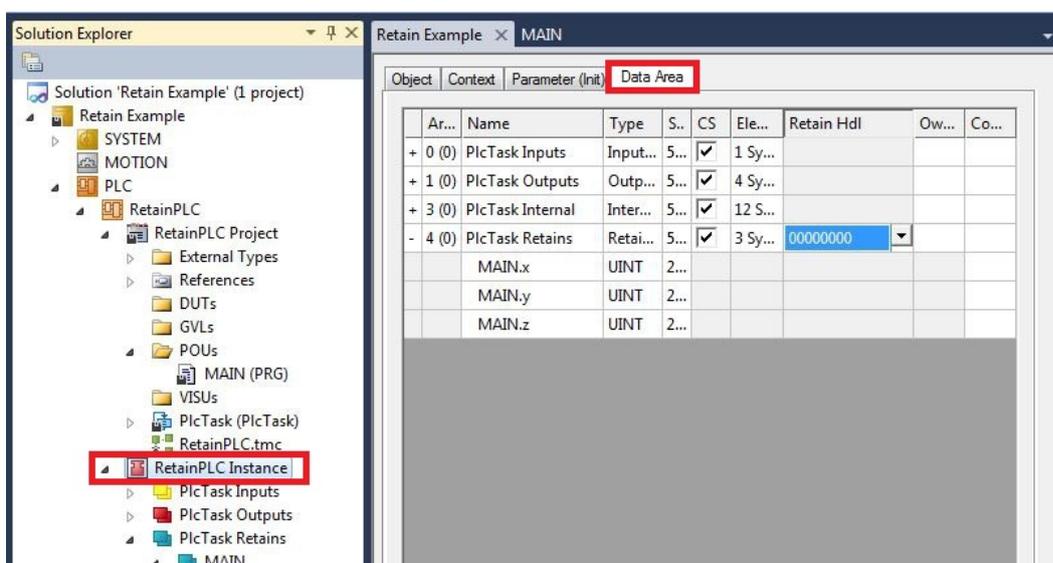
1  PROGRAM MAIN
2
3  VAR_RETAIN
4      x      :UINT;
5      y      :UINT;
6      z      :UINT;
7  END_VAR
8
9  VAR
10
11     datain AT$I*: REAL;
12     dataout AT$Q*: BYTE;
13
14  END_VAR

```

2. 单击顶部工具栏中的 Build，然后单击 Build 解决方案 (Build Solution)。



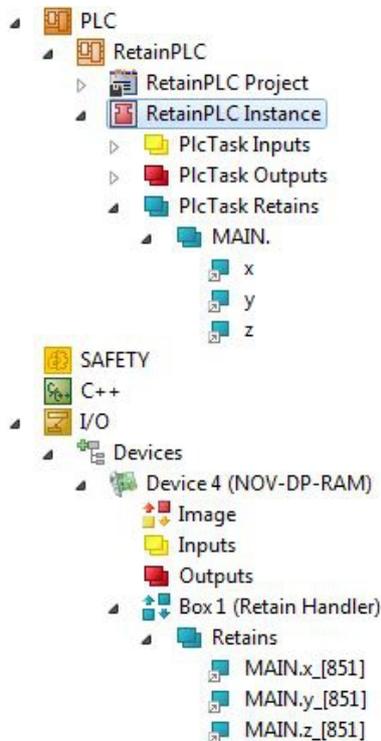
3. 单击左侧树形视图中的 PLC 实例 (PLC Instance)，然后单击选项卡数据区域 (Data Area)。



4. 在Retain处理程序（Retain Hd1）下，选择您创建的保留处理程序。

Ar...	Name	Type	S..	CS	Ele...	Retain Hd1	Ow...	Co...
+ 0 (0)	PlcTask Inputs	Input...	5...	✓	1 Sy...			
+ 1 (0)	PlcTask Outputs	Outp...	5...	✓	4 Sy...			
+ 3 (0)	PlcTask Internal	Inter...	5...	✓	12 S...			
- 4 (0)	PlcTask Retains	Retai...	5...	✓	3 Sy...	03020001 'Box 1 (Retain Handler)'		
	MAIN.x	UINT	2...			00000000		
	MAIN.y	UINT	2...			03020001 'Box 1 (Retain Handler)'		
	MAIN.z	UINT	2...					

⇒ 选择Retain处理程序作为目标后，树形视图中的符号将被链接并创建映射。在树形视图中，将从Retain处理程序下的 PLC 创建变量，并将其链接到 PLC 实例中的变量。



现有链接将以箭头符号显示。

7.3.3 删除Retain处理程序下的变量

如果从 PLC 中删除了变量，则会取消与Retain处理程序的链接。不过，变量仍会显示在Retain处理程序下，不会被自动删除。

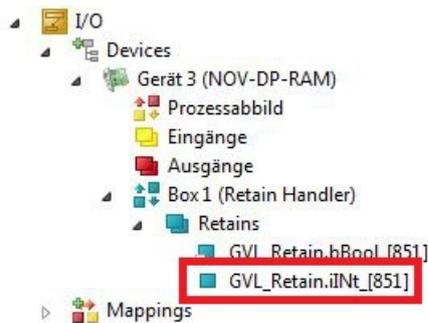
在 TwinCAT 3 中，必须手动删除变量。

本步骤的前提条件：

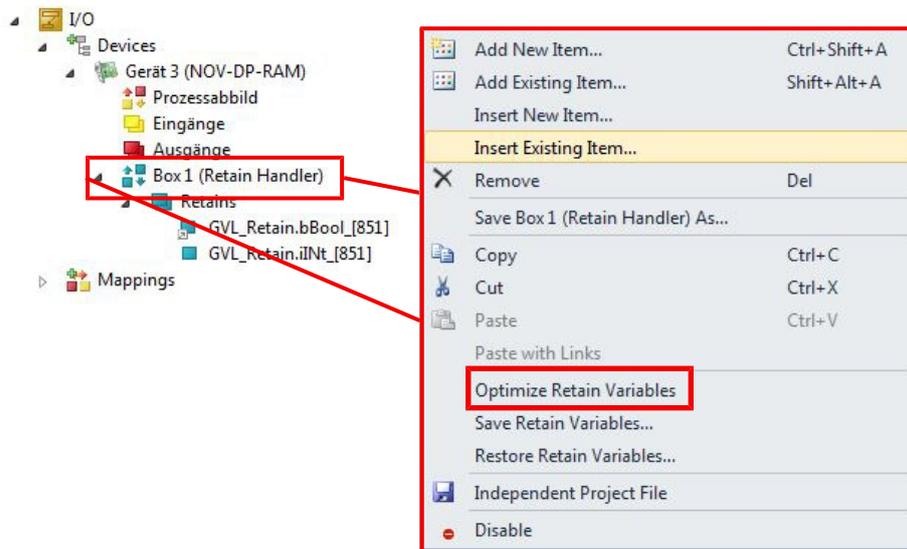
- 从 PLC 中删除了以 VAR_RETAIN 声明的变量。

删除Retain处理程序下的变量如下：

1. 要删除Retain处理程序下的变量 GVL_Retain.iNt。



2. 右键单击左侧树形视图中的Retain处理程序（Retain Handler）。
3. 在上下文菜单中点击优化Retain变量（Optimize Retain Variables）。



⇒ 删除Retain处理程序下的变量。

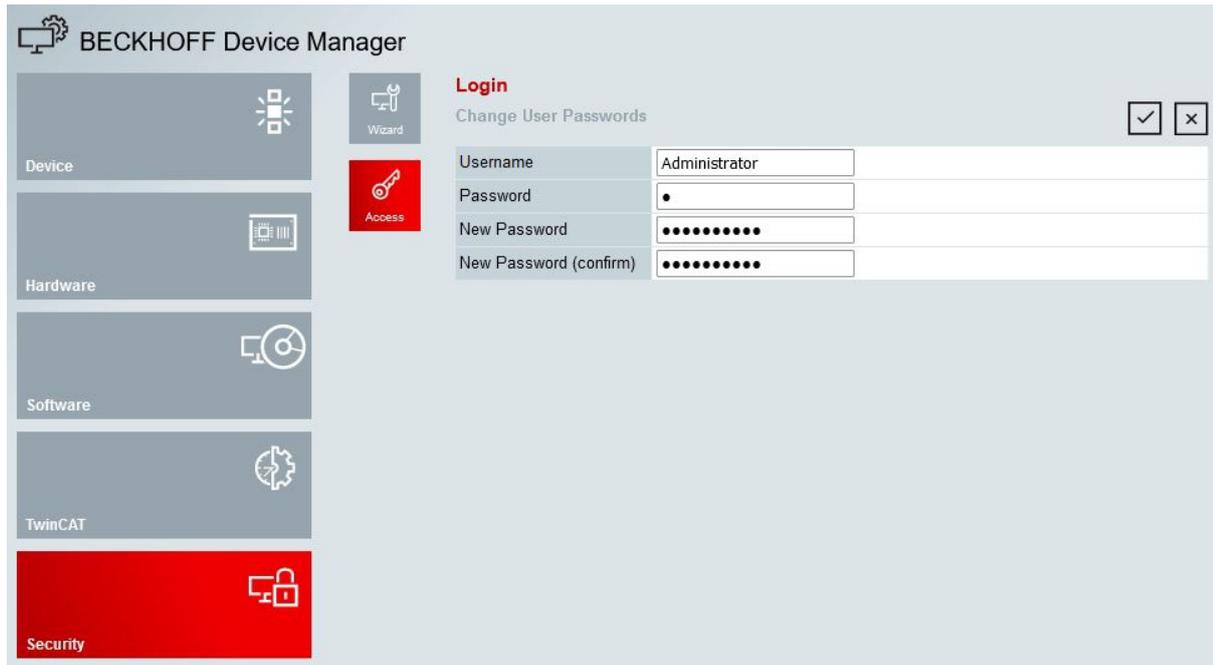
7.4 软件配置

7.4.1 用户名和密码

在出厂状态下，CX7000 拥有一个带密码的预设用户名，这是登录 TwinCAT 或 Beckhof Device Manager 所必需的元素。

- 用户名: Administrator
- 密码: 1

用户名是固定的，无法更改。也无法添加其他用户名。可通过倍福设备管理器更改预设密码（参见：启动倍福设备管理器）。密码可包含最多 32 个字符，允许使用数字、字母和特殊字符，区分大小写。



附图 23: 在 Beckhoff Device Manager 中更改密码。

您可以通过取出 MicroSD 卡、使用读卡器访问 MicroSD 卡并删除 /etc 文件夹中的 device.conf 文件来恢复出厂状态和预设密码。如果没法通过物理访问 CX7000 和 MicroSD 卡，则无法重置密码。

7.4.2 设置 IP 地址

CX7000 默认启用了 DHCP。如果没有连接到 DHCP 服务器，CX7000 会使用在 169.254.x.x 地址范围内的本地 IP 地址

就 CX7000 嵌入式控制器而言，有几种方法可以设置 IP 地址。一种方法是使用 Beckhoff Device Manager，并在浏览器中为 CX7000 设置 IP 地址（参见：启动倍福设备管理器）。

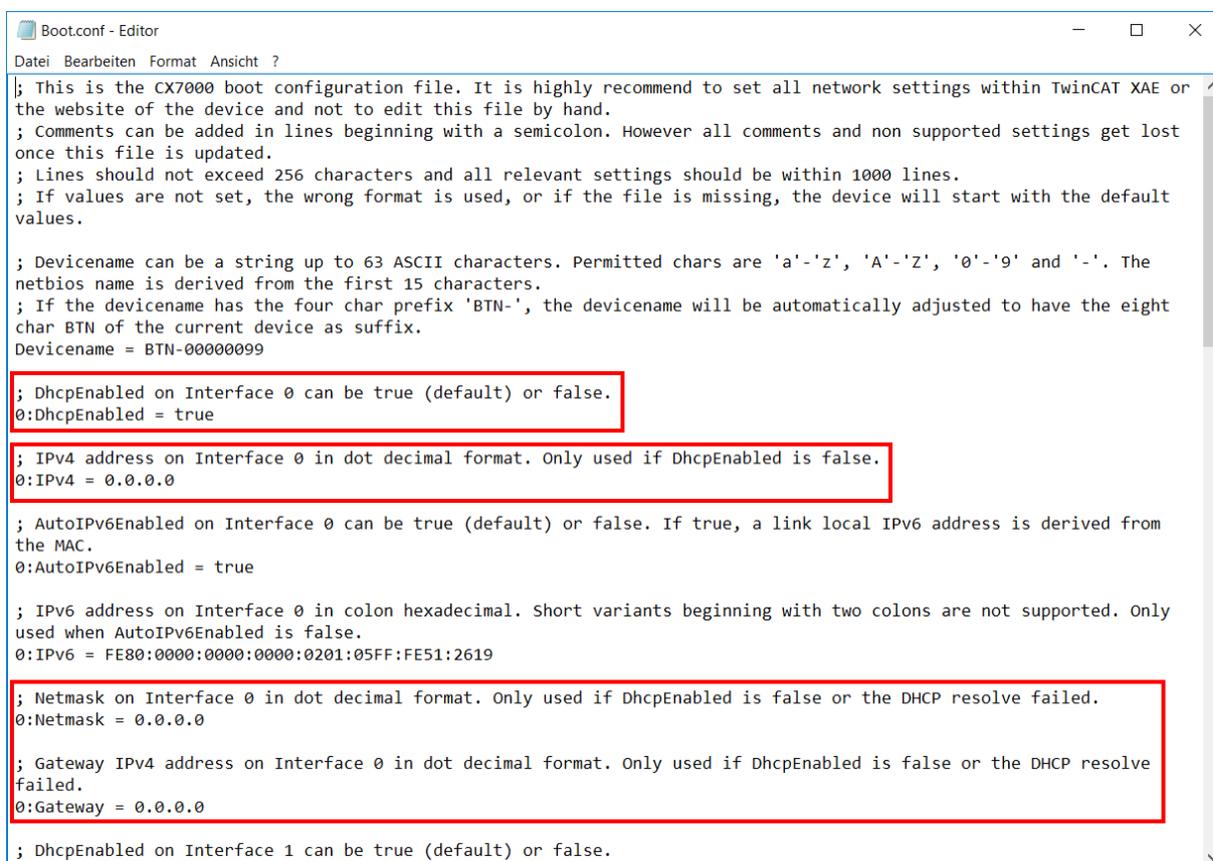
另一种设置 IP 地址的方法是由首次启动后在 MicroSD 卡上创建的 boot.conf 文件来提供 IP 地址。以下步骤将向您展示如何在 boot.conf 文件中设置 IP 地址。

要求：

- MicroSD 读卡器

操作步骤如下：

1. 关闭嵌入式控制器并从嵌入式控制器中取出 MicroSD 卡。
2. 打开 \etc 下的 Boot.conf 文件



```
Boot.conf - Editor
Datei Bearbeiten Format Ansicht ?
; This is the CX7000 boot configuration file. It is highly recommend to set all network settings within TwinCAT XAE or
the website of the device and not to edit this file by hand.
; Comments can be added in lines beginning with a semicolon. However all comments and non supported settings get lost
once this file is updated.
; Lines should not exceed 256 characters and all relevant settings should be within 1000 lines.
; If values are not set, the wrong format is used, or if the file is missing, the device will start with the default
values.

; Devicename can be a string up to 63 ASCII characters. Permitted chars are 'a'-'z', 'A'-'Z', '0'-'9' and '-'. The
netbios name is derived from the first 15 characters.
; If the devicename has the four char prefix 'BTN-', the devicename will be automatically adjusted to have the eight
char BTN of the current device as suffix.
Devicename = BTN-00000099

; DhcpEnabled on Interface 0 can be true (default) or false.
0:DhcpEnabled = true

; IPv4 address on Interface 0 in dot decimal format. Only used if DhcpEnabled is false.
0:IPv4 = 0.0.0.0

; AutoIPV6Enabled on Interface 0 can be true (default) or false. If true, a link local IPv6 address is derived from
the MAC.
0:AutoIPV6Enabled = true

; IPv6 address on Interface 0 in colon hexadecimal. Short variants beginning with two colons are not supported. Only
used when AutoIPV6Enabled is false.
0:IPv6 = FE80:0000:0000:0000:0201:05FF:FE51:2619

; Netmask on Interface 0 in dot decimal format. Only used if DhcpEnabled is false or the DHCP resolve failed.
0:Netmask = 0.0.0.0

; Gateway IPv4 address on Interface 0 in dot decimal format. Only used if DhcpEnabled is false or the DHCP resolve
failed.
0:Gateway = 0.0.0.0

; DhcpEnabled on Interface 1 can be true (default) or false.
```

3. 将 DhcpEnabled 条目设置为 false。
 4. 在 IPv4 下分配 IP 地址。
 5. 设置子网掩码、网关和 DNS 服务器。
- ⇒ 保存更改并再次将 MicroSD 卡再次安装到嵌入式控制器中。设置会在启动后生效。

7.4.3 配置虚拟局域网（VLAN）

自镜像版本 140501 起，在以太网接口（X001）上可以配置虚拟局域网（VLAN）。VLAN 可形成一个逻辑网段和自己的广播域。这意味着，无论现场的物理网络拓扑结构如何，网络都会被细分。VLAN 的关联设备的数据流量与其他 VLAN 隔离。

Vlan 的配置在 microSD 卡上的文件 /etc/boot.conf 中进行。如果您在嵌入式控制器上使用的是较旧的镜像版本，请先更新镜像（请参阅：[更新系统镜像](#) [▶ 58]）。

要求：

- microSD 卡的读卡器

操作步骤如下：

1. 关闭嵌入式控制器并从嵌入式控制器中取出 microSD 卡。
2. 将 microSD 卡插入外置读卡器，然后打开 microSD 卡的文件夹树。
3. 打开 \etc 下的 boot.conf 文件，并导航到 VLAN 的条目。

```

; VlanEnabled on Interface 0 can be true or false (default). If true, VLAN Tagging is supported.
0:VlanEnabled = false
; VlanID on Interface 0 can be set from 0 to 4094. When VLAN is enabled, it defines the operating VLAN.
0:VlanID = 1
; VlanPriority on Interface 0 can be set from 0 to 7. When VLAN is enabled, it defines the priority of the packets,
sent with a VLAN Tag. 0 has a higher priority than 7.
0:VlanPriority = 0

```

4. 根据您的需要，编辑参数 VlanEnabled, VlanID und VlanPriority。

⇒ 保存更改并将 microSD 卡重新安装到嵌入式控制器中。在设备启动之后，设置将会生效。

7.4.4 更新系统镜像

注意

电源故障

更新系统镜像，系统引导程序可能会崩溃。将会导致 CX70x0 无法使用，必须送修。因此初始启动期间必须确保电源稳定，不要中断更新。

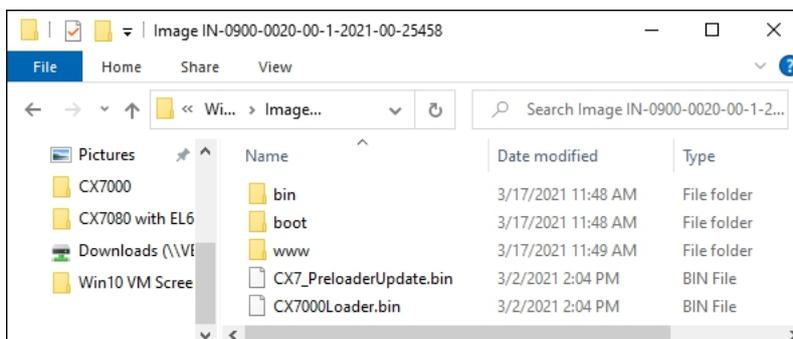
将新的系统镜像将直接复制到 MicroSD 卡，以更新嵌入式控制器的系统镜像。新系统镜像由倍福售后服务提供。仅可在咨询倍福售后服务之后再行更新，不可擅自更新。

要求：

- MicroSD 卡的读卡器。

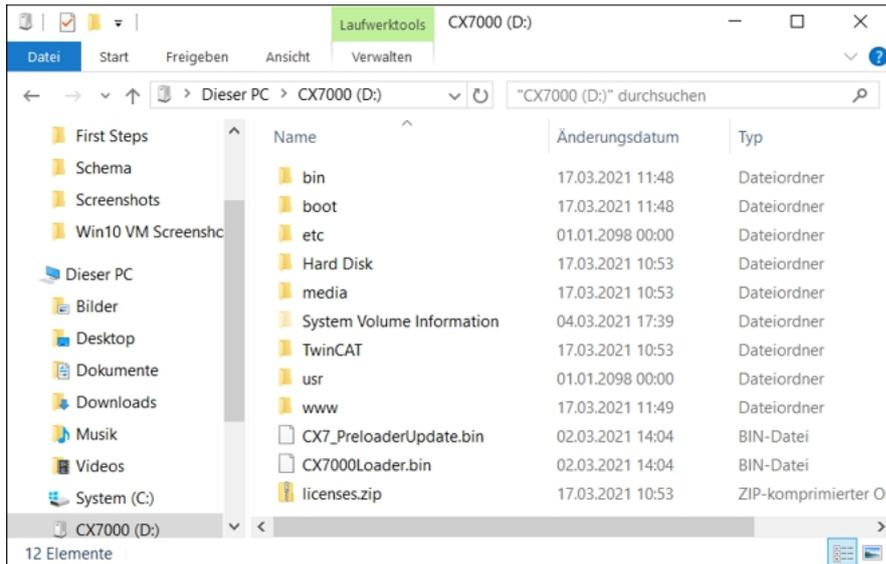
请按以下步骤更新系统镜像：

1. 关闭嵌入式控制器并从嵌入式控制器中取出 MicroSD 卡。
2. 将 MicroSD 卡插入外置读卡器，然后打开 MicroSD 卡的文件夹。
3. 删除 MicroSD 卡上的所有文件和文件夹。
4. 将新系统镜像的所有文件和文件夹复制到空的 MicroSD 卡上。



5. 将 MicroSD 卡重新安装到嵌入式控制器中，然后启动嵌入式控制器。

⇒ 启动嵌入式控制器后，会保存当前硬件配置，并创建了如 Hard Disk 或 TwinCAT 等新文件夹。系统镜像现已成功完成更新。



7.4.5 为多功能 I/O 更新固件

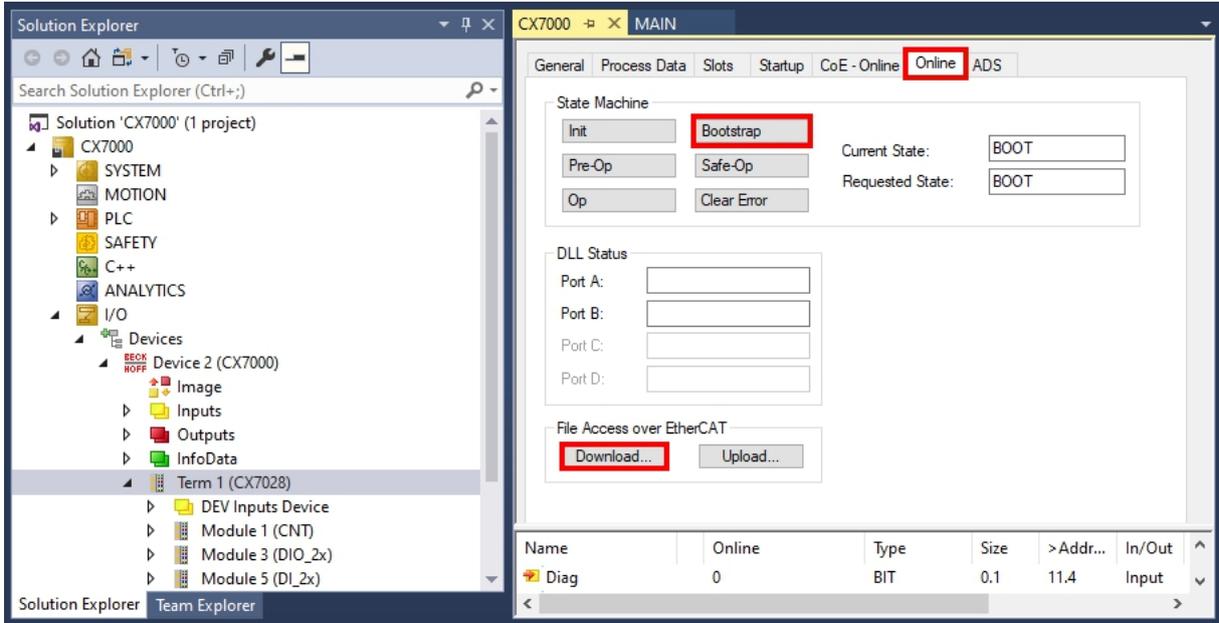
该步骤将向您展示如何更新多功能 I/O 的固件。固件由倍福售后服务提供，在 TwinCAT 中进行更新。

要求：

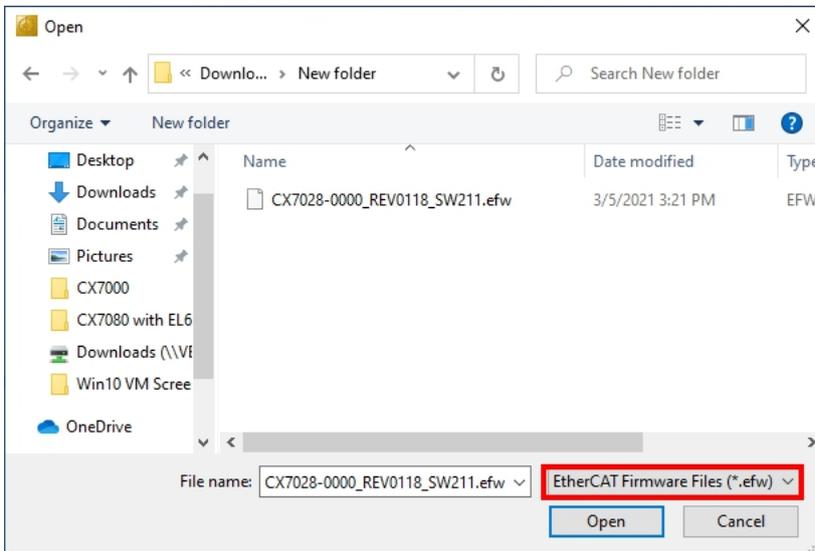
- EtherCAT 固件文件 (*.efw)

操作步骤如下：

1. 将 TwinCAT 切换到配置模式 (config mode)。
2. 在左侧树状结构中点击 CX7028 设备，然后点击 **Online** 选项卡。



3. 点击 **Bootstrap** 按钮，将多功能 I/O 切换到 bootstrap 状态。
4. 单击 **Download** 按钮并选择当前的 efw 文件。



⇒ 更新需要大约 3 到 4 分钟，进度条会显示更新进度。在此期间请勿关闭 CX7000。

更新完成后，单击 **Op** 按钮返回 Operational (OP) 状态。

7.4.6 更新 ESI 设备描述

TwinCAT System Manager 和 TwinCAT EtherCAT 主站需要所有 EtherCAT 设备的设备描述文件，以便在在线和离线模式下进行配置。这些设备描述即是 XML 格式的 ESI 文件（EtherCAT Slave Information）。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。

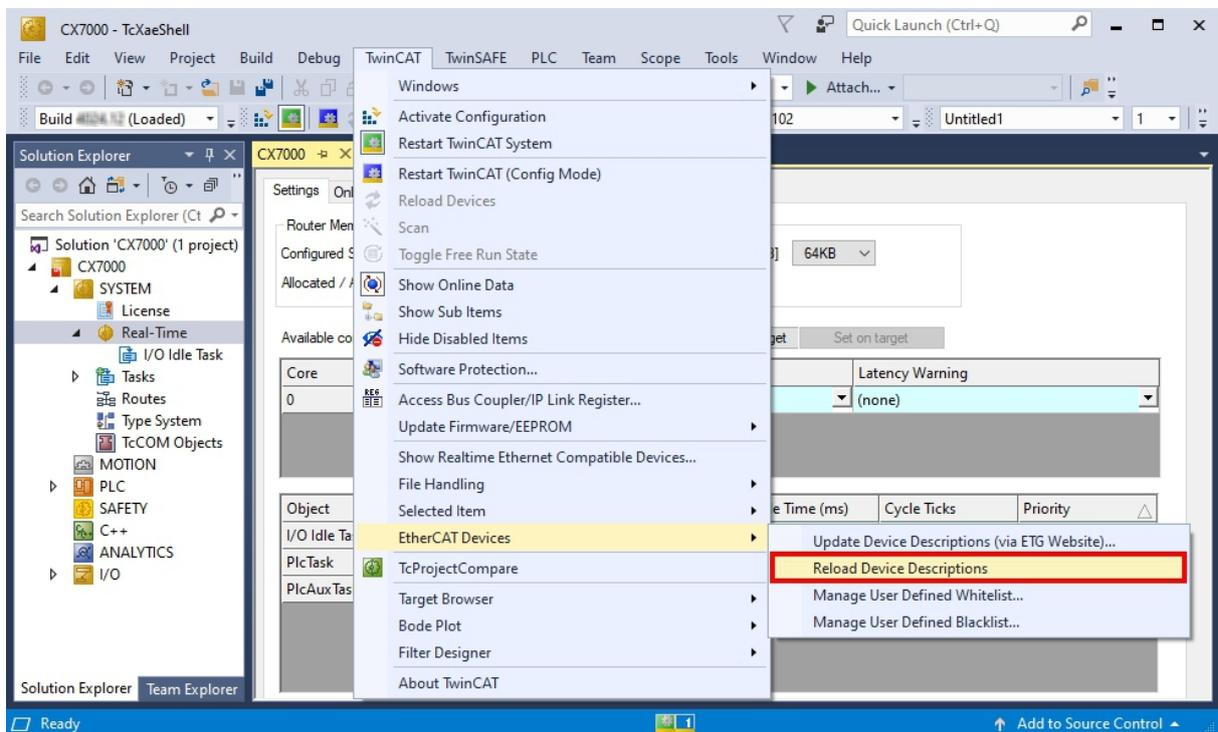
倍福 EtherCAT 设备的 ESI 文件可在 <https://www.beckhoff.com> 网站提供。

要求：

- CX7000 的 XML 格式 ESI 文件。
- 如有必要，还需要相关的 *.xsd 文件，该文件描述了 XML 文件的结构。

操作步骤如下：

1. 将 ESI 文件复制到 TwinCAT 安装目录中：\TwinCAT\3.1\Config\Io\OnboardIo。
2. 如果文件夹不存在，请手动创建。
3. 打开 TwinCAT，在 **TwinCAT > EtherCAT Devices** 下的菜单中点击 **Reload Device Description**。



⇒ ESI 文件会被重新读入 TwinCAT。如果存在错误的 ESI 文件，则会返回错误信息。检查 *.xml 的结构是否与相关的 *.xsd 文件相对应，或文件是否与 CX7000 匹配。

8 TwinCAT

8.1 第一步

8.1.1 连接 CX70x0

在 TwinCAT 中配置 CX7000 之前，必须在调试计算机和 CX7000（目标系统）之间建立连接。调试计算机和嵌入式控制器必须在同一网络和子网中，或者通过以太网电缆直接连接（点对点）。

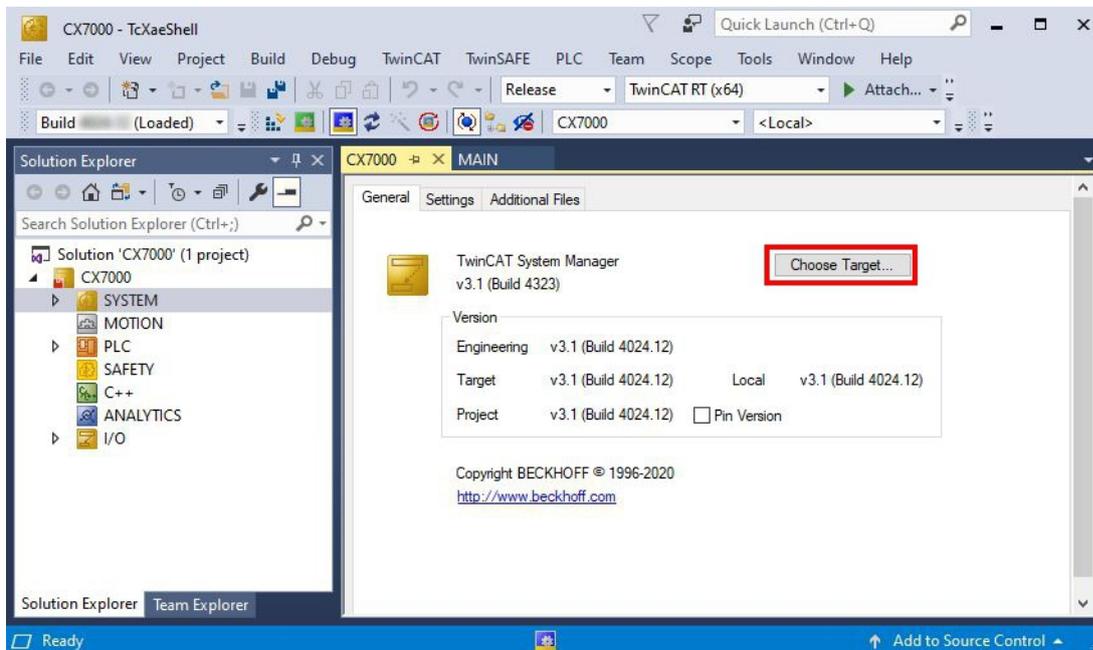
连接时需要 CX7000 的 IP 地址或主机名。

要求：

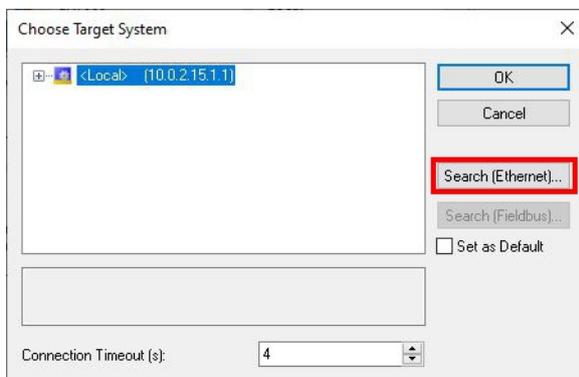
- TwinCAT 必须处于配置模式。
- 嵌入式控制器的 IP 地址或主机名。

请按以下步骤建立连接：

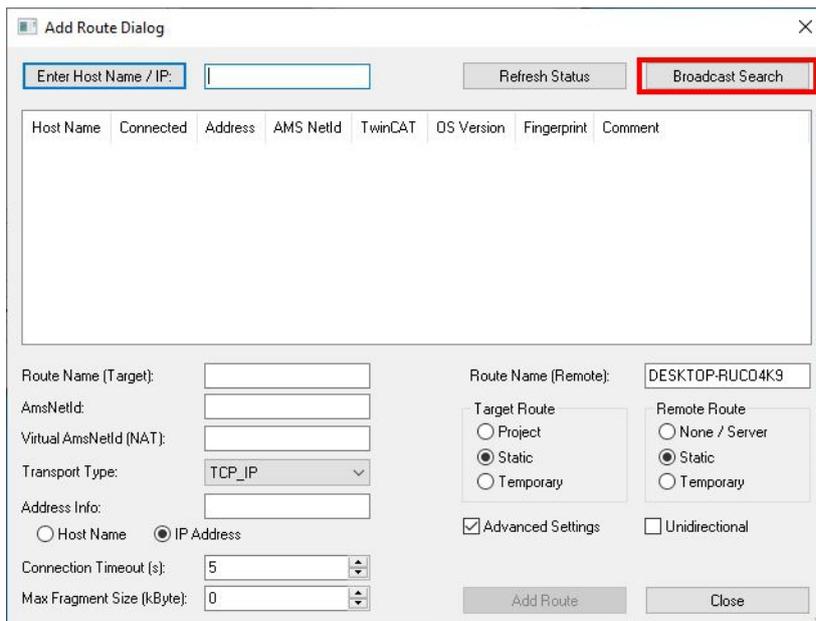
1. 在顶部的菜单中，点击文件（File） > 新建（New） > 项目（Project），创建一个新的 TwinCAT XAE 项目。
2. 在左侧的树状视图中，点击 SYSTEM，然后 Choose Target。



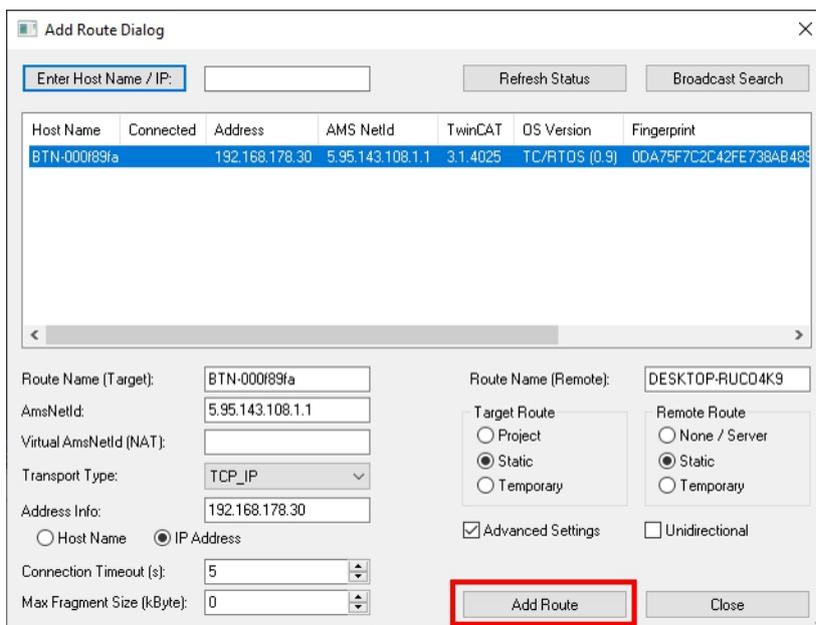
3. 点击 Search (Ethernet)。



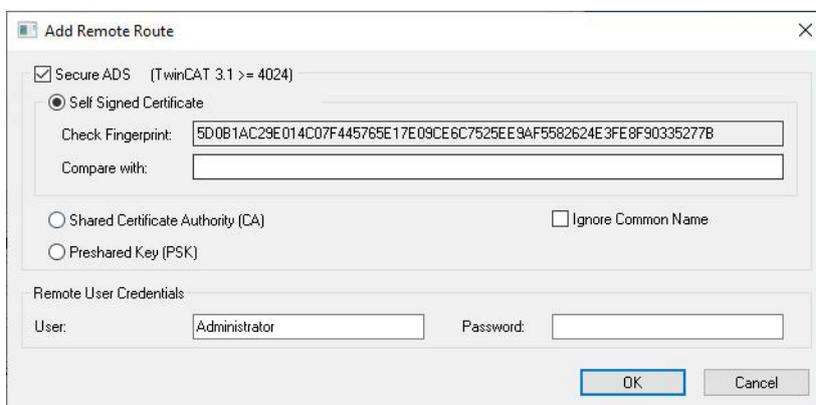
4. 点击 **Broadcast Search**, 搜索网络上可用的设备。



5. 选中相应的 CX7000, 然后点击 **Add Route**. 主机名和 IP 地址有助于身份识别。

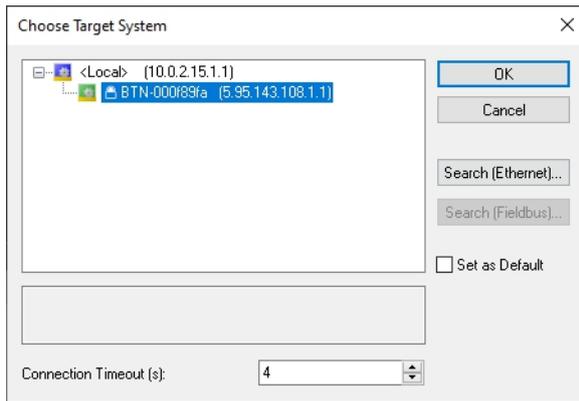


6. 分别在 **User** 和 **Password** 字段中输入用户名和密码, 然后点击 **OK**. 用户名: Administrator 密码: 1

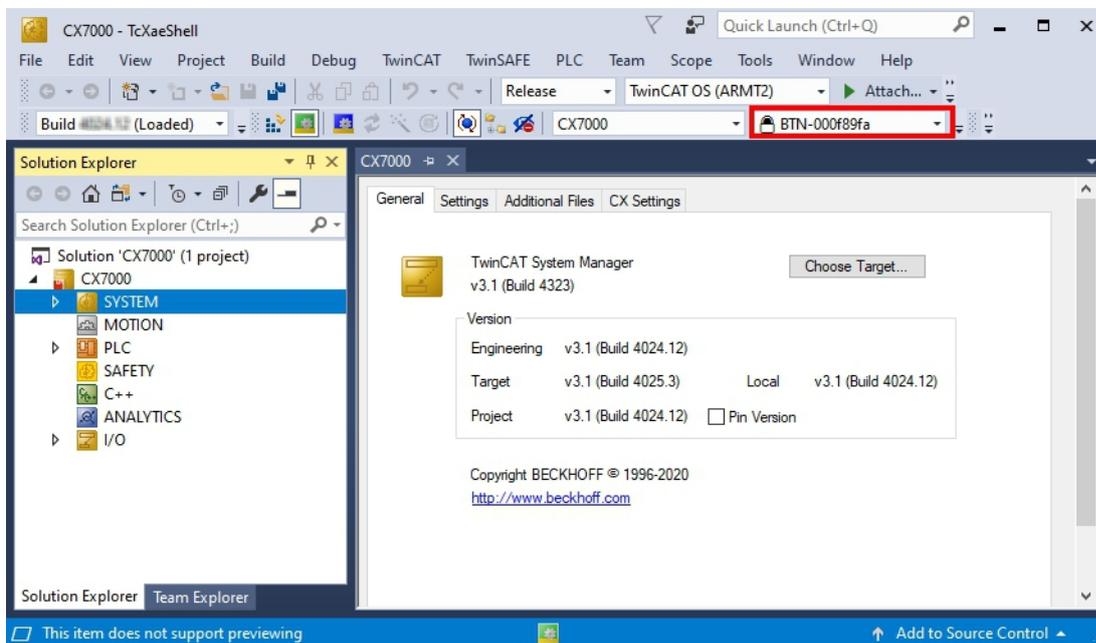


7. 新设备将显示在 **Choose Target System** 窗口中。

8. 选择想要连接的目标系统设备，然后点击**确定**。



⇒ 您已在 TwinCAT 中成功建立了工程计算机与 CX7000（目标系统）之间的连接。新的目标系统和主机名称会显示在菜单栏中。



通过这个方法，可以搜索所有可用的设备，也可随时在目标系统之间切换。

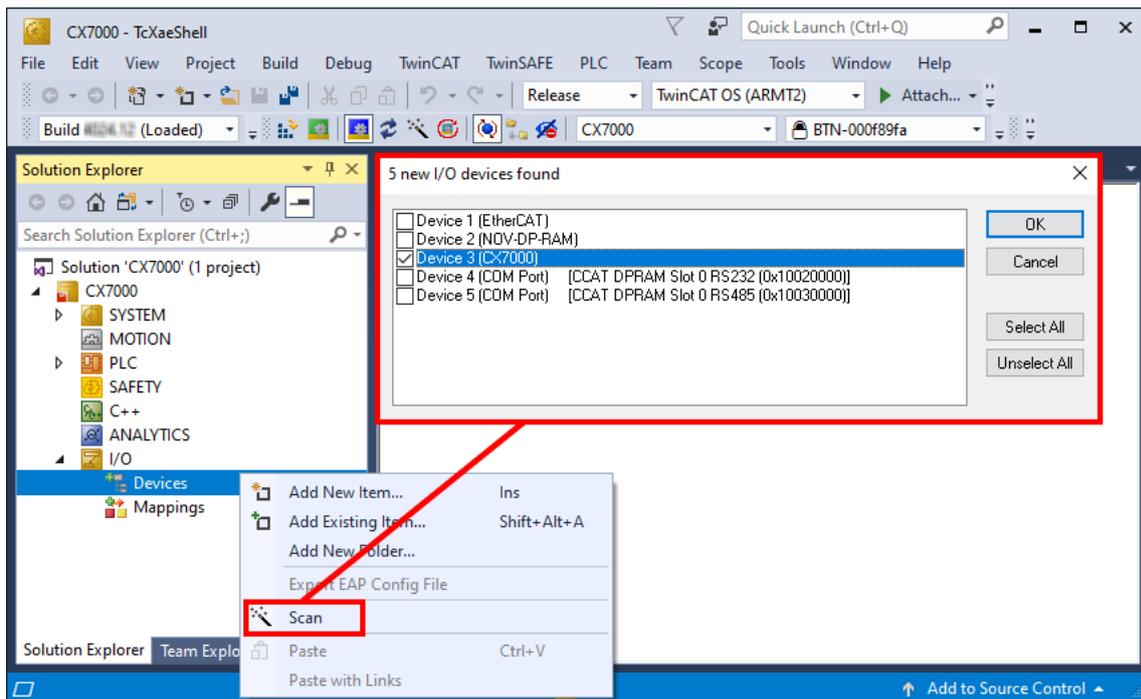
8.1.2 扫描多功能 I/O

CX7000 系列的特点是集成了 8 个多功能输入和 4 个多功能输出。本章向您展示如何在 TwinCAT 中扫描和创建多功能 I/O。

请注意，用于控制多功能 I/O 的 CX7028 接口拥有自己的处理单元，如果未连接电源 (Up)，则 CX7028 接口在 TwinCAT 下不显示或不工作。

操作步骤如下：

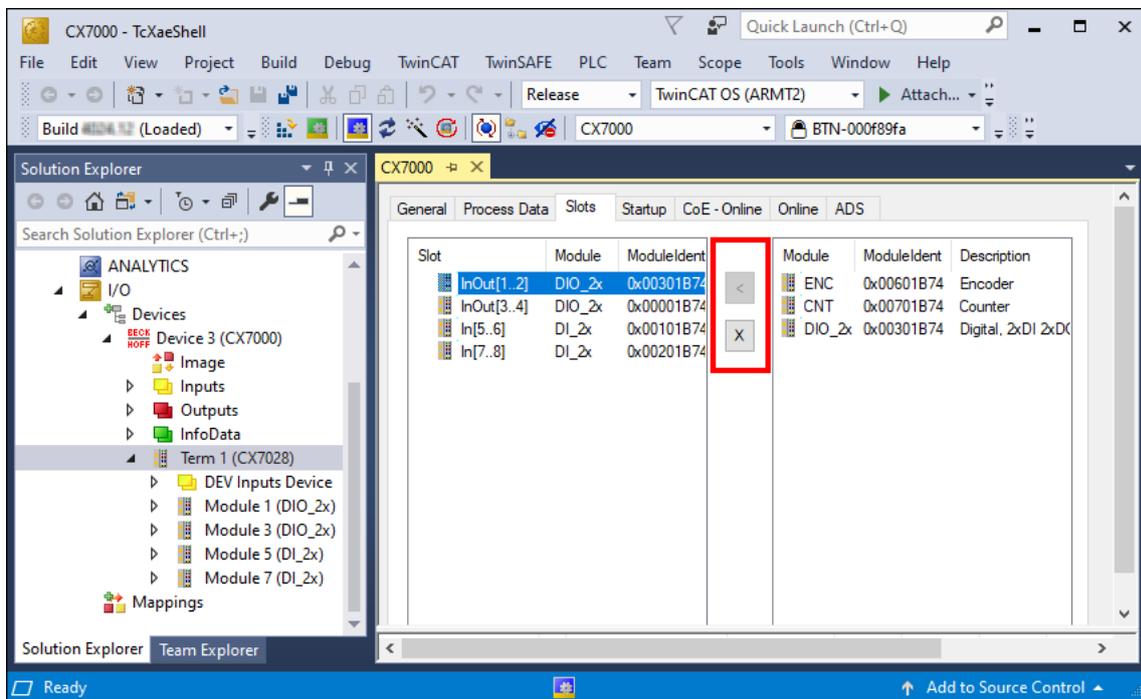
1. 在左侧的树状视图中，右键点击 **Devices**，然后点击 **Scan**。



会显示

所有可用的 I/O 设备。

2. 选择对应的 I/O 设备。对于本例，必须至少选择 CX7028 接口，即 CX7000 设备。如果仍想在 CX7000 上运行总线端子模块或 EtherCAT 端子模块，则还必须选择 EtherCAT 作为设备。
3. 扫描到 4 个插槽。每个插槽最多可分配一个模块（DI、DIO、ENC、CNT 或 PWM），这反过来又决定了相应插槽的运行模式。



4. 可使用按钮 < 将模块分配到特定插槽，或使用 x 将模块移除。
- ⇒ 根据要求定义所需的模块。不同的插槽，可选择不同的模块。多功能 I/O [▶ 27] 章节列出了各个插槽支持的模块。

8.1.3 建立 ADS 通信

本章将向您展示如何将 CX7000 与另一个 CX70x0 或任何 TwinCAT 控制器连接。ADS 协议为 2 个 TwinCAT 系统的相互通讯提供了最简单的方法。通过 ADS 协议，数据既可读被读取也可以被写入。通常使用 ADS 功能块通信，这些功能块包含在 Tc2_System 库中。在如下的示例中，数据将在一个内存区域中被写入及读取。

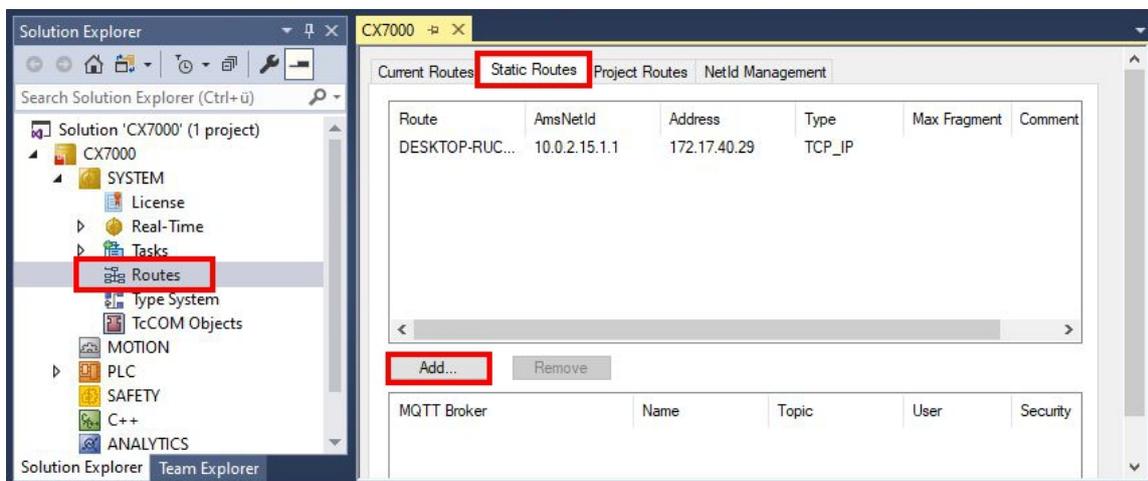
如要建立 ADS 连接，请首先创建 ADS 路由。然后通过以太网进行通信，并通过 TCP/IP 协议进行数据交换。ADS 路由就是 ADS 和 TCP/IP 协议连接之间的接口。ADS 路由表明了哪个 AmsNetId 被分配到哪个 TCP/IP 地址。因此，ADS 功能块不再使用 TCP/IP 地址，而是使用 AmsNetId。

要求：

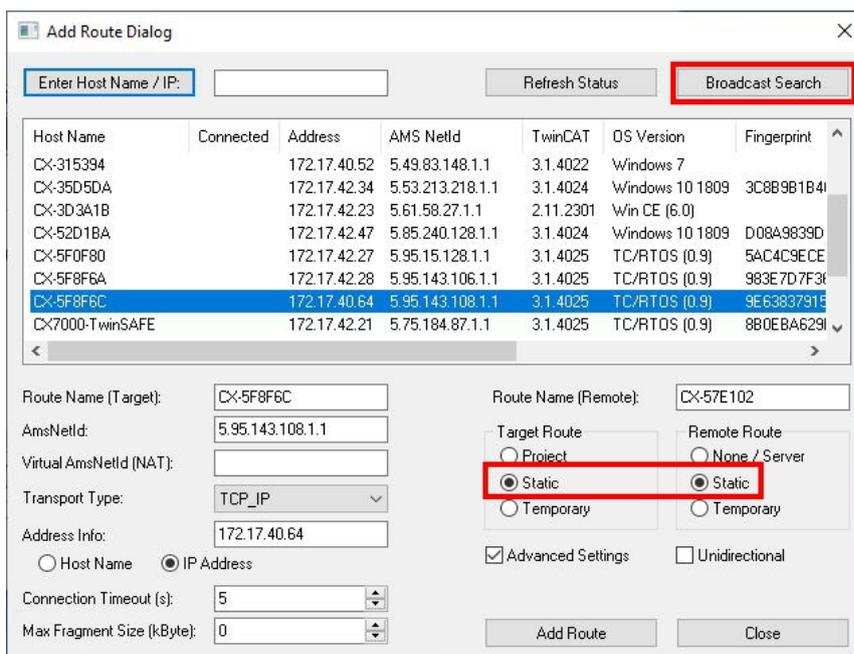
- 2 台 CX70x0 嵌入式控制器。
- 这两台 CX70x0 位于同一网络中，可通过 ADS 访问。

操作步骤如下：

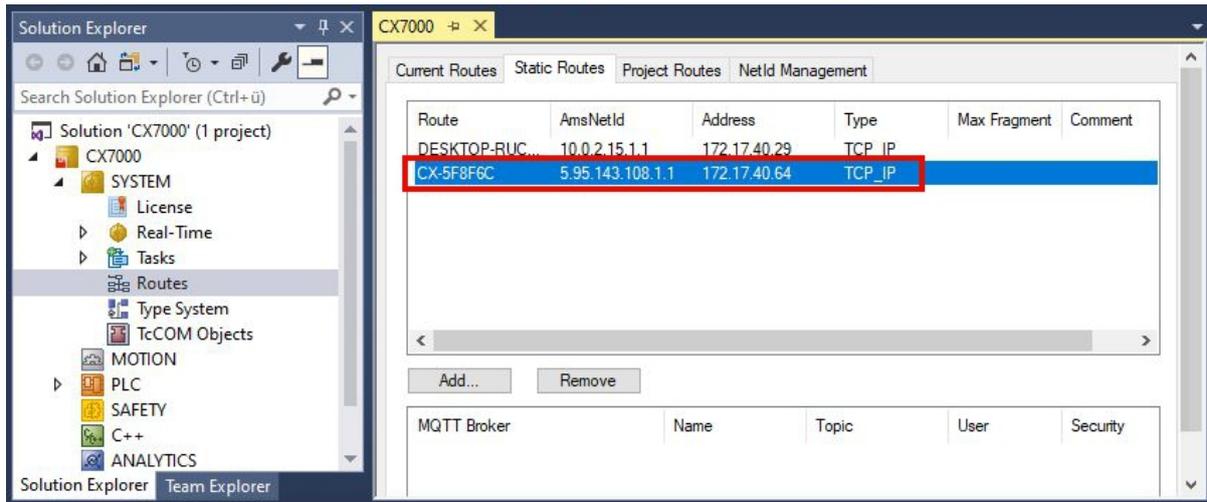
1. 启动 TwinCAT 并与第一个 CX70x0 连接（参见：[连接 CX70x0 \[P. 62\]](#)）。
2. 在左侧的树状视图中点击 **Routes**，选择 **Static Routes** 选项卡，然后点击 **Add** 按钮。



3. 在 **Remote Route** 下选择 **Static** 选项，以便 ADS 路由保留在项目中，然后点击 **Broadcast Search** 按钮。



4. 选择第二台 CX70x0 作为 ADS 路由的目标。为 2 台嵌入式控制器建立起 ADS 通讯路由。第二台 CX70x0 的 AmsNetId 会显示出来，此地址可以用于 ADS 通讯。



5. 现在与第二台已经被添加为为 ADS 路由目标的 CX70x0 连接，然后编写一个小程序。定义一个数组并递增数组的值。

```
VAR
    MarksTest AT %MBO          : ARRAY[0..9] of INT;
END_VAR

Program:
    MarksTest[0]:=MarksTest[0]+1;
```

6. 激活配置并将 CX70x0 切换至运行模式。
7. 为第一台 CX70x0 编写一个读取数组递增值的程序。

```
VAR
    ADSREAD : ADSREAD;
    NetID : STRING:='5.81.38.23.1.1'; (* AMSNetId of the target*)
    Value : INT; (* value of target MarksTest[0]*)
    Error : INT;
    NoError : INT;
END_VAR

Program:
    ADSREAD(
        NETID:=NetID ,
        PORT:=851 , (* plc port of the target*)
        IDXGRP:=16#4020 , (* Marks %MB*)
        IDXOFFS:=0 , (* Marks offset in byte*)
        LEN:=2 , (* length of data in byte*)
        DESTADDR:=ADR(Value) , (* pointer to the data in which the value is to be stored *)
        READ:=TRUE ,
        TMOUT:= ,
        BUSY=> ,
        ERR=> ,
        ERRID=> );
    IF NOT ADSREAD.BUSY THEN
        IF NOT ADSREAD.ERR THEN
            NoError:=NoError+1;
        ELSE
            Error:=Error+1;
        END_IF
    ADSREAD(Read:=FALSE);
END_IF
```

8. 读出递增值并将其传输到第一台 CX70x0。
⇒ 您可以在第一台 CX70x0 上看到 Value 变量的值的递增方式。数据的写入也是类似的操作。可通过 ADSWRITE 功能块写入数据。在此示例设置中将偏移 (IDXOFFSET) 设置为 10，以便写入数组 [4... 9]。将长度限制为 10 bytes，因为已创建 INT 类型的数组 0...9 会使用内存 %MBO... MB19 (10 * 2 bytes) (元素 0...4 用于读取数组，元素 5...9 用于写入数组)。

一次仅可使用一个 ADS 命令。等待 ADS 工作结束，即功能块的 BUSY 输出切换到 FALSE，此时才能使用下一个 ADS 功能块。为了优化交互时间，您还可以使用 ADSREADWRITE 功能块同时读取和写入数据。

8.1.4 创建 PLC 项目

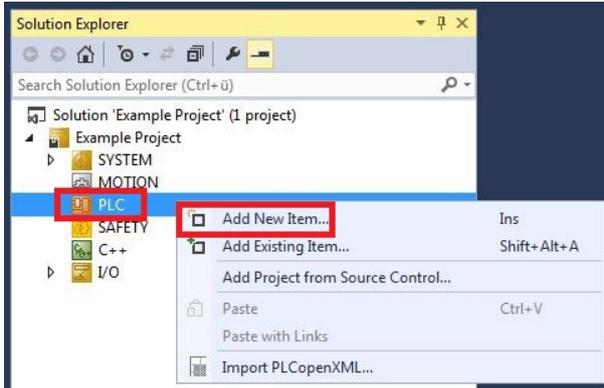
接下来的步骤将描述如何在 TwinCAT 中创建 PLC 项目并将其添加到树状视图中。

本步骤的前提条件：

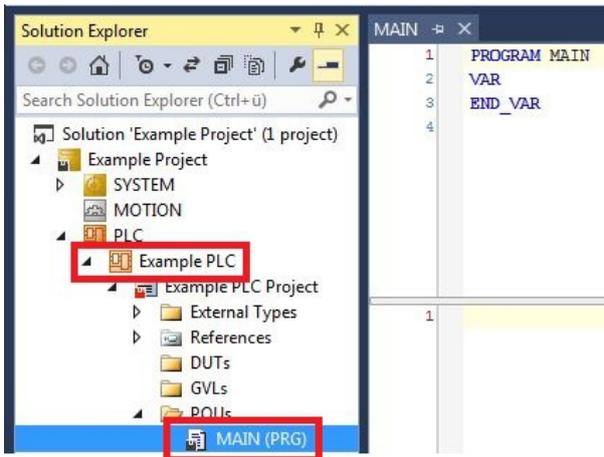
- 新创建一个 TwinCAT XAE 项目。

请按以下步骤创建 PLC 项目：

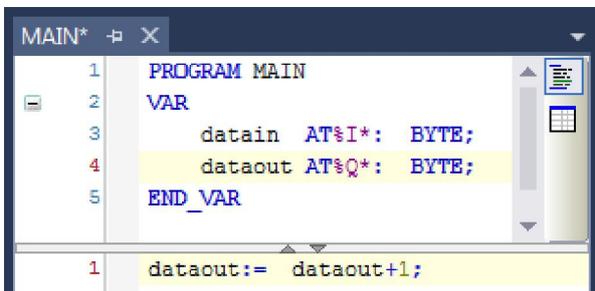
1. 右键点击树状视图中的 PLC。
2. 在上下文菜单中点击 **Add New Item**，然后选择 **Standard PLC Project**。



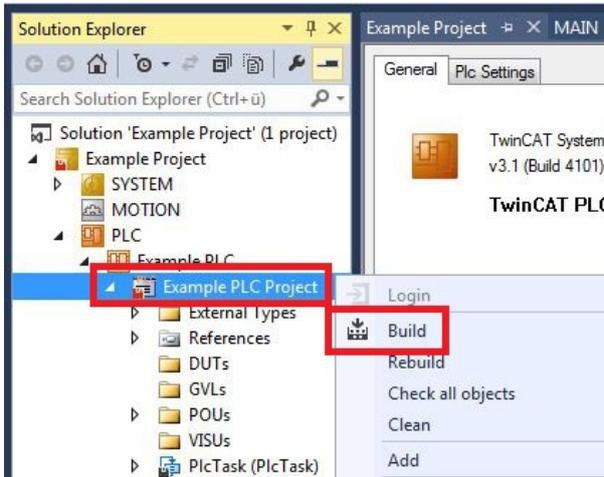
3. 在树状视图中点击新创建的 PLC 项目，然后双击 POUs 下的 MAIN (PRG)。



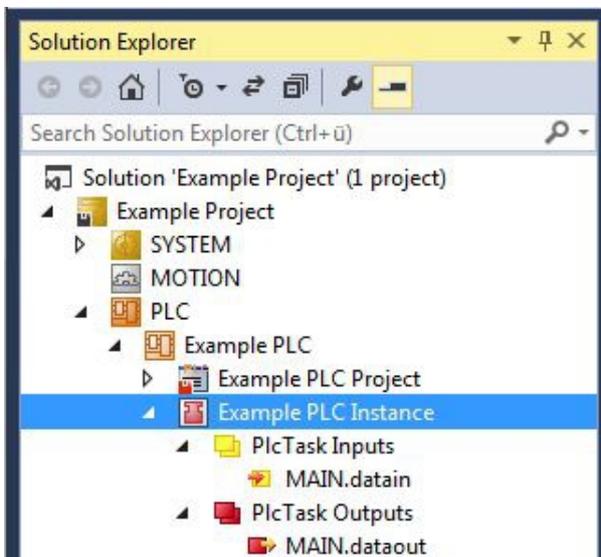
4. 如下图所示，编写一个小程序。



5. 在树状视图中右键点击 PLC 项目，然后点击上下文菜单中的 **Build**。



⇒ 您已成功在 TwinCAT 中创建了一个 PLC 项目。带有输入和输出变量的 PLC 实例也已根据 PLC 项目创建。



在下一步中，您可以将变量与硬件相链接。

8.1.5 链接变量

在 System 管理器中成功添加 PLC 项目后，就可以将 PLC 项目中新创建的输入和输出变量与硬件的输入和输出链接起来。

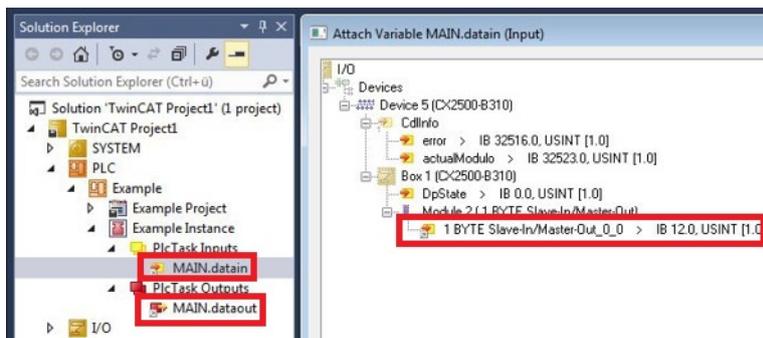
本步骤的前提条件：

- TwinCAT 中成功创建了 PLC 程序。

请按以下步骤链接变量：

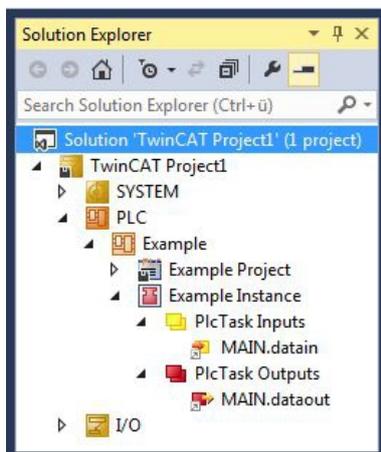
1. 双击 PLC 下树状视图中的输入或输出变量。

Attach Variable 窗口出现，显示哪些输入或输出可以与 PLC 项目的变量链接。



2. 双击 **Attach Variable** 窗口中的硬件输入或输出。

将输入变量与硬件的输入，输出变量与硬件的输出链接起来。



已经链接的变量在 TwinCAT 中由小箭头图标表示。

3. 在工具栏中点击 **Activate Configuration**。



4. 点击 **Yes (是)** 来确认 TwinCAT 在 Free Run 模式下启动的请求。

⇒ 您已成功将变量与硬件链接。使用 **Activate Configuration** 保存并激活当前配置。

现在可以在 CX 上加载配置，以便在运行模式下自动启动 TwinCAT，并随后启动 PLC 项目。

8.1.6 加载配置到 CX

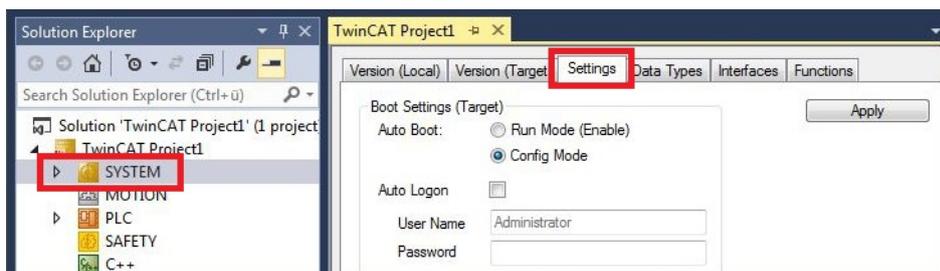
链接变量后，就可以在 CX 上保存和加载配置。这样做的好处是能够让 PLC 项目在 CX 开启时自动加载并启动。之前创建的 PLC 项目就可以自动运行。

本步骤的前提条件：

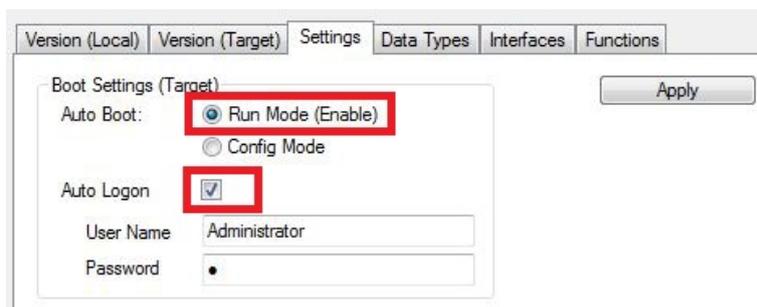
- 已添加完整的 PLC 项目。
- PLC 项目中的变量已经与 IO 硬件通道相链接。
- CX 为目标系统。

将配置从 System 管理器加载到 CX，如下所示：

1. 在左侧的树状视图中点击 **SYSTEM**。
2. 点击 **Settings** 选项卡。

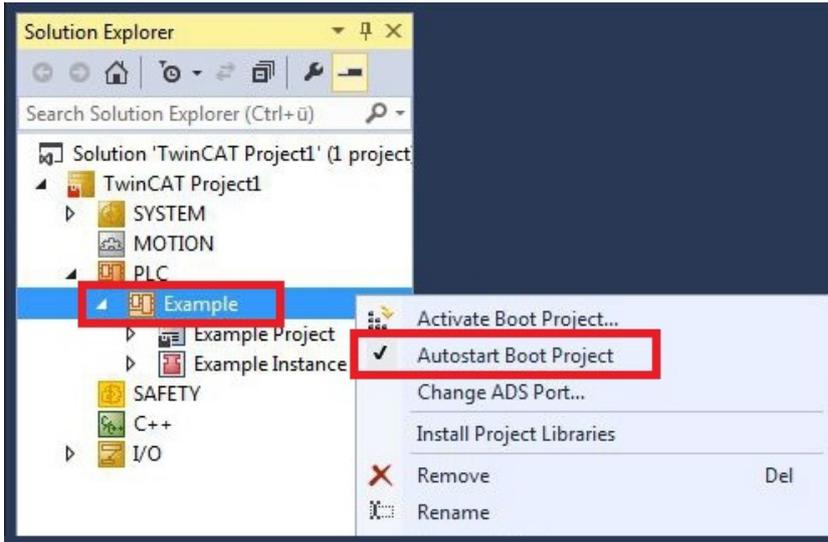


3. 在 Boot Settings 下选择 **Run Mode (Enable)** 选项，然后勾选 **Auto Logon** 复选框。

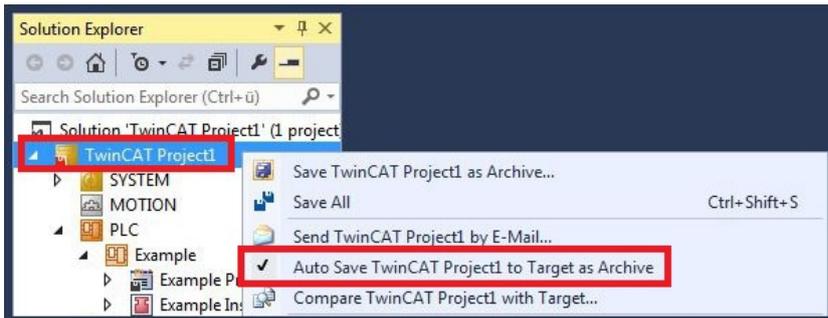


4. 在 **User Name** 和 **Password** 字段中 输入 CX 的用户名和密码。
5. 点击 **Apply**。
6. 在左侧树状视图中右键点击 **PLC** 下的 PLC 项目。

7. 在上下文菜单中点击 **Autostart Boot Project**。
使得该选项被选中



8. 右键点击树状视图中的项目文件夹。
9. 在上下文菜单中点击 **Auto Save to Target as Archive**。
使得改选项被选中。



⇒ 您已成功加载 CX 配置。从现在起，TwinCAT 将以运行模式启动，PLC 项目也将自动启动。
接下来，System 管理器便可以管理其他的主站，并查找已建立连接的从站。

8.2 读取 IP 和 MAC 地址

本示例向您展示如何读取 IP 和 MAC 地址。功能块 FB_MDP_NIC_Read 可用于从网络适配器检索信息。

示例

```

Var
  FB_MDP_NIC_Read      : FB_MDP_NIC_Read;
END_VAR

PROGRAM:
FB_MDP_NIC_Read(
  bExecute:=TRUE ,
  tTimeout:= ,
  iModIdx:= ,
  sAmsNetId:= ,
  bBusy=> ,
  bError=> ,
  nErrID=> ,
  iErrPos=> ,
  stMDP_ModuleHeader=> ,
  stMDP_ModuleContent=> );

```

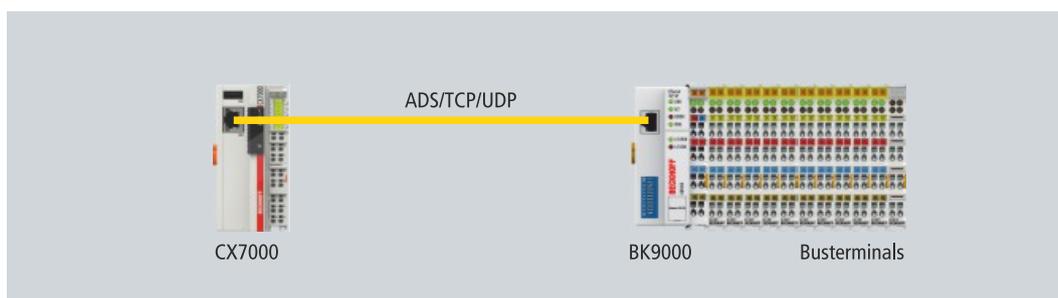
输出 stMDP_ModuleHeader 显示头部信息。输出 stMDP_ModuleContent 会显示关于 IP 和 MAC 地址等信息。

stMDP_ModuleHeader	ST_MDP_ModuleHea...	
iLen	UINT	4
nAddr	DWORD	131072
sType	T_MaxString	'Nic'
sName	T_MaxString	'st'
nDevType	DWORD	141072
stMDP_ModuleContent	ST_MDP_NIC_Prope...	
iLen	UINT	8
sMACAddress	T_MaxString	'00:01:05:5f:0f:7a'
sIPAddress	T_MaxString	'169.254.123.15'
sSubnetMask	T_MaxString	'255.255.0.0'
bDHCP	BOOL	TRUE
iReserved	BYTE	0

附图 24: 带有 IP 和 MAC 地址的 MDP 模块内容。

8.3 虚拟以太网接口

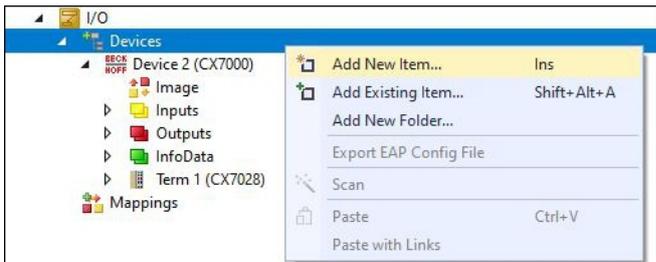
虚拟以太网接口将网络适配器集成到 TwinCAT 系统中。这样就可以通过 ADS、TCP 或 UDP 与 BK9xx0 建立虚拟以太网通信。请勿使用超过 2 个 BK9xx0 及 > 50 ms 的循环时间。



附图 25: ADS、TCP 或 UDP 通过虚拟以太网通信。

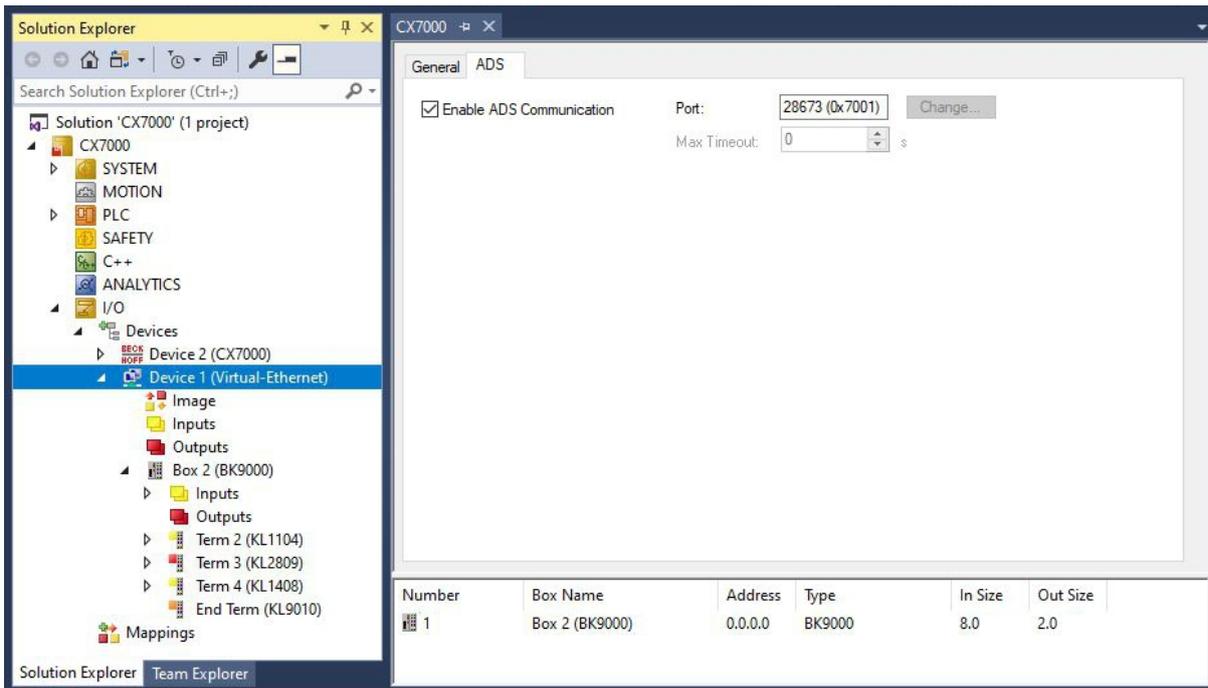
操作步骤如下:

1. 在左边的树状视图中，右键单击 **Devices**。



2. 点击 **Add New Item** 并选择 **Virtual Ethernet Interface** 。

⇒ 虚拟以太网接口在左侧树状视图中被创建。ADS 端口号可在 **ADS** 选项卡下读出。**Enable ADS Communication** 选项必须处于激活状态，才能与 BK9xx0 进行 ADS 通信。



8.4 CoE 访问多功能 I/O

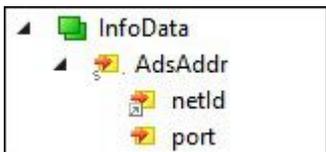
FB_EcCoeSdoReadEx 功能块可以通过 SDO 数据（服务数据对象）从 EtherCAT 从站的对象目录读取数据。nSubIndex 和 nIndex 允许读取对象的参数。通过 bCompleteAccess := TRUE，可以读取带子元素的参数。

示例：读取多功能 I/O 的固件版本。

```

VAR
AMSNetID AT %I*:T_AmsNetIdArr;
Port AT %I*:T_AmsPort;
FB_EcCoeSdoReadEx: FB_EcCoeSdoReadEx;
FirmwareVersion: STRING;
END_VAR
    
```

与 CX7028 接口通信需要 AmsNetId 和端口号。功能块 FB_EcCoeSdoReadEx 的输入可以与 TwinCAT 下的输入变量 netId 和 port 链接，从而使功能块与 CX7028 接口建立对应关系。

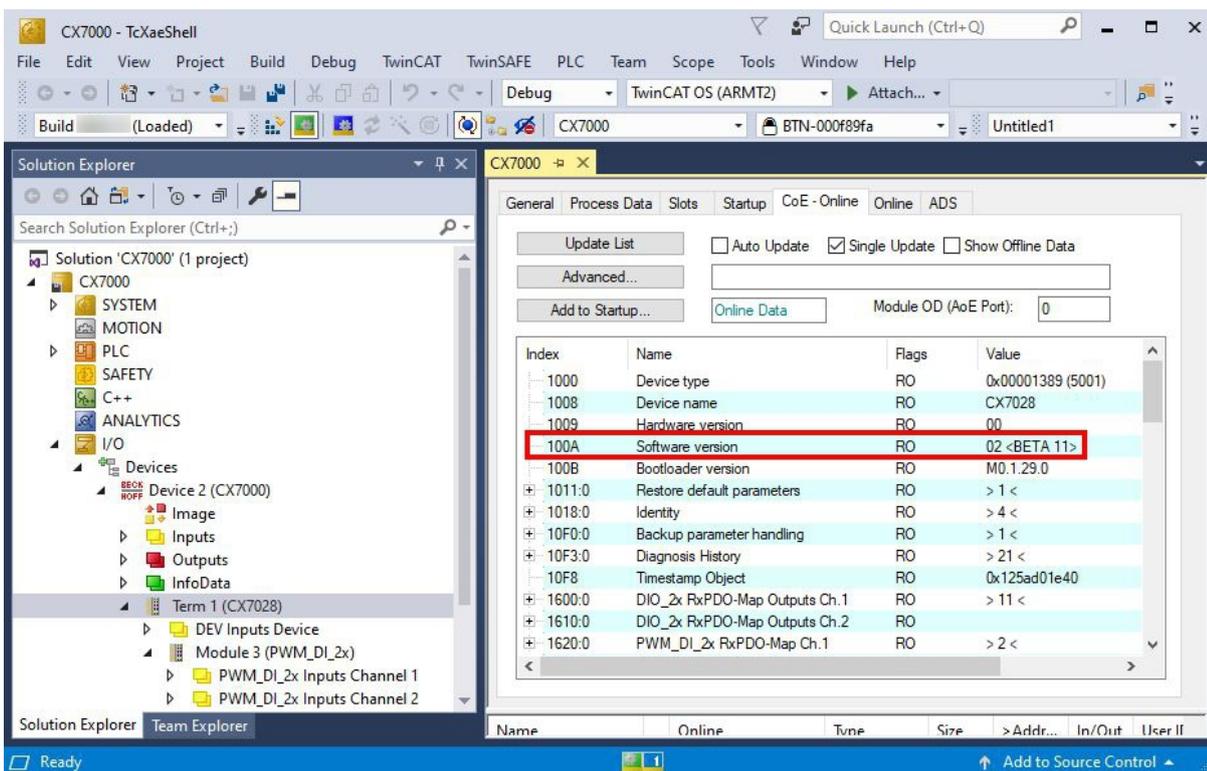


附图 26: CoE 访问多功能 I/O, TwinCAT 中的输入变量 “netId” 和 “port”。

功能块的输入 `sNetId` 与 TwinCAT 中的输入 `netId` 相对应。功能块引脚需要的是一个字符串，而链接返回的是一个字节数组。您可以使用 `F_CreateAmsNetId` 函数将字节数组转换为字符串。功能块的输入 `nSlaveAddr` 与 TwinCAT 中的输入 `port` 相对应。

```
FB_EcCoESdoReadEx(
sNetId:=F_CreateAmsNetId(nIds:=AMSNetID) , (* AmsNetId of the CX7028 Interface *)
nSlaveAddr:=Port , (* Port Number(nSlaveAddr): 0x1000 *)
nSubIndex:= ,
nIndex:=16#100A , (* Index Number *)
pDstBuf:=ADR(FirmwareVersion) ,
cbBufLen:=SIZEOF(FirmwareVersion) ,
bExecute:=TRUE ,
tTimeout:= ,
bCompleteAccess:= ,
bBusy=> ,
bError=> ,
nErrId=> );
```

CoE 对象 **Software version** 的索引号位于 CoE Online 选项卡下。



附图 27: CoE 通信， CoE 对象的索引号。

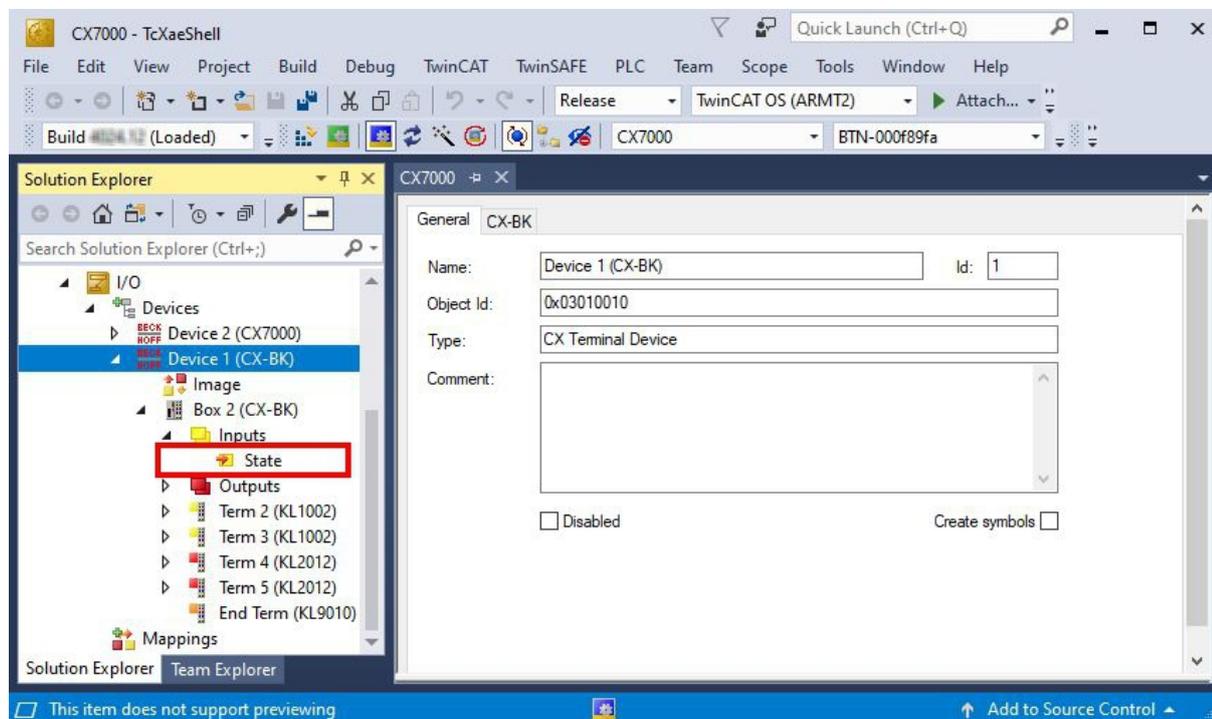
通过 `FB_EcCoeSdoWriteEx` 功能块，可以利用 SDO-Download 向 EtherCAT 从站对象目录中的一个对象进行写值操作。请注意对象是否允许读取；这会显示在 `Flags` 列中。通过 `nSubIndex` 和 `nIndex` 参数可以要写入的对象。通过设置 `bCompleteAccess := TRUE`，则可以对子元素以内的参数进行写入。

8.5 供电端子模块

EtherCAT 端子模块 (E-bus) 或总线端子模块 (K-bus) 可选, 可直接连接在其右侧; CX7000 启动阶段会自动检测连接的模块类型。

K-bus 接口

CX7000 会在扫描过程中读出端子模块类型, 并在 System 管理器中于总线耦合器下创建端子模块。



附图 28: TwinCAT System Manager 中的 CX7000 的 K-bus 接口。

对于 K-bus 诊断来说, TwinCAT 中总线耦合器下有一个状态变量, 可用于诊断并显示 K-bus 通信的状态。更多信息, 请参见 K-bus [196] 的“错误处理和诊断”章节。

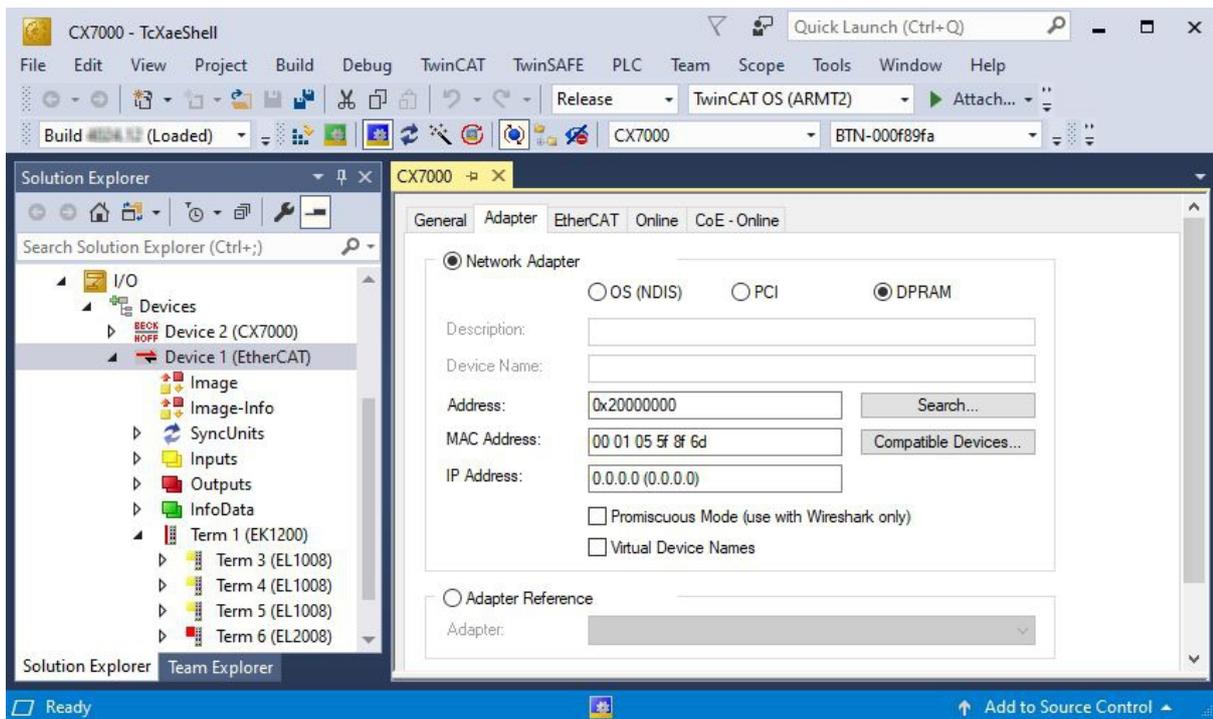
E-bus 接口

● 分布时钟



CX7000 系列嵌入式控制器不适合使用分布时钟或需要分布时钟的 EtherCAT 从站。

在 CX7000 上可以操作 EtherCAT 端子模块和 EtherCAT 设备。CX7000 也能在扫描过程中自动识别这些端子模块, 读出端子类型并在 System 管理器中于 EtherCAT 耦合器下创建这些端子模块。



附图 29: TwinCAT System Manager 中的 CX7000 的 E-bus 接口。

有关诊断的更多信息，请参见 [E-bus \[► 99\]](#) 的“错误处理和诊断”章节。

8.6 循环时间和处理时间

8.6.1 在 PLC 程序中测量处理时间

本示例向您展示如何借助一个小型 PLC 程序确定程序代码的处理时间。例如，这样就可以测量 PLC 完成一个数学函数、控制环路或特定程序所需的时间。分辨率为每数字 1 ns。

示例

```
VAR
    MeasureStart      : T_DCTIME64;
    MeasureResult     : T_DCTIME64;
END_VAR

PROGRAM:
MeasureStart:=F_GetActualDcTime64(); (*Insert your program code to measure the processing time*)
MeasureResult:=F_GetActualDcTime64()-MeasureStart;
```

要求

开发环境	目标平台	需要引用的 PLC 库
TwinCAT v3.1.0	PC 或 CX (x86、x64、ARM)	Tc2_EtherCAT

8.6.2 实时时钟 (RTC)

CX7000 具有缓存电容器的内部实时时钟 (RTC) 用于纪录日期和时间，它在EPC关闭状态下也能继续运行。电容器的电容足够 30 天使用，并且与电池的解决方案不同，它无需维护。如果 CX7000 关闭超过 30 天，时间就会丢失，必须重新设置

下列设置可以在 boot.conf 文件中进行：

- SNTP 服务器
- 更新时间（默认 = 1 小时）
- 更改 UTC 偏移
- DHCP 服务器

示例

下方示例向您展示如何读取时间。在示例中，时间以 UTC 时间形式输出，再加上一个小时就得到了 CET 时间。

```
VAR
    FB_LocalSystemTime : FB_LocalSystemTime;
    DATEANDTIME        : DATE_AND_TIME;
    DATEANDTIME_Add1h  : DATE_AND_TIME;
END_VAR

PROGRAM:
FB_LocalSystemTime(
    sNetID:= ,
    bEnable:=TRUE ,
    dwCycle:= ,
    dwOpt:= ,
    tTimeout:= ,
    bValid=> ,
    systemTime=> ,
    tzID=> );

DATEANDTIME:=SYSTEMTIME_TO_DT(TIMESTR:=FB_LocalSystemTime.systemTime );      (*UTC Time*)
DATEANDTIME_Add1h:=DATEANDTIME+T#1H;      (*UTC Time + 1h*)
```

要求

开发环境	目标平台	要集成的 PLC 库 (类别组)
TwinCAT v3.1.0	PC 或 CX (WES7/Win7/Win10: TC RT x86/x64, WEC6/7: TC RT x86, WEC7: TC CE7 ARMV7, TC/BSD: TC RT x64、TC OS ARMT2)	Tc2_Uutilities (系统)

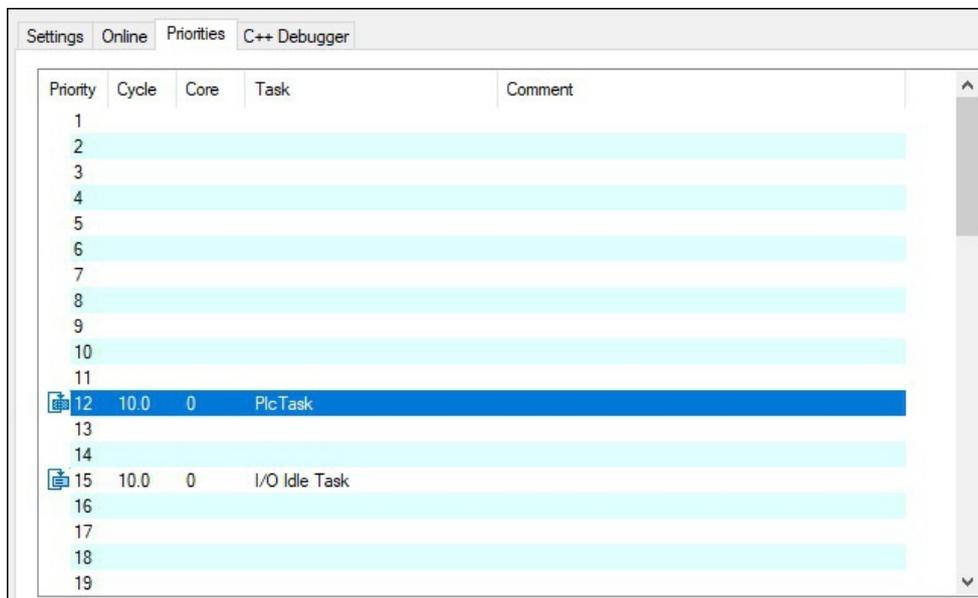
8.6.3 I/O Idle 任务:

I/O Idle 任务是异步通讯, 还负责与 EtherCAT 设备进行非周期通信 (例如, 写入参数)。

I/O Idle 任务的建议设置

默认情况下, TwinCAT 控制器的 I/O Idle 任务被设置为 1 ms。该标准设置对高性能控制系统没有影响, 可以忽略。但是, 在诸如 CX70xx 等小型控制器中, 1 ms 的默认设置会导致更高的 CPU 负载。因此, 操作步骤如下:

- 首先, 将 I/O Idle 任务设置为 10 ms
- I/O Idle 任务始终位于优先级列表的末尾。



附图 30: 在 TwinCAT 3 开发环境中设置 I/O Idle 任务。

I/O Idle 任务周期超时

除非 I/O Idle 任务持续计数, 否则也可以忽略 I/O Idle 任务周期的超时。在这种情况下, 应设法降低非周期通信的速度, 减少数据查询, 并减少非周期通信的次数。

8.6.4 使用 NTP 功能

自镜像版本 140501 或更高版本起, 在 CX70xx 上可提供 NTP 功能。

NTP 功能可用于不同的 CX70xx 嵌入式控制器之间, 以提供大致相同的时间。两台 CX70xx 之间的偏差通常为 ± 5 ms。

有关如何将 NTP 功能作为 TcCOM 模块插入 TwinCAT 并将其投入运行的更多信息, 请参见此处: https://infosys.beckhoff.com/english.php?content=../content/1033/tc3_grundlagen/6326712203.html&id=

使用 NTP 功能的示例程序

<https://infosys.beckhoff.com/content/1033/CX7000/Resources/16683737611.zip>

ST 编辑器中的变量声明

```

PROGRAM TimeSync
VAR
(*
Time format:
FileTime64      8 Byte len      begin 1.1.1601      Bit/100ns
DCTime64        8 Byte len      begin 1.1.2000      Bit/100ns
*)
Test_FileTime64:T_FILETIME64;    (* not used only to see where
this time begin to see the different *)
Test_DCTime64:T_DCTIME64;        (* not used only to see where
this time begin to see the different *)

nLocalTime      : T_FILETIME64;    // Filetime 64 - Local RTOS Time
nPLC_DC_TASKTime : T_FILETIME64;    (* Filetime 64 - Local DC Time | Local DC Time =
System Time see DiffSysTimeToPLCDCTime *)
nSysTime AT %I* : T_FILETIME64;    // Filetime 64 - Sytem Time
nExtTime AT %I* : T_FILETIME64;    // Filetime 64 - TCNet Ext NTP Time
nSysToExtTimeOffset AT %I* :LINT;  // Offset this is the offset from ExtTime to SysTime
nSysToExtTimeDeviation AT %I* :LINT; (* Only for Info: Diff from NTP to the NPT Filter
time is it < lms then is bIsSynchronized = TRUE *)

bIsConnected AT %I*:BOOL;          // Connection to the NTP Server
bIsSynchronized AT %I*:BOOL;      // see nSysToExtTimeDeviation

FB_LocalSystemTime: FB_LocalSystemTime; // Functionblock for read the local RTOS Time

dt_LocalTime: DT;                  // Time & data - local RTOS Time
dt_PLC_DC_TASKTime: DT;            (* Time & data - This is the time from the TaskInfo Array, this
is the same time as the Sytem Time from the NTP Object *)
dt_nSysTime: DT;                  // Time & data - Sytem Time from the NTP Object
dt_nExtTime: DT;                  // Time & data - NTP Object Ext NTP Time

PlcTaskSystemInfo : PlcTaskSystemInfo; // Task Info

DiffSysTimeToPLCDCTime: LINT;      // Local DC Time = System Time
DiffLocalTimeToExtTime: LINT;      (* local Time - ExtTime = same time like
the nSysToExtTimeOffset Time *)
FB_EcDcTimeCtrl164_1:FB_EcDcTimeCtrl164; // FB to get Sec/min/Hour... from a DCTime64
nExtTime64: ULINT;                 // Format DCTime64 from nExtTime
sec_1: WORD;                       // nExtTime Sec
Min_1: WORD;                       // nExtTime Min
msec_1: WORD;                      // nExtTime mSec

nLocalTimeDC64: ULINT;              // DCTime64 - from local filetime64
MaxPLCTime: UDINT;

lrTimeoffset: LREAL;               // Offest Time in LREAL [ms]
lrTimeDeviation: LREAL;            (* Deviation Time [ms] this time show you the diff to the
NTP filter time, if its <lms the is bIsSynchronized = TRUE *)

FB_CX7000_LED_WD: FB_CX7000_LED_WD; // NPT Status via WD LED from CX7000

END_VAR

```

ST 编辑器中的程序

```

PlcTaskSystemInfo:=_TaskInfo[1];    (* Get Task Info Data we need it to read the
PlcTaskSystemInfo.DcTaskTime *)

dt_PLC_DC_TASKTime:=Systemtime_TO_DT(DCTime64_TO_SYSTEMTIME(LINT_TO_ULINT(PlcTaskSystemInfo.DcTaskTime))); // Get Local DC Time to DT
nPLC_DC_TASKTime:=DCTIME64_TO_FILETIME64(LINT_TO_ULINT(PlcTaskSystemInfo.DcTaskTime)); // Get Local DC Time to FileTime64

MaxPLCTime:=MAX(PlcTaskSystemInfo.LastExecTime,MaxPLCTime);

lrTimeoffset:=LINT_TO_LREAL(nSysToExtTimeOffset)/1000/10; // Read NTP Offset Time and convert it to Real in [ms]
lrTimeDeviation:=LINT_TO_LREAL(nSysToExtTimeDeviation)/1000/10; // Read NTP Offset Time and convert it to Real in [ms]

// Read the local time from RTOS

```

```

FB_LocalSystemTime (
  sNetID:= ,
  bEnable:=TRUE ,
  dwCycle:= ,
  dwOpt:= ,
  tTimeout:= ,
  bValid=> ,
  systemTime=> ,
  tzID=> );

dt_LocalTime:=SystemTime_TO_DT(FB_LocalSystemTime.systemTime);
nLocalTime:=SystemTime_TO_Filetime64(FB_LocalSystemTime.systemTime);

dt_nSysTime:=Filetime64_TO_DT(nSysTime); // Convert nSysTime to date & time
dt_nExtTime:=Filetime64_TO_DT(nExtTime); // Convert nExtTime to date & time

DiffSysTimeToPLCDCTime:=ULINT_TO_LINT(nPLC_DC_TASKTime-nSysTime); // Must be 0 because
SysTime = Local DC Time
DiffLocalTimeToExtTime:=ULINT_TO_LINT(nExtTime-nPLC_DC_TASKTime); // Same diff like
nSysToExtTimeOffset

// Ext NTP object as trigger for Outputs
nExtTime64:=FILETIME64_TO_DCTIME64(nExtTime);
FB_EcDcTimeCtrl64_1.A_GetMilli (in:=nExtTime64,get=>msec_1);
FB_EcDcTimeCtrl64_1.A_GetSecond (in:=nExtTime64,get=>sec_1);
FB_EcDcTimeCtrl64_1.A_GetMinute (in:=nExtTime64,get=>Min_1);

// Toggle Outpt every Sec
IF (sec_1 MOD 2) =0 THEN
  gvl.bCX7028_Out_4:=TRUE;
ELSE
  gvl.bCX7028_Out_4:=FALSE;
END_IF

// Set DO NTP Status
gvl.bCX7028_Out_1:=bIsConnected;
gvl.bCX7028_Out_2:=bIsSynchronized;

// WD LED from CX7000
// Red - no connection
// Green flashing - it is connected to NTP Server but it is not sync (that means that the filter is
// active and the synchronisation to the NTP Server is running - not with TC!)
// Green on - connection and synchronisation is running
FB_CX7000_LED_WD (
  bEnable:=TRUE ,
  eLED:= ,
  tFlashingTimeP1:= ,
  tFlashingTimeP2:= ,
  bError=> ,
  nErrorID=> );
IF bIsConnected AND NOT bIsSynchronized THEN
  FB_CX7000_LED_WD.eLED :=Tc2_SystemCX.E_CX7000_LED.LED_flashing_GREEN_OFF;
ELSIF bIsConnected AND bIsSynchronized THEN
  FB_CX7000_LED_WD.eLED :=Tc2_SystemCX.E_CX7000_LED.LED_GREEN ;
ELSE
  FB_CX7000_LED_WD.eLED :=Tc2_SystemCX.E_CX7000_LED.LED_RED ;
END_IF

```

8.6.5 250 μ s 的循环时间

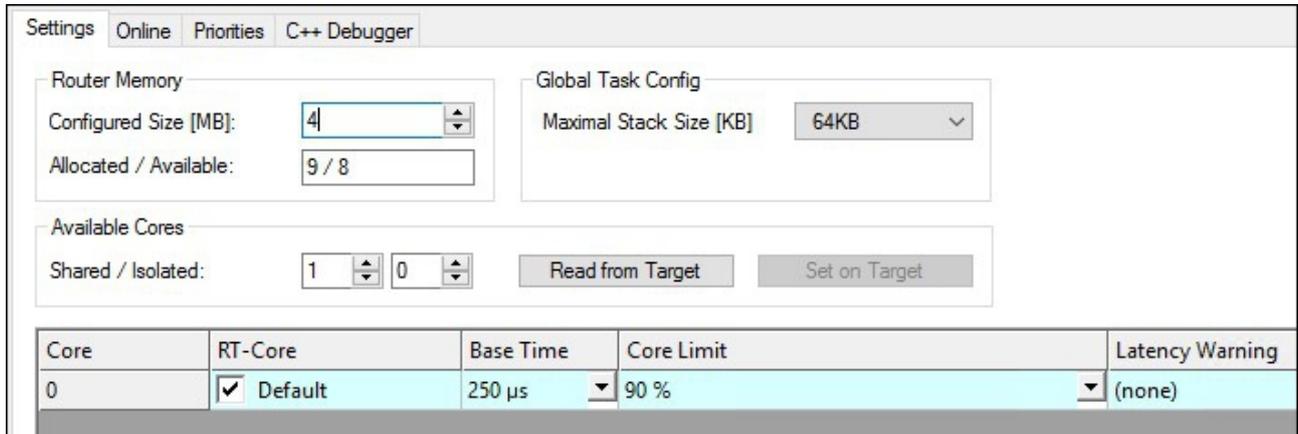
请注意，CX7000 上 250 μ s 的循环时间是一个极端的最佳值，所有的边界条件都必须完全符合要求。此外，只有在输入和输出相对快速的情况下，250 μ s 的循环时间才有意义。

CX7000 有不同的接口，包括 K-bus 等。在最佳条件下，K-bus 可以达到 1 ms，因此不适合 250 μ s 的循环时间。E-bus (EtherCAT) 的速度要快很多，但 EtherCAT 帧的结构以及将数据合并到 EtherCAT 帧的过程要复杂得多，因此这里也只能实现 1 ms。

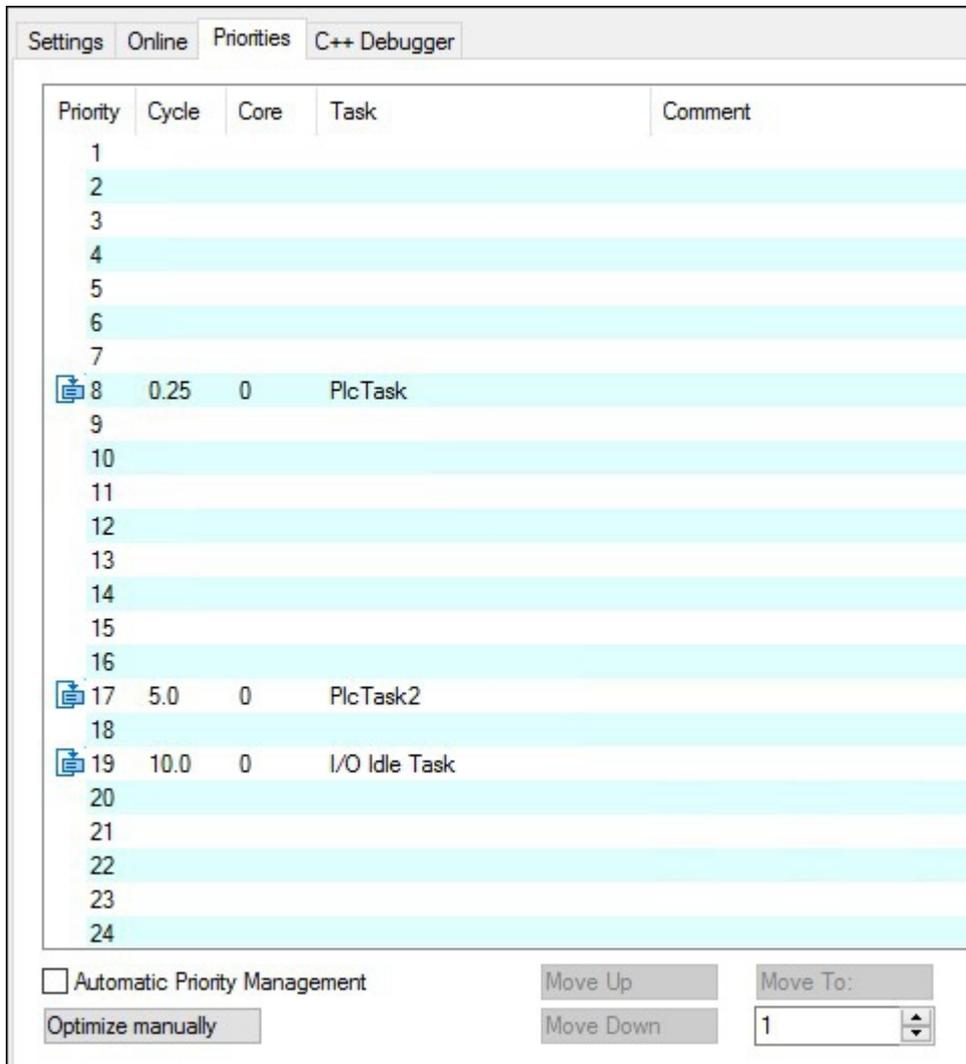
当然，EtherCAT 也可以在 100 μ s 下与其他工业 PC 一起运行。不过，这些设备通常配备功能更强大的 CPU，并可能使用 DMA (直接存储器访问) 的控制器进行 EtherCAT 处理。但 CX7000 的情况并非如此，因此 CPU 性能和 EtherCAT 接口成为限制因素。当然，作为小型控制器的 CX7000 并不是为高速应用而开发的，并且由于成本效益，它不应与功能更强大的工业 PC 相提并论。

设置 250 μs 的循环时间

如果边界条件适合，可以在 CX7000 上实现 250 μs 的循环时间。通过 CX7000 多功能 IO 接口，快速 IO 直接与 CPU 相连 这样非常精简的连接状态，保证了相对较好的数据吞吐量。在多功能 I/O 的帮助下，IO 刷新速率也可达到 250 μs。当然，PLC 程序可能只包含很少的代码，核心限值必须设置为 90%，而这反过来又导致了所述的不利影响（参见：实时和 CPU 负载 [▶ 103]）。



此外，还应设置任务优先级，使 250 μs 任务在系统中具有最高的优先级。



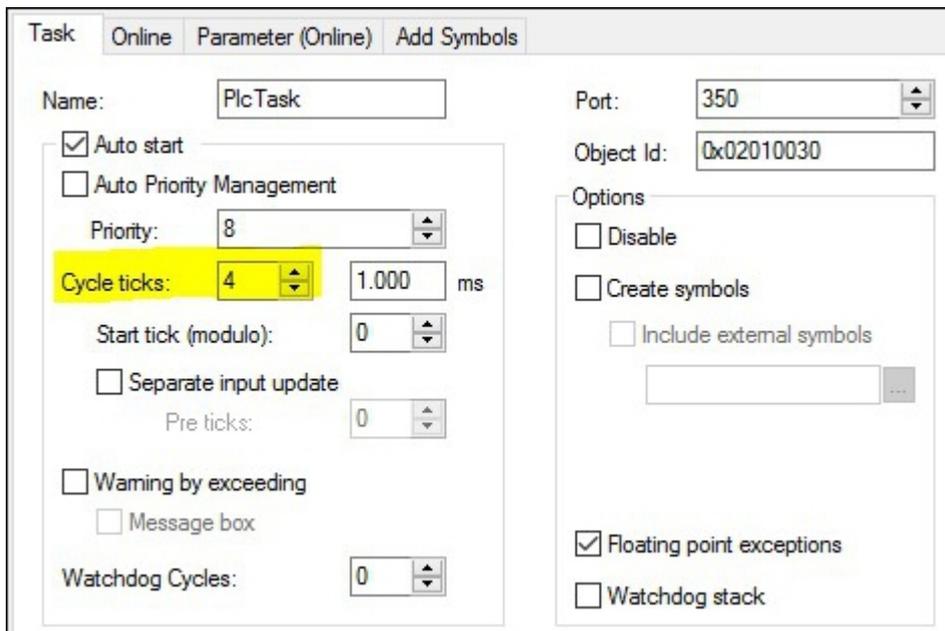
如果现在使用 CX7028 接口作为数字量输出，例如在 250 μs 任务中使用 Out_01:=not Out_01，则任务是以 2 kHz 的速率输出。为了使输出达到最佳速度，该输出应该有一个负载。只能用数字量输入连接输出；这时输出负载才会非常小，否则驱动器的关闭行为会比较慢。当然这里的“慢”是相对于 250 μs 的任务时间而言的。在此场景下，输出关闭需要 50 μs 还是 100 μs 非常关键。如果您想要测量响应时间，即 CX7000 对输入做出反应所需的时间，则以下背景信息非常重要：

设定 1 ms 或更长的循环时间，运行一个最佳循环，即 CX7028 接口的输入由 CX7028 接口的处理器在任务循环起约 20% 读取。如果任务时间快于 1 ms，则时间不满足优化输入响应时间的测试要求。在这种情况下，输入将随任务周期读取。因此，任务时间为 500 μ s 的响应时间与任务时间为 1 ms 的响应时间相同。在任务时间小于 1 ms 的情况下，更新一个循环需要 4 个任务周期。如果任务时间为 1 ms 或更长，则需要 2 个任务周期。这应该能够让您意识到，缩短循环时间并不一定会缩短反应时间，内部处理流程的缩短同样对数据的读取起着决定性作用。

下面是一个示例，您可以重现此行为以查看和测量差异：

1. 连接 +24 V Up 和 0 V Up 电源，为多功能 I/O 供电。
2. 连接输出 1 与输入 1，即可实现程序的逻辑切换。
3. 将输出 2 连接到输入 2。
4. 将核心限值设为 90%，基础时间片设为 250 μ s，快速任务的优先级设为最高优先级，Idle task 时间设为 10 ms。

此输入只有极短的滤波时间，因此非常适合测量。在这种情况下，输出不一定需要负载。在以下示例中，我们始终将基础时间片保持在 250 μ s 并且只增加循环数目，以设置相应的任务时间。



示例程序

```

PROGRAM MAIN
VAR
  bOut_1 AT %Q*:BOOL; (*toggle Output link to digital Output pin 7*)
  bOut_2 AT %Q*:BOOL; (*reaction time link to digital Output pin 14*)

  bIn_1 AT %I*: BOOL; (*toggle Output link to digital Input pin 2*)
  bIn_2 AT %I*: BOOL; (*reaction time link to digital Input pin 10*)

  fbTimer : TON;
  fbflanke1 : R_TRIG;
  fbflanke2 : R_TRIG;

  cnt1: INT; (*toggle Output*)
  cnt1_M: INT; (*toggle Output*)

  cnt2: INT; (*reaction time*)
  cnt2_M: INT; (*reaction time*)
END_VAR

PROGRAM MAIN
bOut_1:= NOT bOut_1; (*toggle Output*)
bOut_2:= NOT bIn_2; (*reaction time*)

fbflanke1(CLK:=bIn_1);
IF fbflanke1.Q THEN
  cnt1:=cnt1+1; (*toggle Output*)
END_IF

```

```
fbflanke2(CLK:=bIn_2);
IF fbflanke2.Q THEN
  cnt2:=cnt2+1; (*reaction time*)
END_IF

fbTimer(PT:=T#1S,in:=NOT fbTimer.Q);

IF fbTimer.Q THEN
  cnt2_M:=cnt2; (*reaction time*)
  cnt1_M:=cnt1; (*toggle Output*)
  cnt1:=0;
  cnt2:=0;
END_IF
```

输出切换频率为 2 kHz — 开 250 μs, 关 250 μs — 即周期持续时间为 500 μs。测量上升沿时, 一秒内有 2000 次变化。

bOut_1	BOOL	TRUE
bOut_2	BOOL	TRUE
bIn_1	BOOL	FALSE
bIn_2	BOOL	FALSE
fbTimer	TON	
fbflanke1	R_TRIG	
fbflanke2	R_TRIG	
cnt1	INT	1014
cnt1_M	INT	2000
cnt2	INT	253
cnt2_M	INT	500

附图 31: 测量任务时间为 250 μs。

由于小于 1ms, 在响应时间方面优化的输入不可用, 因此一秒钟内的变化次数为 500 次。

bOut_1	BOOL	TRUE
bOut_2	BOOL	TRUE
bIn_1	BOOL	TRUE
bIn_2	BOOL	FALSE
fbTimer	TON	
fbflanke1	R_TRIG	
fbflanke2	R_TRIG	
cnt1	INT	68
cnt1_M	INT	1001
cnt2	INT	17
cnt2_M	INT	250

附图 32: 测量任务时间为 500 μs。

不出所料, 在任务时间为两倍的情况下, 输出切换数值只有 250 us 的一半。

bOut_1	BOOL	FALSE
bOut_2	BOOL	TRUE
bIn_1	BOOL	FALSE
bIn_2	BOOL	FALSE
fbTimer	TON	
fbflanke1	R_TRIG	
fbflanke2	R_TRIG	
cnt1	INT	169
cnt1_M	INT	501
cnt2	INT	84
cnt2_M	INT	251

附图 33: 测量任务时间为 1 ms。

在任务时间为 1 ms 的情况下, 您可以清楚地看到, 优化输入模式实际上有助于缩短响应时间。虽然切换变化再次减半, 即在任务时间为 1 ms 的情况下频率仍为 500 Hz, 但实际的响应时间的值保持不变。

8.6.5.1 循环时间 ≥ 1 ms



附图 34: CX7000 CPU 和 PLC。

黄色和红色: IO 的映射和更新。

浅灰色: 直至任务再次开始的剩余时间 (OS操作系统)。

深灰色: PLC 循环时间。

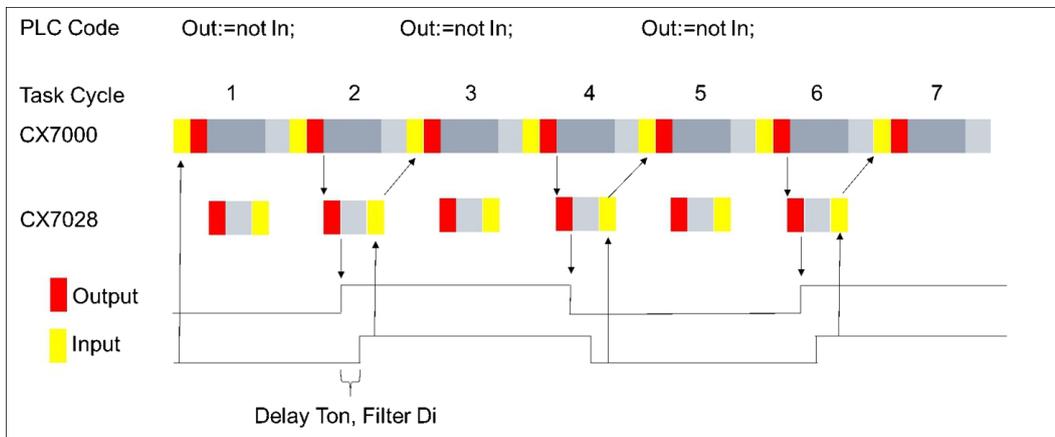


附图 35: CX7028 接口的 CPU。

红色: 输出更新。

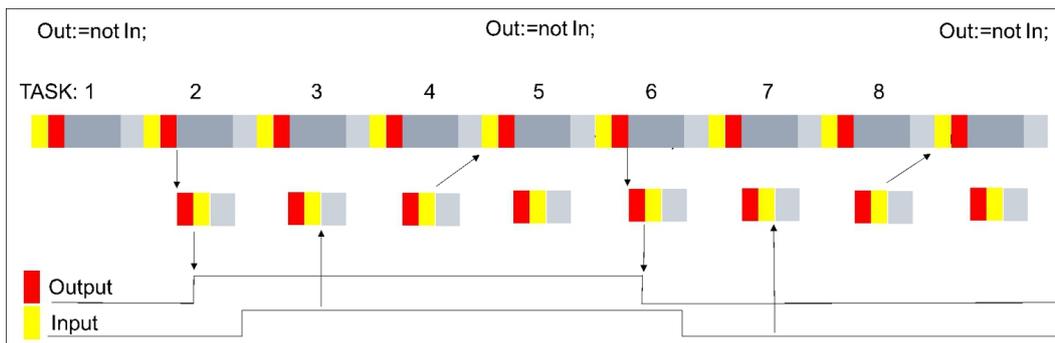
灰色: 多功能 IO 的 CPU 处理。

黄色: 输入更新 (从 1 ms 循环时间起, 在输入信号更新前, 存在占循环时间最高约 80% 的等待期, 以便尽可能晚地读取输入, 即在下次循环前)。



8.6.5.2 循环时间 < 1 ms

从循环时间 < 1 ms 起, 输入信号的更新会立即执行, 因此只能在下一个循环周期可用。因此, 输入信号始终会滞后一个周期。



借助这些背景知识, 您应该能够在 CX7000 上为自己的应用进行适当的设置。

8.7 功能块

8.7.1 FB_CX7000_LED_ERR



该功能块可用在 CX7000 上控制 ERR 灯。功能块在调用后立即生效，并通过亮灯模式控制 ERR 灯。

CX7000 的 ERR 灯 可用于显示 PLC 程序、与外部的通信或其他指示的状态。

ERR 灯有红绿 2 种原色。如果 2 种颜色都启用，则 LED 灯为黄色。您可以开启 LED 灯，也可以让它闪烁。

LED 的用户特定功能

由于 LED 灯是客户自定义使用，倍福支持部门无法了解闪烁代码的含义，也就无法为客户提供支持。

- 请为您的客户记录 LED 的功能。

输入

```
VAR_INPUT
    bEnable      : BOOL;           // set TRUE to enable LED handling; Reset in order to re
set error
    eLED         : E_CX7000_LED;   // LED flashing mode
    tFlashingTimeP1 : TIME:=T#250MS; // Flashing Time >=200ms first pulse
    tFlashingTimeP2 : TIME:=T#250MS; // Flashing Time >=200ms second pulse
END_VAR
```

名称	类型	描述
bEnable	BOOL	只要输入为 TRUE，功能块就会生效。
eLED	E_CX7000_LED	LED 模式
tFlashingTimeP1	TIME	第一个脉冲时间 (>= 200 ms)亮
tFlashingTimeP2	TIME	第二个脉冲时间 (>= 200 ms)灭

输出

```
VAR_OUTPUT
    bError      : BOOL;           // error flag
    nErrorID    : UDINT;         (* ADS Error ID. If nErrorID=DEVICE_SRVNOTSUPP probably the image
version need to be updated to support this feature. *)
END_VAR
```

名称	类型	描述
bError	BOOL	功能块发生错误。
nErrorID	UDINT	ADS 错误代码 示例： DEVICE_SRVNOTSUPP: CX7000 的系统镜像版本可能不支持此功能。必要时进行更新 (>=35695)。

示例:

```
VAR
    BK9000_BoxState AT %I* : WORD;
    fbErrorLED : FB_CX7000_LED_ERR;
END_VAR

IF BK9000_BoxState=0 THEN
    fbErrorLED.eLED :=E_CX7000_LED.LED_flashing_GREEN_OFF;
ELSE
    fbErrorLED.eLED :=E_CX7000_LED.LED_flashing_RED_OFF;
END_IF
fbErrorLED(
    bEnable := TRUE,
```

```
tFlashingTimeP1 := ,
tFlashingTimeP2 := ,
bError => ,
nErrorID => );
```

注意

功能块只能用于 CX7000

该功能块只能且必须用于 CX7000。

8.7.2 FB_CX7000_LED_WD



该功能块可用在 CX7000 上控制 WD(Watchdog) 灯。功能块在调用后立即生效，并通过亮灯模式控制 WD 灯。

您可以使用 CX7000 的 WD 灯，用于显示 PLC 程序、与外部通信或其他指示的状态。WD 灯有红绿 2 种原色。如果 2 种颜色都启用，则 LED 灯为黄色。您可以使用 LED 灯和/或让它闪烁。

LED 的用户特定功能



由于 LED 灯是客户自定义使用，倍福支持部门无法了解闪烁代码的含义，也就无法为客户提供支持。

- 请为您的客户记录 LED 的功能。

输入

```
VAR_INPUT
  bEnable          : BOOL;           // set TRUE to enable LED handling; Reset in order to re
set error
  eLED             : E_CX7000_LED;   // LED flashing mode
  tFlashingTimeP1 : TIME:=T#250MS;   // Flashing Time >=200ms first pulse
  tFlashingTimeP2 : TIME:=T#250MS;   // Flashing Time >=200ms second pulse
END_VAR
```

名称	类型	描述
bEnable	BOOL	只要输入为 TRUE，功能块就会生效。
eLED	E_CX7000_LED	LED 模式
tFlashingTimeP1	TIME	第一个脉冲时间 (>= 200 ms)亮
tFlashingTimeP2	TIME	第二个脉冲时间 (>= 200 ms)灭

输出

```
VAR_OUTPUT
  bError          : BOOL;           // error flag
  nErrorID        : UDINT;         (* ADS Error ID. If nErrorID=DEVICE_SRVNOTSUPP probably the image v
ersion need to be updated to support this feature. *)
END_VAR
```

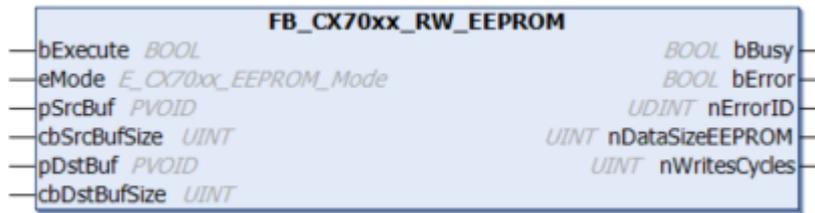
名称	类型	描述
bError	BOOL	功能块发生错误。
nErrorID	UDINT	ADS 错误代码 示例： DEVICE_SRVNOTSUPP: CX7000 的系统镜像版本可能不支持此功能。必要时进行更新 (>=35695)。

注意

功能块只能用于 CX7000

该功能块只能且必须用于 CX7000。

8.7.3 FB_CX70xx_RW_EEPROM



该功能块最多可向 CX70xx 的 EEPROM（硬件）写入 120 bytes 数据。EEPROM 最多可写入 200 次。内存用于一次性写入，这意味着写入后，除非进行特定的擦除操作，否则这些数据不会被更改或覆盖。

该功能块可用于客户自行设置 CX70xx。最常见的使用是将公司 ID 写入 EEPROM。启动 CX70xx 程序时，内存内容将被读取。假如这个内存是空的，程序将无法运行，因为该控制器已不再是您设备出厂时的 CX70xx 了。

如果设备上要更换 CX70xx，您必须重新写入 EEPROM。

输入

```
VAR_INPUT
    bExecute      : BOOL;           // rising edge triggers process with selected mode
    eMode         : E_CX70xx_EEPROM_Mode; // select RW mode
    pSrcBuf       : PVOID;         // pointer to WRITE EEPROM data buffer
    cbSrcBufSize  : UINT;          // size of WRITE EEPROM data buffer (max.120 Bytes)
    pDstBuf       : PVOID;         // pointer to READ EEPROM data buffer
    cbDstBufSize  : UINT;          // max.size of READ EEPROM data buffer (max.120 Bytes)
END_VAR
```

名称	类型	描述
bExecute	BOOL	上升沿启动功能块。
eMode	E_CX70xx_EEPROM_Mode	ReadOnly: EEPROM 只读 WriteOnly: EEPROM 只写 WriteAndRead: EEPROM 写入和读取
pSrcBuf	PVOID	指向要写入的数据缓冲区的指针。
cbSrcBufLen	UINT	要写入的数据长度（最大 120 bytes）
pDstBuf	PVOID	指向数据缓冲区的指针，EEPROM 内容将被复制到该数据缓冲区。
cbDstBufLen	UINT	要读取的数据长度。（最大 120 bytes） 读取时，长度信息必须大于或等于 EEPROM 中所含的数据。

输出

```
VAR_OUTPUT
    bBusy         : BOOL;           // FB is working
    bError        : BOOL;           // FB has an Error
    nErrorID      : UDINT;         (* Error Code
    If nErrorID=DEVICE_INVALIDACCESS the EEPROM write cycles reached max. value.
    If nErrorID=DEVICE_INVALIDPARGM the given pointer parameter is invalid/null.
    If nErrorID=DEVICE_INVALIDSIZE the given buffer size is too small or too big.
    If nErrorID=DEVICE_SRVNOTSUPP probably the image version need to be updated to support this feature. *)
    nDataSizeEEPROM : UINT;         // current size of (read) EEPROM data in bytes (max.120 Bytes)
    nWritesCycles  : UINT;         // already performed EEPROM write cycles (maximum possible = 200)
END_VAR
```

名称	类型	描述
bBusy	BOOL	功能块处于活动状态并开始工作。
bError	BOOL	功能块发生错误。
nErrorID	UDINT	ADS 错误代码 示例： DEVICE_INVALIDACCESS: EEPROM 写入次数已达到最大值。EEPROM 无法重写。 DEVICE_INVALIDPARGM: 分配的指针无效/空。

名称	类型	描述
		DEVICE_INVALIDSIZE: 分配的缓冲区大小过小或过大。 DEVICE_SRVNOTSUPP: CX70xx 的系统镜像版本可能不支持此功能。必要时进行更新 (>=35695)。
nDataSizeEEPROM	UINT	读取 EEPROM 数据的当前大小 (以字节为单位)
nWritesCycles	UINT	剩余写入操作次数

8.7.4 FB_CX70xx_ResetOnBoardIO



该功能块用于复位 CX70xx 嵌入式控制器的板载 I/O。

典型应用是用于板载 I/O (CX7028) 通信出错后的复位。当板载 I/O 的电源 (Up) 中断时, 就会发生此类错误。

注意

I/O 状态

在过程映像中设置的输出, 将在复位后立即生效。

有关板载 I/O 的更多详情, 请参见 CX70xx 嵌入式控制器的 [文档](#)。

输入

```
VAR_INPUT
  bExecute      : BOOL;           // rising edge triggers process
  sNetId        : T_AmsNetID;    // AMS Net ID of the OnBoard IOs
  tTimeout      : TIME := DEFAULT_ADS_TIMEOUT; // maximum time allowed for execution of this ADS command
END_VAR
```

名称	类型	描述
bExecute	BOOL	上升沿启动功能块。
sNetId	T_AmsNetId	板载 I/O 的 AMS Net ID
tTimeout	TIME	规定执行 ADS 命令时不得超过的超时长度。

输出

```
VAR_OUTPUT
  bBusy        : BOOL;           // FB is working
  bError       : BOOL;           // FB has an Error
  nErrorID     : UDINT;          (* Error Code. If nErrorID=DEVICE_SRVNOTSUPP probably the image version need to be updated to support this feature. *)
END_VAR
```

名称	类型	描述
bBusy	BOOL	功能块处于活动状态并开始工作。
bError	BOOL	功能块发生错误。
nErrorID	UDINT	ADS 错误代码 示例: DEVICE_SRVNOTSUPP: CX70xx 的系统镜像版本可能不支持此功能。必要时进行更新 (>=47912)。

示例:

```
FUNCTION_BLOCK FB_Test_ResetOnboardIO
VAR
  AMSNetID      : T_AmsNetIdArr; // link to the AMS Net ID of the OnBoard IOs
  State         : WORD;          // link to the State of the OnBoard IOs
END_VAR
```

```

    bReset      : BOOL;           // if Ready to Reset you can reset the OnBoard IOs
    fbReset     : FB_CX70xx_ResetOnBoardIO;
END_VAR

IF State<>8 AND NOT State.8 AND State.4 THEN // if OnBoard IO device signals an error and is not OP
but present
    bReset := TRUE;
ELSE
    bReset := FALSE;
END_IF

IF NOT fbReset.bBusy AND bReset THEN
    fbReset(bExecute:=TRUE, sNetId:=F_CreateAmsNetId(AMSNetID));
ELSE
    fbReset(bExecute:=FALSE);
END_IF

```

8.8 重要属性 pragma

属性 pragma 作用于编译和预编译。TwinCAT 支持许多预定义的属性 pragma。属性在声明部分定义。

8.8.1 属性 'Tc2GvlVarNames'

pragma 的作用是，在 GVL 中声明的符号可以像在 TwinCAT 2 中一样进行 ADS 通讯（无需将 GVL 名称用作命名空间）。

语法: {attribute 'Tc2GvlVarNames' }

示例:

```

{attribute 'Tc2GvlVarNames'}
VAR_GLOBAL
    Test : INT;
END_VAR

GVL.Test:=GVL.Test+1;    (*without attribute*)
Test:=Test+1;           (*with attribute*)

```

8.8.2 属性 'pack_mode'

该属性 pragma 指定了数据结构在内存分配过程中的打包方式。属性必须插入到数据结构的上方，才能作用于整个数据结构的打包。

语法: {attribute 'pack_mode' := '<Value>' }

示例

```

{attribute 'pack_mode' := '0'}
TYPE str_Test :
STRUCT
    byTest1   : BYTE;
    iTest     : DINT;
    byTest2   : BYTE;
    nValue    : INT;
END_STRUCT
END_TYPE

```

在该示例中，打包模式被为 0。如果您使用 SIZEOF 来获取示例中的结构体的大小，则得到的值为 8。

1 byte + 4 bytes (DINT) + 1 byte + 2 bytes (INT) = 8 bytes

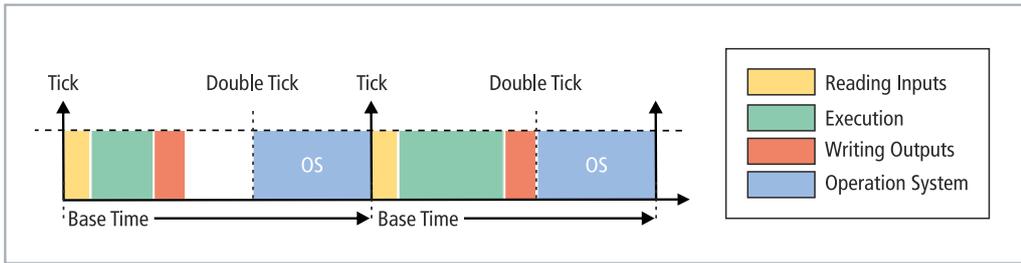
如果将打包模式设置为 2 (Word对齐)，就会得到值为 10，因为在结构体一个字节处都插入了一个填充字节。如果将打包模式设置为 4 (DWord对齐)，就会得到值 12，因为此时会在结构体中额外插入 4 个填充字节。打包模式为 8 (LWord对齐) 不会改变任何内容，因为示例就是 8 bytes 不再需要填充字节。

如果不使用该属性，CX7000 将使用 DWord 对齐（打包模式 4）。

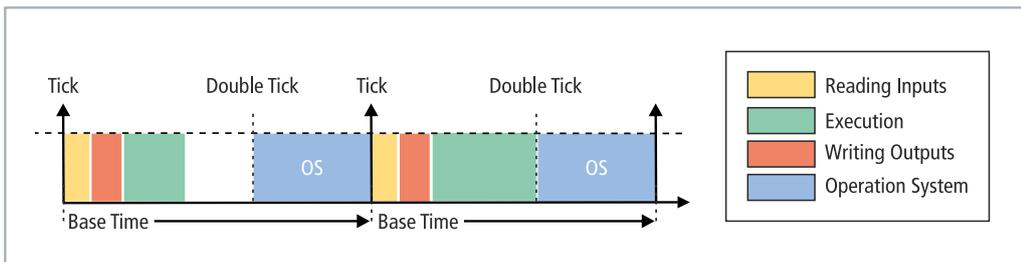
有关 pack_mode 属性的更多信息，请参见：

8.8.3 属性 'TcCallAfterOutputUpdate'

属性 `pragma TcCallAfterOutputUpdate` 使 I/O 的输出更新在 PLC 循环之前进行，而不是像默认设置那样在 PLC 程序之后进行。



附图 36: 默认调用 PLC 任务。



附图 37: 调用带有 `tcCallAfterOutputUpdate` 属性的 PLC 任务。

该功能可用于周期时间波动较大的项目。在循环时间大幅波动的项目中，由于输出是在 PLC 循环之后写入的，因此其有时写入较早（PLC 循环时间短），有时写入较晚（PLC 循环时间长）。这种周期时间的波动会导致输出抖动大。但是这样做的缺点是加了该属性，系统的反应速度会稍慢，并且总是会损失一个响应周期。您需要决定是要对输入作出快速反应（默认设置），还是希望输出行为具有确定性（属性设置）。

语法: `{attribute 'TcCallAfterOutputUpdate'}`

插入位置: 该属性必须添加到输出更新后调用的所有程序 POU 中。

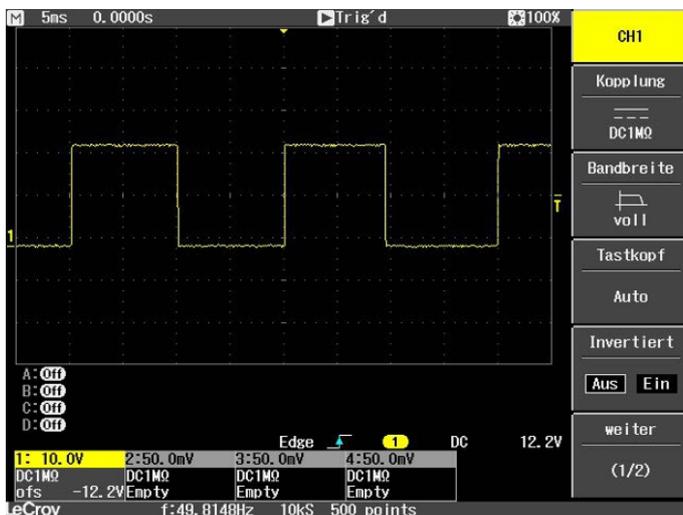
示例:

如要观测这种行为，您需要一个数字量输出端子模块（如 EL2008）和一个示波器。

编写一个小型 PLC 程序，并将变量 `bOut` 与数字量输出链接:

```
bOut:=not bOut;
```

PLC 程序非常简单，不会引起任何波动。脉冲在示波器上显示如下:



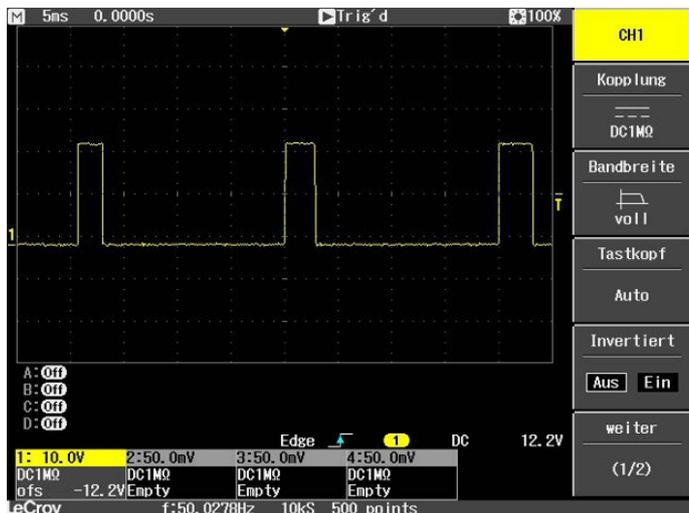
附图 38: 无负载时的数字量输出脉冲。

现在用 For 循环来扩展 PLC 程序。所用的数学函数并不重要，目的只是为了产生负载：

```
bOut:=not bOut;

IF bOut THEN
  For loop:=1 to 2000 do
    lrTest:=SIN(INT_TO_LREAL(loop)*3.14);
  END_FOR
END_IF
```

当输出设置为 TRUE 时，循环就会运行并产生负载。因此，运行 PLC 所需的时间更长，写入输出的时间也要晚于平时。在下一个循环中，输出被设回 FALSE，循环不运行并且输出被设回 FALSE 的速度更快，因为没有 For 循环，PLC 程序的完成速度更快。其结果是脉冲时间大大缩短。

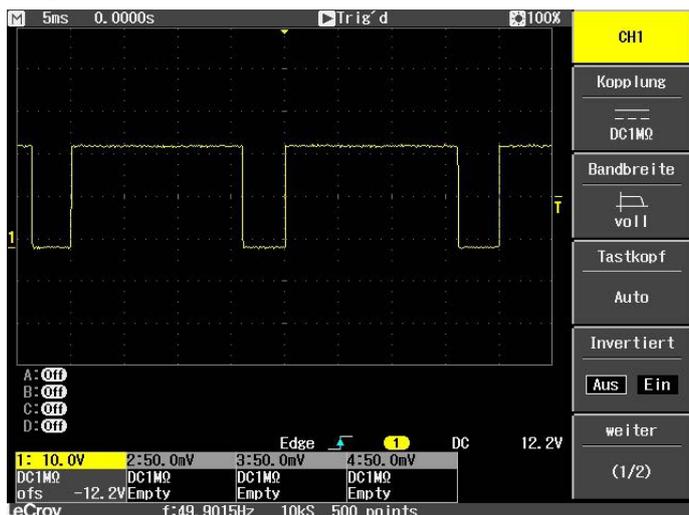


附图 39：带负载的数字量输出的脉冲时间缩短。

如果在 FALSE 而不是 TRUE 时调用 For 循环，结果将会反转。

```
bOut:=not bOut;

IF not bOut THEN
  For loop:=1 to 2000 do
    lrTest:=SIN(INT_TO_LREAL(loop)*3.14);
  END_FOR
END_IF
```



附图 40：数字量输出的反相表示。

使用属性 pragma TcCallAfterOutputUpdate 时，脉冲是恒定的，与 For 循环的时间长短或是否被调用无关。只有在 PLC 任务未超时的情况下，整个过程才会有效。因此，在复制示例时，请注意任务的超时计数器。

检测具有不同运行时的 PLC 程序

为了检测具有不同运行时的 PLC 程序，必须对 PLC 程序进行补充。不同的运行时无法于在线视图中识别，因为平均值总是在几个周期内形成。因此，异常值只有在超过任务时间时才能被检测到。如果异常值仍在任务时间内，则不易被察觉。

为此，我们使用了系统变量：PlcTaskSystemInfo

```

VAR
    bOut : BOOL;
    PlcTaskSystemInfo : PlcTaskSystemInfo;
    udiValue : ARRAY[0..19] of UDINT;
    Cnt : INT;
END_VAR

Program:
bOut:=not bOut;

IF bOut THEN
    For loop:=1 to 2000 do
        lrTest:=SIN(INT_TO_LREAL(loop)*3.14);
    END_FOR
END_IF

PlcTaskSystemInfo:=_TaskInfo[1];

udiValue[Cnt]:= PlcTaskSystemInfo.LastExecTime;
cnt:=cnt+1;
IF Cnt >19 THEN
    Cnt:=0;
END_IF

```

通过该程序扩展，您可以看出带有 For 循环的 PLC 程序需要 7.7 ms，不带 For 循环的 PLC 程序需要 1.1 ms。规格为每数位 100 ns。

udiValue	ARRAY [0..19] OF U...	
udiValue[0]	UDINT	77728
udiValue[1]	UDINT	10713
udiValue[2]	UDINT	71049
udiValue[3]	UDINT	11065
udiValue[4]	UDINT	69882
udiValue[5]	UDINT	11027
udiValue[6]	UDINT	77084
udiValue[7]	UDINT	11939
udiValue[8]	UDINT	77494
udiValue[9]	UDINT	18527
udiValue[10]	UDINT	76724
udiValue[11]	UDINT	11043
udiValue[12]	UDINT	71519
udiValue[13]	UDINT	11406
udiValue[14]	UDINT	79004
udiValue[15]	UDINT	11118
udiValue[16]	UDINT	70745
udiValue[17]	UDINT	12007
udiValue[18]	UDINT	77761

附图 41: 在 PLC 程序中确定不同的运行时。

测量结果与示波器上的显示内容相符，在示波器上可以看到脉冲有时长于 6.5 ms，有时短于 6.5 m。您可以测量 For 循环（在 PLC 程序中测量处理时间 [▶ 79]）的处理时间。测量结果将与通过程序扩展观察到的值相吻合，但会有一些误差和抖动。

9 错误处理和诊断

9.1 诊断 LED指示灯

指示灯	LED	含义
	TC	TwinCAT 状态 LED: TwinCAT 处于运行模式 (绿色)。 TwinCAT 处于停止模式 (红色)。 TwinCAT 处于配置模式 (蓝色)。 PLC 错误或崩溃 (黄色)。 在系统启动时报错, 有固定的闪烁次数和频率。LED 灯为红色并且以 2 种不同的频率闪烁。
	WD	未定义。预留
	ERR	如果在启动 CX70xx 时只有 ERR LED 灯 (红色) 亮起, 则说明引导加载程序已损坏, 必须将设备送修。

TC-LED 灯以固定的频率和顺序闪烁, 对应不同的错误代码和参数。

表 17: TC LED 灯、顺序和含义。

顺序	含义
快速闪烁	启动中
第一次慢速闪烁	表示错误代码
无显示	暂停, LED 灯熄灭
第二次慢速闪烁	表示错误参数

纪录红色 TC LED 灯的闪烁次数, 以确定错误代码和错误参数。

表 18: TC LED、错误描述和解决措施。

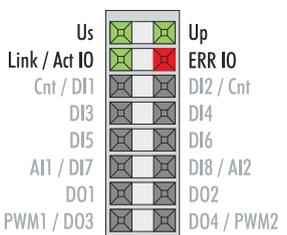
错误代码	错误参数	描述	解决措施
1	1	未识别 microSD 卡	检查 microSD 卡。 系统镜像有问题。在 microSD 卡上安装新系统镜像。
	2	卡初始化失败 — 预加载程序	
	3	未找到分区 — 预加载程序	
	4	文件系统安装失败 — 预加载程序	
	5	卡初始化失败 — 加载程序	
	6	未找到分区 — 加载程序	
	7	文件系统安装失败 — 加载程序	
2	1	未找到加载程序	
	2	加载程序文件无效 (校验和、大小、读取错误)	
	3	未找到 TC d11	
	4	TC d11 校验和错误	
	5	EEPROM 文件缺失或无效	
	6	Tc0sSys.d11 版本与加载程序不兼容	
3	1	未找到 Rbf	
	2	CCAT 1 初始化失败	
	3	CCAT 2 初始化失败	
	4	CCAT EEPROM 写入失败	
	5	CCAT 1 EEPROM 重新加载失败	
	6	CCAT 2 EEPROM 重新加载失败	

错误代码	错误参数	描述	解决措施
4	1	外部设备不工作	硬件故障，更换 CX
	2	电压未达到 V_0	
	3	低速外部振荡器未运行	
	4	高速外部振荡器未运行	
	5	闪存失败	
	6	设备超频（旧硬件）	
5	5	检测到 RAM 错误	

9.1.1 K-bus

电源装置检查所连接的总线端子是否有错误。如果没有错误，红色 LED “K-bus ERR” 熄灭。如果存在总线端子模块错误，红色 LED “K-bus ERR” 会闪烁。

表 19: K-Bus 模式下的诊断 LED 灯。

指示灯	LED	含义
	Us 24 V	基本 CPU 模块的电源。如果电源正确，LED 灯亮起绿色。
	Up 24V	端子模块总线电源。如果电源正确，LED 灯亮起绿色。
	K-BUS RUN	诊断 K-bus。绿色 LED 灯亮起，以表示无故障运行。“无故障”意味着与现场总线系统的通信也在运行。
	K-BUS ERR	诊断 K-bus。红色 LED 灯闪烁，表示出现错误。红色 LED 灯以 2 种不同的频率闪烁。

“K-bus ERR” 灯闪烁的频率和数量可以用来确定错误代码和错误参数。请参考下表。

表 20: K-bus ERR LED, 通过 LED 指示故障的情况。

顺序	含义
快速闪烁	启动序列
第一次慢速闪烁	表示错误代码
无显示	暂停，LED 灯熄灭
第二次慢速闪烁	表示错误代码参数

计算红色 LED K-bus ERR 的慢速闪烁频率，以确定错误代码和错误参数。在错误参数中，脉冲数显示错误发生错误的模块的位置。被动总线终端模块，如电源馈电终端，不包括在计数中。

表 21: K-BUS ERR LED, 故障描述和故障排除。

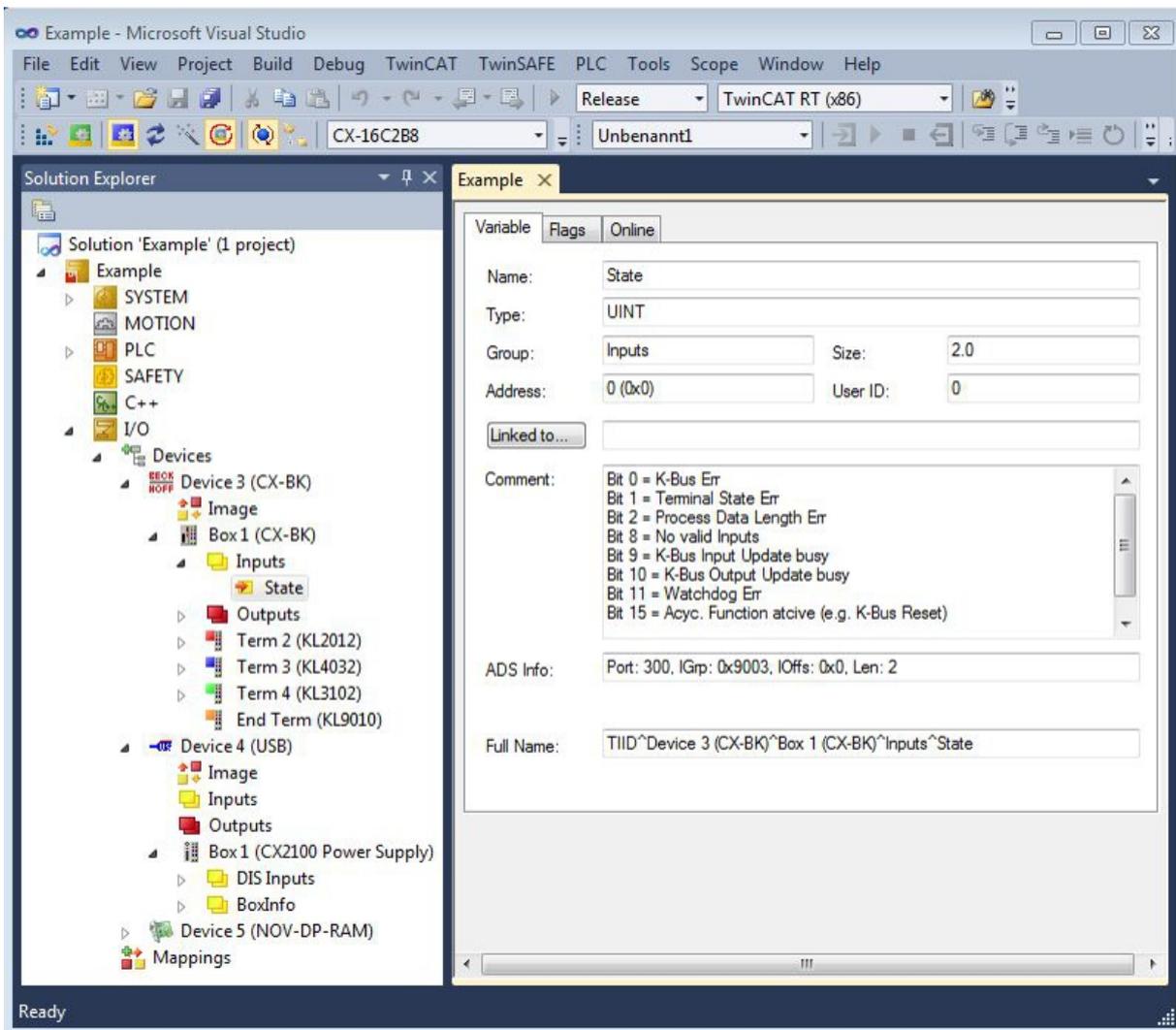
错误代码	错误代码参数	描述	补救措施
持续性的、连续的闪烁		EMC 问题。	<ul style="list-style-type: none"> 检查电源是否有欠电压或过电压的峰值。 实施 EMC 措施。 如果出现了 K-bus 错误，可以通过重新启动电源装置（通过关闭然后再打开）来定位。
3 个脉冲	0	K-bus 命令错误。	<ul style="list-style-type: none"> 未插入总线端子模块。 其中一个总线端子模块有问题；将连接的总线端子模块数量减半，检查其余的总线端子模块是否还存在错误。重复这一程序，直到找到有问题的总线端子模块。
4 个脉冲	0	K-bus 数据错误，电源装置后面断开。	检查总线终端模块 KL9010 是否已连接。
	n	第 n 个总线端子模块后面断开。	检查电源装置后的总线端子模块 n+1 是否连接正确；如有必要请进行更换。

错误代码	错误代码参数	描述	补救措施
5 个脉冲	n	与第 n 个总线端子模块的寄存器通信中的 K-bus 错误。	替换位置 n 处的总线端子模块。
6 个脉冲	0	初始化时出错。	替换嵌入式控制器。
	1	内部数据错误。	嵌入式控制器的硬件复位（关闭并重新开启）。
	8	内部数据错误。	嵌入式控制器的硬件复位（关闭并重新开启）。
7 个脉冲	0	设定的过程数据长度和实际配置不一致。	检查配置和总线端子模块是否一致。

对于某些错误，即使错误已纠正，LED “K-BUS ERR” 也不会熄灭。在错误纠正后，关闭电源装置，并再次打开，以复位 LED。

状态变量

在 TwinCAT 中，总线耦合器下设有状态变量，用于 K-bus 诊断。



附图 42: 用于 TwinCAT 下的错误处理和诊断的状态变量。

如果该值为“0”，则 K-bus 同步运行，且没有错误。如果数值 <> “0”，可能存在故障，或也可能只是表明 K-bus 周期比任务长。在这种情况下，它将不再与任务同步。任务时间应快于 100 ms。建议任务时间小于 50 ms。K-bus 的更新时间通常在 1 到 5 ms 之间。

表 22: 状态变量值的描述。

位	描述
位 0	K-bus 错误。
位 1	端子模块配置从启动后已更改。
位 2	过程数据的长度不匹配。
位 8	(仍然) 没有有效的输入。
位 9	K-bus 输入更新尚未完成。
位 10	K-bus 输出更新尚未完成。
位 11	看门狗。
位 15	非周期性 K-bus 功能激活 (如 K-bus 复位)。

如果存在 K-bus 错误，可通过 IOF_DeviceReset 功能块 (在 TcIoFunctions.lib 中) 复位。

9.1.2 E-bus

电源装置检查连接的 EtherCAT 端子模块。在 E-bus 模式下，“Link/Act IO” LED 灯亮起。传输数据时，“Link/Act IO” LED 灯闪烁。

表 23: K-Bus 模式下的诊断 LED 灯。

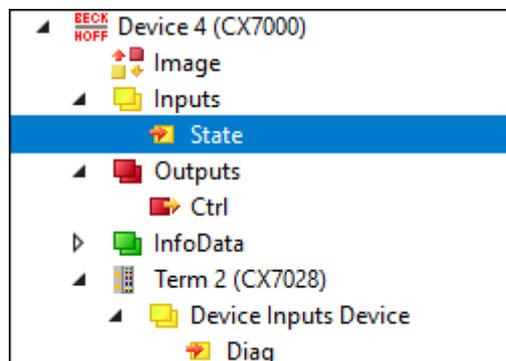
指示灯	LED	含义	
	Us	基本 CPU 模块的电源。如果电源正确，LED 灯亮起绿色。	
	Up	端子模块总线电源。如果电源正确，LED 灯亮起绿色。	
	Link/Act IO	灭	E-bus 未连接。
	Link/Act IO	亮	E-bus 已连接/无数据通信。
	Link/Act IO	闪烁	E-bus 已连接/E-bus 存在数据通信。

9.2 多功能 I/O 诊断

本章描述多功能 I/O 通信的诊断选项。这非常重要，例如，如果多功能 I/O 的 24 V 电源出现故障或断路。

状态变量

状态变量 state 可用于诊断目的。在正常状态下，状态变量取值 0x__8 (OP, 运行)，表示一切无故障。



附图 43: 多功能 I/O 状态变量。

下表列出了变量可以取的值:

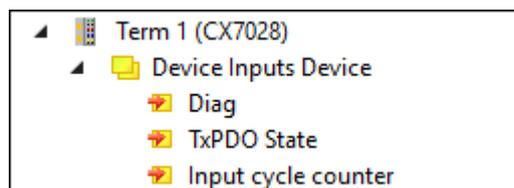
数值	含义
0x__1	从站处于“INIT”状态
0x__2	从站处于“PREOP”状态
0x__3	从站处于“BOOT”状态
0x__4	从站处于“SAFEOP”状态
0x__8	从站处于“OP”状态
0x001_	从站信号错误
0x002_	读取到无效 vendorId, productCode...
0x004_	发生初始化错误
0x010_	从站不存在

如果发生电源故障，多功能 I/O 不会自动重新进入数据交换状态。为此，必须复位多功能 I/O。FB CX70xx_ResetOnBoardIO [▸ 90] 功能块可用于复位多功能 I/O。

注意：如果输出仍在 PLC 中设置，则多功能 I/O 的输出将在其使用功能块复位后立即重新生效。

其他诊断变量

诊断变量 Diag 和 TxPDO State 目前尚未使用，留作将来使用。另一方面，变量 Input cycle counter 随每个周期递增，表示与多功能 I/O 交换的 I/O 循环数目。只要变量不再递增，就不再与多功能 I/O 交换 I/O 循环。



附图 44: 多功能 I/O 的更多诊断变量

任意	含义
Diag	已保留，当前未使用。
TxPDO State	已保留，当前未使用。

任意	含义
输入循环计数器	每个循环递增 1。如果该计数器停止，则不再与多功能 I/O 交换 I/O 循环。

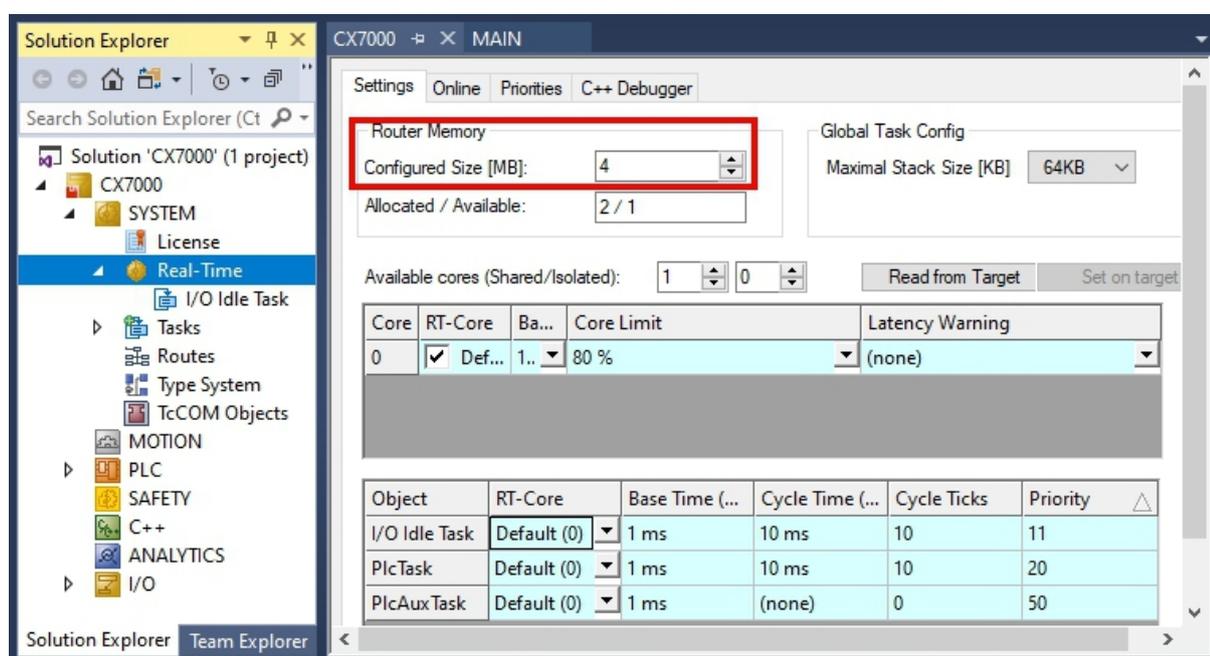
9.3 内存使用情况

CX7000 有 32 MB 的主存，供固件 (TwinCAT/RTOS) 和 TwinCAT (TwinCAT 内存) 使用。TwinCAT 内存又进一步分为 Router memory 和 PLC 内存。Router memory 用于 ADS 通信，PLC 内存用于实际 PLC 程序，包括 TcConfiguration、映射和数据。

19.1 MB 的 TwinCAT 内存可供 CX7000 使用。由于内存大小有限制，因此检查内存使用情况，且在超出内存的情况下调整 PLC 项目非常重要。

Router memory

一方面，您可以在 TwinCAT 中调整 Router memory 的大小，并根据实际使用的 ADS 通信设置较小的 Router memory。



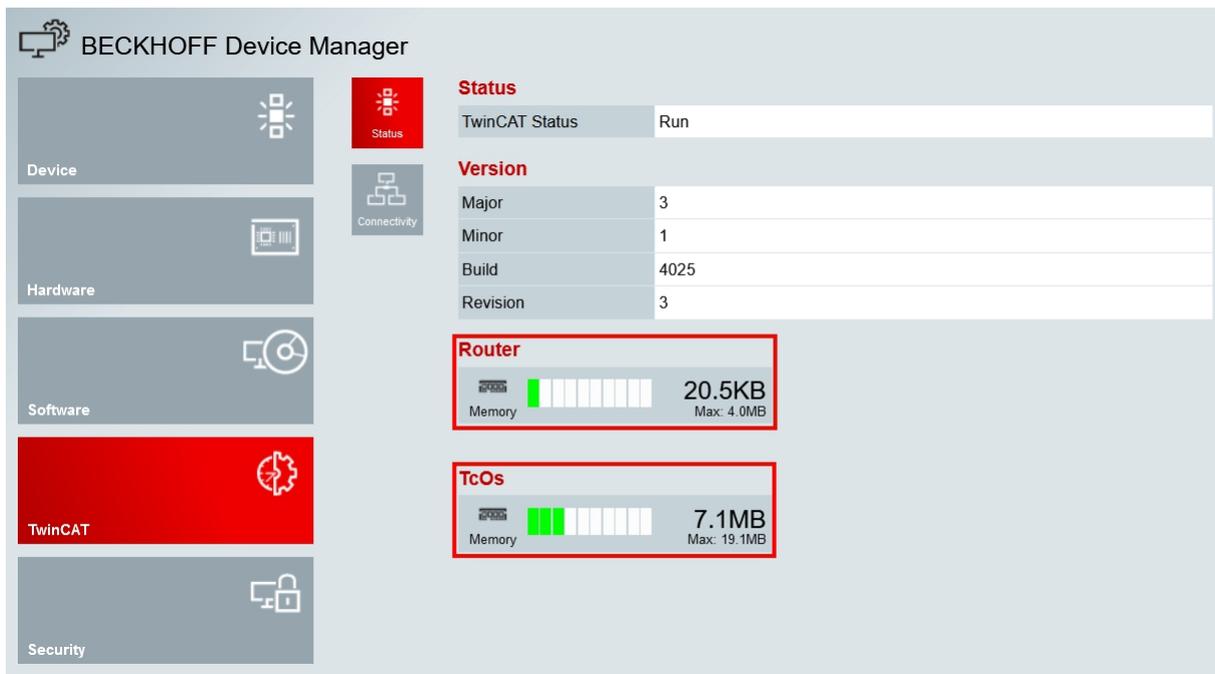
附图 45: 在 TwinCAT System Manager 中设置 Router memory。

默认情况下，在 TwinCAT 中输入的值为 32 MB，而由于 CX7000 的主存较小，这反过来将针对 CX7000 的主存值限制为 9 MB。对于小型控制器来说，9 MB 的 Router memory 通常也过大了。建议 CX7000 的 Router memory 为 4 MB，如果很少或几乎不使用 ADS 通信，那么内存可以更小。不过，Router memory 至少应为 1 MB 且不能再小。通过功能块 FB_GetRouterStatusInfo 或通过倍福设备管理器可以确定 Router memory 的使用情况。

请注意，Router memory 只有在关闭/开启 CX7000 的电源时才会重新分配。只重启 TwinCAT 软件是不够的。通常来说，用于 ADS 通信的 Router memory 设置得越小，应用程序（即 PLC 程序、TcConfiguration、映射和数据）就越大。

确定内存使用情况

通过功能块 FB_GetRouterStatusInfo 或通过倍福设备管理器，可以确定 Router memory 的内存需求有多大。



附图 46: Router 和 TwinCAT 内存的使用情况。

可通过 **Router** 的显示窗口确定 Router memory 的内存需求。在本例中，最大 4 MB 的内存被使用了 20.5 kB。**TcOs** 栏显示包括 Router memory 和 PLC 程序在内的 TwinCAT 内存的总内存使用情况。在本例中，共使用内存 7.1 MB。

通过该显示窗口还可以计算 PLC 程序的大小，因为 Router memory 固定为 4 MB 并且是 TwinCAT 内存的一部分。如果从 7.1 MB 中减去 4 MB，则 PLC 程序占用 3.1 MB。

剩余内存

在本例中，由于使用了 19.1 MB TwinCAT 内存中的 7.1 MB，因此为 PLC 程序剩余了 12 MB。请注意，在 TwinCAT 中进行 Online Change（联机更改）时，短时间内需要更大内存。如果您想使用 Online Change 功能，那么保留一定的内存是必要的。在最极端的情况下，执行 Online Change 可能需要两倍于当前的 PLC 程序所消耗的内存。如果 Online Change 的可用内存不足，TwinCAT 将显示错误消息。

9.4 实时和 CPU 负载

要使 CX7000 正常运行，必须关注 CPU 负载与实时性。CX7000 将无法在过载时稳定地运行。请注意，如果出现过载，负载占用率也会受到影响并且不再提供当前值。例如，40% 的负载可能会错误地显示出来，但 PLC 此时已不再实时工作并且系统已过载。因此，使用小型控制器建议逐步接近负载限值。

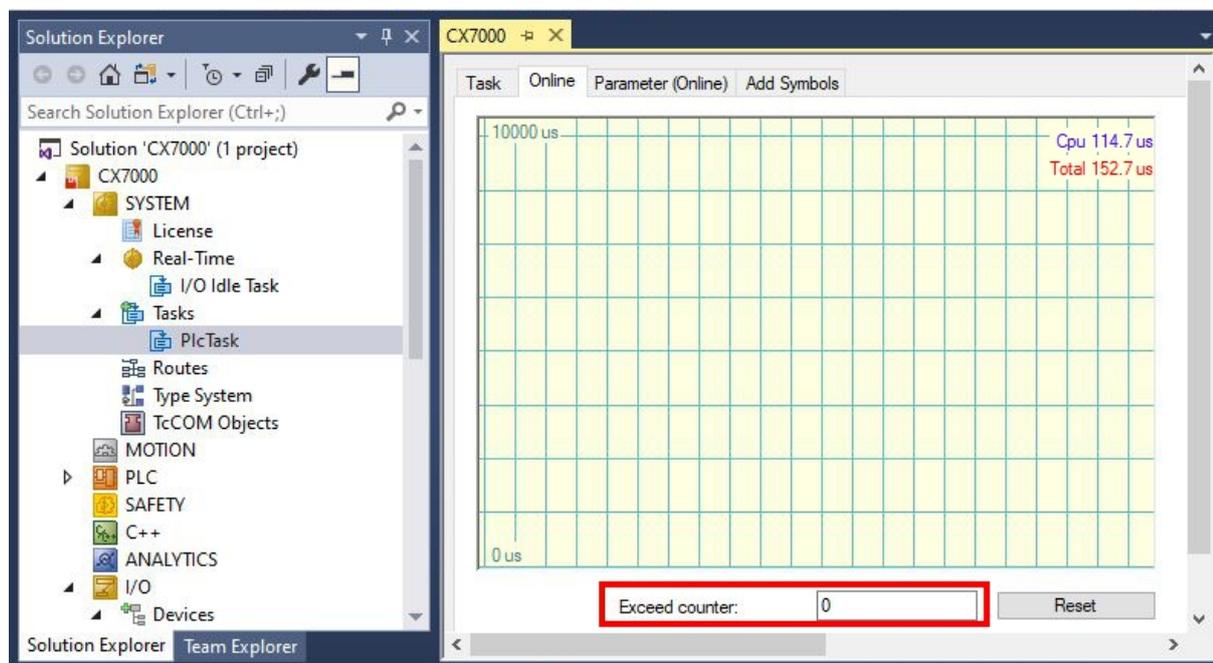
实时指的是什么？在默认情况下，PLC 与周期时间是同步，这意味着任务时间总是在固定时间定义和调用。如果未超过任务时间，PLC 会与周期时间是同步的。例如，如果您定义的任务时间为 10 ms，而 PLC 只需要 2 ms 的处理时间，那么所选的任务时间就没问题并且 PLC 能够与循环时间同步作用。

即使您不需要实时性，也建议您保持实时性，否则会产生负面影响。可能导致连接问题，也可能是 K-bus 或 EtherCAT 等子系统的问题。您可以执行以下步骤来检查 CX7000 的设置是否最佳，或者是否超载：

- 观察超时计数器。
- 检查 CPU 负载。

观察超时计数器

一旦 PLC 不再与循环时间同步作用并且超过了规定的任务时间，超时计数器就会递增。在理想情况下，计数器值应为零。

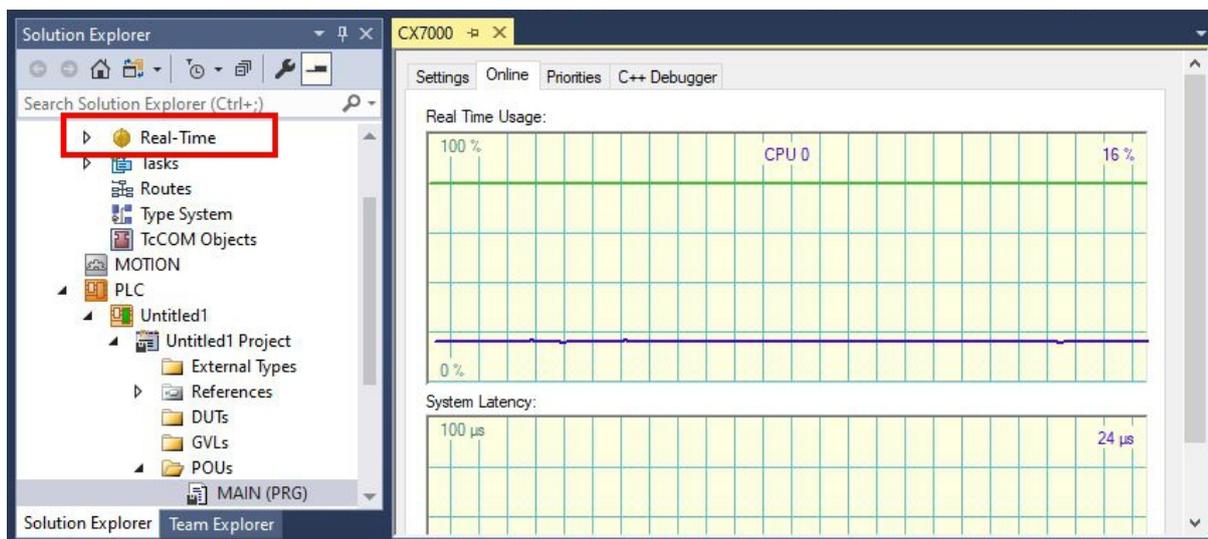


附图 47：在 TwinCAT 任务界面中显示超时计数器。

例如，由于 PLC 首次被调用或某些组件被初始化，超时计数器可能在 PLC 启动时递增。在几个小时内观察超时计数器。只有当超时计数器在较长时间内不再递增时，才能说进入稳定状态。

检查 CPU 负载

在 TwinCAT 中，CPU 负载显示在 Realtime 和 Online 选项卡下。检查该值，以确定是否可以运行额外的程序代码或缩短任务时间。



附图 48: 在 TwinCAT 中显示 CPU 负载。

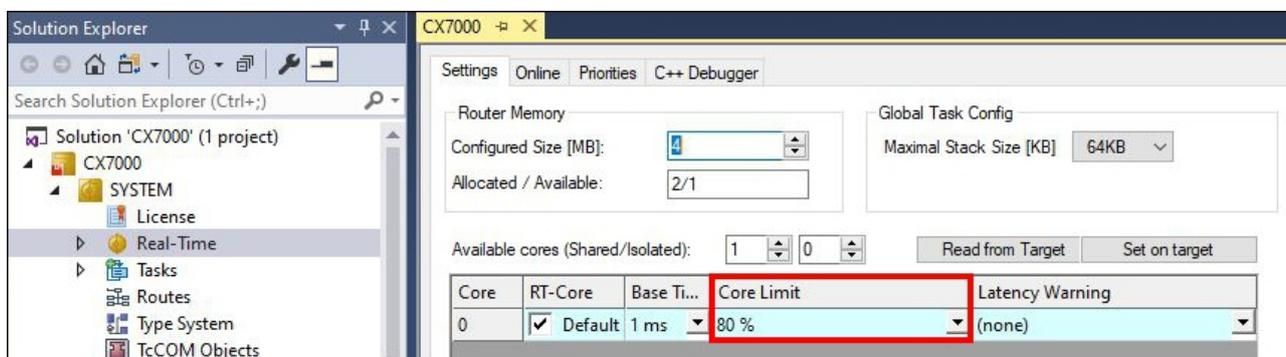
浅绿色线表示预设的 CPU 限值。如果负载 $\geq 65\%$ ，则 CX7000 已经非常繁忙，不应再执行更多代码或缩短任务时间。您不应该追求限值，将 CX7000 用到满负荷。

过载措施

如果通过所示步骤检测到过载，则可以优化改进程序或增加任务时间，从而减少负载。如要查找程序代码中处理时间较长的地方，可以使用在 PLC 程序中测量处理时间 [► 79] 中的示例。

所选的端子模块系统也会对实时产生影响。根据端子模块的数量，举例来说，K-bus 也可能占用几毫秒的时间，在选择任务时间时必须将其考虑在内。也有可能设定的任务时间为 10 ms，PLC 程序只需要 5 ms，但超时计数器仍然递增。这是由于 K-bus 需要 5 ms 以上的处理时间，已超过包含 PLC 程序和 K-bus 在内的 10 ms 的任务时间。该问题可以通过减少端子模块数量或增加任务时间来解决。

在默认情况下，将实时设置为 80%。这已经是最大值，增加到 90% 相当于增加到 100%。



附图 49: 在 TwinCAT 中设置实时负载。

这样，TwinCAT 就会消耗掉所有 CPU 功率，操作系统提供的服务将不再执行或无法充分执行。如果将实时负载增加到 90%，您就应该意识到对操作系统可能造成的后果。

10 技术数据

表 24: 技术数据、尺寸和重量。

	CX7000
外形尺寸 (W x H x D)	49 mm x 100 mm x 73 mm
重量	142 g

表 25: 技术数据, 一般数据。

技术数据	CX7000
处理器	Arm® Cortex®-M7, 480 MHz
核数量	1
闪存	512 MB 的 MicroSD (可选 16 GB)
主储存	32 MB SDR (内置, 不可扩展)
输入数量	8 个多功能输入 (24 V DC)
输出数量	4 个多功能输出 (24 V DC、0.5 A、一线制技术)
NOVRAM	4 kB
接口	1 x RJ45 10/100 Mbit/s, 1x USB (最大传输速度 12 Mbit/s, 最大电流输出 100 mA)
散热	被动
总线接口	-
数据传输速率	-
诊断 LED	1 x TC 状态, 1 x WD LED, 1 x ERR LED
时钟	显示时间和日期的具有缓存电容器的内部实时时钟 (内存 > 21 天)
操作系统	TwinCAT/RTOS
控制软件	TwinCAT 3 Runtime (XAR)
电源	24 V _{DC} (-15 %/+20 %)
最大功耗	< 2 W (最大 12 W, 带有 E-bus/K-bus)
E-bus/K-bus 最大功耗	7.5 W
包括 TwinCAT 3 功能组件	TC1000 TwinCAT 3 ADS、TC1100 TwinCAT 3 I/O、TC1200 TwinCAT 3 PLC、TF4100 TwinCAT 3 Controller Toolbox、TF4110 TwinCAT 3 Temperature Controller、TF6255 TwinCAT 3 Modbus RTU、TF6340 TwinCAT 3 Serial Communication、TF6701 TwinCAT 3 IoT Communication (MQTT)、TF6730 TwinCAT 3 IoT Communicator
认证	CE, UL

*¹⁾ 需要image版本 114606 和 TwinCAT 3 XAE 4024.47 及以上。

表 26: 技术数据, I/O 端子模块。

技术数据	CX7000
I/O 连接	通过电源端子模块 (E-bus 或 K-bus, 自动识别)
I/O 端子模块的电源	最大 1.5 A (安装位置极为灵活, 温度 -25...45 °C) 最大 1.3 A (水平位置安装, 温度 -25...55 °C) 最大 1 A (安装位置极为灵活, 温度 -25...55 °C) 最大 1 A (水平位置安装, 温度 -25...60 °C)
电源触点电流负载	最大 10 A
K-bus 上的过程数据	最大 512 bytes 输入和 512 bytes 输出
端子模块最大数量 (K-bus)	64 (通过 K-bus 扩展可达 255)
E-bus 过程数据	最大 4 kB 输入和 4 kB 输出
端子模块最大数量 (E-bus)	最多 65534 个端子模块。

表 27: 技术数据, 环境条件。

技术数据	CX7000
运行期间的环境温度	-25 °C ... +60 °C
存储期间的环境温度	-40 °C ... +85 °C 参见注释: 运输和存储 [▶ 12]
相对湿度	95 %, 无冷凝水
抗振性	符合 EN 60068-2-6 标准
耐冲击性	符合 EN 60068-2-27 标准
抗电磁干扰	符合 EN 61000-6-2 标准
抗电磁辐射性能	符合 EN 61000-6-4 标准
防护等级	IP20

表 28: 技术数据, 以太网接口 X001。

技术数据	CX7000
数据传输介质	4 x 2 双绞铜线, 5 类 (100 Mbit/s)
电缆长度	100 m 从上个点到 CX7000
数据传输速率	10/100 Mbit/s
拓扑结构	星型布线
协议	所有基于 TCP 或 UDP 且不需要实时扩展的非实时协议

11 附录

11.1 第三方组件

本设备包含倍福软件和第三方软件。
请参见存储介质上的授权文件。

11.2 附件

表 29: MicroSD 卡。

订单号	描述
CX1900-0122	512 MB MicroSD 卡
CX1900-0132	16 GB MicroSD 卡

表 30: 更多备件。

订单号	描述
ZB8701	一字螺丝刀 2.0 x 40 mm, HD 端子

11.3 认证

美国的 FCC 认证

FCC: 联邦通信委员会无线电频率干扰声明

本设备已经过测试，符合 FCC 规则第 15 部分规定的 A 类数字设备限制。这些限制旨在为设备在商业环境中运行时提供合理的保护，防止有害干扰。本设备会产生、使用并能辐射无线电频率能量，如果不按照说明手册安装和使用，可能会对无线电通信造成有害干扰。在住宅区操作本设备可能会造成有害干扰，在这种情况下，用户将被要求纠正干扰，费用自理。

加拿大的 FCC 认证

FCC: 加拿大通知

本设备没有超过加拿大通信部《无线电干扰条例》中所述的 A 类辐射限制。

表格列表

表 1	尺寸和重量。	12
表 2	基本 CPU 模块配置图例	14
表 3	铭牌上的信息。	15
表 4	以太网接口 X001, 引脚定义。	16
表 5	E-bus/K-bus 最大电流取决于所选安装方向和环境温度。	20
表 6	线缆连接示例的图例。	24
表 7	所需线缆截面和剥线长度。	25
表 8	技术数据, 多功能 I/O 作为数字量输入。	29
表 9	技术数据, 多功能 I/O 作为数字量输出。	30
表 10	技术数据, 计数器模式下的多功能 I/O。	33
表 11	技术数据, 编码器模式下的多功能 I/O。	39
表 12	技术数据, 模拟量模式下的多功能 I/O。	43
表 13	技术数据, PWM 模式下的多功能 I/O。	44
表 14	PWM 输出 (占空比), 内部定义的 PWM 信号。	46
表 15	PWM 周期 (PWM 时钟频率), 内部定义的 PWM 信号。	46
表 16	倍福设备管理器的访问数据已交付使用。	48
表 17	TC LED 灯、顺序和含义。	95
表 18	TC LED、错误描述和解决措施。	95
表 19	K-Bus 模式下的诊断 LED 灯。	96
表 20	K-bus ERR LED, 通过 LED 指示故障的情况。	96
表 21	K-BUS ERR LED, 故障描述和故障排除。	96
表 22	状态变量值的描述。	98
表 23	K-Bus 模式下的诊断 LED 灯。	99
表 24	技术数据、尺寸和重量。	105
表 25	技术数据, 一般数据。	105
表 26	技术数据, I/O 端子模块。	105
表 27	技术数据, 环境条件。	106
表 28	技术数据, 以太网接口 X001。	106
表 29	MicroSD 卡。	107
表 30	更多备件。	107

数据列表

附图 1	CX7000 嵌入式控制器的示例配置。	14
附图 2	铭牌示例。	15
附图 3	以太网接口 X001。	16
附图 4	CX70xx 嵌入式控制器尺寸。	19
附图 5	CX70xx 嵌入式控制器，允许的安装方向。	20
附图 6	TwinCAT 中识别被动 EtherCAT 端子模块。	23
附图 7	被动 EtherCAT 端子模块的推荐安装位置。	23
附图 8	系统电压 (Us) 和电源触点 (Up) 的接线。	24
附图 9	CX7000 接线示例。	25
附图 10	具有特殊 UL 要求的地区的连接示例。	26
附图 11	TwinCAT 下的 CX7028 接口、插槽和模块配置。	27
附图 12	使用插槽 1 时支持的模块。	27
附图 13	使用插槽 2 时支持的模块。	28
附图 14	使用插槽 3 时支持的模块。	28
附图 15	使用插槽 4 时支持的模块。	28
附图 16	可配置的数字量输入。	29
附图 17	可配置的数字量输出。	30
附图 18	在计数器模式下可配置的输入和输出。	32
附图 19	增量式编码器模式下的可配置输入和输出。	38
附图 20	可配置的模拟量输入。	43
附图 21	PWM 信号模式下的可配置输入和输出	44
附图 22	有 NOVRAM 和没有 NOVRAM 时的控制器行为。	50
附图 23	在 Beckhoff Device Manager 中更改密码。	56
附图 24	带有 IP 和 MAC 地址的 MDP 模块内容。	74
附图 25	ADS、TCP 或 UDP 通过虚拟以太网通信。	74
附图 26	CoE 访问多功能 I/O, TwinCAT 中的输入变量 “netId” 和 “port”。	75
附图 27	CoE 通信，CoE 对象的索引号。	76
附图 28	TwinCAT System Manager 中的 CX7000 的 K-bus 接口。	77
附图 29	TwinCAT System Manager 中的 CX7000 的 E-bus 接口。	78
附图 30	在 TwinCAT 3 开发环境中设置 I/O Idel 任务。	80
附图 31	测量任务时间为 250 μ s。	85
附图 32	测量任务时间为 500 μ s。	85
附图 33	测量任务时间为 1 ms。	85
附图 34	CX7000 CPU 和 PLC。	86
附图 35	CX7028 接口的 CPU。	86
附图 36	默认调用 PLC 任务。	92
附图 37	调用带有 tcCallAfterOutputUpdate 属性的 PLC 任务。	92
附图 38	无负载时的数字量输出脉冲。	92
附图 39	带负载的数字量输出的脉冲时间缩短。	93
附图 40	数字量输出的反相表示。	93
附图 41	在 PLC 程序中确定不同的运行时。	94
附图 42	用于 TwinCAT 下的错误处理和诊断的状态变量。	98
附图 43	多功能 I/O 状态变量。	100
附图 44	多功能 I/O 的更多诊断变量	100

附图 45 在 TwinCAT System Manager 中设置 Router memory。	101
附图 46 Router 和 TwinCAT 内存的使用情况。	102
附图 47 在 TwinCAT 任务界面中显示超时计数器。	103
附图 48 在 TwinCAT 中显示 CPU 负载。	104
附图 49 在 TwinCAT 中设置实时负载。	104

更多信息:

www.beckhoff.com/CX7000

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

