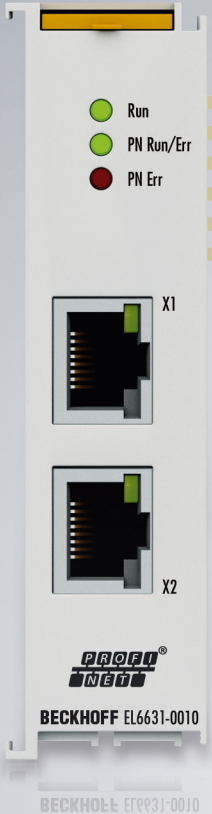


文件资料 | ZH

# EL6631-0010

PROFINET DEVICE Supplement





# 目录

<b>1 前言</b> .....	<b>5</b>
1.1 文档说明 .....	5
1.2 文档指南 .....	6
1.3 信息安全说明 .....	7
1.4 安全说明 .....	8
1.5 文档发行状态 .....	9
1.6 EtherCAT 设备的版本标识 .....	10
1.6.1 关于标识的一般说明.....	10
1.6.2 EL 端子模块的版本标识.....	11
1.6.3 倍福识别码 (BIC) .....	12
1.6.4 BIC 电子读取 (eBIC) .....	14
<b>2 产品概述</b> .....	<b>16</b>
2.1 PROFINET EL6631-0010 -简介 .....	16
2.2 EL6631-0010 - 技术数据 .....	17
2.3 EL6631-0010 - LED .....	18
<b>3 安装和布线</b> .....	<b>20</b>
3.1 静电防护的说明 .....	20
3.2 防爆 .....	21
3.2.1 ATEX - 特殊条件 (标准温度范围).....	21
3.2.2 IECEx - 特殊条件.....	22
3.2.3 ATEX 和 IECEx 的持续性文件.....	23
3.3 UL 声明 .....	24
3.4 注意事项 - 电源 .....	25
3.5 安装和拆卸 - 带拆卸手柄的端子模块 .....	26
3.6 安装和拆卸 - 正面带拆卸手柄的端子模块 .....	28
3.7 安装位置 .....	30
3.8 处理 .....	32
<b>4 调试</b> .....	<b>33</b>
4.1 PROFINET 功能 .....	33
4.1.1 警告.....	33
4.1.2 Record data .....	33
4.1.3 ShareDevice 共享设备.....	34
4.1.4 诊断.....	35
4.1.5 Submodule 子模块.....	37
4.2 技术数据 - PROFINET RT .....	38
4.3 在 TwinCAT 2.11 中集成 PROFINET Device (EL6631-0010) .....	39
<b>5 TwinCAT Supplement 功能插件</b> .....	<b>48</b>
5.1 TwinCAT 2.10 .....	48
5.1.1 在 TwinCAT 2.10 中的集成 PROFINET Device.....	48
5.2 TwinCAT 2.11 .....	52
5.2.1 技术数据 - PROFINET RT.....	52
5.2.2 在 TwinCAT 2.11 中的集成 PROFINET Device.....	52
<b>6 TwinCAT 库和编程</b> .....	<b>59</b>

6.1	功能	59
6.1.1	功能块 FB_Write_IuM_EL6631_0010	59
6.1.2	功能块 FB_Read_IuM_EL6631_0010	60
<b>7</b>	<b>附录</b>	<b>62</b>
7.1	常见问题	62
7.1.1	设备描述文件 (GSDML) /DeviceAccessPoint (DAP)	62
7.1.2	任务配置	63
7.1.3	EL663x-00x0 EtherCAT 端子模块	64
7.1.4	PROFINET 设备的从站状态	66
7.2	EtherCAT AL 状态代码	67
7.3	固件兼容性	68
7.4	固件更新 EL/ES/EM/ELM/EPxxxx	69
7.4.1	设备描述 ESI 文件/XML	70
7.4.2	Firmware (固件) 说明	73
7.4.3	更新从站处理器的固件 *.efw	73
7.4.4	FPGA 固件 *.rbf	75
7.4.5	同时更新多个 EtherCAT 设备	79
7.5	PROFINET 主站需要的设备文件 GSDML	80
7.6	技术支持和服务	81

# 1 前言

## 1.1 文档说明

### 目标受众

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

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

### 免责声明

本文档经过精心准备。然而，所述产品正在不断开发中。

我们保留随时修改和更改本文档的权利，恕不另行通知。

不得依据本文档中的数据、图表和说明对已供货产品的修改提出赔偿。

### 商标

Beckhoff®、TwinCAT®、TwinCAT/BSD®、TC/BSD®、EtherCAT®、EtherCAT G®、EtherCAT G10®、EtherCAT P®、Safety over EtherCAT®、TwinSAFE®、XFC®、XTS® 和 XPlanar® 是倍福自动化有限公司的注册商标并得到授权。本出版物中使用的其他名称可能是商标，第三方出于自身目的使用它们可能侵犯商标所有者的权利。

### 正在申请的专利

涵盖 EtherCAT 技术，包括但不限于以下专利申请和专利：EP1590927、EP1789857、EP1456722、EP2137893、DE102015105702，并在多个其他国家进行了相应的专利申请或注册。



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

### 版权所有

© 德国倍福自动化有限公司。

未经明确授权，禁止复制、分发和使用本文件以及将其内容传达给他人。  
违者将被追究赔偿责任。在专利授权、工具型号或设计方面保留所有权利。

## 1.2 文档指南

### 注意



#### 文件的其它组成部分

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

标题	描述
EtherCAT 系统文档 (PDF)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 系统概览</li> <li>• EtherCAT 基础知识</li> <li>• 电缆冗余</li> <li>• 热连接</li> <li>• EtherCAT 设备配置</li> </ul>
端子模块系统的防爆保护 (PDF)	根据 ATEX 和 IECEx 标准，在防爆区使用倍福端子模块系统的注意事项
EtherCAT/Ethernet 基础设施 (PDF)	关于设计、实施和测试的技术建议和注意事项
I/O 软件声明 (PDF)	倍福 I/O 组件的开源软件声明

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

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

## 1.3 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。

## 1.4 安全说明

### 安全规范

请注意以下安全说明和解释！  
可在以下页面或安装、接线、调试等区域找到产品相关的安全说明。

### 责任免除

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

### 人员资格

本说明仅供熟悉适用国家标准的控制、自动化和驱动工程专家使用。

### 警示性词语

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

#### 人身伤害警告

##### 危险

存在死亡或重伤的高度风险。

##### 警告

存在死亡或重伤的中度风险。

##### 谨慎

存在可能导致中度或轻度伤害的低度风险。

#### 财产或环境损害警告

##### 注意

可能会损坏环境、设备或数据。

#### 操作产品的信息



这些信息包括：  
有关产品的操作、帮助或进一步信息的建议。



## 1.5 文档发行状态

版本	注释
3.5.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>更新“技术数据”章节</li> <li>更新结构</li> <li>更新修订状态</li> </ul>
3.4.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>更新“技术数据”章节</li> <li>更新结构</li> </ul>
3.3.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>更新“技术数据”章节</li> <li>更新“PROFINET 功能”章节</li> <li>删除“推荐的安装导轨”章节</li> <li>更新修订状态</li> </ul>
3.2.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>更新“技术数据”章节</li> <li>更新“EtherCAT 设备的版本标识”章节</li> <li>更新结构</li> <li>更新说明</li> <li>更新修订状态</li> <li>新增“废弃处理”章节</li> </ul>
3.1.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>更新结构</li> <li>更新修订状态</li> </ul>
3.0.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>更新“技术数据”章节</li> <li>更新结构</li> <li>更新修订状态</li> </ul>
3.0.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>迁移</li> <li>更新结构</li> <li>更新修订状态</li> </ul>
2.0.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>更新结构，增补技术数据</li> </ul>
1.1.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>新增“ShareDevice”章节，修订 EC LED 说明和树形结构</li> </ul>
1.0.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>第一版</li> </ul>

### 固件和硬件版本

PROFINET 设备补充的软件版本可从相应的 TwinCAT 构建号中获取。

EL6631-0010 的固件和硬件版本（交付状态）可从印在端子模块侧面的序列号中获取。

## 1.6 EtherCAT 设备的版本标识

### 1.6.1 关于标识的一般说明

#### 名称

一个倍福 EtherCAT 设备有一个 14 位字符编号，由以下部分组成

- 系列号
- 型号
- 版本号
- 修订版本号

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

#### 注意

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

## 1.6.2 EL 端子模块的版本标识

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

序列号的结构：**KK YY FF HH**

KK - 生产周数 (CW, 日历周)

YY - 生产年份

FF - 固件版本号

HH - 硬件版本号

示例：序列号 12 06 3A 02:

12 - 生产周次为 12 周

06 - 生产年份为 2006 年

3A - 固件版本为 3A

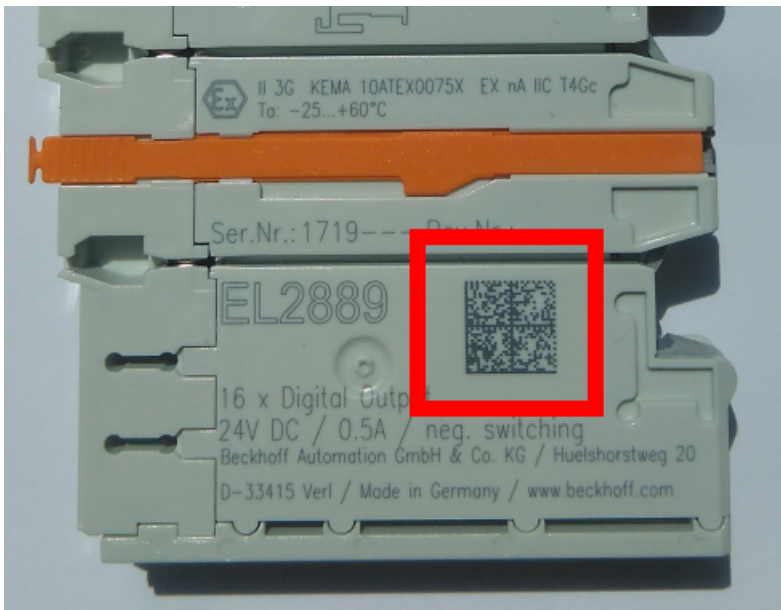
02 - 硬件版本为 02



附图 1: EL2872, 修订版本号 0022 和序列号 01200815

### 1.6.3 倍福识别码 (BIC)

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



附图 2: BIC 为二维码 (DMC, 编码格式 ECC200)

BIC 将在所有产品组中逐步引入。

根据不同的产品, 可以在以下地方找到:

- 在包装单元上
- 直接在产品上 (如果空间足够)
- 在包装单元和产品上

BIC 可供机器读取, 其中包含的信息客户可以用于产品管理。

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

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

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

倍福还使用更多类型的信息和数据标识符, 用于内部流程。

## BIC 结构

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

1P072222SBTNk4p562d7**1**KEL1809 **Q1** 51S678294

对应的DMC如下：



附图 3: 示例 DMC 1P072222SBTNk4p562d7**1**KEL1809 **Q1** 51S678294

## BTN

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

### 注意

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

## 1.6.4 BIC 电子读取 (eBIC)

### 电子 BIC (eBIC)

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

对产品进行电子化处理的接口对于电子读出至关重要。

### K-bus 设备 (IP20、IP67)

目前，没有计划对这些设备的信息进行电子存储和读取。

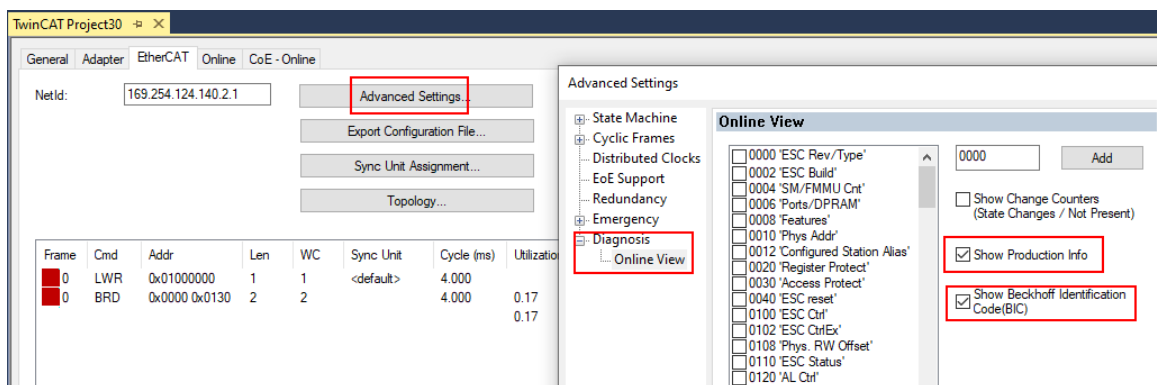
### EtherCAT 设备 (IP20、IP67)

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

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

用户可以通过电子方式访问 eBIC (如果存在)，具体如下：

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



- 然后显示 BTN 及其内容：

No	Addr	Name	State	CRC	Fw	Hw	Production Data	ItemNo	BTN	Description	Quantity	BatchNo	SerialNo
1	1001	Term 1 (EK1100)	OP	0.0	0	0	---						
2	1002	Term 2 (EL1018)	OP	0.0	0	0	2020 KW36 Fr	072222	k4p562d7	EL1809	1		678294
3	1003	Term 3 (EL3204)	OP	0.0	7	6	2012 KW24 Sa						
4	1004	Term 4 (EL2004)	OP	0.0	0	0	---	072223	k4p562d7	EL2004	1		678295
5	1005	Term 5 (EL1008)	OP	0.0	0	0	---						
6	1006	Term 6 (EL2008)	OP	0.0	0	12	2014 KW14 Mo						
7	1007	Term 7 (EK1110)	OP	0	1	8	2012 KW25 Mo						

- 注意：从图中可以看出，从 2012 年开始，生产数据包括软件版本、硬件版本和生产日期，也可以用 “Show Production Info” 来显示。
- 从 PLC 访问：TwinCAT 3.1. build 4024.24 及以上版本起，通过 Tc2 EtherCAT 库的 v3.3.19.0 及以上版本提供功能块 `FB_EcReadBIC` 和 `FB_EcReadBTN` 用于读取数据到 PLC。
- 带有 CoE 目录的 EtherCAT 设备还可以通过对象 `0x10E2:01` 显示自己的 eBIC，PLC 也可以轻松访问这些 eBIC：

- 设备必须处于 PREOP/SAFEOP/OP 状态下才能访问：

Index	Name	Flags	Value
1000	Device type	RO	0x015E1389 (22942601)
1008	Device name	RO	ELM3704-0000
1009	Hardware version	RO	00
100A	Software version	RO	01
100B	Bootloader version	RO	J0.1.27.0
1011:0	Restore default parameters	RO	> 1 <
1018:0	Identity	RO	> 4 <
10E2:0	Manufacturer-specific Identification C...	RO	> 1 <
10E2:01	Subindex 001	RO	1P158442SBTN0008jckp1KELM3704 Q1 2P482001000016
10F0:0	Backup parameter handling	RO	> 1 <
10F3:0	Diagnosis History	RO	> 21 <
10F8	Actual Time Stamp	RO	0x170fb277e

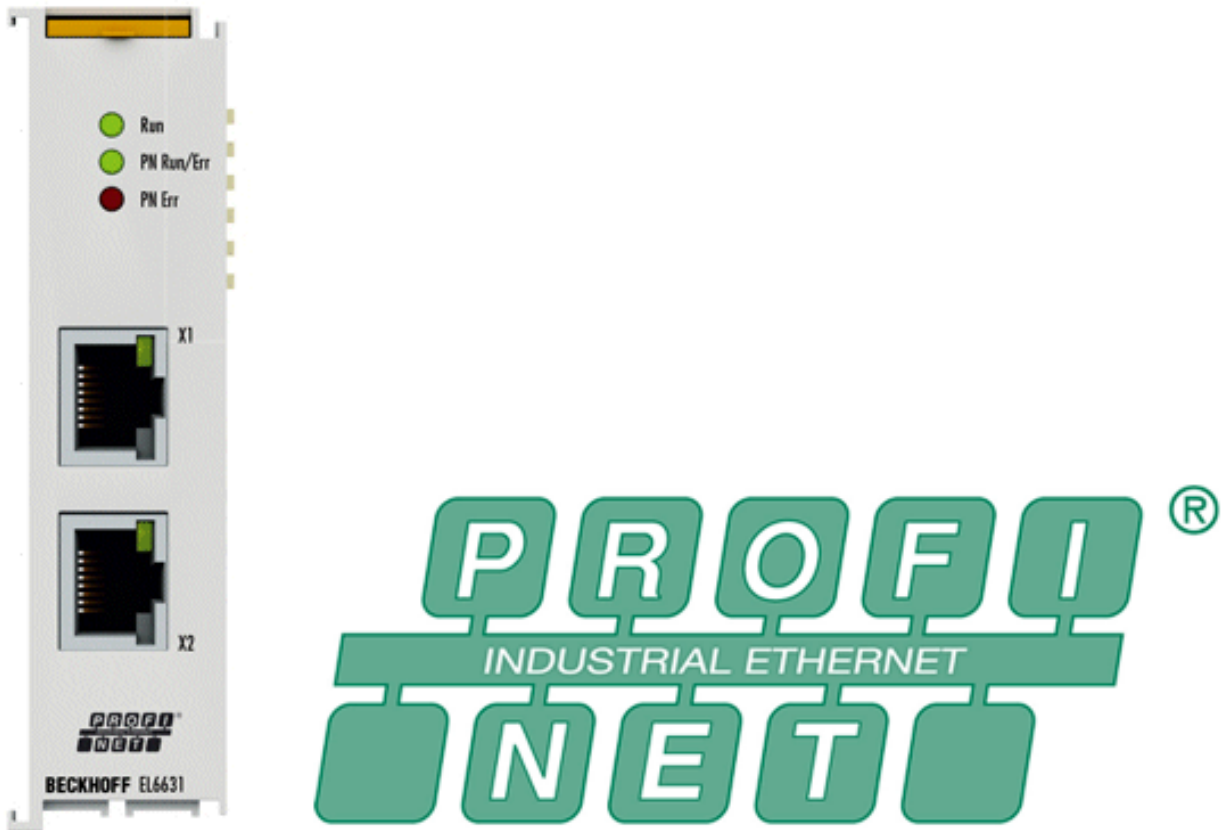
- 对象 0x10E2 将在批量产品的必要固件修订过程中youxian优先引入。
- 此 TwinCAT 3.1. build 4024.24 及以上版本，通过 Tc2\_EtherCAT 库的 v3.3.19.0 及以上版本提供功能块 *FB\_EcCoEReadBIC* 和 *FB\_EcCoEReadBTN* 用于读取数据到 PLC
- 为了在 PLC 中处理 BIC/BTN 数据，截至 TwinCAT 3.1 build 4024.24 版本，*Tc2\_Uutilities* 中提供了以下辅助功能
  - *F\_SplitBIC*：该函数使用已知的标识符将倍福识别代码 (BIC) *sBICValue* 分割成不同的部分，并将识别出的子字符串作为返回值存储在 *ST\_SplitBIC* 结构中
  - *BIC\_TO\_BTN*：该函数从 BIC 中提取 BTN 并将其作为返回值返回
- 注意：如果进行进一步电子处理，BTN 应作为一个字符串 (8) 来处理；标识符“SBTN”不是 BTN 的一部分。
- 技术背景  
在设备生产过程中，新的 BIC 信息被作为一个附加的类别写入 ESI-EEPROM 中。ESI 内容的结构主要由 ETG 规范决定，因此，供应商附加的特定内容是按照 ETG.2010 规定的类别存储的。ID 03 的信息表明，所有 EtherCAT 主站在 ESI 更新时，不得覆盖这些数据，也不得在 ESI 更新后恢复这些数据。该数据的结构依照 BIC 的内容，参见此处。因此，EEPROM 需要大约 50...200 字节的内存。
- 特殊情况
  - 如果一个设备中安装了多个分层排列的 ESC，则只有最上层的 ESC 携带 eBIC 信息。
  - 如果一个设备中安装了多个非分层排列的 ESC，所有 ESC 都携带 eBIC 信息。
  - 如果设备由几个具有自己身份的子设备组成，但只有最上层设备可以通过 EtherCAT 访问，则最上层设备的 eBIC 位于 CoE 对象目录 0x10E2:01，子设备的 eBIC 位于 0x10E2:nn。

**PROFIBUS; PROFINET、和 DeviceNet 设备**

目前，没有计划对这些设备的信息进行电子存储和读取。

## 2 产品概述

### 2.1 PROFINET EL6631-0010 –简介



附图 4: EL6631

通过 EL6631-0010 PROFINET IO Device (Slave) 端子模块能够轻松地在 EtherCAT 和 PROFINET IO 之间交换数据。它是 EtherCAT 网络（最多包含 65,535 个从站）中的一个从站。EL6631-0010 内置一个 3 端口交换机。其中两个被引至外部的 RJ-45 接口，这样 Profinet 设备就能线型连接，从而使布线工作更为简单。两个相邻设备之间的最大距离为 100 m。

支持 Profinet 网络诊断的 LLDP 或 SNMP 等协议。



## 2.2 EL6631-0010 - 技术数据

技术数据	EL6631-0010
总线系统	PROFINET RT 设备
以太网端口数量	2
以太网接口	10BASE-T/100BASE-TX 以太网, 带 2 个 RJ45 接口
电缆长度	最长 100 m 双绞线
数据传输速率	10/100 Mbit/s, IEEE 802.3u 自适应, 10 及 100 Mbit/s 下都支持半双工和全双工模式, 自动设置
诊断	状态 LED
电源	通过 E-bus 供电
E-bus 电流消耗	典型值 400 mA
电气隔离	500 V (E-bus/以太网)
过程映像中的位宽	可变长度 (输入和输出总共最多 2 KB)
配置	通过 TwinCAT 系统管理器
重量	约 75 g
运行期间允许的环境温度范围**)	0° C ... + 55° C (安装方向水平对齐) 0° C ... + 45° C (所有其他安装方向, 参见说明 [▶ 30])
存储期间允许的环境温度范围	-25° C ... + 85° C
允许的相对湿度	95%, 无冷凝水
外形尺寸 (W x H x D)	约 26 mm x 100 mm x 52 mm (对齐宽度: 23 mm)
安装 [▶ 26]	35 mm 安装导轨, 符合 EN 60715 标准
抗振性/耐冲击性	符合 EN 60068-2-6 / EN 60068-2-27 标准
EMC 抗干扰/辐射	符合 EN 61000-6-2 / EN 61000-6-4 标准
防护等级	IP20
安装方向	参见注意 [▶ 30]
认证/标识*)	CE、UKCA、EAC cULus [▶ 24]、ATEX [▶ 21]、IECEX [▶ 22]

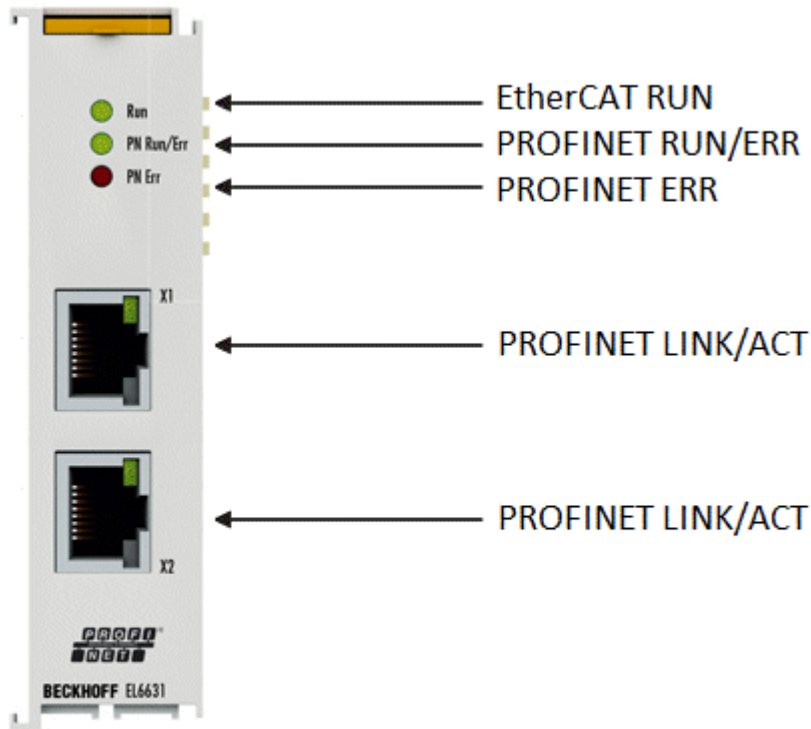
\*) 真正适用的认证/标志见侧面的型号牌 (产品标志)。

\*\*) 如果本模块旁边有另一个功耗较高的端子模块 (例如 E-bus 消耗电流 >250 mA), 则必须在这两个模块中间插入一个 EL9xx0 电源馈电或分隔端子模块 (建议: 使用 E-bus ASIC 芯片的低功耗端子模块)。

### 其他标志

标准	标志
ATEX	II 3 G Ex nA IIC T4 Gc
IECEX	Ex nA IIC T4 Gc

## 2.3 EL6631-0010 - LED



附图 5: Tc\_EL6631\_LEDs

### EtherCAT 诊断的 LED 指示灯 RUN

LED	显示	描述	
RUN	绿色	熄灭	EtherCAT 状态机的状态： <b>INIT</b> = 端子模块的初始化； <b>BOOTSTRAP</b> = 用于端子模块固件更新的功能
		闪烁 200 ms	EtherCAT 状态机的状态： <b>PREOP</b> = 执行邮箱通信和设置各种参数
		灭 (1 s) 亮 (200 ms)	EtherCAT 状态机的状态： <b>SAFEOP</b> = 验证 Sync Manager 通道和分布时钟。 输出保持安全状态
		常亮	EtherCAT 状态机的状态： <b>OP</b> = 正常工作状态；可以进行邮箱和过程数据通信

### PROFINET 诊断的 LED 指示灯 PN RUN/Err

绿色	红色	含义
常亮	熄灭	EL 端子模块已参数化
灭 (1 s) 亮 (200 ms)	熄灭	EL6631-0010 没有 IP 地址
闪烁 200 ms	熄灭	EL6631-0010 还没有获得 PROFINET 名称
熄灭	闪烁 200 ms	端子模块启动

## PROFINET 诊断的 LED 指示灯 PN Err

绿色	红色	含义
常亮	熄灭	该EL 端子模块正在交换数据
闪烁 200 ms	熄灭	该EL 端子模块正在交换数据，但提供者状态已停止
灭 (1 s) 亮 (200 ms)	熄灭	该EL 端子模块正在交换数据，但 module 模块不一致
熄灭	闪烁 500 ms	未建立 AR， 尚未对建立连接进行初始化
闪烁 500 ms	闪烁 500 ms	PROFINET 灯闪烁，表示PN网络正在识别该EL端子模块

## 启动时的 LED 指示灯

Run	PN Run/Err	PN Err	含义
熄灭	熄灭	熄灭	没有连接到E-bus， 要使 EL6631-0010 后面的 EtherCAT 端子模块还能正常运行，必须更换 EL6631-0010。
熄灭	熄灭	红色常亮	EL 端子模块正在启动；LED 应在约 10 s 后熄灭。如果没有熄灭，则必须更换 EL6631-0010 模块。

## 3 安装和布线

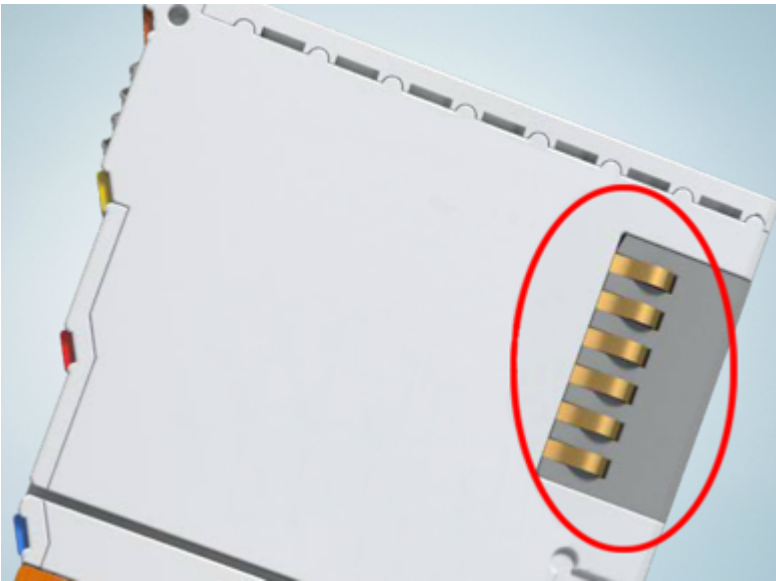
### 3.1 静电防护的说明

#### 注意

#### 静电放电可能会破坏设备！

这些设备含有因处理不当而导致静电放电风险的部件。

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



附图 6: 倍福 I/O 组件的弹簧触点

## 3.2 防爆

### 3.2.1 ATEX – 特殊条件（标准温度范围）

#### ⚠ 警告

在潜在爆炸性区域使用具有标准温度范围的 Beckhoff 现场总线组件，请遵守防爆 ATEX 指令 (2014/34/EU) 的特别规定！

- 经认证的组件应当安装在一个合适的外壳中，保证按照 EN 60079-15 标准至少达到 IP54 的防护等级！应当按此标准考虑使用过程中的环境条件！
- 关于防尘（仅指证书编号为 KEMA 10ATEX0075 X，第 9 版的现场总线组件）：考虑到设备使用的环境条件，设备应安装在一个合适的外壳中，对于 IIIA 组或 IIIB 组提供符合 EN 60079-31 标准的 IP54 防护等级，对于 IIIC 组则提供 IP6X 的防护等级！
- 如果在额定运行期间，电缆、线路或管道的进线点的温度高于 70° C，或电线分支点的温度高于 80° C，那么必须选择耐受温度数据满足实际测量温度值的线缆！
- 在潜在爆炸性区域使用具有标准温度范围的 Beckhoff 现场总线组件，请遵守相关标准允许的环境温度范围 0 至 55° C！
- 必须采取措施，防止因瞬时干扰电压而超过额定工作电压的 40% 以上！
- 只有在关闭电源电压或确保非爆炸性环境的情况下，才可以从总线端子模块系统中拔出或拆除单个模块！
- 只有在关闭电源电压或确保非爆炸性环境的情况下，才可以连接或断开经认证部件的接线！
- 只有在关闭电源电压或确保非爆炸性环境的情况下，才可以更换 KL92xx/EL92xx 馈电端子模块的保险丝！
- 只有在关闭电源电压或确保非爆炸性环境的情况下，才能调整地址拨码和 ID 开关！

#### 标准

符合下列标准规定，满足基本健康和国家安全要求：

- EN 60079-0:2012+A11:2013
- EN 60079-15:2010
- EN 60079-31:2013（仅适用于证书编号 KEMA 10ATEX0075 X，第 9 版）

#### 标志

经过 ATEX 指令认证适用于潜在爆炸性区域的标准温度范围 Beckhoff 现场总线组件带有以下标记之一：



II 3G KEMA 10ATEX0075 X Ex nA IIC T4 Gc Ta: 0 ... +55° C

II 3D KEMA 10ATEX0075 X Ex tc IIIC T135° C Dc Ta: 0 ... +55° C  
(仅适用于证书编号 KEMA 10ATEX0075 X，第 9 版的现场总线组件)

或



II 3G KEMA 10ATEX0075 X Ex nA nC IIC T4 Gc Ta: 0 ... +55° C

II 3D KEMA 10ATEX0075 X Ex tc IIIC T135° C Dc Ta: 0 ... +55° C  
(仅适用于证书编号 KEMA 10ATEX0075 X，第 9 版的现场总线组件)

### 3.2.2 IECEX – 特殊条件

#### ⚠ 警告

**在潜在爆炸性区域使用 Beckhoff 现场总线组件，请遵守相关标准的特别规定！**

- 关于气体：考虑到设备使用的环境条件，设备应安装在合适的外壳中，保证按照 EN 60079-15 标准至少达到 IP54 的防护等级！
- 关于防尘（仅指证书编号为 IECEX DEK 16.0078X，第 3 版的现场总线组件）：考虑到设备使用的环境条件，设备应安装在一个合适的外壳中，对于 IIIA 组 或 IIIB 组提供符合 EN 60079-31 标准的 IP54 防护等级，对于 IIIC 组则提供 IP6X 的防护等级！
- 本设备只能在 IEC 60664-1 规定的污染等级不超过 2 级的区域（Zone 2）内使用！
- 应作出规定，防止因瞬时干扰造成超过额定电压 119V！
- 如果在额定运行期间，电缆、线路或管道的进线点的温度高于 70° C，或电线分支点的温度高于 80° C，那么必须选择耐受温度数据满足实际测量温度值的线缆！
- 在潜在的爆炸性区域内使用 Beckhoff 现场总线组件时，请遵守相关标准允许的环境温度范围！
- 只有在关闭电源电压或确保非爆炸性环境的情况下，才可以从总线端子模块系统中拔出或拆除单个模块！
- 只有在关闭电源电压或确保非爆炸性环境的情况下，才可以连接或断开经认证部件的接线！
- 只有在关闭电源电压或确保非爆炸性环境的情况下，才能调整地址拔码和 ID 开关！
- 只有在关闭电源电压或确保非爆炸性环境的情况下，才能打开经认证的设备的前盖！

#### 标准

符合下列标准规定，满足基本健康和 safety 要求：

- EN 60079-0:2011
- EN 60079-15:2010
- EN 60079-31:2013（仅适用于证书编号 IECEX DEK 16.0078X，第 3 版）

#### 标志

经过 IECEX 认证可在有爆炸危险区域使用的 Beckhoff 现场总线组件带有以下标记：

现场总线组件的标记，证书编号为 IECEX DEK 16.0078X，第 3 版：

**IECEX DEK 16.0078 X**  
**Ex nA IIC T4 Gc**  
**Ex tc IIIC T135° C Dc**

具有新版本证书的现场总线组件的标记：

**IECEX DEK 16.0078 X**  
**Ex nA IIC T4 Gc**

### 3.2.3 ATEX 和 IECEx 的持续性文件

#### 注意



符合 ATEX 和 IECEx 的关于防爆的持续性文件




请注意持续性文件

**防爆 端子模块系统的防护**

根据 ATEX 和 IECEx 标准，在危险区域使用倍福端子模块系统的注意事项

可以在倍福公司主页 [www.beckhoff.com](http://www.beckhoff.com) 的产品下载区下载！

### 3.3 UL 声明

⚠ 谨慎	
	<p><b>应用</b></p> <p>倍福 EtherCAT 模块只适用于与具备 UL 认证的倍福 EtherCAT 系统一起使用。</p>
⚠ 谨慎	
	<p><b>检查</b></p> <p>关于 cULus 检查，仅对倍福 I/O 系统的火灾和电击风险进行了调查（符合 UL508 和 CSA C22.2 No.142 标准）。</p>
⚠ 谨慎	
	<p><b>带有以太网连接器的设备</b></p> <p>不可用于连接通信电路（telecommunication circuits）。</p>

#### 基本原则

符合 UL508 的 UL 认证。有这种认证的设备带有此标志：





### 3.4 注意事项 - 电源

#### 警告

##### 从 SELV/PELV 电源单元供电!

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

注意事项：

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

### 3.5 安装和拆卸 – 带拆卸手柄的端子模块

端子模块通过 35 mm 安装导轨（如安装导轨 TH 35-15）固定在安装底板上。

#### ● 安装导轨的固定

**i** 端子模块和耦合器的锁定机构延伸至安装导轨。在安装时，组件的锁定机构不能与安装导轨的固定螺栓相冲突。如要在端子模块和耦合器下面安装建议的安装导轨，应该使用扁平安装接口（如沉头螺钉或盲孔铆钉）。

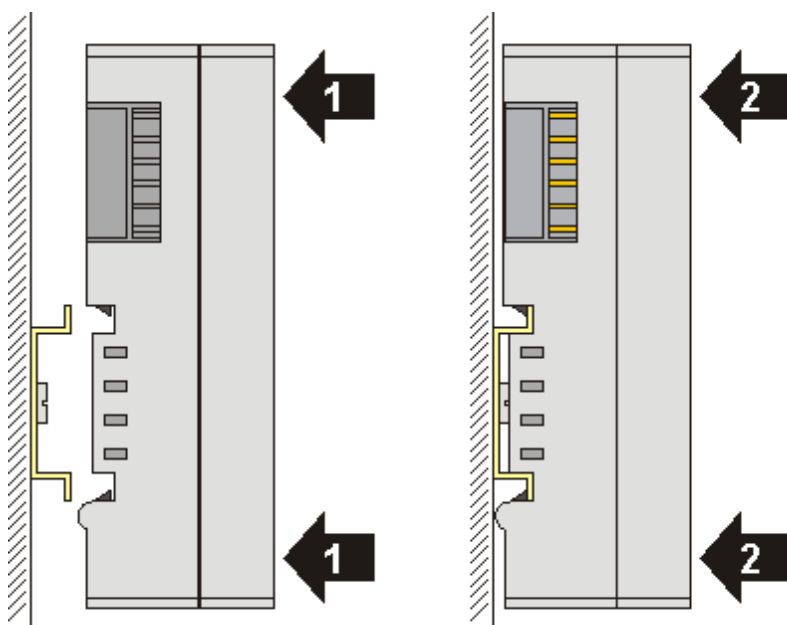
#### ⚠ 警告

**有触电和损坏设备的危险！**

在开始安装、拆卸或连接总线端子模块之前，请让总线端子模块系统处于安全、断电的状态！

#### 安装

- 将安装导轨安装到计划的装配位置。

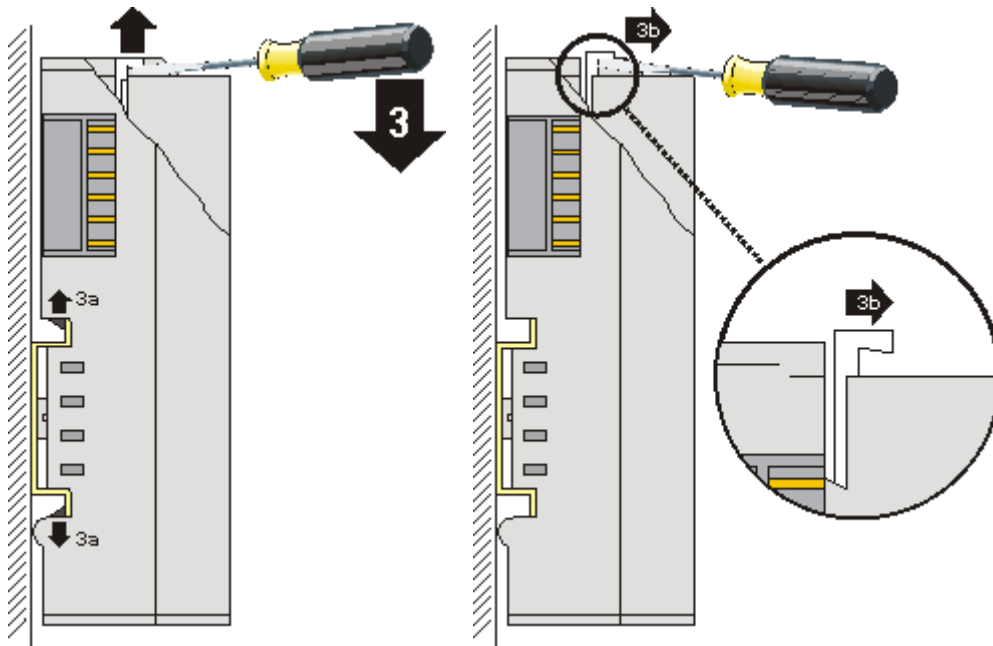


然后将接线端子模块向安装导轨上按压（1），直至模块锁存在安装导轨上（2）。

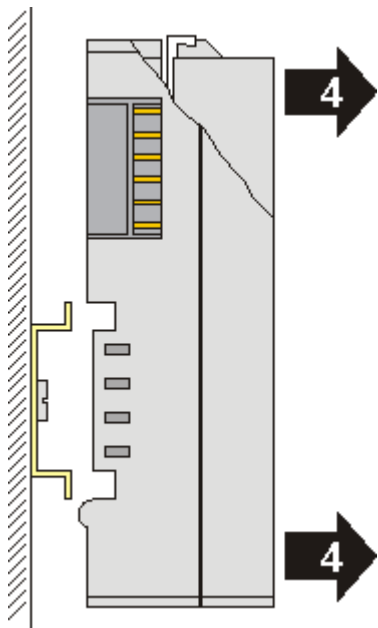
- 连接电缆。

#### 拆卸

- 拆除所有电缆。由于采用了 KM/EM 连接器，因此无需单独拆除所有电缆，每个 KM/EM 连接器只需拧松 2 个螺钉，将其拔出（固定接线）！
- 用螺丝刀（3）将接线端子模块左侧的解锁钩向上撬。此时，
  - 内部机构将两个锁耳从顶帽导轨拉回接线端子模块（3a），
  - 解锁钩向前移动（3b）并啮合



- 如果是 32 和 64 通道接线端子模块 (KMxxx4 和 KMxxx8 或 EMxxx4 和 EMxxx8)，此时可以用同样的方法将端子模块右侧的第二个解锁钩向上撬。
- 从安装面上拔下接线端子模块 (4)。



### 3.6 安装和拆卸 – 正面带拆卸手柄的端子模块

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

#### ● 安装导轨的固定

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

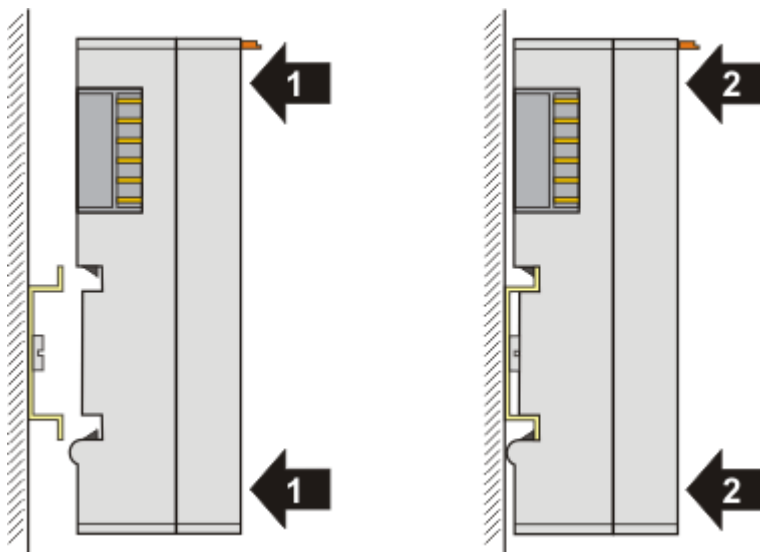
#### ⚠ 警告

**有触电和损坏设备的危险！**

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

#### 安装

- 将安装导轨安装到预定的装配位置。

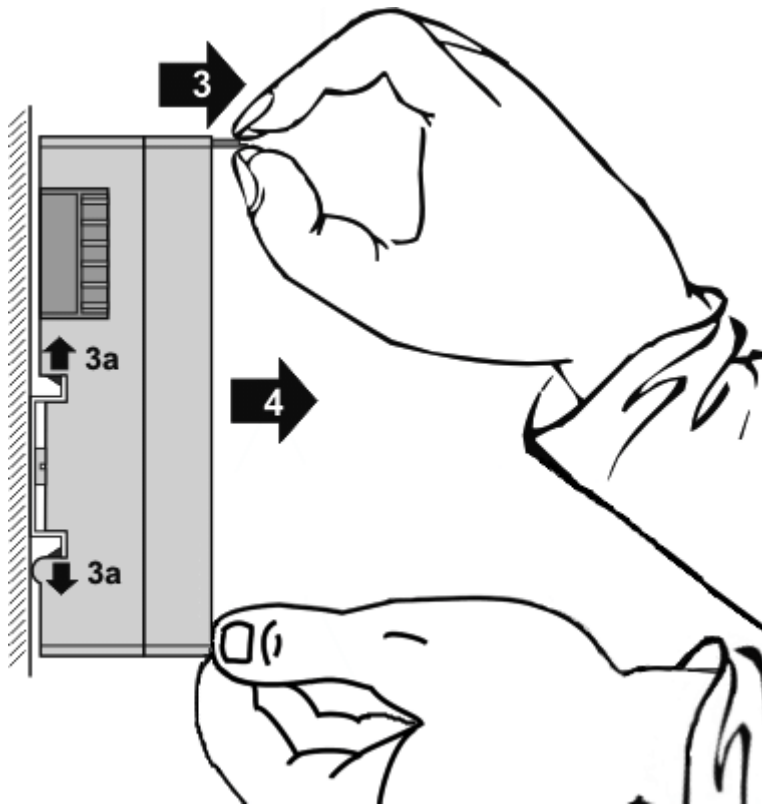


然后将接线端子模块向安装导轨上按压（1），直至模块在安装导轨上锁紧（2）。

- 连接电缆。

#### 拆卸

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



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

### 3.7 安装位置

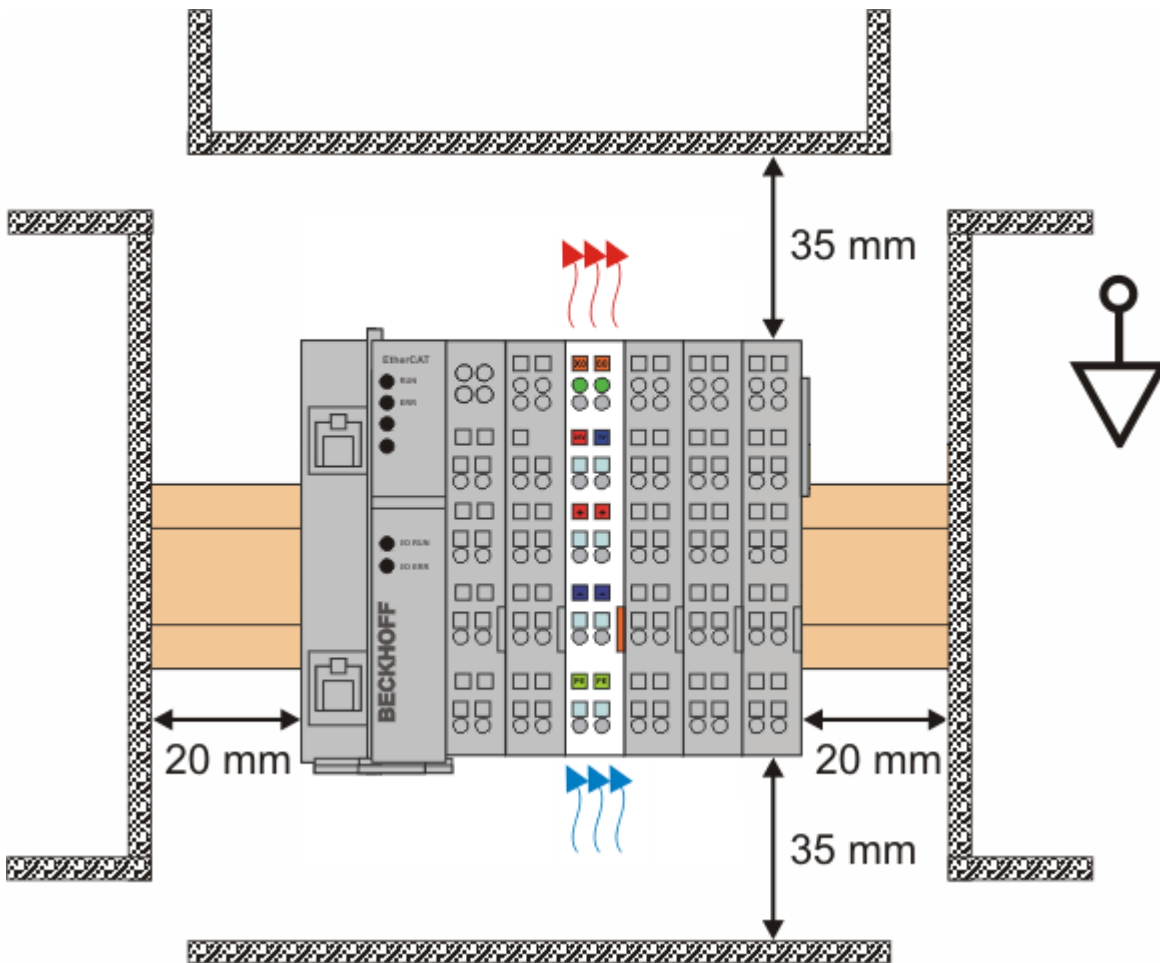
#### 注意

##### 关于安装位置和工作温度范围的限制

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

##### 最佳安装位置（标准）

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



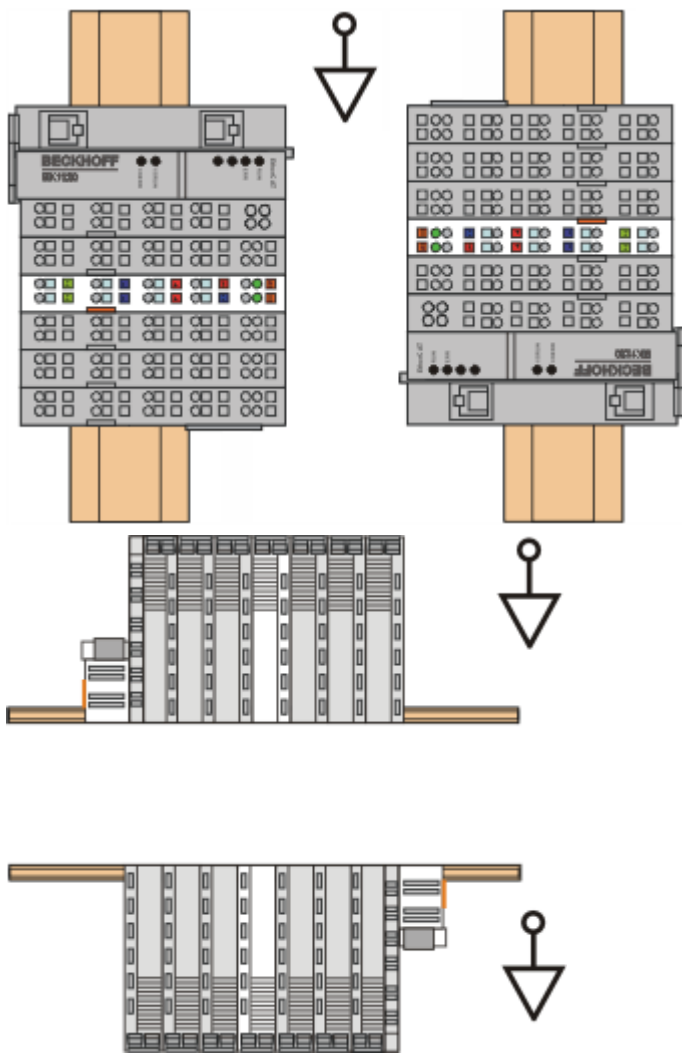
附图 7: 标准安装位置的推荐距离

建议遵守图 标准安装位置的推荐距离 中所示的距离。

##### 其他安装位置

所有其他安装位置的特点是安装导轨的空间布局不同，参见图 其他安装位置。

上面规定的与其它部件的最小距离也适用于这些安装位置。



附图 8: 其他安装位置

### 3.8 处理



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



## 4 调试

### 4.1 PROFINET 功能

#### 4.1.1 警告

##### PROFINET 警告

PROFINET 警告也可通过 ADS 接口传送。

为此需要使用 ADS WRITE 功能块。

ADS WRITE	注释
AMSNETID	PROFINET 设备的 AMS Net ID
PORT	0xFFFF (如果使用虚拟 PROFINET 设备, PORT 数值为: 0x1000 + 设备 ID)
Index Group	高位字 - 警告类型 (参见 PROFINET 规范), 低位字 - 0xF807
Index Offset	高位字 - Slot 槽号, 低位字 - Subslot 子槽号

不再传输其它数据。

##### PROFINET 警告 (示例)

警告	注释
0x0000	保留
0x0001	Diagnosis appears
0x0002	Process
0x0003	Pull
0x0004	Plug
0x0005	Status
...	更多诊断信息 (参见 PROFINET 规范)

#### 4.1.2 Record data

##### PROFINET Record data

也可通过 PLC 直接读取 PROFINET Record data (记录数据)。为此, 要在 PLC 中设置一个 “indication” (读取时为 READINDICATION, 写入时为 WRITEINDICATION)。RECORD Data 结构描述如下:

```

        WORD                                RW;
        #define PN_READ                      0
        #define PN_WRITE                      1
        WORD                                NrOfAR;
        DWORD                                API;
        WORD                                Slot;
        WORD                                SubSlot;
        PNIO_RECORD RecordData;
    
```

##### Record Data

```

        WORD                                Index;
        WORD                                Length;                                //zum Lesen auf
0
        WORD                                TransferSequence;
        WORD                                LengthOfAligned;
    
```

## 通过 ADS 访问 PROFINET RECORD DATA 列表

PROFINET	长度 (字节)	注释	ADS
-	String	PROFINET 设备的 AMS NET ID	AMSNETID
-	2	0xFFFF 使用虚拟接口时, 端口号来自 System Manager。	Port
Read/Write	2	0 - 读取 1 - 写入	读取 - ReadIndication 写入 - WriteIndication
Number of AR	2	0x0000	-
API Application Process Identifier	4	0x00000000	-
Slot	2	Slot 槽号 0x0000-0x7FFF	IndexOffset 高位字
SubSlot	2	Subslot 子槽号 0x0000-0x8FFF	IndexOffset 低位字
Record Data Index	2	0x0000-0x1FFF	IndexGroup 低位字
-	2	0x8000	IndexGroup 高位字
Record Data Length	2	应读取为“0”	LENGTH
Record Data Transfer Sequence	2	连续的数字	-
Record Data Length of Aligned	2	可以为零	-

读取数据示例: Profinet Controller 通过 RECORD DATA 从倍福设备读取数据。本例中接收了所有 RecIndex 值, 并将返回相同的数据, 也就是位于“Data”数组中的 10 个字节。

```

CASE i OF
0:  ADSREADIND (
      CLEAR:=FALSE ,
      VALID=> ,
      NETID=> ,
      PORT=> ,
      INVOKEID=> ,
      IDXGRP=> ,
      IDXOFFS=> ,
      LENGTH=> );
  IF ADSREADIND.VALID THEN
    IdxGroup:=ADSREADIND.IDXGRP;
    IdxOffset:=ADSREADIND.IDXOFFS ;
    i:=10;
  END_IF
10: ADSREADRES (
      NETID:=ADSREADIND.NETID,
      PORT:=ADSREADIND.PORT,
      INVOKEID:=ADSREADIND.INVOKEID ,
      RESULT:=0 ,
      LEN:=10 ,
      DATAADDR:=ADR(Data) ,
      RESPOND:=TRUE );
    i:=20;
  ADSREADIND(CLEAR:=TRUE);
20: i:=0;
  ADSREADRES(RESPOND:=FALSE);
END_CASE

```

### 4.1.3 ShareDevice 共享设备

EL6631-0010 支持 PROFINET 的“ShareDevice”功能, 同时 TC211 22.xx (= TC2 R3)及以上版本的TwinCAT Profinet Device 功能插件也支持该功能。ShareDevice 功能允许两个主站同时访问一个从站。在适用的情况下, 甚至可以访问同一个从站的相同过程数据。

使用虚拟设备不同之处在于，创建虚拟设备时会生成一个全新的设备（有自己的名称、MAC、IP 等），因此 PN Controller 会看到两个独立的设备并可以建立两个完全独立的连接。

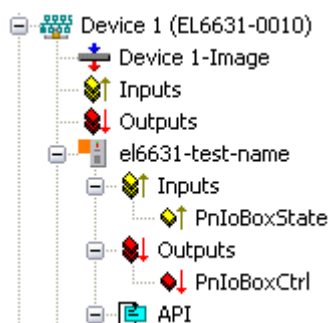
反之，如果是 ShareDevice，则永远只有一个设备。在设备方面，无需为此进行任何设计；全部功能均在 PROFINET 协议栈处理。安全功能的使用就是常见的例子。“普通”输入和输出分配给“普通 CONTROLLER”，而安全输入和输出分配给 F-CPU。如果两个 PN Controller 请求的过程数据重叠了，则第一个建立的 AR（主应用）将获完全读写 Submodule 子模块的权限。第二个 AR（次应用）从已被占用的 Submodule 子模块接收相应的 ModuleDiff 数据块。如果主 AR 释放了，次 AR 就会收到一条消息，提示所请求的 Submodule 子模块已空闲。第二个 PN Controller 就可以（如果支持）重新设置 Submodule 子模块的参数，并将其纳入自己的 AR。

## 4.1.4 诊断

### 4.1.4.1 Status 和 Ctrl 标识

#### PROFINET 状态

可通过 PnIoBoxState 监视 PROFINET 通信的当前状态。



附图 9: TwinCAT 树形结构：“PnIoBoxState” 显示的 PROFINET 状态

PnIoBoxState	注释	含义
0x0001 (位 0)	Device is in I/O exchange	PROFINET 设备正在交换数据
0x0002 (位 1)	Device is blinking	正在通过标识搜索 PROFINET 设备
0x0004 (位 2)	Provider State 0=STOP, 1=RUN	Profinet Controller 已停止
0x0008 (位 3)	Problem indicator 0=OK, 1=Error	PROFINET 设备发生了故障

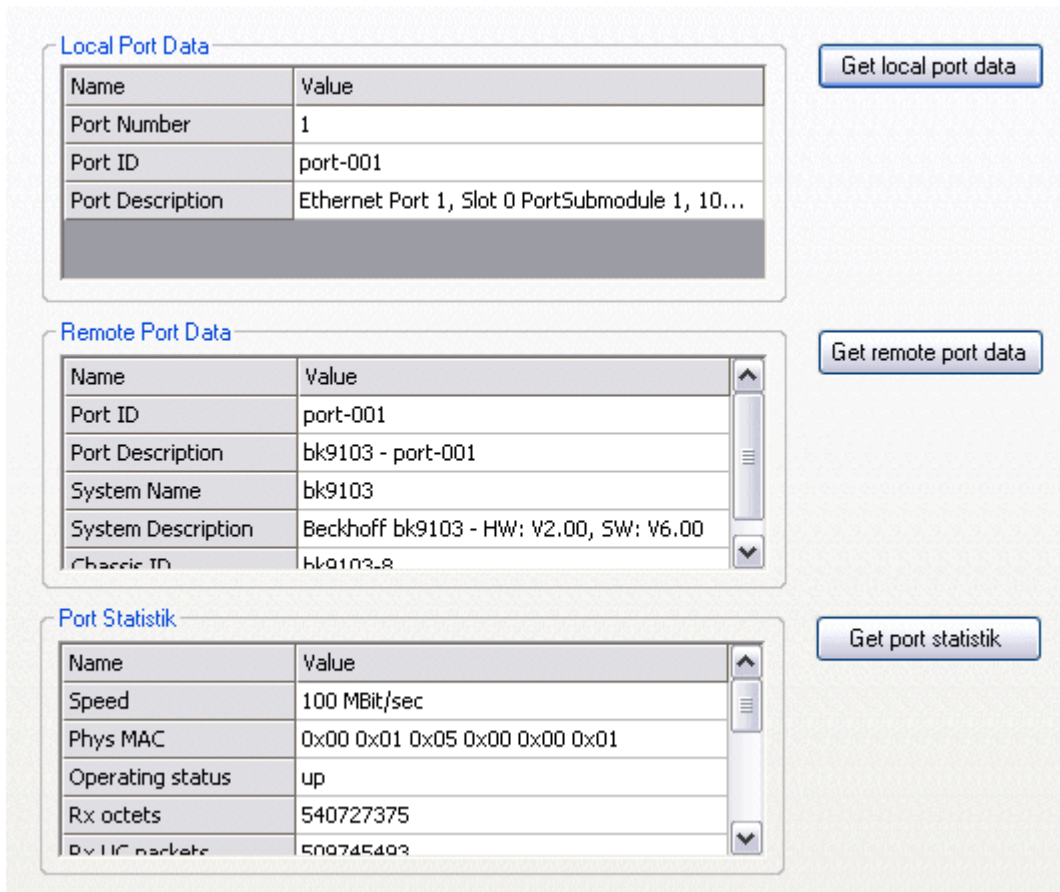
正常情况下，PnIoBoxState 的值为“5” - 即 Bit 0 和 2 被置位。

#### PROFINET 控制

PnIoBoxCtrl 可用于指定名称，但仅使用低字节。高字节必须为 0x00。

### 4.1.4.2 Port 端口诊断

Port 端口诊断可用于识别相邻的 PROFINET 设备。还可以诊断设备本身的端口。



附图 10: Port 端口诊断

### 4.1.4.3 通过 ADS 接口进一步诊断

其它诊断装置可以通过 ADS 接口诊断本设备。

#### 读取 PROFINET 名称和 IP 设置

为此将使用 ADS READ 功能块。

ADS WRITE	注释
AMSNETID	PROFINET 设备的 AMS Net ID
PORT	0xFFFF (如果使用虚拟 PROFINET 设备, PORT 数值为: 0x1000 + 设备 ID)
Index Group	高位字 - 0x0000, 低位字 - 0xF804
Index Offset	0x0000
LENGTH	257

数据字节偏移量	数值	注释
0..3	保留	保留
4..7	4 字节数组	IP 地址
8..11	4 字节数组	子网掩码
12..15	4 字节数组	默认网关
16...x	STRING (最长 240 字节)	PROFINET 名称

## 读取 Module 模块差异

为此将使用 ADS\_READ 功能块。

ADS_WRITE	注释
AMSNETID	PROFINET 设备的 AMS Net ID
PORT	0xFFFF (如果使用虚拟 PROFINET 设备, PORT 数值为: 0x1000 + 设备 ID)
Index Group	高位字 - 0x0000, 低位字 - 0xF826
Index Offset	0x0000
LENGTH	20882

如果返回的长度为空, 则 Module 模块相同。根据所比较的 Module 模块类型不同, 长度也可能不同 (参见 ModuleDiffBlock PROFINET 规范)

数据结构示例:

数据字节偏移量	数值	注释
0..3	UINT32	API
4..5	UINT16	Module 模块数量
6..7	UINT16	Slot 槽
8..11	UINT32	Module 模块标识 (参见 GSDML 文件)
12..13	UINT16	Module 模块状态 (0-无 Module 模块, 1-错误的 Module 模块, 2-正确的 Module 模块, 3-替代的 Module 模块)
14..15	UINT16	Submodule 子模块数量
16..17	UINT16	Subslot 子槽

### 4.1.5 Submodule 子模块

PROFINET 设备通过 module 模块来描述其数据, 而模块中又包含 submodule 子模块。每个 Module 模块至少有一个 Submodule 子模块。

EL6631-0010 最多可包含 238 个 Submodule 子模块。不过, Submodule 子模块的数量不应过多, 而是应该尽可能少。

例如, 如果要传输 100 个字节, 可以使用 1 个包含 100 个 Submodule 的 Module (每个 Submodule 子模块 1 个字节), 或者使用 1 个包含 100 个字节的 Module 模块来实现。这里需要考虑的是:

在 PROFINET 协议下, 每个 Module 模块都有一个提供者状态和一个消费者状态 (IOPS 和 IOCS)。在 100 x 1 字节的情况下, 示例中的 IOPS 和 IOCS 传输的不仅仅是 100 字节, 而是 300 字节。如果是 1 x 100 字节, 则只需要传输 102 字节。

使用 EL6631-0010 时, Module 模块数量较少不会有任何坏处; 使用 100 个独立 Module 模块也不会有任何好处, 因为 EL6631-0010 只是一个将数据转发给 EtherCAT 主站的硬件。

## 4.2 技术数据 – PROFINET RT

技术数据	EL6631-0010
PROFINET 版本	RT 等级 1, 一致性等级 B
设备接口数量 <sup>1)</sup>	2
拓扑结构	任意
用户数据的数量	1 Kbyte 输入和 1 Kbyte 输出
周期	$\geq 1$ ms

<sup>1)</sup> 参见“虚拟 PROFINET 设备”章节



### 交换机功能

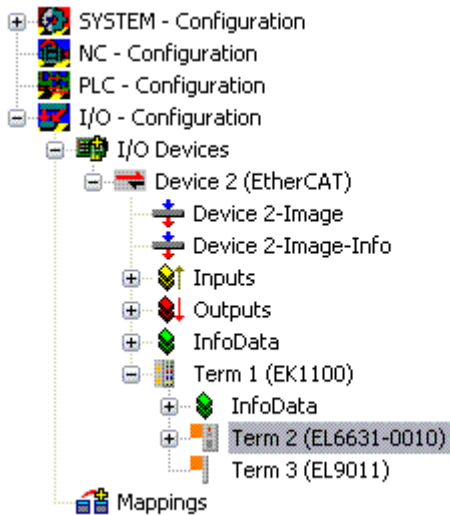
内置交换机在切换到 BOOTSTRAP 模式时停用，在固件更新时也不可用。

## 4.3 在 TwinCAT 2.11 中集成 PROFINET Device (EL6631-0010)

本说明适用于 PROFINET 设备 EL6631-0010。

### 1. 将 EL6631-0010 集成到 EtherCAT 网络中

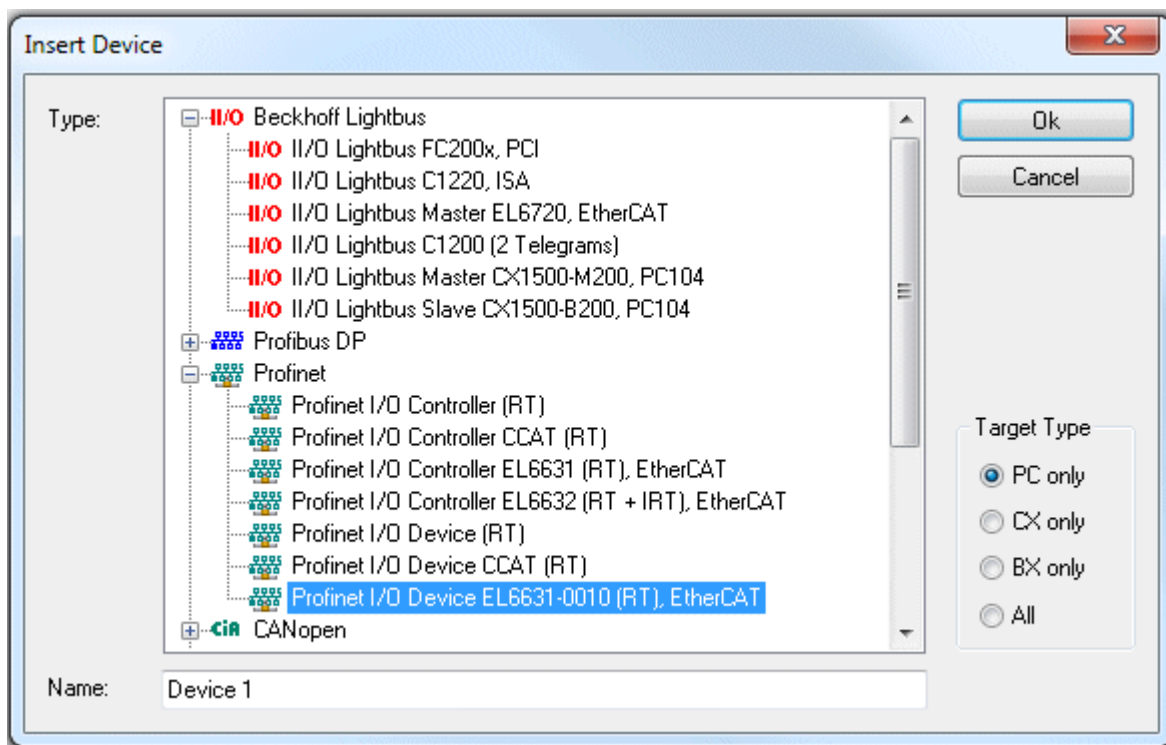
将 EL6631-0010 插入 TwinCAT 项目。



附图 11: 将 EL6631-0010 集成到 TwinCAT 项目中

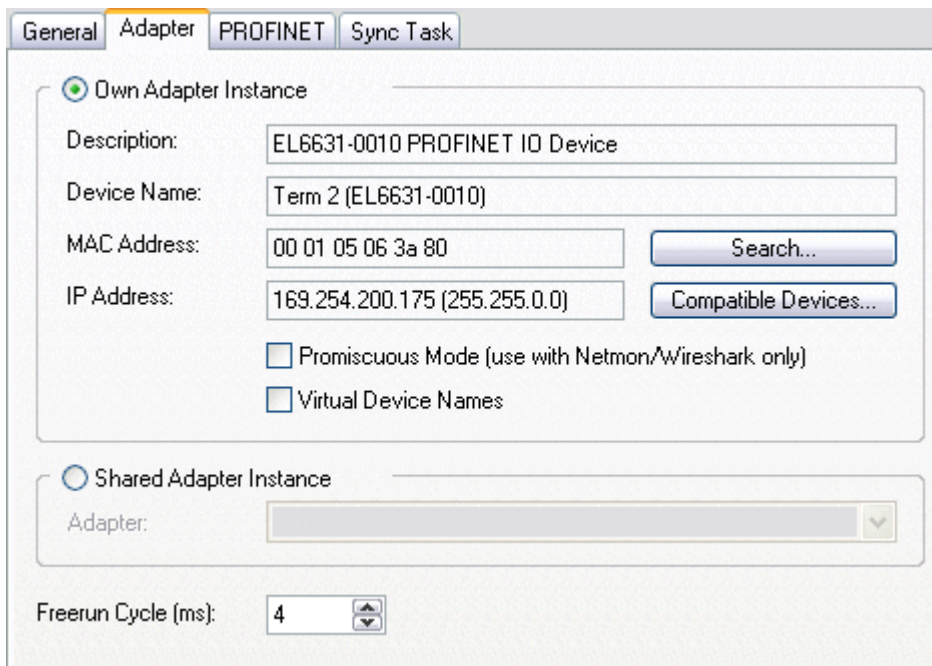
### 2. 集成 PROFINET Protocol

首先必须添加 PROFINET Device, 即 EL6631-0010。



附图 12: “Insert Device” 对话框

必须为该接口指定一个适配器。它由网卡的 MAC 和 IP 地址组成。使用 “Search” 查找对应的 EtherCAT 端子模块。如果系统中只有一个端子模块, 则会自动进行配置。



附图 13: “Adapter”选项卡

**MAC Address:**

以太网卡的 MAC 地址（只读）

**IP Address:**

网卡的 IP 地址（只读）。IP 地址是从操作系统读取的，与稍后使用的 PROFINET IP 地址无关。

**Promiscuous Mode:**

EL6631-0010 不支持

**Virtual Device Names:**

EL6631-0010 不支持

**Shared Adapter Interface:**

EL6631-0010 不支持

**Freerun Cycle:**

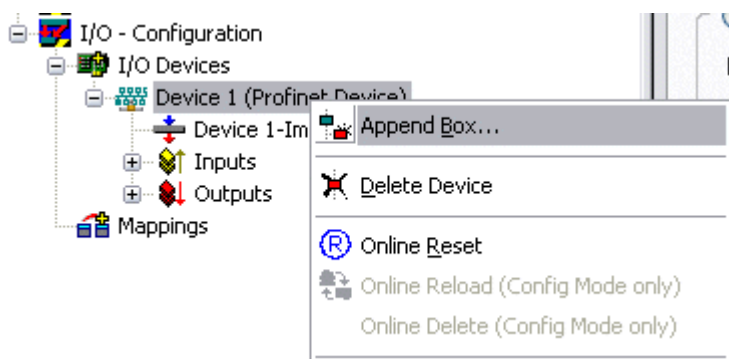
Config 模式下的周期（非实时）。如果 TwinCAT 运行在 FREERUN 模式下，切记所设置的 free run 周期不得长于 PROFINET 周期！

例如，如果要对 CX9000 进行参数设置，必须首先远程访问目标系统，然后再选择相应的以太网端口。

使用的 NetID 可在“Protocol”选项卡下找到。这是 ADS 访问所必需的。此外，还可以在“Sync Task”选项卡中为 PROFINET 通信指定一个自由运行的任务（这也是推荐做法）。这样，Profinet 的实时通信就可以独立于 PLC 任务运行。不过，出于性能考虑（例如使用 CX9000 时），可以不使用 Sync Tasks（同步任务），而采用 standard mapping（标准映射），此时必须运行一个 PLC 任务才能进行 PROFINET 通信。

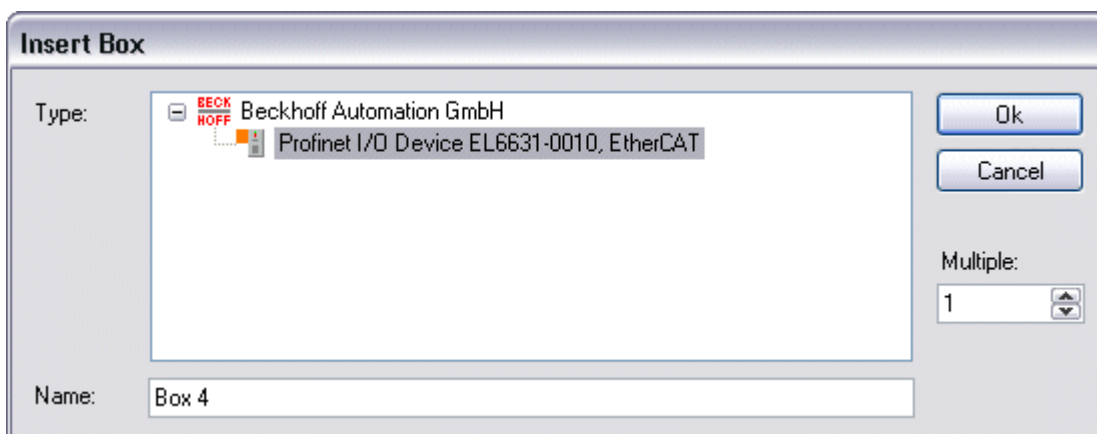
然后通过鼠标右键添加 PROFINET Protocol。准确来说，只能添加一个 TwinCAT Device Protocol！





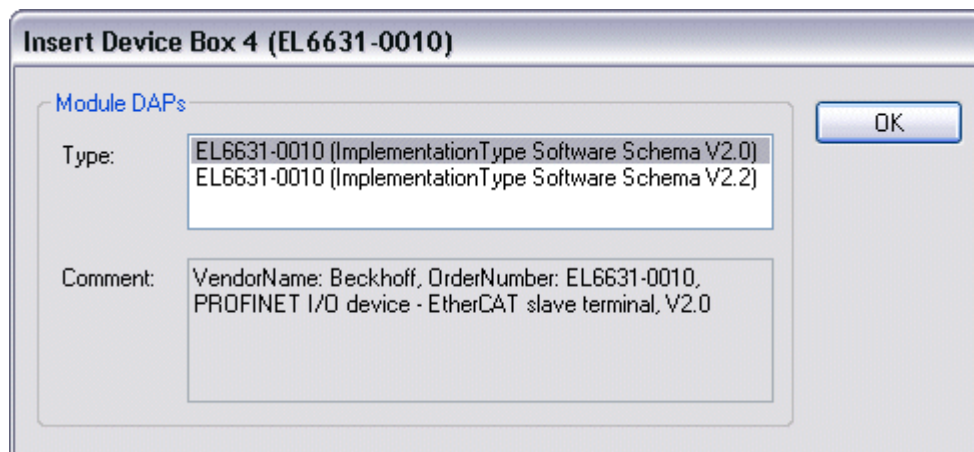
附图 14: 插入 PROFINET Device Protocol

然后集成一个 GSDML 形式的从站（鼠标右键点击“PROFINET Device”）。



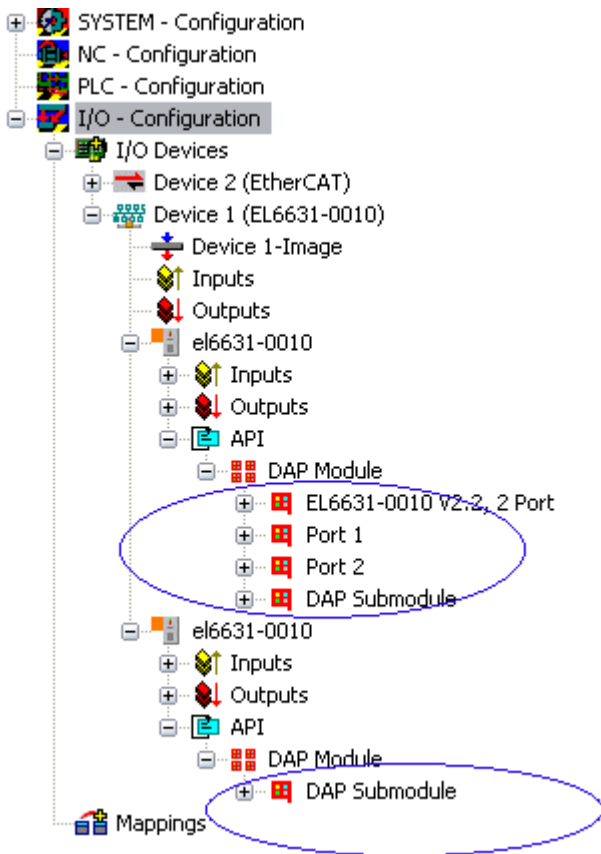
附图 15: “Insert Box”对话框

现在选择需要集成的 EL6631-0010 的版本。V2.0 和 V2.2 的主要区别在于对 sub-modules（子模块）的支持。



附图 16: EL6631-0010 可选择带或不带端口诊断功能

在第一个 EL6631-0010（选择 V2.2 集成的）中，可在 DAP 中看到端口，因此也可以看到端口的诊断信息。第二个 EL6631-0010 是选择 V2.0 集成的，这里就没有端口诊断信息。在主站侧必须配置为相同的版本。较旧的 PROFINET 主站不支持 V2.2，此时应使用 V2.0。



附图 17: TwinCAT 树形结构中的多个 PROFINET 设备

### 虚拟 PROFINET 设备

在 TwinCAT 中还可以配置若干虚拟 PROFINET 设备（PROFINET Device Supplement 中最多可配置 7 个设备，而 EL6631-0010 中最多可配置 1 个设备）。每个设备同时又被视作自己的适配器，即每个虚拟设备都被指定一个保留范围内的默认 MAC 地址。为避免可能出现的地址冲突，还可以更改虚拟设备的 MAC 地址。重新启动后，设备在链路中（或“General”选项卡中）的名称也将用作 PROFINET 站名。Profinet Controller 可以根据不同的 MAC 地址和名称来区分链路中的多个设备。

因此，通过 PROFINET Device Supplement，每个以太网接口可用作 8 个从站，进而与 8 个不同的 PROFINET 主站进行通信。对于 EL6631-0010，可以用作 2 个从站。

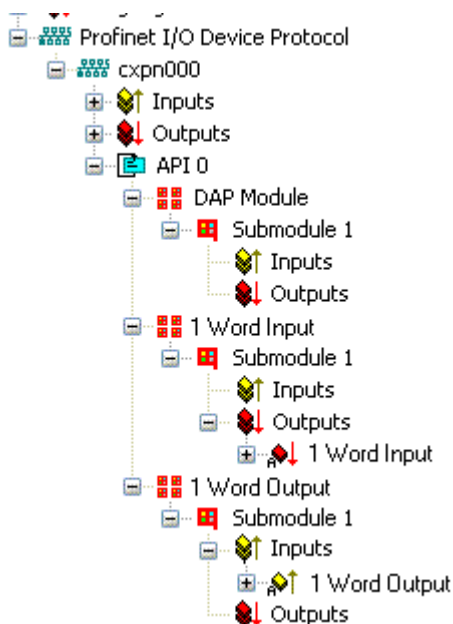
在 PROFINET 中，可在一个设备中定义不同的用户配置文件（API - Application Process Instance 应用过程实例）。准确来说，TwinCAT 中的每个设备允许使用/支持一个 API。

根据 PROFINET 协议，DAP（Device Access Point 设备接入点）总是定义在 Slot 0 上。其中定义了设备专用数据。虽然根据 PROFINET 协议可以定义多个 DAP，不过 TwinCAT 中目前只能定义一个！

### 3. 过程数据

将所需 Module 模块集成到 API 中时，过程数据可从 Slot 1 插入。目前，每个 module 模块（Slot 槽）都只有一个 submodule 子模块（Sub-slot 子槽）。通过指定数据类型/数据宽度（如 byte, word, dword, float 32）来配置 Module 模块，从而创建 PROFINET 通讯的过程数据。

TwinCAT 中指定的输入和输出始终是从 TwinCAT 的角度而言，也就是说，TwinCAT 的输入就是 Profinet Controller 的输出！因此，PROFINET I/O Device 的数据表示如下：

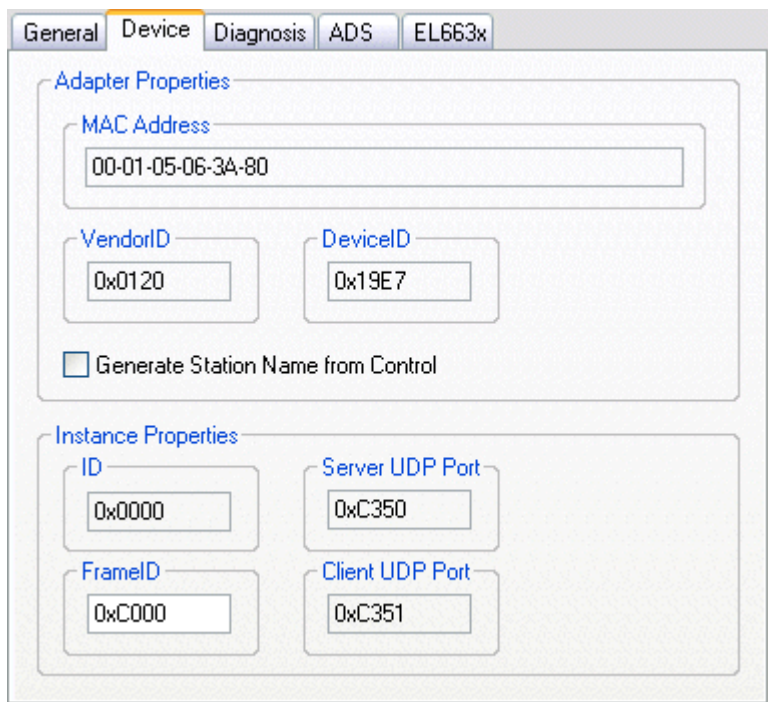


附图 18: PROFINET I/O device的输入/输出表示方法

这种表示方法仅适用于 TwinCAT PROFINET Device，如果是 TwinCAT Profinet Controller，显示结果则完全不同！

#### 4. 常规设置

可以在“PROFINET Devices”选项卡上更改 FrameID。不过，默认设置就可以满足正常操作的需要！



附图 19: “Device”选项卡

#### 4.1 PROFINET 名称分配

EL6631-0010 出厂时没有 PROFINET 名称。搜索设备时，它会返回一个空字符串。

EL6631-0010 有多种分配名称的方法：

1. 通过 Profinet Controller 分配
2. 通过 EtherCAT 主站分配（此时无法再通过 PN Controller 分配）

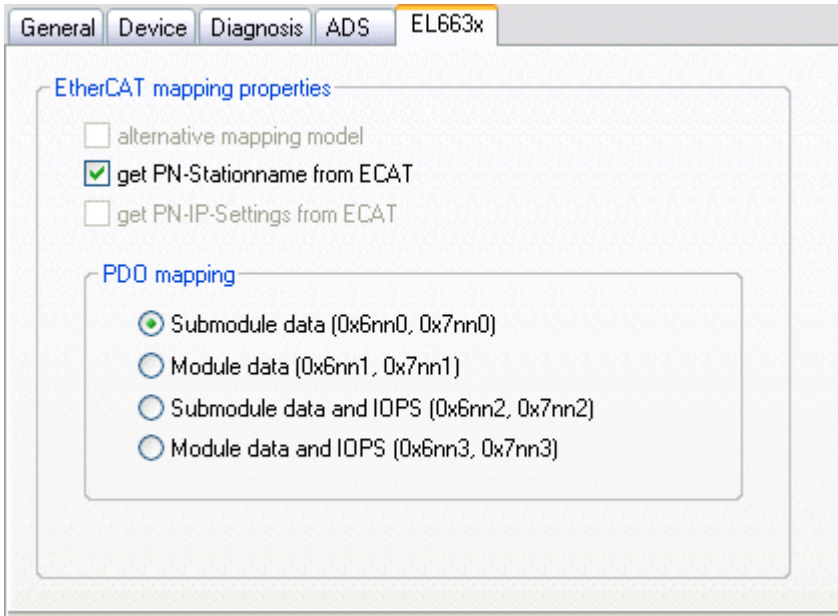
3. 通过链接到 PLC 程序变量进行分配（此时无法再通过 PN Controller 分配）
4. 支持通过指定的拓扑自动启动从站设备的功能  
可从 Profinet Controller 获取更多信息

#### 4.1.1 通过 Profinet Controller 分配

在这种情况下，由 Profinet Controller 分配设备名称。您可以向 Profinet Controller 制造商咨询如何分配。

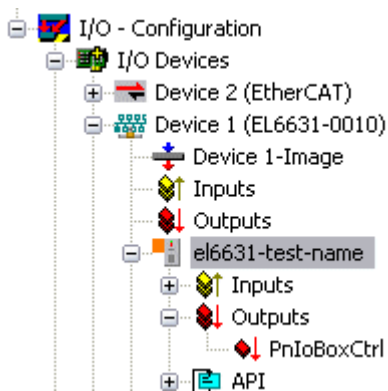
#### 4.1.2 通过 EtherCAT 主站分配

勾选“get PN station name from ECAT”即可激活该功能。



附图 20：“EL663x”选项卡

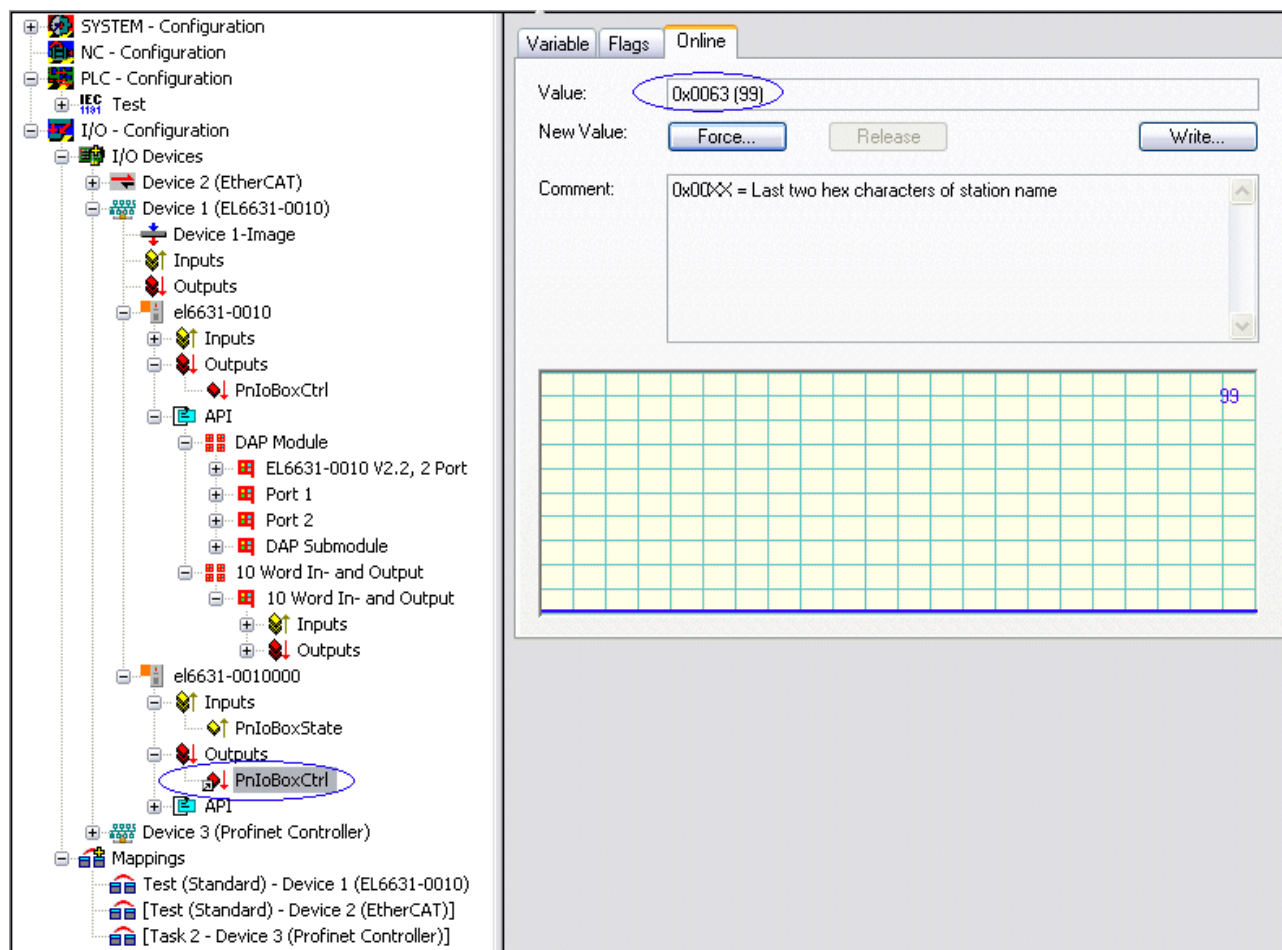
然后使用 System Manager 树形结构中的名称。例如，此时树形结构中的名称为“el6631-test-name”。



附图 21: TwinCAT 树形结构：分配 PROFINET 站名

#### 4.1.3 通过链接到 PLC 程序变量进行分配

这与 BK9103 中的 DIP 拨码类似，可通过 PLC 任务进行。激活时，必须启用“Generate Station Name from Control”。作为标记，原来的从站名称后面将自动添加后缀 000（默认名称：“tcpnodevice”）。



附图 22: TwinCAT 树形结构中的节点名称

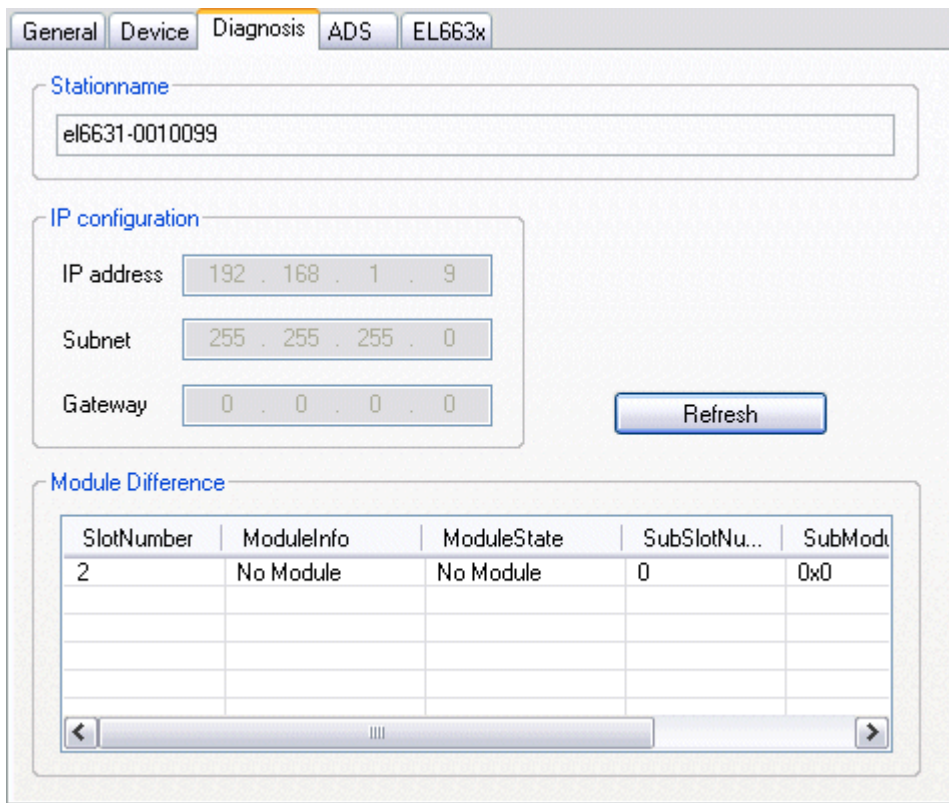
## i 节点名称

该节点名称不再与 PROFINET 站名一致！PROFINET 协议的控制字用于辅助指定名称。这意味着输入的编号（数值范围 0 - 255）将作为当前从站名的后缀。此外，控制字必须链接到一个任务。随后必须重新启动 TwinCAT。例如，如果现在任务链接到控制字 PnIoBoxCtrl 的变量值为 11，则其先前的站名将从“tcpnodevice”变为“tcpnodevice011”。当前树形结构中的节点名称仍为“tcpnodevice000”。

可通过“PROFINET diagnosis”选项卡检查当前使用的站名和 IP 配置。

### 4.2 诊断

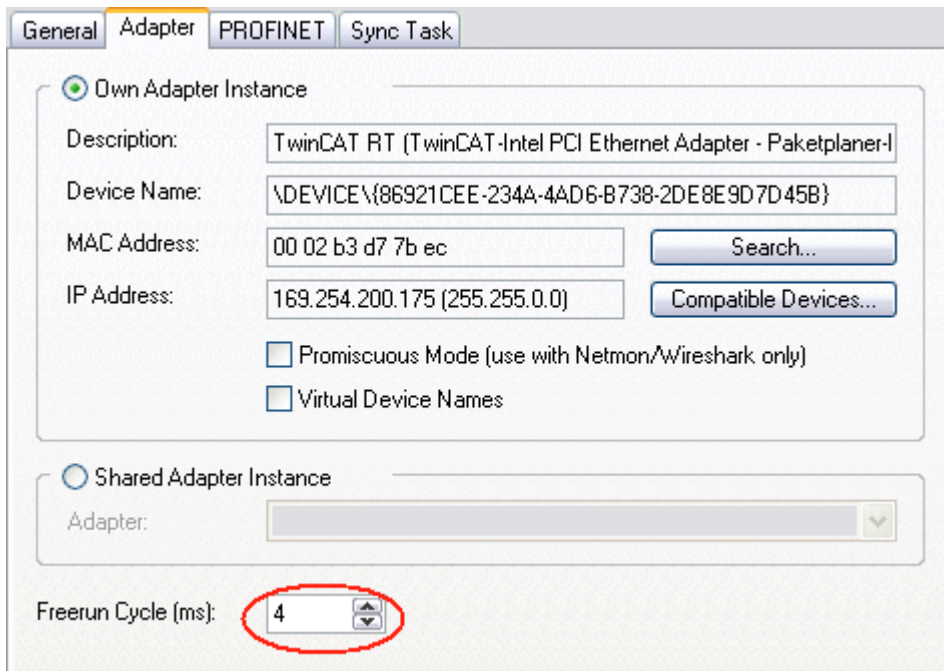
实际 PROFINET 名称显示在“diagnostics”选项卡上。IP Configuration 区中各项的值在 PN 启动时由主站分配。如果名义配置与实际配置不一致，则显示在“Module Difference”区域。否则，该区域应为空。



附图 23: “diagnostics” 选项卡

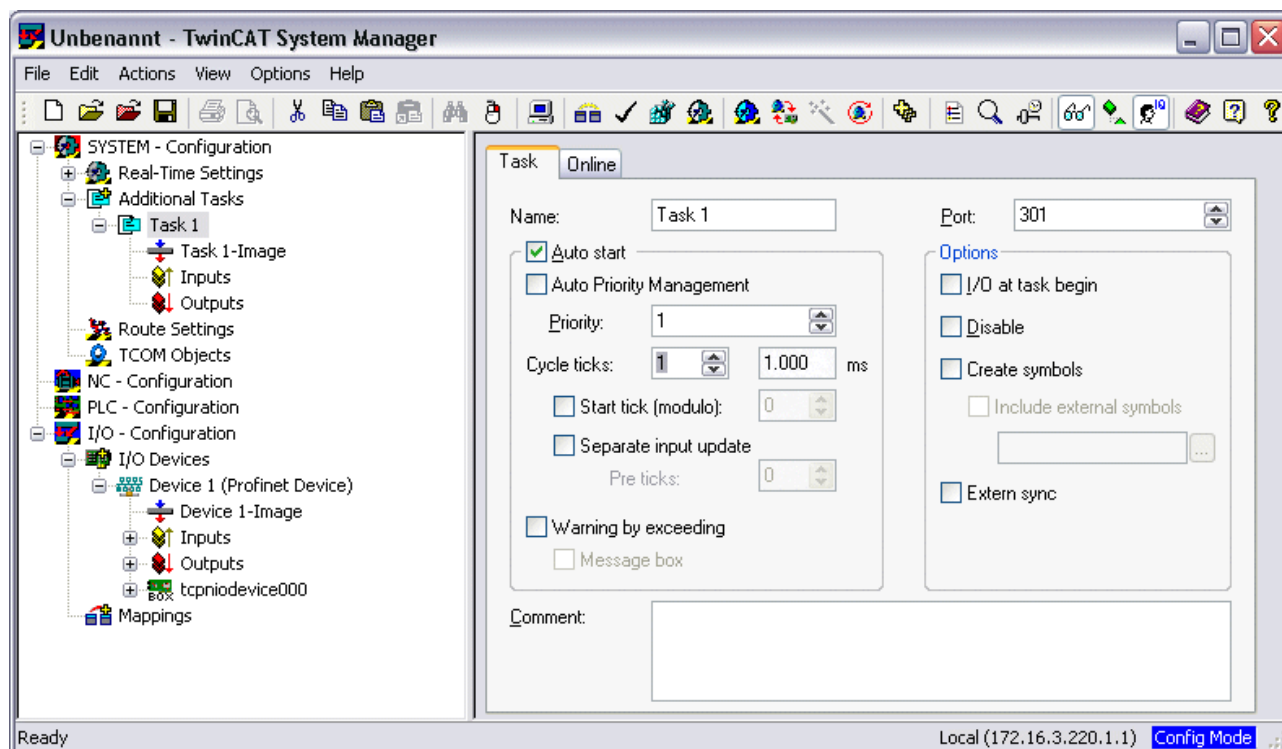
## 5. 周期

设备可以在 PROFINET 规定的 1 ms 最小周期运行!



附图 24: “Adapter” 选项卡, 设置周期

如果要在 RUN 模式下运行 TwinCAT, 必须创建一个任务。最简单的例子就是前面提到的 SyncTask 同步任务。任务的调用时间不得长于 PROFINET 周期! 如果创建了第二个任务, 例如 PLC 任务, 运行速度也会变慢。



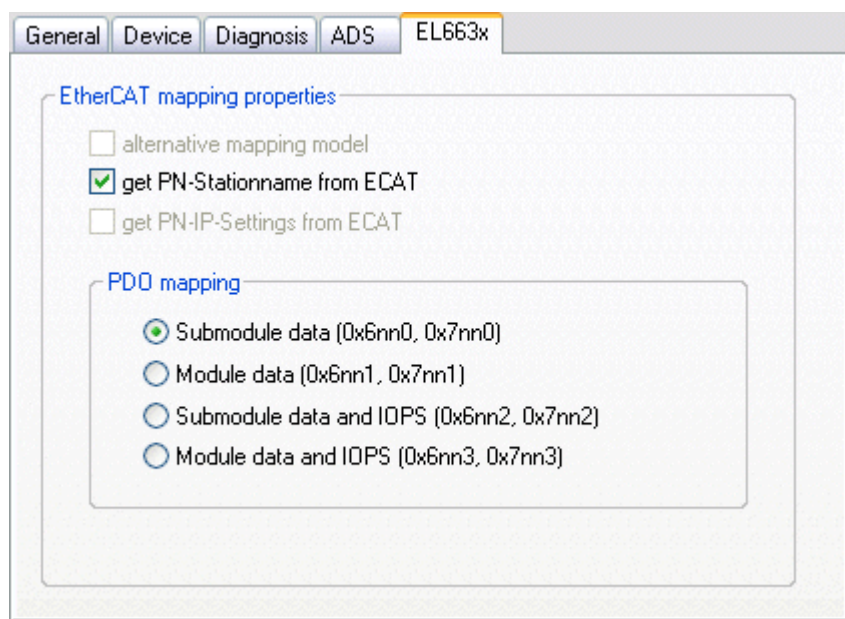
附图 25: 插入任务

如果是性能一般的设备（如使用 E-bus 的 CX1000 和 CX9000），CPU 负载可能会达到极限。此时要提高性能，可从以下方面考虑优化措施：

- 是否可以只使用一个 PLC 任务？
- 周期必须是 1 ms 吗？
- 如果使用两个任务，能否缩短 PLC 任务时间？
- 是否需要多个虚拟 PROFINET 设备？

## 6. PDO 映射

PDO 映射描述了如何在 EtherCAT 中表示 PROFINET 数据。如果使用 TwinCAT，则应选择“子模块数据”（Submodule data）设置。



附图 26: “EL663x” 选项卡

## 5 TwinCAT Supplement 功能插件

### 5.1 TwinCAT 2.10

#### 5.1.1 在 TwinCAT 2.10 中的集成 PROFINET Device



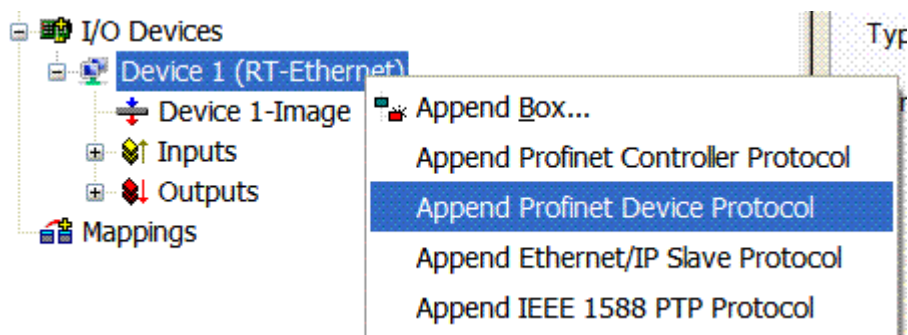
#### 安装

不再提供TwinCAT 2.10 的安装版本。请使用 TwinCAT V2.11 或联系倍福支持中心 [► 81]。

#### 1. 集成 PROFINET Protocol

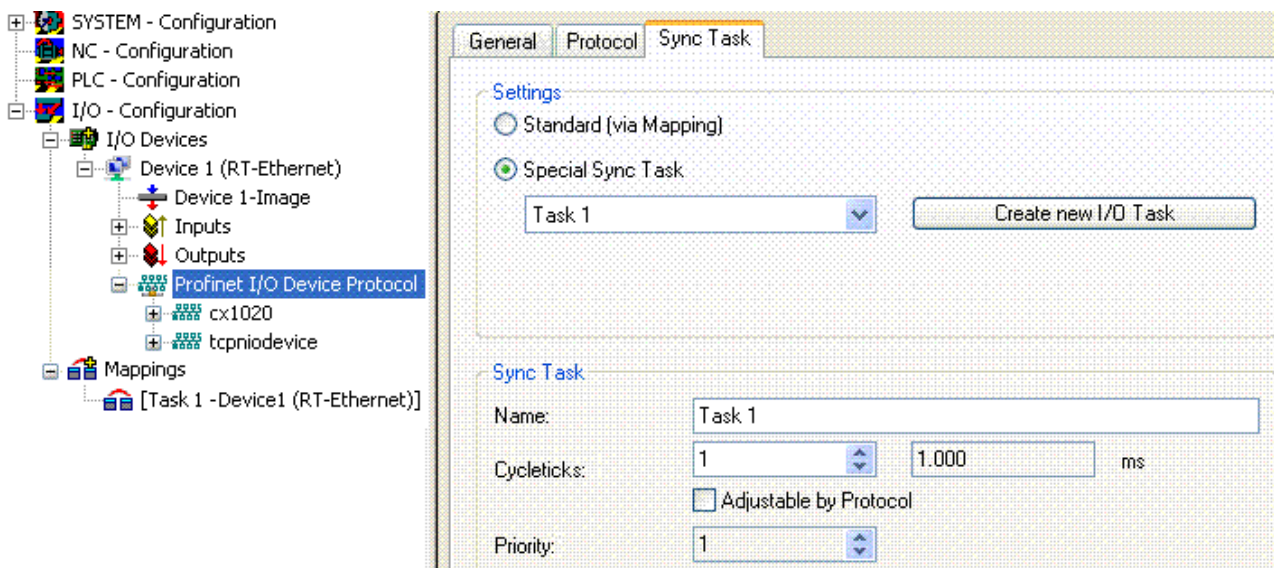
首先，必须添加一个实时以太网设备。必须为该接口指定一个适配器。它由网卡的 MAC 和 IP 地址组成。例如，要对 CX9000 进行参数设置，就必须先远程访问目标系统，然后再选择相应的以太网端口。

然后通过鼠标右键添加 PROFINET Protocol。准确来说，只能添加一个 TwinCAT Device Protocol！



附图 27: 插入 PROFINET Device Protocol

使用的 NetID 可在“Protocol”选项卡下找到。这是 ADS 访问所必需的。此外，还可以在“Sync Task”选项卡中为 PROFINET 通信指定一个自由运行的任务（这也是推荐做法）。这样，Profinet 的实时通信就可以独立于 PLC 任务运行。不过，出于性能考虑（例如使用 CX9000 时），可以不使用 Sync Task 同步任务，而采用标准映射，此时必须运行一个 PLC 任务才能进行 PROFINET 通信。



附图 28: “Sync Task”选项卡

然后集成一个 GSDML 形式的从站（鼠标右键点击“PROFINET I/O Device Protocol”）。还可以在 TwinCAT 中配置多个虚拟 PROFINET 设备。每个设备同时又被视作自己的适配器，即每个虚拟设备都被指定一个保留范围内的默认 MAC 地址。为避免可能出现的地址冲突，还可以更改虚拟设备的 MAC 地址。重新启动后，设备在



链路中（或“General”选项卡中）的名称也将用作 PROFINET 站名。Profinet Controller 可以根据不同的 MAC 地址和名称来区分链路中的多个设备。相应地，各个虚拟设备也可以通过 PLC 任务等方式从 E-bus 连接端子模块。因此，E-bus 中的多个 EL6631-0010 端子模块可配置为单独的 PROFINET 设备！

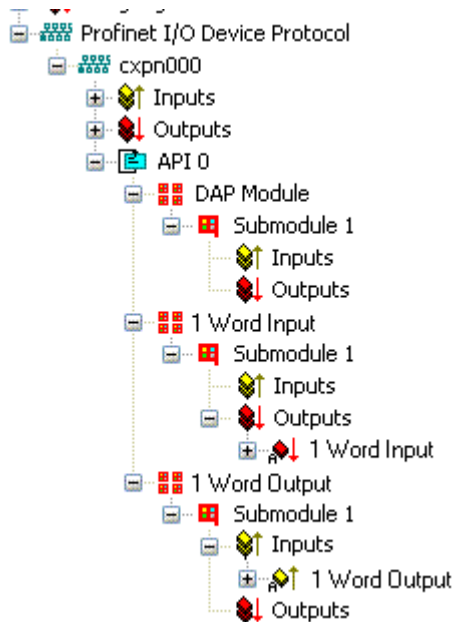
在 PROFINET 中，可在一个设备中定义不同的用户配置文件（API - Application Process Instance 应用过程实例）。在 TwinCAT 中，每个设备只允许/支持一个 API！

根据 PROFINET 协议，DAP（Device Access Point 设备接入点）总是定义在 Slot 0 上。其中定义了设备专用数据。虽然根据 PROFINET 协议可以定义多个 DAP，不过 TwinCAT 中目前只能定义一个！

## 2. 过程数据

将所需 Module 模块集成到 API 中时，过程数据可从 Slot 1 插入。目前，每个 module 模块（Slot 槽）都只有一个 submodule 子模块（Sub-slot 子槽）。通过指定数据类型/数据宽度（如 byte, word, dword, float 32）来配置 Module 模块，从而创建 PROFINET 通讯的过程数据。

TwinCAT 中指定的输入和输出始终是从 TwinCAT 的角度而言，也就是说，TwinCAT 的输入就是 Profinet Controller 的输出！因此，PROFINET I/O Device 的数据表示如下：

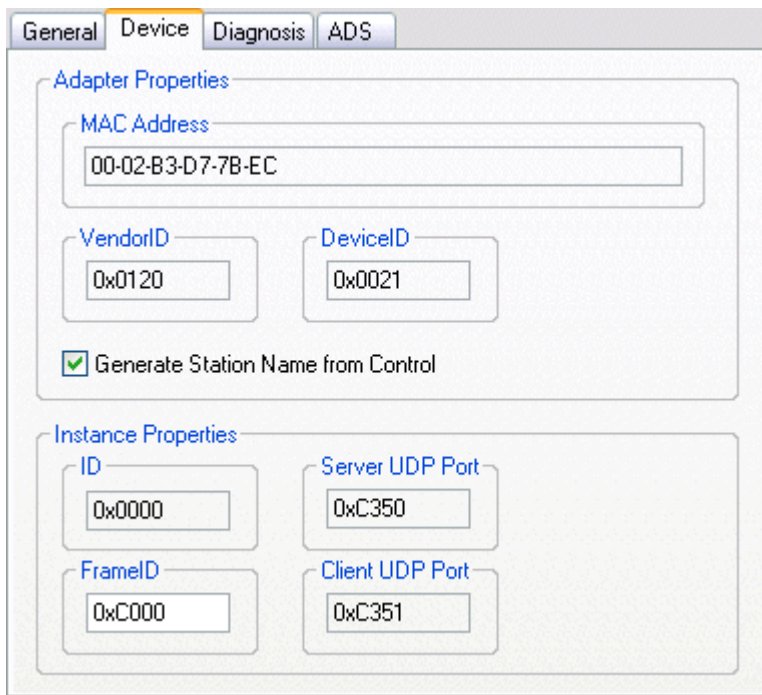


附图 29: PROFINET I/O device的输入/输出表示方法

这种表示方法仅适用于 TwinCAT PROFINET Device，如果是 TwinCAT Profinet Controller，显示结果则完全不同！

## 3. 常规设置

在“PROFINET Device”选项卡中，可以更改 Instance ID、PROFINET Frame ID 以及 Client 和 Server 的 UDP 端口。不过，默认设置就可以满足正常操作的需要！



附图 30: “Device” 选项卡

PROFINET 站名的分配还有另外一种方法。这与 BK9103 中的 DIP 拨码类似，可通过 PLC 任务进行。激活时，必须启用“Generate Station Name from Control”。作为标记，原来的从站名称后面将自动添加后缀 000（默认名称：“tcpnodevice”）。

### ● 节点名称

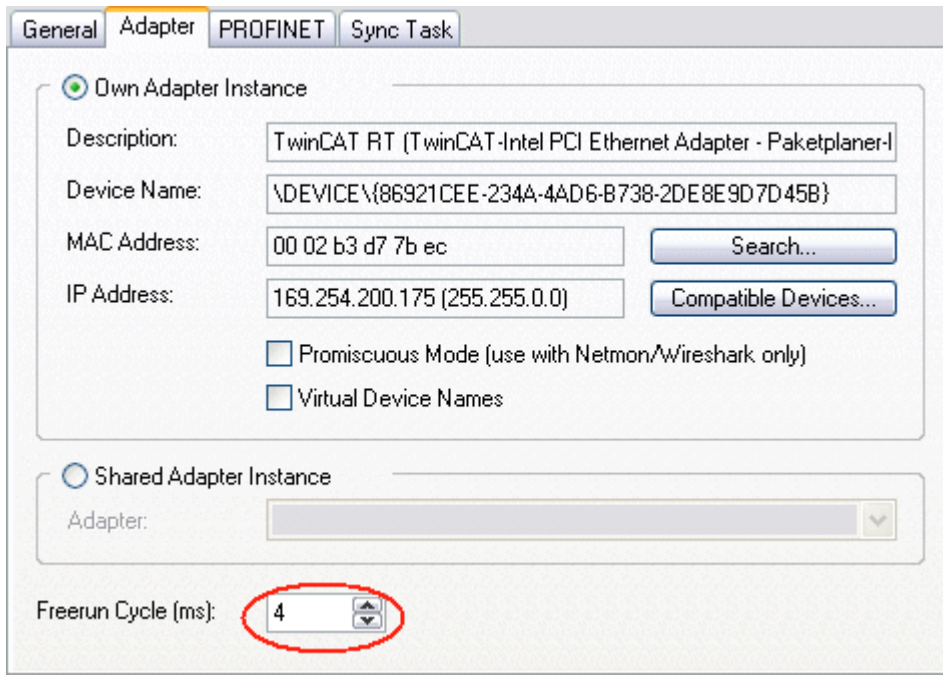
**i** 该节点名称不再与 PROFINET 站名一致！PROFINET 协议的控制字用于辅助指定名称。这意味着输入的编号（数值范围 0 - 255）将作为当前从站名的后缀。此外，控制字必须链接到一个任务。随后必须重新启动 TwinCAT。例如，如果现在任务链接到控制字 PnIoBoxCtrl 的变量值为 11，则其先前的站名将从“tcpnodevice”变为“tcpnodevice011”。当前树形结构中的节点名称仍为“tcpnodevice000”。

可通过“PROFINET diagnosis”选项卡检查当前使用的站名和 IP 配置。

## 4. 周期

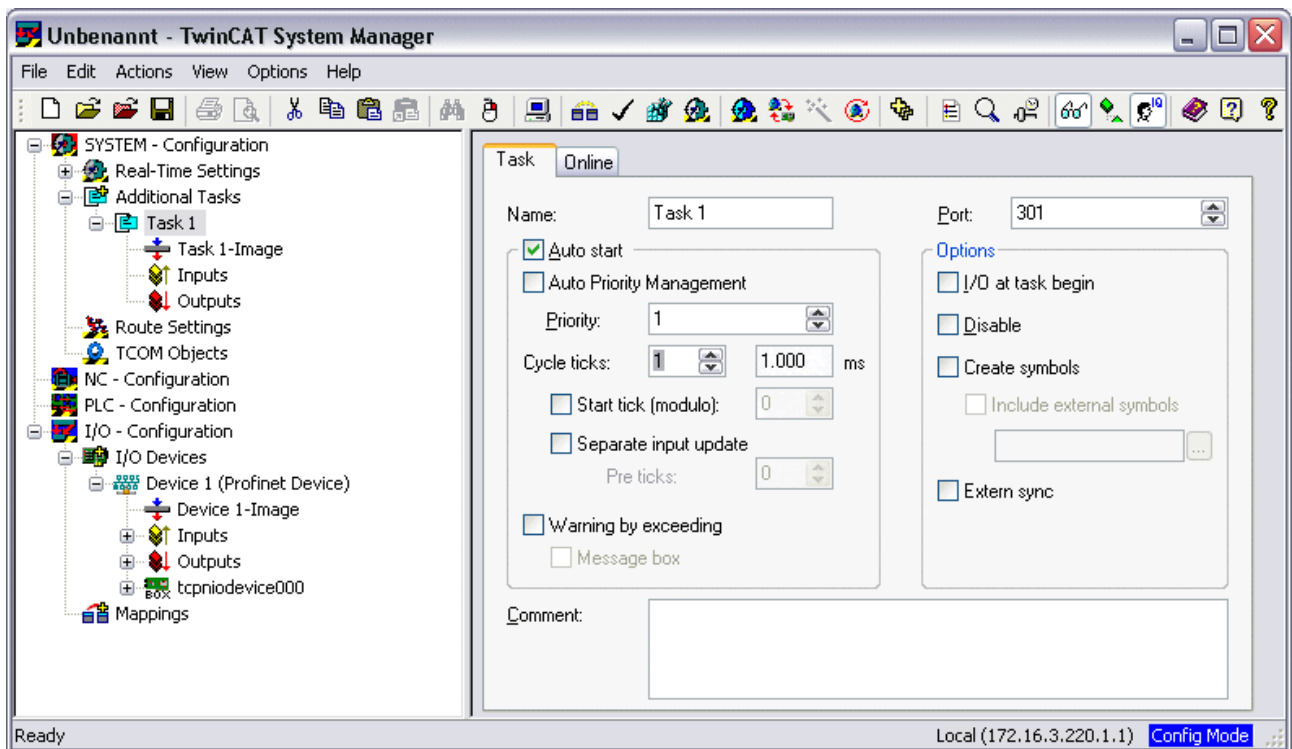
设备可以在 PROFINET 规定的 1 ms 最小周期运行！

如果 TwinCAT 运行在 FREERUN 模式下，切记所设置的 free run 周期不得长于 PROFINET 周期！



附图 31: “Adapter” 选项卡

如果要在 RUN 模式下运行 TwinCAT，必须创建一个任务。最简单的例子就是前面提到的 SyncTask 同步任务。任务的调用时间不得长于 PROFINET 周期！如果创建了第二个任务，例如 PLC 任务，运行速度也会变慢。



附图 32: 创建任务

如果是性能一般的设备（如使用 E-bus 的 CX1000 和 CX9000），CPU 负载可能会达到极限。此时要提高性能，可从以下方面考虑优化措施：

- 是否可以只使用一个 PLC 任务？
- 周期必须是 1 ms 吗？
- 如果使用两个任务，能否缩短 PLC 任务时间？
- 是否需要多个虚拟 PROFINET 设备？

## 5.2 TwinCAT 2.11

### 5.2.1 技术数据 – PROFINET RT

使用 TwinCAT 2.11 时，所有目标系统（例如 CX 控制器）都必须安装 TwinCAT 2.11 版本。

技术数据	Supplement 功能插件
PROFINET 版本	RT 等级 1，一致性等级 B
设备接口数量 <sup>1)</sup>	8
拓扑结构	任意
用户数据的数量	每个设备的最大用户数据量为一个以太网帧的长度 <sup>2)</sup> 1500 字节的用户数据，包括 IOPS 和 IOCS
周期	≥ 1 ms

<sup>1)</sup> 参见“虚拟 PROFINET 设备”章节

<sup>2)</sup> 取决于任务周期、PROFINET 周期和所使用的 CPU

#### ● 运行所需的条件

**i** 使用 PROFINET Supplement 功能插件时必须注意以下几点：

- 仅可使用搭载 Intel 芯片组的以太网卡。
- 必须安装 RealTime Ethernet（实时以太网）驱动程序。
- 不得通过此接口再连接其它实时协议。
- 只能保证在发送方向上的实时性，而在接收方向上，有可能因使用错误而无法保证实时性，例如，通过此接口复制大量数据。  
建议 PROFINET 网络与其它网络分开。

### 5.2.2 在 TwinCAT 2.11 中的集成 PROFINET Device

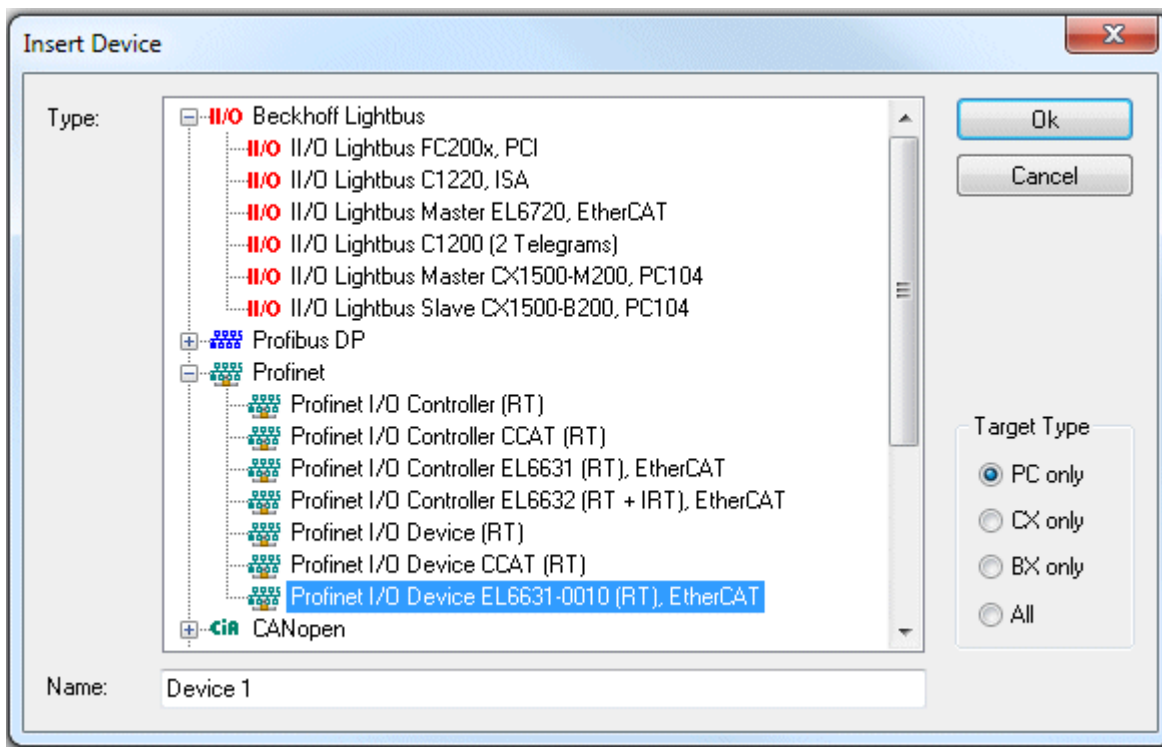
本说明适用于 PROFINET Device Supplement。

#### ● 安装

**i** 为确保 Supplement 的正确安装，TC2 的版本应不低于 TwinCAT 2.11 build 1546。如果 TwinCAT 的版本较旧，建议进行更新。其它情况请联系倍福支持中心 [▶\_81]。

#### 1. 集成 PROFINET Protocol

首先必须添加 PROFINET Device。

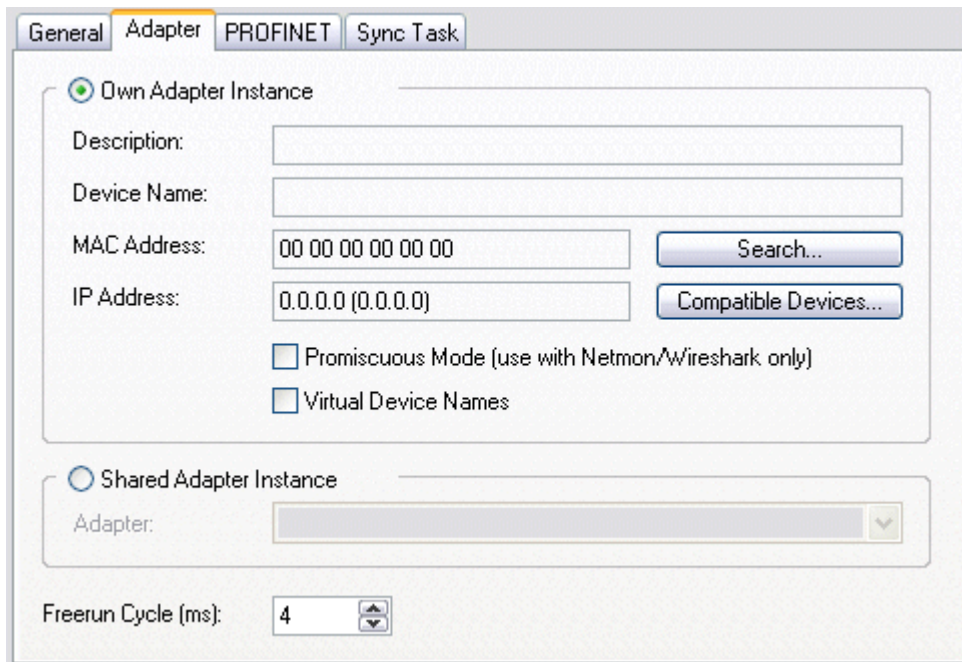


附图 33: “Insert Device” 对话框

**i** 网卡

如果未找到网卡，要么是 TwinCAT 未处于 Config 模式，要么是未正确安装 RealTime Ethernet（实时以太网）驱动程序。

必须为该接口指定一个适配器。它由网卡的 MAC 和 IP 地址组成。使用“Search”查找相应的网卡。



附图 34: “Search” 按钮，网卡选择

**MAC 地址 (MAC Address) :**  
以太网卡的 MAC 地址（只读）

**IP 地址 (IP Address) :**  
网卡的 IP 地址（只读）。IP 地址是从操作系统中读取的，与稍后要使用的 PROFINET IP 地址无关。

## ● 网卡的 IP 地址

**i** 请注意，PROFINET 设备的 IP 地址和以太网卡的 IP 地址并不相同！PROFINET 驱动程序使用的虚拟 IP 地址不得与操作系统的 IP 地址相同！

**混合模式 (Promiscuous Mode) :**  
记录以太网帧所需的模式，通常应关闭。

**虚拟设备名称 (Virtual Device Names) :**  
用于网卡的虚拟名称。

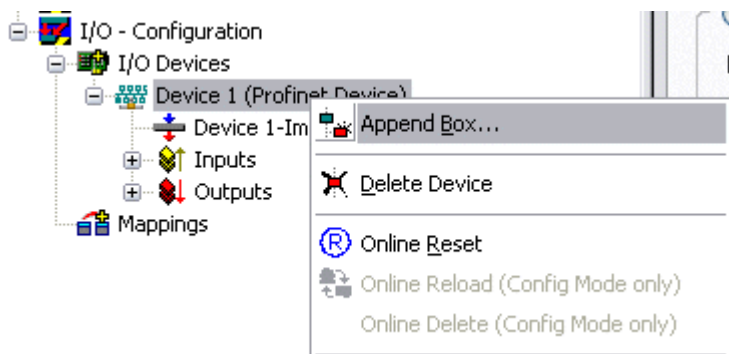
**共享适配器接口 (Shared Adapter Interface) :**  
出于兼容性考虑包括在内，但不能与 PROFINET 一起使用。

**自由运行周期 (Freerun Cycle) :**  
Config 模式下的周期（非实时）。如果 TwinCAT 运行在 FREERUN 模式下，切记所设置的 free run 周期不得长于 PROFINET 周期！

例如，如果要对 CX9000 进行参数设置，必须首先远程访问目标系统，然后再选择相应的以太网端口。

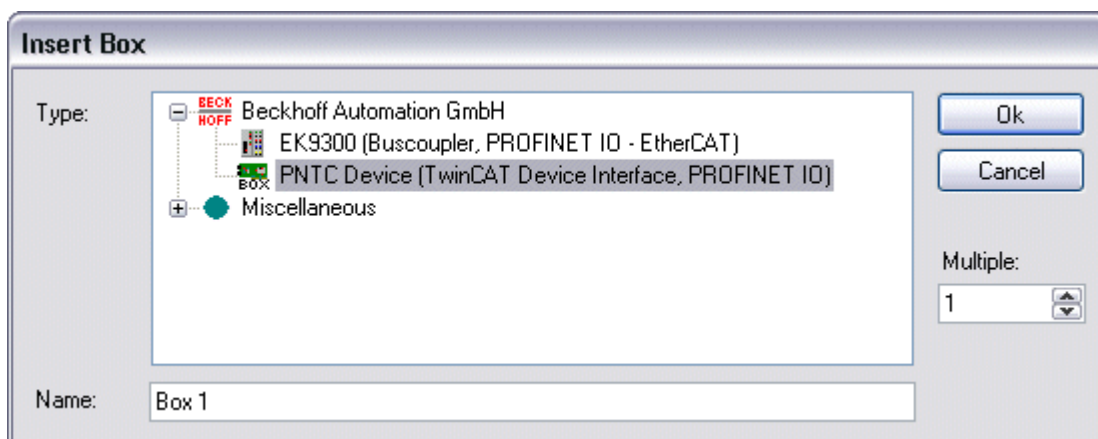
使用的 NetID 可在“Protocol”选项卡下找到。这是 ADS 访问所必需的。此外，还可以在“Sync Task”选项卡中为 PROFINET 通信指定一个自由运行的任务（这也是推荐做法）。这样，Profinet 的实时通信就可以独立于 PLC 任务运行。不过，出于性能考虑（例如使用 CX9000 时），可以不使用 Sync Tasks（同步任务），而采用 standard mapping（标准映射），此时必须运行一个 PLC 任务才能进行 PROFINET 通信。

然后通过鼠标右键添加 PROFINET Protocol。准确来说，只能添加一个 TwinCAT Device Protocol！



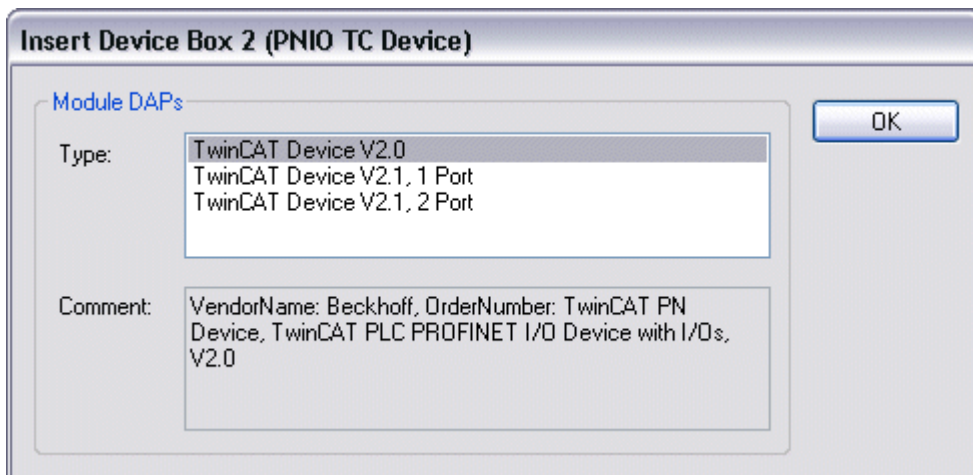
附图 35: 插入 PROFINET Protocol (TwinCAT Device Protocol)

然后集成一个 GSDML 形式的从站（鼠标右键点击“PROFINET Device”）。



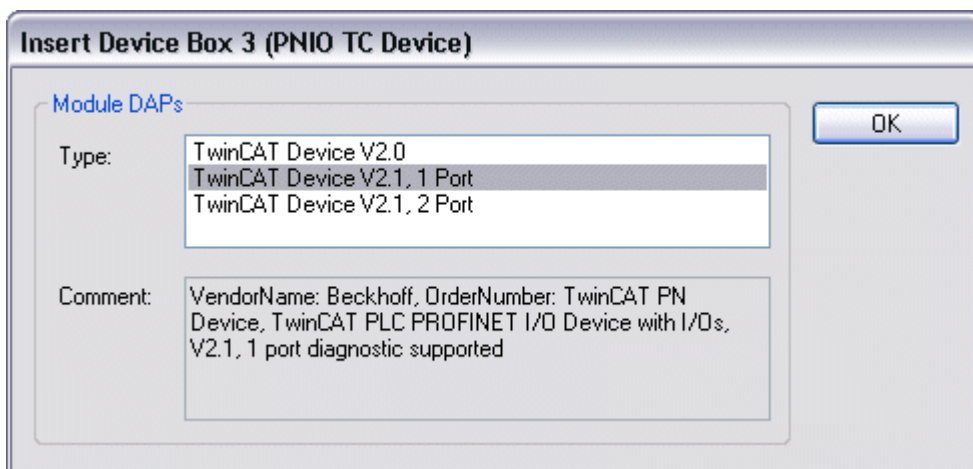
附图 36: “Insert Box”对话框

基于 V2.0 版本，集成不带端口诊断功能的以太网接口，无 LLDP（链路层发现协议），



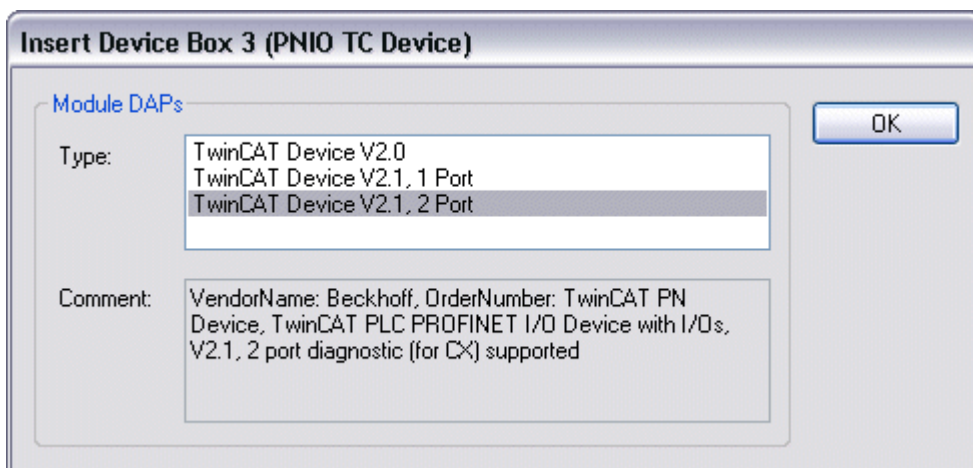
附图 37: 集成任何无端口诊断功能的以太网接口

基于 V2.1 版本，集成带端口诊断功能的简单以太网接口（无内置交换机，如 CX1010 或 FC90xx）。



附图 38: 集成有端口诊断功能的简单以太网接口

基于 V2.1 版本，集成带端口诊断功能及内置交换机的以太网接口（如 CX1020）。



附图 39: 集成带端口诊断功能及内置交换机的以太网接口

### 虚拟 PROFINET 设备

还可以在 TwinCAT 中配置多个虚拟 PROFINET 设备（Supplement 功能插件中最多可配置 7 个，EL6631-0010 中最多可配置 1 个）。每个设备同时又被视作自己的适配器，即每个虚拟设备都被指定一个保留范围内的默认 MAC 地址。为避免可能出现的地址冲突，虚拟设备 MAC 地址的最后一个字节是可以修改的。重新启动后，设备在链路中（或“General”选项卡中）的名称也将用作 PROFINET 站名。Profinet Controller 可以根据不同的 MAC 地址和名称来区分链路中的多个设备。

因此，在 PROFINET Device Supplement 中，每个以太网接口可使用 8 台设备，并与 8 个不同的 Profinet Controller 进行通信。

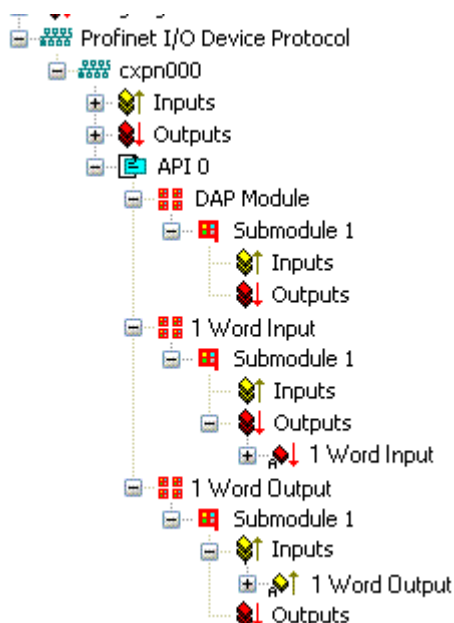
在 PROFINET 中，可在一个设备中定义不同的用户配置文件（API - Application Process Instance 应用过程实例）。准确来说，TwinCAT 中的每个设备允许使用/支持一个 API。

根据 PROFINET 协议，DAP（Device Access Point 设备接入点）总是定义在 Slot 0 上。其中定义了设备专用数据。虽然根据 PROFINET 协议可以定义多个 DAP，不过 TwinCAT 中目前只能定义一个！

## 2. 过程数据

将所需 Module 模块集成到 API 中时，过程数据可从 Slot 1 插入。目前，每个 module 模块（Slot 槽）都只有一个 submodule 子模块（Sub-slot 子槽）。通过指定数据类型/数据宽度（如 byte, word, dword, float 32）来配置 Module 模块，从而创建 PROFINET 通讯的过程数据。

TwinCAT 中指定的输入和输出始终是从 TwinCAT 的角度而言，也就是说，TwinCAT 的输入就是 Profinet Controller 的输出！因此，PROFINET I/O Device 的数据表示如下：



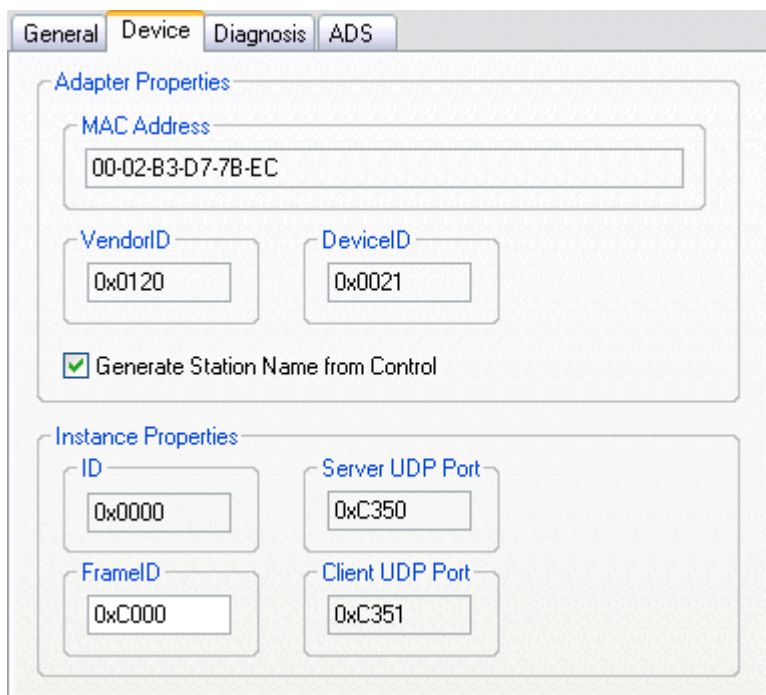
附图 40: PROFINET I/O Device 输入/输出数据的表示方法

这种表示方法仅适用于 TwinCAT PROFINET Device，如果是 TwinCAT Profinet Controller，显示结果则完全不同！

## 3. 常规设置

可以在“PROFINET Devices”选项卡上更改 Instance ID。不过，默认设置就可以满足正常操作的需要！





附图 41: “Device”选项卡

PROFINET 站名的分配还有另外一种方法。这与 BK9103 中的 DIP 拨码类似，可通过 PLC 任务进行。激活时，必须启用“Generate Station Name from Control”。作为标记，原来的从站名称后面将自动添加后缀 000（默认名称：“tcpnodevice”）。

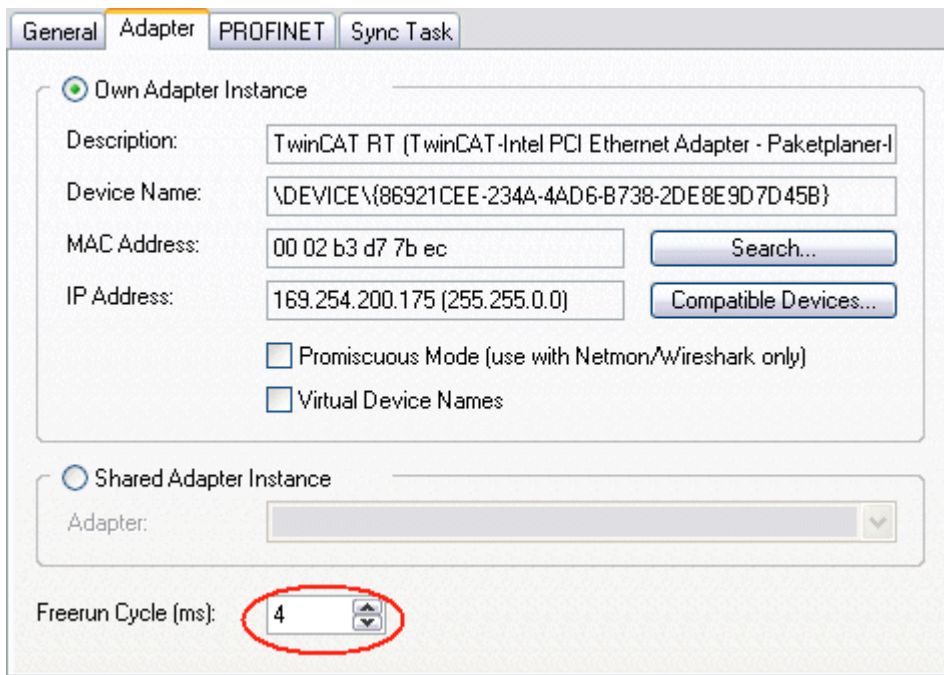
### ● 节点名称

**i** 该节点名称不再与 PROFINET 站名一致！PROFINET 协议的控制字用于辅助指定名称。这意味着输入的编号（数值范围 0 - 255）将作为当前从站名的后缀。此外，控制字必须链接到一个任务。随后必须重新启动 TwinCAT。例如，如果现在任务链接到控制字 PnIoBoxCtrl 的变量值为 11，则其先前的站名将从“tcpnodevice”变为“tcpnodevice011”。当前树形结构中的节点名称仍为“tcpnodevice000”。

可通过“PROFINET diagnosis”选项卡检查当前使用的站名和 IP 配置。

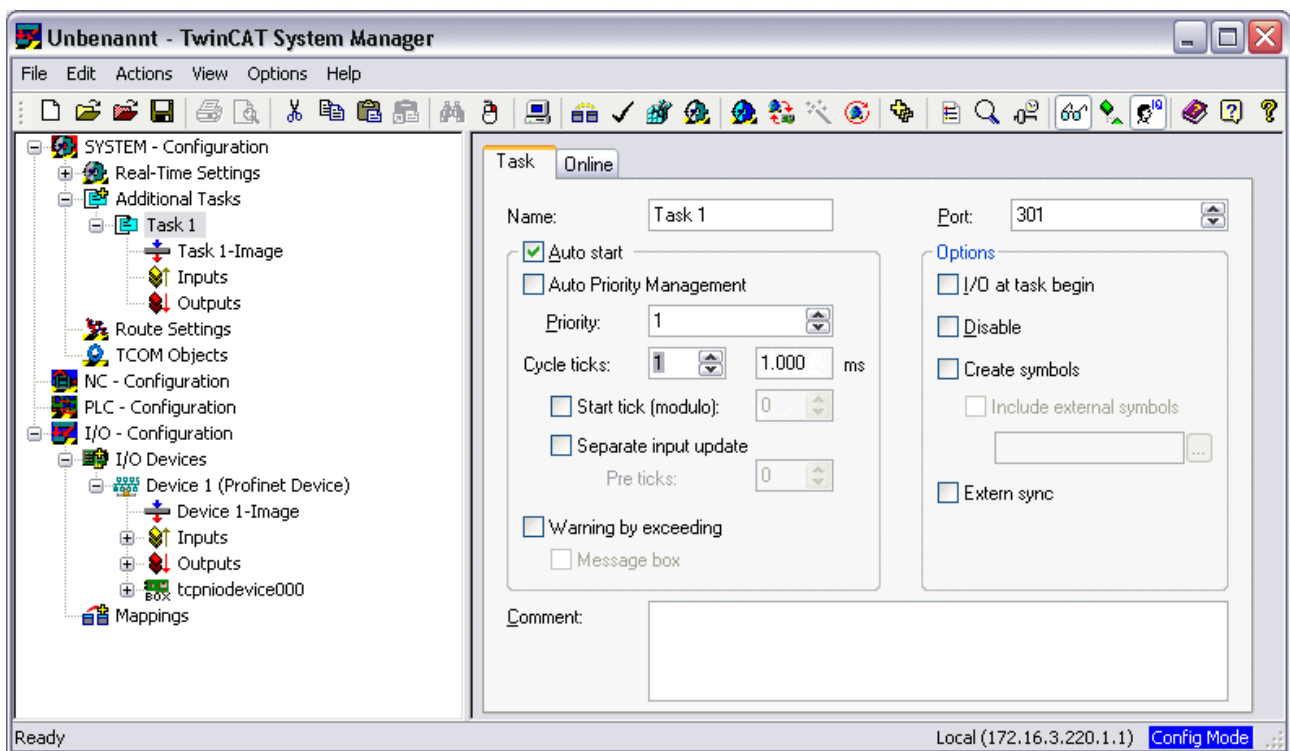
## 4. 周期

设备可以在 PROFINET 规定的 1 ms 最小周期运行！



附图 42: “Adapter” 选项卡, 设置周期

如果要在 RUN 模式下运行 TwinCAT, 必须创建一个任务。最简单的例子就是前面提到的 SyncTask 同步任务。任务的调用时间不得长于 PROFINET 周期! 如果创建了第二个任务, 例如 PLC 任务, 运行速度也会变慢。



附图 43: 在 TwinCAT 树形结构中创建任务

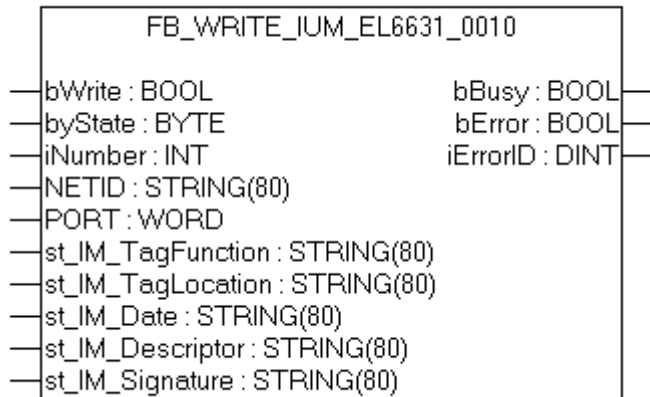
如果是性能一般的设备 (如使用 E-bus 的 CX1000 和 CX9000), CPU 负载可能会达到极限。此时要提高性能, 可从以下方面考虑优化措施:

- 是否可以只使用一个 PLC 任务?
- 周期必须是 1 ms 吗?
- 如果使用两个任务, 能否缩短 PLC 任务时间?
- 是否需要多个虚拟 PROFINET 设备?

## 6 TwinCAT 库和编程

### 6.1 功能

#### 6.1.1 功能块 FB\_Write\_IuM\_EL6631\_0010



附图 44: 功能块 FB\_Write\_IuM\_EL6631\_0010

该功能块根据 PROFINET 规范通过 EtherCAT 将 I&M1、I&M2、I&M3 和 I&M4（标识和维护）数据以字符串的形式写入 PROFINET 设备。

#### VAR\_INPUT

```

VAR_INPUT
  bWrite      : BOOL;
  NETID       : STRING; (* AMS NET ID EtherCAT Master *)
  PORT        : WORD;   (* EtherCAT Slave address *)
  byState     : BYTE;   (* Bit 0 -> I&M1 || Bit 1 -> I&M2 || Bit 2 -> I&M3 || Bit 3 -
> I&M4*)
  iNumber     : INT:=0; (* "0"=EL6631-0010 or "1"=vitual EL6631-0010*)
  st_IM_TagFunction : STRING; (* I&M1 byState.0=TRUE*)
  st_IM_TagLocation : STRING; (* I&M1 byState.0=TRUE*)
  st_IM_Date   : STRING; (* I&M2 byState.1=TRUE*)
  st_IM_Descriptor : STRING; (* I&M3 byState.2=TRUE*)
  st_IM_Signature : STRING; (* I&M4 byState.3=TRUE*)END_VAR

```

**bWrite:** 该输入的上升沿激活功能块，I&M 数据被写入 PROFINET 设备。

**NETID:** PN Controller的 AMS Net ID

**PORT:** PN Controller与设备通信的端口（端口 = 设备 ID + 1000<sub>hex</sub>）

**byState:** 该字节可用于选择要写入的 I&M 数据。

**iNumber:** 一个端子模块可以映射 2 台 PROFINET 设备。*iNumber*（“0”或“1”）用于选择要写入 I&M 数据的设备。

**st\_IM\_TagFunction:** 向设备写入设备功能标签。

**st\_IM\_Taglocation:** 向设备写入设备安装位置标签。

**st\_IM\_Date:** 向设备写入设备安装日期。

**st\_IM\_Descriptor:** 向设备写入制造商描述。

**st\_IM\_Signature:** 向设备写入制造商签名。

**VAR\_OUTPUT**

```

VAR_OUTPUT
  bBusy      : BOOL;
  bError     : BOOL;
  iErrorID   : DINT;
END_VAR

```

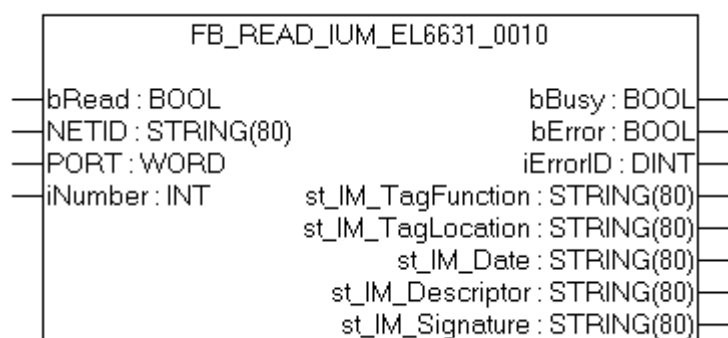
**bBusy:** 激活功能块时，该输出被置位并保持，直至收到反馈的执行结果。当 `Busy = TRUE` 时，输入将不接受任何新命令。

**bError:** 在命令传输过程中出现错误时，如果 `bBusy` 复位，该输出即被置位。

**iErrorID:** 输出 `bError` 被置位时，提供 ADS 错误编号。

开发环境	目标平台	要连接的 PLC 库
TwinCAT v2.11.0 R3	PC 或 CX (x86、ARM)	TcProfinetDiag.Lib

## 6.1.2 功能块 FB\_Read\_IuM\_EL6631\_0010



附图 45: 功能块 FB\_Read\_IuM\_EL6631\_0010

该功能块通过 EtherCAT 从 PROFINET 设备以字符串的形式读取 I&M1、I&M2、I&M3 和 I&M4（标识和维护）数据。如果 PROFINET 设备使用 EtherCAT，则通过 CoE（CAN over EtherCAT）读取 I&M0 数据。

**VAR\_INPUT**

```

VAR_INPUT
  bRead      : BOOL;
  NETID     : STRING; (* AMS NET ID EtherCAT Master *)
  PORT      : WORD;   (* EtherCAT Slave address *)
  iNumber   : INT;   (* "0"=EL6631-0010 or "1"=vital EL6631-0010*)
END_VAR

```

**bRead:** 该输入的上升沿激活功能块，从 PROFINET 设备读取 I&M 数据。

**NETID:** PN Controller 的 AMS Net ID

**PORT:** PN Controller 与设备通信的端口（端口 = 设备 ID + 1000<sub>hex</sub>）

**iNumber:** `iNumber`（“0”或“1”）用于选择要读取 I&M 数据的设备。

**VAR\_OUTPUT**

```

VAR_OUTPUT
  bBusy      : BOOL;
  bError     : BOOL;
  iErrorID   : DINT;
  st_IM_TagFunction : STRING; (* I&M1 *)
  st_IM_TagLocation : STRING; (* I&M1 *)
  st_IM_Date     : STRING; (* I&M2 *)
  st_IM_Descriptor : STRING; (* I&M3 *)
  st_IM_Signature : STRING; (* I&M4 *)
END_VAR

```

**bBusy:** 激活功能块时，该输出被置位并保持，直至收到反馈的执行结果。当 `Busy = TRUE` 时，输入将不接受任何新命令。

**bError:** 在命令传输过程中出现错误时，如果 *bBusy* 复位，该输出即被置位。

**iErrorID:** 输出 *bError* 被置位时，提供 ADS 错误编号。

**st\_IM\_TagFunction:** 读取的设备功能标签。

**st\_IM\_TagLocation:** 读取的设备安装位置标签。

**st\_IM\_Date:** 读取的设备安装日期

**st\_IM\_Descriptor:** 返回存储的设备制造商描述。

**st\_IM\_Signature:** 返回存储的设备制造商签名。

开发环境	目标平台	要连接的 PLC 库
TwinCAT v2.11.0 R3	PC 或 CX (x86、ARM)	TcProfinetDiag.Lib

## 7 附录

### 7.1 常见问题

以下是常见问题的解答信息，并给出了 PROFINET 系统配置方面的提示。如果不遵守这些规定，可能会导致未知结果。在本章中可以找到一些诊断方法。

#### 7.1.1 设备描述文件（GSDML）/DeviceAccessPoint（DAP）

##### 设备描述文件（GSDML）/DeviceAccessPoint（DAP）

- 系统中是否有 GSDML？
- 两个系统的版本是否一致？
  - 建议在两个系统上使用相同的 GSDML/DAP 版本。
  - 使用的是最新版本吗？
- GSDML 的路径是否正确？
  - TwinCAT 2: C:\TwinCAT\Io\ProfiNet
  - TwinCAT 3: C:\TwinCAT\3.1\Config\Io\Profinet
- 是否使用了正确的 GSDML？
  - 版本
  - 可能需要联系供应商/制造商，或在供应商网站上搜索相应的 GSDML。
- 在哪里可以找到 GSDML 文件？
  - 倍福产品的 GSDML 文件通常在安装 TwinCAT 时一并提供。
  - 在倍福网站上，可使用“Download Finder”及其过滤选项进行搜索

Download finder | Beckhoff World

beckhoff.com/en-en/support/download-finder/index-2.html

BECKHOFF New Automation Technology

Beckhoff Worldwide Sign in myBeckhoff

Company Products Industries Support

Support > Download finder

Product news Product finder Beckhoff Information System Download finder

## Download finder

Our download finder contains all the files that we offer you for downloading: from our application reports and technical documents to the configuration files.

The downloads are available in various formats.

On request, we will be glad to send you our catalogs and brochures in printed form. Please use our [online order form](#) to specify your requirements.

**Application notes**

The Application Notes contain application examples for our products.

[Learn more →](#)

**Data sheets**

We offer you PDF data sheets for our accessory products such as cables, lines, connectors, etc.

[Learn more →](#)

**Information media**

Beckhoff provides a great deal of information media, which can be downloaded as PDF files.

[Learn more →](#)

**Configuration files**

Here you will find the appropriate configuration files for various bus systems in different file formats, such as EDS or GSD files.

[Learn more →](#)

附图 46: 网站下载中心

The screenshot shows the Beckhoff website's 'Download finder' interface. At the top, there is a search bar and navigation links. The main content area displays a list of configuration files with filters for 'Media: Configuration files' and 'File type: GSDML'. A sidebar on the right contains a filter menu with 'Items per page' set to 25 and 'File type' set to GSDML. A red box highlights the '25 items' dropdown and the 'GSDML' filter option.

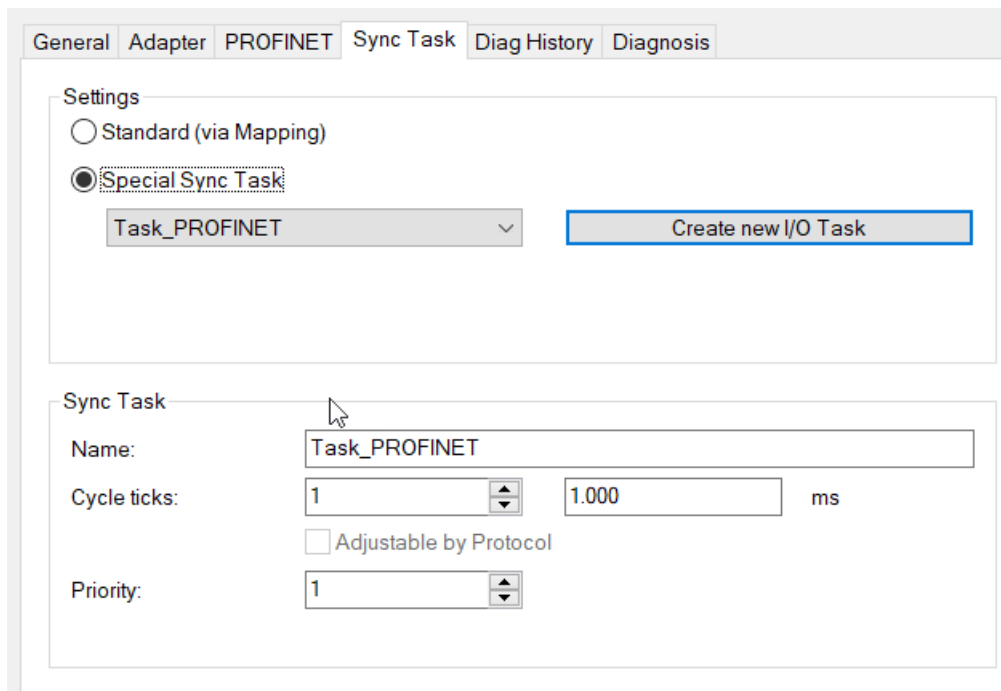
附图 47：网站下载中心（过滤显示）

- 对于其他供应商/制造商的产品，必须联系其供应商或从其网站下载 GSDML 文件。

## 7.1.2 任务配置

### 任务配置

- 是否创建了 free-running（自由运行）任务？
  - 还是使用了“special sync task”？
- 周期是否是2的n次方？
  - 1ms、2ms、4ms、8ms...



附图 48: 设置“特殊同步任务” (Special Sync Task)

- 更多说明请参阅[同步任务](#)章节

### 7.1.3 EL663x-00x0 EtherCAT 端子模块

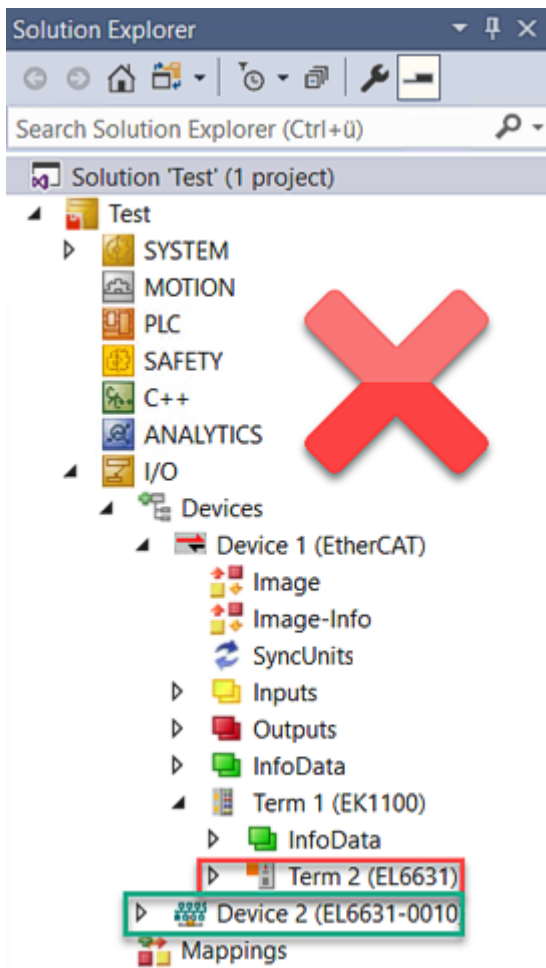
#### EL663x-00x0 EtherCAT 端子模块

- 是否使用了正确的端子模块？
  - EL663x-0000 不能用作 Device (从站)
  - EL6631-0010 不能用作 Controller (主站)

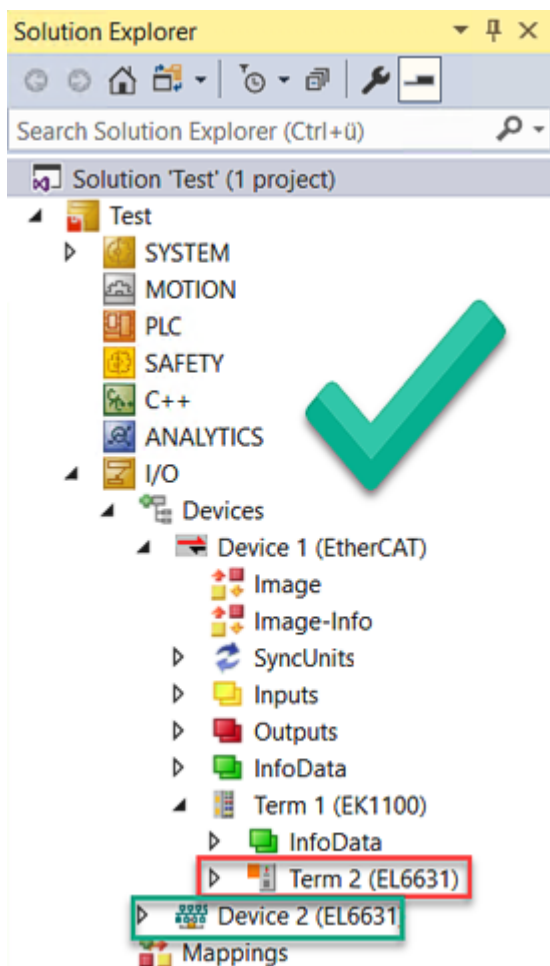
#### EL663x-00x0 EtherCAT 端子模块

- 是否使用了正确的端子模块？
  - EL663x-0000 不能用作 Device (从站)
  - EL6631-0010 不能用作 Controller (主站)





附图 49: 错误的配置



附图 50: 正确的配置

- EtherCAT 诊断
  - EtherCAT 状态 = 运行 (OP)
  - WcState = 0 (数据有效)
- EtherCAT 诊断
  - EtherCAT 状态 = 运行 (OP)
  - WcState = 0 (数据有效)

#### 7.1.4 PROFINET 设备的从站状态

##### PROFINET 设备的从站状态

- 是否建立连接?
  - 请参见从站状态

## 7.2 EtherCAT AL 状态代码

详细信息请参见 [EtherCAT系统描述](#)。

## 7.3 固件兼容性

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

### 注意

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

### 注意

#### 设备损坏风险！

请注意单独页面 [▶ 69] 上的固件更新说明。

如果在固件更新时设备处于 BOOTSTRAP 模式，则在下载新固件时不会检查新固件的适用性。这可能导致设备损坏！因此，请务必确保固件适用于硬件版本！

EL6631-0010			
硬件 (HW)	固件	修订版本号	发布日期
03 - 07	01	EL6631-0010-0016	05/2011
	02	EL6631-0010-0017	12/2012
08-14	02	EL6631-0010-0018	05/2013
	03		05/2014
	04		10/2014
	05		12/2014
	06		05/2015
	07		10/2015
02 - 17*	08		11/2016
	09		01/2017
	10		06/2017
	11		11/2017
	12		04/2018
	13		07/2018
	14		12/2018
	15		01/2020
	16		06/2020
	17		02/2022
	18		05/2023
19*		09/2023	

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

## 7.4 固件更新 EL/ES/EM/ELM/EPxxxx

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

### 注意

#### 仅使用 TwinCAT 3 软件!

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

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

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

不应使用其他 EtherCAT 主站软件，例如 EtherCAT Configurator，因为它们可能不支持复杂的更新固件、EEPROM 和其他设备组件。

### 储存地点

一个 EtherCAT 从站最多可以在三个位置上存储运行数据：

- 每个 EtherCAT 从站都有一个设备描述文件，包括标识（名称、产品代码）、时序定义、通信设置等。该设备描述文件（ESI: EtherCAT Slave Information）可以从 Beckhoff 网站下载区的 [zip 文件](#) 中下载，并在 EtherCAT 主站中用于离线组态，例如在 TwinCAT 中。最重要的是，每个 EtherCAT 从站都将其可供电子读取的设备描述文件（ESI）存放在其本地存储芯片，即 **ESI EEPROM** 中。从站上电以后，该描述文件将加载到从站本地，并告知其通信配置；另一方面，EtherCAT 主站可以通过这种方式识别从站，并相应地设置 EtherCAT 通信。

### 注意

#### 用项目定义的 ESI-EEPROM 写入

ESI 文件是设备制造商根据 ETG 标准为相应产品开发和发布的。

- ESI 文件的含义：禁止从使用侧（比如用户）进行修改。
- ESI EEPROM 的含义：即使技术上允许写入，EEPROM 中的 ESI 部分和可能存在的空闲存储区域也不得在正常更新过程之外进行更改。特别是对于周期性的内存写入（运行时间计数器等），必须使用专门的存储器产品，例如 EL6080 或 IPC 自己的 NOVRAM（掉电保持存储器选项）。

- 根据功能和性能的不同，EtherCAT 从站有一个或几个本地处理器来处理 I/O 数据。相应的程序就称作 Firmware **固件**，文件格式为 \*.efw。
- 在一些 EtherCAT 从站中，EtherCAT 通讯也可能集成在这些本地处理器中。此时，本地处理器通常是一个 **FPGA** 芯片，带有 \*.rbf 固件。

客户可以通过 EtherCAT 现场总线及其通讯机制来访问 Firmware（固件）。Firmware 的更新或读取是通过非周期性邮箱通信（mailbox）或对 ESC 的寄存器访问实现的。

如果要更新从站的固件，TwinCAT System Manager 提供使用新固件刷新上述三处运行数据的机制。从站通常不会检查新的固件是否合适，也就是说，如果下载了错误的固件，从站可能就无法再运行。

### 通过 bundle firmware（捆绑固件）简化更新

使用所谓的 **bundle firmware（捆绑固件）** 进行更新更为方便：此时从站处理器的固件和 ESI 描述组合在一个 \*.efw 文件中；固件更新期间，在端子模块中的 Firmware 和 ESI 都会改变。要实现这种功能，要求以下几点：

- 固件为打包格式：可通过文件名识别，其中还包含修订版本号，例如 ELxxxx-xxxx\_REV0016\_SW01.efw
- 在下载对话框中输入密码=1 时，使用捆绑固件更新。如果密码=0（默认设置），则只进行固件更新，不进行 ESI 更新。
- 只用于支持此功能的设备。打包文件的内容通常不能再修改；这个功能是自 2016 年以来诸多新开发功能的一部分。

更新之后，应确认是否成功

- ESI/Revision: 例如，通过 TwinCAT ConfigMode/FreeRun 中的在线扫描，这是确定固件修订版本的简便方法

- Firmware: 例如, 通过查看设备的 CoE Online 数据

### 注意

#### 设备损坏风险!

✓ 下载新设备文件时注意以下几点

- a) EtherCAT 设备的固件下载不能中断
- b) 必须确保通畅的 EtherCAT 通讯。必须避免 CRC 错误或丢帧。
- c) 供电必须稳定。信号电平必须符合规范。

⇒ 如果在更新过程中出现故障, EtherCAT 设备可能无法使用, 只能返回制造商重新调试。

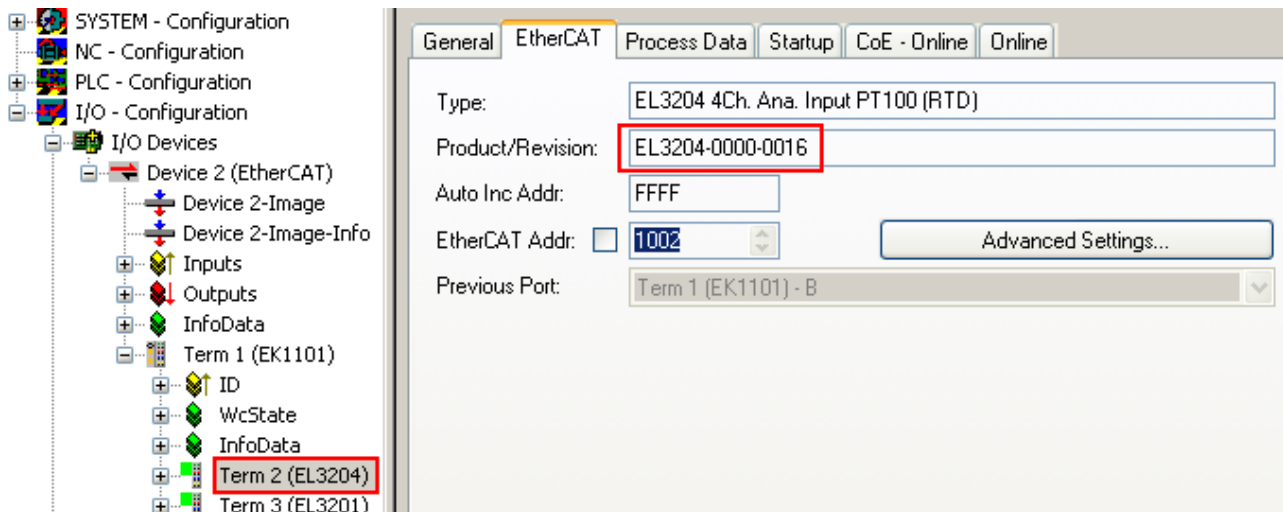
## 7.4.1 设备描述 ESI 文件/XML

### 注意

#### 关于更新 ESI 描述文件/EEPROM 的注意事项

一些从站在 EEPROM 中存储了用于生产的校准和配置数据。在更新过程中, 这些信息会被覆盖, 无法恢复。

ESI 设备描述存储在从站上, 并在启动时加载。每个设备描述都有一个唯一标识符, 包括从站名称 (9 个字符/9 位数) 和修订版本号 (4 位数)。在 System Manager 中配置的每个从站都在 EtherCAT 选项卡中显示其标识符:



附图 51: 由名称 EL3204-0000 和修订版本号 0016 组成的设备标识符

配置的标识符必须与作为硬件使用的实际设备描述兼容, 即从站在启动时加载的描述 (本例中为 EL3204)。通常情况下, 配置的版本必须与端子模块网络中实际存在的版本相同或更低。

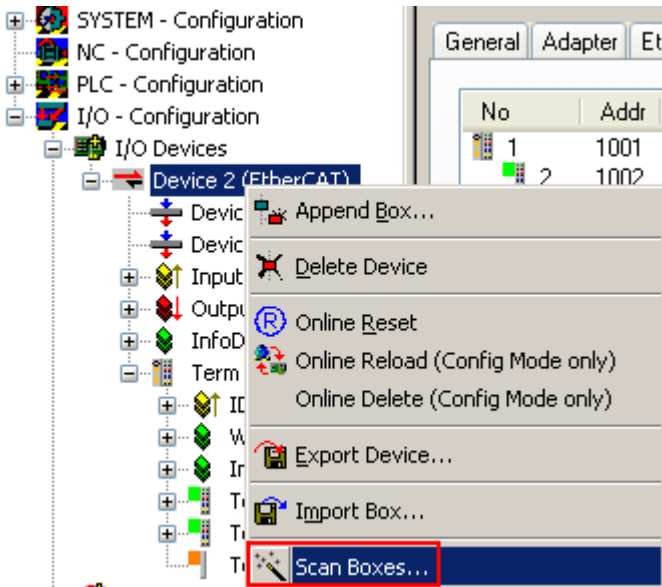
有关这方面的进一步信息, 请参考 [EtherCAT 系统文件](#)。

### ● XML/ESI 描述的更新

**I** 设备的修订版本与所使用的 Firmware (固件) 和 Hardware (硬件) 密切相关。不兼容的组合会导致故障, 甚至使设备最终关闭。只有在与倍福支持 (售后) 部门协商后才能进行相应的更新。

### ESI 从站标识符的显示

确定所配置的设备描述和实际设备是否相符的最简单方法是在 TwinCAT Config Mode/FreeRun 模式下扫描 EtherCAT 从站:



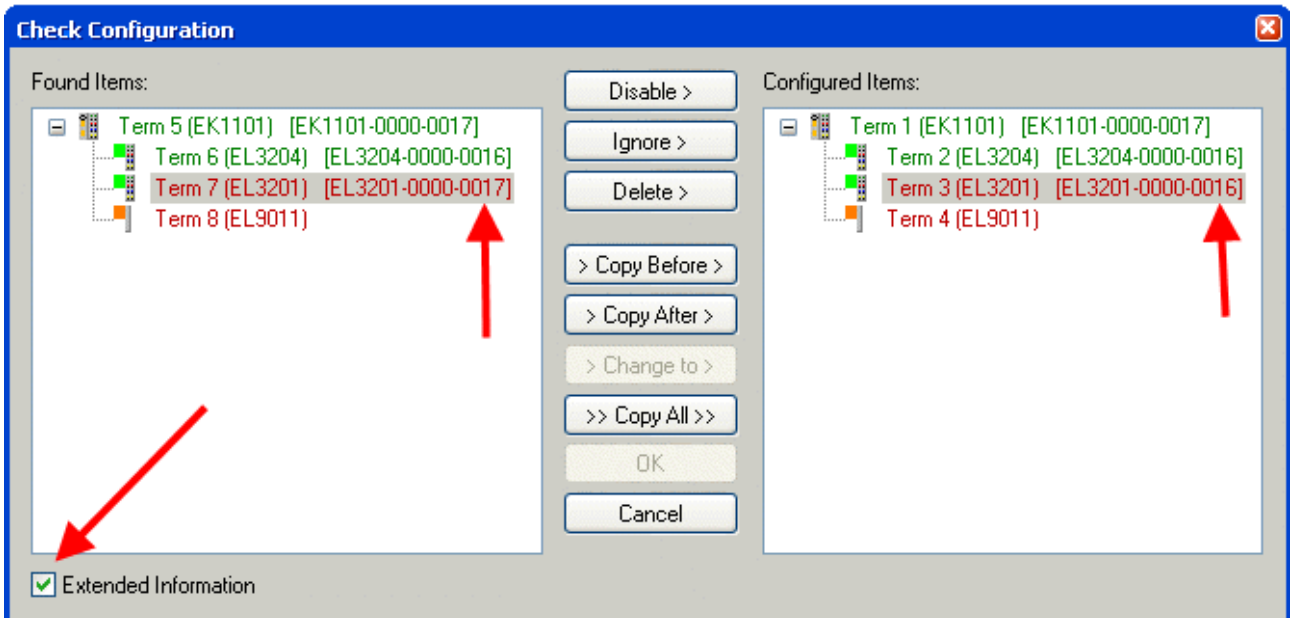
附图 52: 右键单击 EtherCAT Device 扫描下级从站

如果找到的内容与配置的内容相符，则显示



附图 53: 配置是相同的

否则就会出现一个更改对话框，用于选择实际配置。



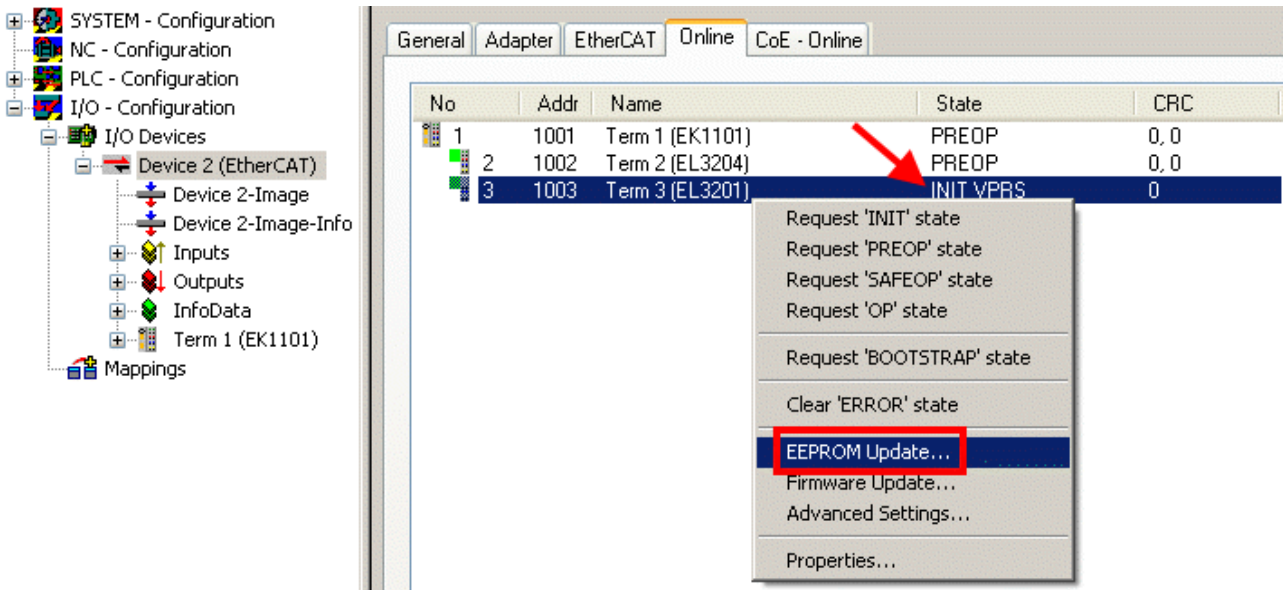
附图 54: 更改对话框

在图更改对话框的示例中，发现了一个 EL3201-0000-0017，而原配置中是 EL3201-0000-0016。此时可以通过 Copy Before 按钮来调整配置。必须选中 Extended Information 复选框，以显示修订版本。

## 更改 ESI 从站标识符

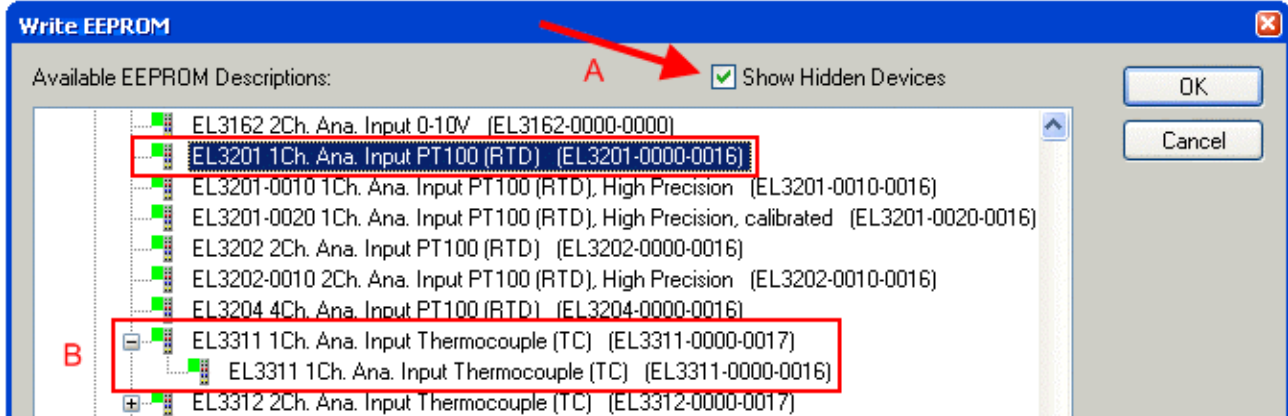
ESI/EEPROM 标识符可以在 TwinCAT 下按如下方式更新：

- 必须与从站建立正确无误的 EtherCAT 通讯。
- 从站的状态无关紧要。
- 右键单击 Online 中显示的从站，打开 *EEPROM Update* 对话框，参见图 *EEPROM 更新*



附图 55: EEPROM 更新

在以下对话框中选择新的 ESI 描述，参见图 *选择新的 ESI*。通过复选框 *Show Hidden Devices* 还能显示旧的、通常隐藏的从站版本。



附图 56: 选择新的 ESI

System Manager 弹出一个进度条，显示 EEPROM 写入的进度。首先写入数据，然后进行验证。

### ● 只有在设备重新启动后，以上更改才会生效。

**i** 大多数 EtherCAT 设备会立即或从 INIT 启动后读取修改后的 ESI 描述。一些通信设置（例如：分布时钟）只在开机时读取。因此，EtherCAT 从站必须短暂地关机，以使更改生效。



## 7.4.2 Firmware (固件) 说明

### 确定固件版本

#### 通过 TwinCAT System Manager 确定版本

如果主站可以在线访问从站，TwinCAT System Manager 会显示从站处理器的固件版本。点击需要检查其处理器固件的 E-Bus 端子模块（在此例中为端子模块 2 (EL3204)），并选择选项卡 *CoE Online* (CAN over EtherCAT)。

#### ● CoE Online 和 Offline CoE (在线 CoE 和离线 CoE)

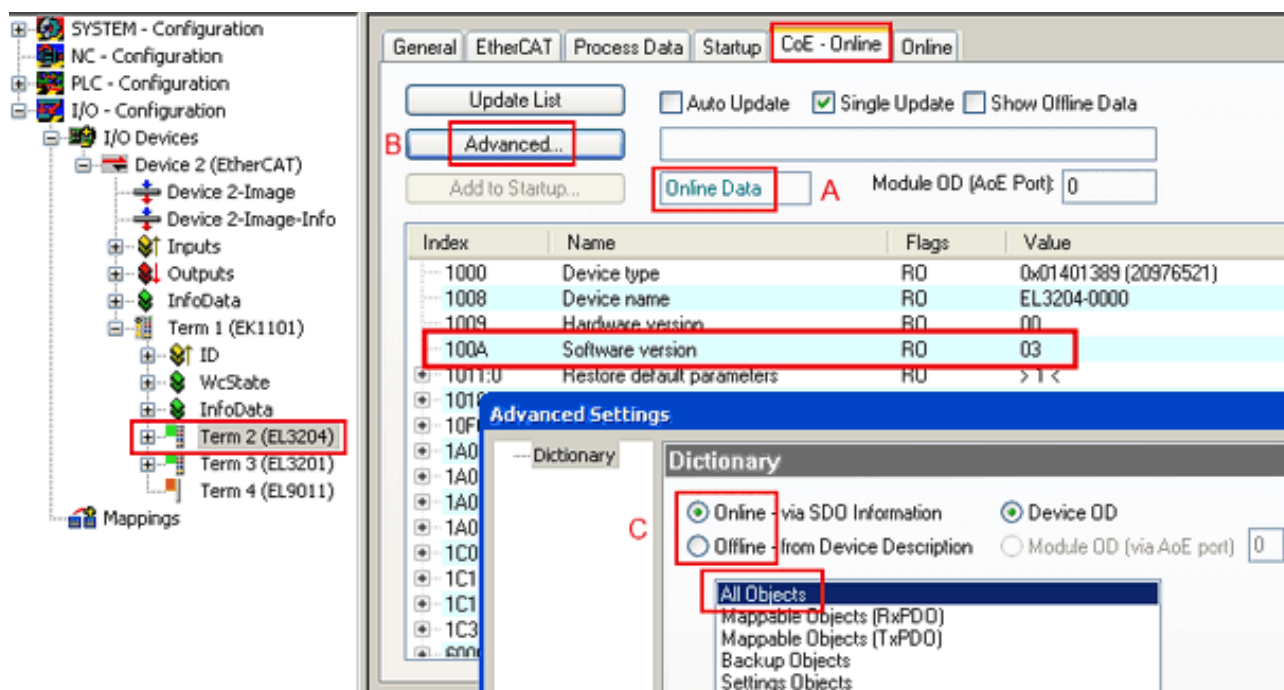
**i** 可用的 CoE 目录有两套：

**online:** 如果 EtherCAT 从站支持，从站处理器会提供该功能。该 CoE 目录只有在从站连接并运行时才能显示。

**Offline:** EtherCAT 从站信息文件 ESI/XML 包含的 CoE 默认内容。只有在 ESI 中包含了 CoE 目录才能显示（例如“倍福 EL5xxx.xml”）。

要在两个视图之间切换，必须使用按钮“Advanced”。

在图 EL3204 固件版本的显示中，所选 EL3204 的固件版本在 CoE 条目 0x100A 中显示为 03。



附图 57: EL3204 固件版本的显示

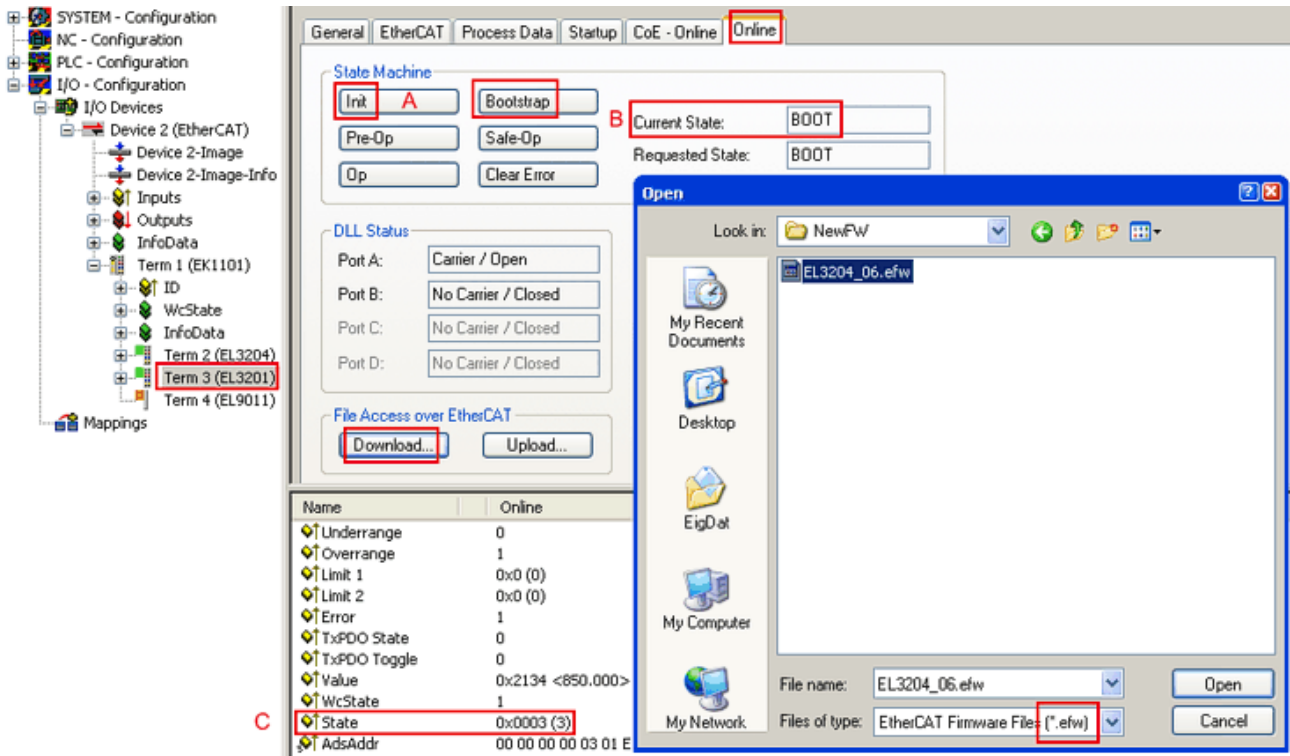
在 (A) 处，TwinCAT 2.11 表明当前显示的是“Online CoE”目录。如果不是，可以通过 Advanced Settings 中 (B) 处的 *Online* 选项和双击 *All Objects* 来加载 Online 目录。

## 7.4.3 更新从站处理器的固件 \*.efw

#### ● CoE 目录

**i** Online CoE 目录由从站处理器管理，并存储在专用的 EEPROM 中，在固件更新期间一般不会改变。

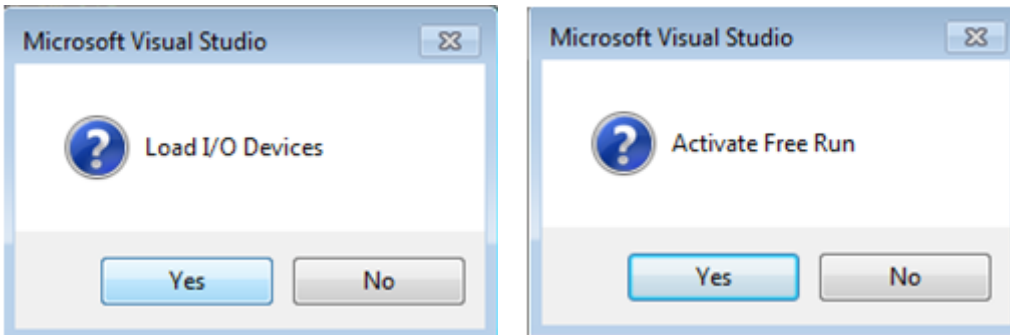
切换到 *Online* 选项卡，更新从站处理器的固件，参见图 *固件更新*。



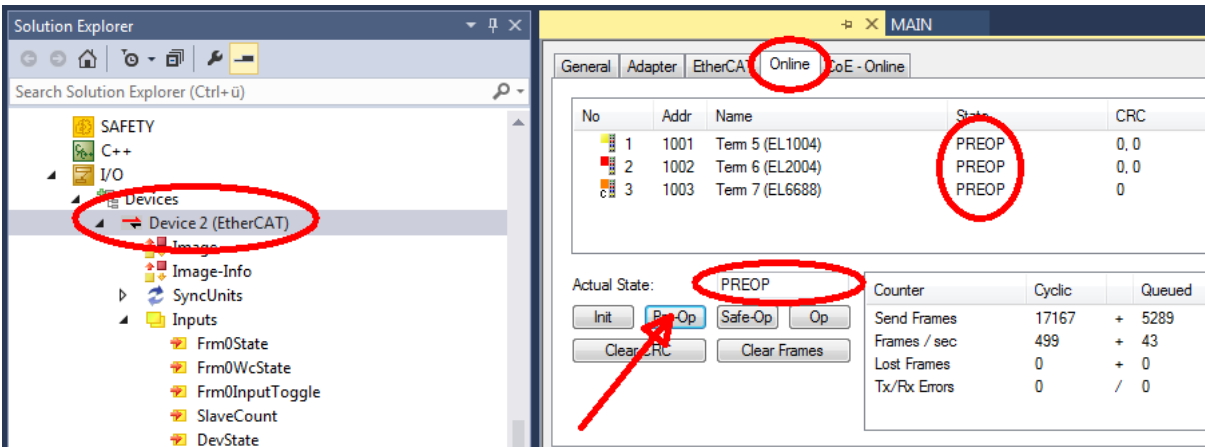
附图 58: 固件更新

除非倍福的支持（售后）部门另有说明，否则请按以下步骤进行。适用于 TwinCAT 2 和 TwinCAT 3 作为 EtherCAT 主站的情况。

- 将 TwinCAT 系统切换到 Config Mode/FreeRun，周期时间  $\geq 1$  ms（配置模式下默认为 4 ms）。不建议在实时核运行时（Running 模式）进行固件更新。

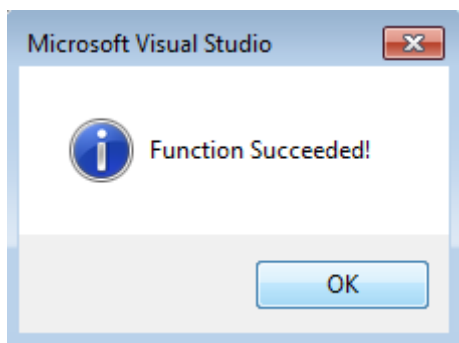


- 将 EtherCAT 主站切换到 PreOP



- 将从站切换到 INIT (A)
- 将从站切换到 BOOTSTRAP

- 检查当前状态（B、C）
- 下载新的 \*.efw文件（一直等待，直到下载结束）。通常不需要密码。



- 下载完成后，切换到 INIT，再到 PreOP
- 短时切断从站电源（不要拉低电压！）
- 在 CoE 0x100A 内检查固件状态（FW版本）是否被正确替换。

#### 7.4.4 FPGA 固件 \*.rbf

如果是用 FPGA 芯片处理 EtherCAT 通信，固件更新则通过 \*.rbf 文件完成。

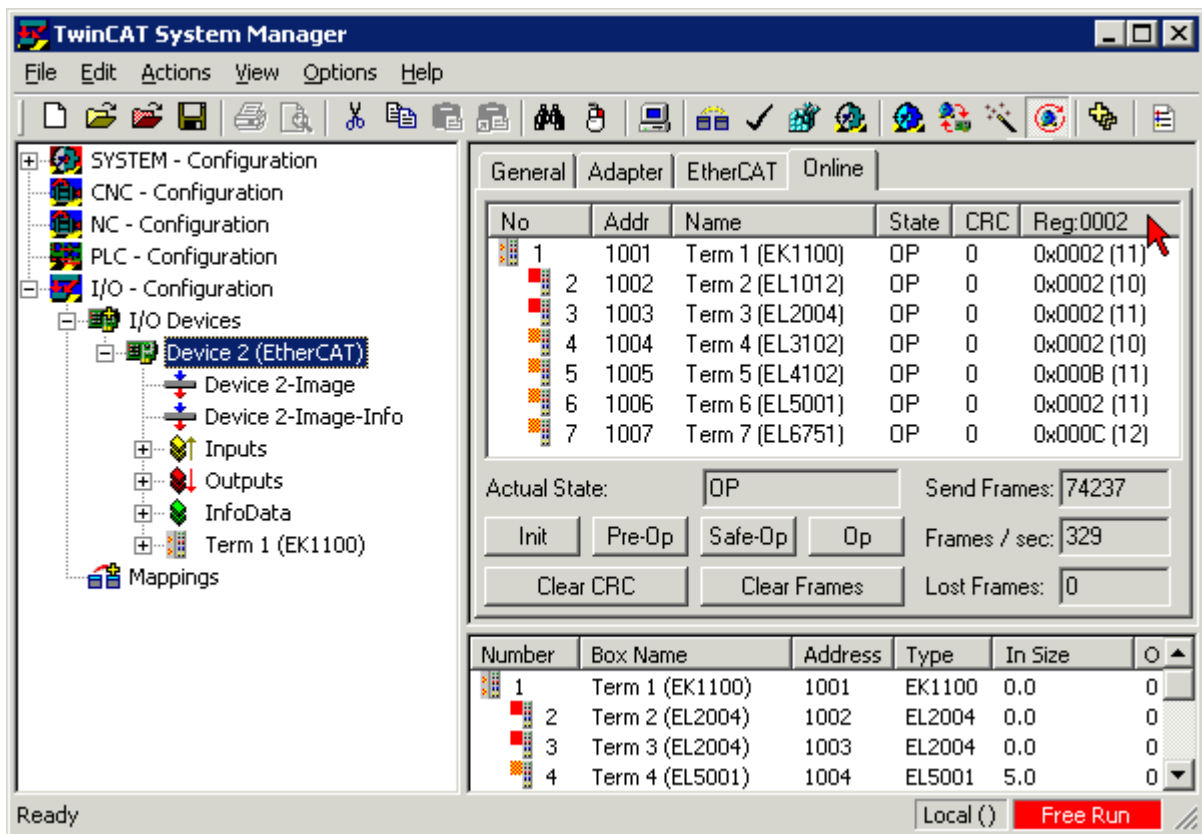
- 用于处理 I/O 信号的从站处理器固件
- 用于 EtherCAT 通讯的 FPGA 固件（仅适用于带 FPGA 的端子模块）

端子模块序列号中包含的固件版本号包含这两个固件成分。如果修改了其中任何一个，固件版本号都会更新。

##### 通过 TwinCAT System Manager 确定版本

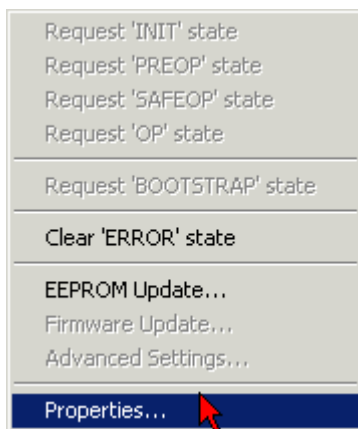
TwinCAT System Manager 显示 FPGA 固件版本。点击 EtherCAT 总线的以太网卡（例中的 Device 2），选择 *Online*选项卡。

*Reg:0002* 栏表示各个 EtherCAT 设备的固件版本，以十六进制和十进制表示。

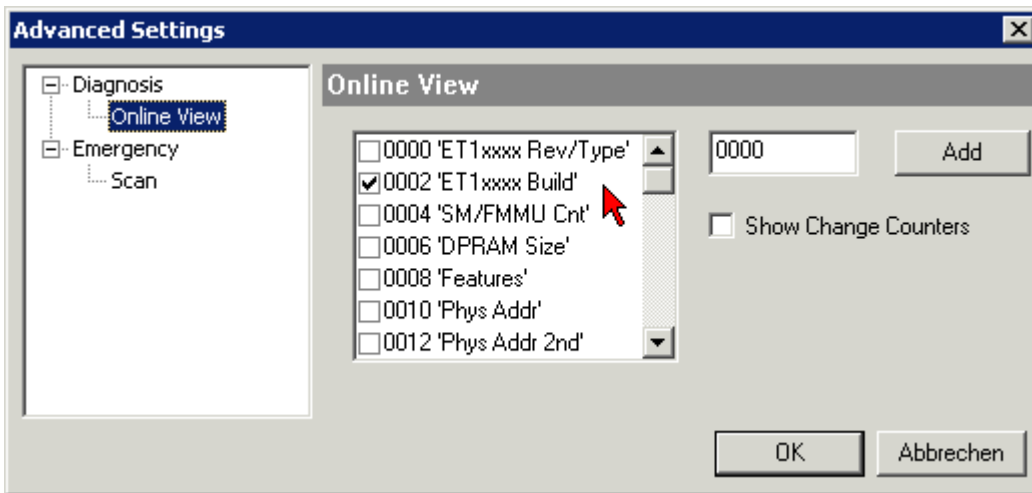


附图 59: FPGA 固件版本定义

如果没有显示 *Reg:0002* 列，请右击表头，在右键菜单中选择 *Properties* 。

附图 60: 右键菜单 *Properties*

出现 *Advanced Settings* 对话框，可以选择要显示的列。在 *Diagnosis/Online View* 下，选择 '*0002 ETxxx Build*' 复选框，以便激活 FPGA 固件版本显示。



附图 61: 对话框 *Advanced Settings*

## 更新

要更新以下 FPGA 固件

- EtherCAT 耦合器的 FPGA 固件：耦合器必须具有 FPGA 固件版本 11 或更高版本；
- E-Bus 端子模块的 FPGA 固件：端子模块必须有 FPGA 固件版本 10 或更高版本。

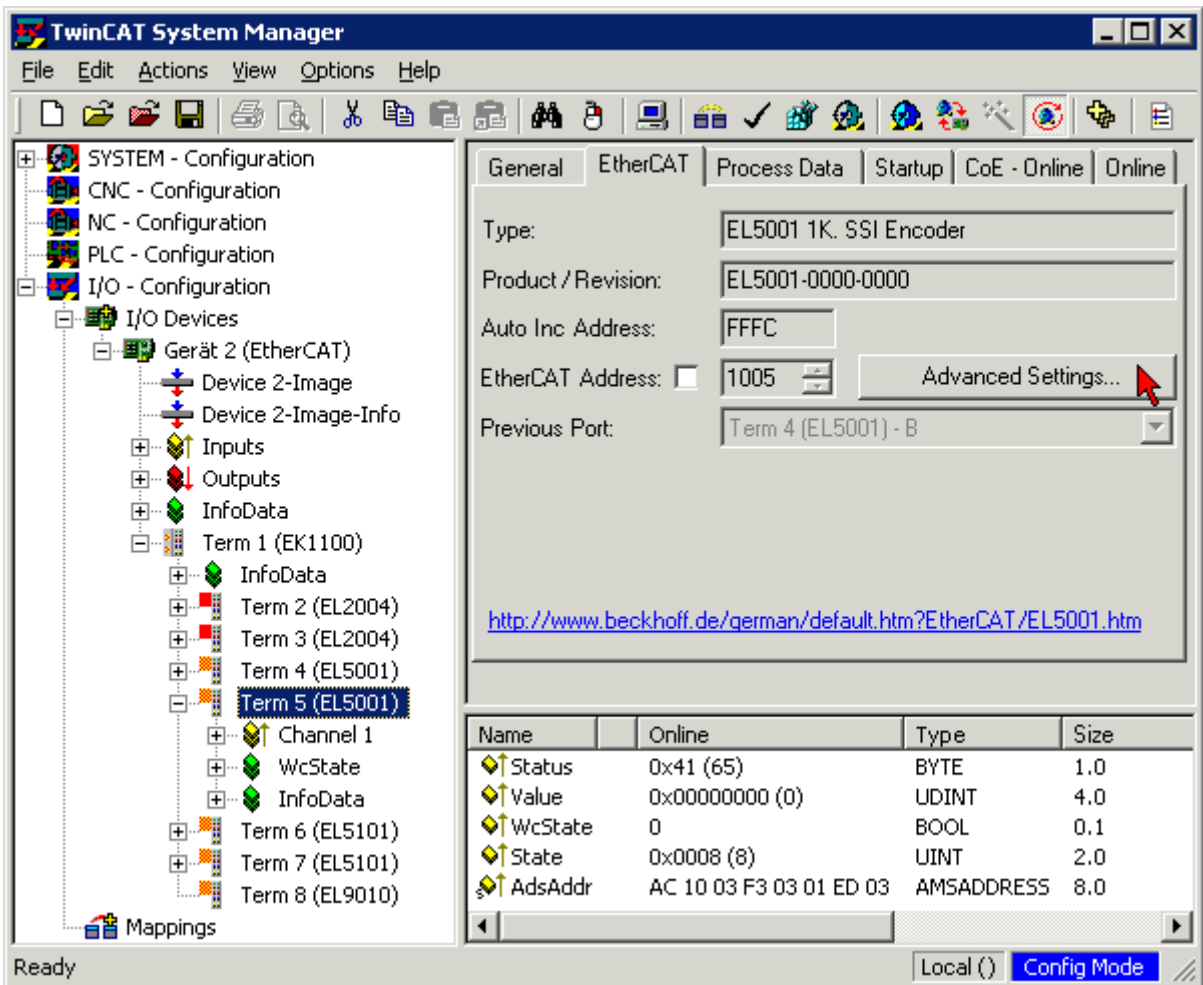
旧的固件版本只能由制造商进行更新！

## 更新一个 EtherCAT 设备

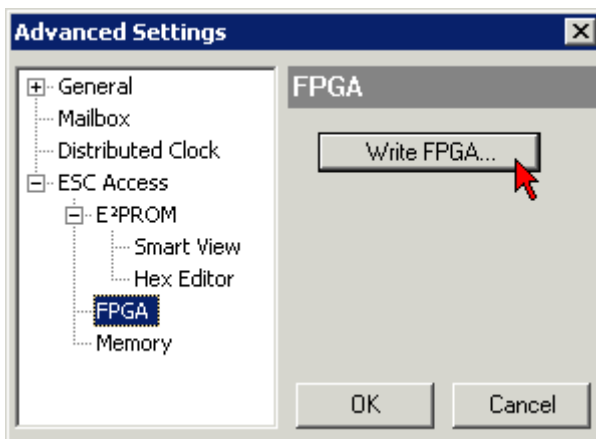
如果没有给出其他规定（例如来自倍福支持部门），则必须满足以下顺序：

- 将 TwinCAT 系统切换到 Config Mode/FreeRun，周期时间  $\geq 1$  ms（配置模式下默认为 4 ms）。不建议在实时核运行时（Running 模式）进行固件更新。

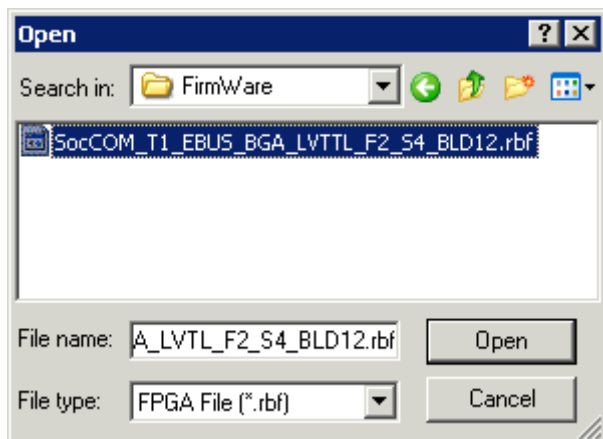
在 TwinCAT System Manager 中，选择需要更新 FPGA 固件的端子模块（例如：端子模块 5：EL5001），并在 *EtherCAT* 选项卡中点击 *Advanced Settings* 按钮：



出现 *Advanced Settings* 对话框。在 *ESC Access/E<sup>2</sup>PROM/FPGA* 下，点击 *Write FPGA...* 按钮：



- 选择带有新 FPGA 固件的文件 (\*.rbf)，并将其传输到 EtherCAT 设备上：



- 一直等待，直到下载结束
- 短时切断从站电源（不要拉低电压！）。为了激活新的 FPGA 固件，需要重新启动 EtherCAT 设备（断电重启）。
- 检查新的 FPGA 状态

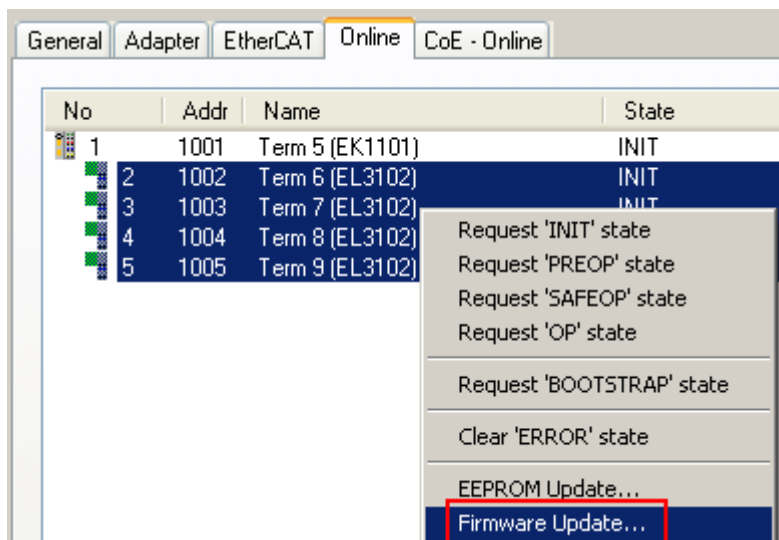
### 注意

#### 设备损坏风险！

在任何情况下，都不能中断 EtherCAT 设备下载固件的过程！如果下载固件的过程中发生了断电或者断网，EtherCAT 设备只能返回制造商重新调试！

## 7.4.5 同时更新多个 EtherCAT 设备

如果几个设备有相同的固件文件/ESI，这些设备的固件和 ESI 描述可以同时更新。



附图 62：多重选择和固件更新

选择所需的从站，如上所述在 BOOTSTRAP 模式下进行固件更新。

## 7.5 PROFINET 主站需要的设备文件 GSDML

GSDML 文件用于描述一个 PROFINET 设备。该文件是 Profinet Controller 要求从站设备提供的，必须将其集成到主站的配置软件中。您可以在 TwinCAT\IO\PROFINET 文件夹或倍福网站上找到所需的 GSDML 文件。

注释	GSDML 文件名*	PROFINET Device
PROFINET Device Supplement	GSDML-V2.1-beckhoff-TCPNDevice-20091009	PROFINET device, 用于配备 Intel 芯片组的 FC9xxx 卡或配备 Intel 芯片组的以太网接口, 适用于标准的 Windows 操作系统
PROFINET Device Supplement (CE)	GSDML-V2.1-beckhoff-TCPNDevice-20091009	PROFINET Device, 用于配备 Intel 芯片组的 FC9xxx 卡或配备 Intel 芯片组的以太网接口, 适用于 CE 操作系统
EL6631-0010	GSDML-V2.2-beckhoff-EL6631-20100309.xml	EL6631-0010

\* 文件名可能会随着新功能或新版本的推出而改变。



## 7.6 技术支持和服务

倍福公司及其合作伙伴在世界各地提供全面的技术支持和服务，对与倍福产品和系统解决方案相关的所有问题提供快速有效的帮助。

### 倍福分公司和代表处

有关倍福产品本地支持和服务方面的信息，请联系倍福分公司或代表处！

世界各地倍福分公司和代表处的地址可参见以下网页：<http://www.beckhoff.com>

该网页还提供更多倍福产品组件的文档。

### 支持

倍福支持部门提供全面的技术援助，不仅帮助使用各种倍福产品，还提供其他广泛的服务：

- 技术支持
- 复杂自动化系统的设计、编程和调试
- 以及倍福系统组件的各种培训课程

热线电话： +49 5246 963 157  
电子邮箱： [support@beckhoff.com](mailto:support@beckhoff.com)  
网址： [www.beckhoff.com/support](http://www.beckhoff.com/support)

### 服务

倍福服务中心提供所有售后服务：

- 现场服务
- 维修服务
- 备件服务
- 热线服务

热线电话： +49 5246 963 460  
电子邮箱： [service@beckhoff.com](mailto:service@beckhoff.com)  
网址： [www.beckhoff.com/service](http://www.beckhoff.com/service)

### 德国总部

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG

Hülshorstweg 20  
33415 Verl  
Germany

电话： +49 5246 963 0  
电子邮箱： [info@beckhoff.com](mailto:info@beckhoff.com)  
网址： [www.beckhoff.com](http://www.beckhoff.com)



更多信息:

[www.beckhoff.com/EL6631-0010](http://www.beckhoff.com/EL6631-0010)

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG  
Hülshorstweg 20  
33415 Verl  
Germany  
电话号码: +49 5246 9630  
[info@beckhoff.com](mailto:info@beckhoff.com)  
[www.beckhoff.com](http://www.beckhoff.com)

