

文件资料 | ZH

# EL6731, EL6731-0010

Master/Slave Terminals for PROFIBUS





# 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 安全说明	7
1.4 文档发行状态	8
1.5 EtherCAT 设备的版本标识	9
1.5.1 关于标识的一般说明	9
1.5.2 EL 端子模块的版本标识	10
1.5.3 倍福识别码 (BIC)	11
1.5.4 BIC 电子读取 (eBIC)	13
<b>2 产品描述</b>	<b>15</b>
2.1 简介	15
2.2 技术数据	16
<b>3 安装和布线</b>	<b>17</b>
3.1 静电防护的说明	17
3.2 防爆	18
3.2.1 ATEX - 特殊条件 (扩展温度范围)	18
3.2.2 IECEx - 特殊条件	19
3.2.3 ATEX 和 IECEx 的持续性文件	19
3.3 UL 声明	20
3.4 安装位置	21
3.5 无通讯模块的安装位置	23
3.6 安装和拆卸 - 带拆卸手柄的端子模块	24
3.7 安装和拆卸 - 正面带拆卸手柄的端子模块	26
3.8 注意事项 - 电源	28
3.9 PROFIBUS 接线	29
3.10 PROFIBUS 连接	31
3.11 处理	33
<b>4 基本通讯</b>	<b>34</b>
4.1 EtherCAT 基础知识	34
4.2 设置看门狗的一般注意事项	34
4.3 EtherCAT 状态机	35
4.4 CoE 接口	37
<b>5 参数设置和调试</b>	<b>42</b>
5.1 EL6731 - PROFIBUS 主站端子模块	42
5.1.1 PROFIBUS 协议	42
5.1.2 PROFIBUS DP	43
5.1.3 PROFIBUS MC	45
5.1.4 Synchronization 同步	46
5.1.5 ADS (非周期性服务)	48
5.1.6 TwinCAT (2.1x) System Manager	58
5.1.7 PROFIdrive MC 驱动器的集成	104
5.1.8 诊断和错误说明	116

5.1.9	从站优先级/多个 DP 周期.....	130
5.2	EL6731-0010 - PROFIBUS 从站端子模块.....	132
5.2.1	EL6731-0010 - LED 指示灯说明.....	135
<b>6</b>	<b>EtherCAT 通信 EL6731-00x0.....</b>	<b>136</b>
6.1	PROFIBUS 主站.....	136
6.1.1	状态机.....	136
6.1.2	Synchronization 同步.....	140
6.1.3	对象描述和参数设置.....	144
6.2	PROFIBUS 从站.....	160
6.2.1	状态机.....	160
6.2.2	对象描述和参数设置.....	164
<b>7</b>	<b>附录.....</b>	<b>171</b>
7.1	EtherCAT AL 状态代码.....	171
7.2	固件兼容性.....	172
7.3	固件更新 EL/ES/EM/ELM/EPxxxx.....	173
7.3.1	设备描述 ESI 文件/XML.....	174
7.3.2	Firmware (固件) 说明.....	177
7.3.3	更新从站处理器的固件 *.efw.....	177
7.3.4	FPGA 固件 *.rbf.....	179
7.3.5	同时更新多个 EtherCAT 设备.....	183
7.4	技术支持和服务.....	184

# 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
<b>EtherCAT 系统文档</b> (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>
<b>端子模块系统的防爆保护</b> (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
<b>EtherCAT/Ethernet 基础设施</b> (PDF)	关于设计、实施和测试的技术建议和注意事项
<b>I/O 软件声明</b> (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 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。

## 1.4 文档发行状态

版本	注释
3.7	<ul style="list-style-type: none"> <li>更新“参数化与调试”章节</li> <li>更新结构</li> <li>更新修订状态</li> </ul>
3.6	<ul style="list-style-type: none"> <li>更新“技术数据”章节</li> <li>更新“参数化与调试”章节</li> <li>更新结构</li> <li>更新修订状态</li> </ul>
3.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>更新修订状态</li> </ul>
3.4	<ul style="list-style-type: none"> <li>已删除“推荐的安装导轨”章节</li> <li>更新“技术数据”章节</li> <li>新增的“IECEX - 特殊条件”章节</li> <li>更新结构</li> </ul>
3.3	<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>
3.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>更新“ADS 非周期性服务”章节</li> <li>更新结构</li> </ul>
3.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>更新“技术数据”章节</li> <li>更新结构</li> </ul>
3.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>更新“技术数据”章节</li> <li>更新“LED 说明”章节</li> <li>更新结构</li> <li>更新修订状态</li> </ul>
2.9	<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>
2.8	<ul style="list-style-type: none"> <li>更新结构</li> </ul>
2.7	<ul style="list-style-type: none"> <li>更新“ADS 错误代码”章节</li> <li>更新结构</li> <li>更新修订状态</li> </ul>
2.6	<ul style="list-style-type: none"> <li>更新“技术数据”章节</li> </ul>
2.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>更新“从站 DP 状态”章节</li> <li>更新结构</li> <li>更新修订状态</li> </ul>
2.4	<ul style="list-style-type: none"> <li>更新“主站诊断数据”章节</li> <li>更新结构</li> <li>更新修订状态</li> </ul>
2.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>更新“简介”章节</li> <li>更新“LED 说明”章节</li> <li>更新“PROFIBUS 连接”章节</li> </ul>
2.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>更新“PROFIBUS 协议”和“ADS 接口”章节</li> <li>已删除“S5-FDL 通信”章节</li> </ul>
2.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>更新“技术数据”章节</li> <li>更新“ADS 接口”章节</li> <li>增补“ESD 保护”章节</li> <li>更新结构</li> <li>更新修订状态</li> </ul>
2.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>迁移</li> </ul>
0.1 - 1.7	*存档*



## 1.5 EtherCAT 设备的版本标识

### 1.5.1 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。

## 1.5.2 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:

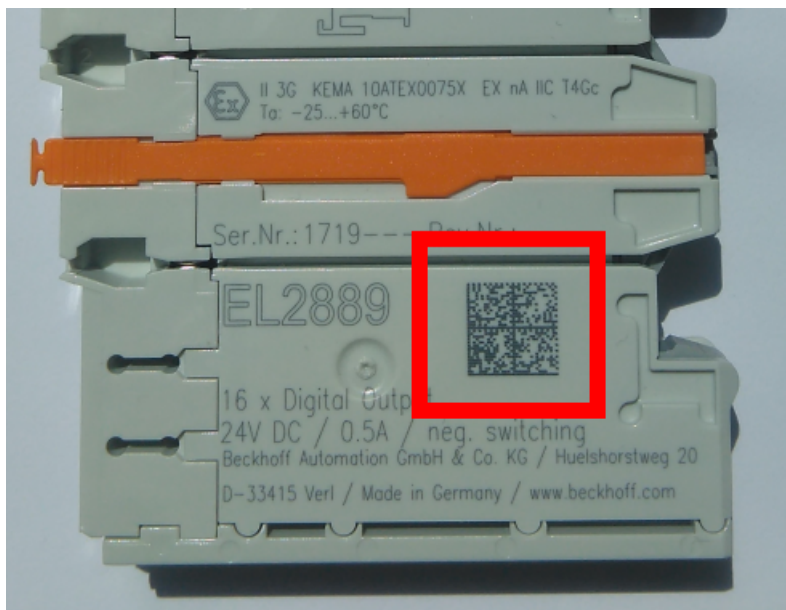
12 - 生产周次为 12 周  
06 - 生产年份为 2006 年  
3A - 固件版本为 3A  
02 - 硬件版本为 02



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

### 1.5.3 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**1KEL1809** Q1 **51S678294**

对应的DMC如下:



附图 3: 示例 DMC 1P072222SBTNk4p562d71KEL1809 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。

## 1.5.4 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。

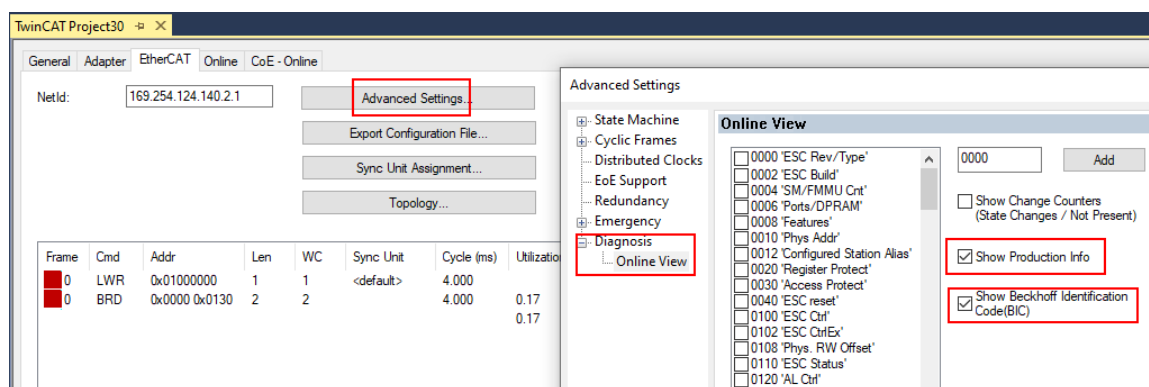
### EtherCAT 设备 (IP20、IP67)

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

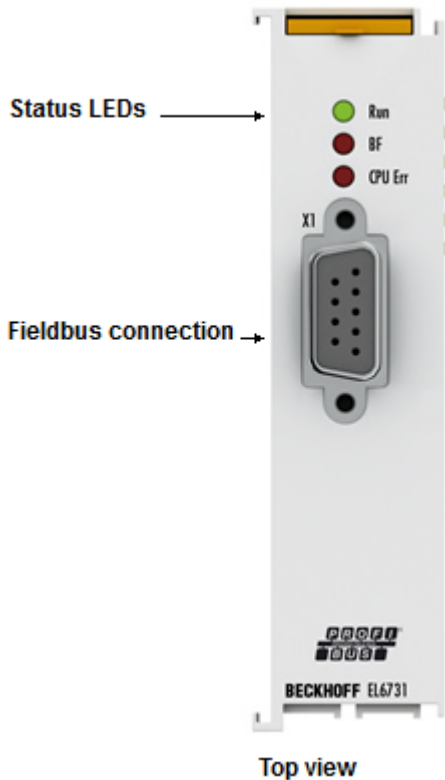
- 对象 0x10E2 将在批量产品的必要固件修订过程中youxian优先引入。
- 此 TwinCAT 3.1. build 4024.24 及以上版本，通过 Tc2\_EtherCAT 库的 v3.3.19.0 及以上版本提供功能块 *FB\_EcCoEReadBIC* 和 *FB\_EcCoEReadBTN* 用于读取数据到 PLC
- 为了在 PLC 中处理 BIC/BTN 数据，截至 TwinCAT 3.1 build 4024.24 版本，*Tc2\_Uutilities* 中提供了以下辅助功能
  - *F\_SplitBIC*：该函数使用已知的标识符将倍福识别代码 (BIC) *sBICValue* 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 产品描述

### 2.1 简介



附图 4: EL6731

#### PROFIBUS 的主站和从站端子模块

PROFIBUS 的主站和从站端子模块对应倍福的FC3101 PCI 卡。由于通过以太网连接，PC 侧无需 PCI 插槽。

EL6731 支持 PROFIBUS 协议的所有功能，并且能够在 EtherCAT 端子模块的总线网络中集成任意 PROFIBUS 设备。得益于自主开发的 PROFIBUS 芯片，该端子模块配备了最新版本的 PROFIBUS 技术——包括用于轴控制的高精度等距同步模式（high-precision isochronous mode）和扩展诊断选项。同时，这也是唯一支持从站不同轮询速率的主站。

功能特点：

- 可实现最低 200  $\mu$ s 的周期
- 支持 PROFIBUS DP、PROFIBUS DP-V1、PROFIBUS DP-V2
- PROFIBUS 主站、从站和监测器（PROFIBUS monitor）支持的最高速率 12 Mbit/s
- 功能强大的参数配置和诊断接口
- 可自由配置每个总线设备的故障管理（Error management）
- 可读取总线配置并自动指定“GSD”文件

## 2.2 技术数据

技术数据	EL6731	EL6731-0010
总线系统	PROFIBUS DP (标准)、 PROFIBUS DP-V1 (Class 1+2: 非周期性服务、警告)、 PROFIBUS DP-V2、PROFIBUS MC (等距)	
版本	主站	从站
现场总线通道数量	1	
数据传输速率	9.6 Kbit/s 至 12 MBit/s <sup>1) 2)</sup>	
总线接口	1 个 D-Sub 接口, 9 针, 电隔离	
总线节点	最多 125 个从站, 每个从站最多 244 字节输入/输出、参数、组态或诊断数据	
循环时间	通过 CDL 技术, 每个从站的 DP 周期时间可以不同	
过程图像	总计最大值: 1.4 KB 输入数据和 1.4 KB 输出数据	
诊断	状态 LED	
电源	通过 E-bus 供电	
E-bus 电流消耗	典型值 350 mA (硬件版本 22 及以下)	典型值 350 mA (硬件版本 20 及以下)
	典型值 200 mA (硬件版本 23 及以上)	典型值 200 mA (硬件版本 21 及以上)
电气隔离	500 V (E-bus/Profibus)	
配置	通过 TwinCAT System Manager	
重量	约 70 g	
运行期间允许的环境温度范围	-25 °C ... +60 °C (宽温范围) (对于硬件版本 17 及以上的 EL6731-0010)	
存储期间允许的环境温度范围	-40 °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 [► 24]	在 35 mm 安装导轨上, 符合 EN 60715 标准	
抗振性/耐冲击性	符合 EN60068-2-6/EN60068-2-27 标准	
EMC 抗干扰/辐射	符合 EN61000-6-2/EN61000-6-4 标准	
防护等级	IP20	
安装位置	任意	
认证/标识*)	CE、UKCA、EAC cULus [► 20]、ATEX [► 18]、IECEX [► 19]	

<sup>1)</sup> 硬件状态 29 - 32 [► 172] 在 EL6731 上不支持 6 MBit/s。

<sup>2)</sup> 硬件状态 29 - 30 [► 172] 在 EL6731-0010 上不支持 6 MBit/s。

\*) 真正适用的认证/标志见侧面的型号牌 (产品标志)。

### 其他标志

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



## 3 安装和布线

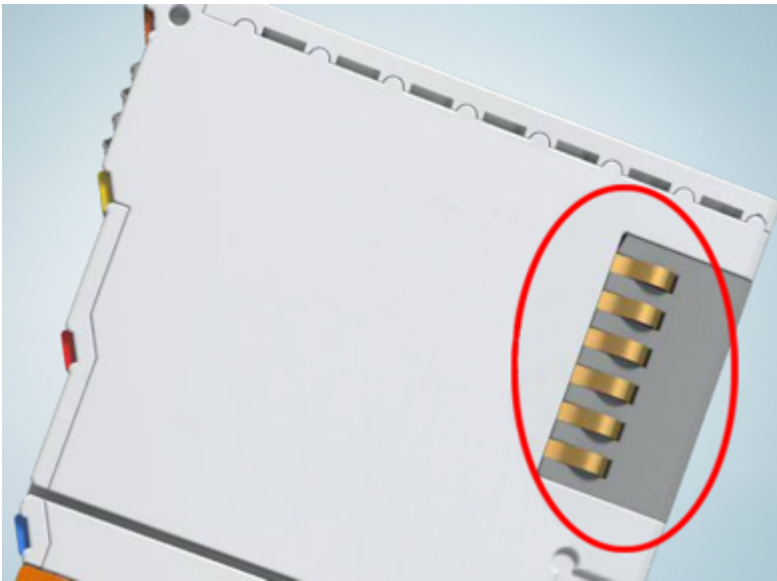
### 3.1 静电防护的说明

#### 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 5: 倍福 I/O 组件的弹簧触点

## 3.2 防爆

### 3.2.1 ATEX – 特殊条件（扩展温度范围）

#### ⚠ 警告

在潜在爆炸性区域使用具有扩展温度范围（ET）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！
- 在潜在的爆炸性区域使用具有扩展温度范围（ET）的 Beckhoff 现场总线组件时，请遵守相关标准允许的环境温度范围 -25 至 60° 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 指令认证的适用于潜在爆炸性区域的扩展温度范围（ET）Beckhoff 现场总线组件带有以下标记：



II 3G KEMA 10ATEX0075 X Ex nA IIC T4 Gc Ta: -25 ... +60° C  
 II 3D KEMA 10ATEX0075 X Ex tc IIIC T135° C Dc Ta: -25 ... +60° 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: -25 ... +60° C  
 II 3D KEMA 10ATEX0075 X Ex tc IIIC T135° C Dc Ta: -25 ... +60° 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 IECE<sub>x</sub> – 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 IECE<sub>x</sub> 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，满足基本健康和安要求：

- EN 60079-0:2011
- EN 60079-15:2010
- EN 60079-31:2013（仅适用于证书编号 IECE<sub>x</sub> DEK 16.0078X，第 3 版）

#### 标志

经过 IECE<sub>x</sub> 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 IECE<sub>x</sub> DEK 16.0078X，第 3 版：

IECE<sub>x</sub> 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：

IECE<sub>x</sub> DEK 16.0078 X  
Ex nA IIC T4 Gc

### 3.2.3 ATEX 和 IECE<sub>x</sub> 的持续性文件

#### 注意



符合 ATEX 和 IECE<sub>x</sub> 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 IECE<sub>x</sub> 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 安装位置

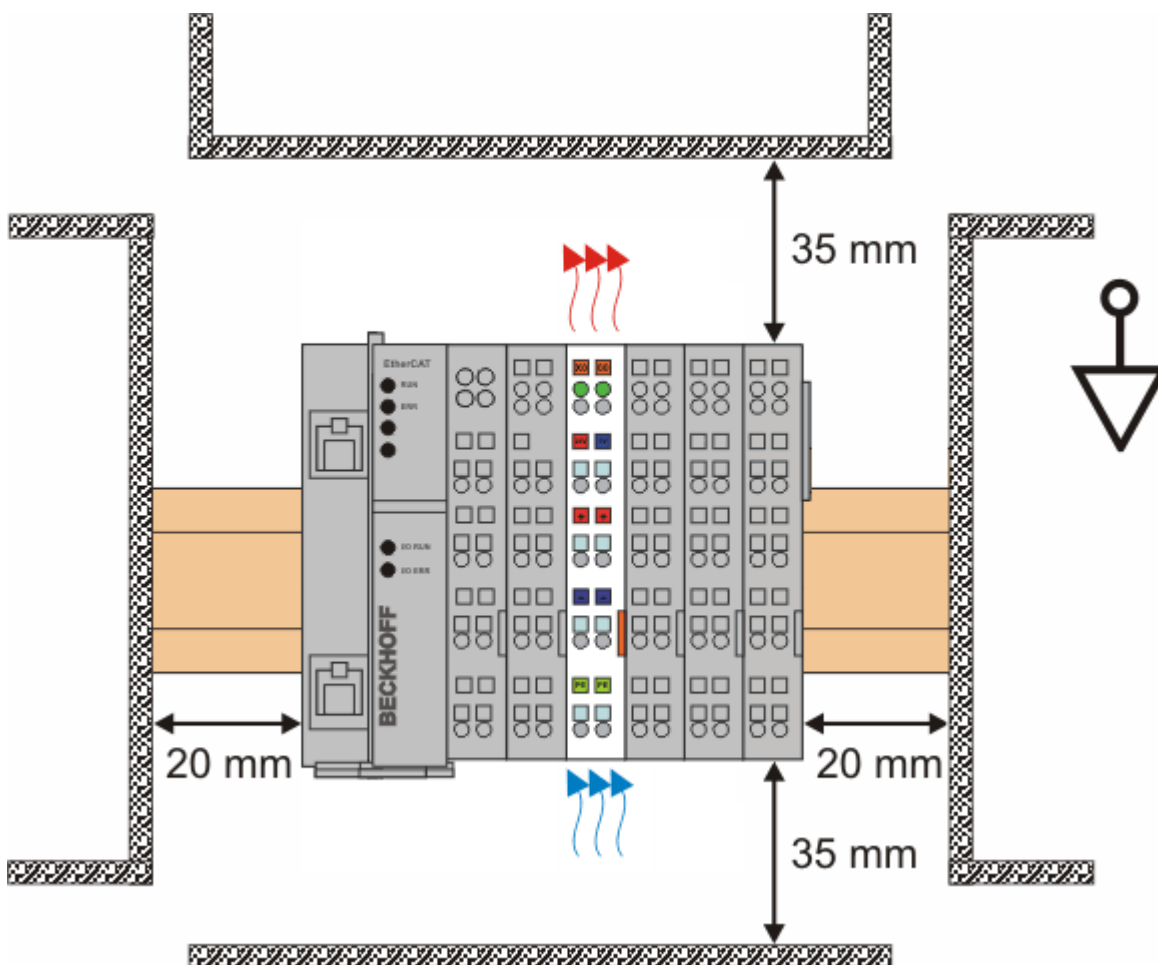
#### 注意

##### 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。



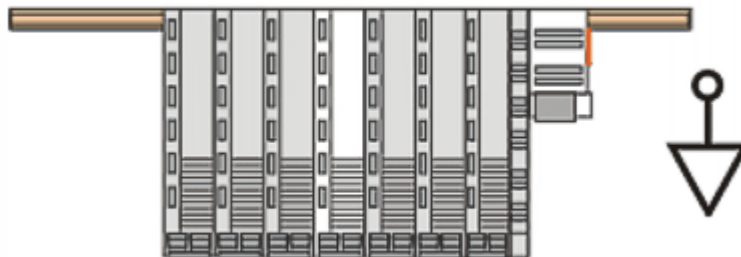
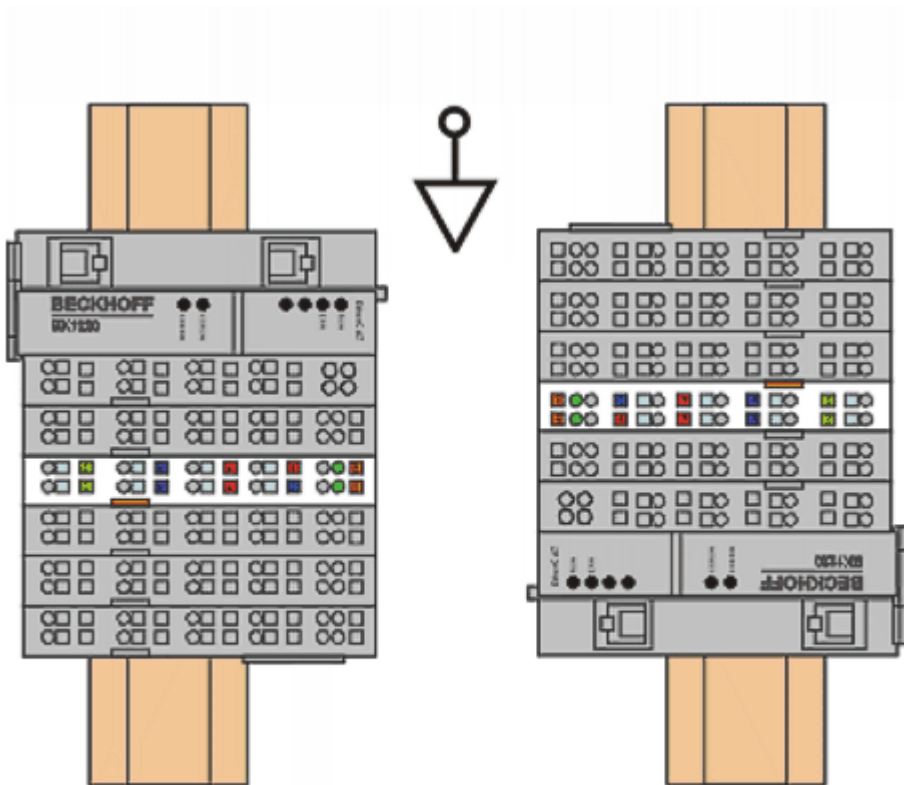
附图 6：标准安装位置的建议距离

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。



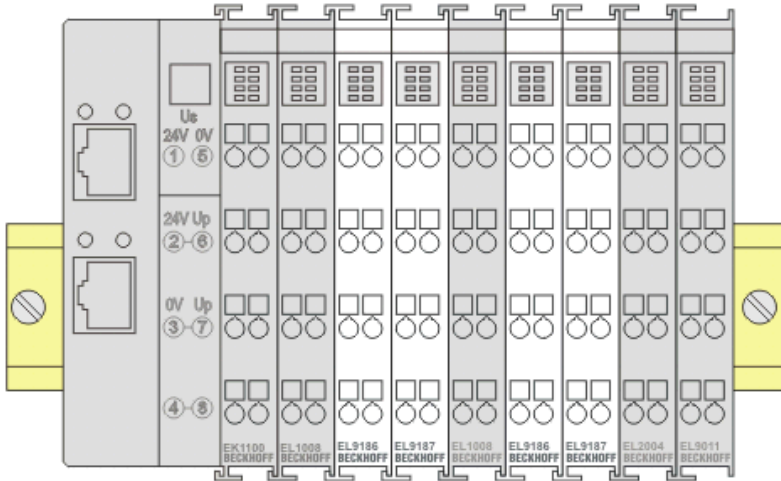
附图 7: 其他安装位置

### 3.5 无通讯模块的安装位置

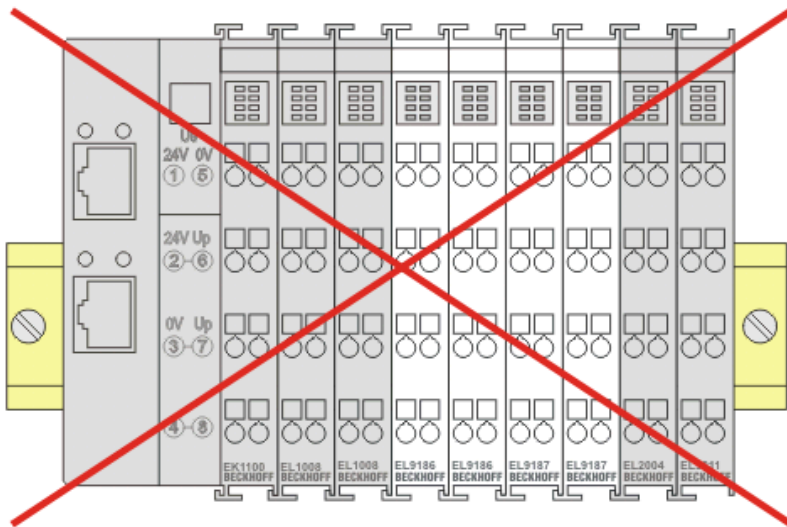
**i** 关于总线端子 I/O 站中无通讯模块安装位置的提示  
 那些在总线端子 I/O 站中不参与数据传输的EtherCAT 端子模块 (ELxxxx / ESxxxx)，即所谓的无通讯模块。无通讯模块不消耗 E-Bus 的电流。

为了确保最佳的数据传输，不能直接把超过两个的无通讯模块连续并列装在一起！

无通讯模块安装位置示例（高亮显示）



附图 8：正确的安装位置



附图 9：错误的安装位置



### 3.6 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）。

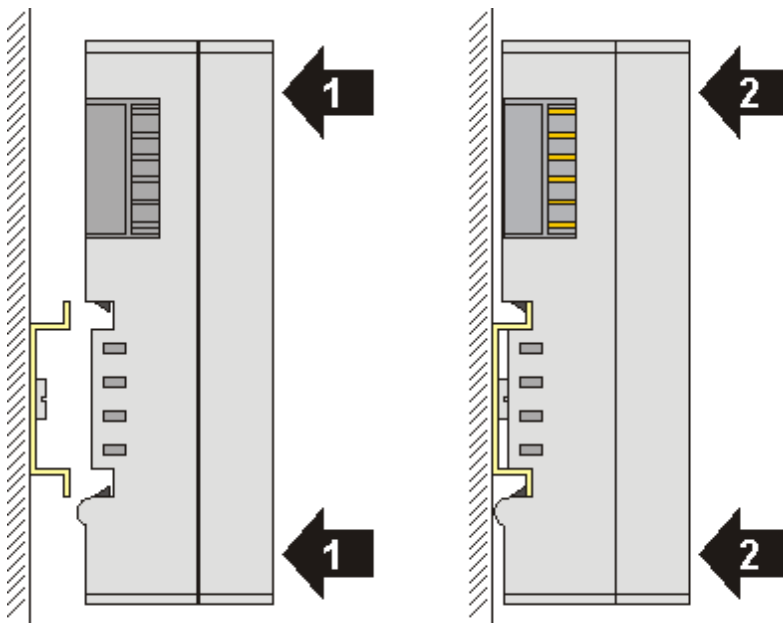
#### ⚠ 警告

**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。



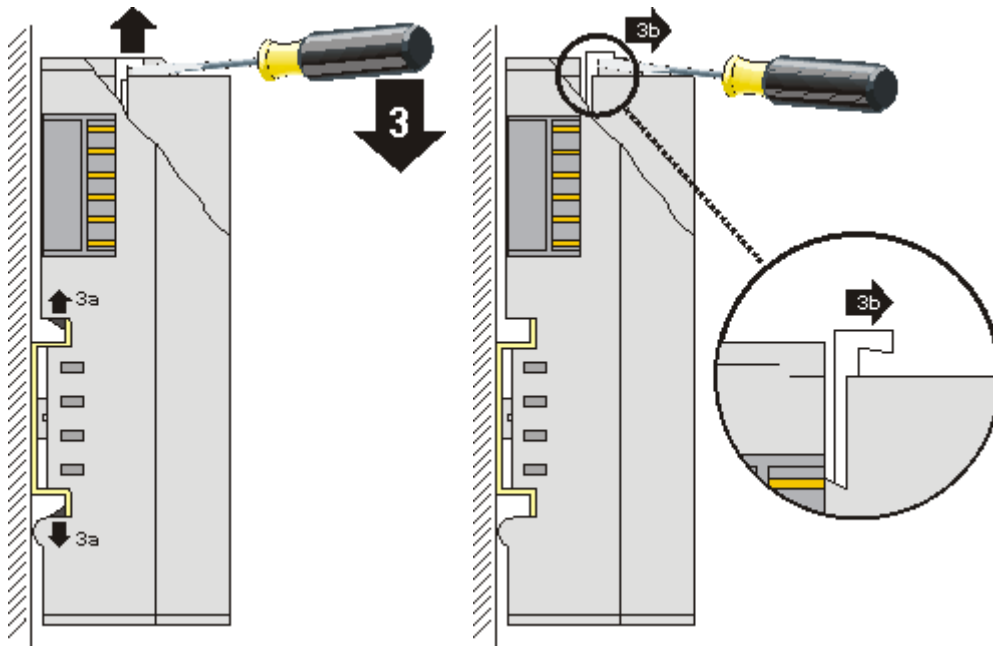
然后将接线端子模块向安装导轨上按压（1），直至模块锁存在安装导轨上（2）。

- 连接电缆。

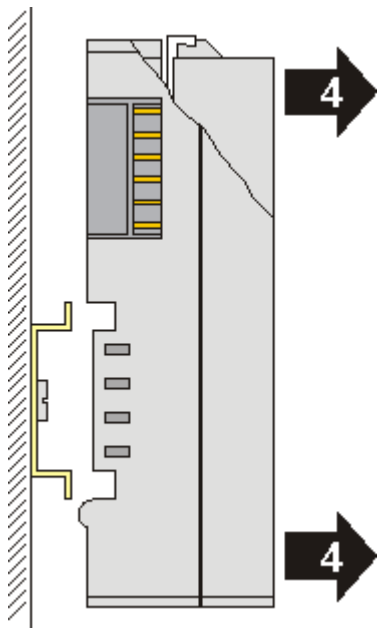
#### 拆卸

- 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)。



### 3.7 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）。

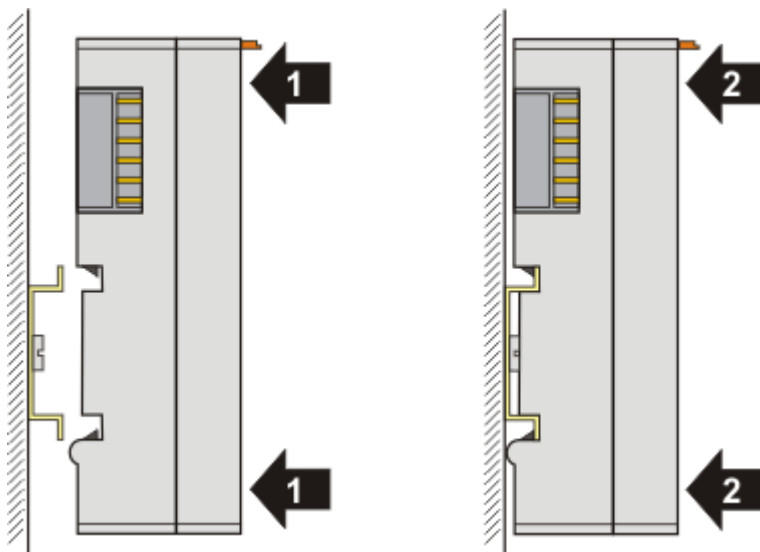
#### ⚠ 警告

**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。

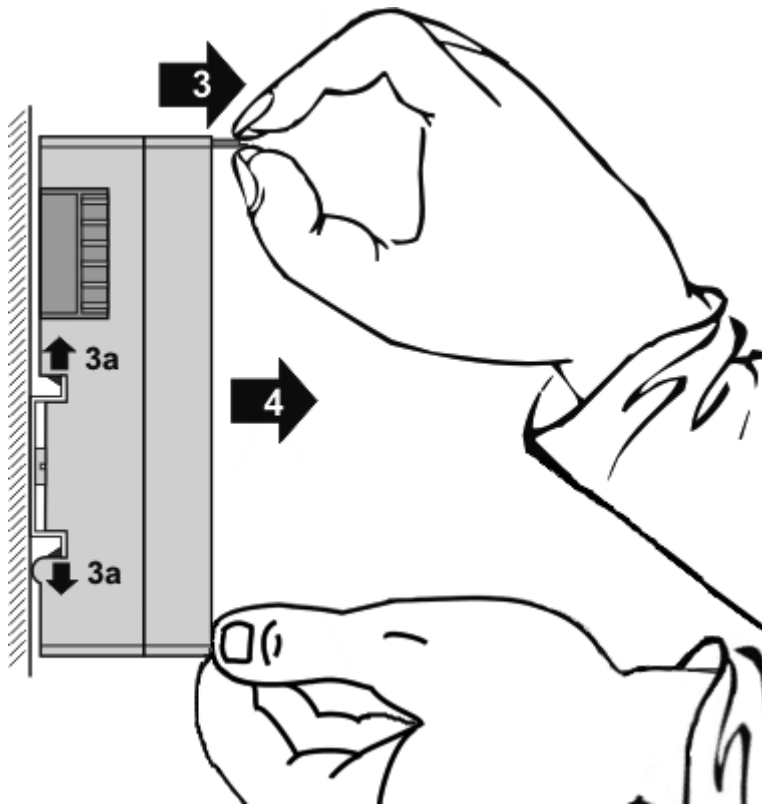


然后将接线端子模块向安装导轨上按压（1），直至模块在安装导轨上锁紧（2）。

- 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。

### 3.8 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。

### 3.9 PROFIBUS 接线

PROFIBUS 标准对数据传输介质的物理特性进行了定义（参见 PROFIBUS 第 1 层：物理层）。

现场总线系统的使用范围主要取决于传输介质和物理总线接口的选择。除了对传输安全性的要求外，购买和安装总线电缆所需要的成本和工程量也至关重要。PROFIBUS 标准在保留统一总线协议的同时，也允许多种传输方式。

#### 电缆传输

这种传输方式符合美国 EIA RS-485 标准，被指定为生产工程、楼宇管理和驱动技术应用的基本传输方式。使用带有一对导线的双绞铜缆进行传输。根据不同的应用场合（应考虑电磁兼容性），也可以省略屏蔽层。

有两种导线可供选择，其各自允许的最大长度不同（参见 RS-485 表格）。

#### RS485 - 基本特性

符合 PROFIBUS 标准的 RS-485 传输	
网络拓扑	线性拓扑，线路的两端均应启用终端电阻，允许使用分支。
介质	屏蔽双绞线缆，根据环境条件（EMC）可以省略屏蔽层。
站点数量	无中继器时，每段 32 个站点。通过中继器，可扩展到 127 个站
最大总线长度（不带中继器）	12 Mbit/s 速率时为 100 m 1500 Kbit/s 速率时为 200 m, 93.75 Kbit/s 速率时最长可达 1.2 km
最大总线长度（带中继器）	使用线路放大器或中继器，总线长度可以增加至 10 km。此时至少需要3个中继器，根据制造商的不同，最多可达 10 个。
传输速率（可分级调整）	9.6 Kbit/s; 19.2 Kbit/s; 93.75 Kbit/s; 187.5 Kbit/s; 500 Kbit/s; 1500 Kbit/s; 12 Mbit/s
连接器	IP20: 9 针 D-Sub 连接器 IP65/67: M12 圆形连接器

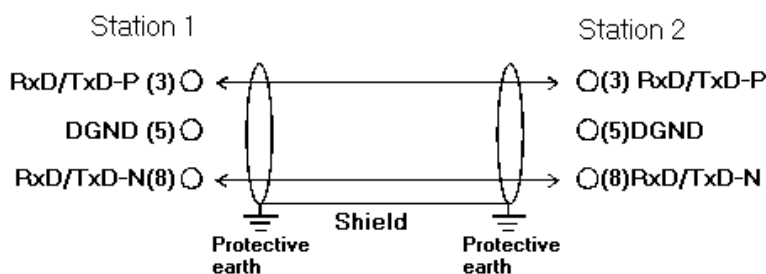
#### PROFIBUS DP 和 PROFIBUS FMS 的布线

请注意波特率大于 1.5 Mbaud 时对数据线的特殊要求。使用适当的电缆是总线系统正确运行的基本条件，如果使用普通的 1.5 Mbaud 电缆，反射和过度衰减可能会导致一些意外现象。例如，一个已经接线的 PROFIBUS 站点可能无法成功连接，但当相邻的站点断开连接时，它又会连接上。或者在传输特定的 bit pattern（位元模式）时可能会出现传输错误。这样可能会导致设备不运行时 PROFIBUS 总线通讯正常，但在设备启动后总线会出现明显的随机错误。降低波特率（< 93.75 Kbaud）可以消除这种错误现象。

如果降低波特率后错误仍然存在，那么表明很可能存在线路故障。比如两条数据线可能在一个或多个连接器处交叉，或者终端电阻未启用，或者在错误的位置启用。

#### ● 推荐的电缆

**i** 使用倍福提供的预装电缆全让安装变得更加简单，避免接线错误，加快调试进度。倍福产品系列包括现场总线电缆、电源电缆、传感器电缆以及终端电阻和 T 型件等附件。此外，也提供散装的连接器和电缆供客户现场装配。



附图 10: PROFIBUS 电缆引脚分配

#### ● 终端电阻

**i** 在有两个以上站点的系统中，所有设备都是并联的。PROFIBUS 电缆的两端必须连接终端电阻，以免发生反射和相关的传输问题。

## 距离

根据总线电缆符合 EN 50170 标准的规定，得出总线区段的长度分别如下：

波特率 (Kbit/s)	9.6	19.2	93.75	187.5	500	1500	12000
电缆长度 (m)	1200	1200	1200	1000	400	200	100

1500 kbaud 及以下，分支电缆 < 6.6 m；12 Mbaud 时不应使用分支。

## 总线的分段

总线的一个分段最多包含 32 台设备。一条 PROFIBUS 网络中最多允许使用 126 台设备，但需要使用中继器刷新和放大信号才能实现这么多台设备的通讯。每个中继器也算作一台设备。

IP-Link 是采用环形拓扑结构的现场总线端子盒的子总线系统。耦合器模块 (IP230x-Bxxx 或 IP230x-Cxxx) 中有一个 IP 主站，最多可连接 120 个扩展模块 (IExxxx)。两个模块之间的距离不得超过 5 m。在模块的规划和安装时，为了实现环形结构，最后一个模块连接必须回到 IP-Link 主站。

## 安装指南

装配模块和铺设电缆时，请遵循 PROFIBUS 用户组织 (PROFIBUS Nutzerorganisation e.V.) 提供的 PROFIBUS DP/FMS 技术指南 (参见 <https://www.profibus.com>)。

## 检查 PROFIBUS 接线

PROFIBUS 电缆 (或使用中继器时的电缆区段) 可通过一些简单的电阻测量进行检查。测量时，所有站点的电缆都应拆下：

1. 导线起端 A 和 B 之间的电阻：约 110 Ω
2. 导线末端 A 和 B 之间的电阻：约 110 Ω
3. 导线起端 A 和导线末端 A 之间的电阻：约 0 Ω
4. 导线起端 B 和导线末端 B 之间的电阻：约 0 Ω
5. 导线起端屏蔽和末端屏蔽之间的电阻：约 0 Ω

如果上述测量成功，说明电缆没有问题。如果这种情况下仍然发生总线故障，通常是 EMC 干扰造成的。请遵循 PROFIBUS 用户组织 (<https://www.profibus.com>) 提供的安装说明。

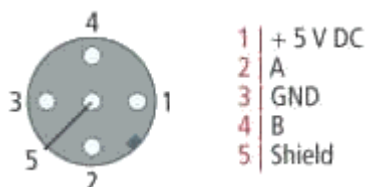
### 3.10 PROFIBUS 连接

#### M12 圆形连接器

M12 插孔有五个引脚，采用逆序编号 (inverse-coded)。1 号引脚传输 5V<sub>DC</sub> 信号，3 号引脚为 GND，用于连接终端电阻。切勿将这些引脚用作其它功能，否则会导致设备损坏。

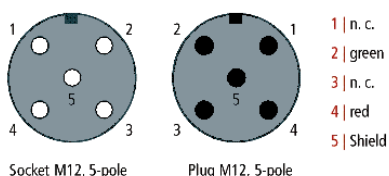
2 号和 4 号引脚传输 PROFIBUS 信号，切勿将这两个引脚对调，否则将无法通信。引脚 5 传输屏蔽信号，与现场总线端子盒的底座经由电容而连通。

#### M12 插孔引脚分配 (-B310)



附图 11: M12 插孔引脚分配 (-B310)

#### M12 插孔/插头引脚分配 (-B318)



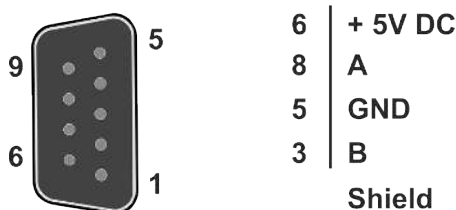
附图 12: M12 插孔/插头引脚分配 (-B318)

#### 9 针 D-Sub 连接器

6 号引脚传输 5V<sub>DC</sub> 信号，5 号引脚为 GND，用于连接终端电阻。切勿将这些引脚用作其它功能，否则会导致设备损坏。

3 号和 8 号引脚传输 PROFIBUS 信号，切勿将这两个引脚对调，否则将无法通信。

#### PROFIBUS D-sub 插孔引脚分配



附图 13: PROFIBUS D-sub 插孔引脚分配

#### PROFIBUS 接线的颜色

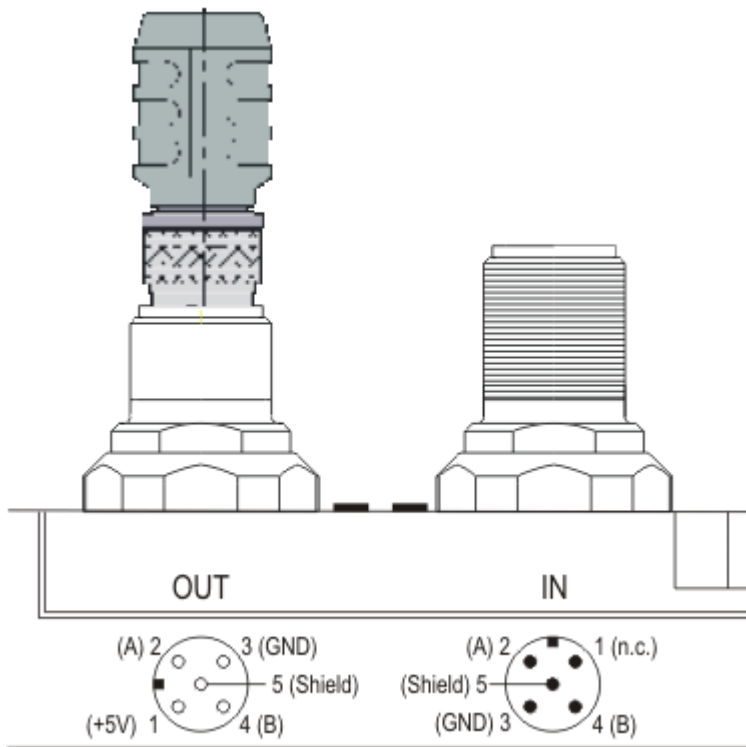
PROFIBUS 线路	M12	D-Sub
B 红色	引脚 4	引脚 3
A 绿色	引脚 2	引脚 8

#### 现场总线端子盒的连接

现场总线端子盒可直接连接，也可以通过 T 型件（或 Y 型件）连接。

B318 系列端子盒有一个插孔和一个插头，PROFIBUS 通过这两个接口进行传输。只有插孔上才有连接终端电阻的电源电压 (+5 V<sub>DC</sub>)。终端电阻 ZS1000-1610 只能接到插头。

PROFIBUS 进线电缆始终应连接到插孔上。



附图 14: 现场总线端子盒插孔/插头的引脚分配

有两个 T 型件可供选择:

- ZS1031-2600, 传输 +5 V<sub>DC</sub> 电压为终端电阻供电
- ZS1031-2610, 不传输 +5 V<sub>DC</sub> 电压



### 3.11 处理



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

## 4 基本通讯

### 4.1 EtherCAT 基础知识

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

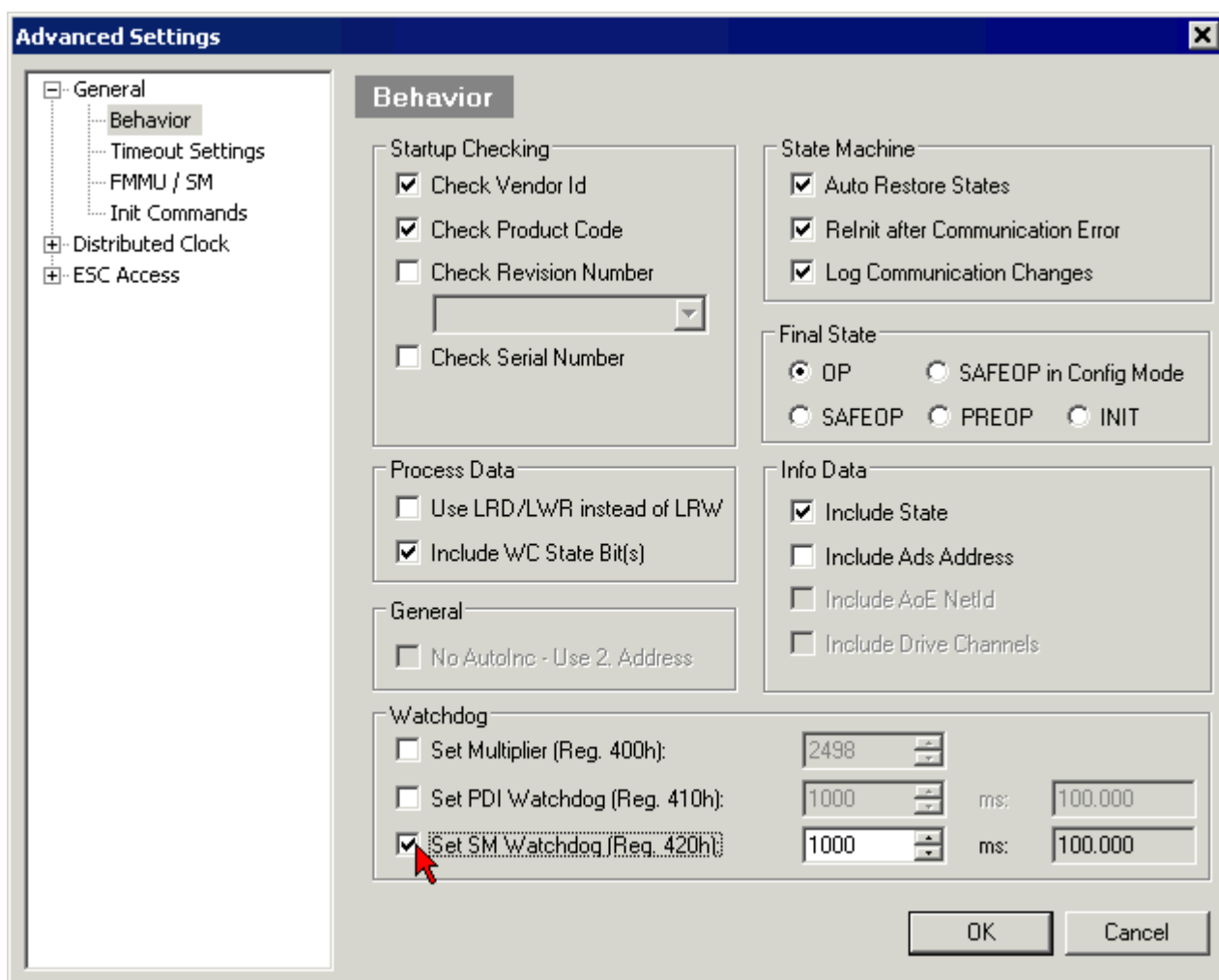
### 4.2 设置看门狗的一般注意事项

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

EtherCAT 从站控制器（ESC）有两个看门狗：

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

在 TwinCAT 中可以分别设置这两个看门狗的时间，如下所示：



附图 15: EtherCAT 选项卡 -> Advanced Settings -> Behavior-> Watchdog

注意：

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

## SM 看门狗 (SyncManager 看门狗)

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

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

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

## PDI 看门狗 (过程数据看门狗)

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

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

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

## 计算方式

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

例如：默认 Multiplier = 2498, SM watchdog = 1000  $\rightarrow$  100 ms

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

### ⚠ 谨慎

#### 可能出现未定义的状态！

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

### ⚠ 谨慎

#### 可能出现设备损坏和未定义的状态！

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

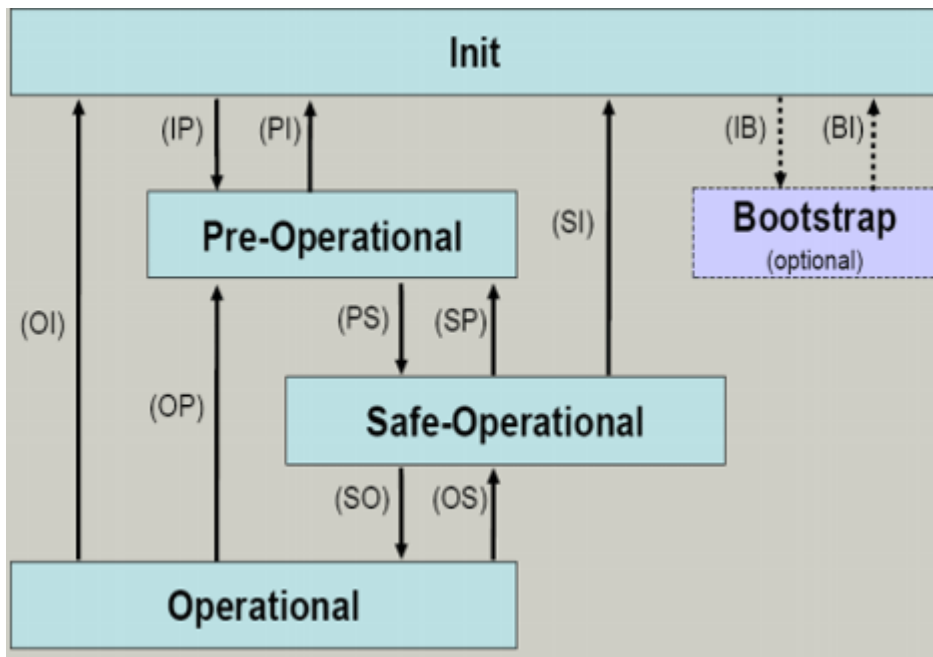
## 4.3 EtherCAT 状态机

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

以下状态之间有所区别：

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

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



附图 16: EtherCAT 状态机的状态

## Init

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

## 预备运行 (Pre-Op)

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

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

## 安全运行 (Safe-Op)

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

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

### ● SAFEOP 状态下的输出

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

## 运行 (Op)

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

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

## 引导 (Boot)

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

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

## 4.4 CoE 接口

### 一般说明

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

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

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

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

- 索引 Index: 0x0000 ... 0xFFFF (0...65535<sub>dec</sub>)
- 子索引 SubIndex: 0x00...0xFF (0...255<sub>dec</sub>)

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

对于 EtherCAT 现场总线用户来说, 相关的索引范围是:

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

其他重要的范围是:

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

---

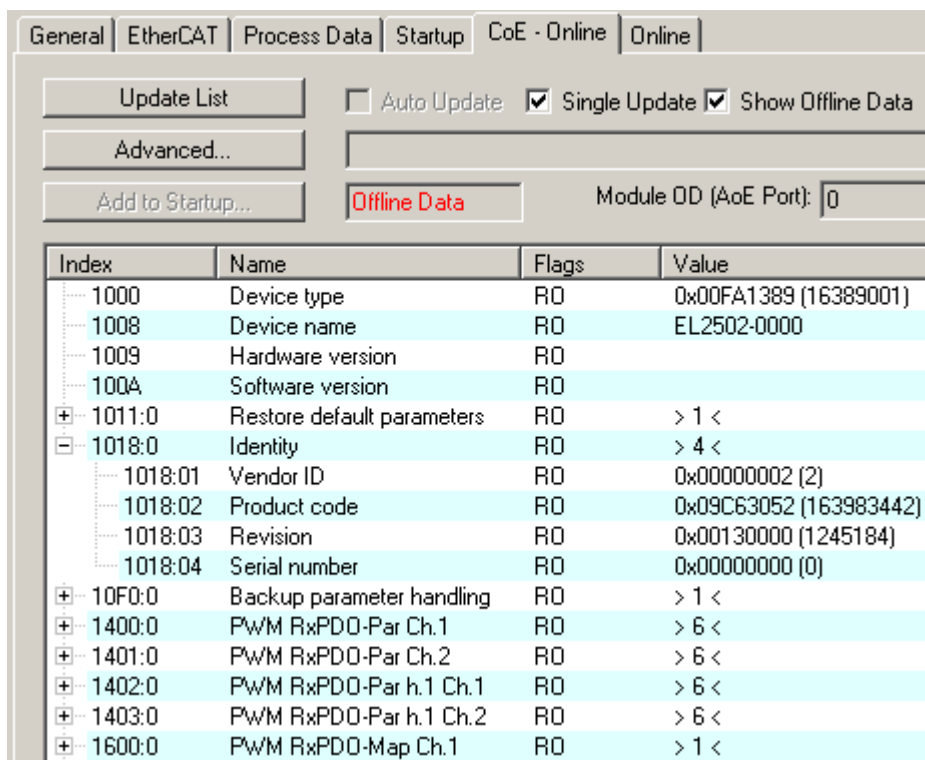
### ● 适用性



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

---

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



附图 17: “CoE Online” 选项卡

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

### 注意

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

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

- 如果需要更换组件，请保留 Startup List。
- 在线字典和离线字典之间的区别
- 当前最新的 XML 描述文件（从倍福公司网站下载），
- “CoE-Reload”用于重置所做的更改。
- 系统运行期间通过 PLC 程序访问（参见 [TwinCAT3 | PLC Library: Tc2 EtherCAT](#) 和 [Example program R/W CoE](#)）

#### 数据管理和 “NoCoeStorage” 功能

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

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

## ● 数据管理

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

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

关于这个功能是否适用于相应的设备，请参考本文件中的技术数据。

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

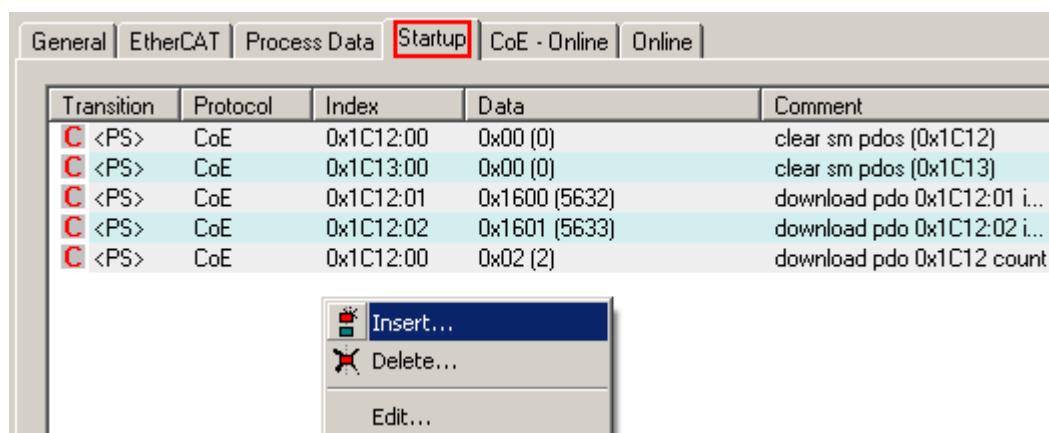
## ● Startup List

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

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

### 手动修改 CoE 参数的推荐方法

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



附图 18: TwinCAT System Manager 中的 Startup List

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

### online/offline列表

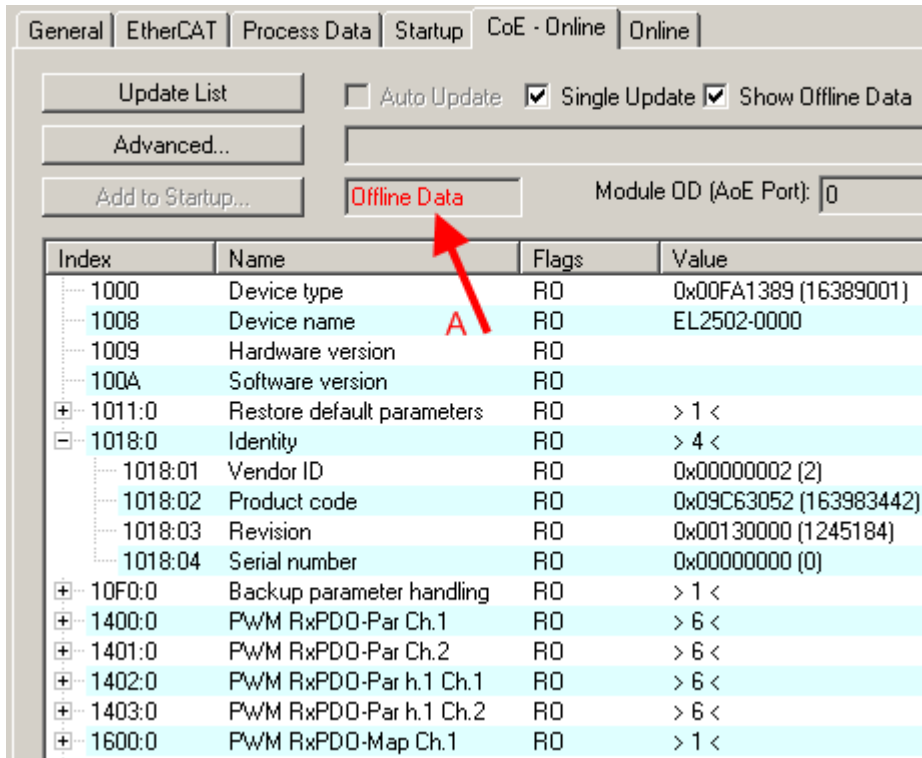
在使用 TwinCAT System Manager 时，必须区分 EtherCAT 设备是否“可用”，即已经上电并连接到 EtherCAT 从而处于**在线 (Online)** 状态，或者是在从站未连接的情况下创建了一个**离线 (Offline)** 配置。

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

- 如果从站处于离线状态
  - 显示 ESI 文件中的离线列表。此时修改 CoE 参数是没有意义的，也无法进行。
  - 配置的状态显示在“Identity”下。
  - 不显示固件或硬件版本，因为只有实际在线的设备才有这些特征参数。

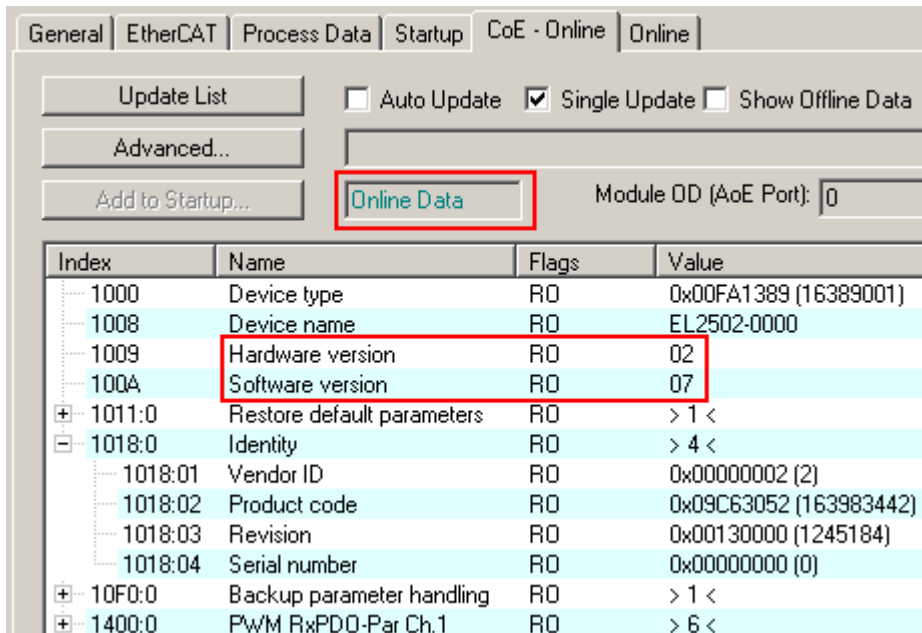


- Offline Data显示为红色。



附图 19: 离线列表

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



附图 20: 在线列表



## 基于通道的顺序

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

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

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

这种情况一般写成 0x80n0。

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

## 5 参数设置和调试

### 5.1 EL6731 – PROFIBUS 主站端子模块

#### 5.1.1 PROFIBUS 协议

作为主站，支持 PROFIBUS DP、PROFIBUS DPV1、PROFIBUS DPV2、S5-FDL-AGAG 通信（仅 FC310x）和 PROFIDRIVE-PKW 接口协议。

##### PROFIBUS DP

PROFIBUS-DP 主站功能概述如下：

功能	描述
Standard DP（标准 DP）	PROFIBUS DP [▶ 43] 章节描述了建立 DP 连接（Set_Prm - 参数，Chk_Cfg - 配置）和交换用户数据（Data_Exchange）的必要步骤。
Task synchronization（任务同步）	Synchronization（同步） [▶ 46] 章节描述了 TwinCAT Task 如何与 PROFIBUS 周期同步。
Slave priorities（从站优先级）（仅限 FC310x、FC3151、CX1500-M310、EL6731）	从站可以接收不同周期的报文。必要的设置请参见 Slave Prioritization/Multiple DP Cycles（从站优先级设置/多个 DP 周期） [▶ 130] 章节。
Several DP cycles（多个 DP 周期）（仅 FC310x、FC3151、CX1500-M310、EL6731）	为了在任务周期较长时接收最新的输入，每个任务周期可以执行多个 DP 周期，如 Slave Prioritization/Multiple DP Cycles（从站优先级设置/多个 DP 周期） [▶ 130] 章节所述。
Diagnostics（诊断信息）	本章节对 Diagnostics（诊断信息） [▶ 119] 功能进行了说明。
Error Reactions（错误响应）	发生故障（从站故障或任务停止）时，可以设置不同的 Error Reactions（错误响应） [▶ 117]。
Sync/Freeze（同步/冻结）	Sync/Freeze（同步/冻结） [▶ 47] 章节对 Sync（同步）和 Freeze（冻结）命令的启用方法进行了说明。
Upload Configuration（上传配置）	通过 Upload Configuration（上传配置） [▶ 53] 功能可以读取连接到 PROFIBUS 的从站。
Master redundancy 主站冗余（仅限 FC310x）	Master redundancy（主站冗余）章节说明了将第二个配置相同的主站作为备用主站所需的设置（TwinCAT 2.9 及以上版本）。

##### PROFIBUS DPV1

PROFIBUS-DPV1 主站功能概述如下：

功能	描述
MSAC_C1	MSAC_C1 [▶ 51] 连接跟随周期性连接同时建立。支持 Read、Write 和 Data_Transport 服务。
MSAC_C2	MSAC_C1 [▶ 51] 连接的建立与周期性连接无关，第二个主站也可以使用此连接（当第一个主站通过周期性 MSAC_C1 连接与从站通信时）。支持 Initiate、Abort、Read、Write 和 Data_Transport 服务。

##### PROFIBUS DPV2

PROFIBUS-DPV2 主站功能概述如下：

功能	描述
Equidistance（等距同步）	DPV2 equidistance（等距同步）功能在 PROFIBUS MC [▶ 45] 章节进行了介绍。

##### S5-FDL-AGAG 通信（仅限 FC310x）

FC310x 文档的 S5-FDL 章节对 S5-FDL-AGAG 通信进行了说明。

##### PROFIDRIVE-PKW 接口

PROFIDRIVE PKW 协议 [▶ 54] 在 PROFIBUS 主站中实现，可以通过非周期的 ADS 命令来调用。

## 5.1.2 PROFIBUS DP

### Standard DP（标准 DP）的操作

在 TwinCAT System Manager 中配置标准 DP 的操作步骤如下：

#### 配置 DP 主站

##### FC310x

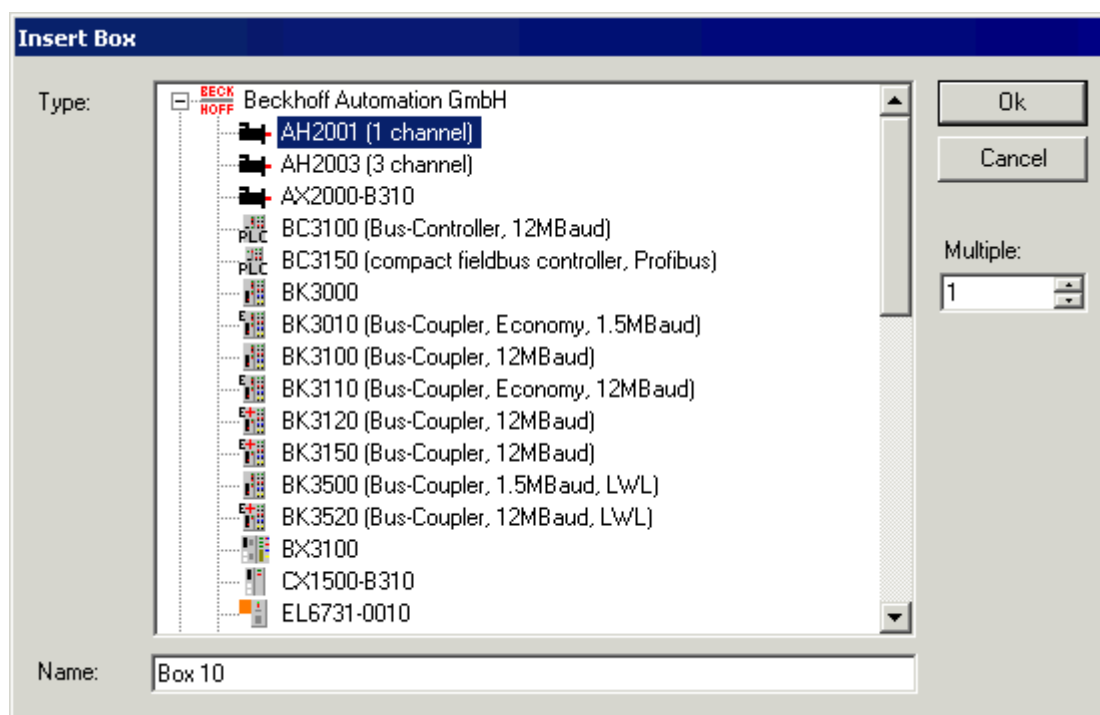
首先需要配置一个“Profibus Master FC310x, PCI” I/O Device（鼠标右键选择“I/O devices”，然后选择“Insert device”）。在“FC310x”选项卡上搜索对应的通道（“Search”按钮），波特率默认设置为 12 Mbaud，可根据需要进行调整。

##### EL6731

步骤同上；配置“Profibus master EL6731, EtherCAT”（右键单击“I/O devices”，然后选择“Append Device”）。

#### 添加 DP 从站

可以配置倍福的 DP 从站或其他制造商的从站。在 System Manager 的 Profibus 子目录中存储有 GSD 文件的所有从站会自动显示出来，并按照制造商名称排序；如果要关联其它 GSD 文件，必须在“Miscellaneous”下选择“General Profibus box (GSD)”。



附图 21: 添加 DP 从站

如果添加的是模块化从站，则还需要添加 KL/EL 端子或 IL 模块（对于倍福从站）或 DP Module（对于其他制造商的设备）。

#### 系统启动

##### TwinCAT Config 模式

在 TwinCAT Config 模式下，只需要与已配置的从站交换数据。启动 TwinCAT Config 模式，并使用工具栏上的“Reload devices”按钮激活 DP 主站的配置，然后就可以在 System Manager 中已配置的从站所对应的“Variables”选项卡上读取或写入相关数据。

## TwinCAT RUN 模式

对于 TwinCAT RUN 模式，至少需要将 PROFIBUS 主站或当前配置从站的一个变量关联到一个任务。然后激活配置，并启动 TwinCAT 系统到 RUN 模式。直到相关任务启动，才会与从站进行数据交换。如果有多个任务关联到 PROFIBUS 主站或已配置的从站，则优先级最高的任务必须启动，才能与从站交换数据。

## 总线参数

PROFIBUS DP 总线的参数可以在 Bus parameters [▶\_90] 对话框中找到，该对话框可通过“FC310x”或“EL6731”选项卡的 (Bus parameters (DP) 按钮) 打开。这些参数只应当由经验丰富的用户进行修改。

### 5.1.3 PROFIBUS MC

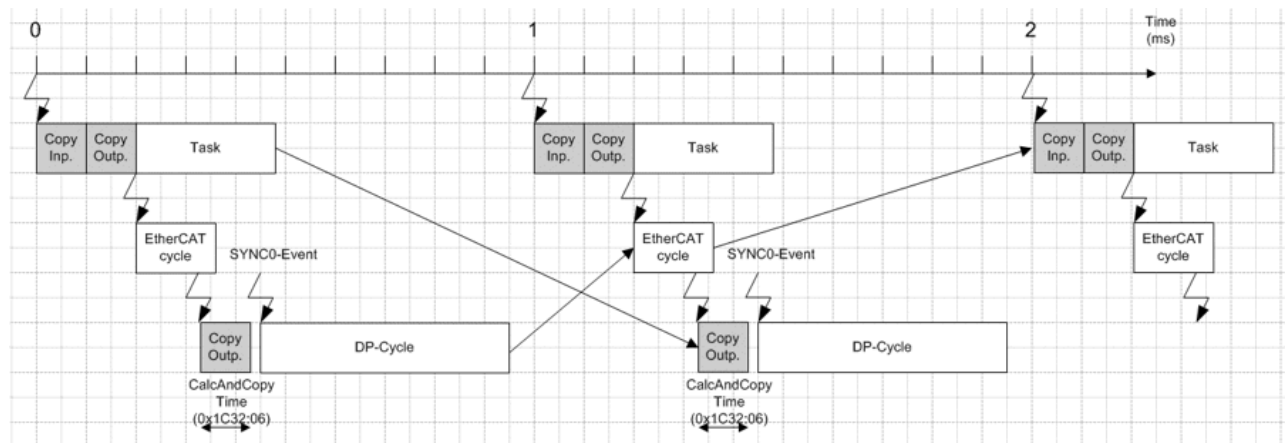
PROFIBUS MC 与 PROFIBUS DP 的区别在于，PROFIBUS 周期是恒定的，抖动只有几微秒（PROFIBUS DP 的抖动超过 100  $\mu$ s），而且在周期开始时会发送一个全局控制的广播报文，MC 从站可利用该报文进行同步，从而实现伺服驱动控制回路与 NC 的精确同步。

但是，精确同步也意味着总线干扰、从站关闭、总线插头拔出等状况常常会导致主从站之间的同步丢失，这是因为总线的 Timing（时序）发生了变化。

#### DP/MC Equidistant Mode（等距模式）

如要在 EL6731 上运行 PROFIBUS MC 协议，必须在主站的“EL6731”选项卡（用于 TwinCAT）上将**运行模式（Operation Mode）**设置为“DP/MC (equidistant)”。使用 EL6731 等距功能的任务（大多是 NC Task）应具有最高优先级，否则会影响同步性。

EL6731 通常运行在 Sync Master 模式下，使用 DC Optimized 功能实现 EtherCAT 的分步时钟同步。EtherCAT 主站分布时钟设置中的 Shift Time 不得小于 EL6731 的 CalcAndCopy 时间。EL6731 的 CalcAndCopy 时间取决于配置的 DP 从站数量。（所有从站配置并连接后）这个时间可以在 OPERATIONAL 状态下进行测量（将条目 0x1C32:08 设置为 1，然后读取条目 0x1C32:06）。下图显示的是设置为 IO at the start（任务开始时刷新I/O）的任务周期：



附图 22: EL6731 任务周期

#### Equidistant Times（等距时间）的设置

Calculate MC-Times按钮（TwinCAT；参见 [MC \[► 93\]](#) 选项卡）可用于自动设置所有 equidistant 参数。

#### Equidistant Times（等距时间）的诊断

System Manager 中的 [MC 诊断 \(MC-Diag\)](#) [► 97]选项卡或控制程序中的 ADS 可用于诊断 equidistance 时间（参见[主站诊断 \[► 119\]](#)章节）。

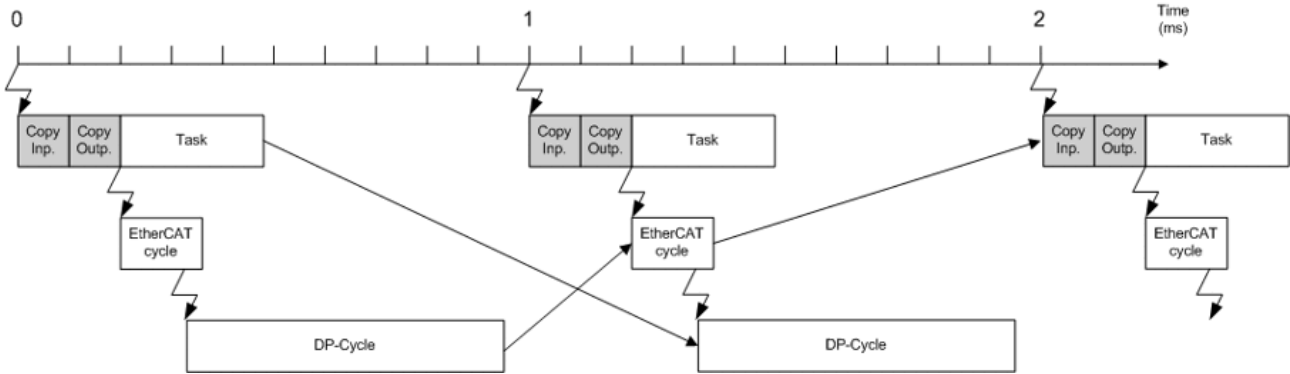
## 5.1.4 Synchronization 同步

### 5.1.4.1 概述

在 TwinCAT Run 模式下，EL6731 始终与变量所关联的最高优先级任务同步。每个 EL6731 都定义了单独的 EtherCAT 报文。一旦创建了映射，对应任务的周期就会显示在主站“EL6731”选项卡的“Cycle time”下。可以设置“I/O at task start”，以确定是否在任务开始时刷新 I/O。

#### I/O at task start 在任务开始时刷新 I/O

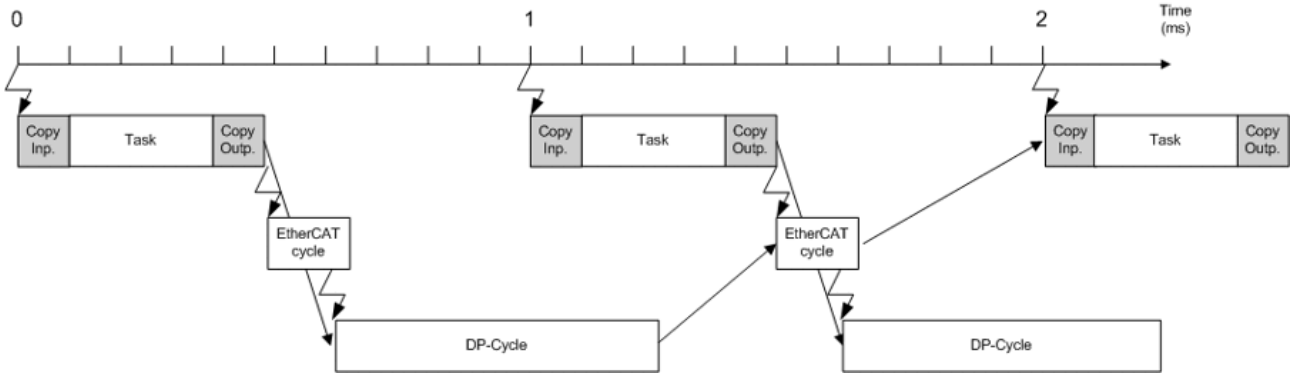
如果选中“I/O at Task Start”复选框（NC Task 的默认设置），则在任务开始前传输 EtherCAT 报文。



附图 23: I/O at Task Start 的周期

#### I/O not at task start 不在任务开始时更新 I/O

如果未选中“I/O at Task Start”复选框（这是 PLC Task 的默认设置），则在任务完成后传输 EtherCAT 报文。因此，与“I/O at Task Start”相比，虽然 EtherCAT 报文会随着任务的执行时间而抖动，但输出会早一个周期。



附图 24: 不在任务开始时刷新 I/O 的周期

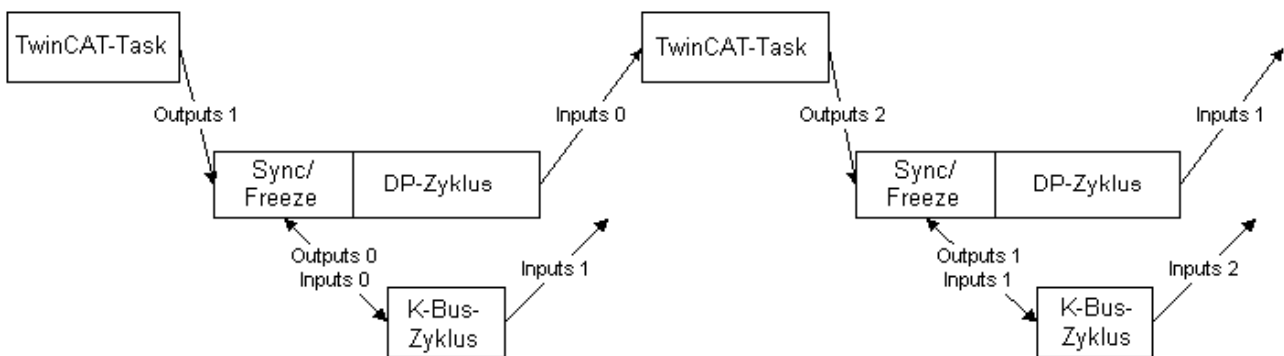
### 5.1.4.2 Sync/Freeze 同步/冻结功能

Sync（同步）用于多个从站同时进行输出，Freeze（冻结）用于多个从站同时读取输入。

在使用 FC310x / EL6731 和总线耦合器（K-bus 同步模式）的 TwinCAT 软件系统中，执行顺序如下（参见 Synchronization（同步） [▶ 46] 章节）：

- 在任务周期开始时（I/O at the start）或结束时（I/O not at the start）写入输出
- 启动 PROFIBUS 周期
- 在 PROFIBUS 周期开始时发送同步/冻结报文
- 总线耦合器利用上一个任务周期的输出启动一个 K-Bus 周期，并传输上一个 K-Bus 周期的输入
- 然后，主站将向每个从站发送当前的输出，并接收传送的输入
- 在下一个任务周期开始时读取输入
- 以此类推

因此，输出和输入始终会滞后一个周期。



附图 25: TwinCAT Task、DP 周期和 K-bus 周期的次序

在 FC310x/EL6731 上，将主站“FC310x”或“EL6731”（用于 TwinCAT）选项卡上的 Operation Mode 设置为“DP/MC (equidistant)”。在要运行 Sync/Freeze（同步/冻结）的从站的 Profibus [▶ 98] 选项卡上单击复选框 Sync/Freeze enable（启用同步/冻结功能）。主站始终使用 Group 1 进行 Sync/Freeze 同步。

## 5.1.5 ADS（非周期性服务）

### 5.1.5.1 ADS 接口

FC310x/EL6731 的所有非周期性数据都通过 ADS-Read、ADS-Write 或 ADS-Write-Control 发送或接收。FC310x/EL6731 有自己的 NetID，支持以下端口：

Port	描述
200	设置 FC310x/EL6731 本身的地址，数据存储在 FC310x/EL6731 本地，通常不需要访问总线。
0x1000 - 0x107E	设置已连接的 PROFIBUS 设备的地址，该地址从端口 -0x1000 开始计算：始终需要访问总线。

#### ADS-Read

FC310x/EL6731 支持的 ADS-Read 访问的 IndexGroup/IndexOffset 如下：

#### 用于 FC310x/EL6731 本地寻址的 IndexGroup（端口 200）

IndexGroup (低位字)	IndexGroup (高位字)	IndexOffset	描述	
			FC310x	EL6731
0xF100	0x00	数据内的字节偏移	用于读取 FC310x/EL6731 的诊断数据。如果 ADS-Read 应答无误（错误代码 = 0），则数据将包含 FC310x/EL6731 的诊断数据，详见主站诊断 [▶ 119] 一节。FC310x/EL6731 重置其 DiagFlag，而在 FC310x/EL6731 的诊断数据再次更改时，会重置 DiagFlag。	
0xF181	0x00-0x7E	数据内的字节偏移	这将读取已配置的 DP 从站的诊断数据。站号由 IndexGroup（高位字）计算得出。如果 ADS Read 响应无误（错误代码 = 0），则数据将包含已配置的 DP 从站的诊断数据，详见从站诊断 [▶ 120] 一节。	
0xF830	0x8000-0x807E	始终为 0	这将能够检测 PROFIBUS 上存在的 DP 从站，无论其配置与否。站号由 IndexGroup（高位字）-0x8000 计算得出。如果 ADS-Read 响应无误（错误代码 = 0），则表示对应的 DP 从站已正确应答。数据包含从站的标识号（字节偏移 0-1）和读取的 CfgData（从字节偏移 2 开始）（参见 Upload Configuration（上传配置） [▶ 53] 一节）。	
0xF840	0	0	用于读取 FC310x/EL6731 的固件版本和站号。如果 ADS-Read 响应无误（错误代码 = 0），则数据将包含 FC310x/EL6731 的固件版本（字节偏移 0-1）和站号（字节偏移 2）。	用于读取 FC310x/EL6731 的固件版本和站号。如果 ADS-Read 响应无误（错误代码 = 0），则数据将包含一个常量（字节偏移量 0-1）和 EL6731 的站号（字节偏移量 2）。 数据 [0] 0x45 数据 [1] 0x23 数据 [2] 地址 数据 [3] 0x00

#### 通过 ADSWRITE 更改 PROFIBUS 站号（仅限 EL6731 和 EL6731-0010）

如果使用该命令设置站号，则站号将保存在端子模块的闪存中。

此时，将忽略通过 Init 命令（Index 0x8000）指定的站号。

使用 Index 0x1010 恢复默认参数后，将重新接受 Index 0x8000:01 中的站号（对于 PROFIBUS 主站：0xF800:01）。

注意：端子模块从 INIT 状态重新设置为 OP 状态，才能接收新的站号。

EL6731 或 EL6731-0010 的 NetId

端口：200

IndexGroup (低位字)	IndexGroup (高位字)	IndexOffset	长度（单位：字节）	描述
0xF480	0x00	0 -2	4	数据 [0] 0x45 数据 [1] 0x23 数据 [2] PROFIBUS 地址 < 127 数据 [3] 0x00



用于为已配置的 PROFIBUS 设备设置地址的 IndexGroup (端口 0x1000-0x107E)

IndexGroup (Lo-Word)	IndexGroup (Hi-Word)	IndexOffset	描述
0x00-0xFF	0x00	0x00-0xFF	通过 Class 1 类连接向配置妥当的 DPV1 从站发送 DPV1-Read; DPV1 Slot number 对应 IndexGroup, DPV1 Index 对应 IndexOffset。如果 ADS-Read 应答无误 (错误代码 = 0), 数据将包含读取的 DPV1 数据 (参见 DPV1 [► 51] 章节)。
0x100-0x1FF	0x00	0x00-0xFF	通过 Class 2 类连接向配置妥当的 DPV1 从站发送 DPV1-Read; DPV1 Slot number 对应 IndexGroup - 0x100, DPV1 Index 对应 IndexOffset。如果 ADS-Read 应答无误 (错误代码 = 0), 数据将包含读取的 DPV1 数据 (参见 DPV1 [► 51] 章节)。
0x0000 - 0xFFFF	0x10000000 - 0xF0000000	0x00-0xFF	向配置妥当的 PROFIDRIVE 从站发送 PKW-Read; IndexGroup 的低位字代表参数编号 (PNU), IndexOffset 代表访问数组的 SubIndex, IndexGroup 的位 28-31 代表目标轴 (对于单轴设备, 必须为 1), IndexGroup 的位 26 和 27 用于设置 PKW 兼容性 (但并非所有 PROFIDRIVE 从站都兼容, 参见 PKW-Interface (PKW 接口) [► 54] 章节)。
0	0x01000000	0	为 Siemens AG 接口发送 FDL-Read 到配置妥当的 FDL 站 (仅限 FC310x, 请参见 FC310x 文档的 S5-FDL 章节)。

ADS Write

FC310x/EL6731 支持的 ADS-Write 的 IndexGroup/IndexOffset 如下:

用于设置 FC310x/EL6731 自身地址的 IndexGroup (端口 200)

IndexGroup (Lo-Word)	IndexGroup (Hi-Word)	IndexOffset	描述
0xF100	0x00	0-2	重置 FC310x/EL6731 的 equidistant 诊断数据 (IndexOffset = 0)、重复计数器 (IndexOffset = 1) 或无应答计数器 (IndexOffset = 2)。

用于为已配置的 PROFIBUS 设备设置地址的 IndexGroup (端口 0x1000-0x107E)

IndexGroup (Lo-Word)	IndexGroup (Hi-Word)	IndexOffset	描述
0x00-0xFF	0x00	0x00-0xFF	通过 Class 1 类连接向配置妥当的 DPV1 从站发送 DPV1-Write; DPV1 Slot Number 插槽编号对应 IndexGroup, DPV1 Index 对应 IndexOffset (参见 DPV1 [► 51] 章节)。
0x100-0x1FF	0x00	0x00-0xFF	通过 Class 2 类连接向配置妥当的 DPV1 从站发送 DPV1-Write; DPV1 Slot Number 插槽编号对应 IndexGroup 0x100, DPV1 Index 对应 IndexOffset (参见 DPV1 [► 51] 章节)。
0x400	0x00	0x00	通过 Class 2 类连接向配置妥当的 DPV1 从站发送 DPV1 Abort, Abort (中止) 参数包含在 Data 数据中 (参见 DPV1 [► 51] 章节)。
0x0000 - 0xFFFF	0x10000000 - 0xF0000000	0x00-0xFF	向配置妥当的 PROFIDRIVE 从站发送 PKW-Write; IndexGroup 的低位字代表参数编号 (PNU), IndexOffset 代表访问数组的 SubIndex, IndexGroup 的位 28-31 代表目标轴 (对于单轴设备, 必须为 1), IndexGroup 的位 26 和 27 用于设置 PKW 兼容性 (但并非所有 PROFIDRIVE 从站都兼容, 参见 PKW 接口 [► 54] 章节)。
0	0x01000000	0	为 Siemens AG 接口发送 FDL-Write 到配置妥当的 FDL 站 (仅限 FC310x, 请参见 FC310x 文档的 S5-FDL 章节)。
0	0x02000000	0	向已配置的 DP 从站发送 SetSlaveAddress 命令, 从而为 DP 从站设置新的站地址; 必须在 ADS-Write 数据的 BYTE 0 处输入旧的站地址。此外, BYTE 1 和 2 为从站的标识号, BYTE 3 决定从站以后可以修改 (0) 或不可修改 (非 0)。因此, 总共需要发送 4 个字节的 ADS-Write 数据。

ADS-ReadWrite

FC310x/EL6731 支持的 ADS-ReadWrite 的 IndexGroup/IndexOffset 如下:

用于为已配置的 PROFIBUS 设备设置地址的 IndexGroup (端口 0x1000-0x107E)

IndexGroup (Lo-Word)	IndexGroup (Hi-Word)	IndexOffset	描述
0x100-0x1FF	0x00	0x00-0xFF	通过 Class 2 类连接向配置妥当的 DPV1 从站发送 DPV1-Data_Transport; DPV1 Slot number 插槽编号对应 IndexGroup 0x100, DPV1 Index 对应 IndexOffset (参见 DPV1 [► 51] 章节)。
0x200	0x00	0x00	通过 Class 2 类连接向配置妥当的 DPV1 从站发送 DPV1 Initiate, Initiate (初始化) 参数包含在 Data 数据中 (参见 DPV1 [► 51] 章节)。

## ADS-WriteControl

FC310x/EL6731 支持的 ADS-Write-Control 命令如下：

### 用于设置 FC310x/EL6731 本地地址的 ADS-WriteControl（端口 200）

ADS 状态	设备状态	FC310x/EL6731 状态	描述
STOP (6)	0x00	RUN (5)	使 FC310x/EL6731 停止运行，即（使用 SetPrm、Unlock 命令）删除与所有 DP 从站的过程数据连接（Data_Exchange）。
RUN (5)	0x00	STOP (6)	在停止运行后重新启动 FC310x/EL6731，即重新建立与所有 DP 从站的过程数据连接（Data_Exchange）（正常 DP 启动）。

### 用于为已配置的 PROFIBUS 设备设置地址的 ADS-WriteControl（端口 0x1000-0x107E）

ADS 状态	设备状态	FC310x/EL6731 状态	描述
STOP (6)	0x00	RUN (5)	使从站停止运行，即（使用 SetPrm、Unlock 命令）删除与相关 DP 从站的过程数据连接（Data_Exchange）。
RUN (5)	0x00	STOP (6)	在停止运行后重新启动从站，即重新建立与相关 DP 从站的过程数据连接（Data_Exchange）（正常 DP 启动）。

## ADS 错误代码

32 位 ADS 错误代码始终包含一个通用 ADS 错误代码（低位字，参见 ADS 文档）和一个 FC310x/EL6731 专用的唯一错误代码（高位字，参见 [ADS 错误代码 \[128\]](#) 章节）。对应的文本信息也将显示在 TwinCAT System Manager Logger 中。

### 5.1.5.2 PROFIBUS DPV1

采用 C1 连接的主站支持 Read 和 Write 服务；采用 C2 连接的主站支持 Read、Write、Data\_Transport、Initiate 和 Abort 服务。

#### C1 连接 (MSAC-C1)

C1 连接用于与从站进行周期性数据交换的主站 (C1 主站)。要使用 C1 连接，从站必须支持 DPV1 (这意味着 GSD 文件中必须包含“DPV1\_Slave = 1”的行，以及关键字“C1\_Max\_Data\_Len”并指定适当的长度)。如果要启用从站的 C1 功能，通常还需要设置其 PrmData 的 Byte 0 的 Bit 7 为 True (参见从站 Profibus [►\_98] 选项卡) (支持 DPV1 的倍福设备会自动执行此操作)。

MSAC-C1-Read 用 ADS-Read 实现，MSAC-C1-Write 用 ADS-Write 实现：

#### MSAC-C1 Read

ADS-Read 参数	含义
Net-ID	主站的 Net-ID (请参见设备的 ADS [►_95] 选项卡)
Port	0x1000 + 从站地址
IndexGroup	Slot Number 插槽编号 (DPV1 参数)
IndexOffset	Index (DPV1 参数)
Length	要读取的数据长度
Data	在响应中：已读取的数据

#### MSAC-C1 Write

ADS-Write 参数	含义
Net-ID	主站的 Net-ID (请参见设备的 ADS [►_95] 选项卡)
Port	0x1000 + 从站地址
IndexGroup	Slot Number 插槽编号 (DPV1 参数)
IndexOffset	Index (DPV1 参数)
Length	要写入的数据长度
Data	在请求中：要写入的数据

#### C2 连接 (MSAC-C2)

C2 连接原则上用于不与从站进行周期性通信的第二个主站 (C2 主站)，但 C1 主站也可以使用 C2 连接。要使用 C2 连接，从站必须支持 DPV1 (这意味着 GSD 文件中必须包含“DPV1\_Slave = 1”的行，以及关键字“C2\_Max\_Data\_Len”并指定适当的长度)。

一旦有 Read、Write 或 Data\_Transport 访问请求，主站就会自动建立连接；不过，也可以通过 Initiate 服务显性地建立连接。自动建立连接时，主站发送最近通过的 Initiate 参数 (参见 Initiate 说明)，并在 TwinCAT 启动 (或重启) 后将 Initiate 参数初始化为 0；对连接的监视除外 - 将根据 System Manager 中设置的值进行初始化 (DPV1 Class 2 下的 Watchdog，在从站 Profibus [►\_98] 选项卡上)。

此外，还必须通过选中 DPV1 Class 2 下的 Enable 复选框 (参见从站 Profibus [►\_98] 选项卡)，为每个用到 C2 服务的从站激活 C2 功能。

如果是另一个主站与从站进行周期性数据交换，则必须在 DP Class 2 下勾选中 “No cyclic connection” (参见从站 Profibus [►\_98] 选项卡)。例如，即使 BC3100/IL23xx-C310 由外部控制器操作，也可以通过 PROFIBUS 对其进行调试。

MSAC-C2-Read 用 ADS-Read 实现，MSAC-C2-Write 用 ADS-Write 实现，MSAC-C2-Data\_Transport 用 ADS-ReadWrite 实现，MSAC-C2-Initiate 用 ADS-ReadWrite 实现，MSAC-C2-Abort 用 ADS-Write 实现：

## MSAC-C2 Read

ADS-Read 参数	含义
Net-ID	主站的 Net-ID (请参见设备的 ADS [► 95] 选项卡)
Port	0x1000 + 从站地址
IndexGroup	0x100 + Slot Number 插槽编号 (DPV1 参数)
IndexOffset	Index (DPV1 参数)
Length	要读取的数据长度
Data	在响应中: 已读取的数据

## MSAC-C2 Write

ADS-Write 参数	含义
Net-ID	主站的 Net-ID (请参见设备的 ADS [► 95] 选项卡)
Port	0x1000 + 从站地址
IndexGroup	0x100 + Slot Number 插槽编号 (DPV1 参数)
IndexOffset	Index (DPV1 参数)
Length	要写入的数据长度
Data	在请求中: 要写入的数据

## MSAC-C2 Data\_Transport

ADS-ReadWrite 参数	含义
Net-ID	主站的 Net-ID (请参见设备的 ADS [► 95] 选项卡)
Port	0x1000 + 从站地址
IndexGroup	0x100 + Slot Number 插槽编号 (DPV1 参数)
IndexOffset	Index (DPV1 参数)
Write-Length	要写入的数据长度
Read-Length	要读取的数据长度
Data	在请求中: 要写入的数据; 在响应中: 已读取的数据

## MSAC-C2 Initiate

通过 MSAC-C2-Initiate 服务可以与从站建立 C2 连接或传送新的启动参数 (如果 C2 连接已经存在)。

ADS-ReadWrite 参数	含义
Net-ID	主站的 Net-ID (请参见设备的 ADS [► 95] 选项卡)
Port	0x1000 + 从站地址
IndexGroup	0x200 + Slot Number 插槽编号 (DPV1 参数)
IndexOffset	0
Read-Length	Initiate Response 参数的长度 (6)
Write-Length	Initiate Request 参数的长度 (10 - 42)
Data	Initiate Request 参数或 Initiate Response 参数

## Initiate Request (初始化请求) 参数

0x00 - 0x01	Feature_Supported, 支持的功能
0x02 - 0x03	Profile_Feature_Supported, 支持的规约定义功能
0x04 - 0x05	Profile_Ident_number, 规约代号
0x06	sType, 类型 (字符串)
0x07	sLen: sAddr 的长度 (0 - 16)
0x08	dType, 类型 (数字)
0x09	dLen: dAddr 的长度 (0 - 16)
0x0A - 0x19	sAddr, 地址 (字符串)
0x1A - 0x29	dAddr, 地址 (数字)

## Initiate Response (初始化响应) 参数

0x00 - 0x01	Feature_Supported 支持的功能 (自从站接收到的值)
0x02 - 0x03	Profile_Feature_Supported 支持的规约定义功能 (自从站接收到的值)
0x04 - 0x05	Profile_Ident_number 规约代号 (自从站接收到的值)

## MSAC-C2 Abort

通过 MSAC-C2 Abort 服务可以再次断开与从站的 C2 连接。

ADS-Write 参数	含义
Net-ID	主站的 Net-ID (请参见设备的 ADS [▶ 95] 选项卡)
Port	0x1000 + 从站地址
IndexGroup	0x400 + Slot Number 插槽编号 (DPV1 参数)
IndexOffset	0
Length	Abort 参数的长度 (3)
Data	在请求中: Abort 参数

## Abort 参数

0x00	Reason_Code 原因代码
0x01 - 0x02	Additional_Detail 附加说明

### 5.1.5.3 上传配置

在运行过程中, 可通过 ADS Read [▶ 48] 扫描 PROFIBUS, 查找新设备:

ADS-Read 参数	含义
Net-ID	主站的 Net-ID (请参见设备的 ADS [▶ 95] 选项卡)
Port	200
IndexGroup	0xzzyyF830 (yy = 站点地址, zz = 0: 在倍福设备中, 读取表 0、1 和 9, zz = 0x80: 倍福设备返回的信息与其他制造商设备返回的信息相同)
IndexOffset	0
Length	1538
Data	从站的配置数据

对于倍福设备, 如果 IndexGroup 显示要读取表 0、表 1 和表 9, 那么只要是倍福设备, 就会提供以下数据:

偏移	描述
0-1	0
2 -513	表 0。其中所含信息包括确切的耦合器类型和固件版本。
514 - 1025	表 9 (包括耦合器编号和端子模块编号)
1026 - 1537	表 1 (仅适用于总线控制器, 所含信息中包括端子模块的分配)

如果设备来自其他制造商, 或者 IndexGroup 显示倍福设备的运行方式与其他制造商的设备完全相同, 则 ADS Read 的响应将返回以下信息:

偏移	描述
0-1	1
2 - 7	DP 诊断数据字节 0-5 (参见从站诊断 [▶ 120])
8 - 251	DP 配置数据 (CfgData [▶ 123])

### 5.1.5.4 PROFIDRIVE 从站的 PKW 接口

PKW 接口集成在 FC310x/EL6731 中，可在控制器程序中通过 ADS [▶\_48] 访问。PKW Read 由 ADS Read 实现，PKW Write 由 ADS Write 实现，PKW-Read No Of Array Elements 由 ADS Read 实现：

#### PKW Read

ADS-Read 参数	含义
Net-ID	主站的 Net-ID (请参见设备的 ADS [▶_95] 选项卡)
Port	0x1000 + 从站地址
IndexGroup	位 0-11: 参数编号 (PNU)
	位 12-25: 0
	位 26: 1 = 3 字节的 SubIndex (标准), 0 = 4 字节的 SubIndex (Simodrive 611U)
	位 27: 1 = PROFIDRIVE 从站不支持数组
	位 28-31: 轴编号 (单轴模块始终为 1)
IndexOffset	SubIndex (用于数组访问)
Length	参数长度: 2 或 4
Data	在响应中: 参数的值

#### PKW Write

ADS-Write 参数	含义
Net-ID	主站的 Net-ID (请参见设备的 ADS [▶_95] 选项卡)
Port	0x1000 + 从站地址
IndexGroup	位 0-11: 参数编号 (PNU)
	位 12-25: 0
	位 26: 1 = 3 字节的 SubIndex (标准), 0 = 4 字节的 SubIndex (Simodrive 611U)
	位 27: 1 = PROFIDRIVE 从站不支持数组
	位 28-31: 轴编号 (单轴模块始终为 1)
IndexOffset	SubIndex (用于数组访问)
Length	参数长度: 2 或 4
Data	在请求中: 参数值

#### PKW ReadNoOfArrayElements

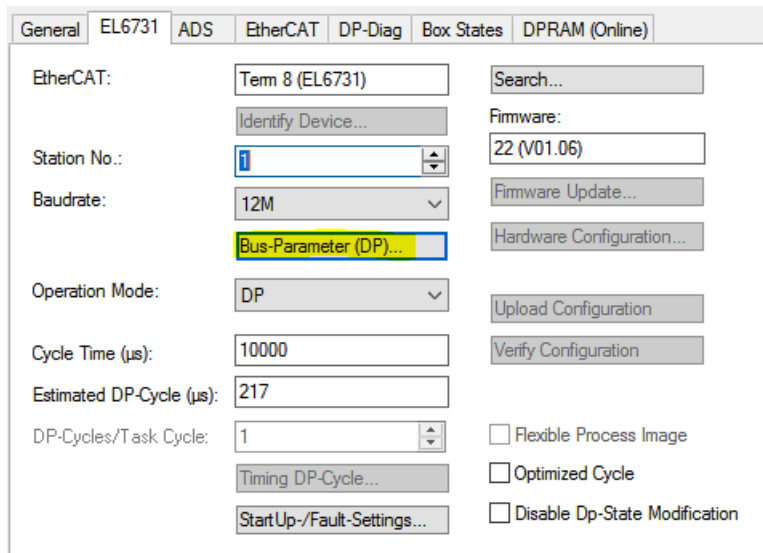
ADS-Read 参数	含义
Net-ID	主站的 Net-ID (请参见设备的 ADS [▶_95] 选项卡)
Port	0x1000 + 从站地址
IndexGroup	位 0-11: 参数编号 (PNU)
	位 12-15: 0
	位 16: 1
	位 17-25: 0
	位 26: 1 = 3 字节的 SubIndex (标准), 0 = 4 字节的 SubIndex (Simodrive 611U)
	位 27: 1 = PROFIDRIVE 从站不支持数组
	位 28-31: 轴编号 (单轴模块始终为 1)
IndexOffset	0
Length	参数长度: 1
Data	在响应中: 参数中数组元素的数量

### 5.1.5.5 FDL 接口

FDL 协议是每个 PROFIBUS 协议所依据的基本协议。FDL 是 PROFIBUS 的第二层实现。FDL 接口可用于通过 ADS 发送 FDL 报文并提取已接收的 FDL 报文。FC31xx V02.66 及以上版本和 EL6731 V01.06 及以上版本支持该功能。

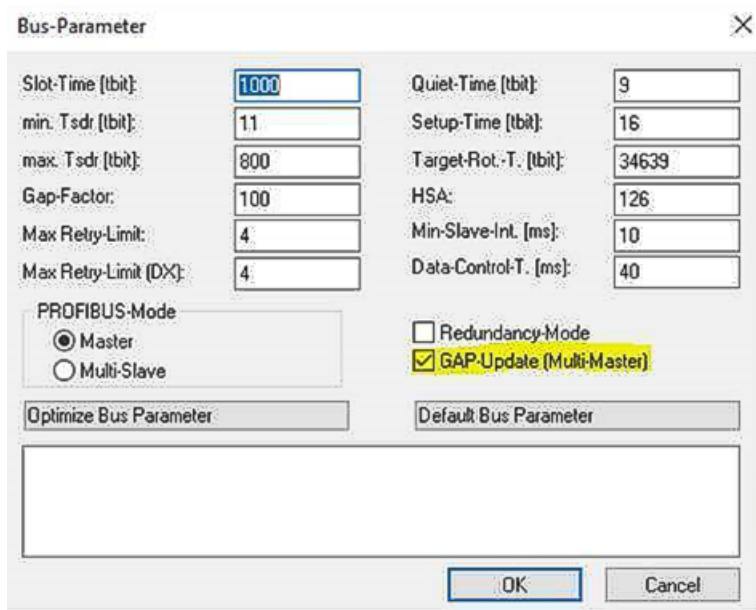
如要使用 FDL 接口，必须在主站中启用多主站运行（multi-master operation）的功能。

单击“Bus-Parameter (DP)”：



附图 26: EL6731 选项卡, Bus-Parameter (DP)

启用 Multi-master（多主站运行）：



附图 27: 启用 Multi-master（多主站运行）

现在就可以通过 ADS-Write 启用 FDL 接口了：

ADS-Write 参数	含义
Net-ID	主站的 Net-ID（请参见设备的 ADS [▶_95] 选项卡）
Port	200
IndexGroup	0xF400
IndexOffset	0
Length	数据长度
Data	0xFF（或 Profibus 自身地址）



Data: 0xFF, 接收所有数据以及Global\_Control 报文。在指定自身 PROFIBUS 地址后, 只有给自身 PROFIBUS 地址的数据才会被复制到缓冲区。

**FDL 接收**

使用 ADS-Read, 可根据长度提取从另一个主站收到的 FDL 指示或本地生成的 FDL 确认信息。每发送一个 FDL 请求, 就会返回一个 FDL 确认信息。

这里必须通过 ADS READ 轮询缓冲区来读取数据, 如果数据长度为 1 且数据内容为 0x00, 则表示缓冲区中没有数据。缓冲区的大小为 0x4000 字节; 如果接收的内容超过该大小, 则超出的数据就会丢失。

写入数据的示例 (此处从主站 01 向主站 02 发送 8 字节数据):

```
FDL_DataSend: ARRAY[0..15] OF BYTE :=
[16#01, 16#00, 16#82, 16#81, 16#0C, 16#0A, 16#21, 16#20, 16#01, 16#02, 16#03, 16#04, 16#05, 16#06, 16#07, 16#08
];
```

FDL_DataSend[0]	0x01	Cmd: Request
FDL_DataSend[1]	0x00	请求
FDL_DataSend[2]	0x82	这里的目标 PB 地址为 Master 地址 2 (+ 0x80)
FDL_DataSend[3]	0x81	这里的源 PB 地址为 Master 地址 1 (+ 0x80)
FDL_DataSend[4]	0x0C	SRD 低电平 (发送和请求数据)
FDL_DataSend[5]	0x0A	数据长度, 从下一个字节开始计算, 此处为 10 字节
FDL_DataSend[6]	0x21	DSAP
FDL_DataSend[7]	0x20	SSAP
FDL_DataSend[8...15]	0x01...0x08	数据

**发送 FDL 数据:**

ADS-Write 参数	含义
Net-ID	主站的 Net-ID (请参见设备的 ADS [▶_95] 选项卡)
端口	200
IndexGroup	0xF400
IndexOffset	0
长度	ADS 写入命令的数据字节长度
数据	FDL + Data

注意: 该 ADS 功能块的接口变量 Length 必须始终为偶数。如果 PB 报文长度为奇数, 则将 ADS 的 Length 设为 PB 报文长度 +1 以获得偶数长度。

**Read FDL data:**

ADS-Write 参数	含义
Net-ID	主站的 Net-ID (请参见设备的 ADS [▶_95] 选项卡)
端口	200
IndexGroup	0xF400
IndexOffset	0
长度	X - 缓冲区长度
数据	FDL + Data

FDL 数据应通过 ADS Read 进行轮询。如果数据长度为 1, 则表示没有数据到达。如果查询速度比传入数据的速度慢, 缓冲区中可能会有若干个 FDL 报文, 这时必须将其读出。

建议读取长度始终长于实际的 FDL 报文, 以便从缓冲区中删除若干个 FDL 报文。实际数据长度通过 COUNT\_R 变量显示在 ADSREADEX 中。

**FDL-Error-Codes (0x22xx)**



错误代码 ADS_READ	含义
0x224C	无效的 Indexgroup (Indexgroup 的高 16 位不等于零)
0x224D	无效的 Indexoffset (不等于零)
0x224E	要读取的字节数太少
0x224F	从站固件无法定位到该 ADS 内存。

错误代码 ADS_READ	含义
0x224C	无效的 Indexgroup (Indexgroup 的高 16 位不等于零)
0x224D	无效的 Indexoffset (不等于零)
0x224E	要写入的 ADS 字节数过大 (> 0x4000)
0x224F	无效的命令 (第 1 个数据字节), 允许值包括: 0x1、0x3 和 0x103
0x2250	无效的请求值 (第 2 个数据字节), 允许值为 0x0
0x2251	如果允许的第 1 个数据字节 (Cmd) = 1, 则第 5 个数据字节 (FC) 为以下值时无效: <ul style="list-style-type: none"> <li>• SDA LOW - 0x03</li> <li>• SDN LOW - 0x04</li> <li>• SDA HIGH - 0x05</li> <li>• SDN HIGH - 0x06</li> <li>• SRD LOW - 0x0C</li> <li>• SRD HIGH - 0x0D</li> </ul>
0x2252	如果允许的第 1 个数据字节 (Cmd) = 3, 则第 5 个数据字节 (FC) 为以下值时无效: <ul style="list-style-type: none"> <li>• RR - 0x02</li> <li>• RS - 0x03</li> <li>• DL - 0x08</li> <li>• DH - 0x0A</li> <li>• NR - 0x80</li> </ul>
0x2253	DSAP (第 7 个数据字节) > 63
0x2254	SSAP (第 8 个数据字节) > 63
0x2255	目标地址 (第 3 个数据字节) = 本站地址
0x2256	数据长度 > 246 (第 6 个数据字节)
0x2258	设备内存不足
0x2259	激活 FDL 接口时值无效, 允许的值为 : 0xFF, 自身 PB 地址, 0x00

## 5.1.6 TwinCAT (2.1x) System Manager

### 5.1.6.1 一般注意事项

#### 5.1.6.1.1 TwinCAT 开发环境

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

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

详细信息:

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

其他特点:

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

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

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

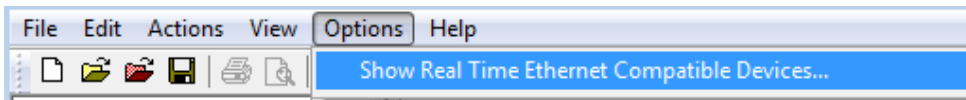
#### 5.1.6.1.1.1 TwinCAT real-time 实时驱动程序的安装

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

可以通过几种方式进行:

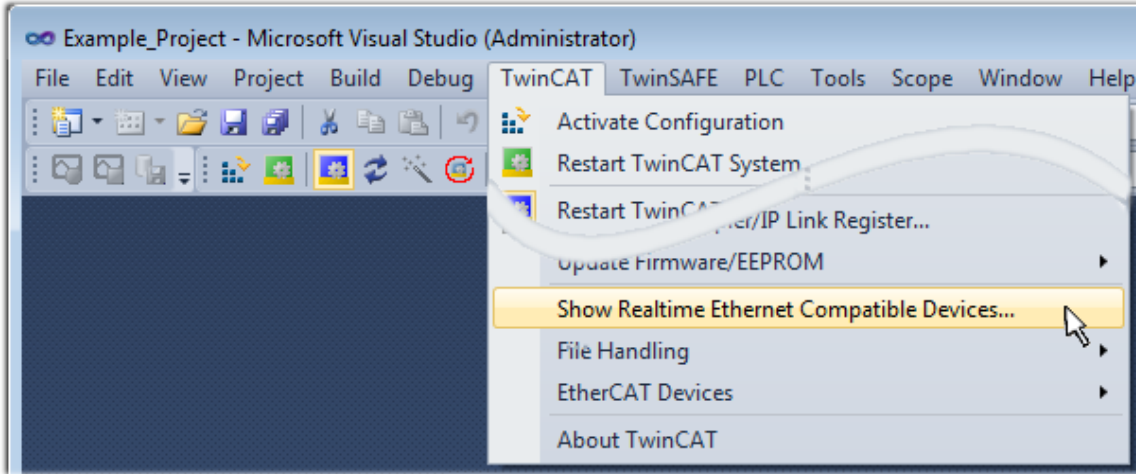
##### A: 通过 TwinCAT 适配器对话框

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



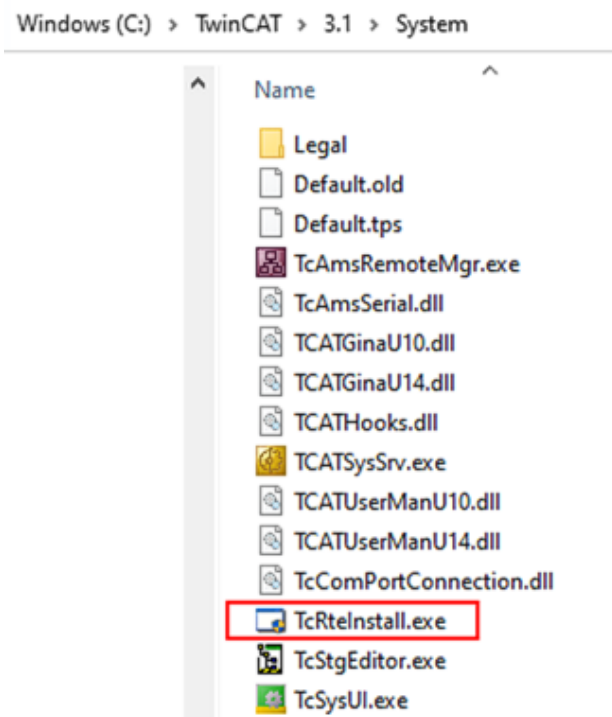
附图 28: System Manager “选项” (TwinCAT 2)

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



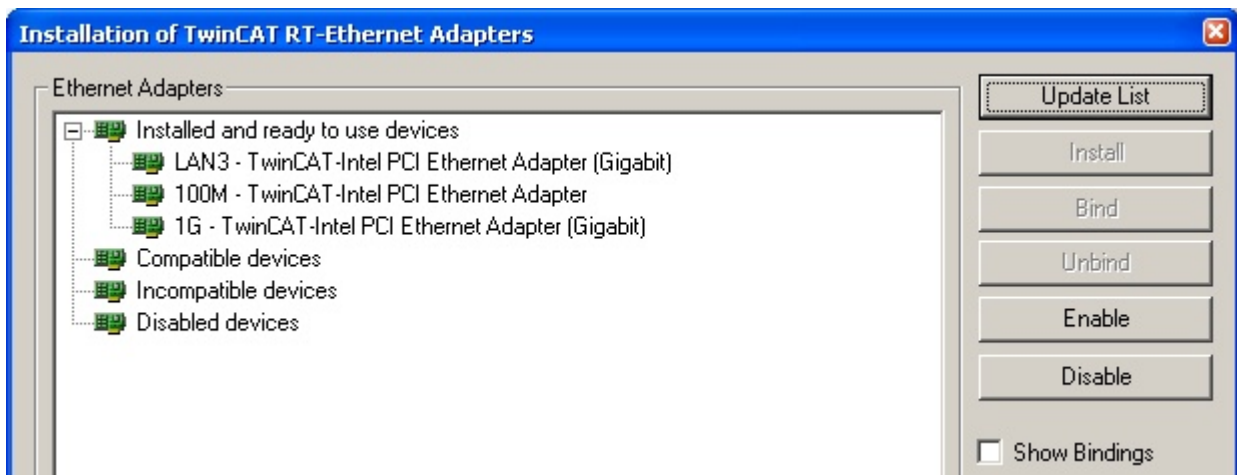
附图 29: 在 VS Shell 下调用 (TwinCAT 3)

B: 通过 TwinCAT 目录下的 TcRteInstall.exe



附图 30: TwinCAT 目录下的 TcRteInstall

两种情况下均出现以下对话框:



附图 31: 网络接口概览

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

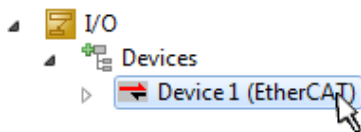
关于未签名驱动程序的 Windows 警告可以忽略。

或者，首先可以插入一个 EtherCAT 设备，如离线配置创建 [▶ 67] 章节所述，以便通过其 EtherCAT 属性（“Adapter”选项卡上的“Compatible Devices...”按钮）查看兼容的以太网端口：

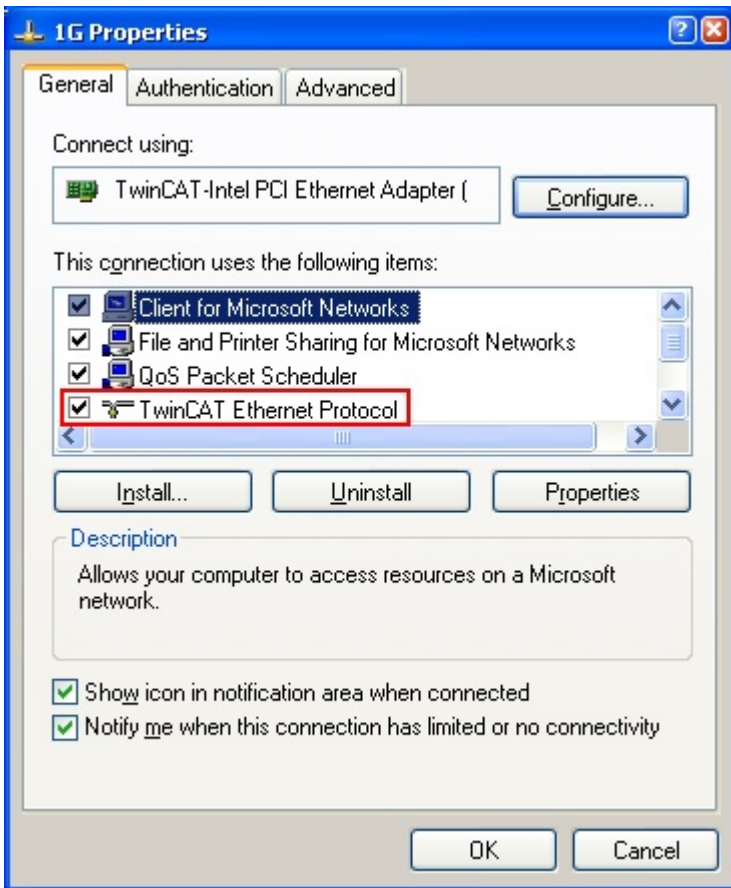


附图 32: EtherCAT 设备属性 (TwinCAT 2)：点击“Adapter”选项卡的“Compatible Devices...”

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

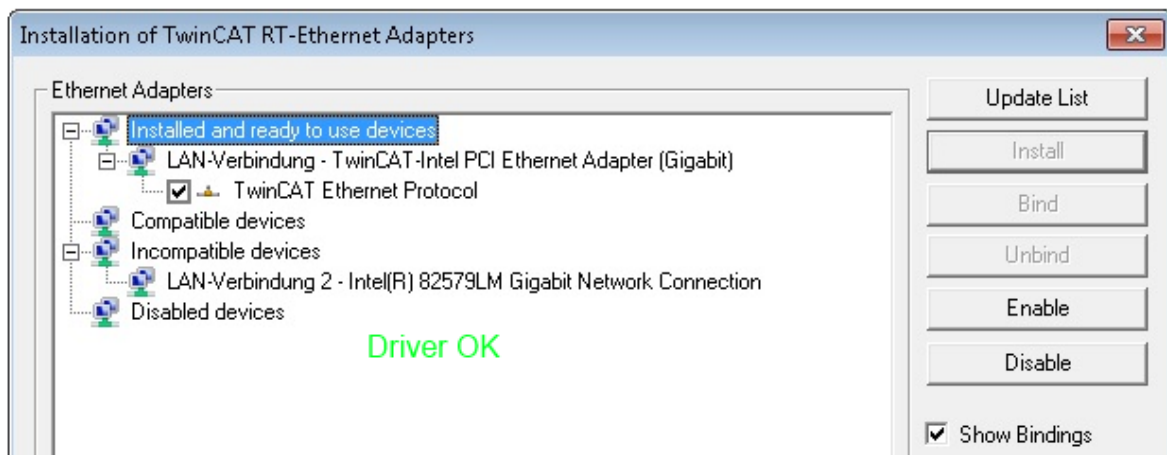


安装后，Windows 的网络接口概览中显示驱动程序已激活（Windows 开始→系统属性→网络）



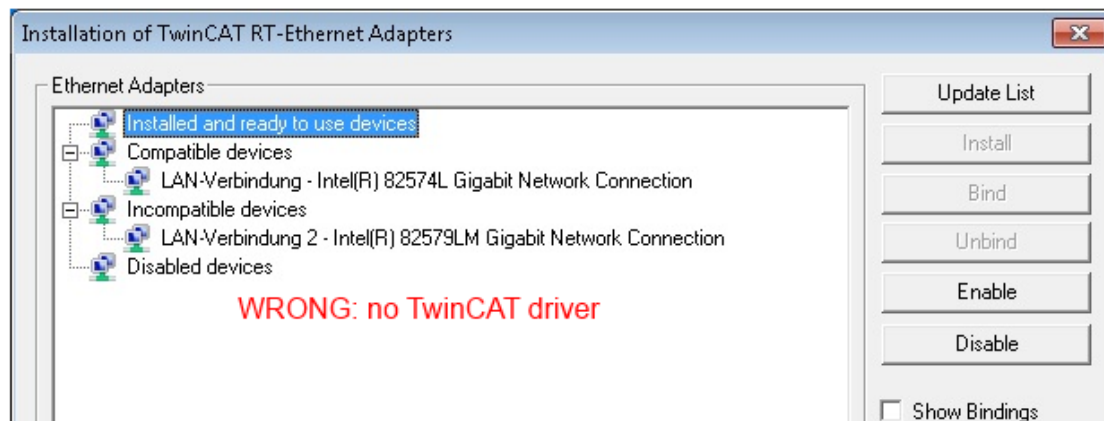
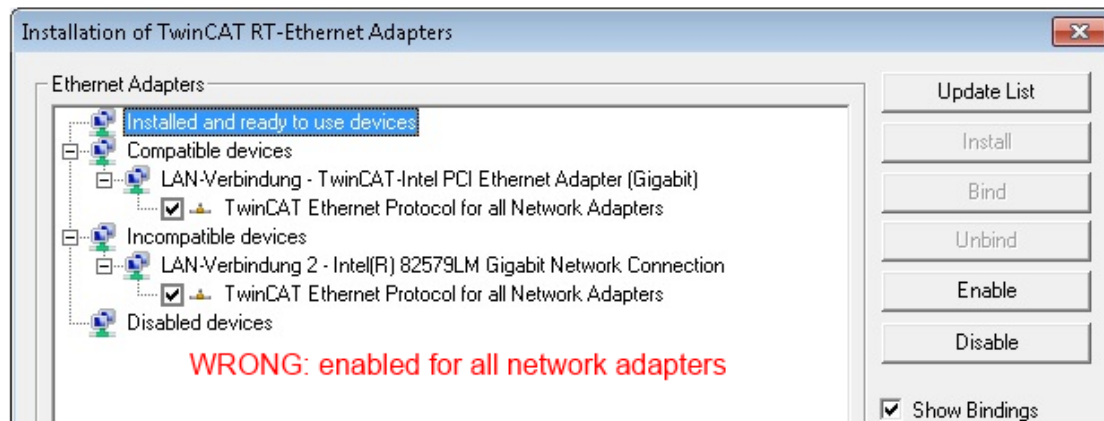
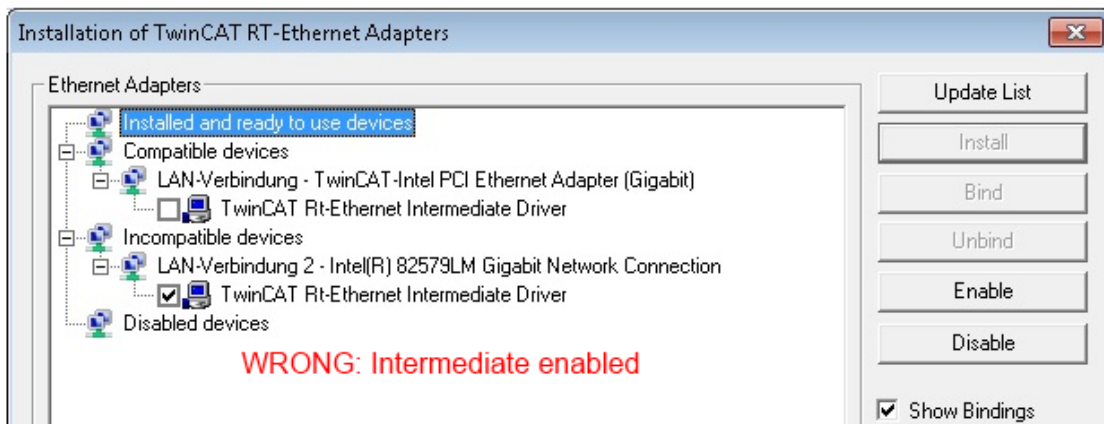
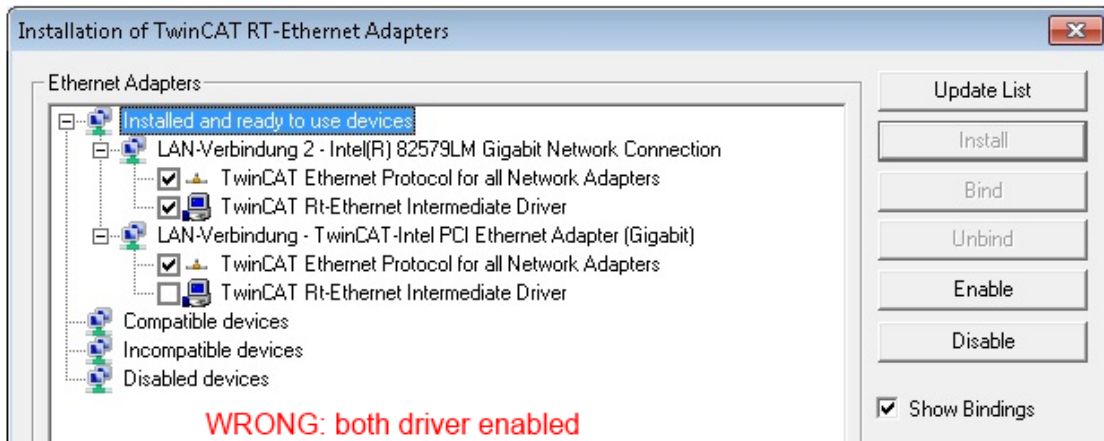
附图 33: Windows 的网络接口属性

驱动程序的正确设置如下:



附图 34: 以太网端口驱动程序的正确设置示例

必须避免下面几种可能的设置:



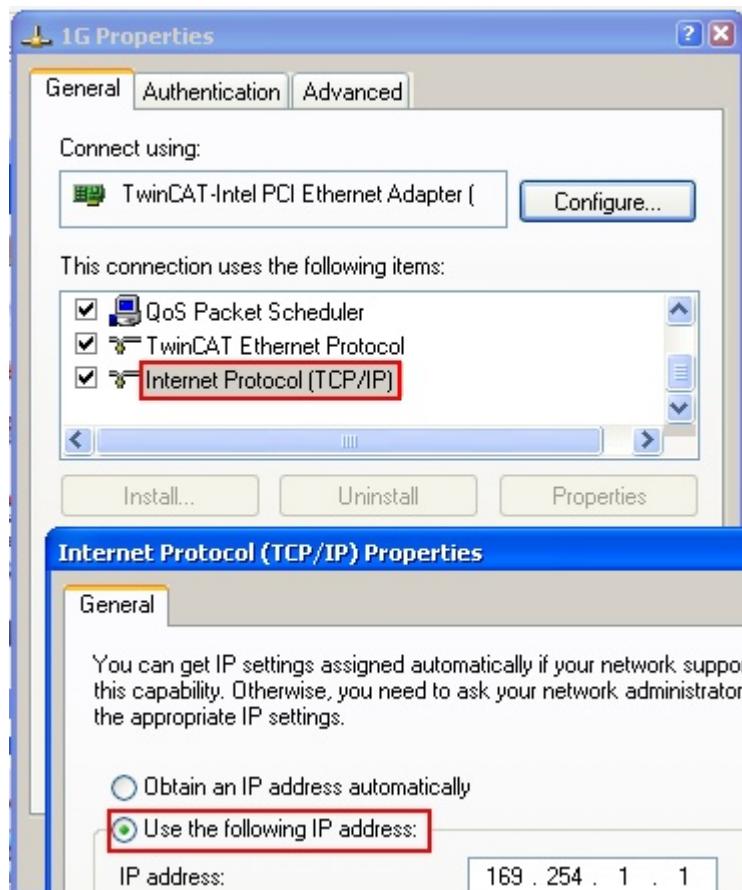
附图 35: 以太网端口驱动程序的错误设置



## 所用端口的 IP 地址

**i** IP 地址/DHCP

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



附图 36: 以太网端口的 TCP/IP 设置

### 5.1.6.1.1.2 关于 ESI 设备描述文件的说明

#### 最新 ESI 设备描述文件的安装说明

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

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

ESI 文件应存放在 TwinCAT 安装目录下。

默认设置：

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

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

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

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

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

也可以通过TwinCAT ESI Updater 更新 ESI 目录。

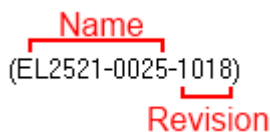
#### ● ESI

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

#### 设备的识别

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

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



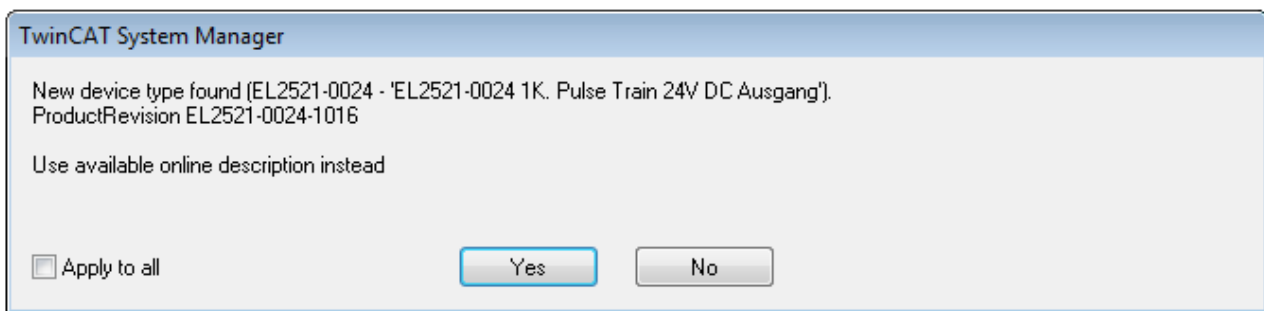
附图 37: 标识符结构

名称 + 类型组成的订货号（此处：EL2521-0025）描述了设备功能。修订版本表示技术上的升级，并由倍福公司进行管理。原则上，一个较高版本的设备可以替换一个较低版本的设备，除非在文件中另有规定。每个修订版都有自己的 ESI 描述。参见详细说明 [▶ 9]。

#### 在线描述

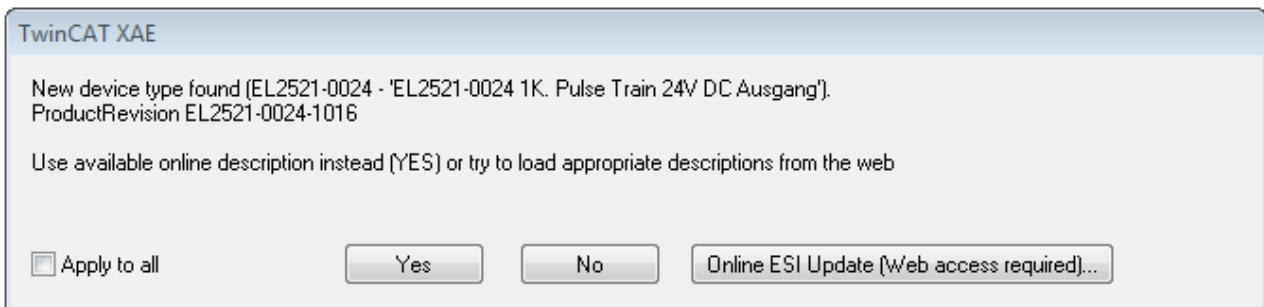
如果 EtherCAT 配置通过扫描实际设备而在线创建的（参见在线设置部分），并且没有找到可用的从站 ESI 描述（由名称和修订版本号指定），System Manager 会询问是否应使用存储在设备中的描述。在任何情况下，System Manager 需要这些信息来正确设置与从站的周期性和非周期性通信。





附图 38: 在线描述信息窗口 (TwinCAT 2)

在 TwinCAT 3 中, 会出现一个类似的窗口, 它也提供网络更新:



附图 39: 在线描述信息窗口 (TwinCAT 3)

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

### 注意

#### 扫描设备时, 修改“推荐”配置

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

请特别参阅“[关于使用倍福 EtherCAT IO 组件的一般注意事项](#)”一章。关于手动配置请参考“[离线配置创建 \[► 67\]](#)”一章。

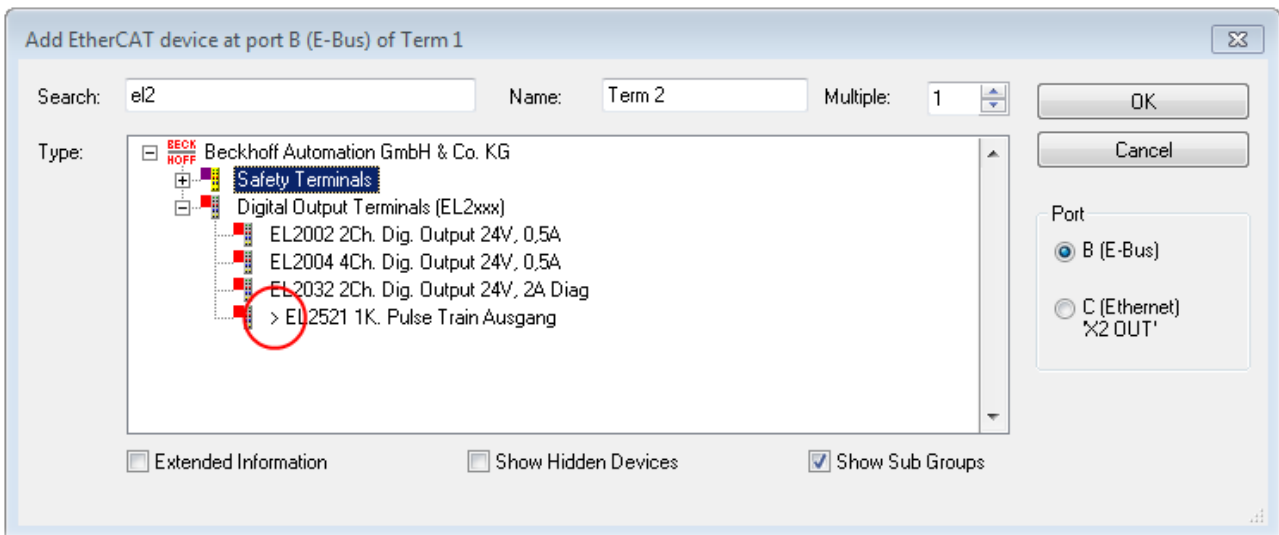
如果使用在线描述, System Manager 会从 EtherCAT 从站的 EEPROM 中读取一份设备描述。在复杂的从站中, EEPROM 的大小可能不足以容纳完整的 ESI, 此时配置中的 ESI 就会不完整。因此, 建议这种情况下优先使用离线 ESI 文件。

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

`OnlineDescriptionCache000000002.xml`

附图 40: System Manager 创建的文件 OnlineDescription.xml

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



附图 41: 以EL2521为例说明用在线 ESI 文件创建的从站

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

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

在此过程后，该文件不再显示。如有必要，请按 <F5> 更新

### ● TwinCAT 3.x 的在线描述

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

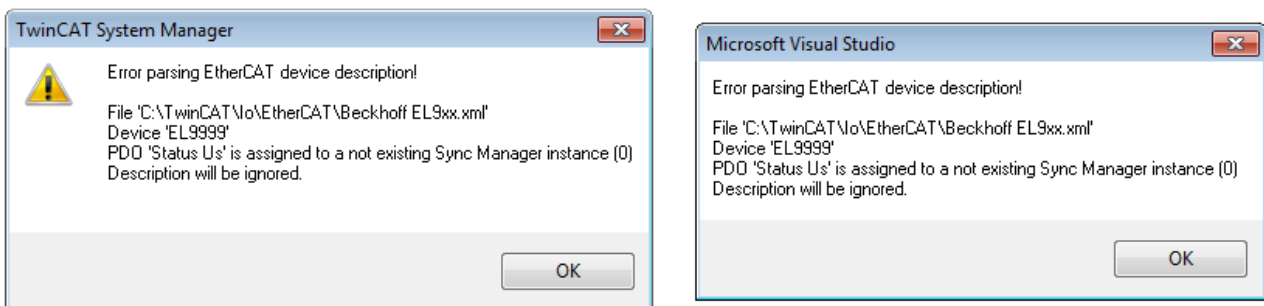
*C:\User\USERNAME\AppData\Roaming\Beckhoff\TwinCAT3\Components\Base\EtherCATCache.xml*

（请注意操作系统的语言设置！）

该文件也必须删除。

### ESI 文件出错

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



附图 42: 错误 ESI 文件的信息窗口（左：TwinCAT 2；右：TwinCAT 3）

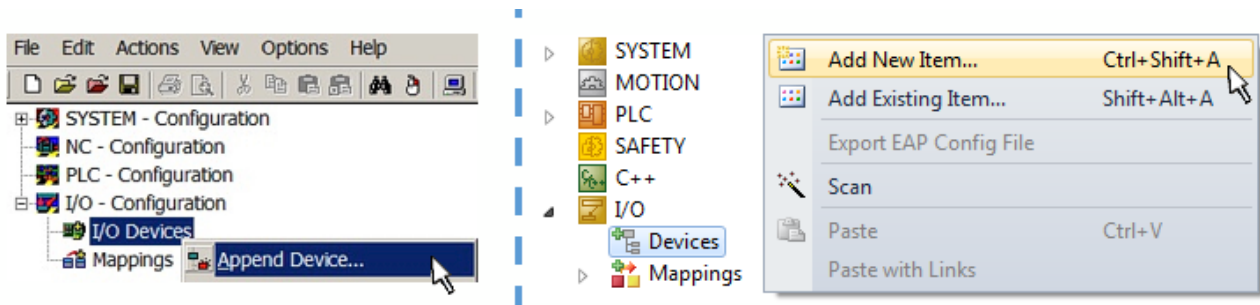
可能的原因包括：

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

### 5.1.6.1.1.3 创建 OFFLINE 配置

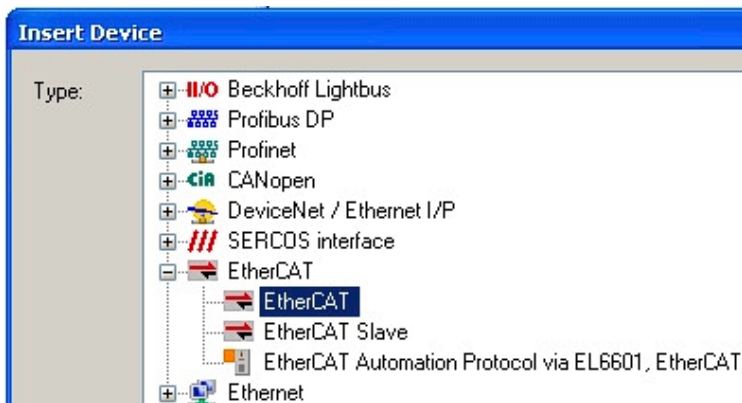
#### 创建 EtherCAT 设备

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



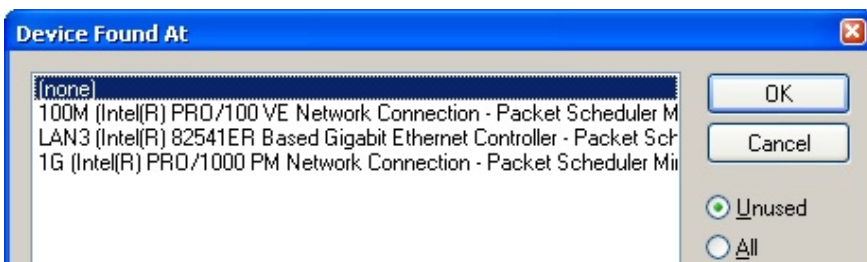
附图 43: 添加 EtherCAT 设备 (左: TwinCAT 2; 右: TwinCAT 3)

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



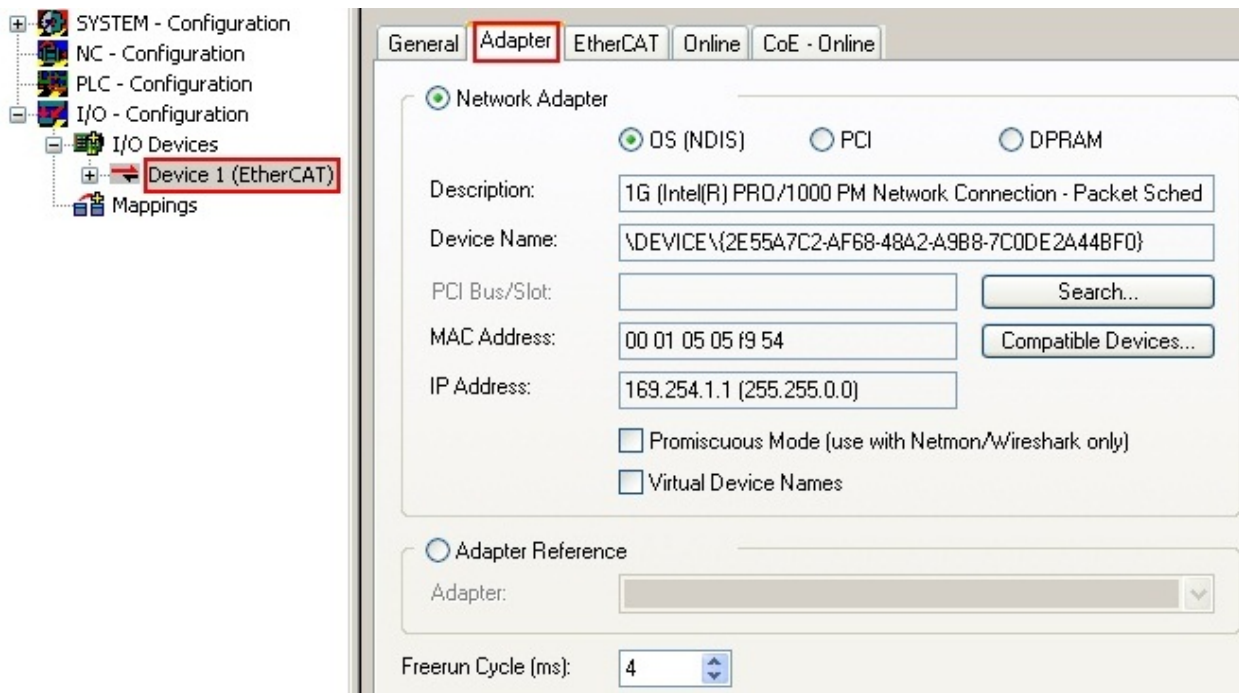
附图 44: 选择 EtherCAT 连接 (TwinCAT 2.11, TwinCAT 3)

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



附图 45: 选择以太网端口

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



附图 46: EtherCAT 设备属性 (TwinCAT 2)

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

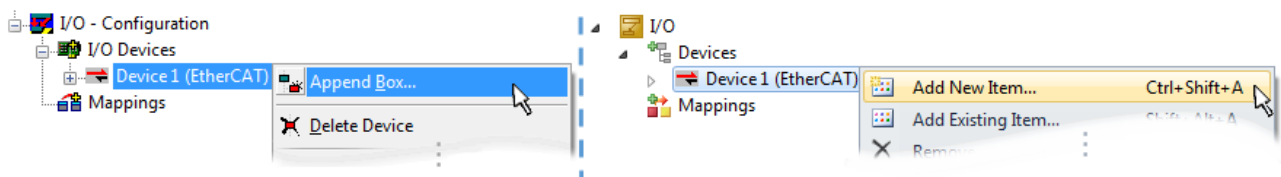


### ● 选择以太网端口

**I** 在安装了TwinCAT实时驱动程序的EtherCAT设备上才能选择以太网端口。这必须为每个端口单独进行。请参考各自的安装页面 [▶ 58]。

### 配置 EtherCAT 从站

选中配置树中的一个设备并右键单击，可以进一步添加其它设备。



附图 47: 添加 EtherCAT 设备 (左: TwinCAT 2; 右: TwinCAT 3)

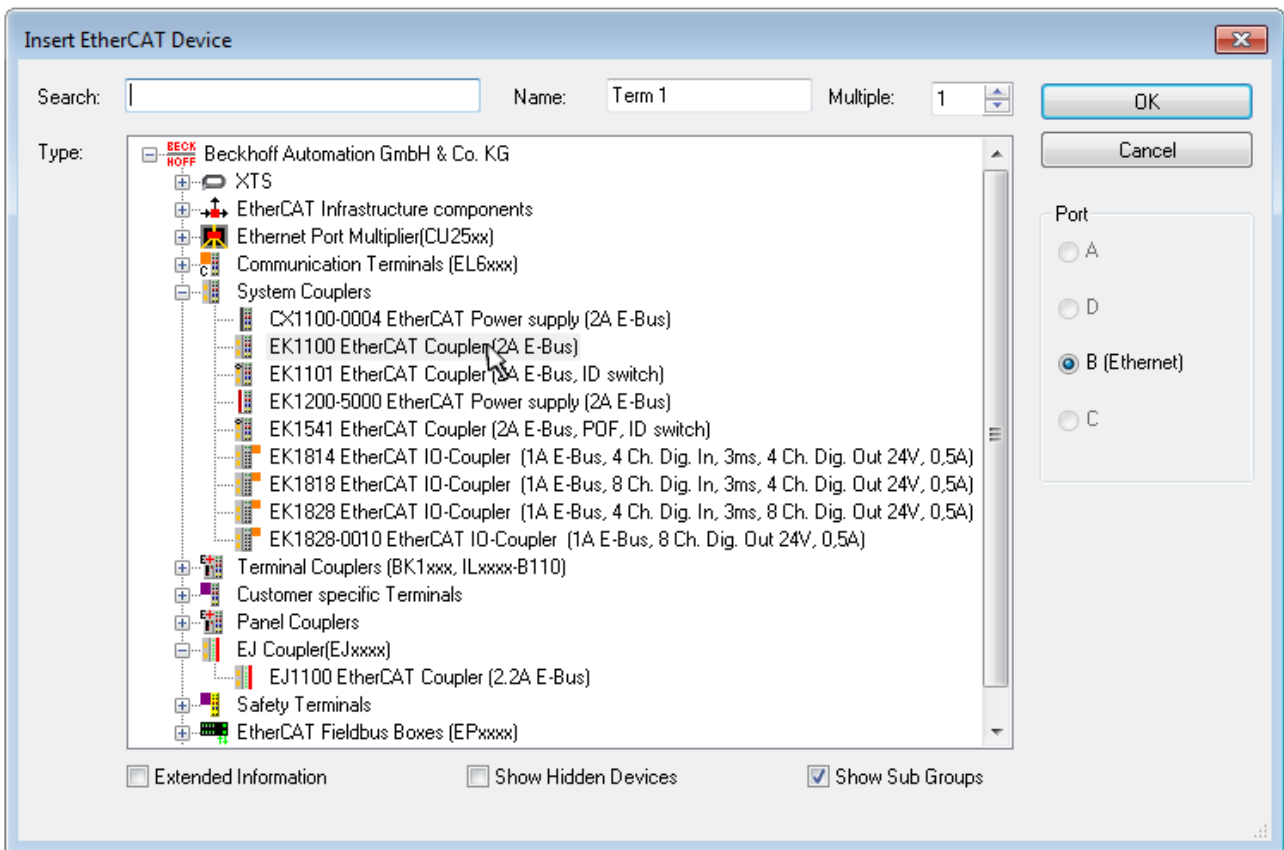
弹出选择新设备的对话框 对话框中只显示已有 ESI 文件的设备。

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

### 物理层概述

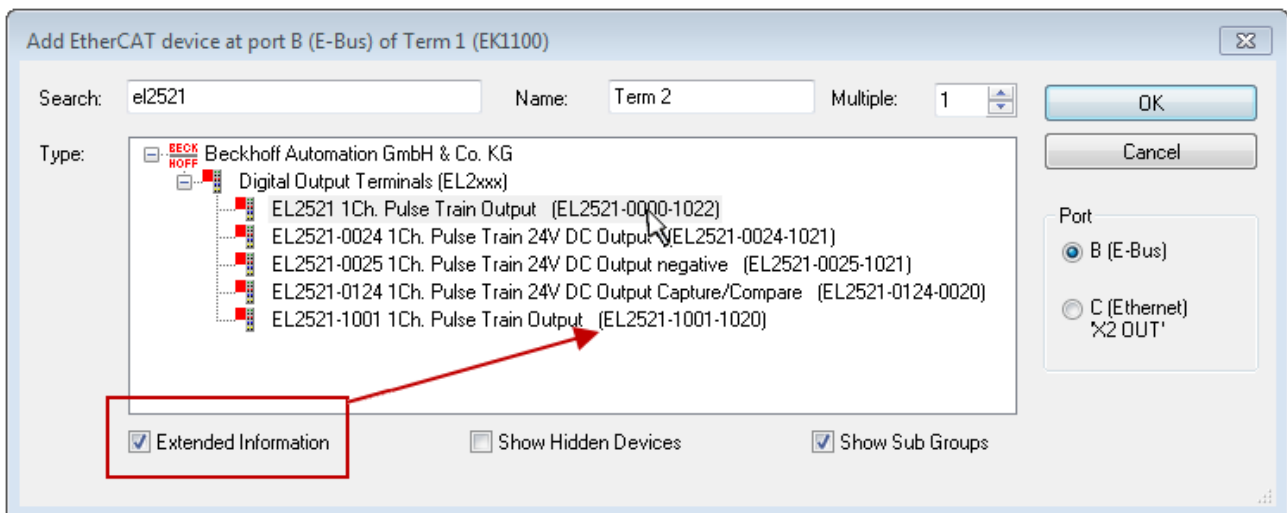
- “Ethernet”：基于电缆的 100BASE-TX；耦合器、盒模块、带 RJ45/M8/M12 连接器的设备
- “E-Bus”：LVDS “端子模块总线”，EtherCAT 插拔式模块 (EJ)，EtherCAT 端子模块 (EL/ES)，各种模块化模块

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



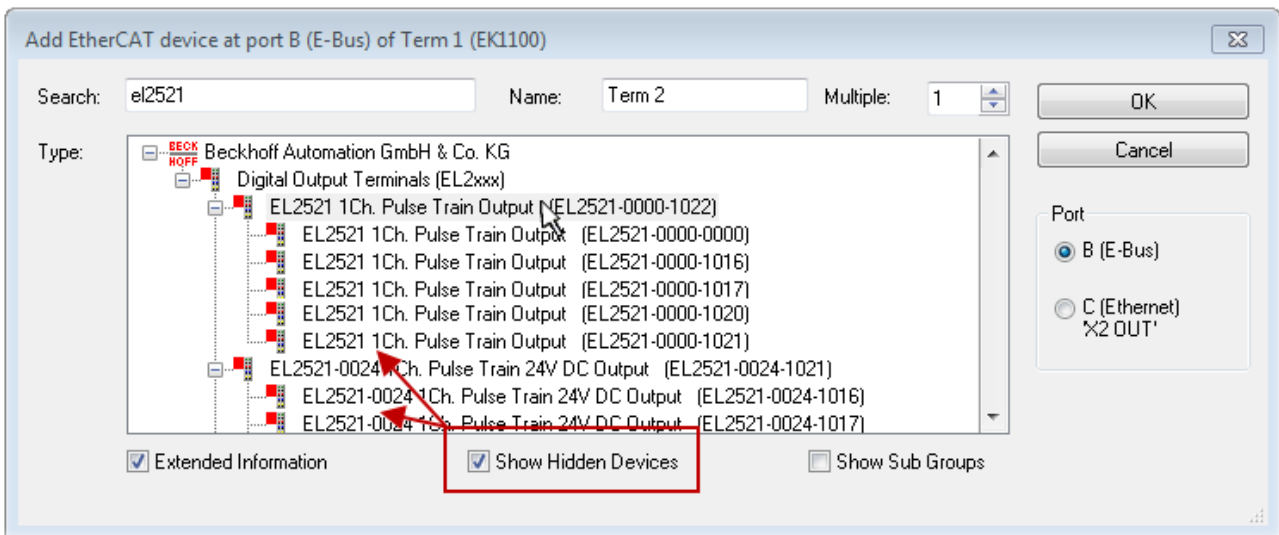
附图 48: 新增 EtherCAT 设备的选择对话框

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



附图 49: 显示设备版本

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



附图 50: 显示以前的版本

### ● 修订版本的设备选择 – 兼容性

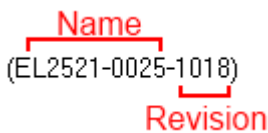
**i** ESI描述还定义了过程图像、主站和从站/设备之间的通信类型以及设备功能（如果适用）。物理设备（固件，如果适用）必须支持主站的通信查询/设置。这是向后兼容的，也就是说，如果EtherCAT主站将其视为较早版本，那么应支持较新设备（较高版本）。对于Beckhoff的EtherCAT端子/端子盒/EJ模块，应符合以下兼容性规则。

**系统中的设备版本 >= 配置中的设备版本**

这也使得后续更换设备时无需改变配置（驱动器可能存在不同规格）。

#### 示例

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

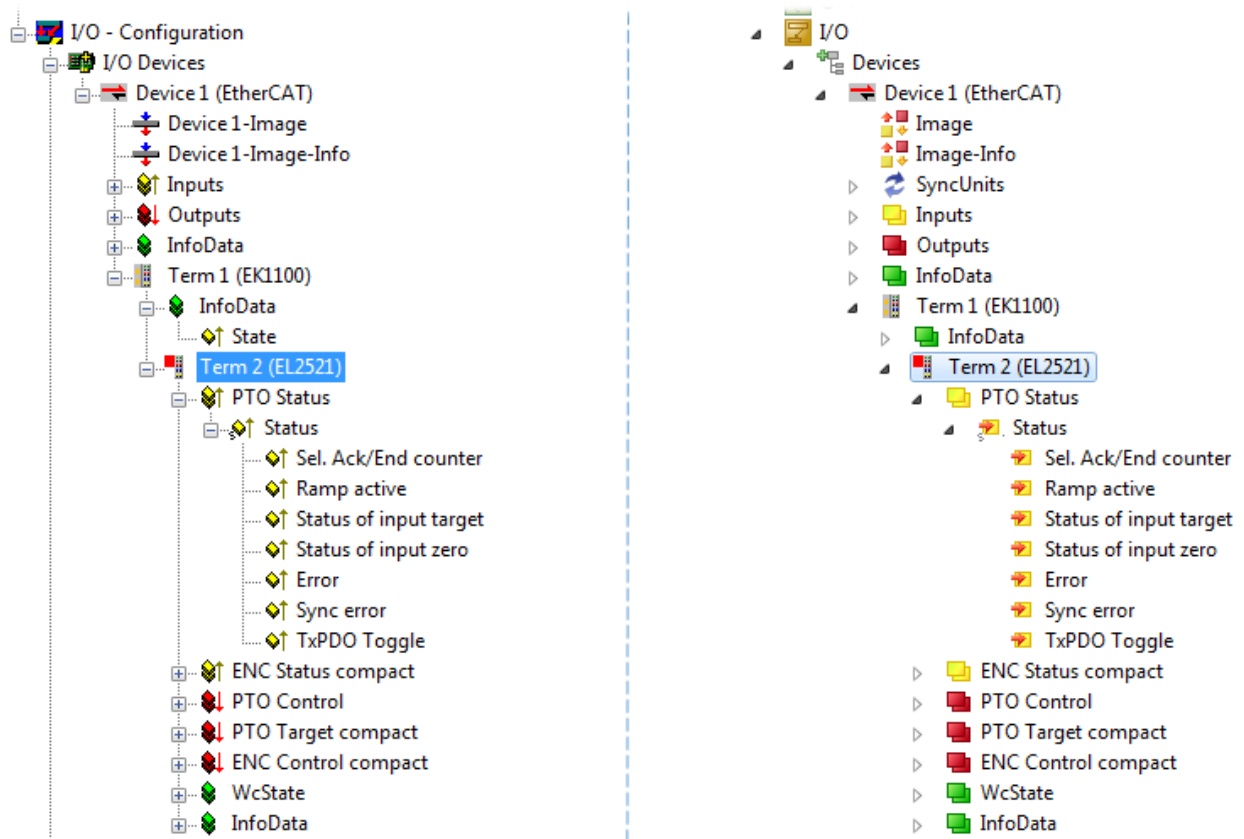


附图 51: 终端的名称/修订版本

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

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






附图 52: TwinCAT 树中的 EtherCAT 端子模块 (左: TwinCAT 2; 右: TwinCAT 3)



### 5.1.6.1.1.4 创建ONLINE配置

#### 检测/扫描 EtherCAT 设备

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

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

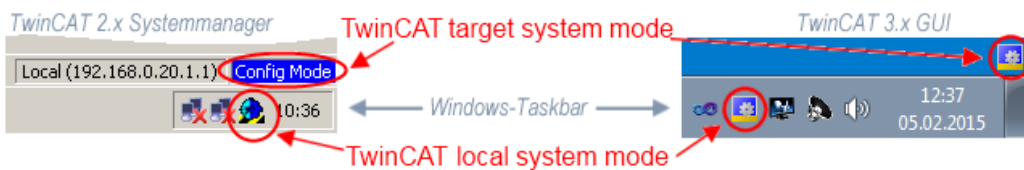
以下方法可以将TwinCAT 设置成配置模式：

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

#### **i** 配置模式下的在线扫描

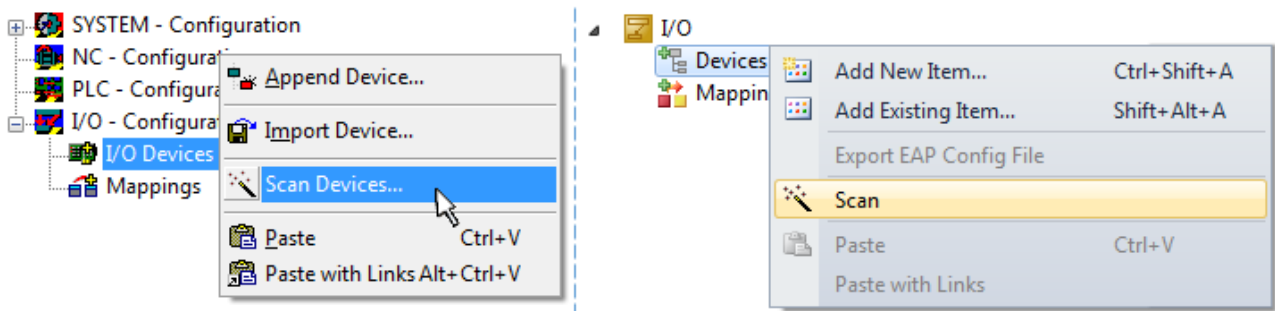
在 RUN 模式（生产运行）下，在线搜索不可用。注意 TwinCAT 编程系统和 TwinCAT 目标系统之间的区别。

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



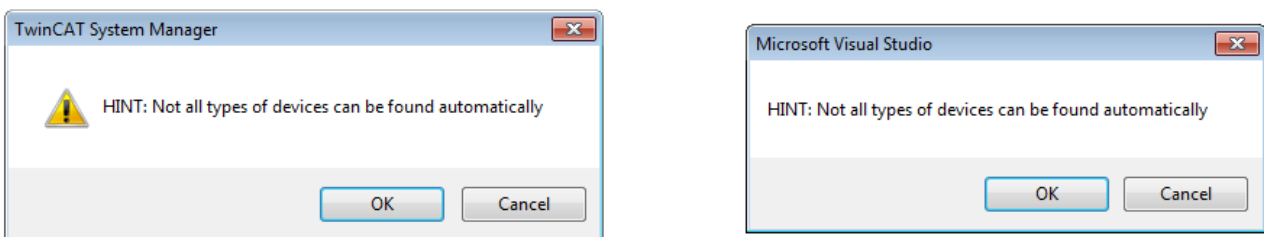
附图 53: 本地/目标系统差异（左：TwinCAT 2；右：TwinCAT 3）

右键单击配置树中的“I/O Devices”可以打开搜索对话框。



附图 54: Scan Devices（扫描设备）（左：TwinCAT 2；右：TwinCAT 3）

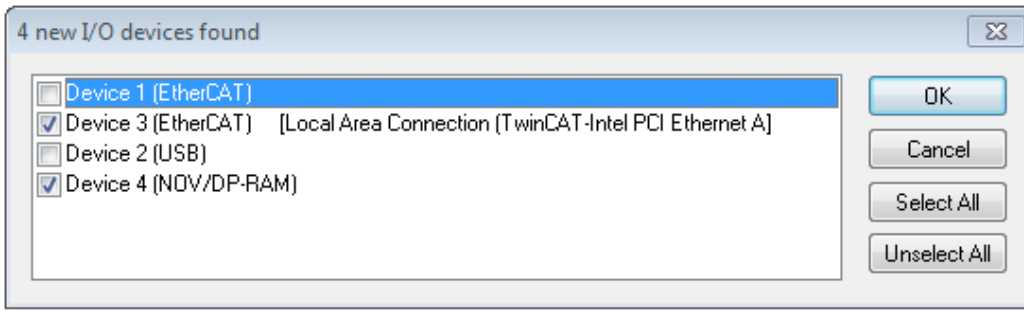
这种扫描模式不仅试图找到 EtherCAT 设备（或可作为 EtherCAT 设备使用的以太网端口），而且还试图找到 NOVDRAM、现场总线卡、SMB 等。然而，并非所有设备都能自动找到。



附图 55: 自动设备扫描的注意事项（左：TwinCAT 2；右：TwinCAT 3）



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



附图 56: 检测到的以太网设备

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

● 选择以太网端口



在安装了TwinCAT实时驱动程序的EtherCAT设备上才能选择以太网端口。这必须为每个端口单独进行。请参考各自的安装页面 [▶ 58]。

检测/扫描 EtherCAT 设备

● 在线扫描功能



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

Name  
(EL2521-0025-1018)  
Revision

附图 57: 默认设置示例

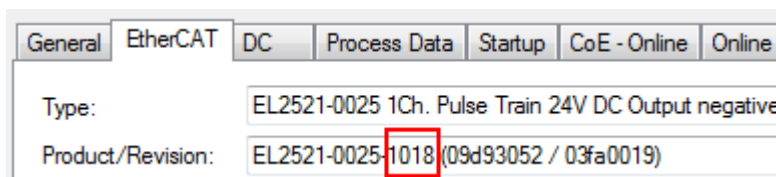
注意

在量产机型上使用从站扫描功能

扫描功能应谨慎使用。它是一个实用和快速的工具，用于创建一个初始配置，作为调试的基础。然而，扫描功能不应用于设备量产或重复生产时创建配置，而是仅在必要时用于和已定义的初始配置进行比较 [▶ 76]。背景：由于倍福出于产品维护的原因，已交付产品还会继续更新修订版本。通过在线扫描可以临时创建配置，根据设备清单，在线扫描的配置与初始配置是完全相同的（在机器结构相同的情况下）；但是，个别设备的修订版本可能与初始配置不同。

示例:

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



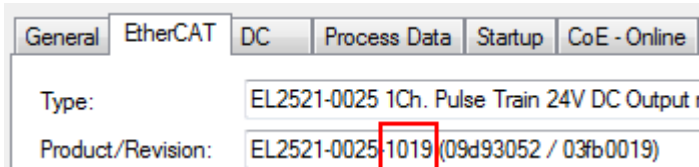
附图 58: 安装修订版本-1018的EtherCAT 端子模块，

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

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

一段时间后，倍福对 EL2521-0025 进行了升级，新增了功能 C。因此更改了固件，在外观上标注了更高的固件版本和**新的修订版本-1019**。尽管如此，新设备自动支持前一版本的功能和界面；因此，没有必要对“B. TSM”甚至“B. pro”进行调整。量产机器可以继续用“B. tsm”和“B. pro”来生产；为了检查生产的机器，需要对照初始配置“B. tsm”进行**比较扫描** [► 76]。

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



附图 59: 检测修订版本 1019 的 EtherCAT 端子模块

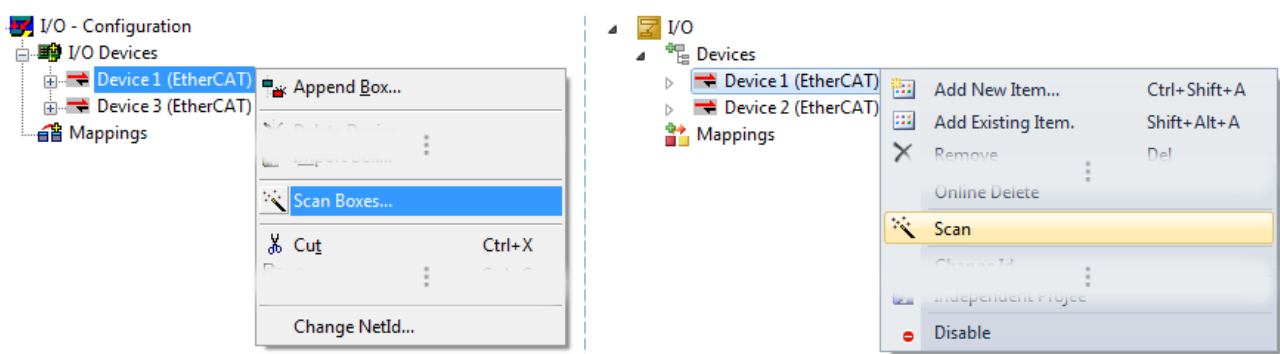
调试工程师通常不会注意到这一点。TwinCAT 也不会发出任何信号，因为实际上是从头创建了一个新的配置。然而，根据兼容性规则，这意味着不应该将 EL2521-0025-1018 的备件安装到这台机器上（即使这在绝大多数情况下还是可以使用的）。

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

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



附图 60: 自动创建 EtherCAT 设备后的扫描（左：TwinCAT 2；右：TwinCAT 3）



附图 61: 手动扫描特定 EtherCAT 主站上的设备（左：TwinCAT 2；右：TwinCAT 3）

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



附图 62: TwinCAT 2 的扫描进度示例

配置已建立，然后可以切换到在线状态 (OPERATIONAL)。



附图 63: Config/FreeRun 查询 (左: TwinCAT 2; 右: TwinCAT 3)

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



附图 64: 显示在状态栏下方的“Free Run”和“Config Mode”来回切换



附图 65: TwinCAT 也可以通过一个按钮切换到这种状态 (左: TwinCAT 2; 右: TwinCAT 3)

然后 EtherCAT 系统应处于功能循环状态, 如图在线显示示例所示。

No	Addr	Name	State	CRC
1	1001	Term 1 (EK1100)	OP	0, 0
2	1002	Term 2 (EL2008)	OP	0, 0
3	1003	Term 3 (EL3751)	SAFEOP	0, 0
4	1004	Term 4 (EL2521-0024)	OP	0

Counter	Cyclic	Queued
Send Frames	47718	+ 6791
Frames / sec	499	+ 31
Lost Frames	0	+ 0
Tx/Rx Errors	0	/ 0

附图 66: 在线显示示例

请注意:

- 所有从站应处于 OP 状态
- EtherCAT 主站的“Actual State”应处于 OP 状态
- “frames/sec”应与周期时间相匹配, 同时将 Sent Frames 纳入考量。
- 不应出现过多的“Lost Frames”或 CRC 错误

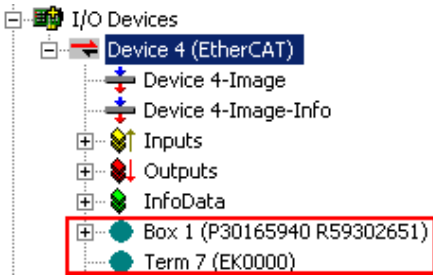
至此, 配置工作就完成了。该配置可以按照手动流程 [▶ 67] 中的描述进行修改。

### 故障排除

在扫描过程中可能会出现各种状况：

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

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



附图 67：识别错误

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

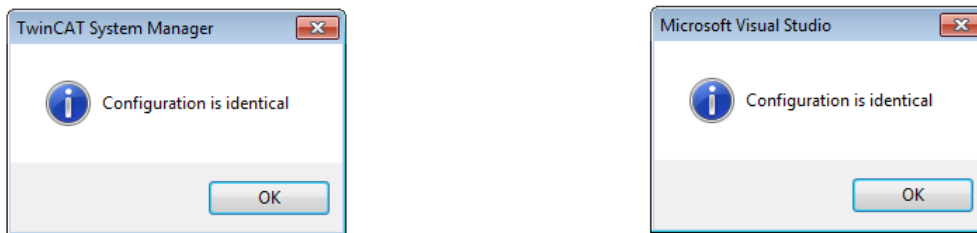
### 扫描现有配置

**注意**

**比较后修改配置**

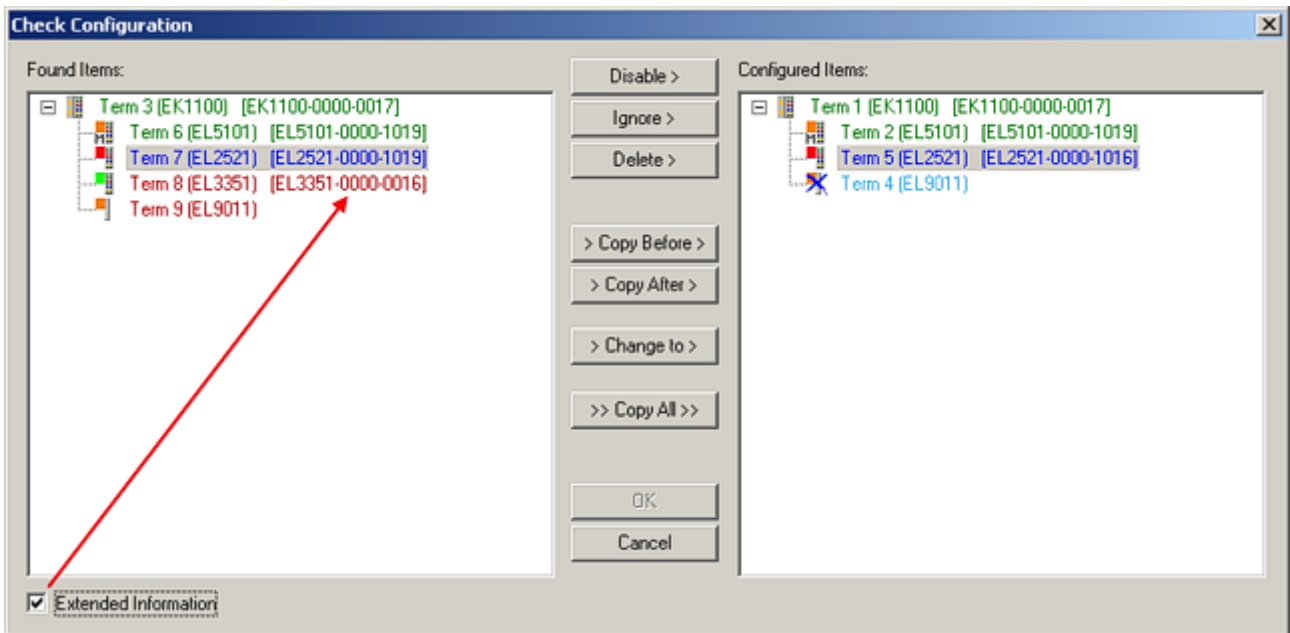
通过这种扫描 (TwinCAT 2.11 或 3.1)，目前只对设备属性中的供应商 (制造商)、设备名称和修订版本进行比较！务必谨慎执行“ChangeTo (更改为)”和“Copy (复制)”操作，认真考虑倍福 IO 兼容性规则 (见前文)。然后，原来配置的设备版本被扫描发现的修订版本所取代；这可能会影响设备支持的过程数据和功能。

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



附图 68：相同配置 (左：TwinCAT 2；右：TwinCAT 3)

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



附图 69：更正对话框

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

颜色	说明
绿色	此 EtherCAT 从站与另一侧的条目相匹配。类型和修订版本均匹配。
蓝色	此 EtherCAT 从站在另一侧也存在，但其版本不同。其他修订版本可能具有过程数据和其他/附加功能的其他默认数值。如果找到的修订版本高于配置的修订版本，只要考虑到兼容性问题，就可以使用该从站。 如果找到的修订版低于配置的修订版，很可能无法使用从站。找到的设备可能并不支持主站基于较高修订版本所期望的所有功能。
淡蓝色	此 EtherCAT 从站被忽略（“忽略”按钮）
红色	<ul style="list-style-type: none"> <li>此 EtherCAT 从站在另一侧不存在。</li> <li>存在但版本不同，且属性也与指定版本不同。兼容性原则也适用于此处：如果找到的版本高于配置的版本，只要考虑到兼容性问题，就可以使用，因为后继设备应该支持前代设备的功能。如果找到的修订版低于配置的修订版，很可能无法使用从站。找到的设备可能并不支持主站基于较高修订版本所期望的所有功能。</li> </ul>

### ● 修订版本的设备选择 - 兼容性

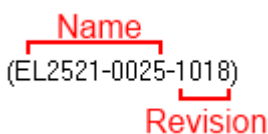
**i** ESI描述还定义了过程图像、主站和从站/设备之间的通信类型以及设备功能（如果适用）。物理设备（固件，如果适用）必须支持主站的通信查询/设置。这是向后兼容的，也就是说，如果EtherCAT主站将其视为较早版本，那么应支持较新设备（较高版本）。对于Beckhoff的EtherCAT端子/端子盒/EJ模块，应符合以下兼容性规则。

**系统中的设备版本 >= 配置中的设备版本**

这也使得后续更换设备时无需改变配置（驱动器可能存在不同规格）。

#### 示例

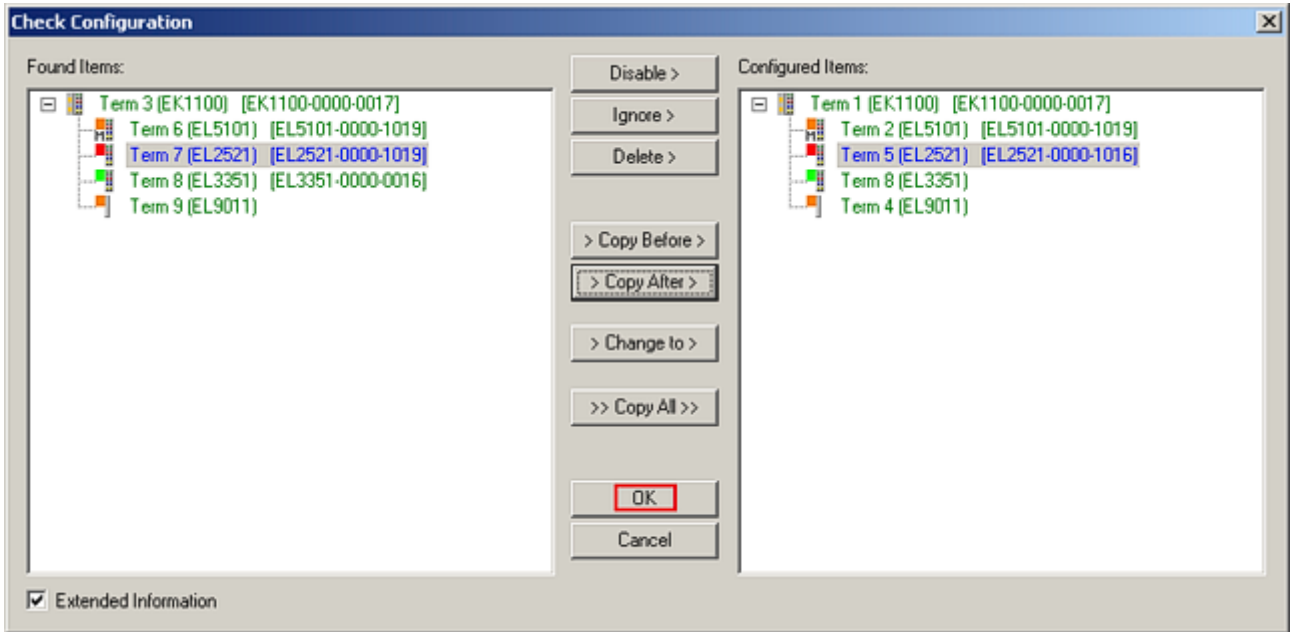
如果在配置中指定了EL2521-0025-1018，则在实践中可以使用EL2521-0025-1018或更高版本（-1019, -1020）。



附图 70：终端的名称/修订版本

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

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

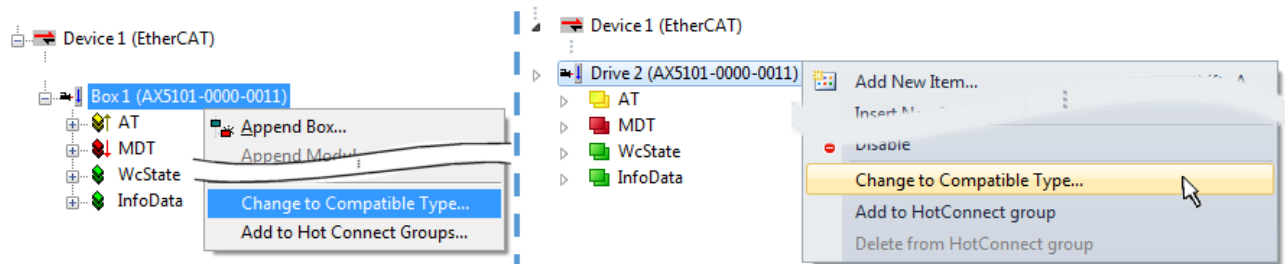


附图 71: 更正对话框，有修改项

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

### 更改为兼容类型 (Change to Compatible Type)

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



附图 72: 对话框“Change to Compatible Type...” (左: TwinCAT 2; 右: TwinCAT 3)

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

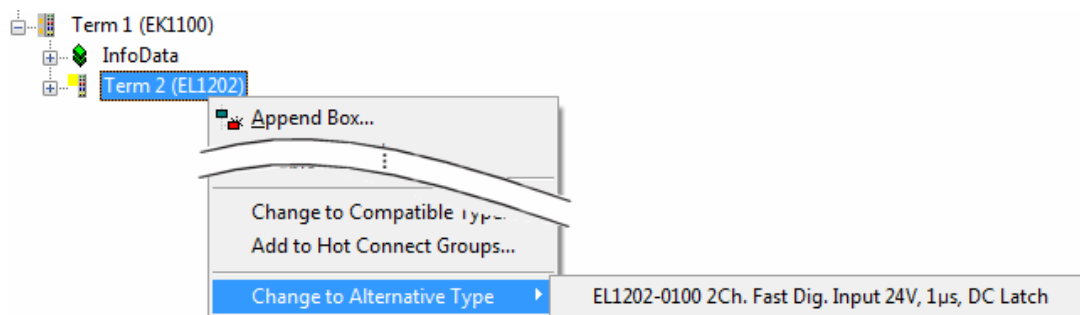
- 物理层 (例如RJ45、Ebus...)
- FMMU (允许实际数量比配置的多)
- SyncManager (SM, 允许实际数量比配置的多)
- EoE (属性 MAC, IP)
- CoE (属性 SdoInfo, PdoAssign, PdoConfig, PdoUpload, CompleteAccess)
- FoE
- PDO (过程数据: Sequence, SyncUnit SU, SyncManager SM, EntryCount, Entry.Datatype)

这个功能最好是在 AX5000 设备上使用。

### 更改为替代类型 (Change to Alternative Type)

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





附图 73: TwinCAT 2 对话框 Change to Alternative Type

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

### 5.1.6.1.1.5 EtherCAT 从站的过程数据设置

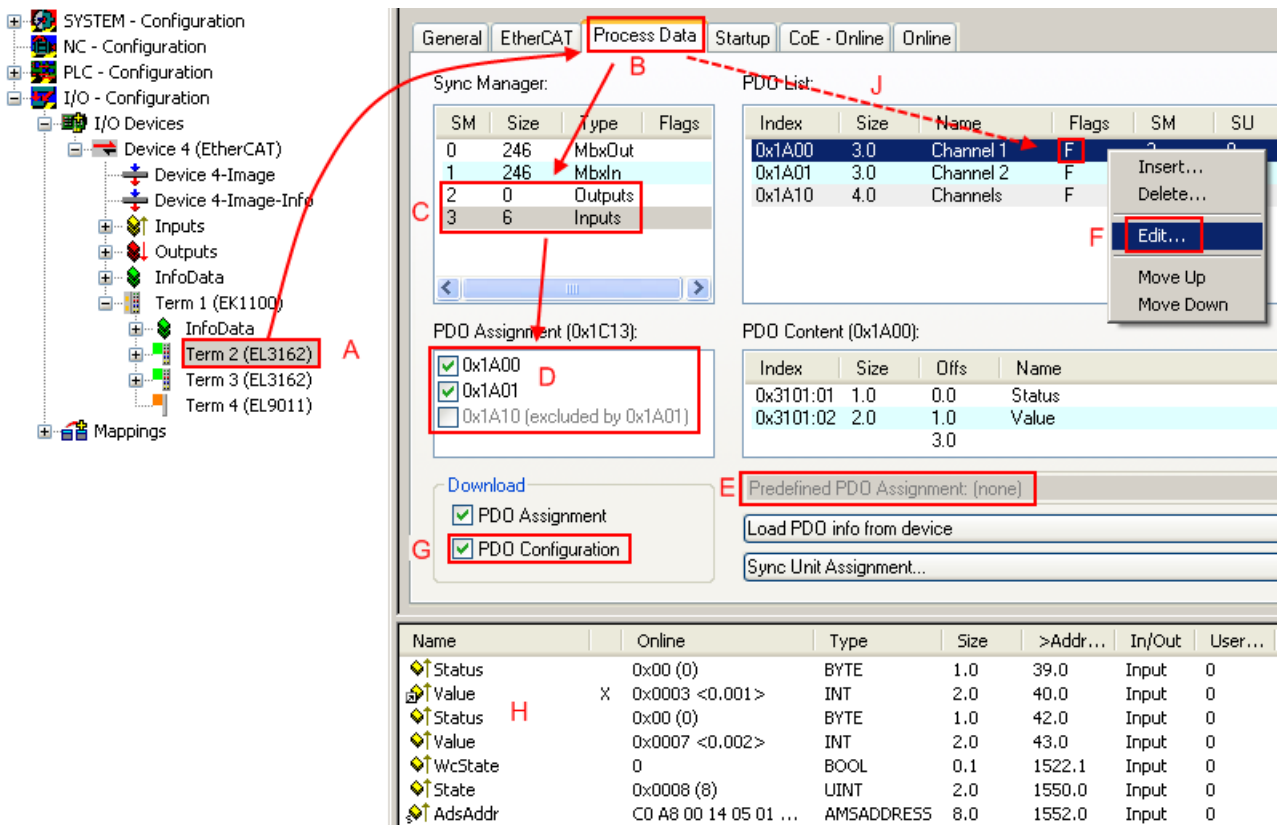
EtherCAT 从站在每个周期内传输的过程数据 (PDO, 过程数据对象) 是应用程序需要周期性更新的用户数据, 或者是被发送到从站的用户数据。为此, EtherCAT 主站 (Beckhoff TwinCAT) 在启动阶段对每个 EtherCAT 从站进行了参数设置, 以定义其希望传输到该从站或从该从站传输的过程数据 (位/字节大小、数据源位置、传输类型)。如果配置错误, 将会使从站启动失败。

对于倍福 EtherCAT EL/ES 从站, 一般情况下适用以下规定:

- 设备支持的输入/输出过程数据由制造商在 ESI/XML 描述中定义。TwinCAT EtherCAT 主站使用 ESI 描述来正确配置从站。
- 过程数据可以在系统管理器中修改。参见设备文档。  
修改示例包括: 屏蔽某个通道、显示额外的循环信息、16位显示代替8位数据大小等。
- 在所谓的“智能”EtherCAT 设备中, 过程数据信息也被存储在 CoE 目录中。CoE 目录中任何导致不同 PDO 设置的更改都会使从站启动失败。不建议调整原厂设计的过程数据, 因为设备固件 (如有) 与这些 PDO 组合是配套的。

如果设备文件允许修改过程数据, 请按以下步骤操作 (见图“配置过程数据”)。

- A: 选择需要配置的设备
- B: 在“Process Data”标签中选择同步管理器下的输入或输出 (C)
- D: 可以选择或取消选择 PDO
- H: 在系统管理器中, 新的过程数据显示为可链接变量  
一旦激活配置且 TwinCAT 重新启动 (或 EtherCAT 主站重新启动), 新的过程数据就会激活。
- E: 如果从站支持, 可以通过选择一个所谓的 PDO 记录 (“predefined PDO settings”) 来同时修改输入和输出的 PDO。



附图 74: 配置过程数据

### ● 手动修改过程数据

根据 ESI 描述，在 PDO 概述中能够通过标志“F”将PDO 标识为“固定”（图配置过程数据，J）。即使 TwinCAT 提供相关对话框（“Edit”），也不能改变此类 PDO 的配置。尤其要注意，CoE 内容不能作为周期性过程数据来显示。这通常也适用于设备支持下载 PDO 配置的情况，“G”。在配置错误的情况下，EtherCAT 从站通常会拒绝启动，也不能切换到 OP 状态。系统管理器显示“invalid SM cfg”日志信息：这个错误信息（“invalid SM IN cfg”或“invalid SM OUT cfg”）也提示了启动失败的原因。

#### 5.1.6.1.2 EtherCAT 从站的一般调试说明

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

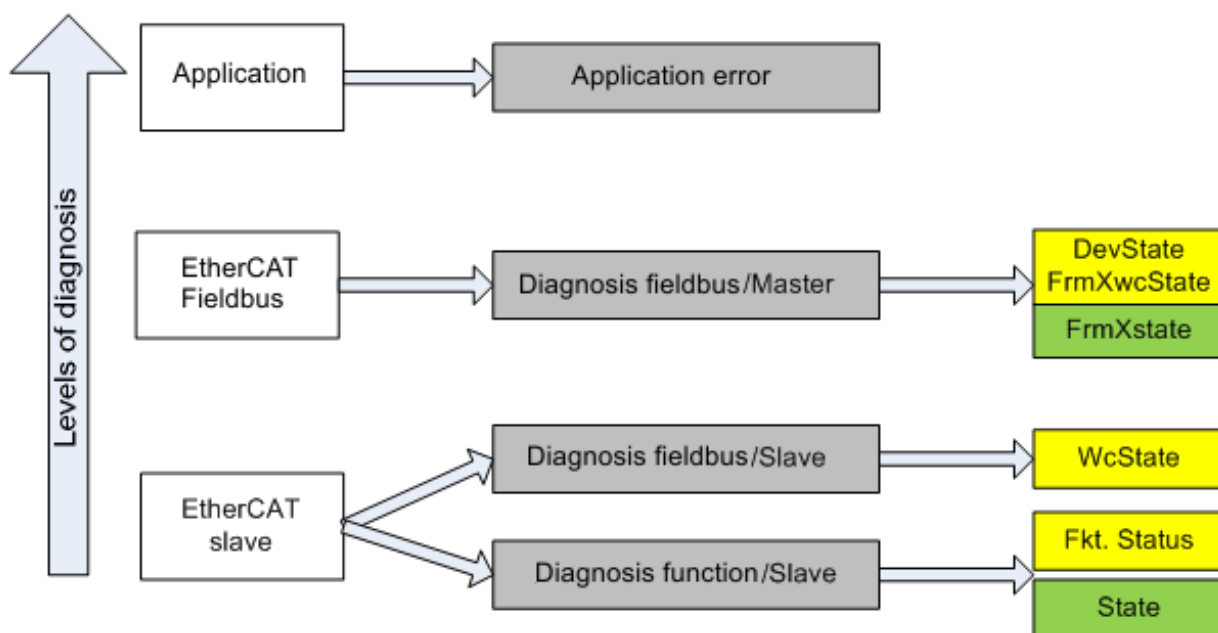
#### 实时诊断: WorkingCounter、EtherCAT State 和 Status

一般来说，EtherCAT 从站提供可供控制任务使用的各种诊断信息。

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

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





附图 75: 选择 EtherCAT 从站的诊断信息

一般来说, EtherCAT 从站提供

- 典型的从站通信诊断 (成功参与过程数据交换以及正确运行模式的诊断) 这种诊断对所有从站都一样。

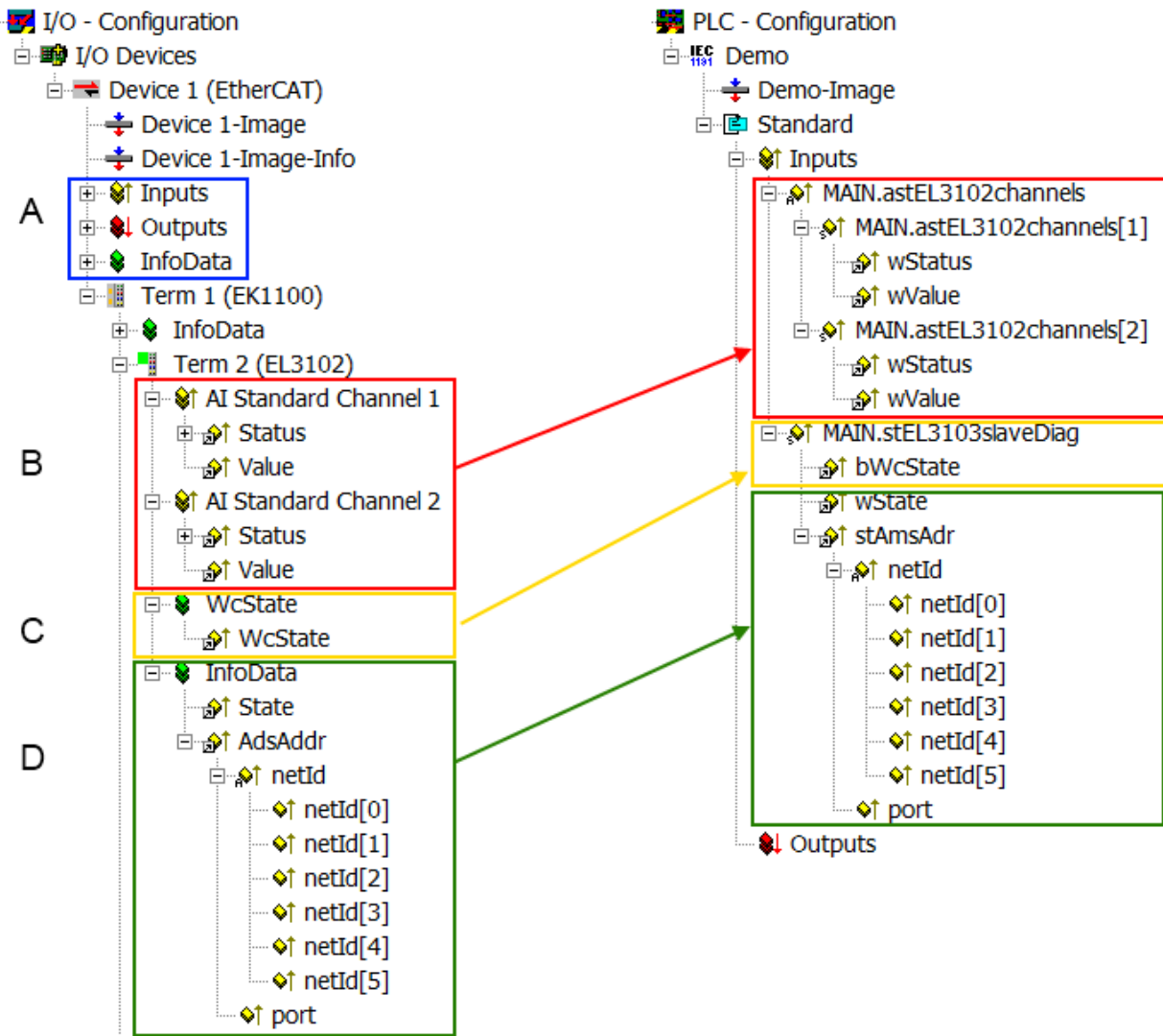
以及

- 典型的通道功能诊断 (与设备有关) 参见相应的设备文件

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

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

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



附图 76: PLC 中的 EtherCAT 从站基本诊断

这里包括以下几个方面:

代码	功能	实施	应用/评估
A	EtherCAT 主站的诊断信息 周期性更新（黄色）或非周期性提供（绿色）。		至少要对 PLC 中最近一个周期的 DevState 进行评估。 相对于 EtherCAT 系统文档中所涉及诊断，这里的 EtherCAT 主站诊断信息提供了更多的可能性。几个关键词： <ul style="list-style-type: none"> <li>主站中的 CoE 用于与/通过从站进行通信</li> <li>TcEtherCAT.lib 功能</li> <li>执行在线扫描</li> </ul>
B	在选择的示例中（EL3102），EL3102 包括两个模拟量输入通道，传输最近周期的单一功能状态。	Status <ul style="list-style-type: none"> <li>位符号可参见设备手册</li> <li>其他设备可能提供更多的信息，或者没有典型的从站信息</li> </ul>	为了确保上级 PLC 任务（或相应的控制应用）能够获得正确的数据，必须评估从站功能的状态。因此，此类信息与最近一个周期的过程数据一起提供。
C	对于每个拥有周期性过程数据的 EtherCAT 从站，主站通过 WorkingCounter 显示该从站是否成功、无错误地参与了过程数据的周期性交换。于是在 System Manager 中提供了 EtherCAT 从站在最近周期的这一重要的基本信息，并且与 EtherCAT 主站的综合诊断变量（见 A 点）具有相同的内容，以进行链接。  1. 2.	WcState（工作计数器） 0: 在最近一个周期中有效的实时通信 1: 无效的实时通信 这可能会对位于同一 SyncUnit（同步单元）中其他从站的过程数据产生影响。	为了使上级 PLC 任务（或相应的控制应用）能够依赖正确的数据，必须评估 EtherCAT 从站的通信状态。因此，此类信息与最近一个周期的过程数据一起提供。
D	EtherCAT 主站的诊断信息在从站中表示，以便于链接，但实际上是由主站为相关的从站确定和进行表示。这种信息不能称为实时信息，因为它 <ul style="list-style-type: none"> <li>除了系统启动时，很少/从不 改变。</li> <li>本身是非周期性确定的（例如 EtherCAT 状态）</li> </ul>	State 从站的当前状态（INIT...OP）。正常运行时，从站必须处于 OP (=8) 状态。 AdsAddr ADS 地址用于从 PLC/任务通过 ADS 与 EtherCAT 从站进行通信，例如对 CoE 进行读/写。从站的 AMS-NetID 与 EtherCAT 主站的 AMS-NetID 相对应；通过端口 (= EtherCAT 地址)，可以与各个从站进行通信。	EtherCAT 主站的信息变量，非周期性更新。这意味着，在任意的特定周期，它们有可能并不代表最新的状态。因此，可以通过 ADS 读取此类变量。

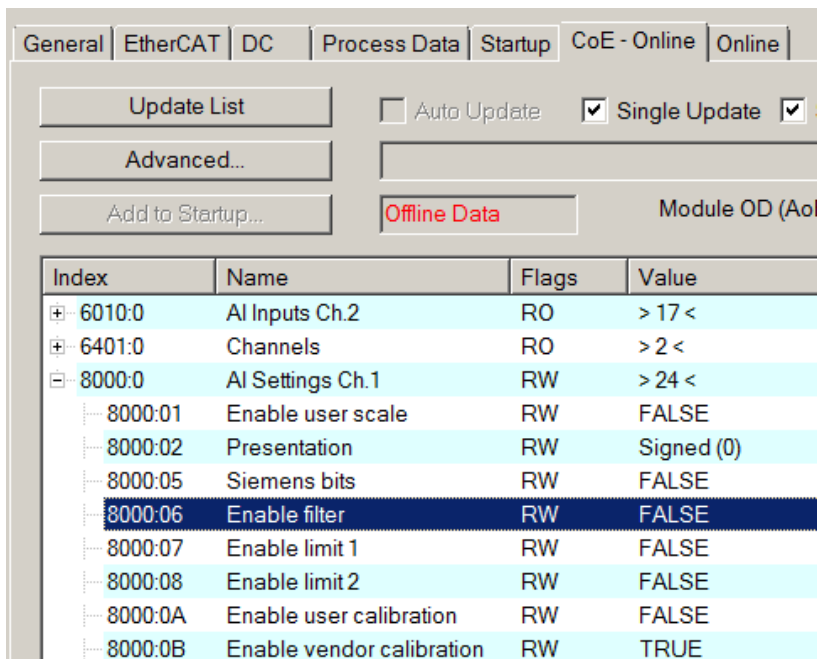
**注意**

**诊断信息**

强烈建议对所提供的诊断信息进行评估，以便应用能够适当的反应。

**CoE 参数目录**

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



附图 77: EL3102, CoE 字典

## ● EtherCAT 系统文档

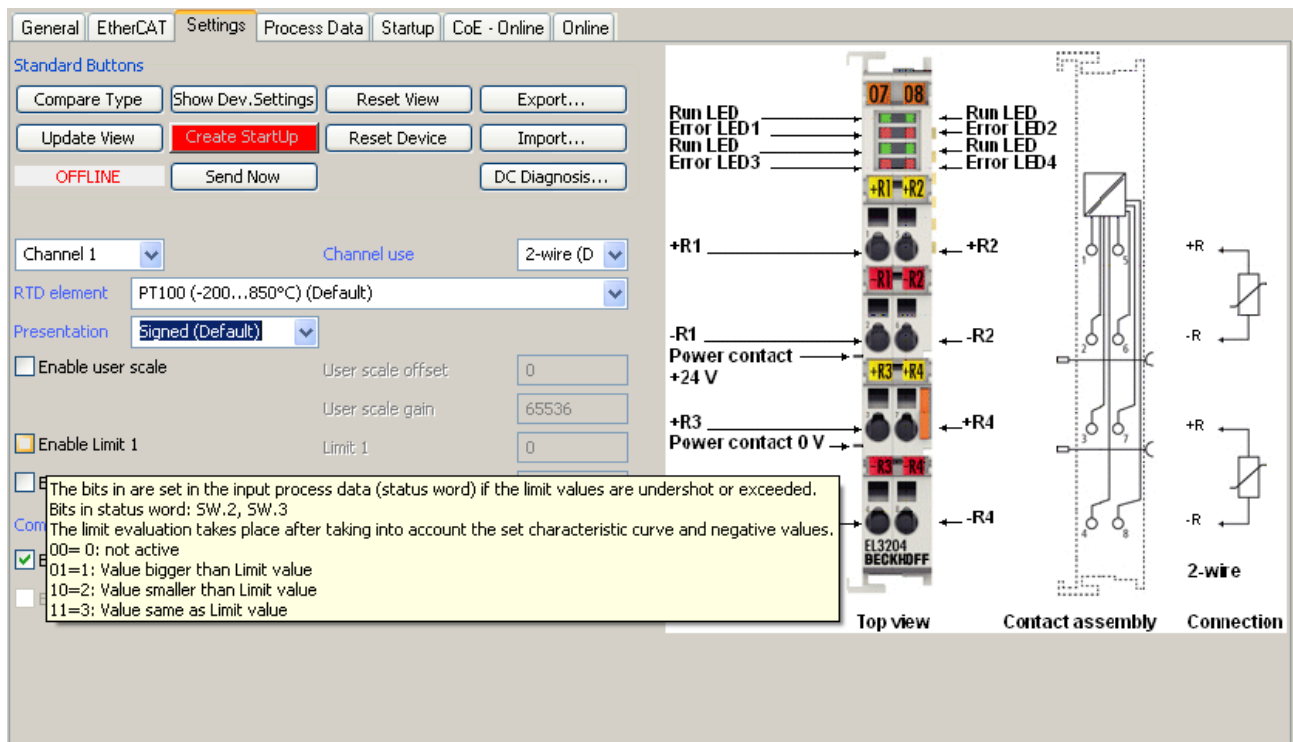
**i** 必须遵守 [EtherCAT 系统文档](#)（EtherCAT 基础知识-->CoE 接口）中的全面描述！

### 简要摘录:

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

### TwinCAT System Manager 中的调试助手

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



附图 78: EL3204 调试助手示例

这个调试过程同时还管理：

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

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

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

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

工作电源接通后，EtherCAT 从站必须经历以下状态

- INIT
- PREOP
- SAFEOP
- OP

以确保稳定运行。EtherCAT 主站根据从站的初始化流程来主导每个从站的状态，该流程是在 ESI/XML 和用户设置（分布时钟（DC）、PDO、CoE）中专为调试设备而定义的。另请参见链接“通信原理，EtherCAT 状态机 [▶ 35]”。根据需要完成配置的数量以及整体通信情况，启动过程可能需要几秒钟。

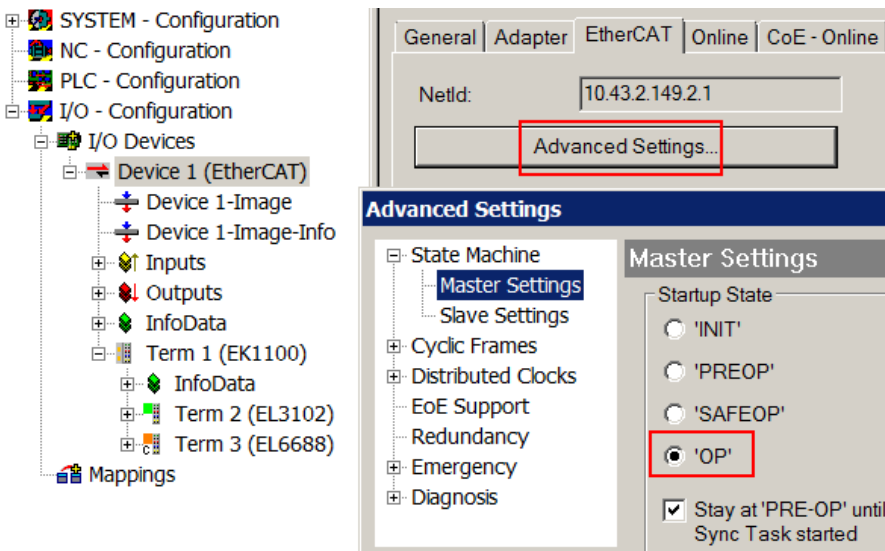
EtherCAT 主站本身在启动时必须经过这些例行的步骤，直到目标状态 OP。

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

### 标准设置

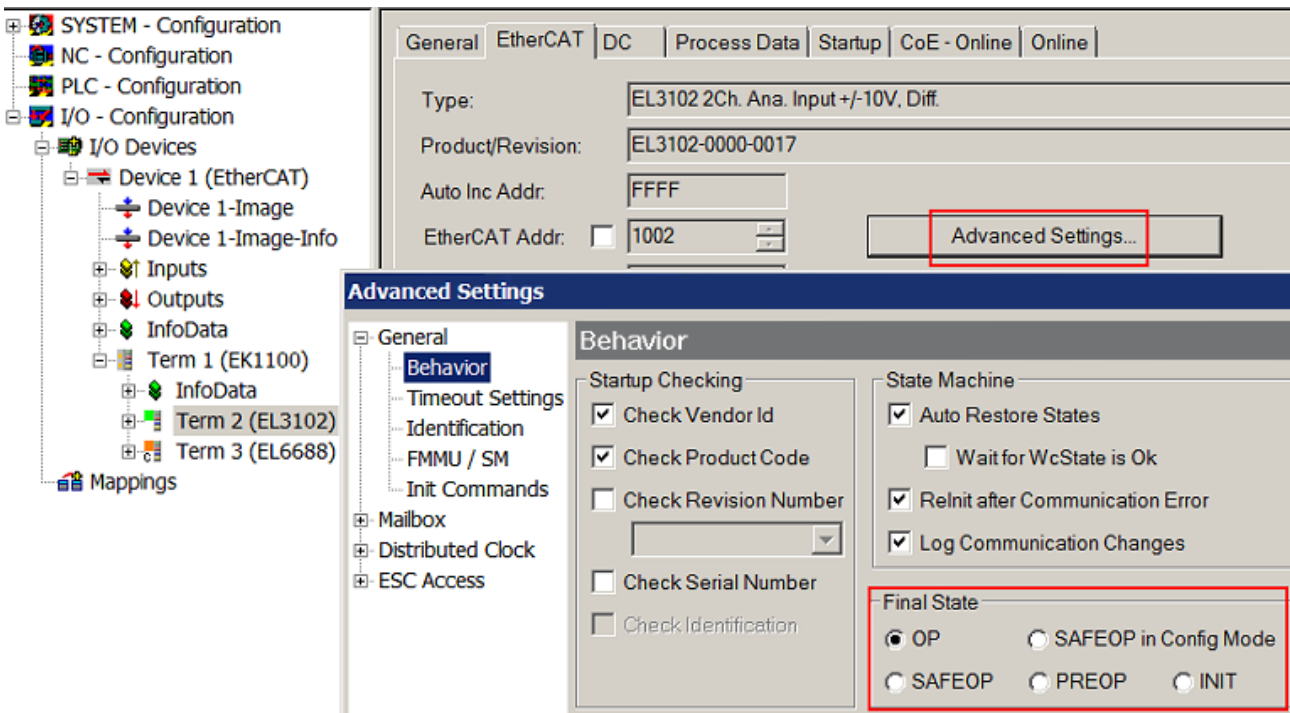
EtherCAT 主站的 advanced settings（高级设置）的标准设置如下：

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



附图 79: System Manager 的默认行为

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



附图 80: 从站的默认目标状态

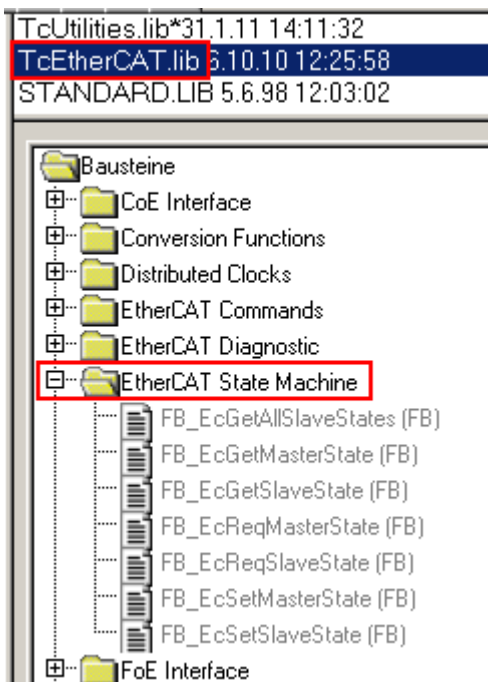
### 手动控制

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

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

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

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



附图 81: PLC 功能块

### 关于 E-Bus 电流的说明

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

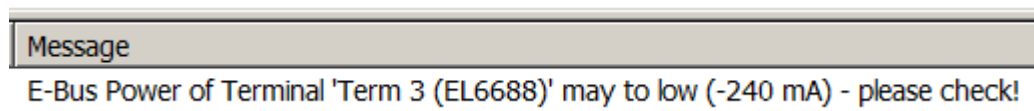
预先计算的最大 E-Bus 理论电流在 TwinCAT System Manager 中显示为一列数值。如果预计E-Bus供电不足，剩余电流总额就会是负数，并以感叹号 (!) 标记；在这种位置前面需要插入一个E-Bus电源模块。

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

附图 82: E-Bus 电流非法超出电源限值

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





附图 83: 超过 E-Bus 电流的警告信息

**注意**

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



## 5.1.6.2 TwinCAT 树型结构中的“EL6731 Device”

### 5.1.6.2.1 EL6731 选项卡

附图 84: EL6731 选项卡

#### EtherCAT

网络中的端子模块 ID。

#### Search...

用于搜索所有 EL6731 通道，以便选择所需要的通道。

#### Station no.

每个 Profibus 设备（包括主站）都需要一个唯一的站号。

#### Baud rate

设置 Profibus 波特率。

#### Bus parameters (DP)...

用此按钮打开 Bus parameters 对话框 [► 90]。

#### Operation mode

在所有三种运行模式中，与设备链接的最高优先级任务将控制 PROFIBUS 周期，从而与 DP 周期同步（参见 [Synchronization（同步）](#) [► 46] 章节）。如果该任务停止或遇到断点，EL6731 将切换到 CLEAR 模式（从站输出为 0 或安全值）（参见 [“Error reactions”](#) [► 117] 章节）。与设备链接的所有其它任务均通过对应的缓冲区异步完成。如果其中一项任务停止或遇到断点，System Manager 通常会显示一条信息，说明对应的异步映射已激活看门狗，并将对应输出设置为 0。在所有运行模式下，每个从站可以设置一个轮询率（在该节点的 [Features 选项卡](#) [► 99] 上）。从站在 PROFIBUS 循环中的顺序与它们在 FC310x/EL6731 设备树型结构中的位置顺序一致。“DP” 模式用于标准 DP 操作；模式“DP/MC (equidistant)” 和“Equidistant (no GC)” 详见 [PROFIBUS-MC](#) [► 45] 章节。

#### Cycle time

显示优先级最高的对应任务的周期。

#### Expected DP cycle time

显示预计的 PROFIBUS 周期。

#### DP cycles/task cycle [only FC310x]

用于在一个任务周期中设置多个 DP 周期，从而获得尽可能多的最新输入（参见 [从站优先级设置/多个 DP 周期](#) [► 130] 章节）。

**Timing DP cycle...**

显示 DP 周期的时间；在使用 slave prioritization（从站优先） [▶ 130] 时尤为有利。

**Startup/fault settings...**

用于选择 Fault settings 对话框 [▶ 91]

**Firmware**

显示 EL6731 当前的固件版本。

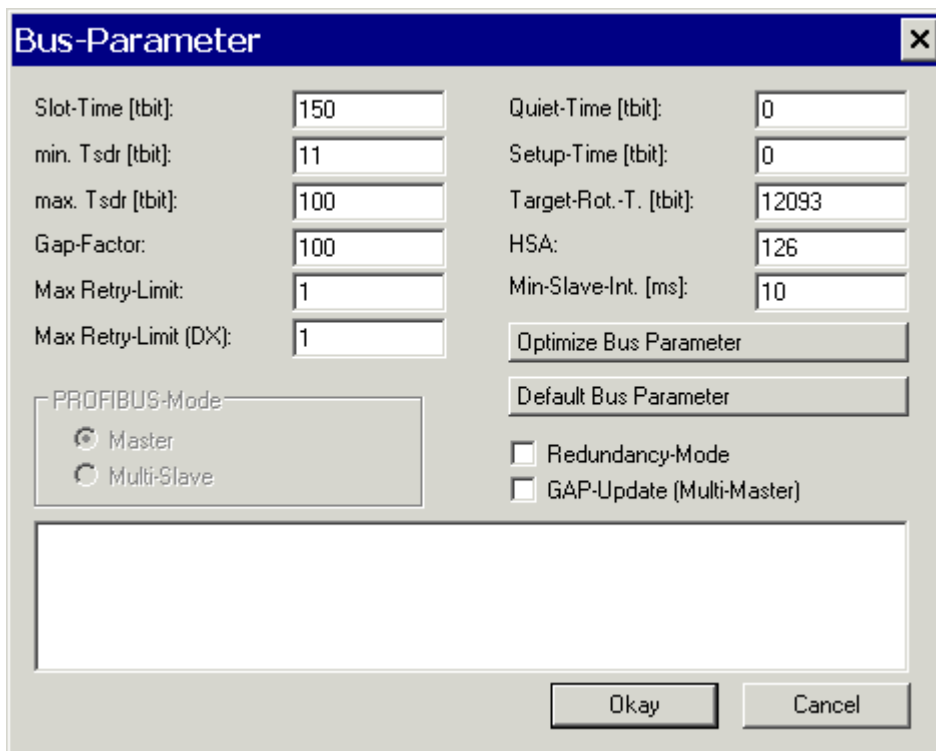
**Scan Devices...**

用于扫描 PROFIBUS，找到的所有设备都会添加到 EL6731 中。如果是倍福设备，可以读取精确的配置信息。如果是其它第三方设备，则搜索对应的 GSD 文件。

**Check configuration... [only FC310x]**

用于扫描 PROFIBUS 并与当前连接的设备进行比较，并显示差别。

### 5.1.6.2.2 Bus parameters 对话框



附图 85: Bus parameters 对话框

**Slot Time**

时隙，表示 DP 主站在发送重复报文或下一报文之前等待 DP 从站响应的的时间。

**min. Tsdr**

最小 Tsdr，表示 DP 从站等待响应的最短时间，DP 启动期间为所有 DP 从站设置该时间，数值范围为 11-255 位时间（bit periods，即传输一个二进制位需要的时间）。min. Tsdr 必须小于 max. Tsdr。

**max. Tsdr**

最大 Tsdr，表示 DP 从站等待响应的最长时间，该时间根据 DP 从站的 GSD 文件条目设置。max. Tsdr 必须小于 Slot time。

**GAP factor**

GAP 更新因子，该参数决定 GAP（主站地址到最高活动地址 HSA 之间的地址范围）更新的频率（假设已启用更新）。两个 GAP 更新周期之间的时间为：**Gap factor x Target rot. t.**

**Max Retry Limit**

最大重试次数限值，该参数规定了当被寻址的设备没有应答时，重复发送报文的次数。最小值应为 1，因此发生错误时，非周期性报文至少会重复一次（参见“Error Reactions” [▶ 117] 章节）。

**Max Retry Limit (DX)**

Data\_Exchange 报文的最大重试次数限值，由于 Data\_Exchange 报文是周期性重复的，此参数设置为 0 表示不重发 Data\_Exchange 报文，这样即使设备没有响应，通信周期也可以在 equidistant 模式下保持相对恒定。不过，此时最好在从站的 [Features \[► 99\]](#) 选项卡上将 NoAnswer-Reaction 项选为 Stay in Data-Exch(for WD time)，这样在从站没有响应时也不会导致退出数据交换。从 [DpState \[► 122\]](#) 可以明显看出设备没有响应：在设备没有响应的那个周期，其 DpState 不为 0（参见“[Error Reactions](#)” [\[► 117\]](#) 章节）。

**HSA**

最高活动地址，指定 GAP 更新的最高活动地址（假设该地址处于活动状态）。

**Min. Slave-Int.**

Min Slave Interval，表示 DP 启动报文发送到 DP 从站的最短周期（根据 GSD 文件中的设置确定）。

**Redundancy mode**

可在此处将 DP 主站设置为冗余模式。在冗余模式下，主站只监听总线（参见“[主站冗余](#)” 章节）。

**GAP update**

GAP 更新，每隔一段时间就会要求从主站地址直到最高活动地址 HSA 的所有从站确认其存在。该功能可以启用，也可以禁用。GAP 更新仅适用于多主站的操作。在单一主站运行时，GAP 更新功能会增加 PROFIBUS 周期抖动，因此默认关闭。

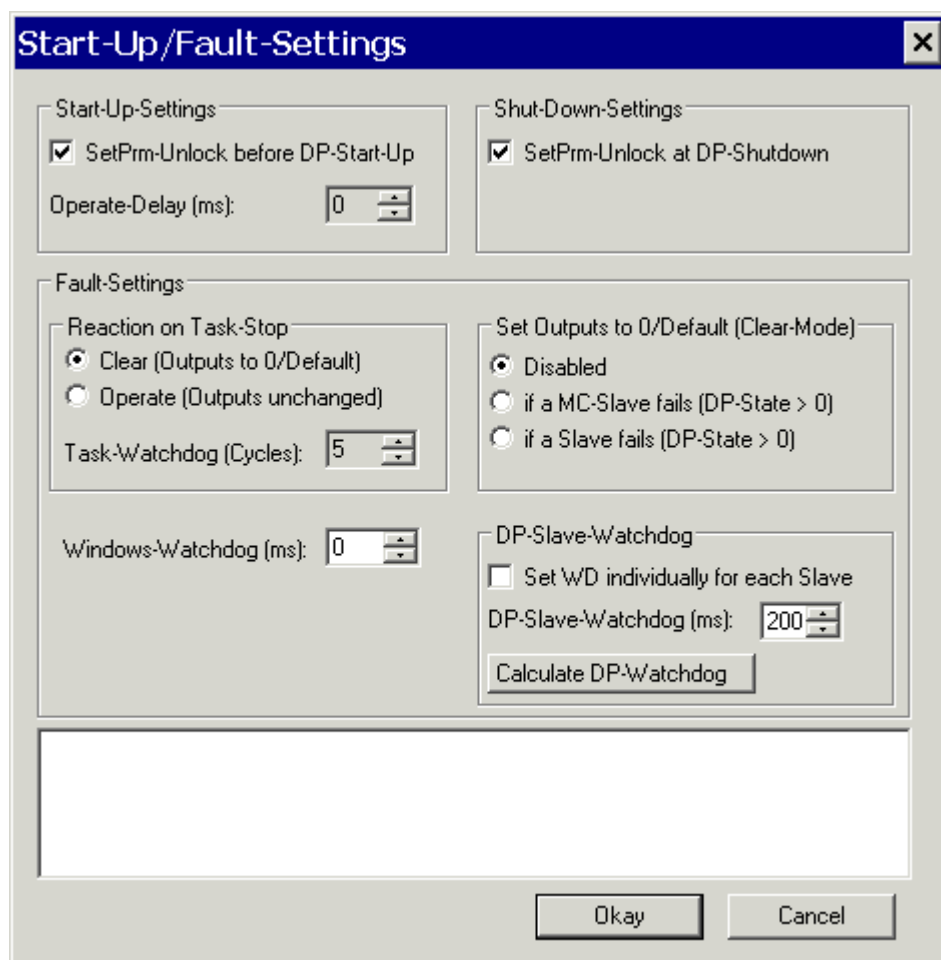
**Optimize bus parameters**

用于设置优化的总线参数。

**Default bus parameters**

用于设置默认的总线参数。

### 5.1.6.2.3 Start-Up/Fault-Settings 对话框



附图 86: Start-Up/Fault-Settings 对话框

**SetPrm unlock before DP start-up**

DP 启动时 SetPrm 解锁。在 DP 启动期间，DP 主站通常会断开周期性连接，以便 DP 从站随时能识别 DP 主站已重新启动。但在冗余模式下，DP 从站可能并不需要识别这一点，因为从当前主站到冗余主站的切换不会对 DP 从站产生任何影响（参见“Master Redundancy（主站冗余）”章节）。

**SetPrm unlock at DP shutdown**

DP 停止时 SetPrm 解锁。在 DP 关闭期间，DP 主站通常会断开周期性连接，以便 DP 从站随时能识别 DP 主站已经停止。但在冗余模式下，DP 从站可能并不需要识别这一点，因为从当前主站到冗余主站的切换不会对 DP 从站产生任何影响（参见“Master Redundancy（主站冗余）”章节）。

**Operate delay**

运行延迟。当任务启动时，DP 主站根据 Auto-Clear 模式自动切换到 Operate 状态。这个 Clear 到 Operate 的转换可以延迟，延迟的时间就通过 Operate delay 进行设置。在 Clear 状态下，如果 DP 从站不支持 Fail\_Safe 值，所有输出都被设置为 0；如果 DP 从站支持 Fail\_Safe，则设置为 Fail\_Safe 值。而在 Operate 状态下，输出值由变量映射的任务指定。

**Reaction to task STOP**

任务停止的响应。可以在此指定 DP 主站在 PLC 停止或遇到断点时是将输出设置为 0，还是保持不变（参见“Fault Reactions” [▶ 117] 章节）。

**Task watchdog (EtherCAT watchdog)**

任务看门狗。当 DP 主站接收不到来自链接任务的中断请求时（例如遇到 PLC 断点或系统崩溃），会自动转入 Clear 模式（从站的输出被设置为 0 或 Fail\_Safe 值）。可在此指定主站切换到 Clear 模式之前允许丢失的任务周期数。该设置不受 Clear mode 设置的影响。

**Clear mode**

清零模式。在此可以指定，只要有一个 MC 从站（选中：if an MC slave fails）或任何从站（选中：if a slave fails）没有正确响应（即 DpState [▶ 122] 不等于 0），主站就应切换到或保持在“Clear”状态（参见“Error Reactions” [▶ 117] 章节）。

**Windows watchdog (only FC310x)**

不适用于 EL6731。

**Set WD individually for each slave**

可在此选择是否为每个从站单独设置 Watchdog（在从站的 Profibus [▶ 98] 选项卡上）。

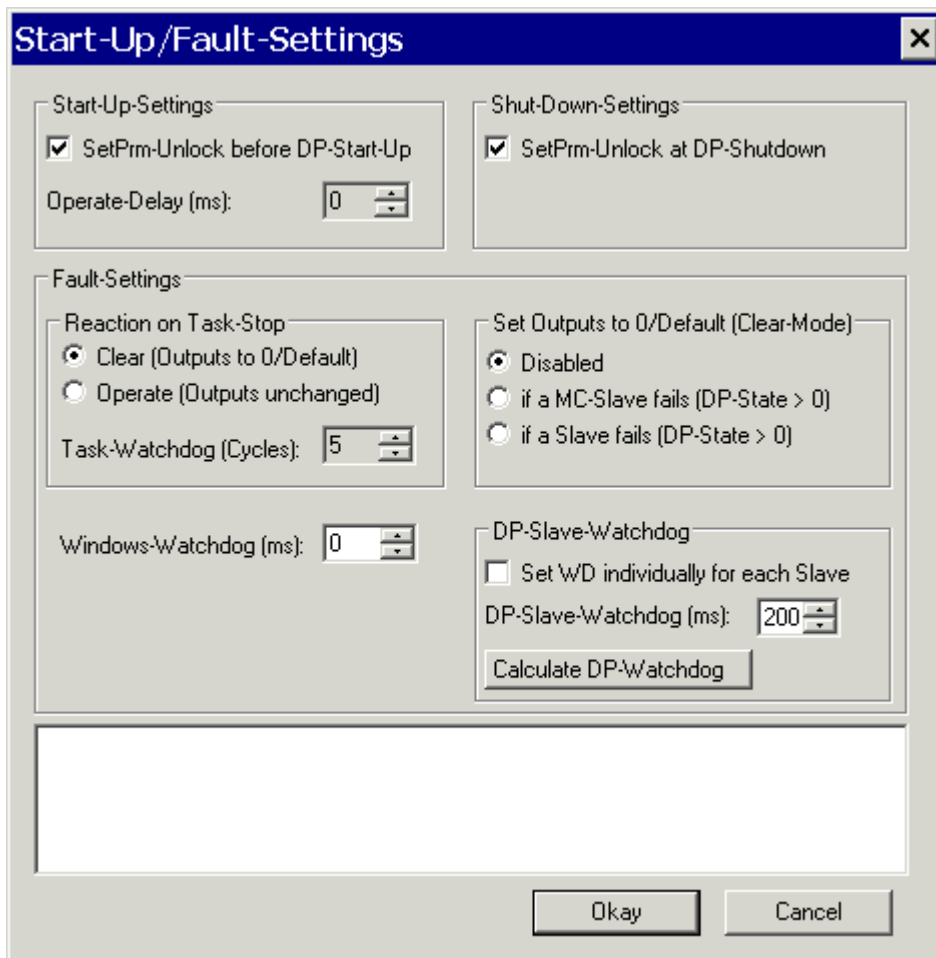
**DP watchdog time**

如果未勾选“Set WD individually for each slave”复选框，则此处设置的 DP 看门狗时间将作为所有从站的统一值。

**Calculate DP slave watchdog time**

计算 DP 从站的看门狗时间。用于将所有 DP 从站的 DP 看门狗时间设置为一个合适的值。

## 5.1.6.2.4 MC 选项卡



附图 87: MC 选项卡

**Task access time (shift time)**

不适用于 EL6731。

**Task access time/task cycle time**

不适用于 EL6731。

**PLL-Sync-Time**

不适用于 EL6731。

**Task cycle time**

显示关联的最高优先级任务的周期。

**Estimated DP cycle time**

显示预计的 PROFIBUS 周期。

**Set To on box**

在从站上设置 To 时间。可在从站的 Prm data (text) [▶ 102] 选项卡上为每个从站单独设置 To 时间。

**Set Ti on box**

在从站上设置 Ti 时间。可在从站的 Prm data (text) [▶ 102] 选项卡上为每个从站单独设置 Ti 时间。

**To time**

To 时间。如果未勾选 **Set To on box** 复选框，则此处设置的 To 时间将作为所有从站的统一值。

**Ti time**

Ti 时间。如果未勾选 **Set Ti on box** 复选框，则此处设置的 Ti 时间将作为所有从站的统一值。

**Estimated equi cycle time**

预计等时周期。显示预计 PROFIBUS 周期的 DPV2 部分。

**Reduced MC jitter (optional for FC/CX, selected by default for EL)**

减少 MC 抖动（对FC/CX 是可选项，对EL模块是默认选择）。FC/CX 周期由与 TwinCAT 同步的本地定时器控制。为了补偿中断延时的时间（无补偿时 DP 周期的抖动约为 960 ns，有补偿时约为 320 ns），中断的惯例是始终等待某个定时器的达到预定值才启动 DP 周期。这会使得周期延长约 30  $\mu$ s。

**Calculate MC times**

计算 MC 时间。使用此按钮可自动计算所有 DPV2 时间。

**Sync mode**

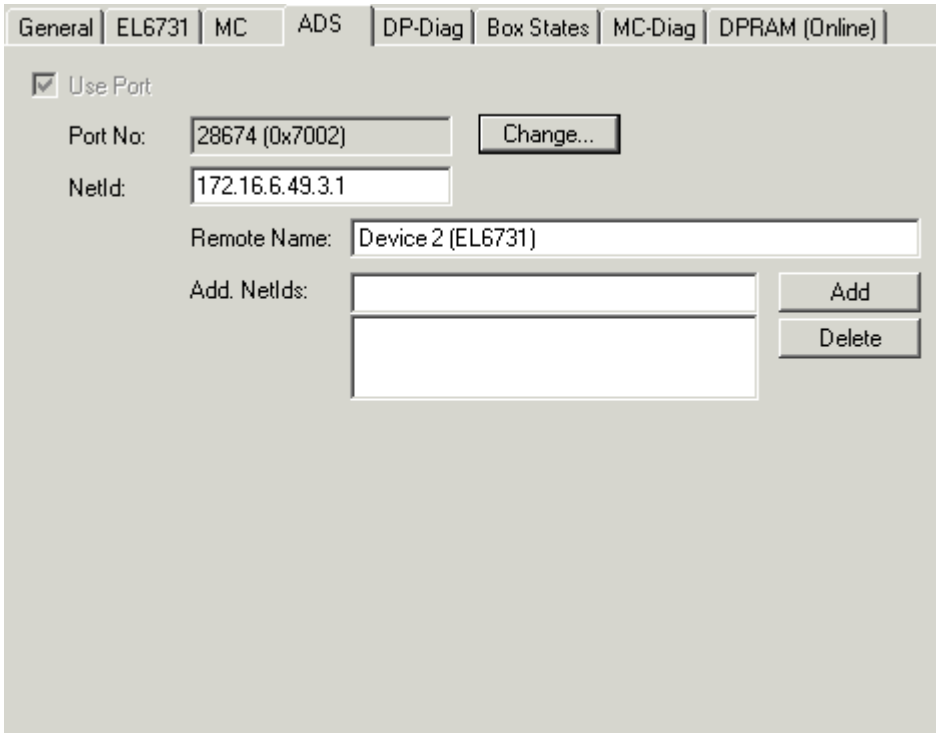
同步模式。不适用于 EL6731；同步是通过分布时钟控制的，因此与 FC310x 的 Sync master 设置相对应。

**Activate DRIVECOM server**

启用 DRIVECOM 服务。为 DRIVECOM 服务（OPC 服务）生成 XML 文件，SimoCon U 工具软件可以使用该XML文件通过 PROFIBUS 访问所连接的 611U 驱动器。

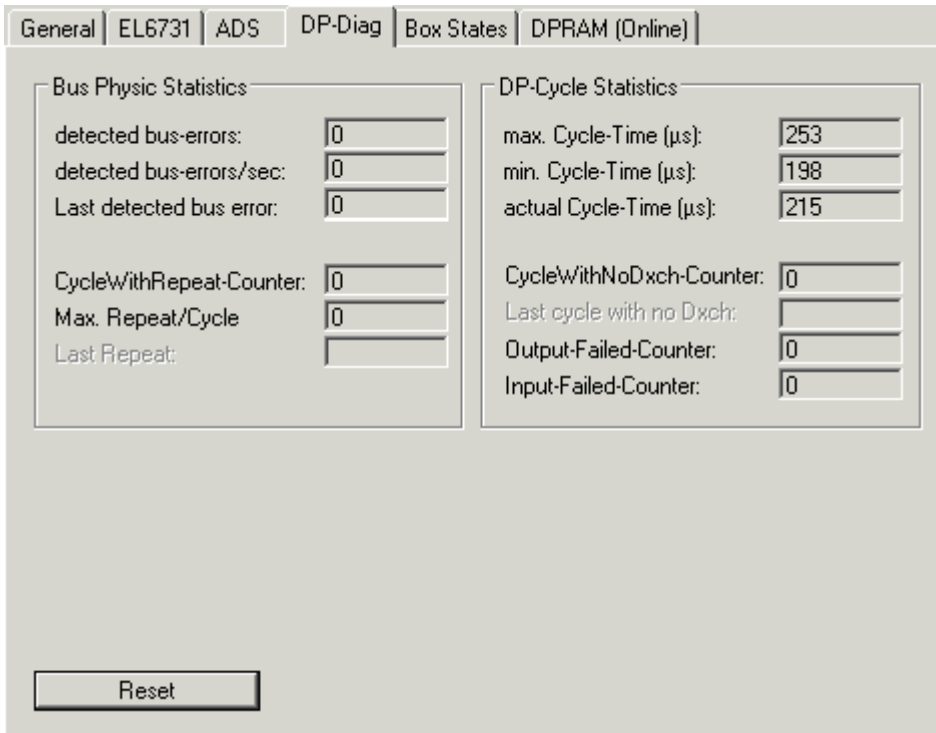
### 5.1.6.2.5 ADS 选项卡

EL6731 是一台有自己的 NetID 的 ADS 设备，可在此处更改其 ID。所有针对 EL6731 的 ADS 服务（诊断、非周期性通信）都必须使用该 NetID 作为地址。



附图 88: ADS 选项卡

### 5.1.6.2.6 DP Diag 选项卡



附图 89: DP Diag 选项卡

这里显示总线的接线问题和 DP 周期:

**Detected bus errors**

此处显示检测到的总线错误数。如果该计数器不等于 0，则应检查接线（前提是没有拔出或插入 PROFIBUS 连接器 - 通常在拔出或插入 PROFIBUS 连接器时会出现瞬时总线干扰）。

**CycleWithRepeatCounter**

重复周期计数器。此处显示报文至少重复一次的 PROFIBUS 周期数。重复表示总线的物理特性有问题。

**Max. repeat/cycle**

此处显示一个周期内的最大重复次数。

**min./max./actual cycle time**

此处显示 DP 周期的最小值、最大值和当前值。只考虑所有从站都参与数据交换且没有重复的周期。

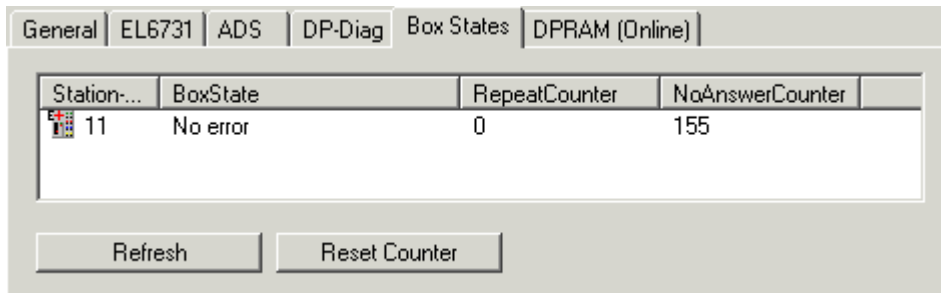
**CycleWithNoDxch counter**

如果存在任何从站没有参与数据交换（即 DpState 不等于 0），则计数器加一。

**Output-Failed-Cycle-Counter**

如果在下一个 EtherCAT 周期（EL）开始前 DP 周期未完成，且所有从站都参与了数据交换（即 DpState 为 0），则该计数器加一。

### 5.1.6.2.7 Box states 选项卡



Station...	BoxState	RepeatCounter	NoAnswerCounter
11	No error	0	155

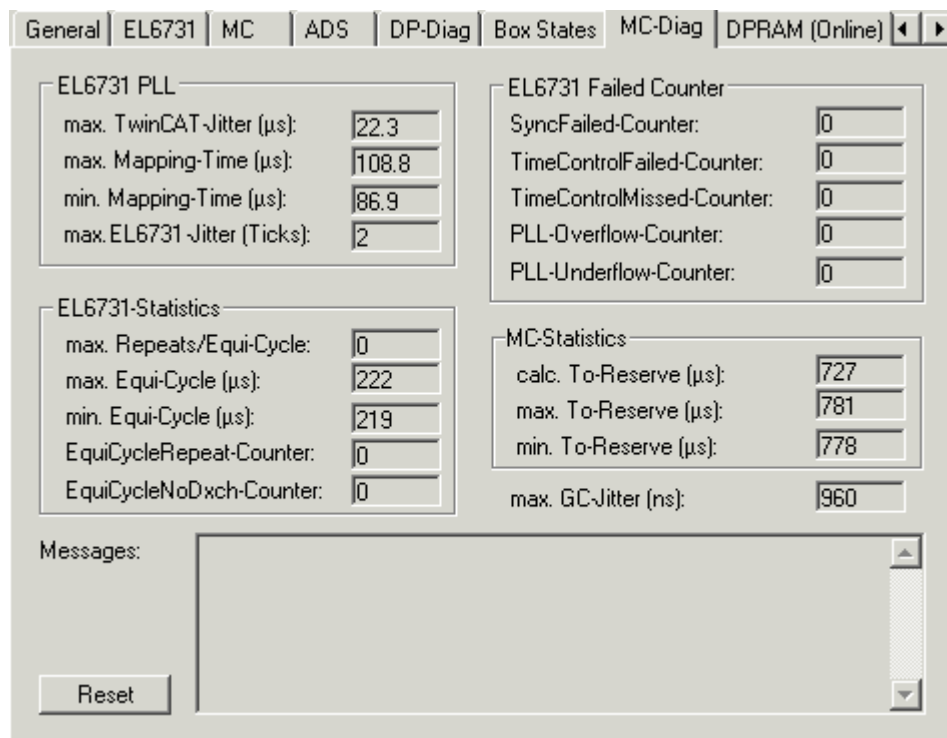
附图 90: Box states 选项卡

此处显示当前所有从站的状态、重复计数器（每次向从站重复发送报文时都会递增）和无应答计数器（每次从站无应答时都会递增）的概况。



### 5.1.6.2.8 MC Diag 选项卡

在联机模式下，“MC Diag”选项卡显示各项 equidistant 监视参数：



附图 91: MC Diag 选项卡

#### EL6731 PLL

不再适用于 EL6731。

#### EL6731 Statistics

EL6731 统计信息。由于 PROFIBUS MC 从站总是应当先行添加到 EL6731 中，因此在 DP 循环中寻址时总是先于 DP 从站。DP 周期的这一部分在下文中称为等时周期 (Equi cycle)。如果 Equi cycle 超过 MC 从站的 To 时间，EL6731 的最后一个 MC 从站通常会出现同步错误 (Simodrive 611U 为错误 597 或 598)。

#### max. repeats/equi cycle

每个等时周期最大重复次数。显示一个等时周期内重复发送 Data\_Exchange 报文的最大次数。延长等时周期，通常不会发生重复（除非总线插头被拔出或 MC 从站被关闭）。

#### min./max. equi cycle

最小/最大等时周期。此处显示最小或最大等时周期。

#### Equi cycle repeat counter

等时周期重复计数器。此处显示等时周期内的报文重复次数。

#### Equi Cycle NoDxch Counter

等时周期无数据交换的计数器。此处显示在一个等时周期内，至少有一个 MC 从站未进行数据交换的周期数。

#### EL6731 Failed Counter

##### Sync-Failed-Counter

同步失败计数器。如果 TwinCAT Task 和 DP 周期不同步，该计数将递增。在启动 TwinCAT 系统时可能会出现这种情况，之后该计数将不再递增。如果关联的 (NC) 任务不是最高优先级，则该计数也会递增。应该避免这种情况。

##### Time-Control-Failed-Counter

时间控制失败计数器。如果在 DP 周期启动时 PROFIBUS 没有空闲，该计数将递增。可能的原因包括总线故障、设备不存在、有其它主站或安全时间太短。

**PLL-Overflow/Underflow Counter** PLL 溢出/下溢计数器。  
不适用于 EL6731。

### MC Statistics

MC 统计信息。To 时间指定了每个 MC 从站应何时接受来自主站的输出（相对于 DP 周期开始的时间）。如果所有 MC 从站设置的 To 值相同，则 MC 从站可以相互同步。但该值必须等于或大于等时周期加上约 200 μs 的时间安全余量。通过“Calc. Equi-Times”按钮可计算出所有 MC 从站的 To 时间（见上文）。

**Calc. To-Reserve** : To-Reserve 计算值。包含计算得出的 To-reserve 时间（To-time 时间 - Equi-Cycle time）

**min./max. To-Reserve**: 在此测量最小或最大 To-reserve 时间。

### max. GC jitter

此处测量 DP 周期的最大抖动时间（GC 表示 Global\_Control 报文，总是在周期开始时发送）。在启动期间，抖动可能会稍大一些，但在稳定状态下，抖动不应超过 1 μs（同步模式为“Sync Master”）或 2 μs（同步模式为“Disabled”）。

## 5.1.6.3 TwinCAT “Box” 树型结构

### 5.1.6.3.1 Profibus 选项卡

附图 92: Profibus 选项卡

#### Station no.

必须在此为每个从站设置 PROFIBUS 站点地址。某些从站无法在硬件中设置站点地址，只能通过 SetSlaveAddress 服务来设置。此时，应使用按钮“Set...”。弹出一个对话框，可以在这里发送 SetSlaveAddress 报文（设置从站地址）。

#### Watchdog

激活 DP 看门狗。如果从站在看门狗启动的限时内没有收到 DP 报文，就会自动退出数据交换。可以设置的最小看门狗时间取决于 DP 周期，应大于通过以下公式计算的值：**预计周期 x 10**

对于特别重要的输出，如果 DP 从站支持 1 ms 看门狗基本时间，可将其 DP 看门狗时间设置为 2 ms（除 BK3000 和 BK3100 之外的所有倍福从站，以及其 GSD 文件中包含“WD\_Base\_1ms\_supp = 1”的任何其他制造商设备）。不过，DP 看门狗时间至少应是**周期和预计周期**两者中较大值的 2 倍（参见主站选项卡）。

**Ident no.**

此处显示 GSD 文件中的标识号。

**Own PrmData**

允许编辑 Profibus 专用参数数据，同时还显示参数的当前值。PrmData 通常可以设置为文本 (-> PrmData (text))，对于部分倍福 DP 从站，可通过“Beckhoff”选项卡设置。

**CfgData**

显示当前配置数据（来自所连接的模块或端子模块）及其长度。

**Sync/Freeze**

同步/冻结。在主站的 DP/MC (Equidistant) 运行模式下，从站可以使用同步和冻结 [▶ 47] 功能。

**DPV1-Class 2**

可以使用 FC310x/EL6731 启用与 DPV1 从站的 DPV1 Class 2 连接。Timeout 参数用于设置 Class 2 类连接的连接监控时间（参见 DPV1 [▶ 51] 章节）。

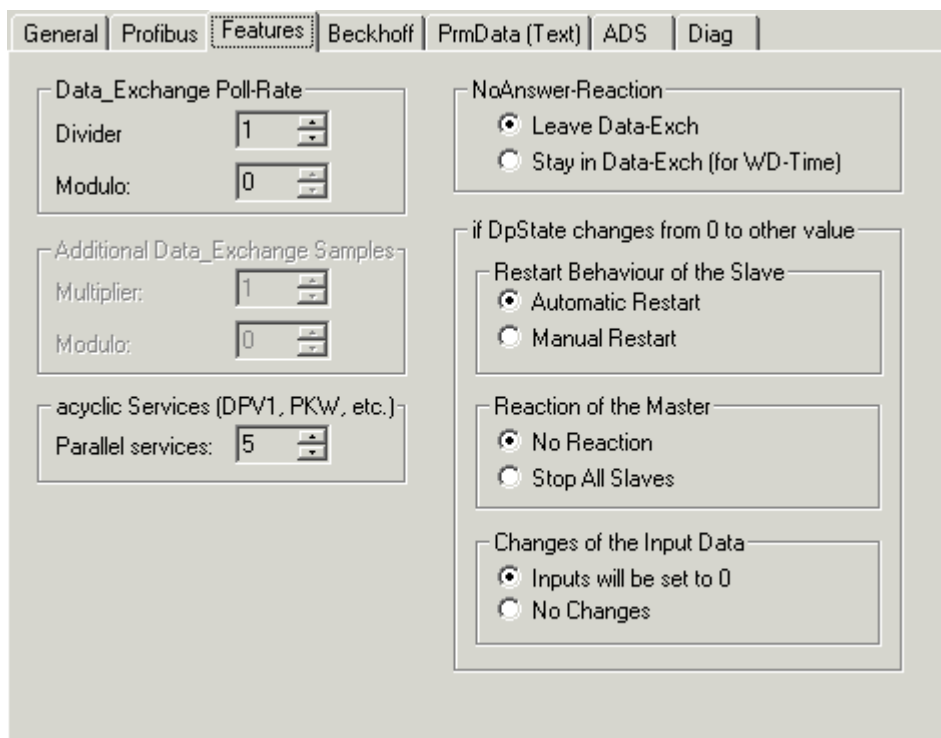
**DP Class 2**

如果 DP 从站正在与另一个主站进行数据交换，但仍需由 TwinCAT 进行非周期性寻址，应在“DP Class 2”下选择“No cycl. connection”。目前不支持“ReadOnly”设置。

**I/O-Reset Slave**

在 TwinCAT 已启动的前提下，使用该按钮可以禁用与 DP 从站的周期性数据交换，也可以立即与 DP 从站重新建立连接（相当于 IO 复位，但只针对一个从站）。

### 5.1.6.3.2 Features 选项卡



附图 93: Features 选项卡

**Data\_Exchange poll rate [only FC310x]**

数据交换轮询率 [仅限 FC310x]。可为每个从站设置不同的轮询率 (Divider)。Divider 1 表示在每个周期内对从站进行轮询，Divider 2 表示每 2 个周期轮询一次，以此类推。Modulo 将把 Divider 大于 1 的从站分配到不同的周期，从而尽可能缩短最大周期 (Divider 2 和 Modulo 0 表示每个偶数周期轮询一次从站；Divider 2 和 Modulo 1 表示每个奇数周期轮询一次从站)。（参见从站优先级设置/多个 DP 周期 [▶ 130] 章节）。

**Additional Data\_Exchange samples**

附加数据交换采样。可以在一个任务周期内运行多个 DP 周期。这样，每个从站可以在每个 DP 周期中获得不同的输出数据，并可将每个 DP 周期的输入数据传输到控制器。此时，每个 DP 周期都有一组单独的变量（参见从站优先级设置/多个 DP 周期 [▶ 130] 章节）。

**NoAnswer reaction**

无应答响应。可以为每个从站指定，无论响应有误还是根本无响应，是否继续保持数据交换。在这种情况下（保持数据交换），只有当从站在地址监控时间内从未正确响应时，才会退出数据交换（前提是watchdog已启用（参见节点的 Profibus [▶ 98] 选项卡）；否则只有当从站未正确响应达到 65,535 次时，才会终止数据交换）（参见“Error Reactions” [▶ 117] 章节）。

**Restart behavior**

重启响应。可以为每个从站指定，在离开数据交换后是自动重新启动，还是保持 Wait-Prm 状态（参见“Error Reactions” [▶ 117] 章节）。

**Reaction of the master**

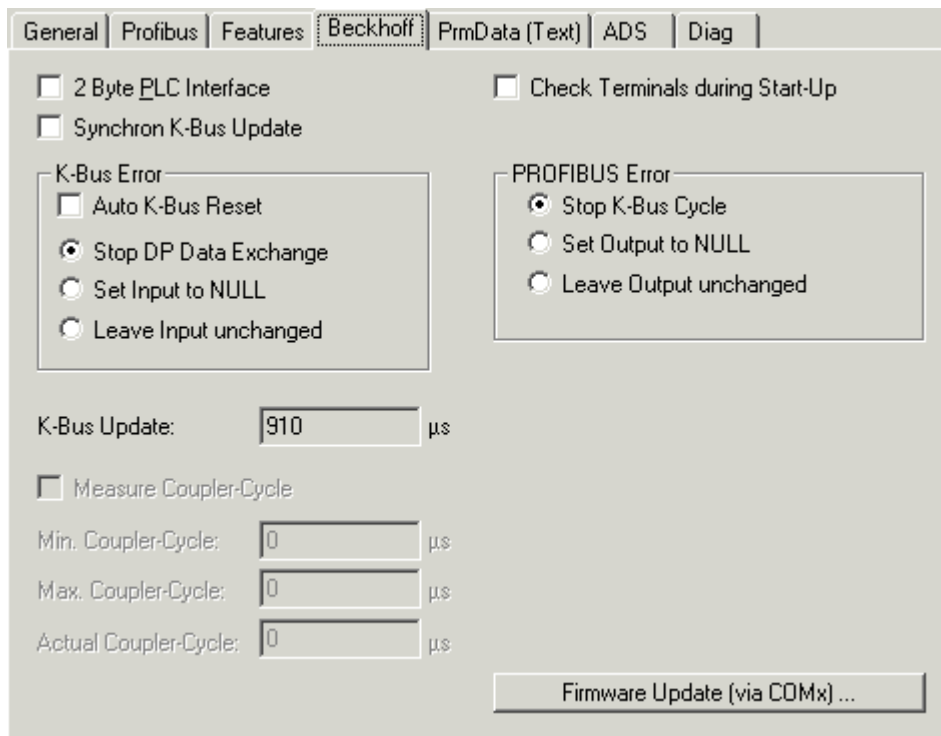
主站的响应。可为每个从站指定其退出数据交换是否会导致 PROFIBUS 循环停止（FC310x：所有从站退出数据交换并切换到 Wait-Prm，仅通过 IO 复位重启或随着 TwinCAT 系统重启；EL6731：EL 切换到 PREOP 状态，通过切换到 OP 状态重启）（参见“Error Reactions” [▶ 117] 章节）。

**Changes of the input data**

输入数据的变化。可为每个从站指定在退出数据交换（DpState 不等于 0）时，其输入数据应设为 0 还是保持不变（参见“Error Reactions” [▶ 117] 章节）。

**acyclic services**

非周期性服务。可在此设置一个节点的并行 ADS 服务数量。

**5.1.6.3.3 Beckhoff 选项卡**

附图 94: Beckhoff 选项卡

**Firmware Update**

该按钮用于通过 KS2000 电缆和串口更新倍福 DP 从站的固件。

**2 byte PLC interface**

启用倍福 DP 从站的 2 字节 PLC 接口。

**Synchron K-bus update**

此处规定了总线耦合器的预期内部周期（K-Bus 周期 + DP 缓冲区传输）。

**Check terminals during start-up**

启动时检查端子模块。激活该复选框后，表 9 将通过 DPV1 Write 传输到耦合器，只有在条目相符时，耦合器才会进入数据交换（DpState = 0）。与使用 PROFIBUS CfgData 检查相比，在启动时检查端子模块更加准确。

**K-bus error**

可在此处指定对 K-bus 错误的响应（自动或手动 K-bus 复位，耦合器输入数据中的响应）

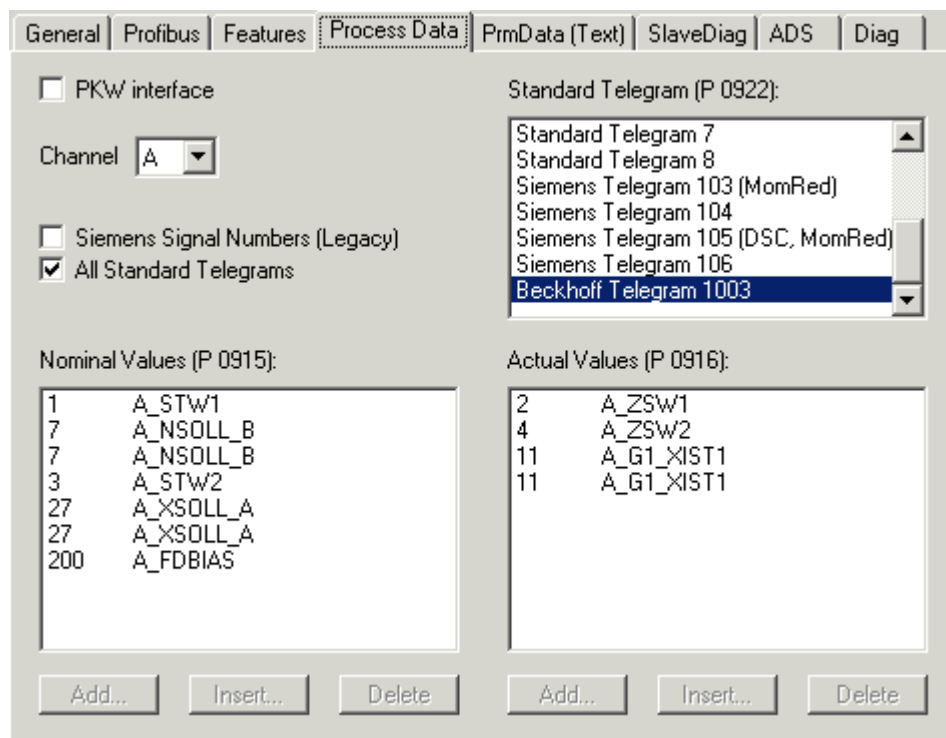
**PROFIBUS error**

可在此处指定对 PROFIBUS 错误的响应（耦合器输出数据中的响应）

**Measure coupler cycle**

可在此处测量耦合器的周期（DP + K-bus 总线）。

### 5.1.6.3.4 Process Data 选项卡



附图 95: Process Data 选项卡

在 Siemens AG 或 Profidrive MC 下，可选择节点为 Profidrive MC 或 Profidrive MC (twice)。默认情况下，节点的设置适用于使用标准报文 3 的 Simodrive 611U。对于其它 PROFIBUS MC 从站，必须在从站的 Profibus [► 98] 选项卡上适当更改标识号。可以在 Process Data 选项卡上设置所需的报文类型，通常必须与 PROFIBUS MC 从站的参数 922 相对应，该参数可以通过制造商专用的配置工具进行设置（SimoCon U，用于 Simodrive 611U）。

该选项卡上还有一个“PKW interface”复选框，选中可激活 PKW 接口。这样可在“Online”选项卡上在线显示节点参数（目前只适用于 Simodrive 611U，因为需要 SimoCon U 生成参数文件）。在任何情况下，都可以通过 ADS 的 PKW 接口读写参数（参见 PKW 协议 [► 54] 章节）。

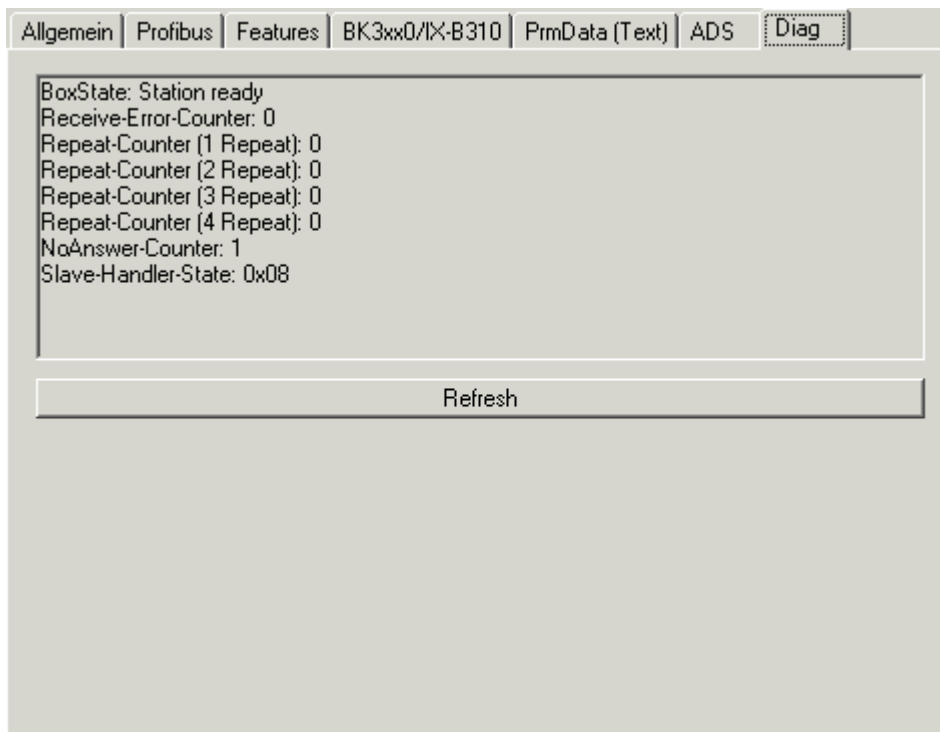
## 5.1.6.3.5 PrmData (text) 参数数据选项卡



附图 96: PrmData (text) 选项卡

点击某行，即可更改当前值。对应的设置说明请参见相关制造商的文档资料。

## 5.1.6.3.6 Diag 选项卡



附图 97: Diag 选项卡

此处可以显示以下信息：

**BoxState**

此处显示当前的节点状态 `DpState` [▶ 122]。

**Receive-Error-Counter**

接收错误计数器。来自从站的干扰报文数。

**Repeat-Counter**

重复计数器。由于来自从站的响应缺失或受到干扰而需要重复发送的次数。

**NoAnswer Counter**

无应答计数器。从站未应答的报文数。

**Last DPV1 error**

上一个 DPV1 错误，含Error-Decode、Error-Class、Error-Code 和 Error-Code 2（参见 [DPV1 错误代码 \[►\\_126\]](#)的说明）

如果是倍福 DP 从站，将显示更多诊断信息。



## 5.1.7 PROFIdrive MC 驱动器的集成

### 5.1.7.1 I/O 配置

下文将介绍 PROFIdrive MC 驱动器（本例中为 Sinamics S120 伺服驱动控制器）在倍福 TwinCAT NC/PTP 中的集成。

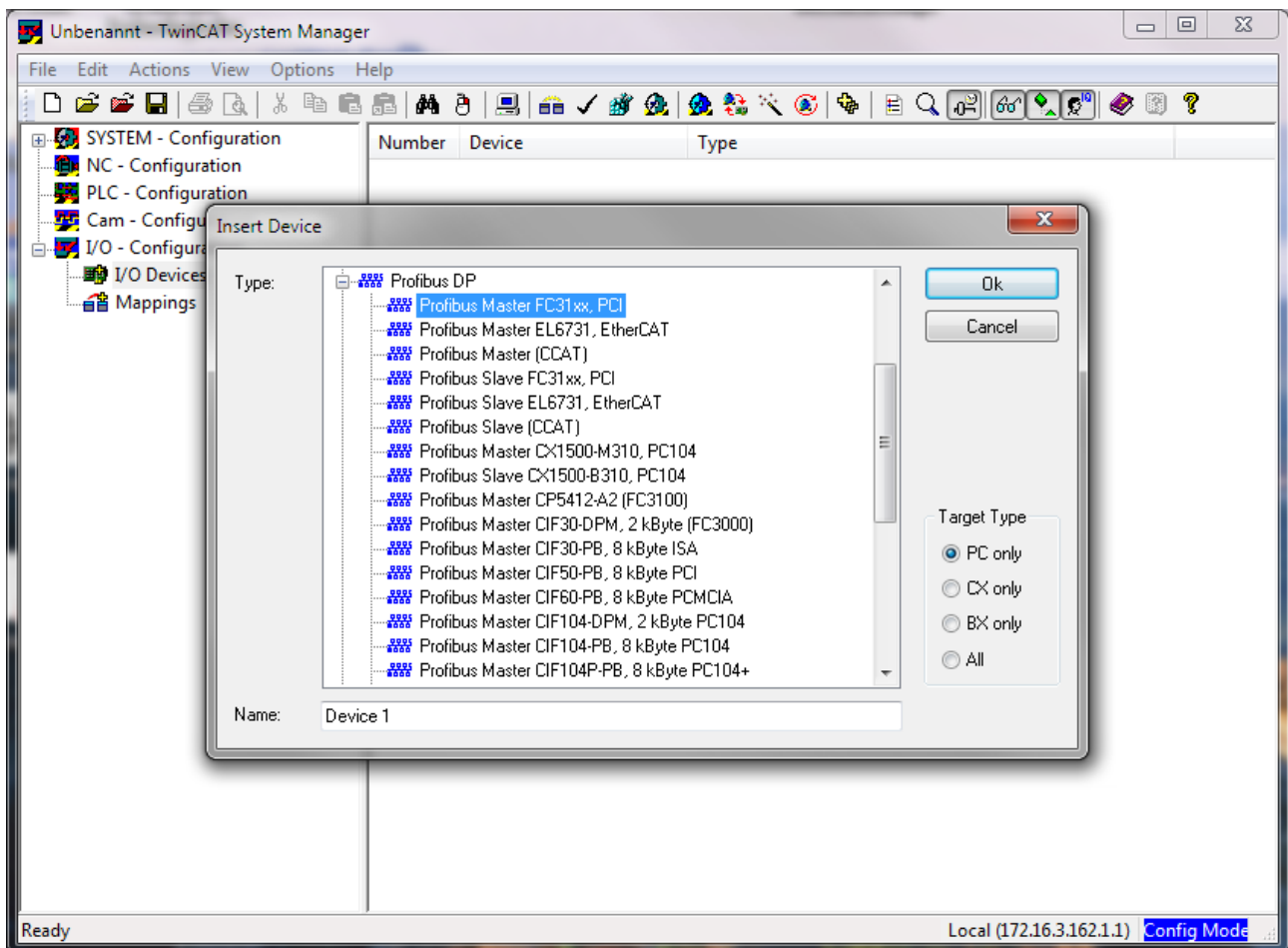
本快速参考指南侧重说明同步伺服轴的操作。它基于 TwinCAT NC/PTP 2.10 版本（建议使用 TwinCAT NC/PTP 2.10 build 1340 或更高版本）。  
前提条件是熟悉倍福 TwinCAT NC/PTP 。

#### 5.1.7.1.1 配置现场总线主站

##### 选择 Profibus 现场总线主站卡

假定用户已熟悉在 TwinCAT System Manager 中插入 Profibus 设备（EL6731 现场总线主站卡/现场总线主站端子模块）的步骤。安装完成且所有总线设备运行后，在 Config 模式下使用“Scan Devices”，或通过 I/O Device 树型结构中的菜单选择“Insert Device”->Profibus DP。如果没有在目标设备上连接从站（或者现场总线主站没有连接到 PC），可以在“Device found at address”对话框中选择“Cancel”，就可以将来再在调试过程中确定主站卡的地址。

根据所选的目标系统（only PC, CX, BX, All）提供对应的设备。本例中使用 FC31xx PCI 现场总线主站卡；对于 EL6731，本说明也同样适用。



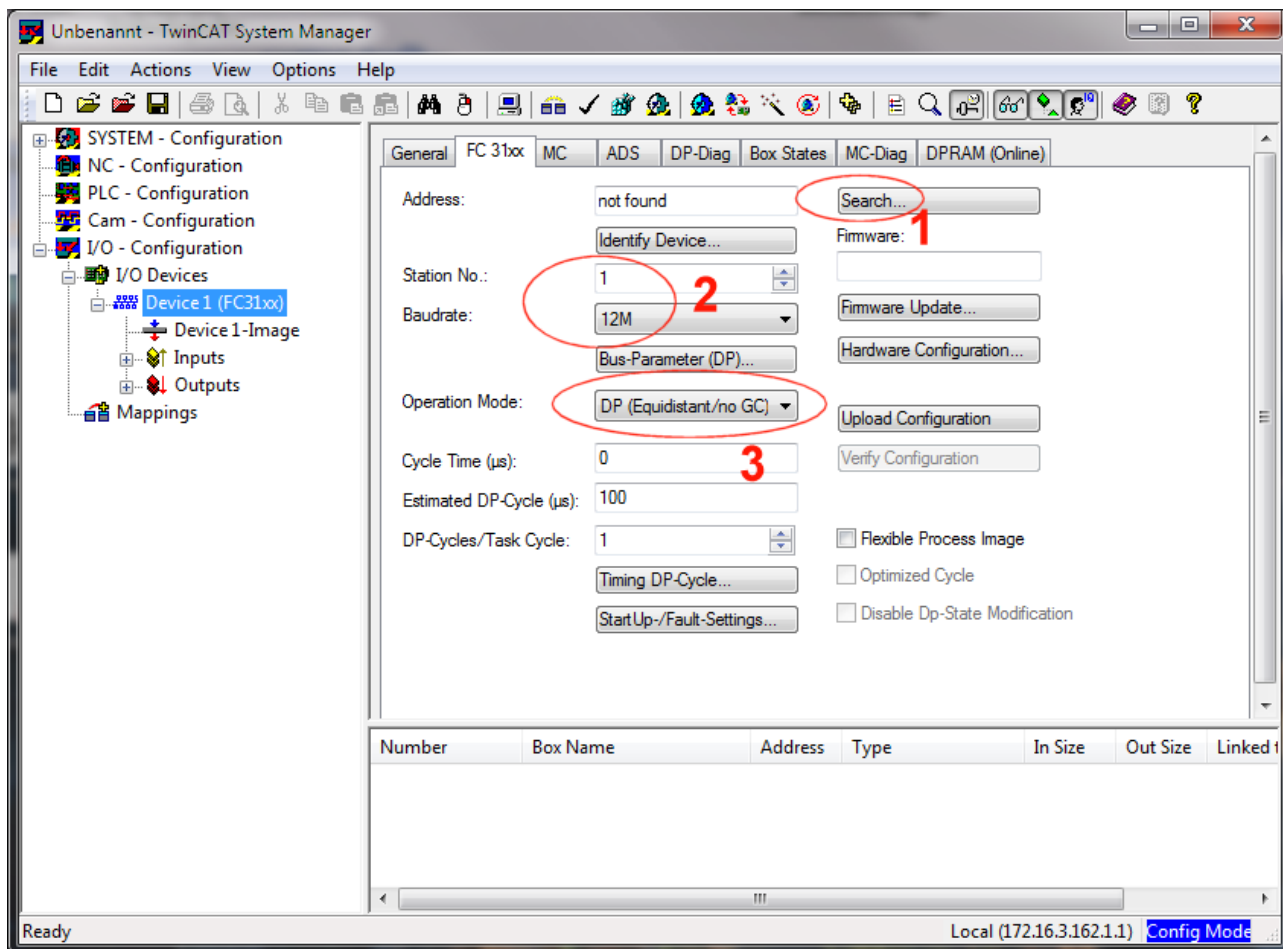
附图 98: 插入 FC31xx PCI I/O Device

选择合适的 I/O 设备（本例中为 Profibus 主站 FC31xx PCI）。通过 EtherCAT 实现 Profibus 通讯的主站模块 EL6731 与两个 CU 通讯的操作已经过测试。（CU是指西门子S120驱动的控制单元）



## 配置 Profibus DP

Profibus 主卡通过 FC31xx 选项卡进行配置。在调试过程中，只有当现场总线正在运行且所有元件都已配置完毕后，才能进行本项配置：

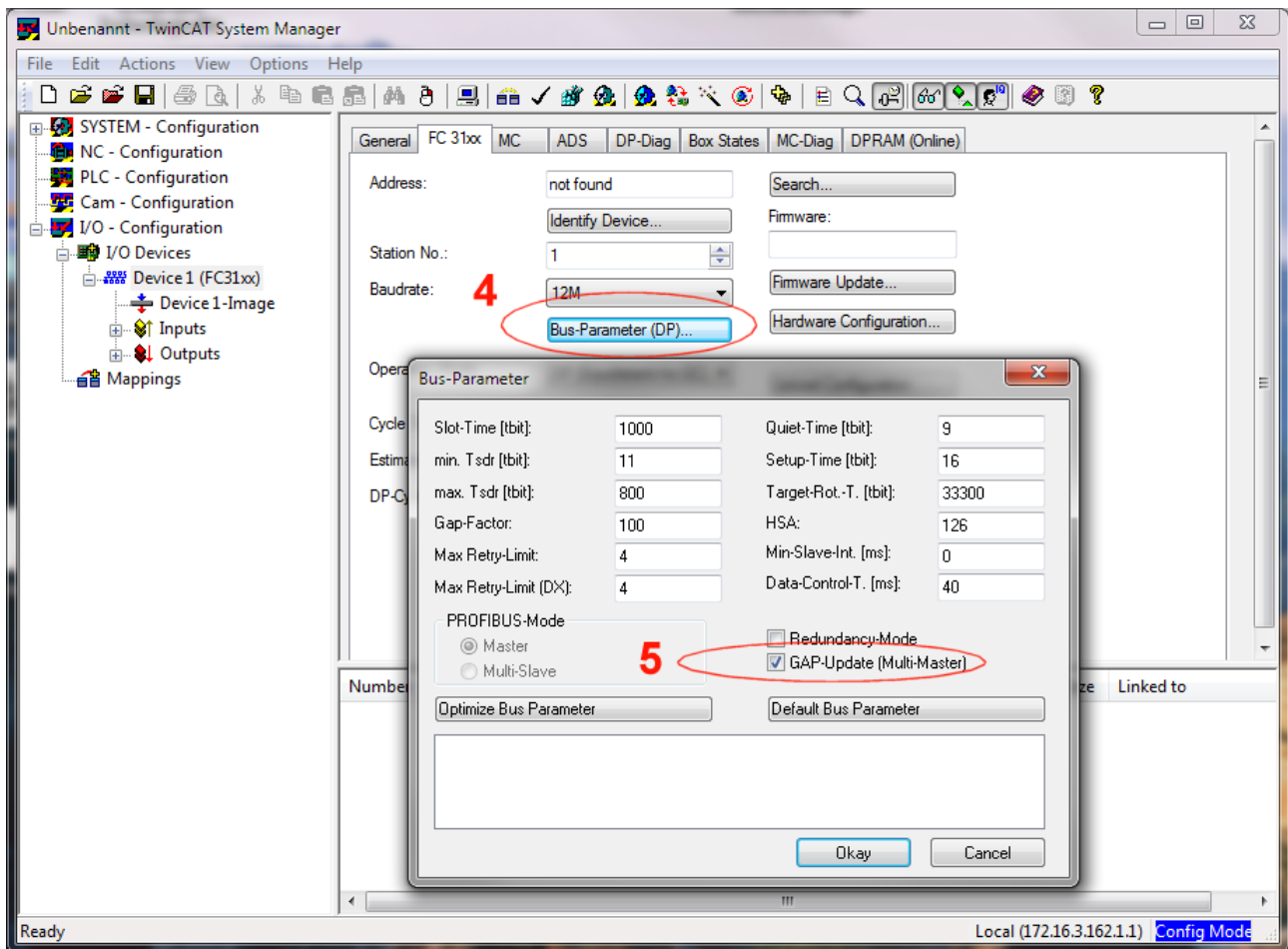


附图 99：配置，第1部分

(1) 总线卡的地址必须稍后在调试期间确定。FC310x Profibus 卡的固件版本应为 2.58 或更高，FC3151 则为 2.5b 或更高。

(2) 现场总线主站的站点地址预设为 1。应避免与其它设备发生地址冲突（例如，使用 STARTER 软件的编程设备）并检查波特率的设置（12 M）。

(3) 必须将模式设置为 DP/MC (Equidistant)。



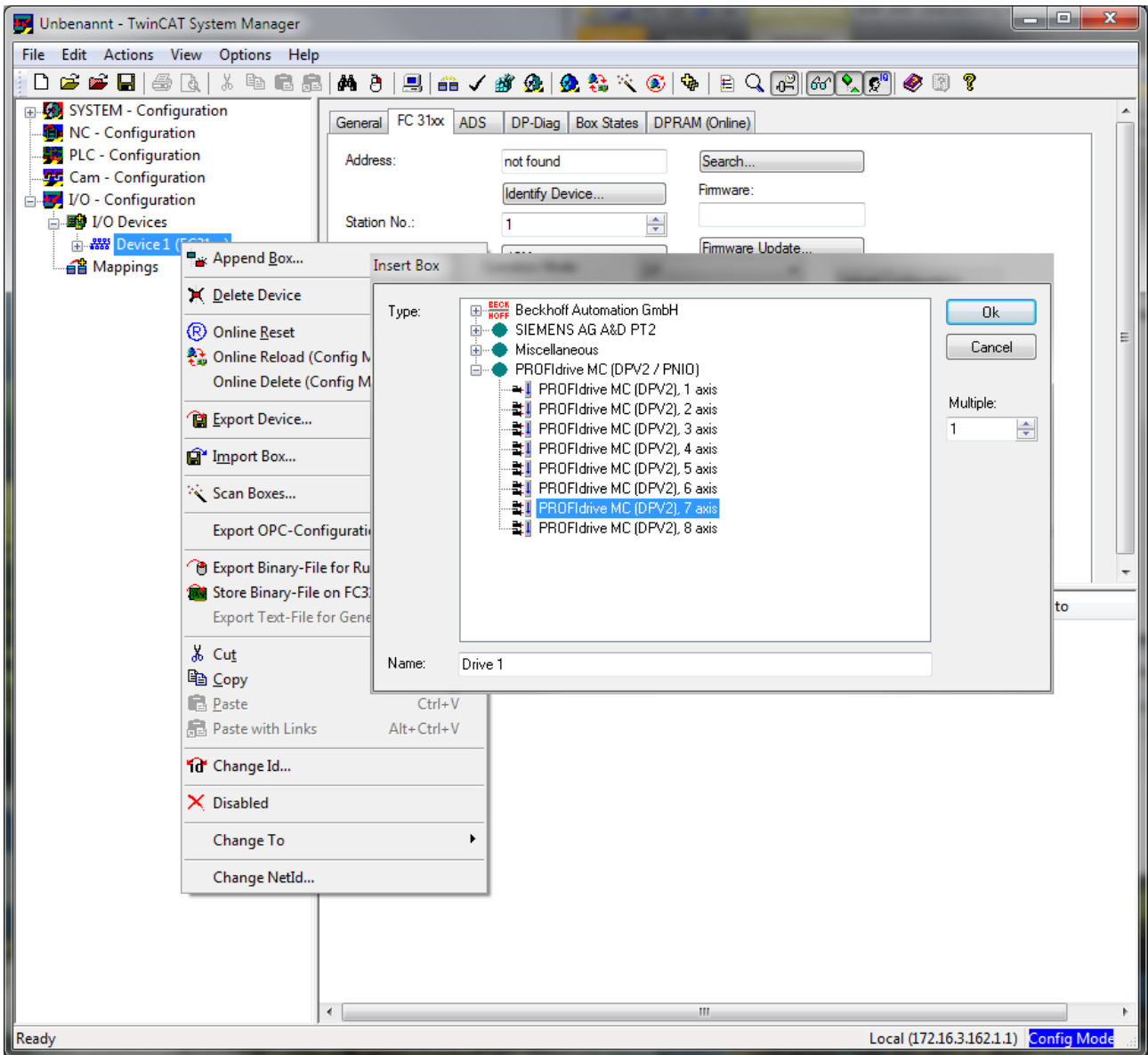
附图 100: 配置, 第2部分

- (4) 使用 Bus Parameter (DP) 按钮, 通过 Bus-Parameter 对话框激活 GAP-Update (Multi-Master)
- (5) 以使 Profibus 上的编程设备可以运行, 允许用 STARTER 软件并行配置。

### 5.1.7.1.2 配置现场总线设备

#### 添加节点

在 Profibus 主卡 Device1 的菜单中选择“Append Box”。从 PROFIdrive MC (DPV2) 文件夹中选择 (含对应的倍数)。请注意, 1-8 可供选择, 分别代表 6 个驱动控制器、一个 CU (控制单元) 和一个 ALM (Alive Line Module) 电源模块。在示例 (七倍) 中, 通过 Profibus 在一个由 6 个轴和一个 CU 控制单元组成的系统中进行通信。



附图 101: 插入节点

GSG 文件

请从“Select Box”对话框中选择“Sinamics S”：  
 确保 Profidrive2.dat 文件和本文中提到的 GSG 文件（编辑器）位于 \TwinCAT\IO\Profibus\ 目录下



附图 102: 选择对话框

Profidrive2.dat 示例:

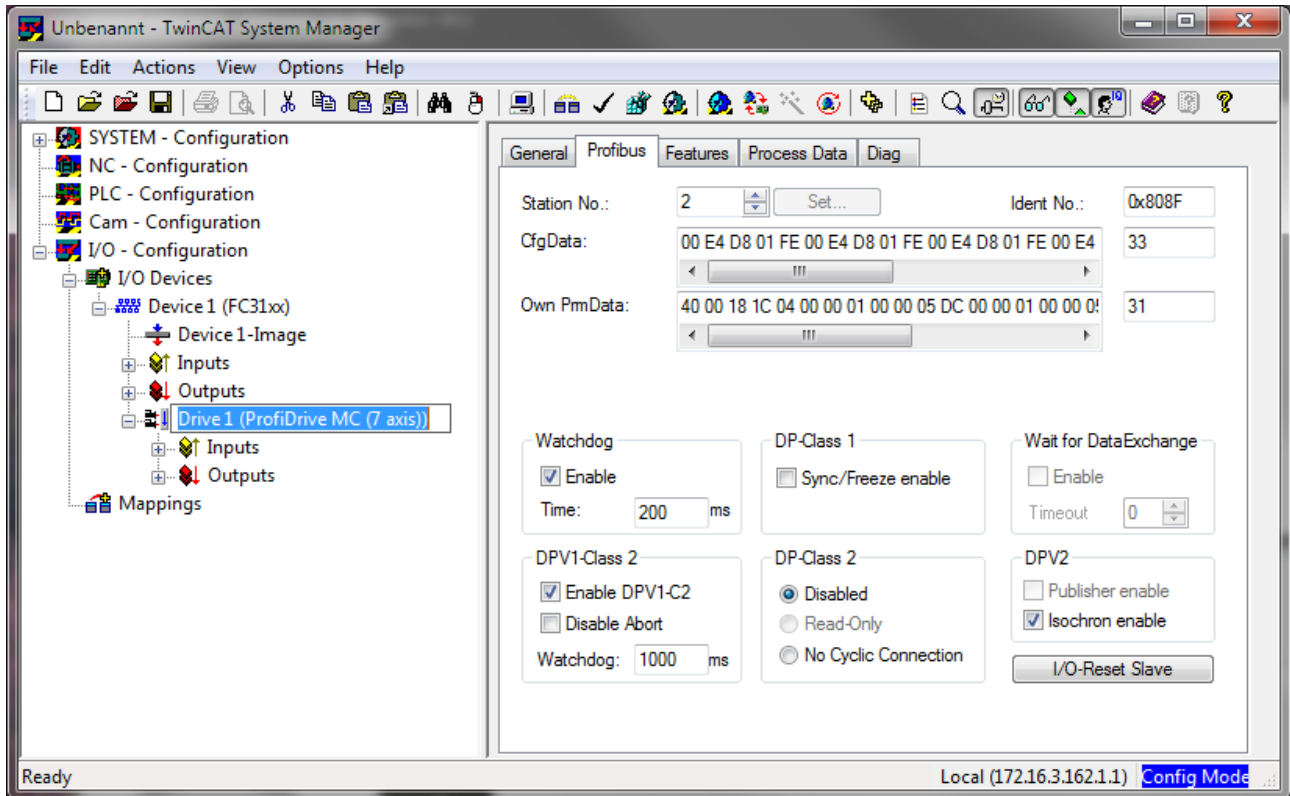
```
Simodrive 611U=
Sinamics S=si0480e5.gsg
FC310x-MC-Slave=FC310xMC.gsd
```

读取对应的 GSG 文件，并预设数据结构。如要使用修改过的新 GSG 文件，请创建一个新的节点（轴组合）并关联到软件中的结构体（参见 [NC 配置 \[112\]](#) 章节）。

## Profibus 从站配置

轴系统的现场总线配置在 Profibus 选项卡上设置：

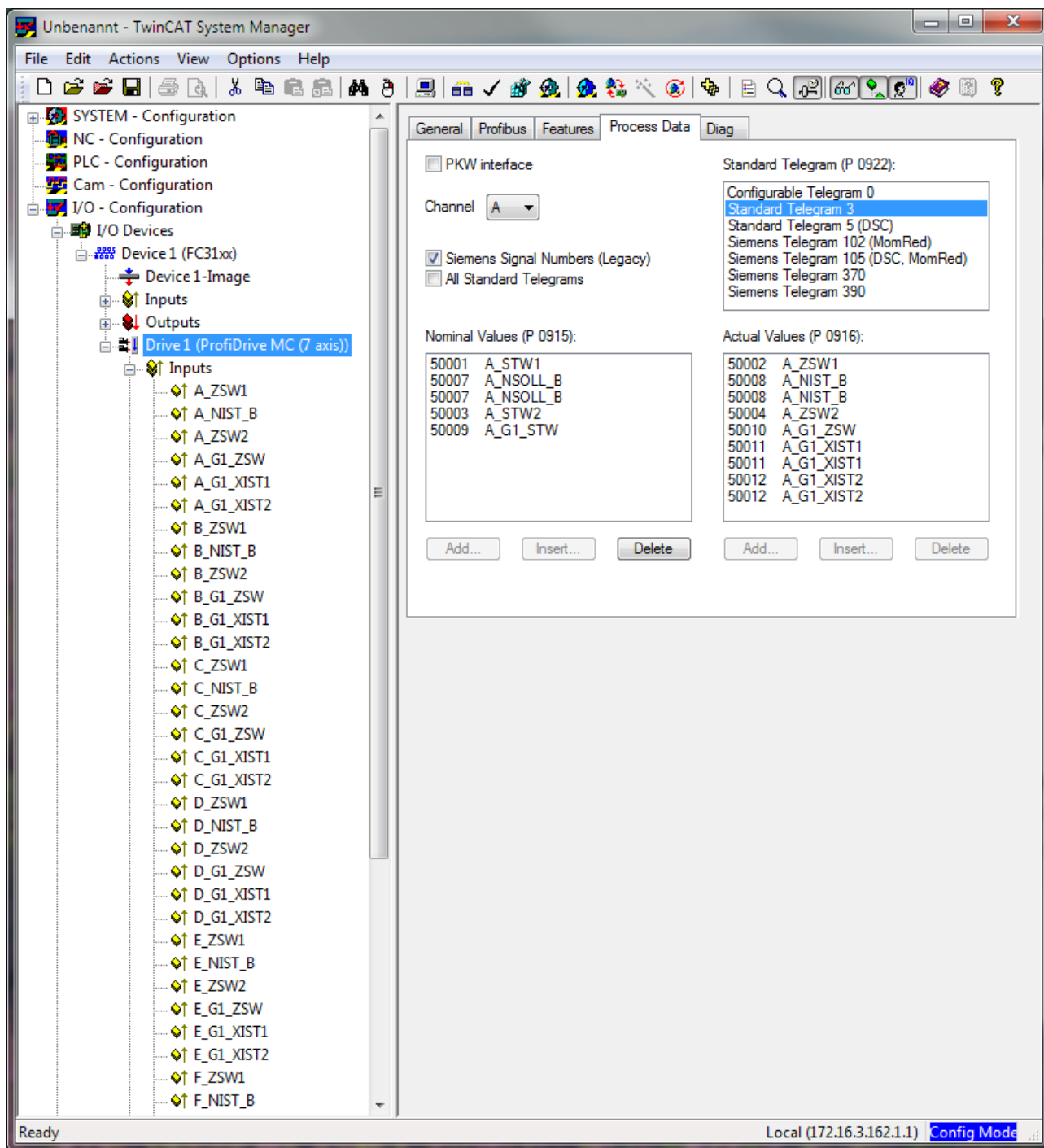
根据驱动配置（STARTER 程序）中指定的 CU 地址设置 Profibus 地址（下图中的 2 号站）。



附图 103: Profibus 选项卡，地址选择

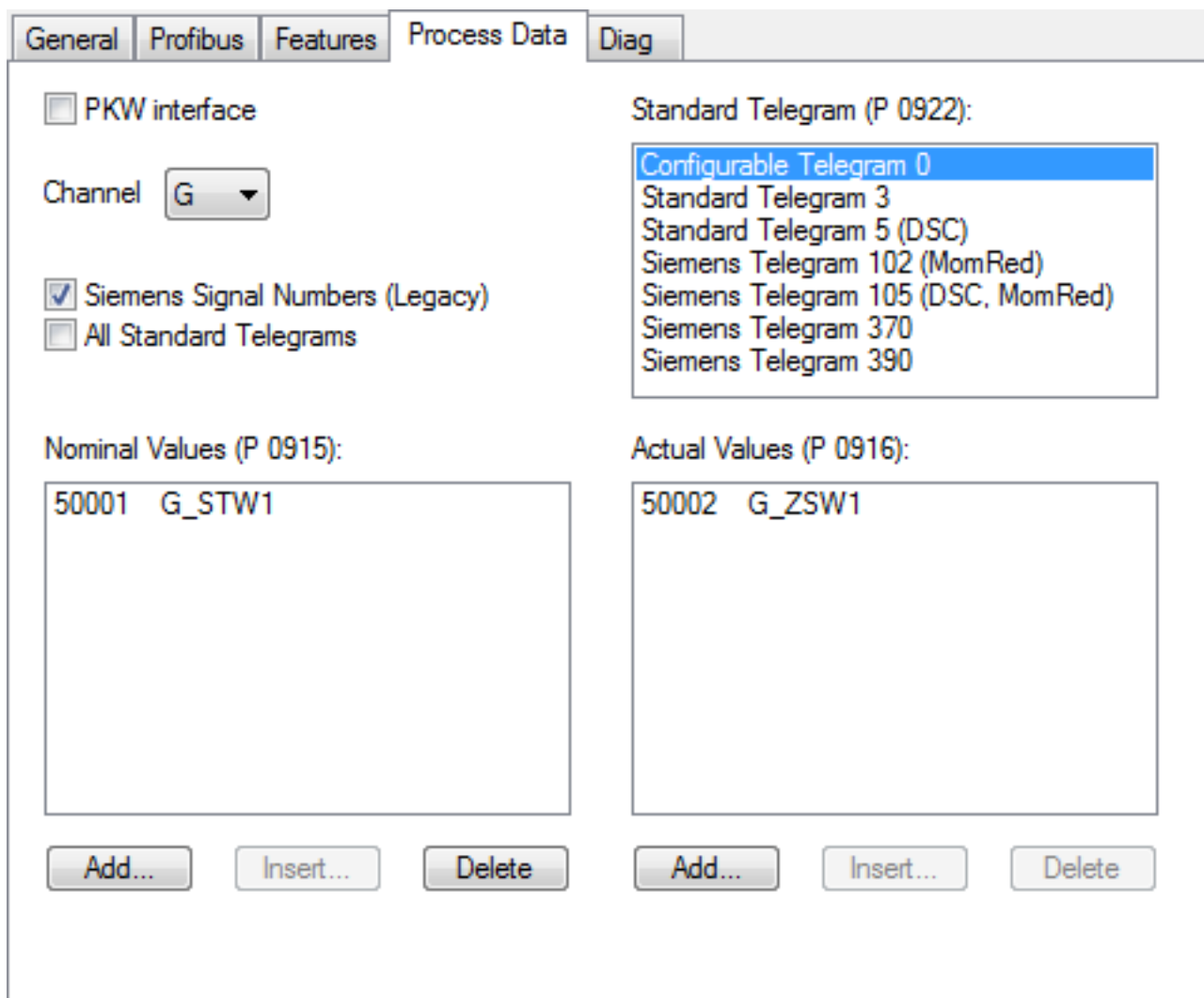
## 在 TwinCAT 中配置 PROFIdrive 轴

STARTER 软件中设置的对象编号（object ID）1-8 与通道 A-H 匹配。必须为每个通道分配一个合适的报文。在“Process Data”选项卡上，轴的各个驱动器（轴系统）默认设置为报文 3。测试表明，与 TwinCAT 结合使用时不需要 DSC 模式（报文 5）。报文 390 分配给 CU 控制单元。



附图 104: Process Data 选项卡, 报文分配

直到 TwinCAT 2.10, Build 1319, 都没有为 ALM 电源模块预定义报文 370, 但可通过“Configurable Telegram 0” 进行配置。



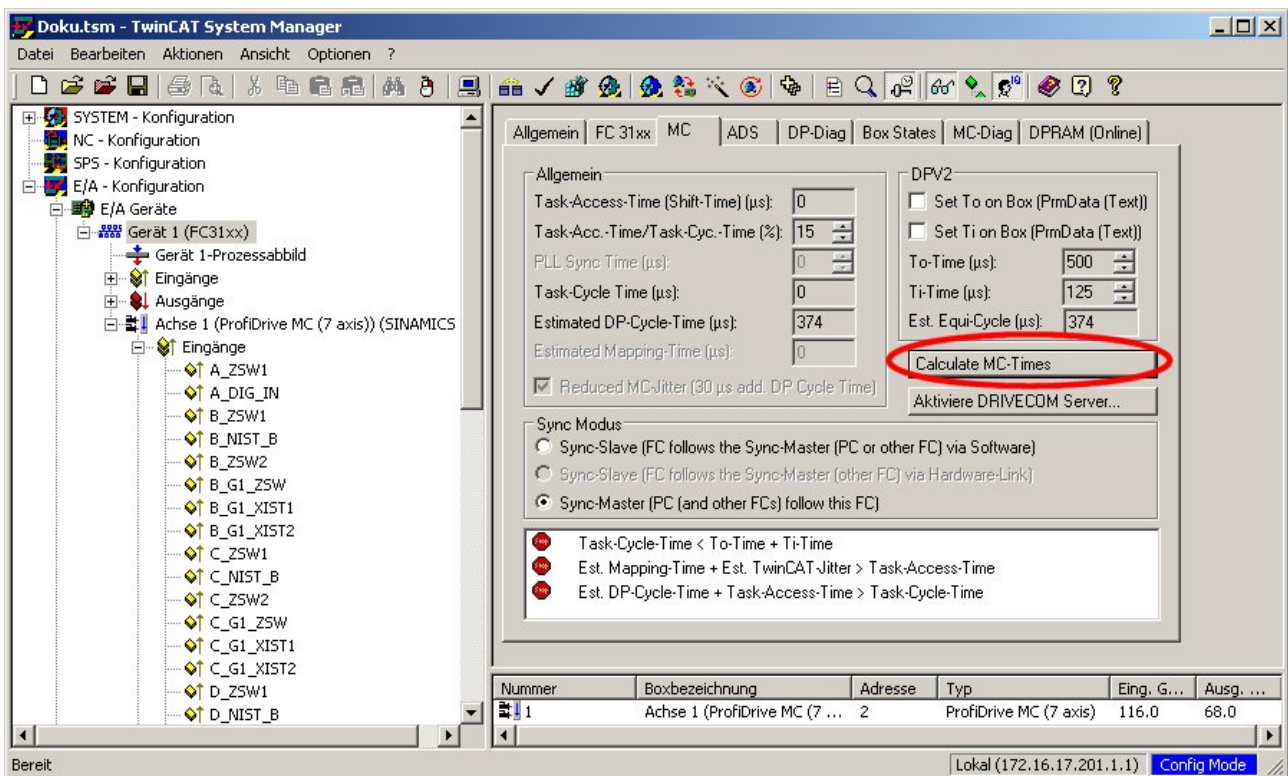
附图 105: Process Data 选项卡, 确定报文

在示例中, PKW Interface 选项必须保持禁用, 因为 Sinamics S (不同于 Simodrive 611U) 不再支持 PKW 接口。

### 确定 Profibus DP 周期

完整的现场总线配置完成后, 按下 FC31xx MC 选项卡上的 “Calculate MC Times” 按钮。

所有轴的 “Estimated DP Cycle Time” (预计 DP 周期, 在本例中为 374  $\mu$ s) 必须小于 [NC 配置 \[111\]](#) 章节中所述的 NC 任务周期 (例如 2 ms)。应稍后在线检查实际值。



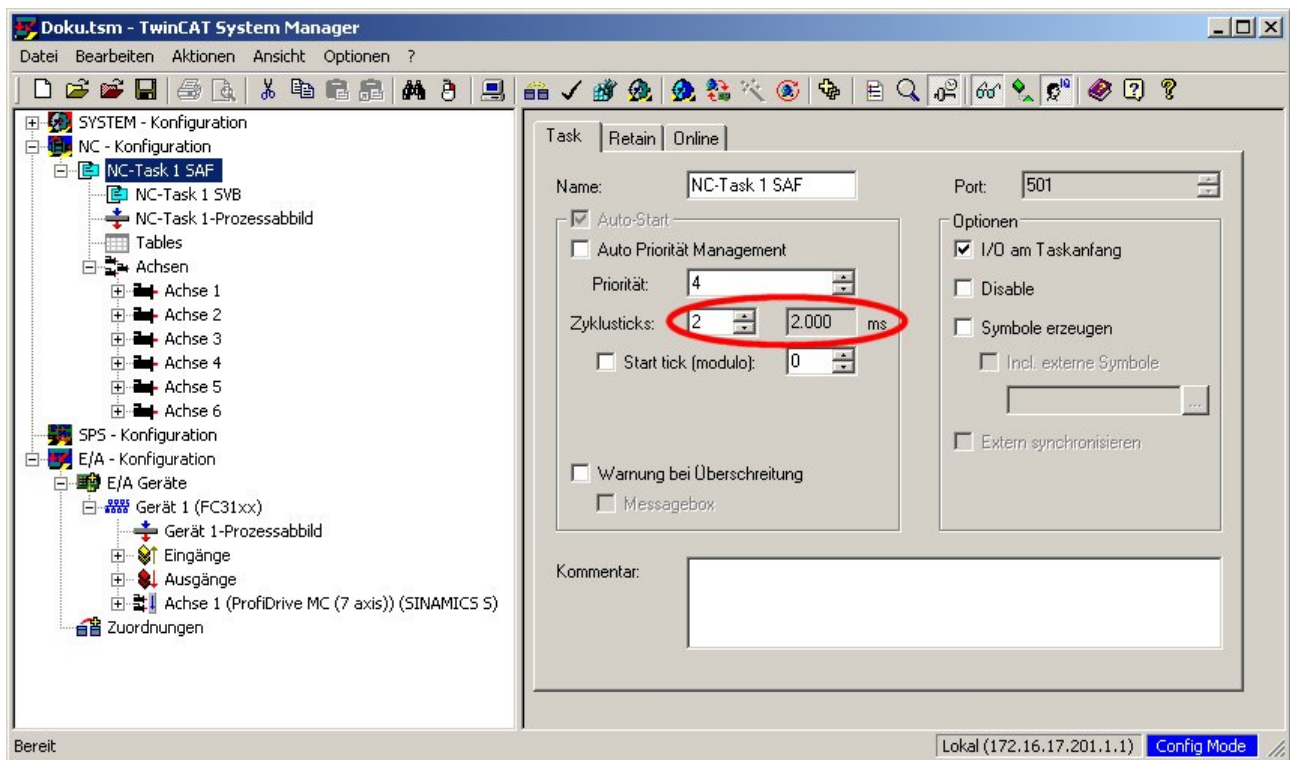
附图 106: MC 选项卡, 确定 Profibus - DP 周期

### 5.1.7.2 NC - 配置

#### 添加 NC Task 并为其设置参数

添加 NC Task 后, 必须设置任务 (NC-Task x SAF) 的执行周期。“cycle ticks” 用于以 TwinCAT Base Time (标准: 1 ms) 的倍数定义任务周期。系统重新启动后, 任务周期生效。任务周期必须大于预计的现场总线周期 (Estimated DP Cycle Time) - 参见 [I/O 配置 \[104\]](#) 章节)。对于 Sinamics S120, 尚未测试过小于 2 ms 的周期。



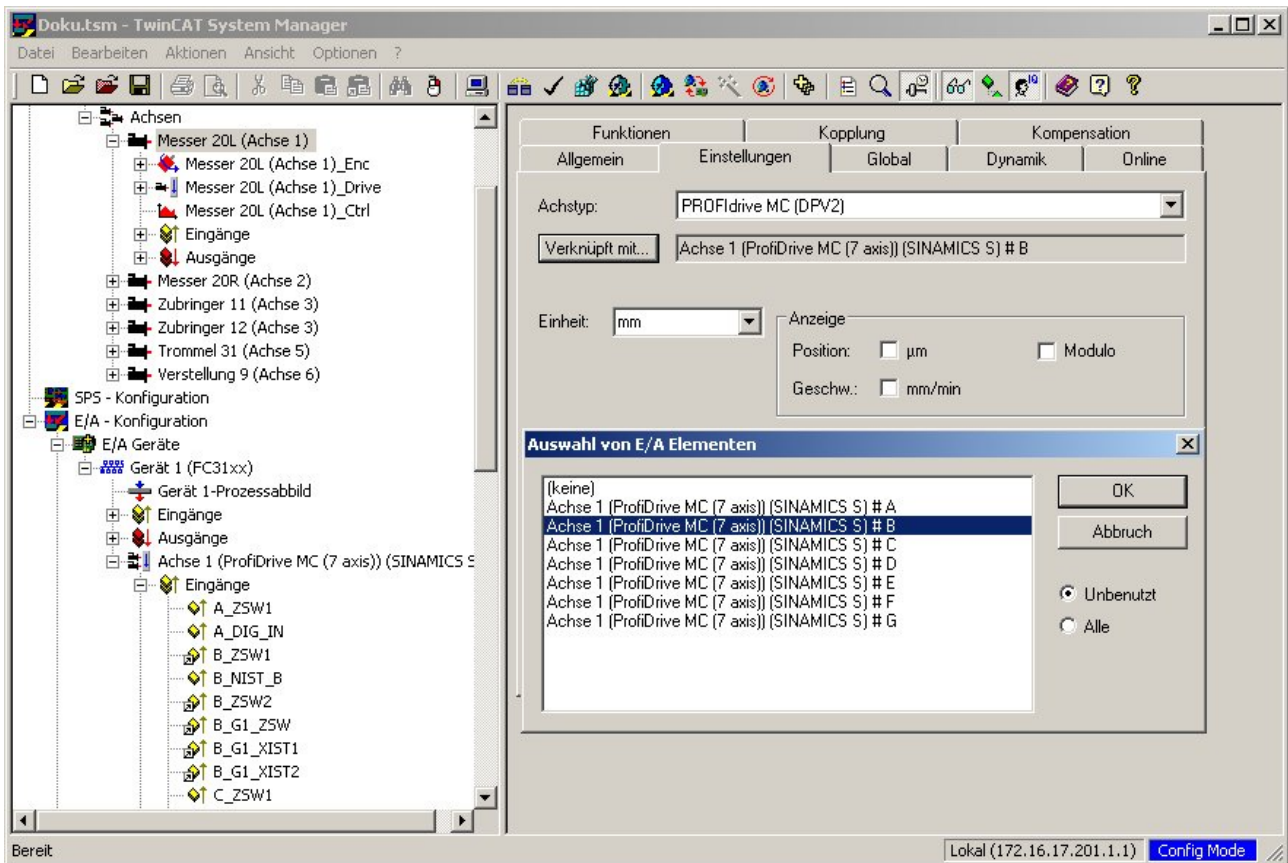


附图 107: NC Task, 周期

### 添加轴并为其设置参数

在添加轴的对话框中输入所需的轴数量。Axis 1、Axis 2.....等名称只是占位符。为便于识别，软件中按功能给轴命名，或采用前一个项目的结构。在各轴的“Settings”选项卡上，将 **axis type** 设置为 Profidrive MC (DPV2)，并设置实际位置显示的单位（例如直线轴单位设置为 mm）。使用“Linked with...”按钮指定逻辑轴（软件层面）与 PROFIdrive MC 轴（物理轴 x, #A...#H）的关联。





附图 108: 配置逻辑轴与物理轴的关联

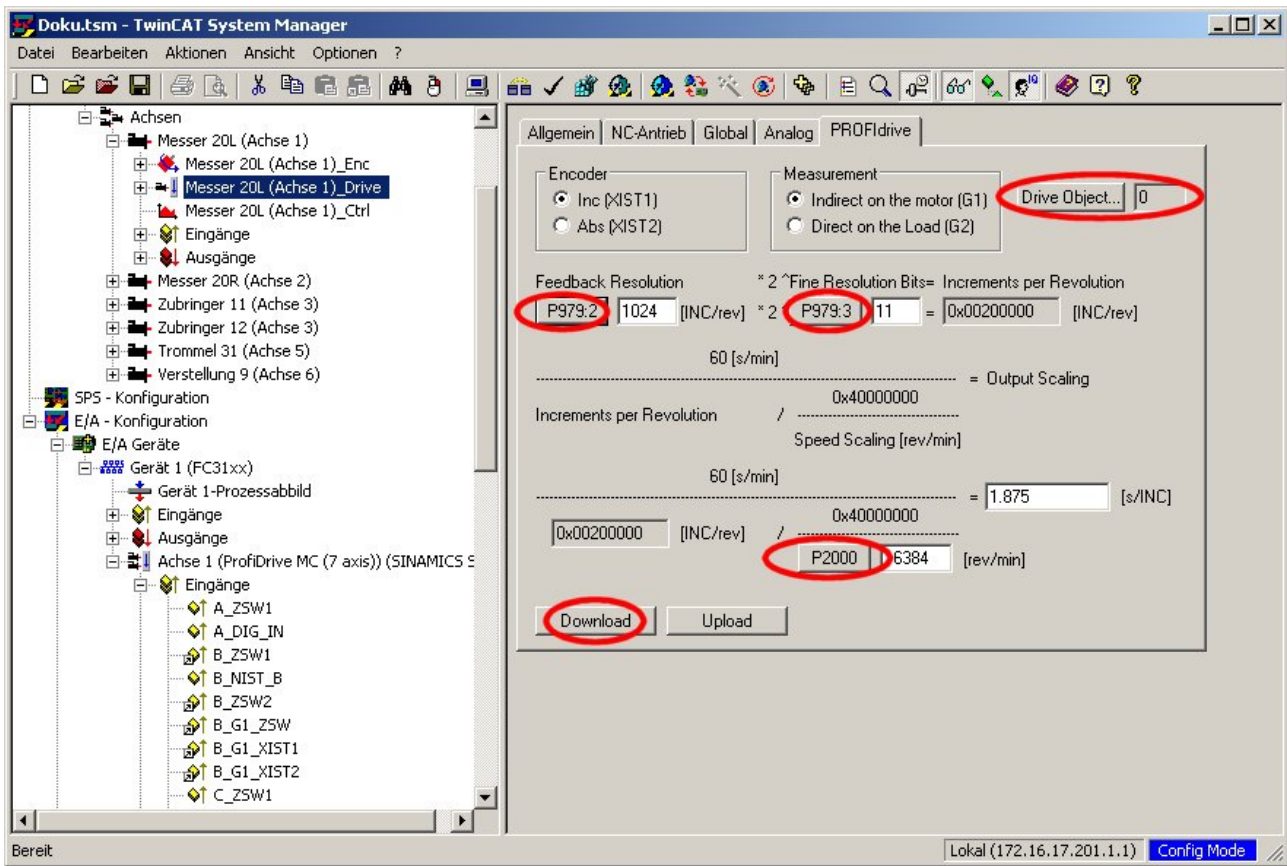
如果需要控制或诊断，CU 控制单元和 ALM 电源模块可以关联到 PLC 项目（需要创建）的变量（结构体）。

### 验证 Profibus MC 时间

配置好 NC 和现场总线后，进入联机模式，在 I/O Configuration 下主站卡的 FC31xx MC 选项卡中，按下“Calculate MC Times”按钮，并注意所有警告信息。所有轴的“Estimated DP Cycle Time”必须小于上述 NC Task 周期。应保留约 10% 的时间安全余量。

### 从 ProfIDrive MC 读取参数

以下步骤应在调试期间进行，并要求各轴的参数设置已经完成，而且连接 ProfIDrive MC 轴系统的现场总线已启动。



附图 109: PROFIdrive 选项卡, 读取电机参数

轴驱动器（当前示例中为 Messer 20L(Axis 1) Drive）的“PROFIdrive”选项卡上有一个从驱动器读取电机参数的对话框。为此，必须指定 STARTER 软件中的驱动器对象编号（Drive Object ID）。然后可使用按钮 P979.2、P979.3 和 P2000 通过相应的参数读取编码器分辨率。或者，也可以通过 STARTER 软件读取这些参数，并手动写入输入字段。在这两种情况下，数值都可以通过“Download”按钮下载到 TwinCAT 中。

可使用 INC/转（每转的反馈脉冲增量）值并结合轴的机械数据（例如传动比）来计算 scaling factor（脉冲当量）（以直线轴为例，单位：mm/INC）。

**公式**

$$\text{scaling factor} = \text{驱动轴每转的距离} / (\text{Gear ratio} \times \text{INC/转}) \quad \text{Gear ratio} = \text{电机轴转数} / \text{驱动轴转数}$$

**输送带示例:**

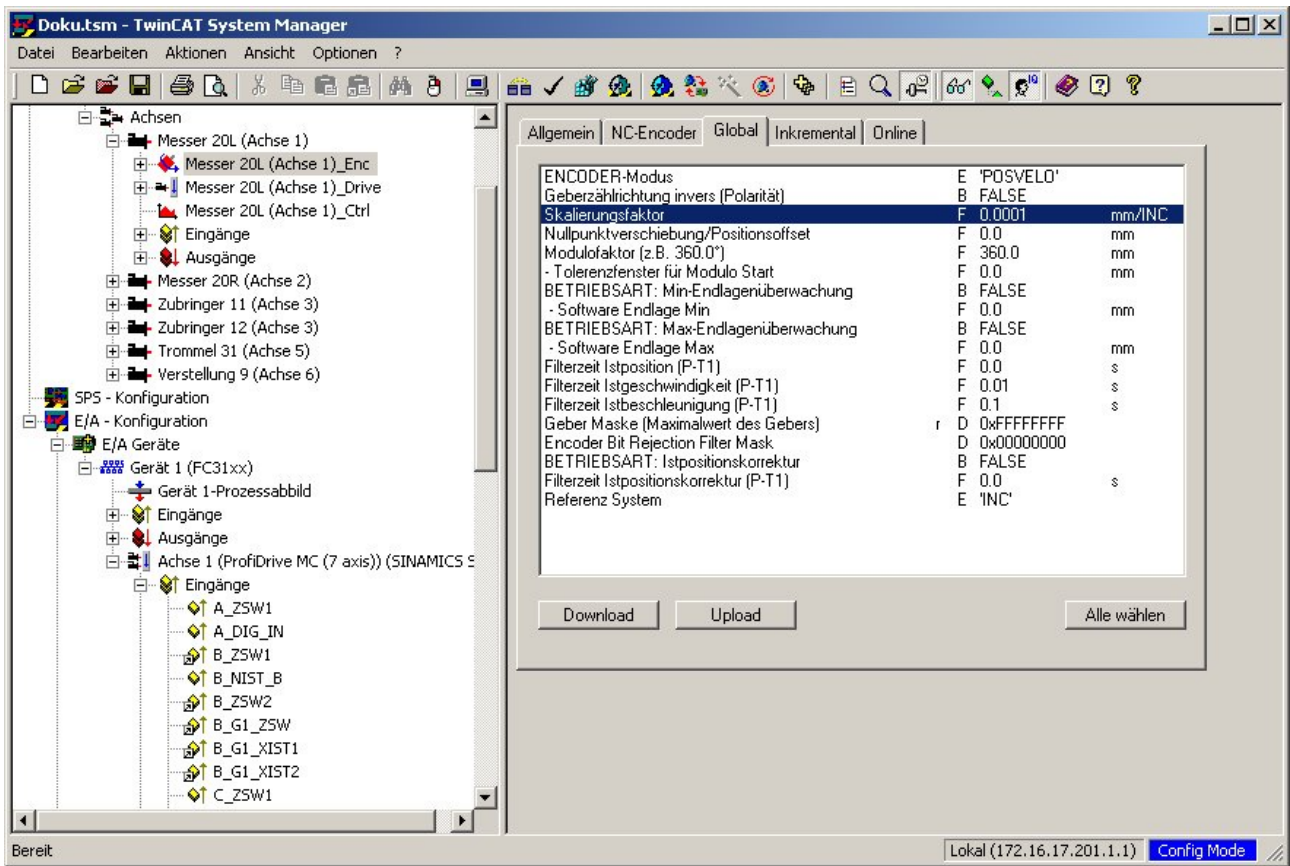
轴每转进给量 300 mm，传动比 10，编码器分辨率 20000H = 2097152DEC INC/转 scaling factor（脉冲当量）= 300 mm/转 / (10 x 2097152 INC/转) = 0.000014305 mm/INC

**滚筒旋转示例:**

轴每转角度 = 360°，传动比 17.08，通过槽齿比为 64/50 的齿形带传动，编码器分辨率 20000H = 2097152DEC INC/转 scaling factor（脉冲当量）= 360° /转 / (17.08 x 64/50 x 2097152 INC/转) = 0.0000078519 mm/INC

**设置编码器参数 scaling factor**

在“Global”选项卡上，将计算结果 [P\_113] 作为编码器的脉冲当量填入 scaling factor，并通过按钮“Download”使其生效。

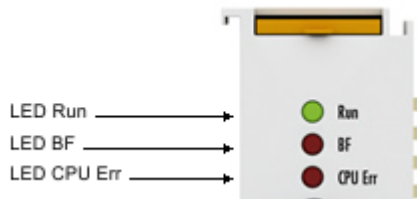


附图 110: “Global” 选项卡, scaling factor 条目

轴的所有其它设置和调试均与常规步骤一致。

## 5.1.8 诊断和错误说明

### 5.1.8.1 EL6731 - LED 说明



附图 111: LED

#### LED 状态

LED 指示灯用于诊断端子模块的主要状态:

LED	颜色	含义	
RUN	绿色	该 LED 显示端子模块的运行状态:	
		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
		单次闪烁	EtherCAT 状态机的状态: <b>PREOP</b> = 执行邮箱通信和设置各种参数
		闪烁	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> = 正常运行状态; 可以进行邮箱和过程数据通信
BF	红色	熄灭	DP 主站处于 CLEAR/OPERATE 模式, 所有 DP 从站处于数据交换状态
		闪烁	DP 主站处于 CLEAR/OPERATE 模式, 至少一个 DP 从站处于数据交换状态
		常亮	DP 主站处于 STOP 模式
CPU Err	红色	常亮	EL6731 处理器错误
		单次闪烁	EL6731 处理器启动

### 5.1.8.2 Error Reactions (错误响应)

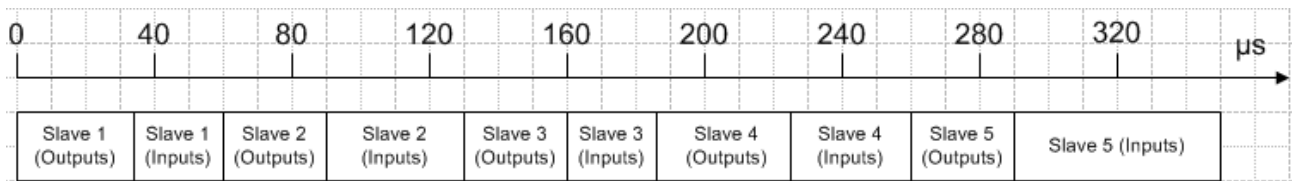
#### 从站故障

如果从站没有响应或响应出现问题，则主站将根据 **Max Retry Limit (最大重试次数)** (参见“总线参数”对话框 [▶ 90]) 多次重复发送报文。如果接收到故障报文，则主站会立即重发；如果发生超时，则主站将等待从站的响应，直至 **Slot Time (时隙时间)** 耗尽为止 (参见总线参数 [▶ 90]对话框)。在 12 Mbaud 的波特率下，如果一个时隙时间是 1000 个比特周期，且最大重试次数为 4 (默认值)，那么一个 Data\_Exchange 报文的发送将导致后续报文的发送延迟：

$$TDelay = (4 \times ((15 + \text{输出字节数}) \times 11 + 1000) - (15 + \text{输入字节数}) \times 11) / 12 \mu\text{s}$$

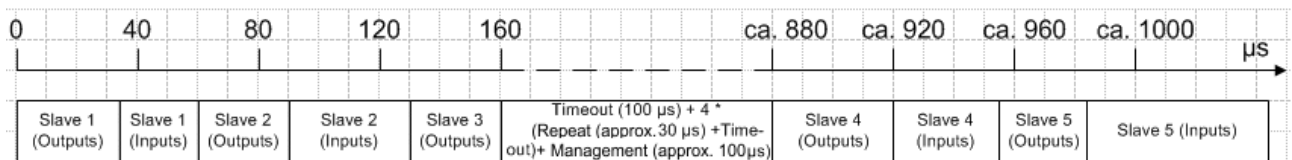
将从站 **DpState [▶ 122]** 设置为 0x02 (超时) 或 0x0B (错误报文)。可以设置对 DP 连接的影响 (见下文)。

#### 正常 DP 周期 (12 Mbaud、5 个从站、每个从站平均 20 字节输入、20 字节输出)



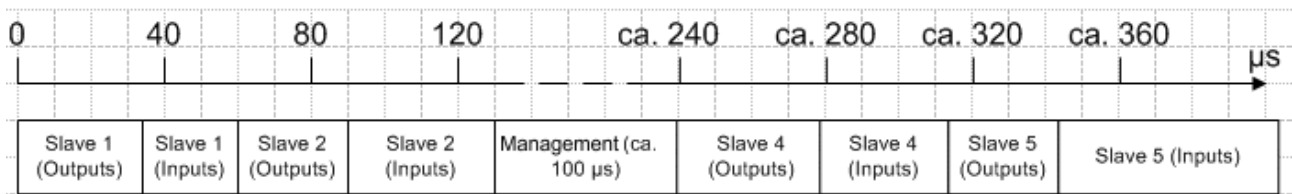
附图 112: 正常 DP 周期示意图

#### 首次出现故障 DP 周期 (从站 3 未应答)



附图 113: 故障 DP 周期首次出现的示意图

#### 随后的 DP 周期 (从站 3 不再在轮询列表中)



附图 114: 后续 DP 周期示意图

从站仍有可能错误应答 (例如，由于从站上的本地事件，DP 连接被删除)。此时，本报文不会重复发送，但系统会继续发送下一个报文。将 **DpState [▶ 122]** 设置为 0 以外的值时，将从轮询列表中删除从站，在下一个 DP 周期中不再被寻址 (这意味着下一个报文的发送时间发生更改)，直至可以重新建立 DP 连接。

#### 主站响应

可为每个从站设置不同的主站响应 (参见从站的 **Features [▶ 99]** 选项卡)。

#### 从站未应答或应答不正确对 DP 连接的影响 (NoAnswer reaction)

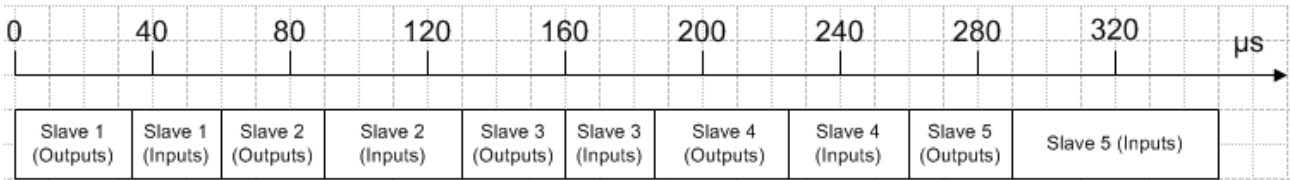
它规定了在没有正确接收报文的情况下应立即断开与从站的 DP 连接，还是仅在 DP 看门狗时间结束后才切断 (参见从站 **Profibus [▶ 98]** 选项卡)。

1. 如果立即删除 DP 连接 (默认设置: Leave Data Exch)，将从轮询列表中删除从站，在下一个 DP 周期中不再被寻址，直到 DP 连接再次建立。为了重新建立 DP 与从站的连接，至少要发送 7 个报文，整个过程一般至少需要 10-20 ms。
2. 如果仅在从站 DP 看门狗时间内未应答 (或未正确应答) 时 DP 连接才会断开 (Stay in Data-Exch (for WD-Time))，则会在下一个轮询周期内再次尝试寻址从站，但如果从站未应答，不会重复发送。



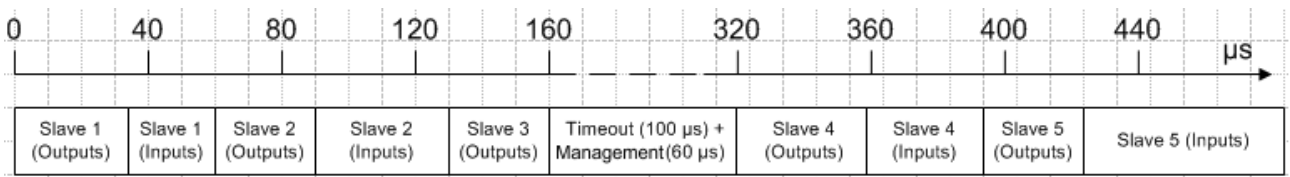
如果即使从站发生故障，PROFIBUS 周期也要尽可能有规律地继续运行，并且可以容忍从站在一个或多个周期内发生故障（例如在 DP/MC (Equidistant) [▶ 45] 运行模式下），则可以使用上述第 2 条中“Stay in Data-Exch (for WD-Time)”的设置。此时，应根据从站的允许停机时间设置从站的 DP 看门狗时间，并将 Max Retry Limit (DX)（参见“Bus parameters”对话框 [▶ 90]）设为 0。

“Stay in Data-Exch (for WD-Time)”模式下的正常 DP 周期（12 Mbaud，5 个从站，每个从站平均 20 字节输入，20 字节输出）



附图 115: 正常 DP 周期示意图

“Stay in Data-Exch (for WD-Time)”模式下的第一个故障 DP 周期和后续 DP 周期（从站 3 无响应）



附图 116: 示意图：“Stay in Data-Exch (for WD-Time)”模式下的第一个故障 DP 周期和后续 DP 周期

### 从站未正确响应时从站输入数据的变化

指定从站发生故障时从站输入数据设置为 0（默认设置：“Inputs will be set to 0”）还是保持现有值（“No changes”）。在这两种情况下，从站的 DpState [▶ 122] 值都设置为非 0 值，以便任务始终能识别数据是否有效。如果从站应答错误，则输入数据始终设置为 0，不受 Changes of the Input Data 设置的影响。

### 从站的 DP 连接断开时从站重启响应的设置

指定自动重新建立与从站断开的 DP 连接，还是通过调用 ADS-WriteControl 手动建立连接（参见 ADS-接口 [▶ 48]）。

### 从站的 DP 连接断开时主站的响应

指定从站断开 DP 连接后不会产生其它影响（默认设置：无响应 No Reaction），还是主站应进入 STOP 状态，从而断开与所有从站的 DP 连接。

### 从站的 DP 连接断开时对主站状态的影响（Clear 模式）

Clear mode（参见 Fault Settings [▶ 91] 对话框）可用于指定，只要至少一个 MC 从站（设置：“Only MC slaves”）或任何从站（设置：“All slaves”）没有正确响应（即 DpState [▶ 122] 不等于 0），主站就应切换到或保持“Clear”状态。

上一章节所述的 Reaction of the Master 设置（参见从站的 Features 选项卡 [▶ 99]），其优先级高于 Auto-Clear mode，因此，对应设置的从站发生故障时，主站会进入 STOP 状态。

## 主站故障

### 在 PLC/IO Task 中的监视

如果出现持续总线故障，即使在 12 Mbaud 下，DP 周期也可延长至 100 ms。监视 DP 主站需要状态变量 CycleCounter，可将其关联到 PLC 中（参见主站诊断 [▶ 119] 章节）。主站在每个 DP 周期后都会使该变量递增，因此可以通过在 PLC 中监视该变量来检测主站故障。

## 在从站中监视

如要监视主站故障和 PROFIBUS 上的数据传输情况，可以激活 **watchdog**（参见节点的 **Profibus** [► 98] 选项卡）（默认设置：激活看门狗 200 ms）。**watchdog** 必须至少设置为最大 **Estimated Cycle Time** 和 **Cycle Time** 的两倍（参见“**FC310x**”或“**EL6731**”选项卡（用于主站 TwinCAT））。

## PLC/IO Task（FC310x）失败或 EtherCAT 中断（EL6731）

PLC 停止、到达断点和任务停止 [EL6731: EtherCAT 中断]（IO Task、NC Task 仅在系统停止时停止）之间存在区别。在 PLC 停止的情况下，输出数据会被 PLC 设置为 0，而在到达断点时，数据最初保持不变。

在主站中，任务在监控时间内受到监视（根据 **Task Watchdog** 设置的任务周期，参见 **Fault Settings** [► 91] 对话框）。如果在此监控时间内没有传输新的数据，主站将根据设置 **Reaction on PLC Stop** 或 **Reaction on Task Stop**（参见 **Fault Settings** [► 91] 对话框）切换到“Clear”状态；输出将设置为 0 或安全状态（默认设置：GSD 文件中的 **Fail\_Safe = 1**），或者保持“Operate”状态（输出保持在故障前的最后一个值）。如果要在 PLC 中遇到断点时让输出不清零，“Operate”设置就很重要。但如果 PLC 停止，即使主站仍处于“Operate”状态，输出仍将被设置为 0（由 PLC 设置）。应注意的是，只有在上一个 DP 周期及时完成的情况下，输出才会被归零（参见 **Synchronization** [► 46] 章节），因此只能在调试阶段进行设置。

## 主机故障 [仅限 FC310x]

为了监视主机崩溃情况（例如 PC 蓝屏），可以设置 **看门狗时间**（参见 **Fault Settings** [► 91] 对话框）。如果该看门狗定时器超时，主站将进入离线状态，所有从站的 DP 连接将会断开，主站将退出 PROFIBUS 总线，停止总线访问。

## 启动过程

与所有从站的 DP 连接在 TwinCAT 系统启动时建立。在关联的最高优先级任务未启动之前，即使已建立 DP 连接，主站仍不会发送任何 **Data\_Exchange** 报文，而只会发送诊断报文。只要优先级最高的任务完成第一次数据传输，且对应 DP 从站的 DP 连接也已经建立，主站就会周期性地（通过优先级最高的任务）向每个对应的从站发送一份 **Data\_Exchange** 报文。

此外，**Operate Delay** 和 **Clear Mode** 设置（参见 **Fault Settings** [► 91] 对话框）可用于设置主站何时从“Clear”状态（输出设置为 0 或安全状态（GSD 文件中 **Fail\_Safe = 1**））切换到“Operate”状态（输出指的是 Task 传送的输出）。**Operate Delay** 指定主站在首次传输数据后保持“Clear”状态的最短时间。如上所述，**Clear mode** 指定，如果从站（一般情况）或 MC 从站（特殊情况）发生故障，主站切换到“Clear”状态还是保持“Clear”状态。

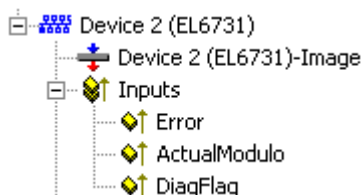
## 停机过程

对 TwinCAT 系统停止的响应与上文“主机故障”部分所述完全相同；所有从站的 DP 连接都断开，主站退出总线。

## 5.1.8.3 主站诊断信息

### 诊断输入

EL6731 具有各种诊断变量，用于描述端子模块和 Profibus 的状态，并可与 PLC 关联：



附图 117: TwinCAT 树型结构中的 EL6731 诊断输入

### Error

显示上一个周期中无法与之进行数据交换的从站数量。仅当从站节点状态（**BoxState**）不等于 0 时，才应检查该值。

**ActualModulo**

表示当前的模数。该变量只有在从站设置了优先级时才有意义（参见从站优先级设置/多个 DP 周期 [► 130] 章节）

**DiagFlag**

显示该总线卡的主站诊断信息是否已更改。然后，可由控制器程序通过 ADS [► 48] 读取，之后重置“DiagFlag”变量。

**主站诊断数据**

主站诊断数据可通过 ADS [► 48] 读取：

ADS-Read 参数	含义
Net-ID	主站的 Net-ID（请参见设备的 ADS [► 95] 选项卡）
Port	200
IndexGroup	0x0000F100
IndexOffset	诊断数据内的偏移
Length	要读取的诊断数据长度
Data	诊断数据

主站诊断数据的结构如下：

偏移	描述
0 - 125	BusStatus 列表，每个站点地址（0-125）的状态占 1 字节，表示每个站点的状态（关于 PROFIBUS 节点和未选中的站，参见节点状态：0x80 - 不存在，0x81 - 从站，0x82 - 主站未准备好加入令牌环，0x83 - 主站准备好加入令牌环，0x84 - 主站在令牌环中）。
126 - 127	保留
128 - 135	EL6731 的状态
130 - 131	检测到的总线错误
136 - 137	所有已发送报文的发送错误计数器。
138 - 139	所有已接收报文的接收错误计数器。
140 - 255	保留，用于扩展
256 - 257	同步失败计数器（参见 MC-Diag [► 97]选项卡）
258 - 259	循环启动错误计数器，如果 PROFIBUS 循环在上个周期结束前重新启动，计数增加 1（会被 TwinCAT-IO 驱动程序拦截，仅适用于定制驱动程序）。
260 - 261	时间控制失败计数器（参见 MC-Diag [► 97]选项卡）
262 - 263	保留，用于扩展
264 - 265	实时定时器的最小重载值。
266 - 267	实时定时器的最大重载值（参见 MC-Diag [► 97]选项卡，最大抖动 = 最大重载值 - 最小重载值）
268 - 269	PLL 溢出计数器（参见 MC-Diag [► 97]选项卡）
270 - 271	PLL 下溢计数器（参见 MC-Diag [► 97]选项卡）
296 - 297	输出失败计数器
298 - 299	输入失败计数器
300 - 301	实际周期（μs）
302 - 303	最小周期（μs）
304 - 305	最大周期（μs）
306 - 307	CycleWithNoDxch 无数据交换的循环次数
308 - 309	CycleWithRepeat 重复的循环次数
310- 311	每周期最大重复次数

**有关诊断数据的更多信息**

有关诊断数据的更多信息，请参见“DP-Diag”选项卡 [► 95] 章节。

**5.1.8.4 从站诊断****DP State**

每个 DP 从站都有一个状态变量 DpState，用于显示该 DP 从站的当前状态。该状态实时更新，因此始终匹配当前 DP 从站数据，可以关联至 PLC 变量（-> 从站 DpState [► 122]）：





附图 118: TwinCAT 树型结构中的 Inputs 变量 DpState

### 诊断数据

任何 DP 从站都可以在数据交换期间非周期性地报告 DP 诊断数据。从站在周期性 Data\_Exchange 报文的响应中设置 Diag\_Flag, 因此 DP 主站自动读取来自从站的 DP 诊断数据。这不会影响倍福 DP 主站的数据交换周期, 因为 DP 诊断报文是在周期性数据交换结束后而下一周期开始前发送的。如果来自从站的 DP 诊断数据与之前的状态不同, 则 DP 主站会置位 “ExtDiagFlag”, 该变量可关联至控制器中的程序变量。

在 System Manager 中, DP 从站的当前诊断数据显示在从站的 Diag [▶\_102] 选项卡上。也可以由控制器程序通过 ADS [▶\_48] 读取, 这将复位 “ExtDiagFlag” 标志:

ADS-Read 参数	含义
Net-ID	主站的 Net-ID (请参见设备的 ADS [▶_95] 选项卡)
Port	200
IndexGroup	0x00yyF181 (yy = 从站地址)
IndexOffset	诊断数据内的偏移
Length	要读取的诊断数据长度
Data	诊断数据

诊断数据包含从站统计数据 (32 字节) 和从站发送的 DP 诊断数据 (最多 244 字节), 其结构如下:

偏移	含义
<b>从站统计数据</b>	
0	接收错误计数器 (WORD): 与该从站通信时发生的错误报文数量。
2	重复计数器 [8] (WORD): 重复计数器表示需要重复的次数和频率。重复计数器 [0] 表示该从站的报文需要重复一次的频率, 重复计数器 [1] 表示该从站的报文需要重复两次的频率, 依此类推。最大重试次数通过参数 <b>Max Retry Limit</b> 设置 (参见 “Bus parameters” 对话框 [▶_90])。数值范围为 0 至 7, 因此有 8 个重复计数器 (用于 1 至 8 次重试)
18	保留, 用于扩展
20	无应答计数器 (DWORD): 与该从站通信时未收到应答的报文数量。从站第一次未应答时, 报文会重复发送直至 <b>MaxRetryLimit</b> 次, 如果此时仍未应答, 则不会再重复发送报文。
24-27	上一个 DPV1 错误 [4] (BYTE): 在此输入最近的 DPV1 故障响应 (字节 0: DPV1 服务 (位 7 被置位, 表示出错), 字节 1: Error Decode, 字节 2: Error_Code_1 (Error_Class/Error_Code), 字节 3: Error_Code_2), 参见 DPV1 错误代码 [▶_126] 的说明
27-31	保留, 用于扩展
32 及以上	DP 诊断数据 [▶_123]

## 5.1.8.5 从站的 DP 状态

数值	描述
0	无错误 - 站正在交换数据
1	从站停用 - 从站已停用, 启动期间的临时状态
2	从站不存在 - 从站在总线上无响应 -> 检查从站是否接通, PROFIBUS 插头是否插好, 站点地址或总线电缆是否正确
3	主站锁定 - 从站正在与另一个主站交换数据 -> 从总线上移除其它主站或由其它主站再次释放从站
4	从站响应无效 - 从站应答错误, 如果从站因本地事件而停止数据交换, 则会暂时出现这种情况
5	参数故障 - 检查总线耦合器/GSD 文件是否正确, 站点地址是否正确或 UserPrmData 设置是否正确
6	不支持 - 不支持 DP 功能 -> 检查 GSD 文件是否正确或站点地址是否正确
7	配置故障 - 配置故障 -> 检查添加的端子模块/模块是否正确
8	从站未就绪 -> 从站正在启动, 启动期间暂时显示
9	静态诊断 - 从站发出静态诊断信号, 目前无法提供有效数据 -> 检查从站的运行状态
10	诊断溢出 - 从站发出诊断溢出信号 -> 检查诊断数据 (使用 ADS-Read, 见下文) 和从站的运行状态
11	物理故障 - 干扰从站响应的物理故障 -> 检查电缆
13	严重总线故障 -> 检查接线
14	报文故障 - 从站响应无效报文 -> 不得发生
15	从站没有资源 -> 从站没有足够的资源发送报文 -> 检查 GSD 文件是否正确
16	服务未激活 -> 从站因本地事件停止数据交换时出现临时故障, 或者检查从站是否禁用了 DP 功能
17	意外报文 -> 如果两个 PROFIBUS 网络连接在一起, 可能会暂时出现意外报文, 或检查是否为第二个主站采用了相同的总线时间设置
18	从站准备就绪 -> 可能在启动过程中暂时出现, 一直持续到任务启动
19	DPV1 启动 -> DP 启动后, 如果仍有数据需要通过 DPV1 Write 发送, 则会暂时出现
31	仅针对 EtherCAT 网关: EtherCAT 周期帧的 WcState 为 1
128	FC310x/EL6731 处于从站模式, 等待数据传输 -> 从站已进行参数设置和配置, 但尚未收到 Data_Exchange 报文
129	FC310x/EL6731 处于从站模式, 等待配置 -> 从站已设置参数, 但尚未收到 Chk_Cfg 报文
130	FC310x/EL6731 处于从站模式, 正在等待参数 -> 从站尚未设置参数, 正在等待 Set_Prm (Lock) 报文

### 5.1.8.6 配置数据 - CfgData

CfgData 描述需要通过 Data\_Exchange 进行周期性交换的输入和输出数据的结构和长度。以下是 DP 配置数据字节的说明：

位 4-7	含义
0000B (即二进制 bin 0000, 以下同理)	模块无数据。位 0-3 的值表示后面还有多少字节的制造商专用数据。
0001B	字节型输入, 无连贯性。位 0-3 的值表示输入数据长度减 1 (例如, 位 0-3 = 0000B 表示 1 个字节的长度, 而位 0-3 = 1111B 表示 16 个字节的长度)
0010B	字节型输出, 无连贯性。位 0-3 的值表示输出数据长度减 1 (例如, 位 0-3 = 0000B 表示 1 个字节的长度, 而位 0-3 = 1111B 表示 16 个字节的长度)
0011B	字节型输入和输出, 无连贯性。位 0-3 的值表示输入或输出数据长度减 1 (例如, 位 0-3 = 0000B 表示 1 个字节的长度, 而位 0-3 = 1111B 表示 16 个字节的长度)
0100B	一种特殊的输入标识格式。随后的字节描述相关输入数据 (见下文)。位 0-3 的值表示后面还有多少字节的制造商专用数据。
0101B	字型输入, 无连贯性。位 0-3 的值表示输入数据长度减 1 (例如, 位 0-3 = 0000B 表示 1 个字的长度, 而位 0-3 = 1111B 表示 16 个字的长度)
0110B	字型输出, 无连贯性。位 0-3 的值表示输出数据长度减 1 (例如, 位 0-3 = 0000B 表示 1 个字的长度, 而位 0-3 = 1111B 表示 16 个字的长度)
0111B	字型输入和输出, 无连贯性。位 0-3 的值表示输入或输出数据长度减 1 (例如, 位 0-3 = 0000B 表示 1 个字的长度, 而位 0-3 = 1111B 表示 16 个字的长度)
1000B	一种特殊的输出标识格式。随后的字节描述相关输出数据 (见下文)。位 0-3 的值表示后面还有多少字节的制造商专用数据。
1001B	字节型输入, 有连贯性。位 0-3 的值表示输入数据长度减 1 (例如, 位 0-3 = 0000B 表示 1 个字节的长度, 而位 0-3 = 1111B 表示 16 个字节的长度)
1010B	字节型输出, 有连贯性。位 0-3 的值表示输出数据长度减 1 (例如, 位 0-3 = 0000B 表示 1 个字节的长度, 而位 0-3 = 1111B 表示 16 个字节的长度)
1011B	字节型输入和输出, 有连贯性。位 0-3 的值表示输入或输出数据长度减 1 (例如, 位 0-3 = 0000B 表示 1 个字节的长度, 而位 0-3 = 1111B 表示 16 个字节的长度)
1100B	输入和输出的特殊标识格式。后面的第一个字节描述相关输出数据, 第二个字节描述相关输入数据 (见下文)。位 0-3 的值表示后面还有多少字节的制造商专用数据。
1101B	字型输入, 有连贯性。位 0-3 的值表示输入数据长度减 1 (例如, 位 0-3 = 0000B 表示 1 个字的长度, 而位 0-3 = 1111B 表示 16 个字的长度)
1110B	字型输出, 有连贯性。位 0-3 的值表示输出数据长度减 1 (例如, 位 0-3 = 0000B 表示 1 个字的长度, 而位 0-3 = 1111B 表示 16 个字的长度)
1111B	字型输入和输出, 有连贯性。位 0-3 的值表示输入或输出数据长度减 1 (例如, 位 0-3 = 0000B 表示 1 个字的长度, 而位 0-3 = 1111B 表示 16 个字的长度)

如果第一个字节的类型为“特殊标识格式”, 则第二或第三个字节的含义如下:

位 6-7	含义
00B	字节型, 无连贯性。位 0-5 包含数据长度减 1 (例如, 位 0-5 = 000000B 表示 1 个字节的长度, 而位 0-5 = 111111B 表示 64 个字节的长度)
01B	字型, 无连贯性。位 0-5 包含数据长度减 1 (例如, 位 0-5 = 000000B 表示 1 个字的长度, 而位 0-5 = 111111B 表示 64 个字的长度)
10B	字节型, 有连贯性。位 0-5 包含数据长度减 1 (例如, 位 0-5 = 000000B 表示 1 个字节的长度, 而位 0-5 = 111111B 表示 64 个字节的长度)
11B	字型, 有连贯性。位 0-5 包含数据长度减 1 (例如, 位 0-5 = 000000B 表示 1 个字的长度, 而位 0-5 = 111111B 表示 64 个字的长度)

### 5.1.8.7 诊断数据 - DiagData

以下是对 DP 诊断数据的说明:

偏移	含义
0x00.0	StationNonExistent: 从站未回复上一个报文
0x00.1	StationNotReady: 从站仍在处理 Set_Prm / Chk_Cfg 报文
0x00.2	CfgFault: 从站发出配置错误信号
0x00.3	ExtDiag: 扩展诊断数据 DiagData 可用且有效
0x00.4	NotSupported: 从站不支持通过 Set_Prm 或 Global_Control 请求的功能
0x00.5	InvalidSlaveResponse: 从站响应不符合 DP 规范
0x00.6	PrmFault: 从站报告参数设置错误
0x00.7	MasterLock: 从站当前正在与另一个主站交换数据
0x01.0	PrmReq: 必须重新对从站进行参数设置和配置
0x01.1	StatDiag: 从站发出静态诊断信号/DPV1 从站应用程序尚未准备好进行数据交换
0x01.2	PROFIBUS DP 从站
0x01.3	WdOn: DP Watchdog 触发
0x01.4	FreezeMode: DP 从站处于 Freeze 冻结模式
0x01.5	SyncMode: DP 从站处于 Sync 同步模式
0x01.6	保留
0x01.7	Deactivated: DP 从站已停用
0x02.0	保留
0x02.1	保留
0x02.2	保留
0x02.3	保留
0x02.4	保留
0x02.5	保留
0x02.6	保留
0x02.7	ExtDiagOverflow: 扩展诊断数据溢出
0x03	MasterAdd: 与从站交换数据的主站地址
0x04, 0x05	IdentNumber
0x06 及以上	扩展诊断数据 Extended DiagData

### 扩展诊断数据 Extended DiagData

在扩展诊断数据中，区分了标识诊断、通道诊断和制造商专用诊断等不同类型。第一个字节表示诊断类型和相关数据的长度。在扩展诊断数据中，还可以依次包含几种诊断类型。

#### 头部字节

位	含义
0-5	相关诊断数据的长度，包括头部字节
6-7	0 = 制造商专用诊断（不支持 DPV1）或 DPV1 诊断（相关 GSD 文件中支持 DPV1（DPV1_Enable = 1））
	1 = Module diagnosis
	2 = Channel diagnosis

### 制造商专用诊断

制造商专用诊断信息的结构请参见 DP 从站的文档资料。

#### DPV1 诊断

如果 DP 从站也支持 DPV1，则将发送 DPV1 诊断而不是制造商专用诊断，在诊断信息中对 Alarm 和 Status 做出了区分。

字节	含义
0	头部字节 (位 6、7 = 0, 位 0-5 = 4...63)
1	位 0-6: Alarm 类型 位 7: 0: Alarm 1: Status
2	Slot Number 插槽编号 (0-254)
3	位 0-1: Alarm 区分符 位 2: 再次确认 位 3-7: 序号
4-63	制造商专用 (参见 DP 从站文档资料)

### 警告类型

数值	含义
0	保留
1	诊断警告
2	过程警告
3	撤回警告
4	插入警告
5	状态警告
6	更新警告
7-31	保留
20-126	制造商专用 (参见 DP 从站文档资料)
127	保留

### Module 模块的诊断信息

Module 模块诊断信息为每个 DP Module 分配了一个位。该位表示对应 DP Module 是否发生了诊断消息。

字节	含义
0	头部字节 (位 6、7 = 1, 位 0-5 = 2.0.32)
1	位 0: 第 1 个 DP Module 有诊断消息 位 1: 第 2 个 DP Module 有诊断消息 ... 位 7: 第 8 个 DP Module 有诊断消息
...	...
31	位 0: 第 241 个 DP Module 有诊断消息 位 1: 第 242 个 DP Module 有诊断消息 位 2: 第 243 个 DP Module 有诊断消息 位 3: 第 244 个 DP Module 有诊断消息 (最多 244 个 DP Module)

### Channel 通道诊断

Channel 通道诊断对 DP Module 诊断消息发生的原因进行更详细的描述。

字节	含义
0	头部字节 = 0x83 (包括头部在内 3 个字节, 位 6、7 = 2)
1	位 0-5: 通道编号 位 6-7: 0 = 保留, 1 = 输入, 2 = 输出, 3 = 输入/输出
2	位 0-4: 错误类型 位 5-7: 通道类型

## 错误类型

数值	含义
0	保留
1	短路
2	欠电压
3	过电压
4	过载
5	过热
6	断线
7	超出上限值
8	未达下限值
9	错误
10-15	保留
16-31	制造商专用（参见 DP 从站文档资料）

## 通道类型

数值	含义
0	任何类型
1	Bit
2	2 bit
3	4 bit
4	Byte
5	Word
6	2 words
7	保留

## 修订版本号

修订版本号的组成请参见 DP 从站的文档资料。

## 5.1.8.8 DPV1 错误代码

如果 DPV1 访问错误，从站将回复 4 字节数据（此处仅描述 DPV1 标准中定义的值，其它值可在从站手册中查阅）。

字节 0	DPV1 服务
0xD1	Data_Transport
0xD7	Initiate
0xDE	Read
0xDF	Write

字节 1	Error_Decode 解码规则
0x80	DPV1
0xFE	FMS
0xFF	HART

字节 2		Error_Code_1
Error-Class (位 4-7)	Error-Code (位 0-3)	
0x0A	0x00	应用程序, 读取错误
	0x01	应用程序, 写入错误
	0x02	应用程序, 模块故障
	0x08	应用程序, 版本冲突
	0x09	应用程序, 不支持的功能
0x0B	0x00	访问, Index 无效
	0x01	访问, 写入长度错误
	0x02	访问, 无效的 Slot 插槽
	0x03	访问, 类型冲突
	0x04	访问, 区域无效
	0x05	访问, 状态冲突
	0x06	访问, 拒绝访问
	0x07	访问, 范围无效
	0x08	访问, 参数无效
0x09	访问, 类型无效	
0x0C	0x00	资源, 读取限制冲突
	0x01	资源, 写入限制冲突
	0x02	资源, 繁忙
	0x03	资源, 不可用



## 5.1.8.9 ADS 错误代码

错误代码	含义
0x1129	读取 FC310x/EL6731 诊断数据时 IndexOffset 过大
0x112B	读取从站诊断数据时 IndexOffset 过大
0x112D	读取从站诊断数据时站点地址无效
0x2023	重置 FC310x/EL6731 诊断数据时 IndexOffset 无效
0x2024	重置 FC310x/EL6731 诊断数据时数据无效
0x2025	重置 FC310x/EL6731 诊断数据时数据长度无效
0x2101	DPV1-C1-Read: 尚未与从站建立周期性连接
0x2102	PKW-Read: 允许的数据长度只有 2 和 4
0x2103	PKW-Read: 从站未进行数据交换
0x2105	PKW-Read: 从站不支持 PKW
0x2106	PKW-Read: IndexOffset 不正确
0x2107	PKW-Read: IndexGroup 不正确
0x2109	DPV1-C1-Read: FDL 故障 (无响应等)
0x210A	DPV1-C1-Read: 语法错误 (DPV1 语法不正确)
0x210B	DPV1-C1-Read: DPV1 故障 (从站诊断数据中的 4 字节错误代码)
0x210C	PKW-Read: 语法错误
0x210D	PKW-Read: PKW 错误
0x210E	PKW-Read: 数据类型不正确
0x210F	DPV1-C1-Write: 尚未与从站建立周期性连接
0x2110	PKW-Write: 允许的数据长度只有 2 和 4
0x2111	PKW-Write: IndexOffset 不正确
0x2112	PKW-Write: 从站不支持 PKW
0x2113	PKW-Write: IndexGroup 不正确
0x2114	Read general: IndexGroup 不正确
0x2115	DPV1-C1-Write: FDL 故障 (无响应等)
0x2116	DPV1-C1-Write: 语法错误 (DPV1 语法不正确)
0x2117	DPV1-C1-Write: DPV1 故障 (从站诊断数据中的 4 字节错误代码)
0x211C	Read general: IndexGroup 不正确
0x211D	SetSlaveAddress: IndexOffset 不正确
0x211E	FDL-AGAG-Write: IndexOffset 不正确
0x211F	FDL-AGAG-Read: IndexOffset 不正确
0x2120	FDL-AGAG-Write: 长度不正确
0x2121	SetSlaveAddress: 长度不正确
0x2122	FDL-AGAG-Read: 长度不正确
0x2131	Write general: IndexGroup 不正确
0x2132	Write general: IndexGroup 不正确
0x2137	PKW-Read: 收到 WORD, 但读取的数据长度不等于 2
0x2138	PKW-Read: 收到 DWORD, 但读取的数据长度不等于 4
0x2139	PKW-Read: 收到未知 AK (通常为 1.2 或 7)
0x213A	PKW-Read-Array: 收到 WORD, 但读取的数据长度不等于 2
0x213B	PKW-Read-Array: 收到 DWORD, 但读取数据长度不等于 4
0x213C	PKW-Read-Array: 收到未知 AK (通常为 4.5 或 7)
0x213D	PKW-Write-Array: 收到未知 AK (通常为 2 或 7)
0x213E	PKW-Write:: 收到未知 AK (通常为 1 或 7)
0x213F	PKW-Write:: 收到未知 AK (通常为 2 或 7)
0x2140	PKW-Write-Array: 收到未知 AK (通常为 1 或 7)
0x2142	SetSlaveAddress: 在从站模式下设置地址时参数错误
0x2144	ReadWrite 模式下 IndexGroup 不正确
0x2147	DPV1-C2-Initiate: MSAC_C2 未激活
0x2148	Read 模式下 IndexGroup 不正确
0x2149	Write 模式下 IndexGroup 不正确

错误代码	含义
0x214E	DPV1-C2-Read: MSAC_C2 未激活
0x214F	DPV1-C2-Write: MSAC_C2 未激活
0x2150	DPV1-C2-DataTransport: MSAC_C2 未激活
0x2151	DPV1-C2-Read: FDL 故障 (无响应等)
0x2152	DPV1-C2-Read: 连接中止
0x2153	DPV1-C2-Read: DPV1 故障 (从站诊断数据中的 4 字节错误代码)
0x2154	PKW-ReadNoOfElements: 长度必须等于 1
0x2155	PKW-ReadNoOfElements: PKW 未激活
0x2156	PKW-ReadNoOfElements: 轴数太大
0x2157	PKW-ReadNoOfElements: 从站未进行数据交换
0x2158	PKW-ReadNoOfElements: 收到未知 AK (通常为 6 或 7 个)
0x215A	DPV1-C2-Write: FDL 故障 (无响应等)
0x215B	DPV1-C2-Write: 连接中止
0x215C	DPV1-C2-Write: DPV1 故障 (从站诊断数据中的 4 字节错误代码)
0x215D	DPV1-C2-DataTransport: FDL 故障 (无响应等)
0x215E	DPV1-C2-DataTransport: 连接中止
0x215F	DPV1-C2-DataTransport: DPV1 故障 (从站诊断数据中有 4 字节错误代码)
0x2163	DPV1-C2-DataTransport: IndexOffset 不正确
0x2600-0x26FF	在 PKW 处理过程中出现 AK 7 (Error), 错误代码在低字节中
0x2700-0x27FF	DPV1 处理过程中出现故障, 从站诊断数据中有 4 字节错误代码, 其中的 Byte 3 (错误类别) 在低字节中

0x28xx 来自 PROFIBUS 从站的“意外”错误代码

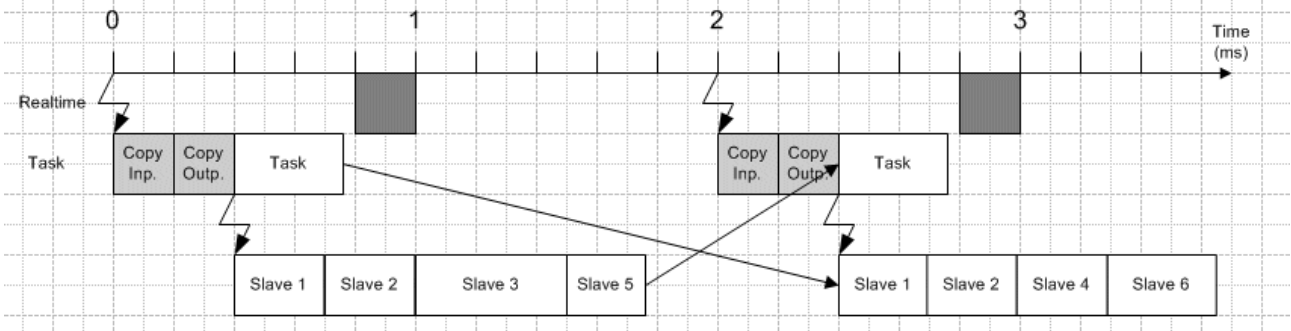
错误代码	含义
0x0	OK (端子模块通常不会传递)
0x1	UE = 用户错误
0x2	RR = 无资源
0x3	RS = SAP 未启用
0x8***	DL = 数据低电平 (DP 的正常情况)
0x9***	NR = 无响应数据
0xA	DH = 数据高电平 (DP 诊断挂起, 无响应)
0xC	RDL = 未收到数据, 数据低电平
0xD	RDH = 未收到数据, 数据高电平

\*\*\*) DL 和 NR 由 EL6731 处理

### 5.1.9 从站优先级/多个 DP 周期

#### 将不同的 DP 周期分配到 DP 从站（确定从站的优先级）

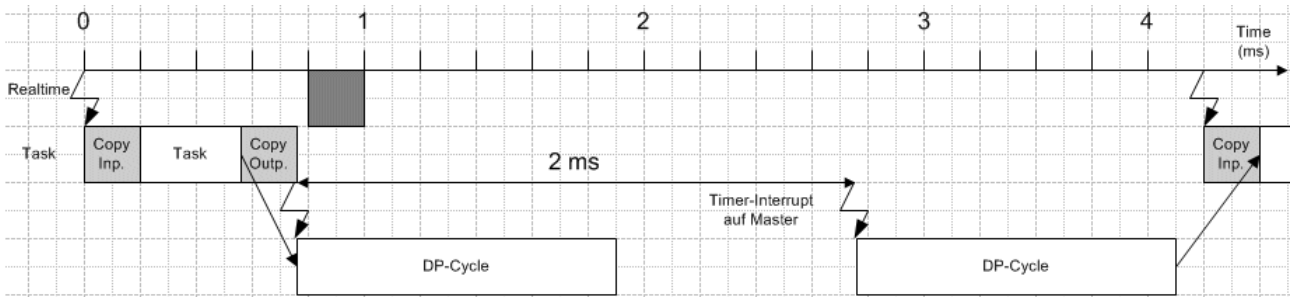
可以对从站进行优先级排序，以便在必须快速轮询某几个从站的系统中尽可能缩短 DP 周期，而对其它从站使用一个较长的周期就够了。可以为每个从站指定轮询周期的倍数（“Data-Exch Poll-Rate”下的 Divider，在从站 Features [▶ 99]选项卡上）。例如，在下图所示的情况中，有 4 个从站，只需每隔一个周期与每个从站进行一次通信。通过设置，可以在一个周期内轮询两个从站，在另一个周期内轮询另外两个从站，从而尽可能保持总 DP 周期时间不变。为此，从站的 Features [▶ 99]选项卡在“Data-Exch Poll-Rate”下提供 Modulo 设置。在图例中，从站 3 和 5 的 Modulo 为 0，而从站 4 和 6 的 Modulo 为 1。当前模数值可在 ActualModulo 变量中读取，有关该变量的说明请参见主站诊断 [▶ 119] 章节。



附图 119: 为 DP 从站分配不同 DP 周期的示意图

#### 一个任务周期内多个 DP 周期

如果任务周期是 DP 周期的两倍以上，则可以在一个任务周期内执行多个 DP 周期，以便尽可能获取最新的输入数据。可在主站“FC310x”选项卡上设置每个任务周期的 DP 周期系数 (Number of DP cycles per task cycle) (适用于 TwinCAT 2.8/2.9)，基于该系数的定时器 (任务周期/每个任务周期的 DP 周期数) 在第一个 DP 周期开始时启动，并据此随后启动其它 DP 周期。不过需要检查上一个 DP 周期是否及时完成 (在下一个任务启动之前)，否则，如同步 [▶ 46] 章节所述，一个 DP 周期将会失败 (或可能不止一个，取决于用每个任务周期的 DP 周期数表示的比率)。



附图 120: 一个任务周期中包含多个 DP 周期的示意图

#### 在一个任务周期内多次数据采样

现在可以将上述两种功能结合起来，例如，在 2 ms 周期内每 1 ms 向一个或多个从站提供新数据，或自从站获取新数据，以达到更好的通讯规划质量。此时，需要设置 Additional Data Exchange samples (在从站 Features [▶ 99]选项卡上)，而不是 Data-Exch Poll-Rate (同上)。

在下图示例中，首先在主站“FC310x”选项卡 (适用于 TwinCAT 2.8/2.9) 中将 Number of DP cycles per task cycle 设置为 2。这样，任务就可以向从站发送 2 次不同的值，或自从站接收 2 次不同的值，对应的从站将在 System Manager 中更新两次输入。除了 Additional Data Exchange samples 下的 Modulo 之外 (在从站 Features [▶ 99]选项卡上)，所有设置都必须相同。在 System Manager 的一个节点中为对应的从站输入 0，在另一个节点中输入 1。应为该从站将两个节点中 Additional Data Exchange samples 下的 Multiplier 都设置为 2，这样，输入的两个节点中的每一个都是每隔一个 DP 周期轮询一次 (由于输入了两次，因此实际上每个 DP 周期都轮询该从站一次)。对于在任务周期内只轮询一次的所有其它从站 (当然也因此只在 System Manager 中更新输入一次)，Additional Data Exchange samples 下的 Multiplier 也设置为 2。现在，可使用 Additional Data Exchange samples 下的 Modulo 将两个周期分配这些从站。对于轮询两次但任务中只有一个变量的从站，只需插入一次；Multiplier 设置为 1，Modulo 设置为 0。

在本例中，从站 1 和 2 将以这些设置分别更新输入至 System Manager 两次：

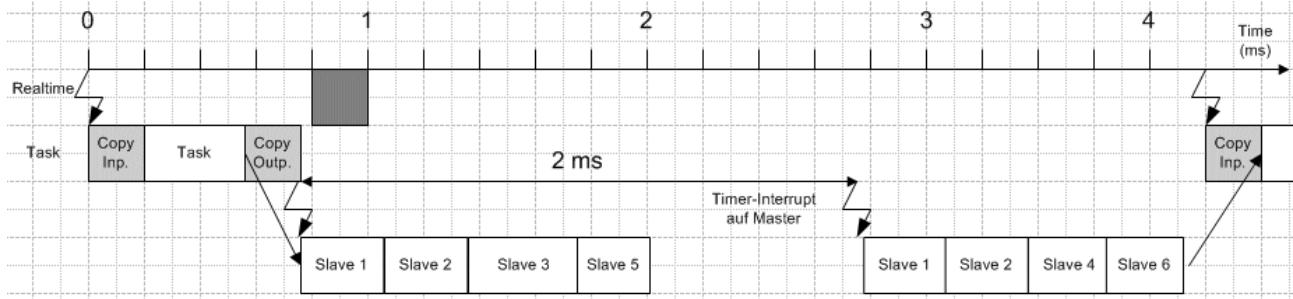
- Additional Data\_Exchange Samples/Multiplier = 2
- Additional Data\_Exchange Samples/Modulo = 0 或 1

从站 3 和 5 只需更新输入至 System Manager 一次，采用的设置如下：

- Additional Data\_Exchange Samples/Multiplier = 2
- Additional Data\_Exchange Samples/Modulo = 0

从站 4 和 6 也只需更新输入至 System Manager 一次，采用的设置如下：

- Additional Data\_Exchange Samples/Multiplier = 2
- Additional Data\_Exchange Samples/Modulo = 1



附图 121：一个任务周期内多次数据采样的示意图

对于从站 1 和 2，变量刷新两次（因为 System Manager 在每种情况下都包含了这 2 个节点）。首先发送或接收“Additional Data\_Exchange Samples/Modulo”设置为 0 的节点相关的变量。

## 5.2 EL6731-0010 – PROFIBUS 从站端子模块

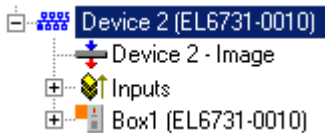
EL6731-0010 支持 PROFIBUS DP 和 PROFIBUS DPV1 协议。

### PROFIBUS DP

在 TwinCAT System Manager 中配置从站进行周期性 DP 操作的步骤如下：

#### 配置 DP 从站

首先需要配置一个“Profibus Slave EL6731, EtherCAT”的 I/O 设备（鼠标右键选择“I/O devices”，然后选择“Insert device”）。添加设备和节点（为此，GSD 文件“EL31095F.GSD”必须位于“TwinCAT\Io\Profibus”目录下）：

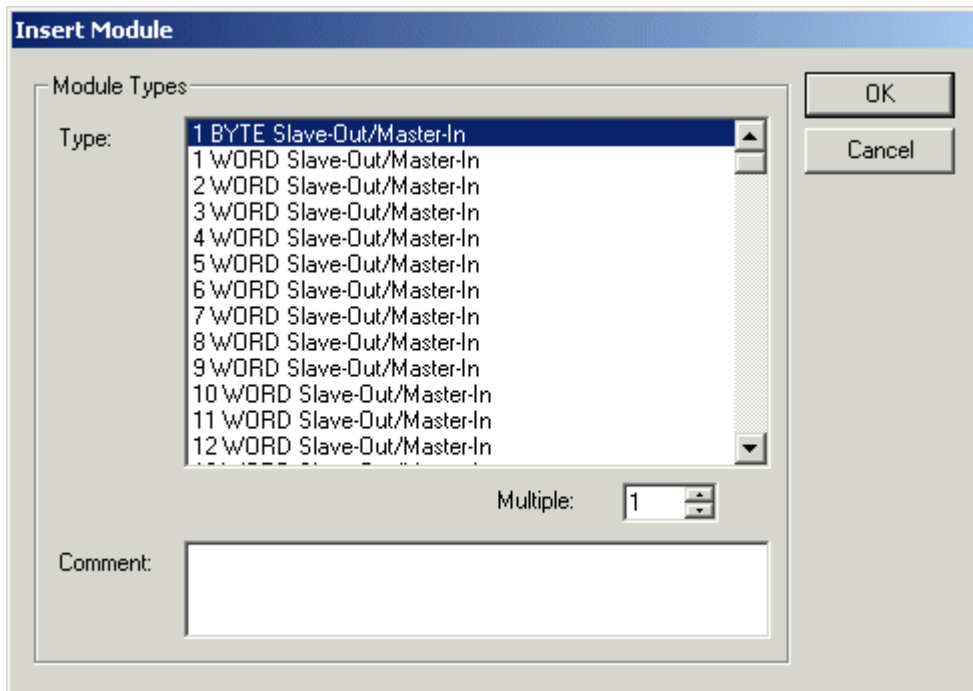


附图 122: 在 TwinCAT 树型结构中添加“Profibus Slave EL6731, EtherCAT”

在设备的“EL6731-0010”选项卡上查找对应的物理通道（“Search”按钮），设置站点地址和波特率。

#### 添加 module 模块

根据要进行周期性传输的数据，将 module 模块添加到对应的节点中。在节点上单击鼠标右键，然后选择“Add modules”：



附图 123: 添加 module 模块

#### 主站侧的配置

在主站侧进行配置时应使用“TwinCAT\Io\Profibus”目录下的文件“EL31095F.GSE”。Module 模块在主站配置中的插入顺序必须与其在 System Manager 中配置从站时的插入顺序一致。

### PROFIBUS DPV1

DP 从站支持与周期性连接一起建立的 DPV1-MSAC\_C1 服务器连接。这样就可以在传输周期性数据的同时传输大量非周期性数据。主站收到的 DPV1 Read 报文作为 ADS Read 命令报告给 PLC，而 DPV1 Write 报文作为 ADS Write 命令报告给 PLC。然后，PLC 程序负责响应读取或写入命令。为此，需要调用 ADS Read 响应或 ADS Write 响应功能。

## MSAC-C1 Read

DPV1-MSAC\_C1 Read 命令用 ADS Read 命令表示如下：

ADS Read 命令参数	含义
Source-Net-ID (NETID)	从站的 Net-ID (参见设备的 ADS [▶ 95] 选项卡)
Source-Port (PORT)	0x200
Invoke-ID (INVOKEID)	必须在响应中再次出现的唯一编号
IndexGroup (IDXGRP)	Slot Number 插槽编号 (DPV1 参数)
IndexOffset (IDXOFFS)	Index (DPV1 参数)
Length (LENGTH)	要读取的数据长度

ADS Read 响应用 DPV1-MSAC\_C1 Read 响应表示如下：

ADS Read 响应参数	含义
Destination-Net-ID (NETID)	从站的 Net-ID (参见设备的 ADS [▶ 95] 选项卡)
Destination-Port (PORT)	0x200
Invoke-ID (INVOKEID)	一个唯一编号，如标记所示
Result (RESULT)	读取结果：0 = 无错误，其它：位 0-15 = 标准 ADS 错误代码，位 16-23 = Error_Code_1，位 24-31 = Error_Code_2，参见 DPV1 错误代码 [▶ 126] 的说明
Length (LENGTH)	已读取数据的长度
Data (DATAADDR)	已读取的数据

## MSAC-C1 Write

DPV1-MSAC\_C1 Write 命令用 ADS Write 命令表示如下：

ADS Write 命令参数	含义
Source-Net-ID (NETID)	从站的 Net-ID (参见设备的 ADS [▶ 95] 选项卡)
Source-Port (PORT)	0x200
Invoke-ID (INVOKEID)	必须在响应中再次出现的唯一编号
IndexGroup (IDXGRP)	Slot Number 插槽编号 (DPV1 参数)
IndexOffset (IDXOFFS)	Index (DPV1 参数)
Length (LENGTH)	要写入的数据长度
Data (DATAADDR)	将要写入的数据

ADS Read 响应用 DPV1-MSAC\_C1 Read 响应表示如下：

ADS Read 响应参数	含义
Destination-Net-ID (NETID)	从站的 Net-ID (参见设备的 ADS [▶ 95] 选项卡)
Destination-Port (PORT)	0x200
Invoke-ID (INVOKEID)	一个唯一编号，如标记所示
Result (RESULT)	读取结果：0 = 无错误，其它：位 0-15 = 标准 ADS 错误代码，位 16-23 = Error_Code_1，位 24-31 = Error_Code_2，参见 DPV1 错误代码 [▶ 126] 的说明
Length (LENGTH)	已读取数据的长度

## ADS 接口

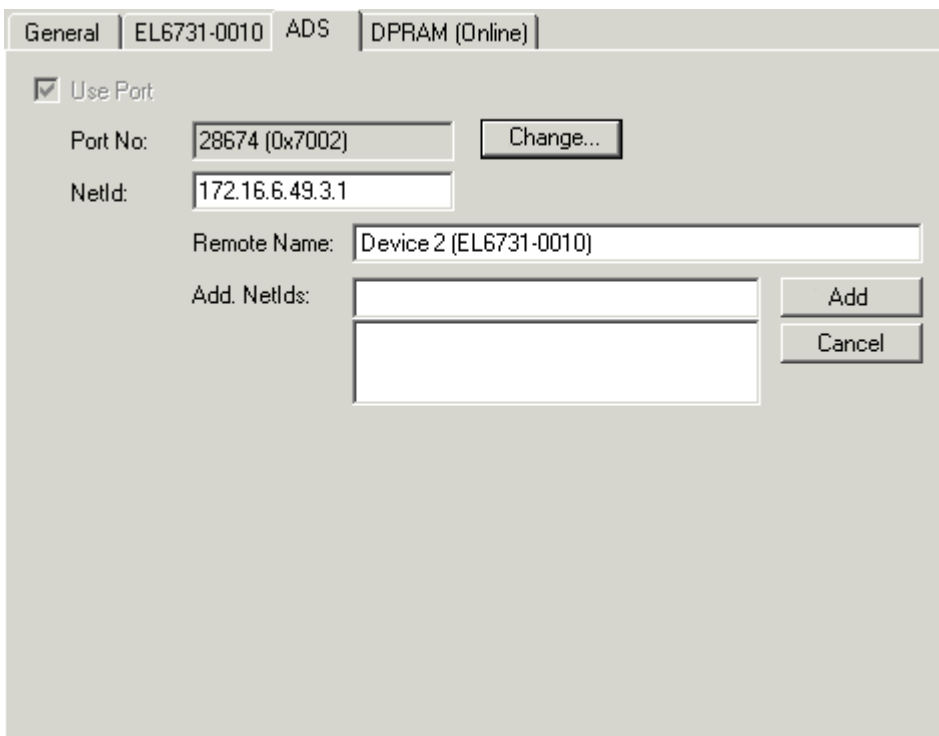
也可以通过 TwinCAT 系统中的 ADS 进行通信。虽然 ADS 接口通过 PROFIBUS 总线进行传输，但其功能与两台 PC 之间通过以太网进行的 ADS 连接极为相似，只是启动 ADS 任务的请求设备始终是 DP 主站控制器。EL6731 DP 主站由此连接到 EL6731-DP 从站。

在 DP 主站中，应启用模块的“ADS”选项卡上的 ADS Interface，并输入 DP 从站控制器的 Net-ID：



附图 124: DP 主站的ADS 选项卡: 启用 ADS Interface 并输入 NetID

在 DP 从站中, DP 主站控制器的 Net-ID 应在设备“ADS”选项卡上的 **Add. NetIds** 处添加:



附图 125: DP 从站的 ADS 选项卡: 通过“Add”按钮, 输入 DP 主站的 Net ID



### 5.2.1 EL6731-0010 - LED 指示灯说明



附图 126: LED

#### LED 状态

LED 指示灯用于诊断端子模块的主要状态:

LED	颜色	含义	
RUN	绿色	该 LED 显示端子模块的运行状态:	
		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
		单次闪烁	EtherCAT 状态机的状态: <b>PREOP</b> = 执行邮箱通信和设置各种参数
		闪烁	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> = 正常运行状态; 可以进行邮箱和过程数据通信	
BF	红色	熄灭	DP 从站处于 DataEXCHG 状态, 与主站交换数据
		亮/灭闪烁 500 ms	DP 从站等待参数/配置 (WaitPRM / WaitCFG) 或出现错误, 数据交换中断。 请检查 DP 状态和端子模块的诊断历史记录。
		常亮	主站和从站之间没有数据交换
CPU Err	红色	常亮	EL6731-0010 处理器错误
		单次闪烁	EL6731-0010 处理器启动

## 6 EtherCAT 通信 EL6731-00x0

### 6.1 PROFIBUS 主站

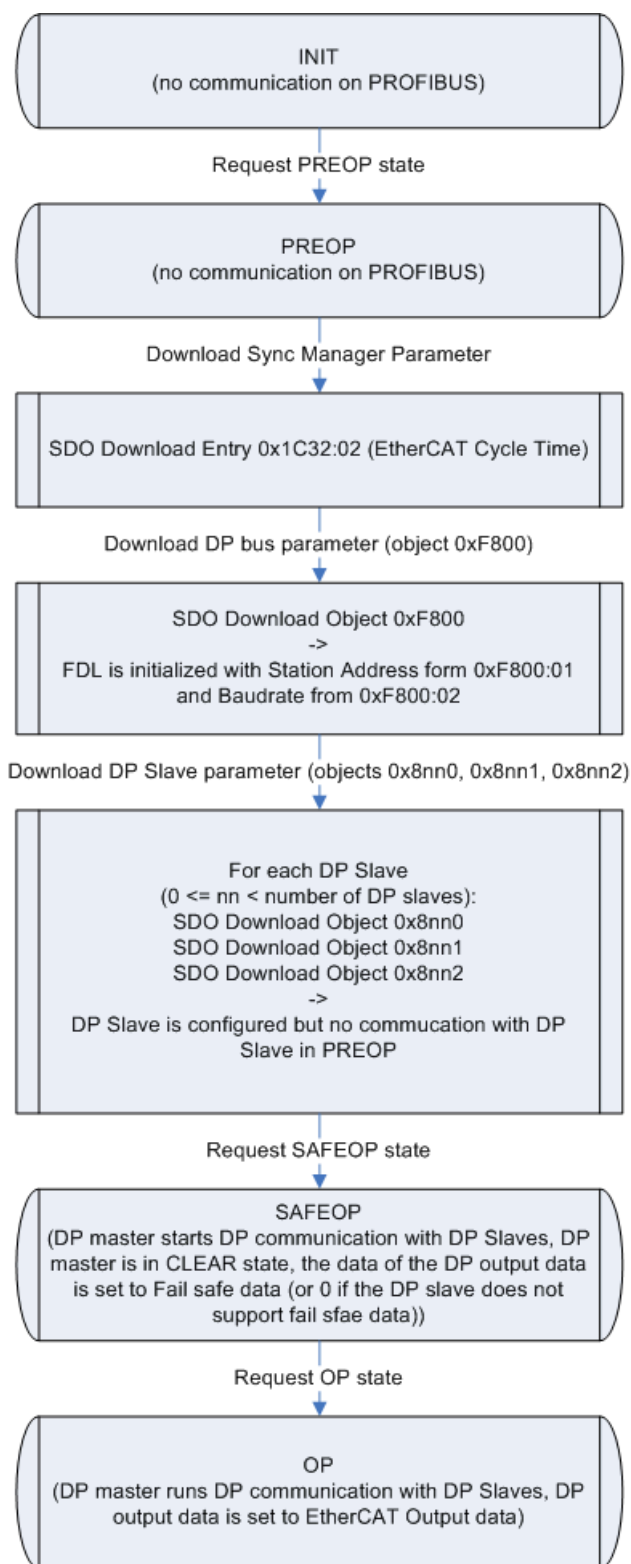
#### 6.1.1 状态机

EL6731 有多种配置方式:

1. 使用 StartUp SDO 配置 EL6731 [▶\_136]: StartUp SDO 在 EtherCAT Configurator 中进行计算并传输到 EtherCAT 主站, 与在 TwinCAT System Manager 中进行的操作相同。
2. 使用 Backup Parameter Storage 配置 EL6731 [▶\_138]: DP 从站的配置存储在 EL6731 的闪存中, 只需传输一次。

#### 使用 StartUp SDO 配置 EL6731:

以下流程图显示了使用 StartUp SDO 配置 EL6731 的顺序:



附图 127: 流程图: 使用 StartUp SDO 配置 EL6731 的顺序

通电后, EL6731 处于 INIT 状态, 没有 DP 配置。EL6731 在 PROFIBUS 侧未启用。

### DP 总线参数

在 PREOP 状态下通过 SDO 下载进行 DP 配置。要加载的对象必须通过 Complete Access 或成套打包传输 (先将对象 0xF800 的 SubIndex 0 设置为 0, 然后写入 SubIndex 1-n, 再将 SubIndex 0 设置为 n)。因此, 应注意始终从对象 0xF800 [► 158] 开始。接收到对象 0xF800 后, EL6731 将在 PROFIBUS 上以 0xF800:02 的对应波特率运行 (仅限 FDL, 无 DP)。

## DP 从站配置

根据要配置的 DP 从站，在对象 0xF800 之后，必须按顺序传输对象 [0x8yy0 \[▸ 155\]](#)、[0x8yy1 \[▸ 156\]](#) 和 [0x8yy2 \[▸ 156\]](#)。每配置一个 DP 从站，yy 递增（从 0 开始）。

## PDO Mapping (映射)

每个配置的 DP 从站都有一个 EtherCAT RxPDO（如果 DP 从站有 DP 输出）和一个 EtherCAT TxPDO（如果 DP 从站有 DP 输入）。下载对应的 0x8yyz 对象后，EL6731 会自动计算 EtherCAT PDO 的 PDO 映射，该映射可读取。因此，PDO 映射对象 0x16yy 和 0x1Ayy 属于配置对象 0x8yyz。PDO 映射对象只能写入 EL6731 自行计算的值。写入 PDO 映射仅用于检查 EtherCAT Configurator 计算出的 PDO 映射，因此可以省略。

## PDO Assign (分配)

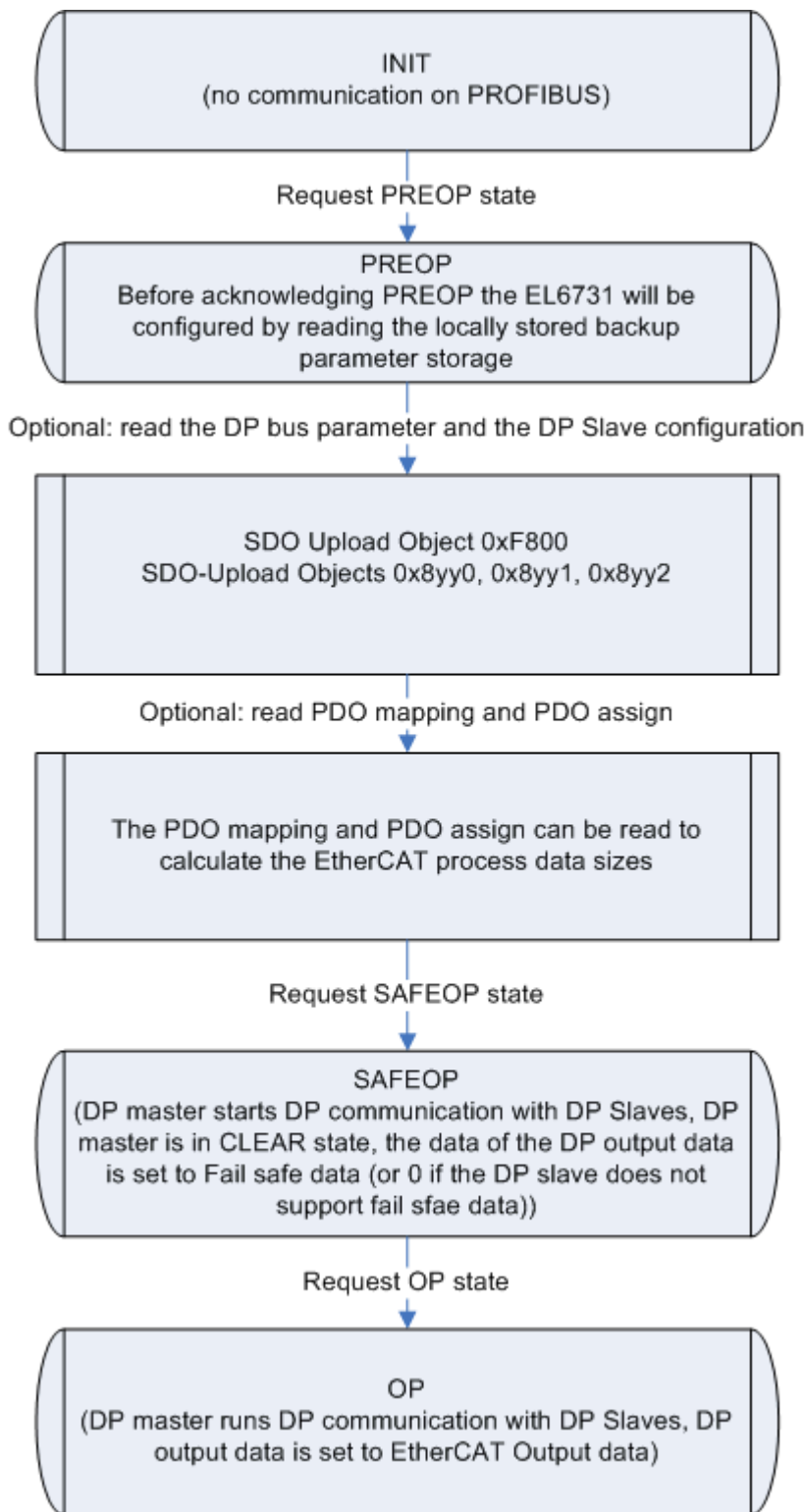
此外，还有其它一些包含控制、状态和诊断信息的 EtherCAT PDO。这些 PDO 通过 PDO Assign 选择。因此，应确保分配给已配置 DP 从站的所有 EtherCAT PDO (PDO number <=125) 始终显示在 PDO Assign 中。关于 PDO 在 PDO Assign 中的顺序，必须确保已分配 EtherCAT PDO 的 Index 随着对应 PDO Assign 对象中的每个条目而增加。如果 EtherCAT 主站未在 StartUp SDO 中发送任何 PDO Assign，则将分配 [PDO0x1A81 \[▸ 148\]](#)、[0x1A82 \[▸ 148\]](#)、[0x1A83 \[▸ 148\]](#)、[0x1A84 \[▸ 148\]](#) 和 [0x1A85 \[▸ 149\]](#) 用于状态显示和诊断信息。

## 周期性 DP 通信

在向 SAFEOP 过渡期间，EL6731 将根据 PDO Mapping 和 PDO Assign 计算出的长度检查 Sync Manager 同步管理器通道 2 和 3 中配置的长度。只有当这些长度匹配时，才会切换到 SAFEOP 状态。EL6731 在 SAFEOP 状态下开始与配置的 DP 从站通信。EL6731 处于 SAFEOP 状态时，会向 DP 从站发送 Fail Safe 数据（在故障时被当作安全的输出值）。当 EL6731 切换到 OP 状态，EtherCAT 的输出数据就会传输到 DP 从站。

## 使用 Backup Parameter Storage 配置 EL6731

以下流程图显示了使用 Backup Parameter Storage 配置 EL6731 的顺序：



附图 128: 流程图: 使用 Backup Parameter Storage 配置 EL6731 的顺序

通电后, EL6731 处于 INIT 状态, 没有 DP 配置。EL6731 的 PROFIBUS 侧未激活。

### DP 总线参数 / DP 从站配置

在 INIT 过渡到 PREOP 的期间, 加载 Backup Parameter Storage 对象 0x10F2 中存储的配置。由于使用 [StartUp SDO 配置 EL6731 \[► 136\]](#) 中的 StartUp SDO 存储在 Backup Parameter Storage 对象中, 因此配置顺序与之相同。因此, 存储的数据一开始就写入对象 0xF800, 然后 EL6731 的 PROFIBUS 侧将以 0xF800:02 对应的波特率激活。随后, 根据存储的配置生成 DP 从站。如果退出 PREOP 状态, 则可以读取对象 0xF800、0x8yy0、0x8yy1 和 0x8yy2 中的当前 DP 配置。还必须传输 EtherCAT 主站的周期 (0x1C32:02), 才能将 EL6731 切换至 SAFEOP。

## PDO Mapping (映射) /PDO Assign (分配)

此外，EtherCAT 主站还可以在 PREOP 状态下读取 PDO Mapping 和 PDO Assign，以确定 EtherCAT 过程数据的长度。

### 创建 Backup Parameter Storage

Backup Parameter Storage 的创建方法如下：

1. 下载对象 0x10F2（在 PREOP 状态下，事先未发送 StartUp SDO）：此时，接收到的数据将作为 Backup Parameter Storage 保存在闪存中

### 删除 Backup Parameter Storage

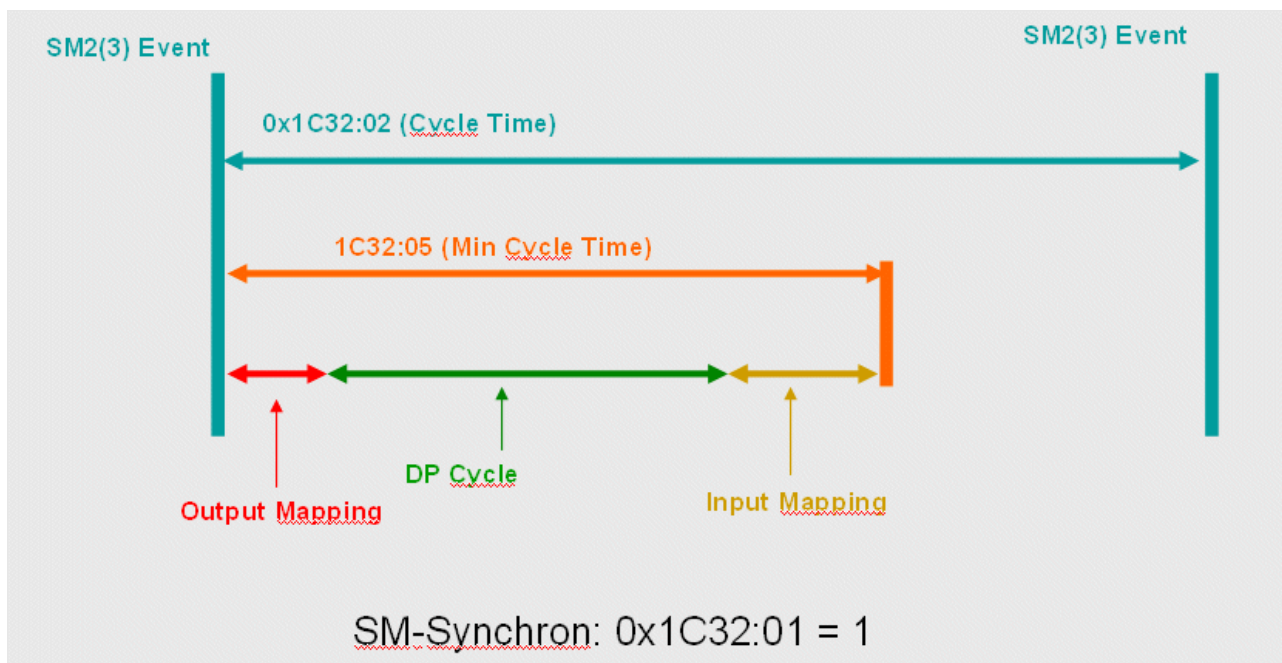
如要加载新的 Backup Parameter Storage 或删除现有 Backup Parameter Storage，必须将数值 0x64616F6C 写入条目 0x1011:01。

## 6.1.2 Synchronization 同步

在 EL6731 中，DP 循环与 EtherCAT 循环同步。默认情况下，通过 Sync Manager 2 事件进行同步；如果没有 EtherCAT 输出的过程数据，也可以通过 Sync Manager 3 事件进行同步。另外，EL6731 也可以在 DC（分布时钟）模式下运行，此时，同步通过 SNYCO 或 SYNC1 事件进行。

### SM-同步

下图显示了在不使用分布时钟的情况下 DP 循环的顺序。



附图 129: 无分布时钟的 DP 循环顺序

接收到 EtherCAT 过程数据报文时，EtherCAT 从站控制器生成 SM2 事件（如果未配置 EtherCAT 输出数据，即只有 DP 从站，没有 DP 输出，则生成 SM3），从而启动 DP 周期。通过 EtherCAT 接收到的数据交换报文（包含输出过程数据）将被发送给每个配置的 DP 从站（即处于数据交换状态）。该顺序与配置顺序一致，即从对象 0x800z 中配置的 DP 从站开始。处理完所有配置的 DP 从站后，EtherCAT 输入数据更新，DP 周期结束。如果在 DP 周期结束前收到下一个 SM2（SM3）事件，则周期超限计数器（0x1C32:0B 或 0x1C33:0B）将递增，并跳过一个 DP 周期。

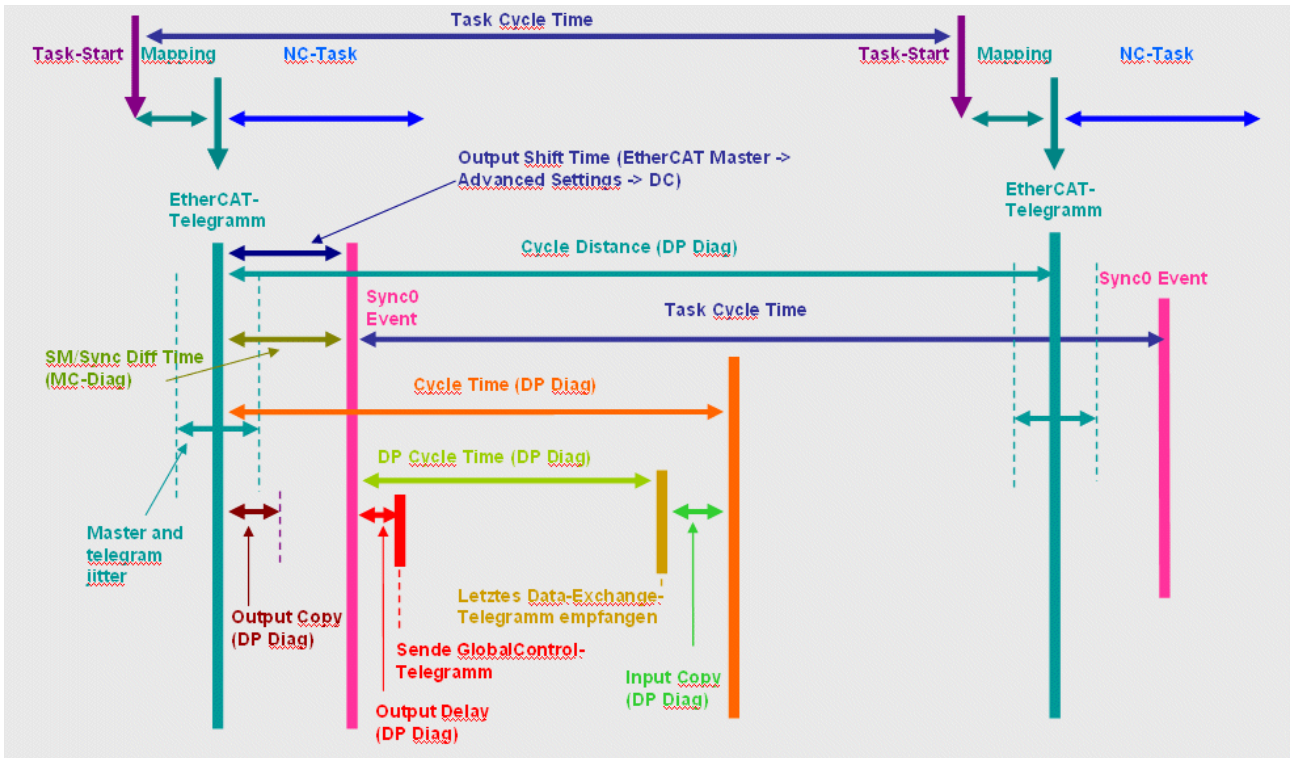
### SYNC0-同步

DP 循环由 SM2（SM3）事件启动。第一个报文将延迟到 SYNC0 事件发生时才会发送，因此发送 Global\_Control 报文的抖动时间为 500 ns。DP 循环顺序的其余部分与不使用分布时钟同步的情况一致。



使用 LRW 报文传输过程数据 (Separate Input Update = FALSE)

下图显示的是通过 SM 和 SYNC0 事件使用分布时钟控制 DP 循环时的 DP 循环顺序以及 Sync Manager 参数的含义。

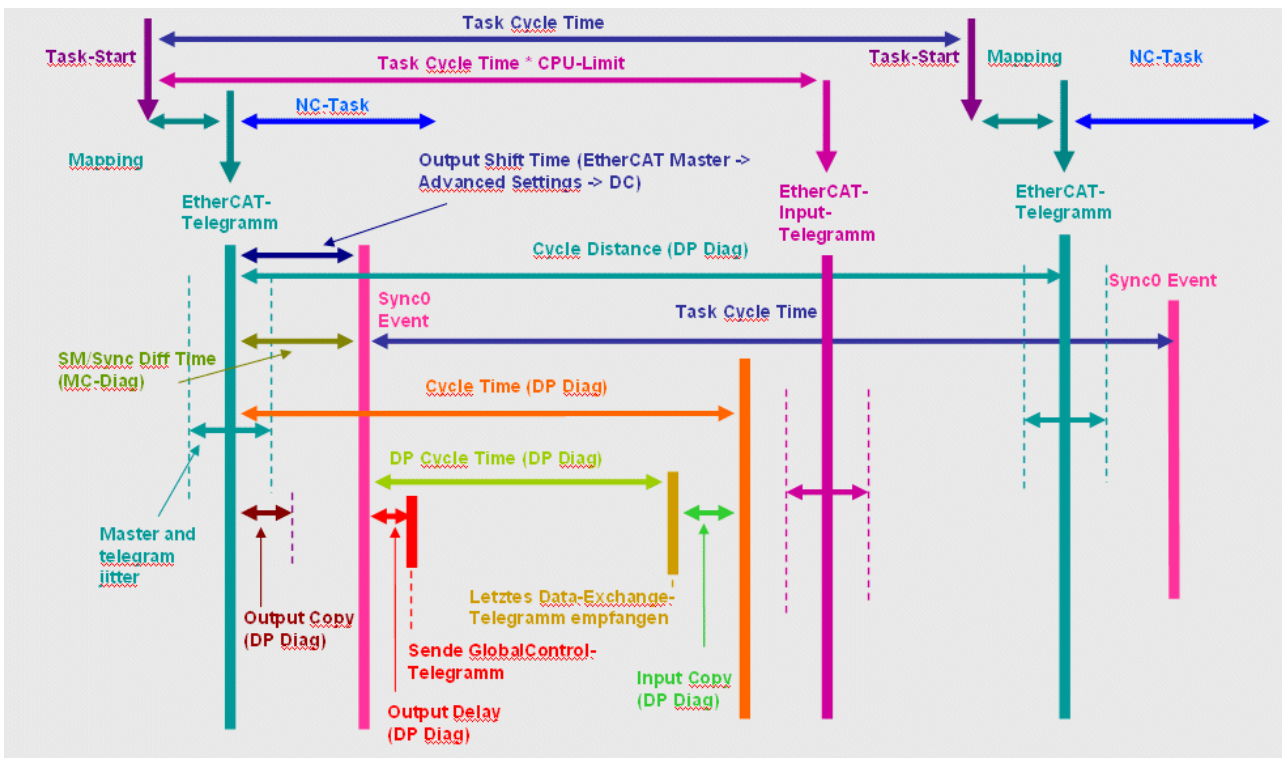


附图 130: 使用分布时钟并通过 SM 和 SYNC0 事件控制的 DP 循环

使用 LWR 报文传送输出数据以及使用 LRD 报文传送输入数据 (Separate Input Update = TRUE, Task Cycle Time = Base Time)

如果为了使输入尽可能保持最新而使用单独的报文传输 EtherCAT 输出和输入 (在 TwinCAT System Manager 中为相关 TwinCAT Task 单击“Separate Input Update”), 那么 DP 周期的空间就会更小。如果任务周期 (= EtherCAT 主站周期) 等于 TwinCAT 实时核的 Base Time, 则根据设定的 CPU 限值发送 LRD 报文, 通过该报文读取输入越晚越好。

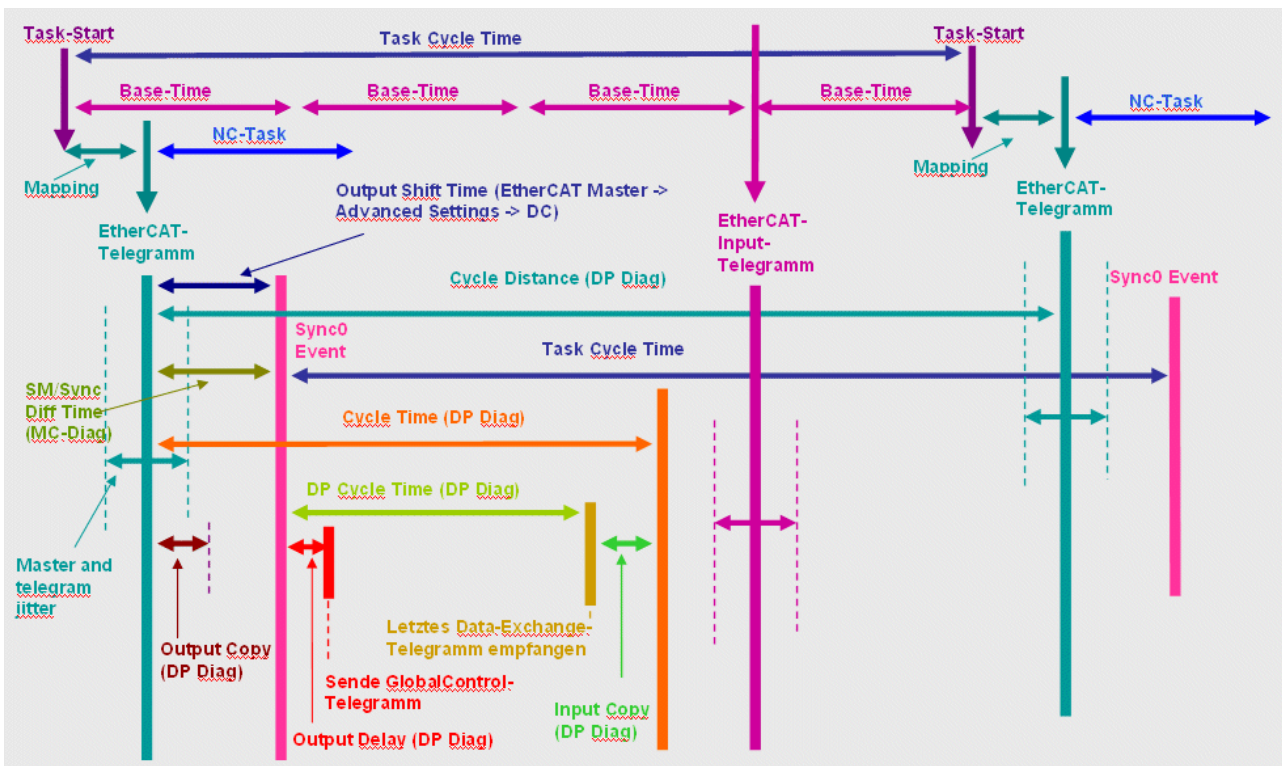




附图 131: 使用 LWR 报文传输输出数据, 使用 LRD 报文传输输入数据 (Separate Input Update = TRUE, Task Cycle Time = Base Time)

使用 LWR 报文传输输出数据以及使用 LRD 报文传输输入数据 (Separate Input Update = TRUE, Task Cycle Time = 4 \* Base Time, pre-ticks = 1)

如果任务周期 (= EtherCAT 主站周期) 大于 TwinCAT 实时核的Base Time, 则根据设定的 pre-tick 按之前的 Base Time 发送 LRD 报文。

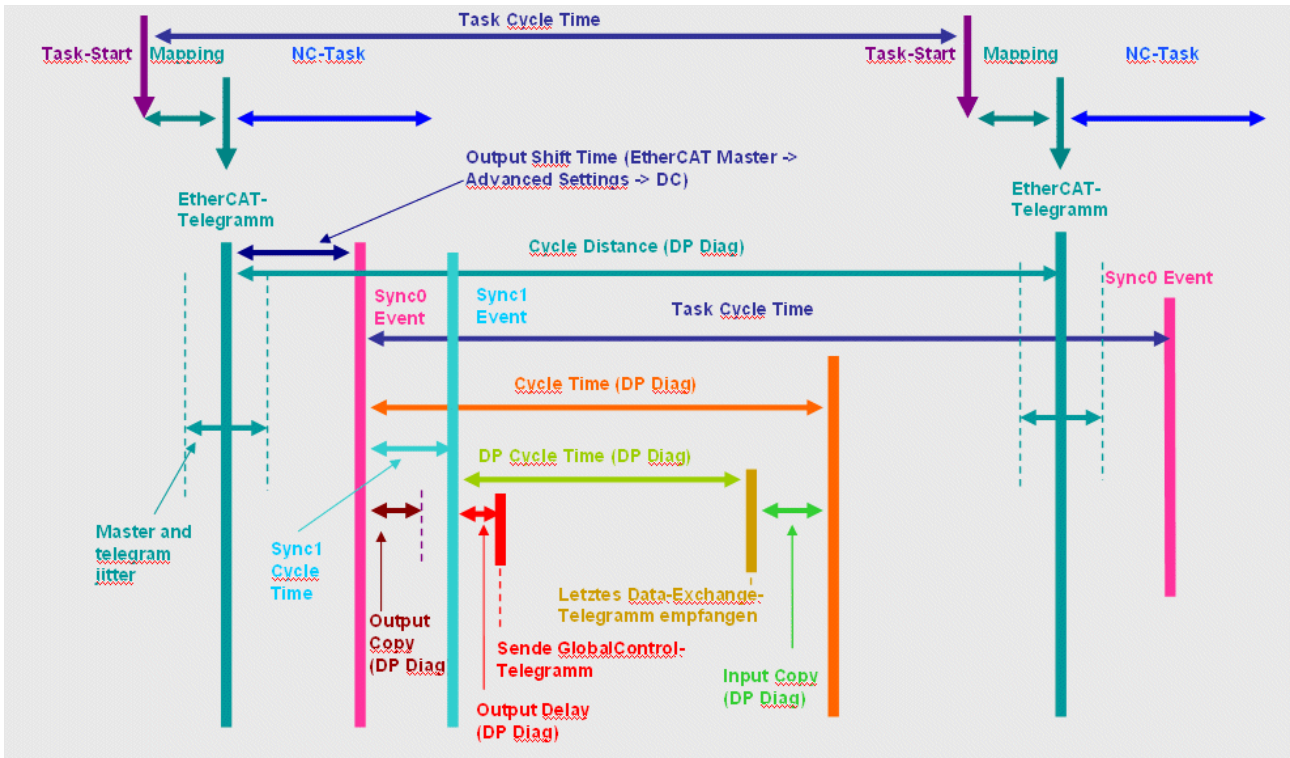


附图 132: 使用 LWR 报文传输输出数据, 使用 LRD 报文传输输入数据 (Separate Input Update = TRUE, Task Cycle Time = 4 \* Base Time, Pre tick = 1)

SYNC1-同步

DP 周期通过 SYNC0 事件启动。在发送第一个报文之前，系统会等待 SYNC1 事件，因此发送Global\_Control 报文时的最大抖动时间为 500 ns。DP 循环顺序的其余部分与不使用分布时钟同步的情况一致。

Separate Input Update 的设置与使用 SYNC0 同步的情况相同，因此这里只说明不使用 Separate Input Update 的情况：



附图 133: 通过 SYNC0 启动 DP 周期，第一个报文在 SYNC1 事件后发送



### 6.1.3 对象描述和参数设置

#### ● EtherCAT XML 设备描述

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

#### ● 通过 CoE 列表进行参数化 (CAN over EtherCAT)

**I** EtherCAT 设备通过 CoE-Online 选项卡 (双击相应对象) 或通过 Process Data 选项卡 (分配PDO) 进行参数化。在使用/操作 CoE 参数时，请注意以下一般 CoE 注意事项 [▶ 37]：

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

#### 6.1.3.1 标准对象 (0x1000-0x1FFF)

这些标准对象对所有 EtherCAT 从站具有相同的含义。

##### Index 1000 Device type

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1000:0	Device type	EtherCAT 从站的设备类型：Lo-Word 包含使用的 CoE 设备描述规约 (5001)。根据模块化设备配置文件，Hi-Word 包含模块配置文件。	UINT32	RO	0x0C1C1389 (203166601 <sub>dec</sub> )

##### Index 1008 Device name

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1008:0	Device name	EtherCAT 从站的设备名称	STRING	RO	EL6731

##### Index 1009 Hardware version

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1009:0	Hardware version	EtherCAT 从站的硬件版本	STRING	RO	06

##### Index 100A Software version

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
100A:0	Software version	EtherCAT 从站的固件版本	STRING	RO	10

##### Index 1011 Restore default parameters

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1011:0	Restore default parameters	恢复默认参数	UINT8	RO	0x01 (1 <sub>dec</sub> )
1011:01	SubIndex 001	如果此对象在设置值对话框中被设置为“0x64616F6C”，所有备份对象都被重置为它们的出厂状态。	UINT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dec</sub> )

##### Index 1018 Identity

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1018:0	Identity	识别从站的信息	UINT8	RO	0x04 (4 <sub>dec</sub> )
1018:01	Vendor ID	EtherCAT 从站的供应商 ID	UINT32	RO	0x00000002 (2 <sub>dec</sub> )
1018:02	Product code	EtherCAT 从站的产品代码	UINT32	RO	0x1A4B3052 (441135186 <sub>dec</sub> )
1018:03	Revision	EtherCAT 从站的修订版本号；低位字 (位 0-15) 表示特殊端子模块编号，高位字 (位 16-31) 表示设备描述	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dec</sub> )
1018:04	Serial number	EtherCAT 从站的序列号；低位字的低字节 (位 0-7) 包含生产年份，低位字的高字节 (位 8-15) 包含生产周数，高位字 (位 16-31) 为 0	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dec</sub> )

Index 10F0 Backup parameter handling

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
10F0:0	Backup parameter handling	装载默认配置和保存备份条目的信息	UINT8	RO	0x01 (1 <sub>dec</sub> )
10F0:01	Checksum	Backup Parameter Storage 的校验和 (对象 0x10F2 [►_145], 字 2-3)	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dec</sub> )

Index 10F2 Backup parameter storage

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值																												
10F2:0	Backup parameter storage	<p>如果使用该对象, 则在 PREOP 状态下不得传输任何 StartUp SDO, 因为该参数包含完整的 StartUp SDO (参见使用 Backup Parameter Storage 配置 EL6731 [►_138])。Backup Parameter Storage 闪烁 5s 后, EL6731 重新启动 (切换至 INIT, AL 状态代码 = 0x60)。这些数据的含义如下:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Word-Offset 字偏移</th> <th>描述</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>命令: 使用 0xCODE, 接收到的数据将存储在闪存中</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>从 Word-Offset 偏移 4 开始的数据长度, 以字节为单位</td> </tr> <tr> <td>2-3</td> <td>本地计算的校验和</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>第 1 个 StartUp SDO 对象的 Index</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>len1: 作为 CompleteAccess (从 SubIndex 0 开始) 的第 1 个 StartUp SDO 对象的长度, 以字节为单位</td> </tr> <tr> <td>6-n1</td> <td>作为 CompleteAccess 的第 1 个 StartUp SDO 对象的数据 (n1 = 2*((len1+1)/2)+5)</td> </tr> <tr> <td>n1+1</td> <td>第 2 个 StartUp SDO 对象的 Index</td> </tr> <tr> <td>n1+2</td> <td>len2: 作为 CompleteAccess (从 SubIndex 0 开始) 的第 2 个 StartUp SDO 对象的长度, 以字节为单位</td> </tr> <tr> <td>(n1+3)-n2</td> <td>作为 CompleteAccess 的第 2 个 StartUp SDO 对象的数据 (n2 = 2*((len2+1)/2)+n1+2)</td> </tr> <tr> <td>...</td> <td></td> </tr> <tr> <td>m</td> <td>第 3 个 StartUp SDO 对象的 Index</td> </tr> <tr> <td>m+1</td> <td>len3: 作为 CompleteAccess (从 SubIndex 0 开始) 的第 3 个 StartUp SDO 对象的长度, 以字节为单位</td> </tr> <tr> <td>(m+2)-n3</td> <td>作为 CompleteAccess 的第 3 个 StartUp SDO 对象的数据 (n3 = 2*((len3+1)/2)+m+1)</td> </tr> </tbody> </table>	Word-Offset 字偏移	描述	0	命令: 使用 0xCODE, 接收到的数据将存储在闪存中	1	从 Word-Offset 偏移 4 开始的数据长度, 以字节为单位	2-3	本地计算的校验和	4	第 1 个 StartUp SDO 对象的 Index	5	len1: 作为 CompleteAccess (从 SubIndex 0 开始) 的第 1 个 StartUp SDO 对象的长度, 以字节为单位	6-n1	作为 CompleteAccess 的第 1 个 StartUp SDO 对象的数据 (n1 = 2*((len1+1)/2)+5)	n1+1	第 2 个 StartUp SDO 对象的 Index	n1+2	len2: 作为 CompleteAccess (从 SubIndex 0 开始) 的第 2 个 StartUp SDO 对象的长度, 以字节为单位	(n1+3)-n2	作为 CompleteAccess 的第 2 个 StartUp SDO 对象的数据 (n2 = 2*((len2+1)/2)+n1+2)	...		m	第 3 个 StartUp SDO 对象的 Index	m+1	len3: 作为 CompleteAccess (从 SubIndex 0 开始) 的第 3 个 StartUp SDO 对象的长度, 以字节为单位	(m+2)-n3	作为 CompleteAccess 的第 3 个 StartUp SDO 对象的数据 (n3 = 2*((len3+1)/2)+m+1)	OCTET-STRING[n]	RW	
Word-Offset 字偏移	描述																																
0	命令: 使用 0xCODE, 接收到的数据将存储在闪存中																																
1	从 Word-Offset 偏移 4 开始的数据长度, 以字节为单位																																
2-3	本地计算的校验和																																
4	第 1 个 StartUp SDO 对象的 Index																																
5	len1: 作为 CompleteAccess (从 SubIndex 0 开始) 的第 1 个 StartUp SDO 对象的长度, 以字节为单位																																
6-n1	作为 CompleteAccess 的第 1 个 StartUp SDO 对象的数据 (n1 = 2*((len1+1)/2)+5)																																
n1+1	第 2 个 StartUp SDO 对象的 Index																																
n1+2	len2: 作为 CompleteAccess (从 SubIndex 0 开始) 的第 2 个 StartUp SDO 对象的长度, 以字节为单位																																
(n1+3)-n2	作为 CompleteAccess 的第 2 个 StartUp SDO 对象的数据 (n2 = 2*((len2+1)/2)+n1+2)																																
...																																	
m	第 3 个 StartUp SDO 对象的 Index																																
m+1	len3: 作为 CompleteAccess (从 SubIndex 0 开始) 的第 3 个 StartUp SDO 对象的长度, 以字节为单位																																
(m+2)-n3	作为 CompleteAccess 的第 3 个 StartUp SDO 对象的数据 (n3 = 2*((len3+1)/2)+m+1)																																

Index 10F3 Diagnosis History

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
10F3:0	Diagnosis History	最大 SubIndex	UINT8	RO	0x45 (69 <sub>dec</sub> )
10F3:01	Maximum Messages	可存储的最大信息数量 最多可存储 50 条信息	UINT8	RO	0x00 (0 <sub>dec</sub> )
10F3:02	Newest Message	最新信息的 SubIndex	UINT8	RO	0x00 (0 <sub>dec</sub> )
10F3:03	Newest Acknowledged Message	最后确认的信息的 SubIndex	UINT8	RW	0x00 (0 <sub>dec</sub> )
10F3:04	New Messages Available	表示有新信息	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dec</sub> )
10F3:05	Flags	未使用	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dec</sub> )
10F3:06	Diagnosis Message 001	信息 1	OCTET-STRING[20]	RO	{0}
...	...	...	...	...	...
10F3:45	Diagnosis Message 064	信息 64	OCTET-STRING[20]	RO	{0}

Index 10F8 Actual Time Stamp

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
10F8:0	Actual Time Stamp	时间戳	UINT64	RO	

## Index 1600-167C RxPDO-Map DP-Slave yyy

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1600+n:0	RxPDO-Map DP-Slave yyy	每个配置的 DP 从站都有一个 RxPDO，其中包含 DP 从站的 DP 输出数据。对于在对象 0x8002 [▮_156]+ (n*16) 中配置了 DP 输出数据的每个 DP Module，在 RxPDO 映射对象 0x1600+n 中都有一个对应的条目。如果 DP 从站不包含任何 DP 输出数据，则 PDO 映射对象 0x1600+n 不存在。根据配置的 DP 从站，这些 PDO 必须存在且始终包含在 PDO Assign 对象 0x1C12 [▮_150] 中。SubIndex 0 表示已配置的第 (n+1) 个 DP 从站带有输出数据的 DP Module 的数量。	UINT8	RO	
(1600+n):01		已配置的第 (n+1) 个 DP 从站带有输出数据的第 1 个 DP Module	UINT32	RO	
...		...			
(1600+n):FF		已配置的第 (n+1) 个 DP 从站带有输出数据的最后一个 DP Module	UINT32	RO	

## Index 167F DPM RxPDO-Map Control

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
167F:0	DPM RxPDO-Map Control	PDO 映射 RxPDO 128	UINT8	RO	0x02 (2 <sub>dec</sub> )
167F:01	SubIndex 001	第 1 个 PDO 映射条目 (对象 0xF200, 条目 0x01)	UINT32	RO	0xF200:01, 1
167F:02	SubIndex 002	第 2 个 PDO 映射条目 (15 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 15

## Index 187F DPM TxPDO-Par Status PDO

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
187F:0	DPM TxPDO-Par Status PDO	PDO 参数 TxPDO 128	UINT8	RO	0x06 (6 <sub>dec</sub> )
187F:06	Exclude TxPDOs	指定不得与 TxPDO 128 一起传输的 TxPDO (TxPDO 映射对象的 Index )	OCTET-STRING[10]	RO	80 1A 00 00 00 00 00 00 00 00

## Index 1880 DPM TxPDO-Par Status PDO

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1880:0	DPM TxPDO-Par Status PDO	PDO 参数 TxPDO 129	UINT8	RO	0x06 (6 <sub>dec</sub> )
1880:06	Exclude TxPDOs	指定不得与 TxPDO 129 一起传输的 TxPDO (TxPDO 映射对象的 Index )	OCTET-STRING[10]	RO	81 1A 82 1A 83 1A 84 1A 85 1A

## Index 1881 DPM TxPDO-Par PDO State

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1881:0	DPM TxPDO-Par PDO State	PDO 参数 TxPDO 130	UINT8	RO	0x06 (6 <sub>dec</sub> )
1881:06	Exclude TxPDOs	指定不得与 TxPDO 130 一起传输的 TxPDO (TxPDO 映射对象的 Index )	OCTET-STRING[10]	RO	80 1A 00 00 00 00 00 00 00 00

## Index 1882 DPM TxPDO-Par PDO Toggle

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1882:0	DPM TxPDO-Par PDO Toggle	PDO 参数 TxPDO 131	UINT8	RO	0x06 (6 <sub>dec</sub> )
1882:06	Exclude TxPDOs	指定不得与 TxPDO 131 一起传输的 TxPDO (TxPDO 映射对象的 Index )	OCTET-STRING[10]	RO	80 1A 00 00 00 00 00 00 00 00

Index 1883 DPM TxPDO-Par DP Diag

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1883:0	DPM TxPDO-Par DP Diag	PDO 参数 TxPDO 132	UINT8	RO	0x06 (6 <sub>dec</sub> )
1883:06	Exclude TxPDOs	指定不得与 TxPDO 132 一起传输的 TxPDO (TxPDO 映射对象的 Index )	OCTET-STRING[10]	RO	80 1A 00 00 00 00 00 00 00 00

Index 1884 DPM TxPDO-Par DP Status

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1884:0	DPM TxPDO-Par DP Status	PDO 参数 TxPDO 133	UINT8	RO	0x06 (6 <sub>dec</sub> )
1884:06	Exclude TxPDOs	指定不得与 TxPDO 133 一起传输的 TxPDO (TxPDO 映射对象的 Index )	OCTET-STRING[10]	RO	80 1A 00 00 00 00 00 00 00 00

Index 1885 DPM TxPDO-Par DP-Master Diag

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1885:0	DPM TxPDO-Par DP-Master Diag	PDO 参数 TxPDO 134	UINT8	RO	0x06 (6 <sub>dec</sub> )
1885:06	Exclude TxPDOs	指定不得与 TxPDO 134 一起传输的 TxPDO (TxPDO 映射对象的 Index )	OCTET-STRING[10]	RO	80 1A 00 00 00 00 00 00 00 00

Index 1886 DPM TxPDO-Par Cycle Statistics

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1886:0	DPM TxPDO-Par Cycle Statistics	PDO 参数 TxPDO 135	UINT8	RO	0x06 (6 <sub>dec</sub> )
1886:06	Exclude TxPDOs	指定不得与 TxPDO 135 一起传输的 TxPDO (TxPDO 映射对象的 Index )	OCTET-STRING[10]	RO	80 1A 87 1A 00 00 00 00 00 00

Index 1887 DPM TxPDO-Par DC Cyclic Statistics

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1887:0	DPM TxPDO-Par DC Cyclic Statistics	PDO 参数 TxPDO 136	UINT8	RO	0x06 (6 <sub>dec</sub> )
1887:06	Exclude TxPDOs	指定不得与 TxPDO 136 一起传输的 TxPDO (TxPDO 映射对象的 Index )	OCTET-STRING[10]	RO	80 1A 86 1A 00 00 00 00 00 00

Index 1A00-1A7C DPS TxPDO-Map Slave yyy

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A00+n:0	DPS TxPDO-Map Slave yyy	每个配置的 DP 从站都有一个 TxPDO, 其中包含 DP 从站的 DP 输入数据。对于在对象 0x8002 [▶ 156]+ (n*16) 中配置了 DP 输入数据的每个 DP Module, 在 TxPDO 映射对象 0x1A00+n 中都有一个条目。如果 DP 从站不包含任何 DP 输入数据, 则 PDO 映射对象 0x1A00+n 不存在。根据配置的 DP 从站, 这些 PDO 必须存在且始终包含在 PDO Assign 对象 0x1C13 [▶ 150] 中。SubIndex 0 表示已配置的第 (n+1) 个 DP 从站带有输入数据的 DP Module 的数量。	UINT8	RO	
(1A00+n):01		已配置的第 (n+1) 个 DP 从站带有输入数据的第 1 个 DP Module	UINT32	RO	
...		...			
(1A00+n):FF		已配置的第 (n+1) 个 DP 从站带有输入数据的最后一个 DP Module	UINT32	RO	

## Index 1A7F DPM TxPDO-Map Status PDO

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A7F:0	DPM TxPDO-Map Status PDO	PDO 映射 TxPDO 128	UINT8	RO	0x03 (3 <sub>dec</sub> )
1A7F:01	SubIndex 001	第 1 个 PDO 映射条目 (对象 0xF100, 条目 0x01)	UINT32	RO	0xF100:01, 8
1A7F:02	SubIndex 002	第 2 个 PDO 映射条目 (7 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 7
1A7F:03	SubIndex 003	第 3 个 PDO 映射条目 (对象 0xF100, 条目 0x0F)	UINT32	RO	0xF100:0F, 1

## Index 1A80 DPM TxPDO-Map PDO Status

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A82:0	DPM TxPDO-Map PDO Status	如果启用了传统映射 (无 MDP), 就会分配此 PDO	UINT8	RO	
1A82:01		传统映射情况下的第 1 个 PDO 映射条目	UINT32	RO	
...					
1A82:m		传统映射情况下的最后一个 PDO 映射条目	UINT32	RO	

## Index 1A81 DPM TxPDO-Map PDO State

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A81:0	DPM TxPDO-Map PDO State	每个配置的 DP 从站都在该 PDO 中都有一个位, 如果该从站未进行数据交换, 该位就会被置位 (关于第 m 个已配置 DP 从站更详细的错误原因, 请参见 0xF102 [▸_157]:m)。如果该位被置位, 则相关 TxPDO m 的数据将被忽略。该 PDO 是可选项。	UINT8	RO	
1A81:01		第 1 个已配置 DP 从站的 PDO 状态 (通过对象 0x800z 配置)	UINT32	RO	
...					
1A81:m		最后 (第 m 个) 配置的 DP 从站的 PDO 状态 (通过对象 0x800z+ (m-1) * 16 (1 ≤ m ≤ 127) 配置)	UINT32	RO	

## Index 1A82 DPM TxPDO-Map PDO Toggle

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A82:0	DPM TxPDO-Map PDO Toggle	每个配置的 DP 从站在该 PDO 中都有一个位, 每当从 DP 从站接收到新的 DP 输入数据并更新到 EtherCAT 输入数据中时, 该位就会切换。该 PDO 是可选项。	UINT8	RO	
1A82:01		第 1 个已配置 DP 从站的 PDO 切换 (通过对象 0x800z 配置)	UINT32	RO	
...					
1A82:m		最后 (第 m 个) 配置的 DP 从站的 PDO 切换 (通过对象 0x800z+ (m-1) * 16 (1 ≤ m ≤ 127) 配置)	UINT32	RO	

## Index 1A83 DPM TxPDO-Map DP Status

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A83:0	DPM TxPDO-Map DP Status	每个配置的 DP 从站在该 PDO 中都有一个字节, 其中包含与 DP 从站的通信状态 (对象 0xF102 [▸_157])。该 PDO 是可选项。	UINT8	RO	已配置 DP 从站的数量
1A83:01		第 1 个已配置 DP 从站的节点状态 (通过对象 0x800z 配置)	UINT32	RO	0xF102:01, 8
...					
1A83:m		最后 (第 m 个) 配置的 DP 从站的节点状态 (通过对象 0x800z+ (m-1) * 16 (1 ≤ m ≤ 127) 配置)	UINT32	RO	0xF102:m, 8

## Index 1A84 DPM TxPDO-Map DP Diag

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A84:0	DPM TxPDO-Map DP Diag	每个配置的 DP 从站在该 PDO 中都有一个位, 如果诊断信息 (对象 0xF103) 发生变化, 该位将被置位。该 PDO 是可选项。	UINT8	RO	已配置 DP 从站的数量
1A84:01		第 1 个已配置 DP 从站的诊断标志 (通过对象 0x800z 配置)	UINT32	RO	0xF103:01, 1
...					
1A84:FF		最后 (第 m 个) 配置的 DP 从站的诊断标志 (通过对象 0x800z+ (m-1) * 16 (1 ≤ m ≤ 127) 配置)	UINT32	RO	0xF103:m, 1



## Index 1A85 DPM TxPDO-Map DP-Master Diag

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A85:0	DPM TxPDO-Map DP-Master Diag	PDO 映射 TxPDO 134 包含 DP 主站状态 (对象 0xF101 [▶_157])	UINT8	RW	0x0D (13 <sub>dec</sub> )
1A85:01	SubIndex 001	第 1 个 PDO 映射条目 (对象 0xF101 (DP Master Status data), 条目 0x01 (Bus Error Counter))	UINT32	RW	0xF101:01, 16
1A85:02	SubIndex 002	第 2 个 PDO 映射条目 (对象 0xF101 (DP Master Status data), 条目 0x02 (Cycle Counter))	UINT32	RW	0xF101:02, 16
1A85:03	SubIndex 003	第 3 个 PDO 映射条目 (对象 0xF101 (DP Master Status data), 条目 0x03 (Slave Status Counter))	UINT32	RW	0xF101:03, 16
1A85:04	SubIndex 004	第 4 个 PDO 映射条目 (对象 0xF101 (DP Master Status data), 条目 0x04 (Cycle Time))	UINT32	RW	0xF101:04, 16
1A85:05	SubIndex 005	第 5 个 PDO 映射条目 (对象 0xF101 (DP Master Status data), 条目 0x05 (Repeat Counter))	UINT32	RW	0xF101:05, 16
1A85:06	SubIndex 006	第 6 个 PDO 映射条目 (16 位对齐)	UINT32	RW	0x0000:00, 16
1A85:07	SubIndex 007	第 7 个 PDO 映射条目 (16 位对齐)	UINT32	RW	0x0000:00, 16
1A85:08	SubIndex 008	第 8 个 PDO 映射条目 (8 位对齐)	UINT32	RW	0x0000:00, 8
1A85:09	SubIndex 009	第 9 个 PDO 映射条目 (4 位对齐)	UINT32	RW	0x0000:00, 4
1A85:0A	SubIndex 010	第 10 个 PDO 映射条目 (对象 0xF101 (DP Master Status data), 条目 0x14 (Device Diag))	UINT32	RW	0xF101:14, 1
1A85:0B	SubIndex 011	第 11 个 PDO 映射条目 (对象 0xF101 (DP Master Status data), 条目 0x15 (Sync Error))	UINT32	RW	0xF101:15, 1
1A85:0C	SubIndex 012	第 12 个 PDO 映射条目 (对象 0xF101 (DP Master Status data), 条目 0x16 (Cycle Toggle))	UINT32	RW	0xF101:16, 1
1A85:0D	SubIndex 013	第 13 个 PDO 映射条目 (对象 0xF101 (DP Master Status data), 条目 0x17 (Cycle State))	UINT32	RW	0xF101:17, 1

## Index 1A86 DPM TxPDO-Map Cycle Statistics

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A86:0	DPM TxPDO-Map Cycle Statistics	PDO 映射 TxPDO 135 包含 SM 同步模式的 DP 主站周期统计数据 (对象 0xF10F [▶_158])	UINT8	RW	0x05 (5 <sub>dec</sub> )
1A86:01	SubIndex 001	第 1 个 PDO 映射条目 (对象 0xF10F (Cycle Statistic data), 条目 0x03 (Cycle Time))	UINT32	RW	0xF10F:03, 16
1A86:02	SubIndex 002	第 2 个 PDO 映射条目 (对象 0xF10F (Cycle Statistic data), 条目 0x04 (Cycle Distance Time))	UINT32	RW	0xF10F:04, 16
1A86:03	SubIndex 003	第 3 个 PDO 映射条目 (对象 0xF10F (Cycle Statistic data), 条目 0x05 (Output Calc And Copy Time))	UINT32	RW	0xF10F:05, 16
1A86:04	SubIndex 004	第 4 个 PDO 映射条目 (对象 0xF10F (Cycle Statistic data), 条目 0x06 (Input Calc And Copy Time))	UINT32	RW	0xF10F:04, 16
1A86:05	SubIndex 005	第 5 个 PDO 映射条目 (对象 0xF10F (Cycle Statistic data), 条目 0x07 (Output Delay Time))	UINT32	RW	0xF10F:07, 16

## Index 1A87 DPM TxPDO-Map DC Cyclic Statistics

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A87:0	DPM TxPDO-Map DC Cyclic Statistics	PDO 映射 TxPDO 136 包含 DC 模式的 DP 主站周期统计数据 (对象 0xF10F [▶_158])	UINT8	RW	0x06 (6 <sub>dec</sub> )
1A87:01	SubIndex 001	第 1 个 PDO 映射条目 (对象 0xF10F (Cycle Statistic data), 条目 0x03 (Cycle Time))	UINT32	RW	0xF10F:03, 16
1A87:02	SubIndex 002	第 2 个 PDO 映射条目 (对象 0xF10F (Cycle Statistic data), 条目 0x04 (Cycle Distance Time))	UINT32	RW	0xF10F:04, 16
1A87:03	SubIndex 003	第 3 个 PDO 映射条目 (对象 0xF10F (Cycle Statistic data), 条目 0x05 (Output Calc And Copy Time))	UINT32	RW	0xF10F:05, 16
1A87:04	SubIndex 004	第 4 个 PDO 映射条目 (对象 0xF10F (Cycle Statistic data), 条目 0x06 (Input Calc And Copy Time))	UINT32	RW	0xF10F:04, 16
1A87:05	SubIndex 005	第 5 个 PDO 映射条目 (对象 0xF10F (Cycle Statistic data), 条目 0x07 (Output Delay Time))	UINT32	RW	0xF10F:07, 32
1A87:06	SubIndex 006	第 6 个 PDO 映射条目 (对象 0xF10F (Cycle Statistic data), 条目 0x08 (SM/SYNC Event Distance Time))	UINT32	RW	0xF10F:08, 32

## Index 1A88 DPM TxPDO-Map Redundancy Status

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A88:0	DPM TxPDO-Map Redundancy Status	PDO 映射 TxPDO 137	UINT8	RO	0x05 (5 <sub>dec</sub> )
1A88:01	SubIndex 001	第 1 个 PDO 映射条目 (对象 0xF118, 条目 0x01)	UINT32	RO	0xF118:01, 1
1A88:02	SubIndex 002	第 2 个 PDO 映射条目 (15 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 15
1A88:03	SubIndex 003	第 3 个 PDO 映射条目 (对象 0xF118, 条目 0x11)	UINT32	RO	0xF118:11, 16
1A88:04	SubIndex 004	第 4 个 PDO 映射条目 (对象 0xF118, 条目 0x12)	UINT32	RO	0xF118:12, 16
1A88:05	SubIndex 005	第 5 个 PDO 映射条目 (对象 0xF118, 条目 0x11)	UINT32	RO	0xF118:13, 16

## Index 1C00 Sync manager type

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1C00:0	Sync Manager type	使用 Sync Manager	UINT8	RO	0x04 (4 <sub>dec</sub> )
1C00:01	SubIndex 001	Sync-Manager 类型通道 1: 邮箱写入	UINT8	RO	0x01 (1 <sub>dec</sub> )
1C00:02	SubIndex 002	Sync-Manager 类型通道 2: 邮箱读取	UINT8	RO	0x02 (2 <sub>dec</sub> )
1C00:03	SubIndex 003	Sync-Manager 类型通道 3: 过程数据写入 (输出)	UINT8	RO	0x03 (3 <sub>dec</sub> )
1C00:04	SubIndex 004	Sync-Manager 类型通道 4: 过程数据读取 (输入)	UINT8	RO	0x04 (4 <sub>dec</sub> )

## Index 1C12 RxPDO assign

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1C12:0	RxPDO assign	PDO Assign Outputs: 必须按照 Index 顺序分配 RxPDO。如果在 StartUp SDO 中传输对象 0x1C12, 则必须为已配置 DP 从站分配 RxPDO (0x1600 [▮ 146]-0x167E)。	UINT8	RW	0x00 (0 <sub>dec</sub> )
1C12:01		第 1 个分配的 RxPDO (包含相关 RxPDO 映射对象的 Index )			
...					
1C12:7E		第 126 个分配的 RxPDO (包含相关 RxPDO 映射对象的 Index )			

## Index 1C13 TxPDO assign

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1C13:0	TxPDO assign	PDO Assign Inputs: 必须按照 Index 顺序分配 TxPDO。如果在 StartUp SDO 中传输对象 0x1C13, 则必须为已配置 DP 从站分配 RxPDO (0x1A00 [▮ 147]-0x1A7C)。然后仍可通过 TxPDO 分配决定是否向 EtherCAT 输入数据传输以下 TxPDO: PDO State (Index 0x1A81 [▮ 148])、PDO Toggle (Index 0x1A82 [▮ 148])、DP Diag (Index 0x1A83 [▮ 148])、DP Status (Index 0x1A84 [▮ 148])、DP Master Diag (Index 0x1A85 [▮ 148])、Cycle Statistics (Index 0x1A86 [▮ 149]) 和 DC Cycle Statistics (Index 0x1A87 [▮ 149])。	UINT8	RW	
1C13:01		第 1 个分配的 TxPDO (包含相关 TxPDO 映射对象的 Index )	UINT16	RW	
...					
1C13:86		第 134 个分配的 TxPDO (包含相关 TxPDO 映射对象的 Index )	UINT16	RW	

Index 1C32 SM output parameter

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1C32:0	SM output parameter	输出的同步参数	UINT8	RO	0x20 (32 <sub>dec</sub> )
1C32:01	Sync mode	当前的同步模式： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0: Free Run</li> <li>• 1: 与 SM 2 事件同步 (SM 同步)</li> <li>• 2: DC 模式 - 与 SYNC1 事件同步 (DC-SYNCO 同步)</li> <li>• 3: DC 模式 - 与 SYNC1 事件同步 (DC-SYNC1 同步)</li> </ul>	UINT16	RW	0x0001 (1 <sub>dec</sub> )
1C32:02	Cycle time	周期 (单位: ns)： <ul style="list-style-type: none"> <li>• Free Run: 本地定时器的周期</li> <li>• 与 SM 2 事件同步: 主站周期</li> <li>• DC 模式: SYNC0 周期 (通常也是主站的周期)</li> </ul>	UINT32	RW	0x000F4240 (1000000 <sub>dec</sub> )
1C32:03	Shift time	仅限 DC 模式 (如 0x1C32:09 [►_151])	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dec</sub> )
1C32:04	Sync modes supported	支持的同步模式： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 位 0 = 1: 支持 Free Run</li> <li>• 位 1 = 1: 支持与 SM 2 事件同步</li> <li>• 位 2-3 = 01: 支持 DC 模式</li> <li>• 位 4-5 = 10: SYNC1 事件下的输出偏移 (仅 DC 模式)</li> <li>• 位 14 = 1: 动态周期 (在写入 1C32:08 [►_151] 时开始测量)</li> </ul>	UINT16	RO	0x440B (17419 <sub>dec</sub> )
1C32:05	Minimum cycle time	此条目包含 DP 循环的测量周期 (单位: ns), 包括 EtherCAT 过程数据的更新; 最大测量值 (0x1C32:06+0x1C33:09+0x1C33:06 之和) 位于此处。如果 CycleExceeded 计数器 (0x1C32:0C 或 0x1C33:0C) 递增, 则说明 0x1C32:02 中设置的周期对于配置的 DP 总线结构过低。	UINT32	RO	0x0003CFB1 (249777 <sub>dec</sub> )
1C32:06	Calc and copy time	该条目包含第一个事件——SM2 (SM-同步或 DC SYNC0-同步) 或 SYNC0 (DC SYNC1-同步) ——之后到 DP 循环 (SM-同步) 开始前的测量时间, 或最早可能发生第二个事件 (SYNC0 (DC SYNC0-同步) 或 SYNC1 (DC SYNC1-同步)) 的测量时间。在设置 DC SYNC0-同步时, 还需为 EtherCAT 主站输出的 SYNC shift time 同步偏移时间考虑该测量时间 (Calc and copy time)。在设置 DC SYNC1-同步时, 还需为 EL6731 的 SYNC1 shift time 同步偏移时间考虑该测量时间 (Calc and copy time)。如果 ShiftTooShort 计数器 (0x1C32:0D) 递增, 则说明对应的 shift time (偏移时间) 设置过低。	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dec</sub> )
1C32:07	Minimum delay time		UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dec</sub> )
1C32:08	Command	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0: 本地周期的测量停止</li> <li>• 1: 本地周期的测量开始</li> </ul> 条目 0x1C32:03 [►_151]、0x1C32:05 [►_151]、0x1C32:06 [►_151]、0x1C32:09 [►_151]、0x1C33:03 [►_153]、0x1C33:06 [►_151]、0x1C33:09 [►_153] 更新为最大测量值。 对于后续的测量, 测量值被重置。	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dec</sub> )
1C32:09	Delay time	该条目包含第二个事件 (SYNC0 事件 (DC-SYNCO 同步) 或 SYNC1 事件 (DC SYNC1 同步)) 之后的时间, 以及输出的时间和输出量 (单位: ns, 仅限 DC 模式)	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dec</sub> )

## Index 1C32 SM output parameter

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1C32:0B	SM event missed counter	该条目包含 OPERATIONAL 期间缺失的 SM 事件数量（仅 DC 模式）。从 SAFEOP 过渡到 OP 时，计数器自动重置。如果该值递增，则说明 EtherCAT 主站输出的 SYNC shift time 同步偏移时间太短。	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dec</sub> )
1C32:0C	Cycle exceeded counter	该条目包含 OPERATIONAL 期间超出周期的次数（周期没有及时完成或下一个周期开始得太早）。从 SAFEOP 过渡到 OP 时，计数器自动重置。如果该值增量，则说明 EtherCAT 主站的周期太短。	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dec</sub> )
1C32:0D	Shift too short counter	此条目包含 SM2 与 SYNC 0 事件（DC SYNC0）或 SYNC0 与 SYNC1 事件（DC SYNC1）之间间隔过短的次数。从 SAFEOP 过渡到 OP 时，计数器自动重置。如果该值增量，则说明 EtherCAT 主站（DC SYNC0）的输出 SYNC 切换时间或 EL6731（DC SYNC1）的 SYNC1 shift time 同步偏移时间过短。	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dec</sub> )
1C32:0F	Minimum Cycle Distance				0x00000000 (0 <sub>dec</sub> )
1C32:10	Maximum Cycle Distance				0x00000000 (0 <sub>dec</sub> )
1C32:11	Minimum SM SYNC Distance				0x00000000 (0 <sub>dec</sub> )
1C32:12	Maximum SM SYNC Distance				0x00000000 (0 <sub>dec</sub> )
1C32:13	Application Cycle Exceeded Counter				0x0000 (0 <sub>dec</sub> )
1C32:14	Frame repeat time				0x00000000 (0 <sub>dec</sub> )
1C32:20	Sync error	在上一周期同步出错（输出太晚；仅 DC 模式）	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dec</sub> )

## Index 1C33 SM input parameter

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1C33:0	SM input parameter	输入的同步参数	UINT8	RO	0x20 (32 <sub>dec</sub> )
1C33:01	Sync mode	当前的同步模式： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0: Free Run</li> <li>• 1: 与 SM 3 事件同步（无输出可用）</li> <li>• 2: DC - 与 SYNC0 事件同步</li> <li>• 3: DC - 与 SYNC1 事件同步</li> <li>• 34: 与 SM 2 事件同步（输出可用）</li> </ul>	UINT16	RW	0x0022 (34 <sub>dec</sub> )
1C33:02	Cycle time	如 <a href="#">0x1C32:02 [► 151]</a>	UINT32	RW	0x000F4240 (1000000 <sub>dec</sub> )
1C33:03	Shift time	从 SYNC0 事件到读取输入的时间（单位：ns，仅 DC 模式）	UINT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dec</sub> )
1C33:04	Sync modes supported	支持的同步模式： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 位 0: 支持 Free Run</li> <li>• 位 1: 支持与 SM 2 事件同步（输出可用）</li> <li>• 位 1: 支持与 SM 3 事件同步（无输出可用）</li> <li>• 位 2-3 = 01: 支持 DC 模式</li> <li>• 位 4-5=01: 基于本地事件的输入偏移（输出可用）</li> <li>• 位 4-5 = 10: 基于 SYNC1 事件的输入偏移（无输出可用）</li> <li>• 位 14 = 1: 动态周期（在写入 <a href="#">0x1C32:08 [► 151]</a> 或 <a href="#">0x1C33:08 [► 153]</a> 时开始测量）</li> </ul>	UINT16	RO	0x440B (17419 <sub>dec</sub> )
1C33:05	Minimum cycle time	如 <a href="#">0x1C32:05 [► 151]</a>	UINT32	RO	0x0003CFB1 (249777 <sub>dec</sub> )
1C33:06	Calc and copy time	从读取输入到主站可以使用输入值之间的时间（单位：ns，仅 DC 模式）	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dec</sub> )
1C33:07	Minimum delay time		UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dec</sub> )
1C33:08	Command	如 <a href="#">0x1C32:08 [► 151]</a>	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dec</sub> )
1C33:09	Maximum delay time	从 SYNC1 事件到读取输入的时间（单位：ns，仅 DC 模式）	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dec</sub> )
1C33:0B	SM event missed counter	如 <a href="#">0x1C32:11 [► 151]</a>	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dec</sub> )
1C33:0C	Cycle exceeded counter	如 <a href="#">0x1C32:12 [► 151]</a>	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dec</sub> )
1C33:0D	Shift too short counter	如 <a href="#">0x1C32:13 [► 151]</a>	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dec</sub> )
1C32:0F	Minimum Cycle Distance		UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dec</sub> )
1C32:10	Maximum Cycle Distance		UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dec</sub> )
1C32:11	Minimum SM SYNC Distance		UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dec</sub> )
1C32:12	Maximum SM SYNC Distance		UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dec</sub> )
1C32:13	Application Cycle Exceeded Counter		UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dec</sub> )
1C32:14	Frame repeat time		UINT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dec</sub> )
1C33:20	Sync error	如 <a href="#">0x1C32:32 [► 151]</a>	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dec</sub> )

### 6.1.3.2 描述文件定义的对象（0x6000-0xFFFF）

对于所有支持 5001设备描述规约的 EtherCAT 从站，描述文件定义的对象具有相同的含义。

#### Index 6000-67C0 DP Inputs Slave yyy

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
6000+n*16:0	DP Inputs Slave yyy	每个配置的 DP 从站都有该对象，它包含 DP 从站的 DP 输入数据。对于在对象 0x8002 [▮_156]+ (n*16) 中配置了 DP 输入数据的每个 DP Module，在输入数据对象 0x6000+ (n*16) 中都有一个条目。因此，DP 模块 m 对应 SubIndex m；如果 DP Module 不包含任何 DP 输入数据，则该 SubIndex 不存在。如果 DP 从站不包含任何 DP 输入数据，则对象 0x6000+ (n*16) 不存在。SubIndex 0 表示已配置的第 (n+1) 个 DP 从站的 DP Module 数量。	UINT8	RO	
(6000+n*16):01		如果第 1 个 DP Module 中有 DP 输入数据：则为第 1 个 DP Module 的 DP 输入数据	OCTET-STRING	RO	
...					
(6000+n*16):m		如果第 m 个 DP Module 中有 DP 输入数据：则为第 m 个 DP Module 的 DP 输入数据	OCTET-STRING	RO	

#### Index 7000-77C0 DP Outputs Slave yyy

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
7000+n*16:0	DP Outputs Slave yyy	每个配置的 DP 从站都有该对象，它包含 DP 从站的 DP 输出数据。对于在对象 0x8002 [▮_156]+ (n*16) 中配置了 DP 输出数据的每个 DP Module，在输入数据对象 0x7000+ (n*16) 中都有一个条目。因此，DP 模块 m 对应 SubIndex m；如果 DP Module 不包含任何 DP 输出数据，则该 SubIndex 不存在。如果 DP 从站不包含任何 DP 输出数据，则对象 0x7000+ (n*16) 不存在。SubIndex 0 表示已配置的第 (n+1) 个 DP 从站的 DP Module 数量。	UINT8	RO	
(7000+n*16):01		如果第 1 个 DP Module 中有 DP 输出数据：则为第 1 个 DP Module 的 DP 输出数据	OCTET-STRING	RO	
...					
(7000+n*16):F4		如果第 m 个 DP Module 中有 DP 输出数据：则为第 m 个 DP Module 的 DP 输出数据	OCTET-STRING	RO	

Index 8000-87C0 DP Slave Parameter Set Slave yyy

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值														
8000+n*16:0	DP Slave Parameter Set Slave yyy	该对象包含已配置的第 (n+1) 个 DP 从站的 DP 配置 (0 ≤ n < 125)。应通过 Complete Access 传输该对象, 或必须先将 SubIndex 0 设置为 0, 然后传输各个 SubIndex (忽略不存在或空缺的 SubIndex), 最后再将 SubIndex 0 设置为正确的值。	UINT8	RW	0x33 (51 <sub>dec</sub> )														
(8000+n*16):01	Station Address	DP 从站的 DP 站点地址, 允许值: 0-125, 条目 0xF020: (n+1) 将自动更新为该地址	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dec</sub> )														
(8000+n*16):04	Device type	DP 从站的 DP 标识号	UINT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dec</sub> )														
(8000+n*16):1D	Network Flags	为使用 DP 的 AMS 保留	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dec</sub> )														
(8000+n*16):1E	网络端口	为使用 DP 的 AMS 保留	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dec</sub> )														
(8000+n*16):1F	Network Segment Address	为使用 DP 的 AMS 保留	OCTET-STRING[6]	RW	{0}														
(8000+n*16):20	SI_Flag	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">SI_flag</td> </tr> <tr> <td>位 0-2</td> <td>保留, 必须为 0</td> </tr> <tr> <td>位 3</td> <td>激活 DP 从站的 DPV1 通信</td> </tr> <tr> <td>位 4</td> <td>数据交换报文作为 DXB 广播发送</td> </tr> <tr> <td>位 5</td> <td>故障安全功能已启用, 在 CLEAR (SAFE-OP) 状态下进行数据交换, 但无数据。</td> </tr> <tr> <td>位 6</td> <td>保留, 必须为 0</td> </tr> <tr> <td>位 7</td> <td>保留, 必须为 1</td> </tr> </table>	SI_flag		位 0-2	保留, 必须为 0	位 3	激活 DP 从站的 DPV1 通信	位 4	数据交换报文作为 DXB 广播发送	位 5	故障安全功能已启用, 在 CLEAR (SAFE-OP) 状态下进行数据交换, 但无数据。	位 6	保留, 必须为 0	位 7	保留, 必须为 1	UINT8	RW	0x80 (128 <sub>dec</sub> )
SI_flag																			
位 0-2	保留, 必须为 0																		
位 3	激活 DP 从站的 DPV1 通信																		
位 4	数据交换报文作为 DXB 广播发送																		
位 5	故障安全功能已启用, 在 CLEAR (SAFE-OP) 状态下进行数据交换, 但无数据。																		
位 6	保留, 必须为 0																		
位 7	保留, 必须为 1																		
(8000+n*16):21	Slave_Type	保留, 必须为 0	UINT8	RW	0x00 (0 <sub>dec</sub> )														
(8000+n*16):22	Max_Diag_Data_Len	DP 从站 DP 诊断数据 DiagData 的最大长度 (6 ≤ Max_Diag_Data_Len ≤ 244)	UINT8	RW															
(8000+n*16):23	Max_Alarm_Len	保留, 必须为 0	UINT8	RW	0x00 (0 <sub>dec</sub> )														
(8000+n*16):24	Max_Channel_Data_Length	DP 从站 DPV1 报文的最大长度 (4 ≤ Max_Channel_Data_Length ≤ 244)	UINT8	RW															
(8000+n*16):25	Diag_Upd_Delay	保留, 必须为 0	UINT8	RW	0x00 (0 <sub>dec</sub> )														
(8000+n*16):26	Alarm_Mode	保留, 必须为 0	UINT8	RW	0x00 (0 <sub>dec</sub> )														
(8000+n*16):27	Add_SI_Flag	保留, 必须为 1	UINT8	RW	0x01 (1 <sub>dec</sub> )														
(8000+n*16):28	CI_Timeout	等待 DPV1 的响应超时 (10 ms)	UINT16	RW															
(8000+n*16):29	Number of tolerated Data Exchange with no answer	保留, 必须为 0	UINT8	RW	0x00 (0 <sub>dec</sub> )														
(8000+n*16):2A	Parallel AoE Services	并行 AoE 服务的数量 (例如, 用于 DPV1); 数值 0 表示有 5 个并行服务	UINT8	RW	0x00 (0 <sub>dec</sub> )														
(8000+n*16):2B	Reaction on no answer	<table border="1"> <tr> <td>0</td> <td>退出数据交换</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>如果在 DP 看门狗时间内收到有效的数据交换响应, 则 DP 从站仍保持数据交换状态</td> </tr> </table>	0	退出数据交换	1	如果在 DP 看门狗时间内收到有效的数据交换响应, 则 DP 从站仍保持数据交换状态	BIT1	RW	0x00 (0 <sub>dec</sub> )										
0	退出数据交换																		
1	如果在 DP 看门狗时间内收到有效的数据交换响应, 则 DP 从站仍保持数据交换状态																		
(8000+n*16):2C	Restart behavior after DP fault	<table border="1"> <tr> <td>0</td> <td>DP 从站自动重启 (Set_Prm=Unlock, 然后是 Slave_Diag、Set_Prm=Lock、Chk_Cfg、Slave_Diag)。</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>必须通过 AoE 手动重启 DP 从站</td> </tr> </table>	0	DP 从站自动重启 (Set_Prm=Unlock, 然后是 Slave_Diag、Set_Prm=Lock、Chk_Cfg、Slave_Diag)。	1	必须通过 AoE 手动重启 DP 从站	BIT1	RW	0x00 (0 <sub>dec</sub> )										
0	DP 从站自动重启 (Set_Prm=Unlock, 然后是 Slave_Diag、Set_Prm=Lock、Chk_Cfg、Slave_Diag)。																		
1	必须通过 AoE 手动重启 DP 从站																		



## Index 8000-87C0 DP Slave Parameter Set Slave yyy

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值	
(8000+n*16):2D	Master reaction after DP fault	0	无响应	BIT1	RW	0x00 (0 <sub>dec</sub> )
		1	停止与所有 DP 从站的数据交换 (Set_Prm-Unlock 应用于所有从站); 必须通过 AoE 重新启动 DP 通信			
(8000+n*16):2E	Changes of DP Inputs after DP fault	0	TxPDO n 的数据设置为 0	BIT1	RW	0x00 (0 <sub>dec</sub> )
		1	TxPDO n 的数据保持不变			
(8000+n*16):2F	PKW supported	保留, 必须为 0	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dec</sub> )	
(8000+n*16):30	FDL only	保留, 必须为 0	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dec</sub> )	
(8000+n*16):31	Watchdog Base 1 ms	FALSE	DP 看门狗时间的单位为 10 ms	BOOLEAN	RW	0x00 (0 <sub>dec</sub> )
		TRUE	DP 看门狗时间的单位为 1 ms			
(8000+n*16):33	Cycle Access Divider	保留, 必须为 1	UINT8	RW	0x01 (1 <sub>dec</sub> )	
(8000+n*16):34	Cycle Access Modulo	保留, 必须为 0	UINT8	RW	0x00 (0 <sub>dec</sub> )	
(8000+n*16):35	Vendor specific reserved	保留, 必须为 0	OCTET-STRING[25]	RW	{0}	

## Index 8001-87C1 DP PrmData Slave yyy

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
8001+n*16:0	DP PrmData Slave yyy	该对象包含已配置的第 (n+1) 个 DP 从站的 DP Prm 参数。	OCTET-STRING[244]	RW	{0}

## Index 8002-87C2 DP CfgData Slave yyy

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
8002+n*16:0	DP CfgData Slave yyy	该对象包含已配置的第 (n+1) 个 DP 从站的 DP 配置数据。	OCTET-STRING[244]	RW	{0}

## Index A000-A7C0DP Status data Slave yyy

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
A000+n*16:0	DP Status data Slave.000	该对象包含已配置的第 (n+1) 个 DP 从站的状态数据。	UINT8	RO	0x04 (4 <sub>dec</sub> )
(A000+n*16):01	DP state	DP 连接状态 (与条目 0xF102 [▶_157]:(n+1) 相同)	UINT8	RO	0x00 (0 <sub>dec</sub> )
(A000+n*16):02	Ext Diag	该条目显示对象 0xA002+(n*16) 中的诊断信息是否发生变化	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dec</sub> )
(A000+n*16):03	Repeat Counter	每次向 DP 从站发送重复报文时, 该条目都会递增。	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dec</sub> )
(A000+n*16):04	No Answer Counter	每向 DP 从站发送一份报文且没有得到响应, 该条目就会递增	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dec</sub> )

## Index A002-A07E DP Diag data Slave.000

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
A002+n*16:0	DP Diag data Slave.000	该对象包含已配置的第 (n+1) 个 DP 从站的 DP 诊断数据。	OCTET-STRING[244]	RO	{0}

## Index F000 Modular device profile

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
F000:0	Modular device profile	模块化设备描述文件的常规信息	UINT8	RO	0x02 (2 <sub>dec</sub> )
F000:01	Module index distance	通道之间对象索引号 Index 的间隔	UINT16	RO	0x0010 (16 <sub>dec</sub> )
F000:02	Maximum number of modules	通道数量	UINT16	RO	0x007D (125 <sub>dec</sub> )
F000:03	General Configuration Entries	常规配置条目	UINT32	RO	0x70000009 (1879048201 <sub>dec</sub> )

Index F008 Code word

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
F008:0	Code word	保留	UINT32	RW	0x00000000 (0 <sub>dec</sub> )

Index F010 Module list

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
F010:0	Module list	最大SubIndex	UINT8	RW	0x00 (0 <sub>dec</sub> )
F010:01		保留			
...		保留			
F010:7D		保留			

Index F101 DP Master Status data

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
F101:0	DP Master Status data	该对象包含 DP 主站状态数据，这些数据映射到 TxPDO 134 (Index 0x1A85 [▶ 149])	UINT8	RO	0x17 (23 <sub>dec</sub> )
F101:01	Bus Error Counter	随每次总线错误递增	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dec</sub> )
F101:02	Cycle Counter	随每个 DP 周期递增	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dec</sub> )
F101:03	Slave Status Counter	上一周期未交换数据的 DP 从站数量	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dec</sub> )
F101:04	Cycle Time	前一个 DP 周期的周期，单位：1/9 μs	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dec</sub> )
F101:05	Repeat Counter	前一个 DP 周期的重复次数	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dec</sub> )
F101:14	Device Diag	表示主站中是否存在可通过 AoE 收集的诊断信息	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dec</sub> )
F101:15	Sync Error	在DC (Distributed Clocks) 模式下，如果上一周期发生了同步错误，则该位被置位	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dec</sub> )
F101:16	Cycle Toggle	随每个 DP 周期切换	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dec</sub> )
F101:17	Cycle State	如果至少有一个 DP 从站没有进行数据交换，则该位被置位	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dec</sub> )

Index F102 DP Slave Status data

Index	名称	含义	数据类型	标志	默认值
F102:0	DP Slave Status data	该对象包含与 DP 从站的通信状态，该状态映射到 TxPDO 133 (Index 0x1A84 [▶ 148])	UINT8	RO	
F102:01		第 1 个已配置 DP 从站的通信状态 (在对象 0x8000 [▶ 155]、0x8001 [▶ 156]、0x8002 [▶ 156] 中)	UINT8	RO	
		0 从站正在交换数据；DP 输入已更新			
		1 从站停用 (通过 AoE)			
		2 从站无响应			
		3 从站正在与另一个主站交换数据			
		4 从站响应错误 (例如，在数据交换的情况下服务未激活)			
		5 从站报告参数化错误 (SetPrm 报文出错 (通常为 Ident-Number 或 UserPrmData))			
		6 从站报告不支持 DP 功能			
		7 从站报告配置错误 8 - ChkCfg 报文出错 (通常是配置的 DP Module不正确)			
		8 从站处于 DP 启动状态，但尚未准备好进行数据交换			
		9 从站报告静态诊断			
		11 响应时发生总线错误 (例如奇偶校验或校验和错误)			
		14 响应时发生报文错误 (例如 Request 位被置位)			
		15 从站报告没有资源 (例如 PrmData 或 CfgData 太长)			
		16 从站报告 DP 服务未激活			
		17 收到意外报文 (例如等待从站响应时的令牌)			
		18 从站已准备好进行数据交换，但尚未通过 EtherCAT 交换过程数据			
...					
F102:7D		第 m 个已配置 DP 从站的通信状态	UINT8	RO	

## Index F10F Cycle Statistic data

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
F10F:0	Cycle Statistic data	该对象包含各最近一个周期的测量时间。它们可以通过 TxPDO 135 (0x1A86 [►_149]) 或 TxPDO 136 (0x1A87 [►_149]) 进行周期性传输, 然后始终包含前一周期的值。	UINT8	RO	0x08 (8 <sub>dec</sub> )
F10F:01	Multiplier	0xF10F:03、0xF10F:04、0xF10F:05 和 0xF10F:06 必须乘以该值, 才能将这些条目转换为单位 100 ns。	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dec</sub> )
F10F:02	Divider	0xF10F:03、0xF10F:04、0xF10F:05 和 0xF10F:06 必须除以该值, 才能将这些条目转换为单位 100 ns。	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dec</sub> )
F10F:03	Cycle Time	前一个 DP 周期的周期 (0x1C32:05 [►_151]), 以本地 tick 为单位	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dec</sub> )
F10F:04	Cycle Distance Time	最近两个 SM2 事件之间的间隔 (仅限 0x1C32:01 [►_151] = 1 或 0x1C32:01 = 2 时)	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dec</sub> )
F10F:05	Output Calc And Copy Time	前一个 DP 周期的输出计算和复制时间 (0x1C32:06 [►_151]), 以本地 tick 为单位	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dec</sub> )
F10F:06	Input Calc And Copy Time	前一个 DP 周期的输入计算和复制时间 (0x1C33:06), 以本地 tick 为单位	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dec</sub> )
F10F:07	Output Delay Time	前一个周期的输出延迟时间 (0x1C32:09 [►_151]), 单位: ns	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dec</sub> )
F10F:08	SM/SYNC Event Distance Time	上一个周期的 SM/SYNCO 事件间隔时间 (SM2 与 SYNCO 事件之间的间隔), 单位: ns (必须通过 ET1100 中的寄存器 0x816 激活)。	INT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dec</sub> )

## Index F800 DP Bus Parameter Set

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
F800:0	DP Bus Parameter Set	该对象包含 DP 总线参数。应通过 Complete Access 传输该对象, 或必须先将 SubIndex 0 设置为 0, 然后传输各个 SubIndex (忽略不存在或空缺的 SubIndex), 最后再将 SubIndex 0 设置为正确的值。	UINT8	RW	0x18 (24 <sub>dec</sub> )
F800:01	DL_Add	DP 主站地址	UINT8	RW	0x00 (0 <sub>dec</sub> )
F800:02	Data_rate	波特率 0 9.6 kbaud 1 19.2 kbaud 2 93.75 kbaud 3 187.5 kbaud 4 500 kbaud 6 1.5 Mbaud 7 3 Mbaud 8 6 Mbaud 9 12 Mbaud	UINT8	RW	0x00 (0 <sub>dec</sub> )
F800:03	Tsl	时隙, 单位: 比特时间	UINT16	RW	*
F800:04	min Tsdr	最小 TSDR, 单位: 比特时间	UINT16	RW	0x0B (11 <sub>dec</sub> )
F800:05	max Tsdr	最大 TSDR, 单位: 比特时间	UINT16	RW	*
F800:06	Tqui	静默时间, 单位: 比特时间	UINT8	RW	*
F800:07	Tset	设置时间, 单位: 比特时间	UINT8	RW	*
F800:08	Ttr	目标令牌旋转时间, 单位: 比特时间	UINT32	RW	*
F800:09	G	GAP 更新因子 (1-100)	UINT8	RW	0x64 (100 <sub>dec</sub> )
F800:0A	HSA	最高主站地址 (0-126)	UINT8	RW	0x7E (126 <sub>dec</sub> )
F800:0B	max_retry_limit	最大重复次数 (1-8)	UINT8	RW	*
F800:0C	Bp_Flag	位 0 单主站运行 (不发送 GAP 更新) 位 1-6 保留, 必须为 0 位 8 Auto-Clear 模式已开启 (如果 DP 从站未进行数据交换, 则 DP 主站进入 CLEAR 状态)	UINT8	RW	0x00 (0 <sub>dec</sub> )

Index F800 DP bus parameter set

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值	
F800:0D	Min_Slave_Interval	DP 报文的周期（数据交换除外，因为它与 EtherCAT 主站同步运行）	UINT16	RW	*	
F800:0E	Poll_Timeout	保留，必须为 0	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dec</sub> )	
F800:0F	Data_Control_Time	Global_Control 报文的周期	UINT16	RW	*	
F800:10	Alarm_Max	保留，必须为 0	UINT8	RW	0x00 (0 <sub>dec</sub> )	
F800:11	Max_User_Global_control	保留，必须为 0	UINT8	RW	0x00 (0 <sub>dec</sub> )	
F800:12	Max Retry Limit (Data-Exchange)	数据交换最大重复次数	BIT4	RW	*	
F800:13	Send Set-Prm-Unlock	保留，必须为 0	BIT2	RW	0x00 (0 <sub>dec</sub> )	
F800:14	Auto Clear Mode	保留，必须为 0	BIT2	RW	0x00 (0 <sub>dec</sub> )	
F800:15	Operate Delay (in 100 ms)	根据本设置确定在 OP 状态下自动切换到 OPERATE (Profibus 运行) 的延迟时间	UINT8	RW	0x00 (0 <sub>dec</sub> )	
F800:16	Safety Time (in us)	保留，必须为 0	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dec</sub> )	
F800:17	Flags	保留，必须为 0	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dec</sub> )	
F800:18	Watchdog Reaction	0	DP 主站处于 CLEAR 模式	OCTET-STRING[26]	RW	{0}
		1	DP 主站处于 OPERATE 模式			
		2	DP 主站处于 STOP 模式			
F800:1A	Vendor specific	保留，必须为 0	OCTET-STRING[26]	RW		

Index F920 AoE Settings

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
F920:0	AoE Settings	最大SubIndex	UINT8	RO	0x01 (1 <sub>dec</sub> )
F920:01	Local AoE Net ID	本地 AoE Net ID	OCTET-STRING[6]	RO	{0}

\* 这些参数取决于波特率，下表显示了不同波特率时的默认值：

Data_rate	Tsl	max. Tsdr	Tqui	Tset	Ttr	max_retry_limit	Min_Slave_Interval	Data_Control_Time	最大重试次数 (DX)
9 (12 Mbaud)	1000	800	9	16	12000	4	10	1	4
8 (6 Mbaud)	600	450	6	8	12000	3	20	2	3
7 (3 Mbaud)	400	250	3	4	12000	2	40	4	2
6 (1.5 Mbaud)	300	150	0	1	12000	1	80	8	1
4 (500 kbaud)	200	100	0	1	12000	1	200	20	1
3 (187.5 kbaud)	150	100	0	1	12000	1	400	40	1
2 (93.75 kbaud)	150	100	0	1	12000	1	800	80	1
1 (19.2 kbaud)	150	100	0	1	12000	1	4000	400	1
0 (9.6 kbaud)	150	100	0	1	12000	1	8000	800	1

## 6.2 PROFIBUS 从站

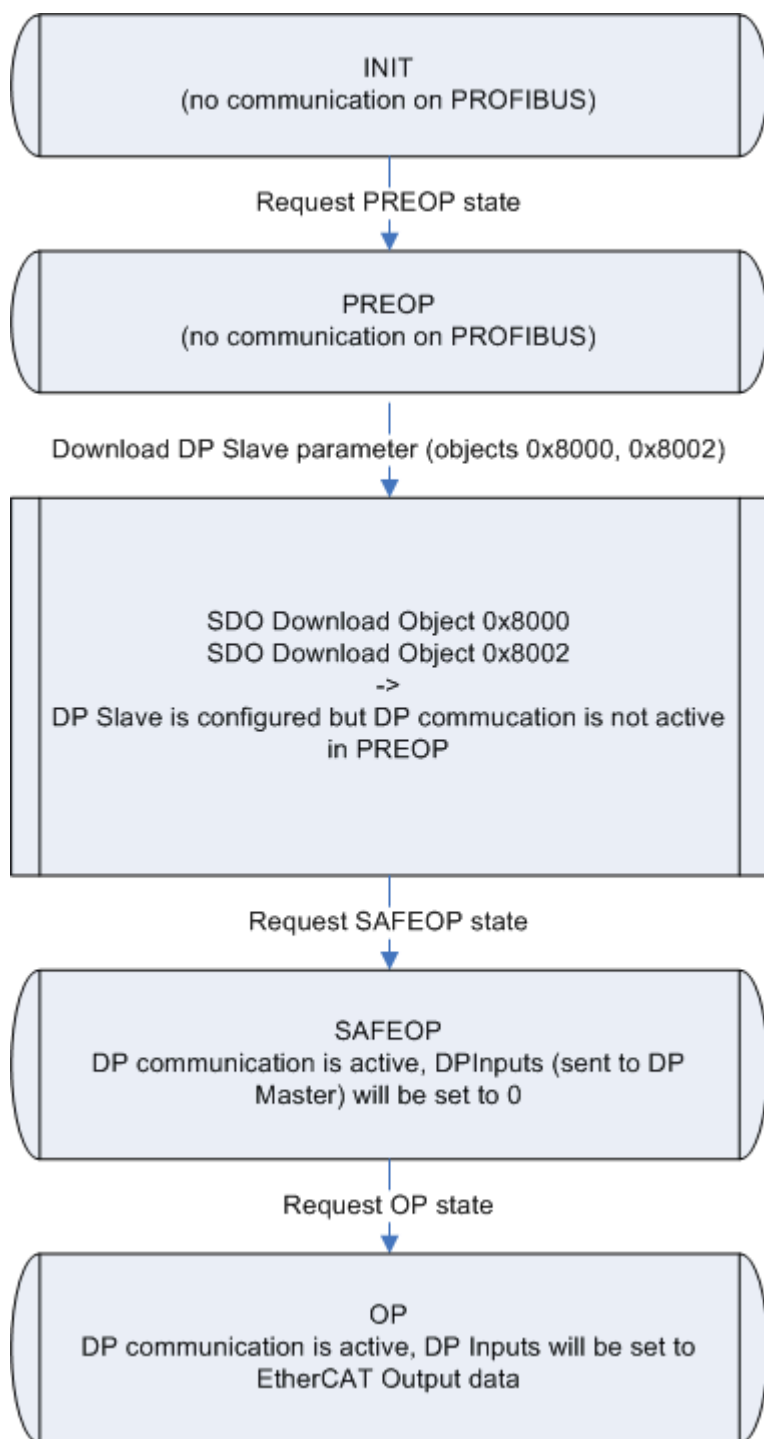
### 6.2.1 状态机

EL6731-0010 有多种配置方式:

1. 使用 StartUp SDO 配置 EL6731-0010 [► 160]: StartUp SDO 在 EtherCAT Configurator 中进行计算并传输到 EtherCAT 主站, 与在 TwinCAT System Manager 中进行的操作相同。
2. 使用 Backup Parameter Storage 配置 EL6731-0010 [► 162]: DP 从站的配置存储在 EL6731-0010 的闪存中, 只需传输一次。

**使用 StartUp SDO 配置 EL6731-0010:**

以下流程图显示了使用 StartUp SDO 配置 EL6731-0010 的顺序:



附图 134: 流程图: 使用 StartUp SDO 配置 EL6731-0010 的顺序

通电后, EL6731-0010 处于 INIT 状态, 没有 DP 配置。EL6731-0010 在 PROFIBUS 侧未启用。

### DP 从站配置

在 PREOP 状态下通过 SDO 下载进行 DP 配置。要加载的对象必须通过 Complete Access 或成套打包传输 (先将对象 0xF800 的 SubIndex 0 设置为 0, 然后写入 SubIndex 1-n, 再将 SubIndex 0 设置为 n)。因此, 应注意始终从对象 0xF800 [► 169] 开始。DP CfgData 将通过对象 0x8002 [► 169] 传输。接收到对象 0x8000 后, EL6731-0010 将在 PROFIBUS 上开始运行 (仅限 FDL, 无 DP)。EL6731-0010 支持波特率自动搜索, 因此无需配置波特率。

### PDO Mapping (映射)

有一个 EtherCAT RxPDO (如果 DP 从站有输入数据要发送到 DP 主站) 和一个 EtherCAT TxPDO (如果 DP 从站接收到 DP 主的输出数据)。下载对应的 0x8yyy 对象后, EL6731-0010 会自动计算 EtherCAT PDO 的 PDO 映射, 该映射可读取。PDO 映射对象只能写入 EL6731-0010 自行计算的值。写入 PDO 映射仅用于检查 EtherCAT Configurator 计算出的 PDO 映射, 因此可以省略。

### PDO Assign (分配)

此外, 还有一个包含状态信息的 EtherCAT PDO。该 PDO 通过 PDO Assign 选择。关于 PDO 在 PDO Assign 中的顺序, 必须确保已分配 EtherCAT PDO 的 Index 随着对应 PDO Assign 对象中的每个条目而增加。如果 EtherCAT 主站未在 StartUp SDO 中发送任何 PDO Assign, 则将分配 PDO 0x1A7F [► 166] 用于状态显示。

### 周期性 DP 通信

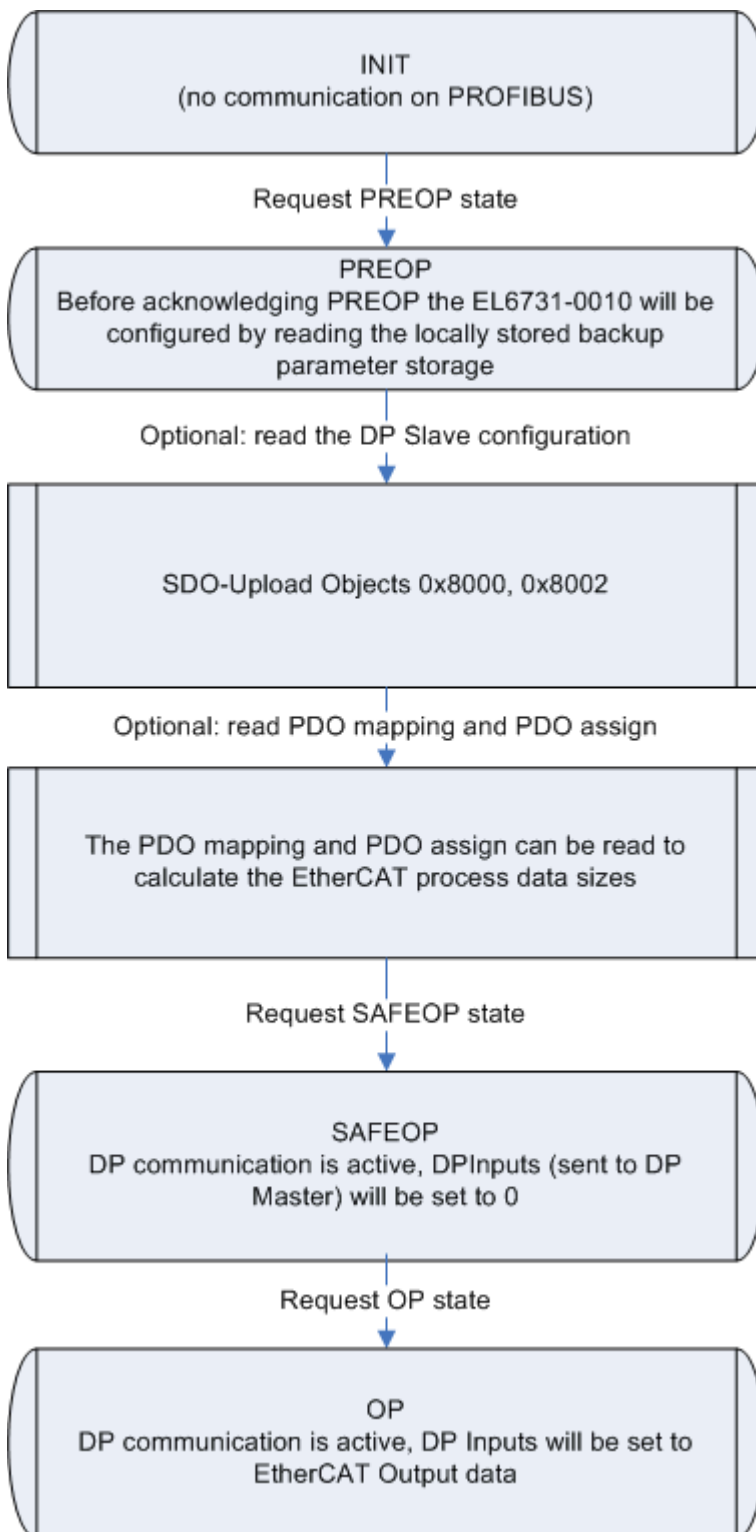
在向 SAFEOP 过渡期间, EL6731 将根据 PDO Mapping 和 PDO Assign 计算出的长度检查 Sync Manager 同步管理器通道 2 和 3 中配置的长度。只有当这些长度匹配时, 才会切换到 SAFEOP 状态。在 SAFEOP 状态下, EL6731-0010 的 DP 功能生效。当 EL6731-0010 处于 SAFEOP 状态时, 发送至 DP 主站的 DP 输入数据就会被设置为 0。如果 EL6731-0010 切换到 OP 状态, EtherCAT 输出的数据就会传输到 DP 主站。

EL6731-0010 的运行不受 EtherCAT 周期影响。

### 使用 Backup Parameter Storage 配置 EL6731-0010

以下流程图显示了使用 Backup Parameter Storage 配置 EL6731-0010 的顺序:





附图 135: 流程图: 使用 Backup Parameter Storage 配置 EL6731-0010 的顺序

通电后, EL6731-0010 处于 INIT 状态, 没有 DP 配置。EL6731-0010 在 PROFIBUS 侧未启用。

### DP 总线参数 / DP 从站配置

在 INIT 过渡到 PREOP 的期间, 加载 Backup Parameter Storage 对象 0x10F2 中存储的配置。由于使用 StartUp SDO 配置 EL6731-0010 [▶ 160] 中的 StartUp SDO 存储在 Backup Parameter Storage 对象中, 因此配置顺序与之相同。然后, 存储的数据首先写入对象 0x8000, EL6731-0010 在 PROFIBUS 上激活, 并自动搜索波特率。随后, 在对象 0x8002 中生成 DP 从站配置。如果退出 PREOP 状态, 则可以读取对象 0x8000 和 0x8002 中的当前 DP 配置。

## PDO Mapping (映射) /PDO Assign (分配)

此外，EtherCAT 主站还可以在 PREOP 状态下读取 PDO Mapping 和 PDO Assign，以确定 EtherCAT 过程数据的长度。

### 创建 Backup Parameter Storage

Backup Parameter Storage 的创建方法如下：

1. 下载对象 0x10F2（在 PREOP 状态下，事先未发送 StartUp SDO）：此时，接收到的数据将作为 Backup Parameter Storage 保存在闪存中

### 删除 Backup Parameter Storage

如要加载新的 Backup Parameter Storage 或删除现有 Backup Parameter Storage，必须将数值 0x64616F6C 写入条目 0x1011:01。

## 6.2.2 对象描述和参数设置

### ● EtherCAT XML 设备描述

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

### ● 通过 CoE 列表进行参数化 (CAN over EtherCAT)

**I** EtherCAT 设备通过 CoE-Online 选项卡（双击相应对象）或通过 Process Data 选项卡（分配PDO）进行参数化。在使用/操作 CoE 参数时，请注意以下一般 [CoE 注意事项 \[▶ 37\]](#)：

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

### 6.2.2.1 标准对象 (0x1000-0x1FFF)

这些标准对象对所有 EtherCAT 从站具有相同的含义。

#### Index 1000 Device type

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1000:0	Device type	EtherCAT 从站的设备类型：Lo-Word 包含使用的 CoE 设备描述规约（5001）。根据模块化设备配置文件，Hi-Word 包含模块配置文件。	UINT32	RO	0x0C1D1389 (203232137 <sub>dec</sub> )

#### Index 1008 Device name

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1008:0	Device name	EtherCAT 从站的设备名称	STRING	RO	EL6731-0010

#### Index 1009 Hardware version

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1009:0	Hardware version	EtherCAT 从站的硬件版本	STRING	RO	

#### Index 100A Software version

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
100A:0	Software version	EtherCAT 从站的固件版本	STRING	RO	

## Index 1011 Restore default parameters

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1011:0	Restore default parameters	恢复默认参数	UINT8	RO	
1011:01	SubIndex 001	如果此对象在设置值对话框中被设置为“0x64616F6C”，所有备份对象都被重置为它们的出厂状态。	UINT32	RW	

## Index 1018 Identity

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1018:0	Identity	识别从站的信息	UINT8	RO	0x04 (4 <sub>dec</sub> )
1018:01	Vendor ID	EtherCAT 从站的供应商 ID	UINT32	RO	0x00000002 (2 <sub>dec</sub> )
1018:02	Product code	EtherCAT 从站的产品代码	UINT32	RO	0x1A4B3052 (441135186 <sub>dec</sub> )
1018:03	Revision	EtherCAT 从站的修订版本号；低位字（位 0-15）表示特殊端子模块编号，高位字（位 16-31）表示设备描述	UINT32	RO	
1018:04	Serial number	EtherCAT 从站的序列号；低位字的低字节（位 0-7）包含生产年份，低位字的高字节（位 8-15）包含生产周数，高位字（位 16-31）为 0	UINT32	RO	

## Index 10F0 Backup parameter handling

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
10F0:0	Backup parameter handling	装载默认配置和保存备份条目的信息	UINT8	RO	
10F0:01	Checksum	Backup Parameter Storage 的校验和（对象 0x10F2 [►_165]，字 2-3）	UINT32	RO	

## Index 10F2 Backup parameter storage

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值																												
10F2:0	Backup parameter storage	<p>如果使用该对象，则在 PREOP 状态下不得传输任何 StartUp SDO，因为 Backup Parameter Storage 包含完整的 StartUp SDO（参见“使用 Backup Parameter Storage 配置 EL6731-0010”）。Backup Parameter Storage 闪烁 5s 后，EL6731-0010 重新启动（切换至 INIT，AL 状态代码 = 0x60）。这些数据的含义如下：</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Word-Offset 字偏移</th> <th>描述</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>命令：使用 0xCODE，接收到的数据将存储在闪存中</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>从 Word-Offset 偏移 4 开始的数据长度，以字节为单位</td> </tr> <tr> <td>2-3</td> <td>本地计算的校验和</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>第 1 个 StartUp SDO 对象的 Index</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>len1：作为 CompleteAccess（从 SubIndex 0 开始）的第 1 个 StartUp SDO 对象的长度，以字节为单位</td> </tr> <tr> <td>6-n1</td> <td>作为 CompleteAccess 的第 1 个 StartUp SDO 对象的数据 (n1 = 2*((len1+1)/2)+5)</td> </tr> <tr> <td>n1+1</td> <td>第 2 个 StartUp SDO 对象的 Index</td> </tr> <tr> <td>n1+2</td> <td>len2：作为 CompleteAccess（从 SubIndex 0 开始）的第 2 个 StartUp SDO 对象的长度，以字节为单位</td> </tr> <tr> <td>(n1+3)-n2</td> <td>作为 CompleteAccess 的第 2 个 StartUp SDO 对象的数据 (n2 = 2*((len2+1)/2)+n1+2)</td> </tr> <tr> <td>...</td> <td></td> </tr> <tr> <td>m</td> <td>第 3 个 StartUp SDO 对象的 Index</td> </tr> <tr> <td>m+1</td> <td>len3：作为 CompleteAccess（从 SubIndex 0 开始）的第 3 个 StartUp SDO 对象的长度，以字节为单位</td> </tr> <tr> <td>(m+2)-n3</td> <td>作为 CompleteAccess 的第 3 个 StartUp SDO 对象的数据 (n3 = 2*((len3+1)/2)+m+1)</td> </tr> </tbody> </table>	Word-Offset 字偏移	描述	0	命令：使用 0xCODE，接收到的数据将存储在闪存中	1	从 Word-Offset 偏移 4 开始的数据长度，以字节为单位	2-3	本地计算的校验和	4	第 1 个 StartUp SDO 对象的 Index	5	len1：作为 CompleteAccess（从 SubIndex 0 开始）的第 1 个 StartUp SDO 对象的长度，以字节为单位	6-n1	作为 CompleteAccess 的第 1 个 StartUp SDO 对象的数据 (n1 = 2*((len1+1)/2)+5)	n1+1	第 2 个 StartUp SDO 对象的 Index	n1+2	len2：作为 CompleteAccess（从 SubIndex 0 开始）的第 2 个 StartUp SDO 对象的长度，以字节为单位	(n1+3)-n2	作为 CompleteAccess 的第 2 个 StartUp SDO 对象的数据 (n2 = 2*((len2+1)/2)+n1+2)	...		m	第 3 个 StartUp SDO 对象的 Index	m+1	len3：作为 CompleteAccess（从 SubIndex 0 开始）的第 3 个 StartUp SDO 对象的长度，以字节为单位	(m+2)-n3	作为 CompleteAccess 的第 3 个 StartUp SDO 对象的数据 (n3 = 2*((len3+1)/2)+m+1)	OCTET-STRING[n]	RW	
Word-Offset 字偏移	描述																																
0	命令：使用 0xCODE，接收到的数据将存储在闪存中																																
1	从 Word-Offset 偏移 4 开始的数据长度，以字节为单位																																
2-3	本地计算的校验和																																
4	第 1 个 StartUp SDO 对象的 Index																																
5	len1：作为 CompleteAccess（从 SubIndex 0 开始）的第 1 个 StartUp SDO 对象的长度，以字节为单位																																
6-n1	作为 CompleteAccess 的第 1 个 StartUp SDO 对象的数据 (n1 = 2*((len1+1)/2)+5)																																
n1+1	第 2 个 StartUp SDO 对象的 Index																																
n1+2	len2：作为 CompleteAccess（从 SubIndex 0 开始）的第 2 个 StartUp SDO 对象的长度，以字节为单位																																
(n1+3)-n2	作为 CompleteAccess 的第 2 个 StartUp SDO 对象的数据 (n2 = 2*((len2+1)/2)+n1+2)																																
...																																	
m	第 3 个 StartUp SDO 对象的 Index																																
m+1	len3：作为 CompleteAccess（从 SubIndex 0 开始）的第 3 个 StartUp SDO 对象的长度，以字节为单位																																
(m+2)-n3	作为 CompleteAccess 的第 3 个 StartUp SDO 对象的数据 (n3 = 2*((len3+1)/2)+m+1)																																

## Index 1600 DPS RxPDO-Map Slave

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1600:0	DPS RxPDO-Map Slave	该 RxPDO 包含 DP 从站的 DP 输入数据，这些数据将被发送至 DP 主站。对于在对象 0x8002 [▶_169] 中配置了 DP 输入数据的每个 DP Module，在 RxPDO 映射对象 0x1600 中都有一个条目。如果 DP 从站不包含任何 DP 输入数据，则 PDO 映射对象 0x1600 不存在。此 PDO 必须存在，且必须始终包含在 PDO Assign 对象 0x1C12 [▶_167] 中。SubIndex 0 表示已配置的第 (n+1) 个 DP 从站带有输入数据的 DP Module 的数量。	UINT8	RO	
1600:01		DP 从站带有输入数据的第 1 个 DP Module	UINT32	RO	
...		...			
1600:m		DP 从站带有输入数据的最后一个 DP Module	UINT32	RO	

## Index 187F TxPDO-Par Status PDO

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
187F:0	TxPDO-Par Status PDO	PDO 参数 TxPDO 129	UINT8	RO	0x06 (6 <sub>dec</sub> )
187F:06	Exclude TxPDOs	指定不得与 TxPDO 128 一起传输的 TxPDO (TxPDO 映射对象的 Index )	OCTET-STRING[10]	RO	80 1A 00 00 00 00 00 00 00 00
187F:07	TxPDO State	如果 DP 从站未进行数据交换，则 TxPDO State 被置位	BOOLEAN	RO	
187F:09	TxPDO Toggle	TxPDO 切换状态的标记	BOOLEAN	RO	

## Index 1A00 DPS TxPDO-Map Slave

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A00:0	DPS TxPDO-Map Slave	该 TxPDO 包含 DP 主站接收到的 DP 从站 DP 输出数据。对于在对象 0x8002 [▶_169] 中配置了 DP 输出数据的每个 DP Module，在 TxPDO 映射对象 0x1A00 中都有一个条目。如果 DP 从站不包含任何 DP 输出数据，则 PDO 映射对象 0x1A00 不存在。此 PDO 必须存在，且必须始终包含在 PDO Assign 对象 0x1C13 [▶_167] 中。SubIndex 0 表示已配置的第 (n+1) 个 DP 从站带有输出数据的 DP Module 的数量。	UINT8	RO	
1A00:01		DP 从站带有输出数据的第 1 个 DP Module	UINT32	RO	
...		...			
1A00:m		DP 从站带有输出数据的最后一个 DP Module	UINT32	RO	

## Index 1A7F TxPDO-Map Status PDO

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1A7F:0	TxPDO-Map Status PDO	该 PDO 包含 DP 从站的状态信息 (对象 0xF100 [▶_170])	UINT8	RO	4
1A7F:01		第 1 个 PDO 映射条目 (对象 0xF100 (DP Status)，条目 0x01 (DP Communication Status))	UINT32	RO	0xF100:01, 08
1A7F:02		第 2 个 PDO 映射条目 (6 位对齐)	UINT32	RO	0x0000:00, 06
1A7F:03		第 3 个 PDO 映射条目 (对象 0xF100 (DP Status)，条目 0x0F (TxPDO State))	UINT32	RO	0xF100:0F, 01
1A7F:04		第 4 个 PDO 映射条目 (对象 0x1800 (TxPDO-Par Status PDO)，条目 0x09 (TxPDO Toggle))	UINT32	RO	0x1800:09, 01

## Index 1C00 Sync manager type

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1C00:0	Sync Manager type	使用 Sync Manager	UINT8	RO	0x04 (4 <sub>dec</sub> )
1C00:01	SubIndex 001	Sync-Manager 类型通道 1: 邮箱写入	UINT8	RO	0x01 (1 <sub>dec</sub> )
1C00:02	SubIndex 002	Sync-Manager 类型通道 2: 邮箱读取	UINT8	RO	0x02 (2 <sub>dec</sub> )
1C00:03	SubIndex 003	Sync-Manager 类型通道 3: 过程数据写入 (输出)	UINT8	RO	0x03 (3 <sub>dec</sub> )
1C00:04	SubIndex 004	Sync-Manager 类型通道 4: 过程数据读取 (输入)	UINT8	RO	0x04 (4 <sub>dec</sub> )

## Index 1C12 RxPDO assign

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1C12:0	RxPDO assign	PDO Assign Outputs: 如果 DP 从站中有发送到 DP 主站的 DP 输入, 则 RxPDO Assign 包含 RxPDO 0x1600, 否则为空 (SubIndex 0 = 0)	UINT8	RW	0x01 (1 <sub>dec</sub> )
1C12:01		第 1 个分配的 RxPDO (Index 0x1600)	UINT16	RW	0x1600 (5632 <sub>dec</sub> )

## Index 1C13 TxPDO assign

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1C13:0	TxPDO assign	PDO Assign Inputs: 如果 DP 从站中有 DP 主站接收的 DP 输出, 则 TxPDO Assign 包含 TxPDO 0x1A00 和 0x1A7F, 否则仅包含 TxPDO 0x1A7F	UINT8	RW	0x02 (2 <sub>dec</sub> )
1C13:01		第 1 个分配的 TxPDO (Index 0x1A00)	UINT16	RW	0x1A00 (6656 <sub>dec</sub> )
1C13:02		第 2 个分配的 TxPDO (Index 0x1A7F)	UINT16	RW	0x1A7F (6783 <sub>dec</sub> )

## Index 1C32 SM output parameter

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1C32:0	SM output parameter	输出的同步参数	UINT8	RO	0x20 (32 <sub>dec</sub> )
1C32:01	Sync mode	当前的同步模式: • 0: Free Run	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dec</sub> )
1C32:02	Cycle time	周期 (单位: ns): • EtherCAT 主站的周期	UINT32	RW	0x000F4240 (1000000 <sub>dec</sub> )
1C32:03	Shift time	不支持	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dec</sub> )
1C32:04	Sync modes supported	支持的同步模式: • 位 1 = 1: 支持与 SM 2 事件同步 • 位 2-3 = 01: 支持 DC 模式 • 位 14 = 1: 动态周期 (在写入 0x1C32:08 [► 167] 时开始测量)	UINT16	RO	0x0001 (1 <sub>dec</sub> )
1C32:05	Minimum cycle time	不支持	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dec</sub> )
1C32:06	Calc and copy time	不支持	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dec</sub> )
1C32:08	Command	不支持	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dec</sub> )
1C32:09	Delay time	不支持	UINT32	RO	0x00000000 (0 <sub>dec</sub> )
1C32:0B	SM event missed counter	不支持	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dec</sub> )
1C32:0C	Cycle exceeded counter	不支持	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dec</sub> )
1C32:0D	Shift too short counter	不支持	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dec</sub> )
1C32:20	Sync error	不支持	BOOLEAN	RO	FALSE

## Index 1C33 SM input parameter

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
1C33:0	SM input parameter	输入的同步参数 (如 0x1C32 [► 167])	UINT8	RO	0x20 (32 <sub>dec</sub> )
1C33:01	Sync mode	如 0x1C32:01 [► 167]	UINT16	RO	0x0000 (0 <sub>dec</sub> )
...					
1C33:20	Sync error	如 0x1C32:32 [► 167]	BOOLEAN	RO	0x00 (0 <sub>dec</sub> )

### 6.2.2.2 描述文件定义的对象（0x6000-0xFFFF）

对于所有支持 5001设备描述规约的 EtherCAT 从站，描述文件定义的对象具有相同的含义。

#### Index 6000 Input Data

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
6000:0	Input Data	该对象包含 DP 从站的 DP 输出数据（数据由 DP 主站接收）。对于在对象 0x8002 [▶ 169] 中配置了 DP 输出数据的每个 DP Module，在对象 0x6000 中都有一个条目。因此，DP 模块 m 对应 SubIndex m；如果 DP Module 不包含任何 DP 输出数据，则该 SubIndex 不存在。如果 DP 从站不包含任何 DP 输出数据，则对象 0x6000 不存在。SubIndex 0 表示 DP 从站的 DP Module 数量。	UINT8	RO	
6000:01		如果第 1 个 DP Module 中有 DP 输出数据：则为第 1 个 DP Module 的 DP 输出数据	OCTET-STRING	RO	
...					
6000:m		如果第 m 个 DP Module 中有 DP 输出数据：则为第 m 个 DP Module 的 DP 输出数据	OCTET-STRING	RO	

#### Index 7000 Output Data

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
7000:0	Output Data	该对象包含 DP 从站的 DP 输入数据（数据发送至 DP 主站）。对于在对象 0x8002 [▶ 169] 中配置了 DP 输入数据的每个 DP Module，在对象 0x7000 中都有一个条目。因此，DP 模块 m 对应 SubIndex m；如果 DP Module 不包含任何 DP 输入数据，则该 SubIndex 不存在。如果 DP 从站不包含任何 DP 输入数据，则对象 0x7000 不存在。SubIndex 0 表示 DP 从站的 DP Module 数量。	UINT8	RO	
7000:01		如果第 1 个 DP Module 中有 DP 输入数据：则为第 1 个 DP Module 的 DP 输入数据	OCTET-STRING	RO	
...					
7000:m		如果第 m 个 DP Module 中有 DP 输入数据：则为第 m 个 DP Module 的 DP 输入数据	OCTET-STRING	RO	

Index 8000 DP Slave Parameter Set Slave

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值	
8000:0	DP Slave Parameter Set Slave yyy	该对象包含已配置的第 (n+1) 个 DP 从站的 DP 配置 (0 ≤ n < 125)。应通过 Complete Access 传输该对象, 或必须先将 SubIndex 0 设置为 0, 然后传输各个 SubIndex (忽略不存在或缺的 SubIndex), 最后再将 SubIndex 0 设置为正确的值。	UINT8	RW	0x33 (51 <sub>dec</sub> )	
8000:01	Station Address	DP 从站的 DP 站点地址, 允许值: 0-125	UINT16	RW		
8000:04	Device type	DP 从站的 DP 标识号	UINT32	RW		
8000:1D	Network Flags	为使用 DP 的 AMS 保留	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dec</sub> )	
8000:1E	网络端口	为使用 DP 的 AMS 保留	UINT16	RW	0x0000 (0 <sub>dec</sub> )	
8000:1F	Network Segment Address	为使用 DP 的 AMS 保留	OCTET-STRING[6]	RW	{0}	
8000:20	SI_Flag	SI_flag	UINT8	RW	0xA8 (168 <sub>dec</sub> )	
		位 0-2				保留, 必须为 0
		位 3				保留, 必须为 1
		位 4				保留, 必须为 0
		位 5				保留, 必须为 1
		位 6				保留, 必须为 0
8000:21	Slave_Type	保留, 必须为 0	UINT8	RW	0x00 (0 <sub>dec</sub> )	
8000:22	Max_Diag_Data_Len	保留, 必须为 244	UINT8	RW	0xF4 (244 <sub>dec</sub> )	
8000:23	Max_Alarm_Len	保留, 必须为 0	UINT8	RW	0x00 (0 <sub>dec</sub> )	
8000:24	Max_Channel_Data_Length	保留, 必须为 240	UINT8	RW	0xF0 (240 <sub>dec</sub> )	
8000:25	Diag_Upd_Delay	保留, 必须为 0	UINT8	RW	0x00 (0 <sub>dec</sub> )	
8000:26	Alarm_Mode	保留, 必须为 0	UINT8	RW	0x00 (0 <sub>dec</sub> )	
8000:27	Add_SI_Flag	保留, 必须为 1	UINT8	RW	0x01 (1 <sub>dec</sub> )	
8000:28	CI_Timeout	保留, 必须为 1000	UINT16	RW	0x03E8 (1000 <sub>dec</sub> )	
8000:29	Number of tolerated Data Exchange with no answer	保留, 必须为 0	UINT8	RW	0x00 (0 <sub>dec</sub> )	
8000:2A	Parallel AoE Services	保留, 必须为 5	UINT8	RW	0x05 (5 <sub>dec</sub> )	
8000:2B	Reaction on no answer	保留, 必须为 0	BIT1	RW	0x00 (0 <sub>dec</sub> )	
8000:2C	Restart behavior after DP fault	保留, 必须为 0	BIT1	RW	0x00 (0 <sub>dec</sub> )	
8000:2D	Master reaction after DP fault	保留, 必须为 0	BIT1	RW	0x00 (0 <sub>dec</sub> )	
8000:2E	Changes of DP Inputs after DP fault	0	BIT1	RW		
		1				TxPDO n 的数据保持不变
8000:2F	PKW supported	保留, 必须为 0	BOOLEAN	RW	FALSE	
8000:30	FDL only	保留, 必须为 0	BOOLEAN	RW	FALSE	
8000:31	Watchdog Base 1 ms	保留, 必须为 0	BOOLEAN	RW	FALSE	
8000:33	Cycle Access Divider	保留, 必须为 0	UINT8	RW	0x00 (0 <sub>dec</sub> )	
8000:34	Cycle Access Modulo	保留, 必须为 0	UINT8	RW	0x00 (0 <sub>dec</sub> )	
8000:35	Vendor specific reserved	保留, 必须为 0	OCTET-STRING[25]	RW	{0}	

Index 8002 DP CfgData Slave

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
8002:0	DP CfgData Slave	该对象包含 DP 从站的 DP 配置数据。	OCTET-STRING[244]	RW	{0}



## Index F000 Modular device profile

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
F000:0	Modular device profile	模块化设备描述文件的常规信息	UINT8	RO	0x02 (2 <sub>dec</sub> )
F000:01	Module index distance	通道之间对象索引号 Index 的间隔	UINT16	RO	0x0010 (16 <sub>dec</sub> )
F000:02	Maximum number of modules	通道数量	UINT16	RO	0x0001 (1 <sub>dec</sub> )

## Index F100 DP Status

Index (hex)	名称	含义	数据类型	标志	默认值
F100:0	DP Status	该对象包含 DP 状态数据，这些数据映射到 TxPDO 128 (Index 0x1A7F [▶_166])	UINT8	RO	
F100:01	DP Communication Status	0	从站正在交换数据	UINT8	RO
		128	从站已准备好进行数据交换		
		129	从站正在等待 ChkCfg 报文		
		130	从站正在等待 SetPrm 报文		
F100:0E	Sync Error	在DC (Distributed Clocks) 模式下，如果上一周期发生了同步错误，则该位被置位	BOOLEAN	RO	
F100:10	TxPDO State	如果 DP 从站未进行数据交换，则 TxPDO State 被置位	BOOLEAN	RO	
F100:0F	TxPDO Toggle	在 EtherCAT 输入更新后，当DP主站接收到新的 DP 输出数据首次进入 EtherCAT 输入缓冲区时，TxPDO Toggle 切换状态。	BOOLEAN	RO	

## 7 附录

### 7.1 EtherCAT AL 状态代码

详细信息请参见 [EtherCAT系统描述](#)。

## 7.2 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。以下概览显示一个固件可以运行的对应硬件版本。

### 注意事项

- 建议为目标硬件选择当前可用的最新固件
- 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！

请注意单独章节 [▶ 173] 上的固件更新说明。如果设备在 BOOTSTRAP 模式下进行固件更新，则它在下载时不会检查新固件是否合适。这可能导致设备受损！因此，请务必确保固件适用于硬件版本！

EL6731-0000			
硬件 (HW)	固件	修订版本号	发布日期
06 - 07	07	EL6731-0000-0016	2008/03
	08	EL6731-0000-0017	2008/04
	09	EL6731-0000-0018	2008/11
08 - 13	10	EL6731-0000-0020	2009/04
		EL6731-0000-0021	2012/01
14 - 22	11		2012/02
	12		2012/07
		EL6731-0000-0022	2012/10
		EL6731-0000-0023	2013/11
13	EL6731-0000-0024	2014/07	
23 - 35*	14	EL6731-0000-0025	2014/06
	15		2014/10
	17		2016/03
	18		2018/07
	19		2020/02
	20		2020/07
	21		2020/07
	22		2021/01
	23*		2022/02

EL6731-0010			
硬件 (HW)	固件	修订版本号	发布日期
05 - 07	04	EL6731-0010-0016	2008/05
	05		2008/09
	06	EL6731-0010-0017	2008/11
07	07		2008/12
08 - 20	08		2009/09
			2010/10
		EL6731-0010-0018	2012/10
	EL6731-0010-0019	2013/11	
21 - 33*	11	EL6731-0010-0021	2014/06
	12		2014/10
	13		2018/07
	14		2020/07
	15*		2020/07

\*) 这是编制本文件时兼容的固件/硬件版本。请在倍福网页上查看是否有更多最新文档。

## 7.3 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 and 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。

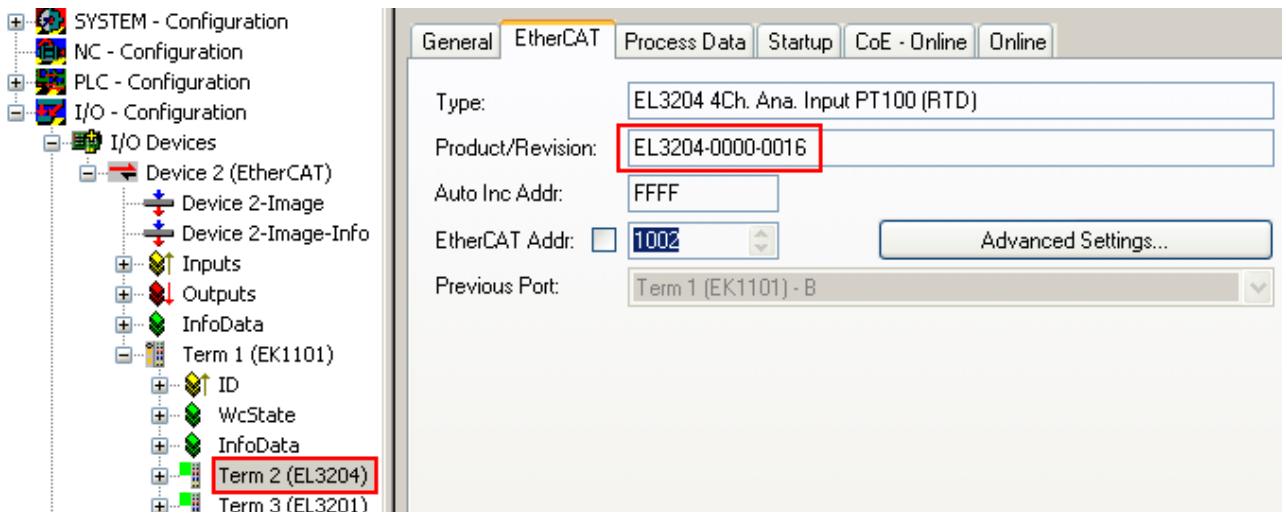
## 7.3.1 设备描述 ESI 文件/XML

### 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 136: 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。

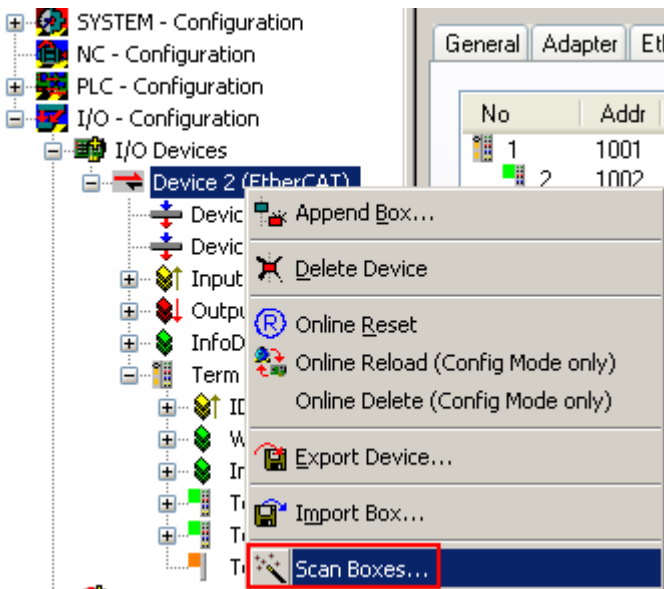
有关这方面的进一步信息, 请参考 [EtherCAT 系统文件](#)。

### ● 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:



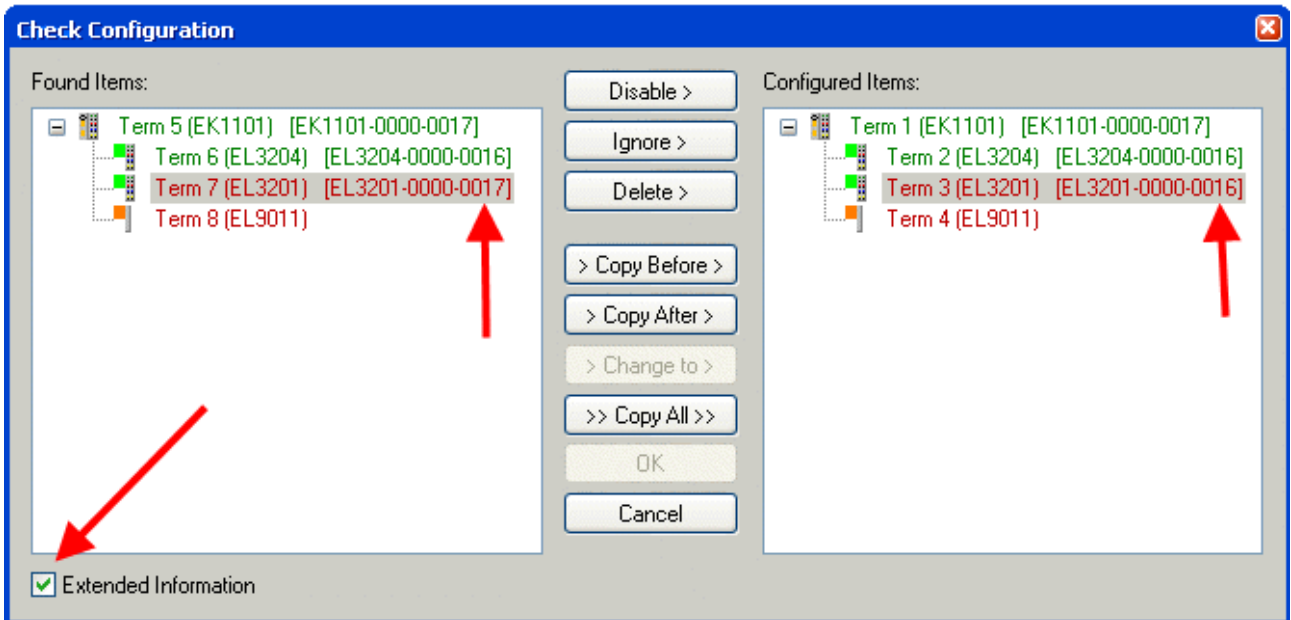
附图 137: 右键单击 EtherCAT Device 扫描下级从站

如果找到的内容与配置的内容相符，则显示



附图 138: 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。



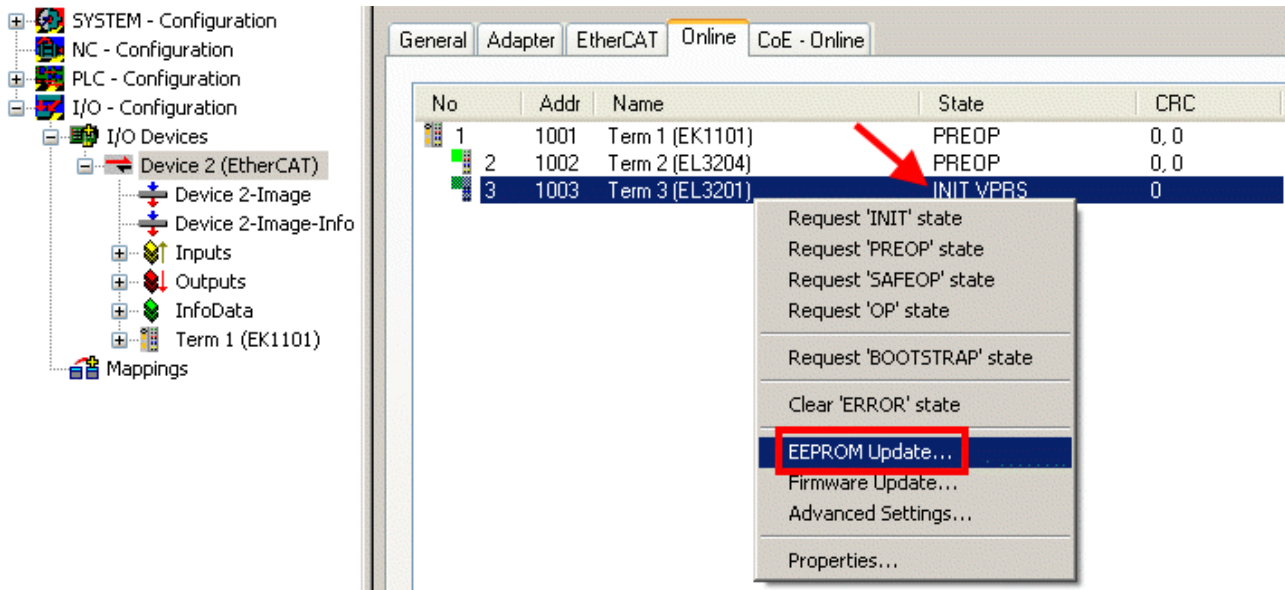
附图 139: 更改对话框

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

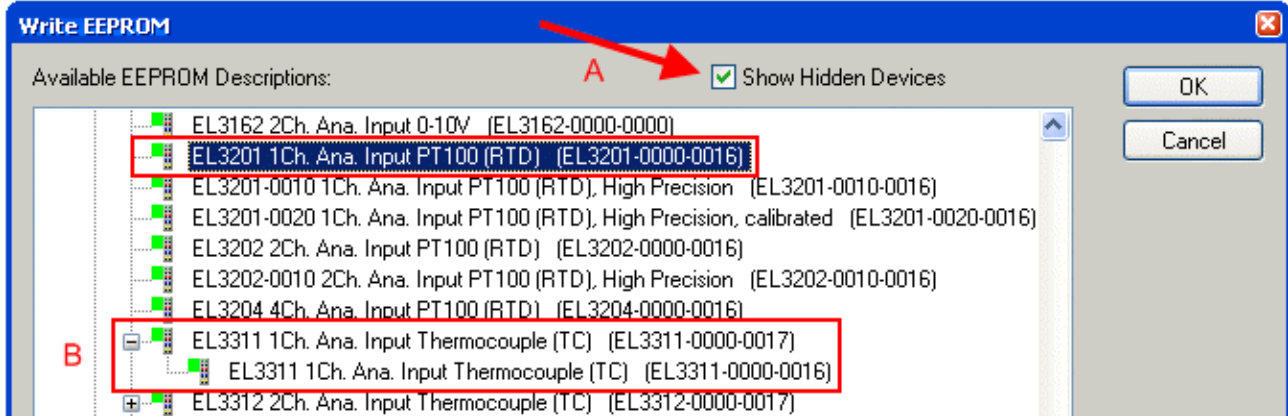
ESI/EEPROM 标识符可以在 TwinCAT 下按如下方式更新：

- 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 140: 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 141: 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。



### 7.3.2 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)

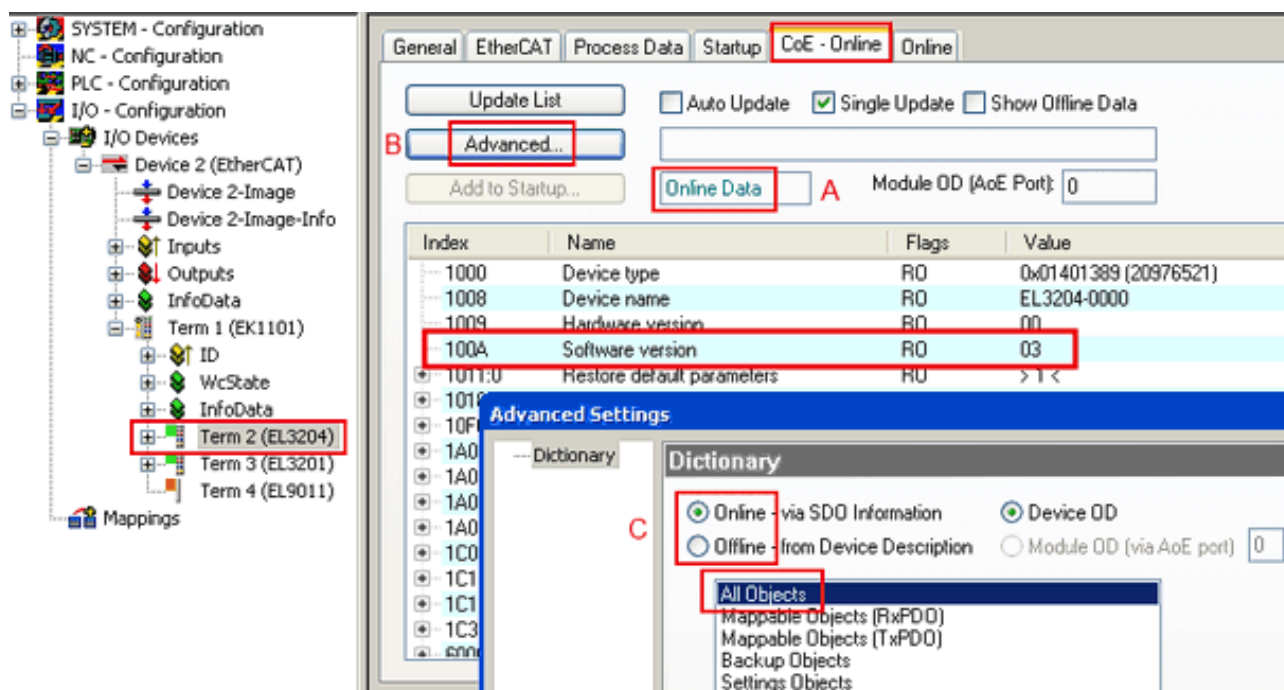
**i** 可用的 CoE 目录有两套：

**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 142: EL3204 固件版本的显示

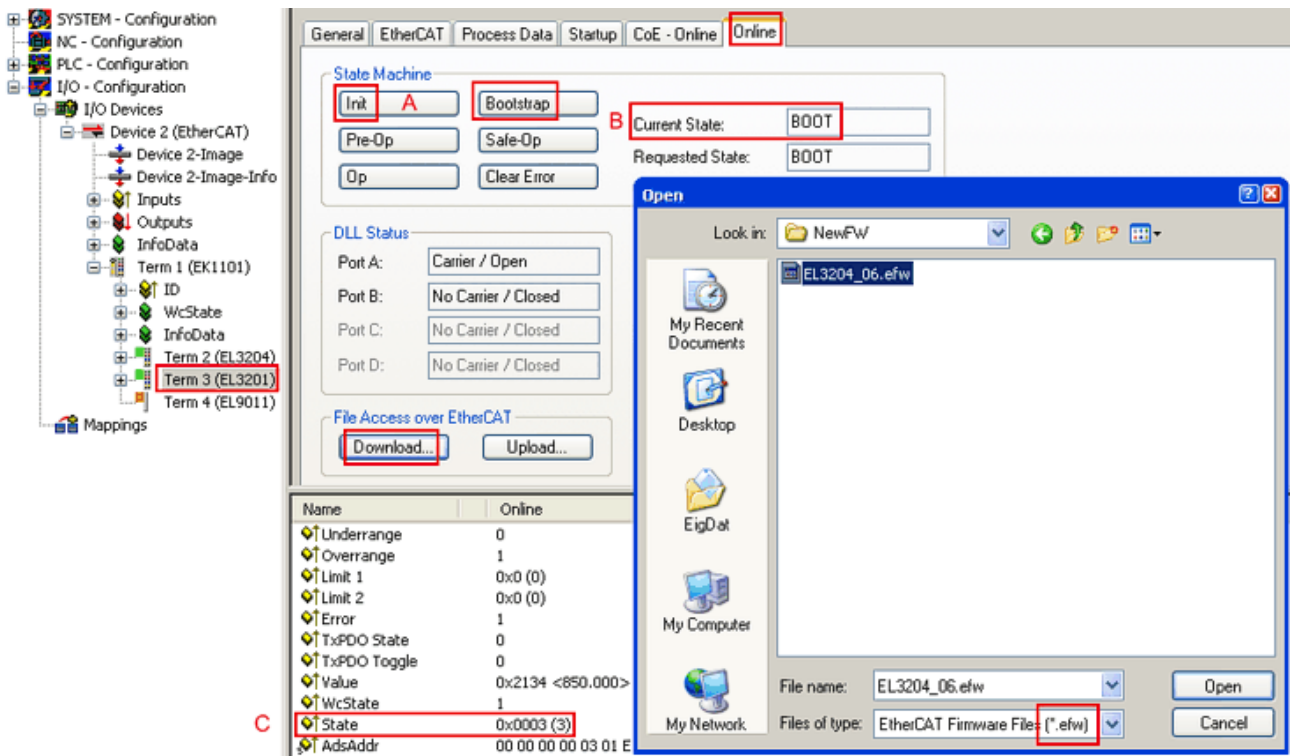
在 (A) 处，TwinCAT 2.11 表明当前显示的是“Online CoE”目录。如果不是，可以通过 Advanced Settings 中 (B) 处的 *Online* 选项和双击 *All Objects* 来加载 Online 目录。

### 7.3.3 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。

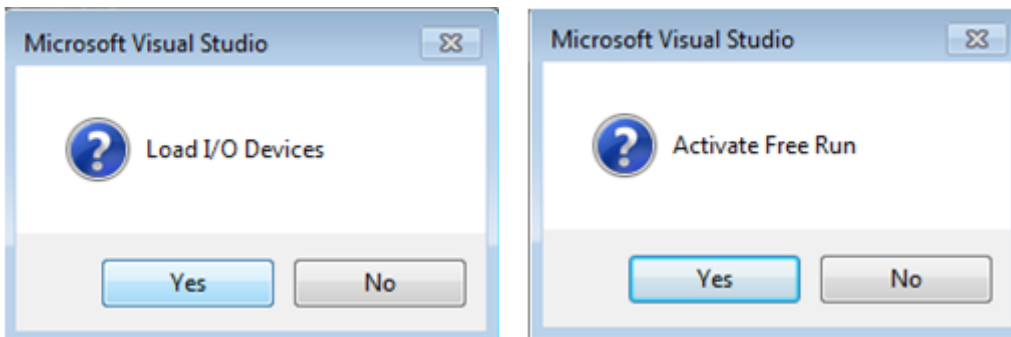
切换到 *Online* 选项卡，更新从站处理器的固件，参见图 *固件更新*。



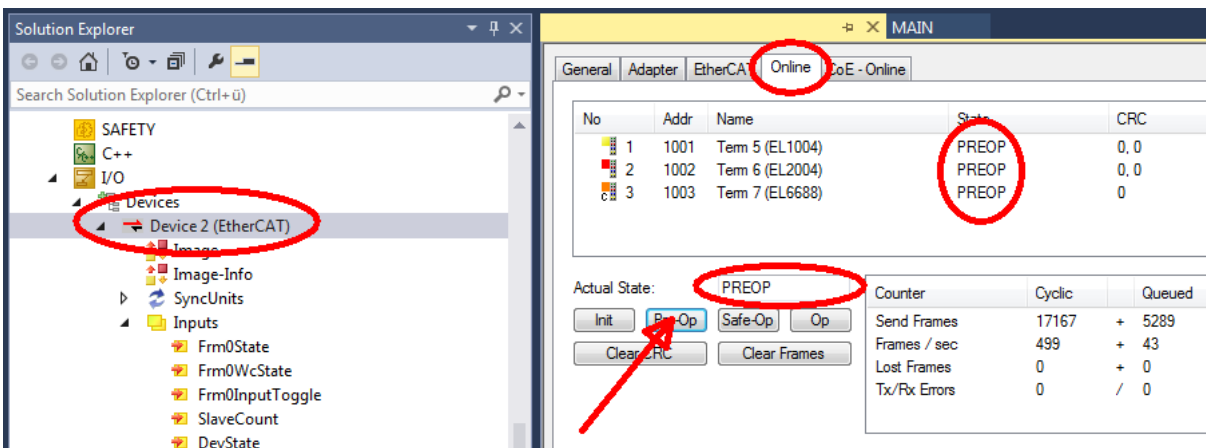
附图 143: 固件更新

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。

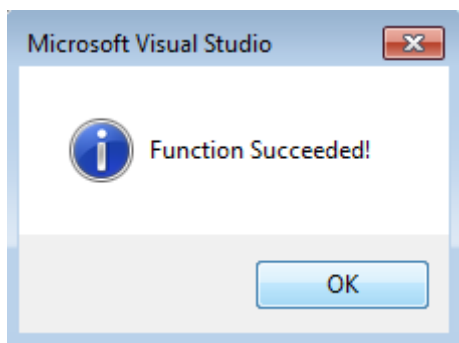


- 将 EtherCAT 主站切换到 PreOP



- 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。

### 7.3.4 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。

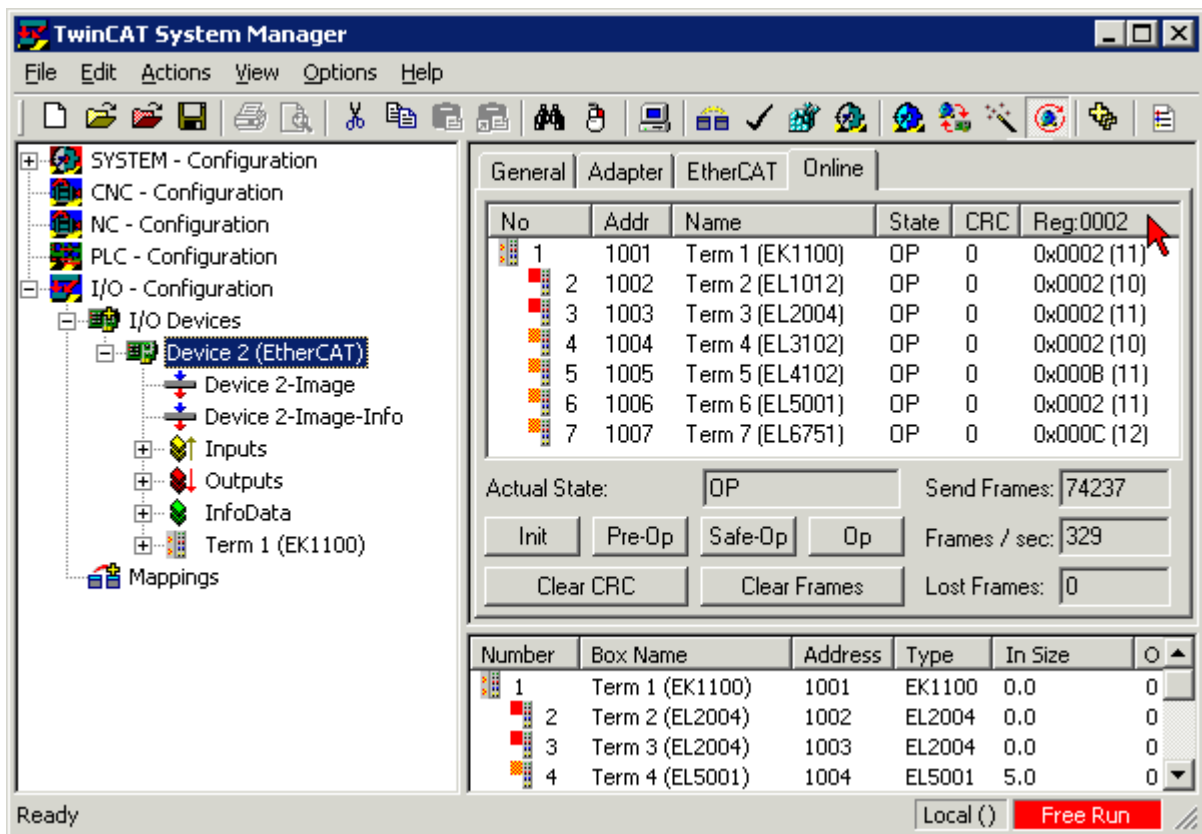
- 用于处理 I/O 信号的从站处理器固件
- 用于 EtherCAT 通讯的 FPGA 固件（仅适用于带 FPGA 的端子模块）

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

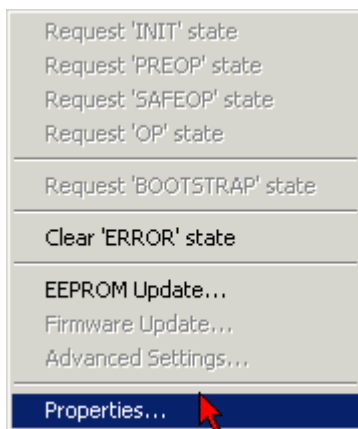
TwinCAT System Manager 显示 FPGA 固件版本。点击 EtherCAT 总线的以太网卡（例中的 Device 2），选择 *Online*选项卡。

*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。

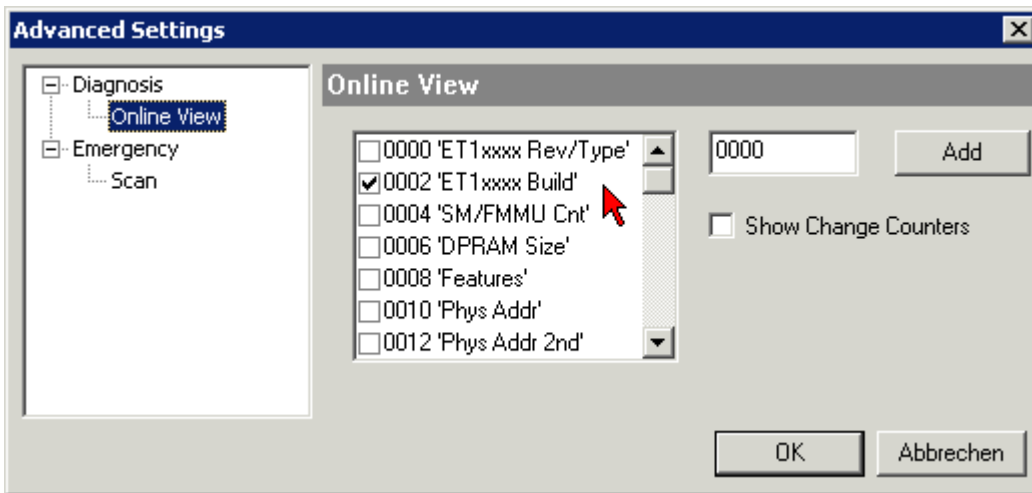


附图 144: FPGA 固件版本定义

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 145: 右键菜单 *Properties*

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



附图 146: 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。

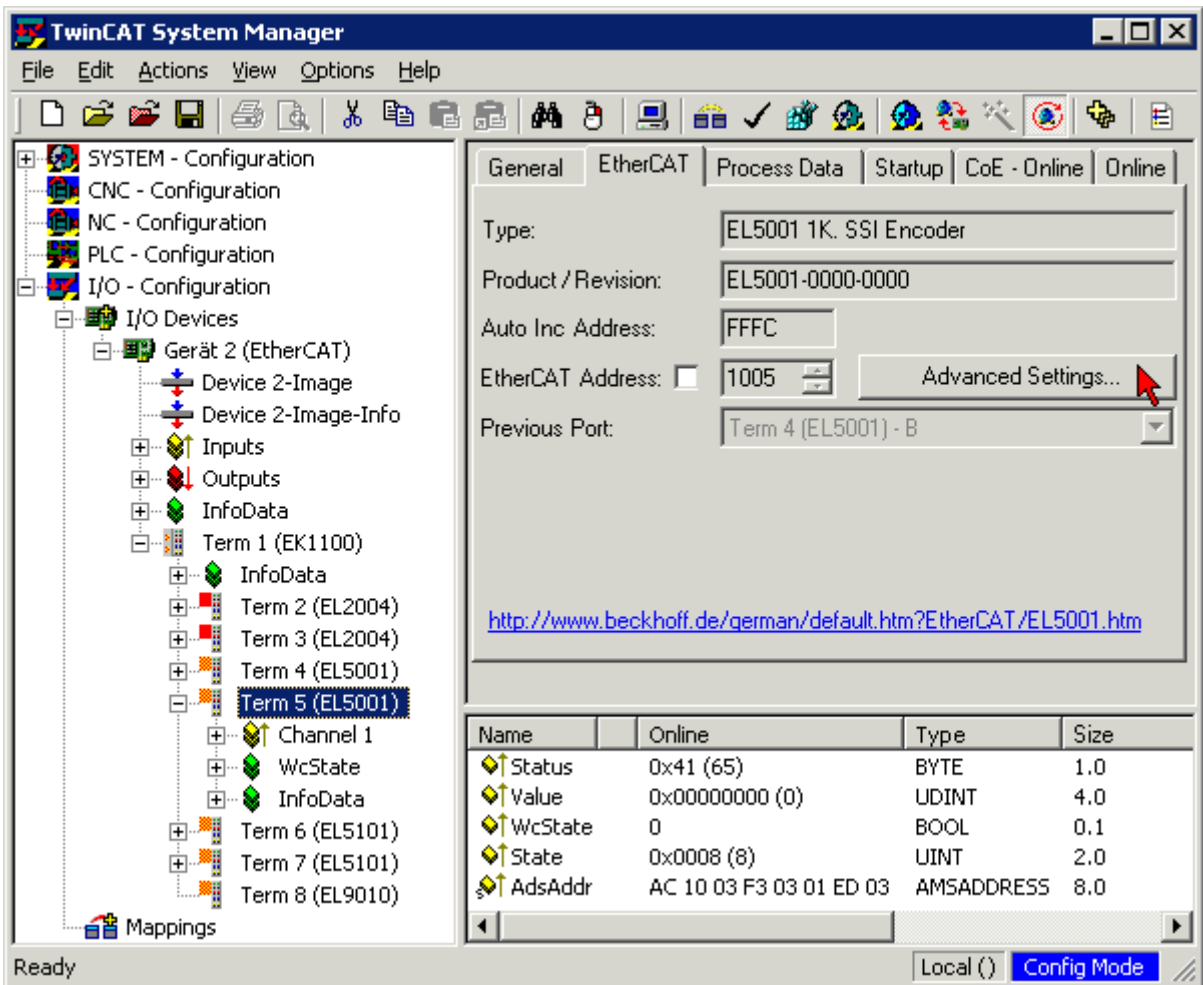
旧的固件版本只能由制造商进行更新！

## 更新一个 EtherCAT 设备

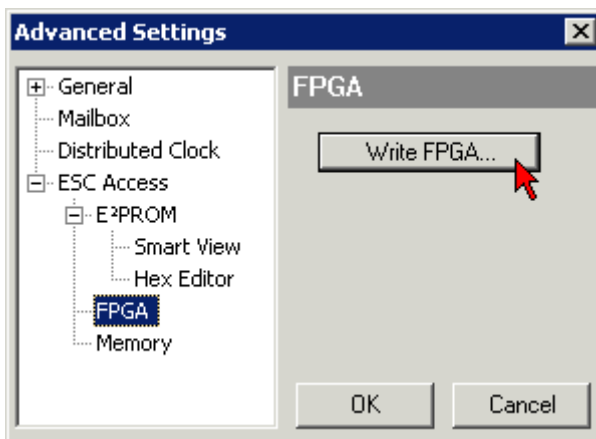
如果没有给出其他规定（例如来自倍福支持部门），则必须满足以下顺序：

- 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。

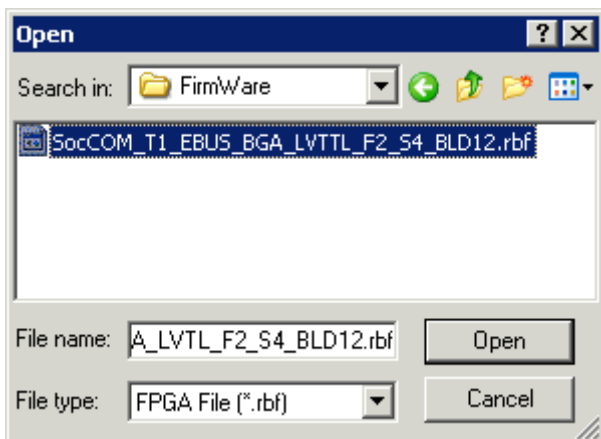
在 TwinCAT System Manager 中，选择需要更新 FPGA 固件的端子模块（例如：端子模块 5：EL5001），并在 *EtherCAT* 选项卡中点击 *Advanced Settings* 按钮：



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

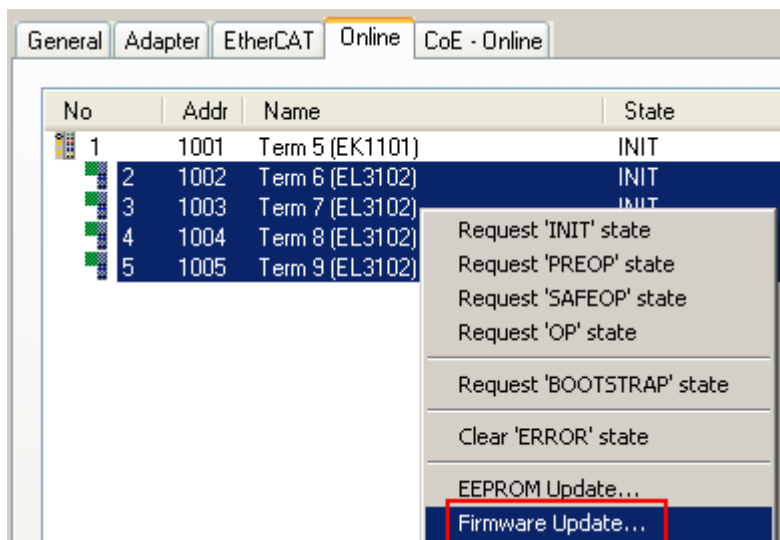
### 注意

#### 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！

## 7.3.5 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 147：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。



## 7.4 技术支持和服务

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

### 倍福分公司和代表处

有关倍福产品本地支持和服务方面的信息，请联系倍福分公司或代表处！

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

该网页还提供更多倍福产品组件的文档。

### 支持

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

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

热线电话：+49 5246 963 157  
电子邮箱：[support@beckhoff.com](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/EL6731](http://www.beckhoff.com/EL6731)

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)

