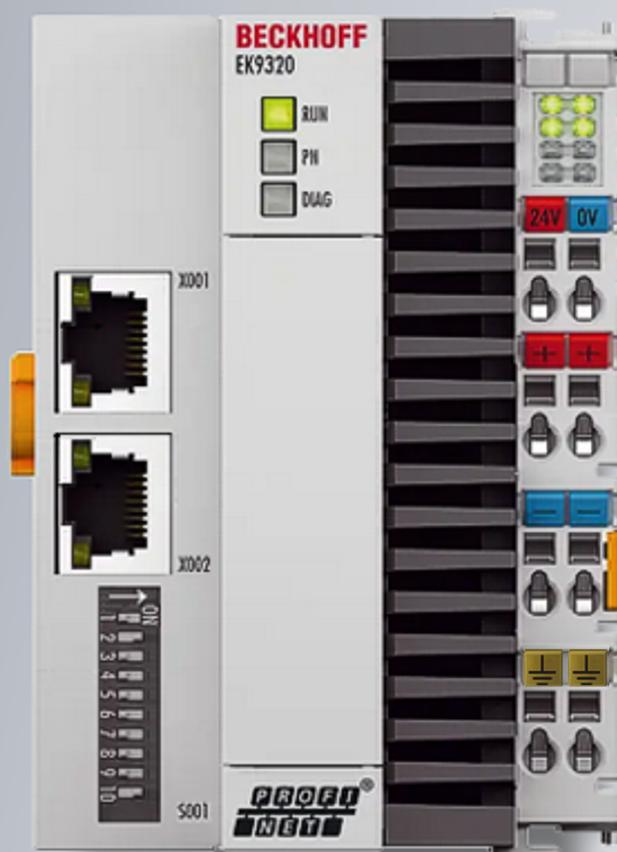


文件资料 | ZH

# EK9320

用于 EtherCAT 端子模块的 PROFINET 总线耦合器





# 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 EK 耦合器的版本识别.....	10
1.5.3 倍福识别码 (BIC).....	11
<b>2 产品描述</b> .....	<b>13</b>
2.1 EKxxxx - 系统概览.....	13
2.2 PROFINET 系统介绍.....	14
2.3 EK9320 - 简介.....	16
2.4 PROFINET 技术数据.....	17
2.5 EK9320 技术数据.....	18
<b>3 安装和接线</b> .....	<b>19</b>
3.1 安装.....	19
3.1.1 静电防护的说明.....	19
3.1.2 UL 通告.....	20
3.1.3 外形尺寸.....	21
3.1.4 安装在安装导轨上 - 总线耦合器.....	22
3.1.5 处理.....	24
3.2 接线.....	25
3.2.1 注意事项 - 电源.....	25
3.2.2 电源.....	26
3.2.3 以太网.....	27
<b>4 参数设置和调试</b> .....	<b>31</b>
4.1 DIP 开关的含义.....	31
4.2 更多接口.....	32
4.3 设置 IP 地址.....	33
<b>5 配置</b> .....	<b>34</b>
5.1 EtherCAT 从站在 PROFINET 上的表示.....	34
5.2 EK9320 配置.....	39
5.3 EK9320 EtherCAT 配置.....	42
5.3.1 EK9320 设置.....	44
5.3.2 EK93x0 - 多配置模式.....	45
5.4 EK9320 - 配置示例.....	48
5.4.1 调试 EL72x1-xxxx.....	49
5.4.2 EP9224 调试.....	60
5.4.3 EP9128 调试.....	64
5.5 千兆交换机: 配置和无损数据传输.....	69

<b>6 错误处理和诊断</b> .....	<b>71</b>
6.1 诊断 LED指示灯 .....	71
6.2 EBus 错误行为 .....	72
6.3 激活 web 服务页面 .....	73
<b>7 附录</b> .....	<b>74</b>
7.1 常见问题 .....	74
7.1.1 设备描述文件 (GSDML) /DeviceAccessPoint (DAP) .....	74
7.1.2 任务配置 .....	76
7.1.3 EL663x-00x0 EtherCAT 端子模块 .....	77
7.1.4 PROFINET 设备的从站状态 .....	78
7.1.5 EK9320 - 常见问题 .....	79
7.1.6 TIA 下的诊断状态 .....	80
7.2 更新系统镜像 .....	81
7.3 缩写列表 .....	82
7.4 技术支持和服务 .....	84

# 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®, ATRO®, EtherCAT®, EtherCAT G®, EtherCAT G10®, EtherCAT P®, MX-System®, Safety over EtherCAT®, TC/BSD®, TwinCAT®, TwinCAT/BSD®, TwinSAFE®, XFC®, XPlanar® 和 XTS® 是倍福自动化有限公司的注册商标并得到授权。

本出版物中使用的其他名称可能是商标，第三方出于自身目的使用它们可能侵犯商标所有者的权利。



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

### 版权所有

© 德国倍福自动化有限公司。

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

### 第三方品牌

本文档可能使用了第三方商标。有关商标信息，可以访问：<https://www.beckhoff.com/trademarks>

## 1.2 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>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](#)。

如果您对我们的文档有任何建议或意见，请发送电子邮件至[documentation@beckhoff.com](mailto:documentation@beckhoff.com)，并注明文档标题和版本号。

## 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
1.6.0	<ul style="list-style-type: none"><li>更新“配置”章节</li><li>更新结构</li></ul>
1.5.0	<ul style="list-style-type: none"><li>更新“附录”章节</li><li>更新结构</li></ul>
1.4.0	<ul style="list-style-type: none"><li>更新“技术数据”章节</li></ul>
1.3.0	<ul style="list-style-type: none"><li>新增“多配置模式”章节</li><li>更新结构</li></ul>
1.2.0	<ul style="list-style-type: none"><li>更新“技术数据”章节</li></ul>
1.1.0	<ul style="list-style-type: none"><li>更新“错误处理和诊断”章节</li></ul>
1.0.0	<ul style="list-style-type: none"><li>增补和更正</li><li>首次公开发布</li></ul>
0.0.3	<ul style="list-style-type: none"><li>增补和更正</li></ul>
0.0.2	<ul style="list-style-type: none"><li>增补和更正</li></ul>
0.0.1	<ul style="list-style-type: none"><li>初版</li></ul>

## 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，通常简称为 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“EL2872，修订版本号 0022 和序列号 01200815”。
- 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 EK 耦合器的版本识别

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

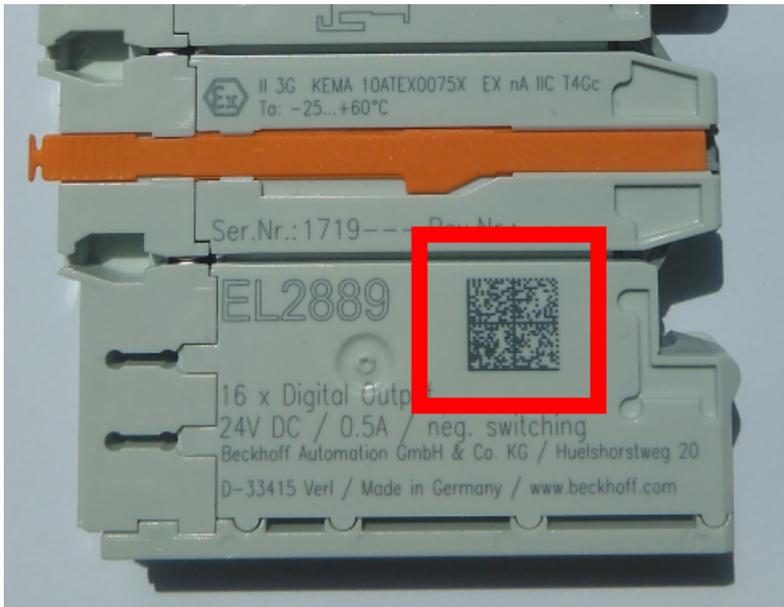
02 - 硬件版本为 02



附图 1: EK1101 EtherCAT 耦合器, 修订版 0815, 序列号 41130206

### 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	12	30PF971, 2*K183
...					

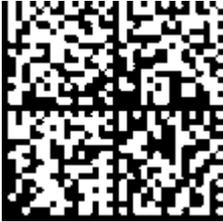
倍福还使用更多类型的信息和数据标识符，用于内部流程。

### 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：

**1**P072222**SBTN**k4p562d7**1**KEL1809 **Q1 51S**678294

对应的DMC如下：



附图 3: 示例 DMC **1**P072222**SBTN**k4p562d7**1**KEL1809 **Q1 51S**678294

### 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。

## 2 产品描述

### 2.1 EKxxxx - 系统概览



附图 4: EKxxxx 系列总线耦合器上的 EtherCAT 端子模块

EKxxxx 系列总线耦合器允许 EtherCAT 端子模块在传统的现场总线系统中运行。这样，其他现场总线和工业以太网系统中也可以使用这些涵盖多种信号类型的超快、高性能 EtherCAT 端子模块。

EKxxxx 系列总线耦合器是现场总线从站，并且包含一个 EtherCAT 主站用于 EtherCAT 端子模块。它们将上层现场总线系统的报文转换为 E-bus 信号表示法。一个站点由一个 EKxxxx 和若干 EtherCAT 端子模块组成。

EKxxxx 通过对应的现场总线系统配置工具和相关配置文件（如 GSD、ESD 或 GSDML）集成，这种集成方式与 BKxxxx 系列总线耦合器的集成方式完全相同。

采用 EtherCAT 能够实现非常灵活的拓扑结构配置。得益于以太网的物理特性，可以桥接至很长的距离而不会影响总线速度。如果需转至无电柜的现场层，可将防护等级 IP65 的 EtherCAT 端子盒（EPxxxx）连接到 EK9xxx。

#### 用于各种现场总线系统的总线耦合器

EKxxxx 系列各个型号之间的区别在于上层现场总线系统的接口。

如需了解有关各种倍福总线耦合器的概述（涵盖最重要的现场总线系统），请访问[倍福网站](#)。

#### 带现场总线接口的嵌入式控制器和分布式控制

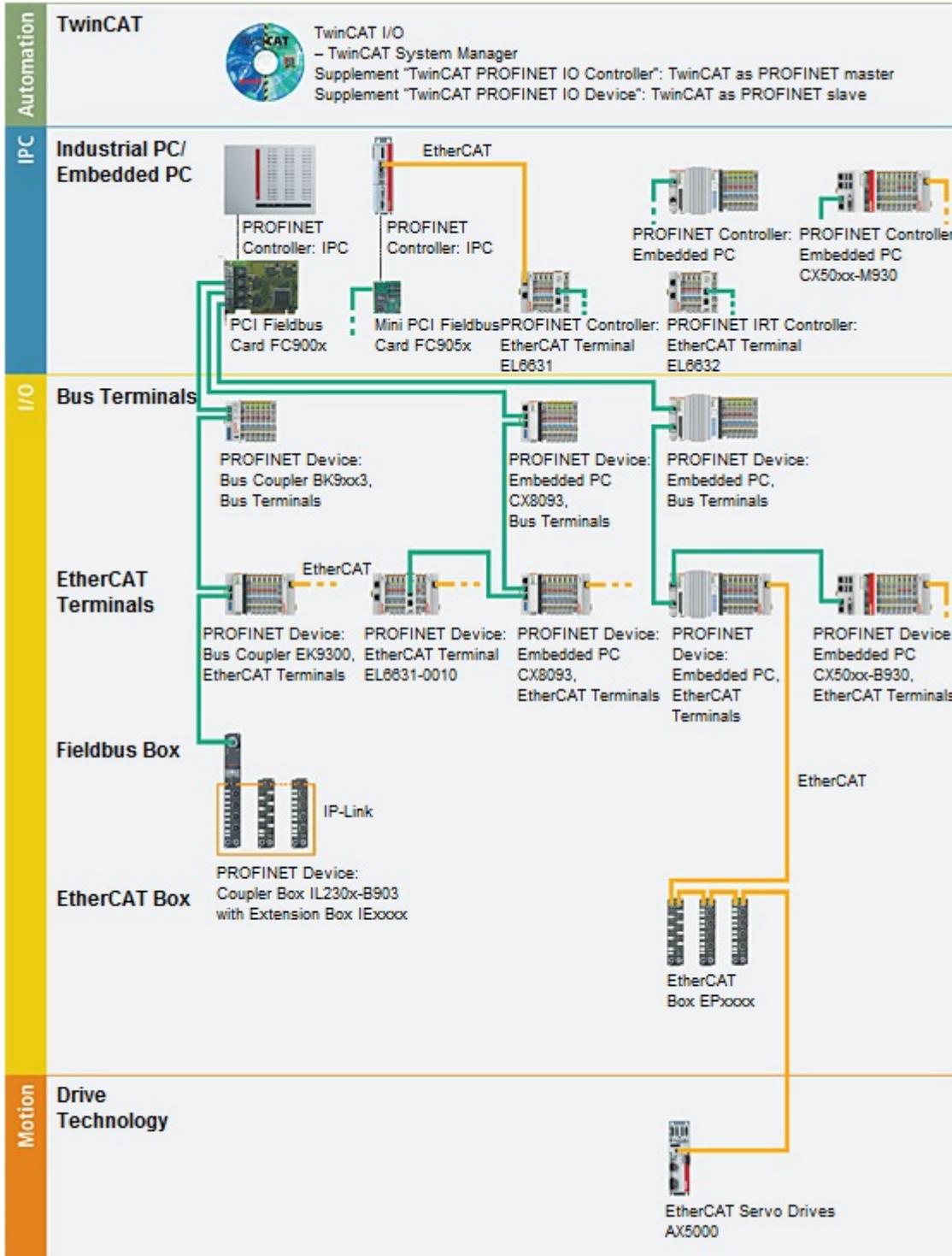
可用 TwinCAT 编程的变体是 CX80xx 嵌入式控制器系列。

CX80xx 系列各个型号之间的区别在于上层现场总线系统的接口以及对其进行编程的可能性。

如需了解有关各种倍福嵌入式控制器的概述（涵盖最重要的现场总线系统），请访问[倍福网站](#)。

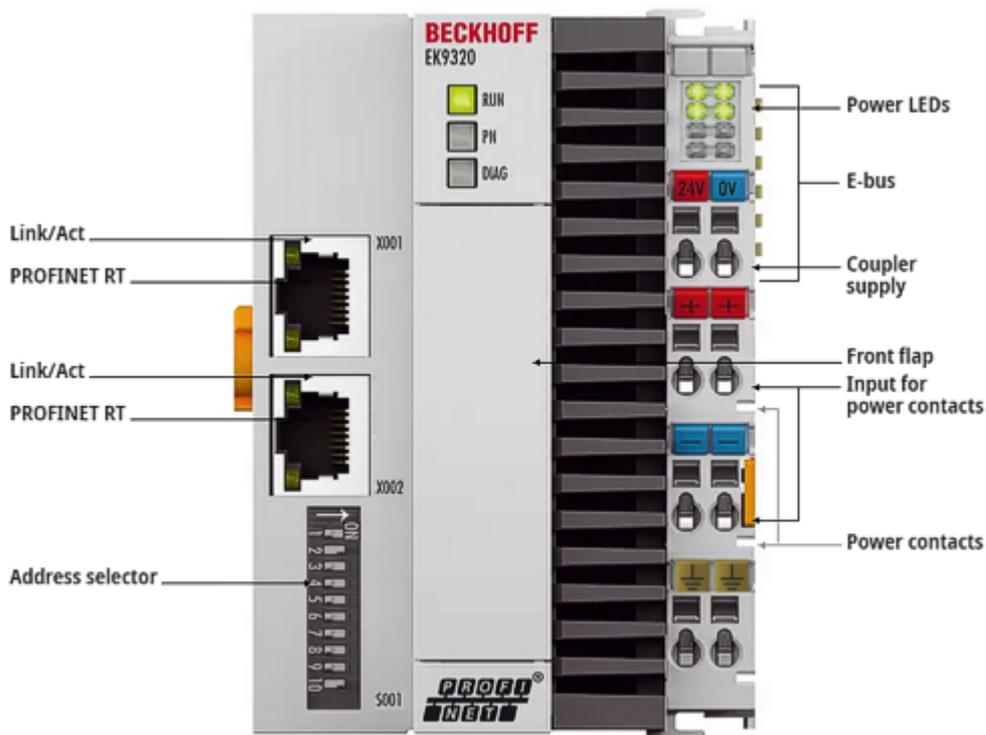
## 2.2 PROFINET 系统介绍

PROFINET 是由 PNO（PROFIBUS 用户组织）制定的工业以太网标准。PROFINET IO 描述控制器和现场设备之间多种实时等级的数据交换：RT（基于软件的实时通信）和 IRT（基于硬件的同步实时通信）。此外，其它以太网通信数据还可以在 PROFINET 循环的 NRT（非实时）时段进行传输。RT 可以通过商用交换机组网；IRT 则要求具备相应硬件支持的交换机。



组件	注释
<b>嵌入式控制器</b>	
<u>CX8093</u>	带 PROFINET RT Device 现场总线接口的嵌入式控制器
<u>CXxxx-M930</u>	嵌入式控制器，可选配备 PROFINET RT Controller 接口
<u>CXxxx-B930</u>	嵌入式控制器，可选配备 PROFINET RT Device 接口
<b>EtherCAT 端子模块</b>	
<u>EL6631</u>	PROFINET IO controller 主站
<u>EL6631-0010</u>	PROFINET IO device 从站
<u>EL6632</u>	PROFINET-IRT controller 主站
<b>总线耦合器</b>	
<u>BK9053</u>	用于 K-Bus 端子模块的 PROFINET “紧凑型” 总线耦合器
<u>BK9103</u>	用于 K-Bus 端子模块的 PROFINET 总线耦合器
<u>EK9300</u>	用于 EtherCAT 端子模块的 PROFINET 总线耦合器
<u>EK9320</u>	用于 EtherCAT 端子模块的 PROFINET 总线耦合器
<b>EtherCAT 端子盒</b>	
<u>EP9300</u>	EtherCAT 端子盒系列中的 PROFINET 耦合器端子盒
<b>现场总线端子盒</b>	
<u>IL230x-B903</u>	IP-Link 端子盒系列中的 PROFINET 耦合器端子盒
<b>PC 现场总线卡</b>	
<u>FC900x</u>	PCI 以太网卡，适用于所有基于以太网 (IEEE 802.3) 的协议
<u>FC9x51</u>	迷你 PCI 以太网卡，适用于所有基于以太网 (IEEE 802.3) 的协议
<b>TwinCAT</b>	
<u>TwinCAT PROFINET IO Controller</u>	TwinCAT 作为 PROFINET 主站
<u>TwinCAT PROFINET IO Device</u>	TwinCAT 作为 PROFINET 从站

## 2.3 EK9320 - 简介



附图 5: EK9320

EK9320 总线耦合器是 EK9300 的换代产品。EK9320 总线耦合器可将 EtherCAT 端子模块 (ELxxxx) 和 EtherCAT 端子盒 (EPxxxx) 连接到 PROFINET RT 网络中，并且将 PROFINET RT 报文转换为 E-bus 信号表示。一个站点由一个 EK9320 耦合器和任意数量的 EtherCAT 端子模块组成。

该耦合器通过 RJ45 与 PROFINET RT 相连。该 PROFINET RT 耦合器能够处置其更下层的强大、快速的 I/O 系统，有大量 EtherCAT 端子模块可供选择。该耦合器支持 PROFINET RT 协议规范，能够无缝集成到 PROFINET RT 网络中。

## 2.4 PROFINET 技术数据

Ethernet 技术数据	EK9320
端口数	2
总线接口	2 x RJ 45 (交换式), 以太网 100/1000 Mbit/s
100/1000 Mbit/s	是, 全双工 PROFINET
自动交叉检测	是
<b>协议</b>	
PROFINET IO DEVICE	是
ADS 接口	是
<b>服务</b>	
IRT	否
TCP/IP ADS	是
共享设备	是
优先启动	否
MRP	是
SNMP	是
ARP	是
LLDP	是
DHCP	是
<b>诊断/状态/警告</b>	
RUN LED	是, 绿色/红色
PN LED	是, 绿色/红色
诊断 LED	是, 绿色/红色
连接显示 LINK TX/RX	是
警告	是
诊断消息	是

## 2.5 EK9320 技术数据

技术数据	EK9320
EtherCAT 系统内的任务	将标准数字量和模拟量 EtherCAT 端子模块及 EtherCAT 端子盒连接到 PROFINET RT 网络
协议	PROFINET RT
接口	2 x 以太网 100/1000 Mbit/s
总线接口	2 x RJ 45 (交换式)
I/O 连接/端子模块	E-bus (EtherCAT 端子模块) /ELxxxx、ESxxxx、EPxxxx
电源	24 V <sub>DC</sub> (-15%/+20%)
输入电流	典型值 120 mA + (E-bus 总电流) /4
电源触点	最大 24 V <sub>DC</sub> /最大 10 A
I/O 端子模块电源	2 A
最大功耗	4 W
过程数据的最大大小	最多 1440 字节输入和输出数据
电气隔离	500 V (电源触点/电源电压/以太网)
外形尺寸 (W x H x L)	71 mm x 100 mm x 72 mm
工作/储藏温度	-25°C ... +60°C/-40°C...+85°C
水平安装位置	见说明! **)
工作/储藏温度	-25°C ... +55°C/-25°C...+85°C
其他安装位置	见说明! **)
相对湿度	95%, 无冷凝
抗振/抗冲击性能	符合 EN 60068-2-6/EN 60068-2-27 标准
抗电磁干扰/抗电磁辐射性能	符合 EN 61000-6-2/EN 61000-6-4 标准
防护等级/安装位置	IP20/任意
标识/认证 *)	CE、EAC、UKCA cULus [▶ 20]

\*) 真正适用的认证/标志见侧面的型号牌 (产品标志)。



### E-bus 电流/安装位置 \*\*)

- 对于 > 55°C 的情况, 水平安装位置, E-bus 电流最大为 1 A。
- 对于 -25°C...+55°C 的情况, 任意安装位置, E-bus 电流最大为 2 A。

系统数据	PROFINET (EK9320)
I/O 模块数量	取决于控制
I/O 点数量	取决于控制
数据传输介质	4 x 2 双绞铜线, 5 类 (100 Mbit/s)
电缆长度	100 m
数据传输速率	100/1000 Mbit/s
拓扑结构	星形接线、线型拓扑

## 3 安装和接线

### 3.1 安装

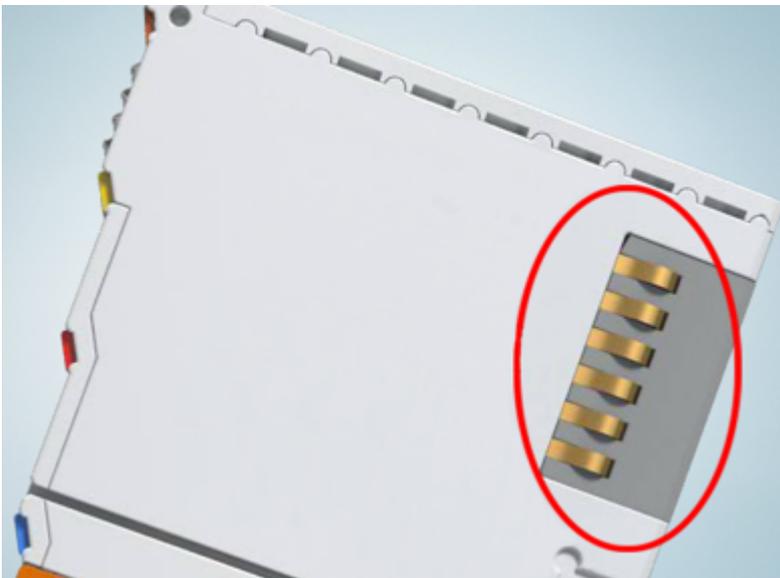
#### 3.1.1 静电防护的说明

##### 注意

##### 静电放电可能会破坏设备！

这些设备含有因处理不当而导致静电放电风险的部件。

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



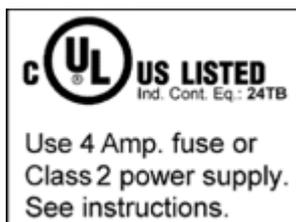
附图 6: 倍福 I/O 组件的弹簧触点

### 3.1.2 UL 通告

⚠ 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>

#### 基本原理

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



#### Application (应用程序)

如果使用经认证 *受到限制的* 端子模块，那么在 24 V<sub>DC</sub> 下的电流消耗必须通过电源进行相应限制，电源来自

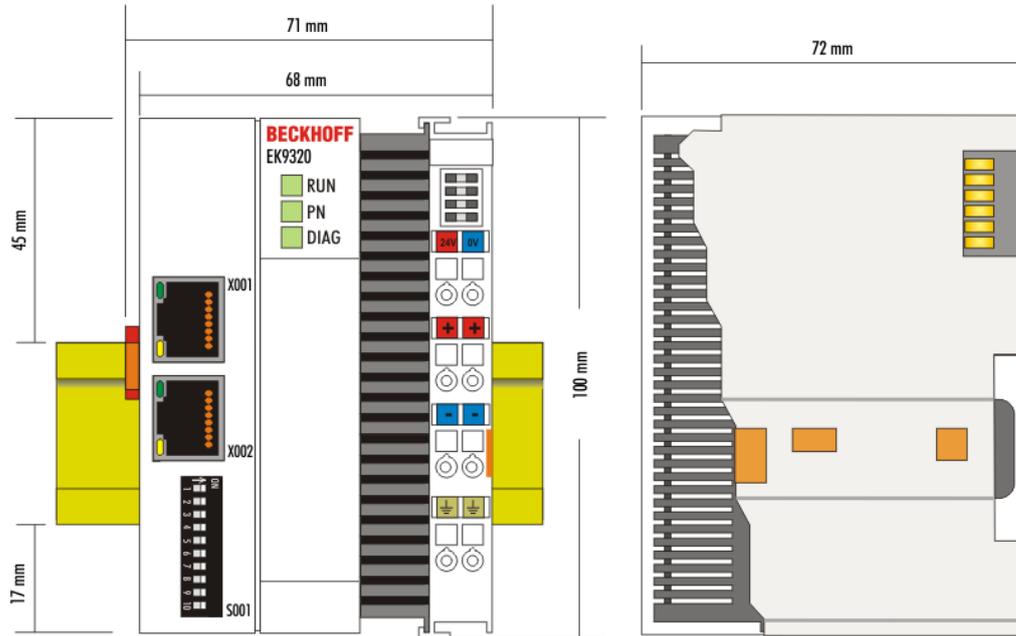
- 一个受保险丝保护的隔离电源，熔断器最大 4 A（根据 UL248），或
- 来自一个符合 *NEC 2 级* 的电源。  
符合 *NEC 2 级* 的电源不得与另一个 *NEC 2 级* 的电源串联或并联！

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

### 3.1.3 外形尺寸

下图显示了总线耦合器的尺寸。

在倍福网站的“下载”部分可以找到 [DWF](#) 和 [STEP](#) 格式的图纸。

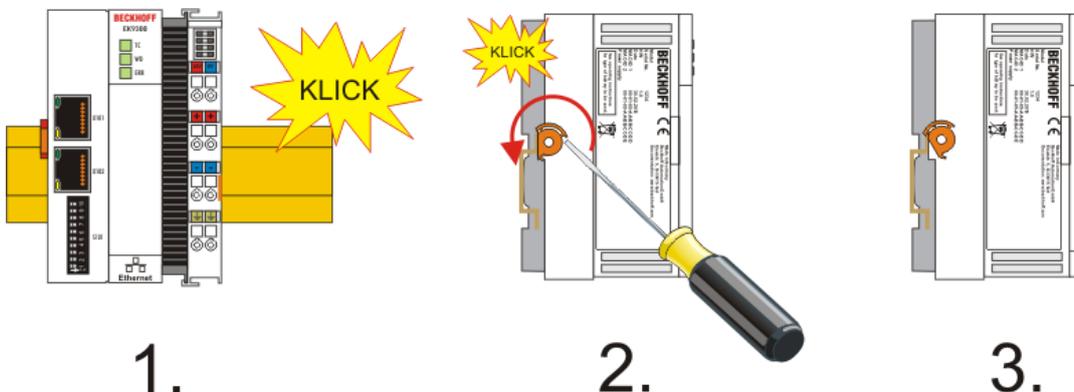


附图 7: EK9320 – 外形尺寸

### 3.1.4 安装在安装导轨上 - 总线耦合器

#### 卡入安装导轨

总线耦合器只需卡入安装导轨即可。为此，先将模块放在安装导轨上，然后轻轻按压，直至模块在右侧卡入到位。此时会发出明显的咔嗒声。使用螺丝刀向上推左侧的锁扣，使其转动并发出卡入到位的声音。



附图 8: EK9300 - 卡入安装导轨

**注意**

**避免损坏!**

请勿强行操作模块或施加过大压力!

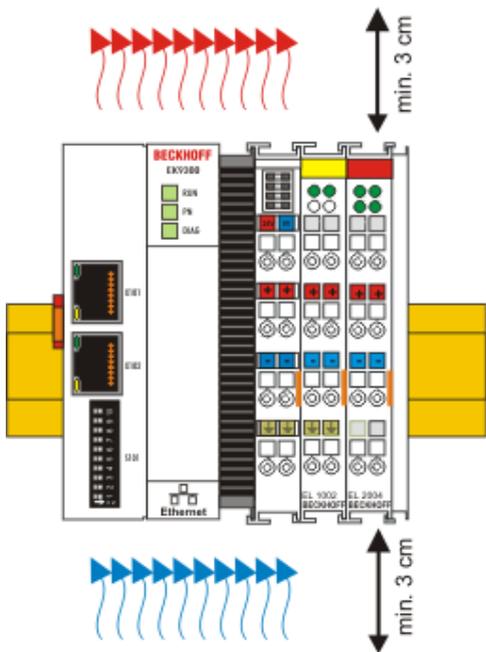
#### 安装位置

总线耦合器的安装位置可任意选择。

**注意**

**EtherCAT 端子模块的安装位置**

注意所用 EtherCAT 端子模块的安装位置 - 并非所有端子模块的安装位置均可任意选择。请注意相关的 EtherCAT 基础设施组件和安装说明。



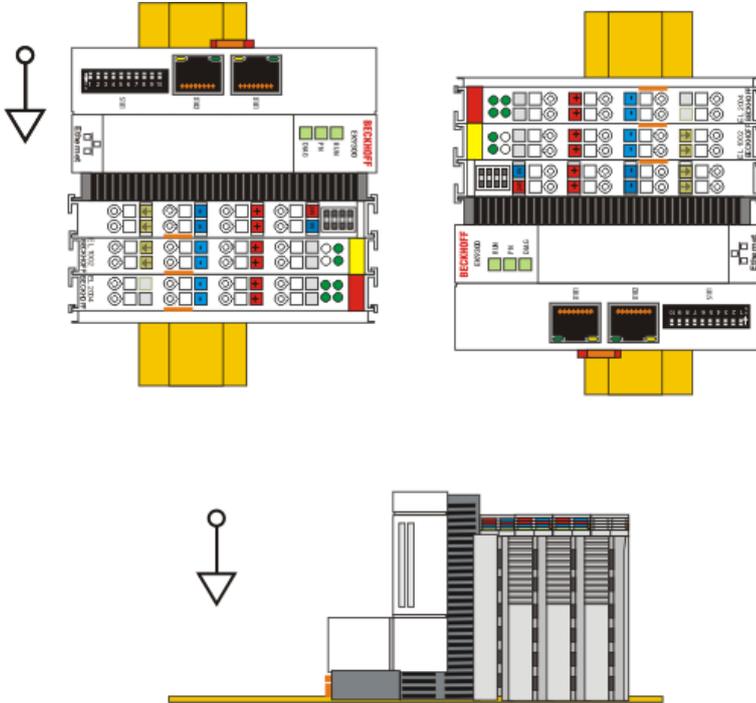
附图 9: 标准安装位置的建议距离

## 注意

**请遵守允许的安裝位置和最小间距要求!**

我们建议采用水平安装位置，以获得最佳通风效果。此外，这种安装位置无需检查是否存在仅支持水平安装的端子模块。

允许采用其他安装位置，但不建议这样做。



附图 10: 其它安装位置

### 3.1.5 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。

## 3.2 接线

### 3.2.1 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。

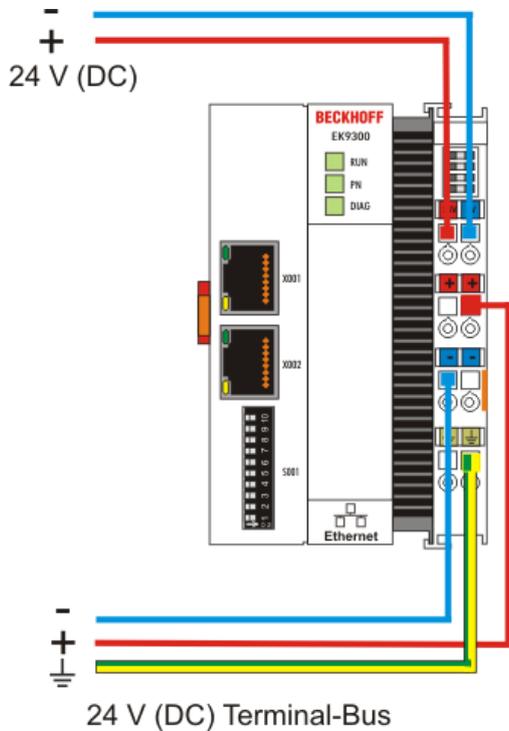
注意事项：

- 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。

### 3.2.2 电源

电源单元配备有 I/O 接口，可连接倍福总线端子模块。电源通过标有“24 V”和“0 V”的上部弹簧接线式端子模块供给。

供给的电压为 EK 系统以及通过端子总线为端子模块供电，电压为  $24 V_{DC}$  (-15%/+20%)。电源的绝缘强度为 500 V。由于端子模块总线 (E-bus) 仅传输数据，因此总线端子模块需要单独的电源。这可通过电源触点提供，电源触点未与电源连接。



附图 11: 总线耦合器 EK9xxx 电源

#### 对 24 V 电源的要求

为了保证总线耦合器和端子模块组在所有情况下都能正常运行，电源单元必须以 24 V 电压提供 2.0 A 的供电输出。

#### LED

如果电源单元连接正确且电源已接通，则端子模块棱镜显示区上部的两个 LED 为绿色。左侧 LED ( $U_s$ ) 表示 CPU 电源。右侧 LED ( $U_p$ ) 表示端子模块电源。其他 LED 显示端子模块总线状态。有关 LED 的详细说明，请参见“LED 故障排除”部分。

#### PE 电源触点

#### 注意

#### 电源触点“PE”

“PE”电源触点不得用于其他电位。

### 3.2.3 以太网

#### 3.2.3.1 以太网连接



附图 12: RJ45 接口

#### RJ45 接口的引脚分配, 端口 (连接到交换机)

EK9xxx: X001 / X002

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

### 3.2.3.2 以太网电缆

#### 传输标准

##### 10Base5

10Base5 的传输介质由一根粗的同轴电缆（“黄色电缆”）构成，其最大传输速度为 10 Mbit/s，采用线型拓扑结构，每个分支（支线）都连接一个网络设备。在这种情况下，所有设备都与共同的传输介质相连，因此在 10Base5 网络中数据包经常会不可避免地发生碰撞。

##### 10Base2

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

##### 10BaseT

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

##### 100BaseT

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

##### 10BaseF

10BaseF 标准包含几种光纤版本。

#### 10BaseT 和 100BaseT 类型电缆的概述

可用于星型拓扑结构的双绞铜缆，2 台设备之间的距离不得超过 100 米。

#### UTP

##### 非屏蔽双绞线

这种类型的电缆属于 3 类，不建议在工业环境中使用。

#### S/UTP

##### 编织屏蔽/非屏蔽双绞线（铜编织网屏蔽）

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

#### FTP

##### 铝箔屏蔽双绞线（铝箔屏蔽）

这种电缆的整体屏蔽层由铝箔和塑料薄膜复合制成。

#### S/FTP

##### 编织屏蔽/铝箔屏蔽双绞线（铜编织线和铝箔屏蔽）

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

#### STP

##### 屏蔽双绞线

描述了一种带外层屏蔽的电缆，未对屏蔽材质作更为具体的界定。

**S/STP**

编织屏蔽/屏蔽双绞线（对线对单独屏蔽的电缆）

此标识指的是针对几对电缆中的每一对线缆都具有屏蔽层以及线缆整体也带有屏蔽的电缆。

**ITP**

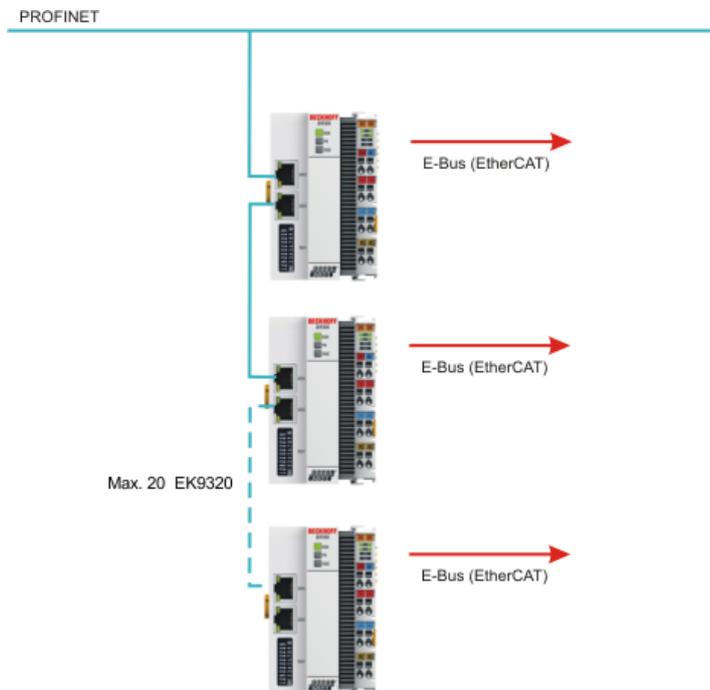
工业双绞线

其结构与 S/STP 类似，但与 S/STP 不同的是，它只有一对导线。

### 3.2.3.3 EK9320 PROFINET 拓扑示例

EK9320 可采用线性结构组网，需遵循以下要点：

- 最多可串联 20 个耦合器
- 在线性结构中不应使用交换机



附图 13: EK9300 - 拓扑示例

#### ● 当使用的交换机不支持 LLDP 协议

**i** PROFINET 采用 LLDP 协议实现拓扑识别。如果您使用的交换机不支持拓扑识别，则拓扑识别和相关的 PROFINET 服务将无法正常工作。此外，这会导致网络流量增加，而且每增加一个交换机端口和连接的 PROFINET 设备，流量都会进一步倍增。这种情况可能会引发通信错误，严重时甚至会中止与个别 PROFINET 设备的通信。

## 4 参数设置和调试

### 4.1 DIP 开关的含义

#### 10 位 DIP 开关 S001

DIP 开关对于交换式以太网接口 X001 和 X002 具有以下含义：

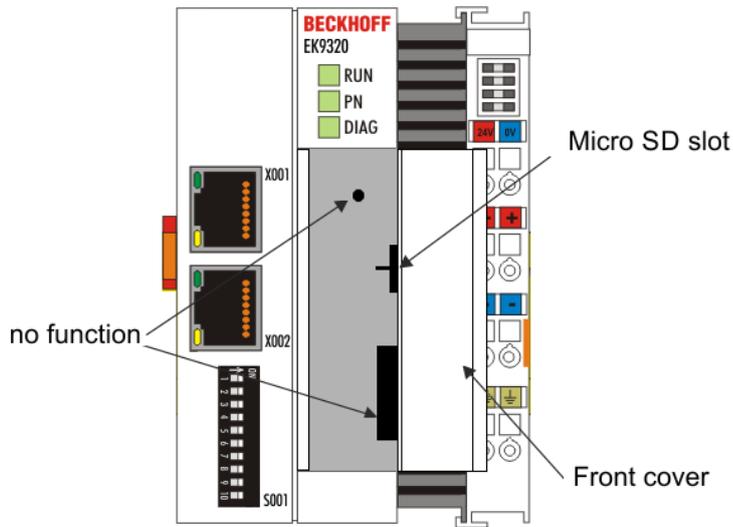


附图 14: DIP 开关 S001: 向左为关“0”，向右为开“1”

DIP 9	DIP 10	描述 DIP 1..8	重启时的行为	出厂设置的行为
0	0	IP 地址的最后一个字节通过 DIP 开关 1 至 8 设置	<ul style="list-style-type: none"> <li>从存储器中读取 PN 名称</li> <li>通过 DIP 开关设置 IP 地址 172.16.17.xxx (xxx DIP 开关)</li> <li>SNM 255.255.0.0</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>PN 名称变为空字符串</li> <li>通过 DIP 开关设置 IP 地址 172.16.17.xxx (xxx DIP 开关)</li> <li>SNM 255.255.0.0</li> </ul>
0	1	DHCP DIP 开关 1 至 8 设置为关闭	<ul style="list-style-type: none"> <li>从存储器中读取 PN 名称</li> <li>通过 DHCP 设置 IP 地址和 SNM</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>PN 名称变为空字符串</li> <li>通过 DHCP 设置 IP 地址和 SNM</li> </ul>
		DHCP DIP 开关 1 至 8 设置为打开	<ul style="list-style-type: none"> <li>从存储器中读取 PN 名称</li> <li>从存储器中读取 IP 地址</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>PN 名称变为空字符串</li> <li>IP 地址 0.0.0.0</li> </ul>
1	0	预留		
1	1	兼容 PROFINET 标准 DIP 开关 1 至 8 设置为关闭	<ul style="list-style-type: none"> <li>从存储器中读取 PN 名称</li> <li>从存储器中读取 IP 地址</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>PN 名称变为空字符串</li> <li>IP 地址 0.0.0.0</li> </ul>
		具有固定名称的 PROFINET DIP 开关 1 至 8 设置为打开	<ul style="list-style-type: none"> <li>通过 DIP 开关 1 至 8 设置 PN 名称</li> <li>从存储器中读取 IP 地址</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>通过 DIP 开关 1 至 8 设置 PN 名称</li> <li>IP 地址 0.0.0.0</li> </ul>

## 4.2 更多接口

其他接口位于 EK9xx0 的挡板下方。



附图 15: EK9320 的接口

### 微型 SD 卡

EK9320 的固件仅能从微型 SD 插槽中的微型 SD 卡加载。

### 电池

EK9xx0 不需要电池，因此不包含此选项。

## 4.3 设置 IP 地址

通常，IP 地址由 PROFINET 控制器分配。默认情况下，EK9320 没有 IP 地址。不过，要通过 ADS 连接设备，IP 地址必不可少。这可以通过 DHCP（必须有 DHCP 服务器）进行分配，也可以使用固定 IP 地址。请参见 DIP 开关 [▶ 31] 章节。

如果已连接 PROFINET 控制器，则会将控制器分配的 IP 地址用于 PROFINET 通信。固定的 IP 地址或由 DHCP 分配的 IP 地址将被覆盖。

另一种方式是，通过控制器分配的 IP 地址与 EK9300 通信；但要做到这一点，设备必须至少由 PROFINET 控制器/开发工具初始化过一次。

## 5 配置

### 5.1 EtherCAT 从站在 PROFINET 上的表示

本节旨在帮助解释如何在另一个现场总线系统上描述 EtherCAT 设备，并从现有的 EtherCAT 文档中获取相应的信息。为了便于理解，我们将在下文中对这些术语进行解释。

#### • 简介

诸如 EL 端子模块 (ES、ELX、ELM)、EP 模块 (ER、EQ、EPP) 等 EtherCAT 设备属于 EtherCAT 从站设备，始终由过程数据和参数数据 (如有必要) 组成。通常，数字式 EtherCAT 设备没有配置数据。而复杂的 EtherCAT 设备通常总是包含配置数据。

#### • 过程数据 (PDO, 过程数据对象)

几乎所有 EtherCAT 设备都有过程数据<sup>1)</sup>，其大小从 2 位到数百字节不等。对于复杂的 EtherCAT 设备，还可以指定不同的结构和过程数据大小。这就是所谓的预定义 PDO。

预定义 PDO 必须由 EtherCAT (EC) 主站指定，并且在启动 EC 主站时必须已知或设置。始终有一个默认的预定义 PDO。根据所使用的上层总线系统的不同，可以通过上层现场总线系统 (如 PROFINET 或 PROFIBUS) 或配置页面 (http 协议，如 ModbusTCP 或 EtherNet/IP) 设置 EC 耦合器上的 PDO 映射。

<sup>1)</sup> 除了 EK1100 耦合器等既无过程数据也无配置数据的设备外，其他设备均装有 EtherCAT ASIC，因此在没有过程数据的情况下也可以在 EtherCAT 网络中显示。

#### • 参数数据 (CoE)

EC 从站的参数数据通过 CoE (CAN over EtherCAT) 传输。与 CAN 一样，它被划分为对象、子对象和数据。以 EL3202 温度电阻端子模块 (如 PT100、PT1000、NI100 等) 为例，其参数数据就是设置电阻值的数据。

在 EK 耦合器上仅提供应用特定的 CoE 数据。根据上层总线系统的不同，在此处可以访问全部或部分 CoE 对象。

在此处也可以通过 EK 中的网页 (http 协议) 进行参数设置。

### PROFINET

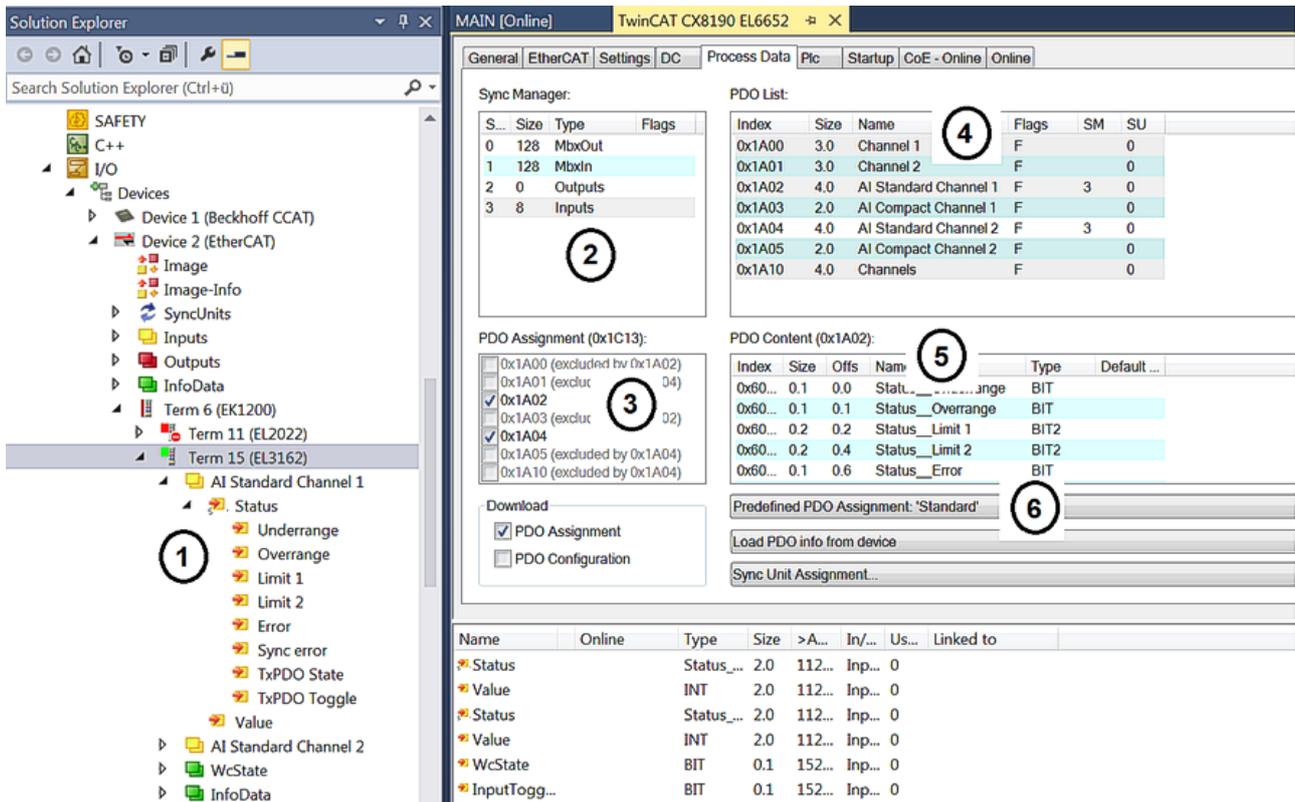
#### • 过程数据

PROFINET 设备 (从站) 必须随设备提供一个 GSDML 文件。在该 GSDML 中，对设备进行了描述 (下载: [配置文件](#))。EK9320 是一款采用模块化结构的设备。它包含一个头模块 (EK9320) 和若干连接到 EK9320 的 EtherCAT 设备。然后，必须将该文件 (GSDML) 集成到 PROFINET 主站控制器中。如果已完成上述操作，现在可以集成耦合器与 EtherCAT 端子模块，并进行相应的设置。

#### • 如何获取 EtherCAT 过程数据的描述?

预定义的 PDO 通常由不同的 PDO 组成，是过程映像的不同 PDO 的组合。

在下文中，我们将使用 TwinCAT 自动化软件对此进行说明：

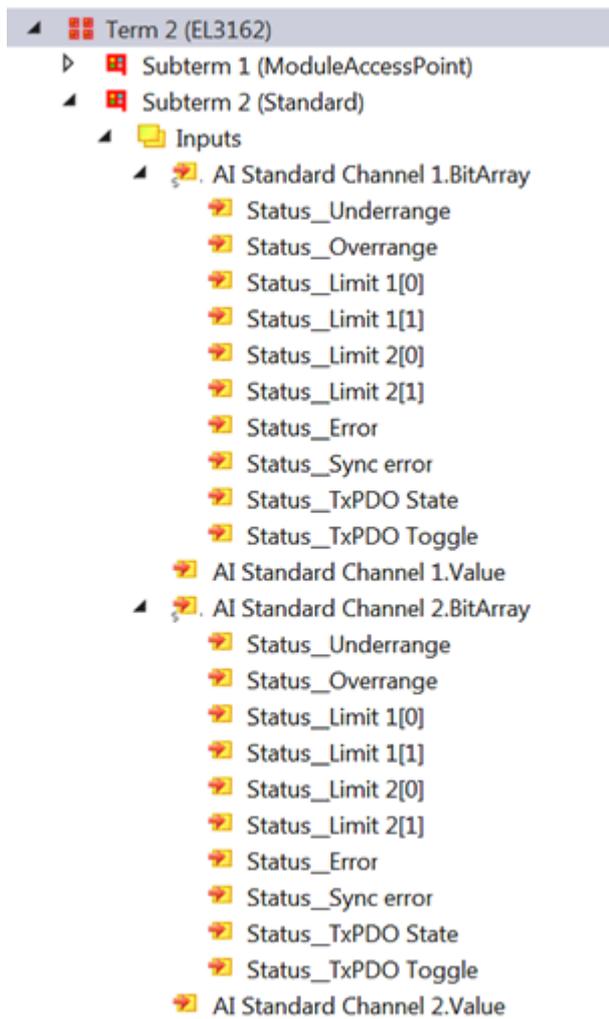


附图 16: EtherCAT 端子模块的典型配置页面

说明:

1. EtherCAT 端子模块插入 TwinCAT 树型结构中，其过程数据可链接到 PLC 程序。
2. 以字节形式查看现有的过程数据（通过 PROFINET 和西门子控制器可以看到完全相同的数量和大小，尽管在 GSDML 中进行了描述，但西门子没有更详细地显示过程数据）
3. 显示过程数据中激活了哪些 PDO
4. 查看所有 PDO
5. 在“4”中可以选择的各个 PDO 的详细信息
6. 预定义的 PDO

在 GSDML 中，只能选择预定义的 PDO（6）。如果需要不同的 PDO 组合，则只能通过倍福控制器（如 CX8093）来实现，该控制器有一个默认的 PROFINET 接口，可通过 TwinCAT 2 进行编程（对于 TwinCAT 3，需要使用带有 B930 接口的 CX9020，或任何带有 EL6631-0010 的倍福控制器）。

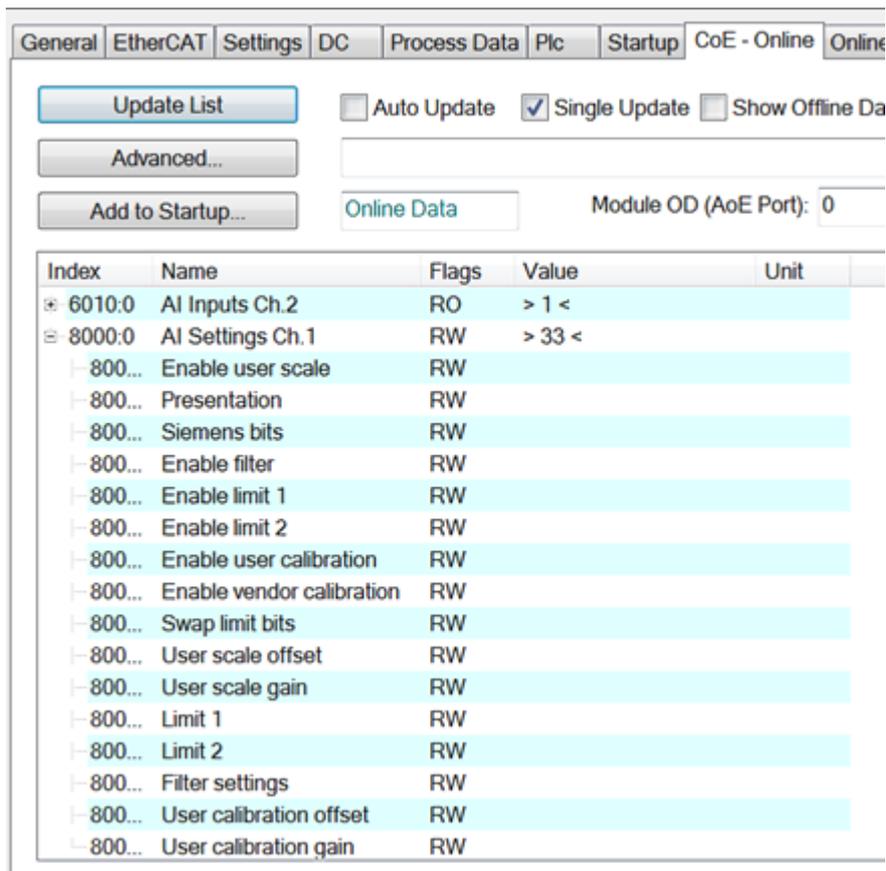


附图 17: EL3162 以标准格式（8 字节输入/0 字节输出）进行映射的示例

名称	大小 (变量)	位偏移
AI 标准通道 1.BitArray		
Status_Underrange	BIT (BOOL)	0.0
Status_Overrange	BIT (BOOL)	0.1
Status_Limit_1[0]	BIT (BOOL)	0.2
Status_Limit_1[0]	BIT (BOOL)	0.3
Status_Limit_1[0]	BIT (BOOL)	0.4
Status_Limit_1[0]	BIT (BOOL)	0.5
Status_Error	BIT (BOOL)	0.6
Status_Sync error	BIT (BOOL)	1.5
Status_TxPDO State	BIT (BOOL)	1.6
Status_TxPDO Toggle	BIT (BOOL)	1.7
AI 标准通道 1.Value	16 BIT (INT)	2.0..3.7
AI 标准通道 2.BitArray		
Status_Underrange	BIT (BOOL)	4.0
Status_Overrange	BIT (BOOL)	4.1
Status_Limit_1[0]	BIT (BOOL)	4.2
Status_Limit_1[0]	BIT (BOOL)	4.3
Status_Limit_1[0]	BIT (BOOL)	4.4
Status_Limit_1[0]	BIT (BOOL)	4.5
Status_Error	BIT (BOOL)	4.6
Status_Sync error	BIT (BOOL)	5.5
Status_TxPDO State	BIT (BOOL)	5.6
Status_TxPDO Toggle	BIT (BOOL)	5.7
AI 标准通道 2.Value	16 BIT (INT)	6.0..7.7

### 参数数据

在下文中，我们将对参数或配置数据进行说明。大部分必要的配置数据都包含在 GSDML 中；倍福在此处使用的名称和含义与 EtherCAT 端相同，后者包含在 ESI 文件的 CoE 说明中<sup>2)</sup>中。



附图 18: EtherCAT: TwinCAT 环境下 ESI 的 EL3162 的参数数据

Name	R/W	Offline Value
Enable user scale	R/W	False
Data Presentation	R/W	Signed
Siemens bits	R/W	False
Enable filter	R/W	False
Enable limit 1	R/W	False
Enable limit 2	R/W	False
Enable user calibr...	R/W	False
Enable vendor cal...	R/W	True
Swap limit bits	R/W	False
User scale offset	R/W	0
User scale gain	R/W	65536
Limit 1	R/W	0
Limit 2	R/W	0
Filter settings	R/W	50 Hz FIR
User calibration o...	R/W	0
User calibration g...	R/W	0

附图 19: PROFINET: TwinCAT 环境下 GSDML 的 EL3162 的参数数据

<sup>2)</sup> ESI 文件是供 EtherCAT 主站使用的描述文件 (ESI EtherCAT 从站信息)。

### TwinCAT 环境下 GSDML 的 EL3162 的参数数据

这些针对各个端子模块的参数均可在 PROFINET 控制器的配置工具中找到, 不管您使用控制器来自的哪个制造商。您还可以通过 PROFINET 和记录数据以非循环方式访问各个参数。为此, PROFINET 控制器必须有一个记录数据的接口。EK9300 手册中介绍了 CoE 协议描述以及如何通过 PROFINET 使用它。

## 5.2 EK9320 配置

### ● GSDML 文件

仅支持 GSDML 文件中存在的端子模块，但也可以进行扩展（相关事宜请联系倍福支持部门 [▶ 84]）。GSDML 支持子模块，请检查您的 PROFINET 主站/控制器是否支持子模块。否则，某些端子模块可能无法使用！  
或者，也可以使用 CX8093，它通常支持所有 EtherCAT 从站。

#### 常规

EK9320 PROFINET 耦合器始终需要借助 GSDML 文件在控制器（主站）中实现配置。GSDML 文件包含耦合器在控制器上运行所需的所有参数设置数据。配置工具会读取该文件，然后将数据提供给用户。

在 GSDML 文件中还指定了在 EK9320 上可用的相应端子模块。并非所有 EtherCAT 端子模块都受支持。因此，请事先确认您想要使用的端子模块是否该耦合器也支持。

#### DAE (Device Access Point) 中的数据

GSDML 文件的 DAE 中包含 2 x 2 字节的数据。

其中一个为 ECCycleCounter (2 字节)。如果 EC 主站处于“OP”状态，该变量在每个 EtherCAT 循环 (1 ms) 递增。

DAE 中包含状态 (2 字节)。该变量逐位显示各个状态信息。目前的占用情况如下：

- 第 0 位 - IsSynchron - 如果用作 PTP 从站或 IRT 设备且处于同步状态，则置位。
- 第 1 位 - IsPTPMaster - 如果 EK9320 作为 PTP 主站运行，则置位。
- 第 2 位 - ECFrameError - 如果确定 EtherCAT 存在问题，则置位。为了获得更多相关信息，必须读出 PROFINET 诊断或警告。

#### DAE 中的参数

**激活 PN 重置值** - *Off*-> EtherCAT 数据数据将清零。 *On*-> 允许输出使用其他默认值。以数字量输出为例，如果发生 PROFINET 通信错误，当前输出过程值可以被冻结或者设置为 0 或 1。

**数据表示法** - *Intel Format*数据以 Intel 格式表示， *Motorola Format*数据以 Motorola 格式表示。例如，在 Word 变量中，高字节和低字节会发生交换。

**EBus 错误时的行为** - *Set IOs to 0*-> 如果发生 EC 错误，输入和输出数据将被设置为零。 *Legacy*-> 输入数据保留其最后状态，但不再更新；输出数据仍可设置（取决于端子模块的位置）。

#### 映射

通常情况下，耦合器和与之相连的端子模块成组使用。这些端子模块是 GSDML 的一部分；这些端子模块由 PROFINET 控制器进行参数设置。

映射采用卡槽导向原则，即您在硬件配置工具中必须完全按照端子模块的物理连接顺序填入模块。如果使用 EtherCAT 分配盒，情况就会变得略微复杂。在这种情况下，务必了解将其他 EtherCAT 端子模块输入过程映像的顺序（请参见 EtherCAT 映射 [▶ 42]）。

### ● 启动总线耦合器时的行为

在启动（或重置）总线耦合器时，所有 EtherCAT 设备必须均已就位。这意味着必须提前或同时为所有 EtherCAT 从站供电，以便耦合器在 PROFINET 上能够正常启动。  
使用 CX8093 可以更加灵活地构建解决方案。

#### EtherCAT 设备的配置

EtherCAT 设备可分为 4 种类型：

- 不带过程数据的 EtherCAT 设备

- 带有“简单”过程数据但没有进行参数设置的 EtherCAT 设备（通常为简单的数字端子模块）
- 带有“简单”过程数据和参数的 EtherCAT 设备（通常为模拟信号）
- 带有不同过程数据和参数的 EtherCAT 设备（例如，增量式编码器）

所有这些设备都必须在配置中填入。

### 数字量输入和输出分组（分组端子模块）

数字量输入和输出端子模块也可根据其过程数据进行分组。该选项适用于 2 或 4 通道端子模块。为此，必须在 GSDML 文件中添加一个 2 或 4 通道分组端子模块（不带星号）。为了填充该字节，接下来必须添加一个 2 或 4 通道分组端子模块（带有星号）。端子模块必须在物理上和系统上依次插入，或者在逻辑上依次插入。不得超过字节限制。

示例：

2 通道分组端子模块（不带星号），随后可以添加 3 个来自 2 通道分组端子模块（带有星号）的模块。

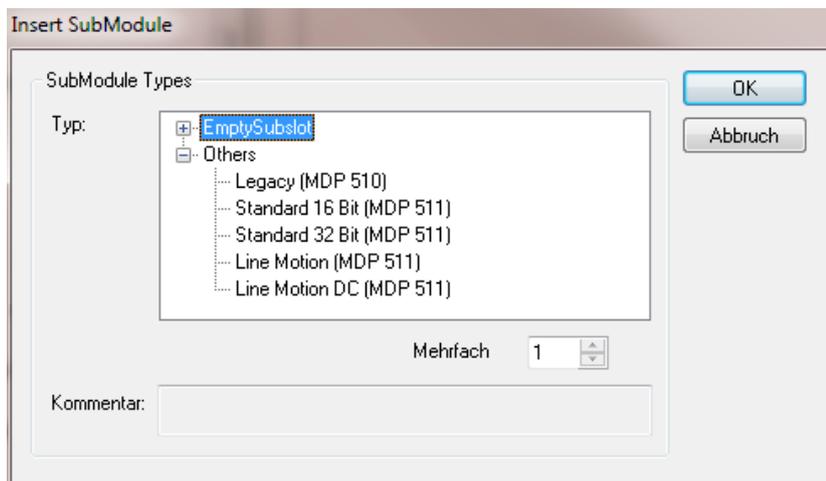
不允许：

2 通道分组端子模块（不带星号），然后添加 2 个来自 4 通道分组端子模块（带有星号）的模块。这已超过字节限制。

### 具有不同映射选项的 EtherCAT 端子模块

一些 EtherCAT 端子模块提供表示不同过程数据的选项。根据参数的不同，它们以不同的方式表示。在 PROFINET 控制器中，此类端子模块以子模块的形式表示。默认集成的总是标准映射。如果您想使用不同于标准的映射，请删除标准子模块，然后插入您希望使用的映射。可能会出现这样的情况：与 EtherCAT 端子模块或 EtherCAT 端子盒的相关文档不一致的是，在 PROFINET 耦合器下并非所有映射都可以使用。

EL5101 的示例：



附图 20: 插入子模块

### EtherCAT 网关端子模块

网关端子模块支持多个子模块；首模块或基本模块会立即加载，然后必须创建过程数据的模块。接着还必须在相应网关的主站端对它们进行参数设置。并非网关端子模块的所有功能都能在 EK9320 上使用。

#### EL6631-0010

PROFINET 设备端子模块可以连接两个不同的 PROFINET 网络；EK 仅支持一个设备接口。通过参数设置数据（GSDML）可以分配默认站名并进行 IP 设置。请注意，不能使用 EL6631-0010 的全部最大数据长度。长度取决于连接到 EK9320 的其他 EtherCAT 设备。

**EL6731-0010**

PROFIBUS 从站端子模块可与 PROFIBUS 主站进行通信。通过端子模块的参数设置（在 GSDML 中）可以指定 PROFIBUS 地址。只能交换纯过程数据。

**EL6692**

EtherCAT 从站端子模块可以与 EtherCAT 主站进行通信。只能交换纯过程数据。

**EL6652-0010**

EtherNet/IP 从站端子模块可以和一个 EtherNet/IP 主站进行通信；EK 仅支持一个从站接口。通过端子模块的参数设置（在 GSDML 中）可以指定 IP 地址和子网掩码。只能交换纯过程数据。EK 上的端子模块仅支持一个从站接口。

## 5.3 EK9320 EtherCAT 配置

EK9320 是带有自动配置功能的 EtherCAT 主站，即在系统启动时，所有 EtherCAT 端子模块都必须处于就位状态。由于 EK9320 的启动时间通常比 EtherCAT 从站设备的启动时间要长得多，因此从站设备可以采用同一电源供电。对于分散的 EtherCAT 从站，必须注意确保其供电接通时间早于或同步于主电源电压。

### EtherCAT 设备在运行中开通和关断

如果一个或多个 EtherCAT 设备在运行阶段发生故障，则会发出插拔警告；EK9320 仍处于数据交换状态。所有 EtherCAT 设备的输入数据将失效，并被设置为 FALSE 或 ZERO；同时不再接受输出数据。包括在 EK9320 上那些仍在正常运行的设备。如果您希望使用在运行中插拔设备的选项，则必须进一步配置“同步单元”。EK9320 则无法做到这一点。此时应使用 CX8093。

### 在 GSDML 中不存在的 EtherCAT 设备

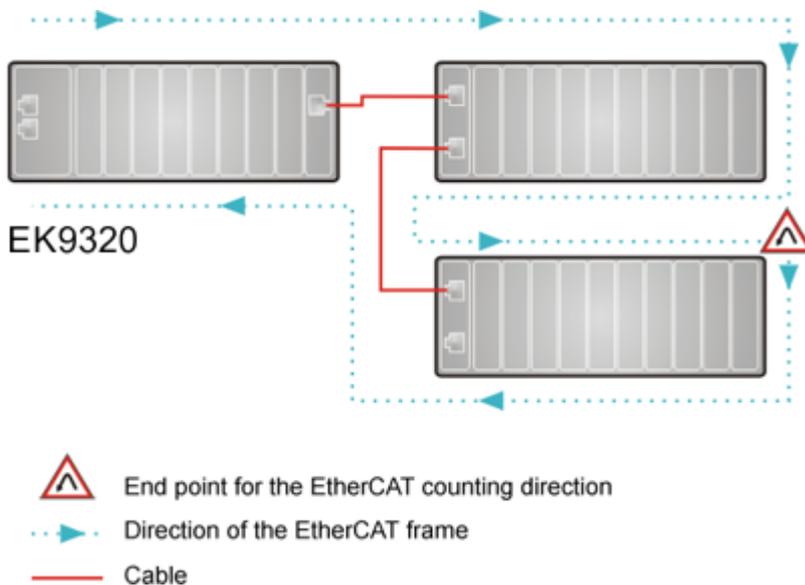
一些 EtherCAT 从站未包含在 GSDML 中，因此（暂时）无法使用。此处可以使用 CX8093，因为它原则上支持所有 EtherCAT 设备。

### EtherCAT 拓扑结构

所有 EtherCAT 设备必须按照其在 EK9320（即 EtherCAT 主站）上的映射顺序进行填入。EtherCAT 设备会自动寻址；除少数例外情况，所有 EtherCAT 总线端子模块均配备 EtherCAT ASIC，必须将其输入系统（即 PROFINET controller 主站）。不带 ASIC 的 EtherCAT 端子模块有 EL9400、EL9070 以及其他 EL9xxx 等。您可以通过技术数据“Message to E-bus（向 E-bus 发送信息）”来识别这种 EtherCAT 端子模块。如果这里是“-”，则无需在 PROFINET 控制器中输入该端子模块。

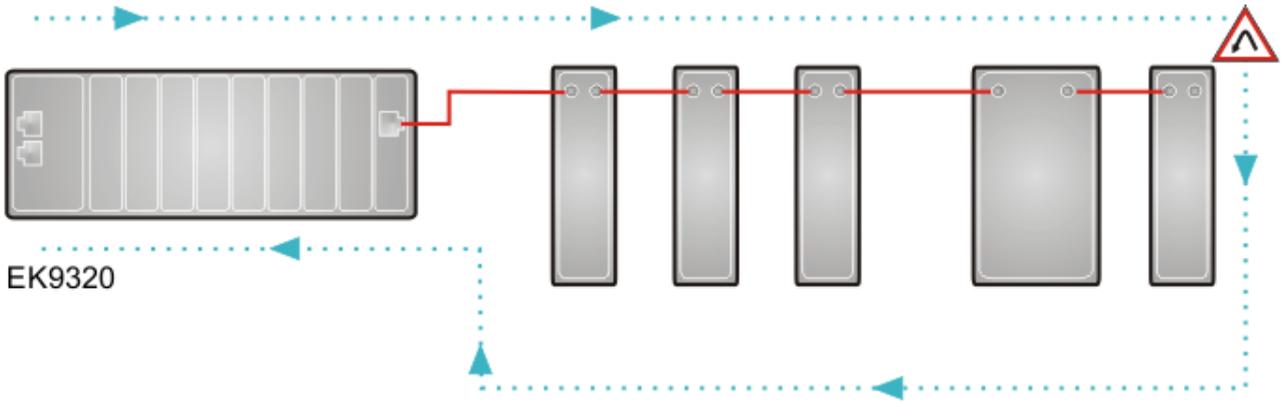
EtherCAT 设备会沿 EtherCAT 报文的方向注册。

### 采用 EK1100 EtherCAT 耦合器的示例配置



附图 21: 采用 EK1100 EtherCAT 耦合器的示例配置

采用 EPxxxx EtherCAT 端子盒的示例配置

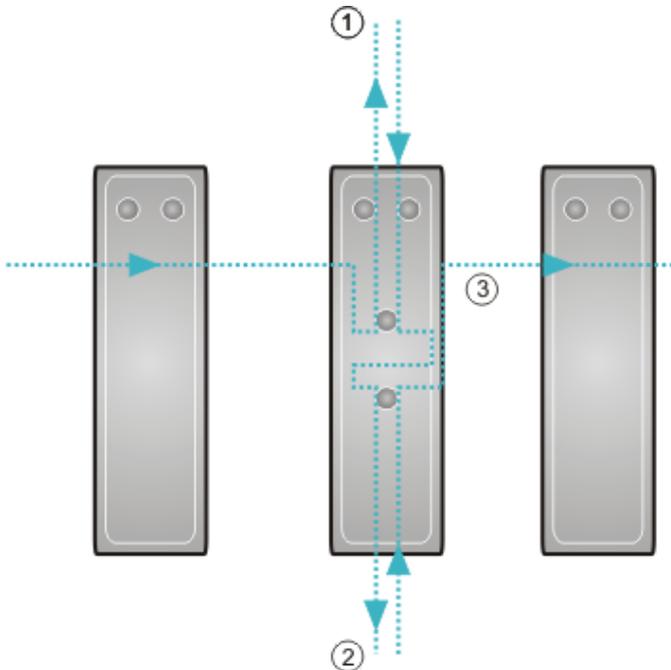


-  End point for the EtherCAT counting direction
-  Direction of the EtherCAT frame
-  Cable

附图 22: 采用 EPxxxx EtherCAT 端子盒的示例配置

采用 EP1122 2 端口 EtherCAT 拓扑扩展模块的示例配置

使用 EP1122 时需注意计数方向；它与 EK1122 类似。如果 EP1122 上的 EtherCAT 节点 1 已连接，则首先在此处转发 EtherCAT 帧 (1)；如果节点 1 未连接，则在节点 2 上发送帧 (2)，然后才会继续右侧 EC 总线的通信序列 (3)。



附图 23: 采用 EP1122 2 端口 EtherCAT 拓扑扩展模块的示例配置

如果两个节点均未使用，则节点 1 和 2 将处于短路状态，EC 帧将直接从端子模块向右侧继续传输。务必注意的是，在 PROFINET controller 主站中，模块必须按照 EtherCAT 帧的方向进行输入。

## ● 在运行期间的连接



您不能使用 EP1122 和 EK1122 进行热插拔，也不能在运行期间连接或断开它们。EP1122 和 EK1122 只适合与 EK 耦合器一起实现拓扑扩展（星型结构）。

### 5.3.1 EK9320 设置

Name	R/W	Offline Value	Online Value
Data Presentation	R/W	Motorola Format	Motorola Format
EBus error behaviour	R/W	Set IOs to 0 without ...	Set IOs to 0 without ...
Set EBus cycle	R/W	1ms	PN cycle
MultiConfigurationMode	R/W	inactive	inactive
Webserver	R/W	inactive	active
PN error behavior	R/W	Set to zero	Set to zero
Acyclic frame prioritization	R/W	inactive	inactive

RecordData to Index 0x2001, Transfer Sequence is 1. If you click 'Set to Default' the whole index will be set to default!

附图 24: “Parameterize Module（参数设置模块）”选项卡，以 EK9300 为例

#### 数据表示法

默认情况下，耦合器的数据以 Motorola 格式传输。如果您的控制器需要 Intel 格式的数据，您可以使用此设置将过程数据进行相应地变换。

#### EBus 错误行为

请参见 EBus 错误行为 [▶ 72] 章节。

#### 设置 EBus 循环

当 EK9320 上使用大量复杂端子模块时，如果建立 PROFINET 通信出现问题，则可以通过以下组合方案进行补救：将“Set EBus Cycle”（设置 EBus 循环）的设置从默认的“1 ms”调整为“PN cycle”（PN 循环），并调整 PN 周期。通常情况下，将 PROFINET 周期设置为 2 ms 即可，必要时可设置为 4 ms。

**注意****PROFINET 周期**

如果 PN Cycle 功能被启用，且 PROFINET 周期被设置为超过 64 ms，则 EtherCAT 循环继续以 64 ms 运行，这样 EtherCAT 端子模块的内部看门狗（100 ms）就不会响应。这意味着，如果在 PROFINET controller 主站中设置了 128 ms PN 循环，则 EtherCAT 内部循环的运行时间为 64 ms。

**多配置模式**

请参见多配置模式 [▶ 45] 章节

**Web 服务**

请参见网络服务器章节

**PN 错误行为**

通过下拉列表可以设置 PROFINET 出错时如何传输耦合器的数据。

- **Set to zero (default) (设置为零，默认)**：数据将全部被设置为“0”
- **Defined fallback (定义的回退值)**：数据被设置为已定义的值。
- **Frozen (冻结)**：数据被冻结为出错时的值。
- **Stop Ebus (停止 Ebus)**：另一个 EtherCAT 帧通过耦合器及其设备。EtherCAT 状态机处于“INIT”状态

**非周期帧优先次序**

如果应用需要，可对非周期帧（记录数据）进行优先排序。

## 5.3.2 EK93x0 - 多配置模式

**描述**

多配置模式允许用户在同一项目配置下运行不同的硬件，例如 EK93x0（EK9300 或 EK9320）可以带不同 EtherCAT 端子模块。

本描述部分在示例中使用 EtherCAT 端子模块（ELxxxx）。同样的原理也适用于 EtherCAT 端子盒（EPxxxx）。

**任务**

设备制造商有一台设备，销售时可以有不同选项。这些选项通常是一些额外的需要处理和记录的信号，需要增加端子模块。

对于所有这些选项，项目配置应保留不变，仅限通过软件进行更改。实际的设备选项包含在参数设置中。

**解决方案**

多配置模式可用于在项目配置中设定最大选项数量。如果设备的选项数量少于最大值，则可以省略 EtherCAT 端子模块，因为不需要这些信号。虽然未使用的 EtherCAT 端子模块包含在最大项目配置中，但控制器可以将其禁用，从而使硬件和经过参数化的配置重新匹配。完成此操作后，EK93x0 将立即切换到正常的数据交换模式。

**优势**

创建和维护项目的工作量减少，因为相同的项目配置可用于不同的硬件。

## 示例

标准设备配置（不包含选项）包括：

- 1 x EK93x0
- 2 x EL2004
- 2 x EL1004
- 1 x EL5051

可以添加以下选项：

- 带有能耗监测功能，用于记录能源消耗情况：需增加 EL3403
- 带有自动调节轴：需增加 EL7047
- 带有温度测量功能：需增加 EL3314

最大配置（可选端子模块以斜体标示）如下所示：

- 1 x EK93x0
- 2 x EL2004
- 2 x EL1004
- 1 x EL5051
- 1 x *EL3314*
- 1 x *EL7047*
- 1 x *EL3403*

硬件配置中体现的正是这种最大配置。

如果订购的设备不包含选项，则必须在项目配置中禁用端子模块 EL3314、EL7047 和 EL3403。EK93x0 会收到记录数据通知（非周期通信），以指明不再需要哪些端子模块。端子模块通过其位置进行识别。在没有选项的情况下，有两个 EL2004（在位置 1 和 2）、两个 EL1004（在位置 3 和 4）和一个 EL5051（在位置 5）。位置 6、7 和 8 上的端子模块（可选端子模块）必须禁用。

如果订购的设备带有“自动调节轴”选项，则只需禁用端子模块 6 和 8。

### ● 可选端子模块的位置

**I** 在任何位置均可连接可选端子模块，也可禁用它们。它们不一定必须位于末端，如示例所示。

## 第一步

要使 EK93x0 在多配置模式下运行，必须在 DAP（设备接入点）中将多配置模式设置为“TRUE”。

提供两种可能的设置选项。

### 选项 1

这可能是用于测试的版本，因为必须调整硬件配置，最好避免这样做。

DAP 中存在带插槽的多配置模式设置。您可以在此处禁用已配置但不存在的 EtherCAT 端子模块。

对于一些 PROFINET controller 主站，此操作必须在启动阶段完成；而其他 PROFINET controller 主站则支持运行时配置，这样可以显著简化测试。在运行时禁用/启用端子模块是 PROFINET controller 主站的功能特性，其实际可行性取决于 PROFINET controller 主站制造商的具体情况。

### 选项 2

由 PLC 通过记录数据发送配置。同样，不同制造商提供的选项也不同。如有任何疑问，请联系 PROFINET controller 主站的制造商。

选项 2 的要求是 PROFINET controller 主站允许并支持访问记录数据。

PROFINET 记录数据 (写入请求)	值	含义
Slot*	0	插槽编号, 始终为“0”
SubSlot*	1	子槽编号, 始终为“1”
索引	0#2010	PROFINET 索引编号
长度	可变	后续数据的长度
数据	每个总线端子模块需要 2 位: 00 <sub>bin</sub> 端子模块存在 10 <sub>bin</sub> 端子模块不存在	启用/禁用 EtherCAT 设备

\* 对于一些 PROFINET controller 主站, 这些数据可从 GSDML 中自动获取, 无需进行配置。

## 程序

在配置站点后, 需要执行以下步骤。

如果订购的设备采用最大配置 (包含所有选项), 一般无需采取任何措施, 因为硬件与项目配置相匹配。

如果不包括其中一个选项, 则硬件和项目规划就会有所不同。PROFINET 耦合器通过“Module difference” (模块差异) 消息指示此情况。

现在, 禁用不存在的端子模块。完成后, 将从耦合器中删除“模块差异”消息。如果仍然显示“Module Difference” (模块差异) 消息, 则可能是插槽错误或禁用的插槽太少。

### ● 无子槽



子槽不计算在内, 且不能用于多配置模式。  
无论模块是否使用子槽, 仅可使用插槽。

### ● 无 Shared Device (共享设备) 功能



在使用多配置模式时, 无法使用共享设备功能。

### ● 无分组或 (\*) 端子模块

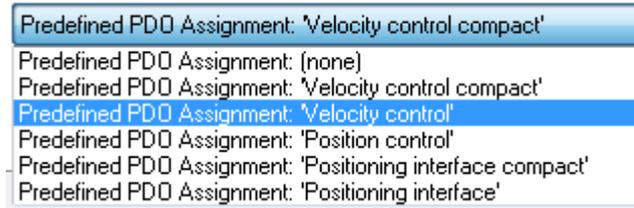


在多模配置模式下不能使用分组或 (\*) 端子模块。

## 5.4 EK9320 – 配置示例

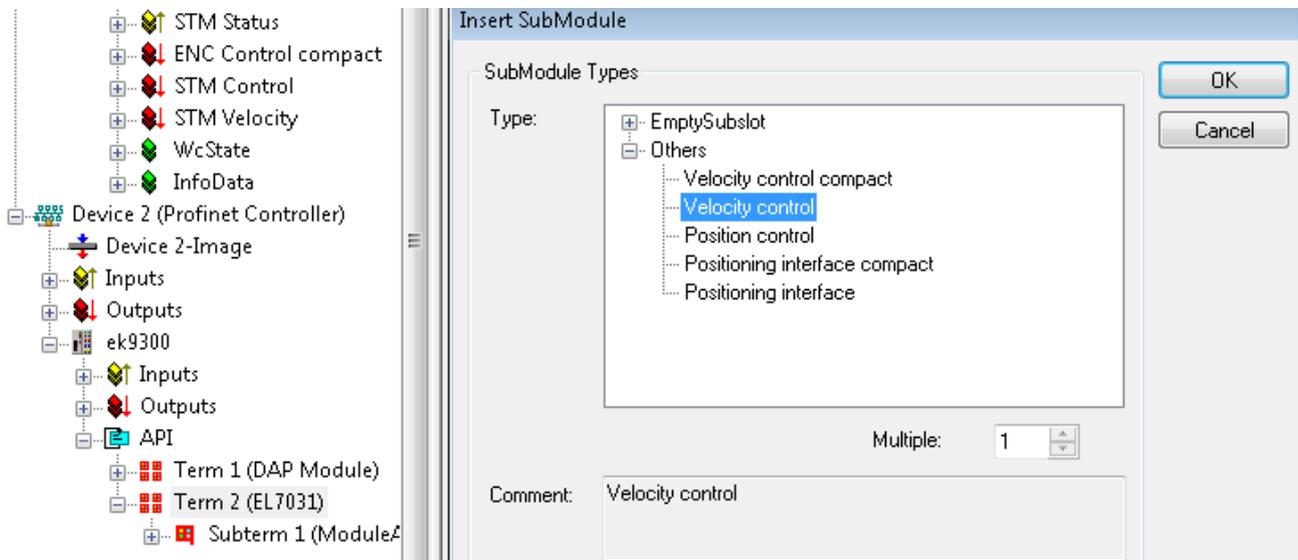
### PDO Mapping (映射)

EtherCAT 侧的过程数据通过 PDO 映射进行描述。各个端子模块通过 ESI 文件（EtherCAT 描述文件）自带预定义的 PDO 映射，即各个 PDO 的实用型组合。



附图 25: EK93x0 - Predefined PDO 选择对话框

这些组合依次在 Profinet 端使用不同的子模块和过程数据进行描述，即每个预定义的 PDO 映射都有一个相关的子模块。



附图 26: EK93x0 submodules (子模块)

此类模块化端子模块始终有一个固定的子模块插入 EK93x0 的子槽 1。这是端子模块本身的占位符；即通过该占位符实现端子模块的通用有效诊断功能。实际过程数据插入子槽 2，并在此基础上生成 EC 主站上的 PDO 映射。

### SDO 映射

每个插拔式子槽都自带参数设置数据。服务数据对象（SDO）通过这些数据传输，即 SDO 被映射到记录数据集中。对象 0x8xxx 和 0xF8xx 始终处于映射状态。由于 PROFINET 端的索引仅为 0 - 0x7FFF 的供应商特定索引，因此 EtherCAT 对象 0x8xxx 对应于 PROFINET 记录索引 0x3xxx，EC 对象 0xF8xx 对应于 PROFINET 索引范围 0x48xx。在 PROFINET 中，始终在主站启动阶段写入记录；它们作为启动 SDO 在内部传输给 EtherCAT 主站。这意味着在重新启动 PROFINET 时，内部 EC 主站也会重新启动。

General		Parameterize Module			
[-] ECStavelnitValues		Name	R/W	Offline Value	Or
[-] Index 0x2009		Operation mode	R/W	Automatic	
[-] ENC Settings Ch.1		Speed range	R/W	2000 Fullsteps/sec	
[-] Index 0x3000		Invert motor polarity	R/W	False	
[-] STM Motor Settings Ch.1		Select info data 1	R/W	Motor coil current A	
[-] Index 0x3010		Select info data 2	R/W	Motor coil current B	
[-] STM Controller Settings Ch.1		Invert digital input 1	R/W	False	
[-] Index 0x3011		Invert digital input 2	R/W	False	
[-] STM Features Ch.1		Function for input 1	R/W	Normal input	
[-] Index 0x3012		Function for input 2	R/W	Normal input	
[-] STM Controller Settings 2 Ch.					
[-] Index 0x3013					
[-] PDS Settings Ch.1					
[-] Index 0x3020					
[-] PDS Features Ch.1					
[-] Index 0x3021					

附图 27: PROFINET 记录索引 0x3xxx (对应于 EtherCAT 对象 0x8xxx)

在运行过程中也可以读取和写入这些数据记录。

### 调试 EL7031

默认设置足以满足初始调试需求，即只需选择相应的子模块即可。在此基础上，对端子模块的 PDO 和 SDO 进行参数设置。例如，如果选择了“速度控制”子模块，则只需设置 *Control\_Enable* 位；随后通过指定设定点速度来转动电机。

## 5.4.1 调试 EL72x1-xxxx

EK9320 支持伺服端子模块的“Drive Motion Control”（驱动器运动控制）模式。该模式可使轴独立移动到过程数据指定的位置。设定点计算通常由 NC 完成，而在 DMC 模式下则由端子模块自身完成。

本示例中展示的是在 EK9300 上调试 EL7201-0010 的方法（该方法也适用于 EK9320，但请注意 EK9320 支持的伺服端子模块标配带位置接口）。

### 要求：

- 最低 EK9300 固件版本 “14(V0.59)”
- 最低 GSDML 版本 “GSDML-V2.34-BECKHOFF-EK9300-20190904.XML”
- 最低 EL72xx-xxxx 固件版本 19
- 最低 EL72xx-xxxx esi 版本 30

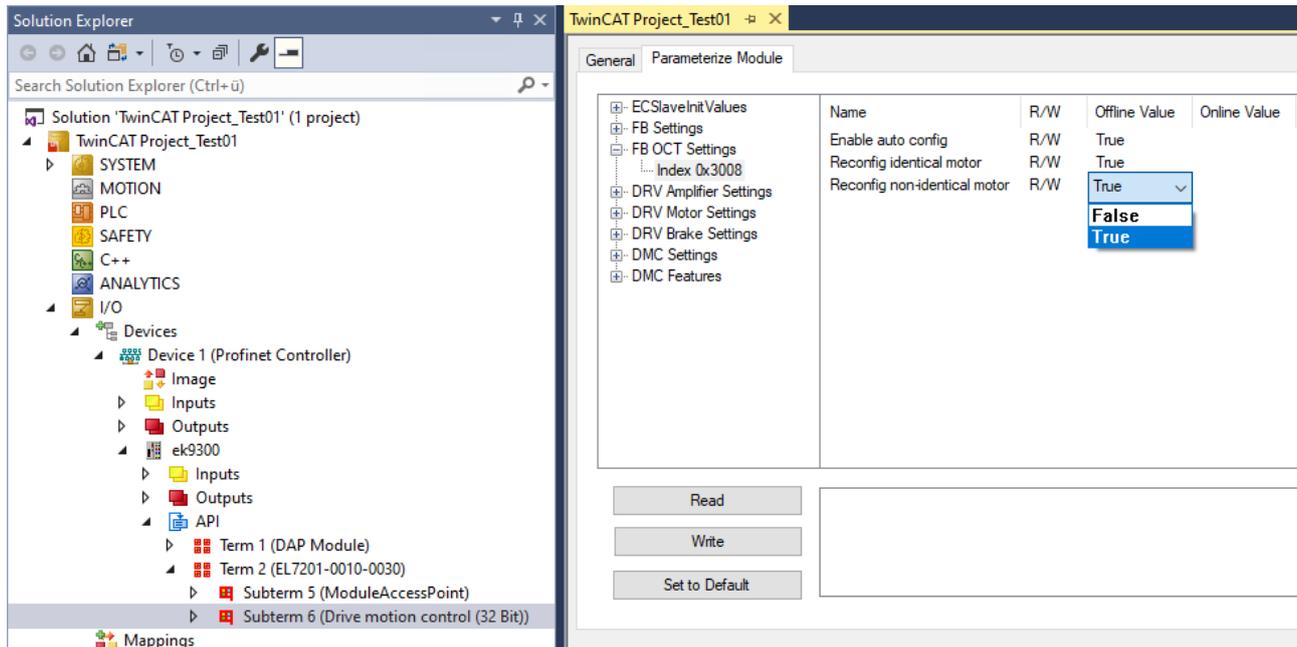
### 使用的硬件

- 搭载固件版本 14(V0.59) 的 EK9300
- 搭载固件版本 19 的 EL7201-0010 和 EL7201 ESI 文件 EL7201-0010-9999.xml
- ZK4704-0401-0000 (电机电缆)
- AM8112-0F20-0000

### 配置

首先，必须将 EK9300 和 EL7201-0010 添加到配置中。请参见：[添加 PROFINET devices](#)

为了确保端子模块使用正确的电机，建议通过端子模块读取电机铭牌。为此，必须将端子模块的“FB OCT SettingsCh1 - Index 0x3008”参数设置中的参数条目“Enable auto config”（启用自动配置）、“Reconfig identical motor”（重新配置相同电机）和“Reconfig non-identical motor”（重新配置非相同电机）更改为“TRUE”。



附图 28: 自动读取所用电机铭牌的参数设置

端子模块可读取电机铭牌并自动设置电机特定的参数。默认电机设置将不再使用，但可根据需要重新读取。

以“Drive Motion Control（驱动器运动控制）”格式映射 EL7201-0010

INPUTS（64 字节）：

- ▲ Subterm 6 (Drive motion control (32 Bit))
  - ▲ Inputs
    - ▷ DMC Inputs.FeedbackStatus
    - ▷ DMC Inputs.DriveStatus
    - ▲ DMC Inputs.PositioningStatus
      - Busy
      - In-Target
      - Warning
      - Error
      - Calibrated
      - Accelerate
      - Decelerate
      - Ready to execute
    - DMC Inputs.Set position
    - ▲ DMC Inputs.aligned[0]
      - DMC Inputs.aligned[0][0]
      - DMC Inputs.aligned[0][1]
      - DMC Inputs.aligned[0][2]
      - DMC Inputs.aligned[0][3]
    - DMC Inputs.Set velocity
    - DMC Inputs.Actual drive time
    - DMC Inputs.Actual position lag
    - ▲ DMC Inputs.aligned[1]
      - DMC Inputs.aligned[1][0]
      - DMC Inputs.aligned[1][1]
      - DMC Inputs.aligned[1][2]
      - DMC Inputs.aligned[1][3]
    - DMC Inputs.Actual velocity
    - DMC Inputs.Actual position
    - ▲ DMC Inputs.aligned[2]
      - DMC Inputs.aligned[2][0]
      - DMC Inputs.aligned[2][1]
      - DMC Inputs.aligned[2][2]
      - DMC Inputs.aligned[2][3]
    - DMC Inputs.Error id
    - DMC Inputs.Input cycle counter
    - DMC Inputs.aligned[3]
    - DMC Inputs.Latch value
    - ▲ DMC Inputs.aligned[4]
      - DMC Inputs.aligned[4][0]
      - DMC Inputs.aligned[4][1]
      - DMC Inputs.aligned[4][2]
      - DMC Inputs.aligned[4][3]
    - DMC Inputs.Cyclic info data 1
    - DMC Inputs.Cyclic info data 2
    - ▲ DMC Inputs.aligned[5]
      - DMC Inputs.aligned[5][0]
      - DMC Inputs.aligned[5][1]
      - DMC Inputs.aligned[5][2]
      - DMC Inputs.aligned[5][3]
      - DMC Inputs.aligned[5][4]
      - DMC Inputs.aligned[5][5]
      - DMC Inputs.aligned[5][6]
      - DMC Inputs.aligned[5][7]

附图 29: Drive Motion Control (驱动器运动控制) 的输入

名称	大小 (变量)	位偏移
DMC Inputs.FeedbackStatus (16 位数组)		
Latch extern valid (外部锁存器有效)	BIT (BOOL)	0.1
设置计数器完成	BIT (BOOL)	0.2
Status of extern latch (外部锁存器的状态)	BIT (BOOL)	1.4
DMC Inputs.DriveStatus (16 位数组)		
Ready to enable (准备启用)	BIT (BOOL)	2.0
准备就绪	BIT (BOOL)	2.1
警告	BIT (BOOL)	2.2
错误	BIT (BOOL)	2.3
Moving positive (正向移动)	BIT (BOOL)	2.4
Moving negative (负向移动)	BIT (BOOL)	2.5
Digital input 1	BIT (BOOL)	3.3
Digital input 2	BIT (BOOL)	3.4
DMC Inputs.PositioningStatus (16 位数组)		
繁忙	BIT (BOOL)	4.0
In-Target	BIT (BOOL)	4.1
警告	BIT (BOOL)	4.2
错误	BIT (BOOL)	4.3
已校准	BIT (BOOL)	4.4
Accelerate (加速)	BIT (BOOL)	4.5
Decelerate (减速)	BIT (BOOL)	4.6
Ready to execute (准备执行)	BIT (BOOL)	4.7
DMC Inputs.Set position	DWORD (32 位)	6-9
DMC Inputs.aligned [0]	DWORD (32 位)	10-13
DMC Inputs.Set velocity	WORD (16 位)	14-15
DMC Inputs.Actual drive time	DWORD (32 位)	16-19
DMC Inputs.Actual position lag	DWORD (32 位)	20-23
DMC Inputs aligned [1]	DWORD (32 位)	24-27
DMC Inputs.Actual velocity	WORD (16 位)	28-29
DMC Inputs.Actual position	DWORD (32 位)	30-33
DMC Inputs.aligned [2]	DWORD (32 位)	34-37
DMC Inputs.Error Id	DWORD (32 位)	28-41
DMC Inputs.Input cycle counter	Byte (8 位)	42
DMC Inputs.aligned [3]	Byte (8 位)	43
DMC Inputs.Latch value input	DWORD (32 位)	44-47
DMC Inputs.aligned [4]	DWORD (32 位)	48-51
DMC Inputs.Cycle info data1	WORD (16 位)	52-53
DMC Inputs.Cycle info data2	WORD (16 位)	54-55
DMC Inputs.aligned [5]	LWORD (64 位)	56-63

输出 (40 字节) :

- ▲  Outputs
  - ▲  DMC Outputs.FeedbackControl
    -  Enable latch extern on positive edge
    -  Set counter
    -  Enable latch extern on negative edge
  - ▲  DMC Outputs.DriveControl
    -  Enable
    -  Reset
  - ▲  DMC Outputs.PositioningControl
    -  Execute
    -  Emergency stop
  -  DMC Outputs.Set counter value
  - ▲  DMC Outputs.aligned[0]
    -  DMC Outputs.aligned[0][0]
    -  DMC Outputs.aligned[0][1]
    -  DMC Outputs.aligned[0][2]
    -  DMC Outputs.aligned[0][3]
  -  DMC Outputs.Target position
  - ▲  DMC Outputs.aligned[1]
    -  DMC Outputs.aligned[1][0]
    -  DMC Outputs.aligned[1][1]
    -  DMC Outputs.aligned[1][2]
    -  DMC Outputs.aligned[1][3]
  -  DMC Outputs.Target velocity
  -  DMC Outputs.Start type
  -  DMC Outputs.Target acceleration
  -  DMC Outputs.Target deceleration
  - ▲  DMC Outputs.aligned[2]
    -  DMC Outputs.aligned[2][0]
    -  DMC Outputs.aligned[2][1]
    -  DMC Outputs.aligned[2][2]
    -  DMC Outputs.aligned[2][3]
    -  DMC Outputs.aligned[2][4]
    -  DMC Outputs.aligned[2][5]
    -  DMC Outputs.aligned[2][6]
    -  DMC Outputs.aligned[2][7]
    -  DMC Outputs.aligned[2][8]
    -  DMC Outputs.aligned[2][9]

附图 30: Drive Motion Control (驱动器运动控制) 的输出

名称	大小 (变量)	位偏移
DMC Outputs.FeedbackControl (16 位数组)		
Latch extern valid (外部锁存器有效)	BIT (BOOL)	0.1
设置计数器完成	BIT (BOOL)	0.2
Status of extern latch (外部锁存器的状态)	BIT (BOOL)	1.4
DMC Outputs.DriveControl (16 位数组)		
Enable	Bit (BOOL)	2.0
重置	Bit (BOOL)	2.1
DMC Outputs.PositioningControl (16 位数组)		
执行	BIT (BOOL)	4.0
急停	BIT (BOOL)	4.1
DMC Outputs.Set counter value	DWORD (32 位)	6-9
DMC Outputs.aligned [0]	DWORD (32 位)	10-13
DMC Outputs.Target position	DWORD (32 位)	14-17
DMC Outputs.aligned [0]	DWORD (32 位)	18-21
DMC Outputs.Target velocity	WORD (16 位)	22-23
DMC Outputs.Start Type	WORD (16 位)	24-25
DMC Outputs.Target acceleration	WORD (16 位)	26-27
DMC Outputs.Target deceleration	WORD (16 位)	28-29
DMC Outputs.aligned [0]	10 字节	30-39

## 程序流程

- 首先必须确保 EK9300 处于数据交换状态。
  - 为此，可以使用 TwinCAT 中的诊断功能、过程数据 status 或 EK9300 的 LED。
- 只要 EK9300 进入数据交换状态，即可检查所连接的 EL7201-0010 功能是否正确。
  - 为此，将检查“Drive”和“PositioningStatus”中的错误位。如果两个状态位均等于“FALSE”，则检查“DriveStatus”下的“Ready to enable”位。如果该值等于“TRUE”，则可以设置“DriveControl”下的“Enable bit”（启用位）。
- 如果“Ready to execute”（准备执行）位等于“TRUE”，就可以开始执行第一个运动命令。
  - 为此，必须通过“DMC Outputs.Target position”设置位置<sup>1)</sup>，通过“DMC Outputs.Target velocity”设置速度<sup>2)</sup>，通过“DMC Outputs.Target acceleration”设置起始加速度<sup>3)</sup>，通过“DMC Outputs.Target deceleration”设置减速度<sup>3)</sup>，通过“DMC Outputs.Start Type”可以将启动类型<sup>4)</sup>传输到端子模块。
- “DriveControl”下的“Execute”（执行）位启动并执行命令。
- 在运动指令执行完毕之前，“DriveStatus”下的“Busy”（繁忙）位始终为“TRUE”。
  - 如果轴已就位，则由“In-Target”（到位）位发出信号。并且，“Busy”（繁忙）位从“TRUE”变为“FALSE”。
- 一旦“Busy”（繁忙）位变为“FALSE”，用户就得将“Execute”（执行）位设置为“FALSE”。
  - 如果在“Busy”（繁忙）等于“TRUE”时将“Execute”（执行）设置为“FALSE”，则当前运动命令被中断，轴停止。
- 要传输新的运动命令，必须再次检查“Ready to execute”（准备执行）位。

<sup>1)</sup> 一圈的位置为  $0x0010\_0000 \cdot 2^{20}$

<sup>2)</sup> 速度的单位是最大速度的 0.01 %； $1000 = 10 \%$

<sup>3)</sup> 加速度斜坡的单位是 ms； $1000_{(dec)} = 1 \text{ sec}$

<sup>4)</sup> 参见表格

ABSOLUTE	0x0001	绝对定位至特定目标位置
RELATIVE	0x0002	相对定位至计算的目标位置；当前位置加上指定的位置差
ENDLESS_PLUS	0x0003	沿旋转的正方向无限行进（直接指定速度）
ENDLESS_MINUS	0x0004	沿旋转的负方向无限行进（直接指定速度）
MODULO_SHORT	0x0105	通过“modulo factor（模长系数）”计算，沿着通往模长位置（正或负）的最短路径进行模长定位
MODULO_PLUS	0x0205	在旋转的正方向上进行模长定位，到达计算的模长位置
MODULO_MINUS	0x0305	在旋转的负方向上进行模长定位，到达计算的模长位置
CALI_PLC-CAM	0x6000	使用原点开关（数字量输入）开始校准
CALI_ON_BLOCK	0x6200	以“on block”方式开始校准。
CALI_SET_POS	0x6E00	设为已校准，不改变位置
CALI_CLEAR_POS	0x6F00	删除校准位

### ● 通过 TwinCAT 创建调试任务

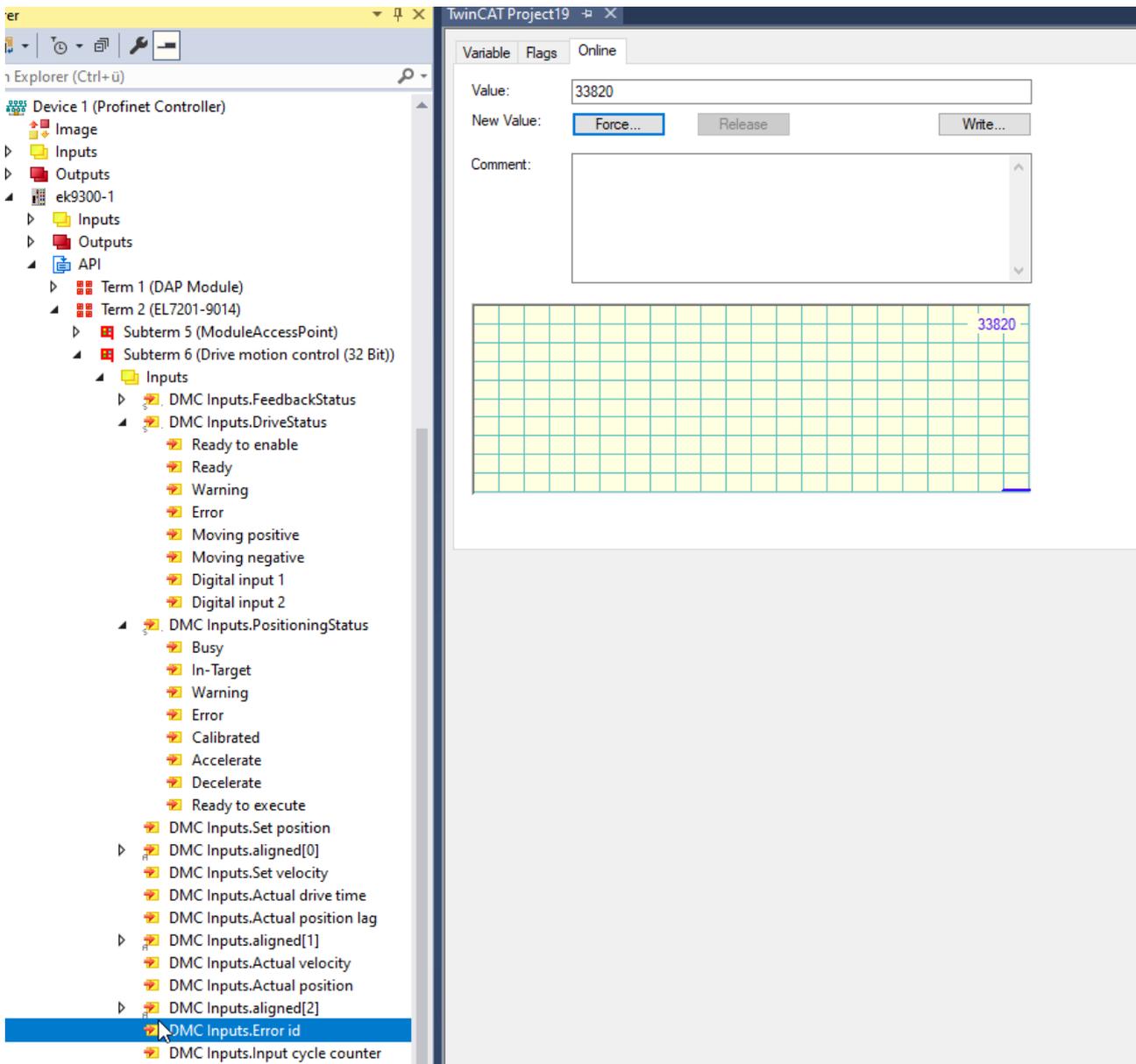
**i** 通过 TwinCAT 对我们的 PROFINET controller 主站进行调试时，必须为输出创建单独的任务，否则将无法正确处理各个值。

#### 带有 STO 输入的伺服端子模块：

如果所使用的端子模块需有 STO 输入，则在没有供电的情况下可能会导致出错。

此处必须区分两种情况，即发生了哪种错误。

- 端子模块的 STO 输入未接入 24 V 电源，但轴仍需启动。在这种情况下，“DriveStatus”下的“Warning Bit”（警告位）会显示“TRUE”，TwinCAT 中的“DiagHistory”也会显示警告。在 TIA 博图软件中无法读取该消息。
- 在运行过程中，端子模块的 STO 输入点的电压下降。然后“DriveStatus”下的错误位“Error”（错误）会变为“TRUE”，而且，“Error ID”（错误 ID）会显示值 0x841C<sub>hex</sub> 或 33820<sub>dec</sub>。



附图 31: STO 输入缺失时显示错误 ID

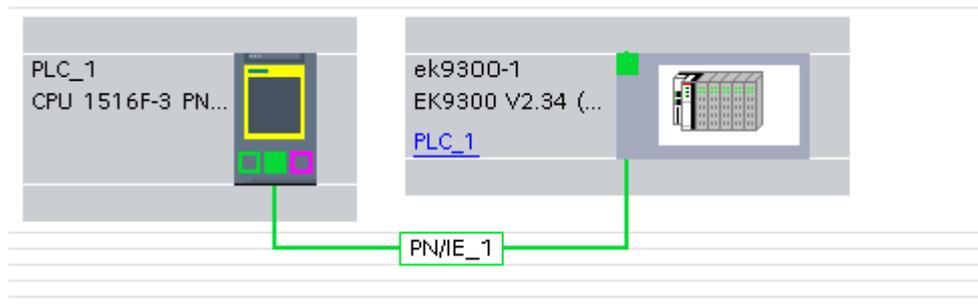
在过程数据中可以显示 STO 输入的状态。为此，在“DRV Amplifier Settings Ch. 2 - Select Info data x”下的端子模块的参数设置中必须选择“Input level”（输入电平）选项。然后，在“Cyclic info data x”（循环信息数据 x）的第八位将会显示状态。

General		Parameterize Module		
[-] EC Slave Init Values	Name	R/W	Offline Value	Online Value
[-] FB Settings Ch.1	Enable TxPDO Toggle	R/W	False	False
[-] FB OCT Settings Ch.1	Enable input cycle counter	R/W	False	False
[-] DRV Amplifier Settings Ch.2	Device type	R/W	1	1
[-] Index 0x3010	Current loop integral time	R/W	10	10
[-] DRV Motor Settings Ch.2	Current loop proportional gain	R/W	100	100
[-] DRV Brake Settings Ch.2	Velocity loop integral time	R/W	50	50
[-] DMC Settings Ch.4	Velocity loop proportional g...	R/W	150	150
[-] DMC Features Ch.4	Position loop proportional g...	R/W	10	10
	Nominal DC link voltage	R/W	48000	48000
	Min DC link voltage	R/W	6800	6800
	Max DC link voltage	R/W	60000	60000
	Amplifier I2T warn level	R/W	80	80
	Amplifier I2T error level	R/W	105	105
	Amplifier Temperature warn...	R/W	800	800
	Amplifier Temperature error ...	R/W	1000	1000
	Velocity limitation	R/W	262144	262144
	Short-Circuit Brake duration...	R/W	1000	1000
	Stand still window	R/W	5	5
	Select info data 1	R/W	Input level	Input level
	Select info data 2	R/W	Torque current (filter...	Torque current (filter...
	Low-pass filter frequency	R/W	320	320
	Halt ramp deceleration	R/W	62832	62832
	Following error window	R/W	4294967295	4294967295
	Following error time out	R/W	0	0
	Fault reaction option code	R/W	Disable drive functio...	Disable drive functio...
	Feature bits	R/W	0	0
	Velocity feed forward gain	R/W	100	100
	Invert direction of rotation	R/W	False	False
	Enable cogging torque co...	R/W	False	False

在过程数据中显示 STO 输入的参数设置

### 通过 TIA 博图软件使用 EL7201-0010

- 配置
  - 在本示例中使用的硬件：Simatic S7-1500 CPU 1516F-3 PN/DP & ES7 516-3FN01-0AB0
  - 在“Device & Networks”（设备与网络）下添加所需的硬件



附图 32: TIA 博图软件“设备与网络”视图

- 确保无差错通信
  - 要检查 S7-1500 和 EK9300 之间的通信是否正常无误，首先必须对程序进行编译并将其加载到控制器上。

- 随后，EK9300 上的所有 LED 都必须亮起绿灯。如果不是这种情况，则说明控制器与设备之间没有通信或发生通信故障。如果所有 LED 亮起绿灯，则您可以通过“Go online”（上网）与控制器连接。
- 将过程数据分配到相应的输入和输出
  - 首先，必须确定 TIA 博图软件为 EL7201-0010 分配了哪些输入和输出地址。为此，在“Network View”（网络视图）下必须选择 EK9300，并在右侧显示分配的输入和输出地址。
  - 然后，必须检查哪个过程数据与哪个输入或输出相对应。

The screenshot shows the TIA Portal interface for configuring process data. On the left, a tree view shows the hierarchy of inputs and outputs for the device. In the center, the 'Device overview' table lists the modules and their addresses. On the right, two tables map process data names to bit offsets for inputs and outputs.

Name	Size (Variable)	Bit offset
DMC Inputs.FeedbackStatus (16 BitArray)		
Latch extern valid	BIT (BOOL)	0.1
Set counter done	BIT (BOOL)	0.2
Status of extern latch	BIT (BOOL)	1.4
DMC Inputs.DriveStatus (16 BitArray)		
Ready to enable	BIT (BOOL)	2.0
Ready	BIT (BOOL)	2.1
Warning	BIT (BOOL)	2.2
Error	BIT (BOOL)	2.3

Module	Rack	Slot	I address	Q address	Type
ek9300	0	0	0...3		EK9300 V2.35 (at I...
EK9300 V2.35 (mind. FW...	0	0 X1			ek9300
EL7201-0010-0032_1	0	1			EL7201-0010-0032
ModuleAccessPoint	0	1 1			ModuleAccessPoint
Drive motion control (32...	0	1 2	4...67	0...39	Drive motion contr...

Name	Size (Variable)	Bit offset
DMC Outputs.FeedbackControl (16 Bit Array)		
Latch extern valid	BIT (BOOL)	0.1
Set counter done	BIT (BOOL)	0.2
Status of extern Latch	BIT (BOOL)	1.4
DMC Outputs.DriveControl (16 BitArray)		
Enable	Bit (BOOL)	2.0
Reset	Bit (BOOL)	2.1
DMC Outputs.PositioningControl (16 BitArray)		
Execute	BIT (BOOL)	4.0

附图 33: TIA 博图软件中的 EL7201 的过程数据示例

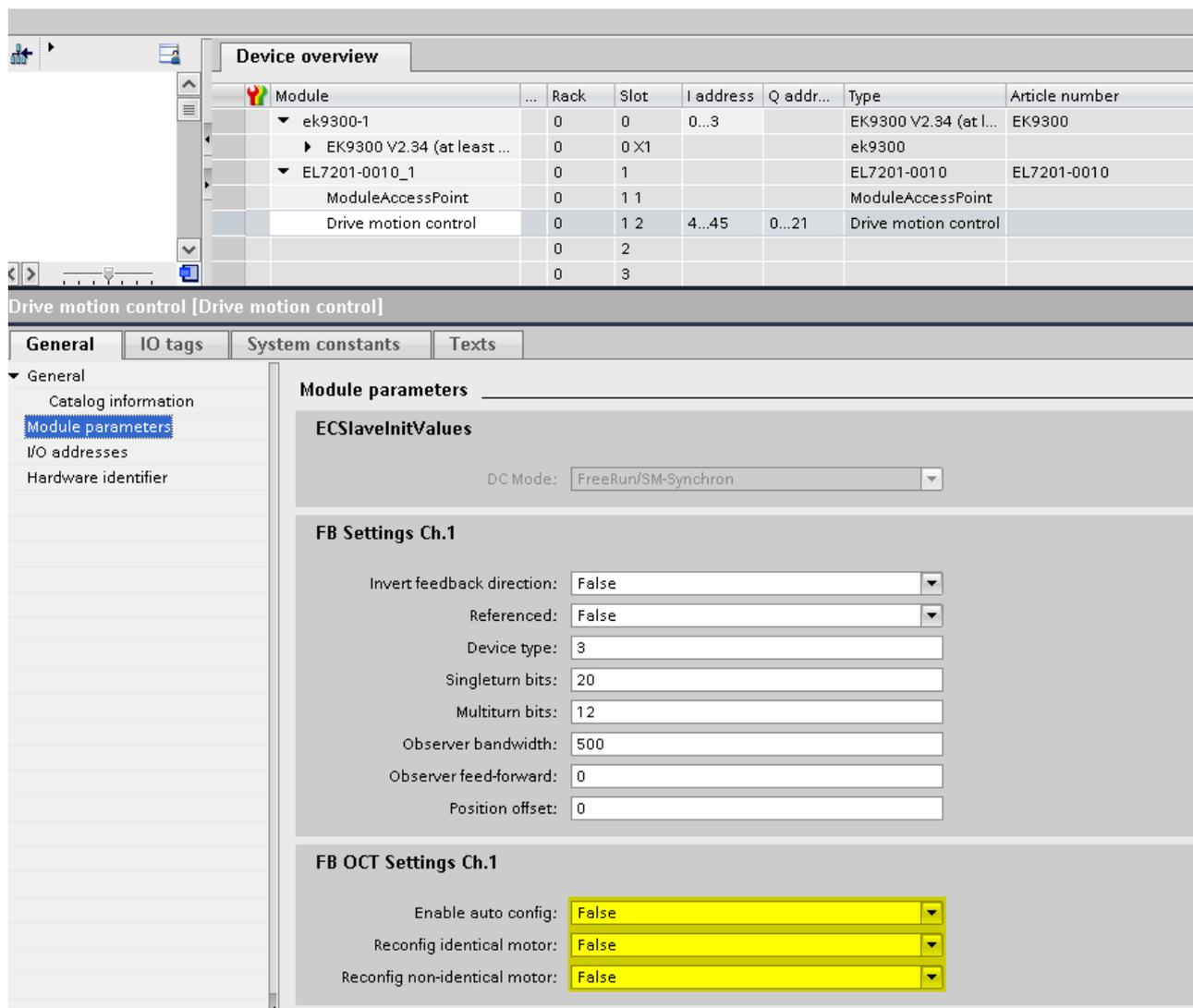
- 在上图中，您可以看到输入过程数据的偏移量为 4。这意味着 TIA 博图软件中的过程数据“DMC Inputs.FeedbackStatus.Latch extern valid”的输入地址为“4.1”。
- 该示例中的输出过程数据没有任何偏移；即“DMC Outputs.FeedbackControl.Latch extern valid”的输出地址为“0.1”。
- 此外，在图中还显示了过程数据各自的字节大小。

- 要控制输入点的分配，必须对程序进行编译，将其加载到控制器上并进行在线连接。随后，必须打开变量表并激活观察模式。
  - 如果端子模块连接正确无误，则输入 “InputCycleCounterInput” 应跳变，输入 “ReadyToEnableDriveInput” 应为 “TRUE”。

	Name	Data type	Address	Retain	Acces...	Writa...	Visibl...	Monitor value	Supervisi...
1	LatchExternValidFeedbackInput	Bool	%I4.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	FALSE	
2	SetCounterDoneFeedbackInput	Bool	%I4.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	FALSE	
3	StatusOfExternLatchFeedback...	Bool	%I5.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	FALSE	
4	ReadyToEnableDriveInput	Bool	%I6.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	TRUE	
5	ReadyDriveInput	Bool	%I6.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	FALSE	
6	WarningDriveInput	Bool	%I6.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	TRUE	
7	ErrorDriveInput	Bool	%I6.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	FALSE	
8	MovingPositiveDriveInput	Bool	%I6.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	FALSE	
9	MovingNegativeDriveInput	Bool	%I6.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	FALSE	
10	DigitalInput1DriveInput	Bool	%I7.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	FALSE	
11	DigitalInput2DriveInput	Bool	%I7.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	FALSE	
12	BusyPosInput	Bool	%I8.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	FALSE	
13	InTargetPosInput	Bool	%I8.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	FALSE	
14	WarningPosInput	Bool	%I8.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	FALSE	
15	ErrorPosInput	Bool	%I8.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	FALSE	
16	CalibratedPosInput	Bool	%I8.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	FALSE	
17	AcceleratePosInput	Bool	%I8.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	FALSE	
18	DeceleratePosInput	Bool	%I8.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	FALSE	
19	ReadyToExecutePosInput	Bool	%I8.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	FALSE	
20	SetPositionInput	DWord	%ID10	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	16#0000_0000	
21	SetVelocityInput	Word	%IW14	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	16#0000	
22	ActualDriveTimeInput	DWord	%ID16	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	16#0000_0000	
23	ActualPositionLagInput	DWord	%ID20	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	16#0000_00F0	
24	ActualVelocityInput	Word	%IW24	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	16#0000	
25	ActualPositionInput	DWord	%ID26	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	16#03FF_FF64	
26	ErrorIDInput	DWord	%ID30	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	16#0000_0000	
27	InputCycleCounterInput	Byte	%IB34	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	16#70	
28	AlignedInput	Byte	%IB35	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	16#00	
29	LatchValueInput	DWord	%ID36	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	16#0000_0000	
30	CycleInfoData1Input	Word	%IW40	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	16#0000	
31	CycleInfoData2Input	Word	%IW42	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	16#0000	

附图 34: 查看 TIA 博图软件，检查过程数据和地址的分配是否正确

- 通过 CoE 参数自动读出电机数据
  - 为了直接从电子铭牌上读取电机数据，“FB OCT Settings Ch.1”（FB OCT 设置通道 1）下的 CoE 参数必须全部被设置为 “TRUE”。
  - 为此，必须打开 “Device & Network”（设备与网络）下的设备配置。
  - 然后，必须用鼠标左键双击 EK9300。
  - 因此，在右侧可以看到 EK9300 和所有的模块。要访问 EL7201-0010 的 CoE 参数，必须选择 Drive Motion Control（驱动器运动控制）模块。
  - 然后，在 “Properties”（属性）下必须选择 “Module parameters”（模块参数）。这时，端子模块的 CoE 参数设置就会显示出来。

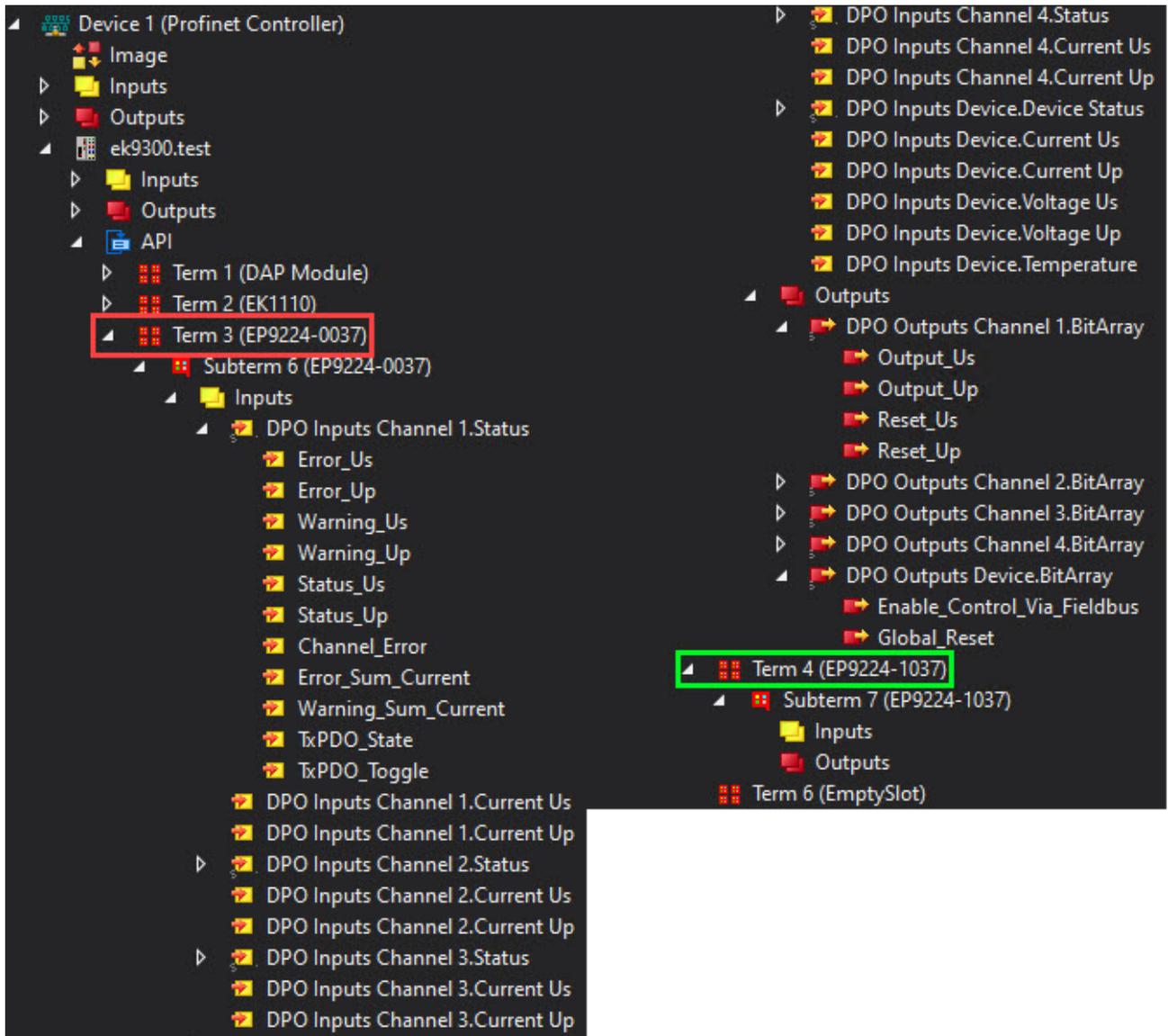


附图 35: TIA 博图软件“Properties (属性)” - “Module parameters (模块参数)”视图

- 参数“Enable auto config”（启用自动配置）、“Reconfig identical motor”（重新配置相同电机）和“Reconfig non-identical motor”（重新配置非相同电机）必须被设置为 TRUE。要写入值，必须对项目进行一次编译，然后将其重新加载到控制器中。
- CoE 参数的在线访问无效。仅可在离线状态下修改值。

## 5.4.2 EP9224 调试

本章介绍 EP9224-0037 在 TwinCAT 和 TIA 中的调试或实施。由于 EP9224-0037 包含两个 EtherCAT 从站控制器（ESC），因此在配置时还必须实施两个 EP9224。在自动化软件中，它们会以两种形式呈现：一种以 -0037 结尾，另一种以 -1037 结尾。如需了解有关过程映像的更多信息，请参见 EP9224-0037 的文档。



附图 36: EP9224-0037 在 TwinCAT 中的表示

Geräteübersicht										
Modul	Baugr...	Steck...	E-Adresse	A-Adres...	Typ	Artikelnummer	Firmware	Kommentar	Zugriff	
ek9300	0	0	0...3		EK9300 V2.41 (min...	EK9300	V18.00		PLC_1	
EK9300 V2.41 (mind. FW...	0	0 X1			ek9300				PLC_1	
EK1110_1	0	1			EK1110	EK1110			PLC_1	
EP9224-0037_1	0	2	4...39	0...9	EP9224-0037	EP9224-0037			PLC_1	
EP9224-1037_1	0	3			EP9224-1037	EP9224-1037			PLC_1	
		4								
		5								

附图 37: EP9224-0037 在 TIA 中的表示法

每个 IO 模块有四个端口。其中一些端口在内部用作互连接口，用户无法访问。其他端口可作为接口，与 EP 端子盒上的连接器连接。下图展示了连接器与 I/O 模块端口的对应关系。



附图 38: 连接器名称

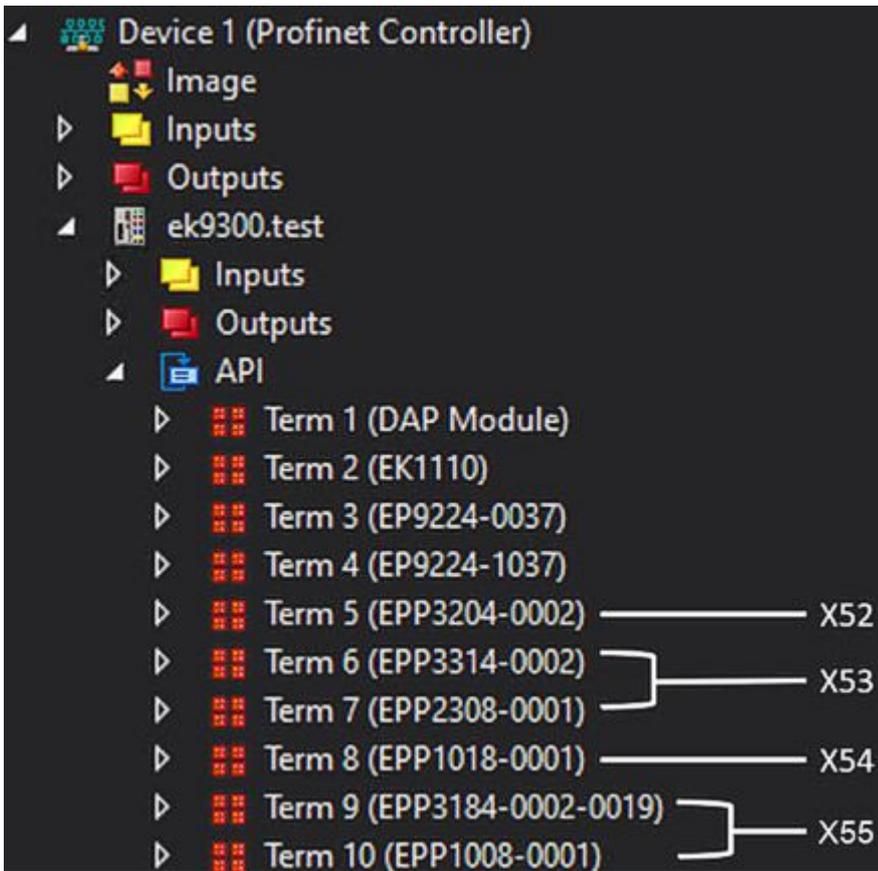
类型	EP9224-0037	自动化软件	
	连接器	IO module (模块)	端口
EtherCAT P 输出	X52	EP9224-1037	D
EtherCAT P 输出	X53		B
EtherCAT P 输出	X54		C
EtherCAT P 输出	X55	EP9224-0037	B
EtherCAT 输入	X70		A
EtherCAT 输出	X71		C

如果在离线状态下创建配置，则用户必须知道 EtherCAT 设备接在 EP9224 的哪个端口或哪个连接器上，数量和顺序如何。

在自动化软件中，EP9224 上要配置的 EtherCAT 设备的顺序从连接器 52 上的所有 EtherCAT 设备开始，然后是连接器 53 上的所有设备，接着是连接器 54 上的所有设备，最后是连接器 55 上的最后一个 EtherCAT 设备。如果端口上没有 EtherCAT 设备，则省略或跳过该端口。

### 示例配置 1

类型	EP9224-0037	自动化软件		EtherCAT 设备		
	连接器	IO module (模块)	端口	1.	2.	n.
EtherCAT P 输出	X52	EP9224-1037	D	EPP3204	-	-
EtherCAT P 输出	X53		B	EPP3314	EPP2308	-
EtherCAT P 输出	X54		C	EPP1018	-	-
EtherCAT P 输出	X55	EP9224-0037	B	EPP3184	EPP1008	-
EtherCAT 输入	X70		A			
EtherCAT 输出	X71		C			



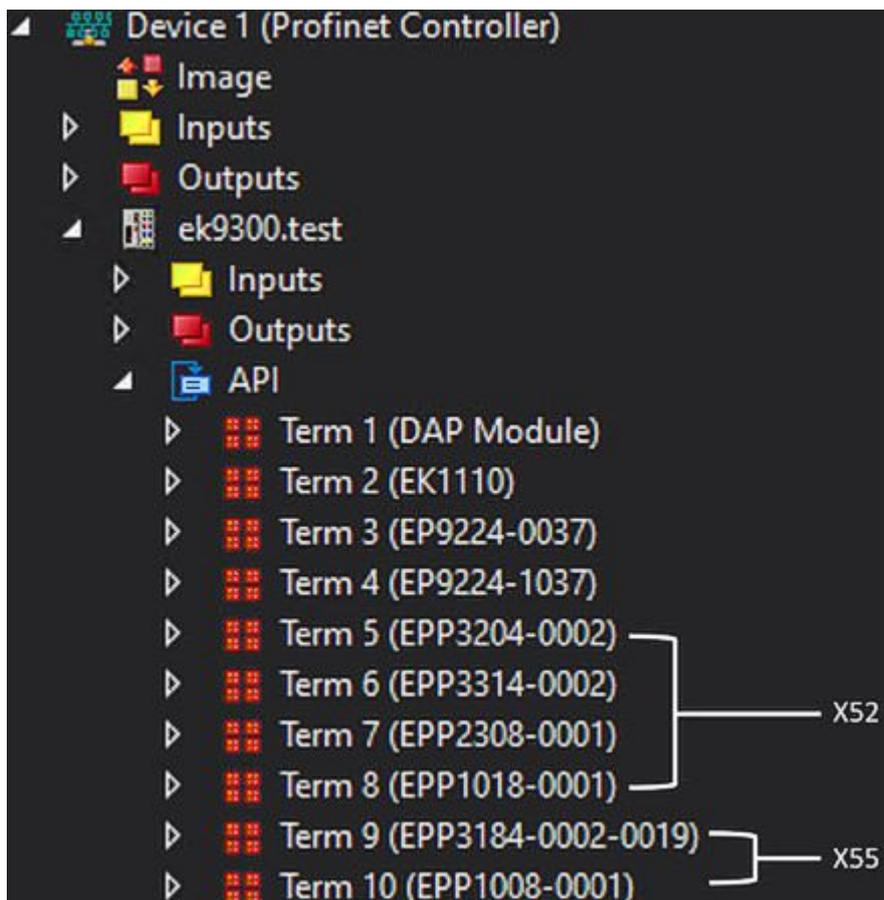
附图 39: 示例配置 1 TwinCAT

Modul	Baugr...	Steck...	E-Adresse	A-Adres...	Typ	Artikelnummer	Firmware	Kommentar	Zugriff
ek9300	0	0	0...3		EK9300 V2.41 (min...)	EK9300	V18.00		PLC_1
EK9300 V2.41 (mind. FW...	0	0 X1			ek9300				PLC_1
EK1110_1	0	1			EK1110	EK1110			PLC_1
EP9224-0037_1	0	2	4...39	0...9	EP9224-0037	EP9224-0037			PLC_1
EP9224-1037_1	0	3			EP9224-1037	EP9224-1037			PLC_1
EPP3204-0002_1	0	4	40...55		EPP3204-0002	EPP3204-0002		X52	PLC_1
EPP3314-0002_1	0	5	56...79		EPP3314-0002	EPP3314-0002		X53	PLC_1
EPP2308-0001_1	0	6	80	10	EPP2308-0001	EPP2308-0001		X53	PLC_1
EPP1018-0001_1	0	7	81		EPP1018-0001	EPP1018-0001		X54	PLC_1
EPP3184-0002-0019_1	0	8	82...97		EPP3184-0002-0019	EPP3184-0002		X55	PLC_1
EPP1008-0001_1	0	9	98		EPP1008-0001	EPP1008-0001		X55	PLC_1
	0	10							

附图 40: 示例配置 1 TIA

示例配置 2

类型	EP9224-0037	自动化软件	EtherCAT 设备						
	连接器			IO module (模块)	端口	1.	2.	3.	4.
EtherCAT P 输出	X52	EP9224-1037	D	EPP3204	EPP3314	EPP2308	EPP1018	-	
EtherCAT P 输出	X53			B	-	-	-	-	-
EtherCAT P 输出	X54			C	-	-	-	-	-
EtherCAT P 输出	X55	EP9224-0037	B	EPP3184	EPP1008				
EtherCAT 输入	X70			A					
EtherCAT 输出	X71			C					



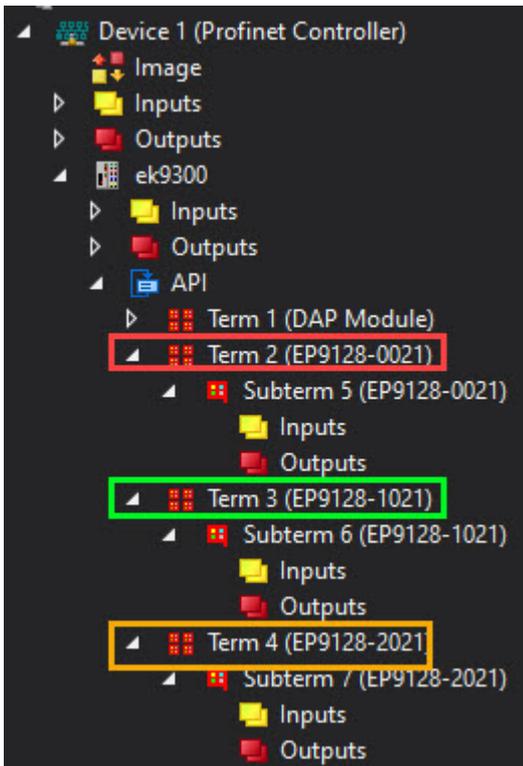
附图 41: 示例配置 2 TwinCAT

Modul	Baugr...	Steck...	E-Adresse	A-Adres...	Typ	Artikelnummer	Firmware	Kommentar	Zugriff
ek9300	0	0	0...3		EK9300 V2.41 (min...	EK9300	V18.00		PLC_1
EK9300 V2.41 (mind. FW...	0	0 X1			ek9300				PLC_1
EK1110_1	0	1			EK1110	EK1110			PLC_1
EP9224-0037_1	0	2	4...39	0...9	EP9224-0037	EP9224-0037			PLC_1
EP9224-1037_1	0	3			EP9224-1037	EP9224-1037			PLC_1
EPP3204-0002_1	0	4	40...55		EPP3204-0002	EPP3204-0002			PLC_1
EPP3314-0002_1	0	5	56...79		EPP3314-0002	EPP3314-0002			PLC_1
EPP2308-0001_1	0	6	80	10	EPP2308-0001	EPP2308-0001			PLC_1
EPP1018-0001_1	0	7	81		EPP1018-0001	EPP1018-0001			PLC_1
EPP3184-0002-0019_1	0	8	82...97		EPP3184-0002-0019	EPP3184-0002			PLC_1
EPP1008-0001_1	0	9	98		EPP1008-0001	EPP1008-0001			PLC_1
	0	10							

附图 42: 示例配置 2 TIA

### 5.4.3 EP9128 调试

下一章介绍 EP9128-0021 在 TwinCAT 和 TIA 中的调试和实施。由于 EP9128-0021 包含三个 EtherCAT 从站控制器 (ESC)，可提供八个 EtherCAT 接口，因此在配置期间还必须实施三个 EP9128。在自动化软件项目中，它们分别以三种形式呈现：以 -0037 结尾、以 -1037 结尾以及以 -2037 结尾。如需了解有关过程映像的更多信息，请参见 [EP9128-0021](#) 的文档。

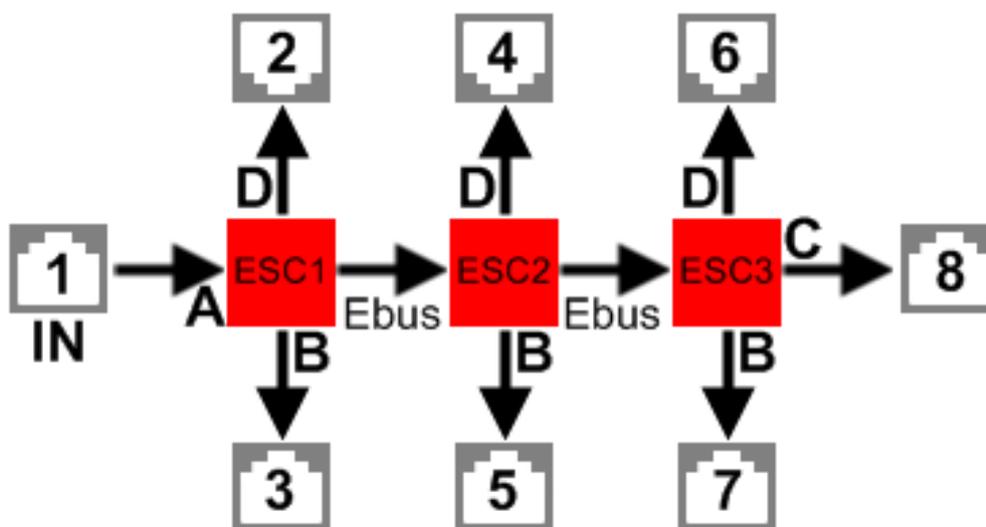


附图 43: EP9128-0021 在 TwinCAT 中的表示

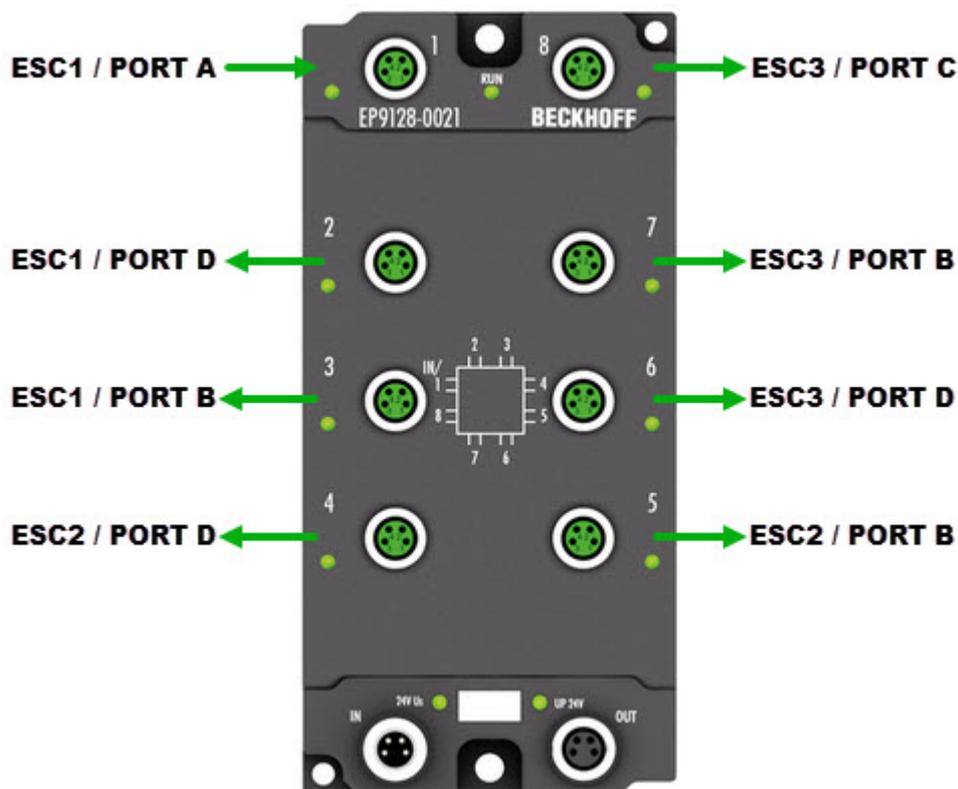
Modul	Baugr...	Steck...	E-Adresse	A-Adres...	Typ	Artikelnummer	Firmware	Kommentar	Zugriff
ek9300_1	0	0	99...102		EK9300 V2.41 (min...)	EK9300	V18.00		PLC_1
EK9300 V2.41 (mind. FW...	0	0 X1			ek9300				PLC_1
EP9128-0021_1	0	1			EP9128-0021	EP9128-0021			PLC_1
EP9128-1021_1	0	2			EP9128-1021	EP9128-1021			PLC_1
EP9128-2021_1	0	3			EP9128-2021	EP9128-2021			PLC_1
	n	4							

附图 44: EP9128-0021 在 TIA 中的表示

每个 ESC 或 IO 模块有四个端口。其中一些端口在内部用作互连接口，用户无法访问。其他端口可作为接口，与 EP 端子盒上的连接器连接。下图展示了连接器与 I/O 模块端口的对应关系。



附图 45: EP9128 示意图



附图 46: EP9128 的端口的物理布局

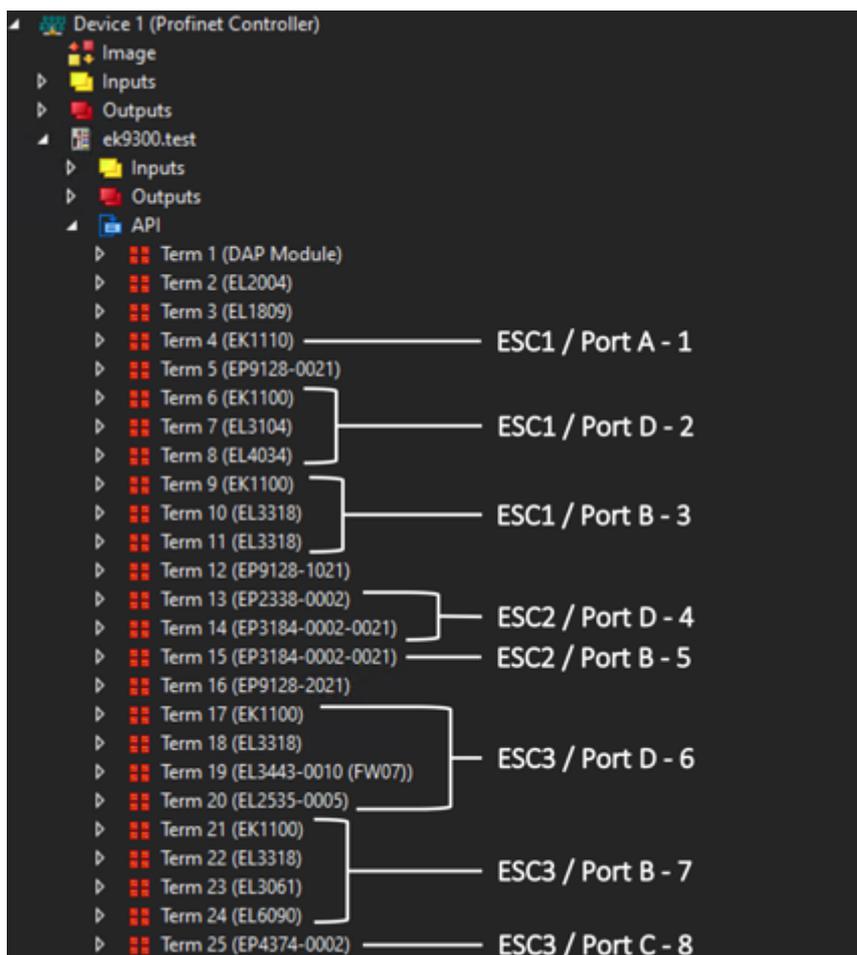
类型	EP9128-0021	自动化软件	
	连接器	IO module (模块)	端口
EtherCAT 输入	1		ESC1 / 端口 A
EtherCAT 输出	2	EP9128-0021	ESC1 / 端口 D
EtherCAT 输出	3		ESC1 / 端口 B
EtherCAT 输出	4	EP9128-1021	ESC2 / 端口 D
EtherCAT 输出	5		ESC2 / 端口 B
EtherCAT 输出	6	EP9128-2021	ESC3 / 端口 D
EtherCAT 输出	7		ESC3 / 端口 B
EtherCAT 输出	8		ESC3 / 端口 C

如果在离线状态下创建配置，则用户必须知道 EtherCAT 设备接在 EP9128 的哪个端口或哪个连接器上，数量和顺序如何。

EP9128 上要配置的 EtherCAT 设备的顺序从连接器 2 上的所有 EtherCAT 设备开始，然后是连接器 3 上的所有设备，……，连接器 7 上的所有设备，最后是连接器 8 上的最后一个 EtherCAT 设备。如果某个端口上没有 EtherCAT 设备，则省略或跳过该端口。

示例配置

类型	EP9128-0021	自动化软件		EtherCAT 设备				
	连接器	IO module (模块)	端口	1.	2.	3.	4.	n.
EtherCAT 输入	1		ESC1 / 端口 A	EK1110	-	-	-	-
EtherCAT 输出	2	EP9128-0021	ESC1 / 端口 D	EK1100	EL3104	EL4034	-	-
EtherCAT 输出	3		ESC1 / 端口 B	EK1100	EL3318	EL3318	-	-
EtherCAT 输出	4	EP9128-1021	ESC2 / 端口 D	EP2338	EP3184	-	-	-
EtherCAT 输出	5		ESC2 / 端口 B	EP3184	-	-	-	-
EtherCAT 输出	6	EP9128-2021	ESC3 / 端口 D	EK1100	EL3318	EL3443	EL2535	-
EtherCAT 输出	7		ESC3 / 端口 B	EK1100	EL3318	EL3061	EL6090	-
EtherCAT 输出	8		ESC3 / 端口 C	EP4374	-	-	-	-



附图 47: 示例配置 TwinCAT

Modul	Baugr...	Steck...	E-Adresse	A-Adres...	Typ	Artikelnummer	Firmware	Kommentar	Zugriff
ek9300_1	0	0	99...102		EK9300 V2.41 (min...	EK9300	V18.00		PLC_1
EK9300 V2.41 (mind. FW...	0	0 X1			ek9300				PLC_1
EL2004_1	0	1		11	EL2004	EL2004			PLC_1
EL1809_1	0	2	103...104		EL1809	EL1809			PLC_1
EK1110_1	0	3			EK1110	EK1110		ESC1 / Port A - 1	PLC_1
EP9128-0021_1	0	4			EP9128-0021	EP9128-0021			PLC_1
EK1100_1	0	5			EK1100	EK1100			PLC_1
EL3104_1	0	6			EL3104	EL3104			PLC_1
ModuleAccessPoint	0	6 1			ModuleAccessPoint			ESC1 / Port D - 2	PLC_1
Standard	0	6 2	105...120		Standard				PLC_1
EL4034_1	0	7		12...19	EL4034	EL4034			PLC_1
EK1100_2	0	8			EK1100	EK1100			PLC_1
EL3318_1	0	9			EL3318	EL3318			PLC_1
ModuleAccessPoint	0	9 1			ModuleAccessPoint			ESC1 / Port B - 3	PLC_1
Standard	0	9 2	121...152		Standard				PLC_1
EL3318_2	0	10			EL3318	EL3318			PLC_1
ModuleAccessPoint	0	10 1			ModuleAccessPoint				PLC_1
Standard	0	10 2	153...184		Standard				PLC_1
EP9128-1021_1	0	11			EP9128-1021	EP9128-1021			PLC_1
EP2338-0002_1	0	12	185	20	EP2338-0002	EP2338-0002		ESC2 / Port D - 4	PLC_1
EP3184-0002-0021_1	0	13	186...201		EP3184-0002-0021	EP3184-0002		ESC2 / Port B - 5	PLC_1
EP3184-0002-0021_2	0	14	202...217		EP3184-0002-0021	EP3184-0002			PLC_1
EP9128-2021_1	0	15			EP9128-2021	EP9128-2021			PLC_1
EK1100_3	0	16			EK1100	EK1100			PLC_1
EL3318_3	0	17			EL3318	EL3318			PLC_1
ModuleAccessPoint	0	17 1			ModuleAccessPoint			ESC3 / Port D - 6	PLC_1
Standard	0	17 2	218...249		Standard				PLC_1
EL3443-0010 (FW01)_1	0	18			EL3443-0010 (FW0...	EL3443-0010			PLC_1
ModuleAccessPoint	0	18 1			ModuleAccessPoint				PLC_1
Default	0	18 2	250...409		Default				PLC_1
EL2535-0005_1	0	19			EL2535-0005	EL2535-0005			PLC_1
ModuleAccessPoint	0	19 1			ModuleAccessPoint				PLC_1
Standard	0	19 2	410...413	21...28	Standard				PLC_1
EK1100_4	0	20			EK1100	EK1100			PLC_1
EL3318_4	0	21			EL3318	EL3318			PLC_1
ModuleAccessPoint	0	21 1			ModuleAccessPoint			ESC3 / Port B - 7	PLC_1
Standard	0	21 2	414...445		Standard				PLC_1
EL3061_1	0	22			EL3061	EL3061			PLC_1
ModuleAccessPoint	0	22 1			ModuleAccessPoint				PLC_1
Standard	0	22 2	446...449		Standard				PLC_1
EL6090_1	0	23			EL6090	EL6090			PLC_1
ModuleAccessPoint	0	23 1			ModuleAccessPoint				PLC_1
LCD	0	23 2	450...451	29...32	LCD				PLC_1
EP4374-0002_1	0	24	452...459	33...36	EP4374-0002	EP4374-0002		ESC3 / Port C - 8	PLC_1
	0	25							

附图 48: 示例配置 TIA

## 5.5 千兆交换机：配置和无损数据传输

EK9320 总线耦合器内置一个 2 口以太网交换机，支持 10/100/1000 Mbit/s 的波特率。

通过 PROFINET 可以将每个端口的波特率设置为固定值。默认启用自动协商机制。交换机采用 Cut-Through（直通）传输帧，使延迟最小化。

为了实现最佳性能，两个端口应采用相同的波特率运行。如果速度不同，交换机可以自动适应 store-and-forward（存储转发）方法。为了避免帧丢失，建议此时降低数据传输速率。

### 第一个示例：不同的波特率导致数据丢失

- 端口 1：100 Mbit/s
- 端口 2：1000 Mbit/s

连接到端口 2 的工业 PC 向连接到交换机端口 1 的工业 PC 发送大量的数据。由于端口速度不同，交换机无法以直通模式运行，必须对帧进行缓冲。然而，缓冲区容量（如在 EL6633 中）不足以处理所生成的数据量。

结果：丢弃帧 → 协议重试 → 增加网络负载 → 降低整体性能。

### 第二个示例：不同的波特率没有出现问题

无需额外以太网服务的纯 PROFINET 网络：

- 端口 1：100 Mbit/s 的 PROFINET controller 主站
- 端口 2：1000 Mbit/s 的 PROFINET devices 从站

由于数据是从速度较慢（100 Mbit/s）的网段传输到速度较快（1000 Mbit/s）的网段，即从 PROFINET controller 主站传输到各种 PROFINET devices 从站，因此不存在瓶颈问题。网络负载已受限于 100 Mbit/s 网段。示例：100 Mbit/s 网段的 25% 利用率仅相当于千兆网端的 2.5% 利用率。

### 设置固定的波特率

在制造商的项目工程开发工具中，通过 PROFINET controller 主站可以设置波特率。为此，必须支持“Adjustable MauType”（可调 MauType）功能；应检查 PROFINET controller 主站的制造商是否支持该功能。

- 此设置需要在 PROFINET 通信激活状态下进行
- 首次设置时，链路可能会短暂中断（重新启动以太网端口）
- 重新启动后，波特率保持不变
- 仅可通过自动协商机制实现 10 Mbit/s

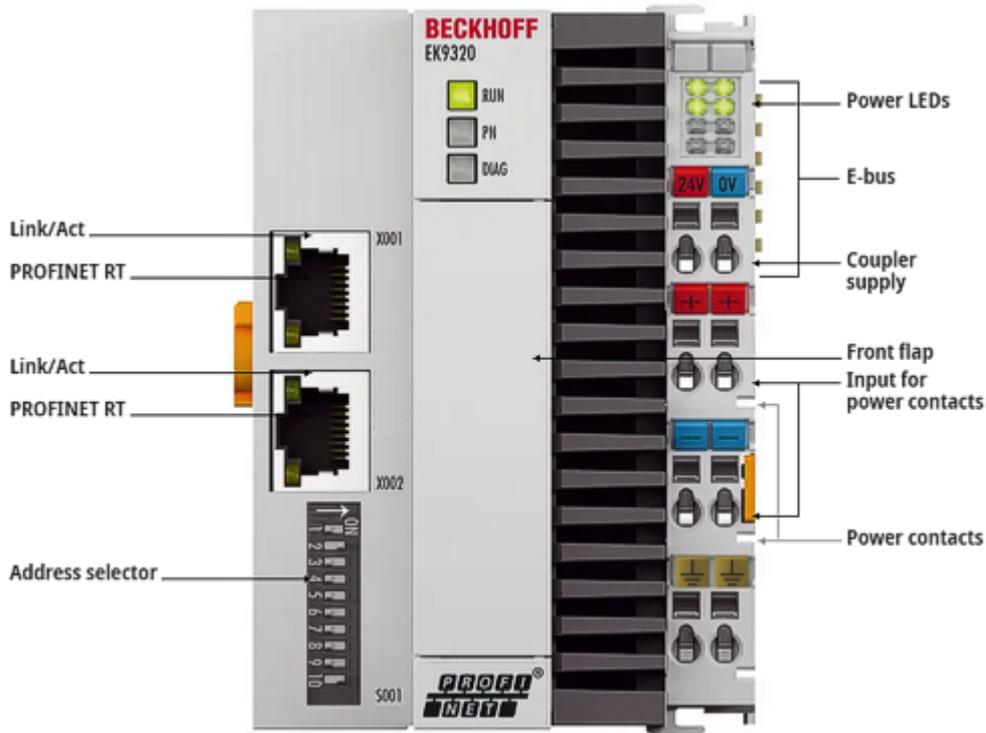
**建议：**保留自动协商机制的默认设置。

表 1: 波特率配置和交换机行为。

端口 1 (Mbit/s)	端口 2 (Mbit/s)	传输方向	程序	可能产生的影响	建议
100	100	双向	直通	最佳性能, 无缓冲问题	确认
1000	1000	双向	直通	最佳性能, 无缓冲问题	确认
100	1000	100 → 1000	直通	无瓶颈问题, 负载受限于低速端口	确认
1000	100	1000 → 100	存储转发	可能发生缓冲区溢出 → 帧丢失 → 增加网络负载	调整速度或限制数据传输速率
10	可变	双向	需要自动协商机制	速度极低, 可能发生瓶颈问题	不推荐
可变	10	双向	需要自动协商机制	速度极低, 可能发生瓶颈问题	不推荐

## 6 错误处理和诊断

### 6.1 诊断 LED 指示灯



附图 49: EK9320 LED

#### 以太网接口 X001

接口 X001/X002	以太网	含义
绿色 LED	常亮	链路可用性/活动状态
黄色 LED	未使用	-

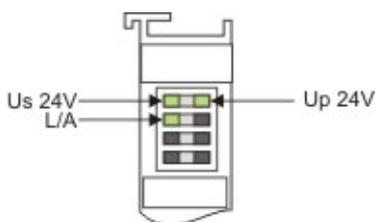
#### 耦合器 LED

标签	含义	颜色	含义
RUN	显示耦合器的状态	红色	可能仅在启动阶段亮起
		绿色	耦合器已准备就绪
		蓝色 (如果在启动耦合器时红色 DIP 开关 1 打到 ON)	通过 USB 可以连接内部闪存 (固件更新)

LED PN 总线	PROFINET 状态		含义
	绿色	红色	
电源开启	熄灭	200 ms 闪烁	启动阶段
无名称	200 ms 闪烁	熄灭	无 Profinet 名称
无 IP	灭 1 s, 亮 200 ms	熄灭	无 IP 地址
Run	常亮	熄灭	确认

LED DIAG	PROFINET 诊断		含义
	绿色	红色	
Flashing, PN controller identification	500 ms	500 ms	PN Controller 主站正在传输识别信号
未建立 AR	熄灭	200 ms 闪烁	未能与 Controller 主站建立连接
Device is in IO exchange Error display of Outputs CR is set to module differences	灭 1 s, 亮 200 ms	熄灭	建立连接时出现问题, 或预期配置与实际配置不同
Device is in IO exchange but provider is in stop	200 ms	熄灭	耦合器处于数据交换状态, 但 PLC 已停止
设备处于 IO 交换状态	常亮	熄灭	确认

LED 电源端子模块



附图 50: LED 电源端子模块

带 E-bus 端子模块运行

显示 LED	描述	含义
1 Us 24 V (左上, 第 1 行)	CX8000 电源电压	常亮: 24 V 已连接
2 Up 24 V (右上, 第 1 行)	电源触点供电电压	常亮: 24 V 已连接
3 L/A (左中部, 第 2 行)	EtherCAT LED	绿灯闪烁: EtherCAT 通信激活 常亮: E-bus 已连接/无数据通信 熄灭: E-bus 未连接

## 6.2 EBus 错误行为

General Parameterize Module

	Name	R/W	Offline Value	Online Value
<ul style="list-style-type: none"> <li>[-] EK9300 Settings                             <ul style="list-style-type: none"> <li>[...] Index 0x2001</li> <li>[-] MultiConfigurationMode                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>[...] Index 0x2010</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	EBus error behaviour	R/W	Set IOs to 0 without EBus restart	
	Data Presentation	R/W	Intel Format	
	Set EBus cycle	R/W	1ms	
	MultiConfigurationMode	R/W	inactive	
	Webserver	R/W	inactive	
	PN error behavior	R/W	Set to zero	

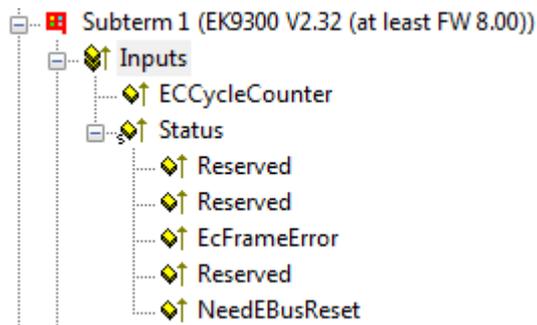
附图 51: 参数 EBus error behavior

该参数可用于设置对 E-bus 错误的响应。提供以下选项:

<b>传统</b>	输出数据仍可写入, 输入数据已冻结且不再更新。
<b>Set IOs to 0</b>	输出数据被写入零; 输入数据被写入零; 当 E-bus 无误时, 自动开始数据交换。
<b>Set IOs to 0 without EBus restart (Default setting)</b>	输出数据被写入零; 输入数据被写入零; 当 E-bus 无误时, 通过记录数据可以再次激活 (见下文)。

## 在 E-bus 出错后，激活 E-bus

在 DAP 中，通过 status 双字提供有关 E-bus 的信息。当 E-bus 中发生错误时，*EcFrameError*（在高位字位偏移量 x.2 处）将会置位。在错误消除且总线耦合器准备好重新启动 E-bus 时，将会重置 *EcFrameError* 位，并在高位字位偏移量 x.4 处设置 *NeedEBusReset* 标志。



附图 52: 标志 *NeedEBusReset*

通过记录数据执行重置，其结构如下。

PROFINET 记录数据（写入请求）	值	含义
插槽	0	插槽编号
子槽	1	子槽编号
索引	0x2013	索引重置
Lenght	2	数据长度
数据	0x1234	值

在执行重置后，将会重置 *NeedEBusReset* 位。

## 6.3 激活 web 服务页面

### ● 以下功能正在准备中（截至 2024 年 2 月）

**i** 未来，可以通过 DAP 的参数数据来启用网页。为此，需将 web server（网络服务器）参数设置为激活状态，并将 EK9320 连接到 PROFINET controller 主站。建立连接并获取 IP 地址后，还可以访问 EK9320 的 web 服务页面。

## 7 附录

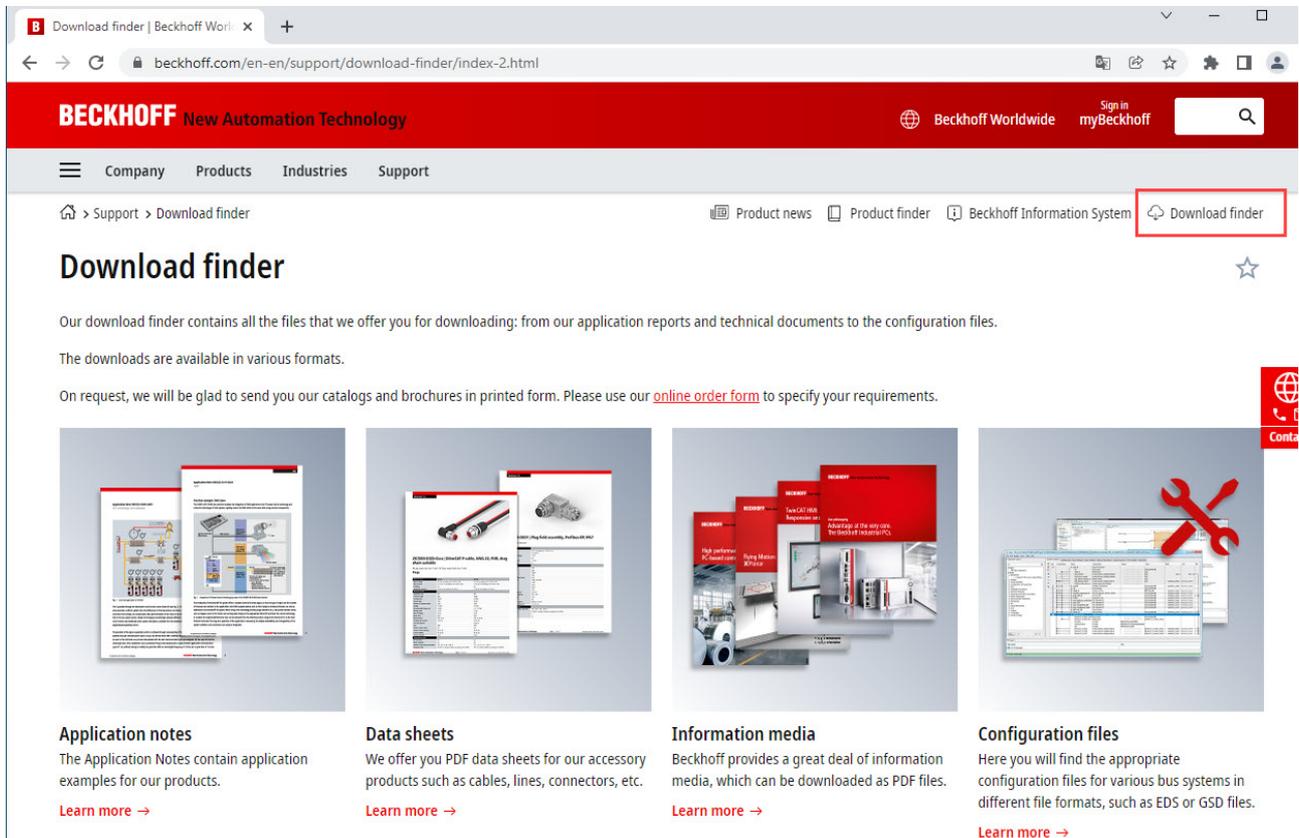
### 7.1 常见问题

以下是常见问题的解答和 PROFINET 系统配置中的设置注意事项。如果不对遵守这些，可能导致不良后果。在本章中可以找到一些诊断方法。

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

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

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



Download finder | Beckhoff World

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

**BECKHOFF** New Automation Technology

Beckhoff Worldwide Sign in myBeckhoff

Company Products Industries Support

Product news Product finder Beckhoff Information System **Download finder**

## Download finder

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

The downloads are available in various formats.

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



**Application notes**  
The Application Notes contain application examples for our products.  
[Learn more →](#)



**Data sheets**  
We offer you PDF data sheets for our accessory products such as cables, lines, connectors, etc.  
[Learn more →](#)

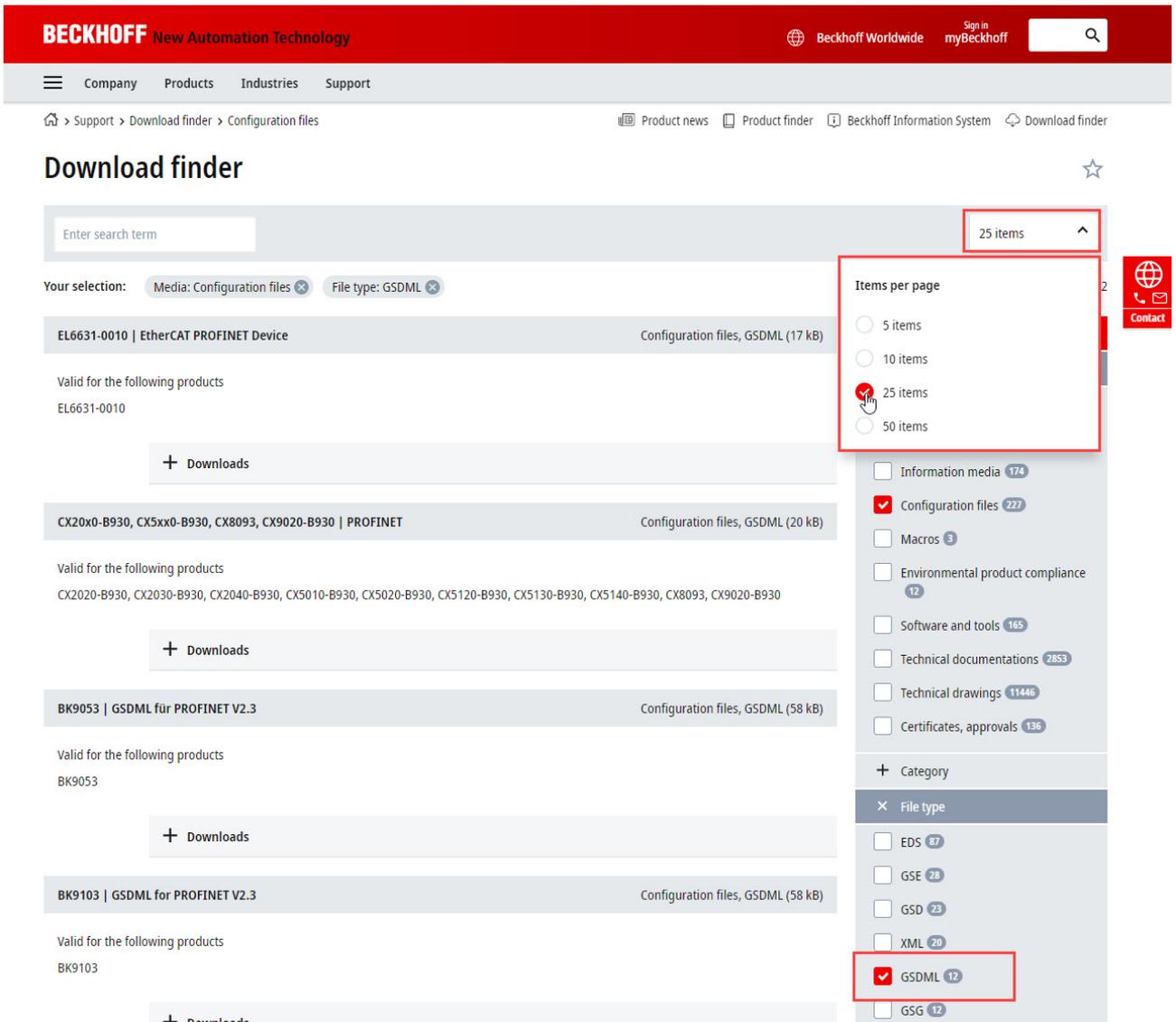


**Information media**  
Beckhoff provides a great deal of information media, which can be downloaded as PDF files.  
[Learn more →](#)



**Configuration files**  
Here you will find the appropriate configuration files for various bus systems in different file formats, such as EDS or GSD files.  
[Learn more →](#)

附图 53: 网站下载中心



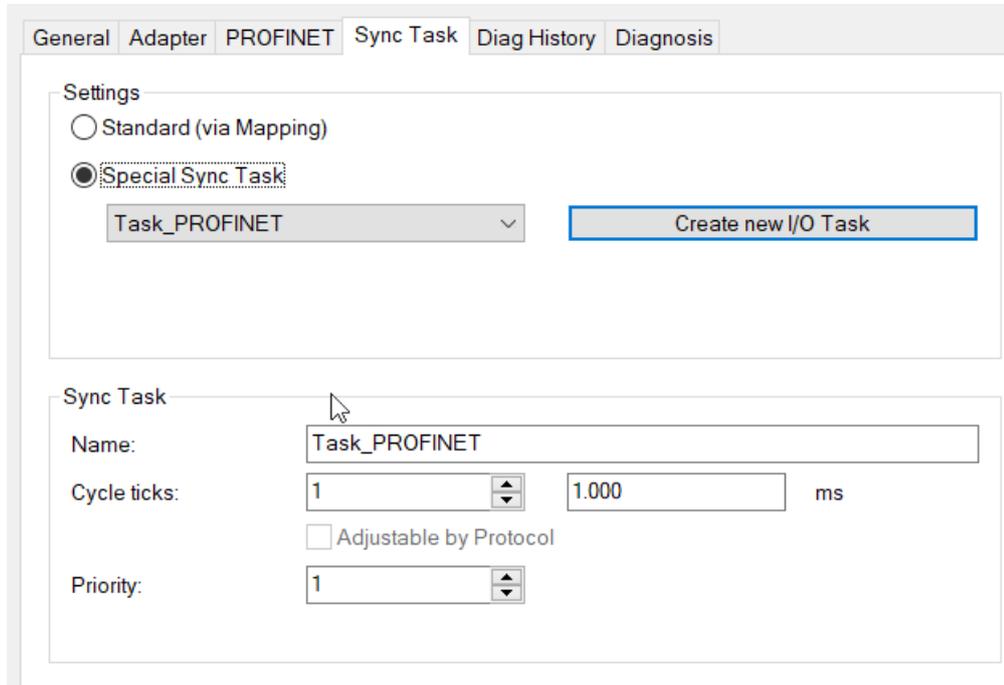
附图 54: 网站下载中心 (过滤显示)

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

## 7.1.2 任务配置

### 任务配置

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



附图 55: 设置“特殊同步任务”（Special Sync Task）

- 更多说明请参阅[同步任务](#)章节

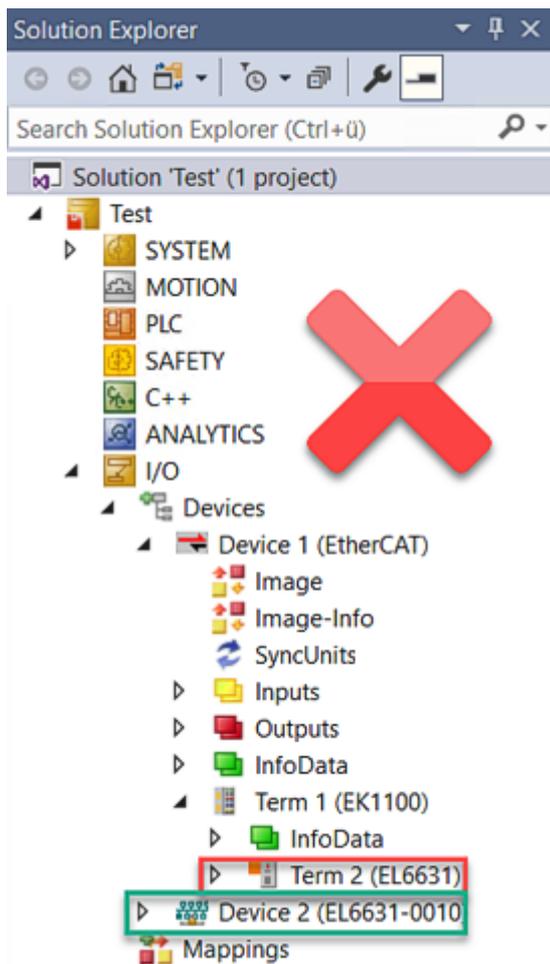
### 7.1.3 EL663x-00x0 EtherCAT 端子模块

#### EL663x-00x0 EtherCAT 端子模块

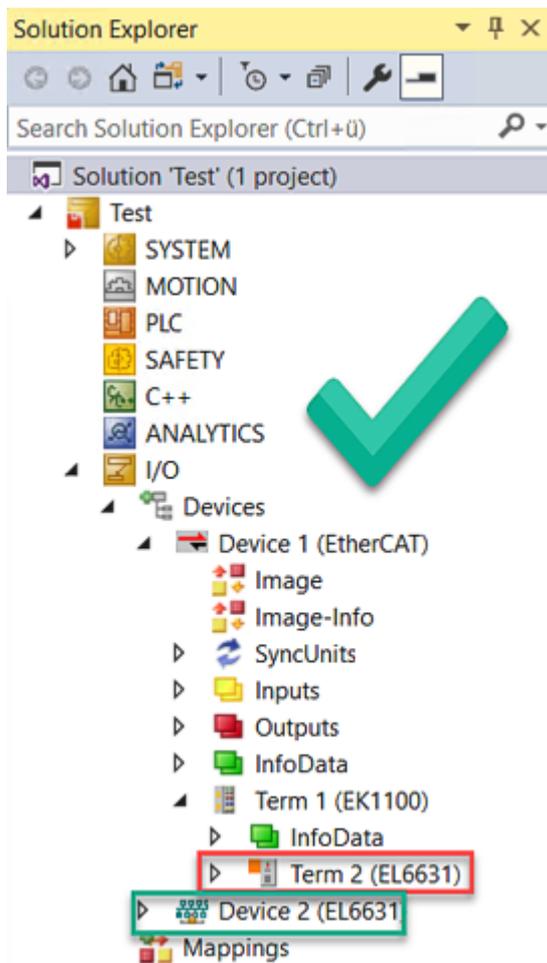
- 是否使用了正确的端子模块？
  - EL663x-0000 不能用作 Device (从站)
  - EL6631-0010 不能用作 Controller (主站)

#### EL663x-00x0 EtherCAT 端子模块

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



附图 56: 错误的配置



附图 57: 正确的配置

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

## 7.1.4 PROFINET 设备的从站状态

### PROFINET 设备的从站状态

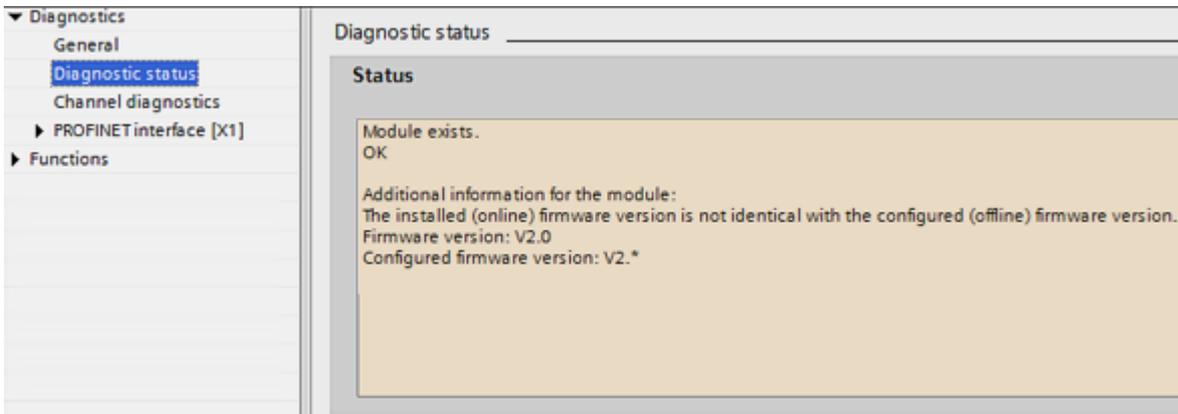
- 是否建立连接?
  - 请参见从站状态

## 7.1.5 EK9320 – 常见问题

<b>如果 PROFINET 出错，如何将输出保持在当前状态？</b>
为此，需要在 GSDML（即配置器）中进行两项设置。首先，必须将 DAP 中的 “ <i>Activate PN reset value</i> ”（激活 PN 重置值）设置为 ON。然后，必须在相应的数字量输出端子模块中选择值 “Frozen”（冻结）。只能对整个端子模块进行设置；例如，在 EL2004 中，所有 4 个通道都处于冻结状态。
<b>我想更改 EtherCAT 端子模块的映射。为什么不给我提供这个选项？</b>
默认总是添加标准映射。如果可以使用其他映射，则您必须首先从配置器中删除标准映射，然后再插入新的子模块。
<b>2 或 4 通道数字量输出端子模块要映射到一个字节。我该怎么办？</b>
GSDML 文件包含所谓的“分组”端子模块。不带星号表示创建了一个字节，带有星号表示填充了一个字节。分组端子模块必须始终（物理上）依次排列，且不得超过字节限制。
<b>从哪里可以获取 GSDML 文件？</b>
您可以在此处的倍福网站上找到 GSDML 文件。
<b>在哪里可以找到耦合器的 MAC 地址？</b>
MAC 地址印在耦合器侧面的标签上。
<b>USB 接口的用途是什么？我能用它做什么？</b>
目前，USB 接口仅用于固件更新。
<b>我是否也可以连接 K-bus 端子模块？</b>
否，仅可连接 EtherCAT 端子模块或 EtherCAT 端子盒。对于 K-bus 端子模块，你可以使用 BK9053 或 BK9103。不能使用 K-bus 的 EtherCAT 耦合器，例如 BK1120 或 BK1250。
<b>我有一个第三方供应商的 EtherCAT 从站，是否也可以连接它？</b>
否，其他供应商的设备只能与 CX 一起使用（请参见 CX8093 或类似产品）。
<b>我想在 EK9320 上操作驱动端子模块/驱动器。可以吗？</b>
如果 GSDML 中包含了该模块，则支持驱动端子模块的位置接口。
<b>我想在 EK9320 上操作 TwinSAFE 端子模块。可以吗？</b>
否，TwinSAFE 端子模块需要 TwinCAT 系统进行配置；为此可以使用 CX8093。
<b>如何判断 EtherCAT 是否出错？</b>
耦合器的 DAP 中有一个状态字。如果 EtherCAT 发生错误，则其中有一个位被置位（请参见 DAP 中的数据 [▶ 39]）。通过 PROFINET 警告可以获取有关该错误的更多信息。

## 7.1.6 TIA 下的诊断状态

- 我收到一条信息说“安装的固件与配置的固件版本不一致”，我该怎么办？
  - 如果这条信息出现在 TIA 软件下（见图示），则可以忽略。这些产品支持向下兼容，即旧的 GSDML 文件无需更新仍可与新的软件一起使用。这里没有技术依据来支持采取任何行动。



附图 58: “诊断状态”中的固件说明

## 7.2 更新系统镜像

### 注意

#### 电源故障

更新系统镜像，系统引导程序可能会崩溃。将会导致 EK9320 无法使用，必须送修。因此初始启动期间必须确保电源稳定，不要中断更新。

将新的系统镜像将直接复制到 MicroSD 卡，以更新 EK9320 的系统镜像。新系统镜像由倍福售后服务 [► 84] 提供。仅可在咨询倍福售后服务之后再行更新，不可擅自更新。

要求：

- MicroSD 卡的读卡器。

请按以下步骤更新系统镜像：

1. 关闭 EK9320 并从总线耦合器中取出 MicroSD 卡。
  2. 将 MicroSD 卡插入外置读卡器，然后打开 MicroSD 卡的文件夹。
  3. 删除 MicroSD 卡上的所有文件和文件夹。
  4. 将新系统镜像的所有文件和文件夹复制到空的 MicroSD 卡上。  
将 MicroSD 卡重新安装到总线耦合器中并启动设备。
- ⇒ 耦合器运行所需的数据结构现已生成并存储在 MicroSD 卡上。系统镜像现已成功完成更新。

## 7.3 缩写列表

### ADS

Automation Device Specification 自动化设备规范（用于所有倍福控制器通信的开放协议）

### DAP

Device Access Point（设备接入点）

### I/O

输入和输出

### E-bus

端子模块组中 EtherCAT 端子模块的名称（ELxxxx、ESxxxx 或 EMxxxx）

### EtherCAT

EtherCAT（Ethernet for Control Automation Technology）是用于工业自动化的以太网解决方案，其特点是性能优越、操作简便。

### Fast Ethernet（快速以太网）

根据 100 Base-T 标准，数据传输速率为 100 Mbits/s。

### 设备名称

PROFINET 的设备名称在类型上对应于 Profibus 的地址。大多数设备在初始调试时都没有名称，必须由控制器或监控系统分配命名。不过，大多数倍福设备支持通过 DIP 开关设置默认名称，从而无需额外进行设备命名。

### GSDML

XML 格式的 PROFINET 基本设备文件（相当于 PROFIBUS 的 GSD 文件）。

### IP20

总线端子模块、EtherCAT 端子模块的防护等级

### IPC

工业 PC

### K-bus

总线端子模块（KLxxxx、KMxxxx 或 KSxxxx 端子模块）

### KS2000

总线端子模块、总线耦合器、总线端子模块控制器、现场总线端子盒模块等的配置软件。

### PE

PE 电源触点可作为安全接地使用。

### PROFINET

这是 PROFIBUS 的进一步技术演进，基于以太网技术实现。PROFINET 在 IEC 61158 标准中有所描述。

**PROFINET IO**

这是 PROFINET 通信的通用术语，用于描述其概念。

**PROFINET controller**

这是 PROFINET 主站的名称, 供 PROFINET Device (从站) 使用

**PROFINET device**

这是 PROFINET 从站的名称, 供 PROFINET Controller (主站) 使用

**TwinCAT**

The Windows Control and Automation Technology, 由倍福自动化公司提供的编程及配置工具。

## 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)

## **Trademark statements**

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

## **Third-party trademark statements**

Intel, the Intel logo, Intel Core, Xeon, Intel Atom, Celeron and Pentium are trademarks of Intel Corporation or its subsidiaries.

Microsoft, Microsoft Azure, Microsoft Edge, PowerShell, Visual Studio, Windows and Xbox are trademarks of the Microsoft group of companies.

更多信息:

[www.beckhoff.com/ek9320](http://www.beckhoff.com/ek9320)

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)

