

# 在 SIMATIC F-CPU 上分布式使用安全光幕并实现并行屏蔽

用于工厂自动化的 SIMATIC Safety Integrated 技术

技术应用文章 • 2012 年 4 月

## 应用和工具

工业解决之道！

**SIEMENS**

## 西门子工业业务领域在线支持门户

本文档来自西门子工业业务领域在线支持中心。点击以下链接，可以直接下载本文档：

<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/58793869>

### 注意

本文所述的功能与解决方案主要限于自动化任务的实现。此外，如果您的系统与工厂其它部分、公司网络或者因特网相连，请注意必须采取符合适用工业安全标准的恰当安全措施。更多关于该主题的信息，请参考文档 ID 50203404。

<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/50203404>

如果对本文档有任何疑问，请通过以下的邮件地址与我们联系：

<mailto:online-support.industry@siemens.com>

关于本主题，也可以访问西门子工业业务领域在线支持中心的技术平台。我们的论坛社区技术实力雄厚，欢迎积极参与，分享您的疑问、建议或者问题，并开展相应的讨论。

<http://www.siemens.com/forum-applications>

# SIEMENS

## 采用 SIMATIC F-CPU 和安全光幕实现并行屏蔽

Copyright © Siemens AG 2012 All rights reserved

问题

1

解决方案

2

基础知识

3

功能机制

4

SIMATIC 组件的组态

5

安装和调试

6

应用示例的运行

7

根据标准 **IEC 62061** 和 **ISO 13849-1** 进行的评估

8

安全功能

9

术语表

10

参考文献

11

版本历史

12

## 担保和责任

### 说明

应用示例并不完备，也不局限于所示的电路、设备以及任何突发事件。这些应用示例并不代表特定于客户的解决方案。它们仅为典型的应用提供支持。您有责任确保所述的产品得到正确的使用。这些应用示例并不会免除您安全而专业地使用、安装、操作以及维修本设备的责任。当实施这些应用示例时，您应当意识到，西门子并不会对超出本责任条款的任何损害/索赔负责。我们保留了随时对本应用示例作出更改而不作事先通知的权力。如果这些应用示例中所提供的建议与其它西门子出版物一比如产品目录——出现偏差的话，以其它文档中的内容为准。

我们不对本文档中所包含的信息承担任何责任。

任何由于使用本应用实例文章中所描述的示例、信息、程序、组态数据和性能数据等所引起的任何损失或损坏，无论此等损失或损坏所引起的索赔有何种法律理由，西门子不承担任何责任，除非责任是强制性的，例如，根据产品责任法规定，由于以下原因导致的渎职、严重疏忽的情况：人身或健康危害；假定保证产品的状态特性；恶意隐瞒缺陷或违反基本的合同义务。但是，如果由于违反基本合同义务所引起的赔偿应限于合同所能预见的损害或损失，除非该损失由于重大过失造成，或该损失基于人身或健康危害所应承担的法定责任。这不表示用户对其损害提出举证责任的改变。

未得到西门子工业业务领域的明确授权，不得转让、复制或者摘录这些应用示例。

# 目录

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| 担保和责任.....                         | 4  |
| 目录 .....                           | 5  |
| 1 问题 .....                         | 8  |
| 1.1 出发点.....                       | 8  |
| 1.2 问题 .....                       | 8  |
| 2 解决方案.....                        | 9  |
| 2.1 概述 .....                       | 9  |
| 2.1.1 核心组件 .....                   | 9  |
| 2.1.2 核心功能 .....                   | 9  |
| 2.2 所使用的硬件和软件组件 .....              | 10 |
| 2.2.1 硬件组件 .....                   | 11 |
| 2.2.2 软件组件 .....                   | 12 |
| 2.2.3 应用示例的下载 .....                | 12 |
| 2.3 优点 .....                       | 12 |
| 2.4 知识准备 .....                     | 13 |
| 3 基础知识.....                        | 13 |
| 3.1 SICK C4000 Eco 安全光幕 .....      | 13 |
| 3.1.1 应用领域 .....                   | 13 |
| 3.1.2 工作原理 .....                   | 14 |
| 3.1.3 光幕和 SIMATIC F-CPU 之间的连接..... | 14 |
| 3.2 SICK WL27-3 漫反射光电传感器 .....     | 15 |
| 4 功能机制.....                        | 15 |
| 4.1 应用示例的功能 .....                  | 15 |
| 4.1.1 概述 .....                     | 15 |
| 4.1.2 关停机器设备 .....                 | 15 |
| 4.1.3 启动机器设备 .....                 | 16 |
| 4.1.4 无屏蔽时的工作过程 .....              | 19 |
| 4.1.5 带屏蔽时的工作过程 .....              | 21 |
| 4.1.6 屏蔽动作顺序 .....                 | 25 |
| 4.1.7 屏蔽传感器的其它布置方式.....            | 30 |
| 4.1.8 屏蔽指示灯监控 .....                | 31 |
| 4.1.9 F-I/O 的再集成 .....             | 32 |
| 4.2 代码描述（STEP 7 项目） .....          | 32 |
| 4.2.1 用户程序的结构 .....                | 32 |

|       |                                                |    |
|-------|------------------------------------------------|----|
| 4.2.2 | 功能电路图.....                                     | 33 |
| 4.2.3 | 程序块: Start_Stop_Machine.....                   | 34 |
| 4.2.4 | 程序块: On_Off_Machine.....                       | 35 |
| 4.2.5 | 相互作用: Start_Stop_Machine 和 On_Off_Machine..... | 37 |
| 4.2.6 | 程序块: Safety.....                               | 38 |
| 4.2.7 | 指令: MUTING.....                                | 39 |
| 4.2.8 | 程序块: Reintegration.....                        | 42 |
| 5     | SIMATIC 组件的组态.....                             | 43 |
| 5.1   | 预先说明.....                                      | 43 |
| 5.2   | 设备组态.....                                      | 43 |
| 5.2.1 | PROFINET 网络.....                               | 43 |
| 5.2.2 | PLC_1.....                                     | 44 |
| 5.2.3 | IO device_1.....                               | 45 |
| 5.2.4 | F-CPU.....                                     | 46 |
| 5.2.5 | F-DI.....                                      | 47 |
| 5.2.6 | F-DO.....                                      | 52 |
| 5.3   | 安全管理.....                                      | 54 |
| 6     | 安装和调试.....                                     | 55 |
| 6.1   | 操作步骤简介.....                                    | 55 |
| 6.2   | 将下载内容加载至 PG/PC.....                            | 55 |
| 6.3   | 安装硬件.....                                      | 55 |
| 6.3.1 | 安装.....                                        | 56 |
| 6.3.2 | 组态简介.....                                      | 57 |
| 6.3.3 | 接线连接: DI.....                                  | 58 |
| 6.3.4 | 接线连接: 光幕、F-DI 和 F-DO.....                      | 58 |
| 6.4   | 将 F-CPU 设置为初始状态.....                           | 59 |
| 6.5   | 将 IM151-3 PN HF 设置为初始状态.....                   | 61 |
| 6.6   | 分配设备名称.....                                    | 63 |
| 6.7   | 将代码 (STEP 7 项目) 下载至 F-CPU.....                 | 65 |
| 7     | 应用示例的运行.....                                   | 67 |
| 7.1   | 创建设施的初始状态.....                                 | 67 |
| 7.2   | 运行: 无屏蔽功能.....                                 | 68 |
| 7.3   | 运行: 带屏蔽功能.....                                 | 68 |
| 7.4   | 运行: 屏蔽指示灯出现断线故障.....                           | 69 |
| 7.5   | 检查表.....                                       | 70 |
| 7.6   | PLC 变量.....                                    | 71 |

|       |                                        |    |
|-------|----------------------------------------|----|
| 7.7   | 光幕和屏蔽传感器上的指示灯 .....                    | 72 |
| 8     | 根据标准 IEC 62061 和 ISO 13849 进行的评估 ..... | 74 |
| 8.1   | 相关标准说明 .....                           | 74 |
| 8.2   | 安全功能 .....                             | 74 |
| 9     | 安全功能 .....                             | 74 |
| 9.1   | 安全功能的映射关系 .....                        | 75 |
| 9.2   | 检测评鉴 .....                             | 75 |
| 9.2.1 | 根据 IEC 62061 的评估 .....                 | 75 |
| 9.2.2 | 根据 ISO 13849-1 的评估 .....               | 76 |
| 9.3   | 评估评鉴 .....                             | 76 |
| 9.3.1 | 根据 IEC 62061 的评估 .....                 | 76 |
| 9.3.2 | 根据 ISO 13849-1 的评估 .....               | 77 |
| 9.4   | 反应评鉴 .....                             | 77 |
| 10    | 术语表 .....                              | 77 |
| 11    | 参考文献 .....                             | 78 |
| 12    | 版本历史 .....                             | 79 |

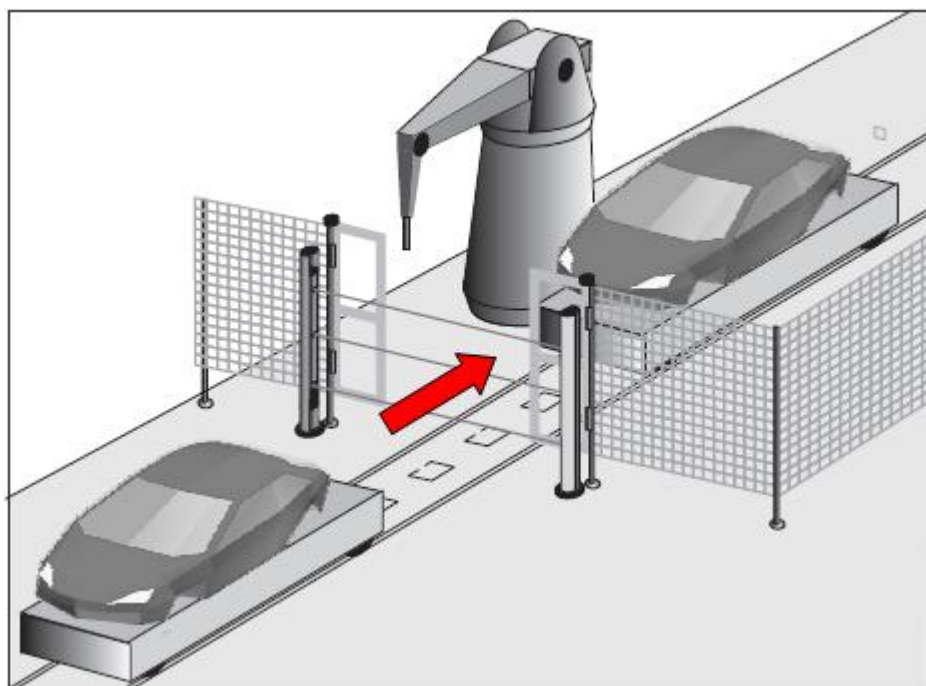
# 1 问题

## 1.1 出发点

工件在装配间（危险区）进行机械加工。该装配间有一个入口，通过入口，工件被送入该危险区。

图 1-1 示例描述了此类情景。

图 1-1



## 1.2 问题

计划采用安全光幕对装配间入口进行保护。物体进入保护区（光幕被阻断）时，必须区分如下情况：

- 工件传输：不关停机器设备
- 非工件传输：关停机器设备

为了实现该监控功能，需要使用一个 SICK 安全光幕和一台故障安全型 SIMATIC S7 CPU（F-CPU）。

## 2 解决方案

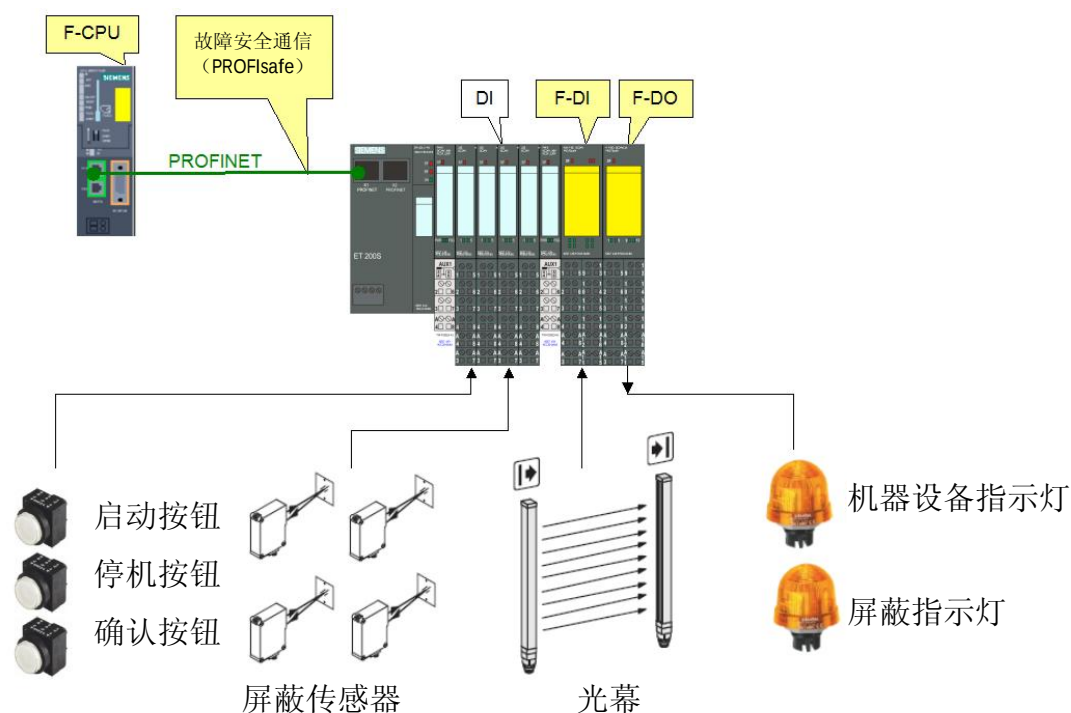
### 2.1 概述

#### 2.1.1 核心组件

图 2-1 图示了本应用示例最关键的组件：

- SIMATIC F-CPU（IO 控制器）
- SIMATIC ET 200S 分布式工作站（IO 设备），带：DI、F-DI 和 F-DO
- SICK 安全光幕
- SICK 漫反射式光电传感器，作为屏蔽传感器

图 2-1



#### 说明

本应用示例中，采用故障安全数字量输出模块（F-DO）上连接的指示灯模拟机器设备。后文中，术语“机器设备”均代表该指示灯。

#### 2.1.2 核心功能

本应用示例实现了以下功能：

- 机器设备（指示灯）开/关机
- 若有人进入保护区，则关停机器设备（指示灯）
- 通过 F-CPU 实现屏蔽
- 钝化 F-I/O（F-DI、F-DO）再集成

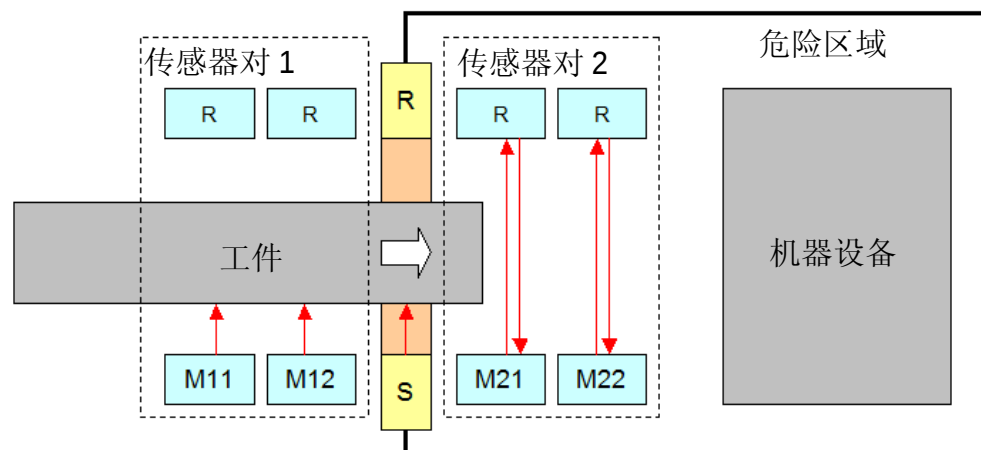
本应用示例中，采用 4 个屏蔽传感器（2 个传感器对）实现了并行屏蔽。屏蔽传感器采用漫反射光电传感器。

关于工件进出装配间的传输方向，两个方向均允许：

- 从传感器对 1 至传感器对 2（“前进”）
- 从传感器对 2 至传感器对 1（“后退”）

图 2-2 描述了“前进”方向的工作模式（顶视图）。

图 2-2



### 说明

S: 光幕发射器

R: 光幕接收器

橙色区域: 光幕保护区

M: 屏蔽传感器（漫反射光电传感器）

R: 漫反射光电传感器的反射器

## 2.2 所使用的硬件和软件组件

本应用采用以下组件创建：

## 2.2.1 硬件组件

### 西门子公司制造的硬件组件

表 2-1

| 组件                 | 型号                          | 数量 | 订货号                 |
|--------------------|-----------------------------|----|---------------------|
| 中央组态               |                             |    |                     |
| DIN 导轨             | 长：585 mm                    | 1  | 6ES7390-1AF85-0AA0  |
| 故障安全 S7 CPU（F-CPU） | CPU 315F-2PN/DP             | 1  | 6ES7315-2FJ14-0AB0  |
| 微型存储卡（MMC）         | 2 MB                        | 1  | 6ES7953-8LLxx-0AA0  |
| 分布式组态              |                             |    |                     |
| 标准型材导轨             | 35 mm，长：483 mm              | 1  | 6ES5710-8MA11       |
| ET 200S 的接口模块      | IM151-3 PN HF               | 1  | 6ES7151-3BA23-0AB0  |
| 微型存储卡（MMC）         | 128 Kbytes                  | 1  | 6ES7953-8LG20-0AA0  |
| PM-E               | PM-E 24..48 VDC 24..230 VAC | 2  | 6ES7138-4CB11-0AB0  |
| DI                 | 2DI 24 VDC HF               | 4  | 6ES7131-4BB01-0AA0  |
| F-DI               | 4/8 F-DI 24 VDC             | 1  | 6ES7138-4FA04-0AB0  |
| F-DO               | 4 F-DO 24 VDC/2A            | 1  | 6ES7138-4FB03-0AB0  |
| 终端模块，用于 F-DI、F-DO  | 30mm，螺钉型接线端子，AUX1           | 2  | 6ES7 193-4CF40-0AA0 |
| 终端模块，用于 PM-E       | 螺钉型接线端子，AUX                 | 2  | 6ES7 193-4CC20-0AA0 |
| 终端模块，用于 DI         | 螺钉型接线端子，AUX                 | 4  | 6ES7 193-4CA40-0AA0 |
| 启动、确认按钮（常开）        | SIRUS 按钮、指示灯                | 2  | 3SB2，3SB3，3SF5      |
| 停机按钮（常闭）           |                             | 1  |                     |
| 指示灯：机器设备、屏蔽        |                             | 2  |                     |
| 电源                 |                             |    |                     |
| SIMATIC 电源         | PS307 24V/5A                | 1  | 6ES7307-1EA01-0AA0  |
| 光幕电源               | PS307 24V/5A                | 1  | 6ES7307-1EA01-0AA0  |

### SICK 公司制造的硬件组件

表 2-2

| 组件                                               | 型号             | 数量 | 部件编号    |
|--------------------------------------------------|----------------|----|---------|
| <b>光幕</b>                                        |                |    |         |
| 安全光幕<br>SICK C4000 Eco 发射器, M12                  | C40S-0303AA310 | 1  | 1027464 |
| 安全光幕<br>SICK C4000 Eco 接收器, M12                  | C40E-0303AN310 | 1  | 1027465 |
| 连接电缆, 带连接器                                       | DOL-1205-G02M  | 2  | 6008899 |
| <b>屏蔽传感器</b>                                     |                |    |         |
| 漫反射光电传感器, 红光发射 LED, 带电位计, PNP 型;<br>M12 连接器, 4 针 | WL27-3P2431    | 4  | 1027982 |
| 反射器                                              | PL30A          | 4  | 1002314 |
| 连接电缆                                             | DOL-1204-G02M  | 4  | 6009382 |

### 2.2.2 软件组件

#### 西门子公司的软件组件

表 2-3

| 组件                         | 型号  | 订货号                |
|----------------------------|-----|--------------------|
| STEP 7 Professional V11    | SP2 | 6ES7822-1A.01-..   |
| STEP 7 Safety Advanced V11 | --- | 6ES7833-1FA11-0YA5 |

### 2.2.3 应用示例的下载

下表列出了本示例应用的全部下载内容 ([12](#))。

表 2-4

| 下载 | 文件名称                                   | 说明         |
|----|----------------------------------------|------------|
| 文档 | 58793869_LIGHT_CURTAIN_DOKU_V10_en.pdf | 本应用示例的描述文档 |
| 代码 | 58793869_LIGHT_CURTAIN_CODE_V10.zip    | STEP 7 项目  |

## 2.3 优点

### 用于工厂自动化的 SIMATIC Safety Integrated 技术

在 SIMATIC 中, 采用单个系统 (硬件和软件) 可以实现标准应用和安  
全型应用:

其优点如下:

- 两种应用仅需一个控制器
- 两种应用仅需同一个工程组态. 两种应用仅需一个用于通信的总线系统
- 两种应用仅需同一个可集中访问的诊断组件
- 安全程序和标准用户程序之间的连接非常简单

关于安全应用的编程, 请参阅专用操作说明。例如: 双手操作监控、差异分析、屏蔽、紧急停机、安全门监控、反馈回路监控等。

### SICK 安全光幕 ([11](#))

SICK 可以提供系列丰富的安全光幕产品:

- 通过集成功能, 降低了系统整体成本
- 调试快捷

- 采用 CDS 用户软件，可以完成各种调整；也可以在工厂中为客户进行专门的预先设置
- 适用于大温差区域和高湿区域
- 采用了通用接口，减少了工程组态成本和库存成本
- 集成有 PSDI 模式，带已定义好的 PSDI 窗口，产能提高 30% 以上。

## 2.4 知识准备

本应用示例描述如何采用 F-CPU 控制光幕。但是，本应用示例不描述相关的细节性问题，因此读者需要具备以下主题的相关基础知识：

- SIMATIC 控制器的软件：
  - STEP 7 V11 (/22/)
  - STEP 7 Safety Advanced V11 (/9/)
- SIMATIC S7 模块化控制器：S7-300 (/3/)
- SIMATIC ET 200S 分布式 I/O 系统 (/6/)
- ET 200S IM151-3 PN HF 接口模块 (/16/)
- ET 200S 故障安全组态设计 (/8/)
- PROFINET 工业通信 (/20/)
- SICK C4000 安全光幕 (/1/)
- SICK 漫反射光电传感器 (/1/)

## 3 基础知识

### 3.1 SICK C4000 Eco 安全光幕

本应用示例重点描述在用于工厂自动化的 SIMATIC Safety Integrated 技术中如何使用安全光幕。

描述过程中，以 SICK 公司的安全光幕产品为例。

本章介绍 SICK C4000 Eco 安全光幕 (/1/) 的相关基础知识。

#### 3.1.1 应用领域

C4000 安全光幕属于电敏防护设备。该设备适用于：

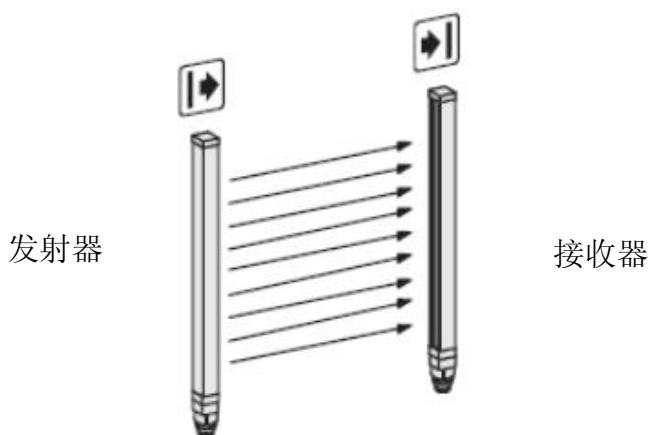
- 危险点保护（手指和手保护）
- 危险区域保护
- 出入保护

#### 3.1.2 工作原理

C4000 安全光幕由一个发射器和一个接收器组成（图 3-1）。这两个组件之间部分称为保护区。保护区采用保护区高度和保护区宽度进行定义。

发射器和接收器通过光学技术自动同步。这两个组件之间无需电气连接。

图 3-1

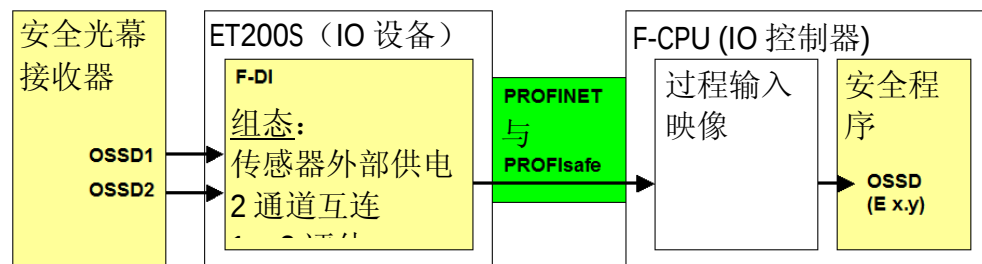


接收器提供有 2 个与安全相关的开关输出（OSSD1 和 OSSD2）。保护区被入侵时，两个开关输出均会断开（“0”信号）。

#### 3.1.3 光幕和 SIMATIC F-CPU 之间的连接

光幕接收器提供 OSSD1 和 OSSD2 信号。这些信号被送至 ET 200S 的故障安全型数字量输入模块（F-DI），并在该模块中进行评估。F-CPU 通过过程输入映像读出其评估结果（OSSD）。这一工作原理见图 3-2。

图 3-2

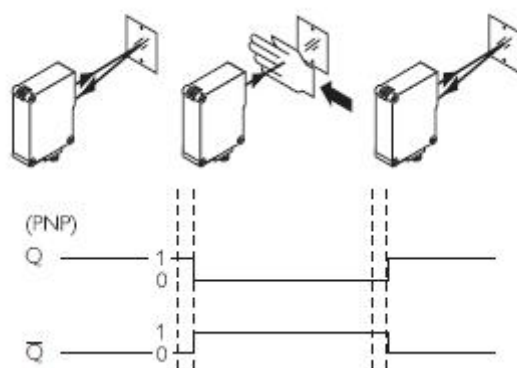


当保护区被入侵（光幕被阻断）时，F-CPU 将从 F-DI 读出一个“0”信号。此后，F-CPU 的安全程序将会关停机器设备。

### 3.2 SICK WL27-3 漫反射光电传感器

SICK 的 WL27-3 系列漫反射光电传感器被用作屏蔽传感器，图 3-3 描述了其工作原理 (1/1)。

图 3-3



应用示例中，评估的是“Q”信号：

- 光束未被阻断：  
屏蔽传感器提供“0”信号（传感器未激活）
- 光束被阻断：  
屏蔽传感器提供“1”信号（传感器激活）

## 4 功能机制

### 4.1 应用示例的功能

#### 4.1.1 概述

见 2.1.2 节。

#### 4.1.2 关停机器设备

出现以下事件时，将关停机器设备：

- 停机按钮被按下。
- 出现错误：
  - 屏蔽功能未激活时，保护区被入侵
  - F-DI 钝化（OSSD1 和 OSSD2 偏差错误）
  - F-DO 钝化（屏蔽指示灯断线，...）
  - 屏蔽期间出现错误（\*1）

(\*1):

屏蔽期间出现错误的可能原因:

- 监控时间不符合要求。
- 被传输工件的长度未达到所需要的最小值。

屏蔽动作的监控时间如下（可通过参数设置）:

- 最大屏蔽持续时间
- 传感器对 1（M11，M12）的时间差
- 传感器对 2（M21，M22）的时间差

### 4.1.3 启动机器设备

机器设备的启动取决于其此前的停机方式。关于机器设备的停机原因，参见第 0 章的描述。

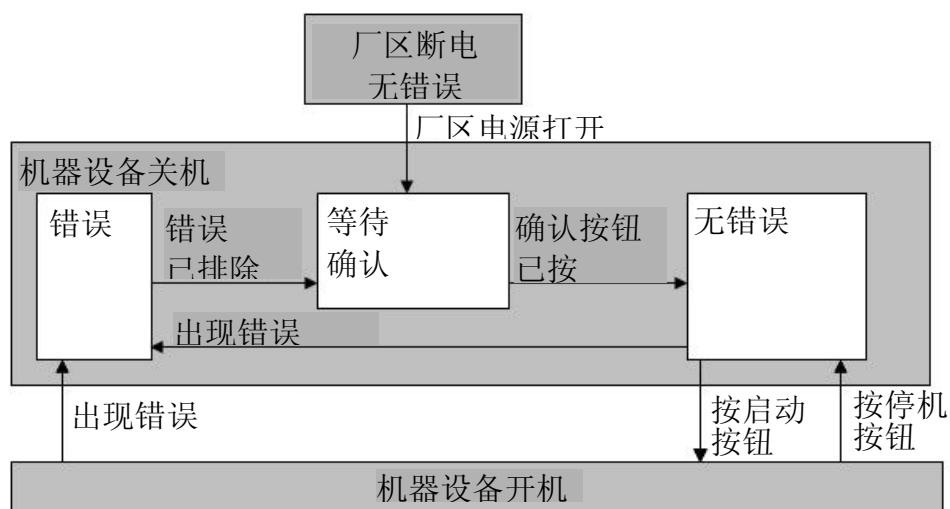
### 停机按钮事件之后的启动

满足以下条件时，才能重新启动该机器设备。

- 无屏蔽传感器处于活跃状态。
- 按下了启动控制，且未出现错误。

图 4-1 描述了这类相互关系。

图 4-1



### 错误事件（进入保护区）之后的启动：

满足以下条件时，才能重新启动该机器设备。

- 无屏蔽传感器处于活跃状态。
- 保护区中无任何物体。
- 确认按钮被按下。
- 按下了启动控制，且未出现错误。

图 4-1 描述了这类相互关系。

### 错误事件（F-DI 钝化（OSSD1 和 OSSD2 偏差错误，...））之后的启动：

满足以下条件时，才能重新启动该机器设备。

- 无屏蔽传感器处于活跃状态。
- F-DI 上的错误已经排除。
- 确认按钮被按下。

- 按下了启动控制，且未出现错误。

图 4-1 描述了这类相互关系。

---

**错误事件（屏蔽）之后的启动：**

满足以下条件时，才能重新启动该机器设备。

- 无屏蔽传感器处于活跃状态。
- 屏蔽期间出现错误的原因已经排除。
- 确认按钮被按下。
- 按下了启动控制，且未出现错误。

图 4-1 描述了这类相互关系。

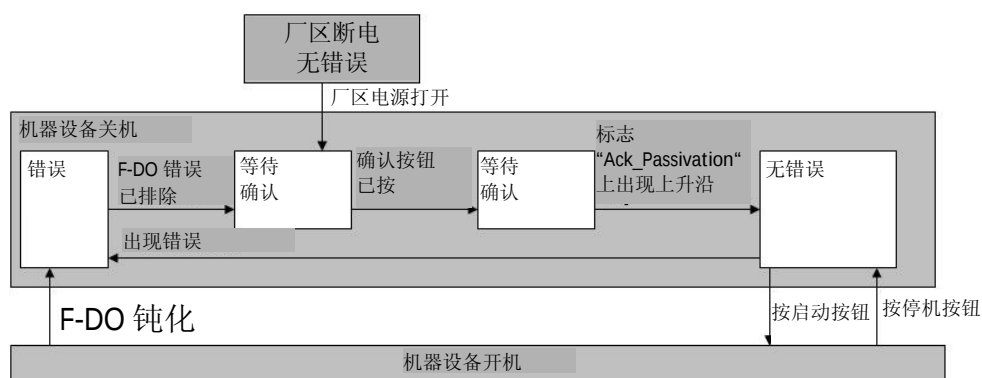
**错误事件（F-DO 钝化（屏蔽指示灯断线，...））之后的启动：**

满足以下条件时，才能重新启动该机器设备。

- 无屏蔽传感器处于活跃状态。
- F-DO 上的错误已排除。
- 确认按钮被按下。
- 标志“Ack\_Passivation”上产生了上升沿。
- 按下了启动控制，且未出现错误。

图 4-2 描述了这类相互关系。

图 4-2

**4.1.4 无屏蔽时的工作过程**

下图描述了相关的时序：

- 采用按钮启动、关停机器设备
- 因保护区被入侵而停机
- 保护区域再次为空且完成确认之后，启动机器设备。

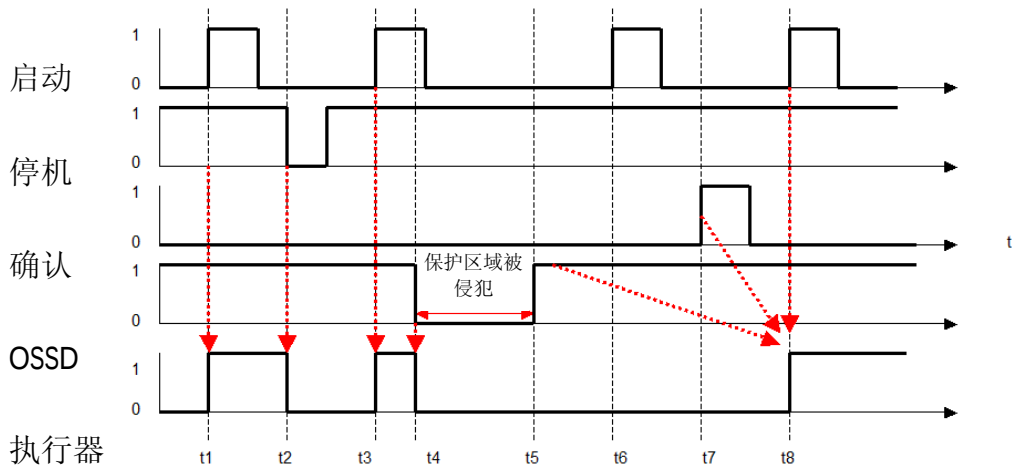
相关信号说明见图 4-3。

表 4-1

| 信号       | 硬件            | 说明              |
|----------|---------------|-----------------|
| START    | 启动按钮          | 上升沿： 启动机器设备     |
| STOP     | 停机按钮          | "0" 信号： 关停机器设备  |
| ACK      | 确认按钮          | 上升沿： 确认         |
| OSSD     | 光幕            | "0" 信号： 保护区域被入侵 |
| ACTUATOR | 机器设备（采用指示灯模拟） | ---             |

各信号的时序（时间特性）：

图 4-3



关于上面的时间 tx 的说明：

表 4-2

| 时间 | 说明              |
|----|-----------------|
| t1 | 启动机器设备          |
| t2 | 关停机器设备          |
| t3 | 启动机器设备          |
| t4 | 保护区域被入侵：关停机器设备  |
| t5 | 保护区重新被清空        |
| t6 | 因无确认信号而无法启动机器设备 |
| t7 | 确认              |
| t8 | 启动机器设备          |

### 4.1.5 带屏蔽时的工作过程

#### 屏蔽的定义

屏蔽指有意地抑制光幕的保护功能。

例如，采用屏蔽功能，可以将工件输入光幕监控的危险区且不引起机器设备关停动作。

屏蔽功能由屏蔽传感器的信号启动。



危险

请正确地选择屏蔽传感器的位置，并将其正确地集成至生产过程中，以保证屏蔽功能处于活跃状态时，不会有人进入危险区。

#### 屏蔽

本应用示例中，采用 4 个屏蔽传感器实现了并行屏蔽。屏蔽传感器采用漫反射光电传感器。

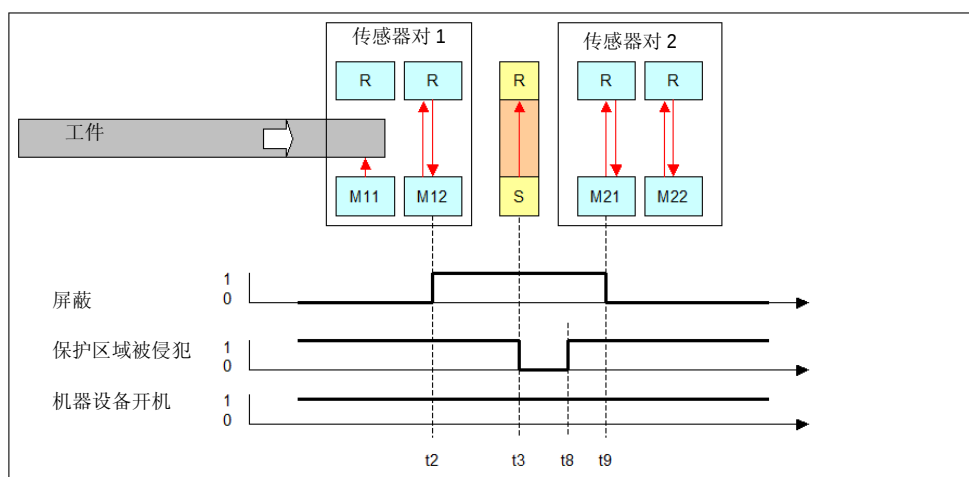
以下两个传输方向都实现了屏蔽功能（并行屏蔽）：

- “前进”：工件从传感器对 1 传输至传感器对 2
- “后退”：工件从传感器对 2 传输至传感器对 1

#### “前进”传输方向

图 4-4 描述了用于“前进”传输方向的工作原理（顶视图）。

图 4-4



以下两个条件同时满足时，将启动屏蔽功能：

- 传感器 M12 被激活（光束被阻断）

- 在设定的时间内（传感器对 1 的时间差），两个传感器 M11 和 M12 均被激活。

如果未发生错误，满足以下条件时将结束屏蔽功能：

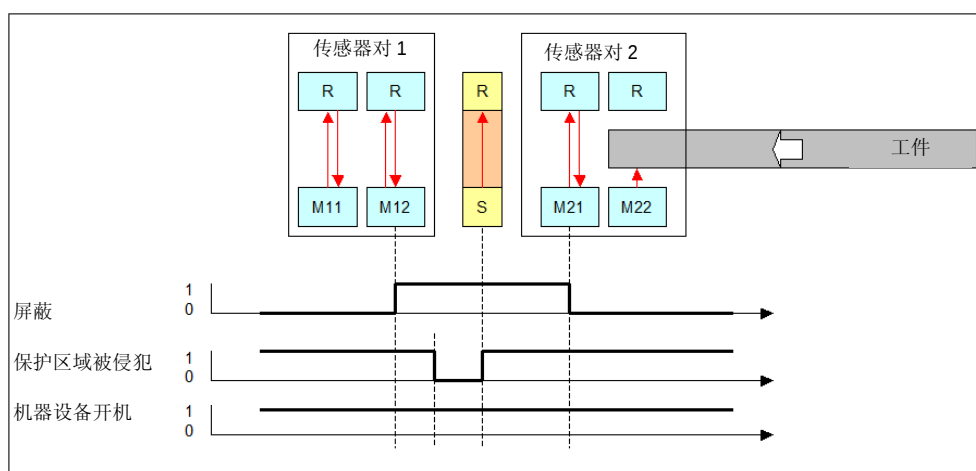
- 传感器 M21 取消激活（光束不再被阻断）

注：第 4.1.6 节详细描述了屏蔽动作顺序。

### “后退”传输方向

图 4-5 描述了用于“后退”传输方向的工作原理。

图 4-5



以下条件同时满足时，启动屏蔽功能：

- 传感器 M21 被激活（光束被阻断）
- 在设定的时间内（传感器对 2 的时间差），两个传感器 M21 和 M22 均被激活。

如果未发生错误，满足以下条件时将终止屏蔽功能：

- 传感器 M12 取消激活（光束不再被阻断）

### 屏蔽功能的异常终止

若出现了错误，则会终止屏蔽，且关停机器设备。

屏蔽期间可能出现的错误：

- 监控时间不符合相关要求：
  - 传感器对 1（M11，M12）的时间差
  - 传感器对 2（M21，M22）的时间差
  - 最大屏蔽持续时间

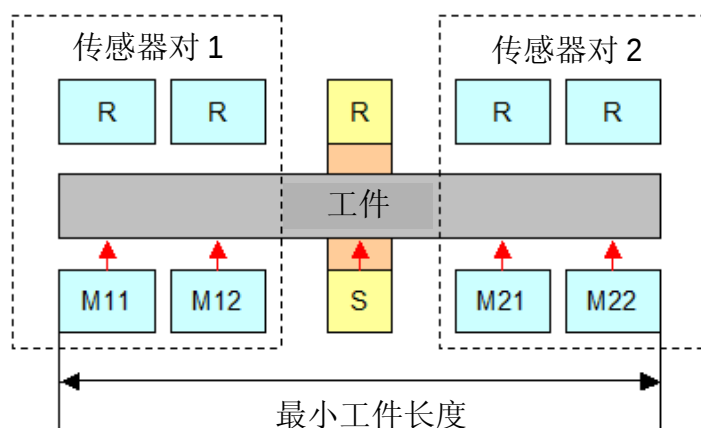
- 屏蔽指示灯出现故障。
- 被传输工件的长度未达到所需要的最小值（参见下节）。

### 相互关系：工件长度和传感器 M11 与 M22 之间的距离

屏蔽功能的正常工作，要求工件长度必须达至相应的最小值：

- “前进”传输方向：传感器 M11 取消激活前，全部 4 个屏蔽传感器必须同时处于激活状态。
- “后退”传输方向：传感器 M22 取消激活前，全部 4 个屏蔽传感器必须同时处于激活状态。

图 4-6



#### 4.1.6 屏蔽动作顺序

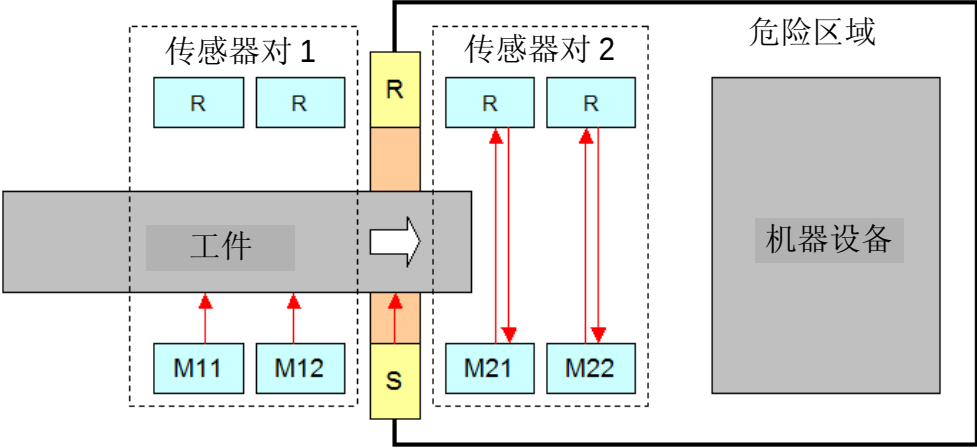
本章逐步描述工件如何被传输进危险区。

描述期间，以“前进”传输方向为例。

工厂

图 4-7 为屏蔽传感器和光幕的布局示意图。

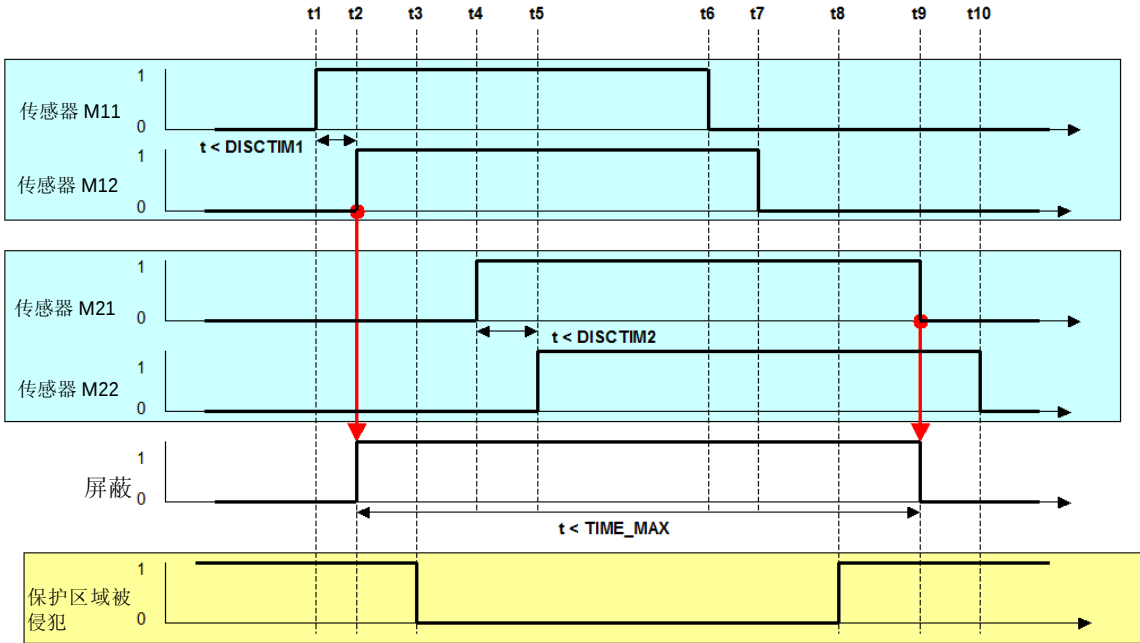
图 4-7



信号特性

图 4-8 为工件穿过该厂区时的信号特性。表 4-3 描述时间 t1 至 t10。

图 4-8



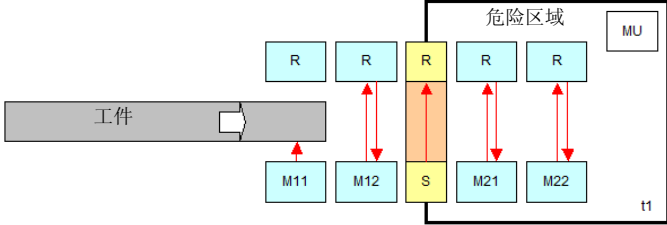
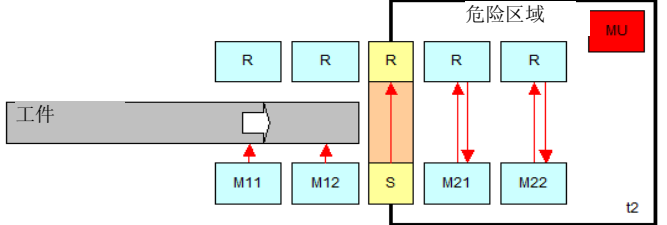
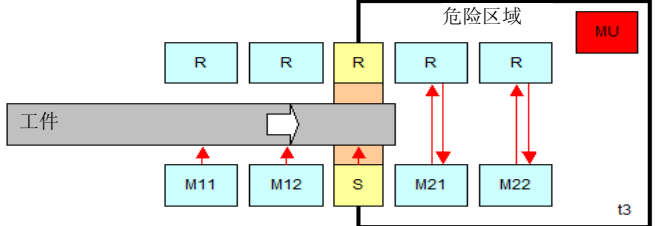
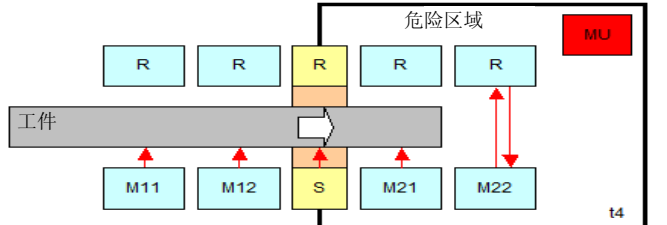
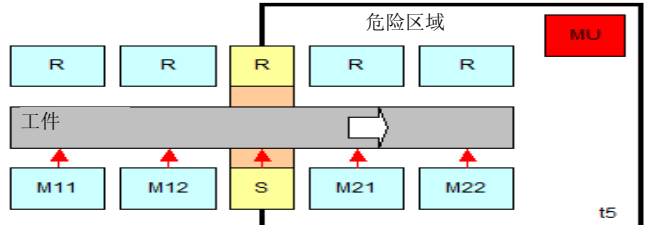
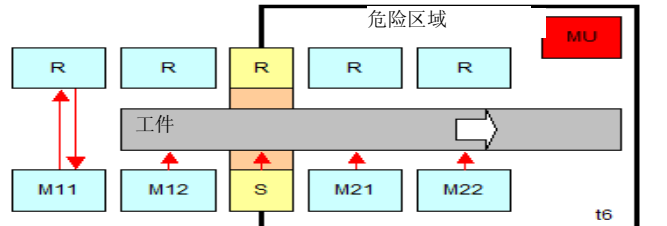
监控时间：

- DISCTIM1: 传感器对 1 (M11, M12) 的时间差
- DISCTIM2: 传感器对 2 (M21, M22) 的时间差
- TIME\_MAX: 最大屏蔽持续时间

详细的屏蔽动作顺序

表 4-3 描述了工件穿过该厂区过程中的不同时间。

表 4-3

| tx | 工件位置                                                                                | 说明                                                                                                                                                |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| t1 |    | <p>同时满足以下两个条件时，启动屏蔽：</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 传感器 M12 被激活</li><li>• 在 DISSTIM1 内，两个传感器 M11 和 M12 均被激活。</li></ul>               |
| t2 |    |                                                                                                                                                   |
| t3 |  | <p>工件进入了保护区，但机器设备并不停机。</p>                                                                                                                        |
| t4 |  | <p>以下条件同时满足时，继续屏蔽：</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 在 DISSTIM2 内，两个传感器 M21 和 M22 均被激活。</li><li>• M11 取消激活前，全部 4 个传感器同时处于激活状态</li></ul> |
| t5 |  |                                                                                                                                                   |
| t6 |  |                                                                                                                                                   |

Copyright © Siemens AG 2012 All rights reserved

| tx  | 工件位置 | 说明                              |
|-----|------|---------------------------------|
| t7  |      |                                 |
| t8  |      |                                 |
| t9  |      | 以下条件满足时，结束屏蔽：<br>• 传感器 M21 取消激活 |
| t10 |      |                                 |

说明

tx: Time x (图 4-8)

S: 光幕发射器

R: 光幕接收器

M: 屏蔽传感器（漫反射光电传感器）

R: 漫反射光电传感器的反射器

MU: 屏蔽指示灯（灭：白色背景，亮：红色背景）

传感器处于活跃状态：光束被阻断

传感器处于非活跃状态：光束未阻断

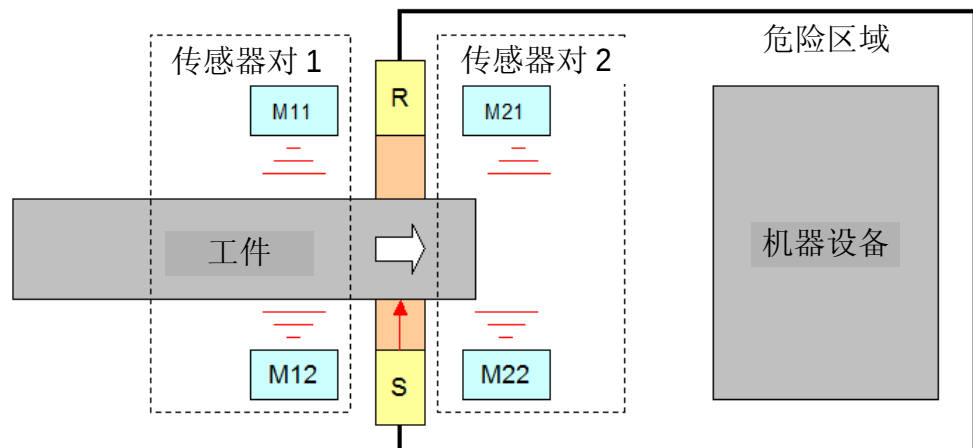
### 4.1.7 屏蔽传感器的其它布置方式

从原理上看，本应用示例也适用于其它型号的屏蔽传感器和屏蔽传感器布置方式。

#### 4 个屏蔽传感器面对面布置

可以采用漫反射光扫描器或者电感式接近传感器代替漫反射光电传感器。组成传感器对的两个传感器彼此面对面的布置。对于厂区空间受限的应用，这种布置具备相当大的优势。

图 4-9

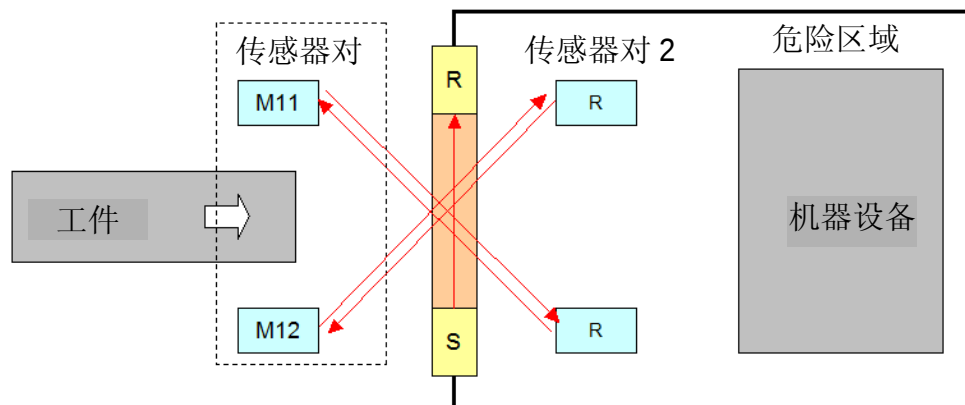


## 2 个屏蔽传感器对角斜向布置

本应用示例也适用于如下屏蔽传感器布置方式：

- 采用 2 个，而不是 4 个屏蔽传感器（漫反射光电传感器）
- 传感器采用对角斜向布置

图 4-10



屏蔽动作顺序：

- 在时间 DISCTIM1 (\*1) 内，工件激活了 2 个屏蔽传感器 M11 和 M12（转变成“1”信号）时，将开始屏蔽。
- 只要屏蔽传感器 M11 和 M12 同时处于激活状态，屏蔽将继续保持活跃状态。
- 当 2 个屏蔽传感器 M11 和 M12 中的某一个取消激活（即转变成“0”信号）时，将会终止屏蔽功能。
- 屏蔽功能必须在时间 TIME\_MAX (\*2) 内完成终止。

(\*1): DISCTIM1: 传感器对 1 (M11, M12) 的时间差

(\*2): TIME\_MAX: 最大屏蔽持续时间

### 4.1.8 屏蔽指示灯监控

该指示灯长亮则向操作人员表示，已经启动了屏蔽功能，因此，保护功能已经接通。

屏蔽期间，系统会监测屏蔽指示灯是否出现断线故障。若检测到断线故障，将终止屏蔽，且机器设备会停机。

重新启动机器设备之前，必须排除断线故障，且按确认按钮完成确认。

### 4.1.9 F-I/O 的再集成

F-I/O 的组件出现错误时，将会钝化该出错组件。排除错误原因之外，必须重新集成被钝化的组件。

在应用示例中，采用不同方法实现了重集成功能：

- F-DI：无操作员干预型重集成
- F-DO：操作员干预型重集成（通过操控 PG/PC，在标志 Ack\_Passivation 上产生上升沿。）

## 4.2 代码描述（STEP 7 项目）

### 4.2.1 用户程序的结构

#### 预先说明

该代码（STEP 7 项目）包含用于 F-CPU 的用户程序。

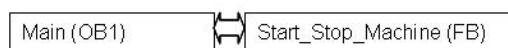
用户程序包括：

- 标准用户程序
- 安全程序

#### 概述

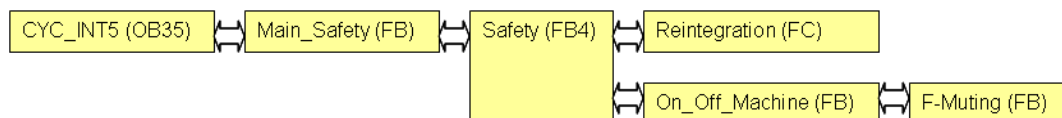
标准用户程序：

图 4-11



安全程序：

图 4-12



## 标准用户程序的程序块

表 4-4

| 程序块                | 功能                        |
|--------------------|---------------------------|
| Main               | 调用程序块: Start_Stop_Machine |
| Start_Stop_Machine | 请求启动或停止机器设备               |

## 安全程序的程序块

表 4-5

| 程序块            | 功能                                                                                               |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Safety         | 调用以下程序块: <ul style="list-style-type: none"> <li>Reintegration</li> <li>On_Off_Machine</li> </ul> |
| Reintegration  | 再集成被钝化的 F-I/O                                                                                    |
| On_Off_Machine | 接通或断开机器设备（指示灯）的电源                                                                                |
| Muting         | 抑制光幕的保护功能<br>（屏蔽命令集成在 STEP V11 内）                                                                |

## 用于安全程序的密码

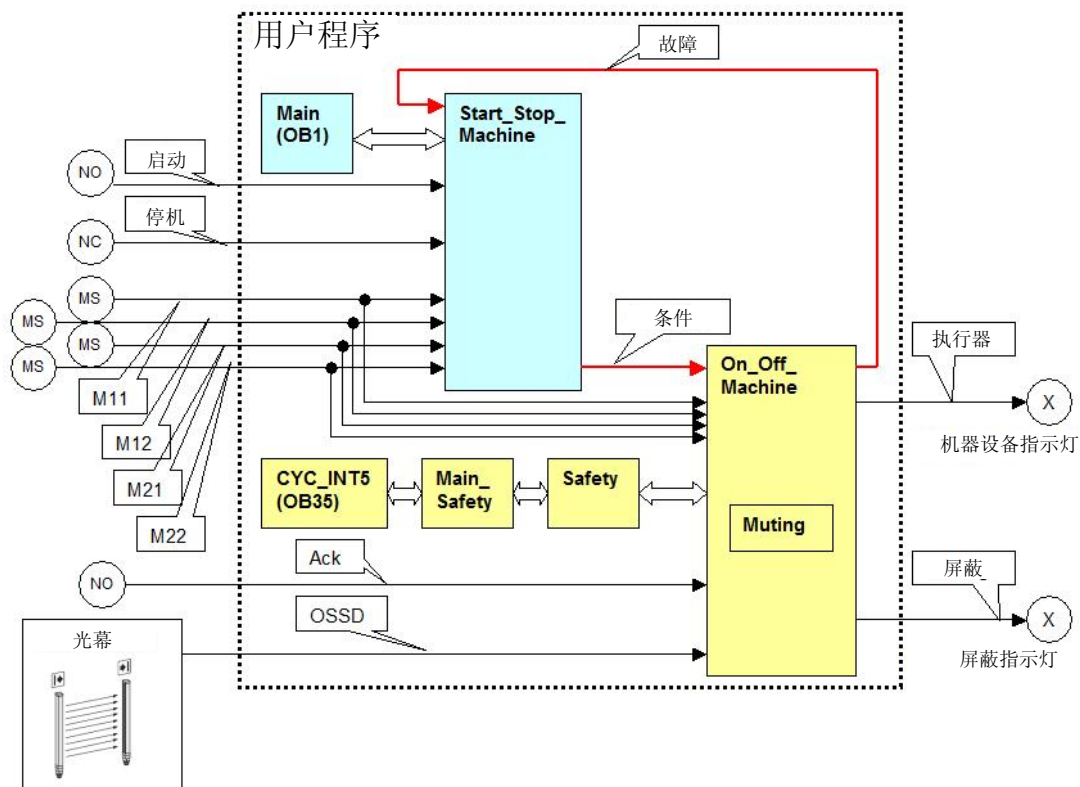
本应用示例的（STEP 7 项目）代码中，安全程序没有使用密码。

## 4.2.2 功能电路图

下图描述了以下组件的相互关系：

- 硬件/用户程序
- 标准用户程序/安全程序

图 4-13



说明

图中注释框的内容：用户程序的变量

NO：按钮（常开）

NC：按钮（常闭）

MS：屏蔽传感器，漫反射光电传感器  
（“1”：有物体阻断了光束）

4.2.3 程序块：Start\_Stop\_Machine

程序

标准用户程序

功能

该块生成启动机器设备的使能信号。该使能信号在负责启动和关停本机器设备的安全程序中进行评估。

该块评估：

- 启动按钮
- 停机按钮
- 屏蔽传感器（M11、M12、M21 和 M22）
- 来自安全程序的“故障”信号（On\_Off\_Machine）

该块向安全程序（On\_Off\_Machine）提供：

- “条件（Condition）”信号

函数块的参数

图 4-14

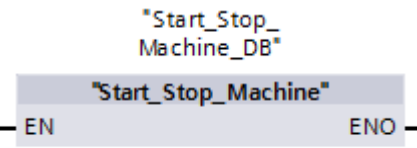


表 4-6

| 参数  | 声明  | 类型  | 说明  |
|-----|-----|-----|-----|
| --- | --- | --- | --- |

实现

见 4.2.5。

4.2.4 程序块：On\_Off\_Machine

程序

安全程序

功能

该块实现：

- 机器设备的启动和停机
- 调用“MUTING（屏蔽）”指令（第 4.2.7 节）

该块评估：

- 来自确认按钮的“Ack”信号
- 来自光幕的“OSSD”信号（通过 F-DI 采集）
- 来自标准用户程序（Start\_Stop\_Machine）的 “Condition（条件）” 信号
- 屏蔽传感器（M11、M12、M21 和 M22），通过“MUTING”指令

该块向标准用户程序提供：

- “Fault（故障）”信号

函数块的参数

图 4-15

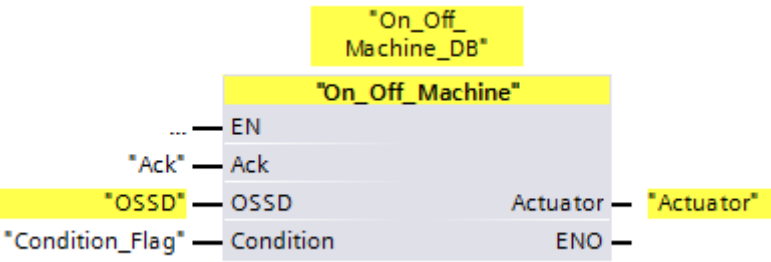


表 4-7

| 参数             | 声明  | 类型   | 说明                                                                 |
|----------------|-----|------|--------------------------------------------------------------------|
| Ack            | IN  | Bool | 来自确认按钮的信号<br>上升沿：机器设备可以重新启动                                        |
| OSSD           | IN  | Bool | 来自光幕的信号。“0” 信号：保护区被入侵                                              |
| Condition (*1) | IN  | Bool | 来自标准用户程序的信号：<br>启动机器设备的使能信号<br>“1” 信号：机器设备可以启动<br>“0” 信号：阻止机器设备启动。 |
| Actuator       | OUT | Bool | 至机器设备（指示灯）的信号“1” 信号：启动                                             |

(\*1): “Condition”必须通过一个标志 (“Condition\_Flag”) 传递给安全程序。

实现

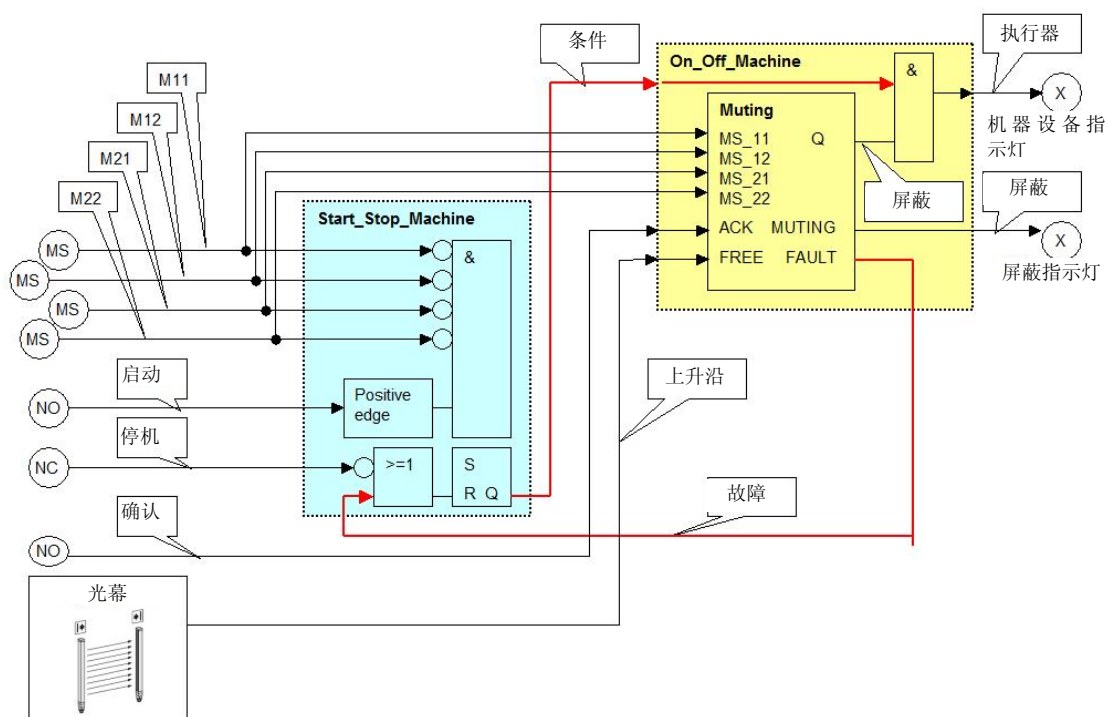
见 4.2.5 节。

### 4.2.5 相互作用：Start\_Stop\_Machine 和 On\_Off\_Machine

图 4-16 描述了程序块 Start\_Stop\_Machine 和 On\_Off\_Machine 之间的相互作用。

关于其功能描述，请参阅 4.1.3 节和第 0 节。

图 4-16



#### 说明

图中注释框的内容：用户程序的变量

触发器（SR）为复位（R）优先型。

NO：按钮（常开）

NC：按钮（常闭）

MS：屏蔽传感器，漫反射光电传感器（“1”：有物体阻断了光束）

变量的意义:

表 4-8

| 变量             | 说明                                                                          |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Start          | 来自启动按钮的信号<br>上升沿: 请求启动机器设备                                                  |
| Stop           | 来自停机按钮的信号 (“0”信号: 关停机器设备)                                                   |
| Ack            | 来自确认按钮的信号<br>上升沿: 机器设备可以重新启动                                                |
| Fault          | 来自 MUTING 指令的信号<br>“1” 信号: 阻止机器设备启动 (已经出现了某个错误)<br>“0” 信号: 机器设备可以启动 (未出现错误) |
| OSSD           | 来自光幕的信号 (“0”信号: 保护区被入侵)                                                     |
| Condition (*1) | 来自标准用户程序的信号:<br>使能信号, 用于启动机器设备<br>“1” 信号: 机器设备可以启动<br>“0” 信号: 阻止机器设备启动。     |
| #Release       | Release (释放) 来自 MUTING 指令:<br>“1” 信号: 机器设备可以启动<br>“0” 信号: 机器设备已停机           |
| Actuator       | 至机器设备指示灯的信号 (“1”信号: 启动机器设备)                                                 |

(\*1): “Condition”必须通过一个标志 (“Condition\_Flag”) 传递给安全程序。  
。

4.2.6 程序块: Safety

程序

安全程序

功能

该程序块调用以下块:

- Reintegration (4.2.8 节)
- On\_Off\_Machine (4.2.4 节)

函数块的参数

图 4-17

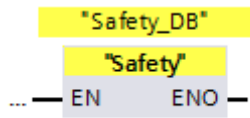


表 4-9

| 参数  | 声明  | 类型  | 说明  |
|-----|-----|-----|-----|
| --- | --- | --- | --- |

4.2.7 指令：MUTING

程序

安全程序

功能

MUTING 指令采用 2 或 4 个屏蔽传感器实现了并行屏蔽。屏蔽指有意地抑制光幕的保护功能。

该指令集成在 STEP 7 V11 中。关于该指令，详细描述请参阅 [/9/](#)：

章节“STEP 7 Safety Advanced V11 Instructions（STEP 7 Safety Advanced V11 的指令）”> 章节“Instructions（指令）”>

章节“Safety functions（安全功能）”> 章节“MUTING（屏蔽）”

为了让读者快速了解相关知识，以下章节简单地描述自传感器对 1 传送至传感器对 2 的工件传输方向。

屏蔽传感器的开关时序

传输时，以下条件必须满足 (\*1)：

- 首先，必须在时间 DISCTIM1 内激活传感器对 1（MS\_11 和 MS\_12）
- 接下来，必须在时间 DISCTIM2 内激活传感器对 2（MS\_21 和 MS\_22）
- 此后，必须在时间 DISCTIM1 取消激活传感器对 1
- 最后，必须在时间 DISCTIM2 取消激活传感器对 2

其它条件：

- 再次取消激活传感器对 1 的第 1 个屏蔽传感器之前，全部 4 个屏蔽传感器必须同时处于激活状态。
- 屏蔽时间不得超过 TIME\_MAX。

(\*1): 系统不监控属于同一传感器对的 2 个屏蔽传感器的开关时序。

### 屏蔽的工作过程

以下条件满足时，启动屏蔽：

- 传感器对 1 被激活（屏蔽传感器的激活顺序可以为随机的）

只要以下条件满足，将继续屏蔽：

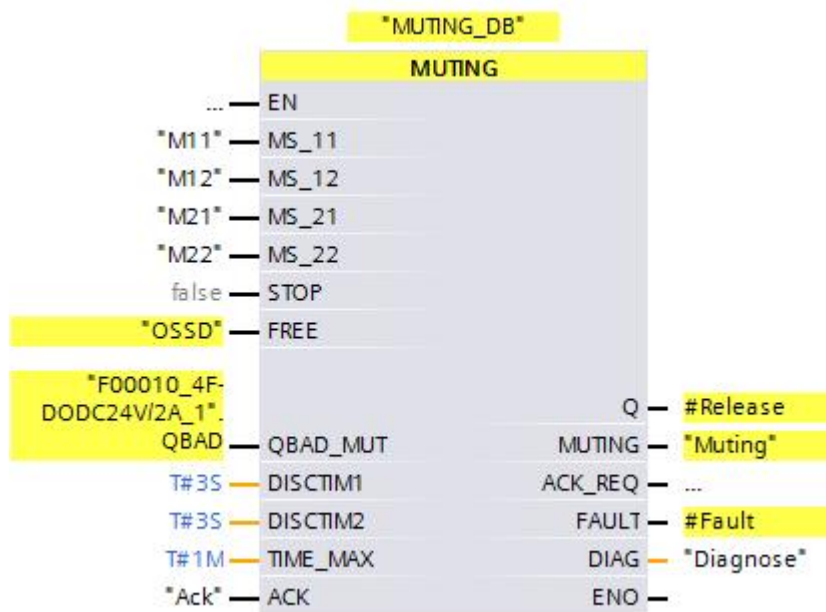
- 传感器对 1 处于激活状态

以下条件满足时，屏蔽将结束（前提是未出现任何错误）：

- 传感器对 1 的第 1 个传感器取消激活

## 指令/块的参数

图 4-18



参数的意义：

表 4-10

| 参数       | 声明  | 类型   | 说明                                                  |                              |
|----------|-----|------|-----------------------------------------------------|------------------------------|
| MS_11    | IN  | Bool | 传感器对 1 的屏蔽传感器 1                                     | “1” 信号：<br>传感器被激活<br>（检测到物体） |
| MS_12    | IN  | Bool | 传感器对 1 的屏蔽传感器 2                                     |                              |
| MS_21    | IN  | Bool | 传感器对 2 的屏蔽传感器 1                                     |                              |
| MS_22    | IN  | Bool | 传感器对 2 的屏蔽传感器 2                                     |                              |
| STOP     | IN  | Bool | “1” 信号：传输系统已停止                                      |                              |
| FREE     | IN  | Bool | “1” 信号：保护区未被侵犯（光幕未阻断）                               |                              |
| QBAD_MUT | IN  | Bool | 用于监控屏蔽指示灯：<br>“1” 信号：指示灯出现断线故障（示例）                  |                              |
| DISCTIM1 | IN  | Time | 传感器对 1 的时间差（0 至 3 秒）：<br>在该段时间内，必须激活 MS_11 和 MS_12。 |                              |
| DISCTIM2 | IN  | Time | 传感器对 2 的时间差（0 至 3 秒）：<br>在该段时间内，必须激活 MS_21 和 MS_22。 |                              |
| TIME_MAX | IN  | Time | 最大屏蔽时间（0 至 10 分钟）：<br>屏蔽功能可能持续的最长时间。                |                              |
| ACK      | IN  | Bool | FAULT = “1”之后，必须通过该参数完成确认（重启联锁）                     |                              |
| Q        | OUT | Bool | “1” 信号：机器设备可以被启动（释放）                                |                              |
| MUTING   | OUT | Bool | “1” 信号：屏蔽处于活跃状态                                     |                              |
| ACK_REQ  | OUT | Bool | “1” 信号：要求进行确认                                       |                              |
| FAULT    | OUT | Bool | “1” 信号：出现了某个错误（组错误）                                 |                              |

| 参数   | 声明  | 类型   | 说明   |
|------|-----|------|------|
| DIAG | OUT | Byte | 出错信息 |

4.2.8 程序块：Reintegration

程序

安全程序

功能

F-I/O 的组件（F-DI、F-DO）可能钝化。

以下示例列出可能引起钝化的事件：

- F-DO 上出现断线
- F-DI 失去供电电压

该块重新集成已钝化组件。该代码（STEP 7 项目）采用不同方式实现了重集成：

- 无操作员干预型重集成：F-DI
- 操作员干预型重集成（\*1）：F-DO

(\*1): 钝化后，必须在标志位（Ack\_Passivation）上产生一个上升沿（见第 7.5 节）。

函数块的参数

图 4-19

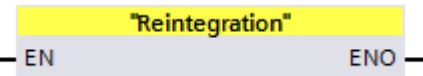


表 4-11

| 参数  | 声明  | 类型  | 说明  |
|-----|-----|-----|-----|
| --- | --- | --- | --- |

## 5 SIMATIC 组件的组态

### 5.1 预先说明

本章描述应用示例中对 SIMATIC 组件进行的最关键的设置：

- STEP 7 的“Device Configuration（设备组态）”中的设置
- STEP 7 的“Safety Administration（安全管理）”中的设置

#### 说明

这些设置已经包括在代码（STEP 7 项目）中，应用示例中无需再设置。本章仅作相关解释和说明。

为便于区分，这些设置被分类为：

- “默认设置”：应用示例无需更改其值。
- “非默认设置”：已经为应用示例更改了其值。

### 5.2 设备组态

执行以下操作，打开“Device configuration（设备组态）”：

- 启动 TIA 博途
- 打开“Project（项目）”视图
- 打开“light\_curtain\_00”项目
- 在项目树中：  
打开“PLC\_1 [CPU 315-F-2 PN/DP]”设备 > 打开“Device configuration(设备组态)”

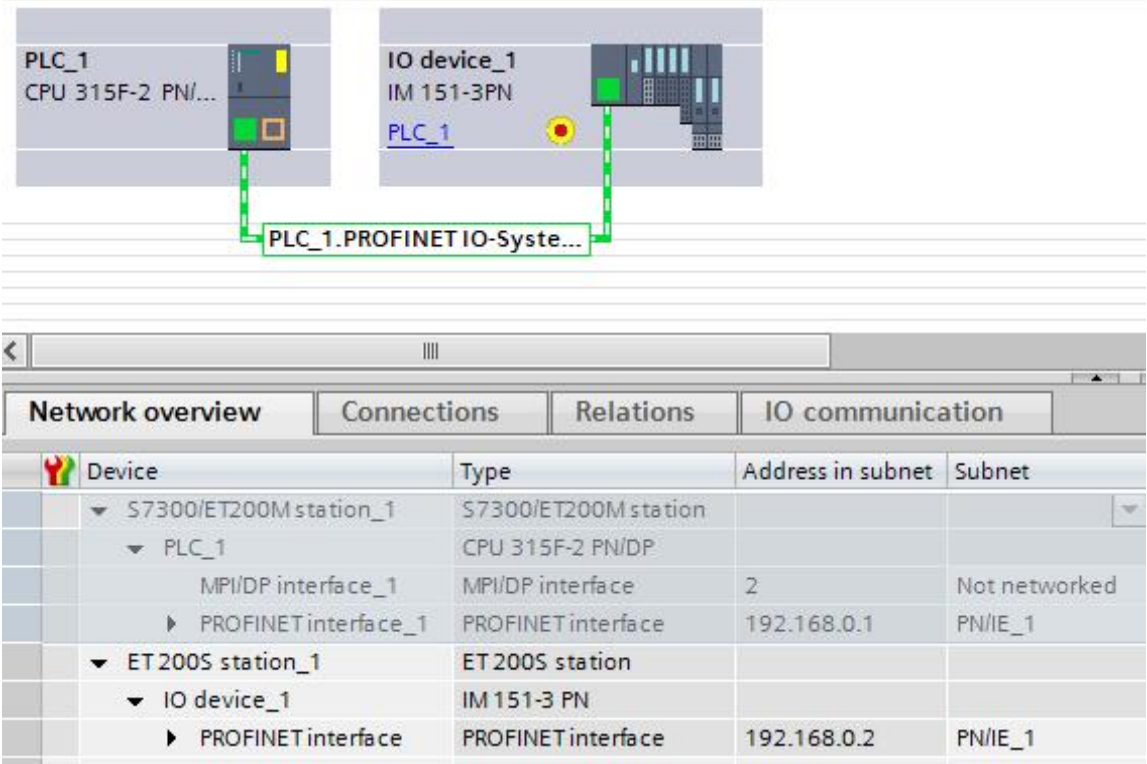
#### 5.2.1 PROFINET 网络

在“Device configuration（设备配置）”中执行以下操作：

- 在工作区中：打开“Network View（网络视图）”
- 在“Inspector（检查器）”窗口中：打开“Network overview（网络总览）”

#### 结果

图 5-1



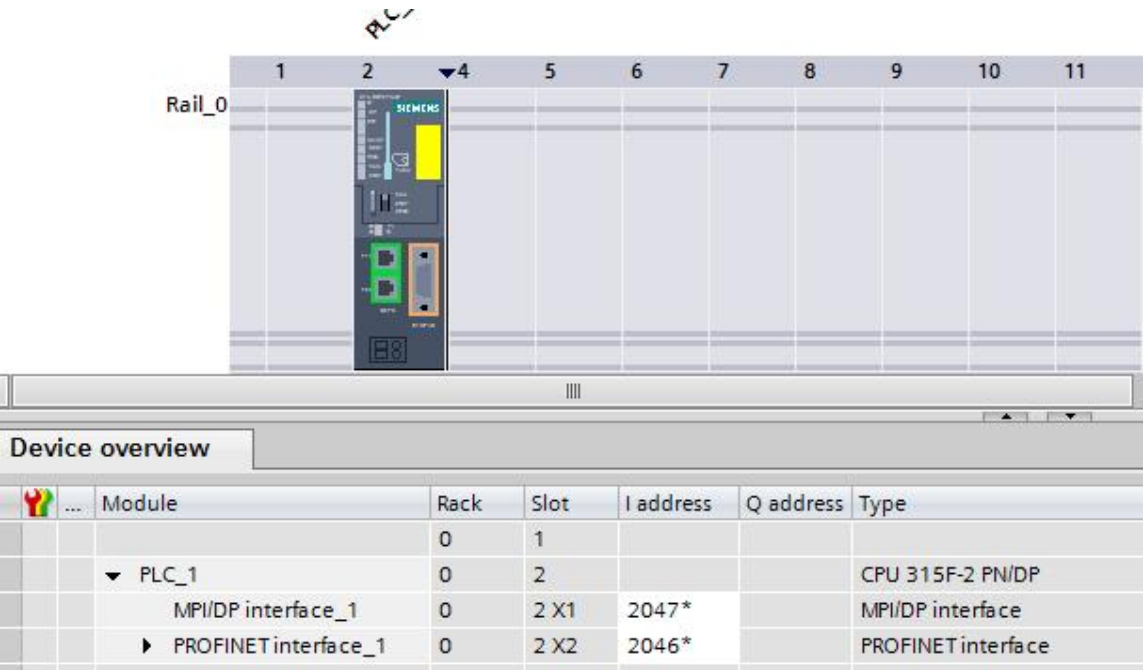
### 5.2.2 PLC\_1

在“Device configuration（设备配置）”中执行以下操作：

- 在工作区中：打开“Device（设备）”视图 > 选择 “PLC\_1”

结果：

图 5-2



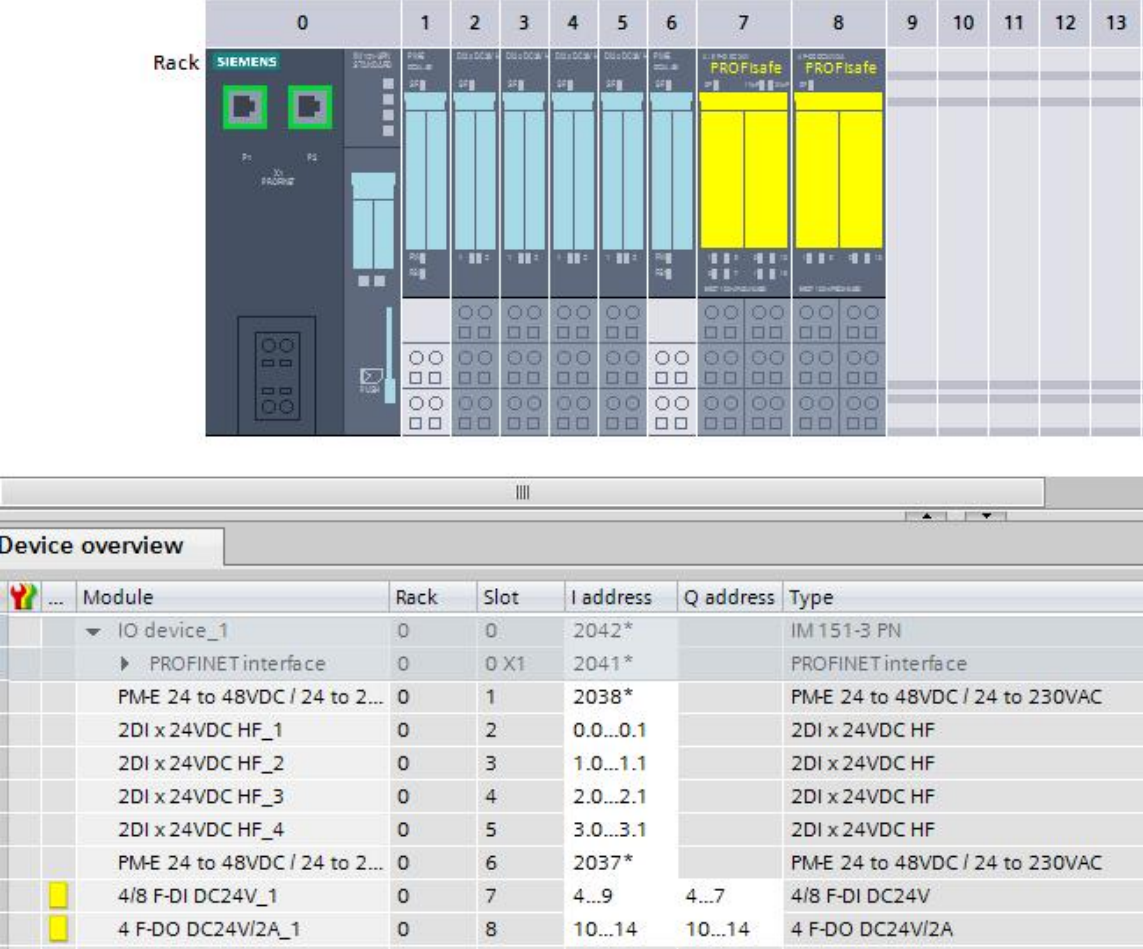
5.2.3 IO device\_1

在“Device configuration（设备配置）”中执行以下操作：

- 在工作区中：打开“Device（设备）”视图 > 选择“IO device\_1”

结果

图 5-3



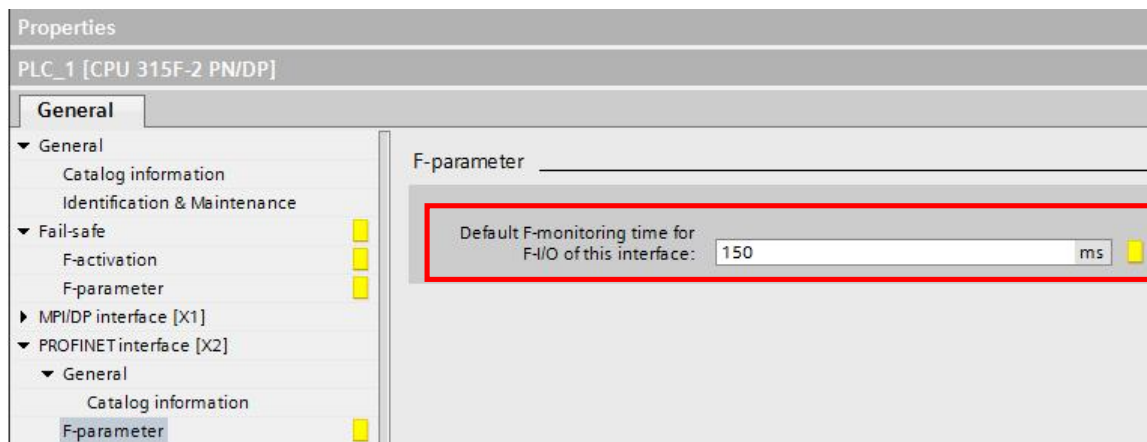
### 5.2.4 F-CPU

在“Device configuration（设备配置）”中执行以下操作：

- 在工作区中：
  - 打开“Device（设备）”视图 > 选择“PLC\_1”> 选择 F-CPU
- 在“Inspector（检查器）”窗口中：
  - 选择选项卡“Properties（属性）”
  - 打开“PROFINET 接口 (X2)”
  - 选择“F-parameter（故障安全参数）”（见结果）

结果

图 5-4



本接口的 F-I/O 的 F 监控时间：150 ms（默认值）

### 5.2.5 F-DI

在“Device configuration（设备配置）”中执行以下操作：

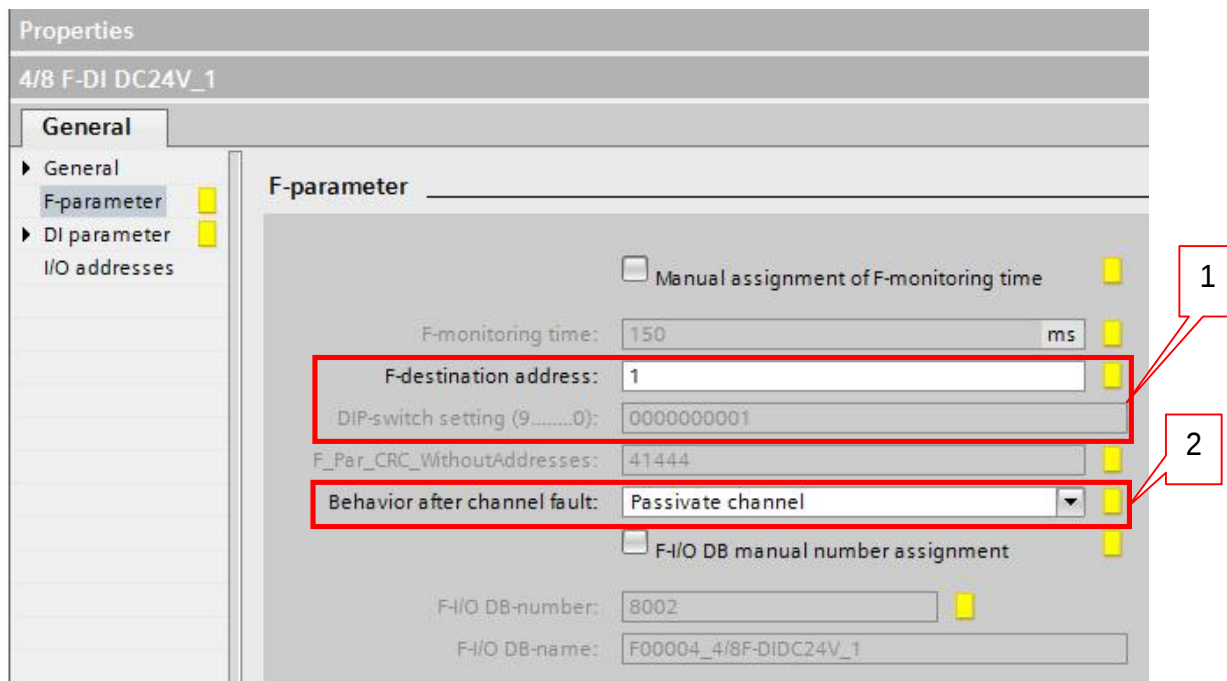
- 在工作区中：
  - 打开“Device（设备）”视图 > 选择“IO device\_1”
  - 选择“4/8 F-DI DC24V\_1”模块

在“Inspector（检查器）”窗口中：

- 选择选项卡“Properties（属性）”
- 选择“F-parameter（故障安全参数）”  
（见结果 1）
- 选择“DI-parameter（DI-参数）”  
（见结果 2）
- 选择：“DI parameter（DI 参数）” > “Channel 0, 4（通道 0, 4）”  
（见结果 3）
- 选择：“DI parameter（DI 参数）” > “Channel 1, 5（通道 1, 5）”  
（见结果 4）
- 选择：“DI parameter（DI 参数）” > “Channel 2, 6（通道 2, 6）”  
（见结果 4）
- 选择：“DI parameter（DI 参数）” > “Channel 3, 7（通道 3, 7）”  
（见结果 4）

结果 1:

图 5-5

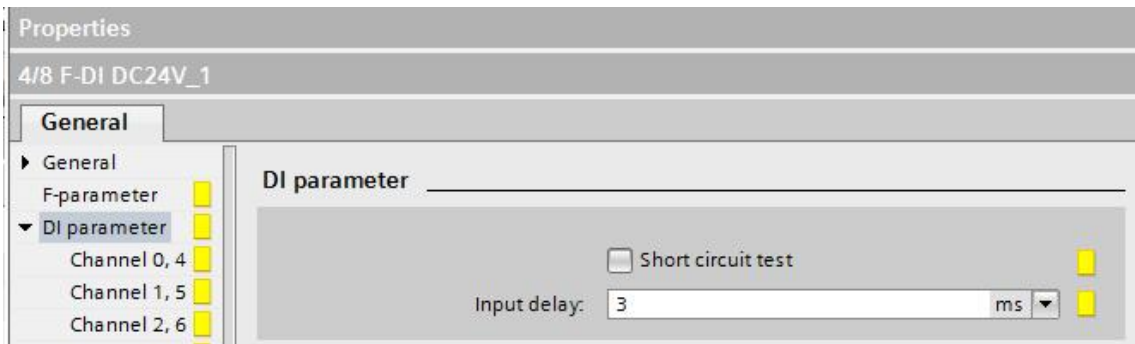


(1): 在 F-DI 上，F 目标地址设置在地址开关上。

(2): 通道出现故障后：将钝化该通道（默认）。

结果 2:

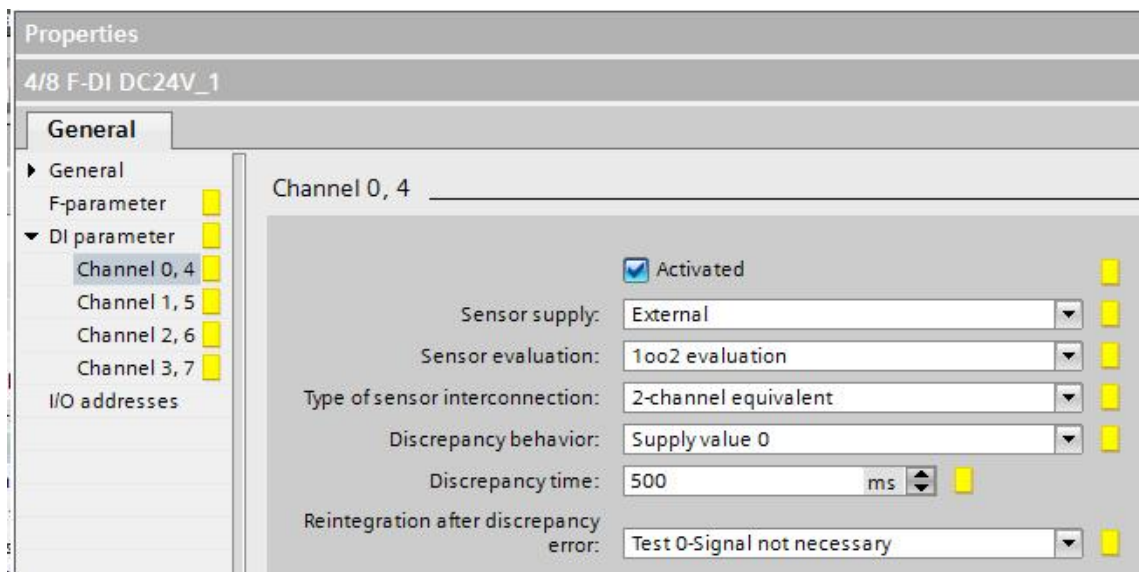
图 5-6



传感器采用外部供电，因此，必须禁用短路检测功能（非默认设置）。

结果 3:

图 5-7



设置：

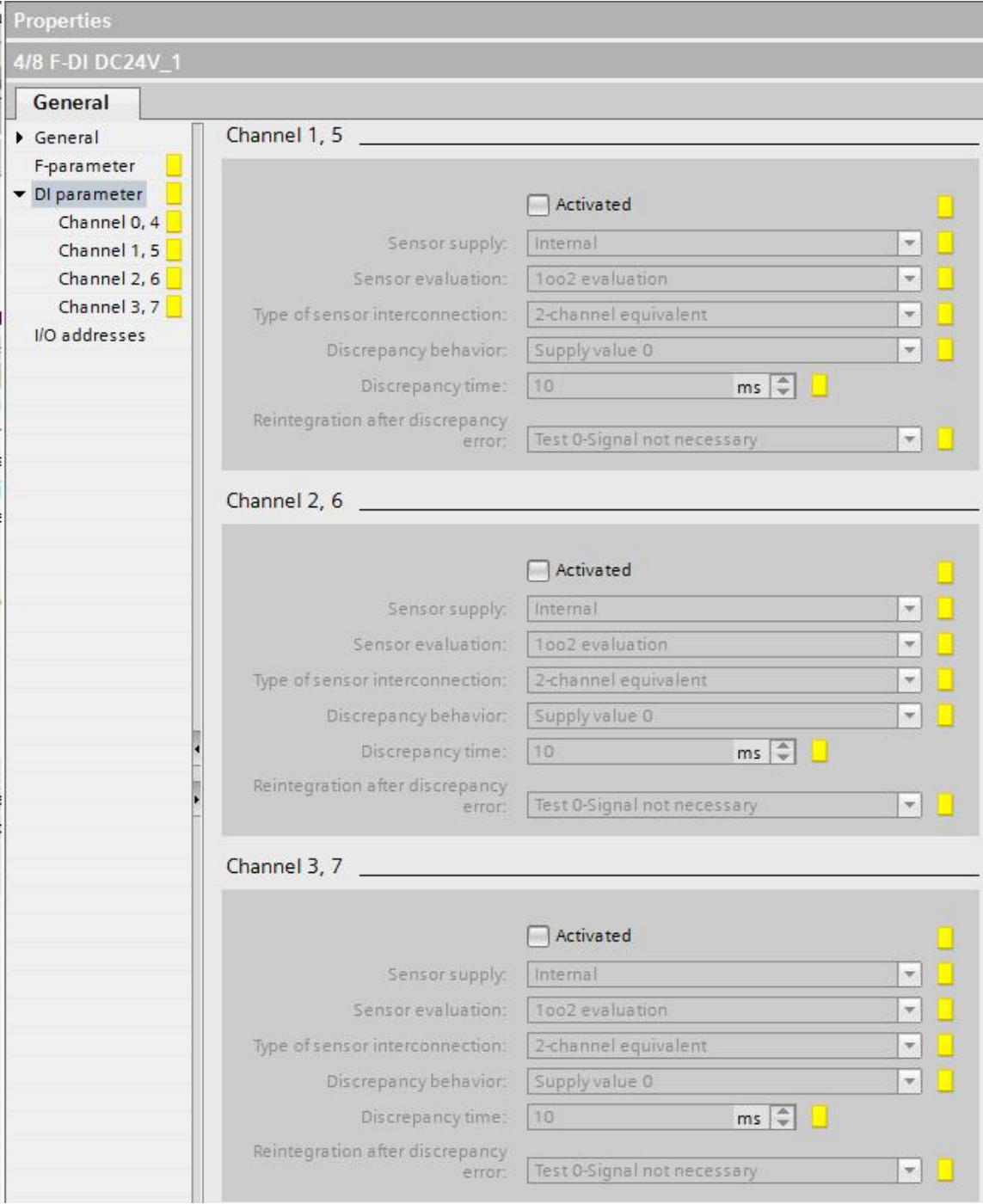
- 传感器外部供电（非默认设置）
- 传感器评估：1oo2（默认设置）
- 传感器互连类型：2 通道，对等地（默认设置）

通道分配：

- 通道 0: 光幕的 OSSD1
- 通道 1: 光幕的 OSSD2

结果 4:

图 5-8



禁用其余通道（非默认设置）

## 5.2.6 F-DO

在“Device configuration（设备配置）”中执行以下操作：

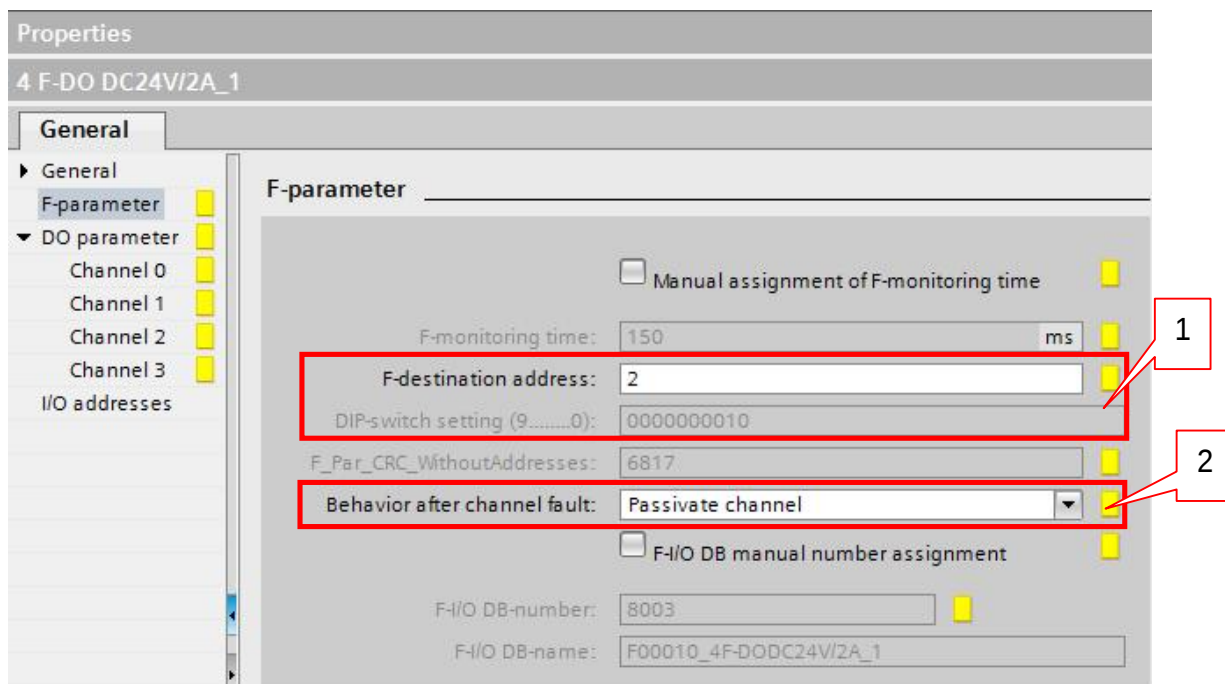
- 在工作区中：
  - 打开“Device（设备）”视图 > 选择“IO device\_1”
  - 选择模块“4 F-DO DC24V/2A\_1\_1”

在“Inspector（检查器）”窗口中：

- 选择选项卡“Properties（属性）”
- 选择“F-parameter（故障安全参数）”（见结果 1）
- 选择“DO parameter（DO 参数）”（见结果 2）

结果 1:

图 5-9

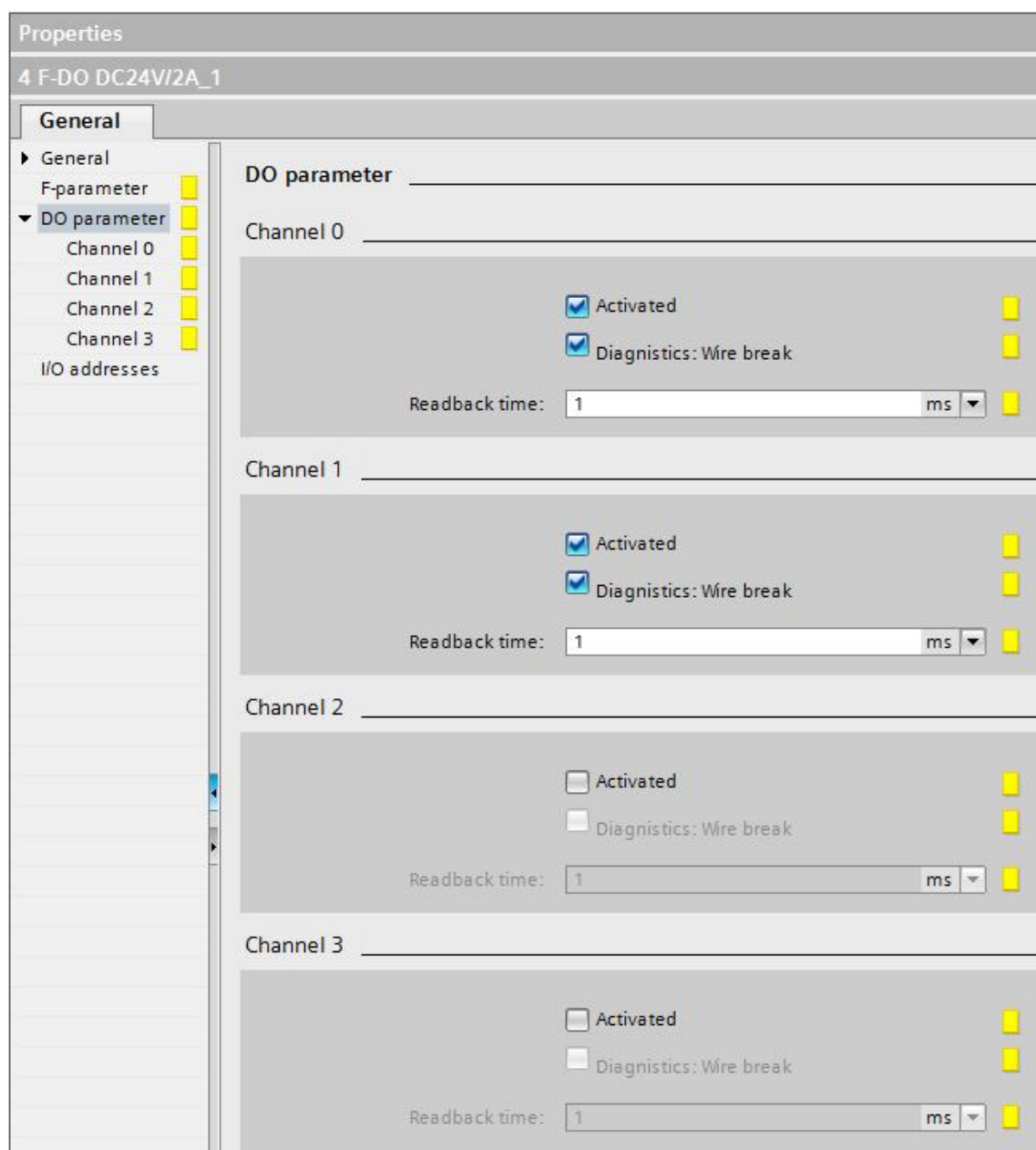


(1): 在 F-DO 上，F 目标地址设置在地址开关上。

(2): 通道出现故障后：将钝化该通道（默认）。

结果 2:

图 5-10



设置:

- 通道 0 和通道 1:
  - 已激活 (默认设置)
  - 诊断: 断线 (默认设置)
- 其它全部通道: 未激活 (非默认设置)

通道分配:

- 通道 0: 机器设备指示灯
- 通道 1: 屏蔽指示灯

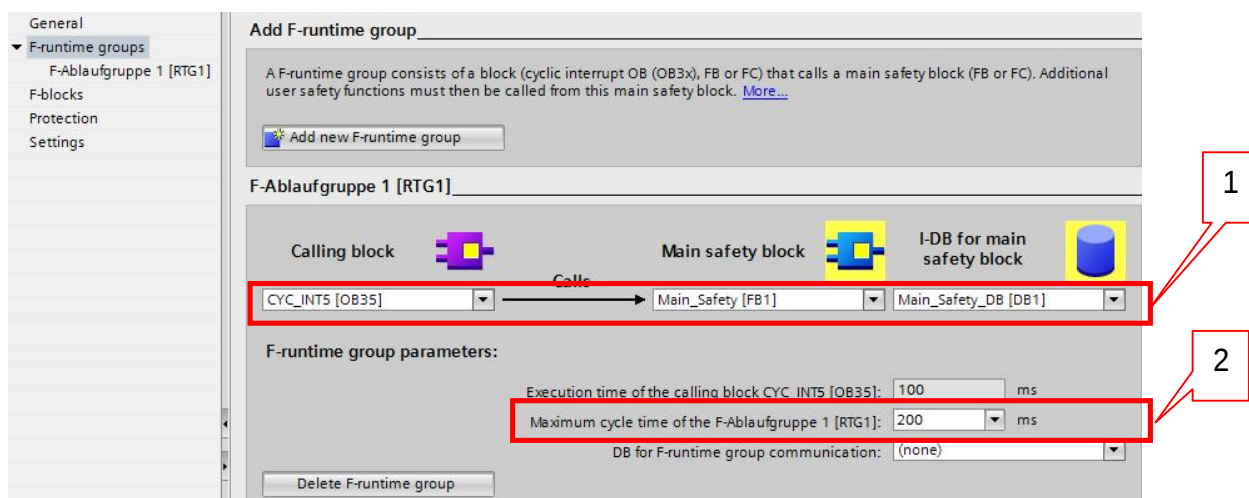
### 5.3 安全管理

如下操作，打开“Safety Administration（安全管理）”：

- 启动 TIA 博途
- 打开“Project（项目）”视图
- 打开“light\_curtain\_00”项目
- 在项目树中：
  - 打开“PLC\_1 [CPU 315-F-2 PN/DP]”设备
  - 打开“Safety Administration（安全管理）”
- 在工作区中，选择“F-runtime groups（F 运行组）”

结果

图 5-11



(1): F 运行组 1（默认设置）

(2): F 运行组 1 的监控时间（默认设置）

## 6 安装和调试

### 6.1 操作步骤简介

安装本应用示例时，以下操作步骤必不可少：

- 将下载内容加载至 PG/PC：
  - 用于 F-CPU 的代码（STEP 7 项目）
- 安装硬件：
  - SIMATIC 组件
  - SICK 安全光幕
- 创建一个确定型初始状态：
  - F-CPU
  - IM151-3 PN HF
- 分配设备名称
- 将代码（STEP 7 项目）下载至 F-CPU

后续章节描述这些步骤。

### 6.2 将下载内容加载至 PG/PC

关于本应用示例的下载，请参见第 2.2.3 节。

将代码（STEP 7 项目）安装在 PG/PC 上时，必须执行以下操作：

- 将文件“58793869\_LIGHT\_CURTAIN\_CODE\_V10.zip”下载至 PG/PC 上的任意目录内。
- 解压缩该文件。

### 6.3 安装硬件

关于需要的硬件组件，请参阅第 0 章。

#### 注意

请严格遵守 PROFINET (4)、SICK 光幕和漫反射光电传感器 (1)、SIMATIC S7-300 (3)和 SIMATIC ET 200S (16)的安装指南。

请参阅相关手册。

## 6.3.1 安装

下表列出了硬件安装流程。

表 6-1

| 序号                   | 硬件                  | 操作                                                                                                                                                    |
|----------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>中央组态</b>          |                     |                                                                                                                                                       |
| 1.                   | F-CPU 和 MMC         | 清除 F-CPU 的 SIMATIC 微型存储卡（MMC）中的内容，此后，将其插在 F-CPU 上。                                                                                                    |
| 2.                   | S7-300 安装导轨         | 在安装导轨上，安装以下设备： <ul style="list-style-type: none"> <li>• SIMATIC 电源</li> <li>• 光幕电源</li> <li>• F-CPU</li> </ul>                                        |
| <b>ET 200S 分布式组态</b> |                     |                                                                                                                                                       |
| 3.                   | ET 200S 的接口模块和微型存储卡 | 清除用于接口模块的 SIMATIC 微型存储卡（MMC）中的内容，并将该 MMC 插入接口模块中。                                                                                                     |
| 4.                   | F-DI                | 在地址开关上设置其 PROFIsafe 地址。（*1）                                                                                                                           |
| 5.                   | F-DO                | 在地址开关上设置其 PROFIsafe 地址。（*1）                                                                                                                           |
| 6.                   | 标准型材导轨              | 按如下顺序，完成模块组装： <ul style="list-style-type: none"> <li>• IM151-3 PN 接口模块</li> <li>• 用于电源模块和电气模块的终端模块</li> <li>• 端接模块</li> </ul> 按图 6-1 所示顺序将各个模块插入终端模块。 |
| 7.                   | DI 1 和 DI 2         | 连接 3 个按钮（启动、停机和确认）。                                                                                                                                   |
| 8.                   | DI 3 和 DI 4         | 连接 4 个屏蔽传感器（M11、M12、M21 和 M22）                                                                                                                        |
| 9.                   | F-DI                | 连接光幕（接收器）                                                                                                                                             |
| 10.                  | F-DO                | 连接 2 个指示灯（屏蔽指示灯、机器设备指示灯）                                                                                                                              |
| 11.                  | PROFINET 电缆         | 连接： <ul style="list-style-type: none"> <li>• F-CPU 连接至 IM 151-3 PN</li> <li>• F-CPU 连接至 PG/PC。</li> </ul>                                             |
| 12.                  | SIMATIC 电源          | 为 SIMATIC 组件完成所有的连接。                                                                                                                                  |
| 13.                  | 光幕电源                | 为光幕完成所有的连接。                                                                                                                                           |

**（\*1）:**

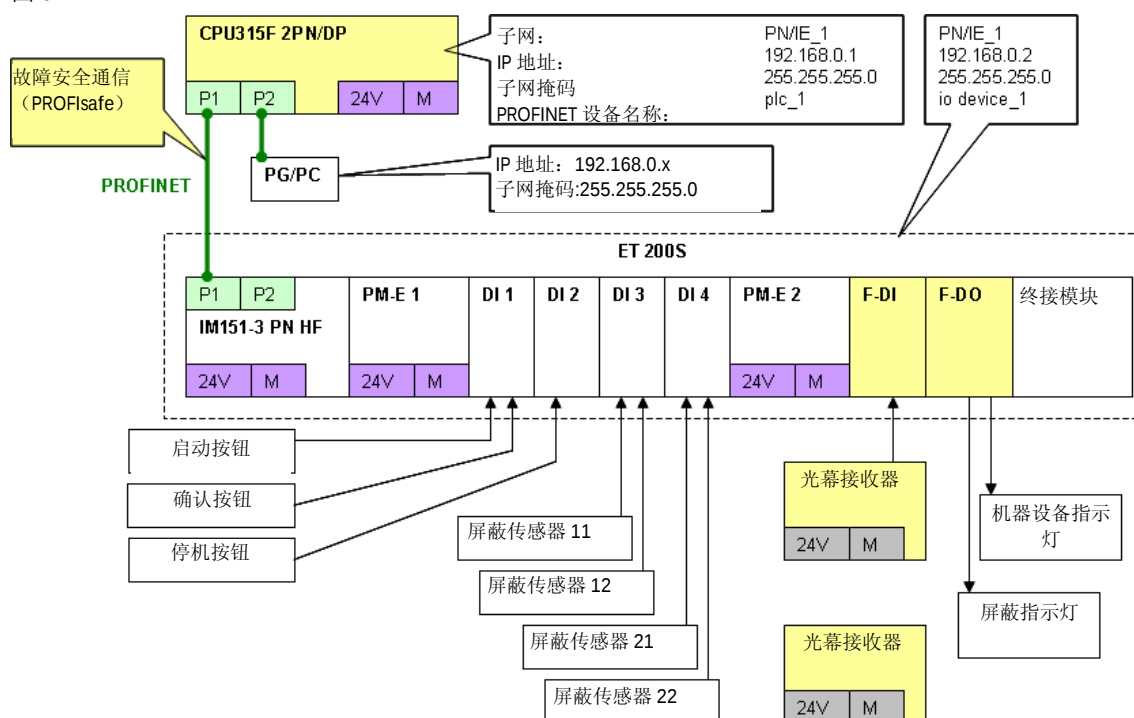
在 STEP 7 中组态故障安全信号模块时，会自动地分配以下 PROFIsafe 地址：

- F-DI：见 0 节
- F-DO：见 5.2.6 节

### 6.3.2 组态简介

图 6-1 图示了本应用示例的组态。

图 6-1



#### 说明

Px: PROFINET 接口的端口 x

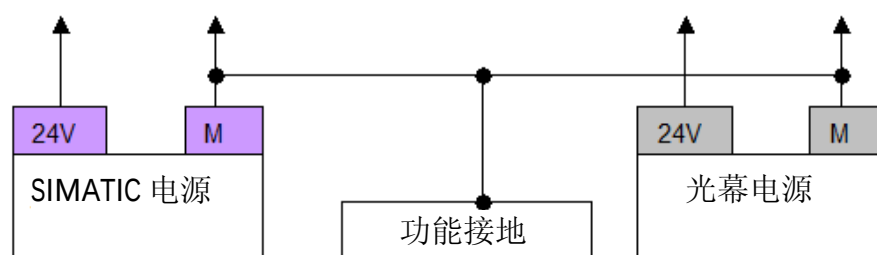
24V / M: 电源接线端子

#### 关于电源的说明

为了提高可用性（提高电磁兼容性、抵抗电压波动等等），安全光幕可以采用独立的电源进行供电。

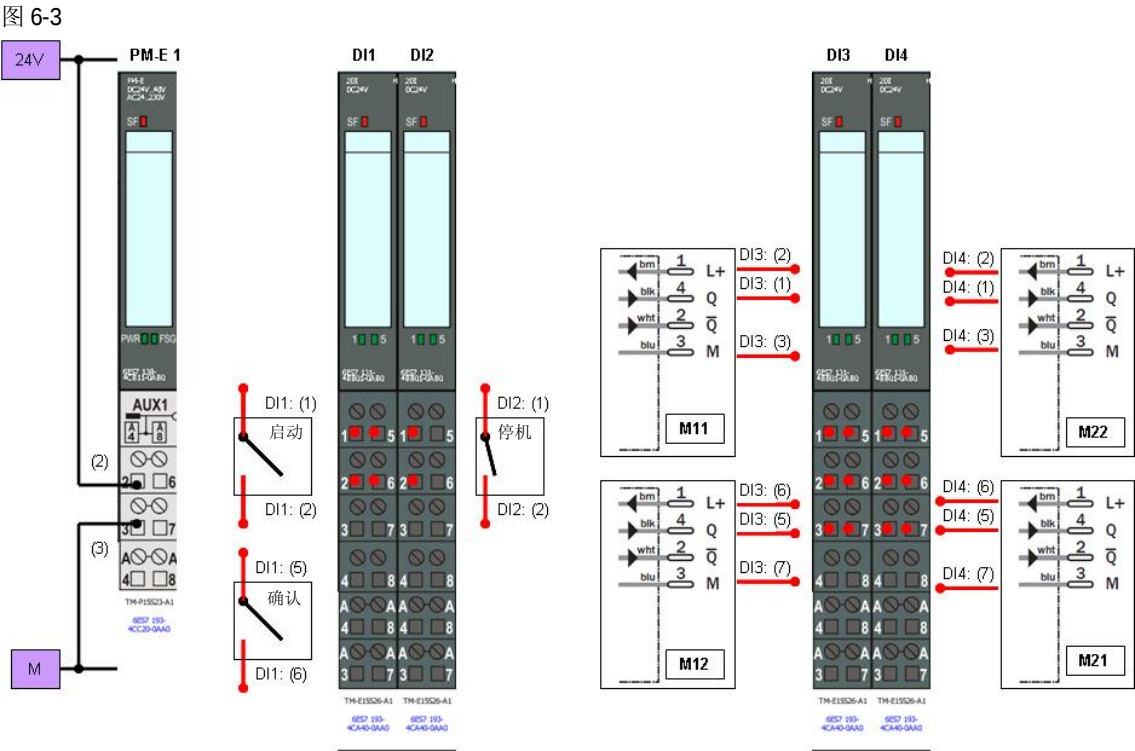
两个电源必须使用同一个接地点。

图 6-2



6.3.3 接线连接：DI

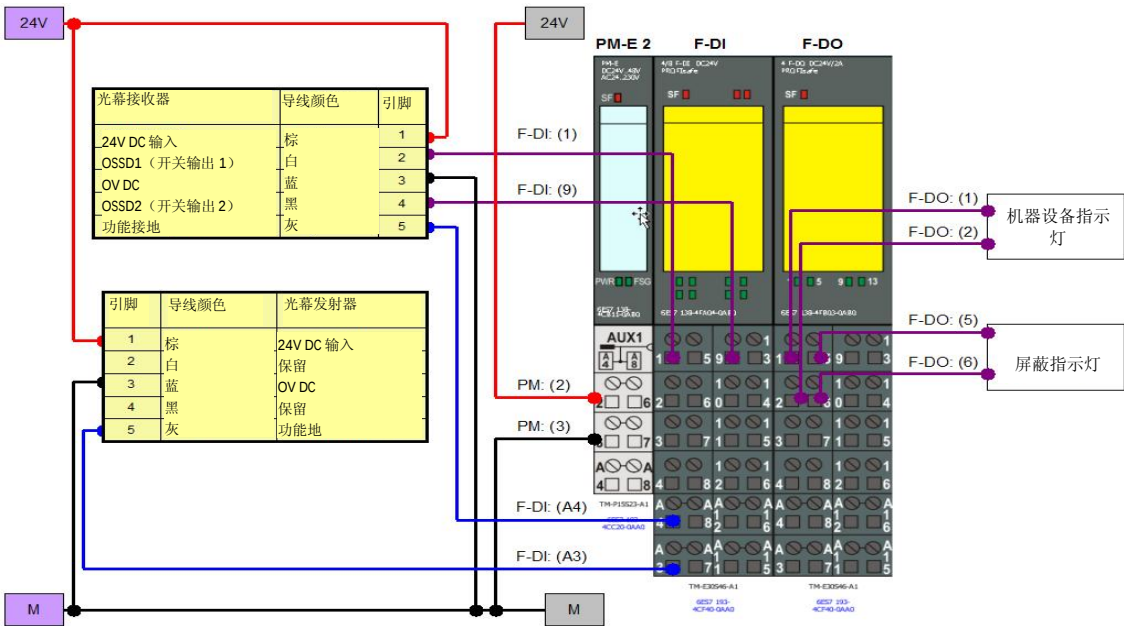
本图图示了 DI 的接线连接。



6.3.4 接线连接：光幕、F-DI 和 F-DO

本图图示了它们的接线连接。

图 6-4



6.4 将 F-CPU 设置为初始状态

在“初始状态”中，F-CPU 拥有如下特性：

- F-CPU 处于出厂设置状态。
- F-CPU 的 SIMATIC 微型存储卡（MMC）已被清空。

前提：

- PG/PC 已经通过 PROFINET 接口连接至 F-CPU。
- PG/PC 上已经安装了 STEP 7 V11。

F-CPU 恢复至出厂设置

前提：

- F-CPU 上未插装微型存储卡。
- F-CPU 已经分配有 IP 地址。
- F-CPU 处于 STOP（停机）模式（模式选择开关被设置在 STOP（停机）位置）。

操作步骤：

- 在项目树中，选择 F-CPU
- 在工具栏中，选择按钮“Go online（联机）”
- 打开 F-CPU 的“Online & diagnostics（联机和诊断）”视图

- 选择：  
“Functions（功能）”>  
“Reset to factory settings（重置为工厂设置）”
- 选择“Reset（重置）”按钮

结果：

- RAM、内部装载存储器和操作数存储区全被清零。
- 所有参数均被重置为默认值。
- 诊断缓冲区被清空；日期时间被重置为出厂值。
- IP 地址和 PROFINET 设备名称均被删除。

“Accessible Nodes（可访问节点）”中 F-CPU 显示内容：

表 6-2

| 设备    | 设备型号   | 类型  | 地址  | MAC 地址                    |
|-------|--------|-----|-----|---------------------------|
| 可访问设备 | S7-300 | ISO | --- | 00-1B-1B-17-4C-3D<br>(示例) |

### 清空 F-CPU 的微型存储卡

操作步骤:

- 将 MMC 插在编程设备上
- 在项目树中:
  - 打开: “SIMATIC Card Reader (SIMATIC 读卡器)” > “Internal prommer (内置式西门子专用读卡器)”
  - 选择 “Micro Memory Card (微型存储卡)”
- 在 “Project (项目)” 菜单中, 选择:  
“SIMATIC Card Reader (SIMATIC 读卡器)” >  
“Format memory card (格式化存储卡)”

### 将清空后的微型存储卡插入 F-CPU

前提:

- F-CPU 处于 STOP (停机) 模式  
(模式选择开关被设置在 STOP (停机) 位置)。

操作步骤:

- 关闭 F-CPU 的电源
- 将 MMC 插在 F-CPU 上
- 重新打开 F-CPU 的电源

## 6.5 将 IM151-3 PN HF 设置为初始状态

在 “初始状态” 中, IM151-3 PN HF 拥有如下特性:

- 该接口模块处于出厂设置状态。
- 接口模块的 SIMATIC 微型存储卡 (MMC) 已被清空。

### 将接口模块恢复至出厂设置

前提:

- 接口模块上未插入任何微型存储卡 (接口模块未分配有 IP 地址)
- F-CPU 处于 “初始状态” (见 6.4 节)

操作步骤:

- 在项目树中, 选择 F-CPU
- 在工具栏中, 选择按钮“Accessible devices (可访问设备)”
- 在“Accessible devices (可访问设备)”窗口中:
  - 选择“IM151-3”所在的行
  - 选择“Show (显示)”按钮
- 在项目中, 打开“Online access (联机访问)”文件夹:
  - 打开“Online & diagnostics (联机和诊断)”
  - 选择:
    - “Functions (功能)” >
    - “Reset to factory settings (重置为工厂设置)” \_
  - 选择“Reset (重置)”按钮

结果:

- PROFINET 设备名称被删除。
- IP 地址被删除。

“Accessible Nodes (可访问节点)”中的接口模块显示内容:

表 6-3

| 设备    | 设备型号    | 类型  | 地址  | MAC 地址                    |
|-------|---------|-----|-----|---------------------------|
| 可访问设备 | IM151-3 | ISO | --- | 00-0E-8C-FA-A3-1E<br>(示例) |

## 清空接口模块的微型存储卡的内容

操作步骤：

- 将 MMC 插在编程设备上
- 在项目树中：
  - 打开：“SIMATIC Card Reader (SIMATIC 读卡器)”>“Internal prommer (内置式西门子专用读卡器)”
  - 选择“Micro Memory Card (微型存储卡)”
- 在“Project (项目)”菜单中，选择：
  - “SIMATIC Card Reader (SIMATIC 读卡器)”>
  - “Format memory card (格式化存储卡)”

## 将清空后的微型存储卡插入接口模块

操作步骤：

- 关闭接口模块的电源
- 将微型存储卡插入接口模块
- 重新打开接口模块的电源

## 6.6 分配设备名称

### 操作步骤

打开 Device configuration (设备配置)：

- 启动 TIA 博途
- 打开“Project (项目)”视图
- 打开“light\_curtain\_00”项目
- 在项目树中：
  - 打开以下设备：“PLC\_1[CPU 315F-2 PN/DP]”
  - 打开“Device configuration (设备配置)”

在“Device configuration (设备配置)”中执行以下操作：

- 在工作区中：选择：“Network view (网络视图)”
- 选择子网“PN/IE\_1”
- 单击鼠标右键
- 选择“Assign device name (分配设备名称)”

结果:

- 打开窗口“Assign PROFINET device name (分配 PROFINET 设备名称)”

F-CPU 设备

在“Assign PROFINET device name（分配 PROFINET 设备名称）”窗口中，执行以下操作：

- 选择按钮“Accessible devices in the network（网络中的可访问设备）”
- 在下拉列表“PROFINET device name（PROFINET 设备名称）”中，选择“plc\_1”
- 在该表中，选择“S7-300”所在的行
- 选择“Assign name（分配名称）”按钮
- 选择按钮“Accessible devices in the network（网络中的可访问设备）”

接口模块设备

在“Assign PROFINET device name（分配 PROFINET 设备名称）”窗口中，执行以下操作：

- 选择按钮“Accessible devices in the network（网络中的可访问设备）”
- 在下拉列表“PROFINET device name（PROFINET 设备名称）”中，选择“io device\_1”
- 在该表中，选择“IM151-3”所在的行
- 选择“Assign name（分配名称）”按钮
- 选择按钮“Accessible devices in the network（网络中的可访问设备）”

结果

“Accessible Nodes（可访问节点）”中的接口模块显示内容：

表 6-4

| 设备          | 设备型号    | 类型  | 地址  | MAC 地址                    |
|-------------|---------|-----|-----|---------------------------|
| io device_1 | IM151-3 | ISO | --- | 00-0E-8C-FA-A3-1E<br>(示例) |
| plc_1       | S7-300  | ISO | --- | 00-1B-1B-17-C-3D<br>(示例)  |

6.7 将代码（STEP 7 项目）下载至 F-CPU

前提：

- F-CPU 和 IM 已经设置为初始状态（见 6.4 和 6.5 节）

- PG/PC 已经通过 PROFINET 接口连接至 F-CPU。

操作步骤:

- 启动 TIA 博途
- 打开“Project（项目）”视图
- 打开“light\_curtain\_00”项目
- 在项目树中：
  - 选择“PLC\_1 [CPU 315F-2 PN/DP]”
  - 右击鼠标，选择：  
“Download to device（下载至设备）”>  
“all（全部）”
- 在“Extended download to device（扩展的下载至设备）”窗口中：
  - 勾选  
选项“Show all accessible devices（显示全部可访问设备）”
  - 在表“Accessible devices in target subnet（目标子网中的可访问设备）”中，  
选择“S7-300”所在的行
  - 选择“Load（加载）”按钮
- 在“Load preview（加载预览）”窗口中：  
选择“Load（加载）”按钮
- 在“Load results（加载结果）”窗口中：  
选择“Finish（完成）”按钮
- 将 F-CPU 设置为 RUN（运行）（模式选择开关置于 RUN（运行）位置）

结果:

“Accessible devices（可访问设备）”中的接口模块显示内容:

表 6-5

| 设备          | 设备型号    | 类型    | 地址          | MAC 地址                    |
|-------------|---------|-------|-------------|---------------------------|
| plc_1       | S7-300  | PN/IE | 192.168.0.1 | 00-1B-1B-17-C-3D<br>(示例)  |
| io device_1 | IM151-3 | PN/IE | 192.168.0.2 | 00-0E-8C-FA-A3-1E<br>(示例) |

## 7 应用示例的运行

前提：

- 已经按照第 6 章完成了硬件和软件的安装。

本章介绍以下操作：

- 创建设施的初始状态
- 运行：无屏蔽功能
- 运行：带屏蔽功能
- 运行：屏蔽指示灯出现断线故障

### 7.1 创建设施的初始状态

前提：

- 电源已关闭（断电）
- F-CPU 已经设置为 STOP（停机）（模式选择开关置于 STOP（停机）位置）
- 光幕的检测区无任何物体
- 光幕屏蔽传感器的检测区无任何物体

操作步骤：

- 打开 SIMATIC 控制器和 SICK 光幕的电源。
- 将 F-CPU 已经设置为 RUN（运行）（模式选择开关置于 RUN（运行）位置）

结果：

- 机器设备指示灯：Off（灭）
- 屏蔽指示灯：Off（灭）
- 光幕接收器：绿色 LED 指示灯：亮
- 屏蔽传感器：绿色 LED 指示灯：亮；黄色 LED 指示灯：亮

关于光幕和屏蔽传感器上的指示灯，相关描述请参阅 7.7 节。

7.2 运行：无屏蔽功能

前提：

- 设施处于初始状态（见第 7.1 节）

表中的操作用于打开/关闭机器设备（指示灯）。屏蔽功能未激活。

表 7-1

| 序号 | 操作           | 说明        | 指示灯    |        | 光幕       |
|----|--------------|-----------|--------|--------|----------|
|    |              |           | 机器设备   | 屏蔽     | 接收器显示    |
| 1  | 按确认按钮        | 通电后必须进行确认 | Off（灭） | Off（灭） | 保护区域中无物体 |
| 2  | 按启动按钮        | ---       | On（亮）  | Off（灭） | 保护区域中无物体 |
| 3  | 按停止按钮        | ---       | Off（灭） | Off（灭） | 保护区域中无物体 |
| 4  | 按启动按钮        | ---       | On（亮）  | Off（灭） | 保护区域中无物体 |
| 5  | 在光幕保护区域中置入物体 | 保护区域被入侵   | Off（灭） | Off（灭） | 保护区域被入侵  |
| 6  | 按启动按钮        | ---       | Off（灭） | Off（灭） | 保护区域被入侵  |
| 7  | 移去光幕保护区域中的物体 | 重启连锁      | Off（灭） | Off（灭） | 保护区域中无物体 |
| 8  | 按启动按钮        | 重启连锁      | Off（灭） | Off（灭） | 保护区域中无物体 |
| 9  | 按确认按钮        | ---       | Off（灭） | Off（灭） | 保护区域中无物体 |
| 10 | 按启动按钮        | ---       | On（亮）  | Off（灭） | 保护区域中无物体 |

关于光幕和屏蔽传感器上的指示灯，相关描述请参阅 7.7 节。

7.3 运行：带屏蔽功能

前提：

- 设施处于初始状态（见第 7.1 节）。

表中的操作用于模拟将工件（物体）输送进危险区域。

### 说明

运行期间，代码（STEP 7 项目）中通过参数设置的监控时间必须与以下说明一致：

- 传感器对 1（M11，M12）的时间差：3 秒 (DISCTIM1)
- 传感器对 2（M21，M22）的时间差：3 秒 (DISCTIM2)
- 最大屏蔽持续时间：1 分钟 (TIME\_MAX)

表 7-2

| 序号 | 操作            | 说明                              | 指示灯    |        | 光幕       |
|----|---------------|---------------------------------|--------|--------|----------|
|    |               |                                 | 机器设备   | 屏蔽     | 接收器显示    |
| 1  | 按确认按钮         | 通电后必须执行确认操作                     | Off（灭） | Off（灭） | 保护区域中无物体 |
| 2  | 按启动按钮         | ---                             | On（亮）  | Off（灭） | 保护区域中无物体 |
| 3  | M11：采用物体阻断光束  | 在时间差 DISCTIM1 期间，两个传感器必须全部被激活。  | On（亮）  | Off（灭） | 保护区域中无物体 |
| 4  | M12：采用物体阻断光束  |                                 | On（亮）  | On（亮）  | 保护区域中无物体 |
| 5  | 在光幕保护区域中置入物体  | ---                             | On（亮）  | On（亮）  | 保护区域被入侵  |
| 6  | M21：采用物体阻断光束  | 在时间差 DISCTIM2 期间，两个传感器必须全部被激活。  | On（亮）  | On（亮）  | 保护区域被入侵  |
| 7  | M22：采用物体阻断光束  |                                 | On（亮）  | On（亮）  | 保护区域被入侵  |
| 8  | M11：移去阻断光束的物体 | 在时间差 DISCTIM1 期间，两个传感器必须全部取消激活。 | On（亮）  | On（亮）  | 保护区域被入侵  |
| 9  | M12：移去阻断光束的物体 |                                 | On（亮）  | On（亮）  | 保护区域被入侵  |
| 10 | 移去光幕保护区域中的物体  | ---                             | On（亮）  | On（亮）  | 保护区域中无物体 |
| 11 | M21：移去阻断光束的物体 | 在时间差 DISCTIM2 期间，两个传感器必须全部取消激活。 | On（亮）  | Off（灭） | 保护区域中无物体 |
| 12 | M22：移去阻断光束的物体 |                                 | On（亮）  | Off（灭） | 保护区域中无物体 |

关于光幕和屏蔽传感器上的指示灯，相关描述请参阅 7.7 节。

## 7.4 运行：屏蔽指示灯出现断线故障

前提：

- 设施处于初始状态（见 7.1 节）。

表中的操作用于模拟用于屏蔽功能的指示灯（屏蔽指示灯）故障。

表 7-3

| 序号 | 操作                                            | 说明                                                            | 指示灯     |         | 光幕       |
|----|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------|---------|----------|
|    |                                               |                                                               | 机器设备    | 屏蔽      | 接收器显示    |
| 1  | 按确认按钮                                         | 通电后必须进行确认                                                     | Off (灭) | Off (灭) | 保护区域中无物体 |
| 2  | 按启动按钮                                         | ---                                                           | On (亮)  | Off (灭) | 保护区域中无物体 |
| 3  | M11: 采用物体阻断光束                                 | 在时间差 DISCTIM1 期间，两个传感器必须全部被激活。                                | On (亮)  | On (亮)  | 保护区域中无物体 |
| 4  | M12: 采用物体阻断光束                                 |                                                               | On (亮)  | On (亮)  | 保护区域中无物体 |
| 5  | 断开屏蔽指示灯的一个接线端子                                | F-DO 和接口模块的指示灯：<br>• SF 指示灯：亮 (红色)                            | Off (灭) | Off (灭) | 保护区域中无物体 |
| 6  | 重新接好屏蔽指示灯                                     | ---                                                           | Off (灭) | Off (灭) | 保护区域中无物体 |
| 7  | 等待，直至 F-DO 不再检测到故障。                           | 接口模块指示灯：<br>• SF 指示灯：Off (灭)<br>F-DO 指示灯：<br>• SF 指示灯：闪烁 (红色) | Off (灭) | Off (灭) | 保护区域中无物体 |
| 8  | PG/PC 上的操作 (*1)：将标志“Ack_Passivation”从“0”改成“1” | F-DO 指示灯：<br>• SF 指示灯：Off (灭)                                 | Off (灭) | Off (灭) | 保护区域中无物体 |
| 9  | M11 和 M12: 移去阻断光束的物体                          | --                                                            | Off (灭) | Off (灭) | 保护区域中无物体 |
| 10 | 按确认按钮                                         | ---                                                           | Off (灭) | Off (灭) | 保护区域中无物体 |
| 11 | 按启动按钮                                         | ---                                                           | On (亮)  | Off (灭) | 保护区域中无物体 |

(\*1):  
采用代码 (STEP 7 项目) 中包含的 Watch\_Table\_1 (见 7.5 节)。

关于光幕和屏蔽传感器上的指示灯，相关描述请参阅 7.7 节。

7.5 检查表

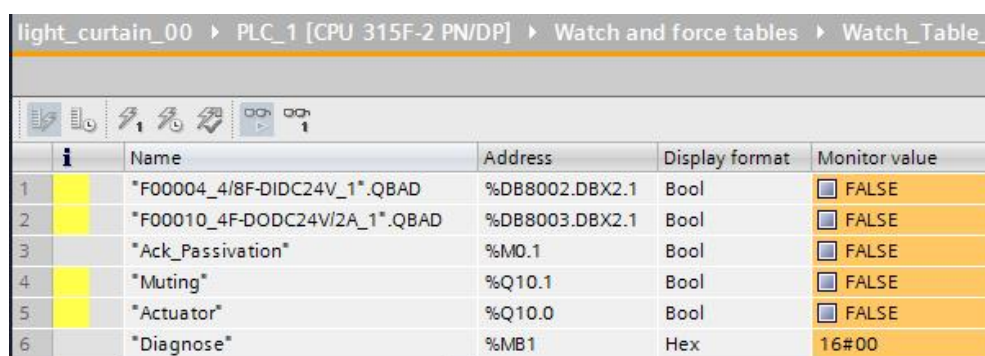
- 表“Watch\_Table\_1”可以用于：
- 查看 F-I/O 的某个组件是否被钝化 (F-DI、F-DO)
  - 重集成被钝化的 F-DO:  
“Ack\_Passivation”上的上升沿 (更改变量)

按以下操作，打开该表：

- 打开“Project（项目）”树
- 打开“PLC\_1 [CPU 315F-2 PN/DP]”
- 打开“Watch and force tables（检查与强制表）”
- 打开“Watch\_Table\_1”表
- 选择“Go online（联机）”
- 选择“Monitor all（监控全部）”

结果

图 7-1



|   | i | Name                          | Address        | Display format | Monitor value                  |
|---|---|-------------------------------|----------------|----------------|--------------------------------|
| 1 |   | "F00004_4/8F-DIDC24V_1".QBAD  | %DB8002.DBX2.1 | Bool           | <input type="checkbox"/> FALSE |
| 2 |   | "F00010_4F-DODC24V/2A_1".QBAD | %DB8003.DBX2.1 | Bool           | <input type="checkbox"/> FALSE |
| 3 |   | "Ack_Passivation"             | %MO.1          | Bool           | <input type="checkbox"/> FALSE |
| 4 |   | "Muting"                      | %Q10.1         | Bool           | <input type="checkbox"/> FALSE |
| 5 |   | "Actuator"                    | %Q10.0         | Bool           | <input type="checkbox"/> FALSE |
| 6 |   | "Diagnose"                    | %MB1           | Hex            | 16#00                          |

## 7.6 PLC 变量

表“CPU”含有 STEP 7 项目的全部符号。该表也可用于测试目的。

按以下操作，打开该表：

- 打开“Project（项目）”树
- 打开“PLC\_1 [CPU 315F-2 PN/DP]”
- 打开“PLC tags（PLC 变量）”
- 打开“CPU”表

- 选择“Go online（联机）”
- 选择“Monitor all（监控全部）”

结果

图 7-2

light\_curtain\_00 ▸ PLC\_1 [CPU 315F-2 PN/DP] ▸ PLC tags ▸ CPU [13]

|    | Name            | Data type | Address | Retain | Visible..                           | Acces...                            | Monitor value |
|----|-----------------|-----------|---------|--------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------|
| 1  | Start           | Bool      | %I0.0   |        | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | FALSE         |
| 2  | Ack             | Bool      | %I0.1   |        | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | FALSE         |
| 3  | Stop            | Bool      | %I1.0   |        | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | TRUE          |
| 4  | M11             | Bool      | %I2.0   |        | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | FALSE         |
| 5  | M12             | Bool      | %I2.1   |        | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | FALSE         |
| 6  | M21             | Bool      | %I3.0   |        | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | FALSE         |
| 7  | M22             | Bool      | %I3.1   |        | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | FALSE         |
| 8  | OSSD            | Bool      | %I4.0   |        | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | TRUE          |
| 9  | Actuator        | Bool      | %Q10.0  |        | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | FALSE         |
| 10 | Muting          | Bool      | %Q10.1  |        | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | FALSE         |
| 11 | Ack_Passivation | Bool      | %M0.1   |        | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | FALSE         |
| 12 | Condition_Flag  | Bool      | %M0.2   |        | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | FALSE         |
| 13 | Diagnose        | Byte      | %MB1    |        | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 16#00         |

7.7 光幕和屏蔽传感器上的指示灯

注意：本章仅描述对本应用示例有重要作用的指示灯。

## 光幕接收器 (/1/)

图 7-3

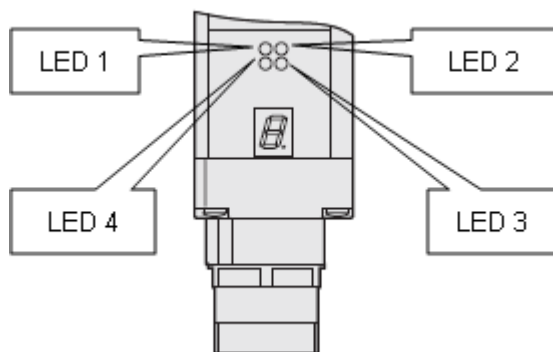


表 7-4

| LED 指示灯 | 颜色 | 意义                          |
|---------|----|-----------------------------|
| LED 1   | 橙色 | On (亮): 需要清洁或者重新校正          |
| LED 2   | 红色 | On (亮): 保护区域中有物体 (保护区域被入侵)  |
| LED 3   | 绿色 | On (亮): 保护区域中无物体 (保护区域未被入侵) |
| LED 4   | 黄色 | 闪烁: 需要复位                    |

## 屏蔽传感器 (/1/)

图 7-4



表 7-5

| LED 指示灯 | 颜色 | 意义                                                 |
|---------|----|----------------------------------------------------|
| LED 1   | 绿色 | On (亮): 已通电                                        |
| LED 2   | 黄色 | On (亮): 光束未阻断 (传感器未被激活)<br>Off (灭): 光束被阻断 (传感器被激活) |

## 8 根据标准 IEC 62061 和 ISO 13849 进行的评估

### 8.1 相关标准说明

#### 概述

关于 IEC 62061，请参阅以下安全功能示例：

IEC 62061 实战应用：SIMATIC S7 分布式安全技术应用示例(/11/)

关于标准 ISO 13849-1，请参阅以下书籍：

《机械设备的功能安全》  
欧洲机械指令的实践与实施 (/12/)。

#### 计算

计算支持由以下工具提供：

安全评估工具（SET） (/15/)

### 8.2 安全功能

本节描述的后续（示例）安全功能均基于以下考虑因素：

“物体进入光幕保护区域且未启动屏蔽功能时，机器设备必须停机。”

本应用示例未考虑完整的安全功能：

表 8-1

| 安全功能的任务 |     |            |
|---------|-----|------------|
| 检测      | 评估  | 反应         |
| 已考虑     | 已考虑 | <u>未考虑</u> |

本文接下来根据 EN 62061 和 EN ISO 13849-1 标准，对上述安全功能任务进行评估。

## 9 安全功能

第 8.2 节描述了安全功能。

本章仅描述部分安全功能：

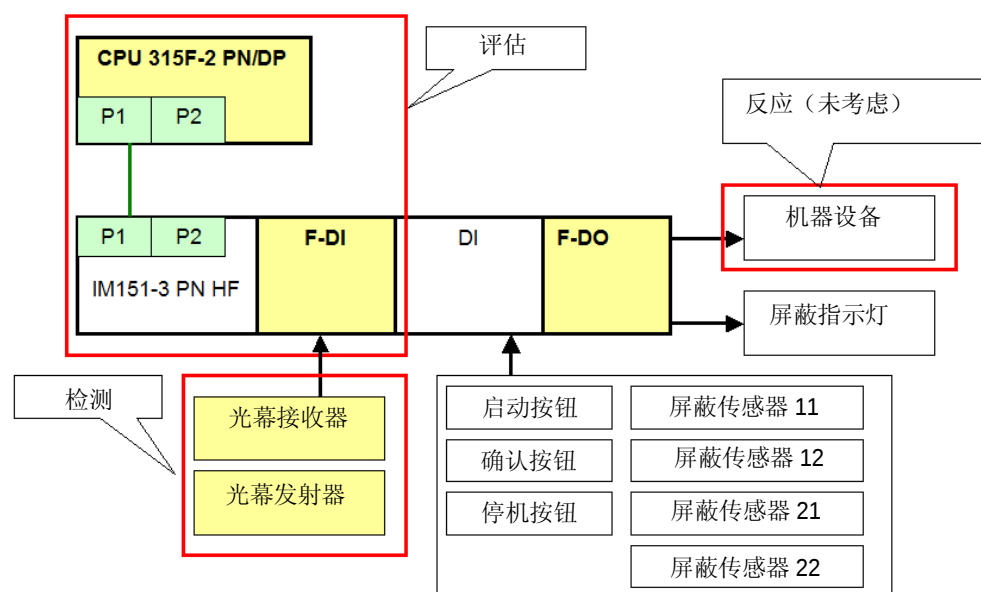
- 采用 SICK 安全光幕进行检测
- 采用 SIMATIC F-PLC 进行评估

因此，本应用示例中并不评估安全功能。

## 9.1 安全功能的映射关系

图 9-1 描述了安全功能与应用示例中的硬件之间的映射关系。

图 9-1



## 9.2 检测评鉴

涉及的组件：

- 安全光幕

### 9.2.1 根据 IEC 62061 的评估

结果：

表 9-1

| 结果               |                 | 原因                  |
|------------------|-----------------|---------------------|
| SILCL            | 3               | 由制造商（即 SICK 有限公司）给出 |
| PFH <sub>D</sub> | $1.5 * 10^{-8}$ |                     |

### 9.2.2 根据 ISO 13849-1 的评估

结果：

表 9-2

| 结果             |                 | 原因                  |
|----------------|-----------------|---------------------|
| PL             | e               | 由制造商（即 SICK 有限公司）给出 |
| 单位小时危险故障的平均故障率 | $1.5 * 10^{-8}$ |                     |

## 9.3 评估评鉴

涉及的组件：

- 用于工厂自动化的 SIMATIC Safety Integrated 技术
- SIMATIC 安全型控制器

### 9.3.1 根据 IEC 62061 的评估

结果：

表 9-3

| 结果               |                 | 原因             |
|------------------|-----------------|----------------|
| SILCL            | 3               | 由制造商，即西门子公司，给出 |
| PFH <sub>D</sub> | $2.1 * 10^{-9}$ | 计算用值见后表。       |

用于计算 PFH<sub>D</sub> 的参数值：

表 9-4

| 参数                     | 组件                                   | 值              | 定义    |
|------------------------|--------------------------------------|----------------|-------|
| PFHD (F-CPU)           | CPU 315F-2 PN/DP                     | $1 * 10^{-9}$  | 西门子公司 |
| PFHD (F-I/O)           | ET 200S 的 F-DI (SILCL 3)             | $1 * 10^{-10}$ |       |
| P <sub>TE</sub> (F-通信) | PROFIsafe 故障安全通信：<br>F-CPU 和 ET 200S | $1 * 10^{-9}$  |       |

### 9.3.2 根据 ISO 13849-1 的评估

结果：

表 9-5

| 结果             |                 | 原因               |
|----------------|-----------------|------------------|
| PL             | e               | 由制造商，即西门子有限公司，给出 |
| 单位小时危险故障的平均故障率 | $2.1 * 10^{-9}$ |                  |

## 9.4 反应评鉴

本应用示例中，断开电源仅用于测试目的，因此，未对该事件进行评估。

在需要实现安全的断电操作的情况下，如果采用接触器实现电源通/断，则必须设计专门的诊断功能（例如，回读功能）。

已经有应用示例实现了回读功能（[/7/](#)）。本应用示例中，仅对其进行评估。

## 10 术语表

表 10-1

| 文档中的缩写词/术语      | 意义                                                                                                 |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| "1" 信号：         | 逻辑状态为 TRUE 的信号                                                                                     |
| CDS             | 用来组态和诊断 SICK S3000 安全光幕的工具。                                                                        |
| DI              | 数字量输入模块（标准模块）                                                                                      |
| F-CPU           | 故障安全型 S7-CPU                                                                                       |
| F-DI            | 故障安全型数字量输入模块                                                                                       |
| F-DO            | 故障安全型数字量输出模块                                                                                       |
| ET 200S 的 IM 模块 | ET 200S 的接口模块                                                                                      |
| M12             | 屏蔽传感器 12                                                                                           |
| MMC             | SIMATIC 微型存储卡                                                                                      |
| OSSD            | 输出信号切换装置：保护装置的信号输出，用来停止危险的运动。                                                                      |
| PG/PC           | 编程设备/个人计算机                                                                                         |
| 电源断开            | 切断 SIMATIC 电源和光幕电源。                                                                                |
| 电源接通            | 打开 SIMATIC 电源和光幕电源。                                                                                |
| PROFIsafe 地址    | 每个故障安全组件都有自己的 PROFIsafe 地址。<br>安全模式要求在硬件组态中组态 PROFIsafe 地址，并将其设置在组件上。根据具体的组件，可以采用地址开关或者通过组态完成地址设置。 |

## 11 参考文献

| 文档中的缩写词/术语 | 意义                                                                                                        |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 传感器对 1     | 屏蔽传感器 M11 和屏蔽传感器 M12                                                                                      |
| 传感器对 2     | 屏蔽传感器 M21 和屏蔽传感器 M22                                                                                      |
| 用户程序       | 用户程序 =<br>安全程序 + 标准用户程序<br>术语“安全程序”指涉及故障安全的用户程序部分，用来取代“故障安全用户程序”、“F-程序”等术语。为便于区分，与安全无关的用户程序部分被称为“标准用户程序”。 |

## 11 参考文献

请注意，本文中采用（/x/）引用以下文献：

表 11-1

|           | 主题                                                                                                                       | 链接/来源                                                                                                                             |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| /1/<br>/  | SICK 安全光幕<br>C4000 Micro、C4000 Basic Plus、<br>C4000 basic 和 C4000 Eco<br>操作说明书<br><br>SICK: SENSIK WL27-3 漫反射光电传感器，操作说明书 | <a href="http://www.sick.com">www.sick.com</a>                                                                                    |
| /2/<br>/  | 引用本文档                                                                                                                    | <a href="http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/58793869">http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/58793869</a> |
| /3/<br>/  | SIMATIC S7-300、CPU 31xC 和 CPU 31x: 安装/操作指南                                                                               | <a href="http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/13008499">http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/13008499</a> |
| /4/<br>/  | PROFINET / 系统手册                                                                                                          | <a href="http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/19292127">http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/19292127</a> |
| /6/<br>/  | SIMATIC 分布式 I/O 系统 ET 200S<br>操作说明书                                                                                      | <a href="http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/1144348">http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/1144348</a>   |
| /7/<br>/  | 根据 EN954-1: 1996 在 4 类应用中集成读回信号（含根据 EN62061 和 EN ISO 13849-1: 2006 进行的评估）                                                | <a href="http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/21331098">http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/21331098</a> |
| /8/<br>/  | SIMATIC 分布式 I/O 系统 ET 200S 故障安全工程组态                                                                                      | <a href="http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/34474892">http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/34474892</a> |
| /9/<br>/  | SIMATIC 工业软件 SIMATIC Safety – 组态与编程                                                                                      | <a href="http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/54110126">http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/54110126</a> |
| /11/<br>/ | IEC 62061 实战应用：SIMATIC S7 分布式安全技术应用示例                                                                                    | <a href="http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/23996473">http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/23996473</a> |
| /12/<br>/ | 《机械设备的功能安全》《欧洲机械指令的实践与实施》。                                                                                               | ISBN-13: 978-3-89578-281-7,<br>ISBN-10: 3-89578-281-5                                                                             |

|          | 主题                                                                   | 链接/来源                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| /15<br>/ | 安全评估工具                                                               | <a href="http://www.industry.siemens.com/topics/global/en/safety-integrated/machine-safety/safety-evaluation-tool/Pages/Default.aspx">http://www.industry.siemens.com/topics/global/en/safety-integrated/machine-safety/safety-evaluation-tool/Pages/Default.aspx</a> |
| /16<br>/ | SIMATIC ET 200S 分布式 I/O 接口模块 IM151-3 PN 高性能型（订货号：6ES7151-1AA05-0AB0） | <a href="http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/30609285">http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/30609285</a>                                                                                                                                     |
| /18<br>/ | 系统描述：<br>SIMATIC S7 中的安全工程组态                                         | <a href="http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/12490443">http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/12490443</a>                                                                                                                                     |
| /20<br>/ | PROFINET with STEP 7 V11<br>功能手册                                     | <a href="http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/49948856">http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/49948856</a>                                                                                                                                     |
| /21<br>/ | SIMATIC 安全技术入门                                                       | <a href="http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/49972838">http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/49972838</a>                                                                                                                                     |
| /22<br>/ | STEP 7 Professional V11                                              | <a href="http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/57185407">http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/57185407</a>                                                                                                                                     |

请注意，本文中未采用（/x/）引用以下文献：

表 11-2

| 主题              | 链接/来源                                                                                     |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 西门子工业业务领域在线支持门户 | <a href="http://support.automation.siemens.com">http://support.automation.siemens.com</a> |

## 12 版本历史

| 版本   | 日期       | 更改说明                   |
|------|----------|------------------------|
| V1.0 | 04/2012  | 第 1 版                  |
|      | 23.05.12 | 修改了与电源有关的说明（第 6.3.2 节） |