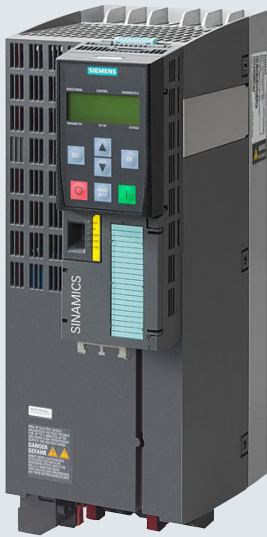
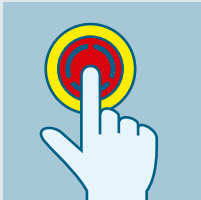


SIEMENS



Safety



功能手册

SINAMICS

变频器 SINAMICS G120、G120C、G120D、
G110M、SIMATIC ET 200pro FC-2

驱动集成的安全功能 - Safety Integrated

版本

04/2018

www.siemens.com/drives

SINAMICS

SINAMICS G120 Safety Integrated - SINAMICS G110M、G120、G120C、G120D 和 SIMATIC ET 200pro FC-2

功能手册

当前版本中的修改

基本安全说明

1

引言

2

描述

3

安装

4

调试

5

运行

6

检修

7

系统属性

8




附录

A

版本 04/2018，固件 V4.7 SP10

警告提示系统

为了您的人身安全以及避免财产损失，必须注意本手册中的提示。人身安全的提示用一个警告三角表示，仅与财产损失有关的提示不带警告三角。警告提示根据危险等级由高到低如下表示。

 危险
表示如果不采取相应的小心措施， 将会 导致死亡或者严重的人身伤害。
 警告
表示如果不采取相应的小心措施， 可能 导致死亡或者严重的人身伤害。
 小心
表示如果不采取相应的小心措施，可能导致轻微的人身伤害。
注意
表示如果不采取相应的小心措施，可能导致财产损失。


当出现多个危险等级的情况下，每次总是使用最高等级的警告提示。如果在某个警告提示中带有警告可能导致人身伤害的警告三角，则可能在该警告提示中另外还附带有可能导致财产损失的警告。

合格的专业人员

本文件所属的产品/系统只允许由符合各项工作要求的**合格人员**进行操作。其操作必须遵照各自附带的文件说明，特别是其中的安全及警告提示。由于具备相关培训及经验，合格人员可以察觉本产品/系统的风险，并避免可能的危险。

按规定使用 Siemens 产品

请注意下列说明：

 警告
Siemens 产品只允许用于目录和相关技术文件中规定的使用情况。如果要使用其他公司的产品和组件，必须得到 Siemens 推荐和允许。正确的运输、储存、组装、装配、安装、调试、操作和维护是产品安全、正常运行的前提。必须保证允许的环境条件。必须注意相关文件中的提示。

商标

所有带有标记符号 ® 的都是 Siemens AG 的注册商标。本印刷品中的其他符号可能是一些其他商标。若第三方出于自身目的使用这些商标，将侵害其所有者的权利。

责任免除


我们已对印刷品中所述内容与硬件和软件的一致性作过检查。然而不排除存在偏差的可能性，因此我们不保证印刷品中所述内容与硬件和软件完全一致。印刷品中的数据都按规定经过检测，必要的修正值包含在下一版本中。


当前版本中的修改

新版本功能手册和 09/2017 版本的主要区别

手册内容上的修改

- 只描述如何利用 PC 工具 Startdrive 来调试变频器，删除了使用 STARTER 进行调试的描述。

 调试 (页 105)

 关于如何使用 STARTER 来调试安全功能的说明，请浏览网址：

Safety Integrated 功能手册，版本 09/2017 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109751320>)

目录

- 当前版本中的修改.....3
- 1 基本安全说明.....13
 - 1.1 一般安全说明.....13
 - 1.2 应用示例的质保规定.....14
 - 1.3 工业安全.....15
- 2 引言.....17
 - 2.1 手册介绍.....17
 - 2.2 “Safety Integrated” 功能手册说明书.....20
- 3 描述.....23
 - 3.1 关于本章.....23
 - 3.2 基本安全功能和扩展安全功能.....24
 - 3.3 用于选择安全功能的接口.....26
 - 3.4 使用安全功能的前提条件.....28
 - 3.5 安全功能的使用限制.....30
 - 3.6 针对稳定运行的建议.....33
 - 3.7 安全功能的工作原理一览.....34
 - 3.7.1 Safe Torque Off (STO).....34
 - 3.7.2 Safe Brake Control (SBC).....37
 - 3.7.3 Safe Stop 1 (SS1).....39
 - 3.7.4 Safely Limited Speed (SLS).....42
 - 3.7.5 Safe Direction (SDI).....45
 - 3.7.6 Safe Speed Monitoring (SSM).....47
- 4 安装.....49
 - 4.1 关于本章.....49
 - 4.2 带有安全功能的变频器的安装顺序.....50
 - 4.3 通过 PROFIsafe 连接.....51
 - 4.3.1 PROFIsafe 连接一览.....51
 - 4.3.2 PROFIsafe 报文.....55
 - 4.3.3 控制字 1 和状态字 1（基本功能）.....56
 - 4.3.4 控制字 1 和状态字 1（扩展功能）.....57
 - 4.3.5 控制字 5 和状态字 5.....59
 - 4.3.6 应用示例.....60

4.4	通过故障安全数字量输入控制.....	63
4.4.1	一览.....	63
4.4.2	符合 SIL 2 和 PL d 的布线示例.....	67
4.4.2.1	机电传感器.....	68
4.4.2.2	多个机电传感器的串联.....	71
4.4.2.3	通过机电传感器并行控制多台变频器.....	73
4.4.2.4	安全开关设备 SIRIUS 3SK1.....	75
4.4.2.5	模块化的安全系统 3RK3.....	77
4.4.2.6	带 OSSD 输出的传感器.....	79
4.4.2.7	SIMATIC I/O 模块.....	81
4.4.3	符合 SIL 3 和 PL e 的接线示例.....	87
4.4.3.1	机电传感器.....	88
4.4.3.2	安全开关设备 SIRIUS 3SK1.....	91
4.4.3.3	模块化的安全系统 3RK3.....	93
4.4.3.4	SIMATIC I/O 模块.....	95
4.5	分析故障安全数字量输出.....	98
4.5.1	一览.....	98
4.5.2	连接 SINAMICS G120 上的故障安全数字量输出.....	99
4.5.3	连接 SINAMICS G120D 上的故障安全数字量输出.....	101
4.6	通过 Safe Brake Relay 连接电机抱闸.....	102
4.6.1	将 Brake Relay 连接到功率模块 PM240-2 和 PM240P-2 上.....	102
4.6.2	将制动继电器连接到功率模块 PM250 上.....	103
5	调试.....	105
5.1	关于本章.....	105
5.2	调试指南.....	106
5.3	在上级控制器中对 PROFIsafe 进行配置.....	107
5.4	调试工具.....	108
5.5	安全功能的密码.....	109
5.6	恢复安全功能的出厂设置.....	110
5.7	复位安全功能密码.....	112
5.8	选择安全功能配置.....	114
5.9	配置安全功能和 PROFIsafe.....	116
5.9.1	安全功能配置.....	116
5.9.2	配置 PROFIsafe.....	119
5.9.3	激活设置.....	121
5.10	设置基本功能.....	123
5.10.1	互联信号“STO 生效”	123
5.10.2	设置故障安全数字量输入的滤波器.....	124
5.10.3	设置强制潜在故障检查 (Teststopp).....	127

5.10.4	通过功率模块端子设置 STO.....	129
5.10.5	设置 SS1 的延迟时间.....	131
5.10.6	使能 SBC.....	132
5.10.7	结束在线调试.....	133
5.11	设置扩展安全功能.....	136
5.11.1	缺省设置.....	136
5.11.1.1	使能安全功能.....	136
5.11.1.2	设置强制潜在故障检查 (Teststop).....	138
5.11.1.3	设置无编码器的实际值计算.....	140
5.11.2	设置故障安全数字量输入.....	142
5.11.2.1	将安全功能与故障安全数字量输入互联在一起.....	142
5.11.2.2	设置故障安全数字量输入的滤波器.....	144
5.11.2.3	将信号与安全应答互联在一起.....	147
5.11.3	通过功率模块端子设置 STO.....	148
5.11.4	设置故障安全数字量输出.....	149
5.11.4.1	设置强制潜在故障检查 (Teststop).....	149
5.11.4.2	设置输出信号和检查模式.....	151
5.11.5	设置 SS1.....	155
5.11.5.1	设置带制动斜坡监控的 SS1.....	156
5.11.5.2	设置带加速监控的 SS1.....	159
5.11.6	设置 SLS.....	161
5.11.6.1	设置监控功能.....	161
5.11.6.2	验收测试的设置.....	165
5.11.7	设置 SSM.....	166
5.11.8	设置 SDI.....	169
5.11.8.1	设置监控功能.....	169
5.11.8.2	验收测试的设置.....	173
5.11.9	在线调试的结束步骤.....	173
5.12	激活“Shared Device”.....	177
5.13	启动 PROFIsafe 通讯.....	178
5.14	通过 Startdrive 离线调试驱动.....	179
5.15	批量调试.....	180
5.16	安全功能的验收.....	181
5.16.1	验收 - 调试结束.....	181
5.16.2	功能扩展后的简化验收.....	183
6	运行.....	185
6.1	关于本章.....	185
6.2	定期测试安全功能.....	186
6.2.1	概述.....	186
6.2.2	测试故障安全数字量输入.....	187
6.2.3	测试基本功能.....	188

6.2.4	测试扩展安全功能.....	190
6.2.5	测试故障安全数字量输出.....	192
6.3	Safe Torque Off (STO)	195
6.3.1	概述.....	195
6.3.2	在电机接通时选择和撤销 STO.....	196
6.3.3	STO 生效时变频器对信号不一致的响应.....	198
6.4	Safe Brake Control (SBC)	205
6.4.1	在电机接通时选择和撤销 SBC.....	205
6.4.2	变频器对制动控制故障的响应.....	208
6.5	Safe Stop 1 (SS1)	209
6.5.1	概述.....	209
6.5.2	在电机接通时选择和撤销 SS1.....	210
6.5.2.1	基本安全功能 SS1.....	210
6.5.2.2	带制动斜坡监控的扩展安全功能 SS1.....	212
6.5.2.3	带加速监控的扩展安全功能 SS1.....	214
6.5.3	在 SS1 生效期间关闭电机.....	216
6.5.4	SS1 生效时变频器对信号不一致的响应.....	218
6.5.5	SS1 生效时超限.....	223
6.6	Safely Limited Speed (SLS)	225
6.6.1	概述.....	225
6.6.2	在电机接通时选择和撤销 SLS.....	226
6.6.2.1	带制动斜坡监控的 SLS.....	228
6.6.2.2	不带制动斜坡监控的 SLS.....	230
6.6.3	切换 SLS 档位.....	232
6.6.3.1	带制动斜坡监控的 SLS.....	233
6.6.3.2	不带制动斜坡监控的 SLS.....	235
6.6.4	在 SLS 生效期间关闭电机.....	237
6.6.5	在 SLS 生效期间接通电机.....	239
6.6.6	SLS 生效时变频器对信号不一致的响应.....	241
6.6.7	SLS 生效时超限.....	243
6.7	Safe Speed Monitor (SSM)	245
6.7.1	概述.....	245
6.7.2	电机接通时 SSM 生效.....	246
6.7.3	在 SSM 生效期间关闭电机.....	247
6.7.4	在 SSM 生效期间接通电机.....	251
6.8	Safe Direction (SDI)	254
6.8.1	概述.....	254
6.8.2	在电机接通时选择和撤销 SDI.....	255
6.8.3	在 SDI 生效期间关闭电机.....	256
6.8.4	在 SDI 生效期间接通电机.....	258
6.8.5	Safe Direction (SDI) 生效时变频器对信号不一致的响应.....	261
6.8.6	Safe Direction (SDI) 生效期间出现超限错误.....	263

6.9	对通过 PROFIsafe 传送的信号的不一致故障的响应.....	265
6.10	停止响应.....	267
6.10.1	示例 1: STO 生效期间出现内部事件.....	269
6.10.2	示例 2: SSM 生效期间出现内部事件.....	271
6.11	安全应答.....	273
6.11.1	通过安全信号应答.....	273
6.11.2	对安全应答信号不一致的响应.....	275
6.12	在一项安全功能生效时选择另一项安全功能.....	277
6.12.1	在 SS1 生效期间选择 STO.....	278
6.12.2	在 SLS 生效期间选择 STO.....	279
6.12.3	在 SDI 生效期间选择 STO.....	280
6.12.4	在 SSM 生效期间选择 STO.....	281
6.12.5	在 SLS 生效期间选择 SS1.....	283
6.12.6	在 SDI 生效期间选择 SS1.....	284
6.12.7	在 SSM 生效期间选择 SS1.....	285
6.12.8	在 SDI 生效期间选择 SLS.....	287
6.12.9	在 SSM 生效期间选择 SLS.....	288
6.12.10	在 SLS 生效期间选择 SDI.....	289
6.12.11	在 SSM 生效期间选择 SDI.....	290
6.13	运行相关的变频器信号一览.....	291
6.14	报警和故障列表.....	293
7	检修.....	309
7.1	关于本章.....	309
7.2	维护操作安全.....	310
7.3	更换变频器 SINAMICS G120 或 G120D 的组件.....	311
7.3.1	变频器部件的更换.....	312
7.3.2	更换安全功能已使能的控制单元.....	314
7.3.3	更换控制单元, 没有备份数据.....	317
7.3.4	在安全功能已使能时更换功率模块.....	318
7.4	更换变频器 SINAMICS G120C.....	319
7.4.1	变频器更换简介.....	320
7.4.2	更换安全功能已使能的变频器.....	322
7.4.3	更换变频器, 没有备份数据.....	325
7.5	更换变频器 SINAMICS G110M 的组件.....	326
7.5.1	变频器部件的更换.....	327
7.5.2	更换安全功能已使能的控制单元.....	329
7.5.3	更换控制单元, 没有备份数据.....	333
7.5.4	在安全功能已使能时更换功率模块.....	334
7.6	更换变频器 SIMATIC ET 200pro FC-2.....	335

7.6.1	变频器更换简介.....	335
7.6.2	更换安全功能已使能的变频器.....	336
7.6.3	更换变频器，没有备份数据.....	339
7.7	更换组件和修改固件后的简化验收.....	340
8	系统属性.....	341
8.1	关于本章.....	341
8.2	安全功能的故障概率（PFH 值）.....	342
8.3	认证.....	344
8.4	Safe Brake Relay.....	346
8.5	选择后的响应时间.....	347
8.5.1	概述.....	347
8.5.2	Safe Torque Off (STO)和 Safe Brake Control (SBC).....	348
8.5.3	Safe Stop 1 (SS1)和 Safe Brake Control (SBC).....	351
8.6	监控的响应时间.....	354
A	附录.....	355
A.1	关于本章.....	355
A.2	验收测试示例.....	356
A.2.1	基本功能 STO 的验收测试.....	357
A.2.2	STO 的验收测试（扩展安全功能）.....	359
A.2.3	基本安全功能 SS1 的验收测试.....	361
A.2.4	扩展安全功能 SS1 的验收测试.....	363
A.2.5	功能 SBC 的验收测试.....	367
A.2.6	SLS 的验收测试.....	369
A.2.7	SSM 的验收测试.....	373
A.2.8	SDI 的验收测试.....	377
A.2.9	PROFIsafe 报文 900 中 F-DI 状态的验收测试.....	387
A.3	示例：机器的验收测试记录.....	388
A.4	标准和指令.....	391
A.4.1	概述.....	391
A.4.1.1	目标.....	391
A.4.1.2	功能安全.....	391
A.4.2	欧洲的机械安全.....	392
A.4.2.1	机械指令.....	392
A.4.2.2	欧洲协调标准.....	392
A.4.2.3	控制系统安全设计相关标准.....	394
A.4.2.4	DIN EN ISO 13849-1.....	395
A.4.2.5	EN 62061.....	396
A.4.2.6	系列标准 IEC 61508（VDE 0803）.....	398
A.4.2.7	风险分析/评估.....	398

A.4.2.8	风险降低.....	400
A.4.2.9	遗留风险.....	400
A.4.2.10	欧盟一致性声明.....	400
A.4.3	美国的机械安全.....	400
A.4.3.1	OSHA 的最低要求.....	400
A.4.3.2	NRTL 清单.....	401
A.4.3.3	NFPA 79.....	401
A.4.3.4	ANSI B11.....	402
A.4.4	日本的机械安全.....	402
A.4.5	企业设备规定.....	404
A.4.6	其他和安全相关的事项.....	404
A.4.6.1	同业工伤事故保险联合会的信息页.....	404
A.4.6.2	其它文献.....	405
A.5	手册和技术支持.....	406
A.5.1	手册一览.....	406
A.5.2	配置选型工具.....	409
A.5.3	产品支持.....	411
索引	413

基本安全说明

1.1 一般安全说明

警告

未遵循安全说明和遗留风险可引发生命危险

忽视随附硬件文档中的安全说明和遗留风险会导致重伤或死亡。

- 遵守硬件文档中的安全说明。
- 进行风险评估时应考虑到遗留风险。

警告

因参数设置错误或修改参数设置引起机器误操作

参数设置错误可导致机器出现误操作，从而导致人员重伤或死亡。

- 防止恶意访问参数设置。
- 采取适当措施（如驻停或急停）应答可能的误操作。

1.2 应用示例的质保规定

应用示例在组态和配置以及各种突发事件方面对设备没有强制约束力，无需一一遵循。应用示例不会提供客户专用的解决方案，仅在典型任务设置中提供保护。

用户自行负责上述产品的规范运行事宜。应用示例并没有解除您在应用、安装、运行和维护时确保安全环境的责任。

1.3 工业安全

说明

工业安全

西门子为其产品及解决方案提供工业安全功能，以支持工厂、系统、机器和网络的安全运行。

为防止设备、系统、机器和电网受到网络攻击，需执行一个全面的工业安全方案（及持续维护），以符合最新的技术标准。西门子的产品和解决方案只是此类方案的一个组成部分。

用户有防止未经授权访问其设备、系统、机器和电网的责任。系统、机器和组件只能连接至企业网络或互联网并采取相应的保护措施（如使用防火墙和网络分段）。

此外，还须注意西门子针对相应保护措施的建议。更多有关工业安全的信息，请访问：

工业安全 (<http://www.siemens.com/industrialsecurity>)

有鉴于此，西门子不断对产品和解决方案进行开发和完善。西门子强烈推荐进行更新，从而始终使用最新的产品版本。使用过时或不再支持的版本可能会增大网络攻击的风险。

为了能始终获取产品更新信息，请通过以下链接订阅西门子工业安全 RSS Feed:

工业安全 (<http://www.siemens.com/industrialsecurity>)

其它信息请上网查找：

工业安全功能选型手册 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/108862708/en>)

警告

篡改软件会引起不安全的驱动状态

篡改软件（如：病毒、木马、蠕虫、恶意软件）可使设备处于不安全的运行状态，从而可能导致死亡、重伤和财产损失。

- 请使用最新版软件。
- 根据当前技术版本，将自动化组件和驱动组件整合至设备或机器的整体工业安全机制中。
- 在整体工业安全机制中要注意所有使用的产品。
- 采取相应的保护措施（如杀毒软件）防止移动存储设备中的文件受到恶意软件的破坏。
- 请激活变频器功能“专有技术保护”，以防止对驱动进行未经授权的改装。

引言

2.1 手册介绍

哪些用户需要阅读“Safety Integrated” 功能手册？

“Safety Integrated” 功能手册描述的是可变转速应用型变频器中的集成安全功能。

“Safety Integrated” 功能手册主要面向机器制造商、机器厂商、调试人员和服务人员。

什么是驱动集成的安全功能？

和标准的驱动功能相比，安全功能的故障率要低得多。性能等级 (PL) 和安全完整性等级 (SIL) 是衡量故障率的重要标准。

因此，安全功能特别适合用在具有高安全风险的机器或设备上。机器或设备厂商应通过风险评估发现其机器或设备上的潜在危险源。

“驱动集成” 一词表示安全功能集成在变频器中，无需附加外部组件便可运行。

2.1 手册介绍

描述了哪些变频器？

固定转速应用			可变速应用											
SIMATIC ET 200S ET 200pro 电机起动器			ET 200pro FC-2	G110M	G120C	G120D	G120	SINAMICS						
								G110D	G130	G150	S110	S120	S150	S210
集成安全功能，符合 IEC 61800-5-2														
STO Safe Torque Off	支持		支持					支持	支持		支持			支持
SS1 Safe Stop 1	-	-	-	-	-		支持	-	支持		支持			支持
SBC Safe Brake Control	-	-	-	-	-	-	支持 ²⁾	-	支持 ³⁾		支持 ⁴⁾	支持 ³⁾		支持
SLS Safely-Limited Speed	-	-	-	-	-		支持	-	支持		支持			-
SSM Safe Speed Monitor	-	-	-	-	-		支持	-	支持		支持			-
SDI Safe Direction	-	-	-	-	-		支持	-	支持		支持			-
SOS Safe Operating Stop	-	-	-	-	-	-	-	-	支持		支持			-
SS2 Safe Stop 2	-	-	-	-	-	-	-	-	支持		支持			-
SLP Safely-Limited Position	-	-	-	-	-	-	-	-	支持		-	支持		-
SCA Safe Cam	-	-	-	-	-	-	-	-	支持		-	支持		-
SLA Safely-Limited Acceleration	-	-	-	-	-	-	-	-	支持		-	支持		-
其他集成安全功能														
SP Safe Position	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	支持		-
诊断功能														
SBT Safe Brake Test	-	-	-	-	-	-	-	-	支持		-	支持		-
故障安全接口														
PROFIsafe, 通过 PROFINET/PROFIBUS	支持	支持 ⁵⁾	支持 ⁵⁾	支持				-	支持		支持			支持
故障安全数字量输入	支持 ⁵⁾		支持 ⁵⁾	支持				支持 ⁵⁾	支持		支持，部分需要外部组件			支持
故障安全数字量输出	-	-	-	-	-	支持	支持 ⁶⁾	-	支持，使用 TM54F		支持	支持，使用 TM54F		-
认证														
EN ISO 13849-1:2006	类别 4 / PL e		类别 3 / PL d				类别 3 / PL d/e ⁷⁾	-	类别 3 / PL d ⁶⁾		类别 3 / PL d ⁶⁾			
EN 61508: 2010	SIL 3		SIL 2				SIL 2/3 ⁷⁾	-	SIL 2 ⁶⁾		SIL 2 ⁶⁾			
NFPA 79	支持		-	-	-	-	-	-	-		支持		-	-
NRTL 列名认证	支持		-	-	-	-	-	-	-		-	支持 ¹⁾	-	-

“Safety Integrated” 功能手册的内容

- 1) 只用于 SINAMICS S120 书本型
- 2) 只用于带 Safe Brake Relay 的控制单元 CU250S-2
- 3) 用于带 Safe Brake Adapter 的装机装柜型和机柜型模块
- 4) 带 Safe Brake Relay
- 5) 带外部组件
- 6) SBT: 类别 2 / PL d, SIL 1

- 7) 通过功率模块 PM240-2 和 PM240P-2 端子控制的 STO：类别 3 / PL e，SIL 3
通过控制单元端子的 STO 及所有其他安全功能：类别 3 / PL d，SIL 2
- 8) 仅带有控制单元 CU250S-2

图 2-1 集成了安全功能的产品

描述了哪些应用情况？


“Safety Integrated” 功能手册介绍了和下述操作相关的信息和步骤：

- 变频器的安全功能简介
- 如何通过安全数字量输入或 PROFIsafe 来控制安全功能。
- 安全功能的调试和验收
- 安全功能生效时变频器的响应方式
- 更换已使能了安全功能的变频器。
- 安全功能的诊断


在本手册的附录中列出了安全功能符合的标准和指令。


除了本手册外，还需要关注哪些信息？


“Safety Integrated” 功能手册没有详细介绍变频器的安装和标准功能的调试方式。可用文档及对应内容一览：

 手册一览 (页 406)

本手册中的符号有什么含义？

 参考手册中的详细信息

 从互联网下载



 可订购的 DVD

操作说明末尾。



2.2 “Safety Integrated” 功能手册说明书

章节	为您解答以下问题：
 描述 (页 23)	<ul style="list-style-type: none"> 什么是基本安全功能？什么是扩展安全功能？ 变频器有哪些安全功能？ 变频器有哪些用于选择安全功能的接口？ 安全功能的使用前提条件、限制和建议有哪些？ 安全功能的工作原理是怎样的？
 安装 (页 49)	<ul style="list-style-type: none"> 安装变频器时，有哪些值得推荐的顺序？ 有哪些方法可以通过 PROFIsafe 将变频器连接至上级控制器？ PROFIsafe 控制字和状态字的各个位有哪些含义？ 如何给变频器的故障安全数字量输入和输出布线？ 在开关柜内部和外部布线有哪些区别？ 如何连接受监控的电机抱闸？
 调试 (页 105)	<ul style="list-style-type: none"> 调试变频器时，有哪些值得推荐的顺序？ 调试变频器需要哪些工具？ 如何恢复安全功能的出厂设置？ 可以在 SINAMICS G120 中同时使用符合 SIL2 和 SIL3 的安全功能吗？ 如何调试安全功能？ 在变频器中如何配置通过 PROFIsafe 的通讯？ 如何将一台变频器的安全功能参数传送给另一台变频器？ 为什么一定要进行“安全功能验收测试”？ 安全功能验收测试由哪些组成部分？
 运行 (页 185)	<ul style="list-style-type: none"> 在使用过程中如何遵守承诺的安全功能故障概率？ 选择或撤销安全功能时变频器如何响应？ 安全功能生效时如何接通电机？ 故障安全数字量输入信号不一致时，变频器如何响应？ 电机超过限值或内部监控功能响应时，变频器如何响应？ 如何应答安全功能的故障？ 安全功能之间如何相互影响？ 安全功能的报警和故障信息有何含义？
 检修 (页 309)	<ul style="list-style-type: none"> 如何在设备或机器运行时保证安全？ 如何独立更换变频器失效的部件或整个变频器？ 如何确保在更换失效部件后安全功能仍可运行？

章节	为您解答以下问题:
 系统属性 (页 341)	<ul style="list-style-type: none">• 变频器可以运行多长时间?• 每隔多长时间要启动变频器的自检功能?• 变频器的安全功能的故障率有多高?• 在选中一项安全功能后, 变频器在多长时间响应?• 在选中一项安全功能、电机出现故障后, 变频器在多长时间响应?• 变频器的安全功能通过了哪些认证?• 可从何处获取变频器的认证证明?• Safe Brake Relay 有哪些技术数据?
 附录 (页 355)	<ul style="list-style-type: none">• 安全功能典型的验收测试是怎样的?• 机器制造商或使用方需要注意哪些标准和指令?• 其他信息参见何处?

描述

3.1 关于本章

本章节涉及哪些内容？

为您解答以下问题：



- 什么是基本安全功能？什么是扩展安全功能？
- 变频器有哪些安全功能？
- 变频器有哪些用于选择安全功能的接口？
- 安全功能的使用前提条件、限制和建议有哪些？
- 安全功能的工作原理是怎样的？

3.2 基本安全功能和扩展安全功能

集成的安全功能分为基本安全功能和扩展安全功能。

集成的安全功能	
基本安全功能	扩展安全功能
<p>基本安全功能通过以下其中一种或多种方法确保设备安全运行：</p> <ul style="list-style-type: none">• 安全关断电机• 安全关断电机抱闸 <p>基本安全功能有：</p> <ul style="list-style-type: none">• Safe Torque Off (STO)• Safe Brake Control (SBC)• 无转速监控的 Safe Stop 1 (SS1) <p>本手册中描述的每台变频器都具备一个或多个安全功能。</p>	<p>扩展安全功能包含一些基本安全功能及其他用于安全监控电机转速的功能：</p> <ul style="list-style-type: none">• 基本安全功能 STO 和 SBC• 带转速监控的 Safe Stop 1 (SS1)• Safely-Limited Speed (SLS)• Safe Direction (SDI)• Safe Speed Monitor (SSM) <p>一台变频器是否具备扩展安全功能通常取决于控制单元的硬件。相关变频器的产品名称后面带有一个字母“F”，例如：控制单元 CU240E-2 F。配备了控制单元 CU250S-2 的变频器 SINAMICS G120 还需要扩展安全功能的授权。</p>

表格 3-1 集成了安全功能的变频器

变频器	基本安全功能		扩展安全功能	
	STO	SS1、SBC	SS1、SDI、SLS	带可转换的 SLS 档位的 SSM、SLS
 SINAMICS G110M	与所用产品型号配套使用	--- 1)	---	
 SINAMICS G120C	与所用产品型号配套使用	---	---	

3.2 基本安全功能和扩展安全功能

变频器	基本安全功能		扩展安全功能	
	STO	SS1、SBC	SS1、SDI、SLS	带可转换的 SLS 档位的 SSM、SLS
 <p>SINAMICS G120</p>	与所有控制单元 CU240E-2 和 CU250S-2 配套使用	与所有控制单元 CU250S-2 配套使用	与以下控制单元配套使用： CU240E-2 F CU240E-2 DP-F CU240E-2 PN-F CU250S-2 ²⁾ CU250S-2 DP ²⁾ CU250S-2 PN ²⁾ CU250S-2 CAN ²⁾	与以下控制单元配套使用： CU240E-2 DP-F CU240E-2 PN-F CU250S-2 DP ²⁾ CU250S-2 PN ²⁾
 <p>SINAMICS G120D</p>	与所有控制单元配套使用	---	与以下控制单元配套使用： CU240D-2 DP-F CU240D-2 PN-F CU240D-2 PN-F PP CU240D-2 PN-F FO CU250D-2 DP-F CU250D-2 PN-F CU250D-2 PN-F PP CU250D-2 PN-F FO	
 <p>SIMATIC ET 200pro FC-2</p>	可用	---	---	

1) ---: 不可用

2) 安全功能须购买授权

3.3 用于选择安全功能的接口

3.3 用于选择安全功能的接口

根据变频器型号，安全功能接口为故障安全数字量输入和输出 (F-DI、F-DO)、安全现场总线通讯 PROFIsafe 和一个用于制动控制的故障安全数字量输出。

变频器		F-DI	F-DO	PROFIsafe	安全制动控制
	SINAMICS G110M，配备控制单元				
	CU240M USS	1	--- ¹⁾	---	---
	CU240M DP CU240M PN	1	---	报文 30 ³⁾	---
	SINAMICS G120C USS SINAMICS G120C CAN	1	---	---	---
	SINAMICS G120C DP SINAMICS G120C PN	1	---	报文 30 ³⁾	---
	SINAMICS G120，配备控制单元				
	CU240E-2	1 + 1 ⁵⁾	---	---	---
	CU240E-2 DP CU240E-2 PN	1 + 1 ⁵⁾	---	报文 30 ³⁾	---
	CU240E-2 F	3 + 1 ⁵⁾	---	---	---
	CU240E-2 DP-F CU240E-2 PN-F	3 + 1 ⁵⁾	---	报文 30 ³⁾ 、报文 900 ⁴⁾	---
	CU250S-2 CU250S-2 CAN	3 + 1 ⁵⁾	1	---	带 Safe Brake Relay
	CU250S-2 DP CU250S-2 PN	3 + 1 ⁵⁾	1	报文 30 ³⁾ 、报文 900 ⁴⁾	带 Safe Brake Relay

1) --- 不可用



2) 变频器通过一个内部故障安全数字量输入检测 ET 200pro 系统的底板母线中的 F0 母排。ET-200pro 模块 F-RSM 和 F-Switch 用于控制 F0 母排。

3) 报文 30 用于控制安全功能并进行状态反馈

4) 报文 900: 功能等同于报文 30, 另外还可进行 F-DI 状态反馈

5) 除了控制单元的故障安全数字量输入外, 功率模块 PM240-2 FSD ... FSF 和 PM240P-2 FSD ... FSF 上还有其他用于 STO 功能的故障安全数字量输入。

3.3 用于选择安全功能的接口

变频器	F-DI	F-DO	PROFIsafe	安全制动控制	
	SINAMICS G120D，配备控制单元				
	CU240D-2 DP CU240D-2 PN	1	---	报文 30 ³⁾	---
	CU240D-2 DP-F CU240D-2 PN-F CU240D-2 PN-F PP CU240D-2 PN-F FO CU250D-2 DP-F CU250D-2 PN-F CU250D-2 PN-F PP CU250D-2 PN-F FO	3	1	报文 30 ³⁾ 、报文 900 ⁴⁾	---
	SIMATIC ET 200pro FC-2	通过 ET 200pro 系统 ²⁾	---	通过 ET 200pro 系统 ²⁾	---

2) 变频器通过一个内部故障安全数字量输入检测 ET 200pro 系统的底板母线中的 F0 母排。ET-200pro 模块 F-RSM 和 F-Switch 用于控制 F0 母排。

3) 报文 30 用于控制安全功能并进行状态反馈

4) 报文 900: 功能等同于报文 30, 另外还可进行 F-DI 状态反馈

3.4 使用安全功能的前提条件

风险评估

使用驱动集成安全功能的前提条件是对机器或设备进行风险分析和风险评估。

风险分析和评估结果必须如下：

- 驱动集成安全功能适合用作降低机器风险的保护措施。
- 接受的保护措施故障概率必须大于或等于驱动集成安全功能认证的故障概率。



认证 (页 344)

电机及控制方式

基本安全功能的使用不受限：

- 针对所有控制模式：V/f 控制、带/不带编码器的转速控制
- 与同步电机和异步电机配套使用
- 适用于驱动组，即在一个变频器上同时运行多台电机

使用扩展安全功能时须遵循以下条件：

- 与适用于所有控制方式的异步电机配套使用
- 与只采用 V/f 控制的 SIEMOSYN 系列同步电机配套使用
- 适用于驱动组

无编码器的安全功能

集成安全功能采用“无编码器”式设计。

“无编码器”表示：

- 集成安全功能的使用无需任何编码器。
- 如果变频器配备一个编码器接口，变频器会分析用于控制电机的编码器信号。安全功能会忽略该编码器信号。

考虑异步电机的转差

与机器功能安全性相关的是电机轴的转速。扩展安全功能会监控电机转速是否超出设置的限值。

3.4 使用安全功能的前提条件


如果无编码器的安全功能与异步电机配套使用，在设置转速监控时必须考虑异步电机中的转差。

3.5 安全功能的使用限制

不允许：带牵引负载的运行

在带牵引负载（例如：起升机构、起重机、卷出机）的应用中不可以使用无编码器的安全功能。



 **警告**

电机控制错误可导致电机意外加速


无编码器实际值计算无法检测出电机控制中的所有故障。因此，无编码器的安全功能无法检测出牵引负载是否会因电机控制中的故障意外加速。

- 不要在带牵引负载的电机中使用无编码器转速监控安全功能。

牵引负载时有哪些转速监控方法？

- 可通过以下其中一种方法对带牵引负载的电机进行转速监控：
 - 使用一个带编码器安全功能的变频器，例如：**SINAMICS S120**。
 - 通过使用一个用于速度检测的测量系统在上级控制器中进行转速监控。
- 耦合电气驱动（例如：试验台或卷取机/卷出机）是由一个主动驱动和一个被动驱动组成的。请在耦合驱动的主动驱动中使用扩展安全功能。出现故障时，主动驱动会检测出超限。

不允许：带不同极对数的电机

 **警告**

电机数据错误可导致高转速

如果通过“驱动数据组”功能在带有不同极对数的电机之间进行切换，计算出的安全转速与电机轴的机械转速会不一致。为此，电机轴可能会以超出配置的安全功能监控限值的速度加速，进而导致死亡或人员重伤。

- 通过“驱动数据组”功能只能在带有相同极对数的电机之间进行切换。

带不同极对数的电机上的转速监控

通过使用一个用于速度或转速检测的测量系统在上级控制器中进行转速监控。

关键应用

变频器上安全功能未使能时，可以使用以下关键应用且不受限。

3.5 安全功能的使用限制

变频器上安全功能已使能时，一些应用可导致安全实际值计算出错。安全功能生效或已使能时，安全实际值计算出错会触发停止响应：信息 C01711、C30711（故障值 1040 ff）。停止响应不会导致驱动处于非安全状态，但会导致驱动的可用性降低。

关键应用	解决办法
调试期间进行电机数据检测	请在电机数据检测结束后再调试安全功能。
设定值骤变	设置的斜坡函数发生器时间应大于 0.5 秒。
反转	如果使用带位置控制的变频器，则须对位置控制器和处理方法进行设置，确保速度变化不会出现过冲。 1 秒内只允许一个加速斜坡和一个制动斜坡。循环 0 → 转速设定 → - 转速设定 → 0 至少持续 2 秒。
负载骤变	不要使用安全功能。
持续以低于额定转速 5 % 的转速运行	
在电机运转时接通变频器（“捕捉重启”功能）	安全功能生效时，不要使用“捕捉重启”功能。 暂时取消安全功能，直到“捕捉重启”功能成功结束。 如果使用 SSM 功能，则不可以使用“捕捉重启”功能。 SSM 功能无法通过控制信号取消。
用极限电流运行变频器	设计驱动时，应确保变频器在达到电流极限时不会作出响应。完成调试后检查变频器是否在满载状态下也没有达到其电流限值或转矩限值。
通过“直流制动”或“复合制动”功能使电机减速制动	安全功能生效时，不要使用“直流制动”或“复合制动”功能。 如需使用其中一个制动功能，则须在风险评估中检查是否允许在减速制动期间取消安全功能。如果允许，则应取消安全功能，直到制动功能结束。 如果使用 SSM 功能，则不可以使用这两个制动功能。 SSM 功能无法通过控制信号取消。

3.5 安全功能的使用限制

使用 SINAMICS G120 功率模块时的限制

使用下列功率模块时不可以使用所有集成安全功能：

功率模块	限制
功率模块 PM230，防护等级 IP55	产品编号 6SL3223-0DE A . . : 无法使用集成安全功能。
	产品编号 6SL3223-0DE G . . : 可使用基本安全功能 STO。
功率模块 PM230，防护等级 IP20 并采用穿墙式安装技术	产品编号 6SL321 . -1NE L . . : 无法使用集成安全功能。
	产品编号 6SL321 . -1NE G . . : 可使用基本安全功能 STO。
功率模块 PM240 FSGX	产品编号 6SL3224-0XE4 . - .UA0: 只允许使用基本安全功能 STO、SBC 和 SS1。

3.6 针对稳定运行的建议

扩展安全功能已使能的变频器的正常运行须满足以下条件：

- 电机和变频器的选型要足够满足该应用：
 - 变频器以低于其电流限值的电流运行。
 - 电机和变频器的额定电流必须小于系数 5。
变频器额定电流 / 电机额定电流 < 5 (r0207[0] / p0305 < 5)。
- 调试安全功能前先对控制器进行优化：
 - 在静止状态下进行电机数据检测。
 - 进行旋转测量。
 - 设定值发生变化后应避免多次出现转速过冲过程。
 - 避免电机在 2 秒内反转。

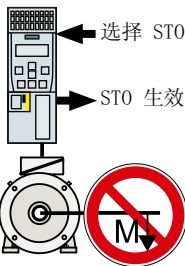
3.7 安全功能的工作原理一览

3.7.1 Safe Torque Off (STO)

STO 安全功能的工作原理是怎样的？

激活了 STO 功能的变频器会中断电机的供电。电机轴上无法再生成扭矩。

进而防止电机部件意外启动。



表格 3-2 STO 的工作原理一览

	Safe Torque Off (STO)	绑定了 STO 的变频器标准功能
1.	变频器通过故障安全数字量输入或 PROFIsafe 识别 STO。	---
2.	变频器中断电机的供电。	如果使用电机抱闸，变频器会闭合电机抱闸。 如果使用电源接触器，变频器会打开电源接触器。
3.	变频器通过故障安全数字量输出或 PROFIsafe 报告“STO 生效”。	---

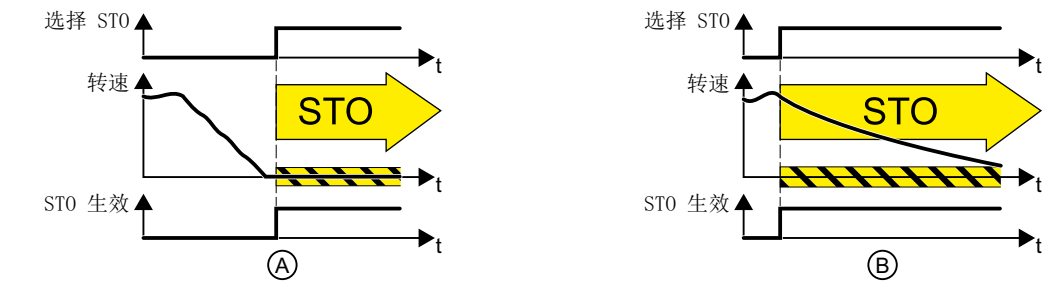


图 3-1 静态电机 (A) 和旋转电机 (B) 上的 STO 功能的工作原理

(A):如果选中 STO 时电机已静止，则 STO 会阻止电机启动。

(B):如果选中 STO 时电机还在旋转 (B)，电机将继续旋转直到静止状态。

安全功能 STO 具有统一的标准

STO 功能是在 IEC/EN 61800-5-2 中定义的：

“[...] [变频器]不向旋转电机提供可产生转矩的电能，或不向线性电机提供产生推力的电能。”

⇒ 变频器 STO 功能符合 IEC/EN 61800-5-2。

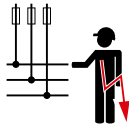
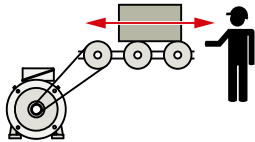
STO 功能的应用示例

STO 适用于电机已经停止或因摩擦在短时间内安全达到静止状态的应用。STO 无法阻止机器部件空转。

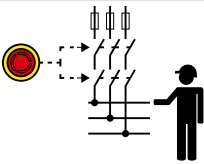
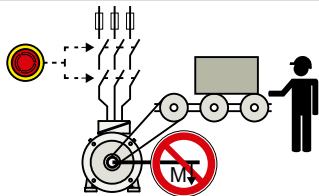
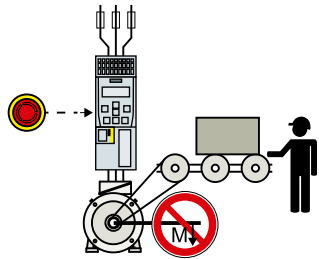
示例	解决办法
操作急停按钮来防止处于静止状态的一台电机意外加速。	<ul style="list-style-type: none"> 急停按钮连接一个变频器故障安全数字量输入。 通过故障安全数字量输入选择 STO。
一个中央急停按钮可以防止多台处于静止状态的电机意外加速。	<ul style="list-style-type: none"> 在中央控制系统中检测急停按钮的状态。 通过 PROFIsafe 选择 STO。

紧急停机和紧急中断的区别

EN 60204-1 中将“紧急停机”和“紧急中断”定义为紧急情况下的处理操作，针对紧急中断还有不同的停止类别。“紧急停机”和“紧急中断”用于降低机器或设备中的不同风险。

操作:	紧急停机	紧急中断
		0 类停止符合 EN 60204-1
风险:	 电击	 意外运动
降低风险的措施:	关闭 关闭整个或部分危险电压。	避免运动 避免造成危险的运动。

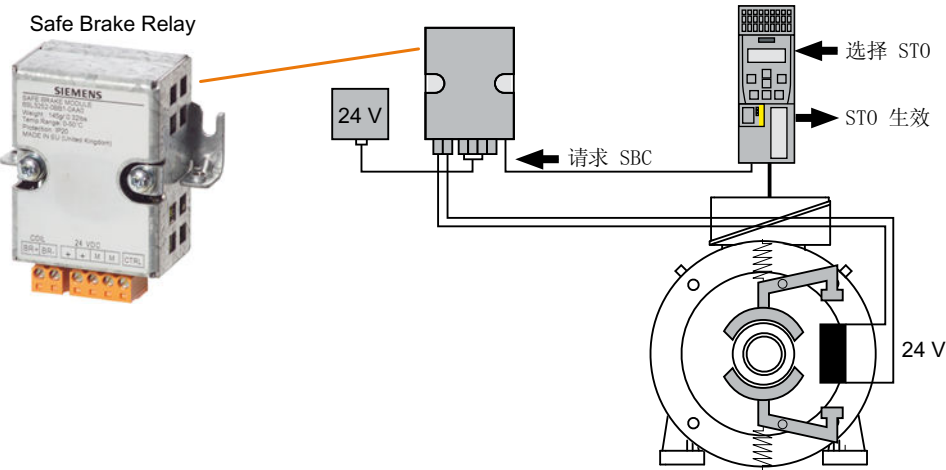
3.7 安全功能的工作原理一览

操作:	紧急停机	紧急中断
		0 类停止符合 EN 60204-1
常规解决方案:		 <p>关闭驱动电源</p>
带集成安全功能 STO 的解决方案:	不可用。 STO 功能不适用于安全切断电压。	 <p>选择 STO</p> <p>不要求关闭电压来降低风险。</p>

3.7.2 Safe Brake Control (SBC)

安全功能 SBC 的工作原理是怎样的？

变频器通过 SBC 功能监控连接电磁制动器的电缆，必要时安全关闭制动器的 24 V 电源。
为实现 SBC 功能，必须为变频器装配一个 Safe Brake Relay。



制动器既可以集成在电机内部，也可以安装在电机外部。

表格 3-3 SBC 的工作原理一览

	Safe Brake Control (SBC)	制动器的标准功能
1.	STO 功能生效时，变频器通过连接至 Safe Brake Relay 的连接电缆请求 SBC 功能。 Safe Brake Relay 安全关闭相连制动器的电源。	制动器闭合。
2.	变频器通过故障安全数字量输出或 PROFIsafe 报告“STO 生效”。	---

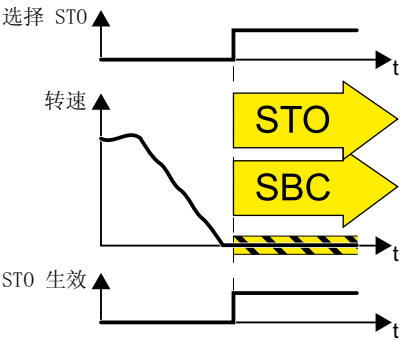


图 3-2 SBC 的工作原理

3.7 安全功能的工作原理一览

SBC 功能无法检测出制动器是否机械闭合或损坏。

安全功能 SBC 具有统一的标准

安全功能 SBC 是在 IEC/EN 61800-5-2 中定义的：
“SBC 功能提供了一个用于控制外部抱闸的安全输出信号。”
⇒ 变频器功能 SBC 符合 IEC/EN 61800-5-2。

SBC 功能的应用示例

示例	解决办法
起升机构停机后，变频器必须闭合制动器，以降低负载坠落的风险。	<ul style="list-style-type: none">• 通过 Safe Brake Relay 将电机抱闸连接到变频器上。• 在驱动停机时选择 STO 。

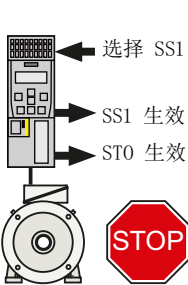
3.7.3 Safe Stop 1 (SS1)

安全功能 SS1 的工作原理是怎样的？

SS1 功能生效时，变频器会先使电机加速制动，然后阻断电机供电。

为此，SS1 功能会尽可能减小机器部件的动能。

SS1 的工作原理取决于 SS1 是与基本安全功能还是与扩展安全功能组合使用。



基本安全功能的 SS1

表格 3-4 SS1 的工作原理一览，在电机运转时选择

	Safe Stop 1 (SS1)	包含 SS1 的变频器标准功能
1.	变频器通过故障安全数字量输入或 PROFIsafe 识别 SS1。	---
2.	SS1 启动一个安全计时器 T。 变频器报告“SS1 生效”。	变频器使电机在 OFF3 斜坡上减速制动。
3.	计时器时间届满后，变频器通过 STO 功能安全封锁电机转矩。 变频器通过故障安全数字量输出或 PROFIsafe 报告“STO 生效”。	---

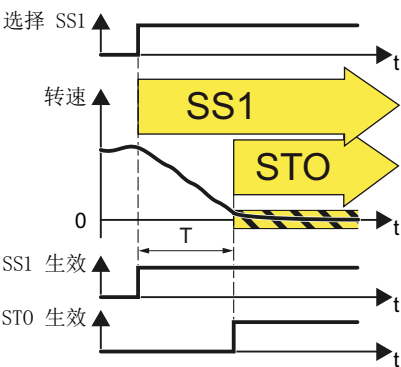
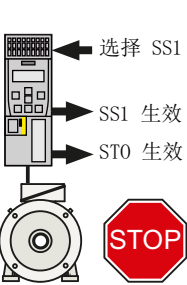


图 3-3 基本安全功能的 SS1 的工作原理

3.7 安全功能的工作原理一览



扩展安全功能的 SS1

表格 3-5 SS1 的工作原理一览，在电机运转时选择

	Safe Stop 1 (SS1)	包含 SS1 的变频器标准功能
1.	变频器通过故障安全数字量输入或 PROFIsafe 识别 SS1。	---
2.	变频器监控电机转速是否减小。 变频器报告“SS1 生效”。	变频器使电机在 OFF3 斜坡上减速制动。
3.	如果电机的转速足够低，变频器会通过 STO 安全封锁电机转矩。 变频器通过故障安全数字量输出或 PROFIsafe 报告“STO 生效”。	---

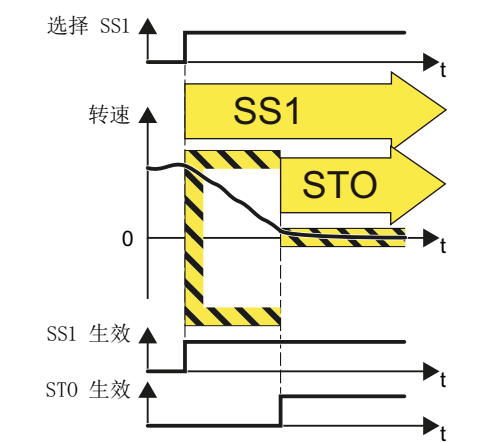


图 3-4 扩展安全功能的 SS1 的工作原理

安全功能 SS1 具有统一的标准

安全功能 SS1 是在 IEC/EN 61800-5-2 中定义的：

“[...] [1] 触发电机减速，并监测电机减速度是否在定义的限值范围内。当电机转速低于定义的限值后触发 STO

或者

[2] 触发电机减速，并在一定延时（取决于具体应用）后触发 STO 功能。”

⇒ 扩展安全功能的变频器功能 SS1 符合 IEC/EN 61800-5-2 的定义 [1]。

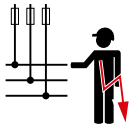
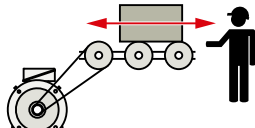
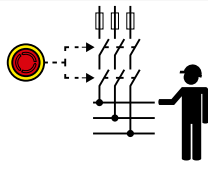
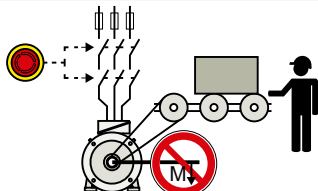
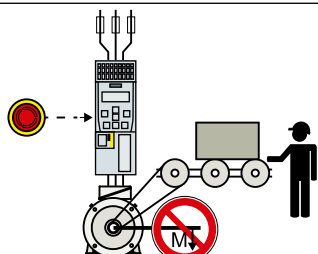
⇒ 基本安全功能的变频器功能 SS1 符合 IEC/EN 61800-5-2 的定义 [2]。

应用示例

示例	解决办法
按下急停键后驱动会尽可能快地制动。静止的电机不允许意外加速。	<ul style="list-style-type: none"> 通过故障安全数字量输入或通过 PROFIsafe 选择变频器中的 SS1。

紧急停机和紧急中断的区别

标准 EN 60204-1 为“紧急停机”和“紧急中断”操作定义了不同的停止类别。“紧急停机”和“紧急中断”均是降低机器或设备中的不同风险的指令。

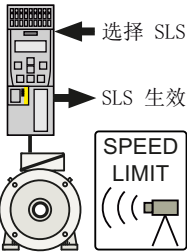
操作:	急停	驻停
		EN 60204-1 的 1 类停止
风险:	 <p>触电</p>	 <p>运动</p>
降低风险的措施:	<p>关闭</p> <p>完整断开或部分断开危险电压。</p>	<p>停止轴运动</p> <p>停止危险运动，阻止电机重启。</p>
常规解决方案:		 <p>使电机制动并关闭驱动电源。</p>
采用驱动集成安全功能 SS1 的解决方案:	<p>不可以。</p> <p>SS1 功能不适用于安全切断电压。</p>	 <p>选择 SS1</p> <p>对于降低风险而言，不需要切断电压。</p>

3.7.4 Safely Limited Speed (SLS)

安全功能 SLS 的工作原理是怎样的？

变频器通过生效的 SLS 功能监控电机转速。超出监控限值时，变频器会尽可能使电机减速停止。

SLS 功能能够以暂时降低的安全转速或速度运行机器部件。



表格 3-6 SLS 的工作原理一览，在电机运转时选择

	Safely Limited Speed (SLS)	包含 SLS 的变频器标准功能
1.	变频器通过故障安全数字量输入或安全通讯 PROFIsafe 识别 SLS 的选择。	---
2.	电机转速有可能过高时，SLS 可在指定时间内或在指定制动斜坡上降低转速。	变频器将转速设定值限制在 SLS 监控值以下。 如果电机以大于 SLS 监控值的速度运转，变频器会使电机在 OFF3 斜坡上减速制动。
3.	变频器监控当前转速值是否超出设置的 SLS 监控值。 变频器通过故障安全数字量输出或 PROFIsafe 报告“SLS 生效”。 如果电机转速超出 SLS 监控值，变频器会发出“安全停止”响应，使电机减速制动。	变频器将转速设定值限制在 SLS 监控值以下。

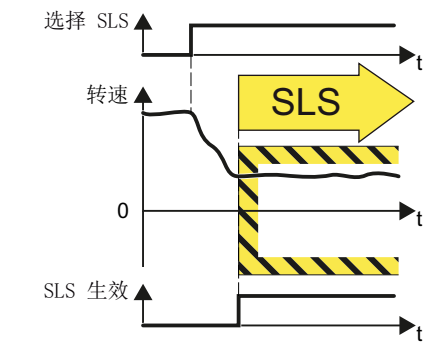


图 3-5 SLS 的工作原理

安全功能 SLS 具有统一的标准

安全功能 SLS 是在 IEC/EN 61800-5-2 中定义的：

“安全功能 SLS 可阻止电机超过规定的速度限值。”

⇒ 变频器功能 SLS 符合 IEC/EN 61800-5-2。

SLS 功能的应用示例

示例	解决办法
手动模式：机器操作员必须进入机器的危险区域并将物料手动装入机器部件中。	<ul style="list-style-type: none"> 通过故障安全数字量输入或通过 PROFIsafe 选择变频器中的 SLS。
车床不能超过规定的最大转速，以免损坏卡盘。	<ul style="list-style-type: none"> 变频器会限制并监测机器部件的移动速度。

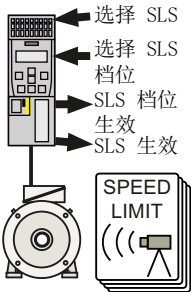
功能扩展：选择 SLS 档位

为 SLS 功能扩展多个 SLS 档位：

- SLS 功能的速度监控最多可以扩展至 4 个 SLS 档位。
- 变频器需要额外的安全信号选择 SLS 档位和进行反馈。

SLS 档位选择只能通过 PROFIsafe 执行。

示例中展示的是从 2 档切换至 1 档。



表格 3-7 从 2 档切换至 1 档

	Safely Limited Speed (SLS)	包含 SLS 的变频器标准功能
1.	变频器通过安全通讯 PROFIsafe 报告“2 档生效”。	变频器将转速设定值限制在 2 档值以下。
2.	变频器通过安全通讯 PROFIsafe 识别 1 档的选择。	
3.	电机转速有可能过高时，SLS 可在指定时间内或在指定制动斜坡上降低转速。	变频器将转速设定值限制在 1 档值以下。 如果电机以大于 SLS 监控值的速度运转，变频器会使电机在 OFF3 斜坡上减速制动。
4.	变频器监控当前转速值是否超出 1 档值。 变频器通过安全通讯 PROFIsafe 报告“1 档生效”。	变频器将转速设定值限制在 1 档值以下。

3.7 安全功能的工作原理一览

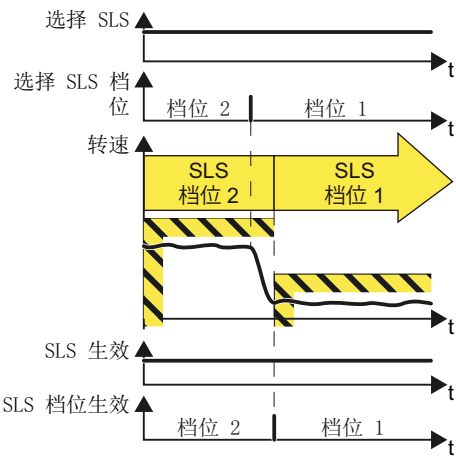


图 3-6 从 2 档切换至 1 档

SLS 档位选择的应用示例

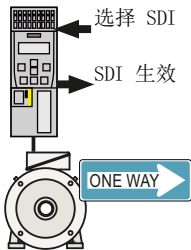
示例	解决办法
圆锯不能超过规定的最大转速，最大转速取决于圆锯直径。	<ul style="list-style-type: none">通过 PROFIsafe 选择变频器中的 SLS 及相应的 SLS 档位。

3.7.5 Safe Direction (SDI)

安全功能 SDI 的工作原理是怎样的？

变频器通过生效的 SDI 功能监控电机旋转方向。如果电机反转，变频器会尽可能使电机减速停止。

进而防止机器部件反转。



表格 3-8 SDI 的工作原理一览，在电机运转时选择

	Safe Direction (SDI)	包含 SDI 的变频器标准功能
1.	变频器通过故障安全数字量输入或安全通讯 PROFIsafe 识别 SDI 的选择。	---
2.	电机旋转方向错误时，SDI 可在指定时间内或在指定制动斜坡上使电机减速停机。	变频器将转速设定值限制为所选旋转方向上的值。 如果电机反转，变频器会使电机在 OFF3 斜坡上减速制动。
3.	变频器监控当前转速的方向。 变频器通过故障安全数字量输出或 PROFIsafe 报告“SDI 生效”。 如果电机反转，变频器会发出“安全停止”响应，使电机减速制动。	变频器将转速设定值限制为所选旋转方向上的值。

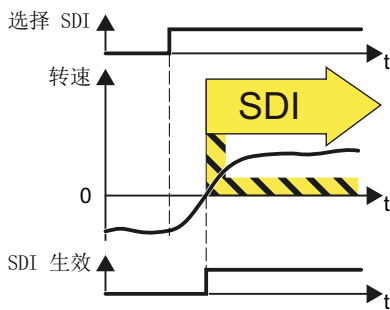


图 3-7 SDI 的工作原理

安全功能 SDI 具有统一的标准

安全功能 SDI 是在 IEC/EN 61800-5-2 中定义的：

“安全功能 SDI 可阻止电机轴反转。”

3.7 安全功能的工作原理一览

⇒ 变频器功能 SDI 符合 IEC/EN 61800-5-2。

应用实例

示例	解决办法
确保只有驱动处于安全的旋转方向时，才可以更换压力气缸的托盘。	<ul style="list-style-type: none">通过故障安全数字量输入或通过 PROFIsafe 选择变频器中的 SDI。禁止变频器中不允许的旋转方向。
确保在激活防夹保护之后，卷帘门只能朝打开的方向滚动。	
确保处于限位开关上的起重机小车只在反方向启动，不会越过限位开关。	
手动清洁印刷机中的滚轮时，滚轮只能按照规定的方向旋转。	

3.7.6 Safe Speed Monitoring (SSM)

安全功能 SSM 的工作原理是怎样的？

变频器通过生效的 SSM 功能监控电机转速。变频器报告转速是否低于限值。



表格 3-9 SSM 的工作原理一览

	Safe Speed Monitoring (SSM)	包含 SSM 的变频器标准功能
1.	SSM 功能无法通过外部控制信号选择或撤销，而是在进行相应的设置时设为始终生效。	---
2.	变频器对电机转速与设置的限值进行对比。	
3.	如果转速低于限值，变频器会通过一个故障安全数字量输出或 PROFIsafe 报告“转速低于限值”。	

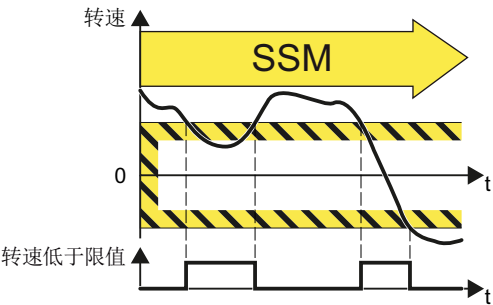


图 3-8 SSM 的工作原理

安全功能 SSM 具有统一的标准

安全功能 SSM 是在 IEC/EN 61800-5-2 中定义的：

“安全功能 SSM 可提供一个安全输出信号，显示电机转速是否在规定的极限值以下。”

⇒ 变频器功能 SSM 符合 IEC/EN 61800-5-2。

应用示例

示例	解决办法
确保只有在低于规定转速时才加注离心机。	变频器会对离心机的转速进行安全监控并通过 PROFIsafe 使用状态位“转速低于限值”来使能过程链中的后续动作。

3.7 安全功能的工作原理一览

安装

4.1 关于本章

本章节涉及哪些内容？

为您解答以下问题：

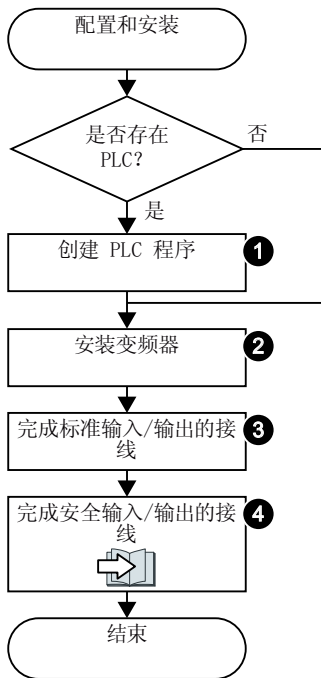
- 安装变频器时，有哪些值得推荐的顺序？
- 有哪些方法可以通过 **PROFIsafe** 将变频器连接至上级控制器？
- **PROFIsafe** 控制字和状态字的各个位有哪些含义？
- 如何连接变频器的故障安全数字量输入和数字量输出？
- 在开关柜内部和外部布线有哪些区别？
- 如何连接用来监控变频器的电机抱闸？


4.2 带有安全功能的变频器的安装顺序

下图显示的是集成了安全功能的变频器的安装步骤。个别步骤的相关说明可参见其他手册。

步骤

按如下步骤安装变频器：



1. 如果使用上级控制器 (PLC)，请先创建控制程序。
2. 安装变频器。
⇒ 变频器操作说明
3. 将变频器连接到电源上并对变频器的标准输入和输出进行接线。
⇒ 变频器操作说明
4. 给故障安全数字量输入和数字量输出布线。

 通过故障安全数字量输入控制 (页 63)
 分析故障安全数字量输出 (页 98)

您已完成变频器的安装。



4.3 通过 PROFIsafe 连接

4.3.1 PROFIsafe 连接一览

PROFIsafe 通讯

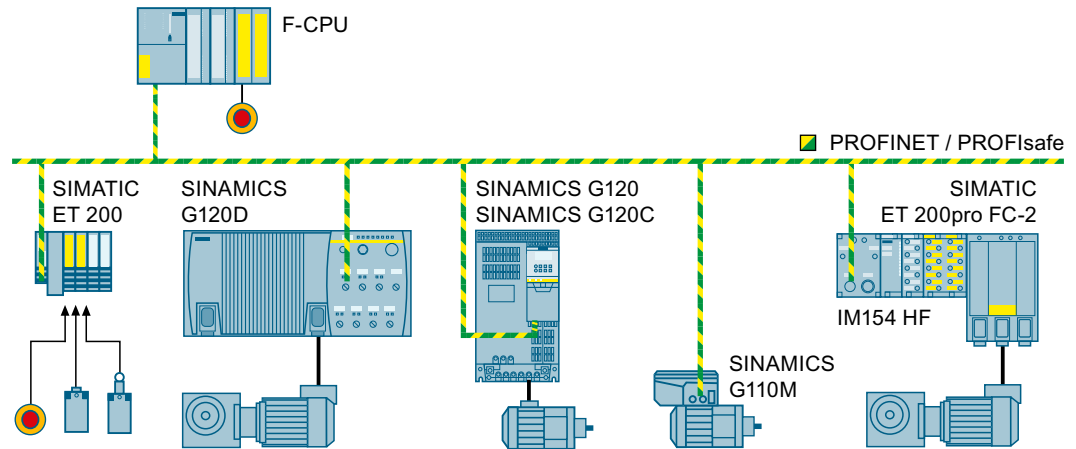
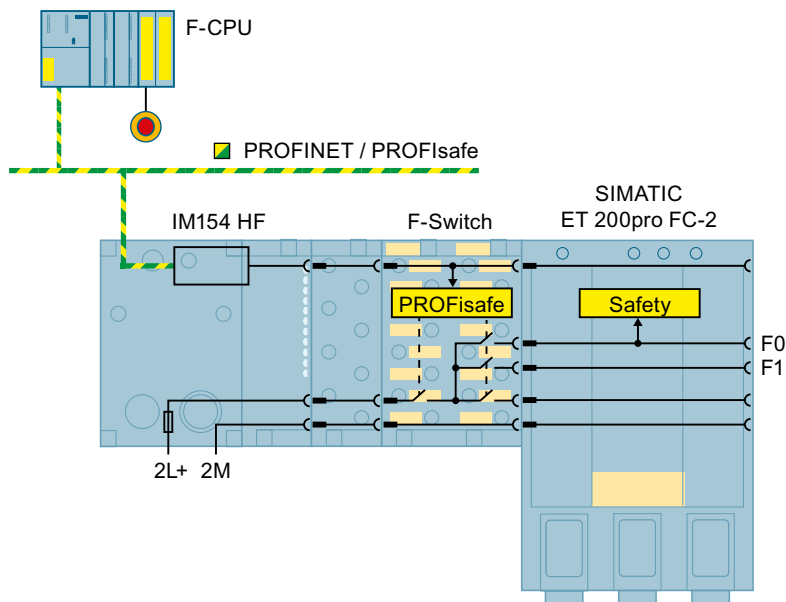


图 4-1 F-CPU 和变频器之间的 PROFIsafe 通讯，例如：通过 PROFINET

必须通过 PROFIBUS 或 PROFINET 将变频器与中央安全控制器 (F-CPU) 连接在一起，以进行 PROFIsafe 通讯。

SIMATIC ET 200pro FC-2




4.3 通过 PROFIsafe 连接

图 4-2 用于与变频器 ET 200pro FC-2 进行 PROFIsafe 连接的 F-Switch，例如：通过 PROFINET

变频器 SIMATIC ET 200pro FC-2 不自带 PROFIsafe 接口。中央 F-CPU 通过一个“High Feature”接口模块和 PROFIsafe 模块“F-Switch”控制 ET 200pro FC-2 的安全功能。

模块 F-Switch 用于控制 ET-200pro 系统底板母线中的 F0 母排和 F1 母排。变频器通过一个内部故障安全输入端分析 F0 母排。

有关 ET 200pro 系统和 F-Switch 模块的更多信息参见操作说明“SIMATIC 分布式 I/O 系统 ET 200pro”。

 手册一览 (页 406).

有关 F-Switch 模块的其他结构形式请访问网址：

 安装规范 ET 200pro (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/26694409>).

SIMATIC ET 200pro 系统内部的 PROFIsafe 通讯

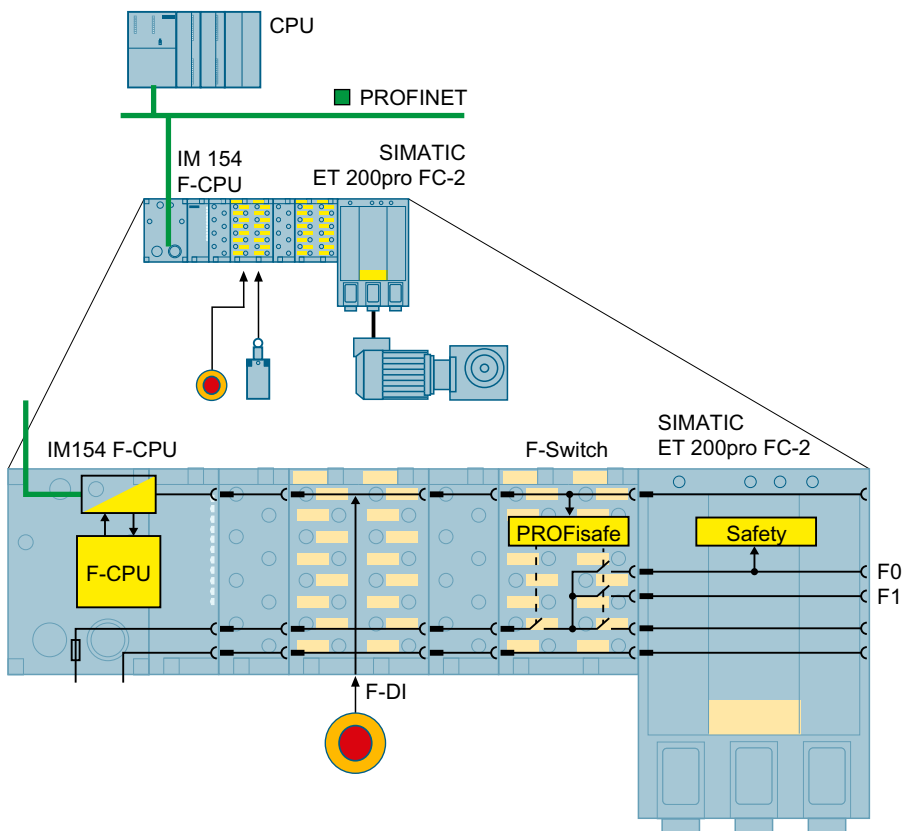


图 4-3 ET 200pro 内部 IM154 F-CPU 和变频器之间的安全通讯，例如：在 PROFINET 上

SIMATIC ET 200pro 系统内部可实现安全通讯：

- ET 200pro 系统是 PROFIBUS 或 PROFINET 上的节点。
- 在 SIMATIC ET 200pro 系统内部，带集成安全控制器 (IM154 F-CPU) 的接口模块通过 PROFINET 控制变频器的安全功能。

Shared Device

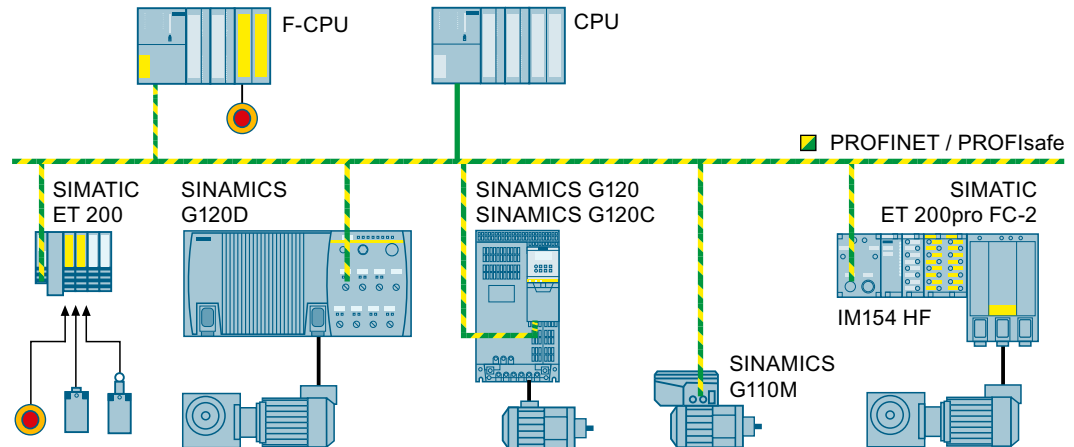


图 4-4 共享设备可与所有变频器配套使用

PROFINET 功能“共享设备”可使两个控制器访问同一个 PROFINET IO 设备，例如：一个 SIMATIC ET 200 I/O 系统或一台变频器。“共享设备”的典型应用是设备中的标准 CPU 和 F-CPU 分别作为独立控制器使用：

- 故障安全控制器 (F-CPU) 用于控制变频器或 SIMATIC ET 200 I/O 系统中的安全功能。
- 标准控制器用于传送所有其他信号。

其它信息请上网查找：

哪些控制器支持 Shared Device 功能？ (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/44383955>).

智能从站↔从站之间的 PROFIsafe 通讯

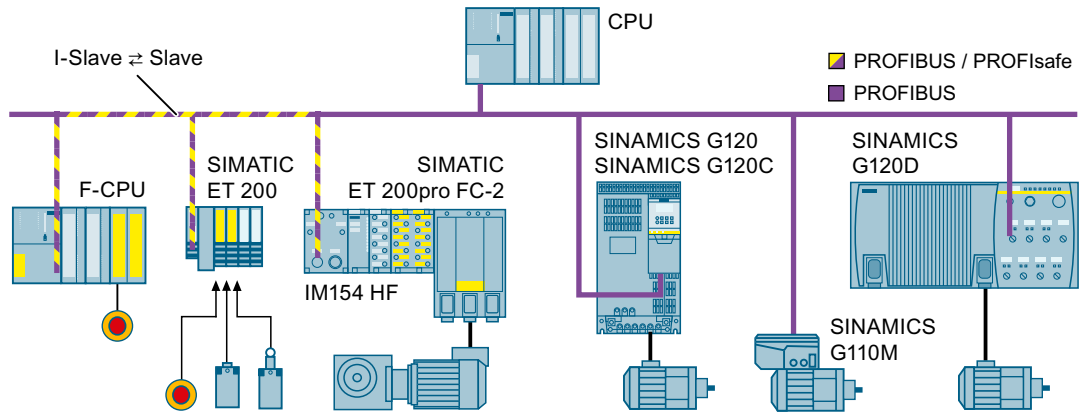


图 4-5 智能从站和从站之间的通讯只可在 ET 200pro FC-2 上实现

智能从站就是一个 CPU，其作为智能从站连接在现场总线中。只有通过 PROFIBUS，F-CPU 才可用作智能从站。

变频器 SIMATIC ET 200pro FC-2 可实现智能从站和从站之间的通讯。F-CPU 是 PROFIBUS 上的从站，通过 PROFIsafe 控制变频器的安全功能。

SINAMICS 变频器和智能从站之间无法进行 PROFIsafe 通讯。

4.3.2 PROFIsafe 报文

变频器和上级控制器之间的 PROFIsafe 数据交换有两种报文可使用。

表格 4-1 PROFIsafe 报文

PROFINET / PROFIsafe 示例一览	报文	过程数据 (PZD)	
		PZD1	PZD2
	报文 30 PZD 1/1	S_STW1	---
		S_ZSW1	---
	报文 900 PZD 2/2	S_STW1	S_STW5
		S_ZSW1	S_ZSW5

上级控制器通过控制字 S_STW1 选择变频器中的安全功能。变频器通过状态字 S_ZSW1 向控制器报告安全功能的执行状态。

PROFIsafe 协议的报文 900 包含了额外的控制字和状态字 5。在状态字 S_ZSW5 中，变频器向控制器反馈故障安全数字量输入 F-DI 0 ... F-DI 2 的状态。

S_STW: 控制字安全; S_ZSW: 状态字安全

4.3.3 控制字 1 和状态字 1（基本功能）

表格 4-2 控制字 1（位 0 ... 15）

字节	位	功能	注释	
0	0	STO	0	选择 STO
			1	撤销 STO
	1	SS1	0	选择 SS1
			1	撤销 SS1
	2 ... 6	不相关		
	7	Internal Event ack	0	不应答故障
			1 → 0	信号从 1 切换至 0 时应答“内部事件”
1	8 ... 15	不相关		

表格 4-3 状态字 1(位 0 ... 15)

字节	位	功能	注释	
0	0	电源已断开	0	STO 未生效
			1	STO 生效
	1	SS1 生效	0	SS1 未生效
			1	SS1 生效
	2 ... 6	不相关		
	7	Internal Event	0	正常运行
			1	变频器报告一个“内部事件”。
1	8 ... 15	不相关		

4.3.4 控制字 1 和状态字 1（扩展功能）

表格 4-4 控制字 1（位 0 ... 15）

字节	位	功能	注释			
0	0	STO	0	选择 STO		
			1	撤销 STO		
	1	SS1	0	选择 SS1		
			1	撤销 SS1		
	2、3	不相关				
	4	SLS	0	选择 SLS		
			1	撤销 SLS		
	5、6	不相关				
	7	Internal event ack	0	不应答故障		
			1→0	信号从 1 切换至 0 时应答“内部事件”		
1	0	不相关				
	1	SLS 档位 位 0	选择 SLS 档位		位 2	位 1
	2	SLS 档位 位 1		1 档	0	0
		2 档		0	1	
		3 档		1	0	
		4 档	1	1		
	3	不相关				
	4	SDI +	0	选择 SDI +		
			1	撤销 SDI +		
	5	SDI -	0	选择 SDI -		
1			撤销 SDI -			
6、7	不相关					

4.3 通过 PROFIsafe 连接

表格 4-5 状态字 1(位 0 ... 15)

字节	位	功能	注释			
0	0	电源已断开	0	STO 未生效		
			1	STO 生效		
	1	SS1 生效	0	SS1 未生效		
			1	SS1 生效		
	2、3	不相关				
	4	SLS 生效	0	SLS 未生效		
			1	SLS 生效		
	5、6	不相关				
	7	Internal Event	0	正常运行		
			1	变频器报告一个“内部事件”。		
1	0	不相关				
	1	SLS 档位 位 0	SLS 档位生效		位 2	位 1
	2	SLS 档位 位 1		1 档	0	0
				2 档	0	1
				3 档	1	0
				4 档	1	1
	3	不相关				
	4	SDI + 生效	0	SDI + 未生效		
			1	SDI + 生效		
	5	SDI - 生效	0	SDI - 未生效		
			1	SDI - 生效		
	6	不相关				
	7	SSM 状态	0	转速值超过 SSM 限值		
			1	转速值低于 SSM 限值		

4.3.5 控制字 5 和状态字 5


表格 4-6 控制字 5 (位 0 ... 15)

字节	位	功能	注释
0 ... 1	0 ... 7	预留	为所有预留位赋值 0。

表格 4-7 状态字 5(位 0 ... 15)

字节	位	功能	注释		SINAMICS G120	SINAMICS G120D
0	0 ... 7	预留	-			
1	0	故障安全数字量输入 (F-DI 0 ... F-DI 2) 的状态	0	低位信号 (0 V)	端子 5 和 6	引脚 X7.2 和 X7.4
			1	高位信号 (24 V)		
	1		0	低位信号 (0 V)	端子 7 和 8	引脚 X8.2 和 X8.4
			1	高位信号 (24 V)		
	2		0	低位信号 (0 V)	端子 16 和 17	引脚 X9.2 和 X9.4
			1	高位信号 (24 V)		
	3 ... 7	预留	-			

故障安全数字量输入一览：

 一览 (页 63)

如果满足以下其中一个条件，无论当前电平是多少，变频器都会将状态字 5 的字节 1 中的位 0 ... 2 置零：

- 该故障安全数字量输入没有投入使用。
- 变频器检测出输入信号差异，禁止了该故障安全数字量输入。

4.3.6 应用示例

至控制器输入地址和输出地址的变频器分布

完成上级控制器配置后，PROFIsafe 协议中变频器的控制字和状态字会占用控制器的一些输入/输出地址。

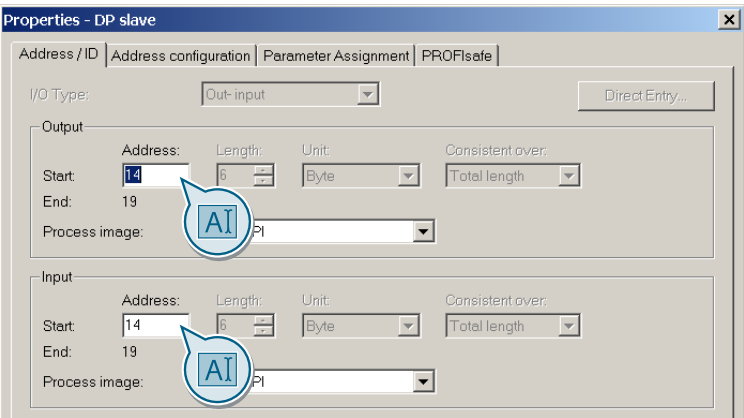


图 4-6 示例：控制器中变频器的起始地址为 14

通过控制程序控制变频器

因此产生了以下 I/O 地址和对应的变频器信号：

表格 4-8 控制字 1


I/O 地址	含义	注释
A14.0	选择 STO	0 选择 STO
		1 撤销 STO
A14.1	选择 SS1	0 选择 SS1
		1 撤销 SS1
A14.4	选择 SLS	0 选择 SLS
		1 撤销 SLS
A14.7	内部事件应答	- 信号 1 → 0 时应答事件
A15.1	选择 SLS 转速档位 0	- 选择 SLS 转速档
A15.2	选择 SLS 转速档位 1	
A15.4	选择 SDI +	0 选择 SDI +
		1 撤销 SDI +

I/O 地址	含义	注释	
A15.5	选择 SDI -	0	选择 SDI -
		1	撤销 SDI -

表格 4-9 状态字 1


I/O 地址	含义	注释	
E14.0	电源已断开	0	电机转矩当前没有被安全封锁
		1	电机转矩当前被安全封锁
E14.1	SS1 生效	0	SS1 未生效
		1	SS1 生效
E14.4	SLS 生效	0	SLS 未生效
		1	SLS 生效
E14.7	内部事件	0	正常运行
		1	变频器发现一处内部错误，并作出对应响应，比如：STOP A
E15.1	生效的 SLS 档位位 0	-	当前生效的 SLS 档位
E15.2	生效的 SLS 档位位 1	-	
E15.4	SDI + 生效	0	SDI + 未生效
		1	SDI + 生效
E15.5	SDI - 生效	0	SDI - 未生效
		1	SDI - 生效
E15.7	SSM 状态	0	转速值超过 SSM 限值
		1	转速值低于 SSM 限值

安全功能控制方式的 SIMATIC 库

 该库中包含用于故障安全 SIMATIC S7-CPU 和 SINAMICS 之间的 PROFIsafe 通讯的故障安全 SIMATIC S7 模块。

LDrvSafe (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/view/109485794>)

其他应用示例

 如需了解另一个应用示例，请访问以下网址：

4.3 通过 PROFIsafe 连接

SINAMICS G120 通过 PROFIsafe 由 SIMATIC S7-1200 F-CPU 控制 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109746271/en>)


4.4 通过故障安全数字量输入控制

4.4.1 一览

变频器出厂时没有为内置的安全功能指定故障安全数字量输入。只有在调试变频器时您才可以确定是将数字量输入 DI 4 和 DI 5 用于标准功能还是将这两个输入组成一个故障安全数字量输入。



变频器 SIMATIC ET 200pro FC-2 没有可直接访问的故障安全数字量输入。如果想通过 ET-200pro 站内的一个故障安全数字量输入控制该变频器的安全功能，则需使用模块 F-RSM 或 F-Switch。


 符合 SIL 2 和 PL d 的布线示例 (页 67)。

故障安全数字量输入的指定

表格 4-10 SINAMICS G120C


	端子排	数字量输入	故障安全数字量输入
	16	DI 4	F-DI 0
	17	DI 5	

表格 4-11 SINAMICS G120, 配备控制单元 CU240E-2、CU240E-2 DP 或 CU240E-2 PN

	控制单元上的端子排		
	端子	数字量输入	故障安全数字量输入
	16	DI 4	F-DI 0
	17	DI 5	

4.4 通过故障安全数字量输入控制

表格 4-12 SINAMICS G120 配备控制单元
CU240E-2 F、CU240E-2 DP-F 或 CU240E-2 PN-F、
CU250S-2、CU250S-2 CAN、CU250S-2 DP 或 CU250S-2 PN

	控制单元上的端子排			
	端子	数字量输入	故障安全数字量输入	
			基本安全功能	扩展安全功能
	5	DI 0	---	F-DI 0
	6	DI 1		F-DI 1
	7	DI 2		
	8	DI 3	F-DI 0	F-DI 2
	16	DI 4		
	17	DI 5		

表格 4-13 SINAMICS G120 配备功率模块 PM240-2 和 PM240P-2

	功率模块 PM240-2 FSD ... FSF 和 PM240P-2 FSD ... FSF 上的故障安全数字量输入
	STO_A STO_B


表格 4-14 SINAMICS G120D 配备控制单元 CU240D-2 DP 和 CU240D-2 PN，
SINAMICS G110M

	连接器号+引脚号	数字量输入	故障安全数字量输入
	X09.4	DI 4	F-DI 0
	X09.2	DI 5	
	X08.4	DI 2	F-DI 0
	X08.2	DI 3	

表格 4-15 SINAMICS G120D 配备控制单元
CU240D-2 DP-F、CU240D-2 PN-F、CU240D-2 PN-F PP 和 CU240D-2 PN-F

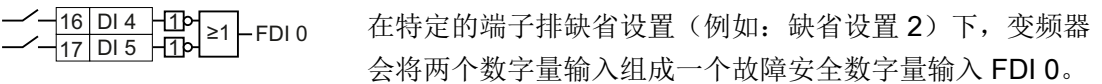
4.4 通过故障安全数字量输入控制

FO,
CU250D-2 DP-F、CU250D-2 PN-F、CU250D-2 PN-F PP 和 CU250D-2 PN-F
FO

	连接器号+引脚号	数字量输入	故障安全数字量输入	
			基本安全功能	扩展安全功能
	X07.4	DI 0	-	F-DI 0
	X07.2	DI 1		F-DI 1
	X08.4	DI 2		
	X08.2	DI 3		F-DI 2
	X09.4	DI 4	F-DI 0	
	X09.2	DI 5		

诸如传感器开关状态之类的安全信号必须双路连到一个故障安全数字量输入上。变频器分析这两条信号分路上的信号。

需要一个故障安全数字量输入才能通过变频器端子排激活安全功能。



允许连接哪些设备？

故障安全数字量输入上可以连接下列设备：

- 连接安全传感器，例如：急停指令装置或光帘。
- 连接预处理的设备，如：安全控制器或安全开关设备。

信号状态

变频器的故障安全数字量输入会等待带有相同状态的信号：

- 高位信号：安全功能已撤销。
- 低位信号：安全功能已选中。

4.4 通过故障安全数字量输入控制

连接源型和漏型故障安全数字量输出

根据变频器，可将以下故障安全数字量输出和一个故障安全数字量输入连接在一起。

表格 4-16 连接源型和漏型故障安全数字量输出

输出	可将输出连接至以下变频器和功率模块：		
<div></div> <div>源型输出</div>	<div></div> <div>SINAMICS G120</div>	<div></div> <div>SINAMICS G120C</div>	<div></div> <div>SINAMICS G120D</div> <div></div> <div>SINAMICS G110M</div>
<div></div> <div>漏型输出</div>	<div></div> <div>SINAMICS G120</div>	<div></div> <div>SINAMICS G120C</div>	

故障检测

变频器会比较故障安全数字量输入上的两个信号。变频器因此可检测出以下故障，例如：

- 断线
- 传感器失效

变频器无法检测出以下故障：

- 两个电缆短接
- 信号电缆和 24V 电源之间短路

避免交接和短路的特殊措施

长距离布线时，例如：在相隔较远的控制柜之间布线，电缆损坏的风险会增大。电缆损坏时，会存在并行敷设的带电电缆交接的风险。电缆交接可导致安全信号的传输中断。

为降低电缆损坏的风险，必须将信号电缆敷设在钢管中。

对 EMC 安装的特殊要求

使用屏蔽信号电缆。在两个电缆终端设置屏蔽层接地。

直接在端子上使用尽可能短的电桥来相互连接两个或多个变频器端子。

明暗测试

变频器在其故障安全数字量输入上通过一个可调软件滤波器进行明暗测试对信号切换进行滤波。

4.4.2 符合 SIL 2 和 PL d 的布线示例

下面将为您举例说明故障安全数字量输入的接线方式，它符合 EN 13849-1 的 PL d 级和 IEC 61508 的 SIL 2 级。

为缩小示例范围，并非每个接线示例中都列出了 SINAMICS 变频器的所有型号。

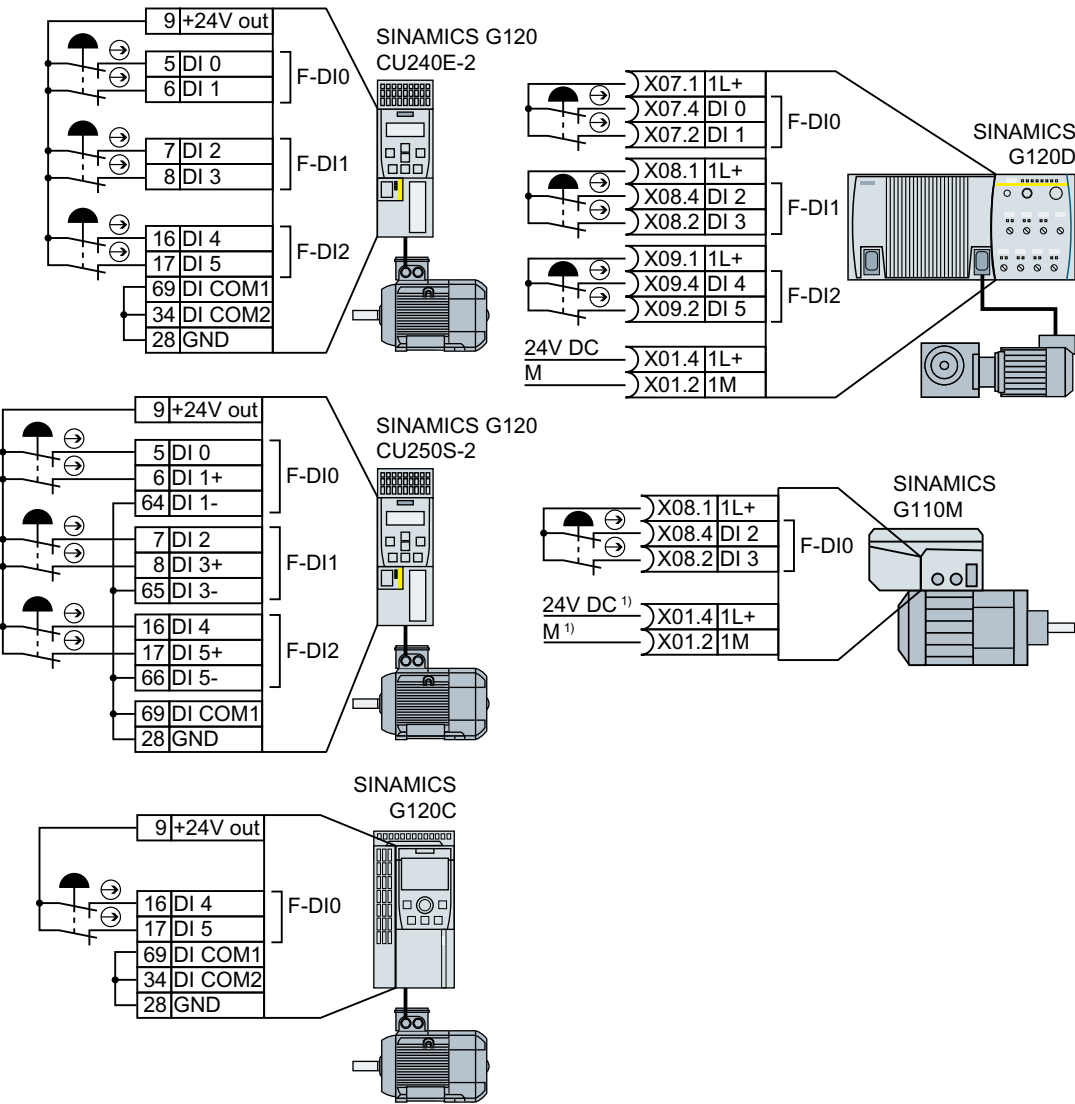
如果在一个示例中相互连接了两个或多个变频器端子，则必须直接在端子上使用尽可能短的电桥。

4.4 通过故障安全数字量输入控制

4.4.2.1 机电传感器

存在短路或跨接风险时，您必须对传感器和变频器之间的连接电缆加以保护，比如：将电缆布置在钢管中。

变频器供电



1) 使用 G110M 选件“24 V 电源部件”、产品编号 6SL3555-0PV00-0AA0 时，24 V 供电失效。

图 4-7 机电传感器和变频器的接线图，传感器电源由变频器提供

传感器采用外部电源

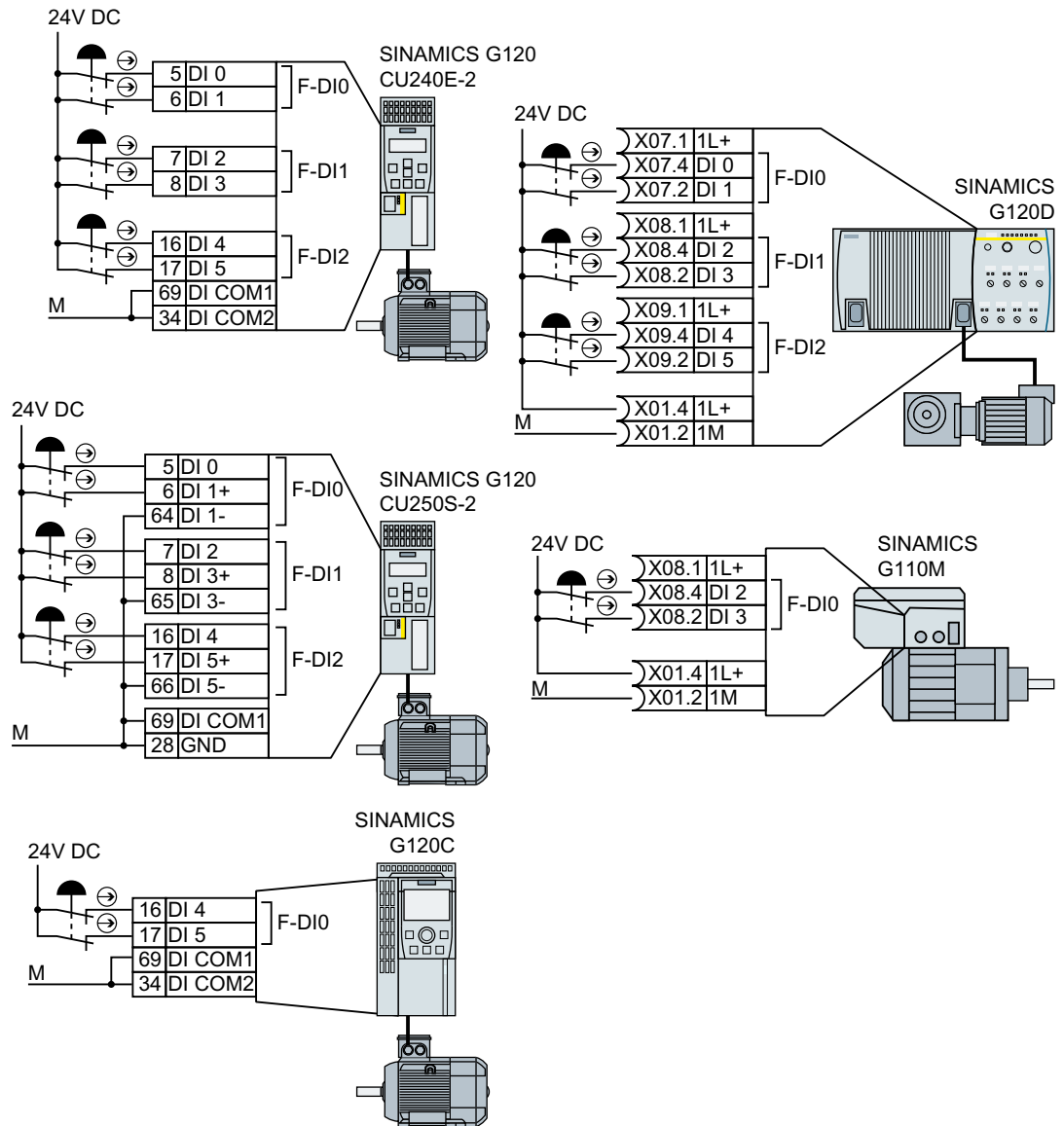


图 4-8 机电传感器和变频器的接线图，传感器电源由外部提供

SIMATIC ET 200pro

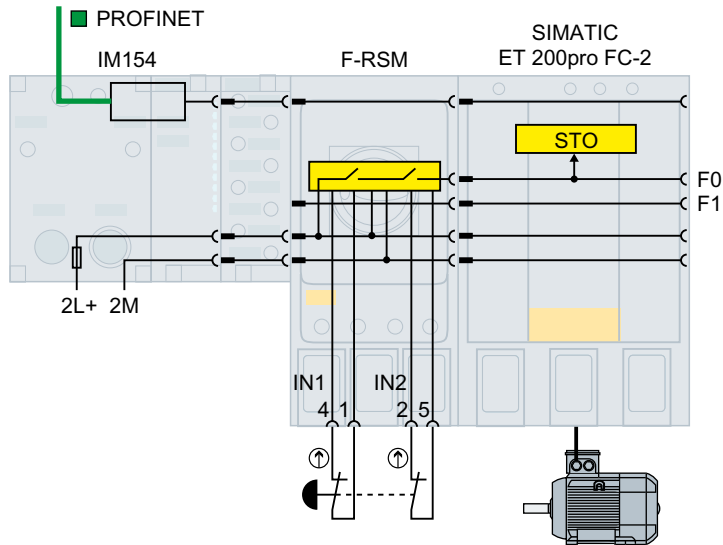


图 4-9 通过 F-RSM 模块直接控制变频器 ET 200pro FC-2 中的安全功能

变频器 SIMATIC ET 200pro FC-2 只有一个故障安全数字量输入。如果想直接通过一个传感器控制 ET 200pro FC-2 的安全功能，则需使用模块 F-RSM。

模块 F-RSM 用于分析传感器及控制 ET-200pro 系统底板母线中的 F0 母排。F0 母排通过内部故障安全数字量输入选择变频器中的安全功能。

有关 F-RSM 模块的其他结构形式请访问网址：

 安装规范 ET 200pro (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/26694409>)

4.4.2.2 多个机电传感器的串联

原则上允许串联机电传感器，如：急停指令设备或位置开关。

同时打开传感器时，只能限制一个传感器的故障识别。

存在短路或跨接风险时，您必须对传感器和变频器之间的连接电缆加以保护，比如：将电缆布置在钢管中。

变频器供电

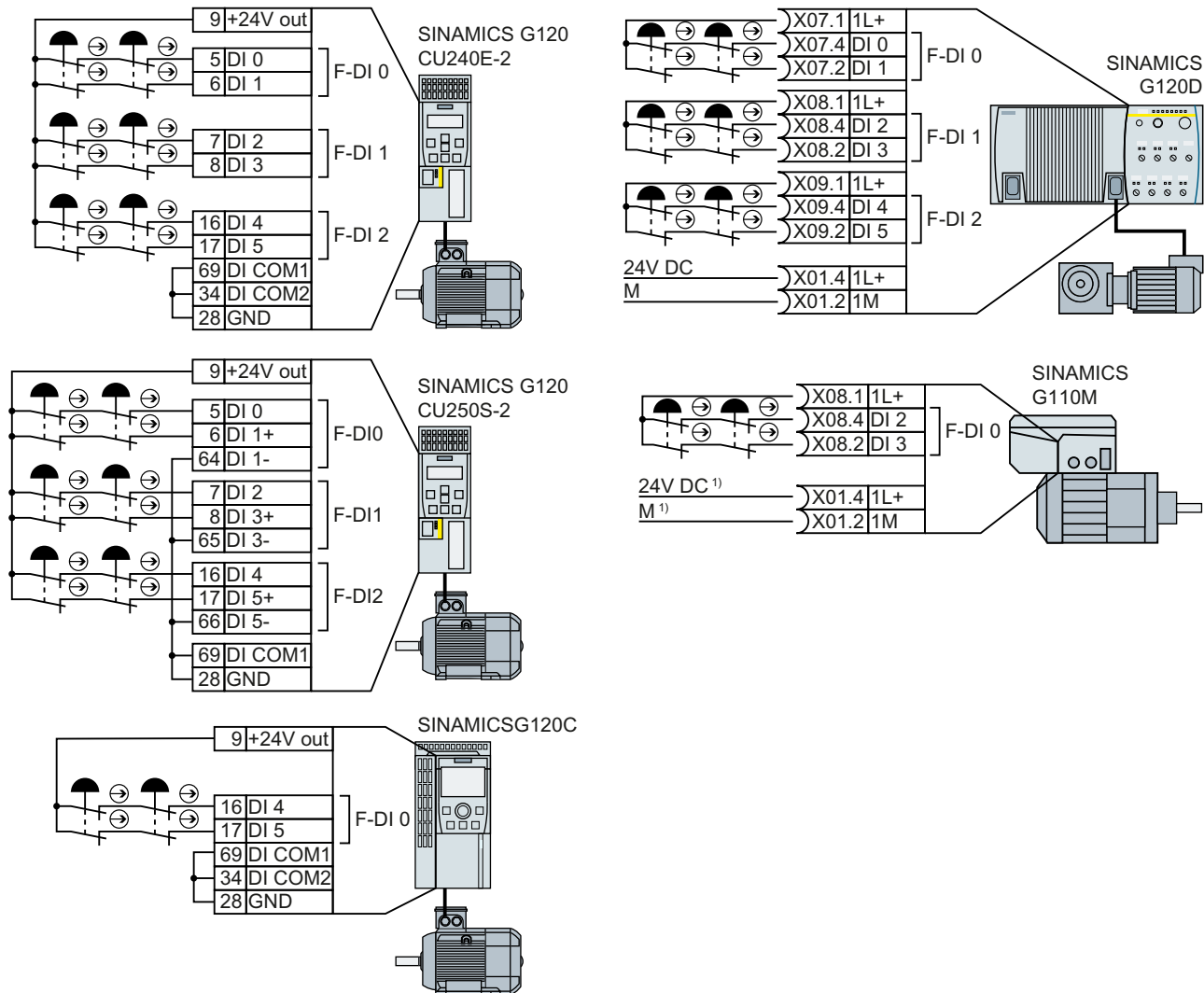


图 4-10 多个机电传感器串联到变频器的接线图，传感器电源由变频器提供

传感器采用外部电源

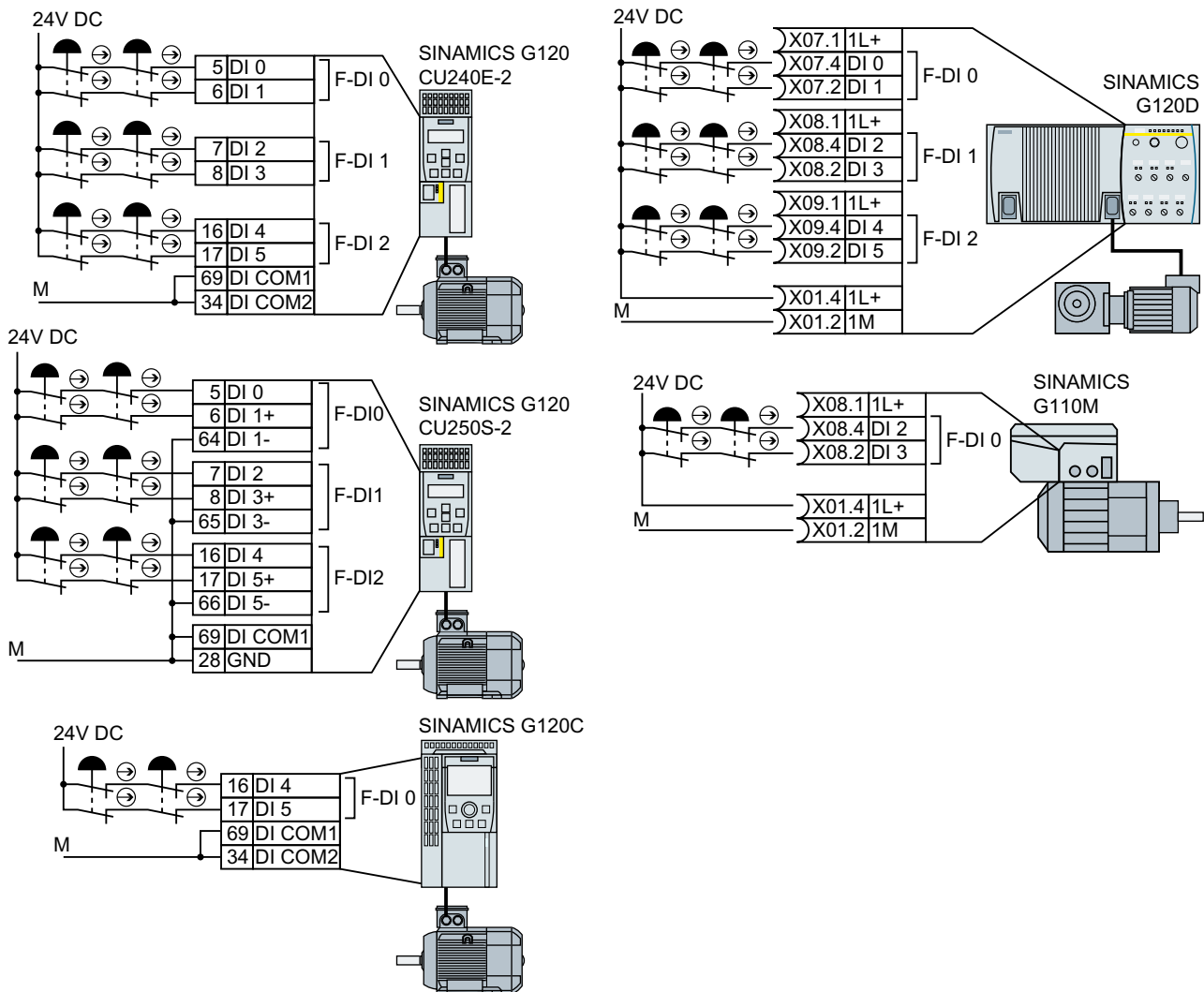


图 4-11 多个机电传感器串联到变频器的接线图，传感器电源由外部提供

更多信息

有关多个机电传感器串联的更多信息请访问网址：

-  多个急停指令设备串联 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/35444028/en>)
-  SIRIUS Safety Integrated 应用手册 (<https://support.industry.siemens.com/cs/de/en/view/81366718>)

4.4.2.3 通过机电传感器并行控制多台变频器

您可以利用一个或多个串联的安全传感器来并行控制多台变频器上的安全功能。

存在短路或跨接风险时，您必须对传感器和变频器之间的连接电缆加以保护，比如：将电缆布置在钢管中。

变频器供电

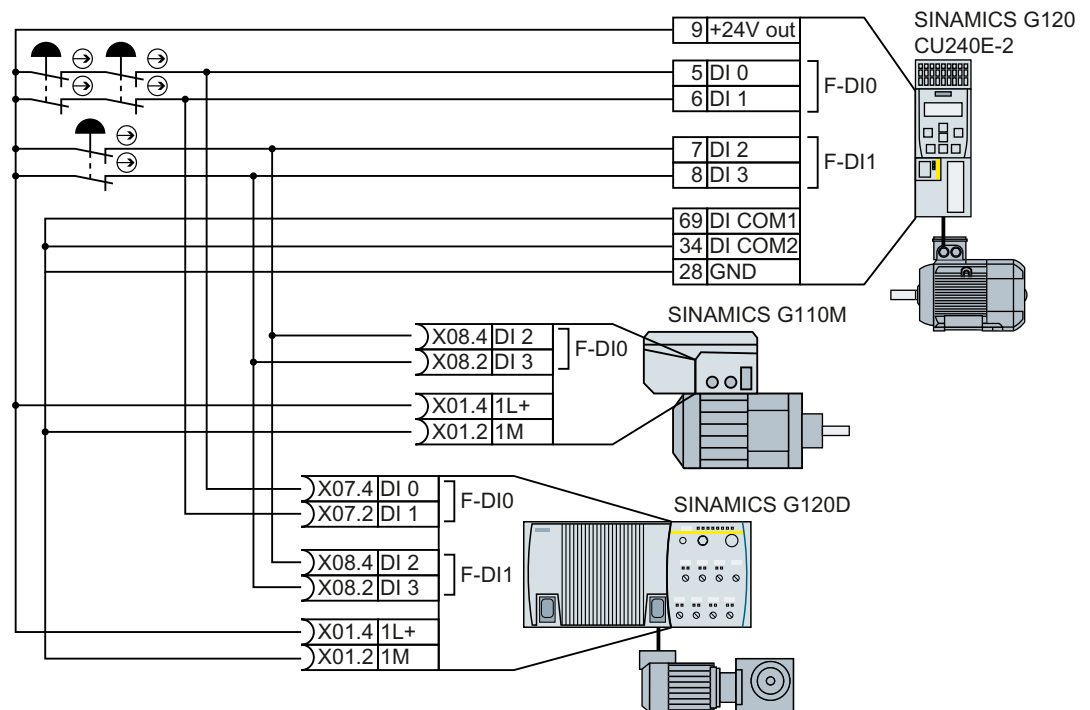


图 4-12 并行控制多台变频器的示例，由变频器供电

4.4 通过故障安全数字量输入控制

传感器采用外部电源

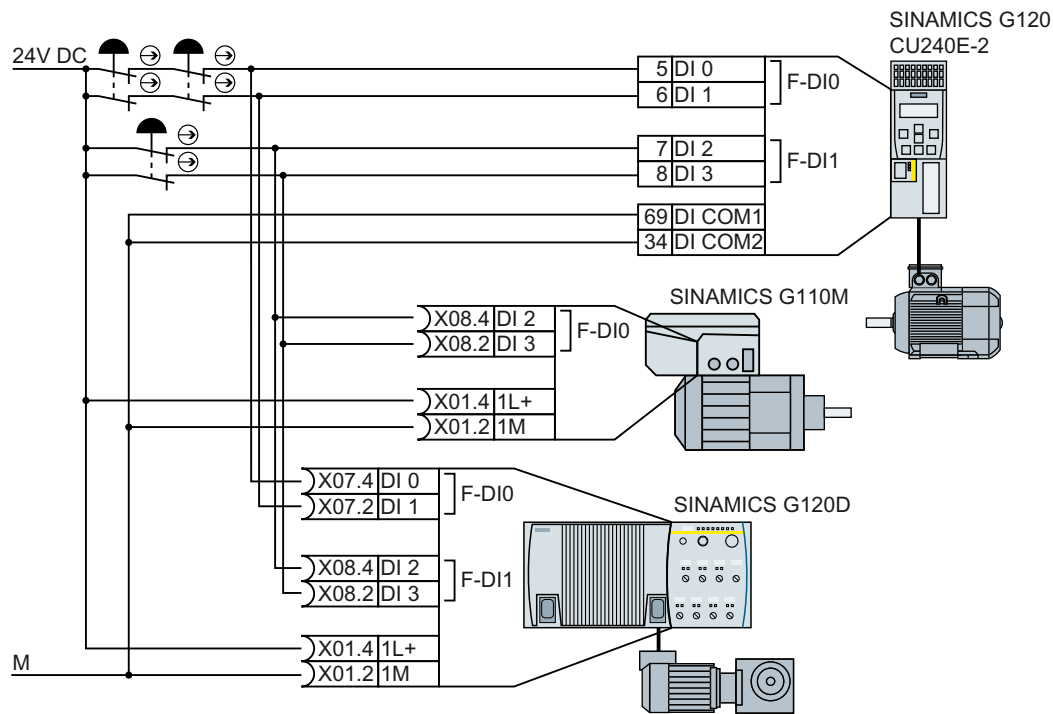


图 4-13 并行控制多台变频器的示例，由外部电源供电

4.4.2.4 安全开关设备 SIRIUS 3SK1

下文说明的接线示例采用的是带继电器使能回路的安全开关设备。这种接线方式也适用于带半导体使能回路的安全开关设备。

示意图中仅仅展示了安全开关设备和 SINAMICS G120 变频器之间的接线。

有关安全开关设备接线的更多信息请参考产品文档：

 安全开关设备 SIRIUS 3SK1 (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/ps/16381/man>).

组件安装在同一个控制柜内

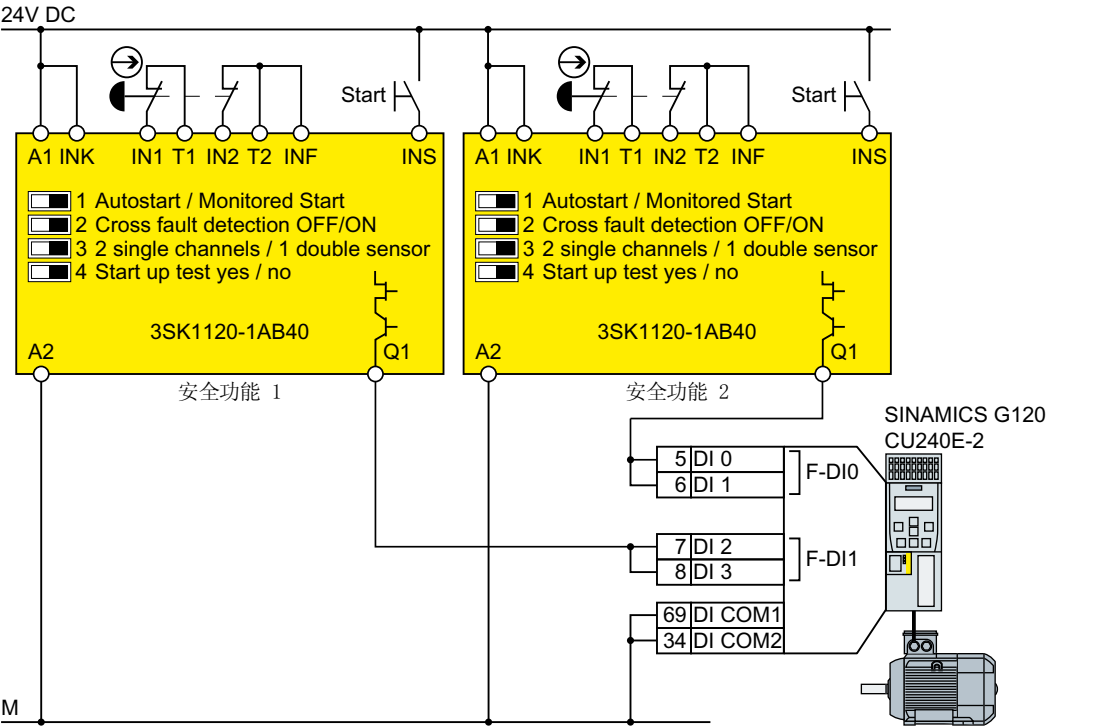


图 4-14 安装在一个控制柜内时变频器和安全开关设备的接线示例（配备 CU240E-2 的 SINAMICS G120）

在一个经过专业设计和正确布线的控制柜内可以基本上排除电缆受损或短接的风险。

在该前提下，预处理的设备会重复连接所用的输出，在一个控制柜内，安全开关设备和变频器可以采用“单路式”接线。变频器上故障安全数字量输入的两个端子必须连接在一起。

4.4 通过故障安全数字量输入控制

组件安装在不同的控制柜内

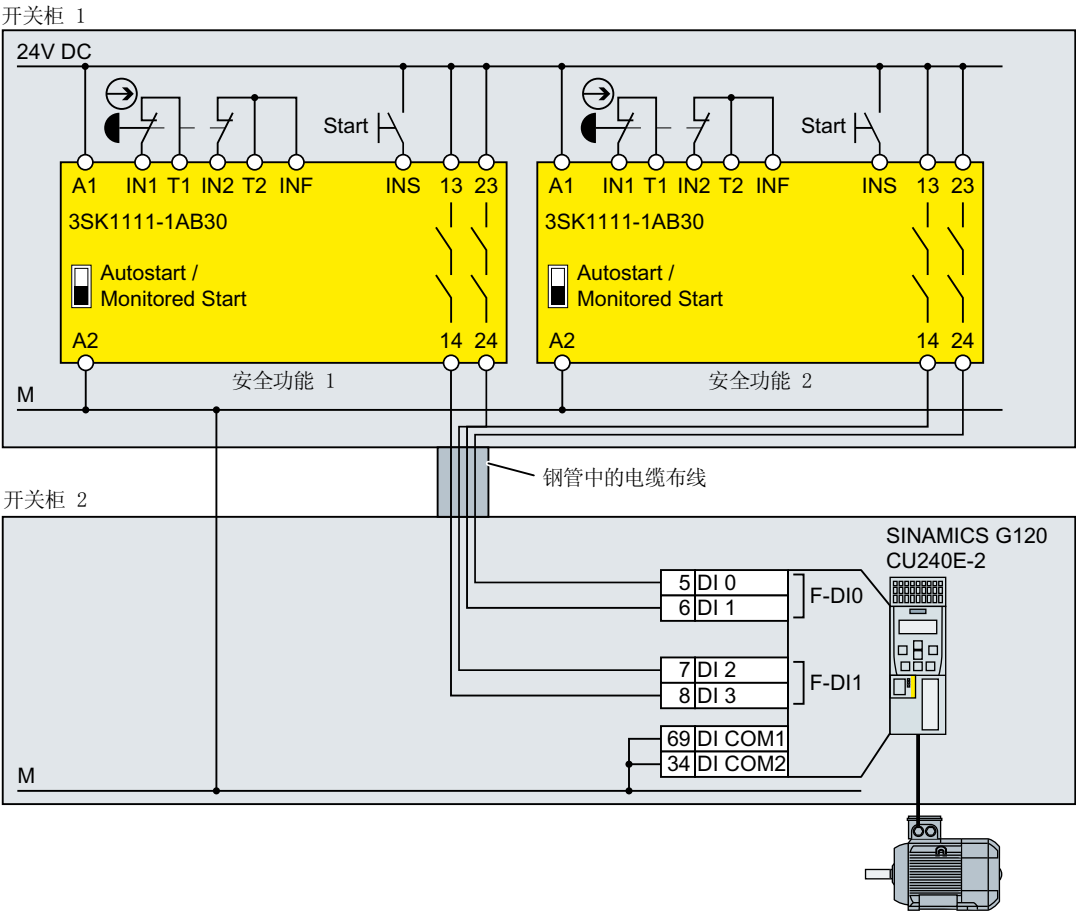


图 4-15 安装在不同控制柜内时变频器和安全开关设备的接线示例（配备 CU240E-2 的 SINAMICS G120）

安全开关设备和变频器安装在不同的控制柜内时，安全开关设备和变频器 FDI 之间的接线要防止跨接和短接。


4.4.2.5 模块化的安全系统 3RK3

允许使用以下输出，用于变频器故障安全数字量输入的控制：

- 模块化安全系统 3RK3 的中央模块中的故障安全数字量输出
- 扩展模块 EM 2/4F-DI 2F-DO 中的故障安全数字量输出。
- 扩展模块 EM 4F-DO 中的故障安全数字量输出
- 扩展模块 EM 4/8F-RO 中的故障安全继电器输出
- 扩展模块 EM 2/4F-DI 1/2F-RO 的两个继电器触点。

下面的示意图只展示了模块化的安全系统 3RK3 和 SINAMICS G120 变频器之间的接线。

有关模块化安全系统 3RK3 的更多信息请访问网址：

 模块化安全系统 SIRIUS 3RK3 的设备手册 (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/view/26493228>)

组件安装在同一个控制柜内

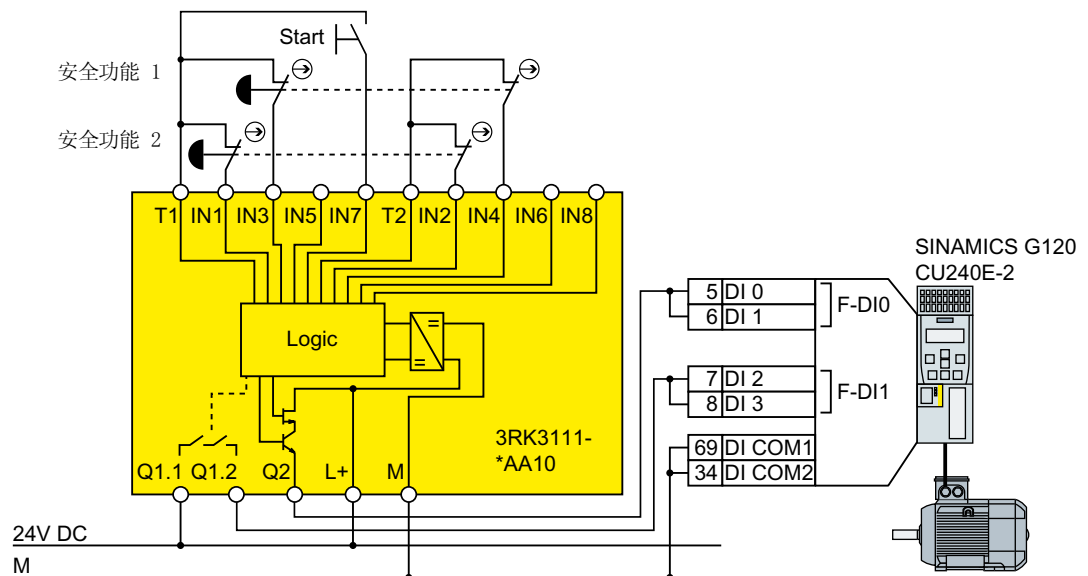


图 4-16 安装在一个控制柜内时模块化安全系统的接线示例（配备 CU240E-2 的 SINAMICS G120）

在一个经过专业设计和正确布线的控制柜内可以基本上排除电缆受损或短接的风险。

如果在预处理的设备中只使用了带两个串联开关的输出，则允许采用“单路式”接线将安全开关设备与变频器连接。变频器上故障安全数字量输入的两个端子必须连接在一起。

4.4 通过故障安全数字量输入控制

组件安装在不同的控制柜内

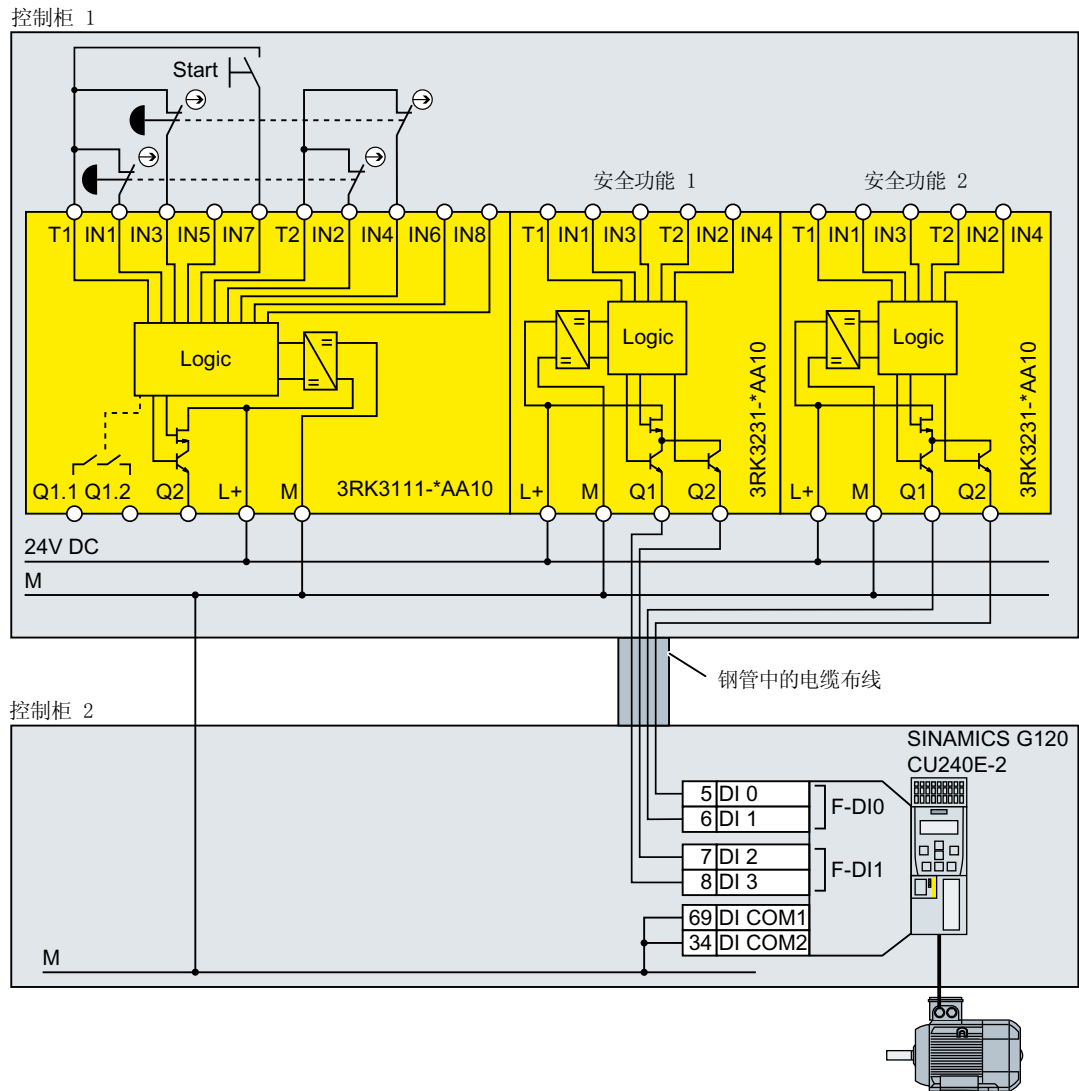


图 4-17 安装在不同控制柜内时模块化安全系统的接线示例（配备 CU240E-2 的 SINAMICS G120）

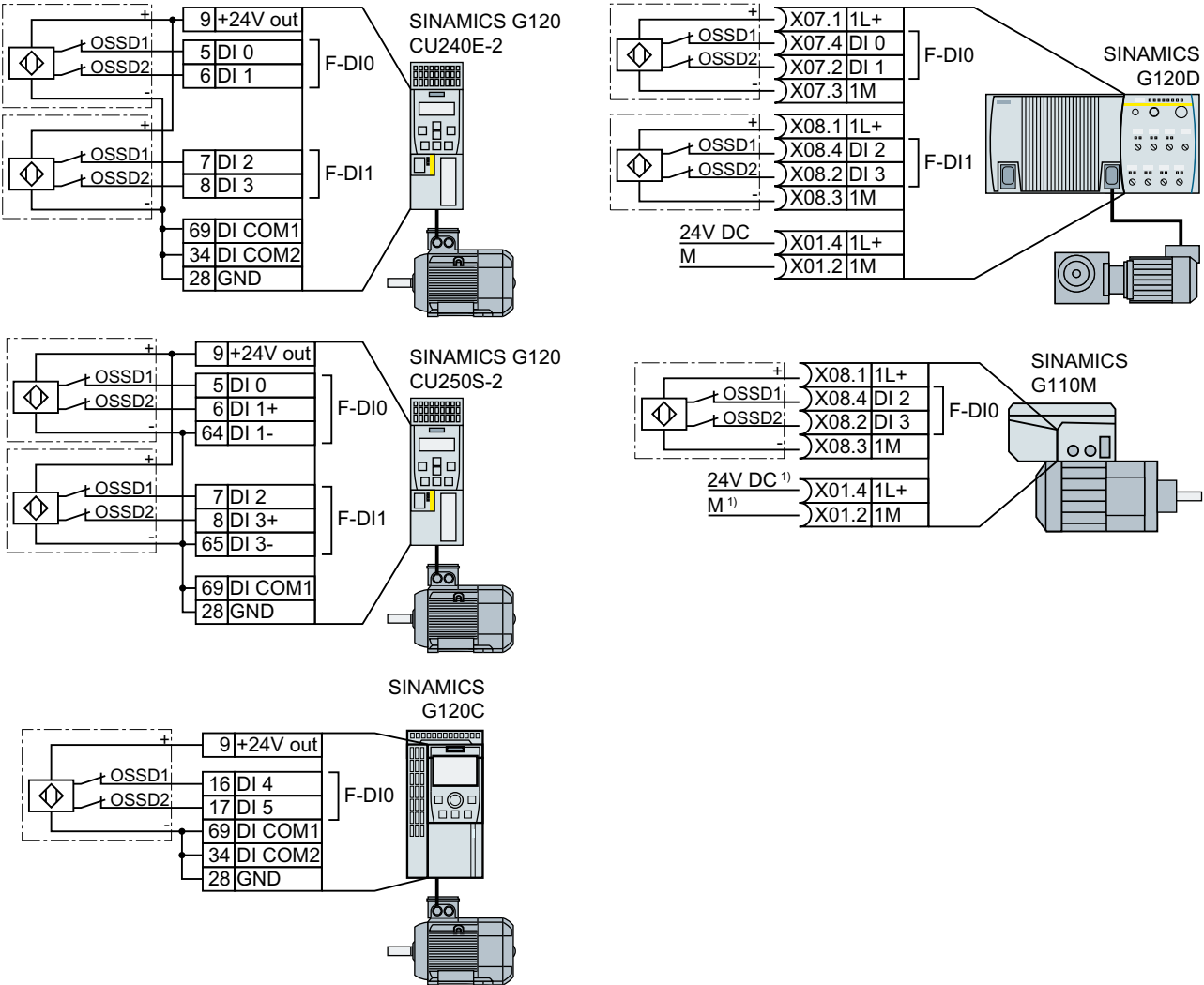
模块化的安全系统和变频器安装在不同的控制柜内时，安全系统和变频器之间的接线要防止跨接和短接。

需要使用 3RK3 中心模块的 F-DO 来“双路式”传送信号时，您必须根据电子输出端和继电器触点的开关时间来调整变频器的信号不一致性监控时间。

4.4.2.6 带 OSSD 输出的传感器

存在短路或跨接风险时，您必须对传感器和变频器之间的连接电缆加以保护，比如：将电缆布置在钢管中。

变频器供电



¹⁾ 使用 G110M 选件“24 V 电源部件”、产品编号 6SL3555-0PV00-0AA0 时，24 V 供电失效。

图 4-18 带 OSSD 输出的传感器接线，由变频器供电

4.4 通过故障安全数字量输入控制

传感器采用外部电源

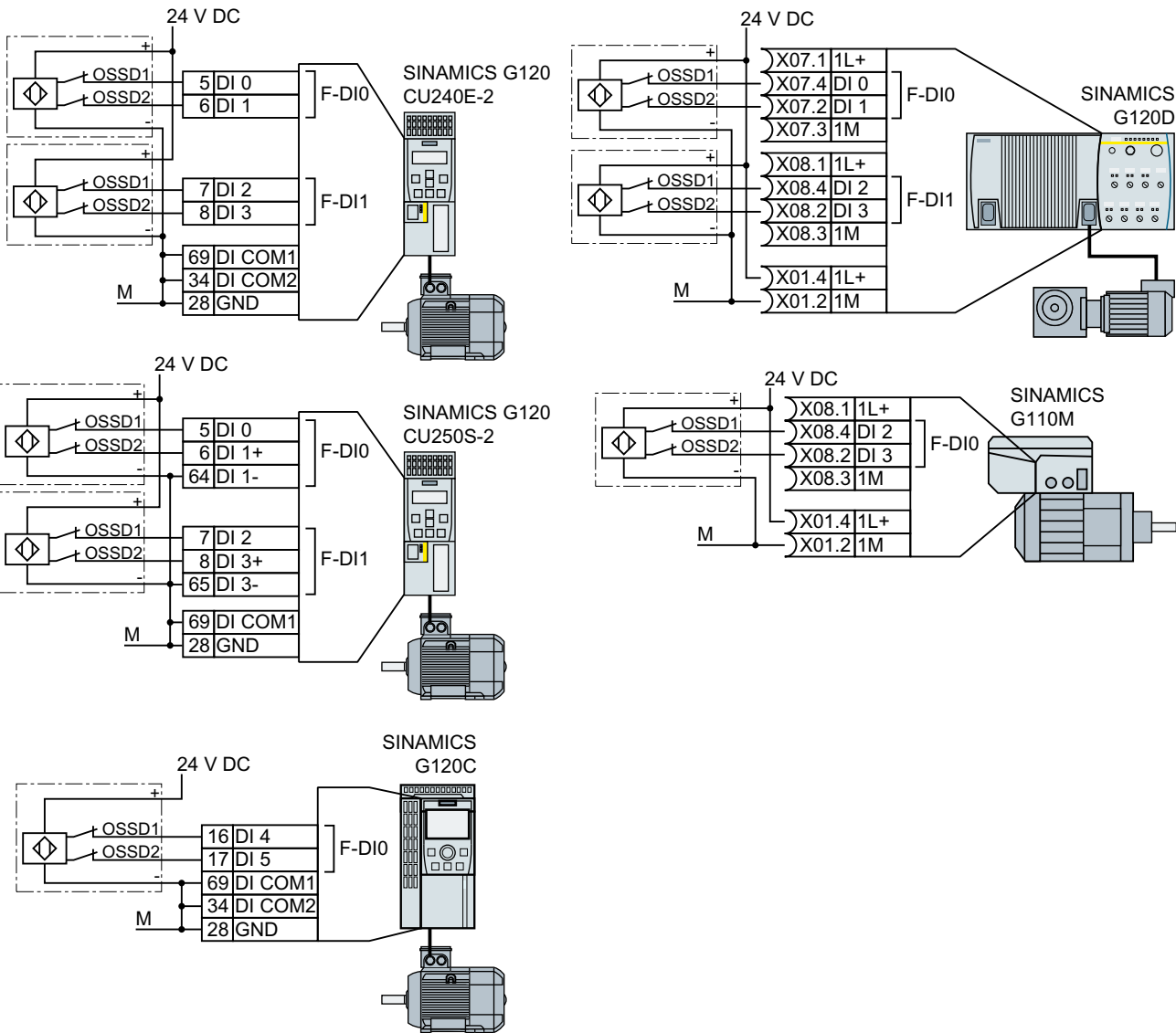


图 4-19 带 OSSD 输出的传感器接线，外部电源供电

4.4.2.7 SIMATIC I/O 模块

示意图中仅展示了 SIMATIC I/O 模块和变频器之间的接线。I/O 模块的其它信息请上网查找：

- S7-300 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/19026151>)
- S7-1500 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/86140384>)
- ET 200S (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/12490437>)
- ET 200SP (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/84133942>)
- ET 200pro (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/22098524>)

组件安装在同一个控制柜内，源型输出

在一个经过专业设计和正确布线的控制柜内可以基本上排除电缆受损或短接的风险。

对于源型故障安全数字量输出，在一个控制柜内，可以采用“单路式”接线将变频器连接至 I/O 模块。变频器上故障安全数字量输入的两个端子必须连接在一起。

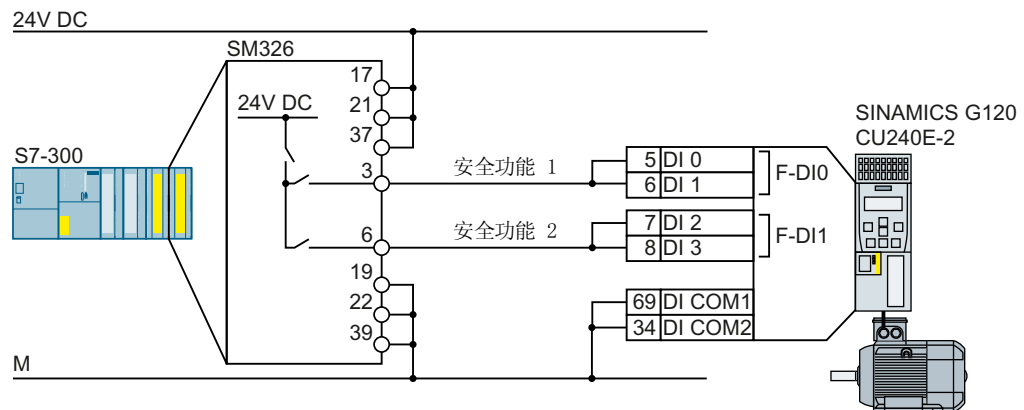


图 4-20 SM326 的接线，以配备 CU240E-2 的 SINAMICS G120 为例

4.4 通过故障安全数字量输入控制

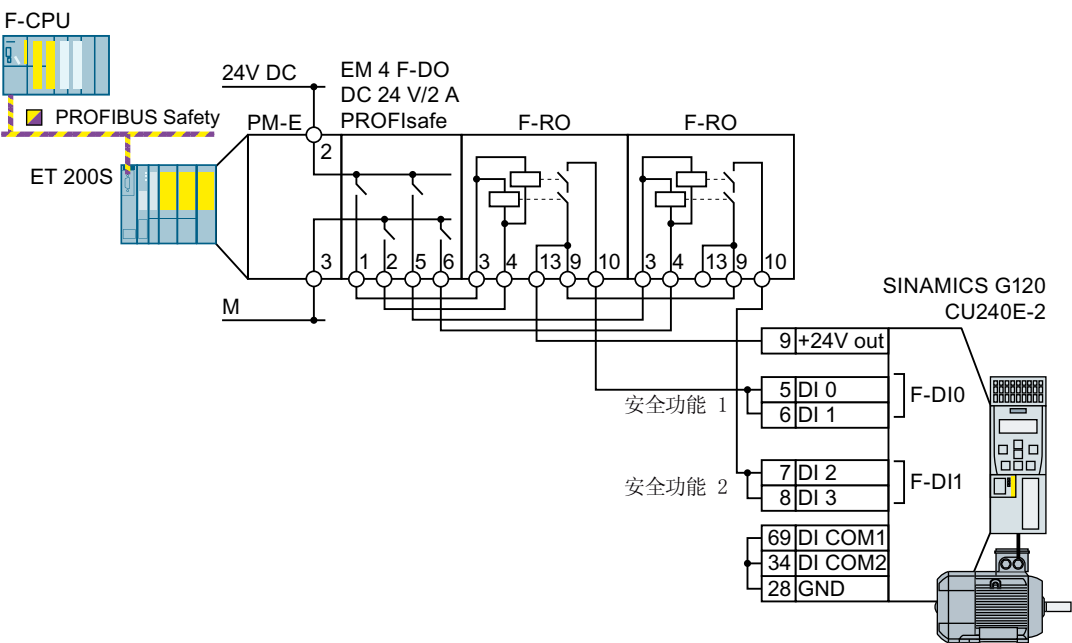


图 4-21 ET 200S 模块的接线示，以配备 CU240E-2 的 SINAMICS G120 为例

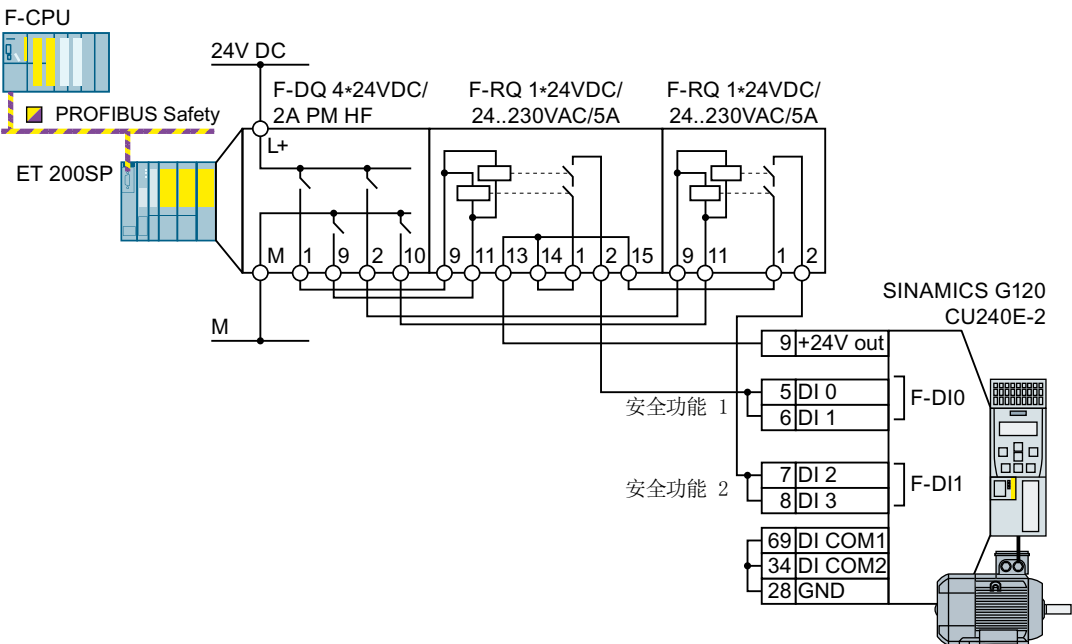
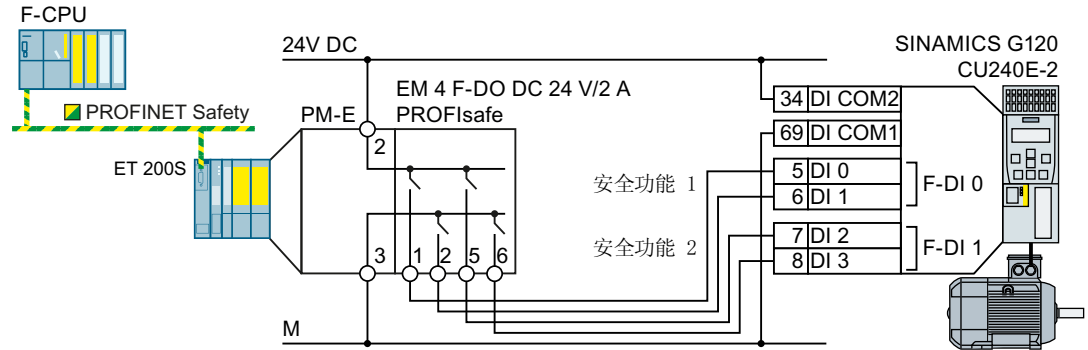


图 4-22 ET 200SP 模块的接线示，以配备 CU240E-2 的 SINAMICS G120 为例

组件安装在同一个控制柜内，漏型输出

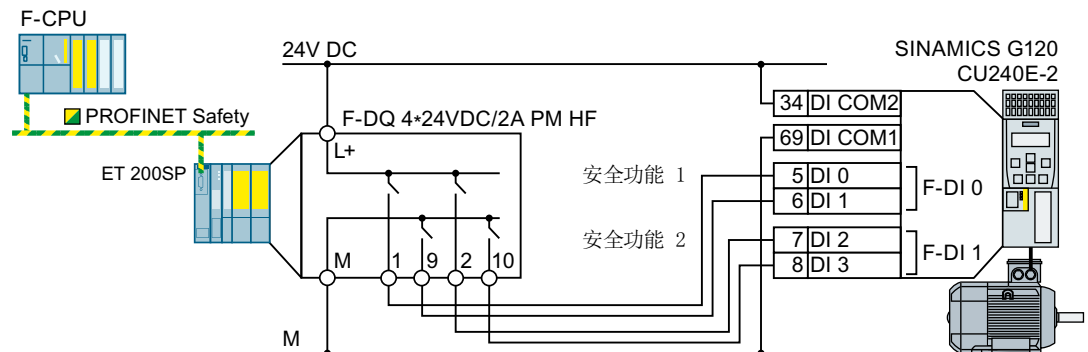
在将漏型故障安全数字量输出连接至故障安全数字量输入时需采用“双路式”接线。



DI COM1 数字量输入 DI 0 和 DI 2 的参考电位

DI COM2 数字量输入 DI 1 和 DI 3 的参考电位

图 4-23 漏型 ET 200S 输出的接线示例（配备 CU240E-2 的 SINAMICS G120）



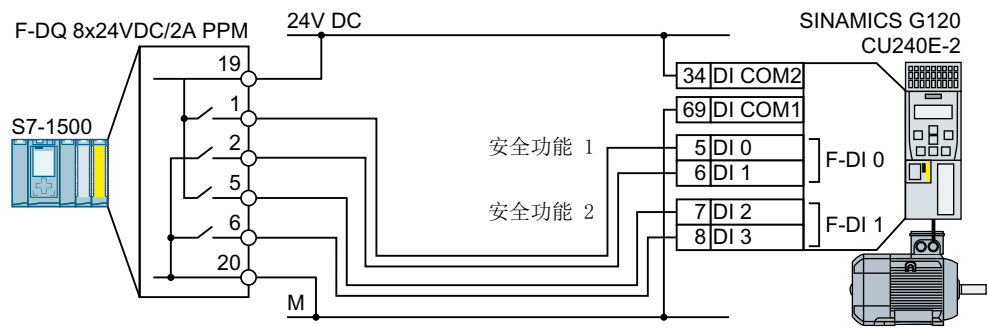
1) 以 ET 200SP 的接线为例显示了使用明亮基本单元时新电位组的电源。

DI COM1 数字量输入 DI 0 和 DI 2 的参考电位

DI COM2 数字量输入 DI 1 和 DI 3 的参考电位

图 4-24 漏型 ET 200SP 输出的接线示例（配备 CU240E-2 的 SINAMICS G120）

4.4 通过故障安全数字量输入控制



DI COM1 数字量输入 DI 0 和 DI 2 的参考电位

DI COM2 数字量输入 DI 1 和 DI 3 的参考电位

图 4-25 S7-1500 漏型输出的接线示例（配备 CU240E-2 的 SINAMICS G120）

组件安装在不同的控制柜内

安装在不同的控制柜内时需采用“双通式”接线。需采取措施防止 I/O 模块与变频器之间的电缆短路和短接并注意短路或短接会导致信号不一致。

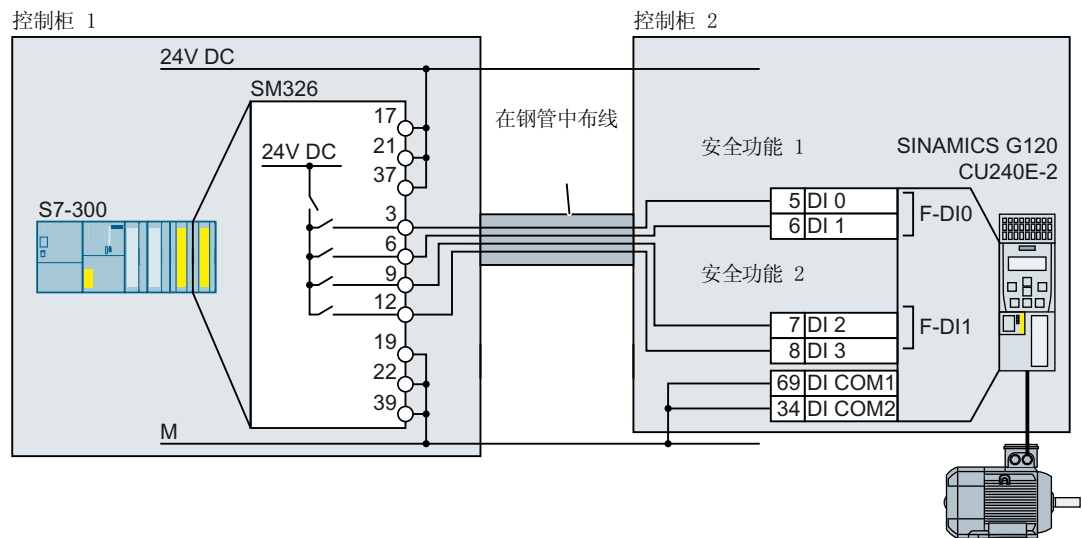
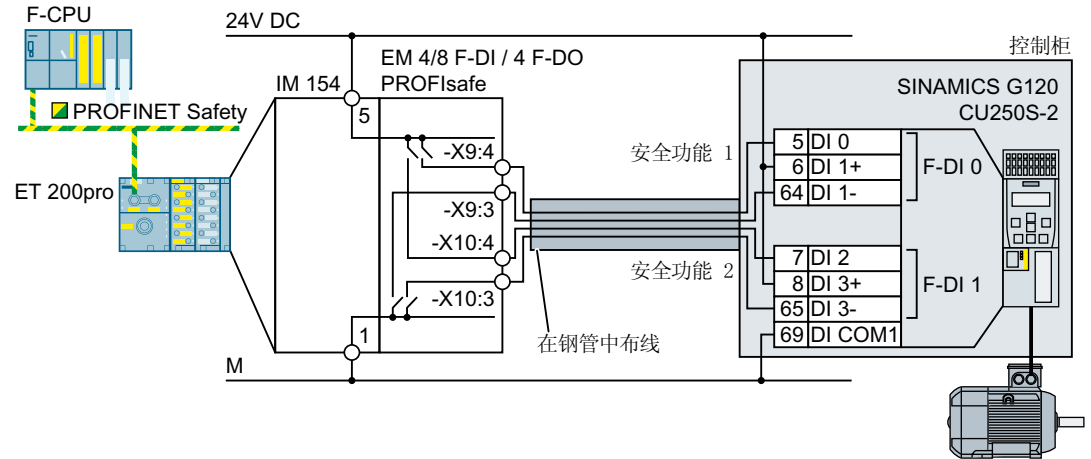


图 4-26 源型模块 SM326 的接线示例（配备 CU240E-2 的 SINAMICS G120）

免柜式安装组件

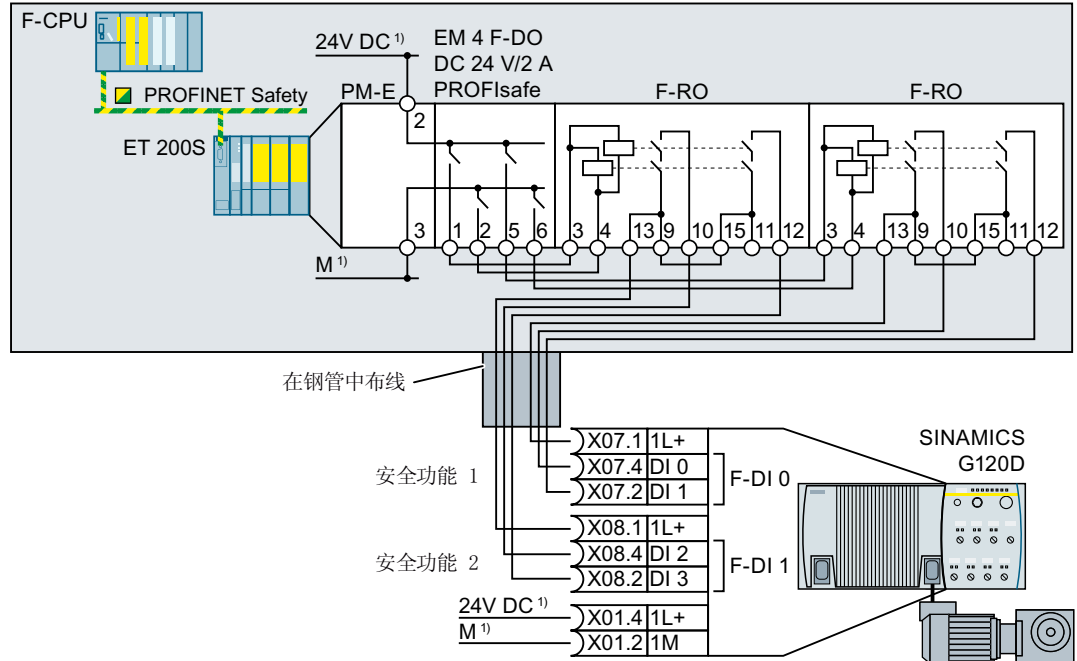
将免柜式安装组件连接至控制柜时需采用“双通式”接线。需采取措施防止 I/O 模块与变频器之间的电缆短路和短接并注意短路或短接会导致信号不一致。



SINAMICS G120D 需要一个源型故障安全输出。

DI COM1 数字量输入 DI 0 和 DI 2 的参考电位

图 4-27 漏型 ET 200pro 输出的接线示例（配备 CU250S-2 的 SINAMICS G120）

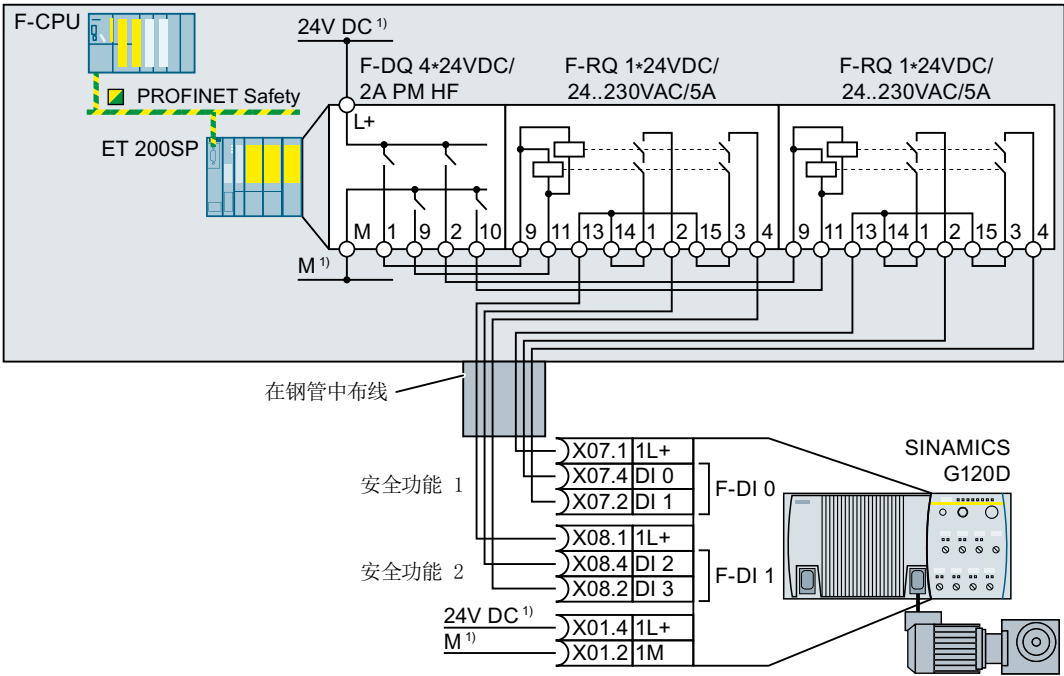


SINAMICS G120D 需要一个源型故障安全输出。

1) 可通过不同的 24 V 电源或通过同一个 24 V 电源运行变频器和 ET 200S。

图 4-28 ET 200SP 模块的接线，以 SINAMICS G120D 为例

4.4 通过故障安全数字量输入控制

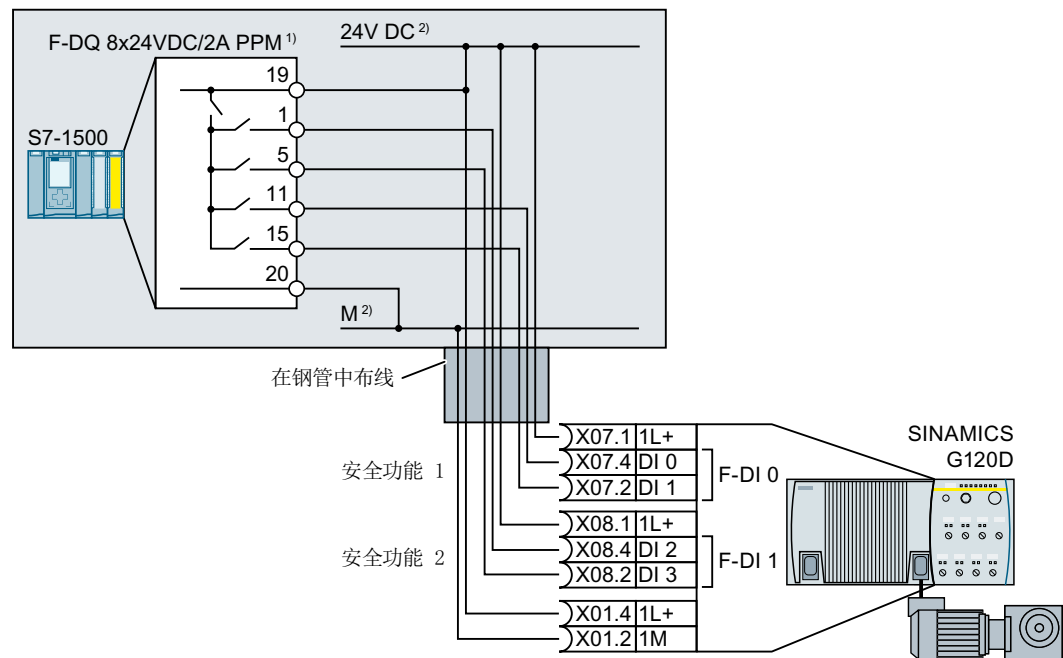


SINAMICS G120D 需要一个源型故障安全输出。

1) 以 ET 200SP 的接线为例显示了使用明亮基本单元时新电位组的电源。

可通过不同的 24 V 电源或通过同一个 24 V 电源运行变频器和 ET 200SP。

图 4-29 ET 200SP 模块的接线，以 SINAMICS G120D 为例



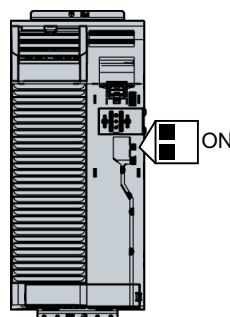
SINAMICS G120D 需要一个源型故障安全输出。

- 1) F-DQ 模块必须配置为源型。
- 2) 可通过不同的 24 V 电源或通过同一个 24 V 电源运行变频器和 S7-1500。

图 4-30 S7-1500 的接线示例 (SINAMICS G120D)

4.4.3 符合 SIL 3 和 PL e 的接线示例

下面将为您举例说明 STO 功能的接线方式，它符合 EN 13849-1 的 PL e 级和 IEC 61508 的 SIL 3 级。



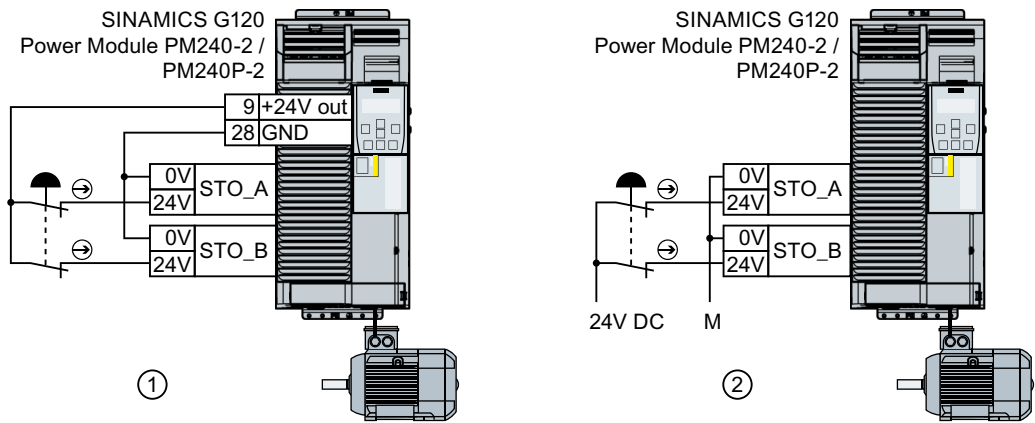
使用安全功能 STO（符合 SIL 3）的前提条件：

- 使用功率模块 PM240-2 或 PM240P-2，FSD ... FSF
- 通过功率模块 PM240-2 或 PM240P-2 的端子控制安全功能 STO。
- 功率模块上的两个开关处于“ON”位置。

如果在一个示例中相互连接了两个或多个变频器端子，则必须直接在端子上使用尽可能短的电桥。

4.4.3.1 机电传感器

机电传感器的接线

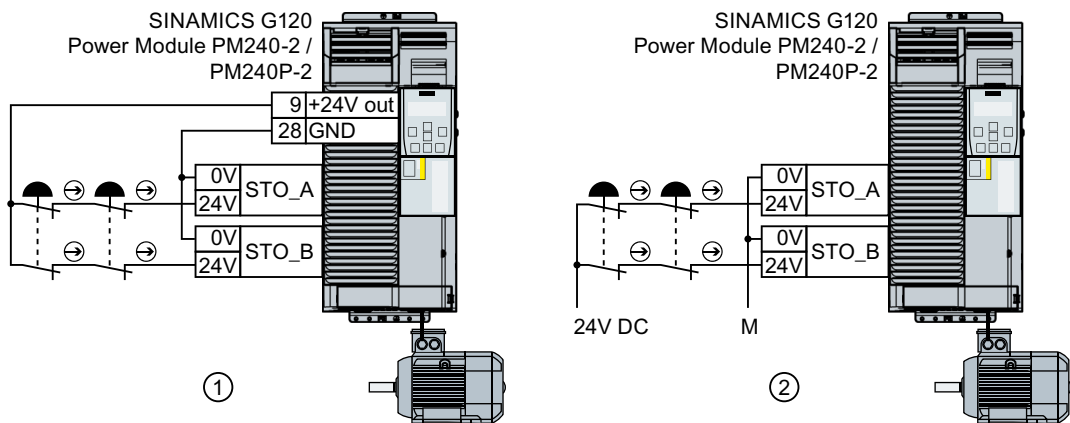


① 控制单元端子 9 的电源
② 外部电源

图 4-31 机电传感器的接线

存在短路或跨接风险时，您必须对传感器和变频器之间的连接电缆加以保护，比如：将电缆布置在钢管中。

串联多个机电传感器



① 传感器采用内部电源（变频器供电）
② 传感器采用外部电源

图 4-32 串联多个机电传感器

原则上允许串联机电传感器，如：急停指令设备或位置开关。

4.4 通过故障安全数字量输入控制

同时打开传感器时，只能限制一个传感器的故障识别。在此情况下必须定期地单独测试各个传感器的功能，每三个月至少一次。

存在短路或跨接风险时，您必须对传感器和变频器之间的连接电缆加以保护，比如：将电缆布置在钢管中。

并行控制多台变频器

您可以利用一个或多个串联的安全传感器来并行控制多台变频器上的安全功能。

存在短路或跨接风险时，您必须对传感器和变频器之间的连接电缆加以保护，比如：将电缆布置在钢管中。

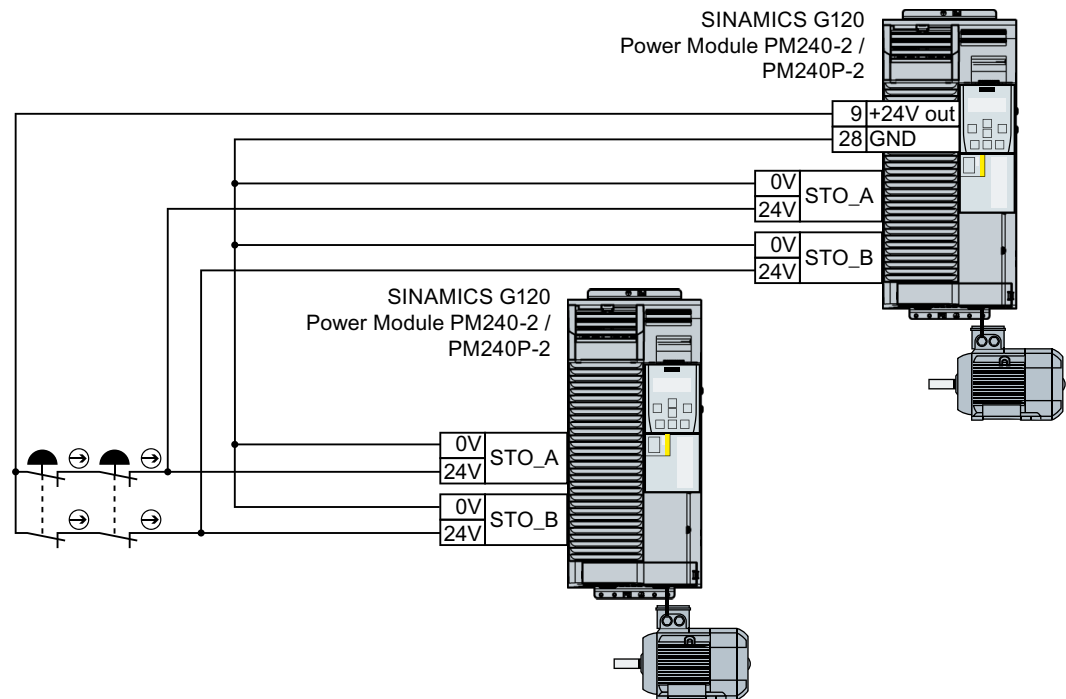


图 4-33 机电传感器并行控制多台变频器的接线图，传感器电源由变频器提供

4.4 通过故障安全数字量输入控制

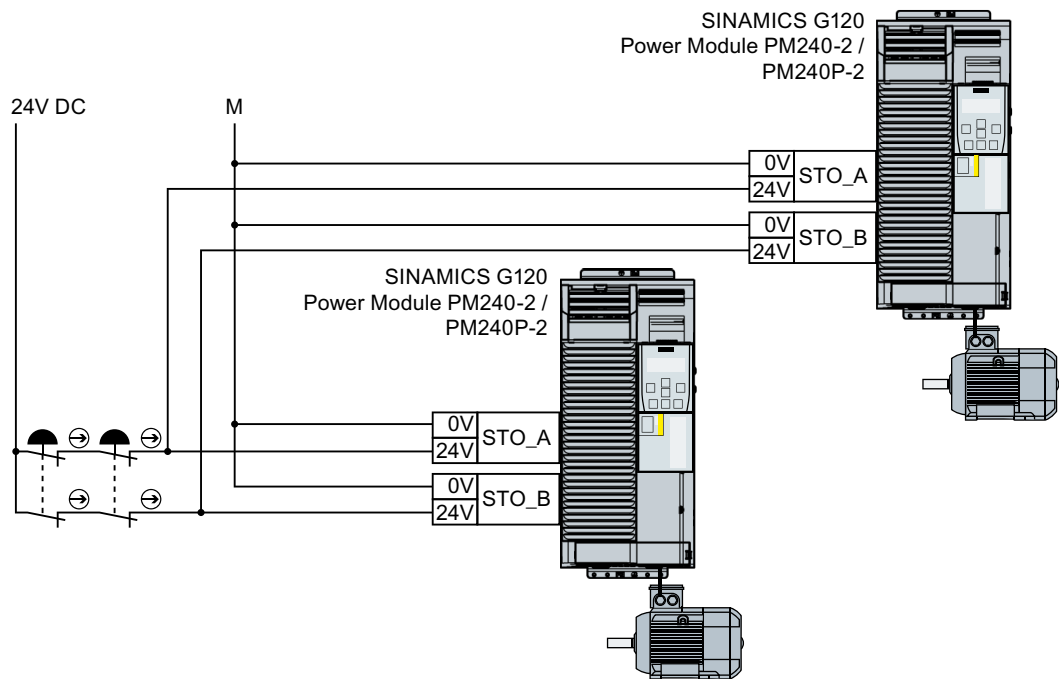


图 4-34 机电传感器并行控制多台变频器的接线图，传感器电源由外部提供

4.4.3.2 安全开关设备 SIRIUS 3SK1

下文说明的接线示例采用的是带继电器使能回路的安全开关设备。这种接线方式也适用于带半导体使能回路的安全开关设备。

示意图中仅仅展示了安全开关设备和变频器之间的接线。

有关安全开关设备的更多信息请访问网址：

 安全开关设备 SIRIUS 3SK1 (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/ps/16381/man>)

组件安装在同一个控制柜内

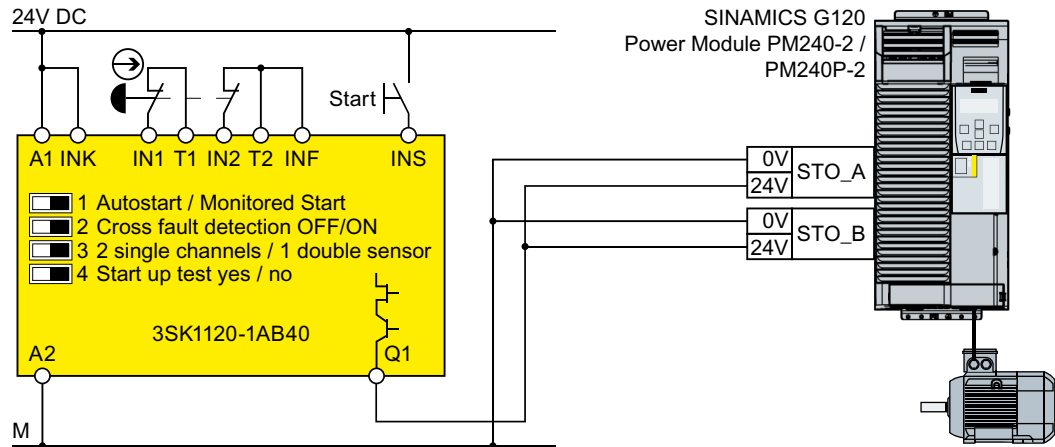


图 4-35 安装在一个控制柜内时安全开关设备和变频器的接线图

在一个经过专业设计和正确布线的控制柜内可以基本上排除电缆受损或短接的风险。

在该前提下，预处理的设备会重复连接所用的输出，在一个控制柜内，安全开关设备和变频器可以采用“单路式”接线。变频器上故障安全数字量输入的两个端子必须连接在一起。

4.4 通过故障安全数字量输入控制

组件安装在不同的控制柜内

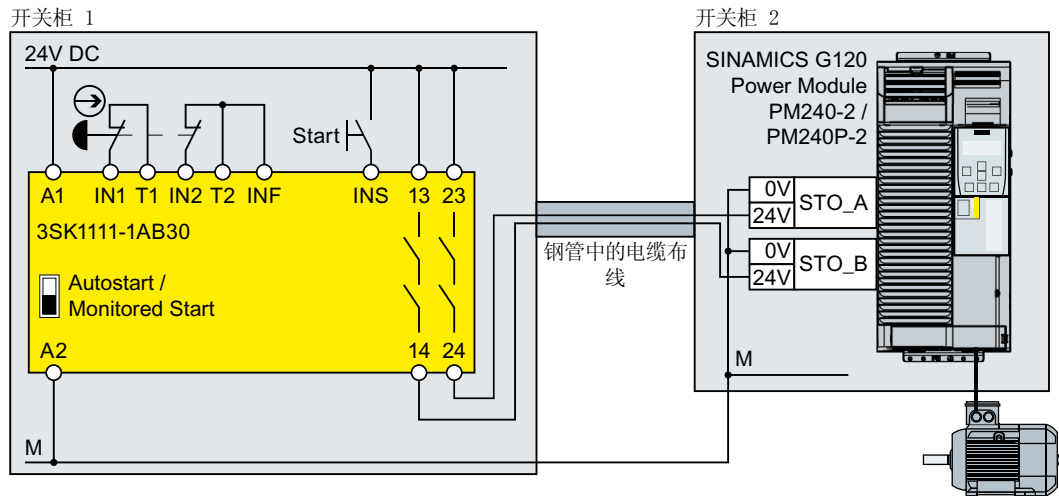


图 4-36 安装在不同的控制柜内时安全开关设备和变频器的接线图

安全开关设备和变频器安装在不同的控制柜内时，安全开关设备和变频器 FDI 之间的接线要防止跨接和短接。


4.4.3.3 模块化的安全系统 3RK3

允许使用以下输出，用于变频器故障安全数字量输入的控制：

- 模块化安全系统 3RK3 的中央模块中的故障安全数字量输出
- 扩展模块 EM 2/4F-DI 2F-DO 中的故障安全数字量输出。
- 扩展模块 EM 4F-DO 中的故障安全数字量输出
- 扩展模块 EM 4/8F-RO 中的故障安全继电器输出
- 扩展模块 EM 2/4F-DI 1/2F-RO 的两个继电器触点。

下面的示意图只展示了模块化的安全系统 3RK3 和变频器之间的接线。

有关模块化安全系统 3RK3 的更多信息请访问网址：

 模块化安全系统 SIRIUS 3RK3 的设备手册 (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/view/26493228>)

组件安装在同一个控制柜内

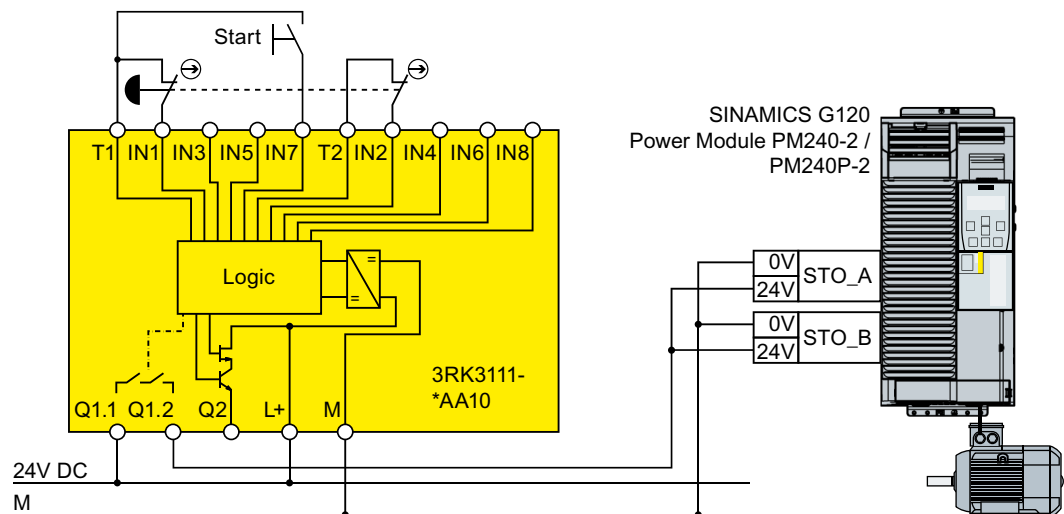


图 4-37 给变频器和安装在同一个控制柜内部的模块化安全系统进行接线

在一个经过专业设计和正确布线的控制柜内可以基本上排除电缆受损或短接的风险。

如果在预处理的设备中只使用了带两个串联开关的输出，则允许采用“单路式”接线将安全开关设备与变频器连接。变频器上故障安全数字量输入的两个端子必须连接在一起。

组件安装在不同的控制柜内

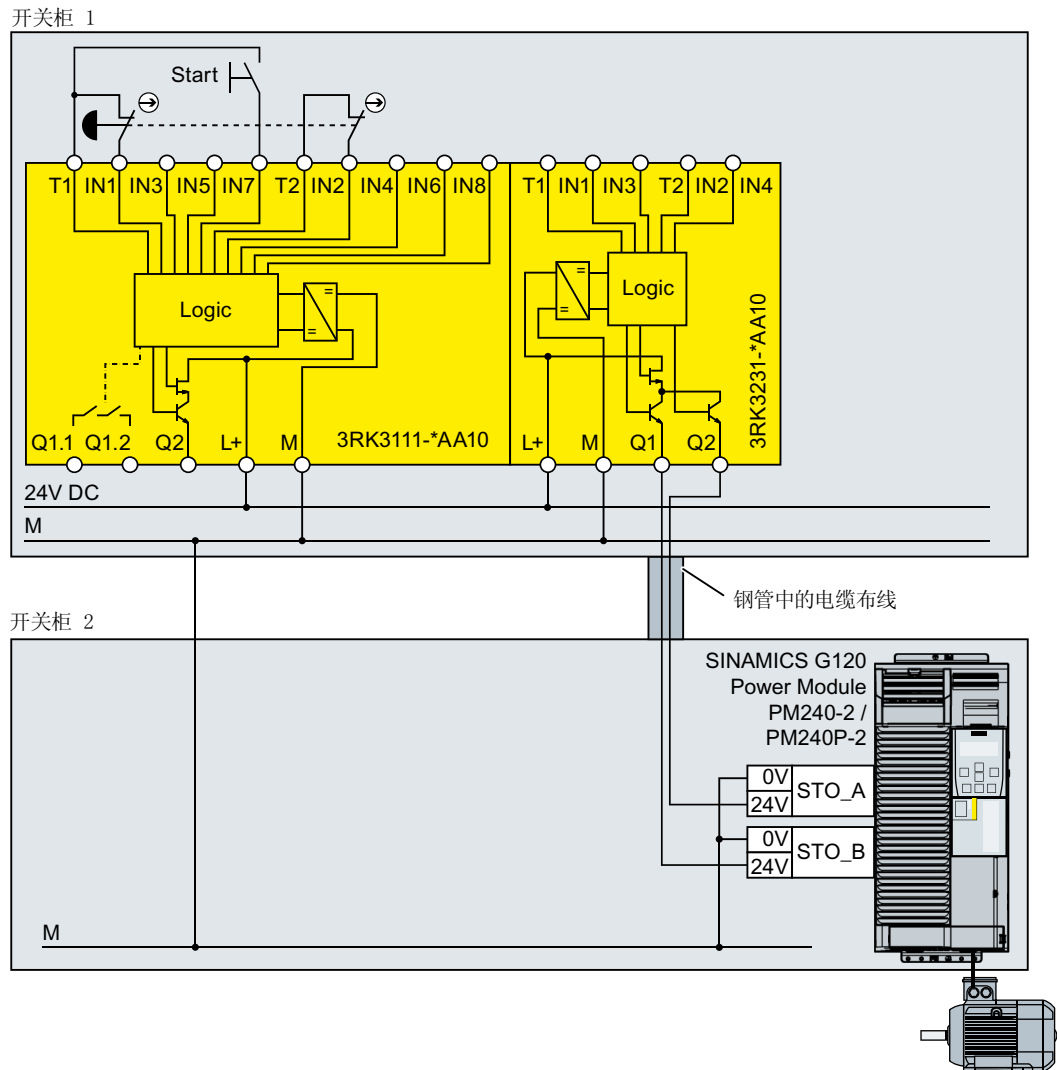


图 4-38 给变频器和不同控制柜内的模块化安全系统进行接线

模块化的安全系统和变频器安装在不同的控制柜内时，安全系统和变频器之间的接线要防止跨接和短接。

需要使用 3RK3 中心模块的 F-DO 来“双路式”传送信号时，您必须根据电子输出端和继电器触点的开关时间来调整变频器的信号不一致性监控时间。

4.4.3.4 SIMATIC I/O 模块

示意图中仅展示了 SIMATIC I/O 模块和变频器之间的接线。I/O 模块的其它信息请上网查找：

- S7-300 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/19026151>)
- S7-1500 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/86140384>)
- ET 200S (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/12490437>)
- ET 200SP (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/84133942>)
- ET 200pro (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/22098524>)

组件安装在同一个控制柜内

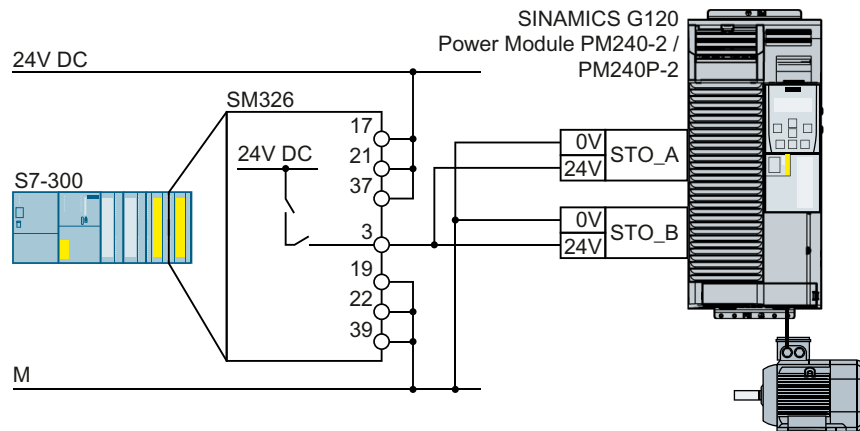


图 4-39 源型模块 SM326 的接线

在一个经过专业设计和正确布线的控制柜内可以基本上排除电缆受损或短接的风险。

对于源型故障安全数字量输出，在一个控制柜内，可以采用“单路式”接线将变频器连接至 I/O 模块。变频器上故障安全数字量输入的两个端子必须连接在一起。

在将漏型故障安全数字量输出连接至故障安全数字量输入时需采用“双路式”接线。

4.4 通过故障安全数字量输入控制

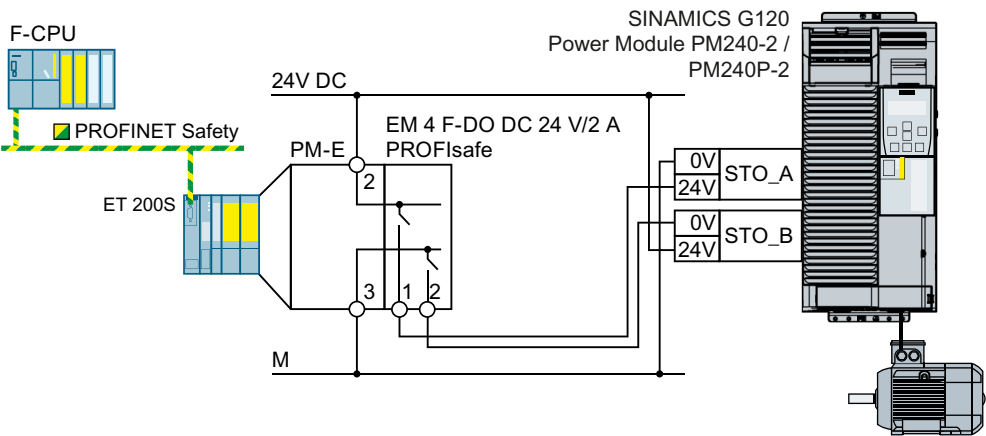


图 4-40 漏型 ET 200S 模块的接线

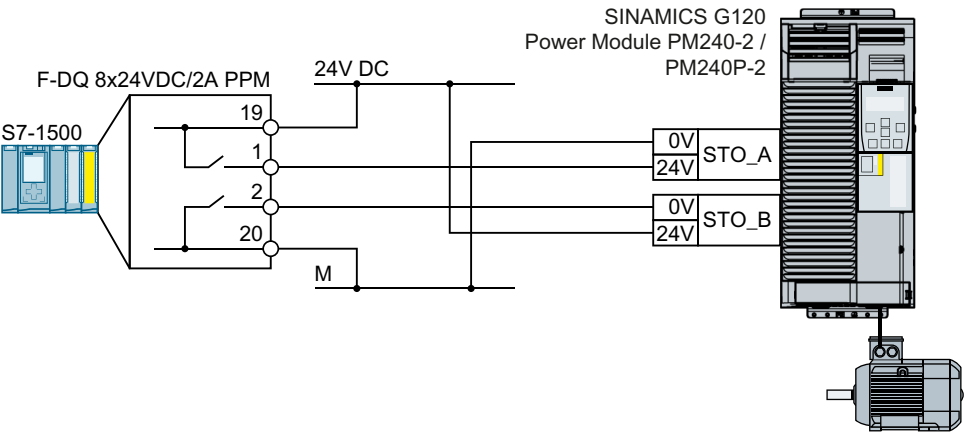


图 4-41 漏型 S7-1500 模块的接线

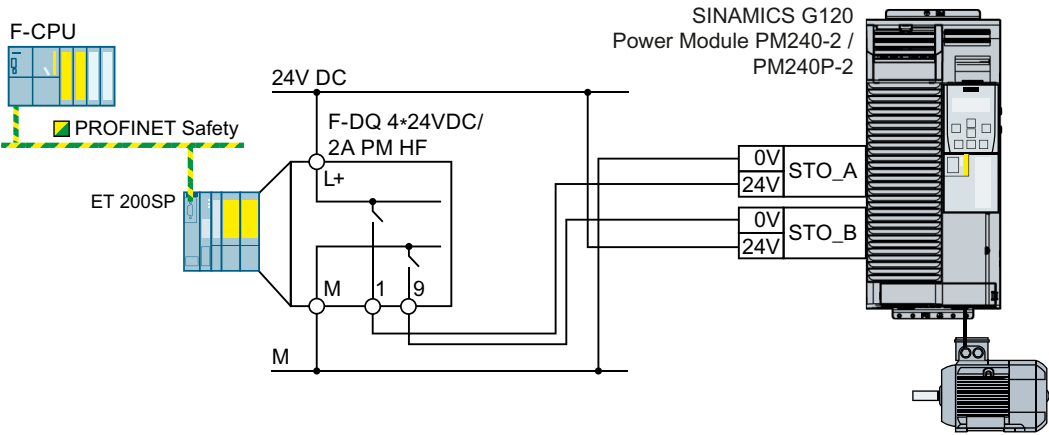


图 4-42 漏型 ET 200SP 模块的接线

组件安装在不同的控制柜内或免柜式安装组件

安装在不同的控制柜内或者将免柜式安装组件连接至控制柜时需采用“双通式”接线。需采取措施防止 I/O 模块与变频器之间的电缆短路和短接并注意短路或短接会导致信号不一致。

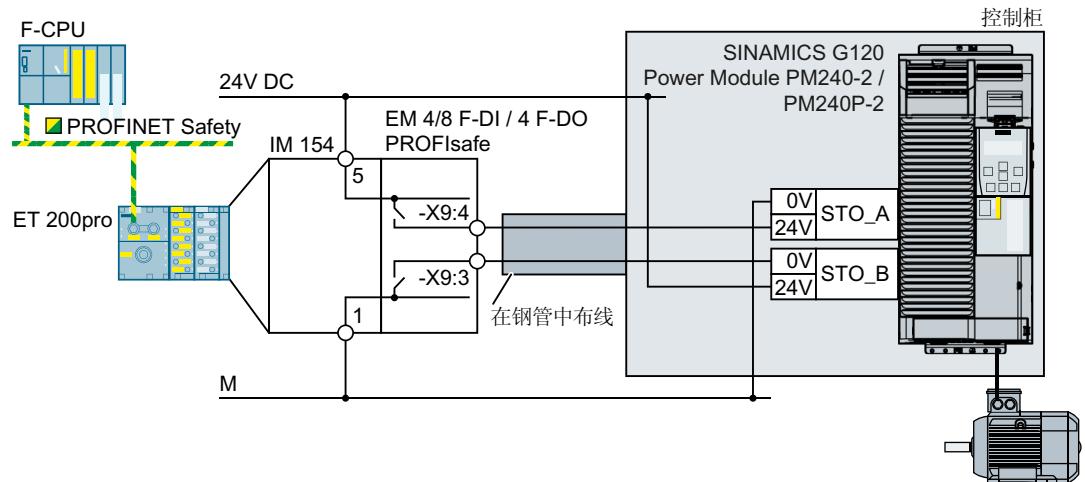


图 4-43 漏型 ET 200pro 模块的接线

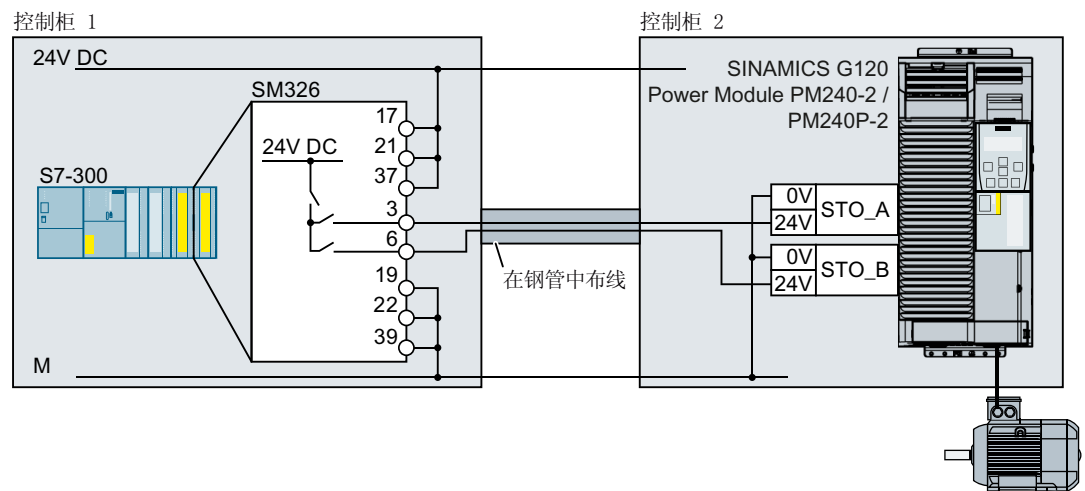


图 4-44 源型模块 SM326 的接线

4.5 分析故障安全数字量输出


4.5.1 一览

变频器出厂时没有为集成的安全功能指定故障安全数字量输出。只有在调试变频器时您才可以确定是将这两个数字量输出用于普通功能还是组成一个故障安全数字量输出。

表格 4-17 免柜式安装的变频器(IP65)

SINAMICS G120D， 配备控制单元		连接器引脚	数字量输出	故障安全数字量输出	反馈输入	
	CU240D-2 DP-F	X5.4	DO 0	F-DO 0	X9.2	DI 5
	CU240D-2 PN-F	X5.2	DO 1			
	CU240D-2 PN-F PP	X5.3	2M			
	CU250D-2 DP-F					
	CU250D-2 PN-F					
	CU250D-2 PN-F PP					

表格 4-18 变频器安装在控制柜中 (IP20)

SINAMICS G120，配备控制单元		端子排	数字量输出	故障安全数字量输出	反馈输入	
	CU250S-2	18:NC	DO 0	F-DO 0	67	DI 6
	CU250S-2 DP	19: NO				
	CU250S-2 PN	20: COM				
	CU250S-2 CAN	23: NC	DO 2			
		24: NO				
		25: COM				

大多数应用需要用到故障安全数字量输出的 **NO** 触点。

必要时，可用变频器的两个 **NC** 触点代替 **NO** 触点。故障安全数字量输出的安全状态始终是两个继电器的静止状态。

可连接哪些设备？

故障安全数字量输出设计用于以下设备：

- 直接连接故障安全数字量输入。
- 两个继电器。

故障安全数字量输出的两个信号具有相同的状态：

- 高位信号或 NO 触点闭合：故障安全数字量输出生效。
- 低位信号或 NO 触点打开：故障安全数字量输出不生效。

4.5.2 连接 SINAMICS G120 上的故障安全数字量输出

连接继电器

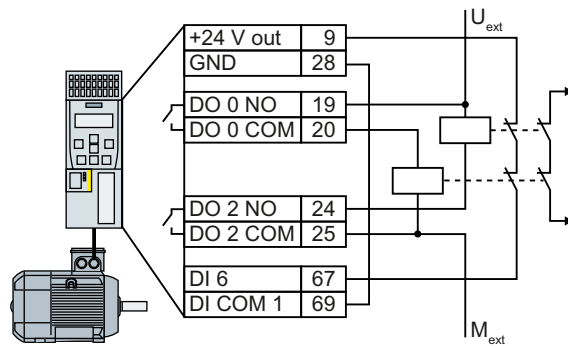


图 4-45 将继电器连接到 F-DO 上

将执行器和反馈信号连接在一起

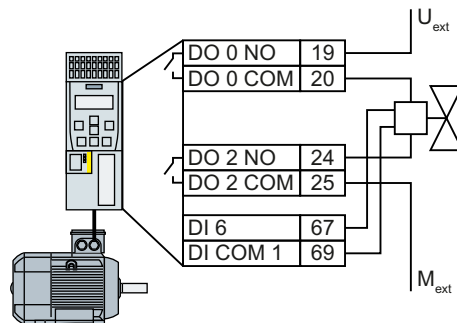


图 4-46 将 F-DO 连接到执行器上

4.5 分析故障安全数字量输出

连接被动执行器

被动执行器在 F-DO 上的响应方式类似于一个电感或欧姆负载。

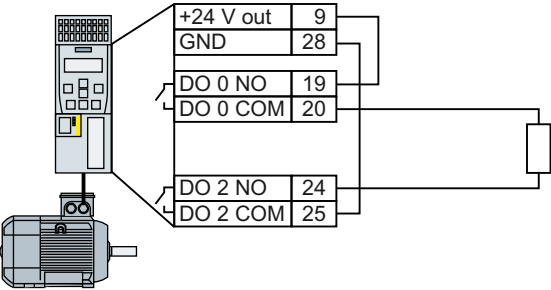


图 4-47 将 F-DO 连接到被动执行器上

连接故障安全数字量输入

DO 2 接口上的 DO 0 接通且 DO 2 关闭时，故障安全数字量输入 F-DI 必须提供 24 V 电源。

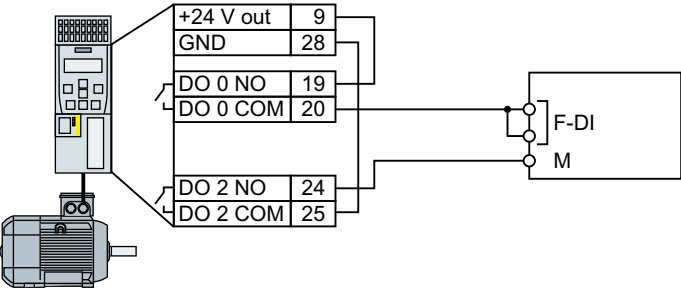


图 4-48 将 F-DO 和 F-DI 连接在一起

4.5.3 连接 SINAMICS G120D 上的故障安全数字量输出

连接继电器

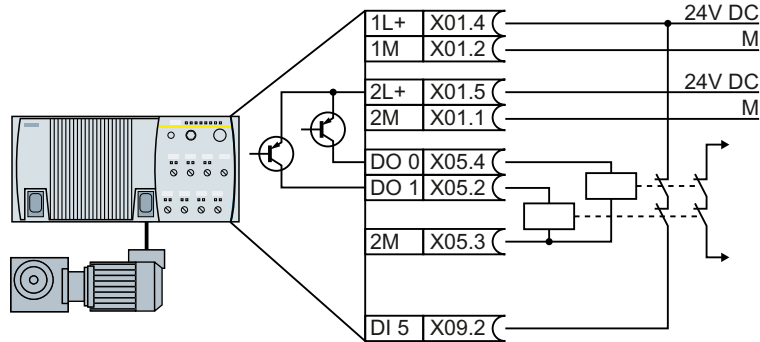


图 4-49 将继电器连接到 F-DO 上

将执行器和反馈信号连接在一起

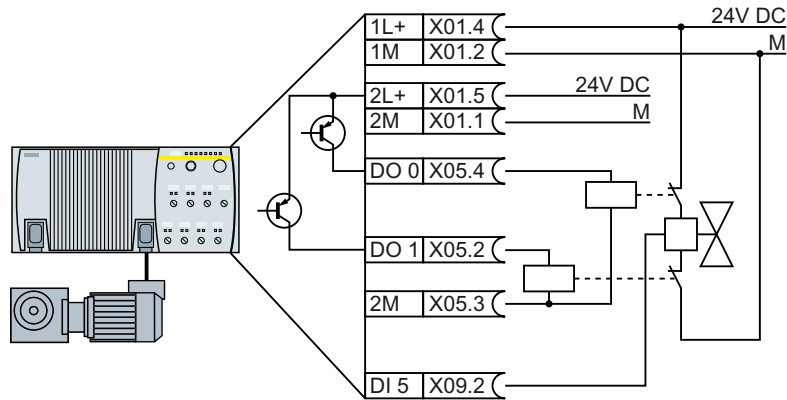


图 4-50 将 F-DO 连接到执行器上

连接故障安全数字量输入

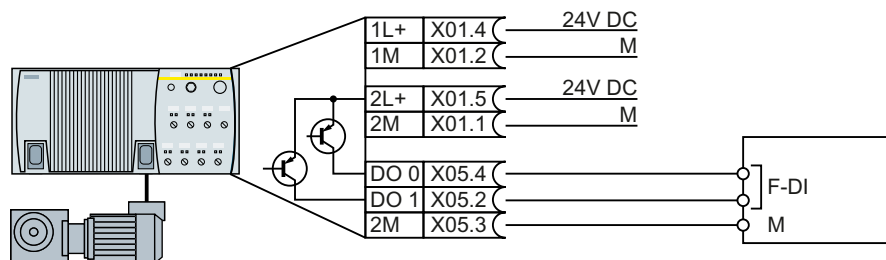
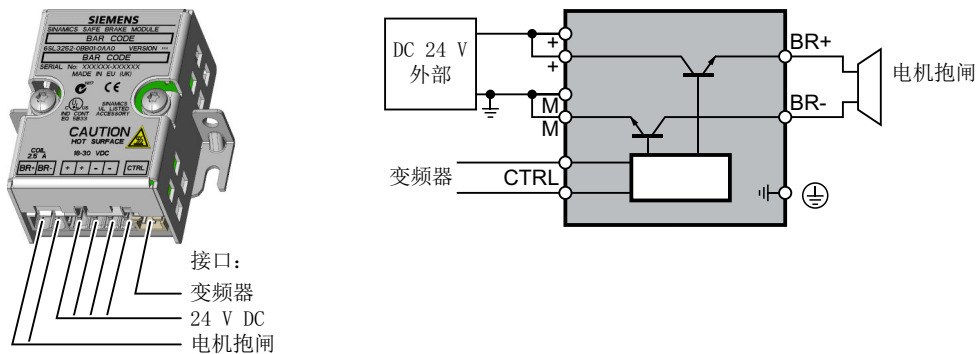


图 4-51 将 F-DO 和 F-DI 连接在一起

4.6 通过 Safe Brake Relay 连接电机抱闸

如果电机抱闸由一个保护特低压回路供电，则制动继电器上必须连接保护地。

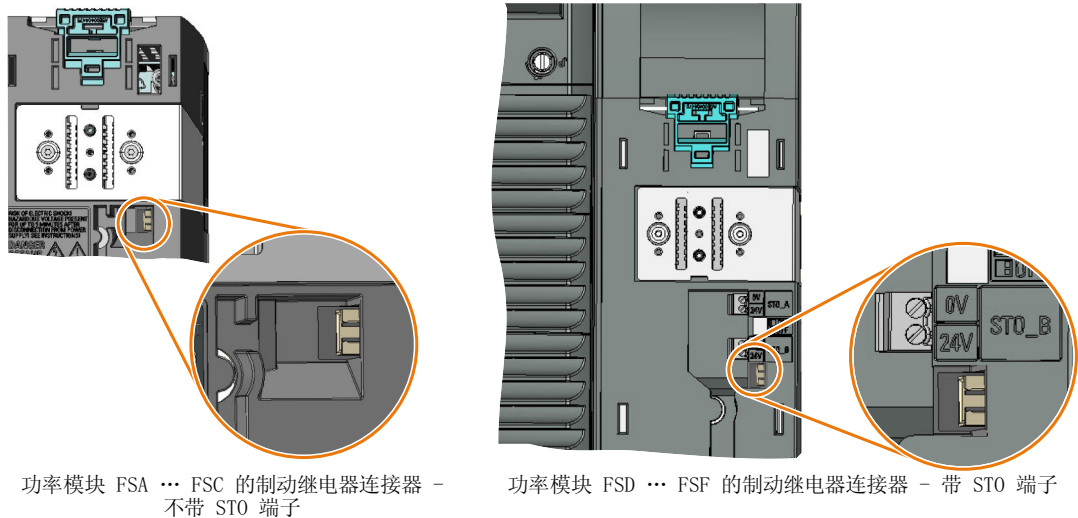
安全制动继电器



4.6.1 将 Brake Relay 连接到功率模块 PM240-2 和 PM240P-2 上

将制动继电器连接到变频器上

制动继电器的端子位于功率模块正面。在电缆进线位置中敷设用于制动继电器的成形电缆。



4.6.2 将制动继电器连接到功率模块 PM250 上

将制动继电器连接到变频器上

在 FSC 型功率模块上，制动继电器的连接器位于正面。功率模块上有制动继电器的连接电缆的走线槽。

在 FSD ... FSF 型功率模块上，制动继电器的连接器位于底部。

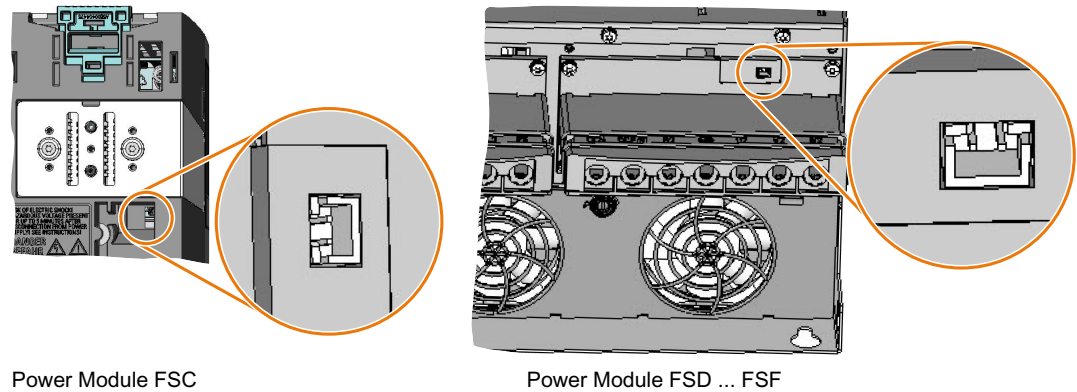


图 4-52 制动继电器的连接器位置

4.6 通过 *Safe Brake Relay* 连接电机抱闸

调试

5.1 关于本章

本章节涉及哪些内容？

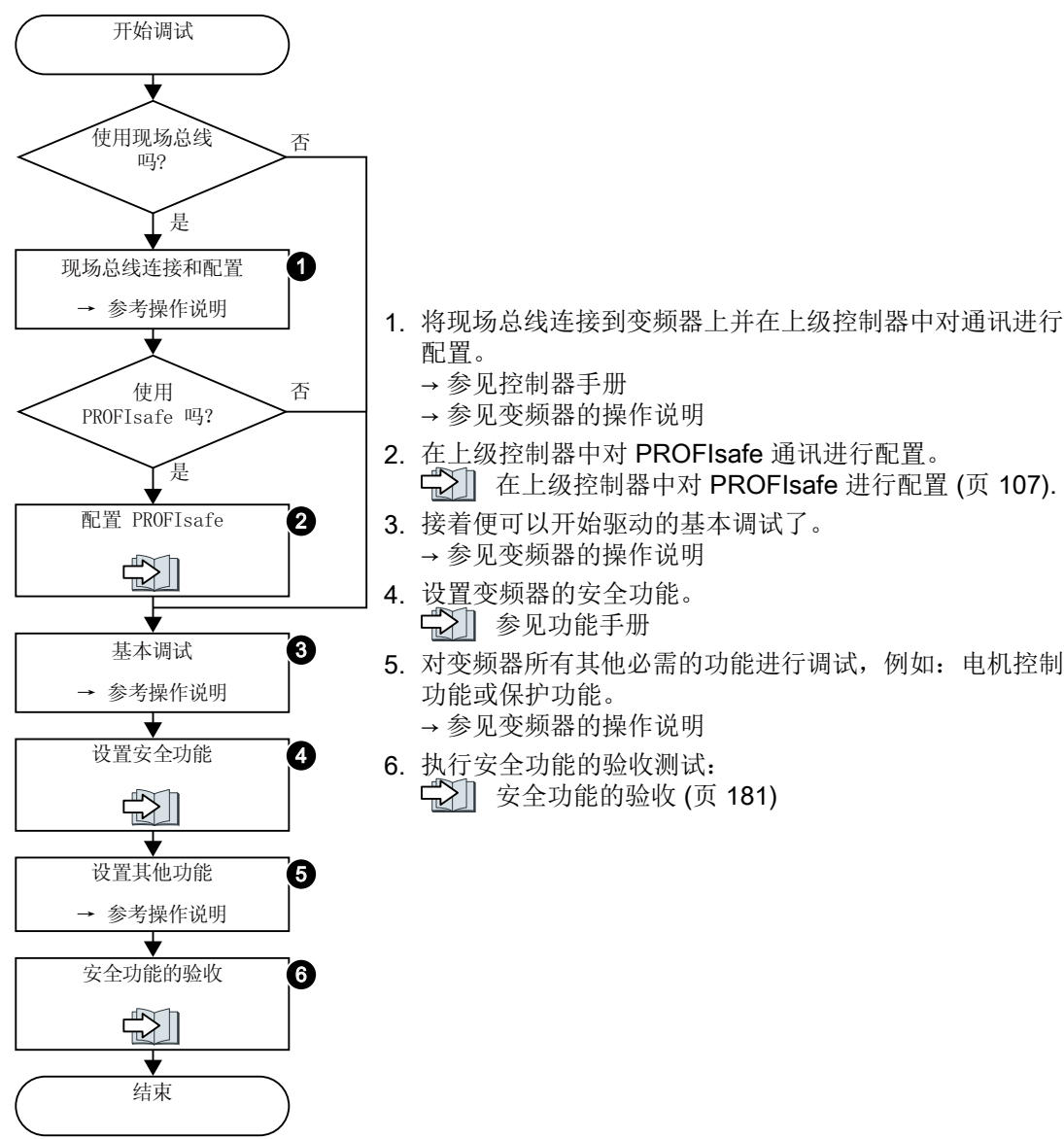
为您解答以下问题：

- 调试变频器时，有哪些值得推荐的顺序？
- 调试变频器需要哪些工具？
- 如何恢复安全功能的出厂设置？
- 可以在 SINAMICS G120 中同时使用符合 SIL2 和 SIL3 的安全功能吗？
- 如何调试安全功能？
- 在变频器中如何配置通过 PROFIsafe 的通讯？
- 如何将一台变频器的安全功能参数传送给另一台变频器？
- 为什么一定要进行“安全功能验收测试”？
- 安全功能验收测试由哪些组成部分？

5.2 调试指南

下图显示的是集成了安全功能的变频器的调试步骤。
安全功能的调试是驱动调试的一部分。




操作步骤



您已完成集成了安全功能的变频器的调试。
□

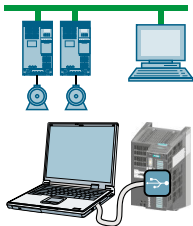
5.3 在上级控制器中对 PROFIsafe 进行配置

有关上级控制器与变频器之间的 PROFIsafe 通讯配置的信息。

-  通过 Drive ES Basic 配置 PROFIsafe 报文 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/zh/64326460>)
-  通过 PROFIsafe 控制 SINAMICS G120，通过 HMI 显示变频器信息 (<http://support.automation.siemens.com/CN/view/zh/61450312>)
-  配置 Shared Device 通讯 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/50207311>)

5.4 调试工具

PC 工具



STARTER 和 **Startdrive** 是用于调试、诊断和控制变频器以及备份和传送变频器设置的 PC 工具。可通过 USB 或通过现场总线 PROFIBUS / PROFINET 将 PC 和变频器连接在一起。

PC 与变频器之间的连接电缆 (3 m): 产品编号 6SL3255-0AA00-2CA0

STARTER-DVD: 产品编号 6SL3072-0AA00-0AG0

Startdrive-DVD: 产品编号 6SL3072-4CA02-1XG0

Startdrive, 系统要求及下载地址 (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/view/109752254>)

STARTER, 系统要求及下载地址 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/26233208>)

Startdrive 向导 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/73598459>)

STARTER 视频 (<http://www.automation.siemens.com/mcms/mc-drives/en/low-voltage-inverter/sinamics-g120/videos/Pages/videos.aspx>)

离线调试或在线调试

STARTER 和 Startdrive 不仅支持离线调试模式, 也支持在线调试模式。

- 离线调试: 不连到变频器
通过 Startdrive 离线调试驱动 (页 179)
- 在线调试: 连到变频器
本手册中介绍的是通过 Startdrive 调试的步骤。

5.5 安全功能的密码

密码的作用是什么？

密码用于防止非授权人员擅自修改安全功能设置。

需要输入密码吗？

需要输入密码。

是否需要密码由机床制造商决定。

无密码时，故障率 (PFH) 和安全功能认证同样有效。

密码丢失了怎么办？

前提条件

您忘记了密码，但仍想更改安全功能设置。

操作步骤

1. 通过 **Startdrive** 创建一个新项目。
项目中的所有设置都保留出厂设置。
2. 将项目载入变频器。
载入后将变频器设置恢复为出厂设置。
3. 若变频器上插有存储卡，请将卡拔出。
4. 重新调试变频器。

更多信息或可选步骤请联系技术支持。

5.6 恢复安全功能的出厂设置

操作步骤



- 1. 进入在线模式。
- 2. 选择“Commissioning”。
- 3. 选择“Save/Reset”。
- 4. 选择 “安全参数已复位”。
- 5. 点击按钮“Start”。
- 6. 输入安全功能口令。
- 7. 确认参数保存（Copy RAM to ROM）。
- 8. 进入离线模式。
- 9. 切断变频器的电源。
- 10.等待片刻，直到变频器上所有的 LED 都熄灭。
- 11.重新接通变频器的电源。

您已将变频器中的安全功能恢复为出厂设置。



例外：安全功能的密码不会复位。

复位安全功能密码 (页 112)

参数	描述	
p0010	驱动调试参数筛选	
	0	就绪
	30	参数复位
p9761	输入 SI 密码（出厂设置：0000 hex） 允许的密码范围为 1 ... FFFF FFFF。	

5.6 恢复安全功能的出厂设置

参数	描述	
p9762	新 SI 密码	
p9763	SI 密码确认 确认新的 Safety Integrated 密码。	
p0970	复位传动参数	
	5	启动安全参数的复位。 复位后变频器设置 p0970 = 0。

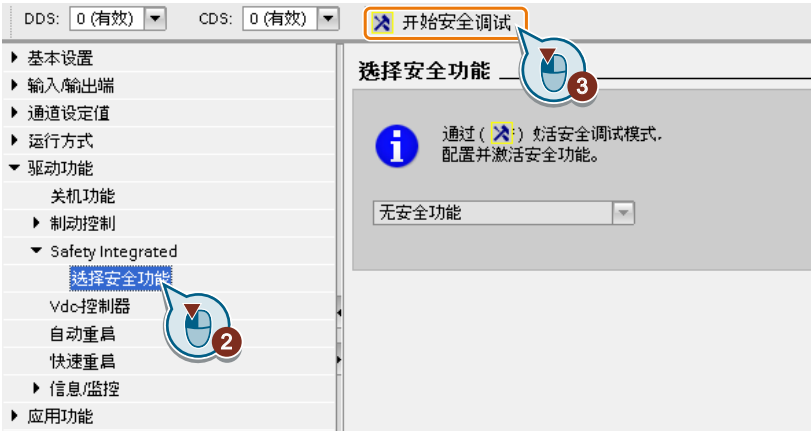
5.7 复位安全功能密码

前提条件

您知道安全功能密码。

操作步骤

- 1. 进入在线模式。
- 2. 打开 “Safety Integrated” 对话框。
- 3. 点击按钮 “启动安全调试”。



- 4. 输入当前安全功能密码。
- 5. 将新密码设为 0。

您已复位了安全功能密码。



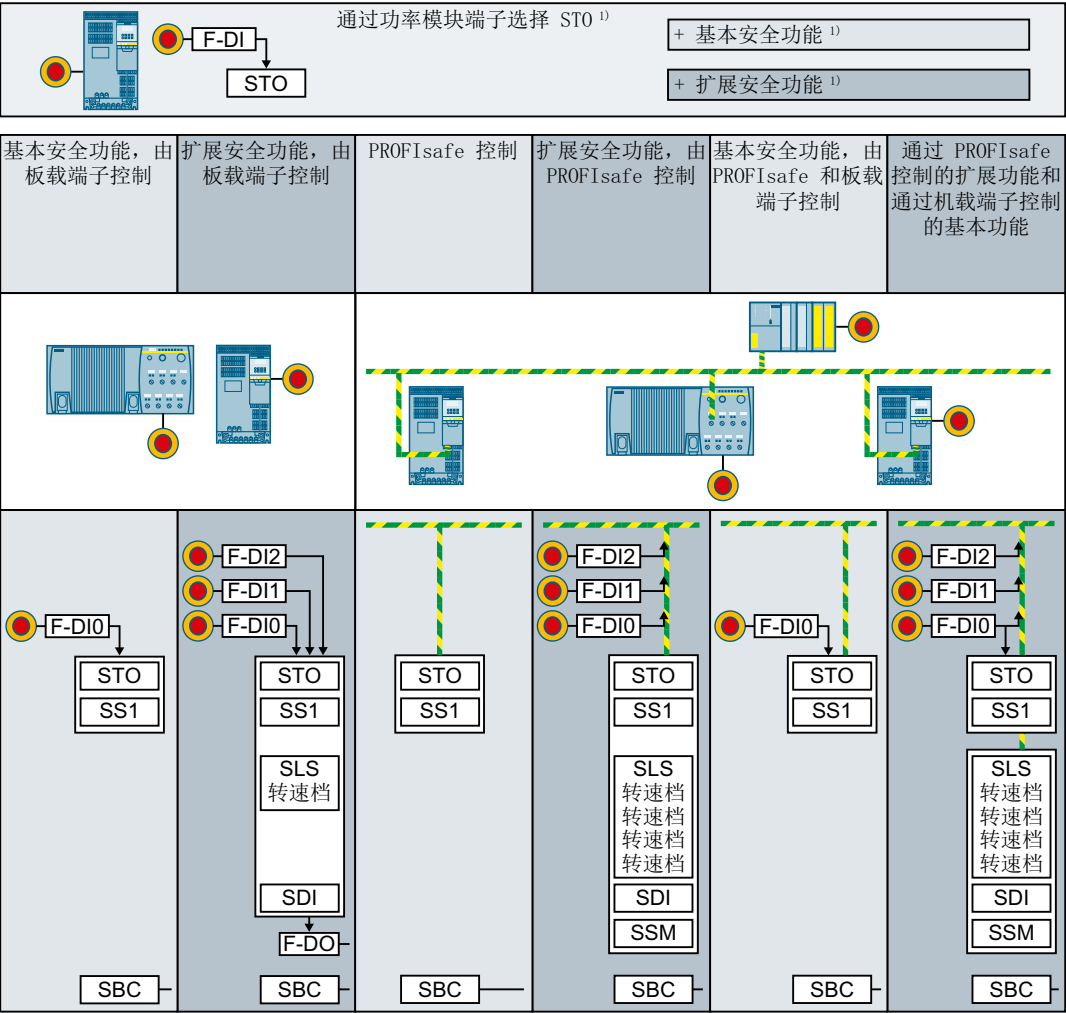
参数	描述
p0010 = 95	驱动调试参数筛选 Safety Integrated 调试
p9761	输入密码（出厂设置：0000 hex） 允许的密码范围为 1 ... FFFF FFFF。
p9762	新密码
p9763	密码确认
p9701 = DC hex	确认数据更改（出厂设置：0） 确认 SI 基本参数更改。

参数	描述
p0010 = 0	驱动调试参数筛选 0: 准备就绪
p0971 = 1	保存参数 1: 保存驱动对象 (Copy RAM to ROM) 变频器断电保存设置后, p0971 = 0。

5.8 选择安全功能配置

配置安全功能时选择以下设置：

- 有哪些安全功能可用？
- 有哪些接口可供安全功能使用？



- ¹⁾ “通过功率模块端子的 STO” 功能只可与功率模块 PM240-2 和 PM240P-2，FSD ... FSE 组合使用。有以下三种配置方法：
- “通过功率模块端子的 STO” 功能与基本安全功能组合使用。
 - “通过功率模块端子的 STO” 功能与扩展安全功能组合使用。
 - “通过功率模块端子的 STO” 功能作为单独的安全功能使用。

图 5-1 可能的配置一览

所选配置	安全功能的范围和接口
通过功率模块端子选择 STO	通过功率模块端子选择 STO。
基本安全功能，由板载端子控制	<ul style="list-style-type: none"> 通过故障安全数字量输入选择 STO。 另配有 CU250S-2 时： <ul style="list-style-type: none"> 通过故障安全数字量输入选择 SS1。 通过 SBC 控制电机抱闸。
扩展安全功能，由板载端子控制	<ul style="list-style-type: none"> 通过故障安全数字量输入选择安全功能。 只有一个 SLS 档位可用（0 档）。 另外在带安全输出的变频器上： <ul style="list-style-type: none"> 通过故障安全数字量输出分析安全功能状态。
基本安全功能，由 PROFIsafe 控制	<ul style="list-style-type: none"> 通过 PROFIsafe 选择 STO。 另配有 CU250S-2 时： <ul style="list-style-type: none"> 通过 PROFIsafe 选择 SS1。 通过 SBC 控制电机抱闸。
扩展安全功能，由 PROFIsafe 控制	<ul style="list-style-type: none"> 通过 PROFIsafe 选择安全功能。 所有四个 SLS 档位都可用（0 档到 3 档） 通过 PROFIsafe 分析故障安全数字量输入的状态。
基本安全功能，由 PROFIsafe 和板载端子控制	<ul style="list-style-type: none"> 既可以通过故障安全数字量输入也可以通过 PROFIsafe 选择 STO。 另配有 CU250S-2 时： <ul style="list-style-type: none"> 通过故障安全数字量输入或 PROFIsafe 选择 SS1。 通过 SBC 控制电机抱闸。
扩展安全功能，由 PROFIsafe 控制；基本安全功能，由板载端子控制	<ul style="list-style-type: none"> 通过 PROFIsafe 选择安全功能。 额外通过故障安全数字量输入选择 STO。 所有四个 SLS 档位都可用（0 档到 3 档） 通过 PROFIsafe 分析故障安全数字量输入的状态。 另配有 CU250S-2 时： <ul style="list-style-type: none"> 通过故障安全数字量输入选择基本功能 SS1。 通过 SBC 控制电机抱闸。

5.9 配置安全功能和 PROFIsafe

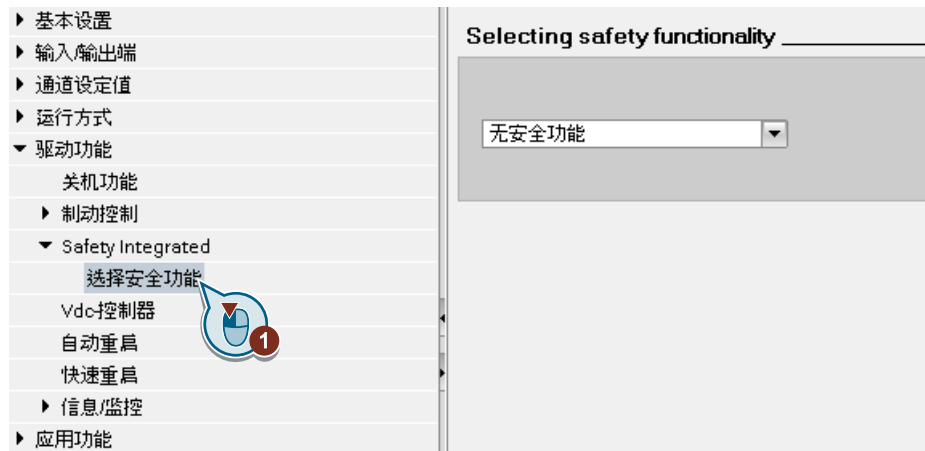
5.9.1 安全功能配置

前提条件

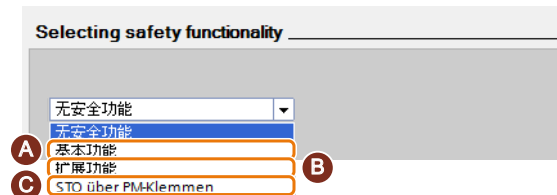
进入 Startdrive 离线模式。

操作步骤

1. 选择“安全功能选择”。

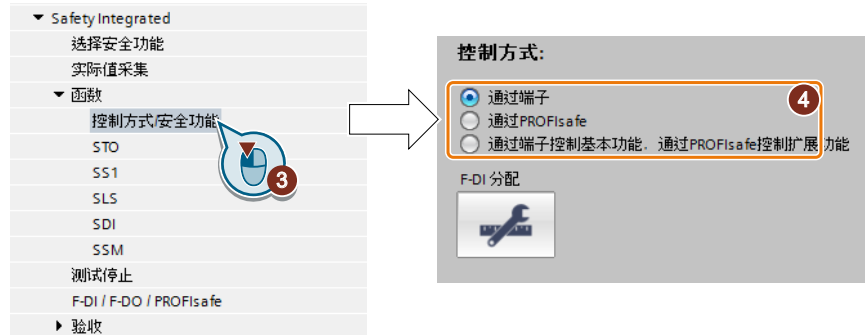


2. 确定安全功能的配置：



- (A) 仅想要使用变频器的基本安全功能。
- (B) 想要使用扩展安全功能。
- (C) 该选件只可与功率模块 PM240-2 或 PM240P-2, FSD ... FSF 组合使用。如果只需使用“通过功率模块端子的 STO”功能，请选择该选件。

3. 您选中了基本安全功能或扩展安全功能后，必须确定安全功能的控制。



4. 确定控制安全功能的接口。

您已完成了安全功能的配置。



如果选择了板载端子作为接口，现在便可以开始安全功能的调试。

开始安全功能调试前，通过 PROFIsafe 控制时必须配置 PROFIsafe 接口。

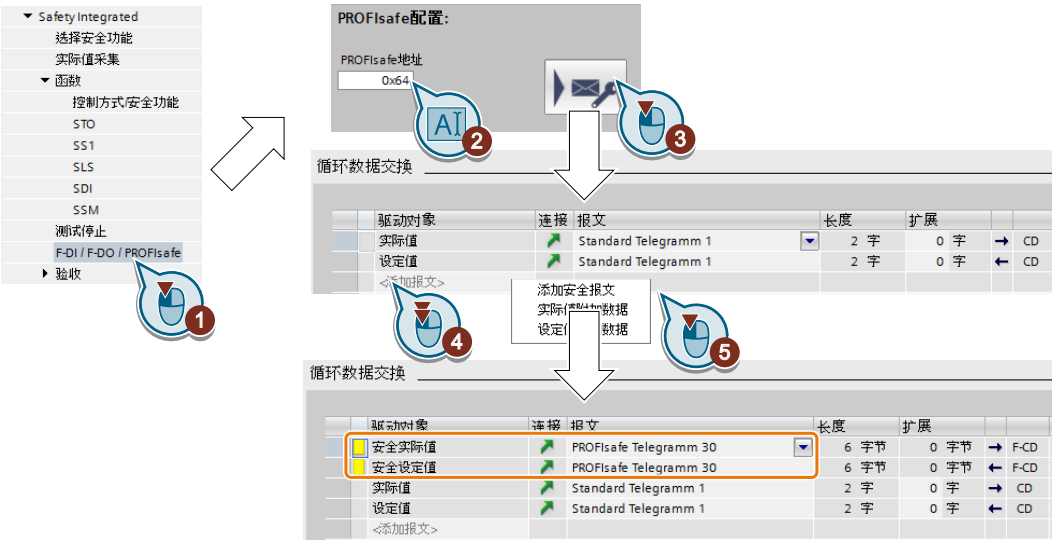
参数	描述		
p0010 = 95	驱动调试参数筛选 Safety Integrated 调试		
p9601	驱动集成功能使能（出厂设置：0000 bin）		
	已使能的功能：		已使能的功能：
0 hex	无	80 hex	通过功率模块端子的 STO
1 hex	基本安全功能，由板载端子控制	81 hex	<ul style="list-style-type: none"> 基本安全功能，由板载端子控制 通过功率模块端子的 STO
4 hex	扩展安全功能，由板载端子控制	84 hex	<ul style="list-style-type: none"> 扩展安全功能，由板载端子控制 通过功率模块端子的 STO
8 hex	基本安全功能，由 PROFIsafe 控制	88 hex	<ul style="list-style-type: none"> 基本安全功能，由 PROFIsafe 控制 通过功率模块端子的 STO
9 hex	<ul style="list-style-type: none"> 基本安全功能，由 PROFIsafe 控制 基本安全功能，由板载端子控制 	89 hex	<ul style="list-style-type: none"> 基本安全功能，由 PROFIsafe 控制 基本安全功能，由板载端子控制 通过功率模块端子的 STO
C hex	扩展安全功能，由 PROFIsafe 控制	8C hex	<ul style="list-style-type: none"> 扩展安全功能，由 PROFIsafe 控制 通过功率模块端子的 STO
D hex	<ul style="list-style-type: none"> 扩展安全功能，由 PROFIsafe 控制 基本安全功能，由板载端子控制 	8D hex	<ul style="list-style-type: none"> 扩展安全功能，由 PROFIsafe 控制 基本安全功能，由板载端子控制 通过功率模块端子的 STO
p9761	输入密码（出厂设置：0000 hex） 允许的密码范围为 1 ... FFFF FFFF。		
p9762	新密码		
p9763	密码确认		

5.9.2 配置 PROFIsafe

前提条件

进入 Startdrive 离线模式。

操作步骤



1. 选择“F-DI / F-DO / PROFIsafe”。
2. 在此处输入与上级控制器的硬件配置中一样的地址（十六进制值）。
3. 点击按钮“报文配置”。
Startdrive 会打开周期数据交换的“属性”窗口。
4. 选择“添加报文”。
5. 添加了一个“安全报文”。

您已完成了变频器和上级控制器 (F-CPU) 之间 PROFIsafe 通讯报文 30 的设置。

□

参数	描述
p9610	PROFIsafe 地址（出厂设置：0000 hex）

配置报文 900

操作步骤

Safety Integrated

选择安全功能

实际值采集

函数

控制方式/安全功能

STO

SS1

SLS

SDI

SSM

测试停止

F-DI / F-DO / PROFIsafe

验收

1

PROFIsafe配置:

PROFIsafe地址

0x64

2

3

循环数据交换

驱动对象	连接	报文	长度	扩展	
实际值	↗	Standard Telegramm 1	2 字	0 字	→ CD
设定值	↖	Standard Telegramm 1	2 字	0 字	← CD
<添加报文>					

4

添加安全报文

实际值

设定值

5

循环数据交换

驱动对象	连接	报文	长度	扩展	
安全实际值	↗	SIEMENS Telegramm 900	8 字节	0 字节	→ F-CD
安全设定值	↖	SIEMENS Telegramm 900	8 字节	0 字节	← F-CD
实际值	↗	Standard Telegramm 1	2 字	0 字	→ CD
设定值	↖	Standard Telegramm 1	2 字	0 字	← CD
<添加报文>					

Safety Integrated

选择安全功能

实际值采集

函数

控制方式/安全功能

STO

SS1

SLS

SDI

SSM

测试停止

F-DI / F-DO / PROFIsafe

验收

6

路由配置:

F-DI 0

F-DI 1

F-DI 2

F-DI PROFIsafe 状态

F-DI 差异时间

500.00 ms

F-DI 输入滤波器

1.00 ms

- 1. 选择“F-DI / F-DO / PROFIsafe”。
- 2. 点击按钮“报文配置”。
Startdrive 会打开周期数据交换的“属性”窗口。
- 3. 选择“添加报文”。
- 4. 添加了一个“安全报文”。
- 5. 设置报文 900。
- 6. 设置哪些变频器的 F-DI 状态是通过 PROFIsafe 状态字 5 来传送的。

说明

可通过 PROFIsafe 传送故障安全数字量输入的状态并同时将该输入用来控制安全功能。

您已成功配置了 PROFIsafe 报文 900。



控制字 5 和状态字 5 (页 59).

参数	描述
p9501.30	使能 PROFIsafe 报文中的 F-DI （出厂设置：0 bin） 0 信号：PROFIsafe 报文中的 F-DI 已禁用 1 信号：PROFIsafe 报文中的 F-DI 已使能
p10050	传送 PROFIsafe F-DI （出厂设置：0000 bin）
位 0	0 信号：不传送 1 信号：PROFIsafe 状态字 5 传送 F-DI 0 的状态
位 1	0 信号：不传送 1 信号：PROFIsafe 状态字 5 传送 F-DI 1 的状态
位 2	0 信号：不传送 1 信号：PROFIsafe 状态字 5 传送 F-DI 2 的状态
故障安全数字量输入的信号不一致时间和信号滤波器的设置：  设置故障安全数字量输入的滤波器 (页 144)	

5.9.3 激活设置

将设置加载至驱动

操作步骤



1. 保存项目。
2. 选择“加载至设备”。

5.9 配置安全功能和 PROFIsafe

3. 在在线模式中将 **Startdrive** 与驱动连接。
4. 点击按钮“启动安全调试”。
5. 输入安全功能的密码。
如果口令为出厂设置口令，系统会弹出一条提示，要求更改口令。
设置的新口令错误时，系统仍保留旧口令。
6. 点击按钮“退出安全调试”。
7. 保存设置（**Copy RAM to ROM**）。
8. 断开在线连接。
9. 切断变频器的电源。
10. 等待片刻，直到变频器上所有的 LED 都熄灭。
11. 给变频器重新上电。

设置现在起生效。



参数	描述
p9700 = D0 hex	SI 复制功能 （出厂设置：0） 启动 SI 参数复制功能。
p9701 = DC hex	确认数据更改 （出厂设置：0） 确认 SI 基本参数更改。
p0010 = 0	驱动调试参数筛选 0：就绪
p0971 = 1	保存参数 1：保存驱动对象 (Copy RAM to ROM) 变频器断电保存设置后，p0971 = 0。

5.10 设置基本功能

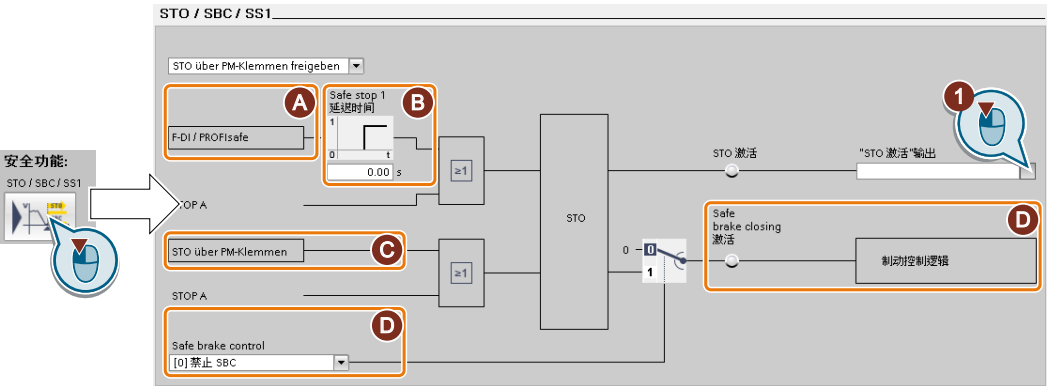
5.10.1 互联信号“STO 生效”

如果上级控制器中需要变频器的反馈信号“STO 生效”，则必须连接该信号。

前提条件

进入 Startdrive 在线模式。

操作步骤



窗口随着变频器和接口的选择变化而变化。

- (A) 控制方式
- (B) 配备 CU250S-2 型控制单元的变频器上 SS1 的延迟时间和 SBC 功能的使能
- (C) 在 PM240-2 或 PM240P-2, FSD ... FSF 上, STO 由功率模块端子执行
- (D) 配备 CU250S-2 型控制单元的变频器上 SBC 功能的使能

1. 点击反馈信号按钮。
2. 选择与应用相符的信号。

现在，您已连接了反馈信号“STO 生效”。



选中 STO 后，变频器向上级控制器报告“STO 生效”。

参数	说明
r9773.01	1 信号：变频器中的 STO 生效

5.10.2 设置故障安全数字量输入的滤波器

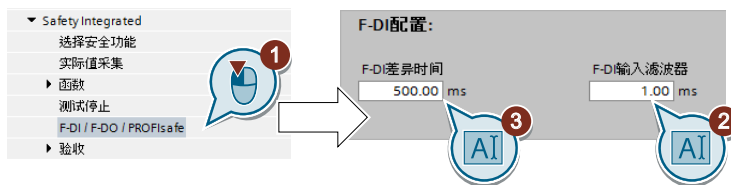
所有 SINAMICS 变频器 上都要设置故障安全数字量输入的滤波器和一致性监控，故障安全数字量输入 F-DI 会检测两个冗余信号。

在 SIMATIC ET 200pro FC-2 上，F0 母排的 STO 输入信号会传送到 ET 200pro 系统的底板母线中。如此一来变频器 SIMATIC ET 200pro FC-2 便不会进行一致性监控。

前提条件

进入 Startdrive 在线模式。

操作步骤



1. 导航至滤波器设置。
2. 设置 F-DI 输入滤波器的去抖时间。
3. 设置一致性监控允许的差异时间。

您已设置了故障安全数字量输入的输入滤波器和一致性监控。



信号滤波器的描述

有以下滤波器可用于故障安全数字量输入：

- 用于一致性监控的滤波器。
- 对短暂出现的信号进行滤波，此类信号比如有测试脉冲。

一致性监控的差异时间

变频器会检查故障安全数字量输入的两个输入信号是否一直是相同的信号状态（高或低）。

在机电传感器上，例如：急停按钮或柜门开关，传感器的两个触点不会同时动作，因此会出现短时间的不一致（差异）。如果长时间出现这种差异，则表明 F-DI 的接线出现了异常，例如：断线。

在您完成适当设置后，变频器会允许短时间的信号差异。

差异时间不会延长变频器的响应时间。一旦其中某个 F-DI 信号从高位变为低位，变频器便选择它的安全功能。

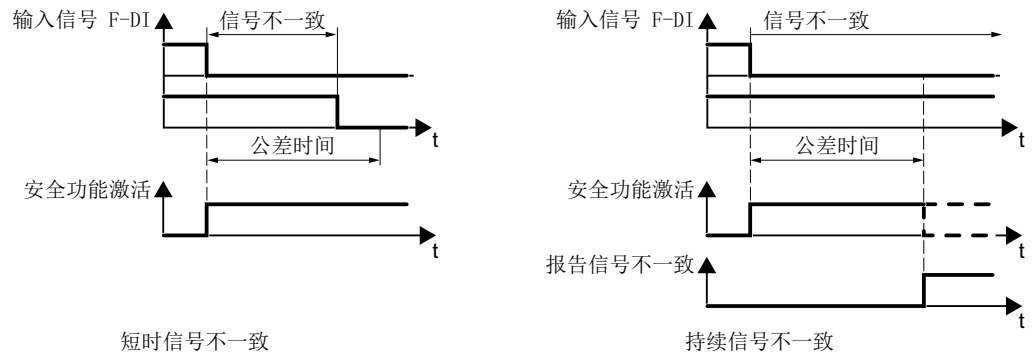


图 5-2 差异时间一致性监控

对短暂出现的信号进行滤波

以下情况中，变频器针对故障安全数字量输入信号变化所作出的及时响应是非预期的：

- 变频器的 F-DI 和机电传感器连在一起时，触点抖动，可能会引起一些信号改变。
- 一个控制模块通过“位模测试”（明暗测试）来检查它的故障安全数字量输出，检测是否有短路或短接现象。变频器的 F-DI 和控制模块的 F-DO 连在一起时，变频器会对位模测试作出响应。

位模测试内信号改变的典型持续时间：

- 明测试：1 ms
- 暗测试：4 ms

当一段时间内 F-DI 的信号变化过于频繁时，变频器便会发出故障响应。

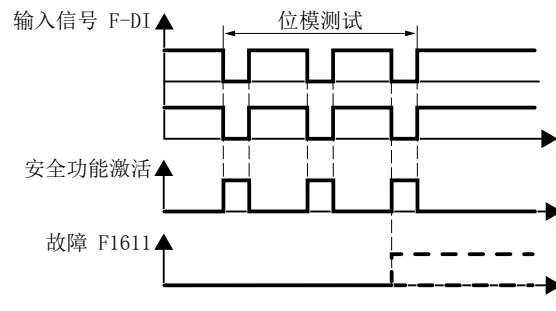


图 5-3 变频器对位模测试作出响应

在变频器内有一个滤波器，抑制由位模式或信号抖动引起的短时信号改变。

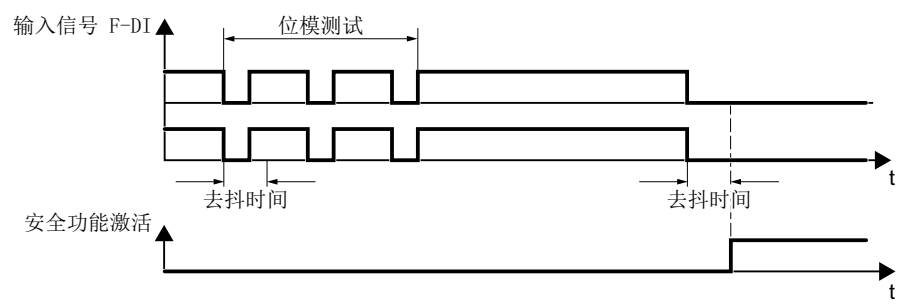


图 5-4 对短暂出现的信号进行滤波
该滤波器会延长安全功能的响应时间（去抖时间时长）。

参数	描述
p9650 ¹⁾	F-DI 切换信号差异时间 （出厂设置：500 ms） 公差时间，即允许基本安全功能的 F-DI 信号变化持续的时间。
p9651	STO 去抖时间 （出厂设置：1 ms） 基本安全功能的 F-DI 的去抖时间。

¹⁾ SIMATIC ET 200pro FC-2 上的公差时间始终为 0 ms。

标准功能和安全功能的去抖时间

用于标准数字量输入的去抖时间 p0724 不会影响 FDI 的信号。反过来，也同样如此：F-DI 的去抖时间不会影响标准数字量输入。

一个输入用作标准输入时，应通过参数 p0724 设置去抖时间。

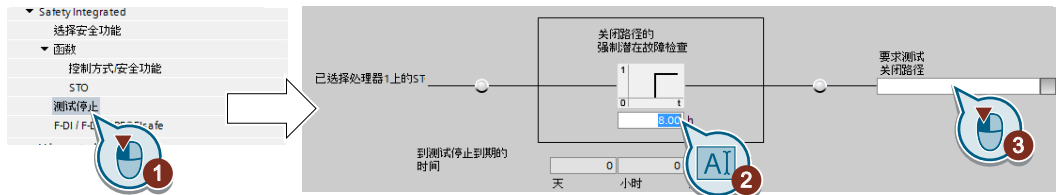
一个输入用作故障安全数字量输入时，应通过上文指出的参数设置去抖时间。

5.10.3 设置强制潜在故障检查 (Teststopp)

前提条件

进入 Startdrive 在线模式。

操作步骤



1. 选择强制潜在故障检查的设置窗口。
2. 将监控时间设为符合您应用的值。
3. 变频器发出信号，提示需要进行强制潜在故障检查 (Teststopp)。将该信息与选中的变频器信号互联。

您已设置了基本安全功能的强制潜在故障检查 (Teststopp)。



描述

基本安全功能的强制潜在故障检查 (Teststopp) 是变频器的自检，在自检中变频器会检查用于切断转矩的控制回路能否正常工作。如果使用安全制动继电器，变频器也会在执行强制潜在故障检查时检查该组件的控制回路。

每次选择 STO 功能后进行强制潜在故障检查。

变频器通过一个时间块监控是否定期执行强制潜在故障检查。

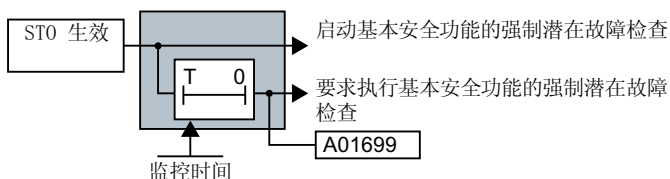


图 5-5 强制潜在故障检查的启动和监控 (Teststopp)

5.10 设置基本功能

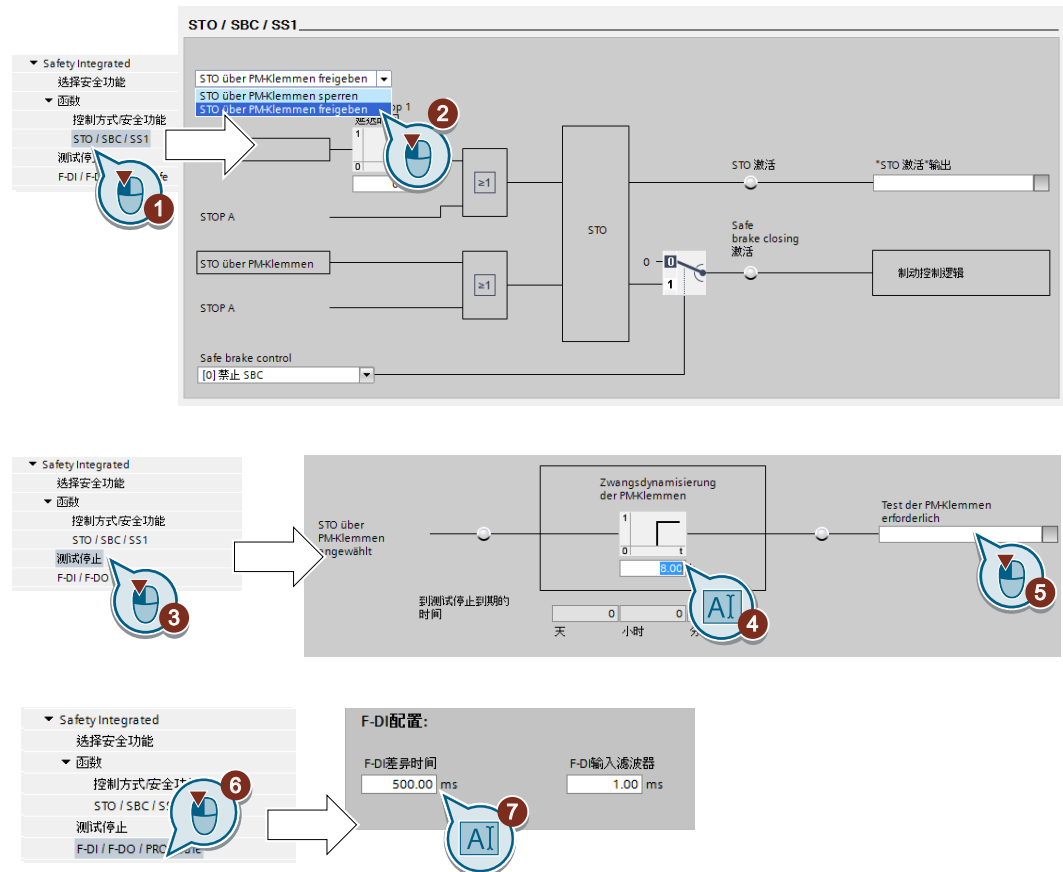
参数	描述
p9659	强制潜在故障检查定时器 （出厂设置：8h） 强制潜在故障检查的监控时间。
r9660	强制潜在故障检查剩余时间 显示强制潜在故障检查到期的时间。
r9773.31	1 信号：需要进行强制潜在故障检查 发送给上级控制器的信号。


5.10.4 通过功率模块端子设置 STO

前提条件

进入 Startdrive 在线模式。

操作步骤



1. 选择“STO / SBC / SS1”。
2. 选择“通过功率模块端子使能 STO”。
3. 选择“强制潜在故障检查”。
4. 将监控时间设为符合您应用的值。
5. 变频器发出信号，提示需要进行“通过功率模块端子的 STO”功能的强制潜在故障检查 (Teststop)。
6. 选择“F-DI / F-DO / PROFIsafe”。
7. 设置功率模块上端子的差异时间（一致性监控）。
该设置不仅适用于功率模块端子，也适用于控制单元上用于选择 STO 的故障安全数字量输入。
 设置故障安全数字量输入的滤波器 (页 124)
 用于功率模块上端子的“F-DI 输入滤波器”没有意义。

5.10 设置基本功能

您已完成“通过功率模块端子的 STO”功能的设置。



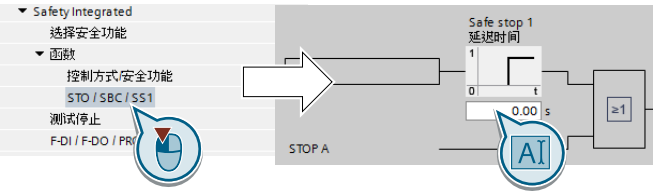
参数	描述
p9601.7	驱动集成功能使能（出厂设置：0） 1 信号：通过功率模块端子的 STO 已使能
p9650	F-DI 切换信号差异时间（出厂设置：500 ms）
p9661	通过功率模块端子的 STO 强制潜在故障检查时间（出厂设置：8 h）
r9662	通过功率模块端子的 STO 强制潜在故障检查剩余时间
r9773.30	SI 状态 1 信号：需进行“通过功率模块端子的 STO”功能的强制潜在故障检查 (Teststop)。

5.10.5 设置 SS1 的延迟时间

前提条件

进入 Startdrive 在线模式。

操作步骤



延迟时间需要大于 OFF3 斜降时间。

□

参数	描述
p9652	Safe Stop 1 延迟时间 设置安全功能“Safe Stop 1”(SS1) 的脉冲封锁延迟时间，以 OFF3 斜降时间减速制动。
p1135	OFF3 斜降时间

描述：无转速监控的 SS1

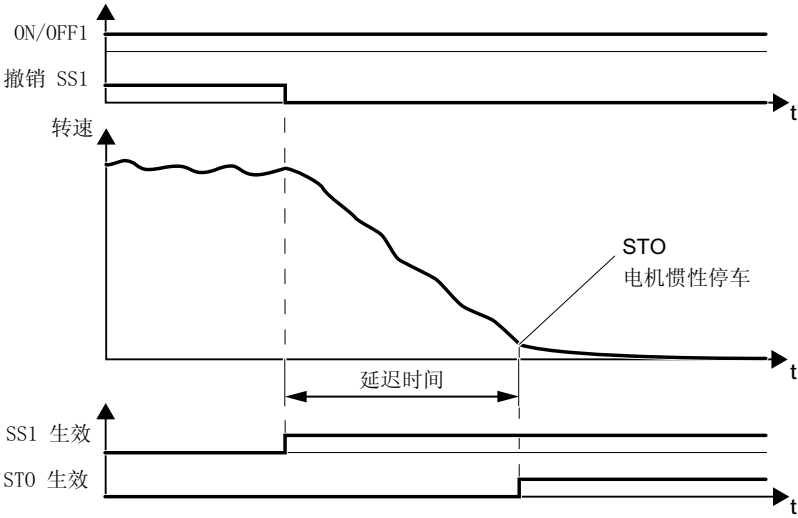


图 5-6 无转速监控的 SS1

选择 SS1 时，变频器会使电机以 OFF3 斜降时间减速制动。

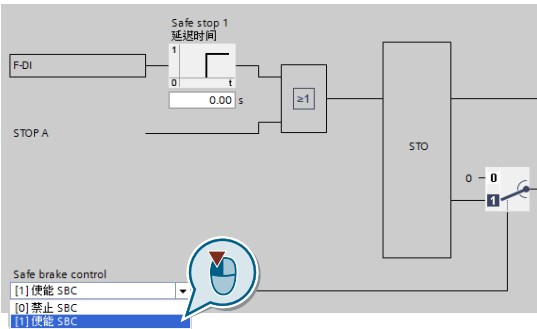
延迟时间届满后，变频器会通过 STO 功能安全封锁电机转矩，不管当前转速如何。

5.10.6 使能 SBC

前提条件

进入 Startdrive 在线模式。

操作步骤



设置“[1] SBC 使能”。



参数	描述
p9602	使能 SBC 0: 禁用 SBC 1: 使能 SBC

5.10.7 结束在线调试

激活设置

前提条件

进入 Startdrive 在线模式。

操作步骤



1. 点击按钮“Exit Safety commissioning”。
2. 保存设置（Copy RAM to ROM）。
3. 断开在线连接。
4. 点击按钮“从设备（软件）加载”。
5. 保存项目。
6. 切断变频器的电源。
7. 等待片刻，直到变频器上所有的 LED 都熄灭。
8. 重新接通变频器的电源。

设置现在起生效。



参数	描述
p9700 = D0 hex	SI 复制功能 （出厂设置：0） 启动 SI 参数复制功能。
p9701 = DC hex	确认数据更改 （出厂设置：0） 确认 SI 基本参数更改。

5.10 设置基本功能

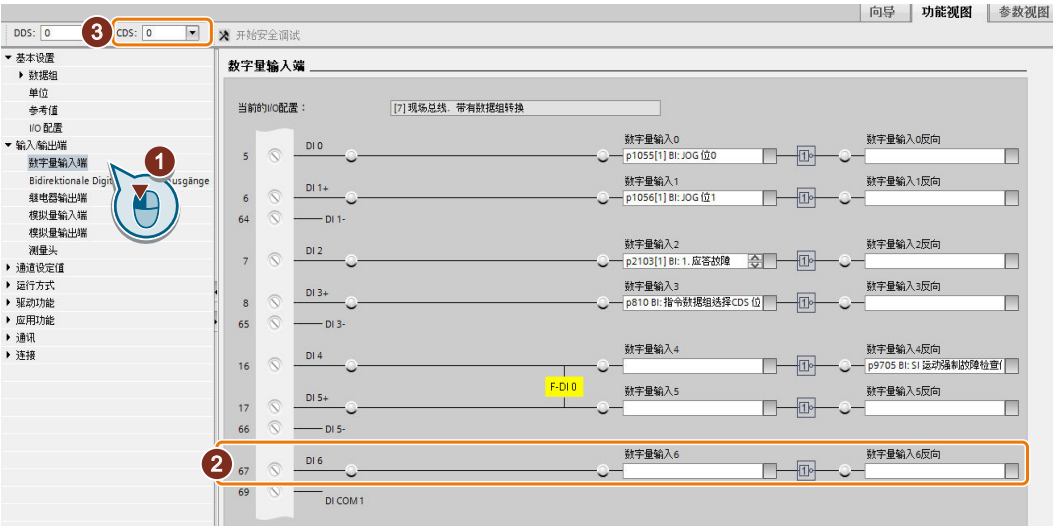
参数	描述
p0010 = 0	驱动调试参数筛选 0: 就绪
p0971 = 1	保存参数 1: 保存驱动对象 (Copy RAM to ROM) 变频器断电保存设置后, p0971 = 0。

检查数字量输入的互联

一个 DI 同时与一个安全功能和一个“标准”功能互联可能会导致电机工作异常。

如果是通过故障安全数字量输入控制变频器中的安全功能，则必须检查这些数字量是否部分与“标准”功能互联。

操作步骤



1. 选中数字量输入的对话框。
2. 断开所有用作 F-DI 的数字量输入的互联：
3. 使用了指令数据组切换（CDS）时，必须删除所有 CDS 中数字量输入的互联。
CDS 切换的说明参见操作说明。

您已确保故障安全数字量输入只控制变频器中的安全功能。



检查故障安全数字量输出的反馈输入的互联

互联带“标准”功能的反馈输入可导致变频器工作异常。

前提条件

- 使用了变频器的故障安全数字量输出。
- 使用测试模式 2 或测试模式 3，此时变频器通过一个数字量输入检测所连接执行器的状态。

您必须检查该数字量输入是否连接了“标准”功能。

操作步骤

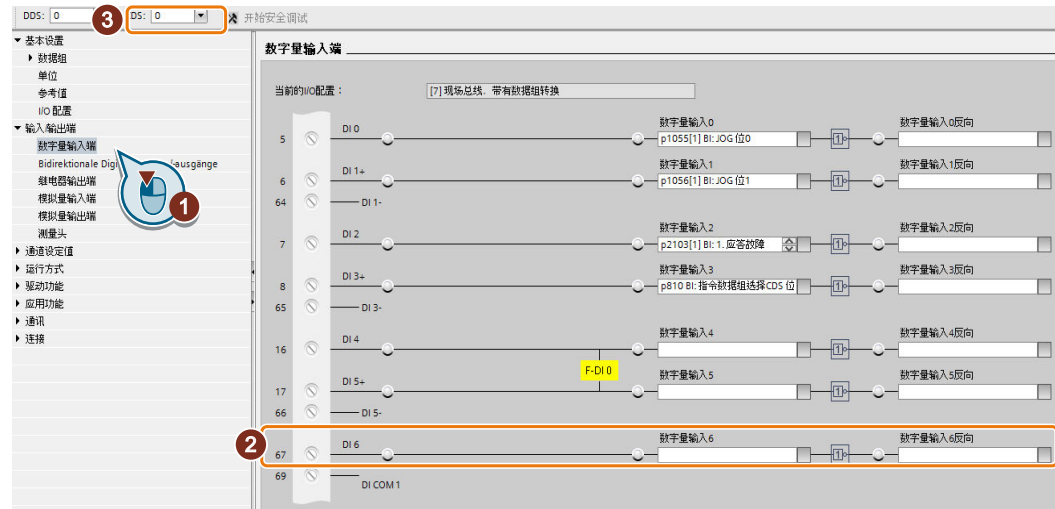


图 5-7 断开 CU250S-2 上反馈输入 DI 6 的互联

1. 选择数字量输入。
2. 断开用作 F-DO 反馈输入的数字量输入的互联：
 - SINAMICS G120，配备控制单元 CU250S-2：数字量输入 DI 6（见图）。
 - SINAMICS G120D：数字量输入 DI 5。
3. 如果使用多个指令数据组切换（CDS），则应断开所有 CDS 的反馈输入互联。









您已关闭了变频器内“标准”功能的故障安全数字量输出的反馈输入。



5.11 设置扩展安全功能

扩展安全功能设置一览

按如下步骤设置所有的扩展安全功能：



1. 确定所有安全功能的初始设置。
 缺省设置 (页 136)。
2. 如有必要，连接故障安全数字量输入和输出：
 -  设置故障安全数字量输入 (页 142)
 -  设置故障安全数字量输出 (页 149)
3. 根据实际应用来调整所使用的安全功能：
 -  设置 SS1 (页 155)
 -  设置 SLS (页 161)
 -  设置 SSM (页 166)
 -  设置 SDI (页 169)
4. 结束调试。
 在线调试的结束步骤 (页 173)

5.11.1 缺省设置

5.11.1.1 使能安全功能

变频器中大多数安全功能只能同时使能。

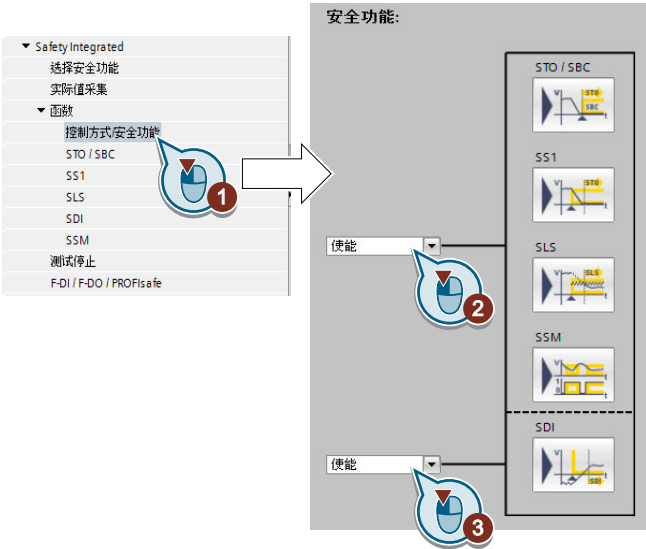
如果不想使用已使能的安全功能，必须将选择该功能的信号持续设为 1 信号：

- 通过 PROFIsafe 控制时：
在上级控制器中将控制字 1 中的相应位设为 1。
 PROFIsafe 报文 (页 55)。
- 通过故障安全数字量输入控制时：
在变频器中将相应的信号设为“始终不选”。
 将安全功能与故障安全数字量输入互联在一起 (页 142)

前提条件

进入 Startdrive 在线模式。

操作步骤



- 1. 选择“控制方式/安全功能”。
- 2. 使能安全功能 STO ... SSM。
任何情况下都必须设置这些使能，即使只要使用 SDI 功能。
- 3. 要使用 SDI，就要使能 SDI。

您已使能了变频器中的安全功能。



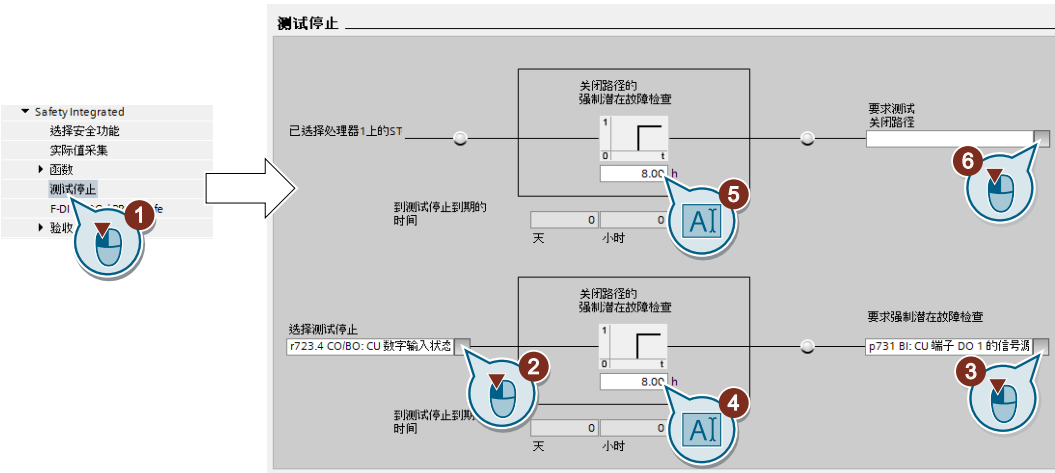
参数	描述	
p9501	安全功能使能	
	.00	1 信号：使能扩展安全功能（无 SDI）
	.17	1 信号：使能 SDI

5.11.1.2 设置强制潜在故障检查 (Teststop)

前提条件

进入 Startdrive 在线模式。

操作步骤



1. 选择“强制潜在故障检查”：
2. 该信号用于启动强制潜在故障检查 (Teststop) 并将监控的剩余时间复位为值 ④。将该信号和一个数字量输入或现场总线的控制字的位互联在一起。
3. 出现该信号时必须尽快进行强制潜在故障检查 (Teststop)。将该信号和您选中的一个数字量输出或现场总线的状态位连在一起。
4. 到下一次强制潜在故障检查 (Teststop) 的时间。
5. 将该监控时间设为最大值（9000 个小时）。因此可以关闭对基本安全功能强制潜在故障检查的监控。
该监控在使用扩展安全功能时无需使用，因为扩展安全功能的检查项包含了基本安全功能的检查项。
6. 无需进行任何设置。

您已设置了扩展安全功能的强制潜在故障检查 (Teststop)。



描述

扩展安全功能的强制潜在故障检查 (Teststop) 是变频器的定期自检，在自检中变频器会检查用于监控转速和封锁转矩的控制回路能否正常工作。

变频器通过一个定时功能块监控是否定期执行强制潜在故障检查。

您必须选择一个信号用于启动强制潜在故障检查。

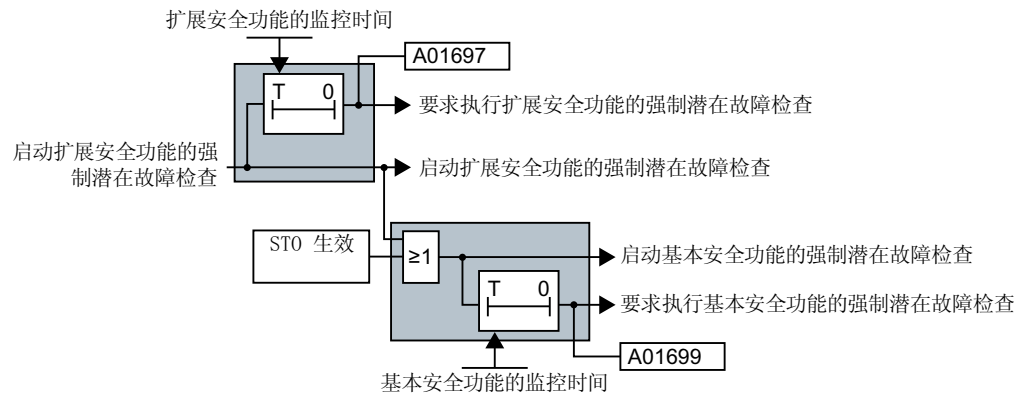


图 5-8 强制潜在故障检查 (Teststop) 的启动和监控

参数	描述
p9559	强制潜在故障检查定时器 （出厂设置：8 h） 扩展安全功能强潜在故障检查的监控时间。
p9659	强制潜在故障检查定时器 （出厂设置：8 h） 基本安全功能强制潜在故障检查的监控时间。
r9660	强制潜在故障检查的剩余时间 离基本安全功能强制潜在故障检查到期的剩余时间。
p9705	强制潜在故障检查的信号源 （出厂设置：0） 启动基本安全功能和扩展安全功能的强制潜在故障检查。
r9723.0	1 信号：需要进行扩展安全功能的强制潜在故障检查 发送给上级控制器的信号。
r9765	强制潜在故障检查的剩余时间 离扩展安全功能强制潜在故障检查到期的剩余时间。
r9773.31	1 信号：要求执行基本安全功能的强制潜在故障检查

5.11 设置扩展安全功能

5.11.1.3 设置无编码器的实际值计算

前提条件

进入 Startdrive 在线模式。

操作步骤

Safety Integrated

选择安全功能

实际值采集

函数

测试停止

F-DI / F-DO I

验收

实际值采集

配置实际值检测

无编码器的安全功能

实际值同步:

A 实际值公差: 12.0000

齿轮比:

B 负载圈数

电机圈数 x 极对数

齿轮级 1

1

1

D 电机极对数: 0

C

延迟和滤波时间:

脉冲使能

0

1

E

实际值检测延迟时间

100.00 ms

实际值检测提供有效实际值

实际值检测滤波时间

25.00 ms

0 rpm

速度 indigkeits-
监控 chung

公差和最小电流:

故障公差:

-1

速度公差:

0

加速公差:

100.0 %

H 最小电流

实际值检测:

10.00 %

F

G

1. 点击按钮“实际值采集”。
2. 点击按钮“实际值采集配置”。
设置以下项目：
 - **(A) Act.value tolerance:**
大多数情况下您无需修改缺省值。如果变频器在运行时输出信息 C01711 或 C30711（故障值 3 或 44 ...57），则需要逐步提高该值，直到变频器不再输出这些信息。
注：提高该值后，变频器对电机超速的监控灵敏度有所降低。
 - **(B), (C), (D) 传动系数:**
读取电机的极对数(D)并根据下表设置机器数据。

	丝杠转动圈数	电机转动圈数
不带齿轮箱	值 (B) = 1	值 (C) = 极对数(D)
“丝杠-电机” 传动比 L/M:	值 (B) = L	值 (C) = M × 极对数(D)

- **示例：**“丝杠-电机” 传动比为 23/50
⇒ 值 (B) = 23, 值 (C) = 50 × 极对数 (D)
- **(E) Actual value acquisition time:**
大多数情况下您无需修改缺省值。如果在安全功能生效（SLS、SDI 或 SSM）期间接通电机，变频器会输出一条安全故障，此时需要提高该值，提高幅度为电机励磁时间的 50 % ... 100 %（参数 p0346）。
- **(F) Actual value acquisition minimum current:**
大多数情况下您无需修改设置。如果变频器在电机的电流需求较低时发出故障响应，则应以 1 % 为单位逐步降低该值，直到该故障不再出现。
- **(G) Acceleration voltage tolerance:**
大多数情况下您无需修改缺省值。如果变频器在加速过程中因为加速和减速时间过短而输出一条安全功能故障，则需要每次逐步将该值提高 10 %。
- **(H) Error tolerance:**
大多数情况下您无需修改缺省值。该参数用于封锁一些偶然出现的安全功能故障。它确定了变频器每秒内允许它内部的合理性检测功能响应多少次。

3. 关闭对话框。

您已设置了无编码器的实际值计算。



参数	描述
p9521	丝杠转动圈数（出厂设置：1） “电机-丝杠” 传动比分母。
p9522	电机转动圈数（出厂设置：2000 rpm） “电机-丝杠” 传动比分子。

参数	描述
p9542	Act.value tolerance （出厂设置：12°） 处理器 1 和 2 之间的实际位置交叉比较公差。
p9585	Error tolerance （出厂设置：-1） 电流和电压角度的合理性监控公差。
p9586	Actual value acquisition time （出厂设置：100 ms） 电机通电后无编码器实际值计算的延迟时间。
p9588	Actual value acquisition minimum current （出厂设置：10%） 无编码器实际值计算的最小电流（1 % \pm 10 mA）。
p9589	Acceleration voltage tolerance （出厂设置：100%） 用于过滤速度不稳定性的加速度限值。

5.11.2 设置故障安全数字量输入

5.11.2.1 将安全功能与故障安全数字量输入互联在一起

前提条件

- 进入 Startdrive 在线模式。
- 您选择了“扩展安全功能，由板载端子控制”。

操作步骤



1. 选择“控制方式/安全功能”。
2. 点击按钮“F-DI 分配”
3. 不需要使用一项安全功能时，将对应的“F-DI 选择”设为“[255] 始终不选”。
4. 将故障安全数字量输入和对应的安全功能互联在一起。
5. 如果一项安全功能应始终保持激活状态，则将对应的“F-DI 选择”设为“[0] 始终选择”。
6. 关闭对话框。

您已为某安全功能指定了故障安全数字量输入。



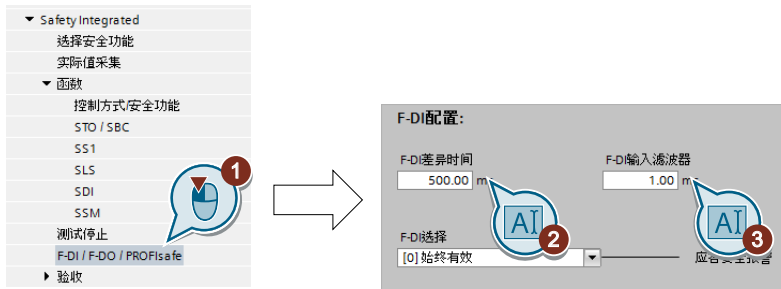
参数	描述	
p10022	STO 输入端子 （出厂设置：0）	0: 始终选择 1:F-DI 0 2:F-DI 1 3:F-DI 2 255:始终不选
p10023	SS1 输入端子 （出厂设置：0）	
p10026	SLS 输入端子 （出厂设置：0）	
p10030	SDI+ 输入端子 （出厂设置：0）	
p10031	SDI 输入端子 （出厂设置：0）	

5.11.2.2 设置故障安全数字量输入的滤波器

前提条件

- 进入 Startdrive 在线模式。
- 您选择了以下两个设置之一：
 - 扩展安全功能，由板载端子控制
 - 扩展安全功能，由 PROFIsafe 和板载端子控制

操作步骤



1. 选择“F-DI / F-DO / PROFIsafe”。
2. 差异时间（一致性监控）允许不同时发生故障安全数字量输入上的信号更改。
3. 输入滤波器能暂时抑制信号更改。

您已设置了故障安全数字量输入的滤波器。



信号滤波器的描述

有以下滤波器可用于故障安全数字量输入：

- 用于一致性监控的滤波器。
- 对短暂出现的信号进行滤波，此类信号比如有测试脉冲。

一致性监控的差异时间

变频器会检查故障安全数字量输入的两个输入信号是否一直是相同的信号状态（高或低）。

在机电传感器上，例如：急停按钮或柜门开关，传感器的两个触点不会同时动作，因此会出现短时间的不一致（差异）。如果长时间出现这种差异，则表明 F-DI 的接线出现了异常，例如：断线。

在您完成适当设置后，变频器会允许短时间的信号差异。

差异时间不会延长变频器的响应时间。一旦其中某个 F-DI 信号从高位变为低位，变频器便选择它的安全功能。

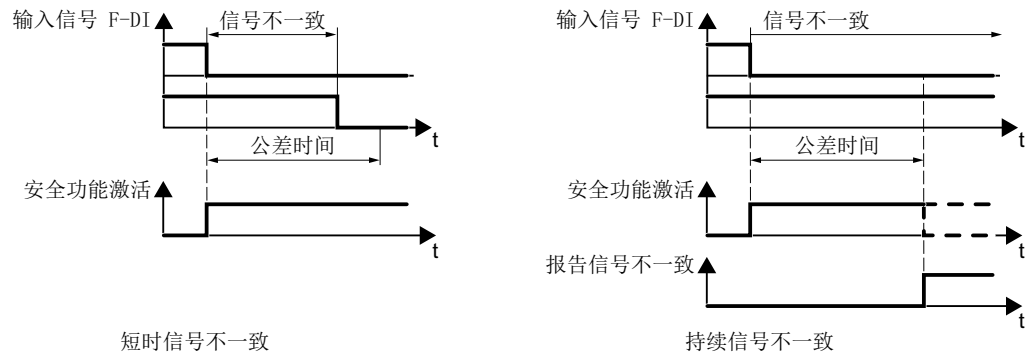


图 5-9 差异时间一致性监控

对短暂出现的信号进行滤波

以下情况中，变频器针对故障安全数字量输入信号变化所作出的及时响应是非预期的：

- 变频器的 F-DI 和机电传感器连在一起时，触点抖动，可能会引起一些信号改变。
- 一个控制模块通过“位模测试”（明暗测试）来检查它的故障安全数字量输出，检测是否有短路或短接现象。变频器的 F-DI 和控制模块的 F-DO 连在一起时，变频器会对位模测试作出响应。

位模测试内信号改变的典型持续时间：

- 明测试：1 ms
- 暗测试：4 ms

当一段时间内 F-DI 的信号变化过于频繁时，变频器便会发出故障响应。

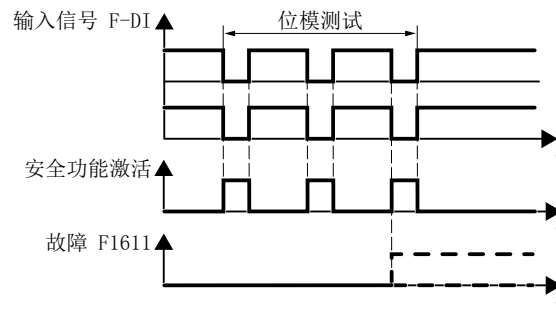


图 5-10 变频器对位模测试作出响应

在变频器内有一个滤波器，抑制由位模式或信号抖动引起的短时信号改变。

5.11 设置扩展安全功能

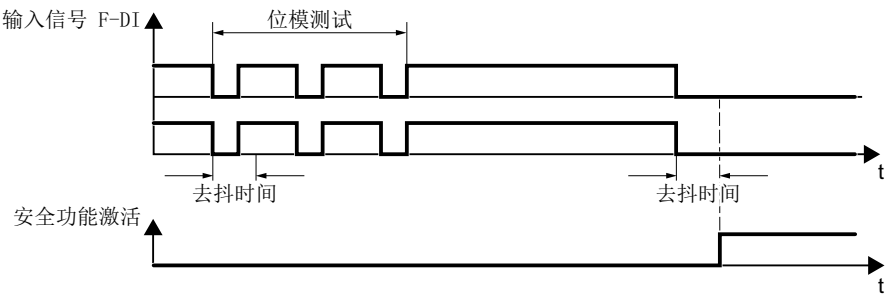


图 5-11 对短暂出现的信号进行滤波

该滤波器会延长安全功能的响应时间（去抖时间时长）。

参数	描述
p9650	F-DI 切换信号差异时间 （出厂设置：500 ms） 公差时间，即允许基本安全功能的 F-DI 信号变化持续的时间。
p9651	STO 去抖时间 （出厂设置：1 ms） 基本安全功能的 F-DI 的去抖时间。
p10002	F-DI 切换信号差异时间 （出厂设置：500 ms） 公差时间，即允许用于控制扩展安全功能的 F-DI 的输入信号不一致的时间。
p10017	数字量输入的去抖时间 （出厂设置：1 ms） 用于控制扩展安全功能的 F-DI 的去抖时间。

标准功能和安全功能的去抖时间

标准数字量输入的去抖时间 **p0724** 不会影响 F-DI 的信号。反过来，也同样如此：F-DI 的去抖时间不会影响标准数字量输入。

一个输入用作标准输入时，应通过 **p0724** 设置去抖时间。

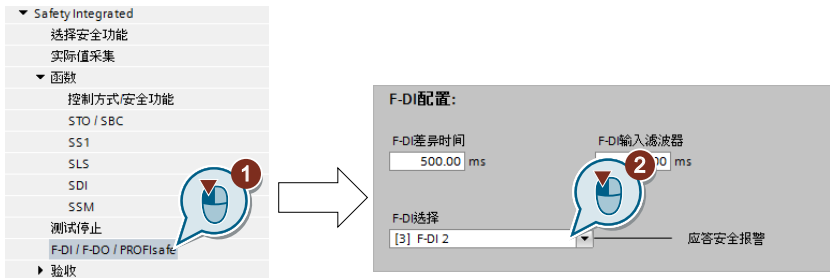
一个输入用作故障安全数字量输入时，应通过上文指出的参数设置去抖时间。


5.11.2.3 将信号与安全应答互联在一起

前提条件

- 进入 Startdrive 在线模式。
- 您选择了“扩展安全功能，由板载端子控制”。

操作步骤



1. 选择“F-DI / F-DO / PROFIsafe”。
2. 为故障安全应答信号选择一个空余的故障安全数字量输入。
如果没用空余的 F-DI 可用，必须通过另一条途径来应答安全功能的故障信息。
 通过安全信号应答 (页 273)

您已将故障安全应答信号与一个故障安全数字量输入互联在一起。

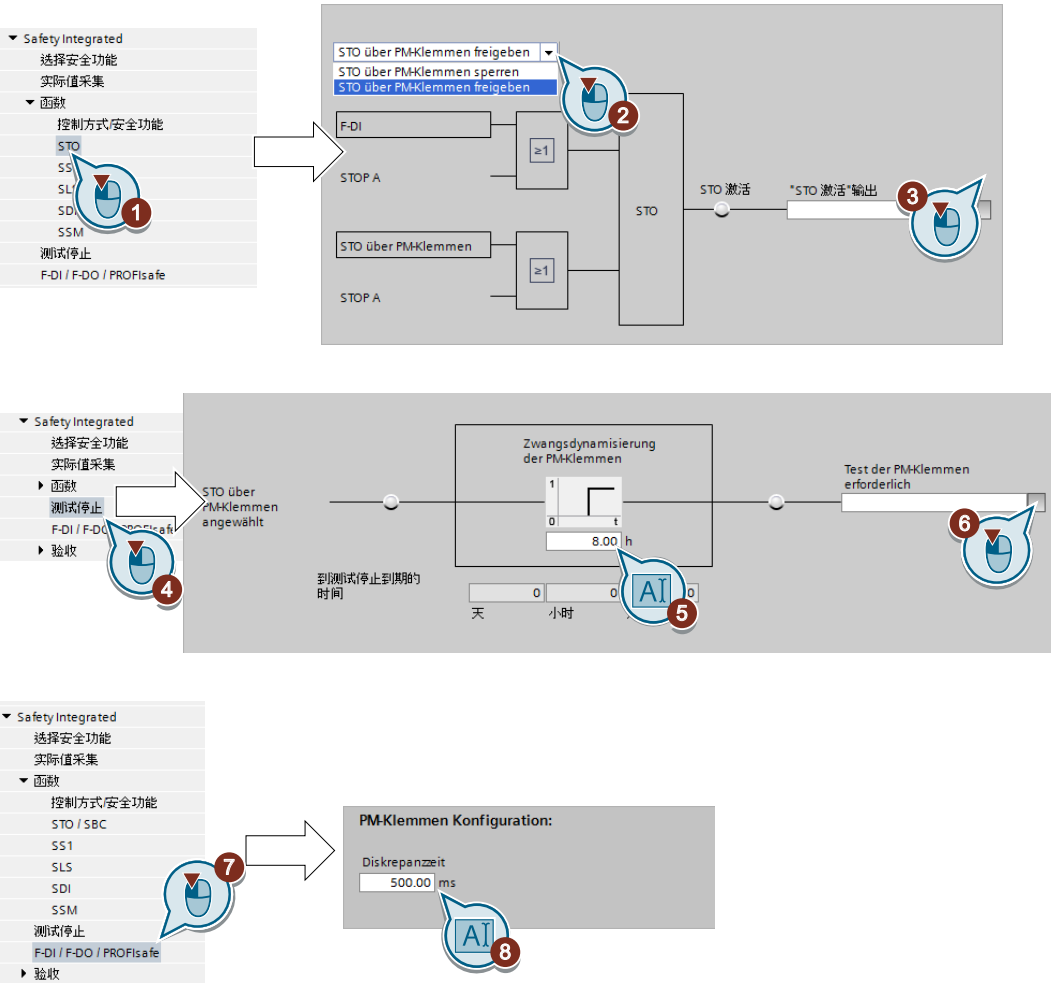


5.11.3 通过功率模块端子设置 STO

前提条件

进入 Startdrive 在线模式。

操作步骤




1. 选择“STO”。
2. 选择“通过功率模块端子使能 STO”。
3. 如果上级控制器中需要，则互联反馈信息“STO 生效”。
4. 选择“强制潜在故障检查”。
5. 将监控时间设为符合您应用的值。
6. 变频器发出信号，提示需要进行“通过功率模块端子的 STO”功能的强制潜在故障检查 (Teststop)。

7. 选择“F-DI / F-DO / PROFIsafe”。

8. 设置功率模块上端子的差异时间（一致性监控）。

该设置不仅适用于功率模块端子，也适用于通过 F-DI 选择基本安全功能 STO。

 设置故障安全数字量输入的滤波器 (页 144)。

您已完成“通过功率模块端子的 STO”功能的设置。



参数	描述
p9601.7	驱动集成功能使能（出厂设置：0） 1 信号：通过功率模块端子的 STO 已使能
p9650	F-DI 切换信号差异时间（出厂设置：500 ms）
p9661	通过功率模块端子的 STO 强制潜在故障检查时间（出厂设置：8 h）
r9662	通过功率模块端子的 STO 强制潜在故障检查剩余时间
r9773	SI 状态
	.1 1 信号：变频器中的 STO 生效
	.30 1 信号：需进行“通过功率模块端子的 STO”功能的强制潜在故障检查 (Teststop)。

5.11.4 设置故障安全数字量输出

5.11.4.1 设置强制潜在故障检查 (Teststop)



前提条件

- 进入 Startdrive 在线模式。
- 您选择了“扩展安全功能，由板载端子控制”。

操作步骤



5.11 设置扩展安全功能

- 1. 选择“F-DI / F-DO / PROFIsafe”。
- 2. 将该信号和一个数字量输入或现场总线的控制位互联在一起。该信号用于启动强制潜在故障检查 (Teststop) 并将监控的剩余时间复位为值 ③。
建议同步进行故障安全数字量输出测试与安全功能的强制潜在故障检查。与安全功能的强制潜在故障检查一样，将信号源与同一信号互联在一起。
 设置强制潜在故障检查 (Teststop) (页 138)
- 3. 设置强制潜在故障检查的监控时间。
该时间要大于或等于扩展安全功能的强制潜在故障检查的监控时间。
 设置强制潜在故障检查 (Teststop) (页 138)

您已确定了变频器通过哪个信号启动故障安全数字量输出的强制潜在故障检查 (Teststop)。
☐

说明：故障安全数字量输出的强制潜在故障检查

F-DO 的强制潜在故障检查是变频器的定期自检，在自检中变频器会检查能否封锁故障安全数字量输出。

变频器可通过一个定时功能块对 F-DO 的定期强制潜在故障检查进行监控。

您必须选择一个信号用于启动强制潜在故障检查。

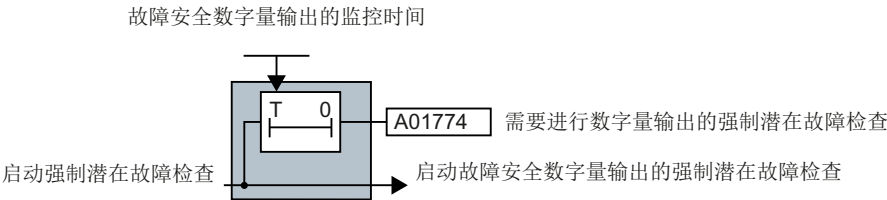


图 5-12 F-DO 强制潜在故障检查的启动和监控

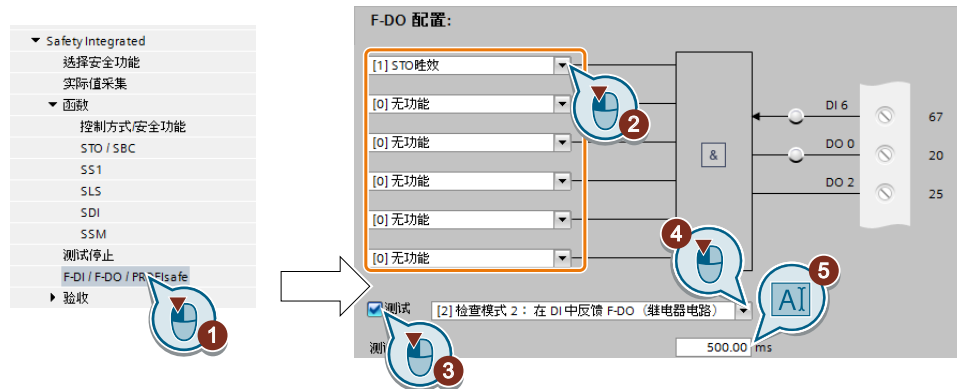
参数	描述
p10003	强制潜在故障检查定时器 （出厂设置：8 h） 设置多长时间后执行强制潜在故障检查。
p10007	F-DO 强制潜在故障检查的信号源 （出厂设置：0） 选择启动强制潜在故障检查的输入端子。


5.11.4.2 设置输出信号和检查模式

前提条件

- 进入 Startdrive 在线模式。
- 您选择了“扩展安全功能，由板载端子控制”。

操作步骤



1. 选择“F-DI / F-DO / PROFIsafe”。
 2. 将您选中的状态信号和故障安全数字量输出互联在一起。信号“Safestate”描述如下。
变频器按照以下规定互联状态信号：
 - 变频器跳过没有互联的输入。
 - 输入上都没有互联时，输出信号为 0。
 3. 激活故障安全数字量输出的测试。
 4. 选择和您的应用相适宜的测试模式。
 5. 设置等待时间。针对该设置的下限有：
 - 等待时间必须大于所连接执行器的响应时间 t_R 。
 - 等待时间必须大于或等于 24 ms。
 - 等待时间必须大于反馈输入的输入滤波器时间 (p10017)。
-  设置故障安全数字量输入的滤波器 (页 144)

您已确定了变频器通过故障安全数字量输出传送的信号以及变频器如何测试其故障安全数字量输出。



信号“Safestate”

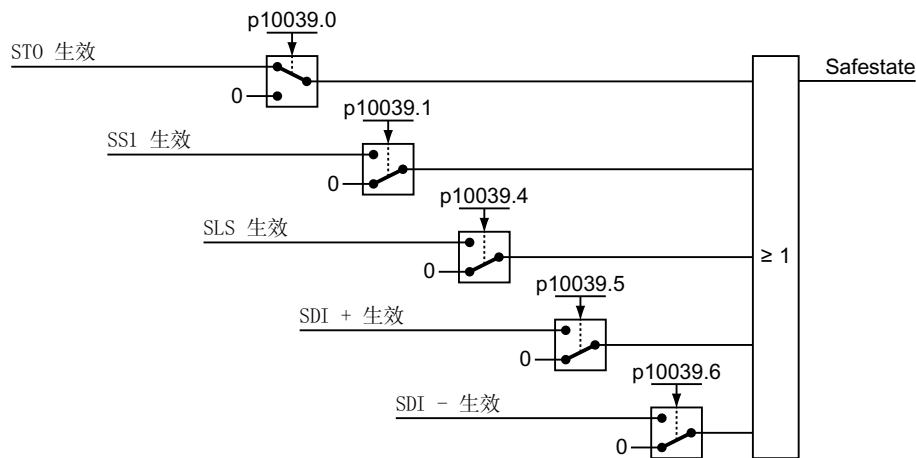


图 5-13 出厂设置中的信号 Safetstate

通过 Startdrive 中的参数视图设置参数 p10039 后，才可以调整信号“Safestate”。

故障安全数字量输出的测试模式

变频器通过设置的测试模式检查能否封锁故障安全数字量输出。
测试模式的选择取决于故障安全数字量输出的互联。选择了测试模式 2 和 3 时，必须设置与应用相匹配的等待时间。

- ➡ 连接 SINAMICS G120D 上的故障安全数字量输出 (页 101)
- ➡ 连接 SINAMICS G120 上的故障安全数字量输出 (页 99)

测试模式 1

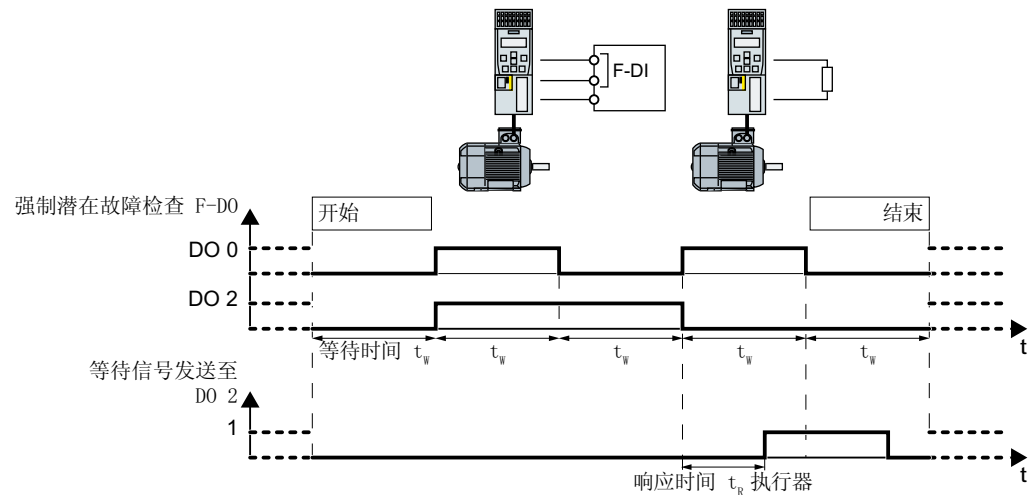


图 5-14 测试模式 1 中数字量输出 DO 2 上的理想响应方式

选择故障安全数字量输出测试时，变频器会交替接通和关闭两个数字量输出，然后检测输出 DO 2 上的电压信号。

测试模式 2

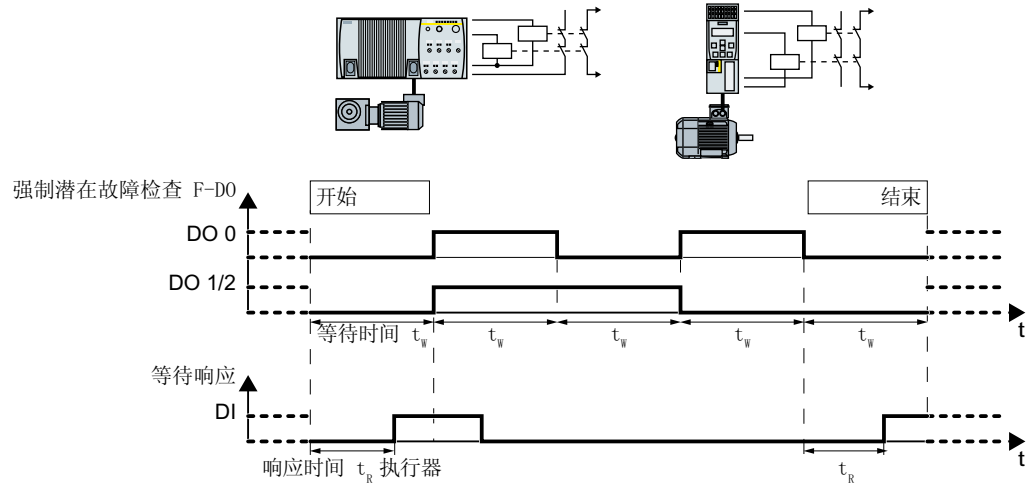


图 5-15 测试模式 2 中数字量输入上的理想响应方式

测试故障安全数字量输出时，变频器会交替接通和关闭两个数字量输出，然后通过一个数字量输入检测反馈信号。

测试模式 3

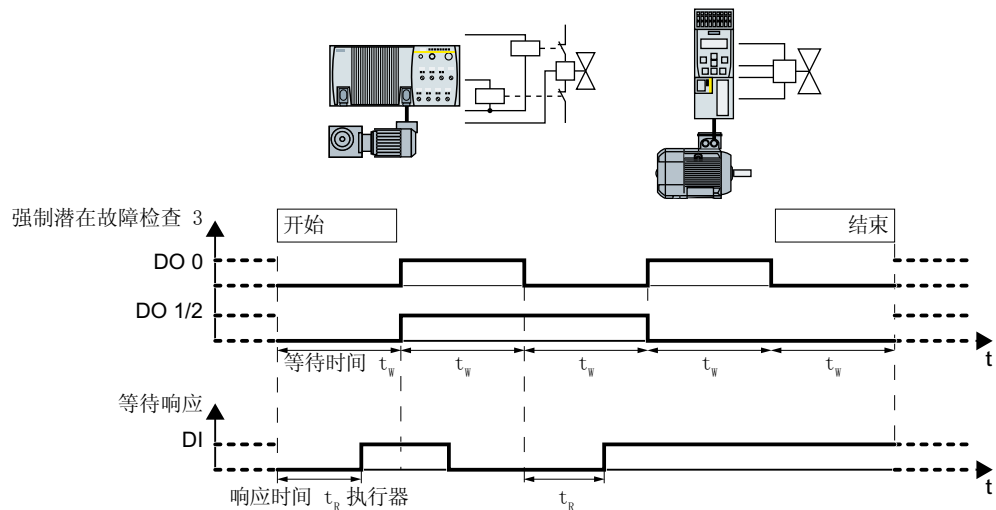


图 5-16 测试模式 3 中数字量输入上的理想响应方式

测试故障安全数字量输出时，变频器会交替接通和关闭两个数字量输出，然后通过一个数字量输入检测反馈信号。

测试模式 4

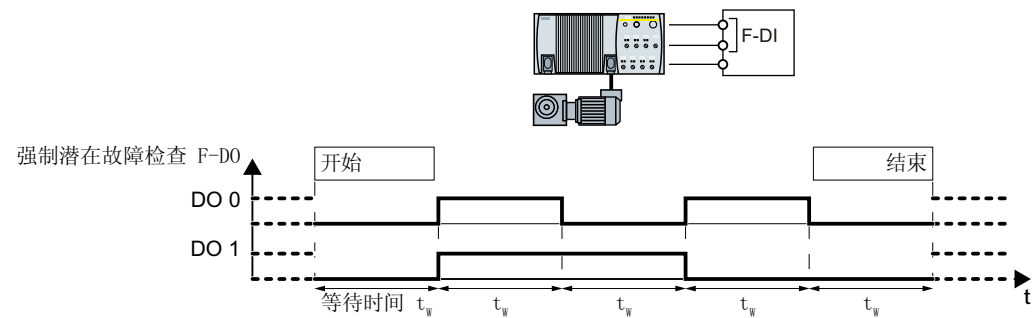


图 5-17 测试模式 4

测试故障安全数字量输出时，变频器会交替接通和关闭两个数字量输出。

变频器通过内部信号监控 SINAMIC G120D 的晶体管输出。

SINAMICS G120 上所连接的故障安全数字量输入 F-DI 必须监控其输入信号的一致性。

参数	描述
p10039	Safe State 信号选择 （出厂设置：0000 0001 bin） 设置生成“Safe State”信号的信号。
p10042[0...5]	F-DO 的信号源 （出厂设置：0） 设置 F-DO 的 6 个信号源。
p10046	F-DO 的反馈输入激活 （出厂设置：0000 bin） 激活故障安全数字量输出的反馈输入。
p10047	F-DO 测试模式 （出厂设置：0100 bin） 设置故障安全数字量输出的测试模式
p10001	DO 上进行强制潜在故障检查的等待时间 （出厂设置：500 ms）在对故障安全数字量输出进行强制潜在故障检查时，必须在该时间内从对应的反馈输入 (p10047) 收到信号。 变频器至少要等待 24 ms。

5.11.5 设置 SS1

监控模式

SS1 功能有两种不同的监控模式供选择。

制动斜坡监控	加速度监控
<ul style="list-style-type: none"> 变频器通过 SBR (Safe Brake Ramp) 功能监控电机转速是否减小了。 SBR 功能的斜率是可设置的。SBR 功能在“制动斜坡延时”后才开始。SBR 功能从选中 SS1 功能时生效的转速设定值开始监控。 在电机转速低于静态监控阈值后，变频器会安全封锁电机转矩 (STO)。 	<ul style="list-style-type: none"> 变频器通过功能 SAM (Safe Acceleration Monitor) 监控电机转速。 变频器连续跟踪不断降低的转速，从而避免电机重新加速。 SAM 在电机减速到“关闭转速”时结束。 如满足以下条件之一，变频器会安全切断电机转矩 (STO)： <ul style="list-style-type: none"> 变频器识别到电机静止。 封锁转矩前的最长延时已届满。

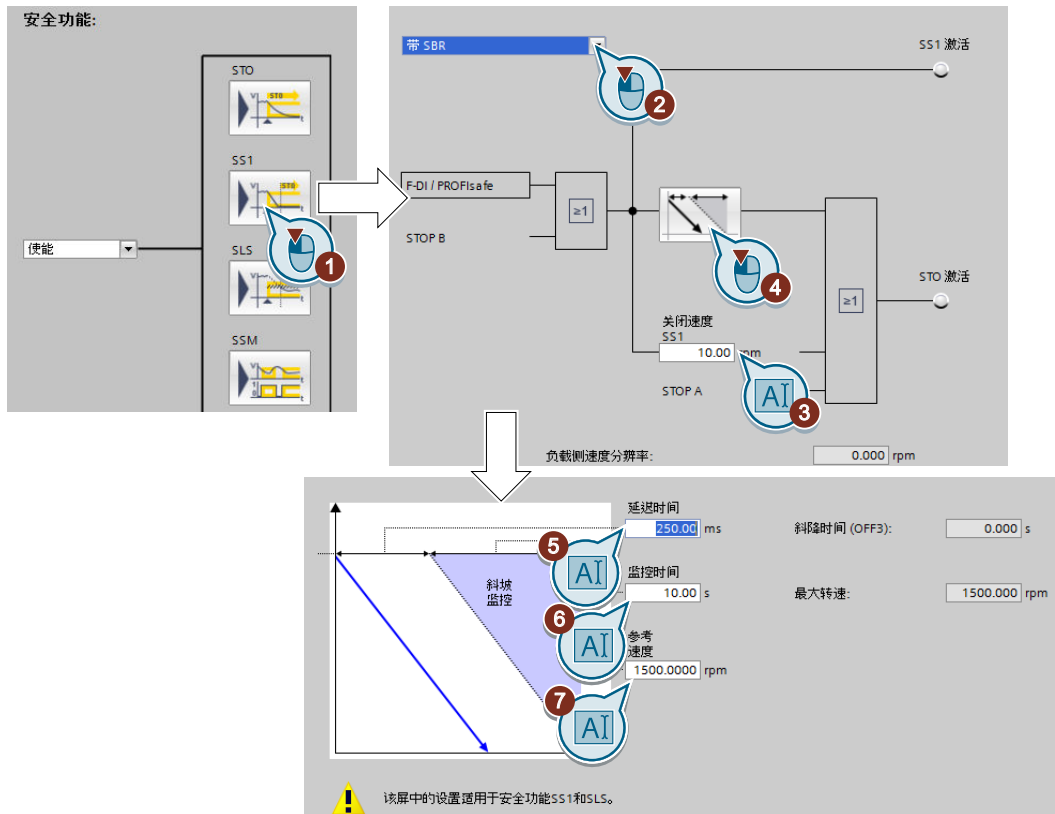
5.11 设置扩展安全功能

5.11.5.1 设置带制动斜坡监控的 SS1

前提条件

进入 Startdrive 在线模式。

操作步骤



1. 点击按钮 SS1。
2. 选择“with SBR”。
3. 关闭转速 SS1 是过渡至安全功能 STO 的条件之一。
4. 点击按钮“SBR”。
5. 如果您应用中的 OFF3 斜降时间短于 10 秒，您可以保留出厂设置。如果在功能测试时 SS1 出现故障，要逐步提高该值，直到电机可以正常制动。
如果 OFF3 斜降时间有几分钟长，必须将该时间延长几秒，以避免 SS1 出错。
6. 监控时间决定了制动监控斜坡的斜率。
如果监控斜坡要和减速斜坡平行，必须进行如下设置： $\text{监控时间} = \text{OFF3 斜降时间} \div \text{传动比}$ 。
传动比 = 丝杠转动圈数与电机转动圈数之比。
示例： $\text{传动比} = 1/3 \Rightarrow \text{监控时间} = \text{OFF3 斜降时间} \times 3$ 。
不建议将监控时间设得比上述乘积更短，否则在负载完成制动前监控就已结束。
监控时间设置的越大，监控的公差度越大。

7. 将基准转速设置为最大转速值。

8. 关闭对话框。

您已设置了带制动斜坡监控的功能 SS1。



说明：带制动斜坡监控的 SS1

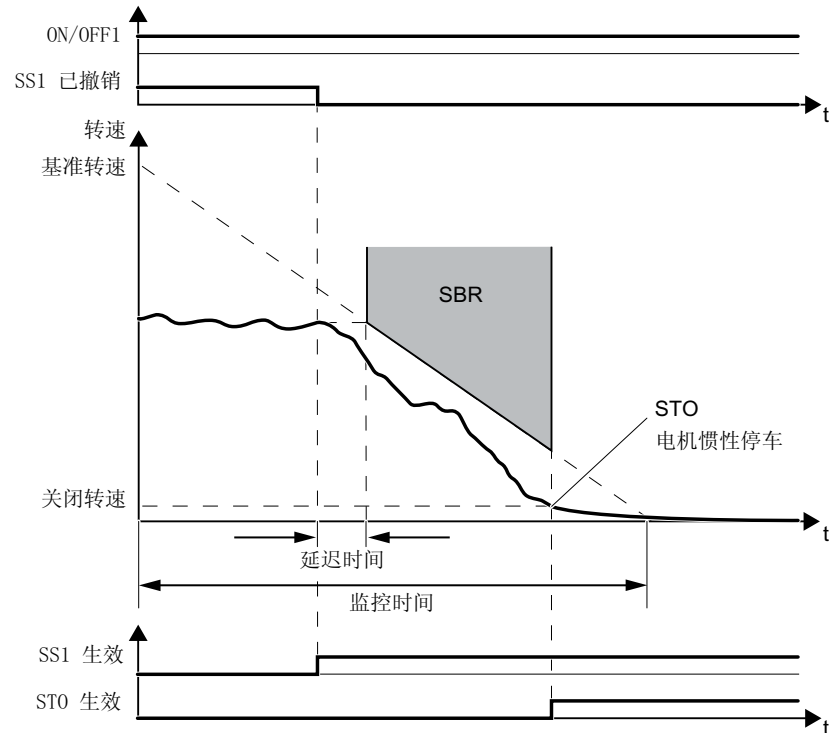


图 5-18 带制动斜坡监控的 SS1

基准转速和监控时间

这两个值确定了 SBR 监控斜坡的斜率。

延迟时间

在设置的延时结束后，SBR 才启动。监控从选中 SS1 功能时生效的转速设定值开始。

制动

变频器以 OFF3 减速时间使电机制动。

5.11 设置扩展安全功能

关闭转速

电机转速降至关闭转速后，变频器通过功能 **STO** 安全封锁电机转速。

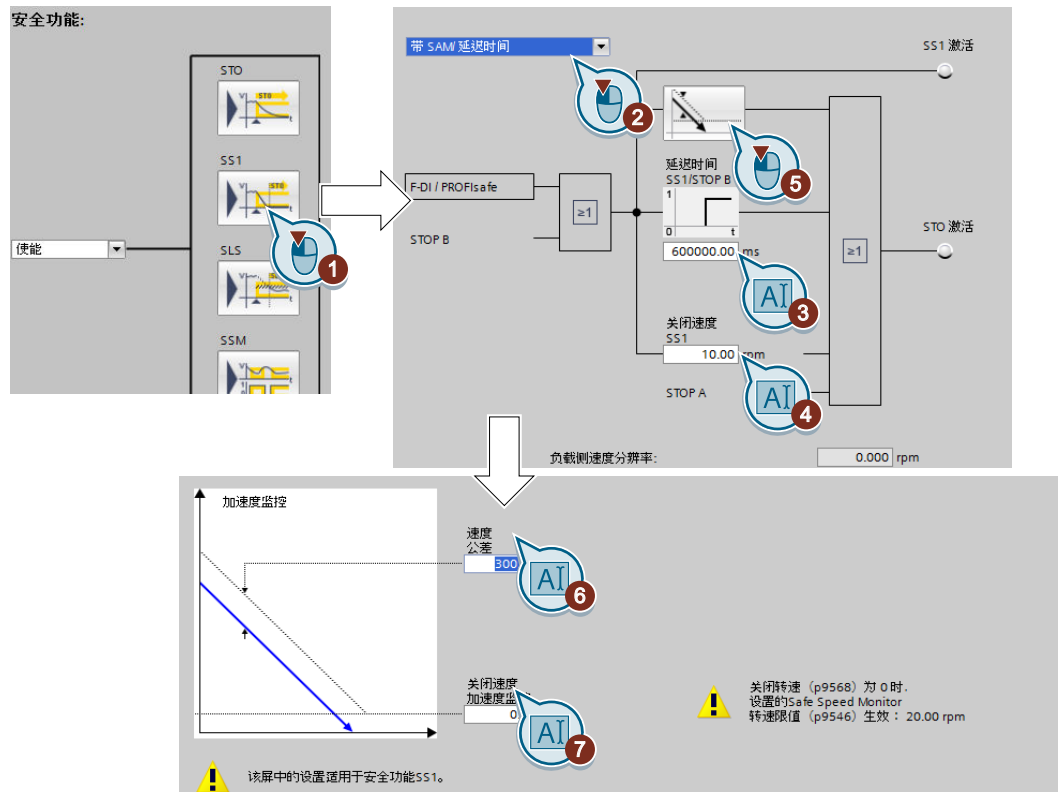
参数	描述	
p9501.00	安全功能使能 1 信号： 使能扩展安全功能。 0 信号： 禁止扩展安全功能。	
p9506	功能特性： （出厂设置：1）	
	1:	带制动斜坡监控
	3:	带加速监控
p9546	SSM 转速限值 （出厂设置：20 rpm） 只有当 p9560 = 0 时才用于 SS1。	
p9560	脉冲封锁关闭转速 （出厂设置：10 rpm） 关闭转速	
p9581	制动斜坡的参考速度 （出厂设置：1500 rpm） SBR 的基准转速	
p9582	制动斜坡的延迟时间 （出厂设置：250 ms）	
p9583	制动斜坡监控时间 （出厂设置：10 s）	
r9722.1	状态信号 1 信号： SS1 生效	
r9714	速度诊断[rpm]	
	[0]	负载侧速度实际值 电机的电气转速。异步电机上机械转速由电气转速和电气转速差得出。
	[1]	当前 SAM/SBR 速度限值
r9723.16	1 信号： SAM/SBR 生效	
p1135	OFF3 斜降时间	
p1226	静态检测转速阈值 （出厂设置：20 rpm）	一旦转速低至静态检测转速或关闭转速 p9569，变频器便封锁电机转矩。
p1227	静态检测时间 （取决于功率单元）	

5.11.5.2 设置带加速监控的 SS1

前提条件

进入 Startdrive 在线模式。

操作步骤



1. 点击按钮 SS1。
2. 选择“with SAM/延迟时间”。
3. “延迟时间”届满后变频器便安全封锁电机转矩，不管当前转速如何。
4. “关闭转速 SS1”是过渡至安全功能 STO 的条件之一。
5. 点击按钮“SAM”。
6. “转速公差”用来跟踪当前转速的监控。
7. “加速监控中的关闭转速”是过渡至安全功能 STO 的条件之一。
8. 关闭对话框。

您已设置了带加速监控的功能 SS1。



说明：带加速监控的 SS1

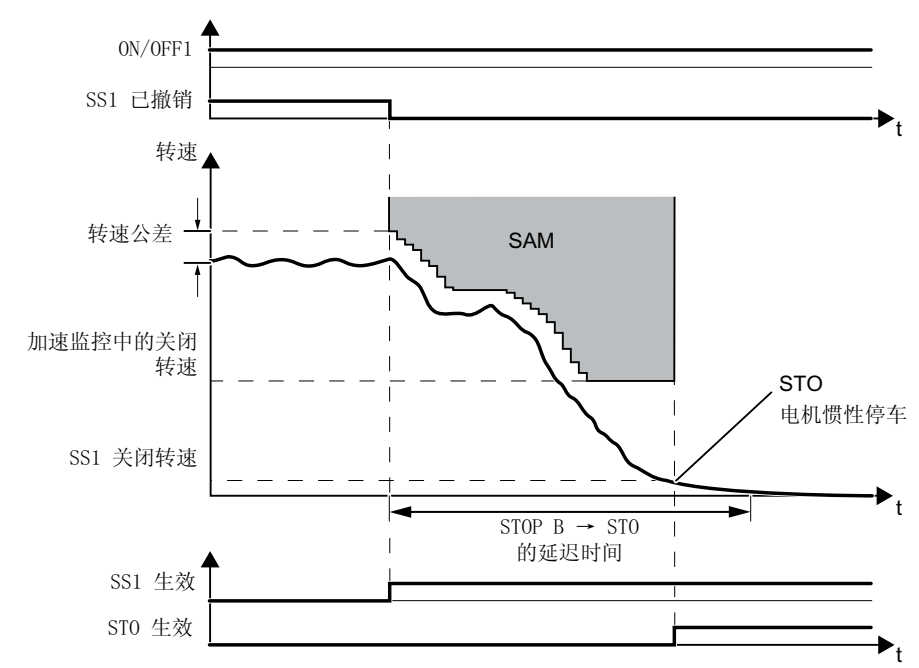


图 5-19 带加速监控的 SS1

转速公差

只要电机不断减速，变频器就一直在当前转速上设定一个公差，对当前转速+公差之和进行监控。

加速监控中的关闭转速

该监控在电机减速到“加速监控中的关闭转速”时结束。

关闭转速 SS1 和延迟时间

如满足以下条件之一，变频器会使用功能 STO 安全封锁电机转矩：

- 当前转速降至 SS1 关闭转速。
- 延迟时间已结束。

参数	描述
p9501.00	1 信号：使能扩展安全功能。 0 信号：禁用扩展安全功能。
p9506	功能特性：（出厂设置：1） 3: 带加速监控
p9548	转速公差（出厂设置：300 rpm）

参数	描述	
p9556	延迟时间 STOP B → STO （出厂设置：600000 ms）	
p9560	关闭转速 SS1 （出厂设置：10 rpm）	
p9568	加速监控中的关闭转速（出厂设置：0 rpm）	
r9714	速度诊断[rpm]	
	[0]	负载侧速度实际值 电机的电气转速。异步电机上机械转速由电气转速和电气转速差得出。
	[1]	当前 SAM/SBR 速度限值
r9722.1	1 信号：SS1 生效	
r9723.16	1 信号：SAM/SBR 生效	
p1226	静态检测转速阈值（出厂设置：20 rpm）	一旦转速低至静态检测转速或关闭转速 p9569 ，变频器便封锁电机转矩。
p1227	静态检测时间（取决于功率单元）	

5.11.6 设置 SLS

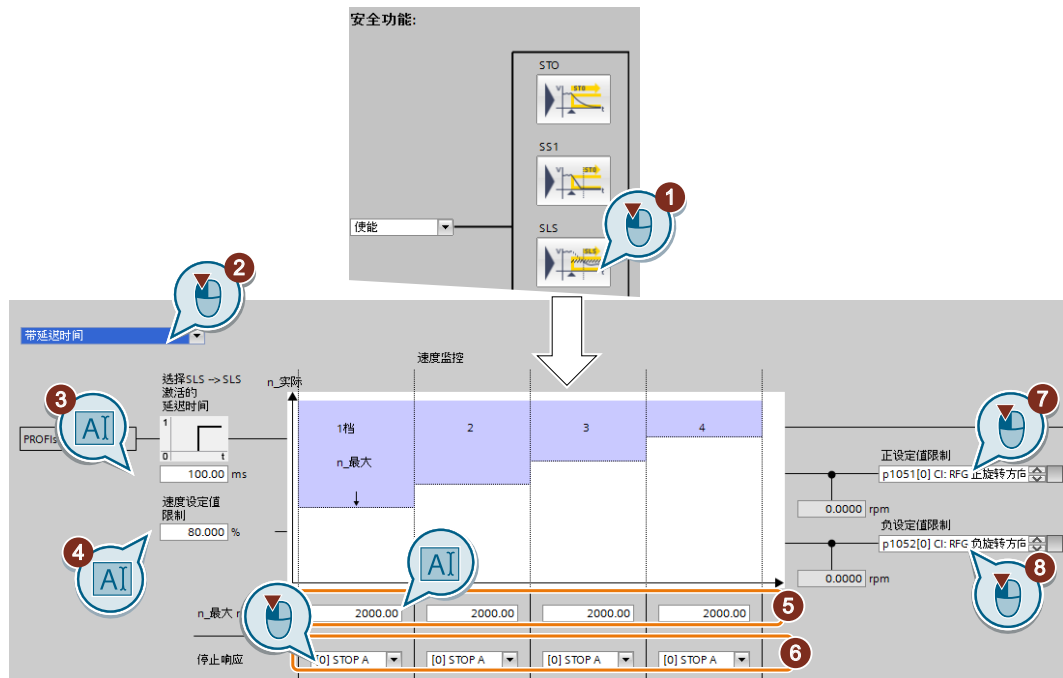
5.11.6.1 设置监控功能

前提条件

进入 **Startdrive** 在线模式。

5.11 设置扩展安全功能

操作步骤



1. 点击按钮 SLS。
2. 选择两种监控模式之一：
 - 带延迟时间
 - 带 SBR
3. 选择了“带延迟时间”时：
该延迟时间要设置得足够长，使得在选中 SLS 后拖动最大负载的电机可以在该时间内从最高转速下降到 SLS 最低档位。
选择了“带 SBR”时：点击用于设置安全制动斜坡 (SBR) 的按钮。
➡ 设置带制动斜坡监控的 SS1 (页 156)
4. 设定转速限值占当前选中的 SLS 档位的比例，单位：%，参见 ⑦ 和 ⑧。
5. 待监控的负载转速。
只有选择了 PROFIsafe 作为接口时，档位 2 ... 4 才可用。
6. 监控响应。
➡ 停止响应 (页 267)
7. 将该信号互联保留出厂设置时，在选中 SLS 时变频器会在正方向上对转速设定值进行限制。
8. 将该信号互联保留出厂设置时，在选中 SLS 时变频器会在负方向上对转速设定值进行限制。
9. 关闭对话框。

您已设置了安全功能 SLS。



SLS 功能描述

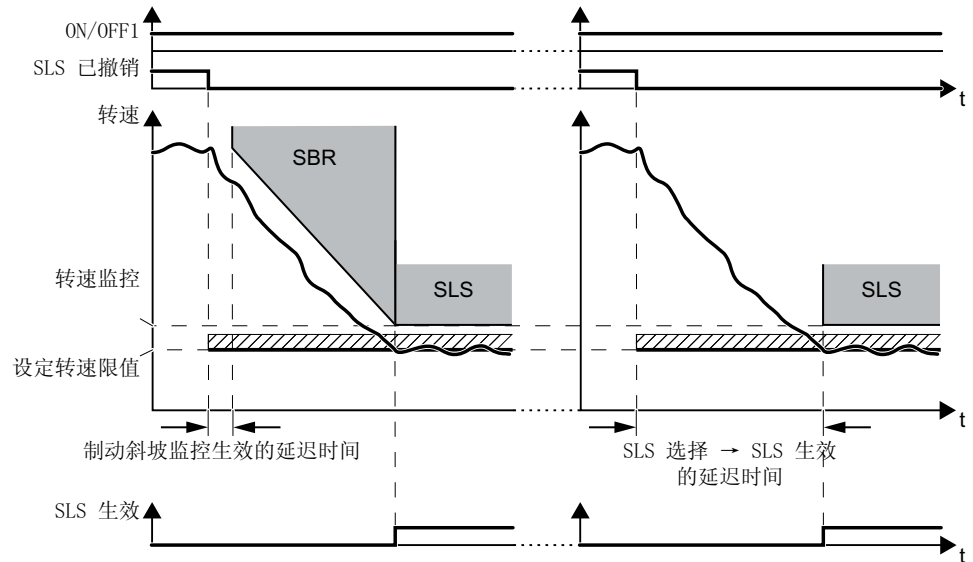



图 5-20 选择 SLS 后的特性。左图：带制动斜坡监控；右图：不带制动斜坡监控

选择 SLS 后，变频器会使电机在 OFF3 减速时间内制动。

 设置带制动斜坡监控的 SS1 (页 156)

参数	描述
p1051	斜坡函数发生器转速限值，正旋转方向（出厂设置取决于控制单元）
p1052	斜坡函数发生器转速限值，负旋转方向（出厂设置取决于控制单元）
p1135	OFF3 斜降时间
p9501.00	安全功能使能 1 信号：使能 SLS 和扩展安全功能。 0 信号：禁用 SLS 和扩展安全功能。
p9506	功能特性：（出厂设置：1）
	1: 带制动斜坡监控
	3: 不带制动斜坡监控
p9531[0...3]	SLS 限值（所有转速档的出厂设置：2000 rpm）
p9533	设定值转速限值（出厂设置：80%） 变频器将设定转速控制在 r9733 值以下。 $r9733[0] = p9531[x] \times p9533$ 。

5.11 设置扩展安全功能

参数	描述
p9551	SLS 换档延迟时间 （出厂设置：100 ms） 选择 SLS 延时 → SLS 生效，在带斜坡制动监控时失效。
p9563[0...3]	SLS 指定的停止响应 （出厂设置：STOP A）
	0: STOP A
	1: STOP B
p9581	制动斜坡的参考速度 （出厂设置：1500 rpm） SBR 的基准转速
p9582	制动斜坡的延迟时间 （出厂设置：250 ms）
p9583	制动斜坡监控时间 （出厂设置：10 s） 制动斜坡的斜率取决于 p9581 和 p9583。
r9714	速度诊断[rpm]
	[0] 负载侧速度实际值 电机的电气转速。异步电机上机械转速由电气转速和电气转速差得出。
	[1] 当前 SAM/SBR 速度限值
	[2] 当前 SLS 速度限值
r9722.04	状态信号 1 信号：SLS 生效 0 信号：SLS 未生效
r9733	设定速度限值生效
	[0] 正设定值极限
	[1] 负设定值极限
	[2] 设定值极限绝对值

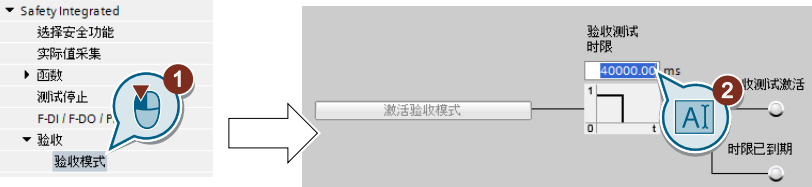
5.11.6.2 验收测试的设置

在验收测试时要求电机超过安全功能限速工作，因此必须暂时关闭变频器的限速功能。

前提条件

进入 Startdrive 在线模式。

操作步骤



- 1. 打开“验收模式”对话框。
- 2. 设置变频器关闭限速的时间。在该时间内进行验收测试时，电机可超过限速工作。
在该时间届满后，变频器结束验收模式并再次激活内部的限速功能。

您已准备好进行功能验收。



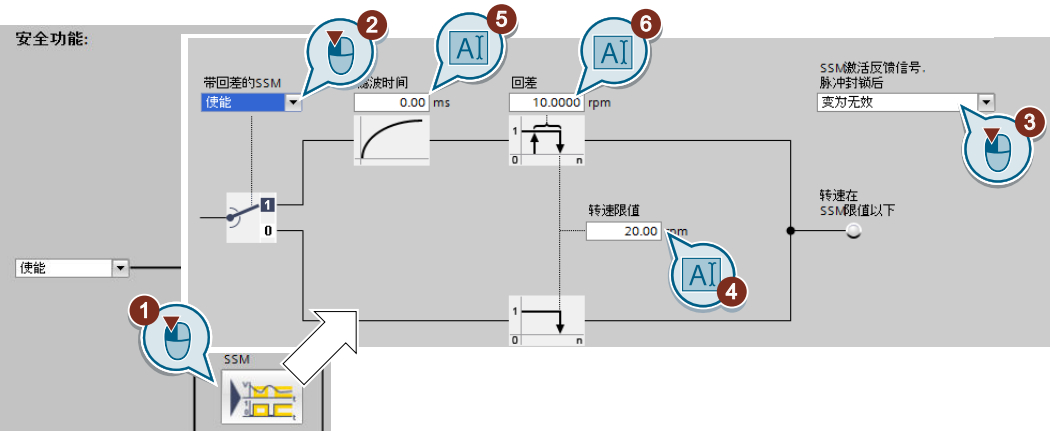
参数	
p9558	验收测试期限（出厂设置：40000 ms） 最大期限：100 秒。


5.11.7 设置 SSM

前提条件

进入 Startdrive 在线模式。

操作步骤



- 1. 打开安全功能 SSM 对话框。
- 2. 选择功能，带或不带回差。
- 3. 设置电机关闭后的工作方式。
如果在脉冲被封锁后已将 SSM 反馈设为“保持生效”，在接通电机时必须遵循规定的信号顺序。
 在 SSM 生效期间接通电机 (页 251)
- 4. 设置需要监控的转速。
- 5. 只能在已使能回差 ② 时设置滤波时间。
- 6. 只能在已使能回差 ② 时设置回差。

您已设置了安全功能 SSM。



SSM 功能在调试结束后立即生效。

SSM，不带回差

转速监控

- 电机启动后，变频器会对负载转速与转速限值进行对比。

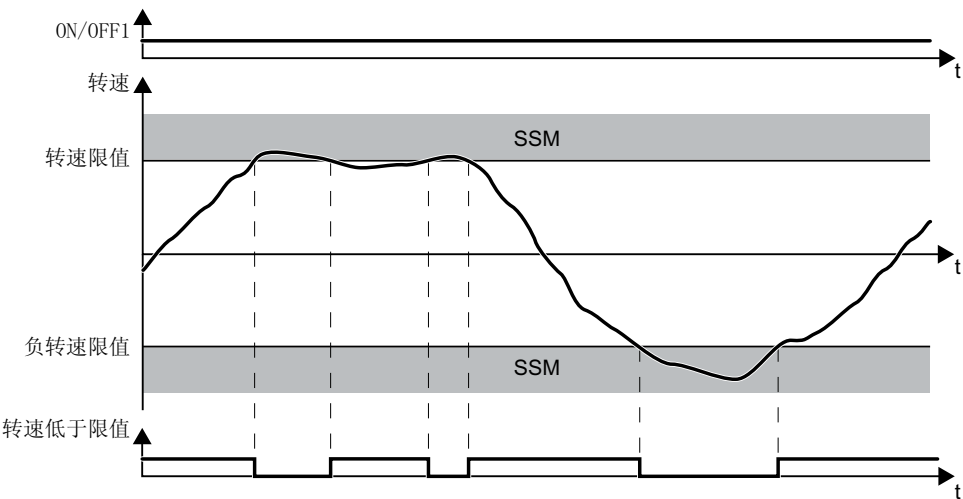


图 5-21 不带回差的 SSM 安全功能的工作时序

参数	描述
p9501.00	1 信号：使能扩展安全功能。 0 信号：禁用扩展安全功能。
p9501.16	1 信号：使能回差和滤波 0 信号：禁止回差和滤波
p9546	转速限值（出厂设置：20 rpm）
r9714[0]	负载侧速度实际值[rpm] 电机的电气转速。异步电机上机械转速由电气转速和电气转速差得出。
r9722.15	1 信号：转速绝对值低于转速限值

带回差的 SSM

如果要监控转速是否接近转速限值，有效的方法是设置回差。

转速监控

- 电机启动后，变频器会在考虑回差的情况下对负载转速与转速限值进行对比。

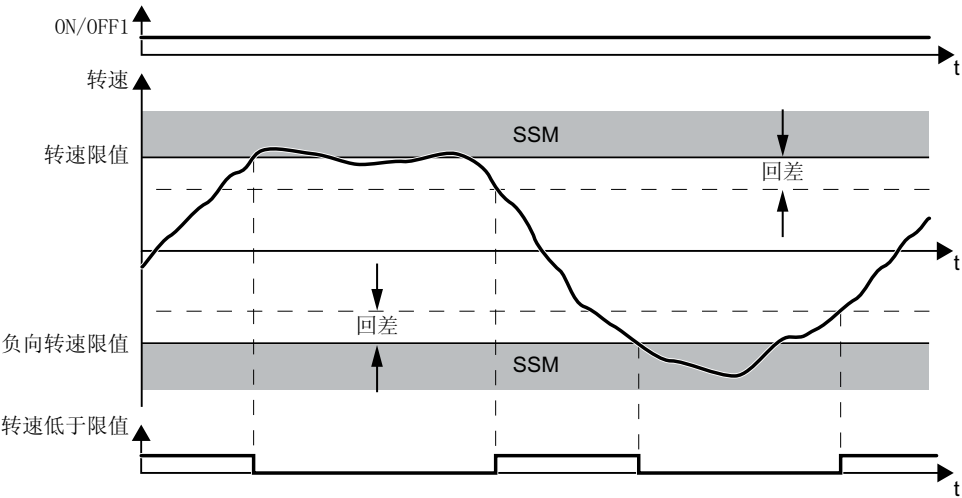


图 5-22 带回差的 SSM 安全功能的工作时序

滤波器

信号滤波器可以对变频器测出的转速进行平滑。当您想对接近转速限值的转速进行监控时，请使用滤波器。

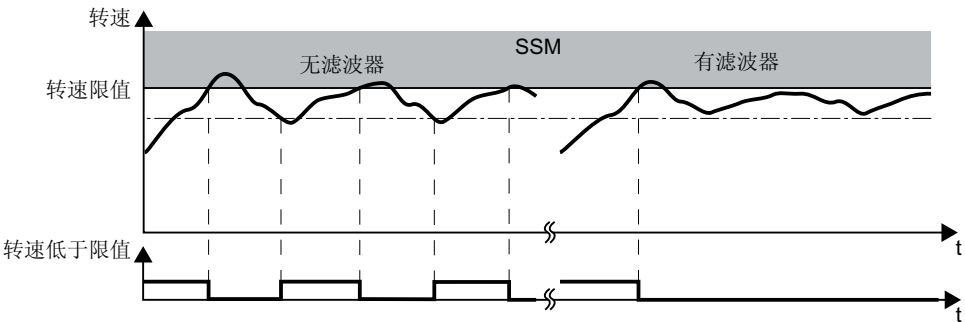


图 5-23 SSM 滤波器的工作方式

参数	描述
p9501.00	1 信号：使能扩展安全功能。 0 信号：禁用扩展安全功能。
p9501.16	1 信号：使能回差和滤波 0 信号：禁用回差和滤波
p9545	滤波时间（出厂设置：0 ms）
p9546	转速限值（出厂设置：20 rpm）
p9547	回差（出厂设置：10 rpm）

参数	描述
r9714[0]	负载侧速度实际值[rpm] 电机的电气转速。异步电机上机械转速由电气转速和电气转速差得出。
r9722.15	1 信号：转速绝对值低于转速限值

电机关闭后的 SSM 反馈

您可选择 SSM 功能在电机关闭后是否保持生效。

如果 SSM 保持生效，变频器会作出如下响应：

- 变频器在电机关闭后冻结信号“转速低于限值”。
- 电机关闭后，STO 生效。

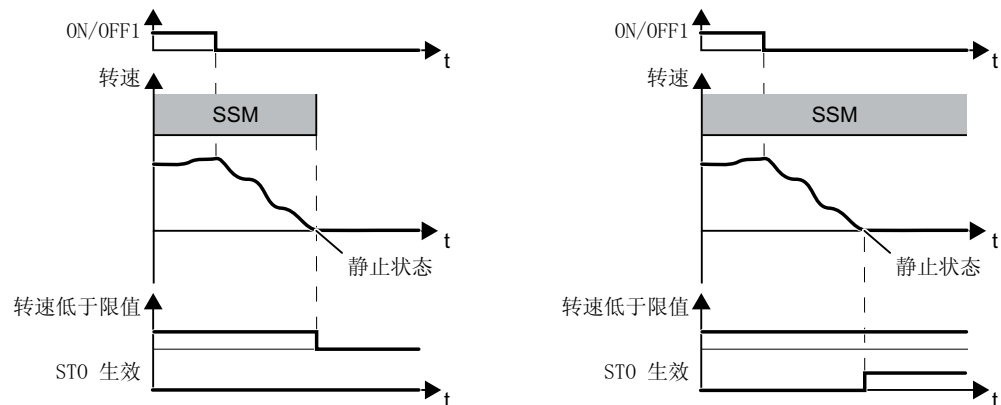



图 5-24 电机关闭后的 SSM 反馈。链接：SSM 失效。右图：SSM 保持生效

 在 SSM 生效期间关闭电机 (页 247)

参数	描述
p9509.00	1 信号：在电机关闭后 SSM 失效 0 信号：电机关闭后 SSM 仍保持生效

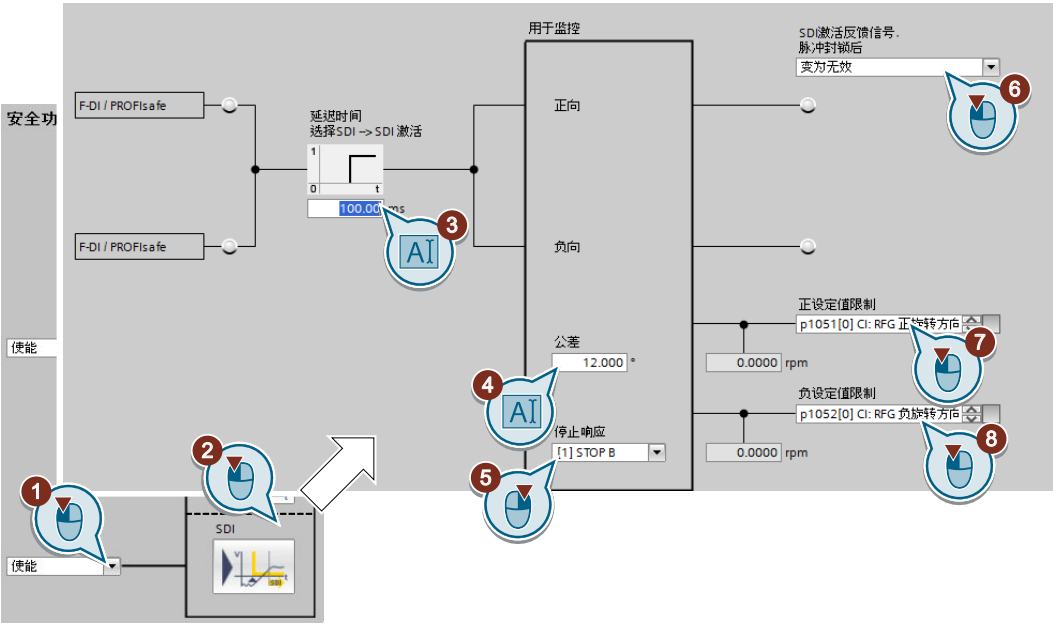
5.11.8 设置 SDI

5.11.8.1 设置监控功能

前提条件

进入 Startdrive 在线模式。

操作步骤



- 1. 使能安全功能 SDI。
- 2. 点击按钮 “安全功能 SDI” 。
- 3. 至监控生效的延迟时间。
- 4. 监控方向上的运动公差。
- 5. 监控响应。
→ 停止响应 (页 267)
- 6. 电机关闭后的工作方式
→ 在 SDI 生效期间关闭电机 (页 256)
- 7. 将该信号互联保留出厂设置时，在选中 SDI- 时变频器会对转速设定值进行限制。
- 8. 将该信号互联保留出厂设置时，在选中 SDI+ 时变频器会对转速设定值进行限制。
- 9. 关闭对话框。

您已经设置了 SDI 功能。



功能 SDI

工作时序

如果选择 SDI，变频器会将不允许的旋转方向上的转速设定值或速度设定值限制为 0。

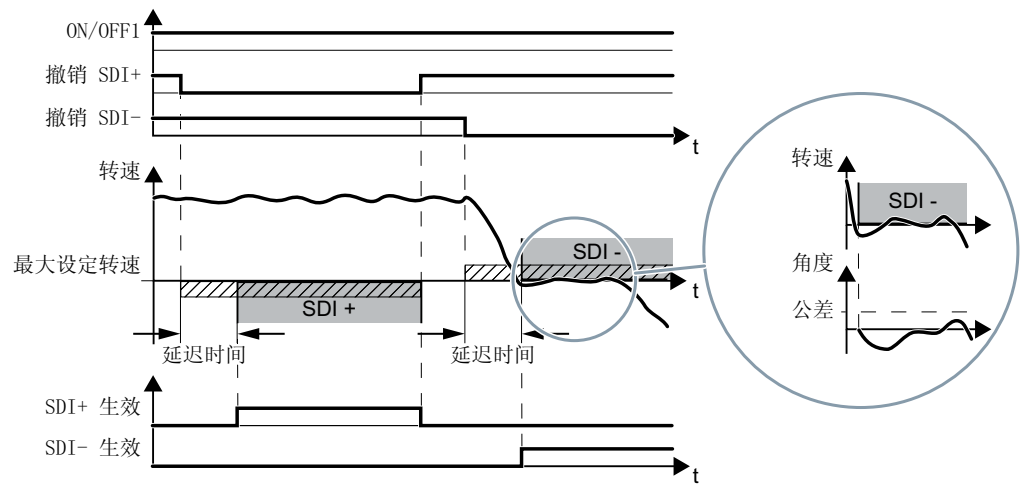


图 5-25 延迟时间和公差

延迟时间

在延迟时间届满后，变频器监控电机的旋转方向。该延迟时间要设置得足够长，使得选中 SDI 后拖动最大负载的电机可以在该时间内从最高转速减速到静态。变频器以 OFF3 减速时间使电机制动。

公差

变频器允许电机在错误方向上短暂地运行一段时间，比如：变频器允许在电机减速到静态这一阶段内出现短暂的过冲。变频器因此会将电机转速换算为角度。利用公差您可以设置变频器允许的最大角度。

电机关闭后的 SDI 反馈

您可选择 SDI 功能在电机关闭后是否保持生效。

- 变频器在电机关闭后冻结信号“SDI 生效”。
- 电机关闭后，STO 生效。

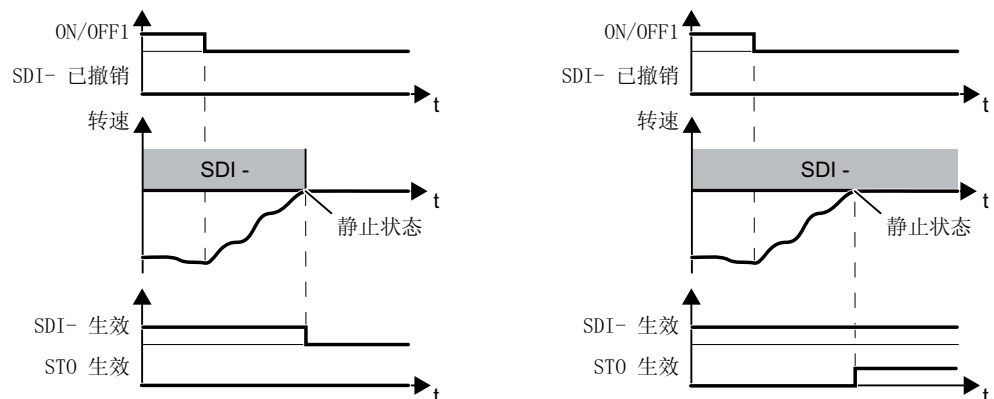



图 5-26 电机关闭后的 SDI 反馈。链接：SDI 失效。右图：SDI 保持生效

 在 SDI 生效期间关闭电机 (页 256)

参数	描述
p1051	斜坡函数发生器转速限值，正旋转方向（出厂设置取决于控制单元）
p1052	斜坡函数发生器转速限值，负旋转方向（出厂设置取决于控制单元）
p1135	OFF3 斜降时间
p9501.00	1 信号：使能扩展安全功能。 0 信号：禁用扩展安全功能。
p9501.17	1 信号：SDI 使能 0 信号：禁止 SDI
p9509.08	1 信号：在电机关闭后 SDI 失效 0 信号：电机关闭后 SDI 仍保持生效
p9564	公差（出厂设置：12 度）
p9565	延迟时间（出厂设置：100 ms）
p9566	停止响应（出厂设置：1）
	0: STOP A
	1: STOP B
r9714[0]	负载侧速度实际值[rpm] 电机的电气转速。异步电机上机械转速由电气转速和电气转速差得出。
r9722.12	1 信号：SDI + 生效
r9722.13	1 信号：SDI - 生效
r9733	设定速度限值生效
	[0] 正设定值极限
	[1] 负设定值极限
	[2] 设定值极限绝对值

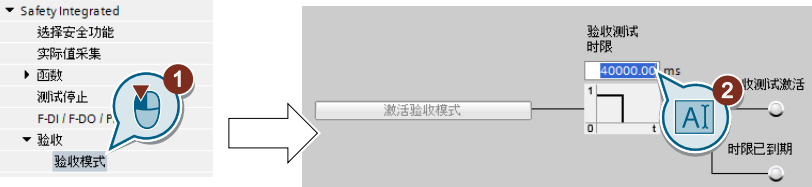
5.11.8.2 验收测试的设置

在验收测试时要求电机超过安全功能限速工作，因此必须暂时关闭变频器的限速功能。

前提条件

进入 Startdrive 在线模式。

操作步骤



- 1. 打开“验收模式”对话框。
- 2. 设置变频器关闭限速的时间。在该时间内进行验收测试时，电机可超过限速工作。
在该时间届满后，变频器结束验收模式并再次激活内部的限速功能。

您已准备好进行功能验收。



参数	
p9558	验收测试期限（出厂设置：40000 ms） 最大期限：100 秒。

5.11.9 在线调试的结束步骤

激活设置

前提条件

进入 Startdrive 在线模式。

操作步骤



- 1. 点击按钮“Exit Safety commissioning”。
- 2. 保存设置（Copy RAM to ROM）。
- 3. 断开在线连接。
- 4. 点击按钮 “从设备（软件）加载”。
- 5. 保存项目。
- 6. 切断变频器的电源。
- 7. 等待片刻，直到变频器上所有的 LED 都熄灭。
- 8. 重新接通变频器的电源。

设置现在起生效。



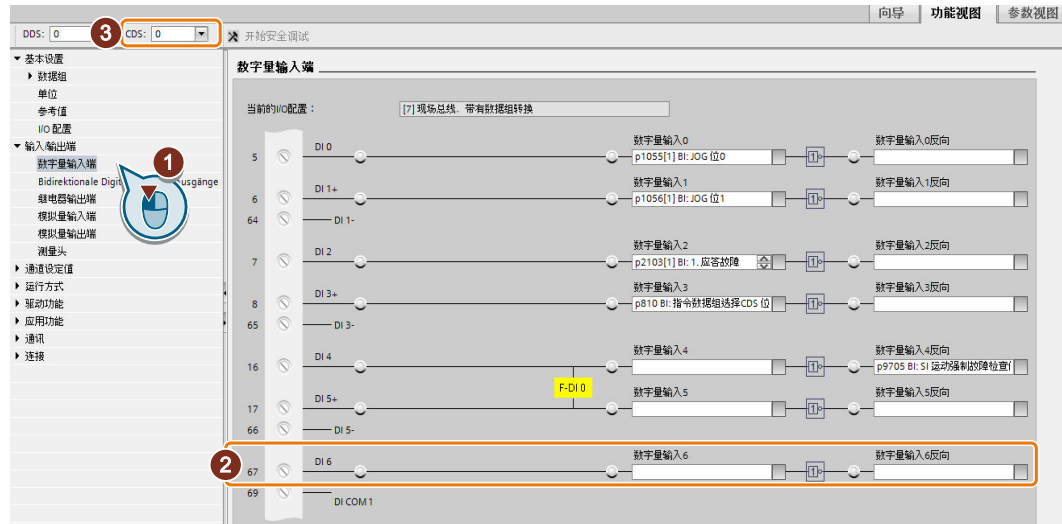
参数	描述
p9700 = 57 hex	SI 复制功能 （出厂设置：0） 启动 SI 参数复制功能。
p9701 = AC hex	确认数据更改 （出厂设置：0） 确认数据更改。
p0010 = 0	驱动调试参数筛选 0：就绪
p0971 = 1	保存参数 1：保存驱动对象 (Copy RAM to ROM) 变频器断电保存设置后，p0971 = 0。

检查数字量输入的互联

一个 DI 同时与一个安全功能和一个“标准”功能互联可能会导致电机工作异常。

如果是通过故障安全数字量输入控制变频器中的安全功能，则必须检查这些数字量是否部分与“标准”功能互联。

操作步骤



1. 选中数字量输入的对话框。
2. 断开所有用作 F-DI 的数字量输入的互联：
3. 使用了指令数据组切换（CDS）时，必须删除所有 CDS 中数字量输入的互联。
CDS 切换的说明参见操作说明。

您已确保故障安全数字量输入只控制变频器中的安全功能。



检查故障安全数字量输出的反馈输入的互联

互联带“标准”功能的反馈输入可导致变频器工作异常。

前提条件

- 使用了变频器的故障安全数字量输出。
- 使用测试模式 2 或测试模式 3，此时变频器通过一个数字量输入检测所连接执行器的状态。

您必须检查该数字量输入是否连接了“标准”功能。

操作步骤

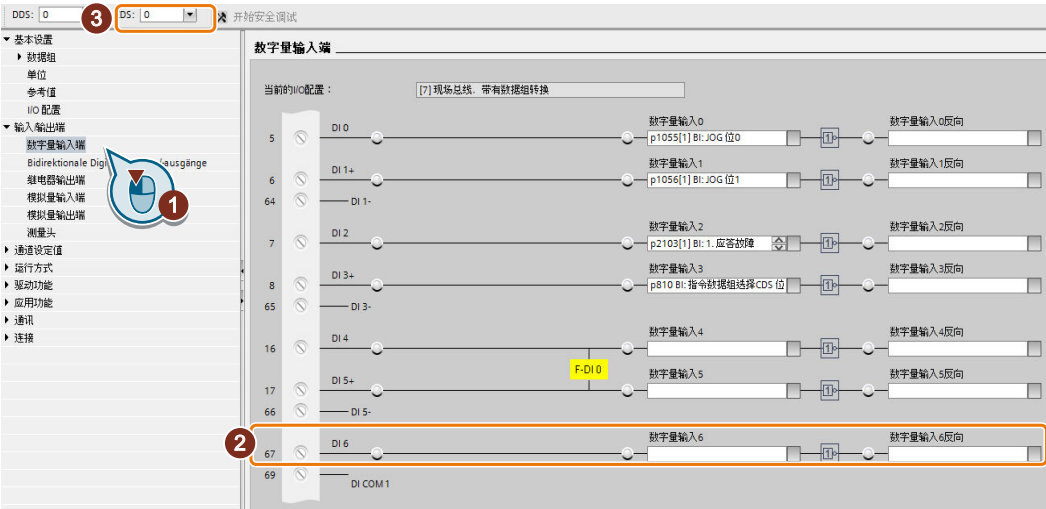


图 5-27 断开 CU250S-2 上反馈输入 DI 6 的互联

1. 选择数字量输入。
2. 断开用作 F-DO 反馈输入的数字量输入的互联：
 - SINAMICS G120，配备控制单元 CU250S-2：数字量输入 DI 6（见图）。
 - SINAMICS G120D：数字量输入 DI 5。
3. 如果使用多个指令数据组切换（CDS），则应断开所有 CDS 的反馈输入互联。

您已关闭了变频器内“标准”功能的故障安全数字量输出的反馈输入。



5.12 激活“Shared Device”

激活“Shared Device”

在您选择通过 PROFINET 和“Shared Device”来控制变频器的安全功能时，您必须在变频器中激活该功能。

前提条件

进入 Startdrive 在线模式。

操作步骤

1. 在 Startdrive 中切换到参数视图。
2. 设置 $p8929 = 2$ 。

您已在变频器中配置了“Shared Device”通讯。



5.13 启动 PROFIsafe 通讯

启动 PROFIsafe 通讯

变频器第一次通过现场总线和中央上级控制器 (F-CPU) 建立连接时，中央控制器会向变频器发送 PROFIsafe 配置数据。接收完变频器中的配置数据后，启动 PROFIsafe 通讯。


只有从中央控制器接收到配置数据后，变频器才会监控与中央控制器的通讯。

5.14 通过 Startdrive 离线调试驱动

在您完成安全功能的离线调试后，您必须接着将设置下载到变频器中。下载后您还需要完成安全功能的在线调试。

离线设置安全功能

操作步骤

1. 在 **Startdrive** 选中安全功能。
2. 离线设置安全功能的参数。
该步骤需参阅本手册中的在线调试一节。
 配置安全功能和 PROFIsafe (页 116)
3. 保存您的项目。

您已离线设置了变频器的安全功能并保存在 PC 或 PG 上。



下一步必须将这些设置从 PC 或 PG 上传送到变频器中。

将设置载入到变频器中并激活安全功能

操作步骤

1. 在 **Startdrive** 中打开变频器的程序。
2. 选择“加载至设备”。
3. 在在线模式中将 **Startdrive** 与驱动连接。
下载结束后，变频器会输出故障信息。忽略该信息，因为下列步骤会自动应答该信息。
4. 点击按钮“启动安全调试”。
5. 输入安全功能的密码。
6. 点击按钮“退出安全调试”。
7. 保存设置（Copy RAM to ROM）。
8. 切断变频器的电源。
9. 等待片刻，直到变频器上所有的 LED 都熄灭。
10. 给变频器重新上电。
11. 执行验收测试。
 功能扩展后的简化验收 (页 183)




您已将安全功能的设置从 **Startdrive** 传送到变频器上并激活了安全功能。



5.15 批量调试

批量调试是指将一台变频器的设置传送给第二台变频器的过程。

操作步骤

1. 将项目保存在 PC 或 PG 上。
2. 将保存的设置载入到第二台变频器中：
 通过 **Startdrive** 离线调试驱动 (页 179)
3. 如果变频器是由 **PROFIsafe** 控制的，应设置 **PROFIsafe** 地址。
 选择安全功能配置 (页 114)
4. 执行安全功能的验收。
 功能扩展后的简化验收 (页 183)

您已将第一台变频器的设置传送给第二台变频器。



5.16 安全功能的验收

5.16.1 验收 - 调试结束

什么是验收？

机器制造商有责任确保其机器或设备的正常运行。完成调试后，机器制造商必须自行或委托专业人员对具有较大财产损失或人员伤亡风险的功能进行检查。该验收或验证也是欧盟机械指令的要求，主要由以下两部分组成：

- 检查和安全相关的功能和机器部件。
→ **验收测试**。
- 填写包含测试结果的“验收报告”。
→ **文档**。

有关验证的详细信息请参考欧盟标准 EN ISO 13849-1 和 EN ISO 13849-2。

机器或设备的验收测试

验收测试用于检查机器或设备中与安全相关的功能是否可以正常运行。安全功能中所用组件的文档也可包含针对必要检查的说明。


和安全相关的功能检查包括以下几项：

- 所有安全装置（例如防护门监控、光帘或急停开关等）都已连接且就绪了吗？
- 上级控制器可以正确响应变频器中与安全相关的反馈信号吗？
- 变频器的设置与机器中配置的与安全相关的功能相符吗？

变频器的验收测试

变频器的验收测试是整个机器或设备验收测试的一部分。

变频器的验收测试用于检查设置的集成安全功能与配置的机器安全功能是否匹配。

 验收测试示例 (页 356)

5.16 安全功能的验收

变频器文档

变频器文档中须记录以下内容：

- 验收测试结果。
- 集成的安全功能的设置。

必须会签记录。

谁可以执行变频器的验收测试？

此处，授权人员指由机器制造商指定的专业人员，该人员经过专业培训并具有安全方面的专业知识，能够正确地执行验收测试。

验收测试的向导

需要许可的调试工具“**Startdrive Advanced**”中包含用于驱动集成的安全功能的验收测试的向导。

“**Startdrive Advanced**”会引导您进行验收测试、创建相应的机床性能分析跟踪并生成验收记录 Excel 文件。

详细信息请访问网址：

 **Startdrive**，系统要求及下载地址 (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/view/109752254>)

5.16.2 功能扩展后的简化验收

只有在首次调试后才需要进行完整的验收。如果只是增加了安全功能，简化的验收便已足够。

表格 5-1 功能扩展后的简化验收

措施	验收测试	记录
修改单个限值（例如 SLS 限值）。	检查修改的限值。	<ul style="list-style-type: none"> ● 补充功能表 ● 记录修改的设置 ● 记录修改的校验和和时间戳¹⁾ ● 会签
机器上的功能扩展（添加了驱动装置）	检查新变频器的安全功能。	<ul style="list-style-type: none"> ● 补充机器一览 ● 补充变频器的产品编号和固件版本 ● 补充功能表 ● 记录新变频器的设置 ● 记录修改的校验和和时间戳¹⁾ ● 会签
变频器增加了功能（例如：增加了 SLS 转速档或固件升级后的新安全功能）。	检查新加的功能。	<ul style="list-style-type: none"> ● 补充功能表 ● 记录修改的设置 ● 记录修改的校验和和时间戳¹⁾ ● 会签
变频器的设置通过批量调试传送到更多同型号机器上。	检查所有安全功能的控制方式和反馈信息。	<ul style="list-style-type: none"> ● 补充机器说明 ● 记录修改的设置 ● 记录校验和和时间戳¹⁾ ● 检查固件版本

¹⁾ 修改安全功能设置后，变频器会更改以下参数：

- 校验和 r9781

- 时间戳 r9782



更换组件和修改固件后的简化验收 (页 340)

5.16 安全功能的验收

运行

6.1 关于本章

本章节涉及哪些内容？

为您解答以下问题





- 在使用过程中如何遵守承诺的安全功能故障概率？
- 在选择和撤销选择一项安全功能时，变频器如何响应？
- 在安全功能生效时关闭和启动电机需要注意哪些事项？
- 故障安全数字量输入信号不一致时，变频器如何响应？
- 电机超过限值或内部监控功能响应时，变频器如何响应？
- 如何应答安全功能的故障？
- 当选择了多项安全功能时，功能之间如何相互影响？
- 安全功能的报警和故障信息有何含义？

6.2 定期测试安全功能

6.2.1 概述



符合 IEC 61508 SIL 2 和 EN ISO 13849 Pl d 的安全功能

为遵循应有的安全功能故障概率，每年至少要进行一次以下功能测试：

- 如果使用故障安全数字量输入，变频器必须测试其故障安全数字量输入。
 测试故障安全数字量输入 (页 187)
- 变频器必须测试其安全功能：
 测试基本功能 (页 188)
 测试扩展安全功能 (页 190)
- 如果使用故障安全数字量输出，变频器必须测试其故障安全数字量输出。
 测试故障安全数字量输出 (页 192)

符合 IEC 61508 SIL 3 和 EN ISO 13849 Pl e 的安全功能

为遵循应有的“通过功率模块端子选择 STO”功能故障概率，每年至少要进行一次以下功能测试：

- 变频器必须测试功率模块上的故障安全数字量输入。
 测试故障安全数字量输入 (页 187)
- 变频器必须测试“通过功率模块端子选择 STO”功能。
 测试基本功能 (页 188)

6.2.2 测试故障安全数字量输入

测试传感器和故障安全数字量输入

故障安全数字量输入上出现信号切换时，变频器会测试其安全输入及相连的传感器。建议同步进行故障安全数字量输入测试与强制潜在故障检查 (Teststop)。

操作步骤

1. 操作各个传感器。
2. 请检查以下项目：
 - 安全功能生效。
 - 变频器没发出故障信息。

您已测试了故障安全数字量输入。



变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
内部事件	r9722.7	✓	---	✓
STO 生效（基本功能）	r9773.1	✓	---	✓
STO 生效（扩展功能）	r9722.0	✓	---	✓
SS1 生效（基本功能）	r9773.6	✓	---	✓
SS1 生效（扩展功能）	r9722.1	✓	---	✓
SLS 生效	r9722.4	✓	---	✓
SDI+ 生效	r9722.12	✓	---	✓
SDI- 生效	r9722.13	✓	---	✓

6.2.3 测试基本功能

时间

变频器监控是否定期进行自检（强制潜在故障检查）。

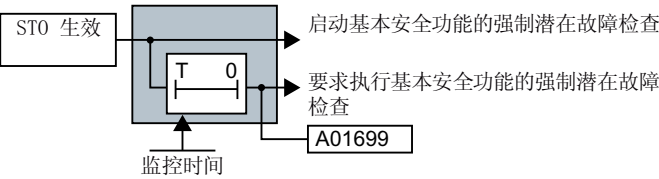


图 6-1 强制潜在故障检查 (Teststop) 的启动和监控

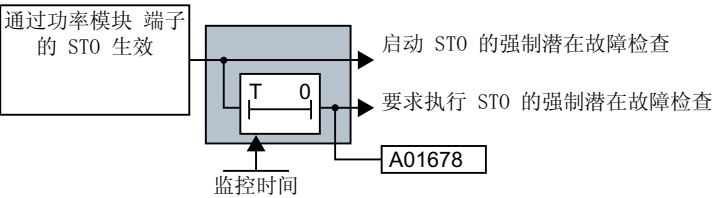


图 6-2 通过功率模块端子选择 STO 时强制潜在故障检查 (Teststop) 的启动和监控

出现报警 A01699 和 A01678 时，必须在下一个合适的时机启动自检，例如：

- 设备上电后，电机处于静止状态时。
- 在防护门打开时。
- 在监控时间届满前，以规定间隔进行检查。

变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
STO 生效（基本功能）	r9773.1	✓	---	✓
STO 撤销（基本功能）	r9773.0	✓	✓	---
通过功率模块端子进行 STO 原因选择	r9772.25	---	---	---
“通过功率模块端子选择 STO”功能的强制潜在故障检查 (Teststop)	r9773.30	---	---	---
基本安全功能需要进行强制潜在故障检查 (Teststop)	r9773.31	---	---	---

执行基本安全功能的强制潜在故障检查

前提条件

- STO 未生效。
- 电机接通 (ON/OFF1 = 1) 并保持静止（转速设定值 = 0）。

操作步骤

1. 选择安全功能 STO。
2. 变频器检查其安全功能回路。该检查持续几毫秒。
3. 撤销安全功能 STO。
4. 检查报警 A01699 是否仍然存在。

您已执行了强制潜在故障检查。



执行“通过功率模块端子选择 STO”功能的强制潜在故障检查

前提条件

- STO 未生效。
- 电机接通 (ON/OFF1 = 1) 并保持静止（转速设定值 = 0）。

操作步骤

1. 选择“通过功率模块端子选择 STO”功能。
2. 变频器检查其安全功能回路。该检查持续几毫秒。
3. 撤销“通过功率模块端子选择 STO”功能。
4. 检查报警 A01678 是否仍然存在。

您已执行了强制潜在故障检查。



6.2.4 测试扩展安全功能

时间

变频器监控是否定期进行自检（强制潜在故障检查）。

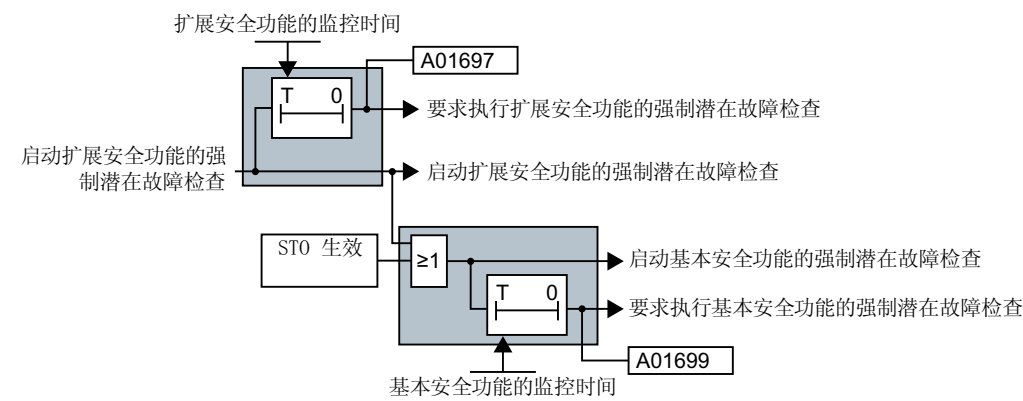


图 6-3 强制潜在故障检查 (Teststop) 的启动和监控

如果变频器发出报警 A01699 或 A01697，您必须在下一个合适的时机启动强制潜在故障检查。例如：

- 设备上电后。
- 在监控时间届满前，以规定间隔进行检查。

变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
STO 生效（基本功能）	r9773.1	✓	---	✓
通过功率模块端子进行 STO 原因的选择	r9772.25	---	---	---
STO 生效（扩展功能）	r9722.0	✓	---	✓
基本安全功能需要进行强制潜在故障检查 (Teststop)	r9773.31	---	---	---
需要进行扩展安全功能的强制潜在故障检查 (Teststop)	r9723.0	---	---	---
启动扩展安全功能的强制潜在故障检查	p9705	---	---	---



执行强制潜在故障检查 (Teststop)

执行扩展安全功能的强制潜在故障检查时，变频器会封锁电机转矩。

前提条件

- STO 未生效。
如果在 STO 激活时启动强制潜在故障检查，变频器会发出故障响应。
- 电机接通 (ON/OFF1 = 1) 并保持静止（转速设定值 = 0）。

操作步骤

1. 通过您选中的一个信号，比如：数字量输入启动强制潜在故障检查。
2. 变频器检查其安全功能回路。检查期间，变频器发出报警 C01798 和 C30798。该检查持续几毫秒。
3. 将用于启动强制潜在故障检查的信号设为零。
4. 检查报警 A01699 和 A01697 是否仍然存在。
5. 检查变频器的故障安全数字量输出。
 测试故障安全数字量输入 (页 187)
6. 检查变频器的故障安全数字量输出。
 测试故障安全数字量输出 (页 192)

您已执行了扩展安全功能的强制潜在故障检查。



6.2.5 测试故障安全数字量输出

测试时间

变频器通过一个定时功能块对定期的强制潜在故障检查进行监控。

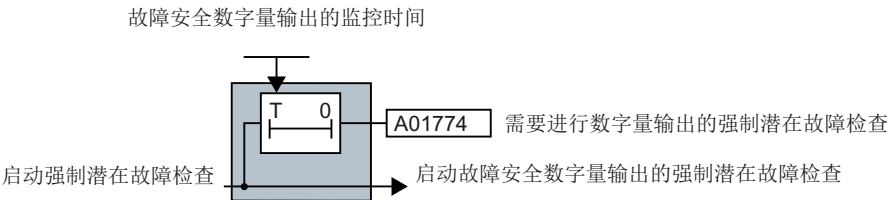


图 6-4 故障安全数字量输出的强制潜在故障检查（Teststop）的启动和监控

如果变频器发出报警 A01774，您必须在下一个合适的时机启动强制潜在故障检查，例如：

- 设备上电后。
- 在监控时间届满前，以规定间隔进行检查。

变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
需要进行扩展安全功能的强制潜在故障检查 (Teststop)	r9723.0	---	---	---
启动故障安全数字量输出的强制潜在故障检查 (Teststop)	p10007	---	---	---

测试故障安全数字量输出及相连执行器

故障安全数字量输出上出现信号切换时，变频器会测试其故障安全数字量输出及相连的执行器。


操作步骤

1. 接通电机 (ON/OFF1 = 1)。
如果要在静止状态下执行强制潜在故障检查，转速设定值则必须为 0。
2. 通过您选中的一个信号（如：数字量输入）启动强制潜在故障检查。
3. 变频器暂时关闭故障安全数字量输出。该检查持续几毫秒。
4. 将用于启动强制潜在故障检查的信号设为零。
5. 检查报警 A01774 是否仍然存在。

您已测试了故障安全数字量输出。



故障安全数字量输出的特性取决于设置的强制潜在故障检查模式。

 设置输出信号和检查模式 (页 151)

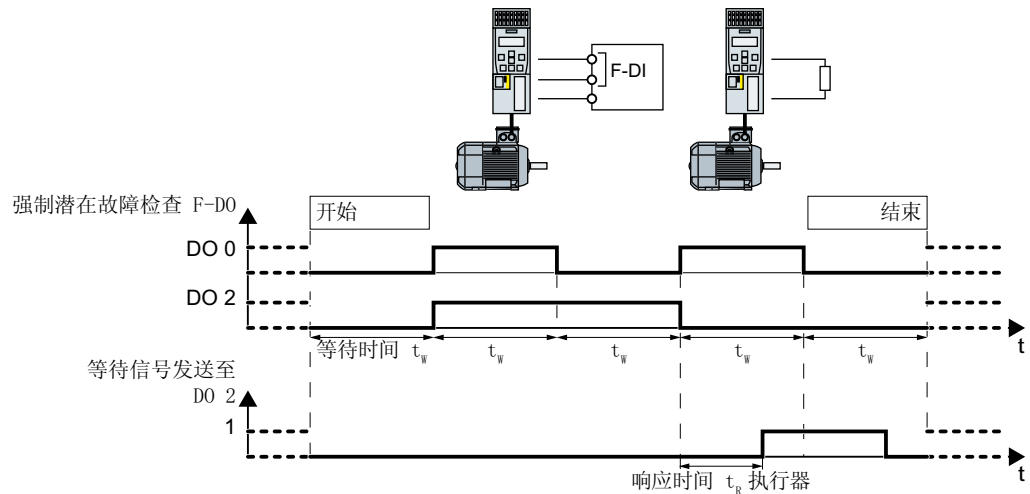


图 6-5 Teststop Modus 1

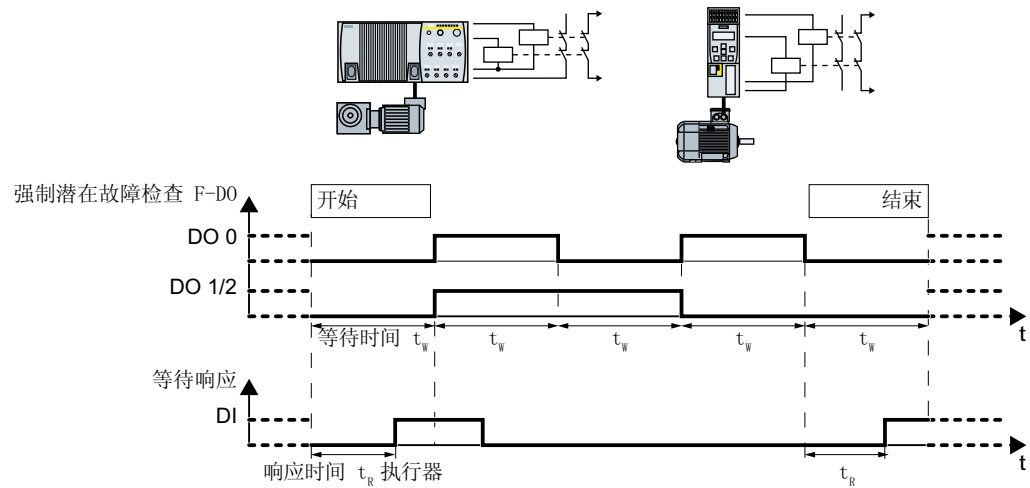


图 6-6 Teststop Mode 2

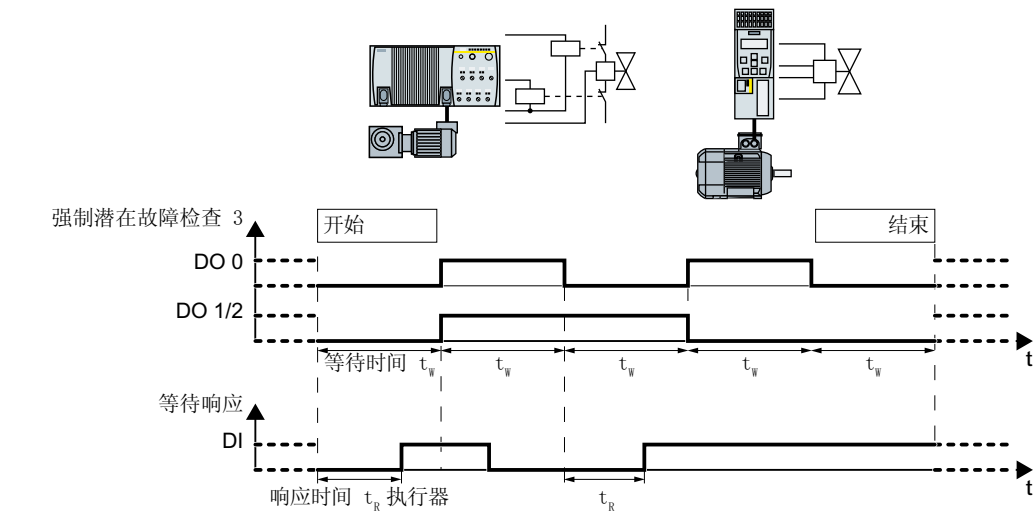


图 6-7 Teststop Mode 3

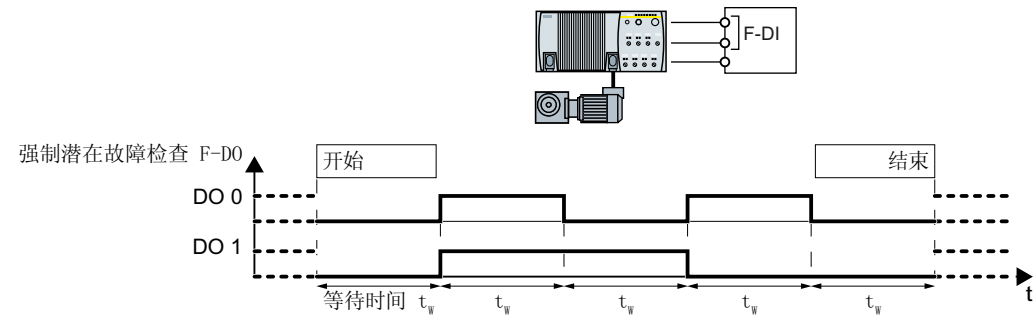


图 6-8 Teststop Mode 4



6.3 Safe Torque Off (STO)

6.3.1 概述

本章节涉及哪些内容？

本章节描述的是 STO 功能的相关运行情况。

表格 6-1 电机接通时 STO 功能的运行情况 (ON/OFF1 = 1)

选择与撤销 STO	 在电机接通时选择和撤销 STO (页 196)
输入信号中的不一致	用于选择 STO 的故障安全数字量输入检测出一个故障。  STO 生效时变频器对信号不一致的响应 (页 198)

表格 6-2 在 STO 功能生效或未生效时接通和关闭电机

	接通电机 (ON/OFF1 = 0 → 1)	关闭电机 (ON/OFF1、OFF2 或 OFF3 = 1 → 0)
STO 未生效	如果 STO 未生效，电机的接通和关闭则不受限。	
STO 生效	STO 功能生效时会阻止接通电机。	如果 STO 功能生效，电机则始终保持关闭状态。信号 OFF1、OFF2 和 OFF3 无效。

6.3.2 在电机接通时选择和撤销 STO

选择 STO

功能

- 1. 设备控制系统通过一个故障安全数字量输入或 PROFIsafe 选择了 STO。
- 2. 变频器安全封锁电机转矩。

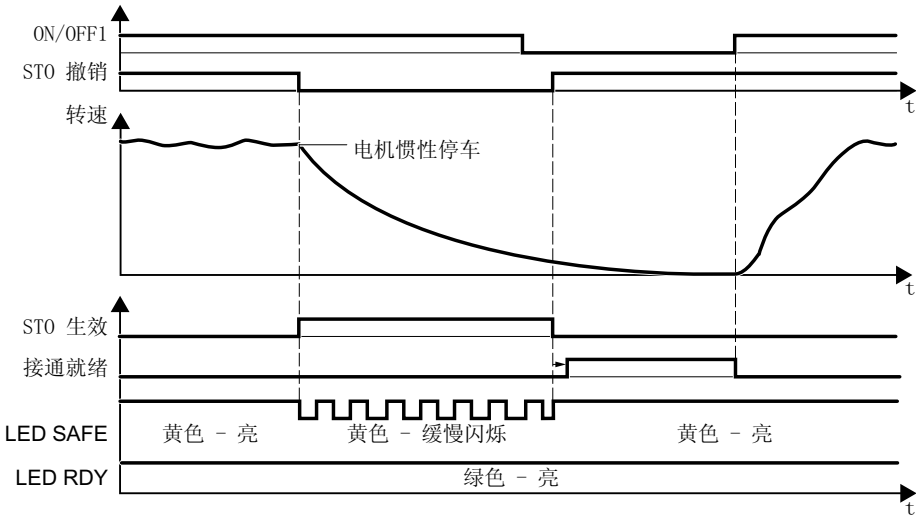


图 6-9 STO (Safe Torque Off) 的工作时序

变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
STO 生效（基本功能）	r9773.1	✓	---	✓
STO 撤销（基本功能）	r9773.0	✓	✓	---
STO 生效（扩展功能）	r9722.0	✓	---	✓
STO 撤销（扩展功能）	r9720.0	✓	✓	---
接通就绪	r0052.0	---	---	---
ON/OFF1	r0054.0	---	---	---

在 STO 生效后接通电机

操作步骤

1. 撤销 STO。
2. 撤销 STO 后，等待变频器回到“接通就绪”状态。
可选方案：撤销 STO 后请等待一段时间，直至再次接通。建议 200 ms。
3. 接通电机。ON/OFF1 = 1。

您已在 STO 生效后重新接通了电机。



6.3.3 STO 生效时变频器对信号不一致的响应

变频器会通过当前生效的安全功能 STO 对 F-DI 信号不一致进行响应。

变频器的响应方式取决于变频器的接线方式和设置：

- 使用符合 SIL 2 的基本安全功能 → 情况 1。
- 使用扩展安全功能 → 情况 2。
- 使用“通过功率模块端子选择 STO”功能 → 情况 3。

情况 1：执行基本安全功能 STO 时变频器的响应

您选择了以下某个设置：

- 基本安全功能，由板载端子控制
- 基本安全功能，由 PROFIsafe 和板载端子控制
- 扩展安全功能，由 PROFIsafe 控制；基本安全功能，由板载端子控制

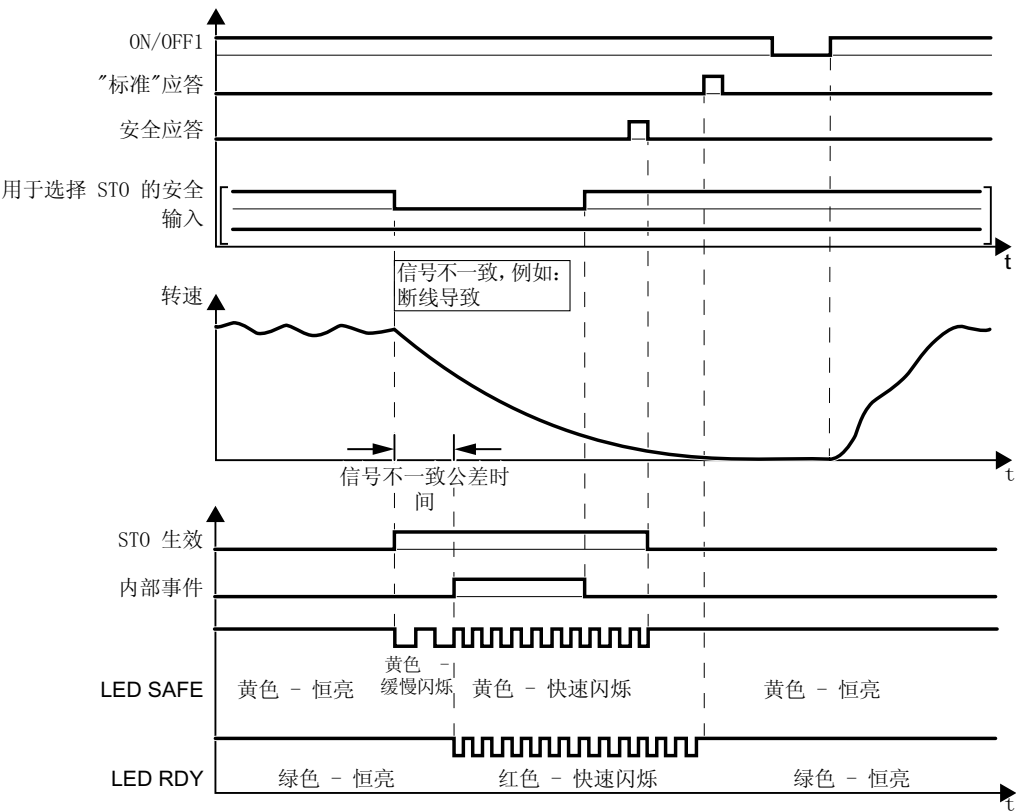


图 6-10 安全功能 STO 输入信号不一致时变频器的响应（示例：处理器 P1 的通道内出现断线故障）

公差时间届满后变频器的响应：

- 信号不一致（故障 F01611 或 F30611，故障值 r0949 = 2000 或 2002）
- 变频器设置安全功能的故障位（=内部事件）。

无论当前电平是多少，变频器都会设置在安全状态（= 零）下分析信号不一致的 F-DI，直到通过安全信号或重新上电应答变频器故障。

变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
内部事件	r9722.7	✓	---	✓
STO 生效（基本功能）	r9773.1	✓	---	✓
STO 撤销（基本功能）	r9773.0	✓	✓	---
标准应答	p2103	---	---	---
安全应答	r9720.7	✓	✓	---
ON/OFF1	r0054.0	---	---	---

6.3 Safe Torque Off (STO)

情况 1：在出现不一致后接通电机

操作步骤

1. 排除信号的不一致故障。
2. 应答内部事件。

所选设置	内部事件通过什么方式应答？		
	F-DI	PROFIsafe	可选方案
基本安全功能，由板载端子控制	通过设置 F-DI = 1 → 0 → 1 选择和撤销 STO	---	重新上电
基本安全功能，由 PROFIsafe 和板载端子控制	通过设置 F-DI = 1 → 0 → 1 选择和撤销 STO	通过设置 PROFIsafe 控制字 1，位 0 = 1 → 0 → 1 选择和撤销 STO 或者 通过设置 PROFIsafe 控制字 1，位 1 = 1 → 0 → 1 选择和撤销 SS1 或者 通过设置 PROFIsafe 控制字 1，位 7 = 0 → 1 → 0 进行安全应答	重新上电
扩展安全功能，由 PROFIsafe 控制； 基本安全功能，由板载端子控制	通过设置 F-DI = 1 → 0 → 1 选择和撤销 STO	通过设置 PROFIsafe 控制字 1，位 0 = 1 → 0 → 1 选择和撤销 STO 或者 通过设置 PROFIsafe 控制字 1，位 1 = 1 → 0 → 1 选择和撤销 SS1 或者 通过设置 PROFIsafe 控制字 1，位 7 = 0 → 1 → 0 进行安全应答	重新上电

3. 用一个普通的应答信号来应答变频器故障。
4. 给出 OFF1 指令 (ON/OFF1 = 0)。
5. 接通电机 (ON/OFF1 = 1)。

您已应答信息“输入信号不一致”并再次接通了电机。



情况 2：执行扩展安全功能 STO 时变频器的响应

您选择了“扩展安全功能，由板载端子控制”。

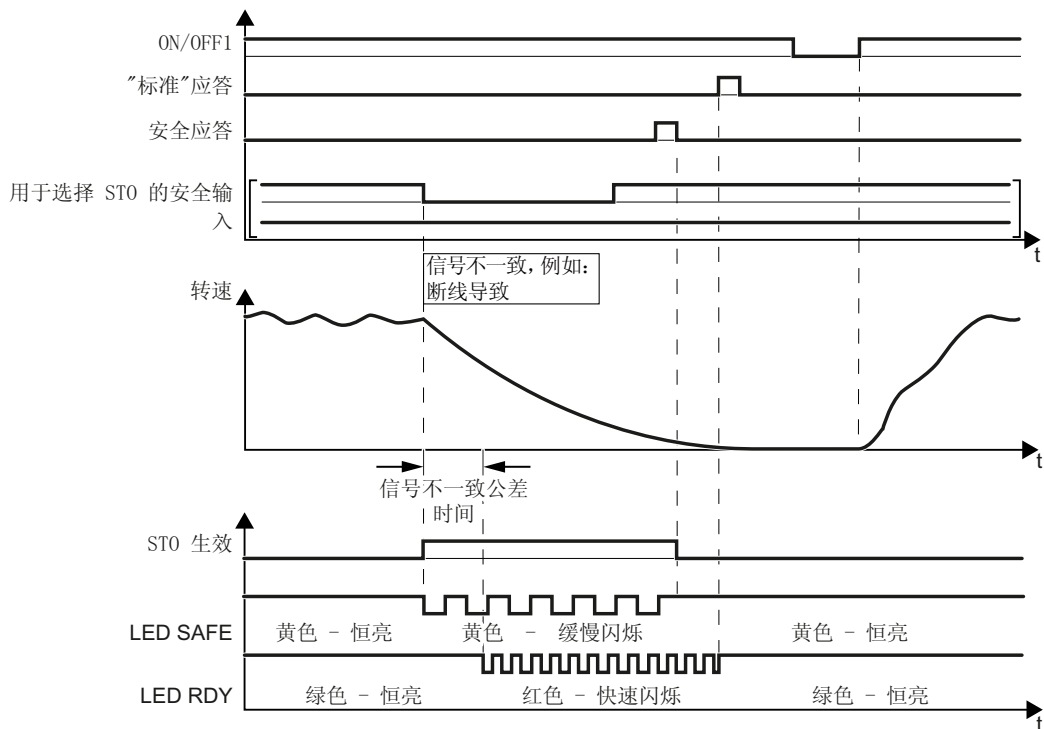


图 6-11 安全功能 STO 输入信号不一致时的时序图

变频器不设置安全功能的故障位（=内部事件）。

变频器在公差时间届满后输出故障 C01770 或 C30770，报告信号不一致。

变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
内部事件	r9722.7	✓	---	✓
STO 生效（扩展功能）	r9722.0	✓	---	✓
STO 撤销（扩展功能）	r9720.0	✓	✓	---
标准应答	p2103	---	---	---
安全应答	r9720.7	✓	✓	---
ON/OFF1	r0054.0	---	---	---

情况 2：在出现不一致后接通电机

操作步骤

- 1. 排除信号的不一致故障。
- 2. 发出安全应答信号，以应答信息“输入信号不一致”（通过设置故障安全数字量输入：F-DI = 0 → 1 → 0）。
 可选方案：重新上电
- 3. 用一个普通的应答信号来应答变频器故障。
- 4. 给出 OFF1 指令 (ON/OFF1 = 0)。
- 5. 接通电机 (ON/OFF1 = 1)。

您已应答信息“输入信号不一致”并再次接通了电机。



情况 3：“通过功率模块端子选择 STO”功能时驱动响应

您已选中功率模块 PM240-2 或 PM240P-2 的“通过功率模块端子选择 STO”功能。

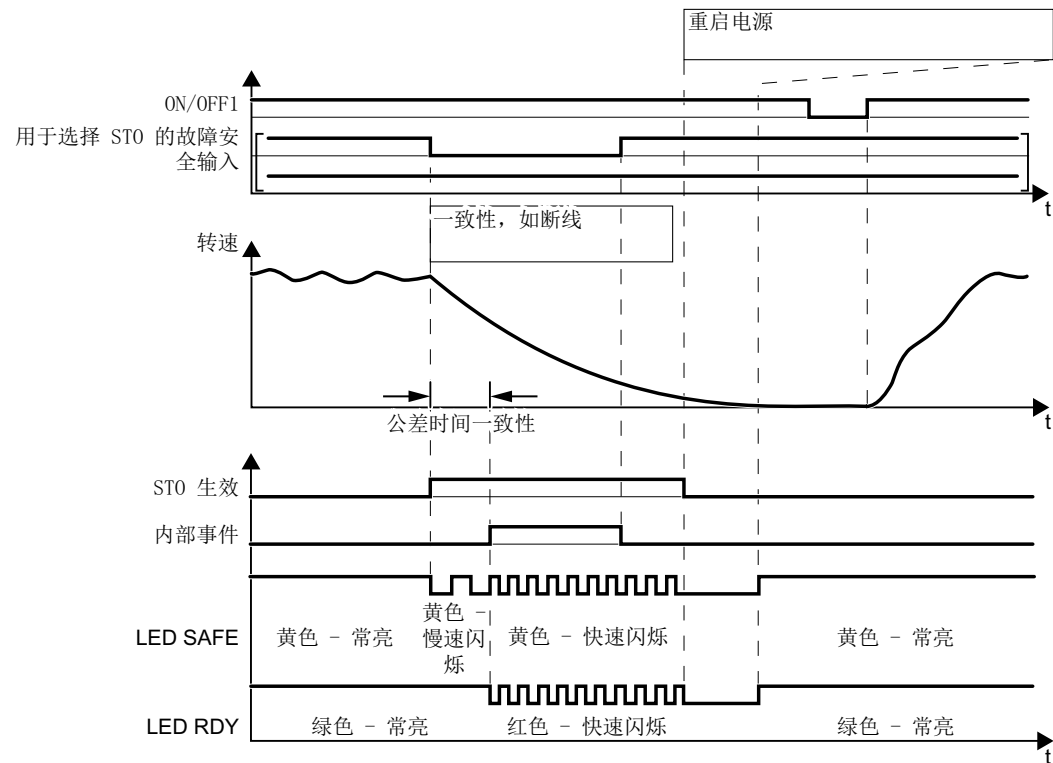


图 6-12 功率模块 PM240-2 或 PM240P-2 的安全功能 STO 输入信号不一致时的响应

公差时间届满后变频器的响应：

- 信号不一致（故障 F01600 或 F30600，故障值 r0949 = 1030）
- 变频器设置安全功能的故障位（=内部事件）。

变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
内部事件	r9722.7	✓	---	✓
STO 生效（基本功能）	r9773.1	✓	---	✓
STO 撤销（基本功能）	r9773.0	✓	✓	---
通过功率模块端子进行 STO 原因选择	r9772.25	---	---	---
标准应答	p2103	---	---	---
安全应答	r9720.7	✓	✓	---
ON/OFF1	r0054.0	---	---	---

6.3 Safe Torque Off (STO)

情况 3：在出现不一致后接通电机

操作步骤

1. 排除信号的不一致故障。
2. 应答不一致故障信息。

所选设置	内部事件通过什么方式应答？		
	F-DI ¹⁾	PROFIsafe	可选方案
基本安全功能，由板载端子控制	通过设置 F-DI = 1 → 0 → 1 选择和撤销 STO	---	重新上电
基本安全功能，由 PROFIsafe 和板载端子控制 或者 扩展安全功能，由 PROFIsafe 控制； 基本安全功能，由板载端子控制	通过设置 F-DI = 1 → 0 → 1 选择和撤销 STO	通过设置 PROFIsafe 控制字 1，位 0 = 1 → 0 → 1 选择和撤销 STO 或者 通过设置 PROFIsafe 控制字 1，位 1 = 1 → 0 → 1 选择和撤销 SS1 或者 通过设置 PROFIsafe 控制字 1，位 7 = 0 → 1 → 0 进行安全应答	重新上电

¹⁾ 通过功率模块端子无法应答信息。

3. 用一个普通的应答信号来应答变频器故障。
4. 给出 OFF1 指令 (ON/OFF1 = 0)。
5. 给定一个值为 0 的转速设定值（电机静止），然后给出 ON/OFF1 = 1 指令接通电机。
6. 选择“通过功率模块端子选择 STO”功能。
变频器执行强制潜在故障检查 (Teststop)。
7. 撤销“通过功率模块端子选择 STO”功能。
8. 检查是否存在故障 F01600 或 F30600，故障值 r0949 = 1030。

您已应答信息“输入信号不一致”并再次接通了电机。



6.4 Safe Brake Control (SBC)

6.4.1 在电机接通时选择和撤销 SBC

如果已通过 Safe Brake Relay 将电机抱闸连接到变频器上，功能 SBC 会在以下条件时生效：

1. 激活了变频器中的“电机抱闸”功能。
2. 您已使能了安全功能 SBC。
3. 变频器中的功能 STO 生效。

在电机静止时选中 STO

功能

1. 上级控制器关闭电机：ON/OFF1 = 0 或 OFF3 = 0。
2. 在电机达到静止状态后，控制系统选中功能 STO。

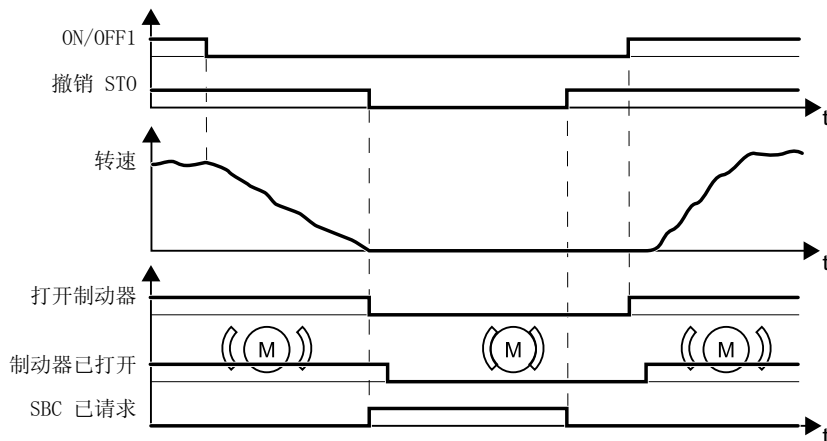


图 6-13 等待电机静止并通过 STO 激活 SBC

撤销功能 STO，然后再次接通电机。

变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
STO 撤销（基本功能）	r9773.0	✓	✓	---
STO 撤销（扩展功能）	r9720.0	✓	✓	---
SBC 已请求（基本功能）	r9773.4	---	---	---
ON/OFF1	r0054.0	---	---	---

6.4 Safe Brake Control (SBC)

变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
打开电机抱闸	r0899.12	---	---	---
闭合电机抱闸	r0899.13	---	---	---

在电机运转时选中 SS1

功能

- 1. 上级控制器选中功能 SS1。
- 2. 变频器以 OFF3 减速时间使电机制动。
- 3. 变频器在电机静止时闭合抱闸。
- 4. 在低于静态监控值或延迟时间届满后，变频器会激活功能 STO 并通过功能 SBC 控制抱闸。

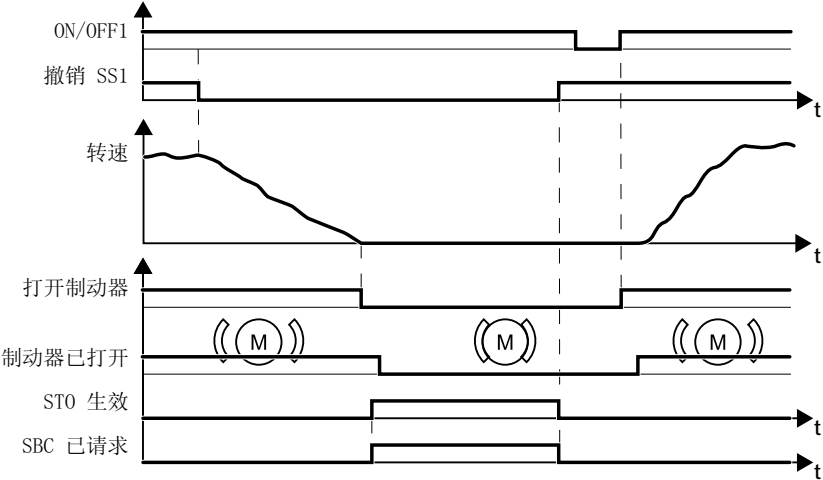


图 6-14 选中 SS1 后，电机静止，抱闸闭合
撤销功能 SS1，然后再次接通电机。

变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
STO 生效（基本功能）	r9773.1	✓	---	✓
STO 生效（扩展功能）	r9722.0	✓	---	✓
STO 撤销（扩展功能）	r9720.0	✓	✓	---
SBC 已请求（基本功能）	r9773.4	---	---	---
SS1 撤销（基本功能）	r9773.5	✓	✓	---
SS1 撤销（扩展功能）	r9720.1	✓	✓	---

变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
ON/OFF1	r0054.0	---	---	---
打开电机抱闸	r0899.12	---	---	---
闭合电机抱闸	r0899.13	---	---	---

在电机运转时选中 STO

功能

1. 上级控制器选中功能 STO。
2. 变频器闭合抱闸，不管当前转速如何。

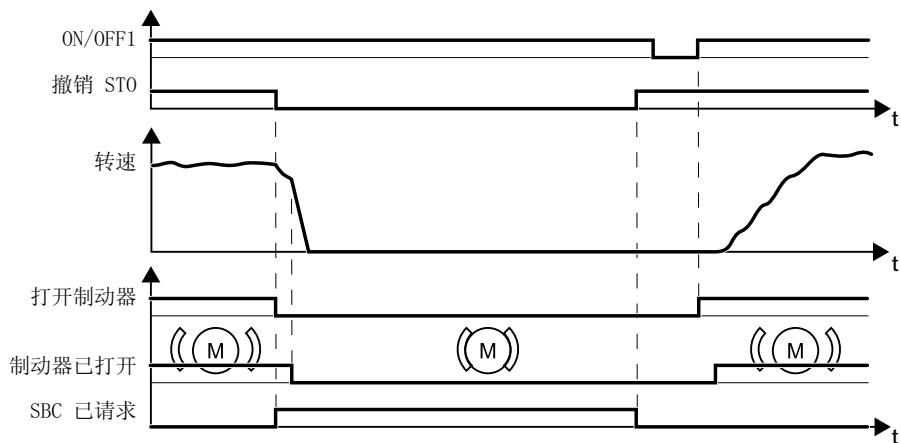


图 6-15 选中 STO 后，电机抱闸闭合

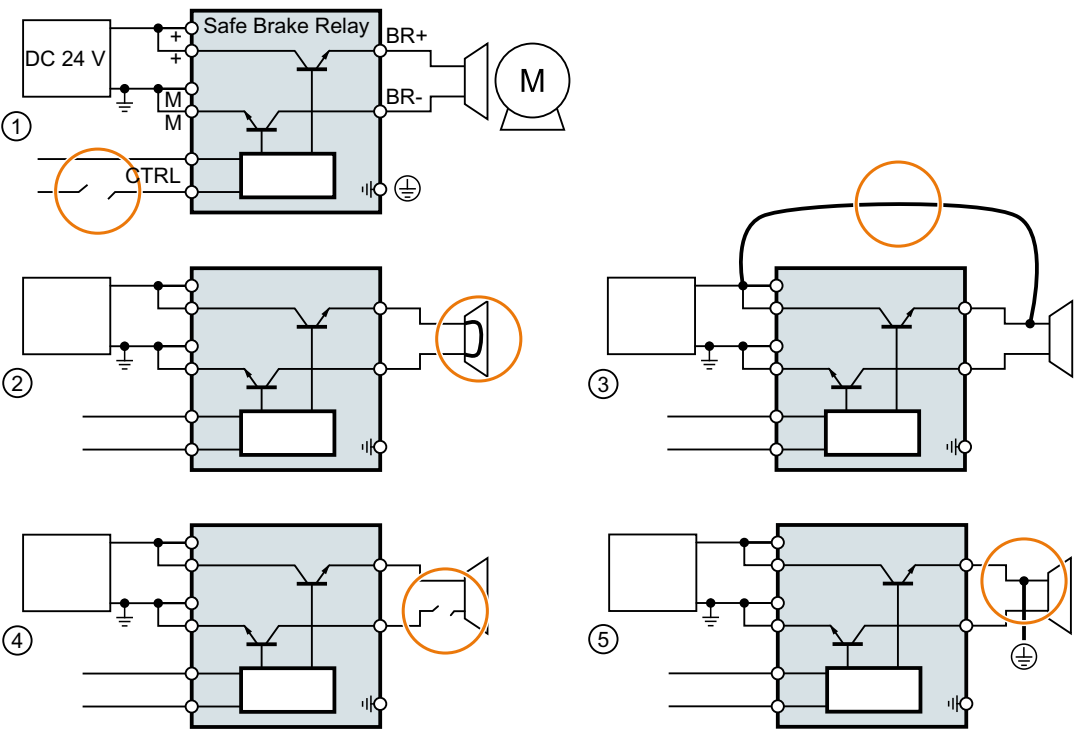
撤销功能 STO，然后再次接通电机。

变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
STO 撤销（基本功能）	r9773.0	✓	✓	---
STO 撤销（扩展功能）	r9720.0	✓	✓	---
SBC 已请求（基本功能）	r9773.4	---	---	---
ON/OFF1	r0054.0	---	---	---
打开电机抱闸	r0899.12	---	---	---
闭合电机抱闸	r0899.13	---	---	---

6.4.2 变频器对制动控制故障的响应

制动控制中的故障

打开或闭合制动器时，变频器会检测制动电缆和制动绕组中是否存在故障。



- ① 连接变频器和 Safe Brake Relay 的控制电缆断裂
- ② 制动绕组短接
- ③ 制动电缆和 24 V 电源跨接
- ④ 制动电缆断裂
- ⑤ 制动电缆接地

图 6-16 制动控制中的故障示例

变频器响应

如果变频器检测出制动控制中的故障，则会发出响应 STOP A（信息 F01630 或 F30630）并闭合制动器。




6.5 Safe Stop 1 (SS1)

6.5.1 概述


本章节涉及哪些内容？

本章节描述的是 SS1 功能的相关运行情况。

表格 6-3 电机接通时功能 SS1 的工作时序 (ON/OFF1 = 1)

选择和撤销 SS1	 在电机接通时选择和撤销 SS1 (页 210)
输入信号中的不一致	用于选择 SS1 的故障安全数字量输入检测出一个故障。  SS1 生效时变频器对信号不一致的响应 (页 218)
超限	电机转速超出了设置的 SS1 监控转速。  SS1 生效时超限 (页 223) 基本安全功能 SS1 不监控电机转速。此时，超限无关紧要。

表格 6-4 在 SS1 功能生效或未生效时接通和关闭电机

	接通电机 (ON/OFF1 = 0 → 1)	关闭电机 (ON/OFF1、OFF2 或 OFF3 = 1 → 0)
SS1 未生效	如果 SS1 未生效，电机的接通和关闭则不受限。	
SS1 生效	SS1 功能生效时会阻止接通电机。	变频器的响应方式取决于您通过哪个信号关闭电机。  在 SS1 生效期间关闭电机 (页 216)

6.5.2 在电机接通时选择和撤销 SS1

6.5.2.1 基本安全功能 SS1

选择 SS1

功能

- 1. 上级控制器通过一个故障安全数字量输入或安全通讯 PROFIsafe 选择了 SS1 功能。
- 2. 如果电机在选择 SS1 时已经接通，变频器会通过 OFF3 斜降时间对电机进行制动。
- 3. 延迟时间届满后，变频器通过安全功能 STO 安全封锁电机转矩。

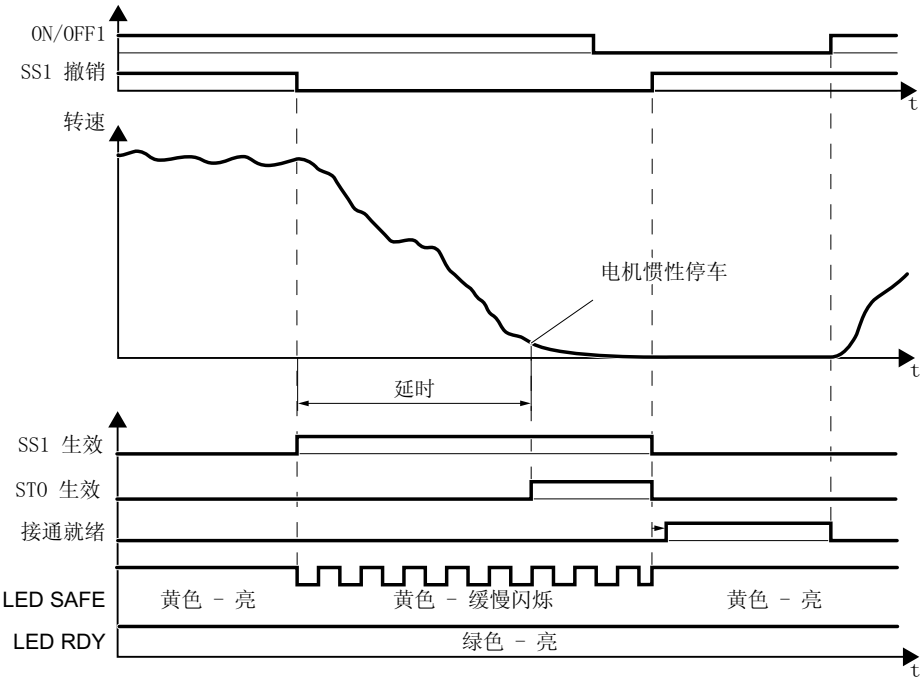


图 6-17 安全功能 SS1 (Safe Stop 1) 的制动时序图与诊断信号

变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
STO 生效（基本功能）	r9773.1	✓	---	✓
SS1 生效（基本功能）	r9773.6	✓	---	✓
SS1 撤销（基本功能）	r9773.5	✓	✓	---
接通就绪	r0052.0	---	---	---
ON/OFF1	r0054.0	---	---	---

在 SS1 生效后接通电机

操作步骤

1. 撤销 SS1。
2. 撤销 SS1 后，等待变频器回到“接通就绪”状态。
可选方案：撤销 SS1 后请等待一段时间，直至再次接通。建议 200 ms。
3. 接通电机。ON/OFF1 = 1。

您已在 SS1 生效后接通了电机。



6.5.2.2 带制动斜坡监控的扩展安全功能 SS1

选择 SS1

功能

- 1. 上级控制器通过一个故障安全数字量输入或安全通讯 PROFIsafe 选择了 SS1 功能。
- 2. 如果电机在选择 SS1 时已经关闭，变频器会用安全功能 STO 安全封锁电机转矩。
如果电机在选择 SS1 时已经接通，变频器会通过 OFF3 斜降时间对电机进行制动。变频器通过功能 SBR 监控电机转速是否减小。
- 3. 负载转速降至静态监控转速后，变频器通过功能 STO 安全封锁电机转矩。

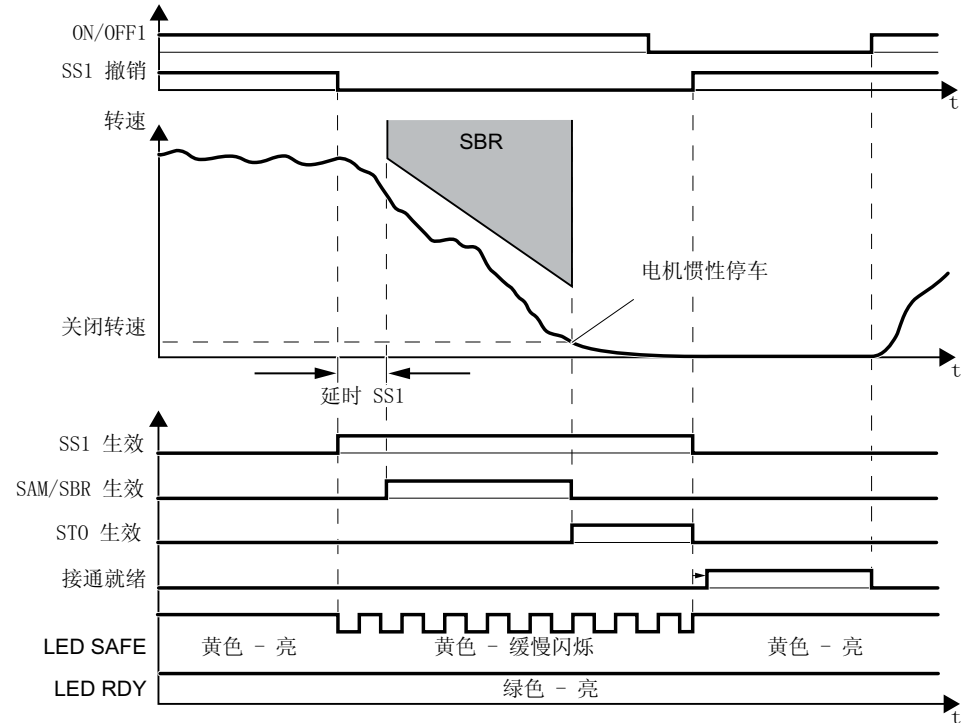


图 6-18 安全功能 SS1 (Safe Stop 1) 的制动时序图与诊断信号

变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
STO 生效（扩展功能）	r9722.0	✓	---	✓
SS1 生效（扩展功能）	r9722.1	✓	---	✓
SS1 撤销（扩展功能）	r9720.1	✓	✓	---
SAM/SBR 生效	r9723.16	---	---	---
接通就绪	r0052.0	---	---	---
ON/OFF1	r0054.0	---	---	---

在 SS1 生效后接通电机

操作步骤

1. 撤销 SS1。
2. 撤销 SS1 后，等待变频器回到“接通就绪”状态。
可选方案：撤销 SS1 后请等待一段时间，直至再次接通。建议 200 ms。
3. 接通电机。ON/OFF1 = 1。

您已在 SS1 生效后接通了电机。



6.5.2.3 带加速监控的扩展安全功能 SS1

选择 SS1

功能

- 1. 上级控制器通过一个故障安全数字量输入或安全通讯 PROFIsafe 选择了 SS1 功能。
- 2. 如果电机在选择 SS1 时已经关闭，变频器会用安全功能 STO 安全封锁电机转矩。
如果电机在选择 SS1 时已经接通，变频器会通过 OFF3 斜降时间对电机进行制动。变频器通过功能 SAM (Safe Acceleration Monitor) 监控电机制动情况。
- 3. 如满足以下条件之一，变频器会使用安全功能 STO 安全封锁电机转矩：
 - 当前转速降至“静态监控转速”。
 - 延迟时间已结束。

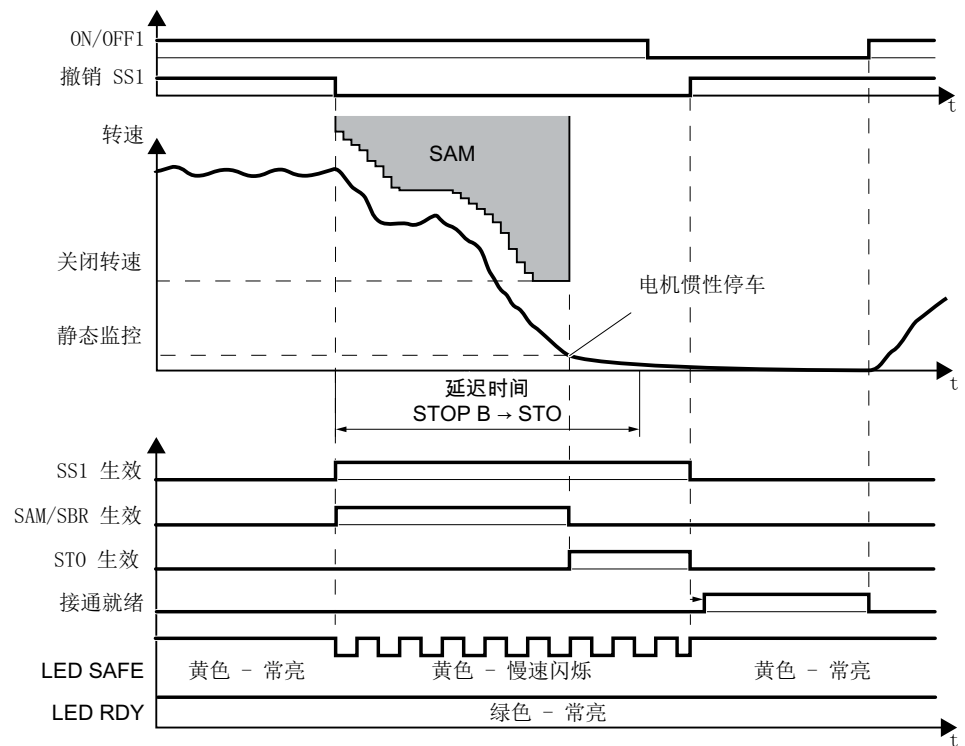


图 6-19 安全功能 SS1 (Safe Stop 1) 的制动时序图与诊断信号

变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
STO 生效（扩展功能）	r9722.0	✓	---	✓
SS1 生效（扩展功能）	r9722.1	✓	---	✓
SS1 撤销（扩展功能）	r9720.1	✓	✓	---
SAM/SBR 生效	r9723.16	---	---	---

变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
接通就绪	r0052.0	---	---	---
ON/OFF1	r0054.0	---	---	---

在 SS1 生效后接通电机

操作步骤

1. 撤销 SS1。
2. 撤销 SS1 后，等待变频器回到“接通就绪”状态。
可选方案：撤销 SS1 后请等待一段时间，直至再次接通。建议 200 ms。
3. 接通电机。ON/OFF1 = 1。

您已在 SS1 生效后接通了电机。



6.5.3 在 SS1 生效期间关闭电机

描述

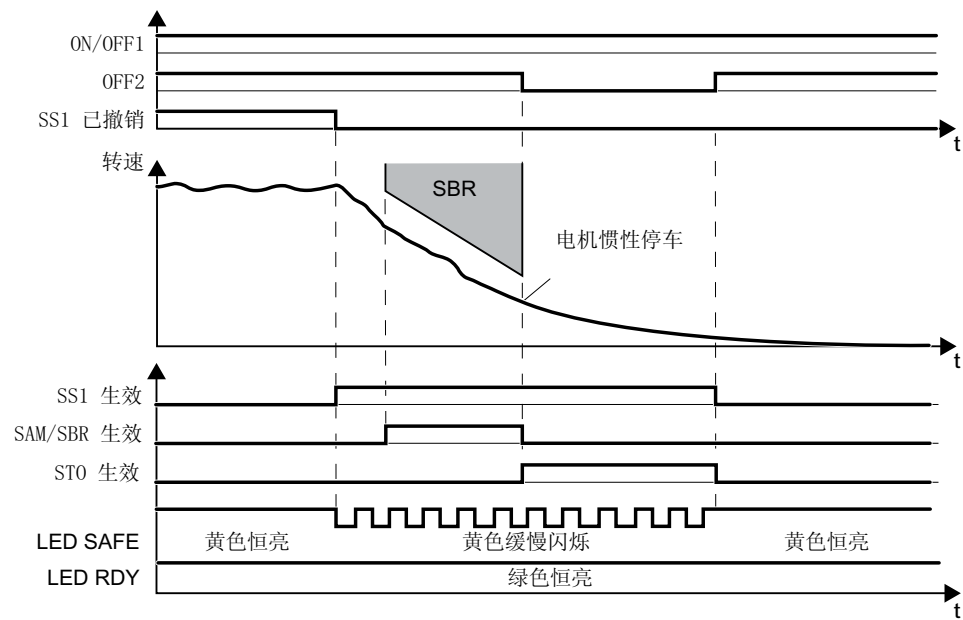


图 6-20 SS1 生效期间给出 OFF2 指令（示例：带制动斜坡监控的 SS1）

如果您在 SS1 生效期间用 OFF1 或 OFF3 指令来关闭电机，例如：希望在电机接近限位开关时关闭电机，这两个指令不会对电机的工作状态产生任何影响。SS1 继续保持生效，变频器制动电机，使电机达到静态。

如果在安全功能 SS1 生效期间用 OFF2 指令关闭电机，则变频器的响应方式取决于安全功能 SS1 的设置：

- 不带转速监控的 SS1：
变频器安全封锁电机转矩。电机随后惯性停车。延迟时间届满后，STO 生效。
- 带转速监控的 SS1：
变频器用安全功能 STO 封锁电机转矩。电机随后惯性停车。

变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
STO 生效（扩展功能）	r9722.0	✓	---	✓
SS1 撤销（基本功能）	r9773.5	✓	✓	---
SS1 生效（扩展功能）	r9722.1	✓	---	✓
SS1 撤销（扩展功能）	r9720.1	✓	✓	---

变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
SAM/SBR 生效	r9723.16	---	---	---
ON/OFF1	r0054.0	---	---	---
OFF2	r0054.1	---	---	---

6.5.4 SS1 生效时变频器对信号不一致的响应

变频器会通过当前生效的安全功能 SS1 对 F-DI 信号不一致进行响应。
变频器的响应方式取决于变频器的设置。

情况 1：执行基本安全功能 SS1 时变频器的响应

您选择了以下某个设置：

- 基本安全功能，由板载端子控制
- 基本安全功能，由 PROFIsafe 和板载端子控制
- 扩展安全功能，由 PROFIsafe 控制；基本安全功能，由板载端子控制

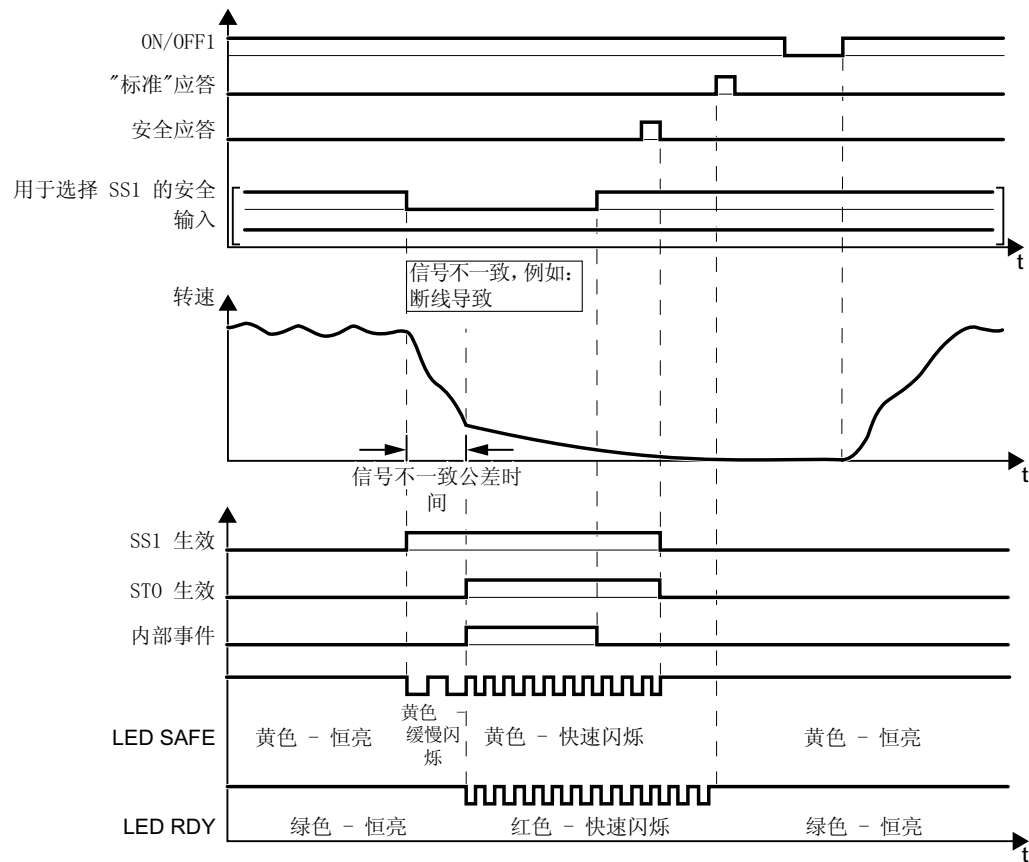


图 6-21 安全功能 SS1 输入信号不一致时变频器的响应（示例：处理器 P1 的通道内出现断线故障）

公差时间届满后变频器的响应：

- 信号不一致（故障 F01611 或 F30611，故障值 r0949 = 2002）
- 变频器设置安全功能的故障位（=内部事件）。

无论当前电平是多少，变频器都会设置在安全状态 (= 零) 下分析信号不一致的 F-DI，直到通过故障安全信号或重新上电应答变频器故障。

变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
内部事件	r9722.7	✓	---	✓
STO 生效 (基本功能)	r9773.1	✓	---	✓
SS1 生效 (基本功能)	r9773.6	✓	---	✓
SS1 撤销 (基本功能)	r9773.5	✓	✓	---
标准应答	p2103	---	---	---
安全应答	r9720.7	✓	✓	---
ON/OFF1	r0054.0	---	---	---

6.5 Safe Stop 1 (SS1)

在出现不一致后接通电机

操作步骤

1. 排除信号的不一致故障。
2. 应答内部事件。

所选设置	内部事件通过什么方式应答?		
	F-DI	PROFIsafe	可选方案
基本安全功能，由板载端子控制	通过设置 F-DI = 1 → 0 → 1 选中和撤销 SS1	---	重新上电
基本安全功能，由 PROFIsafe 和板载端子控制	通过设置 F-DI = 1 → 0 → 1 选中和撤销 SS1	通过设置 PROFIsafe 控制字 1，位 0 = 1 → 0 → 1 选择和撤销 STO 或者 通过设置 PROFIsafe 控制字 1，位 1 = 1 → 0 → 1 选择和撤销 SS1 或者 通过设置 PROFIsafe 控制字 1，位 7 = 0 → 1 → 0 进行安全应答	重新上电
扩展安全功能，由 PROFIsafe 控制； 基本安全功能，由板载端子控制	通过设置 F-DI = 1 → 0 → 1 选中和撤销 SS1	通过设置 PROFIsafe 控制字 1，位 0 = 1 → 0 → 1 选择和撤销 STO 或者 通过设置 PROFIsafe 控制字 1，位 1 = 1 → 0 → 1 选择和撤销 SS1 或者 通过设置 PROFIsafe 控制字 1，位 7 = 0 → 1 → 0 进行安全应答	重新上电

3. 用一个普通的应答信号来应答变频器故障。
4. 给出 OFF1 指令 (ON/OFF1 = 0)。
5. 接通电机 (ON/OFF1 = 1)。

您已应答信息“输入信号不一致”并再次接通了电机。



情况 2：执行扩展安全功能 SS1 时变频器的响应

您选择了“扩展安全功能，由板载端子控制”。

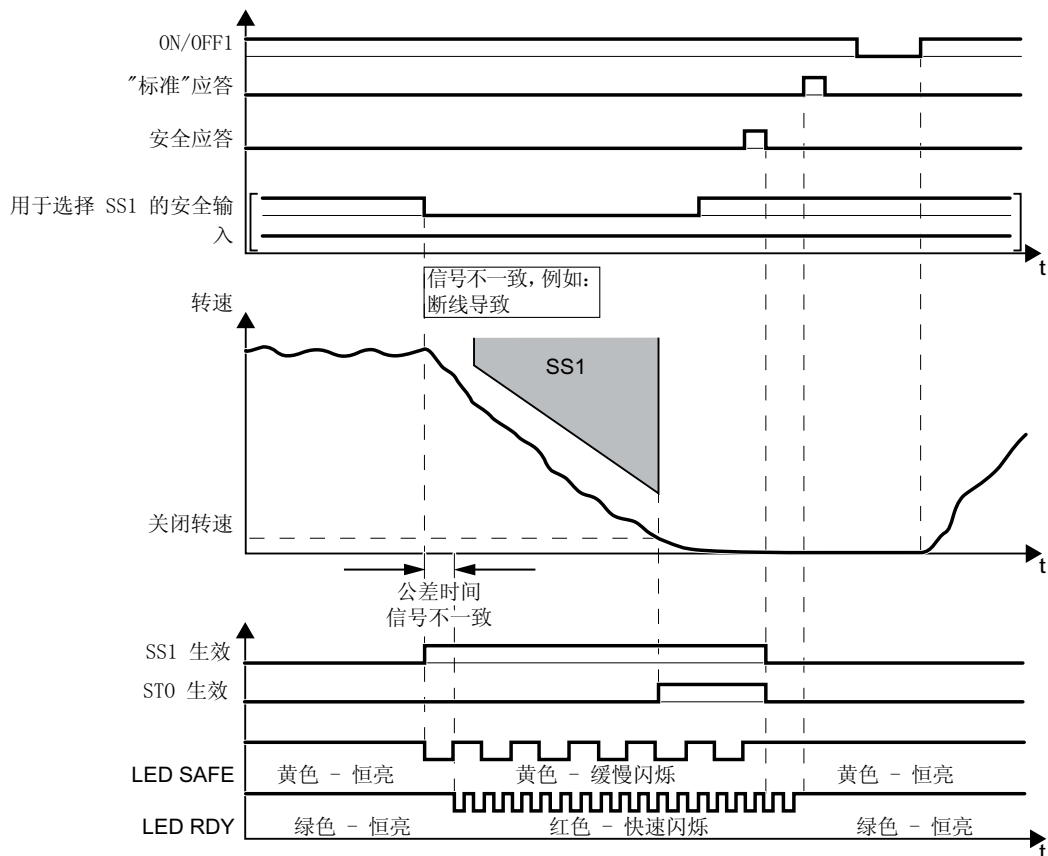


图 6-22 安全功能 SS1 输入信号不一致时变频器的响应（示例：带制动斜坡监控的 SS1）

变频器不设置安全功能的故障位（=内部事件）。

在公差时间届满后，变频器会输出报警 C01770 或 C30770，报告输入信号不一致故障，但不会中断电机当前的制动过程。

变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
STO 生效（扩展功能）	r9722.0	✓	---	✓
SS1 生效（扩展功能）	r9722.1	✓	---	✓
SS1 撤销（扩展功能）	r9720.1	✓	✓	---

6.5 Safe Stop 1 (SS1)

变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
SAM/SBR 生效	r9723.16	---	---	---
标准应答	p2103	---	---	---
安全应答	r9720.7	✓	✓	---
ON/OFF1	r0054.0	---	---	---

在出现不一致后接通电机

操作步骤

1. 排除信号的不一致故障。
2. 用一个故障安全应答信号来应答信息“输入信号不一致”：F-DI = 0 → 1 → 0)。
可选方案：重新上电。
3. 用一个普通的应答信号来应答变频器故障。
4. 给出 OFF1 指令 (ON/OFF1 = 0)。
5. 接通电机 (ON/OFF1 = 1)。

您已应答信息“输入信号不一致”并再次接通了电机。



6.5.5 SS1 生效时超限

变频器响应

如果在 SS1 生效期间变频器发现一处超限错误，变频器会安全封锁电机转矩 (STOP A)。

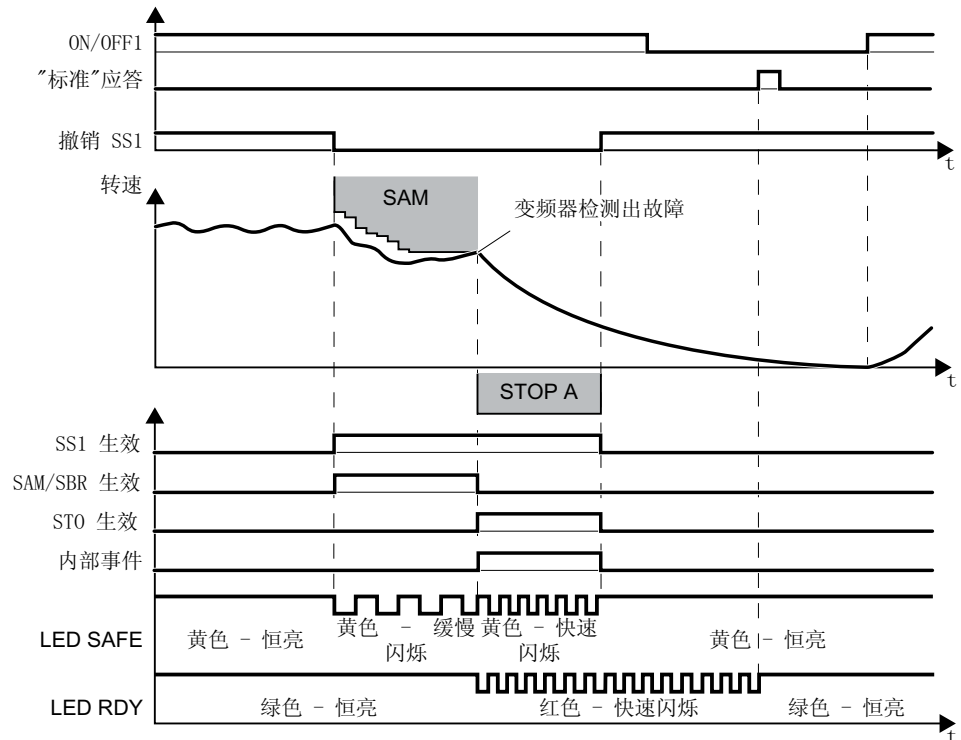


图 6-23 安全功能 SS1 在一般故障条件下的工作时序图（示例：带加速监控的 SS1）

变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
内部事件	r9722.7	✓	---	✓
STO 生效（扩展功能）	r9722.0	✓	---	✓
SS1 生效（扩展功能）	r9722.1	✓	---	✓
SS1 撤销（扩展功能）	r9720.1	✓	✓	---
SAM/SBR 生效	r9723.1 6	---	---	---
标准应答	p2103	---	---	---
ON/OFF1	r0054.0	---	---	---

6.5 Safe Stop 1 (SS1)

在出现内部事件后接通电机

操作步骤

1. 撤销 SS1。
2. 给出 OFF1 指令 (ON/OFF1 = 0)。
3. 用一个普通的应答信号来应答变频器故障。
4. 再次接通电机 (ON/OFF1 = 1)。

您已应答内部事件并再次接通了电机。







6.6 Safely Limited Speed (SLS)

6.6.1 概述



本章节涉及哪些内容？

本章节描述的是 SLS 功能的相关运行情况。

表格 6-5 电机接通时功能 SLS 的工作时序 (ON/OFF1 = 1)

选择与撤销 SLS	 在电机接通时选择和撤销 SLS (页 226)
SLS 生效时切换 SLS 档位	从高档位切换到低档位或从低档位切换到高档位。  切换 SLS 档位 (页 232)
输入信号中的不一致	用于选择 SLS 的故障安全数字量输入检测出一个故障。  SLS 生效时变频器对信号不一致的响应 (页 241)
超限	电机转速超出了设置的 SLS 限值。  SLS 生效时超限 (页 243)

表格 6-6 在 SLS 功能生效或未生效时接通和关闭电机

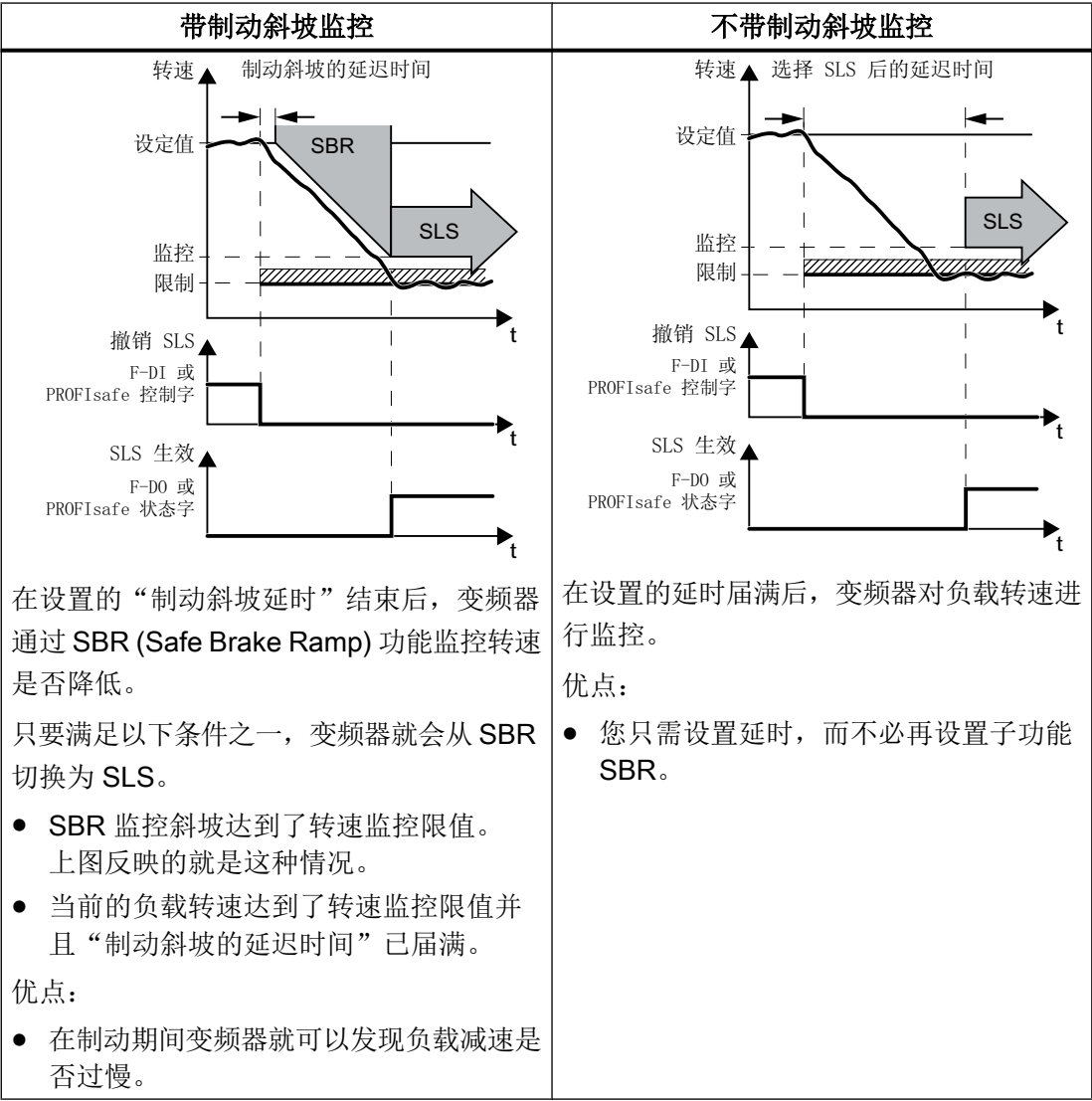
	接通电机 (ON/OFF1 = 0 → 1)	关闭电机 (ON/OFF1、OFF2 或 OFF3 = 1 → 0)
SLS 未生效	如果 SLS 未生效，电机的接通和关闭则不受限。	
SLS 生效	如果您的应用要求 SLS 功能始终保持生效，在接通电机时则须特别注意。  在 SLS 生效期间接通电机 (页 239)	变频器的响应方式取决于通过哪个信号关闭电机。  在 SLS 生效期间关闭电机 (页 237)

6.6.2 在电机接通时选择和撤销 SLS

在已启动的电机上选择 SLS

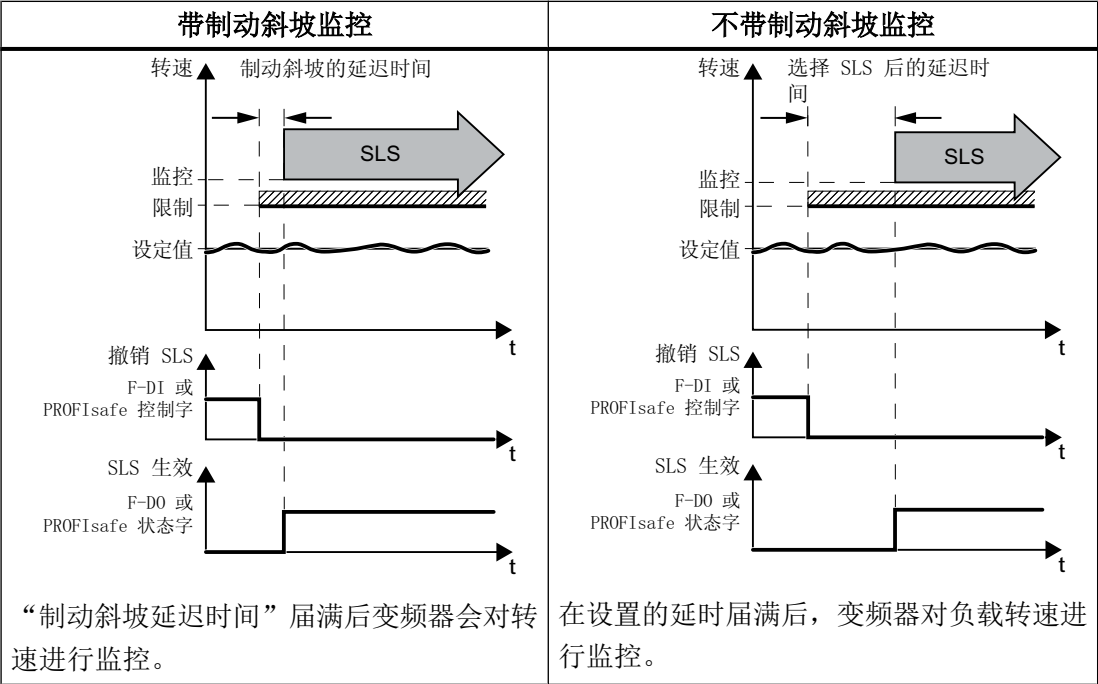
只要变频器通过故障安全数字量输入或安全通讯 PROFIsafe 识别到选择了 SLS，就会产生以下作用：

- 变频器将转速限制在 SLS 监控值以下并用 OFF3 斜降时间对电机进行制动。
- 您可选择，变频器是否通过 SBR (Safe Brake Ramp) 功能对电机减速过程进行监控。



在低电机转速时选择 SLS

如果电机转速在选择 SLS 时比 SLS 的极限值低，变频器会有以下响应：



撤销 SLS

如果上级控制器撤销 SLS，变频器会取消限制及监控。

6.6.2.1 带制动斜坡监控的 SLS

一旦机器控制器通过一个故障安全数字量输入或 PROFIsafe 选择了安全功能 SLS，电机的响应方式取决于负载转速的大小。下文对两种情况进行说明。

情况 1：负载转速（绝对值）低于设定转速限值

功能

- 1. 电机继续跟踪转速设定值。
- 2. 延迟时间届满后变频器会对转速进行监控。

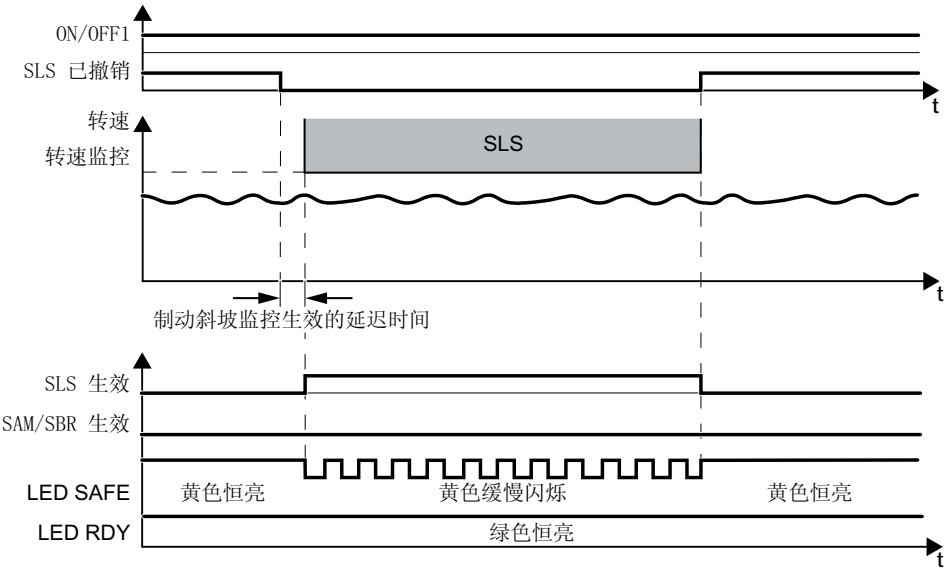


图 6-24 电机低速工作时选择和撤销安全功能 SLS

情况 2：负载转速（绝对值）超过设定转速限值

功能

- 1. 变频器使电机制动。
- 2. 延迟时间届满后变频器会对转速进行监控。
- 3. 撤销 SLS 后，电机再次加速到转速设定值。

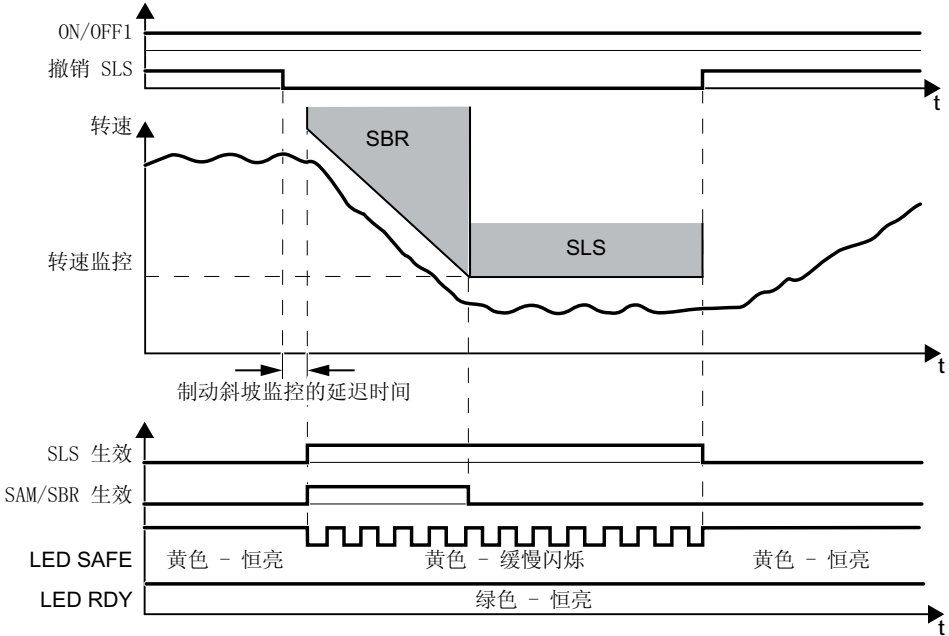


图 6-25 电机高速工作时选择和撤销安全功能 SLS

变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
SLS 生效	r9722.4	✓	---	✓
SLS 撤销	r9720.4	✓	✓	---
SAM/SBR 生效	r9723.16	---	---	---
ON/OFF1	r0054.0	---	---	---

6.6.2.2 不带制动斜坡监控的 SLS

一旦机器控制器通过一个故障安全数字量输入或 PROFIsafe 选择了安全功能 SLS，电机的响应方式取决于负载转速的大小。下文对两种情况进行说明。

情况 1：负载转速（绝对值）低于设定转速限值

- 功能
- 1. 电机继续跟踪转速设定值。
 - 2. 延迟时间届满后变频器会对转速进行监控。

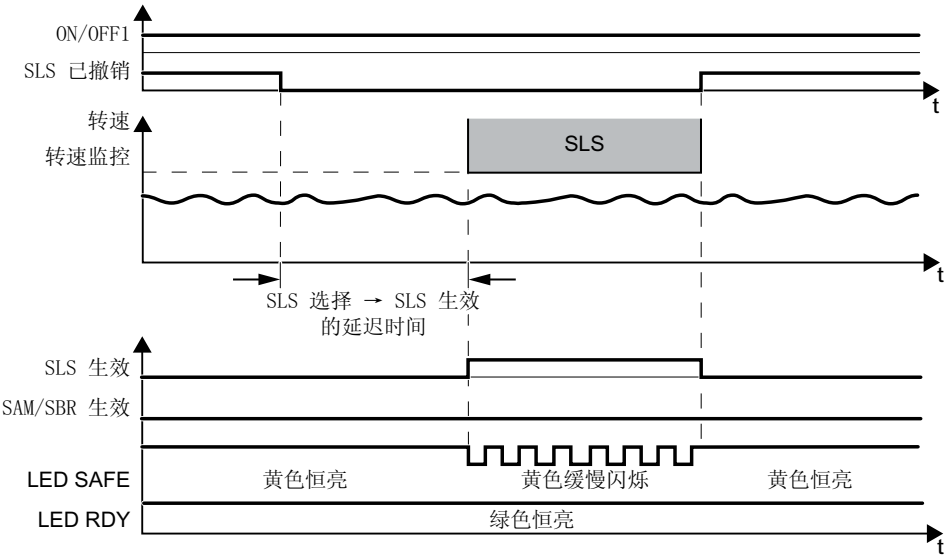


图 6-26 电机低速工作时选择和撤销安全功能 SLS

情况 2：负载转速超过监控限值

功能

- 1. 变频器使电机制动。
- 2. 延迟时间届满后变频器会对转速进行监控。
- 3. 撤销 SLS 后，电机再次加速到转速设定值。

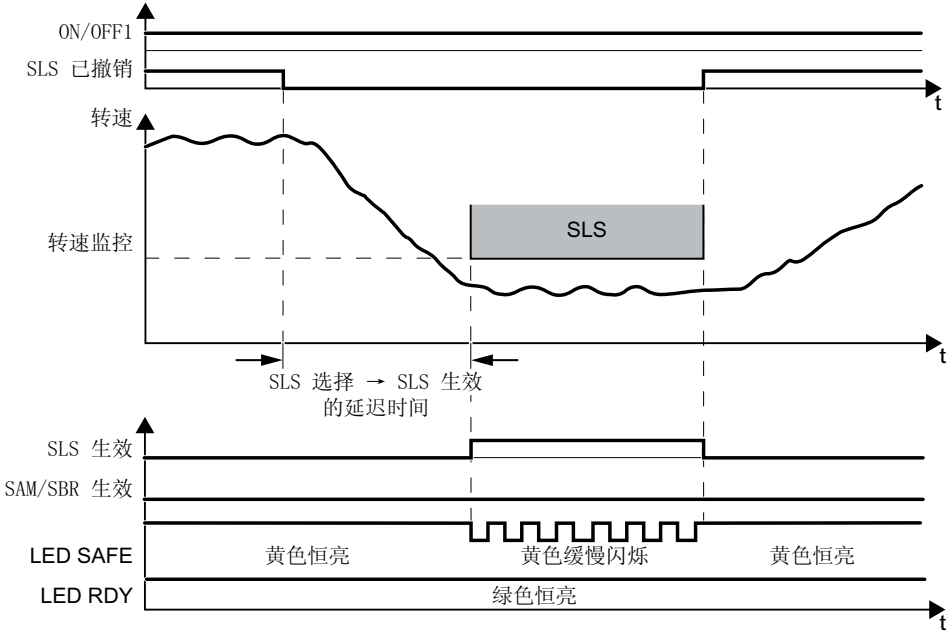


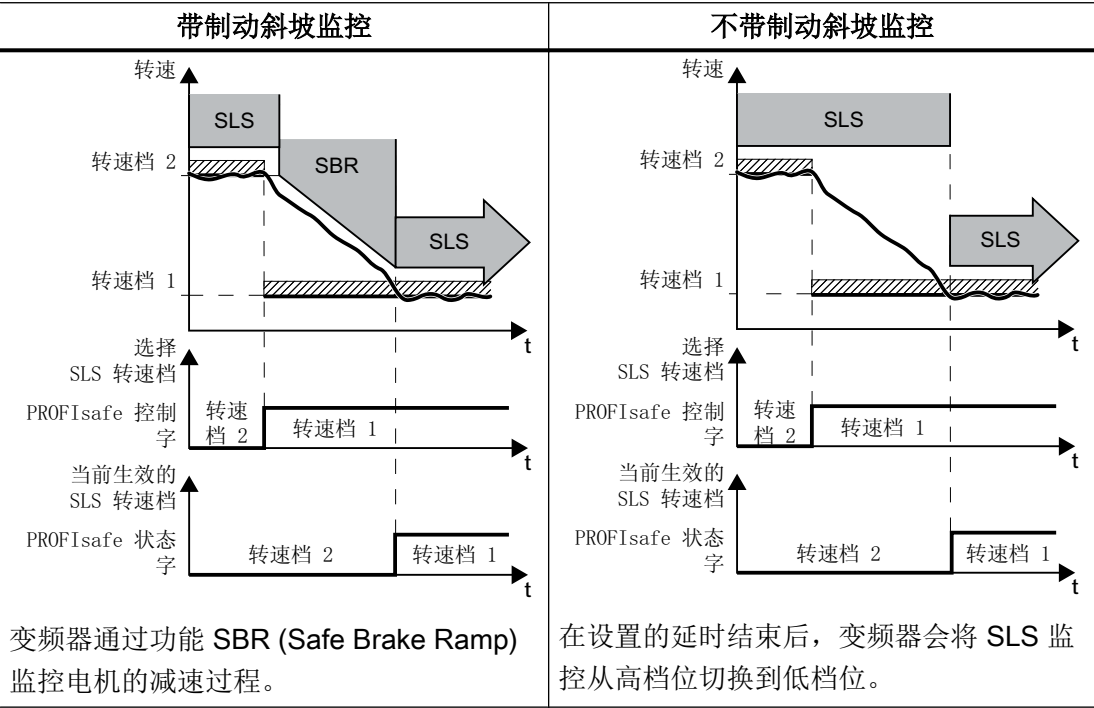
图 6-27 电机高速工作时选择和撤销安全功能 SLS

变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
SLS 生效	r9722.4	✓	---	✓
SLS 撤销	r9720.4	✓	✓	---
SAM/SBR 生效	r9723.16	---	---	---
ON/OFF1	r0054.0	---	---	---

6.6.3 切换 SLS 档位


概述

SLS 生效时，可通过 PROFIsafe 在四个速度档之间切换。切换到低 SLS 档位时变频器的响应方式取决于所选 SLS 是否带制动斜坡监控。



SLS 档位的切换只能通过 PROFIsafe 的控制字 1 执行。

变频器通过 PROFIsafe 向上级控制器报告 SLS 转速档生效。

 控制字 1 和状态字 1（扩展功能）（页 57）

6.6.3.1 带制动斜坡监控的 SLS

功能

在从高 SLS 档位切换到低 SLS 档位时，变频器会作出如下响应：

- 1. 变频器使电机制动。
- 2. 延迟时间届满后，变频器通过功能 SBR (Safe Safe Brake Ramp) 监控电机转速。
- 3. 只要满足以下其中一个条件，变频器便会从 SBR 监控切换到 SLS 监控：
 - SBR 监控斜坡达到了 SLS 限值。
上图反映的就是这种情况。
 - 负载转速降到了 SLS 限值并且“制动斜坡延迟时间”已届满。

在从低速档切换到高速档时，变频器会立即用高档位来监控电机转速。

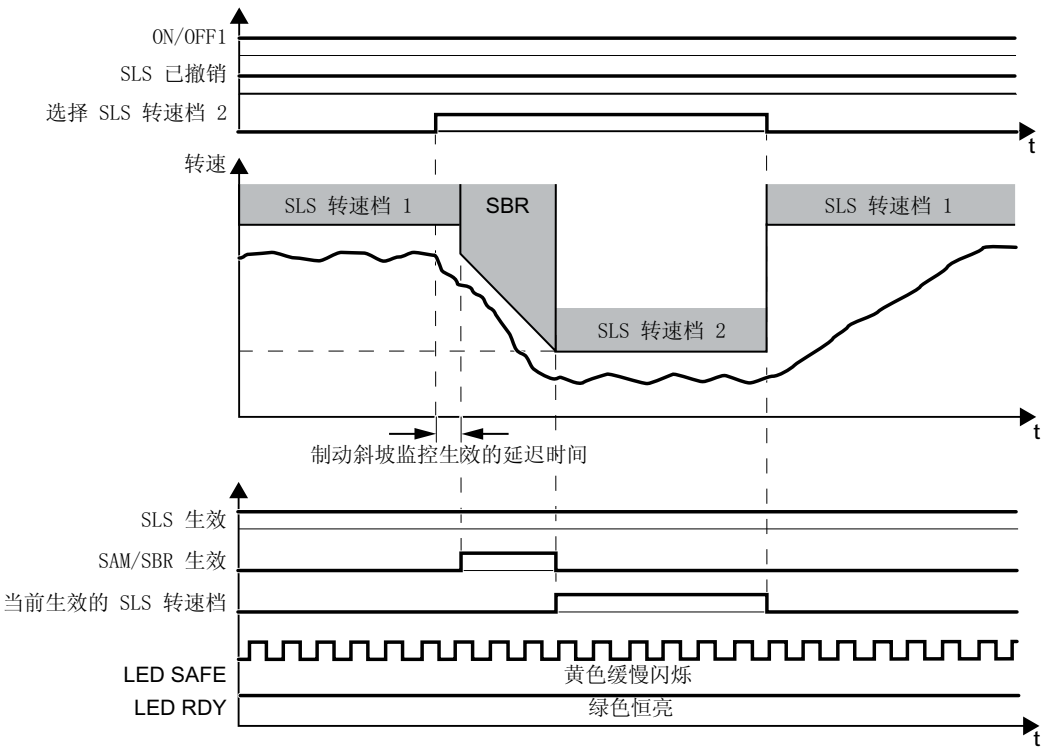


图 6-28 SLS 转速档的切换

变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
SLS 生效	r9722.4	✓	---	✓
SLS 撤销	r9720.4	✓	✓	---
SLS 档位生效	r9722.9, r9722.10	✓	---	✓

6.6 Safely Limited Speed (SLS)

变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
选择 SLS 档位	r9720.9, r9720.10	✓	✓	---
SAM/SBR 生效	r9723.16	---	---	---
ON/OFF1	r0054.0	---	---	---

6.6.3.2 不带制动斜坡监控的 SLS

功能

在从高 SLS 档位切换到低 SLS 档位时，变频器会作出如下响应：

1. 变频器使电机制动。
2. 变频器经过一段延时后才用低 SLS 档位监控电机转速。

在从低速档切换到高速档时，变频器会立即用高档位来监控电机转速。

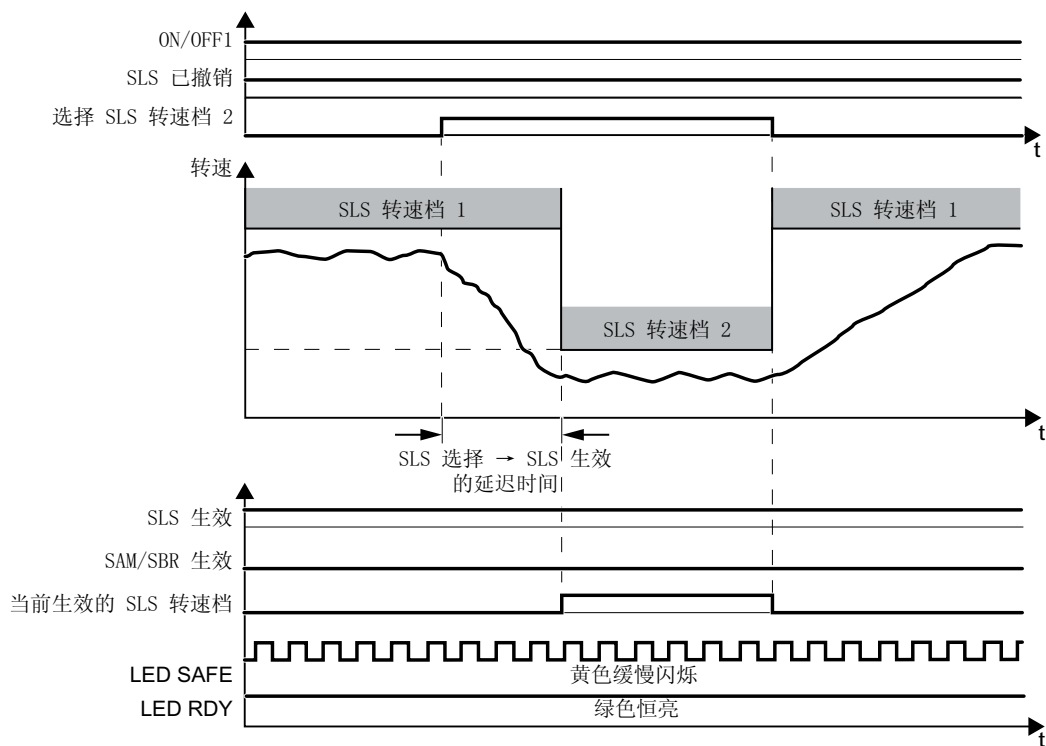


图 6-29 SLS 转速档的切换

变频器信号	参数	包含在 PROFI-safe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
SLS 生效	r9722.4	✓	---	✓
SLS 撤销	r9720.4	✓	✓	---
SLS 档位生效	r9722.9, r9722.10	✓	---	✓
选择 SLS 档位	r9720.9, r9720.10	✓	✓	---

6.6 Safely Limited Speed (SLS)

变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
SAM/SBR 生效	r9723.16	---	---	---
ON/OFF1	r0054.0	---	---	---

6.6.4 在 SLS 生效期间关闭电机

描述

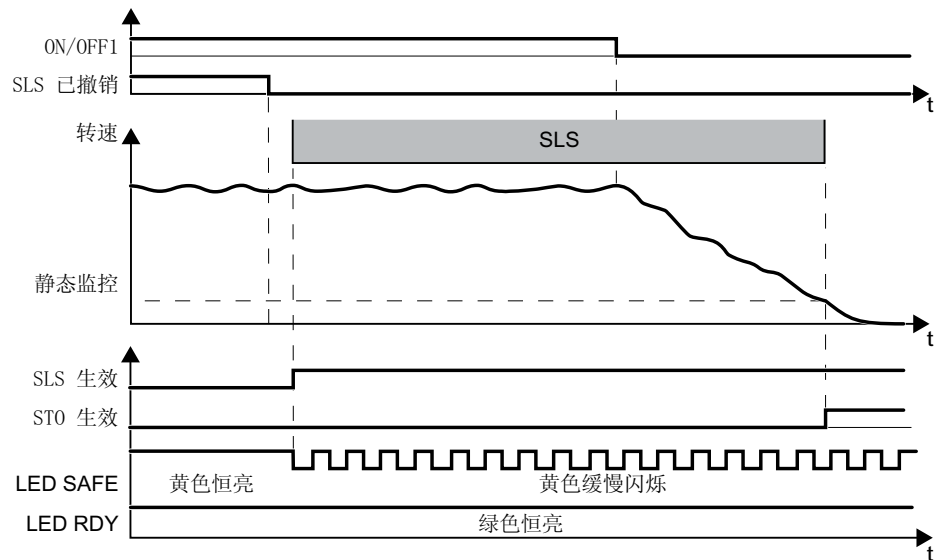


图 6-30 SLS 生效期间给出 OFF1 指令

如果您在安全功能 SLS 生效期间用 OFF1 或 OFF3 指令来关闭电机，例如：希望在电机接近限位开关时关闭电机，变频器会作出如下响应：

1. 变频器以 OFF1 或 OFF3 斜降时间使电机制动。
2. 在制动期间，变频器也会监控电机转速。
3. 在电机转速降至静态监控转速后，变频器用 STO 安全封锁电机转矩。
4. 电机随后惯性停车。

6.6 Safely Limited Speed (SLS)

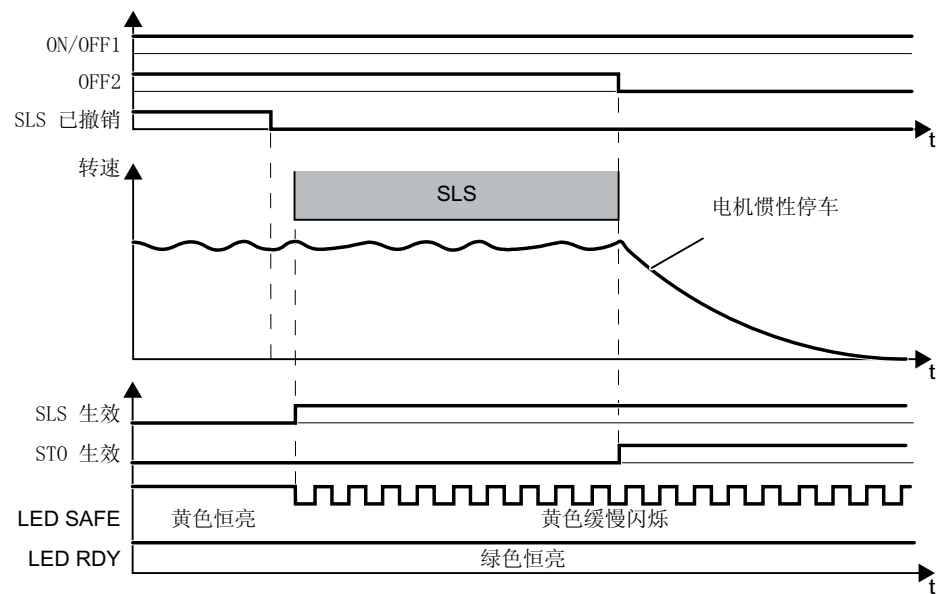


图 6-31 SLS 生效期间给出 OFF2 指令

在此期间用 OFF2 关闭电机时，变频器会立即用 STO 安全封锁电机转矩。

变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
STO 生效（扩展功能）	r9722.0	✓	---	✓
SLS 生效	r9722.4	✓	---	✓
SLS 撤销	r9720.4	✓	✓	---
ON/OFF1	r0054.0	---	---	---
OFF2	r0054.1	---	---	---

6.6.5 在 SLS 生效期间接通电机

接通电机

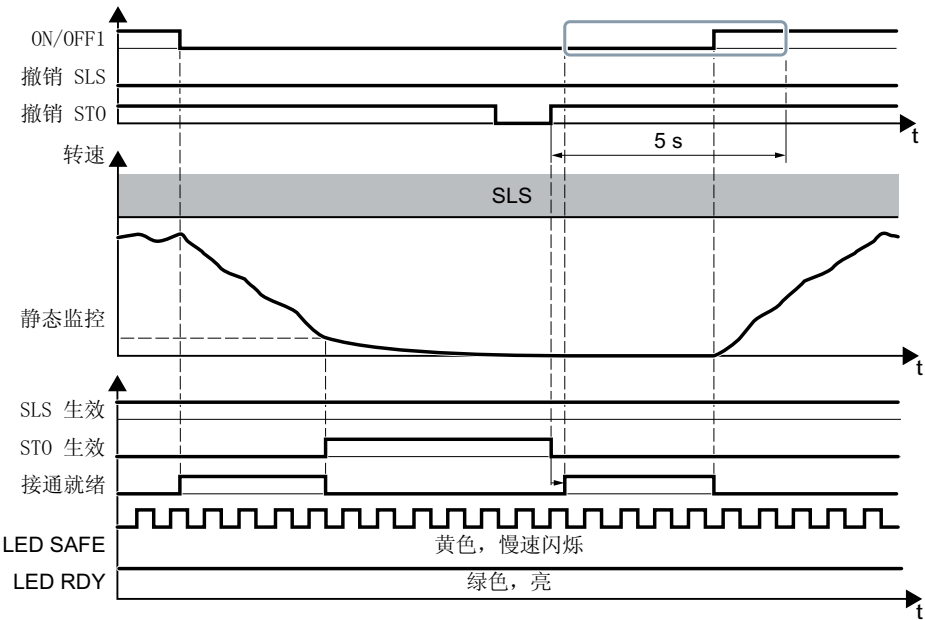


图 6-32 在 SLS 生效时重启电机 (ON/OFF1)

操作步骤

- 1. 选择 STO（或 SS1）。
- 2. 撤销 STO（或 SS1）。
- 3. 撤销 STO 后，等待变频器回到“接通就绪”状态。
 可选方案：撤销 STO 后请等待一段时间，直至再次接通。建议 200 ms。
- 4. 在撤销 STO 后 5 秒内给出 ON 指令，接通电机。

您已在 SLS 生效后接通了电机。



变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
STO 生效（扩展功能）	r9722.0	✓	---	✓
STO 撤销（扩展功能）	r9720.0	✓	✓	---
SLS 生效	r9722.4	✓	---	✓
SLS 撤销	r9720.4	✓	✓	---

6.6 Safely Limited Speed (SLS)

变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
接通就绪	r0052.0	---	---	---
ON/OFF1	r0054.0	---	---	---

您已在 5 秒内接通了电机

如果没有在撤销 STO 后的 5 秒内接通电机，变频器会作出如下响应：

- 变频器再次进入 STO 状态。
- 变频器不再对 ON 指令作出响应。
- 变频器发出报警 A01795。

重复上述步骤，接通电机。

6.6.6 SLS 生效时变频器对信号不一致的响应

变频器响应

变频器会通过当前生效的安全功能 SLS 对 F-DI 信号不一致进行响应。

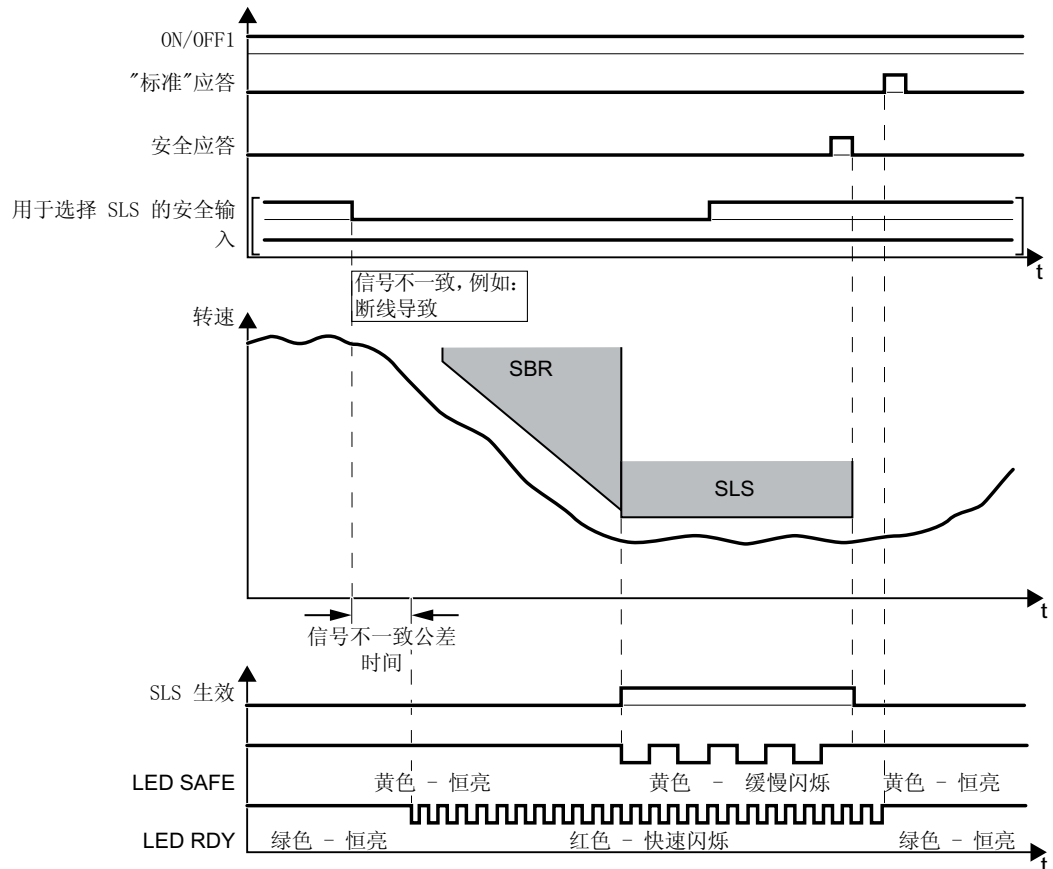


图 6-33 安全功能 SLS 输入信号不一致时变频器的响应

变频器不设置安全功能的故障位（=内部事件）。

变频器在公差时间届满后输出报警 C01770 或 C30770，报告信号不一致。功能 SLS 仍保持生效且电机仍保持接通状态。

无论当前电平是多少，变频器都会设置在安全状态（= 零）下分析信号不一致的 F-DI，直到通过安全信号或重新上电应答变频器故障。

变频器信号	参数	包含在 PROFI-safe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
SLS 生效	r9722.4	✓	---	✓
SLS 撤销	r9720.4	✓	✓	---

6.6 Safely Limited Speed (SLS)

变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
标准应答	p2103	---	---	---
安全应答	r9720.7	✓	✓	---
ON/OFF1	r0054.0	---	---	---

在出现不一致后撤销 SLS

操作步骤

1. 排除信号的不一致故障。
2. 用一个故障安全应答信号来应答信息“输入信号不一致”：F-DI = 0 → 1 → 0。也可以通过以下其中一种方式来应答信息。但此时，电机处于静止状态：
 - 选择并再次撤销 STO 功能：设置 F-DI = 1 → 0 → 1。
 - 选择并再次撤销 SS1 功能：设置 F-DI = 1 → 0 → 1。
 - 重新接通变频器的电源。
3. 用一个普通的应答信号来应答变频器故障。


您已应答信息“输入信号不一致”并撤销了功能 SLS。



6.6.7 SLS 生效时超限

变频器响应

如果在 SLS 生效期间变频器发现一处超限错误，变频器的响应方式可能是 STOP A，也可能是 STOP B。在调试时选择变频器的响应方式。

 停止响应 (页 267)

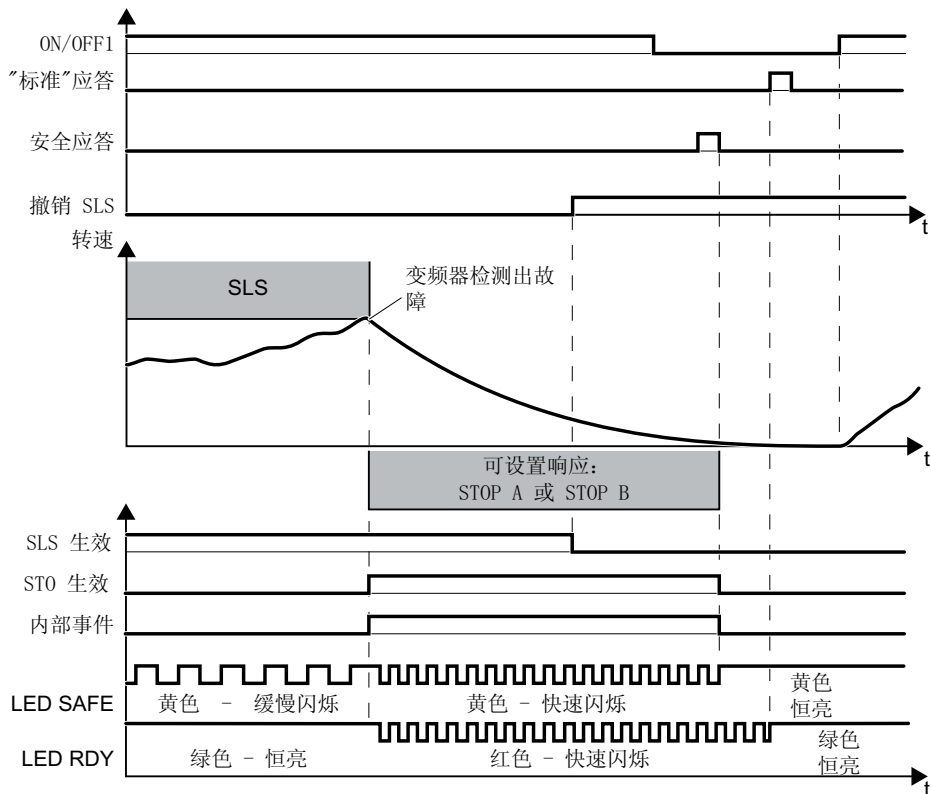


图 6-34 安全功能 SLS 超限。STOP A 故障响应示例

变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
内部事件	r9722.7	✓	---	✓
STO 生效 (扩展功能)	r9722.0	✓	---	✓
SLS 生效	r9722.4	✓	---	✓
SLS 撤销	r9720.4	✓	✓	---
标准应答	p2103	---	---	---

6.6 Safely Limited Speed (SLS)

变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
安全应答	r9720.7	✓	✓	---
ON/OFF1	r0054.0	---	---	---

在出现内部事件后接通电机

操作步骤

1. 撤销安全功能 SLS。
2. 给出 OFF1 指令 (ON/OFF1 = 0)。
3. 通过以下一种方法应答内部事件：
 - 通过 PROFIsafe 控制字 0，位 7 = 0 → 1 → 0 进行安全应答。
 - 通过故障安全数字量输入发出故障安全应答信号：F-DI = 0 → 1 → 0)。
 - 选择并再次撤销 STO 功能（通过设置 PROFIsafe 控制字 0 的位 0 或 F-DI：1 → 0 → 1）。
 - 选择并再次撤销 SS1 功能（通过设置 PROFIsafe 控制字 0 的位 1 或 F-DI：1 → 0 → 1）。
 - 重新接通变频器的电源。
4. 用一个普通的应答信号来应答变频器故障。
5. 接通电机 (ON/OFF1 = 1)。

您已应答内部事件并再次接通了电机。




6.7 Safe Speed Monitor (SSM)

6.7.1 概述



本章节涉及哪些内容？

本章节描述的是 SSM 功能的相关运行情况。

表格 6-7 电机接通时功能 SSM 的工作时序 (ON/OFF1 = 1)

反馈信息	功能 SSM 报告电机转速是否超出或低于设置的 SSM 限值。  电机接通时 SSM 生效 (页 246)
------	---

表格 6-8 在 SSM 功能生效或未生效时接通和关闭电机

	接通电机 (ON/OFF1 = 0 → 1)	关闭电机 (ON/OFF1、OFF2 或 OFF3 = 1 → 0)
SSM 未生效	如果 SSM 未生效，电机的接通和关闭则不受限。	
SSM 生效	如果 SSM 生效，接通电机时须特别注意。  在 SSM 生效期间接通电机 (页 251)。	变频器的响应方式取决于通过哪个信号关闭电机。  在 SSM 生效期间关闭电机 (页 247)

6.7.2 电机接通时 SSM 生效

描述

安全功能 SSM 不能通过外部控制信号选中或撤销。满足以下全部条件时，SSM 才会生效：

- 您已使能了一项或多项扩展安全功能。
- 为 SSM 设置了一个大于 0 的监控转速。

接通电源后，变频器会将 SSM 功能的反馈“转速低于限值”一直设为 0。

电机启动后，变频器会对负载转速与转速限值进行对比。

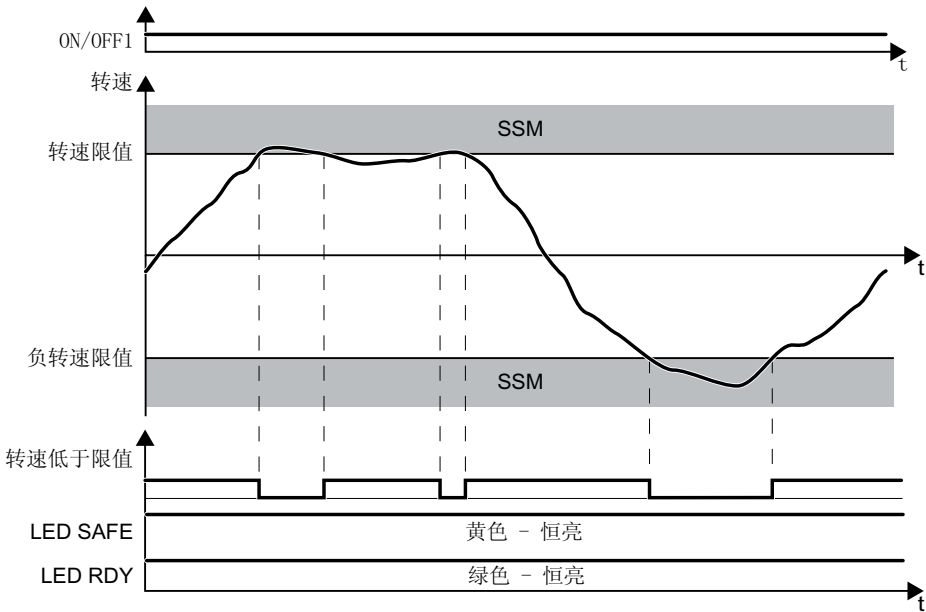


图 6-35 SSM (Safe Speed Monitor) 安全功能的工作时序

变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
SSM 反馈生效（转速低于限值）	r9722.15	✓	---	✓
ON/OFF1	r0054.0	---	---	---

6.7.3 在 SSM 生效期间关闭电机

变频器的性能由以下条件决定：

- 发出关闭指令时电机的转速
- OFF 指令：OFF1、OFF2 或 OFF3
- 设置 SSM 功能：
 - 脉冲被封锁后，反馈信号“SSM 生效” 保持生效：
电机关闭后，变频器会启动 STO 防止电机意外加速。电机关闭后，“Status SSM” 置 1。
 - 脉冲被封锁后，反馈信号“SSM 生效” 失效：
电机关闭后，变频器将 “Status SSM” 置 0。

发出关闭指令时，电机转速低于 SSM 限值

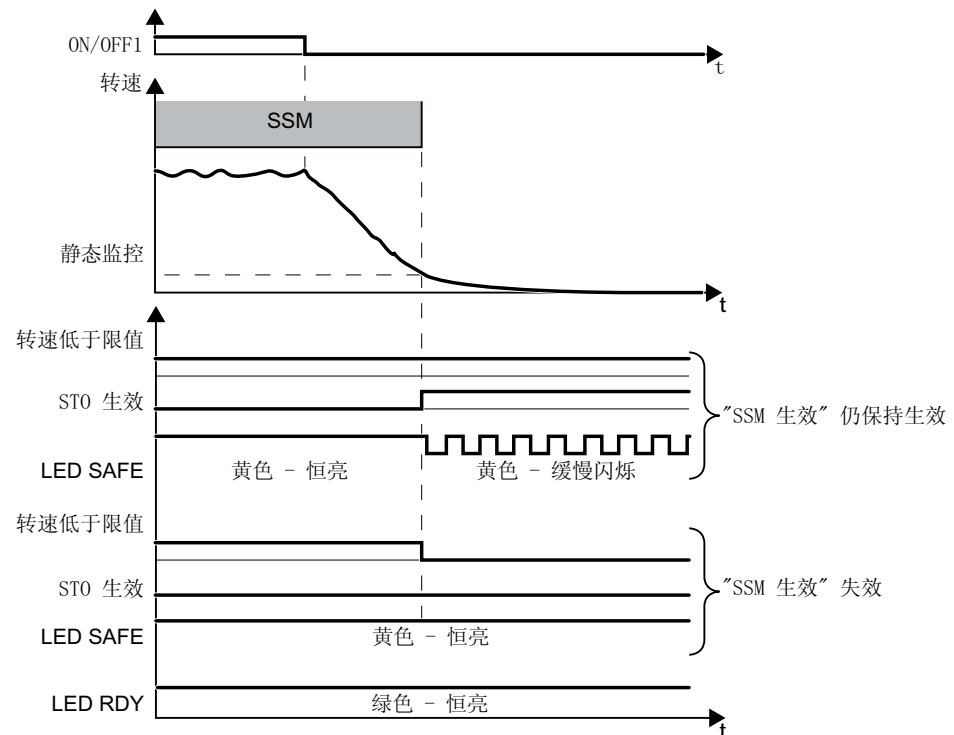


图 6-36 SSM 生效期间给出 OFF1 指令

如果您在安全功能 SSM 生效期间用 OFF1 或 OFF3 指令来关闭电机，例如：希望在电机接近限位开关时关闭电机，变频器会作出如下响应：

1. 变频器使电机制动直至静态监控，然后将其关闭。
2. 在制动期间，变频器也会监控电机转速。

6.7 Safe Speed Monitor (SSM)

如果脉冲被封锁后，反馈信号“SSM 生效”保持生效，变频器会通过安全功能 STO 安全封锁电机转矩。

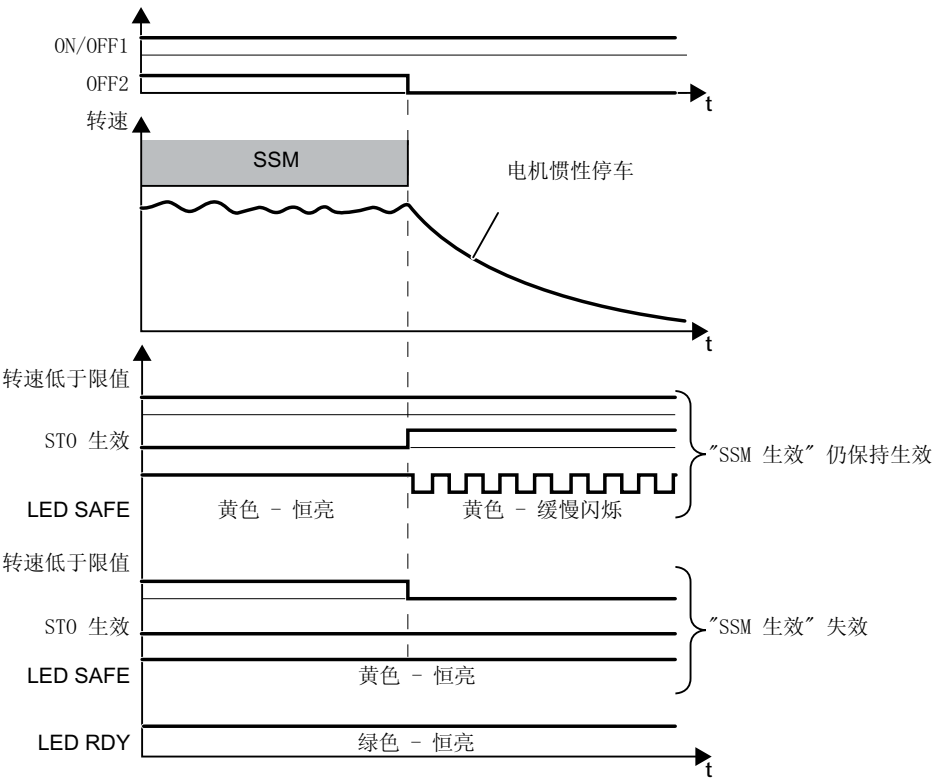


图 6-37 SSM 生效期间给出 OFF2 指令

收到 OFF2 指令，变频器会立即接通电机。

如果脉冲被封锁后，反馈信号“SSM 生效”保持生效，变频器会通过安全功能 STO 安全封锁电机转矩。

变频器信号	参数	包含在 PROFI-safe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
STO 生效（扩展功能）	r9722.0	✓	---	✓
SSM 反馈生效（转速低于限值）	r9722.15	✓	---	✓
ON/OFF1	r0054.0	---	---	---
OFF2	r0054.1	---	---	---

发出关闭指令时，电机转速高于 SSM 限值

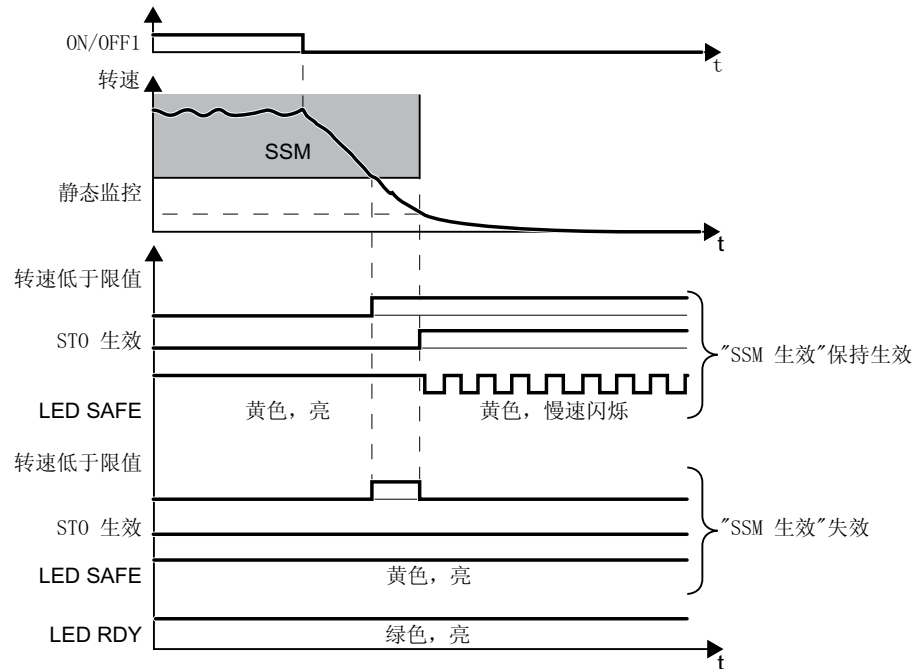


图 6-38 SSM 生效期间给出 OFF1 指令

如果您在安全功能 SSM 生效期间用 OFF1 或 OFF3 指令来关闭电机，例如：希望在电机接近限位开关时关闭电机，变频器会作出如下响应：

1. 变频器使电机制动直至静态监控，然后将其关闭。
2. 在制动期间，变频器也会监控电机转速。

如果脉冲被封锁后，反馈信号“SSM 生效”保持生效，变频器会通过安全功能 STO 安全封锁电机转矩。

6.7 Safe Speed Monitor (SSM)

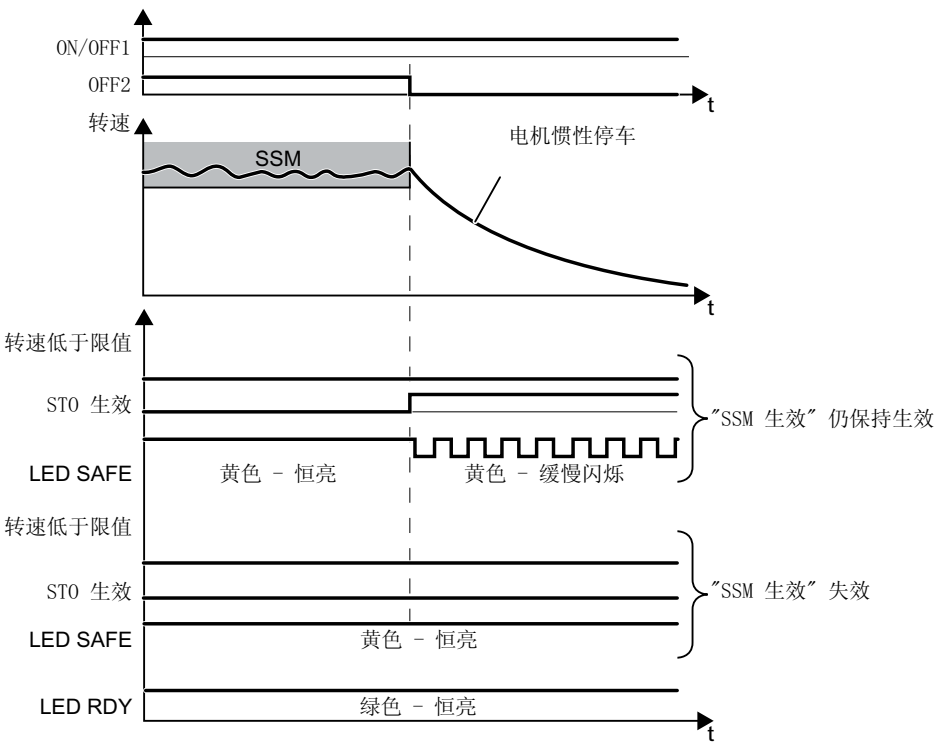


图 6-39 SSM 生效期间给出 OFF2 指令

收到 OFF2 指令，变频器会立即接通电机。

如果脉冲被封锁后，反馈信号“SSM 生效”保持生效，变频器会通过安全功能 STO 安全封锁电机转矩。

反馈信号“SSM 生效”保持为 0。

变频器信号	参数	包含在 PROFI-safe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
STO 生效（扩展功能）	r9722.0	✓	---	✓
SSM 反馈生效（转速低于限值）	r9722.15	✓	---	✓
ON/OFF1	r0054.0	---	---	---
OFF2	r0054.1	---	---	---

6.7.4 在 SSM 生效期间接通电机

电机接通的步骤取决于 SSM 功能的设置。

脉冲被封锁后，反馈信号“SSM 生效”失效

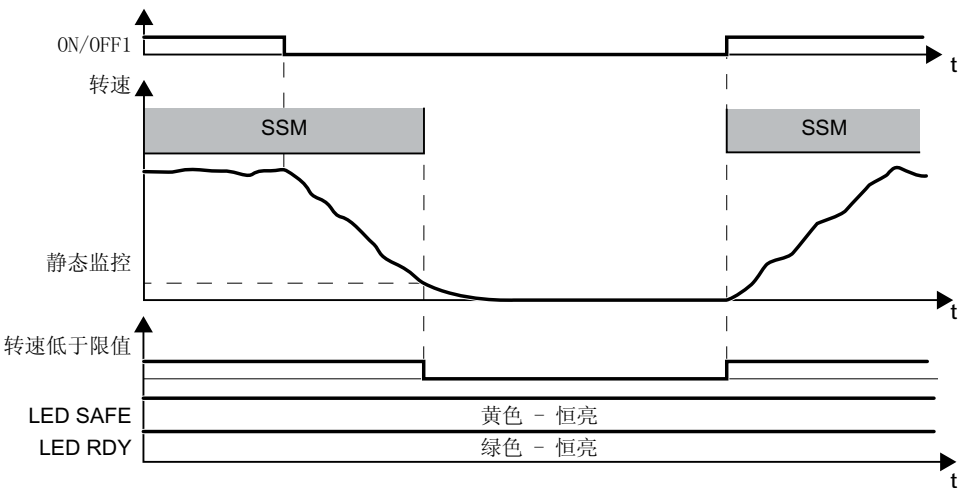


图 6-40 在 SSM 生效期间接通电机，SSM 暂时中断

在该设置下，SSM 功能不会影响电机的接通。接通电机后，SSM 生效。

变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
SSM 反馈生效（转速低于限值）	r9722.15	✓	---	✓
ON/OFF1	r0054.0	---	---	---

脉冲被封锁后，反馈信号“SSM 生效” 保持生效

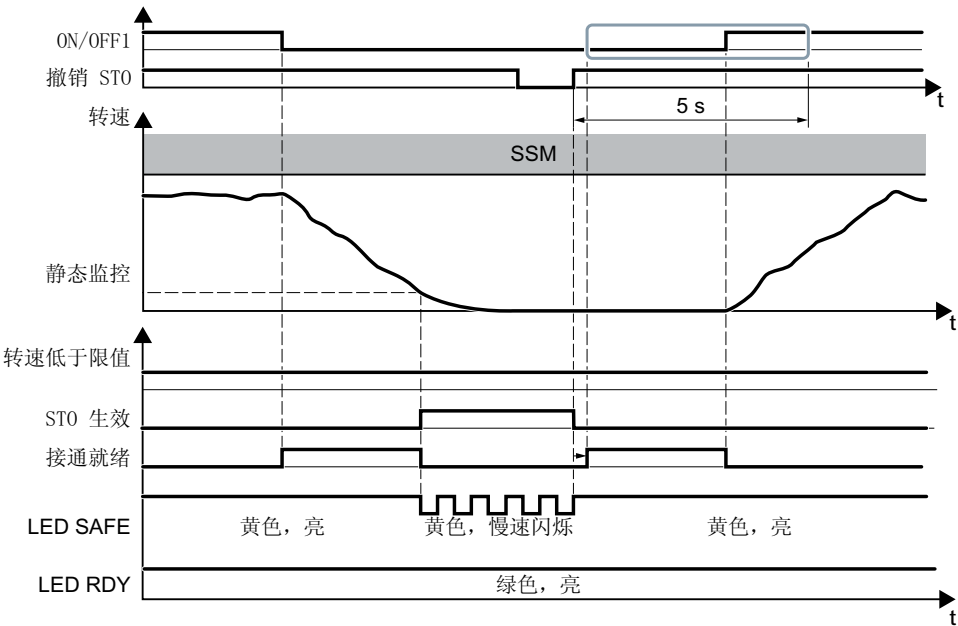


图 6-41 在 SSM 生效期间接通电机

在该设置下，接通电机须遵循特定的步骤。

操作步骤

1. 在电机关闭后选择 STO（或 SS1）。
2. 再次撤销 STO（或 SS1），然后接通电机。
3. 撤销 STO 后，等待变频器回到“接通就绪”状态。
可选方案：撤销 STO 后请等待一段时间，直至再次接通。建议 200 ms。
4. 在撤销 STO 后 5 秒内给出 ON 指令，接通电机。

电机已接通。



变频器信号	参数	包含在 PROFI-safe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
STO 生效（扩展功能）	r9722.0	✓	---	✓
STO 撤销（扩展功能）	r9720.0	✓	✓	---
SSM 反馈生效（转速低于限值）	r9722.15	✓	---	✓
ON/OFF1	r0054.0	---	---	---
接通就绪	r0052.0	---	---	---

您已在 5 秒内接通了电机

如果没有在撤销 STO 后的 5 秒内接通电机，变频器会作出如下响应：

- 变频器再次进入 STO 状态。
- 变频器不再对 ON 指令作出响应。
- 变频器发出报警 A01795。

重复上述步骤，接通电机。




6.8 Safe Direction (SDI)

6.8.1 概述



本章节涉及哪些内容？

本章节描述的是 SDI 功能的相关运行情况。

表格 6-9 电机接通时功能 SDI 的工作时序 (ON/OFF1 = 1)

选择与撤销 SDI	 在电机接通时选择和撤销 SDI (页 255)
输入信号中的不一致	用于选择 SDI 的故障安全数字量输入检测出一个故障。  Safe Direction (SDI) 生效时变频器对信号不一致的响应 (页 261)
超限	电机按监控的方向旋转。  Safe Direction (SDI)生效期间出现超限错误 (页 263)

表格 6-10 在 SDI 功能生效或未生效时接通和关闭电机

	接通电机 (ON/OFF1 = 0 → 1)	关闭电机 (ON/OFF1、OFF2 或 OFF3 = 1 → 0)
SDI 未生效	如果 SDI 未生效，电机的接通和关闭则不受限。	
SDI 生效	如果您的应用要求 SDI 功能始终保持生效，在接通电机时则须特别注意。  在 SDI 生效期间接通电机 (页 258)	变频器的响应方式取决于通过哪个信号关闭电机。  在 SDI 生效期间关闭电机 (页 256)

6.8.2 在电机接通时选择和撤销 SDI

选择 SDI

功能

1. 上级控制器通过一个故障安全数字量输入或安全通讯 PROFIsafe 选择了 SDI 功能。
2. 变频器将电机控制在选中的方向上旋转。选择 SDI 后如果电机在错误方向上旋转，变频器会停止电机，使电机达到静态。
3. 在延迟时间届满后，变频器监控选中的电机旋转方向。
变频器允许电机轴在错误方向上短暂地旋转一定角度，该角度可设定。

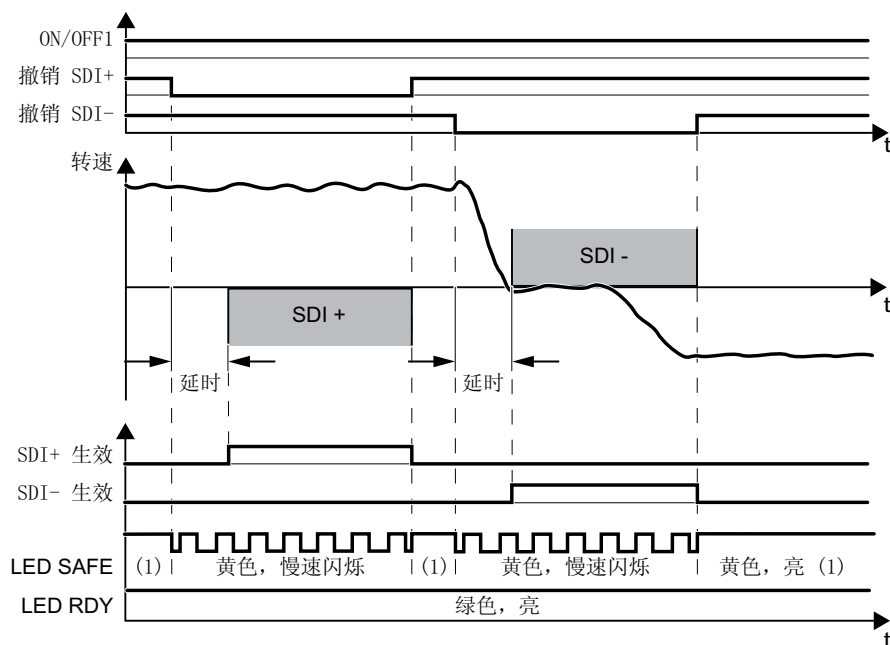


图 6-42 SDI (Safe Direction) 的工作时序

变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
SDI+ 生效	r9722.12	✓	---	✓
SDI+ 撤销	r9720.12	✓	✓	---
SDI- 生效	r9722.13	✓	---	✓
SDI- 撤销	r9720.13	✓	✓	---
ON/OFF1	r0054.0	---	---	---

6.8.3 在 SDI 生效期间关闭电机

描述

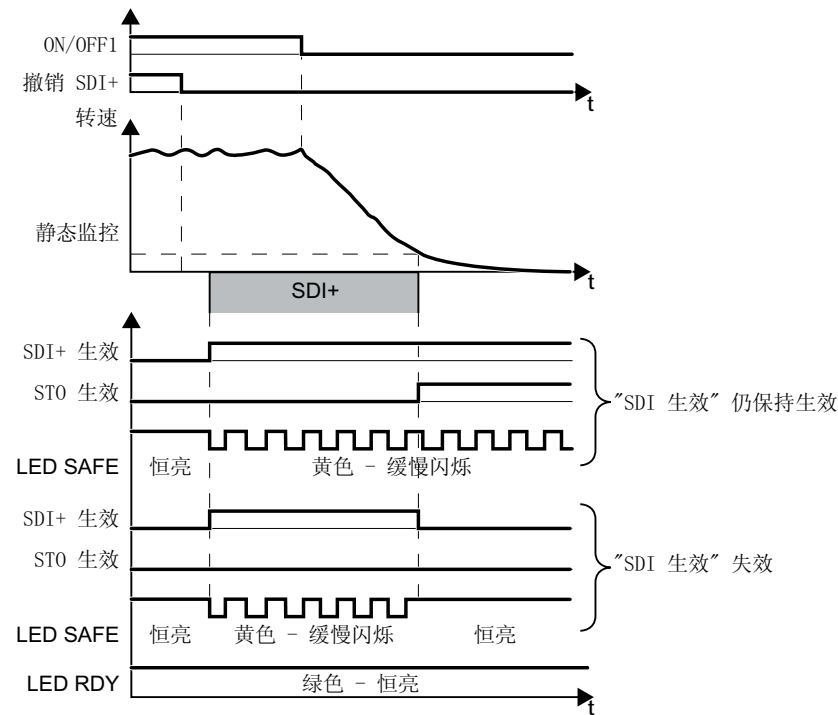


图 6-43 SDI 生效期间给出 OFF1 指令

如果您在安全功能 SDI 生效期间用 OFF1 或 OFF3 指令来关闭电机，例如：希望在电机接近限位开关时关闭电机，变频器会作出如下响应：

- 1. 变频器以 OFF1 或 OFF3 斜降时间使电机减速制动，直到转速降至静态监控转速。
- 2. 在制动期间，变频器也会监控电机旋转方向。

您可以设置两种发出电机关闭指令后变频器的工作方式：

- 1. 在脉冲禁止保持生效时，反馈“SDI 生效”。在该方式中，在电机转速降至静态监控转速后，变频器会通过安全功能 STO 安全封锁电机转矩。变频器会确保电机不再加速。因此，即使电机关闭，信号“SDI 生效”也一直保持 1。
- 2. 在脉冲禁止无效时反馈“SDI 生效”。在该方式中，变频器不会安全封锁电机转矩。变频器无法安全阻止电机意外加速。因此，在电机关闭后，变频器将信号“SDI 生效”置为 0。

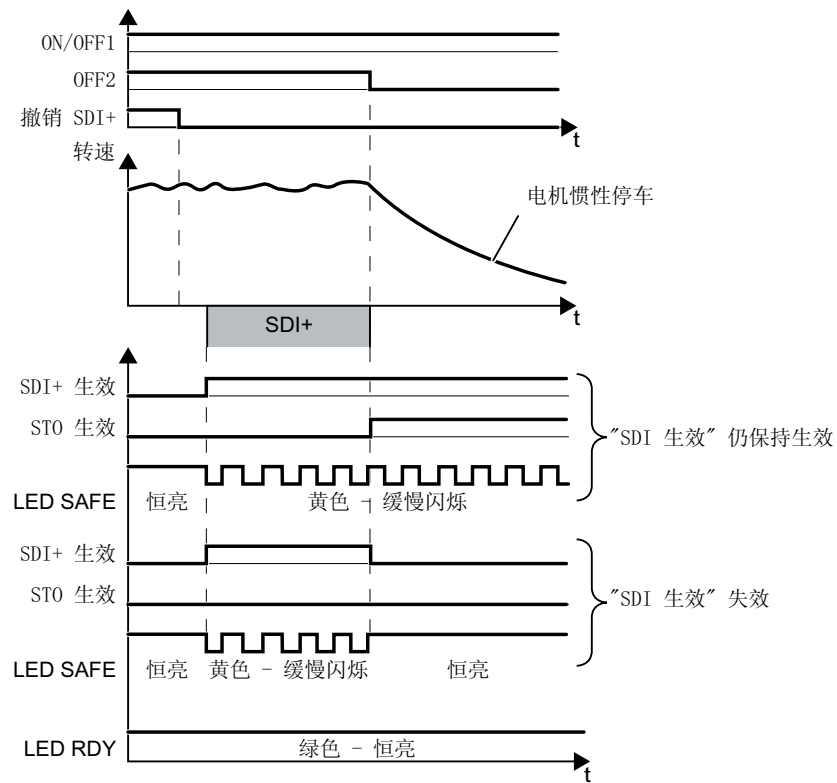


图 6-44 SDI 生效期间给出 OFF2 指令

如果您在 SDI 生效期间给出 OFF2 指令，变频器会立即关闭电机。取决于选中的设置，变频器立即用 STO 安全封锁电机转矩。

变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
STO 生效（扩展功能）	r9722.0	✓	---	✓
SDI+ 生效	r9722.12	✓	---	✓
SDI+ 撤销	r9720.12	✓	✓	---
SDI- 生效	r9722.13	✓	---	✓
SDI- 撤销	r9720.13	✓	✓	---
ON/OFF1	r0054.0	---	---	---
OFF2	r0054.1	---	---	---

6.8.4 在 SDI 生效期间接通电机

电机接通的步骤取决于 SDI 功能的设置。

脉冲被封锁后，反馈信号“SDI 生效”失效

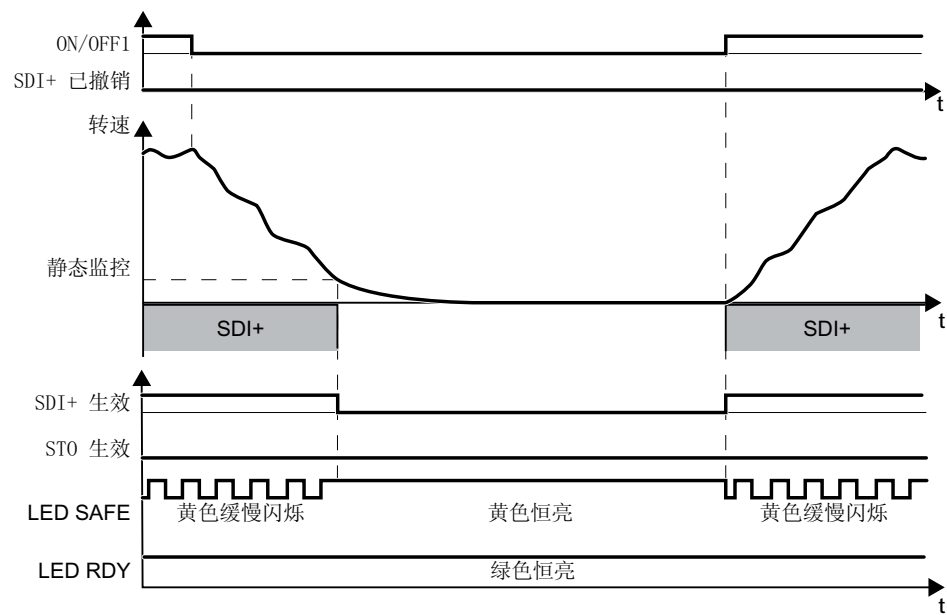


图 6-45 在 SDI 生效期间重启电机，SDI 反馈暂时中断

在该设置下，SDI 功能不会影响电机的接通。接通电机后，SDI 生效。

变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
STO 生效（扩展功能）	r9722.0	✓	---	✓
SDI+ 生效	r9722.12	✓	---	✓
SDI+ 撤销	r9720.12	✓	✓	---
SDI- 生效	r9722.13	✓	---	✓
SDI- 撤销	r9720.13	✓	✓	---
ON/OFF1	r0054.0	---	---	---

脉冲被封锁后，反馈信号“SDI 生效”保持生效

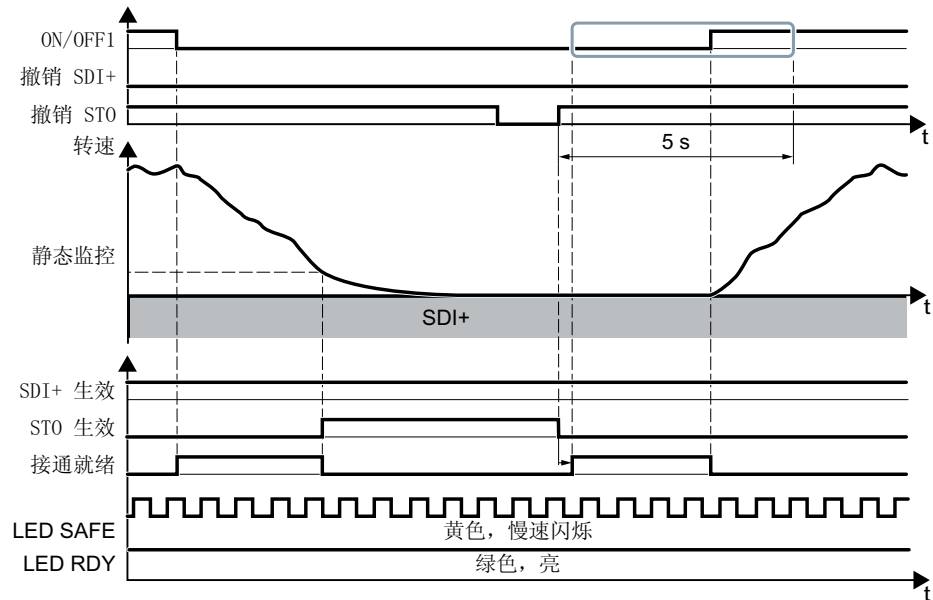


图 6-46 在 SDI 生效期间重启电机

操作步骤

1. 选择 STO（或 SS1）。
2. 再次撤销 STO（或 SS1）。
3. 撤销 STO 后，等待变频器回到“接通就绪”状态。
可选方案：撤销 STO 后请等待一段时间，直至再次接通。建议 200 ms。
4. 在撤销 STO 后 5 秒内给出 ON 指令，接通电机。

电机已再次接通。



变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
STO 生效（扩展功能）	r9722.0	✓	---	✓
STO 撤销（扩展功能）	r9720.0	✓	✓	---
SDI+ 生效	r9722.12	✓	---	✓
SDI+ 撤销	r9720.12	✓	✓	---
SDI- 生效	r9722.13	✓	---	✓
SDI- 撤销	r9720.13	✓	✓	---
ON/OFF1	r0054.0	---	---	---
接通就绪	r0052.0	---	---	---

6.8 Safe Direction (SDI)

您已在 5 秒内接通了电机

如果没有在撤销 STO 后的 5 秒内接通电机，变频器会作出如下响应：

- 变频器再次进入 STO 状态。
- 变频器不再对 ON 指令作出响应。
- 变频器发出报警 A01795。

重复上述步骤，接通电机。

6.8.5 Safe Direction (SDI) 生效时变频器对信号不一致的响应

变频器响应

变频器会通过当前生效的安全功能 SDI 对 F-DI 信号不一致进行响应。

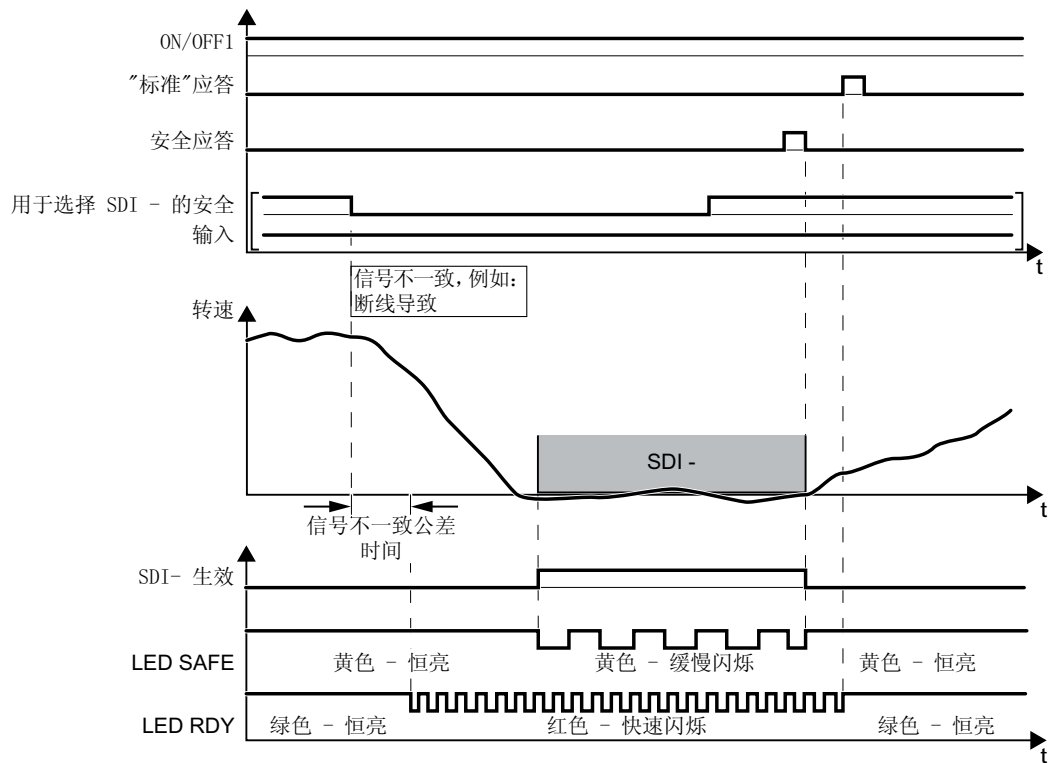


图 6-47 安全功能 SDI 输入信号不一致时的变频器的响应（以 SDI - 为例）

变频器不设置安全功能的故障位（=内部事件）。

变频器在公差时间届满后输出报警 C01770 或 C30770，报告信号不一致。功能 SDI 仍保持生效且电机仍保持接通状态。

无论当前电平是多少，变频器都会设置在安全状态（= 零）下分析信号不一致的 F-DI，直到通过故障安全信号或重新上电应答变频器故障。

变频器信号	参数	包含在 PROFI-safe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
STO 生效（扩展功能）	r9722.0	✓	---	✓
SDI+ 生效	r9722.12	✓	---	✓
SDI+ 撤销	r9720.12	✓	✓	---
SDI- 生效	r9722.13	✓	---	✓

6.8 Safe Direction (SDI)

变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
SDI- 撤销	r9720.13	✓	✓	---
标准应答	p2103	---	---	---
安全应答	r9720.7	✓	✓	---
ON/OFF1	r0054.0	---	---	---

在出现不一致后撤销 SDI

操作步骤

1. 排除信号的不一致故障。
2. 用一个故障安全应答信号来应答信息“输入信号不一致”：F-DI = 0 → 1 → 0）。
也可以通过以下其中一种方式来应答信息。但此时，电机处于静止状态：
 - 选择并再次撤销 STO 功能：设置 F-DI = 1 → 0 → 1。
 - 选择并再次撤销 SS1 功能：设置 F-DI = 1 → 0 → 1。
 - 重新接通变频器的电源。
3. 用一个普通的应答信号来应答变频器故障。


您已应答信息“输入信号不一致”并撤销了功能 SDI。



6.8.6 Safe Direction (SDI)生效期间出现超限错误

变频器响应

如果在 SDI 生效期间变频器发现一处超限错误，变频器的响应方式可能是 STOP A，也可能是 STOP B。在调试时选择变频器的响应方式。

 停止响应 (页 267)

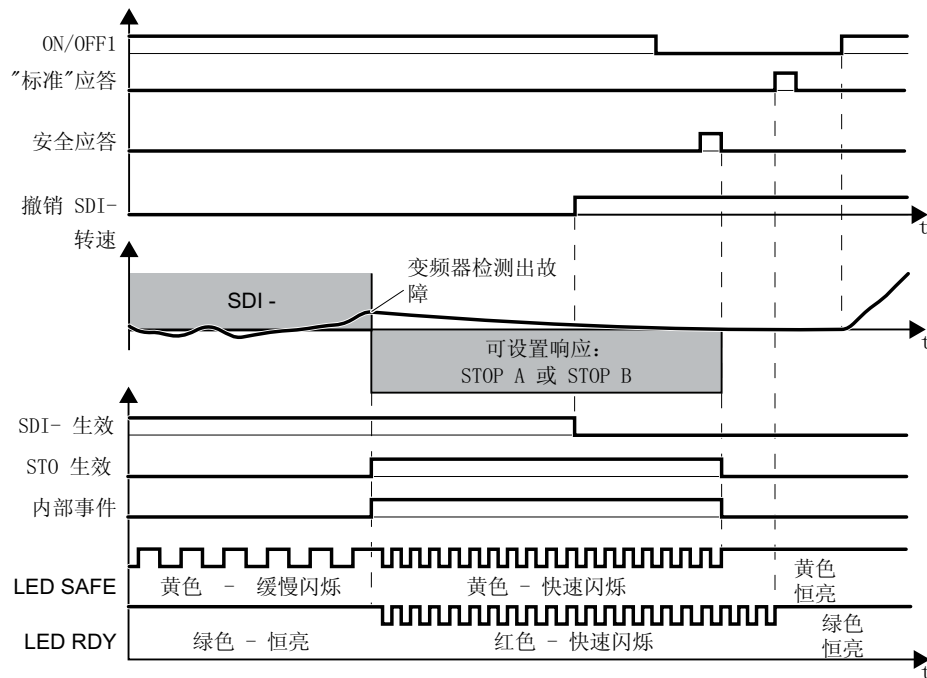


图 6-48 安全功能 SDI 的极限故障。STOP A 故障响应示例

变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
内部事件	r9722.7	✓	---	✓
STO 生效 (扩展功能)	r9722.0	✓	---	✓
SDI+ 生效	r9722.12	✓	---	✓
SDI+ 撤销	r9720.12	✓	✓	---
SDI- 生效	r9722.13	✓	---	✓
SDI- 撤销	r9720.13	✓	✓	---
标准应答	p2103	---	---	---

6.8 Safe Direction (SDI)

变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
安全应答	r9720.7	✓	✓	---
ON/OFF1	r0054.0	---	---	---

在出现内部事件后接通电机

操作步骤

1. 撤销 SDI。
2. 给出 OFF1 指令 (ON/OFF1 = 0)。
3. 通过以下一种方法应答内部事件：
 - 通过 PROFIsafe 控制字 0，位 7 = 0 → 1 → 0 进行安全应答。
 - 通过故障安全数字量输入发出故障安全应答信号：F-DI = 0 → 1 → 0)。
 - 选择并再次撤销 STO 功能（通过设置 PROFIsafe 控制字 0 的位 0 或 F-DI：1 → 0 → 1）。
 - 选择并再次撤销 SS1 功能（通过设置 PROFIsafe 控制字 0 的位 1 或 F-DI：1 → 0 → 1）。
 - 重新接通变频器的电源。
4. 用一个普通的应答信号来应答变频器故障。
5. 接通电机 (ON/OFF1 = 1)。

您已应答内部事件并再次接通了电机。



6.9 对通过 PROFIsafe 传送的信号的不一致故障的响应

变频器响应

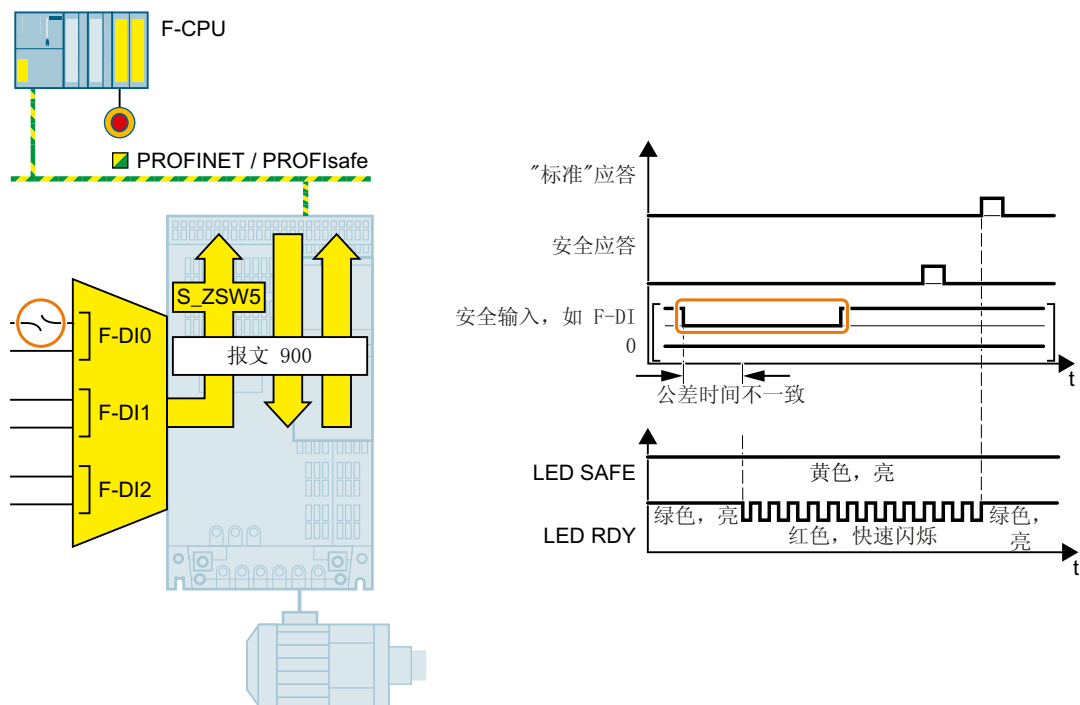


图 6-49 PROFIsafe 报文 900 中的故障安全数字量输入信号不一致时变频器的响应

变频器不设置安全功能的故障位 (= 内部事件)。

变频器在公差时间届满后输出故障 C01770 或 C30770，报告信号不一致。

无论当前电平是多少，变频器都会设置在安全状态 (= 零) 下分析信号不一致的 F-DI，直到通过故障安全信号或重新上电应答变频器故障。

变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
内部事件	r9722.7	✓	---	✓
标准应答	p2103	---	---	---
安全应答	r9720.7	✓	✓	---

6.9 对通过 PROFIsafe 传送的信号的不一致故障的响应

应答信息“输入信号不一致”

操作步骤

- 1. 排除信号的不一致故障。
- 2. 通过以下一种方法应答信息“输入信号不一致”：

所选设置	内部事件通过什么方式应答？		
	F-DI	PROFIsafe	可选方案
扩展安全功能，由 PROFIsafe 控制	---	通过设置 PROFIsafe 控制字 1，位 0 = 1 → 0 → 1 选择和撤销 STO 或者 通过设置 PROFIsafe 控制字 1，位 1 = 1 → 0 → 1 选择和撤销 SS1 或者 通过设置 PROFIsafe 控制字 1，位 7 = 0 → 1 → 0 进行安全应答	重新上电
扩展安全功能，由 PROFIsafe 控制； 基本安全功能，由板载端子控制	通过设置 F-DI = 1 → 0 → 1 选择和撤销 STO	通过设置 PROFIsafe 控制字 1，位 0 = 1 → 0 → 1 选择和撤销 STO 或者 通过设置 PROFIsafe 控制字 1，位 1 = 1 → 0 → 1 选择和撤销 SS1 或者 通过设置 PROFIsafe 控制字 1，位 7 = 0 → 1 → 0 进行安全应答	重新上电

- 3. 用一个普通的应答信号来应答变频器故障。

您已应答信息“输入信号不一致”。




6.10 停止响应

内部事件

“内部事件”指导致变频器尽快用 **STOP** 响应停止电机的严重故障。内部事件的引发原因比如有：

- 变频器通过交叉数据对比检测出硬件和固件中的内部故障 (F01611)。
- 变频器检测出电机转速超过限制 (C01714)。

“内部事件”必须通过一个安全信号应答。

 安全应答 (页 273)

STOP A


在 **STOP A** 响应中，变频器会立即封锁相连电机的转矩。

STOP B

在 **STOP B** 响应中，变频器以 **OFF3** 减速时间使电机减速至静止状态。之后执行 **STOP A**。

之前如果电机在转矩控制中运行，变频器会从转矩控制切换到转速控制。

变频器会监控电机的制动情况。监控方式和 **SS1** 的相同。

 设置 **SS1** (页 155)

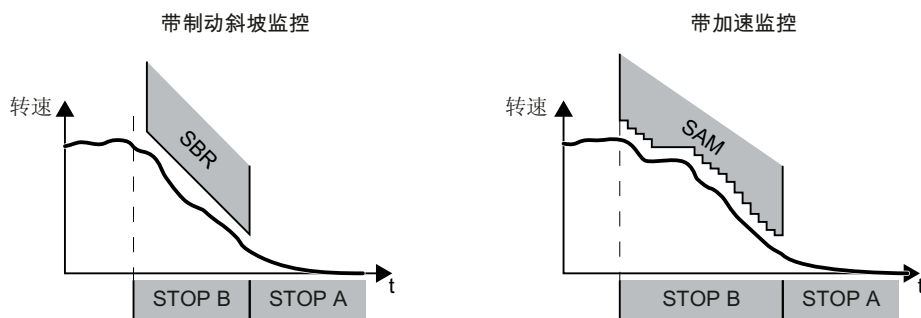


图 6-50 STOP B 中的转速监控方式

电机没有按照设定的斜坡制动时，变频器会中断电机的制动过程，执行 **STOP A** 响应。

STOP F

如果安全功能生效¹⁾，STOP F 会触发 STOP A 或 STOP B:

- 故障 F01611 会立即触发 STOP A。
- 出现故障信息 C01711 时，变频器响应取决于生效的安全功能：
 - 如果 STO 生效，变频器会触发 STOP A。
 - 在所有其他条件下，变频器会执行 STOP B。

如果没有安全功能生效，变频器的响应方式如下:

- 故障 F01611 会立即触发 STOP A。
- 出现故障信息 C01711 时不会直接导致停止响应。但该信息会一直保留。选择安全功能时，变频器会发出上述一种停止响应。

¹⁾ 如果 SSM 滤波器和 SSM 回差已使能，SSM 功能作为安全功能生效。

6.10.1 示例 1: STO 生效期间出现内部事件

变频器响应

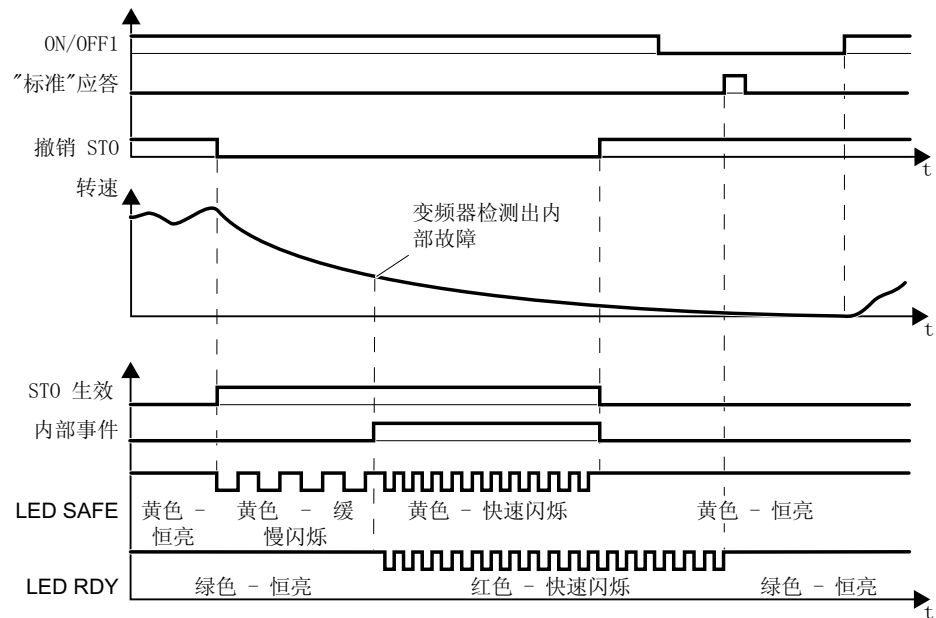


图 6-51 安全功能 STO 生效期间出现内部事件

变频器报告一个内部事件。

变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
内部事件	r9722.7	✓	---	✓
STO 生效（扩展功能）	r9722.0	✓	---	✓
STO 撤销（扩展功能）	r9720.0	✓	✓	---
标准应答	p2103	---	---	---
ON/OFF1	r0054.0	---	---	---

在出现内部事件后接通电机

操作步骤

1. 撤销安全功能 STO。
2. 给出 OFF1 指令 (ON/OFF1 = 0)。
3. 用一个普通的应答信号来应答变频器故障。
4. 接通电机 (ON/OFF1 = 1)。

6.10 停止响应

您已应答内部事件并再次接通了电机。




6.10.2 示例 2：SSM 生效期间出现内部事件

在运动监控功能生效期间出现内部事件

一项当前生效的安全功能（SS1、SSL、SDI 或 SSM）被某个内部事件中中断后，变频器的响应方式为 STOP F。

STOP F 不一定能停止电机。

 停止响应 (页 267)

变频器响应

下面以带加速监控的 SSM、响应方式为 STOP B 的一个示例来说明电机此时的工作时序。

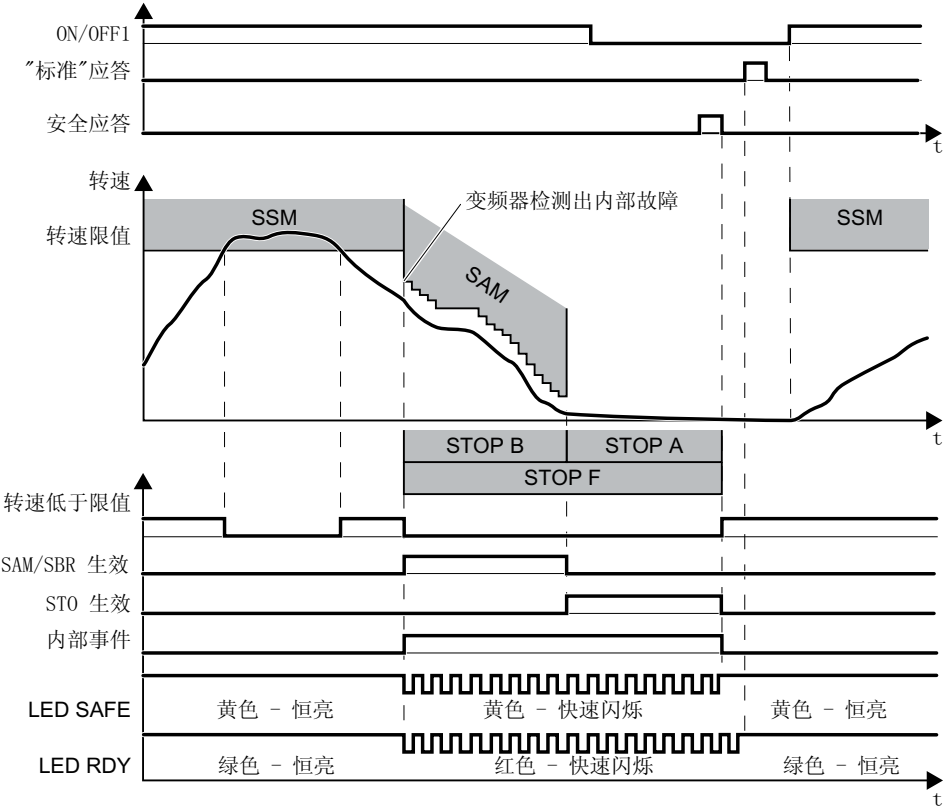


图 6-52 出现内部事件时 SSM 的响应

变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
内部事件	r9722.7	✓	---	✓
STO 生效（扩展功能）	r9722.0	✓	---	✓
SSM 反馈生效（转速低于限值）	r9722.15	✓	---	✓
SAM/SBR 生效	r9723.16	---	---	---
标准应答	p2103	---	---	---
安全应答	r9720.7	✓	✓	---
ON/OFF1	r0054.0	---	---	---

在出现内部事件后接通电机

操作步骤

1. 给出 OFF1 指令 (ON/OFF1 = 0)。
2. 通过以下一种方法应答内部事件：
 - 通过 PROFIsafe 控制字 0，位 7 = 0 → 1 → 0 进行安全应答。
 - 通过故障安全数字量输入发出故障安全应答信号：F-DI = 0 → 1 → 0）。
 - 选择并再次撤销 STO 功能（通过设置 PROFIsafe 控制字 0 的位 0 或 F-DI：1 → 0 → 1）。
 - 选择并再次撤销 SS1 功能（通过设置 PROFIsafe 控制字 0 的位 1 或 F-DI：1 → 0 → 1）。
 - 重新接通变频器的电源。
3. 用一个普通的应答信号来应答变频器故障。
4. 接通电机 (ON/OFF1 = 1)。



在 SSM 生效期间接通电机 (页 251)

您已应答内部事件并再次接通了电机。



6.11 安全应答

6.11.1 通过安全信号应答

大多数安全功能的故障必须用一个安全信号来应答。可采用下列方法。

- 通过故障安全数字量输入应答
- 通过 PROFIsafe 应答
- 通过选择和撤销 STO 应答
- 通过重新上电进行安全应答

通过故障安全数字量输入应答

操作步骤

1. 通过设置 $F-DI = 0 \rightarrow 1 \rightarrow 0$ 应答故障。
2. 接着用一个普通的应答信号来应答变频器故障。

您已安全应答变频器故障。

□

通过 PROFIsafe 应答

操作步骤

1. 通过设置控制字 0，位 7 来应答故障：位 7 = $0 \rightarrow 1 \rightarrow 0$ 。
2. 接着用一个普通的应答信号来应答变频器故障。

您已安全应答变频器故障。

□

通过选择和撤销 STO 应答

操作步骤

1. 选择并再次撤销 STO 或 SS1:
 - $F-DI = 1 \rightarrow 0 \rightarrow 1$
 - 或
 - PROFIsafe 控制字 1，位 0 或 1 = $1 \rightarrow 0 \rightarrow 1$
2. 接着用一个普通的应答信号来应答变频器故障。

6.11 安全应答

您已安全应答变频器故障。



通过重新上电进行安全应答

您可以通过暂时关闭变频器电源，然后重新接通电源来应答故障。

6.11.2 对安全应答信号不一致的响应

变频器响应

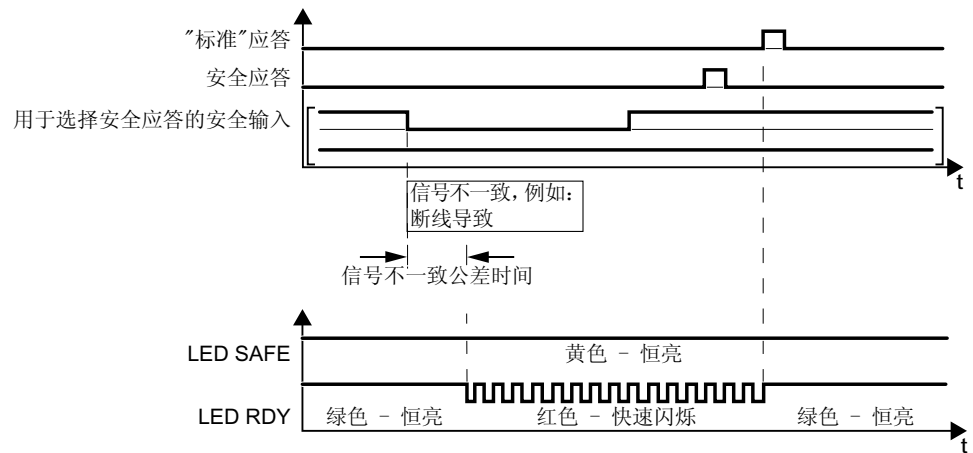


图 6-53 安全应答信号不一致时变频器的响应

变频器不设置安全功能的故障位（=内部事件）。

变频器在公差时间届满后输出故障 C01770 或 C30770，报告信号不一致。

无论当前电平是多少，变频器都会设置在安全状态（= 零）下分析信号不一致的 F-DI，直到通过安全信号或重新上电应答变频器故障。

变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
标准应答	p2103	---	---	---
安全应答	r9720.7	✓	✓	---

应答信息“输入信号不一致”

操作步骤

1. 排除信号的不一致故障。
2. 通过以下一种方法应答信息“输入信号不一致”：
 - 选择并再次撤销 STO 功能：设置 F-DI = 1 → 0 → 1。
 - 选择并再次撤销 SS1 功能：设置 F-DI = 1 → 0 → 1。
 - 重新接通变频器的电源。
3. 用一个普通的应答信号来应答变频器故障。

6.11 安全应答

您已应答信息“输入信号不一致”。



6.12 在了一项安全功能生效时选择另一项安全功能

下表列出了当您同时选择了多项安全功能时变频器的工作方式。

有些选择对于变频器的工作方式没有影响。比如：当安全功能 **STO** 生效时，电机转矩始终被安全封锁，不管您另外选择了哪项变频器功能。

表格 6-11 安全功能之间的相互影响

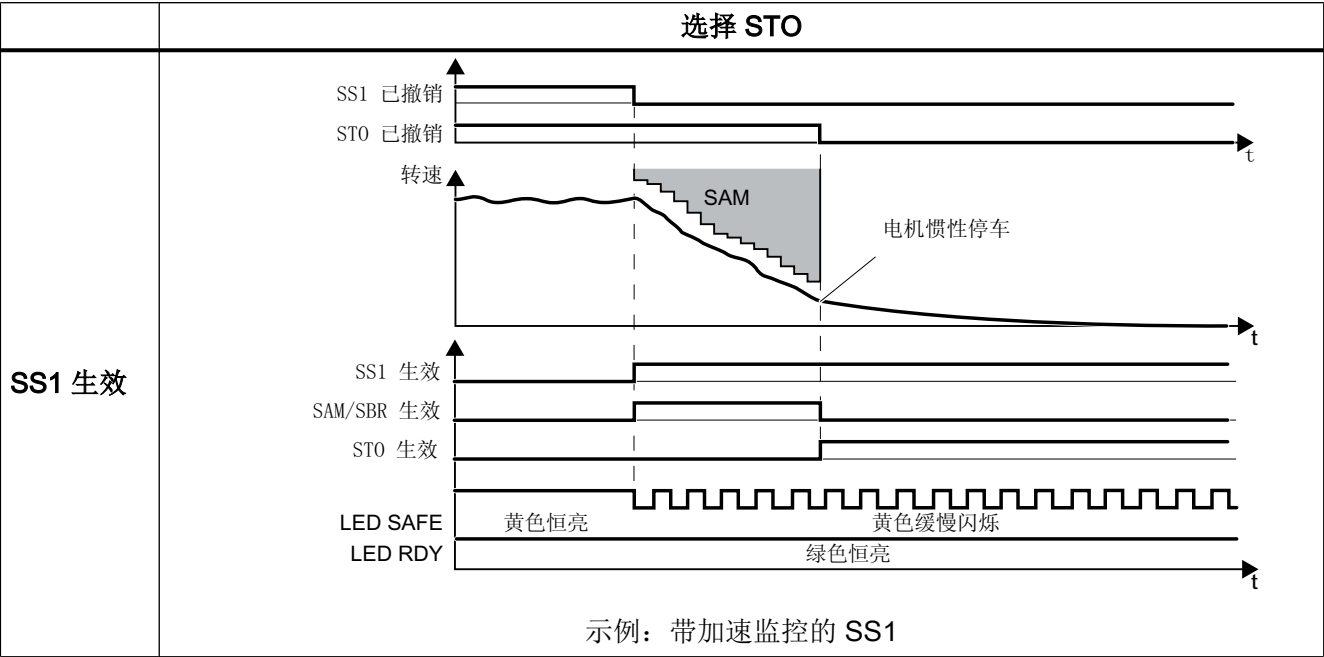
	选择 STO	选择 SS1	选择 SLS	选择 SDI
STO 生效	---	没有影响	没有影响	没有影响
SS1 生效	 (页 278)	---	没有影响 ¹⁾	没有影响 ¹⁾
SLS 生效	 (页 279)	 (页 283)	---	 (页 289)
SDI 生效	 (页 280)	 (页 284)	 (页 287)	---
SSM 生效	 (页 281)	 (页 285)	 (页 288)	 (页 290)

¹⁾ 特例：如果同时满足了以下条件，则在 **SS1** 生效时变频器会触发 **STOP A**：

- 电机转速超出了 **SLS** 限值或退出 **SDI** 公差窗口
- 设置 **STOP A** 作为 **SLS** 或 **SDI** 的故障响应。

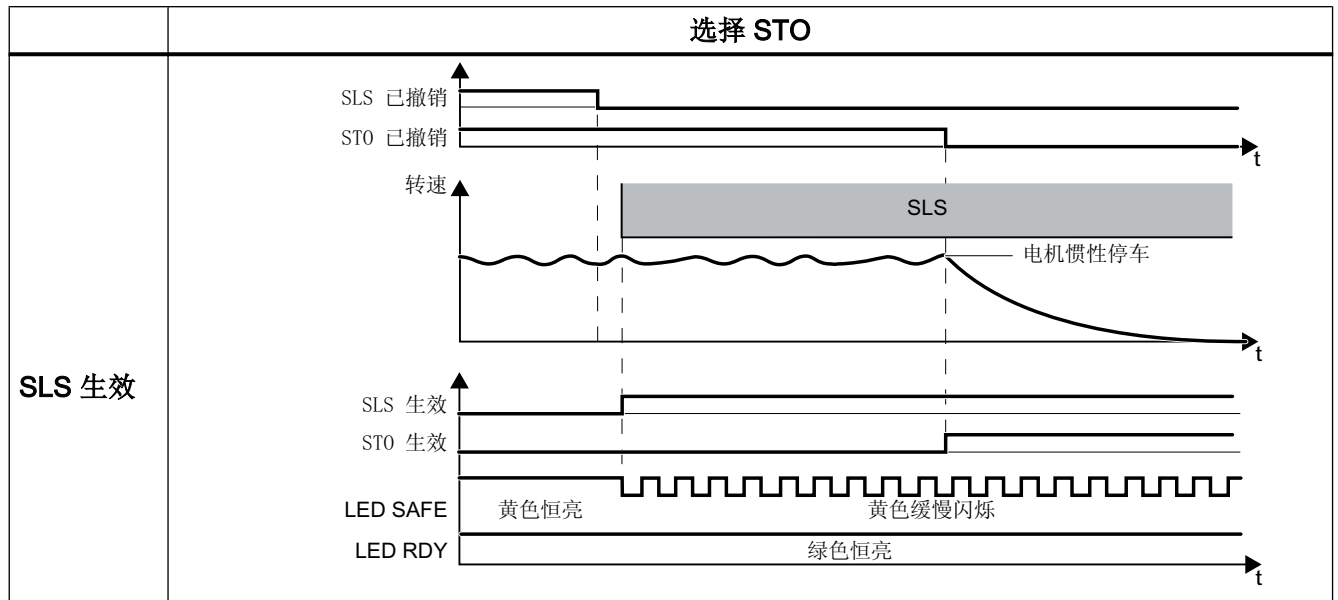
6.12 在 一项安全功能生效时选择另一项安全功能

6.12.1 在 SS1 生效期间选择 STO



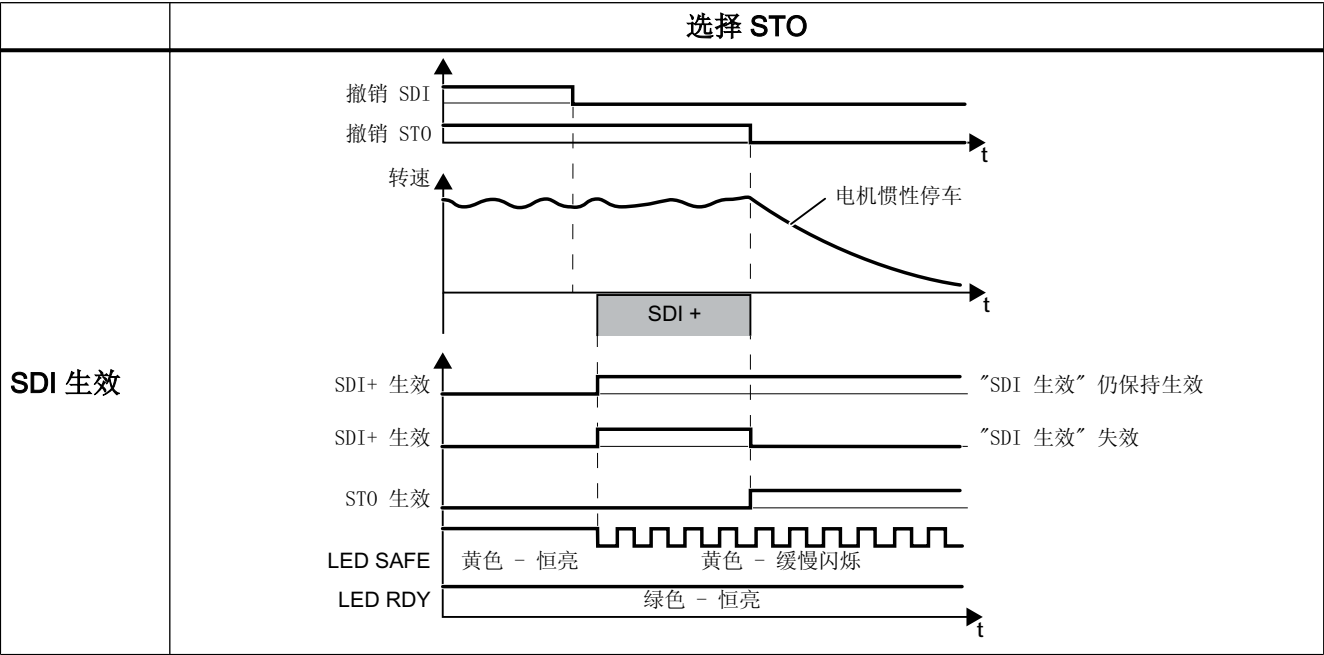
变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
STO 生效（基本功能）	r9773.1	✓	---	✓
STO 撤销（基本功能）	r9773.0	✓	✓	---
通过功率模块端子进行 STO 原因的选择	r9772.25	---	---	---
STO 生效（扩展功能）	r9722.0	✓	---	✓
STO 撤销（扩展功能）	r9720.0	✓	✓	---
SS1 生效（扩展功能）	r9722.1	✓	---	✓
SS1 撤销（扩展功能）	r9720.1	✓	✓	---
SAM/SBR 生效	r9723.16	---	---	---
ON/OFF1	r0054.0	---	---	---

6.12.2 在 SLS 生效期间选择 STO



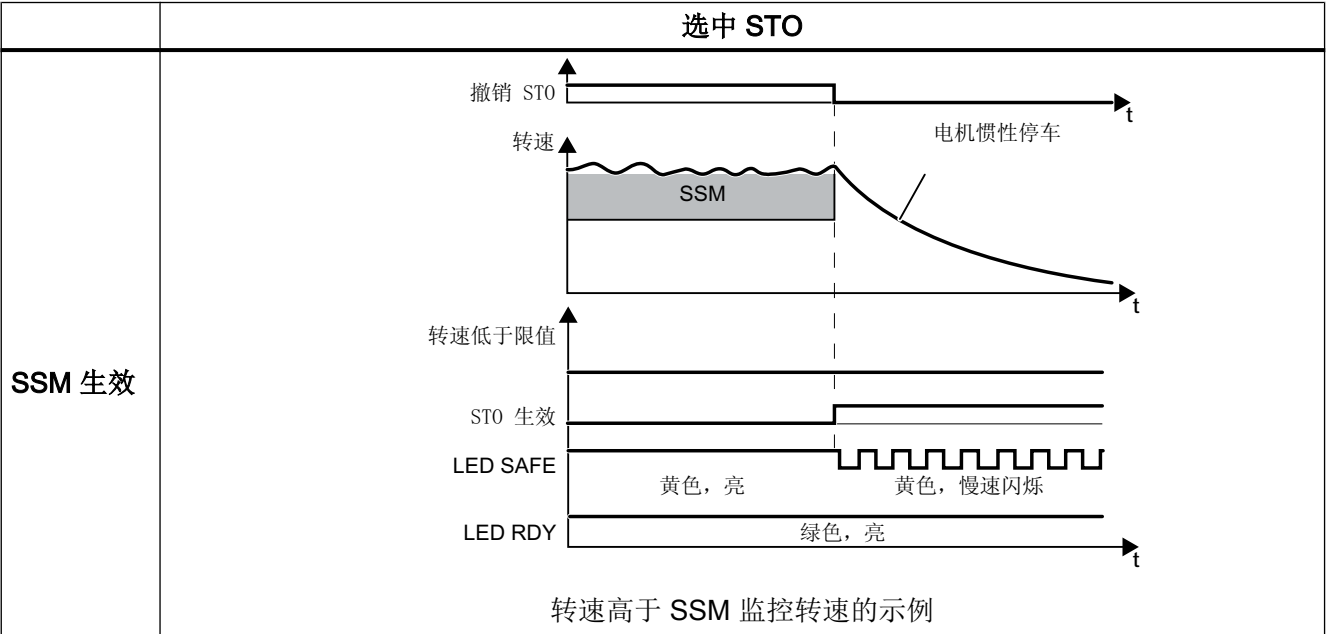
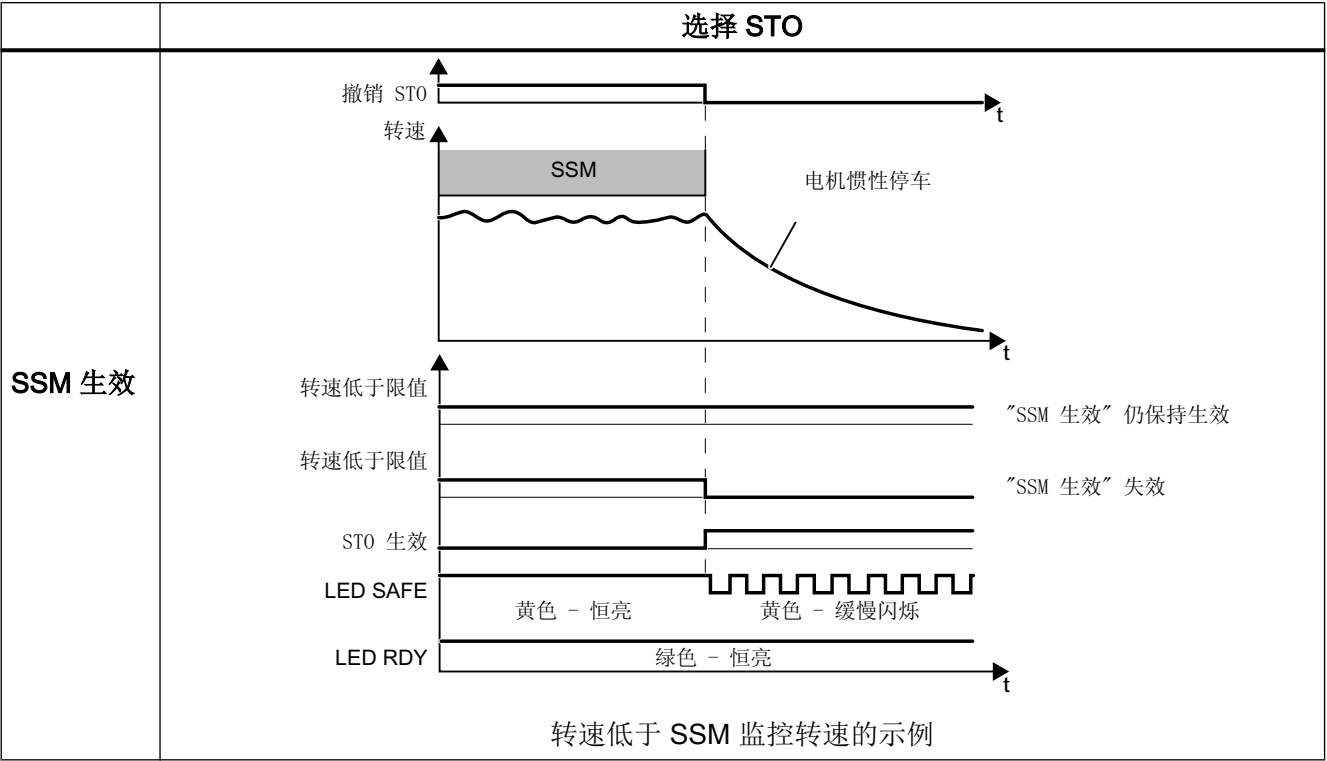
变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
STO 生效（基本功能）	r9773.1	✓	---	✓
STO 撤销（基本功能）	r9773.0	✓	✓	---
通过功率模块端子进行 STO 原因的选择	r9772.25	---	---	---
STO 生效（扩展功能）	r9722.0	✓	---	✓
STO 撤销（扩展功能）	r9720.0	✓	✓	---
SLS 生效	r9722.4	✓	---	✓
SLS 撤销	r9720.4	✓	✓	---

6.12.3 在 SDI 生效期间选择 STO



变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
STO 生效（基本功能）	r9773.1	✓	---	✓
STO 撤销（基本功能）	r9773.0	✓	✓	---
通过功率模块端子进行 STO 原因的选择	r9772.25	---	---	---
STO 生效（扩展功能）	r9722.0	✓	---	✓
STO 撤销（扩展功能）	r9720.0	✓	✓	---
SDI+ 生效	r9722.12	✓	---	✓
SDI+ 撤销	r9720.12	✓	✓	---
SDI- 生效	r9722.13	✓	---	✓
SDI- 撤销	r9720.13	✓	✓	---

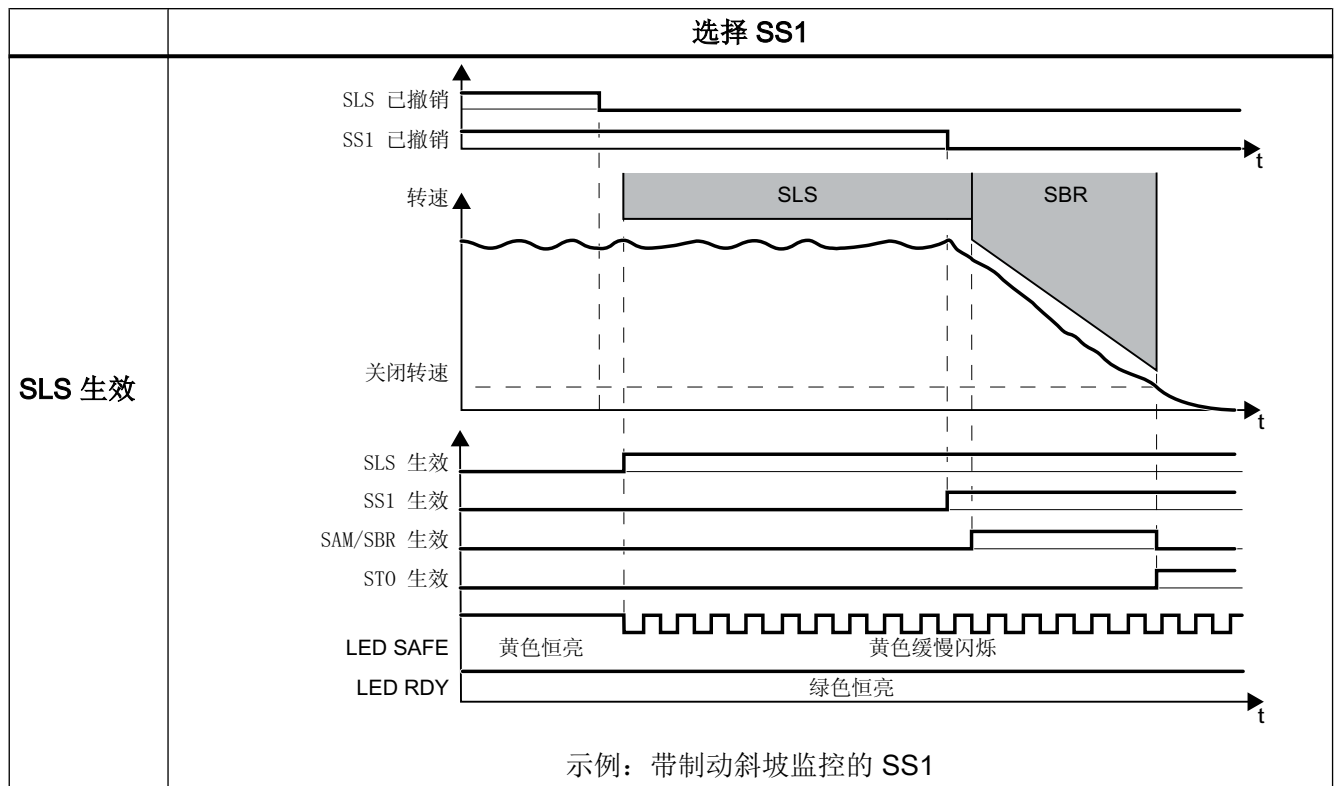
6.12.4 在 SSM 生效期间选择 STO



6.12 在—项安全功能生效时选择另—项安全功能

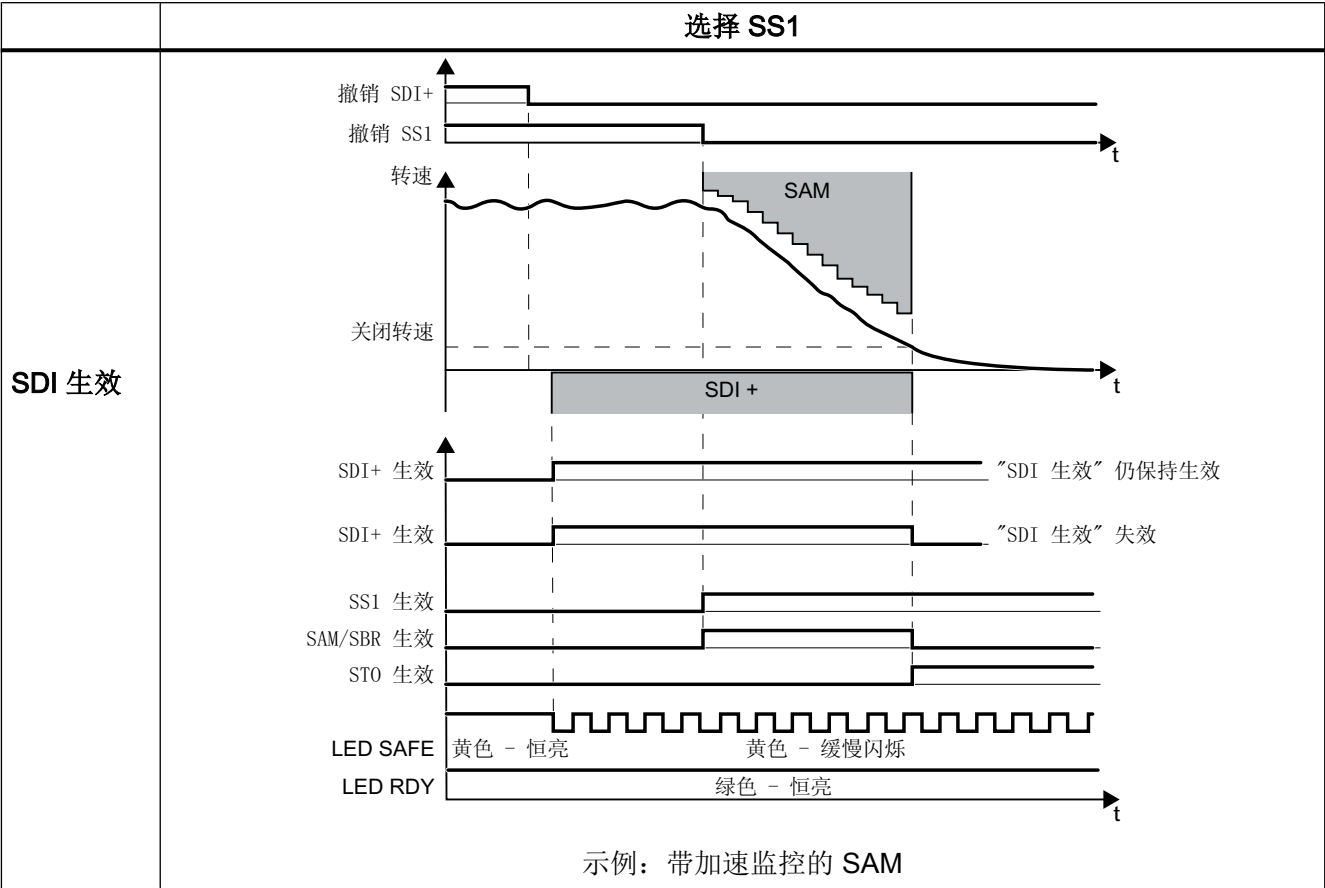
变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
STO 生效（基本功能）	r9773.1	✓	---	✓
STO 撤销（基本功能）	r9773.0	✓	✓	---
通过功率模块端子进行 STO 原因的选择	r9772.25	---	---	---
STO 生效（扩展功能）	r9722.0	✓	---	✓
STO 撤销（扩展功能）	r9720.0	✓	✓	---
SSM 反馈生效（转速低于限值）	r9722.15	✓	---	✓

6.12.5 在 SLS 生效期间选择 SS1



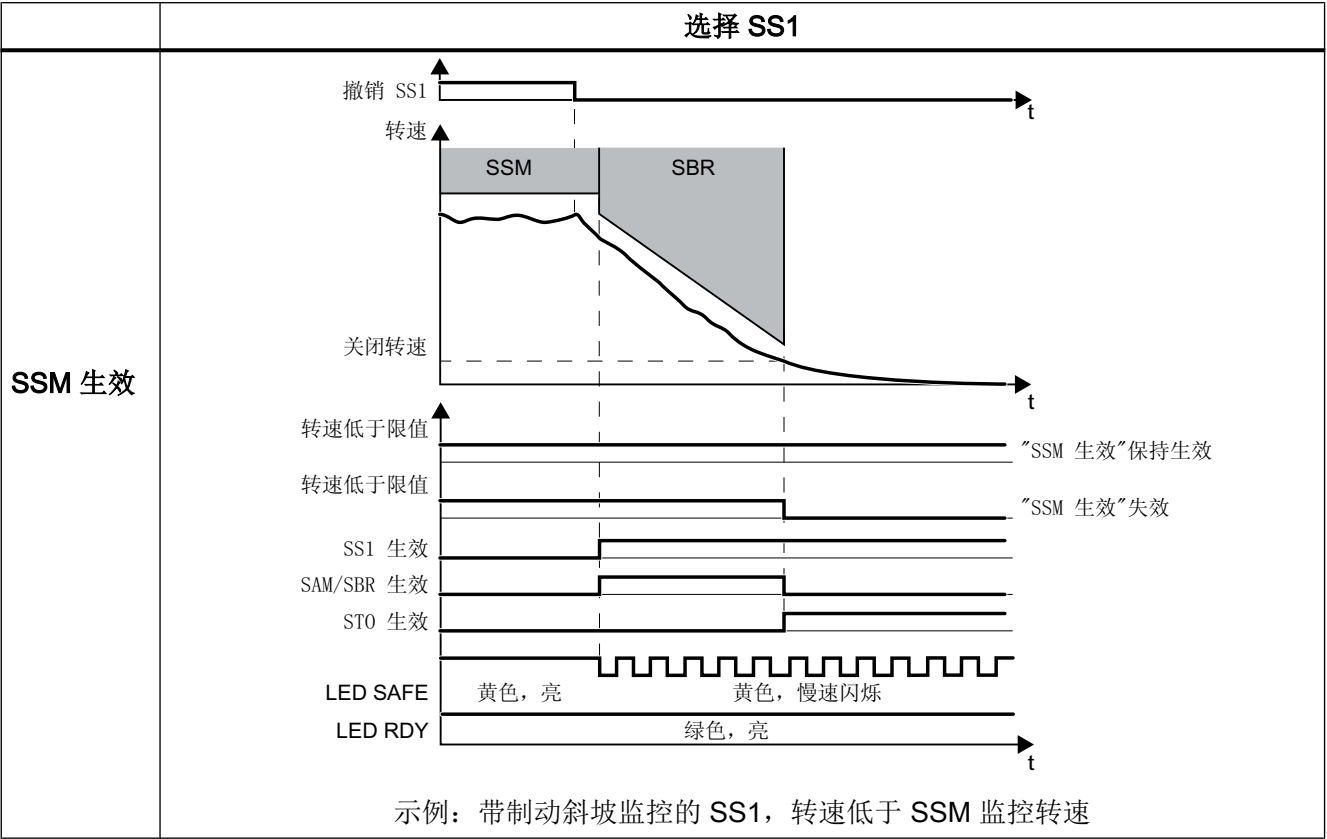
变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
STO 生效（扩展功能）	r9722.0	✓	---	✓
SS1 生效（基本功能）	r9773.6	✓	---	✓
SS1 撤销（基本功能）	r9773.5	✓	✓	---
SS1 生效（扩展功能）	r9722.1	✓	---	✓
SS1 撤销（扩展功能）	r9720.1	✓	✓	---
SLS 生效	r9722.4	✓	---	✓
SLS 撤销	r9720.4	✓	✓	---
SAM/SBR 生效	r9723.16	---	---	---

6.12.6 在 SDI 生效期间选择 SS1

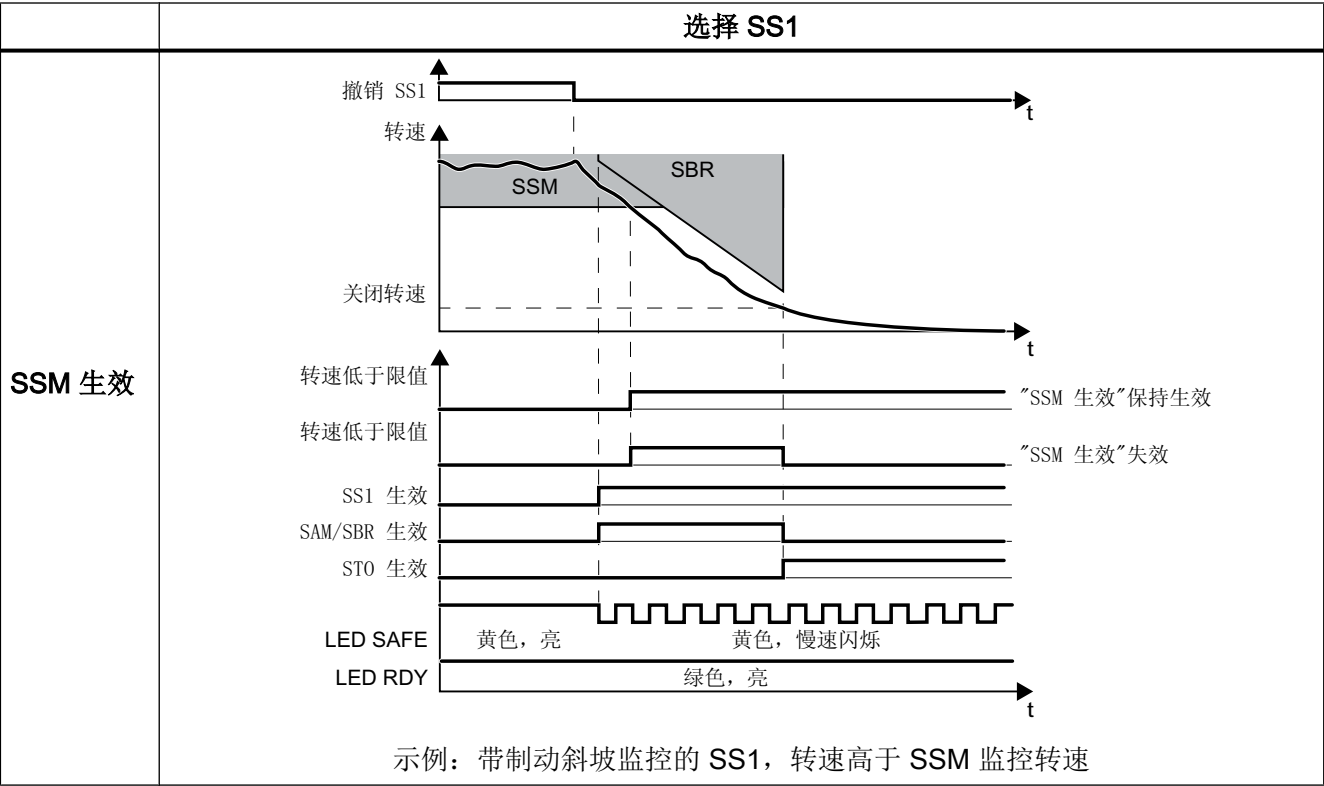


变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
STO 生效（扩展功能）	r9722.0	✓	---	✓
SS1 生效（基本功能）	r9773.6	✓	---	✓
SS1 撤销（基本功能）	r9773.5	✓	✓	---
SS1 生效（扩展功能）	r9722.1	✓	---	✓
SS1 撤销（扩展功能）	r9720.1	✓	✓	---
SDI+ 生效	r9722.12	✓	---	✓
SDI+ 撤销	r9720.12	✓	✓	---
SDI- 生效	r9722.13	✓	---	✓
SDI- 撤销	r9720.13	✓	✓	---
SAM/SBR 生效	r9723.16	---	---	---

6.12.7 在 SSM 生效期间选择 SS1

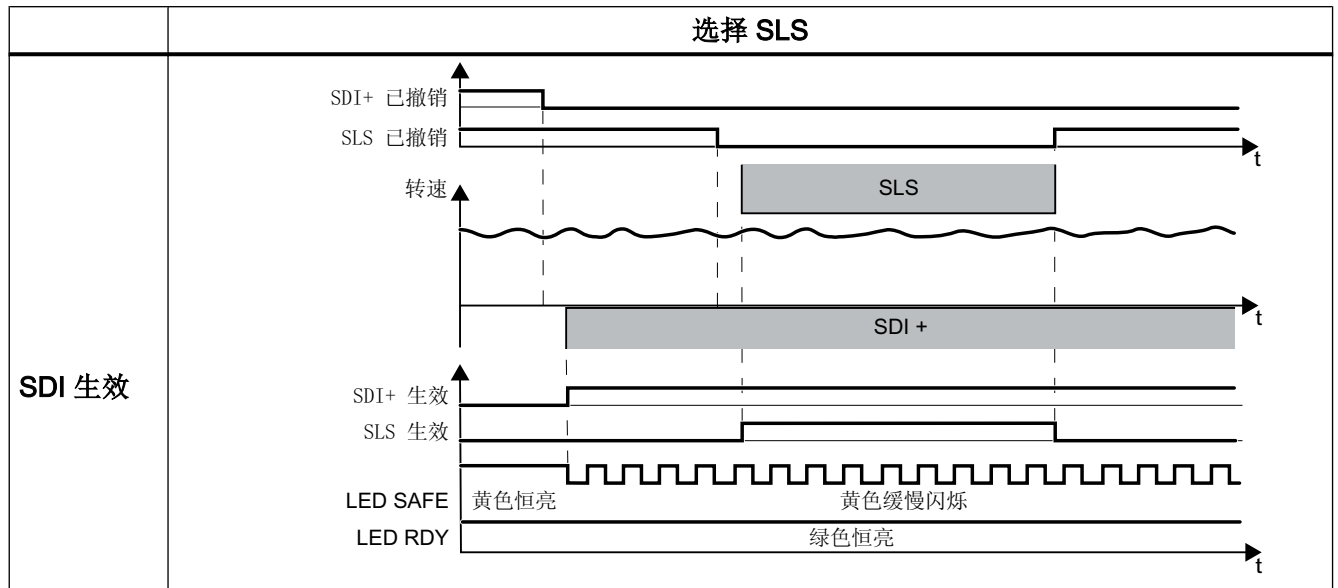


6.12 在 一项安全功能生效时选择另一项安全功能



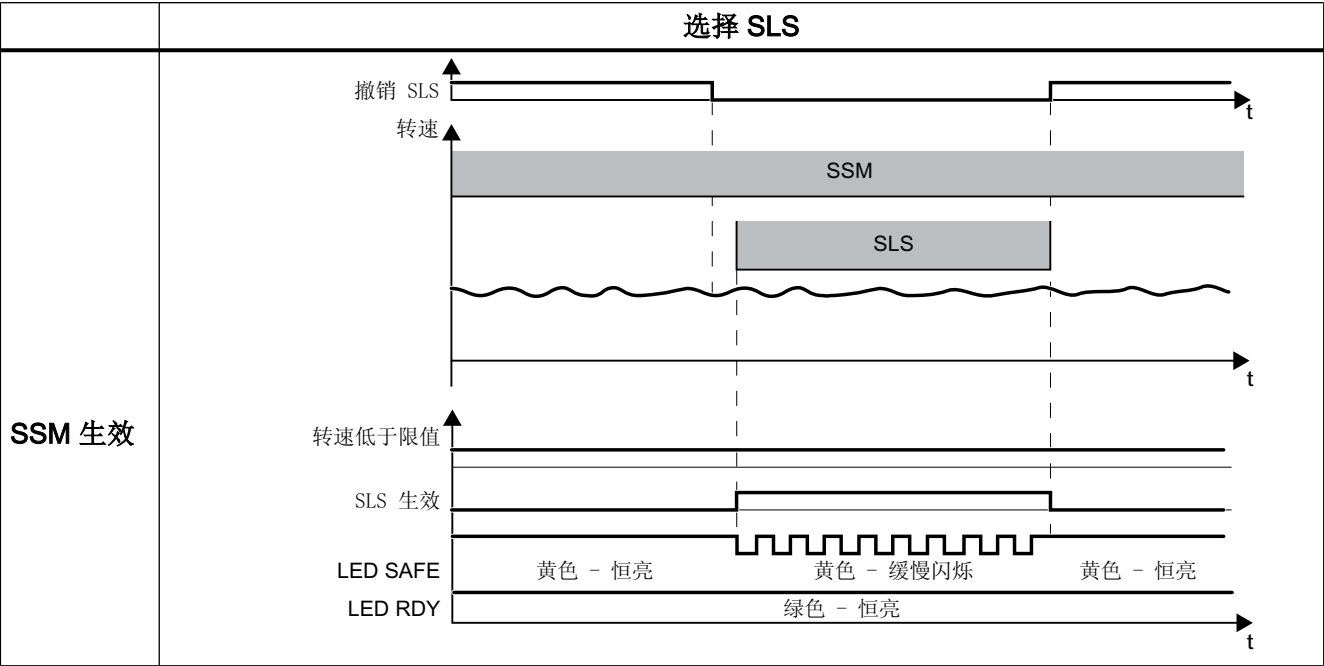
变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
STO 生效（扩展功能）	r9722.0	✓	---	✓
SS1 生效（基本功能）	r9773.6	✓	---	✓
SS1 撤销（基本功能）	r9773.5	✓	✓	---
SS1 生效（扩展功能）	r9722.1	✓	---	✓
SS1 撤销（扩展功能）	r9720.1	✓	✓	---
SSM 反馈生效（转速低于限值）	r9722.15	✓	---	✓
SAM/SBR 生效	r9723.16	---	---	---

6.12.8 在 SDI 生效期间选择 SLS



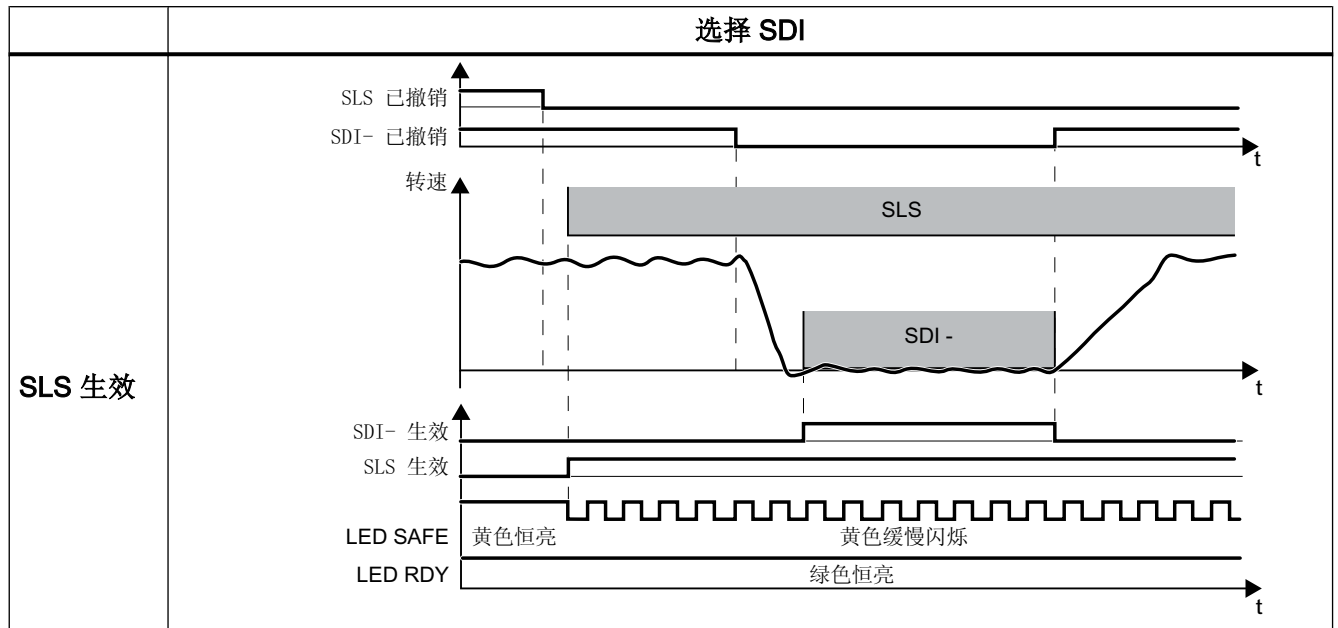
变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
SLS 生效	r9722.4	✓	---	✓
SLS 撤销	r9720.4	✓	✓	---
SSM 反馈生效（转速低于限值）	r9722.15	✓	---	✓
SDI+ 生效	r9722.12	✓	---	✓
SDI+ 撤销	r9720.12	✓	✓	---
SDI- 生效	r9722.13	✓	---	✓
SDI- 撤销	r9720.13	✓	✓	---

6.12.9 在 SSM 生效期间选择 SLS



变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
SLS 生效	r9722.4	✓	---	✓
SLS 撤销	r9720.4	✓	✓	---
SSM 反馈生效（转速低于限值）	r9722.15	✓	---	✓

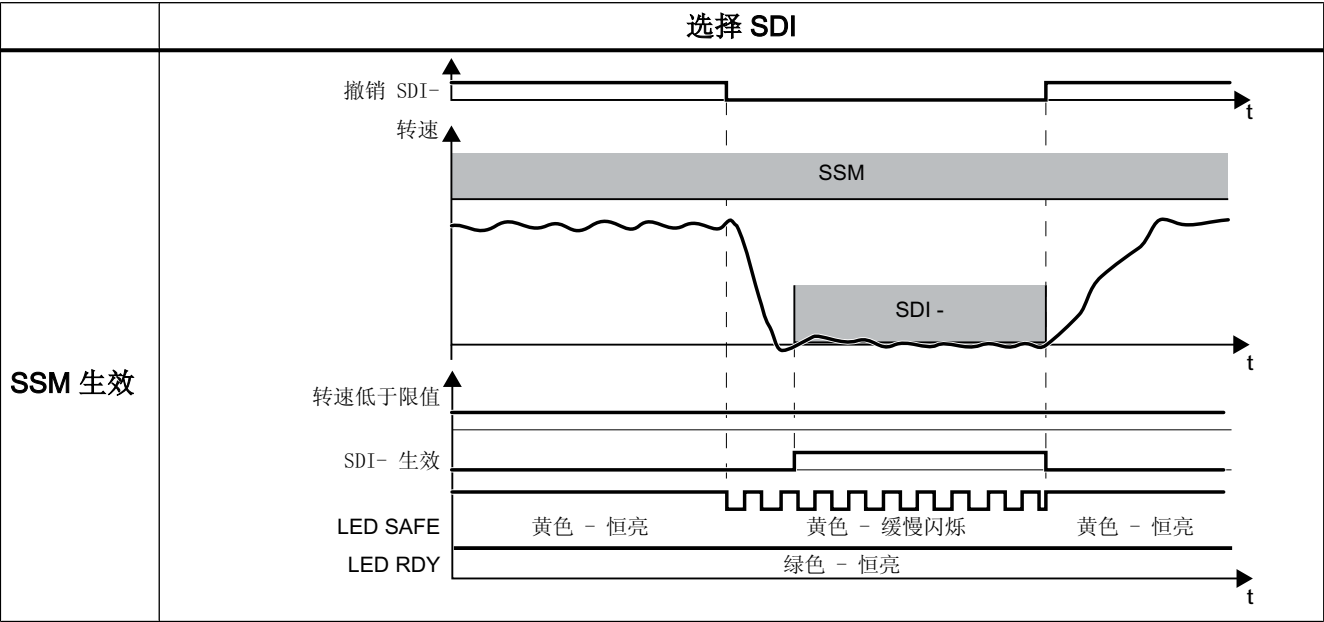
6.12.10 在 SLS 生效期间选择 SDI



变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
SLS 生效	r9722.4	✓	---	✓
SLS 撤销	r9720.4	✓	✓	---
SDI+ 生效	r9722.12	✓	---	✓
SDI+ 撤销	r9720.12	✓	✓	---
SDI- 生效	r9722.13	✓	---	✓
SDI- 撤销	r9720.13	✓	✓	---

6.12 在 一项安全功能生效时选择另一项安全功能

6.12.11 在 SSM 生效期间选择 SDI



变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
SSM 反馈生效（转速低于限值）	r9722.15	✓	---	✓
SDI+ 生效	r9722.12	✓	---	✓
SDI+ 撤销	r9720.12	✓	✓	---
SDI- 生效	r9722.13	✓	---	✓
SDI- 撤销	r9720.13	✓	✓	---

6.13 运行相关的变频器信号一览

下表中包含了安全功能运行的相关信号。大多数信号包含在 PROFIsafe 报文中或者与故障安全数字量输入或输出互联。

变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
内部事件	r9722.7	✓	---	✓
STO 生效（基本功能）	r9773.1	✓	---	✓
撤销 STO（基本功能）	r9773.0	✓	✓	---
通过功率模块端子进行 STO 原因的选择	r9772.25	---	---	---
STO 生效（扩展功能）	r9722.0	✓	---	✓
撤销 STO（扩展功能）	r9720.0	✓	✓	---
SBC 已请求（基本功能）	r9773.4	---	---	---
SS1 生效（基本功能）	r9773.6	✓	---	✓
撤销 SS1（基本功能）	r9773.5	✓	✓	---
SS1 生效（扩展功能）	r9722.1	✓	---	✓
撤销 SS1（扩展功能）	r9720.1	✓	✓	---
SLS 生效	r9722.4	✓	---	✓
撤销 SLS	r9720.4	✓	✓	---
SLS 档位生效	r9722.9, r9722.10	✓	---	✓
选择 SLS 档位	r9720.9, r9720.10	✓	✓	---
SSM 反馈生效（转速低于限值）	r9722.15	✓	---	✓
SDI+ 生效	r9722.12	✓	---	✓
撤销 SDI+	r9720.12	✓	✓	---
SDI- 生效	r9722.13	✓	---	✓
撤销 SDI-	r9720.13	✓	✓	---
SAM/SBR 生效	r9723.16	---	---	---
需要进行功率模块 PM240-2 或 PM240P-2 的 STO 端子的强制潜在故障检查 (Teststop)	r9773.30	---	---	---

6.13 运行相关的变频器信号一览

变频器信号	参数	包含在 PROFIsafe 报文中	与以下互联	
			F-DI	F-DO
需要进行基本安全功能的强制潜在故障检查 (Teststop)	r9773.31	---	---	---
需要进行扩展安全功能的强制潜在故障检查 (Teststop)	r9723.0	---	---	---
启动扩展安全功能的强制潜在故障检查 (Teststop)	p9705	---	---	---
启动故障安全数字量输出的强制潜在故障检查 (Teststop)	p10007	---	---	---
标准应答	p2103	---	---	---
安全应答	r9720.7	✓	✓	---
接通就绪	r0052.0	---	---	---
ON/OFF1	r0054.0	---	---	---
OFF2	r0054.1	---	---	---
OFF3	r0054.2	---	---	---
打开电机抱闸	r0899.12	---	---	---
闭合电机抱闸	r0899.13	---	---	---

6.14 报警和故障列表

报警和故障的表示方法

F12345 故障 12345（英语：Fault）

A67890 报警 67890（英语：Alarm）


C01700 安全功能的信息 1700

信息 C... 可以是报警，也可以是故障。见下表。


报警和故障列表

下表只包含安全功能的报警和故障。完整的变频器报警和故障列表、详细的引发原因和解决办法参见参数手册。

报告	原因	解决办法
	完整信息请参考参数手册。	
F01600	STOP A 已触发。 详细说明见故障值 r0949	<p>解决方法取决于故障值。完整的故障值列表可以查阅参数手册。</p> <p>0:处理器 2 的停机要求。</p> <p>1005:脉冲删除, 即使 STO 未选择且内部 STOP A 未生效。</p> <p>原因 1: 故障硬件。解决办法:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 选择并再次撤销 STO。 2. 重新接通变频器的电源。 3. 如果没有应答, 则更换功率模块。 <p>原因 2: “通过功率模块端子选择 STO” 功能已选中, 但该功能在控制单元中未使能 (p9601.7 = p9801.7 = 0)。解决办法:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 将功率模块上的两个开关调至“OFF”位置或者在控制单元中使能该功能。 2. 安全应答变频器故障。 3. 如果没有应答, 则更换功率模块。 <p>1010 ... 1011:详细信息见参数手册。解决办法:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 选择并再次撤销 STO。 2. 重新接通变频器的电源。 3. 如果没有应答, 则更换功率模块。 <p>1030:功率模块 PM240-2 或 PM240P-2 上的端子 STO_A 和 STO_B 信号不一致。解决办法:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 排除端子上信号的不一致故障。 2. 安全应答变频器故障。 3. 如果没有应答, 则更换功率模块。 <p>9999:故障 F01611 的后续反应。</p>

报告	原因	解决办法
	完整信息请参考参数手册。	
F01611	<p>在一条监控通道中出现故障。 详细说明见故障值 r0949</p>	<p>解决方法取决于故障值。完整的故障值列表可以查阅参数手册。</p> <p>0:处理器 2 的停机要求。</p> <p>1 ... 999:处理器 1 和处理器 2 之间进行数据交叉比较时出错。</p> <p>详细信息和解决方法: 参见参数手册。</p> <p>1000:控制计时器运行完毕。</p> <p>选择安全功能时信号切换过于频繁。</p> <p>变频器监控用于在信号切换后选择安全功能的信号。</p> <p>如果信号状态仍以 p9650 的时间间隔切换, 变频器会在 5 倍的 p9650 时间届满后报告故障 F1611:</p> <div data-bbox="794 825 1380 989"> <p>选择安全功能</p> <p>p9650</p> <p>p9650</p> <p>p9650</p> <p>p9650</p> <p>p9650</p> <p>5 · p9650</p> <p>t</p> <p>F1611</p> </div> <p>解决办法:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 检查 F-DI 的接线 (接触问题)。 ● 排除 PROFIBUS 主站/PROFINET 控制器上的接触问题或故障。 <p>如果信号状态在 5 倍的 p9650 时间届满前保持不变, 变频器会结束监控且不发出任何故障信息。</p> <div data-bbox="794 1276 1173 1436"> <p>选择安全功能</p> <p>p9650</p> <p>p9650</p> <p>p9650</p> <p>< 5 · p9650</p> <p>t</p> </div> <p>1001, 1002:改变计时器/控制计时器初始化错误。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 解决办法: 重新接通变频器的电源。 <p>2000:两个监控通道中的 STO 选择的的状态不同。</p> <p> STO 生效时变频器对信号不一致的响应 (页 198)</p> <p>2001:两个监控通道中的安全脉冲封锁的反馈信号不同。</p>

6.14 报警和故障列表

报告	原因	解决办法
	完整信息请参考参数手册。	
		<p>2002:两个监控通道中的延时计时器 SS1 的状态不同。</p> <p> STO 生效时变频器对信号不一致的响应 (页 198)</p> <p> SS1 生效时变频器对信号不一致的响应 (页 218)</p> <p>2003:处理器 1 和处理器 2 上的 STO 端子的状态不同。</p> <p>针对 2000、2001 和 2003 的解决办法:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 检查 F-DI 信号切换的公差时间。提高该值 (p9650)。 ● 检查 F-DI 的接线 (接触问题)。 ● 检查 r9772 中 STO 选择的原因。 <p>6000:内部软件错误</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 重新接通变频器的电源。 ● 将固件升级到新版本 ● 更换控制单元 <p>6064:目标地址和 PROFIsafe 地址不同 (F_Dest_Add)。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 检查变频器中安全参数 F_Dest_Add 的值。 ● 检查处理器 1 (p9610) 和处理器 2 (p9810) 上的 PROFIsafe 地址。 <p>6065:目标地址无效 (F_Dest_Add)。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 目标地址不可以为 0 或 FFFF。 <p>6066:源地址无效 (F_Source_Add)。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 源地址不可以为 0 或 FFFF。 <p>6067:电子狗的时间值无效 (F_WD_Time)。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 电子狗的时间值不可以为 0。 <p>6165:接收 PROFIsafe 报文时出错。如果变频器在重新上电复位后或插入 PROFIBUS/PROFINET 电缆后接收到了一个不一致的或旧 PROFIsafe 报文, 同样会出现该错误。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 检查变频器中的配置和通讯。 ● 检查变频器中安全参数 F_WD_Time 的值。提高该值。 <p>6166:接收 PROFIsafe 报文时时间监控出错。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 检查变频器中的通讯配置。 ● 检查变频器中 F_WD_Time 值的设置。提高该值。 ● 分析安全主站中的诊断信息。 ● 检查 PROFIsafe 连接。

报告	原因	解决办法
	完整信息请参考参数手册。	
A01620 或 F01620	Safe Torque Off 生效	无需采取任何措施。
A01621 或 F01621	Safe Stop 1 生效	无需采取任何措施。
F01625	在安全数据中生命符号出错	<p>检查控制柜设计以及电缆布线是否符合 EMC 规定。</p> <p>检查控制单元的数字量输出上是否连接有不允许的电压（例如 230V）。</p> <p>故障应答：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 选择并再次撤销 STO。 2. 如果还是不能应答该故障，请更换控制单元。
F01630	制动控制出错 详细说明见故障值 r0949	<p>根据故障值检查以下内容：</p> <p>10, 11: p1278 ≠ 0, 未连接制动器、断线或接地</p> <p>20: 制动绕组短接</p> <p>30, 31, 40: 未连接制动器或制动绕组短接</p> <p>50: 安全制动继电器、控制单元或功率模块故障</p>
A01631	电机抱闸 / SBC 配置无效	<p>检查并修改电机抱闸的参数设置：</p> <p>下列设置可导致故障信息：</p> <ul style="list-style-type: none"> • p1215 = 0 且 p9602 = 1。 • p1215 = 3 且 p9602 = 1。
F01640, F01641	组件更换已识别且需应答/保存	 检修 (页 309)
F01649	内部软件错误。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 重新给控制单元上电。 2. 如果还是不能应答该故障，请更换控制单元。
F01650	未进行验收测试。	 安全功能的验收 (页 181)
F01651	安全时间片同步失败。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 重新给控制单元上电。 2. 如果还是不能应答该故障，请更换控制单元。
F01653	PROFIBUS/PROFINET 配置错误。	检查主站和控制单元上安全槽的 PROFIBUS 或 PROFINET 配置。



6.14 报警和故障列表

报告	原因	解决办法
	完整信息请参考参数手册。	
A01654	PROFIsafe 配置不一致	<p>在上级控制器中检查 PROFIsafe 配置。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 报警值 r2124 = 1: 在上级安全控制器中删除 PROFIsafe 配置或在变频器中使能 PROFIsafe。 ● 报警值 r2124 = 2: 在上级控制器中配置合适的 PROFIsafe 报文。
F01655	监控功能的补偿	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检查控制柜设计以及电缆布线是否符合 EMC 规定。 2. 重新给控制单元上电。
F01656	处理器 2 的参数错误	<ol style="list-style-type: none"> 1. 重新调试安全功能。 2. 如果还是不能应答故障，请更换控制单元。
F01658	PROFIsafe 报文号不适用	<p>p60022 中的 PROFIsafe 报文号与已使能的安全功能不匹配。请确认以下项目：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 如果 PROFIsafe 未使能 (p9601.3 = 0)，则不允许在 p60022 中选择 PROFIsafe 报文。 ● 如果 PROFIsafe 已使能 (p9601.3 = 1)，则必须在 p60022 中选择一个 PROFIsafe 报文。 ● 如果选择了通过 PROFIsafe 传送 F-DI (p9501.30 = 1)，则必须在 p60022 中选择报文 900。
F01659	拒绝参数的写入任务	<p>检查安全功能的设置。</p> <p>该故障信息的可能原因请参见参数手册。</p>
F01660	不支持安全功能	<p>使用一个支持安全功能的功率模块。</p> <p> 安全功能的使用限制 (页 30)</p>
F01661	安全输入的模拟生效	结束对控制单元安全输入 F-DI 的模拟 (p0795)。
F01662	内部通讯错误	<ol style="list-style-type: none"> 1. 重新给控制单元上电。 2. 如果还是不能应答该故障，请咨询技术支持。
F01663	拒绝复制安全参数	<ol style="list-style-type: none"> 1. 设置 p9700 = 0。 2. 请检查以下项目：p9501 ≠ 0 和/或 p9601 ≠ 0。 如果是，则修改这两个参数。 3. 在 p9700 中输入相应的值重新启动复制功能。




报告	原因	解决办法
	完整信息请参考参数手册。	
F01665	系统失灵	变频器发现了一个故障： 1. 重新给控制单元上电。 2. 如果还是不能应答该故障，请咨询技术支持。 您未设置“通过功率模块端子选择 STO”功能，但功率模块 PM240-2 或 PM240P-2 上的端子已激活： 1. 将功率模块故障安全输入的开关（STO_A 和 STO_B）调至“OFF”位置。
A01666, F01666	F-DI 在安全应答时出现稳态 1 信号	将 F-DI 设为逻辑 0 信号，以应答安全功能的故障。
A01669	电机与功率单元的组合无效	功率单元额定电流 (r0207[0]) 与电机额定电流 (p0305) 之比大于 5。 运行时，间或出现信息 C01711 或 C30711，值为 1041 ... 1044。 使用合适的、功率更小的功率单元或功率更大的电机，
A01678	通过功率模块端子的 STO 需要进行强制潜在故障检查 (Teststop)	超出了设置的用于监控“通过功率模块端子选择 STO”功能的强制潜在故障检查 (Teststop) 的时间 (p9661)。 撤销“通过功率模块端子选择 STO”功能，然后再次选中。
F01680	安全监控功能的校验和错误	1. 检查与安全相关的参数。 2. 重新接通变频器的电源。
F01681	参数值错误	修改参数值： 故障值 (r0949) yyyyxxxx 十进制，yyyy = 附加信息，xxxx = 参数
F01682	不支持监控功能	撤销相关的监控功能 (p9501、p9601、p9801)。
F01683	SLS 未使能	1. 使能功能 SLS (p9501.0)。 2. 点击“Copy RAM to ROM”，保存设置。 3. 重新接通变频器的电源。
F01690	NVRAM 中的数据备份问题	请咨询技术支持。
F01692	参数值“无编码器”错误	1. 从 r0949 中读取错误的十进制参数号。 2. 修改校验和的参数值。
A01693, F01693	安全功能参数更改后必须重新上电	1. 断电保存参数 (RAM → ROM)。 2. 重新给控制单元上电。
A01696	启动时运动监控的强制潜在故障检查已选择	启动时扩展功能的强制潜在故障检查已选择。 撤销并再次选中扩展安全功能的强制潜在故障检查。

6.14 报警和故障列表

报告	原因	解决办法
	完整信息请参考参数手册。	
A01697, F01697	需要进行运动监控的强制潜在故障检查	超出了 p9559 中设置的扩展功能的强制潜在故障检查 (Teststop) 的时间。 启动强制潜在故障检查。p9705 确定选择强制潜在故障检查的信号源。
A01698	开机调试模式有效	无需采取任何措施。
A01699	需要进行 STO 的强制潜在故障检查	超出了 p9659 中设置的基本功能的强制潜在故障检查 (Teststop) 的时间。 选择并再次撤销 STO。
C01700 (故障)	STOP A 已触发	通常该故障的顺序为 C01701、C01706、C01714 或 C01716。
C01701 (故障)	STOP B 已触发	通常该故障的顺序为 C01706、C01714 或 C01716。
C01706 (报警或故障) ¹⁾	超出了 SAM/SBR 限值	1. 检查电机的制动过程。 2. 调整“安全制动斜坡”的公差。

报告	原因	解决办法
完整信息请参考参数手册。		
C01711 (报警) ¹⁾	在一个监控通道中的故障 详细说明见故障值 r2124	<p>完整的故障值 r2124 列表可以查阅参数手册。</p> <p>0 ... 2:处理器 1 和处理器 2 之间进行数据交叉比较时出错。 解决办法: 参见参数手册。</p> <p>3:两个监控通道之间的位置实际值差 (r9713) 大于 p9542 中的公差。</p> <p> 设置无编码器的实际值计算 (页 140)</p> <p>4 ... 43:处理器 1 和处理器 2 之间进行数据交叉比较时出错。 解决办法: 参见参数手册。</p> <p>44 ... 57:监控功能的公差值在两个监控通道之间是不同的。</p> <p> 设置无编码器的实际值计算 (页 140)</p> <p>58 ... 999:处理器 1 和处理器 2 之间进行数据交叉比较时出错。解决办法: 参见参数手册。</p> <p>1000:控制计时器运行完毕。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● F-DI 的信号切换过于频繁 <p>解决办法:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 检查 F-DI 的接线 (接触问题)。 <p>1001:控制计时器初始化错误。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 解决办法: 重新接通变频器的电源。 ● 升级变频器的固件 <p>1005:选择强制潜在故障检查时脉冲已被封锁。</p> <p>1011:监控通道之间的验收测试状态不同。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 诊断信息参见参数手册中的 r9571。 <p>1020:监控通道之间的循环通讯中断。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 解决办法: 重新接通变频器的电源。 ● 请更换控制单元或变频器。 <p>1041:用于无编码器实际值计算的电流值过低。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 降低最小电流 (p9588)。

6.14 报警和故障列表

报告	原因	解决办法
	完整信息请参考参数手册。	
		<p>1042:电流或电压不合理。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 提高斜升时间和斜降时间 (p1120/p1121)。 ● 检查电流控制和转速控制的设置是否正确（转矩电流、励磁电流和转速实际值不允许有振荡）。 ● 降低设定值的动态响应。 ● 提高最小电流 (p9588)。 ● 接通电机前应等待足够长时间。 <p> 在 SLS 生效期间接通电机 (页 239)</p> <p> 在 SSM 生效期间接通电机 (页 251)</p> <p> 在 SDI 生效期间接通电机 (页 258)</p> <p>1043:加速过程过于频繁。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 提高“无编码器实际值检测的加速度限值”值 (p9589)。 ● 提高斜升时间和斜降时间 (p1120/p1121)。 ● 检查电流控制和转速控制的设置是否正确（转矩电流、励磁电流和转速实际值不允许有振荡）。 ● 降低设定值的动态响应。 <p>1044:电流实际值不合理。</p> <p>6000 ... 6166:安全故障 F01611（故障值 r0949）中有对故障信息值含义的说明。</p>
C01712 (报警) ¹⁾	F-IO 处理出错	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检查 F-DI 的接线。 2. 检查安全功能的设置。 3. 执行验收测试。
C01714 (报警) ¹⁾	超出了 Safe Limited Speed。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检查上级控制器给出的转速设定值。 2. 检查 SLS 限值。
C01716 (故障)	超出了安全方向监控允许的公差。	检查功能 SDI 的公差。
C01770 (故障)	故障安全数字量输入的信号不一致	检查 F-DI 的接线。
A01772	正在执行故障安全数字量输出的强制潜在故障检查	在该检查 (Teststop) 正常结束或异常中止后, 该报警会自动消失。
F01773	故障安全数字量输出的强制潜在故障检查出错	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检查 F-DO 的接线。 2. 启动强制潜在故障检查。
A01774	需要进行故障安全数字量输出的强制潜在故障检查	<p>执行强制潜在故障检查 (Teststop) 的时间届满 (p10003)。</p> <p>对 F-DO 进行强制潜在故障检查。</p>

报告	原因	解决办法
	完整信息请参考参数手册。	
A01788	自动强制潜在故障检查等待通过运动控制撤销 STO	接通电源后变频器不能执行自动强制潜在故障检查 (Teststop)。可能的原因： <ul style="list-style-type: none"> ● 扩展功能的 STO 功能已选中。 ● 出现执行 STO 的安全信息。
A01790	启动因“通过功率模块端子选择 STO”功能停止。	通电后变频器不能自动结束自检过程。可能的原因：“通过功率模块端子选择 STO”功能生效。
A01796	等待通讯	<ul style="list-style-type: none"> ● 检查安全主站的运行状态。 ● 检查与安全主站的通讯连接。
C01798 (报警)	正在执行运动监控的强制潜在故障检查	变频器立即执行扩展功能的强制潜在故障检查 (Teststop)。变频器会在强制潜在故障检查结束后撤销故障信息。
C01799 (报警)	验收测试模式生效	无需采取任何措施。变频器会在验收测试模式结束后撤销故障信息。

6.14 报警和故障列表

报告	原因	解决办法
	完整信息请参考参数手册。	
F30600	STOP A 已触发。 详细说明见故障值 r0949	<p>解决方法取决于故障值。完整的故障值列表可以查阅参数手册。</p> <p>0:处理器 2 的停机要求。</p> <p>1005:脉冲删除, 即使 STO 未选择且内部 STOP A 未生效。</p> <p>原因 1: 故障硬件。解决办法:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 选择并再次撤销 STO。 2. 重新接通变频器的电源。 3. 如果没有应答, 则更换功率模块。 <p>原因 2: “通过功率模块端子选择 STO” 功能已选中, 但该功能在控制单元中未使能 (p9601.7 = p9801.7 = 0)。解决办法:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 将功率模块 PM240-2 或 PM240P-2 上的两个开关调至 “OFF” 位置或者在控制单元中使能该功能。 2. 安全应答变频器故障。 3. 如果没有应答, 则更换功率模块。 <p>1010 ... 1011:详细信息见参数手册。解决办法:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 选择并再次撤销 STO。 2. 重新接通变频器的电源。 3. 如果没有应答, 则更换功率模块。 <p>1030:功率模块 PM240-2 或 PM240P-2 上的端子 STO_A 和 STO_B 信号不一致。解决办法:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 排除端子上信号的不一致故障。 2. 安全应答变频器故障。 3. 如果没有应答, 则更换功率模块。 <p>9999:故障 F01611 的后续反应。</p>
F30611	在一条监控通道中出现故障。 详细说明见故障值 r0949	安全故障 F01611 中有对故障值和解决办法的说明。
A30620, F30620	Safe Torque Off 生效	无需采取任何措施。
A30621 或 F30621	Safe Stop 1 生效	无需采取任何措施。
F30625	在安全数据中生命符号出错	<ol style="list-style-type: none"> 1. 选择 STO。 2. 撤销 STO。 3. 如果还是不能应答该故障, 请更换控制单元。

报告	原因	解决办法
	完整信息请参考参数手册。	
F30630	制动控制出错	1. 请确认以下项目： <ul style="list-style-type: none"> – p1278 = 0。 – 电机抱闸的接线 – 电机抱闸功能 – 控制柜设计以及电缆布线符合 EMC 规定。 2. 选择并再次撤销 STO。
F30649	内部软件错误。	1. 重新给控制单元上电。 2. 如果还是不能应答该故障，请咨询技术支持。
F30650	未进行验收测试。	 安全功能的验收 (页 181)
F30651	和控制单元的同步失败	1. 重新给控制单元上电。 2. 如果还是不能应答该故障，请咨询技术支持。
F30655	监控功能的补偿	1. 检查控制柜设计以及电缆布线是否符合 EMC 规定。 2. 重新给控制单元上电。
F30656	处理器 2 的参数错误	1. 重新调试安全功能。 2. 如果还是不能应答故障，请更换控制单元。
F30659	拒绝参数的写入任务	核实以下项目： <ul style="list-style-type: none"> ● 口令 ● 只恢复被禁用的安全功能的出厂设置
F30662	内部通讯错误	1. 重新给控制单元上电。 2. 如果还是不能应答该故障，请咨询技术支持。
F30664	启动阶段的错误	重新接通变频器的电源。如果还是不能应答该故障，请咨询技术支持。
F30665	系统失灵	1. 重新给控制单元上电。 2. 如果还是不能应答该故障，请更换控制单元。
A30666, F30666	F-DI 在安全应答时出现稳态 1 信号	将 F-DI 设为 0 信号，以应答安全功能的故障。
F30680	安全监控功能的校验和错误	1. 检查安全功能的设置 2. 重新给控制单元上电。
F30681	参数值错误	修改参数值： 故障值 (r0949) yyyxxxxx 十进制，yyyy = 附加信息，xxxx = 参数
F30682	不支持监控功能	撤销相关的监控功能 (p9501、p9601、p9801)。

6.14 报警和故障列表

报告	原因	解决办法
	完整信息请参考参数手册。	
F30683	SLS 未使能	<ol style="list-style-type: none"> 1. 使能功能 SLS (p9501.0)。 2. 点击“Copy RAM to ROM”，保存设置。 3. 重新给控制单元上电。
F30692	参数值“无编码器”错误	修改参数值。
A30693, F30693	安全功能参数更改后必须重新上电	<ol style="list-style-type: none"> 1. 断电保存设置 (RAM → ROM)。 2. 重新给控制单元上电。
C30700 (故障)	STOP A 已触发	通常该故障的顺序为 C30701、C30706、C30714 或 C30716。
C30701 (故障)	STOP B 已触发	通常该故障的顺序为 C30706、C30714 或 C30716。
C30706 (报警或故障) ¹⁾	超出了 SAM/SBR 限值	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检查电机的制动过程。 2. 调整“安全制动斜坡”的公差。
C30711 (报警) ¹⁾	在一条监控通道中出现故障。 详细说明见故障值 r2124。	故障信息 C01711 中有对故障值诊断和解决办法的说明。
C30712 (报警) ¹⁾	F-IO 处理出错	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检查 F-DI 的接线。 2. 检查安全功能的设置。 3. 执行验收测试。
C30714 (报警) ¹⁾	超出了 Safe Limited Speed。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检查上级控制器给出的转速设定值。 2. 检查 SLS 限值。
C30716 (故障)	超出了安全方向监控允许的公差。	检查功能 SDI 的公差。
C30770 (故障)	故障安全数字量输入或输出的信号不一致	检查 F-DI 的接线。
A30772	正在执行故障安全数字量输出的强制潜在故障检查	在该检查 (Teststop) 正常结束或异常中止后，该报警会自动消失。
F30773	故障安全数字量输出的强制潜在故障检查出错	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检查 F-DO 的接线。 2. 启动强制潜在故障检查。
A30788	自动强制潜在故障检查：等待通过 SMM 撤销 STO	<ul style="list-style-type: none"> ● 撤销扩展安全功能 STO。 ● 消除所出现的安全功能消息的原因并应答消息
C30798 (报警)	正在执行运动监控的强制潜在故障检查	无需采取任何措施。变频器会在强制潜在故障检查结束后撤销故障信息。

报告	原因	解决办法
	完整信息请参考参数手册。	
C30799 (报警)	验收测试模式生效	无需采取任何措施。变频器会在验收测试模式结束后撤销故障信息。
1) 变频器的安全功能使能后，该报警会触发 STOP 响应，变频器会接着输出另一条故障信息。		

6.14 报警和故障列表

检修

7.1 关于本章

本章节涉及哪些内容？


为您解答以下问题

- 哪里可获取确保设备或机器运行安全的必要信息？
- 如何独立更换变频器失效的部件或整个变频器？
- 如何确保在更换失效部件后安全功能仍可运行？

7.2 维护操作安全

操作安全责任

设备或机器的操作人员或配件供应商有责任确保其设备或机器的操作安全。因此，他们有义务持续提供所用产品的状态信息。

警告

安全电机中的组件错误

未遵循当前产品研发和特性可导致无法修复的产品故障。安全设备和机器中的组件错误可增加故障风险。

- 请订阅相关新闻。
- 必要时请更换您的机器或设备，确保始终满足安全功能的要求。

订阅新闻

操作步骤

1. 打开以下网页：
 西门子自动化技术 (www.automation.siemens.com).
 2. 在该页面上打开文件夹“购买前 & 第一资讯”。
 3. 在文件夹“购买前 & 第一资讯”中选中链接“新闻”。
 4. 点击“登录/注册”，输入您的登录信息。
 5. 在“新闻系统”中选择标签“所有新闻”。
 6. 打开文件夹“产品和解决方案”。
 7. 订阅“Safety Integrated 新闻”。
- 已成功订阅“Safety Integrated 新闻”。
- ☐

7.3 更换变频器 SINAMICS G120 或 G120D 的组件



警告

更换硬件或固件升级后电机意外运动

更换驱动组件或升级固件后，驱动可能会出现功能故障，进而造成人员伤害或财产损失。

- 重新上电前请确保没有人处于机器的危险区域内。
- 接通电源前请连接已有的保护装置。
- 检查闭环控制的稳定性，例如：在两个旋转方向上短时运行驱动器。
- 执行简化的验收测试。

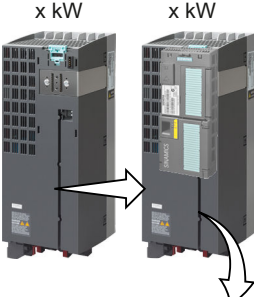
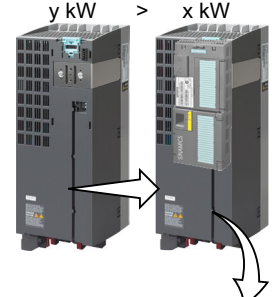
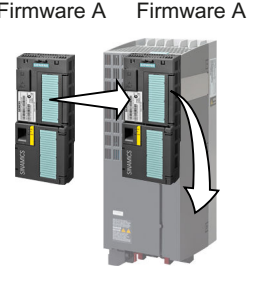
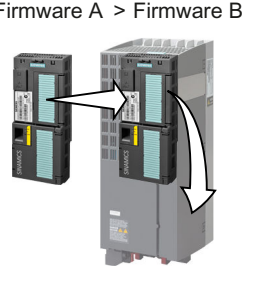
7.3 更换变频器 SINAMICS G120 或 G120D 的组件


7.3.1 变频器部件的更换

允许更换的组件

在出现持续的功能故障后，必须更换变频器的功率模块或控制单元。变频器的功率模块和控制单元可以单独更换。

可在下列情况中更换变频器：

更换功率模块		更换控制单元	
备件： <ul style="list-style-type: none">型号相同功率相同	备件： <ul style="list-style-type: none">型号相同相同的外形尺寸功率更大	备件： <ul style="list-style-type: none">型号相同固件版本相同	备件： <ul style="list-style-type: none">型号相同固件版本更高 (例如通过固件版本 V4.3 更换 V4.2)
			
功率模块和电机必须配套，也就是说：电机和功率模块的额定功率之比必须大于 1/4。		更换控制单元后必须将变频器恢复为出厂设置。	

 **警告**

变频器设置不合适会导致机器意外运动

更换不同类型的变频器可能会导致变频器设置不完整或不合适。从而导致机器意外运动，例如：转速振动、过转速或旋转方向错误。机器意外运动可能导致死亡、受伤或财产损失。

- 如果变频器更换不符合上表要求，必须在更换后重试新变频器。

通过 PROFINET 通讯时的特性：设备更换无需媒介

变频器支持 PROFINET 功能：设备更换无需媒介。更换控制单元后，变频器的设备名称自动为 IO 控制器。

7.3 更换变频器 *SINAMICS G120* 或 *G120D* 的组件

不管怎样，在更换后都要将旧变频器中的设置传输至新变频器中。

有关设备更换无需媒介的更多信息请访问网址：

 PROFINET 系统说明 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/19292127>)。

7.3.2 更换安全功能已使能的控制单元


更换控制单元，数据备份在存储卡上

如果使用了带固件的存储卡，在更换控制单元后，会获得一份该控制单元固件和设置的拷贝。

前提条件

有一张保存了待更换控制单元当前设置的存储卡。

操作步骤

1. 断开功率模块的主电源。CU 的数字量输出使用外部 24 V 电源时，也要断开该电源。
2. 拔出控制单元的信号电缆。
3. 从功率模块上拔出失灵的控制单元。
4. 从旧控制单元中拔出存储卡，将卡插入新的控制单元。
5. 在功率模块上装入新的控制单元。它的产品编号必须和旧 CU 一样，固件版本需相同或更高。
6. 重新接上控制单元的信号电缆。
7. 重新接通主电源。
8. 变频器从存储卡上读入设置。
9. 检查变频器在读入设置后报告了哪些信息。
 - 报警 A01028:
读入的设置与变频器不兼容。
设置 p0971 = 1 删除报警。检查变频器设置。我们建议您重新调试驱动。
 - 故障 F01641:
应答该显示信息。
执行简化的验收测试。
 更换组件和修改固件后的简化验收 (页 340)

您已更换了控制单元并将安全功能的设置从存储卡上传送到了新的控制单元上。



更换控制单元，数据备份在 Startdrive 中

前提条件

已经使用 Startdrive 在 PC 上备份了待更换控制单元的当前设置。

操作步骤

1. 断开功率模块的主电源。CU 的数字量输出使用外部 24 V 电源时，也要断开该电源。
2. 拔出控制单元的信号电缆。

3. 从功率模块上拔出失灵的控制单元。
4. 在功率模块上装入新的控制单元。
5. 重新接上控制单元的信号电缆。
6. 重新接通主电源。
7. 在 PC 中打开变频器的程序。
8. 选择“Load to device”。
9. 在线连接 Startdrive 和驱动。
下载结束后，变频器会输出故障信息。忽略该信息，因为下列步骤会自动应答该信息。
10. 点击按钮“Start Safety commissioning”。
11. 输入安全功能的口令。
12. 保存设置（Copy RAM to ROM）。
13. 断开在线连接。
14. 切断变频器的电源。
15. 等待片刻，直到变频器上所有的 LED 都熄灭。
16. 重新接通变频器的电源。
17. 执行简化的验收测试。



更换组件和修改固件后的简化验收 (页 340)

您已更换了控制单元并将安全功能的设置从 PC 中传送到新的控制单元上。



更换控制单元，数据备份在操作面板中


前提条件

已经在操作面板上备份了待更换控制单元的当前设置。

操作步骤

1. 断开功率模块的主电源。CU 的数字量输出使用外部 24 V 电源时，也要断开该电源。
2. 拔出控制单元的信号电缆。
3. 从功率模块上拔出失灵的控制单元。
4. 在功率模块上装入新的控制单元。
5. 重新接上控制单元的信号电缆。
6. 重新接通主电源。
7. 将操作面板插到控制单元上或将操作面板的手持单元与变频器连接在一起。
8. 将设置从操作面板传送到变频器中。
9. 请等待直至传送结束。

7.3 更换变频器 SINAMICS G120 或 G120D 的组件

10. 检查变频器在读入设置后是否发出报警 A01028。
 - 报警 A01028:
读入的设置与变频器不兼容。
设置 p0971 = 1 删除报警。检查变频器设置。我们建议您重新调试驱动。
 - 无报警 A01028: 继续下一步。
11. 切断变频器的电源。
12. 等待片刻, 直到变频器上所有的 LED 都熄灭。
13. 重新接通变频器的电源。
变频器发出故障信息 F01641、F01650、F01680 和 F30680。忽略该信息, 因为下列步骤会自动应答该信息。
14. 设置 p0010 = 95。
15. 设置 p9761 安全口令。
16. 设置 p9701 = AC hex。
17. 设置 p0010 = 0。
18. 断电保存设置:
 - BOP-2 上的菜单“EXTRAS” - “RAM-ROM”。
 - IOP 上的菜单“SPEICHERN RAM TO ROM”。
19. 切断变频器的电源。
20. 等待片刻, 直到变频器上所有的 LED 都熄灭。
21. 重新接通变频器的电源。
22. 执行简化的验收测试
 更换组件和修改固件后的简化验收 (页 340)

您已更换了控制单元并将安全功能的设置从操作面板传送到了新的控制单元上。

□

7.3.3 更换控制单元，没有备份数据

如果没有备份数据，您必须在更换控制单元后重新调试变频器。

操作步骤


1. 断开功率模块的主电源。CU 的数字量输出使用外部 24 V 电源时，也要断开该电源。
2. 拔出控制单元的信号电缆。
3. 从功率模块上拔出失灵的控制单元。
4. 在功率模块上装入新的控制单元。
5. 重新接上控制单元的信号电缆。
6. 重新接通主电源。
7. 重新调试变频器。

调试完成后，控制单元的更换结束。


□

7.3.4 在安全功能已使能时更换功率模块



 警告
<p>功率模块中的剩余电荷可导致电击危险</p> <p>断开电源后请至少等待 5 分钟，直到功率模块中的电容器放电到安全电压水平。接触带电部件会造成人员重伤，甚至死亡。</p> <ul style="list-style-type: none">开展安装作业前应检查功率模块接口上是否有电压。
注意
<p>调换电机电缆可导致机器损坏</p> <p>调换电机电缆的两个相位会使电机反向旋转。电机反向旋转可导致机器或设备损坏。只允许一个旋转方向的生产设备有锯。</p> <ul style="list-style-type: none">按正确的顺序连接电机电缆的三个相位。在更换功率模块后检查电机的旋转方向。

操作步骤

1. 断开功率模块的主电源。
如果控制单元采用外部 24 V 电源，可不关闭该电源。
2. 拔出功率模块上的连接电缆。
3. 从功率模块上取出控制单元。
4. 更换功率模块。
5. 将控制单元插入新的功率模块。
6. 在新的功率模块上接好连接电缆。
7. 重新接通主电源，必要时还要接通控制单元的 24 V 电源。
8. 变频器报告故障信息 F01641。
9. 执行简化的验收测试
 更换组件和修改固件后的简化验收 (页 340)

您已成功更换了功率模块。



7.4 更换变频器 SINAMICS G120C



警告

更换硬件或固件升级后电机意外运动

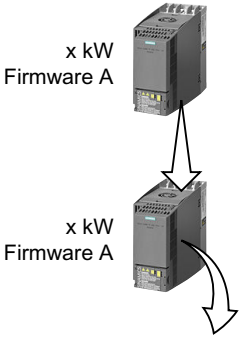
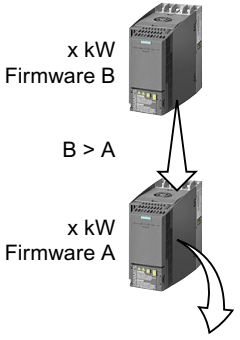
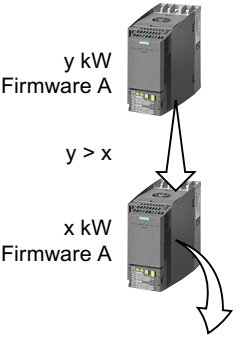
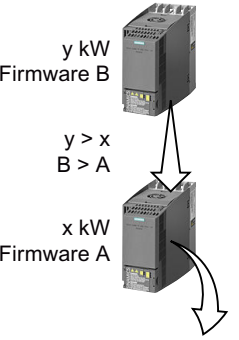
更换驱动组件或升级固件后，驱动可能会出现功能故障，进而造成人员伤害或财产损失。


- 重新上电前请确保没有人处于机器的危险区域内。
- 接通电源前请连接已有的保护装置。
- 检查闭环控制的稳定性，例如：在两个旋转方向上短时运行驱动器。
- 执行简化的验收测试。

7.4.1 变频器更换简介

允许的更换

在变频器出现长期的功能故障时，必须更换变频器。
可在下列情况中更换变频器：

备件： <ul style="list-style-type: none">功率相同固件版本相同	备件： <ul style="list-style-type: none">功率相同固件版本 更高 (例如通过固件版本 V4.3 更换 V4.2)	备件： <ul style="list-style-type: none">相同的外形尺寸功率 更大固件版本相同	备件： <ul style="list-style-type: none">相同的外形尺寸功率 更大固件版本 更高 (例如通过固件版本 V4.3 更换 V4.2)
			
变频器和电机必须相互匹配，也就是说：电机和变频器的额定功率之比必须大于 1/4。			

 **警告**

变频器设置不合适会导致机器意外运动

更换不同类型的变频器可能会导致变频器设置不完整或不合适。从而导致机器意外运动，例如：转速振动、过转速或旋转方向错误。机器意外运动可能导致死亡、受伤或财产损失。

- 如果变频器更换不符合上表要求，必须在更换后重试新变频器。

通过 PROFINET 通讯时的特性：设备更换无需媒介

变频器支持 PROFINET 功能：设备更换无需媒介。

前提条件

上级控制器中配置了带有相关 IO 设备的 PROFINET IO 系统的拓扑结构。

设备更换

更换控制单元时，不可以将存有设备名称的媒介（存储卡）插入变频器或重新分配设备名称。

有关设备更换无需媒介的更多信息请访问网址：

 PROFINET 系统说明 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/19292127>)。


7.4.2 更换安全功能已使能的变频器



警告
功率组件中的剩余电荷可导致电击危险 断开电源后请至少等待 5 分钟，直到变频器中的电容器放电到安全电压水平。接触带电部件会造成人员重伤，甚至死亡。 <ul style="list-style-type: none">开展安装作业前再次检查变频器的接口上是否有电压。
注意
调换电机电缆可导致机器损坏 调换电机电缆的两个相位会使电机反向旋转。电机反向旋转可导致机器或设备损坏。只允许一个旋转方向的生产设备有锯。 <ul style="list-style-type: none">按正确的顺序连接电机电缆的三个相位。在更换变频器后检查电机的旋转方向。

更换变频器，数据备份在存储卡上

操作步骤

1. 断开变频器的电源。变频器的数字量输出使用外部 24 V 电源时，也要断开该电源。
2. 拆下变频器的连接电缆。
3. 取出失效的变频器。
4. 装入新变频器。
5. 从旧变频器中取出存储卡然后将它插入新变频器中。
6. 将所有的电缆连接到变频器上。
7. 重新接通变频器的电源。变频器的数字量输出使用外部 24 V 电源时，也要重新接通该电源。
8. 变频器从存储卡上读入设置。
9. 检查变频器在读入设置后是否发出报警 A01028。
 - 报警 A01028:
读入的设置与变频器不兼容。
设置 p0971 = 1 删除报警。检查变频器设置。我们建议您重新调试驱动。
 - 无报警 A01028:
执行简化的验收测试。
 更换组件和修改固件后的简化验收 (页 340)

您已更换了变频器并将安全功能的设置从存储卡上传送到了新变频器上。



更换变频器，数据备份在 Startdrive 中

前提条件

已经使用 Startdrive 在 PC 上备份了待更换变频器的当前设置。

操作步骤

1. 断开变频器的电源。变频器的数字量输出使用外部 24 V 电源时，也要断开该电源。
2. 拆下变频器的连接电缆。
3. 取出失效的变频器。
4. 装入新变频器。
5. 将所有的电缆连接到变频器上。
6. 重新接通变频器的电源。变频器的数字量输出使用外部 24 V 电源时，也要重新接通该电源。
7. 在 Startdrive 中打开变频器的程序。
8. 选择“Load to device”。
9. 在线连接 Startdrive 和驱动。
下载结束后，变频器会输出故障信息。忽略该信息，因为下列步骤会自动应答该信息。
10. 点击按钮“Start Safety commissioning”。
11. 输入安全功能的口令。
12. 保存设置（Copy RAM to ROM）。
13. 断开在线连接。
14. 切断变频器的电源。
15. 等待片刻，直到变频器上所有的 LED 都熄灭。
16. 重新接通变频器的电源。
17. 执行简化的验收测试。



更换组件和修改固件后的简化验收 (页 340)

您已更换了变频器并将安全功能的设置从 PC 中传送到新变频器上。



更换变频器，数据备份在操作面板中 (BOP-2 或 IOP-2)

操作步骤

1. 断开变频器的电源。变频器的数字量输出使用外部 24 V 电源时，也要断开该电源。
2. 拆下变频器的连接电缆。
3. 取出失效的变频器。
4. 装入新变频器。
5. 将所有的电缆连接到变频器上。

7.4 更换变频器 SINAMICS G120C

6. 重新接通变频器的电源。变频器的数字量输出使用外部 24 V 电源时，也要重新接通该电源。
7. 将操作面板插到变频器上。
8. 将设置从操作面板载入到变频器中，例如：使用 BOP-2 上的菜单键“EXTRAS” - “FROM BOP”。
9. 请等待直至传送结束。
10. 检查变频器在读入设置后是否发出报警 A01028。
 - 报警 A01028：
读入的设置与变频器不兼容。
设置 p0971 = 1 删除报警。检查变频器设置。我们建议您重新调试驱动。
 - 无报警 A01028：继续下一步。
11. 切断变频器的电源。
12. 等待片刻，直到变频器上所有的 LED 都熄灭。
13. 重新接通变频器的电源。
变频器发出故障信息 F01641、F01650、F01680 和 F30680。忽略该信息，因为下列步骤会自动应答该信息。
14. 设置 p0010 = 95。
15. 设置 p9761 安全口令。
16. 设置 p9701 = AC hex。
17. 设置 p0010 = 0。
18. 断电保存设置：
 - BOP-2 上的菜单“EXTRAS” - “RAM-ROM”。
 - IOP-2 上的菜单“SPEICHERN RAM TO ROM”。
19. 切断变频器的电源。
20. 等待片刻，直到变频器上所有的 LED 都熄灭。
21. 重新接通变频器的电源。
22. 执行简化的验收测试。



更换组件和修改固件后的简化验收 (页 340)

您已更换了变频器并将安全功能的设置从操作面板传送到了新的变频器上。



7.4.3 更换变频器，没有备份数据

如果没有备份数据，您必须在更换变频器后重新调试变频器。

操作步骤

1. 断开变频器的电源。变频器的数字量输出使用外部 24 V 电源时，也要断开该电源。
2. 拆下变频器的连接电缆。
3. 取出失效的变频器。
4. 装入新变频器。
5. 将所有的电缆连接到变频器上。
6. 重新接通变频器的电源。变频器的数字量输出使用外部 24 V 电源时，也要重新接通该电源。
7. 重新调试变频器。

调试完成后，变频器的更换结束。

□

7.5 更换变频器 SINAMICS G110M 的组件



更换硬件或固件升级后电机意外运动

更换驱动组件或升级固件后，驱动可能会出现功能故障，进而造成人员伤害或财产损失。

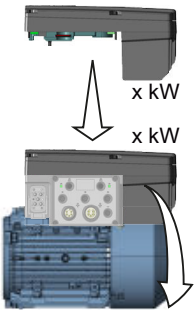
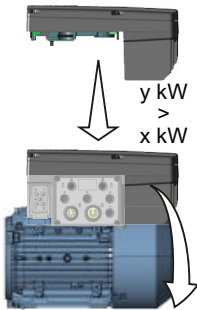
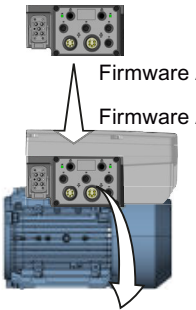
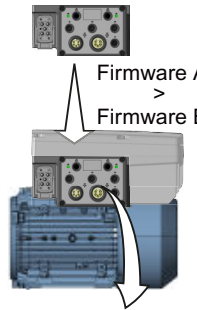
- 重新上电前请确保没有人处于机器的危险区域内。
- 接通电源前请连接已有的保护装置。
- 检查闭环控制的稳定性，例如：在两个旋转方向上短时运行驱动器。
- 执行简化的验收测试。


7.5.1 变频器部件的更换

允许更换的组件

在出现持续的功能故障后，必须更换变频器的功率模块或控制单元。变频器的功率模块和控制单元可以单独更换。

可在下列情况中更换变频器：

更换功率模块		更换控制单元	
备件： <ul style="list-style-type: none">功率相同	备件： <ul style="list-style-type: none">功率更大	备件： <ul style="list-style-type: none">固件版本相同	备件： <ul style="list-style-type: none">更高的固件版本 (例如：用 FW V4.7 SP3 代替 FW V4.7)
			
功率模块和电机必须配套，也就是说：电机和功率模块的额定功率之比必须大于 1/4。		更换控制单元后必须将变频器恢复为出厂设置。	

 **警告**

变频器设置不匹配可导致电机意外运动

更换不同类型的变频器可导致变频器设置不完整或不匹配。进而导致电机意外运动，如转速波动、过转速或旋转方向错误。电机意外运动可导致死亡、人员重伤或财产损失。

- 如果变频器更换不符合上表要求，必须在更换后重试新变频器。

通过 PROFINET 通讯时的特性：设备更换无需媒介

变频器支持 PROFINET 功能：设备更换无需媒介。

前提条件

上级控制器中配置了带有相关 IO 设备的 PROFINET IO 系统的拓扑结构。

7.5 更换变频器 SINAMICS G110M 的组件

设备更换

更换控制单元时，不可以将存有设备名称的媒介（存储卡）插入变频器或重新分配设备名称。

有关设备更换无需媒介的更多信息请访问网址：

 PROFINET 系统说明 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/19292127>)。

7.5.2 更换安全功能已使能的控制单元



警告

接触功率模块带电端子可引发生命危险

断开电源后请至少等待 5 分钟，直到功率模块中的电容器放电到安全电压水平。接触带电部件可能会造成人员重伤，甚至是死亡。

- 将电缆从功率模块中抽出来后应检查功率模块接口上是否有电压。

更换控制单元，数据备份在存储卡上

如果使用了带固件的存储卡，在更换控制单元后，会获得一份该控制单元固件和设置的拷贝。


前提条件

有一张保存了待更换控制单元当前设置的存储卡。

操作步骤

1. 断开变频器电源。
2. 拆除变频器的所有电缆。
3. 等待 5 分钟检查设备是否带电。
4. 松开功率模块的四个螺钉。
5. 拆卸功率模块。
6. 拔出控制单元上 CPI 模块的扁形电缆。
7. 松开控制单元的四个螺钉。
8. 拔出失灵的 CU。
9. 装入新的 CU。它的产品编号必须和旧 CU 一样，固件版本需相同或更高。
10. 再次插上控制单元的 CPI 模块扁形电缆。
11. 在控制单元上安装功率模块。
12. 再次连接变频器的所有电缆。
13. 重新接通电源。

7.5 更换变频器 SINAMICS G110M 的组件

14. 变频器从存储卡上载入设置。
15. 检查变频器在读入设置后报告了哪些信息。
 - 报警 A01028:
读入的设置与变频器不兼容。
设置 p0971 = 1, 删除报警。检查变频器设置。建议重新调试驱动。
 - 故障 F01641:
应答该显示信息。
执行简化的验收测试。
 更换组件和修改固件后的简化验收 (页 340)

您已更换了控制单元并将安全功能的设置从存储卡上传送到了新的控制单元上。



更换控制单元，数据备份在 Startdrive 中

前提条件

已经使用 Startdrive 在 PC 上备份了待更换控制单元的当前设置。

操作步骤

1. 断开变频器电源。
2. 拆除变频器的所有电缆。
3. 等待 5 分钟检查设备是否带电。
4. 松开功率模块的四个螺钉。
5. 拆卸功率模块。
6. 拔出控制单元上 CPI 模块的扁形电缆。
7. 松开控制单元的四个螺钉。
8. 拔出失灵的 CU。
9. 装入新的 CU。它的产品编号必须和旧 CU 一样，固件版本需相同或更高。
10. 再次插上控制单元的 CPI 模块扁形电缆。
11. 在控制单元上安装功率模块。
12. 再次连接变频器的所有电缆。
13. 重新接通电源。
14. 在 PC 中打开变频器的程序。
15. 选择“加载至设备”。
16. 在在线模式中将 Startdrive 与驱动连接。
下载结束后，变频器会输出故障信息。忽略该信息，因为下列步骤会自动应答该信息。
17. 点击按钮“启动安全调试”。
18. 输入安全功能的密码。
19. 保存设置 (Copy RAM to ROM)。

20. 断开在线连接。
21. 切断变频器的电源。
22. 等待片刻，直到变频器上所有的 LED 都熄灭。
23. 给变频器重新上电。
24. 执行简化的验收测试。



更换组件和修改固件后的简化验收 (页 340)

您已更换了控制单元并将安全功能的设置从 PC 中传送到了新的控制单元上。



更换控制单元，数据备份在操作面板中

前提条件

已经在操作面板上备份了待更换控制单元的当前设置。

操作步骤

1. 断开变频器电源。
2. 拆除变频器的所有电缆。
3. 等待 5 分钟检查设备是否带电。
4. 松开功率模块的四个螺钉。
5. 拆卸功率模块。
6. 拔出控制单元上 CPI 模块的扁形电缆。
7. 松开控制单元的四个螺钉。
8. 拔出失灵的 CU。
9. 装入新的 CU。它的产品编号必须和旧 CU 一样，固件版本需相同或更高。
10. 再次插上控制单元的 CPI 模块扁形电缆。
11. 在控制单元上安装功率模块。
12. 再次连接变频器的所有电缆。
13. 重新接通电源。
14. 将操作面板的手持单元与变频器连接在一起。
15. 将设置从操作面板传送到变频器中。
16. 请等待直至传送结束。
17. 检查变频器在读入设置后是否发出报警 A01028。
 - 报警 A01028:
读入的设置与变频器不兼容。
设置 p0971 = 1，删除报警。检查变频器设置。建议重新调试驱动。
 - 无报警 A01028：继续下一步。
18. 切断变频器的电源。

7.5 更换变频器 SINAMICS G110M 的组件

19. 等待片刻，直到变频器上所有的 LED 都熄灭。
20. 给变频器重新上电。
变频器发出故障信息 F01641、F01650、F01680 和 F30680。忽略该信息，因为下列步骤会自动应答该信息。
21. 设置 p0010 = 95。
22. 设置 p9761 安全密码。
23. 设置 p9701 = AC hex。
24. 设置 p0010 = 0。
25. 断电保存设置：“保存 RAM TO ROM”。
26. 切断变频器的电源。
27. 等待片刻，直到变频器上所有的 LED 都熄灭。
28. 给变频器重新上电。
29. 执行简化的验收测试。



更换组件和修改固件后的简化验收 (页 340)

您已更换了控制单元并将安全功能的设置从操作面板传送到了新的控制单元上。



7.5.3 更换控制单元，没有备份数据

如果没有备份数据，您必须在更换控制单元后重新调试变频器。

操作步骤

1. 断开变频器电源。
2. 拆除变频器的所有电缆。
3. 等待 5 分钟直至设备断电。
4. 松开功率模块的四个螺钉。
5. 拆卸功率模块。
6. 拔出控制单元上 CPI 模块的扁形电缆。
7. 松开控制单元的四个螺钉。
8. 拔出失灵的 CU。
9. 装入新的 CU。
10. 再次插上控制单元的 CPI 模块扁形电缆。
11. 在控制单元上安装功率模块。
12. 再次连接变频器的所有电缆。
13. 重新接通电源。
14. 重新调试变频器。

调试完成后，控制单元的更换结束。



7.5.4 在安全功能已使能时更换功率模块

**⚠ 危险****功率模块中的剩余电荷可引发电击危险**

断开电源后请至少等待 5 分钟，直到功率模块中的电容器放电到安全电压水平。接触带电部件会造成人员重伤，甚至死亡。

- 将电缆从功率模块中抽出来后应检查功率模块接口上是否有电压。

操作步骤

1. 断开变频器电源。
2. 拆除变频器的所有电缆。
3. 等待 5 分钟检查设备是否带电。
4. 松开功率模块的四个螺钉。
5. 拆卸功率模块。
6. 如果在功率模块中插入了存储卡，则拔出存储卡并插入至新的功率模块中。
7. 在控制单元上安装新的功率模块。
8. 再次连接变频器的所有电缆。
9. 重新接通电源。
10. 变频器报告故障信息 F01641。
11. 执行简化的验收测试。



更换组件和修改固件后的简化验收 (页 340)

您已成功更换了功率模块。



7.6 更换变频器 SIMATIC ET 200pro FC-2



警告

更换硬件或固件升级后电机意外运动

更换驱动组件或升级固件后，驱动可能会出现功能故障，进而造成人员伤害或财产损失。

- 重新上电前请确保没有人处于机器的危险区域内。
- 接通电源前请连接已有的保护装置。
- 检查闭环控制的稳定性，例如：在两个旋转方向上短时运行驱动器。
- 执行简化的验收测试。

7.6.1 变频器更换简介

允许的更换

在变频器出现长期的功能故障时，必须更换变频器。

使用新的相同或更高固件版本的变频器替换失效变频器时，必须将失效变频器的设置加载至新变频器中。

如果失效变频器的固件版本高于新变频器，则必须重新调试变频器。

7.6.2 更换安全功能已使能的变频器


警告
变频器中的剩余电荷可引发电击危险

断开电源后请至少等待 5 分钟，直到变频器中的电容器放电到安全电压水平。接触带电部件可能会造成人员重伤，甚至是死亡。

- 开展安装作业前再次检查变频器的接口上是否有电压。

更换变频器，数据备份在存储卡上
操作步骤

1. 切断变频器的电源。
2. 拆下变频器的连接电缆。
3. 取出失效的变频器。
4. 从旧变频器中取出存储卡然后将它插入新变频器中。
5. 装入新变频器。
6. 装入变频器连接电缆。
7. 重新接通主电源。
8. 变频器从存储卡上读入设置。
9. 检查变频器在读入设置后是否发出报警 A01028。
 - 报警 A01028:
读入的设置与变频器不兼容。
设置 p0971 = 1，删除报警。检查变频器设置。建议重新调试驱动。
 - 无报警 A01028:
执行简化的验收测试。



更换组件和修改固件后的简化验收 (页 340)

您已更换了变频器并将安全功能的设置从存储卡上传送到了新变频器上。


更换变频器，数据备份在 Startdrive 中
前提条件

已经使用 Startdrive 在 PC 上备份了待更换变频器的当前设置。

操作步骤

1. 切断变频器的电源。
2. 拆下变频器的连接电缆。

3. 取出失效的变频器。
4. 装入新变频器。
5. 装入变频器连接电缆。
6. 重新接通主电源。
7. 在 **Startdrive** 中打开变频器的程序。
8. 选择“加载至设备”。
9. 在在线模式中将 **Startdrive** 与驱动连接。
下载结束后，变频器会输出故障信息。忽略该信息，因为下列步骤会自动应答该信息。
10. 点击按钮“启动安全调试”。
11. 输入安全功能的密码。
12. 保存设置（Copy RAM to ROM）。
13. 断开在线连接。
14. 切断变频器的电源。
15. 等待片刻，直到变频器上所有的 LED 都熄灭。
16. 给变频器重新上电。
17. 执行简化的验收测试。



更换组件和修改固件后的简化验收 (页 340)

您已更换了变频器并将安全功能的设置从 PC 中传送到了新变频器上。



更换变频器，数据备份在操作面板中

操作步骤

1. 切断变频器的电源。
2. 拆下变频器的连接电缆。
3. 取出失效的变频器。
4. 装入新变频器。
5. 装入变频器连接电缆。
6. 重新接通主电源。
7. 将变频器与操作面板连接。
8. 将设置从操作面板传送到变频器中。
9. 请等待直至传送结束。
10. 检查变频器在读入设置后是否发出报警 A01028。
 - 报警 A01028:
读入的设置与变频器不兼容。
设置 p0971 = 1，删除报警。检查变频器设置。建议重新调试驱动。
 - 无报警 A01028：继续下一步。

7.6 更换变频器 SIMATIC ET 200pro FC-2

11. 切断变频器的电源。
12. 等待片刻，直到变频器上所有的 LED 都熄灭。
13. 给变频器重新上电。
变频器发出故障信息 F01641、F01650、F01680 和 F30680。忽略该信息，因为下列步骤会自动应答该信息。
14. 设置 p0010 = 95。
15. 设置 p9761 安全密码。
16. 设置 p9701 = AC hex。
17. 设置 p0010 = 0。
18. 断电保存设置：菜单“保存 RAM TO ROM”。
19. 切断变频器的电源。
20. 等待片刻，直到变频器上所有的 LED 都熄灭。
21. 给变频器重新上电。
22. 执行简化的验收测试。



更换组件和修改固件后的简化验收 (页 340)

您已更换了变频器并将安全功能的设置从操作面板传送到了新的变频器上。



7.6.3 更换变频器，没有备份数据

如果没有备份数据，您必须在更换变频器后重新调试变频器。

操作步骤

1. 断开变频器的电源。变频器的数字量输出使用外部 24 V 电源时，也要断开该电源。
2. 拆下变频器的连接电缆。
3. 取出失效的变频器。
4. 装入新变频器。
5. 将所有的电缆连接到变频器上。
6. 重新接通变频器的电源。变频器的数字量输出使用外部 24 V 电源时，也要重新接通该电源。
7. 重新调试变频器。

调试完成后，变频器的更换结束。

□

7.7 更换组件和修改固件后的简化验收


更换组件或升级固件后，还需执行安全功能的简化验收。

表格 7-1 更换组件后的简化验收

措施	验收测试	记录
更换同类型控制单元或变频器	无需执行安全功能的验收测试。 只检查电机的旋转方向。	<ul style="list-style-type: none">● 增加变频器数据● 记录修改的校验和和时间戳¹⁾● 会签
更换同类型功率模块		在变频器数据中加入硬件型号。
更换带相同极对数的电机		无变化
更换带相同传动比的齿轮箱		
更换安全制动继电器	检查 SBC 功能。	在变频器数据中加入硬件型号。
更换安全 I/O（例如急停开关）。	检查受组件更换影响的安全功能的控制。	无变化
变频器的固件升级。	无需执行安全功能的验收测试。 检查固件升级是否成功及变频器功能是否正常。	<ul style="list-style-type: none">● 在变频器数据中加入固件版本● 记录修改的校验和和时间戳¹⁾● 会签

1) 更换变频器组件或升级固件后，变频器会修改以下参数：

- 校验和 r9781
- 时间戳 r9782

 安全功能的验收 (页 181)

系统属性

8.1 关于本章

本章节涉及哪些内容？

为您解答以下问题

- 变频器允许运行多长时间？
- 每隔多长时间要启动变频器的自检功能？
- 变频器的安全功能的故障率有多高？
- 在选中一项安全功能后，变频器在多长时间响应？
- 在选中一项安全功能、电机出现故障后，变频器在多长时间响应？
- 变频器的安全功能通过了哪些认证？
- 从哪里可获取变频器的认证？
- **Safe Brake Relay** 有哪些技术数据？

8.2 安全功能的故障概率 (PFH 值)

给定的故障概率值遵循以下条件：


- 未达到变频器的使用寿命。
- 未达到检查间隔。

使用寿命

集成了安全功能的变频器的使用寿命为 20 年。20 年从交付之日算起。使用寿命不可延长，包括由服务站检查变频器的时间及期间变频器的停用时间。

检查间隔

变频器的安全回路每年至少检查一次。该过程称为“强制潜在故障检查”或“Teststop”。

 定期测试安全功能 (页 186).

故障概率

表格 8-1 安全功能的故障概率

安全功能	PFH、PFH _D ¹⁾	PFD ²⁾
STO、SBC ³⁾ 、SS1、SLS、SDI、SSM	5×10 ⁻⁸ 1/h	5×10 ⁻³

- 1) PFH, PFH_D:每小时故障率 (Probability of Failure per Hour)。
PFH 符合 IEC 61800-5-2, PFH_D 符合 IEC 62061。
- 2) PFD:安全功能要求率较低时：安全功能的故障率处于中等水平，符合 IEC 61508。
- 3) 含 Safe Brake Relay

设备制造商必须用 PFH 值指出设备上每项安全功能的故障概率。

变频器集成的安全功能只是机器上安全系统的一部分。比如：一个完整的安全系统可包括以下组件：

- 一个双路传感器，用于感测防护门的打开状态。
- 一个中央安全控制器，用于继续处理传感器信号。
- 一台变频器，用于根据防护门的打开状态使电机受控停车 (SS1)。

IEC 62061 说明了如何从单个组件安全功能的 PFH_D 值计算出整套安全系统的 PFH_D 值。

网上有一个用于计算整台设备的 PFH_D 值的免费工具：

 安全评估工具 (www.siemens.com/safety-evaluation-tool).

有关故障概率 PFH 和 PFD 的应用示例请访问网址:

 应用示例 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/76254308>).

8.3 认证

认证

安全功能能满足以下要求：

“通过功率模块端子选择 STO” SINAMICS G120 功率模块 PM240-2 或 PM240P-2, FSD ... FSF 中通过端子 STO_A 和 STO_B 控制	变频器 SINAMICS G110M、G120、G120C、G120D 和 SIMATIC ET 200pro FC-2 的其他所有安全功能
<ul style="list-style-type: none">• 3 类，性能等级 (PL) d 符合 EN ISO 13849-1:2008• IEC 61508 的安全集成等级 3（SIL 3）：2010• 欧盟一致性声明	<ul style="list-style-type: none">• 3 类，性能等级 (PL) d 符合 EN ISO 13849-1:2008• IEC 61508 的安全集成等级 2（SIL 2）：2010• 欧盟一致性声明


样品检验证书和制造商声明

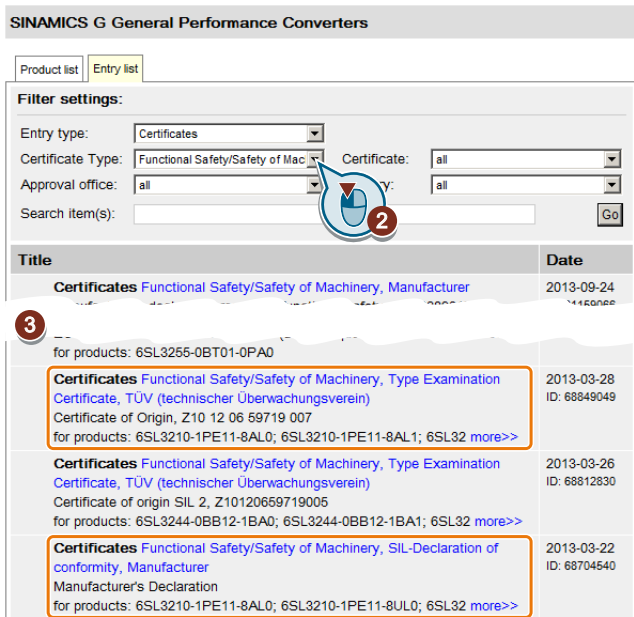
集成安全功能经过检验机构认证，适用于每个已使能的固件版本。检验机构授予样品检验证书，证明安全功能符合 EN ISO 13849-1 和 IEC 61508 的要求。

从使能固件版本到由检验机构授予样品检验证书的过渡阶段内，我们会提供一个制造商声明，证实安全功能符合相应的标准。

步骤

按如下步骤从网上下载与 Safety Integrated 相关的证书：

1. 在浏览器中载入以下网页：
 证书 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/36426537/134200>)
2. 根据 Certificate Type 筛选出 “Functional Safety/Safety of Machine” 。
3. 根据变频器产品编号选择证书。
 - 每个变频器系列都有一个样品检验证书和一个制造商声明。
 - 每个证书都包含配套的固件和硬件列表。



您已从网上下载了与 **Safety Integrated** 相关的证书。

□

欧盟一致性声明

根据机械指令的附录 IV，带 **Safety Integrated** 的变频器被定义为“用于安全功能的逻辑单元”及“安全部件”。机械指令规定了安全部件及机器的操作方式。为此，必须为安全部件加贴 **CE** 标志。

作为设备制造商，必须为设备的 **CE** 标志创建文档，文档中附有所安装产品的欧盟一致性声明。

有关当前生效的变频器欧盟一致性声明可访问网址：

 欧盟一致性声明 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/67385845>)

8.4 Safe Brake Relay

安全制动继电器的技术数据

技术数据	属性
电源	DC 20.4 到 28.8 V 建议采用额定电压大于等于 26 V 的电源，以对制动电缆的电压降进行补偿。
电流需求（在 DC 24 V 时）	0.05 A + 电机抱闸的电流需求
最大电流	2 A
最大连接横截面	2.5 mm ²
尺寸（长 x 宽 x 高）	69 mm x 63 mm x 33 mm
重量	约 0.17 kg

8.5 选择后的响应时间

8.5.1 概述

响应时间由以下条件决定：

- 安全功能的设置
 - 基本安全功能
 - 扩展安全功能
- PROFIBUS 或 PROFINET
- 通过故障安全数字量输入或 PROFIsafe 选择

下表中的“最差值”表示：

变频器无故障时的最差值：	响应时间小于或等于给定值。
出现变频器故障时的最差值：	响应时间小于或等于给定值。响应时间针对的是变频器内部的故障原因，例如：失效的微处理器上。

8.5 选择后的响应时间

8.5.2 Safe Torque Off (STO)和 Safe Brake Control (SBC)

STO 的响应时间是指从选择该功能到激活该功能的时间。

通过 PROFIsafe 选择时的响应时间

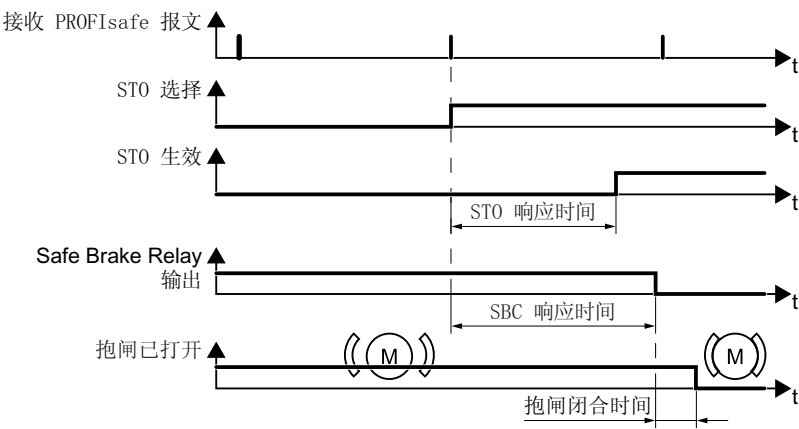


图 8-1 通过 PROFIsafe 选择时的响应时间

表格 8-2 使用基本安全功能时的响应时间

功能	选择，通过：	响应	响应时间	
			变频器无故障时的最差值	出现变频器故障时的最差值
STO	PROFIBUS	STO 生效	14 ms	14 ms
	PROFINET		14 ms + 总线循环时间 ¹⁾	14 ms + 总线循环时间 ¹⁾
SBC	PROFIBUS	Safe Brake Relay 输出上的信号切换	16 ms	30 ms
	PROFINET		16 ms + 总线循环时间 ¹⁾	30 ms + 总线循环时间 ¹⁾

¹⁾ 总线循环时间：通过 PROFINET 进行循环数据交换的时间

表格 8-3 使用扩展安全功能时的响应时间

功能	选择，通过：	响应	响应时间	
			变频器无故障时的最差值	出现变频器故障时的最差值
STO	PROFIBUS	STO 生效	54 ms	56 ms
	PROFINET		54 ms + 总线循环时间 ¹⁾	56 ms + 总线循环时间 ¹⁾
SBC	PROFIBUS	Safe Brake Relay 输出上的信号切换	56 ms	62 ms
	PROFINET		56 ms + 总线循环时间 ¹⁾	62 ms + 总线循环时间 ¹⁾

1) 总线循环时间：通过 PROFINET 进行循环数据交换的时间

通过故障安全数字量输入选择时的响应时间

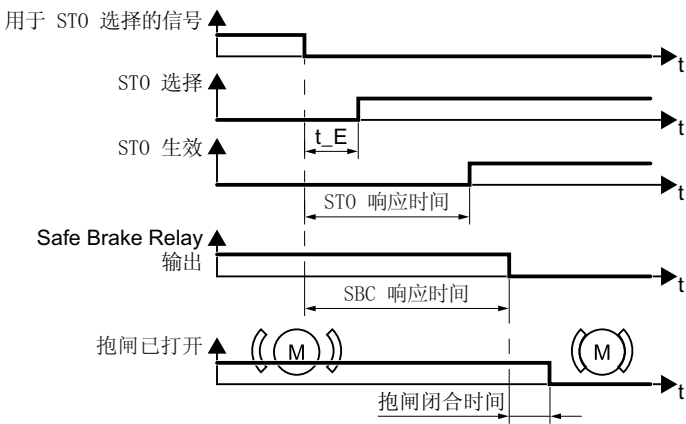


图 8-2 通过故障安全数字量输入选择时的响应时间

8.5 选择后的响应时间

表格 8-4 使用基本安全功能时的响应时间

功能	选择, 通过:	响应	响应时间	
			变频器无故障时的最差值	出现变频器故障时的最差值
STO	F-DI	STO 生效	$4\text{ ms} + t_E^{1)}$	$6\text{ ms} + t_E^{1)}$
	功率模块 PM240-2 或 PM240P-2 上的端子 STO_A、STO_B		20 ms	---
SBC	F-DI	Safe Brake Relay 输出上的信号切换	$8\text{ ms} + t_E^{1)}$	$22\text{ ms} + t_E^{1)}$
	功率模块 PM240-2 或 PM240P-2 上的端子 STO_A、STO_B		24 ms	---

¹⁾ $p9651 > 0$ 时: $t_E = p9651 + 3\text{ ms}$; $p9651$: 去抖时间

$p9651 = 0$ 时: $t_E = 4\text{ ms}$

表格 8-5 使用扩展安全功能时的响应时间

功能	选择, 通过:	响应	响应时间	
			变频器无故障时的最差值	出现变频器故障时的最差值
STO	F-DI	STO 生效	$50\text{ ms} + t_E^{1)}$	$52\text{ ms} + t_E^{1)}$
SBC		Safe Brake Relay 输出上的信号切换	$52\text{ ms} + t_E^{1)}$	$60\text{ ms} + t_E^{1)}$

¹⁾ $p10017 > 0$ 时: $t_E = p10017 + 3\text{ ms}$; $p10017$: 去抖时间

$p10017 = 0$ 时: $t_E = 4\text{ ms}$

8.5.3 Safe Stop 1 (SS1)和 Safe Brake Control (SBC)

SS1 的响应时间是指从选择 SS1 功能到激活 STO 功能的时间。

通过 PROFIsafe 选择时的响应时间

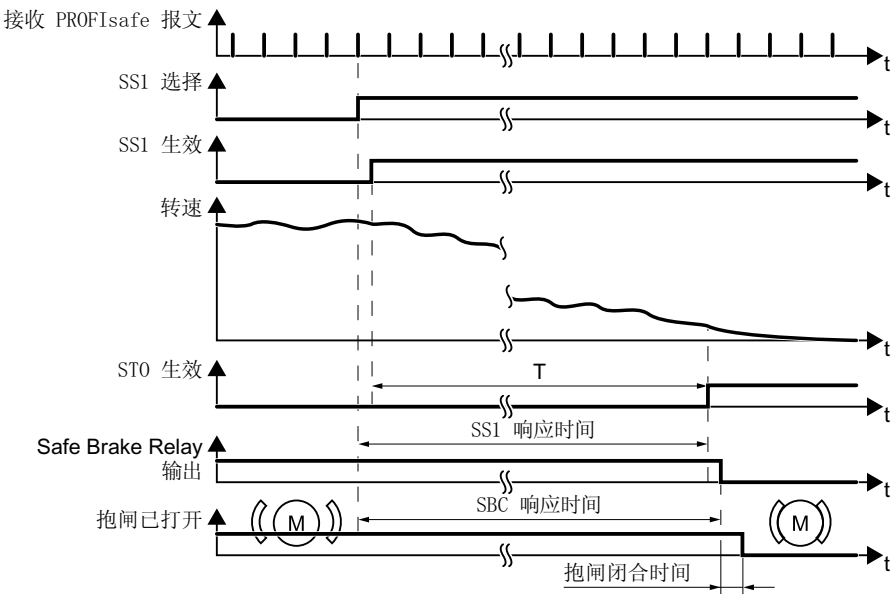


图 8-3 通过 PROFIsafe 选择时的响应时间

表格 8-6 使用基本安全功能时的响应时间

功能	选择，通过：	响应	响应时间	
			变频器无故障时的最差值	出现变频器故障时的最差值
SS1	PROFIBUS	STO 生效	$14\text{ ms} + T^{2)}$	$14\text{ ms} + T^{2)}$
	PROFINET		$14\text{ ms} + T^{2)} + \text{总线循环时间}^{1)}$	$14\text{ ms} + T^{2)} + \text{总线循环时间}^{1)}$
SBC	PROFIBUS	Safe Brake Relay 输出上的信号切换	$16\text{ ms} + T^{2)}$	$30\text{ ms} + T^{2)}$
	PROFINET		$16\text{ ms} + T^{2)} + \text{总线循环时间}^{1)}$	$30\text{ ms} + T^{2)} + \text{总线循环时间}^{1)}$

1) 总线循环时间：通过 PROFINET 进行循环数据交换的时间

2) $T = p9652$

8.5 选择后的响应时间

表格 8-7 使用扩展安全功能时的响应时间

功能	选择，通过：	响应	响应时间	
			变频器无故障时的最差值	出现变频器故障时的最差值
SS1	PROFIBUS	STO 生效	$54\text{ ms} + T^{2)}$	$56\text{ ms} + T^{2)}$
	PROFINET		$54\text{ ms} + T^{2)} + \text{总线循环时间}^{1)}$	$56\text{ ms} + T^{2)} + \text{总线循环时间}^{1)}$
SBC	PROFIBUS	Safe Brake	$56\text{ ms} + T^{2)}$	$62\text{ ms} + T^{2)}$
	PROFINET	Relay 输出上的信号切换	$56\text{ ms} + T^{2)} + \text{总线循环时间}^{1)}$	$62\text{ ms} + T^{2)} + \text{总线循环时间}^{1)}$

1) 总线循环时间：通过 PROFINET 进行循环数据交换的时间

2) T 取决于安全功能 SS1 的设置：

- 带制动斜坡监控的 SS1：T = p9582 + 制动至停止的时间
- 带加速监控的 SS1：T = 两者中较小的时间：
 - p9556
 - 制动至停止的时间

通过控制单元的故障安全数字量输入选择时的响应时间

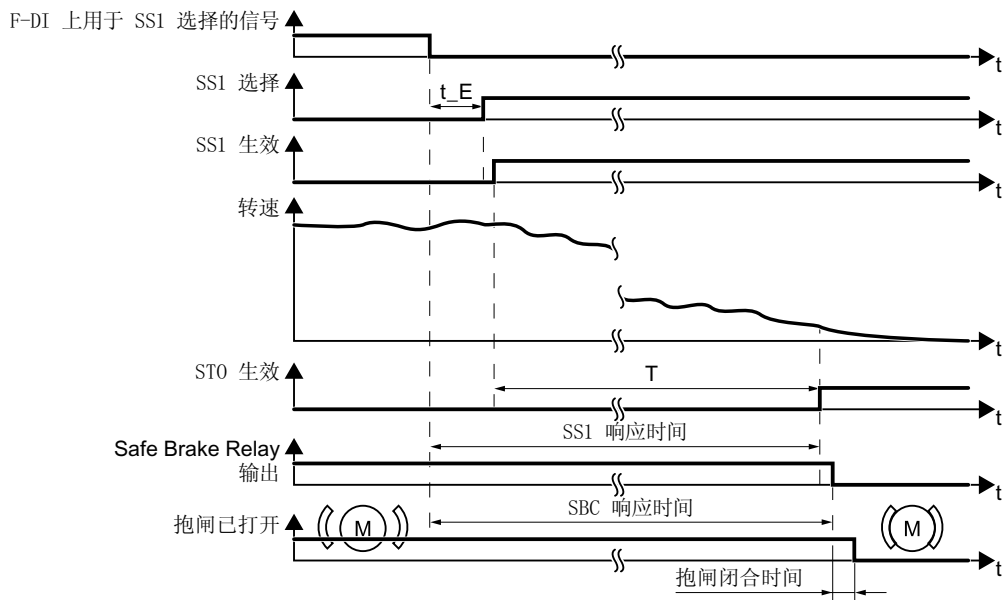


图 8-4 通过故障安全数字量输入 F-DI 选择时的响应时间

表格 8-8 使用基本安全功能时的响应时间

功能	选择, 通过:	响应	响应时间	
			变频器无故障时的最差值	出现变频器故障时的最差值
SS1	F-DI	STO 生效	$4 \text{ ms} + T^{2)} + t_{\text{E}}^{1)}$	$6 \text{ ms} + T^{2)} + t_{\text{E}}^{1)}$
SBC		Safe Brake Relay 输出上的信号切换	$8 \text{ ms} + T^{2)} + t_{\text{E}}^{1)}$	$22 \text{ ms} + T^{2)} + t_{\text{E}}^{1)}$

¹⁾ $T = p9652$

²⁾ $p9651 > 0$ 时: $t_{\text{E}} = p9651 + 3 \text{ ms}$; $p9651$: 去抖时间

$p9651 = 0$ 时: $t_{\text{E}} = 4 \text{ ms}$

表格 8-9 使用扩展安全功能时的响应时间

功能	选择, 通过:	响应	响应时间	
			变频器无故障时的最差值	出现变频器故障时的最差值
SS1	F-DI	STO 生效	$50 \text{ ms} + T^{2)} + t_{\text{E}}^{1)}$	$52 \text{ ms} + T^{2)} + t_{\text{E}}^{1)}$
SBC		Safe Brake Relay 输出上的信号切换	$52 \text{ ms} + T^{2)} + t_{\text{E}}^{1)}$	$60 \text{ ms} + T^{2)} + t_{\text{E}}^{1)}$

¹⁾ $p10017 > 0$ 时: $t_{\text{E}} = p10017 + 3 \text{ ms}$; $p10017$: 去抖时间

$p10017 = 0$ 时: $t_{\text{E}} = 4 \text{ ms}$

²⁾ T 取决于安全功能 SS1 的设置:

- 带制动斜坡监控的 SS1: $T = p9582 + \text{制动至停止的时间}$
- 带加速监控的 SS1: $T = \text{两者中较小的时间}$:
 - $p9556$
 - 制动至停止的时间

8.6 监控的响应时间

发现超限后的响应时间

表格 8-10 响应时间

功能	响应	响应时间	
		驱动系统无故障时的最差值	存在故障时的最差值
SS1	STOP A	67 ms ¹⁾	101 ms ¹⁾
SLS	STOP A 或 STOP B	67 ms ¹⁾	113 ms ¹⁾
SDI	STOP A 或 STOP B	61 ms ¹⁾	107 ms ¹⁾
SSM	PROFIsafe 位 S_STW1.7 中的信号切换	101 ms ¹⁾	135 ms ¹⁾
	故障安全数字量输出 F-DO 的信号切换:	77 ms ¹⁾	113 ms ¹⁾

¹⁾ 接通电机后，响应时间会立即延长 p9586（实际值计算的延迟时间）。

PROFIsafe 通讯中断后的响应时间

变频器从上级安全控制器 (F-CPU) 接收 PROFIsafe 监控时间。

如果 PROFIsafe 报文的长度长于 PROFIsafe 监控时间，变频器会激活 STO 功能。

此外，根据中断的时间点，变频器会输出以下其中一个故障：

- 基本安全功能已使能：故障 F01611
- 扩展安全功能已使能：信息 C01711

附录

A.1 关于本章

本章节涉及哪些内容？

为您解答以下问题

- 安全功能典型的验收测试是怎样的？
- 机器制造商或使用方需要注意哪些标准和指令？
- 变频器的其他相关信息在哪儿？


A.2 验收测试示例

通过验收测试可检查变频器中安全功能的设置是否正确。下面展示的是一些验收测试示例及其基本操作步骤。没有覆盖所有可能的变频器设置。

验收测试的建议

- 请采用允许的最大转速和加速度开展验收测试，以测试电机是否可以达到预期的最大减速距离和减速时间。
- PC 工具 **Startdrive** 中的 **Trace**（跟踪）功能可以简化某些应用中的验收测试，例如：在不容易接近机器中的驱动时。因此，我们建议在一些验收测试中使用该跟踪功能。
- 如果已经对一个验收测试做了跟踪记录，则须进行以下操作：
 - 如果要保存跟踪结果，应将保存位置输入到验收报告中
 - 如果要打印跟踪结果，应将打印的跟踪结果附在验收报告中
- 如果无需跟踪功能便可执行验收测试，则可以放弃跟踪。
- 报警 **A01697**：
该报警在每次系统启动后都会出现，不是关键报警。

在完成变频器中安全功能的验收测试后，还须检查机器或设备中的与安全相关的功能是否可以正常运行。

 验收 - 调试结束 (页 181)

A.2.1 基本功能 STO 的验收测试

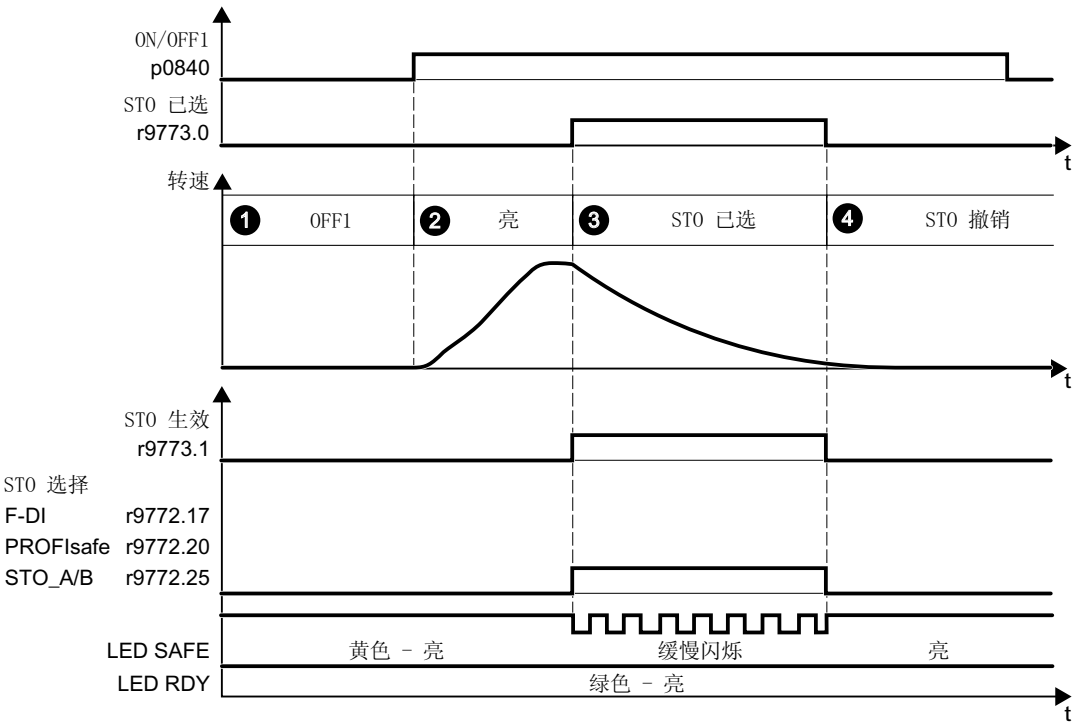


图 A-1 基本安全功能 STO 的验收测试

操作步骤

			状态
1.	变频器运行就绪		
	• 变频器既不报告安全功能故障，也不发出报警 (r0945[0...7]、r2122[0...7])。		
	• STO 未生效 (r9773.1 = 0)。		
2.	接通电机		
	2.1.	给出一个不为 0 的转速设定值。	
	2.2.	给出 ON 指令，接通电机。	
	2.3.	检查电机是否转动。	

				状态
3.	选择 STO			
3.1.	在电机旋转时，选择 STO <i>测试配置的每种控制方式，例如：数字量输入控制方式和 PROFIsafe 控制方式。</i>			
3.2.	请确认以下项目：			
	通过 PROFIsafe 控制时	通过故障安全数字量输入 F-DI 控制时	功率模块 PM240-2 或 PM240P-2 中通过端子 STO_A 和 STO_B 控制时	
	<ul style="list-style-type: none"> 变频器报告：“通过 PROFIsafe 选择 STO” (r9772.20 = 1) 	<ul style="list-style-type: none"> 变频器报告：“通过端子选择 STO” (r9772.17 = 1) 	<ul style="list-style-type: none"> 变频器报告：“通过功率模块端子进行 STO 选择” (r9772.25 = 1) 	
	<ul style="list-style-type: none"> 如果没有机械制动，电机惯性滑行停车。如果有机械制动，电机静止后制动抱紧电机。 			
	<ul style="list-style-type: none"> 变频器既不报告安全功能故障，也不发出报警 (r0945[0...7]、r2122[0...7])。 			
	<ul style="list-style-type: none"> 变频器报告：“STO 已选中” (r9773.0 = 1)。“STO 生效” (r9773.1 = 1)。 			
4.	撤销 STO			
4.1.	撤销 STO 。			
4.2.	请确认以下项目：			
	<ul style="list-style-type: none"> STO 未生效 (r9773.1 = 0)。 			
	<ul style="list-style-type: none"> 变频器既不报告安全功能故障，也不发出报警 (r0945[0...7]、r2122[0...7])。 			

您已成功完成功能 STO 的验收测试。



A.2.2 STO 的验收测试（扩展安全功能）

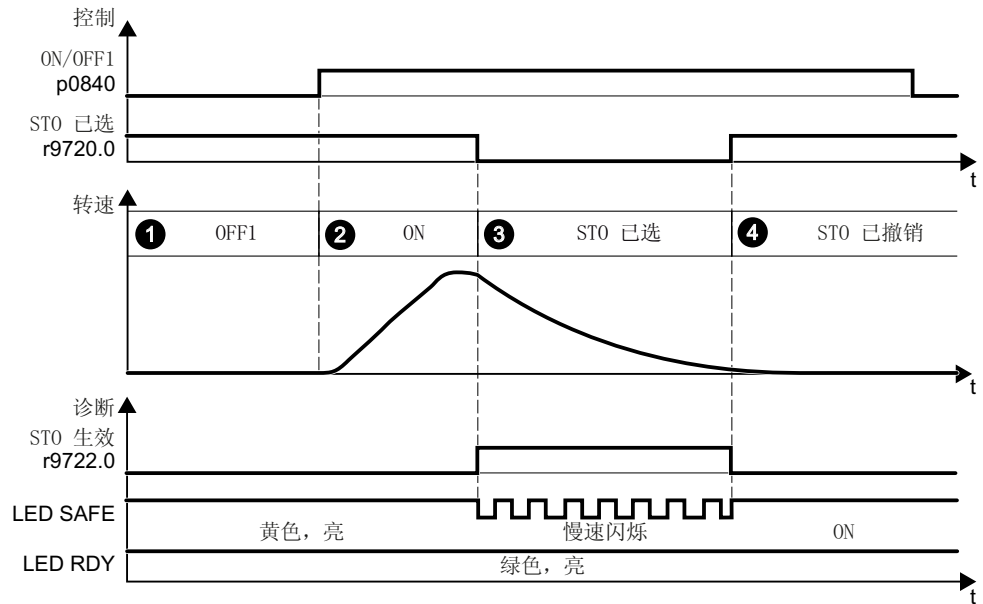


图 A-2 扩展安全功能 STO 的验收测试

操作步骤

		状态
1.	变频器运行就绪	
	<ul style="list-style-type: none"> 变频器既不报告安全功能故障，也不发出报警（r0945[0...7]、r2122[0...7]）。 	
	<ul style="list-style-type: none"> STO 未生效 (r9722.0 = 0)。 	
2.	接通电机	
	2.1. 给出一个不为 0 的转速设定值。	
	2.2. 给出 ON 指令，接通电机。	
	2.3. 检查电机是否转动。	
3.	选择 STO	
	3.1. 在电机旋转时，选择 STO。	
	3.2. 请确认以下项目：	
	<ul style="list-style-type: none"> 如果没有机械制动，电机惯性滑行停车。如果有机械制动，电机静止后制动抱紧电机。 	
	<ul style="list-style-type: none"> 变频器既不报告安全功能故障，也不发出报警（r0945[0...7]、r2122[0...7]）。 	
	<ul style="list-style-type: none"> 变频器报告：“STO 生效” (r9722.0 = 1)。 	

			状态
4.	撤销 STO		
	4.1.	撤销 STO。	
	4.2.	请确认以下项目：	
		<ul style="list-style-type: none">• STO 未生效 (r9722.0 = 0)。• 变频器既不报告安全功能故障，也不发出报警 (r0945[0...7]、r2122[0...7])。	

您已成功完成 STO 的验收测试。



A.2.3 基本安全功能 SS1 的验收测试

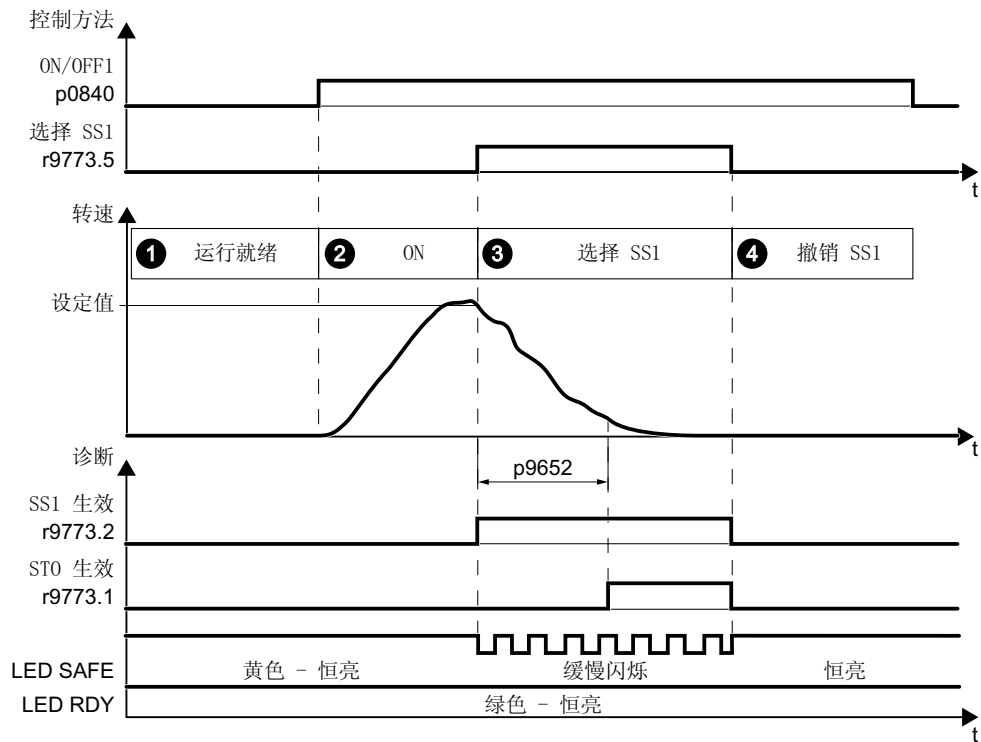


图 A-3 基本安全功能 SS1 的验收测试

操作步骤

			状态
1	变频器运行就绪		
	· 请确认以下项目：		
	● 变频器既不报告安全功能故障，也不发出报警（r0945[0...7]、r2122[0...7]）。		
	● SS1 未生效 (r9773.6 = 0)。		
2	接通电机		
	2.1	给出一个不为 0 的转速设定值。	
	·		
	2.2	给出 ON 指令，接通电机。	
	·		
2.3	检查电机是否转动。		
·			

		状态
3	选择 SS1	
·	3.1 在电机接通后，选择 SS1。 · 测试配置的每种控制方式，例如：数字量输入控制方式和 <i>PROFIsafe</i> 控制方式。	
	3.2 在机器上确认以下项目：	
·	● 电机在 OFF3 斜坡上减速制动。	
	● SS1 生效 (r9773.6 = 1)。	
	● p9652 时间届满后，变频器报告：“STO 生效” (r9773.1 = 1)。	
4	撤销 SS1	
·	4.1 撤销 SS1。 ·	
	4.2 请确认以下项目：	
·	● SS1 未生效 (r9773.6 = 0)。	
	● 变频器既不报告安全功能故障，也不发出报警 (r0945[0...7]、r2122[0...7])。	

您已结束功能 SS1 的验收测试。



A.2.4 扩展安全功能 SS1 的验收测试

下面两幅示意图展示了我们建议的验收测试步骤。变频器的响应各有不同，取决于 SS1 的设置：

- 图 1：选中 SS1 后，变频器通过制动斜坡监控功能监控转速。
- 图 2：选中 SS1 后，变频器通过加速监控功能监控转速。

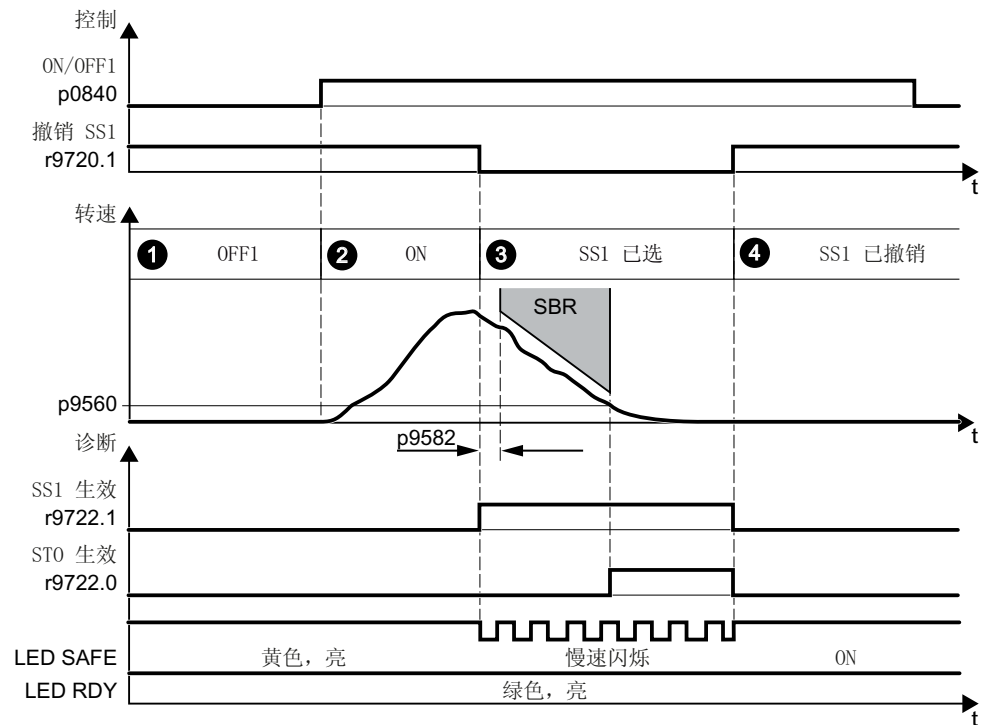


图 A-4 图 1 - 带制动斜坡监控的 SS1 的验收测试

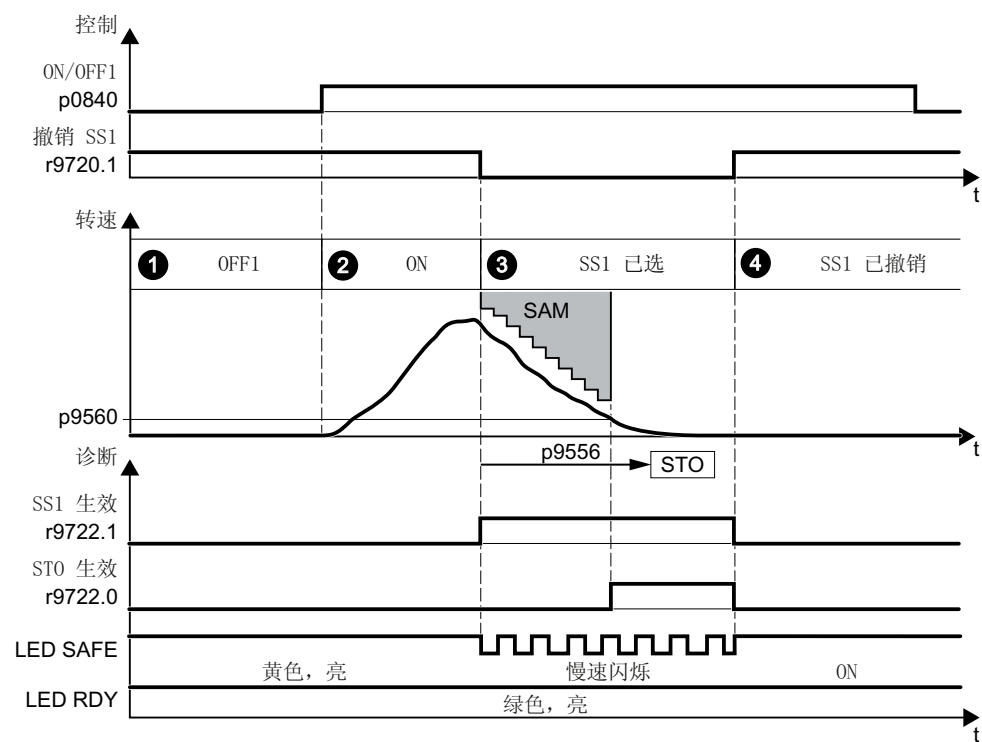


图 A-5 图 2 - 带加速监控的 SS1 的验收测试

操作步骤

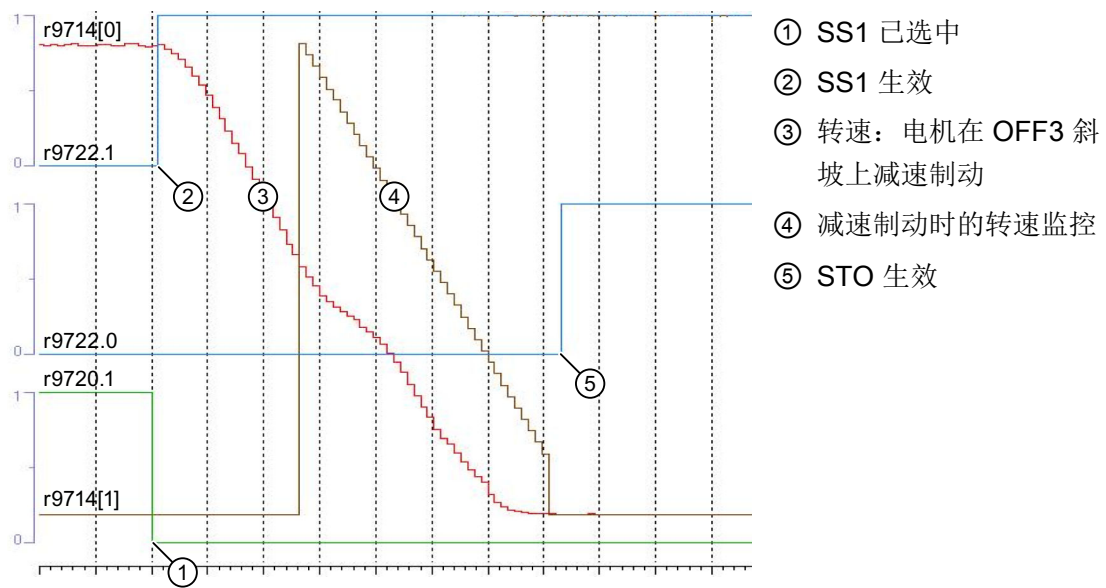
		状态
1.	变频器运行就绪	
	• 变频器既不报告安全功能故障，也不发出报警（r0945[0...7]、r2122[0...7]）。	
	• SS1 未生效 (r9722.1 = 0)。	
	进入 STARTER 在线模式并配置以下跟踪。 <ul style="list-style-type: none">• 变量-位模 (r9720.1 = 0)• 对以下值进行跟踪记录：r9714[0]、r9714[1]、r9722 显示位 r9722.0 / .1• 选择合适的时间间隔和预触发事件，以便查看 SS1 被选中的状态和到 STO 的过渡状态。• 启动跟踪功能。	
2.	接通电机	
	2.1. 给出一个不为 0 的转速设定值。	
	2.2. 给出 ON 指令，接通电机。	
	2.3. 检查电机是否转动。	

		状态
3.	选择 SS1	
3.1.	在电机接通后，选择 SS1。 <i>测试配置的每种控制方式，例如：数字量输入控制方式和 PROFIsafe 控制方式。</i>	
3.2.	确认以下项目：变频器既不报告安全功能故障，也不发出报警（r0945[0...7]、r2122[0...7]）。	
3.3.	分析跟踪结果。	
	<ul style="list-style-type: none"> 选中 SS1 后，SS1 生效 (r9722.1 = 1)。 电机在 OFF3 斜坡上减速制动。 电机低于关机转速 p9560 后，STO 生效 (r9722.0 = 1)。 记录下的 r9714[0] 和 r9714[1] 的曲线大致平行。 	
4.	撤销 SS1	
4.1.	撤销 SS1。	
4.2.	请确认以下项目：	
	<ul style="list-style-type: none"> SS1 未生效 (r9722.1 = 0)。 变频器既不报告安全功能故障，也不发出报警（r0945[0...7]、r2122[0...7]）。 	

您已结束功能 SS1 的验收测试。



跟踪示例



A.2.5 功能 SBC 的验收测试

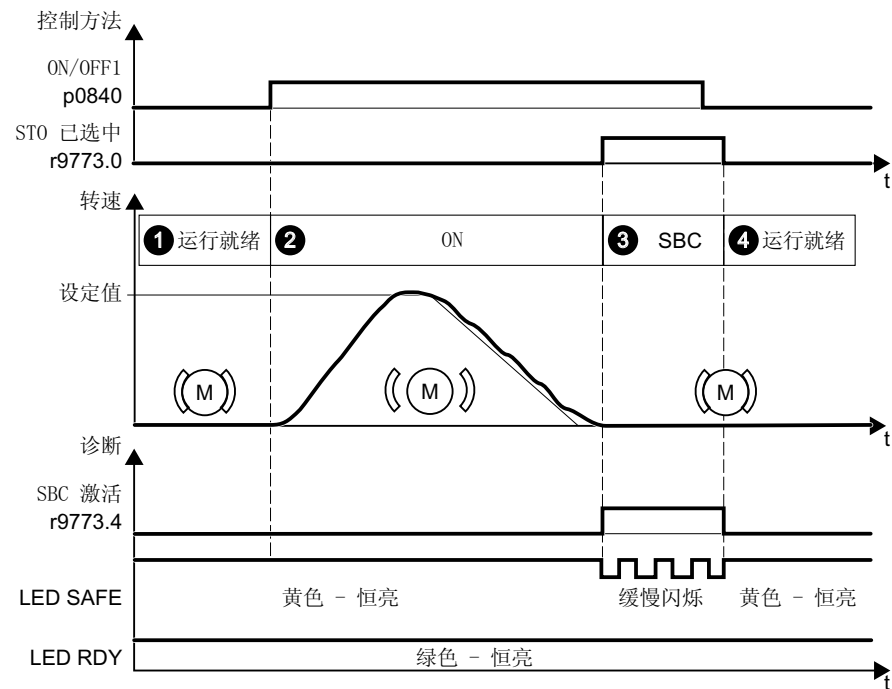


图 A-6 功能 SBC 的验收测试

操作步骤

		状态
1.	变频器运行就绪	
	<ul style="list-style-type: none"> 变频器既不报告安全功能故障，也不发出报警 (r0945[0...7]、r2122[0...7])。 SBC 未生效 (r9773.4 = 0)。 	
2.	接通电机	
	2.1. 给出一个不为 0 的转速设定值。	
	2.2. 给出 ON 指令，接通电机。	
	2.3. 检查电机是否转动。	
	2.4. 给出一个为 0 的转速设定值。	
3.	选择 SBC	
	3.1. 选择功能 STO 或 SS1。	
	3.2. 确认以下项目：变频器报告“SBC 生效” (r9773.4 = 1)。	

			状态
4.	变频器运行就绪		
	4.1.	撤销 STO。	
	4.2.	请确认以下项目：	
		• 变频器报告“SBC 未生效” (r9773.4 = 0)。	
		• 变频器既不报告安全功能故障，也不发出报警（r0945[0...7]、r2122[0...7]）。	

您已成功完成 SBC 的验收测试。



A.2.6 SLS 的验收测试

下面两幅示意图展示了我们建议的验收测试步骤。变频器的响应各有不同，取决于 SLS 的设置：

- 图 1：在转速过高时，变频器的响应为 STOP A。
- 图 2：在转速过高时，变频器的响应为 STOP B。

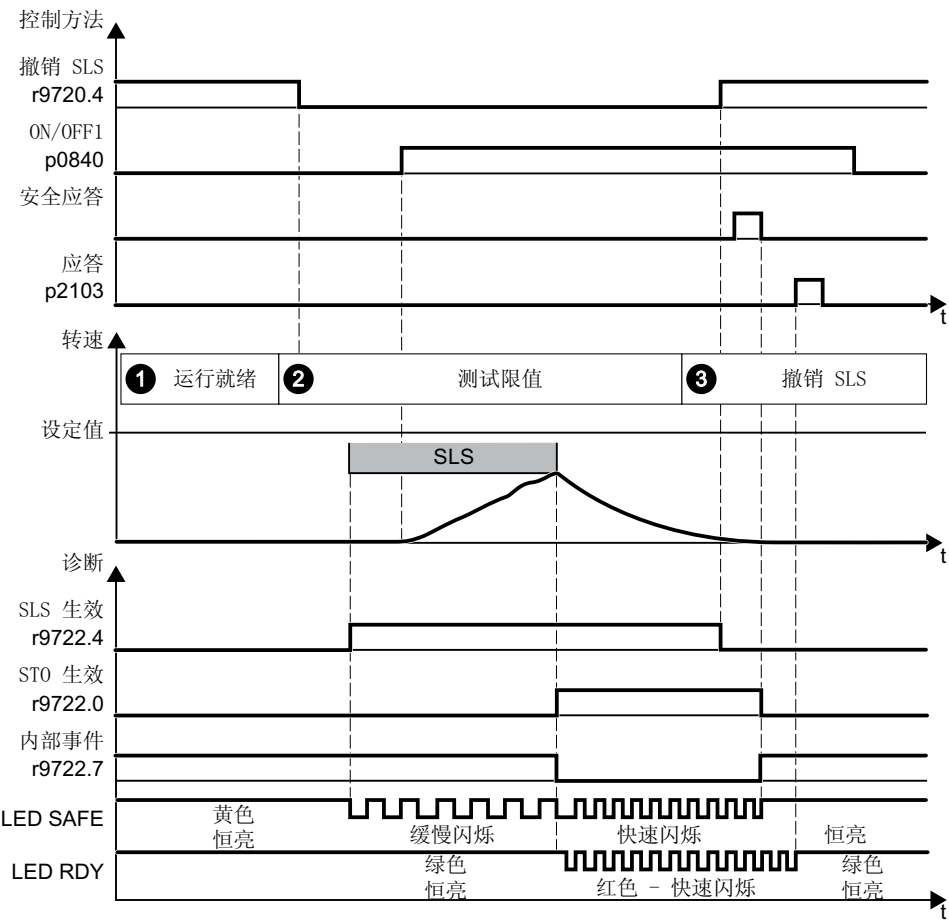


图 A-7 图 1 - 带 STOP A 响应的 SLS 的验收测试

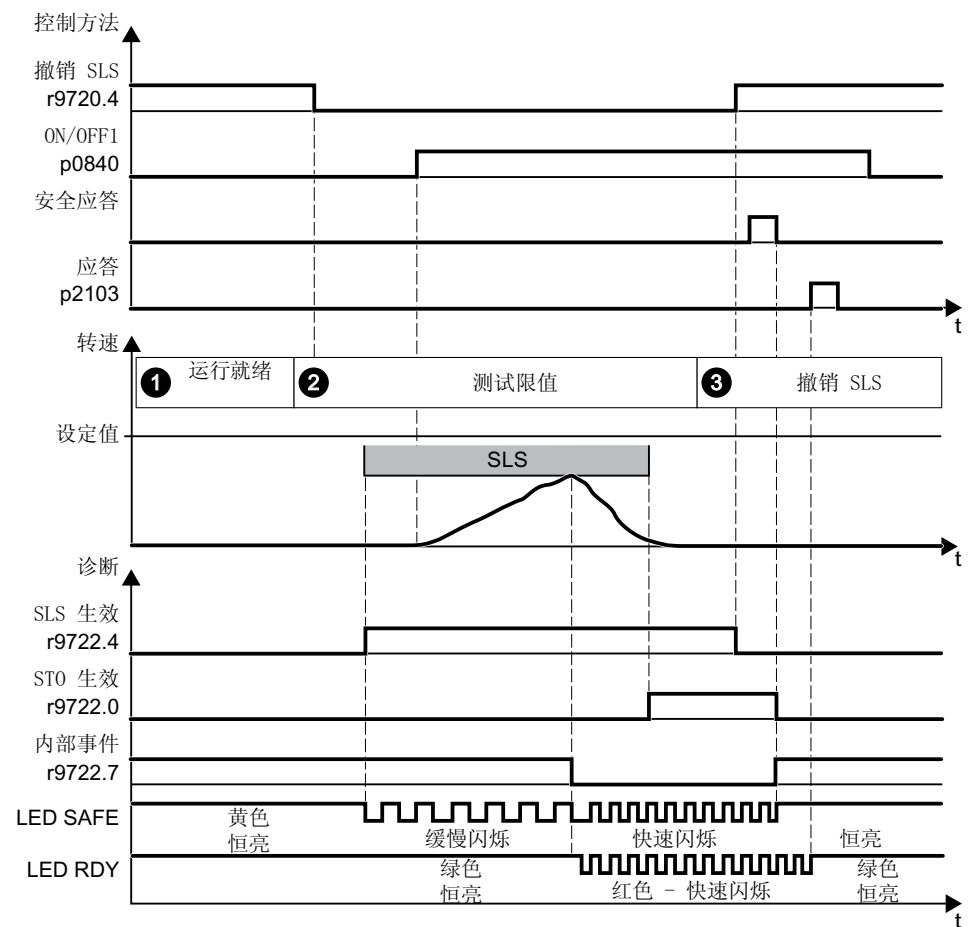



图 A-8 图 2 - 带 STOP B 响应的 SLS 的验收测试

操作步骤

		状态
设置了多个 SLS 转速档时，必须为每个 SLS 转速档进行验收测试。		
1.	变频器运行就绪	
	请确认以下项目：	
	<ul style="list-style-type: none">变频器既不报告安全功能故障，也不发出报警（r0945[0...7]、r2122[0...7]）。	
	<ul style="list-style-type: none">SLS 未生效 (r9722.4 = 0)。	
进入 STARTER 在线模式并配置以下跟踪。		
<ul style="list-style-type: none">变量 - 位模 (r9722.7 = 0)		
<ul style="list-style-type: none">对以下值进行跟踪记录：r9714[0]、r9714[1]、r9722 显示位 r9722.0 / .4 / .7 / .9 / .10请选择合适的时间间隔和预触发事件，方便查看电机超出 SLS 转速档的运行状态和后续响应。		

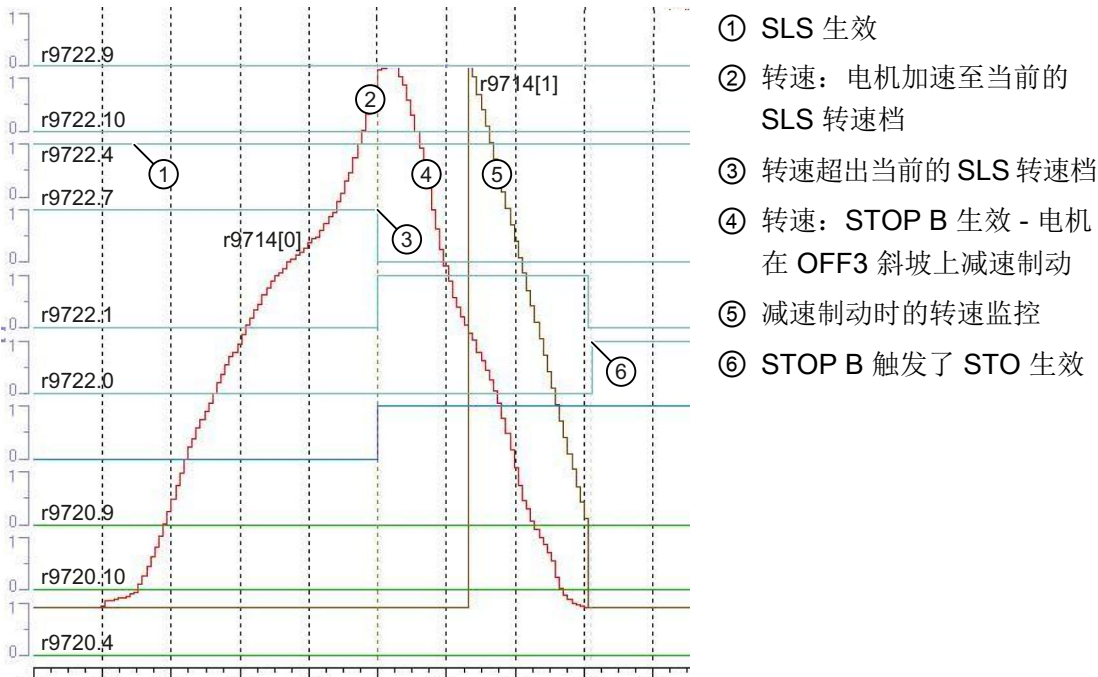
		状态
2.	接通电机	
2.1.	给定一个高于该 SLS 转速档的转速设定值。	
2.2.	选择需要测试的 SLS 转速档。	
2.3.	激活 Acceptance mode: 	
	小心 高电机转速 下面的测试中取消了功能 SLS 的限速。过高的电机转速可能会危害人身安全和财产安全。 <ul style="list-style-type: none"> 对危险的机器部件采取防护措施，比如：隔离这些部件。 	
2.4.	在撤销 SLS 后 5 秒内给出 ON 指令，接通电机。 如果在 5 秒内您还没有给出 ON 指令，STO 会自动生效。此时撤销 SLS，然后再次选择该功能。	
2.5.	检查电机是否转动。	
	后续步骤取决于在调试时 SLS 功能的设置： <div> <div> 图 1: 超出限值时，变频器的响应为 STOP A。 </div> <div> 图 2: 超出限值时，变频器的响应为 STOP B。 </div> </div>	
2.6.	变频器报告： <ul style="list-style-type: none"> C01714 和 C30714（超过 SLS） C01700 和 C30700（触发了 STOP A） 	变频器报告： <ul style="list-style-type: none"> C01714 和 C30714（超过 SLS） C01701 和 C30701（触发了 STOP B） C01700 和 C30700（触发了 STOP A）

				状态
	2.7.	分析跟踪结果。		
		● 选中 SLS 后，变频器报告“SLS 生效” (r9722.4 = 1)。		
		● 变频器报告所选的 SLS 转速档 (r9722.9 和 r9722.10)。		
		● 一旦 r9714[0] 超出当前的 SLS 转速档，变频器便报告一个内部事件 (r9722.7 = 0)。		
		超出限值时，响应为 <i>STOP A</i>		超出限值时，响应为 <i>STOP B</i>
	● 一旦 r9714[0] 超出当前的 SLS 转速档，电机便惯性停车 (r9722.0 = 1)。		● 一旦 r9714[0] 超出当前的 SLS 转速档，电机便在 OFF3 斜坡上减速制动 (r9722.1 = 1)。	
		● 减速制动后，STO 生效 (r9722.0 = 1)。		
3. 撤销 SLS				
3.1.		撤销 SLS。		
3.2.		确认以下项目：SLS 未生效 (r9722.4 = 0)。		
3.3.		应答安全功能的信息。		

您已完成功能 SLS 的验收测试。



跟踪示例（超出限值时，响应为 STOP B）



A.2.7 SSM 的验收测试

下面两幅示意图展示了我们建议的验收测试步骤。验收测试的步骤各有不同，取决于 SSM 的设置：

- 图 1：在电机关闭后，反馈信号“转速低于限值”仍保持生效。
- 图 2：在电机关闭后，反馈信号“转速低于限值”失效。

下面两幅示意图举例说明了“不带回差的 SSM 功能”的设置。

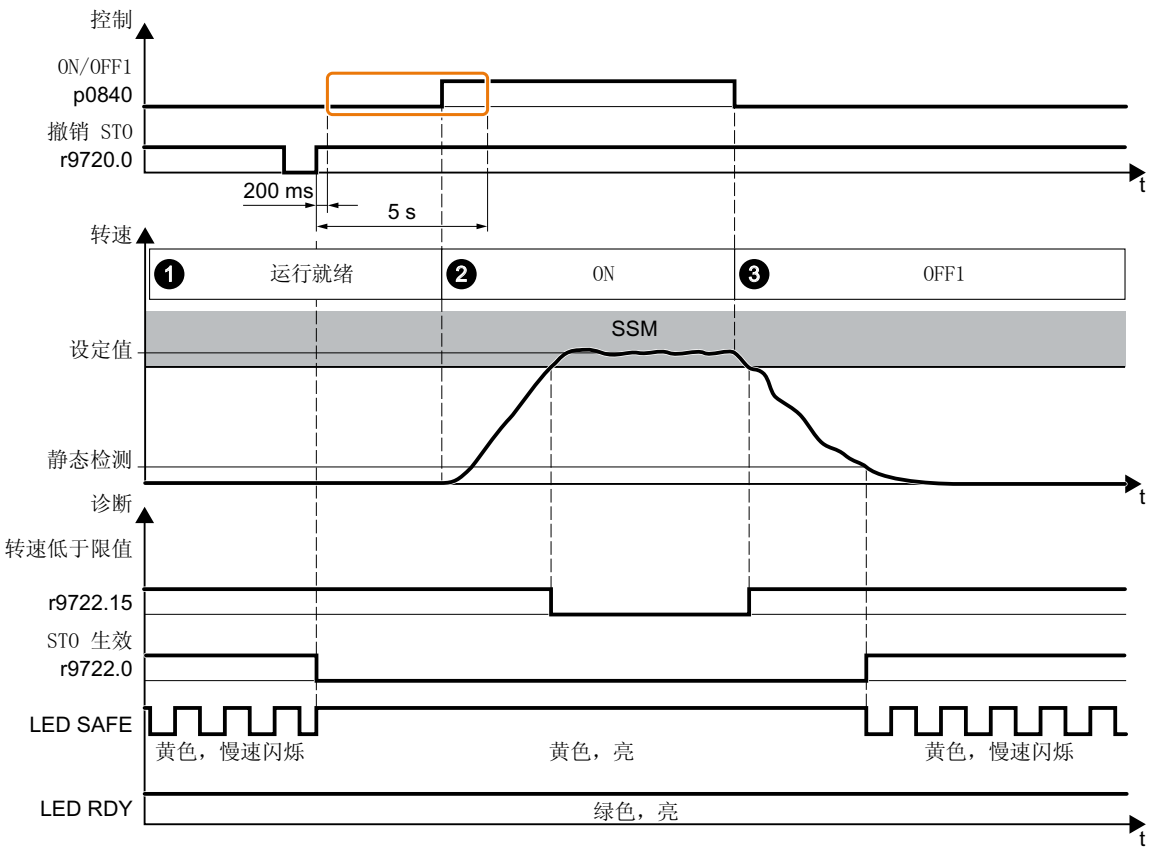


图 A-9 图 1 - SSM 的验收测试，电机关闭后反馈仍生效

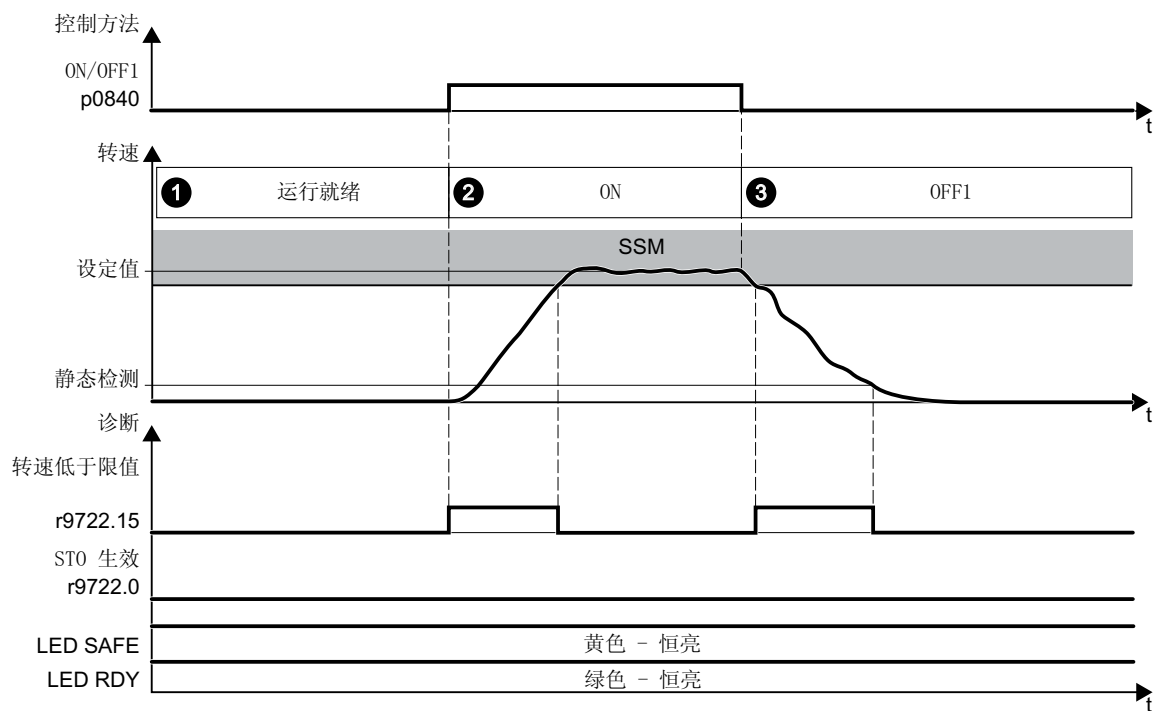


图 A-10 图 2 - SSM 的验收测试，电机关闭后反馈失效

操作步骤

		状态
1.	变频器运行就绪	
	<ul style="list-style-type: none">确认以下项目：变频器既不报告安全功能故障，也不发出报警 (r0945[0...7]、r2122[0...7])。	
	<p>进入 STARTER 在线模式并配置以下跟踪。</p> <ul style="list-style-type: none">变量 - 位模 (r9722.15 = 0)对以下值进行跟踪记录：r0899, r9714[0], r9722显示以下位：<ul style="list-style-type: none">r0899.11r9722.15请选择合适的時間间隔和预触发事件，方便查电机超出 SSM 限值的运行状态和之后低出限值的运行状态。	

				状态
2.	接通电机			
2.1.	给定一个超过 SSM 限值的转速设定值。			
2.2.	后续步骤取决于在调试时 SSM 功能的设置:			
	图 1: 在电机关闭后, 反馈信号“转速低于限值”仍保持生效。		图 2: 在电机关闭后, 反馈信号“转速低于限值”失效。	
2.2.1.	选择 STO。		给出 ON 指令, 接通电机。	
2.2.2.	再次撤销 STO。			
2.2.3.	在撤销 STO 后 5 秒内给出 ON 指令, 接通电机。			
2.3.	检查电机是否转动。			
2.4.	等待片刻, 直到电机转速达到设定值。			
3.	关闭电机			
3.1.	给出 OFF1 指令, 关闭电机。			
3.2.	分析跟踪结果:			
	● r9714[0] 超过转速限值 p9346 时, r9722.15 = 0。			
	不带回差的 SSM: ● r9714[0] 低于转速限值 p9546 时, r9722.15 = 1。		带回差的 SSM: ● r9714[0] 低于转速限值 p9546 减去回差 p9547 的差时, r9722.15 = 1。	
	在电机关闭后, 反馈信号“转速低于限值”仍保持生效: ● 在电机关闭后 (r0899.11 = 0), r9722.15 = 1。		在电机关闭后, 反馈信号“转速低于限值”失效: ● 在电机关闭后 (r0899.11 = 0), r9722.15 = 0。	

您已结束功能 SSM 的验收测试。



跟踪示例



A.2.8 SDI 的验收测试

下文单独说明如何进行 SDI+ 和 SDI- 的验收测试。SDI+ 和 SDI- 这两个方向都投入使用时，必须分别进行验收测试。

SDI 的停止响应可设为 STOP A 和 STOP B。下面两幅示意图只展示了停止响应为 STOP A 的 SDI 的情况。下表中列出了不同的停止响应设置下的变频器的响应情况。

SDI + 的验收测试

下面两幅示意图展示了我们建议的验收测试步骤。验收测试的步骤各有不同，取决于 SDI 的设置：

- 图 1：在电机关闭后，反馈信号“SDI 生效” 仍保持生效。
- 图 2：在电机关闭后，反馈信号“SDI 生效” 失效。

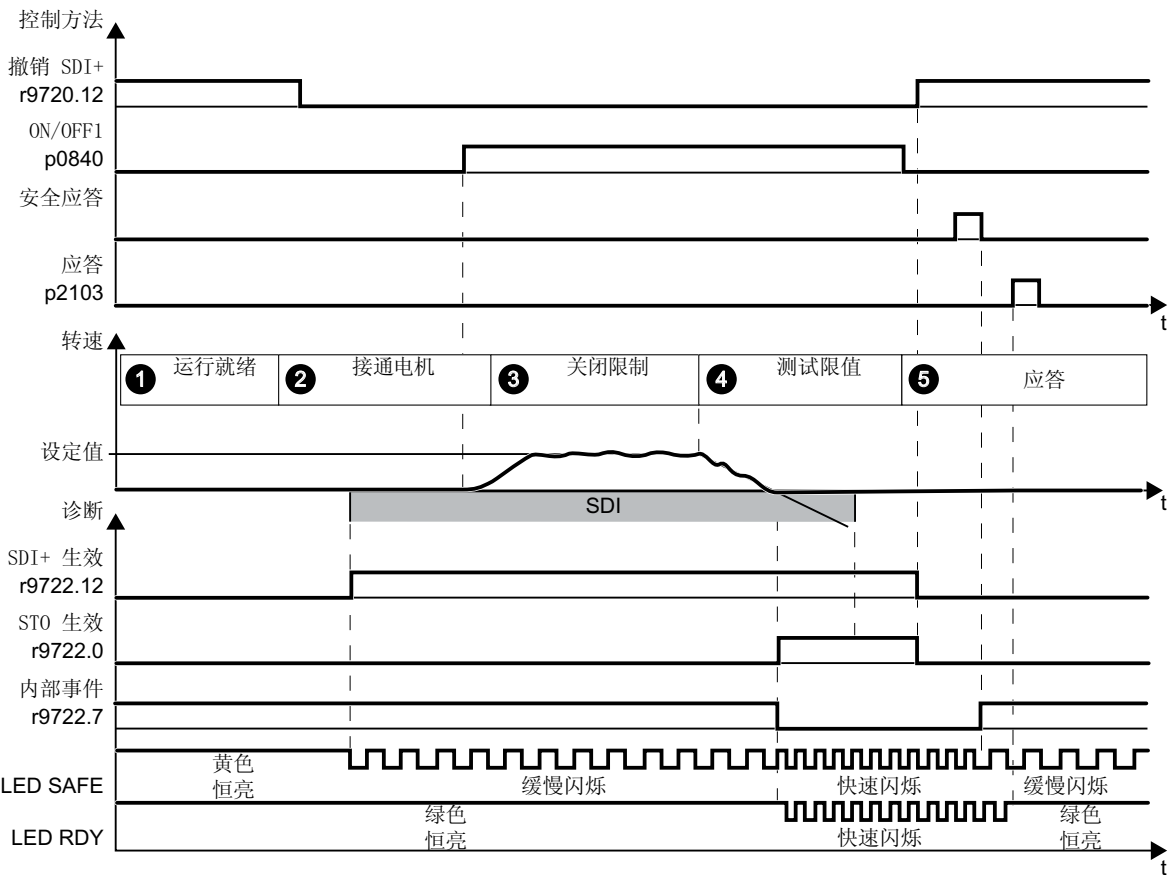


图 A-11 图 1 - SDI+ 的验收测试，在电机关闭后，反馈信号“SDI 生效” 仍保持生效

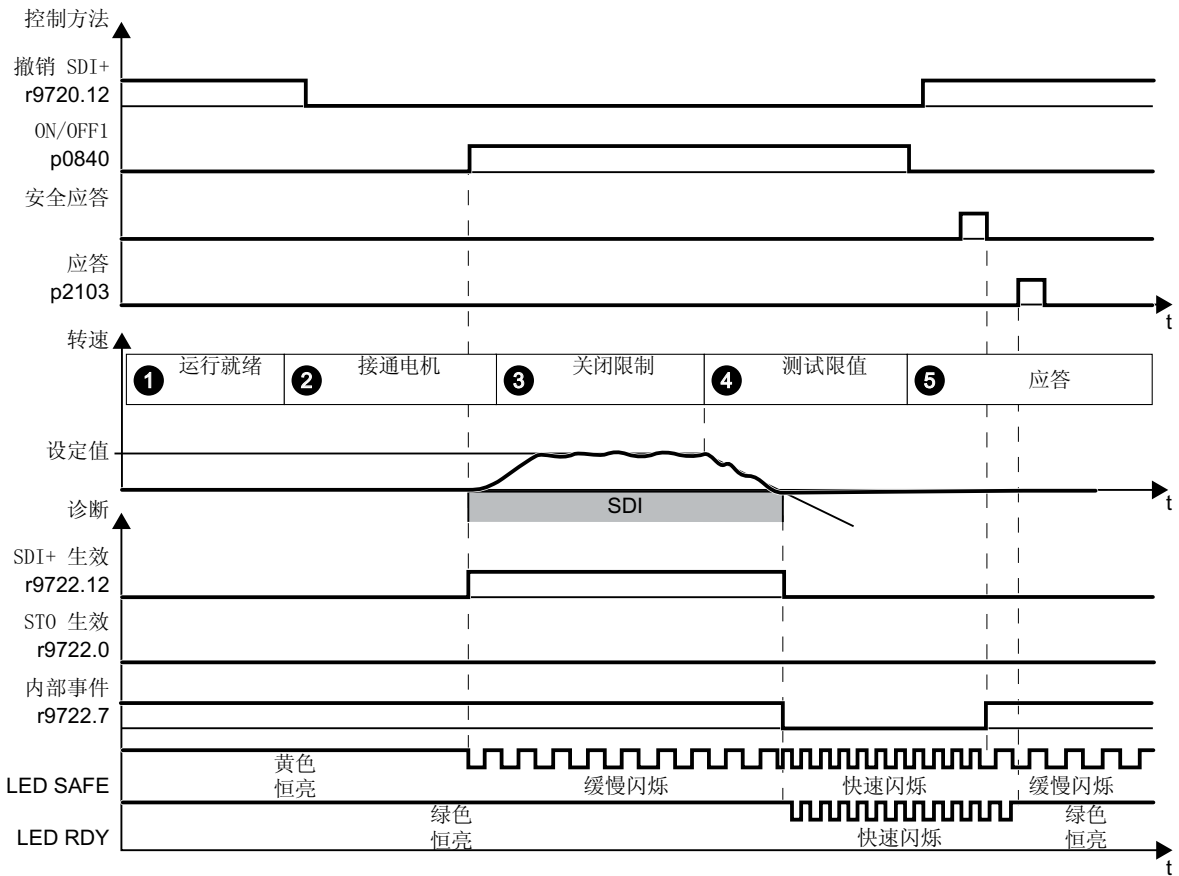



图 A-12 图 2 - SDI+ 的验收测试，在电机关闭后，反馈信号“SDI 生效”失效

操作步骤

		状态
1.	变频器运行就绪	
	请确认以下项目：	
	<ul style="list-style-type: none"> 变频器既不报告安全功能故障，也不发出报警（r0945[0...7]、r2122[0...7]）。 SDI+ 未生效 (r9722.12 = 0)。 	
	进入 STARTER 在线模式并配置以下跟踪。 <ul style="list-style-type: none"> 变量 - 位模 (r9722.7 = 0)。 对以下值进行跟踪记录：r9713[0], r9722 显示位 r9722.0 / .1 / .7 / .12 请选择合适的时间间隔和预触发事件，以便查看电机超出 SDI 公差这一状态和后续响应。 	

			状态
2.	接通电机		
2.1.	给出一个正转速设定值。		
2.2.	选中 SDI+, 即只允许正转速。		
2.3.	后续步骤取决于在调试时 SDI 功能的设置:		
	图 1: 在电机关闭后, 反馈信号“SDI 生效” 仍保持生效。	图 2: 在电机关闭后, 反馈信号“SDI 生效” 失效。	
	在撤销 SDI 后 5 秒内给出 ON 指令, 接通电机。 如果在 5 秒内您还没有给出 ON 指令, STO 会自动生效。此时撤销 SDI, 然后再次选择该功能。	给出 ON 指令, 接通电机。	
2.4.	检查电机是否在允许的方向上转动。		
3.	关闭设定值限制, 以进行验收测试		
	激活 Acceptance mode: 		

			状态
4.	测试之前设置的限值		
4.1.	给出一个负转速设定值。		
4.2.	后续步骤取决于在调试时 <i>SDI</i> 功能的设置:		
	超出限值时, 响应为 <i>STOP A</i>	超出限值时, 响应为 <i>STOP B</i>	
	<ul style="list-style-type: none"> 变频器报告: <ul style="list-style-type: none"> C01716 和 C30716 (超出安全方向监控允许的公差) C01700 和 C30700 (触发了 STOP A) 	<ul style="list-style-type: none"> 变频器报告: <ul style="list-style-type: none"> C01716 和 C30716 (超出安全方向监控允许的公差) C01701 和 C30701 (触发了 STOP B) C01700 和 C30700 (触发了 STOP A) 	
4.3.	分析跟踪结果:		
	<ul style="list-style-type: none"> SDI+ 已选中时, 变频器报告: SDI+ 生效 (r9722.12 = 1)。 		
	<ul style="list-style-type: none"> 一旦 r9713[0] 超出 SDI 公差, 变频器便报告一个内部事件 (r9722.7 = 0)。 		
	超出限值时, 响应为 <i>STOP A</i>	超出限值时, 响应为 <i>STOP B</i>	
	<ul style="list-style-type: none"> 电机随后惯性停车 (r9722.0 = 1)。 	<ul style="list-style-type: none"> 变频器在 OFF3 斜坡上减速制动 (r9722.1 = 1)。 	
		<ul style="list-style-type: none"> 减速制动后, STO 生效 (r9722.0 = 1)。 	
5.	应答故障		
5.1.	撤销 SDI+。		
5.2.	确认以下项目: SDI+ 未生效 (r9722.12 = 0)。		
5.3.	应答安全功能的信息。		

您已结束了功能 SDI+ 的验收测试。



SDI - 的验收测试

下面两幅示意图展示了我们建议的验收测试步骤。验收测试的步骤各有不同，取决于 SDI 的设置：

- 图 1：在电机关闭后，反馈信号“SDI 生效” 仍保持生效。
- 图 2：在电机关闭后，反馈信号“SDI 生效” 失效。

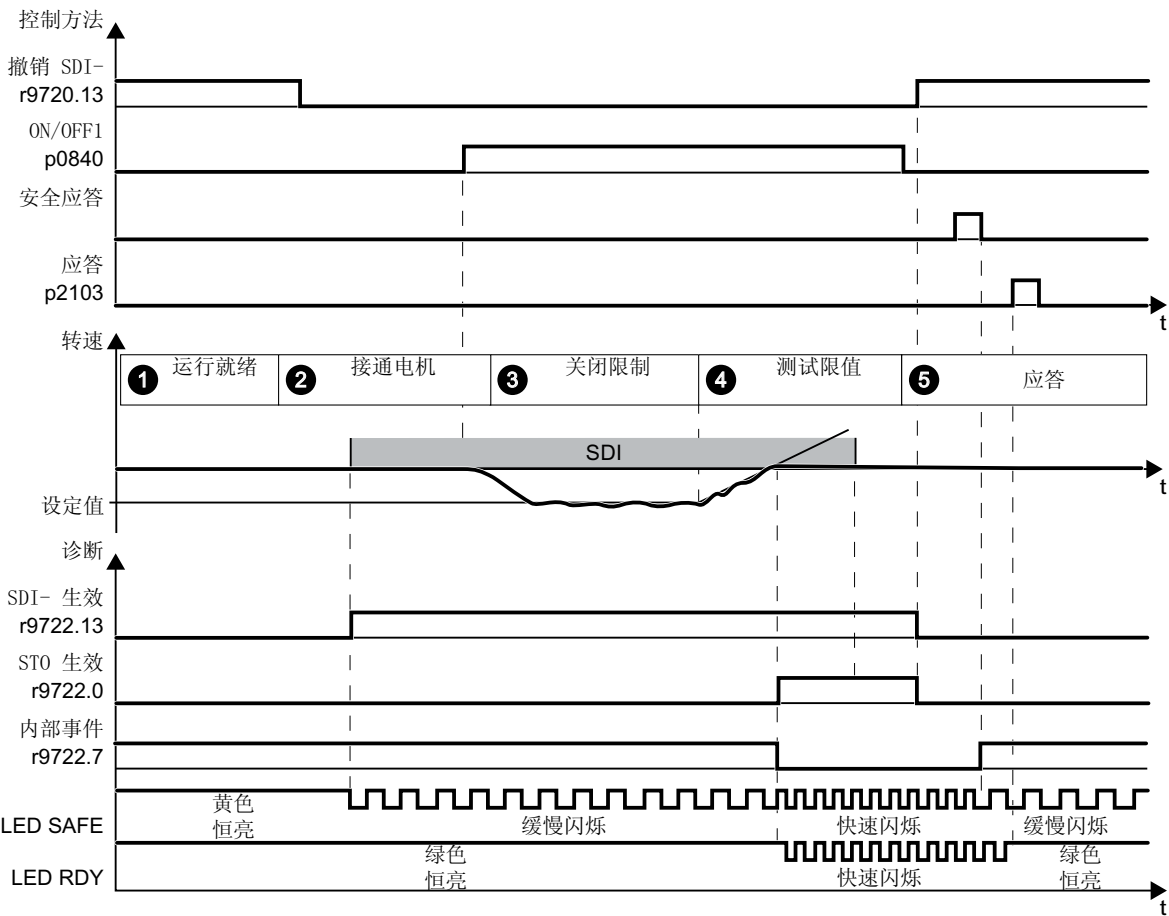


图 A-13 图 1 - SDI- 的验收测试，在电机关闭后，反馈信号“SDI 生效” 仍保持生效

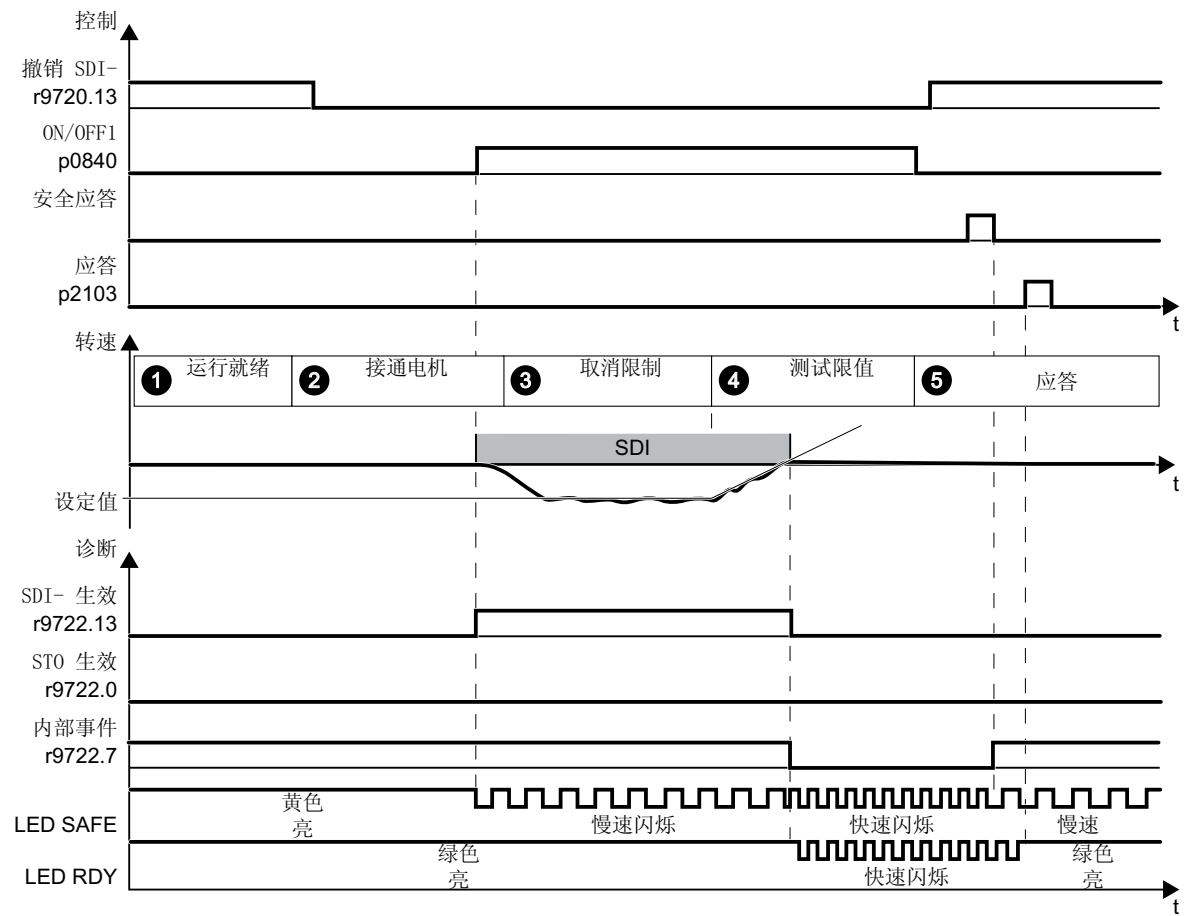



图 A-14 图 2 - SDI- 的验收测试，在电机关闭后，反馈信号“SDI 生效”失效

操作步骤

		状态
1. 变频器运行就绪		
	请确认以下项目：	
	• SDI- 未生效 (r9722.13 = 0)。	
	• 变频器既不报告安全功能故障，也不发出报警（r0945[0...7]、r2122[0...7]）。	
	进入 STARTER 在线模式并配置以下跟踪。 • 变量 - 位模 (r9722.7 = 0)。 • 对以下值进行跟踪记录：r9713[0], r9722 显示位 r9722.0 / .1 / .7 / .13 • 请选择合适的时间间隔和预触发事件，以方便查看电机超出 SDI 公差这一状态和后续响应。	

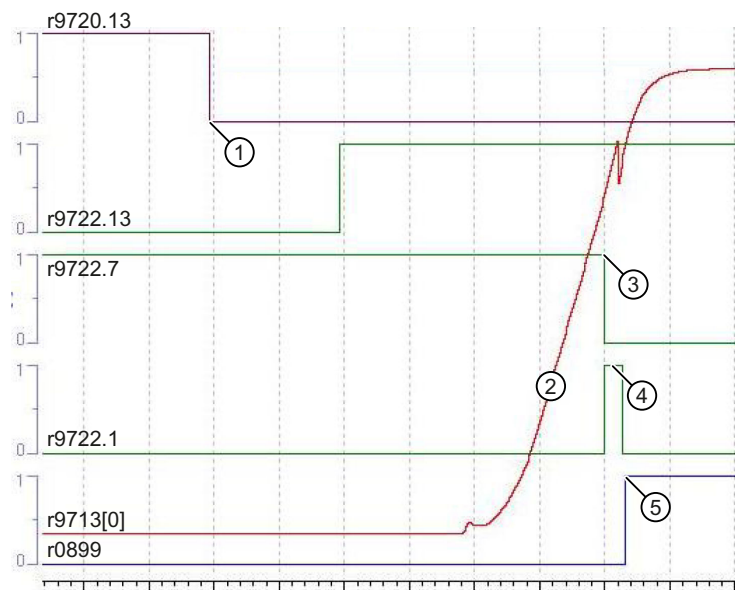
			状态
2.	接通电机		
2.1.	给出一个负转速设定值。		
2.2.	选中 SDI-，即只允许负转速。		
2.3.	后续步骤取决于在调试时 SDI 功能的设置：		
	图 1： 在电机关闭后，反馈信号“SDI 生效” 仍保持生效。	图 2： 在电机关闭后，反馈信号“SDI 生效” 失效。	
	在撤销 SDI 后 5 秒内给出 ON 指令，接通电机。 如果在 5 秒内您还没有给出 ON 指令，STO 会自动生效。此时撤销 SDI，然后再次选择该功能。	给出 ON 指令，接通电机。	
2.4.	检查电机是否在允许的方向上转动。		
3.	关闭设定值限制，以进行验收测试		
	激活 Startdrive 中的验收模式： 		

			状态
4.	测试之前设置的限值		
4.1.	给出一个正转速设定值。		
4.2.	后续步骤取决于在调试时 SDI 功能的设置:		
	超出限值时, 响应为 <i>STOP A</i>	超出限值时, 响应为 <i>STOP B</i>	
	变频器报告: <ul style="list-style-type: none"> ● C01716 和 C30716 (超出安全方向监控允许的公差) ● C01700 和 C30700 (触发了 STOP A) 	变频器报告: <ul style="list-style-type: none"> ● C01716 和 C30716 (超出安全方向监控允许的公差) ● C01701 和 C30701 (触发了 STOP B) ● C01700 和 C30700 (触发了 STOP A) 	
4.3.	分析跟踪结果		
	<ul style="list-style-type: none"> ● SDI- 已选中时, 变频器报告: SDI- 生效 (r9722.13 = 1)。 ● 一旦 r9713[0] 超出 SDI 公差, 变频器便报告一个内部事件 (r9722.7 = 0)。 		
	超出限值时, 响应为 <i>STOP A</i>	超出限值时, 响应为 <i>STOP B</i>	
	<ul style="list-style-type: none"> ● 电机随后惯性停车 (r9722.0 = 1)。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 变频器在 OFF3 斜坡上减速制动 (r9722.1 = 1)。 ● 减速制动后, STO 生效 (r9722.0 = 1)。 	
5.	应答故障		
5.1.	撤销 SDI-。		
5.2.	确认以下项目: SDI- 未生效 (r9722.13 = 0)。		
5.3.	应答安全功能的信息。		

您已结束了功能 SDI- 的验收测试。



跟踪示例（超出限值时，响应为 STOP B）



- ① SDI 已选中
- ② 位置实际值：电机转动
- ③ 电机的位置实际值超出了允许的公差范围
- ④ STOP B 生效 - 电机在 OFF3 斜坡上减速制动
- ⑤ STOP B 触发了 STO 生效

A.2.9 PROFIsafe 报文 900 中 F-DI 状态的验收测试

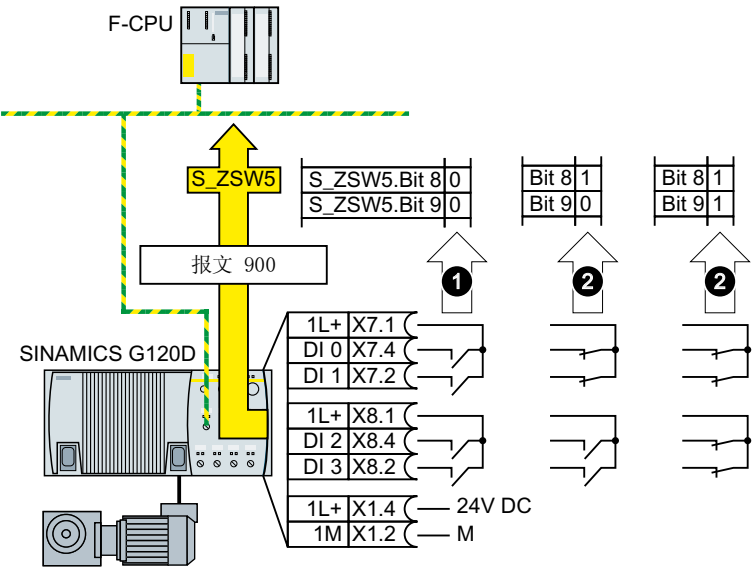


图 A-15 F-DI 状态的验收测试，以 SINAMICS G120D 为例

操作步骤

		状态
-	变频器运行就绪	
	<ul style="list-style-type: none"> 变频器既不报告安全功能故障，也不发出报警（r0945[0...7]、r2122[0...7]）。 	
1.	检查 F-DI 信号是否处于低位	
	1.1. 将需要检查的 F-DI 的信号切换为低位。	
	1.2. 在 F-CPU 中检查状态字 S_ZSW5 的相应位是否为 0。	
2.	检查 F-DI 信号是否处于高位	
	2.1. 将需要检查的 F-DI 的信号切换为高位。	
	2.2. 在 F-CPU 中检查状态字 S_ZSW5 的相应位是否为 1。	

您已结束 F-DI 状态的验收测试。



A.3 示例：机器的验收测试记录

机器说明或设备说明

标识	...
类型	...
序列号	...
制造商	...
最终用户	...
机器或设备简图： 	

变频器数据

表格 A-1 具有安全功能的变频器的硬件型号

变频器标识	变频器的产品编号和硬件型号
...	...
...	...

功能表

表格 A-2 不同运行方式下和采用不同安全装置时激活的安全功能

运行方式	安全装置	驱动	已选择的安全功能	经过检查
...	
...	
示例:				

A.3 示例：机器的验收测试记录

运行方式	安全装置	驱动	已选择的安全功能	经过检查
生产	防护门已关闭	输送带	---	---
	防护门已打开	输送带	SS1 (2 秒内制动)	
	急停按钮被按下	输送带	STO	
调试	防护门已关闭	输送带	---	---
	防护门已打开	输送带	SLS 1 档 (300 rpm)	
	急停按钮被按下	输送带	STO	

记录下设置

记录的文件名：	
...	
...	

数据备份

数据	存储器			保管地点
	保管方式	标识	日期	
设置记录
验收测试
跟踪
PLC 程序
电气原理图

会签

调试人员

我方在此确认上述测试和检查的规范性。

日期	名称	公司/部门	签字
...

A.3 示例：机器的验收测试记录

机器制造商

我方在此确认以上记录中所含设置的正确性。

日期	名称	公司/部门	签字
...

A.4 标准和指令

A.4.1 概述

A.4.1.1 目标

技术设备和产品的制造商和销售商有责任确保设备和产品的安全性，也就是说，他们应采用最先进的技术设计出尽可能安全的设备、机械及其它技术装置。为此，有关经济合作组织在标准中说明了所有对安全非常重要的先进技术。遵循这些相关标准可有依据地推定设备保达到了先进安全技术水平，进而确保设备安装人员和机械/设备制造商履行了相关义务。

安全技术应尽可能降低设备对人和环境造成的危害，同时尽可能少地限制工业生产和设备使用（除非是一些必要的限制）。一些全球标准和规定旨在为所有国家的人员和环境提供相同程度的保护，并避免安全要求高低不同引起的恶性竞争。

在不同的国家和地区，设备安全保障有不同的方案和要求。在法律规定和安全要求中，何时检查设备是否充分安全、采用什么方法检查以及责任分配等也各不相同。

机械制造商和设备安装人员必须确保机械和设备的安全性符合使用地的法律法规。例如，在美国使用的机械的控制系统必须符合美国当地的要求，即使其制造商来自欧洲经济共同体（EEA）。

A.4.1.2 功能安全

从需要保护的对象的角度来看，安全是一个密不可分的整体。但造成危险的原因和避免这些危险的技术措施可能存在很大的差异，因此人们将安全分为不同的类型，例如根据造成危险的原因进行分类。当安全取决于功能正常工作时，该安全便是“功能安全”。

为了保证机械或设备的功能安全，保护装置/控制装置的安全部件必须正常工作，并且在故障状态下能够使设备保持在安全状态或将设备进入安全状态。为此需要使用符合相关标准要求的专业技术。对功能安全的要求基于以下几个基本目标：

- 避免系统故障
- 控制偶然发生的错误或故障

衡量达到的功能安全的尺度有：危险故障发生的几率、故障公差和避免系统故障后应达到的质量水平。这些尺度在各个标准中定义为特定的分级：在 IEC/EN 61508、IEC/EN 62061 中是“安全集成等级”（Safety Integrity Level, SIL）；在 EN ISO 13849-1 中是“类别”（Category）和“性能等级”（Performance Level, PL）。

A.4.2 欧洲的机械安全

和产品生产相关的欧盟指令以调控自由商品贸易的欧盟条约第 95 条为基础。在这些指令的基础上形成了一个新的全球措施（“new approach”，“global approach”）：

- 欧盟指令只描述了通用安全目标和定义了基本安全要求。
- 技术详细信息只能由欧洲议会和欧盟理事会委任的标准委员会（CEN、CENELEC）在标准中定义。这些标准与特定指令保持协调，并且公布在欧洲议会和欧盟理事会公报中。立法者不会强制规定要求遵守某标准。但是如果遵守了这些协调标准，便可假定为满足了相关指令的所有安全要求。
- 欧盟指令要求成员国之间相互承认彼此的国家规定。

欧盟指令彼此之间具有等同的效力，即一个特定的设备涉及到多个指令时，所有相关指令的要求都生效（例如对于带电气装置的机械，机械指令和低压指令都适用）。

A.4.2.1 机械指令

附件 I 中规定了机械类产品的基本健康和安全要求，必须符合这些要求。

必须尽责地实施保护目标，以符合指令要求。

机械制造商必须出具证明，表明设备符合基本要求。使用协调标准可以简化证明过程。

相关机械指令为 IEC 61800-5-2 可调速的电驱动系统；第 5-2 部分：安全要求 - 功能安全。

IEC 61800-5-2 在 IEC 61508 范围内监控适用于安全相关应用 (PDS(SR)) 的可调速电驱动系统 (PDS)。

IEC 61800-5-2 引入 PDS(SR) 要求作为安全相关系统的子系统。为此，可在考虑了 PDS 安全功能的情况下实现 PDS(SR) 电气、电子和可编程电子元件的转换。

PDS(SR) 的制造商和供应商可通过 IEC 61800-5-2 标准向用户（如控制系统集成商或机器和设备的开发人员）证明其产品的安全性能。

A.4.2.2 欧洲协调标准

欧洲协调标准由欧盟委员会授权的两个标准机构 CEN（Comité Européen de Normalisation）和 CENELEC（Comité Européen de Normalisation Électrotechnique）制订，用于对特定产品的欧盟指令要求进行详细描述。这些标准（欧盟标准）随欧洲议会和欧盟理事会公报颁布，之后必须不加更改地纳入各成员国的国家标准中。它们满足基本的安全和健康要求，以及机械指令的附件 I 中所述的保护目标。

在遵循了相关协调标准的情况下，会“自动假定”为遵循了机械指令；即相关的安全要求包含在特定标准中时，制造商在遵循了该标准的情况下可假定遵循了机械指令。但并非所有欧洲标准都为协调标准。协调标准会公布在欧洲议会和欧盟理事会公报中。

欧洲的机械安全标准可划分为以下等级：

- A 类标准（基本标准）
- B 类标准（类别标准）
- C 类标准（产品标准）

A 类标准/基本标准

A 类标准中包含对所有机械的概念和定义。例如 EN ISO 12100（原 EN 292-1）“机械安全 - 基本概念，通用设计原则”。

A 类标准主要针对制定 B 类/C 类标准的机构。如果没有相应的 C 类标准，其中的风险最小化措施对制造商也非常有用。

B 类标准/类别标准

B 类标准为涉及了多种机械类别的安全技术标准。B 类标准主要针对制定 C 类标准的机构。如果没有相应的 C 类标准，其中对机械设计和结构的规定对制造商也非常有用。

B 类标准还可以进一步划分为：

- B1 类标准，用于高级安全要素，例如人体工学原则、与危险来源的安全距离，防止身体部位受到撞击的最小距离。
- B2 类标准，用于各种机械类别的安全设备，例如急停设备、双手控制设备、联锁设备、非接触生效防护设备、控制系统的安全部件。

C 类标准/产品标准

C 类标准为特定产品的专用标准，例如机床、木材加工机、升降机、包装机、印刷机等。产品标准为对特定机械的要求。这些要求有时可能会与基本标准和类别标准有所差别。对于机械制造商，C 类标准/产品标准具有最高的优先级。符合该标准时，便可以假定机械制造商符合了机械指令附录 I 的基本要求（自动符合性假定）。如果某种机械无产品标准，则可在机械结构设计时采用 B 类标准。

标准的完整清单以及授权的标准草案都可从以下网址获取：

标准 (<http://www.newapproach.org/>)

建议：由于科技高速发展，机械标准中的改动也较为频繁，因此在使用这些标准（尤其是 C 类标准）时需要特别注意它的时效性。此外还需注意，产品不一定要符合这些标准，但是一定要达到相关欧盟指令中的所有安全目标。

A.4.2.3 控制系统安全设计相关标准

如果机械的功能安全性取决于控制系统功能，则在设计控制系统时必须将发生安全功能失灵的几率降到足够低。EN ISO 13849-1 和 IEC61508 标准定义了机械控制系统安全设计相关的原则，这些原则符合欧盟机械指令中的所有安全目标。使用此标准即可满足机械指令中的相关安全目标。

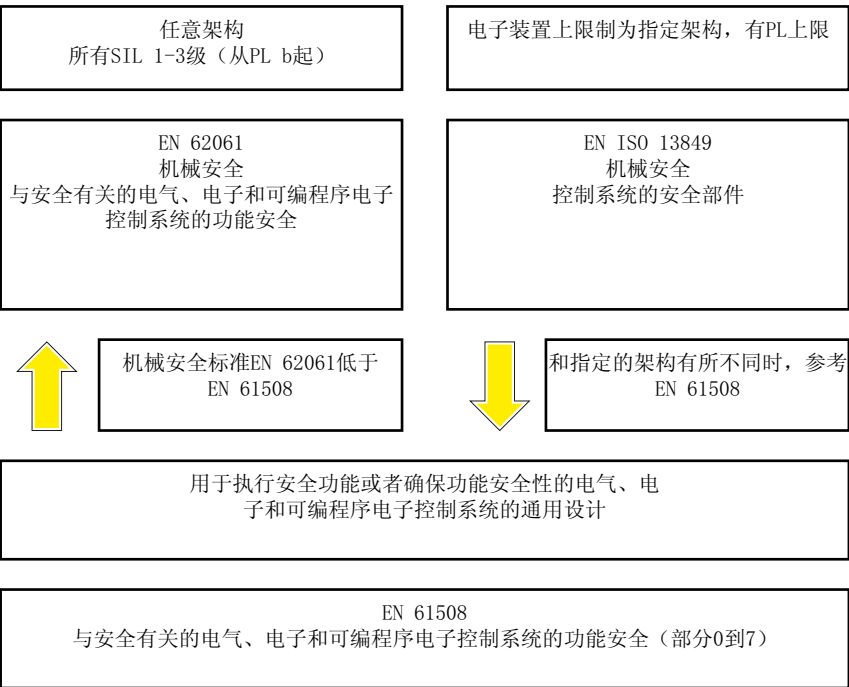


图 A-16 控制系统安全设计相关标准

EN ISO 13849-1、EN 62061 和 EN 61508 的应用范围相近。为了便于用户选择，IEC 协会和 ISO 协会都在其标准的引言中以同一张表格列出了两种标准的应用范围。根据工艺（机械、气动、液压、电气、电子、可编程电子）、风险分级、架构等要素选择使用 EN ISO 13849-1 或 EN 62061。

集成了安全功能的可调速电驱动适用于标准 IEC 61800-5-2 的应用。IEC 61800-5-2 确定了要求并为设计、研发、集成和验证安全相关应用的功能安全性给出了建议。IEC 61800-5-2 适用于可调速电驱动系统。

	执行安全相关控制功能的工艺	EN ISO 13849-1	EN 62061
A	非电气（例如液压、气压）	X	未被涵盖
B	机电装置（例如继电器和/或简单电子装置）	限制为指定架构（参见注释 1），最大为 PL = e	所有架构，最大到 SIL 3

C	复杂电子装置（例如可编程电子装置）	限制为指定架构（参见注释 1），最大为 PL = d	所有架构，最大到 SIL 3
D	A+B	限制为指定架构（参见注释 1），最大为 PL = e	X 参见注释 3
E	C+B	限制为指定架构（参见注释 1），最大为 PL = d	所有架构，最大到 SIL 3
F	C + A 或者 C + A 或者 C+B	X 参见注释 2	X 参见注释 3
<p>“X”表示标准涵盖了此项。</p> <p>注释 1： 指定架构在 EN ISO 13849-1 的附录 B 中描述，是定量分析的简单基础。</p> <p>注释 2： 针对复杂的电子装置：使用符合 EN ISO 13849-1，最高性能等级 PL 为 d 的架构，或者使用符合 EN 62061 的架构。</p> <p>注释 3： 对于非电气工艺：使用符合 EN ISO 13849-1 的组件作为子系统。</p>			

A.4.2.4 DIN EN ISO 13849-1

出于工艺原因，根据 DIN EN 13849-1 进行的定性分析对于现代控制系统不够充分，例如 DIN EN ISO 13849-1 中没有考虑时间特性（例如时间间隔、循环测试、寿命）。而时间特性是 DIN EN ISO 13849-1 中的可靠性测试基础（每个时间单位发生故障的几率）。

DIN EN ISO 13849-1 涵盖了所有安全功能以及所有参与了安全功能执行的设备。使用 DIN EN ISO 13849-1 时，除了定性分析外，还要对安全功能进行定量分析。并基于特定类别使用性能等级（PL，Performance Level）这一参数。以下安全技术参数是组件/设备必需的：

- 类别（结构要求）
- PL:性能等级
- MTTF_d:平均无危险故障时间
meantime to dangerous failure

A.4 标准和指令

- DC: 诊断覆盖率
diagnostic coverage
- CCF:CCF: 共因故障
common cause failure

该标准描述了如何在指定构架的基础上、计算控制系统中安全相关部件的性能等级 PL。与此有偏差时，DIN EN ISO 13849-1 参考 IEC 61508。

对于由多个安全相关部件组成的整体系统，此标准用于说明如何计算总 PL。

说明

DIN EN ISO 13849-1 和机械指令

从 2007 年五月起，DIN EN ISO 13849-1 和机械指令统一。

A.4.2.5 EN 62061

EN 62061（等同于 IEC 62061）是 IEC/EN 61508 以下的用于特定领域的标准。它对机械上和安全相关的电气控制系统的设计和制造进行描述，涉及从设计阶段到设备退役的整个生命周期。此标准基于安全功能的定量和定性分析。

对于复杂的控制系统，标准采用“Top-Down”的描述方式，即“功能分解（Functional Decomposition）”。此时，它将通过风险分析得到的安全功能划分为子安全功能，并将它们分配给实际设备（子系统和子系统单元）。其中涵盖了硬件和软件。EN 62061 也描述了对应用程序设计的要求。

和安全相关的控制系统由不同子系统组成。子系统通过安全技术参数（SIL 索赔期限 和 PFH_D ）说明。

可编程电子设备（例如 PLC）或者调速驱动器必须符合 IEC 61508，它们可作为子系统集成到控制系统中。子系统的制造商必须给出以下安全技术参数。

子系统安全技术参数：

- SIL CL: SIL 索赔期限
SIL claim limit
- PFH_D : 每小时发生危险故障的几率
probability of dangerous failures per hour
- T1: 寿命
lifetime

简单子系统（例如由电子机械部件组成的传感器或执行器），由相连的不同子系统单元（设备）组成，子系统的 PFH_D 值可以由这些单元的参数值计算得出。

子系统单元（设备）的安全技术参数：

- λ : 故障率
failure rate
- B10 值：用于易磨损的单元
- T1: 寿命
lifetime

对于电子机械设备，设备制造商给出的是特定开关次数下的故障率。和时间相关的故障率、寿命必须根据实际应用的开关频率确定。

在结构设计阶段需要为子系统（由子系统单元构成）定义的参数：

- T2: 诊断时间间隔
diagnostic test interval
- β : 对共因故障的灵敏性
susceptibility to common cause failure
- DC: 诊断覆盖率
diagnostic coverage

安全相关控制系统的 PFH_D 值由单个子系统的 PFH_D 值相加得出。

用户可通过以下方式实现和安全相关的控制系统：

- 使用已经满足了 EN ISO 13849-1、IEC/EN 61508 或 IEC/EN 62061 要求的设备和子系统。在标准中会说明在实现安全功能时如何集成符合要求的设备。
- 开发自己的子系统：
 - 可编程的电子系统或复杂系统：使用 IEC 61508 或 IEC 61800-5-2。
 - 简单设备和子系统：使用 EN 62061。

EN 62061 中未涵盖对非电气系统的描述。此标准提供了用于设计制造电气、电子和可编程电子控制系统的详细信息。非电气系统必须使用 DIN EN ISO 13849-1。

说明

功能示例

简单子系统的设计、集成信息已作为“功能示例”出版

说明

EN 62061 和机械指令

在欧洲，IEC 62061 已经批准为 EN 62061，且与机械指令协调。

A.4.2.6 系列标准 IEC 61508 (VDE 0803)

此系列标准对最先进的技术进行了描述。

IEC 61508 不是欧盟指令的协调标准，因此不会“自动假定”满足了指令中的保护目标，但是根据新的条款，安全相关产品的制造商也可以使用 IEC 61508 来满足欧洲指令中的基本要求，例如在以下情况下：

- 在相关应用领域没有适用的协调标准。在此情况下制造商可使用 IEC 61508，但是不存在符合性假定。
- 欧洲协调标准（例如：EN 62061、EN ISO 13849、EN 60204-1）中引用了 IEC 61508 时。这样可以确保满足指令中的相关要求（“一同生效的标准”）。从引用的角度来说，如果制造商负责地使用了 IEC 61508，则自动假定制造商符合了引用该标准的协调标准。

系列标准 IEC 61508 包含了使用 E/E/PES 系统（**electrical/electronic/programmable electronic System**）执行安全功能或者确保安全功能安全性时需要考虑的全部要素。其它危险例如电击危险则不在该标准中描述（与 DIN EN ISO 13849 相似）。

近来 IEC 61508 被定位为“国际基本安全出版物”，作为其它行业标准的框架，例如：EN 62061。由于它的国际定位，此标准在世界范围内具有很高的接受度，尤其是在北美和汽车工业领域。现在很多机构要求此标准例如作为 NRTL 清单的基础。

此外，IEC 61508 的新发展还包括：从传感器到执行器的全套安全安装的系统设计技术要求；由意外硬件故障造成的危险故障几率的量化，以及为整个 E/E/PES 安全生命周期的每个阶段创建文档。

A.4.2.7 风险分析/评估

由于自身的结构和功能，机械和设备存在风险。因此机械指令要求对每台机械进行风险评估，并在必要时降低风险，使遗留风险小于允许的风险。执行风险评估时必须使用以下标准：

- EN ISO 12100 “机械安全 - 通用设计原则 - 风险评估和风险降低”
- EN ISO 13849-1 “机械安全 - 控制系统安全部件”

EN ISO 12100 重点描述了需要分析的风险和风险降低的设计原则。

风险评估是指对机械造成的危险进行系统研究的一系列步骤。完成风险评估后要采取相应的降低风险措施。然后再次评估风险、降低风险，由此形成了一个不断重复的过程，这样可以尽可能地消除故障，确保采取了相应的保护措施。

风险评估包括

- 风险分析
 - 确定机械的限制 (EN ISO 12100)
 - 风险识别 (EN ISO 12100)
 - 风险预估 (EN 1050 第 7 段)
- 风险评估

根据实现安全性的重复过程，在风险预估后要进行评估。此时要决定是否需要降低风险。如果继续降低风险，必须选择和使用适当的保护措施。然后必须重复风险评估。

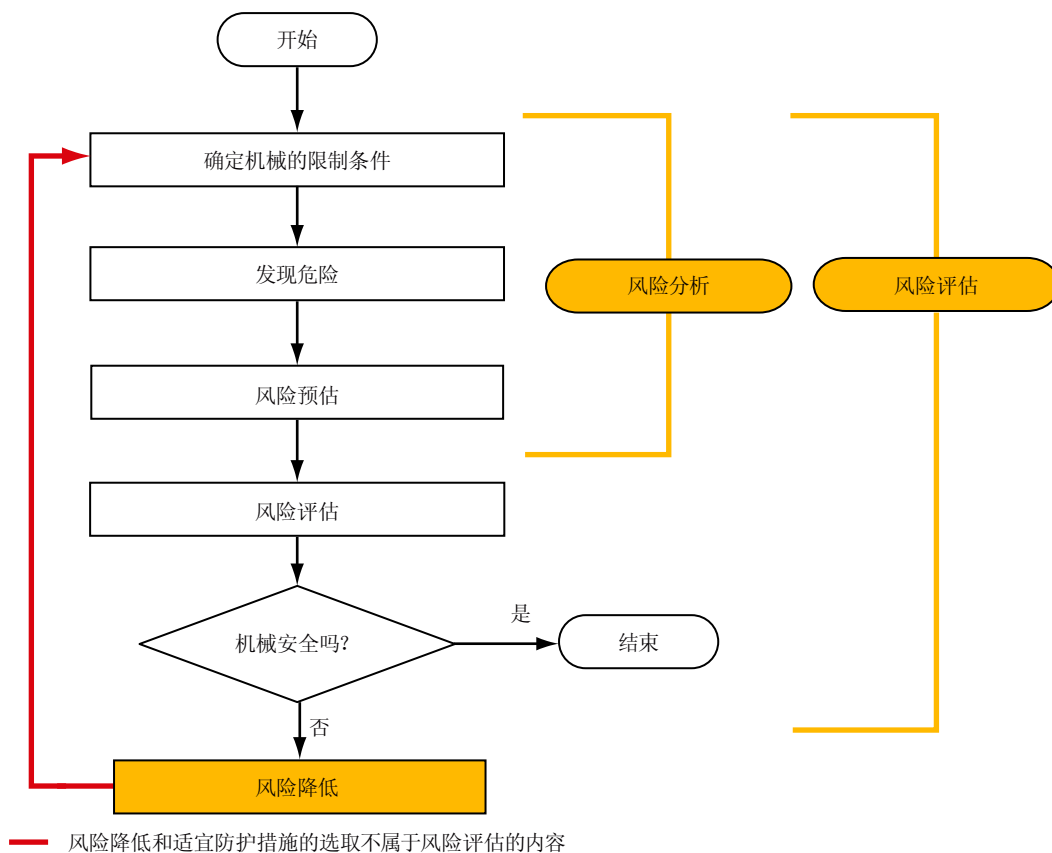


图 A-17 实现安全性的重复过程

风险降低必须通过适宜的机械设计/制造来实现，例如通过适用于安全功能的控制系统或保护措施。

如果保护措施中包含了联锁和控制功能，则保护措施必须根据 EN ISO 13849-1 设计。除了 EN ISO 13849-1，电气和电子系统也可使用 EN 62061。此时，电子控制系统和总线系统还必须符合 IEC 61508。

A.4.2.8 风险降低

除了通过结构设计，机械的风险降低也可通过和安全相关的控制系统功能实现。为了实现这些控制系统功能，必须遵循标准中规定的根据风险程度分级的特殊要求。这些要求在 EN ISO 13849--1 中描述，电气系统，尤其是带可编程电子设备的电气系统在 EN 61508 或 EN 62061 中描述。对和安全相关的控制系统部件的要求根据风险程度以及必要的风险降低措施分级。

EN ISO 13849-1 定义了风险矩阵，使用性能等级 (Performance Level, PL) 取代“类别”。

IEC/EN 62061 使用安全集成等级 (Safety Integrity Level, SIL) 分级。它是控制系统安全性能的量化标度。必要的 SIL 也根据 ISO 12100 (EN 1050) 的风险评估原则得出。在标准的附录 A 中描述了确定必要的安全集成等级 SIL 的方法。

不论使用的是哪种标准，在各种情况下都必须确保机械控制系统上所有参与安全功能执行的组件都满足这些要求。

A.4.2.9 遗留风险

在技术高度发展的当今世界，安全只是一个相对的概念。在现实中是无法完全排除风险达到绝对安全的，即所谓的“零风险保障”。遗留风险是指按照先进的经济和技术条件执行了相应的保护措施后仍无法避免的风险。

在机械/设备文档中必须提示遗留风险（用户信息，根据 EN ISO 12100）。

A.4.2.10 欧盟一致性声明

产品的 EG 一致性声明可从当地西门子办事处获取或参见以下网页：

EG 一致性声明 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/67385845/en>)

A.4.3 美国的机械安全

美国和欧洲对工作环境安全的法律规定的重要区别在于，在美国没有统一的针对机械安全的国家法规来规定制造商/供应商的责任，更多是要求雇主提供安全的工作环境。

A.4.3.1 OSHA 的最低要求

在 1970 年的职业安全法（Occupational Safety and Health Act, OSHA）中规定了雇主必须提供安全的工作环境的要求。OSHA 的核心要求位于第 5 段“责任（Duties）”中。

职业安全法由职业安全与健康管理局（Occupational Safety and Health Administration，通常称为 OSHA）负责管理。OSHA 会安排地区检察员来检查工作环境是否符合规定。

OSHA 中的工作安全相关规定在 OSHA 29 CFR 1910.xxx（“OSHA 法规 (29 CFR) 部分 1910 职业安全与健康”）中描述。（CFR: Code of Federal Regulations，美国联邦法规）

OSHA (<http://www.osha.gov>)

在 29 CFR 1910.5 “标准适用性（Applicability of standards）”中确定了标准的适用范围。此条款与欧洲的相关规定相似。当特定产品的标准涵盖了相关要素时，则具有比通用标准更高的优先级。满足了此标准时，雇主可以推定满足了标准中相关要素的 OSHA 核心要求。

对于某些特定应用，OSHA 要求所有用于保护雇员的电气设备必须获得 OSHA 授权的国家认可实验室（Nationally Recognized Testing Laboratory，NRTL）的许可。

除了 OSHA 的规定外，还须遵守其它组织如 NFPA 和 ANSI 制订的标准，以及在美国广泛适用的产品责任法。产品责任法颁布后，制造商和销售商不得不为了自己的利益认真遵守法规并采用先进技术。

第三方保险企业通常要求其客户满足标准机构制定的适用的标准的要求。自保企业不受此要求约束，但是在发生事故时必须能证明遵循了普遍公认的安全原则。

A.4.3.2 NRTL 清单

所有在美国使用的电气设备都必须获得 OSHA 授权的国家认可实验室（Nationally Recognized Testing Laboratory，NRTL）的许可，以保障雇员的安全。国家认可实验室有权通过清单、标签或其它方式颁发设备和材料的许可。检测的基础为国家标准例如 NFPA 79，以及国际标准例如 E/E/PES 系统的标准 IEC/EN 61508。

A.4.3.3 NFPA 79

NFPA 79 标准（工业机械电子标准）适用于额定电压小于 600 V 的工业机械电子设备。由多台协同工作的机械所组成的整体也称之为机械。

NFPA 79 中涵盖了对可编程电子系统和通讯总线的基本要求。当这些设备被用于安全相关的功能时，必须列出在清单上。满足了这些要求时，电子控制系统和通讯总线也可用于停止类别 0 和 1 的急停功能（参见 NFPA 79 9.2.5.4.1.4）。同 EN 60204-1 一样，NFPA 79 也不再要求在执行急停功能时通过电子机械方式断开电源。

对可编程电子系统和通讯总线的核心要求符合 NFPA 79 9.4.3:

1. 包含了基于软件的控制器的控制系统必须
 - 在发生单个故障时
 - (a) 断开系统使其进入安全状态
 - (b) 防止重新启动直到故障被消除
 - (c) 防止意外的启动
 - 具有和硬件式控制系统相同的防护等级
 - 根据符合公认的、适用于该系统的标准设计。
2. 在附注中将 IEC 61508、IEC 62061、ISO 13849--1、ISO 13849-2 和 IEC 61800-5-2 列为适用的标准。

保险商实验所 (Underwriter Laboratories Inc. UL) 定义了一个特殊的类别“可编程安全控制器”(名称代码 **NRGF**) 用于满足此要求。此类别涵盖了包含软件且设计用于安全功能的控制设备。

对此类别的详细描述以及满足此要求的设备列表可通过以下网址获取:

NRGF (<http://www.ul.com>) → Online Certifications Directory → UL Category code/Guide information → search for category "NRGF"

TUV Rheinland of North America 也是此应用的 **NRTL**。

A.4.3.4 ANSI B11

ANSI B11 标准是由多个协会, 例如美国制造技术协会 (Association for Manufacturing Technology, **AMT**) 和机器人工业联合会 (Robotic Industries Association, **RIA**) 共同制定的标准。

通过风险分析/评估对机械潜在的危险进行评估。根据 **NFPA 79**、**ANSI/RIA 15.06**、**ANSI B11.TR-3** 和 **SEMI S10** (半导体), 风险分析为一项重要要求。借助风险分析后记录下的结果, 并根据实际应用的安全等级可以选择合适的安全技术。

A.4.4 日本的机械安全

日本的情况与欧洲和美国不同, 它没有和欧洲类似的对功能安全性的法律要求, 同样产品责任法的效力也不及美国。

在日本没有对标准应用的法律要求，但是有使用 JIS（日本工业标准）的管理建议：日本借鉴欧洲的方案，将基本标准作为国家标准：

表格 A-3 日本标准

ISO/IEC 编号	JIS 编号	注释
ISO12100 (EN 1050)	JIS B 9700, JIS B 9702	原 TR B 0008 和 TR B 0009
ISO13849-1	JIS B 9705-1	-
ISO13849-2	JIS B 9705-1	-
IEC 60204-1	JIS B 9960-1	无附录 F 或欧洲前言中的路线图
IEC 61508-0 至 -7	JIS C 0508	-
IEC 62061	-	还没有 JIS 号

A.4.5 企业设备规定

除了指令和标准中的要求外，还须遵循企业特定的要求。特别是大型企业，例如汽车制造商，对自动化部件有很高的要求，并常会将其作为自己的设备规范列出。

和安全相关的事项（例如运行方式、进入危险区域的操作，急停方案等）必须事先与客户说明，确保这些事项纳入到风险评估/降低过程中。

A.4.6 其他和安全相关的事项

A.4.6.1 同业工伤事故保险联合会的信息页

有时从指令、标准或者规范文本并不能得出需要执行的安全措施。此时还需要相应的提示和说明。

为此，同业工伤事故保险联合会的各专业委员会出版各种主题的出版物。

说明

这些出版物以德语发行。其中一部分也提供英语和法语版本。

例如可参考以下主题的信息页：

- 生产时的流程监控
- 引力负载轴
- 滚压机械
- 车床和车削中心 - 购买/销售

专业委员会信息页可由所有团体使用，例如：在向车间提供建议、制定规范或者设计机械和设备上的安全措施时可以参考。专业委员会的信息页中包含对相应专业领域的建议，机械制造、生产系统、钢铁制造等。

可通过以下网址 (<http://www.bghm.de/>) 下载信息页：

1. 首先选择“Arbeitsschützer”区域，之后选择菜单“Praxishilfen”，最后选择“DGUV-Informationen”。

A.4.6.2 其它文献

- Safety Integrated, 工业安全系统（第 5 版，带附录），产品编号 6ZB5 000-0AA01-0BA1
- Safety Integrated - 术语和标准 - 机床安全术语（版本 04.2007），产品编号 E86060-T1813-A101-A1

A.5 手册和技术支持

A.5.1 手册一览

下载包含详细信息的手册

- 操作说明

安装、调试和维护变频器。扩展调试



- CU250S-2 操作说明 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109482997>)
- CU240B/E-2 操作说明 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109482994>)
- SINAMICS G120C 操作说明 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109482993>)
- 配备 CU240D-2 的 SINAMICS G120D 的操作说明 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109477366>)
- 配备 CU250D-2 的 SINAMICS G120D 的操作说明 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109477365>)
- SINAMICS G110M 操作说明 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109478193>)
- SIMATIC ET 200pro FC-2 操作说明 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109478246>)

- 功能手册



- “Safety Integrated” 功能手册 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109751320>)
配置 PROFI-safe。
安装、调试并运行变频器的故障安全功能（本手册）
- “现场总线” 功能手册 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109751350>)
配置现场总线
- “基本定位器” 功能手册 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109477922>)
调试基本定位器

- 参数手册



- CU240B/E-2 参数手册 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109482961>)
- CU250S-2 参数手册 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109482981>)
- SINAMICS G120C 参数手册 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109482977>)
- SINAMICS G120D 参数手册 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109477255>)
- SINAMICS G110M 参数手册 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109478707>)
- SIMATIC ET 200pro FC-2 参数手册 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109478711>)

- SIMATIC ET 200pro 操作说明 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/21210852>)

分布式 I/O 系统 ET 200pro



- SIMATIC ET 200pro 电机启动器手册 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/22332388/en>)

分布式 I/O 系统 ET 200pro 中的 ET 200pro 电机启动器



找到最新版手册

如果有多个版本的手册，请选择最新版：



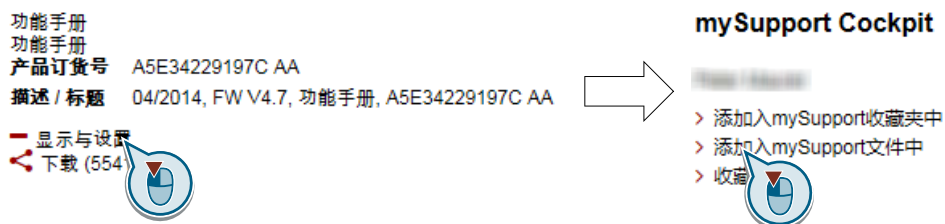
2014年8月11日
ID: 99685159
★★★★☆ (3)

配置手册

有关手册可配置性的信息请访问网址：

 我的文档管理器 (<https://www.industry.siemens.com/topics/global/en/planning-efficiency/documentation/Pages/default.aspx>).

选择“显示和配置”并在“mySupport-Dokumentation”中添加手册。



不是所有手册都可配置。

配置的手册可以 RTF、PDF 或 XML 格式导出。

A.5.2 配置选型工具

产品样本

变频器 SINAMICS G 的订货数据和技术信息。



可供下载的产品样本或在线产品样本（网上商城）：

 关于 SINAMICS G120 (www.siemens.cn/sinamics-g120)

SIZER

选型工具，覆盖了 SINAMICS、MICROMASTER、DYNAVERT T 和 Motorstarter 传动系统以及 SINUMERIK、SIMOTION 和 SIMATIC-Technology 控制器。



 SIZER DVD 光盘：

产品编号：6SL3070-0AA00-0AG0

 下载 SIZER (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/54992004/en>)

EMC（电磁兼容性）技术一览

指令和标准，符合 EMC 规定的控制柜设计



 EMC 一览 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/103704610/en>)

选型手册之 EMC 安装准则

控制柜设计、等电位以及电缆布线符合 EMC 规定。



 EMC 安装准则 (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/60612658>)

Safety Integrated 技术一览，针对初学者

带 Safety Integrated 的 SINAMICS G 驱动器应用示例





Safety Integrated, 针对初学者 (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/80561520>)

Safety Evaluation Tool

安全评估工具获得 TÜV 认证，可帮助您对机器上的安全功能进行评估，使安全功能符合标准 IEC 62061 和 ISO 13849-1。该在线工具会生成一份达标报告，您可以将它作为安全证书加入到文档中：



安全评估工具 (www.siemens.com/safety-evaluation-tool)

A.5.3 产品支持

有关产品的详细信息请访问网址：



产品支持 (<http://www.siemens.com/automation/service&support>)

在该网址下可以找到以下信息：

- 最新产品信息（产品公告）
- FAQ（常见问题）
- 下载链接
- 持续提供产品最新信息的新闻。
- 用于搜索所需文档的知识管理器（智能搜索）。
- 供世界各地的用户和专家交流经验的论坛。
- “联系和合作”一栏下提供自动化与驱动集团在各个区域/城市的联系方式。
- “服务”一栏下提供现场服务、维修、备件等信息。

索引

0

0 类停止, 35

1

1 类停止, 41

3

3RK3 (模块化安全系统), 77, 93

3SK1 (安全开关设备), 75, 91

C

Cat (类), 344

CDS (Control Data Set), 134, 135, 175, 176

D

DI (Digital Input), 65, 135, 175, 176

DO (数字量输出), 98

E

EN 60204-1, 35, 41

EN 61800-5-2, 34, 38

ET 200pro, 81, 95

ET 200S, 81, 95

ET 200SP, 81, 95

F

F0 母排, 52, 70

F1 母排, 52, 70

F-CPU, 53

F-DI (Fail-safe Digital Input), 65, 106

F-DI 的状态

验收测试, 387

F-DO (Fail-safe Digital Output), 98

F-DO 的测试模式, 153

F-RSM, 70

F-Switch, 52

I

I/O 模块, 81, 84, 95, 97

O

OFF3, 267

OSSD (Output Signal Switching Device), 79

P

PFHD (Probability of Failure per Hour), 342

PL: Performance Level (性能等级), 344

PLC 程序, 389

PROFIsafe, 51, 106

报文 30, 55

报文 900, 55

控制字 1, 56, 57

控制字 5, 59

启动通讯, 178

状态字 1, 56, 58, 269

状态字 5, 59

S

S_STW (控制字安全), 55

S_ZSW (状态字安全), 55

S7-1500, 81, 95

S7-300, 81, 95

Safe Brake Ramp, 226

SAM (Safe Acceleration Monitor), 155, 160, 214

生效, 291

SBC (Safe Brake Control), 37

验收测试, 367, 368

已请求, 205, 291

SBR (Safe Brake Ramp), 155, 212, 226, 232, 233

生效, 291

SDI (Safe Direction), 45

撤销, 291

公差, 171

故障响应, 263

关闭电机, 256

接通电机, 258

生效, 291

信号不一致, 261

选择, 255

- 延迟时间, 171
 - 验收测试, 379, 380, 381
 - Shared Device, 53, 177
 - SIL (Safety Integrity Level), 344
 - SIMATIC ET 200pro FC-2, 24, 26, 63
 - SIMATIC S7 模块, 61
 - SINAMICS G110M, 24, 26
 - SINAMICS G120
 - CU230P-2, 24, 26
 - CU240B-2, 24, 26
 - CU240E-2, 24, 26
 - CU250S-2, 24, 26
 - SINAMICS G120C, 24, 26
 - SINAMICS G120D
 - CU240D-2, 24, 26
 - CU250D-2, 24, 26
 - SIZER, 409
 - SLS (Safely Limited Speed), 42, 226
 - SLS 转速档的切换, 232
 - 撤销, 226, 291
 - 档位生效, 233, 291
 - 故障响应, 243
 - 关闭电机, 237
 - 级别, 232
 - 监控模式, 226
 - 监控限值, 233
 - 接通电机, 239
 - 静态监控, 237
 - 切换 SLS 档位, 233, 235
 - 设定转速限值, 162
 - 生效, 229, 291
 - 响应, 162
 - 信号不一致, 241
 - 选择, 226, 228, 230
 - 选择档位, 234, 291
 - 延迟时间, 164
 - 验收测试, 370, 371, 372
 - 制动斜坡监控, 163
 - 转速监控, 163
 - SS1 (Safe Stop 1), 39
 - SBR 的延迟时间, 155
 - 撤销, 291
 - 公差, 155, 160
 - 故障响应, 223
 - 关闭电机, 216
 - 关闭转速, 155, 156, 158, 159, 160
 - 基准速度 (基准转速), 157
 - 基准转速, 157
 - 基准转速 (基准速度), 157
 - 监控模式, 155
 - 监控时间, 156, 157
 - 静态监控, 155, 156, 212, 214
 - 静态检测, 158
 - 生效, 291
 - 信号不一致, 218, 221
 - 选择, 155, 210, 212, 214
 - 延迟时间, 155, 156, 157, 159, 160
 - 验收测试, 361, 362, 364, 365
 - 转速公差, 159
 - SSM (Safe Speed Monitoring), 47
 - 反馈生效, 246, 291
 - 工作时序, 246
 - 故障响应, 271
 - 关闭电机, 247
 - 回差, 167
 - 接通电机, 251
 - 滤波器, 168
 - 验收测试, 374, 375
 - 转速限值, 166
 - STARTER
 - 下载, 108
 - STO (Safe Torque Off), 34
 - 故障响应, 269
 - 生效, 291
 - 信号不一致, 198
 - 选择, 34, 291
 - 验收测试, 357, 358, 359, 360
 - STOP B, 243, 263, 267
 - STOP A, 223, 243, 263, 267
 - STOP F, 268, 271
- ## T
- Test stop (强制潜在故障检查), 138
 - Teststop
 - 执行, 190
- ## V
- V/f 控制, 28
- ## 安
- 安全功能
 - 控制, 26
 - 安全集成等级, 344
 - 安全开关设备, 75, 91
 - 安全应答, 147, 275, 292
 - 安全制动继电器, 127

版

版本
安全功能, 388
固件, 388
硬件, 388

报

报警, 293
报文 30, 55
报文 900, 55

备

备份参数, 179

变

变频器
更新, 340
变频器信号, 291
变频器组件, 312, 327
变速器, 141

标

标准应答, 275, 292

捕

捕捉重启, 31, 141

参

参数手册, 406

操

操作步骤, 19
操作说明, 19, 406

测

测试信号, 125, 145

产

产品样本, 409

超

超限, 267

车

车床, 43

出

出厂设置
恢复, 110

初

初始窗口（基本安全功能）, 123

触

触点抖动, 125, 145

传

传动比, 141, 162

电

电机抱闸, 34
电机数据检测, 31
电机转动圈数, 141
电气原理图, 389
电源接触器, 34

断

断路路径, 127, 148
断路路径（强制潜在故障检查）, 138
断线, 124, 144, 199, 203, 218, 221

多

多重接线

数字量输入, 134, 135, 175, 176

防

防夹保护, 46

分

分布式 I/O, 81, 95

风

风险分析, 28

风险评估, 28

服

服务人员, 17

符

符号, 19

复

复合制动, 31

复位

参数, 110

复制

批量调试, 180, 183

复制参数

批量调试, 180, 183

跟

跟踪, 389

更

更换

齿轮箱, 340

电机, 340

功率模块, 340

控制单元, 340

硬件, 340

更新

固件, 340

功

功能表, 388

功能扩展, 183

功能手册, 406

固

固件版本, 312, 327, 388

固件升级, 340

故

故障, 293

故障安全数字量输出, 98

“Safe State” 信号选择, 154

测试模式, 154

反馈输入, 154

信号源, 154

故障安全数字量输入, 65, 106, 142, 148

故障安全数字量输入的滤波器, 124

故障概率, 342

故障检测, 186

故障响应

SDI, 263

SLS, 243

SS1, 223

SSM, 271

STO, 269

会

会签, 389

机

机电传感器, 68, 71, 72, 73, 74

机器厂商, 17

机器说明, 388

机器制造商, 17, 342

基

基本安全功能, 24, 64, 65

基准转速, 164

极

极对数, 141

急

急停, 41

急停按钮, 35

急停指令设备, 71, 89

技

技术支持, 411

加

加速时的电压公差, 141

检

检查间隔, 342

紧

紧急停机, 35

紧急中断, 35

卷

卷帘门, 46

卷取机, 30

控

控制单元

CU230P-2, 24, 26

CU240B-2, 24, 26

CU240D-2, 24, 26

CU240E-2, 24, 26

CU250D-2, 24, 26

CU250S-2, 24, 26

控制模式, 28

控制字 1, 56, 57

控制字 5, 59

扩

扩展安全功能, 24, 64, 65

离

离线调试, 108, 179

离心机, 47

滤

滤波器

触点抖动, 125, 145

明暗测试, 125, 145

信号不一致, 124, 144

每

每小时故障概率, 342

明

明暗测试, 125, 145

模

模块化的安全系统, 77, 93

内

内部事件, 267, 291

欧

欧盟一致性声明, 345

配

配置选型工具, 409

批

批量调试, 180, 183

强

强制潜在故障检查, 127, 138, 148, 342
故障安全数字量输出, 149
扩展安全功能, 138
设置, 127
执行, 188

切

切换
SLS 档位, 232

驱

驱动组, 28

去

去抖时间, 350, 353

热

热线, 411

认

认证, 344

设

设备说明, 388
设定转速限值, 230

实

实际值公差, 141
实际值计算的延迟时间, 354

矢

矢量控制, 28

使

使用寿命, 342

试

试验台, 30

数

数据备份, 389
数字量输入
多重接线, 134, 135, 175, 176
数组切换, 134, 135, 175, 176

水

水平输送机, 43

丝

丝杠转动圈数, 141

调

调试, 106
离线, 108
一览, 114
在线, 108
调试人员, 17

停

停止
1 类, 267

同

同步电机, 28

网

网上商城 (Industry Mall) , 409

位

位模测试, 125, 145
位置开关, 88

问

问题, 411

无

无编码器, 28

无编码器的实际值计算, 141

下

下载, 179

响

响应时间, 347

小

小车, 46

信

信号, 291

信号不一致, 78, 94, 124, 144, 265, 275

SDI, 261

SLS, 241

SS1, 219, 221

STO, 198

公差时间, 124, 144

滤波器, 124, 144

性

性能等级, 344

序

序列号, 388

压

压力气缸, 46

延

延迟时间, 141

验

验收, 106, 181

简化的, 183, 340

完整的, 181

验收报告, 181

验收测试, 181, 389

F-DI 的状态, 387

SBC, 367, 368

SDI, 379, 380, 381

SLS, 370, 371, 372

SS1 (基本安全功能), 361, 362

SS1 (扩展安全功能), 364, 365

SSM, 374, 375

STO (基本功能), 357, 358

STO (扩展安全功能), 359, 360

验收模式, 165, 173, 371, 380

样

样品检验证书, 344

一

一览

调试, 114

章节, 20, 21

一致的信号, 124, 144

一致性, 124, 144

异

异步电机, 28

印

印刷机, 46

应

应答

F-DI, 273

PROFIsafe, 56, 57, 273

标准, 273

采用安全信号, 273
内部事件, 273
应用示例, 60

运

运行方式, 388

在

在线调试, 108

直

直流制动, 31

制

制造商, 388
制造商声明, 344

智

智能从站, 54

主

主轴驱动器, 44

驻

驻停, 41

转

转速比, 141
转速监控, 267

状

状态字 1, 56, 58
状态字 5, 59

自

自检, 127, 148
自检（强制潜在故障检查）, 138

最

最小电流, 141
最终用户, 388

更多信息

SINAMICS 变频器:

www.siemens.com/sinamics

Safety Integrated:

www.siemens.com/safety-integrated

Siemens AG
Digital Factory
Motion Control
Postfach 3180
91050 ERLANGEN
德国

有关
Safety Integrated
的更多信息请扫描二
维码。

