

Rexroth IndraDrive 集成安全技术

R911326627
版本 06

功能和应用说明



题目 Rexroth IndraDrive
集成安全技术

文件类型 功能和应用说明

文件类型代号 DOK-INDRV*-SI*-**VRS**-FK06-ZH-P

内部存档附注 RS-07c04c59dc26fa640a6846a000d3e727-3-zh-CN-19

文件用途 本文档用于

- 让您熟悉“集成安全技术”主题
- 了解采用集成安全技术的 IndraDrive 系统，使用及调试应用相关的安全功能
- 使您能够识别并修正错误
- 使您能够更换硬件和更新固件。

更改过程	出版	颁发日期	备注
	DOK-INDRV*-SI*-**VRS**-FK06-ZH-P	2009-07-01	请参阅“关于本文档”一章中的页边注释“本文档的版本”

版权 © Bosch Rexroth AG, 2009

没有明示授权，不得复制本文档、将其转交给其它方，以及使用或传达其中的内容。违反者将承担损失赔偿。违反者将承担损失赔偿。在实用新型或设计的专利授予或注册授予中保留所有权利 (DIN 34-1)。

真实性 规格数据仅用于产品说明，且不被视为某种担保，除非在合同中有明示的确认。保留关于本文档内容和本产品可用性的所有权利。

出版方 Bosch Rexroth AG
Bgm.-Dr.-Nebel-Str. 2 ■ D-97816 Lohr a. Main
电话：+49 (0)93 52/ 40-0 ■ 传真：+49 (0)93 52/40-48 85
<http://www.boschrexroth.com/>
SaKi

注意 本文档使用无氯漂白纸印刷。

目录

	页数
1 简介.....	9
1.1 关于本文档.....	9
1.2 参考文档.....	10
1.2.1 驱动系统，系统组件.....	10
1.2.2 电机.....	11
1.2.3 电缆.....	11
1.2.4 固件.....	11
2 系统概览.....	13
2.1 简介.....	13
2.1.1 动因和目标.....	13
概览.....	13
与传统安全技术相比较.....	14
2.1.2 概念概览.....	14
2.1.3 风险分析.....	15
2.2 安全相关的标准和规则.....	16
2.2.1 概述.....	16
2.2.2 组件相关标准.....	16
2.2.3 机床相关标准.....	16
2.2.4 C 标准所需安全类别概览.....	17
2.2.5 PROFIBUS/PROFIsafe 的标准和规则.....	18
2.3 产品介绍.....	18
2.3.1 什么是“集成安全技术”？.....	18
2.3.2 作为 IndraDrive 平台解决方案的集成安全技术.....	19
2.3.3 安全技术的特性和分类.....	19
2.4 功能和特性概览.....	19
2.4.1 集成安全技术的特性.....	19
简介.....	19
带安全相关起动锁定的驱动系统.....	20
带集成“安全技术 I/O”的驱动系统.....	20
带集成安全技术“PROFIsafe”的驱动系统.....	20
2.4.2 支持的安全技术功能.....	20
简介.....	20
概览.....	21
2.4.3 性能.....	22
时间响应和反应时间.....	22
3 重要使用说明.....	23
3.1 正当使用.....	23
3.1.1 简介.....	23
3.1.2 使用和应用领域.....	23
3.2 不当使用.....	24

目录		页数
4	电气驱动装置和控制设备安全说明	25
4.1	安全说明 - 总则	25
4.1.1	安全说明的使用和传播	25
4.1.2	安全说明使用须知	25
4.1.3	警告标志和危险级别说明	26
4.1.4	使用不当引发的危险	26
4.2	特定危险说明	27
4.2.1	避免接触电气部件及壳体	27
4.2.2	使用保护性特低电压防止电击	28
4.2.3	防止危险移动	29
4.2.4	避免运行和安装过程中磁场和电磁场影响	30
4.2.5	避免触碰高温部件	31
4.2.6	操作和安装过程中的保护	31
4.2.7	电池使用安全事项	31
4.2.8	受压系统保护	32
5	集成安全技术的运作原理	33
5.1	基本功能	33
5.1.1	概览	33
5.1.2	双通道结构	33
5.1.3	交叉数据比较	34
	简要说明	34
	周期性交叉数据比较的功能	34
5.1.4	动态化	34
	简要说明	34
	动态化的运作原理	35
5.2	集成安全技术的状态机	35
5.2.1	安全技术操作状态	35
	概览	35
	安全技术操作状态的变换	36
	各个操作状态中的安全技术功能的概述	36
	应用注意事项	37
5.2.2	转换到安全相关状态	38
	简要说明	38
	运作原理	38
5.3	用于选择和确认的接口	43
5.3.1	概要	43
	概述	43
	接口概述	44
	连接系统	44
5.3.2	安全技术 I/O	44
	简要说明	44
	配置 I/O	46
	运作原理	46
5.3.3	与主通讯结合使用的安全技术 I/O	48
	简要说明	48

	配置 I/O.....	49
	运作原理.....	50
5.3.4	PROFIsafe.....	52
	简要说明.....	52
	配置 PROFIsafe.....	53
	运作原理.....	54
5.4	安全技术操作状态对外围设备的反馈.....	58
5.4.1	概要.....	58
5.4.2	通过数字 I/O 对安全 PLC 的安全相关反馈.....	59
5.4.3	通过数字 I/O 的安全相关的门锁定设备.....	59
5.4.4	设置安全区域.....	60
	概述.....	60
	运作原理.....	60
	有关调试的注意事项.....	61
5.4.5	通过 PROFIsafe 对安全 PLC 的安全相关反馈.....	62
	概述.....	62
	控制位.....	62
	状态位.....	63
5.5	高级设置.....	63
5.5.1	单位设定/机械轴系统.....	63
	电机相关的单位设定.....	63
	对于安装在负载侧的安全技术编码器而言的传动装置的独立性.....	64
6	集成安全功能.....	67
6.1	安全功能概览.....	67
6.1.1	概述.....	67
6.1.2	安全功能分类.....	67
6.2	正常运行和特殊模式下的安全功能.....	68
6.2.1	安全相关的最大速度.....	68
	简要说明.....	68
	安全功能.....	68
6.2.2	安全相关的运动方向.....	69
	简要说明.....	69
	安全功能.....	70
6.2.3	安全相关的限制绝对终止位置.....	70
	简要说明.....	70
	安全功能.....	71
6.3	特殊模式“安全相关的暂停”下的安全功能.....	73
6.3.1	安全相关的起点锁定 (“AS”)	73
	简要说明.....	73
	安全功能.....	74
	有关调试的注意事项.....	75
6.3.2	安全相关的静止 (“SH”)	79
	简要说明.....	79
	安全功能.....	79
	有关项目规划的注意事项.....	81

目录

	页数
6.3.3 安全相关的运行停止 (“SBH”)	82
简要说明	82
安全功能	83
使用注意事项	85
6.3.4 安全相关的驱动器互锁 (“ASP”)	86
简要说明	86
安全功能	87
使用注意事项	89
6.3.5 安全相关的制动保持系统	90
简要说明	90
功能描述	92
调试	97
安全技术错误反应	98
6.4 特殊模式“安全相关的运动 (“SBB”)”下的安全功能	100
6.4.1 安全相关的减速	100
简要说明	100
安全功能	102
使用注意事项	103
6.4.2 安全相关的运动方向	104
简要说明	104
安全功能	105
有关调试的注意事项	107
6.4.3 安全相关的限制增量	108
简要说明	108
安全功能	109
6.4.4 安全相关的限制绝对位置	111
简要说明	111
安全功能	112
6.5 附加或辅助功能	114
6.5.1 安全相关的受监控停止过程	114
简要说明	114
安全功能	115
6.5.2 安全相关的回零步骤	122
简要说明	122
功能描述 - 安全相关的回零步骤	123
有关调试的注意事项	124
6.5.3 安全相关的停车轴	130
简要说明	130
安全功能	131
6.5.4 安全相关的制动检查	131
简要说明	131
功能描述	133
调试	134
6.5.5 在无有效制动状态的情况下启用特殊模式	135
简要说明	135
功能描述	136

6.6	安全功能“安全相关反馈”	137
6.6.1	安全相关的诊断输出	137
6.6.2	安全相关的门锁定设备控制	137
6.6.3	安全相关的 I/O	137
	简要说明	137
	配置安全相关的 I/O	138
	运作原理	140
7	应用示例	143
7.1	概览	143
7.2	选择正常运行/特殊模式，并使用锁门装置对安全门进行位置监控	144
7.3	三个位置的使能控制	146
7.4	止动控制设备（安全相关的止动按钮）	146
7.5	危险区中的临时检查或目视检查	146
7.6	驱动器未施加扭矩/力时的运行	148
7.7	不同危险区的驱动器组	153
7.8	几个安全门的锁门装置的安全相关控制	155
8	调试安全技术	157
8.1	简介	157
8.2	使用集成安全技术的先决条件	157
8.2.1	概述	157
8.2.2	所需要的驱动器固件	157
8.2.3	所需要的控制部分配置	157
	概述	157
	安全相关的起点锁定	157
	安全技术 I/O	158
	PROFIsafe	158
8.2.4	所需要的电源部分	158
8.2.5	所需要的电机和测量系统	158
8.2.6	所需要的调试工具	159
8.3	调试“安全相关的起点锁定”功能（可选的安全技术模块“L1”）	159
8.3.1	概览	159
8.3.2	调试步骤	160
8.4	调试安全技术 I/O（可选安全技术模块“S1”）	162
8.4.1	概览	162
8.4.2	调试步骤	164
8.5	安装安全相关的制动保持系统	188
8.5.1	连接图	188
8.5.2	控制模块	190
8.5.3	连接	190
8.5.4	附件	191
8.6	调试各个系列机床	191
8.7	控制装置的要求	192

目录

	页数
9 验收测试.....	193
9.1 验收程序.....	193
9.1.1 概述.....	193
9.1.2 完整验收测试.....	193
9.1.3 部分验收测试.....	193
9.2 验收测试的检查列表.....	193
10 错误消息和故障排除.....	195
10.1 固件代码.....	195
10.2 错误.....	195
10.3 操作模式“正常运行”中的错误.....	195
10.4 状态消息.....	195
10.5 安全技术存储器的状态更改.....	195
10.6 追溯更改历史.....	196
11 有关故障排除的注意事项.....	197
11.1 简介.....	197
11.2 诊断系统.....	197
11.2.1 概述.....	197
11.2.2 集成安全技术诊断消息.....	198
概览.....	198
安全技术错误 (F7xxx、F3xxx)	198
特殊情况：编码器错误.....	198
操作模式“正常运行”中的安全技术警告.....	199
集成安全技术状态信息.....	199
11.3 扩展诊断可能性.....	199
11.3.1 概述.....	199
11.3.2 更改安全技术存储器的状态.....	199
11.3.3 追溯更改历史.....	199
11.3.4 扩展安全技术诊断.....	200
11.4 更换驱动器组件.....	200
11.4.1 概述.....	200
11.4.2 更换电机.....	200
11.4.3 更换电源设备.....	200
11.4.4 更换控制器.....	201
概览.....	201
在没有固定插入的 MMC 的情况下更换控制器.....	202
在有固定插入的 MMC 的情况下更换控制器.....	205
在没有 MMC 的情况下更换控制器.....	208
控制器更换过程中可能出现的问题.....	209
11.4.5 更换电缆.....	210
11.4.6 更换安全技术组件.....	210
更换控制模块.....	210
更换冗余保持制动器.....	210
11.4.7 固件更换.....	210

更换固件方式的一般注意事项.....	210
固件版本更新.....	211
固件版本升级.....	214
固件更换过程中可能出现的问题.....	219
12 证书.....	221
13 服务和支持.....	223
13.1 帮助台.....	223
13.2 服务热线.....	223
13.3 地址.....	223
13.4 帮助信息.....	223
14 附录.....	225
14.1 可选安全技术模块.....	225
14.1.1 S1 - 安全技术.....	225
说明安全技术 S1.....	225
X41, 连接点安全技术 S1.....	225
14.1.2 L1 - 起动锁定.....	226
描述.....	226
X41, 连接点起动锁定 L1.....	227
14.1.3 数字输入/输出和继电器触点的技术数据.....	228
14.1.4 数字输入类型 1 (标准)	228
14.1.5 数字输出.....	228
14.1.6 继电器触点类型 3.....	229
14.2 HAT01 - 保持制动控制模块.....	230
14.2.1 简要说明、用途和设计.....	230
14.2.2 类型代码和标识.....	230
类型代码.....	230
标识.....	231
14.2.3 供货范围.....	231
14.2.4 尺寸.....	232
14.2.5 技术数据.....	232
14.2.6 连接点.....	235
正视图.....	235
X1, 24 V 电源.....	235
X2, 输出到制动器.....	236
X3, 与控制部分的信号交换.....	236
14.3 HAS05.1-007, 从 D-Sub 到终端连接器的适配器.....	237
14.3.1 用途.....	237
14.3.2 技术数据.....	239
安装尺寸.....	239
连接点 X41.....	241
15 服务和支持.....	245

目 录

	页 数
术语表.....	247
索引.....	255

1

简介

1.1

关于本文档

本文档的版本

版本	发布日期	注释
DOK-INDRV*-SI*-**VRS**-FK01-EN-P	2004-03-16	第一版
DOK-INDRV*-SI*-**VRS**-FK02-EN-P	2004-07-21	修正了安全功能的名称；更新了符合性声明和类型检查证书；修正了“安全相关的回零步骤（双通道）”的说明；修正了应用领域
DOK-INDRV*-SI*-**VRS**-FK03-EN-P	2005-05-04	- 修改了文档结构 - 包含了新的安全技术功能（从 MPx03 开始） - 介绍了 PROFIsafe - 在通过 PROFIBUS 接口 (PROFIsafe) 使用安全技术时，根据 IEC EN 62061 实现安全相关的机床控制方面，对“正当使用”进行了注释 - 功能简介中包含了对 L1/S1 选项的注释 - 特殊模式“安全相关的运动”和“设置系统行为”的所有安全功能中均介绍了 P-0-3222=0（关闭激活时间监视）参数设置 - 用“诊断和服务”取代了“固件更新和控制器更换” - 错误更正 - 因 PROFIsafe 而更新了证书 - 扩展了“调试”一章
DOK-INDRV*-SI*-**VRS**-FK04-EN-P	2006-03-08	- 包含了新的安全技术功能（从 MPx04 开始） - 补充了固件更新说明 - 更新了证书
DOK-INDRV*-SI*-**VRS**-FK05-EN-P	2008-01-19	介绍了 MPx05 的完整功能；新增功能如下： - 安全功能“安全相关的制动保持系统” - 辅助功能“安全相关的制动检查” - 在无有效制动状态的情况下启用特殊模式的命令 - 扩展了“安全相关的受监控停止过程”功能
DOK-INDRV*-SI*-**VRS**-FK06-ZH-P	2009-07-01	更新了“更换控制器”一章

插图 1-1: 修订记录

本文档中表示法的含义

为了让您能更轻松地阅读本文档，下表中包含了重复出现的术语的表示法和符号的含义

内容	方法	例如...
连续文本中要强调的重要事实	黑体字	安全功能“安全相关的停车轴”会停用以下监视功能： ...
参数名称、诊断消息名称、功能名称	引号	可以通过“P-0-3210，安全技术配置”中的控制位“由停车轴定义的安全”替换缺失的速度信息。

插图 1-2: 符号约定

所有重要注释都将突出显示。使用符号来说明文本中使用的注释类型。符号具有以下含义：

 危险	... DANGER 表示极度危险的情况，如果无法避免，将导致死亡或重伤。
 警告	... WARNING 表示具有潜在危险的情况，如果无法避免，可能会导致死亡或重伤。
 小心	... CAUTION 表示具有潜在危险的情况，如果无法避免，可能会导致人身伤害或财产损失。



此框包含您应考虑的重要信息。



此符号强调有用的提示和窍门。

文档结构

- 关于集成安全技术，IndraDrive 系统的介绍具有以下结构：
- Rexroth IndraDrive 的功能和应用说明，集成安全技术（本文档）
 - **Rexroth IndraDrive 控制部分的项目规划手册**
帮助进行驱动系统的电气设计和安装
 - Rexroth IndraDrive 的参数说明
除特定于安全技术的参数之外，所有其它驱动参数均归包含在参数说明中
 - Rexroth IndraDrive 的故障排除指南
除特定于安全技术的诊断消息之外，所有其它驱动器诊断消息均包含在故障排除指南中



有关参考文档的概览，请参阅：[第 1.2 章 "参考文档" 第 10 页](#)

您的反馈

您的经验对我们产品和文档的改进过程非常重要。

如果您在本文档中发现错误或建议作出更改，可将您的反馈发送到以下电子邮件地址：

brcedy1-dokusupport-drives@boschrexroth.de

为了处理您的反馈，我们需要以下信息：

- “内部文件参考”下指示的编号。
- 页码。

1.2 参考文档

1.2.1 驱动系统，系统组件

标题	文档种类	文档型码 ¹⁾	部件编号
Rexroth IndraDrive ...		DOK-INDRV*-...	R911...
驱动系统	项目规划手册	SYSTEM*****-PRxx-EN-P	309636
Mi 驱动系统	项目规划手册	KCU+KSM****-PRxx-EN-P	320924
供电装置和电源部分	项目规划手册	HMV-S-D+HCS-PRxx-EN-P	318790

标题	文档种类	文档型码 ¹⁾	部件编号
Rexroth IndraDrive ...		DOK-INDRV*-...	R911...
驱动器控制器控制部分	项目规划手册	CSH*****-PRxx-EN-P	295012
附加组件	项目规划手册	ADDCOMP****-PRxx-EN-P	306140

1) 在文档型码中，“xx”是文档当前版本的通配符（例如：PR01 是项目规划手册的第一版）

插图 1-3: 文档 - 驱动系统，系统组件

1.2.2 电机

标题	文档种类	文档型码 ¹⁾	部件编号
Rexroth IndraDyn ...		DOK-MOTOR*-...	R911...
A 系列异步电机 MAD/MAF	项目规划手册	MAD/MAF****-PRxx-EN-P	295781
H 无框同步主轴电机	项目规划手册	MBS-H*****-PRxx-EN-P	297895
L 同步线性电机	项目规划手册	MLF*****-PRxx-EN-P	293635
S MSK 同步电机	项目规划手册	MSK*****-PRxx-EN-P	296289
L 同步扭矩电机	项目规划手册	MBT*****-PRxx-EN-P	298798

1) 在文档型码中，“xx”是文档当前版本的通配符（例如：PR01 是项目规划手册的第一版）

插图 1-4: 文档 - 电机

1.2.3 电缆

标题	文档种类	文档型码 ¹⁾	部件编号
		DOK-...	R911...
Rexroth 连接电缆	选择数据	CONNEX-CABLE*STAND-AUxx-EN-P	282688

1) 在文档型码中，“xx”是文档当前版本的通配符（例如：AU03 是文档“选择数据”的第三版）

插图 1-5: 文档 - 电缆

1.2.4 固件

标题	文档种类	文档型码 ¹⁾	部件编号
Rexroth IndraDrive ...		DOK-INDRV*-...	R911...
驱动器控制器固件	功能描述	MP*-02VRS**-FKxx-EN-P	299223
驱动器控制器固件	功能描述	MP*-03VRS**-FKxx-EN-P	308329
驱动器控制器固件	功能描述	MP*-04VRS**-FKxx-EN-P	315485
驱动器控制器固件	参数说明	GEN-**VRS**-PAxx-EN-P	297317
驱动器控制器固件	故障排除指南	GEN-**VRS**-WAxx-EN-P	297319
集成安全技术	功能和应用说明	SI*-**VRS**-FKxx-EN-P	297838
Rexroth IndraMotion MLD	应用手册	MLD-**VRS**-AWxx-EN-P	306084
Rexroth IndraMotion MLD 库	库描述	MLD-SYSLIB*-FKxx-EN-P	309224

1) 在文档型码中，“xx”是文档当前版本的通配符（例如：PA02 是参数说明的第二版）

插图 1-6: 文档 - 固件

2 系统概览

2.1 简介

2.1.1 动因和目标 概览

机床和装置的操作安全主要取决于机床所产生动作的危险程度。

正常运行（也称为生产运行或自动运行）下，防护设备可防止人员进入危险区以及防止部件/材料被抛出。

在**特殊模式**（也称为手动模式或设置模式）下，人员经常需要在整个装置尚未断电的情况下进入危险区。在这种情况下，必须利用驱动器和控制单元的内部机制保护机床操作员。

集成的 Rexroth 安全技术使用户在控制单元和驱动器端满足了这些要求，只需最少的计划和安装工作便可实现保护人员和机床的功能。与传统安全技术相比，集成安全技术大大提高了机床的功能性和可用性。集成安全技术可按照以下特征来区分：

- 符合有效标准
- 简化的系统结构（例如，使用 PROFIBUS 进行通讯和确保安全）
- 更优的系统性能
- 更低的系统成本
- 的简单理解复杂主题
- 改善的诊断
- 简化认证
- 调试简单
- 独立于控制单元

安全相关的制动保持系统

机床设置、故障排除或过程优化：在机床和装置运行期间，人员必须在机床的加工区内工作。使用访问区域内的重力负荷轴时需要采取特殊的防范措施。尽管水平轴不受重力影响，但垂直轴或斜轴可能会意外坠落并因此产生危险（即使已断电）。例如，存在污染、机械磨损或者当保持制动有效时进行加速而导致失去额定保持扭矩时，可能会发生这种情况。

法定事故保险和预防协会（“Berufsgenossenschaft Metall Süd”）的“Fachausschuss Maschinenbau, Fertigungssysteme, Stahlbau”（机械工程、生产系统、钢结构工程专家委员会）的 5 号信息表（“重力负荷轴（垂直轴）”，2004 年 2 月发布）包含涉及垂直轴坠落防护的现行有效“最新内容”。此信息表分享了工业机械手和处理系统的制造商和用户以及机床刀具制造商在处理突然坠落的重力负荷轴方面取得的经验。视危险情况而定，介绍了为防止轴由于错误而坠落以及最大程度降低危险而采取的技术和机制方面的保护措施。如果指定用途允许（例如允许机床操作员整个身体位于垂直轴下面），那么根据 DIN EN 954-1 的类别 3，信息表建议使用冗余设备进行坠落防护（适用于自动运行和长期处于设置模式的运行）。根据信息表，这一目的可以实现，例如使用保持制动与第二种制动相结合。

大多数情况下，机床制造商无法根据 EN 954-1 的类别 3 独立建立安全相关的制动保持系统。类别 3 的要求是错误不得导致安全功能失效，并且必须对错误进行检测。这意味着仅使用两种制动是不够的，还必须通过不同通道对这两种制动进行控制。对两个通道中的所有可能错误进行的错误检测必须通过 FMEA（即故障模式和影响分析）来验证。

通过在驱动器中引入安全相关的制动保持系统，Rexroth 替机床制造商完成了这一工作，并且作为驱动器制造商提供了已通过 EN 954-1 类别 3 认证的集成系统解决方案。驱动器中已有的安全功能对重力负荷轴的使用起到了有效补充。

与传统安全技术相比较

使用集成安全技术的驱动器和控制系统与使用传统安全技术的系统的不同之处在于其安全功能以硬件和软件的形式直接集成于智能驱动器中。这样不仅增强了所有操作模式的功能性，而且最大程度地提高了安全性（反应时间短）。

使用集成安全技术的驱动器和控制系统不包括以下传统安全技术中的组件：

- 用于监控安全相关的静止的电机零速度继电器
- 用于监控安全相关的减速的速度监控器
- 控制器与电机之间的电源接触器
- 用于检测范围的限位开关或定位凸轮

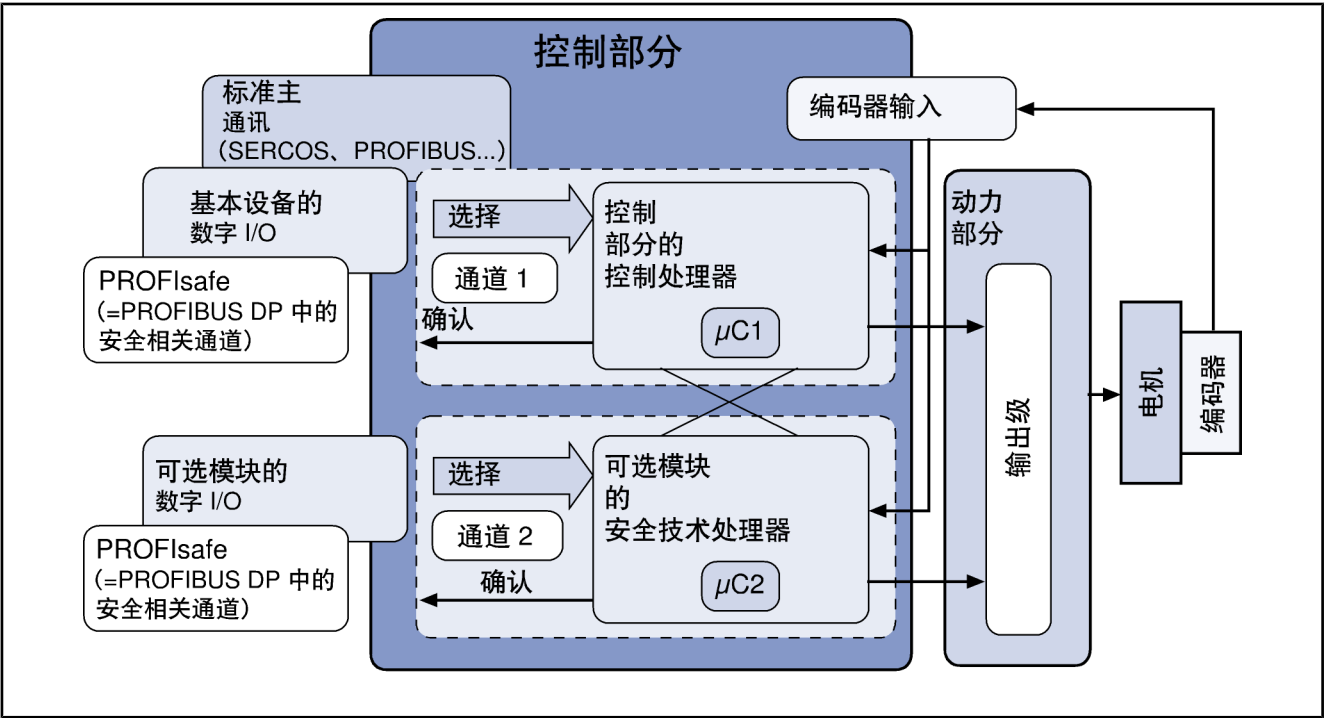
 集成安全技术并不一定要取代传统安全技术，如紧急情况停止切换设备和安全门监控器。

使用集成安全技术可以提高可用人员和机床的安全性，因为系统的总反应时间（例如在发生错误事件时）相较使用传统安全技术的系统大大缩短。安全信号通过设计多样的传统布线进行传输。主通讯（SERCOS 接口、PROFIBUS、CANopen 等）可用于通道传输。

2.1.2 概念概览

IndraDrive 系统由组件电源部分、控制部分（包括固件）、电机以及其它可能需要的组件组成。

集成安全技术是通过硬件和固件组件的交互作用来实现的。



图名 DF000308
插图 2-1: 采用集成安全技术的 IndraDrive 原理图

上图包含集成安全技术控制的全部 3 个变量：

- 安全技术 I/O
- 安全技术 I/O 和主通讯
- PROFIsafe（从 MP*03VRS 开始；PROFIBUS 作为主通讯是使用 PROFIsafe 的前提条件）

另请参见“[用于选择和确认的接口](#)”



仅使用一台电机编码器就足够了。



“[所需要的电机和测量系统](#)”中介绍了允许的编码器类型 (测量系统)。

2.1.3 风险分析

机床投产之前，机床制造商必须根据“机械指导 98/37/EWG”进行风险分析，以确定与机床使用有关的危险。

风险分析是一个多级重复过程。EN 1050[4]“风险评估原则”中详细介绍了此过程。本文档仅提供有关风险分析主题的简要概述；使用集成安全技术的用户必须深入学习相应标准和法规。

所采取的风险分析为您提供了确定安全相关的控制单元类别 (按照机床控制的安全相关的部件必须遵循的 EN 954-1) 的要求。



有关类别的详细信息，请参见 EN 954-1 和“认证机构 SIBE Schweiz” (访问 <http://www.sibe.ch> 或发送电子邮件至 nsbiv@sibe.ch) 的文档“Klassifizierung von Steuerungen, Erläuterungen zu Risikobeurteilung und EN 954-1” (“控制分类、关于分析评估的说明和 EN 954-1”) Z9714dVers03。

程序 为了获得最大程度的安全性，机床制造商在选择解决方案时必须按所示顺序遵循以下基本原则：

1. 通过施工措施消除或最大程度地降低危险。
2. 采取必要的防护措施来应对无法消除的危险。
3. 记录残余风险并将这些风险通报给用户。

集成安全技术所带来的简化 使用集成安全技术时，机床制造商将受益于以下简化：

- 带“集成安全技术”选项的 IndraDrive 系列安全相关的组件对应于 EN 954-1 的类别 3。这意味着通过 IndraDrive 的可选安全技术模块实现的功能符合 EN 954-1 的类别 3。
- 集成到 IndraDrive 中的安全功能已由经授权的“认证机构 SIBE Schweiz”认证；这样可使用户确信，根据“机械指令 98/37/EG”，解决方案符合最新内容/组件一致性。

类别 1)	要求总结	系统行为 2)	保证安全的原则
B	必须根据相应标准设计、构造、选择、装配和组合控制单元和/或其防护设备的安全相关的部件及其组件，所采用的方式应使它们能够克服预期影响。	发生错误会导致失去安全功能。	主要提供选择组件来表现其特点。
1	必须满足类别 B 的要求。 必须使用经认可的组件和安全原则。	发生错误会导致失去安全功能， 但和类别 B。	主要通过选择经认可的组件来表现其特点。
2	必须满足类别 B 的要求，并且必须使用经认可的安全原则。 必须在恰当的时间间隔内由机床控制单元来检查安全功能。	在相邻两次安全功能检查之间， 发生错误会导致失去安全功能。 检查可识别出安全功能是否丢失。	主要特点是需要选择经认可的 组件以及由控制单元来检查安全功能。 可以自动或手动启动检查。

系统概览

类别 1)	要求总结	系统行为 2)	保证安全的原则
3	必须满足类别 B 的要求，并且必须使用经认可的安全原则。 设计安全相关的部件时必须采用这样一种方式，即这些部件中的每一个发生单个错误时都不会导致失去安全功能，并且可在以恰当的方式实现这一点时识别出单个错误。	发生单个错误时，安全功能将始终保留。可以识别出部分而非全部错误。 未识别出的错误经过累积会导致失去安全功能。	主要通过结构来表现其特点。 未识别出的错误经过累积会导致失去安全功能。
4	必须满足类别 B 的要求，并且必须使用经认可的安全原则。 设计安全相关的部件时必须采用这样一种方式，即在这些部件中的每一个发生单个错误时都不会导致失去安全功能，并且可在下次需要安全功能时或之前识别出单个错误。如果不可能实现这一目的，那么错误累积也不会导致失去安全功能。	发生错误时，安全功能将始终保留。 应及时识别出错误，以免失去安全功能。	主要通过结构来表现其特点。 所有错误都被及时识别出，因此没有累积的未识别错误。

1) 并不一定要根据安全相关的要求，以给定顺序或层级使用类别。

2) 风险评估将显示是否可以接受因错误而导致失去全部或部分安全功能。

插图 2-2: 安全类别要求总结 (摘自 EN 60954-1 : 1996 , 第 6 部分)

2.2 安全相关的标准和规则

2.2.1 概述



标准文档和表单受版权保护，Bosch Rexroth 不得将它们进行传播。如有必要，请联系经授权的销售代理；如果在德国境内，请直接联系 BEUTH Verlag GmbH (<http://www.din.de/beuth>)。

下面为用户提供了与使用安全相关的控制单元相关的标准的简要概览。对于相关标准，本文档不要求完整性。

2.2.2 组件相关标准

产品组	标准	标题	发布日期
电驱动器	IEC 61800-5-2	速度可调的电驱动系统 (Adjustable speed electrical power drive systems), 第 5-2 部分：功能安全要求 (Functional safety requirements)	2007
控制简单	EN 954-1	机械安全，控制系统的安全相关部件 (Safety of machinery, Safety-related parts of control systems)	1996
控制复杂	IEC 61508-1 至 IEC 61508-7	功能安全系统 (Functional safety Safety systems)	1998 至 2000

插图 2-3: 组件相关标准

2.2.3 机床相关标准

标准	标题	发布日期
EN 60204-1	机械安全，机床的电气设备 (Safety of machinery, Electric equipment of machines)	2007
EN ISO 12100-1/-2	机械安全；基本概念，基本设计原则 (Safety of machinery; Basic concepts, general principles for design)	2000
EN ISO 14121	机械安全，风险评估原则 (Safety of machinery, Principles for risk assessment)	1996

标准	标题	发布日期
EN 954-1	机械安全，控制系统的安全相关部件 (Safety of machinery, Safety-related parts of control systems)	1996
EN 1921	集成生产系统的安全 (Safety of integrated manufacturing systems)	1996
EN 775	操纵工业机械手；安全 (Manipulating industrial robots; Safety)	1993
EN 1037	机械安全，预防意外启动 (Safety of machinery, Prevention of unexpected start-up)	1995
EN 12415	机床安全 – 小型数控车床和车削中心 (Safety of Machine tools – Small numerically controlled turning machines and turning centres)	2000
EN 12417	机床 – 安全 – 加工中心 (Machine tools – Safety – Machining centres)	2001
EN 1010-1	机械安全，印刷机和造纸机的设计和结构安全要求 (Safety of machinery, Safety requirements for the design and construction of printing and paper converting machines)	1993
IEC 62061	机械安全，机床的电气、电子和可编程控制系统的功能安全 (Safety of machinery, Functional safety of electrical, electronic and programmable control systems for machinery)	2004
DIN EN 848-3	木工机床的安全 (Safety of woodworking machines)	2007
EN 999	机械安全，根据人体的接近速度布置防护设备 (Safety of machinery, The positioning of protective equipment in respect of approach speed of parts of the human body)	1998
EN 1088	机械安全，与防护装置相关的互锁设备 - 设计和选择原则 (Safety of machinery, Interlocking devices associated with guards - Principles for design and selection)	1995
DIN EN ISO 13849-1	机械安全，控制系统的安全相关部件 (Safety of machinery, Safety-related parts of control systems)	2007

插图 2-4: 机床相关标准

2.2.4 C 标准所需安全类别概览

下面提供了 C 标准中控制单元安全相关部件所需的安全类别概览。

	EN 12417 加工中心 (Machining centres)	EN 12415 车削中心 (Turning centres)	EN 1010 印刷机和造纸机 (Printing and paper converting machines)	EN 775 工业机械手 (Industrial robots)	EN 1921 自动生产系统 (Automated manufacturing systems)	prEN 848-3 木工机床 (Woodworking machines)
使能控制	类别 3	类别 3	-	类别 3	类别 3	类别 3
减速，包括防止意外启动 (n=0)	类别 3	类别 3	类别 3	类别 3	类别 3	类别 3
	类别 B 和使能控制设备				类别 B 和使能控制设备	类别 B 和使能控制设备
防护设备锁定	类别 3	类别 3	类别 3	类别 3	类别 3	类别 3 (电子)
					维护门的类别 1	类别 1 (带触点)
终止位置的限制	-	-		类别 3	类别 3	-
紧急暂停	类别 1 (带触点)	类别 1 (带触点)		根据 EN 60204-1	根据 EN 60204-1	类别 1 (带触点)
	类别 3 (电子)	类别 3 (电子)	类别 3			类别 3 (电子)

插图 2-5: C 标准中安全相关的控制单元的要求



EN 775 和 EN 1921 标准不包含对 EN954-1 的直接引用；但是，其要求可与 EN954-1 的要求相比较。

2.2.5 PROFIBUS/PROFIsafe 的标准和规则

主题	标准	标题	发布日期
PROFIBUS	IEC 61158	用于测量和控制的数字数据通讯 - 工业控制系统中使用的现场总线 (Digital data communication for measurement and control - Fieldbus for use in industrial control systems)	
PROFIsafe	PNO 顺序号：3.092	安全技术配置文件 (Profile for Safety Technology)，版本 1.30	2004 年 6 月
PROFIsafe	PNO 顺序号：3.232	安装要求，抗扰度和用电安全 (Requirements for Installation, Immunity and electrical Safety)，版本 1.0	2003 年 2 月

插图 2-6: PROFIBUS/PROFIsafe 的标准和规则

2.3 产品介绍

2.3.1 什么是“集成安全技术”？

IndraDrive 系列的控制部分可以配备

- 可选模块“起动锁定”（“L1”）或
- 可选模块“安全技术 I/O”（“S1”）

因此，IndraDrive 配备了集成安全技术，可以为用户提供电子起动锁定以及通常可编程的安全相关的运动和静止监控。

定义 “集成安全技术”是指符合 EN 954-1 的类别 3，用于保护机床操作人员安全的应用相关安全功能。

选择功能 可通过以下方式交替选择安全功能

- 驱动器控制器上的 24 V 输入，或
- 驱动器控制器上的 24 V 输入和主通讯（每次使用一个通道），或
- PROFIBUS 中的安全相关通道 (PROFIsafe)

认证 安全技术已经过“认证机构 SIBE Schweiz”(http://www.sibe.ch) 的 EU 类型检查的测试和认证。（如果您有要求，可以从我们的 Bosch Rexroth 销售代表处获得符合性声明和商标认证的副本[请参阅“服务和支持”]）。

此外，安全技术已通过 TÜV Rheinland 认证，并且已列入北美洲的 TÜV Rheinland 的名单（NRTL 名单）（请访问 http://www.tuv.com/de/index.html 或 http://www.us.tuv.com/ 中的“ID-Zertifikate”或“ID-Certificate”）[美国和加拿大 NRTL 认证的证书编号分别为 72071176 (L1) 和 72071177 (S1)]。“NRTL”指国家认可测试实验室 (Nationally Recognized Testing Laboratory)；由这样的测试实验室列出的产品可以恰当的方式在美国境内使用（根据 NFPA79）。

可实现的要求 集成安全技术独立于主通讯类型、更高级别的控制单元和供电模块。它可以作为可选模块用于标准的驱动系统。可以在机床或装置中实现以下要求：

- 根据 EN ISO 12100-2 所采取的措施，例如，当需要进入危险区进行装配、培训或撤除材料时所采取的措施。
- 根据 EN 954-1 的类别 3，控制单元安全相关部件的要求，例如 EN 1010-1（印刷机和造纸机）、EN 12415（车床）和 EN 12417（加工中心）中的规定。
- 根据 EN 60204-1，发生错误时的控制功能（请参阅 EN 60204-1 中的“多样性应用”）。

2.3.2 作为 IndraDrive 平台解决方案的集成安全技术

不同的特性 (例如 PROFIsafe、I/O、...) 需要不同的硬件：

控制部分类型	名称	集成安全技术的特性		
		起动力锁定 (可选模块“L1”)	板载安全	
			安全技术 I/O (可选模块“S1”)	PROFIsafe
CSH01.1C	ADVANCED	X	X	X
CSH01.2C	ADVANCED	X	X	X
CSB01.1C	BASIC UNIVERSAL (单轴)	X		
CDB01.1C	BASIC UNIVERSAL (双轴)	X	X	X
CSB01.1N-FC	BASIC OPENLOOP	X		
CSB01.1N-AN	BASIC ANALOG	X		
CSB01.1N-SE	BASIC SERCOS	X		
CSB01.1N-PB	BASIC PROFIBUS	X		

插图 2-7: 集成安全技术的硬件要求概览

 除了可选模块“S1”，使用 PROFIsafe 还需要主通讯模块“PROFIBUS”(PB) 和相应的固件版本 (从 MP*03VRS 开始) ！

2.3.3 安全技术的特性和分类

- 功能级别
- 可用集成安全功能分为两个级别：
- 级别 1：完全是基于硬件的安全技术，起动力锁定是其中一部分 (需要可选安全技术模块“L1”)
 - 级别 2：包括所有其它安全功能 (如安全相关的减速、安全相关的限制绝对位置等) 的广泛集成安全技术 (需要可选安全技术模块“S1”)
- 接口特性
- 除了安全功能分类，我们还需区分控制的种类 (例如数字 I/O 或 PROFIBUS)。固件 MP*03VRS 具有以下特性：
- 安全技术 I/O
 - PROFIsafe

2.4 功能和特性概览

2.4.1 集成安全技术的特性

简介

目前，集成安全技术有 3 种不同特性，它们在复杂性和功能性方面有所不同。

- 起动力锁定[纯硬件解决方案 (可选安全技术模块“L1”)]
- 安全技术 I/O [硬件解决方案 (可选安全技术模块“S1”) 和固件解决方案]
- PROFIsafe [硬件解决方案 (可选安全技术模块“S1”和 PROFIBUS 主通讯) 和固件解决方案]

以下段落简要说明了集成安全技术各种特性之间的不同之处，以帮助您区分它们。

 有关集成安全技术特性以及这些特性所能提供的功能的详细信息，请参阅“集成安全功能”一章。

带安全相关起锁定驱动系统

在可选安全技术模块“起点锁定”(“L1”)中, 24 V 输入用于双通道选择, 不固定的转换触点用于双通道反馈(可访问所有 3 种连接)。

可选安全技术模块“起点锁定”可防止驱动器意外重启, 因而保持其处于安全相关状态。

带集成“安全技术 I/O”的驱动系统

在可选安全技术模块“安全技术 I/O”(“S1”)中, 通道 2 的 24 V 输入用于选择应用相关安全功能。可以通过主通讯或驱动器控制器的标准输入连接通道 1 的输入。此外, 确认安全性的 24 V 输出可用于可选模块。

通过可选安全技术模块“安全技术 I/O”, 可以实现驱动器中安全相关的暂停和安全相关的运动的应用相关安全功能。

带集成安全技术“PROFIsafe”的驱动系统

对于带集成安全技术“PROFIsafe”的驱动系统, 作为主通讯的可选安全技术模块“安全技术 I/O”(“S1”)和 PROFIBUS 必须用于驱动器中。对于可选模块输入, 只有回零开关用于此特性, 因为安全功能选择和确认是通过主通讯的安全相关的 PROFIsafe 协议来执行的。

通过 PROFIsafe, 可以通过 PROFIBUS 在驱动器中实现安全相关的暂停和安全相关的运动的应用相关安全功能。

2.4.2 支持的安全技术功能

简介	
	安全技术功能可分为以下几类： • 正常运行和特殊模式 • “安全相关的暂停” • “安全相关的运动” • 辅助功能 • “安全相关反馈”
安全相关的暂停	“安全相关的暂停”类别包括以下功能： • 起点锁定 • 安全相关的静止 • 安全相关的运行停止 • 安全相关的驱动器互锁 • 安全相关的制动保持系统
	 “安全相关的静止”、“安全相关的运行停止”和“安全相关的驱动器互锁”功能包括安全相关的受监控停止过程(辅助功能的一类)。
安全相关的运动	“安全相关的运动”类别包括以下功能： • 安全相关的最大速度 • 安全相关的减速 • 安全相关的运动方向 • 安全相关的受监控减速斜坡 • 安全相关的限制增量 • 安全相关的限制绝对位置 • 安全相关的限制绝对终止位置



特殊模式“安全相关的运动”包括安全相关的受监控停止过程（辅助功能的一类）。

- 安全相关反馈
- “安全相关反馈”类别包括以下功能：
- 安全相关的诊断输出
 - 安全相关的 I/O
 - 安全相关的门锁定设备控制
- 辅助功能
- 安全相关的受监控停止过程
 - 安全相关的回零步骤（“安全相关的限制绝对位置”和“安全相关的限制绝对终止位置”需要的功能）
 - 安全相关的停车轴
 - 安全相关的制动检查（“安全相关的制动保持系统”需要的功能）

概览

安全技术功能类别	安全技术功能
安全相关的暂停	安全相关的起点锁定

插图 2-8: 带可选模块“起动锁定”（“L1”）的安全技术功能

安全技术功能类别	安全技术功能	可用性 ⁽¹⁾
正常运行和特殊模式	安全相关的最大速度	从 MP*02VRS 开始
正常运行和特殊模式	安全相关的运动方向	从 MP*05VRS 开始
正常运行和特殊模式	安全相关的限制绝对终止位置	从 MP*04VRS 开始
安全相关的暂停	安全相关的驱动器互锁	从 MP*02VRS 开始
安全相关的暂停	安全相关的静止	从 MP*02VRS 开始
安全相关的暂停	安全相关的运行停止	从 MP*02VRS 开始
安全相关的暂停	安全相关的制动保持系统	从 MP*05VRS 开始
安全相关的运动	安全相关的减速	从 MP*02VRS 开始
安全相关的运动	安全相关的运动方向	从 MP*02VRS 开始
安全相关的运动	安全相关的限制增量	从 MP*02VRS 开始
安全相关的运动	安全相关的限制绝对位置	从 MP*02VRS 开始
安全相关反馈	安全相关的诊断输出	从 MP*02VRS 开始
安全相关反馈	安全相关的门锁定设备控制	从 MP*02VRS 开始
安全相关反馈	安全相关的 I/O	从 MP*04VRS 开始 ⁽²⁾
辅助功能	安全相关的受监控停止过程	从 MP*04VRS 开始
辅助功能	安全相关的回零步骤	从 MP*02VRS 开始
辅助功能	安全相关的停车轴	从 MP*04VRS 开始
辅助功能	安全相关的制动检查	从 MP*05VRS 开始

(1) 从 MP*03 开始还可以通过主通讯“PROFIBUS”(PROFIsafe)

(2) 只有通过主通讯“PROFIBUS”(PROFIsafe) 才可用

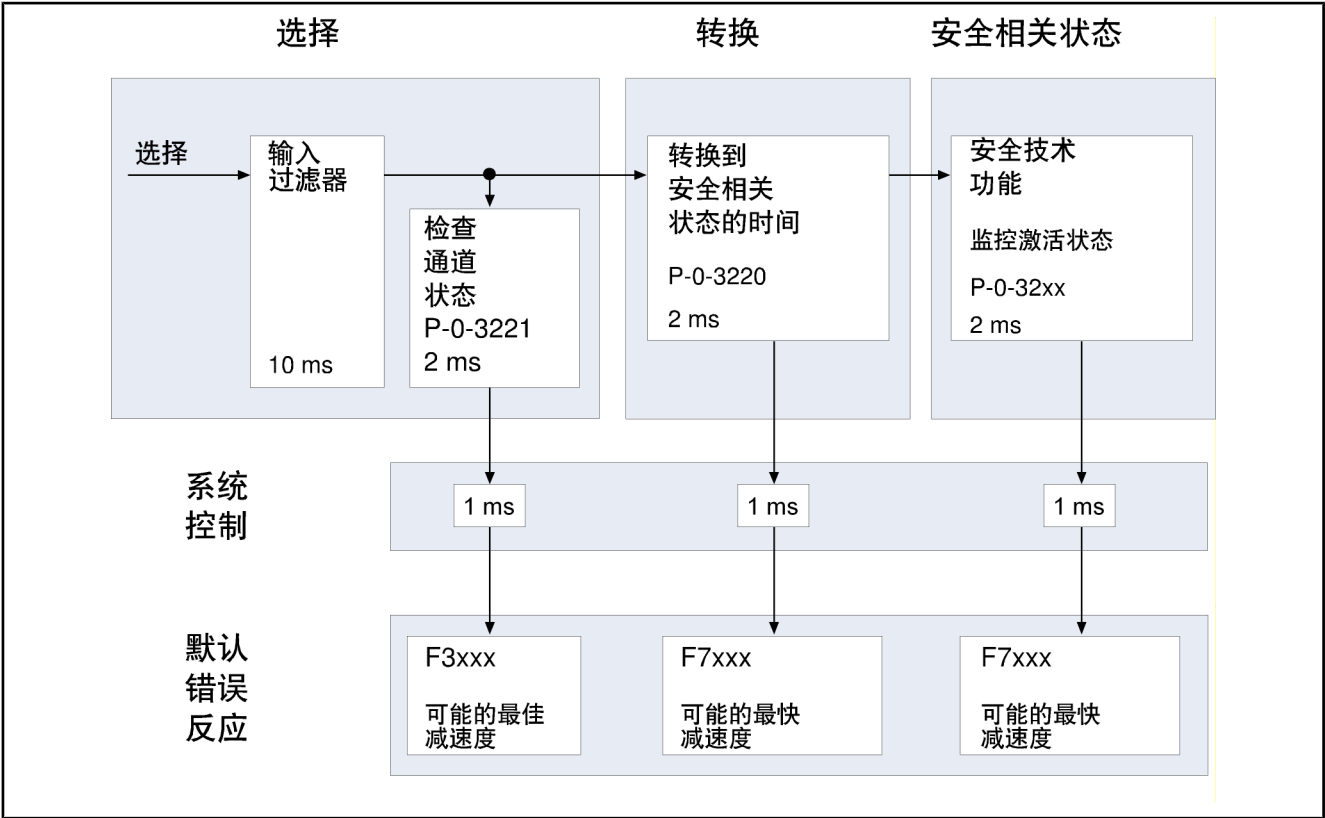
插图 2-9: 带可选模块“安全技术 I/O”的可用安全技术功能概览

系统概览

2.4.3 性能
时间响应和反应时间

用于通过可选安全技术模块 (“S1”) 的数字 I/O 进行控制的集成安全技术的性能如下：

- 内部安全功能可在 2 ms 内运行
- 系统控制可在 1 ms 内运行
- 错误反应可在 1 ms 内出现



图名 DF000093
插图 2-10: 反应时间 I/O (可选模块 S1)

3 重要使用说明

3.1 正当使用

3.1.1 简介

Rexroth 产品代表着一流的研发和制造水平。交付之前已严格测试，确保操作的安全性和可靠性。



警告

不当使用本产品会导致人身伤害和财产损失！

本产品专为在工业领域中使用而设计，并且只能以指定的正当方式使用。如果以不当方式使用本产品，可能会导致财产损失或人身伤害。



Rexroth 作为制造商，对因不当使用造成的损害概不承担任何责任。在这些情况下，用户将失去保修和索赔不当使用之损害的权利。所有风险责任均由用户自行承担。

使用 Rexroth 产品之前，请确保满足正当使用本产品所需的所有先决条件：

- 以任何方式、形态或形式使用我们产品的人员必须先阅读并理解相关的安全说明并熟知正当使用。
- 如果产品采用硬件形式，则必须保持其原始状态，即不可更改结构。禁止反编译软件产品或更改源代码。
- 切勿安装已损坏或有故障的产品或在操作中使用它们。
- 确保已按照相关文档中描述的方式安装产品。

3.1.2 使用和应用领域

Rexroth 制造的驱动器控制器专门用于控制电机和监控其运行。

控制和监控驱动器控制器可能需要其它传感器和作用器。



本驱动器控制器只能与本文档中指定的附件和部件配合使用。如果未明确指定某一组件，则不能安装或连接该组件。这一原则同样适用于电缆和连接线。

只能使用相关功能描述中指定的软件和固件，以指定的组件配置和组合进行操作。

调试前必须对驱动器控制器进行编程，以便使电机能够执行应用程序的特定功能。

Rexroth IndraDrive 系列的驱动器控制器是专为在单轴和多轴驱动和控制任务中使用而开发的。

为了确保特定于应用的使用，驱动器控制器可以具有不同的驱动电源和不同的接口。

驱动器控制器的典型应用包括：

- 处理和安装系统
- 封装机
- 印刷机和造纸机
- 机床
- 木工机床

只能在本文档所述的装配和安装条件下、在指定的正常使用位置以及在所述的环境条件（温度、防护等级、湿度、EMC 等）中使用驱动器控制器。

重要使用说明

3.2 不当使用

在非本文档所述的操作条件和在指示的技术数据和规格以外使用驱动器控制器即为“不当使用”。

在以下情况下，不得使用驱动器控制器：

- 遇到不满足指定环境条件的操作条件。例如，包括在水下、在温度极不稳定或极端高温时的操作。
- 此外，不得在 Rexroth 未明确批准的应用中使用驱动器控制器。请严格遵守一般安全说明中列出的规范！

4 电气驱动装置和控制设备安全说明

4.1 安全说明 - 总则

4.1.1 安全说明的使用和传播

在认真阅读产品随附资料之前,请不要尝试安装或调试设备。使用设备前请通读该安全说明,以及所有的用户文档。如果没有设备的用户文档,请与博世力士乐公司的有关销售代表联系。请立即将这些文档送到负责设备安全运行的人员手中。

转售、出租和/或以其他形式转让该设备时,必须附带这些安全说明(用户所在国家的官方语言版本)。



警告

设备使用不当、不遵守此文档中的安全说明,或随意改动产品(包括禁用安全设备),都可能导致材料损坏、人员受伤、触电,甚至死亡!

请遵守安全说明!

4.1.2 安全说明使用须知

首次调试设备前请阅读下列说明,以降低人身伤害和/或设备损坏的风险。请始终遵守以下安全说明。

- 因为不遵守本文档中的警告而造成的损失,博世力士乐股份公司不承担任何责任。
- 在开始调试设备之前,请阅读相应语言的操作、维护和安全说明。如果无法完全理解您的产品文档,可以要求供应商为您解释。
- 正确的运输、存储、装配、安装,以及认真的操作和维护是保证设备以最佳状态安全运行的前提条件。
- 只能指派受过培训且具有相应资格的人员来进行电气安装:
 - 只有受过培训且具有使用和操作设备资格的人员方可使用此设备,或参与相关工作。这些人员需要充分了解产品装配、安装和操作方面的知识,并理解这些说明中注明的所有警告和预防措施。
 - 此外,他们必须接受过培训、指导并具有相应的资格,能够遵照技术安全规章对电路和设备进行开关、接地,并按照安全操作要求进行标识。他们还必须有适当的安全设备保护,并接受过急救培训。
- 只能使用制造商许可的部件和配件。
- 遵守设备使用地的所有与应用相关的安全规章和要求。
- 该设备是为在工业机械环境下安装而设计的。
- 必须遵守产品文档中给出的环境条件。
- 只能使用《工程规划手册》中明确许可的安全相关应用。否则不能使用。“有安全问题”是指所有可能引起人身伤害和材料损坏的应用。
- 关于供货组件使用的信息,产品文档中只给出了应用实例和建议。

机器及设备制造商和设备安装人员必须

 - 确保供货组件适合自己的应用,并检查本文档中关于组件使用的信息,
 - 确保其应用符合应用安全规章和标准,并执行所有必须的检测、修改和补充。
- 只有确定所安装的机器和装置符合国家法规、有关应用的安全标准和规范,供货组件才可以使用。
- 只有其应用符合相应的国家电磁兼容性规定(EMC),才可进行操作。

电气驱动装置和控制设备安全说明

- 可在相应文档（组件和系统工程规划手册）的 EMC 部分找到符合 EMC 的安装说明。
机器或装置的制造商有责任遵守国家法规中规定的各项限制。
- 您可以在产品文档中找到技术数据、连接和安装条件，并必须始终遵照其进行操作。

用户必须考虑的国家法规

- 欧洲国家：遵守欧洲 EN 标准
- 美国 (USA)：
 - 美国国家电气规范 (NEC)
 - 美国电气制造商协会 (NEMA)，以及当地工程法规
 - 美国国家消防协会 (NFPA) 法规
- 加拿大：加拿大标准协会 (CSA)
- 其他国家：
 - 国际标准化组织 (ISO)
 - 国际电工委员会 (IEC)

4.1.3 警告标志和危险级别说明

安全说明描述了以下几种危险级别。危险级别说明了不遵守安全说明会导致的后果：

警告标志	信号含义	危险程度（根据 ANSI Z 535.4-2002 确定）
	危险	将会导致死亡或重伤。
	警告	可能导致死亡或重伤。
	小心	可能导致轻微或中度的人身伤害或材料损坏。

插图 4-1: 危险分类（根据 ANSI Z 535）

4.1.4 使用不当引发的危险



危险

高压和高工作电流！小心电击导致死亡或重伤！
请遵守安全说明！



危险

危险勿动！不小心移动电机可能会导致死亡、重伤或材料受损！
请遵守安全说明！

**警告****错误连接导致高压！小心电击导致死亡或受伤！**

请遵守安全说明！

**警告****靠近电气设备会对佩戴心脏起搏器、金属植入物和助听器的人员造成健康危害！**

请遵守安全说明！

**小心****设备壳体表面高温！小心受伤！小心灼伤！**

请遵守安全说明！

**小心****小心因操作不当而受伤！小心由于挤压、切割、碰撞或错误操作高压线而造成损伤！**

请遵守安全说明！

**小心****小心因电池操作不当而受伤！**

请遵守安全说明！

4.2 特定危险说明

4.2.1 避免接触电气部件及壳体



这一部分是针对电压高于 50 伏的设备和驱动组件的说明。

接触传导电压高于 50 伏的部件会造成人身伤害，引发电击。电气设备运行过程中，难免有些部件会带有危险的电压。

电气驱动装置和控制设备安全说明



危险

高压！小心有生命危险、遭电击或受重伤！

- 只允许受过训练并具有电气设备使用资格的人员来对设备进行操作、维护和维修。
- 使用电力装置时，请遵守一般的要求和安全规定。
- 接通设备前，必须按照接线图将设备接地导线固定连接在所有的电气设备上。
- 在设备接地导线永久连接在相应的安装点上之前，不能运行电气设备，即使是进行简单的测量或测试也不能。
- 在对电压高于 50 V 的电气部件进行操作之前，必须断开设备和主电压或电源装置之间的连接。确保不会重新连上电源。
- 如有电气驱动装置和滤波组件，请注意以下几点：
关闭电源后等待 **30 分钟**，在工作前让电容充分放电。开始工作前先测量电容电压，确保接触设备时不会发生危险。
- 电源未关闭时，请勿接触组件的电气连接点。组件通电状态下，请勿插拔插头。
- 接通设备前，请正确安装随设备提供的防护盖和防护装置。打开设备之前，仔细遮盖和保护带电部分，防止与其发生接触。
- 电气驱动装置中不能使用剩余电流动作断路器或 r.c.d.！还必须通过其他方式防止间接接触，例如，使用符合有关标准的过电流保护装置。
- 通过外部壳体（如控制箱）防止嵌入式设备与带电部件发生直接接触。



对于电压高于 50 伏的电气驱动和滤波元件，还应注意以下安全说明。



危险

壳体高压和高泄漏电流！小心电击导致死亡或受伤！

- 打开设备前，必须使用设备接地导线把所有电气设备和电机的外壳连接到接地点。也可在短路测试前进行这一操作。
- 电气设备和装置的设备接地导线必须始终固定连接在电源装置上。泄漏电流高于 3.5 mA。
- 该设备连接全部使用横截面不小于 10 mm² 的铜线！
- 在设备调试以及试运行之前，请始终连通设备接地导线或连接至地线。否则壳体可能出现高电压，从而引发电击。

4.2.2 使用保护性特低电压防止电击

使用保护性特低电压是为了使用基本的绝缘装置把设备连接到特低电压电路中。

电压在 5 至 50 伏之间的所有力士乐产品的接头和接线端均为 PELV 系统。¹⁾ 因此，可以将配备有基本绝缘装置的设备（如编程设备、PC、笔记本、显示装置）连接到这些接头和接线端。



警告

错误连接导致高压！小心电击导致死亡或受伤！

如果包含高于 50 伏电压和电路的设备的特低电压电路（如主连接）连接到了力士乐产品，那么连接的特低电压电路必须符合 PELV 要求。²⁾

¹⁾ "保护性特低电压"

²⁾ "保护性特低电压"

4.2.3 防止危险移动

对已连接电机的不正确操作可能会引起危险的移动。常见例子有：

- 电缆连接配线不当或错误
- 设备组件操作不当
- 运行前参数输入错误
- 传感器、编码器和监控设备故障
- 组件损坏
- 软件或固件出错

危险移动可能会在设备接通后立即出现，也可能正常运行一段时间之后才出现。

通常情况下，驱动组件中的监控装置已经足够防止已连接的驱动装置中出现操作故障了。但为了人身安全，尤其是为了防止人身伤害和材料损坏的危险，仅靠监控是不能保证绝对安全的。在集成的监控功能发挥作用之前，任何情况下都必须警惕驱动装置的不当移动。驱动装置不当移动的程度取决于控制类型和运行状态。



危险

危险勿动！小心发生生命危险、受伤、重创或材料损坏！

- 使用合格和经过测试的高级监控装置，或者采取设备集成的措施来确保人身安全。

必须由用户根据设备安装中的具体条件来决定采取哪些措施，并进行危险和故障分析。必须考虑设备适用的安全法规。如果安全装置被禁用、忽略或未被激活，则可能无意间移动机器或发生其他故障。

为避免发生事故、受伤和/或材料损坏，请执行以下操作：

- 确保在机器移动范围内和移动部件周围无任何障碍物。防止人员意外进入机器的移动范围内，可采用以下措施：
 - 使用防护栏
 - 使用防护罩
 - 使用保护套
 - 安装光栅或挡光板
- 防护栏和防护套必须足够坚固，能抵挡可能的最大冲力。
- 在操作人员附近安装紧急停机开关。启动前检验紧急停机开关是否可用。紧急停机开关无法使用时，不要开启设备。
- 通过紧急停机电路或使用安全启动锁定来隔离驱动装置与电源的连接，防止无意中启动设备。
- 在接近或进入危险区之前，请确保驱动装置处于安全的停机状态。
- 此外，切断电机电源后，请保护垂直轴不会掉落，方法有：
 - 通过机械方式锁紧垂直轴，
 - 添加外部制动/停机/夹钳装置或
 - 确保垂直轴足够平稳。
- 仅有标准设备电动制动装置或驱动控制器控制的外部制动装置不足以保证人身安全！
- 在以下情况下，要使用总开关断开设备的电源连接，并防止重新连接：
 - 维护和维修工作
 - 清洗设备
 - 设备长时间不用
- 避免在电子电路和电源线附近使用高频、遥控和无线电设备。如无法避免使用这些设备，在首次启动设备前，对系统和设备进行检验，确定常用的所有可能部位均无问题。如有需要，对设备进行特别的电磁兼容性 (EMC) 测试。

4.2.4 避免运行和安装过程中磁场和电磁场影响

载流导体和电机中的永久磁铁所产生的磁场和电磁场，对于佩戴心脏起搏器、金属植入物和助听器的人员会造成严重的人身伤害。



警告

靠近电气设备会对佩戴心脏起搏器、金属植入物和助听器的人员造成健康危害！

- 禁止佩戴心脏起搏器和金属植入物的人员进入以下区域：
 - 安装、运行、调试电气设备和部件的区域。
 - 带有永久磁铁的电机部件存放、维修或安装的区域。
- 如佩戴起搏器的人员需要进入该类区域，必须事先咨询医生。现已植入和将来植入的心脏起搏器抗扰度完全不同，所以无法提供通用的规则。
- 身体内有金属植入物或金属片，以及佩戴助听器的人员，在进入上述区域前必须咨询医生。否则可能会对身体造成危害。

4.2.5 避免触碰高温部件



小心

电机壳体、驱动控制器和节流装置表面的温度都很高！小心受伤！小心灼伤！

- 请勿接触设备壳体表面以及热源附近的节流装置！小心灼伤！
- 请勿接触电机壳体表面！小心灼伤！
- 根据运行条件的不同，运行中和运行后的温度可以达到 60 °C，140°F 以上。
- 电机关闭后，在接触前请先长时间充分冷却。冷却时间最长需要 140 分钟！根据粗略估计，所需的冷却时间是技术数据中指定的热时间常数的五倍。
- 关闭驱动控制器或节流装置后，请等待 15 分钟，待其冷却后再接触。
- 请佩戴防护手套，或者干脆不要在高温表面工作。
- 对于某些应用，最终产品、机器或设备制造商会按照相应的安全法规采取措施，来防止在最终使用中引起灼伤。这些措施包括：警告、防护（屏蔽或隔离）、提供技术文档等。

4.2.6 操作和安装过程中的保护

在不利条件下，操作或安装某些部件或组件不当会导致受伤。



小心

小心因操作不当而受伤！因挤压、切割、碰撞而造成人身伤害！

- 遵守操作和安装的一般要求和安全规定。
- 使用适当的安装和运输设备。
- 采取适当措施防止挤压。
- 始终使用合适的工具。如另有规定，请使用指定的特殊工具。
- 正确使用起重设备和工具。
- 如有必要，使用合适的防护装置（如护目镜、防护鞋、防护手套）。
- 不要站在悬挂的重物下。
- 立即清理倾泻的液体，以免滑倒发生危险。

4.2.7 电池使用安全事项

电池的固体外壳中含有活性化学物质。因此，操作不当会导致受伤或材料受损。



小心

小心因操作不当而受伤！

- 请勿尝试加热或其他方法来使电池恢复活性（有爆炸和腐蚀危险）。
- 请勿给电池充电，否则可能引起泄漏或爆炸。
- 请勿将电池投入明火中。
- 请勿分拆电池。
- 更换电池或电池组时，请勿损坏设备中安装的电气部件。
- 只能使用制造商指定的电池型号。



环境保护和废物处理是很重要的。从法律规定的角度来看，产品中所包含的电池在海陆空运输中都被视为危险品（有爆炸危险）。请把用过的电池与其他垃圾分开处理。遵守产品装配国当地的法规。

4.2.8 受压系统保护

根据《工程规划手册》中的信息，电机以及驱动控制器是由液体和压缩空气来冷却的，可以通过外部输送管路向其提供一部分增压介质，如压缩空气、液压油、液体冷凝剂以及冷却润滑油。对已连接的供应系统、补给线或接头操作不当，会引起人员受伤或材料受损。



小心

小心因受压线路操作不当而受伤！

- 请勿尝试断开、打开或剪断受压线路（有爆炸危险）。
- 遵守相应制造商的操作说明。
- 在拆卸线路前，先减压并排出介质。
- 使用合适的防护装置（如护目镜、防护鞋、防护手套）。
- 立即清理倾泻在地上的液体。



环境保护和废物处理是很重要的。产品操作所用的介质对生态环境有害。将对生态有害的介质与其他垃圾分开处理。遵守产品装配国当地的法规。

5 集成安全技术的运作原理

5.1 基本功能

5.1.1 概览

如果是标准驱动器，轴/主轴/辊会依据控制单元的命令值进行移动。在这种情况下，驱动器会因操作错误、系统中错误的安装、组件或材料缺陷、系统故障而错误运动。即便错误仅在短时间内偶尔发生，驱动器的错误运动也会危及驱动器运动危险区内的人员。

因此，必须采取措施将错误对驱动器运动的影响限制在最小范围内。进而大大降低剩下危险危及人员的几率。

在操作期间，安全功能装置将受到驱动器系统的监控。为此，我们在系统中采用三个用于检测静态的错误状态（即所谓的“休眠错误”）的原理，如下所示：

- 结构多样性的**双通道数据处理**
- 安全相关数据的**交叉比较**
- 静止状态的**动态化**

这些措施可以保证安全功能装置不会被单个错误误导。

设备或机床制造商必须根据“Directive 98/37/EG”附录 I 进行风险分析，确定措施是否足以应对现有的设备或机床。

下面的原理图说明了本部分所述的基本功能和运作原理：

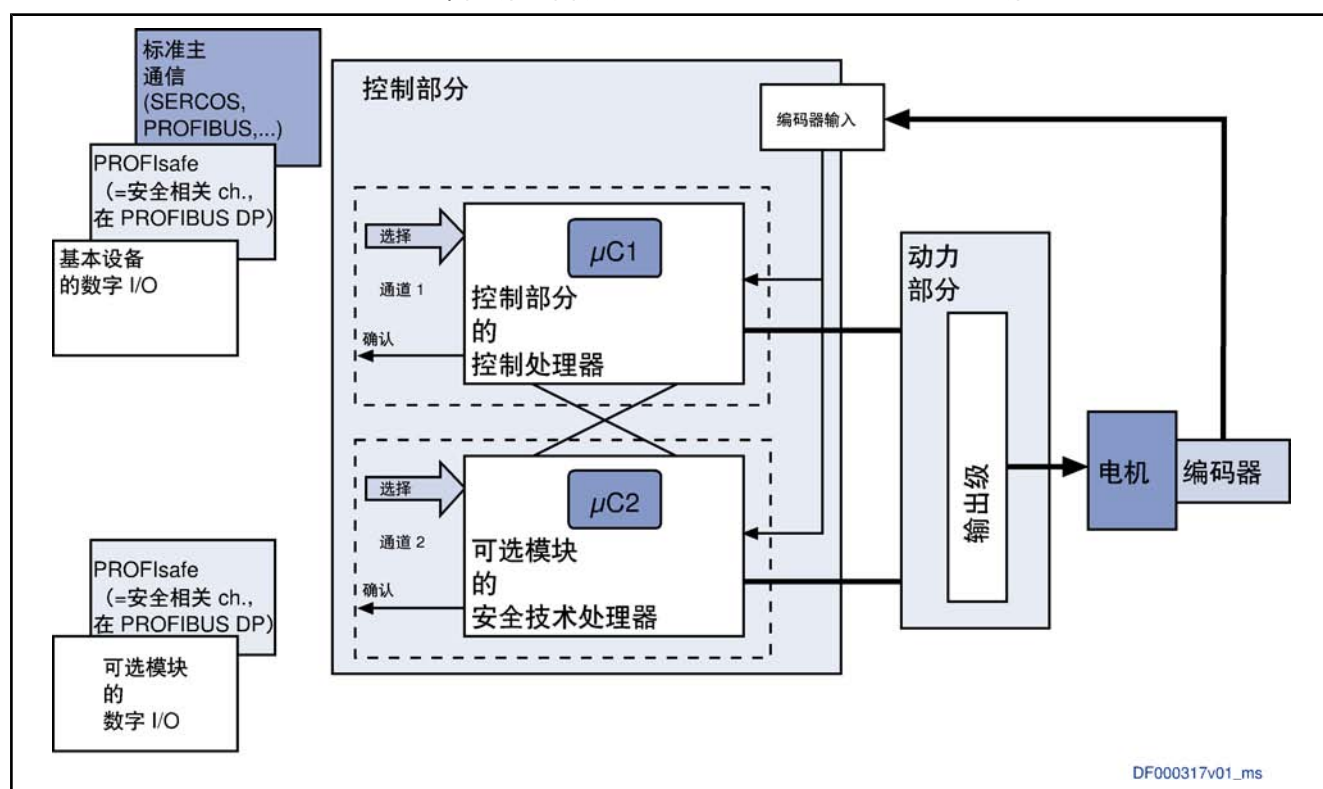


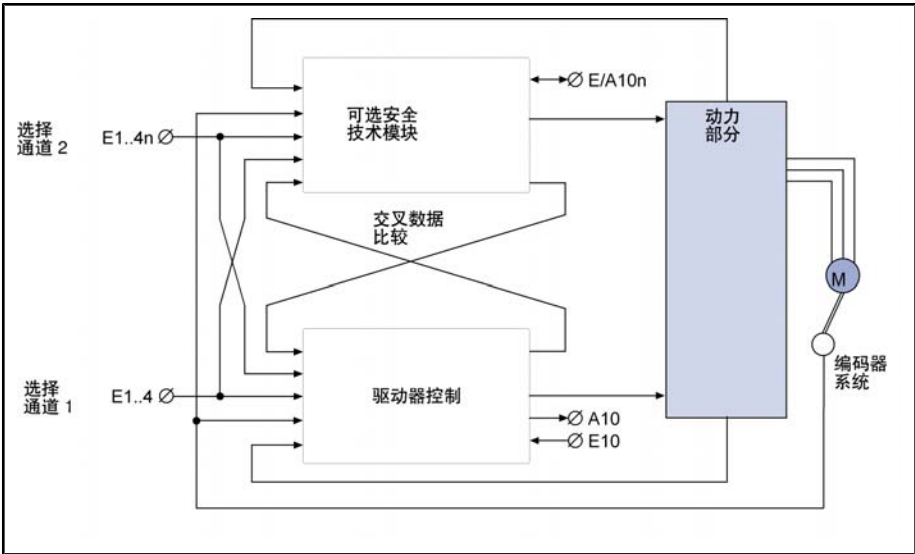
插图 5-1: 采用集成安全技术的 IndraDrive 原理图

5.1.2 双通道结构

通过两个独立的通道来传输和处理所有与安全相关的数据。

- **通道 1**：驱动器 μC （基本控制单元）是第一个监控通道。
- **通道 2**：可选安全技术模块“S1”上的另一安全技术 μC 是第二个通道。

集成安全技术的运作原理



图名 DF0016
插图 5-2: 双通道结构原理图 (以 I/O 连接为例)

5.1.3 交叉数据比较

简要说明

用于显示安全功能的相关监控功能，这些功能在基本驱动器（基本控制单元）以及可选安全技术模块（安全控制单元）上单独处理。

若要确保这些安全功能装置采用正确（相同）的极限值，则必需进行交叉数据比较。如果在两个通道之一中检测到监控参数出现偏差，会导致相关错误反应，并且驱动器系统将进入安全相关状态。

周期性交叉数据比较的功能

交叉数据比较从驱动器“启动阶段”开始。进入操作模式（“阶段 4”）后，即会启动交叉数据比较。

如果在运行期间两个通道的安全参数不相同，

- 会在正常运行中生成“E3104 安全参数验证错误”。
- 会在特殊模式中生成错误消息“F3140 安全参数验证错误”或“F7040 验证错误参数化 - 有效阈值”。

 当激活一个或多个安全功能时，会通过安全功能选择来执行附加的交叉数据比较。

- 交叉数据比较检测到的错误
- 以下是通过交叉数据比较检测到的错误：
- 仅在一个系统上激活了安全功能
 - 激活了错误的安全功能
 - 使用了不同的监控参数
 - 安全功能无法运行 (lifecounter)
 - 意外硬件错误
 - 意外软件错误

5.1.4 动态化

简要说明

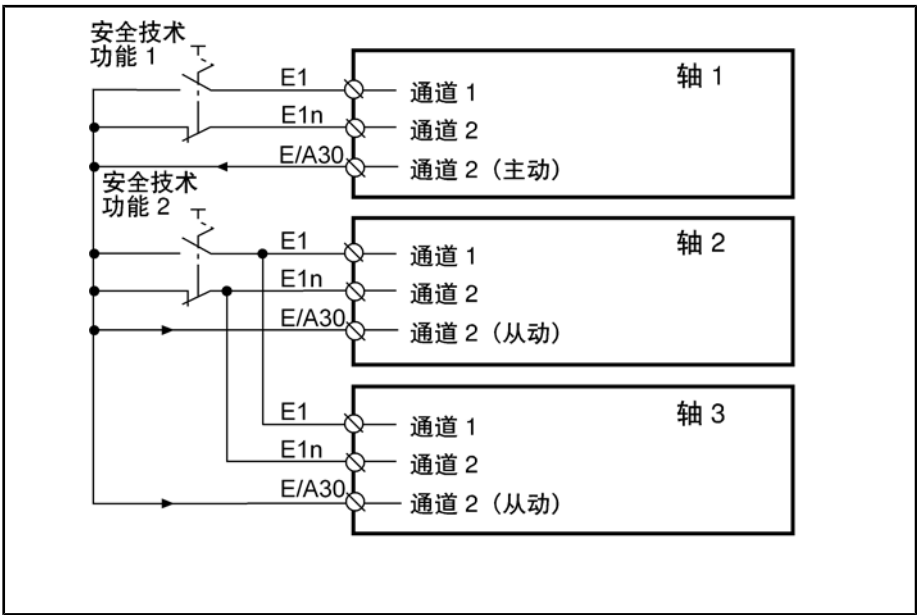
动态化将检测安全相关电路中的静态错误状态，即所谓的“休眠错误”。动态化在后台以一定时间间隔自动运行，它对安全功能没有影响。

动态化的运作原理

 在通过 PROFIsafe 进行安全功能选择的情况下，不会发生动态化。因为在这种情况下不可能通过 I/O 将选择信号参数化，并且通过 PROFIsafe 进行的选择是安全相关的。

通过 N/C-N/O 组合来选择一个安全功能，以便始终选择某个安全功能的一个通道（通过切换来激活/取消激活此功能）。
周期性检查内部驱动的活动通道 (N/O)。
输入的共同动态化 动态化主轴会针对所有选择的输入自动执行动态化（通过 A30）。
必须通过 E30 使动态化同步。

 由于硬件限制，通过一个动态化主轴可以动态化的驱动器最大数目为 25 个（其中包括动态化主轴）！



图名 DF0044
插图 5-3: 通过 I/O 对输入进行共同动态化

通过主通讯对通道 1 的输入进行单独动态化 通过主通讯选择了通道 1 后，可在驱动器中为通道 1 和通道 2 的单独动态化进行参数化。
通道 1 和通道 2 的动态化通过更高级别的控制单元发生。动态化的同步必须通过 E30 或者 E30 的替代品（“P-0-3212，安全技术控制字，通道 1”或“P-0-3212，安全技术信号控制字，通道 1”）来发生。

中断电路的动态化 标准设计中的控制选择和可选的“安全技术 I/O”模块都有自己的中断电路。由于是内部驱动，所以会周期性地检查中断电路的激活。

5.2 集成安全技术的状态机床

5.2.1 安全技术操作状态

概览

- 我们区分以下安全技术操作状态：
- 正常运行（例如，与驱动器作为伺服定位轴时的正常运行相似）
 - 特殊模式“安全相关的暂停”

集成安全技术的运作原理

- 特殊模式“安全相关的运动”
 - 驱动器互锁
- 下面的状态图说明了如何通过三个激活设备（模式选择器、使能控制设备、驱动器互锁开关）来选择不同的操作状态。

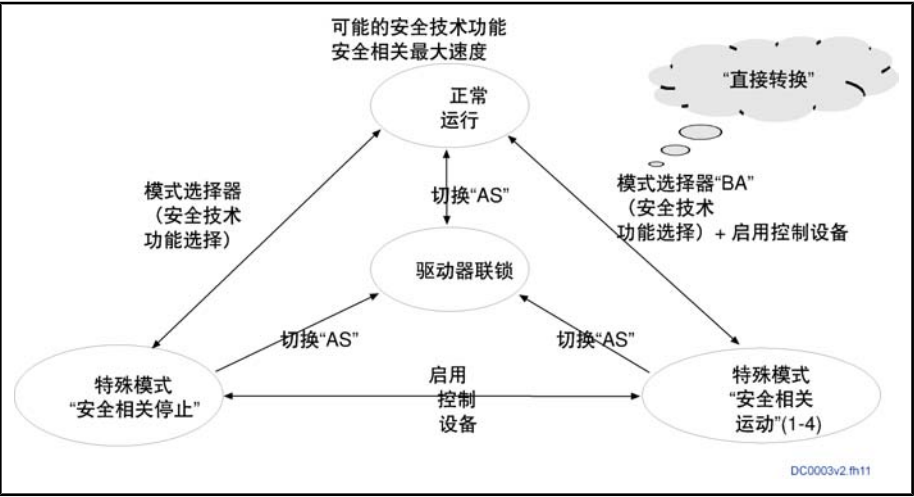


插图 5-4: 状态图

 “直接转换”是在忽略特殊模式“安全相关的暂停”的情况下，直接从正常运行转换为特殊模式“安全相关的运动”。通过同时激活模式选择器和使能控制设备来选择安全功能。

安全技术操作状态的变换

- 通过模式选择器、使能控制设备和驱动器互锁开关，在安全技术操作状态之间进行变换。
- 选择驱动器互锁
- 通过模式选择器选择操作状态
- 通过使能控制可在特殊模式中变换状态
- 通过驱动器互锁开关可以选择驱动器互锁。此选择与模式选择器的位置和使能控制无关。
- 通过模式选择器，可以选择安全技术操作状态“正常运行”和“特殊模式”。
- 在特殊模式中，可通过使能控制在以下安全操作状态之间进行切换：

- 特殊模式“安全相关的暂停”

在特殊模式“安全相关的暂停”中可以配置以下安全功能（注意：通过模式选择器进行选择）：

 - “安全相关的静止”
 - “安全相关的运行停止”
- 特殊模式“安全相关的运动”

在特殊模式“安全相关的运动”中可以配置以下安全功能（注意：通过在特殊模式中的使能控制进行选择）：

 - “安全相关的减速”
 - “安全相关的运动方向”
 - “安全相关的限制增量”
 - “安全相关的限制绝对位置”

通过安全开关“S1”和“S2”，可在特殊模式“安全相关的运动”中选择四个操作状态。

各个操作状态中的安全技术功能的概述

下表显示了相应安全技术操作状态下有用的安全功能选择的组合。

安全功能		用于选择/取消安全功能的控制元件					
		模式 选择器	启用 控制器	安全 开关 1	安全 开关 2	驱动器 联锁	原位 开关
		位置	位置	位置	位置	位置	可用
正常运行	安全相关最大速度	NO	-	-	-	关	-
	安全相关限制绝对终点位置	NO	-	-	-	关	是
带停止功能的特殊模式	驱动器联锁	-	-	-	-	开	-
	安全相关停止	SO	关	-	-	关	-
带运动功能“SBB”的特殊模式	安全相关	SO	关	-	-	关	-
	SH	SO	关	-	-	关	-
	SG1 + SD1 + SM1	SO	开	关	□	关	□
	SG2 + SD2 + SM2	SO	开	开	□	关	□
	SG1 + SD1 + SM1 + SL1	SO	开	关	□	□	是
	SG2 + SD2 + SM2 + SL2	SO	开	开	□	□	是
	SG3 + SD3 + SM3	SO	开	关	开	□	□
	SG4 + SD4 + SM4	SO	开	开	开	□	□
	安全相关限制最大速度	-	-	-	-	关	-
	安全相关限制绝对终点位置	-	-	-	-	关	是
	SH / SBH 安全相关监控停止进程	SO	关	-	-	关	-
	驱动器联锁安全相关监控停止进程	-	关	-	-	关	-
	SBB 安全相关监控停止进程	SO	开	-	-	关	-
		SO	开	-	-	关	-

DL0001v4.fh11

NO : 正常运行

SO : 特殊模式

SH : 安全相关静态 (无扭矩)

SBH : 安全相关运行停止 (控制环已激活)

SG : 安全相关减速

SD : 安全相关运动方向

SM : 安全相关限制位置

SL : 安全相关限制绝对位置

□ : 未激活控制元件时的输入

□ : 控制元件可用时无输入 (最大 + 输入)

插图 5-5: 通过 I/O 选择时在相应状态下的安全功能的组合



使用 PROFIsafe 时，取消对 4 个输入的限制；即因而可以配置更多的功能。

应用注意事项

在处理安全技术操作状态时请注意以下方面：

集成安全技术的运作原理

- 如果在正常运行中激活了使能控制，命令值输入的减少会生效。切换到特殊模式会在转换时间结束后于内部激活安全相关的运动的监控功能。
- 必须先执行“安全相关的回零步骤”，然后选择安全功能“安全相关的限制绝对位置”。安全相关的回零步骤需要在可选安全技术模块上的输入。此时仅能提供一个输入，例如在特殊模式“安全相关的运动”中切换两个而非四个操作状态。

5.2.2 转换到安全相关状态

简要说明

选择安全相关状态时，必须相应地为驱动器调整命令值系统。可在转换到安全相关状态的过程中进行此调整。我们区分以下转换种类：

- 从正常运行转换为特殊模式
- 从一种特殊模式转换为另一种特殊模式

可以通过驱动器或控制单元来控制转换。

运作原理

必须将转换到特殊模式的种类（由驱动器或控制单元控制）在“P-0-3210，安全技术配置”或“P-0-3210，安全技术控制字”中进行参数化。

选择安全相关的操作模式后，会立即启动转换过程。

根据参数设置（由驱动器或控制单元控制）和选择的安全相关状态（“安全相关的暂停”或“安全相关的运动”），转换会因不同的事件终止：

- 超过转换的容许时间差（P-0-3220 或 P-0-3225）
- 复位驱动器使能
- 更高级别的控制单元在“P-0-3212，安全技术控制字，通道 1”或“P-0-3212，安全技术信号控制字，通道 1”中给出了反馈，已经调整了驱动器的命令值系统。

转换的容许时间差 在每次转换到特殊模式的过程中，都监控容许的时间差。对于从正常运行/特殊模式到安全相关状态的转换，为每种转换都提供了可编程时间：

- P-0-3220，从正常运行进行转换的容许的时间差
- P-0-3225，从安全相关运行进行转换的容许的时间差

驱动器控制的转换 通过激活功能“驱动器暂停”来使驱动器控制转换到“安全相关的运行停止”。使用为此目的参数化的加速度和急进来关闭驱动器。

对于转换到“安全相关的静止”或驱动器互锁，会按照已参数化的尽可能好的减速度（P-0-0119）来关闭驱动器。随后，移除驱动器使能。

 转换到特殊模式“安全相关的运动”始终由 NC 控制，该 NC 独立于在参数“P-0-3210，安全技术配置”或“P-0-3210，安全技术控制字”中的设置。

完成停止过程后，当驱动器的实际速度低于“P-0-3233，安全相关的暂停的速度阈值”时，所选择的特殊模式会变为激活状态。

如果实际速度不低于“P-0-3233，安全相关的暂停的速度阈值”或者超过转换（P-0-3220 或 P-0-3225）的参数化容许的时间差，则会生成错误“F7050 超过了停止过程的时间”。

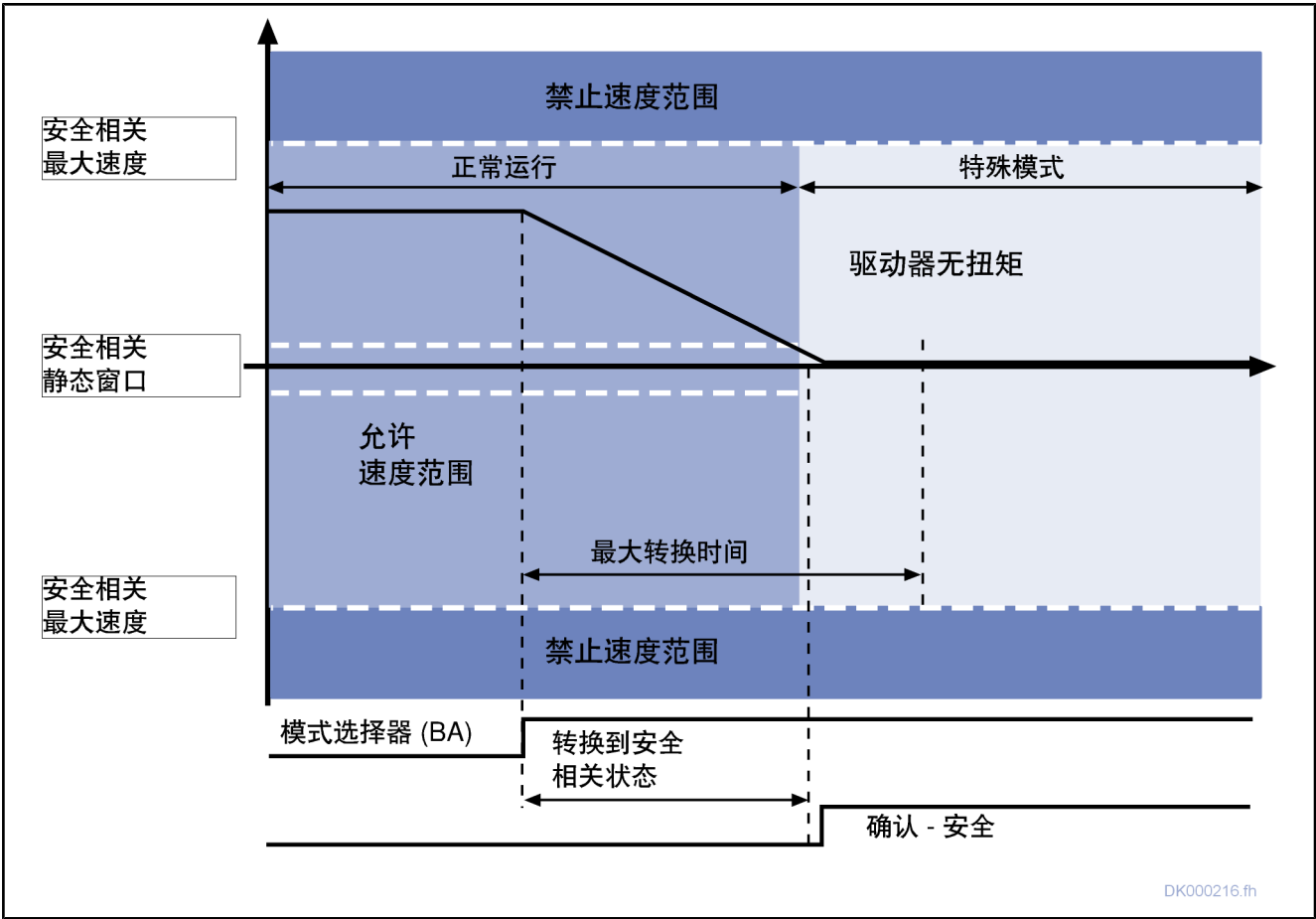


插图 5-6: 驱动器控制从正常运行转换到“安全相关的静止”

NC 控制的转换

对于 NC 控制的转换，更高级别的控制单元必须将驱动器置于新的命令值系统中。

所选择的特殊模式仅在超过转换（P-0-3220 或 P-0-3225）的容许的时间差时才处于激活状态。

选择特殊模式“安全相关的暂停”后，会运行一个检查以核查驱动器的实际速度是否小于“P-0-3233，安全相关的暂停的速度阈值”；如果实际速度不小于该阈值，则会生成错误“F7050 超过了停止过程的时间”。

选择特殊模式“安全相关的运动”后，会在超过参数化的转换时间后直接切换为特殊模式“安全相关的运动”，并且在此模式中有效的监控功能会变为激活状态。如果监控器触发，则会生成相应的错误。

集成安全技术的运作原理

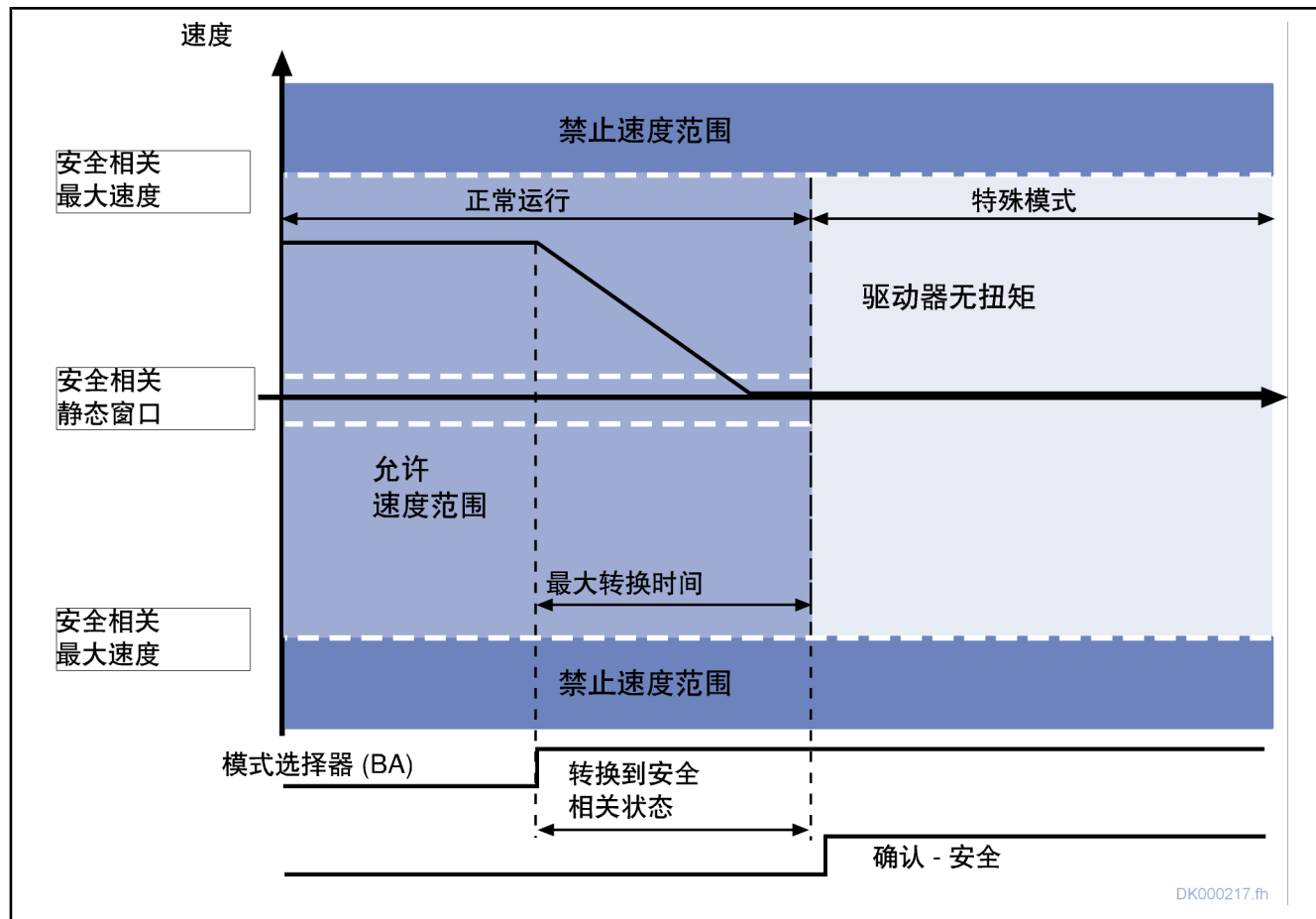


插图 5-7: NC 控制从正常运行转换到“安全相关的静止”

为避免不必要的等待时间，会在所有转换中激活所选择的安全技术操作状态，但需符合以下条件：

- 尚未设置驱动器使能，并且
- 驱动器的实际速度低于“P-0-3233，安全相关的暂停的速度阈值”（仅选择了特殊模式“安全相关的暂停”）。

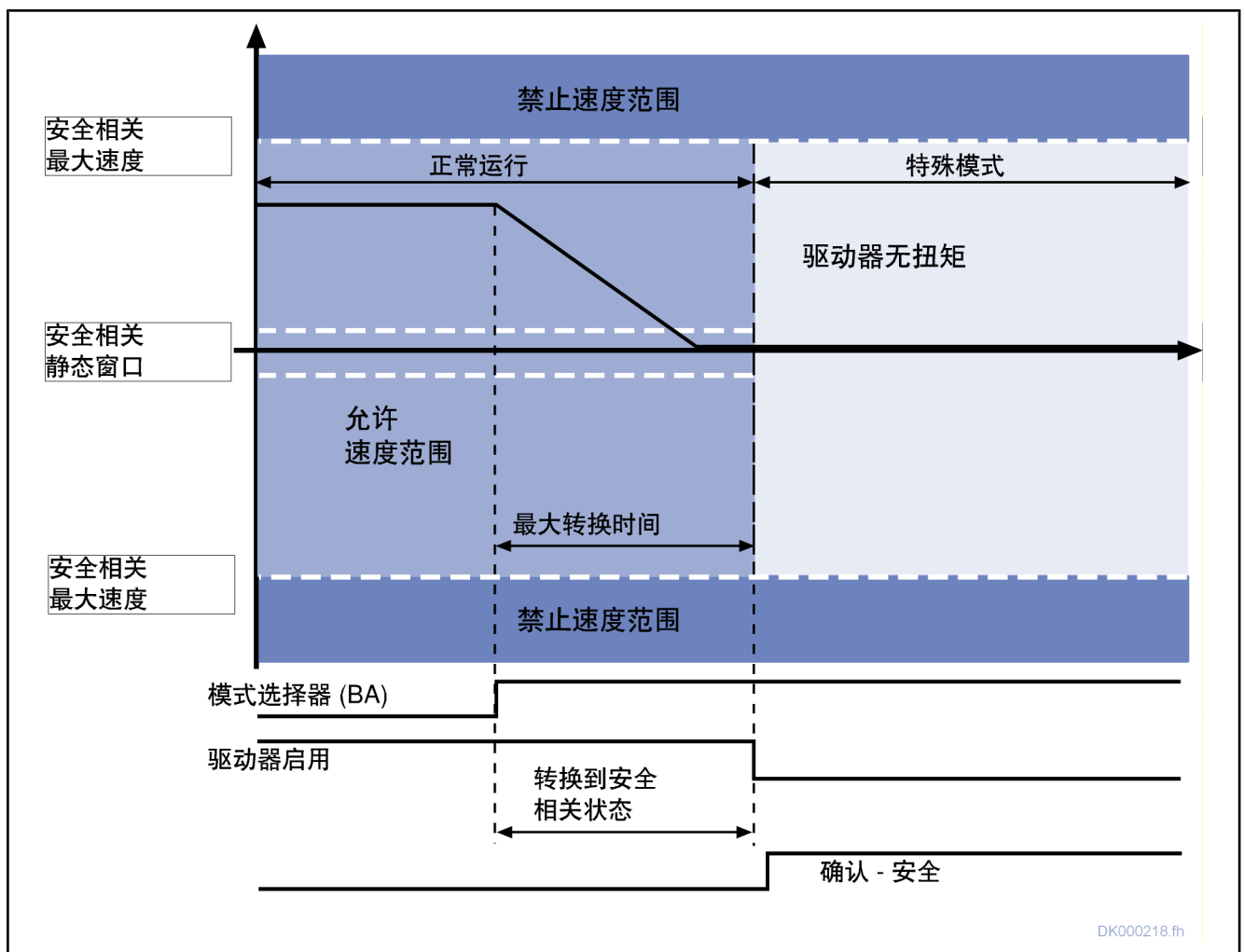


插图 5-8: NC 控制从正常运行转换到“安全相关的静止”，移除了驱动器使能
通过在“P-0-3212，安全技术控制字，通道 1”或“P-0-3212，安全技术信号控制字，通道 1”中的位 11（NC 就绪），控制单元可向驱动器发出信号通知已经完成了对于命令值系统的调整。通过此信号，控制单元可以减少转换时间。所选择的安全技术操作处于激活状态或者超过了某个取决于应用程序的常量时间后，必须复位该位。

集成安全技术的运作原理

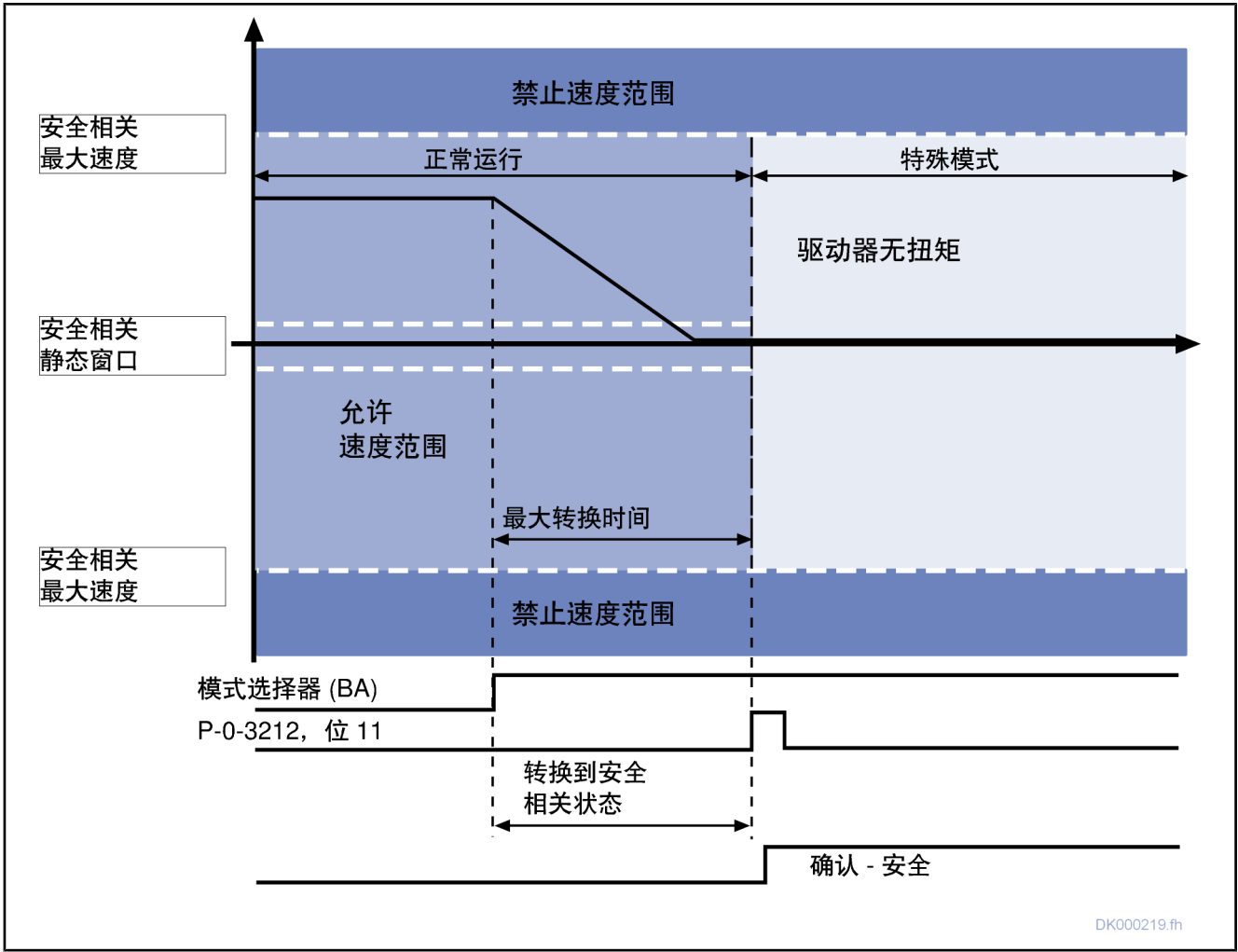


插图 5-9: NC 控制从正常运行转换到“安全相关的静止”，使用“NC 就绪”位

选择的安全技术操作状态	安全技术操作模式转换	
	NC 控制	驱动器控制
安全功能“安全相关的静止”、“驱动器互锁”	NC 控制的停止过程， - NC 移除驱动器使能， - 当 t = P-0-3220 或 P-0-3225 时 或 P-0-3212/“NC 就绪”位 = 1 时 以及 实际速度 < P-0-3233 时 安全功能“安全相关的静止”或 “驱动器互锁”已激活	根据 P-0-0119 启动驱动器控制的停止过程；在 停止过程结束时，会移除驱动器使能 - 只要 实际速度 < P-0-3233 时 安全功能“安全相关的静止”或“驱动器互锁”已激 活， 即使 t < P-0-3220 或 P-0-3225 也可以
安全功能“安全相关的运行停止”	NC 控制的停止过程 - 当 t = P-0-3220 或 P-0-3225 时 或无驱动器使能时 或 P-0-3212/“NC 就绪”位 = 1 时 以及 实际速度 < P-0-3233 时 安全功能 “安全相关的运行停止”已激活	通过内部激活的“驱动器暂停”的驱动器控制的停 止过程， - 只要 实际速度 < P-0-3233 时 安全功能“安全相关的运行停止”已激活， 即使 t < P-0-3220 或 P-0-3225 也可以
特殊模式“安全相关的运动”	NC 控制的转换 - 当 t = P-0-3220 或 P-0-3225 时 或无驱动器使能时 或 P-0-3212/“NC 就绪”位 = 1 时 特殊模式“安全相关的运动”已激活	执行了 NC 控制的操作模式转换

插图 5-10: 在安全操作状态之间进行转换期间的操作

5.3 用于选择和确认的接口

5.3.1 概要

概述

- 作为基本原理，通过两个通道（EN 954-1，类别 3）进行安全相关的选择和确认；固件支持以下方式：
- 安全技术 I/O
 - 安全技术 I/O 和主通讯
 - PROFIsafe（从 MP*03VRS 开始）

集成安全技术的运作原理

接口概述

可以通过以下接口来选择和确认安全技术操作状态（通过两个通道）：

- 安全技术 I/O（通道 1 和通道 2）（从 MP*02VRS 开始）
- 安全技术 I/O（通道 2）和主通讯（通道 1）（从 MP*02VRS 开始）
- PROFIsafe（通道 1 和通道 2）（从 MP*03VRS 开始）

注意：使用 PROFIsafe 时，不会占用 I/O（但回零开关除外）！



所提供的安全功能独立于使用的接口；不同的固件版本，可用的功能范围也不同。

连接系统

通过以下不同的终端连接器（插入式连接器）来连接接口：

- 在可选安全技术模块上的 X41：D-Sub，9 脚
- 在控制部分上的 X31：phoenix 连接器
- 在数字 I/O 扩展上的 X10：D-Sub，25 脚
- 对于主通讯
 - SERCOS：光纤电缆与 X20/X21 相连接
 - PROFIBUS：D-Sub，9 脚与 X30 相连接



如果以 PROFIBUS 主通讯的方式使用驱动器控制器，请确保不要将用于主通讯的 9 脚 D-Sub 连接器和用于可选安全技术模块的 9 脚 D-Sub 连接器相混淆！

5.3.2 安全技术 I/O

简要说明

根据所提供的双通道输入，可以通过两个通道来选择安全功能可配置的组合，该选择要通过在可选安全技术模块 (X41) 和控制部分 (X31/X32 和数字 I/O 扩展) 上的数字 I/O (N/C-N/O 组合) 来进行。

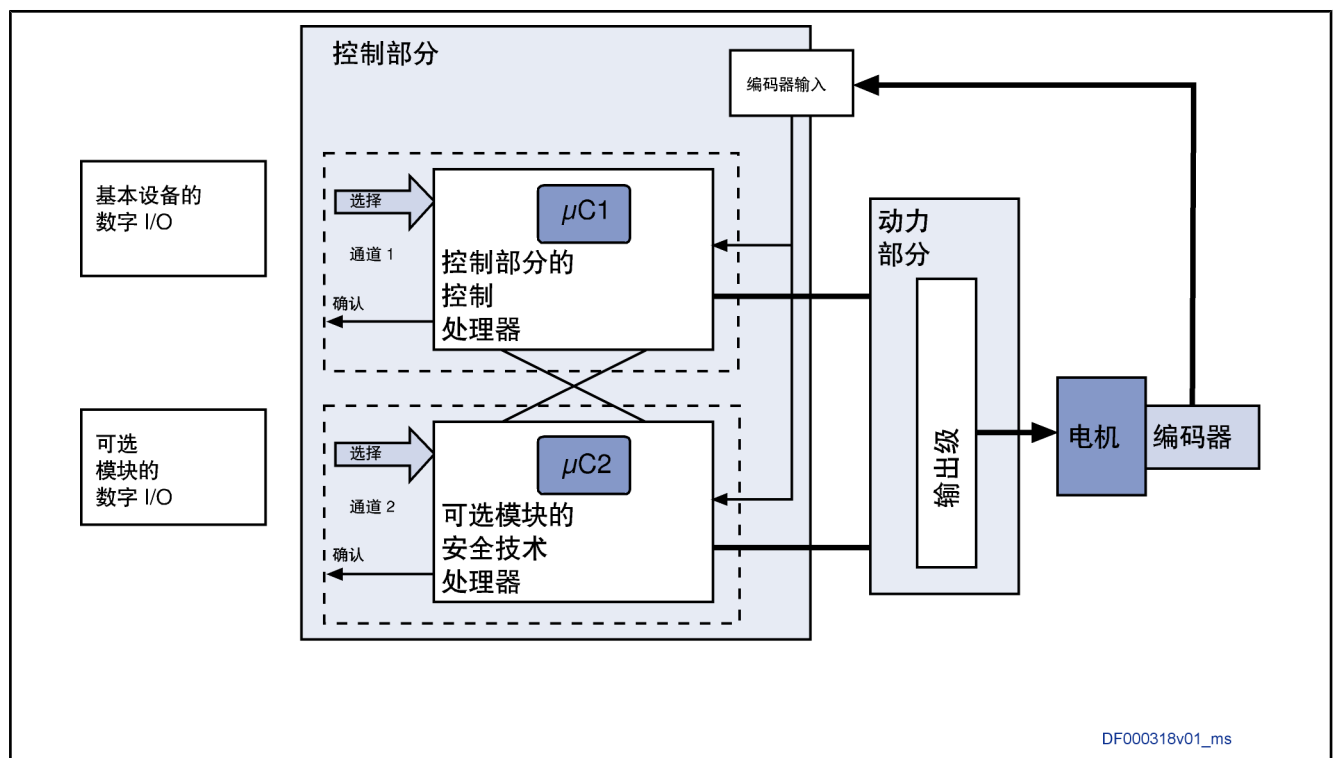


插图 5-11: 通过通道 2 (X41) 和通道 1 (X31/X32 和数字 I/O 扩展) 的数字 I/O 直接在驱动器上进行控制

功能 用于选择和确认的数字输入/输出具有以下特点：

- 所有 I/O 都用符号命名为“E1”到“E4”、“E1n”到“E4n”、“A10”、“E10”、“E/A10n”、“E/A20”和“E/A30”。
- 通过以下方法可以实现通道 1 的可自由配置的数字输入/输出 (24V) :
 - 在终端连接器 X31/X32 处使用单轴设备 (例如 CSH01.1) 控制部分的数字 I/O
 - 在终端连接器 X31 / X32 / X33 / X34 处使用双轴设备 (例如 CDB01.1) 控制部分的数字 I/O
 - 在终端连接器 X10 处使用 I/O 扩展 (MD1) 的数字 I/O
- 通道 2 的数字输入/输出 (24 V) 位于可选安全技术模块 ("S1") 上, 于终端连接器 X41 处。

相关参数 与功能结合使用的参数如下：

- P-0-0300，数字 I/O，配置列表
- P-0-0301，数字 I/O，位号
- P-0-0302，数字 I/O，方向
- P-0-0303，数字 I/O，状态显示
- P-0-0304，数字 I/O，输出
- P-0-0681，分配 IDN -> 并行输出 1
- P-0-0682，分配并行输入 1 -> IDN
- “P-0-3210，安全技术配置”或“P-0-3210，安全技术控制字”
- “P-0-3211，安全技术 I/O 配置列表，通道 2”或“P-0-3211，安全技术 I/O 控制字，通道 2”
- “P-0-3212，安全技术控制字，通道 1”或“P-0-3212，安全技术信号控制字，通道 1”

集成安全技术的运作原理

- “P-0-3213, 安全技术操作状态”或“P-0-3213, 安全技术状态”
- “P-0-3214, 安全技术状态字, 通道 1”或“P-0-3214, 安全技术信号状态字, 通道 1”
- “P-0-3215, 选择的安全技术操作状态”或“P-0-3215, 选择的安全技术模式”
- P-0-3216, 活动的安全技术信号
- P-0-3217, I/O 状态通道 2 (可选安全技术模块)

配置 I/O

在安全技术调试期间, 必须对所使用的驱动器控制器的数字 I/O 进行相应的配置:

- 如同驱动器中所有其它数字 I/O 一样, 必须通过以下参数对控制部分或某个 I/O 扩展 (通道 1) 上的数字 I/O 进行配置:
 - P-0-0300, 数字 I/O, 配置列表,
 - “P-0-0301, 数字 I/O, 位号”和“P-0-0302, 数字 I/O, 方向”或
 - “P-0-0681, 分配 IDN -> 并行输出 1”和“P-0-0682, 分配并行输入 1 -> IDN”

另请参阅固件的功能描述“数字输入/输出”

- 必须通过“P-0-3211, 安全技术 I/O 配置列表, 通道 2”或“P-0-3211, 安全技术 I/O 控制字, 通道 2”, 来配置位于可选安全技术模块上的数字 I/O。



为简化调试, 调试软件 DriveTop 或 IndraWorks 提供有一个安全技术向导。

运作原理

可以通过数字 I/O 直接在驱动器控制器上选择和确认安全技术操作状态。

相关参数和基本功能如下图所示:

集成安全技术的运作原理

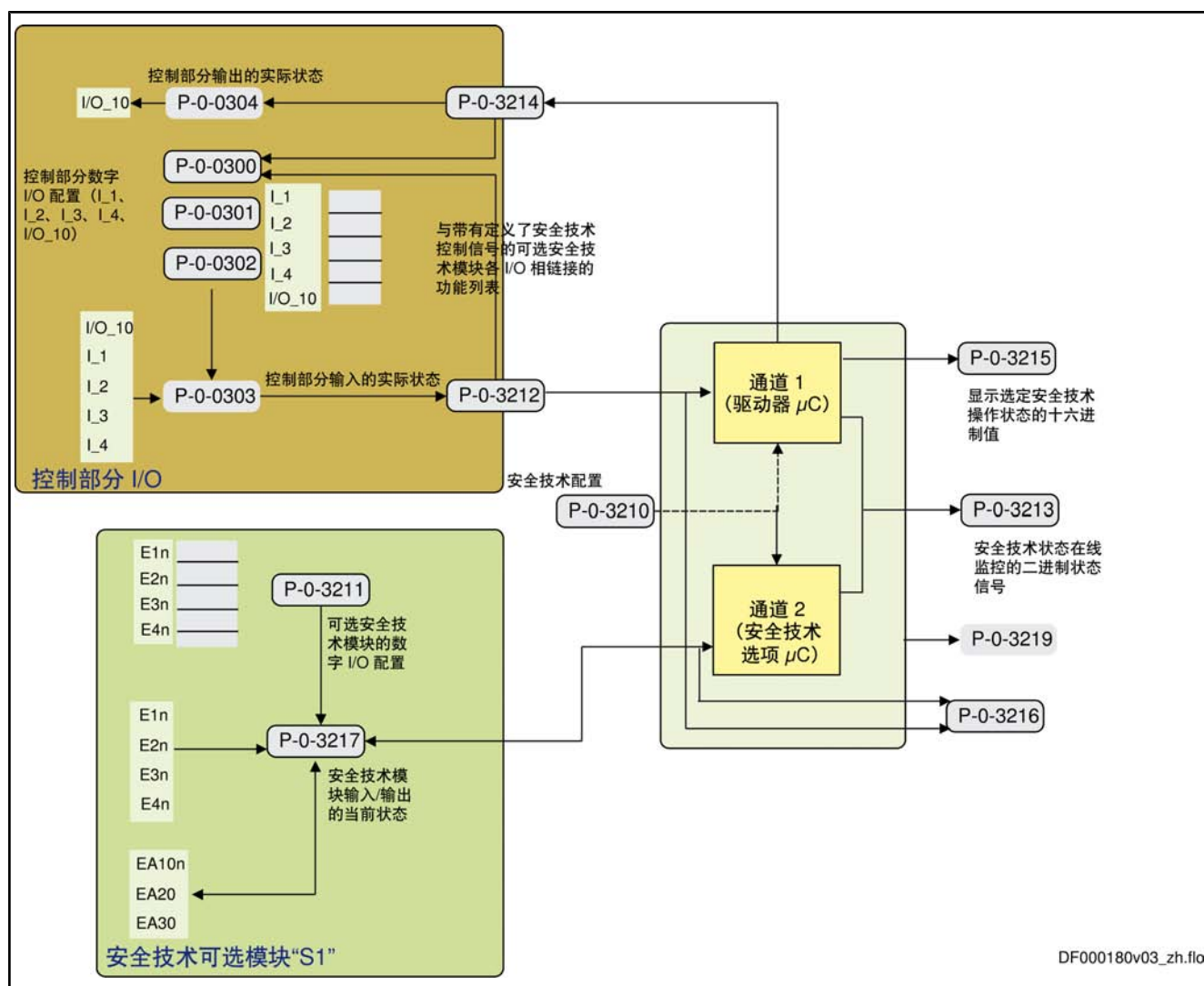


插图 5-12: 通过安全技术 I/O 进行通讯

下图说明了在驱动器控制器上通过 24V 输入选择操作状态。

集成安全技术的运作原理

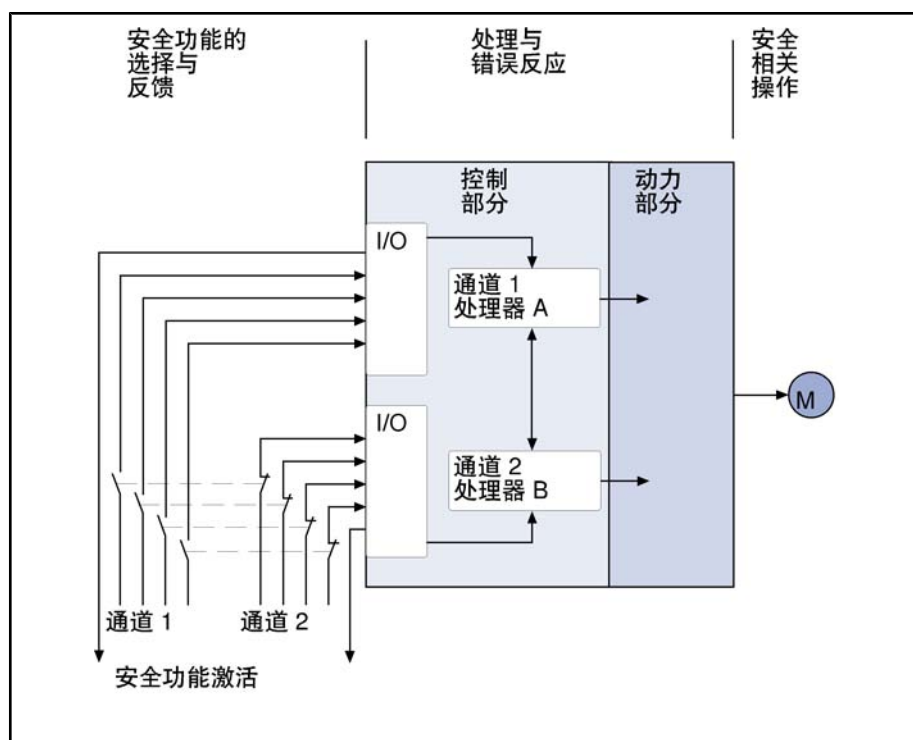


插图 5-13: 在驱动器控制器上直接选择两个通道

5.3.3 与主通讯结合使用的安全技术 I/O

简要说明

根据所提供的双通道输入，可以通过两个通道来选择安全功能可配置的组合，该选择要通过在可选安全技术模块（X41）和主通讯（例如 SERCOS、PROFIBUS）上的数字 I/O（N/C-N/O 组合）来进行。

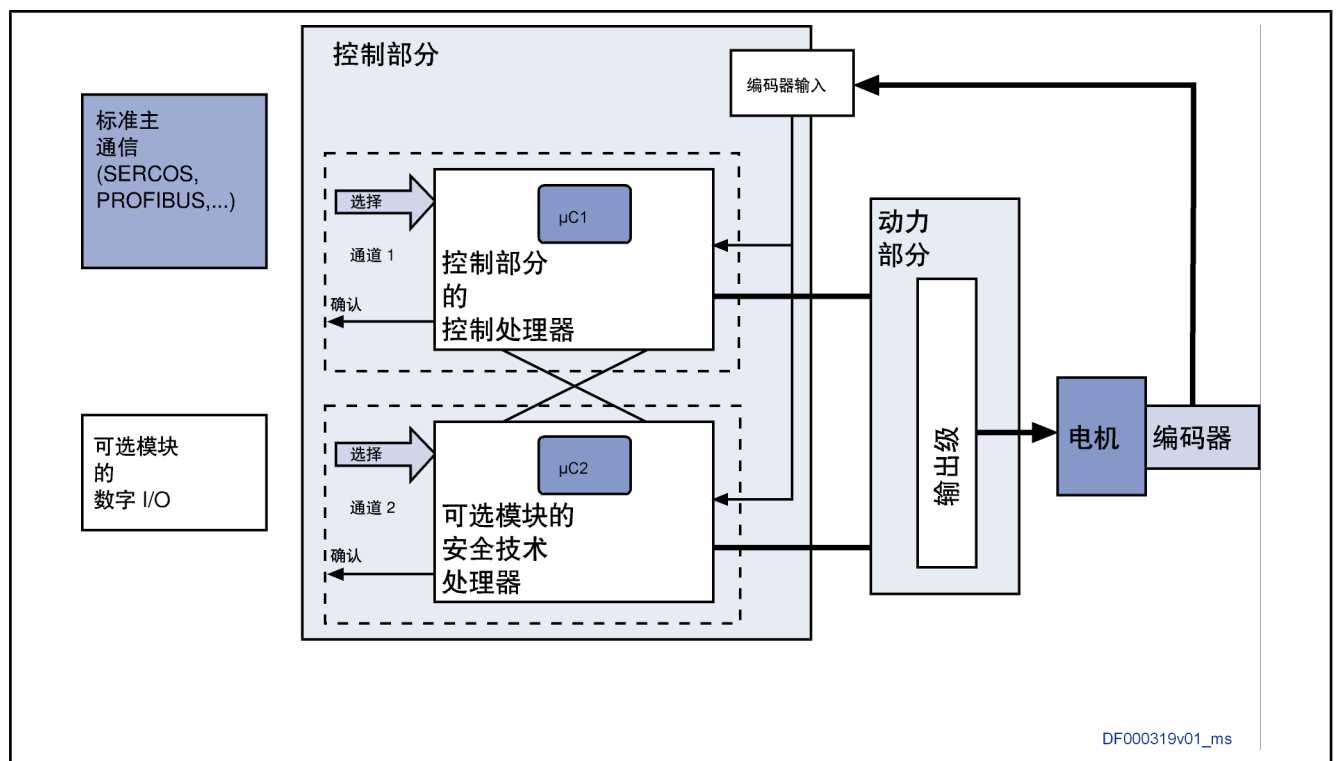


插图 5-14: 通过通道 2 (X41) 和主通讯通道 1 的数字 I/O 直接在驱动器上进行控制

功能 用于选择和确认的输入/输出具有以下特点：

- 所有 I/O 都用符号命名为“E1”到“E4”、“E1n”到“E4n”、“A10”、“E10”、“E/A10n”、“E/A20”和“E/A30”。
- 使用某个控制单元的数字 I/O 可以实现通道 1 的输入/输出，通过非安全相关的标准现场总线或 SERCOS 界面将这些输入/输出传送到驱动器。
- 通道 2 的数字输入/输出 (24 V) 位于可选安全技术模块 (“S1”) 上，于终端连接器 X41 处。

相关参数 以下参数用于通过安全技术 I/O 和主通讯进行的通讯：

- “P-0-3210，安全技术配置”或“P-0-3210，安全技术控制字”
- “P-0-3211，安全技术 I/O 配置列表，通道 2”或“P-0-3211，安全技术 I/O 控制字，通道 2”
- “P-0-3212，安全技术控制字，通道 1”或“P-0-3212，安全技术信号控制字，通道 1”
- “P-0-3213，安全技术操作状态”或“P-0-3213，安全技术状态”
- “P-0-3214，安全技术状态字，通道 1”或“P-0-3214，安全技术信号状态字，通道 1”
- “P-0-3215，选择的安全技术操作状态”或“P-0-3215，选择的安全技术模式”
- P-0-3216，活动的安全技术信号
- P-0-3217，I/O 状态通道 2 (可选安全技术模块)

配置 I/O

在安全技术调试期间，必须对所使用的驱动器控制器和控制单元的数字 I/O 进行相应的配置：

- 必须通过主通讯将控制单元 (通道 1) 的数字输入传送给驱动器。为此，必须在 SERCOS (参考 S-0-0024) 的循环命令值通道或现场总线 (参考

集成安全技术的运作原理

P-0-4081) 中配置“P-0-3212, 安全技术控制字, 通道 1”或“P-0-3212, 安全技术信号控制字, 通道 1”。

- 必须通过主通讯将控制单元 (通道 1) 的**数字输出**从驱动器传送给控制单元。为此, 必须在 SERCOS(参考 S-0-0016) 的循环**实际值通道**或现场总线 (参考 P-0-4080) 中配置“P-0-3214, 安全技术状态字, 通道 1”或“P-0-3214, 安全技术信号状态字, 通道 1”。

另请参阅固件的功能描述“主通讯”

- 必须通过“P-0-3211, 安全技术 I/O 配置列表, 通道 2”或“P-0-3211, 安全技术 I/O 控制字, 通道 2”, 来配置位于可选安全技术模块上的数字输入。

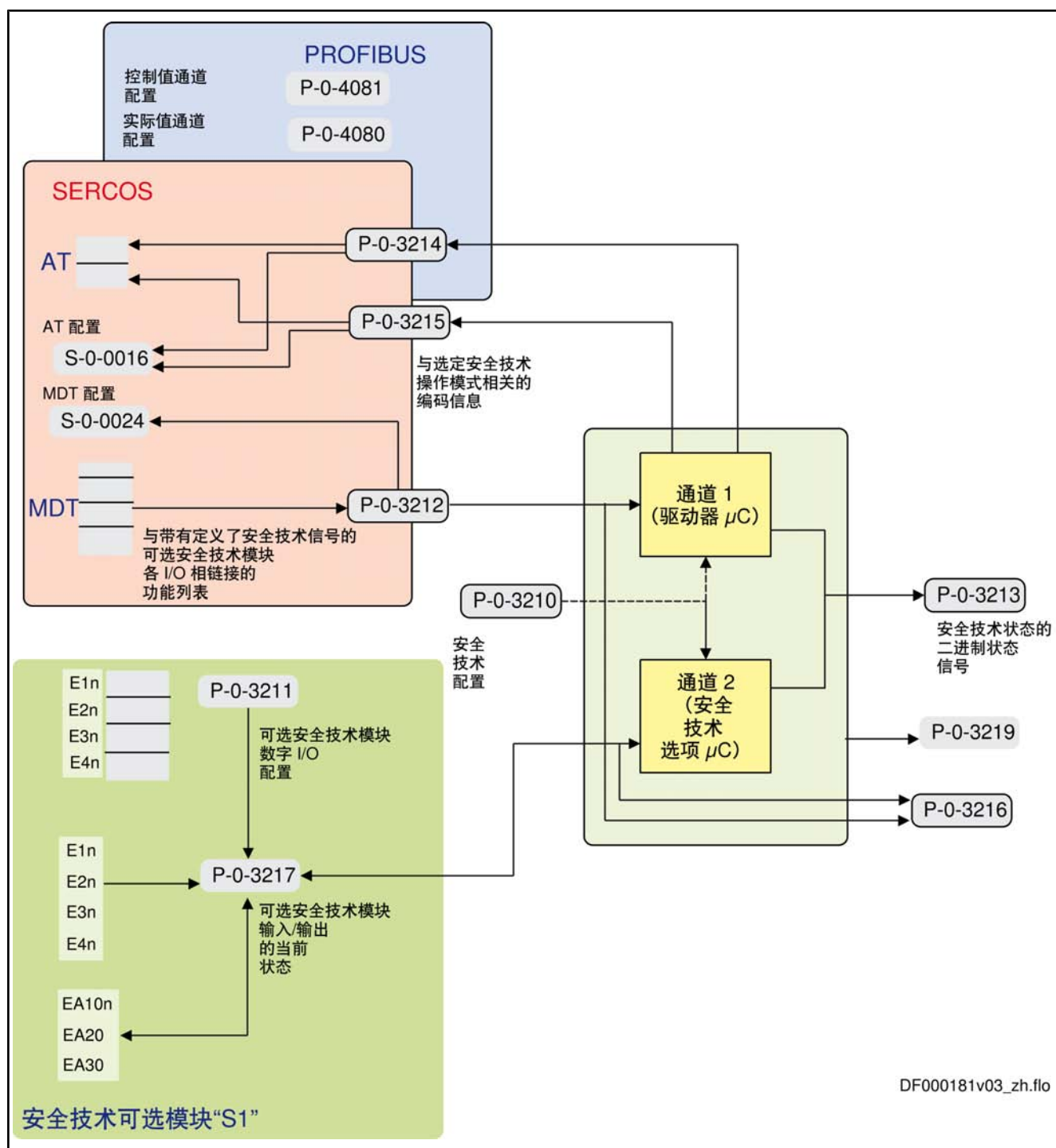


为简化调试, 调试软件 DriveTop 或 IndraWorks 提供有一个安全技术向导。

运作原理

通过可选安全技术模块的数字 I/O 和控制单元的数字 I/O (通过主通讯传送给驱动器) 来选择和确认安全技术操作状态。

相关参数和基本功能如下图所示：



- >: 通过该控制单元 (CNC; PLC) 的主通讯接口间接激活通道 1。
 ->: 通过驱动器控制器的输入接口直接激活通道 2
 插图 5-15: 通过安全技术 I/O 和主通讯进行的通讯

集成安全技术的运作原理

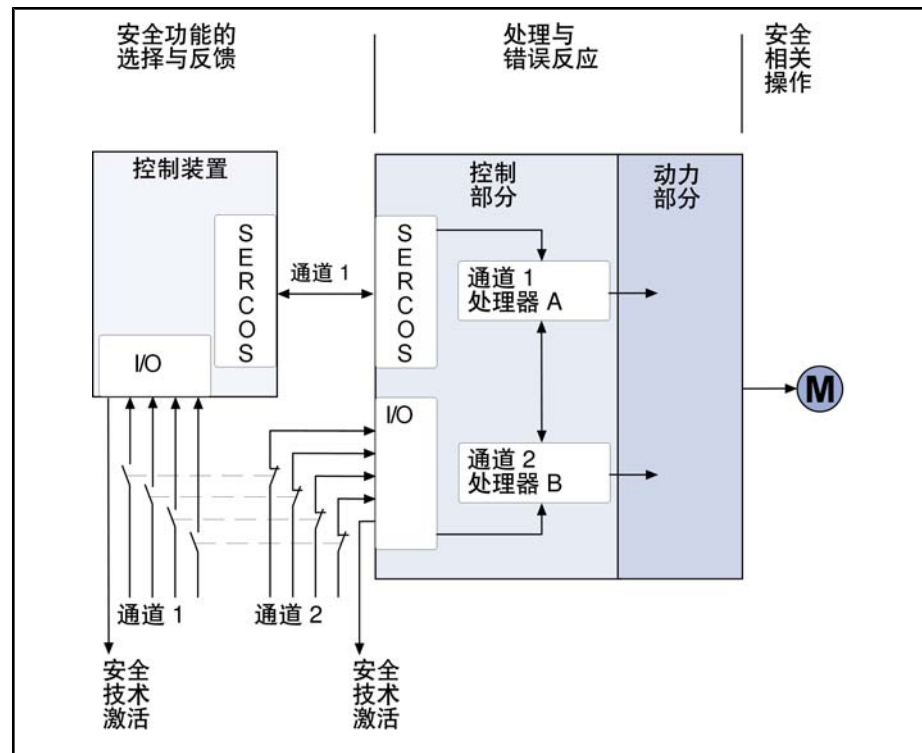


插图 5-16: 在驱动器控制器上直接和间接进行的通道选择

5.3.4 PROFIsafe

简要说明

也可以通过安全相关通道 (PROFIsafe) 来选择安全功能。为此，通过某个安全相关的协议扩展了 PROFIBUS 标准协议，以便除 PROFIBUS 标准通讯之外，也可以进行集成安全技术 (通道 1 和通道 2) 的操作模式选择和确认。

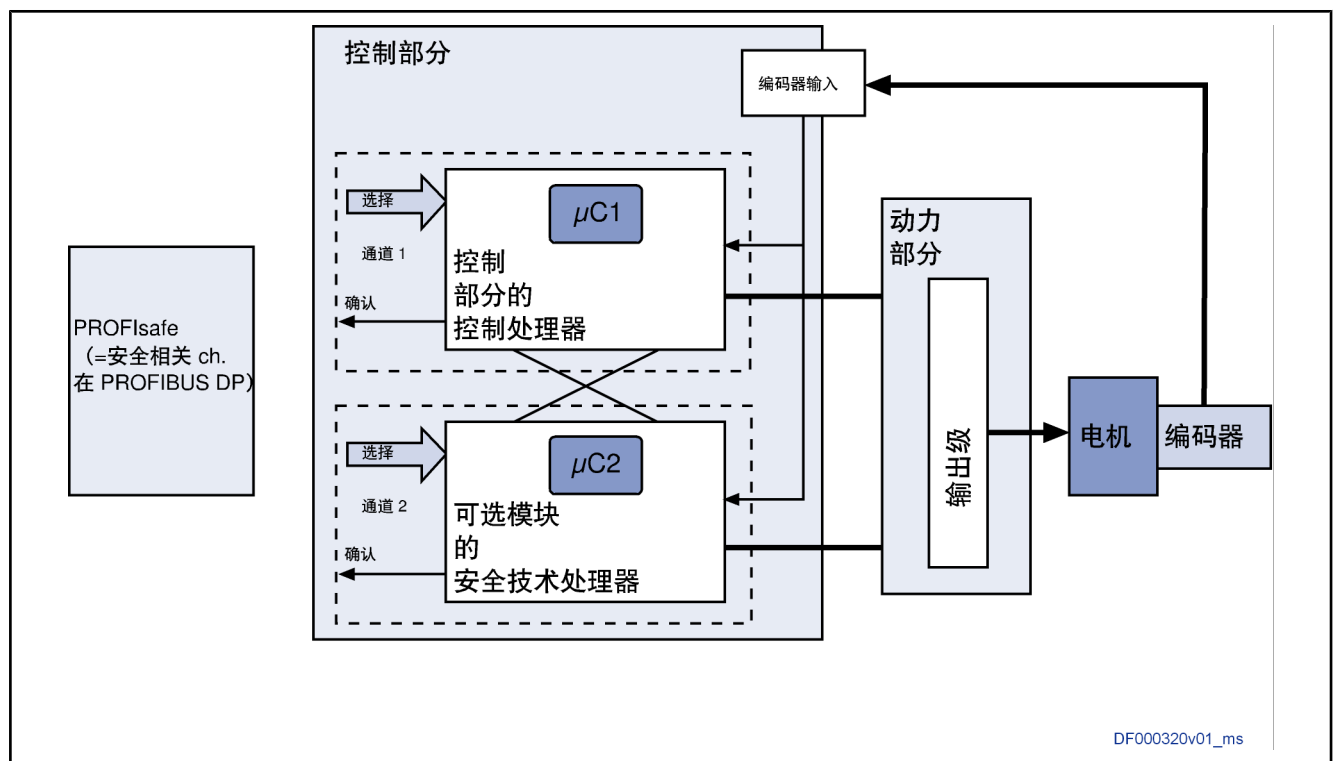


插图 5-17: 在 PROFIBUS DP 中通过安全相关通道“PROFIsafe”进行控制

相关参数 与 PROFIsafe 结合使用的参数如下：

- “P-0-3210，安全技术配置”或“P-0-3210，安全技术控制字”
- “P-0-3211，安全技术 I/O 配置列表，通道 2”或“P-0-3211，安全技术 I/O 控制字，通道 2”
- “P-0-3212，安全技术控制字，通道 1”或“P-0-3212，安全技术信号控制字，通道 1”
- “P-0-3213，安全技术状态”或“P-0-3213，安全技术操作状态”
- “P-0-3214，安全技术状态字，通道 1”或“P-0-3214，安全技术信号状态字，通道 1”
- “P-0-3215，选择的安全技术操作状态”或“P-0-3215，选择的安全技术模式”
- P-0-3216，活动的安全技术信号
- P-0-3217，I/O 状态通道 2 (可选安全技术模块)
- P-0-3290, PROFIsafe : F_Destination_Address
- P-0-3291, PROFIsafe : F_Source_Address
- P-0-3292, PROFIsafe : F_Parameters

配置 PROFIsafe

使用 PROFIsafe 时，其功能与功能“安全技术 I/O”相比有如下区别：

- 不动态化安全相关的控制位。
- 在可选安全技术模块上仅可将回零开关定义为输入，所有其它信号由 PROFIsafe 通过安全相关的控制位来预设。

在驱动器中配置数字 I/O

使用 PROFIsafe 时，不必在驱动器控制器中配置任何 I/O，因为以安全相关的 PROFIBUS 通道 (PROFIsafe) 传送通道 1 和通道 2。只有在“安全相关的回零步骤”需要一个回零开关时，才必须通过“P-0-3211，安全技术 I/O 配置列表，通道 2”或“P-0-3211，安全技术 I/O 控制字，通道 2”来配置此开关。

集成安全技术的运作原理

激活 PROFIsafe

要在 PROFIBUS 中使用安全相关通道 (=PROFIsafe)，请在驱动器中进行以下参数设置：

- “P-0-3290, PROFIsafe：F_Destination_Address”：输入在安全 PLC 中管理该轴所使用的目标地址。

 P-0-3290="0" 取消激活 PROFIsafe！

- “P-0-3291 PROFIsafe：F_Source_Address”：输入存储在安全 PLC 中的源地址。
- “P-0-3292, PROFIsafe：F_Parameters”包含通过 PLC 配置并且用于显示的所有 PROFIsafe 参数。

配置 PROFIBUS

配置驱动器需要一个所谓的设备数据表：

固件版本	设备数据表
MPx-04VRS	RX030107.GSD
MPx-05VRS	RX050107.GSD

插图 5-18: 设备数据表取决于所用固件版本
另请参阅固件的功能描述“PROFIBUS-DP”

 所有至少支持 GSD 修订版本 3 的配置程序仅允许可在这些程序中进行配置的插槽使用此类模块。

运作原理

通过 PROFIsafe 的集成安全技术的控制和反馈经由 PROFIBUS 的 F 模块 (= PROFIBUS 协议中的安全相关的数据容器) 发生。
PROFIsafe 通讯的相关参数以及基本功能如下图所示：

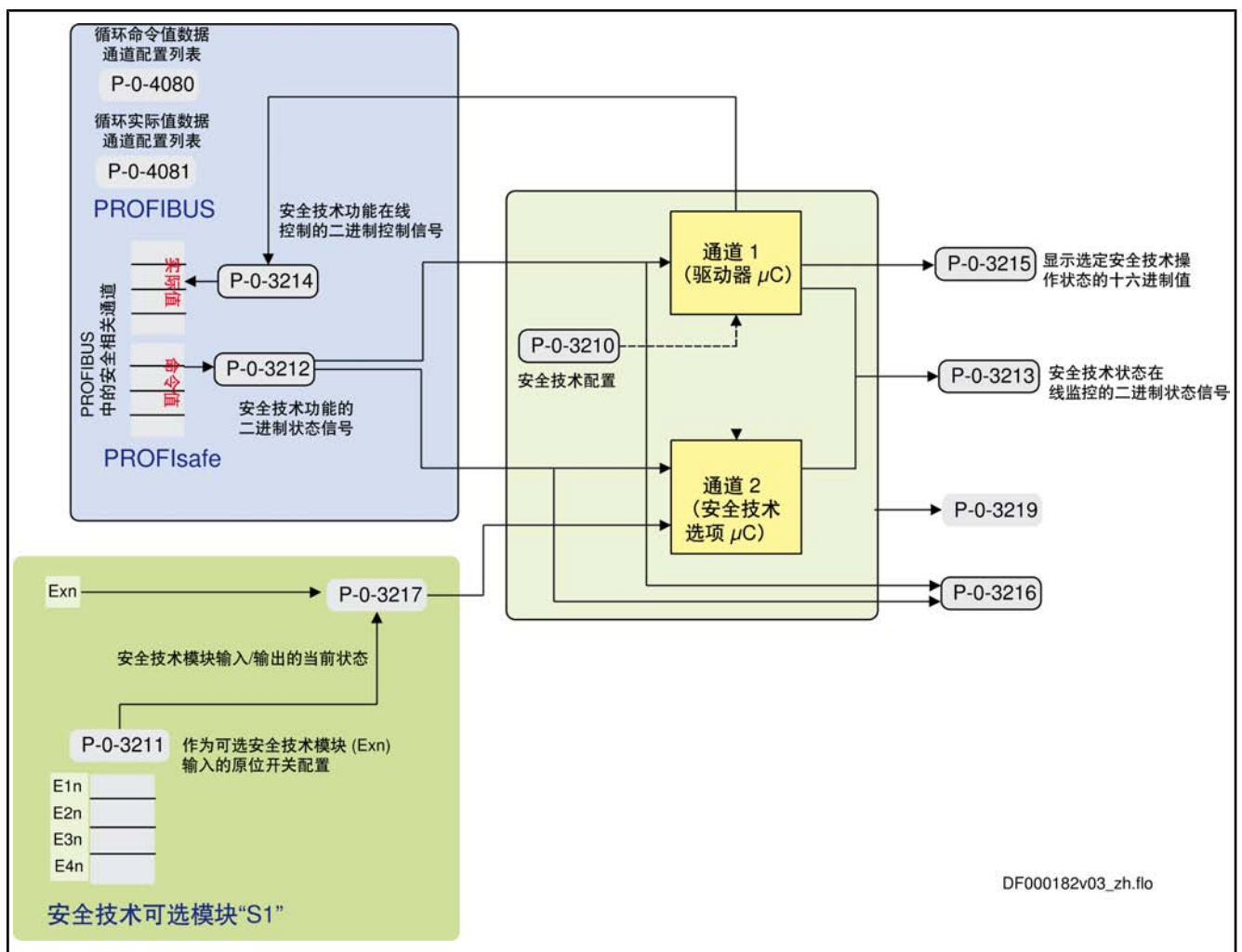


插图 5-19: 在 PROFIBUS DP 中通过安全相关通道“PROFIsafe”进行通讯

在命令值通道中将一个 16 位控制字从主动驱动器传送到从驱动器，该控制字分为 2 个控制字节：

- F 控制字节 1：低字节（位 0...7）
- F 控制字节 2：高字节（位 8...15）



当前，仅使用了 16 位控制字中的最低 8 位（低字节中的位 0...7）。

位	名称/功能
0	模式选择器 ("BA") 0 = 选择安全相关操作 ("BA") 1 = 取消选择安全相关操作 ("BA")
1	驱动器互锁 ("ASP") 0 = 选择驱动器互锁 ("ASP") 1 = 取消选择驱动器互锁 ("ASP")
2	使能控制 ("ZT") 0 = 选择使能控制 ("ZT") 1 = 取消选择使能控制 ("ZT")

集成安全技术的运作原理

位	名称/功能
3	安全开关 1 ("S1") 0 = 选择安全开关 1 ("S1") 1 = 取消选择安全开关 1 ("S1")
4	安全开关 2 ("S2") 0 = 选择安全开关 2 ("S2") 1 = 取消选择安全开关 2 ("S2")
7	安全相关输出的控制 0 = 未激活输出 (安全相关状态) 1 = 已激活输出
15-5	保留

插图 5-20: PROFIsafe (通道 1+2) 中的安全技术控制位



在“P-0-3212，安全技术控制字，通道 1”或“P-0-3212，安全技术信号控制字，通道 1”中显示驱动器收到的控制位。

用于确认安全的实际值通道

在实际值通道中将一个 16 位状态字由从驱动器传送到主动驱动器，该控制字分为 2 个控制字节：

- F 状态字节 1：低字节 (位 0...7)
- F 状态字节 2：高字节 (位 8...15)



当前，仅使用了 16 位控制字中的最低 8 位 (低字节中的位 0...7)。

位	名称/功能
0	控制器的安全技术状态输出 0 = 驱动器处于非安全相关状态 (默认值) ! 1 = 驱动器已建立安全相关
1	驱动器互锁的安全技术状态输出 0 = 未激活驱动器互锁 1 = 已激活驱动器互锁
4	状态安全相关输入 1 0 = 未激活输入 (安全相关状态) 1 = 已激活输入
5	状态安全相关输入 2 0 = 未激活输入 (安全相关状态) 1 = 已激活输入
6	状态安全相关输入 3 0 = 未激活输入 (安全相关状态) 1 = 已激活输入

位	名称/功能
7	状态安全相关输入 4 0 = 未激活输入 (安全相关状态) 1 = 已激活输入
15-1	保留

插图 5-21: PROFIsafe (通道 1+2) 中的安全技术状态位

F 实际位置值 (32 位) ; S-0-0051 的安全相关映像

 在“P-0-3214, 安全技术状态字, 通道 1”或“P-0-3214, 安全技术信号状态字, 通道 1”中显示驱动器确认的安全技术状态。

除了状态字外, 驱动器还可以根据需要提供一个安全相关的实际位置值, 随后会将该值传送给两个状态字节。

 所传送的实际位置值的默认值是最大位置: “0x7FFF FFFF”。

根据 PROFIsafe 配置, 驱动器通过 PROFIsafe 支持与数据交换相关的 2 个变量:

- 模块 10 : F 模块 I/O
- 模块 12 : F 模块 I/O 实际

 在以下段落中, 将数据从主动驱动器传送到从驱动器描述为“输出数据”, 而将数据由从驱动器传送到主动驱动器描述为“输入数据”。

模块 10 : F 模块 I/O

使用“模块 10 : F 模块 I/O”(module 10: F-module I/O) 配置时, 其报文结构如下:

字节号	用户数据	PROFIsafe 协议
O (n)	F 控制字节 1	F 过程数据
O (n+1)	F 控制字节 2	(用户数据)
O (n+2)		控制字节
O (n+3)		连续编号
O (n+4)		CRC2 (16 位)
O (n+5)		

插图 5-22: 使用“模块 10 : F 模块 I/O”(module 10: F-module I/O) 输出报文结构, 6 字节报文长度

字节号	用户数据	PROFIsafe 协议
I (n)	F 状态字节 1	F 过程数据
I (n+1)	F 状态字节 2	(用户数据)
I (n+2)		状态字节
I (n+3)		连续编号
I (n+4)		CRC2 (16 位)
I (n+5)		

插图 5-23: 使用“模块 10 : F 模块 I/O”(module 10: F-module I/O) 输入报文结构, 6 字节报文长度

模块 12 : F 模块 I/O 实际

使用“模块 12 : F 模块 I/O 实际”(module 12: F-module I/O Real) 配置时, 其报文结构如下:

集成安全技术的运作原理

字节号	用户数据	PROFIsafe 协议
O (n)	F 控制字节 1	F 过程数据 (用户数据)
O (n+1)	F 控制字节 2	
O (n+2)		控制字节
O (n+3)		连续编号
O (n+4)		CRC2 (16 位)
O (n+5)		

插图 5-24: 使用“模块 12 : F 模块 I/O 实际”(module 12: F-module I/O Real) 输出报文结构, 6 字节报文长度

字节号	用户数据	PROFIsafe 协议
I (n)	F 状态字节 1	F 过程数据 (用户数据)
I (n+1)	F 状态字节 2	
I (n+2)	F 实际位置值	
I (n+3)		
I (n+4)		
I (n+5)		
I (n+6)		状态字节
I (n+7)		连续编号
I (n+8)		CRC2 (16 位)
I (n+9)		

插图 5-25: 使用“模块 12 : F 模块 I/O 实际”(module 12: F-module I/O Real) 输入报文结构, 10 字节报文长度

5.4

5.4.1

安全技术操作状态对外围设备的反馈
概要

安全相关反馈基本通过两个通道 (EN 954-1 , 类别 3) 来传送, 而用于诊断目的的反馈可以通过一个通道来传送。

IndraDrive 的集成安全技术提供了以下变量, 必须选择并配置这些变量或者根据应用情况连线 :

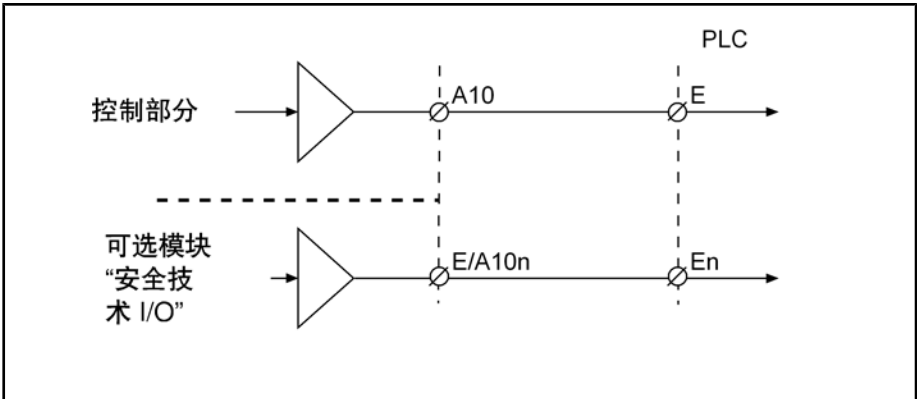
- 安全 PLC 的安全相关反馈
- 门锁定设备的安全相关控制 (未使用 PROFIsafe)



对于第二个通道的反馈, 在可选安全技术模块 ("S1") 上提供了一个 24 V 驱动器或一个继电器触点 (一个继电匹点在内部分配为 0 V) 。

“用于选择和确认的接口”一章中说明了有关可用配置和功能的接口相关区别 !

5.4.2 通过数字 I/O 对安全 PLC 的安全相关反馈



通道 1：A10 (控制部分)
通道 2：E/A10n (A10，24 V 驱动器在可选模块“安全技术 I/O”上为激活状态)
图名 DA0002
插图 5-26: 安全 PLC 的安全相关状态消息

 两个输出 A10 和 E/A10n 以反向形式进行！

驱动器状态	A10	E/A10n
驱动器安全相关	高	低
驱动器非安全相关	低	高
参数模式 (诊断/确认主驱动器)	低	高
参数模式 (诊断/确认从驱动器)	阶段 4 的最后状态	阶段 4 的最后状态

插图 5-27: 用于控制 PLC 的输出信号

5.4.3 通过数字 I/O 的安全相关的门锁定设备

 使用 PROFIsafe 时，不会将确认动态化并且没有任何用于门锁定的功能！

除了对安全 PLC 反馈外，还可以通过安全相关的方式直接控制门锁定设备。为此，必须将驱动器配置为“诊断主驱动器”（参考“P-0-3210，安全技术配置”或“P-0-3210，安全技术控制字”）。

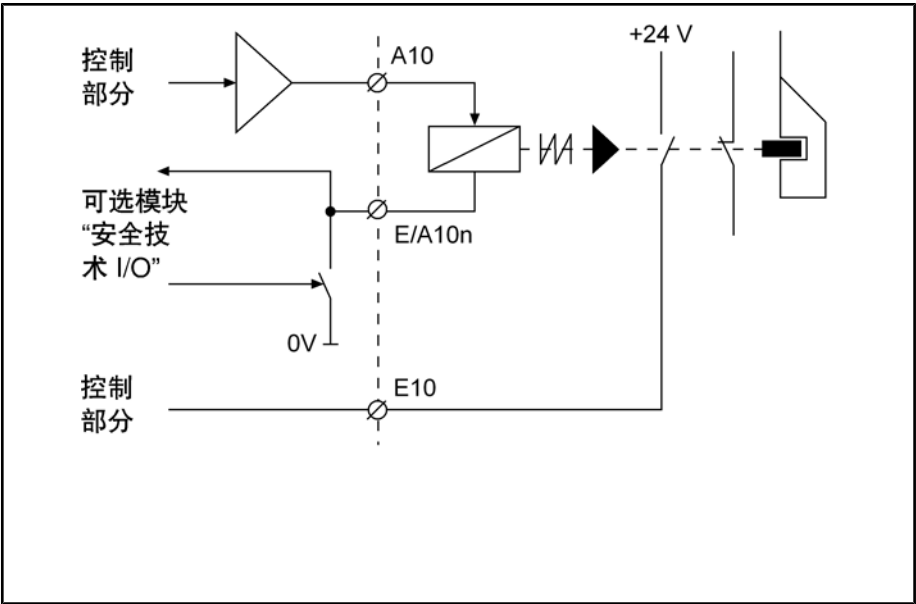


危险

轴/主轴会由于错误以无扭矩方式惯性运转到停止，而导致致命伤害！
⇒ 为互锁防护装置提供防护锁定功能，该功能仅在达到静止状态后才允许将防护装置解锁（请参阅 EN 1088）。
如果在未达到静止状态时就将防护装置解锁，则必须通过采取其它措施来防止设备以无扭矩方式惯性运转到停止（例如，只在紧急情况下使用的电机保持制动器、紧急制动电阻器或工作制动器），否则必须使防护装置的安装方式可确保只有在主轴/轴停止转动或移动后才能靠近这些轴（请参阅 EN 999）。

通过安全技术状态输出来发出安全相关状态信号。此输出是一个双通道输出 (A10, E/A10n)。可在基本设备或者在控制单元上将输出 A10 输出（驱动器通过主通讯传送 P-0-3214）。输出 E/A10n 在内部切换为 0 V。
为了监控互锁设备，必须在基本设备或者在控制单元上使用第二个输入 (E10)。必须通过主通讯将此输入传送给驱动器。

集成安全技术的运作原理



通道 1：A10、E10 (控制部分或通过主通讯的 P-0-3214)
通道 2：E/A10n (继电器触点的 24 V 输入和驱动器在可选模块“安全技术 I/O”上为激活状态)
图名 DA0001
插图 5-28: 门锁定设备的控制

驱动器状态	A10	E/A10n
驱动器安全相关	高	低
驱动器非安全相关	低	高电阻
参数模式	阶段 4 的最后状态	阶段 4 的最后状态

插图 5-29: 用于控制安全门的输出信号

 在驱动器中编码器出错的情况下，不可能发出一个安全相关状态的信号。如果安全技术状态（集成安全技术的确认信号）用于直接控制某个安全门，则必须为相应轴手动激活安全门解锁设备（请参阅“P-0-3218，C3700 手动解锁安全门”）。



危险

轴/主轴会由于错误以无扭矩方式惯性运转到停止，而导致致命伤害！
⇒ 手动解锁安全门后，则无法确保使错误（故障）轴处于静止状态。这就是为何要求您必须等待该轴惯性运转到停止并且变为静止状态后，才可以接近保护区的原因。

5.4.4

设置安全区域

概述

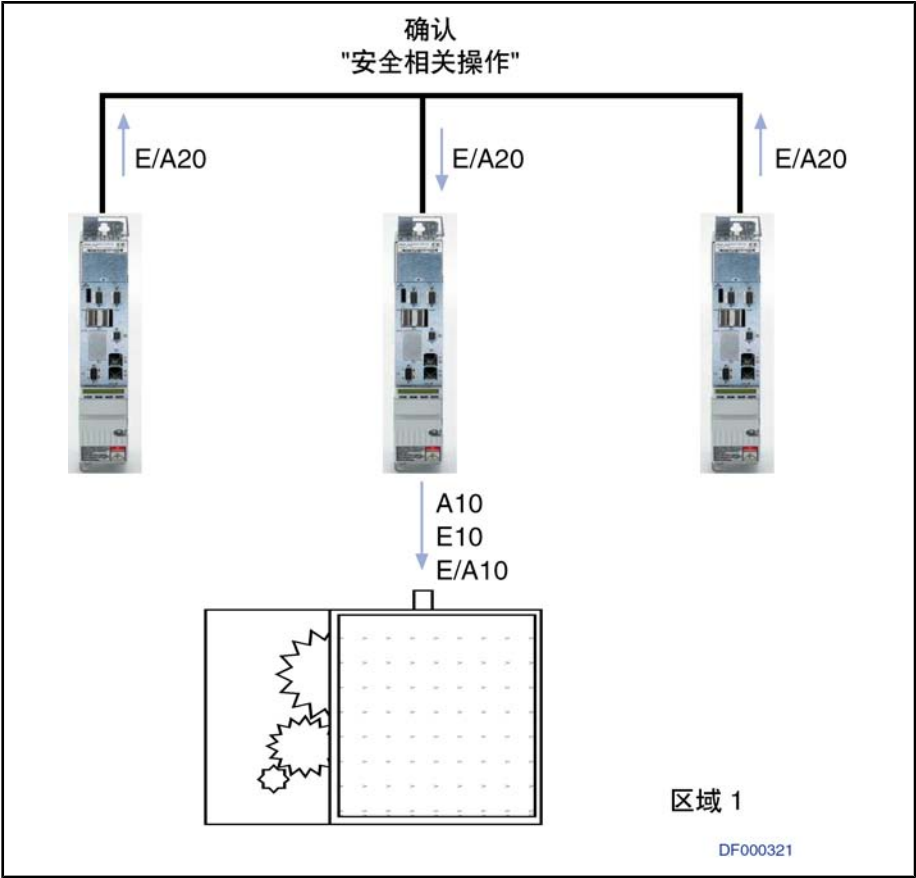
如果在某个危险区存在多个轴，将这些轴组合在一个安全区域内会很有用。为此，必须将位于安全区域内的一个驱动器配置为“诊断主驱动器”，而将所有其它驱动器配置为“诊断从驱动器”（参考“P-0-3210，安全技术配置”或“P-0-3210，安全技术控制字”）。

 必须为每个安全区域提供一个“诊断主驱动器”！

运作原理

必须将危险区（= 安全区域）的所有轴由 E/A20 通过总线互连。

“诊断主驱动器”通过 E/A20 来寻址“诊断从驱动器”并且要求反馈/确认“安全相关操作”，以便启用安全门。



- 通道 1： A10、E10 (控制部分或主通讯)
- 通道 2： E/A10n (继电器触点的 24 V 输入和驱动器在可选模块“安全技术 I/O”上为激活状态)
- 插图 5-30: 具有门锁定设备控制的安全区域



由于硬件限制，在一个安全区域内最多可以组合 25 个驱动器！

有关调试的注意事项

必须完全配置某个安全区域内的所有轴以便于调试。此外，必须激活所有轴的安全技术。



如果未激活某个诊断从动轴的安全技术，则会在“诊断主驱动器”上出现错误消息“F3131 检查确认信号时发生错误”。

诊断主驱动器

所谓的“诊断主驱动器”用于识别其自身驱动器以及通过 E/A20 互连的其它驱动器的“安全相关状态”。

在“诊断主驱动器”控制公用安全技术状态输出之前，所有轴必须确认已经达到安全相关状态 (例如，为某个门锁定设备) 。



在驱动器中编码器出错的情况下，不可能发出安全相关状态的信号。如果安全技术状态 (集成安全技术的确认信号) 用于直接控制某个安全门，则必须为相应轴手动激活安全门解锁设备 (请参阅“P-0-3218，C3700 手动解锁安全门”) 。

集成安全技术的运作原理

**危险****轴/主轴会由于错误以无扭矩方式惯性运转到停止，而导致致命伤害！**

⇒ 手动解锁安全门后，则无法确保使错误（故障）轴处于静止状态。这就是为何要求您必须等待该轴惯性运转到停止并且变为静止状态后，才可以接近保护区的原因。

特殊情况：“起点锁定和安全技术 I/O 在一个安全区域内”

设置安全区域时，请考虑到以下特殊情况：

- 此应用程序不能识别某个配备了可选模块“起动锁定”的轴的状态。
- 在公用危险区内同时使用可选模块“起动锁定”（选项“L1”）和“安全技术 I/O”（选项“S1”）时，必须通过起点锁定的继电器触点“ASQ”/“ASQ1”来连接锁定设备的磁体控制装置！

5.4.5 通过 PROFIsafe 对安全 PLC 的安全相关反馈

概述

为用于诊断目的，传送的 F 数据以相应参数的形式显示在驱动器中。下图包含了有关各个参数如何交互作用的概览：

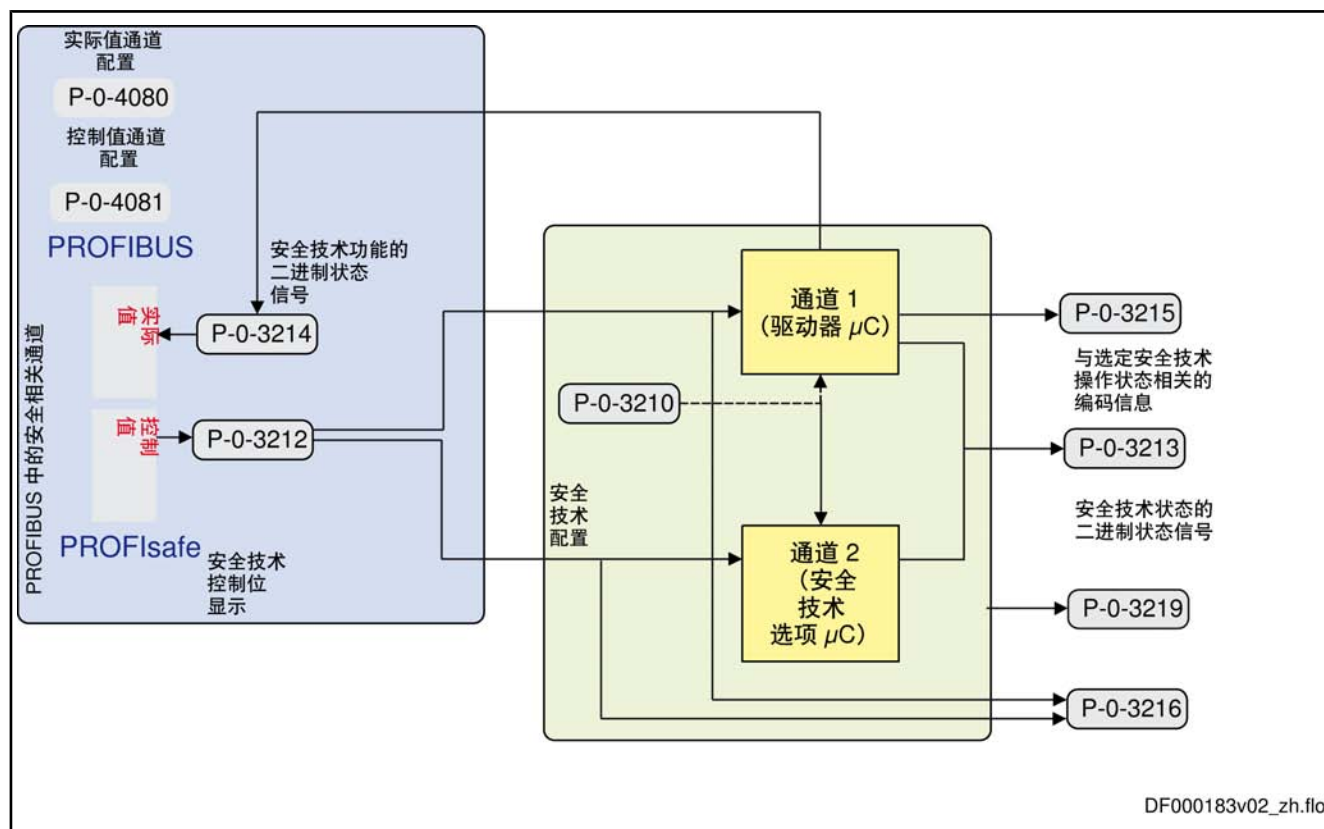


插图 5-31: 状态参数和诊断参数及 PROFIsafe

控制位

可以通过以下诊断参数/显示参数来读取所使用的两个通道的控制位：

- “P-0-3216，活动的安全技术信号”：通过“P-0-3214，安全技术状态字，通道 1”或“P-0-3214，安全技术信号状态字，通道 1”显示所应用信号的当前状态
- “P-0-3215，选择的安全技术操作状态”或“P-0-3215，选择的安全技术模式”：提供一个十六进制值，该值用于显示所选择的安全技术操作状态
- “P-0-3213，安全技术操作状态”或“P-0-3213，安全技术状态”：为在线监控安全技术状态提供二进制状态信号

状态位

可以通过以下诊断参数/显示参数来读取所使用的两个通道的状态位：

- “P-0-3214，安全技术状态字，通道 1”或“P-0-3214，安全技术信号状态字，通道 1”：为通道 1 的安全技术功能提供二进制状态信号

5.5 高级设置

5.5.1 单位设定/机械轴系统

电机相关的单位设定

对于某些应用，必需在独立于驱动器单位设定系统的条件下，以电机相关格式输入速度、加速度和相对位置设置的安全阈值参数。例如，在参数模式下使用参数组切换（加载换挡切换）或换挡切换时。

功能 “电机相关的单位设定”功能具有以下特点：

- MPx03 之后均具有此功能
- 不能将安全功能“安全相关的限制绝对位置”或“安全相关的限制绝对终止位置”与“电机相关单位设定”结合使用。
- 必须以电机相关格式输入速度、加速度和相对位置的安全参数。

相关参数 与电机相关单位设定结合使用的参数如下：

- S-0-0278，最大行程范围
- P-0-0129，内部位置数据格式
- P-0-3210，安全技术配置
- P-0-3230，安全相关的运行停止的监控窗口
- “P-0-3232，安全相关的运动方向的监控窗口”或“P-0-3232，安全相关的运动方向的静止窗口”
- P-0-3233，安全相关的暂停的速度阈值
- P-0-3234，安全相关的最大速度
- P-0-3243，安全相关的限制增量 1
- P-0-3244，安全相关的减速 1
- P-0-3253，安全相关的限制增量 2
- P-0-3254，安全相关的减速 2
- P-0-3263，安全相关的限制增量 3
- P-0-3264，安全相关的减速 3
- P-0-3273，安全相关的限制增量 4
- P-0-3274，安全相关的减速 4
- P-0-3282，安全相关的受监控减速

运作原理 必须在参数“P-0-3210，安全技术配置”中通过相应设置来激活电机相关定标。完成此操作后，在调试安全技术时，必须始终参数化以下与电机轴相关的安全参数：

- **速度阈值：**
 - P-0-3233，安全相关的暂停的速度阈值
 - P-0-3234，安全相关的最大速度
 - P-0-3244，安全相关的减速 1
 - P-0-3254，安全相关的减速 2
 - P-0-3264，安全相关的减速 3

集成安全技术的运作原理

- P-0-3274, 安全相关的减速 4
- **加速度阈值：**
 - P-0-3282, 安全相关的受监控减速
- **位置阈值（相对）：**
 - P-0-3229, 安全相关的回零步骤的公差窗口
 - P-0-3230, 安全相关的运行停止的监控窗口
 - “P-0-3232, 安全相关的运动方向的监控窗口”或“P-0-3232, 安全相关的运动方向的静止窗口”
 - P-0-3243, 安全相关的限制增量 1
 - P-0-3253, 安全相关的限制增量 2
 - P-0-3263, 安全相关的限制增量 3
 - P-0-3273, 安全相关的限制增量 4



对于轴的常规参数化，对于使用的所有参数集或齿轮比，请确保“P-0-0129, 内部位置数据格式”的设置保持相同。根据需要，可以调整“S-0-0278, 最大行程范围”。

如果在安全技术处于活动状态时“P-0-0129, 内部位置数据格式”发生变化，会生成错误消息“F3140 安全参数验证错误”或“F7040 验证错误参数化 - 有效阈值”。

对于安装在负载侧的安全技术编码器而言的传动装置的独立性

根据具体应用，可能必需将与安全技术相关的编码器安装在负载侧。这样做的好处是，可在发生危险运动的地方直接检测安全技术所需要的速度和位置信息。如果电机和负载之间的功率传输有一个可变更的齿轮比（例如，可切换的档位），则安装在负载侧的安全技术编码器的信号检测和评估必须独立于换档切换。通过“独于安装在负载侧的安全技术编码器而言的传动装置的独立性”功能，可以获得此独立状态。

功能 “对于安装在负载侧的安全技术编码器而言的传动装置的独立性”功能具有以下特点：

- MPxx05 之后均具有此功能。
- 必须已在负载侧对该轴设定单位。
- 加速度和速度数据必须使用旋转的单位设定。
- 此功能不能和“安全相关的制动和保持系统”结合使用。
- 此功能不能和“安全相关的限制绝对位置”或“安全相关的限制绝对终止位置”结合使用。

相关参数 以下参数和“档位独立对于安装在负载侧的安全技术编码器而言的传动装置的独立性”功能结合使用：

- S-0-0044, 速度数据换算类型
- S-0-0076, 位置数据换算类型
- S-0-0086, 扭矩/力数据换算类型
- S-0-0160, 加速度数据换算类型
- P-0-3210, 安全技术配置
- P-0-3240, 安全相关运动 1 的配置
- P-0-3250, 安全相关运动 2 的配置
- P-0-3260, 安全相关运动 3 的配置
- P-0-3270, 安全相关运动 4 的配置
- P-0-3239, 全局安全技术功能的配置

运作原理 必须通过“P-0-3210，安全技术配置”中的相应设置来激活“对于安装在负载侧的安全技术编码器而言的传动装置的独立性”功能。

在每次切换到操作模式的过程中，会检查以下配置：

- 必须已在负载侧对该轴设置单位 (S-0-0044, S-0-0076, S-0-0086, S-0-0160)。
- 加速度和速度数据 (S-0-0044, S-0-0160) 必须使用旋转的单位设定。
- 请切勿激活“安全相关的制动保持系统”(P-0-3300)。
- 请切勿配置“安全相关的限制绝对终止位置”(P-0-3239)。
- 请切勿配置“安全相关的限制绝对位置”(P-0-3240, P-0-3250, P-0-3260, P-0-3270)。

如果偏离了以上配置要求，会生成转换命令错误“C0256 安全技术配置错误”。

6 集成安全功能

6.1 安全功能概览

6.1.1 概述

为了保护人员安全，已根据 EN 954-1 的类别 3 实现了应用相关安全功能。



选择了安全功能后，必须针对驱动系统，通过输入命令值的方式转换到相应状态。

6.1.2 安全功能分类

安全功能可分为以下几类：

1. 正常运行和特殊模式下具有以下功能的安全功能
 - 安全相关的最大速度
 - 安全相关的限制绝对终止位置（从 MP*04VRS 开始）
 - 安全相关的运动方向（从 MP*05VRS 开始）
2. 在特殊模式“安全相关的暂停”下具有以下功能的安全功能
 - 安全相关的起点锁定
 - 安全相关的静止^{*1}
 - 安全相关的运行停止^{*1}
 - 安全相关的驱动器互锁^{*1}
 - 安全相关的制动保持系统（从 MP*05VRS 开始）
3. 在特殊模式“安全相关的运动”下具有以下功能的安全功能
 - 安全相关的减速
 - 安全相关的运动方向
 - 安全相关的限制增量
 - 安全相关的限制绝对位置
4. 附加或辅助功能
 - 安全相关的回零步骤
 - 安全相关的受监控停止过程
 - 安全相关的制动检查（从 MP*05VRS 开始）
5. 安全相关反馈
 - 安全相关的诊断输出（确认）
 - 安全相关的门锁定设备控制



安全门的安全相关的控制不可以与 PROFIsafe 相结合。



^{*1}“安全相关的静止”、“安全相关的运行停止”和“安全相关的驱动器互锁”功能包含“安全相关的受监控停止过程”。

6.2 正常运行和特殊模式下的安全功能

6.2.1 安全相关的最大速度

简要说明

使用安全功能“安全相关的最大速度”时，双通道监控可以防止驱动器超出预设的速度限值（“P-0-3234，安全相关的最大速度”）。



使用“安全相关的最大速度”功能需要可选的安全技术模块（“S1”），该模块可作为控制部分 CSH01.1 或 CSH01.2 (ADVANCED) 和 CDB01.1 (BASIC) 的配置来选择。

特性	安全功能“安全相关的最大速度”具有以下特性： - 为了保护人员安全，已根据 EN 954-1 的类别 3 实现了这一安全功能。 - 闭环控制的运行被监控，看是否超出定义的速度限值（请比较“P-0-3234，安全相关的最大速度”）。 - 安全功能“安全相关的最大速度”在正常运行和特殊模式下都处于激活状态。 - 选择/取消选择安全功能 MPx02 和 MPx03：不能直接选择或取消选择安全功能；只有“P-0-3234，安全相关的最大速度”为较大值时才能防止监控器被触发。 从 MPx04 开始：调试安全技术时，通过参数“P-0-3239，全局安全技术功能的配置”选择安全功能“安全相关的最大速度”。 - 监控器被触发后会产生关闭驱动系统的错误反应。对应的错误消息错误消息为“F7020 超过安全相关的最大速度”。
相关参数	结合安全功能“安全相关的最大速度”使用以下参数： - P-0-3234，安全相关的最大速度 - P-0-3239，全局安全技术功能的配置（从 MPx04 开始）
相关诊断消息	结合安全功能“安全相关的最大速度”生成以下诊断消息： - F7020 超过安全相关的最大速度 - 安全功能“安全相关的最大速度”激活后，IndraDrive 控制面板的显示屏上不会出现单独的消息，而会出现标准诊断消息（例如“AF”）。

安全功能

选择功能	MPx02 和 MPx03：不能直接选择或取消选择安全功能；只有“P-0-3234，安全相关的最大速度”（作为“S-0-0113，最大电机速度”的最大值）有较大值时才能防止监控器被触发。 从 MPx04 开始：激活安全技术之后选择安全功能“安全相关的最大速度”。调试安全技术时，通过参数“P-0-3239，全局安全技术功能的配置”执行安全功能。  激活安全技术之后，使用“P-0-3206，安全技术密码”对“P-0-3234，安全相关的最大速度”进行写保护，这样未经授权人员便不能对其进行更改。 可以在“P-0-3207，安全技术密码级别”中查看安全技术密码的状态。
监控功能	使用安全功能“安全相关的最大速度”时，双通道监控可以防止驱动器超出预设的速度阈值（“P-0-3234，安全相关的最大速度”）。 安全相关的最大速度监控（请比较 P-0-3234）在每个安全技术操作状态中都处于激活状态。 实际速度超过限值（P-0-3234）时，驱动器会生成致命的安全技术错误“F7020 超过安全相关的最大速度”并关闭。

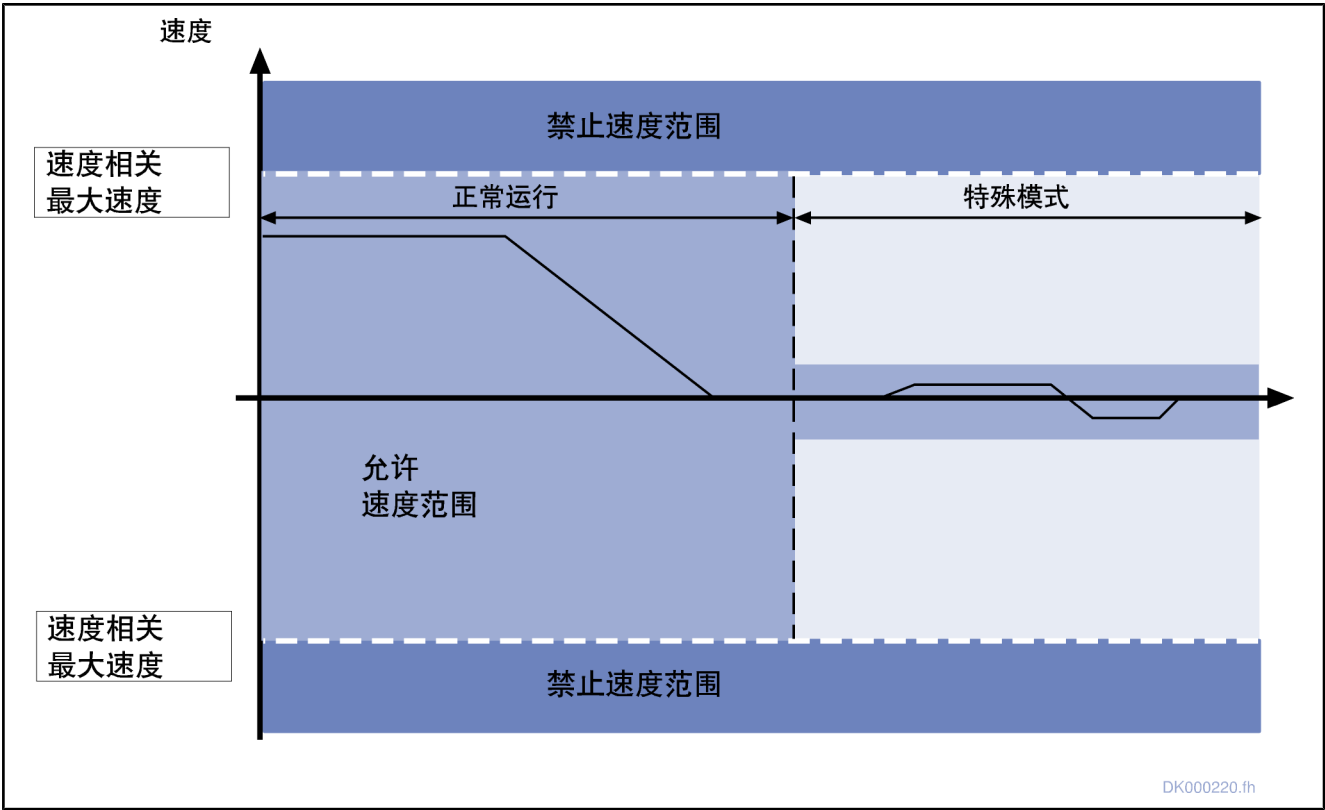


插图 6-1: $|V_{act}| < P-0-3234$ ，安全相关的最大速度

6.2.2 安全相关的运动方向

简要说明



可针对特殊模式“安全相关的运动”或针对正常运行和特殊模式（从 MPx05 开始）参数化安全功能“安全相关的运动方向”。本章介绍了有关正常运行和特殊模式的功能。

使用安全功能“安全相关的运动方向”时，双通道监控可确保运动只能在一个方向上进行。



使用“安全相关的运动方向”功能需要可选的安全技术模块（“S1”），该模块可作为控制部分 **CSH01.1 或 CSH01.2 (ADVANCED)** 以及 **CDB01.1 (BASIC)** 的配置来选择。

从固件版本 MPx05 开始，正常运行和特殊模式提供安全功能“安全相关的运动方向”。

特性 正常运行和特殊模式的安全功能“安全相关的运动方向”具有以下特性：

- 为了保护人员安全，已根据 EN 954-1 的类别 3 实现了安全功能“安全相关的运动方向”。
- 在操作模式下，对运动方向进行监控（请比较“P-0-3232，安全相关的运动方向的静止窗口”）。
- 安全功能“安全相关的运动方向”在正常运行和特殊模式下都处于激活状态。
- 运动方向监控器被触发后会产生关闭驱动器系统的错误反应。对应的错误消息为“F7031 错误的运动方向”。

集成安全功能

- 在操作模式下，当安全技术已调试并随后被自动激活后，通过参数“P-0-3239，全局安全技术功能的配置”，针对正常运行和特殊模式配置安全功能“安全相关的运动方向”（无需进行选择）。

相关参数 结合正常运行和特殊模式的安全功能“安全相关的运动方向”使用以下参数：

- P-0-3239，全局安全技术功能的配置
- P-0-3232，安全相关的运动方向的静止窗口

相关诊断消息 结合安全功能“安全相关的运动方向”生成以下诊断消息：

- F7031 错误的运动方向
- F7040 验证错误参数化 - 有效阈值

安全功能

选择功能 正常运行和特殊模式的安全功能“安全相关的运动方向”在自身已参数化且安全技术已激活之后会处于激活状态；无需再另外明确选择它。

监控功能 使用正常运行和特殊模式下的安全功能“安全相关的运动方向”时，采用双通道监控以确保驱动器只在启用的运动方向上运行 (请比较 P-0-3239)，或者，如果在未启用的运动方向上运行也不会超出 P-0-3232；否则，将生成错误“F7031 错误的运动方向”，并且驱动器会关闭。

对正常运行和特殊模式下的安全相关的运动方向进行监控与安全技术操作状态无关

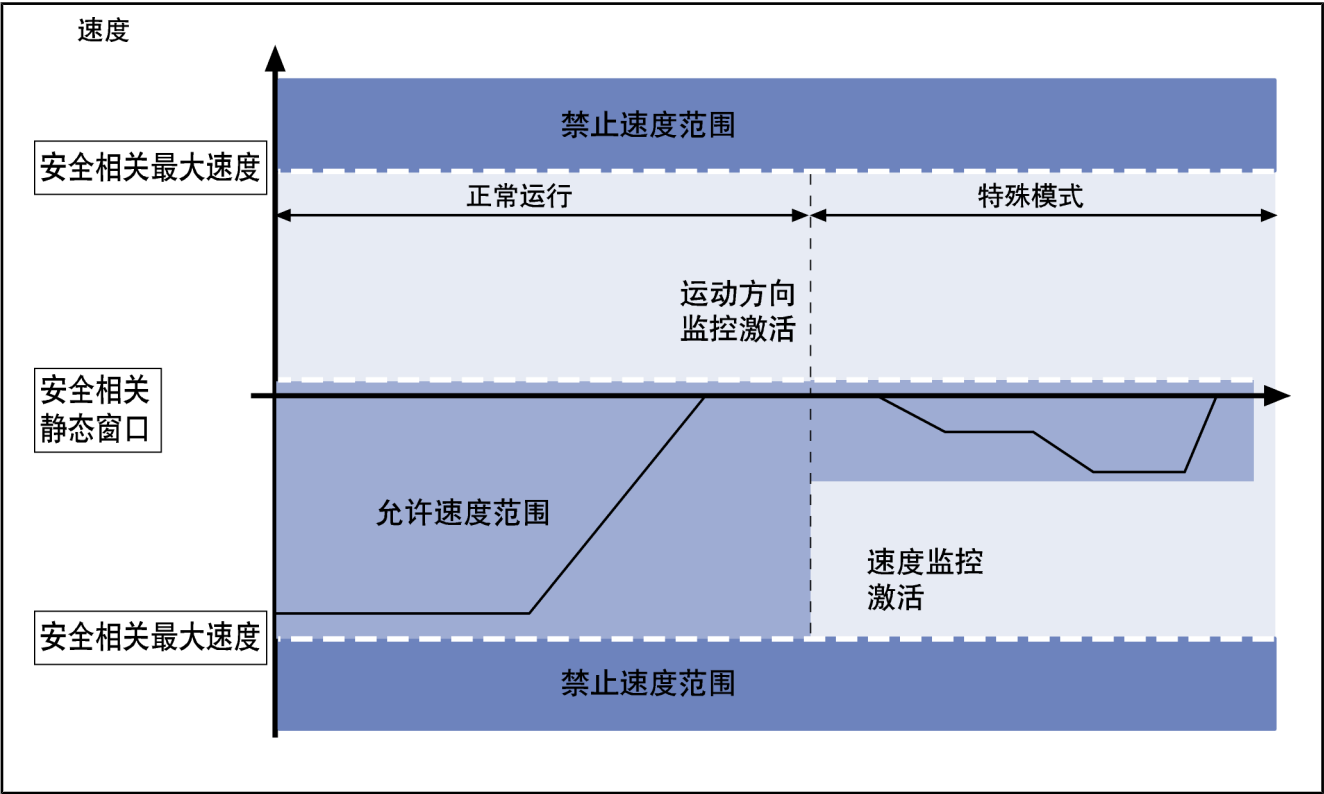


插图 6-2: 正常运行和特殊模式下的安全相关的运动方向

6.2.3 安全相关的限制绝对终止位置

简要说明

使用安全功能“安全相关的限制绝对终止位置”时，双通道监控可以防止驱动器超出预设的位置范围（“P-0-3235，安全相关的终止位置，正向”；“P-0-3236，安全相关的终止位置，负向”）。

	使用安全功能“安全相关的限制绝对终止位置”需要可选的安全技术模块 (“S1”)，该模块可作为控制部分 CSH01.1 或 CSH01.2 (ADVANCED) 以及 CDB01.1 (BASIC) 的配置来选择。
	从固件版本 MPx04 开始提供安全功能“安全相关的限制绝对终止位置”。

特性	安全功能“安全相关的限制绝对终止位置”具有以下特性： - 为了保护人员安全，已根据 EN 954-1 的类别 3 实现了这一安全功能。 - 闭环控制的运行被监控，看是否超出定义的终止位置（请比较“P-0-3235，安全相关的终止位置，正向”；“P-0-3236，安全相关的终止位置，负向”）。 - 安全功能“安全相关的限制绝对终止位置”在正常运行和特殊模式下都处于激活状态。 - 调试安全技术时，通过参数“P-0-3239，全局安全技术功能的配置”选择安全功能“安全相关的限制绝对终止位置”。 - 监控器被触发后会产生关闭驱动系统的错误反应。对应的错误消息为“F7021 超出安全相关的终止位置”。
使用注意事项	- 对于安全功能“安全相关的限制绝对终止位置”，驱动器必须已安全回零。 - 使用安全功能“安全相关的限制绝对终止位置”且 F7xx 错误的错误反应的参数设置为扭矩禁用时，不再能够确保轴不超出允许的位置范围以免触发监控器。机床制造商进行风险分析时也必须考虑这一点。
相关参数	结合安全功能“安全相关的限制绝对终止位置”使用以下参数： “P-0-3232，安全相关的运动方向的监控窗口”或“P-0-3232，安全相关的运动方向的静止窗口” - P-0-3235，安全相关的结束位置，正向 - P-0-3236，安全相关的结束位置，负向 - P-0-3239，全局安全技术功能的配置 - P-0-3282，安全相关的受监控减速
相关诊断消息	结合安全功能“安全相关的限制绝对终止位置”生成以下诊断消息： - E3107 安全相关的参考丢失 - F3112 安全相关的参考丢失 - F7021 超出安全相关的终止位置 “安全相关的限制绝对终止位置”激活后，IndraDrive 控制面板的显示屏上不会出现单独的消息，而会出现标准诊断消息（例如“AF”）。

安全功能

选择功能	要使用安全功能“安全相关的限制绝对终止位置”，必须在参数“P-0-3239，全局安全技术功能的配置”中将其激活；安全技术调试完成之后，此安全功能始终处于激活状态。		
	<table><tr><td></td><td>必须先执行“安全相关的回零步骤”，然后选择安全功能“安全相关的限制绝对终止位置”。</td></tr></table>		必须先执行“安全相关的回零步骤”，然后选择安全功能“安全相关的限制绝对终止位置”。
	必须先执行“安全相关的回零步骤”，然后选择安全功能“安全相关的限制绝对终止位置”。		
监控功能	使用安全功能“安全相关的限制绝对终止位置”时，双通道监控可确保驱动器 只接收不会导致超出安全相关的终止位置正值或负值（“P-0-3235，安全相关的终止位置，正向”；“P-0-3236，安全相关的终止位置，负向”）的命令值（位置或速度）。如果命令值错误，驱动器会生成错误“F7021 超出安全相关的终止位置”。		

集成安全功能

- 利用当前的实际速度和参数化的减速“P-0-3282，安全相关的受监控减速”，仍然可以在安全相关的终止位置范围内停止。如果实际速度太快，则会生成错误“F7021 超出安全相关的终止位置”。

$$\text{制动距离} = \frac{\text{实际速度}^2}{2 * \text{P-0-3282}}$$
$$\text{制动距离} < |\text{P-0-3235(或 P-0-3236)} - \text{实际位置值}|$$

P-0-3235 安全相关的终止位置，正向
P-0-3236 安全相关的终止位置，负向
P-0-3282 安全相关的受监控减速
插图 6-3: 用于监控安全功能“安全相关的限制绝对终止位置”制动距离的计算公式

 在“P-0-3235，安全相关的终止位置，正向”或“P-0-3236，安全相关的终止位置，负向”中的安全相关的终止位置设置完成之前，应该将在参数“P-0-3282，安全相关的受监控减速”中定义的减速斜坡设置为使驱动器能够减速到静止。

- 在进入操作模式之后能以通过安全相关的方式回零。只要“安全相关的参考”尚未建立，便会出现警告“E3107 安全相关的参考丢失”。警告出现之后，驱动器可以在没有“安全相关的参考系”的情况下最多运行 15 分钟，然后会出现错误“F3112 安全相关的参考丢失”。



驱动器在没有参考的情况下运行会导致致命伤害/财产损失，因为这样会超出安全相关的终止位置（正值/负值）！

⇒ 建立安全相关的参考

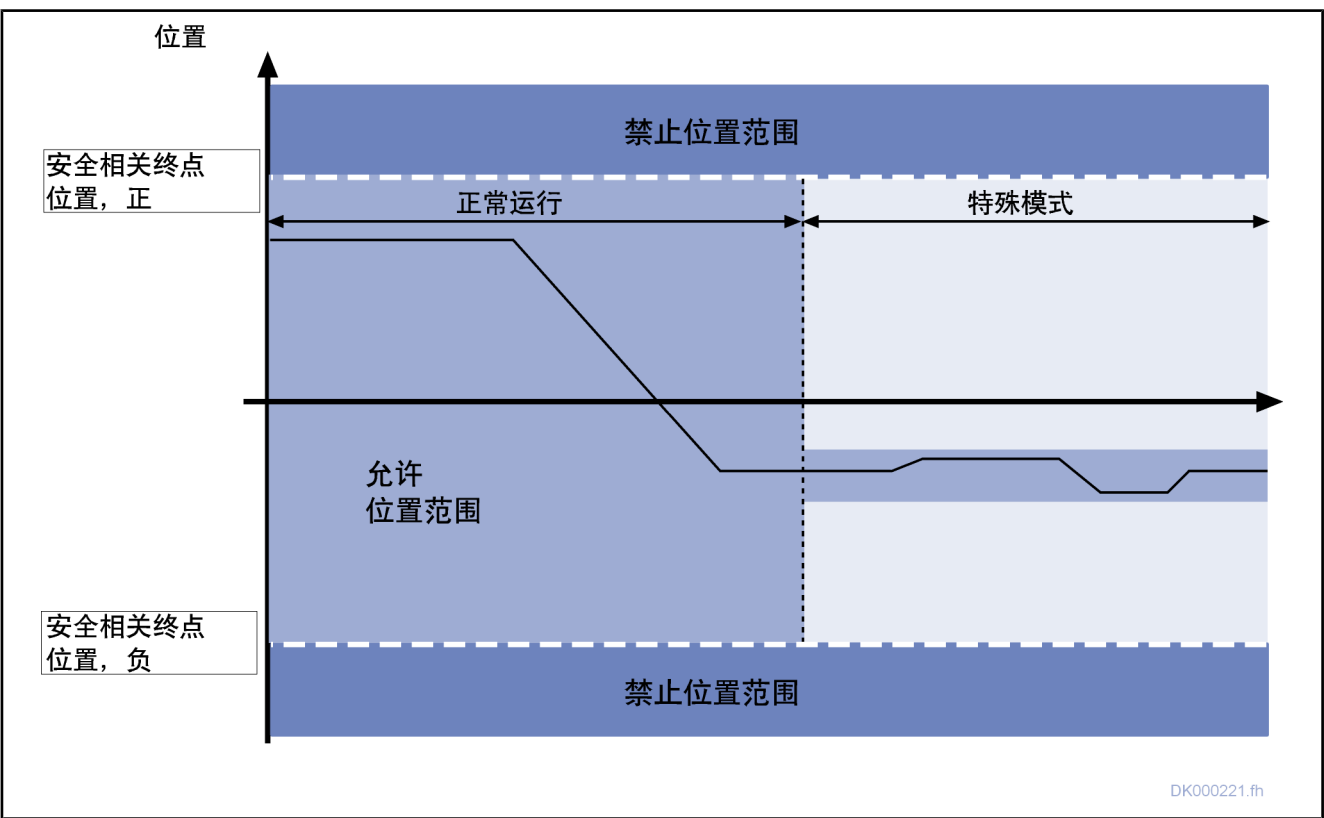


插图 6-4: 安全相关的限制绝对终止位置

允许位置范围内的回行运动

轴超出允许的位置范围时，会生成错误“F7021 超出安全相关的终止位置”。通过执行命令“S-0-0009, C0500 复位诊断类 1”可复位该错误。然后，可以将轴移回到允许的位置范围内；完成此操作之后，驱动器只允许在允许位置范围的方向上运动。其它方向上的运动只能在公差窗口内（“P-0-3232, 安全相关的运动方向的监控窗口”或“P-0-3232, 安全相关的运动方向的静止窗口”）进行，否则会立即再次出现错误“F7021 超出安全相关的终止位置”。

6.3 特殊模式“安全相关的暂停”下的安全功能

6.3.1 安全相关的起点锁定（“AS”）

简要说明



使用“安全相关的起点锁定”功能需要可选安全技术模块（“L1”）。

使用安全功能“安全相关的起点锁定”时，驱动器电源安全中断。驱动器不会产生任何扭矩/力，所以不会有危险的运动。



选择起点锁定之前，必须通过输入命令值关闭驱动系统；不会发生由驱动器控制的关闭！



危险

由于意外轴运动而造成的致命伤害和/或财产损失！

⇒ 如果使用安全功能“安全相关的起点锁定”预期到有外力影响（例如垂直轴产生的影响），则必须采取其它措施（例如机械制动或重量补偿）来安全地阻止此运动。

特性

安全功能“安全相关的起点锁定”具有以下特性：

- 根据 EN 60204-1 对应于停止类别 0。
- 为了保护人员安全，已根据 EN 954-1 的类别 3 实现了这一安全功能。
- 电机电源通过两个通道安全地中断。
- 使用 N/C-N/O 或 N/C-N/C 组合，通过两个通道进行选择。
- 通过 N/C-N/O 触点确认安全相关状态。
- 为了实现安全功能选择动态化，必须至少每隔 168 小时激活一次安全功能。为此，上次选择安全功能“安全相关的起点锁定”时电源部分的运行时间存储在参数“P-0-0102, 上次激活起点锁定时电源部分的运行时间”中。
- 选择的验证监控：选择更改后的 100 ms 内。
- 必须通过“P-0-0103, 强制动态化的时间间隔”设置激活起点锁定的时间间隔。
- 设置的时间间隔历史记录显示在参数“P-0-0104, 强制动态化时间间隔的更改记录”中。
- 通过参数“P-0-0106, 起点锁定的操作状态”显示起点锁定的状态（从固件 MPx04V14 开始）。

相关参数

结合安全功能“安全相关的起点锁定”使用以下参数：

- P-0-0101, 配置起点锁定选择器
- P-0-0102, 上次激活起点锁定时电源部分的运行时间
- P-0-0103, 强制动态化的时间间隔
- P-0-0104, 强制动态化时间间隔的更改记录
- P-0-0106, 起点锁定的操作状态（从固件 MPx04V14 开始）

相关诊断消息

结合安全功能“安全相关的起点锁定”生成以下诊断消息：

集成安全功能

- F8027 驱动器启用时的安全相关的静止
- F7043 输出阶段互锁错误
- F3130 检查输入信号时发生错误
- F3131 检查确认信号时发生错误
- E3110 超出强制动态化的时间间隔
- E8027 驱动器启用时出现安全相关的静止（从固件 MPx03V24 或 MPx04V14 开始）
- 激活起点锁定之后，IndraDrive 控制面板的显示屏上会显示“AS”。

安全功能

在可选安全技术模块（“L1”）中，24 V 输入用于双通道选择，浮动转换触点用于双通道反馈（可访问所有 3 种连接）。

 有关可选模块的脚分配和技术数据，请参阅项目规划手册的控制部分。

安全相关的起点锁定可分为以下几个主题

- 强制动态化
- 选择起点锁定
- 命令值输入

下面将详细介绍这些主题。

强制动态化

强制动态化将检测安全功能选择期间和中断电路中的静态错误状态，即所谓的“休眠错误”。标准设计中的控制选择和可选的安全技术模块“L1”都有自己的中断电路。

 驱动器启用设置完成之后，在一段时间（例如 8 小时）内需要通过移除闭驱动器来启用手动动态化（激活起点锁定）。

设置驱动器启用会启动计时器，并且只要驱动器受控，计时器也将一直运行。复位驱动器启用时，计时器停止，当前值被存储。只能在选择起点锁定时复位计时器。

“P-0-0103，强制动态化的时间间隔”用于设置计时器的时间间隔。超出该时间间隔时，驱动器会生成警告“E3110 超出强制动态化的时间间隔”以及必须执行强制动态化的信号。只需选择起点锁定便可实现这一目的。

上次选择“起点锁定”功能时电源部分的运行时间保存在参数“P-0-0102，上次激活起点锁定时电源部分的运行时间”中。

用户在“P-0-0103，强制动态化的时间间隔”中设置的时间间隔记录存储在参数“P-0-0104，强制动态化时间间隔的更改记录”中。

有关命令值输入的要求

 选择起点锁定之前，必须通过输入命令值关闭驱动系统；不会发生由驱动器控制的关闭！

 根据 EN 60204-1，“安全相关的起点锁定”对应于停止类别 0。

设置了驱动器启用且同时选择了起点锁定之后，驱动器会生成错误“F8027 驱动器启用时的安全相关的静止”，因为驱动器首先必须关闭，然后才可以激活起点锁定。

通过参数“P-0-0101，配置起点锁定选择器”，显示的诊断消息可从致命错误“F8027 驱动器启用时的安全相关的静止”转换为致命警告“E8027 驱动器启用时

的安全相关的静止”（从固件 MPx03V24 或 MPx04V14 开始）。驱动器启用移除后，警告会自动清除。但是，致命警告仍存在于诊断消息内存中。



由于惯性轴而造成的致命伤害和/或物料损失！

⇒ 在设置了驱动器启用后选择起点锁定时，与已设置的诊断消息无关的驱动器扭矩会被立即禁用，而驱动器会惯性运转到停止；停止过程相对较慢，并且最重要的是不是安全相关的停止！

选择起点锁定

可通过两个通道选择选择起点锁定，即在可选模块“L1”的 9 脚 D-Sub 连接器上，使用带两个 N/C 触点或带一个 N/C-N/O 触点的开关。

另请参阅“项目规划手册的控制部分”或“X41，连接点安全技术 S1”

通过参数“P-0-0101，配置起点锁定选择器”，可以利用 N/C 触点或 N/C-N/O 触点配置选择。

由固件来检查选择信号的验证情况。如果是不允许的状态，驱动器会生成错误“F3130 检查输入信号时发生错误”。

从固件 MPx04V14 开始，通过参数“P-0-0106，起点锁定的操作状态”读取起点锁定的状态和选择信号和验证情况。



对于通道 1 和通道 2，不同选择的容许的时间差都是 100 ms；不能更改容许的时间差的参数设置。

开关的一个通道可通过 PLC I/O 来连接，第二个通道应直接连接到可选安全技术模块。

开关的两个通道都可通过安全 PLC 的 I/O 来连接。

两个通道都可通过门监控设备的安全触点来连接。对于监控设备的反馈，提供浮动触点。



对于根据 EN 954-1 类别 3 的应用，不允许通过标准 PLC 同时连接两个通道！

有关调试的注意事项

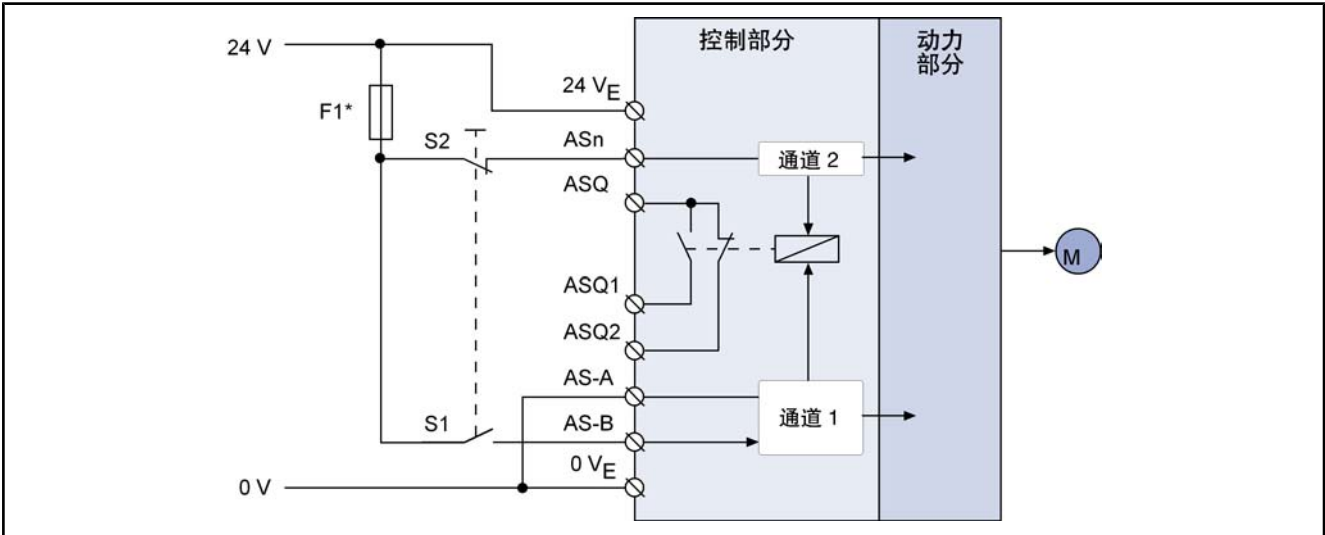


插图 6-5: 有关 F1* 的数据，请参阅开关触点 S1/S2 通过带 N/C-N/O 触点的开关选择起点锁定

集成安全功能

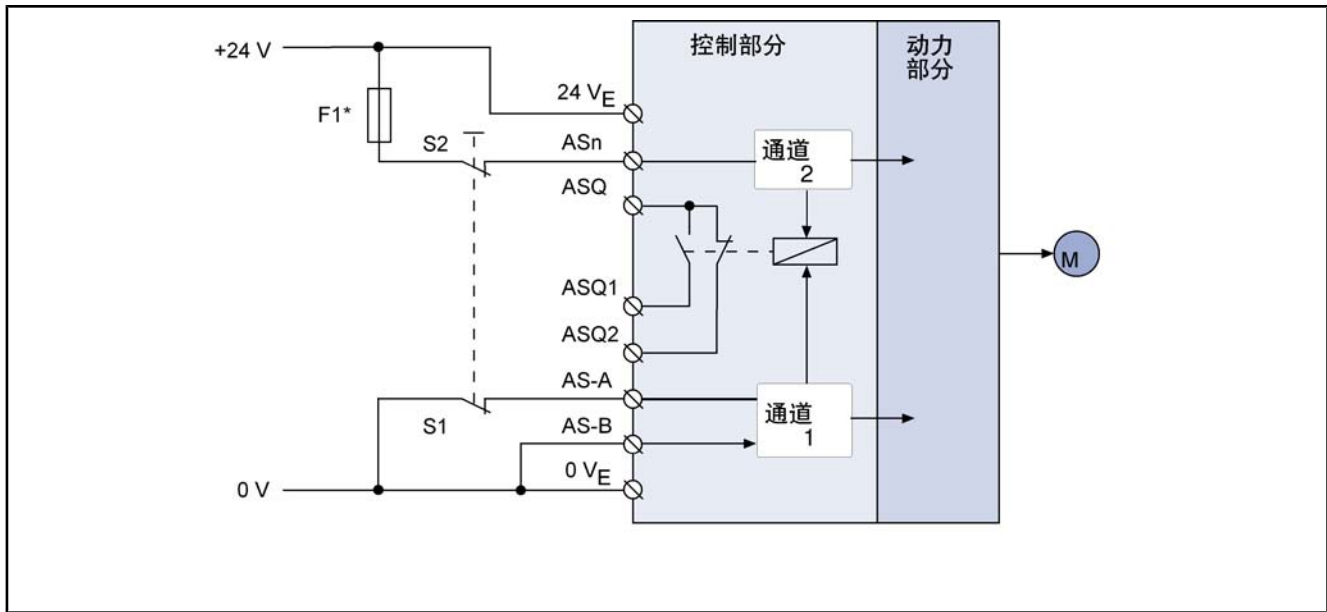


插图 6-6: 有关 F1* 的数据，请参阅开关触点 S1/S2
通过带两个 N/C 触点的开关选择起点锁定

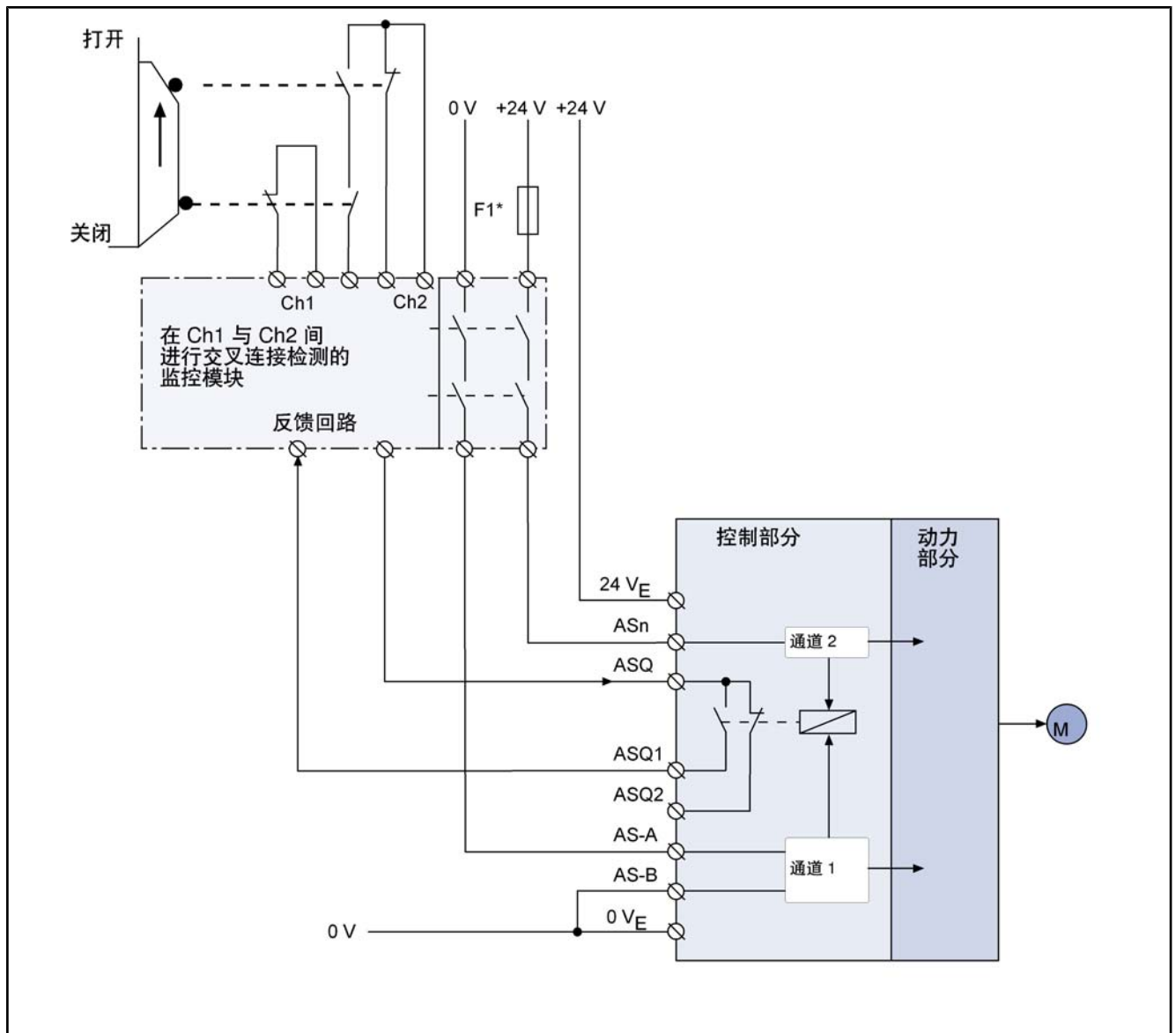


插图 6-7: 有关 F1* 的数据，请参阅安全设备的开关触点
通过安全设备选择起点锁定



根据 EN 954-1，必须将标准 PLC 的信号处理视为单通道，因此下图所示电路是不允许的！

集成安全功能

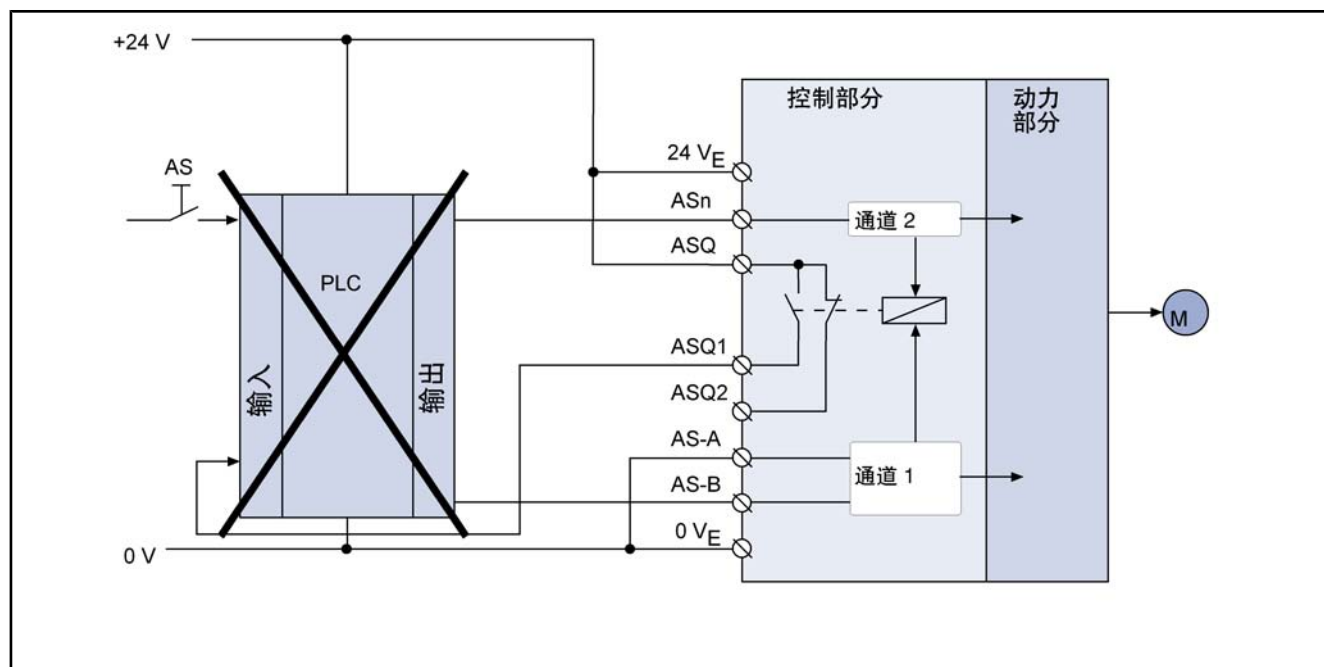


插图 6-8: 通过标准 PLC 选择起点锁定 (反面示例)

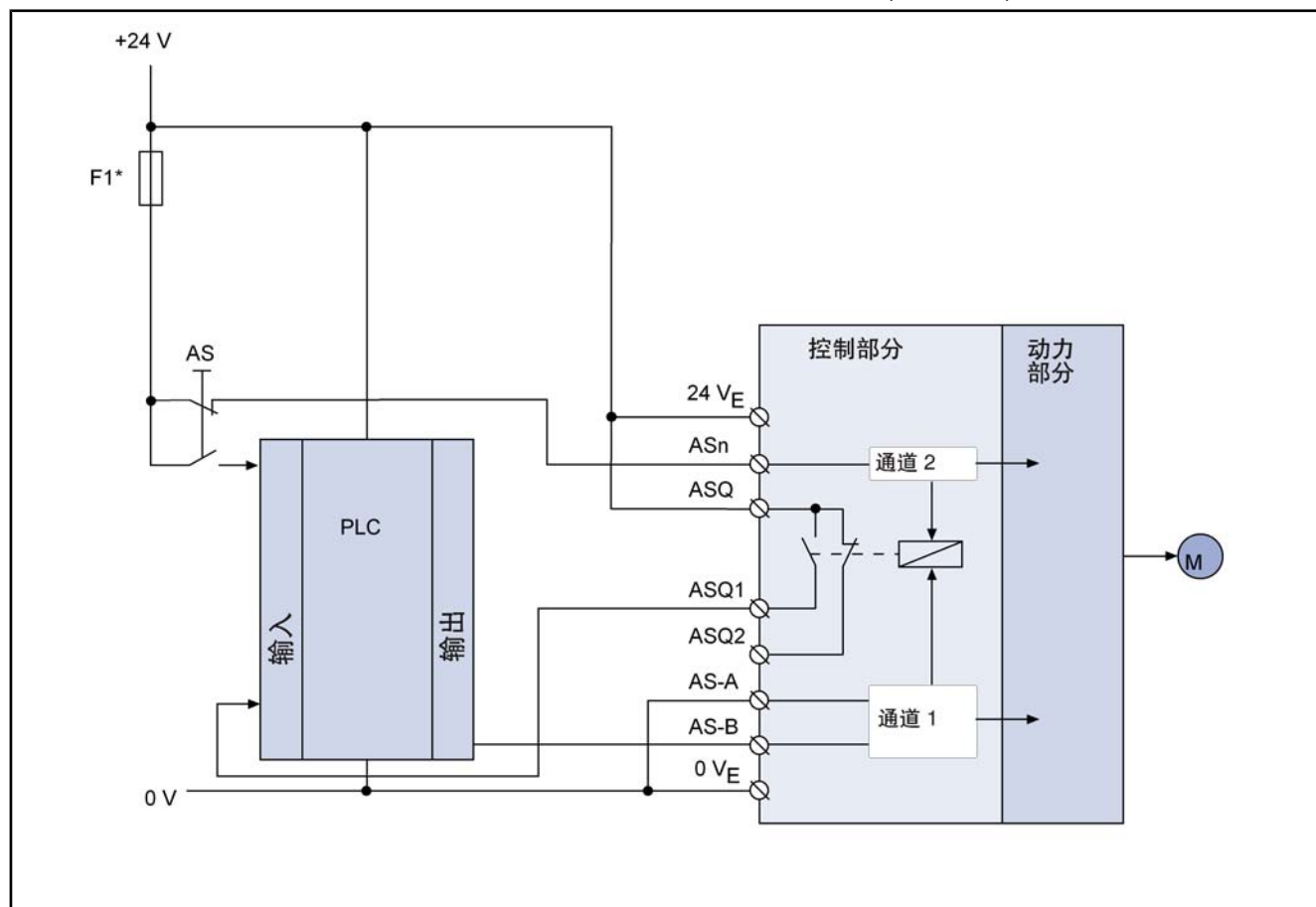


插图 6-9: 通过带 N/C-N/O 触点标准 PLC 的开关选择起点锁定
有关 F1* 的数据，请参阅开关触点起点锁定

6.3.2 安全相关的静止 (“SH”)

简要说明

使用安全相关的静止时，电机电源会安全地中断。电机不会产生任何扭矩和力，因此不会有危险的运动。



使用“安全相关的静止”功能需要可选的安全技术模块 (“S1”)，该模块可作为控制部分 CSH01.1 或 CSH01.2 (ADVANCED) 以及 CDB01.1 (BASIC) 的配置来选择。



危险

由于意外轴运动而造成的致命伤害和/或财产损失！

⇒ 请遵守“有关调试的注意事项”一节中的警告。



选择“安全相关的驱动器互锁”、启动使能控制或取消选择模式选择器都可以取消选择“安全相关的静止”功能！

特性

安全相关的静止具有以下特性：

- 根据 EN 60204-1 对应于停止类别 1。
- 为了保护人员安全，已根据 EN 954-1 的类别 3 实现了这一安全功能。
- 电机电源通过两个通道安全地中断。
- 转换到安全相关的静止的过程被监控（请比较“P-0-3220，从正常运行进行转换的容许的时间差”或“P-0-3225，从安全相关的运行进行转换的容许的时间差”）。
- 在安全相关的静止中，没有任何监控功能处于激活状态。

相关参数

结合安全功能“安全相关的静止”使用以下参数：

- “P-0-3210，安全技术配置”或“P-0-3210，安全技术控制字”
- “P-0-3212，安全技术控制字，通道 1”或“P-0-3212，安全技术信号控制字，通道 1”
- P-0-3220，从正常运行进行转换的容许的时间差
- P-0-3225，从安全相关的运行进行转换的容许的时间差
- P-0-3233，安全相关的暂停的速度阈值

相关诊断消息

结合安全功能“安全相关的静止”生成以下诊断消息：

- F7040 验证错误参数化 - 有效阈值
- F7050 超出停止过程的时间
- F8027 驱动器启用时的安全相关的静止
- 激活安全相关的静止之后，IndraDrive 控制面板的显示屏上会显示“SH”。

安全功能

转换到安全相关状态

可以在参数“P-0-3210，安全技术控制字”或“P-0-3210，安全技术配置”中设置转换到安全相关状态的类型。可以选择“驱动器控制的安全技术操作模式转换”或“NC 控制的操作模式转换”（请参阅“[转换到安全相关状态](#)”）。在这两种情况下，安全功能“安全相关的受监控停止过程”都会为了转换而变成激活状态（请参阅“[安全相关的受监控停止过程](#)”）。

集成安全功能

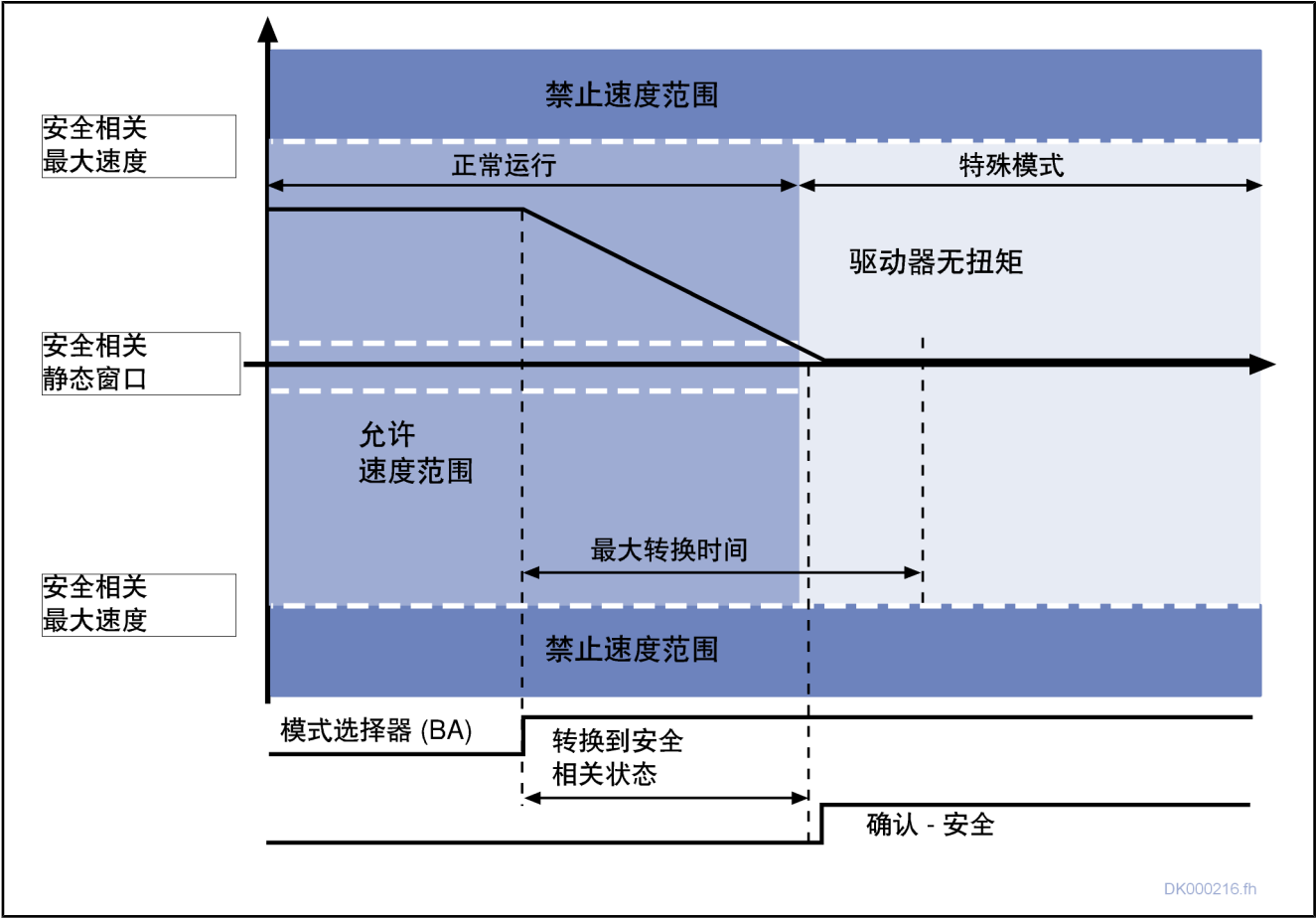


插图 6-10: 驱动器控制的从正常运行转换到安全相关的静止

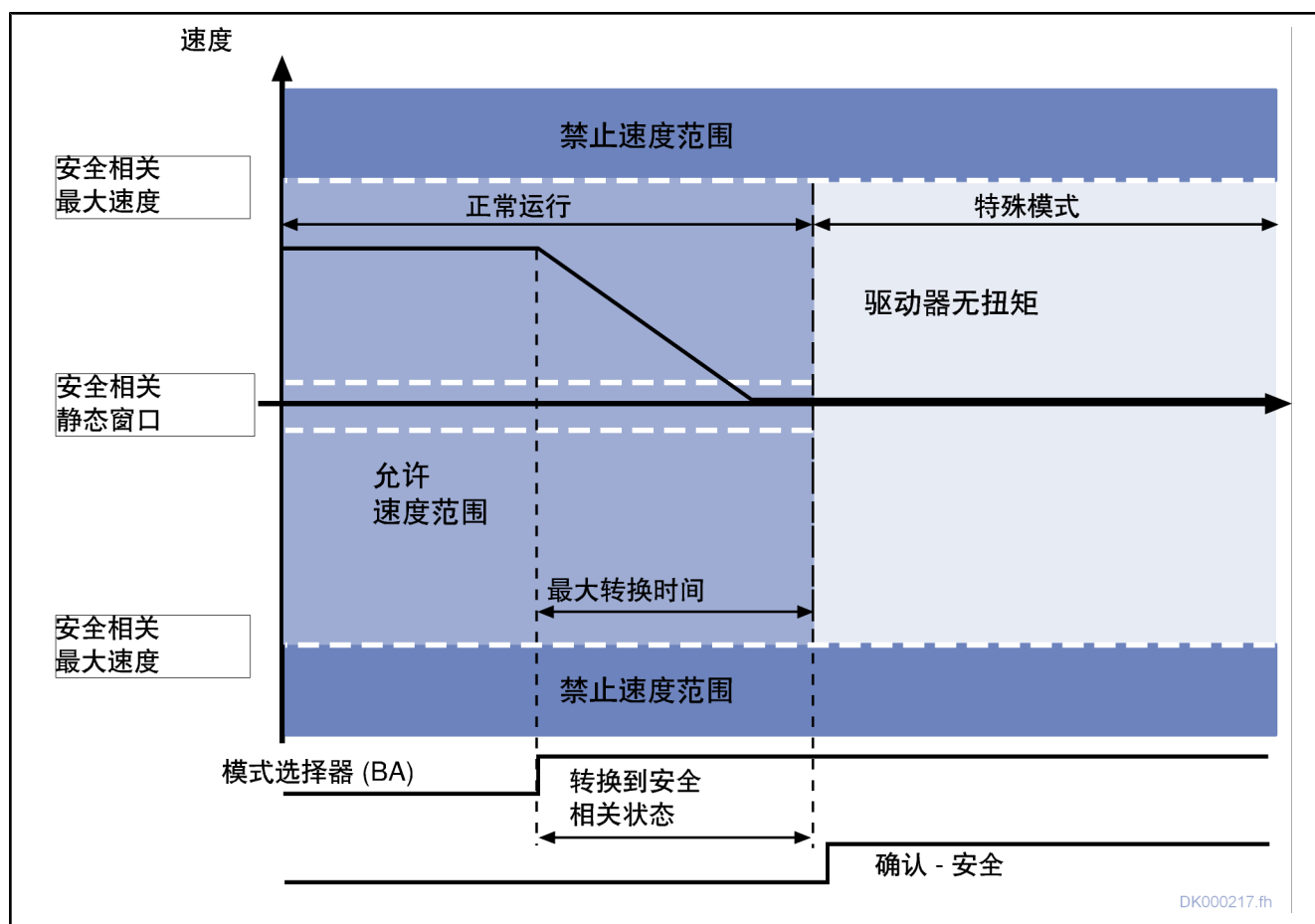


插图 6-11: NC 控制的从正常运行转换到安全相关的静止



危险

由于意外轴运动而造成的致命伤害和/或财产损失！

⇒ 在安全相关的静止中，驱动器不会产生任何扭矩/力，所以对于垂直轴，没有必须首先考虑的危险运动。请遵守“有关调试的注意事项”一节中的警告。

监控功能

如果已激活安全功能“安全相关的静止”且已设置驱动器，会生成错误“F8027 驱动器启用时的安全相关的静止”。

终止安全相关的静止

选择“安全相关的驱动器互锁”、启动使能控制或取消选择模式选择器都可以取消选择“安全相关的静止”功能！

有关项目规划的注意事项

规划安全功能“安全相关的静止”时，务必遵守以下警告：



危险

由于意外轴运动而造成的致命伤害和/或财产损失！

⇒ 如果使用安全功能“安全相关的静止”预期到有外力影响（例如垂直轴产生的影响），则必须采取其它措施（例如机械制动或重量补偿）来安全地阻止此运动；对于这类轴，Bosch Rexroth 建议使用安全相关的制动保持系统。



由于偏离静止位置而造成的伤害和/或物料损失！

⇒ 即使对电源部分的控制已安全锁定，但当直流电压总线处于激活状态且电源部分中同时发生三个错误时，还是能够触发瞬间的轴运动（取决于电机的极数）：

- 功率半导体被击穿
- 另一个半导体被击穿
- 在这种情况下，六个半导体中有两个以电机轴校准的方式受到影响

同步电机示例：对于 6 极同步电机来说，最大运动范围为 30 度。对于直接驱动的滚珠丝杠（例如每转 20 mm）来说，这相当于一次最大线性运动为 1.67 mm。

使用异步电机时，电源部分的两个独立电路中发生的短路几乎没有影响，因为当逆变器关闭且在大约 1 s 后完全停止时，励磁机磁场会击穿。

6.3.3 安全相关的运行停止（“SBH”）

简要说明

使用安全功能“安全相关的运行停止”时，驱动器处于受控静止状态，即电子控制单元与驱动器之间的所有控制功能都将保留。双通道监控可以防止驱动器执行因错误导致的危险运动，即使电源没有中断也可以。

 使用“安全相关的运行停止”功能需要可选的安全技术模块（“S1”），该模块可作为控制部分 CSH01.1 或 CSH01.2 (ADVANCED) 以及 CDB01.1 (BASIC) 的配置来选择。



由于意外轴运动而造成的致命伤害和/或财产损失！

⇒ 请遵守“有关调试的注意事项”一节中的警告。

特性	安全功能“安全相关的运行停止”具有以下特性： • 根据 EN 60204-1 对应于停止类别 2。 • 为了保护人员安全，已根据 EN 954-1 的类别 3 实现了这一安全功能。 • 电机电源没有中断。 • 静止状态下闭环控制的操作被监控（请比较“P-0-3230，安全相关的运行停止的监控窗口”）。 • 转换到安全相关的运行停止的过程被监控（请比较“P-0-3220，从正常运行进行转换的容许的时间差”或“P-0-3225，从安全相关的运行进行转换的容许的时间差”）。 • 监控器被触发后会产生关闭驱动系统的错误反应。对应的错误消息为“F7030 超出安全相关的运行停止的位置窗口”。
相关参数	结合安全功能“安全相关的运行停止”使用以下参数： • “P-0-3210，安全技术配置”或“P-0-3210，安全技术控制字” • “P-0-3212，安全技术控制字，通道 1”或“P-0-3212，安全技术信号控制字，通道 1” • P-0-3220，从正常运行进行转换的容许的时间差 • P-0-3225，从安全相关的运行进行转换的容许的时间差 • P-0-3230，安全相关的运行停止的监控窗口 • P-0-3233，安全相关的暂停的速度阈值

- 相关诊断消息
- 结合安全功能“安全相关的运行停止”生成以下诊断消息：
- F7030 超出安全相关的运行停止的位置窗口
 - F7040 验证错误参数化 - 有效阈值
 - F7050 超出停止过程的时间
 - 激活安全相关的运行停止之后，IndraDrive 控制面板的显示屏上会显示“SBH”。

安全功能

基本原则

使用安全功能“安全相关的运行停止”时，驱动器处于受控静止状态，即电子控制单元与驱动器之间的所有控制功能都将保留。但是，驱动器不会产生任何危险运动，尽管电源并未中断。



如果选择了安全功能“安全相关的运行停止”，控制单元则可复位驱动器启用并重新设置它。系统会一直监控静止位置。

转换到安全相关状态

可以通过参数“P-0-3210，安全技术控制字”或“P-0-3210，安全技术配置”设置转换到安全相关状态的类型。可以选择“驱动器控制的安全技术操作模式转换”或“NC 控制的操作模式转换”（请参阅“[转换到安全相关状态](#)”）。在这两种情况下，安全功能“安全相关的受监控停止过程”都会为了转换而变成激活状态（请参阅“[安全相关的受监控停止过程](#)”）。

为了转换到安全相关状态，提供一个可编程时间（P-0-3220 从正常运行和 P-0-3225 从特殊模式）。超过该时间后，驱动器通过速度命令值复位而关闭，电源则安全地（即通过两个通道）中断。此时会生成错误“F7050 超出停止过程的时间”。

使用安全相关的运行停止时，电源未中断；电子控制单元与驱动器之间的所有控制功能都将保留。

集成安全功能

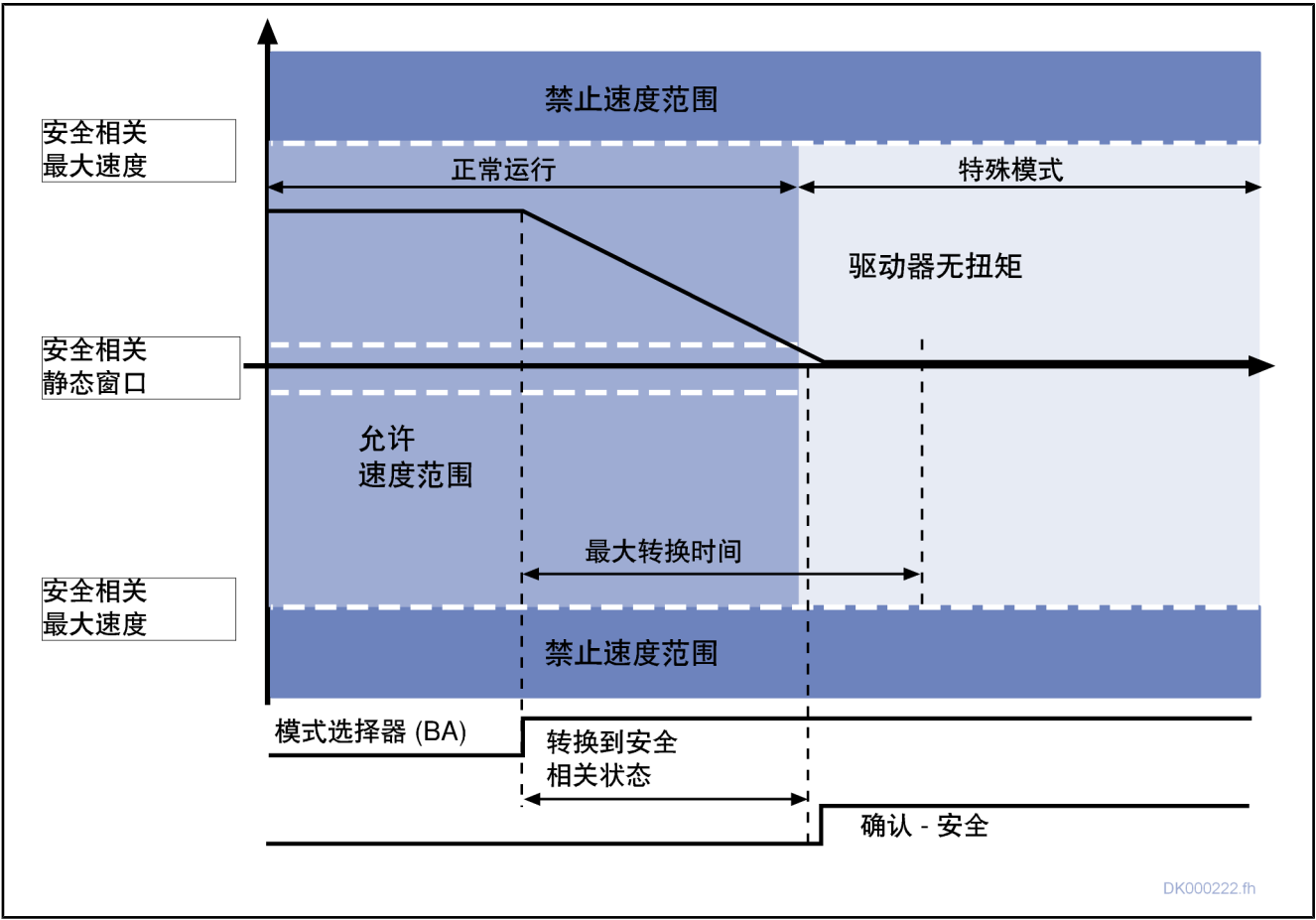


插图 6-12: 驱动器控制的从正常运行转换到安全相关的运行停止

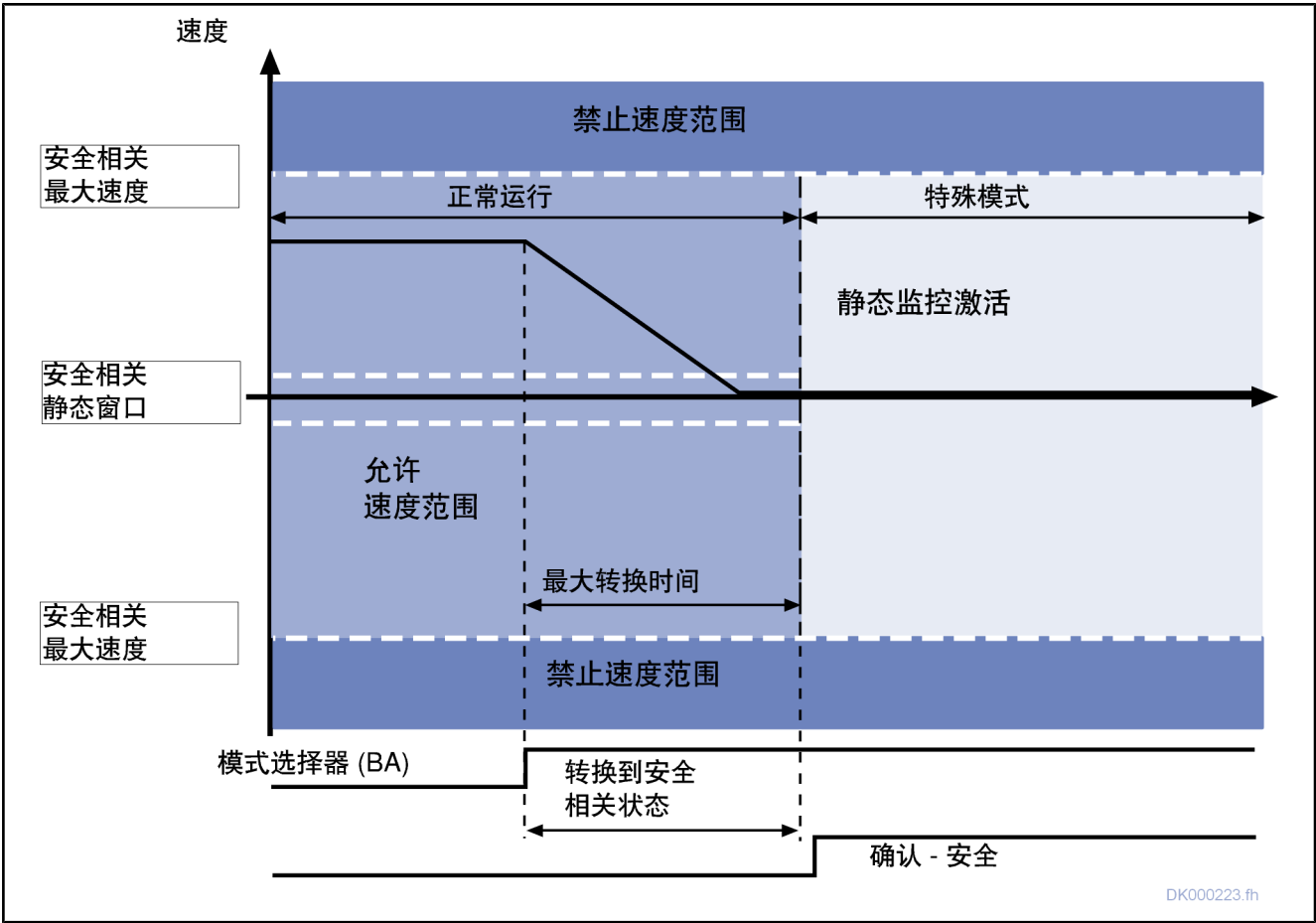


插图 6-13: NC 控制的从正常运行转换到安全相关的运行停止

监控功能 使用激活的安全功能“安全相关的运行停止”时，对实际位置或移动距离进行双通道监控可防止驱动器执行因错误导致的危险运动。

此外，监控可确保在安全相关的运行停止过程中，不存在任何为驱动器预设的命令值，否则将会导致驱动器离开安全相关的运行停止的监控窗口 (P-0-3230)。

如果移动距离大于在“P-0-3230，安全相关的运行停止的监控窗口”中设置的参数值，驱动器将会生成错误“F7030 超出安全相关的运行停止的位置窗口”并关闭。

 激活安全技术之后，使用“P-0-3206，安全技术密码”对“P-0-3230，安全相关的运行停止的监控窗口”进行写保护，这样未经授权人员便不能对其进行更改。

可以在“P-0-3207，安全技术密码级别”中查看安全技术密码的状态。

终止安全相关的运行停止 终止安全相关的运行停止之后（例如，通过关闭保护设备和执行启动命令），驱动器可以从中断点立即开始继续工作运动。

选择“安全相关的驱动器互锁”、启动使能控制或取消选择模式选择器都可以取消选择“安全相关的运行停止”功能！

使用注意事项

使用安全功能“安全相关的运行停止”时，务必遵守以下警告：

集成安全功能

**危险****由于意外轴运动而造成的致命伤害和/或财产损失！**

⇒ 如果使用安全功能“安全相关的运行停止”预期到有外力影响（例如垂直轴产生的影响），则必须采取其它措施（例如机械制动或重量补偿）来安全地阻止此运动。

**警告****由于偏离静止位置而造成的伤害和/或物料损失！**

⇒ 对存在外力影响的轴使用安全相关的运行停止时，会出现错误情况（例如电源故障，控制器故障），此时驱动器控制器便不再能够使轴保持在正确位置。在这种情况下，必须通过其它措施（例如机械制动）使轴保持在正确位置。在出现错误到触发“其它保持设备”这段时间内，轴会运动。评估安装风险时必须考虑这一点。

对于这类轴，Bosch Rexroth 建议使用安全相关的制动保持系统。

确保在“P-0-3233，安全相关的暂停的速度阈值”中参数化的值足够小，因为在转换到安全相关状态的过程中，静止监控器（“P-0-3230，安全相关的运行停止的监控窗口”）在速度小于此值时会立即激活，然后驱动器必须静止。

6.3.4 安全相关的驱动器互锁（“ASP”）

简要说明

安全功能“安全相关的驱动器互锁”对应于“安全相关的静止”，但不能通过启用使能控制来禁用“安全相关的驱动器互锁”。



使用“安全相关的驱动器互锁”功能需要可选的安全技术模块（“S1”），该模块可作为控制部分 CSH01.1 或 CSH01.2 (ADVANCED) 以及 CDB01.1 (BASIC) 的配置来选择。



对“安全相关的驱动器互锁”功能的选择在正常运行时同样有效。

特性 安全功能“安全相关的驱动器互锁”具有以下特性：

- 根据 EN 60204-1 对应于停止类别 1。
- 为了保护人员安全，已根据 EN 954-1 的类别 3 实现了这一安全功能。
- 电机电源已安全中断。
- 转换到安全相关的互锁的过程被监控（请比较“P-0-3220，从正常运行进行转换的容许的时间差”或“P-0-3225，从安全相关的运行进行转换的容许的时间差”）。

应用示例 例如，在需要手动移动主轴驱动器或操作轴的情况下，安全功能“安全相关的驱动器互锁”可用于手动更换刀具。

根据 EN 60204-1，除了机电设备，允许纯电气设备（如安全功能“安全相关的驱动器互锁”）紧急暂停。

**警告****重启可能会造成死亡或严重的人身伤害！**

如果电气设备用于紧急暂停，则必须通过一台紧急暂停设备来防止重启。

相关参数 结合安全功能“安全相关的驱动器互锁”使用以下参数：

- “P-0-3210，安全技术控制字”或“P-0-3210，安全技术配置”
- “P-0-3212，安全技术控制字，通道 1”或“P-0-3212，安全技术信号控制字，通道 1”
- P-0-3220，从正常运行进行转换的容许的时间差

- 相关诊断消息
- P-0-3225，从安全相关的运行进行转换的容许的时间差
 - P-0-3233，安全相关的暂停的速度阈值
- 结合安全功能“安全相关的驱动器互锁”生成以下诊断消息：
- F7040 验证错误参数化 - 有效阈值
 - F7050 超出停止过程的时间
 - F8027 驱动器启用时的安全相关的静止
 - 激活驱动器互锁之后，IndraDrive 控制面板的显示屏上会显示“ASP”。

安全功能

基本原则

使用安全功能“安全相关的驱动器互锁”，电机电源会安全中断。电机不会产生任何扭矩和力，因此不会有危险的运动。



危险

由于意外轴运动而造成的致命伤害和/或财产损失！
⇒ 请遵守“有关调试的注意事项”一节中的警告。

转换到安全相关状态

可以通过参数“P-0-3210，安全技术控制字”或“P-0-3210，安全技术配置”设置转换到安全相关状态的类型。可以选择“驱动器控制的安全技术操作模式转换”或“NC 控制的操作模式转换”（请参阅“[转换到安全相关状态](#)”）。在这两种情况下，安全功能“安全相关的受监控停止过程”都会为了转换而变成激活状态。



成功转换到安全相关的驱动器互锁之后，只有在已对诊断输出规划了“PLC 控制”后才能确认安全。

成功转换到安全相关的驱动器互锁并参数化“安全门控制”后，只有在模式选择器被另外激活后才能控制安全门。

集成安全功能

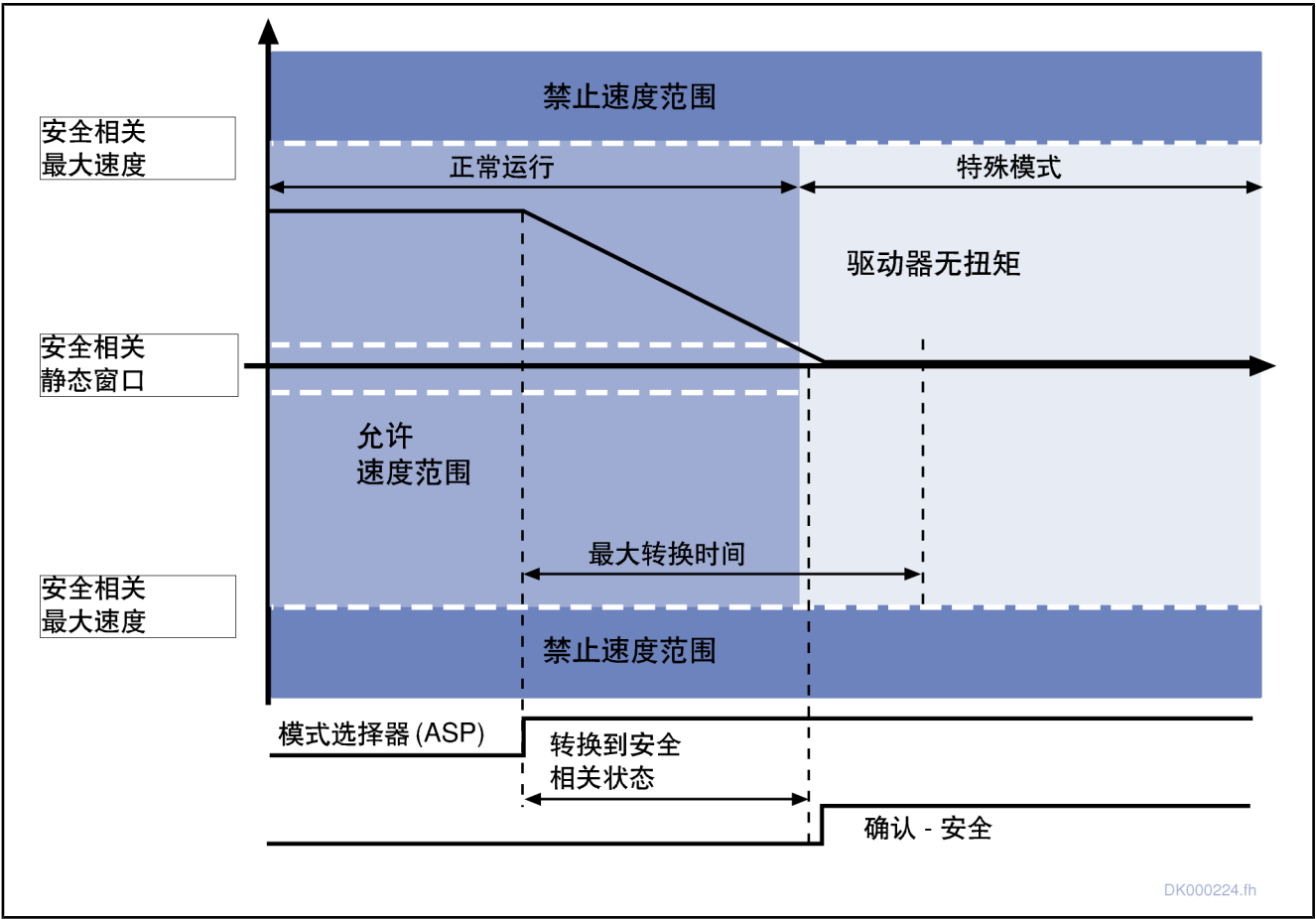


插图 6-14: 驱动器控制的从正常运行转换到安全相关的驱动器互锁

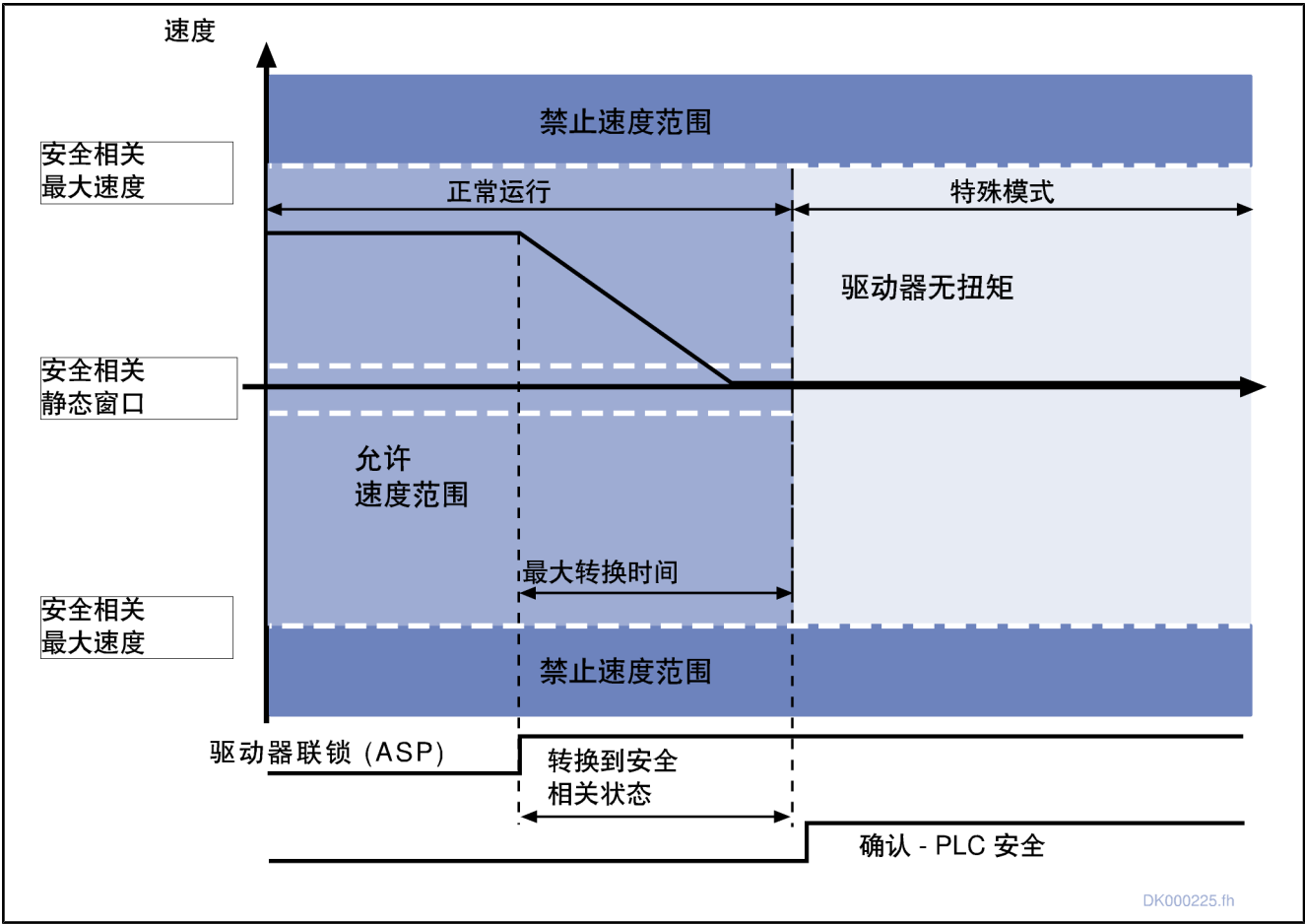


插图 6-15: NC 控制的从正常运行转换到安全相关的驱动器互锁



由于意外轴运动而造成的致命伤害和/或财产损失！
⇒ 在安全相关的驱动器互锁中，驱动器不会产生任何扭矩/力，所以对于垂直轴，没有必须首先考虑的危险运动。请遵守“有关调试的注意事项”一节中的警告。

监控功能

在安全相关的驱动器互锁已激活时设置驱动器启用会生成错误“F8027 驱动器启用时的安全相关的静止”。

终止安全相关的驱动器互锁

只能通过复位驱动器互锁选择来取消选择安全功能“安全相关的驱动器互锁”。

使用注意事项

使用安全功能“安全相关的驱动器互锁”时，务必遵守以下警告：



由于意外轴运动而造成的致命伤害和/或财产损失！
⇒ 如果使用安全功能“安全相关的静止”预期到有外力影响（例如垂直轴产生的影响），则必须采取其它措施（例如机械制动或重量补偿）来安全地阻止此运动。对于这类轴，Bosch Rexroth 建议使用安全相关的制动保持系统。

**警告****由于偏离静止位置而造成的伤害和/或物料损失！**

⇒ 即使对电源部分的控制已安全锁定，但当直流电压总线处于激活状态且电源部分中同时发生三个错误时，还是能够触发瞬间的轴运动（取决于电机的极数）：

- 功率半导体被击穿
- 另一个半导体被击穿
- 在这种情况下，六个半导体中有两个以电机轴校准的方式受到影响

同步电机示例：对于 6 极同步电机来说，最大运动范围为 30 度。对于直接驱动的滚珠丝杠（例如每转 20 mm）来说，这相当于一次最大线性运动为 1.67 mm。

使用异步电机时，电源部分的两个独立电路中发生的短路几乎没有影响，因为当逆变器关闭且在大约 1 s 后完全停止时，励磁机磁场会击穿。

6.3.5 安全相关的制动保持系统

简要说明

即使驱动器处于不受控状态，“安全相关的制动保持系统”也可以安全地防止意外的轴运动（例如垂直轴的意外轴运动）。轴的安全相关的保持是通过两种可相互独立控制的制动器来实现的。

定期检查两种制动器的功能。

**警告****在安全相关的操作过程中，制动系统中的错误可能会导致严重的人身伤害！**

⇒ 驱动系统会复位对轴的安全确认。用户必须采取恰当措施来保护人员安全。

特性

安全功能“安全相关的制动保持系统”具有以下特性：

- 为了保护人员安全，已根据 EN 954-1 的类别 3 实现了这一安全功能
- 安全相关的制动保持系统包含两种相互独立的制动器：
 - 第 1 种制动器：只允许使用放电摩擦面制动器，如电机保持制动器
 - 第 2 种制动器：冗余保持制动器，可设计为外部放电的摩擦面制动器，或者外部放电的啮合制动器
- 冗余保持制动器是通过“控制模块 (HAT)”来控制的
- 电源关闭（紧急暂停，紧急停止）后轴的冗余保持制动仍将进行
- 对错误的反应迅速：通过总共三个减速通道升级策略
- 使用啮合制动器时不接受或执行命令“C5900 重新修整冗余保持制动器表面命令”

相关参数

结合安全功能“安全相关的制动和保持系统”使用以下参数：

- P-0-0525，保持制动控制字
- P-0-0539，保持制动状态字
- P-0-0540，电机保持制动器的扭矩
- P-0-0541，C2100 保持系统检查命令
- P-0-0542，C2000 释放电机保持制动器命令
- P-0-0543，C3800 应用电机保持制动器命令
- P-0-0544，C3900 重新修整电机保持制动器表面命令
- P-0-0545，释放电机保持制动器的测试扭矩
- P-0-0546，释放电机保持制动器的启动扭矩

- P-0-0547, 保持系统的标称负载
- P-0-0549, 上次成功进行制动检查时控制部分的运行时间
- P-0-0550, 时间间隔制动检查
- P-0-0551, 电流负载扭矩
- P-0-3211, 安全技术 I/O 配置列表, 通道 2
- P-0-3218, C3700 手动解锁安全门命令
- P-0-3300, 冗余保持制动器: 配置
- P-0-3301, 冗余保持制动器: 状态字
- P-0-3302, 安全相关的保持系统: 时间间隔制动检查
- P-0-3303, 安全相关的保持系统: 标称负载
- P-0-3304, 安全相关的保持系统: 扭矩/力常量
- P-0-3306, 电机保持制动的延迟时间
- P-0-3307, 安全技术 - 驱动器关闭的延迟时间
- P-0-3310, 安全相关的保持系统: 移动范围制动检查
- P-0-3311, 安全相关的保持系统: 测试扭矩注入制动检查的持续时间
- P-0-3314, C5900 重新修整冗余保持制动器表面命令
- P-0-3315, C6200 在无有效制动状态的情况下启用特殊模式命令

相关诊断消息

结合安全功能“安全相关的制动保持系统”生成以下诊断消息:

- E3115 预警告, 达到制动检查的时间间隔
- F3115 错误, 超出制动检查的时间间隔
- E3116 达到保持系统的标称负载扭矩
- E3116 超过保持系统的标称负载扭矩
- F3122 安全相关的保持系统: 系统错误
- F3123 安全相关的保持系统: 缺少制动检查
- F7051 超出安全相关的减速
- F8134 安全相关的保持系统: 致命错误
- C0256 安全技术配置错误
- C2000 释放电机保持制动器命令
- C2001 命令未启用
- C2100 保持系统检查命令
- C2101 只能通过驱动器启用进行保持系统检查
- C2103 电机保持制动器: 扭矩太小
- C2104 命令不能执行
- C2105 保持系统的负载 > 测试扭矩
- C2106 未达到保持系统的测试扭矩
- C2107 冗余保持制动器: 扭矩太小
- C2108 释放保持系统时发生错误
- C2109 安全相关的保持系统: 测试扭矩无效
- C3700 手动解锁安全门命令
- C3800 应用电机保持制动器命令
- C3900 重新修整制动器表面命令
- C3901 只能通过驱动器启用来重新修整制动器表面

集成安全功能

- C3902 重新修整制动器表面时发生错误
- C3903 命令不能执行
- C5800 应用冗余保持制动器命令
- C5801 不能应用冗余保持制动命令
- C5900 重新修整冗余保持制动器表面命令
- C5901 只能通过 AF 重新修整冗余保持制动器表面命令
- C5902 重新修整冗余保持制动器表面时发生错误命令
- C5903 命令不能执行
- C6200 在无有效制动状态的情况下启用特殊模式命令
- C6201 命令不能执行

功能描述

概述

“安全相关的制动保持系统”包含电机保持制动器、外部保持制动器（在后续章节中称为“冗余保持制动器”）、冗余保持制动器的控制模块和具有相对固件的驱动器控制器。



24V 的损耗就会导致制动系统立即激活。为了避免发生此类情况，强烈建议对电压缓冲（尤其是啮合制动器）使用独立电源（UPS）。

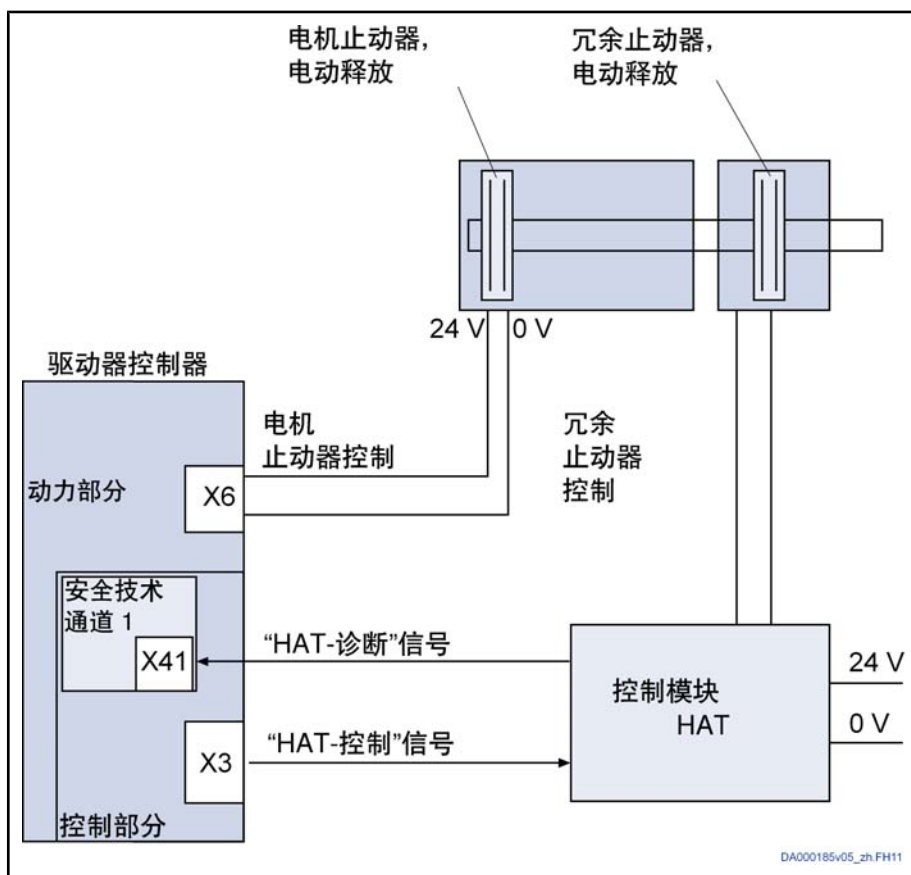


插图 6-16: “安全相关的制动保持系统”的系统概览

对于电机保持制动，只允许使用放电摩擦面制动器；该制动器被控制得如同标准电机制动器，它可以设计为外部或电机集成的保持制动器。

冗余保持制动器可采用如下两种设计：

- 外部放电啮合制动器
- 外部放电摩擦面制动器

冗余保持制动器可安装在电机侧或负载侧。如果冗余保持制动器的安装位置是任意的，则首选安装在负载侧，因为安装在负载侧可减少从电机到负载的传输路径上因错误导致的残余风险。控制不是直接通过控制器来执行的，而是通过相应的控制模块 (HAT01.1-002-NNN-NN) 来执行的。

外部制动器必须至少需符合电机保持制动器的规范。两种保持制动器的尺寸都必须符合规范，以便能够安全承载**轴负载的最大重量** (P-0-0547)。有关尺寸的基本规则，请参阅（例如）法定事故保险和预防协会（“Berufsgenossenschaft Metall Süd”）的“Fachausschuss Maschinenbau, Fertigungssysteme, Stahlbau”（机械工程、生产系统、钢结构工程专业委员会）的 5 号信息表[“重力负荷轴（垂直轴）”，2004 年 2 月发布]。此信息表包含以下有关制动器尺寸的规范：

“功率传输和安全设备的机械部件应设计为至少能承受负载两倍重量产生的静态和动态应力。”

以下是两种制动的可能组合：

- 电机保持制动器和冗余保持制动器均设计为放电摩擦面制动器。
- 电机制动器设计为放电摩擦面制动器，冗余保持制动器设计为放电啮合制动器。

可通过使用“安全相关的制动保持系统”更改以下两种操作状态：

- 将安全操作状态“安全相关的静止”(SH) 变成“安全相关的制动静止”(SGH)。
- 将操作状态“暂停”(AH) 变成“制动静止”(GH)。

安全相关的制动静止

使用“安全相关的制动保持系统”时，轴在以下情况下处于安全操作状态“安全相关的制动静止”(SGH)

- 两种保持制动器的“保持制动检查的状态”（P-0-0539 和 P-0-3301）均已“成功执行”，
- 已选择特殊模式“安全相关的暂停”，
- 两种保持制动器的保持扭矩均有效，
- 静止已经过检测，
- 冗余保持制动器提供反馈，以及
- 已成功避免重启。

在此状态下，轴会确认安全性。

在参数模式中，驱动器处于“SGH 参数化”，而发生错误时处于“SGH 错误”。安全确认取决于多个条件（请参阅“[制动状态监控](#)”）。

制动静止

在正常运行下，两种保持制动器的保持扭矩也可以提高机床的安全性。使用安全相关的制动保持系统时，此状态称为“制动静止 (GH)”。在此状态下，轴不会确认安全性。



无论轴处于正常运行中还是特殊模式中，发生错误时，安全相关的制动保持系统始终受制。

在这种情况下，执行升级策略（请参阅“[安全技术错误反应](#)”）。

避免出现扭矩禁用状态的措施

用户必须执行或考虑以下措施来提高驱动控件作为“服用制动装置”的可用性或独立性：

- 在以下控制字之一中利用“驱动器启用”位来抑制“无延迟扭矩禁用”：
 - P-0-0116，设备控制：控制字
 - S-0-0134，主控制字

集成安全功能

- P-0-4028, 设备控制字
- P-0-4068, 现场总线: 控制字 IO
- P-0-4077, 现场总线: 控制字
- 抑制应用侧的扭矩限制 (“P-0-0109, 扭矩/力峰值限制” 除外) :
 - S-0-0082, 扭矩/力限制正值
 - S-0-0083, 扭矩/力限制负值
 - S-0-0092, 双极扭矩/力限值

风险分析 对使用安全相关的制动保持系统的装置进行风险分析时, 必须知道在发生错误时对应轴可移动的最大距离。

在以下情况下, 会发生最大的轴运动

- 轴处于具有向下移动方向的特殊模式运动 (“SBB”) 中, 并且在此轴运动过程中发生 F8xxx 错误, 以及
- 已应用电机恒速制动器但未产生制动扭矩, 以及
- 已应用冗余恒速制动器且实现了轴减速到静止。

移动的距离可分成两步。在第一步中, 轴以无扭矩方式坠落 (x_{free}), 而在第二步中通过冗余恒速制动器减速 (x_{decel})。

在以下计算中, 假设轴是带循环滚珠丝杠的垂直轴, 且直接连接到电机。不考虑系统中存在的摩擦, 因为在这类机械系统的使用寿命期间, 摩擦不能被视为常量。存在摩擦会对制动距离起到积极影响, 即事实上, 以下计算出的移动距离由于存在摩擦而更短一些。

$$\begin{aligned}
 t_{\text{错误反应}} &= t_{\text{释放}} + t_{\text{减速}} \\
 t_{\text{释放}} &= P-0-3306 + t_{\text{冗余红色}} + t_{\text{系统}} \\
 t &= - \left(\frac{M * t_{\text{释放}}}{M_L - M_{\text{红色}}} + \frac{2\pi * J * \frac{V_{\text{SBB}}}{h}}{M_L - M_{\text{红色}}} \right) \\
 &= \frac{M_L * t_{\text{释放}} + 2\pi * J * \frac{V_{\text{SBB}}}{h}}{M_{\text{红色}} - M_L}
 \end{aligned}$$

$t_{\text{errorreaction}}$	错误反应的总时间
t_{free}	轴无扭矩的时间
t_{decel}	轴减速的时间
$t_{\text{clamp,red}}$	冗余恒速制动的钳位延迟
t_{system}	驱动器的内部处理时间 (通常为 49 ms)
M_L	负载扭矩
M_{red}	冗余恒速制动的制动扭矩
J	现对于电机轴的总惯量
h	主轴导程
V_{SBB}	参数化的 SBBx 速度阈值

插图 6-17: 错误反应时间的计算公式

$$\begin{aligned}x_{\text{错误反应}} &= x_{\text{释放}} + x_{\text{减速}} \\&= \left(V_{\text{SBB}} + \frac{M_L \cdot h \cdot t_{\text{释放}}}{4\pi \cdot J} \right) \cdot t_{\text{释放}} + \frac{1}{2} \cdot \left(V_{\text{SBB}} + \frac{M_L \cdot h \cdot t_{\text{释放}}}{2\pi \cdot J} \right) \cdot t_{\text{减速}} \\&= \left(t_{\text{释放}} - \frac{t_{\text{减速}}}{2} \right) \cdot V_{\text{SBB}} + (t_{\text{释放}} + t_{\text{减速}}) \cdot \frac{M_L \cdot h \cdot t_{\text{释放}}}{4\pi \cdot J}\end{aligned}$$

- $x_{\text{errorreaction}}$ x_{free} x_{decel} t_{free} t_{decel} M_L J h v_{SBB}

错误反应期间轴移动的距离

轴无扭矩时移动的距离

冗余恒速制动的保持扭矩起作用时，轴移动的距离

轴无扭矩的时间

轴减速的时间

负载扭矩

现对于电机轴的总惯量

主轴导程

参数化的 SBBx 速度阈值

插图 6-18: 错误反应距离的计算公式

示例：

使用顺序码为 MSK071D-300-NN-M1-UG2-NNNN 的 Rexroth 电机、主轴（直径为 40 mm，导程为 20 mm）和冗余制动器（保持扭矩为 26 Nm，钳位延迟为 26 ms）时，错误反应距离的计算公式如下：

$d=40\text{ mm}$ $h=20\text{ mm}$ $m_L=340\text{ kg}\rightarrow M_L=10.6\text{ Nm}$ $M_{\text{保持}}=26\text{ Nm}$ $t_{\text{夹钳, 延迟}}=26\text{ ms}$ $J=0.011\text{ kgm}^2$ $v_{\text{SBB}}=2.0\frac{\text{m}}{\text{min}}$ $P-0-3306=35\text{ ms}$ $t_{\text{系统}}=49\text{ ms}$

插图 6-19: 计算示例的数据

集成安全功能

$$t_{\text{释放}} = P-0-3306 + t_{\text{关断, 红色}} + t_{\text{系统}}$$

$$= 110 \text{ ms}$$

$$t_{\text{减速}} = \frac{M_L * t_{\text{释放}} + 2\pi * J * \frac{V_{\text{SEB}}}{h}}{M_{\text{红色}} - M_L}$$

$$= 8.8 \text{ ms}$$

$$X_{\text{错误反应}} = \left(t_{\text{释放}} - \frac{t_{\text{减速}}}{2} \right) * V_{\text{SEB}} + (t_{\text{释放}} + t_{\text{减速}}) * \frac{M_L * h * t_{\text{释放}}}{4\pi * J}$$

$$= 4.15 \text{ mm}$$

插图 6-20: 错误反应距离的计算示例

这表示检测到错误后，轴最多移动 4.15 mm 便会停止。

监控功能 使用安全相关的制动保持系统时，以下监控功能处于激活状态：

- 配置错误监控
- 实际负载扭矩监控
- 制动状态监控

配置错误监控

安全功能“安全相关的制动保持系统”处于激活状态时，每次转换到操作模式 (OM) 都会通过两个通道监控以下配置限制：

- 不得将扭矩禁用配置为尽可能好的减速 (P-0-0119)，否则无论制动延迟时间是多少，控制都将被停用。
- 不得将扭矩禁用配置为 F7 错误的错误反应 (P-0-3210)，否则无论制动延迟时间是多少，控制都将被停用。
- 不得在 P-0-0117 中配置 NC 或 MLD 错误反应。
- 不得将电机恒速制动配置为主轴制动 (P-0-0525)，否则只有实际速度小于 10 rpm 时才会应用制动。

如果配置设置错误，会生成命令错误“C0256 安全技术配置错误”。

实际负载扭矩监控

要使安全相关的制动保持系统不过载，应在运行期间通过两个通道监控轴的负载扭矩。

可以进行监控的前提条件是：

- 未在 P-0-3300 中停用监控。



警告

轴和制动器过载可能会导致人身伤害和财产损失！

⇒ 停用负载扭矩监控后就不再能再检测到轴、恒速制动器和机械系统过载。

- 驱动器处于受控状态。
- 检测到静止，即实际速度小于 5 到 20 rpm (取决于所用编码器)。

当前确定的负载扭矩显示在 P-0-0551 中。两个安全技术通道都会监控此值。如果 P-0-0551 的值大于保持系统已参数化的标称负载 (P-0-3303)，会生成警告

“E3116 达到保持系统的标称负载扭矩”。如果值的 1.3 倍大于 P-0-3303 的参数化值，会生成错误“F3116 超出保持系统的标称负载扭矩”。

制动状态监控

只要两个种制动器中有一个的“恒速制动检查的状态” (P-0-0539 , P-0-3301) “执行失败”，轴就不会确认安全性。对特殊模式的选择是通过错误消息“F3123 安全相关的保持系统：缺少制动检查”来确认的。



如果在制动检查之前，在轴必须以特殊模式在其中移动的装置中发生这种情况，可通过命令“C6200 在无有效制动状态的情况下启用特殊模式命令”在定义的条件下移动轴 (请参阅“[在无有效制动状态的情况下启用特殊模式](#)”) 。

安全确认 在以下状态下，轴会结合安全相关的制动保持系统来确认安全：

操作状态	制动器状态	安全确认
正常运行		否
SGH		是
SGH 参数化	成功	仅当安全门在 OM 下打开时
	失败	否
SGH 错误	成功	仅当选择了特殊模式且没有编码器错误时
	失败	否

插图 6-21: 通过安全相关的制动保持系统确认安全

调试



在安全相关的操作过程中，制动系统中存在因错误导致的残余风险。轴的安全确认已取消！
⇒ 用户必须采取恰当的措施 (例如警告或离开工作区)

激活安全功能“安全相关的制动保持系统”(P-0-3300) 后，会永久性地分配以下输入/输出：

- P-0-3301，位 0 → 输入：X32.9
- P-0-3301，位 0 → 输入：X32.8 (HMD 型控制器的轴 2)



诊断信号“HAT 诊断”(P-0-3211) 必须分配给 X41 上的一个输入 (E1n 至 E4n) 。建议使用输入 E4n (X41.7) ，否则就必须更改电缆 RKS0007 的 X1 的连接器布线。

通过停用的安全技术进行调试

对于初始调试，必须在没有激活的安全技术的情况下移动轴。完成此操作后，必须控制现有的冗余恒速制动。此操作状态称为“设置模式”。



初始调试过程中，在没有激活的安全技术的情况下移动轴所导致的伤害！
一旦安全技术停用，就必须采取保护人员安全的措施。

要将轴设置为设置模式，执行以下步骤：

- 安全技术必须已停用。如果未停用，则执行命令“C7_2 加载默认程序命令 (为安全技术加载默认程序)”。

集成安全功能

- 双参数
- 必须在 P-0-3300 中配置冗余恒速制动。
- 之后轴处于设置模式，而冗余恒速制动被控制为与电机恒速制动同步。
- 除了“安全相关的制动保持系统”，Rexroth IndraDrive 控制器还有一个非安全相关的恒速制动检查。这就是为什么会将某些参数同时作为“常规”参数（标准参数）和安全技术参数来执行。

标准参数	安全技术参数
S-0-0207，驱动器关闭的延迟时间	P-0-3307，安全技术 - 驱动器关闭的延迟时间
P-0-0051，扭矩/力常量	P-0-3304，安全相关的保持系统：扭矩/力常量
P-0-0547，保持系统的标称负载	P-0-3303，安全相关的保持系统：标称负载
P-0-0550，时间间隔制动检查	P-0-3302，安全相关的保持系统：时间间隔制动检查

插图 6-22: 双参数



表中包含的参数应使用相同的值，除非有充分的理由证明不应该这样做。

安全技术错误反应

- 错误反应
- 使用带激活的安全相关的制动保持系统的集成安全技术时，出现错误时驱动器会关闭；在这种情况下，会运行升级策略。使用此策略是为了确保驱动器能以最佳方式关闭，以及确保现有恒速制动器的磨损和机械系统的负载最小。根据初始情况的不同，出现错误时会以多种级别关闭驱动器。每种级别都通过两个通道来监控。
- 通常，升级策略不会完全运行。这意味着根据当前显示的错误消息和生成的错误反应，驱动器会跳转到相应的升级级别。可能是以下级别之一：
- 升级策略，级别 1：通过斜坡和过滤器来复位速度命令值
 - 升级策略，级别 2：在扭矩限制处复位速度命令值
 - 升级策略，级别 3：电机恒速制动器的扭矩禁用和控制
 - 升级策略，级别 6：在没有趋势监控的情况下控制电机恒速制动器和冗余恒速制动器
- 对于升级策略的级别 6，通过用于此级别的机制来停止轴，然后应用两种保持制动器。
- 升级策略
- 在升级策略的各个级别内，通过双通道的可参数化趋势监控来监控升级级别的效果。当趋势监控已触发并因此检测到轴无法在所需时间/所需距离内停止时，错误反应会转到下一升级级别直至轴停止。
- 下图显示了升级策略及其各个级别：

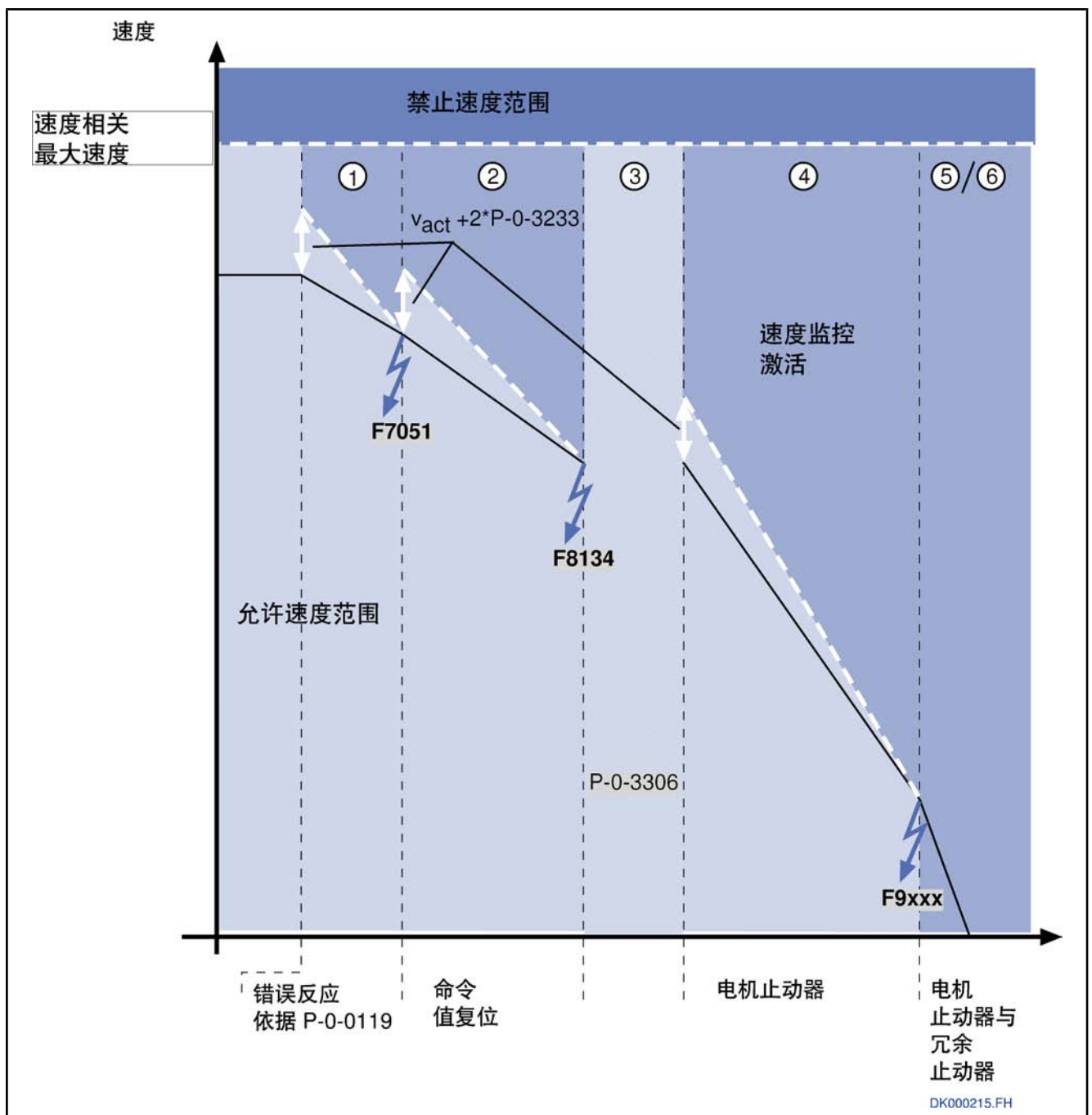


插图 6-23: 安全技术错误反应, 升级策略

升级策略，级别 1 通过斜坡和过滤器来复位（速度）命令值

升级策略的级别 1 在以下条件下会激活：

- 利用通过斜坡和过滤器复位速度命令值来参数化的尽可能好的减速 (P-0-0119), 以及
 - “驱动器关闭”, 或者
 - F2、F3 或 F4 错误, 或者
 - 驱动器控制的转换到特殊模式暂停 (“ASP”、“SGH”、“SH”; “SBH”; “S(G)H 错误”)

集成安全功能

- 利用在 S-0-0372 和 S-0-0349 中参数化的值关闭驱动器。利用在 P-0-3282 中参数化的斜坡进行安全技术趋势监控。如果关闭失败，即趋势监控被触发，则生成错误 F7051 并切换到升级策略的下一个级别。
- 升级策略，级别 2 在扭矩限制处复位（速度）命令值**
升级策略的级别 2 在以下条件下会激活：
- 通过复位速度命令值来参数化的尽可能好的减速 (P-0-0119)，以及
 - “驱动器关闭”，或者
 - F2、F3 或 F4 错误，或者
 - 驱动器控制的转换到特殊模式暂停（“ASP”、“SGH”、“SH”；“SBH”；“S(G)H 错误”），或者
 - F6 或 F7 错误
- 驱动器关闭，同时考虑扭矩限值。通过在 P-0-3282 中参数化的斜坡进行安全技术趋势监控。如果关闭失败，即趋势监控被触发，则生成错误 F8134 并切换到升级策略的下一个级别。
- 升级策略，级别 3 电机保持制动器的扭矩禁用和控制**
升级策略的级别 3 在以下条件下会激活：
- 上一个升级级别失败
- 驱动器应用电机保持制动器，并且超出在 P-0-3306 中参数化的时间后会切换到升级级别 4。
- 升级策略，级别 4 电机保持制动器的保持扭矩生效**
升级策略的级别 4 在以下条件下会激活：
- 上次运行的是升级策略的级别 3
- 驱动器由应用的电机保持制动器关闭。通过在 P-0-3282 中参数化的斜坡进行安全技术趋势监控。如果关闭失败，即趋势监控被触发，则在轴静止之前切换到升级策略的下一个级别。
- 升级策略，级别 5 冗余保持制动器的控制**
升级策略的级别 5 在以下条件下会激活：
- 上次运行的是升级策略的级别 4，或者
 - 级别 4 的趋势监控已触发
- 通过应用电机保持制动器和冗余保持制动器来关闭驱动器。
- 升级策略，级别 6 在没有趋势监控的情况下控制电机保持制动器和冗余保持制动器**
升级策略的级别 6 在以下条件下会激活：
- F9xx 错误
- 通过应用电机保持制动器和冗余保持制动器来禁用驱动器扭矩并关闭驱动器。

6.4 特殊模式“安全相关的运动（“SBB”）”下的安全功能

6.4.1 安全相关的减速

简要说明

使用安全功能“安全相关的减速”时，双通道监控可以防止驱动器超出预设的速度限值（P-0-3244、P-0-3254、P-0-3264、P-0-3274）；可以通过两个附加安全开关（S1，S2）来选择有效阈值。



使用“安全相关的减速”功能需要可选的安全技术模块（“S1”），该模块可作为控制部分 CSH01.1 或 CSH01.2 (ADVANCED) 以及 CDB01.1 (BASIC) 的配置来选择。



警告

由于意外轴运动而造成的致命伤害和/或财产损失！

请遵守“调试安全技术”一章中的警告。

特性

安全功能“安全相关的减速”具有以下特性：

- 为了保护人员安全，已根据 EN 954-1 的类别 3 实现了安全功能“安全相关的减速”。
- 进行双通道监控，看是否超出速度限值（P-0-3244、P-0-3254、P-0-3264、P-0-3274）；超出速度限值时，通过错误消息“F7013 超出速度阈值”来关闭驱动器。
- 选择了特殊模式“安全相关的运动”后，安全功能始终处于激活状态。
- 安全功能“安全相关的减速”可与特殊模式“安全相关的运动”下的其它安全功能相结合。
- 通过启动使能控制和模式选择器来选择带安全功能“安全相关的减速”的特殊模式“安全相关的运动”。
- 可设置的使能控制的激活时间被监控。

相关参数

结合安全功能“安全相关的减速”使用以下参数：

- “P-0-3210，安全技术控制字”或“P-0-3210，安全技术配置”
- P-0-3220，从正常运行进行转换的容许的时间差
- P-0-3225，从安全相关的运行进行转换的容许的时间差
- P-0-3222，使能控制的最大激活时间
- “P-0-3240，安全相关的运动 1 的控制字”或“P-0-3240，安全相关的运动 1 的配置”
- P-0-3244，安全相关的减速 1
- “P-0-3250，安全相关的运动 2 的控制字”或“P-0-3250，安全相关的运动 2 的配置”
- P-0-3254，安全相关的减速 2
- “P-0-3260，安全相关的运动 3 的控制字”或“P-0-3260，安全相关的运动 3 的配置”
- P-0-3264，安全相关的减速 3
- “P-0-3270，安全相关的运动 4 的控制字”或“P-0-3270，安全相关的运动 4 的配置”
- P-0-3274，安全相关的减速 4

以下参数从 MPx04 开始才有：

- P-0-3239，全局安全技术功能的配置

以下参数从 MPx05 开始才有：

- P-0-3246，使能控制 1 的最大激活时间
- P-0-3256，使能控制 2 的最大激活时间
- P-0-3266，使能控制 3 的最大激活时间
- P-0-3276，使能控制 4 的最大激活时间

相关诊断消息

结合安全功能“安全相关的减速”生成以下诊断消息：

- F3142 超出使能控制的激活时间
- F7013 超出速度阈值
- F7040 验证错误参数化 - 有效阈值
- 激活运动监控之后，IndraDrive 控制面板的显示屏上会显示“SBB”。

集成安全功能

安全功能

- 选择功能

通过选择特殊模式“安全相关的运动”激活安全功能“安全相关的减速”。
可通过以下方式选择安全相关的运动
 - 两个安全通道的数字输入/输出
 - 安全通道 2 可选安全技术模块 (“S1”) 的数字输入/输出和安全通道 2 的主通讯 (SERCOS , PROFIBUS) , 或者
 - PROFIBUS (或 PROFIsafe) 。对于从正常运行/特殊模式到安全相关状态的转换, 为每种转换都提供了可编程时间:
 - P-0-3220 , 从正常运行进行转换的容许的时间差
 - P-0-3225 , 从安全相关的运行进行转换的容许的时间差超出各自的容许的时间差后, 速度监控被激活。
- 监控功能

使用安全功能“安全相关的减速”时, 双通道监控可以防止驱动器超出预设的速度限值 (P-0-3244、P-0-3254、P-0-3264、P-0-3274) 。

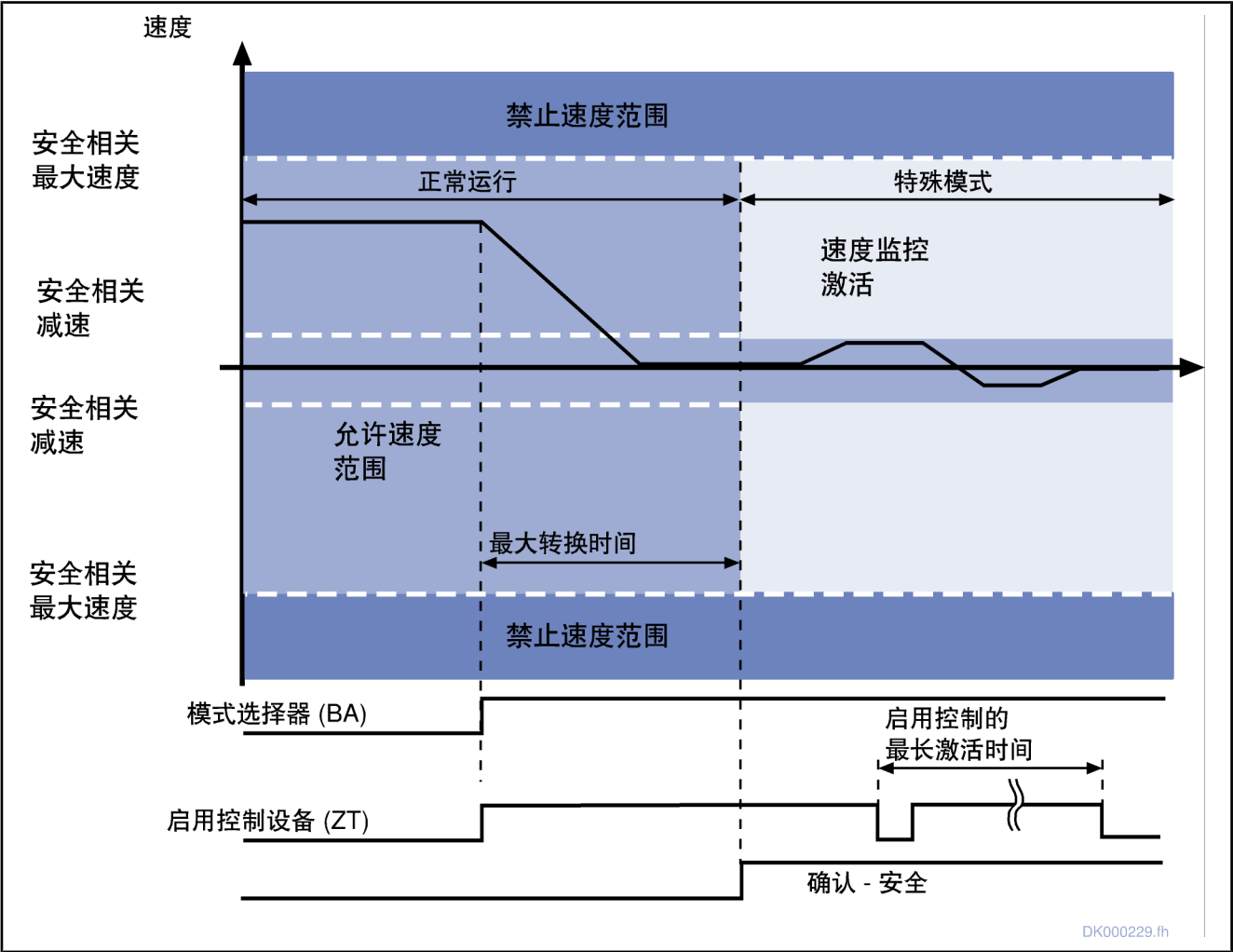


插图 6-24: $|V_{act}| < \text{安全相关的减速}$ (NC 控制的从正常运行转换到安全相关的运动)

实际速度超出各自的速度限值 (P-0-3244、P-0-3254、P-0-3264、P-0-3274) 时, 驱动器生成错误“F7013 超出速度阈值”并关闭。



激活安全技术之后，使用“P-0-3206，安全技术密码”对速度限值 (P-0-3244、P-0-3254、P-0-3264、P-0-3274) 进行写保护，这样未经授权人员便不能对其进行更改。

可以在“P-0-3207，安全技术密码级别”中查看安全技术密码的状态。

通过启动使能控制和模式选择器来选择带安全功能“安全相关的减速”的特殊模式“安全相关的运动”。定期监控使能控制的激活时间；可使用“P-0-3222，使能控制的最大激活时间”设置激活时间。如果超过此时间，会生成错误消息“F3142 超出使能控制的激活时间”。

从 MPx05 开始，特殊模式“安全相关的运动”便具有使能控制的单个激活时间。对于调试，可在“P-0-3239，全局安全技术功能的配置”中选择是为所有特殊模式“安全相关的运动”激活使能控制的公共最大激活时间 (P-0-3222)，还是为每个特殊模式“安全相关的运动 1...4”激活使能控制的单个激活时间 (P-0-3246、P-0-3256、P-0-3266、P-0-3276)。



如果在您的工业部门使用使能控制不是常用方法并且恒定运动不会出现任何危险，那么您操作时可以不用监控激活时间。

机床制造商负责监控激活时间，并且制造商的风险分析必须体现出其责任。

当“P-0-3222，使能控制的最大激活时间”=“0”时，会停用特殊模式“安全相关的运动”的时间监控。从 MPx05 开始：当 P-0-3246 =“0”、P-0-3256 =“0”、P-0-3266 =“0”、P-0-3276 =“0”时，会停用对每个特殊模式“安全相关的运动 1...4”的监控。

选择有效限值

利用两个附加的安全开关 (S1，S2)，可通过对应的速度限值来选择四种不同的“安全相关的运动”(SBB)：

- S2 =“0”，S1 =“0”：SBB1 (“P-0-3244，安全相关的减速 1”有效)
- S2 =“0”，S1 =“1”：SBB2 (“P-0-3254，安全相关的减速 2”有效)
- S2 =“1”，S1 =“0”：SBB3 (“P-0-3264，安全相关的减速 3”有效)
- S2 =“1”，S1 =“1”：SBB4 (“P-0-3274，安全相关的减速 4”有效)

使用注意事项

使用安全功能“安全相关的减速”时，务必遵守以下警告：



危险

由于意外轴运动而造成的致命伤害和/或财产损失！

⇒ 如果使用安全功能“安全相关的减速”预期到有外力影响（例如垂直轴产生的影响），则必须采取其它措施来（例如机械制动或重量补偿）来安全地阻止此运动。



警告

由于偏离静止位置而造成的伤害和/或物料损失！

⇒ 对存在外力影响的轴使用安全相关的减速时，会出现错误情况（例如电源故障，控制器故障），此时驱动器控制器便不再能够使轴保持在正确位置。在这种情况下，必须通过其它措施（例如机械制动）使轴保持在正确位置。在出现错误到触发“其它保持设备”这段时间内，轴会运动。评估安装风险时必须考虑这一点。

对于这类轴，Bosch Rexroth 建议使用安全相关的制动保持系统。

“安全相关的减速”的值

根据“机械指令 (98/37/EG)”，机床制造商需要进行风险分析，随后要进行风险评估。必须根据这些数据确定减速的值。

下面列出了不同类型机床的指导值（摘自有关特殊模式安全措施的标准和工作文件）。缩写“SG”代表“安全相关的减速”（“Sicher reduzierte Geschwindigkeit”），缩写“SM”代表“安全相关的限制增量”（“Sicher begrenztes Schrittmass”）。

集成安全功能

- 加工中心
 - 轴：SG = 2 m/分钟 + 止动控制
 - 主轴：SG = nn rpm + 止动控制 + 使能控制 (选择 nn 的方法是旋转 2 转后能够静止)
- 自动车床
 - 轴：SG = 2 m/分钟 + 止动控制，SM = 6 mm + 止动控制
 - 主轴：SG = 50 rpm (1 rps) + 止动控制 + 使能控制
- 钻削和铣削机床
 - 轴：SG = 2 m/分钟 + 止动控制
 - 主轴：SG = nn rpm + 止动控制 + 使能控制 (选择 nn 的方法是旋转 2 转后能够静止)
- 机械手
 - SG = 15 m/分钟 + 止动控制
- 自动生产系统
 - SG = 2 m/分钟 (15 m/分钟) + 止动控制 + 紧急暂停
- 印刷机和造纸机
 - 常规：SM = 25 mm + 止动控制，或 SG = 5 m/分钟 (最大 10 m/分钟) + 止动控制
 - “特殊”：SM = 75 mm + 止动控制，或 SG = 5 m/分钟 (最大 10 m/分钟) + 止动控制

6.4.2 安全相关的运动方向

简要说明

安全功能“安全相关的运动方向”可确保运动只在一个方向上进行。
利用两个附加的安全开关 (S1 , S2) ，最多可为特殊模式“安全相关的运动”选择四种参数设置。



使用“安全相关的运动方向”功能需要可选的安全技术模块 (“S1”) ，该模块可作为控制部分 **CSH01.1 或 CSH01.2 (ADVANCED)** 以及 **CDB01.1 (BASIC)** 的配置来选择。



除了“安全相关的运动方向”功能之外，安全功能“安全相关的减速”也已激活 (另请参阅“[安全相关的减速](#)”) 。

- 特性
- 安全功能“安全相关的运动方向”具有以下特性：
- 为了保护人员安全，已根据 EN 954-1 的类别 3 实现了安全功能“安全相关的运动方向”。
 - 运动方向被监控 (P-0-3240、P-0-3250、P-0-3260、P-0-3270 和 P-0-3232) 。
 - 如果已针对特殊模式“安全相关的运动”参数化了安全功能“安全相关的运动方向”，选择此模式后此功能会进入激活状态。
 - 安全功能“安全相关的运动方向”可与特殊模式“安全相关的运动”的其它安全功能一起使用。
 - 通过启动使能控制和模式选择器来选择带安全功能“安全相关的运动方向”的特殊模式“安全相关的运动”。
 - 对于从正常运行/特殊模式到安全相关状态的转换，为每种转换都提供了可编程时间。

- 运动方向监控器被触发后会产生关闭驱动器系统的错误反应。对应的错误消息为“F7031 错误的运动方向”。
- 相关参数** 结合安全功能“安全相关的运动方向”使用以下参数：
- “P-0-3210，安全技术配置”或“P-0-3210，安全技术控制字”
 - P-0-3220，从正常运行进行转换的容许的时间差
 - P-0-3225，从安全相关的运行进行转换的容许的时间差
 - P-0-3222，使能控制的最大激活时间
 - “P-0-3232，安全相关的运动方向的监控窗口”或“P-0-3232，安全相关的运动方向的静止窗口”
 - “P-0-3240，安全相关的运动 1 的控制字”或“P-0-3240，安全相关的运动 1 的配置”
 - P-0-3244，安全相关的减速 1
 - “P-0-3250，安全相关的运动 2 的控制字”或“P-0-3250，安全相关的运动 2 的配置”
 - P-0-3254，安全相关的减速 2
 - “P-0-3260，安全相关的运动 3 的控制字”或“P-0-3260，安全相关的运动 3 的配置”
 - P-0-3264，安全相关的减速 3
 - “P-0-3270，安全相关的运动 4 的控制字”或“P-0-3270，安全相关的运动 4 的配置”
 - P-0-3274，安全相关的减速 4
- 以下参数从 MPx04 开始才有：
- P-0-3239，全局安全技术功能的配置
- 以下参数从 MPx05 开始才有：
- P-0-3246，使能控制 1 的最大激活时间
 - P-0-3256，使能控制 2 的最大激活时间
 - P-0-3266，使能控制 3 的最大激活时间
 - P-0-3276，使能控制 4 的最大激活时间
- 相关诊断消息** 结合安全功能“安全相关的运动方向”生成以下诊断消息：
- F7031 错误的运动方向
 - F3142 超出使能控制的激活时间
 - F7013 超出速度阈值
 - 激活运动监控之后，IndraDrive 控制面板的显示屏上会显示“SBB”。

安全功能

- 选择功能** 通过选择特殊模式“安全相关的运动”激活安全功能“安全相关的运动方向”。
- 可通过以下方式选择安全相关的运动
- 两个安全通道的数字输入/输出
 - 安全通道 2 可选安全技术模块 (“S1”) 的数字输入/输出和安全通道 2 的主通讯 (SERCOS , PROFIBUS) ，或者
 - PROFIBUS (或 PROFI-safe) 。
- 对于从正常运行/特殊模式到安全相关状态的转换，为每种转换都提供了可编程时间：
- P-0-3220，从正常运行进行转换的容许的时间差
 - P-0-3225，从安全相关的运行进行转换的容许的时间差

集成安全功能

超出各自的容许的时间差后，速度监控和运动方向监控被激活（双通道监控）。
监控功能 使用安全功能“安全相关的运动方向”时，双通道监控可确保驱动器

- 不会超出启用运动方向上预设的速度限值（P-0-3244、P-0-3254、P-0-3264、P-0-3274），否则会生成错误“F7013 超出速度阈值”。
- 只在启用运动方向上移动（请比较 P-0-3240、P-0-3250、P-0-3260、P-0-3270），或者当不在启用运动方向上移动时也不会超出“P-0-3232，安全相关的运动方向的监控窗口”或“P-0-3232，安全相关的运动方向的静止窗口”；否则，驱动器会生成错误“F7031 错误的运动方向”。



必须在对应的控制字中确定运动方向：

- “P-0-3240，安全相关的运动 1 的控制字”或“P-0-3240，安全相关的运动 1 的配置”
- “P-0-3250，安全相关的运动 2 的控制字”或“P-0-3250，安全相关的运动 2 的配置”
- “P-0-3260，安全相关的运动 3 的控制字”或“P-0-3260，安全相关的运动 3 的配置”
- “P-0-3270，安全相关的运动 4 的控制字”或“P-0-3270，安全相关的运动 4 的配置”



激活安全技术之后，通过“P-0-3206，安全技术密码”对速度限值 P-0-3244、P-0-3254、P-0-3264 和 P-0-3274，控制字/配置参数 P-0-3240、P-0-3250、P-0-3260 和 P-0-3270，以及“P-0-3232，安全相关的运动方向的监控窗口”或“P-0-3232，安全相关的运动方向的静止窗口”进行写保护，这样未授权人员便不能对其进行更改。

可以在“P-0-3207，安全技术密码级别”中查看安全技术密码的状态。

通过启动使能控制和模式选择器来选择带安全功能“安全相关的运动方向”的特殊模式“安全相关的运动”。可以参数化并定期监控使能控制的激活时间（“P-0-3222，使能控制的最大激活时间”）。如果超过此时间，会生成错误消息“F3142 超出使能控制的激活时间”。



如果在您的工业部门使用使能控制不是常用方法并且恒定运动不会出现任何危险，那么您操作时可以不用监控激活时间。

机床制造商负责监控激活时间，并且制造商的风险分析必须体现出其责任。

当“P-0-3222，使能控制的最大激活时间”=“0”时，会停用特殊模式“安全相关的运动”的时间监控。**从 MPx05 开始：**当 P-0-3246 =“0”、P-0-3256 =“0”、P-0-3266 =“0”、P-0-3276 =“0”时，会停用对每个特殊模式“安全相关的运动 1...4”的监控。

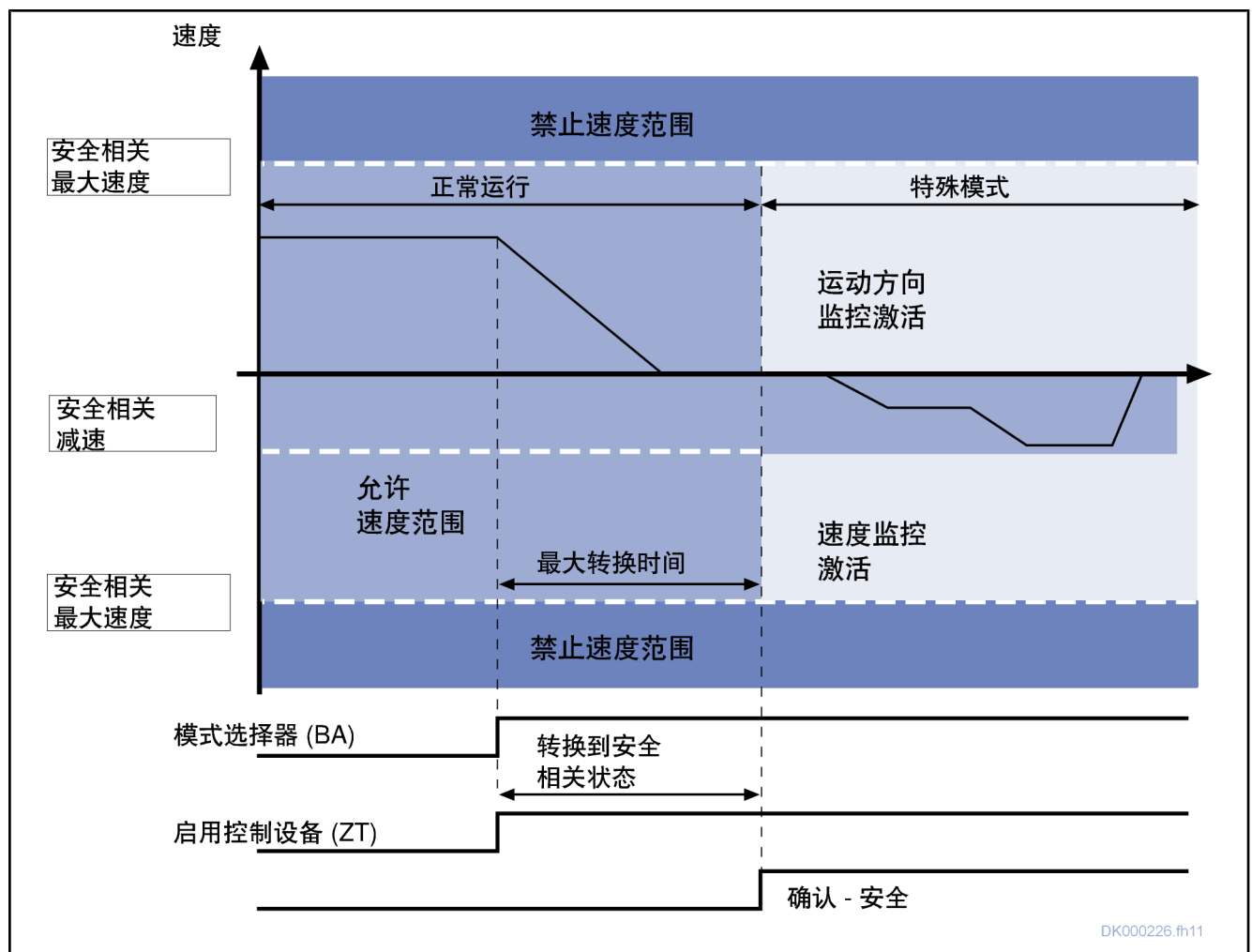


插图 6-25: 安全相关的运动方向 (NC 控制的从正常运行转换到安全相关的运动)

选择有效限值

利用两个附加的安全开关 (S1, S2), 可通过对应的速度限值和运动方向来选择四种不同的“安全相关的运动”(SBB):

- S2 = “0”, S1 = “0”: SBB1 (“P-0-3240, 安全相关的运动 1 的控制字”或“P-0-3240, 安全相关的运动 1 的配置”以及“P-0-3244, 安全相关的减速 1”有效)
- S2 = “0”, S1 = “1”: SBB2 (“P-0-3250, 安全相关的运动 2 的控制字”或“P-0-3250, 安全相关的运动 2 的配置”以及“P-0-3254, 安全相关的减速 2”有效)
- S2 = “1”, S1 = “0”: SBB3 (“P-0-3260, 安全相关的运动 3 的控制字”或“P-0-3260, 安全相关的运动 3 的配置”以及“P-0-3264, 安全相关的减速 3”有效)
- S2 = “1”, S1 = “1”: SBB4 (“P-0-3270, 安全相关的运动 4 的控制字”或“P-0-3270, 安全相关的运动 4 的配置”以及“P-0-3274, 安全相关的减速 4”有效)

有关调试的注意事项

正在准备

6.4.3 安全相关的限制增量

简要说明

使用安全功能“安全相关的限制增量”时，双通道监控可防止驱动器以多个最大增量移动。此外，始终有一个安全相关的减速处于激活状态（另请参阅“安全相关的减速”）。利用两个附加的安全开关（S1，S2），最多可为特殊模式“安全相关的运动”选择四种参数设置。



使用“安全相关的限制增量”功能需要可选的安全技术模块（“S1”），该模块可作为控制部分 CSH01.1 或 CSH01.2 (ADVANCED) 以及 CDB01.1 (BASIC) 的配置来选择。

在位置窗口（最大增量）内，可以在两个方向上移动。
要定义新的位置窗口，必须

- 退出特殊模式“安全相关的运动”然后再次选择它，或者
- 转换到安全相关的运动的其它参数集，然后再返回。



如果要转换到不同的操作（特殊模式或正常运行），在转换过程结束之前，之前所选的模式和相应的监控功能一直处于激活状态。

- 特性
- 安全功能“安全相关的限制增量”具有以下特性：
- 为了保护人员安全，已根据 EN 954-1 的类别 3 实现了安全功能“安全相关的限制增量”。
 - 最大增量（P-0-3243、P-0-3253、P-0-3263、P-0-3273）被监控。
 - 如果已针对安全相关的模式参数化了安全功能，选择安全相关的模式后安全功能会进入激活状态。
 - 安全功能“安全相关的限制增量”可与特殊模式“安全相关的运动”下的其它安全功能相结合。
 - 通过启动使能控制和模式选择器来选择带安全功能“安全相关的限制增量”的特殊模式“安全相关的运动”。
 - 监控器被触发后会产生关闭驱动系统的错误反应。对应的错误消息为“F7010 超出安全相关的限制增量”。

- 相关参数
- 结合安全功能“安全相关的限制增量”使用以下参数：
- “P-0-3210，安全技术控制字”或“P-0-3210，安全技术配置”
 - P-0-3220，从正常运行进行转换的容许的时间差
 - P-0-3225，从安全相关的运行进行转换的容许的时间差
 - P-0-3222，使能控制的最大激活时间
 - “P-0-3240，安全相关的运动 1 的控制字”或“P-0-3240，安全相关的运动 1 的配置”
 - P-0-3243，安全相关的限制增量 1
 - P-0-3244，安全相关的减速 1
 - “P-0-3250，安全相关的运动 2 的控制字”或“P-0-3250，安全相关的运动 2 的配置”
 - P-0-3253，安全相关的限制增量 2
 - P-0-3254，安全相关的减速 2
 - “P-0-3260，安全相关的运动 3 的控制字”或“P-0-3260，安全相关的运动 3 的配置”
 - P-0-3263，安全相关的限制增量 3

- P-0-3264，安全相关的减速 3
- “P-0-3270，安全相关的运动 4 的控制字”或“P-0-3270，安全相关的运动 4 的配置”
- P-0-3273，安全相关的限制增量 4
- P-0-3274，安全相关的减速 4

以下参数从 MPx04 开始才有：

- P-0-3239，全局安全技术功能的配置

以下参数从 MPx05 开始才有：

- P-0-3246，使能控制 1 的最大激活时间
- P-0-3256，使能控制 2 的最大激活时间
- P-0-3266，使能控制 3 的最大激活时间
- P-0-3276，使能控制 4 的最大激活时间

相关诊断消息 结合安全功能“安全相关的限制增量”生成以下诊断消息：

- F7010 超出安全相关的限制增量
- F3142 超出使能控制的激活时间
- F7013 超出速度阈值
- 激活运动监控之后，IndraDrive 控制面板的显示屏上会显示“SBB”。

安全功能

选择功能	通过选择特殊模式“安全相关的运动”激活安全功能“安全相关的限制增量”。 可通过以下方式选择安全相关的运动 • 两个安全通道的数字输入/输出 • 安全通道 2 可选安全技术模块 (“S1”) 的数字输入/输出和安全通道 2 的主通讯 (SERCOS , PROFIBUS) ，或者 • PROFIBUS (或 PROFIsafe) 。 对于从正常运行/特殊模式到安全相关状态的转换，为每种转换都提供了可编程时间： • P-0-3220，从正常运行进行转换的容许的时间差 • P-0-3225，从安全相关的运行进行转换的容许的时间差 超出各自的容许的时间差后，速度监控和增量监控被激活 (双通道监控) 。
监控功能	使用安全功能“安全相关的限制增量”时，双通道监控可确保驱动器 • 不会超出在最大增量范围内预设的速度限值 (P-0-3244、P-0-3254、P-0-3264、P-0-3274) ，否则会生成错误“F7013 超出速度阈值”。 • 只在最大增量范围内移动 (请比较 P-0-3243、P-0-3253、P-0-3263、P-0-3273) ，否则会生成错误“F7010 超出安全相关的限制增量”。



激活安全技术之后，使用“P-0-3206，安全技术密码”对速度限值 P-0-3244、P-0-3254、P-0-3264 和 P-0-3274，以及最大允许增量 (P-0-3243、P-0-3253、P-0-3263 和 P-0-3273) 进行写保护，这样未授权人员便不能对其进行更改。

可以在“P-0-3207，安全技术密码级别”中查看安全技术密码的状态。

通过启动使能控制和模式选择器来选择带安全功能“安全相关的限制增量”的特殊模式“安全相关的运动”。可以参数化并定期监控使能控制的激活时间 (“P-0-3222，使能控制的最大激活时间”) 。如果超过此时间，会生成错误消息“F3142 超出使能控制的激活时间”。

集成安全功能

从 MPx05 开始，特殊模式“安全相关的运动”便具有使能控制的单个激活时间。对于调试，可在“P-0-3239，全局安全技术功能的配置”中选择是为所有特殊模式“安全相关的运动”激活使能控制的公共最大激活时间 (P-0-3222)，还是为每个特殊模式“安全相关的运动 1...4”激活使能控制的单个激活时间 (P-0-3246、P-0-3256、P-0-3266、P-0-3276)。



如果在您的工业部门使用使能控制不是常用方法并且恒定运动不会出现任何危险，那么您操作时可以不用监控激活时间。

机床制造商负责监控激活时间，并且制造商的风险分析必须体现出其责任。

当“P-0-3222，使能控制的最大激活时间”=“0”时，会停用特殊模式“安全相关的运动”的时间监控。从 MPx05 开始：当 P-0-3246 =“0”、P-0-3256 =“0”、P-0-3266 =“0”、P-0-3276 =“0”时，会停用对每个特殊模式“安全相关的运动 1...4”的监控。

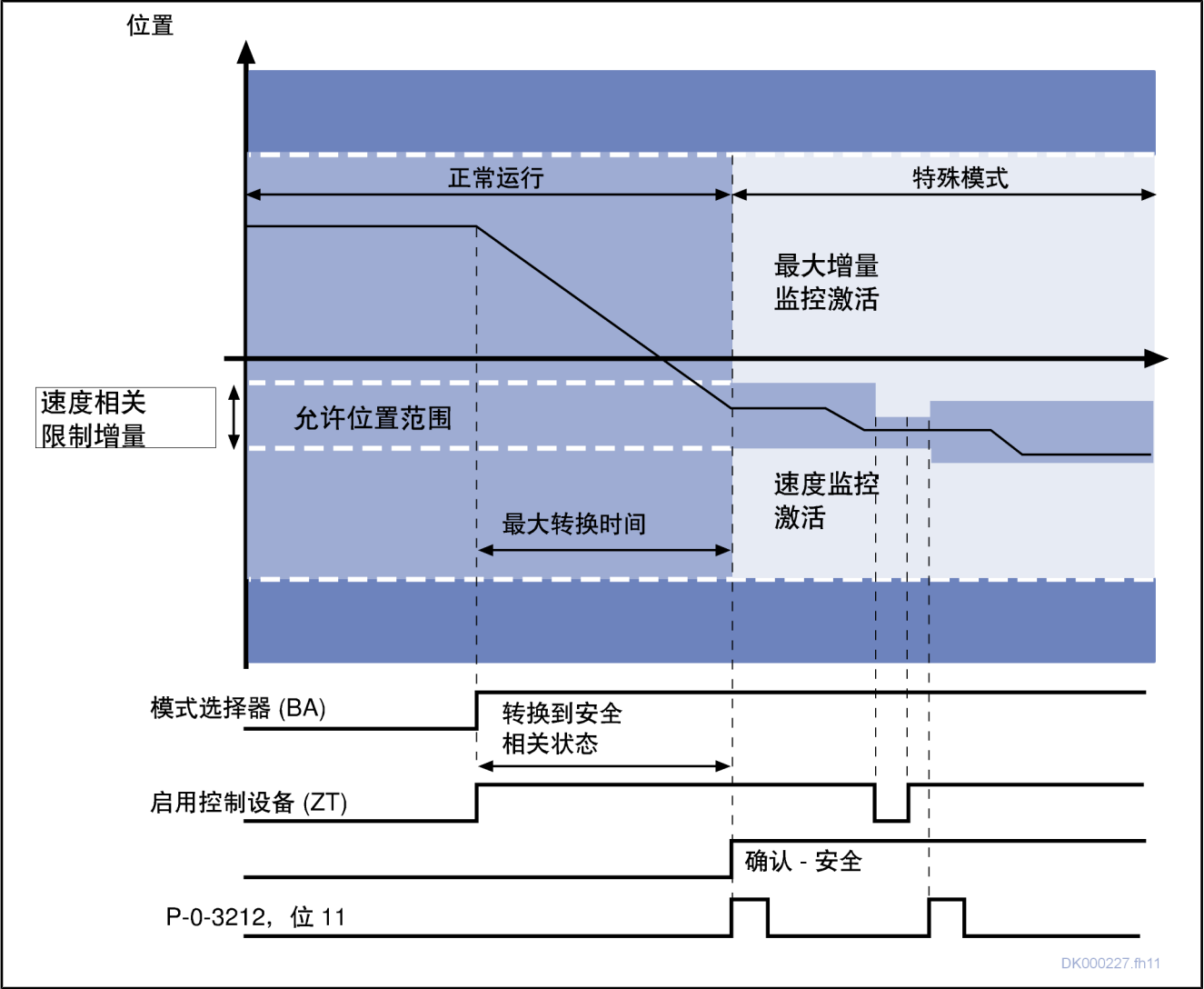


插图 6-26: 安全相关的限制增量 (NC 控制的从正常运行转换到安全相关的运动)

选择有效限值 利用两个附加的安全开关 (S1 , S2) ，可通过对应的速度限值和增量来选择四种不同的“安全相关的运动”(SBB)：

- S2 = “0”，S1 = “0”：SBB1 (“P-0-3243，安全相关的限制增量 1”和 “P-0-3244，安全相关的减速 1”有效)

- S2 =“0”，S1 =“1”：SBB2 (“P-0-3254，安全相关的限制增量 2”和“P-0-3253，安全相关的减速 2”有效)
- S2 =“1”，S1 =“0”：SBB3 (“P-0-3264，安全相关的限制增量 3”和“P-0-3263，安全相关的减速 3”有效)
- S2 =“1”，S1 =“1”：SBB4 (“P-0-3274，安全相关的限制增量 4”和“P-0-3273，安全相关的减速 4”有效)

6.4.4 安全相关的限制绝对位置

简要说明

使用安全功能“安全相关的限制绝对位置”时，双通道监控可防止驱动器移动时超出预设的绝对位置限值 (+/-)。此外，始终对安全相关的减速进行监控。



使用“安全相关的限制绝对位置”功能需要可选的安全技术模块 (“S1”)，该模块可作为控制部分 CSH01.1 或 CSH01.2 (ADVANCED) 以及 CDB01.1 (BASIC) 的配置来选择。

使用一个附加安全开关 (S1) 可为特殊模式“安全相关的运动”选择两种参数设置。



必须先执行“安全相关的回零步骤” (C4000)，然后选择安全功能“安全相关的限制绝对位置”。

特性 安全功能“安全相关的限制绝对位置”具有以下特性：

- 为了保护人员安全，已根据 EN 954-1 的类别 3 实现了安全功能“安全相关的限制绝对位置”。
- 绝对位置限值 (P-0-3241、P-0-3242、P-0-3251、P-0-3252) 被监控。
- 如果已针对特殊模式“安全相关的运动”参数化了安全功能“安全相关的限制绝对位置”，选择此模式后此功能会进入激活状态。
- 对于安全功能“安全相关的限制绝对位置”，驱动器必须已安全回零。
- 安全功能“安全相关的限制绝对位置”可与特殊模式“安全相关的运动”下的其它安全功能相结合。
- 通过启动使能控制和模式选择器来选择带安全功能“安全相关的限制绝对位置”的特殊模式“安全相关的运动”。

相关参数 结合安全功能“安全相关的限制绝对位置”使用以下参数：

- “P-0-3210，安全技术控制字”或“P-0-3210，安全技术配置”
- P-0-3220，从正常运行进行转换的容许的时间差
- P-0-3222，使能控制的最大激活时间
- P-0-3225，从安全相关的运行进行转换的容许的时间差
- “P-0-3240，安全相关的运动 1 的控制字”或“P-0-3240，安全相关的运动 1 的配置”
- P-0-3241，安全相关的限制绝对位置 1，正值
- P-0-3242，安全相关的限制绝对位置 1，负值
- P-0-3244，安全相关的减速 1
- “P-0-3250，安全相关的运动 2 的控制字”或“P-0-3250，安全相关的运动 2 的配置”
- P-0-3251，安全相关的限制绝对位置 2，正值
- P-0-3252，安全相关的限制绝对位置 2，负值
- P-0-3254，安全相关的减速 2

以下参数从 MPx04 开始才有：

集成安全功能

- P-0-3239，全局安全技术功能的配置
- 以下参数从 MPx05 开始才有：
- P-0-3246，使能控制 1 的最大激活时间
- P-0-3256，使能控制 2 的最大激活时间
- 相关诊断消息

结合安全功能“安全相关的限制绝对位置”生成以下诊断消息：

●

E3102 实际位置值验证错误

●

F3112 选择安全相关的位置时参考丢失

●

F7011 安全相关的位置限值，正方向除外

●

F7012 安全相关的位置限值，负方向除外

●

F3142 超出使能控制的激活时间

●

F7013 超出速度阈值

●

激活绝对位置限值监控之后，IndraDrive 控制面板的显示屏上会显示“SBB”。

安全功能

- 选择功能

通过选择特殊模式“安全相关的运动”激活安全功能“安全相关的限制绝对位置”。

可通过以下方式选择安全相关的运动

●

两个安全通道的数字输入/输出

●

安全通道 2 可选安全技术模块（“S1”）的数字输入/输出和安全通道 2 的主通讯（SERCOS，PROFIBUS），或者

●

PROFIBUS（或 PROFIsafe）。

对于从正常运行/特殊模式到安全相关状态的转换，为每种转换都提供了可编程时间：

●

P-0-3220，从正常运行进行转换的容许的时间差

●

P-0-3225，从安全相关的运行进行转换的容许的时间差

超出各自的容许的时间差后，速度监控被激活。

在所选的绝对位置（= 由位置上限和下限所定义的移动范围）内，能够以小于允许的减速（请比较“P-0-3244，安全相关的减速 1”；“P-0-3254，安全相关的减速 2”）的速度在两个方向上移动驱动器。



必须先执行“安全相关的回零步骤”（C4000），然后选择安全功能“安全相关的限制绝对位置”。
- 监控功能

使用安全功能“安全相关的限制绝对位置”时，双通道监控可确保驱动器

●

不会超出在允许的绝对位置内预设的速度限值（P-0-3244，P-0-3254），否则会生成错误“F7013 超出速度阈值”。

●

只在允许的绝对位置（请比较 P-0-3241、P-0-3242、P-0-3251、P-0-3252）内移动，否则生成错误“F7011 安全相关的位置限值，正方向除外”或“F7012 安全相关的位置限值，负方向除外”。



激活安全技术之后，使用“P-0-3206，安全技术密码”对速度限值 P-0-3244 和 P-0-3254，以及允许的绝对位置（P-0-3241、P-0-3251、P-0-3242、P-0-3252）进行写保护，这样未经授权人员便不能对其进行更改。

可以在“P-0-3207，安全技术密码级别”中查看安全技术密码的状态。

通过启动使能控制和模式选择器来选择带安全功能“安全相关的限制绝对位置”的特殊模式“安全相关的运动”。可以参数化并定期监控使能控制的激活时间

(“P-0-3222，使能控制的最大激活时间”)。如果超过此时间，会生成错误消息“F3142 超出使能控制的激活时间”。

从 MPx05 开始，特殊模式“安全相关的运动”便具有使能控制的**单个激活时间**。对于调试，可在“P-0-3239，全局安全技术功能的配置”中选择是为所有特殊模式“安全相关的运动”激活使能控制的公共最大激活时间 (P-0-3222)，还是为每个特殊模式“安全相关的运动 1...4”激活使能控制的单个激活时间 (P-0-3246、P-0-3256、P-0-3266、P-0-3276)。



如果在您的工业部门使用使能控制不是常用方法并且恒定运动不会出现任何危险，那么您操作时可以不用监控激活时间。

机床制造商负责监控激活时间，并且制造商的风险分析必须体现出其责任。

当“P-0-3222，使能控制的最大激活时间”=“0”时，会停用特殊模式“安全相关的运动”的时间监控。**从 MPx05 开始**：当 P-0-3246 =“0”、P-0-3256 =“0”、P-0-3266 =“0”、P-0-3276 =“0”时，会停用对每个特殊模式“安全相关的运动 1...4”的监控。

选择有效限值

利用一个附加的安全开关 (S1)，可通过对应的速度限值和绝对位置 (= 位置范围) 来选择两种不同的“安全相关的运动”(SBB)：

- S2 =“0”，S1 =“0”：SBB1 (“P-0-3241，安全相关的限制绝对位置 1，正值”、“P-0-3242，安全相关的限制绝对位置 1，负值”和“P-0-3244，安全相关的减速 1”有效)
- S2 =“0”，S1 =“1”：SBB2 (“P-0-3252，安全相关的限制绝对位置 2，正值”、“P-0-3254，安全相关的限制绝对位置 2，负值”和“P-0 3251，安全相关的减速 2”有效)

集成安全功能

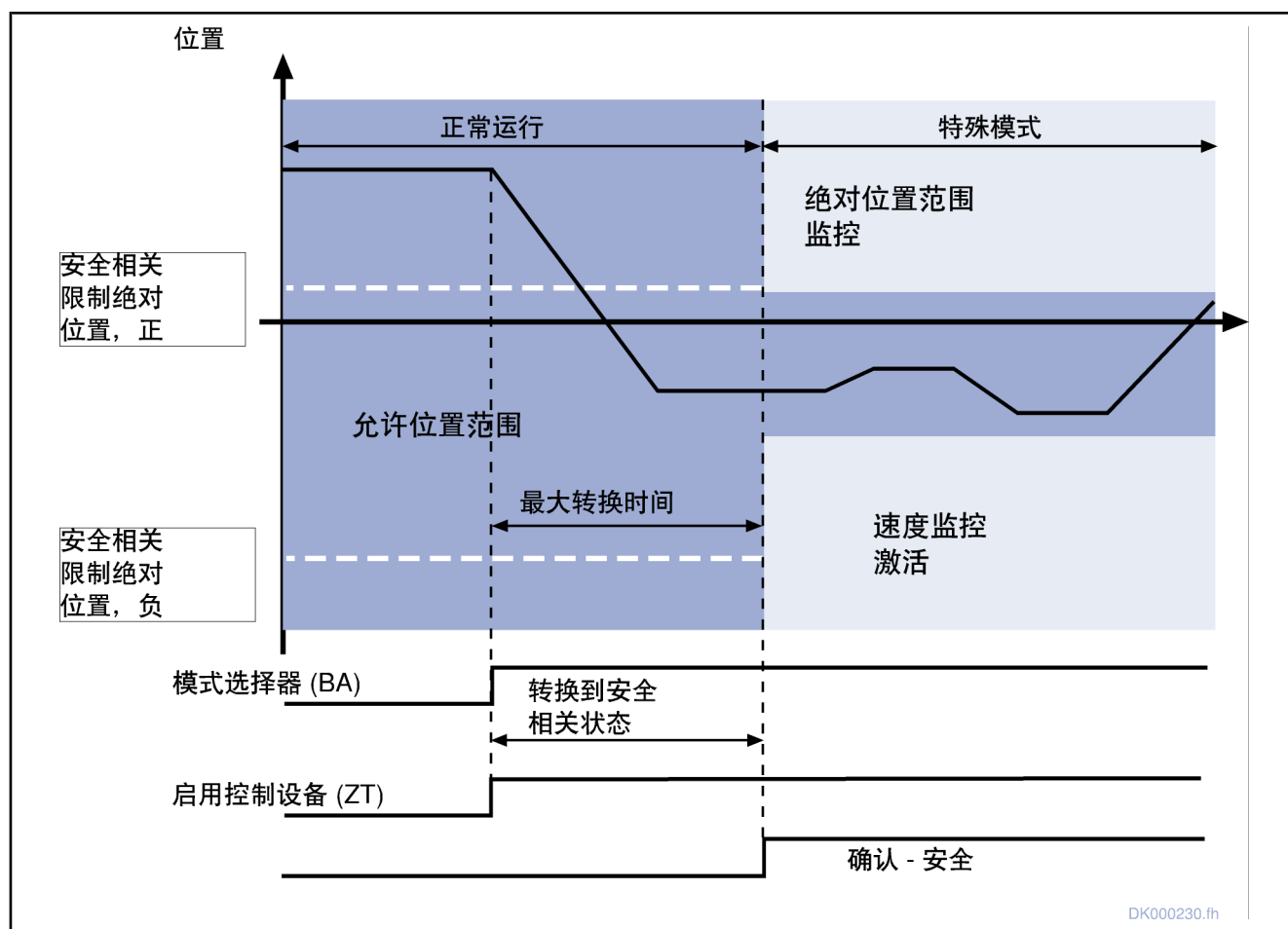


插图 6-27: 安全相关的限制绝对位置 (NC 控制的从正常运行转换到安全相关的运动)

6.5 附加或辅助功能

6.5.1 安全相关的受监控停止过程

简要说明



使用“安全相关的受监控停止过程”功能需要可选的安全技术模块 (“S1”), 该模块可作为控制部分 CSH01.1 或 CSH01.2 (ADVANCED) 以及 CDB01.1 (BASIC) 的配置来选择。

集成安全技术为监控/安全功能“安全相关的受监控停止过程”提供以下形式：

- “使用安全相关的受监控减速时间和制动斜坡的安全相关的受监控停止过程”
 - 监控功能 1：“使用安全相关的受监控减速时间和制动斜坡的安全相关的受监控停止过程” (针对静止) (从固件版本 MPx03 开始)
 - 监控功能 2：“使用安全相关的受监控减速时间和制动斜坡的安全相关的受监控停止过程” (针对特殊模式“安全相关的运动 (“SBB”)”) (从固件版本 MPx04 开始)
- 监控功能 3：“基于实际速度的安全相关的受监控停止过程” (从固件版本 MPx05 开始)
- 监控功能 5：“使用安全相关的受监控减速时间的安全相关的受监控停止过程” (从固件版本 MPx02 开始)

特性	监控/安全功能“安全相关的受监控停止过程”具有以下特性： • 为了保护人员安全，已根据 EN 954-1 的类别 3 实现了这一安全功能。 • 发生错误时，驱动器根据参数“P-0-0119，尽可能好的减速”和“P-0-0117，出错时激活 NC 反应”中的设置独立激活监控功能。 • 减速时间 (P-0-3220，P-0-3225) 被监控。 • 从 MPx03 开始：可选减速斜坡监控 (P-0-3282)。 • 从 MPx04 开始：对于特殊模式运动，可选减速斜坡监控 (P-0-3282)。 • 从 MPx05 开始：超出延迟后 (P-0-3226)，可选减速斜坡监控 (P-0-3282)。
相关参数	结合安全功能“安全相关的受监控停止过程”使用以下参数： • P-0-0117，出错时激活 NC 反应 • P-0-0119，尽可能好的减速 • “P-0-3210，安全技术控制字”或“P-0-3210，安全技术配置” • P-0-3220，从正常运行进行转换的容许的时间差 • P-0-3225，从安全相关的运行进行转换的容许的时间差 • “P-0-3226，NC 延迟趋势监控”或“P-0-3226，延迟趋势监控” • P-0-3233，安全相关的暂停的速度阈值 • P-0-3282，安全相关的受监控减速 • P-0-3283，安全相关的受监控减速，速度包络面曲线 (从 MPx05 开始)
相关诊断消息	结合安全功能“安全相关的受监控停止过程”生成以下诊断消息： • E3108 超出安全相关的减速 (从 MPx05 开始) • F7050 超出停止过程的时间 • F7051 超出安全相关的减速 • F8135 超出趋势监控范围内的速度

安全功能

选择功能

每次转换到特殊模式的过程中都会激活安全功能“安全相关的受监控停止过程”。根据所用固件版本，可使用参数 P-0-3210 和 P-0-3226 来选择监控停止过程的种类/形式。



从固件 MPx05 开始，延迟监控在停止过程中**始终**处于激活状态[除了驱动器控制的使用回行运动的操作模式转换 (P-0-0119)]；因此，绝对有必要在 P-0-3282 中参数化有效的制动斜坡。

概览

激活哪种监控功能取决于轴的参数化和所选的特殊模式。下表显示了不同类型的监控的激活条件，以及监控功能被触发时生成的错误。

集成安全功能

转换	参数化	反应	
	NC 延迟趋势监控或延迟趋势监控 (P-0-3226)	监控	监控功能被触发时生成的错误消息
NO、SBBx → ASP、SH、SBH	0	1	F7051
	>0	3	F7051
NO、SBBx → SBBx	x	2	F7051

监控 1
“使用安全相关的受监控减速时间和制动斜坡的安全相关的受监控停止过程” (针对静止)

监控 2
“使用安全相关的受监控减速时间和制动斜坡的安全相关的受监控停止过程” (针对特殊模式“安全相关的运动 (“SBB”) ”)

监控 3
“基于实际速度的安全相关的受监控停止过程”

插图 6-28: NC 控制的安全技术操作模式转换过程中的监控功能

转换	参数化		反应		
	F7 减速 (P-0-0119)	F3 减速 (P-0-0119)	当前减速	监控	监控功能被触发时生成的错误消息
NO、SBBx → ASP , SH	X	0	紧急暂停	3	F8135
	1	1*	扭矩禁用	输出阶段关闭	F8135
	X	2	S-0-0372 处的驱动器暂停	3	F7051
	X	3*	回行运动	5	F7050 (P-0-3220/ P-0-3225)
	0	4	加速限制 S-0-0138 处的紧急暂停	3	F7051
	4	4	加速限制 S-0-0138 处的紧急暂停	3	F8135
NO、SBBx → SBH	X	X	S-0-0372 处的驱动器暂停	3	F7051
SBBx → SBBx	X	X	-	5	F7013

*

不能结合安全相关的制动保持系统来进行参数化

监控 3
“基于实际速度的安全相关的受监控停止过程”

监控 5
“使用安全相关的受监控减速时间的安全相关的受监控停止过程”

插图 6-29: 驱动器控制的操作模式转换过程中的监控功能

参数化			反应		
NC 错误反应 (P-0-0117)	F7 减速 (P-0-0119)	F3 减速 (P-0-0119)	当前减速	监控	监控功能被触发时生成的错误消息
0	X	0	紧急暂停	3	F8135
1*	X	0	NC 控制	5	F7050 (P-0-3220/P-0-3225)
X	1	1*	扭矩禁用	输出阶段关闭	F8135
0	X	2	S-0-0372 处的驱动器暂停	3	F7051
1*	X	2	NC 控制	5	F7050 (P-0-3220/P-0-3225)

参数化			反应		
NC 错误反应 (P-0-0117)	F7 减速 (P-0-0119)	F3 减速 (P-0-0119)	当前减速	监控	监控功能被触发时生成的错误消息
0	X	3*	回行运动	5	F7050 (P-0-3220/P-0-3225)
1*	X	3*	NC 控制	5	F7050 (P-0-3220/P-0-3225)
0	0	4	加速限制 S-0-0138 处的紧急暂停	3	F7051
0	4	4	加速限制 S-0-0138 处的紧急暂停	3	F8135
1*	X	4	NC 控制	5	F7050 (P-0-3220/P-0-3225)

*

不能结合安全相关的制动保持系统来进行参数化

监控 3 “基于实际速度的安全相关的受监控停止过程”

监控 5 “使用安全相关的受监控减速时间的安全相关的受监控停止过程”

插图 6-30: 发生 F3xxx 错误 (非致命安全技术错误) 时的监控功能

参数化		反应		
F7 安全技术反应 (P-0-3210)	F7 减速 (P-0-0119)	当前减速	监控	监控功能被触发时生成的错误消息
0	0	紧急暂停	3	F8135
1*	1*	扭矩禁用	输出阶段关闭	F8135
0	4	加速限制 S-0-0138 处的紧急暂停	3	F8135

*

不能结合安全相关的制动保持系统来进行参数化

监控 3 “基于实际速度的安全相关的受监控停止过程”

插图 6-31: 发生 F7xxx 错误时的监控功能

功能

监控功能 1：“使用安全相关的受监控减速时间和制动斜坡的安全相关的受监控停止过程”（针对静止）（从固件版本 MPx03 开始）

在 NC 控制的从运动（正常运行或特殊模式“安全相关的运动”）转换到特殊模式“安全相关的暂停”和驱动器互锁的过程中，监控功能 1“使用安全相关的受监控减速时间和制动斜坡的安全相关的受监控停止过程”（针对静止）“被激活。



从固件版本 MPx05 开始，当延迟 (P-0-3226) 包含值“0”时，仅在 NC 控制的从运动（正常运行或特殊模式“安全相关的运动”）转换到特殊模式“安全相关的暂停”和驱动器互锁的过程中，安全功能“使用安全相关的受监控减速时间和制动斜坡的安全相关的受监控停止过程”才会被激活。如果已参数化不等于“0”的延迟，将执行安全功能“超出延迟后，基于实际速度的安全相关的受监控停止过程”。

通过两个通道进行监控以查看实际速度是否在速度包络面曲线 (P-0-3283) 内。通过制动斜坡（“P-0-3282，安全相关的受监控减速”），在超出转换/容许的时间差（P-0-3220 或 P-0-3225）之前，驱动器以可随时实现安全相关的暂停 (P-0-3233)（在可能的减速范围内）的方式计算速度包络面曲线。如果不再能够实现这一点，则会生成错误“F7051 超出安全相关的减速”，从而关闭驱动器。电源会安全地（即通过两个通道）中断。

直到固件版本 MPx04，驱动器才能通过速度命令值复位，以尽可能快的方式关闭。从固件版本 MPx05 开始，驱动器根据“P-0-0119，尽可能好的减速”中的设置关闭。

集成安全功能

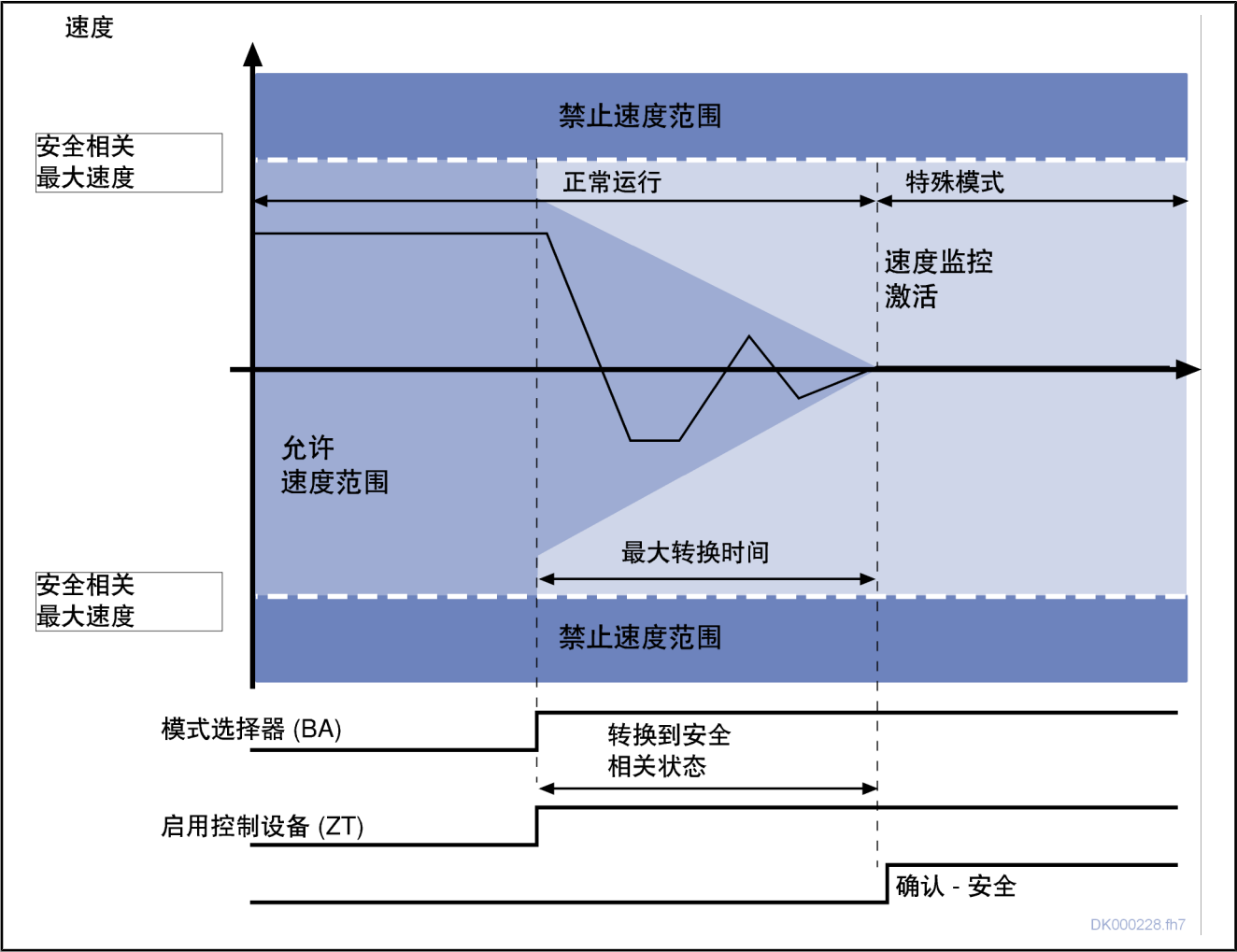


插图 6-32: 使用正常运行中受监控减速时间和制动斜坡的安全相关的受监控停止过程 (针对静止) (NC 控制的转换)

监控功能 2: “使用安全相关的受监控减速时间和制动斜坡的安全相关的受监控停止过程” (针对特殊模式“安全相关的运动 (SBB)”) (从固件版本 MPx04 开始)

在 NC 控制的从运动 (正常运行或特殊模式“安全相关的运动”) 转换到特殊模式“安全相关的运动 (SBB)”)的过程中, 监控功能 2“使用安全相关的受监控减速时间和制动斜坡的安全相关的受监控停止过程” (针对特殊模式“安全相关的运动 (SBB)”)被激活。

通过两个通道进行监控以确保实际速度位于速度包络面曲线 (P-0-3283) 内。通过制动斜坡 (“P-0-3282, 安全相关的受监控减速”), 驱动器会计算速度包络面曲线, 其计算方式为直到转换/容许的时间差 (P-0-3220 或 P-0-3225) 结束, 才到达所选特殊模式“安全相关的运动” (“P-0-3244, 安全相关的减速 1”、“P-0-3254, 安全相关的减速 2”、“P-0-3264, 安全相关的减速 3”或“P-0-3274, 安全相关的减速 4”) 的参数化速度窗口。值脱离速度包络面曲线时, 驱动器会生成错误消息“F7051 超出安全相关的减速”。

直到固件版本 MPx04, 驱动器才能通过速度命令值复位, 以尽可能快的方式关闭。**从固件版本 MPx05 开始,** 驱动器根据“P-0-0119, 尽可能好的减速”中的设置关闭。

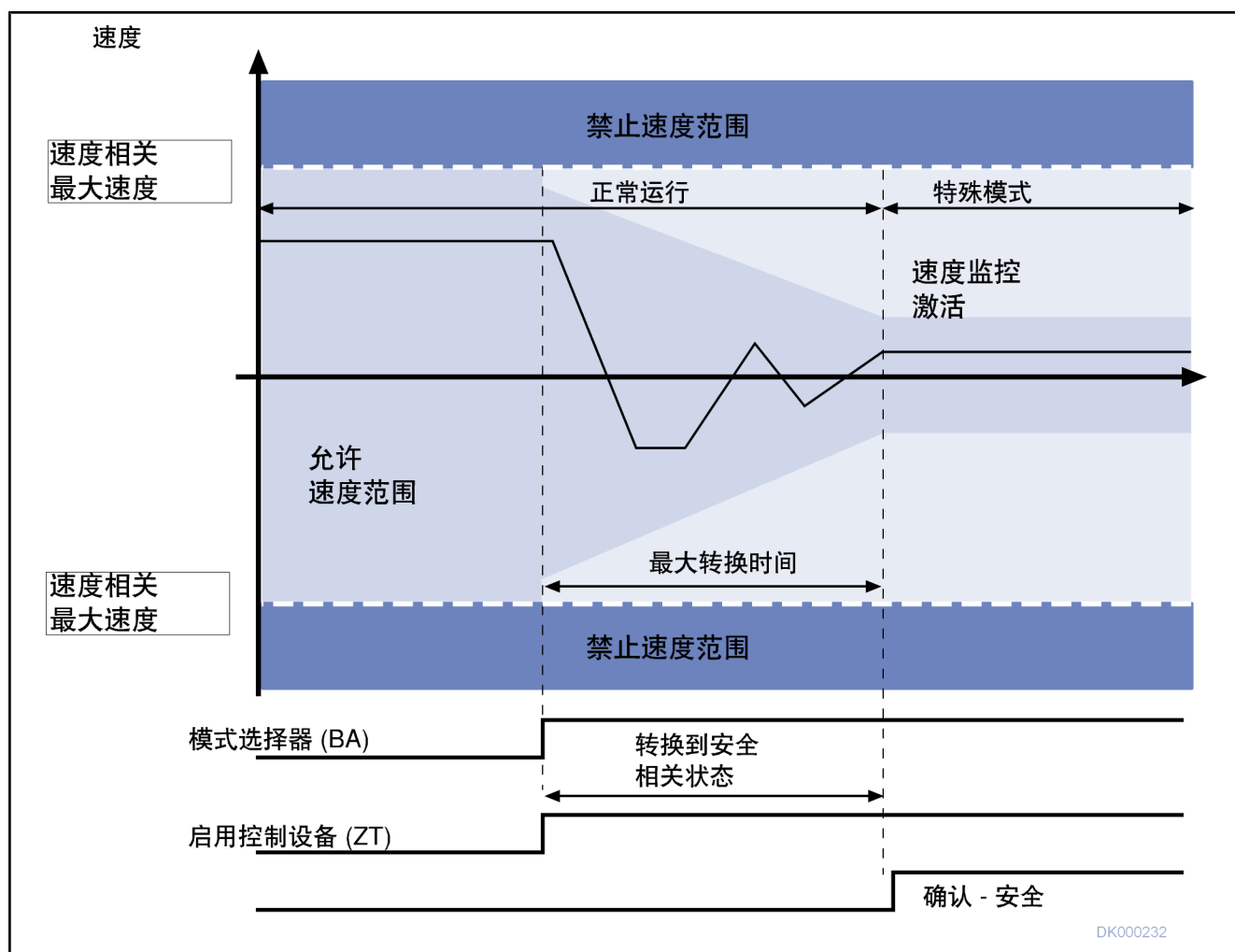


插图 6-33: 使用安全相关的受监控减速时间和制动斜坡的安全相关的受监控停止过程 (针对特殊模式“安全相关的运动”(“SBB”))

监控功能 3：“基于实际速度的安全相关的受监控停止过程”

监控功能“基于实际速度的安全相关的受监控停止过程”在以下情况下会被激活

- 在“驱动器暂停”和“驱动器关闭”的情况下结合安全相关的制动保持系统，
 - 在对安全技术错误进行反应的情况下，以及
 - 在进行以下转换时：
 - 驱动器控制的从运动（正常运行或特殊模式“安全相关的运动”）转换到特殊模式“安全相关的暂停”和驱动器互锁
 - 带不等于“0”的延迟 (P-0-3226) 的由 NC 控制的操作模式转换（请参阅 P-0-3210）。
- ⇒ 进行 NC 控制的操作模式转换且 P-0-3226 = “0”时，执行安全功能“使用安全相关的受监控减速时间和制动斜坡的安全相关的受监控停止过程”，而不是安全功能“基于实际速度的安全相关的受监控停止过程”！

通过两个通道进行监控以确保实际速度位于速度包络面曲线 (P-0-3283) 内。超出阈值时，实际值与阈值之间的差值被加入，这对应于错误距离和生成警告。如果错误距离超出位置静止窗口 (P-0-3230)，会生成错误消息。



监控曲线由三部分组成，并按以下顺序生成：

1. P-0-3226 持续期间内, 实际速度加上公差 (P-0-3233)
2. 减速斜坡 (P-0-3282), 直到到达静止窗口 (P-0-3233)
3. 静止窗口 (P-0-3233), 直到监控结束

可以利用相关参数来调整监控功能，以便将其用于多种应用。这主要是通过 P-0-3226 和 P-0-3282 来实现的。

如果错误距离超出位置静止窗口 P-0-3230，则进行 NC 控制的转换（请参阅 P-0-3210）时，错误“F7051 超出安全相关的减速”始终存在。进行驱动器控制的转换时，根据 P-0-0119 中的设置，以下错误

- “F7051 超出安全相关的减速”或
- “F8135 超出趋势监控范围内的速度”

会生成。因此，驱动器会关闭，电源则通过两个通道安全中断。

错误距离一旦确定（速度差值的整合），便会生成警告 E3108，表示公差已达到极限。

在所有安全技术操作状态 (P-0-3213 , 位 0 到 6) 之间的转换 (由于更改了选择或存在对安全技术错误的反应而导致) 过程中, 监控功能“使用安全相关的受监控减速时间的安全相关的受监控停止过程”都会被激活。

超出转换时间 (P-0-3220 或 P-0-3225) 后，通过两个通道进行监控以查看驱动器是否已静止。

当选择已更改或发生安全技术错误时，时间监控开始运行。进入新的安全技术操作状态时，时间监控结束，但最迟也要在超出减速/容许的时间差之后（从**正常运行转换到特殊模式“安全相关的暂停”**的**减速/容许的时间差**必须在“P-0-3220，从正常运行进行转换的容许的时间差”中设置；从**特殊模式“安全相关的运动”转换到特殊模式“安全相关的暂停”**的**减速/容许的时间差**必须在“P-0-3225，从安全相关的运行进行转换的容许的时间差”中设置）。

如果在超出对应的容许的时间差后（操作模式转换结束），实际速度大于 P-0-3233，会生成错误“F7050 超出停止过程的时间”。从**正常运行转换到特殊模式“安全相关的暂停”**时，驱动器会相应关闭，电源也会安全（即通过两个通道）中断。**特殊情况**：转换到**特殊模式“安全相关的运动（“SBB”）**”时，转换时间也会被监控，但在这种情况下，超出对应的容许时间差后，会切换到所选特殊模式“安全相关的运动（“SBB”）”。然后，如有必要，立即激活并触发在该特殊模式中配置的运动监控功能。



从固件版本 MPx05 开始且在超出对应的容许时间差之前，以下错误消息

- “F7051 超出安全相关的减速”或
- “F8135 超出趋势监控范围内的速度”

会由同时执行的安全技术功能“安全相关的受监控停止过程”的其它监控功能生成！

集成安全功能

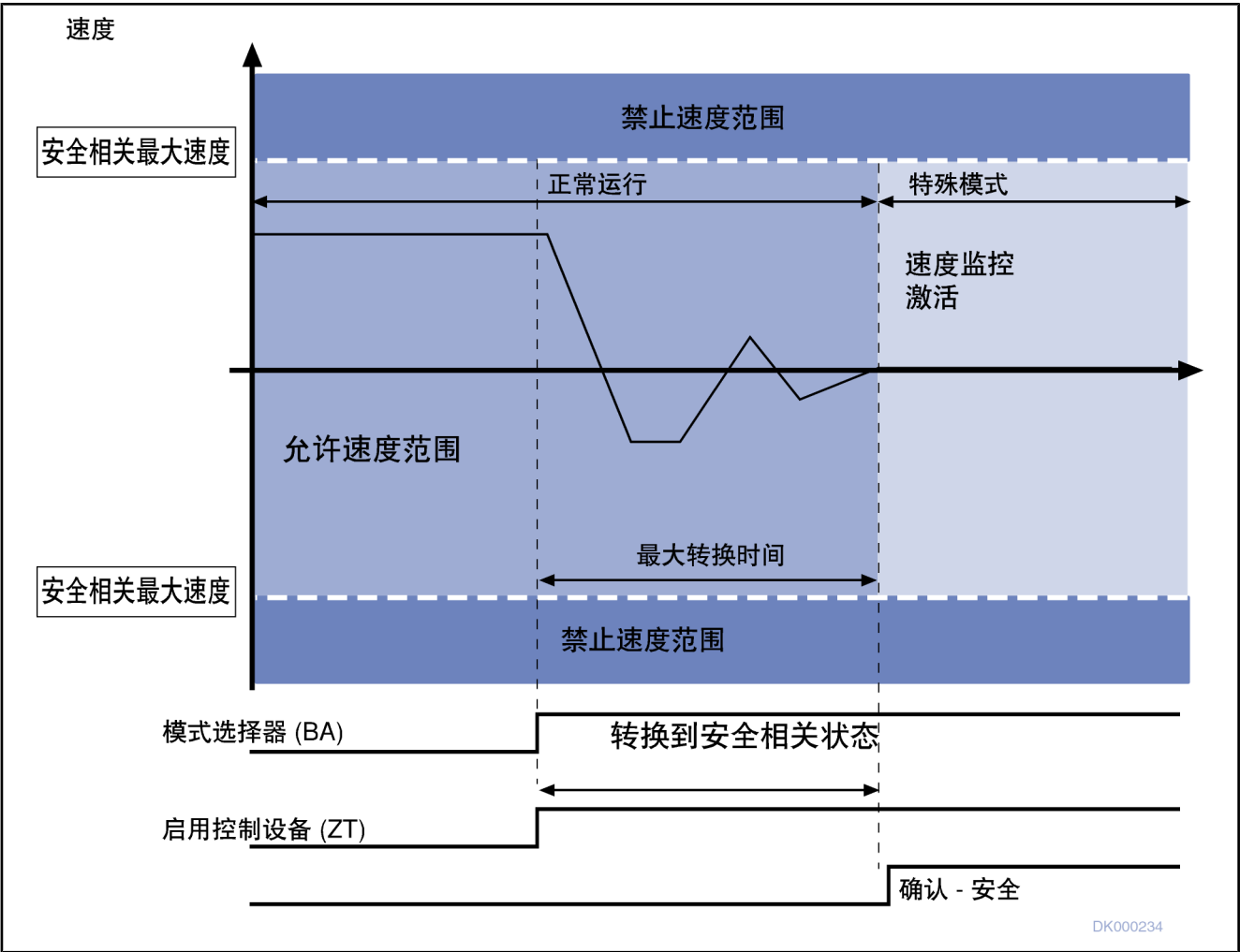


插图 6-35: 使用安全相关的受监控减速时间的安全相关的受监控停止过程

6.5.2 安全相关的回零步骤

简要说明

- 

安全相关的回零步骤本身不是独立的安全功能，但它是所有带安全相关的受监控位置的安全功能的基础！
- 辅助安全技术功能“安全相关的回零步骤”必须在选择安全功能“安全相关的限制绝对位置”之前执行。对于参考位置的安全相关的确定来说，安全相关的回零步骤是带附加回零开关的正常运行过程中的回零步骤。
- 

使用“安全相关的回零步骤”功能需要可选的安全技术模块（“S1”），该模块可作为控制部分 CSH01.1 或 CSH01.2 (ADVANCED) 以及 CDB01.1 (BASIC) 的配置来选择。
- 

在绝对测量系统中也必须执行安全相关的回零步骤，但在这种情况下，只需要通道 2 回零。
- 特性** 辅助安全技术功能“安全相关的回零步骤”具有以下特性：

 - 为了保护人员安全，已根据 EN 954-1 的类别 3 实现了辅助安全技术功能“安全相关的回零步骤”。

- 通道 2 单独的附加回零命令 (P-0-3228)；有两种情况可能会启动通道 2 的回零步骤。
- 根据应用要求，可通过静态或动态参考信号实现通道 2 的位置数据参考。
- 只能将回零开关设计成单通道（在通道 2/X41 中布线）。
- 未动态化回零开关。
- 通道 1 与通道 2 (P-0-3229) 之间的位置差被监控。
- 离开阶段 4 时，安全相关的参考丢失。
- 辅助安全技术功能“安全相关的回零步骤”是安全功能“安全相关的限制绝对位置”的前提条件。

相关参数 结合辅助安全技术功能“安全相关的回零步骤”使用以下参数：

- “P-0-3210，安全技术控制字”或“P-0-3210，安全技术配置”
- “P-0-3211，安全技术 I/O 配置列表，通道 2”或“P-0-3211，安全技术 I/O 控制字，通道 2”
- “P-0-3213，安全技术操作状态”或“P-0-3213，安全技术状态”
- P-0-3228，C4000 回零步骤命令通道 2
- P-0-3229，安全相关的回零步骤的公差窗口
- “P-0-3231，安全相关的参考位置通道 2”或“P-0-3231，安全相关的参考的参考位置”
- P-0-3280，实际位置值，通道 2
- “P-0-3240，安全相关的运动 1 的控制字”或“P-0-3240，安全相关的运动 1 的配置”
- “P-0-3250，安全相关的运动 2 的控制字”或“P-0-3250，安全相关的运动 2 的配置”
- S-0-0147，回零参数
- S-0-0148，C0600 驱动器控制的回零步骤命令
- S-0-0052，参考距离 1
- S-0-0051，位置反馈 1 的值
- S-0-0053，位置反馈 2 的值
- S-0-0054，参照距离 2
- S-0-0150，参考偏移 1
- S-0-0151，参考偏移 2

相关诊断消息 结合辅助安全技术功能“安全相关的回零步骤”生成以下诊断消息：

- C4001 安全相关的回零步骤中的错误
- C4002 专属点通道 1 到 2 的错误距离
- E3102 实际位置值验证错误
- F3112 选择安全相关的位置时参考丢失
- F3117 实际位置值验证错误

功能描述 - 安全相关的回零步骤

基本功能 为了实现多样性位置监控，即单独的双通道位置监控，各个通道也必须以多样性的形式使其实际位置值系统回零。因此除“驱动器控制的回零步骤命令”之外，还需要其它回零命令。

为了获得安全相关的参考，首先必须通过已知机制使通道 1 回零（请参阅固件“建立位置数据参照”的功能描述）。然后，还必须使通道 2 回零。

只要驱动器在阶段 4 中，它便会以安全相关的方式仅保持为回零状态。重启或阶段切换后，必须再次执行安全相关的回零步骤。

集成安全功能

为通道 2 选择参照信号

根据应用要求，可通过静态或动态参考信号实现通道 2 的位置数据参考。在“P-0-3210，安全技术控制字”或“P-0-3210，安全技术配置”中进行设置。

- “静态评估”表示静止时，在“P-0-3231，安全相关的参考位置通道 2”或“P-0-3231，安全相关的参考的参考位置”中，回零开关的输入端需要的级别较高，以便建立位置数据参考。在以下情况下，应使用静态参考信号评估
 - 通道 1 中移动到参考位置的起始位置不是明确地位于通道 2 的参考距离位置之前或之后，因此只能将驱动器含糊地定位在此起始位置，或
 - 需手动确认安全相关的参考。
- “动态评估”表示运动时，在“P-0-3231，安全相关的参考位置通道 2”或“P-0-3231，安全相关的参考的参考位置”中，回零开关的输入端需要已定义的刃口，以便建立位置数据参考。通过移动到通道 1 中的参考标记可以确保利用已定义的刃口经过通道 2 的参考位置时，应使用动态参考信号评估。



因为这些方法都具有速度和切换公差，所以将位置数据参考调整到通道 1 的实际位置值。调整期间会运行检查，以查看通道 1 和通道 2 实际位置值的差值是否在“P-0-3229，安全相关的回零步骤的公差窗口”中参数化的值范围内。

为通道 2 建立位置数据参考

有两种情况可能要为通道 2 建立位置数据参考：

- 通过数字输入或参数启动独立的命令“P-0-3228，C4000 回零步骤命令通道 2”并满足以下要求：
 - 通道 1 必须已回零（例如绝对值编码器）。
 - 必须执行 NC 控制的运动，以便能够“经过”（检测到）所选参考点，因为驱动器在命令“P-0-3228，C4000 回零步骤命令通道 2”的执行过程中不会执行任何独立的运动。
- 启动“S-0-0148，C0600 驱动器控制的回零步骤命令”并满足以下要求：
 - 如果安全功能“安全相关的限制绝对位置”已参数化，则命令“S-0-0148，C0600 驱动器控制的回零步骤命令”在开始时就从内部自动启动命令“P-0-3228，C4000 回零步骤命令通道 2”。
 - 必须以机械方式安装通道 2 的回零开关，安装方式为能够通过预期的移动运动或在结束定位期间启动开关；如果情况并非如此，则必须通过 NC 控制的运动启动回零开关。



可通过“P-0-3213，安全技术操作状态”或“P-0-3213，安全技术状态”检查驱动器是否已安全回零。

有关调试的注意事项

以下段落介绍了不同测量系统的典型调试顺序。根据所用回零开关和控制单元的安装位置，每种编码器类型最多有三种不同的调试顺序：

- **形式 1：“驱动器控制”**
 - 安装回零开关的方式为通过执行通道 1 的驱动器控制回零，这样能确保能够从正确侧经过通道 2 的回零开关（动态评估）或者将驱动器定位在此正确侧（静态评估）。
 - 控制单元知道命令“S-0-0148，C0600 驱动器控制的回零步骤命令”。
- **形式 2：“驱动器/NC 控制”**
 - 安装回零开关的方式为通过执行通道 1 的驱动器控制回零，这样不能确保从正确侧经过通道 2 的回零开关（动态评估）或者将驱动器定位在此正确侧（静态评估）。
 - NC 控制的激活通道 2 的回零开关扩展了控制单元的回零命令。
- **形式 3：“NC 控制”**

- 由控制单元 (移动运动也可) 完全执行通道 1 的回零 ; 已回零系统被传输至驱动器。
- NC 控制的激活通道 2 的回零开关扩展了控制单元的回零命令。

下图是选择应用所用调试的示例 :

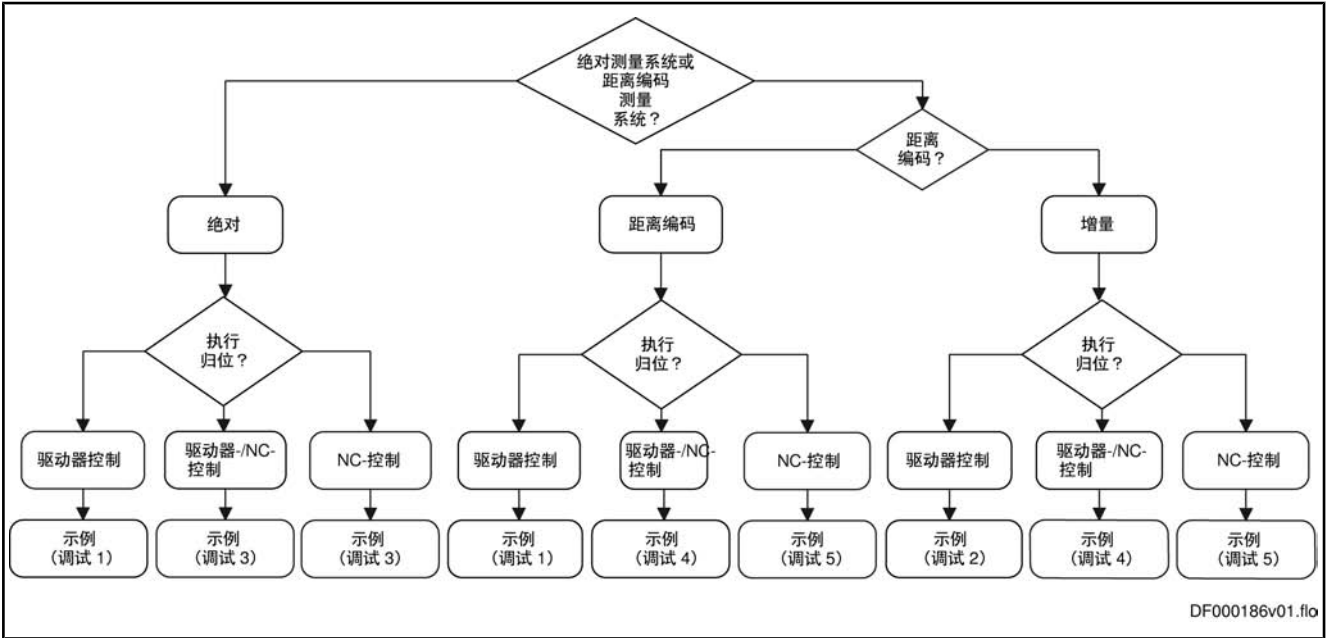


插图 6-36: 安全相关的回零步骤调试示例的选择示意图



在以下描述中, 通道 1 始终代表电机编码器。如果已插入外部编码器来代替可选插槽 1 处的电机编码器, 只需替换以下参数, 其功能仍与所述的一样 :

- 用 S-0-0053 替换 S-0-0051
- 用 S-0-0054 替换 S-0-0052
- 用 S-0-0151 替换 S-0-0150

调试示例 1

要求 首先必须满足以下要求, 然后才能通过命令“S-0-0148, C0600 驱动器控制的回零步骤命令”建立安全相关的参考 :

- 使用绝对或距离编码测量系统。
- 通过驱动器控制的回零 (S-0-0148) 来为通道 1 建立位置数据参考。
- 静态评估或手动激活通道 2 的回零开关。

预设 必须在驱动器中设置以下参数 :

- “P-0-3210, 安全技术控制字”或“P-0-3210, 安全技术配置” : “将回零开关作为静态开关来评估”
- “P-0-3229, 安全相关的回零步骤的公差窗口” : “回零开关处的定位精度 + 10%”
- “S-0-0052, 参考距离 1” (或 “S-0-0054, 参考距离 2”) = P-0-3231
- “S-0-0147, 回零参数”, 回零结束时将驱动器定位在参考点 (S-0-0052 或 S-0-0054)

执行安全相关的回零的方式 (日历序列)

按照以下序列执行安全相关的回零步骤 :

集成安全功能

1.

启动命令“C0600 驱动器控制的回零步骤命令”；驱动器为通道 1 建立参考并定位在参考距离“S-0-0052，参考距离 1”（或 S-0-0054）= P-0-3231 处。
2.

在通道 2 的参考位置上，必须通过已安装的开关自动触发参考信号，或手动将其激活。
3.

完成命令“C0600 驱动器控制的回零步骤命令”。
- 安全相关的回零步骤已成功执行后，会在“P-0-3213，安全技术操作状态”或“P-0-3213，安全技术状态”中发出信号，并且可以使用安全功能“安全相关的限制绝对位置”了。

调试示例 2

- 要求

首先必须满足以下要求，然后才能通过命令“S-0-0148，C0600 驱动器控制的回零步骤命令”建立安全相关的参考：
- 使用增量测量系统。
- 通过驱动器控制的回零 (S-0-0148) 来为通道 1 建立位置数据参考。
- 不通过参考标记来动态评估通道 2 的回零开关。
- 通道 2 的回零开关必须位于接近通道 1 参考点的地方。
- 通道 1 与通道 2 的参考点之间的距离必须超出公差窗口（“P-0-3229，安全相关的回零步骤的公差窗口”+ 10%）。

$$| \text{参考点通道 2} - \text{参考点通道 1} | < \text{P-0-3229} + 10\%$$

插图 6-37: 安全相关的回零步骤参考点之间最小距离的计算公式

- 预设定

必须在驱动器中设置以下参数：
- “P-0-3210，安全技术控制字”或“P-0-3210，安全技术配置”：将回零开关作为动态参考信号评估，并选择相应的刃口评估
- 调整“P-0-3229，安全相关的回零步骤的公差窗口”（值取决于信号延迟以及回零速度）

$$\text{P-0-3229}_{\text{min}} = 2 \cdot v_{\text{ref}} \cdot 1 \text{ms}$$

v_ref

回零速度

P-0-3229_min

最小公差窗口

插图 6-38: “P-0-3229，安全相关的回零步骤的公差窗口”最小值的计算公式

- “P-0-3231，安全相关的参考位置通道 2”或“P-0-3231，安全相关的参考的参考位置”输入通道 2 回零开关刃口的位置

$$\text{参考距离} = \text{参考点通道 2} - \text{参考点通道 1}$$
$$\text{P-0-3231} = (\text{S-0-0052}) - (\text{S-0-0150}) - \text{参考距离} \quad \text{或}$$
$$\text{P-0-3231} = (\text{S-0-0054}) - (\text{S-0-0151}) - \text{参考距离}$$

P-0-3231

“安全相关的参考位置通道 2”或“安全相关的参考的参考位置”

S-0-0052

参考距离 1（或 S-0-0054）

S-0-0150

参考偏移 1（或 S-0-0151）

插图 6-39: “P-0-3231，安全相关的参考位置通道 2”或“P-0-3231，安全相关的参考的参考位置”的计算公式

- “S-0-0147，回零参数”：激活“评估回零开关”

执行安全相关的回零的方式（日历序列）

按照以下序列执行安全相关的回零步骤：

1. 启动命令“C0600 驱动器控制的回零步骤命令”；驱动器为通道 1 建立参考。
2. 通道 1 回零的过程中，通道 2 会检测通道 2 回零开关的刃口，并将其实际位置值更改到“P-0-3231，安全相关的参考位置通道 2”或“P-0-3231，安全相关的参考的参考位置”。
3. 驱动器会检查通道 1 与通道 2 之间实际位置值的差值是否小于“P-0-3229，安全相关的回零步骤的公差窗口”。
4. 完成命令“C0600 驱动器控制的回零步骤命令”。

安全相关的回零步骤已成功执行后，会在“P-0-3213，安全技术操作状态”或“P-0-3213，安全技术状态”中发出信号，并且可以使用安全功能“安全相关的限制绝对位置”了。

 无法检测到通道 1 中具有公差窗口 (P-0-3229) 大小的任何位置错误！

调试示例 3

要求 首先必须满足以下要求，然后才能通过命令“P-0-3228，C4000 回零步骤命令通道 2”建立安全相关的参考：

- 使用绝对测量系统。
- 为了建立参考，控制单元必须能够进行移动运动。
- 可以动态或静态地评估通道 2 的回零开关。

预设定 必须在驱动器中设置以下参数：

- “P-0-3210，安全技术控制字”或“P-0-3210，安全技术配置”：动态或静态地评估回零开关，如果进行动态评估请选择对应的刃口评估
- “P-0-3229，安全相关的回零步骤的公差窗口”：内容取决于回零开关的评估类型：
 - 动态评估回零开关：调整“P-0-3229，安全相关的回零步骤的公差窗口”（值取决于信号延迟以及回零速度）

P-0-3229_min=2*v_ref*1ms

v_ref 回零速度
P-0-3229_min 最小公差窗口

插图 6-40: “P-0-3229，安全相关的回零步骤的公差窗口”最小值的计算公式

- 静态评估回零开关：输入回零开关处的定位精度 + 10%
- “P-0-3231，安全相关的参考位置通道 2”或“P-0-3231，安全相关的参考的参考位置”输入通道 2 回零开关的位置

执行安全相关的回零的方式 (日历序列)

按照以下序列执行安全相关的回零步骤：

1. 启动命令“C4000 回零步骤命令通道 2”。
控制单元会将驱动器移动到（静态回零开关评估）或超过（动态回零开关评估）安全相关的参考位置通道 2 (P-0-3231)。
2. 如果是手动激活通道 2 的回零开关，当驱动器位于通道 2 的参考位置上时，必须触发参考信号。
3. 完成命令“C4000 回零步骤命令通道 2”。

安全相关的回零步骤已成功执行后，会在“P-0-3213，安全技术操作状态”或“P-0-3213，安全技术状态”中发出信号，并且可以使用安全功能“安全相关的限制绝对位置”了。

调试示例 4

集成安全功能

- 要求
- 首先必须满足以下要求，然后才能通过驱动器/NC 控制的方式建立安全相关的参考：
- 使用增量或距离编码测量系统。
 - 通过驱动器控制的回零 (S-0-0148) 来为通道 1 建立位置数据参考。
 - 为了建立参考，控制单元必须能够进行移动运动。
 - 可以动态或静态地评估通道 2 的回零开关。
 - 使用增量测量系统时，通道 1 与通道 2 的参考点之间的距离必须超出公差窗口 (“P-0-3229，安全相关的回零步骤的公差窗口”+ 10%) 。

|参考点通道 2－参考点通道 1| < P-0-3229 + 10%

插图 6-41: 安全相关的回零步骤参考点之间最小距离的计算公式

- 预设定
- 必须在驱动器中设置以下参数：
- “P-0-3210，安全技术控制字”或“P-0-3210，安全技术配置”：动态或静态地评估回零开关，如果进行动态评估请选择对应的刃口评估
 - “P-0-3229，安全相关的回零步骤的公差窗口”：内容取决于对回零开关的评估是静态还是动态：
 - － **静态评估**回零开关：输入回零开关处的定位精度 + 10%
 - － **动态评估**回零开关：根据下面的公式进行调整 (值取决于信号延迟和回零速度)

P-0-3229_min=2*v_ref*1ms

v_ref 回零速度

P-0-3229_ 最小公差窗口

min

插图 6-42: “P-0-3229，安全相关的回零步骤的公差窗口”最小值的计算公式

- “P-0-3231，安全相关的参考位置通道 2”或“P-0-3231，安全相关的参考的参考位置”输入通道 2 回零开关刃口的位置。使用增量编码器时，按如下方式计算位置：

参考距离＝参考点通道 2－参考点通道 1

P-0-3231=(S-0-0052)－(S-0-0150)－参考距离 或

P-0-3231=(S-0-0054)－(S-0-0151)－参考距离

P-0-3231 “安全相关的参考位置通道 2”或“安全相关的参考的参考位置”

S-0-0052 参考距离 1 (或 S-0-0054)

S-0-0150 参考偏移 1 (或 S-0-0151)

插图 6-43: “P-0-3231，安全相关的参考位置通道 2”或“P-0-3231，安全相关的参考的参考位置”的计算公式

- 执行安全相关的回零的方式 (日历序列)
- 按照以下序列执行安全相关的回零步骤：
1. 启动命令“C0600 驱动器控制的回零步骤命令”。
驱动器在通道 1 上执行回零。
 2. 完成命令“C0600 驱动器控制的回零步骤命令”。
控制单元会将驱动器移动到 (静态回零开关评估) 或超过 (动态回零开关评估) 安全相关的参考位置通道 2 (P-0-3231)。

3. 如果是手动激活通道 2 的回零开关，当驱动器位于通道 2 的参考位置上时，必须触发参考信号。
4. 驱动器会检查通道 1 与通道 2 之间实际位置值的差值是否小于“P-0-3229，安全相关的回零步骤的公差窗口”。

安全相关的回零步骤已成功执行后，会在“P-0-3213，安全技术操作状态”或“P-0-3213，安全技术状态”中发出信号，并且可以使用安全功能“安全相关的限制绝对位置”了。



无法检测到通道 1 中具有公差窗口 (P-0-3229) 大小的任何位置错误！

调试示例 5

- 要求
- 首先必须满足以下要求，然后才能通过 NC 控制的方式建立安全相关的参考：
- 使用增量或距离编码测量系统。
 - 通过 NC 控制的回零来为通道 1 建立位置数据参考。
 - 为了建立通道 2 的参考，控制单元必须能够进行附加的移动运动。
 - 可以动态或静态地评估通道 2 的回零开关。
 - 使用增量测量系统时，通道 1 与通道 2 的参考点之间的距离必须超出公差窗口 (“P-0-3229，安全相关的回零步骤的公差窗口”+ 10%) 。

|参考点通道 2－参考点通道 1| < P-0-3229 + 10%

插图 6-44: 安全相关的回零步骤参考点之间最小距离的计算公式

- 预设定
- 必须在驱动器中设置以下参数：
- “P-0-3210，安全技术控制字”或“P-0-3210，安全技术配置”：动态或静态地评估回零开关，如果进行动态评估请选择对应的刃口评估
 - “P-0-3229，安全相关的回零步骤的公差窗口”：内容取决于对回零开关的评估是静态还是动态：
 - 静态评估回零开关：输入回零开关处的定位精度 + 10%
 - 动态评估回零开关：根据下面的公式进行调整 (值取决于信号延迟和回零速度)

P-0-3229_min=2*v_ref*1ms

v_ref回零速度

P-0-3229_min最小公差窗口

插图 6-45: “P-0-3229，安全相关的回零步骤的公差窗口”最小值的计算公式

- P-0-3231：输入通道 2 回零开关刃口的位置。使用增量编码器时，按如下方式计算位置：

参考距离 = 参考点通道 2 – 参考点通道 1

$$P-0-3231 = (S-0-0052) - (S-0-0150) - \text{参考距离} \quad \text{或}$$

$$P-0-3231 = (S-0-0054) - (S-0-0151) - \text{参考距离}$$

P-0-3231 “安全相关的参考位置通道 2”或“安全相关的参考的参考位置”
S-0-0052 参考距离 1 (或 S-0-0054)
S-0-0150 参考偏移 1 (或 S-0-0151)
插图 6-46: “P-0-3231, 安全相关的参考位置通道 2”或“P-0-3231, 安全相关的参考的参考位置”的计算公式

执行安全相关的回零的方式 (日历序列)

- 按照以下序列执行安全相关的回零步骤：
1. 以 NC 控制的方式为通道 1 建立参考。
 2. 启动命令“C4000 回零步骤命令通道 2”。
控制单元会将驱动器移动到 (静态回零开关评估) 或超过 (动态回零开关评估) 安全相关的参考位置通道 2 (P-0-3231)。
 3. 如果是手动激活通道 2 的回零开关，当驱动器位于通道 2 的参考位置上时，必须触发参考信号。
 4. 驱动器会检查通道 1 与通道 2 之间实际位置值的差值是否小于“P-0-3229，安全相关的回零步骤的公差窗口”。
 5. 完成命令“C4000 回零步骤命令通道 2”。
- 安全相关的回零步骤已成功执行后，会在“P-0-3213，安全技术操作状态”或“P-0-3213，安全技术状态”中发出信号，并且可以使用安全功能“安全相关的限制绝对位置”了。

 无法检测到通道 1 中具有公差窗口 (P-0-3229) 大小的任何位置错误！

6.5.3 安全相关的停车轴

简要说明

也可以结合集成安全技术使用驱动器功能“停车轴”。在这种情况下，可以确认诊断输出端的安全状态。

有关驱动器功能“停车轴”的详细信息，请参阅以下驱动器固件的功能描述：

- Rexroth IndraDrive MPx03 和
- Rexroth IndraDrive MPx04

 使用安全功能“安全相关的停车轴”需要可选的安全技术模块 (“S1”)，该模块可作为控制部分 CSH01.1 或 CSH01.2 (ADVANCED) 以及 CDB01.1 (BASIC) 的配置来选择。

从固件版本 MPx03V12 开始提供此功能。

- 特性
- 安全功能“安全相关的停车轴”具有以下特性：
- 为了保护人员安全，已根据 EN 954-1 的类别 3 实现了这一安全功能。
 - 停车轴运行期间通过两个通道锁定输出阶段。
 - 对于安全功能“安全相关的停车轴”，没有任何激活的编码器监控功能。这表示对速度、加速度和位置的监控功能都已停用。
 - 利用对应的风险分析结果确认安全。

相关参数

结合安全功能“安全相关的停车轴”使用以下参数：

- “P-0-3210，安全技术配置”或“P-0-3210，安全技术控制字”
- “P-0-3213，安全技术操作状态”或“P-0-3213，安全技术状态”
- “P-0-3215，选择的安全技术操作状态”或“P-0-3215，选择的安全技术模式”

相关诊断消息 结合安全功能“安全相关的停车轴”生成以下诊断消息：

- F3131 检查确认信号时发生错误
- F3140 安全参数验证错误
- F7040 验证错误参数化 - 有效阈值
- F7042 安全相关的操作模式的验证错误
- F7043 输出阶段互锁错误
- F8129 可选模块固件错误
- 激活安全相关的停车轴之后，IndraDrive 控制面板的显示屏上会显示“PA”。

安全功能

选择功能 激活安全技术并选择驱动器功能“停车轴”之后，激活安全功能“安全相关的停车轴”。有关如何激活驱动器功能“停车轴”的信息，请参阅以下驱动器固件的功能描述：

- Rexroth IndraDrive MPx03 (Windows 帮助、PDF 格式或打印版本) ，
- Rexroth IndraDrive MPx04 (Windows 帮助、PDF 格式或打印版本) 和
- Rexroth IndraDrive MPx05 (编译过的 HTML 帮助、PDF 格式或打印版本)

监控功能 安全功能“安全相关的停车轴”会停用以下监视功能：

- 测量系统的监控功能
- 有关速度、加速度和位置的监控功能

 可以通过“P-0-3210，安全技术控制字”或“P-0-3210，安全技术配置”中的控制位“由停车轴定义的安全”替换缺失的速度信息。
控制位会发出安全信号，而信号必须来源于对设备进行的风险分析。不得使用惯性时间较长的轴（砂轮、主轴、辊...）。

安全确认 如果在“P-0-3210，安全技术控制字”或“P-0-3210，安全技术配置”中设置了控制位“由停车轴定义的安全”，以下轴将通过激活的安全功能“安全相关的停车轴”确认安全。

- 在诊断输出 A10 和 EA10n 处通过单一确认的轴
- 诊断输出 A10 和 EA10n 处的诊断从动轴，以及经由 E/A20 总线连接的诊断主动轴
- 诊断从动轴信号安全时，诊断输出 A10 和 EA10n 处带 PLC 反馈的诊断主动轴
- 通过模式选择器完成诊断从动轴信号安全和双通道选择后，诊断输出 A10 和 EA10n 处带安全门控制的诊断主动轴

6.5.4 安全相关的制动检查

简要说明

 安全相关的制动检查不是独立的安全功能，但它是“安全相关的制动保持系统”的基础。

对于“安全相关的制动保持系统”，要根据 EN 954-1 的类别 3 获得安全，必须定期检查两种保持制动器的功能和保持扭矩。在“C2100 保持系统检查命令”命令的范围内进行检查。双通道的可参数化时间监控可确保检查的周期性。

集成安全功能

特性 辅助安全技术功能“安全相关的制动检查”具有以下特性：

- 为了保护人员安全，已根据 EN 954-1 的类别 3 实现了辅助安全技术功能“安全相关的制动检查”。
- 必须重复安全相关的制动检查的可参数化时间间隔。
- 控制电压关闭后，将两种制动器的制动状态设置为“失败”。
- 可以在正向、负向或两个方向上检查两种保持制动器的保持扭矩。
- 检查两种保持制动器的释放情况。
- 监控保持系统的实际负载扭矩。
- 辅助安全技术功能“安全相关的制动检查”是使用安全相关的制动保持系统的前提条件。

相关参数 结合辅助安全技术功能“安全相关的制动检查”使用以下参数：

- P-0-0525，保持制动控制字
- P-0-0539，保持制动状态字
- P-0-0540，电机保持制动器的扭矩
- P-0-0541，C2100 保持系统检查命令
- P-0-0542，C2000 释放电机保持制动器命令
- P-0-0543，C3800 应用电机保持制动器命令
- P-0-0545，释放电机保持制动器的测试扭矩
- P-0-0546，释放电机保持制动器的启动扭矩
- P-0-0547，保持系统的标称负载
- P-0-0549，上次成功进行制动检查时控制部分的运行时间
- P-0-0550，时间间隔制动检查
- P-0-0551，电流负载扭矩
- P-0-3300，冗余保持制动器：配置
- P-0-3301，冗余保持制动器：状态字
- P-0-3302，安全相关的保持系统：时间间隔制动检查
- P-0-3303，安全相关的保持系统：标称负载
- P-0-3304，安全相关的保持系统：扭矩/力常量
- P-0-3306，电机保持制动的延迟时间
- P-0-3307，安全技术 - 驱动器关闭的延迟时间
- P-0-3310，安全相关的保持系统：移动范围制动检查
- P-0-3311，安全相关的保持系统：测试扭矩注入制动检查的持续时间

相关诊断消息 结合辅助安全技术功能“安全相关的制动检查”生成以下诊断消息：

- E3115 预警告，达到制动检查的时间间隔
- F3115 错误，超出制动检查的时间间隔
- E3116 达到保持系统的标称负载扭矩
- E3116 超过保持系统的标称负载扭矩
- F3122 安全相关的保持系统：系统错误
- F3123 安全相关的保持系统：缺少制动检查
- F7051 超出安全相关的减速
- F8134 安全相关的保持系统：致命错误
- C2100 保持系统检查命令
- C2101 只能通过驱动器启用进行保持系统检查

功能描述

- C2103 电机保持制动器：扭矩太小
- C2104 命令不能执行
- C2105 保持系统的负载 > 测试扭矩
- C2106 未达到保持系统的测试扭矩
- C2107 冗余保持制动器：扭矩太小
- C2108 释放保持系统时发生错误
- C2109 安全相关的保持系统：测试扭矩无效

通过制动检查来检查两种保持制动器的功能。目标是检测休眠错误、污染（制动器的油垢，制动器摩擦面上的铁锈薄膜）和磨损。

使用命令“C2100 保持系统检查命令”(P-0-0541) 启动“安全相关的制动检查”。

监控功能

- 要检查以下方面：
- 释放“安全相关的制动保持系统”：检查两种保持制动器是否可释放。为此，将轴移动距离 P-0-3310；如果不能够实现，会生成错误“C2108 释放保持系统时发生错误”。
 - 正向和负向上电机保持制动器的保持扭矩：通过应用的电机保持制动器和释放的冗余保持制动器进行检查，以查看电机保持制动器的扭矩是否为 P-0-3303 的 1.3 倍。完成此操作后，在已参数化的检查时间 (P-0-3311) 内，轴可能无法移动超过在 P-0-3310 中参数化的距离；否则，会生成命令错误“C2103 电机保持制动器：扭矩太小”。
 - 正向和负向上冗余保持制动器的保持扭矩：通过释放的电机保持制动器和应用的冗余保持制动器进行检查，以查看冗余保持制动器的扭矩是否为 P-0-3303 的 1.3 倍。完成此操作后，在已参数化的检查时间 (P-0-3311) 内，轴可能无法移动超过在 P-0-3310 中参数化的距离；否则，会生成命令错误“C2107 冗余保持制动器：扭矩太小”。



要检查两种制动器的保持扭矩，将在 P-0-0547 中参数化的值用作测试扭矩。检查期间，安全技术会监控测试扭矩是否至少达到 P-0-3303 的值。



如果所用制动器只在一个方向上生成保持扭矩，或者如果由于机械轴系统使制动检查只能在一个方向上进行，可通过方向相关方式 (P-0-3300) 执行制动检查。

“安全相关的制动检查”的常规的用户侧性能也会被监控。根据安全相关的制动检查的状态和所选的操作状态（正常运行/特殊模式），可能会生成以下诊断消息：

集成安全功能

“安全相关的制动检查”状态 (P-0-0539 , P-0-3301)	正常运行/特殊模式的选择	驱动器启用 < 10s	驱动器启用
失败	正常运行	无警告，无错误	“安全相关的制动检查”状态结束后，0 到 5 分钟 → 无警告/无错误
			“安全相关的制动检查”状态结束后，5 到 15 分钟 → E3115
			“安全相关的制动检查”状态结束后，大于 15 分钟 → F3115
	特殊模式	→ F3123	→ F3123
成功	正常运行/特殊模式	无警告，无错误	“安全相关的制动检查”状态结束前，15 到 0 分钟 → E3115
			“安全相关的制动检查”状态结束时 → F3115

插图 6-47: 取决于安全相关的制动检查状态 (P-0-0539 和 P-0-3301) 的驱动器反应

控制电压开启后，将电机保持制动器在 P-0-0539 中的状态和冗余保持制动器在 P-0-3301 中的状态设置为“失败”。

成功完成安全相关的制动检查后，在 P-0-3302 中已参数化的时间内，将“安全相关的制动检查”状态设置为“成功”，超出此时间之后将状态设置为“失败”。基于控制部分的运行时间来监控制动检查的时间间隔；即在超出已参数化的时间后，无论驱动器是否处于受控状态，都将制动状态“成功”再次设置为“失败”。

调试

只能在正常运行中和驱动器启用下启动命令“C2100 保持系统检查命令”。



如果在制动检查之前，在轴必须以特殊模式在其中移动的装置中发生这种情况，可通过命令“C6200 在无有效制动状态的情况下启用特殊模式命令”在定义的条件 下移动轴（请参阅“[在无有效制动状态的情况下启用特殊模式](#)”）。



执行制动检查时由于与其它轴碰撞而造成的财产损失！

⇒ 在用户侧和控制单元侧，确保在执行制动检查时避免与其它轴碰撞。

控制电压开启后，将电机保持制动器在 P-0-0539 中的状态和冗余保持制动器在 P-0-3301 中的状态始终设置为“失败”。因此，必须执行制动检查以确保能够使用安全相关的制动保持系统。

要想在用户或控制单元定义的位置上执行命令 C2100，首先不能有任何警告或错误存在。激活驱动器启用会开始 5 分钟的“静止时间”，然后，警告 E3115 会出现并维持 10 分钟。15 分钟后，在驱动器启用下，如果命令 C2100 还未成功执行，会生成错误消息 F3115。

错误 F3115 可以被清除。然后，再次启动上一段中所述的过程。

成功执行命令 C2100 后，将“安全相关的制动检查”状态设置为“成功”。再次启动时间监控 P-0-3302。距时间间隔结束还有 15 分钟时，会再次显示警告 E3115。



如果使用了防护装置，应在安全门打开之前执行制动检查；这就为用户提供了最多时间（和安全）及安全相关反馈。

6.5.5 在无有效制动状态的情况下启用特殊模式

简要说明

使用命令“C6200 在无有效制动状态的情况下启用特殊模式命令”可在定义的条件启用特殊模式，因为尽管制动状态（保持制动检查的状态 P-0-0539/P-0-3301）无效，一次事件的持续时间也最多为 15 分钟。这样可在特殊模式下手动将轴移动（例如，在发生错误或紧急停止之后）到合适的位置，以进行制动检查。制动检查本身只能在命令 C62 终止之后才能执行，并且只能在正常运行下执行。



警告

电机制动器和/或冗余保持制动器的保持扭矩不够大可能会导致人身伤害和财产损失！

如果上次制动检查“C2100 保持系统检查命令”的时间点已过去较长的运行时间或停机时间，电机制动器和/或冗余保持制动器的保持扭矩可能已经不再够大；因而也就不能再避免安全相关的制动保持系统发生错误！只有制动检查才能提供有关保持扭矩的信息。

调试期间必须启用命令 C62。只能在风险评估之后启用和使用该命令。

特性

命令 C62 具有以下特性：

- 调试期间必须启用命令 C62。
- 只能在以下条件下执行命令 C62
 - 该命令尚未执行（每次开启控制电压时，只允许执行该命令一次），
 - 安全功能“安全相关的制动保持系统”处于激活状态，
 - 电机制动器和/或冗余保持制动器的制动状态无效（“保持制动检查的状态”=“执行失败”），
 - 操作模式已激活，以及
 - 同时命令 C21 未激活。
- 通过以下方式启用的特殊模式最多只能维持 15 分钟
 - 将电机制动保持制动检查的状态和冗余保持制动的状态设置为“成功”，以及
 - 将制动检查时间间隔的剩余时间设置为 15 分钟。
- 必须先复位命令 C62，然后再执行命令 C21。

相关参数

结合命令 C62 使用以下参数：

- P-0-3315，C6200 在无有效制动状态的情况下启用特殊模式命令
- P-0-3300，冗余保持制动器：配置
- P-0-3301，冗余保持制动器：状态字
- P-0-3302，安全相关的保持系统：时间间隔制动检查
- P-0-0539，保持制动状态字
- P-0-0541，C2100 保持系统检查命令

相关诊断消息

结合命令 C62 生成以下诊断消息：

- C6200 在无有效制动状态的情况下启用特殊模式命令
- C6201 命令不能执行

集成安全功能

- F3123 安全相关的保持系统：缺少制动检查
- F3115 错误，超出制动检查的时间间隔
- C2100 保持系统检查命令

功能描述

通过命令“C6200 在无有效制动状态的情况下启用特殊模式命令”，机床操作员可以（在定义的条件）在特殊模式下且无有效制动状态（P-0-0539 和 P-0-3301）的情况下移动使用安全相关的制动保持系统的轴。



警告

电机制动器和/或冗余保持制动器的保持扭矩不够大可能会导致人身伤害和财产损失！

只有将命令“C6200 在无有效制动状态的情况下启用特殊模式命令”的使用纳入装置风险分析（“由于制动缺陷而导致安全区域内的人员有危险”）的考虑范围内时，才可以使用该命令。

如果上次制动检查“C2100 保持系统检查命令”的时间点已过去较长的运行时间或停机时间，电机制动器和/或冗余保持制动器的保持扭矩可能已经不再够大！只有制动检查才能提供有关保持扭矩的信息。

尚未进行制动检查便在特殊模式下移动轴会对操作员造成额外的危险！这需要采取以下措施：

- 机床手册必须包含明确的信息，说明在尚未进行制动检查的情况下，在特殊模式下移动轴所造成的额外危险。
- 必须告知（例如在培训课程范围内）操作员在尚未进行制动检查的情况下，在特殊模式下移动轴所导致的额外危险。
- 只能在机床的特定安全技术范围（键开关、显示器上的警告...）内启动命令 C62。

命令激活后最多可维持 15 分钟，并且在每次控制电压开启时，只能启动一次。该命令主要用于不可能符合标准程序的特殊情况；这些特殊情况包括：

- 利用特殊模式自动的位置相关选择来重启轴
- 紧急停止或发生错误后手动释放轴

启动命令 C62

启动命令 C62 的要求包括：

- 在调试时定义使用命令的目的，并将对命令的使用纳入机床风险分析的考虑范围。
- 安全功能“安全相关的制动保持系统”处于激活状态 (P-0-3300)。
- 电机制动器和/或冗余保持制动器的制动状态无效（“保持制动检查的状态”=“执行失败”）。
- 命令 C62 尚未执行（每次开启控制电压时，只允许执行该命令一次）。
- 操作模式已激活。
- 命令 C21 未激活。

满足上述要求时，通过启动命令 C62 来执行以下动作：

- 将电机制动器和冗余保持制动器的制动状态都设置为有效（“保持制动检查的状态”=“成功”）。
- 将距下次制动检查的时间 (P-0-3302) 设置为 15 分钟。
- 取消警告“E3115 预警告，达到制动检查的时间间隔”以利于诊断命令消息“C62”。

在命令激活期间（最多 15 分钟），在特殊模式下确认安全。可清除可能出现的错误消息 F3123。现在，机床操作员可以在特殊模式下，将轴移动到可进行制动检查的位置。在此位置上，可以在取消选择特殊模式并终止命令 C6200 之后执行制动检查。

冗余保持制动器控制电路中的错误会取消启用特殊模式。15 分钟后，启用特殊模式被停用并发出错误 F3115 的信号。

当命令“C6200 在无有效制动状态的情况下启用特殊模式命令”终止时，电机制动器 (P-0-0539) 和冗余保持制动器 (P-0-3301) 的保持制动检查状态会再次设置为“执行失败”。

6.6 安全功能“安全相关反馈”

6.6.1 安全相关的诊断输出

通过安全相关的诊断输出，将“安全相关的检测状态”从驱动器传输至其它系统组件（例如安全继电器控件，安全 PLC），传输顺序是从这些系统组件中启动过程反应的顺序。



使用 PROFIsafe 时，不通过安全相关的诊断输出来输出安全相关的诊断消息，但将信号被处理为 PLC 信号并固定存储在 PROFIsafe 协议的控制单元的 F 数据中（另请参阅“PROFIsafe”）。

6.6.2 安全相关的门锁定设备控制

在驱动器控制器中，可以在保护区域内激活多个轴的诊断主动轴，保护区域会识别这些轴的安全相关状态并控制安全门锁定设备。

使用安全功能“安全相关的门锁定设备控制”时，如果此区域内的所有轴都处于安全相关状态，可通过两个通道来控制互锁防护装置的锁定设备。锁定设备的位置监控器也会被监控。



仍然需要对互锁防护装置的位置进行监控。



使用 PROFIsafe 时，不能使用安全相关的门锁定控制。

6.6.3 安全相关的 I/O

简要说明

通过 PROFIBUS 使用安全相关的主通讯 PROFIsafe 时，通过 PROFIsafe 来控制驱动器的内部安全功能。驱动器中可用的安全相关的双通道输入（每轴最多 4 个）和安全相关的双通道输出（每轴 1 个）也可用于更高级别的安全 PLC。

传感器（例如开关、紧急停止按钮和挡光板）可连接到安全相关的输入。执行器（例如接触器、阀和制动器）可连接到安全相关的输出。



使用“安全相关的 I/O”功能需要可选的安全技术模块（“S1”）和主通讯 PROFIBUS（“PB”），该模块可作为控制部分 CSH01.1 或 CSH01.2 (ADVANCED) 以及 CDB01.1 (BASIC) 的配置来选择。

从固件版本 MPx04 开始提供此功能。

- 特性
- 安全功能“安全相关的 I/O”具有以下特性：
- 为了保护人员安全，已根据 EN 954-1 的类别 3 实现了这一安全功能。
 - 只能结合 PROFIsafe 使用安全相关的 I/O。
 - 在 N/C-N/O 组合中，每个轴有 3 个或 4 个安全相关的输入。使用安全相关的参考系时，只有 3 个安全相关的输入可用。
 - 每个轴有 1 个安全相关的输出，可选择其作为正正切换输出或正负切换输出。
 - 通过以下方法可以实现通道 1 的可自由配置的数字输入/输出 (24V)：

集成安全功能

- 在终端连接器 X31/X32 处使用单轴设备 (例如 CSH01.1) 控制部分的数字 I/O
- 在终端连接器 X31 / X32 / X33 / X34 处使用双轴设备 (例如 CDB01.1) 控制部分的数字 I/O
- 在终端连接器 X10 处使用 I/O 扩展 (MD1) 的数字 I/O
- 通道 2 的数字输入/输出 (24 V) 位于可选安全技术模块 ("S1") 上, 于终端连接器 X41 处。

相关参数 结合安全功能“安全相关的 I/O”使用以下参数：

- P-0-0300, 数字 I/O, 配置列表
- P-0-0301, 数字 I/O, 位号
- P-0-0302, 数字 I/O, 方向
- P-0-0303, 数字 I/O, 状态显示
- P-0-0304, 数字 I/O, 输出
- “P-0-3211, 安全技术 I/O 配置列表, 通道 2”或“P-0-3211, 安全技术 I/O 控制字, 通道 2”
- “P-0-3212, 安全技术控制字, 通道 1”或“P-0-3212, 安全技术信号控制字, 通道 1”
- “P-0-3214, 安全技术状态字, 通道 1”或“P-0-3214, 安全技术信号状态字, 通道 1”
- P-0-3216, 活动的安全技术信号
- P-0-3221, 不同通道状态的最大容差的时间差
- P-0-3295, 安全技术现场总线配置
- P-0-3296, 安全技术现场总线控制字
- P-0-3297, 安全技术现场状态状态字

配置安全相关的 I/O

在安全技术调试期间, 必须对所使用的驱动器控制器的数字 I/O 进行相应的配置：

- 如同驱动器中所有其它数字 I/O 一样, 必须通过以下参数对控制部分或某个 I/O 扩展 (通道 1) 上的数字 I/O 进行配置：
 - P-0-0300, 数字 I/O, 配置列表
 - P-0-0301, 数字 I/O, 位号
 - P-0-0302, 数字 I/O, 方向

另请参阅固件的功能描述“数字输入/输出”

- 必须通过“P-0-3211, 安全技术 I/O 配置列表, 通道 2”或“P-0-3211, 安全技术 I/O 控制字, 通道 2”, 来配置位于可选安全技术模块上的数字 I/O。



为了简化调试, 调试软件 IndraWorks D 提供调试向导。

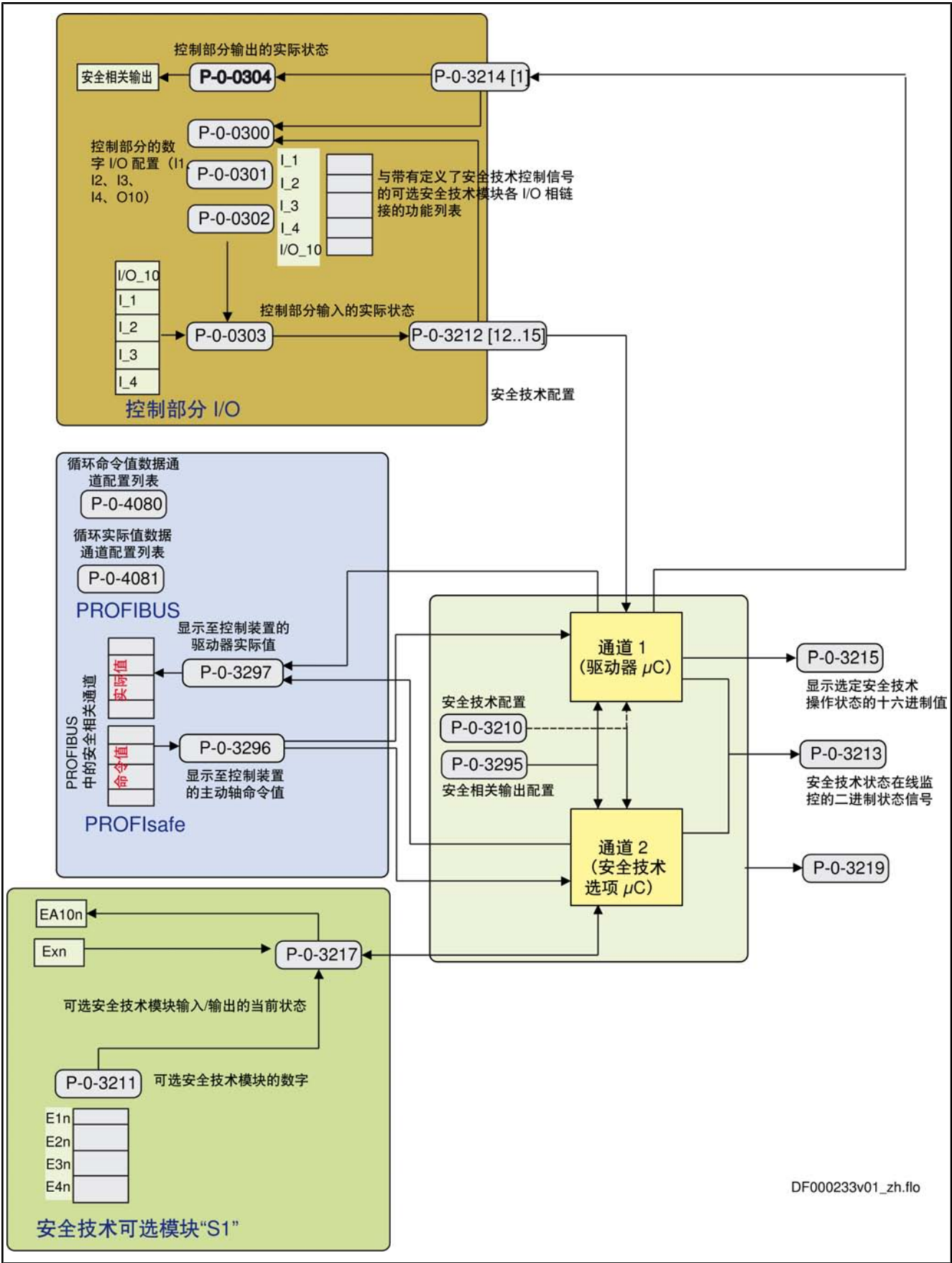


插图 6-48: 通讯 PROFIsafe 和安全相关的 I/O

集成安全功能

运作原理

安全相关的输入 只能将 N/C-N/O 组合设计的传感器连接到安全相关的输入。如下图所示，由动态化主机动态化所连接的传感器，以检测“休眠错误”（请参阅“[动态化](#)”）。

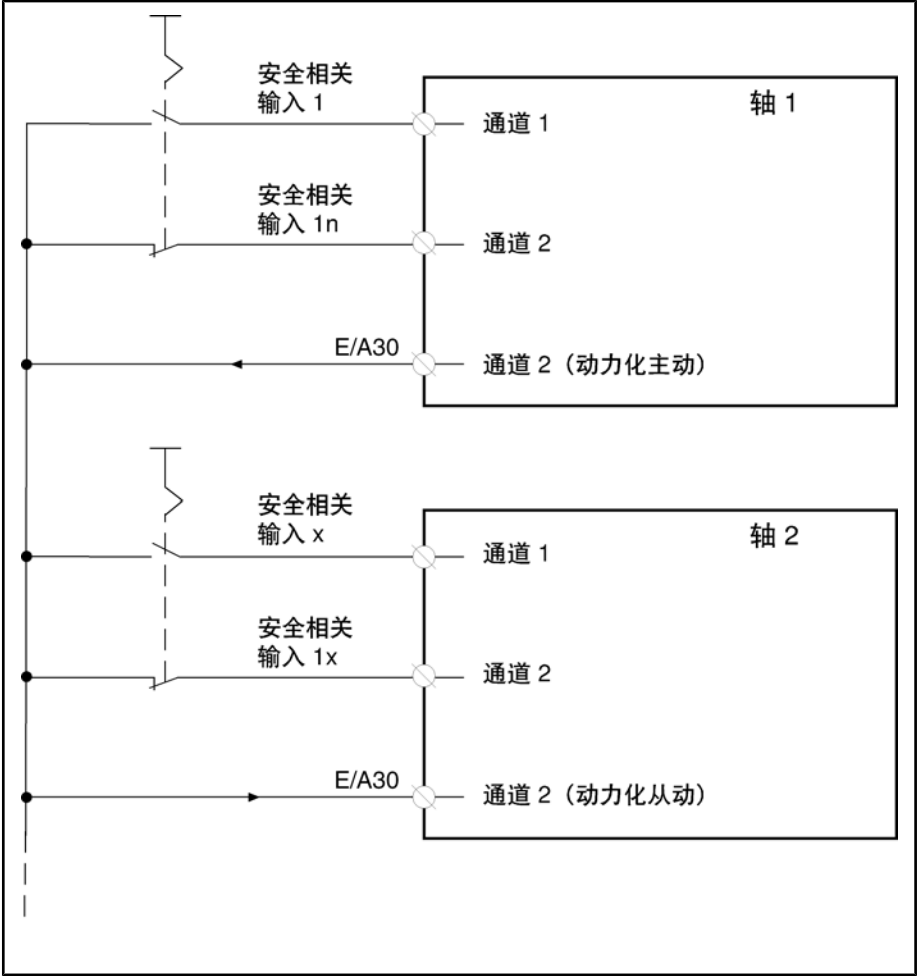


插图 6-49: 由驱动器动态化的安全相关的输入

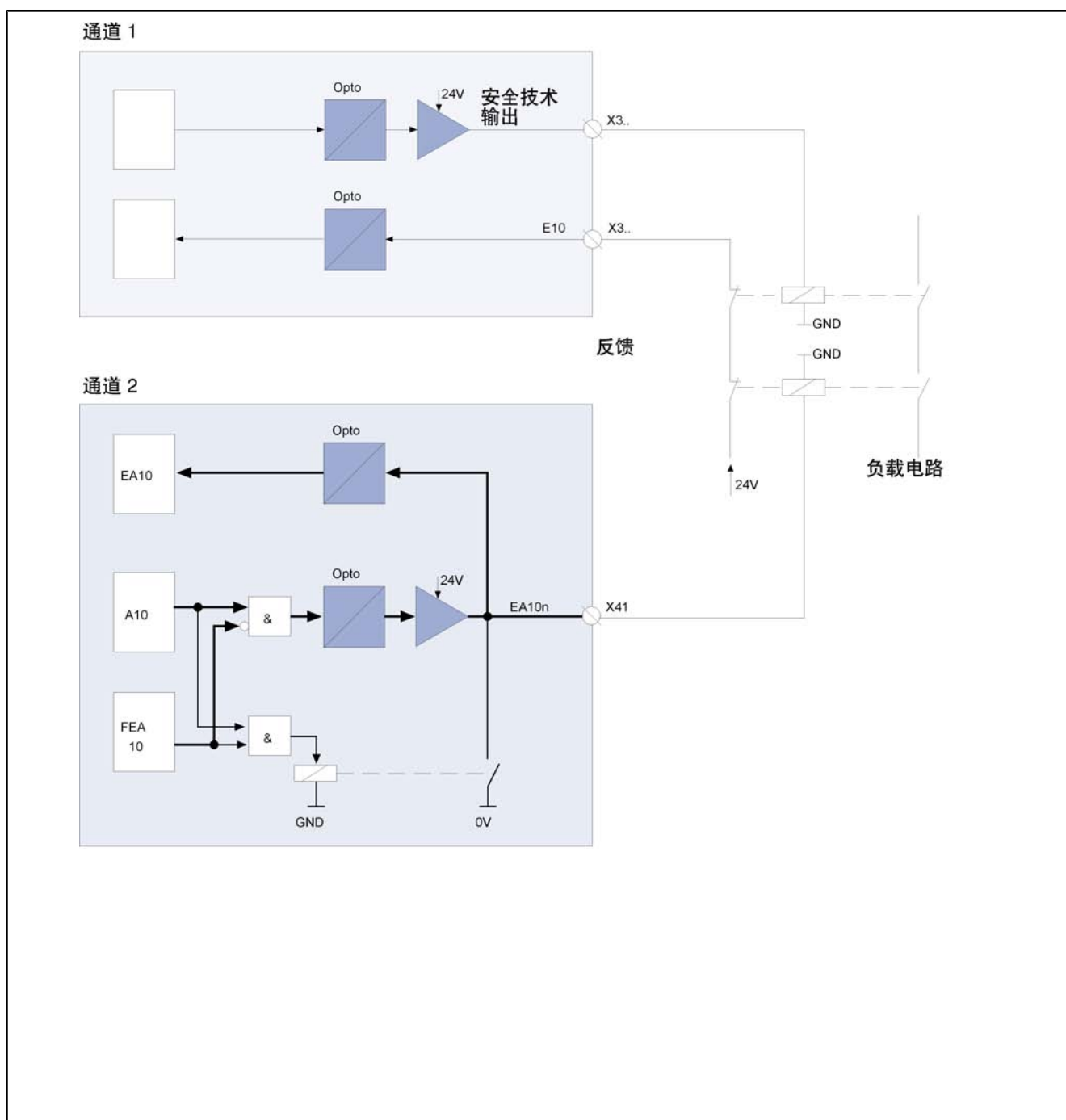
安全相关的输入的信号评估结果未直接传输至相应的安全总线数据容器中，因为这些结果由于通道 1 与通道 2 之间可能具有不同的信号运行时间而被同步。可以在参数“P-0-3221，不同通道状态的最大容许的时间差”中设置通道 1 和通道 2 的安全相关的输入可能具有不同信号状态的时间。

安全相关的输出 安全相关的输出可设计为两种形式，即加加切换输出或加减切换输出。在参数“P-0-3295，安全技术现场总线配置”中激活并参数化安全相关的输出。

正正切换输出

在正正切换设计中，两个输出（通道 1 的 X3x 和通道 2 的 X41）只切换一个负载电路。它们处于激活状态时，两个通道的输出均为 24 V。通过电压为 24 V 的两个串联的 N/C 触点反馈负载电路的当前状态。

安全相关的输出未激活时，这两个通道也未受控（开路）；在这种情况下，负载电路处于安全相关状态（对应于“安全默认”状态）。



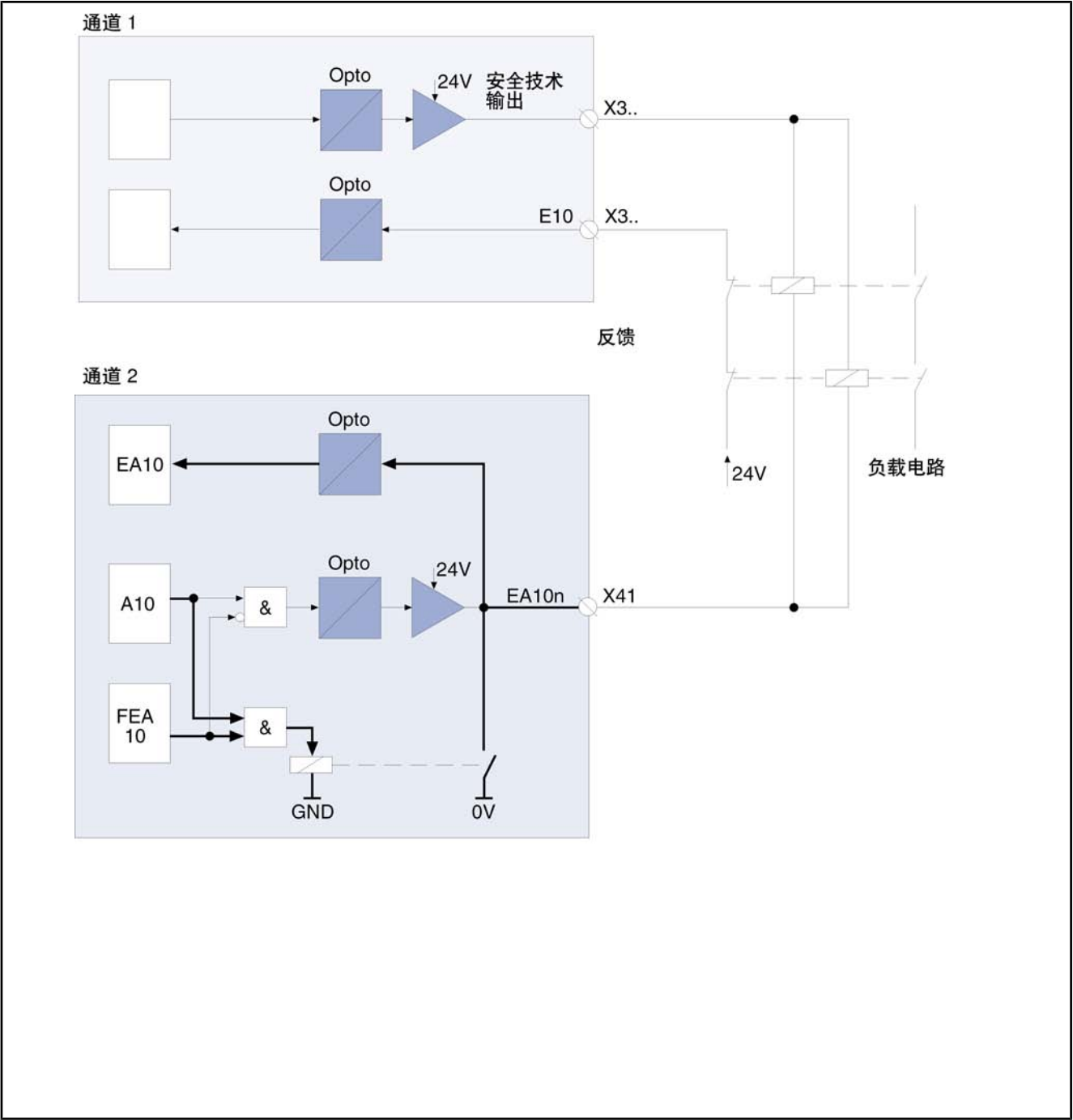
注意 通道 2 中激活的部分已加粗标示。
插图 6-50: 正负切换输出

正负切换输出

在正负切换设计中，通道 1 (X3x) 是加切换，即当输出激活时输出为 24 V，而通道 2 (X41) 是减切换，即当输出激活时输出为 0 V。此形式可用于安全相关的线圈控制（例如制动器、接触器...）。激活安全相关的输出之后，两个通道处于受控状态（通道 1 已激活 => 24 V，而通道 2 已激活 => 0 V）。通过电压为 24 V 的 N/C 触点反馈负载电路的当前状态。

安全相关的输出未激活时，这两个通道也未受控（开路）；在这种情况下，负载电路处于安全相关状态（对应于“安全默认”状态）。

集成安全功能

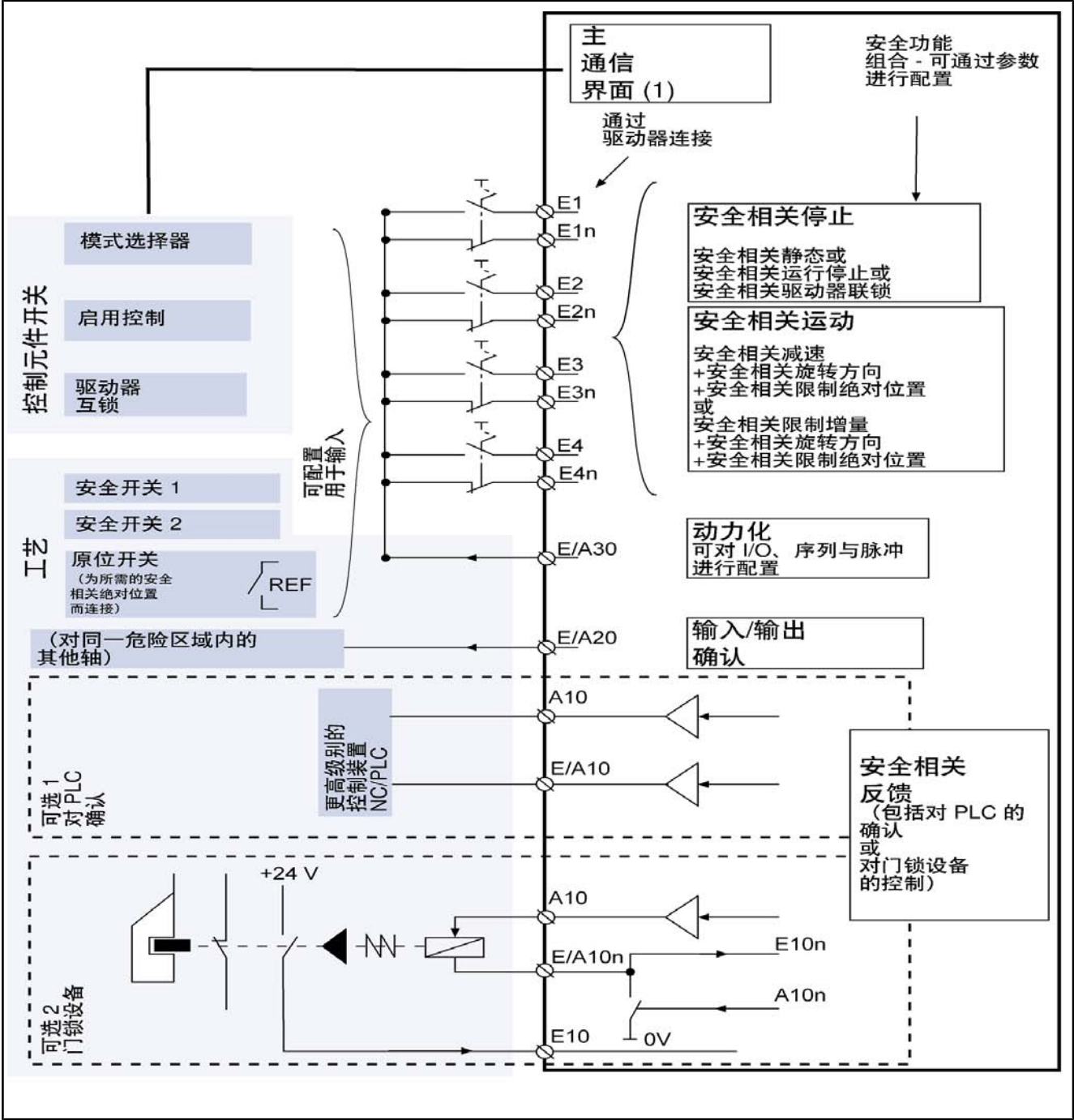


注意 通道 2 中激活的部分已加粗标示。
插图 6-51: 正负切换输出

7 应用示例

7.1 概览

IndraDrive 控制器中的集成安全技术的功能和连接。



1 另外，也可以通过主通讯选择通道 1。
E1, …… , E4 通道 1 用于选择和参考输入
E1n, …… , E4n 通道 2 用于反向选择和参考输入

插图 7-1: 概览

应用示例

 在输入中最多可以选择 4 个安全功能：E1 至 E4 用于通道 1，E1n 至 E4n 用于通道 2。通过参数进行配置。

7.2 选择正常运行/特殊模式，并使用锁门装置对安全门进行位置监控

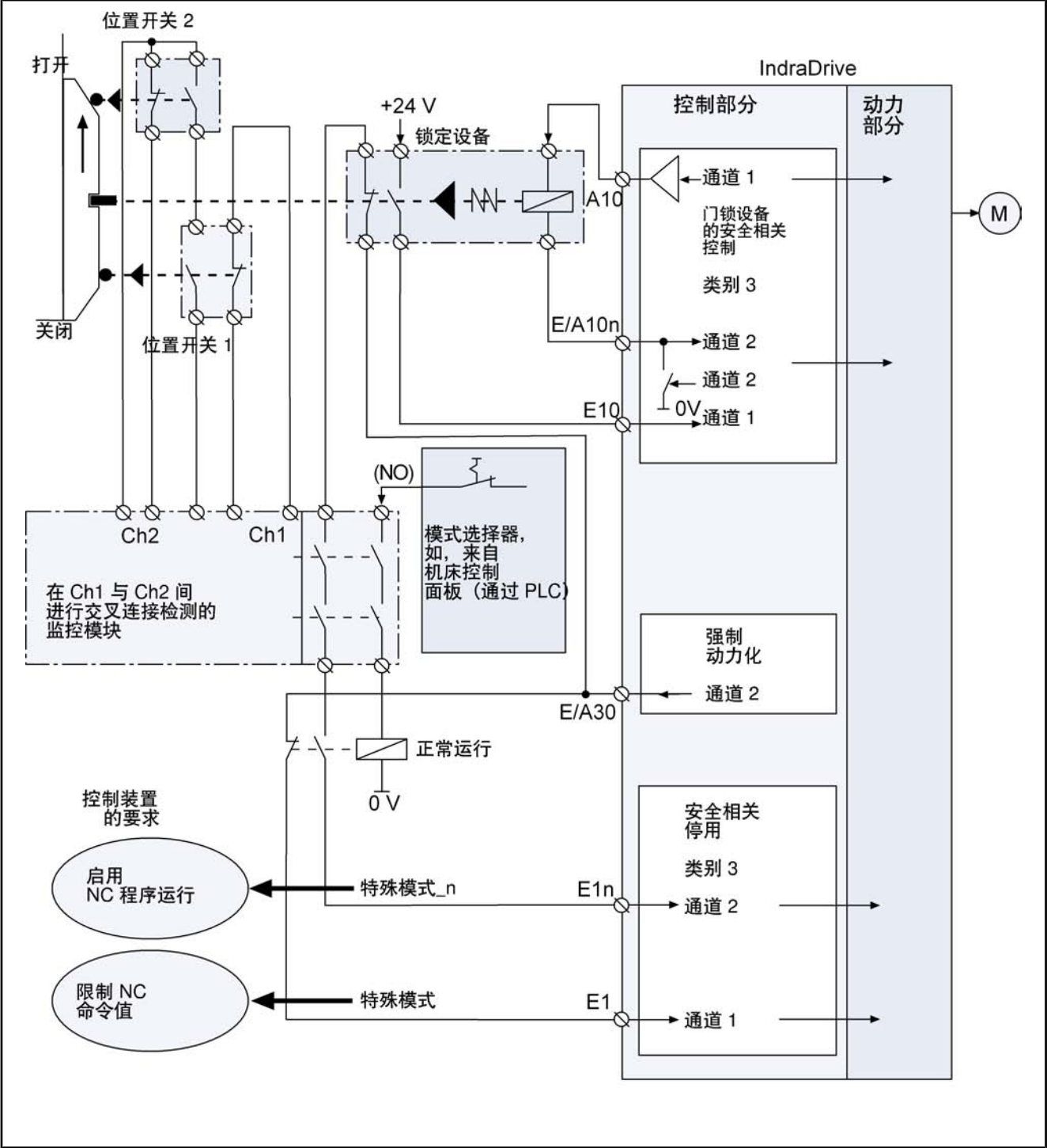


插图 7-2: 单通道模式选择器兼有通过锁门装置对安全门进行位置监控的功能

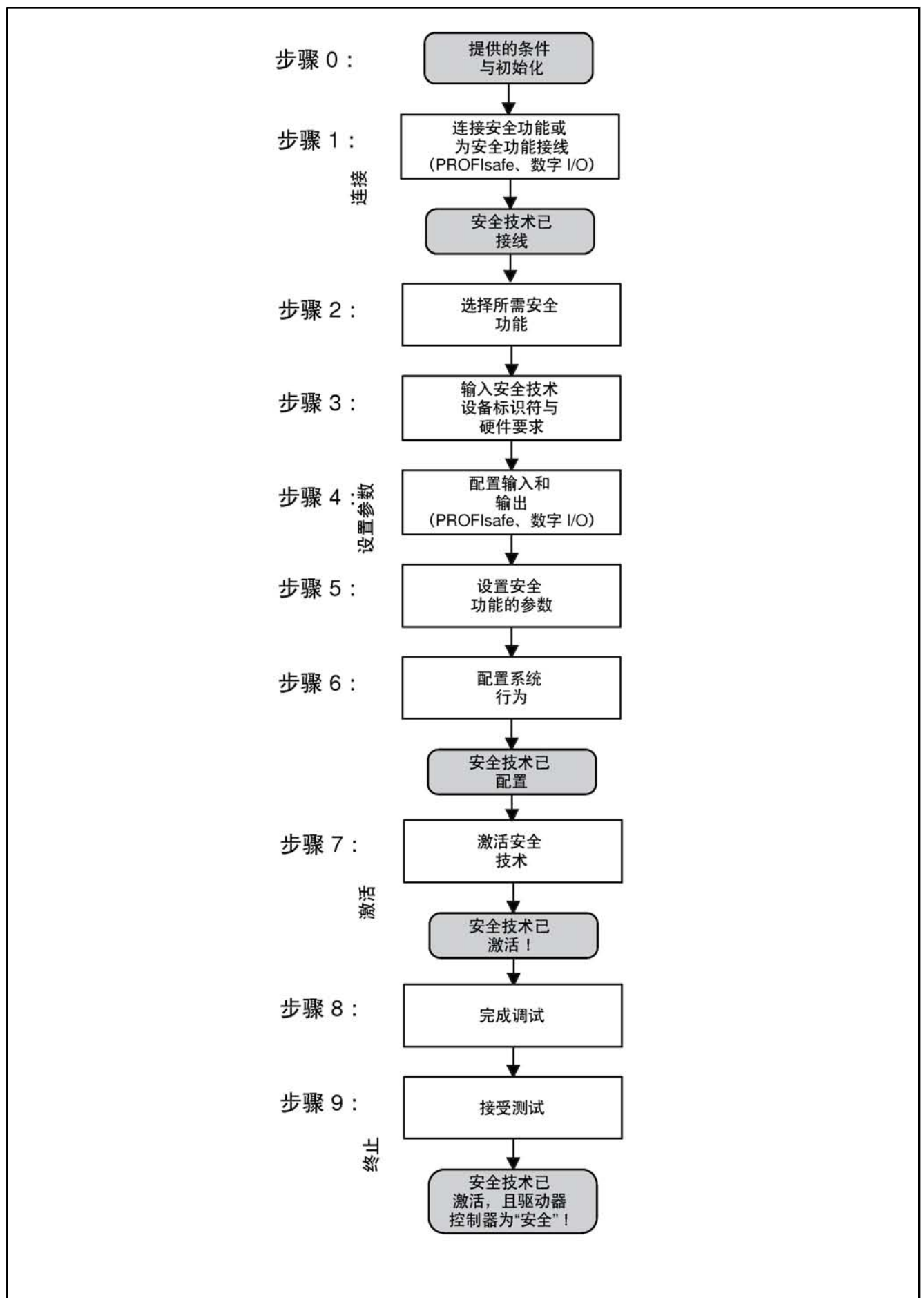


插图 7-3: 双通道模式选择器兼有通过锁门装置对安全门进行位置监控的功能

7.3 三个位置的使能控制

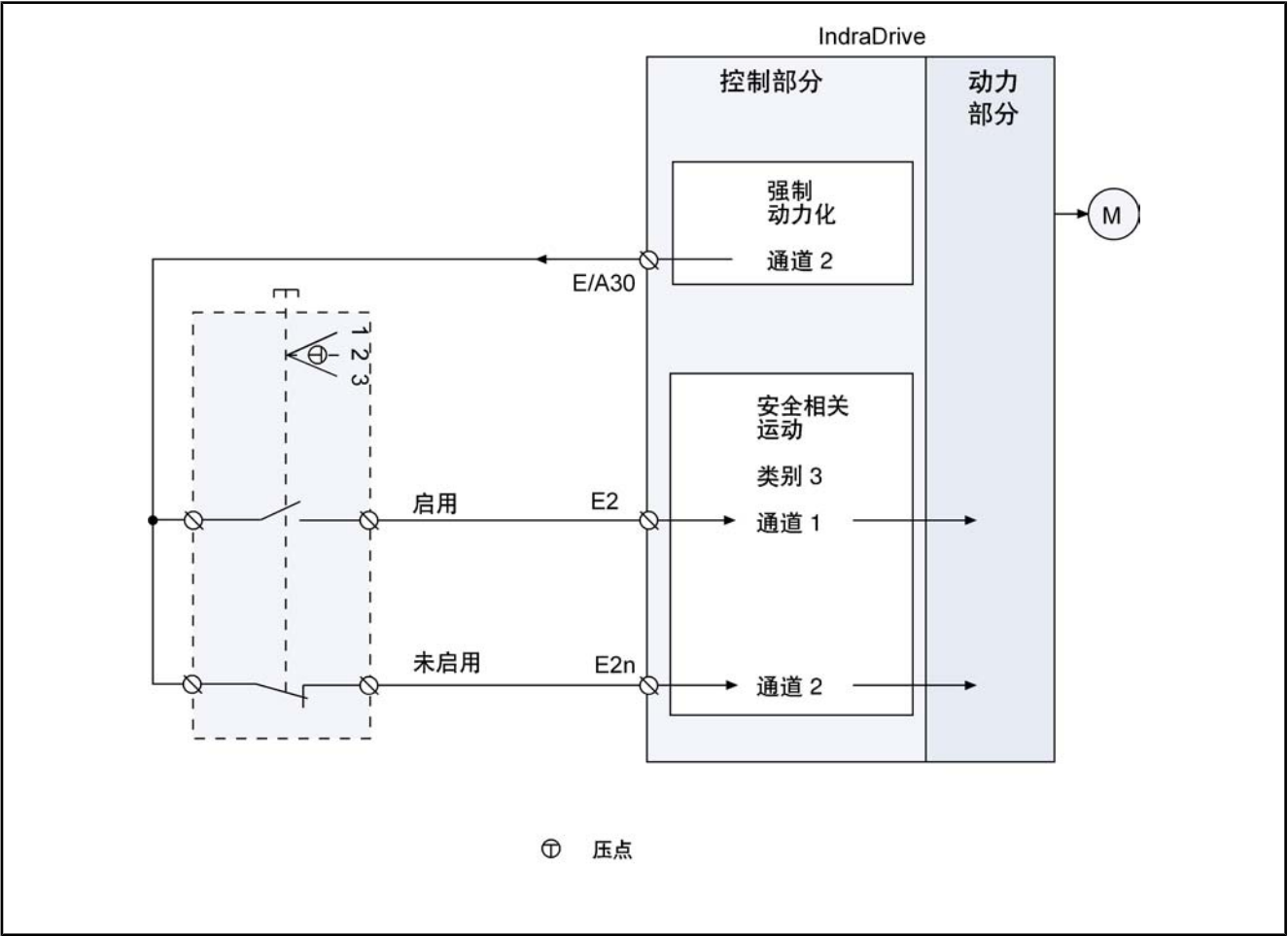


插图 7-4: 三个位置的使能控制

7.4 止动控制设备（安全相关的止动按钮）

根据 EN 954-1，控制设备必须符合类别 3。如果无法达到此类别，则此功能必须与使能控制结合起来。



根据 EN 12417“Machine tools - Safety - Machining centres”中第 14.1.1 段表 2，可能启动安全相关的监控运动的控制设备包括：

- 单通道止动按钮（+/- 方向）与双通道使能控制器相结合。使能控制器根据 EN 954-1 的类别 3 进行控制。
- 单通道预选开关（+/- 方向）与双通道使能控制器相结合。使能控制器同时也是止动按钮。使能控制器根据 EN 954-1 的类别 3 进行控制。
- 双通道止动按钮（+/- 方向）。止动控制器根据 EN 954-1 的类别 3 进行控制。

7.5 危险区中的临时检查或目视检查

例如，如果在特殊模式中选择“安全相关的运行停止”，则可在加工区/危险区中执行工件检查。

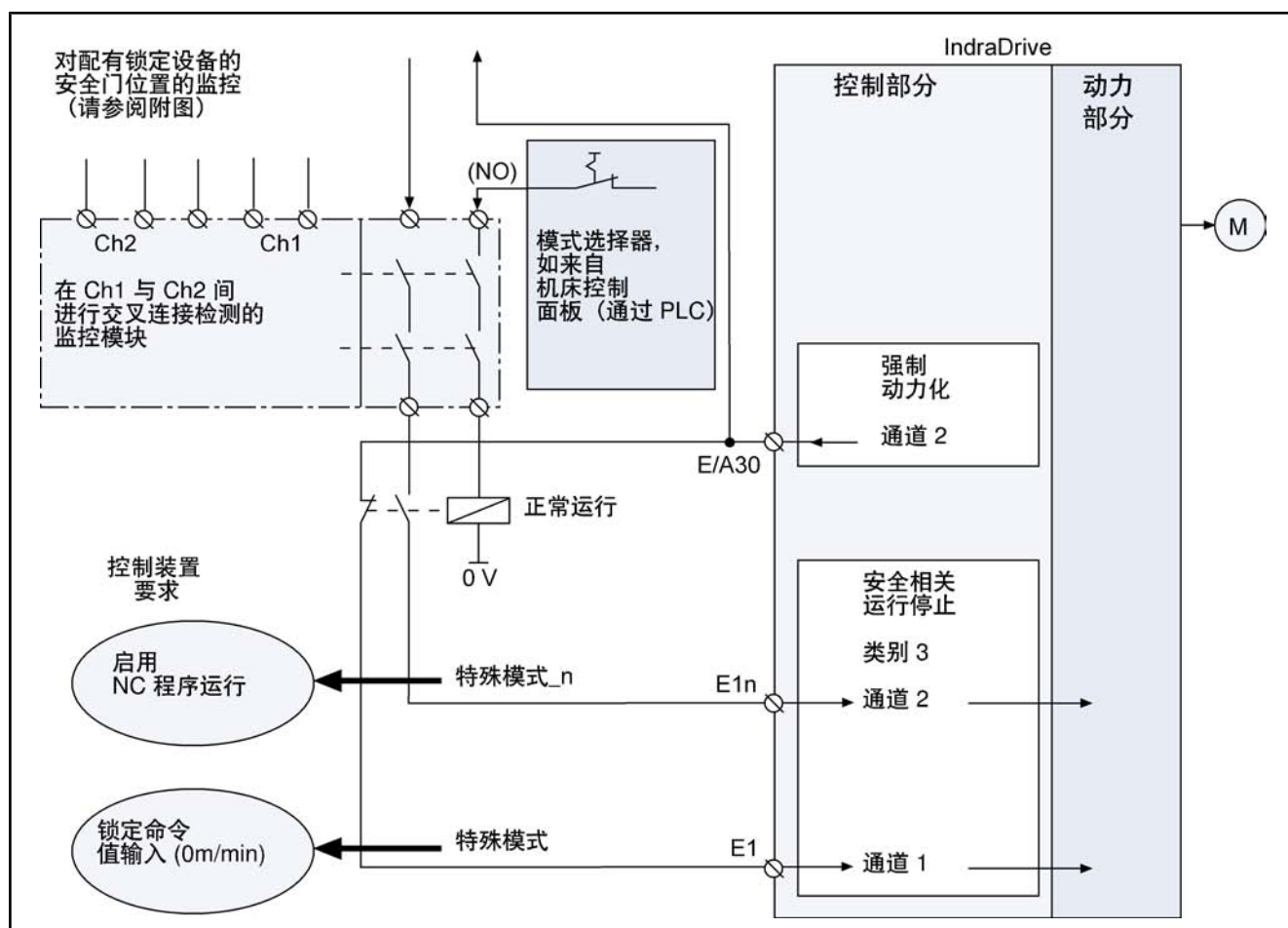


插图 7-5: 安全相关的运行停止；监控驱动器是否静止不动

在特殊模式中，可通过启动使能控制（选择安全相关的减速）和使用移动命令来进行移动，从而在加工区/危险区中进行目视检查。

应用示例

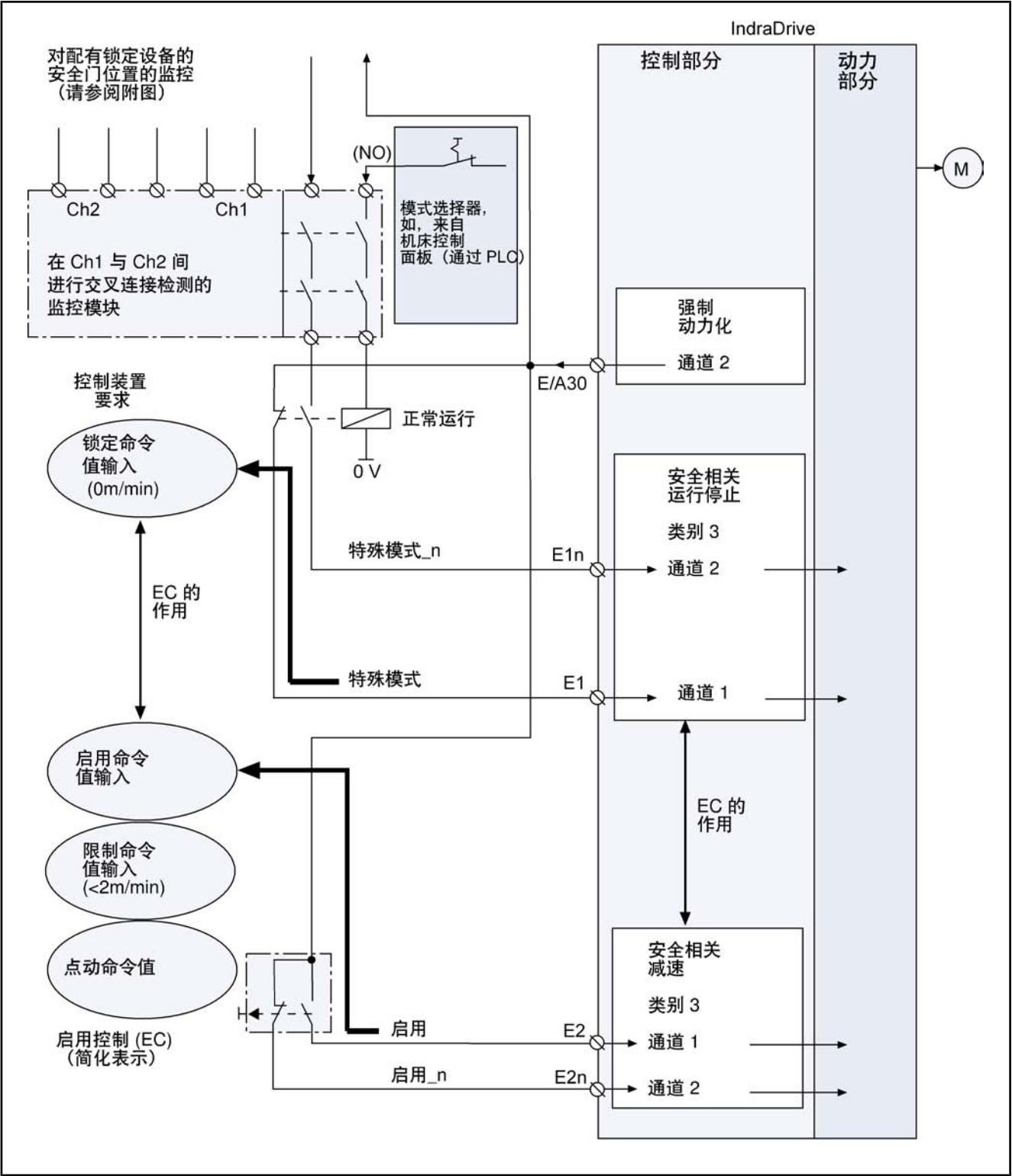


插图 7-6: 安全相关的运行停止/安全相关的减速; 监控驱动器是否停止/移动

7.6 驱动器未施加扭矩/力时的运行

例如, 如果要手动更换刀具, 则必须激活功能“驱动器互锁”(除了模式选择器和使能控制器外, 还要分开开关); 这样, 才有可能使用刀具主轴手动移动基轴。

电机的电源要以安全相关的方式断开。此时，应该没有静止监控器处于活动状态。无法通过启动使能控制器来禁用驱动器互锁。

应用示例

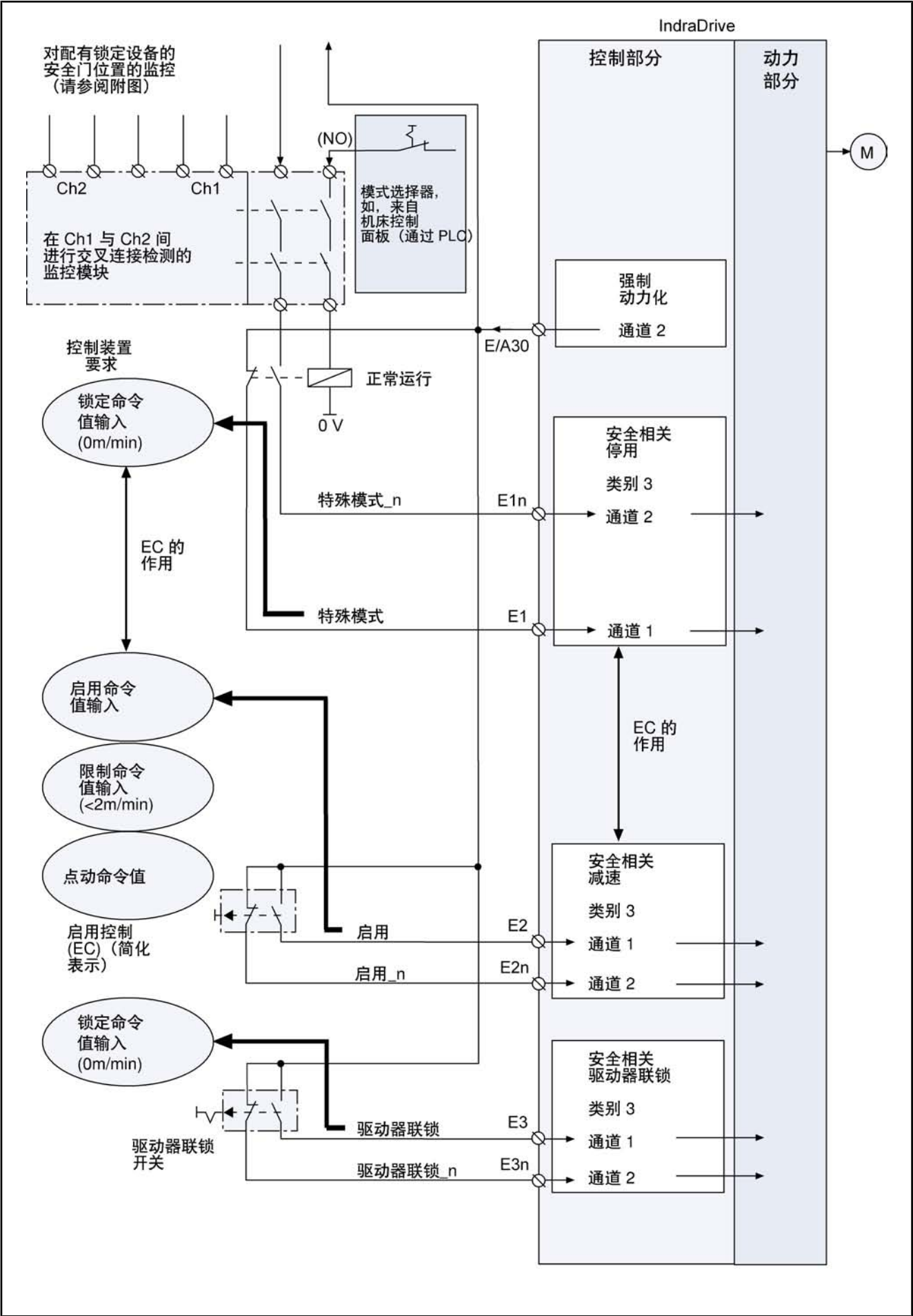


插图 7-7: 安全相关的驱动器互锁；驱动器电源被中断

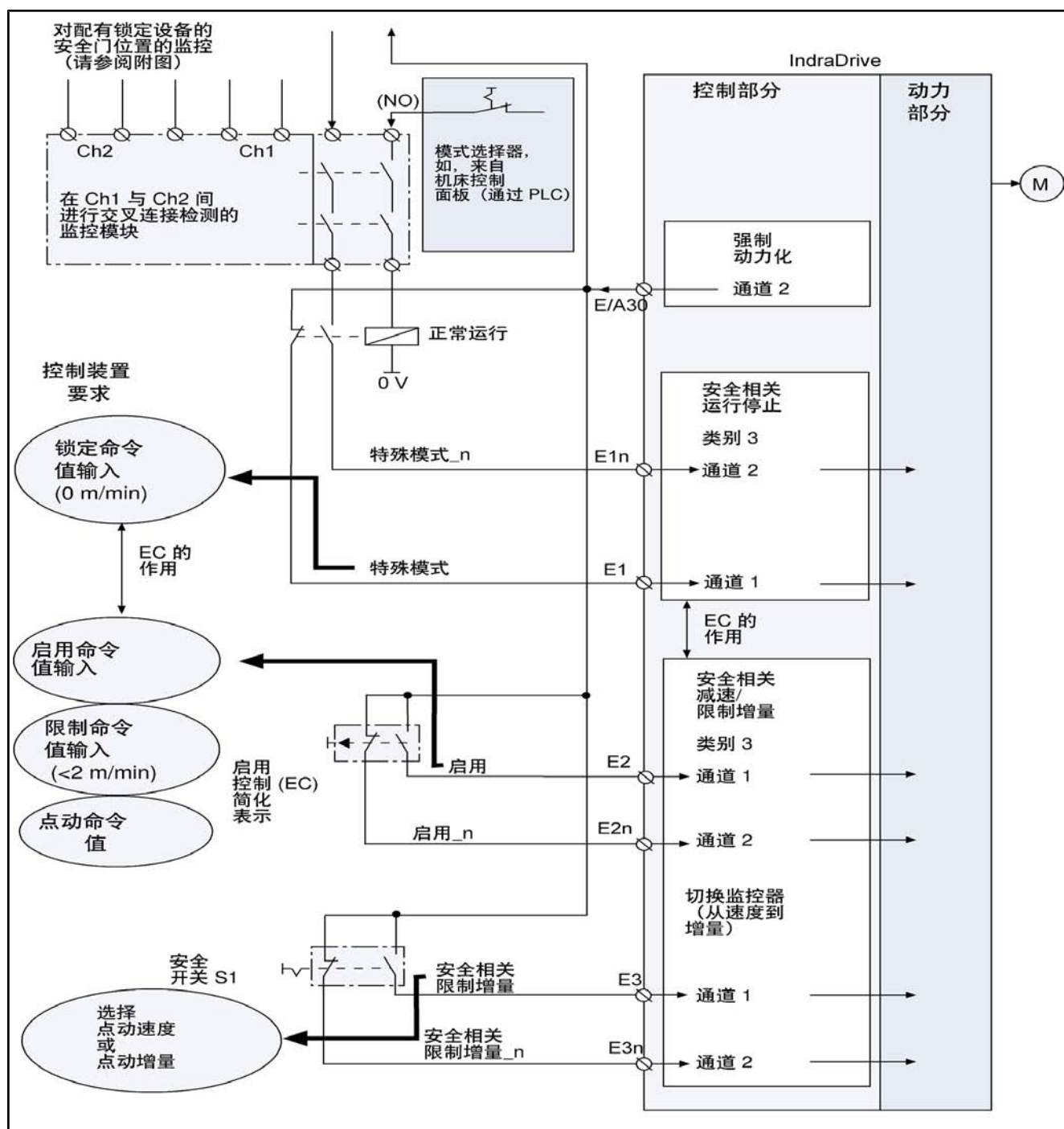


插图 7-8: “安全相关的减速”或“安全相关的限制增量”; 监控驱动器的速度/静止状态或增量/静止状态

应用示例

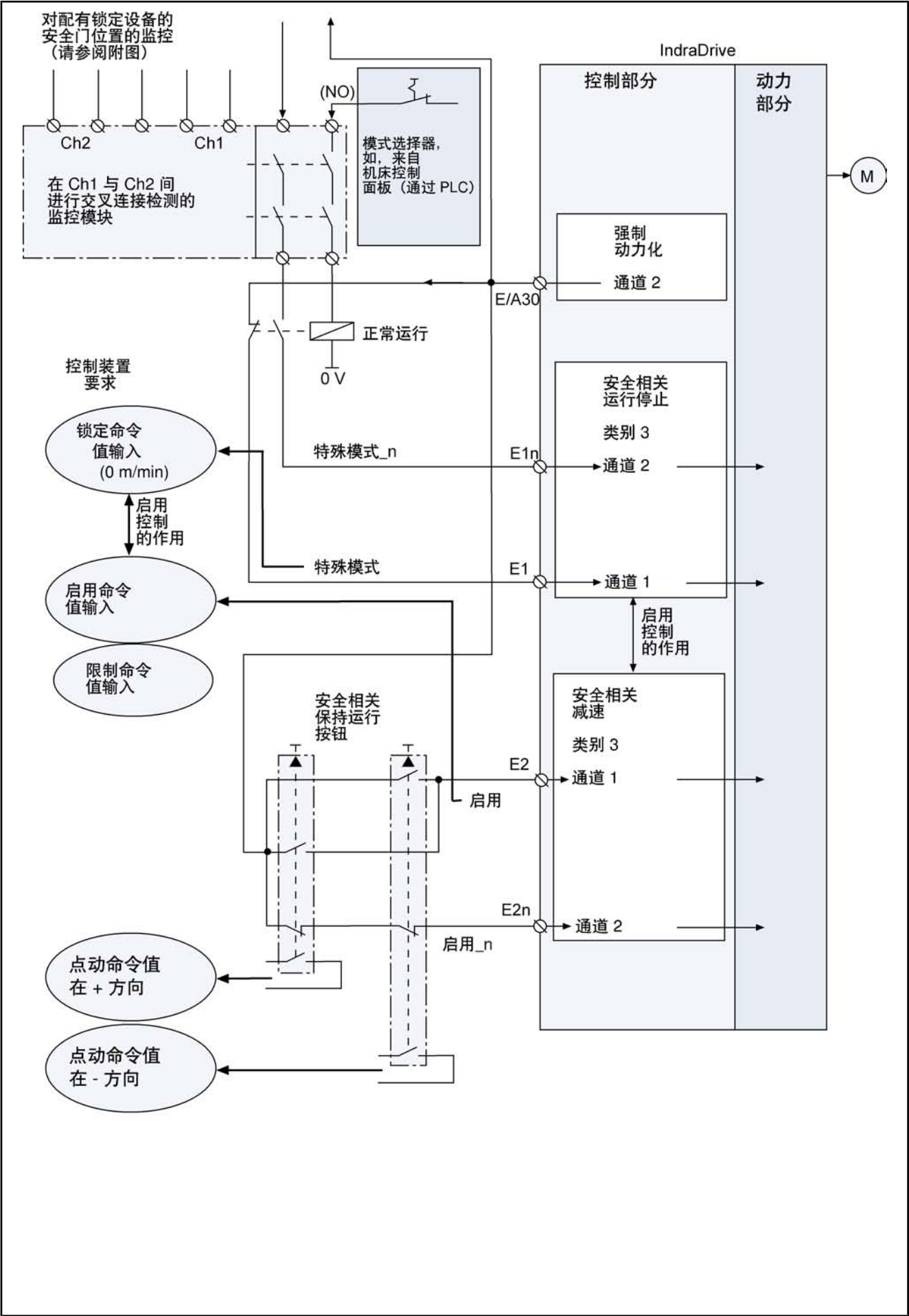


插图 7-9: 止动控制设备 (安全相关的止动按钮)



有关安全相关的止动按钮的信息，请参阅“[止动控制设备（安全相关的止动按钮）](#)”。

7.7 不同危险区的驱动器组

下图显示一个机床的两个加工区。每个加工区构成一个单独的危险区。

图示的运行状态如下：

- 危险区 A 正常运行，使用驱动器 A1、A2 和 A3。检修门已关闭。
- 危险区 B 处于特殊模式，有一个安全门打开了，使用驱动器 B1、B2 和 B3。有一个人正在危险区中进行设置工作或插入工作。

通过属于相应危险区的驱动器的诊断主机来启用或锁定锁门装置。从正常运行切换到特殊模式时，可通过双向连接 E/A20 查询相应危险区中的所有驱动器。

操作人员现在可以使用使能控制器（图中未显示）来移动危险区 B 中的驱动器。

应用示例

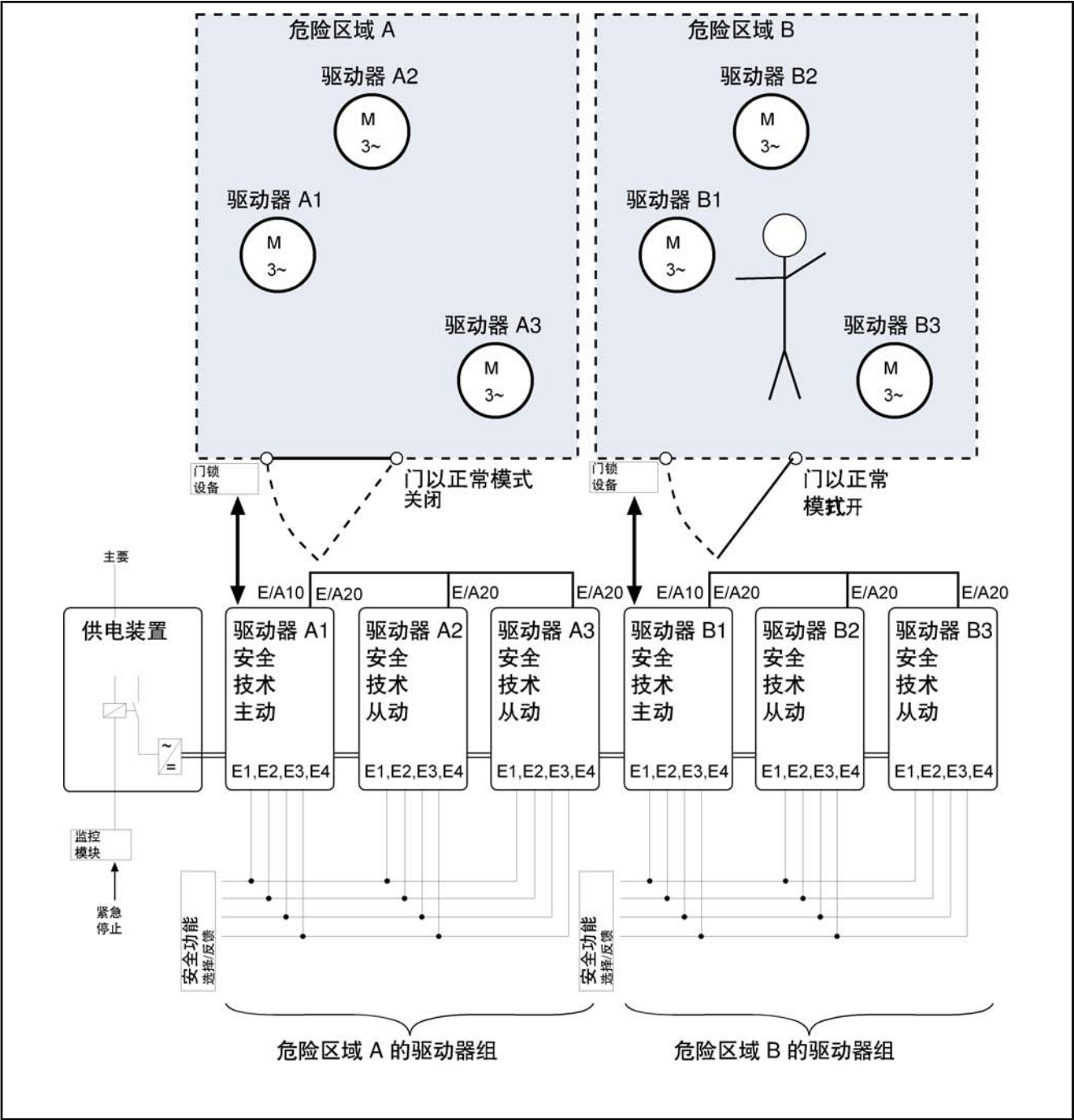


插图 7-10: 不同危险区的驱动器组

7.8 几个安全门的锁门装置的安全相关控制

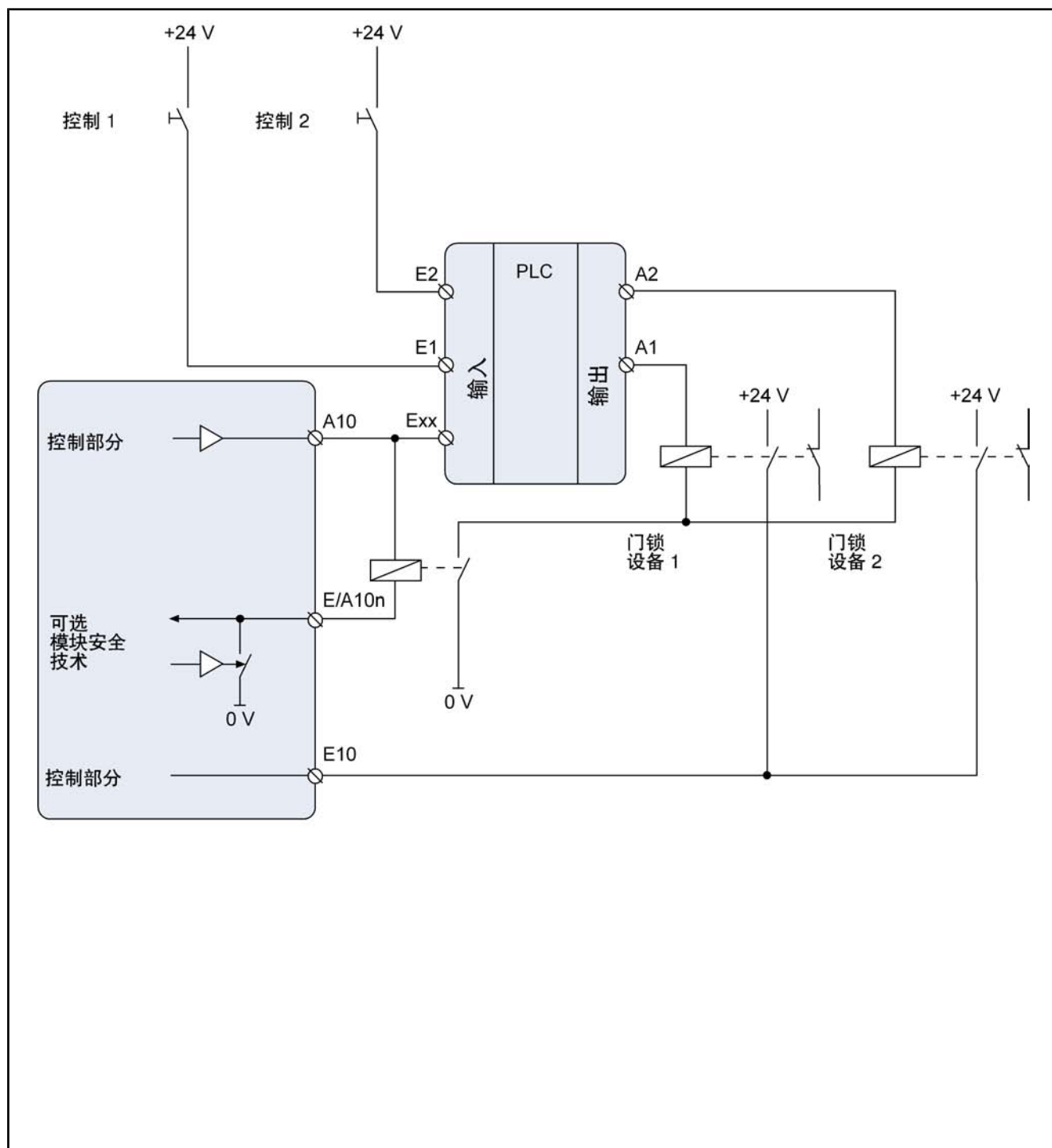


插图 7-11: 两个安全门的锁门装置的安全相关控制，可通过标准 PLC 进行选择

8 调试安全技术

8.1 简介

集成安全技术是一种双通道系统，其中第二个处理器会不断执行监控功能。处理器处理编码器、机械系统和电源系统的已知系统数据，然后将它们存储在系统/参数内存中。安全技术调试完成之后不允许再更改这些数据。更改会被检测出来，并用错误/警告来进行确认。系统被更改之后，必须对安全技术进行再次调试。

所有直接安全技术参数的特征都是需要两次输入，可通过由具有两个相等值的列表写入单个参数的方式来实现这一点。表格为双倍大小，同一表格加上副本。这样可对数据执行验证测试，也可使用 SERCOS 监控器进行输入。

所有安全技术参数必须由用户指定的密码来进行写保护。指定密码的同时激活了安全技术。



要调试安全技术，您应该始终使用相应固件版本的最新版本。

也可以参考相应制造商检测到和已解决问题的信息，并且要验证它们与机床应用的相关性。

有关制造商的信息，请参阅 www.boschrexroth.com 下的驱动器信息门户。

8.2 使用集成安全技术的先决条件

8.2.1 概述

IndraDrive 系统（轴/主轴/辊）由组件控制部分、电源部分和电机组成。

IndraDrive 利用硬件和软件的交互作用，提供了“集成安全技术”。

8.2.2 所需要的驱动器固件

驱动器集成安全技术是只能通过硬件方式扩展的功能，**不需要**启用任何附加的功能固件包。

从固件版本 MPx02VRS 开始，可使用采用 I/O 的集成安全功能（可选模块“S1”）和“安全相关的起锁定”功能（可选模块“L1”）。

从固件版本 MPx03VRS 开始，可使用 PROFI-safe。

另请参阅固件的功能描述“固件类型”

8.2.3 所需要的控制部分配置

概述

要使用 Rexroth IndraDrive 控制器的集成安全技术，驱动器控制器必须配置/安装相应的可选安全技术模块。

安全相关的起点锁定

使用“安全相关的起点锁定”功能需要可选安全技术模块“起点锁定”（“L1”）。可以配置可选模块“起点锁定”的以下控制部分：

- 单轴 BASIC UNIVERSAL (CSB01.1C)
- 单轴 BASIC SERCOS (CSB01.1N-SE)
- 单轴 BASIC PROFIBUS (CSB01.1N-PB)
- 单轴 BASIC Analog (CSB01.1N-AN)
- 单轴 ADVANCED (CSH01.1C 和 CSH01.2C)
- 双轴 BASIC UNIVERSAL (CDB01.1C)



有关可选安全技术模块“L1”的脚分配和技术数据，请参阅 项目规划手册 的控制部分或附录：[X41](#)，[连接点起动锁定 L1](#)。

安全技术 I/O

如果以下控制部分（“S1”）已配置可选安全技术模块，则它们可通过 I/O 使用集成安全功能：

- 单轴 ADVANCED (CSH01.1C 和 CSH01.2C)
- 双轴 BASIC UNIVERSAL (CDB01.1C)



使用集成安全技术需要**每个轴**有一个“安全技术 I/O”（“S1”）可选模块与固件组件结合。
有关可选安全技术模块“S1”的脚分配和技术数据，请参阅 项目规划手册的控制部分 或附录：[X41](#)，[连接点安全技术 S1](#)。

PROFIsafe

如果以下控制部分已配置可选安全技术模块（“S1”）和主通信 PROFIBUS（“PB”），则它们可通过 PROFIBUS (PROFIsafe) 使用集成安全功能：

- 单轴 ADVANCED (CSH01.1C-PB 和 CSH01.2C-PB)
- 双轴 BASIC UNIVERSAL (CDB01.1C-PB)

另请参阅“项目规划手册的控制部分”



使用集成安全技术需要**每个轴**有一个“安全技术 I/O”（“S1”）可选模块，再与固件组件和主通信模块 PROFIBUS（“PB”）组合。
有关脚指定和技术数据，请参阅“项目规划手册的控制部分”或附录[“X41，连接点安全技术 S1”](#)。



从固件版本 MPx03VRS 开始，可使用 PROFIsafe。

8.2.4 所需要的电源部分

IndraDrive 系统的所有电源部分都设计用于使用集成安全技术。

8.2.5 所需要的电机和测量系统

所有 Rexroth 电机都基本上设计用于使用集成安全技术；**决定性**因子是所用的**电机编码器类型**。

允许的和未经许可的编码器类型：

允许的编码器类型

使用可选安全技术模块“S1”时，可使用以下编码器类型：

- 使用 1 Vpp 信号的编码器（如 EnDat、HIPERFACE...）可用于集成安全技术。
- 编码器接口支持的分解器可用于集成安全技术。



请注意，编码器也可由相应的编码器选项（EN1、EN2、ENS）来评估（请参阅“项目规划手册的控制部分”）。
使用可选安全技术模块“S1”时，**始终**会评估位于可选插槽 **X4** 的编码器（X4.1 和 X4.2 用于双轴设备）的安全功能。

支持以下编码器类型（取决于所用固件版本）：

		编码器类型 (P-0-0074 , P-0-0075)									
		1	2	3	4	6	8	10	14	15	16
MPx02	从 V06 开始	x	x	x	-	-	x	-	x	-	-
	从 V11 开始	x	x	x	x	-	x	x	x	-	-
	从 V14 开始	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-
MPx03	从 V04 开始	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-
	从 V28 开始	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x
MPx04	从 V02 开始	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-
	从 V22 开始	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
MPx05	从 V02 开始	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-
	从 V08 开始	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

插图 8-1: 允许的编码器类型取决于所用固件版本

未经许可的编码器系统 使用可选安全技术模块“S1”时，不可使用以下编码器类型：

- 带 TTL 接口的编码器不可用于集成安全技术。
- 只有串行接口的编码器不可用于集成安全技术。

允许的电机保持制动 当安全功能“安全相关的制动保持系统”与集成的电机保持制动一起使用时，仅允许使用放电摩擦面制动器。

8.2.6 所需要的调试工具

要调试安全技术，需要以下工具之一：

- 任何可显示和修改参数的调试工具
- 带安全技术向导的调试软件 IndraWorks

8.3 调试“安全相关的起点锁定”功能 (可选的安全技术模块“L1”)

8.3.1 概览

可使用调试软件 IndraWorks 中的“起点锁定”(Starting Lockout) 对话框或手动方式优先调试“安全相关的起点锁定”功能。



以下调试步骤描述了通过使用“起点锁定”(Starting Lockout) 对话框的调试过程。对于使用不同调试工具进行的调试，列出了必须设置的对应参数：



由于意外轴运动而造成的致命伤害和/或财产损失！

⇒ 如果使用安全功能“安全相关的起点锁定”预期到有外力影响以及对人员或机床有危险，例如由垂直轴的负载重量所产生的影响，则必须采取其它措施来安全地阻止此运动，例如通过机械制动或重量补偿。

⇒ 在这种情况下，必须考虑应用中出现过的所有运行情况，包括电源故障和熔断的保险丝。

⇒ 在对人员有危险的情况下，Bosch Rexroth 建议使用 Rexroth 安全相关的制动保持系统。

调试安全技术

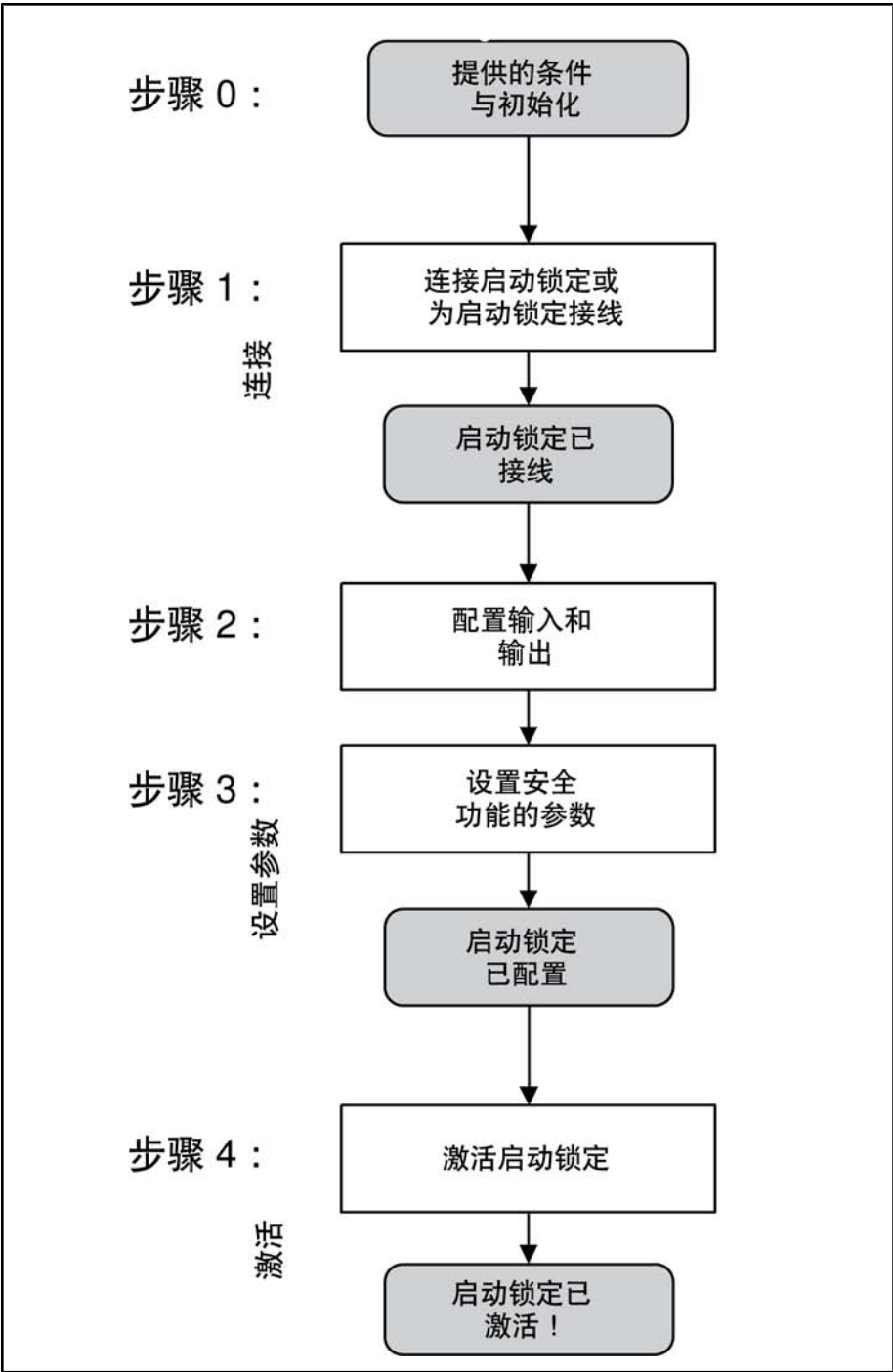


插图 8-2: 概览 - 起点锁定的调试步骤

8.3.2 调试步骤

步骤 0 : 出厂和初始化状态 起点锁定始终处于激活状态，它不能被取消激活。在出厂状态下，以下默认参数设置处于激活状态：

- 选择配置：N/C - N/O 组合
- 强制动态化的时间间隔：8 小时

完成引导过程之后，驱动系统处于“起点锁定”运行状态，即已通过两个通道关闭了输出阶段。可以确认或不确认安全性，具体取决于所做的选择。

步骤 1：连接起点锁定或布线起点锁定

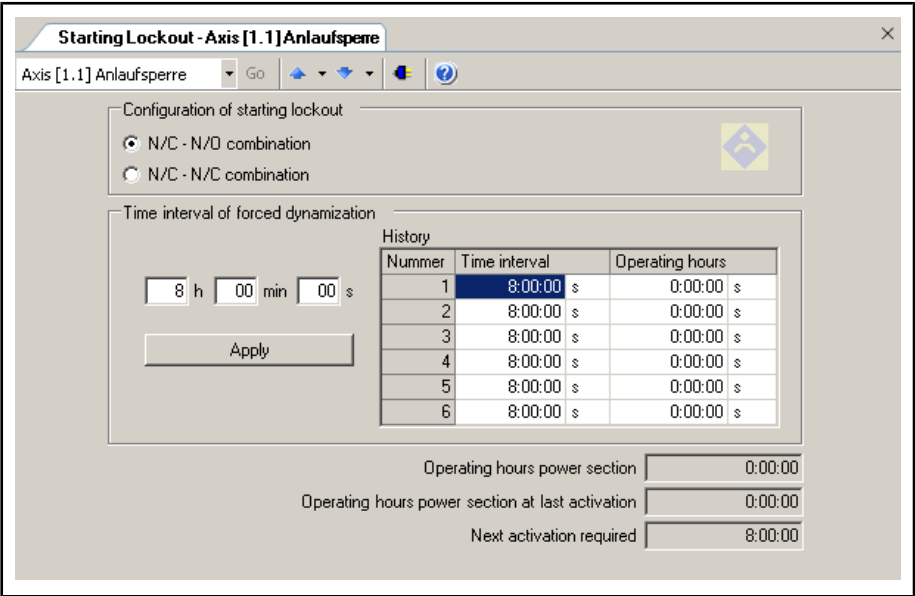
当驱动器由运行模式切换到参数模式时，会保留起点锁定功能，即根据所做的选择，起点锁定可处于激活或不激活状态。

连接起点锁定或布线起点锁定取决于在驱动器上进行选择和执行确认的可能性：

- 通过 N/C - N/O 组合进行选择：
 - 连接 N/C：ASn (X41/2)
 - 连接 N/O：AS-B (X41/3)
 - 将未分配的输入 AS-A (X41/1) 连接到 0 V
- 使用两个 N/C 触点进行选择：
 - 连接 N/C：ASn (X41/2)
 - 连接 N/C：AS-A (X41/1)
 - 将未分配的输入 AS-B (X41/3) 连接到 0 V
- 确认：请参阅“安全相关的起点锁定 (“AS”) ”和“项目规划手册的控制部分”

步骤 2：配置输入和输出

仅可配置起点锁定的输入。可在 IndraWorks 的“安全技术/起点锁定 (Safety Technology/Starting Lockout)”窗口配置输入参数。



图名 DB000086
插图 8-3: IndraWorks 的“起点锁定”(Starting Lockout) 对话框

启动参数设置之前，将驱动器切换到参数模式（第 2 阶段）。在 IndraWorks“起点锁定”(Starting Lockout) 对话框的“起点锁定的配置”(Configuration of starting lockout) 部分，可参数化选择；只能使用 N/C-N/O 或 N/C-N/C 组合（“P-0-0101，配置起点锁定选择器”）。

步骤 3：参数化安全功能

在 IndraWorks“起点锁定”(Starting lockout) 对话框的“强制动态化的时间间隔”(Time interval of forced dynamization of the IndraWorks) 部分，可输入驱动器控制器处于激活状态时起点锁定必须激活的时间间隔（“P-0-0103，强制动态化的时间间隔”）。按下“应用”(Apply) 按钮激活设置的时间。

步骤 4：激活/取消激活起点锁定



选择起点锁定之前，通过输入命令值的方式关闭驱动器系统，然后复位驱动器使能。不存在由驱动器控制的停止过程！

切换到运行模式时，起点锁定会自动激活（第 4 阶段）。无法将它取消激活。更改参数设置会立即生效。

8.4 调试安全技术 I/O (可选安全技术模块“S1”)

8.4.1 概览

可使用 IndraWorks 调试软件中的安全技术向导或手动方式优先调试安全技术。



以下调试步骤描述了使用基于 IndraWorks MLD 05V04 的安全技术向导的调试过程。对于使用不同调试工具进行的调试，列出了必须设置的对应参数：



要调试安全技术，您应该始终使用相应固件版本的最新版本。
也可以参考相应制造商检测到和已解决问题的信息，并且要验证它们与机床应用的相关性。
有关制造商的信息，请参阅 www.boschrexroth.com 下的驱动器信息门户。

使用安全功能时，务必遵守以下警告：



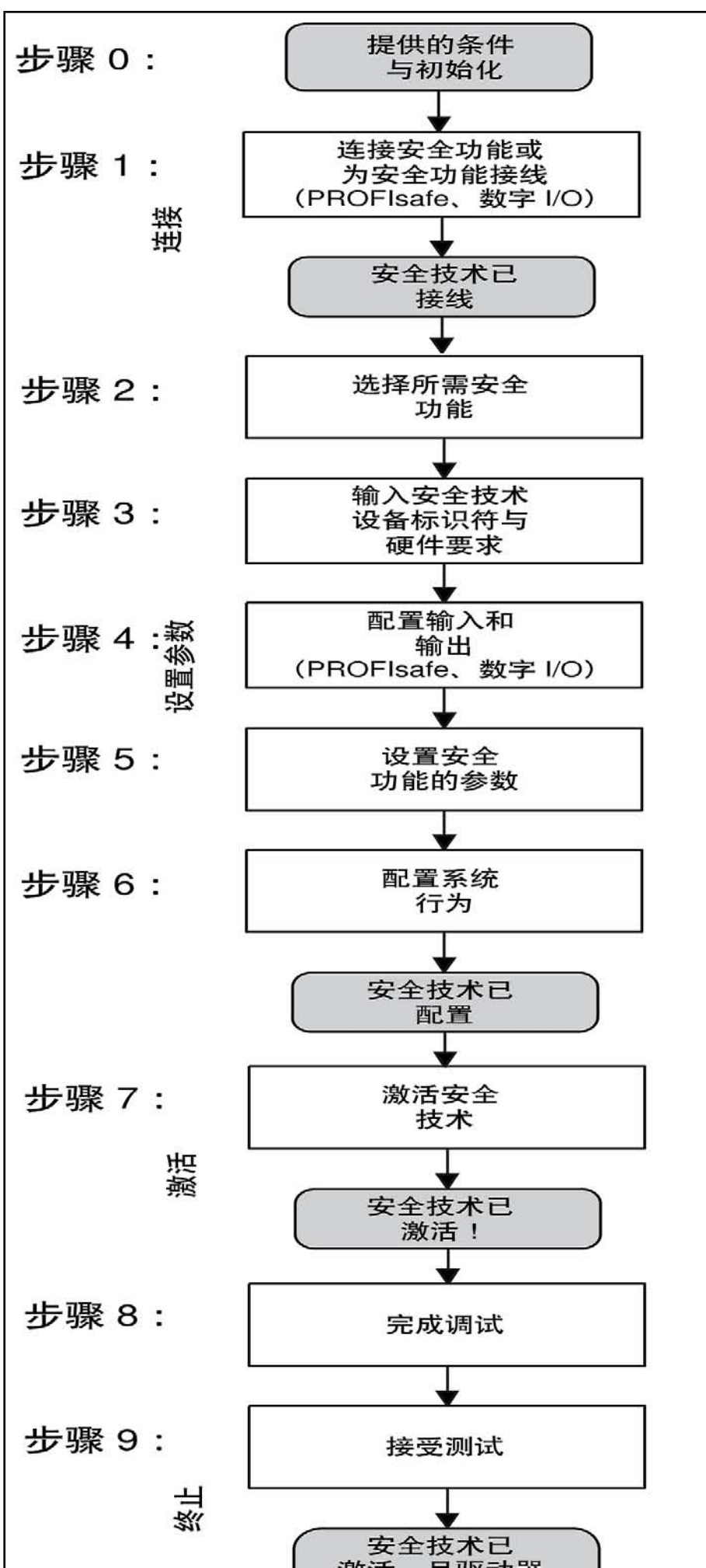
由于意外轴运动而造成的致命伤害和/或财产损失！

- ⇒ 如果使用安全功能预期到有外力影响以及对人员或机床有危险，例如由垂直轴的负载重量所产生的影响，则必须采取其它措施来安全地阻止此运动，例如采用机械制动或重量补偿。
- ⇒ 在这种情况下，必须考虑应用中出现过的所有运行情况，包括电源故障和熔断的保险丝。
- ⇒ 在对人员有危险的情况下，Bosch Rexroth 建议使用 Rexroth 安全相关的制动保持系统。



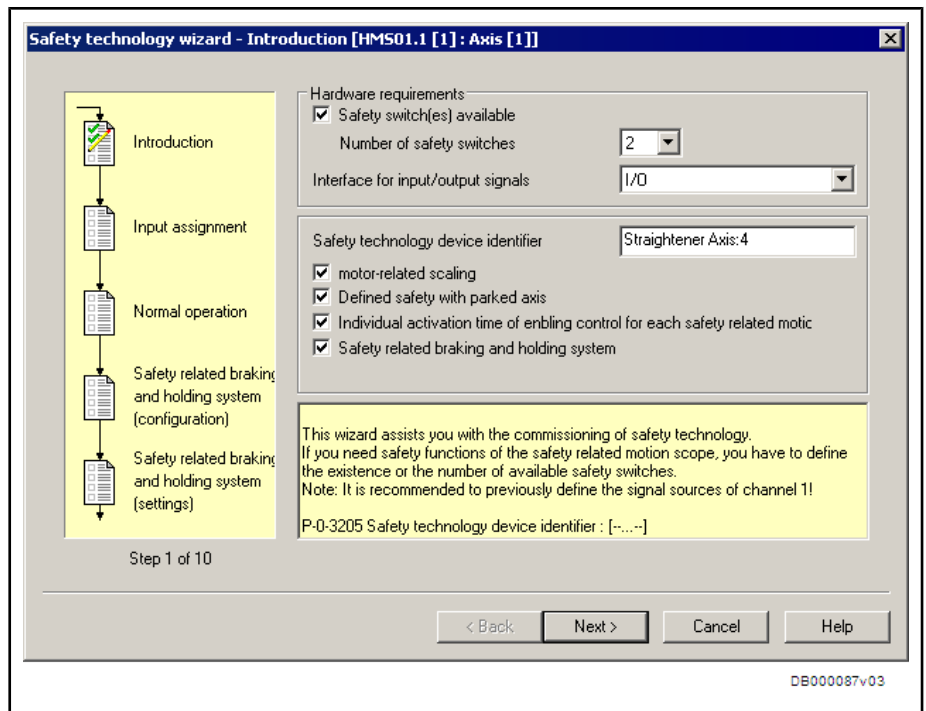
由于偏离静止位置而造成的伤害和/或物料损失！

- ⇒ 对存在外力影响的轴使用安全相关的运行停止或安全相关的减速时，会出现错误情况（例如电源故障，控制器故障），此时驱动器控制器便不再能够使轴保持在正确位置。在出现错误的情况下，必须通过其它措施（例如采用机械制动）使轴保持在正确位置。
- ⇒ 在出现错误到触发保持设备期间，轴会运动。评估安装风险时必须考虑这一点。
- ⇒ 在对人员有危险的情况下，Bosch Rexroth 建议使用 Rexroth 安全相关的制动保持系统。



8.4.2 调试步骤

步骤 0：出厂和初始化状态	在出厂状态下，安全技术尚未激活；“P-0'-3207，安全技术密码级别”的状态为零。可对驱动器进行“正常”调试。
步骤 1：连接安全功能或布线安全功能	 使用安全功能“安全相关的制动保持系统”时，将冗余保持制动设置为设置模式（“P-0-3300，冗余保持制动：配置”），以便对驱动器进行“正常”调试。
	如果安全技术未激活，系统参数无效，因而不会进行任何验证测试和执行数据比较。安全参数被设置为默认值，并禁用了写保护。输入“INDRASAVE”作为“P-0-3206，安全技术密码”中的默认密码。在这种情况下，可以从参数文件预加载安全参数（当复制了驱动器配置时）。 完成引导过程之后，驱动系统处于“安全相关的静止”运行状态，即已通过两个通道关闭了输出阶段。 当驱动器由运行模式切换到参数模式时，系统也会自动转到安全相关的静止状态。
	 当驱动器（再次）切换到运行模式时，可进行系统初始化，并对编码器的重复设置进行评估。只有在运行模式下，才可以对安全技术选择输入进行评估，如果需要，驱动器将切换到另一种运行状态！
	连接安全功能或布线安全功能取决于进行选择和执行确认的可能性，也取决于设备的配置。这就是在应用程序示例中的 I/O 用符号命名为“E1”到“E4”、“E1n”到“E4n”、“A10”、“E10”、“E/A10n”、“E/A20”和“E/A30”，而没有遵循设备上终端名称的原因。 布线选项如下： • 使用驱动器数字 I/O 的通道 1 和通道 2（请参阅“安全技术 I/O”） • 使用标准主通信的通道 1 和使用驱动器数字 I/O 的通道 2（请参阅“与主通讯结合使用的安全技术 I/O”） • 使用 PROFIsafe 的通道 1 和通道 2（请参阅“PROFIsafe”）
	 使用需要“安全相关的回零步骤”（如“安全相关的限制绝对位置”）的安全技术功能需要有附加的硬件输入，可通过此输入读取附加的回零开关。回零开关必须连接到 X41 连接器的输入之一（“E1n”到“E4n”）。
	 使用安全功能“安全相关的制动保持系统”时，除了连接选择和确认信号以外，还必须连接 HAT 控制和诊断信号 T（“HAT-Steuer”、“HAT-Diagnose”）。
步骤 2：选择所需安全功能	请参阅“ 安全功能概览 ”

步骤 3：输入安全技术设备标识符和硬件要求

图名 DB000087

插图 8-5: IndraWorks 的安全技术向导 (注意：对话框的内容取决于所用固件/IndraWorks 版本)

- 将驱动器切换到参数模式
- 启动 IndraWorks 的安全技术向导
- 在对话框的“硬件要求”(Hardware requirements) 部分输入所用安全开关的数量 (安全技术向导的后续步骤需要此数值)。
- 在对话框的“接口”(Interface) 部分，选择使用哪个接口读取安全技术的输入和输出。

- I/O：使用 I/O 或 I/O 和主通信时

- PROFIsafe：使用 PROFIsafe 时 (从固件 MPx03 开始)

- 在“安全技术设备标识符”(Safety technology device identifier) 文本字段中输入安全技术已调试的设备的标识符 (例如机床类型、单元、轴/主轴的驱动器)。

在标识安全技术数据的备份时需要此设备标识符。对应的参数为“P-0-3205，安全技术设备标识符”。

- **从固件版本 MPx03 开始：**如果安全技术调试完成之后不得再更改定标，可勾选“电机相关定标”(Motor-related scaling) 复选框。例如，在参数模式下使用参数集切换 (加载换档切换) 或换档切换时。

对应的参数为“P-0-3210，安全技术配置”或“P-0-3210，安全技术控制字”。



使用“安全相关的回零步骤”功能时，不得激活“电机相关定标”！

- **从固件版本 MPx03 开始：**如果在选择了“停车轴”驱动器功能时驱动器需要确认安全，可勾选“通过停车轴定义的安全”(Defined safety with parked axis) 复选框。

对应的参数为“P-0-3210，安全技术配置”或“P-0-3210，安全技术控制字”。

调试安全技术



控制位会发出安全信号，而信号必须来源于对设备进行的风险分析。不得使用惯性时间较长的轴（砂轮、主轴、辊...）。

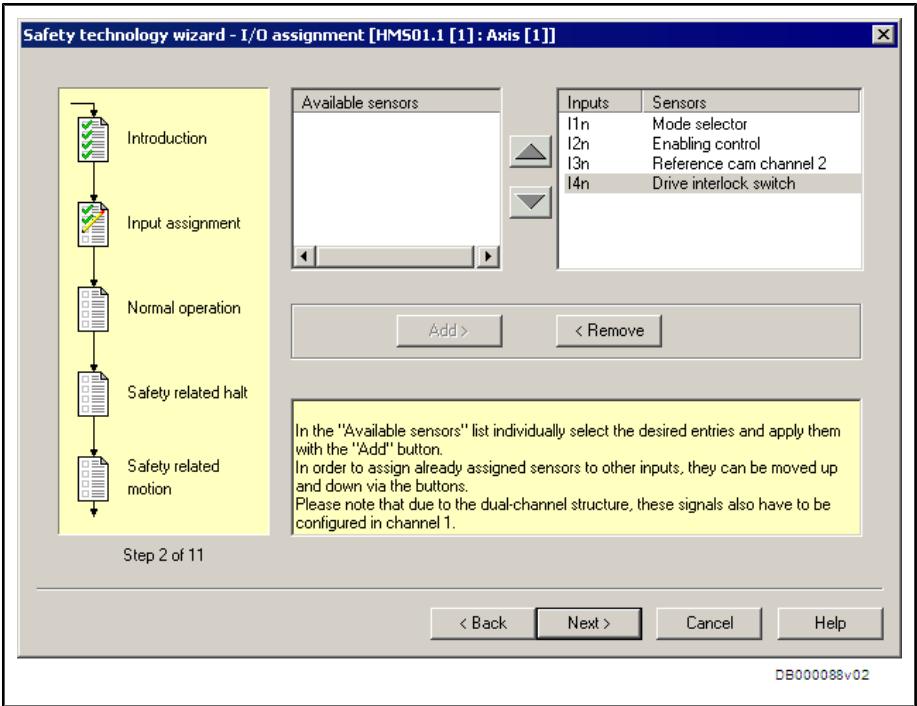
- **从固件版本 MPx05 开始：**如果要参数化每个特殊模式运动 (SBB1..4) 使能控制激活时间的单个监控，可勾选“每个安全相关的运动 (SBB) 使能控制的单个激活时间”(Individual activation time of enabling control for each safety related motion (SBB)) 复选框。如果没有勾选此复选框，所有特殊模式运动 (SBB1..4) 使能控制激活时间的公共监控将处于激活状态。
对应的参数为“P-0-3239，全局安全技术功能的配置”。
- **从固件版本 MPx05 开始：**可通过“安全相关的制动保持系统”(Safety related braking and holding system) 复选框激活此安全功能。（如果选中了安全功能“安全相关的制动保持系统”，以下对话框会自动做出相应调整。）
- **从固件版本 MPx05 开始：**当负载侧安装了与安全技术有关的编码器且要使用现有可切换的档位时，可勾选“档位独立于负载侧安全技术编码器”(Gear independence with load-side safety technology encoder) 复选框。如果未勾选此复选框，经过安全技术调试之后将不能再更改电机与负载之间的齿轮比。
对应的参数为“P-0-3210，安全技术配置”。

- 按“下一步”(Next) 按钮应用输入。

步骤 4：配置输入和输出

输入和输出有两个配置变型，取决于前一步骤中的接口设置（“I/O”或“PROFIsafe”）。

“I/O”接口：



图名 DB000088

插图 8-6: “接口”为“I/O”时的“I/O 分配”(I/O Assignment) 对话框

- 在“可用传感器”(Available sensors) 列表中高亮显示已使用的安全技术传感器，并使用“添加”(Add) 按钮将它们分配到通道 2 的输入中。如果需要，使用两个箭头键更改对输入的分配。

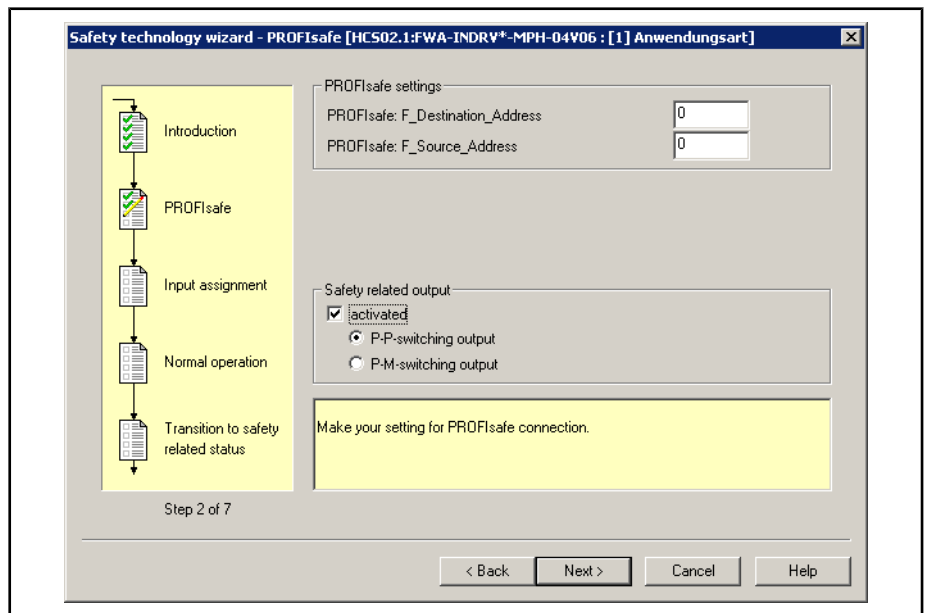
对应的参数为“P-0-3211，安全技术 I/O 配置列表，通道 2”或“P-0-3211，安全技术 I/O 控制字，通道 2”。



通道 1 的物理输入必须通过合适的参数设置单独确定 (请参阅“步骤 1 : 连接安全功能或布线安全功能”第 164 页) 。

- 按“下一步”(Next) 按钮应用输入。

“PROFIsafe”接口：

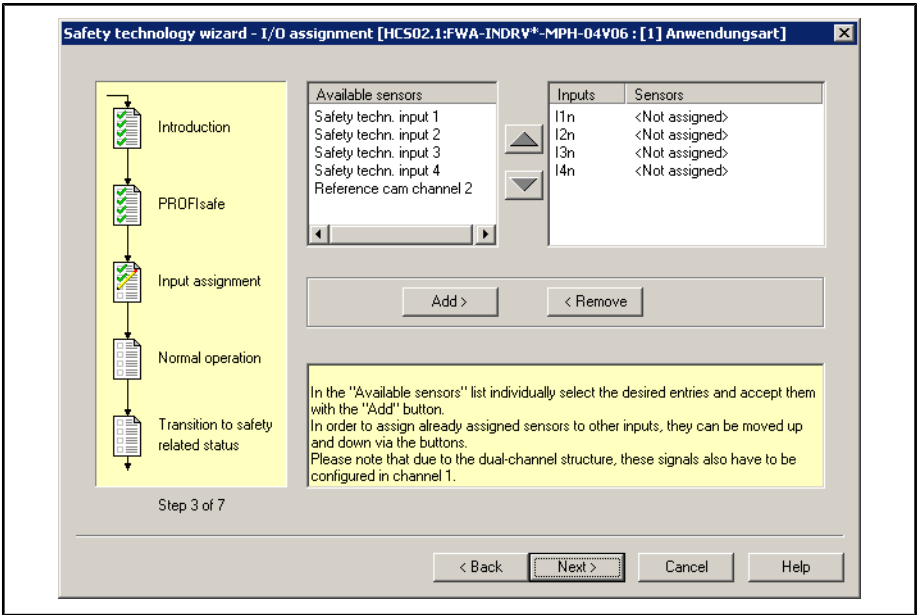


图名 DB000089

插图 8-7: “接口”为“PROFIsafe”时的“PROFIsafe”对话框 (注意 : 对话框的内容取决于所用固件/IndraWorks 版本)

- 在“PROFIsafe : F_Destination_Address”文本字段中输入安全相关的通信连接的目标地址 (F_Destination_Address)。
有关更多信息，请参阅“P-0-3290，PROFIsafe: F_Destination_Address”的说明。
- 在“PROFIsafe : F_Source_Address”文本字段中输入安全相关的通信连接的源地址 (F_Source_Address)。
有关更多信息，请参阅“P-0-3291，PROFIsafe : F_Source_Address”的说明。
- 从固件版本 MPx04 开始：**可在对话框的“安全相关的输出”(Safety related output) 部分激活安全相关的输出。可以选择加加切换输出或加减切换输出。
对应的参数为“P-0-3295，安全技术现场总线配置”。
- 按“下一步”(Next) 按钮应用输入。
- 通过重复输入确认更改过的安全技术参数。
每个应用到安全技术参数的输入都必须通过第二次输入来验证。在安全技术向导中，在对应的编辑字段中清除输入，然后用绿色高亮显示。为了便于重复输入，初始输入值显示在通知字段下方。
- 按“下一步”(Next) 按钮应用输入。

调试安全技术



图名 DB000091
插图 8-8: “接口”为“PROFIsafe”时的“I/O 分配”(I/O Assignment) 对话框

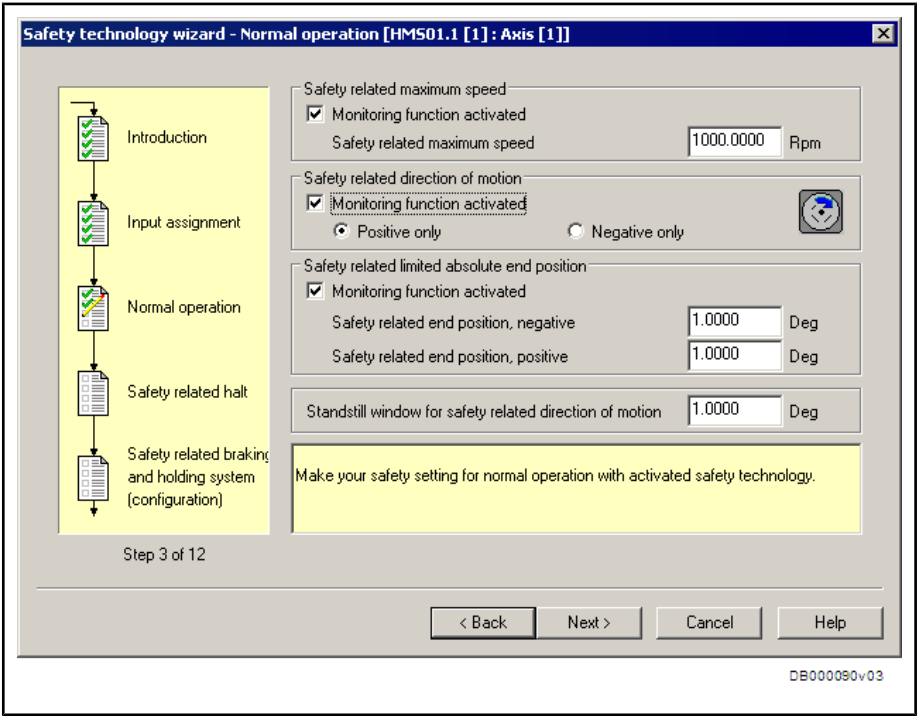
- 在“可用传感器”(Available sensors) 列表中高亮显示已使用的安全技术传感器，并使用“添加”(Add) 按钮将它们分配到通道 2 的输入中。如果需要，使用两个箭头键更改对输入的分配。

对应的参数为“P-0-3211，安全技术 I/O 配置列表，通道 2”或“P-0-3211，安全技术 I/O 控制字，通道 2”。

- 按“下一步”(Next) 按钮应用输入。

步骤 5：参数化安全功能

参数化正常运行



图名 DB000090
插图 8-9: 设置正常运行的对话框

- **从固件版本 MPx04 开始：**可在对话框的“安全相关的最大速度”(Safety related maximum speed) 部分激活安全相关的最大速度的监控功能 (“P-0-3239, 全局安全技术功能的配置”)。监控功能被激活时, 输入在正常运行和特殊模式 (如“SBB”[=安全相关的运动]) 下都要监控的最大有效速度限制 (“P-0-3234, 安全相关的最大速度”)。

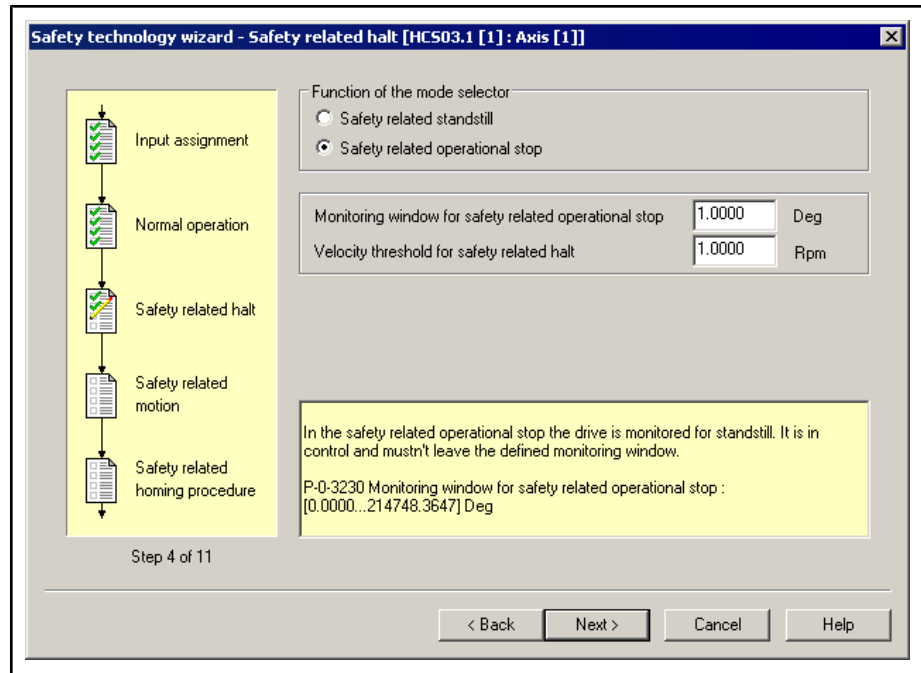


当固件版本为 MPx02 和 MPx03 时, 无法取消激活对安全相关的最大速度的监控, 但在不需要监控的应用中, 必须通过在“P-0-3234, 安全相关的最大速度”中设置相应较高的值而使监控无效。

- **从固件版本 MPx05 开始：**可在对话框的“安全相关的运动方向”(Safety related direction of motion) 部分参数化全局监控运动方向。通过激活功能, 取消激活对特殊模式运动的运动方向的单个监控功能。要监控运动方向, 必须参数化静止窗口 (“P-0-3232, 安全相关的运动方向的静止窗口”)。
- **从固件版本 MPx04 开始：**可在对话框的“安全相关的限制绝对结束位置”(Safety related limited absolute end position) 部分激活相应的安全功能。要执行此操作, 同时输入安全相关的运动方向的结束位置和静止窗口。对应的参数如下：
 - P-0-3232, 安全相关的运动方向的静止窗口
 - P-0-3235, 安全相关的结束位置, 正向
 - P-0-3236, 安全相关的结束位置, 负向
 - P-0-3239, 全局安全技术功能的配置
- 按“下一步”(Next) 按钮应用输入。
- 通过重复输入确认更改过的安全技术参数。
每个应用到安全技术参数的输入都必须通过第二次输入来验证。在安全技术向导中, 在对应的编辑字段中清除输入, 然后用绿色高亮显示。为了便于重复输入, 初始输入值显示在通知字段下方。
- 按“下一步”(Next) 按钮应用输入。

参数化“安全相关的暂停”功能

调试安全技术



图名 DB000092

插图 8-10: 用于设置安全相关的暂停的对话框

- 选择了模式选择器后，可在对话框的“模式选择器的功能”(Function of the mode selector) 部分选择执行转换到“安全相关的静止”(safety related standstill) 或“安全相关的运行停止”(safety related operational stop)。
对应的参数为“P-0-3210，安全技术配置”或“P-0-3210，安全技术控制字”。
- 只有在已选择“安全相关的运行停止”时，“安全相关的运行停止的监控窗口”(Monitoring window for safety related operational stop) 字段才可见。在此字段中输入最大允许移动距离。最大允许移动距离是指激活了安全相关的运行停止后在某个时间点的实际可用位置。
对应的参数为“P-0-3230，安全相关的运行停止的监控窗口”。
- 在“安全相关的暂停的速度阈值”(Velocity threshold for safety related halt) 字段中输入特殊模式“暂停”或用于驱动器互锁的速度阈值。
对应的参数为“P-0-3233，安全相关的暂停的速度阈值”。
- 按“下一步”(Next) 按钮应用输入。
- 通过重复输入确认更改过的安全技术参数。
每个应用到安全技术参数的输入都必须通过第二次输入来验证。在安全技术向导中，在对应的编辑字段中清除输入，然后用绿色高亮显示。为了便于重复输入，初始输入值显示在通知字段下方。
- 按“下一步”(Next) 按钮应用输入。



有关调试的更多信息，请参阅“特殊模式“安全相关的暂停”下的安全功能”。

参数化安全相关的制动保持系统



只有已在安全技术向导的启动对话框中参数化了安全相关的制动保持系统（从 MPx05 开始有此功能）时，才会显示以下对话框。

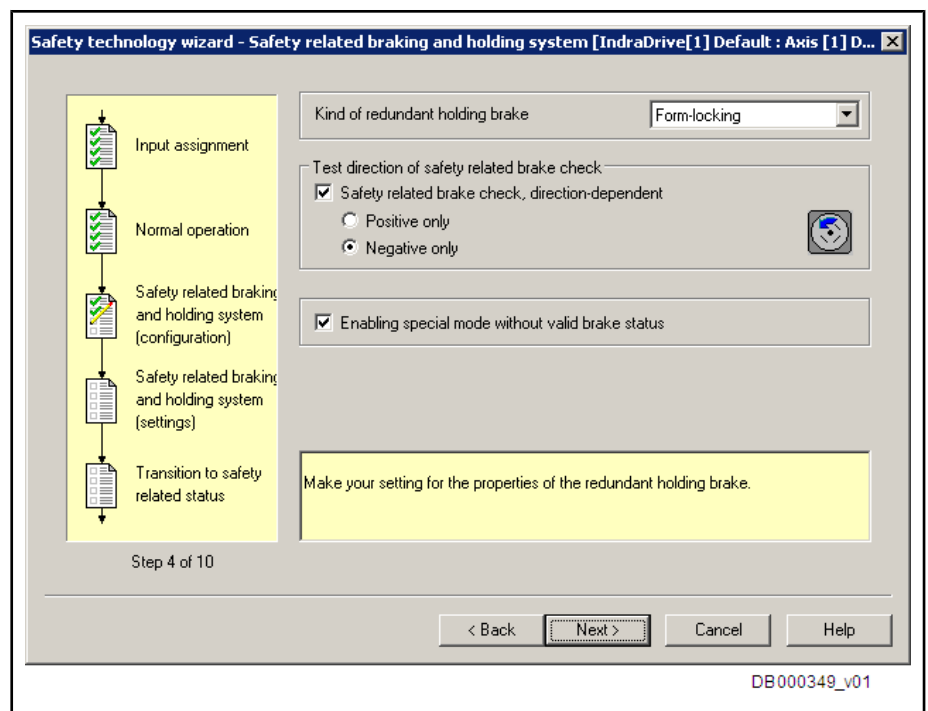


插图 8-11: “安全相关的制动保持系统 (配置)”对话框

- 在“冗余保持制动分类”(Kind of redundant holding brake) 字段中选择冗余保持制动的设计。可以在形状锁定制动和摩擦配合制动之间进行选择。
对应的参数为“P-0-3300，冗余保持制动：配置”。
- 通过对话框的“安全相关的制动检查的测试方向”(Test direction of safety related brake check) 部分，可以只沿一个方向执行制动检查。例如，这在使用只沿一个方向产生保持扭矩的制动时十分必要。
对应的参数为“P-0-3300，冗余保持制动：配置”。
- 如果要启用“C6200 命令在无有效制动状态情况下启用特殊模式”，可勾选“在无有效制动状态情况下启用特殊模式”(Enabling special mode without valid brake status) 复选框。使用命令之前，请遵循“[在无有效制动状态的情况下启用特殊模式](#)”一章中的说明。
对应的参数为“P-0-3300，冗余保持制动：配置”。
- 按“下一步”(Next) 按钮应用输入。

调试安全技术

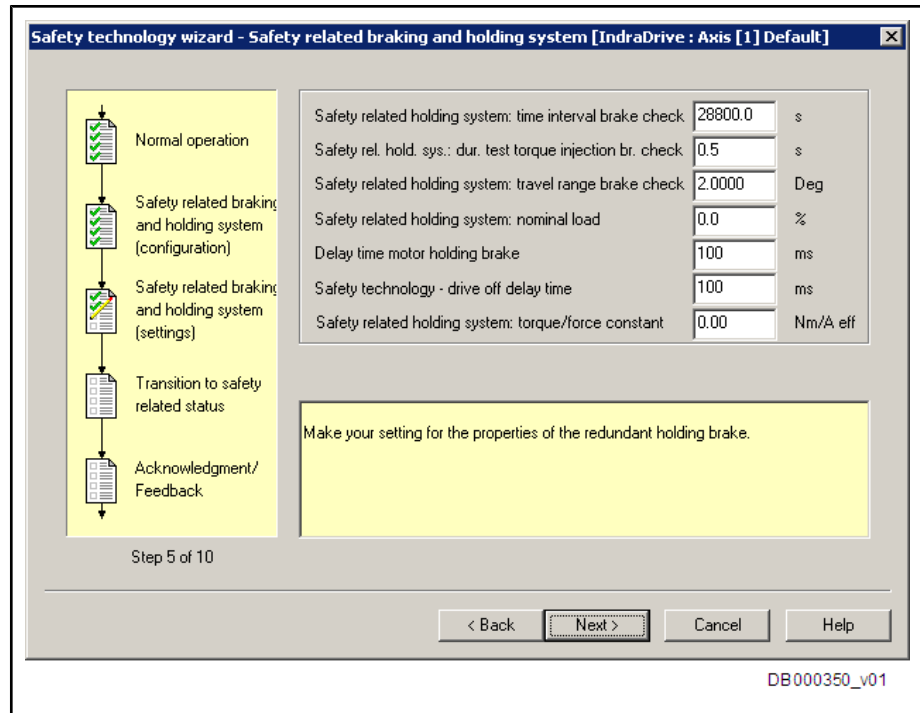


插图 8-12: “安全相关的制动保持系统 (设置)”对话框

- 在“安全相关的保持系统：时间间隔制动检查”(Safety related holding system: time interval brake check) 字段中，参数化最长允许时间，制动检查必须在此时间内重复。此时间和“P-0-0550，时间间隔制动检查”的参数设置应该相同。

对应的参数为“P-0-3302，安全相关的保持系统：时间间隔制动检查”。
- 通过“安全相关的保持系统：测试扭矩注入制动检查的持续时间”(Safety rel. hold. sys.: dur. test torque injection br. check) 字段，可设置在单个制动检查测试步骤中施加到轴的扭矩持续多长时间。仅在因机械属性方面的原因（如齿隙），在设置的时间期间施加的总测试扭矩不能制动时，才应该增大推荐值。

对应的参数为“P-0-3311，安全相关的保持系统：测试扭矩注入制动检查的持续时间”。
- 在“安全相关的保持系统：移动范围制动检查”(Safety related holding system: travel range brake check) 字段中，可以设置制动检查期间允许的移动距离。仅在因制动器与电机之间存在齿隙而需要更大的移动距离以便能成功检查制动时，才应该增大推荐值。

对应的参数为“P-0-3310，安全相关的保持系统：移动范围制动检查”。
- 在“安全相关的保持系统：标称负载”(Safety related holding system: nominal load) 字段中输入运行时出现的最大负载。单位为“%”，是指电机的标称扭矩（ M_N 对应于 100%）。在此字段中输入的值也应该用于“P-0-0547，保持系统的标称负载”。如果不知道需要设置的值，可通过“P-0-0551，当前负载扭矩”来确定。

对应的参数为“P-0-3303，安全相关的保持系统：标称负载”。
- 通过“电机保持制动的延迟时间”(Delay time motor holding brake) 字段，可以参数化电机保持制动与冗余保持制动的触发行为。值对应于两个制动控制之间的最小延迟。如果要同时控制冗余保持制动和电机保持制动，将值设置为“0”。

对应的参数为“P-0-3306，电机保持制动的延迟时间”。

- 在“安全技术 - 驱动器关闭的延迟时间”(Safety technology - drive off delay time) 字段中输入所用电机保持制动的钳位延迟。关闭驱动器使能之后，此时驱动器上仍承受着扭矩，以便对电机保持制动进行电桥钳位延迟，同时防止轴向下移动。在此字段中输入的值也应该用于“S-0-0207，驱动器关闭的延迟时间”。

对应的参数为“P-0-3307，安全技术 - 驱动器关闭的延迟时间”。

- 在“安全相关的保持系统：扭矩/力常量”(Safety related holding system: torque/force constant) 字段中输入电机恒定的扭矩/力。该值来自电机的型号铭牌或“P-0-0051，扭矩/力常量”。
- 按“下一步”(Next) 按钮应用输入。
- 通过重复输入确认更改过的安全技术参数。每个应用到安全技术参数的输入都必须通过第二次输入来验证。在安全技术向导中，在对应的编辑字段中清除输入，然后用绿色高亮显示。为了便于重复输入，初始输入值显示在通知字段下方。
- 按“下一步”(Next) 按钮应用输入。



有关调试的更多信息，请参阅“[安全相关的制动保持系统](#)”。

参数化“安全相关的运动”功能

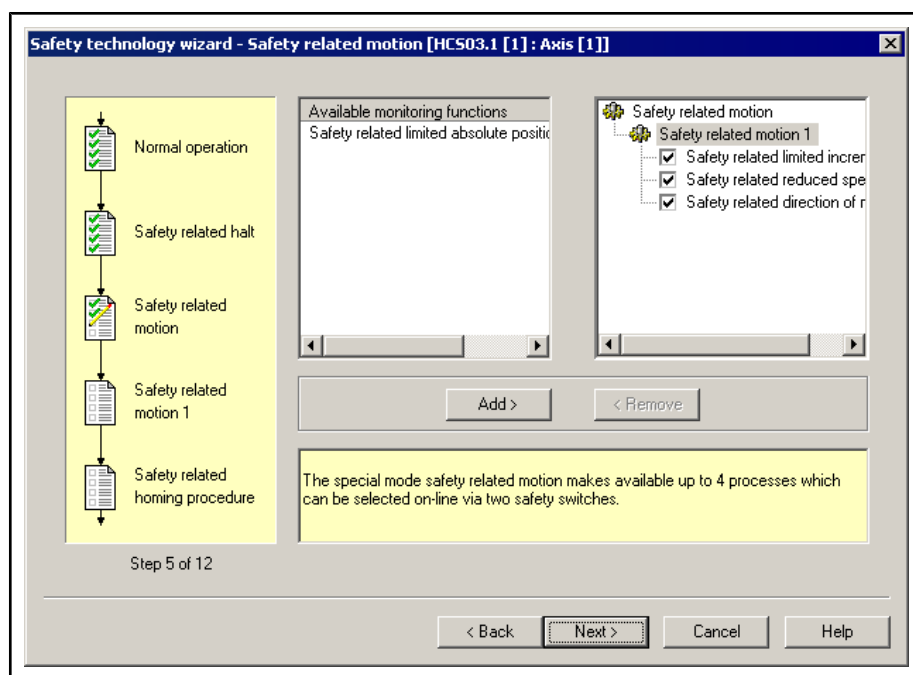
在以下对话框中进行安全相关的运动的所有设置。以下对话框的数量取决于前面所做的设置。通过实例安全相关的运动 1 来说明安全相关的运动的参数设置。其它安全相关的运动的参数设置方式相同。



对于“安全相关的运动”，可以创建最多四个不同的参数集：

- “P-0-3240，安全相关的运动的配置 1”或“P-0-3240，安全相关的运动的控制字 1”
- “P-0-3250，安全相关的运动的配置 2”或“P-0-3250，安全相关的运动的控制字 2”
- “P-0-3260，安全相关的运动的配置 3”或“P-0-3260，安全相关的运动的控制字 3”
- “P-0-3270，安全相关的运动的配置 4”或“P-0-3270，安全相关的运动的控制字 4”

调试安全技术



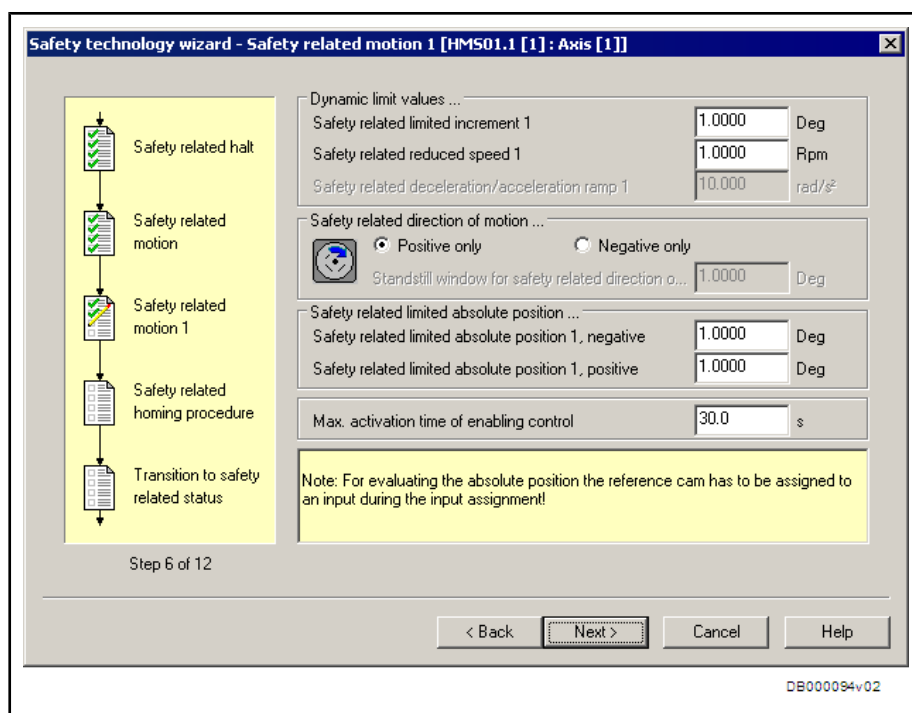
图名 DB000093

插图 8-13: 用于设置安全相关的运动的启动对话框

- 选择应用于安全相关的运动 1 的监控功能：在可用监控功能的列表中，高亮显示所用的监控功能，然后使用“添加”(Add) 按钮将它们分配到安全相关的运动。使用“移除”(Remove) 按钮可取消不正确的选择。“安全相关的减速”始终是安全相关的运动的一部分，因此无法取消选择。对应的参数为“P-0-3240，安全相关的运动的配置 1”或“P-0-3240，安全相关的运动的控制字 1”。
- 按“下一步”(Next) 按钮应用输入。



有关调试的更多信息，请参阅“特殊模式“安全相关的运动 (“SBB”)”下的安全功能”。



图名 DB000094

插图 8-14: 用于设置安全相关的运动的对话框

- “安全相关的限制增量 1”(Safety related limited increment 1) 字段只在特殊模式“安全相关的运动 1 (“SBB”) ”下有效。

在此字段中，通过输入数字值，可定义在 SBB 1 开始时打开的 SBB 1 相对位置窗口。在 SBB 1 的持续时间内，驱动器可以在此位置窗口内任意移动。



可通过以下参数定义各个参数集的增量：

- P-0-3243，安全相关的限制增量 1
- P-0-3253，安全相关的限制增量 2
- P-0-3263，安全相关的限制增量 3
- P-0-3273，安全相关的限制增量 4

- 在“安全相关的减速 1”(Safety related reduced speed 1) 字段中定义安全功能“安全相关的减速”的速度阈值（双极）。

在特殊模式“安全相关的运动 1”下，安全功能“安全相关的减速”始终处于激活状态。



可通过以下参数定义所监控的各个参数集的速度阈值：

- P-0-3244，安全相关的减速 1
- P-0-3254，安全相关的减速 2
- P-0-3264，安全相关的减速 3
- P-0-3274，安全相关的减速 4

- 在各个特殊模式“安全相关的运动”下，如果已经激活运动方向的监控功能，只可以沿参数化方向移动轴。在对话框的“安全相关的运动方向”(Safety related direction of motion...) 部分确定安全相关的运动的方向（正向或负向）。

调试安全技术



可通过以下参数定义所监控的各个参数集的安全相关的运动方向：

- “P-0-3240，安全相关的运动的配置 1”或“P-0-3240，安全相关的运动的控制字 1”
- “P-0-3250，安全相关的运动的配置 2”或“P-0-3250，安全相关的运动的控制字 2”
- “P-0-3260，安全相关的运动的配置 3”或“P-0-3260，安全相关的运动的控制字 3”
- “P-0-3270，安全相关的运动的配置 4”或“P-0-3270，安全相关的运动的控制字 4”

- 对话框的“安全相关的运动方向”(Safety related direction of motion...) 部分包含名为“安全相关的方向的监控窗口”(Monitoring window for safety related direction...) 的字段。在此字段中输入的值用于确定轴可以沿尚未启用的方向移动多远。

对应的参数为“P-0-3232，安全相关的运动方向的静止窗口”或“P-0-3232，安全相关的运动方向的监控窗口”。



在“正常运行”(Normal Operation) 对话框中激活安全功能“安全相关的限制绝对终止位置”之后，无法在“安全相关的方向的监控窗口”(Monitoring window for safety related direction...) 字段中进行任何输入；因此监控窗口/静止窗口已经被参数化。

- 在对话框的“安全相关的限制绝对位置”(Safety related limited absolute position...) 部分定义位置上限和下限，在各个特殊模式“安全相关的运动”下不得超过此限制。



可通过以下参数定义所监控的各个参数集的位置上限和下限：

- P-0-3241，安全相关的限制绝对位置 1，正向
- P-0-3242，安全相关的限制绝对位置 1，负向
- P-0-3251，安全相关的限制绝对位置 2，正向
- P-0-3252，安全相关的限制绝对位置 2，负向

- 在“使能控制的最大激活时间”(Max. activation time of enabling control) 或“使能控制的最大激活时间 1”(Max. activation time of enabling control 1) 文本字段中输入激活使能控制的最大允许时间。最迟在输入的时间结束时必须取消激活使能控制；即特殊模式“安全相关的运动”是临时的。

对应的参数为“P-0-3222，使能控制的最大激活时间”，或者在每个安全相关的运动 (“SBB”) 的单个使能控制激活时间的情况下，对应的参数为如下：

- P-0-3246，使能控制的最大激活时间 1
- P-0-3256，使能控制的最大激活时间 2
- P-0-3266，使能控制的最大激活时间 3
- P-0-3276，使能控制的最大激活时间 4



如果在您的工业部门使用使能控制不是常用方法并且恒定运动不会出现任何危险，那么您操作时可以不用监控激活时间。

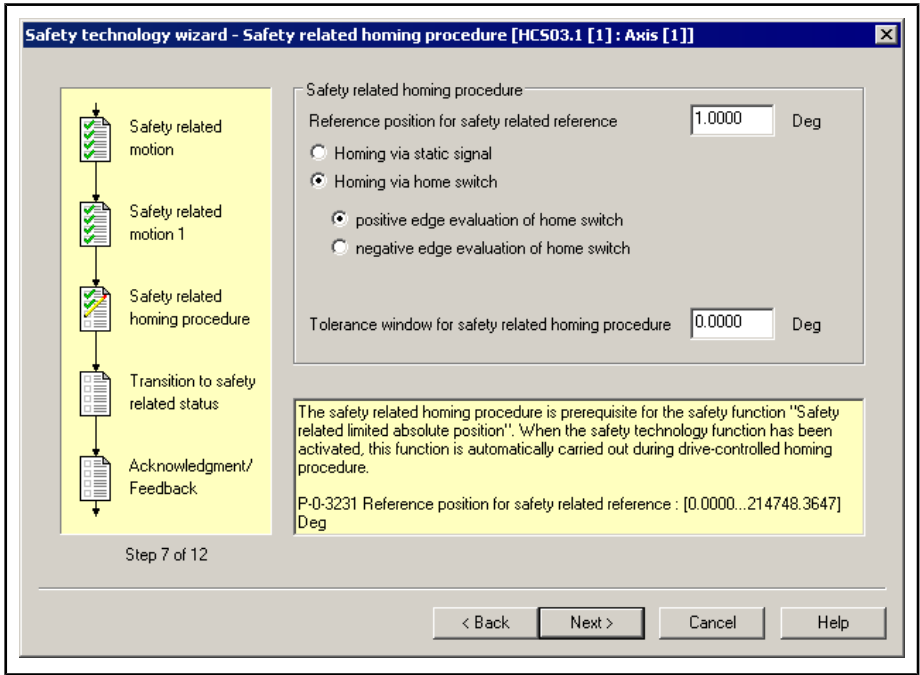
机床制造商负责监控激活时间，并且制造商的风险分析必须体现出其责任。

从固件版本 MPx05 开始，“P-0-3222，使能控制的最大激活时间”等于“0”时会取消对特殊模式“安全相关的运动”的时间监控，这也适用于使能控制 P-0-3246、P-0-3256、P-0-3266 和 P-0-3276 的单个激活时间。

- 按“下一步”(Next) 按钮应用输入。
- 通过重复输入确认更改过的安全技术参数。每个应用到安全技术参数的输入都必须通过第二次输入来验证。在安全技术向导中，在对应的编辑字段中清除输入，然后用绿色高亮显示。为了便于重复输入，初始输入值显示在通知字段下方。
- 按“下一步”(Next) 按钮应用输入。

参数化附加功能和辅助功能

在以下对话框中，必须对与“安全相关的暂停”和“安全相关的运动”都相关的附加功能进行所有设置。只有由于以前进行过参数设置，所以必须进行设置时，才会显示这样的对话框。



图名 DB000095
插图 8-15: 用于对“安全相关的回零步骤”的附加功能和辅助功能进行参数设置的 IndraWorks 对话框

- 在“安全相关的参考位置通道 2”(Safety related reference position channel 2) 文本字段中确定通道 2 的位置值；执行完“C4000 回零步骤命令通道 2”命令后该值生效，并作为实际的位置值。
对应的参数为“P-0-3231，安全相关的参考的参考位置”或“P-0-3231，安全相关的参考位置通道 2”。
- 然后确定是静态地还是动态地评估通道 2 的参考信号。如果是动态评估（回零开关），评估可参照上升沿或下降沿。
对应的参数为“P-0-3210，安全技术配置”或“P-0-3210，安全技术控制字”。



不得对回零开关/凸轮执行动态化。

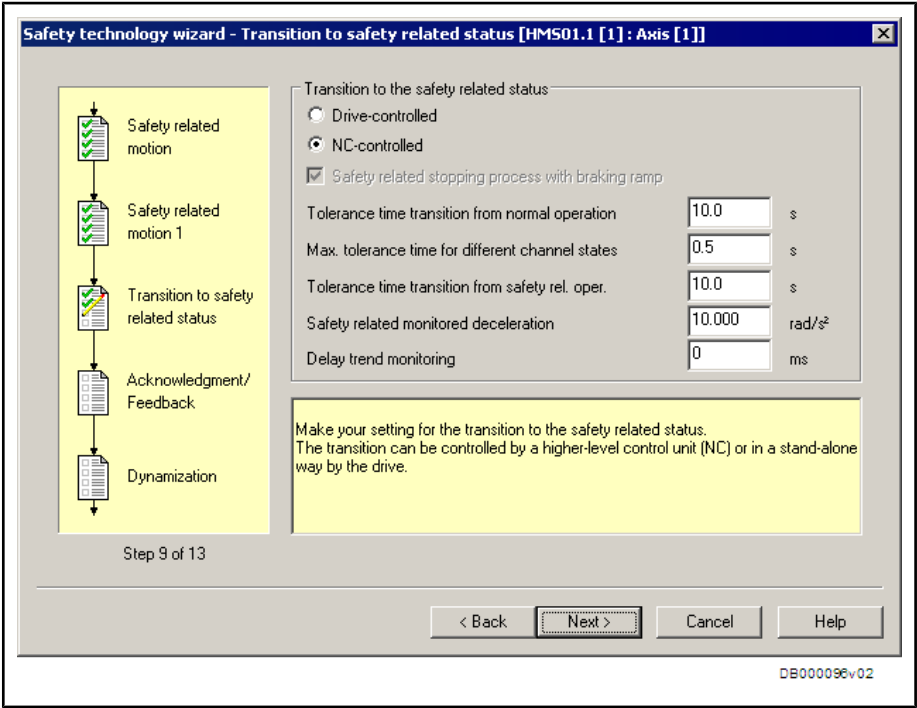
- 在“安全相关的回零步骤的公差窗口”(Tolerance window for safety related homing procedure) 文本字段中设置执行“C4000 回零步骤命令通道 2”命令期间通道 1 和通道 2 实际位置值的最大允许偏差。
对应的参数为“P-0-3229，安全相关的回零步骤的公差窗口”。



有关调试的更多信息，请参阅[“安全相关的回零步骤”](#)。

- 按“下一步”(Next) 按钮应用输入。
- 通过重复输入确认更改过的安全技术参数。
每个应用到安全技术参数的输入都必须通过第二次输入来验证。在安全技术向导中，在对应的编辑字段中清除输入，然后用绿色高亮显示。为了便于重复输入，初始输入值显示在通知字段下方。
- 按“下一步”(Next) 按钮应用输入。

步骤 6：配置系统行为 配置转换到安全相关状态



图名 DB000096
插图 8-16: 用于设置转换到安全相关状态的对话框

- 选择以驱动器控制形式还是 NC 控制形式来转换到安全相关状态。如果采用 NC 控制的转换，从固件版本 MPx03 开始可选择“使用制动斜坡的安全相关的停止过程”。
对应的参数为“P-0-3210，安全技术配置”或“P-0-3210，安全技术控制字”。



有关转换到安全相关状态的更多信息，请参阅[“转换到安全相关状态”](#)。
有关调试的更多信息，请参阅[“安全相关的受监控停止过程”](#)。

- 在“从正常运行进行转换的容许的时间差”(Tolerance time transition from normal operation) 文本字段中输入最大可用时间，在此时间段内由正常运行向安全功能转换时驱动器命令值系统必须调整到新的安全功能。
对应的参数为“P-0-3220，从正常运行进行转换的容许的时间差”。
- 在“不同通道状态的最大容许的时间差”(Max. tolerance time for different channel states) 文本字段中，输入在不产生错误的情况下选择监控通道 1 和 2 可能相差的最大容许的时间差。
对应的参数为“P-0-3221，不同通道状态的最大容许的时间差”。
- 在“从安全相关的运行进行转换的容许的时间差”(Tolerance time transition from safety rel. oper.) 文本字段中输入最大可用时间，在此时间段内由一种安全功能向另一种安全功能转换时驱动器命令值系统必须已进行调整。
对应参数为“P-0-3225，从安全相关的运行进行转换的容许的时间差”。
- 选择了“使用制动斜坡的安全相关的停止过程”(从固件版本 MPx03 开始) 时，必须在“安全相关的受监控减速”(Safety related monitored deceleration) 文本字段中输入控制装置可输入到驱动器的最大减速。
对应的参数为“P-0-3282，安全相关的受监控减速”。



从固件版本 MPx05 开始，在存在相应转换的情况下，“使用制动斜坡的安全相关的停止过程”始终处于激活状态且无法取消激活。

有关调试的更多信息，请参阅“[安全相关的受监控停止过程](#)”。

- **从固件版本 MPx05 开始：**如果选择了“NC 控制的转换”，可参数化 NC 延迟以便进行趋势监控。此时，可以延迟激活已参数化的监控功能。要取消激活 NC 延迟，输入值“0”。
对应的参数为“P-0-3226，NC 延迟的趋势监控”。
- 按“下一步”(Next) 按钮应用输入。
- 通过重复输入确认更改过的安全技术参数。
每个应用到安全技术参数的输入都必须通过第二次输入来验证。在安全技术向导中，在对应的编辑字段中清除输入，然后用绿色高亮显示。为了便于重复输入，初始输入值显示在通知字段下方。
- 按“下一步”(Next) 按钮应用输入。

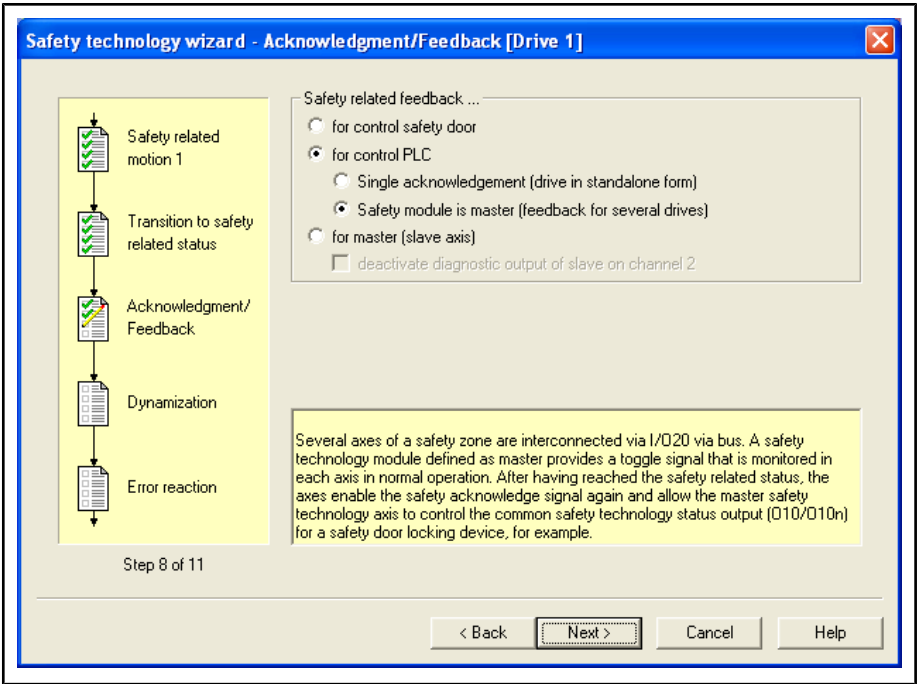
配置安全功能反馈输出

在以下对话框中，设置安全诊断和安全确认以及安全相关反馈。



如果使用 PROFIsafe，则不需要进行任何设置，因为对安全 PLC 的反馈是通过 F 数据来进行的。

调试安全技术



图名 DB000097
插图 8-17: 用于安全诊断和安全确认以及安全相关反馈的 IndraWorks 对话框 (注意：对话框的内容取决于所用固件/IndraWorks 版本)

- 以能够提供安全相关反馈的方式来参数化轴，具体形式如下
 - “控制安全门”，
 - “控制 PLC”或
 - 反馈主轴安全区内的“从动轴”。
- 选择了“控制 PLC”(for control PLC) 时，可以选择轴是以孤立形式“单轴确认”(Single-axis acknowledgment) 工作，还是向安全区发出安全相关反馈“可选安全技术模块为主轴”(Option. safety techn. module is master)。
- 在设置安全区时，必须为每个区参数化一个用于诊断和确认的主轴。将此区域内的所有其它驱动器设置为从动。当可选安全技术模块（连接器 X41）上的 I/O 布线为总线（如通过带状电缆）时，必须取消激活所有从动轴的诊断输出（“取消激活通道 2 上从动轴的诊断输出”）。调试不需要确认安全的单个安全技术轴时，必须使用“控制 PLC/可选安全技术模块为主轴”来设置此轴的参数。对应的参数为“P-0-3210，安全技术配置”或“P-0-3210，安全技术控制字”。

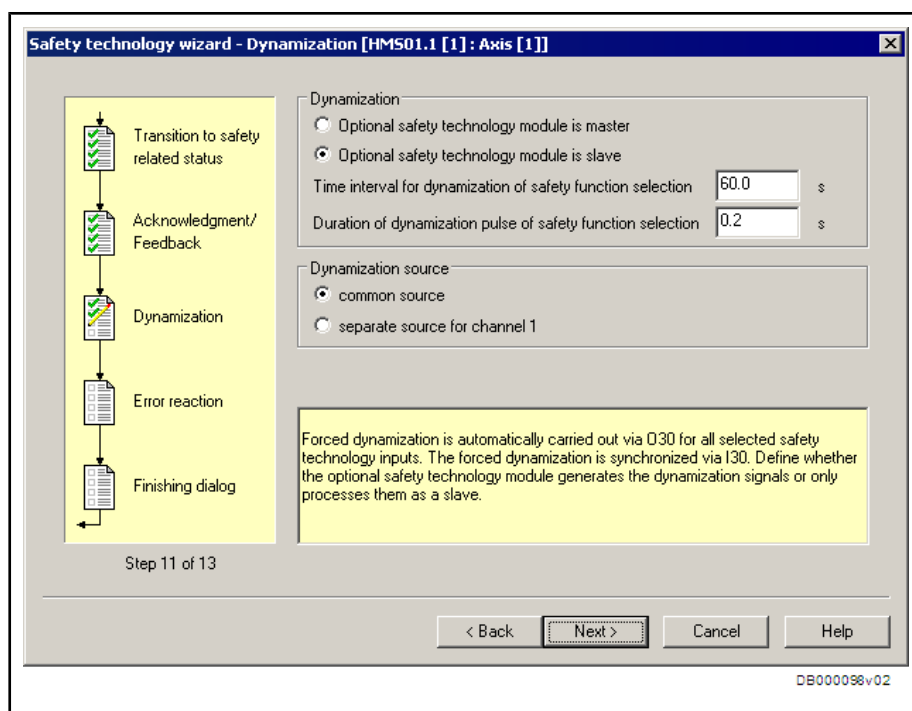
一个安全区内最多可有 25 个驱动器！

有关调试的更多信息，请参阅[“安全技术操作状态对外围设备的反馈”](#)。

- 按“下一步”(Next) 按钮应用输入。

动态化

使用 PROFIsafe 时不需要动态化。



图名 DB000098

插图 8-18: 用于设置输入强制动态化的对话框

- 在对话框的“动态化”(Dynamization) 部分，必须选择轴要执行安全区的动态化 (“可选安全技术模块为主轴”(Optional safety technology module is master))，还是各个更高级别控制单元的不同轴要执行动态化 (“可选安全技术模块为从动轴”(Optional safety technology module is slave))。对应的参数为“P-0-3210，安全技术配置”或“P-0-3210，安全技术控制字”。
- 在“安全功能选择动态化的时间间隔”(Time interval for dynamization of safety function selection) 文本字段中定义执行强制动态化的周期时间。
当轴被参数化为**动态化主轴**时，需要在此字段中设置轴要执行动态化的时间间隔。
当轴被参数化为**动态化从动轴**时，需要在此字段中设置必须执行动态化的时间范围。
对应的参数为“P-0-3223，安全功能选择动态化的时间间隔”。



“安全功能选择动态化的时间间隔”对反应时间会有影响，因为在安全功能选择的动态化期间，对选择信号的评估不可避免地必须要挂起。这是时间不应太短的原因。

- 在“安全功能选择动态化脉冲的持续时间”(Duration of dynamization pulse of safety function selection) 文本字段中定义动态化脉冲的最大持续时间。
当轴被参数化为**动态化主轴**时，需要在此字段中设置轴要执行动态化的动态化脉冲持续时间。
当轴被参数化为**动态化从动轴**时，需要在此字段中设置动态化脉冲可以持续的最长时间；由外部生成的动态化信号可以较短，但不得短于**最小脉冲宽度 30 ms**！
对应的参数为“P-0-3224，安全功能选择动态化脉冲的持续时间”。

调试安全技术



“安全功能选择动态化脉冲的持续时间”对反应时间会有影响，因为在安全功能选择的动态化期间，对选择信号的评估不可避免地必须要挂起。这是持续时间不应太长的原因。

- 在对话框的“动态化源”(Dynamization source) 部分，可以设置是使用公共源还是两个单独的源来执行通道 1 和通道 2 的动态化。
对应的参数为“P-0-3210，安全技术配置”或“P-0-3210，安全技术控制字”。



如果采用单独动态化，必须在通道 1 的“P-0-3212，安全技术控制字，通道 1”或“P-0-3212，安全技术信号控制字，通道 1”中提供输入 E/A30 的替代项，同时必须在通道 2 的连接器 X41 上提供 E/A30。

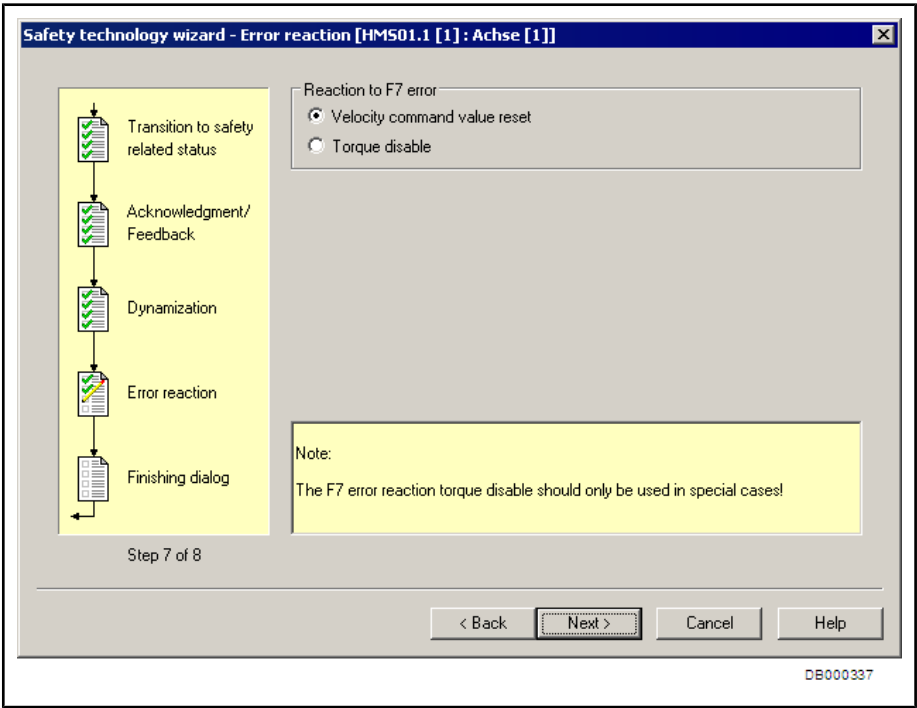
- 按“下一步”(Next) 按钮应用输入。
- 通过重复输入确认更改过的安全技术参数。
每个应用到安全技术参数的输入都必须通过第二次输入来验证。在安全技术向导中，在对应的编辑字段中清除输入，然后用绿色高亮显示。为了便于重复输入，初始输入值显示在通知字段下方。
- 按“下一步”(Next) 按钮应用输入。

错误反应

可在以下对话框中设置驱动器对安全技术错误的错误反应。



从固件版本 MPx03V20 开始，可以设置对安全技术错误的反应；在较旧的固件版本中不能设置此参数/没有此对话框。



图名 DB000337
插图 8-19: 用于设置对安全技术错误的错误反应的对话框

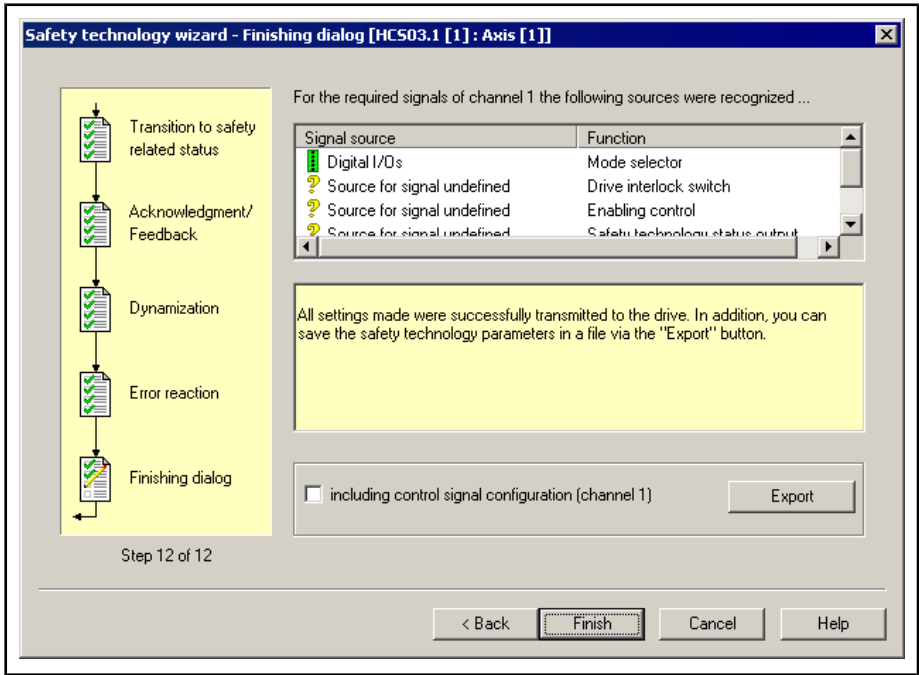
- 在对话框的“对 F7 错误的反应”(Reaction to F7 error) 部分，可以参数化轴对安全技术错误的错误反应。
对应的参数为“P-0-3210，安全技术配置”或“P-0-3210，安全技术控制字”。



只有在通常由速度命令值复位而产生的强制减速造成问题（例如在有机机械耦合轴时）时，才应使用 F7 错误反应“扭矩禁用”。
机床制造商对 F7 错误反应“扭矩禁用”负责，并且制造商的风险分析必须体现出其责任。

- 按“下一步”(Next) 按钮应用输入。

完成参数设置



图名 DB000099
插图 8-20: 完成参数设置

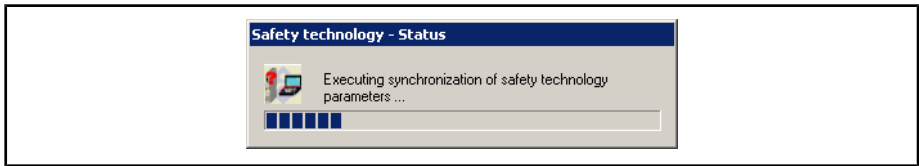
在完成对话框中，运行第一个检查以核实通道 1 所有参数化的输入/输出 (I/O) 的源是否找到。如果没有可用于信号的源，“信号源”(Signal source) 列中会出现“？”，同时生成消息“信号的源未定义”(Source for signal undefined)。然而，使用安全技术向导进行调试可以未修改的形式继续。以后必须分配缺少的信号。

- 可通过“导出”(Export) 按钮保存在参数文件中进行的安全技术设置；可以在备份中包含通道 1 的控制信号配置。



不可以用已导出的参数文件替换控制部分，因为此参数文件中不包括要替换控制部分（“P-0-3208，通道 2 的安全技术数据备份”）的相关参数。

- 按下“完成”(Finish) 按钮结束安全技术向导，驱动器切换到阶段 4，同时“P-0-3204，C3000 同步并存储安全技术 IDN 命令”命令起动。
通过执行“P-0-3204，C3000 同步并存储安全技术 IDN 命令”命令，通道 2 可应用通道 1 的安全参数并将它们存储在安全内存中。



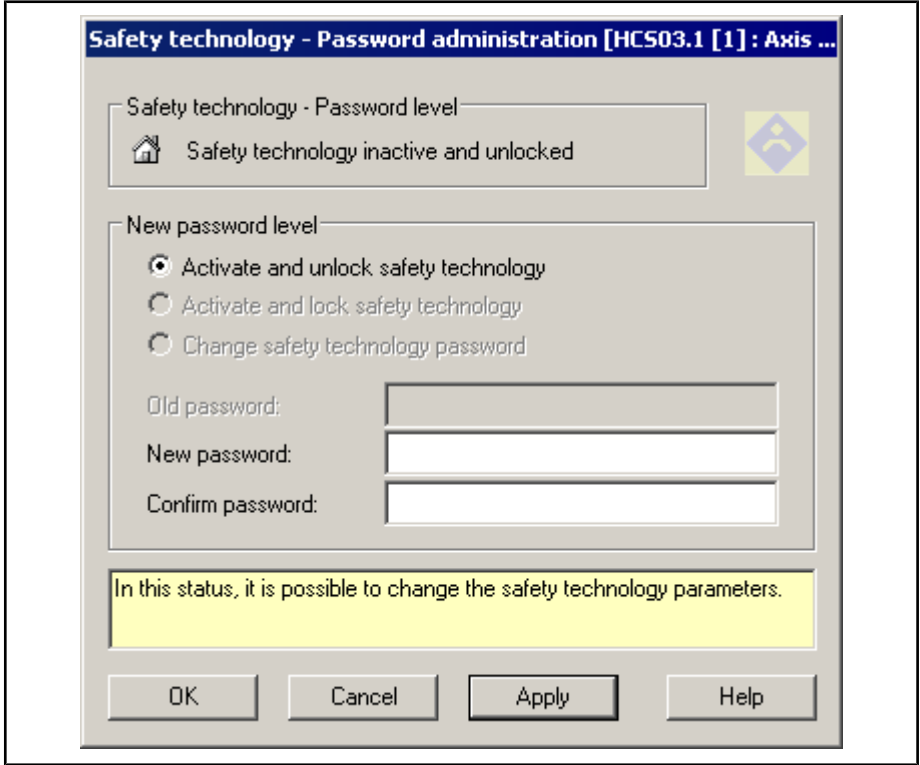
图名 DB000100
插图 8-21: 同步安全技术参数



如果出现切换错误，命令无法自动启动；必须在修复了切换错误后手动重新启动。

步骤 7：激活/取消激活安全技术

激活安全技术
成功同步并存储安全技术参数之后，必须激活安全技术。



图名 DB000101
插图 8-22: 安全技术 - 密码管理

- 输入安全技术密码可激活安全技术（“P-0-3206，安全技术密码”），然后按“应用”(Apply) 按钮确认。
安全技术现在处于激活且未锁定状态。在这种状态下，无需输入密码即可更改安全技术参数。每次更改后，都必须再次执行“P-0-3204，C3000 同步并存储安全技术 IDN 命令”命令以应用更改。



图名 DB000102
插图 8-23: 安全技术 - 密码管理

在安全技术密码管理中，可通过“激活并锁定安全技术”(Activate and lock safety technology) 字段对安全技术参数实施写保护。

 驱动器关闭后，安全技术会自动锁定。

取消激活安全技术

执行“S-0-0262，C07_x 加载默认程序命令”（此时“P-0-4090，C07 加载默认程序的索引”等于 165）命令可取消激活安全技术。此后系统参数便会无效，因而不存在任何有效的测试和对已执行数据的比较。再次将安全技术参数设置为其默认值。

 命令“S-0-0262，C07_x 加载默认程序命令”的执行无法撤销。如果更改了安全相关的参数，随后必须再次使用安全技术验收检测来执行安全技术调试！

如果不需要进行更改，可根据用于替换控制部分的程序再次激活安全技术。

 在其它已安装可选模块“安全技术 I/O”的驱动器模块上，取消激活安全区内的驱动器会造成 F3131 错误。只有当所有驱动器都运行了激活的安全技术时，才能保证区的安全。

步骤 8：完成调试 测试安全功能

要完成调试，可以测试安全功能的新参数。要执行此操作，请一个接一个地选择安全功能，然后通过输入命令值的方式触发监控功能。



小心

替换控制部分时安全相关的设置丢失！

⇒ 为了将所有安全相关的设置传送到新的控制部分以免控制部分被替换，将安全技术参数保存到外部存储介质中（“S-0-0192，备份运行数据的 IDN 列表”）。



“P-0-3208，通道 2 安全技术数据的备份”参数中包含了通道 2 安全技术数据的二进制映像。

安全功能的验收测试

更改状态：安全技术内存的每次更改都可以被指定为必须记录在安全验收测试范围内的明确更改状态。更改状态存储在以下参数中：

- P-0-3201，安全技术存储器的更改计数器
- P-0-3202，上次更改存储器的操作时间

更改历史：如果被迫生成支持文档，可通过外部程序调用参数“P03203，安全技术存储器的存储器映像”的方式重新生成安全技术存储器的上一个状态。



安全技术调试完成之后，必须进行安全验收测试（测试协议），其中记录了更改计数器（P-0-3201）的计数和所需验收测试。

步骤 9：验收测试

验收程序

安装或参数设置的更改范围需要或大或小的验收程序：

- 对机床进行调试时以及进行任何与安全功能相关的软件或硬件更改（如固件版本升级）时，必须由授权人员执行完整的验收测试。
- 如果只对安全相关的数据进行了部分更改，则相关更改必须通过部分验证测试进行检查。



不管是在哪种情况下，都需要记录执行的更改和测试。



要调试安全技术，您应该始终使用相应固件版本的最新版本。
也可以参考相应制造商检测到和已解决问题的信息，并且要验证它们与机床应用的相关性。
有关制造商的信息，请参阅 www.boschrexroth.com 下的驱动器信息门户。

完整验收测试

以下几点可应用于完整验收测试：

- 必须检查所有预期安全功能（例如，是否符合限值、控制设备的功能、执行器的功能...）。
- 错误反应将实际生效。
- 您必须检查安全功能是否正确运行。为此，您必须在更高级别的控制单元中取消特殊模式中的命令值限制，以获得验收测试持续时间。



完整安全技术验收测试所需的测试可按照安全技术验收测试的说明执行。

部分验收测试

对于部分验收测试，仅需要检查受安全相关的数据更改影响的安全功能。



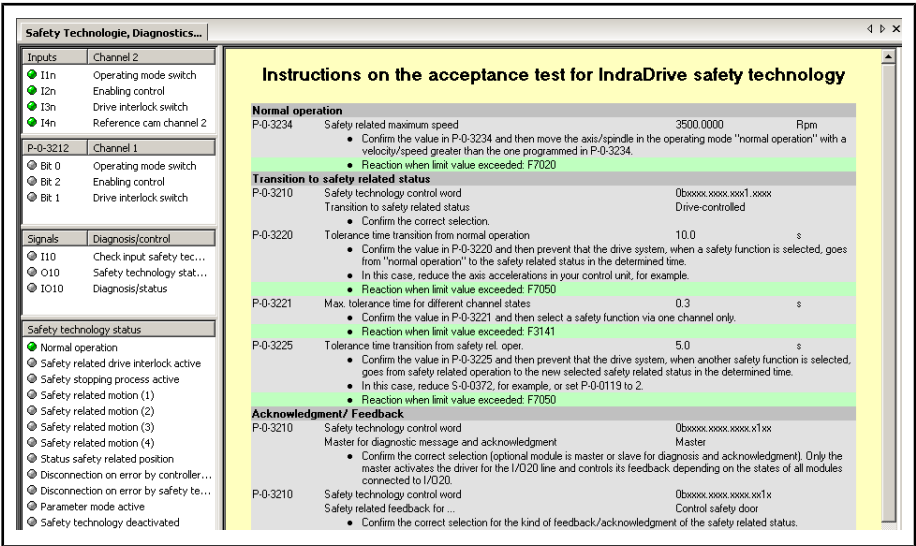
部分安全技术验收测试所需的测试可从安全技术验收测试的说明中选择并执行。

验收测试说明

完成调试是进行随后的安全测试的前提条件。

每个单独的轴/主轴/辊驱动器都需要进行所有测试。要调用 IndraWorks D 中的验收测试说明，请按以下步骤进行：

- 1. 打开“安全技术/诊断”(Safety Technology/Diagnosis) 窗口。
窗口右侧显示验收测试协议，左侧显示安全技术的当前状态。
- 2. 单击鼠标右键打开窗口左侧的详细菜单。
- 3. 选择“验收测试协议说明”(Instructions on the acceptance test protocol)。
说明显示在窗口右侧。



图名 DB000103
插图 8-24: 安全技术验收测试说明的一部分

通过这些说明，您可以逐步检查激活安全技术的所有参数设置，并在安全技术报告中记录这些参数。

您可以打印包含当前有效的安全功能和“安全技术/诊断”(Safety Technology/Diagnosis) 窗口中对应值的安全技术报告（请参阅下面的示例）。

调试安全技术

Safety technology - Report of 10.01.2008				
Drive address: 1 - X Axis - Default				
Normal operation				OK
[Drive address: 1 - X Axis - Default]				
P-0-3234	Safety related maximum speed	1000.0000	Rpm	
Safety related braking and holding system (configuration)				OK
P-0-3300	Kind of redundant holding brake	Form-locking		
P-0-3300	Safety related brake check, direction-dependent	Negative only		
P-0-3300	Enabling special mode without valid brake status	activated ¹⁾		
1) When this function is used, an error in the safety related braking and holding system cannot be excluded due to the unknown time which has passed since the last brake check. The use of the function must be documented for the safety technology acceptance test. When using this function, you have to make an additional risk assessment: "Danger to persons in the safety area due to brake defect".				
P-0-3302	Safety related holding system: time interval brake check	28800.0	s	
P-0-3311	Safety rel. hold. sys.: dur. test torque injection br. check	0.5	s	
P-0-3310	Safety related holding system: travel range brake check	2.0000	Deg	
P-0-3303	Safety related holding system: nominal load	0.0	%	
P-0-3306	Delay time motor holding brake	100	ms	
P-0-3307	Safety technology - drive off delay time	100	ms	
P-0-3304	Safety related holding system: torque/force constant	0.00	Nm/A eff	
Transition to safety related status				OK
P-0-3220	Tolerance time transition from normal operation	10.0	s	
P-0-3221	Max. tolerance time for different channel states	0.5	s	
P-0-3282	Safety related monitored deceleration	10.000	rad/s²	
Acknowledgment/ Feedback				OK
P-0-3210	Safety related feedback: ...	for control safety door		
Dynamization				OK
P-0-3210	Dynamization source	Slave		
P-0-3210	Kind of dynamization	common source		
P-0-3223	Time interval for dynamization of safety function selection	60.0	s	
P-0-3224	Duration of dynamization pulse of safety function selection	0.2	s	
Error reaction				OK
P-0-3210	Reaction to F7 error	Velocity command value reset		
Sensor	Signal	Source		OK
B8-coded information				
[Drive address: 1 - X Axis - Default]				
P-0-3210	Safety technology configuration	0b0010.0000.0001.0110	--	
P-0-3300	Redundant holding brake: configuration	0b0000.0100.0010.0001	--	
Administration data				
[Drive address: 1 - X Axis - Default]				
P-0-3205	Safety technology device identifier	X Axis	--	
S-0-0030	Manufacturer version	PwA-INDRV-MPH-05/12-D5-1-NNN-NN	--	
P-0-3200	Safety technology firmware code	PwC-HS111-SST-0M/12-D5	--	
P-0-3201	Change counter of safety technology memory	22	--	
P-0-3202	Operating hours at last change of memory	00:00:00	--	
S-0-0140	Controller type	HMS01.1N-W0020-A-07-NNNN	--	
P-0-1519	Serial number of power section	--	--	
P-0-1520	Control section type	CSH01.2C-NN-EN1-NNN-CCD-S1-S-NN-Pw	--	
P-0-1518	Serial number of control section	4294967295	--	
S-0-0141	Motor type	--	--	
P-0-0074	Encoder type 1 (motor encoder)	1	--	
Handwritten additional notes				OK
Safety technology data saved				
Path and file name				
User				
Date, signature				
[Drive address: 1 - X Axis - Default]				
DL000003v04				

插图 8-25: 安全技术报告的示例

8.5 安装安全相关的制动保持系统

8.5.1 连接图

按照以下描述连接控制模块 (HAT)。

1. 控制电源
 - 电源部分、
 - 已分配的驱动器控制器和
 - 位于终端连接器 X1 的控制模块的控制电源都应连接到公共电源上。
2. 控制电源
 - 标准 I/O，终端连接器 X31
 - 可选安全技术模块 (S1)，终端连接器 X41
 - 控制模块的接口电源，终端连接器 X3均来自公共控制电源。这可以是电源部分的控制电源。

这三个接口的电源与在项目 1 下提到的电源是隔离的。

3. 可选安全技术模块 (安全技术 I/O) 的电源使用控制模块的终端连接器 X3 处的 RKS007 连接电缆进行供电。
4. 通过标准 I/O (X3/3) 的动态信号输出对控制模块进行控制。
5. 控制模块的动态反馈信号应用于可选安全技术模块 (S1) 的输入 (X3/4)。
6. 冗余保持制动连接在控制模块的终端连接器 X2 处。

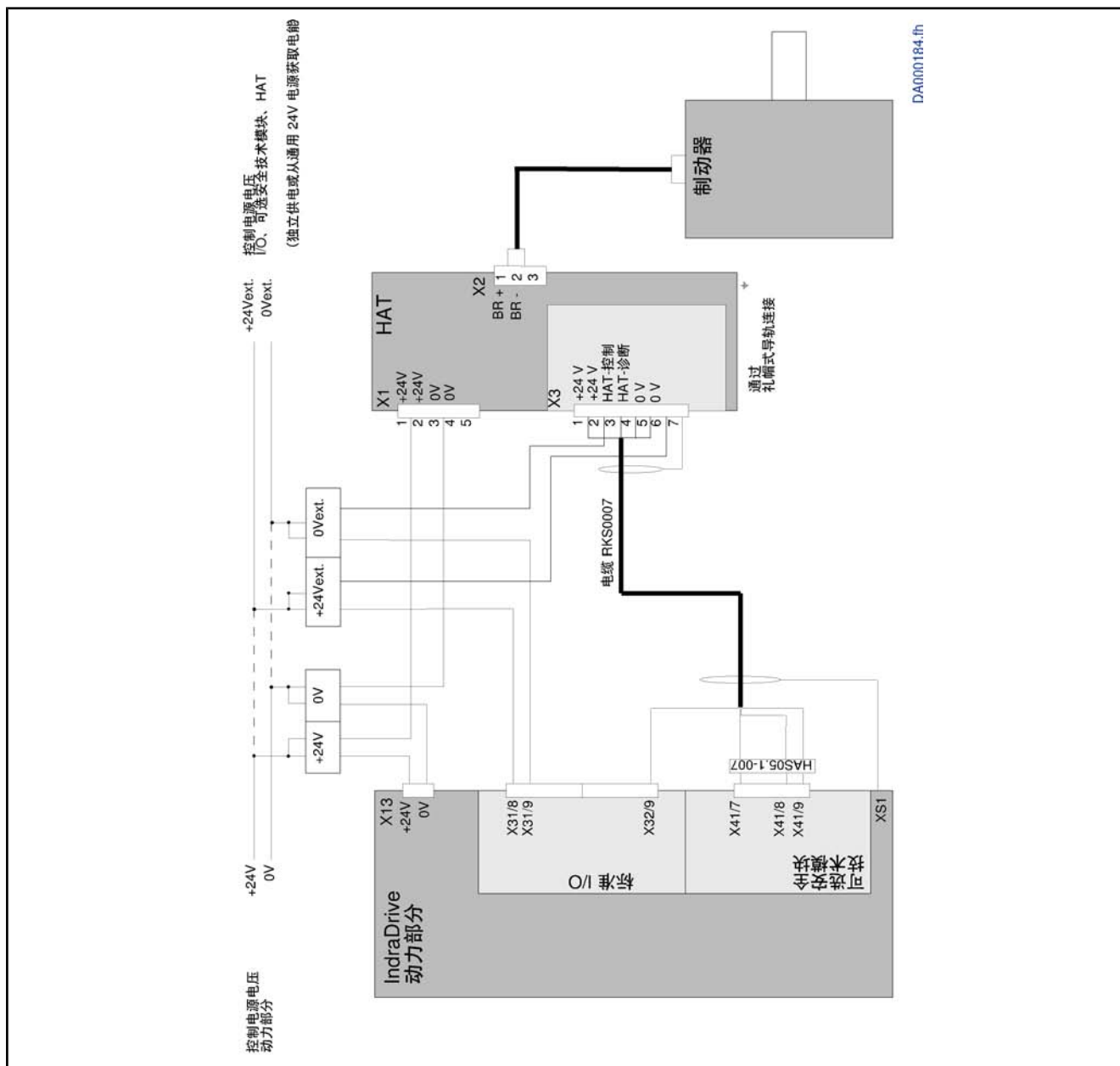


插图 8-26: 单轴驱动器控制器的“安全相关的制动保持系统”连接图

调试安全技术

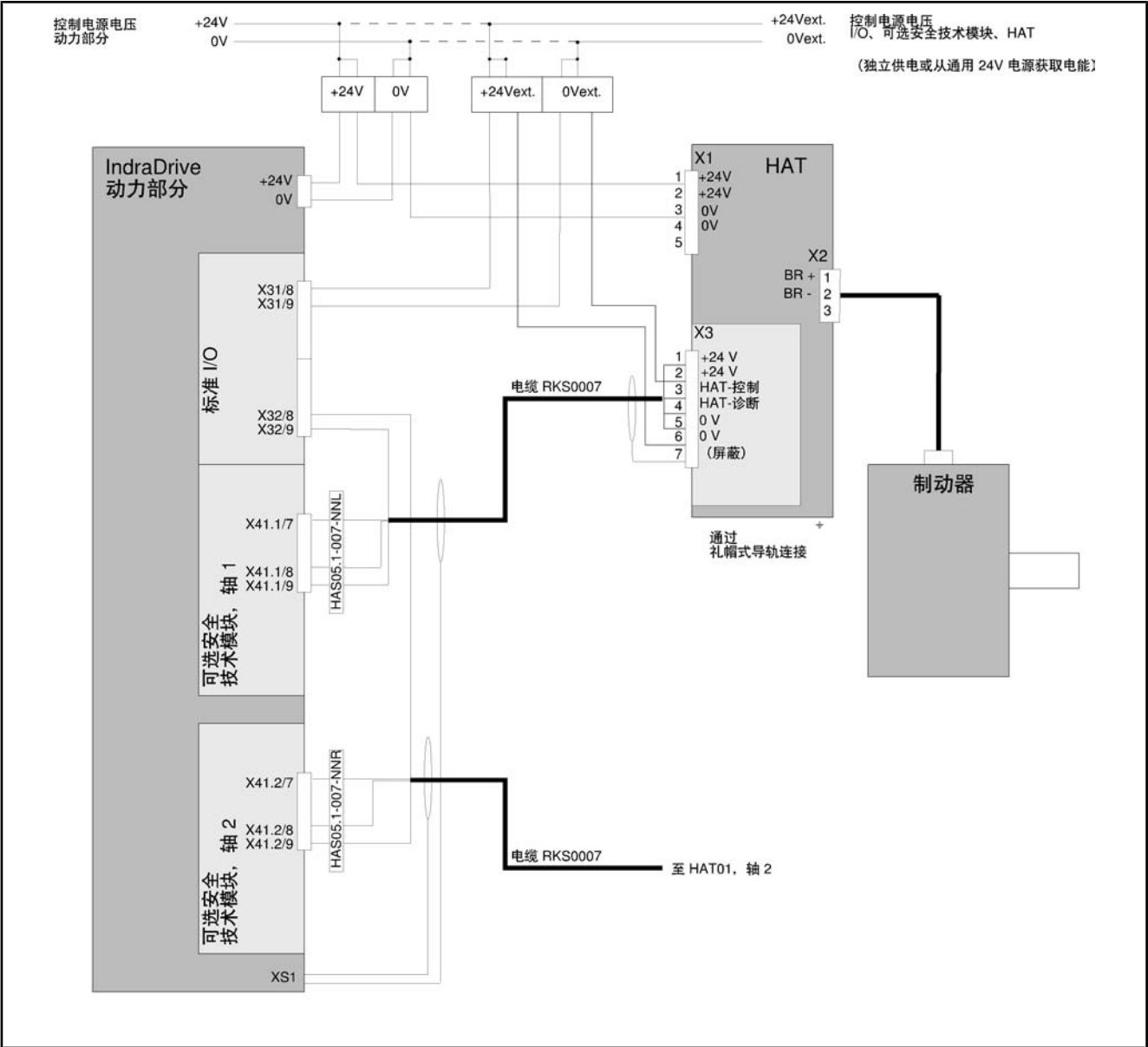


插图 8-27: 双轴驱动器控制器的“安全相关的制动保持系统”连接图

8.5.2 控制模块

控制冗余保持制动需要控制模块 HAT01.1-002-NNN-NN。它安装在控制柜的安装导轨上。

8.5.3 连接

将控制模块连接到驱动器控制器

使用连接电缆 RKS0007 将控制模块 HAT01.1-002-NNN-NN 连接到 IndraDrive 控制器上。可根据所需长度订购电缆。不要超过允许的最大长度 (5 m)。

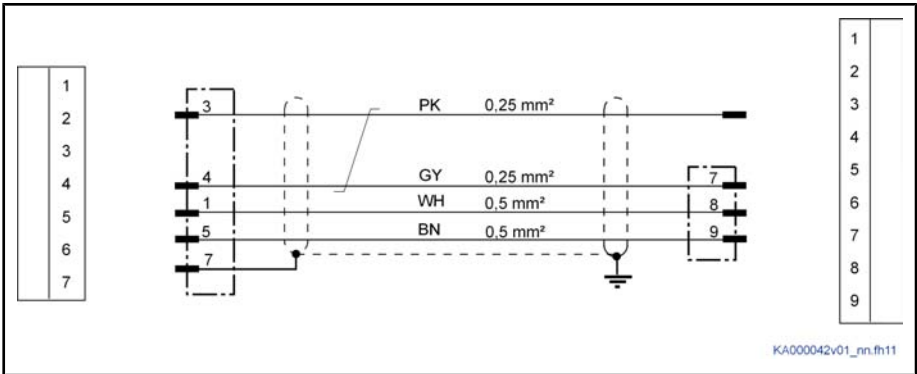


插图 8-28: 连接电缆 RKS0007

将冗余保持制动连接到控制模块

将冗余保持制动连接到控制模块。在执行此操作时，请遵循制动器的规范。对控制模块附近的连接电缆建立可能的现有屏蔽连接，例如使用 Wago 790-113 和 790-124 夹紧安装导轨。

8.5.4 附件

适配器 HAS05.1-007

使用适配器 HAS05.1-007 将 HAT 连接到驱动器控制器。适配器允许在连接器 X41 处使用连接电缆 RKS0007 以外的其它信号线来选择单个安全功能。有关适配器的详细描述，请参阅本文档的[附录](#)。

8.6 调试各个系列机床

要调试各个系列机床，可以使用简化程序。要进行调试，必须满足以下要求：

- 与第一个系列的机床相比较，I/O 布线没有更改。
- 与第一个系列的机床相比较，参数设置相同。

满足了这些要求之后，通过以下简化程序对各个系列的机床进行调试，而无需重复地进行安全技术验收测试：

- 检查 I/O 布线。



激活安全技术之前必须检查 I/O 布线。

- 将参数文件加载到驱动器，然后激活安全技术（有关操作方法，请参阅固件的功能描述“更换控制器”）。
- 检查新机床的“P-0-3205，安全技术设备标识符”，如有需要对其进行调整：
 - 在“安全技术/密码”(Safety technology/Password) (“P-0-3206，安全技术密码”) 窗口中输入 IndraWorks 的密码，以取消对安全技术的锁定
 - 调整“P-0-3205，安全技术设备标识符”
 - 将驱动器切换到阶段 4
 - 执行命令“P-0-3204，C3000 同步并存储安全技术 IDN 命令”
- 如果新的安全技术密码与第一个系列的机床不同，输入新密码，同时锁定驱动器：
 - 在“安全技术/密码”(Safety technology/Password) (“P-0-3206，安全技术密码”) 窗口中，更改 IndraWorks 的安全技术密码
 - 使用同一个对话框锁定安全技术，或通过关闭驱动器的方式锁定安全技术 (P-0-3206，安全技术密码)
- 保存安全技术参数，并将它们添加到机床的安全相关的文档中：
 - 打开“安全技术/诊断”(Safety Technology/Diagnosis) 窗口。

调试安全技术

=> 窗口右侧显示验收测试协议，左侧显示安全技术的当前状态。

- 单击鼠标右键打开窗口左侧的详细菜单。
 - 选择“导出安全技术参数”(Export safety technology parameters) 并保存参数。
6. 用下面列出的内容编译新协议，然后将它和第一个系列机床的安全技术报告副本添加到机床的安全相关的文档中：
7. • 根据 (报告日期) 的“第一个系列机床的安全技术设备标识符 (P-0-3205)”安全技术报告对各个系列的机床执行调试
- 安全技术设备标识符 (P-0-3205) (值)
 - 安全技术存储器的更改计数器 (P-0-3201) (值)
 - 上次更改存储器的操作时间 (P-0-3202) (值)
 - (日期)、(名称)、(签名)

8.7 控制装置的要求

控制装置必须了解运行模式 (正常运行/特殊模式) 以及它们的安全功能。

控制装置的职责是在给定时间和由安全功能给定的限制内插补驱动器。

为了达到此目的，控制装置必须能够识别所选的安全功能，以便随时对安全相关的运行的切换做出反应 (例如读取“P-0-3215，选择的安全技术操作状态”或“P-0-3215，选择的安全技术模式”)。在线监控安全技术状态时，控制装置可读取由“P-0-3213，安全技术操作状态”或“P-0-3213，安全技术状态”提供的二进制信号。

转换到安全相关的静止、安全相关的驱动器互锁和安全相关的运行停止是由驱动器或控制装置交替控制的 (通过“P-0-3210，安全技术配置”或“P-0-3210，安全技术控制字”来进行设置)。

如果由控制装置控制向安全技术操作状态“驱动器互锁”和具有安全功能“安全相关的静止”的特殊模式“安全相关的暂停”转换，控制装置必须移除驱动器启用。如果转换是由驱动器控制的，则驱动器应移除驱动器启用。

根据参数“P-0-0117，出错时激活 NC 反应”和“P-0-0119，尽可能好的减速”中的设置，在出现错误时会转换到安全相关的暂停。



控制装置必须对通过输入相应命令值而选择的安全功能做出反应！

9 验收测试

9.1 验收程序

9.1.1 概述

对机床进行调试时以及进行任何与功能安全相关的软件或硬件更改（例如，通过远程数据传输进行的更改）时，必须由授权人员执行完整的验收测试。

如果只对安全相关的数据进行了局部更改，则相关更改必须通过部分验收测试进行检查。

不管是在哪种情况下，都需要记录执行的更改和测试（请参阅[“验收测试的检查列表”](#)）。

9.1.2 完整验收测试

对于完整验收测试，必须检查所有预期安全功能（例如，是否符合极限值的规定、控制设备的功能、执行器的功能）。在检查过程中，错误反应将实际生效。您必须检查安全功能是否正确运行。为此，您必须在更高级别的控制单元中取消特殊模式中的命令值限制，以获得验收测试持续时间。

您必须从下面的检查列表中选择所需测试，然后执行。

9.1.3 部分验收测试

对于部分验收测试，仅需要检查受安全相关的数据更改影响的安全功能。

您必须从下面的检查列表中选择所需测试，然后执行。

9.2 验收测试的检查列表

完成调试是进行随后的安全测试的前提条件。

每个单独的轴/主轴/辊驱动器都需要进行所有测试。

可通过 IndraWorks 调试软件中的安全技术向导生成包含当前有效安全功能和相应值的打印输出（请参阅下面的示例）。

验收测试

Safety technology - Report of 10.01.2008

Drive address: 1 - X Axis - Default

Normal operation			OK
[Drive address: 1 - X Axis - Default]			
P-0-3234	Safety related maximum speed	1000.0000	Rpm
Safety related braking and holding system (configuration)			OK
P-0-3300	Kind of redundant holding brake	Form-locking	
P-0-3300	Safety related brake check, direction-dependent	Negative only	
P-0-3300	Enabling special mode without valid brake status	activated ¹⁾	
1) When this function is used, an error in the safety related braking and holding system cannot be excluded due to the unknown time which has passed since the last brake check. The use of the function must be documented for the safety technology acceptance test. When using this function, you have to make an additional risk assessment: "Danger to persons in the safety area due to brake defect".			
P-0-3302	Safety related holding system: time interval brake check	28800.0	s
P-0-3311	Safety rel. hold. sys.: dur. test torque injection br. check	0.5	s
P-0-3310	Safety related holding system: travel range brake check	2.0000	Deg
P-0-3303	Safety related holding system: nominal load	0.0	%
P-0-3306	Delay time motor holding brake	100	ms
P-0-3307	Safety technology - drive off delay time	100	ms
P-0-3304	Safety related holding system: torque/force constant	0.00	Nm/A eff
Transition to safety related status			OK
P-0-3220	Tolerance time transition from normal operation	10.0	s
P-0-3221	Max. tolerance time for different channel states	0.5	s
P-0-3282	Safety related monitored deceleration	10.000	rad/s²
Acknowledgment/ Feedback			OK
P-0-3210	Safety related feedback: ...	for control safety door	
Dynamization			OK
P-0-3210	Dynamization source	Slave	
P-0-3210	Kind of dynamization	common source	
P-0-3223	Time interval for dynamization of safety function selection	60.0	s
P-0-3224	Duration of dynamization pulse of safety function selection	0.2	s
Error reaction			OK
P-0-3210	Reaction to F7 error	Velocity command value reset	

Sensor	Signal	Source	OK
B8-coded information			
[Drive address: 1 - X Axis - Default]			
P-0-3210	Safety technology configuration	0b0010.0000.0001.0110	--
P-0-3300	Redundant holding brake: configuration	0b0000.0100.0010.0001	--
Administration data			
[Drive address: 1 - X Axis - Default]			
P-0-3205	Safety technology device identifier	X Axis	--
S-0-0030	Manufacturer version	PwA-INDRV*-MPH-05/12-D5-1-NNN-NN	--
P-0-3200	Safety technology firmware code	PwC-HS11*-SST-04V12-D5	--
P-0-3201	Change counter of safety technology memory	22	--
P-0-3202	Operating hours at last change of memory	00:00:00	--
S-0-0140	Controller type	HMS01.1N-W0020-A-07-NNNN	--
P-0-1519	Serial number of power section	--	--
P-0-1520	Control section type	CSH01.2C-NN-EN1-NNN-CCD-S1-S-NN-Pw	--
P-0-1518	Serial number of control section	4294967295	--
S-0-0141	Motor type	--	--
P-0-0074	Encoder type 1 (motor encoder)	1	--
Handwritten additional notes			OK
Safety technology data saved			
Path and file name			
User			

Date, signature

[Drive address: 1 - X Axis - Default]

DL000003v04

插图 9-1: 安全技术报告/验收测试示例

10 错误消息和故障排除

10.1 固件代码

参数“P-0-3200，安全技术固件代码”包含安全技术固件版本的名称。

10.2 错误

标准驱动的错误处理涵盖安全技术的错误处理。

如果出现错误，驱动器将以可能的最佳或最快方式减速，直到达到安全相关的静止状态。



如果出现反馈错误（编码器错误），则安全技术将无法再保证双通道的安全性。例如，将无法检测惯性主轴。在这种情况下，只能由操作员在进行额外的目视检查后手动解锁安全门。安全门必须通过发出编码器错误信号的驱动器解锁。然后，在驱动器确认安全后，主机才能打开安全门。

参数“P-0-3218，C3700 手动解锁安全门”允许在出现反馈错误的情况下手动解锁安全门。



有关错误原因和故障排除，请参阅文档“故障排除指南”。

10.3 操作模式“正常运行”中的错误



在不激活安全功能的情况下检测到错误，会导致在正常运行中发出警告。在激活安全功能的情况下，检测到错误会导致出现类别 F31xx 或 F7xxx 的错误。

有关错误原因和故障排除，请参阅文档“故障排除指南”。

10.4 状态消息

参数“P-0-3213，安全技术操作状态”或“P-0-3213，安全技术状态”使二进制状态信号可用于在线监控安全技术状态。通过此状态字，可选择将单个状态信号编程为主通讯或者硬件 I/O 或 I/O 扩展的现有实时位。

参数“P-0-3215，选定安全技术操作状态”或“P-0-3215，选定安全技术模式”可使编码形式的单个监控通道的选定安全技术模式可用。

参数“P-0-3216，活动安全技术信号”显示单个通道的安全技术信号的当前状态。

参数“P-0-3217，I/O 状态通道 2（可选安全技术模块）”显示可选安全技术模块的输入/输出的当前状态。

10.5 安全技术存储器的状态更改

安全技术存储器的每次更改都可以指定明确的更改状态，在安全验收测试范围内，相应的更改状态必须与密码一起进行记录。

每次更改安全技术存储器，参数“P-0-3201，安全技术存储器的更改计数器”都会增大；使用命令“S-0-0262，C07_x 加载默认程序命令”时也是如此。

参数“P-0-3202，上次更改存储器时的操作时间”指出上次更改安全技术存储器的时间点。它是安全技术存储器的一部分。

错误消息和故障排除

10.6 追溯更改历史

如果被迫生成支持文档，可通过调用参数“P-0-3203，安全技术存储器的存储器映像”的内容重新生成安全技术存储器的上一个状态。该参数的内容是十六进制列表。

可通过使用外部程序追溯旧状态。

11 有关故障排除的注意事项

11.1 简介

出于诊断（错误消息、警告、操作状态）和维护（固件和硬件更换）目的，您有必要通过固件功能描述来熟悉某些功能/元素：

- 多媒体卡、
- 控制面板（标准版和舒适版）和
- 参数处理

以下段落首先详细说明了集成安全技术相关要点。

以下段落分为：

- 诊断系统概述（例如日志本参数和包含硬件配置信息的参数）（“诊断系统”）
- 可从控制面板显示屏读取的诊断消息（“集成安全技术诊断消息”）
- 专门针对集成安全技术扩展的诊断可能性（“扩展诊断可能性”）

11.2 诊断系统

11.2.1 概述

IndraDrive 的通用诊断系统在固件功能描述中有详细介绍，如有需要，可从中了解详细信息（请参阅固件功能描述“诊断系统”）。

在本章中，仅列出与诊断系统配合使用的参数：

- S-0-0095，诊断消息
- S-0-0375，诊断号列表
- S-0-0390，诊断消息号
- P-0-0009，错误号
- P-0-0478，日志本事件
- P-0-0479，日志本时间戳
- P-0-3219，诊断安全技术消息



对于集成安全技术，以安全技术错误代码的形式（请比较“P-0-3219，诊断安全技术消息”）提供扩展诊断功能，出现错误时应读错误代码。错误代码支持迅速而方便的错误诊断（另请参阅“扩展诊断可能性”）

轴或设备配置

驱动器控制器由多个组件（电源部分、控制部分、固件...）组成；每个组件都有自己的参数形式标识符（另请参阅固件功能描述“设备配置”）。

用于诊断和维护目的的标识符存储在以下参数中：

- S-0-0140，控制器类型
- S-0-0141，电机类型
- S-0-0142，应用类型
- P-0-1518，控制部分的模块代码
- P-0-1519，电源部分的模块代码
- P-0-1520，控制部分类型
- S-0-0030，制造商版本
- P-0-3200，安全技术固件代码

有关故障排除的注意事项



“P-0-3200，安全技术固件代码”包含安全技术固件版本的名称，运行可选的安全技术模块（“S1”）时需要此名称！

11.2.2 集成安全技术诊断消息

概览

我们区分以下集成安全技术操作状态：

- 在正常运行中，在不激活安全功能的情况下触发监控功能会导致出现类别 E31xx 的警告。在激活安全功能的情况下，检测到错误会导致出现类别 F31xx 或 F7xxx 的错误。
- 在特殊模式中，触发监控功能会导致出现类别 F3xxx 或 F7xxx 的错误。

除错误和警告消息之外，还会在单个参数中显示集成安全技术的操作状态（状态消息）。

安全技术错误（F7xxx、F3xxx）

集成安全技术错误（F3xxx、F7xxx）的处理方法基本上类似于“正常”驱动器错误（F2xxx、F4xxx...）的处理方法。

但关于错误反应以及最重要的消除错误所需的措施，集成安全技术需要特定措施。



有关错误原因和故障排除，请参阅文档“故障排除指南”。

出现错误 F7xxx 时的错误反应

在出现类别 F7xxx 的安全技术错误情况下，不受“P-0-0119，尽可能好的减速”和“P-0-0117，出错时激活 NC 反应”的设置限制的驱动器会尽快关闭；驱动器通过速度命令值复位停止（另请参阅固件功能描述“错误反应”）。



出现安全技术错误（F7xxx）时，NC 不能再使用控制的关闭。

错误反应结束时，即在“P-0-3220，从正常运行进行转换的容差的时间差”或“P-0-3225，从安全相关的运行进行转换的容差的时间差”中输入的时间过去后，驱动器处于无扭矩状态，通过两个通道锁定输出级。

从固件版本 MP*-03V20 开始，可通过“P-0-3210，安全技术配置”中的配置位“对 F7 错误的反应”参数化错误反应；错误反应“速度命令值复位”作为标准配置激活，但可取消激活，以便在出现 F7 错误时驱动器立即转为无扭矩状态。



只有在通常由速度命令值复位而产生的强制减速造成问题（例如在有机械连接轴时）时，才应使用 F7 错误反应“扭矩禁用”。

机床制造商对 F7 错误反应“扭矩禁用”负责，并且制造商的风险分析必须体现出其责任。

出现错误 F7xxx 时的调试

只有在以下情况下驱动器才能运行：

- 已通过错误清除命令（请比较“S-0-0099，C0500 复位诊断类 1”）清除错误消息。
- 已识别并排除实际错误原因（例如速度阈值或时间窗口参数化错误）
- 驱动器再次进入运行模式，并再次打开电源（“Ab”）。
- 再次打开驱动器使能（0-1 上升沿）。



如果重复出现安全技术错误，请联系我们的服务部门，因为这时驱动器已经不可以再运行。

特殊情况：编码器错误

如果出现编码器错误，集成安全技术便不再能够保证双通道安全；例如，无法识别惯性主轴。在这种情况下，只能由操作员在进行额外的目视检查后手动解

锁安全门。安全门必须通过发出编码器错误信号的驱动器解锁。然后，在驱动器确认安全后，主机才能打开安全门。



参数“P-0-3218, C3700 手动解锁安全门”允许在出现编码器错误的情况下手动解锁安全门。

操作模式“正常运行”中的安全技术警告

集成安全技术警告 (E3xxx) 的处理方法基本上类似于“正常”驱动警告 (E2xxx、E4xxx) 的处理方法。但必须注意以下几点：

- 有激活的安全技术时，类别 E3xxx 警告仅出现在正常运行中。
- 选定安全相关的运行后，警告的原因将导致错误被触发。



有关警告原因和故障排除，请参阅文档“故障排除指南”。

集成安全技术的状态信息

出于诊断目的，提供以下集成安全技术的状态信息：

- 参数“P-0-3213, 安全技术操作状态”或“P-0-3213, 安全技术状态”为安全技术状态在线监控提供二进制状态信号。通过此状态字，可选择将单个状态信号编程为主通讯或者硬件 I/O 或 I/O 扩展的现有实时位。
- 参数“P-0-3215, 选定安全技术操作状态”或“P-0-3215, 选定安全技术模式”以编码形式提供选定安全技术模式。
- 参数“P-0-3216, 激活安全技术信号”显示单个通道的安全技术信号的当前状态。
- 参数“P-0-3217, I/O 状态通道 2 (可选安全技术模块)”显示可选安全技术模块的输入/输出的当前状态。

11.3 扩展诊断可能性

11.3.1 概述

除了诊断标准功能之外，采用集成安全技术的驱动系统 Rexroth IndraDrive 还提供专门针对集成安全技术实施的扩展诊断可能性：

- 更改安全技术存储器的状态
- 追溯更改历史
- 扩展安全技术诊断

11.3.2 更改安全技术存储器的状态

每次更改安全技术存储器时都指定明确的更改状态。

在安全技术验收测试的范围内，更改状态必须与密码一起记录。

- 每次更改安全技术存储器，参数“P-0-3201, 安全技术存储器的更改计数器”都会递增；使用命令“S-0-0262, C07_x 加载默认过程命令”时也是如此。
- 参数“P-0-3202, 上次更改存储器时的操作时间”指出上次更改安全技术存储器的时间点。它是安全技术存储器的一部分。

11.3.3 追溯更改历史

如果被迫生成支持文档，可通过调用参数“P-0-3203, 安全技术存储器的存储器映像”的内容重新生成安全技术存储器的上一个状态。该参数的内容是十六进制列表。可通过使用外部程序追溯旧状态。

有关故障排除的注意事项

11.3.4 扩展安全技术诊断

P-0-3219 中的扩展安全技术诊断

引入参数“P-0-3219，诊断安全技术消息”，与集成安全技术配合使用，在出现安全技术错误（F3xxx、F7xxx）或安全技术警告（E3xxx）时提供扩展的卡诊断方法。

由两个安全技术通道之一产生的错误或警告由标准驱动器的错误处理程序来处理。此外，在“P-0-3219，诊断安全技术消息”中输入对应通道的错误代码，此代码提供详细的错误描述。

过程如下：

1. 如果出现错误，读取诊断消息号。
2. 读取在“P-0-3219，诊断安全技术消息”中输入的错误代码。
3. 使用诊断消息号选择对应的列表。
4. 使用错误代码查看错误原因和补救方法。



有关“P-0-3219，诊断安全技术消息”的错误代码列表，请参阅文档“故障排除指南”。

11.4 更换驱动器组件

11.4.1 概述



更换驱动器组件时，请遵守“电子驱动器和控制器的安全指南”一章中的安全说明！

11.4.2 更换电机

- 如果需要，记下最后一个绝对值
- 打开电源开关
- 确保不能再次打开电源开关
- 断开插入式连接器



更换电机时，如果可能出现冷却液/润滑剂喷洒或污染（允许的污染程度符合 EN50178: 2），请在电源线的开口接合端上套上防护帽。

- 更换电机



如果要以机械方式更换交流伺服电机，请遵守机床制造商的说明。

- 连接插入式连接器



警告

由于意外轴运动而造成事故的风险！

采用通过电机编码器的间接距离测量系统的伺服轴在更换电机后会失去定位数据参考！

因此，更换伺服轴后必须重新建立相对于机床坐标系的定位数据参考。

- 对于带绝对电机编码器的伺服轴，可重新建立定位数据参考

11.4.3 更换电源设备



由于电源设备的尺寸和重量，更换时可能需要起重设备。

**警告****由超过 50 V 的带电部件造成的致命电击！**

只能经过培训可处理电气设备的合格人员才能更换电源设备。

**警告****由超过 50 V 的带电部件造成的致命电击！**

处理带电部件之前：断开装置电源，确保电源开关不会意外或未经授权地重新上电。

切断电源电压后，至少等待 **30 分钟**，以便让其放电。如果要缩短电压下降到 50 V 以下的等待时间，可使用放电设备（请参阅“附录”一章）。

接触带电部件之前，检查电压是否下降到 50 V 以下！



更换电源设备之前，使用型号铭牌检查这些设备是否为相同型号。只能更换相同型号的设备。

要更换电源设备，请执行以下操作：

1. 断开装置电源，确保未经授权的人员不能再次打开电源或电源不会再次意外打开。
2. 使用合适的测量设备检查装置是否已断电。如果需要，等候设备放电。
3. 确保电机进入安全的静止状态。
4. 保证垂直轴不会移动。
5. 移除有缺陷设备的所有电气连接。
6. 松开固定螺丝，从控制柜上卸下设备（如果需要，使用起重设备）。
7. 将更换设备安装在控制柜内（如果需要，使用起重设备）。
8. 按照机床制造商的接线图连接更换设备。
9. 如果更换设备之前以机械方式固定垂直轴，此时要移除这些固定设备。
10. 通过读取所连驱动器控制器的错误存储器，确保驱动器控制器未造成设备缺陷。

更换已经完成。装置可再次投入运行。

11.4.4 更换控制器

概览

IndraDrive 系列的控制器由功率部分和控制部分（包括固件）组件组成。控制部分可通过附加组件（编码器接口、可选安全技术模块...）来配置。如果出现故障，基本上可以更换这两个组件之一（控制部分或功率部分）。因为控制部分和电源部分牢固连接在一起，所以只能由 Rexroth 维护工程师或经过特别培训的用户来更换这两个组件之一。以下段落介绍了如何更换关于安全技术的整个控制器。安装和拆卸整个驱动器控制器在电源部分的项目规划手册中介绍。



仅适用于 Rexroth 维护工程师或经过特别培训的用户。由于采用了集成安全技术，更换有缺陷的电源部分不需要任何特殊处理；也就是说，不需要重复进行安全技术调试和验收测试。

更换配置有选件起点锁定（“L1”）的控制部分的控制器时，不需要任何特殊测量，也就是说，附加测量仅适用于选件“S1”的使用！



更换控制器时，不应执行固件版本升级，否则需要重复进行安全技术验收测试！

有关故障排除的注意事项

更换已激活安全技术的控制器时，请注意在出厂状态下，控制器未激活安全技术：

- “P-0-3207，安全技术密码级别”状态为零，以及
- 在“P-0-3206，安全技术密码”中输入“INDRASAVE”。



用于更换已经运行控制器的替换品必须置于其使用之前的出厂状态（请参阅“取消激活安全技术”）。

下图示出了主要需要的单个步骤。

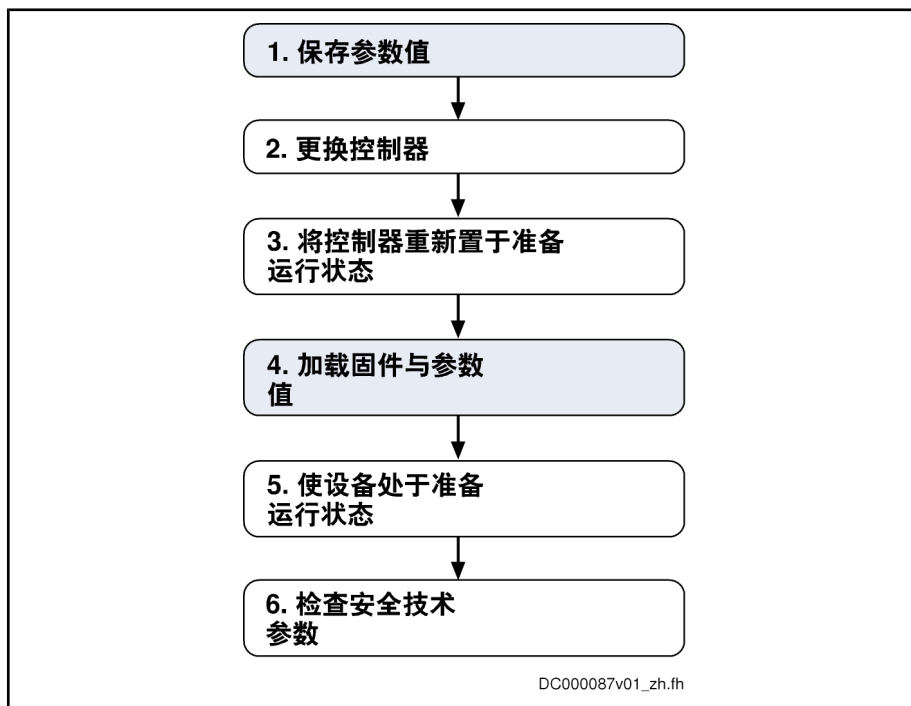


插图 11-1: 控制器更换的一般顺序

在没有固定插入的 MMC 的情况下更换控制器

1. 保存参数值

拆卸有缺陷设备之前，如果可能，保存驱动器的参数值。

通过 MMC 更换控制器时，开始更换之前，确保 MMC 文件夹“Firmware”包含驱动器所需的固件（如 FWA-INDRV*-MPH-04V08-D5.ibf）。



如果因设备彻底崩溃而造成无法在更换设备前保存参数值，以后加载参数值时只能加载初始调试后备份的参数值（请参阅[页边注释“在设备彻底崩溃的情况下加载参数值”](#)）！

1. 关闭驱动器，然后再次打开。

2. 切换到参数模式（PM 或 P2）。

临时插入 MMC（“热插”），通过控制面板保存有缺陷设备的参数值。



如果 MMC 无法保持固定（永久性）地插入设备，可以在引导阶段后临时插入已打开的设备，然后再拔下（“热插拔”）。

以下步骤取决于所用的固件版本：

3a.！仅适用于 MPx02/03！

1. 转到命令菜单。

⇒ 同时按“Esc”键和“Enter”键至少 8 秒钟，调用扩展显示。随后按“Up”键（一次）激活命令菜单。

2. 使用箭头键选择命令“2.6 C26”（命令“C2600 将 IDN 从内部存储器复制到可选存储器”），然后“Enter”键激活该命令。

⇒ 将激活的参数值[符合“S-0-0192，IDN 备份操作数据列表”和“P-0-0195，IDN 保持型数据列表（更换设备）”]从控制器内部存储器复制到临时插入控制器的 MMC。



MPx02/03：使用可选模块“MD01”时，PLC 保持型数据无法存储到 MMC。因此，只能在没有 PLC 保持型数据的情况下调试更换设备。

3b.！ 仅适用于 MPx04/05！

1. 转到维护菜单。

⇒ 同时按“Esc”键和“Enter”键至少 8 秒钟，调用扩展显示；随后按“Up”键（两次）激活维护菜单。

2. 使用箭头键选择子菜单“设备更换”(device replace)，然后使用“Enter”键激活该子菜单。

3. 激活命令“保存数据？”。

⇒ 将激活的参数值[符合“S-0-0192，IDN 备份操作数据列表”和“P-0-0195，IDN 保持型数据列表（更换设备）”]和 PLC 保持型数据从控制器内部存储器复制到临时插入控制器的 MMC。

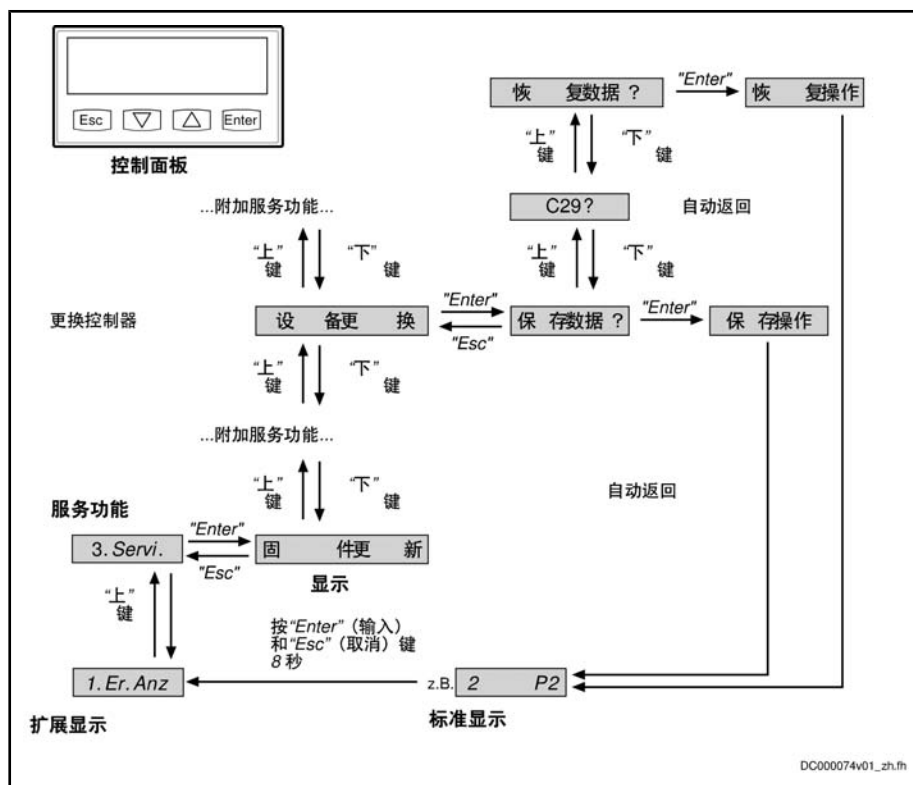


插图 11-2：通过控制面板更换控制器时，激活命令“保存数据？”和“恢复数据？”（固件版本为 MPx04/05 时，菜单结构的典型示例）

2. 更换控制器

1. 打开电源开关
2. 确保不能再次打开电源开关
3. 确保驱动器控制器完全断电。

有关故障排除的注意事项

**警告****由超过 50 V 的带电部件造成的致命电击！**

处理带电部件之前：断开装置电源，确保电源开关不会意外或未经授权地重新上电。

切断电源电压后，至少等待 **30 分钟**，以便让其放电。如果要缩短电压下降到 50 V 以下的等待时间，可使用放电设备（请参阅“附录”一章）。

接触带电部件之前，检查电压是否下降到 50 V 以下！

4. 移除拆卸防护装置，将连接线与驱动器控制器分开
5. 拧开外壳顶部和底部的螺丝
6. 从驱动系统中取出驱动器控制器
7. 安装新的驱动器控制器
8. 按照机床电路图中的说明连接新的驱动器控制器
9. 安装接触防护装置
3. **再次将控制器置为准备就绪状态**
按照机床制造商的说明再次将机床置为准备就绪状态。
4. **通过 MMC 加载固件和参数值**
当固件和驱动器参数通过 MMC 传输到更换控制器中时，必须确保 MMC 文件夹“Firmware”包含驱动器所需的固件，MMC 文件夹“Parameters”包含更换设备前保存的参数。
 1. 从控制电压上断开更换控制器
 2. 将 MMC 插入更换控制器
 3. 再次为设备提供控制电压
 4. 视更换设备的以前配置而定，引导阶段会出现消息“Firmware-Update?”。
按控制面板上的“Enter”键确认此消息。确认之后，固件便从插入的 MMC 加载到控制器。



如果不显示“Firmware Update?”消息，必须通过显示屏启动固件更新。

- MPx02/03：“2. Command”→“2.11 C29”
- MPx04/05：“3. Service”→“Firmware update”→“FWA update”

5. 然后可能显示以下消息之一：

- “Load new param.?”
- “Load Par from MMC?”

⇒ 按控制面板上的“Enter”键确认各个消息。现在驱动器参数将从 MMC 加载到设备的易失性存储器；随后可能显示消息“Load new safety?”。

⇒ 同样按控制面板上的“Enter”键确认此消息。现在安全技术参数将从 MMC 加载到可选安全技术模块的存储器。

6. 切换到参数模式（PM 或 P2）

以下步骤取决于所用的固件版本：

7a.！仅适用于 MPx02/03！**1. 转到命令菜单。**

⇒ 同时按“Esc”键和“Enter”键至少 8 秒钟，调用扩展显示。随后按“Up”键（一次）激活命令菜单。

2. ⇒ 通过控制面板将参数从 MMC 存储到控制器的内部非易失性存储器，方法是激活命令“C25”（命令“C2500 将 IDN 从可选存储器复制到内部存储器”）（根据参数“S-0-0192，IDN 备份操作数据列表”和“P-0-0195，IDN 保持型数据列表（更换设备）”进行存储）。参数加载过程完成之后，驱动器会等待控制主机的进一步动作。

7b.！ 仅适用于 MPx04/05!

1. 转到维护菜单。
⇒ 同时按“Esc”键和“Enter”键至少 8 秒钟，调用扩展显示；随后按“Up”键（两次）激活维护菜单。
2. 使用箭头键选择子菜单“设备更换”(device replace)，然后使用“Enter”键激活该子菜单。
3. ⇒ 通过控制面板将 PLC 保持型数据和参数从 MMC 存储到控制器的内部非易失性存储器，方法是激活命令“恢复数据？”（根据参数“S-0-192，IDN 备份操作数据列表”和“P-0-0195，IDN 保持型数据列表（更换设备）”进行存储）。参数加载过程完成之后，驱动器会等待控制主机的进一步动作。



如果安全技术是在更换设备（与要更换的设备一致）中激活的，加载安全技术参数之后，必须先将驱动器切换到操作模式 (OM) 或通讯阶段 (P4)，然后才能关闭驱动器！

8. 关闭控制器
9. 从设备上移除 MMC
10. 再次接通控制器
11. 随后将显示消息“加载新参数？”。按控制面板上的“Enter”键确认此消息。现在驱动器参数将从设备的非易失性存储器（“闪存”）加载到易失性存储器（“RAM”）。从现在开始，设备的行为类似于未插入 MMC 的设备。
5. 将机床置为准备就绪状态
 1. 按照机床制造商的说明再次将机床置为准备就绪状态。
 2. 检查驱动器的功能。
6. 检查安全技术参数

完成这个过程，必须在激活安全技术的情况下检查是否为驱动器加载了正确的安全技术参数；为此，检查“P-0-3205，安全技术设备标识符”中的数据（机床类型、单元、轴/主轴的驱动器），并用下面列出的内容编译协议，然后将其添加到机床的安全相关的文档中：

 - 驱动器控制器的更换日期（日期）
 - 安全技术存储器的更改计数器 (P-0-3201)（值）
 - 上次更改存储器的操作时间 (P-0-3202)（值）
 - （日期）、（名称）、（签名）

在有固定插入的 MMC 的情况下更换控制器

1. 保存参数值

激活固件特性 IndraMotion MLD（固件型号代码：FWA-INDRV*-MPH-04VRS-D5-1-***-ML）并在以下可选模块之一中配置要更换的控制器时，在移除有缺陷设备之前，必须将驱动器 PLC 的保持型数据存储在 MMC 上。

- 模块数字 I/O（控制部分型号代码：CSH01.**-**-***-***-MD1-**-S-NN-FW）
- 模块数字 I/O 和 SSI 编码器接口（控制部分型号代码：CSH01.**-**-***-***-MD2-**-S-NN-FW）

有关故障排除的注意事项



对于固件版本 MPx02 和 MPx03，使用上面指定的硬件选项，无法将控制部分的 PLC 保持型数据存储在 MMC 上。因此，只能在没有 PLC 保持型数据的情况下调试更换设备。



如果因设备彻底崩溃而造成无法在更换设备前保存 PLC 保持型数据，以后加载参数值时必须加载初始调试后备份的参数值和保持型数据（请参阅“在设备彻底崩溃的情况下加载参数值”）！

以下步骤仅涉针对固件版本 MPx04 和 MPx05：

1. 关闭驱动器，然后再次打开
2. 切换到参数模式（PM 或 P2）
3. 通过显示屏将驱动器更改为维护菜单；同时按“Esc”键和“Enter”键至少 8 秒钟，调用扩展显示；随后按“Up”键（两次）激活维护菜单。
4. 使用箭头键选择子菜单“设备更换”(device replace)，然后使用“Enter”键激活该子菜单。
5. 激活命令“保存数据？”；将激活的 PLC 保持型数据从控制器内部存储器复制到插入控制器的 MMC。

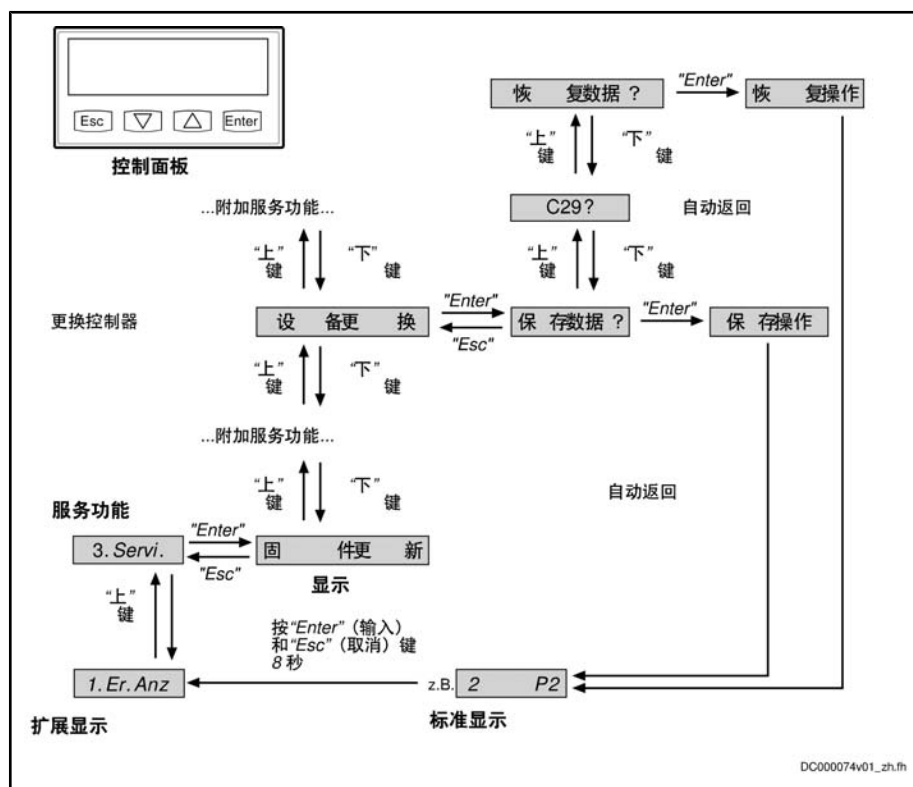


插图 11-3: 通过控制面板更换控制器时，激活命令“保存数据？”和“恢复数据？”（固件版本为 MPx04/05 时，菜单结构的典型示例）

6. 从控制电压上断开控制器（此步骤会自动保存参数值）。

7. 从控制器移除 MMC

2. 更换控制器

1. 打开电源开关
2. 确保不能再次打开电源开关
3. 确保驱动器控制器完全断电。

**警告****由超过 50 V 的带电部件造成的致命电击！**

处理带电部件之前：断开装置电源，确保电源开关不会意外或未经授权地重新上电。

切断电源电压后，至少等待 **30 分钟**，以便让其放电。如果要缩短电压下降到 50 V 以下的等待时间，可使用放电设备（请参阅“附录”一章）。

接触带电部件之前，检查电压是否下降到 50 V 以下！

4. 移除拆卸防护装置，将连接线与驱动器控制器分开
5. 拧开外壳顶部和底部的螺丝
6. 从驱动系统中取出驱动器控制器
7. 安装新的驱动器控制器
8. 按照机床电路图说明连接新的驱动器控制器
9. 安装接触防护装置

3. 再次将控制器置为准备就绪状态

按照机床制造商的说明再次将机床置为准备就绪状态。

4. 通过 MMC 加载固件和参数值

当固件和驱动器参数通过 MMC 传输到更换控制器中时，必须确保 MMC 文件夹“Firmware”包含驱动器所需的固件，MMC 文件夹“Parameters”包含更换设备前保存的参数。

1. 从控制电压上断开更换控制器
2. 将 MMC 插入更换控制器
3. 再次为设备提供控制电压
4. 视更换设备的以前配置而定，引导阶段会出现消息“固件更新？”。按控制面板上的“Enter”键确认此消息。确认之后，固件便从插入的 MMC 加载到控制器。



如果不显示“固件更新？”消息，必须通过显示屏启动固件更新。

- MPx02/03：“2. 命令”→“2.11 C29”
- MPx04/05：“3. 维修”→“固件更新”→“FWA 更新”

5. 然后可能显示以下消息之一：

- “加载新参数？”
- “激活新 MMC？”

⇒ 按控制面板上的“Enter”键确认各个消息。现在驱动器参数将从 MMC 加载到设备的易失性存储器；随后可能显示消息“加载新安全？”。

⇒ 同样按控制面板上的“Enter”键确认此消息。现在安全技术参数将从 MMC 加载到可选安全技术模块的存储器。

参数加载过程完成之后，驱动器会等待控制主机的进一步动作。



如果安全技术是在更换设备（与要更换的设备一致）中激活的，加载安全技术参数之后，必须先将驱动器切换到操作模式 (OM) 或通讯阶段 (P4)，然后才能关闭驱动器！

5. 将机床置为准备就绪状态

1. 按照机床制造商的说明再次将机床置为准备就绪状态。
2. 检查驱动器的功能。

6. 检查安全技术参数

有关故障排除的注意事项

完成这个过程，必须在激活安全技术的情况下检查是否为驱动器加载了正确的安全技术参数；为此，检查“P-0-3205，安全技术设备标识符”中的数据（机床类型、单元、轴/主轴的驱动器），并用下面列出的内容编译协议，然后将其添加到机床的安全相关的文档中：

- 驱动器控制器的更换日期（日期）
- 安全技术存储器的更改计数器 (P-0-3201)（值）
- 上次更改存储器的操作时间 (P-0-3202)（值）
- （日期）、（名称）、（签名）

在没有 MMC 的情况下更换控制器



只有当控制器配备有 **BASIC 单轴控制部分** 时，执行无 MMC 的控制器更换才有意义。

如果控制器配备有其它控制部分，执行下述过程后，无法保证更换设备后所有参数化的设备功能都再次可用。因此，对于此类控制器，**仅建议采用有 MMC 的更换。**

1. 保存参数值

拆卸有缺陷设备之前，如果可能，保存驱动器的参数值。



如果因设备彻底崩溃而造成无法在更换设备前保存参数值，以后加载参数值时只能加载初始调试后备份的参数值（请参阅“在设备彻底崩溃的情况下加载参数值”）！

1. 关闭驱动器，然后再次打开
2. 切换到参数模式（PM 或 P2）
3. 可通过调试工具“IndraWorks D”或控制主机保存有缺陷设备的参数值：
 - 调试工具“IndraWorks D”
通过选择各个菜单项，符合列表参数 S-0-0192 和 P-0-0195 的参数值将存储在外部数据载体上（硬盘、软盘或类似载体）[与控制器串行通讯或通过 SYSDA/SERCOS 接口]。
 - 控制主机
通过控制主机将符合列表参数 S-0-0192 和 P-0-0195 的参数值存储在主机侧的数据载体上。

2. 更换控制器

1. 打开电源开关
2. 确保不能再次打开电源开关
3. 确保驱动器控制器完全断电。



警告

由超过 50 V 的带电部件造成的致命电击！

处理带电部件之前：断开装置电源，确保电源开关不会意外或未经授权地重新上电。

切断电源电压后，至少等待 **30 分钟**，以便让其放电。如果要缩短电压下降到 50 V 以下的等待时间，可使用放电设备（请参阅“附录”一章）。

接触带电部件之前，检查电压是否下降到 50 V 以下！

4. 移除拆卸防护装置，将连接线与驱动器控制器分开
5. 拧开外壳顶部和底部的螺丝
6. 从驱动系统中取出驱动器控制器

7. 安装新的驱动器控制器
8. 按照机床电路图中的说明连接新的驱动器控制器
9. 安装接触防护装置
3. **再次将控制器置为准备就绪状态**
按照机床制造商的说明再次将机床置为准备就绪状态。
4. **加载固件和参数值**
将固件和驱动器参数传输到要更换的控制器时，必须提供所需固件和各个轴的参数备份。
 1. 为控制器提供控制电压
 2. 视更换设备的以前配置而定，引导阶段会出现以下消息之一：
 - “F2120 MMC: Defective or missing, replace”
⇒ 按控制面板上的“Esc”键确认此消息。
 - “Load new param.?”
⇒ 按控制面板上的“Enter”键确认此消息。
 3. 选择 IndraWorks 中的各个菜单项，将存储在外部数据载体（硬盘、软盘或类似载体）上的固件加载到控制器（与控制器串行通讯）。
 4. 可通过调试工具“IndraWorks D”或控制主机加载参数值：
 - 调试工具“IndraWorks D”
通过选择各个菜单项，将在更换设备前即刻存储到外部数据载体（硬盘、软盘或类似载体）上的符合列表参数 S-0-0192 和 P-0-0195 的参数值加载到控制器（与控制器串行通讯或通过 SYSDA/SERCOS 接口）。有安全技术时，还需要进一步的操作（请参阅“在没有固定插入的 MMC 的情况下更换控制器”）。
 - 控制主机
更换设备前保存的特定于轴的参数值也可通过控制主机加载。更换设备前即刻保存到主机侧数据载体上的参数值（符合列表参数 S-0-0192 和 P-0-0195）会通过控制主机加载到控制器。有安全技术时，还需要进一步的操作（请参阅“在没有固定插入的 MMC 的情况下更换控制器”）。
5. **将机床置为准备就绪状态**
 1. 按照机床制造商的说明再次将机床置为准备就绪状态。
 2. 检查驱动器的功能。

控制器更换过程中可能出现的问题

在设备彻底崩溃的情况下加载参数值

下面段落简要介绍了几个严重问题及建议的处理方法。

如果无法在更换设备（设备彻底崩溃前立即保存符合列表参数 S-0-0192 和 P-0-0195 的参数值），则必须加载初始调试后保存的参数值。



如果驱动器使用的是绝对值编码器和模态格式，加载初始调试后保存的参数值之后必须再次建立定位数据参考，即使通过参数“S-0-0403，定位反馈值状态”发出实际定位值有效的信号时亦如此！



警告

初始调试后保存的参数值通常不适合于重新建立更换设备后驱动器的操作性！

⇒ 设置驱动器使能之前，检查实际位置值和和激活的目标位置，如果需要，还应检查 PLC 保持型数据！

有关故障排除的注意事项

11.4.5 更换电缆



警告

由超过 50 V 的带电部件造成的致命电击！

只有在装置断电后才能断开或连接电缆的电源连接器。



更换电缆时，请遵守机床制造商的说明。

如果不使用现成的 Rexroth 电缆，请进行检查以确保电缆与机床制造商的端子接线图相匹配！

- 打开电源开关
- 确保不能再次打开电源开关
- 断开连接



更换电缆时，如果可能出现冷却液/润滑剂喷洒或污染（允许的污染程度符合 EN50178: 2），请在电源线的开口接上套上防护帽。

- 更换电缆



小心

因电源连接器坏而造成的财产损失！

仅断开或连接干净而干燥的电源连接器。

- 重新建立连接

11.4.6 更换安全技术组件

更换控制模块

更换控制模块时，不需要重复进行安全技术调试和验收测试。



更换后必须使用相同类型的控制模块。

更换冗余保持制动器

更换冗余保持制动器时，不需要重复进行安全技术调试和验收测试。



危险

更换冗余保持制动器时，通过锁定装置或将轴移动到安全相关的终止位置的方式来固定轴。



更换后必须使用相同类型的制动器。

11.4.7 固件更换

更换固件方式的一般注意事项

基本原则

术语说明 对于固件更换，我们会区分以下两种情况：

- **版本更新**

用较新的固件版本（如 MPH05 V08）来替代设备中较旧的固件版本（如 MPH05 V06）。

- **版本升级**
用较近的固件版本（如 MPH 05 V08）来替代设备中较旧的固件版本（如 MPH 04 V20）。



下面段落介绍了用较高版本（“更新”）或版本（“升级”）来更换固件的建议选项。相同的条件和操作顺序适用于用较旧版本或较旧固件版本来进行固件更换。

使用以下硬件和软件更换 IndraDrive 的固件：

- **多媒体卡 (MMC)**
- **装有软件“IndraWorks D”的 PC**



调试软件“IndraWorks D”以名称 SWA-IWORKS-D**-04VRS-D0-CD650-COPY（部件号 R911319744）从我们的销售或维护部门订购。“IndraWorks D”还包括介绍程序操作的文档。

固件更换的准备工作

准备固件更换

- 固件更换需要进行以下准备工作：
1. 驱动器控制器必须通电（24 V 电源）。
 2. 要绝对确保在任何固件版本升级之前保存参数值（对于版本更新，这是建议作法），否则需要完整的（重新）调试。
请参阅“加载、存储和保存参数”一节
 3. 驱动器控制器**不能**处于操作模式（通讯阶段 4）（请比较 P-0-0115）。

如何执行固件更换的一般注意事项

- 执行固件更换时，需要遵循以下几点：
- 更换固件时，不要关闭 24 V 控制电压。
 - 固件更换始终必须完整地执行，也就是说，可选安全技术模块上的固件也必须更换。
 - 对于固件更换，我们会区分**版本更新**和**版本升级**。



固件与选件“起点锁定”(L1) 一起更换时，不需要任何特殊测量，也就是说，下述附加测量仅适用于选件“S1”的使用！

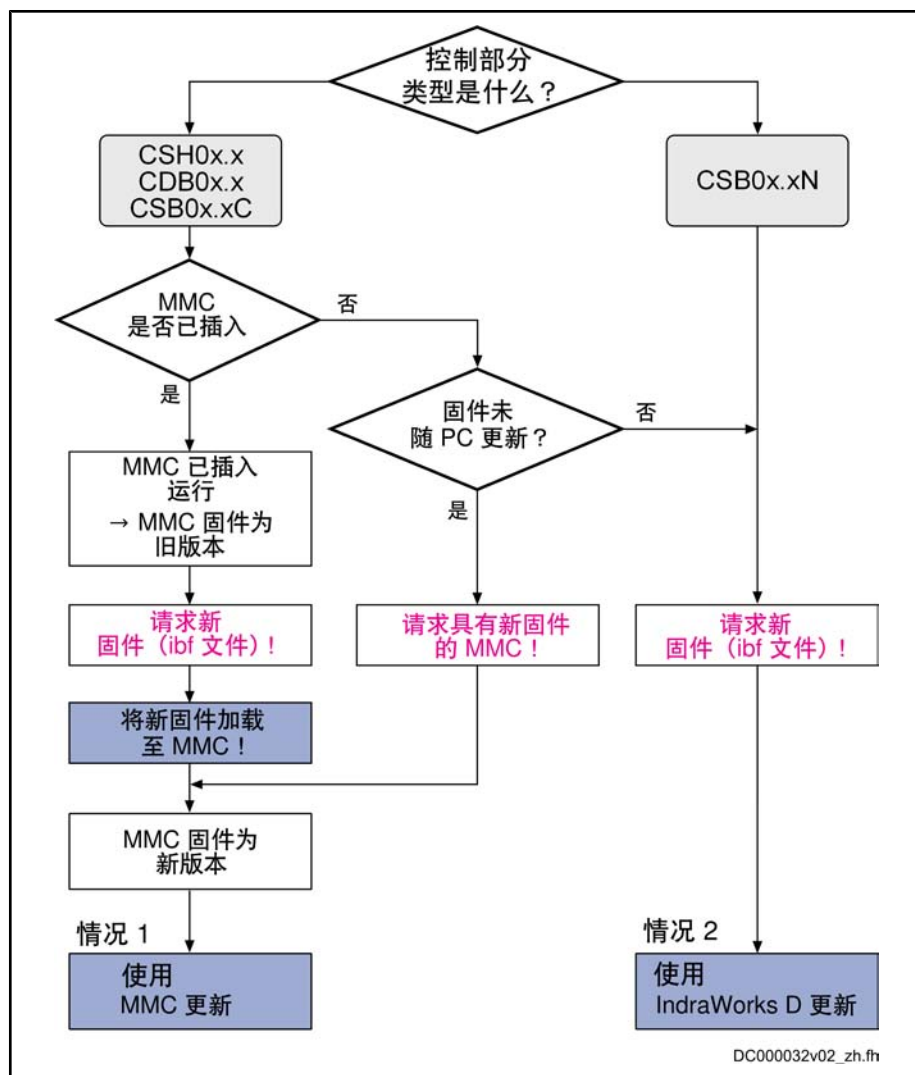
固件版本更新

概述

用**新版本**固件更换驱动控制器中的固件时，此操作称为固件版本更新（例如用 FWA-INDRV*-MPH-05**V08**-D5 更换 FWA-INDRV*-MPH-05**V06**-D5）。

要介绍的固件版本更新顺序取决于更新所用的控制部分和硬件（MMC 或 PC）的配置。通常建议的固件版本更新顺序如下图所示：

有关故障排除的注意事项



CSH0x.x	ADVANCED 单轴控制部分
CDB0x.x	BASIC 双轴控制部分
CSB0x.xC	BASIC 单轴控制部分 (可配置)
CSB0x.xN	BASIC 单轴控制部分 (不可配置)
活动存储器	MMC“编程模块”操作 (请参阅 P-0-4065)
插图 11-4:	固件版本更新的示意性顺序



图中用阴影背景标记的要采取的措施将在以下段落中介绍。

将新固件加载到 MMC

要求 要将固件加载到驱动器的 MMC，必须满足以下要求：

- 安全相关的 (ibf 文件)
- 带有 MMC 读卡器的 PC
- 驱动器中有带旧固件的 MMC

将固件加载到 MMC 将固件加载到 MMC 需要以下步骤：

1. 关闭驱动器，移除 MMC。
2. 将 MMC 插入 MMC 读卡器，打开 MMC 上的文件夹“Firmware”。
3. 删除旧固件 (例如 FWA-INDRV*-MPH-05V06-D5.ibf)！

4. 将新固件（例如 FWA-INDRV*-MPH-05V08-D5.ibf）复制到文件夹“Firmware”！

注意：只能将一个固件文件存储在 MMC 上的文件夹“Firmware”中。如果存在几个固件文件，引导之后驱动器的显示屏上会出现消息“MMC 不正确”。

5. 写入过程完成之后，从 MMC 读卡器中移除 MMC。

形式 1：使用 MMC 的版本更新

选择标准

当控制器配备的**不是** BASIC 单轴控制部分时，使用 MMC 执行固件版本更新才有意义。

使用 MMC 的固件更新

可选的多媒体卡 (MMC) 能够以快速而简单的方法将驱动器固件传输到驱动器控制器中。



因为 MMC 是能以简单方法（例如通过 PC）写入的存储媒介，所以建议您在下载固件之前先检查 MMC 内容。必须确保 MMC 确实包含相应的固件类型。

可从销售或维修部门订购包含所需固件当前版本的 MMC。

使用 MMC 执行固件版本更新需要执行以下步骤：

1. 加载固件

⇒ 关闭驱动器！

⇒ 将包含新固件的 MMC 插入控制器的相应插槽中。

⇒ 插入 MMC 后重启驱动器。

驱动器启动后将显示以下消息：

- “Firmware update?”

⇒ 按控制面板上的“Enter”键确认此消息。确认之后，固件便从插入的 MMC 加载到控制器。

视驱动器的操作状态而定，将显示以下消息：

- “Load Param from MMC”或“Load new param?”
- “Activate new MMC?”
- “F2120 MMC: Defective or missing, replace”

⇒ 关闭驱动器，移除 MMC（如果在未插入 MMC 的情况下操作驱动器），然后重启驱动器！

2. 将机床置为准备就绪状态

⇒ 按照机床制造商的说明再次将机床置为准备就绪状态。

⇒ 检查驱动器的功能。

3. 检查安全技术参数（仅当驱动器中有激活的安全技术时）

如果是版本更新，请保留安全技术参数。有激活的安全技术时，还需要执行以下步骤：

⇒ 检查驱动器的正确安全技术参数设置是否仍然可用。

为此，检查以下几点：

- 参数“P-0-3205，安全技术设备标识符”中的数据
- 安全技术的状态，方法是通过参数“P-0-3207，安全技术密码级别”（在激活并锁定安全技术的情况下，级别为 2）
- 安全技术存储器的更改计数器（参数“P-0-3201，安全技术存储器的更改计数器”）
- 上次更改存储器的操作时间（参数“P-0-3202，上次更改存储器的操作时间”）

有关故障排除的注意事项



小心

如果采用了集成安全技术并对 MPx02V20 之前的固件版本执行固件版本更新，需要重新批准安全技术。

固件版本更新完成之后，必须执行安全技术的重新批准！

形式 2：使用 IndraWorks D 的版本更新**选择标准**

为了让使用 IndraWorks D 执行固件版本更新具有意义，应满足以下要求：

- 在没有 MMC 的情况下操作控制器。
- 或 –
- 控制器配备类型 CSB0x.xN 的 BASIC 单轴控制部分。

使用 IndraWorks D 的固件更新

使用 IndraWorks D 执行固件版本更新需要执行以下步骤：

1. 加载固件

- ⇒ 调用 IndraWorks D。
- ⇒ 加载相应轴的项目或创建新项目；为此，通过串行连接对轴进行寻址。
- ⇒ “在线”切换项目。
- ⇒ 选择/高亮显示控制器，并从上下文菜单中调用“固件管理”(Firmware Management)。

新窗口打开，驱动器中目前可用的固件显示在窗口右侧。窗口左侧显示当前固件目录中的可用固件。

⇒ 高亮显示左侧的新固件（*.ibf 文件），按“下载”(Download) 按钮开始固件下载。

固件下载会自动运行，所有需要的固件组件都会加载到驱动器。

⇒ 固件下载完成之后，关闭“固件管理”(Firmware Management) 窗口。

2. 将机床置为准备就绪状态

- ⇒ 按照机床制造商的说明再次将机床置为准备就绪状态。
- ⇒ 检查驱动器的功能。

3. 检查安全技术参数（仅当驱动器中有激活的安全技术时）

如果是固件版本更新，请保留安全技术参数。有激活的安全技术时，还需要执行以下步骤：

⇒ 检查驱动器的正确安全技术参数设置是否仍然可用。

为此，检查以下几点：

- 参数“P-0-3205，安全技术设备标识符”中的数据
- 安全技术的状态，方法是通过参数“P-0-3207，安全技术密码级别”（在激活并锁定安全技术的情况下，级别为 2）
- 安全技术存储器的更改计数器（参数“P-0-3201，安全技术存储器的更改计数器”）
- 上次更改存储器的操作时间（参数“P-0-3202，上次更改存储器的操作时间”）

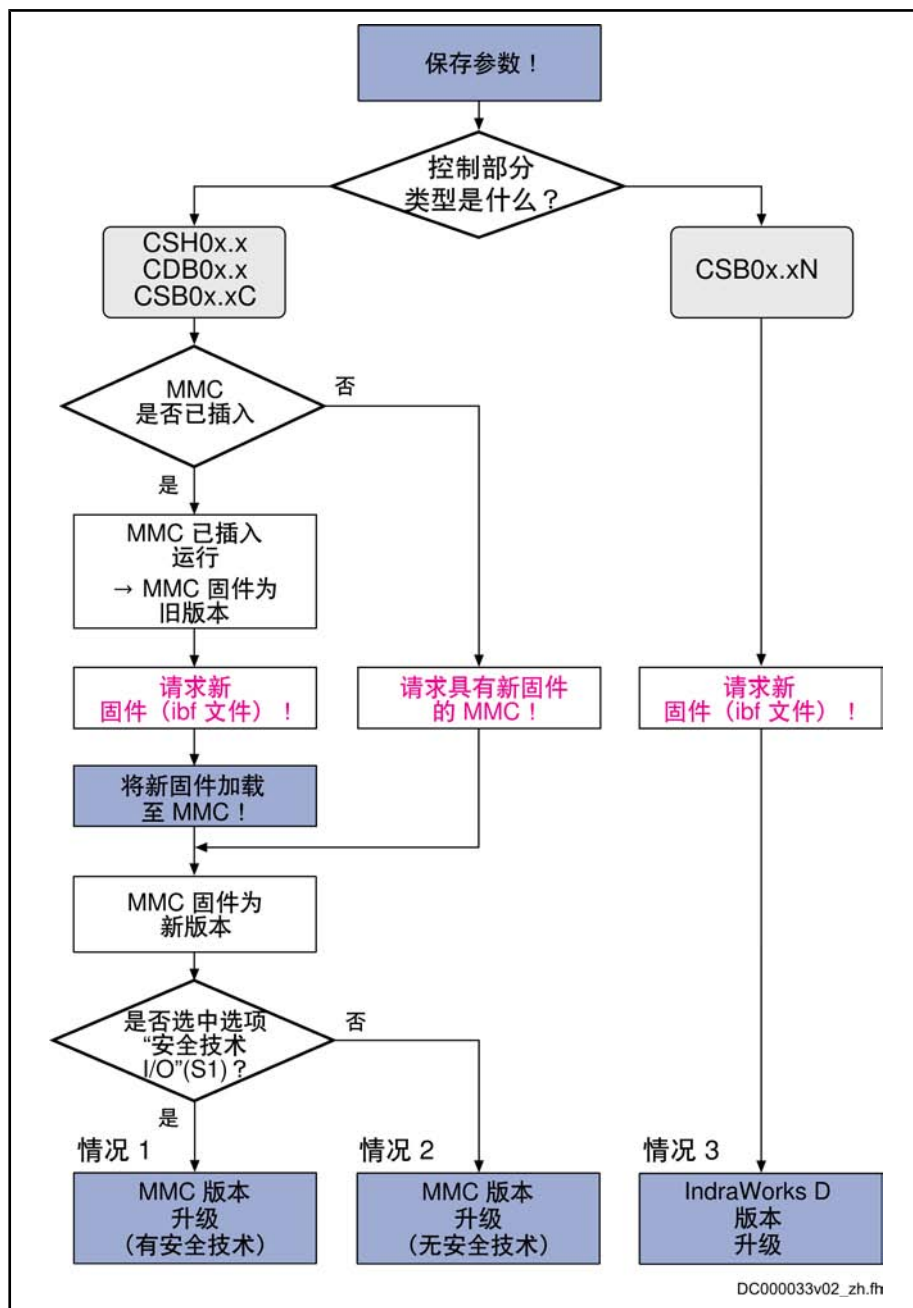
固件版本升级**概述**

用**较近版本**固件更换驱动器控制器中的固件时，此操作称为固件版本升级（例如用 FWA-INDRV*-MPH-04V20-D5 D5 更换 FWA-INDRV*-MPH-05V08-D5）。



执行固件版本升级之前，必须保存所有参数（例如使用 IndraWorks D）。固件更换完成之后，必须恢复参数，因为命令“C07_1 加载默认过程命令”会自动执行。加载完所需参数文件之后，驱动器控制器会再次处于准备就绪状态。

所述固件版本升级顺序取决于所用控制部分和硬件的配置。通常建议的固件版本升级顺序如下图所示：



CSH0x.x ADVANCED 单轴控制部分
CDB0x.x BASIC 双轴控制部分
CSB0x.xC BASIC 单轴控制部分（可配置）
CSB0x.xN BASIC 单轴控制部分（不可配置）
活动存储器 MMC“编程模块”操作（请参阅 P-0-4065）

插图 11-5: 固件版本升级的示意性顺序

有关故障排除的注意事项



图中用阴影背景标记的要采取的措施将在以下段落中介绍。

保存参数值

固件升级之前，所有特定于应用的参数值必须保存在数据载体上。可通过以下方法执行参数备份：

- **调试软件“IndraWorks D”**
→ 将参数值保存在外部数据载体上
- 或 –
- **控制主机**
→ 将参数值保存在主机侧的数据载体上



将参数保存在驱动器的可用 MMC 上没有作用，因为此备份会在固件升级期间删除。

将新固件加载到 MMC

要求 要将固件加载到驱动器的 MMC，必须满足以下要求：

- 有新固件（ibf 文件）
- 带有 MMC 读卡器的 PC
- 驱动器中有带旧固件的 MMC

将固件加载到 MMC

将固件加载到 MMC 需要以下步骤：

1. 关闭驱动器，移除 MMC。
2. 将 MMC 插入 MMC 读卡器，打开 MMC 上的文件夹“Firmware”。
3. 删除旧固件（例如 FWA-INDRV*-MPH-03V20-D5.ibf）。
4. 将新固件（例如 FWA-INDRV*-MPH-04V08-D5.ibf）复制到文件夹“Firmware”。

注意：只能将一个固件文件存储在 MMC 上的文件夹“Firmware”中。如果存在几个固件文件，引导之后驱动器的显示屏上会出现消息“MMC 不正确”。

5. 写入过程完成之后，从 MMC 读卡器中移除 MMC。

形式 1：使用 MMC 的版本升级（有安全技术）**选择标准**

为了让使用 MMC 执行固件版本升级具有意义（有安全技术），应满足以下要求：

- 控制器配备的**配备的不是** BASIC 单轴控制部分。
- 安全技术的可选插槽已配备可选模块“安全技术 I/O”(S1)。
- 轴的当前参数设置已保存。

使用 MMC 的固件升级（有安全技术）

使用 MMC 执行固件版本升级需要执行以下步骤（有安全技术）：

1. 加载固件

⇒ 关闭驱动器！

⇒ 将包含新固件的 MMC 插入控制器的相应插槽中。

⇒ 插入 MMC 后重启驱动器。

驱动器启动后将显示以下消息：

- “Firmware update?”

⇒ 按控制面板上的“Enter”键确认此消息。确认之后，固件便从插入的 MMC 加载到控制器。

视驱动器的操作状态而定，将显示以下消息：

- “Load Param from MMC”或“Load new param?”
- “Activate new MMC?”
- “F2120 MMC : defective or missing, replace”

⇒ 关闭驱动器，移除 MMC（如果在未插入 MMC 的情况下操作驱动器），然后重启驱动器！

2. 将驱动器置为准备就绪状态

⇒ 重启驱动器之后，会生成错误消息“F8201”。

⇒ 清除所有现存错误消息，然后开始执行“C07_2 加载默认过程命令（加载安全技术的默认过程）”！

⇒ 因为要缓存的参数数目已更改，所以随后必须激活“C07_1 加载默认参数命令（加载基本参数）”。这样，所有缓存的参数都被设置为其默认值。

3. 加载参数值

⇒ 加载保存的参数文件。

⇒ 关闭驱动器然后重启，以便使参数变为激活状态。

4. 完成集成安全技术的调试

⇒ 将驱动器切换到操作模式（通讯阶段 4）。

此时会显示错误消息“F3152 安全技术数据的备份不正确”，因为固件版本 02、03、04 和 05 之间的安全技术参数设置已更改。

⇒ 清除错误消息。

⇒ 激活命令“同步并存储安全技术 IDN”(C3000)。

⇒ 通过输入安全技术密码 (P-0-3206) 来激活安全技术。

⇒ 执行新的验收测试。



请参阅“激活安全技术”和“验收测试”，单独的文档“Rexroth IndraDrive：集成安全技术”（DOK-INDRV*-SI*-**VRS**-FK**-EN-P；部件号：R911297838）中有这些内容



危险

可能出现的危险移动！生命威胁、伤害风险、严重的人身伤害或物料损失！

为了保证正确运行和防止人身伤害，对带安全技术可选模块 (S1) 的驱动器控制设备进行固件版本升级后，必须随即执行完整的批准测试。

⇒ 进行安全技术参数备份，编译验收测试协议，并将其添加到机床的安全相关的文档中。

5. 将机床置为准备就绪状态

⇒ 按照机床制造商的说明再次将机床置为准备就绪状态。

⇒ 检查驱动器的功能。

形式 2：使用 MMC 的版本升级（无安全技术）

选择标准

为了让使用 MMC 执行固件版本升级具有意义（无安全技术），应满足以下要求：

- 控制器配备的**配备的不是**类型 CSB0x.xN 的 BASIC 单轴控制部分。
- 安全技术的可选插槽**不**配备可选模块“安全技术 I/O”(S1)。
- 轴的当前参数设置已保存。

使用 MMC 的固件升级（无安全技术）

使用 MMC 执行固件版本升级需要执行以下步骤（无安全技术）：

有关故障排除的注意事项

1. 加载固件

⇒ 关闭驱动器！

⇒ 将包含新固件的 MMC 插入控制器的相应插槽中。

⇒ 插入 MMC 后重启驱动器。

驱动器启动后将显示以下消息：

- “固件更新？”

⇒ 按控制面板上的“Enter”键确认此消息。确认之后，固件便从插入的 MMC 加载到控制器。

视驱动器的操作状态而定，将显示以下消息：

- “从 MMC 加载参数”或“加载新参数？”
- “激活新 MMC？”
- “F2120 MMC：有缺陷或缺少，请更换”

⇒ 关闭驱动器，移除 MMC（如果在未插入 MMC 的情况下操作驱动器），然后重启驱动器！

2. 将驱动器置为准备就绪状态

⇒ 因为要缓存的参数数目已更改，所以显示屏上会出现“PL”（如果存在错误，应首先删除错误）。如果现在按“Esc”键，所有缓存的参数都会设置为默认值。在此期间，显示屏上将出现消息“C07 加载默认参数”。如果存在错误，必须首先删除错误，然后必须手动激活命令 C07_1！

3. 加载参数值

⇒ 加载保存的参数文件。

⇒ 关闭驱动器然后重启，以便使参数变为激活状态。

4. 将机床置为准备就绪状态

⇒ 按照机床制造商的说明再次将机床置为准备就绪状态。

⇒ 检查驱动器的功能。

形式 3：使用 IndraWorks D 的版本升级

选择标准 为了让使用 IndraWorks D 执行固件版本升级具有意义，应满足以下要求：

- 控制器已配备 BASIC 单轴控制部分。
- 轴的当前参数设置已保存。

使用 IndraWorks D 的固件升级 使用 IndraWorks D 执行固件版本升级需要执行以下步骤：

1. 加载固件

⇒ 调用 IndraWorks D。

⇒ 加载相应轴的项目或创建新项目。为此，通过串行连接对轴进行寻址。

⇒ “在线”切换项目。

⇒ 选择/高亮显示控制器，并从上下文菜单中调用“固件管理”(Firmware Management)。

新窗口打开，驱动器中目前可用的固件显示在窗口右侧。窗口左侧显示当前固件目录中的可用固件。

⇒ 高亮显示左侧的新固件（*.ibf 文件），按“下载”(Download) 按钮开始固件下载。

固件下载会自动运行，所有需要的固件组件都会加载到驱动器。

⇒ 固件下载完成之后，关闭“固件管理”(Firmware Management) 窗口。

2. 将驱动器置为准备就绪状态

⇒ “离线”切换项目，然后再“在线”切换。

在线切换项目之后，会有消息信号指出 IndraWorks D 无法通过串行接口与驱动器建立通讯，因为串行通讯的驱动器内部设置已复位。

- ⇒ 单击按钮“搜索设备”(Search for devices) 重新配置通讯。
 - ⇒ 因为驱动器的固件与项目中存储的版本不再一致，因此将出现相应的消息。要调整项目中的固件版本，首先选则选项“修复”(Repair)，然后选择选项“从项目中删除现有驱动器”(Delete existing drive from project) 和“将新驱动器添加到项目”(Add new drive to project)。
 - ⇒ 因为要缓存的参数数目已更改，所以显示屏上会出现“PL” (如果存在错误，应首先删除错误)。如果现在按“Esc”键，所有缓存的参数都会设置为默认值。在此期间，显示屏上将出现消息“C07 加载默认参数”。
- 如果存在错误，必须首先删除错误，然后必须手动启动命令 C07_1！

- 3. 加载参数值
 - ⇒ 加载保存的参数文件。
- 4. 将机床置为准备就绪状态
 - ⇒ 按照机床制造商的说明再次将机床置为准备就绪状态。
 - ⇒ 检查驱动器的功能。

固件更换过程中可能出现的问题

- 可能出现问题的情况
- 如果固件更换顺序执行期间出现以下情况之一，将无法完整地执行固件更换。
 - 控制部分的 24V 电源被关闭
 - 与驱动器的连接中断 (例如接口电缆出现故障)
 - 软件崩溃随后可能无法再操作驱动控制器，因为组件中包含的固件不再兼容。
- 如果在这种情况下控制部分中没有有效的固件，会启动加载器。驱动器会显示信号“LOADER”。加载器仅允许升级控制部分的固件。在此状态下能对可选的卡 (例如“安全技术 I/O”(S1) 或“交叉通讯”(CCD)) 进行编程。按照固件更换形式中的描述，必须在控制部分中的固件更换成功后，于第二次运行期间完成此操作。
- 在这种情况下，只有 IndraWorks D 支持控制部分固件的更换。



控制部分中的固件更换成功后，必须执行重启。然后还必须更新所有可用组件。

- 加载固件的要求
- 要将固件加载到驱动器，必须满以下要求：
 - 有到驱动器的串行连接
 - 驱动器显示信号“LOADER”
- 在有错误的情况下控制部分的固件更换
- 如果出现错误，将固件加载到控制部分需要执行以下步骤：
 1. 调用 IndraWorks D。
 2. 在菜单中，调用“工具”(Tools Drive) → “固件管理”(Firmware Management) 下的固件管理。
 3. 选择设备和 COM 接口。

新窗口打开，当前固件目录中的可用固件显示在窗口左侧。
 4. 高亮显示左侧的新固件 (*.ibf 文件)，按“下载”(Download) 按钮开始固件下载。

固件下载会自动运行，所有需要的固件组件都会加载到驱动器。
 5. 固件下载完成之后，关闭“固件管理”(Firmware Management) 窗口。
 6. 重启驱动器。

有关故障排除的注意事项

如果驱动器未配备可选模块（例如“安全技术 I/O”(S1) 或“交叉通讯”(CCD)），则按照版本更新或版本升级的说明继续后续步骤！否则，再次执行版本更新或版本升级，对可选模块进行编程。

12 证书

如果您有要求，可以从我们的 Bosch Rexroth 销售代表处获得符合性声明和商标认证的副本（请参阅[“服务和支持”](#)）。

13 服务和支持

13.1 帮助台

我们在德国 Lohr 总部的服务帮助台将帮助您解决各种咨询和问题。

联系方式：

- 致电服务呼入中心
星期一至星期五：上午 7:00 - 下午 6:00 (中部欧洲时间)
+49 (0) 9352 40 50 60
- 传真：
+49 (0) 9352 40 49 41
- 电子邮件：service.svc@boschrexroth.de

13.2 服务热线

在帮助台服务时间之外，请直接联系我们的德国服务部门：

+49 (0) 171 333 88 26

或

+49 (0) 172 660 04 06

其它国家/地区的热线电话可在 因特网 (因特网) 上每个地区的地址处找到 (请参见下文)。

13.3 地址

要获得我们销售和服务办事处的当前地址，请参阅

<http://www.boschrexroth.com>

在此网站您将找到关于服务、维护 (例如交付地址) 和培训的其它说明。

在德国之外，请先联系我们在您所在区域的销售/服务办事处。

13.4 帮助信息

为了快速高效地获得帮助，请准备好以下信息：

- 故障和环境的详细描述
- 受影响产品的型号铭牌信息，尤其是型号代码和序列号
- 电话和传真号以及电子邮件地址，以便有问题时我们可以与您取得联系

14 附录

14.1 可选安全技术模块

14.1.1 S1 - 安全技术

说明安全技术 S1

此选件支持与应用相关的不同安全功能，如安全相关的静止、安全相关的驱动互锁、安全相关的减速、安全相关的运动方向等。

 此选件仅可与编码器配合使用（在插槽 X4 或 X4.1 和 X4.2）。

X41，连接点安全技术 S1

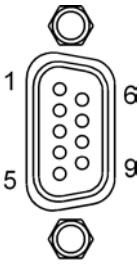
连接点	类型	接线柱数	设计类型	绞合线 [mm²]	AWG	拧紧扭矩 [Nm]	图
X41	D-Sub	9	插座式（设备）	0,25–0,5	-	-	 DA000054v01_nn.FHG

插图 14-1: 接口

功能		信号	接口	标称数据	技术数据
输入/输出强制动态化	数字输入	EA30	1	24 V / 3 mA	请参阅数字输入类型 1（标准），第 228 页
	数字输出			24 V / 0.5 A	请参阅数字输出，第 228 页
输入/输出确认	数字输入	EA20	2	24 V / 3 mA	请参阅数字输入类型 1（标准），第 228 页
	数字输出			24 V / 0.5 A	请参阅数字输出，第 228 页
输入/输出/继电器触点诊断消息/锁门装置	数字输入	EA10n	3	24 V / 3 mA	请参阅数字输入类型 1（标准），第 228 页
	数字输出			24 V / 0.5 A	请参阅数字输出，第 228 页
	N/O 触点			DC 24 V / 1A	请参阅继电器触点类型 3，第 229 页
数字输入	运行模式选择	E1n	4	24 V / 3 mA	请参阅数字输入类型 1（标准），第 228 页
		E2n	5		
		E3n	6		
		E4n	7		

附录

功能		信号	接口	标称数据	技术数据
隔离输入和输出的电源 ¹⁾		+24V	8	DC 24 V	DC 19.2 ... 30 V
		0 VE	9		最小值 0.1 A 最大值 1.6 A (取决于输出负载)

1) 最大电流消耗取决于 EA10n、EA20 和 EA30 输出的所需电流 (3 × 0.5 A + 0.1 A = 1.6 A)。

插图 14-2: 插脚分配

附件 接口 X41 接有附件 HAS05.1-007 ""从 D-Sub 到终端连接器的适配器""。



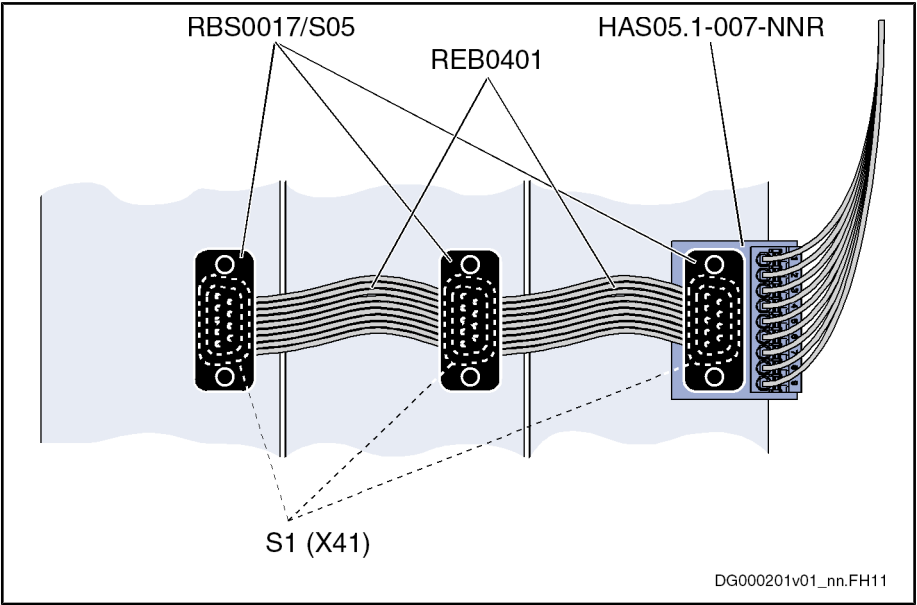
有关此附件的详细信息， 请参阅《项目规划手册》的 "Rexroth IndraDrive，驱动系统"部分"。

对于涉及 X41 的通过带状电缆的连接，存在以下附件

- RBS0017/S05，用于带状电缆的 D-Sub 连接器
- REB0401，带状电缆

使用 HAS05.1-007-NNR 的布线示例

HAS05.1-007-NNR 是几个可选模块 S1 的总线连接的首选适配器。



RBS0017/ S05 D-Sub 连接器，使用带状电缆连接

REB0401 带状电缆

插图 14-3: HAS05.1-007-NNR

在 CSH01.1C 控制部分，未配备选件 3 时，适配器 HAS05.1-007-NNL 只能用在总线连接的左端。

调试注意事项 如果通过带状电缆连接 X41，则必须取消激活从动轴的通道 2 安全相关反馈。另请参阅参数说明"P-0-3210，安全技术配置"。

14.1.2 L1 - 起动锁定

描述

根据 EN60204-1，起动锁定要符合停止类别 0。

X41，连接点起动锁定 L1

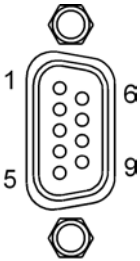
连接点	类型	接线柱数	绞合线 [mm²]	AWG	拧紧扭矩 [Nm]	图
X41	D-Sub，插座式 (设备)	9	0,25–0,5	-	-	 DA000054v01_nn.FHG

插图 14-4: 接口

功能		信号	接口	标称数据	技术数据
反向确认	 DA000016v01_nn.FH11	ASQ2	6	DC 24 V / 1 A	请参阅继电器触点类型 3，第 229 页
供应确认电压		ASQ	4		
确认		ASQ1	5		
控制信号起点锁定分配 A		AS A	1	24 V / 3 mA	请参阅数字输入类型 1 (标准)，第 228 页
反向控制信号起点锁定		AS n	2		
控制信号起点锁定分配 B		AS B	3		
隔离输入和输出"AS A"、"AS B"、"AS n"的电源		+24V	8	DC 24 V	DC 19.2...30 V 最小值 0.1 A 最大值 1.1 A (取决于输出负载)
		0VE	9		
n.c.			7		

插图 14-5: 插脚分配

功能

AS	ASn	状态	ASQ1	ASQ2
1	0	起点锁定激活	= ASQ	开
0	1	起点锁定未激活	开	= ASQ
0	0	选择起点锁定时出错	开	= ASQ
1	1			

插图 14-6: 功能

连接附件，起点锁定 L1 总线布线不适用于几个"起点锁定 L1" 选项。

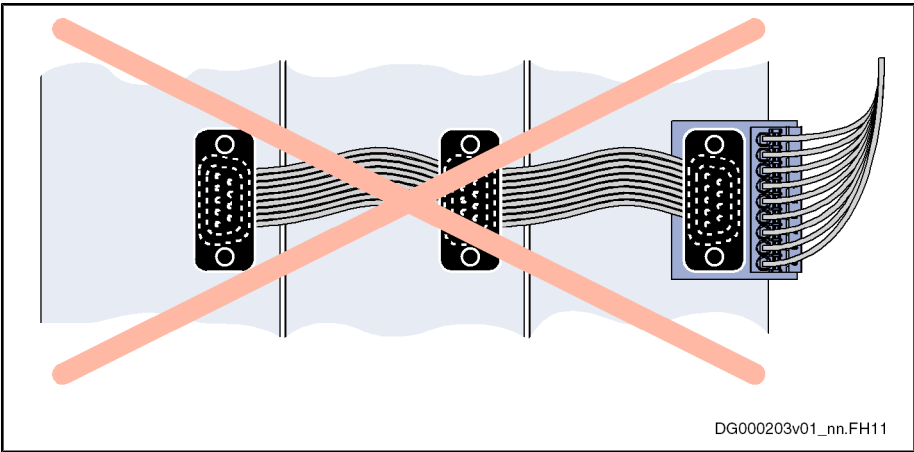


插图 14-7: 没有适用于几个 L1 选件的总线布线

对于使用单芯电缆的布线，可使用现成的 **RKS0001** 电缆（如果是单线端，则使用 D-Sub 连接器）或 **HAS05.1-007-NNR** 适配器。

调试注意事项 通过带状电缆，所有涉及的连接点 X41 的信号都是并行连接的。并行连接 N/O 触点（ASQ、ASQ2）时不可能区分。

 如果以动态形式实现“供应确认电压”信号(ASQ)，则允许通过一个通道以并行连接所有 N/C 触点（ASQ、ASQ1）的方式进行反馈。

14.1.3 数字输入/输出和继电器触点的技术数据

14.1.4 数字输入类型 1 (标准)

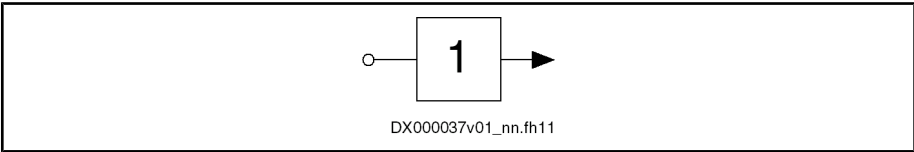


插图 14-8: 符号

数据	单位	最小值	类型	最大值
允许输入电压	V	-3		30
开	V	15		
关	V			5
输入电流	mA	2		5
输入电阻	kΩ	非线性，随输入电压变化		
抽样频率	kHz	取决于固件		
延迟	μs	20		100 + 1 个位置控制循环时间

插图 14-9: 数字输入类型 1

14.1.5 数字输出

数字输入要遵守 IEC 61131。

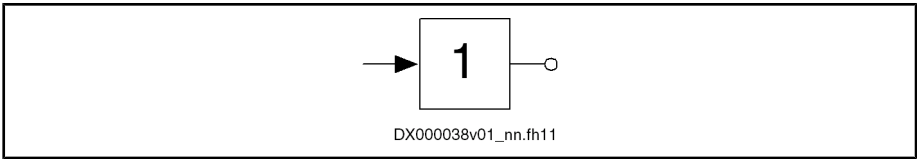


插图 14-10: 符号

数据	单位	最小值	类型	最大值
输出电压开	V	$U_{\text{外}} - 0.5$	24	$U_{\text{外}}$
输出电压关	V			2,1
输出电流关	mA			0,05
每个输出的允许输出电流	mA			500
允许输出电流总和或每组的允许输出电流	mA			1000
更新间隔时间	ns	取决于固件		
短路保护		有		
过载保护		有		
所连接电感负载（如继电器线圈）的允许能含量；仅允许作为单脉冲	mJ			400

插图 14-11: 数字输出



使用高电平开关实现数字输出。这意味着这些输出可主动供应电流，而不是消耗电流。



输出的吸能性用于限制关闭电感负载时产生的电压峰值。
可通过直接在继电器线圈使用储能二极管来限制电压峰值。

14.1.6 继电器触点类型 3

数据	单位	最小值	类型	最大值
电流负载容量	A			DC 1
电压负载容量	V			DC 30
最小触点负载	mA	10		
最小电流时的触点电阻	mΩ			1000
使用最大负载时间常数时的开关操作			1×10^6	
机械开关循环数			1×10^7	
负载时间常数	ms	欧姆		
提取延迟	ms			10
放弃延迟	ms			10

插图 14-12: 继电器触点类型 3

14.2 HAT01 - 保持制动控制模块

14.2.1 简要说明、用途和设计

- 简要说明

控制模块 HAT01 属于 Rexroth IndraDrive 产品范围，用于"安全相关的制动保持系统"。
HAT01 控制模块安装在控制柜的安装导轨上。
- 用途

类型使用方法如下：

类型	用途
HAT01.1-002-NNN-NN	控制电动松开的冗余保持制动器。

插图 14-13: 用途

14.2.2 类型代码和标识

类型代码

 下图说明类型代码的基本结构。我们的销售代表会帮助您了解可用版本的当前状态。

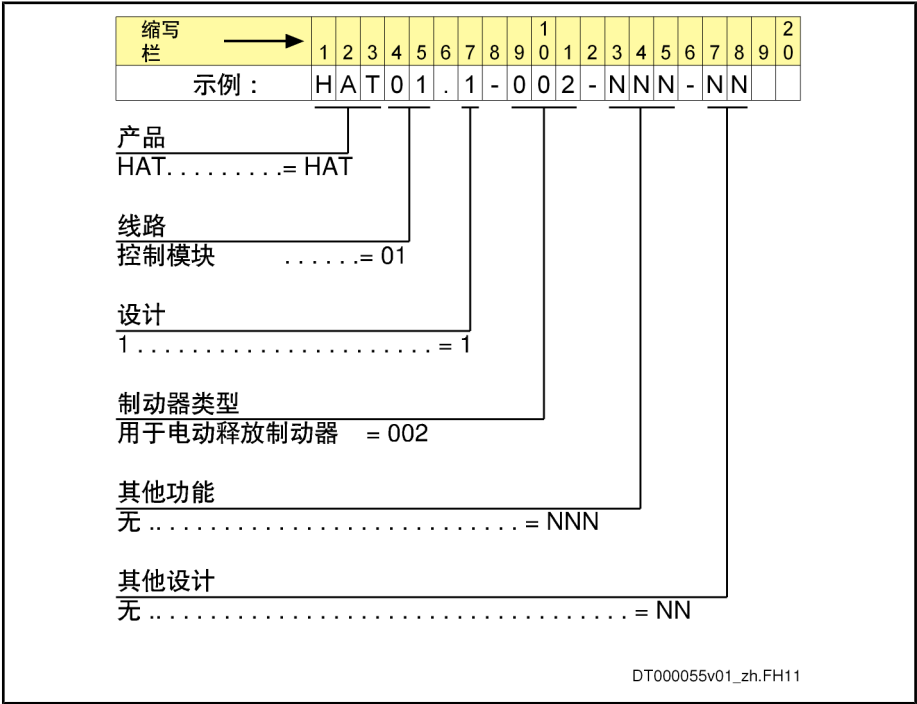
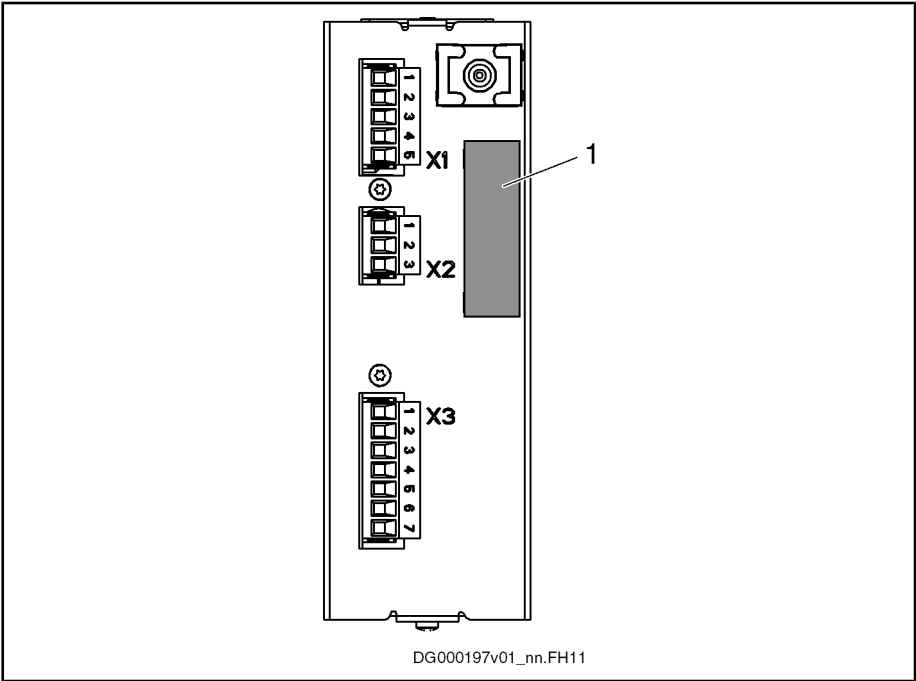


插图 14-14: 类型代码

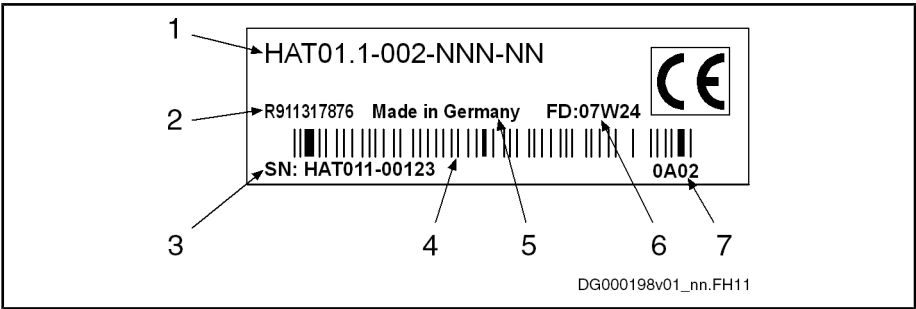
标识

类型铭牌排列



1 类型铭牌
插图 14-15: 类型铭牌排列

类型铭牌



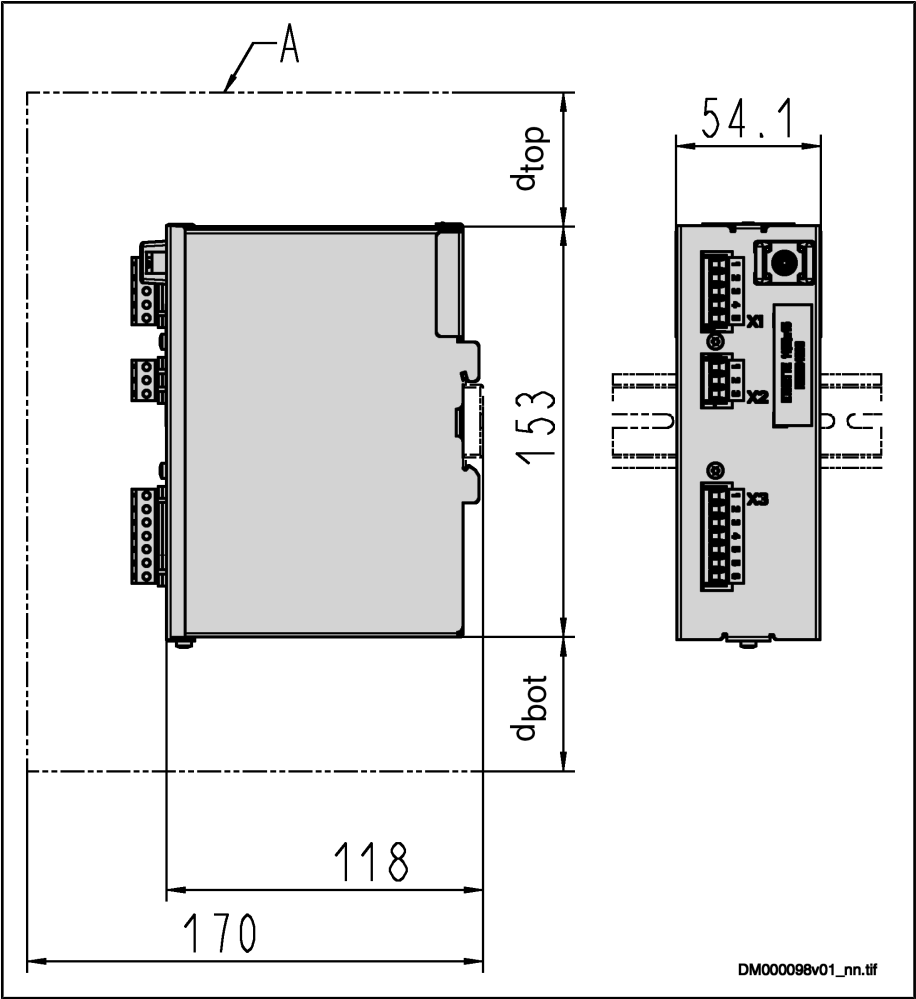
1 设备类型
2 部件号
3 序列号
4 条形码
5 制造国家
6 生产日期，07W24 表示 2007 年第 24 周
7 硬件索引
插图 14-16: 类型铭牌

14.2.3 供货范围

控制模块 HAT01 的供货范围包括：

- 连接器 X1、连接器 X2、连接器 X3

14.2.4 尺寸



所有尺寸都以 mm 为单位
最小安装间隙

A
d_{顶部} (d'top') ,
d_{底部} (d'bot')

请参阅“技术数据”表

插图 14-17: 尺寸

14.2.5 技术数据

技术数据

描述	符号	单位	HAT01.1-002-NNN-NN
重量	m	kg	0,6
防护等级			IP20
允许安装位置			垂直
与设备顶部的最小距离 ⁵⁾	d _{顶部}	mm	50
与设备底部最小距离 ⁶⁾	d _{底部}	mm	50
设备两侧的最小距离	d _{hor}	mm	-
允许环境温度范围	T _{工作环境}	°C	0 ... 55
冷却类型 ³⁾			n

描述	符号	单位	HAT01.1-002-NNN-NN
按照 UL 标准 (UL) 制定的清单			正在准备
UL 文件 (UL)			正在准备
控制电源			
额定控制电压输入 (UL) ¹⁾	U_{N3}	V	制动器电缆长 < 50 m : 24 ±5% 制动器电缆长 > 50 m : 26 ±5%
1 ms 的最大允许电压 ²⁾	U_{N3_max}	V	33
U_{N3} 额定功耗控制电压输入 (UL)	P_{N3}	W	1,5
24V 电源的突入电流	I_{EIN3}	A	35
I_{EIN3} 的脉宽	$t_{EIN3Lade}$	ms	4
输入电容	C_{N3}	mF	3,6
功率消耗	P_{Diss}	W	最多 7.5 (控制制动器)
输出电流	I_{Br}	A	请参阅“X2，输出到制动器”

1) 遵守电机保持制动器的电源电压
2) 请参阅下列有关过压的注意事项
3) n : 自然对流 ; f : 强制冷却
5) 6) 7) 请参阅图“驱动器控制器的进风口和出风口”
插图 14-18: HAT01 - 技术数据

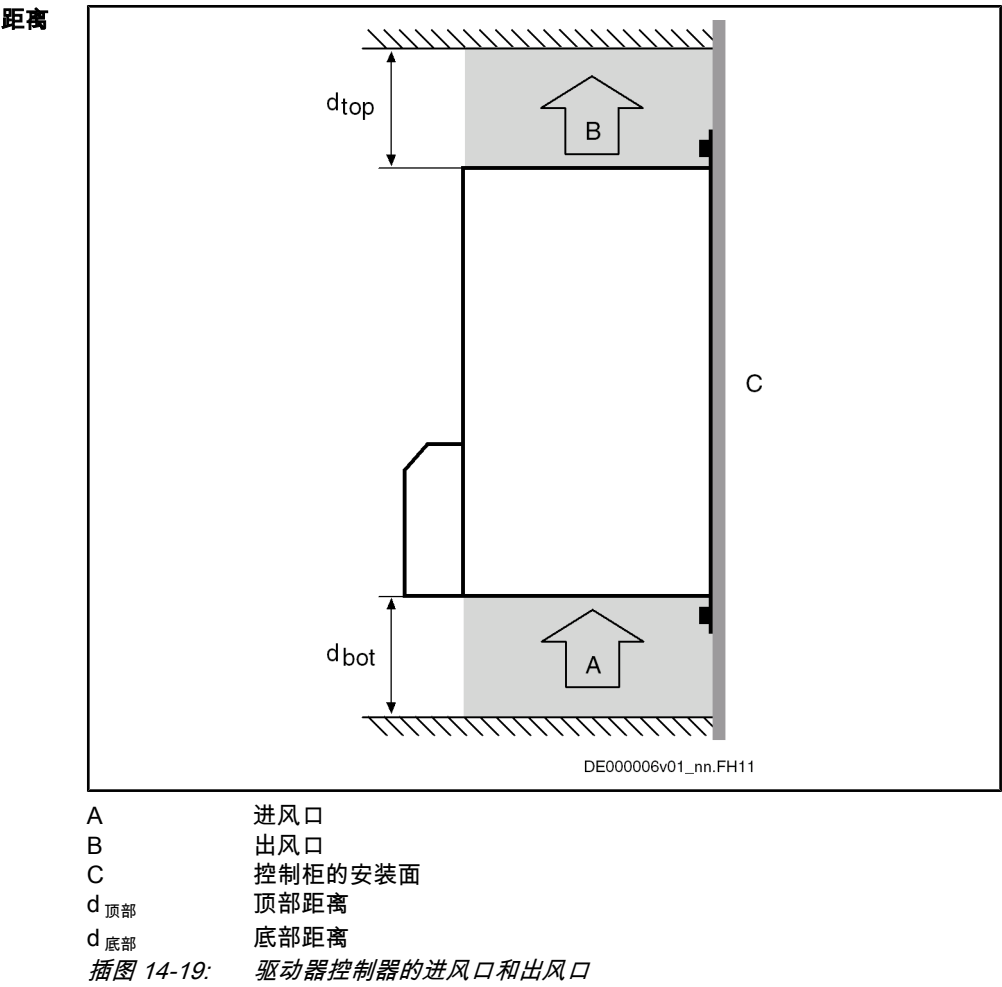


如果出现超过 33V 的过压，则必须使用机床的适当电气设备或安装适当的电气设备进行放电。

其中包括：

- 24V 电源装置，可将输入过压减少到允许值。
- 控制柜输入上的过压限制器，可将现有过压限制为允许值。该限制器也适用于与电力电缆和电源电缆平行布线的长 24V 导线，这种导线可通过电感耦合或电容耦合吸收过压。

附录



14.2.6 连接点

正视图

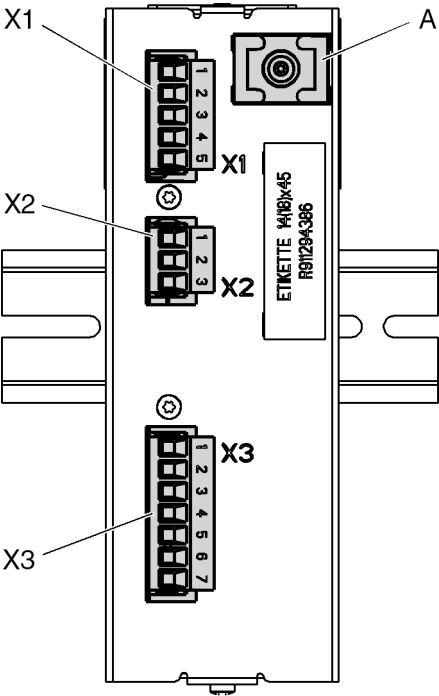
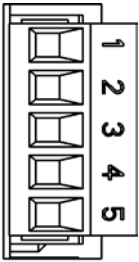
正视图	连接点	描述
 DG000196v01_nn.FH11	X1	24 V 电源 (24V , 0V)
	X2	输出到制动器
	X3	与控制部分的信号交换 ; 使用现成电缆 RKS0007 进行连接
	A	出气冒口 : 用电缆扎带固定连接电缆

插图 14-20: 连接点

X1 , 24 V 电源

分配	接口	信号名	功能
 DA000230v01_nn.FH11	X1.1	+24V	电源和"循环"
	X1.2	+24V	
	X1.3	0V	电源和"循环"的参考电势
	X1.4	0V	
	X1.5	-	外壳电势
连接器的螺钉连接	单位	最小值	最大值
拧紧扭矩	Nm	0,5	0,6
连接电缆绞合线	mm²	1,0	2,5
连接电缆	AWG	18	14
功耗	W	请参阅 P _{N3}	
电压负载容量	V	请参阅 U _{N3}	

附录

载流能力在 +24V 到 +24V、0V 到 0V 之间"循环"	A		6; 最多 1 个其它 HAT01，用于 与 HMD01 结合运转
极性颠倒保护	-	在允许的电压范围内，通过内部保护性二极管进行保护	

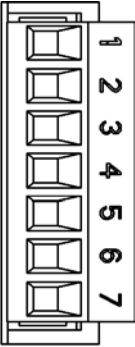
插图 14-21: 功能，插脚分配，属性

X2，输出到制动器

分配	接口	信号名	功能
 DA000231v01_nn.FH11	X2.1	Br+	连接到保持制动器的正极
	X2.2	Br-	连接到保持制动器的负极
	X2.3	-	外壳电势 HAT01 (用于电缆屏蔽的接口)
连接器的螺钉连接	单位	最小值	最大值
拧紧扭矩	Nm	0,5	0,6
连接电缆绞合线	mm²	1,0	2,5
连接电缆	AWG	18	14
输出电流 I_{Br_cont}	A		6
输出电流 I_{Br_max} ; $t \leq 1\text{ s}$; $I_{AV} \leq I_{Br_cont}$	A		7,5
输出电压 U_{Br}	V	$U_{N3} - 0.5\text{ V}$	U_{N3}
输出保护	-	在允许电压范围内进行防短路和防过压保护	

插图 14-22: 功能，插脚分配，属性

X3，与控制部分的信号交换

分配	接口	信号名	功能
 DA000234v01_nn.FH11	X3.1	+24V	隔离输入/输出 X3.3 和 X3.4 的电源，使用 24 V / 0.1 A
	X3.2	+24V	
	X3.3	HAT-Steuer	通过 U_{Br} (X2) 的制动器控制器的输入
	X3.4	HAT-Diagnose	输出 HAT-Diagnose
	X3.5	0V	X3.1 电源的参考电势
	X3.6	0V	
	X3.7	-	用于电缆屏蔽的接口
连接器的螺钉连接	单位	最小值	最大值
拧紧扭矩	Nm	0,5	0,6
连接电缆绞合线	mm²	1,0	2,5

连接电缆	AWG	18	14
允许的电缆长度	m		3
输入 X3.3 控制器输出 Br+/Br- (X2) (动态化输入)		250 Hz ±20% , 工作循环 ~50% →输出 Br (X2) 的"H"水平	
X3.4 的输出电压显示受控制动器的状态	V	使用的制动器 : 150 Hz ±20% 松开的制动器 : "H" , (最大 X3.1 - 0.5 V) 制动器故障 : "L"	
现成的连接电缆	-	RKS0007	

插图 14-23: 功能, 插脚分配, 属性

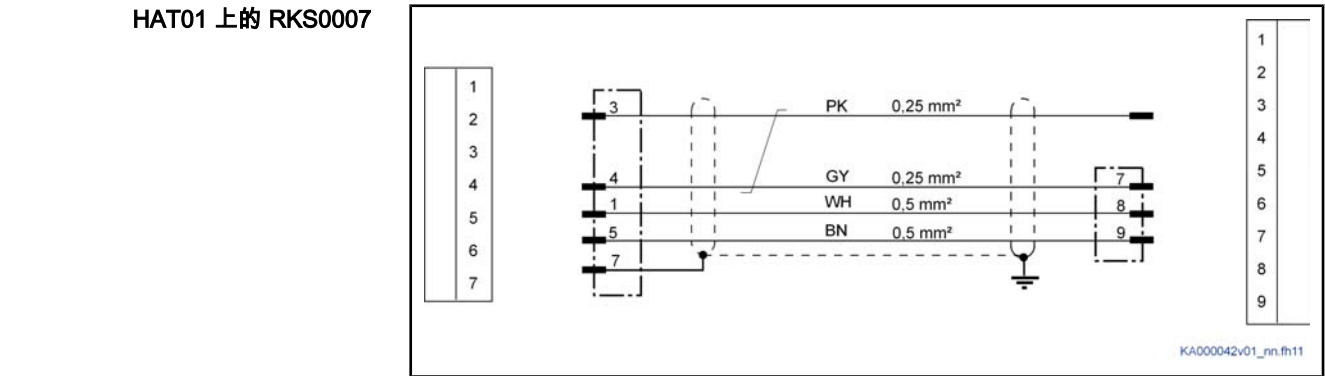


插图 14-24: 接线图 RKS0007

14.3 HAS05.1-007 , 从 D-Sub 到终端连接器的适配器

14.3.1 用途

适配器 HAS05.1-007 存在于以下设计类型中 :

- NNL : 安装方向为左侧 (输出方向为弹簧端子左侧)
- NNR : 安装方向为右侧 (输出方向为弹簧端子右侧)

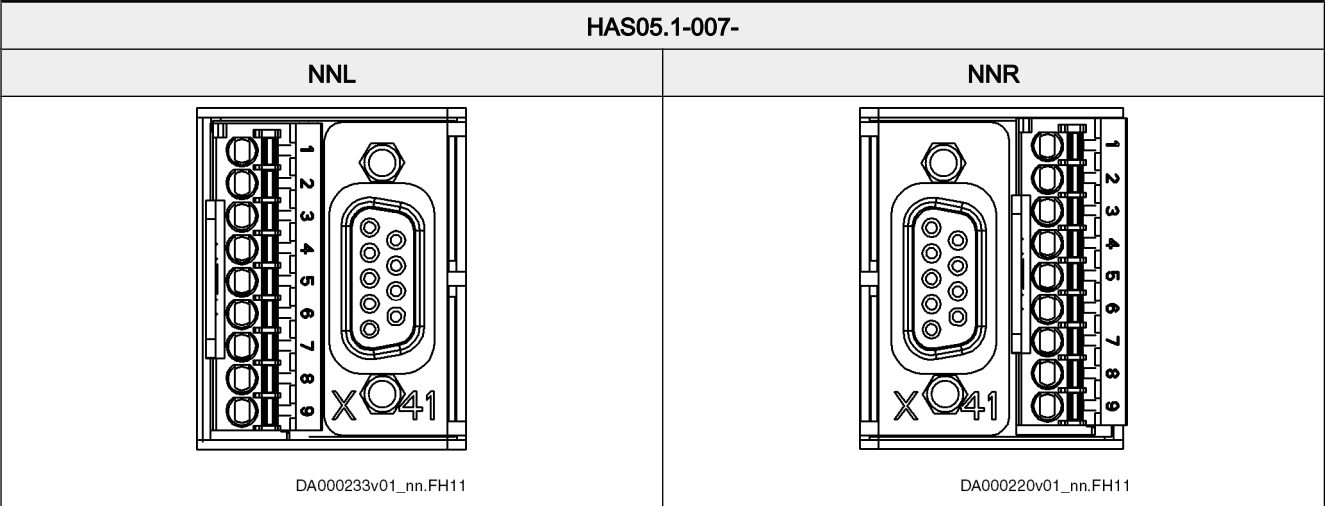


插图 14-25: 设计类型

分配 附件 HAS05.1-007 可用在以下控制部分 :

HAS05.1-007-NNL	HAS05.1-007-NNR
X41 上的 CSH01.1C (条件 : 不配备选项 3)	X41 上的 CSH01.1C
X41.1 上的 CDB01.1C (选项 ST1)	X41 上的 CSH01.2C
	X41.2 上的 CDB01.1C (选项 ST2)

插图 14-26: 分配 HAS05.1-007

在 CDB01 控制部分，这两个设计类型可一起使用。但存在以下限制：
在宽度为 50 mm 的 HMD01.1N-W0012 或 HMD01.1N-W0020 驱动器控制器上使用设计类型 NNL 时，在左手侧的邻近控制部分不能使用设计类型为 NNR 的适配器。

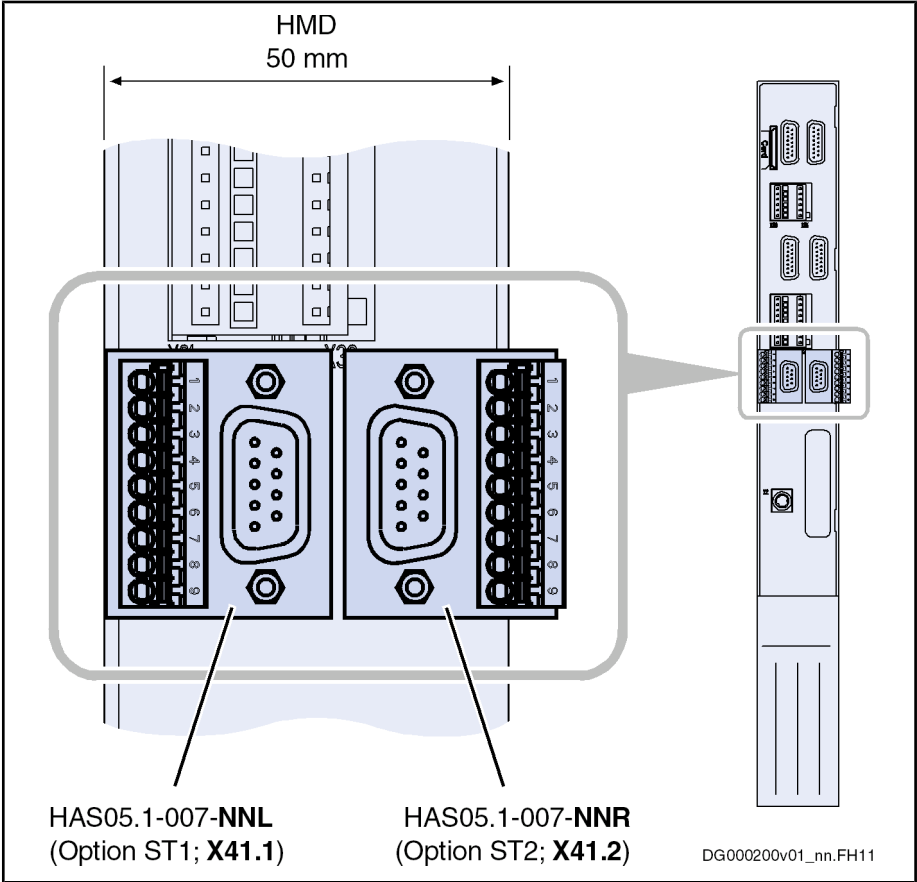


插图 14-27: 在宽度为 50 mm 的 HMD 驱动器控制器上的 HAS05.1-007-NNL 和 HAS05.1-007-NNR

功能

安全技术的通用适配器

用途：

1.

将 D-Sub 连接转换为轴的终端连接

2.

将附加组件 HAT01 与控制部分和可选模块 S1 连接在一起

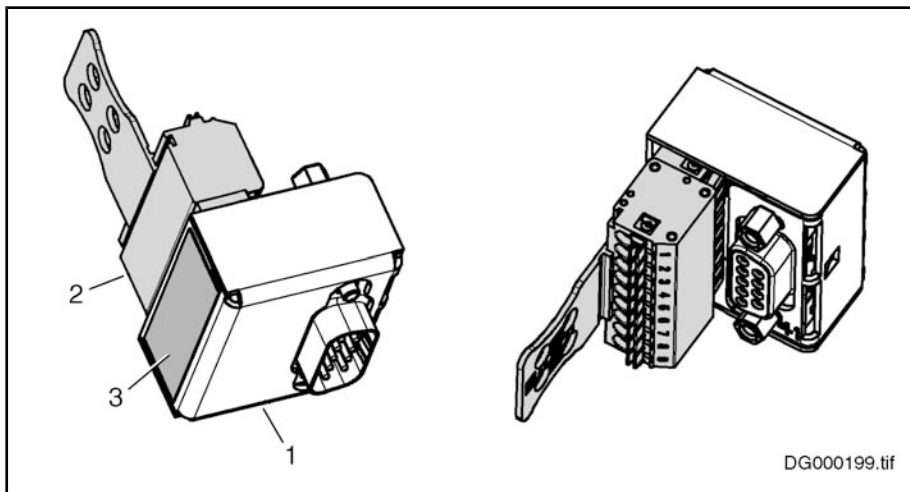
3.

将 D-Sub 连接转换为轴（位于一个区）的可选模块 S1 的总线连接的终端连接（请参阅图 "使用 HAS05.1-007-NNR 的布线示例" 第 226 页）

标识，部件

附件有类型铭牌进行标识。

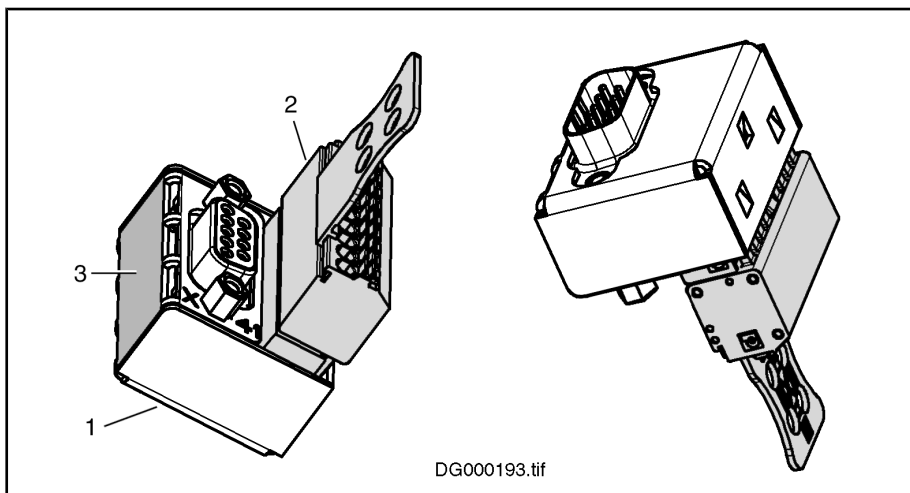
HAS05.1-007-NNL



- 1 适配器
- 2 连接器 (弹簧端子)
- 3 类型铭牌

插图 14-28: HAS05.1-007-NNL

HAS05.1-007-NNR



- 1 适配器
- 2 连接器 (弹簧端子)
- 3 类型铭牌

插图 14-29: HAS05.1-007-NNR

将适配器插入控制部分的连接点 X41 (双轴设备分别插入 X41.1 或 X41.2) , 并用螺钉固定。

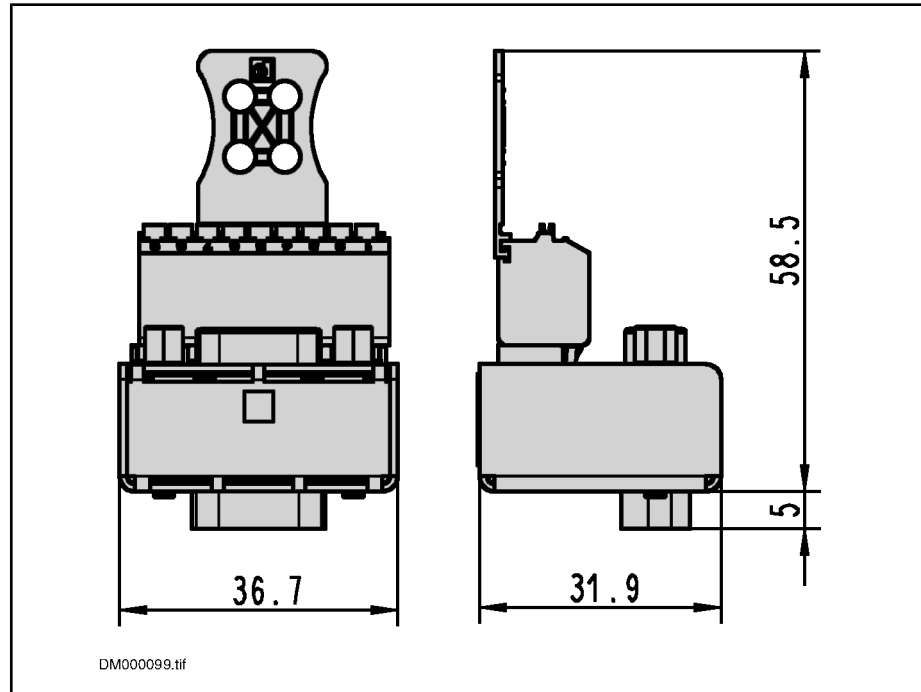
14.3.2 技术数据

安装尺寸

在驱动器控制器上安装附件时需要留有以下安装间隙。

附录

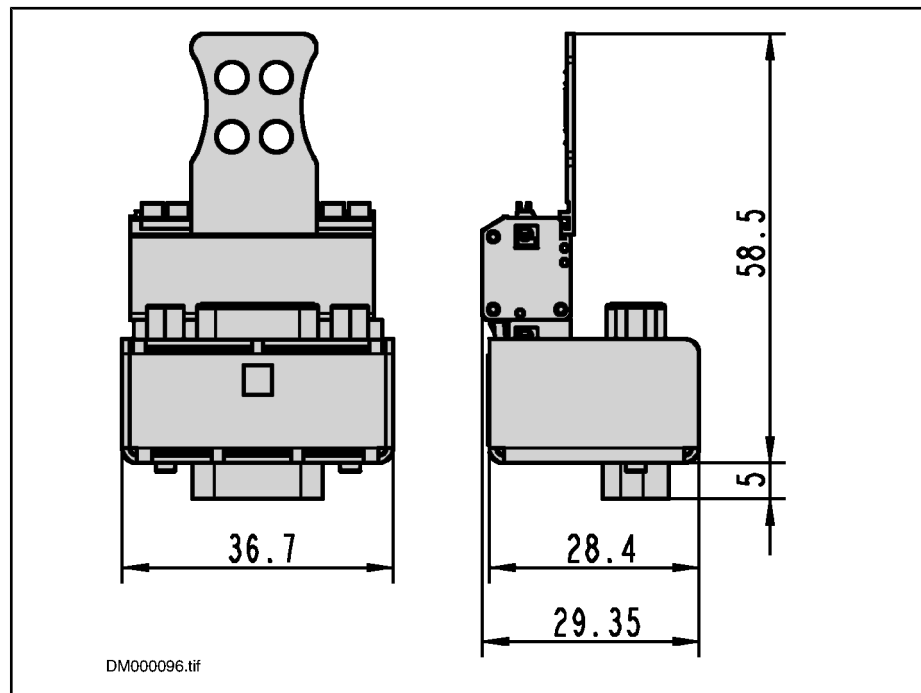
HAS05.1-007-NNL



数据以 mm 为单位

插图 14-30: HAS05.1-007-NNL 的安装尺寸

HAS05.1-007-NNR



数据以 mm 为单位

插图 14-31: HAS05.1-007-NNR 的安装尺寸



要注意所用电缆的最小弯曲半径。这要求驱动器控制器前面留有额外的安装间隙。

连接点 X41

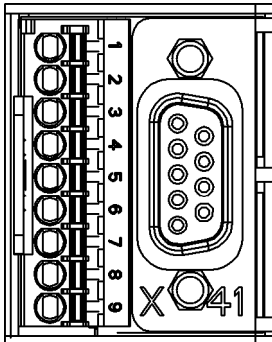
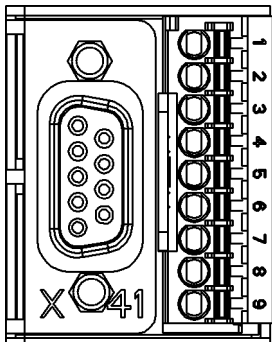
视图	连接 (终端)	信号名	功能
HAS05.1-007-NNL 弹簧端子/D-Sub 母连接器  DA000233v01_nn.FH11	1	X41.1	适配器将可选模块 L1 或 S1 连接到弹簧端子和 D-Sub 母连接器的接口 1–9。  连接点 X41 的说明：请参阅《项目规划手册》"Rexroth IndraDrive 控制部分"的 "控制部分的可选模块，安全技术 部分"。
	2	X41.2	
	3	X41.3	
	4	X41.4	
	5	X41.5	
	6	X41.6	
	7	X41.7	
	8	X41.8	
	9	X41.9	
HAS05.1-007-NNR D-Sub 母连接器/弹簧端子  DA000220v01_nn.FH11			
弹簧端子 (连接器)	单位	最小值	最大值
电缆横截面绞合线	mm²	0,5	1,5
电缆横截面	AWG	20	16
编码	对于两种设计类型，连接点 5 都进行了编码，也就是说，配有编码段。在工厂内也相应地装配了弹簧端子。		
电气数据	连接点 X41 的说明：请参阅《项目规划手册》"Rexroth IndraDrive 控制部分"的 "控制部分的可选模块，安全技术 部分"。		
D-Sub 母连接器的匹配连接器 带状电缆	RBS0017/S05 → D-Sub 连接器，9 脚 REB0401 → 带状电缆，9 脚，可按 0.5 m 步长排列 要将带状电缆专业地装配到 D-Sub 连接器中，请使用以下 Tyco 工具： Pistol-Grip 工具 (部件号 734155-1) D-Sub 连接器矩阵 (部件号 734148-1)		

插图 14-32: 功能，插脚分配

附录

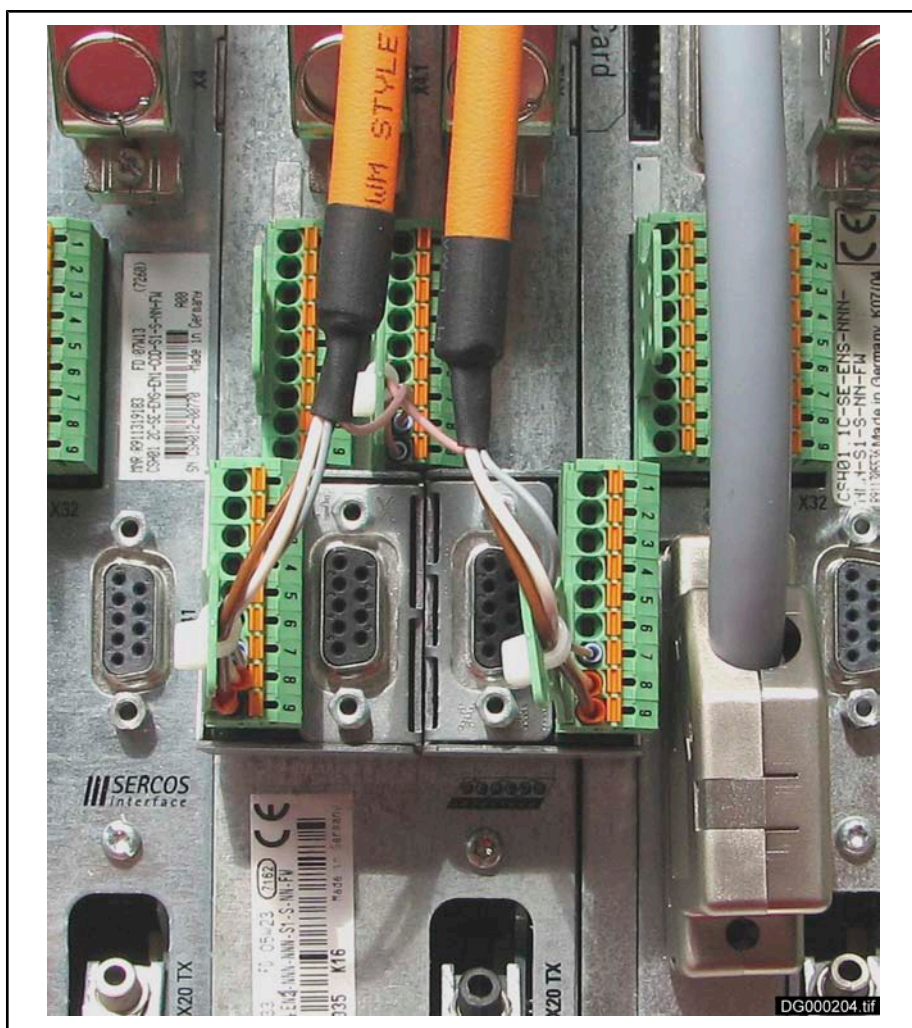
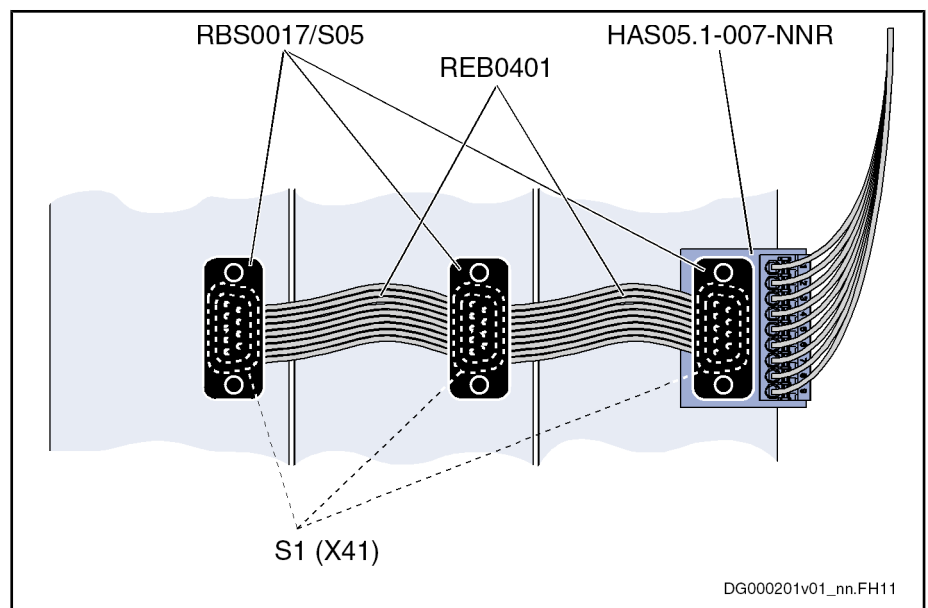


插图 14-33: CDB 控制部分的 HAS05.1-007-NNL 和 HAS05.1-007-NNR

使用 HAS05.1-007-NNR 的布线示
例

HAS05.1-007-NNR 是几个可选模块 S1 的总线连接的首选适配器。



RBS0017/S05 D-Sub 连接器，使用带状电缆连接

REB0401 带状电缆

插图 14-34: HAS05.1-007-NNR

在 CSH01.1C 控制部分，未配备选件 3 时，适配器 HAS05.1-007-NNL 只能用在总线连接的左端。

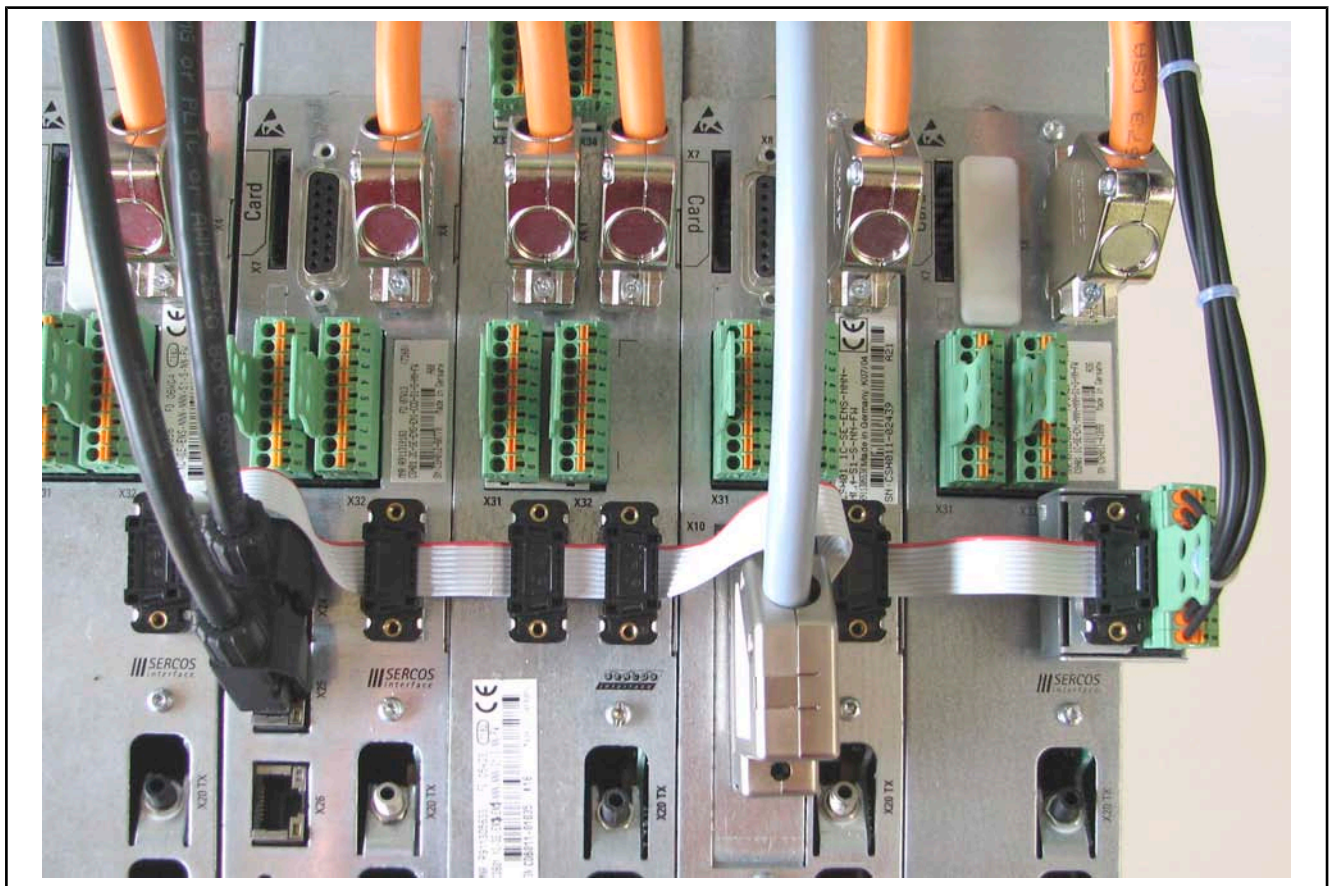


插图 14-35: HAS05.1-007-NNR、RBS0017/S05 和 REB0401，用于一个区的轴的可选模块 S1 的总线连接

15 服务和支持

我们在德国 Lohr 总部的服务帮助台将帮助您解决各种咨询和问题。在帮助台服务时间之外，请直接联系我们的德国服务部门。

	帮助台	服务热线 德国	服务热线 全世界范围
时间 ¹⁾	周一至周五 上午 7:00 - 下午 6:00 (中部欧洲时间)	周一至周五 上午 6:00 - 下午 7:00 (中部欧洲时间) 周六至周日 凌晨 0:00 - 中午 12:00 (中部欧洲时间)	在德国之外，请先联系我们在您所在区域的销售/服务办事处。 热线电话可在 因特网 (Internet) 上的各销售办事处地址中找到。
电话	+49 (0) 9352 40 50 60	+49 (0) 171 333 88 26 或 +49 (0) 172 660 04 06	
传真	+49 (0) 9352 40 49 41	—	
电子邮件	service.svc@boschrexroth.de	—	
因特网	http://www.boschrexroth.com 您也将找到关于服务、维护 (例如交付地址) 和培训的其它说明。		

1) 中部欧洲时间 (CET)

准备信息

为了快速高效地获得帮助，请准备好以下信息：

- 故障和环境的详细描述
- 受影响产品的型号铭牌信息，尤其是型号代码和序列号
- 电话和传真号以及电子邮件地址，以便有问题时我们可以与您取得联系

术语表

SRP/CS

提供安全功能的机床控制部件，称为控制系统的安全相关部件 (SRP/CS)；这些部件可由硬件和软件组成，可以是机床控制的单独组件，也可以是集成组件。除了可提供安全功能之外，SRP/CS 还可提供操作功能（例如用于启动过程的双手控制设备）。

U/f 操作

指一种操作，例如驱动器控制器生成可变电压或频率以设置三相交流电机的速度。

安全功能

机床的一种功能，该功能出现故障时会导致风险立即增加。

安全相关

与驱动器功能（例如安全相关的静止、安全相关的减速等）有关，“安全相关”表示控制单元部件出错时其行为要符合 EN954-1 中类别 3 的要求。错误不会导致安全功能丢失。必须及时检测错误，使驱动器达到安全相关的状态。

安全相关的减速

使用“安全相关的减速”措施表示人员可及时避开由危险运动造成的危险。一般情况下可以假定，存在没有碰伤和切伤危险的危险运动时最终速度不要超过 15 米/分钟，而存在有碰伤和切伤危险的危险运动时，最终速度不要超过 2 米/分钟。

根据“机械指令 (98/37/EG)”，机床制造商需要进行风险分析，随后要进行风险评估。必须根据这些数据确定减速的值。

安全相关的起动的锁定

“安全相关的起点的锁定”功能可以安全的方式中断电机的供电。电机不会产生任何扭矩和力，因此不会有危险的运动。

安全相关的驱动器互锁

安全功能“安全相关的驱动器互锁”对应于“安全相关的静止”，但不能通过激活使能控制来禁用此功能。

安全相关的限制绝对位置

限制绝对位置是指运动必须停止时所在的绝对位置。

安全相关的限制增量

限制增量是指位置的变化；它开始时处于静止状态，进给时以指定距离/角度运动，结束时处于静止状态。

安全相关的最大速度

“安全相关的最大速度”功能可针对最大允许限值监控速度值。

术语表

闭环 (CL)

闭环指电机的**闭环控制**操作，例如利用磁场定向控制。此操作既可采用无传感器的形式，也可使用编码器，视其应用而有所不同。

无传感器即没有附加的编码器，例如由观测者来控制**速度**。

使用附加的编码器，它用于在磁场定向操作中控制同步电机和异步电机的**速度**和**位置**。

残余风险

残余风险是指采取了防护措施后仍然存在的风险 [根据 ISO 12100-1:2003, 3.12]。

出现故障

终止项目执行所需功能的能力 [IEC 60050-191:1990, 04-01]。

注意 1：出现故障之后，项目即有故障。

注意 2：“出现故障”是一个事件，它与“故障”不同，“故障”是一种状态。

注意 3：所定义的概念不适用于只包含软件的项目。

注意 4：只涉及要控制的过程的可用性的故障不在 ISO 13849 此部分的应用领域之内。

导线

导线由电导体和其它的绝缘体组成。铠装导线也称为电缆。

第三方供电装置

不属于 "Rexroth IndraDrive" 产品的供电装置。

电缆

电缆是通过电缆套将几股绞合线组合在一起。典型的电缆是用于连接电机的电缆。

电驱动系统

电驱动系统是所有影响机床运动顺序的硬件组件和软件组件的总称。例如，电驱动系统包括驱动器控制器、插入式控制装置、供电模块、电机和编码器。

电源部分

电源部分是单独的组件，它包括驱动器控制器的所有重要电源元件。

动态化

可选模块“安全技术 I/O”(S1)：动态化将检测安全功能选择期间和安全相关的电路中的静态错误状态，即所谓的“休眠错误”。动态化在后台以一定时间间隔自动运行，它对安全功能没有影响。

防护 (EN ISO 12100-1)

防护是机床的一部分，它可用作一种保护操作人员的物理屏障。防护可以是外壳、盖、护罩、门、封闭防护等，具体取决于设计。

防护措施

旨在减小风险的措施 [示例 1 由设计者实施的措施：本质安全设计，用以保护和补充要使用的防护措施和信息。示例 2 由用户实施的措施：通过体制（安全工作程序、监督、作业许可体系）、提供和使用附加防护装置（使用个人防护设备；培训）来实现]。

注意：根据 ISO 12100-1:2003 的条款 3.18。

风险

出现伤害的概率和该伤害严重性的统称（ISO 12100-1:2003，3.11）。

风险分析

风险分析是机床限制规范、危险标识和风险评估的统称（ISO 12100-1:2003，3.14）。

风险估计

根据风险分析判断风险降低目标是否已实现（ISO 12100-1:2003，3.16）。

风险评估

整个过程包括风险分析和风险估计（ISO 12100-1:2003，3.13）。

附加组件

附加组件对供电装置、转换器和反向器起补充作用。例如，典型的附加组件为电源扼流圈、电源滤波器和制动电阻器。

附件

附件分配给相应的设备，以支持其功能。例如，基本附件附属于固定它们的每个驱动器控制器，以及将它们进行电连接的供电装置。

供电装置

为驱动器控制器提供电源的设备。要从电源断开连接，通常包括电源接触器或提供控制电源接触器所需的信号。

公用 DC 总线

电压电源采大电容来支持，为驱动器控制器提供电源电压。公用表示所涉及设备的 DC 总线是互连的。

故障

无法执行所需功能的项目状态，不包括在预防性维护或其它计划操作过程中的无法执行情况，也不包括因缺少外部资源而引起的无法执行情况（IEC 60050-191:1990, 05-01）。

注意 1：故障通常是由于项目本身出现故障，但这种故障可能已经存在，只是以前没有出现而已。

注意 2：在 ISO 13849 的此部分中，术语“故障”是指随机故障。

混合电缆

在混合电缆中，电信号由铜线传送，光信号由光纤电缆传送。

术语表

基本控制部分电路板

基本控制部分电路板是控制部分的主要部分。它有自己的接口，如果控制部分是可配置的，则可选模块另有可选插槽。

机床的正当使用

按照用户信息中所提供的信息使用机床。

机床控制

对机床部件、用户、外部控制设备或这三者任意组合的输入信号做出反应，并生成输出信号使得机床能按指定方式工作的系统。

注意：机床控制可使用任何技术或多种技术的组合（例如，电气/电子、液压、气动、机械）。

集成安全技术

“集成安全技术”包括可提供安全相关的驱动功能的硬件特性和软件特性。从而可为人员和机床提供最大限度的安全。根据高动态驱动器领域的 EN 954-1，集成安全技术是用于类别 3 安全相关的控制单元的一流技术。

监控

指一种安全功能，在组件或元件实现其功能的能力降低时，或操作条件被修改使得风险降低值减小时，此功能可确保保护措施能够启动。

交叉数据比较

在进行交叉数据比较时，在两个独立的系统（如 μC ）中检查安全相关的参数和过程。如果检测到差异，系统会关闭。

紧急操作

紧急操作包括以下单个操作或操作的组合：

- 紧急暂停（在出现紧急情况时停止过程）
- 紧急启动（在出现紧急情况时启动）
- 紧急停止（在出现紧急情况时关闭）
- 紧急打开（在出现紧急情况时打开）

紧急打开（在出现紧急情况时打开）

用于打开紧急情况下所需装置某个部分电源的紧急操作。

紧急启动（在出现紧急情况时启动）

用于启动过程或运动的紧急操作，以便排除或防止出现危险情况。

紧急停止（在出现紧急情况时关闭）

在存在电击风险或由电引起的其它风险时切断整个装置或装置部件电源的紧急操作。

紧急停止设备

一种手动操作的设备，可在存在电击风险或由电引起的其它风险时切断整个装置或装置部件的电源。

紧急暂停 (在出现紧急情况时停止过程)

用于暂停危险过程或运动的紧急操作。

紧急暂停设备

手动操作的控制设备，用于触发“紧急暂停”功能。

静止

“静止”是指机械组件处于静止状态，同时电机上没有能量（即电机上无扭矩或不受力）。

具有防护锁定功能的互锁防护 (EN ISO 12100-1)

具有防护锁定功能的互锁防护可确保：

- 由防护所“控制”的危险机床功能无法运行，直到关闭并锁定防护
- 即使触发了暂停命令，防护仍然处于关闭和锁定状态，直到危险机床功能所产生的伤害风险消失及
- 防护处于关闭和锁定状态时，危险机床功能可以运行，但并不是由防护自己的关闭和锁定来启动危险机床功能

开环 (OL)

开环是指在频率转换器处于 **U/f 操作** 时异步电机的 **开环控制** 运行，且电机上没有编码器。这是最简单的异步电机运行。

可选插槽

用于插入可选模块的插槽。只有可配置的控制部分才有可选插槽。

可选模块

通过使用可选模块，可配置的控制部分可具有多种功能。例如，有用于主通信、编码器评估、I/O 扩展、安全技术、控制面板和存储介质的可选模块。

控制部分

控制部分是指插入到电源部分的单独组件。它是驱动器控制器的“大脑”。

控制面板

控制面板是控制操作的完整装置；它包括输入和输出元件，例如按键面板和显示屏。

类型

控制系统的安全相关部件的分类是针对防止出现故障和在故障条件下的后续行为，分类是按照部件的结构排列、故障检测和/或其可靠性来进行的 (EN ISO 13849-1)。

模式选择器

模式选择器用于确定安全相关操作的操作模式，例如：

- 正常运行（生产运行、自动运行等）
- 特殊模式（手动模式、刀具或工件变更和清理过程）

术语表

所选控制类型必须比所有其它控制功能（紧急控制设备除外）具有更高的级别。模式选择器可被其它只允许某些操作人员组执行某些机床功能（例如某些数字控制功能的访问代码等）的选择方式所替代。模式选择器的每个位置只对应于一个控制或一种操作模式。（有关详细信息，请参阅第 1.2.5 章的附录 I 的机械指令 98/37/EG。）

逆变器

利用 DC 总线直流电压生成振幅和频率可变的三相交流电压的设备。

配置

配置指可选模块的特定组合，用于形成配置好的控制部分，通常非常适合指定应用。

平均故障时间

[平均故障时间 (MTTF_d)]；平均故障时间的预期值。

注意：根据 IEC 62061:2005 的条款 3.2.34。

恰当的可预测误用

不以设计者指定的方式使用机床，但可由易于预测的人员行为获知。

嵌入式软件（固件，系统软件）

软件由控制单元制造商提供，它是系统的一部分，机床的用户不能修改此软件。

注意：嵌入式软件通常以 FVL 来编写。

强制动态化

可选模块“起点锁定” (L1)：强制动态化将检测安全功能选择期间和中断电路中的静态错误状态，即所谓的“休眠错误”。标准设计中的控制选择和可选的安全技术模块“L1”都有自己的中断电路。强制动态化是通过机床操作员选择起点锁定来执行的，并且必须按一定的时间间隔执行。

驱动器控制器

可操作电机的设备。它是转换器或逆变器的总称。

驱动系统

驱动系统包括从电源到电机轴的所有组件。它由供电装置、带控制部分的电源部分（包括固件）以及电机、所需附加组件和相应的系统连接组成。

设备接地导体

设备接地导体在组件设备接地导体的连接点与设备接地系统之间建立电连接。

设备接地导体的连接点

设备接地导体的连接点是指将设备接地导体固定到组件上的连接点；连接点用图标  来标识。

设备接地系统

设备接地系统是指将组件的设备接地导体连接到电源的设备接地导体所用的整套设备。在大多数情况下，接地电路连接器属于设备接地系统。

使能控制

使能控制是附加的手动启动的控制设备，它具有 2 个或 3 个位置（首选 3 个），并可自动重置。它与需要持续作用才能启用运动的启动控制（止动按钮）结合使用。

所需性能级别

[所需性能级别 (PL_r)]；为实现每个安全功能所需要的风险最小化而应用的性能级别 (PL)。

停止过程

“停止过程”是指运动速度降低直至停止。停止过程信号被触发时过程开始，运动停止时过程结束。

危险情况

危险情况是指人员暴露在至少一种危险中的情况；暴露可能立即造成伤害，也可能经过一段时间才造成伤害 [ISO 12100-1:2003, 3.9]。

显示屏

显示屏是控制面板对信息进行可视输出的部件。

性能级别 (PL)

指定控制系统安全相关部件的能力以便在可预测条件下执行安全功能的离散级别。

运行停止

运行停止是指机械组件保持静止，同时电机上有能量（即电机上有扭矩或受力）的状态。

止动控制

止动控制是需要对控制元件持续作用才能启用运动的控制设备。止动按钮是具有自动重置功能的控制设备。

中断电路

中断电路是指可用于关闭驱动器或装置的访问点。例如，如果是驱动器控制器，中断电路可用于关闭输出阶段。

注意：以安全相关的方式关闭需要两个中断电路。

主通讯

主通讯是指层级通讯级别之间的特定通信。通过采用主通讯方式，命令变量（如命令值）由较高级别的控制单元传送到接收器，而实际值被传回至控制单元。

术语表

转换器，频率转换器

驱动器控制器可将**固定**振幅和频率的电源电压转换为**可变**振幅和频率的三相交流电压，例如用来设置三相交流电机的速度。它包括基本阶段电源整流器、DC 总线 and 逆变器。

状态机床

状态机床是指一种行为模型，它包括状态以及那些状态与动作之间的过渡。

组合

组合是指将由公用 DC 总线或公用电源连接组成的组件组合；例如，电源扼流圈、电源转换器和电源滤波器都是公用组件。

索引

A

安全功能

安全相关的减速	100
安全相关的静止	79
安全相关的门锁定设备控制	137
安全相关的起点锁定	73
安全相关的驱动器互锁	86
安全相关的受监控停止过程	114
安全相关的限制绝对位置	111
安全相关的限制绝对终止位置	70
安全相关的限制增量	108
安全相关的运动方向	104
安全相关的运行停止	82
安全相关的诊断输出	137
分类	67
概览	67
安全功能概览	67
安全技术	250
起点锁定 L1	226
S1	225
安全技术 I/O	44
安全技术操作状态	
反馈	58
安全类别	
要求	16
安全区域	60
安全相关	247
安全相关的回零步骤	122
安全相关的减速	100, 247
安全相关的起点锁定 ("AS")	73
安全相关的起动锁定	247
安全相关的驱动器互锁	247
安全相关的受监控停止过程	114
超出延迟后, 基于实际速度	114
使用安全相关的受监控减速时间	114
使用安全相关的受监控减速时间和制动斜坡	114
安全相关的停止过程	114
安全相关的限制绝对位置	247
安全相关的限制增量	247
安全相关的最大速度	247
安全相关状态	
转换	38
安全验收测试	
更改状态	186

B

版本更新	210
版本升级	211
帮助台	223
保持制动	
控制模块 HAT01	230
保持制动控制模块 HAT01	230
标准	
C 标准	17

表示法的含义

符号	9
符号约定	9
注释	9
不当使用	24
后果、免责	23

D

地址	223
电机	
更换	200
电缆	
更换	210
RKS0001	228
电气驱动装置安全说明	25
电源设备	
更换	200
调试安全技术	
简介	157
调试各个系列机床	191

F

反应时间	22
防护 (EN ISO 12100-1)	248
防护设备	248, 251
风险分析	15
风险评估	15
服务热线	223, 245
附件	

D-Sub 到终端连接器, 适配器	237
HAS05.1-007	226
HAS05.1-007-NNR	228
HAS05.1-007, 从 D-Sub 到终端连接器的适配器	237
RBS0017/S05	226
REB0401	226
RKS0001	228

G

更改历史	186
更换	
电机	200
电缆	210
电源设备	200
驱动器控制器	203, 206, 208
驱动器组件	200
更换设备	
驱动器控制器	201
固件版本更新	211
固件版本升级	214
固件更换	210
基本原则, 术语	210
可能出现的问题	219
固件更新	210
固件升级	211

索引

HAS05.1-	
007, 从 D-Sub 到终端连接器的适配器	237
HAS05.1-007	226
HAT01	
保持制动控制模块	230
尺寸	232
技术数据	232
类型代码	230
类型铭牌	231
连接点	235

I

IndraDrive	
概念概览	14

J

激活安全技术	184
集成安全技术	18, 250
操作状态	35
动态化	34
交叉数据比较	34
双通道结构	33
运作原理	33
状态机床	35
技术数据	
数字输出	228
数字输入	228
继电器触点	
类型 3	229
接口	
选择和确认	44
静止	251
具有防护锁定功能的互锁防护装置 (EN ISO 12100-1)	251
绝对位置	247

K

可选模块	
安全技术 S1	225
L1	226
S1	225
扩展诊断可能性	199

L

L1	73
可选模块	226
连接电缆	190

M

门锁定设备	59
模式选择器	251

P

PROFIsafe	52
对安全 PLC 的安全相关反馈	62

激活	54
控制位	62
配置	53
状态位	63

Q

起点锁定 L1	226
强制动态化	252
驱动器控制器	
更换	203, 206, 208
驱动器组件	
更换	200
驱动系统	248

R

RBS0017/S05	226
REB0401	226
RKS0007	190

S

S1	
可选模块	225
设置模式	13
生产运行	13
时间响应	22
使能控制	253
使用	
不当使用	24
正当使用	23
手动模式	13
数据比较	
交叉数据比较	250
数字输出	
技术数据	228
数字输入	
技术数据	228

T

特殊模式	13
特殊模式“安全相关的静止”	
安全相关的静止	79
特殊模式“安全相关的运动”	
安全相关的减速	100
安全相关的限制绝对位置	111
安全相关的限制增量	108
安全相关的运动方向	104
特殊模式“安全相关的运动 (“SBB”) ”下的安全功能	100
特殊模式“安全相关的暂停”	
安全相关的起点锁定	73
安全相关的驱动器互锁	86
安全相关的运行停止	82
特殊模式“安全相关的暂停”下的安全功能	73
停止过程	253
通道 2 的回零步骤	122

危险分析.....	15
文档	
参考.....	10
概览.....	10

X

性能	
反应时间.....	22
时间响应.....	22
选择	
接口.....	44
确认.....	44

Y

验收测试.....	186
验收程序.....	186
一流.....	23
用于选择和确认的接口.....	43
与主通讯结合使用的安全技术 I/O.....	48
运行停止.....	253

Z

在驱动器控制器上直接和间接进行的通道选择....	52
在驱动器控制器上直接选择两个通道.....	48
在设备彻底崩溃的情况下加载参数值.....	209
增量.....	247
正常运行.....	13
安全相关的限制绝对终止位置.....	70
安全相关的最大速度.....	68
正当使用.....	23
应用.....	23
支持	
请参阅服务热线.....	245
止动控制.....	253
中断电路.....	253
主通讯.....	48
转换到安全相关状态.....	38
转换到特殊模式.....	38
自动运行.....	13

笔记

Bosch Rexroth AG
Electric Drives and Controls
P.O. Box 13 57
97803 Lohr, Germany
Bgm.-Dr.-Nebel-Str. 2
97816 Lohr, Germany
Tel. +49 (0)93 52-40-0
Fax +49 (0)93 52-48 85
www.boschrexroth.com

