

# SINUMERIK 840D sl

## 安全集成简明调试手册

2014 . 12 版

SLC DF MC MTS APC

# Applications & Tools

Answers for

**SIEMENS**



---

## 目录

第 1 章 安全标准 .....	1-1
1.1 安全标准.....	1-1
1.2 安全评估.....	1-1
1.3 PFH 值计算 .....	1-1
1.4 安全系统的组成 .....	1-1
1.5 传统的安全系统与 Sinumerik 安全系统区别.....	1-2
1.5.1 传统的安全系统.....	1-2
1.5.2 Sinumerik 安全集成系统.....	1-3
1.6 Sinumerik 系统通过安全认证 .....	1-3
第 2 章 西门子系统安全功能.....	2-1
2.1 基于 Sinamics S120 驱动安全集成功能.....	2-1
2.1.1 驱动安全功能组成 .....	2-1
2.1.2 Sinamic S120 驱动集成的安全功能.....	2-1
2.2 基于 Sinumerik 系统安全集成功能.....	2-2
2.2.1 系统安全功能组成 .....	2-2
2.2.2 Sinumerik 系统集成的安全功能.....	2-2
2.3 840Dsl 安全功能选项、调试软件.....	2-2
2.3.1 840Dsl 系统功能选项.....	2-2
2.3.2 PLC 调试软件.....	2-3
2.4 Sinumerik 安全功能名称与通用安全标准名称对照表.....	2-3
2.5 安全功能参考手册.....	2-4
第 3 章 840Dsl 系统集成安全功能.....	3-1
3.1 轴安全功能设置 .....	3-1
3.1.1 必选安全基本功能 .....	3-1
3.1.2 选择安全功能 .....	3-1
3.2 安全功能的监控周期 .....	3-1
3.3 SH 状态 .....	3-1
3.4 SBH ( 安全操作停 ) 功能.....	3-2
3.4.1 简介 .....	3-2
3.4.2 触发优先级.....	3-2
3.4.3 SBH 控制接口信号 .....	3-2
3.4.4 功能参数调整 .....	3-3
3.5 安全停 ( Safe Stops A-F ) 功能.....	3-4
3.5.1 简介 .....	3-4
3.5.2 外部停安全轴的影响.....	3-5
3.5.3 外部 STOPS 控制接口信号 .....	3-6
3.5.4 功能参数调整.....	3-7
3.5.5 外部停安全时间计算.....	3-8

---

3.5.6 外部停 STOPs 功能测试.....	3-9
3.6 SBR (安全加速度监控) 功能.....	3-9
3.6.1 简介.....	3-9
3.6.2 功能参数调整.....	3-10
3.6.3 触发 STOP A 相应时间.....	3-10
3.7 SG (安全速度) 功能.....	3-11
3.7.1 功能简介.....	3-11
3.7.2 SG 控制接口信号.....	3-11
3.7.3 功能参数调整.....	3-12
3.7.4 触发安全停的响应时间.....	3-14
3.8 SBH/SG /eSTOPs 触发优先级.....	3-14
3.9 $N < n_x$ 速度监测功能.....	3-14
3.9.1 功能简介.....	3-14
3.9.2 $n < n_x$ 控制接口信号.....	3-14
3.9.3 功能参数调整.....	3-15
3.9.4 相应时间.....	3-15
3.10 SE (安全限位) 功能.....	3-15
3.10.1 功能简介.....	3-15
3.10.2 SE 控制接口信号.....	3-15
3.10.3 功能参数调整.....	3-16
3.10.4 触发限位报警应答方法.....	3-16
3.10.5 轴安全回零确认.....	3-16
3.11 SN (安全撞块).....	3-17
3.11.1 功能简介.....	3-17
3.11.2 SN 控制接口信号.....	3-17
3.11.3 功能参数调整.....	3-18
3.12 编码器反馈信号双通道监控.....	3-18
3.12.1 功能简介.....	3-18
3.12.2 控制接口信号.....	3-18
3.12.3 功能参数调整.....	3-19
3.12.4 应用.....	3-20
3.13 SBC (安全报闸).....	3-20
3.14 SBH/SG 速度限制.....	3-21
3.14.1 功能简介.....	3-21
3.14.2 参数.....	3-21
3.15 SBH/SG StopA/B/C/D 停止时间调整.....	3-22
3.16 安全功能的使用.....	3-22
3.17 安全功能测试.....	3-23
第 4 章 安全输入输出信号配置.....	4-1
4.1 安全信号简介.....	4-1

---

4.2 安全数据交叉检验时间.....	4-2
4.3 Profisafe 安全模块硬件配置 .....	4-2
4.3.1 Profisafe 模块介绍.....	4-2
4.3.2 输入输出模块接口信号连接 .....	4-2
4.3.3 IO 模块的 PLC 硬件组态.....	4-4
4.4 安全模块时钟周期.....	4-7
4.5 Profisafe 安全模块参数设置 .....	4-8
4.5.1 主站 Profisafe 主站地址.....	4-8
4.5.2 设置 Profisafe 模块 NC 参数 .....	4-8
4.5.3 INSE/OUTSE 信号测试 .....	4-9
4.6 内部双通道安全信号 ( INSI/OUTSI/INSIP/OUTSIP ) .....	4-10
4.6.1 OUTSI/OUTSIP 配置.....	4-10
4.6.2 INSI/INSIP 配置.....	4-11
4.7 内部单通道安全信号 ( PLCSIIN/PLCSIINP/PLCSIOUT/PLCSIOUTP ) .....	4-12
4.7.1 PLCSIIN/PLCINSIP 信号 .....	4-12
4.7.2 PLCSIOUT/PLCSIOUTP 信号 .....	4-12
4.8 安全中间变量 ( MARKERSI/MAKERSIP ) .....	4-13
4.9 安全时间继电器 ( TIMERSI/Txx ) .....	4-13
4.9.1 编程指令 .....	4-13
4.9.2 编程举例 .....	4-13
4.10 安全延时继电器 ( SIRELAY/FB10 ) .....	4-13
4.10.1 NC 安全延时继电器 ( SIRELAY ) .....	4-14
4.10.2 PLC 安全延时继电器 ( FB10 ) .....	4-16
4.10.3 安全延时继电器编程要求.....	4-17
4.11 NC、PLC 安全信号地址对照表 .....	4-17
第 5 章 SPL 编程.....	5-1
5.1 SPL NC-PLC 交叉检验 ( SPL CDC ) .....	5-1
5.2 NC-SPL.....	5-1
5.2.1 NC-SPL 启动条件.....	5-1
5.2.2 NC-SPL 编程.....	5-2
5.2.3 同步指令执行条件 .....	5-2
5.2.4 SAFE.SPF 语法测试.....	5-3
5.3 PLC-SPL .....	5-3
5.3.1 PLC-SPL 启动.....	5-3
5.3.2 PLC-SPL 编程流程.....	5-4
5.4 NC-SPL、PLC-SPL 编程逻辑指令对照表.....	5-4
5.5 SPL 程序保护 .....	5-5
5.5.1 NC-SPL 程序保护.....	5-5
5.5.2 PLC-SPL 保护.....	5-6
第 6 章 安全功能测试 .....	6-1

6.1 安全报闸测试 SBT ( Safe Brake Test ) .....	6-1
6.1.1 测试条件 .....	6-1
6.1.2 测试 .....	6-1
6.1.3 测试结果 .....	6-3
6.2 脉冲使能测试 .....	6-3
6.2.1 测试信号 .....	6-3
6.2.2 测试流程 .....	6-4
6.3 外部停测试 .....	6-4
6.3.1 测试信号 .....	6-4
6.3.2 测试流程 .....	6-5
6.3.3 测试 PLC 程序 .....	6-5
第 7 章 安全功能调试 .....	7-1
7.1 调试流程 .....	7-1
7.2 安全功能评估表 .....	7-1
7.3 系统选项激活 .....	7-2
7.4 规划控制安全功能的系统变量 .....	7-2
7.4.1 符号表编程 .....	7-2
7.4.2 规划安全功能需要使用的系统变量 .....	7-4
7.5 安全信号参数的设置 .....	7-4
7.5.1 启动 SPL .....	7-5
7.5.2 Profisafe 安全模块配置 .....	7-5
7.5.3 激活轴安全功能 ( SBH/SG+外部停..... ) .....	7-5
7.5.4 控制安全功能的安全信号 .....	7-5
7.5.5 设置安全功能相关参数 .....	7-5
7.6 SPL 安全逻辑编程 .....	7-5
7.6.1 PLC 安全逻辑编程 .....	7-5
7.6.2 NC 安全逻辑编程 .....	7-6
7.6.3 检查 NC、PLC 安全控制逻辑一致性 .....	7-6
7.7 NC 安全数据校验 .....	7-6
7.7.1 配置驱动的 SI 功能 .....	7-7
7.7.2 复制 SI 数据 .....	7-7
7.7.3 确认 SI 数据  .....	7-7
7.8 安全功能监控、诊断 .....	7-7
7.8.1 轴安全状态  .....	7-8
7.8.2 轴接口的安全信号  .....	7-8
7.8.3 安全信号诊断  .....	7-9
7.8.4 安全撞块信号  .....	7-9
第 8 章 安全功能检测报告 .....	8-1

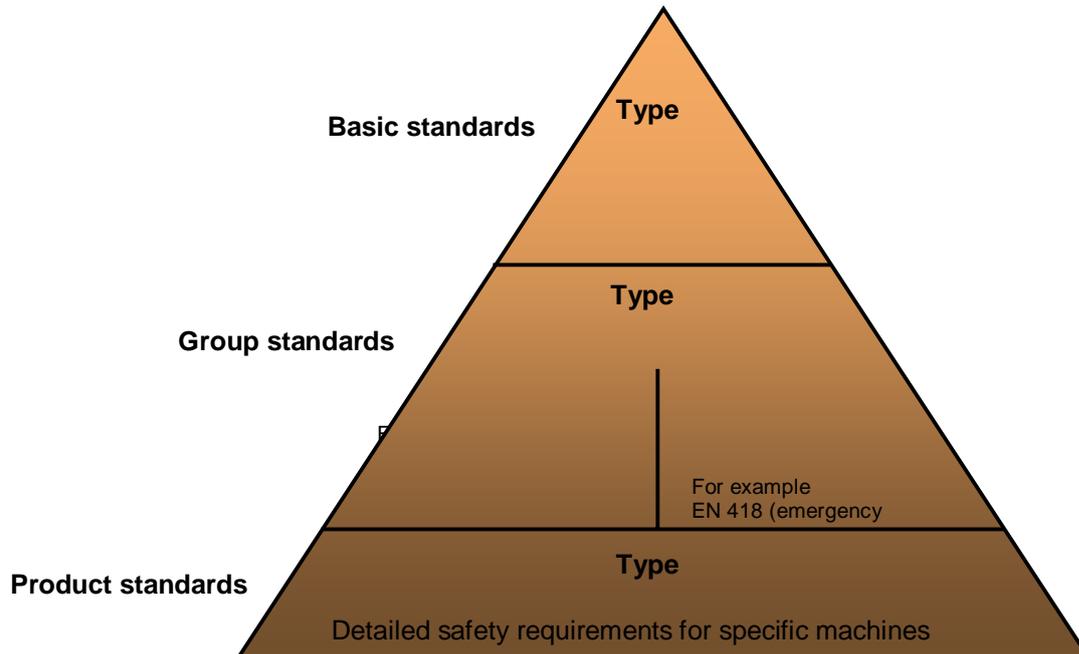
---

第9章 附录 .....	9-1
9.1 Sinumerik 安全功能名称与通用安全标准名称对照表 .....	9-1
9.2 轴 SI 输入接口信号 .....	9-1
9.3 轴 SI 输出接口信号 .....	9-1
9.4 DB18 接口信号 .....	9-2
9.5 轴安全功能 INSI/OUTSI 参数设置概览 .....	9-5
9.6 报警 .....	9-6
9.6.1 Alarm 27040 axis sp waiting for module .....	9-6
9.6.2 Alarm 27010 Axis SP1 tolerance for safe standstill exceeded .....	9-6
9.6.3 Alarm 27095 NCK SPL protection not activated .....	9-7
9.6.4 Alarm 27132 , 201680 , 27004 .....	9-7
9.6.5 Alarm 27013 .....	9-8
9.6.6 Alarm 27010 .....	9-8
9.6.7 Alarm 201041 .....	9-9
9.6.8 Alarm 27003 .....	9-9
9.6.9 Alarm 201711 .....	9-10
9.6.10 Alarm 27004 .....	9-10
9.6.11 Alarm 22001 .....	9-11
9.7 SI 接口参数设置一览表 .....	9-12
9.8 编程举例 .....	9-14



## 第1章 安全标准

### 1.1 安全标准



标准分为：

EN 954-1: Category B, 1 - 4

ISO 13849-1: Performance Level (PL) a - e

IEC 62061: Safety Integrity Level (SIL) 1 - 3

EN954-1 于 2009 到期，由 IEC62061 替代。机床使用 IEC62061 标准。

### 1.2 安全评估

Performance level (PL) (ISO 13849-1 (rev.))	Average probability of a dangerous failure per hour [1/h] (PFH value)	Safety Integrity Level (SIL) (IEC 61508-1 / IEC 62061)
a	$\geq 10^{-5}$ to $< 10^{-4}$	No specific safety requirements
b	$\geq 3 \times 10^{-6}$ to $< 10^{-5}$	1
c	$\geq 10^{-6}$ to $< 3 \times 10^{-6}$	1
d	$\geq 10^{-7}$ to $< 10^{-6}$	2
e	$\geq 10^{-8}$ to $< 10^{-7}$	3

经评估，通用的数控机床在黑色区域。

### 1.3 PFH 值计算

Sinumerik 产品的 PFH 值通过以下网址查找：

- [PFH values for SIMATIC](#) (Internet)
- [PFH value document for SINUMERIK 840D sl](#) (Intranet)
- [PFH value document for SINAMICS](#)

### 1.4 安全系统的组成

由 3 部分组成：

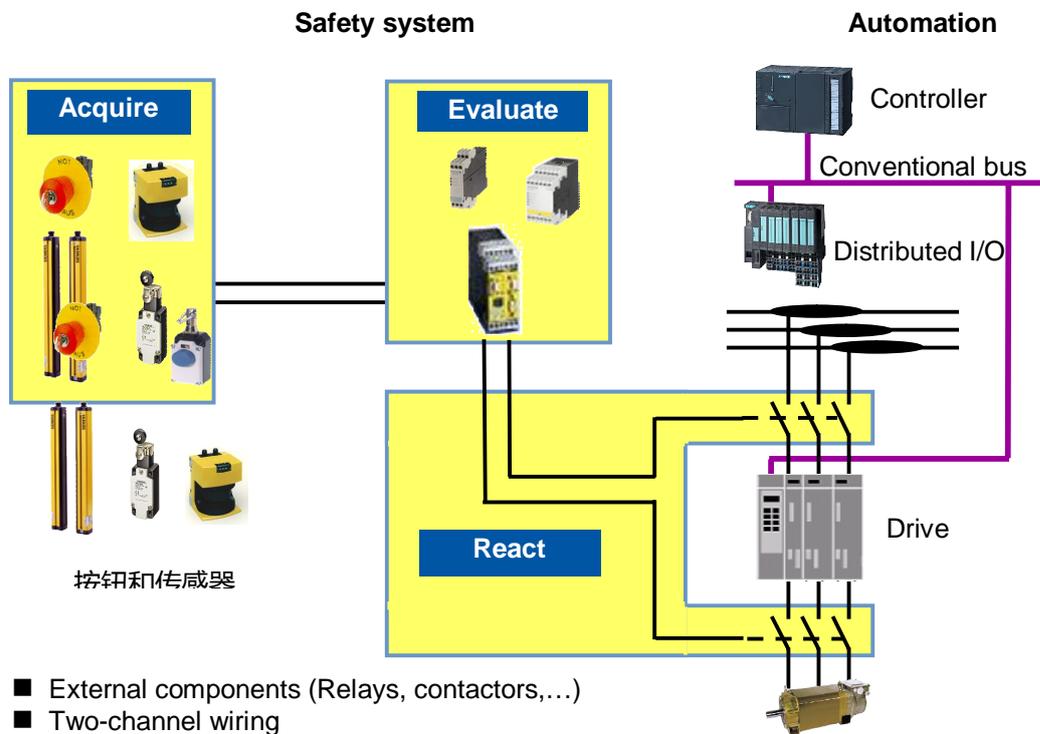
- 信号请求 (Acquire)  
传感器，操作模式...
- 评估信号 (Evaluate)  
根据信号，逻辑判断需要执行的动作。
- 执行机构 (React)

1.5 传统的安全系统与 Sinumerik 安全系统区别

输出执行

1.5 传统的安全系统与 Sinumerik 安全系统区别

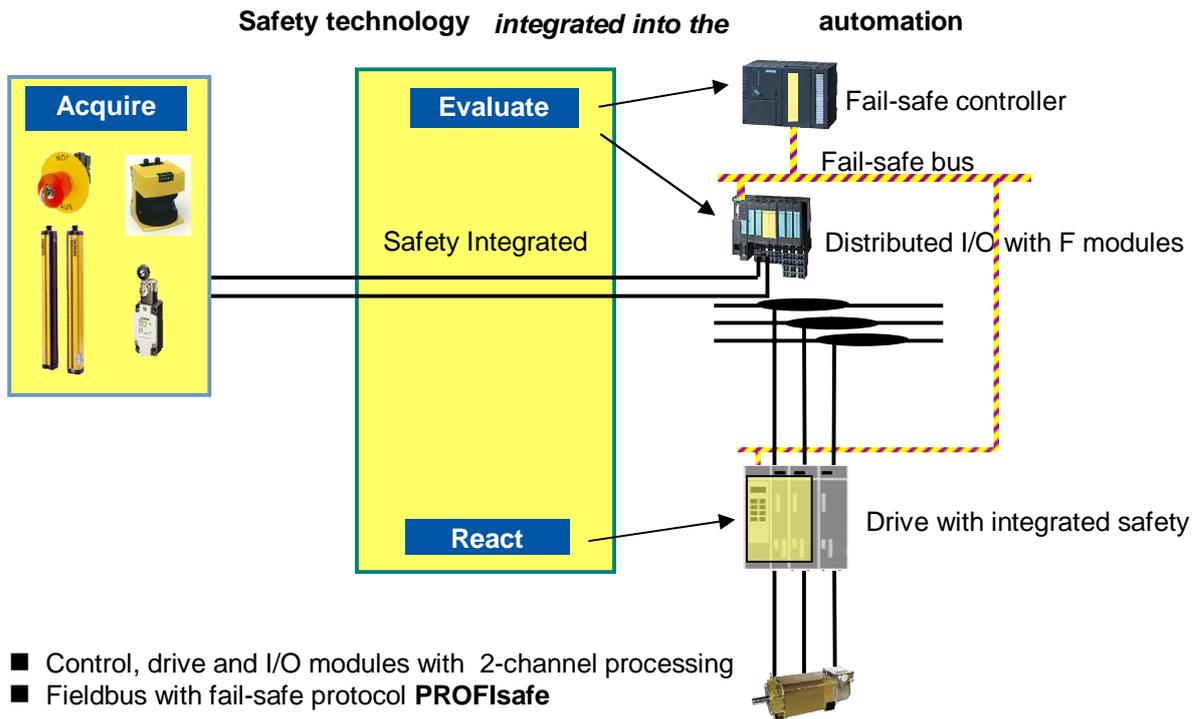
1.5.1 传统的安全系统



特点：

- 独立的信号请求单元 ( Acquire )
- 独立的评估硬件单元 ( Evaluate )
- 独立的执行机构 ( React )

1.5.2 Sinumerik 安全集成系统



特点：

- 独立的信号请求单元 ( Acquire )
- 评估机构和独立的执行机构合 2 为 1. ( Evaluate+ React )

1.6 Sinumerik 系统通过安全认证

Sinumerik 安全集成功能通过的认证



1.6 Sinumerik 系统通过安全认证

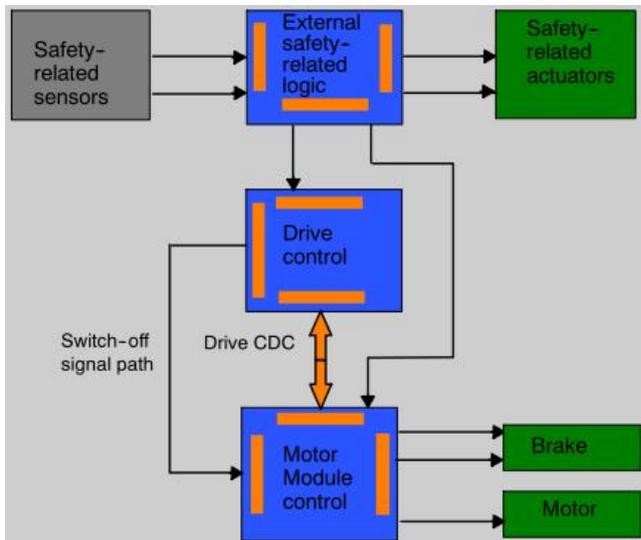
<b>Certificate</b>		
Certificate no. <b>US 72090078 01</b>		
<b>License Holder:</b> Siemens AG, I DT MC Frauenauracher Str. 80 91056 Erlangen Germany	<b>Manufacturing Plant:</b> Siemens AG, I DT MC Frauenauracher Str. 80 91056 Erlangen Germany	
<b>Test report no.:</b> USA-MHA 30881956 001	<b>Client Reference:</b> Dietmar Wanner	
<b>Tested to:</b> UL 508:1999 R7.05 UL 508C R7.03 UL 1998:1998 RS.04 NFPA 79:2007 ER 1 IEC 61508-1:1998 see also additional page[s]		
<b>Certified Product:</b> Sinumerik Safety Integrated Machine Control <b>License Fee - Units</b>		
<b>Listing Category:</b> Industrial Control Equipment for Safety-Related Functions and E-Stop (per NFPA 79):		
<b>Model Designation:</b> SINUMERIK 840D sl, SINUMERIK 840DE sl with SINAMICS S120		
<b>Rated Voltage:</b> DC 600V <b>Rated Current:</b> 3.3A - 210.0A <b>Protection Class:</b> I <b>Output Ratings:</b> AC 0-460V, 3-200.0A		
Appendix: 1, 1-9 <span style="float: right;">contd.</span>		
<b>Licensed Test mark:</b> 	<b>Signature:</b>  Dipl.-Ing. M. Glagla QA Certification Officer	<b>Date of Issue (day/month/yr):</b> 29/01/2009
<small>TÜV Rheinland of North America, Inc., 12 Commerce Road, Newtown, CT 06457, Tel: (203) 426-6888 Fax: (203) 426-4000</small>		

<b>Certificate</b>		
Certificate no. <b>US 72090078 02</b>		
<b>License Holder:</b> Siemens AG, I DT MC Frauenauracher Str. 80 91056 Erlangen Germany	<b>Manufacturing Plant:</b> Siemens AG, I DT MC Frauenauracher Str. 80 91056 Erlangen Germany	
<b>Test report no.:</b> USA-MHA 30881956 001	<b>Client Reference:</b> Dietmar Wanner	
<b>Tested to:</b> IEC 61508-2:2000 IEC 61508-3:1998 IEC 61508-4:1998 see also previous page[s]		
<b>Certified Product:</b> Sinumerik Safety Integrated Machine Control <b>License Fee - Units</b>		
contd.		
<b>Additional Test Standards:</b> see above		
<b>Special Remarks:</b> To be installed according to the licensee's installation instructions.		
<b>Licensed Test mark:</b> 	<b>Signature:</b>  Dipl.-Ing. M. Glagla QA Certification Officer	<b>Date of Issue (day/month/yr):</b> 29/01/2009
<small>TÜV Rheinland of North America, Inc., 12 Commerce Road, Newtown, CT 06457, Tel: (203) 426-6888 Fax: (203) 426-4000</small>		

## 第2章 西门子系统安全功能

西门子安全集成功能分 2 大类。一是基于驱动系统，一是基于 NC 系统。

### 2.1 基于 Sinamics S120 驱动安全集成功能



#### 2.1.1 驱动安全功能组成

- 1) 外部 IO 校验、安全控制逻辑等功能通过外部安全继电器 ( TM41 等 ) 实现等硬件实现。
- 2) 执行单元电机通过驱动控制器 ( Drive control ) 和驱动单元 ( Motor Module control ) 双路控制 ( Drive CDC ) 实现。

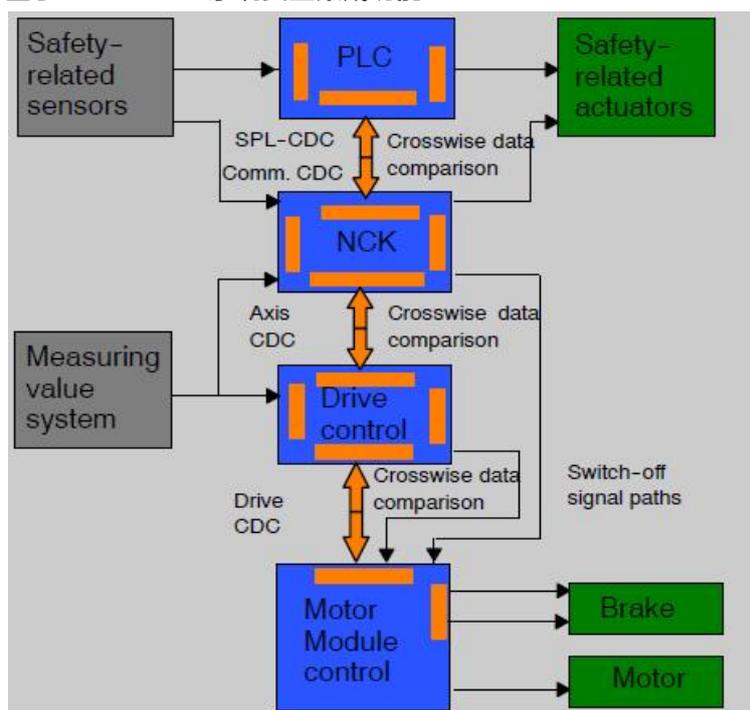
#### 2.1.2 Sinamic S120 驱动集成的安全功能

- 基本安全功能
  - STO ( Safe torque off ) —>安全力矩关断
  - SBC ( Safe Brake Control ) —>安全制动控制
  - SS1 ( Safe Stop 1 ) —>OFF3 快速停车，延时后转为 STO
- 扩展安全功能 ( 在基本安全功能上增加 )
  - SS2 ( Safe Stop2 )
  - SOS ( Safe Operating Stop )
  - SLS ( Safe-Limited Speed )
  - SSM ( Safe Speed Monitor )
  - SAM ( Safe Acceleration Monitor )
  - SBR ( Safe Brake Ramp )
  - SDI ( Safe Direction )

Sinumerik 内部集成的 Sinamic 驱动系统只支持基本的安全功能。

2.2 基于 Sinumerik 系统安全集成功能

2.2.1 基于 Sinumerik 系统安全集成功能



2.2.1 系统安全功能组成

- 1) 安全输入、输出 IO  
通过 Profisafe 安全 IO 模块实现。
- 2) 安全控制逻辑校验 (SPL CDC)  
通过 NC 与 PLC 实现安全逻辑的双通道控制。
- 3) 安全数据校验 (Axis CDC)  
NC 数据与驱动数据同步校验, 保证数据安全。
- 4) 执行单元电机控制 (Drive CDC)  
NC 控制 (同步指令) 驱动单元与驱动控制器控制 (通过 PLC 控制轴接口信号) 驱动单元实现双通道路控制。

2.2.2 Sinumerik 系统集成的安全功能

- STOP A, B, C, D, E, F
- SBC ( Safe Brake Control )
- SBR ( Safe acceleration monitoring ) 监控速度特性
- SH ( Safe standstill ) 取消脉冲使能, 断强电
- SBH ( Safe operating stop ) 驱动静止状态下监控, 驱动处于闭环状态
- SG ( Safely reduced speed include override ) 监控状态下的速度限制。
- N<nx
- SE ( Safe velocity limit switches ) 行程限制
- SN ( Safety software cams safety cam track )
- SBM : Safe brake management include SBC、SBT ( cyclic brake test )

2.3 840DsI 安全功能选项、调试软件

2.3.1 840DsI 系统功能选项

选项功能	订货号
------	-----

## 2.4 Sinumerik 安全功能名称与通用安全标准名称对照表

SI-Basic (including 1 axis/spindle, up to 4 SPL I/Os)	6FC5800-0AM63-0YB0
SI-Comfort (including 1 axis/spindle, up to 64 SPL I/Os)	6FC5800-0AM64-0YB0
SI-axis/spindle (in addition for each axis /spindle)	6FC5800-0AC70-0YB0
SI axis/spindle package (in addition, 15 axes/spindles)	6FC5800-0AC60-0YB0
SI-High Feature ( including 1 axis/spindle to 192 SPL I/O )	6FC5800-0AS68-0YB0

建议：

根据机床保护区的安全开关数量，选择相应的 SI 功能。

SI-Basic 最大支持 500 的元素，SI-Comfort 最大 5000 个元素。

SI-Axis 根据机床轴配置情况自行选择。

## 2.3.2 PLC 调试软件

STEP7 5.5 安装 F-Configuration-Pack 软件安装包，用于 Profisafe 模块的硬件组态。

F-Configuration-Pack 安装包下载地址：

<http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csinfo&lang=en&objid=15208817&caller=view>

**Overview of the latest version of the F-Configuration tool:**

F-Configuration Tool Version	System Requirements	Upgrade with
V5.5+SP9 Update 1	<p>Step 7: V5.3 + SP3 and higher</p> <p>For Windows Vista Business and Ultimate 32-Bit: Step 7 V5.4 + SP3 and higher</p> <p>For Windows 7 Professional: Step 7 V5.5 and higher</p> <p>Enables use of the full HART</p>	<p>V5.5+SP9 Update 1 Description</p>  <p>F-Config_V55SP9U1.zip ( 43897 KB )</p>

## 2.4 Sinumerik 安全功能名称与通用安全标准名称对照表

Sinumerik 安全集成功能名称		EN 61800-5-2 标准功能名称	
名称	缩写	名称	缩写
Safe standstill ( STOP A )	SH	Safe Torque Off	STO
STOP B	-	Safe Stop 1	SS1
STOP C	-	Safe Stop 2	SS2
STOP D	-	Safe Stop 2	SS2
STOP E	-	Safe Stop 2	SS2
Safe acceleration monitoring	SBR	-	-
Safe Operating Stop	SBH	Safe Operating Stop	SOS
Safely reduced speed	SG	Safely-limited speed	SLS
Safety reduce speed – specific setpoint limiting	-	-	-
Safe software limit switch	SE	Safely-limited position	SLS
Safe Brake Management	SBM	-	-
Safe Brake Control	SBC	Safe Brake Control	SBC
Safe Brake Test	SBT	-	-
Safe software cam, safe cam track	SN	Safe cams	SCA
n<n <sub>x</sub>	-	Safe Speed Monitor	SSM

### 2.5 安全功能参考手册

Safety-related I/O	SEG/SGA F-DI/F-DO	-	-
Safe Programmable Logic	SPL	-	-
Safe software relay	-	-	-

#### 2.5 安全功能参考手册

SINAMICS S120 Safety Integrated Function Manual 01/2011 ( 6SL3097-4AR00-0BP2 )

SINUMERIK 840D sl /SINAMICS S120 SINUMRIK Safety Integrated Function Manual 03/13  
( 6FC5397-4BP40-4BA0 )

## 第3章 840Dsl 系统集成安全功能

### 3.1 轴安全功能设置

参数 MD36901 \$MA\_SAFE\_FUNCTION\_ENABLE 设置轴的安全功能。

36901:\$MA_SAFE_FUNCTION_ENABLE = 51H	36901:\$MA_SAFE_FUNCTION_ENABLE = 0H
<input checked="" type="checkbox"/> Bit 0: Safe velocity and operational stop	<input type="checkbox"/> Bit 0: 安全速度及运行停止
<input type="checkbox"/> Bit 1: Safe limit switches	<input type="checkbox"/> Bit 1: 安全限位开关
<input type="checkbox"/> Bit 2: reserved	<input type="checkbox"/> Bit 2: 预留
<input type="checkbox"/> Bit 3: Actual value synchronization 2-encoder system	<input type="checkbox"/> Bit 3: 2编码器系统实际值同步
<input checked="" type="checkbox"/> Bit 4: External ESR activation	<input type="checkbox"/> Bit 4: 外部ESR激活
<input type="checkbox"/> Bit 5: Safe velocity offset	<input type="checkbox"/> Bit 5: 安全速度补偿
<input checked="" type="checkbox"/> Bit 6: External stop requirements	<input type="checkbox"/> Bit 6: 外部停机要求
<input type="checkbox"/> Bit 7: Cam synchronization	<input type="checkbox"/> Bit 7: 凸轮同步
<input type="checkbox"/> Bit 8: Safe cams, pair 1, cam +	<input type="checkbox"/> Bit 8: 安全凸轮, 成对1, 凸轮+
<input type="checkbox"/> Bit 9: Safe cams, pair 1, cam -	<input type="checkbox"/> Bit 9: 安全凸轮, 成对1, 凸轮-
<input type="checkbox"/> Bit 10: Safe cams, pair 2, cam +	<input type="checkbox"/> Bit 10: 安全凸轮, 成对2, 凸轮+
<input type="checkbox"/> Bit 11: Safe cams, pair 2, cam -	<input type="checkbox"/> Bit 11: 安全凸轮, 成对2, 凸轮-
<input type="checkbox"/> Bit 12: Safe cams, pair 3, cam +	<input type="checkbox"/> Bit 12: 安全凸轮, 成对3, 凸轮+
<input type="checkbox"/> Bit 13: Safe cams, pair 3, cam -	<input type="checkbox"/> Bit 13: 安全凸轮, 成对3, 凸轮-
<input type="checkbox"/> Bit 14: Safe cams, pair 4, cam +	<input type="checkbox"/> Bit 14: 安全凸轮, 成对4, 凸轮+
<input type="checkbox"/> Bit 15: Safe cams, pair 4, cam -	<input type="checkbox"/> Bit 15: 安全凸轮, 成对4, 凸轮-
<input type="checkbox"/> Bit 16: Synchronization "n < nx", hysteresis and filtering	<input type="checkbox"/> Bit 16: 同步"n < nx", 滞后和滤波

#### 3.1.1 必选安全基本功能

- Bit0 : SBH/SG 功能激活
- Bit6 : 外部安全停 STOPs ( STOP A/C/D ) 激活

#### 3.1.2 选择安全功能

- Bit1 : 安全限位开关
- Bit3 : 配置第二测量系统实际位置同步
- Bit4 : 外部停 STOP E 激活
- Bit5 : 安全速度补偿
- Bit7 : 安全回零
- Bit8-15 : 安全撞块激活

根据机床设计安全要求, 选择适当的安全功能。

### 3.2 安全功能的监控周期

安全功能允差的监控周期。

参数	含义	默认值
MD 10050 \$MN_SYSCLOCK_TIME	系统时钟	0.002 ( ms )
MD 10090 \$MN_SAFETY_SYSCLOCK_TIME_RATIO	安全监控周期设置 ( 与系统时钟比值 )	6
MD 10091 \$MN_INFO_SAFETY_CYCLE_TIME	实际安全监控周期 ( 只读 )	0.012 ( ms )

MD10061 实际系统位置控制周期

MD10091 建议此参数尽量设小, 设置值必须小于<25ms。较小的安全监控周期, 将提高安全功能的响应速度, 增加 NCU 负荷。

### 3.3 SH 状态

SH ( safe standstill ) 关闭驱动的脉冲使能, 即激活驱动的 STO ( Safe Torque Off ) 功能。由 STOP A/B 安全功能触发。该功能激活后, 轴处于自由状态, 不受控。

## 3.4 SBH (安全操作停) 功能

参数	含义	默认值
MD36960 \$MA_SAFE_STANDSTILL_VELO_TOL	静止速度容差	0 mm/min

MD36960 参数，SH 状态下监控速度容差。当轴处于 SG 的安全限速状态下时，此监控无效。

## 3.4 SBH (安全操作停) 功能

## 3.4.1 简介

SBH ( Safe operating stop )，安全停操作状态。闭环状态下，监控轴的位置状态。

由轴接口信号直接触发或由外部停 STOP C/D/E 触发。

通常在机床安全门打开时，机床轴处于 SBH 状态。轴处于安全的位置监控状态时，操作者可自由的进入保护区。

特点：

- 驱动处于闭环状态，轴处于安全可控状态。
- 激活 SBH 位置监控 (参数设置允差范围)。
- 轴位置超出 SBH 容差范围，触发内部 STOP A/B。

## 3.4.2 触发优先级

SBH 可由安全信号 OUTSI/OUTSIP 或外部停 STOP C/D/E 触发。外部停的触发优先于安全信号触发。

## 3.4.3 SBH 控制接口信号

## 1) NC 侧接口信号

NC—>Drive ( OUTSI )：

参数	含义	设置
MD36970 \$MA_SAFE_SVSS_DISABLE_INPUT	SBH/SG 选择	0：轴始终处于 SBH/SG 方式 80000000：取消 SBH/SG 方式 0401xxxx：系统变量\$A_OUTSI 控制 =0：激活 SBH/SG 方式 =1：取消 SBH/SG 方式
MD36971 \$MA_SAFE_SS_DISABLE_INPUT	选择 SBH	0：轴始终处于 SBH 方式 80000000：激活 SG 方式 0401xxxx：系统变量\$A_OUTSI 控制 =0：选择 SBH 方式 =1：选择 SG 方式

Drive—>NC ( INSI )：

参数	含义	说明
MD36980 \$MA_SAFE_SVSS_STATUS_OUTPUT	SBH/SG 状态	0401xxxx：状态输出至系统变量\$A_INSI =0：SBH/SG 已激活 =1：SBH 或 SG 方式无效
MD36981 \$MA_SAFE_SS_STATUS_OUTPUT	SBH 状态	0401xxxx：状态输出至系统变量\$A_INSI =0：SBH 有效 =1：SG 有效

2) PLC 侧接口信号

PLC—>Drive ( OUTSIP ) :

DB 31... Signals from/to the drive								
Byte	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
DBB 22				SG selection Bit 1   Bit 0		Acknowledgem., communic. failure	SBH Deselec- tion	SBH/SG Deselec- tion

Drive—>PLC ( INSIP ) :

DBB 108	Axis safely refer- enced			Communi- cation failure not acknowl.	Fault data transfer	"Pulses can- celled" status	Communi- cation failure	SBH/SG active
DBB 109	SN4-	SN4+	SN3-	SN3+	SN2-	SN2+	SN1-	SN1+
Cam signals of the plus and minus cams Cam position								
DBB 110			n < n <sub>x</sub>	SG active Bit 1   Bit 0			SBH ac- tive	

3) 控制信号说明

SGE		SGA	Meaning
SBH/SG deselec- tion	SBH dese- lection	SBH active	
= 1	x	0	SBH and SG are deselected
= 0	= 0	1	SBH is selected
= 0	= 1	0	SG is selected (see Chapter 6.5, "Safely reduced speed (SG)", 1)

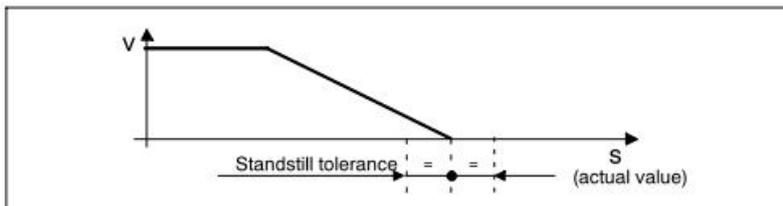
Note:  
x -> Any signal state  
1) The active SG stage is displayed using SGA "SGA active bit 0" and "SG active bit 1".

3.4.4 功能参数调整

相关参数：

参数	含义	默认值
MD36930 \$MA_SAFE_STANDSTILL_TOL	SBH 位置监控容差	1mm
MD36951 \$MA_SAFE_VELO_SWITCH_DELAY	SBH/SG 状态转换延 时	0.1 s

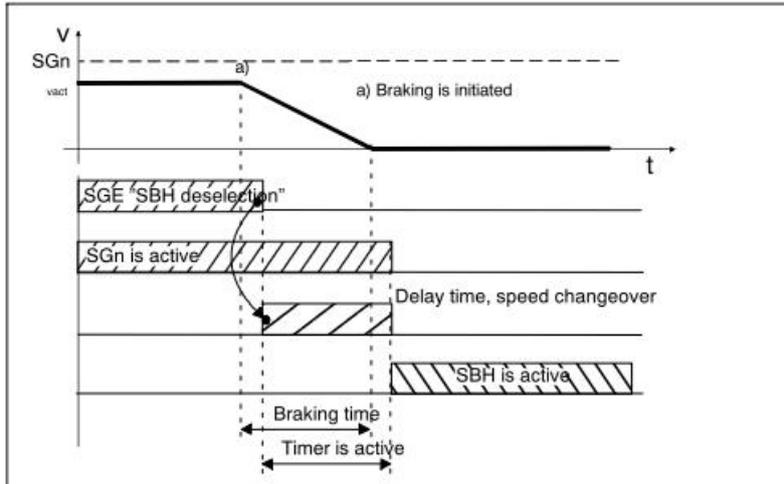
位置监控时序图：



当轴位置超出设置值，触发内部 STOP A/B。

SBH 状态切换时序图：

3.5 安全停 ( Safe Stops A-F ) 功能



SBH 操作状态转换时，若轴未在设定的时间内停止（处于监控容差范围内），则触发内部 STOP A/B。

1) 触发 STOP A/B 响应时间

1.5 监控周期 ( 1.5\*MD10091 ) < 相应时间 < 2\*安全监控周期+1\*位置控制周期 ( 1\*MD10061 )  
 机床应根据实际的机床配置，相应时间，调整 MD36951 参数设置值。

例：机床在高速运动时，请求开门，切换轴至 SBH 状态。测量由高速运动到轴静止所需要的时间。

2) 容差设置要求

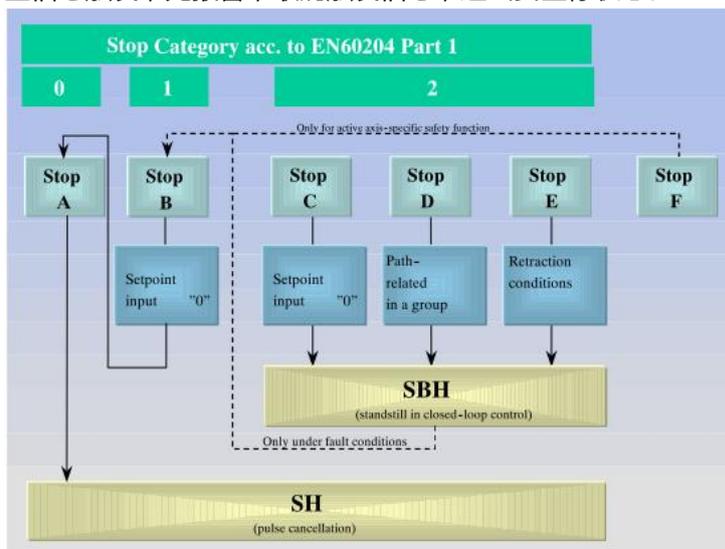
适当设置 SBH 的监控容差 MD36930，防止轴意外移动。

3.5 安全停 ( Safe Stops A-F ) 功能

3.5.1 简介

控制驱动安全停止 ( Safe Stop )，并处于安全监控状态。

分为内部安全停和外部安全停。内部的安全停由其他的安全功能触发并伴随报警。外部的安全停由安全信号触发，无报警，取消触发信号，退出安全停状态。



安全停止的状态

- Stop C/Stop D/Stop E 后，驱动处于 SBH 状态，可控，有力矩，可复位。
- Stop A 后，轴处于 SH 状态（自由状态），不可复位。

## 1) 安全停响应

STOPs	动作	效果	原因	状态	报警消除
A	脉冲使能立即禁止	驱动自由停车	SBR/SG	SH	系统上电
B	设定点零速 ( OFF3=0 )。在设定的时间内 Tb 或达到设定的速度范围, 自动转为 STOP A。	驱动 OFF3 制动	SBR/SG	SH	系统上电
C	设定点零速 ( OFF3=0 )。Tc=0 时, 激活 SBH。	驱动 OFF3 制动	SG/SE	SBH	Reset
D	沿轴参数设置的加速度减速 ( path braking )。Td=0 时, 激活 SBH。	驱动沿插补轨迹制动	SG/SE	SBH	Reset
E	延时停和回退 ( ESR 功能 )。Te=0 时, 激活 SBH。	驱动沿编程的轨迹停止或回退。ESR 功能	SG/SE	SBH	Reset

注：

外部触发的 STOP，当外部停信号无效时，驱动自动恢复到原始状态。内部触发的 STOP A/B 安全停只能系统上电消除。

## 2) 安全停的安全标准等级

安全停类型	安全标准 EN 60204-1 级别
STOP A	Category 0
STOP B/F	Category 1
STOP C/D/E	Category 2

Category 2 的安全等级，双通道控制。对操作者最大的安全保护。

## 3) 安全停触发优先级

优先等级	安全停类型
高优先级	STOP A
•••••	STOP B
••••	安全停测试
•••	STOP C
••	STOP D
•	STOP E
低优先级	STOP F

## 4) 配置安全功能可触发的内部安全停类型。

安全功能	触发的安全停
SBH	STOP B ( 不可设置 )
SG	STOP A/B/C/D/E
SE	STOP C/D/E
SN	不触发内部停
SBR	STOP A ( 不可设置 )

## 3.5.2 外部停安全轴的影响

参数	含义	默认值
----	----	-----

3.5 安全停 ( Safe Stops A-F ) 功能

MD 36964 \$MA_SAFE_IPO_STOP_GROUP	外部安全停是否影响通道中其他安全轴	0
-----------------------------------	-------------------	---

= 0 : 通道其他轴需要相应此轴的安全停信号

= 1 : 此轴的外部停信号不影响其他安全轴

3.5.3 外部 STOPs 控制接口信号

1) NC 侧接口信号

NC—>Drive ( OUTSI ) :

参数	含义	说明
MD 36977[0] \$MA_SAFE_EXT_STOP_INPUT	STOP A/B	0 : 轴始终处于 STOP A 方式 80000000 : 取消 STOP A 方式 0401xxxx : 系统变量\$A_OUTSI 控制 =1 : 禁止 STOP A/B =0 : 激活 STOP A/B
MD 36977[1] \$MA_SAFE_EXT_STOP_INPUT	STOP C	0 : 轴始终处于 STOP C 方式 80000000 : 取消 STOP C 方式 0401xxxx : 系统变量\$A_OUTSI 控制 =1 : 禁止 STOP C =0 : 激活 STOP C
MD 36977[2] \$MA_SAFE_EXT_STOP_INPUT	STOP D	0 : 轴始终处于 STOP D 方式 80000000 : 取消 STOP D 方式 0401xxxx : 系统变量\$A_OUTSI 控制 =1 : 禁止 STOP D =0 : 激活 STOP D
MD 36977[3] \$MA_SAFE_EXT_STOP_INPUT	STOP E	0 : 轴始终处于 STOP E 方式 80000000 : 取消 STOP E 方式 0401xxxx : 系统变量\$A_OUTSI 控制 =1 : 禁止 STOP E =0 : 激活 STOP E

Drive—>NC ( INSI ) :

参数	含义	说明
MD 36990[0] \$MA_SAFE_ACT_STOP_OUTPUT	STOP A/B	0401xxxx : 状态输出至系统变量\$A_INSI =1 : STOP A/B 无效 =0 : STOP A/B 激活
MD 36990[1] \$MA_SAFE_ACT_STOP_OUTPUT	STOP C	0401xxxx : 状态输出至系统变量\$A_INSI =1 : STOP C 无效 =0 : STOP C 激活
MD 36990[2] \$MA_SAFE_ACT_STOP_OUTPUT	STOP D	0401xxxx : 状态输出至系统变量\$A_INSI =1 : STOP D 无效 =0 : STOP D 激活

3.5 安全停 ( Safe Stops A-F ) 功能

MD 36990[3] \$MA_SAFE_ACT_STOP_OUTPUT	STOP E	0401xxxx : 状态输出至系统变量\$A_INSI =1 : STOP E 无效 =0 : STOP E 激活
--	--------	--

2) PLC 侧接口信号

PLC—>Drive ( OUTSIP ) :

DB 31...	Signals from/to the drive							
Byte	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
SGE (signals to the drive)								
DBB 32			Deselect ext. STOP_E	Deselect ext. STOP_D	Deselect ext. STOP_C	Deselect ext. STOP_A		

Drive—>PLC ( INSIP ) :

DBB 111	STOP_E active	STOP_D active	STOP_C Active	STOP_A/B Active				
---------	---------------	---------------	---------------	-----------------	--	--	--	--

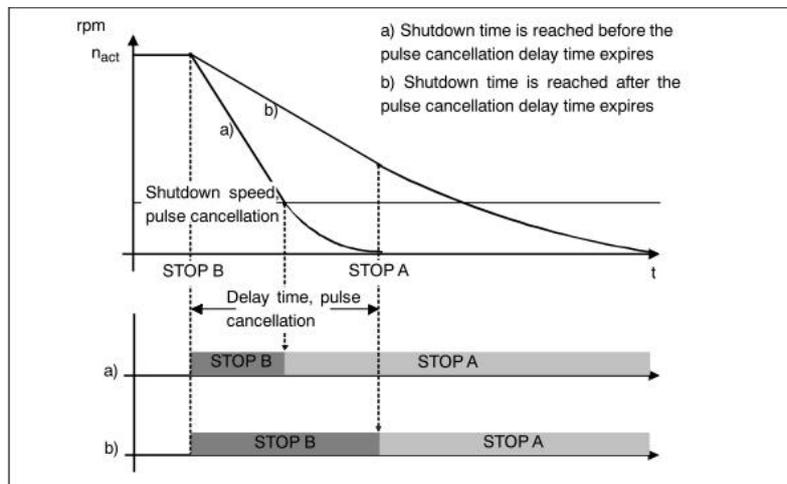
3.5.4 功能参数调整

1) STOP A/B 参数

相关参数 :

参数	含义	默认值
MD36960 \$MA_SAFE_STANDSTILL_VELO_TOL	静止速度容差	0 mm/min
MD36956: \$MA_SAFE_PULSE_DISABLE_DELAY	禁止脉冲使能延时时间	0.1 s

时序图 :



当驱动达到静止速度允差或延时时间到达，自动由 STOP B 转切换至 STOP A。

若在设定的时间内，未达到设定的速度容差范围内，触发内部的 STOP B/A，只能系统重启消除。

调试要求 :

驱动在 MD36956 的时间内，轴速度降到 MD36960 规定的范围内。

2) STOP C 参数

相关参数 :

参数	含义	默认值
MD 36952 \$MA_SAFE_STOP_SWITCH_TIME_C	触发 STOP C 的延时时间	0.1 s

外部触发 STOP C 时，驱动 OFF3 制动。

### 3.5 安全停 ( Safe Stops A-F ) 功能

当设定时间到达时，自动触发 STOP C，处于 SBH 轴监控方式。若轴位置超出 SBH 设定的容差，则自动触发 STOP B/A。

清除：

Reset 应答，消除报警。

#### 3) STOP D 参数

相关参数：

参数	含义	默认值
MD 36953 \$MA_SAFE_STOP_SWITCH_TIME_D	触发 STOP D 的延时时间	0.1 s

外部触发 STOP D 时，驱动沿插补轨迹（轴的加速度参数）停止。

时间到达时，自动触发 STOP D，处于 SBH 轴监控方式。若轴未停止，则自动触发 STOP B/A。

清除：

Reset 应答，消除报警。

#### 4) STOP E 参数

相关参数：

参数	含义	默认值
MD 36954 \$MA_SAFE_STOP_SWITCH_TIME_E	触发 STOP E 的延时时间	0.1 s

通道中已设置 ESR 功能。由系统变量 \$VA\_STOPSI =4 触发 \$AC\_ESR\_TRIGGER=1，实现 ESR 动作。

时间到达时，自动触发 STOP E，处于 SBH 轴监控方式。若轴未停止，则自动触发 STOP B/A。

#### 3.5.5 外部停安全时间计算

MD36953 时间计算：

##### ➤ 直线轴

MD 32000 MAX\_AX\_VELO = 10000mm/min

MD 32300 MAX\_AX\_ACCEL = 1m/s<sup>2</sup>

MD 32431 MAX\_AX\_JERK = 1000000m/s<sup>3</sup>

计算：

MD 36953 = ((MD 32000/MD 32300) / (1000\*60) + (MD 32300/MD 32431)<sup>2</sup>) + 20%

MD 36953 SAFE\_STOP\_SWITCH\_TIME\_D = 0.2s

##### ➤ 旋转轴

MD 32000 MAX\_AX\_VELO = 100rpm

MD 32300 MAX\_AX\_ACCEL = 10rev/s<sup>2</sup>

MD 32431 MAX\_AX\_JERK = 2777777m/s<sup>3</sup>

计算：

MD 36953 = ((MD 32000/MD 32300) / (60) + (MD 32300/MD32431)<sup>2</sup>) + 20%

MD 36953 SAFE\_STOP\_SWITCH\_TIME\_D = 0.2s

##### ➤ 主轴

MD 32000 MAX\_AX\_VELO = 1000rpm

MD 32300 MAX\_AX\_ACCEL = 30m/s<sup>2</sup>

MD 35130 GEAR\_STEP\_MAX\_VELO\_LIMIT = 1000rpm

MD 35200 GEAR\_STEP\_SPEEDCTRL\_ACCEL = 30m/s<sup>2</sup>

MD 35135 GEAR\_STEP\_PC\_MAX\_VELO\_LIMIT = 1000rpm

MD 35210 GEAR\_STEP\_POSCTRL\_ACCEL = 30m/s<sup>2</sup>

MD 35135 GEAR\_STEP\_PC\_MAX\_VELO\_LIMIT = 1000rpm

MD 35212 SPEEDCTRL\_ACCEL2 = 30m/s<sup>2</sup>

计算：

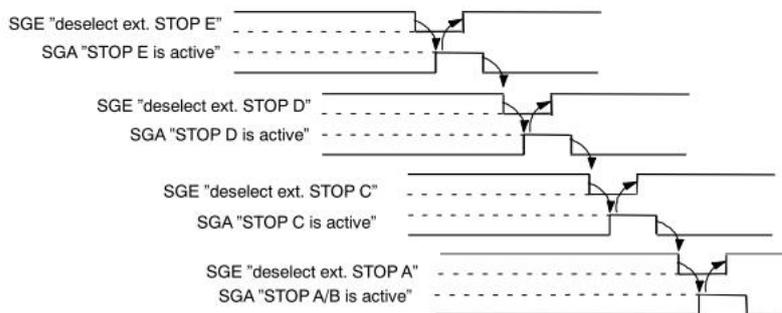
$$\begin{aligned} \text{MD 36953} &= ((\text{MD 32000}/\text{MD 32300}) / (60)) + 20\% \\ \text{或} \\ \text{MD 36953} &= ((\text{MD 35130}/\text{MD 35200}) / (60)) + 20\% \\ \text{或} \\ \text{MD 36953} &= ((\text{MD 35135}/\text{MD 35210}) / (60)) + 20\% \\ \text{或} \\ \text{MD 36953} &= ((\text{MD 35135}/\text{MD 35212}) / (60)) + 20\% \\ \text{MD 36953} &= 0.667\text{s} \end{aligned}$$

结论：

进给轴：MD36953 = 0.2s，主轴：MD36935 = 0.667s

STOP C MD36952 的安全之间小于 STOP D 时间。

### 3.5.6 外部停 STOPs 功能测试



根据安全标准要求，系统重新上电或连续上电 8 小时，必须重新检测外部停信号的可靠性，因此需要在 PLC 中设置外部停测试逻辑，依次分别触发 NC 侧和 PLC 侧的 STOP E/D/C/A，同时检测反馈信号是否正常。

外部停测试逻辑及报告：

Test Name	X1-Axis test of external stops	Success	Yes
Axis / Spindle	AX1:X1		
Test Initiated By	Activate the teststop		
Results			
SGE Drive Stop E			
SGA Drive Stop E			
SGE NCK Stop E			
SGA NCK Stop E			
SGE Drive Stop D			
SGA Drive Stop D			
SGE NCK Stop D			
SGA NCK Stop D			
SGE Drive Stop C			
SGA Drive Stop C			
SGE NCK Stop C			
SGA NCK Stop C			
SGE Drive Stop A			
SGA Drive Stop A			
SGE NCK Stop A			
SGA NCK Stop A			

## 3.6 SBR (安全加速度监控) 功能

### 3.6.1 简介

SBR ( Safe acceleration monitoring ) 安全加速度监控。监控 STOP B/C 状态下的速度变化。

- 监控轴在制动状态下的减速状态，是否超差？
- STOP B/C 自动激活 SBR 功能。
- SBR 触发后，自动触发内部 STOP A/B。

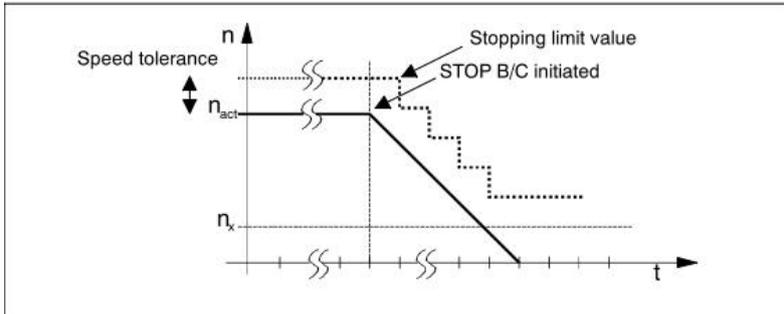
3.6 SBR (安全加速度监控) 功能

3.6.2 功能参数调整

1) 相关参数

参数	含义	默认值
MD36948 \$MA_SAFE_STOP_VELO_TOL	速度变化的允差	300mm/min
MD36946 \$MA_SAFE_VELO_X		20mm/min

时序图：



2) SBR 允差计算

➤ 计算公式

Actual speed SBR = acceleration \* acceleration duration

➤ 直线轴计算

SBR tolerance [mm/min] = a [m/s<sup>2</sup>] \* UT [s] \* 1000 [mm/m] \* 60 [s/min]

➤ 旋转轴计算

SBR tolerance [rev/min] = a [rev/s<sup>2</sup>] \* UT [s] \* 60 [s/min]

➤ 加速度参数

- MD 32300: MAX\_AX\_ACCEL
- MD 35200: GEAR\_STEP\_SPEEDCTRL\_ACCEL
- MD 35210: GEAR\_STEP\_POSCTRL\_ACCEL
- MD 35410: SPIND\_OSCILL\_ACCEL

注：

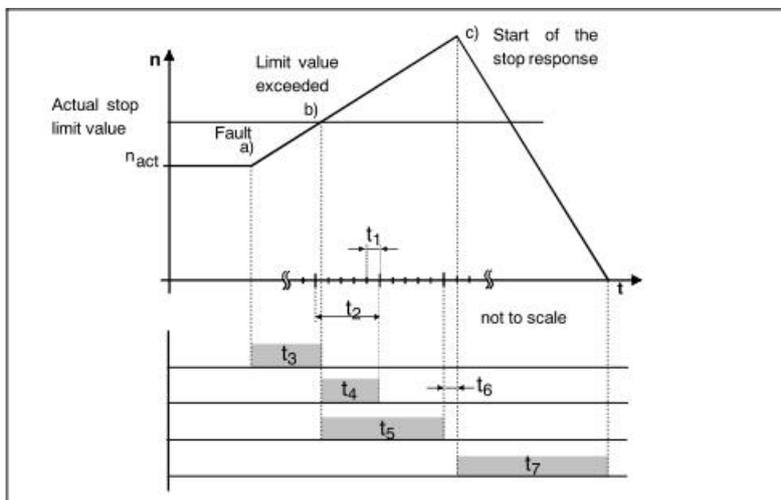
a：加速度，参考加速度参数 MD32300

UT：安全监控时间，参数 MD10091

➤ MD36948 的设置值 = 计算值\*20%

监控 STOP C，STOP B 减速时，轴是否有失速的可能？启动外部报闸，快速制动。

3.6.3 触发 STOP A 相应时间



时间	说明
t1	位置控制周期 参数 MD10061
t2	安全监控周期 参数 MD10091
t3	到达允差值之前的时间
t4	监测到超出允差时间 典型：1*监控周期 < 1.5*监控周期 + 1*位控周期
t5	触发安全停相应时间 典型：2*监控周期 < 2.5*监控周期 + 1*位控周期
t6	安全停初始化时间 典型：2ms < 3*位控周期 + 8ms
t7	安全停至 SH 状态时间

### 3.7 SG (安全速度) 功能

#### 3.7.1 功能简介

SG ( safety reduce speed ) , 监控速度是否超出 SG 速度限制值。

- 监控负载端的速度限制。
- 灵活设置多种速度限制。
- 自定义 SG 超出速度限制时，触发安全停类型。

#### 3.7.2 SG 控制接口信号

##### 1) NC 侧接口信号

NC—>Drive ( OUTSI ) :

参数	含义	设置															
MD36970 \$MA_SAFE_SVSS_DISABLE_INPUT	SBH/ SG 选择	0 : 轴始终处于 SBH/SG 方式 80000000 : 取消 SBH/SG 方式 0401xxxx : 系统变量\$A_OUTSI 控制 =0 : 激活 SBH/SG 方式 =1 : 取消 SBH/SG 方式															
MD36971 \$MA_SAFE_SS_DISABLE_INPUT	SBH 选择	0 : 轴始终处于 SBH 方式 80000000 : 激活 SG 方式 0401xxxx : 系统变量\$A_OUTSI 控制 =0 : 选择 SBH 方式 =1 : 选择 SG 方式															
MD36972[0] \$MA_SAFE_VELO_SELECT_INPUT	SG Bit0	0401xxxx : 系统变量\$A_OUTSI 控制 SG 档位															
MD36972[1] \$MA_SAFE_VELO_SELECT_INPUT	SG Bit1	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Bit 1</th> <th>Bit 0</th> <th>SG 档位</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>SG1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>SG2</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>SG3</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>SG4</td> </tr> </tbody> </table>	Bit 1	Bit 0	SG 档位	0	0	SG1	0	1	SG2	1	0	SG3	1	1	SG4
Bit 1	Bit 0	SG 档位															
0	0	SG1															
0	1	SG2															
1	0	SG3															
1	1	SG4															

Drive—>NC ( INSI ) :

参数	含义	设置
MD36980 \$MA_SAFE_SVSS_STATUS_OUTPUT	SBH/SG	0401xxxx : 状态输出至系统变量 \$A_INSI

3.7 SG (安全速度) 功能

		=0 : SBH/SG 已激活 =1 : SBH 或 SG 方式无效															
MD36981 \$MA_SAFE_SS_STATUS_OUTPUT	SBH	0401xxxx : 状态输出至系统变量 \$A_INSI =0 : SBH 有效 =1 : SG 有效															
MD36972[0] \$MA_SAFE_VELO_SELECT_INPUT	SG Bit0	0401xxxx : 状态输出至系统变量 \$A_INSI															
MD36972[1] \$MA_SAFE_VELO_SELECT_INPUT	SG Bit1	<table border="1"> <tr> <th>Bit1</th> <th>Bit 0</th> <th>SG 档位</th> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>SG1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>SG2</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>SG3</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>SG4</td> </tr> </table>	Bit1	Bit 0	SG 档位	0	0	SG1	0	1	SG2	1	0	SG3	1	1	SG4
Bit1	Bit 0	SG 档位															
0	0	SG1															
0	1	SG2															
1	0	SG3															
1	1	SG4															

2) PLC 侧接口信号

PLC—>Drive ( OUTSIP ) :

DB 31...	Signals from/to the drive							
Byte	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
DBB 22				SG selection Bit 1   Bit 0		Acknowledgem., communic. failure	SBH Deselec- tion	SBH/SG Deselec- tion

Drive—>PLC ( INSIP ) :

DBB 108	Axis safely referenced			Communi- cation failure not acknowl.	Fault data transfer	"Pulses can- celled" status	Communi- cation failure	SBH/SG active
DBB 109	SN4-	SN4+	SN3-	SN3+	SN2-	SN2+	SN1-	SN1+
Cam signals of the plus and minus cams Cam position								
DBB 110			n < n <sub>x</sub>	SG active Bit 1   Bit 0			SBH ac- tive	

信号说明 :

SGE		Meaning
SBH/SG deselection	SBH deselection	
= 1	x	SBH and SG are deselected
= 0	= 0	SBH is selected (see Chapter 6.2, "Safe operating stop (SBH)")
= 0	= 1	SG is selected
Note: x -> Any signal state		
SGE		Meaning
SG selection Bit 1	SG selection Bit 0	
= 0	= 0	Speed limit value for SG1 active
= 0	= 1	Speed limit value active for SG2 <sup>1)</sup>
= 1	= 0	Speed limit value for SG3 active
= 1	= 1	Speed limit value active for SG4 <sup>1)</sup>
Note: 1) The SG limit values SG2 and SG4 can be finely graduated using the SG override (see Chapter 6.5.4, "Override for safely reduced speed"). The active SG stage is displayed using SGA "SGA active bit 0" and "SGA active bit 1".		

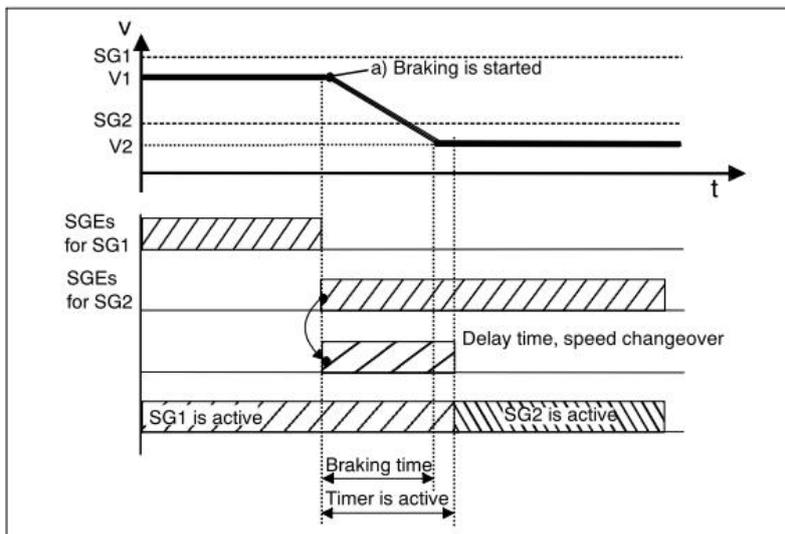
3.7.3 功能参数调整

相关参数 :

参数	含义	默认值
----	----	-----

MD36951 \$MA_SAFE_VELO_SWITCH_DELAY	SBH/SG 状态转换延时	0.1 s
MD36931[0] \$MA_SAFE_VELO_LIMIT	SG1	2000mm/min
MD36931[1] \$MA_SAFE_VELO_LIMIT	SG2	2000mm/min
MD36931[2] \$MA_SAFE_VELO_LIMIT	SG3	2000mm/min
MD36931[3] \$MA_SAFE_VELO_LIMIT	SG4	2000mm/min
MD36961 \$MA_SAFE_VELO_STOP_MODE	超速时，触发内部停类型 5：自定义 0：Stop A 1：Stop B 2：Stop C 3：Stop D	5
MD36963[0...3] \$MA_SAFE_VELO_STOP_REACTION  [0]...[3]对应自定义 SG1...SG4 的安全停响应方式	0：Stop A 1：Stop B 2：Stop C 3：Stop D 4：Stop E	2
MD36933 \$MA_SFAE_DES_VELO_LIMIT	速度限制系数	0

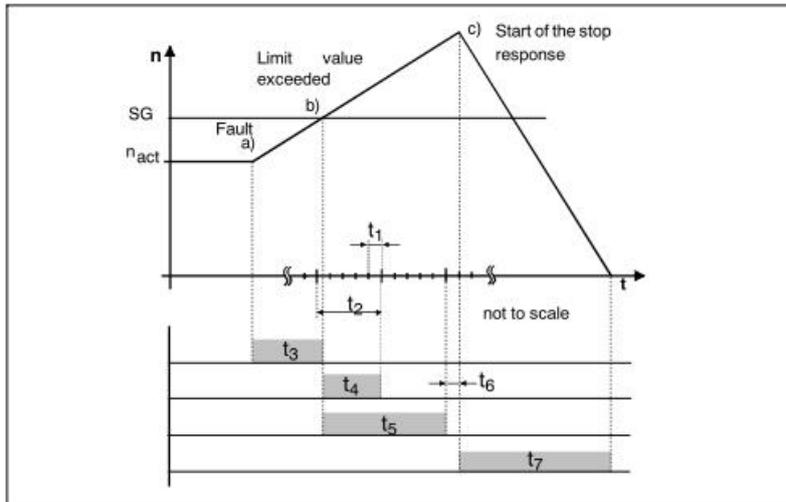
时序图：



MD36951 参数调整同 SBH 一样。在设定的时间内未达到设定的速度范围，触发 SG 停动作。

3.8 SBH/SG /eSTOPs 触发优先级

3.7.4 触发安全停的响应时间



时间	说明
t1	位置控制周期 参数 MD10061
t2	安全监控周期 参数 MD10091
t3	到达允差值之前的时间
t4	监测到超出允差时间 典型：1*监控周期 < 1.5*监控周期 + 1*位控周期
t5	触发安全停相应时间 典型：2*监控周期 < 2.5*监控周期 + 1*位控周期
t6	安全停初始化时间 STOP A： 典型：2ms < 3*位控周期 + 8ms STOP B/C： 典型：2*位控周期 < 2*位控周期 STOP D/E： 典型：2*插补周期 < 2*插补周期 + 2*监控周期
t7	安全停至 SH 状态时间

3.8 SBH/SG /eSTOPs 触发优先级

外部停的 STOP C/D/E 触发的 SBH 状态，优先于 OUTSI/OUTSIP 触发的 SBH/SG 状态。如在 SG 状态下触发外部停 STOP D，因外部停执行完毕后自动转入 SBH 状态，此时即使 OUTSI/OUTSIP 选择 SG 状态，但轴依旧处于 SBH 状态。

3.9 N<n<sub>x</sub> 速度监测功能

3.9.1 功能简介

当基本安全功能激活时，此功能激活。监控安全轴的速度是否低于设定值。主要用于安全门互锁安全控制逻辑。

3.9.2 n<n<sub>x</sub> 控制接口信号

1) NC 侧接口信号

Drive—>NC ( INSI ) :

参数	含义	说明
MD36985 \$MA_SAFE_VELO_X_STATUS_OUTPUT	N<n <sub>x</sub> 信号	0401xxxx：状态输出至系统变量 \$A_INSI =1：轴速度低于设定值

		=0 : 轴速度高于设定值
--	--	---------------

2) PLC 侧接口信号

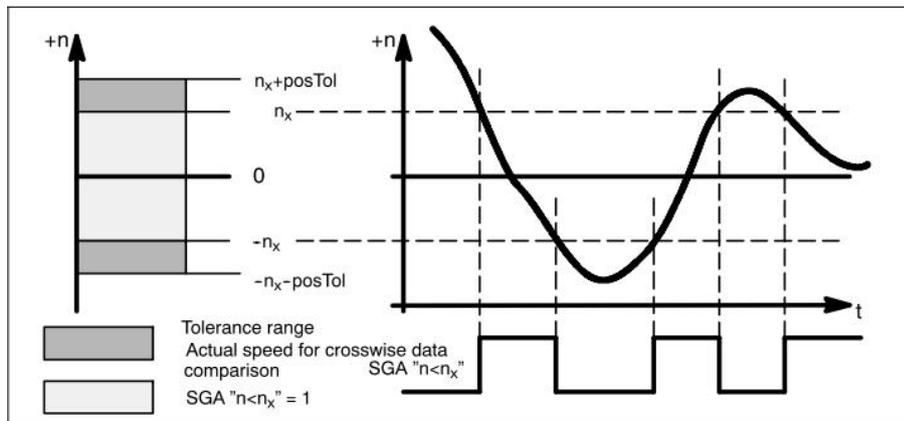
Drive—>PLC (INSIP) :

DB 31... Signals from/to the drive								
Byte	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
DBB 110			$n < n_x$	SG active Bit 1   Bit 0			SBH active	

3.9.3 功能参数调整

参数	含义	默认值
MD36945 \$MA_SAFE_VELO_X_FILTER_TIME		0s
MD36946 \$MA_SAFE_VELO_X	零速阈值	20mm/mi n
MD36947 \$MA_SAFE_VELO_X_HYSTERESIS		10mm/mi n

时序图 :



主要设置参数 MD36946.当设置 MD36901 Bit16=1 时,又增加延时、滤波等功能。

3.9.4 相应时间

典型相应时间 = 1\*插补周期 (1\*MD10071) + 2\*监控周期 (2\*MD10091)

3.10 SE (安全限位) 功能

3.10.1 功能简介

SE (safe software limit switch) 安全限位开关。用于设置机床保护区域。每个轴配置 SE1 和 SE2 一对限位开关,通过接口信号二选一。

特点 :

- 安全的限位信号 (双通道监控)
- 自定义到达限位时触发的安全停类型
- 相应时间快

激活条件 :

- SE 功能有效 (MD36901 Bit1=1)
- 轴安全参考点有效 (用户或 OEM 确认安全参考点)
- 激活 SE 选择

3.10.2 SE 控制接口信号

1) NC 侧接口信号

NC—>Drive (OUTSI) :

3.10 SE (安全限位) 功能

参数	含义	设置
MD36973 \$MA_SAFE_POS_SELECT_INPUT	SE 选择	0 : SE1 方式 80000000 : SE2 方式 0401xxxx : 系统变量\$A_OUTSI 控制 =0 : SE1 =1 : SE2

2) PLC 侧接口信号

PLC—>Drive ( OUTSIP ) :

DB 31... Signals from/to the drive								
Byte	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
DBB 23	Test stop Selection		Close brake	SE Selection		Gear ratio selection Bit 2   Bit 1   Bit 0		

3.10.3 功能参数调整

相关参数：

参数	含义	默认值
MD36962 \$MA_SAFE_POS_STOP_MODE	2 : Stop C 3 : Stop D 4 : Stop E	2
MD36934[0] \$MA_SAFE_POS_LIMIT_PLUS	SE1 正向限位	100000mm
MD36934[1] \$MA_SAFE_POS_LIMIT_PLUS	SE2 正向限位	100000mm
MD36935[0] \$MA_SAFE_POS_LIMIT_MINUS	SE1 负向限位	-100000mm
MD36935[1] \$MA_SAFE_POS_LIMIT_MINUS	SE2 负向限位	-100000mm
MD36944 \$MA_SAFE_REFP_POS_TOL	系统上电后监测回零距离误差值	0.01 mm

MD36962 定义当触发安全限位时，轴安全停动作。

3.10.4 触发限位报警应答方法

2 种方法：

- 1) 取消安全回零确认，机床返回到正常区域，再确认安全零点。
- 2) 切换到更大设定范围的 SE。

3.10.5 轴安全回零确认

由用户或 OEM 制造厂商确认的轴的安全零点。

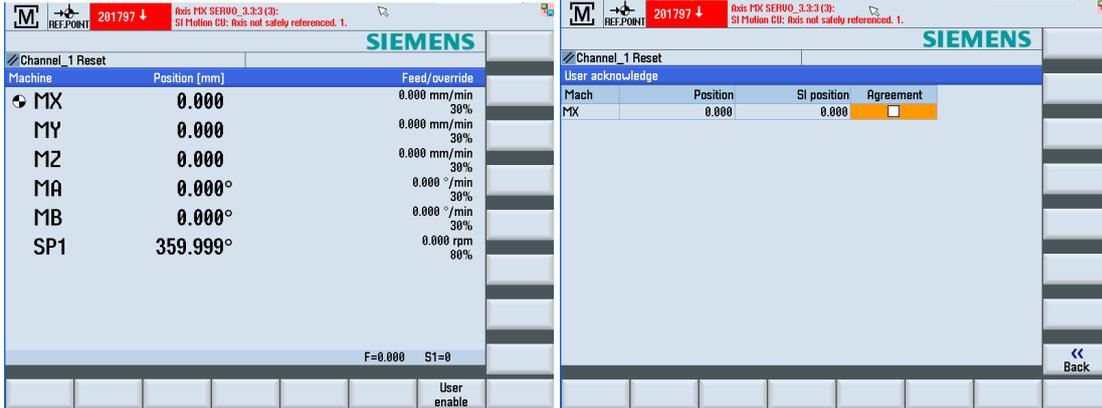
- 1) 201797 报警表示安全零点未确认。

01/15/13 12:01:28.880 PM	201797	Axis MX SERVO_3.3:3 (3): SI Motion CU: Axis not safely referenced. 1.
---	27000	Axis MX is not safely referenced

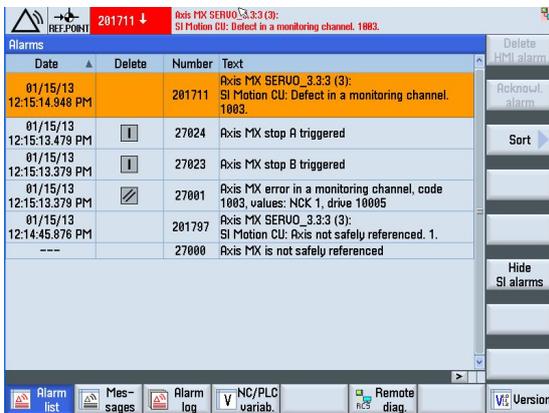
- 2) 安全零点确认

加工窗口，回零方式下，选择 ，激活安全零点确认。

3.11 SN (安全撞块)



- 3) 若系统上电后回零距离与上次断电的距离不一致,则触发 STOP A/B 报警。
- 增量编码器,系统自动取消安全零点确,系统上电后重新确认新的安全零点。
  - 绝对值编码器需手动取消安全零点确认,系统上电后重新确认新的安全零点。



3.11 SN (安全撞块)

3.11.1 功能简介

SN ( Safety software cams safety cam track ) 安全撞块。每个轴可定义 4 组软撞块。

激活条件：

- SN 功能有效 ( MD36901 Bit8~15=1 )
- 轴安全参考点有效 ( 用户或 OEM 确认安全参考点 )

3.11.2 SN 控制接口信号

1) NC 侧接口信号

NC—>Drive ( OUTSI ) :

参数	含义	设置
MD36988[0..3] \$MA_SAFE_CAM_PLUS_OUTPUT	撞块正向限位	0401xxxx : 状态输出至系统变量 \$A_INSI
MD36989[0..3] \$MA_SAFE_CAM_MINUS_OUTPUT	撞块负向限位	0401xxxx : 状态输出至系统变量 \$A_INSI

2) PLC 侧接口信号

Drive—>PLC ( INSIP ) :

DB 31...	Signals from/to the drive							
Byte	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
DBB 109	SN4-	SN4+	SN3-	SN3+	SN2-	SN2+	SN1-	SN1+
Cam signals of the plus and minus cams Cam position								

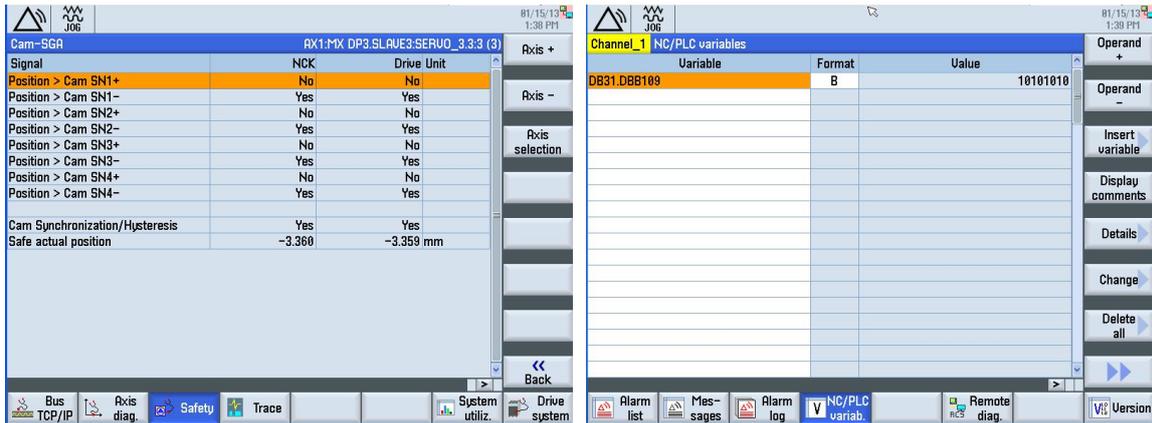
3.12 编码器反馈信号双通道监控

3.11.3 功能参数调整

相关参数：

参数	含义	默认值
MD 36936[0..3] \$MA_SAFE_CAM_POS_PLUS	正方向	10mm
MD 36937[0..3] \$MA_SAFE_CAM_POS_MINUS	负方向	-10mm
MD 36940 \$MA_SAFE_CAM_TOL		0.1mm

设置软撞块范围。



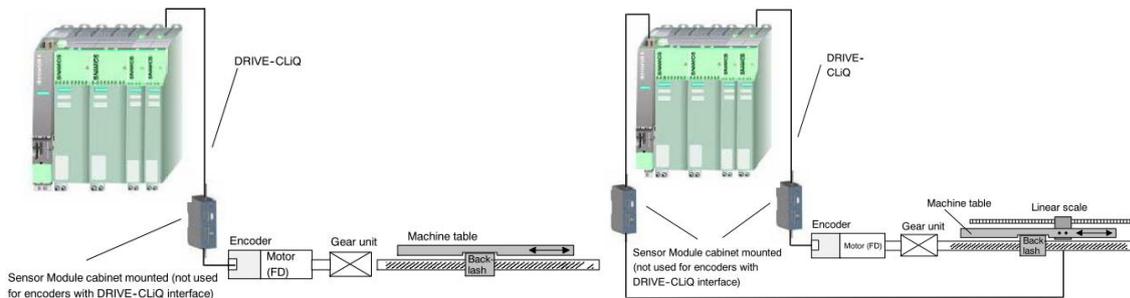
NC 接口信号输出

PLC 接口信号 ( DB3x.DBB109 )

3.12 编码器反馈信号双通道监控

3.12.1 功能简介

NC 和驱动控制器 ( CU control unit ) 实现编码器信号的双通道监控。实时交叉检验编码器信号的速度和位置。



单编码器的反馈系统 ( 半闭环系统 ) NC 和 CU 同时监控同一个编码器 ( 电机编码器 ) 信号。

双编码器器反馈系统 ( 全闭环 ) NC 监控第 2 编码器的信号，CU 监控电机编码器信号。

3.12.2 控制接口信号

1) 简介

设置 NC 和 CU 编码器的传动比，保证双通道编码器速度、位置对比的一致性。

使用场合：

- 半闭环系统 ( 主轴换挡，附件头传动比... )
- 全闭环系统 ( 主轴换挡... )

2) 支持编码器类型

安全功能只支持 1Vpp 和 EnDat 信号的编码器。

## 3) NC 侧接口信号

NC—&gt;Drive ( OUTSI ) :

参数	含义	说明
MD36974[0..2] \$MA_SAFE_GEAR_SELECT_INPUT	传动比选择	可选择 8 组传动比

## 4) PLC 侧接口信号

PLC—&gt;Drive ( OUTSIP ) :

DB 31...	Signals from/to the drive							
Byte	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
DBB 23	Test stop Selection		Close brake	SE Selection		Gear ratio selection Bit 2   Bit 1   Bit 0		

## 3.12.3 功能参数调整

## 1) 相关参数

参数	含义	默认值
MD36949 \$MA_SAFE_SLIP_VELO_TOL	第 1 编码器与第 2 编码器速度差	6 mm/min

## 2) 监控通道 NC、驱动编码器配置参数对比

NC 参数 ( 轴实际配置监控编码器 )	驱动参数 ( 监控电机编码器 )
MD36902 \$MA_SAFE_IS_ROT_AX 轴类型 1 : 旋转轴 0 : 直线轴	p9502 SI Motion axis type (CU)
MD36905 \$MA_SAFE_MODULO_RANGE 旋转轴模态范围 =0 ( 默认值 )	
MD36906 \$MA_SAFE_CTRL_OUT_MODULE_NR 安全轴逻辑号	
MD36912 \$MA_SAFE_ENC_INPUT_NR 安全轴编码器端口号 =1 ( 默认值 ) ( 监控第一编码器 )	
MD36914 \$MA_SAFE_SINGLE_ENC 1 个编码器 ( 半闭环/全闭环 ) 1 : 1 个编码器 ( 半闭环 ) 0 : 2 个编码器 ( 全闭环 )	p9514 SI motion absolute encoder linear measuring steps (CU)
MD36916 \$MA_SAFE_ENC_IS_LINEAR 编码器类型 1 : 直线 ( 光栅尺 ) 0 : 旋转 ( 圆光栅 )	p9516 SI motion, motor encoder configuration Bit0 : =1 Linear 直线轴 ( 直线电机 ) =0 Rotary 旋转轴 ( 旋转电机 ) Bit1 : =1 实际位置反向 =0 保持原始值
MD36917 \$MA_SAFE_ENC_GRID_POINT_DIST 直线尺栅距	p9517 SI Motion linear scale grid division (CU) =10000 ( 默认值 ) ( 单位 : nm )
MD36918 \$MA_SAFE_ENC_RESOL 旋转编码器分辨率 =2048 ( 默认值 )	p9518 SI Motion encoder pulses per revolution (CU) =2048 ( 默认值 )

3.13 SBC (安全报闸)

MD36919 \$MA_SAFE_END_PULSE_SHIFT 细分分辨率 =11 (只读)	p9519 SI motion fine resolution G1_XIST1 (CU) =11 (默认值) (电子细分分辨率 $2^{11}=2048$ )
MD36920 \$MA_SAFE_ENC_GEAR_PITCH 丝杠螺距 =10 (默认值)	p9520 SI Motion spindle pitch (control unit) =10 (默认值) (螺距)
MD36921 \$MA_SAFE_ENC_GEAR_DENOM[0..7] 传动比分母 =1 (默认值)	p9521[0..7] SI Motion gearbox encoder/load denominator (CU) =1 (默认值)
MD36922 \$MA_SAFE_ENC_GEAR_NUMERA[0..7] 传动比分子 =1 (默认值)	p9522[0..7] SI Motion gearbox encoder/load numerator (CU) =1 (默认值)

驱动的灰色数据表示 SI 数据拷贝时，此数据不拷贝，需要根据实际配置调整。

3.12.4 应用

1) NC、驱动 (CU) 同时监控第一编码器

- MD36914 \$MA\_SAFE\_SINGLE\_ENC =1
  - 将 NC 侧的编码器参数值设置到相应的驱动侧监控编码器参数中
- 注意：  
电机编码器速度反向时需设置驱动参数 p9516 Bit1=1.

2) NC 监控第 2 编码器，CU 监控第 1 编码器

- 设置第 2 编码器安全监控功能  
MD36901 \$MA\_SAFE\_FUNCTION\_ENABLE Bit3=1 激活第二测量系统实际位置同步。
- 激活第 2 编码器实际位置同步  
MD36914 \$MA\_SAFE\_SINGLE\_ENC =0
- 手动配置 NC 侧监控的编码器参数。
- 手动配置驱动侧 (CU) 编码器监控参数。  
因 CU 监控第 1 编码器，属半闭环系统，必须正确设置减速比。  
对于有换挡的轴，需要使用 SI 安全信号切换不同的档位。
- 设置第 1 编码器、第 2 编码器监控速度差  
MD36949 \$MA\_SAFE\_SLIP\_VELO\_TOL

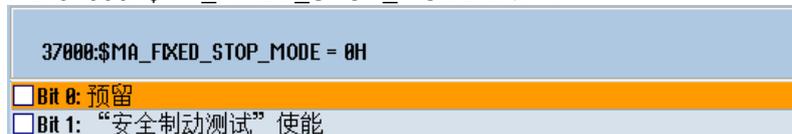
3.13 SBC (安全报闸)

SBC ( Safe Brake Control ) 安全报闸控制。安全报闸功能由驱动系统自身实现，设置驱动参数：

- 选择菜单  调试 ->  安全 ->  激活驱动调试
- p9602 = 1
- p9802 = 1
- 选择  取消 驱动调试

1) 激活安全轴的报闸测试功能

MD 37000: \$MA\_FIXED\_STOP\_MODE Bit1=1



## 2) 固定点功能测试距离

MD 37030 \$MA\_FIXED\_STOP\_THRESHOLD = 2mm (默认值)

## 3) 显示报闸测试 20096 报警

MD 11411 ENABLE\_ALARM\_MASK Bit5=1

## 4) 测试扭矩方式

MD 36968 \$MA\_SAFE\_BRAKETEST\_CONTROL Bit0 = 1

Bit0 :

=1 : 自动测试负载扭矩

=0 : 驱动参数 p1532 设置负载扭矩偏置值 (垂直轴)

Bit1 :

=0 : 编程移动中, 测试扭矩满足标准要求。

=1 : 由 PLC 设定时间决定, 是否达到测试要求。

## 5) 制动测试扭矩

MD 36966 \$MA\_SAFE\_BRAKETEST\_TORQUE

计算 :

$$MD\ 36966 = (r1509 / p2003) * 100 * 1.3$$

例 :

$$p2003 = 2.81\text{NM}$$

$$MD36966 = ((0.25/2.81)*100)*1.3 = 23\%$$

$$\text{实际的测试扭矩 } r80 = p2003 * MD36966 = 0.64\text{NM} < \text{电机报闸扭矩}$$

注 :

p2003 参考扭矩 (Preference torque)

r1509 扭矩限制之前的扭矩给定 (Force setpoint before force limiting) 显示当前位置负载扭矩。

水平负载时设为 0.25NM。

电机报闸扭矩 :

Motor Type	Brake Holding Torque (Nm)
1FK701_	0.4
1FK702_	1
1FK703_	1.9
1FK704_	4
1FK706_	13
1FK708_	22
1FK7100	23
1FK7101\1FK71031\1FK7105	43

## 6) 制动测试最大允许移动距离

MD 36967 \$MA\_SAFE\_BRAKETEST\_POS\_TOL

## 3.14 SBH/SG 速度限制

## 3.14.1 功能简介

SBH 安全位置监控, SG 安全速度监控。SBH/SG 功能本身只有监控功能, 不具备速度限制功能。

MD36933 参数激活 SBH/SG 下的速度限制功能。

## 3.14.2 参数

参数	含义	默认值
----	----	-----

3.15 SBH/SG StopA/B/C/D 停止时间调整

MD 36933 \$MA_SAFE_DES_VELO_LIMIT[0..3]	速度限制系数	0% =0 : 无速度限制 >0 : 激活速度限制
---	--------	---------------------------------

速度限制有效时：

SBH 速度限制 = 0

SG 速度限制 = SG 档位速度 \* MD36933

轴接口信号 DB3x.DBX34.0...1 切换速度限制系数。

DBX34. 1	DBX34. 0	MD35933 索引号
0	0	0
0	1	1
1	0	2
1	1	3

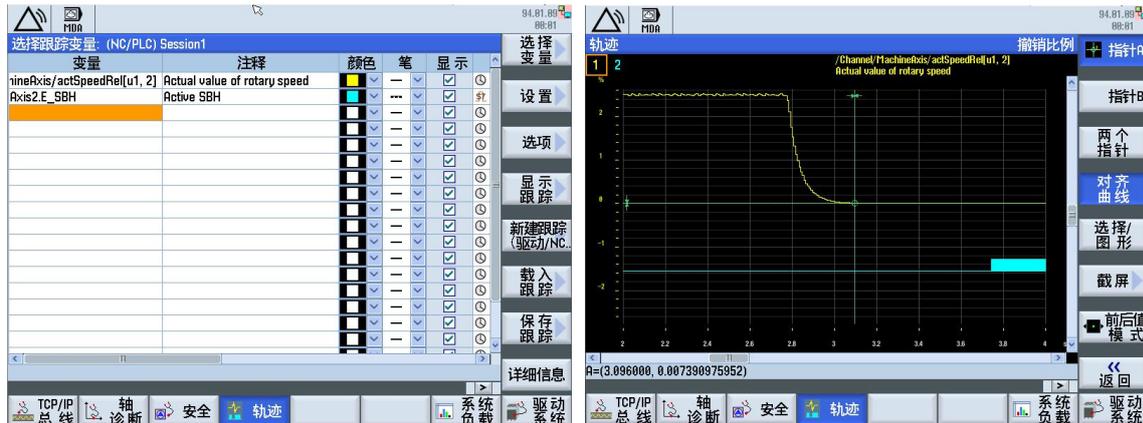
3.15 SBH/SG StopA/B/C/D 停止时间调整

根据实际的机床，计算、测试 SBH/SG 转换时间和 StopA/B/C/D 的停止时间。

例：

门开情况下，使能有效速度限制 SG2 到 SBH 的转换时间。测试轴以 SG2 最大限速运动时到完全停止所需要的时间。

Trace 中选择跟踪的变量。轴速度、SBH 激活延时时间。



SG 到 SBH 激活约 1s，轴的制动时间约 0.2s，所以参数 MD36951

\$MA\_SAFE\_VELO\_SWITCH\_DELAY 设置值大于 0.2s，否则将触发 SBH 下的位置监控报警 StopA/B。

建议测试的项目：

- 轴最大允许的速度从 StopC/D 到 SBH 时间。
- 轴最大允许的速度从 StopB 到 SH 时间。
- SG 到 SBH 制动时间

3.16 安全功能的使用

1) 为机床轴始终处于安全功能状态下，应保证机床始终处于 SBH 或 SG 状态。即机床轴始终处于位置监控状态或速度监控状态下。

2) SBH 或 SG 可与外部停 STOP A/C/D/E 功能叠加。

例 1：主轴手动装刀功能处理

- 激活主轴的外部 STOP A 功能，禁止主轴使能。

- 激活主轴 SG 功能，启动速度监控功能，限制主轴的旋转速度。当手动快速旋转主轴，触发 STOP A/B，快速制动，防止人员伤害。

例 2：自动换刀时，主轴处于 STOP A + SG 状态。

- 3) 外部停 STOP A/B 时，机床轴不可控，处于非安全状态。
- 4) 当操作人员进入安全保护区域，机床必须处于 SBH 或 SG 状态。
- 5) 急停使用外部停功能。STOP C ( 延时 ) → STOP A。

### 3.17 安全功能测试

安全标准规定，安全功能必须定期测试，周期最多一年。建议：

- 1) 系统每次上电激活安全停功能测试
- 2) 激活 SBT ( 安全制动测试 )
- 3) 定期的外部安全信号测试
- 4) 测试中，明确提示安全测试中。



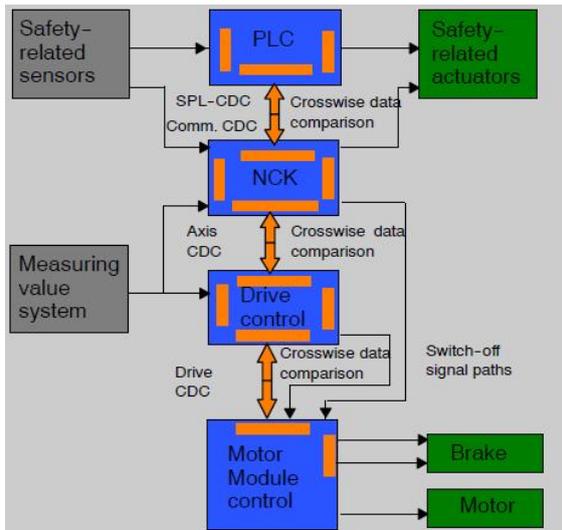
## 第4章 安全输入输出信号配置

### 4.1 安全信号简介

安全信号参与安全功能逻辑控制的信号。

通常安全信号均为双通道信号，即安全信号在 NC 和 PLC 同时存在信号的名称含有 SE 或 SI 关键字。

- “ E ” 表示外部的输入、输出点，由 PLC 硬件配置和 NC 参数设置。
- “ I ” 表示内部的输入、输出点，由 NC 参数和 PLC 编程实现。



在 Sinumerik 系统框图中，各部分功能块实现方法

名称	说明	IO 信号名称	实现方法
Safety-Related sensors	外部安全输入信号 如：急停、门开关...	INSE	Profisafe 输入模块组态 NC 通用参数设置
Safety-related actuators	外部安全输出信号 如： 安全门锁、排屑机、刀库电机...	OUTSE	Profisafe 输出模块组态 NC 通用参数设置
NCK control MM	NC 控制轴安全功能	OUTSI	轴参数设置
PLC ( CU ) control MM	PLC 控制轴安全功能	OUTSIP	PLC 编程
MM Status to NC	轴安全功能状态 to NC	INSI	轴参数设置
MM Status to PLC	轴安全功能状态 to PLC	INSIP	PLC 编程
单通道输入 IO—>NC	NC 读入单通道 PLC IO 信号	PLCSIIN	PLC 编程输入
单通道输入 IO—>PLC	PLC 读入单通道 PLC IO 信号	PLCSIINP	
NC—>单通道 PLC 输出	NC 输出单通道 IO 信号	PLCSIOUT	NC 编程输出
PLC—>单通道 PLC 输出	PLNC 输出单通道 IO 信号	PLCSIOUTP	PLC 输出到普通 PLC IO

注：

INSE：Profisafe 安全输入模块自身实现输入信号的双通道监测。

OUTSE：由 Profisafe 安全输出模块自身实现双通道输出。

OUTSI ( NC 侧 )、OUTSIP ( PLC 测 )：实现驱动的双通道控制。

INSI ( NC 侧 )、INSIP ( PLC 侧 )：实现驱动双通道的信息采集。



Profisafe 模块接线方式 (符合安全标准 AK/SIL/Category 6/3/3 等级) :

输入开关类型	接线图
双通道、等效单开关  内部电源	<p style="text-align: center;">Sensor contacts are mechanically coupled.</p>
单通道、等效双开关  内部电源	
双通道、非等效单开关  内部电源	<p style="text-align: center;">* The left channels on the F module provide the useful signals.</p>
单通道、非等效双开关  内部电源	<p style="text-align: center;">* The left channels on the F module provide the useful signals.</p>

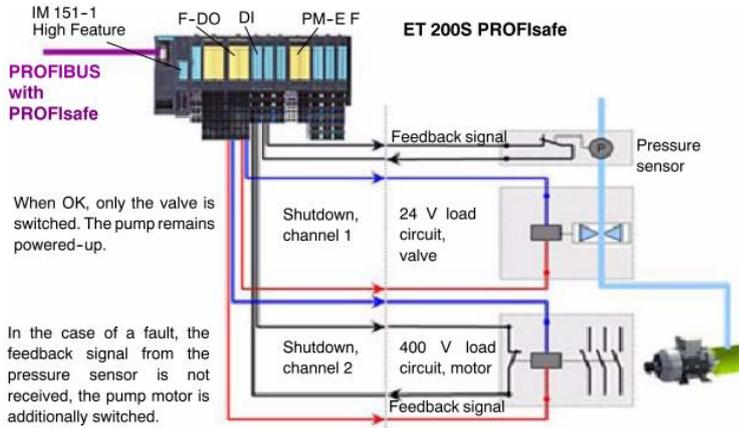
2) Profisafe 输出模块外部信号连接

Profisafe 安全输出接口模块，具有断路检测功能。

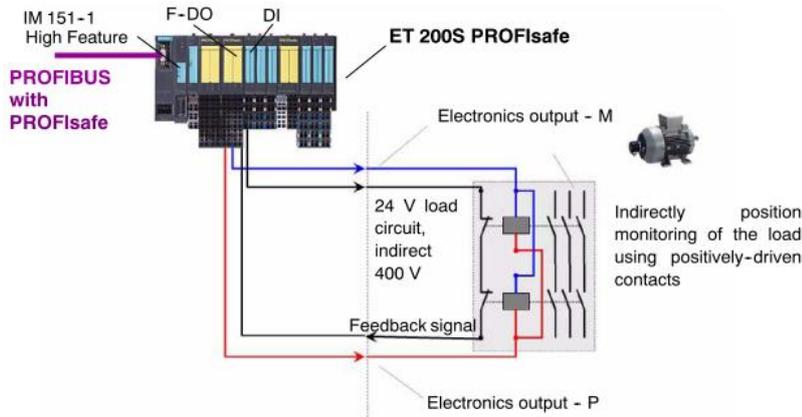
Profisafe 模块接线方式 (符合安全标准 AK4/SIL2/Category3 等级) :

液压控制单元控制示意图 :

4.3 Profisafe 安全模块硬件配置



普通电机控制示意图：

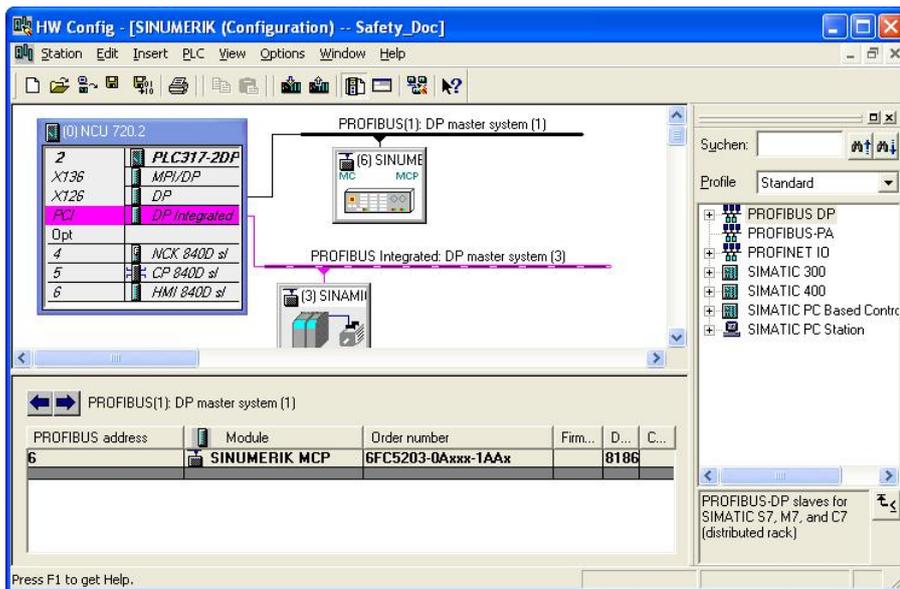


4.3.3 IO 模块的 PLC 硬件组态

PLC 硬件配置

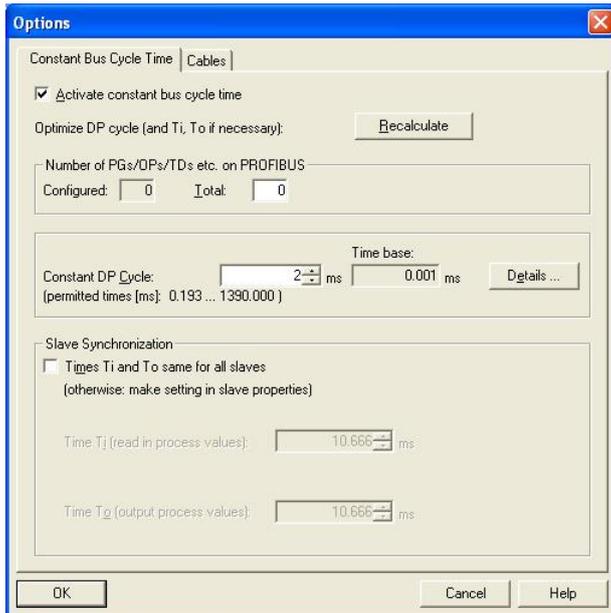
- 1、设置 DP 总线等时同步周期 2ms。

此步可以忽略，但需要知道当前总线支持的最小等时同步时间。

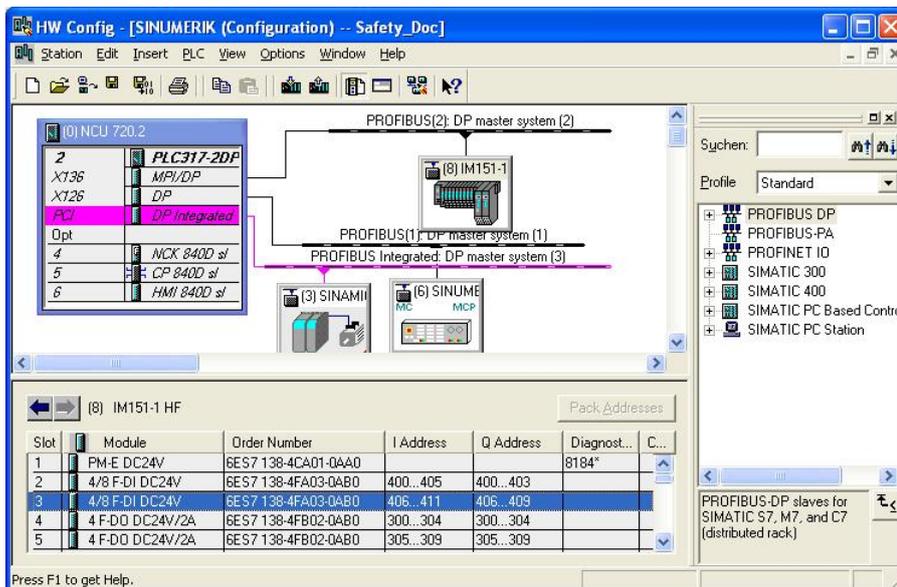


双击 DP 总线，激活“ Activate constant bus cycle time”

设置 Contant DP Cycle = 2ms，与系统参数 MD10061 \$MN\_POSCTRL\_CYCLE\_TIME 一致。



## 2、ET200S IO 模块硬件组态

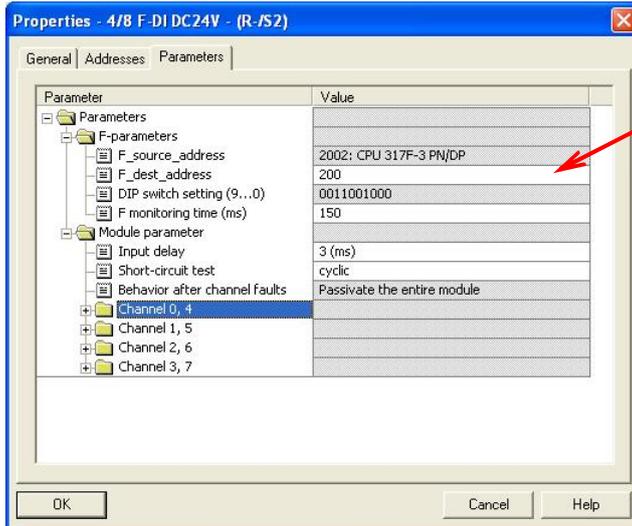


模块的 IO 地址区域必须在硬件 IO 映射地址区域之外。

( NCU720.2 >256kb NCU730.2>512kb NCU7x0.3<1024kb )

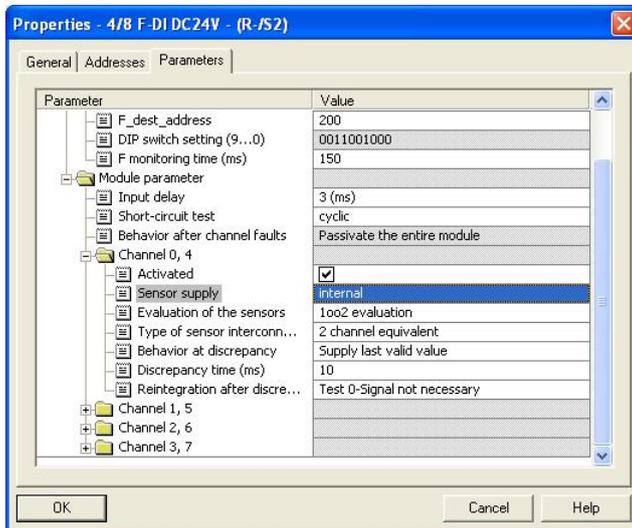
## 3、设置模块硬件地址（在模块上设定）

4.3 Profisafe 安全模块硬件配置



要求每个模块的硬件地址唯一。

4、设置模块信号连接的方式



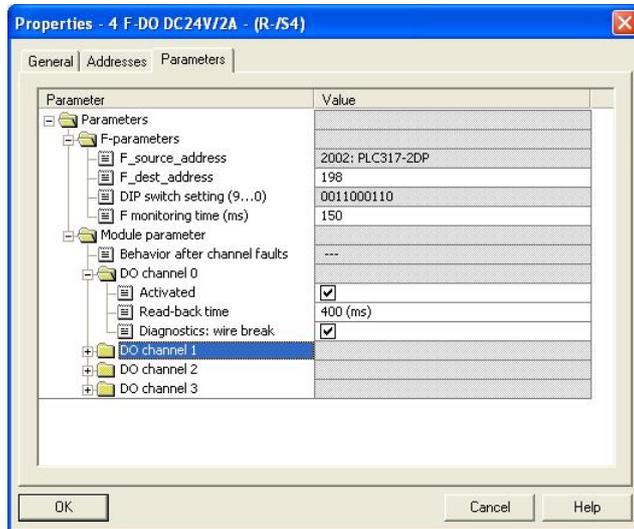
参数	设置值	含义
Activated		激活
Sensor supply	Internal	开关公共端内部电源
	External	开关公共端外部电源
Evaluation of the sensor	1oo2 evaluation	2-channel 信号
	1oo1 evaluation	1- channel 信号
Type of sensor interconnection	2 channel equivalent	双常开或双常闭
	2 channel non-equivalent	常开+常闭
Behavior at discrepancy	Supply last valid value	
	0-Supply value	异常时=0
Reintegration after discrepancy	Test 0-Signal not necessary	
	Test 0-Signal necessary	错误应答方式

## 4.4 安全模块时钟周期

Behavior at discrepancy ( 0-Supply value ) : 双通道的信号超出监控时间, 自动转换成 0 输入。

Reintegration after discrepancy ( Test 0-Signal necessary ) : 双通道信号为 0 应答监控报警。

## 5、设置外部输出模块参数



参数	设置值	含义
Activated		激活
Read-back time	1ms	检测延时
Diagnostics: wire break	Yes	断线检测

## 4.4 安全模块时钟周期

安全模块的时钟周期 ( Profisafe clock cycle ) 表示 NC 与 PLC Profisafe 数据更新周期, 通过 PLC 的 OB40 中断实现的。

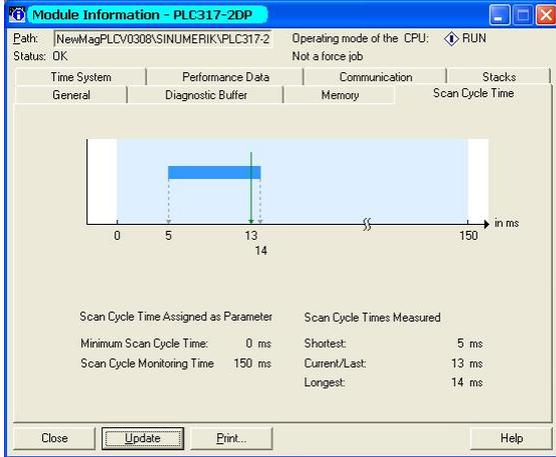
安全原因, 要求  $12\text{ms} < \text{Profisafe clock time} < 25\text{ms}$ 。必须大于 DP 总线的等时同步时间。

参数	含义	默认值
MD 10070 \$MN_IPO_SYSCLOCK_TIME_RATIO	插补周期设置	1
MD 10071 \$MN_IPO_CYCLE_TIME	实际插补周期 ( 只读 )	单位 ( s )
MD 10098 \$MN_PROFISAFE_IPO_TIME_RATIO	Profisafe 周期	1
MD 10099 \$MN_INFO_PROFISAFE_CYCLE_TIME	实际 Profi safe 周期 ( 只读 )	单位 ( s )

参数 MD10071 显示实际的插补周期, 由参数 MD10070 设置。

参数 MD10098 Profisafe 模块时钟周期与插补周期的比值。默认值为 1, 即 Profisafe 周期与插补周期同步。过于频繁的 OB40 中断将增加 PLC CPU 负担, 增加 PLC 扫描周期时间, 所以需要根据实际的硬件配置、PLC 程序效率调整 Profisafe 周期。

### 4.5 Profisafe 安全模块参数设置



PLC 扫描周期查询。STEP7 在线，双击硬件配置中的 PLC317.，在 Scan Cycle Time 中显示当前 PLC 扫描周期。

#### 4.5 Profisafe 安全模块参数设置

设置参数将安全模块硬件接口信号与 NC 变量 INSE、OUTSE 和 PLC 接口信号 INSEP、OUTSEP 连接。

##### 4.5.1 主站 Profisafe 主站地址

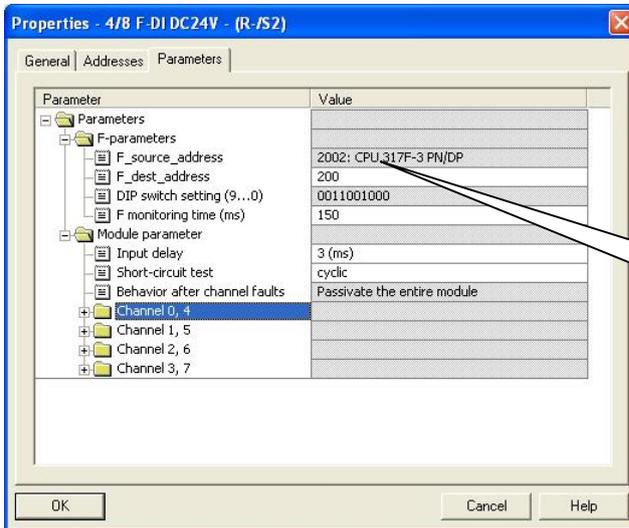
相关参数：

参数	含义	默认值
MD10385 \$MN_PROFISAFE_MASTER_ADDRESS	Profisafe 主站地址	0H

主站地址输入格式：a00bbbb

a：=5 PLC 侧的 IO

bbbb：Profisafe 主站地址，十六进制。

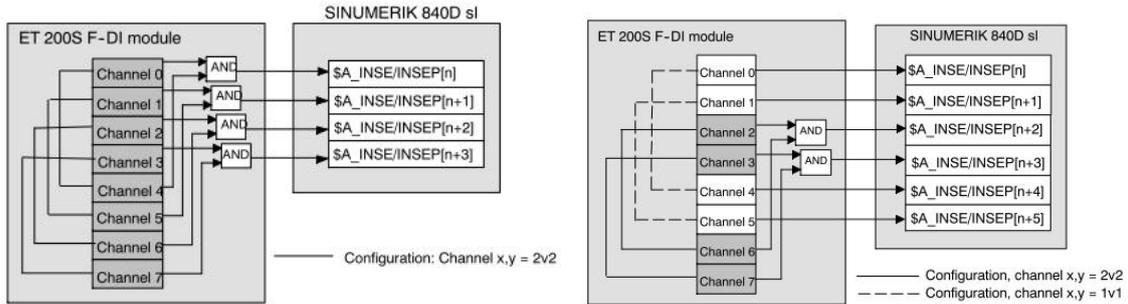


Profisafe 主站地址：2002  
MD10385=50007D2H

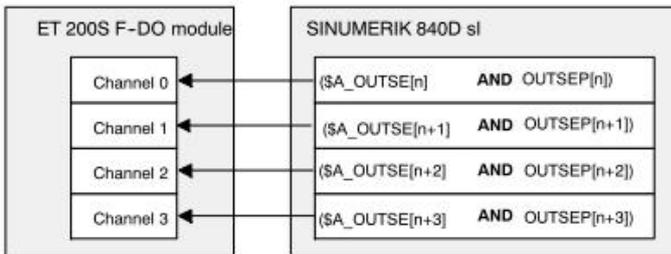
##### 4.5.2 设置 Profisafe 模块 NC 参数

Profisafe 的 IO 模块的接口分配给 NC 系统变量 \$A\_INSE/\$A\_OUTSE 和 PLC 接口信号 INSEP/OUTSEP 输入地址映射关系 (2v2 和 1v1)

4.5 Profisafe 安全模块参数设置



输出地址映射关系



Profisafe 输入/输出模块参数设置：

参数	含义	默认值
MD10386[0...15] \$MN_PROFISAFE_IN_ADDRESS	Profisafe IO 输入模块硬件地址	0H
MD13300[0...15] \$MN_PROFISAFE_IN_FILTER		FFFFFFFFH
MD10388[0...15] \$MN_PROFISAFE_IN_ASSIGN	分配系统变量 ( \$A_INSE ) 输入地址区域	0
MD13308[0...15] \$MN_PROFISAFE_IN_NAME	输入模块名称	
MD10387[0...15] \$MN_PROFISAFE_OUT_ADDRESS	Profisafe IO 输出模块硬件地址	0H
MD13301[0...15] \$MN_PROFISAFE_OUT_FILTER		FFFFFFFFH
MD10389[0...15] \$MN_PROFISAFE_OUT_ASSIGN	分配系统变 ( \$A_OUTSI ) 输出地址区域	0
MD13309[0...15] \$MN_PROFISAFE_OUT_NAME	输出模块名称	

例：

Profisafe 输入模块地址：

- 模块硬件地址：200 = C8H ( 在模块侧面 )



NC 变量区域：

\$A\_INSE[1]...\$A\_INSE[4]

机床参数设置：

- MD10386 \$MN\_PROFISAFE\_IN\_ADDRESS [0] = 05 00 00C8
- MD13300 \$MN\_PROFISAFE\_IN\_FILTER [0] = FFFF FFFF
- MD10388 \$MN\_PROFISAFE\_IN\_ASSIGN [0] = 004 001
- MD 13308 \$MN\_PROFISAFE\_IN\_NAME [0] = PS\_IN\_5

该模块 IO 的 4 个输入点对应的 NC 变量 \$A\_INSE[1]...\$A\_INSE[4] 4 个输入变量。

4.5.3 INSE/OUTSE 信号测试

首先启动 SPL 功能 ( 参见 4.6.5 章 )。

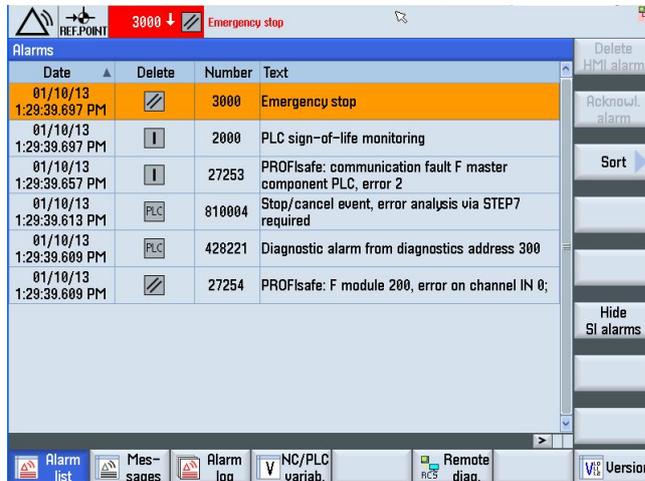


4.6 内部双通道安全信号 ( INSI/OUTSI/INSIP/OUTSIP )



NCK 侧检查外部信号与 INSE 是否对应。

输入信号不同步时出现 27254 报警，profisafe 模块检测输入信号问题。同时模块上对应信号红灯亮。



4.6 内部双通道安全信号 ( INSI/OUTSI/INSIP/OUTSIP )

内部的安全信号分为 NC 侧 ( 系统变量 \$A\_INSI[n] / \$A\_OUTSI[n] ) INSI/OUTSI 和 PLC ( DB18 中 ) 侧 INSIP/OUTSIP。NC 侧的安全信号通过轴参数设置实现，PLC 侧的安全信号通过 PLC 编程实现。

4.6.1 OUTSI/OUTSIP 配置

系统支持的 OUTSI 安全控制信号列表 ( 参数说明参考第 3 章《840Dsl 系统集成安全功能说明》 ) :

参数	含义	设置值
MD36970 \$MA_SAFE_SVSS_DISABLE_INPUT	SBH/SG	0H
MD36971 \$MA_SAFE_SS_DISABLE_INPUT	SBH	0H
MD36972[0] \$MA_SAFE_VELO_SELECT_INPUT	SG Bit0	0H
MD36972[1] \$MA_SAFE_VELO_SELECT_INPUT	SG Bit1	0H
MD36973 \$MA_SAFE_POS_SELECT_INPUT	SE	0H
MD36974[0] \$MA_SAFE_GEAR_SELECT_INPUT	gearbox	0H
MD36974[1] \$MA_SAFE_GEAR_SELECT_INPUT	gearbox	0H
MD36974[2] \$MA_SAFE_GEAR_SELECT_INPUT	gearbox	0H
MD36974[3] \$MA_SAFE_GEAR_SELECT_INPUT	gearbox	0H
MD36977[0] \$MA_SAFE_EXT_STOP_INPUT	STOP A/B	0H
MD36977[1] \$MA_SAFE_EXT_STOP_INPUT	STOP C	0H
MD36977[2] \$MA_SAFE_EXT_STOP_INPUT	STOP D	0H
MD36977[3] \$MA_SAFE_EXT_STOP_INPUT	STOP E	0H

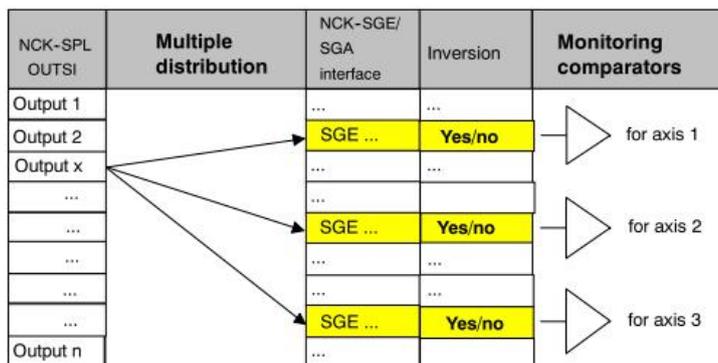
## 4.6 内部双通道安全信号 ( INSI/OUTSI/INSIP/OUTSIP )

MD36978[0]	\$MA_SAFE_OVR_INPUT	SG Ovr Bit0	0H
MD36978[1]	\$MA_SAFE_OVR_INPUT	SG Ovr Bit1	0H
MD36978[2]	\$MA_SAFE_OVR_INPUT	SG Ovr Bit2	0H
MD36978[3]	\$MA_SAFE_OVR_INPUT	SG Ovr Bit3	0H

参数设置格式：abbccdde ( 8 位 16 进制 )

a	0 : 正常 8 : 信号取反, 设置常 1
bb	04 : 使用系统变量
cc	01 : 对应内部\$A_OUTSI 变量区域 02 : 对应外部\$A_INSE 变量区域
dd	01 : 前 32 位变量 02 : 后 32 位变量
ee	变量号 ( 十六进制 )

OUTSI 输出可以同时控制多个安全轴。



因 NC ( OUTSI ) 与 PLC ( OUTSIP ) 安全信号必须同步, 所以当 NC 安全信号设置完毕后, 必须在 PLC 将 OUTSIP 信号写入到轴接口信号中, 保证 NC、PLC 同步。

例 1 : 轴 外部停 STOP E 常 1 ( 不使用 STOP E 功能 )

NC 参数 :

MD36977[3] = 800000000H

PLC 编程 :

SET

= DB3x.DBX32.5

//轴接口 STOP E

例 2 : 使用\$A\_OUTSI[1]控制轴外部停 STOP A

NC 参数 :

MD36977[0] = 04010101H

PLC 编程 :

A DB18.DBX62.0

= DB3x.DBX32.5

//PLC OUTSIP[1]

## 4.6.2 INSI/INSIP 配置

通过轴参数配置 INSI。PLC 编程实现 INSIP 与 INSI 同步。

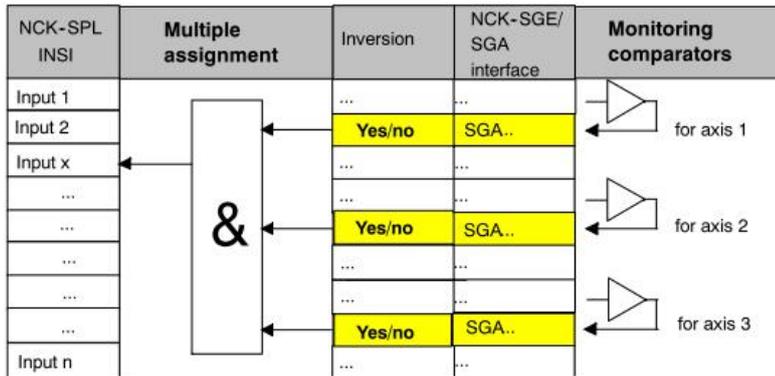
参数	含义	设置值
MD36980 \$MA_SAFE_SVSS_STATUS_OUTPUT	SBH/SG	0H
MD36981 \$MA_SAFE_SS_STATUS_OUTPUT	SBH	0H
MD36982[0] \$MA_SAFE_VELO_STATUS_OUTPUT	SG Bit0	0H

4.7 内部单通道安全信号 ( PLCSIIN/PLCSIINP/PLCSIOU/PLCSIOU TP )

MD36982[1]	\$MA_SAFE_VELO_STATUS_OUTPUT	SG Bit1	0H
MD36985	\$MA_SAFE_VELO_X_STATUS_OUTPUT	n<n <sub>x</sub>	0H
MD36987	\$MA_SAFE_REFP_STATUS_OUTPUT	Safely Ref	0H
MD36988[0]	\$MA_SAFE_CAM_PLUS_OUTPUT	SN1+	0H
MD36988[1]	\$MA_SAFE_CAM_PLUS_OUTPUT	SN2+	0H
MD36988[2]	\$MA_SAFE_CAM_PLUS_OUTPUT	SN3+	0H
MD36988[3]	\$MA_SAFE_CAM_PLUS_OUTPUT	SN4+	0H
MD36989[0]	\$MA_SAFE_CAM_MINUS_OUTPUT	SN1-	0H
MD36989[1]	\$MA_SAFE_CAM_MINUS_OUTPUT	SN2-	0H
MD36989[2]	\$MA_SAFE_CAM_MINUS_OUTPUT	SN3-	0H
MD36989[3]	\$MA_SAFE_CAM_MINUS_OUTPUT	SN4-	0H
MD36990[0]	\$MA_SAFE_ACT_STOP_OUTPUT	STOP A/B	0H
MD36990[1]	\$MA_SAFE_ACT_STOP_OUTPUT	STOP C	0H
MD36990[2]	\$MA_SAFE_ACT_STOP_OUTPUT	STOP D	0H
MD36990[3]	\$MA_SAFE_ACT_STOP_OUTPUT	STOP E	0H

参数设置方式同 4.5.1

INSI 可以同时接收多个轴的反馈信号，反馈信号之间是“与”的关系。



例 1：通过变量\$A\_INSI[1]读入轴零速状态。

NC 参数：

MD36985 = 04010101H

PLC 编程：

A DB3x.DBX110.5 //轴接口 N<n<sub>x</sub>信号  
= DB18.DBX54.0 //INSIP[1]

4.7 内部单通道安全信号 ( PLCSIIN/PLCSIINP/PLCSIOU/PLCSIOU TP )

在安全控制逻辑中，需要一些单通道的 PLC 信号，如：急停应答信号、外部停的测试信号等。

4.7.1 PLCSIIN/PLCSINSIP 信号

将 PLC 的信号引入到安全逻辑中。在 NC 侧同步使用\$A\_PLCSIIN 信号。

例：将 I3.7 信号引入到 SI 信号区域

PLC 编程：

A I3.7  
= DB18.DBX132.0 //PLCSIIN[1]地址接口

NC 侧直接使用\$A\_PLCSIIN[1]信号。当 I3.7=1 时，NC 变量\$A\_PLCSIIN[1]=1。

4.7.2 PLCSIOU/PLCSIOU TP 信号

将 NC 侧的状态传递到单通道的 PLC 接口区域，也可用于将 NC 信号状态传递至 PLC SI 区域。

例：将 MARKERSI[1]信号输出到 PLC Q5.5

## 4.8 安全中间变量 ( MARKERSI/MAKERSIP )

NC 编程 :

```
IDS=10 DO PLCSIOUT[1] = MARKERSI[1]
```

PLC 编程 :

```
A DB18.DBX128.0 //PLCSIOUT[1]地址接口
= Q5.5
```

## 4.8 安全中间变量 ( MARKERSI/MAKERSIP )

便于安全逻辑运算，系统提供 64 个安全中间变量。

NC 侧 \$A\_MARKERSI[1...64]，PLC 侧 DB18.DBX70.0...DBX114.7，共 64 个。

## 4.9 安全时间继电器 ( TIMERSI/Txx )

NC 侧提供 16 个没有安全检测的安全时间继电器。

## 4.9.1 编程指令

\$A\_TIMERSI[n]=0 表示计时器清零并启动。

\$A\_TIMERSI[n]=-1 计时器停止。

NC 复位不能清除计时器的值。

## 4.9.2 编程举例

2s 的延时输出编程。

NC 侧编程 :

```
DEFINE SI_Timer1 AS $A_TIMERSI[1]
IDS=10 WHENEVER MI_Door_Open_Req == 0 DO SI_Timer1 = -1 MI_STOPD_Sp_OpenDoorReq = 0
IDS=20 EVERY MI_Door_Open_Req == 1 DO SI_Timer1 = 0
IDS=30 EVERY (SI_Timer1 >=2) DO SI_Timer1 = 0 SI_Timer1 = -1 MI_STOPD_Sp_OpenDoorReq = 1
```

说明 :

信号 MI\_Door\_Open\_Req 上升沿 启动 SI\_Timer1 的计时器，MI\_STOPD\_Sp\_OpenDoorReq 延时 2s 输出。

PLC 侧编程 ( 直接使用时间继电器 ) :

```
A MI_Door_Open_Req
L S5T#2S
SD T 20
A T 20
= #MI_STOPD_Sp_OpenDoorReq
```

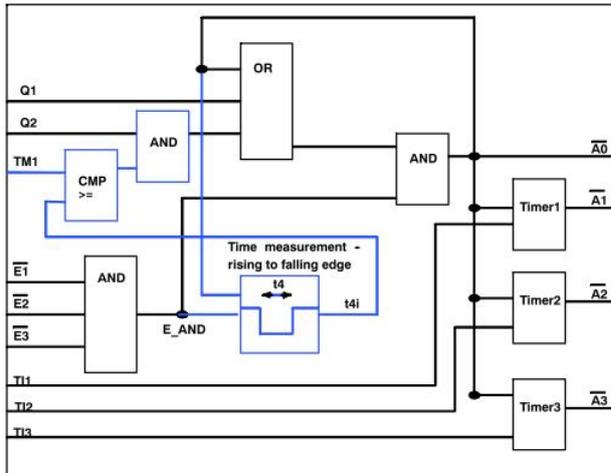
## 4.10 安全延时继电器 ( SIRELAY/FB10 )

系统提供 16 个安全功能的带检测安全延时继电器。NC 侧使用 SIRELAY 指令，PLC 侧使用 FB10 功能块完成。两者相互校验，实现安全控制。主要用于急停时序控制。

4.10 安全延时继电器 (SIRELAY/FB10)

4.10.1 NC 安全延时继电器 (SIRELAY)

1) 安全延时继电器组成



(1) 输入

- Q1：应答输入端，复位继电器
- Q2：测试输入端
- TM1：测试时间
- E1：急停 1（低电平有效）
- E2：急停 2（低电平有效）
- E3：急停 3（低电平有效）

(2) 输出

- A0：急停有效时，立即为 0
- A1：延时 T1 时间后为 0
- A2：延时 T2 时间后为 0
- A3：延时 T3 时间后为 0

(3) 时间设置

- T1...T3：延时时间，单位秒（s）

2) 工作时序

首次运行，当 E1~E3 全部为 1，A0~A3 输出为 0，直至 Q1 上升沿触发（应答）输出为 1。E1~E3 任意信号为 0 时，A0 立即输出 0，A1~A3 按设定时间延时输出 0。

3) NC 延时继电器编程

4 句指令实现继电器编程：

(1) 定义延时继电器输入端 SIRELIN

SIRELIN ( No. , tmpInt , " Q1" , " Q2" , " E1" , " E2" )

- No：延时继电器序号
- tmpInt：整数变量，接收指令返回值，判断指令是否正确执行
- Q1...E2：对应延时继电器输入端。

(2) 定义延时继电器输出端 SIRELOUT

SIRELOUT ( No. , tmpInt , " A0" , " A1" , " A2" , " A3" )

- No：延时继电器序号

4.10 安全延时继电器 ( SIRELAY/FB10 )

- tmpInt : 整数变量, 接收指令返回值, 判断指令是否正确执行
- Q1...E2 : 对应延时继电器输出端。

( 3 ) 设置延时继电器时间 SIRELTIME

SIRELTIME ( No. , tmpInt , TM1 , time1 , time2 , time3 )

- No : 延时继电器序号
- tmpInt : 整数变量, 接收指令返回值, 判断指令是否正确执行
- TM1 : 测试应答时间
- time1...time3 : 对应输出延时断时间

( 4 ) 延时继电器运行

tmpSi = SIRELAY ( No )

- No : 延时继电器序号
- tmpSi : 延时继电器运行返回状态, 检查返回值判断继电器是否运行。

因使用 DO 指令运行 SIRELAY , 所以 tmpSi 是 MARKER 变量

错误代码表 :

Return value status	Meaning
1	The input quantity of the safety relay is either not parameterized or not correctly parameterized. Remedy: Call SIRELIN with the correct parameterization
2	The output quantities of the safety relay are either not parameterized or not correctly parameterized. Remedy: Call SIRELOUT with the correct parameterization
3	The input and output quantities of the safety relay are either not parameterized or not correctly parameterized. Remedy: Call SIRELIN and SIRELOUT with the correct parameterization
4	The timers of the safety relay are either not parameterized or not correctly parameterized. Remedy: Call SIRELTIME with the correct parameterization
5	The input quantities and timers of the safety relay are either not parameterized or not correctly parameterized. Remedy: Call SIRELIN and SIRELTIME with the correct parameterization
Return value status	Meaning
6	The output quantities of the safety relay are either not parameterized or not correctly parameterized. Remedy: Call SIRELOUT and SIRELTIME with the correct parameterization
7	The initialization of the safety relay was either not carried out or not correctly carried out. Remedy: Call SIRELIN, SIRELOUT and SIRELTIME with the correct parameterization

( 5 ) SIRELAY 变量类型

所有 SIRELAY 使用的参数变量必须是双通道的安全变量。建议使用 MARKERSI 变量。

4 ) 延时继电器编程举例

```

; =====SI Relay=====
; Define SI relay variable
DEF INT R_IN, R_OUT, R_TIMER
DEFINE R_ST AS $AC_MARKER[1]
; SPL: EMG and EMG_ACK=====
IDS=80 DO M_E1=IE_POWERON AND IE_EMG1
    
```

4.10 安全延时继电器 ( SIRELAY/FB10 )

IDS=81 DO M\_E2=IE\_POWERON AND IE\_EMG2

IDS=82 DO M\_Q1=IE\_POWERON AND IE\_EMG\_ACK

;Setting SIRelay

SIRELIN(1,R\_IN,"M\_Q1","M\_Q2","M\_E1","M\_E2")

SIRELOUT(1,R\_OUT,"M\_A0","M\_A1","M\_A2","M\_A3")

SIRELTIME(1,R\_TIMER,0.3,3,5,8)

;Run SIRelay

IDS=83 DO R\_ST=SIRELAY(1)

R1=R\_ST //用于检测继电器是否运行

4.10.2 PLC 安全延时继电器 ( FB10 )

FB10 参数

Formal parameters of SI relay function			
Signal	Type	Type	Remark
In1	I	BOOL	Input 1
In2	I	BOOL	Input 2
In3	I	BOOL	Input 3
Ackn1	I	BOOL	Acknowledge input 1
Ackn2	I	BOOL	Acknowledge input 2
TimeValue1	I	TIME	Time value 1 for OFF delay
TimeValue2	I	TIME	Time value 2 for OFF delay
TimeValue3	I	TIME	Time value 3 for OFF delay
Out0	O	BOOL	Output, instantaneous (no delay)
Out1	O	BOOL	Output, delayed by TimeValue1
Out2	O	BOOL	Output, delayed by TimeValue2
Out3	O	BOOL	Output, delayed by TimeValue3
FirstRun	I/O	BOOL	Activation of basic setting

参数说明参见 SIRELAY 说明，各信号功能一一对应。

FirstRun：上电初始化脉冲。

编程：

```
CALL "SI_Relais" , DB300
    In1      := "SPL".SPL_DATA.M_E1
    In2      := "SPL".SPL_DATA.M_E2
    In3      :=
    Quit1    := "SPL".SPL_DATA.M_Q1
    Quit2    := "SPL".SPL_DATA.M_Q2
    TimeValue1 := T#3S
    TimeValue2 := T#5S
    TimeValue3 := T#8S
    Out0     := "SPL".SPL_DATA.M_A0
    Out1     := "SPL".SPL_DATA.M_A1
    Out2     := "SPL".SPL_DATA.M_A2
    Out3     := "SPL".SPL_DATA.M_A3
    FirstRun := "NC".E_FirstOB1           //DB10.DBX104.6
```

注：

应确保 FB10 首次运行时，FirstRun 上升沿初始化。

## 4.10.3 安全延时继电器编程要求

NC 的 SIRELAY 和 PLC 的 FB10 设置参数要完全一致。

## 4.11 NC、PLC 安全信号地址对照表

NCK 安全变量	PLC 安全信号	PLC 信号 DB18 中的地址	说明
<b>外部输入/输出信号</b>			
\$A_INSE[1...64]	INSEP[1...64]	DBX38.0...DBX45.7	外部输入信号
\$A_OUTSE[1...64]	OUTSEP[1...64]	DBX46.0...DBX53.7	外部输出信号
<b>内部输入/输出信号</b>			
\$A_INSI[1...64]	INSIP[1...64]	DBX54.0...DBX61.7	Drive 信号->NC
\$A_OUTSI[1...64]	OUTSIP[1...64]	DBX62.0...DBX69.7	NC->Drive 信号
<b>中间继电器 (Markers) 时间继电器 (timers)</b>			
\$A_MARKERSI[1...64]	MARKERSIP[1...64]	DBX70.0...DBX74.7	中间继电器
\$A_TIMERSI[1...16]		FB10	时间继电器
<b>单通道 NC-&gt;PLC</b>			
\$A_PLCSIOUT[1...32]	PLCSIOUTP[1...32]	DBX128.0...DBX131.7	
<b>单通道 PLC-&gt;NC</b>			
\$A_PLCSIIN[1...32]	PLCSIINP[1...32]	DBX132.0...DBX135.7	





5.2 NC-SPL

参数 MD 28251 \$MC\_MM\_NUM\_SAFE\_SYNC\_ELEMENTS。

每个同步指令至少包含 4 个元素。通过系统变量\$AC\_SAFE\_SYNA\_MEM 查询系统已使用的元素。

SI-Basic 选项最大支持 500 个元素。

SI-Comfort 选项最大支持 5000 个元素。

- 标准循环目录下建立 SAFE.SPF 子程序。
- 设置参数 MD20108 \$MC\_PROG\_EVENT\_MASK, Bit 5=1 , 系统上电自动调用 SAFE.SPF。

20108:\$MC_PROG_EVENT_MASK = 0H	
<input type="checkbox"/>	Bit 0: Start of part program
<input type="checkbox"/>	Bit 1: End of part program
<input type="checkbox"/>	Bit 2: OP RESET
<input type="checkbox"/>	Bit 3: Booting
<input type="checkbox"/>	Bit 4: reserved
<input type="checkbox"/>	Bit 5: Safety PowerOn

- 设置参数 MD11602 \$MN\_ASUP\_START\_MASK Bit1=1

11602:\$MN_ASUP_START_MASK = 0H	
<input type="checkbox"/>	Bit 0: ASUB self-starting
<input type="checkbox"/>	Bit 1: Start permissible with non-referenced axes
<input type="checkbox"/>	Bit 2: Start also permissible with read-in disabled
<input type="checkbox"/>	Bit 3: JOG in ASUB possible

5.2.2 NC-SPL 编程

使用同步指令编程。

例：

```
; =====SPL_SBH/SG=====
IDS=60 DO OI_SBH_SG=0
```

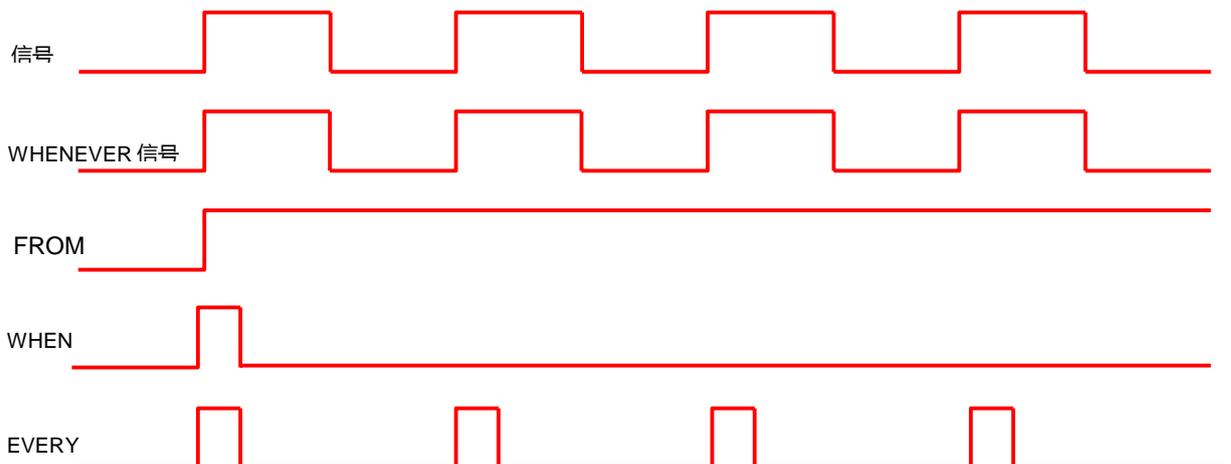
```
; =====SPL_Door closed_SG1=====
IDS=61 WHENEVER IE_DOOR_CLOSE==1 DO OI_SG=1 OI_SG_Bit0=0 OI_SG_Bit1=0
```

编程方法：

- 无条件执行，直接使用 DO 指令，如上例 IDS=60.
- 有条件执行，使用 WHENEVER、WHEN、FROM、EVERY 等条件指令，如上例 IDS=61.

5.2.3 同步指令执行条件

同步指令支持 WHENEVER，FROM，WHEN，EVERY 等条件，时序图如下：



## 5.2.4 SAFE.SPF 语法测试

## 1) 参数设置：

MD10095 \$MN\_SFAE\_MODE\_MASK Bit2=1

10095:\$MN_SAFE_MODE_MASK = 4H	
<input type="checkbox"/>	Bit 0: 预设定系统变量\$A_INSI为1 (仅pl)
<input type="checkbox"/>	Bit 1: 模块化PROFIsafe外设连接 (仅sl)
<input checked="" type="checkbox"/>	Bit 2: 缩小语言范围的SAFE.SPF的试运行

2) MD20108 \$MC\_PROG\_EVENT\_MASK Bit5=0 取消 SAFE.SPF 程序上电自动运行。

3) 在MDA方式下执行SAFE.SPF子程序，测试程序语法问题。

4) 语法测试无问题，MD10095 Bit2=0，MD20108 Bit5=1。

## 5.3 PLC-SPL

PLC SPL使用通用的PLC编程指令，但PLC SPL编程逻辑必须与NC SPL的编程逻辑完全一样，否则系统交叉检验错误。

## 5.3.1 PLC-SPL 启动

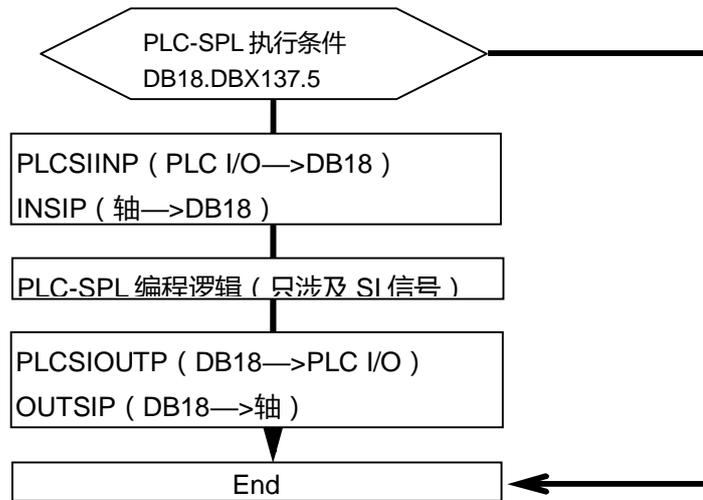
系统上电时PLC中监测NC-SPL的运行状态DB18.DBX137.5，当NC-SPL运行至末尾时启动PLC-SPL PLC程序的运行。

DB18中监控SPL状态：

PLC 地址	符号表	说明
DB18.DBX136.0	SPL_STATUS[1]	NCK--SPL interfaces parameterized
DB18.DBX136.1	SPL_STATUS[2]	NCK--SPL program file exists
DB18.DBX136.2	SPL_STATUS[3]	NCK waits for the PLC to boot
DB18.DBX136.3	SPL_STATUS[4]	NCK and PLC in cyclic operation
DB18.DBX136.4	SPL_STATUS[5]	Call FB4 processing for SPL
DB18.DBX136.5	SPL_STATUS[6]	Exit FB4 processing for SPL
DB18.DBX136.6	SPL_STATUS[7]	Call FC9 processing for SPL
DB18.DBX136.7	SPL_STATUS[8]	Exit FC9 processing for SPL
DB18.DBX137.0	SPL_STATUS[9]	SPL start implemented using PROG_EVENT mechanism
DB18.DBX137.1	SPL_STATUS[10]	Crosswise data comparison started, NCK
DB18.DBX137.2	SPL_STATUS[11]	Crosswise data comparison started, PLC
DB18.DBX137.3	SPL_STATUS[12]	NCK--SPL checksum checking active
DB18.DBX137.4	SPL_STATUS[13]	All SPL protective mechanisms active
DB18.DBX137.5	SPL_STATUS[14]	End of SPL program reached
DB18.DBX137.6	SPL_STATUS[15]	SPL start via Safety--PowerOn
DB18.DBX137.7	SPL_STATUS[16]	Not connected

5.4 NC-SPL、PLC-SPL 编程逻辑指令对照表

5.3.2 PLC-SPL 编程流程



例：

```
// IDS=60_SPL: OUTSIP_SBH/SG process
SET
R "SPL".SPL_DATA.OI_SBH_SG          DB18.DBX62.7      OUTSIP_08
// IDS=61_SPL: OUTSIP_Door closed_SG1
A "SPL".SPL_DATA.IE_DOOR_CLOSE      DB18.DBX38.0      INSEP_01
S "SPL".SPL_DATA.OI_SG               DB18.DBX63.0      OUTSIP_09
R "SPL".SPL_DATA.OI_SG_Bit0          DB18.DBX63.1      OUTSIP_10
R "SPL".SPL_DATA.OI_SG_Bit01        DB18.DBX63.2      OUTSIP_11
```

5.4 NC-SPL、PLC-SPL 编程逻辑指令对照表

PLC LAD 编程	PLC STL 编程	NC 指令编程
	<pre>A I1.0 A I1.1 = Q4.0</pre>	<pre>IDS=10 DO OUT4 = IN1 AND IN2</pre>
	<pre>O I1.0 O I1.1 = Q4.0</pre>	<pre>IDS=20 DO OUT4 = IN1 OR IN2</pre>
	<pre>ON I1.0 O I1.1 = Q4.0</pre>	<pre>IDS=30 DO OUT4 = NOT IN1 OR IN2</pre>

	<p>A I1.0 A I1.1 NOT = Q4.0</p>	<p>IDS=40 DO OUT4 = NOT ( IN1 AND IN2 )</p>
	<p>X I1.0 X I1.1 = Q4.0</p>	<p>IDS=50 DO OUT4 = IN1 XOR IN2</p>
	<p>A #IN1 S #OUT4 A #IN2 R #OUT4</p>	<p>IDS=80 EVERY ( IN1==1 AND IN2==0 ) DO OUT4=1 IDS=81 WHENEVERY IN2 == 1 DO OUT4 = 0 或 IDS=82 DO OUT4 = ( IN1 OR OUT4 ) AND NOT IN2</p>
	<p>A #IN1 R #OUT4 A #IN2 S #OUT4</p>	<p>IDS=80 EVERY ( IN2==1 AND IN1==0 ) DO OUT4=1 IDS=81 WHENEVERY IN1==1 DO OUT4=1 或 IDS=82 DO OUT4 = IN1 OR (OUT4 AND NOT IN2)</p>

5.5 SPL 程序保护

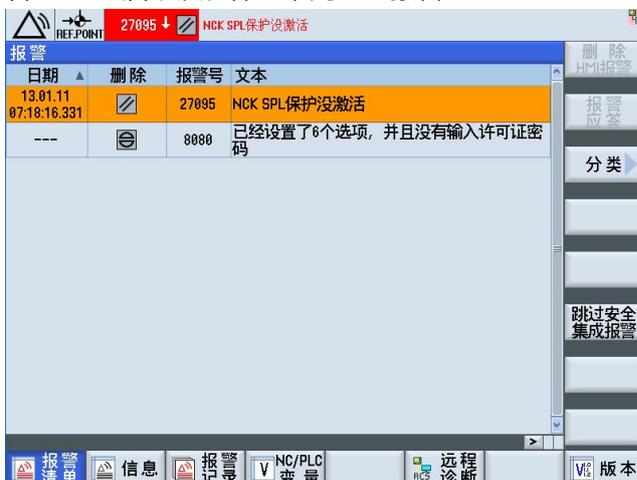
5.5.1 NC-SPL 程序保护

防止安全同步指令的 IDS 号被其他同步指令占用。

相关参数：

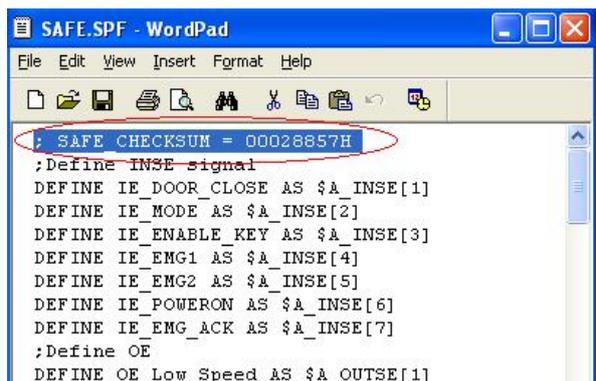
参数	含义	默认值
MD11500[0] \$MN_PREVENT_SYNACT_LOCK	保护 ID 起始号	0
MD11500[1] \$MN_PREVENT_SYNACT_LOCK	保护 ID 结束号	0

若 SPL 已启动没有保护，则显示报警 27095 “ NCK-SPL 保护没激活”。



参数设置后，SAFE.spf 子程序在程序开始自动产生校验码。

5.5 SPL 程序保护



5.5.2 PLC-SPL 保护

PLC 中置 DB18.DBX36.0 = 1，表示系统安全功能调试完毕。

FC500 : Title:

Comment:

**Network 1**: setup finished

Comment:

A	"SPL".COMM_TO	DB18.DBX119.5	-- Communication Timeout
BEC			
SET	"SPL".SPL_READY	DB18.DBX36.0	-- setup finished
S			

调试完毕后，任何 SAFE.Spf 程序的任何更改都将触发则出现报警 27093“Checksum error NCK--SPL, %1, %2, %3”。

## 第6章 安全功能测试

安全标准要求系统首次上电或连续上电 8 小时必须测试安全功能的可靠性。

测试分为 3 部分，依次测试：

- 安全报闸测试
- 脉冲使能测试
- 外部停测试

### 6.1 安全报闸测试 SBT ( Safe Brake Test )

安全制动测试用于测试安全轴报闸系统是否工作正常，满足制动要求。

使用固定点功能测试报闸系统的制动能力。

#### 6.1.1 测试条件

- 报闸测试时，轴监控无效
- 目前龙门轴、主从轴不支持报闸测试
- 轴进给倍率 100%

#### 6.1.2 测试

实时监控电机实际扭矩 r80 是否达到 MD36966 的设定值。

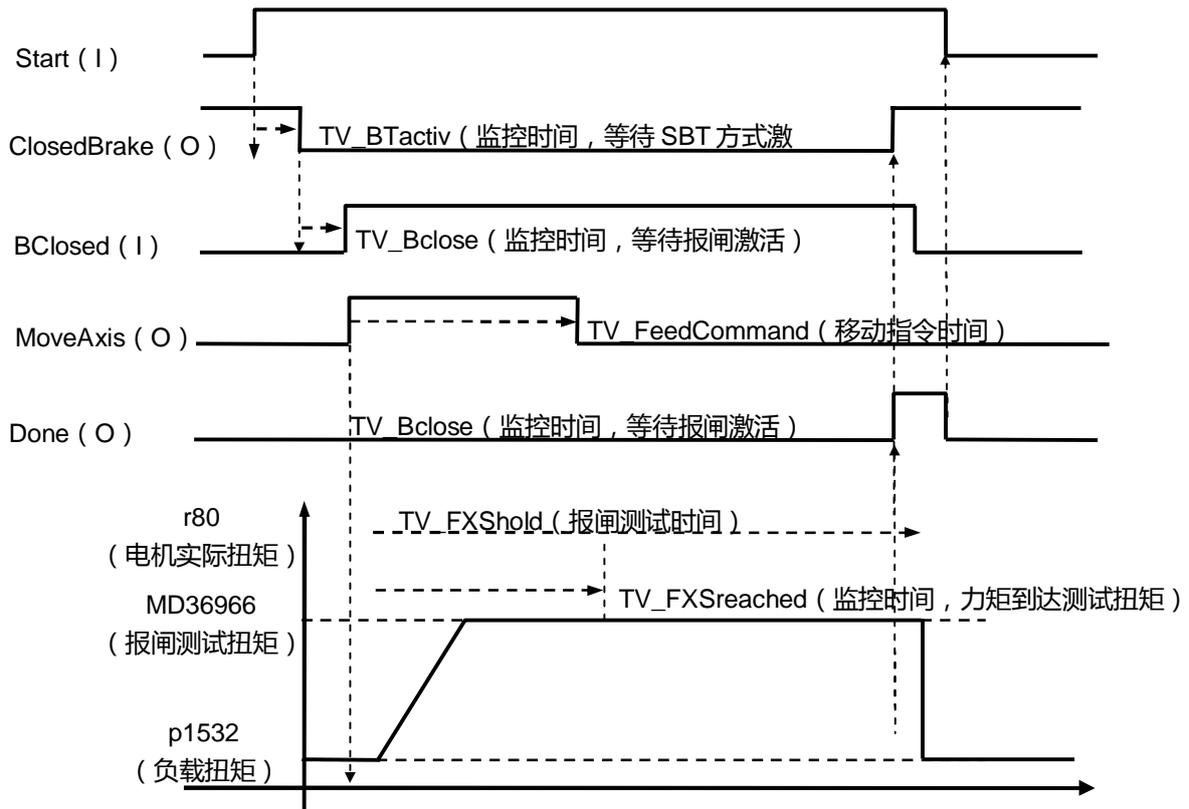
FB11 功能块说明：

##### 1) FB11 参数

CALL #_FB11		//Brake test module
Start	:=#FB11_Start	//Start brake test
Quit	:=#ack	//Acknowledge error with reset key
Bclosed	:=#BrakeState	//Feedback signal brake not open DBX92.5
Axis	:=#AxisNo	//Axis number of axis to be tested, Z axis
TimerNo	:=#TimerNo	//Timer number
TV_BTactiv	:=S5T#200MS	//Monitoring time value: Brake test active DBX71.0
TV_Bclose	:=S5T#1S	
TV_FeedCommand	:=S5T#1S	
TV_FXSreached	:=S5T#1S	
TV_FXShold	:=S5T#2S	
CloseBrake	:=#CloseBrake	
MoveAxis	:=#MoveAxis	
Done	:=#FB11_Done	
Error	:=#FB11_Error	
State	:=#FB11_State	

6.1 安全报闸测试 SBT ( Safe Brake Test )

2) FB11 控制时序



3) PLC 编程

使用 FB80 测试功能块。

```
CALL "BreakTest" , DB80
SBT_Start:=I7.7
quit :=I3.7
condition:=TRUE
AxisNo :=3
TimerNo :=T22
```

4) FB11 错误代码

State	Significance
0	No error
1	Start conditions not fulfilled, e.g. the axis is not in closed-loop control / brake closed / axis inhibited
2	No NC checkback in "Brake test active" signal on selection of brake test
3	No "Brake applied" checkback by input signal Bclosed
4	No travel command output (e.g., axis motion has not been started)
5	Fixed end stop will not be reached → axis RESET was initiated.
6	Traversing inhibit/Approach too slow → fixed stop cannot be reached. TV FXSreached monitoring timeout
7	Brake is not holding at all (the end position is reached)/approach speed is too high
8	Brake opens during the holding time
9	Error when deselecting the brake test
10	Internal error
11	"PLC-controlled axis" signal not enabled in the user program

6.1.3 测试结果

轴的跟随误差和实际扭矩采样。



6.2 脉冲使能测试

6.2.1 测试信号

测试输入信号：

DB 31...	Signals from/to the drive							
Byte	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
DBB 22				SG selection Bit 1   Bit 0		Acknowledgem., communic. failure	SBH Deselec- tion	SBH/SG Deselec- tion
DBB 23	Test stop Selection		Close brake	SE Selection		Gear ratio selection Bit 2   Bit 1   Bit 0		

测试反馈信号：

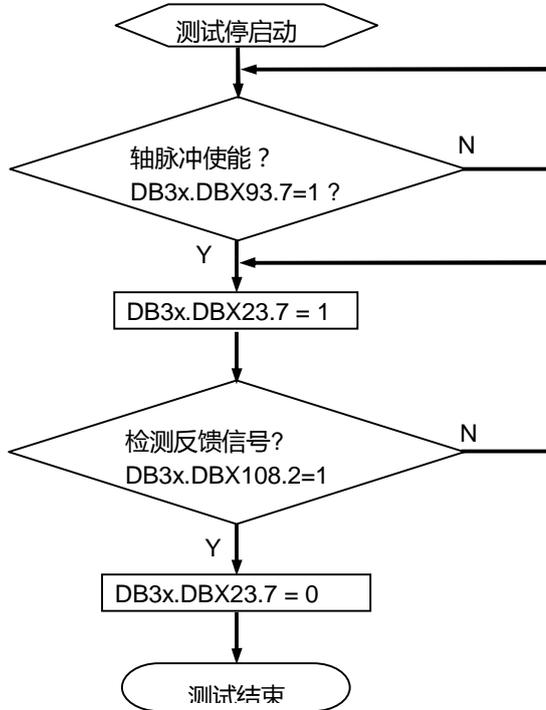
DB 31...	Signals from/to the drive							
Byte	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
DBB 108	Axis safely ref- erenced			Communi- cation failure not acknowl.	Fault data transfer	"Pulses can- celled" status	Communi- cation failure	SBH/SG active

6.3 外部停测试

测试时间：

参数	含义	默认值
MD36957 \$MA_SAFE_PULSE_DIS_CHECK_TIME	脉冲使能测试时间	0.2s

6.2.2 测试流程



注：

每个安全轴依次测试。

6.3 外部停测试

6.3.1 测试信号

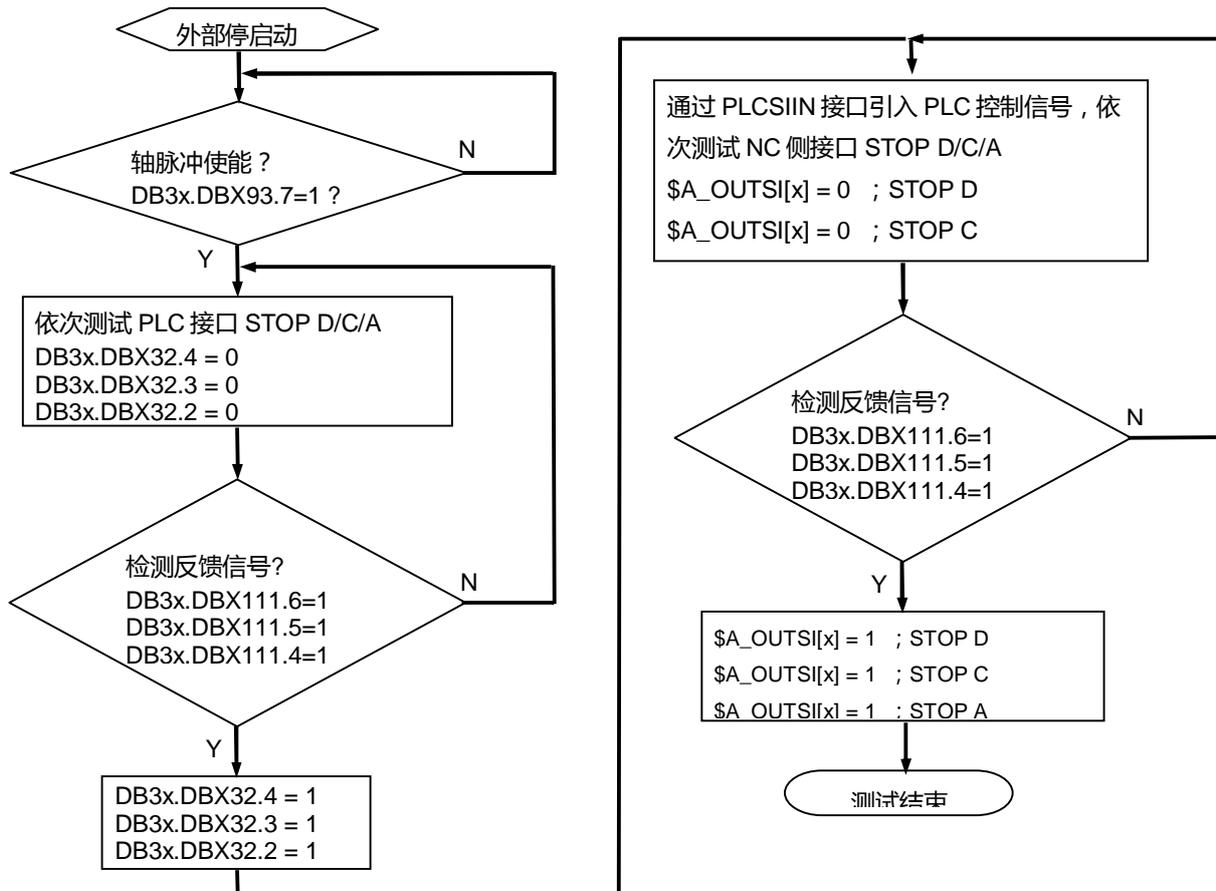
测试输入信号

DB 31...	Signals from/to the drive							
Byte	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
DBB 32			Deselect ext. STOP_E	Deselect ext. STOP_D	Deselect ext. STOP_C	Deselect ext. STOP_A		

测试反馈信号

DB 31...	Signals from/to the drive							
Byte	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
DBB 111	STOP_E active	STOP_D active	STOP_C Active	STOP_A/ B Active				

## 6.3.2 测试流程



注：

每个安全轴依次测试。

## 6.3.3 测试 PLC 程序

PLC 功能块 FC79 用于测试安全集成的外部停功能测试。

## 1) STOP E 功能测试

修改网络 3 和网络 8 中的 PLC 程序。

➤ 屏蔽 STOP E 测试

```
//StopE 测试 S [AR2,P#1.2]
// S #Test_StopE
```

```
//忽略 StopE 测试 S [AR2,P#0.2]
S #NC_TST_StopD
```

➤ 增加 STOP E 测试

```
//StopE 测试 S [AR2,P#1.2]
S #Test_StopE
```

```
//忽略 StopE 测试 S [AR2,P#0.2]
// S #NC_TST_StopD
```

## 2) FC79 编程

将 FC79 输出的测试信号输入到 PLC 安全逻辑程序块中 (FC510)。

```
CALL FC 79
```

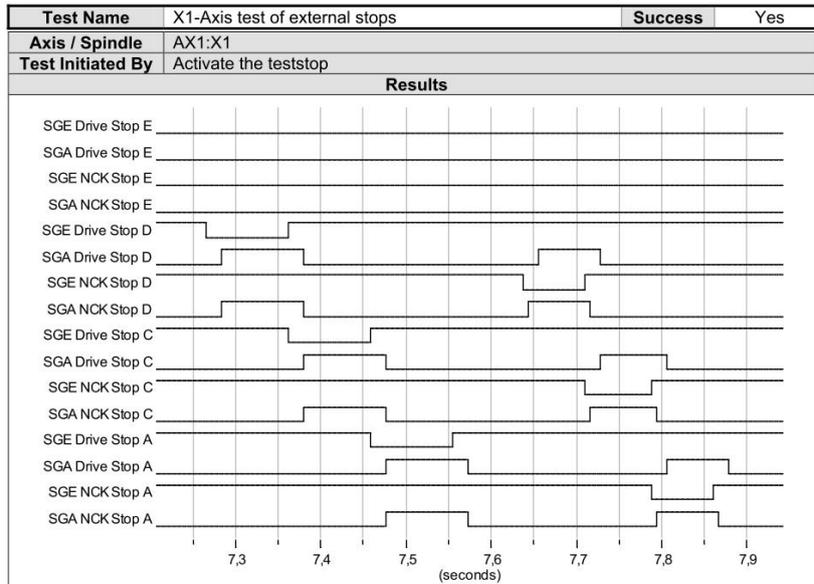
### 6.3 外部停测试

```
start      :=I7.4
reset      :=I3.7
num_axis   :=1
test_axis_1 :=1
test_axis_2 :=0
test_axis_3 :=0
test_axis_4 :=0
test_axis_5 :=0
test_axis_6 :=0
test_axis_7 :=0
test_axis_8 :=0
NC_TST_StopE :=M500.0
NC_TST_StopD :=M400.2
NC_TST_StopC :=M400.1
NC_TST_StopA :=M400.0
PLC_TST_StopE:=M500.1
PLC_TST_StopD:=M400.5
PLC_TST_StopC:=M400.4
PLC_TST_StopA:=M400.3
Done       :=Q7.7
AxisInStops :=Q7.6
AxNumError :=Q7.5
aux_dword  :=MD410

CALL FC 510
NC_TST_STOPA :=M400.0
NC_TST_STOPC :=M400.1
NC_TST_STOPD :=M400.2
PLC_TST_STOPA:=M400.3
PLC_TST_STOPC:=M400.4
PLC_TST_STOPD:=M400.5
EMG_Ack      :=I3.7
ref          :=MW600
```

#### 3) 测试结果

SinuCom NC 记录的测试结果。



SGE : 表示输入信号

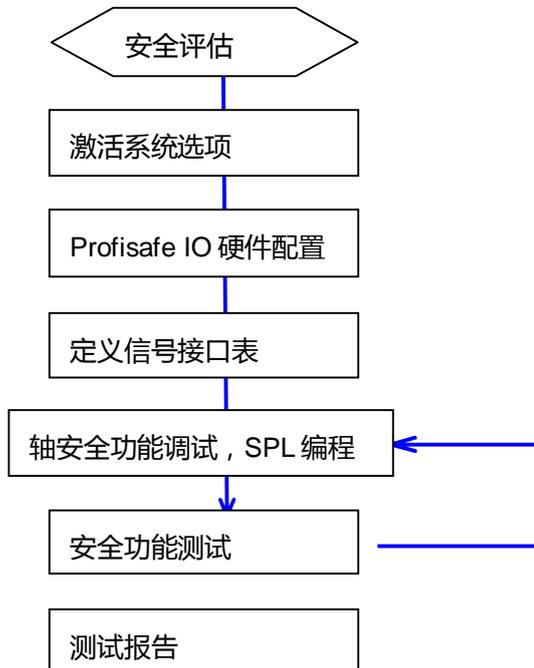
SGA : 表示输出信号

外部停触发信号，无论 PLC、NC，只要有一方触发，将引起驱动外部停动作。每个测试在安全数据交叉检验周期内完成，故不会触发数据交叉检验报警。



## 第7章 安全功能调试

### 7.1 调试流程



### 7.2 安全功能评估表

根据设计要求定义机床安全保护区域，选择匹配适当的系统安全功能。

例：

安全工作区域	工作模式	机床轴	安全功能	
			SBH/SG	外部停
EMG	门关	X/Y/Z		STOP D ( 延时 2s ) ->STOP A
		SP		延时 2s->STOP C ( 延时 2s ) ->STOP A
	门开	所有轴		STOP C ( 延时 2s ) ->STOP A
门关	正常工作	X/Y/Z	SG1 ( 10m/min )	
		SP	SG1 ( 3000rpm )	
开门请求	—	—	STOP D ( X/Y/Z ) ( 延时 2s ) ->STOP D ( SP )	
门开	—	SP	SG3 ( 2rpm )	STOP A
	Enable Key = off	X/Y/Z	SBH	
	Enable Key = on	X/Y/Z	SG3 ( 2m/min )	

说明：

#### 1) 急停

- 门关时，进给轴 STOP D，延时 2s，主轴 STOP D，延时 2s，所有轴 STOP A。
- 门开时，所有轴 STOP C，延时 2s，所有轴 STOP A。

#### 2) 门关闭

- 正常工作时，所有轴处于 SG1 状态（安全速度监控状态）。

7.3 系统选项激活

3) 开门请求

- 上升沿，设置开门请求状态位。
- 所有进给轴 STOP D（沿插补路径制动），延时 3s 等各轴制动完毕，主轴 STOP D。
- 输出所有轴零速状态，输出开门信号。

4) 门开

- 门开，清除开门请求状态位，复位开门请求时间延时继电器。
- 门开时，主轴 STOP A/SG3，处于自由安全速度监控状态。
- 无使能，所有进给轴 SBH，处于安全位置监控状态。
- 使能键，所有进给轴 SG3，处于安全速度监控状态。

7.3 系统选项激活

SI axis/spindle, add. 1 axis/spindle 6FC5800-0AC70-0YB0	5	0
'SI-Basic' included 1 axis and 4 SPL I/O 6FC5800-0AM63-0YB0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
'SI-Comfort' including 1 axis and 64 SPL I/O 6FC5800-0AM64-0YB0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

M63 选项包含 4 个 SPL I/O 点和 1 个安全功能的轴。

M64 选项包含 64 个 SPL I/O 点和 1 个安全功能的轴。

C70 选项定义系统内安全轴的数量。

7.4 规划控制安全功能的系统变量

7.4.1 符号表编程

使用符号编程，程序易读，便于比较 NC 和 PLC 逻辑是否一致。

为方便 NC、PLC 的安全逻辑编程，建议使用如下规定定义信号符号。

定义符号规则：

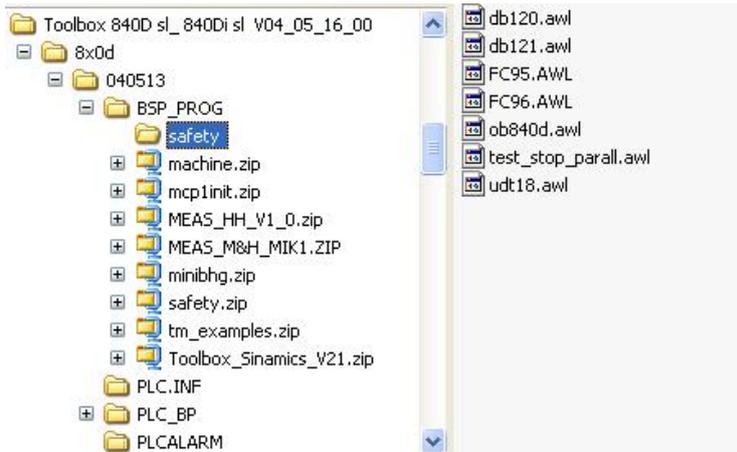
- INSE : IE\_开头字符串
- OUTSE : OE\_开头字符串
- INSI : II\_开头字符串
- OUTSI : OI\_开头字符串
- PLCSIIN : IP\_开头字符串
- PLCSIOUT : OP\_开头字符串
- MARKERSI : M\_开头字符串

在 PLC 编程和 NC SAFE.SPF 使用相同的符号编程。

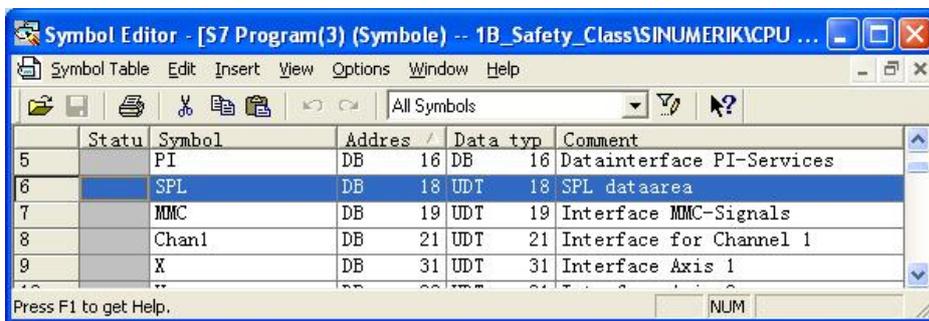
1) PLC 变量符号定义

使用 Toolbox 中提供的 UDT18 数据类型设置 PLC 变量的符号。

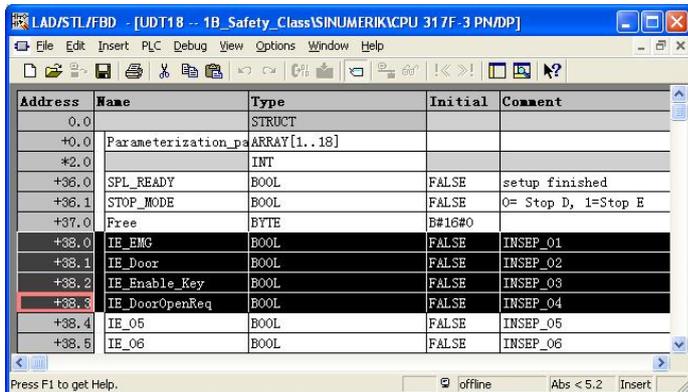
## 7.4 规划控制安全功能的系统变量



修改符号表中 DB18 的数据类型为 UDT18，PLC 使用 UDT18 表中定义的符号编程。



例：



## 2) NC 变量符号定义

```
N10 PROC SAFE ;SBLOF DISPLOF
```

```
;Automatic creat IDS Number
```

```
N20 DEF INT IDSNR = 20
```

```
N30 DEFINE NEXT_IDS AS IDSNR = IDSNR+1
```

```
; ===== Define INSE as IE =====
```

```
N40 DEFINE IE_EMG AS $A_INSE[1]
```

```
N50 DEFINE IE_Door AS $A_INSE[2]
```

```
N60 DEFINE IE_Enable_Key AS $A_INSE[3]
```

```
N70 DEFINE IE_DoorOpenReq AS $A_INSE[4]
```

3) NC、PLC 安全逻辑对比

NC 编程 ( SAFE. SPF )	PLC 编程
<pre> ;=== Group 1 SBH/SG=== N1180 IDS=IDSNR DO OI_SG_1 = IE_Door OR ( NOT IE_Door AND IE_Enable_Key) ; FeedAxis N1190 NEXT_IDS                     </pre>	<pre> // Group 1 SBH/SG A "SPL".IE_Door O AN "SPL".IE_Door A "SPL".IE_Enable_Key = "SPL".OI_SG_1                     </pre>
<pre> ;=== Group 2 SBH/SG=== N1200 IDS=IDSNR DO OI_SG_2 = 1 ; SP N1210 NEXT_IDS                     </pre>	<pre> // Group 2 SBH/SG SET = "SPL".OI_SG_2                     </pre>
<pre> ;===SG1..SG4=== N1220 IDS=IDSNR DO OI_SG_Bit0_1 = IE_Door OI_SG_Bit0_2 = IE_Door NEXT_IDS                     </pre>	<pre> // SG1..SG4 A "SPL".IE_Door = "SPL".OI_SG_Bit0_1 = "SPL".OI_SG_Bit0_2                     </pre>

比较 NC、PLC 的安全控制逻辑应完全相同。

7.4.2 规划安全功能需要使用的系统变量

设计安全功能涉及的系统变量。

INSE\OUTSE		
	PLC	NC
IE_EMG	INSEP_01	\$A_INSE[1]
IE_Door	INSEP_02	\$A_INSE[2]
IE_Enable_Key	INSEP_03	\$A_INSE[3]
IE_DoorOpenReq	INSEP_04	\$A_INSE[4]
.....		
INSI\OUTSI		
	PLC	NC
OI_StopA_1	OUTSIP_01	\$A_OUTSI[1]
OI_StopC_1	OUTSIP_02	\$A_OUTSI[2]
OI_StopD_1	OUTSIP_03	\$A_OUTSI[3]
OI_StopE_1	OUTSIP_04	\$A_OUTSI[4]
OI_SBH_SG_1	OUTSIP_05	\$A_OUTSI[5]
OI_SG_1	OUTSIP_06	\$A_OUTSI[6]
OI_SG_Bit0_1	OUTSIP_07	\$A_OUTSI[7]
OI_SG_Bit1_1	OUTSIP_08	\$A_OUTSI[8]
OI_SE_1	OUTSIP_09	\$A_OUTSI[9]
.....		
MARKERSI		
.....		
PLCSI IN\PLCSI OUT		
.....		

将规划的变量符号输入到符号表中。

7.5 安全信号参数的设置

依据安全评估表设置轴安全功能（参见第 3 章的安全功能说明）：

### 7.5.1 启动 SPL

系统默认数据，SPL 未启动。参照 SPL 章参数设置，启动 SPL。

### 7.5.2 Profisafe 安全模块配置

- 1) PLC 硬件配置 Profisafe 安全模块
- 2) Profisafe 模块 NC 参数设置
- 3) 检测外部安全信号工作是否正常

### 7.5.3 激活轴安全功能 ( SBH/SG+外部停..... )

N36901 \$MA\_SAFE\_FUNCTION\_ENABLE[x]=f43

### 7.5.4 控制安全功能的安全信号

依据规划变量符号，设置轴参数。

例：

```
N36971 $MA_SAFE_SS_DISABLE_INPUT[X]=4010106
N36972 $MA_SAFE_VELO_SELECT_INPUT[0,X]=4010107
N36973 $MA_SAFE_POS_SELECT_INPUT[X]=4010109
N36977 $MA_SAFE_EXT_STOP_INPUT[0,X]=4010101
N36977 $MA_SAFE_EXT_STOP_INPUT[1,X]=4010102
N36977 $MA_SAFE_EXT_STOP_INPUT[2,X]=4010103
N36977 $MA_SAFE_EXT_STOP_INPUT[3,X]=80000000
.....
```

### 7.5.5 设置安全功能相关参数

安全功能的监控时间、速度、行程.....

例：

```
N36930 $MA_SAFE_STANDSTILL_TOL[AX1]=4
N36931 $MA_SAFE_VELO_LIMIT[0,AX1]=500
N36931 $MA_SAFE_VELO_LIMIT[1,AX1]=1000
N36931 $MA_SAFE_VELO_LIMIT[3,AX1]=4000
N36933 $MA_SAFE_DES_VELO_LIMIT[0,AX1]=90
N36933 $MA_SAFE_DES_VELO_LIMIT[1,AX1]=90
N36933 $MA_SAFE_DES_VELO_LIMIT[2,AX1]=90
N36933 $MA_SAFE_DES_VELO_LIMIT[3,AX1]=90
N36934 $MA_SAFE_POS_LIMIT_PLUS[0,AX1]=400
N36934 $MA_SAFE_POS_LIMIT_PLUS[1,AX1]=410
N36935 $MA_SAFE_POS_LIMIT_MINUS[0,AX1]=-400
N36935 $MA_SAFE_POS_LIMIT_MINUS[1,AX1]=-410
N36936 $MA_SAFE_CAM_POS_PLUS[0,AX1]=100
N36936 $MA_SAFE_CAM_POS_PLUS[1,AX1]=200
N36937 $MA_SAFE_CAM_POS_MINUS[0,AX1]=-100
N36937 $MA_SAFE_CAM_POS_MINUS[1,AX1]=-200
N36953 $MA_SAFE_STOP_SWITCH_TIME_D[AX1]=0.4
.....
```

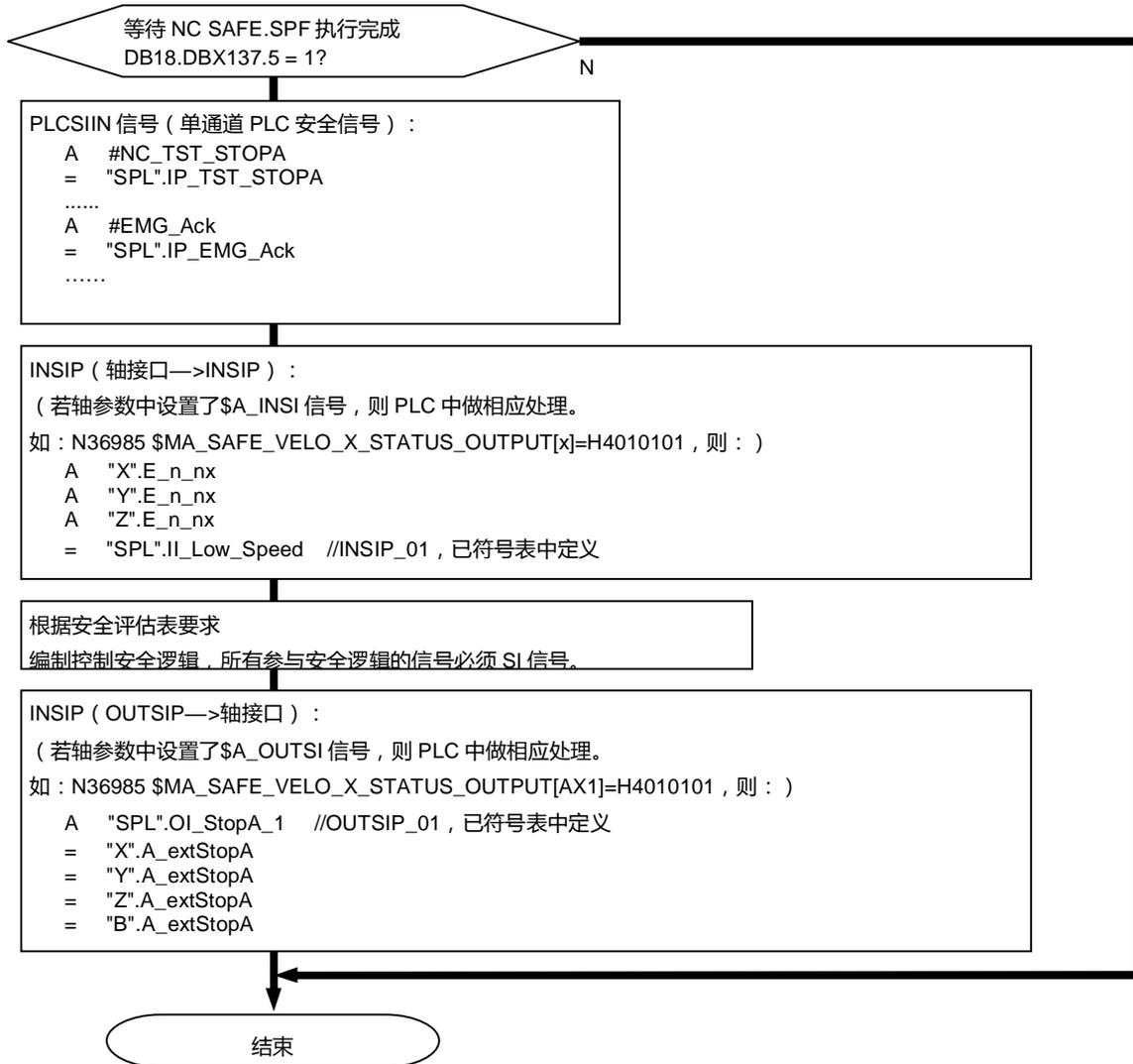
## 7.6 SPL 安全逻辑编程

确保 NC、PLC 安全逻辑一致，否则出发数据交叉检验报警。

### 7.6.1 PLC 安全逻辑编程

流程：

7.7 NC 安全数据校验



7.6.2 NC 安全逻辑编程

在 SAFE.SPF 子程序中编制 NC 侧的安全控制逻辑。

7.6.3 检查 NC、PLC 安全控制逻辑一致性

使用安全信号诊断功能，确认安全逻辑一致性



7.7 NC 安全数据校验

只要修改与安全相关的 NC 数据，需要重新生成数据校验码。操作步骤如下：

### 7.7.1 配置驱动的 SI 功能

驱动首次调试或出厂设置之后，需要配置驱动的 SI 功能。



### 7.7.2 复制 SI 数据

只要修改安全相关的设置数据，就需要此步操作。



复制数据后 NCK 复位。

### 7.7.3 确认 SI 数据

只要修改安全相关的设置数据，就需要此步操作。

同“复制 SI 数据”步骤一样，之后 NC 复位。

### 7.8 安全功能监控、诊断

诊断中的安全菜单用于安全功能的测试、诊断。

诊断 -> 安全

7.8 安全功能监控、诊断

7.8.1 轴安全状态

安全集成  
状态

SBH : 安全位置监控

SG : 安全速度监控

SV level : 当前 SG

实际安全速度限制

设定安全速度限制

SE : 安全限位

当前激活的停止

外部停止请求

Signal	NCK	Drive Unit
Safe actual position	297.744	297.744 mm
Different NCK/drive positions	0.000	- mm
Monitoring "Safe operational stop" a...	No	No
Monitoring "Safe velocity" is act.	Yes	Yes
Active SV level	2	2
Active SV override factor	None	-
Safe actual velocity limit	2000.000	- mm/min
Set velocity limitation	1700.000	- mm/min
Current velocity difference	0.000	- mm/min
Maximum velocity difference	0.000	- mm/min
Active safe software limit switch	not assignable	not assignable
Active gear ration (stage)	1	1
Active stop	None	None
Currentlu requested external stop	None	None
Stop F code value	-	0
Pulses enabled	Yes	Yes
Tr.lock through STOP in other axis	No	-

7.8.2 轴接口的安全信号

F-DI/DO

显示轴接口区域的安全信号。

轴接口输入信号：  
DB3x.DBW22  
DB3x.DBW32

轴接口输出信号：  
DB3x.DBW108  
DB3x.DBW110  
.....

安全输入信号	安全输出信号
安全输入信号 NCK 位15..0	0000 0000 0000 0010
安全输入信号 NCK 位31..16	0000 0000 0011 1100
安全输入信号驱动位31..16	0000 0000 0011 1100
安全输出信号 NCK 位15..0	0000 0000 0000 0101
安全输出信号驱动位15..0	0000 0000 0000 0001
安全输出信号 NCK 位31..16	0000 0000 0010 0000
安全输出信号驱动位31..16	0000 0000 0010 0000
安全凸轮信号 NCK 位15..0	0000 0000 0000 0000
安全凸轮信号驱动位15..0	0000 0000 0000 0000

7.8.3 安全信号诊断

SPL

选择安全信号类型、范围：  
INSE/OUTSE.....

安全信号在 NC 侧和 PLC 侧  
状态

变量	位	格式	区域	值
\$A_INSE(P)	08..01	B	NCK: 0000 1110 PLC: 0000 1110	
\$A_OUTSE(P)	08..01	B	NCK: 0000 0000 PLC: 0000 0000	
\$A_INSI(P)	08..01	B	NCK: 0000 0000 PLC: 0000 0000	
\$A_OUTSI(P)	08..01	B	NCK: 0000 0000 PLC: 0000 0000	

信号

信号	值
交叉比较表填充水平	0
交叉比较表状态	未出现故障
交叉比较表控制字	交叉检验公差时间 1s
SPL引导状态	0110 0110 0000 1111
SPL 启动	是
SPL 接口已经参数化	是
SPL 编程文件SAFE.SPF已装载	是
NCK状态和PLC状态	NCK 和 PLC 在循环方式

7.8.4 安全撞块信号

凸轮F-D0

显示定义轴安全撞块信号状态。

SN : 4 组安全撞块状态

当前安全轴坐标

选择安全轴

Signal	NCK	Drive Unit
Position > Cam SN1+	No	No
Position > Cam SN1-	Yes	Yes
Position > Cam SN2+	No	No
Position > Cam SN2-	Yes	Yes
Position > Cam SN3+	No	No
Position > Cam SN3-	Yes	Yes
Position > Cam SN4+	No	No
Position > Cam SN4-	Yes	Yes
Cam Synchronization/Hysteresis	Yes	Yes
Safe actual position	-3.360	-3.359 mm



## 第8章 安全功能检测报告

使用 SiniCom NC 软件生成检测报告。

<u>Company name</u>	
SINUMERIK Safety Integrated®	
Acceptance Certificate, SI Functions [Modification Certificate]	
Machine	2013_0121
Type	mill
Serial No.	123
SINUMERIK Safety Integrated® Safe to say, more than just a control	
Acceptance Certificate, SI functions	Page 1 of 32
20130121_Certificate.rtf 14/10/2013	



## 第9章 附录

## 9.1 Sinumerik 安全功能名称与通用安全标准名称对照表

Sinumerik 安全集成功能名称		EN 61800-5-2 标准功能名称	
名称	缩写	名称	缩写
Safe standstill ( STOP A )	SH	Safe Torque Off	STO
STOP B	-	Safe Stop 1	SS1
STOP C	-	Safe Stop 2	SS2
STOP D	-	Safe Stop 2	SS2
STOP E	-	Safe Stop 2	SS2
Safe acceleration monitoring	SBR	-	-
Safe Operating Stop	SBH	Safe Operating Stop	SOS
Safely reduced speed	SG	Safely-limited speed	SLS
Safety reduce speed – specific setpoint limiting	-	-	-
Safe software limit switch	SE	Safely-limited position	SLS
Safe Brake Management	SBM	-	-
Safe Brake Control	SBC	Safe Brake Control	SBC
Safe Brake Test	SBT	-	-
Safe software cam , safe cam track	SN	Safe cams	SCA
n<n <sub>x</sub>	-	Safe Speed Monitor	SSM
Safety-related I/O	SEG/SGA F-DI/F-DO	-	-
Safe Programmable Logic	SPL	-	-
Safe software relay	-	-	-

## 9.2 轴 SI 输入接口信号

DB 31...	Signals from/to the drive							
Byte	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
DBB 22				SG selection Bit 1   Bit 0		Acknowledgem., communic. failure	SBH Deselec- tion	SBH/SG Deselec- tion
DBB 23	Test stop Selection		Close brake	SE Selection		Gear ratio selection Bit 2   Bit 1   Bit 0		
SGE (signals to the drive)								
DBB 32			Deselect ext. STOP_E	Deselect ext. STOP_D	Deselect ext. STOP_C	Deselect ext. STOP_A		
DBB 33	SG correction select/override Bit 3   Bit 2   Bit 1   Bit 0							

## 9.3 轴 SI 输出接口信号

DB 31...	Signals from/to the drive							
Byte	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0

9.4 DB18 接口信号

DBB 108	Axis safely referenced			Communication failure not acknowl.	Fault data transfer	"Pulses cancelled" status	Communication failure	SBH/SG active
DBB 109	SN4-	SN4+	SN3-	SN3+	SN2-	SN2+	SN1-	SN1+
Cam signals of the plus and minus cams Cam position								
DBB 110			$n < n_x$	SG active			SBH active	
				Bit 1	Bit 0			
DBB 111	STOP_E active	STOP_D active	STOP_C Active	STOP_A/B Active				
DBB 112	Cam range for cam track 1							
DBB 113	Cam range for cam track 2							
DBB 114	Cam range for cam track 3							
DBB 115	Cam range for cam track 4							
DBB 116								
DBB 117					Cam track 4	Cam track 3	Cam track 2	Cam track 1
Cam track 1								
DBB 118	Cam 8	Cam 7	Cam 6	Cam 5	Cam 4	Cam 3	Cam 2	Cam 1
Cam track 1								
DBB 119		Cam 15	Cam 14	Cam 13	Cam 12	Cam 11	Cam 10	Cam 9
Cam track 2								
DBB 120	Cam 8	Cam 7	Cam 6	Cam 5	Cam 4	Cam 3	Cam 2	Cam 1
Cam track 2								
DBB 121		Cam 15	Cam 14	Cam 13	Cam 12	Cam 11	Cam 10	Cam 9
Cam track 3								
DBB 122	Cam 8	Cam 7	Cam 6	Cam 5	Cam 4	Cam 3	Cam 2	Cam 1
Cam track 3								
DBB 123		Cam 15	Cam 14	Cam 13	Cam 12	Cam 11	Cam 10	Cam 9
Cam track 4								
DBB 124	Cam 8	Cam 7	Cam 6	Cam 5	Cam 4	Cam 3	Cam 2	Cam 1
Cam track 4								
DBB 125		Cam 15	Cam 14	Cam 13	Cam 12	Cam 11	Cam 10	Cam 9
Note: DB 31 / 32 / 33 ... contains the interface signals for axis/spindle 1 / 2 / 3 ...								

9.4 DB18 接口信号

DB 18		Signals for safety SPL						
DBB36							STOP_MODE	SPL_READY
DBB37								

DB 18		Signals for safety SPL						
Data block		Interface PLC ---> NCK						
Byte	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
	<i>Data area of SPL inputs/outputs</i>							
DBD 38								
	SPL_DATA.INSEP[1 ...32]							
DBD 42								
	SPL_DATA.INSEP[33 ...64]							
DBD 46								
	SPL_DATA.OUTSEP[1 ...32]							
DBD 50								
	SPL_DATA.OUTSEP[33 ...64]							
	SPL_DATA.INSIP[1 ...32]							

DB 18		Signals for safety SPL						
DBD 54								
	SPL_DATA.INSIP[33 ...64]							
DBD 58								
	SPL_DATA.OUTSIP[1 ...32]							
DBD 62								
	SPL_DATA.OUTSIP[33 ...64]							
DBD 66								
	SPL_DATA.MARKERSIP[1 ...32]							
DBD 70								
	SPL_DATA.MARKERSIP[33 ...64]							
DBD 74								

## 9.4 DB18 接口信号

DB 18		Signals for safety SPL						
Data block		Interface PLC ---> NCK						
Byte	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
<i>Data area of single-channel inputs/outputs</i>								
DBB128	PLCSIOUT[1 ...8]							
DBB129	PLCSIOUT[9 ...16]							
DBB130	PLCSIOUT[17 ...24]							
DBB131	PLCSIOUT[25 ...32]							
DBB132	PLCSIIN[1 ...8]							
DBB133	PLCSIIN[9 ...16]							
DBB134	PLCSIIN[17 ...24]							
DBB135	PLCSIIN[25 ...32]							
DBW136	SPL status[1 ...16]							

**SPL status signals for DB18.DBW136**

DB18.DBX136.0	SPL_STATUS[1]	NCK-SPL interfaces parameterized
DB18.DBX136.1	SPL_STATUS[2]	NCK-SPL program file exists
DB18.DBX136.2	SPL_STATUS[3]	NCK waits for the PLC to boot
DB18.DBX136.3	SPL_STATUS[4]	NCK and PLC in cyclic operation
DB18.DBX136.4	SPL_STATUS[5]	Call FB4 processing for SPL
DB18.DBX136.5	SPL_STATUS[6]	Exit FB4 processing for SPL
DB18.DBX136.6	SPL_STATUS[7]	Call FC9 processing for SPL
DB18.DBX136.7	SPL_STATUS[8]	Exit FC9 processing for SPL
DB18.DBX137.0	SPL_STATUS[9]	SPL start implemented using PROG_EVENT mechanism
DB18.DBX137.1	SPL_STATUS[10]	Crosswise data comparison started, NCK
DB18.DBX137.2	SPL_STATUS[11]	Crosswise data comparison started, PLC
DB18.DBX137.3	SPL_STATUS[12]	NCK-SPL checksum checking active
DB18.DBX137.4	SPL_STATUS[13]	All SPL protective mechanisms active
DB18.DBX137.5	SPL_STATUS[14]	End of SPL program reached
DB18.DBX137.6	SPL_STATUS[15]	SPL start via Safety-PowerOn
DB18.DBX137.7	SPL_STATUS[16]	Not assigned

## 9.5 轴安全功能 INSI/OUTSI 参数设置概览

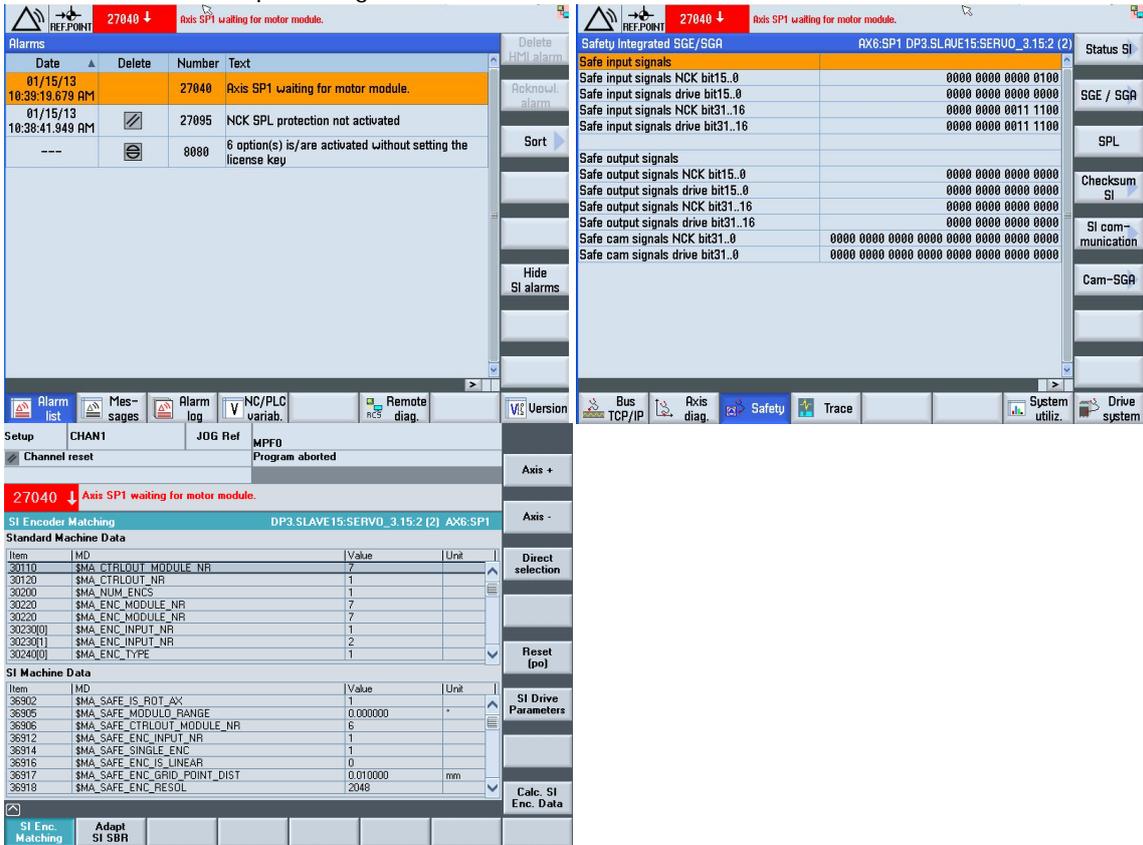
参数	含义	\$A_OUTSI	设置值
MD36970 \$MA_SAFE_SVSS_DISABLE_INPUT	SBH/SG		
MD36971 \$MA_SAFE_SS_DISABLE_INPUT	SBH		
MD36972[0] \$MA_SAFE_VELO_SELECT_INPUT	SG Bit0		
MD36972[1] \$MA_SAFE_VELO_SELECT_INPUT	SG Bit1		
MD36973 \$MA_SAFE_POS_SELECT_INPUT	SE		
MD36974[0] \$MA_SAFE_GEAR_SELECT_INPUT	gearbox		
MD36974[1] \$MA_SAFE_GEAR_SELECT_INPUT	gearbox		
MD36974[2] \$MA_SAFE_GEAR_SELECT_INPUT	gearbox		
MD36974[3] \$MA_SAFE_GEAR_SELECT_INPUT	gearbox		
MD36977[0] \$MA_SAFE_EXT_STOP_INPUT	STOP A/B		
MD36977[1] \$MA_SAFE_EXT_STOP_INPUT	STOP C		
MD36977[2] \$MA_SAFE_EXT_STOP_INPUT	STOP D		
MD36977[3] \$MA_SAFE_EXT_STOP_INPUT	STOP E		
MD36978[0] \$MA_SAFE_OVR_INPUT	SG Ovr Bit0		
MD36978[1] \$MA_SAFE_OVR_INPUT	SG Ovr Bit1		
MD36978[2] \$MA_SAFE_OVR_INPUT	SG Ovr Bit2		
MD36978[3] \$MA_SAFE_OVR_INPUT	SG Ovr Bit3		

参数	含义	\$A_INSI	设置值
MD36980 \$MA_SAFE_SVSS_STATUS_OUTPUT	SBH/SG		
MD36981 \$MA_SAFE_SS_STATUS_OUTPUT	SBH		
MD36982[0] \$MA_SAFE_VELO_STATUS_OUTPUT	SG Bit0		
MD36982[1] \$MA_SAFE_VELO_STATUS_OUTPUT	SG Bit1		
MD36985 \$MA_SAFE_VELO_X_STATUS_OUTPUT	n<nx		
MD36987 \$MA_SAFE_REFP_STATUS_OUTPUT	Safely Ref		
MD36988[0] \$MA_SAFE_CAM_PLUS_OUTPUT	SN1+		
MD36988[1] \$MA_SAFE_CAM_PLUS_OUTPUT	SN2+		
MD36988[2] \$MA_SAFE_CAM_PLUS_OUTPUT	SN3+		
MD36988[3] \$MA_SAFE_CAM_PLUS_OUTPUT	SN4+		
MD36989[0] \$MA_SAFE_CAM_MINUS_OUTPUT	SN1-		
MD36989[1] \$MA_SAFE_CAM_MINUS_OUTPUT	SN2-		
MD36989[2] \$MA_SAFE_CAM_MINUS_OUTPUT	SN3-		
MD36989[3] \$MA_SAFE_CAM_MINUS_OUTPUT	SN4-		
MD36990[0] \$MA_SAFE_ACT_STOP_OUTPUT	STOP A/B		
MD36990[1] \$MA_SAFE_ACT_STOP_OUTPUT	STOP C		
MD36990[2] \$MA_SAFE_ACT_STOP_OUTPUT	STOP D		
MD36990[3] \$MA_SAFE_ACT_STOP_OUTPUT	STOP E		

9.6 报警

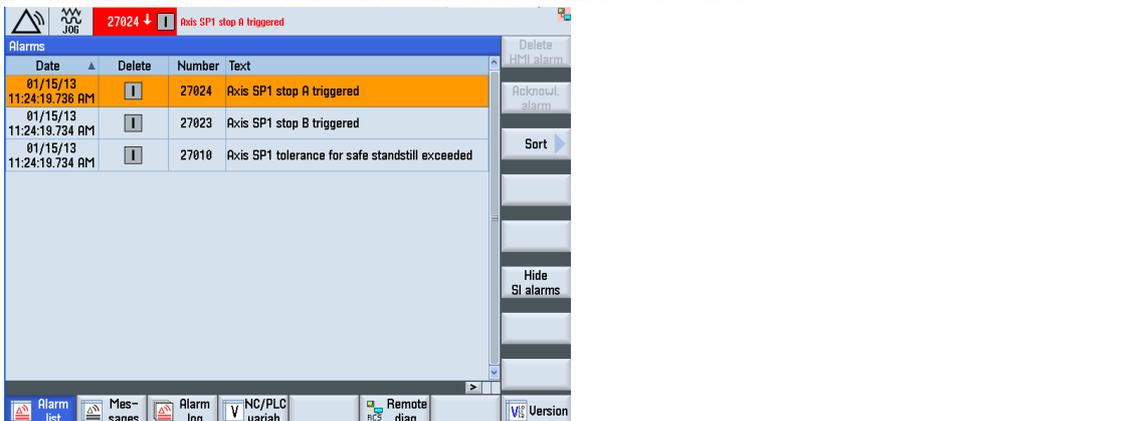
9.6 报警

9.6.1 Alarm 27040 axis sp waiting for module



MD36906 = MD30110

9.6.2 Alarm 27010 Axis SP1 tolerance for safe standstill exceeded

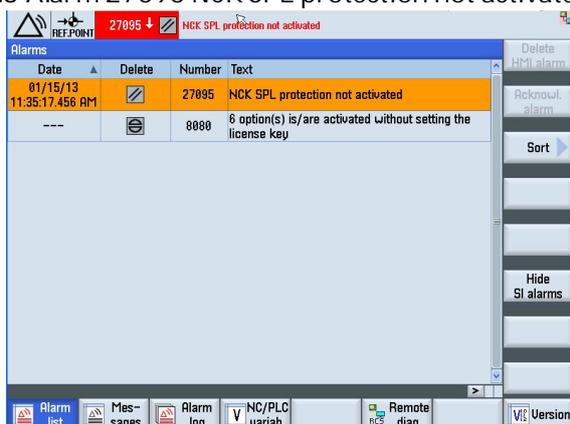


轴在处于 STOP A 状态下 (SH)，自动监控静止速度容差。当轴受外力旋转，超出速度容差，触发报警。

建议：

主轴使用 STOP A 功能时，设置适当的转速容差。

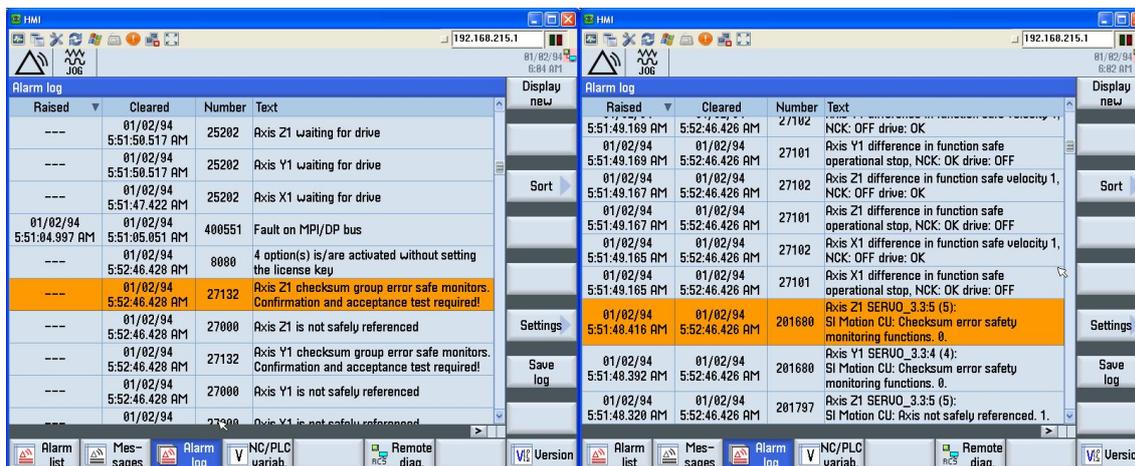
## 9.6.3 Alarm 27095 NCK SPL protection not activated



依据手册增加 SPL 保护。

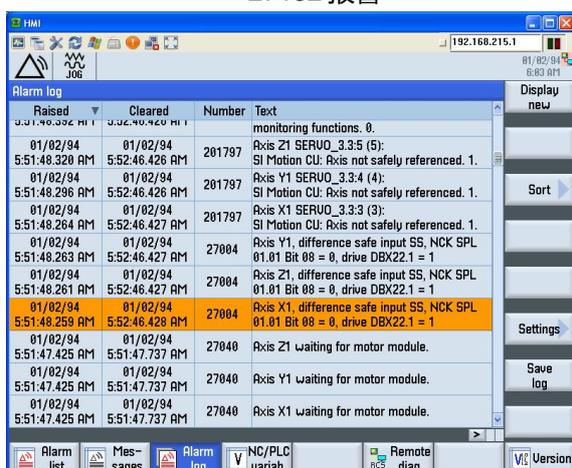
## 9.6.4 Alarm 27132, 201680, 27004

X1 轴调试完成后，激活 Y1 和 Z1 的安全功能。Y1 和 Z1 设置和 X1 一致，NX 10 有红灯，且有如下报警：



27132 报警

201680 报警



## 27004 报警

清除报警步骤

- Safety -> Activate drive startup
- Safety -> Deactivate drive startup
- Copy SI data
- NCK Reset

9.6 报警

- Confirm SI data
- NCK Reset

9.6.5 Alarm 27013

Date	Delete	Number	Text
01/02/94 7:25:36.815 PM	<input type="checkbox"/>	27024	Axis Z1 stop A triggered
01/02/94 7:25:36.815 PM	<input type="checkbox"/>	27013	Axis Z1 Safe monitoring for acceleration exceeded
01/02/94 7:25:36.813 PM	<input type="checkbox"/>	27024	Axis X1 stop A triggered
01/02/94 7:25:36.813 PM	<input type="checkbox"/>	27013	Axis X1 Safe monitoring for acceleration exceeded

**27013** Axis %1 Safe monitoring for acceleration exceeded

**Parameters:** %1 = Axis number

**Definitions:** After the initiation of STOP B or C, the velocity exceeded the tolerance value entered in MD \$MA\_SAFE\_STOP\_VELO\_TOL.

**Reaction:**

- Mode group not ready
- Channel not ready
- NC Start disable in this channel.
- Interface signals are set.
- Alarm display
- NC Stop on alarm.
- Channel not ready

**Remedy:** Check MD \$MA\_SAFE\_STOP\_VELO\_TOL. Check the braking behavior of the affected drive.

**Program:** Switch control OFF - ON.

**Continuation:**

N36948 \$MA\_SAFE\_STOP\_VELO\_TOL[AX1]=800

9.6.6 Alarm 27010

Date	Delete	Number	Text
01/02/94 7:41:46.462 PM	<input type="checkbox"/>	27024	Axis Z1 stop A triggered
01/02/94 7:41:46.462 PM	<input type="checkbox"/>	27024	Axis X1 stop A triggered
01/02/94 7:41:46.458 PM	<input type="checkbox"/>	27024	Axis Y1 stop A triggered
01/02/94 7:41:46.364 PM	<input type="checkbox"/>	27023	Axis Z1 stop B triggered
01/02/94 7:41:46.363 PM	<input type="checkbox"/>	27010	Axis Z1 tolerance for safe standstill exceeded
01/02/94 7:41:46.362 PM	<input type="checkbox"/>	27023	Axis X1 stop B triggered
01/02/94 7:41:46.361 PM	<input type="checkbox"/>	27010	Axis X1 tolerance for safe standstill exceeded
01/02/94 7:41:46.360 PM	<input type="checkbox"/>	27023	Axis Y1 stop B triggered
01/02/94 7:41:46.359 PM	<input type="checkbox"/>	27010	Axis Y1 tolerance for safe standstill exceeded

**27010** Axis %1 tolerance for safe standstill exceeded

**Parameters:** %1 = Axis number

**Definitions:** The axis has moved too far away from the setpoint position. It is further away than allowed in MD \$MA\_SAFE\_STANDSTILL\_TOL. The alarm can be reprogrammed in the MD \$MN\_ALARM\_REACTION\_CHAN\_NOREADY (channel not ready).

**Reaction:**

- Mode group not ready
- Channel not ready
- NC Start disable in this channel.
- Interface signals are set.
- Alarm display
- NC Stop on alarm.
- Channel not ready

N36930 \$MA\_SAFE\_STANDSTILL\_TOL[AX1]=5

## 9.6.7 Alarm 201041

## NX10的RDY红灯亮

Date	Delete	Number	Text
01/02/94 8:22:46.530 PM	<input checked="" type="checkbox"/>	25201	Axis SP1 drive fault
01/02/94 8:22:13.779 PM	<input type="checkbox"/>	201797	Axis Z1 SERUO_3.3.5 (5): SI Motion CU: Axis not safely referenced. 1.
01/02/94 8:22:13.731 PM	<input type="checkbox"/>	201797	Axis Y1 SERUO_3.3.4 (4): SI Motion CU: Axis not safely referenced. 1.
01/02/94 8:22:13.707 PM	<input type="checkbox"/>	201797	Axis X1 SERUO_3.3.3 (3): SI Motion CU: Axis not safely referenced. 1.
01/02/94 8:22:12.961 PM	<input type="checkbox"/>	201041	Axis SP1 SERUO_3.15.2 (2): Parameter save necessary 0.
01/02/94 8:22:12.511 PM	<input type="checkbox"/>	201041	DP003.Slave015: CU_NX_3.15.1 (1): Parameter save necessary 0.
----		27000	Axis Z1 is not safely referenced
----		27000	Axis Y1 is not safely referenced
----		27000	Axis X1 is not safely referenced

## 清除报警步骤

- Safety -> Activate drive startup
- Safety -> Deactivate drive startup
- Copy SI data
- NCK Reset
- Confirm SI data
- NCK Reset

## 9.6.8 Alarm 27003

## 主轴在 NX10 上，

Date	Delete	Number	Text
01/24/12 14:27:4.646 PM	<input checked="" type="checkbox"/>	27004	Axis Y1, difference safe input SS, NCK SPL 01.01 Bit 08 = 0, drive DBX22.1 = 1
01/24/12 14:27:4.646 PM	<input checked="" type="checkbox"/>	27004	Axis X1, difference safe input SS, NCK SPL 01.01 Bit 08 = 0, drive DBX22.1 = 1
01/24/12 14:27:4.626 PM	<input type="checkbox"/>	201797	Axis X1 SERUO_3.3.3 (3): SI Motion CU: Axis not safely referenced. 1.
01/24/12 14:27:4.342 PM	<input type="checkbox"/>	22001	Block Axis SP1: Brake ramp longer than Stop D time. Reason: 1.
01/24/12 14:27:3.951 PM	<input type="checkbox"/>	27040	Axis SP1 waiting for motor module.
01/24/12 14:26:42.206 PM	<input checked="" type="checkbox"/>	27097	SPL start not executed
----	<input type="checkbox"/>	8080	4 option(s) is/are activated without setting the license key
----	<input checked="" type="checkbox"/>	27033	Axis SP1 parameterization of MD \$MA_IS_ROT_AX[0] invalid
----		27000	Axis Z1 is not safely referenced
----		27000	Axis Y1 is not safely referenced
----		27000	Axis X1 is not safely referenced

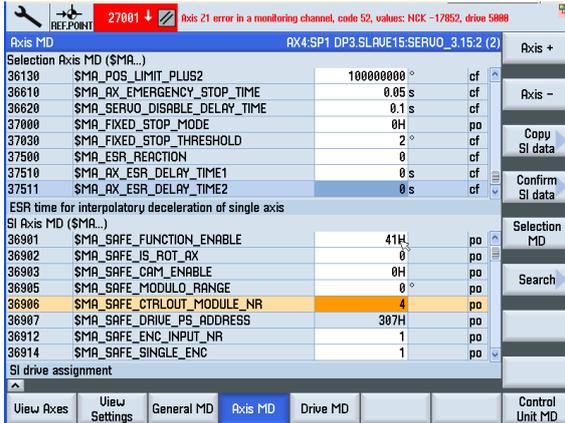
## 修改

N36902 \$MA\_SAFE\_IS\_ROT\_AX[AX4]=1

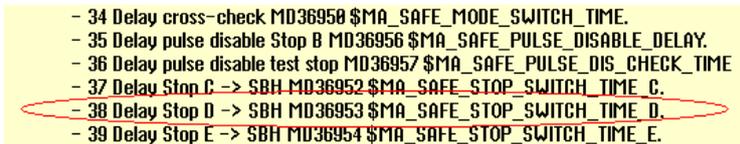
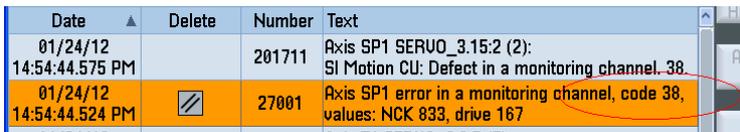
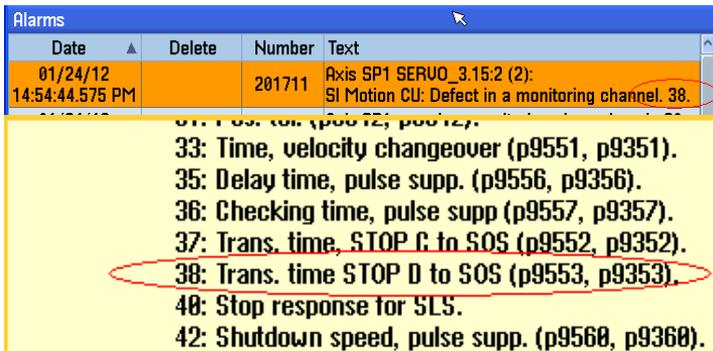
## 修改

N36906 \$MA\_SAFE\_CTRLOUT\_MODULE\_NR[AX4]=7

9.6 报警



9.6.9 Alarm 201711



修改 9553 =5000ms

p9550	SI Motion SGE changeover tolerance time (Co...	500.00 ms
p9551	SI Motion SLS (SG) changeover delay time (Co...	100.00 ms
p9552	SI Motion transition time STOP C to SOS (SBH)...	100.00 ms
p9553	SI Motion transition time STOP D to SOS (SBH)...	5000.00 ms
p9554	SI Motion transition time STOP E to SOS (SBH)...	100.00 ms

- Active drive startup
- Deactive drive startup
- Copy SI data
- NCK reset
- Confirm SI data
- NCK reset

9.6.10 Alarm 27004



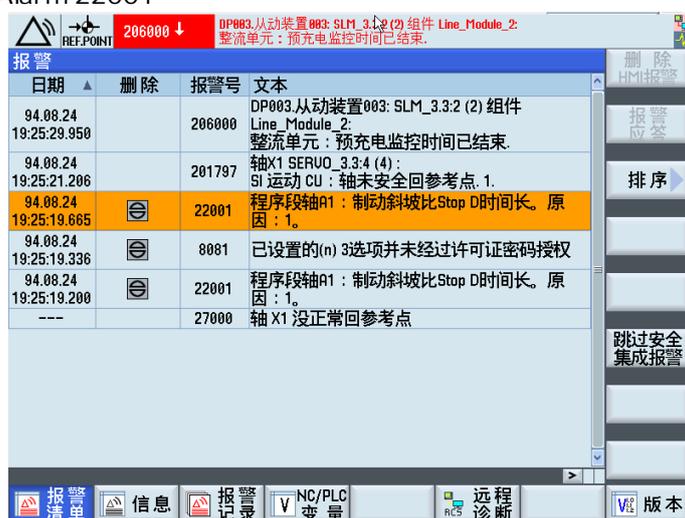
<b>27004</b>	<b>Axis %1, difference safe input %2, NCK %3, drive %4</b>
<b>Parameters:</b>	%1 = Axis number %2 = <b>Monitoring input</b> %3 = <b>Interface identifier NCK input</b> %4 = Interface identifier drive input
<b>Definitions:</b>	A difference has been found on the specified safe input. The state of the specified input signal differed in the two monitoring channels NCK and drive during the duration set in \$MA_SAFE_MODE_SWITCH_TIME.  Monitoring in question (%2): SS/SV = Difference in SGE "Deselection of safe operating stop/Safe velocity" SS = Difference in SGE "Safe operating stop" SV = Difference in SGE "Selection safe velocity" SP = Difference in SGE "Selection safe limit position" SUOVR = Difference in SGEs "Selection SG correction"

报警输入%2 = **SP**，SP：安全限位 NC，PLC 设置不一致。

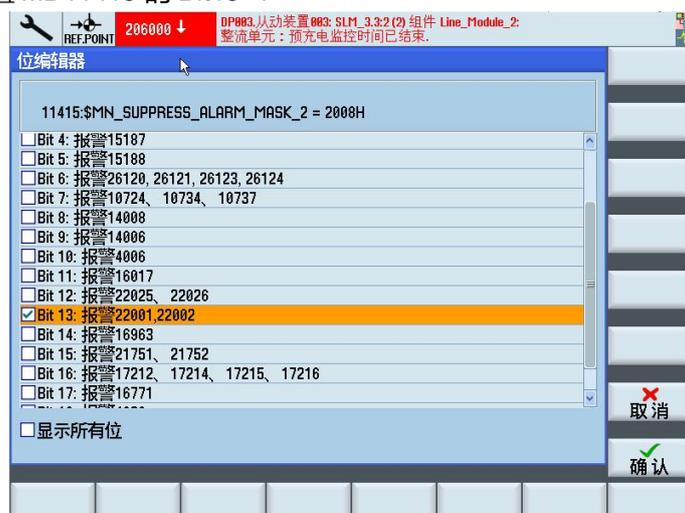
处理方案：

- 1) 修改 IPO 周期 6ms，Profisafe I/O 周期 12ms 无效果。
- 2) Copy，Confirm 之前，激活/禁止驱动安全功能，无效果。
- 3) 检查轴 SE 控制接口设置参数，NC 设置了而 PLC 未处理。

### 9.6.11 Alarm 22001

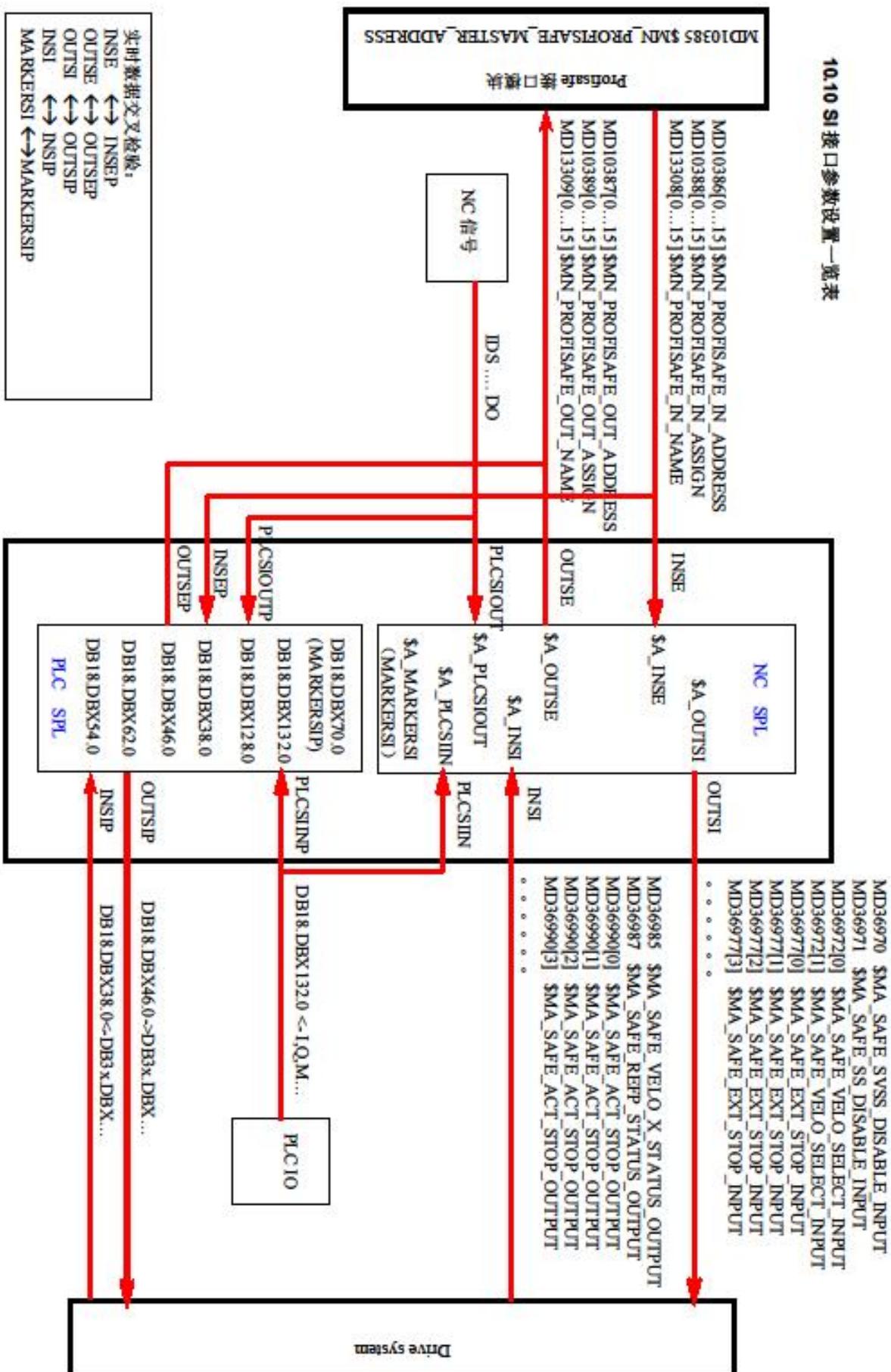


设置 MD11415 的 Bit13=1





10.10 SI 接口参数设置一览表



实时数据交叉检验：  
 INSE ↔ INSEP  
 OUTSE ↔ OUTSEP  
 OUTSI ↔ OUTSIP  
 INSI ↔ INSIP  
 MARKERSI ↔ MARKERSIP

## 9.8 编程举例

根据 7.2 的举例编制的安全逻辑程序。用户可根据 SAFE 定义的符号反推 PLC 符号表。

PLC 源代码	NC SAFE. SPF 子程序
<pre> FUNCTION FC 510 : VOID TITLE = { S7_language := '9(1) English (United States) 05.09.2013 15:16:14' } VERSION : 0.1  VAR_INPUT NC_TST_STOPA : BOOL ; NC_TST_STOPC : BOOL ; NC_TST_STOPD : BOOL ; PLC_TST_STOPA : BOOL ; PLC_TST_STOPC : BOOL ; PLC_TST_STOPD : BOOL ; EMG_Ack : BOOL ; END_VAR VAR_OUTPUT ref : WORD ; END_VAR VAR_TEMP aux : ARRAY [0 .. 15] OF BOOL ; END_VAR BEGIN  NETWORK TITLE =初始化  //Safe 程序保护 CLR ; = "SPL".SPL_READY;  //内部局部变量初始化 L #ref; T LW 0;  //等待 Safe.spf 执行结束  //aux[1] : FB10 上电初始化脉冲 A DB18.DBX 137.5; FP #aux[0]; = #aux[1];  AN DB18.DBX 137.5; JC END0;  NETWORK TITLE =单通道信号 PLC signal-&gt; PLCSIIN </pre>	<pre> ; SAFE_CHECKSUM = 00068afch ;840D sl Intergrated function test program ;Data 2013-2-21 ;dg N10 PROC SAFE ;SBLOF DISPLOF ;Automatic creat IDS Number N20 DEF INT IDSNR = 20 N30 DEFINE NEXT_IDS AS IDSNR = IDSNR+1 ; ===== Define INSE as IE ===== N40 DEFINE IE_EMG AS \$A_INSE[1] N50 DEFINE IE_Door AS \$A_INSE[2] N60 DEFINE IE_Enable_Key AS \$A_INSE[3] N70 DEFINE IE_DoorOpenReq AS \$A_INSE[4] ; ===== Define OUTSE as OE ===== N80 DEFINE OE_Door_Relay AS \$A_OUTSE[1] ; ===== Define INSI as II ===== N90 DEFINE II_Low_Speed AS \$A_INSI[1] N100 DEFINE II_StopA_B AS \$A_INSI[2] N110 DEFINE II_StopC AS \$A_INSI[3] N120 DEFINE II_StopD AS \$A_INSI[4] ; ===== Define OUTSI as OI ===== ; ===== Define Feed axis OI ===== N130 DEFINE OI_STOPA_1 AS \$A_OUTSI[1] N140 DEFINE OI_STOPC_1 AS \$A_OUTSI[2] N150 DEFINE OI_STOPD_1 AS \$A_OUTSI[3] N160 DEFINE OI_STOPE_1 AS \$A_OUTSI[4] N170 DEFINE OI_SBH_SG_1 AS \$A_OUTSI[5] N180 DEFINE OI_SG_1 AS \$A_OUTSI[6] N190 DEFINE OI_SG_Bit0_1 AS \$A_OUTSI[7] N200 DEFINE OI_SG_Bit1_1 AS \$A_OUTSI[8] DEFINE OI_SE_1 AS \$A_OUTSI[9] ; ===== Define Spinde OI ===== N210 DEFINE OI_STOPA_2 AS \$A_OUTSI[12] N220 DEFINE OI_STOPC_2 AS \$A_OUTSI[13] N230 DEFINE OI_STOPD_2 AS \$A_OUTSI[14] N240 DEFINE OI_STOPE_2 AS \$A_OUTSI[15] N250 DEFINE OI_SBH_SG_2 AS \$A_OUTSI[16] N260 DEFINE OI_SG_2 AS \$A_OUTSI[17] N270 DEFINE OI_SG_Bit0_2 AS \$A_OUTSI[18] ;DEFINE OI_SG_Bit1_2 AS \$A_OUTSI[19] ; ===== Define MARKERSI as MI ===== N280 DEFINE MI_Q1_1 AS \$A_MARKERSI[1] N290 DEFINE MI_Q2_1 AS \$A_MARKERSI[2] N300 DEFINE MI_E1_1 AS \$A_MARKERSI[3] N310 DEFINE MI_E2_1 AS \$A_MARKERSI[4] N320 DEFINE MI_E3_1 AS \$A_MARKERSI[5] N330 DEFINE MI_A0_1 AS \$A_MARKERSI[6] N340 DEFINE MI_A1_1 AS \$A_MARKERSI[7] N350 DEFINE MI_A2_1 AS \$A_MARKERSI[8] N360 DEFINE MI_A3_1 AS \$A_MARKERSI[9] N370 DEFINE MI_DoorOpen_S1 AS \$A_MARKERSI[49] </pre>

<pre>//外部停测试信号，高电平有效 A #NC_TST_STOPA; = "SPL".IP_TST_STOPA; A #NC_TST_STOPC; = "SPL".IP_TST_STOPC; A #NC_TST_STOPD; = "SPL".IP_TST_STOPD; A #EMG_Ack; = "SPL".IP_EMG_Ack;  A I 7.3; = "SPL".IP_SE;</pre>	<pre>N380 DEFINE MI_DoorOpen_S2 AS \$A_MARKERSI[50] N390 DEFINE MI_StopA_NC_1 AS \$A_MARKERSI[33] N400 DEFINE MI_StopA_NO_1 AS \$A_MARKERSI[34] N410 DEFINE MI_StopC_NC_1 AS \$A_MARKERSI[35] N420 DEFINE MI_StopC_NO_1 AS \$A_MARKERSI[36] N430 DEFINE MI_StopD_NC_1 AS \$A_MARKERSI[37] N440 DEFINE MI_StopD_NO_1 AS \$A_MARKERSI[38] N450 DEFINE MI_StopA_NC_2 AS \$A_MARKERSI[41] N460 DEFINE MI_StopA_NO_2 AS \$A_MARKERSI[42] N470 DEFINE MI_StopC_NC_2 AS \$A_MARKERSI[43] N480 DEFINE MI_StopC_NO_2 AS \$A_MARKERSI[44] N490 DEFINE MI_StopD_NC_2 AS \$A_MARKERSI[45] N500 DEFINE MI_StopD_NO_2 AS \$A_MARKERSI[46] ; =====Define PLCSIIN as IP===== N510 DEFINE IP_TST_STOPA AS \$A_PLCSIIN[1] N520 DEFINE IP_TST_STOPC AS \$A_PLCSIIN[2] N530 DEFINE IP_TST_STOPD AS \$A_PLCSIIN[3] N540 DEFINE IP_Door_Open_Req AS \$A_PLCSIIN[4] N550 DEFINE IP_EMG_Ack AS \$A_PLCSIIN[5] DEFINE IP_SE AS \$A_PLCSIIN[6] ; =====Define PLCSIOUT as OP===== N560 DEFINE OP_EMG AS \$A_PLCSIOUT[1] ; =====Define SI Timer ===== N570 DEFINE SI_Timer1 AS \$A_TIMERSI[1]</pre>
<pre>NETWORK TITLE =SPL - 急停控制 A "SPL".IE_EMG; = "SPL".MI_E1_1; SET ; S "SPL".MI_E2_1; A "SPL".IP_EMG_Ack; = "SPL".MI_Q1_1; CALL "SI_Relais", DB 300 ( In1 := "SPL".MI_E1_1, In2 := "SPL".MI_E2_1, In3 := TRUE, Quit1 := "SPL".MI_Q1_1, Quit2 := "SPL".MI_Q2_1, TimeValue1 := T#3S, TimeValue2 := T#5S, TimeValue3 := T#8S, Out0 := "SPL".MI_A0_1, Out1 := "SPL".MI_A1_1, Out2 := "SPL".MI_A2_1, Out3 := "SPL".MI_A3_1, FirstRun := #aux[1]);</pre>	<pre>; ===== SI Relay return parameter ===== ; Define SI relay variable N580 DEF INT R_IN, R_OUT, R_TIMER N590 DEFINE R_ST AS \$AC_MARKER[1] N600 DEF REAL TST_Time, Delay_T1, Delay_T2, Delay_T3 ; ===== Setting SI Timer delay times ===== N610 TST_Time = 0.3 N620 Delay_T1 = 3 N630 Delay_T2 = 5 N640 Delay_T3 = 8 ; ===== SI Relay ===== N650 SIRELIN(1,R_IN,"MI_Q1_1","MI_Q2_1","MI_E1_1","MI_E2_1") N660 SIRELOUT(1,R_OUT,"MI_A0_1","MI_A1_1","MI_A2_1","MI_A3_1") N670 SIRELTIME(1,R_TIMER,TST_Time,Delay_T1,Delay_T2,Delay_T3) ; ===== EMG and EMG_ACK ===== ;IP_TST STOP A/C/D function test N680 IDS=IDSNR DO MI_E1_1 = IE_EMG MI_E2_1 = 1 MI_Q1_1 = IP_EMG_Ack N690 NEXT_IDS N700 IDS=IDSNR DO R_ST = SIRELAY(1) N710 NEXT_IDS ; R1=R_ST</pre>

9.8 编程举例

<pre> NETWORK TITLE =SPL 外部停(第一组) //StopA-1 常闭 A "SPL".MI_A2_1; = "SPL".MI_StopA_NC_1; //StopA-1 常开 A #PLC_TST_STOPA; = "SPL".MI_StopA_NO_1; //StopC-1 常闭 SET ; = "SPL".MI_StopC_NC_1; //StopC-1 常开 A #PLC_TST_STOPC; = "SPL".MI_StopC_NO_1; //StopD-1 常闭 SET ; A "SPL".MI_A0_1; = "SPL".MI_StopD_NC_1; //StopD-1 常开 A #PLC_TST_STOPD; O "SPL".MI_DoorOpen_S1; = "SPL".MI_StopD_NO_1;         </pre>	<pre> ; ===== FeedAxis eSTOPs ===== N720 IDS=IDSNR DO MI_StopA_NC_1 = MI_A2_1 N730 NEXT_IDS N740 IDS=IDSNR DO MI_StopA_NO_1 = IP_TST_STOPA N750 NEXT_IDS N760 IDS=IDSNR DO MI_StopC_NC_1 = 1 N770 NEXT_IDS N780 IDS=IDSNR DO MI_StopC_NO_1 = IP_TST_STOPC N790 NEXT_IDS N800 IDS=IDSNR DO MI_StopD_NC_1 = MI_A0_1 N810 NEXT_IDS N820 IDS=IDSNR DO MI_StopD_NO_1 = IP_TST_STOPD OR MI_DoorOpen_S1 N830 NEXT_IDS         </pre>
<pre> NETWORK TITLE =SPL 外部停(第二组) //StopA-2 常闭 A "SPL".MI_A2_1; A "SPL".IE_Door; = "SPL".MI_StopA_NC_2; //StopA-2 常开 A #PLC_TST_STOPA; = "SPL".MI_StopA_NO_2; //StopC-2 常闭 SET ; = "SPL".MI_StopC_NC_2; //StopC-2 常开 A #PLC_TST_STOPC; = "SPL".MI_StopC_NO_2; //StopD-2 常闭 SET ; A "SPL".MI_A1_1; = "SPL".MI_StopD_NC_2; //StopD-2 常开 A #PLC_TST_STOPD; O "SPL".MI_DoorOpen_S2; = "SPL".MI_StopD_NO_2;         </pre>	<pre> ; ===== Spindle eSTOPs ===== N840 IDS=IDSNR DO MI_StopA_NC_2 = MI_A2_1 AND IE_Door N850 NEXT_IDS N860 IDS=IDSNR DO MI_StopA_NO_2 = IP_TST_STOPA N870 NEXT_IDS N880 IDS=IDSNR DO MI_StopC_NC_2 = 1 N890 NEXT_IDS N900 IDS=IDSNR DO MI_StopC_NO_2 = IP_TST_STOPC N910 NEXT_IDS N920 IDS=IDSNR DO MI_StopD_NC_2 = MI_A1_1 N930 NEXT_IDS N940 IDS=IDSNR DO MI_StopD_NO_2 = IP_TST_STOPD OR MI_DoorOpen_S2 N950 NEXT_IDS         </pre>
<pre> NETWORK TITLE =MI -&gt; OUTSI(外部停) A "SPL".MI_StopA_NC_1;         </pre>	<pre> ;=====MI -&gt; OUTSI (eStops) N960 IDS=IDSNR DO OI_StopA_1 = MI_StopA_NC_1 AND (NOT MI_StopA_NO_1) N970 NEXT_IDS         </pre>

<pre> AN "SPL".MI_StopA_NO_1; = "SPL".OI_StopA_1; A "SPL".MI_StopC_NC_1; AN "SPL".MI_StopC_NO_1; = "SPL".OI_StopC_1; A "SPL".MI_StopD_NC_1; AN "SPL".MI_StopD_NO_1; = "SPL".OI_StopD_1; A "SPL".MI_StopE_NC_1; AN "SPL".MI_StopE_NO_1; = "SPL".OI_StopE_1; A "SPL".MI_StopA_NC_2; AN "SPL".MI_StopA_NO_2; = "SPL".OI_StopA_2; A "SPL".MI_StopC_NC_2; AN "SPL".MI_StopC_NO_2; = "SPL".OI_StopC_2; A "SPL".MI_StopD_NC_2; AN "SPL".MI_StopD_NO_2; = "SPL".OI_StopD_2; A "SPL".MI_StopE_NC_2; AN "SPL".MI_StopE_NO_2; = "SPL".OI_StopE_2; </pre>	<pre> N980 IDS=IDSNR DO OI_StopC_1 = MI_StopC_NC_1 AND (NOT MI_StopC_NO_1) N990 NEXT_IDS N1000 IDS=IDSNR DO OI_StopD_1 = MI_StopD_NC_1 AND (NOT MI_StopD_NO_1) N1010 NEXT_IDS N1020 IDS=IDSNR DO OI_StopA_2 = MI_StopA_NC_2 AND (NOT MI_StopA_NO_2) N1030 NEXT_IDS N1040 IDS=IDSNR DO OI_StopC_2 = MI_StopC_NC_2 AND (NOT MI_StopC_NO_2) N1050 NEXT_IDS N1060 IDS=IDSNR DO OI_StopD_2 = MI_StopD_NC_2 AND (NOT MI_StopD_NO_2) N1070 NEXT_IDS </pre>
<pre> NETWORK TITLE =开门请求 A "SPL".IE_DoorOpenReq; FP #aux[2]; S "SPL".MI_DoorOpen_S1; A "SPL".MI_DoorOpen_S1; L S5T#2S; SD T 20; A T 20; S "SPL".MI_DoorOpen_S2; AN "SPL".IE_Door; R "SPL".MI_DoorOpen_S1; R "SPL".MI_DoorOpen_S2; A "SPL".II_Low_Speed; A "SPL".MI_DoorOpen_S1; A "SPL".MI_DoorOpen_S2; = "SPL".OE_Door_Relay; </pre>	<pre> ; ===== Set Open Door Request ===== N1080 IDS=IDSNR EVERY (IE_DoorOpenReq == 1) AND IE_Door DO MI_DoorOpen_S1 = 1 N1090 NEXT_IDS N1100 IDS=IDSNR WHENEVER MI_DoorOpen_S1 == 0 DO SI_Timer1 = -1 N1110 NEXT_IDS N1120 IDS=IDSNR EVERY MI_DoorOpen_S1 == 1 DO SI_Timer1 = 0 N1130 NEXT_IDS N1140 IDS=IDSNR EVERY (SI_Timer1 &gt;=2) DO SI_Timer1 = 0 SI_Timer1 = -1 MI_DoorOpen_S2 = 1 N1150 NEXT_IDS N1160 IDS=IDSNR WHENEVER IE_Door == 0 DO MI_DoorOpen_S1 = 0 MI_DoorOpen_S2 = 0 N1170 NEXT_IDS N1060 IDS=IDSNR DO OE_Door_Relay = II_Low_Speed AND MI_DoorOpen_S1 AND MI_DoorOpen_S2 N1070 NEXT_IDS </pre>
<pre> NETWORK TITLE =SBH\SG\SG1..4 //组 1 SBH/SG 选择 A "SPL".IE_Door; O ; AN "SPL".IE_Door; A "SPL".IE_Enable_Key; = "SPL".OI_SG_1; //组 2 SBH/SG 选择 SET ; = "SPL".OI_SG_2; //SG1..2 A "SPL".IE_Door; </pre>	<pre> ; ===== Group 1 SBH/SG===== N1180 IDS=IDSNR DO OI_SG_1 = IE_Door OR ( NOT IE_Door AND IE_Enable_Key) ; FeedAxis N1190 NEXT_IDS ; ===== Group 2 SBH/SG===== N1200 IDS=IDSNR DO OI_SG_2 = 1 ; SP N1210 NEXT_IDS  ; =====SG1..SG4===== N1220 IDS=IDSNR DO OI_SG_Bit0_1 = IE_Door OI_SG_Bit0_2 = IE_Door NEXT_IDS </pre>

9.8 编程举例

<pre>= "SPL".OI_SG_Bit0_1; = "SPL".OI_SG_Bit0_2;</pre>	
<pre>NETWORK TITLE =SE A "SPL".IP_SE; = "SPL".OI_SE_1;</pre>	<pre>;=====SE===== IDS=IDSNR DO OI_SE_1 = IP_SE</pre>
<pre>NETWORK TITLE =OUTSI-&gt;轴接口 //外部停 ( 第一组 ) A "SPL".OI_StopA_1; = "X".A_extStopA; = "Y".A_extStopA; = "Z".A_extStopA; = "B".A_extStopA; A "SPL".OI_StopC_1; = "X".A_extStopC; = "Y".A_extStopC; = "Z".A_extStopC; = "B".A_extStopC; A "SPL".OI_StopD_1; = "X".A_extStopD; = "Y".A_extStopD; = "Z".A_extStopD; = "B".A_extStopD; SET ; = "X".A_extStopE; = "Y".A_extStopE; = "Z".A_extStopE; = "B".A_extStopE; //外部停 ( 第二组 ) A "SPL".OI_StopA_2; = "Sp".A_extStopA; A "SPL".OI_StopC_2; = "Sp".A_extStopC; A "SPL".OI_StopD_2; = "Sp".A_extStopD; SET ; = "Sp".A_extStopE; //SBH/SG/SG1..4 ( 第一组 ) CLR ; = "X".A_SG_SBH; = "Y".A_SG_SBH; = "Z".A_SG_SBH; = "B".A_SG_SBH; A "SPL".OI_SG_1; = "X".A_SBH; = "Y".A_SBH; = "Z".A_SBH; = "B".A_SBH; A "SPL".OI_SG_Bit0_1; = "X".A_SGselect0; = "Y".A_SGselect0; = "Z".A_SGselect0;</pre>	<pre>N1230 MSG("NC-SPL Finished") N1240 M30</pre>

```
= "B".A_SGselect0;
CLR ;
= "X".A_SGselect1;
= "Y".A_SGselect1;
= "Z".A_SGselect1;
= "B".A_SGselect1;
//SBH/SG/SG1..4 (第二组)
CLR ;
= "Sp".A_SG_SBH;
A "SPL".OI_SG_2;
= "Sp".A_SBH;
A "SPL".OI_SG_Bit0_2;
= "Sp".A_SGselect0;
CLR ;
= "Sp".A_SGselect1;
//SE (第一组)
A "SPL".OI_SE_1;
= "X".A_SE;
= "B".A_SE;
NETWORK
TITLE =轴接口 -> INSI
A "X".E_n_nx;
A "Y".E_n_nx;
A "Z".E_n_nx;
A "Sp".E_n_nx;
A "B".E_n_nx;
= "SPL".II_Low_Speed;
NETWORK
TITLE =END0
END0: NOP 0;
L LW 0;
T #ref;
END_FUNCTION
```