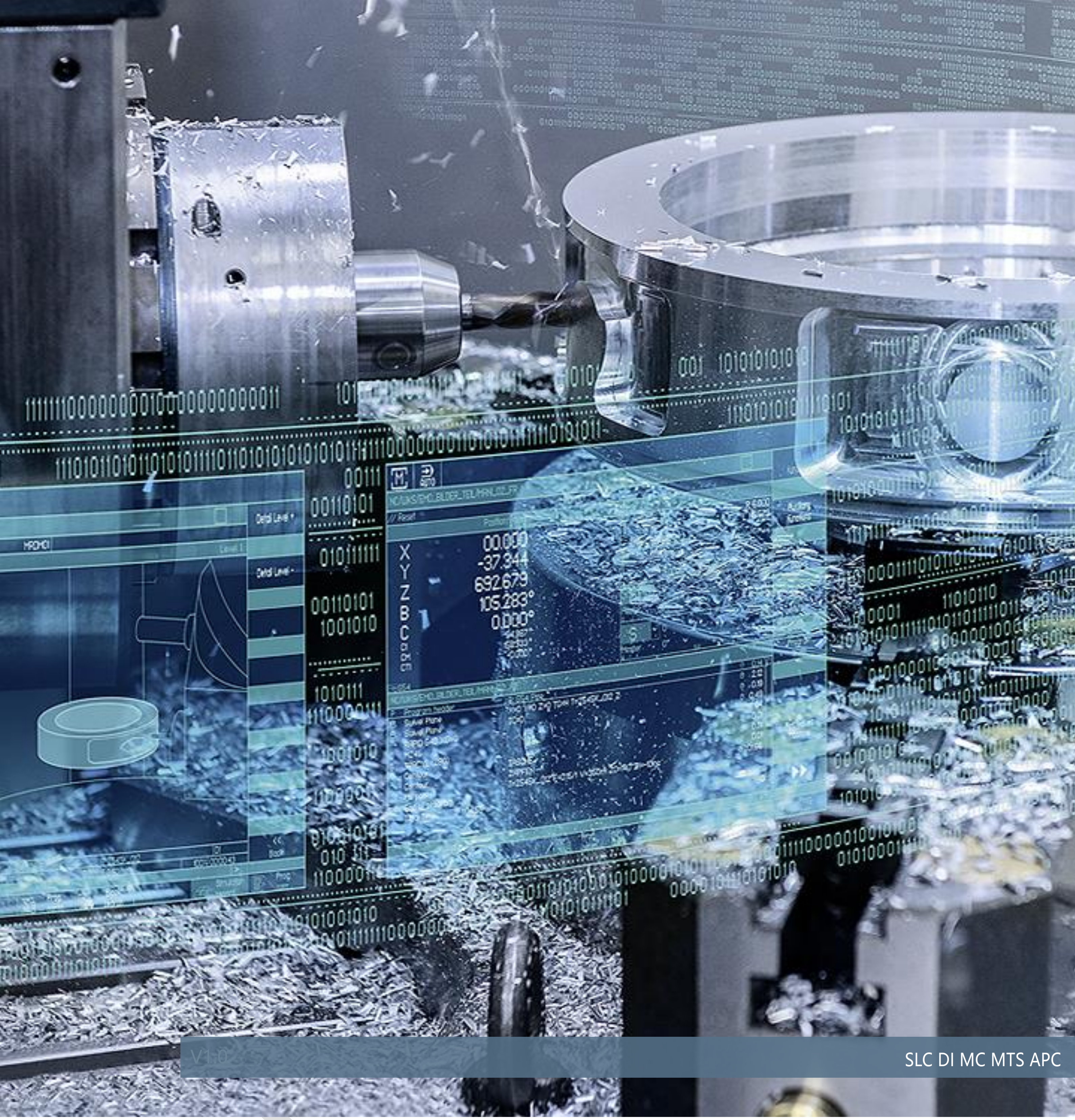


V1.0

SLC DI MC MTS APC

轴对碰撞保护 CC_PROT（N06）

SINUMERIK840D sl

目录

目录

1　　免责声明

本使用手册及样例包目录内所包含文档、PLC 程序、机床可执行程序（MPF、SPF、...）、电气图，可能与用户实际使用不同，用户可能需要先对例子程序做修改和调整，才能将其用于测试。本例程的作者和拥有者对于该例程的功能性和兼容性不负任何责任，使用该例程的风险完全由用户自行承担。由于它是免费的，所以不提供任何担保，错误纠正和热线支持，用户不必为此联系西门子技术支持与服务部门。

对于在使用中发生的人员、财产损失本公司不承担任何责任，由使用者自行承担风险。

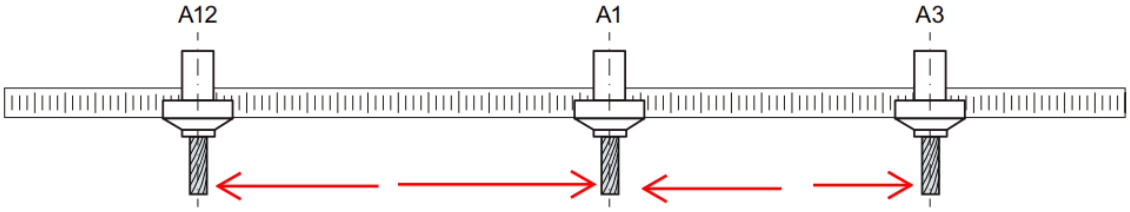
以上声明内容的最终解释权归西门子（中国）有限公司所有，后续内容更新不做另行通知。

2 轴对碰撞保护功能概述

2.1 功能说明

系统监控轴对之间的机床坐标系位置，通过'轴对碰撞保护'功能可防止机床轴对之间的碰撞。

如下图，同一导轨上的不同机床轴 A1 和 A12，A3 和 A1 等。



2.2 CC-PROT 限制条件

- 标准系统软件
- 最多设置 20 个碰撞轴对
- 碰撞轴对的各轴为相同的轴类型，如都是直线轴，或都是旋转轴
- 旋转轴不能是模态轴

3 测试条件

3.1.1 软件：V47 SP3 HF3

Version data /CNC software
SINUMERIK CNC-SW 31-3
Version: V04.07 + SP 03 + HF 03
InternalVersion: 04.07.03.03.004

Name	Actual version	Nominal version
PLC	04.07.03.03	✓
CYCLES	04.07.66.00	✓
NCK	99.18.07	✓
SNCK	04.07.03.00	✓
HMIARC-Tool	04.07.02.01	✓
CP	02.38.00	✓
MCP_CLIENT	01.06.06	✓
SDB	03.00.00	✓
NCKFSDRV	04.07.01.02	✓
PROFINET	14.01.06.04	✓
Sinamics (NCU7XXI Multicard)	04.70.35.62	✓
LinuxBase (NCU)	04.70.88.11	✓
SINUMERIK Operate	04.07.03.03	✓
Compile Cycles	008.039	✓

3.1.2 硬件：NCU720.3 B PN

Version data /Hardware/NCU/PLC/ncu1	
Name	SIEMENS SINUMERIK 840D sl NCU 720.3B PN with PLC 317-3PN/DP
Version	H
MLFB	6FC5372-0AA30-0AB0
SerialNo	ST-J16193305
HW-ID	1.6.3.1
SRMVersion	1.7.0.0
FW-Version	V12.00.00.00
Name	SIEMENS SINUMERIK PLC317-3PN/DP
Version	1
HW-ID	6.3.8.37
SRMVersion	1.2.0.0
Name	FPGA
Version	10.9 [20]
Name	CF Card
Model	SMART CF
SerialNo	SPG2013110300313
Size	7752MB

4 安装 CC

4.1.1 装入 CC 文件

复制 CC 文件到/NC data/Complie cycles 目录下，

CHAN1 Name	Type	Length	Date	Time
Archives				
Manufacturer				
HMI data				
NC data				
Compile cycles				
prot_0303if000002	elf	64951	01/08/19	1:38:09 AM
versions	xml	736	01/08/12	10:00:07 AM
Cycles				
Definitions	DIR		01/08/12	10:00:35 AM
NC active data	DIR		01/01/70	12:00:00 AM
Part programs	DIR		01/08/12	9:50:02 AM
Subprograms	DIR		01/08/12	9:50:02 AM
Workpieces	DIR		01/08/12	9:49:55 AM
Comments	DIR		01/08/12	10:00:34 AM
System CF card				
USB				
Compile cycles				Free: 1.9 GB

4.1.2 激活选项 N06

RMCC/PROT Axis collision protection
6FC5800-0AN06-0YB0

4.1.3 PROT 版本信息：03.03.00

Version data /CNC software/Compile Cycles
NCK Open Architecture: Interface and Loaded Compile Cycle Versions
Version: 000.039

Name	Actual version	Nominal version
Interfaces	000.039	✓
PROT ax. coll. PROTection	03.03.00	✓
Addresses		

5 PROT 功能调试

5.1 激活通道 PROT 功能

N60972 $MN_CC_ACTIVE_IN_CHAN_PROT

N60972 bit n = 1，相应通道激活 PROT 功能，

n = 0, 1, 2, ..., 对应通道 n+1

如 N60972=H7，通道 1,2 和 3 激活 PROT 功能

5.2 定义碰撞轴对

N61516 $MN_CC_PROTECT_PAIRS[<a>] = <yyxx>

a = 0, 1, 2, ... (最大碰撞轴对数 - 1)，分别对应碰撞轴对 1, 2, 3, ...

<yyxx>	Meaning
xx	1st and 2nd decimal place ⇒ axis number of the 1st machine axis
yy	3rd and 4th decimal place ⇒ axis number of the 2nd machine axis

如定义第一个碰撞轴对：轴 1 和轴 4

- 1st 轴: 第 1 个机床轴
- 2nd 轴: 第 4 个机床轴

MD61516 $MN_CC_PROTECT_PAIRS[0] = 0401

5.3 回退方向

轴对碰撞监控生效时，各轴允许的回退方向。

N61517 $MN_CC_PROTECT_SAFE_DIR[<a>] = <yyxx>

a = 0, 1, 2, ... (最大碰撞轴对数 - 1)，分别对应碰撞轴对 1, 2, 3, ...

<yyxx>	Meaning
xx	Retraction direction for the 1st axis of the axis pair
yy	Retraction direction for the 2nd axis of the axis pair
Retraction in the positive direction of travel of the machine axis: xx or yy > 0	
Retraction in the negative direction of travel of the machine axis: xx or yy = 0	

如 N61517 $MN_CC_PROTECT_SAFE_DIR[0]=0001，碰撞时允许

- 轴对的第 1 个机床轴正向移动
- 轴对的第 2 个机床轴负向移动

说明

- 只有当不激活碰撞轴对时（N61516=0），才允许修改回退方向

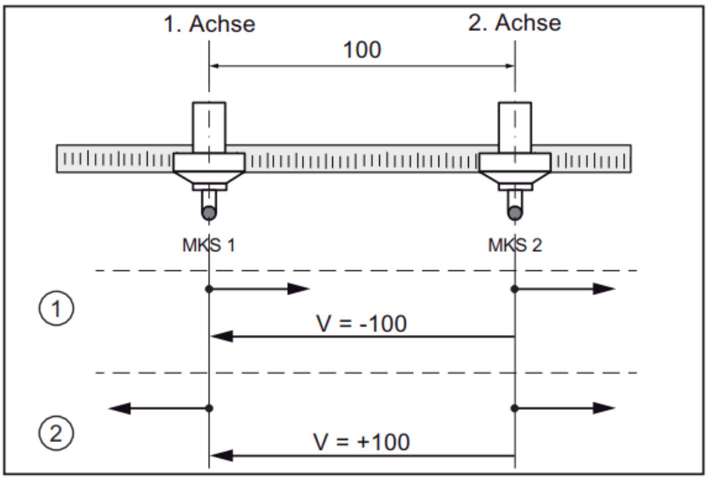
5.4 机床坐标系偏移矢量

如果轴对中的轴在不同的机床坐标系，通过 N61518 设置 MCS 偏移矢量。

N61518 $MN_CC_PROTECT_OFFSET[<a>] = <offset vector>

a = 0, 1, 2, ... (最大碰撞轴对数 - 1)，分别对应碰撞轴对 1, 2, 3, ...

偏移矢量方向从轴对的第 2 个机床轴到第 1 个机床轴，参考正方向为第 1 个机床轴。



① Case 1: Equidirectional MCS orientation

② Case 2: Counterdirectional MCS orientation

V Offset vector

说明

- 只有当不激活碰撞轴对时（N61516=0），才允许修改回退方向
- 如果碰撞轴对的两个机床轴在同一个机床坐标系，偏移矢量为 0

5.5 轴定向方向

设置轴定向方向，如轴 1 和轴 2 的机床坐标系方向不一致时。

N61532 $MN_CC_PROTECT_DIR_IS_REVERSE[<a>] = <value>

a = 0, 1, 2, ... (最大碰撞轴对数 - 1)，分别对应碰撞轴对 1, 2, 3, ...

<value>	Meaning
0	Equidirectional orientation
1	Counterdirectional orientation

说明

- 只有当不激活碰撞轴对时（N61516=0），才允许修改保护窗口 N61519

5.6 保护窗口

保护窗口定义轴对间的最小距离。

N61519 $MN_CC_PROTECT_WINDOW[<a>] = <minimum clearance>

a = 0, 1, 2, ... (最大碰撞轴对数 - 1)，分别对应碰撞轴对 1, 2, 3, ...

当轴对间距离趋近于保护窗口时，机床轴按 N63514 定义的加速度制动停止。

NC 程序修改 N61533 可动态调整保护窗口。

说明

- 只有当不激活碰撞轴对时（N61516=0），才允许修改保护窗口 N61519

5.7 保护窗口扩展

动态修改保护窗口，如通过 NC 程序修改，NEWCONF 生效。

MD61533 $MN_CC_PROTECT_WINDOW_EXTENSION[<a>] = <extension>

a = 0, 1, 2, ... (最大碰撞轴对数 - 1)，分别对应碰撞轴对 1, 2, 3, ...

有效保护窗口=N61519+N61533

说明

- N61533 不能小于 0

5.8 激活辅助 PROT 功能

MD61535 $MN_CC_PROTECT_OPTIONS[<a>]

Bit 0=0: 设置轴对碰撞后，配置参数激活 PROT 功能，轴信号 DB3x.DBB24.3 无效

Bit 0=1: 通过轴信号 DB3x.DBB24.3 激活轴对碰撞保护功能 PROT

a = 0, 1, 2, ... (最大碰撞轴对数 - 1)，分别对应碰撞轴对 1, 2, 3, ...

5.9 激活轴对碰撞保护

5.9.1 静态激活

机床数据激活轴对碰撞保护。条件如下，

- 轴对各轴完成参考点返回
- N61516 $MN_CC_PROTECT_PAIRS[<axis pair>]定义碰撞轴对
- N61535 $MN_CC_PROTECT_OPTIONS[<axis pair>], bit 0 = 0

5.9.2 动态激活

机床轴接口信号激活轴对碰撞保护。条件如下，

- 轴对各轴完成参考点返回
- N61516 $MN_CC_PROTECT_PAIRS[<axis pair>]定义碰撞轴对
- N61535 $MN_CC_PROTECT_OPTIONS[<axis pair>], bit 0 = 0
- 碰撞轴对的轴 1 或轴 2 的 DB3x, ...DBX24.3 =1

5.10 碰撞轴组制动加速度

碰撞轴对各轴制动的加速度。

当轴对间距离趋近于保护窗口时，机床轴按 N63514 定义的加速度制动停止。

N63514 $MA_CC_PROTECT_ACCEL[<axis>] = <acceleration>

<axis>: 机床轴名，如 AX1, AX2, ...

说明

- N63514 无 JERK 限制
- 碰撞轴组各轴制动时，按 N63514 定义的加速度制动停止
- 碰撞发生时，如果碰撞轴组参与其他通道轴插补，碰撞轴组按 N63514 定义的加速度制动停止；其余通道轴按通道定义的插补加速度制动停止

5.11 状态监控

5.11.1 NC 全局变量监控(GUD)

全局变量_PROTECT_STATUS 监视轴对碰撞功能状态。

DEF NCK INT _PROTECT_STATUS[<number of parameterized axis pairs>]

<number of parameterized axis pairs> = 1, 2, 3, ... (maximum number of axis pairs)

如 MGUD.DEF，

DEF NCK INT _PROTECT_STATUS[5]

M30

Value	Meaning: The monitoring of the axis pair is ...
0	Not active
1	selected, but not yet active
2	active, the axes are currently **not** being braked
3	active, the axes are currently being braked
4	deselected, however still active

5.11.2 状态监控系统变量（$A_DBD）

碰撞轴组碰撞监控激活时，系统变量$A_DBD（4 个字节）监控轴制动状态。N61534 设置$A_DBD 偏移索引，

MD61534 $MN_CC_PROTECT_A_DBD_INDEX = <value>

<value>	Meaning
-1	Deactivation of the output.
≥ 0	Braking interface index within the system variable field: $A_DBD[<index>] with index = 0, 4, 8, 12, ...

如 N61534=0，

$A_DBD[0]为碰撞轴对 1 状态

$A_DBD[4]为碰撞轴对 2 状态

制动接口$A_DBD[n]，n=0,4,8,12（4 个字节）

Bit	31	30	29	28	...	3	2	1	0
MA [1]	---	31	30	29	...	4	3	2	1
1) Machine axis number									

变量$A_DBD[n]的每个位对应相应的机床轴，

Bit n → (n+1)th machine axis, with n = 0, 1, 2, ...

Bit n	Meaning
0	Machine axis (n+1) is not braked
1	Machine axis (n+1) is braked

Bit n=0；机床轴无制动

Bit n=1；机床轴制动

说明

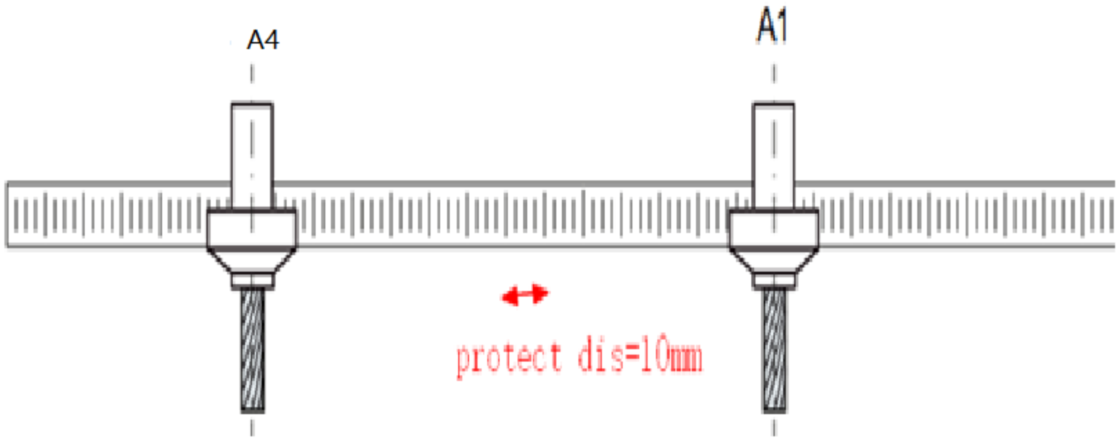
- PLC 调用功能块 FC21，功能 3 可读出变量值。

6 单通道轴碰撞对测试

6.1 一个碰撞对：机床轴 1 和机床轴 4

6.1.1 控制要求

- 机床轴 1 和机床轴 2 在通道 1
- 碰撞组 1：机床轴 1 和机床轴 2 在同一导轨上，碰撞保护窗口 10mm；



6.1.2 参数配置

N60972 $MN_CC_ACTIVE_IN_CHAN_PROT[0]=H1

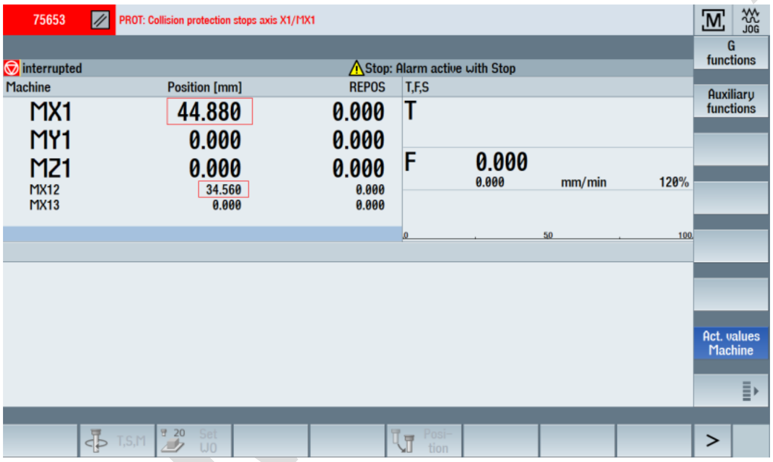
N61516 $MN_CC_PROTECT_PAIRS[0]=401

N61517 $MN_CC_PROTECT_SAFE_DIR=1

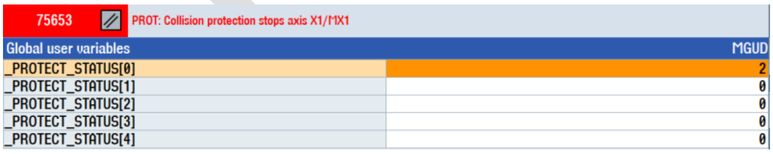
N61519 $MN_CC_PROTECT_WINDOW[0]=10

6.1.3 碰撞监控激活：轴 1 和轴 4，报警 76563

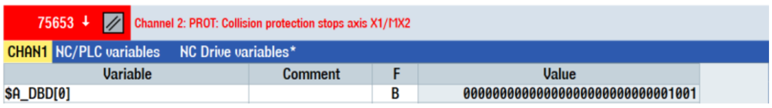
6.1.3.1 N61518 $MN_CC_PROTECT_OFFSET [0]=0



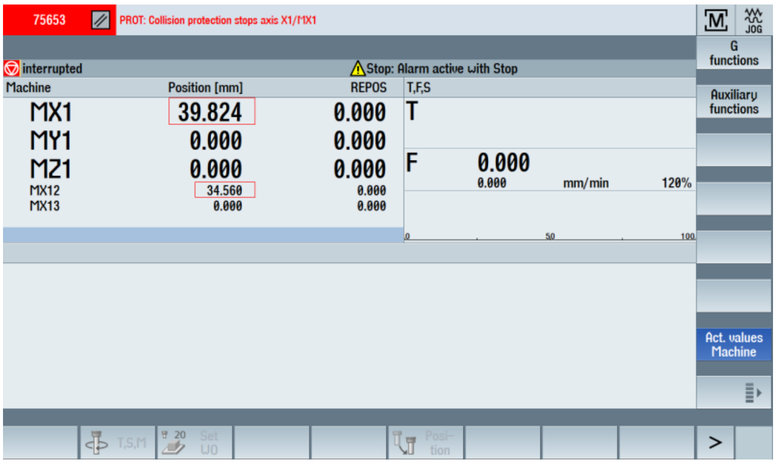
_PROTECT_STATUS[0]=2,



$A_DBD[0]=9,



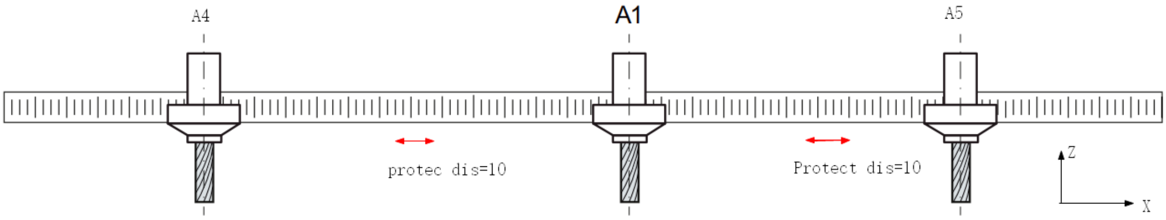
6.1.3.2 N61518 $MN_CC_PROTECT_OFFSET [0]=5



6.2 两个碰撞对：机床轴 1 和机床轴 4，机床轴 5 和机床轴 1

6.2.1 控制要求

- 机床轴 1 和机床轴 2 在通道 1；机床轴 5 和机床轴 1 在通道 1；
- 碰撞组 1：机床轴 1 和机床轴 2 在同一导轨上，碰撞保护窗口 10mm；
- 碰撞组 2：机床轴 5 和机床轴 1 在同一导轨上，碰撞保护窗口 10mm；



6.2.2 参数配置

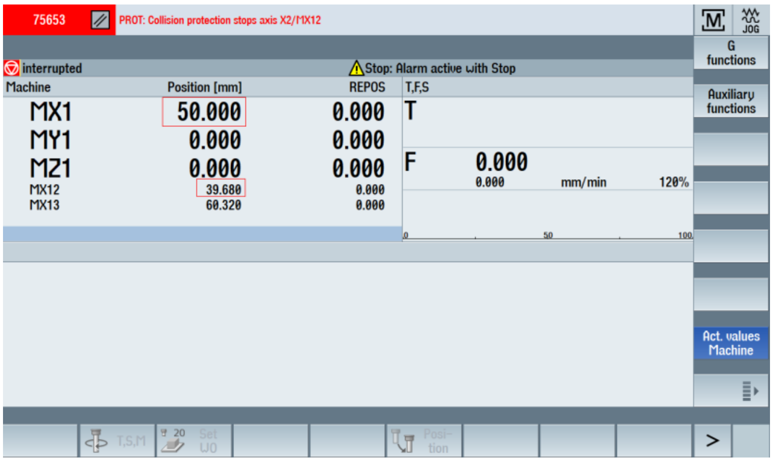
N60972 $MN_CC_ACTIVE_IN_CHAN_PROT[0]=H1

N61516 $MN_CC_PROTECT_PAIRS[0]=401
N61516 $MN_CC_PROTECT_PAIRS[1]=105

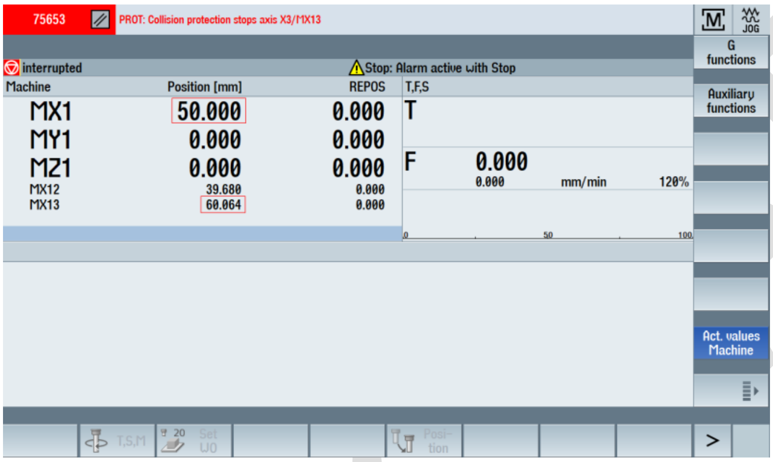
N61517 $MN_CC_PROTECT_SAFE_DIR[0]=1
N61517 $MN_CC_PROTECT_SAFE_DIR[1]=1

N61519 $MN_CC_PROTECT_WINDOW[0]=10
N61519 $MN_CC_PROTECT_WINDOW[1]=10

6.2.3 碰撞监控激活：轴 1 和轴 4，报警 76563



6.2.4 碰撞监控激活：轴 1 和轴 5，报警 76563

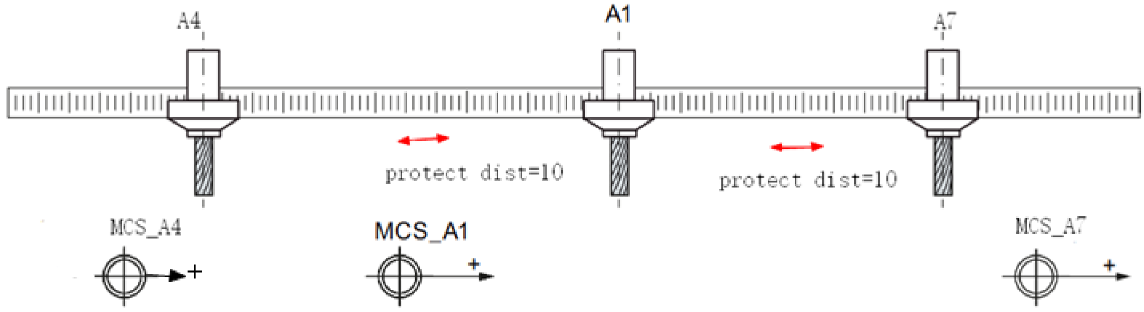


7 三通道轴碰撞对测试

Machine axis Index	Name	Type	Drive No.	Identifier	Motor Type	Channel
1	MX1	Linear				CHAN1
2	MY1	Linear				CHAN1
3	MZ1	Linear				CHAN1
4	MX2	Linear				CHAN2
5	MY2	Linear				CHAN2
6	MZ2	Linear				CHAN2
7	MX3	Linear				CHAN3
8	MY3	Linear				CHAN3
9	MZ3	Linear				CHAN3

7.1 控制要求 - 两个碰撞对：机床轴 1 和机床轴 4，机床轴 7 和机床轴 1

- 机床轴 1 在通道 1；机床轴 4 在通道 2；机床轴 7 在通道 3；
- 碰撞组 1：机床轴 1 和机床轴 4 在同一导轨上，碰撞保护窗口 10mm；
- 碰撞组 2：机床轴 7 和机床轴 1 在同一导轨上，碰撞保护窗口 10mm；



7.2 参数配置

N60972 $MN_CC_ACTIVE_IN_CHAN_PROT[0]=H7

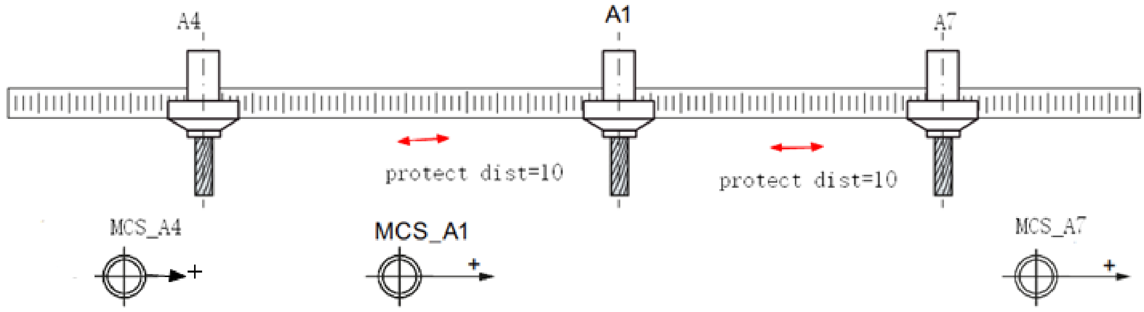
N61516 $MN_CC_PROTECT_PAIRS[0]=401
N61516 $MN_CC_PROTECT_PAIRS[1]=107

N61517 $MN_CC_PROTECT_SAFE_DIR[0]=1
N61517 $MN_CC_PROTECT_SAFE_DIR[1]=1

N61519 $MN_CC_PROTECT_WINDOW[0]=10
N61519 $MN_CC_PROTECT_WINDOW[1]=10

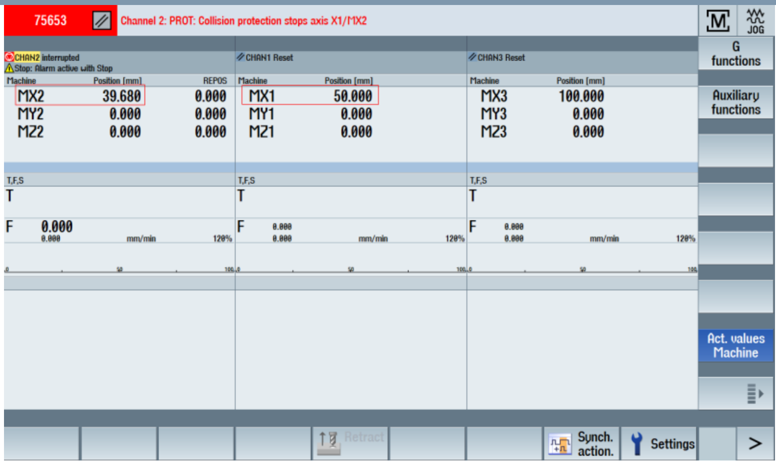
7.3 各通道 MCS 机床轴位置无偏移（JOG 方式下）

N61518 $MN_CC_PROTECT_OFFSET[0]=0
N61518 $MN_CC_PROTECT_OFFSET[1]=0



7.3.1 碰撞监控激活：轴 1 和轴 4，报警 76563

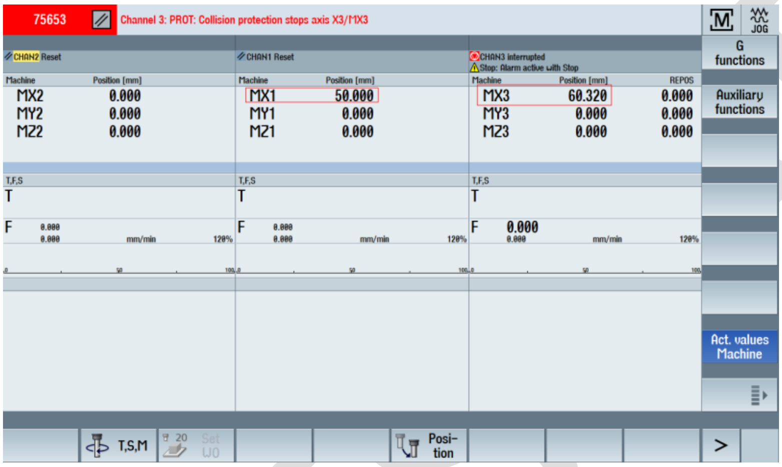
N61519 $MN_CC_PROTECT_WINDOW[0]=10
N61518 $MN_CC_PROTECT_OFFSET[0]=0



7.3.2 碰撞监控激活：轴 7 和轴 1，报警 76563

N61519 $MN_CC_PROTECT_WINDOW[1]=10

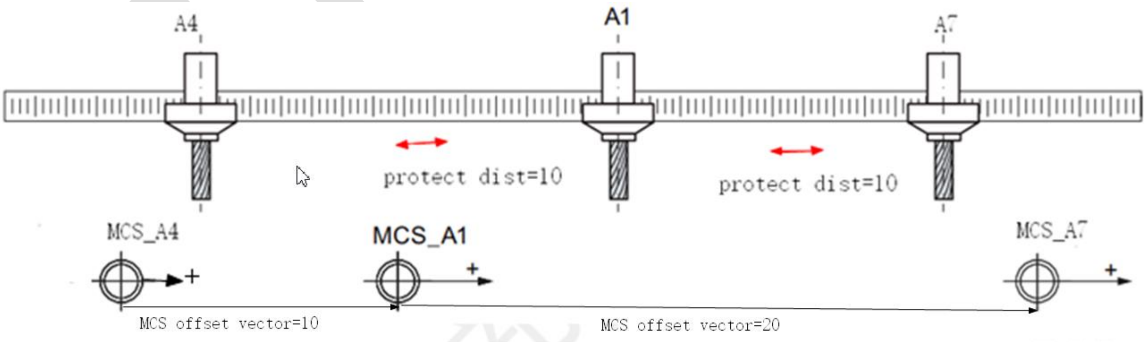
N61518 $MN_CC_PROTECT_OFFSET[1]=0



7.4 各通道 MCS 机床轴位置有偏移（JOG 方式下）

N61518 $MN_CC_PROTECT_OFFSET[0]=10

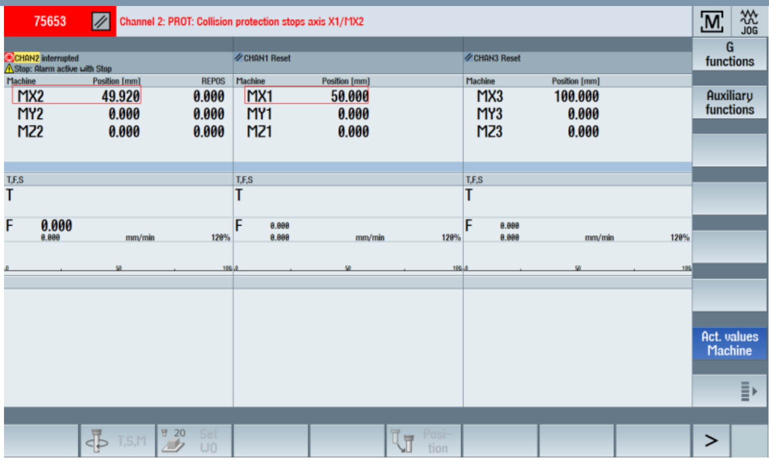
N61518 $MN_CC_PROTECT_OFFSET[1]=20



7.4.1 碰撞监控激活：轴 1 和轴 4，报警 76563

N61519 $MN_CC_PROTECT_WINDOW[0]=10

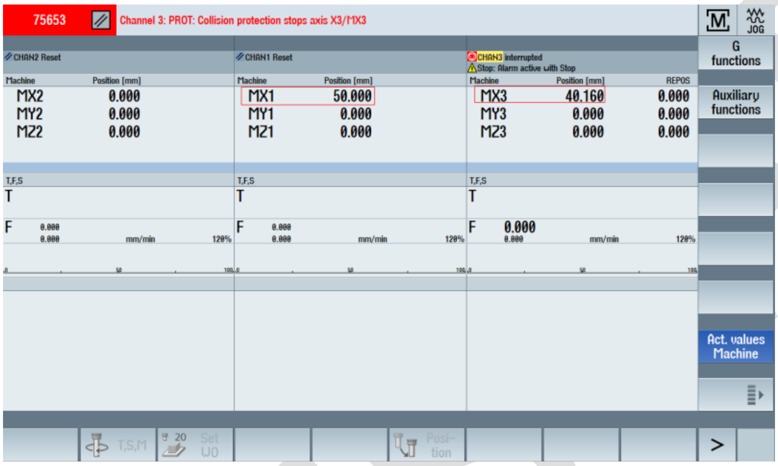
N61518 $MN_CC_PROTECT_OFFSET[0]=10



7.4.2 碰撞监控激活：轴 7 和轴 1，报警 76563

N61519 $MN_CC_PROTECT_WINDOW[1]=10

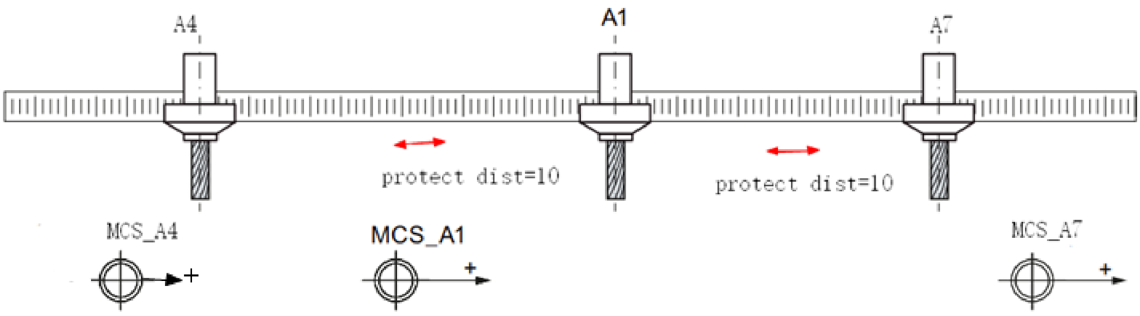
N61518 $MN_CC_PROTECT_OFFSET[1]=20



7.5 各通道 MCS 机床轴位置无偏移（AUTO 方式下）

N61518 $MN_CC_PROTECT_OFFSET[0]=0

N61518 $MN_CC_PROTECT_OFFSET[1]=0



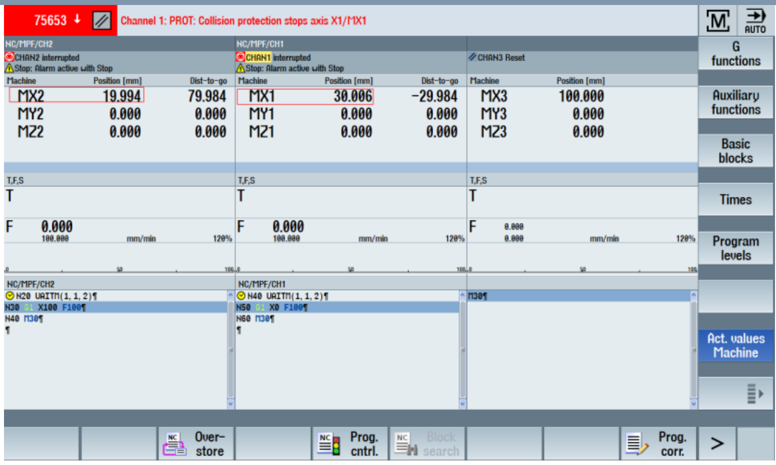
7.5.1 碰撞监控激活：轴 1 和轴 4，轴 7 和轴 1，报警 76563

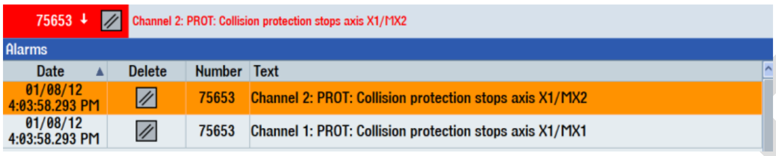
N61519 $MN_CC_PROTECT_WINDOW[0]=10

N61519 $MN_CC_PROTECT_WINDOW[1]=10

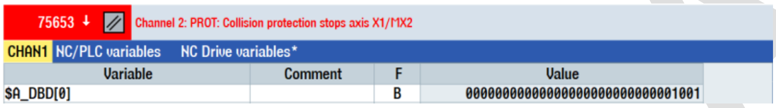
N61518 $MN_CC_PROTECT_OFFSET[0]=0

N61518 $MN_CC_PROTECT_OFFSET[1]=0





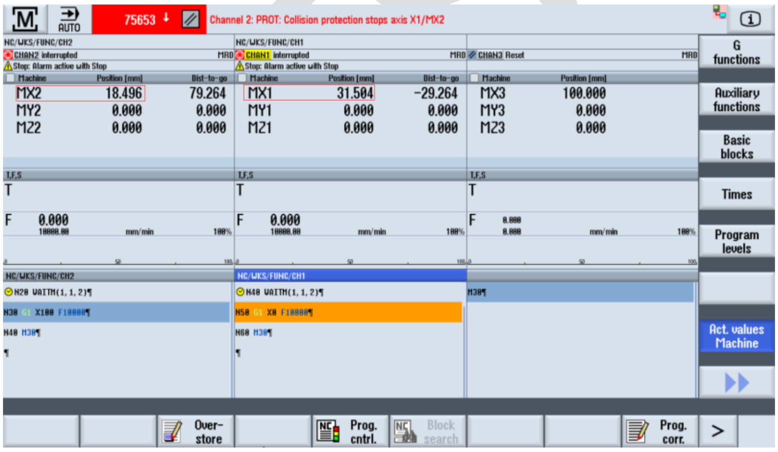
$A_DBD[0]=9，



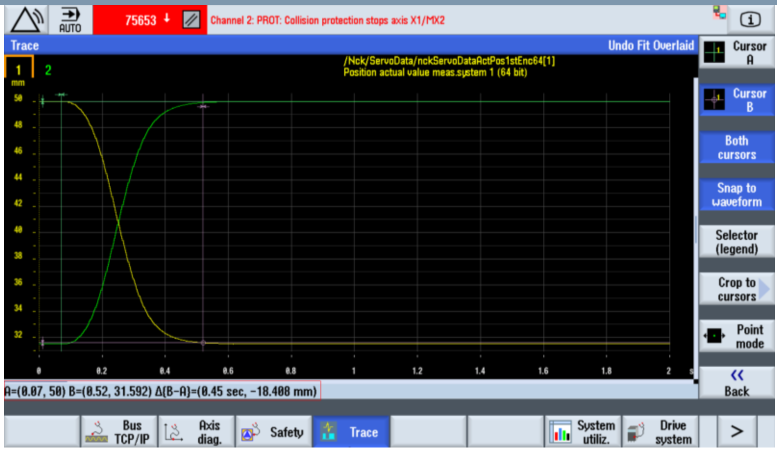
8 碰撞轴组制动加速度测试

8.1 N63514 $MA_CC_PROTECT_ACCEL=1

F=10000 mm/mim

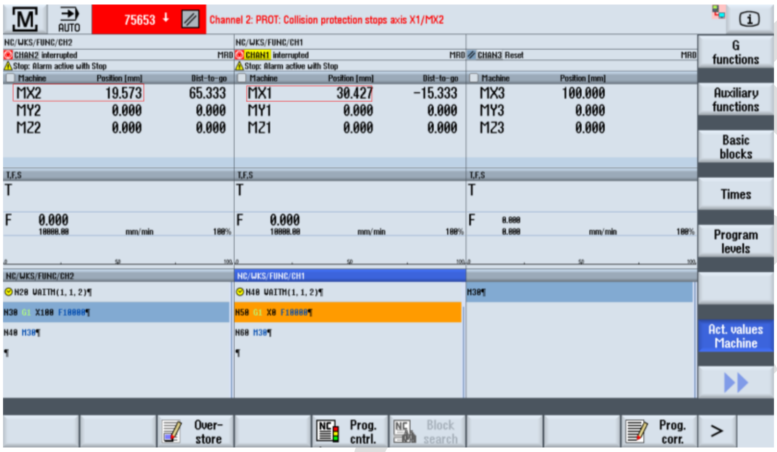


轴 1 从 50 运动 0.45s 后，停止在 31.592，

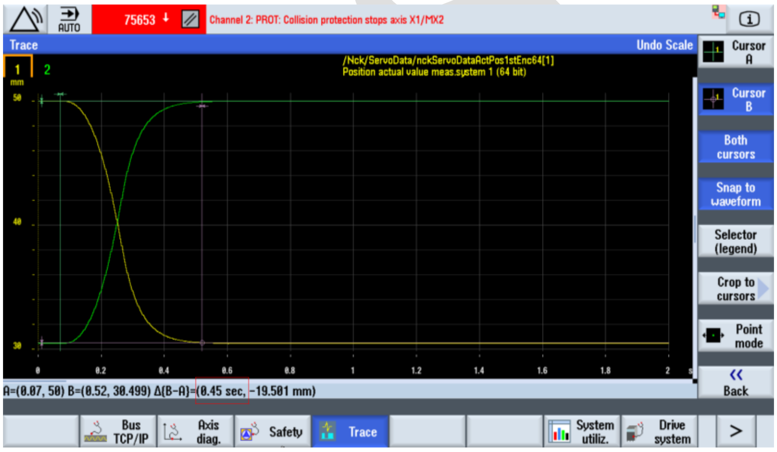


8.2 N63514 $MA_CC_PROTECT_ACCEL=100

F=10000 mm/mim



轴 1 从 50 运动 0.45s 后，停止在 30.499，



9 附录

9.1 接口信号

DB31, ... DBX24.3 (MCS coupling: activate collision protection)

DB31, ... DBX24.3	**MCS coupling: Activate collision protection**
Signal flow	PLC → NC
Update	Cyclic
Signal state 1	Activating the protection function for the axis pair is requested.
Signal state 0	Activating the protection function for the axis pair is **not** requested.

Additional information	**Activation** The protection function is activated if the interface signal for **one** of the two machine axes of the axis pair is set. **Deactivation** The protection function is deactivated if the interface signal for **both** machine axes of the axis pair is reset.
Corresponds with	DB31, …DBX24.2 (MCS coupling: deactivate or do not permit) DB31, ... DBX24.3 (MCS coupling: activate collision protection) DB31, ... DBX66.0 (MCS coupling: collision protection active) DB31, ... DBX97.0 (MCS coupling: slave axis) DB31, … DBX97.1 (MCS coupling: coupling active) DB31, ... DBX97.2 (MCS coupling: mirroring active) DB31, ... DBX97.3 (MCS coupling: offset change)
Additional references	Function Manual, Special Functions; Chapter "TE6: MCS coupling"

9.2 报警

报警 76561

75651 Channel 1: PROT: Incorrect configuration no. 16

75651	[Channel %1] PROT: Incorrect configuration no. %2
Parameters:	%1 = Channel number %2 = Error code
Definitions:	Invalid configuration of the axis collision protection PROT Significance of the displayed error numbers: 1: The axes of one pair are not of the same axis type (linear / rotary axis) 2: A selected axis pair includes an axis not activated in any channel 8: In an assignment $MN_CC_PROTECT_PAIRS[n], only one axis was entered 16: MD $MN_CC_PROTECT_SAFE_DIR[n] or $MN_CC_PROTECT_OFFSET[n] was changed with collision monitoring active 32: The current position difference between the axes to be monitored is smaller than the monitoring window $MN_CC_PROTECT_WINDOW[n] 64: The axis is assigned to the channel in which PROT is not activated 128: Problem related to accessing machine data (internal error)
Reaction:	– Mode group not ready – Interface signals are set. – Alarm display
Remedy:	Still missing
Program Continuation:	Clear alarm with the RESET key Restart part program

10 作者/联系人

顾向清

2019-01-08

11 版本信息（Option）

版本	日期	修改内容
V1.0	2019.01.08	