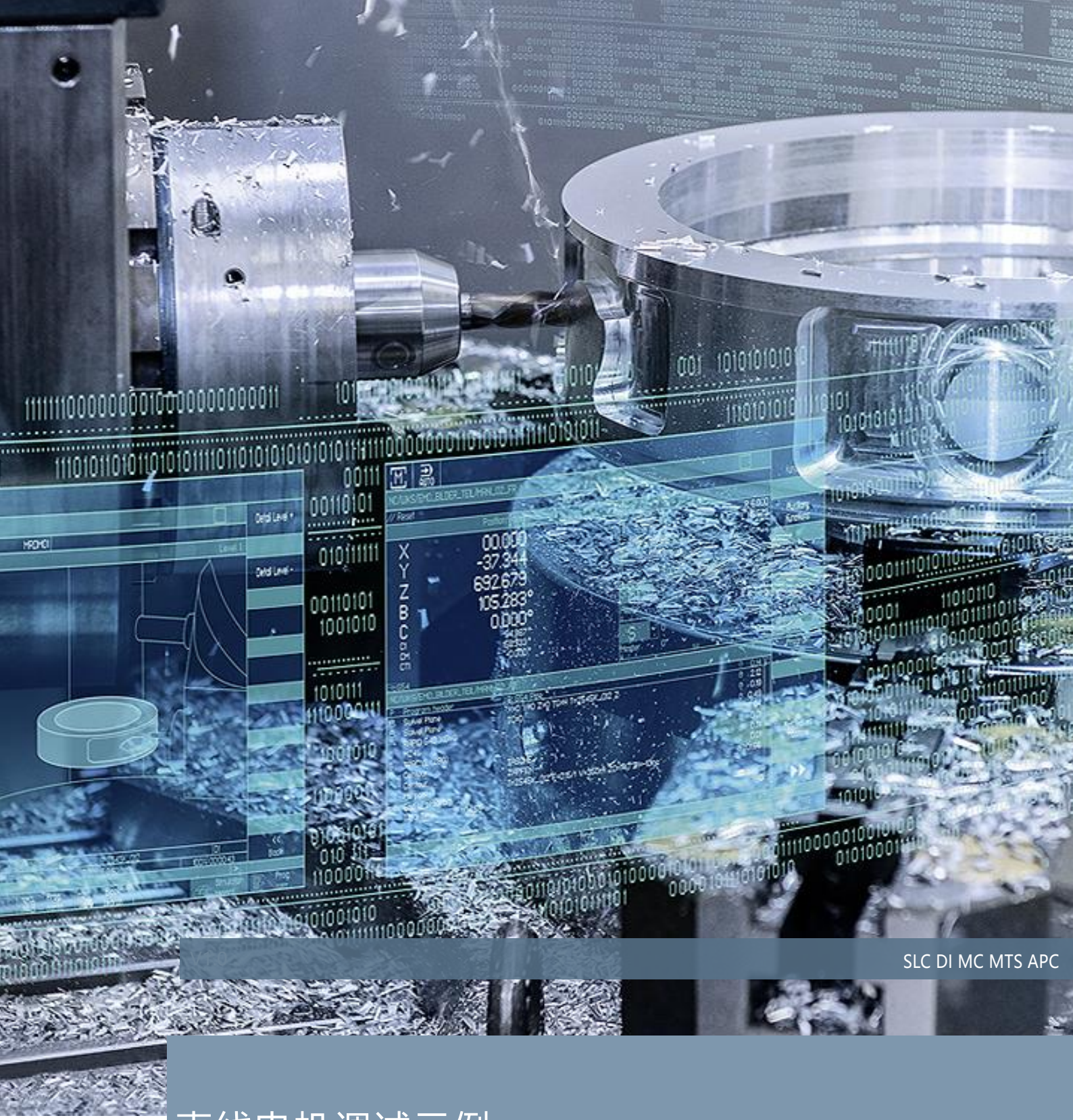


SLC DI MC MTS APC

直线电机调试示例

SINUMERIK840D sl

1 免责声明 3
2 概述 4
3 直线电机安全措施和调试条件 4
4 驱动正方向和编码器计数正方向 5
5 设定驱动数据 6
6 驱动功能配置 9
7 配置编码器 11
8 转子位置识别 14
9 伺服优化 16
10 作者/联系人 19
11 版本信息（Option） 19

MTS APC

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。

MTS APC

2 概述

本文描述直线电机调试的必须条件，以及基本调试流程。

3 直线电机安全措施和调试条件

3.1 安全措施

直线电机调试前，须检查以下安全措施是否满足：

- 机械限位硬挡块有效
- 电机制动机构工作正常
- 硬件限位开关有效
- 急停开关有效

3.2 调试条件

直线电机通电前，须检查以下调试条件是否满足：

- 冷却系统正常工作，正确设置冷却系统温度
- 电机热保护系统正常工作：温度传感器工作正常
- 检查机械是否正常：机械安装尺寸，电机能否推动等
- 检查反馈是否正常：计数准确
- 确认驱动正方向（相序）和反馈正方向（极性）
- 准确完整的变频器设定数据
- 选择正确的转子识别方式，如西门子 1FN3 直线电机，设置 p1980=1, p1982=1

3.3 伺服使能条件

- 满足直线电机安全措施和调试条件
- 第一次使能前，限制 p640（缺省值的十分之一或更小；电机正常运行后，再恢复 p640）
- 降低电机温度报警阈值 p604，p605，TM120 端子模块 p4102 等

3.4 调试流程

- 冷却系统正常工作，正确设置冷却系统温度

  注意：冷却液进口端的温度设定合理的数值以保证电机表面不会产生凝露。如果冷却液的温度设定低于环境温度，会增加凝露的几率。冷却液进口端温度和环境温度的差值取决于相对空气湿度。例如，当环境温度为 40℃相对空气湿度为 50%时，温差应为 10K：T 冷却液 > T 环境 – 温差。
  只有添加了适当含量防止生锈和抑制藻类生长添加剂的水才能用作冷却液，冷却液需使用蒸馏水；
  如果存在冻结风险，必须在运行，存储和运输过程中采取预防措施，如添加防冻液，清空空气等。防冻液浓度根据制造商的数据（最大 25%）。不要将不同的防冻液混合使用。

- 电机热保护系统正常工作：温度传感器工作正常，
- 检查机械是否正常：机械安装尺寸，电机能否推动等
- 检查反馈是否正常：计数准确
- 确认驱动正方向（相序）和反馈正方向（极性）
- 准确完整的变频器设定数据

选择正确的转子识别方式，如西门子 1FN3 直线电机，设置 p1980=1, p1982=1

MTS APC

4 驱动正方向和编码器计数正方向

4.1 第一次通电

危险！

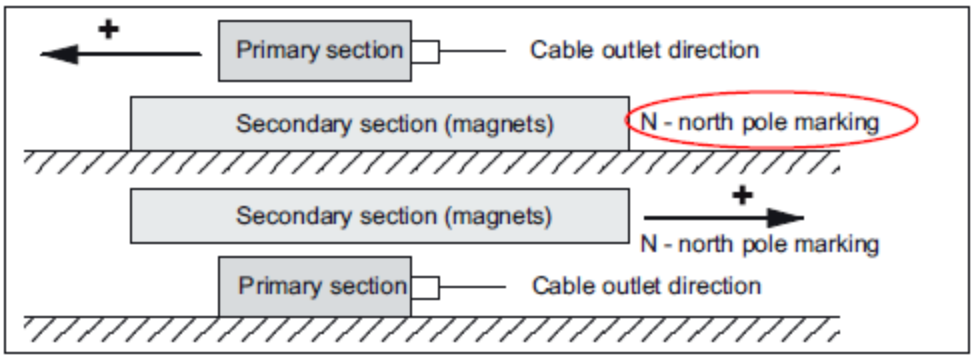
首次通电前，第一次使能前，请务必限制 p640（缺省值的十分之一或更小；电机正常运行后，再恢复 p640）；

降低电机温度报警阈值 p604，p605，TM120 端子模块 p4102 等；电机正常运行后，再恢复到电机厂家设定的报警阈值。

4.2 驱动正方向（相序 U-V-W）

以西门子 1FN3 直线电机为例，

初级移动时：初级朝与出线方向相反的方向为驱动正方向。

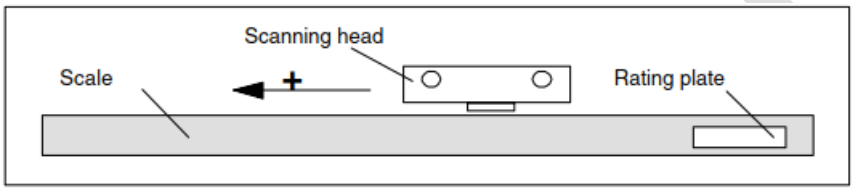


4.3 编码器计数正方向

以海德汉光栅尺为例，

读数头移动：读数头远离铭牌的方向为编码器计数的正方向。

即按驱动正方向推动初级，若测量系统计数值增加，不需要反极性。否则，设置 p0410[0] Encoder inversion actual value =H3.



5 设定驱动数据

- 准确完整的变频器设定数据是电机正确运行的必要条件

5.1 驱动数据表

变频器设定数据（电机厂家提供，以某型号直线电机为例）			
P0300	4		motortype
P0301	0		motor code number
P0305	37.51	[A]	rated current
P0322	275	[m/min]	Maximum velocity at rated force
P0311	120	[m/min]	Maximum velocity at maximum force
P0312	3860	[N]	rated force
P0315	46	[mm]	pole pair width
P0316	102.91	[N/A]	force constant for 20°C
P0317	34.3	[V s/m]	voltage constant
P0318	26.52	[A]	stall current
P0319	2729.43	[N]	stall force
P0323	110.6	[A]	maximum current at maximum force
P0329	49.77	[A]	pole position identification current
P0338	110.6	[A]	limit current

P0341	33.09	[kg]	weight primary section
P0350	0.5	[Ohm]	winding resistance for 20°C
P0356	5.92	[mH]	winding inductance
P0391	55.3	[A]	lower current limit adaptation
P0392	110.6	[A]	upper current limit adaptation
P0393	55	[%]	current controller adapation Pgain scalling upper
P0604	70	[°C]	overtemperature alarm threshold
P0605	80	[°C]	overtemperature fault threshold
控制工艺			
p500	101		Tec application
p1300	21		Op/cl-lp ctrl_mode
转子位置识别			
p1980	1		PolID technique
p1982	1		PolID selection 绝对值编码器 p1982=2
p404			Enc_config eff 增量编码器，bit 12=1，bit 15=1

MTS APC

5.2 配置电机

➢ 说明

- 此处以 1FN3 直线电机为例，通过'从列表中选择标准电机'，说明如何配置直线电机
- 对于第三方直线电机，通过'输入电机数据'，按电机厂家提供的电机数据手动输入

更改完成后，进行轴分配，然后执行 NCK 复位。

5.3 驱动数据完整计算

P340=1 （1: Complete calculation）

1) 设置 p340=1，驱动数据完整计算，如 p0640, p1082, p2000, p2001, p2002, p2003
2) 计算完成后，P340 自动变为 0
3) 按‘驱动数据表（电机厂家提供）’，检查修改驱动数据

详细计算数据参考 p340 的参数说明。

5.4 计算闭环控制数据

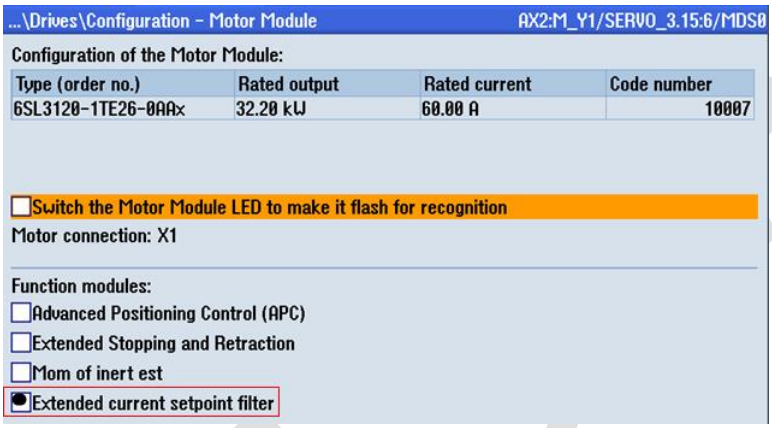
P340=3（3: Calculation of closed-loop control parameters）

1) 设置 p340=3，计算闭环控制数据，如 p1460, p1462，p1520, p1521, p1530, p1531 等
2) 计算完成后，P340 自动变为 0
3) 按‘驱动数据表（电机厂家提供）’，检查修改驱动数据

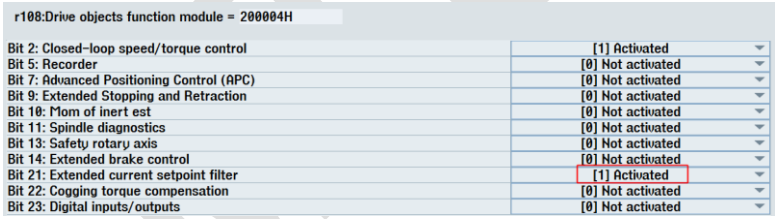
详细计算数据参考 p340 的参数说明。

6 驱动功能配置

6.1 激活扩展设定值滤波器功能

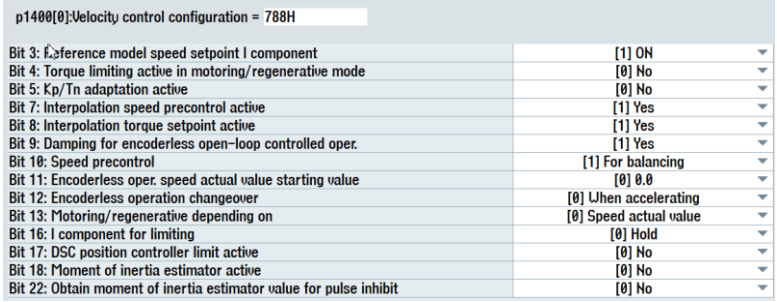


检查功能激活：SERVO r108 bit 21=1



6.2 激活伺服功能

p1400[0] n_ctrl config =H788 ; bit 3=1, bit 7=1, bit 8=1, bit 9=1, bit 10=1

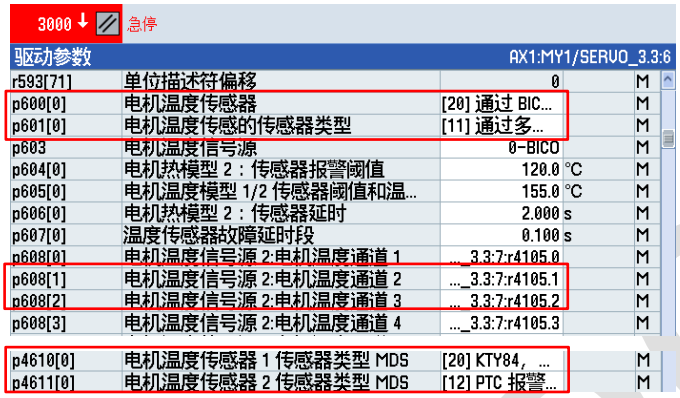


6.3 电机温度评估

6.3.1 电机温度评估（通过 TM120 模块）

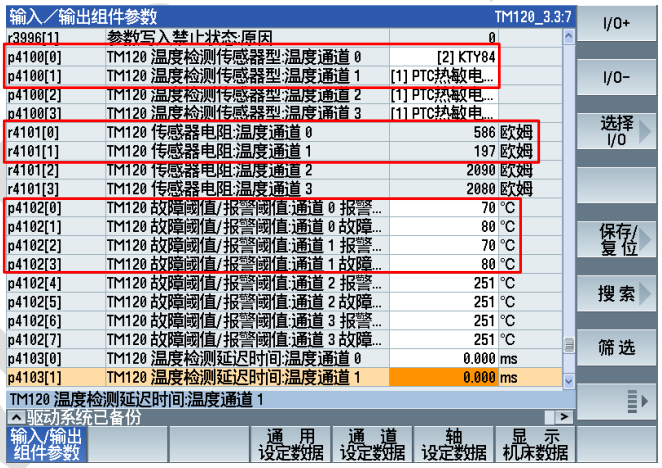
6.3.1.1 驱动数据温度传感器设置

正确连接识别后，以下值皆已为默认值，仅需检查，



驱动参数	功能含义
P600 [0] =20	[20] 通过 BICO 互联 p0608 的温度传感器
P601[0] =11	[11] 通过多个温度通道分析 BICO
P608[0]= TM120_3.3:7:r4105.0	信号源：TM120_3.3:x，通道 1 对应 X521:端子 1、2
P608[1]= TM120_3.3:7:r4105.1	信号源：TM120_3.3:x，通道 2 对应 X521:端子 3、4
P4610[0]=20	20: KTY84，PT100，PT1000，对应 TM120 通道 1
P4610[1]=12	12: PTC 报警& 延时段，对应 TM120 通道 2

6.3.1.2 TM120 参数设置



进入输入/输出组件参数，如上图

TM120 参数	功能含义
P4100 [0] =2	KTY84，通道 1 传感器类型
P4100 [1] =1	PTC 热敏电阻，通道 2 传感器类型
P4102[0]=70	TM120 通道 1（端子 1、2）报警温度阀值 当温度实际值 r4105[0] > p4102[0] 时，会触发报警 A35211
P4102[1]=80	TM120 通道 1（端子 1、2）故障温度阀值 当温度实际值 r4105[0] > p4102[1]时，会触发故障 F35207
P4102[2]=70	TM120 通道 2（端子 3、4）报警温度阀值 当温度实际值 r4105[1] > p4102[2] 时，会触发报警 A35212

P4102[3]=80	TM120 通道 2（端子 3、4）故障温度阀值 当温度实际值 r4105[1] > p4102[3]时，会触发故障 F35208

6.3.1.3 温度显示及阻值

当值不等于 -200.0°C 时：温度显示有效，已经连接了一个 KTY84/PT1000 温度传感器。

当值等于 -200.0°C 时：该温度显示无效（温度传感器故障），已连接了一个 PTC 传感器或双金属常闭触点。

参数区域	参数	功能含义	正常值
驱动	r4620 [0]	通道 1 电机温度，KTY84	接近环境温度，如：20℃
	r4620 [1]	通道 2 电机温度，PT100，显示为-200℃	-200℃
TM120	r4105[0]	TM120 通道 1（端子 1、2）测量温度	接近环境温度，如：20℃
	r4105[1]	TM120 通道 2（端子 3、4）测量温度	-50℃
	r4101[0]	TM120 通道 1（端子 1、2）测量阻值，KTY84 约为 600	≈590Ω
	r4101[1]	TM120 通道 2（端子 3、4）测量阻值，PTC100 约为 200	≈200Ω

若温度及阻值不正常，需检查电机温度电缆连接是否正确，参考章节 3.2.

6.3.2 电机温度评估（通过 SME120 模块）

温度传感器参数设置，

a. 按照正确的极性接入 KTY84 温度传感器（KTY84 有正负极）

b. 对于 SME120：如果是 3 个 KTY84，那么连接应共阳极（+）

c. 设置正确的温度传感器参数

p0600 =1 ; Temperature sensor via encoder 1

p0601 =10 ; Evaluation via several temperature channels SME12x

d. 连接通道和温度传感器根据实际情况选择，如通道 2 使用 KTY84，通道 3 使用 PTC，通道 4 使用 PTC

p4601 = KTY 84 (20)　; Channel 2 type - KTY84
p4602 = PTC fault (10)　; Channel 3 type – PTC
p4603 = PTC fault (10)　; Channel 4 type – PTC

p4601[0]	E	Motor temperature sensor 2 sensor type	[20] KTY84
p4602[0]	E	Motor temperature sensor 3 sensor type	[10] PTC fault
p4603[0]	E	Motor temperature sensor 4 sensor type	[10] PTC fault

e. 温度监控参数（参考值）

参数号	参数值
p0604 Motor temperature alarm threshold [°C]	70
p0605 Motor temperature fault threshold [°C]	80
p0606 Motor temperature timer stage [s]	20
p0607 Temperature sensor fault timer stage [s]	0.1

7 配置编码器

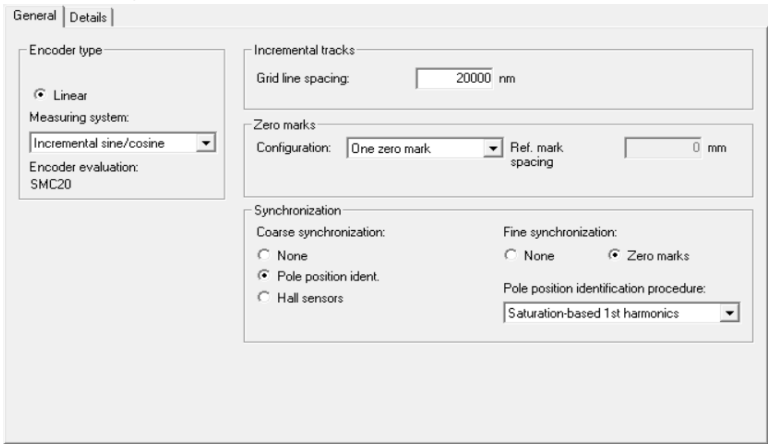
7.1 增量编码器（带零标记）

直线光栅尺，增量 1Vpp sin/cos，1 个零标记，栅距 0.02mm，

MTS APC

P404 Enc_config eff bit 0=1, bit 4=1, bit 12=1, bit 15=1, bit 20=1

P407 Enc grid div =20000 nm



p400[0]	E	Encoder type selection	[9999] User-defined
p401[0]	E	Encoder type OEM selection	0
p402[0]	E	Gearbox type selection	[9999] Gearbox user-defined
⊖ p404[0]	E	Encoder configuration effective	109011H
p404[0].0	E	Linear encoder	Yes
p404[0].1	E	Absolute encoder	No
p404[0].2	E	Multiturn encoder	No
p404[0].3	E	Track A/B sq-wave	No
p404[0].4	E	Track A/B sine	Yes
p404[0].5	E	Track C/D	No
p404[0].6	E	Hall sensor	No
p404[0].8	E	EnDat encoder	No
p404[0].9	E	SSI encoder	No
p404[0].10	E	DRIVE-CLiQ encoder	No
p404[0].11	E	Digital encoder	No
p404[0].12	E	Equidistant zero mark	Yes
p404[0].13	E	Irregular zero mark	No
p404[0].14	E	Distance-coded zero mark	No
p404[0].15	E	Commutation with zero mark (not ASM)	Yes
p404[0].16	E	Acceleration	No
p404[0].17	E	Track A/B analog	No
p404[0].20	E	Voltage level 5 V	Yes
p404[0].21	E	Voltage level 24 V	No
p404[0].22	E	Remote sense (only SMC30)	No
p404[0].23	E	Resolver excit	No

N30240 $MA_ENC_TYPE[0,AX1]=1

N31000 $MA_ENC_IS_LINEAR[0,AX1]=1

N31010 $MA_ENC_GRID_POINT_DIST[0,AX1]=0.02

N31040 $MA_ENC_IS_DIRECT[0,AX1]=1

N34200 $MA_ENC_REFP_MODE[0,AX1]=1

7.2 增量编码器（距离码）

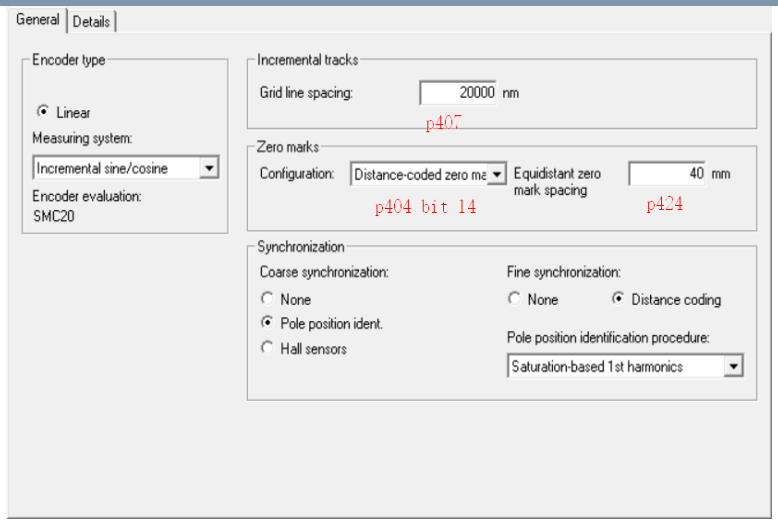
直线光栅尺，增量 1Vpp sin/cos，距离码，栅距 0.02mm，标记间距 40mm

P404 Enc_config eff bit 0=1, bit 4=1, bit 14=1, bit 15=1, bit 20=1

P407 Enc grid div =20000 nm

P424 Enc lin ZM_dist =40 mm

p426[0] Enc ZM Dif_dist =1



p400[0]	E	Encoder type selection	[9999] User-defined
p401[0]	E	Encoder type OEM selection	0
p402[0]	E	Gearbox type selection	[9999] Gearbox user-defined
⊟ p404[0]	E	Encoder configuration effective	10C011H
├ p404[0].0	E	Linear encoder	Yes
├ p404[0].1	E	Absolute encoder	No
├ p404[0].2	E	Multiturn encoder	No
├ p404[0].3	E	Track A/B sq-wave	No
├ p404[0].4	E	Track A/B sine	Yes
├ p404[0].5	E	Track C/D	No
├ p404[0].6	E	Hall sensor	No
├ p404[0].8	E	EnDat encoder	No
├ p404[0].9	E	SSI encoder	No
├ p404[0].10	E	DRIVE-CLiQ encoder	No
├ p404[0].11	E	Digital encoder	No
├ p404[0].12	E	Equidistant zero mark	No
├ p404[0].13	E	Irregular zero mark	No
├ p404[0].14	E	Distance-coded zero mark	Yes
├ p404[0].15	E	Commutation with zero mark (not ASM)	Yes
├ p404[0].16	E	Acceleration	No
├ p404[0].17	E	Track A/B analog	No
├ p404[0].20	E	Voltage level 5 V	Yes
├ p404[0].21	E	Voltage level 24 V	No
├ p404[0].22	E	Remote sense (only SMC30)	No
└ p404[0].23	E	Resolver excit	No

N30200 $MA_NUM_ENCS =1

N30240 $MA_ENC_TYPE[0,AX1]=1

N31000 $MA_ENC_IS_LINEAR[0,AX1]=1

N31010 $MA_ENC_GRID_POINT_DIST[0,AX1]=0.02

N31040 $MA_ENC_IS_DIRECT[0,AX1]=1

N34200 $MA_ENC_REFP_MODE[0,AX1]=1

N34300 $MA_ENC_REFP_MARKER_DIST[1,AX1]=40

N34310 $MA_ENC_MARKER_INC[1,AX1] =0.02

7.3 绝对值编码器（DriveCliQue 接口）

直线光栅尺，栅距 0.02mm，标记间距 40mm

P404 Enc_config eff bit 0=1, bit 1=1, bit 10=1, bit 20=1

P407 Enc grid div =51200 nm

p400[0]	E	Encoder type selection	[10051] DRIVE-CLiQ encoder identified
p401[0]	E	Encoder type OEM selection	0
p402[0]	E	Gearbox type selection	[9999] Gearbox user-defined
⊟ p404[0]	E	Encoder configuration effective	100403H
├ p404[0].0	E	Linear encoder	Yes
├ p404[0].1	E	Absolute encoder	Yes
├ p404[0].2	E	Multiturn encoder	No
├ p404[0].3	E	Track A/B sq-wave	No
├ p404[0].4	E	Track A/B sine	No
├ p404[0].5	E	Track C/D	No
├ p404[0].6	E	Hall sensor	No
├ p404[0].8	E	EnDat encoder	No
├ p404[0].9	E	SSI encoder	No
├ p404[0].10	E	DRIVE-CLiQ encoder	Yes
├ p404[0].11	E	Digital encoder	No
├ p404[0].12	E	Equidistant zero mark	No
├ p404[0].13	E	Irregular zero mark	No
├ p404[0].14	E	Distance-coded zero mark	No
├ p404[0].15	E	Commutation with zero mark (not ASM)	No
├ p404[0].16	E	Acceleration	No
├ p404[0].17	E	Track A/B analog	No
├ p404[0].20	E	Voltage level 5 V	Yes
├ p404[0].21	E	Voltage level 24 V	No
├ p404[0].22	E	Remote sense (only SMC30)	No
└ p404[0].23	E	Resolver excit	No

N30240 $MA_ENC_TYPE[0,AX2]=4

N31000 $MA_ENC_IS_LINEAR[0,AX2]=1

N31010 $MA_ENC_GRID_POINT_DIST[0,AX2]=0.0512

N31040 $MA_ENC_IS_DIRECT[0,AX2]=1

N34200 $MA_ENC_REFP_MODE[0,AX2]=0

8 转子位置识别

8.1 粗同步

增量编码器或绝对值编码器通过磁极位置识别，

P404 Enc_config eff bit 12=1, bit 15=1

p1982 PolID selection=1 ；绝对值编码器，P1982=2

8.1.1.1 基于电流饱和

选择合适的识别方式，如

p1980 PolID technique =1

p1982 PolID selection=1 ；绝对值编码器，P1982=2

西门子直线电机，1FN1，1FN3 和 1FN6，p1980=1

p0329[0] Mot PolID current=额定电流的 10-30%

8.1.1.2 基于运动

p1980[0] PolID technique =10

p1982 PolID selection=1 ；绝对值编码器，P1982=2

p1993 PolID PolID I mot_bas =额定电流的 10-30%

8.2 精同步

p1990 Enc_adj det ang=1

8.2.1 增量编码器

1. 伺服使能
2. JOG 方式下，慢速点动轴经过光栅尺零标记
3. p1990 自动变为 0
4. p431 有值
5. 检查 r1992=H1F80 ; bit 7=1, bit 8=1, bit 9=1, bit 10=1

r1992:PolID diagnostics = 1F80H	
Bit 0: Critical encoder fault occurred	[0] No
Bit 2: Encoder parking active	[0] No
Bit 5: Encoder fault Class 1	[0] No
Bit 6: Encoder fault Class 2	[0] No
Bit 7: Pole position identification for encoder carried out	[1] Yes
Bit 8: Fine synchronization carried out	[1] Yes
Bit 9: Coarse synchronization carried out	[1] Yes
Bit 10: Commutation information available	[1] Yes
Bit 11: Speed information available	[1] Yes
Bit 12: Position information available	[1] Yes
Bit 15: Zero mark passed	[0] No

8.2.2 绝对值编码器

6. 伺服使能
7. p1990 自动变为 0
8. p431 有值
9. 检查 r1992=H1F80 ; bit 7=1, bit 8=1, bit 9=1, bit 10=1

r1992:PolID diagnostics = 1F80H	
Bit 0: Critical encoder fault occurred	[0] No
Bit 2: Encoder parking active	[0] No
Bit 5: Encoder fault Class 1	[0] No
Bit 6: Encoder fault Class 2	[0] No
Bit 7: Pole position identification for encoder carried out	[1] Yes
Bit 8: Fine synchronization carried out	[1] Yes
Bit 9: Coarse synchronization carried out	[1] Yes
Bit 10: Commutation information available	[1] Yes
Bit 11: Speed information available	[1] Yes
Bit 12: Position information available	[1] Yes
Bit 15: Zero mark passed	[0] No

8.3 检查换向角

1. 设置 p1983 PolID test =1

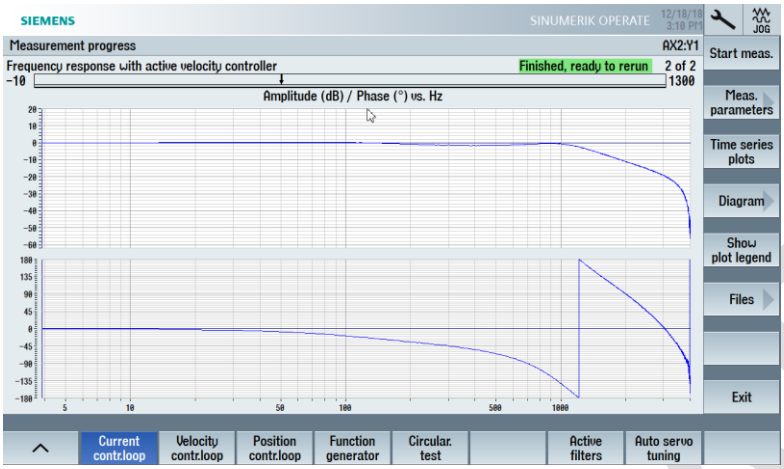
2. 检查 r1984 PolID ang diff <10

9 伺服优化

9.1 电流环优化（手动）

1. 测试电流环频率响应，调整 p1715
2. 电流环不允许超调

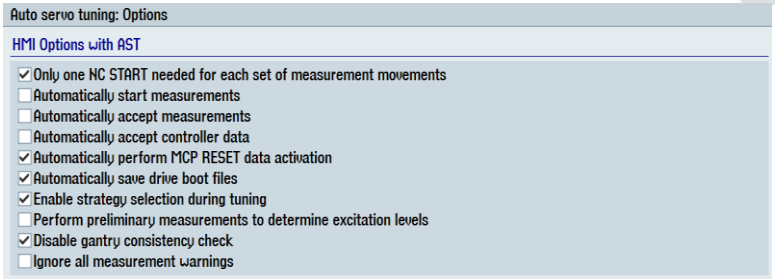
如 P1715=120



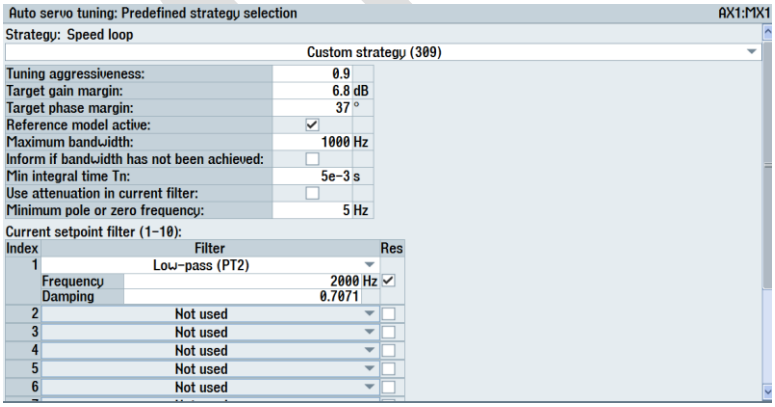
9.2 自动伺服优化（AST）

9.2.1 自定义优化策略

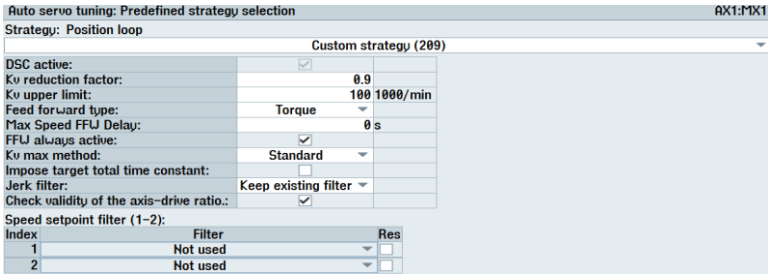
9.2.1.1 选项



9.2.1.2 自定义速度环优化策略



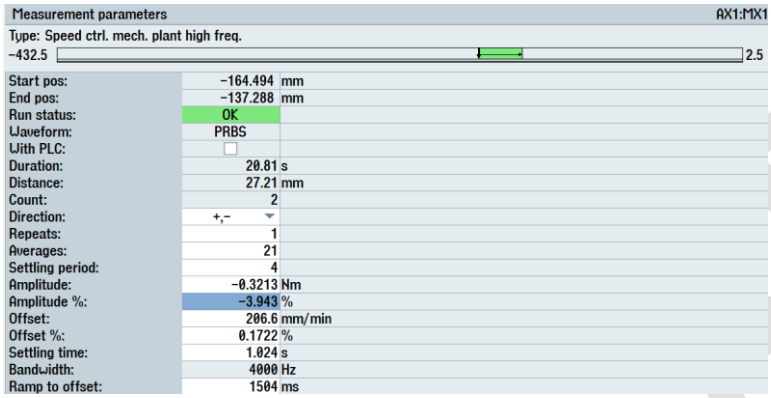
9.2.1.3 自定义位置环优化策略



9.2.2 设置合适的测量参数

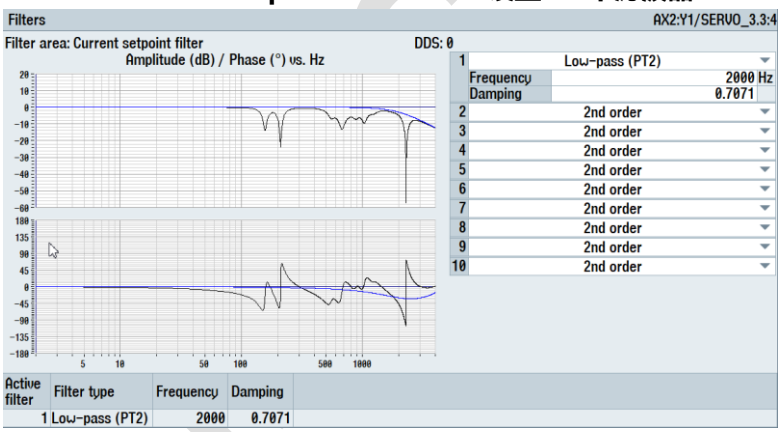
危险！

- 每次测量前必须检查测量参数



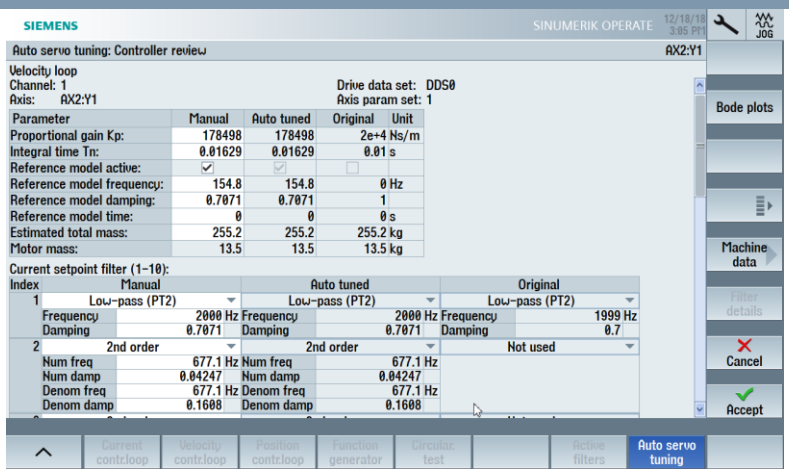
9.2.3 AST 自动伺服优化结果（示例）

9.2.3.1 Current setpoint filter: AST 设置 10 个滤波器

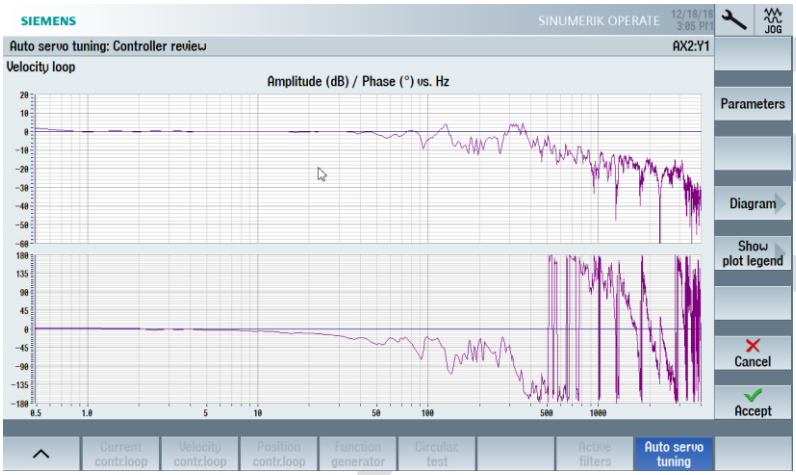


9.2.3.2 Speed loop

P1460= 178498

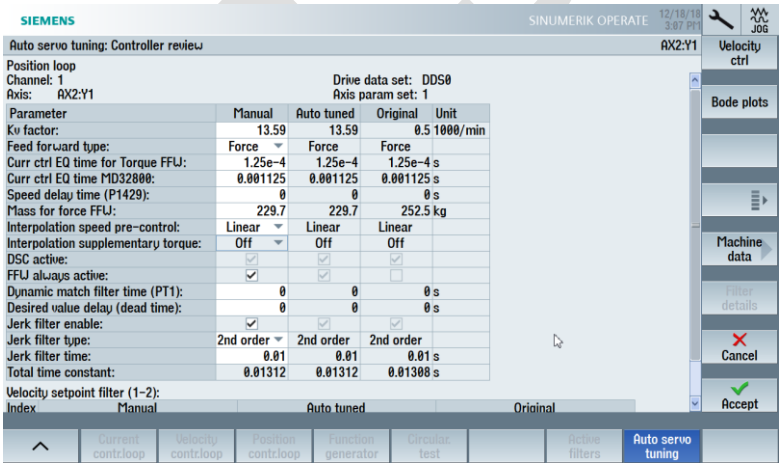


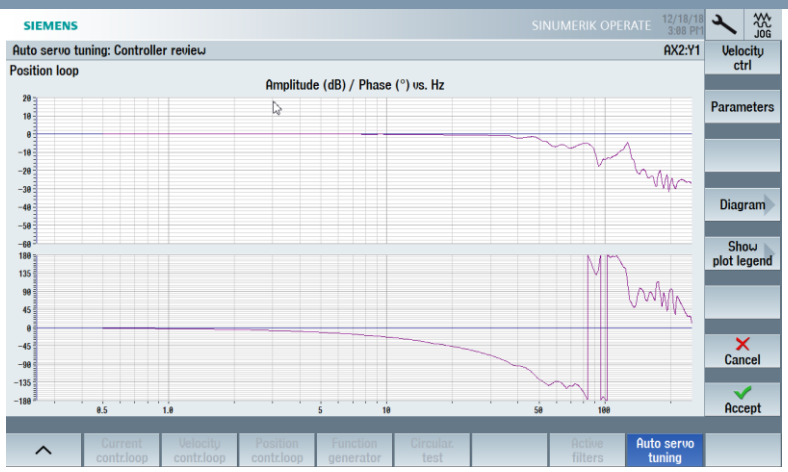
P1460= 178498



9.2.3.3 Position loop

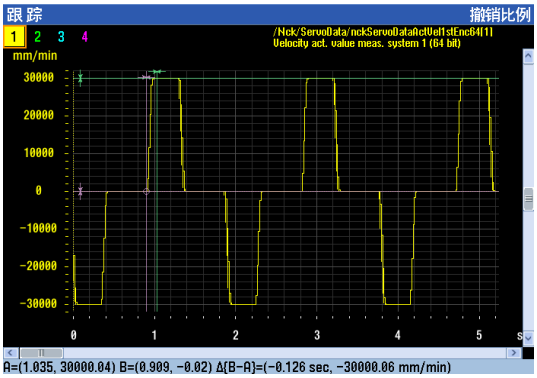
N32200=13.59

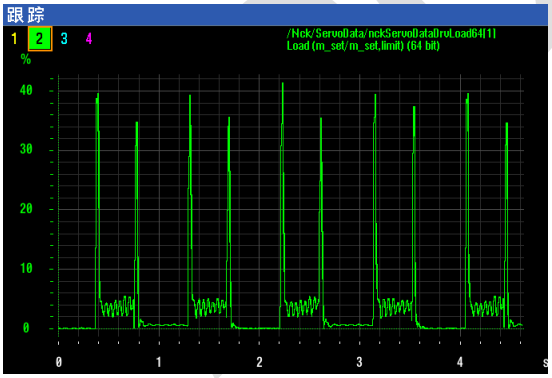




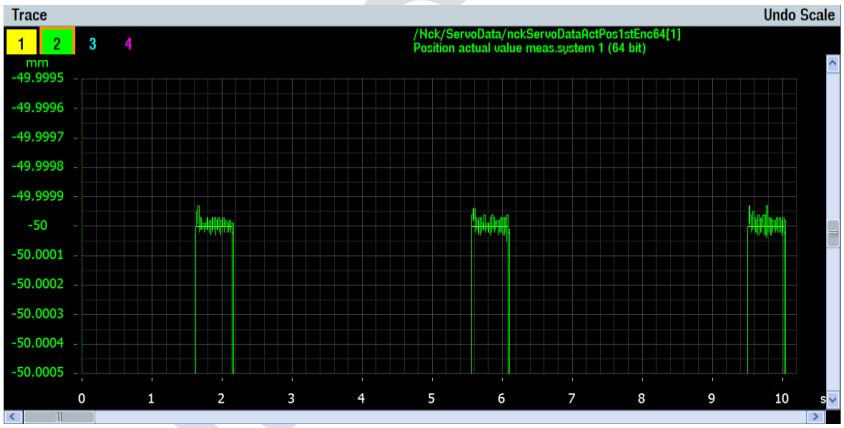
9.3 轴特性优化

9.3.1 加速度及利用率





9.3.2 轴定位



10 作者/联系人

顾向清 曹鹏

2018-12-28

11 版本信息（Option）

版本	日期	修改内容
V1.0	2018.12.28	

MTS APC