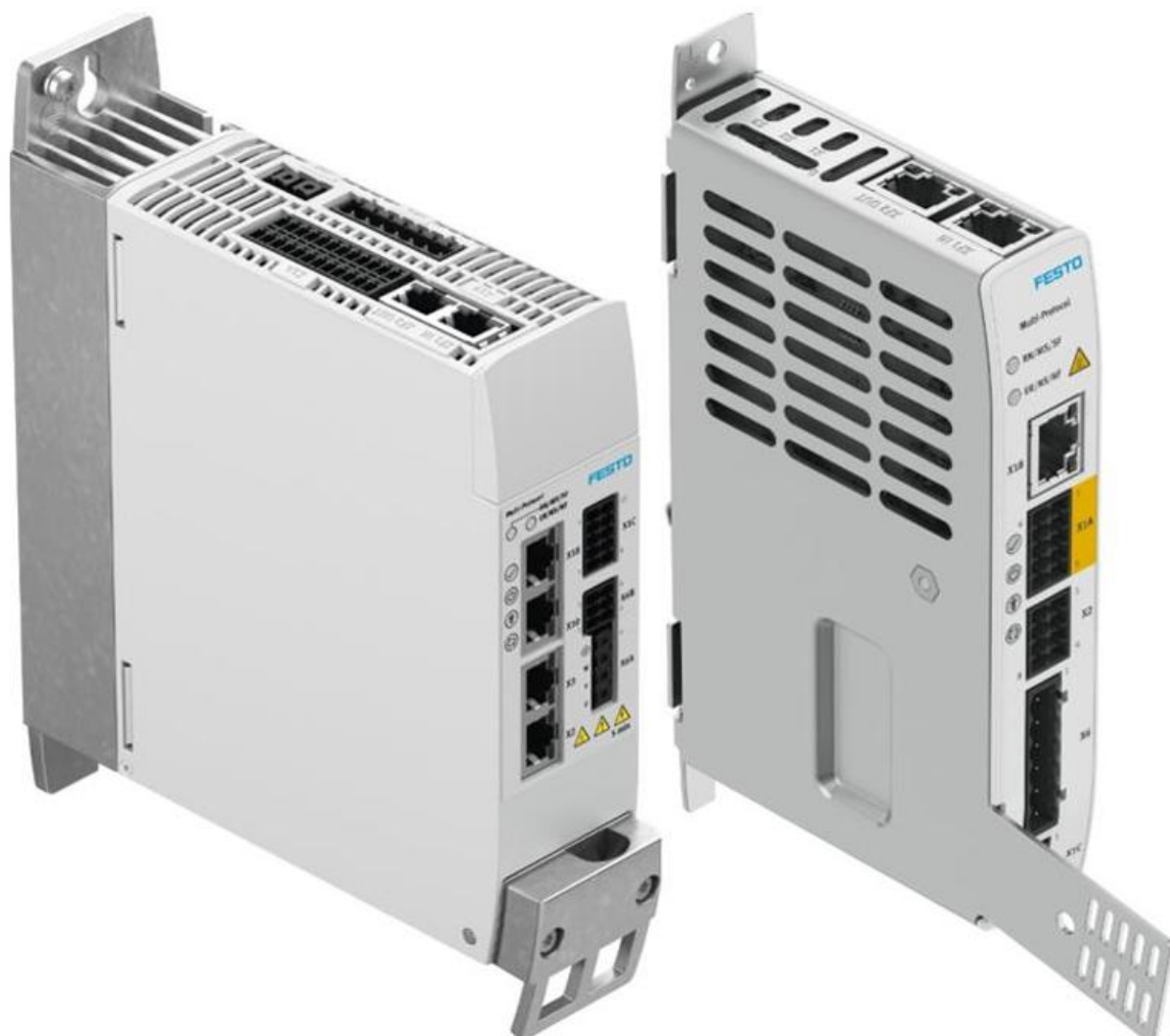


CMMT 伺服动态提速优化与故障处理



姓名

Festo 技术支持

2026 年 10 月 13 日

关键词:

CMMT-AS, CMMT-ST, Festo Automation Suite

摘要:

电机低速运行良好，但速度提升遇到问题。可能出现速度提升不上去、故障报警等问题。本文分析一些常见的原因，以及解决方法。CMMT-AS 系列伺服驱动器和 CMMT-ST 系列步进驱动器均适用。

目标群体:

本文仅针对有一定自动化设备调试基础的工程师，需要对 Festo CMMT 系列驱动器调试有一定基础，已经完成了基本的配置，并且已经完成了基本的运动。

声明:

本文档为技术工程师根据官方资料和测试结果编写，旨在指导用户快速上手使用 Festo 产品，如果发现描述与官方正式出版物冲突，请以正式出版物为准。

我们尽量罗列了实验室测试的软、硬件环境，但现场设备型号可能不同，软件/固件版本可能有差异，请务必在理解文档内容和确保安全的前提下执行测试。

我们会持续更正和更新文档内容，恕不另行通知。

目录

- 1 提速时遇到的常见问题 4
- 2 运动控制的常用概念 4
- 3 在试软件中优化运动参数..... 5
 - 3.1 手动移动（基础测试） 5
 - 3.2 位置表(进阶测试)..... 6
 - 3.3 曲线图（高级分析） 8
- 4 通过现场总线设置运动参数..... 12
 - 4.1 111 位置报文..... 12
 - 4.2 西门子工艺对象 13
 - 4.3 EtherCAT CIA402 15

1 提速时遇到的常见问题

- 提升伺服或者步进电机设定速度时，你是否遇到过以下问题：
- 实际速度提升不明显；
 - 报“位置跟随误差”、“速度跟随误差”、“加速度跟随误差”、“速度太高”等错误；
 - 提速后负载到位之后来回振荡
 - 提速后负载运动轨迹呈现锯齿状

以上问题大多是因为动态参数给定不合适引起的，一些特殊应用中可能还需要优化闭环增益和刚性参数。

2 运动控制的常用概念

运动过程中的动态参数，通常是指位置、速度、加速度、加加速度（jerk）。

■ 位置	postion	轴的坐标。
■ 速度	Velocity	位移对时间的导数，体现位置变化的快慢。
■ 加/减速度	acc/dec	acceleration / deceleration，速度对时间的导数，体现速度变化的快慢。
■ 加加速度	jerk	加/减速度对时间的导数，体现加速度/减速度变化的快慢。

位置^{求导}→速度^{求导}→加速度^{求导}→Jerk

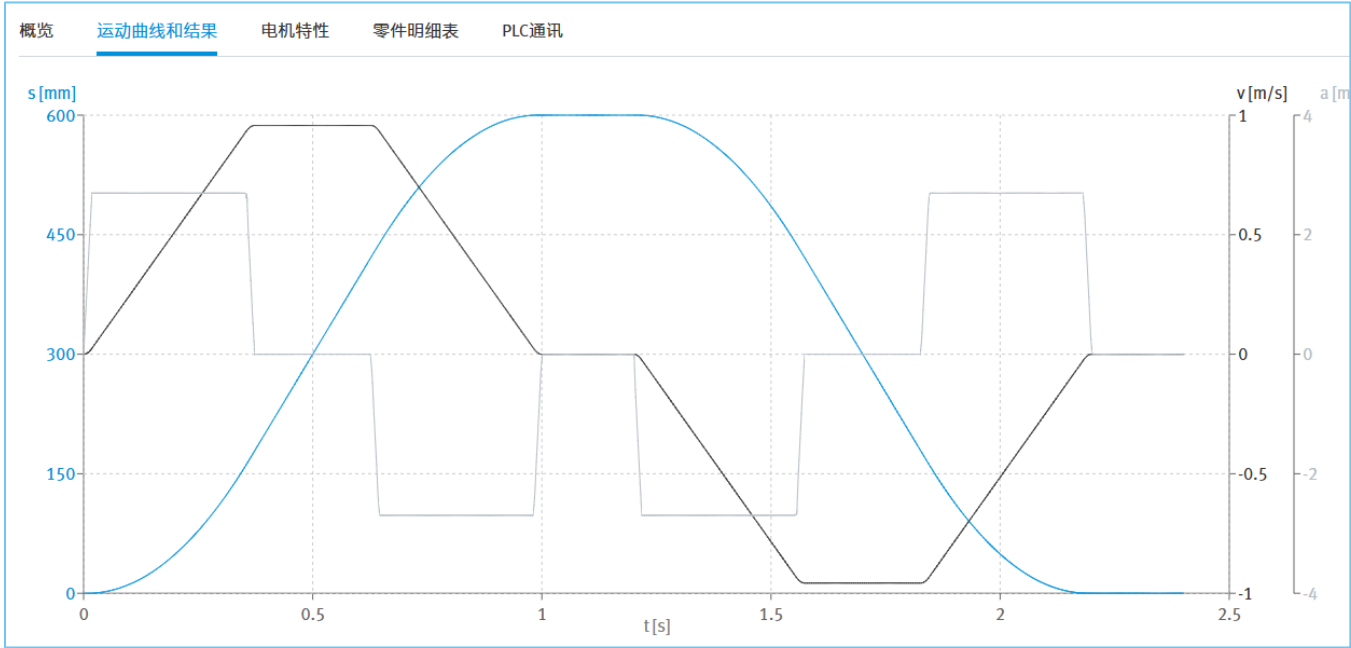
或者

Jerk^{积分}→加速度^{积分}→速度^{积分}→位置

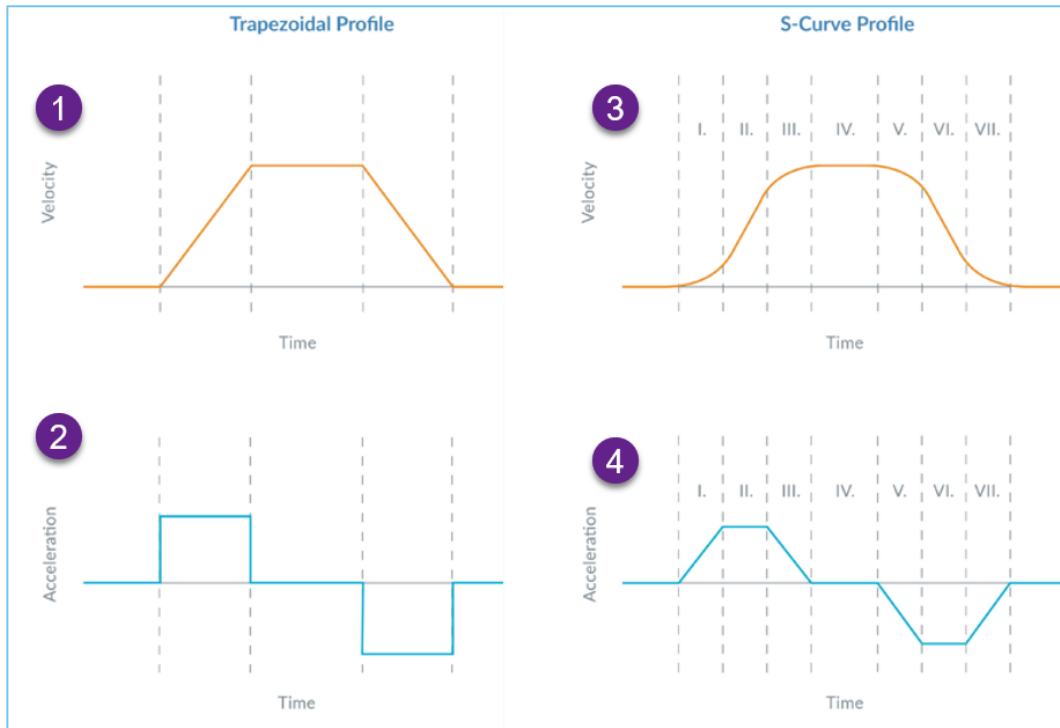
运动轮廓（运动曲线 Motion Profile）

指定了速度、加速度、jerk 值后，模拟生成的或者实际运行后采集的轨迹曲线，就是运动轮廓。它同时体现了位置、速度、加速度随着时间变化的趋势，便于分析相互之间的关系，以及优化参数。

比如下图是 Festo 选型软件根据用户工况条件，计算生成的理论曲线：



- **S 形与梯形加速**
通常所说的 S 形与梯形，指的是速度曲线的轮廓，而影响速度曲线轮廓的是加速度。
- **梯形**：如果加速度瞬间达到最大值、瞬间降为 0(下图标号 2)，即加速度曲线阶跃跳变，那么速度曲线将会是带有转角的梯形曲线(下图标号 1)。
- **S 型**：如果加速度不是恒定值，而是匀速变化（下图标号 4），速度曲线就会呈现为光滑的曲线（下图标号 3）。
- **Jerk**：即加加速度，是用来控制加速度变化率的，也就是加速度曲线斜率（下图标号 4）。如果 jerk 无限大，加速度曲线就会是阶跃形状（下图标号 2）。



实际应用中：

- 快速启停——↑加速度和 jerk，提升节拍。
- 平稳启停——↓加速度和 jerk，让速度曲线甚至加速度曲线平滑，减少冲击，延长寿命。

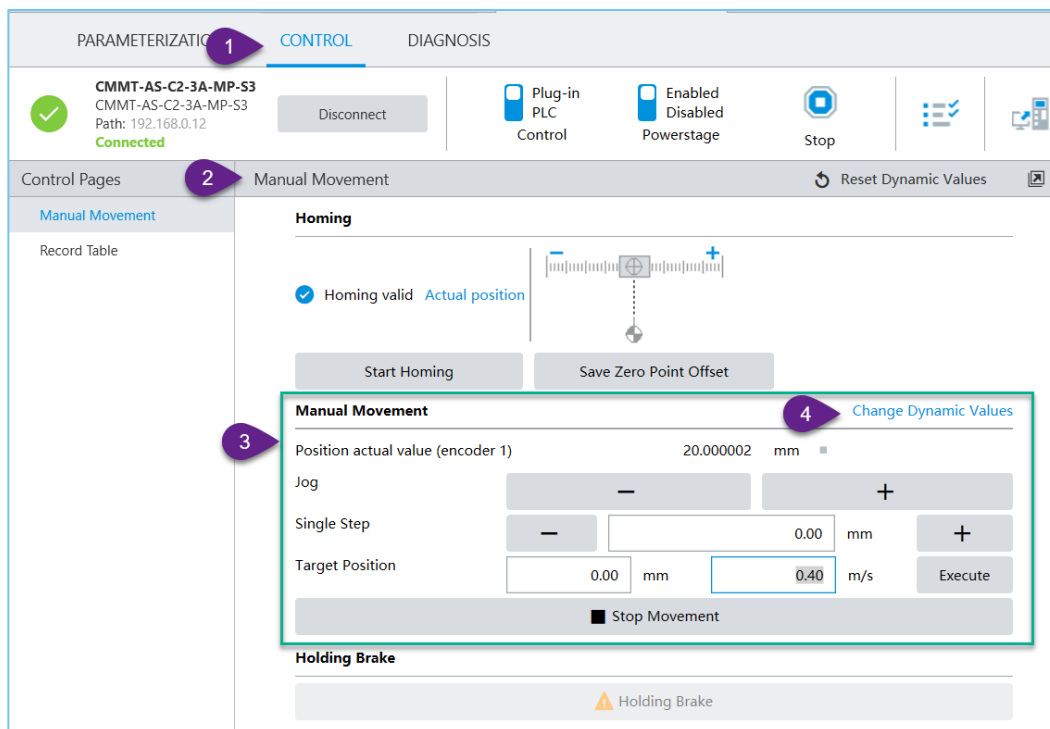
3 在试软件中优化运动参数

建议用户首先使用 FestoAutomation Suite 软件调试，测试好运动参数，再应用到上位机执行。更简单不易出错。

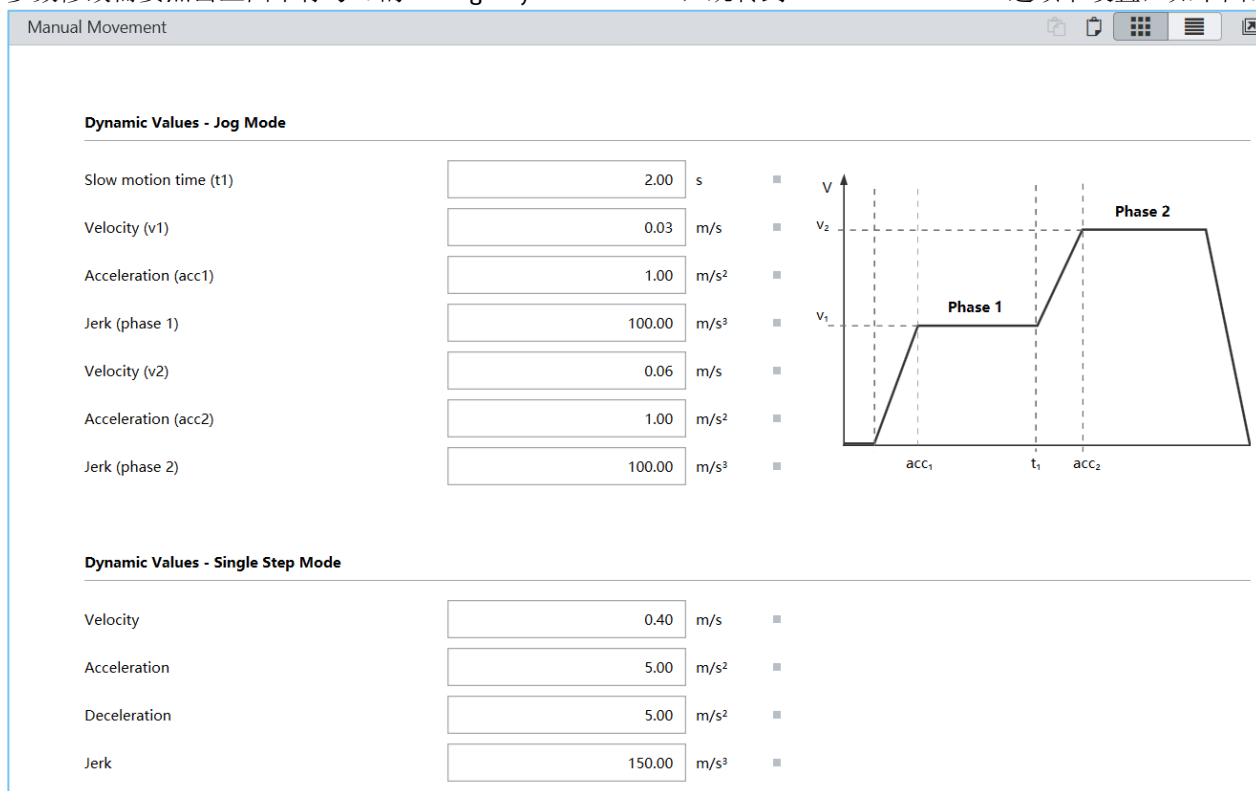
3.1 手动移动（基础测试）

简单的运动测试，在 control 选项卡中的 manual movement 中完成。这里可以执行

- 点动 jog
- 相对运动 Single Step
- 绝对运动 Target Position



不过，点动时的速度和加速度、相对和绝对运动的加速度和加加速度（jerk），在此面板上都设置不了。更多参数修改需要点击上图中标号 4 的 Change Dynamic Values，跳转到 Manual Movement 选项卡设置，如下图：

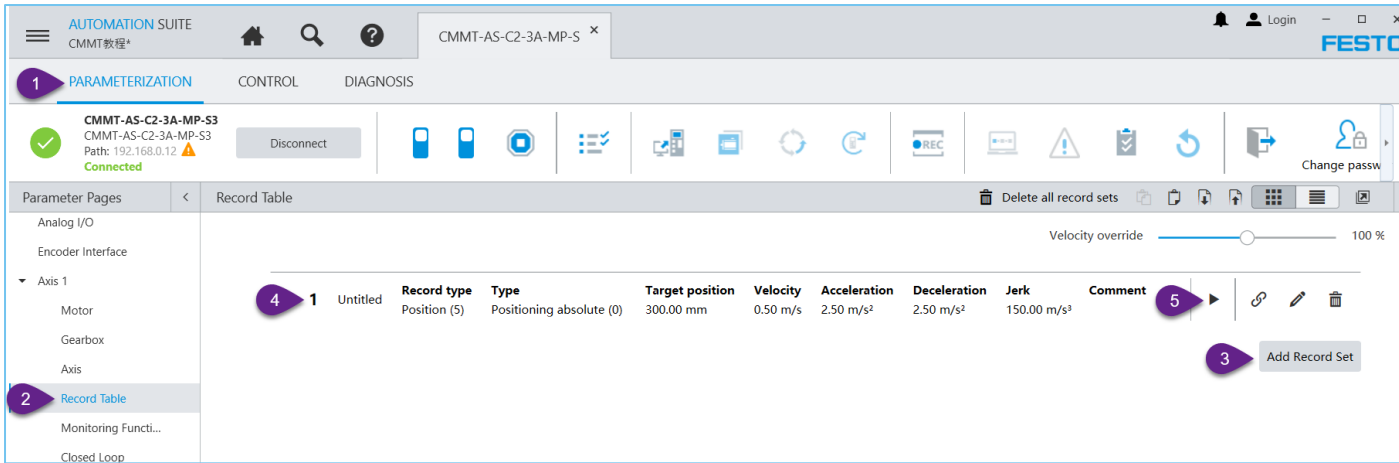


对于更复杂的运动需求，建议使用位置表 RecordTable 功能。

3.2 位置表(进阶测试)

位置表可以方便实现：

- 一个版面设置位置、速度、加速度、jerk。
- 建立多条运动指令对比测试效果
- 循环测试，边测边改



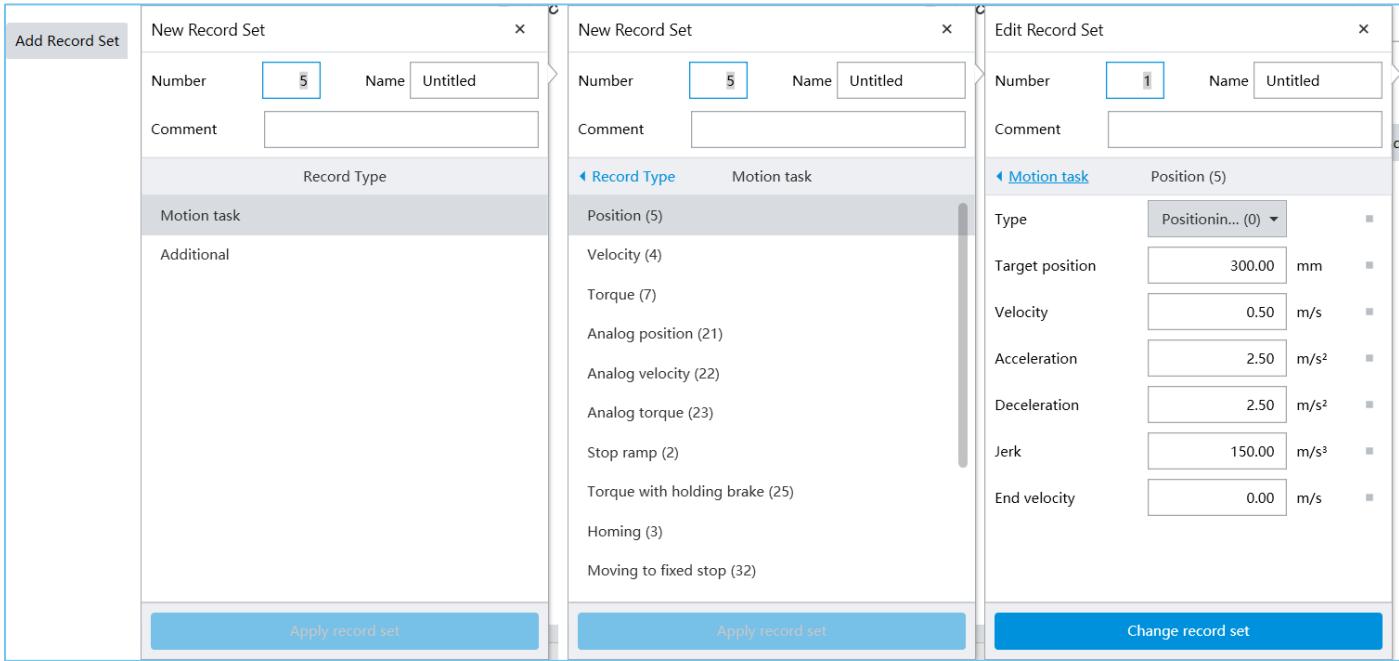
调试步骤:

1. 确定最大速度、加速度和 jerk

- Velocity 速度设置从低到高测试，比如先测 0.1m/s，运行状态良好再加速，逐步增加目标速度到 0.5m/s。
- Acc、dec 加速度和减速度估算：假设最大速度 0.5m/s，要求 200ms 达到最大速度，那么加速度大约为

$$a = \frac{v}{t} = \frac{0.5m/s}{0.2s} = 2.5m/s^2$$

- Jerk 值通常可以保持默认的 150m/s³。



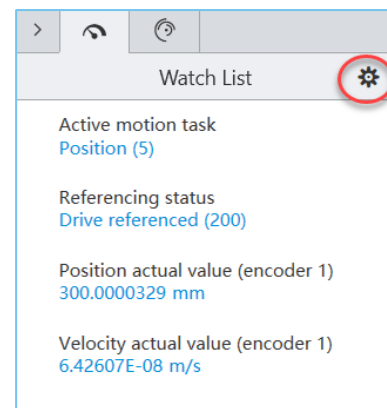
2. 测试运行

使能状态下点击指令右侧的三角形图标，可以启动指令运行。



3. 观察运动

观察运动情况，根据反馈修改参数。实际位置、实际速度等，在 Watch List 里可以观察到。点击右上角的齿轮可以编辑仅显示关注的变量。



4. 原因分析

- 速度上不去，常见的原因是加速度或者 jerk 值过小。
- 速度上去了，但有抖动、过冲、报警跟随误差等，常见的原因是加速度和 jerk 过大。

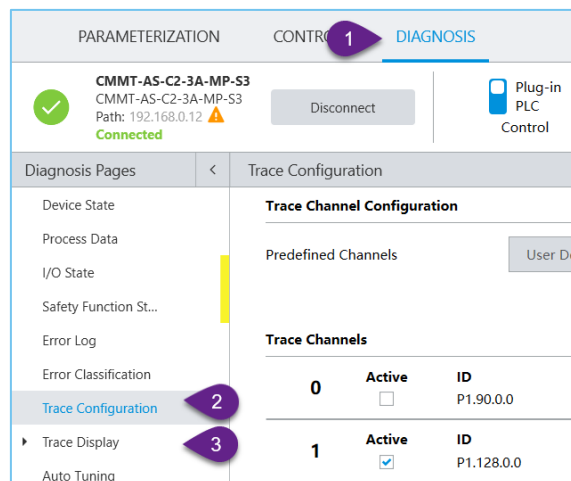
3.3 曲线图（高级分析）

- 实际速度是否达到了设定速度？
- 最大加速度达到了多少？
- 实际定位时间用了几秒？
- 跟随误差究竟有多大？
- 速度上不去是不是扭矩被限制了？

要回答这些问题，需要采集数据生成曲线来量化分析。

在 DIAGNOSIS 诊断页面

- Trace Configuration 页面配置要采集的数据
- Trace Display 展示采集的结果



应用案例：

不论速度给多高，实际速度都加不上去。

采集几个最常用的变量的曲线：

- 实际位置 P1.128.0.0
- 实际速度 P1.1210.0.0
- 实际加速度 P0.71501.0.0

其中，前两个变量在默认列表中，最后一个变量需要点击 AddTraceChannel 手动添加。不需要采集的变量，在 Active 列的方框中取消打勾或者点右侧垃圾桶图标将其删除。

Trace Configuration

Trace Channel Configuration

Predefined Channels

User Defined (No profile)

Save Configuration

Trace Channels

0	Active	ID	Signal	
	☐	P1.90.0.0	Setpoint position	
1	Active	ID	Signal	
	☒	P1.128.0.0	Actual position value encoder channel 1	
2	Active	ID	Signal	
	☐	P1.2216.0.0	Setpoint value velocity controller	
3	Active	ID	Signal	
	☒	P1.1210.0.0	Actual velocity value encoder channel 1	
4	Active	ID	Signal	
	☐	P1.86.0.0	Setpoint value active current	
5	Active	ID	Signal	
	☐	P1.814.0.0	Actual active current value	
6	Active	ID	Signal	
	☐	P1.2217.0.0	Position control error	
7	Active	ID	Signal	
	☒	P0.71501.0.0	Actual acceleration value filtered	

Add Trace Channel

Record Settings

Trace duration

20.00513 s

Trace resolution

0.000875 s

Trigger Preferences

Type	Value mode	Condition	Parameter	Threshold	
Data trigger (1)	Threshold (3)	Change in value (3)	P1.128.0.0: Actual position value encoder channel 1	Value: 1.00 mm	

Trace delay

1.5085 s

Status

Actual trace status

Trace recording inactive (0)

Start Trace

Stop Trace

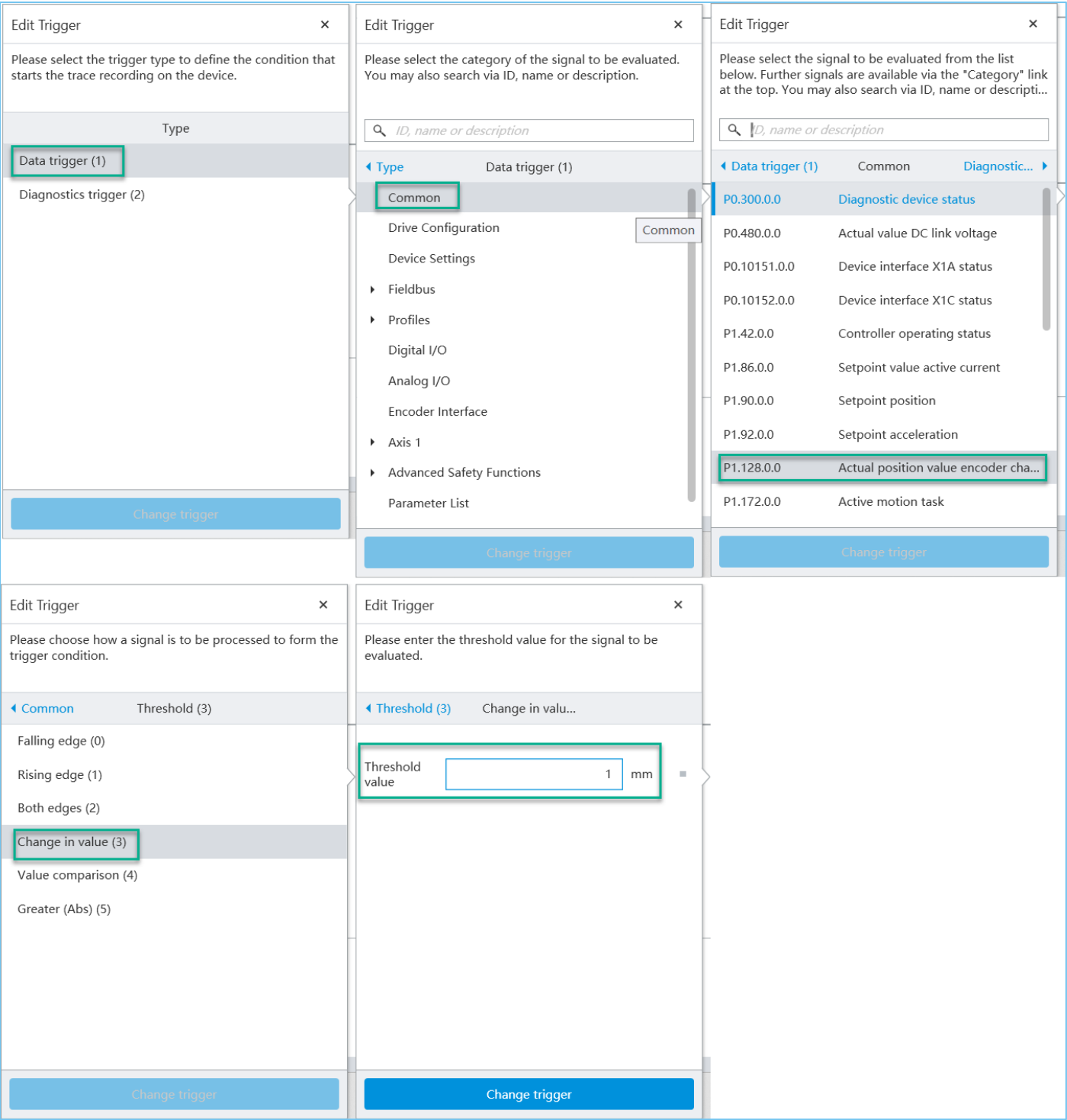
标号 4 Trace duration 设置采集持续的时长

标号 5 设置触发采集的条件，此处设置为当轴移动超过 1mm，自动开始采集。

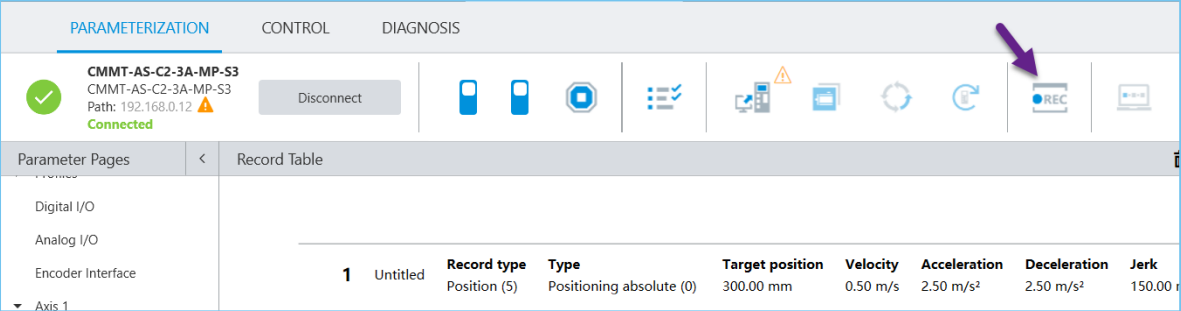
标号 6 Trace delay 这里设置的 1.5s，指将触发信号之前 1.5s 内的数据也一同记录。

标号 7 start trace 点击后开始监控，满足触发条件后开始记录数据。

标号 5 的触发条件（运动超过 1mm 即自动记录）设置方法：



参数页快捷图标栏也有 Start trace 按钮



位置表中建立两条指令作为对比，目标速度都是 0.5m/s

- 去程：300mm->0mm，低动态，加速度和减速度为 1m/s^2 ,jerk 为 1m/s^3
- 返程：0mm->300mm，高动态，加速度和减速度为 2m/s^2 ,jerk 为 20m/s^3

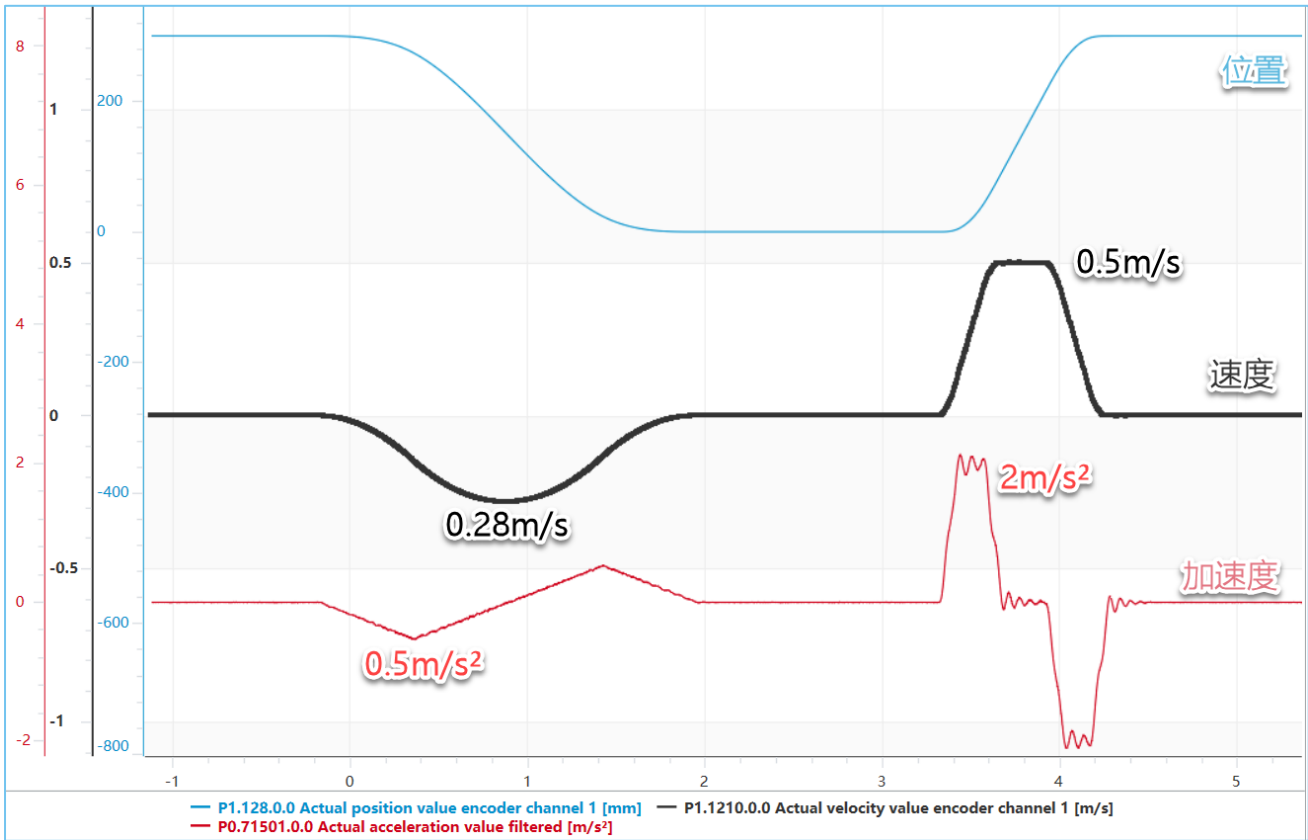
1	Untitled	Record type Position (5)	Type Positioning absolute (0)	Target position 0.00 mm	Velocity 0.50 m/s	Acceleration 1.00 m/s ²	Deceleration 1.00 m/s ²	Jerk 1.00 m/s ³
2	Untitled	Record type Position (5)	Type Positioning absolute (0)	Target position 300.00 mm	Velocity 0.50 m/s	Acceleration 2.00 m/s ²	Deceleration 2.00 m/s ²	Jerk 20.00 m/s ³

连续运行这两条指令，完成之后，在 trace display 页面查看曲线。

常用的一些图像分析操作：

- ✧ 按住鼠标左键拖动框选，放大局部图像；
- ✧ 按住空格键，再按住鼠标左键移动视图；
- ✧ 上下拖动各个 Y 轴，错开显示曲线

处理后得到如下对比视图：



上图中左边是去程，右边是返程。分析图形得到结论：

- 目标速度都是 0.5m/s,去程最大速度只达到 0.28m/s，而返程最大速度达到了目标值 0.5m/s。这是因为去程加速度不够，有限行程内无法加速到最大速度就需要减速了。返程加速度够大，就达到了目标速度。
- 去程目标加速度为 1m/s^2 ，实际最大值只达到 0.5m/s^2 。返程目标加速度为 2m/s^2 ，实际达到了 2m/s^2 。这是因为去程 jerk 值不够，有限行程内无法达到最大加速度，就要开始减速了。
- 返程的加速度曲线出现了振荡，在一些特殊应用场景中，负载可能已经出现了抖动，比如负载较重、工装存在偏心或者悬臂较长等场景。这时候需要减小 jerk 值。

简单总结：

- 速度达不到检查加速度
- 加速度达不到检查 jerk
- 抖动时减少 jerk，以及加速度、减速度。

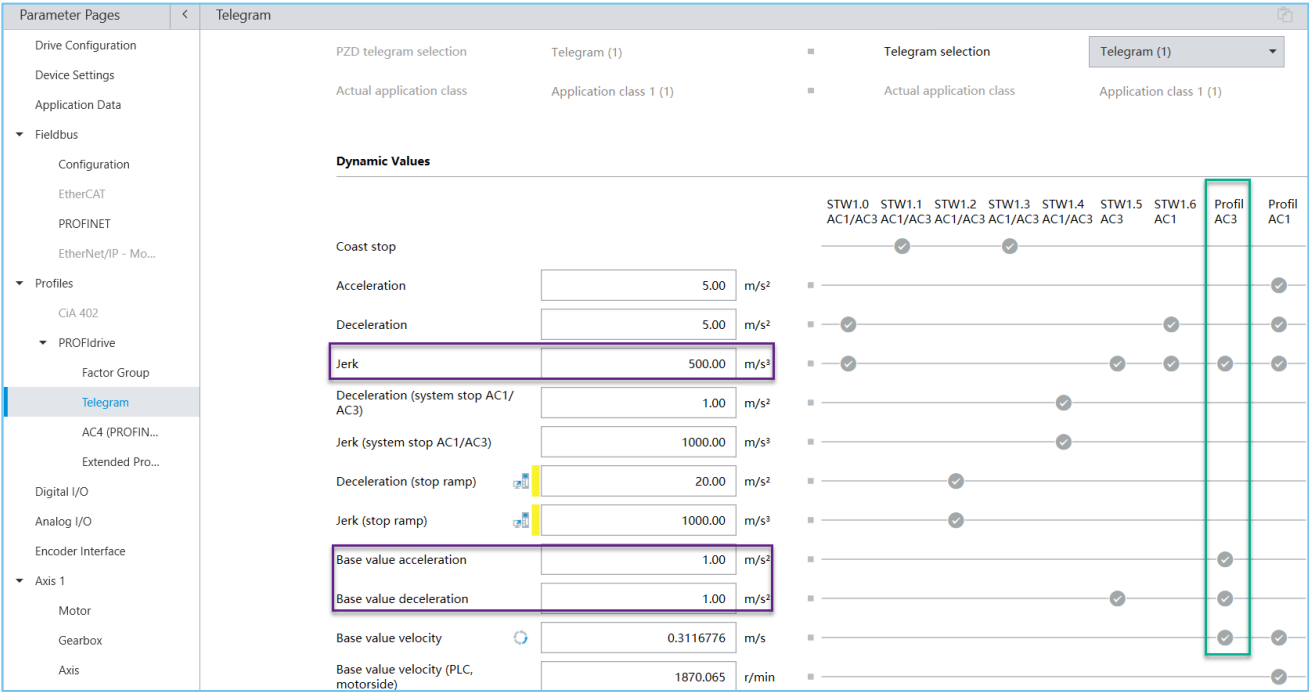
4 通过现场总线设置运动参数

FAS 调试软件调试出获得最优最大速度、加速度、jerk 后，如何正确应用到 PLC 控制呢？

4.1 111 位置报文

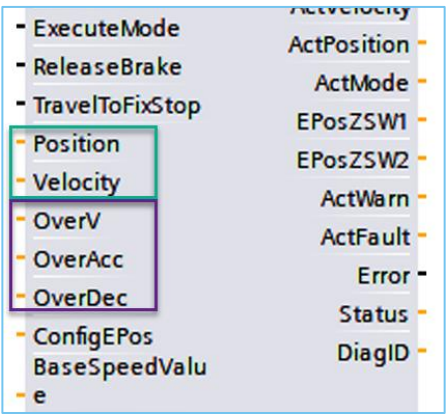
111 报文最常用的定位报文，使用 Profinet 协议和 EtherNetIP 协议时经常用到。点对点定位，PLC 发送目标位置和速度，位置闭环、轨迹规划均在伺服驱动器内部完成，属于 PROFIdrive 规范里的 AC3（Application Class 3）。其加速度和 jerk 基准值需要在 CMMT 驱动器内设置。如下图所示。

轮廓定位用到的加速度和 jerk 如下图框选部分：



注：111 报文中急停、停止、暂停等需要在驱动器侧设置加速度和 jerk 的，也要用到此页面，可通过对应的 STW1.* 列找到具体参数。其他如 1，102，9 等报文，应用类型为 AC1 和 AC3 的，也同样在此设置。

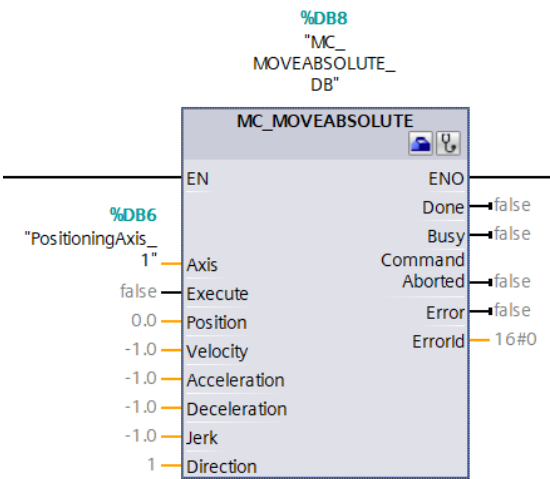
111 报文控制电机时，PLC 功能块上可直接设定目标位置和目标速度，另外通过倍率参数能够间接改变速度和加速度、减速度。以下为 Festo P2P 功能块视图



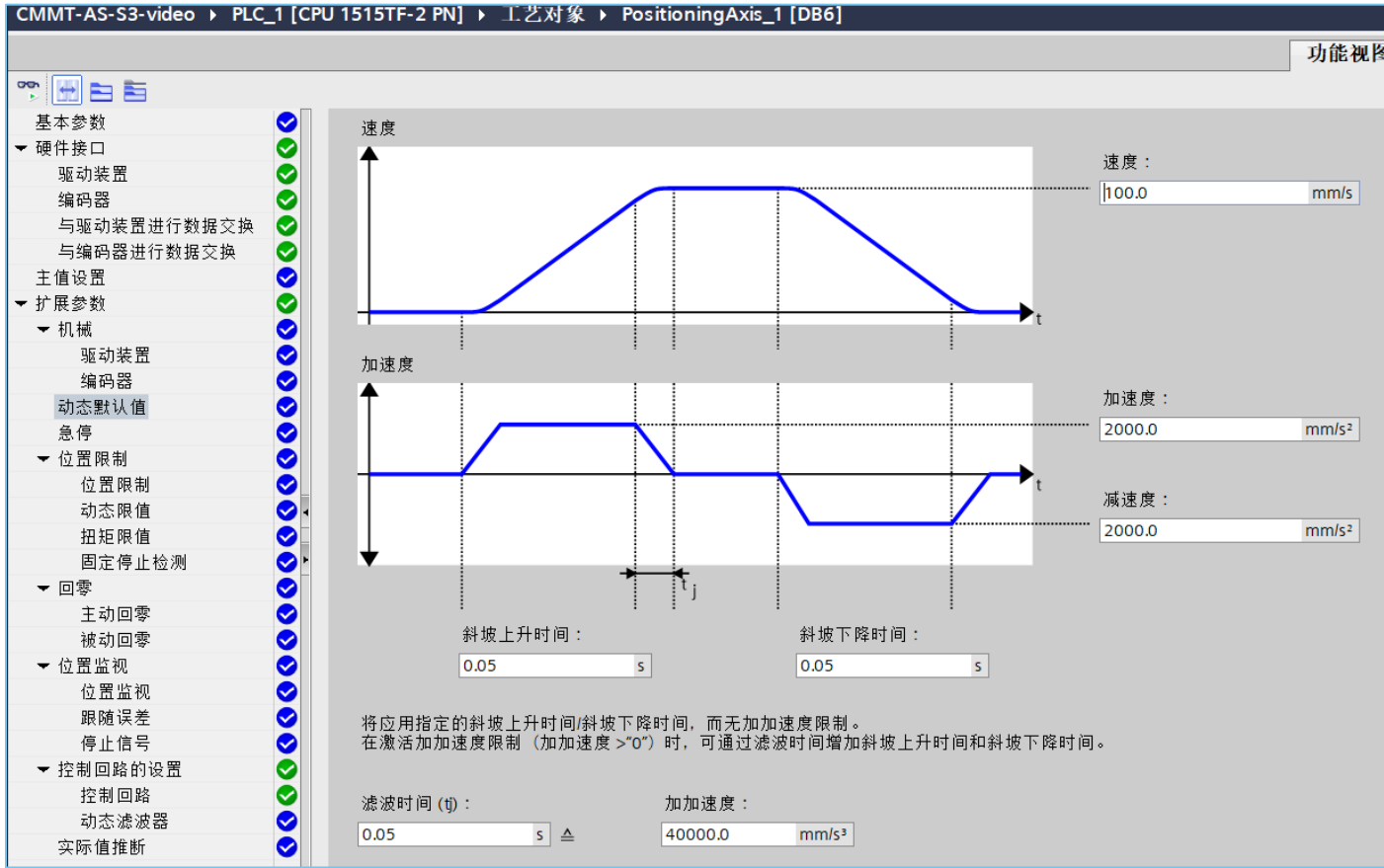
- OverV 速度倍率 0...199%
- OverAcc 加速度倍率 0...100%
- OverDec 减速度倍率 0...100%

4.2 西门子工艺对象

使用工艺对象控制轴时，定位运行的加速度、减速度以及 jerk 值均在 PLC 中配置。比如 MC_MOVEABSOLUTE 功能块上有对应的引脚。



如果引脚不赋值变量，如上图值为-1.0，则表示 PLC 采用工艺轴中设置的默认加速度、减速度和 jerk。组态页面设置如下图：



注意：为了保证 PLC 与 FAS 软件控制效果一致，必须将 FAS 软件 AC4 页面的速度基础值和最大值填入 PLC 组态，同时正确填写扭矩、进给常量和减速比。

Parameter Pages

AC4 (PROFINET)

Drive Configuration

Device Settings

Application Data

Fieldbus

Profiles

CIA 402

PROFIdrive

Factor Group

Telegram

AC4 (PROFINET)

Extended Pro...

Digital I/O

Analog I/O

Encoder Interface

Axis 1

Motor

Gearbox

Axis

Record Table

Monitoring Functi...

Closed Loop

Auto Tuning

Vibration Compe...

AC4

Base value velocity

0.3116775

m/s

Base value velocity (PLC, motorside)

1870.065

r/min

Maximum (v_max)

0.5936716

m/s

Maximum (v_max, PLC)

3562.029

r/min

Maximum motor torque/servo drive

2.214

Nm

Bus cycle time (KPC)

0.001

s

Amplification factor Position control (without DSC)

24.34828

Amplification factor Position control (with DSC)

24.34828

Resolution per revolution for Gn_XIST

Resolution per re... (262144)

Number of revolution

16384

Bits in Gn_XIST1

0

Bits in Gn_XIST2

0

Numerator

1

Denominator

1

Feed constant 1

10.00

mm/rev

CMMT-AS-S3-video

PLC_1 [CPU 1515TF-2 PN]

工艺对象

PositioningAxis_1 [DB6]

功能视图

参数视图

基本参数

硬件接口

驱动装置

编码器

与驱动装置进行数据交换

与编码器进行数据交换

主值设置

扩展参数

机械

驱动装置

编码器

动态默认值

急停

位置限制

位置限制

动态限值

扭矩限值

固定停止检测

回零

主动回零

被动回零

位置监视

位置监视

跟随误差

停止信号

控制回路的设置

控制回路

动态滤波器

实际值推断

与驱动装置进行数据交换

PLC

驱动装置

功率

编码器

电机

数据交换

编码器数据

驱动装置数据

驱动装置报文：标准报文 105

设备组态

组态过程中自动应用驱动值（离线）

运行时自动应用驱动值（在线）

参考转速：1870.065 1/min

最大转速：3562.029 1/min

基准扭矩：2.214 Nm

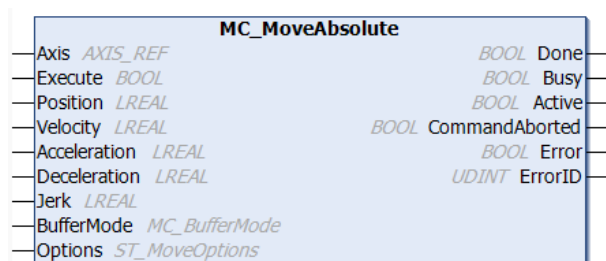
驱动装置的参数必须与设备组态中的规范相匹配。



4.3 EtherCAT CIA402

EtherCAT 总线控制轴，遵循 cia402 规范。

如果 PLC 支持建立轴对象，定位时 operation mode 通常运行 CSP 周期同步位置模式，其加速度、减速度和 jerk 值在 Motion 功能块上设置。比如 Beckhoff 的 Mc_MoveAbsolute。



或者采用轴对象里设置的默认值，如

