

S7-1500T 控制 CMMT 实现同步控制

电子齿轮同步篇



王金亮
Festo 技术支持
2024 年 6 月 28 日

关键词:

S7-1500T，同步控制，**CMMT**，**Gear**

摘要:

本文介绍了使用 **S7-1500T PLC** 控制 **Festo CMMT** 实现电子齿轮同步的实例，通讯协议为 **Profinet**，**PLC** 编程软件为 **TIA Portal**。文档主要内容包括 **CMMT** 在 **FAS** 中的基本配置、**CMMT** 在 **TIA Portal** 中的组态、工艺对象中的调试，齿轮同步功能块使用等。

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** 伺服以及 **TIA Portal** 有一定了解。

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	概述	4
2	齿轮（Gear）同步功能介绍	4
3	实验的软/硬件环境	5
4	实验系统拓扑结构	5
5	FAS 中的关键设置	6
5.1	通信协议设置	6
5.2	AC4 相关参数	6
5.3	软限位设置	6
5.4	FAS 本地测试	7
6	TIA Portal 中的设置	7
6.1	下载并安装 CMMT GSDML 文件	7
6.2	硬件组态	8
6.3	组态工艺对象	11
6.3.1	Master 定位轴工艺对象组态	11
6.3.2	Slave 同步轴工艺对象组态	16
6.4	设置 OB91 的循环时间	17
7	工艺面板调试	18
7.1	单轴调试面板	18
7.2	单轴状态及故障面板	18
8	创建轴的基本控制程序	19
8.1	添加轴基本控制 FB 块	19
8.2	在 Basic ctrl FB 块中添加控制指令	19
9	创建同步控制程序	21
9.1	同步指令介绍	21
9.1.1	相对同步指令 MC_GearIn 介绍	21
9.1.2	绝对同步指令 MC_GearInPos 介绍	22
9.2	编写同步控制指令	23
9.3	OB1 中调用 Basic ctrl FB 和 Sync ctrl FB	26
10	创建测试监控表并测试	26
10.1	创建单轴的基本控制监控表	26
10.2	创建同步控制测试监控表	27
10.3	相对同步测试演示	28
10.4	绝对同步测试演示	29
11	常见问题	31
11.1	如何解除同步	31
11.2	静止时进行同步以及维持同步关系	31

1 概述

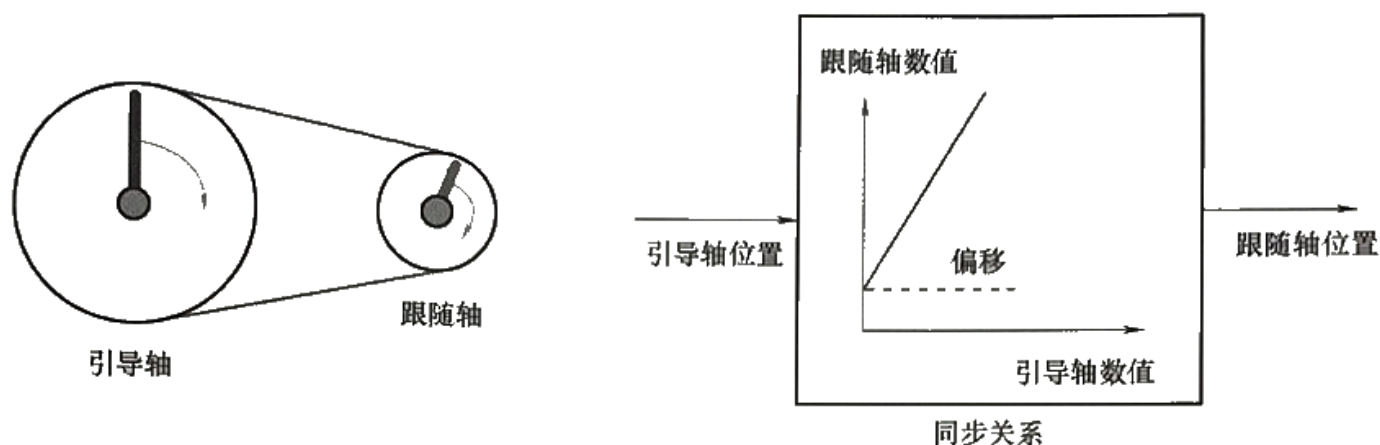
在自动化运动控制工程中，同步运动功能承担着越来越重要的作用。随着自动化技术的不断发展，机械解决方案越来越频繁地被不同的电气解决方案所替代。**S7-1500(T)** 的同步工艺对象功能提供了使用“电子同步”替代“刚性机械连接”，为生产机械提供了更高柔性，更为友好和便于维护的解决方案。

S7-1500(T) 的同步运行功能是由同步对象提供，同步运行关系至少包含一个引导轴（主轴）和一个或多个跟随轴（从轴）。引导轴可以是一个位置轴或者外部编码器工艺对象，跟随轴的位置和速度给定值由引导轴产生的数据（包含位置，速度和加速度）经过同步对象的计算处理后赋值给跟随轴，从而实现同步运行。同步功能分为齿轮（**Gear**）同步和凸轮（**Cam**）同步。

本文将介绍如何使用 **1500T** 控制 **CMMT** 实现齿轮（**Gear**）同步功能。

2 齿轮（Gear）同步功能介绍

通过齿轮（**Gear**）同步功能可完成引导轴与跟随轴间的线性传递函数功能，与机械中的齿轮功能相同。齿轮同步又分为相对同步和绝对同步。



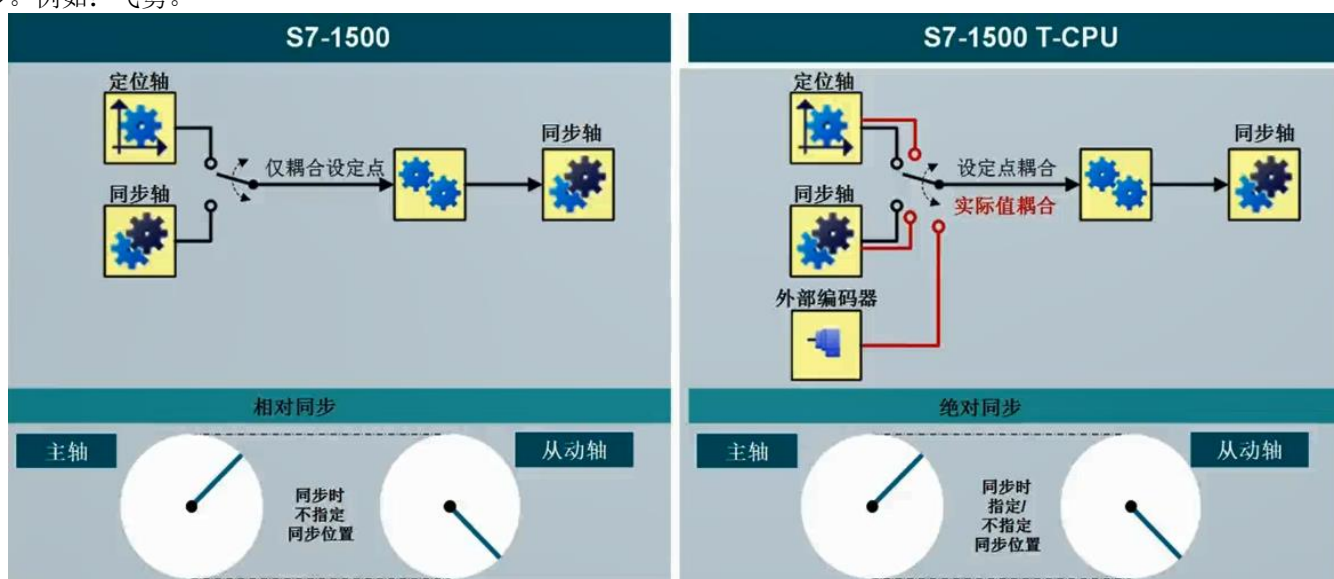
齿轮同步主从值的关系

- 相对同步

同步过程不需要有确定的同步点位置，即动态参数一致时，完成同步。也就是说，不能指定在主轴和从轴的某个特定坐标实现同步，只要速度，加速度和加加速度一致，就认为完成同步。例如：需要多轴同步移动，但只需要轴在静止的情况下完成同步的设备。

- 绝对同步

同步过程要求有确定的同步点位置。指定在主轴和从轴的某个具体位置上，引导轴和同步轴的动态参数一致，完成同步。例如：飞剪。



相对同步普通 **CPU** 就可以实现，例如 **S7-1500**；但绝对同步必须是工艺型 **CPU** 才可实现，例如：**S7-1500T**。

普通 **CPU** 只能将引导轴的设定值作为从轴的设定值，当出现设备故障时，有可能主轴不运行，从轴运行，若没有机械方面的保护措施，可能会造成设备和人身安全的意外事故。**T CPU** 可以将引导轴的实际值和外部编码器作为引导值。



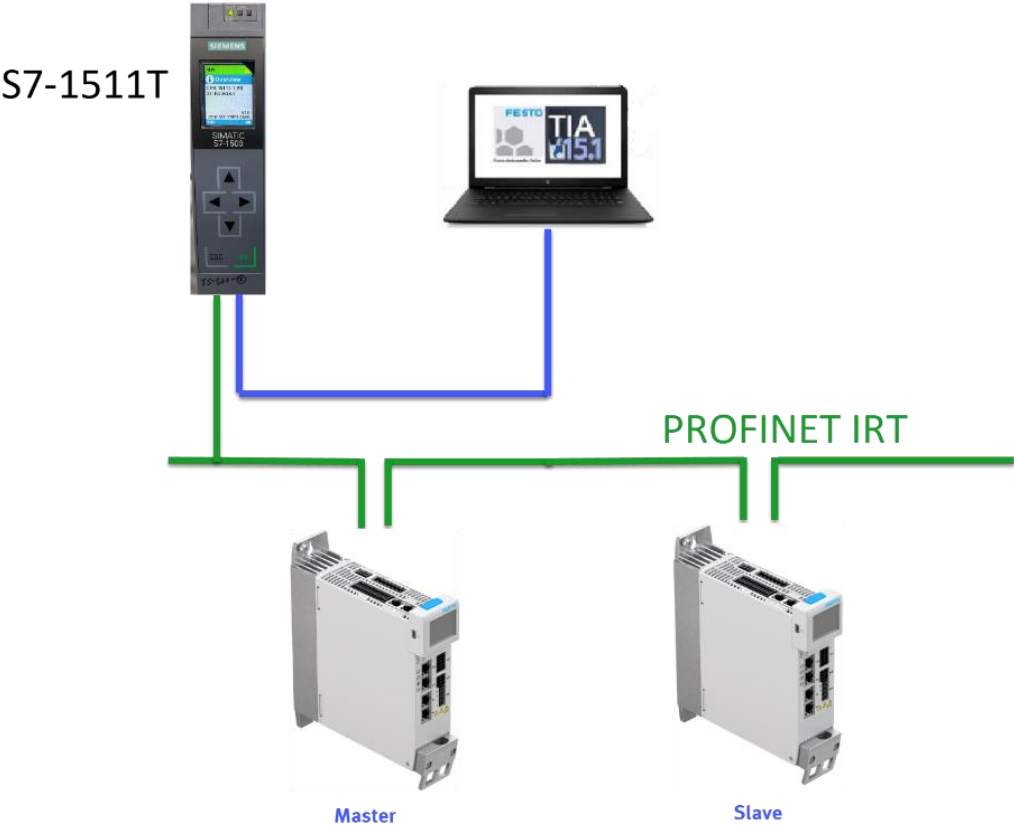
相对和绝对同步操作之间的区别取决于同步选项

相对同步	绝对同步(仅S7-1500 T-CPU)
• 使用MC_GearIn...同步而不指定同步位置. • 在命令开始时, 从动轴立即根据指定的动态响应同步到主动轴 → 以同步的速度和加速度运行 • 同步位置操作导致的同步不能被提前指定	• 使用MC_GearInPos...同步且指定主轴和从动轴的同步位置 • 使用指定的主值距离或动态参数进行主值同步 • TO独立决定何时开始同步以符合指定的标准。

3 实验的软/硬件环境

软/硬件	版本
CMMT-AS-C2-3A-MP-S1	V34.0.13.18_Release
S7-1511T-1PN	V2.8
Automation Suite	V2.8.0.417
CMMT-AS Plug-in	V2.8.0.823
TIA Portal	V15.1
CMMT_GSDML	gsdml-v2.43-festo-cmmt-as-20231101.xml

4 实验系统拓扑结构



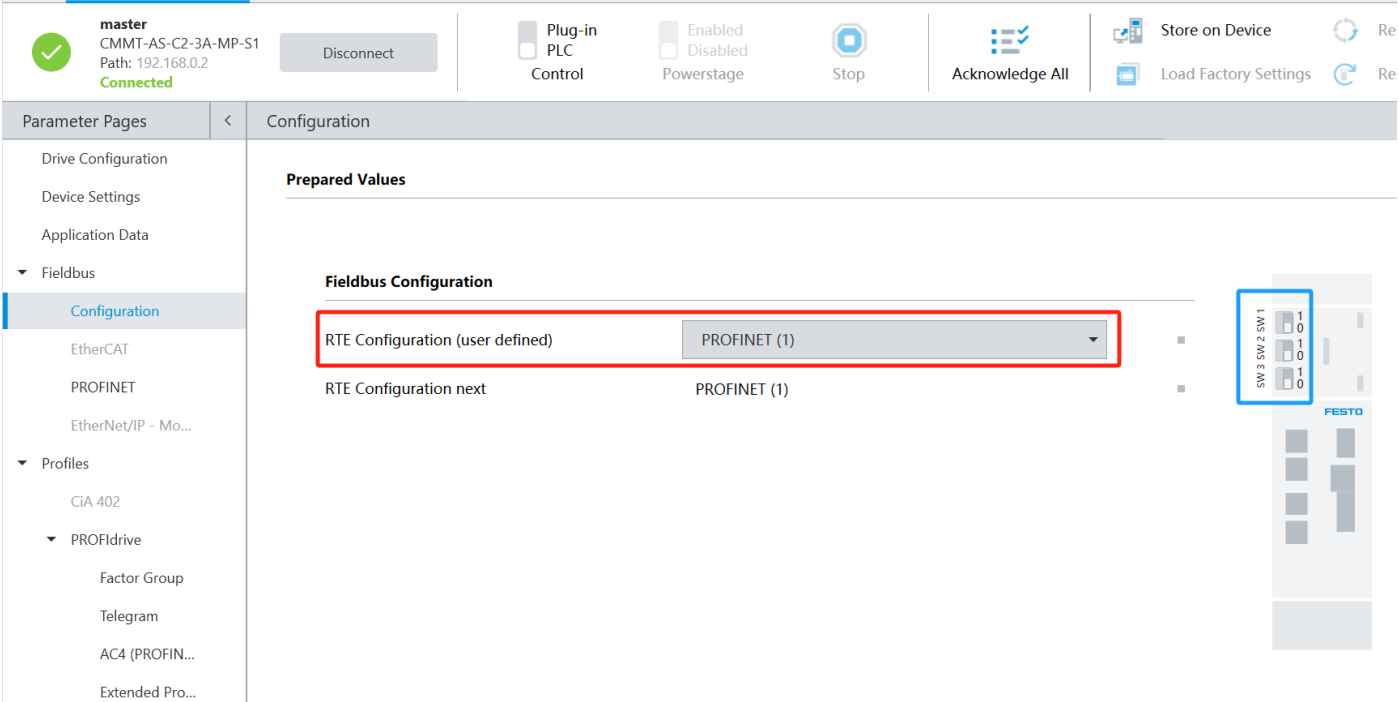
5 FAS 中的关键设置

两个轴都可参考以下设置：

5.1 通信协议设置

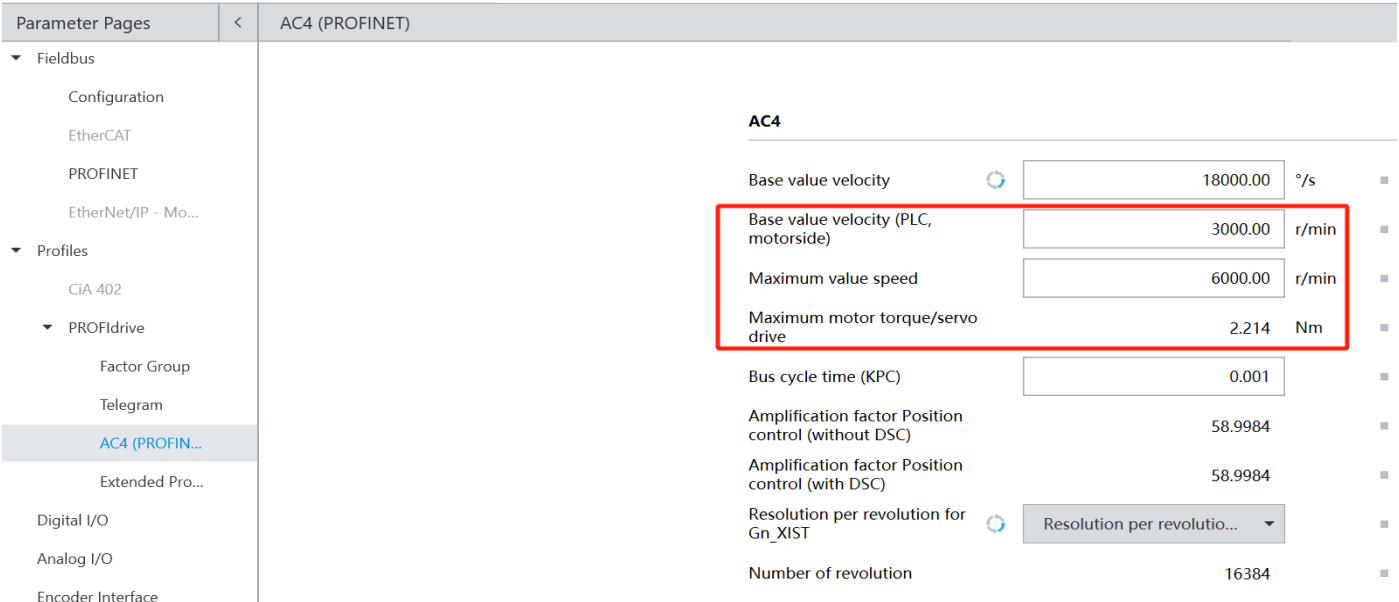
如图所示，将通信协议设置为 **Profinet**.

注:将 **CMMT** 面板拨码 **SW1,2,3** 设置为 **0**，表示通信协议由软件指定，否则以面板设置优先。



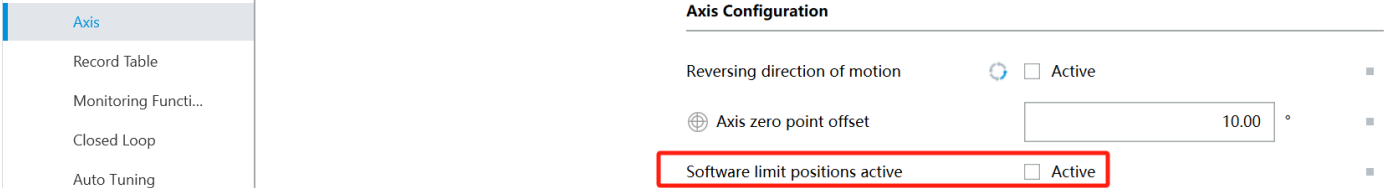
5.2 AC4 相关参数

下图参数（可参考电机的参数修改）需要和工艺对象中组态保持一致



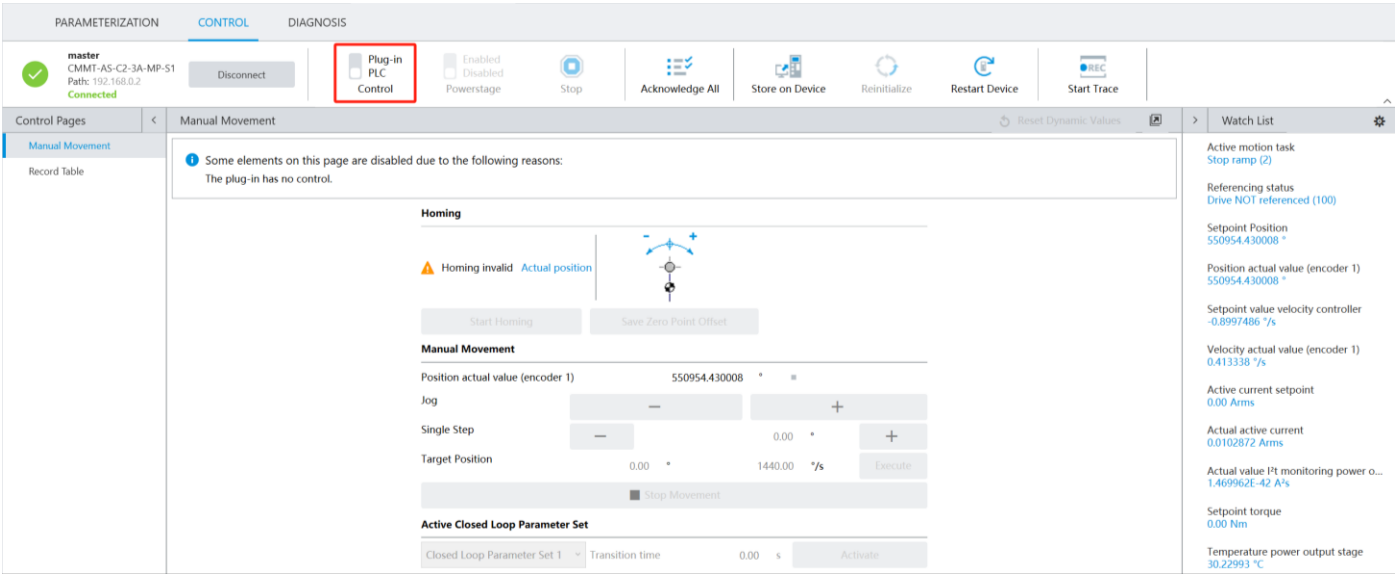
5.3 软限位设置

取消 **FAS** 中的软限位，后续可以在 **PLC** 的轴工艺对象中设置软限位。



5.4 FAS 本地测试

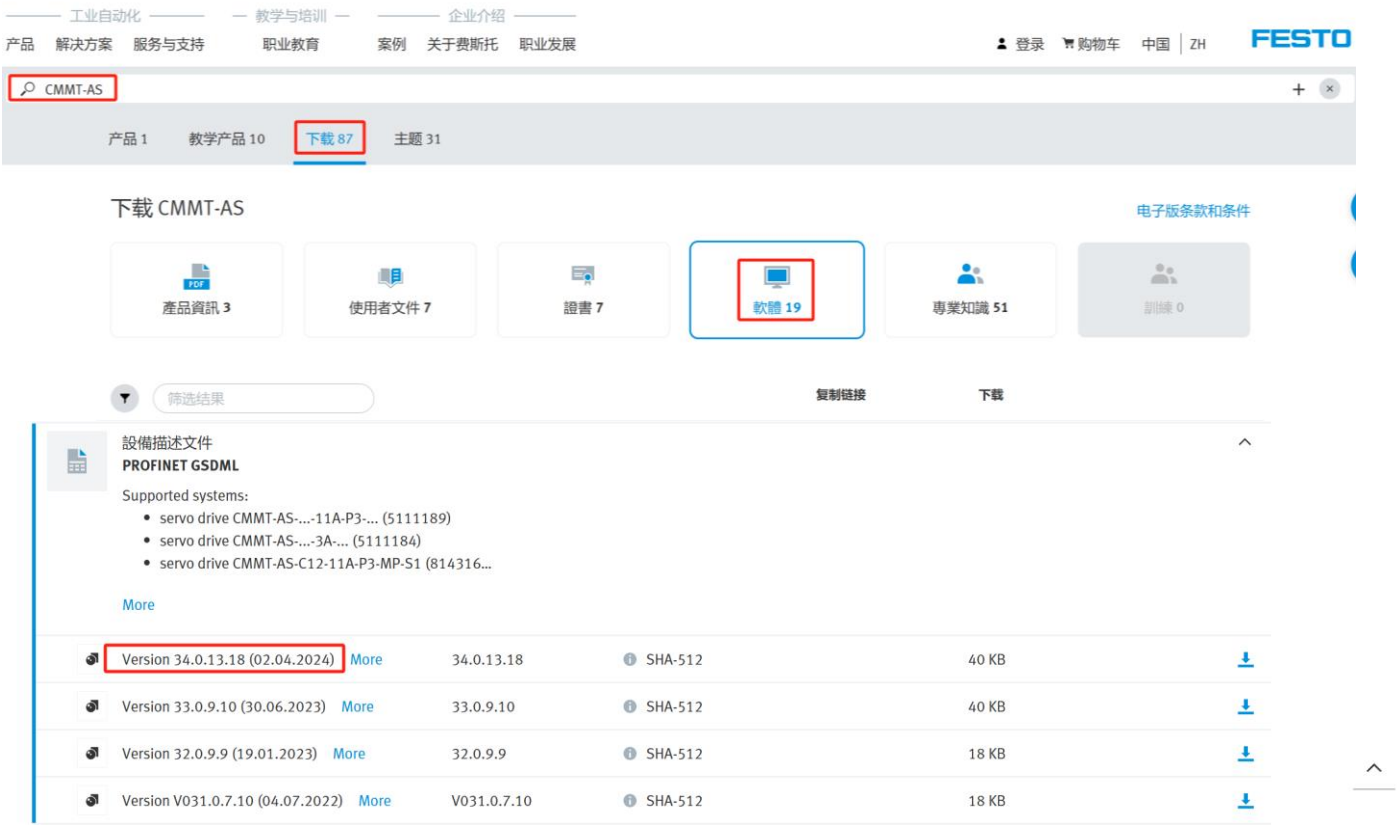
以上设置完成后，可以使用 **FAS** 进行寻零，点动，定位测试。确认本地基本控制都没有问题后，取消 **FAS Plug-in** 控制权。



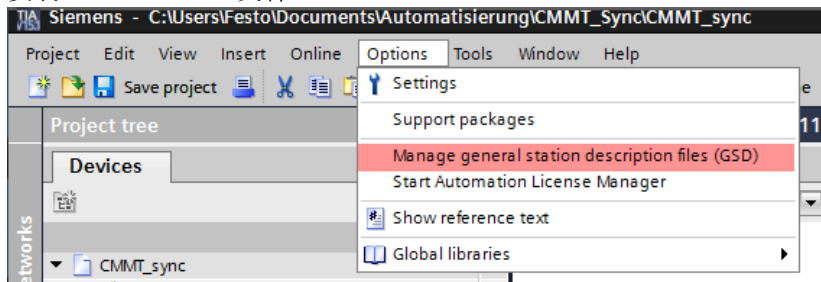
6 TIA Portal 中的设置

6.1 下载并安装 CMMT GSDML 文件

Festo 官网主页搜索 **CMMT-AS**，在下载-软件选项中找到针对于 **CMMT-AS** 的 **GSDML** 文件。

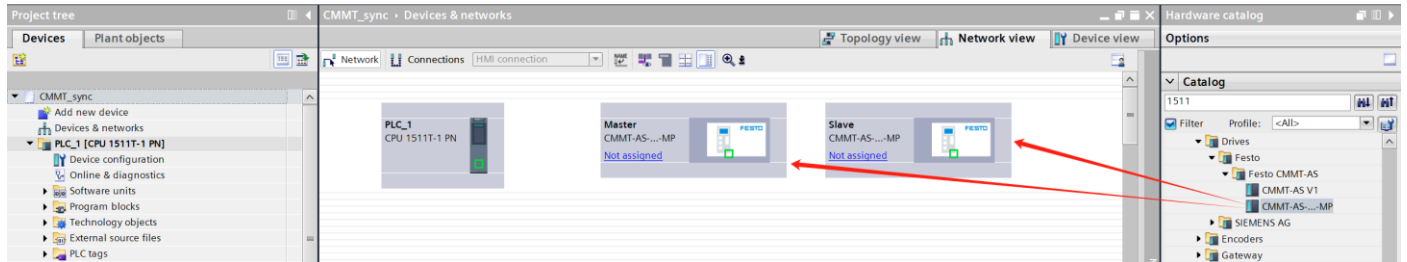


安装 CMMT GSDML 文件：

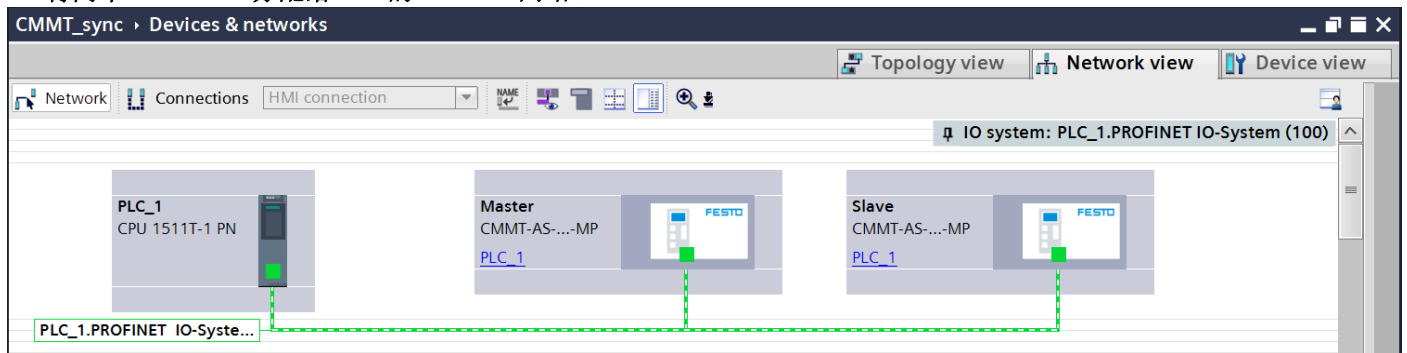


6.2 硬件组态

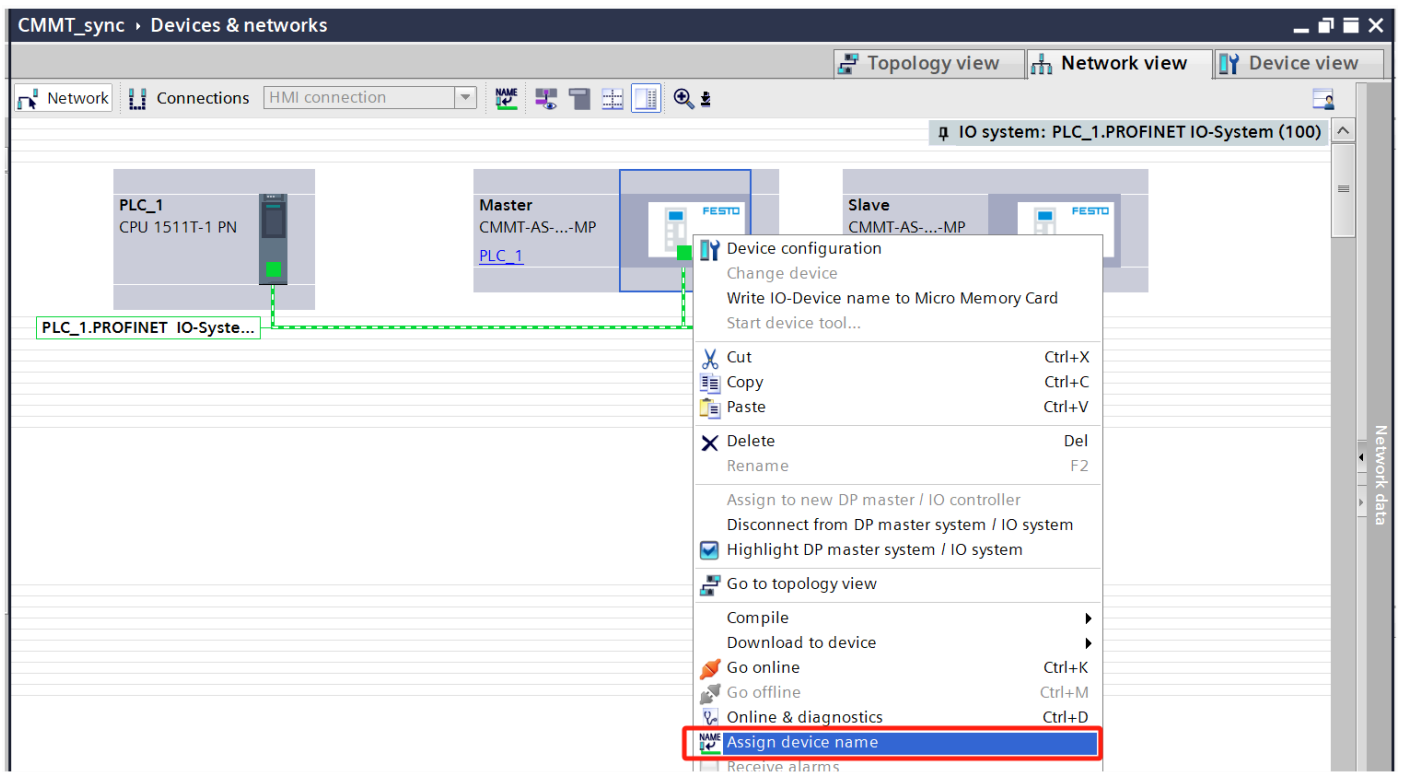
- 双击进入 **Devices&network**，在 **Network view** 界面下添加两个 **CMMT-AS-...-MP**，分别将名称改为 **Master** 和 **Slave**。



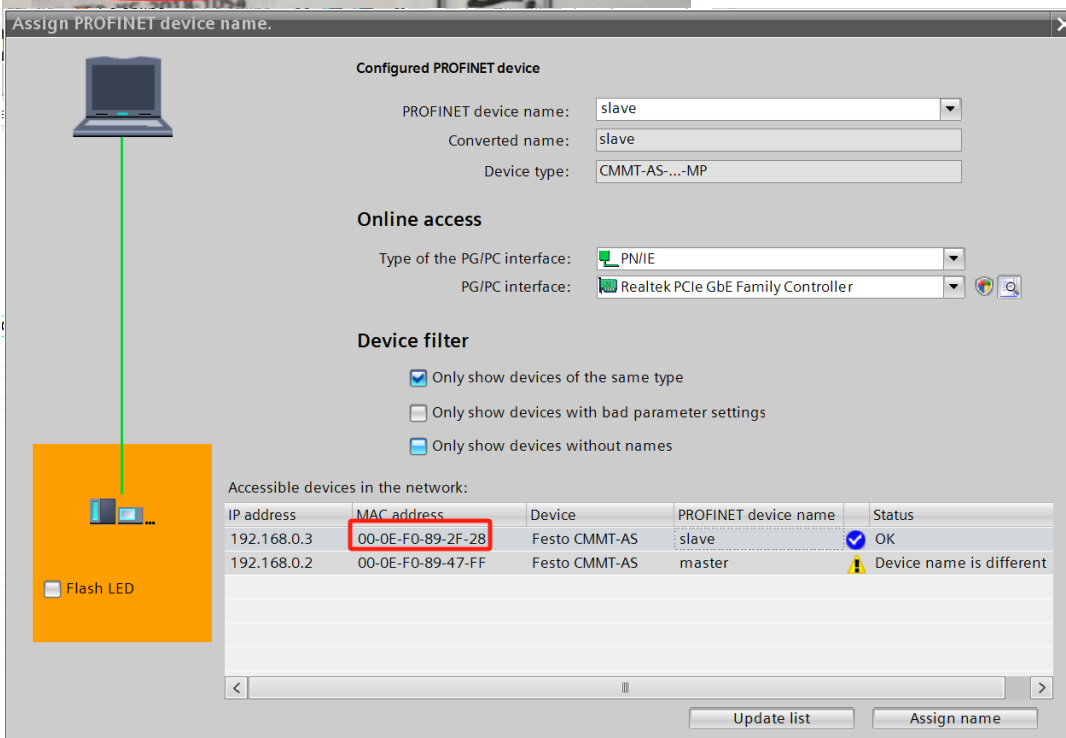
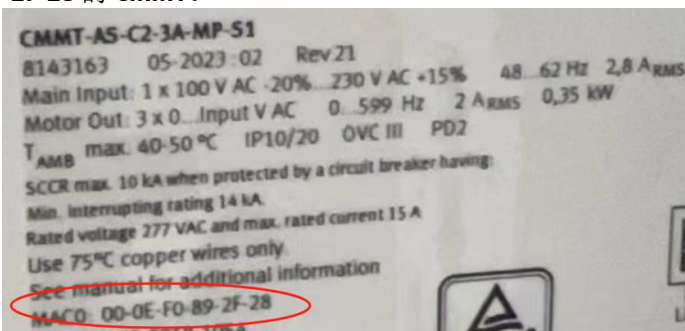
- 将两个 **CMMT-AS** 分配给 **PLC** 的 **Profinet** 网络。



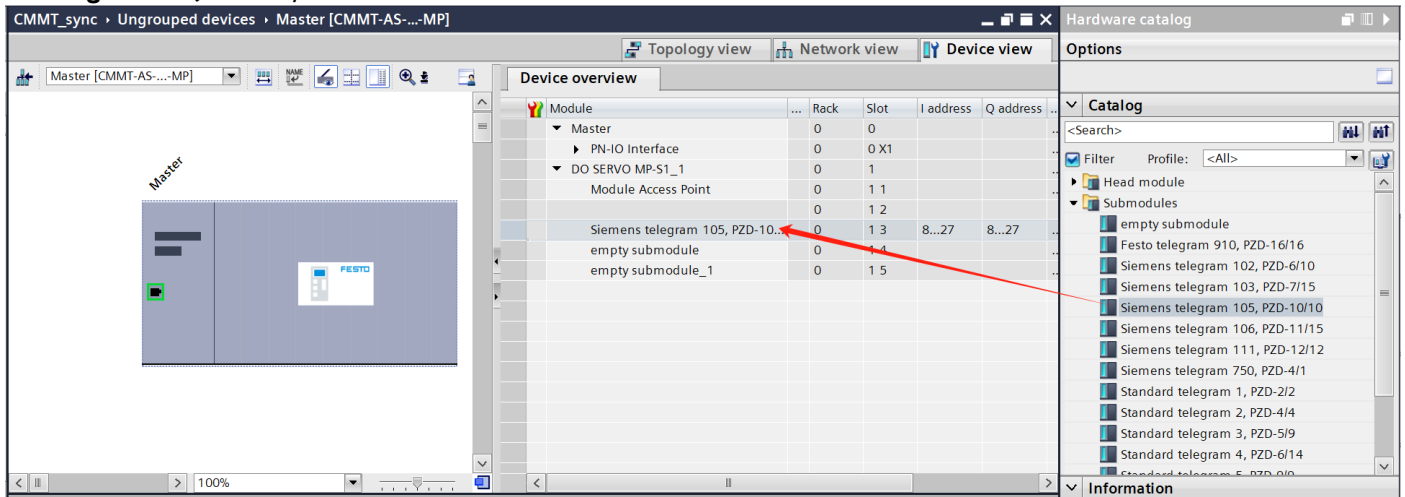
- 右击 **CMMT-AS**，选择 **Assign Device Name**，根据对应 **CMMT** 的 **MAC** 地址（**CMMT** 实物标签上可以查看）来分配名称 **Master** 和 **Slave**。



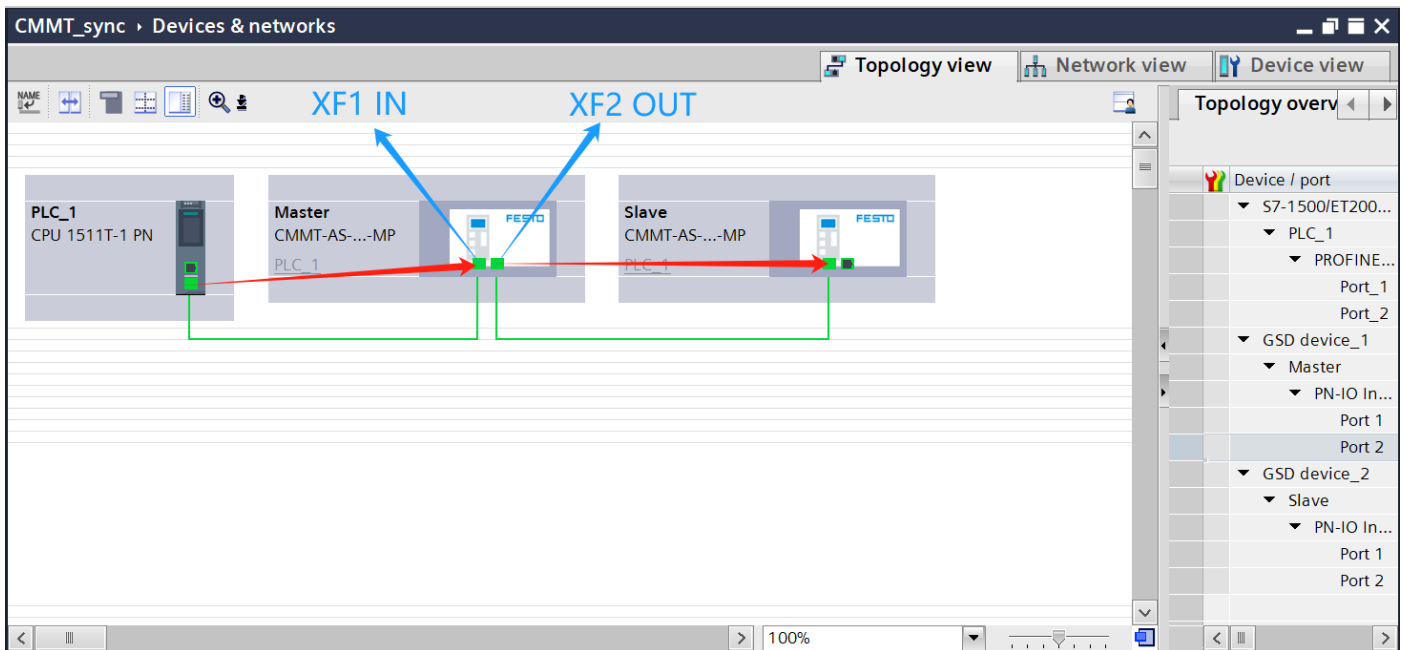
例如，将 **Master** 名称分配给 MAC 地址为 **00-0E-F0-89-47-FF** 的 CMMT。将 **Slave** 名称分配给给 MAC 地址为 **00-0E-F0-89-2F-28** 的 CMMT。



- 依次双击每一个 CMMT-AS，进入 Device view 界面，将插槽中的 Siemens telegram 1 删除，然后插入 Siemens telegram 105, PZD-10/10。



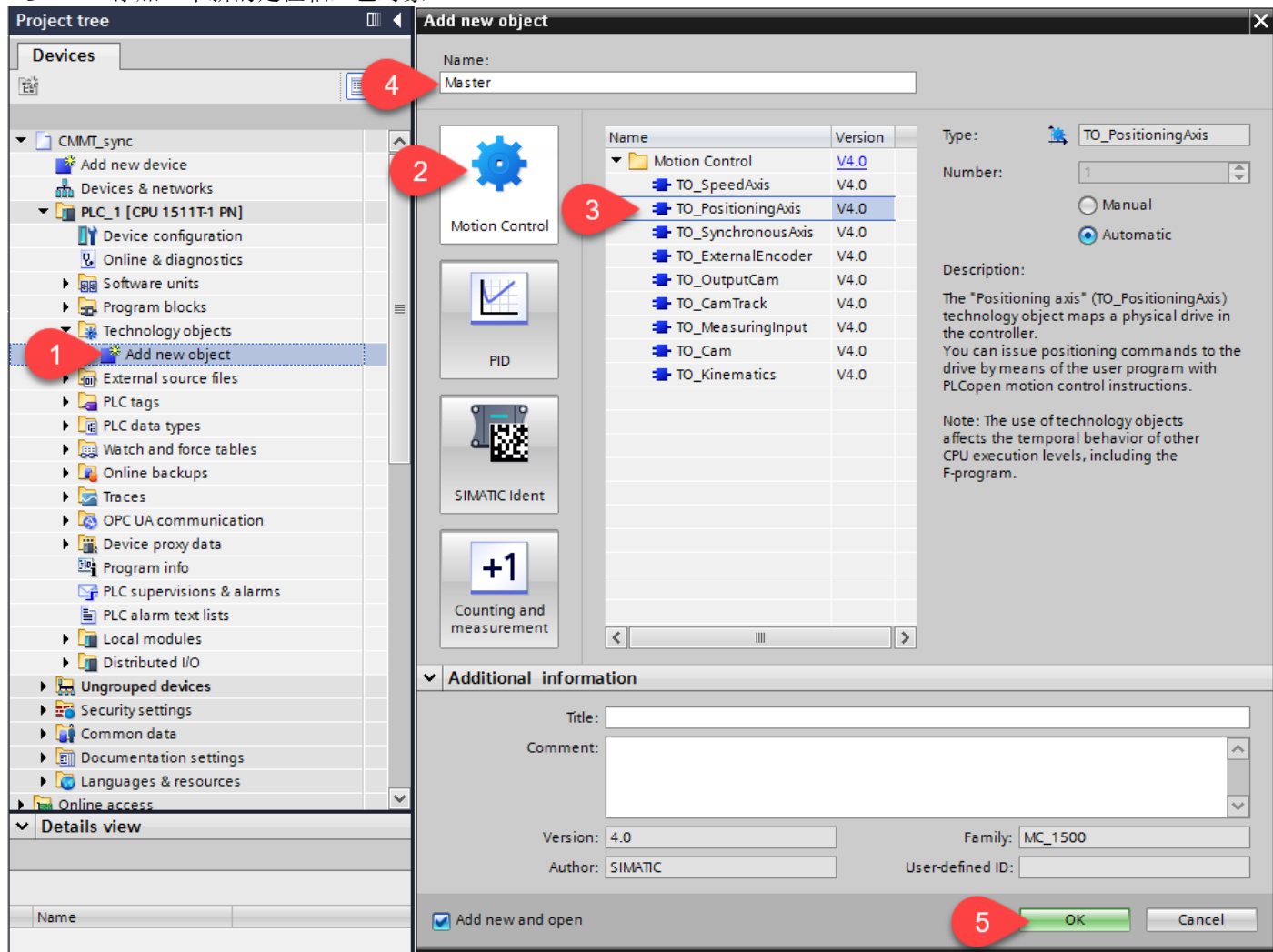
- 再进入 Topology View 界面，严格按照网口实际的物理连接，将 PLC 的网口和两台 CMMT 的 PROFINET 网口连接起来。（如果有用到交换机，请确保其支持 IRT 等时同步）



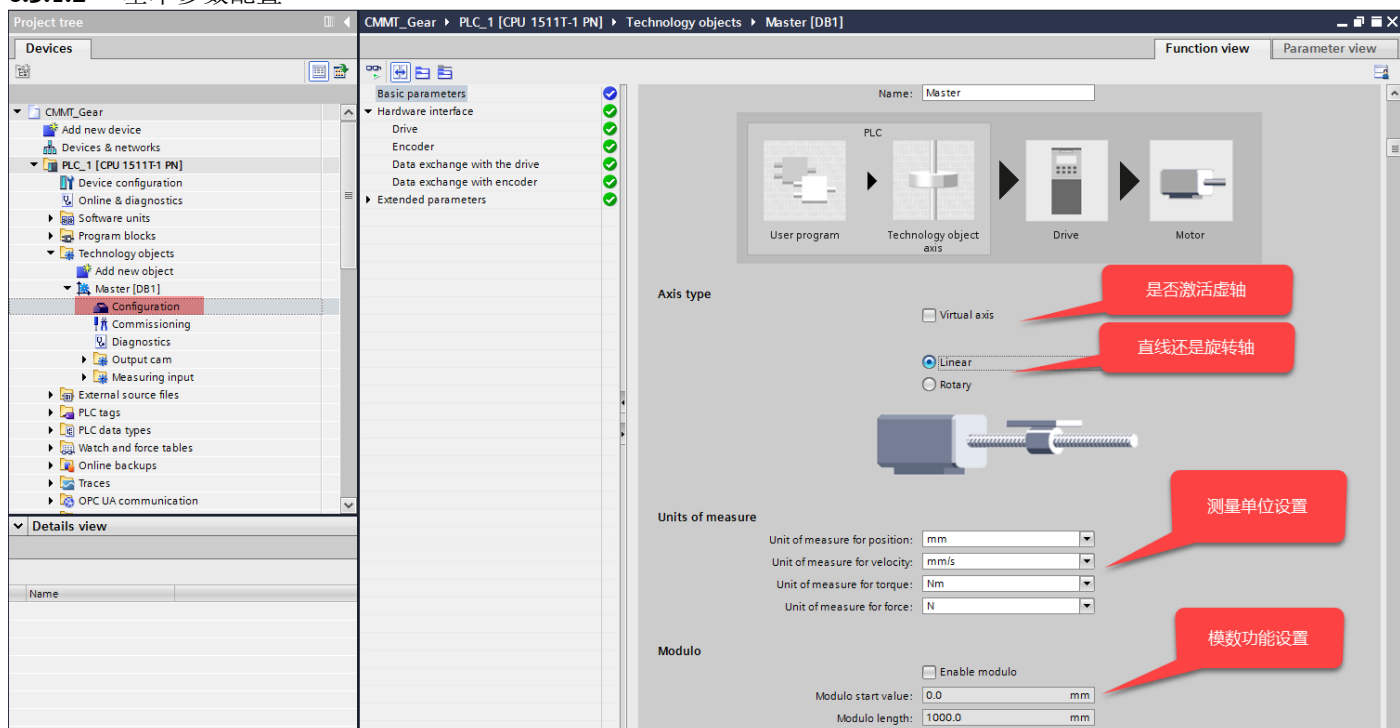
6.3 组态工艺对象

6.3.1 Master 定位轴工艺对象组态

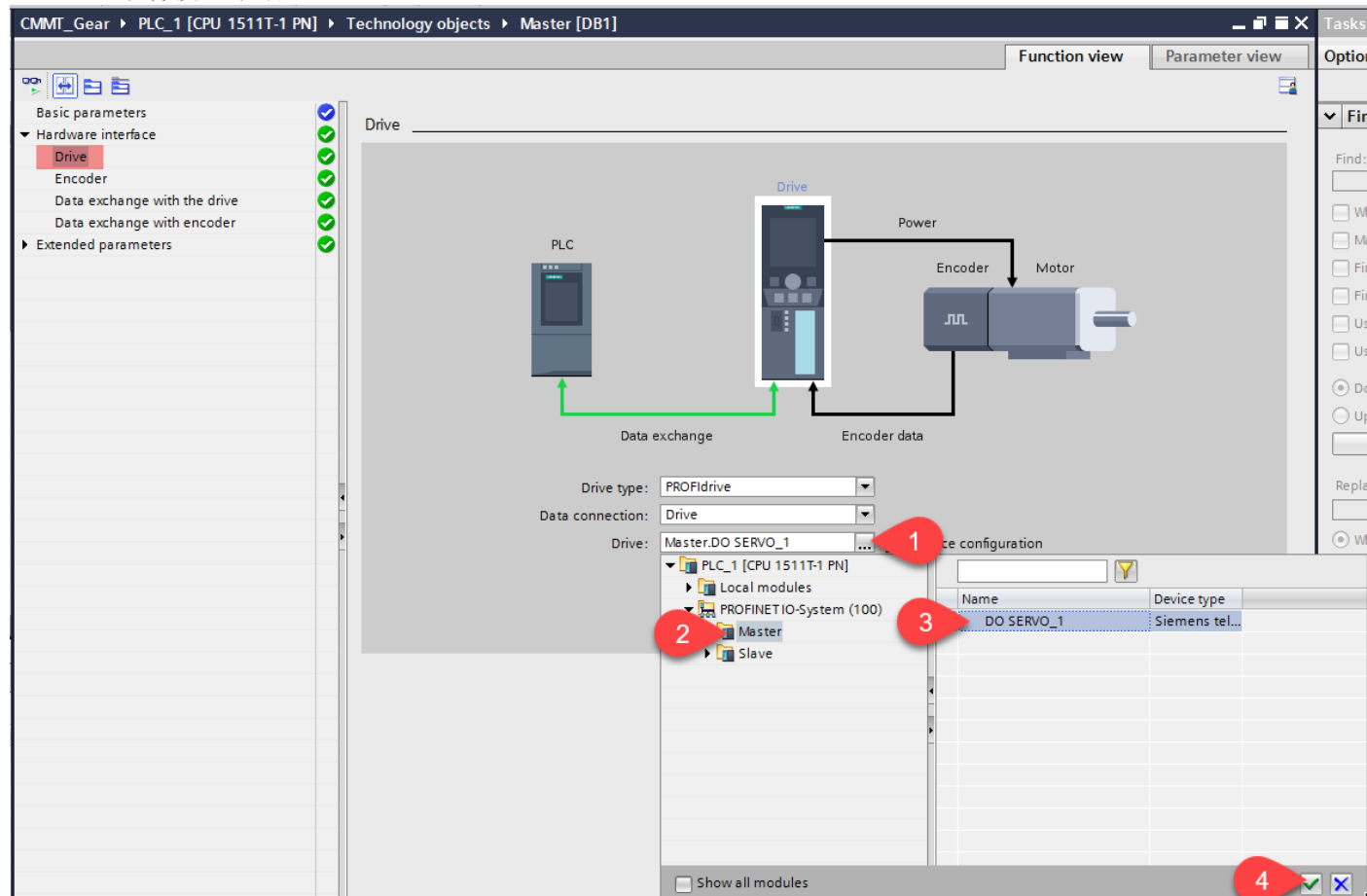
6.3.1.1 添加一个新的定位轴工艺对象 Master



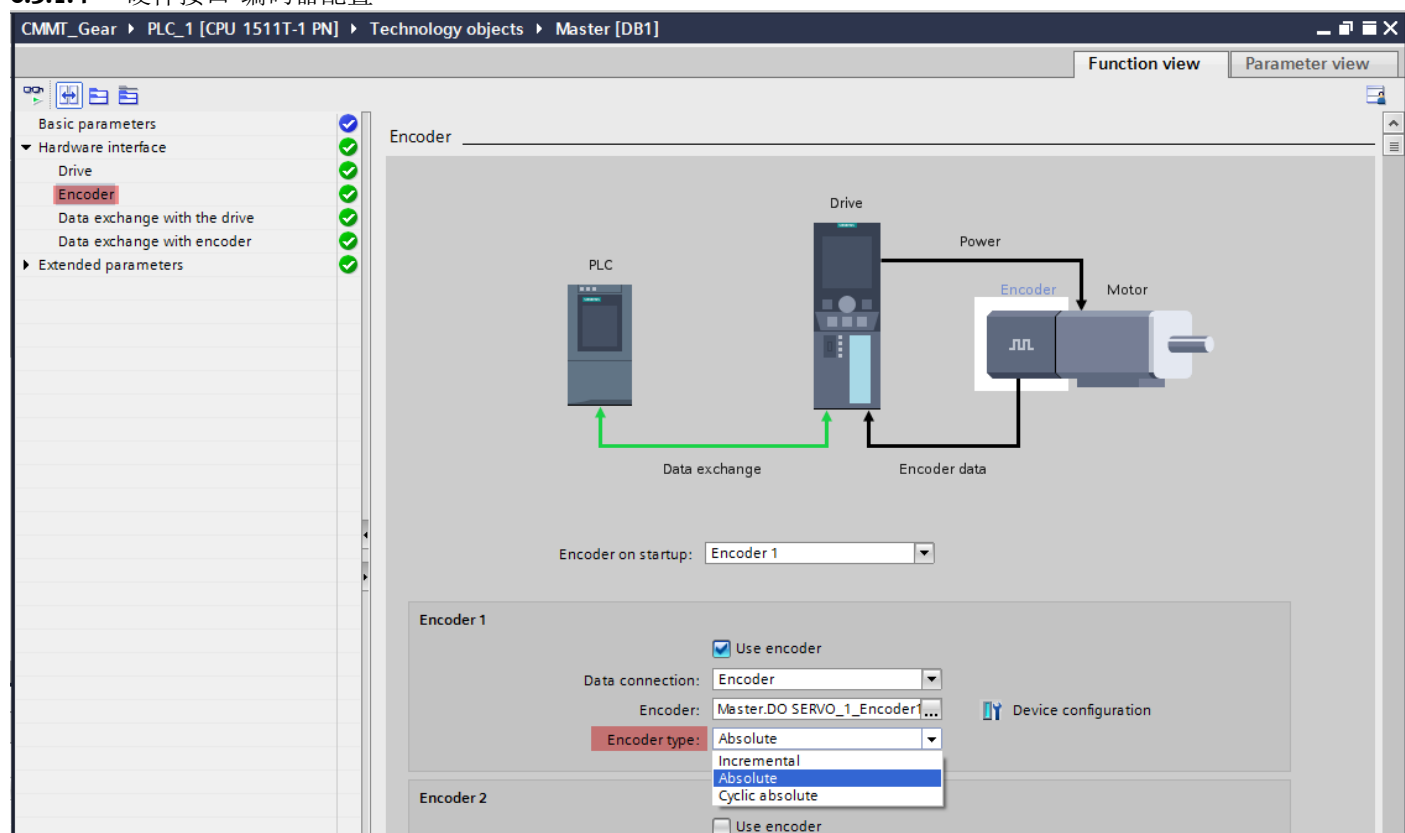
6.3.1.2 基本参数配置



6.3.1.3 硬件接口-驱动配置



6.3.1.4 硬件接口-编码器配置



- **Incremental for** 增量型编码器
- **Absolute for** 绝对值单圈编码器 (例如: EMMT/S/E/B-AS- x-x-xx-xSx)
- **Cyclic Absolute for** 绝对值多圈编码器 (例如: EMMT/S/E/B-AS- x-x-xx-xMx)

6.3.1.5 硬件接口-驱动数据交换配置

Basic parameters

- Hardware interface
 - Drive
 - Encoder
 - Data exchange with the drive
 - Data exchange with encoder
- Leading value settings
- Extended parameters
 - Mechanics
 - Drive
 - Encoder
 - Dynamic default values
 - Emergency stop
 - Limits
 - Position limits
 - Dynamic limits
 - Torque limits
 - Fixed stop detection
 - Homing
 - Active homing
 - Passive homing
 - Position monitoring
 - Positioning monitoring
 - Following error
 - Standstill signal
 - Control loop
 - Actual value extrapolation

Data exchange with the drive

PLC

AC4

Base value velocity 18000.00 %/s

Base value velocity (PLC, motorside) 3000.00 r/min

Maximum value speed 6000.00 r/min

Maximum motor torque/servo drive 2.214 Nm

Drive data

Drive telegram: Standard telegram 105

Reference speed: 3000.0 1/min

Maximum speed: 6000.0 1/min

Reference torque: 2.214 Nm

Device configuration

Automatically apply drive values during configuration (offline)

Automatically apply drive values at runtime (online)

The parameters of the drive must match specifications in the device configuration.

注：如果配有减速机，参考扭矩 = P1.381.0.0/减速比。本案例无减速机，所以直接填写 P1.381.0.0。

6.3.1.6 硬件接口-编码器数据交换配置

Basic parameters

- Hardware interface
 - Drive
 - Encoder
 - Data exchange with the drive
 - Data exchange with encoder
- Extended parameters

Function view

Parameter view

PLC

Power

Encoder

Motor

Data exchange

Encoder data

Settings for Encoder 1

Encoder telegram: Telegram 105

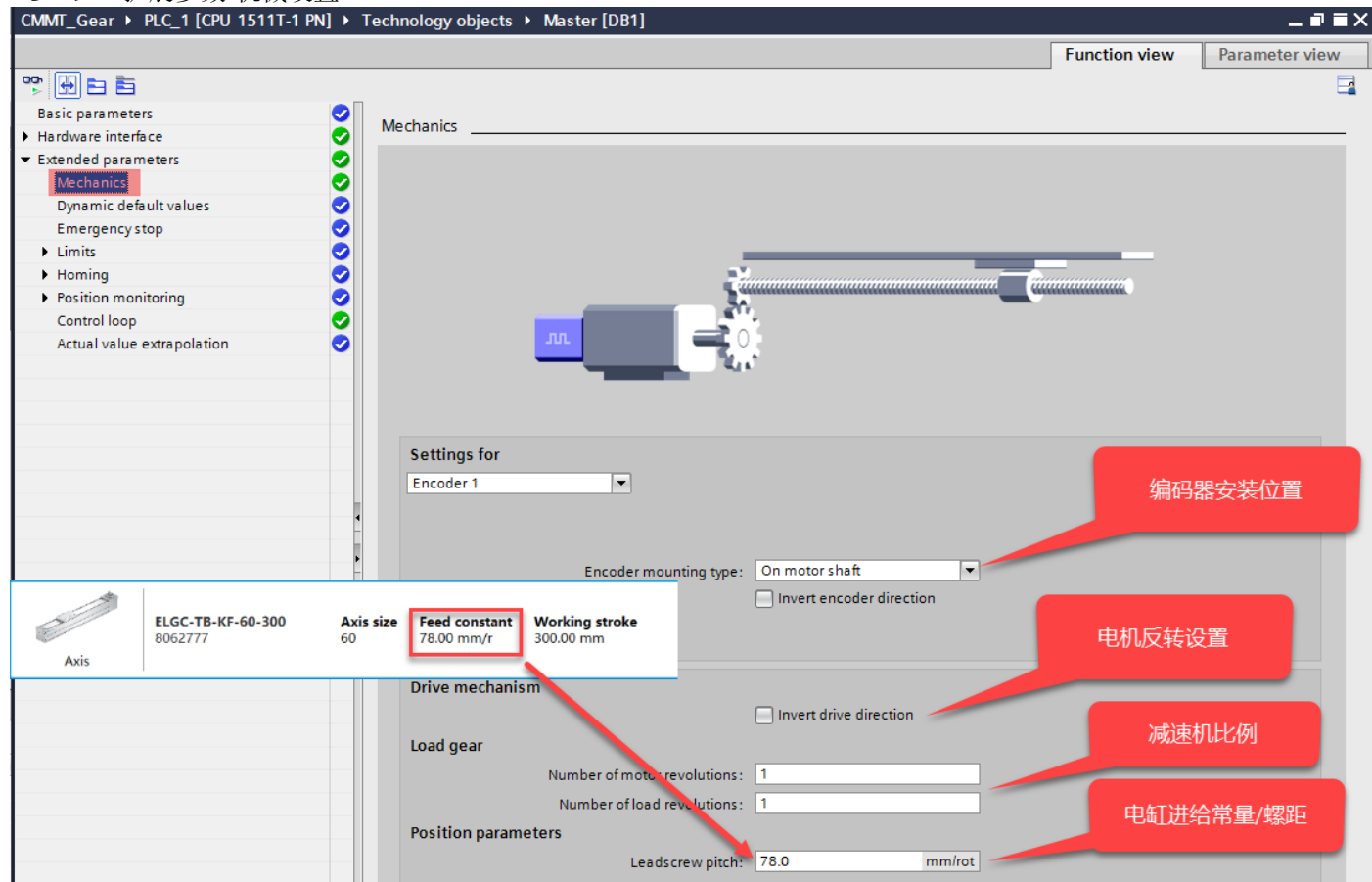
Device configuration

Automatic data exchange for encoder values (offline)

Automatic data exchange for encoder values (online)

勾选后，当软件在线时，CMMT 自动上传编码器数据到工艺对象

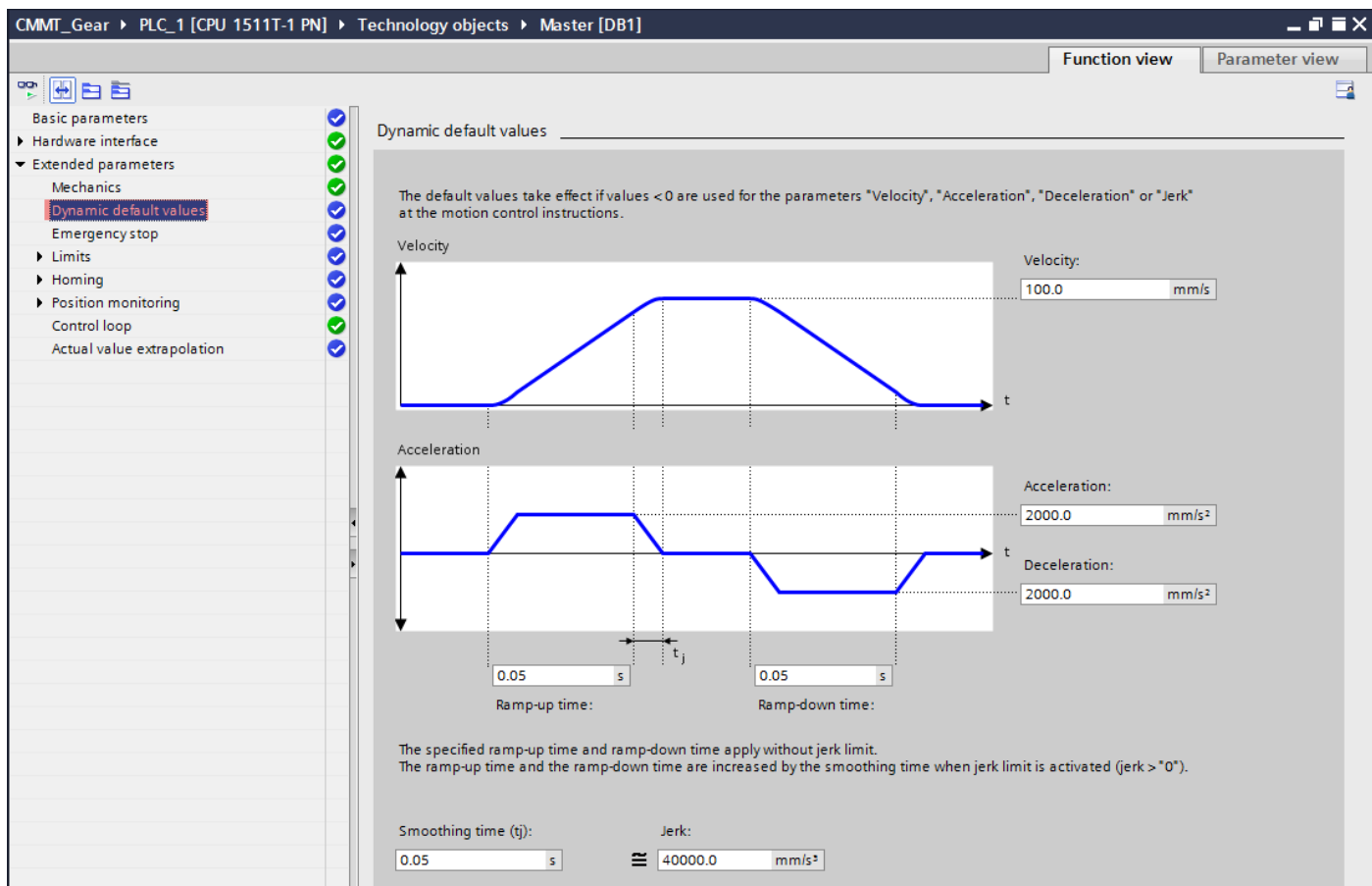
6.3.1.7 扩展参数-机械设置



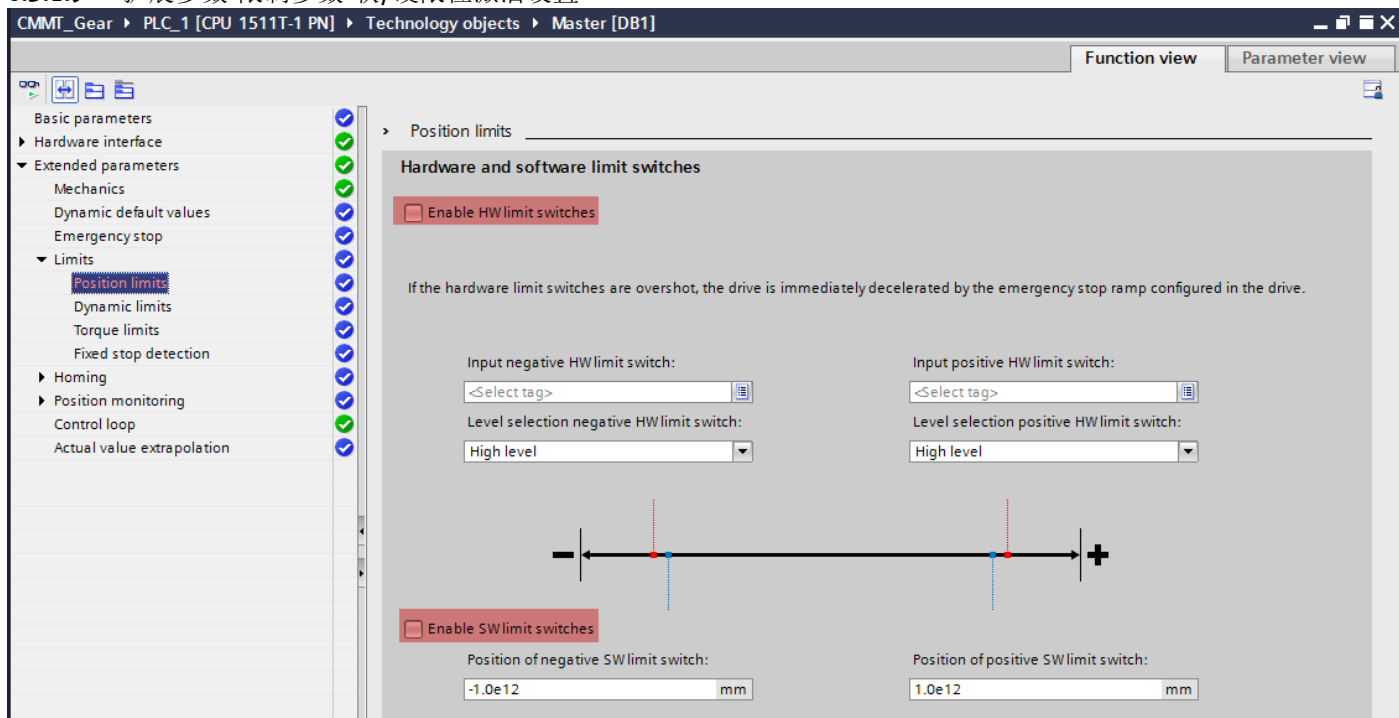
注：旋转轴无螺距设置。

6.3.1.8 扩展参数-默认动态参数

如果运动控制指令中速度、加速度、加加速度或 **jerk** 值小于 **0**，则使用此默认值。



6.3.1.9 扩展参数-限制参数-软/硬限位激活设置

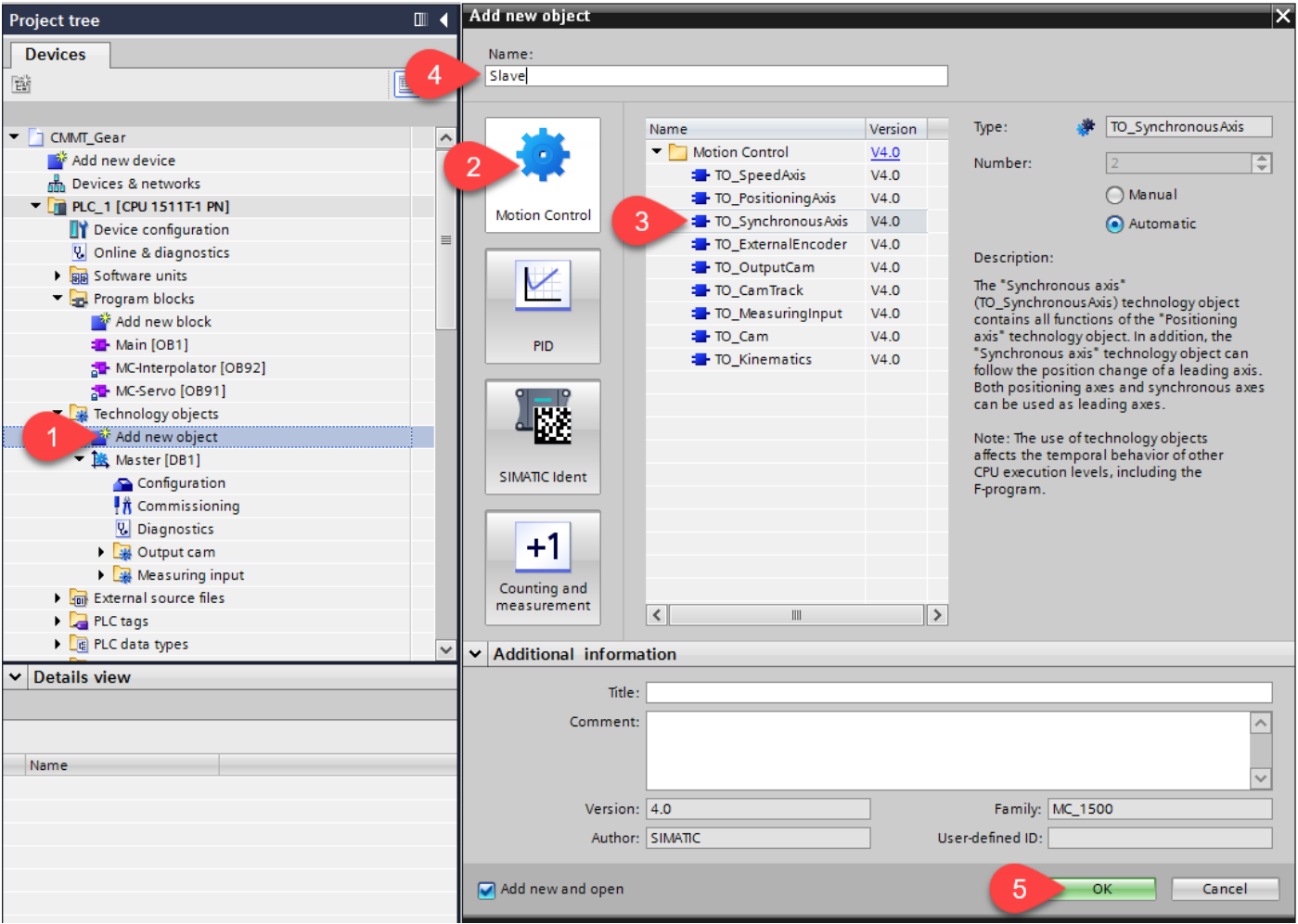


6.3.1.10 其他设置

关于扩展参数里的其他参数，例如：急停参数，寻零参数，位置监控参数等，建议客户根据实际的应用来进行设置，这里就不一一展开说明了。

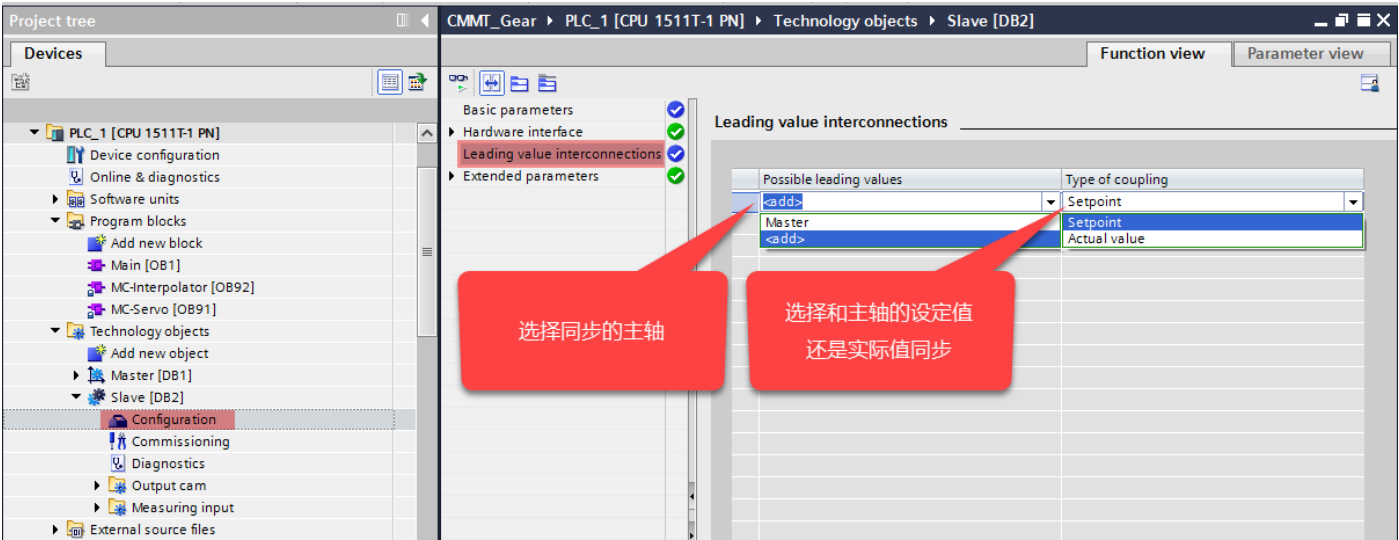
6.3.2 Slave 同步轴工艺对象组态

6.3.2.1 添加一个新的同步轴工艺对象 Slave

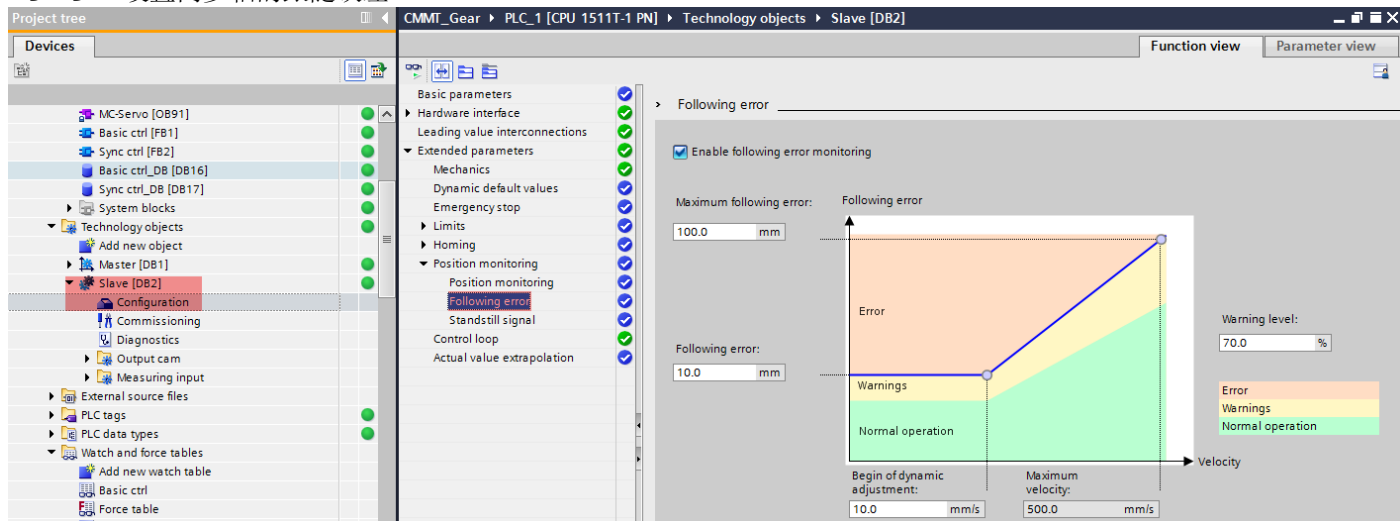


6.3.2.2 设置主值互联

设置从轴的设定值来源（与主轴的设定值或实际值耦合）



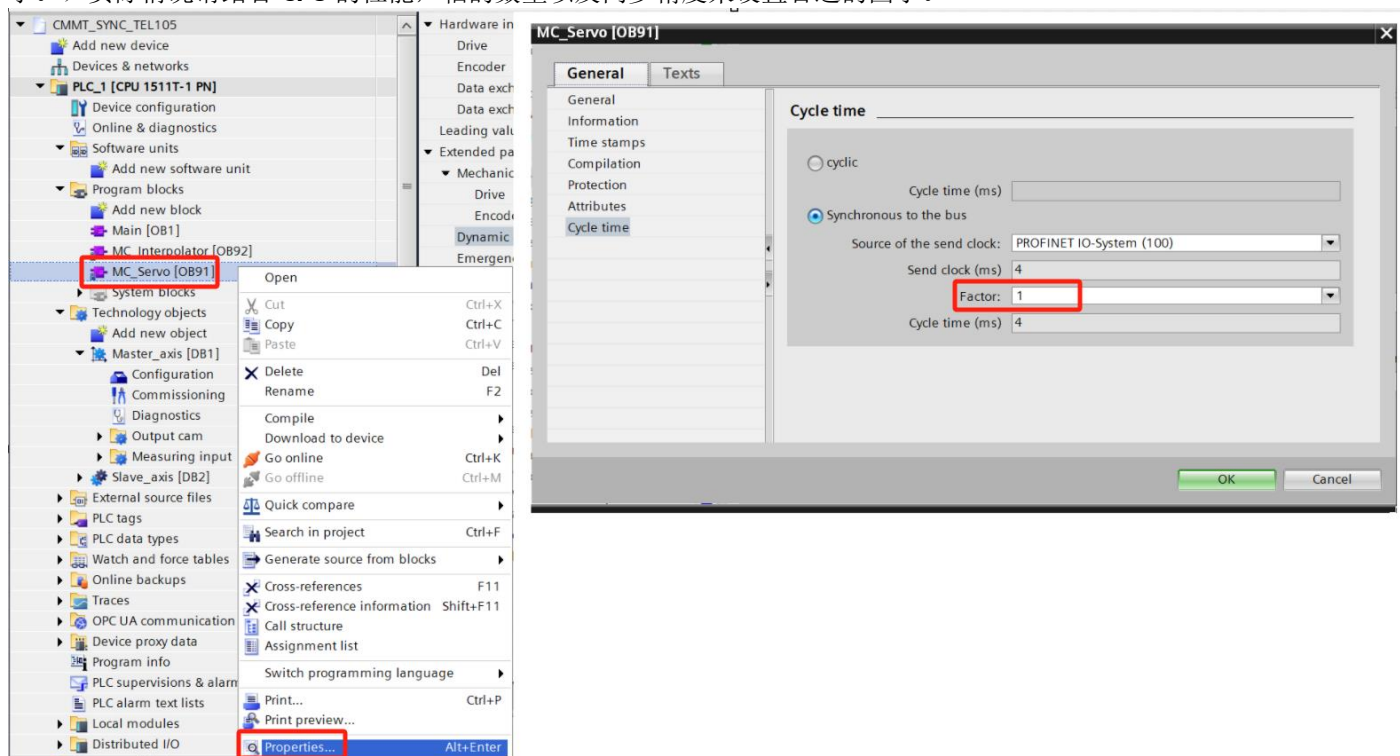
6.3.2.3 设置同步轴的跟随误差



同步轴的其他参数设置参考 6.3.1 章节的定位轴组态设置。

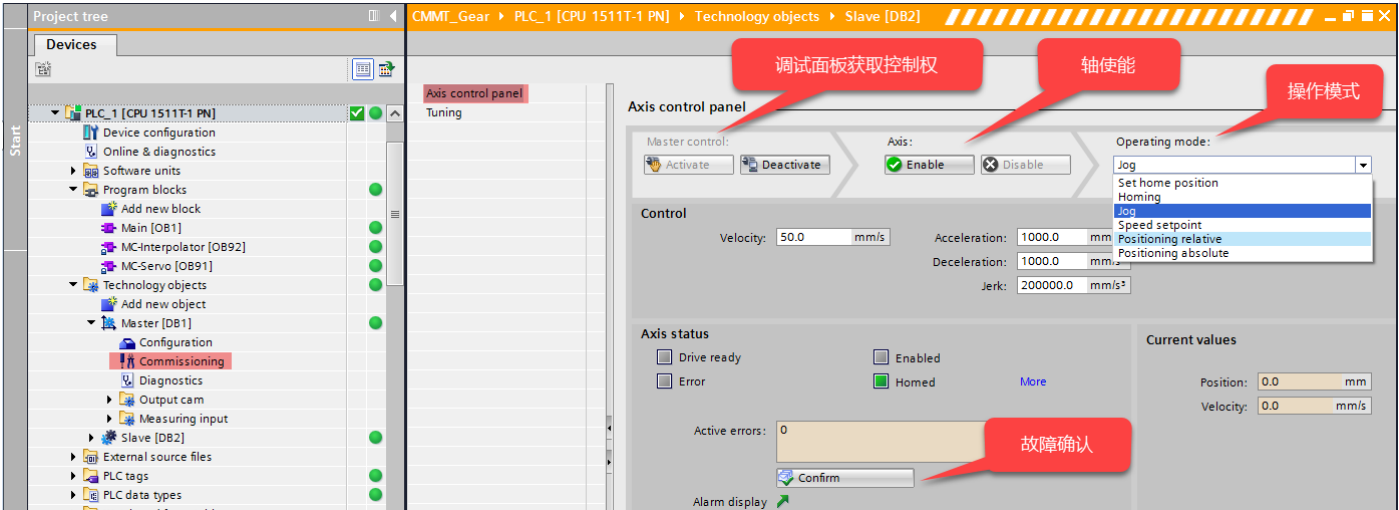
6.4 设置 OB91 的循环时间

OB91 是 **S7-1500T** 运动控制的核心组织块，为了更好的实现运动控制功能，需要把 **OB91** 的循环时间同步到总线。另外可根据应用情况选择“因子”，增加“因子”可减轻 **CPU** 负荷，但会影响控制效果和精度。本测试设置为 **1**，应用的循环时间为 **4ms**。（如果设置过小，会导致 **CPU** 的循环时间过大，无法运行，本测试中只有两个轴，所以可设置的比较小。）实际情况请结合 **CPU** 的性能，轴的数量以及同步精度来设置合适的因子。



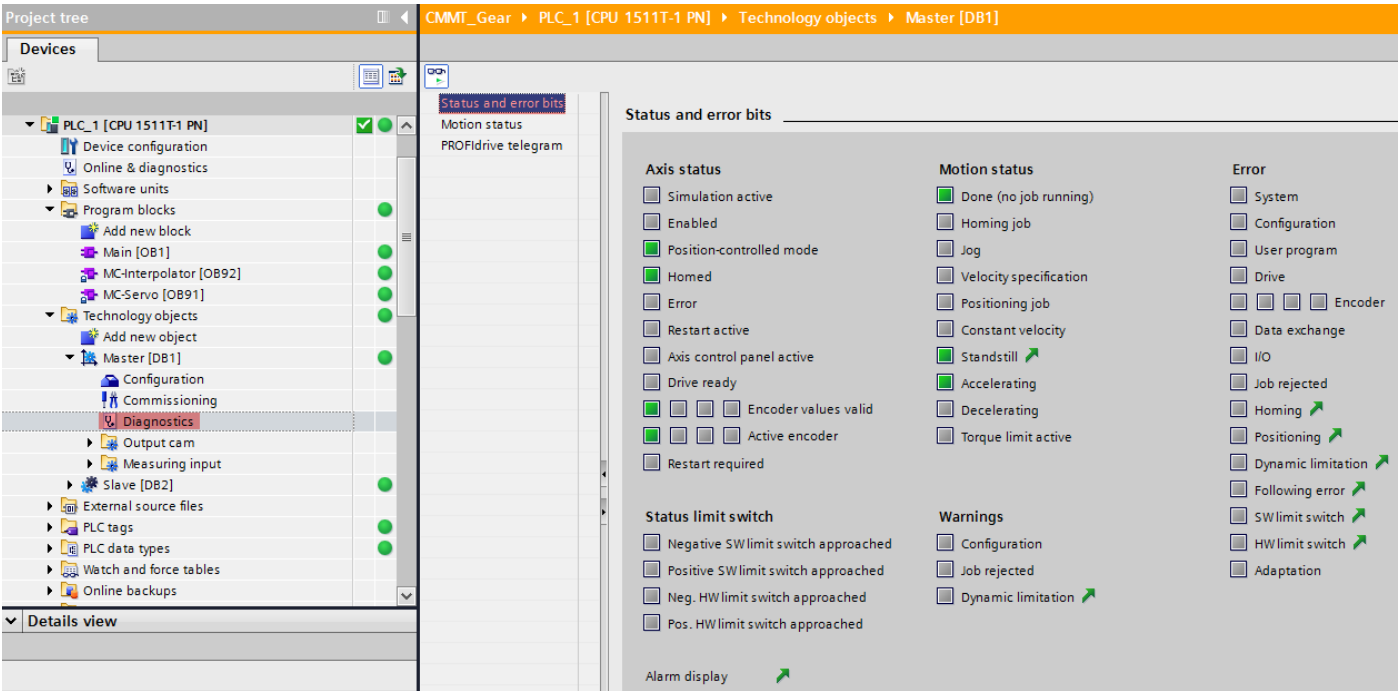
7 工艺面板调试

7.1 单轴调试面板



操作模式	
回原点	此功能相当于主动回原点。必须组态主动回原点工艺对象参数。 对于绝对编码器不能使用回原点。将该模式与绝对编码器配合使用时，无法引用工艺对象。
设置回参考点位置	此功能相当于直接回原点（绝对）。 使用“开始”(Start)按钮，可将实际位置设置为“位置”(Position)中指定的值，并设置“已回原点”(Homed)状态。
点动	通过点动方式执行运动指令。 使用“向前”(Forward)或“向后”(Backward)按钮可开始朝正方向或负方向运动。只要按住鼠标左键不放，运动就会继续进行。
速度参数/速度设定值	轴将按指定的速度移动，直到将其停止。
相对定位	根据“ Control ”下指定的默认值，以相对行进运动方式进行定位。
绝对定位	根据“ Control ”下指定的默认值，以绝对行进运动方式进行定位。

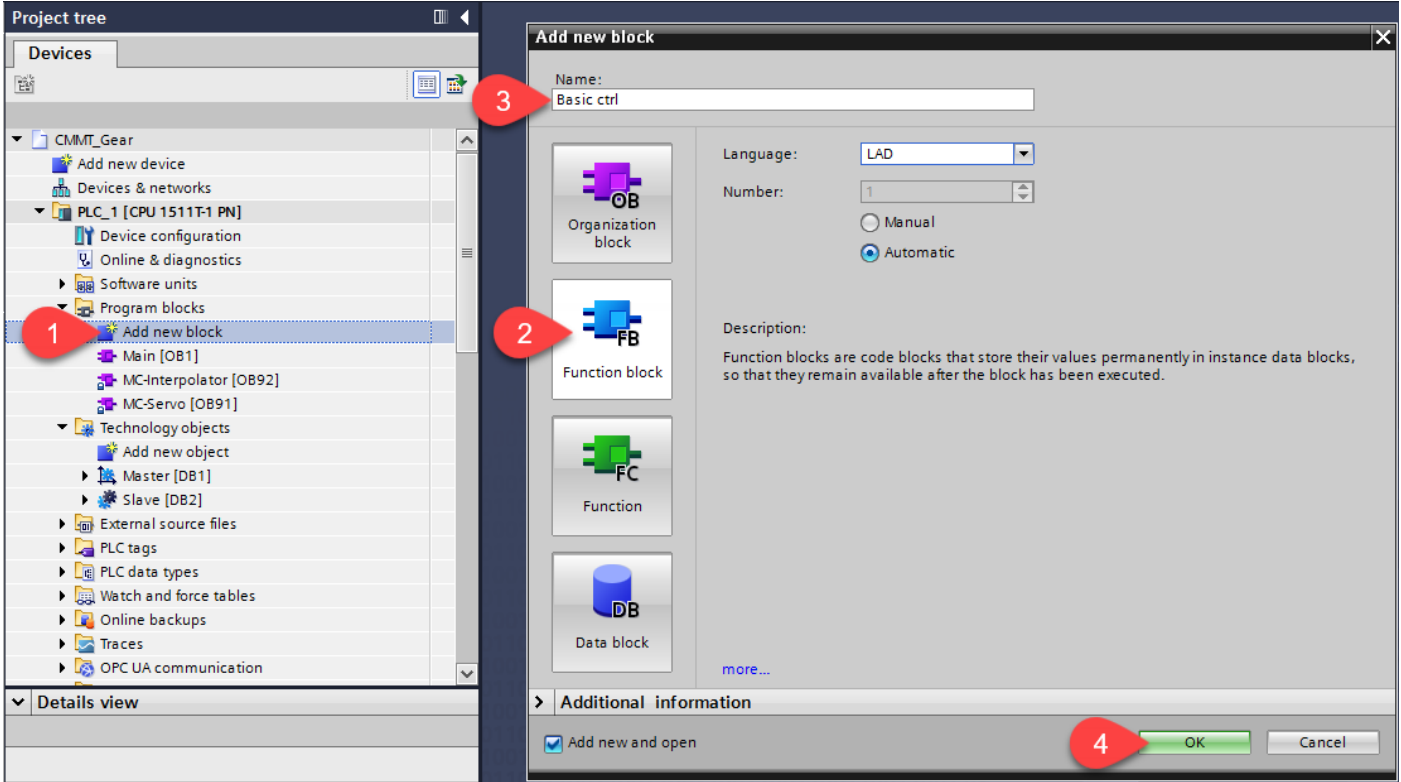
7.2 单轴状态及故障面板



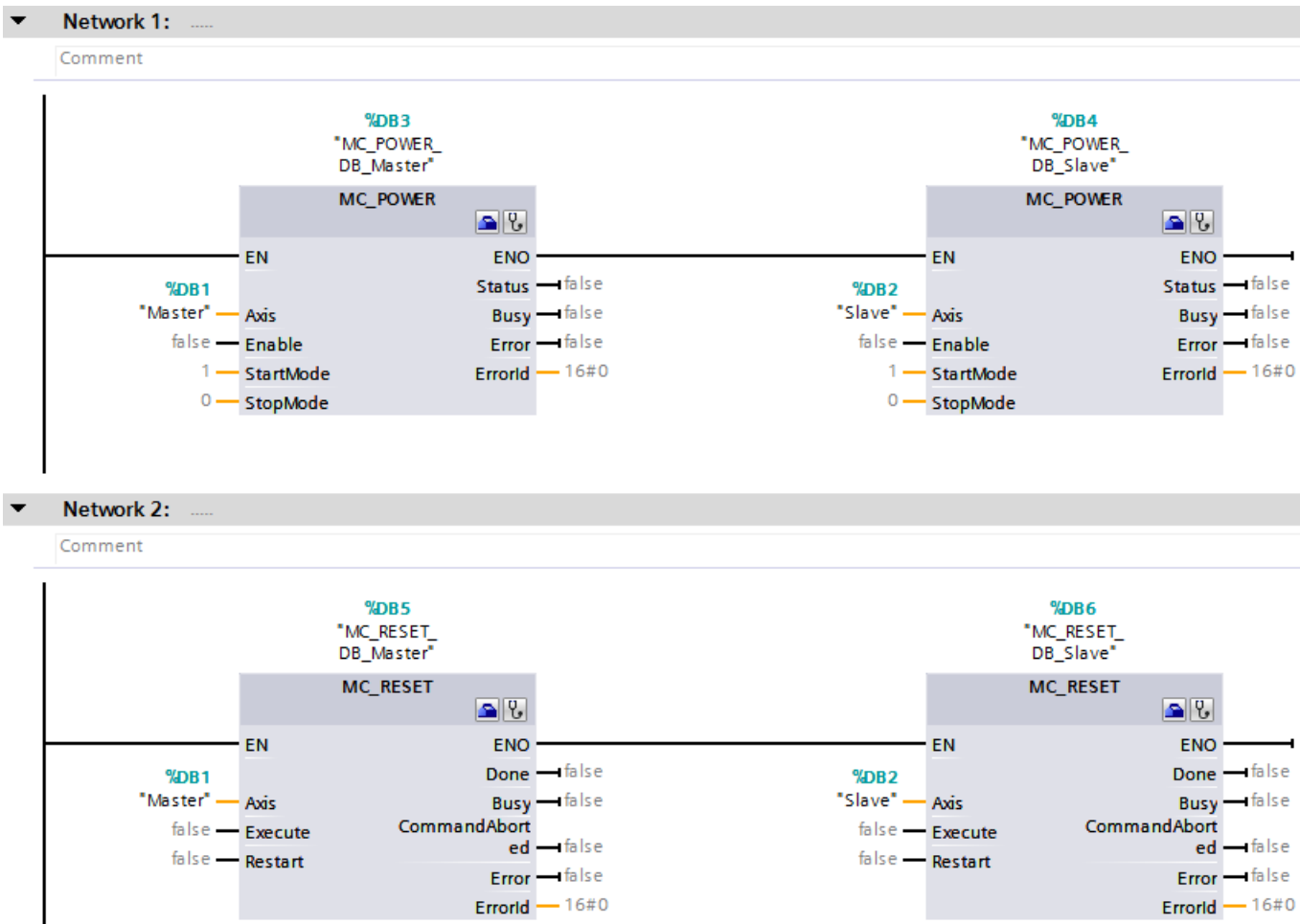
8 创建轴的基本控制程序

8.1 添加轴基本控制 FB 块

添加 **Basic ctrl FB** 块，用于两个轴的使能，点动，寻零，故障复位，定位等基本控制。

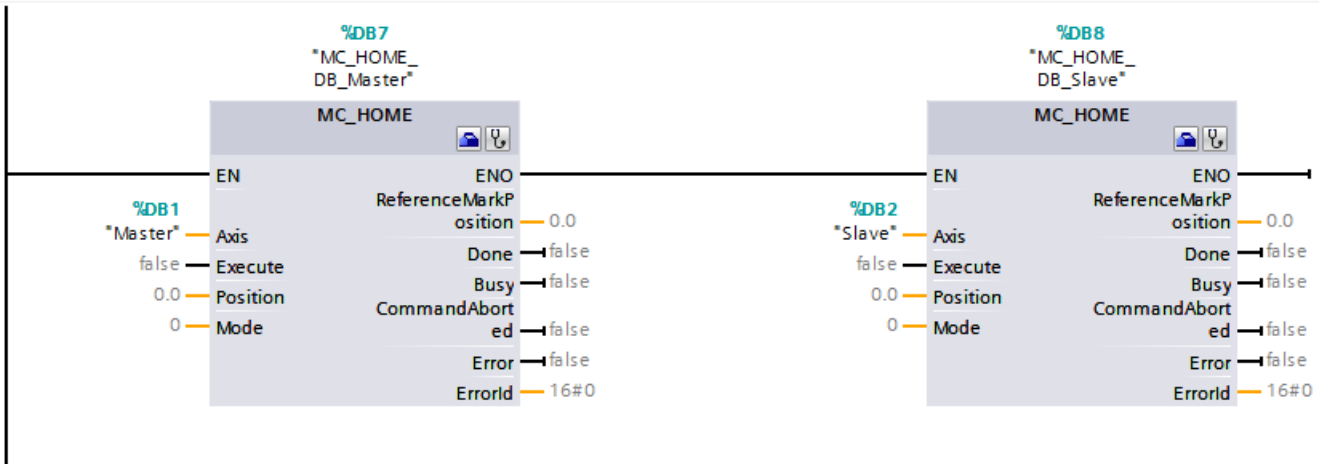


8.2 在 Basic ctrl FB 块中添加控制指令



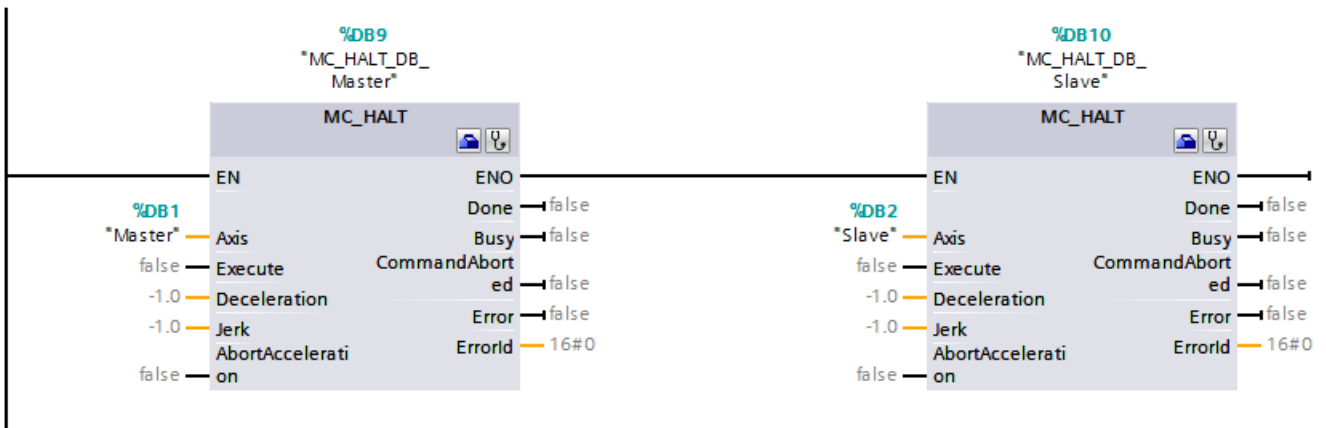
Network 3:

Comment



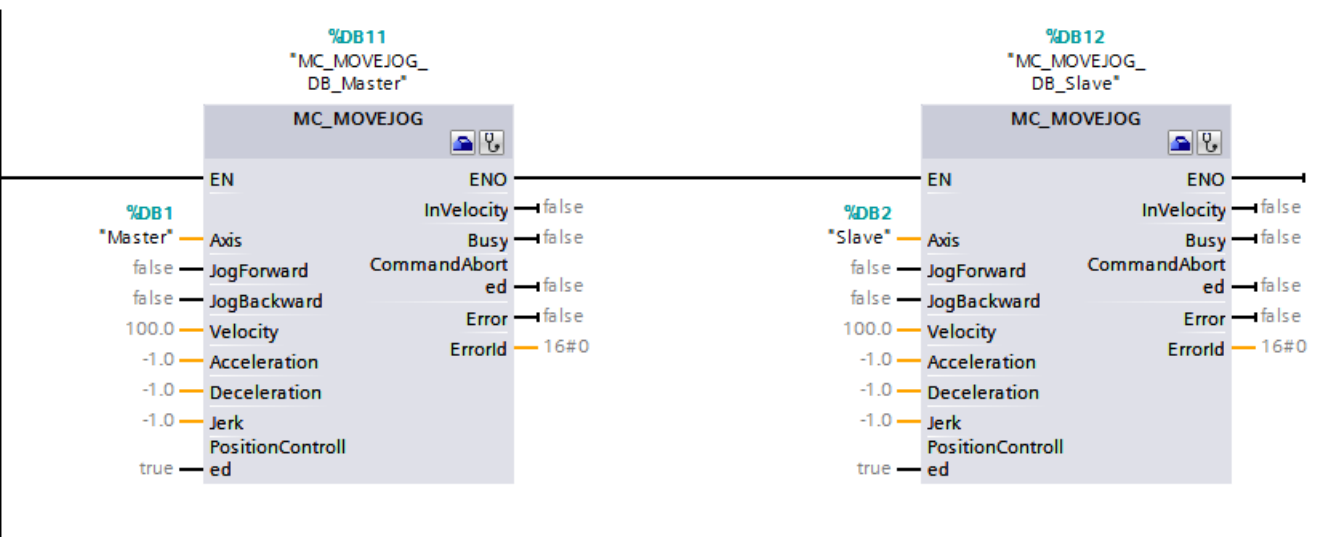
Network 4:

Comment



Network 5:

Comment

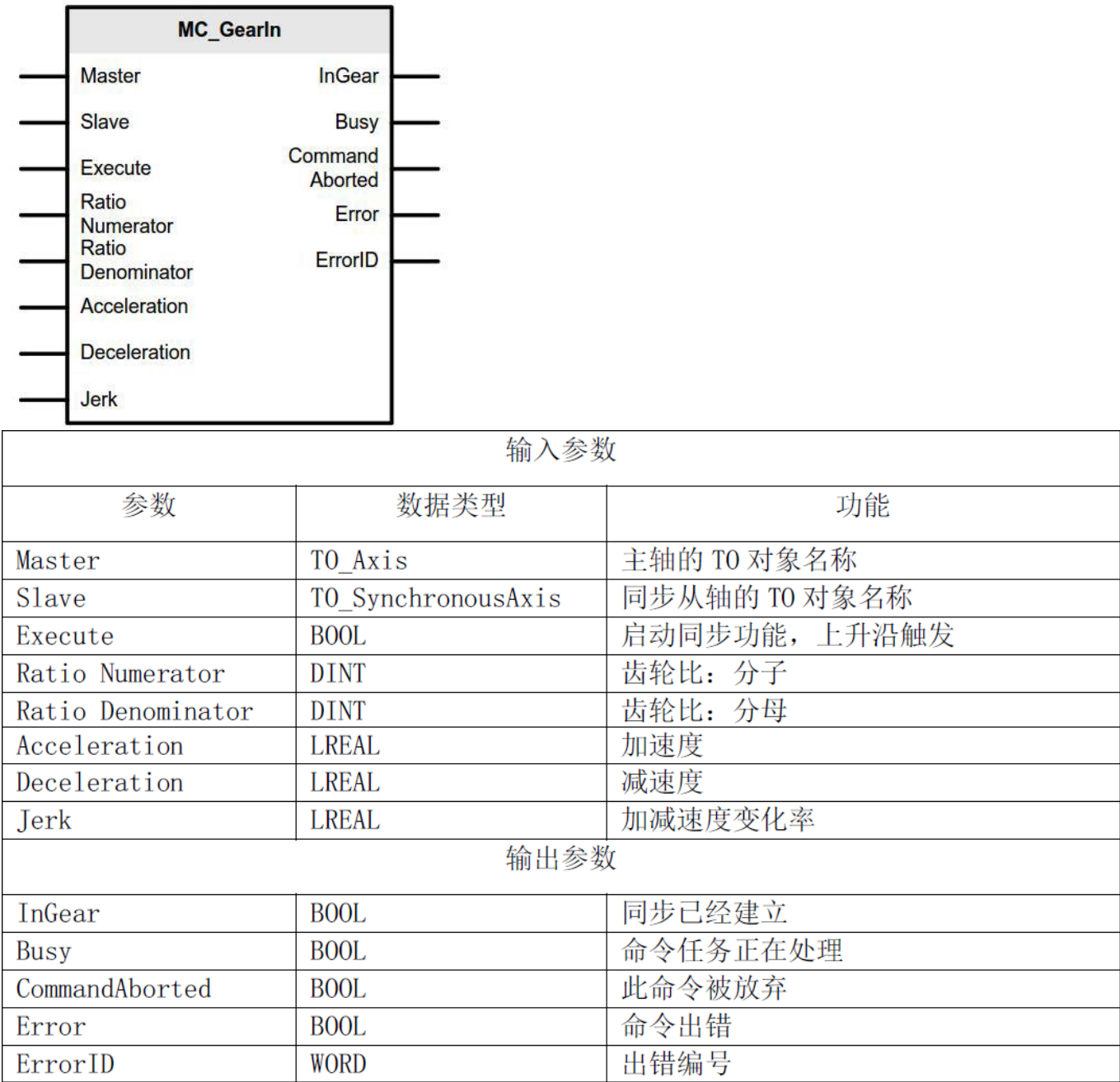


9 创建同步控制程序

9.1 同步指令介绍

9.1.1 相对同步指令 MC_GearIn 介绍

S7-1500/1500T 支持通过 MC_GearIn 命令建立主轴和从轴的相对同步，但 S7-1500 不支持指定绝对的同步位置，即建立同步后的主轴位置和从轴位置不相同。在建立同步的过程中，从轴的动态特性使用“Jerk”、“Acceleration”和“Deceleration”等参数定义值。使用参数“Ratio Numerator”和“Ratio Denominator”将电子齿轮比指定为两个整数之间的关系（分子/分母）。
命令及输入/输出参数说明如下：



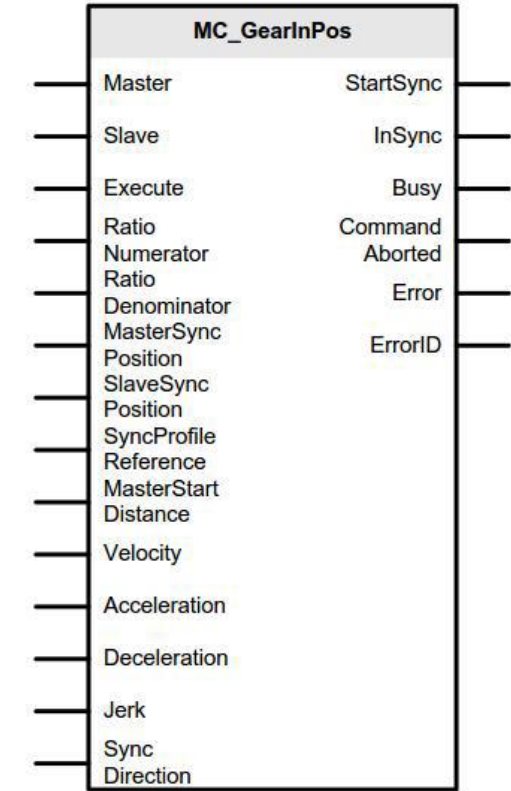
命令说明如下：

- 同步持续时间和距离与以下参数有关：“MC_GearIn”命令的开始时间、开始时从轴的动态值、同步命令的动态参数设置、主轴的动态值。
- 传动比可以指定为正数或负数。正数：主从轴同向运行，负数：主从轴反向运行。
- 主轴处于停止状态或运动状态时，均可以启动同步操作。
- 对于输入加速度、减速度参数：>0 时输入数值生效，=0 不允许，<0 时使用 T0 对象的组态默认值（位于 Technology object > Configuration > Extended parameters > Dynamic defaults）
- 对于输入 Jerk 参数：>0 时输入数值生效，=0 使用梯形速度轮廓，<0 时使用 T0 对象的组态默认值（位于 Technology object > Configuration > Extended parameters > Dynamic defaults）

9.1.2 绝对同步指令 MC_GearInPos 介绍

通过命令“MC_GearInPos”可在主轴和从轴之间启动绝对齿轮同步运动。可以指定同步位置，通过指定主轴运行距离或动态响应值来建立同步的过程，还可以定义同步的方向。此命令只有工艺型 PLC 支持，例如 S7-1500T。

命令的参数说明如下：



输入参数		
参数	数据类型	功能
Master	T0_Axis	主轴的 T0 对象名称
Slave	T0_SynchronousAxis	同步从轴的 T0 对象名称
Execute	BOOL	启动同步功能，上升沿触发
Ratio Numerator	DINT	齿轮比：分子
Ratio Denominator	DINT	齿轮比：分母
MasterSync Position	LREAL	主轴和从轴同时移动的位置即为主轴的起始位置
SlaveSync Position	LREAL	主轴和从轴同时移动的位置即为从轴的起始位置
SyncProfileReference	DINT	同步类型 = 0 使用动态参数进行同步 = 1 使用主值距离进行同步
MasterStart Distance	LREAL	主值距离 (“SyncProfileReference” = 1 时生效)
Acceleration	LREAL	加速度
Deceleration	LREAL	减速度
Jerk	LREAL	加减速变化率
SyncDirection	DINT	同步方向（同步期间，激活模态功能时的从轴方向）

输出参数

StartSync	BOOL	开始建立同步
InGear	BOOL	同步已经建立
Busy	BOOL	命令任务正在处理
CommandAborted	BOOL	此命令被放弃
Error	BOOL	命令出错
ErrorID	WORD	出错编号

命令说明如下：

- 建立同步的两种方式：

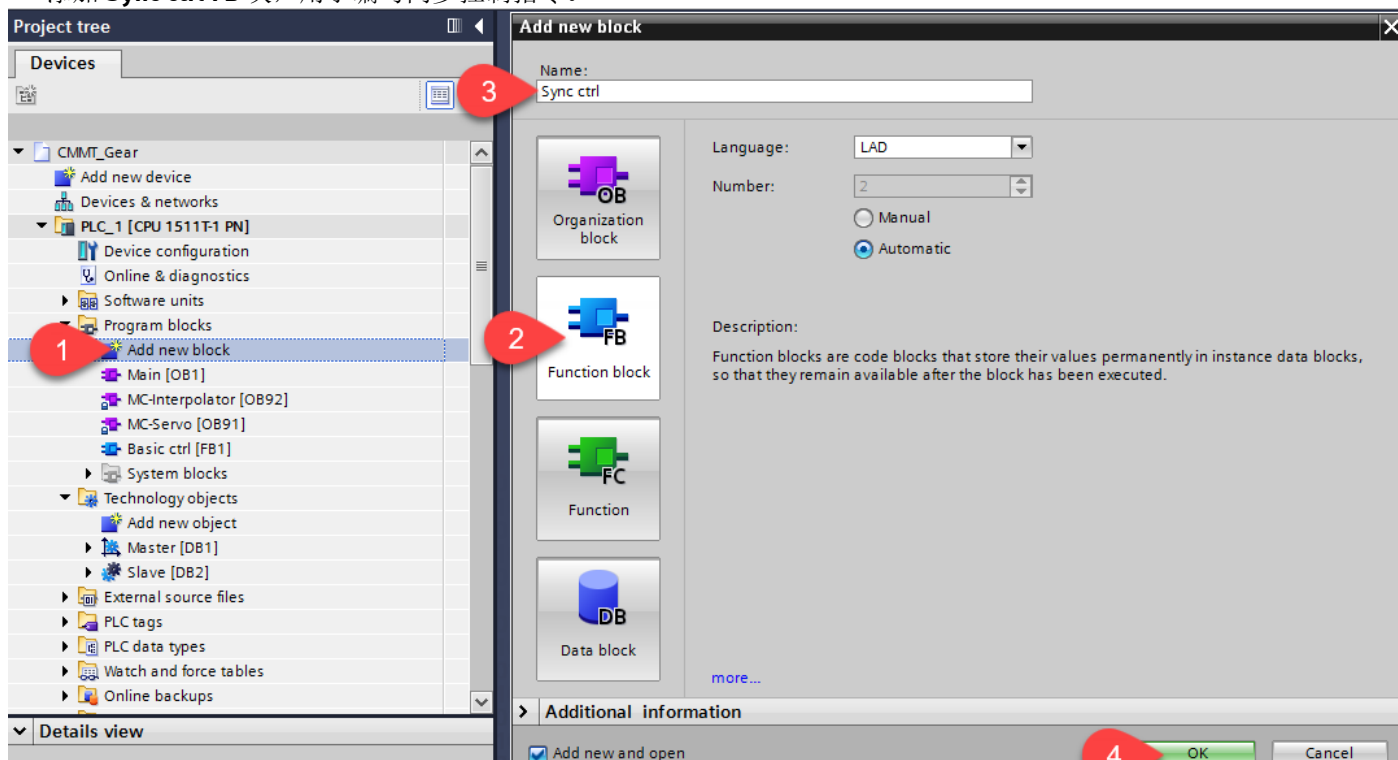
(1) 基于主轴运行距离的同步（**SynProfileReference** 参数 = 1）当主轴运行位置到达 “**MasterSynPosition - MasterStartDistance**” 时，从轴开始运动，当主轴运行了 “**MasterStartDistance**” 距离后，位置到达 “**MasterSynPosition**” 且从轴位置到达 “**SlaveSynPosition**” 时，从轴与主轴同步上，以相同的速度运行。

(2) 基于动态响应的同步（**SynProfileReference**=0）系统根据输入的动态响应参数启动从轴，当主轴运行到 “**MasterSynPosition**” 且从轴位置到达 “**SlaveSynPosition**” 时，从轴与主轴同步上，以相同的速度运行。

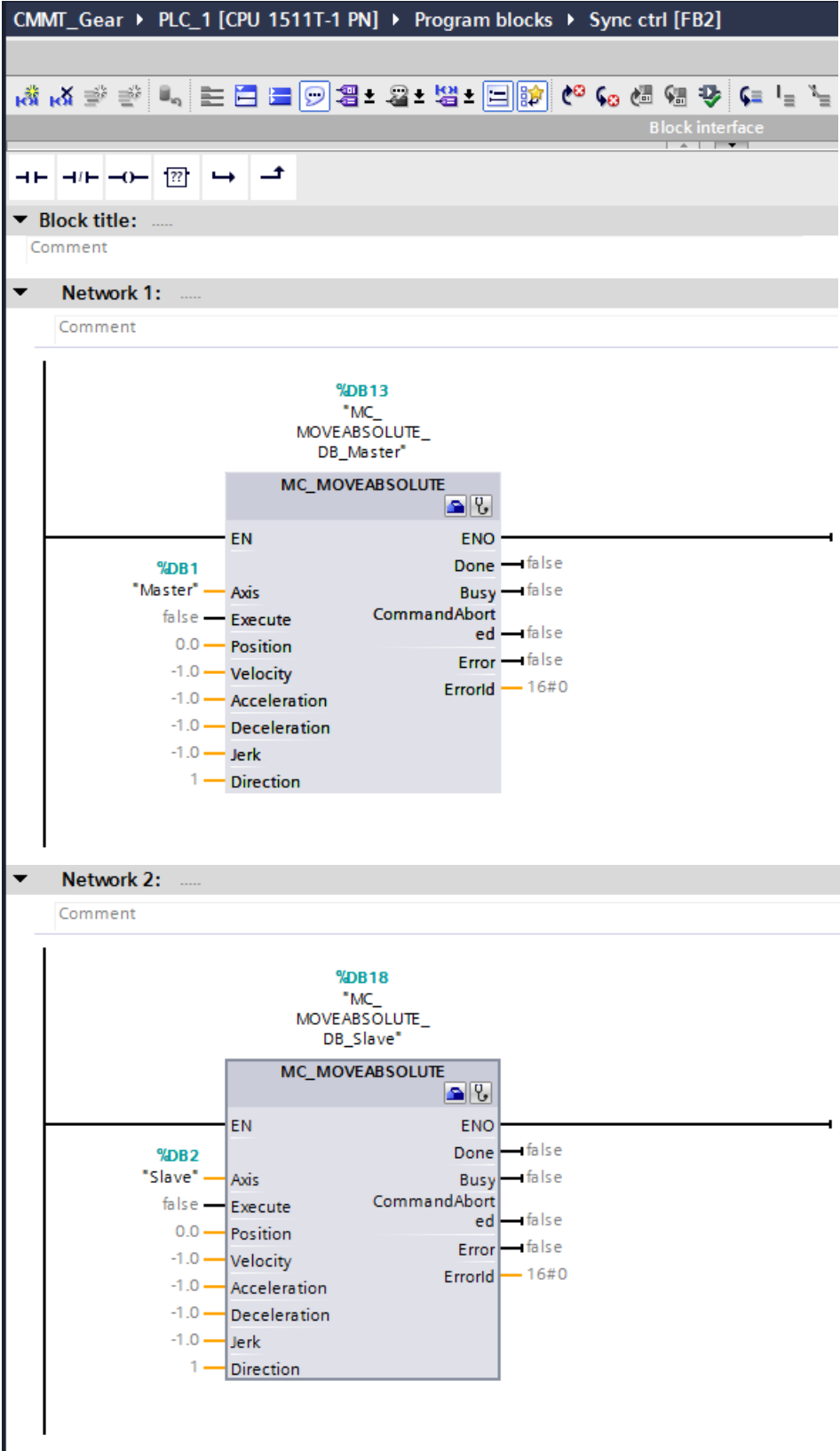
- 同步操作在为主轴和从轴指定的同步位置之前进行同步。
- 使用参数 “**Ratio Numerator**” 和 “**Ratio Denominator**” 将传动比指定为两个整数之间的关系（分子/分母）。
- 传动比的分子指定为正数或负数。正数：主从轴同向运行，负数：主从轴反向运行。
- 主轴处于停止状态或运动状态时，均可以启动同步操作。
- 对于输入加速度、减速度参数：>0 时输入数值生效，=0 不允许，<0 时使用 **TO** 对象的组态默认值（位于 **Technology object > Configuration > Extended parameters > Dynamic defaults**）
- 对于输入 **Jerk** 参数：>0 时输入数值生效，=0 使用梯形速度轮廓，<0 时使用 **TO** 对象的组态默认值（位于 **Technology object > Configuration > Extended parameters > Dynamic defaults**）

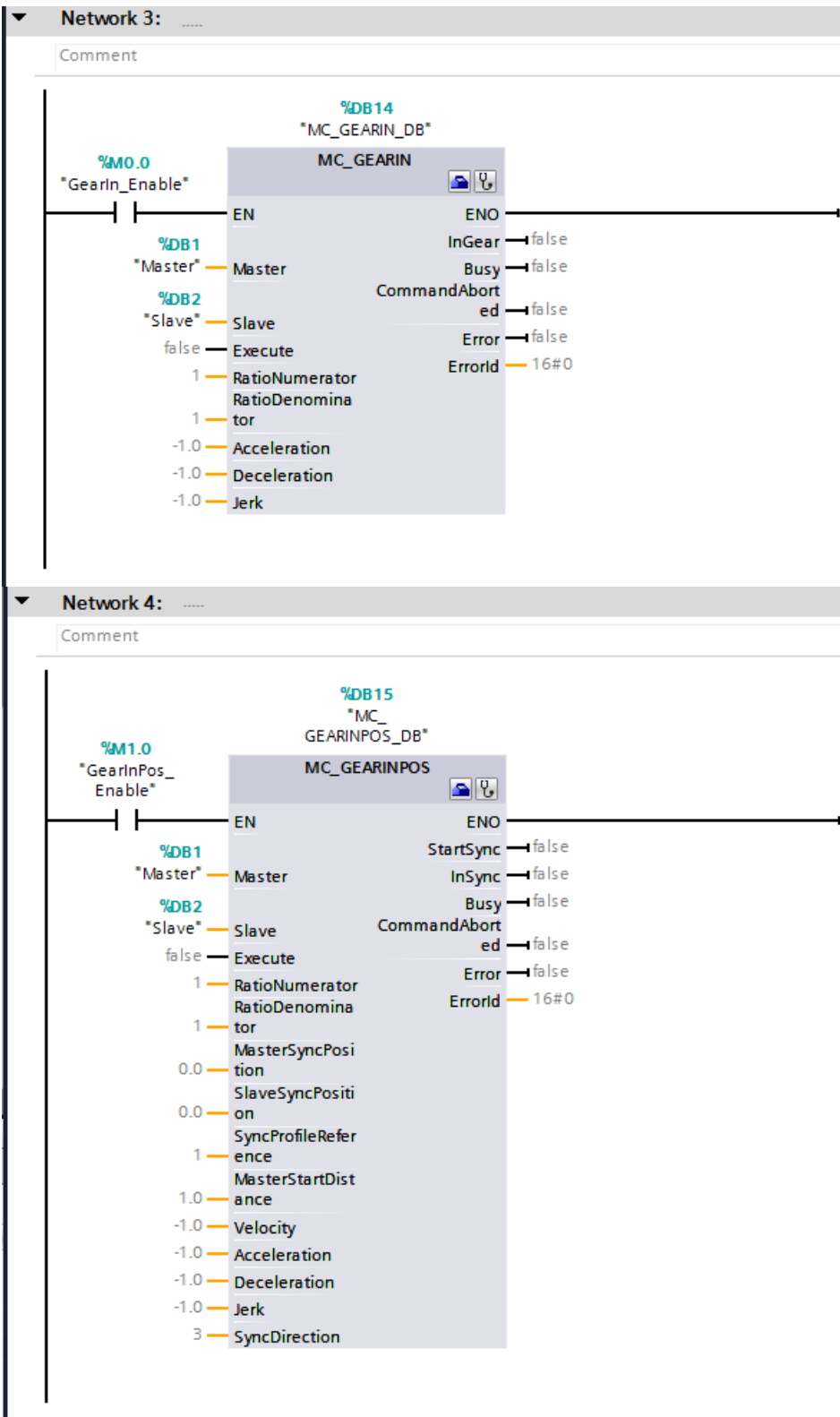
9.2 编写同步控制指令

- 添加 **Sync ctrl FB** 块，用于编写同步控制指令。

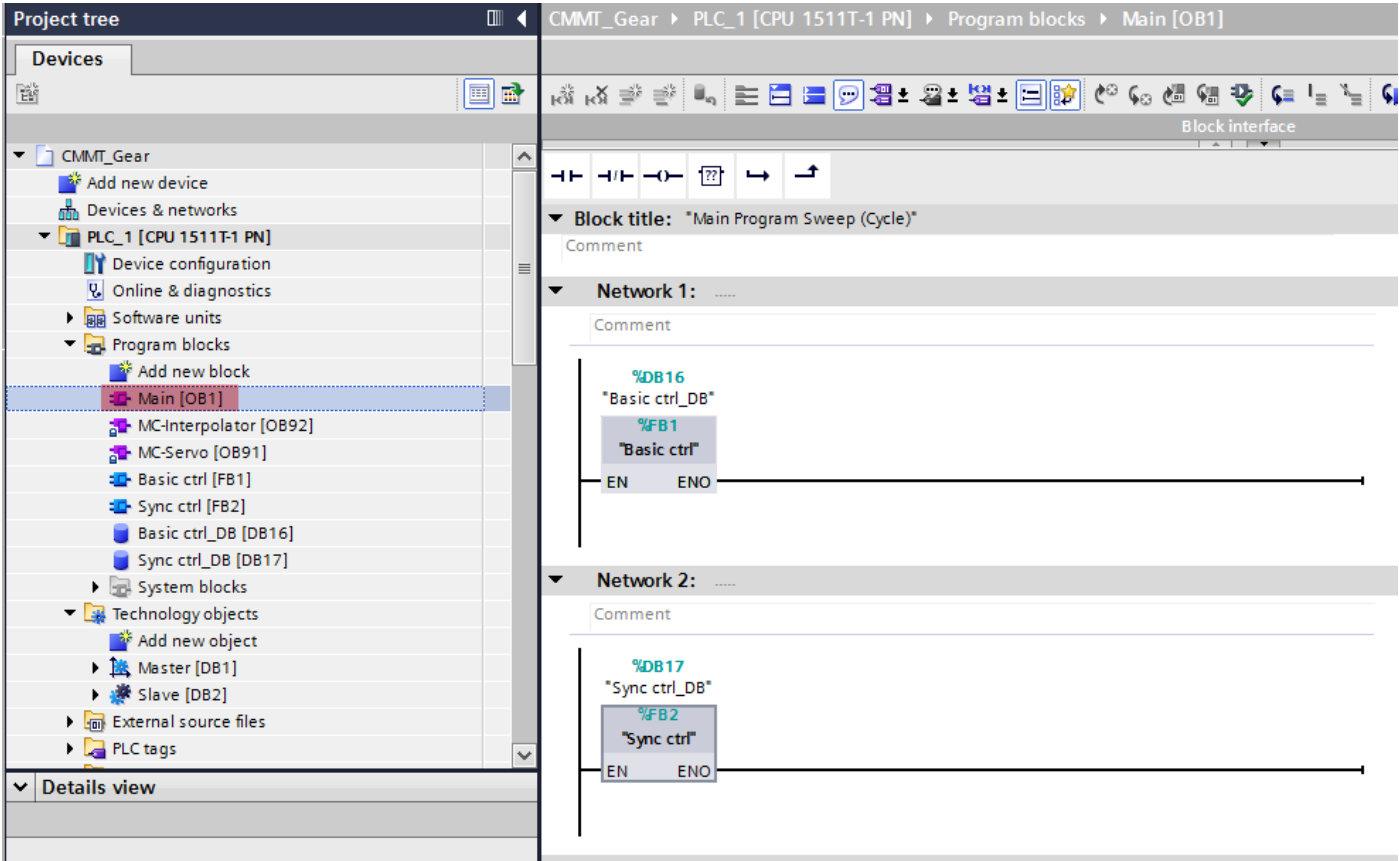


- 在 **Sync ctrl FB** 中添加主轴的绝对定位，从轴的绝对定位，相对同步，绝对同步指令。





9.3 OB1 中调用 Basic ctrl FB 和 Sync ctrl FB



编译并下载程序。

10 创建测试监控表并测试

10.1 创建单轴的基本控制监控表

完成两个单轴的使能，点动，寻零（绝对值编码器请使用模式 7）。

CMMT_Gear ▶ PLC_1 [CPU 1511T-1 PN] ▶ Watch and force tables ▶ Basic ctrl								
	i	Name	Address	Display format	Monitor value	Modify value		Co
1		"MC_POWER_DB_Master".Enable		Bool	☒ TRUE	TRUE	☒	!
2		"MC_POWER_DB_Slave".Enable		Bool	☒ TRUE	TRUE	☒	!
3		"MC_RESET_DB_Master".Execute		Bool	☐ FALSE	FALSE	☒	!
4		"MC_RESET_DB_Slave".Execute		Bool	☐ FALSE	FALSE	☒	!
5		"MC_HOME_DB_Master".Execute		Bool	☐ FALSE	FALSE	☒	!
6		"MC_HOME_DB_Master".Mode		DEC+/-	0	7	☒	!
7		"MC_HOME_DB_Slave".Execute		Bool	☐ FALSE	FALSE	☒	!
8		"MC_HOME_DB_Slave".Mode		DEC+/-	0	7	☒	!
9		"MC_HALT_DB_Master".Execute		Bool	☐ FALSE		☐	
10		"MC_HALT_DB_Slave".Execute		Bool	☐ FALSE	FALSE	☒	!
11		"MC_MOVEJOG_DB_Master".JogForward		Bool	☐ FALSE		☐	
12		"MC_MOVEJOG_DB_Master".JogBackward		Bool	☐ FALSE		☐	
13		"MC_MOVEJOG_DB_Master".Velocity		Floating-point nu...	100.0	10.0	☒	!
14		"MC_MOVEJOG_DB_Slave".JogForward		Bool	☐ FALSE		☐	
15		"MC_MOVEJOG_DB_Slave".JogBackward		Bool	☐ FALSE		☐	
16		"MC_MOVEJOG_DB_Slave".Velocity		Floating-point nu...	100.0	10.0	☒	!
17		<Add new>					☐	

10.2 创建同步控制测试监控表

CMMT_Gear ▶ PLC_1 [CPU 1511T-1 PN] ▶ Watch and force tables ▶ Sync ctrl							
	Name	Address	Display format	Monitor value	Modify value		
1	// 主轴绝对定位						
2	"MC_MOVEABSOLUTE_DB_Master".Execute		Bool	☐ FALSE	FALSE	☒	!
3	"MC_MOVEABSOLUTE_DB_Master".Position		Floating-point nu...	0.0		☐	
4	"MC_MOVEABSOLUTE_DB_Master".Velocity		Floating-point nu...	-1.0		☐	
5	"MC_MOVEABSOLUTE_DB_Master".Acceleration		Floating-point nu...	-1.0		☐	
6	"MC_MOVEABSOLUTE_DB_Master".Deceleration		Floating-point nu...	-1.0		☐	
7	"MC_MOVEABSOLUTE_DB_Master".Jerk		Floating-point nu...	-1.0		☐	
8	"MC_MOVEABSOLUTE_DB_Master".Direction		DEC+/-	1		☐	
9	"MC_MOVEABSOLUTE_DB_Master".Done		Bool	☐ FALSE		☐	
10	"MC_MOVEABSOLUTE_DB_Master".Busy		Bool	☐ FALSE		☐	
11	"MC_MOVEABSOLUTE_DB_Master".CommandAborted		Bool	☐ FALSE		☐	
12	"MC_MOVEABSOLUTE_DB_Master".Error		Bool	☐ FALSE		☐	
13	"MC_MOVEABSOLUTE_DB_Master".ErrorId		Hex	16#0000		☐	
14	"Master".ActualPosition		Floating-point nu...	0.0		☐	!
15	"Master".ActualVelocity		Floating-point nu...	0.446319580078125		☐	!
16	// 从轴绝对定位						
17	"MC_MOVEABSOLUTE_DB_Slave".Execute		Bool	☐ FALSE	FALSE	☒	!
18	"MC_MOVEABSOLUTE_DB_Slave".Position		Floating-point nu...	0.0		☐	
19	"MC_MOVEABSOLUTE_DB_Slave".Velocity		Floating-point nu...	-1.0		☐	
20	"MC_MOVEABSOLUTE_DB_Slave".Acceleration		Floating-point nu...	-1.0		☐	
21	"MC_MOVEABSOLUTE_DB_Slave".Deceleration		Floating-point nu...	-1.0		☐	
22	"MC_MOVEABSOLUTE_DB_Slave".Jerk		Floating-point nu...	-1.0		☐	
23	"MC_MOVEABSOLUTE_DB_Slave".Direction		DEC+/-	1		☐	
24	"MC_MOVEABSOLUTE_DB_Slave".Done		Bool	☐ FALSE		☐	
25	"MC_MOVEABSOLUTE_DB_Slave".Busy		Bool	☐ FALSE		☐	
26	"MC_MOVEABSOLUTE_DB_Slave".CommandAborted		Bool	☐ FALSE		☐	
27	"MC_MOVEABSOLUTE_DB_Slave".Error		Bool	☐ FALSE		☐	
28	"MC_MOVEABSOLUTE_DB_Slave".ErrorId		Hex	16#0000		☐	
29	"Slave".ActualPosition		Floating-point nu...	0.0		☐	!
30	"Slave".ActualVelocity		Floating-point nu...	0.057220458984375		☐	!
31	// 从轴相对同步						
32	"GearIn_Enable"	%M0.0	Bool	☐ FALSE	FALSE	☒	!
33	"MC_GEARIN_DB".Execute		Bool	☐ FALSE	FALSE	☒	!
34	"MC_GEARIN_DB".RatioNumerator		DEC+/-	1		☐	
35	"MC_GEARIN_DB".RatioDenominator		DEC+/-	1		☐	
36	"MC_GEARIN_DB".Acceleration		Floating-point nu...	-1.0		☐	
37	"MC_GEARIN_DB".Deceleration		Floating-point nu...	-1.0		☐	
38	"MC_GEARIN_DB".Jerk		Floating-point nu...	-1.0		☐	
39	"MC_GEARIN_DB".InGear		Bool	☐ FALSE		☐	
40	"MC_GEARIN_DB".Busy		Bool	☐ FALSE		☐	
41	"MC_GEARIN_DB".CommandAborted		Bool	☐ FALSE		☐	
42	"MC_GEARIN_DB".Error		Bool	☐ FALSE		☐	
43	"MC_GEARIN_DB".ErrorId		Hex	16#0000		☐	
44	// 从轴绝对同步						
45	"GearInPos_Enable"	%M1.0	Bool	☐ FALSE		☐	
46	"MC_GEARINPOS_DB".Execute		Bool	☐ FALSE		☐	
47	"MC_GEARINPOS_DB".RatioNumerator		DEC+/-	1		☐	
48	"MC_GEARINPOS_DB".RatioDenominator		DEC+/-	1		☐	
49	"MC_GEARINPOS_DB".MasterSyncPosition		Floating-point nu...	0.0		☐	
50	"MC_GEARINPOS_DB".SlaveSyncPosition		Floating-point nu...	0.0		☐	
51	"MC_GEARINPOS_DB".SyncProfileReference		DEC+/-	1		☐	
52	"MC_GEARINPOS_DB".MasterStartDistance		Floating-point nu...	1.0		☐	
53	"MC_GEARINPOS_DB".Velocity		Floating-point nu...	-1.0		☐	
54	"MC_GEARINPOS_DB".Acceleration		Floating-point nu...	-1.0		☐	
55	"MC_GEARINPOS_DB".Deceleration		Floating-point nu...	-1.0		☐	
56	"MC_GEARINPOS_DB".Jerk		Floating-point nu...	-1.0		☐	
57	"MC_GEARINPOS_DB".SyncDirection		DEC+/-	3		☐	
58	"MC_GEARINPOS_DB".StartSync		Bool	☐ FALSE		☐	
59	"MC_GEARINPOS_DB".InSync		Bool	☐ FALSE		☐	
60	"MC_GEARINPOS_DB".Busy		Bool	☐ FALSE		☐	
61	"MC_GEARINPOS_DB".CommandAborted		Bool	☐ FALSE		☐	
62	"MC_GEARINPOS_DB".Error		Bool	☐ FALSE		☐	
63	"MC_GEARINPOS_DB".ErrorId		Hex	16#0000		☐	

10.3 相对同步测试演示

CMMT_Gear ▶ PLC_1 [CPU 1511T-1 PN] ▶ Watch and force tables ▶ Sync ctrl

	Name	Address	Display format	Monitor value	Modify value	
1	// 主轴绝对定位					
2	"MC_MOVEABSOLUTE_DB_Master".Execute		Bool	☐ FALSE	FALSE	☒ ⚠
3	"MC_MOVEABSOLUTE_DB_Master".Position		Floating-point nu...	100.0	100.0	☒ ⚠
4	"MC_MOVEABSOLUTE_DB_Master".Velocity		Floating-point nu...	10.0	10.0	☒ ⚠
5	"MC_MOVEABSOLUTE_DB_Master".Acceleration		Floating-point nu...	-1.0		☐
6	"MC_MOVEABSOLUTE_DB_Master".Deceleration		Floating-point nu...	-1.0		☐
7	"MC_MOVEABSOLUTE_DB_Master".Jerk		Floating-point nu...	-1.0		☐
8	"MC_MOVEABSOLUTE_DB_Master".Direction		DEC+/-	1		☐
9	"MC_MOVEABSOLUTE_DB_Master".Done		Bool	☐ FALSE		☐
10	"MC_MOVEABSOLUTE_DB_Master".Busy		Bool	☐ FALSE		☐
11	"MC_MOVEABSOLUTE_DB_Master".CommandAborted		Bool	☐ FALSE		☐
12	"MC_MOVEABSOLUTE_DB_Master".Error		Bool	☐ FALSE		☐
13	"MC_MOVEABSOLUTE_DB_Master".ErrorId		Hex	16#0000		☐
14	"Master".ActualPosition		Floating-point nu...	0.0		☐ ⚡
15	"Master".ActualVelocity		Floating-point nu...	0.29754638671875		☐ ⚡
16	// 从轴绝对定位					
17	"MC_MOVEABSOLUTE_DB_Slave".Execute		Bool	☐ FALSE	FALSE	☒ ⚠
18	"MC_MOVEABSOLUTE_DB_Slave".Position		Floating-point nu...	0.0		☐
19	"MC_MOVEABSOLUTE_DB_Slave".Velocity		Floating-point nu...	-1.0		☐
20	"MC_MOVEABSOLUTE_DB_Slave".Acceleration		Floating-point nu...	-1.0		☐
21	"MC_MOVEABSOLUTE_DB_Slave".Deceleration		Floating-point nu...	-1.0		☐
22	"MC_MOVEABSOLUTE_DB_Slave".Jerk		Floating-point nu...	-1.0		☐
23	"MC_MOVEABSOLUTE_DB_Slave".Direction		DEC+/-	1		☐
24	"MC_MOVEABSOLUTE_DB_Slave".Done		Bool	☐ FALSE		☐
25	"MC_MOVEABSOLUTE_DB_Slave".Busy		Bool	☐ FALSE		☐
26	"MC_MOVEABSOLUTE_DB_Slave".CommandAborted		Bool	☐ FALSE		☐
27	"MC_MOVEABSOLUTE_DB_Slave".Error		Bool	☐ FALSE		☐
28	"MC_MOVEABSOLUTE_DB_Slave".ErrorId		Hex	16#0000		☐
29	"Slave".ActualPosition		Floating-point nu...	0.0		☐ ⚡
30	"Slave".ActualVelocity		Floating-point nu...	-0.03814697265625		☐ ⚡
31	// 从轴相对同步					
32	"GearIn_Enable"	%M0.0	Bool	☐ FALSE	TRUE	☒ ⚠
33	"MC_GEARIN_DB".Execute		Bool	☐ FALSE	TRUE	☒ ⚠
34	"MC_GEARIN_DB".RatioNumerator		DEC+/-	1		☐
35	"MC_GEARIN_DB".RatioDenominator		DEC+/-	1		☐
36	"MC_GEARIN_DB".Acceleration		Floating-point nu...	-1.0		☐
37	"MC_GEARIN_DB".Deceleration		Floating-point nu...	-1.0		☐
38	"MC_GEARIN_DB".Jerk		Floating-point nu...	-1.0		☐
39	"MC_GEARIN_DB".InGear		Bool	☐ FALSE		☐
40	"MC_GEARIN_DB".Busy		Bool	☐ FALSE		☐
41	"MC_GEARIN_DB".CommandAborted		Bool	☐ FALSE		☐
42	"MC_GEARIN_DB".Error		Bool	☐ FALSE		☐
43	"MC_GEARIN_DB".ErrorId		Hex	16#0000		☐

1. 设定主轴的速度和位置
2. 激活主轴定位
3. 激活 MC_GearIn, 并触发 Execute 启动同步。
4. MC_GearIn.InGear=True,同步完成。

7/15/2020 10:05:35.655 PM

Trace [Installed traces]

Master.ActualVelocity

Slave.ActualVelocity

Master.ActualPosition

Slave.ActualPosition

MC_GEARIN_DB*.InGear

同步完成

	Signal r...	Name	Data type	Display format	Color	Scal...	Y(t1)	Y(t2)	DeltaY	Unit
1	\$0	"Master".ActualVelocity	LReal	Floating poi...	Red	...	10.11657714843...	NaN	NaN	
2	\$1	"Slave".ActualVelocity	LReal	Floating point	Blue	...	10.03265380859...	NaN	NaN	
3	\$2	"Master".ActualPosition	LReal	Floating point	Green	...	44.715	NaN	NaN	
4	\$3	"Slave".ActualPosition	LReal	Floating point	Orange	...	15.384	NaN	NaN	
5	\$4	"MC_GEARIN_DB".InGear	Bool	Bin	Magenta	0 1	1	NaN	NaN	

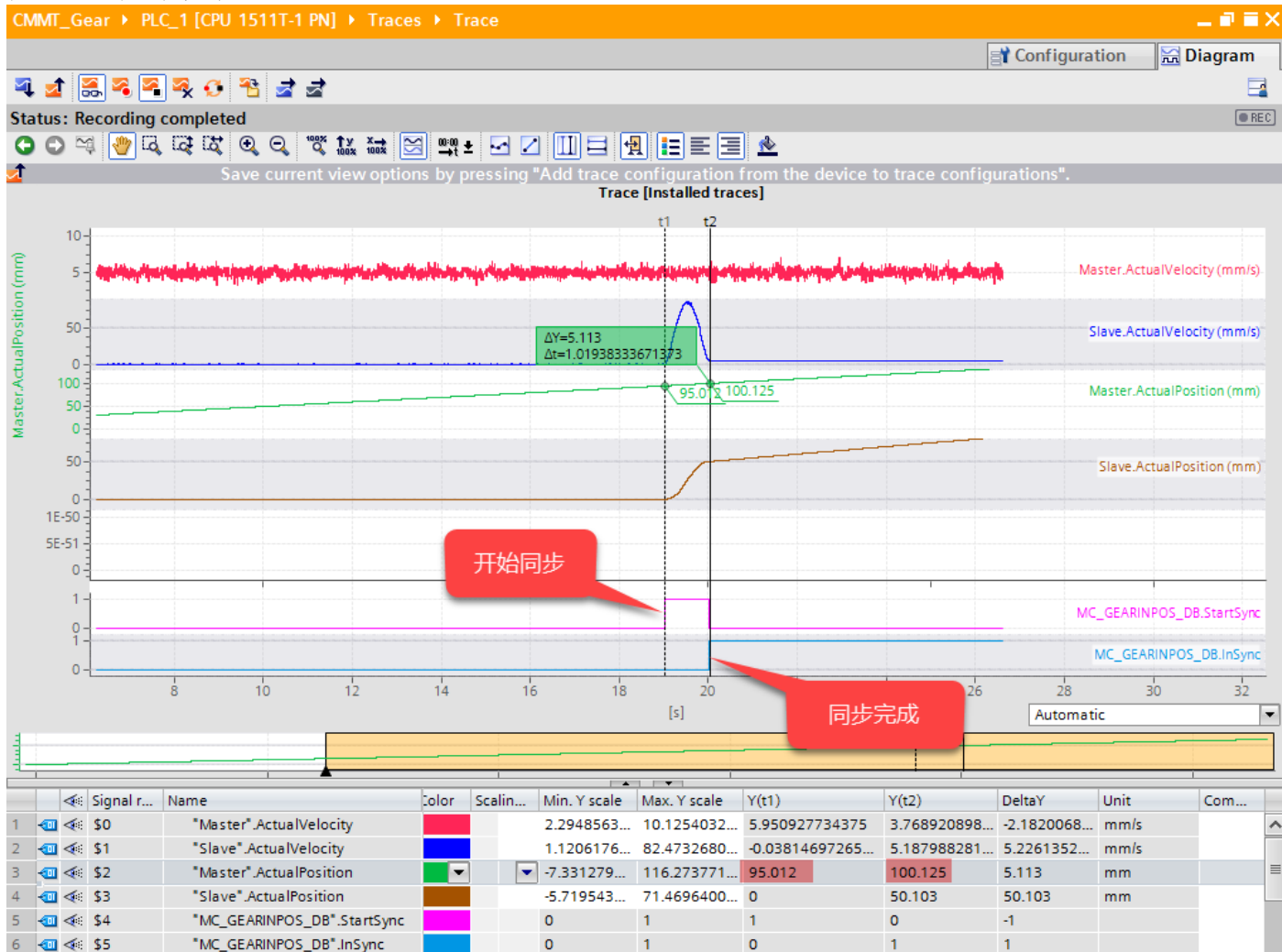
举例：要求在主轴 **95mm** 时从轴开始同步，并在主轴 **100mm** 时完成同步，此时从轴位置为 **50mm**，也就是说在主轴 **100mm**，从轴 **50mm** 时同步完成。

	i	Name	Address	Display format	Monitor value	Modify value	
1		// 主轴绝对定位					
2	6	*MC_MOVEABSOLUTE_DB_Master*.Execute		Bool	☐ FALSE	FALSE	☒
3		*MC_MOVEABSOLUTE_DB_Master*.Position		Floating-point nu...	150.0	150.0	☒
4	5	*MC_MOVEABSOLUTE_DB_Master*.Velocity		Floating-point nu...	5.0	5.0	☒
5		*MC_MOVEABSOLUTE_DB_Master*.Acceleration		Floating-point nu...	-1.0		☐
6		*MC_MOVEABSOLUTE_DB_Master*.Deceleration		Floating-point nu...	-1.0		☐
7		*MC_MOVEABSOLUTE_DB_Master*.Jerk		Floating-point nu...	-1.0		☐
8		*MC_MOVEABSOLUTE_DB_Master*.Direction		DEC+/-	1		☐
9		*MC_MOVEABSOLUTE_DB_Master*.Done		Bool	☐ FALSE		☐
10		*MC_MOVEABSOLUTE_DB_Master*.Busy		Bool	☐ FALSE		☐
11		*MC_MOVEABSOLUTE_DB_Master*.CommandAborted		Bool	☐ FALSE		☐
12		*MC_MOVEABSOLUTE_DB_Master*.Error		Bool	☐ FALSE		☐
13		*MC_MOVEABSOLUTE_DB_Master*.ErrorId		Hex	16#0000		☐
14		*Master*.ActualPosition		Floating-point nu...	0.0		☐
15		*Master*.ActualVelocity		Floating-point nu...	0.29754638671875		☐

44	// 从轴绝对同步								
45	"GearInPos_Enable"	%M1.0	Bool	☐ FALSE	TRUE	☒	☒	☒	☒
46	"MC_GEARINPOS_DB".Execute		Bool	☐ FALSE	TRUE	☒	☒	☒	☒
47	"MC_GEARINPOS_DB".RatioNumerator		DEC+/-	1		☐	☐	☐	☐
48	"MC_GEARINPOS_DB".RatioDenominator		DEC+/-	1		☐	☐	☐	☐
49	"MC_GEARINPOS_DB".MasterSyncPosition		Floating-point nu...	100.0	100.0	☒	☒	☒	☒
50	"MC_GEARINPOS_DB".SlaveSyncPosition		Floating-point nu...	50.0	50.0	☒	☒	☒	☒
51	"MC_GEARINPOS_DB".SyncProfileReference		DEC+/-	1	1	☒	☒	☒	☒
52	"MC_GEARINPOS_DB".MasterStartDistance		Floating-point nu...	5.0	5.0	☒	☒	☒	☒
53	"MC_GEARINPOS_DB".Velocity		Floating-point nu...	-1.0		☐	☐	☐	☐
54	"MC_GEARINPOS_DB".Acceleration		Floating-point nu...	-1.0		☐	☐	☐	☐
55	"MC_GEARINPOS_DB".Deceleration		Floating-point nu...	-1.0		☐	☐	☐	☐
56	"MC_GEARINPOS_DB".Jerk		Floating-point nu...	-1.0		☐	☐	☐	☐
57	"MC_GEARINPOS_DB".SyncDirection		DEC+/-	3		☐	☐	☐	☐
58	"MC_GEARINPOS_DB".StartSync		Bool	☐ FALSE		☐	☐	☐	☐
59	"MC_GEARINPOS_DB".InSync		Bool	☐ FALSE		☐	☐	☐	☐
60	"MC_GEARINPOS_DB".Busy		Bool	☐ FALSE		☐	☐	☐	☐
61	"MC_GEARINPOS_DB".CommandAborted		Bool	☐ FALSE		☐	☐	☐	☐
62	"MC_GEARINPOS_DB".Error		Bool	☐ FALSE		☐	☐	☐	☐
63	"MC_GEARINPOS_DB".ErrorId		Hex	16#0000		☐	☐	☐	☐
64						☐	☐	☐	☐

1. 设置主轴和从轴在各自的位置点上完成同步。主轴为 100mm，从轴为 50mm。
2. 设置同步方式：基于主轴运行距离的同步（**SynProfileReference** 参数 = 1）（详见 9.1.2 章节）
3. 设置主值距离“**MasterStartDistance**”为 5mm（开始同步距离 = **MasterSyncPosition** – **MasterStartDistance**=95mm）
4. 激活 **MC_GearInPos**，并触发 **Execute** 启动同步。
5. 设置主轴的速度和位置
6. 激活主轴定位
7. 开始同步（开始同步到同步完成这个区间内 **StartSync=Ture**）
8. 同步完成（同步完成后 **InSync** 由 0→1）

在 **Traces** 中监控如下：



11 常见问题

11.1 如何解除同步

S7-1500T 不提供 **Gear Out** 命令，如果需要解除同步操作可以通过调用其他运动命令的方式来实现。如下表所示：
例如：可以使用 **MC_Halt** 中止 **MC_GearInPos** 激活状态下的同步，从而退出同步；或者使用 **MC_MoveAbsolute** 中止 **MC_GearInPos** 激活状态下的同步，同时将从轴定位到一个新位置。此时 **MC_GearInPos.CommandAborted=True**。

⇒ 活动作业	MC_GearIn	MC_GearIn Pos 待处理 ¹⁾	MC_GearIn Pos 激活 ²⁾	MC_Phasing Absolute MC_Phasing Relative	MC_CamIn 待处理 ¹⁾	MC_CamIn 激活 ²⁾
⇓ 新作业						
MC_Home "Mode" = 3、5	A	-	-	-	-	-
MC_Halt	A	-	A	A	-	A
MC_MoveAbsolute MC_MoveRelative MC_MoveVelocity MC_MoveJog	A	-	A	A	-	A
MC_MotionInVelocity MC_MotionInPosition	A	A	A	-	A	A
MC_MoveSuper imposed	-	-	-	-	-	-
MC_GearIn	A	A	A	A	A	A
MC_GearInPos 待处 理 ¹⁾	-	A	-	-	A	-
MC_GearInPos 激活 ²⁾	A	A	A	A	A	A
MC_PhasingAbsolute MC_PhasingRelative	-	-	-	A	-	-
MC_CamIn 待处理 ¹⁾	-	A	-	-	A	-
MC_CamIn 激活 ²⁾	A	A	A	A	A	A

- A 当前运行的作业由"CommandAborted" = TRUE 中止。
- 无效。当前运行的作业将继续执行。
- 1) 待处理同步操作 ("Busy" = TRUE, "StartSync" = FALSE, "InSync" = FALSE) 不会取消激活的命令。待处理同步操作作业只能由相同跟随轴上的另一个同步操作作业超驰。可以通过"MC_Power"取消。
- 2) 状态"Busy" = TRUE, "StartSync"或"InSync" = TRUE 对应于激活的同步操作。

11.2 静止时进行同步以及维持同步关系

许多应用场合需要齿轮同步的两个轴（主轴及从轴）处于静止状态时建立同步关系，或者始终维持同步关系（主从已硬连接），在这种情况下同步两个轴时需要考虑一些细节。

1. **"MC_GearIn"**命令是在静止状态时建立齿轮同步最简单的方法。在已经同步的状态下，**"MC_GearIn"**和**"MC_GearInPos"**的行为完全相同的。
2. 当按下急停按钮或工艺需要在运行时停止、禁用引导轴（主轴）或跟随轴（从轴），为了避免再次启动时重新建立同步，可以使用 **"MC_SynchronizedMotionSimulation"** 命令，在停止轴前激活此命令，这样同步关系始终维持激活状态，当再次启动轴时无需再次建立同步，通过设置命令的 **"Enable"** 参数=FALSE,可继续同步运行。使用这种方法时应注意避免主轴或从轴在停止期间位置发生明显变化，否则会造成继续同步时，从轴的设定值发生阶跃变化。