# CPX-E-CEC-M1 控制 CMMT 实现主从功能

# (电子齿轮与电子凸轮)



刘功文 Festo 技术支持 2020 年 11 月 20 日

### 关键词:

CMMT-AS-EC, CPX-E-CEC-M1, CODESYS, 电子齿轮, 电子凸轮, 主从功能

#### 摘要:

本文介绍了使用 CPX-E-CEC-M1 运动控制器控制 CMMT 驱动器实现主从轴电子齿轮、电子凸轮功能的实例,文档内容主要包括 CMMT 在 FESTO FAS 软件上的基本配置、CPX-E-CEC-M1 在 CODESYS 编程环境下的基础配置及主从功能的实现。

#### 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 伺服驱动器以及 CODESYS 软件有一定了解。

### 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	龙	4
2	硬件	件/软件环境	4
3	系统	统拓扑结构	4
4	FAS	S 中关键设置	5
Z	.1	系数组参数	5
Z	.2	插补模式	5
5	FAS	5基本测试	5
6	COD	DESYS 安装、组态与联机	6
6	5.1	软件安装	6
	6.1.1	.1 CODESYS 软件包安装	6
	6.1.2	.2 CPX-E-CEC 支持包安装	6
	6.1.3	.3 CMMT-EC SoftMotion 支持包安装	7
6	5.2	CPX-E-CEC-M1 组态	8
	6.2.1	.1 激活 CPX-E-CEC-M1 控制器并扫描硬件配置	8
	6.2.1	.1 配置 CMMT-AS 设备	10
6	5.3	下载组态并确认配置	11
7	COD	DESYS 程序调试	12
7	<b>'</b> .1	主轴、从轴基本定位	12
7	<b>'.</b> 2	主从轴电子齿轮控制	16
	7.2.1	.1 MC_Gearln、MC_Gearlnpos 和 MC_GearOut 功能块概述	16
	7.2.2	.2 电子齿轮程序设计—位置同步功能	17
	7.2.3	.3 MC_MoveSuperImposed 功能块概述	20
	7.2.4	.4 电子齿轮程序设计—位置补偿功能	21
	7.2.5	.5 MC_Phasing 功能块概述	24
	7.2.6	.6 电子齿轮程序设计—相位偏移功能	24
7	<b>'</b> .3	主从轴电子凸轮控制	27
	7.3.1	.1 电子凸轮功能块概述	27
	7.3.2	.2 电子凸轮程序设计	

### 1 概述

本文介绍如下示例:使用 CPX-E-CEC-M1 控制器,基于 CODESYS 编程环境,通过 PLCopen 运动控制规范的主/从功能块,控制 Festo CMMT 驱动器实现主从轴电子齿轮、电子凸轮等功能。

## 2 硬件/软件环境

版本
V3.5 SP12 Patch6 pbf
2. 0. 1. 8
V1. 3. 24
V2. 10. 0. 35829
固件版本 1.1.18
固件版本:V016.0.9.10_release
)

## 3 系统拓扑结构



### 4 FAS 中关键设置

本章节介绍 FESTO FAS 中的两项关键设置,一项用于定义控制精度,一项用于定义插补模式。 关于 FESTO FAS 软件的使用,有相关指导手册,可另向 FESTO 获取。

### 4.1 系数组参数

系数组用于设置 CMMT 与 CPX-E-CEC-M1 通讯时物理单位的精度,可按如下数值设置。

=	AUTOMATION SU SoftmotionXY*	JITE	🔺 Q	0	X-Axis	×	Y-Axis	×			FESTO		
	PARAMETERISATI	ON	CONTROL	DIAGNOSIS									
Ċ	X-Axis CMMT-AS-C4-3/ Path: 192.168.0.1 Disconnected	4-EC-S1 1	Connect		Plug-in PLC Control	Enabled Disabled Powerstage	( Stop	:=*	2		φ	<b>C</b>	
Param	eter pages	<	Fieldbus										
Driv	e configuration	2											
Devi	ce settings				Eactor or								
Field	lbus	2			ration gr								
Digit	tall/O				Current us	ser unit	Me	tric [m, m/s,] (6)	)		1		
Ana	logue I/O				Position		0		-6				
Enco	oder interface				Malashi		0		_		_		
<ul> <li>Axis</li> </ul>	1	13			Velocity				->				
Ope	rator unit				Accelerati	on	0		-3		1		
Para	meter list	14			Jerk		0		-3				
Ope Para	rator unit meter list	14			Accelerati Jerk	on	0 0		-3 -3				

### 4.2 插补模式

在 Fieldbus 项搜索 CSP, 定义插补模式为默认的循环同步定位模式 CSP(1)。CSP(1)=操作模式 8。

Parameter pages	<	Fieldbus	<b>I</b>	F	9	× CSP		
Drive configuration	1	ID Y	Name	Valu	e			۳
Device settings		<ul> <li>/Axis1/CiA402 motion group[0] (30)</li> </ul>						
Fieldbus	2	P1.11412.0.0	Interpolation mode CSP	CSF	' (1)			•
Digital I/O					-			

### 5 FAS 基本测试

以上设置完成后,使用 FAS 进行寻零,点动,定位测试。确认本地控制正常后,取消 FAS 控制权。

PARAMETERISATION	CONTROL DIAGN	OSIS					
CMMT-AS-C4-3A-PN-S Path: 192,168.0,102 Connected	1 Disconnect	Plug-in PLC Control Powerstage	© Stop		Store on device	Reinitialize	Restart device
Control pages <	Manual movement					Reset to	default values 🛛 🗵
Manual movement		Homing					
Record list		Homing valid     Start homing	Current position (37)	unpurpurpurpurpurpurpurpurpurpurpurpurpurp	m		
		Manual movement					
		Position actual value (encoder 1)	-0.0	086813 mm =			
		:pot			+		
		Single step:	-	0.00	mm +		
		Target position:	0.00 mm	0.04	m/s Execut		
			Stop mov				

### 6.1 软件安装

### 6.1.1 CODESYS 软件包安装

进入 FESTO 官网主页,搜索 CODESYS,在支持/下载项,下载 CODESYS 编程包,链接如下: <u>https://www.festo.com.cn/cn/zh/search/?text=CODESYS&tab=DOWNLOADS</u>

	O COD	O CODESYS							
	产品 0	支持/	/下载 331	主题 1	3				
Firmware CPX-E-CEC-C1/M1 Firmware	Firmware for CO	DDESYS V	3.5 SP12 Patch	6 pbF					
CODESYS provide CODESYS V3.5 SP 编程	ed by Festo 12 Patch6 pbF								

### 6.1.2 CPX-E-CEC 支持包安装

进入 FESTO 官网主页,搜索 CPX-E-CEC,从支持/下载项,下载相应的目标支持包,链接如下:

https://www.festo.com.cn/cn/zh/search/?text=CODESYS&tab=DOWNLOADS

	产品 0	支持/下载 330	主题 13	
Target Support Dack				
CPX-E-CEC Package 1 Target Support Pack Supported systems: automation sys controller CPX-E controller CPX-E controller CPX-E controller CPX-E controller CPX-E controller CPX-E	for CODESYS V3 age 	.5 SP12 Patch6 pbF 7644) 80) 52742) 52741) 781) 52744) 52744) 52743)		
∃ 3.5.12.224 (valid since 29/c	91/2020)	<u>,</u>		
Target Support 130 MB   de, en	Package CODES	YS		

在 Tools 菜单项安装目标支持包,当 Package 管理项显示当前目标包版本号,表示安装成功。





### 6.1.3 CMMT-EC SoftMotion 支持包安装

进入 FESTO 官网主页,搜索 CMMT-AS,从官网支持/下载项,下载安装 softmotion 支持包,链接如下:

https://www.festo.com.cn/cn/zh/search/?text=CMMT-AS&tab=DOWNLOADS



在 Tools 菜单项安装 CMMT-AS SoftMotion 支持包,当 Package 管理项显示当前目标包版本号,表示安装成功。

File Edit View Project CFC Build Online Debug	Tools Window Help 👩
) 🖆 🔲 🕼 🖂 🕹 🛍 🛍 🗙 🖬 🏭 🌿 🖓 🏰 🕍	🛛 🗊 Package Manager
- 년 - 이 # 이 의 의 역 백 (書) 몸 명 및 및 및 및	1 Library Repository
vevices - + ×	Device Repository
1 SingleAvis Win1/3	Visualization Style Repository
Device (CODESVS SoftMation Win V3)	License Repository
Library Manager	scripting
DIC_PRG (PRG)	Customize Absolute;
Task Configuration	Options
🗊 Package Manager	×
Currently installed packages:	3
Refresh	Sort by: Name V Install
Name 6 Varian Installation data 1	
CMMT-AS (point to point) Package 3.5.10.38 2019/11/5	No license require
CMMT-AS (SoftMotion) Package 4.0.18.0 2020/8/10	No license require Details
CMMT-ST (SoftMotion) Package 4.0.15.1 2019/6/26	No license require
CODESYS SoftMotion 4.7.0.0 2020/8/10 Fi	ree version 4.8.0.0 available! No license require Updates
CPX-CEC Package 3.5.12.174 2019/10/17	No license require Search updates
CPX-E-CEC Package 3.5.12.75 2019/10/23	No license require
11 打开	×
← → ∨ ↑ 📙 « 功能块 > CMMT-AS-EC_SoftMotion_4.0.18	> マ ひ 𝒫 搜索"CMMT-AS-EC_SoftM
组织 ▼ 新建文件夹	
▲ 名称 · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	修改日期 类型 大小 tore
📕 Desktop 🖈 📕 Archive	2020/5/28 15:24 文件夹
🖹 文档 🚽 🚺 CMMT-AS_SoftMotion_4.0.18.0.pack.	. 2020/5/28 15:08 PACKAGE 文件 481 KB
	-
— 呆山	
■ 桌面	
瀺 Liu, Gongwen	
	>
文件名(N): CMMT-AS_SoftMotion_4.0.18.0.pack	age Package (*.package) ~
	5
	打开(の) 町2巻

### 6.2 CPX-E-CEC-M1 组态

### 6.2.1 激活 CPX-E-CEC-M1 控制器并扫描硬件配置

为联机做准备,需使用 FESTO FFT 软件,设置 CPX-E-CEC-M1-PN 的调试口 IP 与电脑同网段。

	-	Device name	1P	Address	Device type		MAC	Firmware	
* 😤	8	CMMT-AS-C4-3A-EC-S1	192,168.0.16	C	MMT-AS-C4-3A-EC	-51	00:0E:F0:58:5A:18	V18.0.5.62_release	
* 9	•	CPX-E-CEC-M1-PN	192.168.0.15	C	PX-E-CEC-M1-PN		00.0E-F0.5D-EC-4A	1.1.18-b77a7350206a.20181025.1514	
				Firmware Firmware with Bac Network Diagnosis Backup Restore Identification Versions Bootapplication Reboot Telnet Homepage FST FMT Copy IP address Favorite	ckup >	Device name: CPX6 Current Network Settr IP-Address Subvetmark: Standardpateway: DNS-Server: O Retrieve IP-Address Subvetmark: Standardpateway: DNS-Server: DNS-Server:	CEC.M1 PN gs 192,168.0.15 295,255,255,0 0.0.00 0.0.00 es automatically. IP-Address: 192,168.0.15 255,255,00 0.0.0 0.0.0		

ILSrglc2ro/ UDDevice (CPX-II-CIC-H1-H1) ) PLC Logic - Q Application III Device x 🛯 Trace 🖉 Drive2 CMMT\_2 Communication Settings Select the network path to the controller. Gateway-1:0301\_E00E Set active path Application
 Deray Manage 节点名: Backup (CPX-E-CEC-M1-PN [0301.E00F](정하바) EC-ML-PN Add gataway.... CMMT\_1 (PRG) Files 55.电址: Add device... Log Browse . PLC\_PRG (PRG)
 Task Configuration
 S EtherCAT\_Task
 D CMMT\_2
 S ManTask
 PLC\_PRG
 Trace PLC Settings 快聚动: -3 Set Active Path PLC Shell Scan network Users and Group Add Device.. 目标10::: Filter Access Rights 10 9050 Target ID Scan for device by address 1 Task Deplo 目标版本: 3.5.12.50 Neualation Manager Sorting order : 1 Scan for device by name Visualization Manager
Visualization
PLC\_Diagnosis (PLC-Diagnosis) Status Name Scan for Device by IP Address -Change Device Name ... × Delete selected Device Add Gateway... 1 Scan Network Edit Gateway... Configure the local Gateway...

选择需要联机的 PLC, 需在 CODESYS 中扫描并激活 CPX-E-CEC-M1 控制器,也可在序号 4 处双击激活控制器。

如上述方法扫描不到 PLC,可手动添加 PLC 并尝试激活。

#### Select the network path to the controller:

	Ŷ	Set active path
Add device  Add device  Add device  Add device  Add device  Add device  Add device address or IP address:	Device Name: Gateway-1 Driver: TCP/IP IP-Address: localhost Port: 1217	Add gateway         Add device         Scan network         Filter :         Target ID         Sorting order :         Name

### 该步骤为自动获取 CPX-E-CEC-M1 所直连的外部 IO 等模块,扫描实际硬件并选择应用。



### 6.2.1 配置 CMMT-AS 设备

在 EtheCat 主站下添加 CMMT-AS Softmotion 从站设备,在这里为所连 CMMT 伺服, CMMT 型号为 CMMT-AS-C4-3A-EC-S1;为便于后续程序编辑,将 CMMT-AS (Softmotion)目录下 SM\_Drive\_EtherCAT\_Festo\_CMMT\_AS 名称修改为 Drive2。



因作者身边只有一条实轴,为实现主从功能,需在 SoftMotion General Axis Pool 项添加虚轴设备并命名为 Drive1。





### 6.3 下载组态并确认配置

检查所连 CMMT 伺服无报警且所连组态标识为全绿,表示配置 OK。



### 7 CODESYS 程序调试

主从控制的目标是多个轴协作运行,或多个轴之间存在同步关系。

因测试环境因素,手上只有一根直线电缸,本次示例使用虚拟直线轴为主动轴,一根直线电缸为从动轴。

#### 7.1 主轴、从轴基本定位

为确保后续主从轴电子齿轮和主从轴电子凸轮控制的实现,需先确保主轴、从轴的点动和基本定位功能。如下示例 实现主轴和从轴的点动、寻零和基本定位功能。

a)新建主轴、从轴程序。



b)创建主轴、从轴控制程序,用于测试各轴回零、基本定位和点动功能。





c)创建可视化界面 Visualization,便于测试和观察各个轴运行状态。



d)如下为示例添加 MC\_Power 可视化界面并链接程序中功能块的步骤,其它可视化界面相同操作。

1	ToolBox	a Starts BOILS					
9		5、西叶圆形					
l	Basic Common controls Alarm manager					V Herer - I K Sort by - 1	L Sort order - L LAdvaoced
B	Measurement controls [ Lamps/Switches/Bitmaps	MC Bow	07	MC H	lomo	Property	Value
k	Special controls Date/time controls	MC_POW	/er		iome	Element name	CanElemInst 1
Ľ	ImagePool_sm3 ImagePool_cnc_sm3	instanz: %s		Instanz	: %5	Tune of element	Frame
I	VisuDialogs SM3 Robotics Visu	Enable	Status	Execute	Done	Cinoina	
l	2	bRegulatorOn bReg	ulatorRealState	Position: %f	Busy 6	Show frame	No frame
I	<b>U</b>	bDriveStart PbDriv	eStartRealState		CommandAborted	Scaling type	Anisotronic
l				L		- References	Configure
l			Busy		Enor	= SM3 Basic VISU	
l			Error		ErrorID : %d	m Input FB	PLC PRG.MC Power 0
	VISU_MC_Pow_VISU_NEW_M	enotion is	ErrorID : %d		PLC open	+ Position	1
	er C_Power	8			Control	+ Colors	
		MC_Res	et		Abaababa	* Element look	
		instanz: %s		MCMOVE	Absolute	* Texts	
	<b>V</b>	Execute	Done	Instan	Z: %5	* Text properties	
			Busy	Execute	Done	+ Absolute movement	
			5	Position : %f	Busy	* Relative movement	
		S	Enor	Velocity: %/	CommandAborted	+ Text variables	
		E	bie: Chorn			* Color variables	
		Sector 100 (Sector 100 (Sec	PLCopen	Acceleration . %f	Enor	+ Switch frame variable	
		S	Control	Deceleration: %f	ErrorID : %d	* State variables	
				Direction: %s	PLCopen	* Inputconfiguration	
				Jerk: %f	SV motion		
					Contractor of the second se		
	3、功能块名称						
	Contraction of the local division of the loc						
	MC Power 2 iter						
1	Properties 2 ToolBox						
1	( I I I I I I I I I I I I I I I I I I I						

e)结合 FAS 软件定位设置位置以 m 为单位, 需以 1000 倍系数对应 mm, 按如下设置直线轴与伺服电机编码器对应 关系。

Devices - # X	🗴 🙆 CMMT_2 🖉 Visualiza	ation 🕮 Dev	ice 🚭 Trace 🍞 Drive2 🗙			
	General Scaling/Mapping Commissioning SM_Drive_EtherCAT_Festo_ CMMT_AS: I/O Mapping Status Information	Motor Type	1 1 1			
		Cycic object Statusword (in.w Modes of operat Position actual v Velocity actual v Torque actual va	vStatusWord) ion display (in.byModeOfOperationDisplay alue (diActorestion) alue (diActVelocity) alue (diActTorque)	Object number 16#6041:00 16#6061:00 16#6064:00 16#606C:00 16#6077:00	Address '%IW6' '%IB14' '%ID4' '%ID5' '%IW12'	Type           'UINT'           'SINT'           'DINT'           'DINT'           'TNT'

### f)登录测试各个轴的定位功能

MC_Power	MC_Home
Instanz: CMMT_1.MC_Power_1	Instanz: CMMT_1.MC_Home_1
Enable Status	Execute Done
bRegulatorOn RegulatorRealSta	Position: 0.000000 Busy
bDriveStart DriveStartRealSta	CommandAborted
	Error
	ErrorID : 0
inotion - ErrorID : 0	
MC_ReadActualPositio	n MC_MoveAbsolute
Instanz: CMMT_1.MC_ReadActualPosition_	_1 Instanz: CMMT_1.MC_MoveAbsolute_2
Enable Valid	Execute Done
Busy	Position : 30.000000 Busy
Error	Velocity : 10.000000 Active
ErronD: 0	eleration : 1000.000 CommandAborted
PLCaper	eleration: 1000.000 Error
S 0 Emotion	Jerk: 10000.000000 ErrorID : 0
	Direction: shortest
	BufferMode:Aborting
Drive1.Pos :30.000000	
Drive1.Vel :0.000000	

主轴基本定位,读取位置功能块读取的伺服位置与设定位置一致。

### 从轴基本定位,CODESYS 可视化界面从轴定位与 FESTO FAS 监控表显示一致。



#### 7.2 主从轴电子齿轮控制

主从轴功能块有速度齿轮比耦合功能块 MC\_GearIn、同步位置耦合功能块 MC\_GearInPos、位置补偿功能块 MC\_MoveSuperImposed、相位偏移耦合功能块 MC\_Phasing,解耦功能块 MC\_GearOut。

#### 7.2.1 MC\_GearIn、MC\_GearInpos 和 MC\_GearOut 功能块概述

MC\_GearIn 为速度同步耦合模式,启动功能块时,从轴使用指定的最大加减速度尽快同步到主轴,在同步阶段,从轴速度与主轴成正比,即:Vslave = F耦合系数×Vmaster,F耦合系数为电子齿轮的分子分母比例关系。

MC\_GearInPos 为位置同步耦合模式,启动功能块时,要求从轴以指定的加减速度在指定的同步位置达到与主轴同步,这意味着需要从轴需要恰好在同步位置时达到同步速度。然后,从轴与主轴保持同步运行,在同步运行阶段,从轴速度与主轴速度成正比,即: Vslave = F耦合系数× Vmaster。MC\_GearInPos 功能块主要用于飞踞等应用。

MC\_GearOut 为解耦模式,启动功能块时,被耦合的从轴恢复为一个独立轴,以解耦时的速度继续恒速运行。

#### 功能块 MC\_GearIn 和 MC\_GearInPos 图形描述和引脚说明:

	MC_GearIn		
	Master AXIS_REF_SM3	BOOL InGear	$\vdash$
	Slave AXIS_REF_SM3	BOOL Busy	$\vdash$
	Execute BOOL	BOOL Active	⊢
	RatioNumerator DINT	BOOL CommandAborted	⊢
	RatioDenominator UDINT	BOOL Error	-
	Acceleration LREAL	SMC_ERROR ErrorID	-
	Deceleration LREAL		
	Jerk LREAL		
_	BufferMode MC_BUFFER_MODE		

控制变量名称	类型	功能描述
Master	AXIS_REF_SM3	主轴
Slave	AXIS_REF_SM3	从轴
Execute	bool	Execute =1,表示使能触发功能块
RationNumerator	DINT	分子速度齿轮比,初始值为1
RatioDenominator	UDINT	分母速度齿轮比,初始值为1
Acceleration	LREAL	加速度
Deceleration	LREAL	减速度
Jerk	LREAI	加速度的变化率
BufferMode	MC_Buffer_Mode	缓冲模式(见随后介绍)
状态变量名称	类型	功能描述
InGear	bool	耦合完成信号
Busy	bool	功能块运行中
CommandAborted	bool	中止缓冲模式
Error	bool	故障
ErrorID	SMC_ERROR	故障码

	MC_GearInPos	
_	Master AXIS_REF_SM3	BOOL StartSync —
_	Slave AXIS_REF_SM3	BOOL InSync
_	Execute BOOL	BOOL Busy
_	RatioNumerator DINT	BOOL Active
_	RatioDenominator DINT	BOOL CommandAborted
_	MasterSyncPosition LREAL	BOOL Error
_	SlaveSyncPosition LREAL	SMC_ERROR ErrorID
_	MasterStartDistance LREAL	
	BufferMode MC_BUFFER_MODE	
_	AvoidReversal BOOL	

控制变量名称	类型	功能描述
Master	AXIS_REF_SM3	主轴
Slave	AXIS_REF_SM3	从轴
Execute	bool	Execute =1,表示使能触发功能块
RationNumerator	DINT	分子速度齿轮比,初始值为1
RatioDenominator	UDINT	分母速度齿轮比,初始值为1
MasterSyncPostion	LREAL	运行的主轴同步位置值
SlaveSyncPostion	LREAL	运行的从轴同步位置值
MasterStartDistance	LREAI	主轴开始的距离
BufferMode	MC_Buffer_Mode	缓冲模式(见随后介绍)
AvoidReversal	bool	避免从轴反转
状态变量名称	类型	功能描述
StartSync	bool	切入同步信号
InSync	bool	切出同步信号
Busy	bool	同步进行中
CommandAborted	bool	中止缓冲模式
Error	bool	故障
ErrorID	SMC_ERROR	故障码

缓冲模式:缓冲模式的输入由枚举数据类型 MC\_Buffer\_Mode 规定,如下列表为该数据类型的选项:

序号	MC_Buffer_Mode	功能描述
1	Aborting	忽略当前功能块运行指令,立刻起动后一功能块
2	Buffered	在当前功能块运行完成后起动后一功能块
3	BlendingPrevious	后一功能块的速度根据前后两个功能块的前一功能块的速度混成
4	BlendingNext	后一功能块的速度根据前后两个功能块的后一功能块的速度混成
5	BlendingHigh	后一功能块的速度根据前后两个功能块的高速混成
6	BlendingLow	后一功能块的速度根据前后两个功能块的低速混成

### 7.2.2 电子齿轮程序设计一位置同步功能

在章节 7.1 程序基础上,设置主从轴在 60mm 位置完成位置同步并输出同步完成信号。

a)创建1个虚轴,命名 Drive1, Drive2 为实轴链接直线电缸。



b)设置主/从轴类型为直线轴,工作行程范围为100mm(按需激活软限位功能)。

General Commissioning SM_Drive_Virtual: I/O Mapping Status	Axis type and limits Virtual mode Modulo Finite	Software limits       Image: S
Information	Dynamic limits Velocity [u/s]: 30	Deceleration [u/s <sup>2</sup> ]:         0           Max. distance [u]:         0           ID:         1           Acceleration [u/s <sup>2</sup> ]:         Deceleration [u/s <sup>3</sup> ]:           1000         1000

c)在章节 7.1 控制程序基础上,添加功能块 MC\_GearInPos\_0 和解耦功能块 MC\_GearOut\_2,设置虚轴 Drive1 为主轴,实轴 Drive2 为从轴,bExMove 上升沿同时触发位置同步功能块 MC\_GearInPos\_0 和主轴定位功能块

MC\_MoveAbsolute\_1,设置主/从轴在设定 60mm 位置处进行同步耦合,耦合后的从轴 Drive2 跟随主轴运行。

主轴 Drive1 在 0—90mm 范围内运行,从轴 Drive2 实际位置大于 80mm 时以 20mm/s 速度往 0mm 方向运行。 设置从轴实际位置大于 65mm 时解耦,解耦后的从轴继续恒速运行。





d)创建可视化界面,链接程序中功能块名称。

在 SM3\_Basic 加载 MC\_GearInPos 功能块并链接程序中的功能块名称。

ImagePool_sm3 ImagePoolDialogs SM3_Basic SM3_CNC VISU_NC_Gee InnPos		
•	<b>~</b>	Properties
		✓ Filter • Sort by • 2+Sort order • Advance
		Property Value
		Element name GenElemInst_25
		Type of elem Frame
		Clipping
	5、适中图形	Show frame No frame
	100 %	Scaling type Anisotropic
	MC GearInPos	References
	Instanz: %s	= SM3_Basic
	Execute StartSync	m_Inp PLC_PRG.MC_GearInPos_0
	RatioNumerator: %d InSync	* Position
	RatioDenominator: %d Busy	Colors
-	MasterSyncPosition %f	Element look
3	SlaveSyncPosition %f Error	* Texts
	MasterStartDistance %f	text properties
MC_GearInPos 2 item:	AvoidRevertal	ADSOIUTE MOV
Properties 🛠 ToolBox		Text variables

### 创建主从轴直线行程可视化界面,便于观察主从轴位置和速度变化。



e)创建 Trace 示波器

主从轴上使能且回零操作后,使用 bExMove 上升沿触发主轴定位功能块和位置同步功能块 MC\_GearInPos,监控变 量主轴 Drive1 实际位置和速度、从轴 Drive2 实际位置和速度变化,曲线显示在设定 60mm 位置处完成主从轴位置同步 和速度同步。



在序号1处触发运行主轴定位功能块 MC\_MoveAbsolute\_1和 MC\_GearInPos\_0 同步位置功能块,从轴跟随主轴同步运行,同时显示同步位置功能块的运行信号 CMMT\_2.StartSy 置1,在序号2处主从轴在60mm 位置处完成位置和速度同步,序号3处同步完成信号 CMMT\_2.InSydone 置1,功能块运行信号 CMMT\_2.StartSy 置0,序号4处从轴在大于65mm 位置时解耦成独立轴恒速运行,序号5处从轴在大于80mm 位置时,从轴按设定程序回 0mm 位置运行。

### 7.2.3 MC\_MoveSuperImposed 功能块概述

MC\_MoveSuperImposed 为位置补偿功能块,该功能块使运动中的关联轴同时执行类似叠加相对定位的指令,关联轴可以是独立的轴、多轴联动的主轴,或者是电子凸轮的从轴,都可以对该轴进行补偿,位置补偿动作完成后,该轴继续执行补偿前的动作。

#### MC\_MoveSuperImposed

功能块 MC\_MoveSuperImposed 图形描述和引脚说明:



控制变量名称	类型	功能描述
Axis	AXIS_REF_SM3	关联轴
Execute	bool	Execute = 1,表示使能触发功能块
Distance	LREAL	叠加的附加距离
VelocityDiff	LREAL	叠加的附加速度
Acceleration	LREAL	加速度
Deceleration	LREAL	减速度
Jerk	LREAL	加速度的变化率
状态变量名称	类型	功能描述
Done	bool	Done = 1,表示叠加指令完成
Busy	bool	功能块运行中
CommandAborted	bool	中止缓冲模式
Error	bool	故障
ErrorID	SMC_ERROR	故障码

### 7.2.4 电子齿轮程序设计一位置补偿功能

在章节 7.1 程序基础上,运行位置补偿功能块 MC\_MoveSuperImposed 关联的从轴,监控从轴的位置和速度变化。 a)添加功能块 MC\_MoveSuperImposed,设置功能块参数 Distance 位置补偿的距离为 20mm, VelocityDiff 为速度补偿 20mm/s,设置从轴实际位置大于 30mm 时触发位置补偿功能块 MC\_MoveSuperImposed\_1。



使用 bExMove1 触发主轴定位功能块 MC\_MoveAbsolute\_4 运行和速度同步功能块 MC\_GearIn\_0, Drive2 从轴速度跟 随 Drive1 主轴运行,设置从轴在 65mm 位置处解耦,解耦后的从轴继续独立恒速运行。





设置从轴实际位置大于 80mm 时以 20mm/s 速度往 0mm 方向运行。



b)创建可视化界面并链接程序中的功能块名称

在 SM3\_Basic 加载 MC\_MoveSuperImposed 功能块并链接程序中的功能块名称。



ErrorID : %d				
bExMove1	Drive1.factPo	stion : %f	Drive2.factPostion	n : %f
	Drive1.fact	vel:%f	Drive2.factVel :	%f
		iperimposed	IVIC_C	z: %s
			Execute	InGear
	Execute	Done	RatioNumerator:%d	Busy
	Abort	Busy	RatioDenominator: %d	Active
	Distance : %f	CommandAborted	Acceleration:%f	CommandAborted
	VelocityDiff: %f	Error	Deceleration:%f	Error
	Acceleration : %f	ErrorID : %d	Jerk: %f	ErrorID : %d
	Deceleration: %f	PLCopen	BufferMode:%s	
	Jerk: %f	Notion Control		PLCoper Million Control

c)创建 Trace 示波器

运行 MC\_MoveSuperImposed 功能块后,监控从轴 Drive2 的速度变化和位置变化。



在序号1处激活主轴 Drive1 定位运行,同时激活 MC\_GearIn\_0 速度同步功能块,从轴 Drive2 跟随主轴 Drive1 以 10mm/s 速度运行,在序号 2 处从轴实际位置大于 30mm 时激活 MC\_MoveSuperImposed 位置补偿功能块,同时位置补偿功能块运行信号 SuperStart 置 1,从轴速度叠加为 30mm/s,待从轴 Drive2 的位置和速度完成设定的叠加时,在序号 3 处显示位置补偿功能块的 MC\_SuperDone 完成信号置 1, SuperStart 运行信号置 0,在序号 4 处从轴实际位置大于 65mm 处解耦,解耦后从轴 Drive2 继续执行补偿前的运行速度。

### 7.2.5 MC\_Phasing 功能块概述

MC\_Phasing为相位偏移功能块,在运行相位偏移功能块时,从轴以设定的速度偏移值运行,待完成设定的相位偏移值后,从轴跟随主轴保持设定的相位偏移差同步运行。

功能块 MC\_Phasing 图形描述和引脚说明:

MC_Pha	sing
 Master AXIS_REF_SM3	BOOL Done -
 Slave AXIS_REF_SM3	BOOL Busy -
 Execute BOOL	BOOL CommandAborted —
 PhaseShift LREAL	BOOL Error -
 Velocity LREAL	SMC_ERROR ErrorID -
 Acceleration LREAL	
 Deceleration LREAL	
 Jerk <i>LREAL</i>	

控制变量名称	类型	功能描述
Master	AXIS_REF_SM3	关联的主轴
Slave	AXIS_REF_SM3	关联的从轴
Execute	bool	Execute = 1,表示使能触发功能块
PhaseShift	LREAL	主从轴相位偏移值
Velocity	LREAL	速度偏移值
Acceleration	LREAL	加速度
Deceleration	LREAL	减速度
Jerk	LREAL	加加速度
状态变量名称	类型	功能描述
Done	bool	Done = 1,表示偏移功能完成
Busy	bool	运行中
CommandAborted	bool	中止缓冲模式
Error	bool	故障
ErrorID	SMC_ERROR	故障码

### 7.2.6 电子齿轮程序设计一相位偏移功能

在章节 7.1 程序基础上,运行相位偏移功能块 MC\_Phasing,监控主从轴相位偏移值及从轴的速度变化。

a)添加功能块 MC\_Phasing,设置相位偏移功能块 MC\_Phasing\_1 中的 PhaseShift 相位偏移值为 20mm,偏移速度 VelocityDiff 为 10mm/s,设置从轴 Drive2 实际位置大于 30mm 时触发相位偏移功能块 MC\_Phasing\_1。



设置 bExMove1 触发主轴定位功能块 MC\_MoveAbsolute\_5 和速度同步功能块 MC\_GearIn\_0, 使从轴 Drive2 跟随 Drive1 主轴以 10mm/s 速度运行。



设置从轴在 65mm 位置处解耦,解耦后的从轴继续恒速运行。



设置从轴实际位置大于 80mm 时以 20mm/s 速度往 0mm 方向运行。



### b)创建可视化界面并链接程序中的功能块名称。

### 在 SM3\_Basic 加载 MC\_Phasing 功能块并链接程序中的功能块名称。



c)创建 Trace 示波器

设置相位偏移功能块 MC\_Phasing 的相位偏移值 PhaseShift 为 20mm,速度偏移 VelocityDiff 为 10mm/s,监控变量 主轴 Drive1 和从轴 Drive2 的相位偏移差以及从轴 Drive2 的速度变化。



在序号1从轴实际位置大于30mm时触发 MC\_Phasing 相位偏移功能块,同时功能块的运行信号 Run 置1,在序号2处显示触发相位偏移功能块 MC\_Phasing 后,从轴按照设定的程序设计等待主轴位置,从轴速度为0mm/s,主轴速度仍为10mm/s,在序号3处显示待主从轴位置完成设定的相位偏移差值20mm时,从轴Drive2跟随主轴Drive1保持位置偏移差20mm 同步运行。

### 7.3 主从轴电子凸轮控制

电子凸轮(Electronic CAM)是利用构造的凸轮曲线来模拟机械凸轮,以达到机械凸轮系统相同的凸轮轴与主轴之间的相对运动的软件系统,在机械加工方便,用电子凸轮代替笨重的机械凸轮。这里引入电子凸轮表(CAM Table)用来表示主轴与从轴的位置对应关系(见随后内容)。

### 7.3.1 电子凸轮功能块概述

电子凸轮控制有电子凸轮耦合功能块 MC\_CamIn、解耦功能块 MC\_CamOut 和管理类功能块 MC\_CamTableSelect。 MC\_CamIn 功能块图形描述和引脚说明:



控制变量名称	类型	功能描述	
Master	AXIS_REF_SM3	关联主轴	
Slave	AXIS_REF_SM3	关联从轴	
Execute	bool	使能	
MasterOffset	LREAL	主轴偏移	
SlaveOffset	LREAL	从轴偏移	
MasterScaling	LREAL	主轴缩放比例,默认值为1	
SlaveScaling	LREAL	从轴缩放比例,默认值为1	
StartMode	MC_StartMode	启动模式,默认为绝对位置	
CamTableID	MC_CAM_ID	定义 CAM 表格的编号	
VelocityDiff	LREAL	最大速度	
Acceleration	LREAL	最大加速度	
Deceleration	LREAL	最大减速度	
Jerk	LREAL	加加速度	
TappetHysteresis	LREAL	挺杆偏移值	
状态变量名称	类型	功能描述	
InSync	bool	同步完成	
Busy	bool	任务运行中	
CommandAborted	bool	中止缓冲模式	
Error	bool	故障	
ErrorID	SMC_ERROR	故障码	
EndOfProfile	bool	CAM表格的周期结束脉冲信号	
TAappets	SMC_TappetData	挺杆信号	

MC\_CamOut 功能块图形描述和引脚说明:

MC_CamOut	
 Slave AXIS_REF_SM3 BOOL D	one —
 Execute BOOL BOOL E	Busy —
BOOL E	rror —
SMC_ERROR Erro	orID —

控制变量名称	类型	功能描述
Slave	AXIS_REF_SM3	关联从轴
Execute	bool	使能
状态变量名称	类型	功能描述
Done	bool	解耦完成
Busy	bool	任务运行中
Error	bool	故障
ErrorID	SMC_ERROR	故障码

# MC\_CamTableSelect 功能块图形描述和引脚说明:

MC_CamTab	leSelect
 Master AXIS_REF_SM3	BOOL Done-
 Slave AXIS_REF_SM3	BOOL Busy-
 CamTable MC_CAM_REF	BOOL Error
 Execute BOOL	SMC_ERROR ErrorID
 Periodic BOOL	MC_CAM_ID CamTableID -
 MasterAbsolute BOOL	
 SlaveAbsolute BOOL	

控制变量名称	类型	功能描述
Master	AXIS_REF_SM3	关联主轴
Slave	AXIS_REF_SM3	关联从轴
CamTable	MC_CAM_REF	关联 CAM 表格
Execute	bool	使能

Periodic	bool	Periodic = 1 (周期性), Periodic = 0 (非周期
		性)
MasterAbsolute	bool	绝对坐标
SlaveAbsolute	bool	绝对坐标
状态变量名称	类型	功能描述
Done	bool	完成
Busy	bool	任务运行中
Error	bool	故障
ErrorID	SMC_ERROR	故障码
CamTableID	MC_CAM_ID	CAM 表格的定义

### 7.3.2 电子凸轮程序设计

在速度模式下,设置主轴周期性恒速 0—360°旋转,激活电子凸轮表,监控主从轴的位置和速度变化。 a)创建虚轴 Drive1 为主轴,设置 Drive1 为 360°旋转轴,Drive2 实轴为从轴链接直线电缸。

设置虚轴 Drive1 参数

General	Axis type and limits		Velocity ramp type
Commissioning	Virtual mode	Modulo settings	Trapezoid
SM_Drive_Virtual: I/O Mapping	Modulo	Modulo value [u]: 360.0	
Status	○ Finite	Coffusion error reaction	Ouadratic (smooth)
Information		Deceleration [u/s <sup>2</sup> ]: 0	Identification
		Max. distance [u]: 0	IDE: 1
	Du una proio limito		
	Velocity [u/s]:	Acceleration [11/c2] · Deceleration [11/c2] · Jerk [11/c3] ·	
	30		
设置从轴 Drive2 参	診数		
General	Axis type and limits		Velocity ramp type
Scaling/Mapping	Virtual mode	Software limits	○ Trapezoid
Commissioning	() Modulo	Activated Negative [u]: 0.0	⊖ Sin²
SM Drive EtherCAT Festo	Finite	Positive [u]:	Quadratic
CMMT_AS: I/O Mapping		Software error reaction	O Quadratic (smooth)
Status		Deceleration [u/s <sup>2</sup> ]:	Identification
Information		Max. distance [u]: 0	ID: 0
	Dynamic limits		Position lag supervision
	Velocity [u/s]:	Acceleration [u/s <sup>2</sup> ]: Deceleration [u/s <sup>2</sup> ]: Jerk [u/s <sup>3</sup> ]:	deactivated $\vee$
	30	1000 1000 10000	Lag limit [u]: 1.0
h)小冲 Com toble <sup>-</sup>	≠按	aV	
D) 也建 Cam table 7	衣恰, 叩 名 거 Call	IN 0	
	SoftMotion Win V3)		
		4 MC Power 0: M	
- 🗿 Application		5 MC_Home_0: MC_	
	çut Carri	6 MC_Reset_0: M 7 MC_MoveAbsolu	
👘 Lit 🕌	Paste	8 MC_MoveVeloci	
D PL	Delete	9 MC_Power_1: M	
■ 🐯 Ta 🦢	Browse	10 MC_Home_1: MC_ 11 MC Reset 1: MC	
-	Defentering		
G <sup>9</sup> Tr		_	
	Properties	Alarm configuration	
	Add Object 🕨	Application	
🖃 🚡 SoftMotic	Add Folder	Axis Group	
🔗 Drive:	Edit Object	🗈 C Code Module	
Drive:		🙆 Cam table	
¢,	Login	🕙 CNC program	
		Score and the settings	
		📲 🛛 Data Sources Manager	



进入 Tappets 项,添加挺杆控制点,本次添加 2 个挺杆,每个挺杆有 2 个位置点。





d)在章节 7.1 程序基础上,添加电子凸轮功能块 MC\_CamIn、MC\_CamOut 和 MC\_CamTableSelect,用于获取电子凸轮的挺杆位置功能块 SMC\_GetTappeValue。



e)创建可视化界面并链接程序中的功能块名称。

在 SM3\_Basic 项加载 MC\_MoveVelocity、MC\_CamIn 和 SMC\_GetTappetValue 功能块并链接程序中的功能块名称。



f)创建 Trace 示波器,监控主从轴位置曲线、挺杆位置点的信号变化。



主轴在 0—360°内周期性恒速运行,从轴根据程序中标定的电子凸轮轨迹运行,从轴曲线显示挺杆 1(主轴在 30°时置 1,150°置 0),挺杆 2(主轴 60°时置 1,240°时置 0),检查挺杆 1、挺杆 2与在 Tappets 项标定的位置 相符。