



自动化新技术

# TwinCAT2 运动控制入门教程

# Version 1.71

毕孚自动化设备贸易(上海)有限公司 2019年4月

# 前言

进入 21 世纪,中国作为世界制造业基地的地位日益确立和稳固,产业机械 迅猛发展。随着人力成本的不断升高,提高产业机械自动化程度成为业界的共识。

德国 BECKHOFF 公司推出了 TwinCAT NC,这是一款基于 PC 的运动控制软件, 不但实现了 NC 与 PLC 的无缝集成,而且支持几乎所有的伺服驱动器接口:脉 冲、模拟量、现场总线和以太网,这意味着用户可以在伺服驱动器和电机的选择 上拥有更多的自由。另一方面,即使在脱离伺服驱动器和电机的条件下,开发人 员也可以在任意计算机上模拟调试自己的 PLC 和 NC 程序。辅以 BECKHOFF 公司 提供的示波器软件 Scope View,用户可以观察任意变量的曲线。

本书的目的是教您如何尽可能快捷地运用 TwinCAT NC PTP 编写程序,并假 定您已经熟练掌握了 TwinCAT PLC 编程。本书中详细介绍了 TwinCAT NC PTP 的 系统概述;如何在 System Manager 中独立硬件的 Axis 配置和调试界面;TwinCAT PLC Control 中独立于硬件的单轴及多轴运动控制程序的编写; 完整的 AX5000 和电机参数的设置; 以及电子凸轮表、飞锯、TwinCAT NC FIFO 等功能。

在本书的撰写过程中,要特别感谢广州分公司的同事陈利君,本书摘录了许 多她撰写的技术文章。同时也希望本书能让更多的用户了解 TwinCAT NC,使用 TwinCAT 这个强大的工具,开发出更多高端的自动化设备。

科技,让生活更美好!

编者 邵伟栋 张立文 2015-10-14

# 目 录

<b>—</b> .	TwinCAT NC PTP 系统介绍	3
	System Manager 中 AX5000 的配置	7
⊒.	PLC Control 编程控制电机	21
四.	位置外部设定值发生器	35
五.	位置补偿	38
六.	从 PLC 程序修改 NC 轴的参数设置	13
七.	电子凸轮表	16
八.	通用飞锯	58
九.	TwinCAT NC Fifo	52
+.	完整配置 AX5000 和电机	58
+→.	NCI 功能使用说明	38
+二.	AX5000 第二反馈配置步骤11	16
十三.	AX5000 数字量 I/O 的使用12	22

## 一. TwinCAT NC PTP 系统介绍

本章目标:

通过本章节的学习,学员将了解:

- ☑ PLC轴、NC轴和物理轴的关系
- ☑ NC轴可控制的物理轴类型以及NC轴的数量
- ☑ NC轴的控制周期

TwinCAT NC PTP是Beckhoff公司的运动控制软件的名称,TwinCAT 是"The Windows Control and Automation Technology"的缩写,即基于Windows操作系统的自动化控制技术,而NC PTP是"Numerical Control Point To Point"的缩写,NC (Numerical Control)是自控领域的一个专业术语,类似MC (Motion Control),也指运动控制,NC PTP就是点对点的运动控制。

TwinCAT NC 是基于 PC 的纯软件的运动控制,它的功能与传统的运动控制模块、运动控制卡类似。由于 TwinCAT NC 与 PLC 运行在同一个 CPU 上,运动控制和逻辑控制之间的数据 交换更直接、快速,因此 TwinCAT NC 比传统的运动控制器更加灵活和强大。TWINCAT NC 的 另一个特点是完全独立于硬件,用户可以选择不同厂家的驱动器和电机,而控制程序不变。 程序的运动控制指令集遵循 PLCOpen 组织关于运动控制功能块的定义规范 V1.0 和 V2.0。

TwinCAT NC 有 PTP 和 NC I 两个级别, PTP 即点对点控制方式,可控制单轴定位或者定速,也可以实现两轴之间的电子齿轮、电子凸轮同步。在此基础上,Beckhoff 还提供 Dancer Control (张力控制)、Flying Saw (飞锯)、FIFO (先入先出)等多轴联动方式。此外,用户还可以在 PLC 程序中编写位置发生器,每个 PLC 周期都计算目标位置、速度和加速度,并发送给 TwinCAT NC 去执行。而 TwinCAT NC I 除了能够实现 TwinCAT NC PTP 的所有功能之外,还可以执行 G 代码,实现多轴之间的直线、圆弧和空间螺旋插补。

#### 1. TwinCAT NC PTP与TwinCAT PLC的关系

TwinCAT NC PTP把一个电机的运动控制分为三层: PLC轴、NC轴和物理轴。

- A、PLC 程序中定义的轴变量,叫做 PLC 轴。
- B、在 NC 配置界面定义的 AXIS, 叫做 NC 轴。
- C、在 IO 配置中扫描或者添加的运动执行和位置反馈的硬件,叫做物理轴。它们的关系 如图所示:



由图可见,PLC程序对电机的控制,必须经过两个环节:PLC轴到NC轴;NC轴再到物理轴。

PLC轴的控制,是指PLC程序中编程,调用运动控制库的功能块。

NC轴不需要编程,它的运算分为轨迹规划、PID运算和IO接口处理。其中轨迹规划和 PID运算是固定的,与硬件无关。IO接口处理随接口类型而不同。这些运算都在后台进行, 用户只需要进行参数设置。这些参数可以固化在TwinCAT System Manager配置文件中,也 可以在PLC程序中通过ADS指令读写。

物理轴,指驱动器、电机和编码器。物理轴的配置,主是要驱动器的设置。在驱动器中, 要配置好正确型号的电机、编码器、电子齿轮比,还要调整位置环、速度环、电流环的 PID 参数。如果是总线接口,还要设置好接口变量和通讯参数。

TwinCAT NC 做轨迹规划,是指接收到 PLC 指令以某个速度运动到某个位置后,计算出每个 NC 周期(比如: 2ms)伺服轴应该到达的位置。IO 接口处理,是指根据轴的硬件类型和相应的参数设置,进行单位换算,将 NC 运算得出的目的位置,换算成驱动器可接受的输出变量值。

#### 2. TwinCAT NC PTP控制的轴的类型和数量

和传统的硬件运动控制器和运动控制卡不同,TwinCAT NC PTP是纯软件的运动控制。理 论上,最多可以驱动255个伺服轴。在实际应用中,一个EPC或者PC上运行的TwinCAT NC PTP软件能够控制的伺服轴数量,与PC或者EPC的CPU速度、内存以及NC任务的周期有关。 图: BECKHOFF 的控制器上运行 TwinCAT NC 的性能对比





TwinCAT NC 支持多种伺服轴类型,下面介绍几种常用类型:

## 总线接口

总线接口,又称数字接口,比如Sercos,CanOpen(DS402),Lightbus等。由不同厂家 生产的同一种总线协议的伺服驱动器,在TwinCAT NC中视作同一种驱动器。值得一提的 是,对于EtherCAT接口的驱动器,其协议层通常使用CanOpen,或者Sercos。在TwinCAT NC 中,EtherCAT接口CanOpen协议的驱动器,与CanOpen接口CanOpen协议的驱动器,都视作 同一种驱动器。同理,EtherCAT接口Sercos协议的驱动器,与Sercos光纤接口Sercos协议的 驱动器,也视作同一种驱动器。

#### 紧凑型驱动模块

这里主要是指Beckhoff公司的步进电机驱动模块KL2531/2541、EL7031/7041,伺服电机 驱动模块EL7201等等。

#### 高速脉冲接口

TwinCAT NC通过控制脉冲输出模块KL/EL2521的输出频率,控制伺服驱动器或者步进电 机驱动器。同时,TwinCAT NC直接把KL/EL2521发出的脉冲数量,作为位置反馈信号。 模拟量控制

TwinCAT NC 通过控制电压输出模块 KL/EL4xxx 的电压,控制伺服驱动器和电机的速度。 此时,必须配置编码器模块 KL/EL5xxx 作为位置反馈。

#### 3. TwinCAT NC PTP的控制周期

通常说的NC周期,是指轨迹规划和PID运算的周期,是NC与伺服驱动器交换数据的周期,目标位置、当前位置、控制字、状态字都以这个频率更新。在TwinCAT System Manager中,叫做NC Task SAF任务周期,默认值为2ms,理论上最小设置为50us。当连接硬件运动轴时,以BECKHOFF的伺服驱动器AX5000为例,位置环周期为125us,所以NC周期设置为50us是没有意义的,实际上250us的NC周期已经是很高端的应用了。

另一个 NC 周期,是 NC 与 PLC 交换数据的周期,比如 NC 轴状态、当前位置、使能信号 等等,都是以这个周期刷新的。在 TwinCAT System Manager 中,叫做 NC Task SVB 任务周期, 默认值为 10ms,与 PLC 程序中默认的任务周期一致。

#### 4. TwinCAT NC PTP的配置、编程、调试

在开发PC上安装TwinCAT时,如果选择TwinCAT NC PTP或者TwinCAT NC I级别,安装完成后,运行TwinCAT System Manager,左边的树形结构中就包含了TwinCAT NC Configuration 这一项。TwinCAT NC任务和轴的配置调试就是在这一项下进行。

TwinCAT NC任务的配置主要是设置任务周期,多数情况下,使用默认值即可。 TwinCAT NC轴的配置包括:编码器(Enc)、驱动器(Drive)、NC控制器(Ctrl)、与PLC的接口(Inputs和Outputs)。Enc和Drive的配置决定了NC轴与哪个驱动器对应,而Inputs和Outputs则决定它对应PLC程序中的哪一个轴结构型变量。Ctrl中的设置则决定了PID运算的 模型和参数。

TwinCAT NC轴的调试,分为单轴点动、指定方式动作和双轴齿轮或凸轮联动。这些动作都可以在TwinCAT System Manager的NC Configuration项下完成,不需要编写任何PLC程序。NC轴调试的目标,是确保电机能够按要求走得准、走得稳,消除单位设置、PID参数、传动机械方面的误差。

TwinCAT NC 轴的编程,在 TwinCAT PLC 中通过引用运动控制功能库 TcMC.Lib 或者 TcMC2.Lib,并调用其中功能块来实现。实际应用中,必须在 TwinCAT NC 轴调试完成后,才用 PLC 程序控制轴的动作,以达到设备的工艺要求。

# 二. System Manager 中 AX5000 的配置

本章目标:

- 通过本章节的学习,学员将了解:
- ☑ 驱动器扫描方法
- ☑ NC 轴和物理轴的关系
- ☑ AX5000 的配置方法
- ☑ 通过System Manager软件对轴进行正反转调试
- ☑ 重要的NC参数设置
- ☑ 如何配置第三方伺服驱动
- ☑ 如何配置第三方伺服电机

### 1. 硬件扫描

将培训器材上电后开始扫描硬件,培训室实验器材有两种,一种为:面板 PC+IO+AX5000 驱动+电机,简称**器材 A**,一种为:嵌入式 PC+IO+ AX5000 驱动+电机,简称**器材 B**,两种器材皆有 Beckhoff 的驱动和电机,在扫描硬件的时候会有下图提示,"AX5000 设备或 EL72X1 设备已经发现,是否要扫描驱动器所带的电机型号?",点击"是"之后,软件会扫描驱动器下面所带的电机,会花一些时间。

TwinCAT	System Manager	23
?	AX5000 or EL72x1 devices are found. Scan motors? It might take a long time. In case of AX5000, be sure to have motors connected with the power supply (X01).	
	INFO: the data of the unsuitable motors will NOT be loaded automatically. You can go to 'Motor and Feedback' to use 'Force' fuction to load the data after your scan or select the motor.	
	是(Y) 否(N)	

然后会提示是否要添加 NC 轴和实际物理轴的链接,点击"是"。

TwinCAT	System Manager	83
?	EtherCAT drive(s) added. Append linked axis to NC-Configuration	
	是(Y) 否(N)	

扫描完成后可以在 NC-Configuration 中看到 3 根轴或者 2 根轴,器材 A 由于 IO 中还有 EL7041 步进电机模块,因此有 3 根轴,Axis1 对应步进电机,Axis2、Axis3 对应伺服驱动器控制的两 台电机,IO-Configuration 中扫描到硬件驱动器 AX5203-0000-0011。



随堂问答:

学员提问: EL72x1是什么产品?

讲师解答: EL72x1 是伺服端子模块,可以直接连接伺服电机,不需要专门配置一个伺服驱动器,可以直接通过 System manager 软件扫描到 EL72x1 下所带的电机型号。

## 2. NC 轴和物理轴的关系

可以通过 Axsi1-Settings-Link to 来选择 NC 轴所关联的物理轴,这个链接在扫描硬件的时候自动添加,也可以手动右键 Axes,点击 Append axis 添加轴,将 NC 轴手动链接到物理轴上,这个窗口可以看到 NC 轴和物理轴的对应关系。



展开 I/O Devices 中 AX5203 下的变量,可以看到驱动器下面的变量都已经有关联了,右键其中的一个变量,点击 Goto link variable,可以看到此变量和 NC 轴中的变量链接。NC 轴 与物理轴就是通过这些变量来交换数据的,每个周期将驱动器的数据读取到 NC 中,NC 处理完再将控制命令传给驱动器。



随堂问答:

学员提问: NC轴是否可以不链接到物理轴上?

讲师解答:可以,不链接物理轴的 NC 轴是虚轴,如果现场还没有硬件设备,可以先添加虚 轴调试程序,或者可以将虚轴做为耦合功能的主轴来使用。

#### 3. AX5000 的配置

选中 Drive 4(AX5203-0000-0011)Configuration 选项卡, CHANNEL 下面的 MOTOR AND FEEDBACK,然后点击 Select Motor 来手动添加驱动器所带的电机型号,也可以点击 Scan motor and feedback 来自动获取电机型号,Configuration 是用来对 AX5000 驱动器进行配置的窗口,我们 AX5000 驱动器的配置软件没有额外的软件,直接通过 System manager 软件可以配置,并且不需要专门的电缆,只需要网线即可完成配置,有些电机无法通过自动扫描的方式获取 型号,因此只能通过 Select Motor 手动选择电机。



点击 select motor 之后,在弹出来的对话框中选择电机的型号



选择合适的电机型号之后点击 OK,接下来会提示如下窗口,选择驱动器实际的供电类型, 点击 OK。

Power supply and ex	tra settings for AM3021-0C00-0000	
230 V   1 phase   50 H	Iz (Europe)	Cancel
Umain 230.0 V U+rng 20.0 %	<ul> <li>Enable Umain Phase Error Detection</li> <li>Disable Umain Phase Error Detection</li> </ul>	
More settings		

然后会提示是否设置 NC-标度以及一些 NC 的参数,这里可以点击确定或者取消。

Motor and Feedback
Set Nc-Scaling and some Nc-parameters now?
确定取消

如果点击确定,那么会提示如下窗口,这里主要是用来设置电机旋转一圈,实际外部机械结构行走的物理量,比如电机带了一个丝杠,如果电机旋转一圈,丝杠移动的位移为 20mm,那么就将 20mm 填入 Feed constant 这个参数里面,然后软件会自动根据 Feed constant 这个参数计算出丝杠移动的最大速度,参考速度等参数,点击 SAVE 即可保存,当然也可以不点

SAVE,用软件的默认参数,如果要让这些参数生效,那么一定要激活配置 2 (Activate

configuration).

$ \begin{array}{c}                                     $	🗖 🔃 🎉 🔀 😯 🔽 Channel A>>Parameters		分前机械4 行走的物理	目内 里量	
Device     Device Info     Power Managem     Safety Option     Display     E	Feed constant:         104.8576         mm         Imm           Nc Scaling factor:         0.0001         mm/Inc         Nc M           Invert Nc-Encoder Counting Direction         Im         Invest Nc-Encoder Counting Direction         Im           Default parameter settings for linked Nc-axis.         The value can be characterized         Imm         Imm	Save odulo Scale: (4294967295 vert Nc-Drive motor polarity anged later in Nc-axis configu	ration.		
- Scope2	Parameter	Value	Unit		
- Digital I/O	Reference Velocity: 110% of Max motor speed	14608.236544	mm/s		いたちり
Watch Window	Maximum Velocity: 100% of Max motor speed	13280.21504	mm/s	恨掂 Feed constan	t 订昇2下
- Channel A	Manual Velocity (Fast): 30% of Max motor speed	3984.064512	mm/s		してなっしいナ
- Parameter	Manual Velocity (Slow): 5% of Max motor speed	664.010752	mm/s		气移动速
Avis Manager	Calibration Velocity (towards plc cam): 1% of Max motor speed	132.8021504	mm/s		* ~ 11
Controlles Ou	Calibration Velocity (off plc cam): 1% of Max motor speed	132.8021504	mm/s	度,参考速度等	与参致
Controller Ovi	Acceleration: with an acceleration time of 1s	19920.32256	mm/s2		
	Deceleration: with an acceleration time of 1s	19920.32256	mm/s2		
	Jerk: with an acceleration time of 1s	59760.96768	mm/s3		
Scalings and I     Process Data/     Transport	Max motor speed = 13280.21504 (mm/s)			¢	
Safe-Op AxisState D	ag Code Diag Msg Umain OK DcLink OK Ampl	Te Actual op v <	= v 0 Positive c Nega	ative Periph. Vo	
annel A Control Sect 0x00	00ED43 R ED43: Undervoltage 😑 😐 2	2.7 2: velo control	• •	23.507	
annel B Control Sect 0x00	0ED43 R ED43: Undervoltage 🔴 🧧 2	2.7 2: velo control	• • •	23.469	

将 CHANNEL B 的电机也选择好之后,然后激活配置 2 (activate configuration)



随堂问答:

学员提问:只需要添加电机型号与设置Feed constant就可以完成配置了吗? 讲师解答:这只是最基本的配置,还需要调节驱动器的位置环,速度环的 PID 等参数(不支 持自整定)。

#### 4. AX5000 通过 system manager 软件调试

激活配置后,将 TwinCAT 切换到运行模式,然后点击 NC-configuration,点击 Axis1,点击 Online 选项卡,可以在这里对伺服轴进行调试(注:如果在 online 选项卡里面看不到轴的当前位置,那么请确保前面的电机型号添加以及激活配置等操作是否正常完成)



点击 SET,手动勾选 Controller, Feed Fw, Feed Bw,并设置 Override(速度比),然后点击 OK,或者直接点击 ALL 对轴进行使能,自动设置速度比为 100%。



使能之后可以看到 Ready 状态会打勾,代表电机已使能,Controller,Feed Fw,Feed Bw 这些状态也会勾上,然后按下 F1 至 F4 即可对电机进行点动操作,按下 F1 点动,放开 F1 电机停止,点动速度在 parameter 选项卡中的 manual velocity 中设置,默认速度为 100mm/s 与 600mm/s,分别对应慢速点动和快速点动。

General	Settings	Parameter	Dynamics	Online	Fund	ctions	Coupling	Compens	sation
			6	0. <b>92</b>	85	Setpo:	int	[mm] 60. 9301	
Lag Dis	stance	[mm]	Actual Velo	ocity: [	mm/s]	Setpo:	int	[mm/s]	
0.00	16 (-0.690	J, U.341)		-0.	1502			0.0000	
Overrid	le: 10	[%] 00.000 %	Total / Cor 0.	trol 00 / 0.	_%] % 00	Error	:	0 (0x0)	
Statu Read Cal: Has	s (log.) dy V ibrated J Job	NOT Movin Moving Fw Moving Bw	g Statu V In V In	s (phys. pled Mod Target P Pos. Ran	) le 'os. ige	Enab Co Fe Fe	ling ontrolle: eed Fw eed Bw	Set	
Control	ler Kv-Fac	tor: [mm	/s/mm]	Refere	nce V	elocity	y:	[mm/s]	
1			t	2200				1	
Target	Position:		[mm]	Target	Velo	city:		[mm/s]	
0			1	0					
F1	F2 F1-F4 皆	<b>+</b> F3	++ F4	<b>◆</b> F5	<b>⊘</b> F6		R F8	→• F9	

设置完 Target Position 和 Target Velocity 后按下 F5,即可实现位置控制,电机会以设定的目标速度走到目标位置,如当前位置 60,目标位置为 500,那么触发 F5 后,电机会从 60 的位置移动到 500,是绝对位置定位,定位的过程中可以使用 F6 停止。

General Settings P	arameter	Dynamics	Online	Fund	tions	Coupling	Compens	sation
		6	0.02	06	Setpoi	int	[mm]	
		0	0.95	00		I	60.9301	
Lag Distance	[mm] A	ctual Velo	ocity: [m	nm/s]	Setpoi	int	[mm/s]	
-0.0005 (-0.690,	0.341)		-0.	0917			0.0000	
Override:	[%] T	'otal / Cor	itrol	[%]	Error	:		
100.	0000 %	-0.	00 / -0.	00 %		I	0 (0x0)	
-Status (log.)		Statu	s (phys.)	) —	Enab	ling		
Ready     NO       Calibrated     Mo       Has Job     Mo	OT Moving oving Fw oving Bw	Cou V In V In	pled Mod Target P Pos. Ran	e os. ge	▼ Co ▼ Fe ▼ Fe	ntrolle: [ ed Fw ed Bw	Set	
Controller Kv-Factor 1	r: [mm/:	s/mm] I	Referen 2200	nce V	elocity	<b>7</b> :	[mm/s] ↓	
Target Position:		[mm]	Target	Velo	city:		[mm/s]	
500		<b>↓</b>	100					
F1 F2	+ F3	++ F4 绝	◆ F5 对位置定	<b>⊘</b> F6 官位		R F8	→• F9	

当 NC 报错之后, Error 中会有错误代码, 需要通过 F8 来对错误进行复位, 否则轴无法继续动作, F9 是找原点的按钮, 按下 F9 之后, 轴位置会变成 99999....., 并慢速移动, 但是找原 点的过程中需要一个外部的硬件信号做为原点信号, 这个原点信号在 Online 窗口中无法捕 捉, 因此 F9 按钮一般不用, 一般通过程序中编程来实现找原点的功能。

General	Settings	Parameter	Dynamics	Online	Fund	tions	Coupling	Compens	sation
			66	6.61	68	Setpo:	int 6	[mm] 67.1181	
Lag Dis	tance	[mm]	Actual Velo	ocity: [	mm/s]	Setpo:	int	[mm/s]	
0.160	07 (-0.67	0, 0.653)		0.	0306			0.0000	
Overrid	le:	[%]	Total / Cor	ntrol	[%]	Error	:		
	1	00.0000 %	0.	00 / 0.	00 %		16992 (	(0x4260)	
Statu	s (log.) —		Statu	s (phys.	)—	Enab	ling		I
Cali Cali Has	ly 🔽 ibrated 🚺 Job	NOT Movin Moving Fw Moving Bw	g Cou In In	pled Mod Target P Pos. Ran	le 'os. Ige	■ Co ▼ Fe ▼ Fe	ontrolle: ( eed Fw eed Bw	Set	
Control	ler Kv-Fad	ctor: [mm,	/s/mm]	Refere	nce V	elocity	y:	[mm/s]	
1			Ļ	2200				ļ	
Target	Position:		[mm]	Target	Velo	city:		[mm/s]	
1000			Ţ	100					
F1	F2	+ F3	<b>++</b> F4	� F5	<b>⊘</b> F6		B F8 NC错词	→• F9 	

通过 Functions 里面的 Set Actual Position 可以修改轴的当前位置,如果将当前位置设置为 0, 那么当前位置即为原点,此位置在 Twincat 重启之后会丢失,如果是绝对值编码器类型的反 馈,那么重启之后以编码器的实际反馈位置为当前位置。

随堂问答:

学员提问: NC的Error代码16992如何查询对应的错误信息?

讲师解答:打开 Information system,搜索中输入 16992,点击列出主题即可搜到相关报错 信息。

General	Settings	Parameter	Dynamics	Online	Function	s Coupling	Compensation
			-0.	.0029	Set	point	[mm] 0.0000
Extend	led Start –						
Start	Mode:	A	bsolute	-	]	Start	
Targe	t Position	: 0	l		[mm]	Stop	
Targe	t Velocity	: 0	l		[mm/s]		
🗖 Acc	eleration:	0			[mm/s2]		
📃 Dec	eleration:	0			[mm/s2]	Last Time:	[s]
🔲 Jer	·k:	0			[mm/s3]	0.1	00000
-Raw Dr	rive Output	t			_		
Output	t Mode:	F	'ercent	•	]	Start	
Output	t Value:	0	I		[%]	Stop	
-Set Ac	tual Posit	tion					
Absol	.ute	<b>-</b>			]	Set	
Set Ta	arget Posit	tion			_		
Absol	.ute	<b>-</b>				Set	

Functions——Start Mode 菜单中有很多对单轴的调试方法,常用的有 Absolute(绝对位置移动), Relative (相对位置移动), Endless+-(无限正反转), Modulo (模值移动), Reversing Sequence (往返序列), Start/Stop Sequence (启停序列), Velo Step Sequence (速度阶跃序列))

ner ar peccings   far alle	Jer Bynamics Office	Set	point [mm]
	37.4274	1 -	37. 4253
Extended Start			
Start Mode:	Absolute 🗸	-	Start
Target Position:	Absolute	[mm]	Stop
Target Velocity:	Relative Endless +	[mm/s]	
Acceleration:	Endless - Madula	[mm/s2]	
🔲 Deceleration:	Modulo shortest way	[mm/s2]	Last Time: [s]
🔲 Jerk:	Modulo plus direct. Modulo minus direct	[mm/s3]	0.00000
Raw Drive Output	Jog + Tog -		
Output Mode:	+ 1	1	Start
Output Value:	+ 0.1 + 0.01	[%]	Stop
Set Actual Position	+ 0.001		
Absolute 🔹 🔻	- 0.1		Set
Set Target Position	- 0.01		
Absolute 🔹	Reversing Sequence		Set
	Velo Step Sequence Sinus Sequence (Bod	.e	

选择 Start Mode 为 Reversing Sequence,设置 Target Position1,Target Velocity,Target Position2,Idle Time(到达目标位置之后的等待时间)之后,点击 Start 即可让轴在 Position1 和 Position2 之间来回移动。

716.5635	5 Se	tpoint [mm] 716.5461
Reversing Sequence		Start
1000	[mm]	Stop
100	[mm/s]	
0	[mm]	
1	s	Last Time: [s]
		0.00000
Percent -	-	Change
0	[%]	Stop
0		Set
	<b>716.5635</b> Reversing Sequence         1000         100         0         1         Percent         0         0	716.5635         Reversing Sequen( ▼         1000       [mm]         100       [mm/s]         0       [mm]         1       s

电子齿轮功能(主轴与从轴的速度保持比例关系,从轴跟随主轴移动): 首先将两根伺服轴 都使能,然后选中 Axis2, Coupling 选项卡中, Master Axis 选择 Axis 1, Coupling mode 设置 为 linear, Coupling Factor 设置为 1,然后点击 Couple 进行耦合,此时看到 Axis2 的 Setpoint 变为红色,代表 Axis2 已经作为从轴处于耦合状态,不能单独对 Axis2 进行控制了,此时控 制 Axis1 轴动作的时候,Axis2 也会跟随动作,速度为 1:1,点击 Decouple 进行解耦, Change Factor 可以修改主从轴之间的速度比。



#### 5. NC 参数设置

在 Parameter 选项卡中需要设置一些 NC 的参数, Reference Velocity 是参考速度, 一般为 Maximum Velocity 的 110%, Maximum Velocity 是轴的最大速度, Manual Velocity(fast/slow)是 点动的高速和慢速, Calibration Velocity 是寻参的速度, Dynamics 展开可设置加减速, Limit Switches 可以设置开启软限位, Monitoring 可以设置跟随误差的监视。

	Parameter	Value		
-	Velocities:			
	Reference Velocity	2200.0	F	mm/s
	Maximum Velocity	2000.0	F	mm/s
	Manual Velocity (Fast)	600.0	F	mm/s
	Manual Velocity (Slow)	100.0	F	mm/s
	Calibration Velocity (towards plc cam)	30.0	F	mm/s
	Calibration Velocity (off plc cam)	30.0	F	mm/s
	Jog Increment (Forward)	5.0	F	mm
	Jog Increment (Backward)	5.0	F	mm
+	Dynamics:			
+	Limit Switches:			
+	Monitoring:			
+	Setpoint Generator:			
+	NCI Parameter:			
+	Other Settings:			

General Settings Parameter Dynamics Online Functions Coupling Compensation

Axis1——Axis1\_Enc 中的 Parameter 有 Scaling Factor 参数,用来进行定标,此参数比较重要, 必须要设置,默认值是 0.0001。

Scaling Factor=电机转一圈最终工件移动量/编码器反馈脉冲数

例如: 电机转一圈, 带动丝杠移动 5mm, AX5000 的编码器反馈为一圈 1048576, 那么 scaling factor=5/1048576=0.00000476837158203125

例如: 电机转一圈, 带动一个圆形负载移动 360°,

那么 scaling factor=360/1048576=0.00034332275390625(注:如用第三方伺服驱动器,那么 编码器反馈不再是 1048576,需要根据第三方设备的实际反馈量来进行设置)

定标之后,NC轴的位置和速度都是最终工件的位置和速度,用户可以直接通过 System Manager 或者编程控制最终工件,而不需要关注中间电机的转速和位置。

- 🚱 SYSTEM - Configuration	General NC-Encode Parameter Sercos Time Compensation Online			
🖶 📴 NC - Configuration				
🖻 📴 NC-Task 1 SAF	Parameter	Value		Unit
📴 NC-Task 1 SVB	- Encoder Evaluation:			
··· → NC-Task 1-Image Tables	Invert Encoder Counting Direction	FALSE	в	
Axes	Scaling Factor	0.0001	F	mm/INC
Axis 1	Position Bias	0.0	F	mm
Here Axis 1_Enc	Modulo Factor (e.g. 360.0°)	360.0	F	mm
Axis 1_Drive	Tolerance Window for Modulo Start	0.0	F	mm
ter \$↑ Inputs	Encoder Mask (maximum encoder value)	0xFFFFFFF	D	
	Encoder Sub Mask (absolute range maximum value)	0x000FFFFF	D	
· ⊞- Havis 2	Reference System	'INCREMENTAL'	E	
	- Limit Switches:			
□-₩ I/O - Configuration	Soft Position Limit Minimum Monitoring	FALSE	в	
🗈 🎒 I/O Devices	Minimum Position	0.0	F	mm
ia. <mark>_</mark> ∰ Mappings	Soft Position Limit Maximum Monitoring	FALSE	в	
	Maximum Position	0.0	F	mm
	-11-			

## 6. 添加第三方 EtherCat 总线的伺服驱动器

如果使用 BECKHOFF 的 PC 控制第三方的 EtherCAT 伺服驱动器,那么首先要将对方设备 的从站描述文件——xml 文件拷贝到 C:\TwinCAT\lo\EtherCAT 路径中,然后重启 TwinCat 软件。

	机 ▶ 本地磁盘 (C:) ▶ TwinCAT ▶ Io ▶ Eth	erCAT 🕨		
组织 ▼ 包含到库中	□▼ 共享▼ 新建文件夹			
			100 Million	
☆ 收藏夹	名称	修改日期	类型	大小
📃 桌面	퉬 Beckhoff AX5xxx	2015/1/7 17:35	文件夹	
💹 最近访问的位置	퉬 Beckhoff_BKxxxx (MDP)	2013/8/1 16:27	文件夹	
🚺 下载	퉬 RES	2015/1/7 16:42	文件夹	
	Beckhoff AX2xxx.xml	2009/4/20 22:45	XML 文档	290 KB
<u>⊨</u> 産	Beckhoff AX5xxx.xml	2014/7/3 12:06	XML 文档	800 KB
14 初5	Beckhoff BKxxxx.xml	2014/6/6 22:45	XML 文档	1,441 KB
	Beckhoff CUxxxx.xml	2014/5/14 22:45	XML 文档	130 KB
	Beckhoff CXxxxx.xml	2013/6/6 22:45	XML 文档	69 KB
	Beckhoff EKxxxx.xml	2014/6/25 22:45	XML 文档	166 KB
□ 迅雷下载	Beckhoff EKxxxx-0080.xml	2012/12/14 22:45	XML 文档	9 KB
🚽 音乐	Beckhoff EL1xxx.xml	2014/7/17 22:45	XML 文档	2,185 KB
	Beckhoff EL2xxx.xml	2014/8/25 22:45	XML 文档	6,577 KB
■ 江笛和	Backhoff El 2000 vml	2017/0/10 22:45	VMI the	ם א כדר ר

当 xml 文件拷贝到对应路径之后,可自动扫描到第三方的伺服驱动器,也可以手动添加第三方的伺服驱动器至 System manager 中进行配置。

随堂问答:

学员提问: CanOpen总线的驱动器如何添加?

讲师解答:将对方设备的 EDS 文件放到 C:\TwinCAT\lo\CanOpen 路径下即可。



## 7. 添加第三方厂家的伺服电机

如果使用 AX5000 带第三方的伺服电机,并且此伺服电机可以在手动添加窗口中找到,那么选中此电机点击 OK 即可添加。

Select a motor.(SchemaVersion.2.0)	
Potary     AFAG     AFAG     BECKHOFF     BergerLahr     Danaher     ELAU     EretL     ESR     EFEL     Exlar     FESTO     Harmonic Drive     Parker     PHASE     Rexroth	Cancel
Only show the suitable motors for this drive.	

如果在手动添加电机的窗口中找不到此第三方电机,就需要填写"电机参数表"并提供给BECKHOFF 技术工程师,BECKHOFF 工程师会制作此电机的 xml 文件给客户,客户将此电机文件放至 C:\TwinCAT\lo\TcDriveManager\MotorPool 路径中,重启 Twincat 软件即可,此时在手动添加电机的窗口中就可以找到该型号的电机了。(注:电机参数表需要问 BECKHOFF 的工程师索取)。

😋 🔾 🗸 🔰 🖌 计算机	机 ▶ 本地磁盘 (C:) ▶ TwinCAT ▶ Io ▶ TcDri	iveManager 🕨 Mot	orPool 🕨	
组织 ▼				
		1		
☆ 收藏夹	名称	修改日期	类型	大小
📃 桌面	EL7201_Motor-XML_DS402	2014/4/29 15:12	文件夹	
📜 最近访问的位置	EL7201_Motor-XML_MDP	2014/4/29 15:12	文件夹	
▶ 下载	🔮 AFAG.xml	2012/7/3 12:28	XML 文档	185 KB
· · · ·	🛃 AxisBase.xsd	2010/1/29 13:48	XML Schema File	16 KB
<b>二</b> 左	🛃 AxisInfo.xsd	2010/1/28 17:00	XML Schema File	6 KB
	BECKHOFF AL20xx TuningRequired.xml	2009/11/4 19:04	XML 文档	922 KB
	Beckhoff AL20xx.xml	2013/11/26 18:01	XML 文档	781 KB
	BECKHOFF AL24xx TuningRequired.xml	2009/11/4 13:06	XML 文档	98 KB
■ 文档	Beckhoff AL24xx.xml	2013/11/26 18:01	XML 文档	78 KB
討 迅雷下载	BECKHOFF AL28xx TuningRequired.xml	2009/11/4 13:08	XML 文档	330 KB
⊿) 音乐	Beckhoff AL28xx.xml	2013/11/26 18:01	XML 文档	333 KB
	BECKHOFF AL38xx TuningRequired.xml	2013/7/8 17:33	XML 文档	244 KB
🜉 计算机	BECKHOFF AL2818-1000.xml	2012/2/20 14:53	XML 文档	93 KB
🏭 本地磁盘 (C:)	BECKHOFF AM2xxx TuningRequired.x	2011/8/10 13:11	XML 文档	992 KB
🧰 本地磁盘 (D:)	Beckhoff AM31xx.xeds	2013/3/28 12:34	XEDS 文件	28 KB
👝 本地磁盘 (E:)	BECKHOFF AM35xx TuningRequired.x	2010/3/2 17:24	XML 文档	746 KB
本地磁盘 (F:)	🔮 Beckhoff AM217x.xml	2010/3/22 11:32	XML 文档	17 KB
🐻 BD-ROM 驱动器	BECKHOFF AM301x TuningRequired	2011/8/10 13:11	XML 文档	118 KB
→ 木地磁舟(山)	Beckhoff AM301x.xml	2013/9/9 16:53	XML 文档	282 KB
	BECKHOFF AM302x TuningRequired	2011/8/10 13:11	XML 文档	1,111 KB
	Beckhoff AM302x.xml	2014/7/4 13:42	XML 文档	1,322 KB
👱 спіпа (ресклот	BECKHOFF AM303x TuningRequired	2011/8/10 13:11	XML 文档	753 KB
0	Beckhoff AM303x.xml	2014/7/4 13:31	XML 文档	796 KB
📭 网络	BECKHOFF AM304x TuningRequired	2011/8/10 13:11	XML 文档	1,292 KB
	Beckhott AM304x.xml	2014/7/4 13:31	XML 文档	1,337 KB
	BECKHOFF AM305x TuningRequired	2011/8/10 13:11	XML 又档	1,536 KB

# 三. PLC Control 编程控制电机

本章目标:

通过本章节的学习,学员将了解:

☑ NC PTP所需调用的库文件以及变量

☑ PLC轴变量和NC轴的链接

☑ 如何使用功能块对轴进行使能、点动、绝对定位、电子齿轮耦合、寻参等操作

#### 1. 添加运动控制库文件以及轴类型变量

新建一个用 ST 语言编程的程序,然后在左下角工程栏 resource 选项卡中,双击 library manager,然后右键空白处点击 additional library,加载一个 TCMC2.LIB 的库文件,也有 TCMC.LIB 这个库文件,这个库文件是比较老的项目所用的库文件,这里不推荐新项目使用老 的库文件编程。



新建两个 Axis\_ref 类型的变量, axis\_ref 是一个结构体, 主要用来做 NC 和 PLC 数据交换用 的, 内部又嵌套了另外一些结构体, 我们将 axis\_ref 类型的变量称之为轴类型的变量, 另外 在程序编写窗口中输入一个";", 否则编译会报错。



程序写完之后先"另存为"然后再"编译",可以将程序保存到桌面或者手动指定一个文件 夹,目的是生成一个 TPY 文件来做变量链接。(注:编译时注意是否有错误,有错误则无法 生成 TPY 文件)



## 2. NC 与 PLC 的变量链接

回到 system manager 软件,右键 PLC-Configuration,点击 Append PLC Project,找到前面生成的 TPY 文件进行添加。



然后将 PLC-Configuration 中的变量展开,依次右键 MAIN.AXIS1.NCTOPLC, MAIN.AXIS1.PLCTONC, MAIN.AXIS2.NCTOPLC, MAIN.AXIS2.PLCTONC 选择 chang link,将这些变量链接到 NC 轴下面的 Axis1\_ToPlc,Axis1\_FromPlc,Axis2\_ToPlc,Axis2\_FromPlc 变量中,NC 和 PLC 通过以上的链接交换 数据,NC 将驱动器的状态位置反馈给 PLC,PLC 将功能块的控制数据写给 NC。



## 3. 调用功能块控制轴使能点动

回到 Plc control 软件窗口后,点击左下角的 visualization 选项卡,右键空白的地方添加一个 hmi 画面,通过 Hmi 可以对轴进行更方便的调试。

New Visualization		×
Name of the new Visualization:	hmi	OK
		Cancel

选中矩形框并在 HMI 里面拖出一个控件,双击矩形框控件进行设置。

8	×	ŝ	1		Ж	E	B		Ж		Ep		ſ,	9	1	.00	) ?	×	_	Ŀ	•		C	કે	I	Ę	]	Ę	0	6	2	2	≥	5	7	~	P	6	2	ę	6	ē		0	K	<b>WM</b>			X	3			A,	].	3		3	d	<b>#</b>	A	7	<b>.</b>	•	3
-		_	-												-		-							_	۰.		-																	_							-					—				-	<del></del>			-
L.																																																																
L																																																																
E																																													1																			
E																																																																
t.	•		•		•									٦.	• •	• •	•		•	•		•		• •		•		•	•		•		•		•	•	• •		•	•		•	• •	• •		•		• •		•		• •		•		• •		•		•	• •	•	• •	• •
Ŀ.			•		•										• •		•			•		•		• •		•		•			•		•		•	•	•			•		•		• •		•		• •		•		• •		•		• •		•		•				
Ł	•		•		•		<ul> <li>A</li> </ul>	сi.	~1	. o,	4.0	)4			• •	• •	•		•		•	•	•	• •		•		•			•		•		•	•	•		•	·		·	• •	• •		•	•	• •		·	•	• •		•		• •		•		·	• •			• •
Ł					•		~	w,	51	. ^	0.2											•																		·		•								·														
Ł																																																																
L.														1																																																		
L																																																																
E																																																																
1			•	•	•	•	•		• •		•		•	•	• •	· ·	•		•	•	•	•	•	• •		•		•	•	•	•		•		•	•	• •		•	•	•	•	• •	• •		•		• •		•		• •	•	•	•	• •	•	•	•	•	• •	•	• •	· •
Ł							•		• •		•		•		• •		•		•			•				•		•			•		•		•	•						•				•		• •		•		• •				•		•		•	• •			• •
Ŀ.	•	•	•		•	•	·	•	• •	•	•		·	•	•		•		•	•	•	•	•			•		•			•		•		•	•	•		•	·		·	• •			•	•	• •		·	•	• •	• •	•		• •		•		·	• •	•		
Ł																																																																

将矩形框里面的参数设置如下: Text-Content 里面输入 Axis1:%.2f,%.2f 代表以浮点数的数据 类型显示关联变量(Variable-Textdisplay 所指向的变量)的值,并只保留小数点后两位。

Regular Element Con	figuration (#0)	<b>—</b>
Category: Shape Text Variables Line width Colors Colorvariables Motion relative Variables Input Text for tooltip Security Programmability	Text       Axis1:%.2f       ?         Horizontal       C       Center       C         C Left       C Center       C Right         Vertical       C       Top       C Enter       C Bottom         Font       Default font	OK. Cancel

Variables 里面的 Textdisplay 中设置所关联的变量,这里选择轴 1 的实际位置。

Category:		
Shape Text Text variables Line width Colors Colorvariables Motion telative Variables Text for tooltip Security Programmability	Variables Invisible: Input disable: Change color: Textdisplay: MAIN.axis1.NcToPlc.ActPos Conversion base: Conversion factor: Tooltip- display:	OK Cancel

再做一个矩形框控件用来显示轴 2 的实际位置。



程序写好后需要 Login,在 login之前选好目标设置,online-choose runtime system,然后将 程序运行起来,选好 runtime 之后可以在 Plc control 下面状态看下所连的目标设备(Target:CX-17A5EC)

F11
F12
F5
Shift+F8
F9
F10
F8
Ctrl+F5
Ctrl+F7
F7
Shift+F7
Ctrl+Shift+F7
Ctrl+F11

Login 之后把程序运行起来即可看到轴1和轴2的当前位置显示在 HMI 上面。



声明两个 MC\_POWER 的功能块以及一个 MC\_JOG 的功能块, MC\_POWER 用来使能, MC\_JOG 用来点动。

0001 PROGRAM MAIN 0002 VAR 0003 axis1,axis2:axis\_ref; 0004 power1,power2:MC\_Power; 0005 jog1:MC\_Jog; 0006 FND VAR

在程序编写窗口中按 F2,在 Local Variable 中选择 power1 点击 OK,将功能块调用到程序里 面来,之后用同样的方法在程序中调用 Power2 与 Jog1 功能块。

nput assistant		-
ST Operators ST Keywords Standard Functions User defined Function Blocks User defined Function Bloc Local Variables Global Variables Standard Programs User defined Programs System Variables Conversion Operators Enumerations	Local Variables Local Variables axis1 (axis_ref) axis2 (axis_re	Cancel
	Structured	

将功能块里面的参数填写完整, Enable 代表使能触发位, Enable\_Positive 代表允许正转, Enable\_Negative 代表允许反转, Override 代表速度比, Axis 代表对哪个轴进行操作。 JogForward 代表正向点动位, 另外再声明两个 bool 类型变量(power\_do 和 jog\_for) 做为 使能与点动功能块的触发位。



HMI 中加入两个按钮控件,用来对轴进行使能以及点动,第一个按钮关联 MAIN.power\_do 变量,第二个按钮关联 MAIN.jog\_for 变量,两个按钮都选择 Toggle variable 类型(交替按钮),在按钮的 text 里面加上标签 Power 与 Jog。

🎒 🙀 🔏 🖺 🔏 🖺 🛍 100 %	▾◣▯◓◓汹汹ฦ๙๙ฃ๛ฃฃ๚๚๛
Axis1:%.2f	Regular Element Configuration (#2)
	Bitmap Text       Input       OK         Text variables       Imput       OK         Colorvariables       Tap variable       Cancel         Variables       Imput       OK         Text variables       Tap variable       Cancel         Programmability       Zoom to vis.:       Imput         Imput       Imput       Imput         Imput       Text input of variable Textdisplay'       Imput         Imput       Imput       Imput         Imput       Imput       Imput       Imput         Imput       Imput       Imput       Imput         Imput       Imput       Imput       Imput       Imput         Imput       Imput       Imput       Imput       Imput         Imput       Imput       Imput       Imput       Imput       Imput         Imput <t< td=""></t<>

首先将 Power 按钮按下,对轴进行使能,可以在 system manager 的 online 窗口查看轴的 ready 状态有没有勾选来判断轴是否已经使能上了,然后按下 Jog 即可看到轴在转动,再次 按下 Jog 可以看到轴停止(注:先使能再点动,点动的时候不能撤除使能信号,否则轴会 报错)



## 4. 调用功能块控制轴走相对位置

声明一个 MC\_MoveRelative 功能块对轴进行位置控制,依然是按 F2 在程序编写窗口中 调用功能块,然后将对应的参数填写完整,Execute 是功能块触发位,distance 和 velocity 是移动的距离以及速度,axis 代表控制哪根轴。



依然在 hmi 里面新建一个按钮,通过按钮来触发 Mc\_MoveRelative 功能块。

Axis1:%.2f	Power MoveRelative	
Axis2:%.2f	Jog Category: Bitmap Text Text variables Colorvariables Variables Variables Input Text for toolip Security Programmability	Input       OK         Toggle variable       Cancel         Tap FALSE       Cancel         Zoom to vis.:          Execute program:          Text input of variable 'Textdisplay'       Text         Hidden       Max:         Dialog title:

将程序 login 并 run, 轴使能后按下 MoveRelative 按钮,即可让轴移动 1000 个位置,再次 按下 MoveRelative,轴依然移动 1000 个位置。



#### 5. 调用功能块控制轴改变当前位置

MC\_SetPosition 可以设置轴的当前位置,声明功能块后,在编程编写窗口中调用这个功能块,并将功能块的参数填写完整,Position 设置为 0,触发功能块即将当前位置改为原点。



HMI 中加入一个按钮用来触发 Mc\_SetPosition 功能块。

Axis1:%.2f	Power	MoveRelativ		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
AXIS2.'%.21	Jog Regul Categ Bitmay Text Text v Colory Variat Provi Provi	ar Element Configu variables les or tooltip ity somashilitu	ration (#5) Input Toggle variable Tap variable Tap FALSE Zoom to vis:	
		an madangy	Execute program:        Text input of variable 'Textdisplay'       Text     Min:       Hidden     Max.       Dialog title:	

将程序运行,按下 Set\_Pos 按钮之后即可设置轴 1 和轴 2 的当前位置为 0。

Axis1:-0.00	Power	MoveRelative
Axis2:-0.00	Jog	Set_Pos

## 6. 调用功能块控制轴停止以及复位

MC\_Stop 对轴进行停止, MC\_Reset 对轴进行复位, 声明之后在主程序中调用功能块, 并将 功能块的参数设置好。

0012	stop:MC_Stop;
0013	reset:MC_Reset;
0014	stop_do:BOOL;
0015	reset_do:BOOL;
0016	END VAR
	<
0077	stop(
0078	Execute:=stop do,
0079	Deceleration:= ,
0080	Jerk:= ,
0081	Options:= ,
0082	Axis:= axis1,
0083	Done=> ,
0084	Busy=> ,
0085	Active=> ,
0086	CommandAborted=> ,
0087	Error=> ,
0088	ErrorID=> );
0089	reset(
0090	Execute:= reset_do,
0091	Axis:= axis1,
0092	Done=> ,
0093	Busy=> ,
0094	Error=> ,
0095	ErrorID=> );

HMI 里面加入两个按钮,一个对轴进行停止,一个对轴进行复位,当轴动作的时候可以通过 Stop 按钮来停止,当 NC 轴报错的时候可以通过 Reset 来复位。

	* * * * * * * * * * * * * * * * * * * *
Axis1:%.2f	Power MoveRelative SOp
Axis2:%.2f	Jog Set_Pos Reset
	Regular Element Configuration (#6)
	Category:          Bitmap Text       Input       OK         Text variables       Toggle variable       Cancel         Colorvariables       Tap variable       Cancel         Variables       Tap FALSE       Cancel         Text for tooltip       Security       Zoom to vis.:         Programmability       Text input of variable 'Textdisplay'       Text input of variable 'Textdisplay'         Text       Min:       Hidden Max:         Dialog title:       Dialog title:       Dialog title:

### 7. 调用功能块控制两轴电子齿轮耦合

电子齿轮需要两个功能块,一个是耦合 MC\_GearIn,一个是解耦 MC\_GearOut,分别将两 个功能块调用到主程序中,RatioNumerator 代表从轴的速度,RatioDenominator 代表主轴的 速度,如 RatioDenominator 设为 2,RatioNumerator 设为 1,那么主轴速度是从轴的两倍, MASTER 设置哪个轴为主轴,Slave 设置哪个轴为从轴。

0016	gearin:MC_GearIn;	0110	
0017	gearout:MC_GearOut;	0113 gea	arout(
0018	gearin_do: BOOL;	0114	Execute:= gearout_do,
0019	gearout_do: BOOL;	0115	Options:= .
•		0116	Slave = axis2
0096 ge	arin(	0117	
0097	Execute:=gearin_do ,	0117	Done=>,
0098	RatioNumerator:= 1,	0118	Busy=> ,
0099	RatioDenominator:=1,	0119	Error=> ,
0100	Acceleration:= ,	0120	ErrorID=> );
0101	Deceleration:= ,		
0102	Jerk:= ,		
0103	BufferMode:= ,		
0104	Options:= ,		
0105	Master:=axis1,		
0106	Slave:=axis2,		
0107	InGear=> ,		
0108	Busy=> ,		
0109	Active=> ,		
0110	CommandAborted=> ,		
0111	Error=> ,		
0112	ErrorID=> );		
HMI 中)	加入两个按钮(Tap variable),一个	·按钮控制精	禺合,一个按钮控制解耦。

Axis2:%.2f     Jog     Set_Pos     Reset     GearOut       Regular Element Configuration (#8)       Category:       Bitmap Text     Toggle variable       Text or variables     Input       Colorvariables     Imput       Tap FALSE     Zoom to vis::       Pogrammability     Execute program:       Imput     Imput		Axis1:%.2f	Power MoveRe	Iative Stop	Ge <b>Q</b> rin	
Regular Element Configuration (#8)         Category:         Bitmap         Text         Togle variable         Colorvariables         Variables         Variables         Input         Tap Variable         MAIN.gearin_do         Cance         Input         Tap Variable         Max	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	Axis2:%.2f	Jog Set_F	Pos Reset	GearOut	
Category:          Bitmap       Input       OK         Text variables       Toggle variable       Cance         Variables       Imput       Cance         Variables       Tap Variable       Cance         Security       Programmability       Text input of variable       Cance         Text for toolip       Security       Tap FALSE       Cance         Text for toolip       Security       Text input of variable       Cance         Text for toolip       Tap FALSE       Text input of variable       Cance         Imput       Text input of variable       Imput       Cance         Imput       Imput       Imput       Imput       Cance			Regular Element Con	figuration (#8)		<b>×</b>
Dialog title:	·         ·         ·           ·         ·         ·		Category: Bitmap Text Text variables Colorvariables Variables Input Text for tooltip Security Programmability	Input Toggle variable Tap variable Tap FALSE Zoom to vis.: Execute program: Text input of variable Text Text Min: Hidden Max: Dialog title:	fAIN.gearin_do	OK Cancel

将程序登录进去并运行起来,首先通过 POWER 将两个轴使能,然后按下 Gearln 进行耦合,再按下 Jog 按钮后可以看到两个轴以 1:1 的速度转动,将 Jog 复位后,按下 GearOut 进行解耦。



## 8. 调用功能块控制轴寻参

MC\_home 功能块可以定位原点,home\_do 是功能块的触发位,sensor 是外部接近开关的触发信号,可以用 hmi 的按钮来代替,或者链接到外部输入点,当轴碰到接近开关信号之后,NC 轴的位置变为 Position 参数中设置的值。

0021	home:MC_Home;
0022	nome_do:BOOL;
0023	sensor:BOOL;
0024	END_VAR
	•
0121	hom <u>e(</u>
0122	Execute:=home_do ,
0123	Position:=0,
0124	HomingMode:= ,
0125	BufferMode:= ,
0126	Options:= ,
0127	bCalibrationCam:=sensor ,
0128	Axis:=axis1 ,
0129	Done=> ,
0130	Busy=> ,
0131	Active=> ,
0132	CommandAborted=> ,
0133	Error=> ,
0134	ErrorID=> );
	-

Hmi 里面加入两个按钮(Tap variable),分别用来触发 MC\_home 功能块以及触发 sensor 信号。

Axis1:%.2f	Power	MoveRelative	Stop	Gearln
Axis2:%.2f	Jog	Set_Pos	Reset	GearOut
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	ha‡he	sensor		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
	gular Element Config	guration (#10)		<b>—</b> ×
Bi TT C V V P	ategory: itmap ext ext variables olorvariables a	Input Toggle variable Tap variable Tap FALSE Zoom to vis.: Execute program: Text input of variab Text	MAIN.home_do	OK Cancel

HMI 加入一个 Trend 趋势图控件,可以在上面的控件栏中找到 Trend,这里用趋势图来监视 轴的速度变化,先将趋势图控件添加到 HMI 中。

◼◾▧◧◿◪๙▥▬



双击趋势图进行配置,首先需要选择趋势图所采样的变量,点击 Choose variable,会弹出 一个窗口,按下 F2 之后选择 MAIN.axis1.NcToPlc.ActVelo 做为采样变量,此变量代表轴 1 的 当前速度。

Regular Element Con Category: Trend Colors Text for tooltip Security	figuration (#0) Curve type X/t Orientation Right-left	tal axis:	OK Cancel		
	Recording	Variables Main.axis1.Nc	ToPIc.ActVelo	Linetype Marker	Cancel Add Delete

按下 Vertical axis 来设置趋势图 Y 轴的上下限,这里设置下限为-5,上限为 35,这两个值都 是根据 Nc 中设置的寻参速度来决定的。

Regular Element Confi	iguration (#12)	Vertical axis	
Category: Trend Colors Text for tooltip Security	Curve type Xt  Orientation Right-left Recording Configure Configure	Division lines V visible Scale settings 1	Legend OK Cancel
	Choose variable Curve configuration	Scale Fight Cright Start -5 End 35 Main scale 5 Sub scale 2.5	Variables Zoom Offset Symbol bar

轴的寻参速度可以通过 AXIS-Parameter 中设置,默认为 30,这里有两个速度,一个是找原 点的速度(towards plc cam),另一个是碰到原点后反转的速度(off plc cam),这里可以将 off plc cam 的速度设置为 5,然后激活配置生效。

SYSTEM - Configuration	ral   Settings   Parameter   Dynamics   Online   Functions   Coupling   Co	mpensation
😰 NC-Task 1 SAF	Parameter	Value
- C-Task 1 SVB - NC-Task 1-Image	Velocities:	
Tables	Reference Velocity	2200.0
Axes	Maximum Velocity	2000.0
Axis 1	Manual Velocity (Fast)	600.0
Axis 1_Enc      Avis 1 Drive	Manual Velocity (Slow)	100.0
Axis 1_Ctrl	Calibration Velocity (towards plc cam)	30.0
	Calibration Velocity (off plc cam)	30.0
	Jog Increment (Forward)	5.0
Axis 2	Jog Increment (Backward)	5.0

将程序 Login 之后,首先按下 power 按钮对轴进行使能,然后按下 Home 按钮,此时轴开 始找寻原点,速度为 30 左右,当前位置变为-99999999999,然后按下 sensor 按钮不要放 开,观察此时的轴会停止且反转,在放开 sensor 按钮的那一刻,将位置定为原点,找原点 的流程如下:正向找原点=>碰到原点信号=>原点信号从 0 变为 1=>电机停止并反转=>脱离 原点信号=>原点信号从 1 变为 0=>寻参完成且轴当前位置变成 0。



学员提问: 寻参有没有其他模式? 比如日系运动控制器寻参有很多模式? 讲师解答: 只有一种寻参模式。

NC PTP 功能可以参照 U 盘中提供的例子 培训用 U 盘\运动控制培训\NC PTP

# 四. 位置外部设定值发生器

本章目标: 通过本章节的学习,学员将了解: ☑ 位置外部设定值发生器可以实现的功能

☑ 位置外部设定值所需要调用的功能块

☑ 位置外部设定值使用方法

#### 1. 位置外部设定值发生器的功能

通常TwinCAT NC的设定位置(SetPosition)、设定速度(SetVelocity)、设定加速度 (SetAcceleration)是由NC信号发生器(即下图的Setpoint Generator)产生的。每个NC周期 (比如2ms)产生一套设定数据Setpoint。如果驱动器工作在位置模式,Setpoint中的位置 信号,就会换算后发给驱动器,如果驱动器工作在速度模式,Setpoint中的速度信号,就会 换算后发给驱动器。

如图所示:



但在特殊情况下,用户需要自己的算法来给定每个NC周期的目标位置和目标速度。此时,可以在PLC程序中使用一个独立的设定值发生器(Setpoint Generator),取代NC位置发生器的功能。这大大增加了TwinCAT 轴的灵活性,可以应用于更广泛的场合。比如,电机转动与实际工件运动为非线性关系时,或者需要多种运动迭加的时候。

使用外部设定值发生器,需要三个步骤: 启用——位置给定——停用,依次由功能块 MC\_ExtSetPointGenEnable、MC\_ExtSetPointGenFeed 、MC\_ExtSetPointGenDisable

(TcMc2.lib) 实现。

学员提问:外部位置给定和MC\_MoveAbsolute功能块有什么区别?

MC_MOVEABSOLUTE	
Execute : BOOL Position : LREAL Velocity : LREAL Acceleration : LREAL Deceleration : LREAL Jerk : LREAL BufferMode : MC_BufferMode Options : ST_MoveOptions Axis : AXIS REF (VAR IN OUT	Done : BOOL Busy : BOOL Active : BOOL CommandAborted : BOOL Error : BOOL ErrorID : UDINT Axis : AXIS_REF (VAR_IN_OUT) –
讲师解答: MC\_MoveAbsolute功能块执行之后, 轴会根据指定的速度走到目标位置, 期间不 需要额外的对轴进行控制, 外部位置给定则需要每个扫描周期都给出轴的目标位置, 轴根 据给出的目标位置来移动, 用户可以使用高级语言算出轴的位置, 然后通过外部位置给定 功能块控制轴移动。

# 2. 常用功能块说明

	MC_ExtSetPointG	ienEnable	
_	Execute	Done	
_	Position	Busy	
_	PositionType	Error	
_	Axis ⊳	ErrorID	
		Enabled	

顾名思义,此功能块用于使能外部位置发生器。Execute上升沿生效。

输入变量:

Execute: BOOL;

Position: LREAL;

PositionType: 给定位置类型,有三种类型可选:

POS\_ABSOLUTE: 绝对位置 POS\_RELATIVE: 相对位置 POS\_MODULO: 模长内定位

输出变量:

Done: 成功使能后该标记置位

注意:输入Postion并不是指让NC轴运动到该位置,而是到达该位置后,NC轴标记位 InTargetPostion置位,该标记可以通过函数AxisIsAtTargerPosition获得。

		-
	MC_ExtSetPointGenDisable	
-	Execute Done	⊢
-	Axis ⊳ Busy	⊢
	Error	┣
	ErrorID	⊢
	Enabled	⊢

顾名思义,此功能块用于终止外部位置发生器。Execute上升沿生效。

输入变量:

Execute: BOOL;

输出变量:

Done: 成功使能后该标记置位

	MC_ExtSetPointGenFeed	
Position		
Volocity		

-Velocity

-Acceleration Direction

-Axis ⊳

注意,这是一个Function,在PLC程序中引用时,要在Function中去搜索。

此Function用于给定位置发生器的目标位置,仅当发生器使能"MC\_ExtSetPointGenEnable"以后,才把输入变量复制到接口变量AxisRefOut结构体中。

输入变量:

Position: LREAL; 复制到Axis\_Ref.PlcToNc.ExtSetPos; Velocity: LREAL; 复制到Axis\_Ref.PlcToNc.ExtSetVelo; Acceleration: LREAL; 复制到Axis\_Ref.PlcToNc.ExtSetAcc; Direction: 方向选择; 复制到Axis\_Ref.PlcToNc.ExtSetDirection; MC\_Positive\_Direction: 正向 MC\_Shortest\_Way: 最短距离 MC\_Negative\_Direction: 反向 MC\_Current\_Direction: 当前方向

### 3. 位置外部设定值发生器配置例程

将U盘中提供的例子程序和配置文件打开,将配置激活,程序登录,这里选择Local做为目标设备,程序Login之后点击run,打开人机界面,首先点击start开启外部位置给定功能,然后滑动界面右边的进度块,进度块绑定了MC\_ExtSetPointGenFeed中的Position变量,当进度块滑动时,轴的当前位置也随着相应变化,此时通过Postion变量来控制轴的位置,点击Stop按钮关闭外部位置给定功能。



SetPosEx = 1.333... SetVelEx = 100 SetAccEx = 1000 SetDirectio... = 1

外部位置给定功能可以参照 U 盘中提供的例子 培训用 U 盘\运动控制培训\外部位置给定

Axis:=axis1);

注意:

0036

1, 启用外部设定值发生器之前, MC\_ExtSetPointGenFeed中的设定位置必须与当前位置一致, 否则会引起速度跳变, 如果带着驱动器和电机, 很容易发生事故, 或者驱动器报警。

2, 启用外部设定值发生器之前,如果位置环放在TwinCAT NC中完成,则需要将Kv置为0。

3, 无论位置、速度、加速度中只给一个还是三个参数都给定,如果驱动器工作在位置模式,则Position生效,如果驱动器工作在速度模式,则Velocity生效,如果驱动器工作在力矩模式,则Acceleration生效。当然,程序中三个变量最好互相匹配。

4, 要用到外部设定值的程序,其轴变量所在的PLC周期、NC SVB任务周期都应调整为与 NC SAF周期相等。否则即使位置给定平滑连续,电机也会抖动。

# 五. 位置补偿

本章目标:

通过本章节的学习,学员将了解:

☑ 位置补偿所对应的功能块

☑ 位置补偿的应用场合

☑ 位置补偿使用方法

#### 1.位置补偿功能块

TwinCAT NC PTP提供一个用于位置补偿的功能块MC\_MoveSuperImposedExt。该功能块 使运动中的NC轴同时执行一个位置叠加的动作。

如果NC轴是独立运动的轴、多轴联动的Master,或者电子凸轮Cam的Slave,都可以对 轴进行补偿。TwinCAT Build20xx以前,电子齿轮Gear的Slave不能做位置补偿。但是最新测 试的TwinCAT NC Build2224,做匀速运动的NC轴和齿轮从轴的NC轴都可以进行位置补偿 了。

注意:如果 NC 轴的主动作是单向运动,位置补偿的结果可以预期。如果是往复运动,那么补偿动作触发的时机、补偿距离就会导致不同的结果,有时候可能补偿无法完成或者出现静止、反转的情况。这种情况下,使用外部设定值发生器(ExtGenerator),或者多主轴凸轮耦合(MC\_CamIn\_V2),是两个备选方案。

	MC_MoveSuperImposed		
_	Execute	Done	
-	Mode	Busy	
-	Distance	Active	
_	VelocityDiff	CommandAborted	
_	Acceleration	Error	
_	Deceleration	ErrorID	
_	Jerk	Warning	
_	VelocityProcess	WarningId	
_	Length	ActualVelocityDiff	
-	Options	ActualDistance	
-	Axis ⊳	ActualLength	
		ActualAcceleration	
		ActualDeceleration	

该功能块由输入变量Execute的上升沿触发。完成后输出变量Done置位。

VelocityProcess,指补偿过程匀速阶段的最大限值。

位置补偿的功能块MC\_MoveSuperImposedExt的关键参数是补偿距离Distance、最大速度差 VeloctityDiff、补偿区间Length以及补偿模式Mode。

补偿模式Mode用于选择生效的补偿速度差和补偿区间。一共有4种模式:

SUPERPOSITIONMODE\_VELOREDUCTION\_ADDITIVEMOTION :

规定的区间Length+Distance内完成Distance的补偿,限定速度变化不超过VelocityDiff。

SUPERPOSITIONMODE\_VELOREDUCTION\_LIMITEDMOTION:

规定的区间Length内完成Distance的补偿,限定速度变化不超过VelocityDiff。

SUPERPOSITIONMODE\_LENGTHREDUCTION\_ADDITIVEMOTION,

以规定的最大速度差VelocityDiff完成补偿,补偿区间最短,以Length+Distance为限。

SUPERPOSITIONMODE\_LENGTHREDUCTION\_LIMITEDMOTION,

以规定的最大速度差 VelocityDiff 完成补偿,补偿区间最短,以 Length 为限。

### 2. 适用位置补偿的场合

下面详细介绍几种不同的应用场合:

● 产品传送带上的位置补偿。

一条传送带分为若干段,每段由一个伺服轴驱动。传送带用于传送包装箱,包装箱之间必须保持正确的距离。如果不符合设定值,就要增加或者减小,包装箱必须在到达传送带终 点之前,比前段传送带走得更慢或者更快,这就是位置补偿。



如图所示,当前测量距离是1800mm,需要缩短至1500mm。传送带1应加速,以缩短距离。距离补偿必须在传送带1到达终点之前完成,以免包装箱被推到速度更慢的传送带2上。

由于此时传送带1必须加速,传动系统要求给定速度差,在本例中假设为500mm/s。实际应用中,该值取决于传送带的最大速度和当前设置速度之差。

功能块MC\_MoveSuperImposed的参数设置:

Distance = 1800 mm-1500 mm = 300 mm(补偿距离)

Length = 1000 mm(补偿距离,此处用包装箱到传送带终点的距离)

Mode = SUPERPOSITIONMODE\_VELOREDUCTION\_LIMITEDMOTION

#### VelocityDiff = 500 mm/s

这种模式下,补偿距离为最大,以保持速度变化量为最小。此时速度差 VelocityDiff 的设定 值是传送带1完成位置补偿的最大速度变化量。该值不能太小,以至传送带1用这个速度 差走到终点还不能完成位置补偿。

另一种办法是让传送带 2 减速。此时,补偿位置 Distance 必须为负,而补偿距离 Length 为 包装箱的右端到传送带 2 终点的距离。允许的最大速度差 VelocityDiff 相应改为传送带 2 的 最大速度与当前速度之差。这样传送带 2 就可以减速,必要时甚至可以减为 0。

#### ● 印刷辊移相。

印刷辊轮保持与印刷工件所在的传送带相同的速度均速运动。如果辊轮上的印刷图案位置 与工件上的设计印刷位置没有同步,印刷辊轮就必须补偿一个适当的角度(移相)。 如图所示:



移相可以有两种方式。

快速移相:在最短时间内修正相位角度,此时印刷辊轮必然发生速度冲击。

慢速移相: 在尽可能长的距离内修正相位角度以减小速度冲击。比如, 辊子转动完整一圈。

功能块MC\_MoveSuperImposedExt的参数设置:

1.快速移相

Distance = 7.1°

Length = 360°(最大补偿距离)

Mode =SUPERPOSITIONMODE\_LENGTHREDUCTION\_LIMITEDMOTION

VelocityDiff = 30°/s(速度差)

此模式下,补偿距离尽可能短。此时补偿距离Length的设定值是辊轮完成移相的最大距离。该值不能太小,以至用最大速度也不能在这么短的距离内完成位置补偿。

也可选择模式SUPERPOSITIONMODE\_LENGTHREDUCTION\_ADDITIVEMOTION。此时,补偿距离为367.1°。由于补偿距离都是尽可能短,实际上对于这种应用,两种模式结果相同。

2. 慢速移相

Distance = 7.1°

Length = 360°(correction distance)

Mode =SUPERPOSITIONMODE\_VELOREDUCTION\_LIMITEDMOTION

VelocityDiff = 30°/s(速度差)

这种模式下,补偿距离为最大,以保持速度变化量为最小。此时速度差VelocityDiff的设定 值是辊轮完成移相的最大速度变化量。该值不能太小,以至辊轮用这个速度差走完一圈还 不能完成位置补偿。

### ● 钻削设备

钻头要在运动的工件上钻两个孔。第一个孔的同步是通过飞锯功能(MC\_GearInPos)实现的,在此不再详述。完成第一个孔后,钻头必须相对于运动工件移动一定的距离。如图所示:



图中设备完成第一个孔后,钻头必须相对于工件移动250mm,即两孔之间的距离。而在这段时间内,工件本身移动的距离是400mm。从这个位置开始,钻头再次与工件同步,然后钻第二个孔。

同样,这里也可以有两种模式可供选择,区别在于钻头的速度变化值。

功能块MC\_MoveSuperImposed的参数设置:

1.快速补偿

Distance = 250 mm

Length = 400 mm

#### Mode = SUPERPOSITIONMODE\_LENGTHREDUCTION\_ADDITIVEMOTION

VelocityDiff = 500 mm/s(钻头移动速度最大变化量)

在此模式下,补偿距离尽可能短。此时补偿距离 Length 的设定值是钻头完成补偿的最大距离。该值不能太小,以至用最大速度也不能在这么短的距离内完成补偿。由于补偿距离是工件走过的距离加上相对位移,所以钻头实际上要走一个更长的距离。

2.慢速补偿

Distance = 250 mm

Length = 400 mm

#### Mode = SUPERPOSITIONMODE\_VELOREDUCTION\_ADDITIVEMOTION

VelocityDiff = 500 mm/s(钻头移动速度最大变化量)

这种模式下,补偿距离为最大,以保持速度变化量为最小。此时速度差 VelocityDiff 的设定 值是钻头完成补偿的最大速度变化量。该值不能太小,以至钻头用这个速度差走完全程还 不能完成位置补偿。在此过程中,工件走过距离 Length 为 400mm,钻头走过的距离就是 Length + Distance,即 650mm。

#### 3.位置补偿功能例程

将U盘中提供的例子程序和配置文件打开,将配置激活,程序登录,这里选择Local做为目标设备,程序Login之后点击run,打开人机界面,首先点击Move\_Absolute按钮让轴1和轴2开始移动,然后点击SuperImposed按钮进行位置补偿,补偿模式设置为2,SUPERPOSITIONMODE\_VELOREDUCTION\_LIMITEDMOTION=>规定的区间Length内完成Distance的补偿,限定速度变化不超过VelocityDiff。根据功能块中设置的参数代表在2000的位置内完成500位置的补偿,两轴的速度差不超过500,当两个轴停止之后可以看到轴2走过的距离为5500,轴1走过的距离为5000,完成了500位置的补偿。



学员提问: VelocityProcess这个变量有什么用,怎么设置?

讲师解答: VelocityProcess指补偿过程匀速阶段的最大限值,设置过大的话会导致轴加减速过程过短,指定的补偿位置完成不了。

# 外部位置给定功能可以参照 U 盘中提供的例子 培训用 U 盘\运动控制培训\位置补偿

# 六. 从 PLC 程序修改 NC 轴的参数设置

本章目标:

通过本章节的学习,学员将了解:

☑ NC参数在Information System中的查询方法

☑ NC参数可以通过哪几种方式在程序中进行读写

☑ 查询NC参数Index-Group与Index-Offset的方法

#### 1.读写 NC 轴参数的功能块

如果需要PLC程序动态地修改NC轴的参数,而不是驱动器参数,有两种方法:用专门的MC 功能块,或者使用ADS通讯。

● 用MC功能块修改NC轴的参数

MC\_ReadParameter,

MC\_ReadBoolParameter,

MC\_WriteParameter ,

MC\_WriteBoolParameter,

	MC_ReadParameter		
-	Enable	Valid	<u> </u>
_	ParameterNumber	Busy	
_	ReadMode	Error	
_	Axis ⊳	ErrorID	
		Value	
		* alue	

Г	MC WriteParameter		
HE	Execute	Done	
-lF	ParameterNumber	Busy	
4	/alue	Error	
4	Axis ⊳	ErrorID	

该功能块在输入变量Enable的上升沿,把输入变量Value的值写到Axis轴的参数号为 ParameterNumber的NC变量中。完成后输出变量Done置位。

输入变量: Enable: BOOL ParameterNumber: UDINT Value: LREAL; 输出变量: Done: BOOL; Error: BOOL; Error: BOOL;

如果要查询 MC\_AxisPara 中的参数号说明,请打开帮助文件并定位到以下位置:

目录 (C) 索引 (I) 搜索 (S) 收藏夹 (I)	TwinCAT PLC Library: MC Library 2	
TwinCAT PLC Lib: MC	Data type MC_AxisParameter	
TwinCAT PLC Lib: MC (Version 2)	The MC_AxisParameter data type is used in conjunc	ction with function blocks for reading and writing of axis parameters.
<ul> <li>➡ Foreword</li> <li>⑦ Overview</li> <li>② Istate diagram</li> <li>⑦ General rules</li> <li>⑨ Migration from TcMC to TcMC2</li> <li>➡ ♥ Organisation function blocks</li> <li>■ ♥ Motion function blocks</li> </ul>	TYPE MC_AXIS Hamineter Gata uppers decomposition TYPE MC_AxisParameter: (* Ind CommandedPosition := 1, SWLimitPos, SWLimitPos, EnableLimitPos, EnableLimitPos, EnablePosLegMonitoring, MaxPositionLag, MaxVelocitySystem, MaxVelocitySystem, MaxVelocityPpl, ActualVelocity,	<pre>iex-Group 0x4000 + ID*)   (* lreal *) (* taken from NcIoPlc *)   (* lreal *) (* indexOffset= 16#0001_000E *)   (* lreal *) (* indexOffset= 16#0001_000D *)   (* bool *) (* indexOffset= 16#0001_000D *)   (* bool *) (* indexOffset= 16#0001_000B *)   (* bool *) (* indexOffset= 16#0002_0010 *)   (* lreal *) (* indexOffset= 16#0002_0012 *)   (* ireal *) (* indexOffset= 16#0000_0027 *)   (* ireal *) (* indexOffset= 16#0000_0027 *)   (* ireal *) (* taken from NcIoPlc *)</pre>
? ST_AxisStatus         ? MC_AxisParameter         ? ST_PowerStepperStruct         ? ST_DriveAddress         ? ST_AxisParameterSet         E	CommandedVelocity, MaxAccelerationSystem, MaxAccelerationSystem, MaxDecelerationSystem, MaxDecelerationAppl, MaxJertSystem, MaxJertSystem,	<pre>(* lreal *) (* taken from NGTOPIc *) (* lreal *) (* IndexOffset= 16#0000_0101 *) (* lreal *) (* IndexOffset= 16#0000_0101 *) (* lreal *) (* IndexOffset= 16#0000_0102 *) (* lreal *) (* IndexOffset= 16#0000_0102 *) (* lreal *) (* IndexOffset= 16#0000_0103 *) (* lreal *) (* IndexOffset= 16#0000_0103 *)</pre>

例如:最大跟随误差MaxPositonLag的参数号为:7,如果要从PLC程序修改此值,

ParameterNumber就应填7。

0001	readparameter(	readparam = 5
0002	Enable:=read_do ,	read_do = TRUE
0003	ParameterNumber:=7.	
0004	ReadMode:= ,	
0005	Axis:=axis1 ,	
0006	Valid=> ,	
0007	Busy=> ,	
0008	Error=> ,	
0009	ErrorID=> ,	
0010	Value=>value );	value = 5

● 用ADSWrite or ADSRead,读写NC轴的参数

用ADS功能块读写NC轴参数时,NetID可以为空白(""),表示与PLC程序同一台控制器。

Port填"501",指TwinCAT NC端口。

Index和Offset,则需要依据NC轴的ID号和要修改的参数而定。

如果要查询 NC 轴参数的 Index 和 Offset 说明,请打开 Beckhoff Information system 帮助文件并定位到下图位置:

目录 ©) 索引 @) 搜索 ©) 收藏夹 (I)		TwinCAT ADS Device NC									
TwinCAT Quick Start	"	Index offset	" specific	ation for Axis s	tate (Ind	ex grou	p 0x4100 +	ID)			
🖃 🔟 TwinCAT System	L			A	Dete	Dhara	D-C-10-1	Bernsteffer	Description		
2 Overview	L	(Hex)	Access	AXIS -	Data	Phys.	Definition	Description	Remarks		
? TwinCAT and Windows	L	(nex)		type	type	umit	range				
🕀 🔖 User Interface	L	0x00n00000	Read	every (Online	{			AXIS-ONLINE-	Cannot be traced		
🗉 🧇 TwinCAT Alarm & Events	L			structure for axis	1.			STCRUCTURE	by oscilloscope!!		
E 🕼 TwinCAT Connectivity	L			data)				(NC/CNC)	(NCAXISSTATE_		
? Overview	L								ONLINESTRUCT)		
🕀 🐟 TwinCAT ADS	11				IN132	1		error state			
🗉 🍉 TwinCAT ADS Samples	L				REAL64	e.g.		Actual position			
🖃 🚺 TwinCAT ADS-Device-Documentation						mm					
2 Overview	L				REAL64	e.g.		Modulo actual position			
? TwinCAT ADS Interface System Service	II					degree					
TwinCAT ADS Interface Scope					REAL 64	en		Set nosition			
TwinCAT ADS Interface PLC						1121204	mm				
TwinCAT ADS Interface NC					DEALOA			Markela anti-archite			
E Foreword						REAL04	e.g. degree		Modulo set position		
2 Specification Index Groups								acgree			
🗉 📚 Specification Ring-0-Manager						REAL64	e.g.		Optional: actual velocity		
Specification Channels	L				L	mm/s					
🗉 📚 Specification Groups	L				REAL64	e.g.		Set velocity			
Specification Axes	L					mm/s					
2) "Index offset" specification for Avis parameters	L				INT32	%	01000000	speed override (1000000			
Index offset" specification for Axis state	L							== 100%)			
Index offset specification for Axis functions					REAL64	e.a.		Following error position			
I' "index offset" specification for cyclic Axis process da						mm					
E Specification Encoder					DEALSA			Beak laid value for			
Specification Controller					KEAL04	mm		maximum negative			
E Specification Drive						l		following error (Pos )			

# 例如:

Controller Kv-Factor , Index Group: 16#6000+ID; Offset: 16#0102 AxisMaxPosLagValue, Index Group: 16#6000+ID; Offset: 16#0012 也可以在 NC 的 Parameter 中找到参数的 Index Group 和Index Offset

SYSTEM - Configuration	General Settings Parameter Dynamics Online Fund	tions Coupling Com	pensation	
CNC - Configuration				
🖻 📴 NC - Configuration	Parameter	Value	Туре	Unit
i⊒ 📴 NC-Task 1 SAF	- Velocities:			
→ NC-Task 1 SVB	Reference Velocity	F	mm/s	
Tables	Maximum Velocity	2000.0	F	mm/s
Axes	Manual Velocity (Fast)	600.0	F	mm/s
Axis 1	Manual Velocity (Slow)	100.0	F	mm/s
	Calibration Velocity (towards plc cam 'Manua	l Velocity (Slow)'	F	mm/s
🖌 Axis 1_Ctrl	Calibration Velocity (off plc cam)	roup: 0x00004001	F	mm/s
⊞… 😂 Inputs	Jog Increment (Forward) Length:	8	F	mm
	Jog Increment (Backward)	5.0	F	mm

首先加载 tcsystem.lib 库文件,调用 ADSREAD 功能块即可对 NC 的参数进行读取,Manual Velocity 的值通过 PLC 程序的功能块读取出来,值为 100,同样也可以通过 ADSWrite 对 NC 参数进行修改,IDXGRP 和 IDXOFFS 可以在 Information system 或者 system manager 中查询 到。

0001	ADSREAD(	
0002	NETID:= ,	
0003	PORT:=501 ,	
0004	IDXGRP:=16#4001,	
0005	IDXOFFS:=16#8,	
0006	LEN:= 8,	
0007	DESTADDR:=ADR(manual_velo_slow) ,	manual_vel = 100
8000	READ:=read_do ,	read_do = TRUE
0009	TMOUT:= ,	
0010	BUSY=> ,	
0011	ERR=> ,	
0012	ERRID=> );	
0010		

学员提问:如何读写AX5000的参数?

讲师解答:可以通过FB\_SoeWrite和FB\_SoeRead功能块读取AX5000驱动器的参数。

# 七. 电子凸轮表

本章目标: 通过本章节的学习,学员将了解: 电子凸轮表能实现的功能
 使用电子凸轮表所需要安装的Supplement
 如何通过System Manager软件生成电子凸轮表
 如何在System Manager软件中调试凸轮表
 通过功能块实现电子凸轮的耦合,解耦,读写关键点等功能
 如何在程序中直接生成电子凸轮表

电子齿轮是主轴与从轴的速度保持比例关系,而电子凸轮则是主轴与从轴的位置保持对应 关系。这个对应关系就是通过凸轮表(Cam Table)来表示的。TwinCAT System Manager 中 提供的凸轮绘制界面。

#### 1. System Manager中添加凸轮表:

准备工作:安装Cam Design Tool,需要购买授权(如果没有安装这个supplement,配置的凸轮表无法下载激活)安装路径:

http://www.beckhoff.com/forms/twincat3/warenkorb.aspx?lg=en&title=TS1510-CAM-Design-Tool&version=1.0.2

右键单击"Tables",选择"Append Table",就添加了一个主轴 Master 1,



#### 在 Master 设置页面:

🗾 Demo - TwinCAT System Manager						
<u>F</u> ile <u>E</u> dit <u>Actions</u> <u>V</u> iew <u>Options</u> <u>H</u> el	p					
] 🗅 📂 📽 🖬 🎒 🗟   👗 🛍 🖻 🕯	B 👫 ð 黒 🖴 🗸 🎯 💁 👧 💱 🌂 🎯 🗣 🖹 🔍 🔗 🚳 🔌					
SYSTEM - Configuration	General Master Slave 1					
NC-Task 1 SAF						
NC-Task 1 SVB	Name: Master 1 Assigned Axis: (none)					
Tables	Verned					
Slave 1	Je hormed					
Axes	Minimum: O Velocity					
+ + - + + + + + + + + + + + + + + + + +	Maximum; 360 💿 Linear 1 1/sec					
PLC - Configuration Cam - Configuration	C Rotation In 199999 N n n					
I/0 - Configuration	0.100000 1.9.1					
Mappings	Table / Function					
	C Fixed Table Incremen 1					
	Rounding 0.001 O Motion Function					
	Export Download					

学员提问: Linear 与 Rotation 的区别?

讲师解答:图中 Axis 选项"Linear"和"Rotation",对应主轴运动特征旋转型(Rotation)和直 线型(Linear)。如果是 Rotation,当主轴位置超出凸轮表定义的范围后,从轴位置还会按 照凸轮表的周期重复运动。如果是 Linear,从轴在表中找不到对应的位置就不再运动。

学员提问: Fixed Table 与 Motion Function 的区别?

讲师解答: 传统上, 把主轴和从轴之间非线性的电气耦合关系称为凸轮表。TwinCAT提供 多种凸轮表:

第一种是典型的位置表(FixedTable),位置表中用大量的点来描述一段凸轮曲线,每个 主轴位置对应一个从轴位置,相邻点之间使用直线插补方式。这种方式的凸轮表过去用得 很多,它的缺点是运行过程中很难修改。

为了弥补这个不足,TwinCAT 提供第二种凸轮表,即 MotionFuntion 型(MF)的凸轮表,它用另一种方式描述凸轮曲线。MF 型凸轮表通常只包含少量的关键点,然后用数据公式,比如 polynomial(多项式),来描述相邻两点之间的曲线。运行时根据数学公式实时计算从轴的位置。由于修改关键点就可以修改曲线,所以 MotionFuntion 型的凸轮表比 FixedTable 更容易在线修改。

右键 Master1 点击 Append Slave,添加凸轮表,这里添加两次就出现了两张凸轮表,分别 对应 Table id 1 和 Table id 2。

😎 Demo - TwinCAT System Manager		_ 🗆 🗵
File Edit Actions View Options Help		
] 🗅 📂 🖼   🚑 🖪   👗 📭 🖻 📇 🖊 👌	🔜 📾 🗸 🗶 🧙 🖏 🎋 🍥 💊 🖹 🔍 🞜 🚳 😒 📌 🧶	Ŷ
General General General General	Master	
NC-Task 1 SVB NC-Task 1-Image Name: Tables	Master 1 Assigned Axis: (none)	
Axes Append Slave	Insert Task	
PLC - Configura Cam - Configura Cam - Configura	Nome: Sizve1 OK	
I/U - Configura     I/O Devices     Mappings     Mappings		
Disabled		

#### 2. System Manager中编辑凸轮表



可以使用上图中,曲线上方的一排按钮来增减或者移动关键点。这些按钮的功能如下:

⊕ : 增加关键点

 : 删除关键点

↔ + ↔ : 关键点移动

/ / : 以直线或者自动平滑曲线连接关键点

红线框内的按钮表示增加关键点。双击该按钮后,在下面的白色区域不同地方从左到右点 击 3 次,就在图上增加了两个线段。



修改表格中各关键点的 X、Y 轴坐标。



选择线段连接方式,这里可以选择不同的数据公式,具体哪种公式适用要经过现场测试。



在曲线显示区域单击右键,显示快捷菜单如下:



默认勾选"Select 1 Graph View",显示一次曲线,即位置曲线,如果如上图所示,勾选 "Select 2 Graph View",则不仅显示一次,还显示二次曲线,即速度曲线。



同理,如果勾选"Select 3 GraphView",还可显示即加速度曲线,勾选"Select 4 Graph View",还可显示即加加速度(Jerk)曲线。此至,一个凸轮表就建好了。

学员提问: 怎么判断我画的凸轮表是否合适?

讲师解答:观察凸轮表的速度曲线,速度不能有阶跃,可以先用虚轴调试,用scope view 软件监视轴的速度曲线和位置曲线。

#### 3. system manager中激活配置

点击Activate configuration进行配置下载,并切换TwinCAT至运行模式。



#### 4. system manager中调试凸轮表:

首先需要将主从轴进行使能



Coupling 中选择耦合关系为凸轮,设置主轴为 Axis1。



选择凸轮表,tableID 设置为2,表示选择 Tables-Master1-Slave2 中的编辑的凸轮表,然 后点击 Couple 进行耦合。

📴 Demo - TwinCAT System Manager			
<u>F</u> ile <u>E</u> dit <u>Actions</u> <u>View</u> <u>Options</u> <u>H</u> el	P		
] 🗅 🚅 📽 🖬 🎒 🗛   X 🖻 🖷 f	3   44 👌 🔜 📾 🗸 🎒	🙆 🙆 💱 🔨 🎯 🚺	🖹 🔍 ᄰ 🐻 🍢 📌 🧶 🖉 🖇
SYSTEM - Configuration	General Settings Parame	ter Dynamics Online Eunct:	ions Coupling Compensation
NC-Task 1 SVB		0.0000	Setpoint m] 0.0000
Tables	Master/Slave Coppling-		
- Slave 1	Master Axis:	Axis 1	Couple 2
Slave 2	Coupling Mode:	Cam Profile (Univ 💌	Decouple
Axes	Master Scaling:	1	Change Factor
H-H Axis 2	Slave Scaling:	1	Stop
—📴 Cam - Configuration	Cam Operation Mode:	0	
□ ➡ I/O - Configuration □ ➡ I/O Devices	Parameter 4:	0	
Mappings	Table Id:	2 1	
	Interpolation Type:	Linear 💌	
	Slave Offset:	0	✓ Absolute
	Master Offset:	0	✓ Absolute

耦合之后可以看到 Axis2 变成了从轴, Setpoint 变为红色, 代表此时 Axis2 不能单独进行控制, Axis2 只能跟随 Axis1 进行凸轮关系的运动。

📕 Demo - TwinCAT System Manager		_ 🗆 🗵
<u>F</u> ile <u>E</u> dit <u>Actions</u> <u>V</u> iew <u>Options</u> <u>H</u> el	p	
] 🗅 🖆 🚔 🔚 🎒 💽 🕺 🔭 💼 💼	ै। 🛤 👌 🔜 📾 🗸 🌋 🧟 🧙 🎨 🌂 🎯 🗣 🖹 🔍 🖓 🤣 🥙 🎯	Ŷ
■ SYSTEM - Configuration NC - Configuration	General Settings Earameter Dynamics Online Eurctions Coupling Compensation	
⊫ NC-Task 1 SAF PO-Task 1 SVB 	0.0000	
Tables	Master/Slave Coppling	
Slave 1	Coupling Mode: Cam Profile (Vniv V Lecouple	
+ Axis 1	Master Scaling: 1 Dhange Factor	

当Axis1作单向均速运动时,Axis2运动了一段时间,即停止不动了。

这是由于Master属性为Linear而不是Rotation。为了修改该属性,应先Decouple。

# 5. system manager中修改凸轮表:

修改Master属性,将linear修改为Rotation,然后点击Download。

🛒 Demo - TwinCAT System Manager		. O ×
File Edit Actions View Options Hel	p	
] 🗅 🚅 📽 🔜 🌆 🗛   🕹 🛍 🛍	5 (m ð) 🔜 📾 🗸 🏄 👧 👧 🎨 🌂 🛞 🗣 🖹 🔍 🞜 🚳 🎗 🔊 🧶 🕲	2
STSTEM - Configuration     STSTEM - Configuration     WC-Task 1 SAF     WC-Task 1 SAF     WC-Task 1 SAF     Tables     Tables     Tables     Axis 1     Axis 1     Axis 2     PLC - Configuration	Image: State 1     State 2       1     1       Nume:     Haster 1       Assigned Axis:     (none)       Velocity       Imaximum:     360       Content     1/sec       Content     1/sec	f
Can - Configuration I/O - Configuration I/O Devices II Mappings	Rounding 0.001 Export Download 3	

回到 Axis 的 Coupling 页面。重新 Couple:

Lile Ldit Actions Yier Options			E Q & 66 % 0° @ 3 8
<ul> <li>W - Configuration</li> <li>W C-Task 1 SAF</li> <li>W C-Task 1 SVB</li> <li>W C-Task 1 SVB</li> <li>W C-Task 1 - Inage</li> <li>Tables</li> </ul>	Batter/Slave Copoline	96.0100	Setpoint a)
Ares Ares	Haster Anis: Coupling Hode: Haster Scaling: Slave Scaling: Can Operation Hode: Farameter 4	Aris 1 Cun Profile Whive 1 1 0 0	Couple Recouple Damps Factor Stop
all supings	Table Id: Interpolation Type: Slave Offset: Master Offset:	E Lineur T O O	17 Absolute 17 Absolute

当 Axis1 作单向均速运动时,从轴也跟随运动,且周而复始,不再停止。

### 6.Plc Control编程实现电子凸轮功能

从PLC程序控制凸轮运动,需要调用TcMc2\_Caming.lib,此库文件包含以下功能:(注:此库文件需要安装supplement才可获得)

序号	步骤	功能块	说明
1	准备凸轮点数据	Fixed Table (描点型凸轮):	如果在 tsm 文件中用 Cam
		主从轴坐标,LReal 型。	Design Tool 编辑,则不用
		Motion Function(关键点式凸轮):	在 PLC 程序中创建和装载
		*MC_MotionFunctionPoint	凸轮表
		型	
2	准备凸轮数据结	MC_CAM_REF 赋值	Cam Design Tool 是基于
	构体		TwinCAT 软件的一个
3	把 MC_CAM_REF	MC_CamTableSelect	Supplement,需要购买授
	装载到指定		权并安装。其使用方法见
	TableID 的凸轮		第3章。
4	凸轮耦合	MC_CamIn(单表耦合)	
		MC_CamIn_V2(多表耦合)	
5	主轴运动		
6	修改关键点	MC_ReadMotionFunctionPoint	(可选)
		MC_WriteMotionFunctionPoint	
7	修改周期、相位、	MC_CamScaling	(可选)
	偏移和幅值	MC_CamScaling_V2	
6	凸轮解耦	MC_CamOut	
7	从轴停止	MC_Stop	

新建一个 PLC Control 的项目,选择 pc or cx(x86),编程语言选择 ST 语言,之后点击左边对 象管理器中的 Resource 选项卡,双击 Library manager,右键 Standard.lib 下空白的地方,选 择 Additional Library,添加 TCMC2\_CAMMING.LIB 的库文件。



在 MAIN 的变量窗口中定义如变量以及功能块, axis\_ref,mc\_power,mc\_jog 在前面的内容中已经介绍,这里不再介绍了, MC\_camin\_v2 与 mc\_camout 是凸轮的耦合以及解耦的功能块。

0001         PROGRAM MAIN           0002         VAR           0003         axis1,axis2:axis_ref;           0004         power1,power2:MC_Power;           0005         jog1:MC_Jog;           0006         power_do:BOOL;           0007         jog_forward:BOOL;           0008         camin:mc_camin_v2;           0009         camout:mc_camout;           0010         camout_do:BOOL;           0011         camout_do:BOOL;           0012         END_VAR		
0002         VAR           0003         axis1,axis2:axis_ref;           0004         power1,power2:MC_Power;           0005         jog1:MC_Jog;           0006         power_do:BOOL;           0007         jog_forward:BOOL;           0008         camin:mc_camin_v2;           0009         camout:mc camout;           0010         camin_do:BOOL;           0011         camout_do:BOOL;           0012         END_VAR	0001	PROGRAM MAIN
0003         axis1,axis2:axis_ref;           0004         power1,power2:MC_Power;           0005         jog1:MC_Jog;           0006         power_do:BOOL;           0007         jog_forward:BOOL;           0008         camin:mc_camin_v2;           0009         camin_do:BOOL;           0010         camin_do:BOOL;           0011         camout_mc_amout;           0012         END_VAR	0002	VAR
0004         power1,power2:MC_Power;           0005         jog1:MC_Jog;           0006         power_do:BOOL;           0007         jog_forward:BOOL;           0008         camin:mc_camin_v2;           0009         camout:mc_camout;           0010         camin_do:BOOL;           0011         camout_do:BOOL;           0012         END_VAR	0003	axis1,axis2:axis_ref;
0005         jog1:MC_Jog;           0006         power_do:BOOL;           0007         jog_forward:BOOL;           0008         camin:mc_camin_v2;           0009         camout:mc camout;           0010         camin_do:BOOL;           0011         camout_do:BOOL;           0012         END_VAR	0004	power1,power2:MC_Power;
0006         power_do:BOOL;           0007         jog_forward:BOOL;           0008         camin:mc_camin_v2;           0009         camout:mc_camout;           0010         camin_do:BOOL;           0011         camout_do:BOOL;           0012         END_VAR	0005	jog1:MC_Jog;
0007         jog_forward:BOOL;           0008         camin:mc_camin_v2;           0009         camout:mc_camout;           0010         camin_do:BOOL;           0011         camout_do:BOOL;           0012         END_VAR	0006	power_do:BOOL;
0008         camin:mc_camin_v2;           0009         camout:mc_camout;           0010         camin_do:BOOL;           0011         camout_do:BOOL;           0012         END_VAR	0007	jog_forward:BOOL;
0009         camout:mc camout;           0010         camin_do:BOOL;           0011         camout_do:BOOL;           0012         END_VAR	0008	camin:mc_camin_v2;
0010 camin_do:BOOL; 0011 camout_do:BOOL; 0012 END_VAR	0009	camout:mc_camout;
0011 camout_do:BOOL; 0012 END_VAR	0010	camin_do:BOOL;
0012 END_VAR	0011	camout_do:BOOL;
	0012	END_VAR

在程序编写窗口中调用 mc\_camin\_v2 的功能块,并将功能块的参数填写完整

0041	ca <u>min(</u>
0042	Execute:=camin_do,
0043	ActivationMode:= ,
0044	ActivationPosition:= ,
0045	CamTableID:=1 ,
0046	Scaling:= ,
0047	Options:=
0048	Master:=axis1,
0049	Slave:=axis2,
0050	InSync=> ,
0051	Busy=> ,
0052	Active=> ,
0053	CommandAborted=> ,
0054	Error=> ,
0055	ErrorID=> );

在程序编写窗口中调用 mc\_camout 的功能块,并将功能块的参数填写完整。

0056	can	nout(
0057		Execute:=camout do,
0058		Options:= ,
0059		Slave:=axis2,
0060		Done=> ,
0061		Busy=> ,
0062		Error=> ,
0063		ErrorID=> );

新建一个 HMI, 里面新建两个矩形框来显示轴的位置, 另外添加 4 个按钮分别对轴进行使能, 点动, 耦合以及解耦, 使能和点动按钮选择 toggle variable (交替按钮), 耦合和解耦选择 tap variable (瞬时按钮)。

Power	Camln	Axis1:%.2f
Jog	CamOut	Axis2:%.2f

程序编写完成之后先保存再编译,然后在 system manager 软件中调用 TPY 文件,并且做好 变量链接,之后激活配置。

	-Task 1-Image		Variable Flags Online	
	Master 1		Name: MAIN. axis1. NcToPlc	
🖨 🚔 Ax	es		Type: NCTOPLC_AXIS_REF	
÷	Axis 1	A	Attach Variable MAIN.axis1.NcToPlc (Input)	×
	Axis 2		Cham Mariabla	
🖶 🌉 PLC - Cor	nfiguration		NC - Configuration     Snow Variables	
E K MC2_	L_28		Axes Olised and unus	sed
	2_1_28-Image		Exclude disable	ed
😑 📑 Sta	indard		Axis 1_ToPic > QB 0.0, NCAXLESTRUCT_TOPLC4 [128.0] VExclude other	Devices
🛉 👘 対	Inputs		Exclude same	Image
ė-	😂 MAIN.		Show Tooltips	
			Show Variable Typ	sec
	⊕ NcToPlc		Matching Type	•
	⊞ 😂 axis2.		Matching Size	
· ··· \$	Outputs		All Types	
Server (Port)	Timestamp	Messa		
TCNC (500)	2015/2/15 10:16:49 445	'Axis 1'	Utsets	
TCNC (500)	2015/2/15 10:16:49 445	UASv (	Continuous	
TCNC (500)	2015/2/15 10:16:49 445	'Axis 1		
TCPLC.PlcA	2015/2/15 10:16:46 110	PLC Do	Variable Name	
TCPLC.PlcA	2015/2/15 10:16:46 110	PLC Do	Hand over	
1 TwinCAT Sy	2015/2/15 9:57:49 457	Startin	Take over	
1 TwinCAT Sy	2015/2/15 9:57:49 452	Starting	< III ► Cancel	OK
TwinCAT Sv	2015/2/15 9:57:49 393	Startin		

回到 PLC Control 软件中,将程序 login (先确认 choose runtime 选择的目标是否正确),之后 run 程序,先按下 power 按钮对轴进行使能,按下 CamIn 对主从轴进行耦合,然后按下 Jog 即可看到 Axis1 和 Axis2 以凸轮表中绘制的位置关系来移动。



学员提问: 主从轴处于耦合状态并移动的时候是否可以解耦?

讲师解答:不建议,运动的时候解耦,从轴会随着解耦时刻的速度一直移动,需要单独的 停止命令来让从轴停止。

# 电子凸轮功能可以参照 U 盘中提供的例子 培训用 U 盘\运动控制培训\凸轮飞锯

# 7. 在PLC程序中生成凸轮表

在PLC中生成凸轮表,可以从文件中装载数据,也可以在PLC中运算生成数据,然后通过 MC\_CamTableSelect功能块来生成凸轮表。

从文件装载凸轮表的过程包括:把文件读入指定格式的结构(MC\_CAM\_REF),然后把该结构定义的数据装载到 NC。如图:



上图中定义了位置表文件的路径和名称,注意,Filename 变量不接受中文字符。这里的路径,指文件在 PLC 控制器上的位置(注:如果是 txt 或者 csv 文件,那么 IsASCIIfile:=true,filename:=选择对应的凸轮数据文件)



上图中的功能块 TableLoad 并不包含在标准的 Beckhoff 所提供的 Lib 文件中,是例子程序中 自带的一个功能块。

0007	□CamTable
8000	pArray = 4050841790
0009	.nArraySize = 720016
0010	
0011	nNoOfRows = 45000
0012	.nNoOfCols = 2

上图的 CamTable 即为 MC\_CAM\_REF 类型的一个结构体,当 TableLoad 功能块从文件中将凸 轮数据装载出来之后会自动将 MC\_CAM\_REF 结构体填写好,pArray 是存放凸轮数据对应数 组的地址,nArraySize 是数组的容量,nTableType 是凸轮表的类型(主轴位置间不等距), nNoOfRows 是数组中列的数量,nNoOfCols 是数组中行的数量。 如果需要从文件中导入凸轮表数据,可以参照 U 盘中提供的例子。

培训用 U 盘\运动控制培训\凸轮飞锯\电子凸轮\_TableLoad

在 PLC 中运算生成凸轮表数据,就不需要 TableLoad 这个功能块,只要在程序中对 CamTable 中的位置数组进行赋值即可。如图所示:

KinCAT PLC Control - CalculateCAM	pro - [act_Calc (ST) - Main (PRG-ST)]
🧏 File Edit Project Insert Extras	Online Window Help
≧≃∎ #®≁#≞≞₽∰	
POUs P I Main (PRG) CarligTable Motion	0001         0002         0003         0004         0005         0005         0005         0006         0005         0005         0005         0005         0006         0007         0008         CamTable.nNoOfCols:=2;         0006         CamTable.nNoOfRows:=501;         0007         0008         CamTable.nTableType:=11;         0008         CamTable.pArray:=ADR(Table);         0009         0010         (*=1%\Hightschartscha
📄 PO 🍡 Dat 河 Visu 🛺 Res	Loading library 'C:\TWINCAT\PLC\LIB\TCNC.lib' Loading library 'C:\TWINCAT\PLC\LIB\TCNCCamming.lib' Loading library 'C:\TWINCAT\PLC\LIB\TcSystem.lib'
	Target: Local (192.168.2.30.1.1), Run Time: 1 TwinCAT Config Mode Lin.: 1, Col: 1 ONLINE

# 八. 通用飞锯

本章目标: 通过本章节的学习,学员将了解: ☑ 通用飞锯可以实现的功能 ☑ 通用飞锯所需要安装的Supplement ☑ 通过功能块实现通用飞锯的调试

本节描述的Universal Fly Saw功能适用于TwinCAT V2.9 Build 248及以上版本。为区别于 "传统飞锯",称之为"通用飞锯"。新项目推荐使用"通用飞锯"的功能。

飞锯是指从轴可以同步到正在运动的主轴,并与主轴同步运行以完成一个加工周期。 这种同步到主轴的运动,意味着工件可以在传输的过程中进行加工。启动飞锯后,从轴在 静止或者运动状态均可耦合到运动的主轴上。从轴追上主轴(例如传输物料的运动轴), 和物料保持速度同步,并持续一段时间,以便对物料进行加工。加工完成后,同步运行阶 段结束,飞锯从轴反向运动,回到起始点,准备下一个周期。

传统飞锯与通用飞锯的一个重要区别在于从轴切入同步运行要求的初始化条件。与传 统飞锯不同,通用飞锯即使从轴不在停止状态也可以切入同步运行。此外还计算"改进的位 置曲线",用户可以通过更宽松的约束条件来调整该曲线。

通用飞锯有两种同步方法:速度同步和位置同步。速度同步时,从轴按耦合系数 coupling factor尽快同步到主轴,因此主从轴的耦合位置,就是各个参数设定值允许的前提 下最快达到同步的位置。位置同步时,用户通过参数设定主从轴的同步位置,主从轴将在 最新指定的位置同步运行。

这两种同步方式都要求定义同步阶段的约束条件,即同步模式 SyncMode,以便根据工艺需求调整同步动作。

#### 1. 通过程序来调试飞锯功能

在原先凸轮程序的基础上添加一个 TcMC2\_FlyingSaw.lib 的库文件。(注:此库文件需要安装 supplement 才可获得)

19月1日 1月1日 1月1日 1月1日 1月1日 1月1日 1月1日 1月1日	<b>×</b>
查找范围 (I): 🔒 Lib 💽 🔶 🖆	<b>.</b>
TcRemoteSync_MC2.lib	
TcSMI.lb6	
TcSMI.lbx	
🗷 TcSMI.lib	_
TcSmtpBC.lb6	
🗷 TcSnmp.lib	-
文件名 (M): TcMC2_FlyingSaw.lib 打	J开(0)
文件类型(T): TwinCAT PLC Control Library (*.1ib) 💌	取消
Library directory: C:\TWINCAT\PLC\LIB\	-

在主程序中添加如下功能块以及变量,MC\_GearInPos 是位置同步的飞锯功能块,MC\_GearInVelo 是速度同步的飞锯功能块,MC\_GearOut 是解耦的功能块。

0008	camin:mc_camin_v2;
0009	camout:mc_camout;
0010	camin_do:BOOL;
0011	_camout_do:BOOL;
0012	gearin_pos:MC_GearInPos;
0013	gearin_velo:MC_GearInVelo;
0014	gearout:MC_GearOut;
0015	gearin_pos_do: BOOL;
0016	gearin_velo_do: BOOL;
0017	gearout_do: BOOL;
0018	END_VAR

在程序编写窗口中调用 mc\_gearinpos 功能块用于位置同步耦合,将功能块的参数填写完整。

0064	gearin_pos(
0065	Execute:=gearin_pos_do ,
0066	RatioNumerator:= 1,
0067	RatioDenominator:=1 ,
0068	MasterSyncPosition:=1000,
0069	SlaveSyncPosition:=1000,
0070	SyncMode:= ,
0071	MasterStartDistance:= ,
0072	Velocity:= ,
0073	Acceleration:=,
0074	Deceleration:= ,
0075	Jerk:= ,
0076	BufferMode:= ,
0077	Options:= ,
0078	Master:= axis1,
0079	Slave:= axis2,
0080	StartSync=> ,
0081	InSync=> ,
0082	Busy=> ,
0083	Active=> ,
0084	CommandAborted=> ,
0085	Error=> ,
0086	ErrorID=> );

功能块参数的说明可以参照 information system 的文档,下图为功能块参数的截图,有些参数有默认值,可以不设置。

Execute	The command is executed with a rising edge at input <i>Execute</i> .
RatioNumerator	Gear ratio numerator. Alternatively, the gear ratio can be specified in the enumerator as a floating comma value, if the denominator is 1.
RatioDenominator	Gear ratio denominator
MasterSyncPosition	The master's synchronous position
Slave SyncPosition	The slave's synchronous position
SyncMode	In the data structure <u>SyncMode</u> boundary conditions for the synchronisation process are specified via individual flags.
MasterStartDistance	Currently not implemented
Velocity	Maximum slave velocity in the synchronisation phase. If a velocity is not specified, the maximum velocity of the axis from the system manager data is used. Warning: The velocity given here is only checked if this checking is activated through the <u>SyncMode</u> variable.
Acceleration	Maximum slave acceleration in the synchronisation phase. If an acceleration is not specified, the maximum acceleration of the axis from the system manager data is used. Warning: The acceleration given here is only checked if this checking is activated through the <u>SyncMode</u> variable.
Deceleration	Maximum slave deceleration in the synchronisation phase. If a deceleration is not specified, the maximum deceleration of the axis from the system manager data is used. Warning: The deceleration given here is only checked if this checking is activated through the <u>SyncMode</u> variable.
Jerk	Maximum slave jerk in the synchronisation phase. If a jerk is not specified, the maximum jerk of the axis from the system manager data is used. Warning: The jerk given here is only checked if this checking is activated through the <u>SyncMode</u> variable.
BufferMode	Currently not implemented
Options	Currently not implemented

再在程序中调用 mc\_gearinvelo 功能块用于速度同步耦合,将功能块的参数填写完整。

0087	ge <u>arin velo(</u>
0088	Execute:=gearin_velo_do ,
0089	RatioNumerator:=1 ,
0090	RatioDenominator:=1,
0091	SyncMode:= ,
0092	Velocity:= ,
0093	Acceleration:= ,
0094	Deceleration:= ,
0095	Jerk:= ,
0096	BufferMode:= ,
0097	Options:= ,
0098	Master:= axis1,
0099	Slave:= axis2,
0100	StartSync=> ,
0101	InSync=> ,
0102	Busy=> ,
0103	Active=> ,
0104	CommandAborted=> ,
0105	Error=> ,
0106	ErrorID=> );

最后在程序编写窗口中调用 mc\_gearout 功能块用于解耦,将功能块的参数填写完整。

0107	gearout(
0108	Execute:=gearout_do ,
0109	Options:= ,
0110	Slave:= axis2,
0111	Done=> ,
0112	Busy=> ,
0113	Error=> ,
0114	ErrorID=> );
A 4 4 E	

HMI 中添加相应的一些控件,两个矩形框用来显示轴的速度,三个按钮用来对轴进行位置 同步耦合,速度同步耦合以及解耦。

· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	Power	CamIn	Gearln_Pos	Axis1:%.2f	Axis1:%.2f	
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	Jog	CamOut	Gearin_Velo	Axis2:%.2f	Axis2:%.2f	
			GearOut		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	

将程序 login 之后,先按下 Power 对轴进行使能,然后按下 JOG 对轴进行点动,此时 Axis1 以 100mm/s 的速度移动,当 Axis1 移动了一段距离后,按下 GearIn\_Pos 按钮,可以看到 Axis2 以 183.48mm/s 的速度开始移动,此时 Axis2 相当于在追赶 Axis1。



在设定的 MasterSyncPosition: 1000, SlaveSyncPosition: 1000 这个位置,从轴赶上主轴并 实现速度同步,两个轴的速度都变为 100mm/s,上述方式为位置同步,指定一个主从轴位 置,在此位置实现速度同步。



按下 Jog 之后先让轴停下来,按下 Gearout 对轴进行解耦,然后通过 system manager 软件 对两个轴的位置进行复位。

接下来测试速度同步耦合功能,首先按下 Jog 对轴进行点动,Axis1 依然是以 100mm/s 的 速度移动,然后按下 GearIn\_Velo 执行速度同步耦合,可以看到 Axis2 从 0mm/s 开始加速。

Power	Camin	Gearln_Pos	Axis1:337.52	Axis1:100.00
Jog	CamOut	Gearln_Velo	Axis2:30.68	Axis2:38.83
		GearOut		

Axis2 会在最短的时间内加速到 100mm/s 与 Axis1 保持速度同步,这种方式为速度同步,不 需要指定一个具体的位置让主从轴保持速度同步,只是让从轴以最快的加速度速度追上主 轴。



通用飞锯功能可以参照 U 盘中提供的例子 培训用 U 盘\运动控制培训\凸轮飞锯

# 九. TwinCAT NC Fifo

本章目标: 通过本章节的学习,学员将了解: ☑ 先入先出轴可以实现的功能 ☑ 先入先出轴对应的功能块 ☑ 先入先出轴的使用方法

### 1. 先入先出轴可以实现的功能

FIFO是First Input First Output的缩写。TwinCAT NC FIFO是TwinCAT NC中的一个堆栈区。 堆栈区中存放的是一个n维数组,数组中的值就是n个轴的位置序列。这些位置序列以先进 先出的方式,依次作为设定位置发送给各个NC轴。

与单轴的External set value generation功能相比,这个功能类似于外部位置发生器 (ExtSetpointGenerator),都是由用户自定义位置序列发送给NC轴作为设定位置,代替NC 本身的位置发生器。区别有两点,一是FIFO功能允许同时给最多16个轴发送位置而 ExtSetpointGenerator只能输出给一个轴;二是FIFO功能的位置序列允许自定义完成相邻两 行位置之间的时间间隔,实际上就是NC会在相邻两行之间以NC周期插值。比如第1个点位 置是0.0,第2个点位置是1.0,如果时间间隔为10ms,而NC周期为2ms,则NC会将10ms分为 5段,每2ms发送一个设定位置,依次为0.2,0.4,0.6,0.8,1.0,保证在第10ms的时候, 位置达到1.0。Fifo可使运动更加平稳。

如果FIFO组中的轴数可以自定义,默认值为1。TwinCAT NC FIFO类似描点式(Fixed Table)电子凸轮表,但是Fifo消耗资源少,灵活性较差,不支持关键点的方式,也不能在 线修改位置点。并且Fifo组内没有主从轴之分,不能根据主轴的速度变化调节从轴速度。 FIFO运动不能反转,从堆栈中完成的位置序列不再保留,如果要重复动作,只能重新装载 数据。

FIFO 堆栈区数据的大小可以自定义,默认值为 1000 行。堆栈数据的 input,是从 PLC 中经 功能块 FiFoWrite 写入的。而堆栈数据的 output,是从 PLC 中经功能块 FiFoStart 流出的。 写入数据一次可以写入多行,流出数据就只能按照定义好的时间间隔。比如间隔为 10ms,则 1 秒种流出 100 行数据。至于堆栈中还剩作多少行数据,可以从 FIFO 组内任意 NC 轴的 接口变量 NCTOPLC\_AXLESTRUCT 结构中找到 SafEntries,如图所示:

CAM.tsm - TwinCAT System Manager							
File Edit Actions View Options Help							
D 📽 📽 🖬 🍜 🗟   🎸 🖻 🖉 🚳 👘	. 6	• 🗸 💰 👧 🖇	🗞 😒 🖄 🎎	E 🔍 🖉 🐻	रे 🖉 🕲 😵		
	-	Variable Fla Name: Type: Group: Address: Linked to Comment:	rs Online SafEntries UDINT Outputs 28 (Dx1C)	Sire: User ID:	4.0		
Ready				Loc	al (192.168.2.30.1.1)	Config Mode	.4

TwinCAT NC 中允许创建多个 FIFO 组,每个组的 ID 号是唯一的。在 PLC 程序中 FIFO 组的操作,都是通过 ID 号识别的。

2. 配置 TwinCAT NC Fifo 组



Fifo Dimension(Axis count): Fifo组中的运动轴的数量。一个Fifo组最多可以控制16个轴,有的控制器一个Fifo组最多只能控制8个轴。

Fifo Length: Fifo位置表的Buffer容量。以图中所示为例,Base time为0.02s,Fifo Length为1000,则Buffer中的数据能维持运行20秒。缓存越小,则数据从PLC传送到NC Fifo就越频繁。Buffer越大,消耗计算机内存越多。

Fifo Override Type:通过Override,可以调节运动速度。Override的切换方式可以选择 阶跃型(Instantaneous override)或者平滑型(PT-2 override)。

P-T2 time for override changes: 当Fifo Override Type选择平滑型(PT-2 override)切换方式时,在此处设置切换时间。时间越长,切换越平滑。

Base Time of Fifo entries: 连续两个位置点之间的时间间隔,Base Time必须是NC周期的整数倍,NC会在连续两个位置点之间进行插补,并自动计算运动速度。 说明:

外部给定位置值列表,可以从文件中读取,也可以在 PLC 程序中在线生成。当 Fifo 表 驱动实际硬件时,由于速度不是在程序中指定,而是由文件中位置表决定,所以建议先在

虚轴上运行,观察各轴运行 Fifo 表的最大速度,然后确认伺服驱动器和电机确实能够支持 该速度。这一过程,又称为曲线校验。

### 3.Fifo 功能所对应的功能块

	FiFoGroupIntegrate		
	iChannelld iAxisld	bBusy bErr	
_	iGroupPosition	iErrld	
_	bExecute		
	tTimeout		

FiFoGroupIntegrate把一个独立的PTP轴集成到一个Fifo组中。变量iGroupPosition指定了它在 Fifo组中的序号。

接口变量

iChannelId: FIFO channel的ID号.

iAxisId: 轴的ID.

iGroupPosition:将轴集成到Fifo组后,它在该组中的序号,首序号为1). bExecute: 上升沿触发本功能块动作.

tTimeout: ADS timeout (约1 s).

bBusy: bExecute的上升沿bBusy置True, 完成后为False。

bErr: 指令执行过程中出错则置为True。.

bErrld: 错误代码(ADS 或NC错误代码).



FiFoWrite把指定数组中的数据,写到TwinCAT NC Fifo组的位置缓存表(Buffer)。

接口变量

iChannelId: FIFO channel的ID号.

AdrDataArray: 位置表数组的指针。该数组应该是一个二维数组。"列"表示轴的数量,"行" 表示每个轴的位置点数量。

iRowsToWrite: 写入行数. 必须小于等于位置表数组的行数。

bExecute: 上升沿触发本功能块动作.

tTimeout: ADS timeout (约1 s).

bBusy: bExecute的上升沿bBusy置True, 完成后为False。

bErr: 指令执行过程中出错则置为True。.

bErrld: 错误代码(ADS 或NC错误代码).

#### FiFoStart

FiFoStart		
 iChannelld	bBusy	
 bExecute tTimeout	iErrld	

FiFoStart启动Fifo组内各轴按照此前接收并存储在Buffer中的位置表运动。

接口变量

iChannelId: FIFO channel的ID号.

bExecute: 上升沿触发本功能块动作.

tTimeout: ADS timeout (约1 s).

bBusy: bExecute的上升沿bBusy置True, 完成后为False。

bErr: 指令执行过程中出错则置为True。.

bErrld: 错误代码(ADS 或NC错误代码



FiFoGroupDisintegrate将原先集成到Fifo组中的各轴释放为独立的PTP轴。

iChannelId: FIFO channel的ID号.

bExecute: 上升沿触发本功能块动作.

tTimeout: ADS timeout (约1 s).

bBusy: bExecute的上升沿bBusy置True, 完成后为False。

bErr: 指令执行过程中出错则置为True。.

bErrld: 错误代码(ADS 或NC错误代码).

注意: Fifo表的停止是通过将Override变为0,而不是通过功能块FifoStop。

# 4.FIFO功能配置例程

先入先出轴功能可以参照 U 盘中提供的例子 培训用U盘\运动控制培训\FIFO先入先出轴

● 程序调试

将U盘中提供的例子程序和配置文件打开,将配置激活,程序登录,这里选择Local做为目标设备,打开HMI界面后直接可以调试功能,首先按下Power按钮对轴进行使能,然后按下Intergrate将轴分别加入Fifo功能通道,然后按下Set\_override设置Fifo通道的速度比,WriteFIFO将位置数据写入FIFO通道,最后按下StartFIFO开启先入先出轴的功能,可以看到Axis1,Axis2,Axis3分别走到30,60,90位置。

Axis1:30.00	Power	Set_override	StartFIFO
Axis2:60.00	Integrate	WriteFIFO	
Axis3:90.00			

● 程序以及配置分析

首先查看FIFO通道中的设置,此窗口中设置轴个数,缓存长度,Override切换方式以及FIFO 基本事件,这里设置缓存位置为30,base time 为1s,那么30个缓存的数据一共可以控制 FIFO通道运行30s。

Parameter	Value	Туре	Unit
FIFO-Dimension (axis count)	3	D	
FIFO length (entry count)	30	D	
Fifo override type [1: instantaneous, 2: P-T2]	2	D	
P-T2 time for fifo override changes	1.0	F	s
Base time of FIFO entries	1.0	F	s

此功能块的作用是将三根NC轴添加到同一个FIFO通道

0039	FIFO_integrate(	
0040	iChannelld:= 2,	
0041	iAxisId:=1,	
0042	iGroupPosition:=1,	
0043	bExecute:=integrate_do ,	integrate_do = <mark>TRUE</mark>
0044	tTimeout:= ,	
0045	bBusy=> ,	
0046	bErr=> ,	
0047	iErrld=> );	
FIFO_	Setoverride 设置 FIFO 通道的速度比为	100%

0066	FIFO_Setoverride(	
0067	iChannelld:=2,	
0068	iOverride:=1000000 ,	
0069	bExecute:=setoverride_do ,	setoverride = FA
0070	tTimeout:= ,	
0071	bBusy=> ,	
0072	bErr=> ,	
0073	iErrId=> );	

通过 PLC 程序计算出 FIFO 通道所需要的位置数据,赋值到 Pos\_arr 这个两维数组中,位置数据也可以存在 CSV 或者 TXT 文件中,通过功能块进行读取,也可以通过上位机通信写入。

0075 IF r_trig1.Q =TRUE THEN	r_trig1.Q = FALSE	
0076 FOR n:=1 TO 30 BY 1 DO	n = 31	n = 31
0077 Pos_arr[n,1]:=pos_inc+1;	Pos_arr[n,1] = ???	n = 31
0078 Pos_arr[n,2]:=Pos_arr[n,1]*2;	Pos_arr[n,2] = ???	n = 31
0079 Pos_arr[n,3]:=pos_arr[n,1]*3;	Pos_arr[n,3] = ???	n = 31
0080 pos_inc:=pos_inc+1;	POS_INC = 30	
0081 END_FOR	n = 31	

POS\_INC = 30 Pos\_arr[n,1] = ??? Pos\_arr[n,1] = ???

FIFO\_WRITE 将准备好的位置数据写入到 FIFO 通道的缓存中

0083	FIFO_write(	
0084	iChannelld:=2,	
0085	AdrDataArray:=ADR(pos_arr),	
0086	iColDim:=3,	
0087	iRowsToWrite:=30,	
0088	bExecute:= write_do,	write_do = FALSE
0089	tTimeout:= ,	
0090	bBusy=> ,	
0091	bErr=> ,	
0092	iErrld=> );	

最终触发 FIF0\_START 功能块即可让 FIF0 通道开始工作。

0093	FIFO_START(	
0094	iChannelld:=2,	
0095	bExecute:=start_do,	start_do = FALSE
0096	tTimeout:= ,	
0097	bBusy=> ,	
0098	bErr=> ,	
0099	iErrId=> );	
0.400		I

学员提问:如何通过读文件的方式将位置数据读取到FIFO通道中? 讲师解答:建议使用 FB\_XmlSrvRead 功能块进行读取,位置数据都写在一个 xml 文件中, 触发 FB\_XmlSrvRead 功能块就可以读取位置数据,也可以通过 FB\_FileOpen, FB\_FileRead, FB\_FileClose 对 csv 或者 txt 文件进行读取。

67

# 十. 完整配置 AX5000 和电机

本章目标: 通过本章节的学习,学员将了解: ☑ 如何设置AX5000的供电范围以及制动电阻 ☑ 如何设置AX5000的工作模式 ☑ 如何设置AX5000的PID参数 ☑ 如何设置AX5000的启动参数

☑ 如何通过PLC读写驱动器的内部参数

#### 1. 电源设置



通常实际接入的电源电压等级,在扫描驱动器的时候系统会自动设置。 需要注意的是:

 电压波动范围的设置。默认的波动范围是+-10%,供电电压超过这个范围就会报错。 但是根据国内的电网质量,设置为+-20%较为合适。

2, 制动电阻的设置。默认是启用AX5000内置的制动电阻。如果需要启用外部制动电阻,则需要在上图中选择"0x0001:External Brake Resistor"。然后点击按钮RB. EXT,进入制动电阻参数设置页面:

	External brake resistor parameter (P-0-0	1208) and (P-0-0212).		X
	Please select a brake resistor type from the list.		•	Download
	Beckhoff AX2090-BW50-1600 (470hm, 1600Watt) 		Ohm	ОК
			s w	Lancel
	Krah-Rwi VHPR150 (500hm, 150Watt) Othere			
	Maximum peak energy by 40% duty cycle	26400	U	
	Maximum peak energy by 20% duty cycle	23400	J	
	Maximum peak energy by 10% duty cycle	21000	1	
1	Maximum peak energy by 1% duty cycle	9000	1	
•	Maximum peak energy by 0.1% duty cycle	5400	J	
1	reserved			
	Warning level: Actual cont, power external brake resistor	270	W	

学员提问: 是否可以使用第三方的制动电阻?

讲师解答:如果是倍福原厂电阻,直接选择型号即可。如果是国产电阻,则可以选择一个 电阻和功率接近的原厂电阻,在此基础上再修改参数。

● 修改其它参数

AX5000的总线接口协议为SercosOver EtherCAT。其内部参数是按照Sercos协议中规定的P参数、S参数来组织的。在AX5000的Configuration页面,确认顶部的红色框中两个按钮按下。分设设置Channel A和Channel B的参数。



可以展开左边的树形结构,选择目标项,进入图形化的设置界面。也可以双击上图中红线 框内的 "Parameter List",进入纯参数的设置界面。

在这里不仅可以设置和查看参数,还可以手动松开或者合上抱闸(Manual Operation),或 者手动发出校准磁偏角或者硬件复位的命令(Drive Command),以及查看历史报警信息 (Error History)。当然,所有这些操作都可以通过 PLC 程序实现。

● 在Startup List中确认修改项

点击下图的按钮,进入 Startup 确认页面

General EtherCAT	DC Proce	ss Data   Startup	SoE - Online	Online	Configuration
Linked NC/CNC axes:	<u>0</u>	hannelB<=	⊳No: Axis 2		
\$ \$ TE = •	$\vdash \rightarrow A_{B} \mid \blacksquare$	🗣 🖹 💱	? Change	Phase 🔻	]

LDN		Tra	Order	Name		SetValue	Unit	A
±- S	S-0-0016	PS	001	Configuration list of AT				
S	S-0-0091	PS	077	Bipolar velocity limit value		135987831	inc/(1	
S	P-0-0093	PS	076	Configured channel current		1.580	A	Transition
S	P-0-0092	PS	075	Configured channel peak current		3.160	A	En /Disabl
S	P-0-0054	PS	052	Configured drive type	/	AX5203-0000-####		En-7 Disabi
S	P-0-0053	PS	053	Configured motor type	/	AM3021-0C41-0000	1	Move
S	S-0-0107	PS	072	Current control loop integral action time 1	(	0.5	ms	
± S	P-0-0451	PS	079	Current controller settings				Add
S	P-0-0002	PS	078	Current ctrl cycle time	(	62	us	Delete
S	S-0-0106	PS	071	Current loop proportional gain 1	1	58.0	V/A	
- S	S-0-0207	PS	091	Drive off delay time		36	me	Clean up
S	S-0-0206	PS	090	Drive on delay time	4	40	ms	
÷ S	P-0-0066	PS	061	Electric motor model			Ĩ	Export Lis
S	P-0-0057	PS	060	Electrical commutation offset	1	270.00	deg	Impart List
S	P-0-0153	PS	085	Feedback 1 gear denominator		1		Import Lis
- S	P-0-0152	PS	084	Feedback 1 gear numerator		1	Ĩ	Compare
i S	P-0-0154	PS	093	Feedback 1 reference signal				
± S	P-0-0150	PS	083	Feedback 1 type				OK
± S	S-0-0024	PS	004	Configuration list of MDT			Ĩ.	
<u> </u>	P-0-0203	PS	012	Main voltage negative tolerance range	1	20.0	3. III	Cancel

在这个窗体设置的参数,直接点击OK,激活配置就生效了。此后每次TwinCAT启动时这些 参数就会写入驱动器。

如果是在其它界面做的参数修改,在这个窗体的下半部就会显示修改项,点击

"Accept",就会自动把修改项添加到上半部的Startup List列表中。也是激活配置才生效。 此外,这个窗体上还有伺服通道参数的导入(Import List)、导出(Export List)和比较 (Compare)功能。调试过程中,要尝试不同参数(比如三环 PID 参数等)的组合,就可

以灵活使用这3个按钮。

#### 2. AX5000的工作模式OP Mode

#### ● 模式描述

AX5000可以工作在位置模式、速度模式和转矩模式。

通常情况下,AX5000工作在位置模式,此时TwinCAT NC只负责路径规划,并在每个NC周期 发送目标位置给AX5000。

如果AX5000工作在速度模式,那么TwinCAT NC不仅要做路径规划,还要完成位置环的PID控制。每个NC周期把PID的输出转换成目标速度发给AX5000。

如果AX5000工作在转矩模式,TwinCAT NC就不能控制AX5000的速度或者位置了,而由PLC 程序控制AX5000的转矩,TwinCAT NC就只有读取位置反馈信号并换算成位置和速度。

GYSTEM - Configuration     MC - Configuration     PLC - Configuration     PLC - Configuration	General EtherCAT	DC Process	: Data   Startup therCAT Drive (5	SoE - Online Online	Configuration	
Second Strategy St	Product/Revision:	Ax5203-0000-0	005			
B 1/O Devices	Auto Inc Adór:	FFF9	_			
Device 2 (EtherCAT)	EtherCAT Addr.	] 1008 😄		Advanced Settin	QS	
Adva	Advanced Settings	SoE				
<ul> <li>Term 1 (CX1100-000-</li> <li>Axis 8 (A):5203-0000-</li> </ul>	Maibox	Channel	A	🖌 Telegiani Type:	Configurable Telegram	~
AT 1	SOE			Operation Mode:	Position 1 without Lag	~
I VIAT 2	ESC Access			Drive Follows	Velocity Position 1	

用这种方式修改OP Mode, Process Data会自动更新并链接到相应的NC轴。比如设置为位置 模式,AX5000从NC轴接收的变量就是控制字和目标位置(S-0-0047),而送往NC轴的变量 就包含了跟随误差(S-0-0189)。如果是速度模式,就不包含跟随误差,同时接收的变量 也不是目标位置而是目标速度(S-0-0036)。如果选择了转矩模式,AX5000接收的变量就 是控制字和目标转矩(S-0-0080)。

● 设置AX5000的第二操作模式:

General EtherCAT DC Process Data Startup SoE - Dnls	ine Online Configuration		_
Linked NC/CNC exer: Channel/<->Nc: Axis 1 $\checkmark$ $\checkmark$ Upload $\boxed{\mathbb{E}}$ $\longleftrightarrow$ $\rightarrow$ $_{2}$ $\clubsuit$ $\boxed{\mathbb{Q}}$ $\overset{\mathbb{Q}}{\mathbb{E}}$ $\boxed{\mathbb{Q}}$	ChannelB<->Nc: Axis 2 ? -Change Phase -		
Tree     X     Channel A>>Pa       Image: Parameter     Image: Parameter     Image: Parameter       Image: Parameter     Image: Parameter     Imag	rameter>>Process Data/Operation Mode e: TINC^NC-Taek 1 SAF^Axee^Axis 1 operation modes:	Charge link	•
Controller Overview     U/f Control     Motor and Feedback     Scalings and NC Parameters     Process Data/Operation Mode	Name Act Value Primary operation mode [11:pos.ctrl feedback 1]	Set Value Add ag less 11: torque control Remove	
Parameter List     Please seler     Please seler     S-00033     Please seler     S-00033	ct an Operation mode.	tors for ProcessData         ↓           J5: Drive status word         ↓           v <= v.0	× ÷
Channel A Drive Ready (0x0000D001 R D001: Pro	Configurated operation modes:	24.43	,
	IDN Name S-0-0032 Primary operation mode 11: S-0-0033 Secondary operation m 0: m	Act Value Set Value pos ctrl feedback 1 lag less 1: torque control o mode of operation 3: pos ctrl feedback 1	
第二操作模式可以由控制字Controlword的Bit 8、9来选择,如下图所示。 S-0-0134, Master control word



注意:

1, 通常AX5000需要模式切换时,是在力矩模式和速度模式之间切换。

2, 控制字不再是直接由NC轴出到AX5000,而是NC输出给PLC变量,PLC变量转换后再输出给AX5000。

**3**, 使能状态下从速度模式切换到力矩模式,目标力矩足以克服静摩擦后电机就会加速度 转动。令目标力矩为**0**,电机停止。切回速度模式之前,应断开使能,模式切换成功后,再 上使能。否则,电机会飞车,以最大速度返回到上次模式切换时的位置。

#### 3.读写 SOE 参数

以 TcMc2Drive.lib 为例。

				FB_	SoEWrite	
	FB_	SoERead	-	NetId	Busy	
+	NetId	Busy		Idn	Error	
+	Idn	Error		Element	AdsErrId	
+	Element	AdsErrId		pSrcBuf	SercosErrId	
+	pDstBuf	SercosErrId		BufLen		
+	BufLen	Attribute		Execute		
+	Execute		_	Timeout		
+	Timeout		-	Password		
+	Axis⊳			Axis⊳		

FB\_SoERead 和FB\_SoEWrite分别用于读SOE参数和写SOE参数。

输入变量:

NetId: 控制器的NetID,通常PLC程序都是操作本机控制的驱动器参数,留空,用默认值。 Idn: 参数号; "S\_0\_IDN + 33"表示S-0-0033, "P\_0\_IDN + 150"表示P-0-0150。 Element: 读取该参数的哪个属性,通常是读取参数值,此处输入16#40。 pDstBuf:读回的值放到哪个地址,填ADR(DataIn),读回的值就赋给变量"DataIn"。 pSrcBuf:用哪个地址的值来写,填ADR(DataOut),把变量"DataOut"的值写入驱动器。 BufLen:变量长度。填写SizeOf(变量名)。 Execute: 上升沿触发读写操作。 Axis:AXIS\_REF,要操作的驱动器所链接的PLC轴变量。

输出变量:

AdsErrld: 如果执行FB时发生错误,在此查看ADS错误代码。

SercosErrld: 如果执行FB时发生错误,在此查看Sercos错误代码。

TcMc2Drive.lib还提供一些读取常用参数的FB,它们都可以用FB\_SoERead代替,方便之处在于不用查参数号。比如:

FB\_SoEReadAmplifierTemperature,读驱动器温度,

FB\_SoEReadMotorTemperature,读电机温度,

FB\_SoEReadDcBusCurrent 和 FB\_SoEReadDcBusVoltage 分别读取直流母线电流和电压。

# 4.从 PLC 程序控制 AX5000 执行硬件命令

在 Drive Manager 中执行的命令,比如驱动器重启、强制打开抱闸、校正磁偏角等动作,都可以通过 PLC 程序中调用特定的功能块实现。以 TcMc2Drive.lib 为例:

	FB_Sol	EReset	
_	NetId	Busy	
_	Execute	Error	
_	Timeout	AdsErrId	
_	Axis⊳	SercosErrId	

用于驱动器复位。

	FB_SoEExecuteCommand					
-	NetId	Busy	_			
_	Idn	Error				
_	Execute	AdsErrId				
_	Timeout	SercosErrId				
_	Axis⊳					

用于执行驱动器命令。

NetID: 控制器的NetID,可以不填,表示操作本机所带的伺服驱动器。

**Idn**: 命令参数号,比如 "P\_0\_IDN + 160" 表示执行寻磁偏角的动作, "S\_0\_IDN + 99" 表示硬件复位动作。

FB\_SoEExecuteCommand 等效于下图中的操作:



从上图也可以查出特定动作对应的参数号。

## 5.AX5000 的 PID 参数调整(速度环)

设置AX5000的OP Mode操作模式

在下图,点击 Advanced Settings



在 Mailbox |Soe|Channel A 的 Operation 选项,如图:

Advanced Settings					
General     Behavior     Timeout Settings     FMMV / SM     Init Commands     General     SoE     SoE     Bistributed Clock     ESC Access	SoE Channel: A V Telegram Configurable Telegram V Operation Position 1 without Lag V V Drive Follows by Irive Status Word (Bit 3)				

在做速度环阶跃响应时,应将AX5000的操作模式(Operation)设为Velocity模式 在位置环调节时,应设置为Position 1 without Lag。

- 在Process Data中增加Torque feedback Value
- 鼠标右键,选择 Insert



选择 S-0-0084



成功添加后,过程变量如图所示:



● 在NC Configuration中Axes的, Axis1, Axis2右侧选项卡Parameter中 展开Monitoring关 闭Position Lag Monitor



● 使能EtherCAT总线的ADS通讯



这是为了从 Scope View 中直接监视变量 Torque Feedback Value。

● 确认目标设备的ADS通讯地址

选择目标机器,点击 Properties,

TwinCAI System Properties							
General System AMS Router PLC Registration							
Local Computer							
AMS Net	AMS Net 192.168.1.119.1.1						
-Remote Co	mputers			7			
BX_021C9 BX_02507	91 70						
CEM_76DI CP_07AA	177 32		=				
CX_OOFF2 CX_01201	26 89						
CX_0310 CX_04215	A6 55						
07_04581	IR		Ľ				
Remote Con	nection Pro	perti	es				
Name:	CP_07AA32			к			
AMS Net Id:	AMS Net Id: 5.7.170.50.1.1 Cancel						
Address: 169.254.112.29							
Transport:	TCP/IP	~	🗸 Slow Conn	ection			

以备 Scope View 中监视变量的设置

● 在 Scope View 中设置监视的变量

财 示波器_RealLand. scp	- ICatScopeView	
<u>F</u> ile <u>I</u> dit <u>V</u> iew <u>S</u> cope <u>O</u> p	tions <u>H</u> elp	
🗅 📽 🖬   X 🖻 🛍   é	∄ ?   = ►   + Q X	
Cope Cope	60-100.0-       100.0-         40-       30-         30-50.0-       50.0-         10-       0.0-         10-       0.0-         -10-       0.0-         -30-       -50.0-         -50-       -100.0-         -50-       -100.0-         -10.0       -5.0         -10.0       -5.0         -5.0       -4.0         -3.0       -7.0         -5.0       -4.0         -3.0       -2.0	-1.0 0.0
	General Acquisition Bisplay Style       Address       AMS Net ID       Server Por:       27906       Group:       DaF030       Offset:       Symbol:	

变量包括:

设置速度,AXES.Axis 1.SetVelo

实际速度,AXES.Axis 1.ActVelo

目标位置,AXES.Axis 1.SetPos

实际位置,AXES.Axis 1.ActPos

跟随误差,AXES.Axis 1.PosDiff

转矩反馈值,以 Index/Group 方式访问,此信息来自下图中显示的 ADS 信息。



Kv-Factor 设置为 0,并使能 Axis。

Lile Bait Actions Fior Options Help		
	A m 🗸 🖉 👧 👧 🐘 🔨 🕸 🗣 🛤 Q 🚑 🕺 🍕 🗊 🤗 🗊 💡	
Tohles	General Settings Parameter Denumics Online Punctions Constitute Compensation	^
<ul> <li>⇒ Auss</li> <li>⇒ Auss</li> <li>⇒ Auss 1. Enc</li> <li>⇒ Auss 1. Enc</li> <li>⇒ Auss 1. Enc</li> <li>⇒ Auss 1. Cutyots</li> <li>⇒ Auss 1. Cutyots</li> <li>⇒ Auss 1. Cutyots</li> <li>⇒ Auss 2.</li> <li>THE = Charty gravation.</li> </ul>	-1083.1407 Lag Distance [mn] Actual Valuesty: [mn/s] Setpoint [mn] 0.0000 (B 000, 0.000) Overvide: [B] Tetal / Cantral [S] Serror: 100.0000 3 0.00 / 0.00 8 0.000 Status (Log) Status (Log) Status (Log) Status (Log) Status (Log) Capital Hoda Capital Hoda Capital Hoda Distance Part Nas Jub (Reving De	
	Controller [v-factor: [re/s/m]]       Beforeace Velocity: [re/s]         0       1 <td< td=""><td>_</td></td<>	_

# 关闭位置环。把 Kv 值设为 0



把速度滤波 T1 和积分时间 Tn 设为 0



如果驱动器报错,就执行一次 S-0-0099, Reset。

#### ● 阶跃响应

在 Function 页面,让 Axis 作正反速度动作,以调试速度环在阶跃响应下的性能。



● 在Scope View中观察速度曲线。



● 调节Kp值:缓慢增加Kp值,使设定值与反馈值尽量一致,但不应该有震荡;

# 例如: Kp: =0.7



#### Kp:=1.0



● 调节积分时间值Tn,直到出现10%到15%超调,但不应该有震荡;

Tn:=5ms (振荡)



### Tn:=50ms (OK)



# 6.AX5000 的 PID 参数调节(位置环)

- 准备工作:把OP Mode设置为Poistion1 without Lag
- 在Function页面让电机作两点往复运动。

📝 TEST_E.tsm - TwinCAT System Manager - 'CP_07AA32'							
File Edit Actions View Options Help							
- D 🖆 🖆 🖬 🗇 🎝 👘 🛱 🗿 📕 🔐 🖌 🦋 🏨 🌨 🛠 🌾 🚳 🛢 🔍 🔗 🐭 👷 🦉 🌒							
G STSTM - Configuration     MC - Configuration     MC - Configuration     MC - Task 1 SM     MC - Task - Task     MC - Task - Task - Task - Task     MC - Task	General Settings Parameter Dynamics Online Funct 56.4766 Litended Start Start Mode: Reversing Sequend Target Position1: 0 [mm] Target Velocity: 600 [mm] Target Position2: 60 [mm] Idle Time: 0.5 s	tions Coupling Compensation Setupoint [nn] 56.4708 Start Stop =]					
Device 2-Image 	Rav Drive Output Output Mode: Percent V Output Value: 0 [X]	Etgr t					
	Set Actual Position						
I AF 1 I AF 2	Abzolute V O	Set					
∰ ∰U WDT 1 ⊕ ∰ WDT 2 ⊕ ♥ McState ⊕ ♥ InfoData ⊕ ∰ Happings	Set Target Position Absolute 0	<u>Set</u>					
Resdy		F_07AA32 (5.7.170.50.1.1] BTime 13%					

● 在Dynamics页面设置需要的最大加减速度

👿 TEST_E.tsm - IwinCAT System Manager - '	СР_07АА32'					
File Edit Actions Fiew Options Help						
그 🖆 🚔 🗟 🕼 🕹 특히 🗂 🛤 👌 🔜 📾 🗸 🌋 🏡 🏡 💱 🌂 💿 🗣 🖹 🤍 💕 👷 🦉 🌹						
<ul> <li>SISTEM - Configuration</li> <li>DC - Configuration</li> <li>C - Configuration</li> <li>MC - Task 1 SVB</li> <li>Mor - Task 1 SVB</li> <li>Mapping=</li> </ul>	General Settimes Parameter Draw Indirect by Acceleration Time Maximan Velocity (Y max ): Acceleration Time: Deceleration Time: as above Acceleration Characteristic: Deceleration Characteristic: a (t; y (t) Direct Acceleration: Decelera	Deline         Functions         Complian           2000         0.5         0.5           0.5         0.5         0.5           nooth         0         0           0         0         0           0         0         0           0         0         0           0         0         0           0         0         0           0         0         0           0         0         0           0         0         0           0         0         0           0         0         0           0         0         0	g Compensation			
Ineady			1002 (3.1.110.30.1.1 MITTAE 13%			

#### ● 在Process Data中增加Following Distance

S-0-0189, Following Distance,即跟随误差。当 Process Data 中增加该变量以后,System Manager 会自动将其与 NC 轴中相应变量链接。如图所示:



同时,NC轴 Drive 的 Parameter 页面选项 Following Error Caculation 也自动由 Intern 变成 Extern,表示 NC 中的跟随误差来自 AX5000 位置环计算结果,因而更加准确。



● 在AX5000位置环PID控制器调节页面,修改Kv值。

位置环只有P调节,所以只要调Kv值。注意每次修改都要点击Download按钮才生效。 缓慢增加Kv值,使设定值与反馈值尽量一致,但不应该有震荡;

例如: Kv: =5 (有静差)





局部放大到达目标位置处的实际位置波形:有静差。

跟随误差的波形:



Kv=45(振荡)



Kv: =40, 振荡临界点。最终取值 40\*0.8=32。



# 7.保存调试结果

AX5000的Configuration界面做的任何参数修改,都必须经以下操作才能保持:

● 在AX5000的Configuration界面,点击Startup List按钮,点击Accept All,并点击OK; Activate Configuration,激活配置,否则TwinCAT重启后,仍使用修改前的参数。 点击下图的按钮,进入 Startup 确认页面

ked	NC/CNC	Caxes:	<u>Chan</u> ← →	nelA<=>Nc: Axis 1 🍇   📮 📭 🎼 🔀 🔧	Char ? Change P	nnelB<=> hase ▼	Nc:	<u>Axis 2</u>
							_	
Start No ale	tup List	un liet						
INS all	eauy in Stan	Tra	Order	Name	SetValue	Init	_	A
+ S	S-0-0016	PS	001	Configuration list of AT	Detrade	0111 0		10
Ĩ	S-0-0091	PS	077	Bipolar velocity limit value	135987831	inc/(1.		
Š	P-0-0093	PS	076	Configured channel current	1.580	A		Transition
Š	P-0-0092	PS	075	Configured channel peak current	3.160	A		E (D) 11
Š	P-0-0054	PS	052	Configured drive type	AX5203-0000-####		1	En-/Disable
Š	P-0-0053	PS	053	Configured motor type	AM3021-0C41-0000		1	Move
S	S-0-0107	PS	072	Current control loop integral action time 1	0.5	ms	1	
Ð S	P-0-0451	PS	079	Current controller settings			٦ <u> </u>	Add
S	P-0-0002	PS	078	Current ctrl cycle time	62	US	1	Delete
S	S-0-0106	PS	071	Current loop proportional gain 1	58.0	V/A	1	Delete
S	S-0-0207	PS	091	Drive off delay time	36	ms	1	Clean up
S	S-0-0206	PS	090	Drive on delay time	40	ms	1	
I S	P-0-0066	PS	061	Electric motor model			1	Export List
S	P-0-0057	PS	060	Electrical commutation offset	270.00	deg	1	Import List
S	P-0-0153	PS	085	Feedback 1 gear denominator	1			import List
S	P-0-0152	PS	084	Feedback 1 gear numerator	1		]	Compare
) S	P-0-0154	PS	093	Feedback 1 reference signal			]	
: <mark>S</mark>	P-0-0150	PS	083	Feedback 1 type			]	ОК
• S	S-0-0024	PS	004	Configuration list of MDT				Const
S	P-0-0203	PS	012	Main voltage negative tolerance range	20.0	%		Cancel
	dified by To	DriveMana	iner		Show on	lv the differer	nce	
Ne me		A DESCRIPTION OF TAXABLE PARTY.			1* 010W 011	and an of the		

在这个窗体设置的参数,直接点击 OK,激活配置就生效了。此后每次 TwinCAT 启动时这些参数就会写入驱动器。

学员提问: AX5000 驱动器更换之后,是否需要单独设置驱动器的参数? 讲师解答: AX5000 驱动器更换之后可以直接使用的,因为驱动器的参数都是通过工控机写 入的,每次上电工控机都会把参数写进驱动器,因此更换一台驱动器,即使是出厂设置, 上电后参数都会被修改为正常工作时的参数。

# 十一. NCI 功能使用说明

本章目标: 通过本章节的学习,学员将了解: ☑NCI与NC PTP之间的区别 ☑NCI功能通过System Manager软件进行调试 ☑NCI功能通过PLC Control软件进行调试



# **TwinCAT NCI**

- 用于插补运动
- 通过符合 DIN 66025 G 代码编程运动
- 每个通道操作3跟插补轴(和5个辅助轴),最多31个通道

#### 1. System Manager 中 NCI 的调试

NCI 的配置方式和 NC PTP 有比较大的区别, NC PTP 可以直接通过 axis 的 online 窗口对物理 轴进行调试, 而 NCI 则必须通过调用 G 代码才可以让电机正反转, 下面以虚轴为例, 介绍一下如何在 System manager 软件中对 NCI 功能进行调试。



由于本次采用的是虚轴模拟的,所以需要先建三根虚轴:

(1) 添加三根 NC 轴,直接在 Multiple 里面设置 3,可以一下子添加 3 根轴。

SYSTEM - Configuration CNC - Configuration MC - Configuration C- Configura	General Online Name: Axes Type: NC Ax Comment:
Image: Acceleration of the second	Insert NC Axis  Name: Axis 1  Multiple: 3  OK  Type: Continuous Axis  Cancel  Comment:  Append object(s)

(2) 右键 NC\_Task1 SAF,手动添加一个 NCI 的通道。



(3) 激活配置使前面添加的虚轴以及 NC 插补通道生效,并切换 TwinCAT 至运行模式。

🗾 无标题 -	TwinCAT System Manager		
File Edit	Actions View Options Help		
i 🗅 🚅 🖬	🔒 Generate <u>M</u> appings	Ctrl+M	1 💣
🕀 🚱 SYS	✓ Check Configuration	Ctrl+H	
	💣 Activate Configuration Cl	trl+Shift-F4	neral
🖨 📴 NC	🙀 Set/Reset TwinCAT to Run Mode	. Ctrl+F4	fane:
🖕 🕒 🕒	A Sat/Parat TurinCAT to Config Mar	la chiê ca	vpe:

- (二) 完成以上上述操作, 就可以来尝试对轴进行初步调试工作:
- (1) 将三个虚轴使能,先选中 Axis 1,点击 Online 选项卡,点击 Set,点击 All 对轴进行使能, 依次对 Axis2, Axis3 都使能上。



(3) 建立 G 代码中 XYZ 轴和 NC 轴的对应关系。



(5) Editor 窗口中可以对完整的 G 代码文件进行调试。

F5	执行G代码
F6	停止G代码
F7	加载G代码
F8	复位错误
F9	保存G代码至文件

调试步骤如下:

- ① 点击 Browse 选择 G 代码文件,按 F7 将 G 代码文件导入到 NCI 中准备执行,可以在 Program Name 中看到当前已经导入的 G 代码文件;
- ② 按 F5 执行 G 代码,此时可以看到 Actual Program line 中当前正在执行的 G 代码行,XYZ 轴会根据 G 代码的内容执行相应的动作。



(三) M 指令的使用

在 G 代码程序中,还会用到 M 指令。M 指令起到 G 代码与 PLC 程序交互的作用,比如 G 代码执行过程中,需要 PLC 里面做一些处理,比如换刀,吹气等操作,可以通过 M 代码 来完成,除了部分根据国际标准已经指定好固定用途的 M 指令,根据 M 指令是否打断 G 代 码预读,可以被分为握手型 M 指令 Hshake 和快速 M 指令 Fast。握手型 M 指令需要 NCI 与 PLC 握手,M 指令在 NCI 通道中被触发,在 PLC 程序确认这个 M 指令之后,才能继续执行后 面的 G 指令。而快速 M 指令不需要 PLC 程序去确认,只是起到通知 PLC 的作用。

含义
可以任意定义的 M 功能(除了 2,17,30)
程序结束
子程序结束
程序结束并删除所有快速信号位方式的 M 功能

#### (1) M 指令的定义

路径在: Channel 2\_ltp 下的 M-Functions:



其中:

No: M 指令的编号,最多可设置 159 个

Hshake: 用来设置握手方式的, AM 表示 After Motion, 即当 M 指令和 G 代码同行时, M 代码会在 G 代码执行完毕后被激活; BM 表示 Before Motion, 即当 M 指令和 G 代码同行时, M 代码会在 G 代码还未被执行之前被激活; None 不需要 PLC 握手确认。 Fast:用于定义是否为 Fast 类型。其中有 autoreset 的代表前后动作指令复位该 M 指令, reset 则是用另一个 M 指令来复位这个指令, 如果直接使用 AM 或者 BM, M 指令触发之后会一直保持为 true,复位需要使用 PLC 中的功能块 ItpresetMFuncEx,类似于 Hshake。

(四) R 参数的使用

G 代码中给定动作参数时可以使用固定的值,例如: X100 Y100 F1000,也可以使用 Lreal 类型的变量替代常量增加灵活性,NCI 中称为 R 参数。

如 G01 X100 Y200

可改成: R5=100

G01 X=R5 Y=2\*R5

其中每个 NCI 通道可设置 1000 个 R 参数,从 R0 到 R999,类型均为 Lreal 型,要注意的 是 NCI 会对 G 代码进行预读,因此 R 参数需要提前修改。

R参数有三种访问方式:

①System Manager 中进行访问,如下图:

🖥 🗅 🚅 📽 🔛 🎒 🔂 🕹 🛍	ß	📾 🚧 👌	8.	/ 💣 💁	👧 🏭 🔨		] 🔍 🖓	667 🍤
🕀 🐼 SYSTEM - Configuration	G	eneral Inte	rpreter M-F	unctions R-	Parameter	Zero Points	Tools E	ditor
🖻 🔂 NC - Configuration			-					
		R 0-4	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.00000	^ 0
NC-Task 1 SVB		R 5-9	100.000	0.000000	0.000000	0.000000	0.00000	0
NC-Task 1-Image		R 10-14	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.00000	0
		R 15-19	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.00000	0
Axis 1		R 20- 24	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.00000	0
🕀 🖶 Axis 2		R 25-29	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.00000	0
⊞ <b>⊒</b> . Axis 3								
ia dia Channel 2								
G <mark>I)</mark> Channel 2_Itp								
⊡ 🕸 Inputs								

②由 PLC 程序中进行访问,如下图:

采用功能块,ItpReadRParamsEx(读),ItpWriteRParamsEx(写)

ITPREADRPARAMSEX

-bExecute : B00L bBusy : B00L -pAddr : DWORD bErr : B00L -nIndex : DINT nErrId : UDINT -nCount : DINT sNciToPlc : NciChannelToPlc (VAR\_IN\_OUT) -tTimeOut : TIME -sNciToPlc : NciChannelToPlc (VAR IN OUT)

#### ITPWRITERPARAMSEX

- bExecute : B00L bBusy : B00L - pAddr : DWORD bErr : B00L - nIndex : DINT nErrId : UDINT - nCount : DINT sNciToPlc : NciChannelToPlc (VAR\_IN\_0UT) - tTimeOut : TIME - sNciToPlc : NciChannelToPlc (VAR\_IN\_0UT)

③G代码的方式进行访问:

赋值 N10 R5=100

调用 G01 X=R5 Y=2\*R5

#### 2. Plc Control 编程配合 NCI 的调试

如果通过程序来做 NCI 控制,需要添加三个库文件:①TcMC2.lib ②TcNci.lib ③TcNcCfg.lib 下 图所示的库文件,程序的作用主要是配合 G 代码,并不直接控制轴移动。

TcBase.lib 14.5.09 12:14:08 TcSvstem.lib\*16.1.14 19:38:48 TcMC2.lib\*14.7.14 11:34:46 TcBaseMath.lib 27.7.04 12:07:56 TcMath.lib 23.9.04 15:15:30 TcNC.lib 10.10.08 17:55:34 TcNci.lib\*20.3.14 19:00:10 TcNcCfg.lib 17.5.13 14:15:06

该介绍内容配合例程进行讲解: 首先介绍基本所需用的框架程序: (1) 在主程序区定义轴变量



(2) 在对象管理窗口右击创建一个名字为"nci\_ref"的 Function Block

1	4 🕕 🕹 🗿	X 🖻 🛱	3	
	Add Object Rename Object Edit Object Copy Object Delete Object Convert Object Export object Object Properties Project database Add Action New Folder Expand Node			
New POU	Collapse Node	- 1		×
Name of the Type of POI	e new POU: U n Block n Fype:	nci_ref C IL C LD C FBD C SFC © ST C CFC	of the POU	OK Cancel

在该 FB 编程区定义如下:(该方式为了后续编程方便,仿照轴变量的定义方式)

	0001 FUNCTION BLOCK nci ref
	0002 VAR_INPUT
⊕	0003 PlcToNci AT %Q* :NciChannelFromPlc;
mci_ref (FB)	0004 END_VAR
	0005VAR_OUTPUT
	0006 NciToPlc AT %  * :NciChannelToPlc;
	0007 END VAR
	0008 VAR
	0009END_VAR
	0010

并在主程序区定义一个功能块,功能块类型选择刚才定义的 nci\_ref。





(4) 在对象管理窗口右击创建一个名字为"PTP"的 action,该 Action 是用于 X,Y,Z 三轴进行使能,和设置速比。变量、对三轴使能,并设置速度比

New Action	23
Name of the new Acticn: nci_basic	ОК
Language of the Action	Cancel
ОЦ	
O LD	
O FBD	
O SFC	
○ ST	
O CFC	

0009

0011

0010 END\_VAR

(5) 同(3)的方法类似,再创建一个 action,命名为 nci\_basci,

- (6) 接下来在 nci\_basic 区域定义一些基础的 NCI 功能,如通道组合、装载 G 代码文件等
  - 设置插补通道的倍率,调用 FUN: ItpSetOverridePercent。且 rOverride 定义为 Lreal 类型,赋初值 100;



获取当前 system manager 的 3D 组别 ID 号,调用 FUN: ItpGetGroupId,并将其得到的 INT 型数值赋给 GroupID。定义如下;

10002 10002 10003(広知当時の日本) 10003(伝文和当社会日))	:=nci.PlcToNci);
0004 GroupID:=ltpGetGroupId(sNciToPIc:=nci_basic.nci_to_pIc);	
0006 0007	
	0002[tpSetOverridePercent(fOverridePercent :=rOverride, sPIcToNci: 0003(伝教职当前组口*) 0004GroupID:=ItpGetGroupId(sNciToPIc:=nci_basic.nci_to_pIc); 0005 0006 0007



完成上述编程,创建一个名字为: nci\_hmi 的人机界面

Visualizations 002 002 002 002 002 002 002 002 002 00	tTimeOut:=,         bBusy=>,         bErr=>,         nErrId=>);         Mew Visualization         Name of the new Visualization:         Name of the new Visualization:         Name of the new Visualization:         SINCH OPIC:=NCLINCH OPIC,	OK Cancel
并且创建两个按钮	, 分别是:	
<b>1</b>	性,设置如下:	
Regular Element Configur	ation (#0)	22
Category: Bitmap Text Text variables Colorvariables Variables Input Text for tooltip Security Programmability	Input 1   Toggle variable MAIN.build_do   Tap variable MAIN.build_do   Tap FALSE Zoom to vis.:   Zoom to vis.:   Execute program:   Text input of variable 'Textdisplay'   Text Min:   Hidden Max:   Dialog title:	OK Cancel

uration (#0)	×
Text         Content:       build_3D         Horizontal         Left       Center         Vertical         Top         Top         Font         Default font	OK Cancel
guration (#1)	×
Input   Toggle variable   Tap variable   Tap FALSE   Zoom to vis.:   Execute program:   Text input of variable 'Textdisplay'	OK Cancel
	uration (#0)  Text Content: build_3D ? 1 Horizontal C Left  C Center  Bottom Font Default font   guration (#1)  Input Toggle variable Tap FALSE Zoom to vis.: Execute program: Text input of variable 'Textdisplay'

Regular Element Conf	iguration (#1)	25
Category: Bitmap Text Text variables Colorvariables Variables Input Text for tooltip Security Programmability	Text       Clear3D       ?       2         Horizontal       ?       ?       1         O Left       Center       Right       ?         Vertical       ?       O Left       Center       O Bottom         Top       Center       Default font       Performance	OK Cancel

对程序编译,通过后生产 TPY 文件, 然后在 System manager 中 PLC-Configuration 下添加 该程序,如下:

🗄 🙀 SYSTEM - Configuration		Version (Terget) Place	Catting (Tangat)			
🖃 📴 NC - Configuration	🛃 Insert IEC1131 Project					
B NC-Task 1 SAF ■ NC-Task 1 SVB	O ⊂ I → nci	-			▼ <b>4</b> 搜索 (	nci
→ NC-Task 1-Image → Tables	组织 ▼ 新建文件夹					
	▲ ☆ 收藏夹 名称		修改日期	类型	大小	
ia dia angle angl	🚺 下载 🗌 MC_NCI.	tpy	2017/3/27 11:23	TPY 文件	487 KB	
GU Channel 2_Itp	「 「 真面 「 」 「 」		2017/3/22 20:43	TPY 文件	510 KB	
Qutputs	3 最近访问的位置		2017/3/27 11:23	TPY 文件	487 KB	
Group 4						
PLC - Configuration	▲ 🎘 库					
Cam - Configuration	▷ 📷 视频					
I/O - Configuration	▶ 🔜 图片					
	▷ 🗃 迅雷下载					
	▶ 🚽 音乐					
	▲ ▶ 计算机					
	▷ 🏭 本地磁盘 (C:)					
	▷ 💼 本地磁盘 (D:) 💌					
	文件名(N):				▼ IEC113	1 Project Info (*.tpy)
					*T#0	0) 🚽 取消
						-50,143

#### 然后依次展开 MC\_NCI,展开 standard,展开 Inputs,Outputs。





激活配置,单击 🗃 ,按照提示依次进行,将 twincat 软件切入 RUN 模式。

EM-81AC99 (255.16.67.249.1.1 RTime 1%

在 PLC Control 中,选择对应的 runtime,如下:



当按下人机界面中的"build\_3D"按钮后,在 System manager 中,可以看见如下:



在人机界面中添加一个按钮 ,属性设置如下:

Regular Element Conf	iguration (#2)	X
Category: Pitmap Text Text variables Colorvariables Variables	Text Content: loadGfile ?	OK Cancel
Input Text for tooltip Security Programmability	C Left	
	Font Default font	

Regular Element Configu	ration (#2)	
Category: Bitmap Text Text variables Colorvariables Variables Input Text for tooltip Security Programmability	Input         Toggle variable         Tap variable         Tap FALSE         Zoom to vis.:         Execute program:         Text input of variable 'Textdisplay'         Text         Hidden         Main:         Dialog title:	OK Cancel

Log in 后, run 程序, 可以在 system manager 中看见插补通道状态由 idle 变成 ready, 说 明 G 代码已经成功载入。

Actual Flogramm	ine.			
		原先的状	态	
Program Name:				
Interpreter State:	IDLE (1)		Buffer Size (Byte):	65536
Channel State:	0 (0x0)	·		

Actual Programm L	.ine:		
	按下 loadG	ifile 后的状态	
Program Name:	STADION.NC		
Interpreter State:	READY (2)	Buffer Size (Byte): 65536	
Channel State:	0 (0x0)		

5) 执行/停止 G 代码的功能块 ItpStartStopEx, 定义如下:



在人机界面中添加两个按钮 , 属性设置如下:

Regular Element Config	guration (#3)	
Category: Text Text variables Colorvariables Variables Input Text for tooltip Security Programmability	Text         Content:       start         Horizontal       ?         Horizontal       • Center       • Right         Left       • Center       • Right         Vertical       • Center       • Bottom         Font       Default font	C

Regular Element Config	guration (#3)	
Category: Bitmap Text Text variables Colorvariables Variables Variables Input Text for tectip Security Programmability	Input         Toggle variable         Tap variable         Tap FALSE         Zoom to vis.:         Execute program:         Text input of variable 'Textdisplay'         Text         Min:         Hidden         Dialog title:	(
		_
Category: Bitmap Text Text variables Colorvariables Variables Input Text for tooltip Security Programmability	Text       ?         Content:       stop         Horizontal       ?         Left       Center       Right         Vertical       ?         Top       Center       Bottom         Font       Default font	OK Cance
Regular Element Confi Category: Bitmap Text Text variables Colorvariables Variables Variables Text for tooltip Security Programmability	Input Toggle variable Tap variable Tap FALSE Zoom to vis.: Execute program: Text input of variable 'Textdisplay' Text Min: Hidden Max:	OI Can

Name	Actual Pos.	Setp. Pos.	Lag Dist.	Setp. Velo	E.
Axis 1 (X)	34.9617	34.9617	0.0000	19.9980	ĸ٥
Axis 2 (Y)	100.0000	100.0000	0.0000	0.0000	ĸ0
Axis 3 (Z)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	кO
ctual Program	m Line:				
\ctual Program N20 G01 X0 Y N30 G01 X100	m Line: 100 ) Y100				
Actual Program N20 G01 X0 Y N30 G01 X100	m Line: 100 ) Y100				
Actual Program N20 G01 X0 Y N30 G01 X100 Program Name	m Line: 100 ) Y100 STADION.NC				
Actual Program N20 G01 X0 Y N30 G01 X100 Program Name nterpreter Stat	m Line: 100 ) Y100 : STADION.NC e: RUNNING (5)		Buffer Size (Byt	e): 65536	

Log in 后, run 程序, 单击 start 按钮, 可以在 system manager 中看见插补通道如下状态,

若在 G 代码运行的过程中,单击 stop 按钮,可看见如下状态:

Name	Actual Pos.	Setp. Pos.	Lag Dist.	Setp. Velo	E.
Axis 1 (X)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	<b>«</b> 0
Axis 2 (Y)	59.8340	59.8340	0.0000	0.0000	<b>«</b> 0
Axis 3 (Z)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	<b>«</b> 0
ctual Program	m Line:				
ctual Program	m Line:				
ctual Program	m Line: STADION.NC				
ctual Program rogram Name: iterpreter State	m Line: STADION.NC : IDLE (1)		Buffer Size (Byt	e): 65536	

6) 若插补通道出现报错时,需要用到通道复位功能块: ltpResetEx2,定义如下:


POUs HAIN (PRG) Inci_basic PTP Inci_ref (FB)	0043       bBusy=>,         0044       bErr=>,         0045       nErrId=>);         0046	
在人机界面中添加一个 Regular Element Config Category: Ditmap Text Text variables Colorvariables Variables Input Text for tooltip Security Programmability	Y按钮ⅠⅠ, 一个矩形框Ⅰ, 属性设置如下: uration (#5)          Text         Content:       reset         Horizontal         Left       Center         Vertical         Top         Font         Default font	
Regular Element Confi	guration (#5)	

Category: Bitmap Text Text variables Colorvariables	Input Toggle variable Tap variable MAIN.reset_do	OK Cancel
Variables Input Tout for tooltip Security Programmability	Tap FALSE         Zoom to vis.:         Execute program:         Text input of variable 'Textdisplay'         Text         Min:         Hidden         Max:	1

X

Regular Element Config	uration (#6)	
Category: Shape Text Lext variables Line width Colors Colorvariables Regular Element Config	Text Content: Horizontal C Left © Center © Right	
Category:		
Shape Text Text variables Line width Colors Colorvariables Motion absolute Motion rolative Variables Imput	Variables Invisible: Input disable: Change color: Textdisplay: MAIN.nci.NciToPlc.nltpErrCode	OK Cancel
Text for tooltip Security Programmability	Conversion base: Conversion factor: Tooltip- display:	

Log in 后, run 程序, 单击 start 按钮, 现人工使轴产生一个报错, 报错结果如下, 报错信息 可以查看 information system 帮助文档。

(可用人机界面查看)



(也可在 system manager 中查看插补通道)

lame	Lag Dist.	Setp. Velo	Error		
Axis 1 (X)	0.0000	0.0000		0x4260	
Axis 2 (Y)	0.0000	0.0000		0x42a0	
Axis 3 (Z)	0.0000	0.0000		0x42a0	
•			III		Þ
Notual Programm	n Line:				•
Actual Programn N20 G01 X0 Y1	n Line:		m		•
Actual Programm N20 G01 X0 Y1 N30 G01 X100	n Line: 100 Y100				•
Actual Programn N20 G01 X0 Y1 N30 G01 X100	n Line: 100 Y100				4
Actual Programn N20 G01 X0 Y1 N30 G01 X100 Program Name:	n Line: 100 Y100 STADION.NC				4
Actual Programm N20 G01 X0 Y1 N30 G01 X100 Program Name: nterpreter State	n Line: 100 Y100 STADION.NC	1	III Buffer Size (Byte):	65536	•

首先针对报错原因进行查找,并且改正。(16992 使能报错,由于 AXIS1 轴使能掉了造成的,现加回使能),接下来对插补通道进行复位。单击 reset。可发现错误信息被清除,轴已复位。

build_3D	clear3D	loadGfile	start	stop
reset	err_c	:ode:0		

Name	Lag Dist.	Setp. Velo	Error	
Axis 1 (X)	0.0000	0.0000		0x0
Axis 2 (Y)	0.0000	0.0000		0x0
Axis 3 (Z)	0.0000	0.0000		0x0
			111	
4				
Actual Programm	Line:			
Actual Programm	Line:			
Actual Programm	Line:			
Actual Programm	Line:			
Actual Programm Program Name:	Line:			
Actual Programm Program Name: Interpreter State:	Line:		Buffer Size (Byte):	65536

以上即为 nci\_basic 这个基本 action 部分的介绍。

(7) PLC 中对握手类型的 M 指令复位

首先在左侧对象管理窗口中建立一个 Action,命名为 Mfunc,并在 MAIN 程序区进行调用。



完成了框架部分,针对 M 指令部分进行编程:

1) 调用 FUN 来获取当前 M 指令是否为握手类型,该功能为 ItplsHskMFunc。若是握 手类型,读取该握手指令的编号,该功能为 ItpGetHskMFunc。

首先定义两个变量: bumfun\_hsk 读取 M 指令是否为握手类型; Mcode 读取握手指令的编号。



同时在人机界面中,一个矩形框用于显示握手类型 M 指令的编码,矩形框属性设置如

下:

Regular Element Config	guration (#7)	X
Category: Text Text Text variables Line width Colors Colorvariables Motion absolute Motion relative Variables Input Text for tooltip Security Programmability	Text       M_Hshake_No:%d       ?         Horizontal       Center       Right         Vertical       Center       Bottom         Top       Center       Bottom         Font       Default font	OK Cancel

Regular Element Config	uration (#7)	-	-	-	×
Regular Element Config Category: Shape Text Text variables Line width Colors Colorvariables Motion absolute Motion relative Variables Imput Text for tooltip Security Programmability	Variables Invisible: Input disable: Change color: Textdisplay: Conversion base: Conversion factor	MAIN.Mcode			OK Cancel
	Tooltip- display:				

现已经设置了 M10 为 BM 类型的握手指令。执行的 G 代码程序如下:

N10 G01 X0 Y0 F1200 N20 G01 X0 Y100 N30 G01 X100 Y100 M10 N40 M20 G01 X100 Y0 N50 G01 X0 Y0 N50 M30

当 G 代码开始执行时,到达 M10 这一行的时候,如下显示:(左图是 System manager 软件的显示状态,右图是 PLC 中 nci\_hm 界面的显示)

Actual Programm Line:			
N20 G01 X0 Y100 N30 G01 X100 Y100 M10		build_3D clear3D loadGfile start stop	
Program Name: STADION.NC		reset err_code:0	
Interpreter State: RUNNING (5)			
Channel State:	0 (0x0)	M_Hshake_No:10	

2) 假设 M10 在插补通道中被激活后,需要通过 HMI 界面上的按钮来确认,复位 M10 指令后,G 代码才可以继续执行,程序如下:

POUL MAIN (PRG) MIUNC PROGRAM NCI_basic PTP mci_ref (FB)	MAIN (PRG-ST)          0025       ItpReset: ItpResetEx2;("通道复位")         0026       reset_do: BOOL;         0027       bmfun_hsk: BOOL;         0028       bmfun_hsk: BOOL;         0029       Mcode: UINT;         0030       confirmHsk: ItpConfirmHsk;         0032       confirm_do: BOOL;
POUs         0001 bit           Image: State of the	nc (ST)
在 nci_hmi 中,添加一 Regular Element Confi	个按钮 🗰 , 具 禹 性 如 下:
Category:	
Bitmap Text Colorvariables Variables Variables Input Text for tooltip Security Programmability	Text Content: confirm Horizontal C Left C Center C Right Vertical C Top C Center Bottom
	Font Default font
Regular Element Config	uration (#9)
Bitmap Text Text variables Colorvariables Variables Input Text for cooltip Security Programmability	Input Toggle variable Tap variable MAIN.confirm_do Tap FALSE Zoom to vis.: Execute program: 

Log in 后,按下 confirm 按钮后,发现 G 代码程序继续向下执行,至结束。

(8) PLC 中对快速类型的 M 指令检测

Fast 类型的 M 指令是不需要 PLC 确认的,但是可以用 PLC 程序检测此 M 指令是否生效,用于检测的功能为: ltplsFastMFunc。现用 M20,定义如下:

	Genera	l Inte	erpreter M-F	unctions R-Parameter Zer
🖻 📴 NC-Task 1 SAF		No	HShake	Fast
NC-Task 1 SVB	м	10	BM 💌	None
Tables	м	20	None 🔄	BMAutoReset
taria Axes	M			
G0 Channel 2				III
	Tm Tm	nort	Evno	rt Down Ifn

那么在程序去定义一个变量 bmfun\_fast, 该变量为 BOOL 型, 若当前快速型 M 代码的编号如 果是 20, 那么该变量置为 TRUE。并在人机界面 nci\_hmi 中创建一个圆形框, 用于显示被触发的快速型 M 指令状态。

程序如下:其中将 bmfun\_fast 定义成 BOOL 型;

	Mfunc (ST)
É-≣ MAIN (PBG)	0001 bmfun_hsk:=ltplsHskMFunc(sNciToPlc:=nci.NciToPlc):(*判断当前m代码是否是握手类型的*)
	0002Mcode:=ltpGetHskMFunc(sNciToPlc:=nci.NciToPlc):(*获取当前握手M代码号*)
	0003
l l l nci ref (FB)	UUUB((准手M代码会导致NC程序中断,需要plo程序ItpContirmHsK功能决来确认握于M代码,之后NC程序继续运行。)
	0007 Uniimiski 0007 Execute confirm do
	0009 sPIcToNci:=nci.PIcToNci,
	0010 bBusy=>,
	0011 bErr=>,
	0012 nErrid=> );
	UULA の2月間のから、たまた、地球とちょうかどのかったちょうかどのかったちょうない。20、これにするために、いたいにするためがががだかがまた(後方はまた(2つの)。24、、これかりはすのはてかい
	uumormun_last=ipusrastwiruncinastsiinruncina.ecu sinci toric=inlintiintiintiintiintiintiintiintiintii
	10012(C版MTQ时不云寺秋TVO在序中时,可仅用tplsi asuvi unus)能伏木果茂图MTQ时信号 )
	0017
	0019

## 关于圆形框的设置如下:

Regular Element Confi	guration (#9)	<b>X</b>
Category:		
Shape Text	Variables	OK
Line width Colors Colorvariables	Input disable:	Cancel
Motion absolute Motion relative Variables	Change color: MAIN.bmfun_fast	
nnpur Text for tooltip Security Programmability	Textdisplay: Conversion base:	
	Conversion factor:	
	Tooltip- display:	
]		

Regular Element Configuration (#9)	
Category: Shape Text Text variables Colorvariables Colorvariables Motion absolute Motion relative Variables Input Text for tooltip Security Programmability Inside Frame Frame	颜色 基本颜色 (B): 自定义颜色 (C): 规定自定义颜色 (D) >> 确定 取消

Log in 后,当 G 代码执行到 M20 行处,可以发现在执行该行代码时,bmfun\_fast 输出为 true 且圆形框变成绿色。

d_3D	loadGfile	start
ar3D		stop
	err_code:0	
	reset	nci_basic
M_Hs	shake_No:0	
	confirm	Mfunc
	d_3D	d_3D loadGfile ar3D err_code:0 reset M_Hshake_No:0

NCI 功能可以参照 U 盘中提供的例子: 培训用 U 盘\运动控制培训\NCI 十二. AX5000 第二反馈配置步骤

本章目标:

通过本章节的学习,学员将了解:

☑ 全闭环控制

☑ 第二反馈的配置方式

☑ 第二反馈的硬件接口

#### 1. 第二反馈的应用场合

背隙、打滑等往往会造成设备精度的影响,常见的方式是在执行机构的终端 上再加一个光栅尺或编码器形成一个全闭环回路控制,这些反馈信号可以接到 EL/KL5xxx模块上,也可以接到AX5000空余的编码器接口上作为第二反馈,闭环 回路控制可在运动控制器上实现,亦可在伺服驱动器上实现。这里介绍的是如 何在伺服驱动器上实现闭环控制。



#### 2. 硬件准备以及接线

控制器: CX5020-0112 伺服驱动器: AX5206-0000-0200 伺服电机: AM8021-0B20-0000, AM8021-0B10-0000 编码器: Omron E6B2-CWZ1X(TTL 增量式编码器)

驱动器的 X11 和 X21 可以支持多种类型的编码器反馈信号,本例中参照 TTL 管脚定义

Pin	EnDAT / BiSS	Hiperface	Sine / Cosine 1Vpp	TTL	output current
1	SIN	SIN	SIN	n.c.	
2	GN D_5 V	GND_9V	GND_5V	GND_5 V	
3	COS	COS	COS	n.c.	
4	U <sub>s</sub> _5 V	n.c.	U <sub>s</sub> _5 V	U <sub>s</sub> -5 V	
5	DX+ (Data)	D X+ (D ata )	n.c.	B+	
6	n.c.	U9V	n.c.	n.c.	
7	n.c.	n.c.	REFZ	REFZ	max.250 mA/chanel
8	CLK+ (Clock)	n.c.	n.c.	A+	
9	REFSIN	REFSIN	REFSIN	n.c.	
10	GND_Sense	n.c.	GND_Sense	GND_Sense	
11	REFCOS	REFCOS	REFCOS	n.c.	
12	U <sub>s</sub> _5V_Sense	n.c.	U <sub>s</sub> 5V_Sense	U <sub>s</sub> 5V_Sense	
13	DX-(Data)	D X- (D ata )	n.c.	B-	
14	n.c.	n.c.	Z	Z	
15	CLK- (Clock)	n.c.	n.c.	A-	

编码器线序如下:需要根据两边的线序焊接专用接头。



由于伺服驱动器本身与 AM8021 连接的方式为 OCT (一根电缆连接方式),驱动器自带的 X11 与 X21 接口没有使用,因此可以将编码器接到 X11 上当做第二反馈使用,如下图。



Q:TTL 的编码器使用需要注意什么事项?

A:以 TTL 输出, 1024 分辨率差分5V 输出编码器为例:

1) 若采用Universal-XXX-5Vfixied 方式(见下图方式2),则伺服的Pin10,12 脚可不用接线,

此方式下,不连编码器驱动不会报警;

2) 而采用Universal-XXX 方式(见下图方式1),则伺服编码器接口的Pin10,Pin12 要加上

5V 的电压,此方式下,不连编码器驱动器会报编码器断线错误 Lost feedback 【F707】。



## 3. AX5000 中配置第二反馈

1) 配置电机与第一编码器反馈,检测电机是否正常;

打开 TwinCAT Manager, 在Config Mode 下进行Scan Devices, 配置好电机和电机 编码器参数。并激活配置, 检测是否可以正常电机操作。

2) 将驱动器设置为 Position 2 without lag (12) 模式;

点击【Drive 1(AX5203-0000-0201)】/【EtherCAT】/【MailBox】/【SoE】,由于本 次测试使用通Channel B,因此选择channel【B】,将其模式设定为【Position 2 without lag】。



3) 在驱动器的 Drive Manager 窗口中配置第二反馈

点击 Drive Manager——Motor and Feedback——Feedback 2 选择第二反馈



4) 选择编码器连接的实际接口,此例选择 X11,然后点击 select 选择对应的编码器类型

 General
 EtherCAT
 DC
 Process Data
 Startup
 SoE - Online
 Online
 Drive Manager
 NC-B: Online
 NC-B: Fun

 Linked NC/CNC axes:
 ChannelA<=>NC: Axis 1
 ChannelB<=>NC: Axis 2
 ChannelB
 ChannelB<

	<u>, ,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,</u>	<u></u>	noib ( ) noib L		
🗳 🗘 🕹   Tee 🗄   🗄	ă 🔍 🏹 🍾 ?	-Change Phase- 🔻		2	
Tree	Channel A>>Confi	guration>>Motor and Feed	dback>>Feedback 2	2	
Display     Scope2     Digital I/O     Watch window     Channel A     Orfiguration     Motor and Feed     Motor     Motor brake     Feedback 1     Feedback 2	Type:         Feedback conner           3: X11 (Front, E         0. No sensede           3: X11 (Front, E         4. X12 (Front, B           4: X12 (Front, B         5. X21 (Front, B           5: X22 (Front, R         14: X14 (One cz           24: X24 (One cz         24: X24 (One cz           41: X41 (Option (22: X42 (Option (22: X42 (Option (23: X42 (Option (23: X42 (Option (24: X42 (04: X	r r r r r r r r r r r r r r	Scan Sele	not availabel.	
⊕ Scaling and NC	IDN	Na	ame	ActValu	a
Process Data/Op		Feedback 2 type			
Controller overvi	P-0-0182	Feedback 2 gear numera	itor	1	1
···· V/f control	P-0-0183	Feedback 2 gear denomi	inator	1	1
Probe unit		Feedback 2 reference sig	gnal		
Frror reaction /					
Op AxisState D	ag Code Diag	Msg Umain OK	DcLink OK Ampl-	Te Actual op	v <= v_0
Channel A Drive Ready 0x00	00D012 R Axis state	machine 🧶	9 39	.0 11: pos ctrl f	
Channel B Drive Ready 0x00	00D012 R Axis state	machine 🧶	9 39	.0 11: pos ctrl f	•

5) Rotational Motorfeedbacks——Unknown——Default——TTL-Encoder——

Universal-TTL-2014l-5Vfixed(ver.2.0.52)

Select a Motorfeedback (SchemaVersion 2.0)		- O X	General EtherCAT DC Process Data Startup SoE - Online Online Drive Manager NC-B: O
Sciect a motorice aback. (Scientia versionizio)			Linked NC/CNC axes: ChannelA<=>NC: Axis 1 ChannelB<=>NC: Axis 2
		ΠΚ	🗳 🗘 🛓   🏗 🖃 🎘 🖏 🎙 📜 🇞 ?   -Change Phase- 🔹
- Unknown			Tree X Channel A>>Configuration>>Motor and Feedback>>Feedback 2
Default		Cancel	Power management A Type: Unkn#TTL-1024I-5Vfixed Scan Select Reset
Image: 2p8kHzResolver			
6p8kHzResolver			Display 3: X11 (Front, Encoder, Channel A)  Serial 0
Bp8kHzResolver			Scope2
IVpp-Encoder			Digital I/O Info: Rotational; No commutation interface
	=		Watch window 😑
HTL-Encoder			Channel A Single-tum 0 Bit 1 / 1
- TTL-Encoder			Configuration     Multitum mechanics     D     Pa
Universal-TTL-1000I-5V (ver. 2.0.52)			Motor and Feed
- Universal TTL-1000I-5Vfixed (ver.2.0.52)			Motor     Invert feedback direction
Universal-TTL-1024I-5V (ver 2.0.52)	_		Motor brake Parameter list: (count = 4)
			B-Feedback 1 IDN Name A
- Universal-LTL-11840I-5V (ver.2.0.52)	-		Feedback 2     F-0-0180 Feedback 2 type
<ul> <li>Universal-TTL-18840I-5Vfixed (ver.2.0.52)</li> </ul>	-		Scaling and NC      P-0-0182 Feedback 2 gear numerator 1
11.5	1		Process Data/Op P-0-0183 Feedback 2 gear denominator 1
Type: Unkn#TTL-1024I-5Vfixed			
			V/f control

6) 点击 Channel A——Configuration——Process Data/Operation mode,将 S-0-0053 第二反 馈添加至 process data 中



7) 激活配置 并重启 twincat 之后,在 AX5206-0000-0203——AT1——Position feedback value2(external feedback)可以查看第二反馈的当前位置,转动编码器一圈之后,value 的值 变化 1048576(AX5000 默认一圈为 1048576 个脉冲,无论所连编码器实际反馈脉冲多少).



8) 将 AXIS1——Aixs1\_ENC——inputs——AXIS 1\_Enc\_In 下的 nInData1 变量连接到 Position feedback value2 上面,再次激活配置并重启 twincat。



Status (phys.)

2200

T

[mm]

0 (0x0)

[mm/s]

[mm/s]

→• F9

**®** 58

t

Enabling

Coupled Mode In Target Pos. In Pos. Range Feed Bw

Reference Velocity:

Target Velocity: O

Override:

Status (Log.)

Target Position: O

Ready VNOT Moving Calibrated Moving Fw Has Job Moving Bw

Controller Kw-Factor: [mm/s/mm]

-- - + ++ F1 F2 F3 F4

Tables

Axes

- 🙀 PLC - Configuration 🐺 Cam - Configuration

J/O - Configuration

1

# 十三. AX5000 数字量 I/O 的使用

本章目标:

通过本章节的学习,学员将了解:

- ☑ AX5000驱动器I/0点如何接线
- ☑ AX5000驱动器I/0如何通过软件配置
- ☑ 硬件限位如何配置
- ☑ AX5000驱动器I/0可以实现那些功能

## 1. 硬件接线与 I/O 信号获取

X03

1) 首先需要对驱动器 X03 接口进行供电,将 DC 24V 接到 Up 与 Us, 0V 接到 GND 上, Up 供电之后,驱动器的 X06 I/O 端子上的 24v 和 0v 即可输出 24V。



2) 对于不同的输入信号可以参照下图的接线方式



3) 当外部输入信号高电平之后,可以在 Drive5——Drive Manager——Watch window 查看 IO 的 ON/OFF 状态(此窗口同样可以查看电机的转速,温度,报错等其他信息)



#### 2. 设置硬件限位

1) Drive5——Drive Manager——digital I/O 设置需要的功能,比如硬件限位,可以通过右下 角的方向键来移动窗口。



选择 P-0-0401 位置限位设置, configuration 根据外部传感器类型选择,常开点或者常闭点, Limit switch reaction 设置当碰到限位信号后,驱动器的响应动作, 0: E-Stop with a C1D error 驱动器报错, NC 报错,轴停止, 1: E-Stop with a C2D warning,驱动器不报错, NC 报错,轴停止, 2: Axis halt with a C2D warning,驱动器不报错, NC 报错,轴停止, input number 设置对应的输入点。

General EtherCAT DC Pr	rocess Data Startu	np SoE - Online Online	Drive Manager	NC-B: Online	NC-B: Func	ions NC-A: Online	e NC-A:	Functions
Linked NC/CNC axes: <u>ChannelA&lt;</u>	=>Nc: Axis 1	<u>ChannelB&lt;=</u>	⇒Nc: Axis 2					
🗳 🗘 🕹 🛅 🛅 🏝 🖓	💵 🔀 🔧 १	-Change Phase- 💌						
Tree X	Device>>Digital I/O							
Device	Digital I/O status:							
Power management	Digital I/O			Act Fund	tion			
Safety option	Digital Inp	ut O						
Display	Digital Inp	ut 1						
Scope2	Digital Inp	ut 2						
Digital I/O	Digital Inp	ut 3						
Watch window	Digital Inp	ut 4						
Channel A	Digital Inpu	ut 5						
	Digital Inp	ut 6						
Coniguration	Digital In/0	Jutput /						
Service functions								
⊡ Diagnostics								
⊟- Channel B	Digital I/O settings:							
Configuration	IDN	Nam	e	ActV	alue	SetValue	Unit	
Service functions		Position limit switch configura	ation					
Diagnostics		Positive limit switch						
-	-	Configuration		0: No limit sw	ritch 2:	Normally open		
		Limit switch reaction		0: E-Stop wit	h a C1D e 0:	E-Stop with a C1D e		
		rsvd		0	0			
		Input number		0: Digital inpu	ut 0 0:	Digital input 0		
	<b>.</b>	Negative limit switch						
	⊕ P-0-0401(B)	Position limit switch configura	ation					

#### 3) 配置完之后激活配置 并重启 twincat,将轴使能并持续正转

General Settings Parameter Dynamics Online Functions Coupling Compensation	General Settings Parameter Dynamics Online Functions Coupling Compensa
31936.8492         Setpoint [mm]           Justance [mm] Actual Velocity: [mm/s] Setpoint [mm/s]	26553.6376 Setpoint [mm]
0.1716 (-0.368, 0.260) 47.9514 50.0000 Override: [%] Total / Control [%] Error:	Start Mode: Target Position: 0 [mm] Stop
100.0000 %     2.25 7 0.01 %     0 0000       Status (log.)     Status (phys.)     Enabling       VReady     NOT Moving     Coupled Mode     V Controlle: Set       Calibrated V Moving Fw     In Target Pos.     V Read Fw	Target Velocity:         SU         [mm/s]           Acceleration:         0         [mm/s2]           Deceleration:         0         [mm/s2] Last Time;         [s]
W Has Job Moving Bw In Pos. Range W Feed Bw	Jerk:         0         [mm/s3]         0.00000           Rew Drive Output         0         <
Image: Second	Output Mode:         Fercent         Change           Output Value:         0         [%]         Stop
	Set Actual Position Absolute
F1 F2 F3 F4 F5 F6 F8 F9	Set Target Position Absolute • 0 Set

4) 此时触发极限信号代表碰到了正极限,可以看到驱动器出现警告(不报错),并停止转动,NC报错18000(此错误代表驱动器没有准备好)

Contraction axes. Channeed 2NC. A	
り 🌣 🗜   โE 🗏 🤃 🖓 🔍	🔀 🗞 ? 🛛 -Change Phase- 🔹
ee X	Device>>Watch window
Device Power management	Device info           Type         AX5206-0000-0203         [Serial#: 000111067         Firmware: v2.06 (Build 0016) / Bootloader: v2.02 (Build 0002)
	Int. brake resistor power (W) 0 0.0 Ext. brake resistor power (W) 0 0.0 DC bus voltage (V) 317.0 continous   peak
<ul> <li>Scope2</li> <li>Digital I/O</li> <li>Watch window</li> <li>Channel A</li> <li>Configuration</li> <li>Service functions</li> <li>Diagnostics</li> <li>Channel B</li> <li>Configuration</li> <li>Service functions</li> <li>Diagnostics</li> </ul>	Digital Input 0       Digital Input 1       Digital Input 2       Digital Input 3       Digital Input 4       Digital Input 5       Digital Input 6       Digital Input 7         +LW N0 (A)       2. Avic halt wait       Channel A       Channel A       Channel A       Motor SN (00031337)         Avis state Drive Ready       Feedback SN (29370339P)       Avis state Drive Ready       Feedback SN (29370339P)         Actual operation mode [11: pos ctif feedback 1 lag less       Motor IST (1000)       Motor SN (20030872)         Motor I2T (%)       0       Motor resistance (0hm) (639)       Motor resistance (0hm) (642)         Amplifier temperature (°C) [31.1]       Themistor resistance (0hm) (639)       Motor temperature (°C) [41.7]       PCB temperature (°C) [48.0]         Velocity command (mm)       0       Motor current (%) [0.0]       Motor current (%) [0.0]       Motor current (%) [0.0]         Actual velocity (mm)       0       Motor rotation angle (°) [341]       Motor rotation angle (°) [320]       Motor rotation angle (°) [320]
	Actual errors 0x0000ECD0: Positive limit switch warning. 0x0000DD0: Control pcb: Main loop time exceed Actual errors 0x0000DD0: Control pcb: Main loop time exceed Actual errors 0x0000DD0: Control pcb: Main loop time exceed Actual errors 0x0000DD0: Control pcb: Main loop time exceed Actual errors 0x0000DD0: Control pcb: Main loop time exceed Actual errors 0x0000DD0: Control pcb: Main loop time exceed Actual errors 0x0000DD0: Control pcb: Main loop time exceed Actual errors 0x0000DD0: Control pcb: Main loop time exceed Actual errors 0x0000DD0: Control pcb: Main loop time exceed Actual errors 0x0000DD0: Control pcb: Main loop time exceed Actual errors 0x0000DD0: Control pcb: Main loop time exceed Actual errors 0x0000DD0: Control pcb: Main loop time exceed Actual errors 0x0000DD0: Control pcb: Main loop time exceed Actual errors 0x0000DD0: Control pcb: Main loop time exceed Actual errors 0x0000DD0: Control pcb: Main loop time exceed Actual errors 0x0000DD0: Control pcb: Main loop time exceed Actual errors 0x0000DD0: Control pcb: Main loop time exceed Actual errors 0x0000DD0: Control pcb: Main loop time exceed Actual errors 0x0000DD0: Control pcb: Main loop time exceed Actual errors 0x0000D0: Control pcb: Main loop time exceed Actual errors 0x0000D0: Control pcb: Main loop time exceed Actual errors 0x0000D0: Control pcb: Main loop time exceed Actual errors 0x0000D0: Control pcb: Main loop time exceed Actual errors 0x0000D0: Control pcb: Main loop time exceed Actual errors 0x0000D0: Control pcb: Main loop time exceed Actual errors 0x0000D0: Control pcb: Main loop time exceed Actual errors 0x0000D0: Control pcb: Main loop time exceed Actual errors 0x0000D0: Control pcb: Main loop time exceed Actual errors 0x0000D0: Control pcb: Main loop time exceed Actual errors 0x0000D0: Control pcb: Main loop time exceed Actual errors 0x0000D0: Control pcb: Main loop time exceed Actual errors 0x0000D0: Control pcb: Main loop time exceed Actual errors 0x000D0: Control pcb: Main loop time exceed Actual errors 0x000D0: Control pcb: Ma
Op AxisState Diag Code	Diag Msg Umain OK   DcLink OK   AmplTe   Actual op   v <= v_0   Positive c   Negative   Periph. Vo.
annel A Drive Ready 0x0000ECD0	R Positive limit switch warning.

General Settings Parameter Dynamics Online Functions Coupling Compensation

			40.0		Setpoint	t	[mm]
		414	113.3	81 I Z		41	413.7224
Lag Distance	[mm]	Actual V	elocity:	[mm/s]	Setpoint	t	[mm/s]
0.0212 (-0.	383, 0.284)			0.0208			0.0000
Override:	[%]	Total /	Control	[%]	Error:		
	100.0000 %		0.00 /	0.00 %		18000	(0x4650)
-Status (log.)		Ste	tus (phy	ys.) —	Enabli	ng	
Ready	📝 NOT Movis	ng 🔲 🗍	Coupled	Mode	Cont	rolle	Set
Calibrated	Moving Fr	v 🔲 1	In Targe	t Pos.	V Feed	l Fw	
🔲 Has Job	Moving B	v 📃 🗖 1	In Pos.	Range	🔽 Feed	l Bw	
C	P		P. 6		-1		[ (-1
Controller AV-	ractor. Lmn	n/s/mmj	Ver	erence v	erocity.		
1		<b>↓</b>	220	0			t l
Target Position	n:	[mm]	Tar	get Velo	city:		[mm/s]
0			0				
	-	++		ര		രി	$\rightarrow \bullet$
E1 E2	<b>E</b> 2	EA	×	E S		8	EO
		14	- F D	- F 0		LO I	19

5) 复位并且反转

由于此时极限信号依然为 ON (驱动器无法处于就绪状态), NC 错误复位之后轴仍然不 能反转,极限信号需要先 OFF,电机才能转动,但是这不符合现场的实际需求,客户往往希 望碰到极限信号之后,可以反转,但是不能正转,此时需要使用 tcmc2.lib 库文件中的 FUNCTION AxisSetAcceptBlockedDriveSignal 来屏蔽极限信号,电机能反转不能正转。

TcBase.lib.14.5.09.11:14:08 TcSystem.lib*21.1.15.09.22:54 TcBaseMath.lib 27.7.04.11:07:56 TcMath.lib 23.9.04.14:15:30 TcMC21ib 91.01.51.44.9.44 STANDARD.LIB 5.6.98.11:03:02	
POUs POUs POUs Point Internal Point Advis Functions Point Extensions Point Extensions Point Mc_PowerIder[ifter (FB) PowerIder[ifter (FB) PowerIder[ifter (FB) PowerIder[ifter (FB) PowerIder[ifter (FB)] PowerIder[ifter (F	E
HC_SetEncoderScalingFactor (FB)         ■ MC_SetEvenide (FB)         ■ MC_SetEvenide (FB)         ■ HC_SetEvenide (FB)         ■ Touch Probe         ■ MC_Gearin (FB)         ■ MC_Gearin (FB)         ■ MC_Gearin/UnitMaster (FB)	

## 3. 驱动器输出点配置

# 1) Digital I/0中,在P-0-0800中设为1: user output。

Linked NC/CNC axes: ChannelA<=>Nc: Axis 1	a Startup SoE - On	line Online ChannelB<=	Drive Manager	NC-B: Onl	ine NC-B:	Functions	NC-A:	Online	NC-A:	Functions	
🕫 🌣 🕹   Telen 🗄   🍇 🔍 🔀	🔧 ? 🛛 -Change Pl	hase- 🔻		1							
Tree     ×       Device     - Power management       - Safety option     - Safety option	Device>>Digital I/O	ut 3 ut 4 ut 5 ut 6	-								
- Display - Scope2 - Digital I/O - Watch window	Digital In/	Output 7									
- Channel A	IDN		Name			ActValue		SetVa	alue	Unit	
Configuration	⊕ P-0-0315(A)	Diagnostic out	put								
<ul> <li>Service functions</li> </ul>	⊕ P-0-0315(B)	Diagnostic out	put								
		Hardware enal	ble configuration								
- Channel B	⊕ P-0-0400(B)	Hardware enal	ble configuration								
Configuration		Position limit sv	vitch configuration			_					
- Senice functions	P-0-0402	Ready to oper	ate configuration			3					
in service functions	P-0-0800	Digital output o	control word								
Disconstice		-									_

## 同时在 StartUP 中确认有 P-0-0800。

ral EtH	herCAT DC	Process Data	Startup SoE - On	line Online	Configuration	
ransi	Protocol	Index	Da	ta		Comment
<ps></ps>	SoE	S-0-0015 (A)	0x	0007 (7)		Telegram type
(PS>	SoE	S-0-0016 (A)	02	00 02 00 33	00	AT list
{PS>	SoE	S-0-0015 (B)	0x	007 (7)		Telegram type
(₽S>	SoE	S-0-0016 (B)	02	00 02 00 33	00	AT list
(PS>	SoE	S-0-0024 (A)	02	00 02 00 24	00	MDT list
(PS>	SoE	S-0-0024 (B)	02	00 02 00 24	00	MDT list
PS 🛛	SoE	S-0-0001 (A)	0x	07D0 (2000)		Tncyc - NC cycle time
PS 🛛	SoE	S-0-0002 (A)	0x	07D0 (2000)		Tscyc - Comm cycle time
PS	SoE	S-0-0032 (A)	0x	)002 (2)		Operation mode
PS	SoE	S-0-0032 (B)	0x	)002 (2)		Operation mode
PS 🛛	SoE	P-0-0800 (A)	0x	0080 (128)		Digital output control word

## 2) 在驱动器的Process Data的MDT1中添加Digital Outputs

 General
 EtherCAT
 DC
 Process Data
 Startup
 SoE - Online
 Online
 Drive Manager
 NC-B: Online
 NC-B: Functions
 NC-A: Online
 NC-A: Functions

 Linked NC/CNC axes:
 ChannelAc=>Nc:Axis1
 ChannelBc=>Nc:Axis2

Tree       X         Power management       -         Safety option       -         Display       -         Scope2       -         Digital I/O       Watch window         Configuration       -         Error reaction / drive Halt       -         Configuration       -         Error reaction / drive Halt       -         Controller overview       -         U/f control       -         S-00032       Primary operation mode 11: pos ctrl feedback 1 lag less         11: pos ctrl feedback       1 lag less         0: Controller overview       -         -       -         0: Motor and Feedback       1         0: Souligiand NC parameters       For process Data         S-0-0032: Velocity command value       -         S-0-0032: Velocity command value       -         S-0-0035: Velocity command value       -         S-0-0036: Velocity command value       -         S-0-0037: Additive velocity command value       -         S-0-0036: Velocity command value       -         S-0-0037: Digital outputs       -         S-0-0038: Digital outputs       -         S-0-0039: Digital outputs       -	🗳 🌣 🕹   🏗 🖃 🏂   🕺 🎝   🔀 🗞 ?   -Change Phase- 🔹							
Power management	Tree	×	A>>Configuration>>Process data/Opera	tion mode				
Display       IDN       Name       ActValue       SetValue       Add         Scope2       Digital I/O       Watch window       SetValue       Add         Channel A       E       Configuration       Ferror reaction / drive Halt       Add Tor MDT:       Parameters for Process Data         Controller overview       -U/f control       SetValue       SetValue       Add         Motor and Feedback       1       SetValue       SetValue       Add         SetValue       Controller overview       -U/f control       SetValue       Parameters for Process Data         SetValue       SetValue       SetValue       SetValue       Parameters for Process Data         SetValue       SetValue       SetValue       SetValue       SetValue         Additive velocity command value       SetValue       SetValue       SetValue       Parameters for Process Data         SetValue       SetValue       SetValue       SetValue       SetValue       SetValue       SetValue         SetValue       Name       SetValue	Power management Safety option		Linked NcAxis: TINC^NC-Task 1 SAF^Axes^Axis 1 Configured operation modes:					
Channel A Configuration Configuration Controller overview U/f control Motor and Feedback Solo038: Velocity command value Solo038: Velocity command value Solo038: Velocity command value Solo038: Additive position command value Solo038: Velocity command v	Display Scope2 Digital I/O Watch window		Name O032 Primary operation mode 11: pos	ActValue ctrl feedback 1 lag less	SetValue 11: pos ctrl feedback 1 lag less	Add Remove		
U/f control     S-0-0035: Velocity command value     S-0-0037: Additive velocity command value     S-0-0047: Additive solution command value     S-0-0047: Additive solution command value     S-0-0048: Additive solution     S-0-	Channel A Configuration Frror reaction / drive Halt Controller overview		AT or MDT: MDT Available parameters for Process Data					
Process data/Uperation m     S-0-0083: Negative torque limit value     S-0-0092: Bipolar torque limit value     S-0-0092: Bipolar torque limit value     S-0-0405: Prodective velocity command value     P-0-601: Predictive velocity command value	U/f control     Motor and Feedback     Scaling and NC parameter     Process data/Operation m     Probe unit     Parameter list     S-Service functions	1	1036: Velocity command value 1037: Additive position command value 1048: Additive position command value 1048: Additive torque command value 1048: Additive torque limit value 1042: Positive torque limit value 1042: Bipolar torque limit value 1052: Bipolar torque limit value 1052: Bipolar torque limit value 1055: Probe 1 enable 1051: Predictive velocity command value	2 S-0-0134 S-0-0047 P-0-0802	: Master control word <u>Position command</u> value : Digital outputs 3	Up Down		

3) 添加完成之后, MDT1中会出现Digital Outputs变量,激活配置并重启twincat后,将这个变量设为128(第8位为1),便可输出24V。



## 上海 ( 中国区总部)

中国上海市静安区汶水路 299 弄 9号(市北智汇园) 电话: 021-66312666 传真: 021-66315696 邮编: 200072

## 北京分公司

北京市西城区新街口北大街 **3** 号新街高和大厦 **407** 室 电话: 010-82200036 传真: 010-82200039 邮编: 100035

# 广州分公司

广州市	<b>「</b> 天河区珠江新城珠江	[东路16	5号高德置地G2603室		
电话:	020-38010300/1/2	传真:	020-38010303	邮编:	510623

## 成都分公司

成都市锦江区东御街18号	百扬大厦2305 房	
电话: 028-86202581	传真: 028-86202582	邮编: 610016



请用微信扫描二维码 通过公众号与技术支持交流 倍福中文官网: http://www.beckhoff.com.cn/ 倍福虚拟学院: http://tr.beckhoff.com.cn/

- 招贤纳士: job@beckhoff.com.cn
- 技术支持: support@beckhoff.com.cn
- 产品维修: service@beckhoff.com.cn
- 方案咨询: sales@beckhoff.com.cn