

IXL-II伺服驱动器 EtherCAT 快速应用手册 V1.1

声明

本文档所涉及产品包含本公司知识产权，未经允许不可擅自复制使用，亦不可向任何第三方传播，因文档复制或泄露导致的任何机密泄露及经济损失，本公司将追究其法律责任。

本产品使用了 EtherCAT 技术，“EtherCAT®”是注册商标和专利技术，由德国倍福自动化有限公司授权。



本产品已通过 CE 认证，符合 EN55022 及 EN55024 标准。



版本说明

版本	时间	描述
V1.0	2020.9	出版
V1.1	2021.5	修订

目录

声明.....	1
版本说明.....	2
目录.....	3
一、产品概要.....	4
二、安装与连接.....	5
三、开发及调试.....	7
3.1 BeckHoff TwinCAT3 连接测试.....	7
3.2 BeckHoff TwinCAT3 MOTION 测试 CSP 功能.....	9
四、CANOPEN设备控制.....	14
4.1 控制字 Controlword(0x6040).....	14
4.2 状态字 Statusword(0x6041).....	16
4.3 模式控制 Modes_of_operation (0x6060).....	18
4.4 错误代码 Error_code (0x603F).....	19
五、回零模式 (Homing)	21
六、位置控制模式 (Profiled Position)	29
七、位置插补模式 (Interpolated Position)	30
八、循环同步位置模式 (CSP)	32
九、循环同步速度模式 (CSV)	33
十、循环同步力矩模式 (CST)	34
十一、速度控制模式 (Profiled Velocity)	35
十二、力矩控制模式 (Profiled Torque)	36
附录：CANOPEN设备对象字典	37

一、产品概要

IXL-II 全新一代低压伺服驱动器是一款高性能、全功能型的低压直流伺服驱动器。支持电流范围从10A-300A，支持电压范围20-90VDC，最大连续输出功率可达20KW。可用于驱动低压伺服电机、低压直流无刷电机、低压直流有刷电机等，可广泛应用于移动式自动引导车（AGV）、机器人、军工、半导体设备、医疗设备等场合。

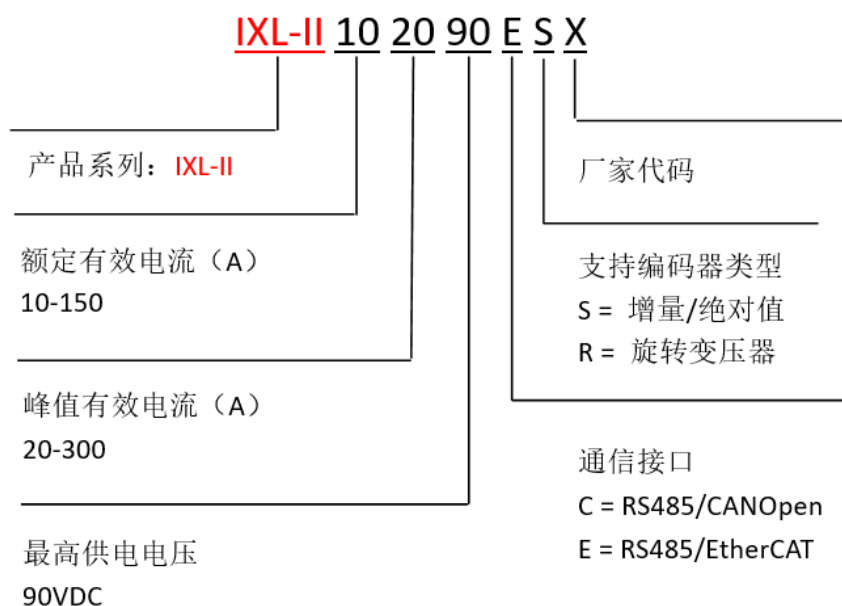


EtherCAT[®] CANopen

功能特点

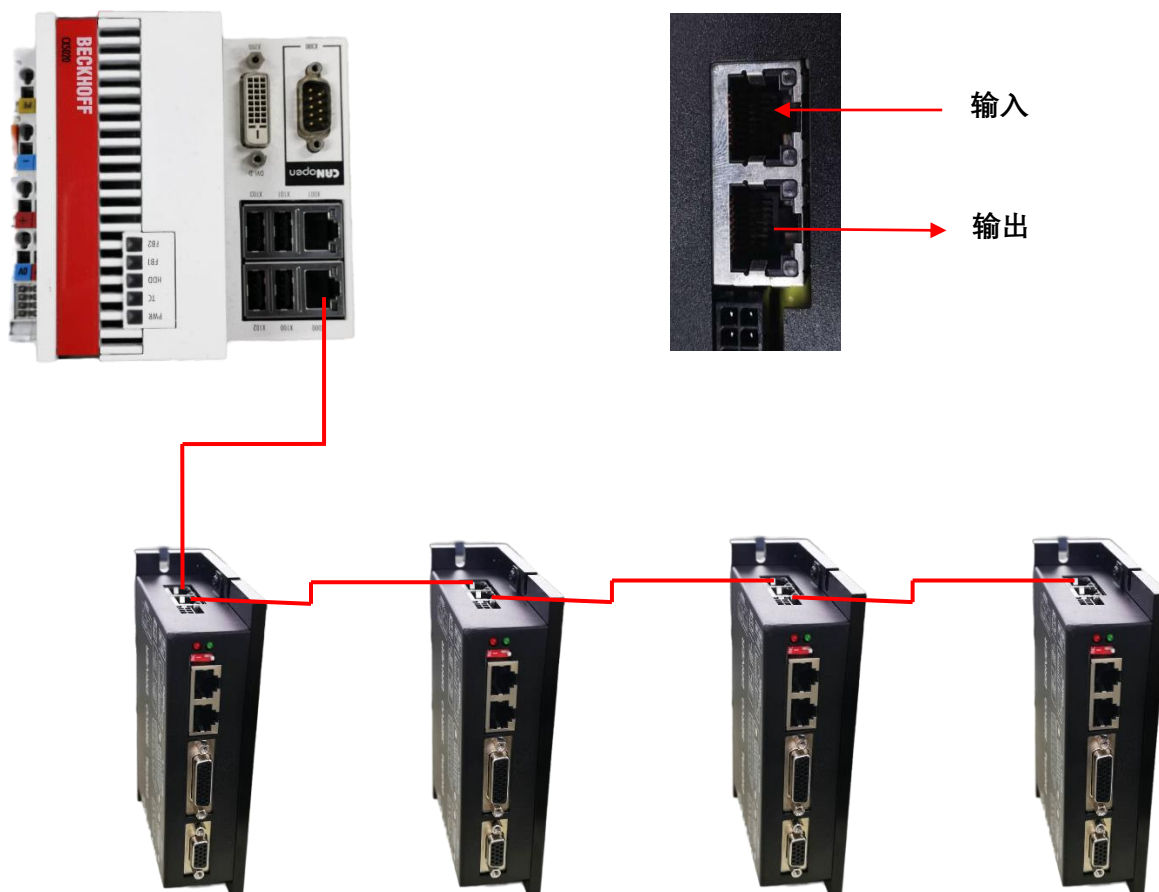
- 支持控制模式：力矩(PT)、速度(PV)、位置(PP)、回零 (Home)、IP、CSP、CSV、CST；
- 支持模拟量指令、脉冲指令，8 DI、4 DO；
- 支持通信总线：CANOpen、RS485(ModBus-RTU)、EtherCAT；
- 全面的反馈支持：增量编码器、SSI 绝对值编码器、BISS-CvB 绝对值编码器、多摩川 NRZ 绝对值编码器、旋转变压器等；
- 强大的自学习功能，轻松适配各类电机；
- 优化算法支持低电感空心杯电机；
- 满足 CE 与 ROHS 认证；

规格型号定义



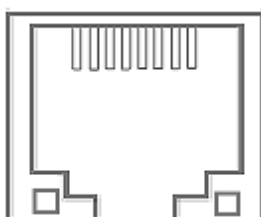
二、安装与连接

EtherCAT 网络一般由一部主站（例如 BeckHoff控制器）以及一系列的从站构成（如伺服控制器，总线端子等）。每个 EtherCAT 从站有一进一出两个标准的以太网接口。



EtherCAT 接插件规格

连接Ethernet双绞线电缆的接插件。电气特性：依据IEEE802.3标准。接插件机构：RJ45的8针模块化接插件依据ISO 8877标准。



针号	信号名称	简称	信号方向
1	发送数据+	TD+	输出
2	发送数据-	TD-	输出
3	接受数据+	RD+	输入
4	未使用	—	—
5	未使用	—	—
6	接受数据-	RD-	输入
7	未使用	—	—
8	未使用	—	—
接插件罩盖	保护用接地	FG	—

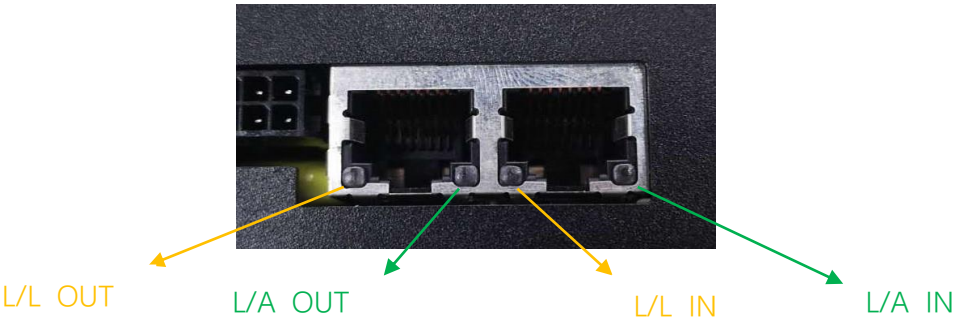
电缆规格

- 类别5以上
- 屏蔽对应

注：选择接插件时，请确认所使用的电缆适用于接插件。应该确认的项目有导体规格、导线的单线/绞线、2 对/4 对、外径等。

EtherCAT 状态显示

EtherCAT 网络通讯包含四个LED指示灯，分别用于指示网络连接状态和EtherCAT通信状态，具体如下。



指示灯	功能	指示灯状态		状态说明
L/L IN	Line LINK 输入	常灭		无网络连接
		常亮		有网络连接
L/A IN	Line ACK 输入应答	常灭		无网络连接
		快速闪烁		网络有连接，处于活跃状态
		常亮/慢闪		网络有链接，处于非活跃状态
L/L OUT	Line LINK 输出	常灭		无网络连接
		常亮		有网络连接
L/A OUT	Line ACK 输出应答	常灭		无网络连接
		快速闪烁		网络有连接，处于活跃状态
		常亮/慢闪		网络有链接，处于非活跃状态

三、开发及调试



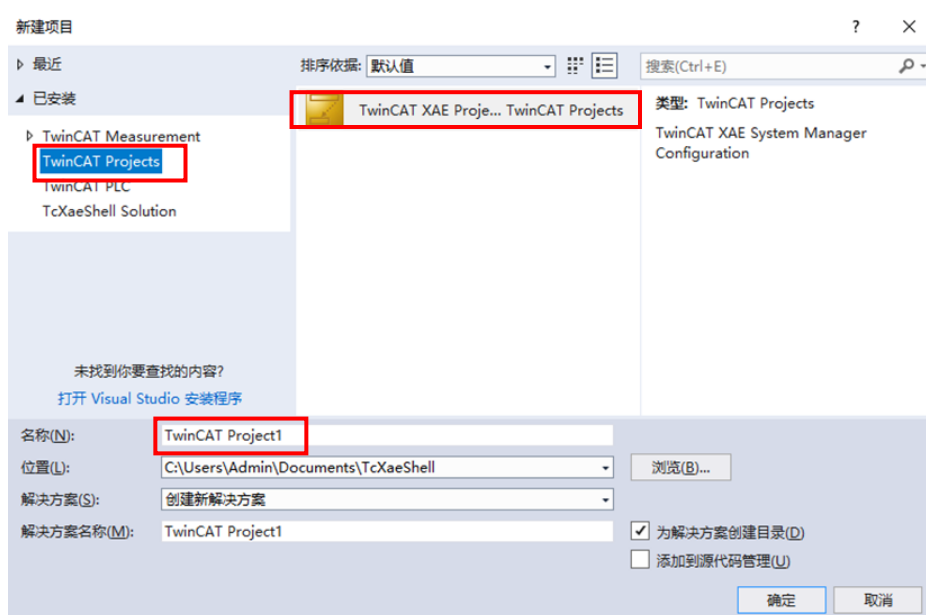
注意

在用EtherCAT调试驱动器前，需要首先用驱动器调试软件完成驱动器与电机的参数配置，并且把sysPRM.EtherCATEnable参数设为ON，保存参数。

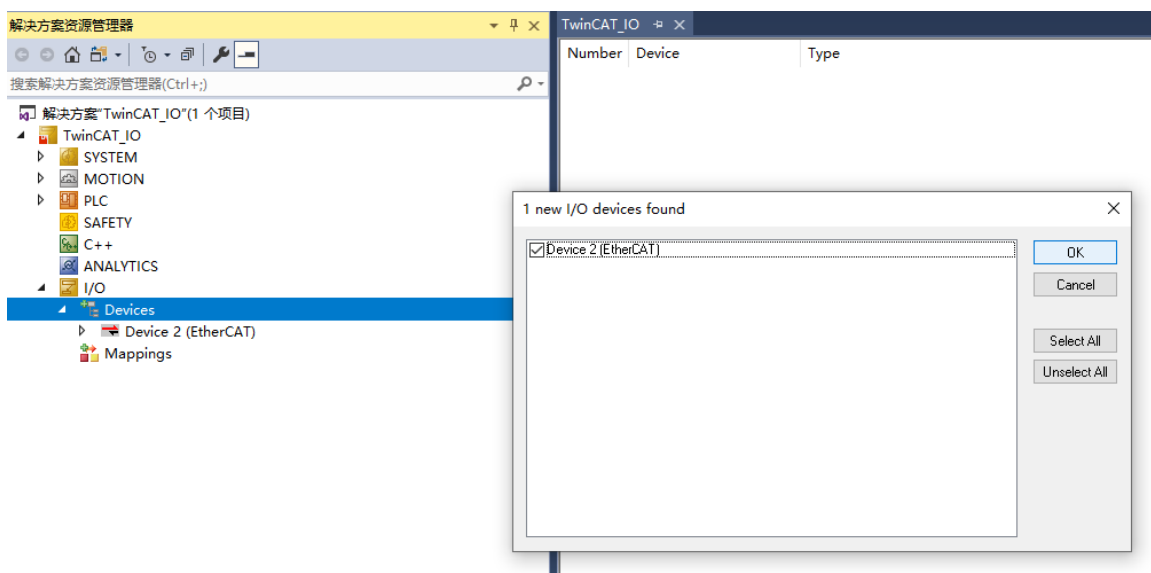
3.1 BeckHoff TwinCAT3 连接测试

将该设备相应的XMC_ESC.xml文件放到用来做配置的PC的C:\TwinCAT\3.1\Config\Io\EtherCAT路径下。

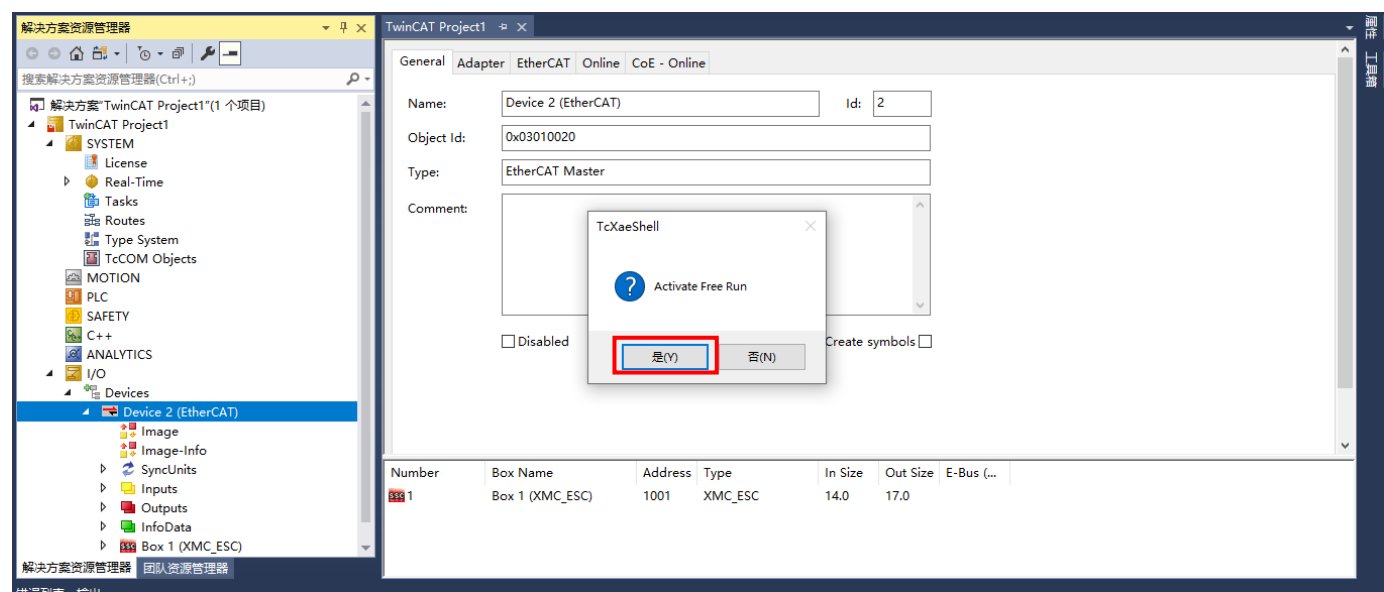
打开TwinCAT3 新建—>项目，弹出新建项目对话框，设置好保存路径点击OK即可。新建项目对话框如下图所示。



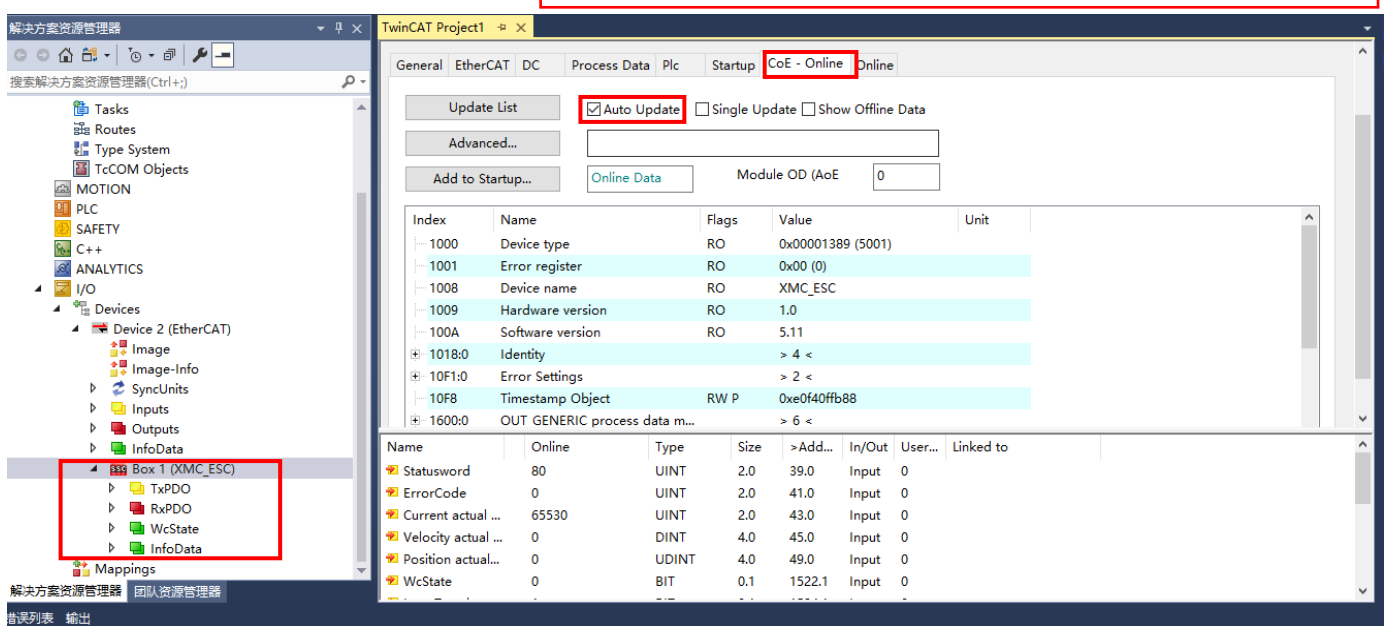
项目新建完成后，右键IO→Devices→Scan开始EtherCAT从站扫描，点击OK即可，如下图所示。



扫描完成并在弹出的自由运行对话框点击“是”后如下图所示。完成后工程中出现Box_1 (XMC_ESC) 驱动器项目。



选中Box_1(XMC_ESC)在CoE-Online页面中可以看到驱动器所有控制参数。在CoE-Online页面下对Auto Update打勾后，可以看到实时刷新数据。 写入 0x60c201=2, 0x60c202=-3 设置同步周期2MS

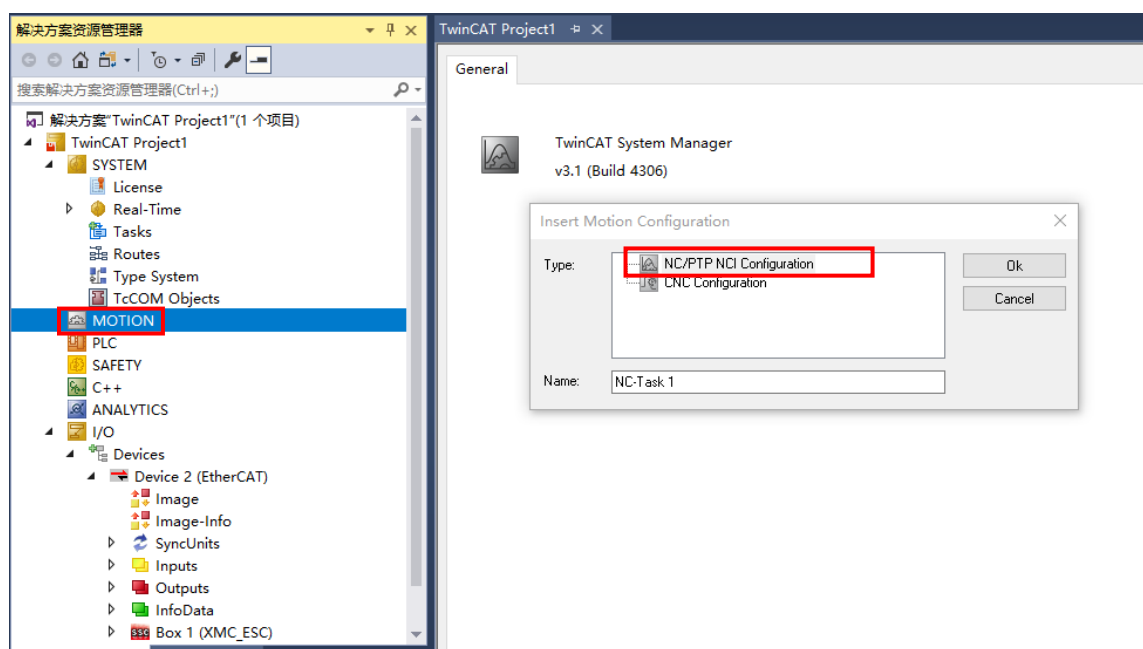


用户可以在PLC中通过读写驱动器控制字实现电机的控制。

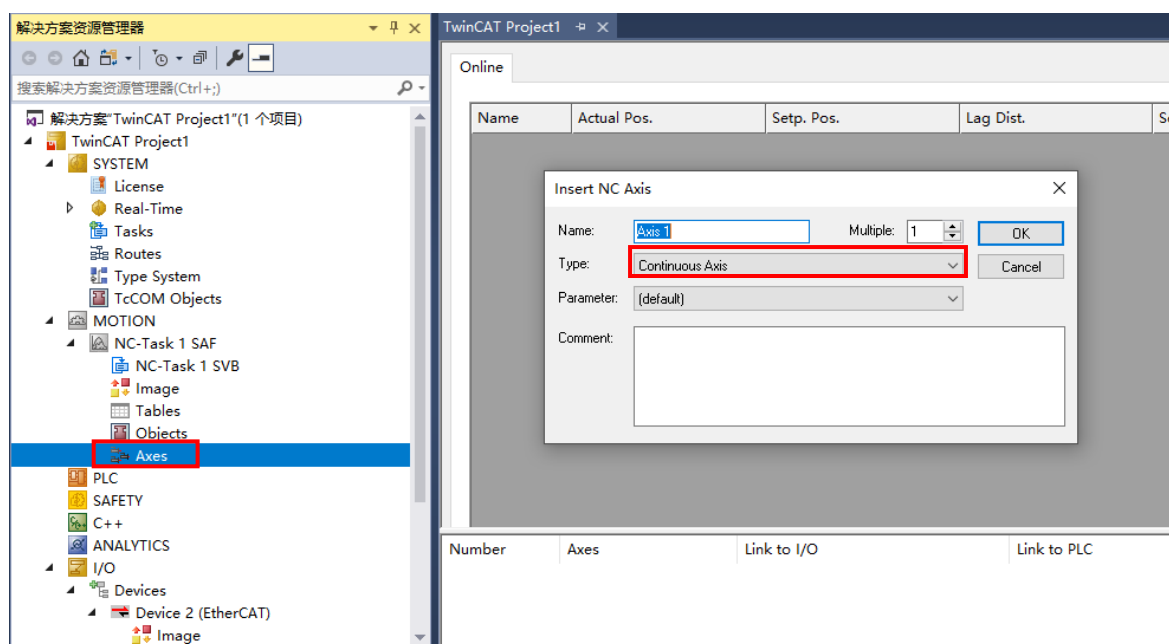
3.2 BeckHoff TwinCAT3 MOTION 测试 CSP 功能

在测试CSP功能前，需要先完成驱动器与TwinCAT3的连接，测试CSP功能的前提是控制器支持Motion功能。

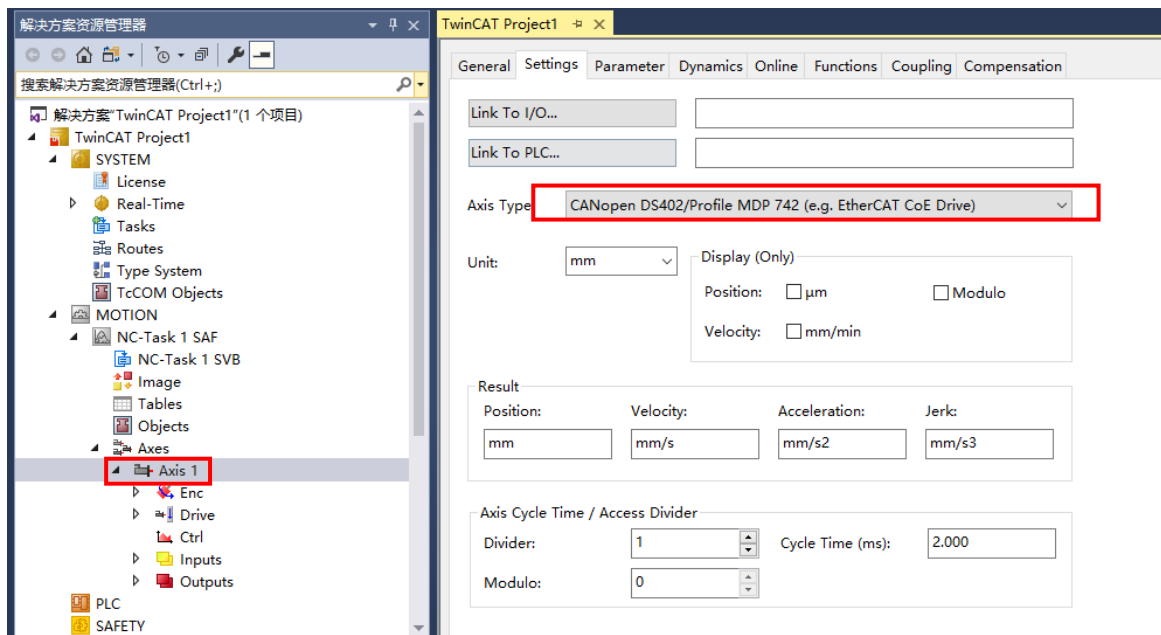
首先，在TwinCAT3目录下MOTION右击点击“添加新项”建立NC轴。



在Axes下右击点击“添加新项”添加Continuous Axes

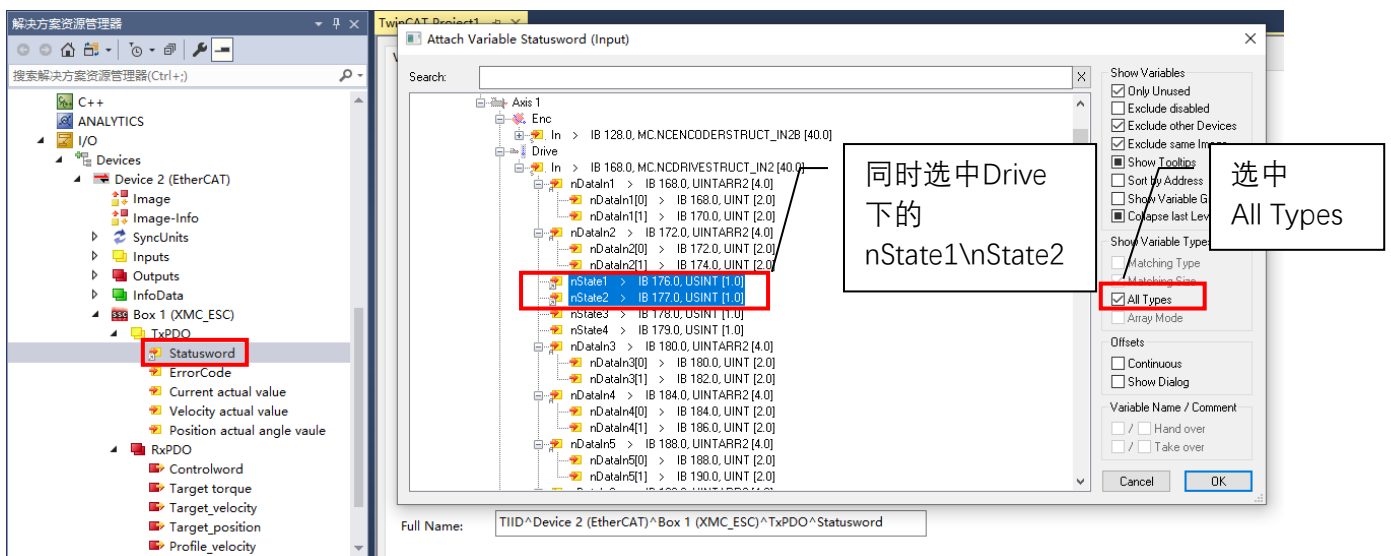


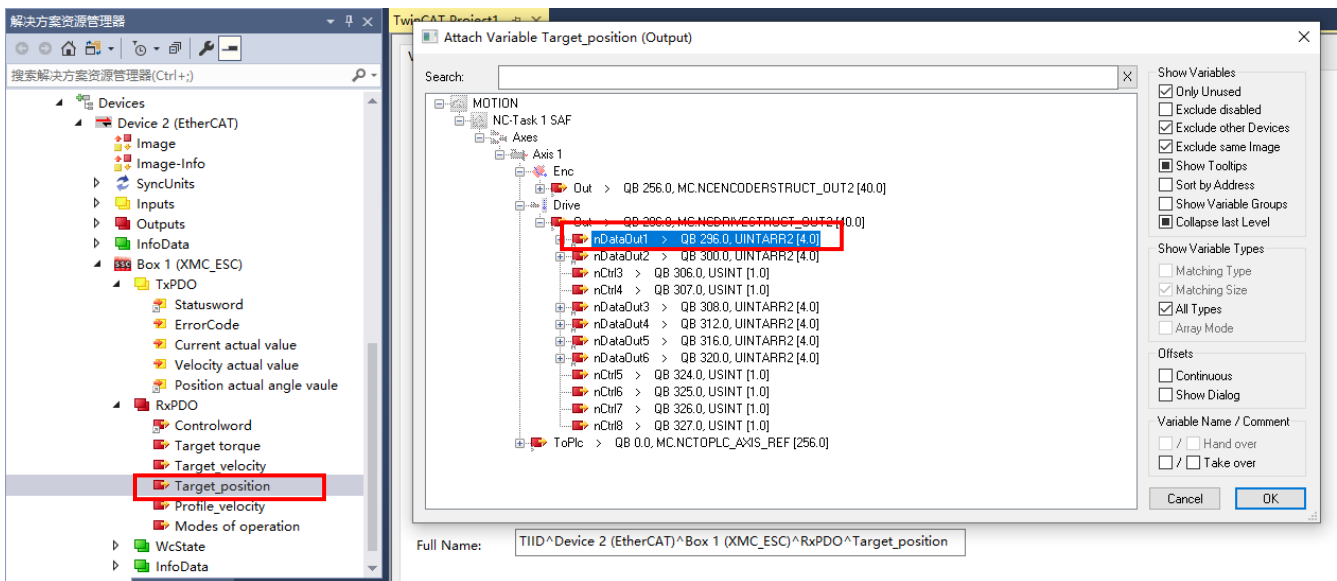
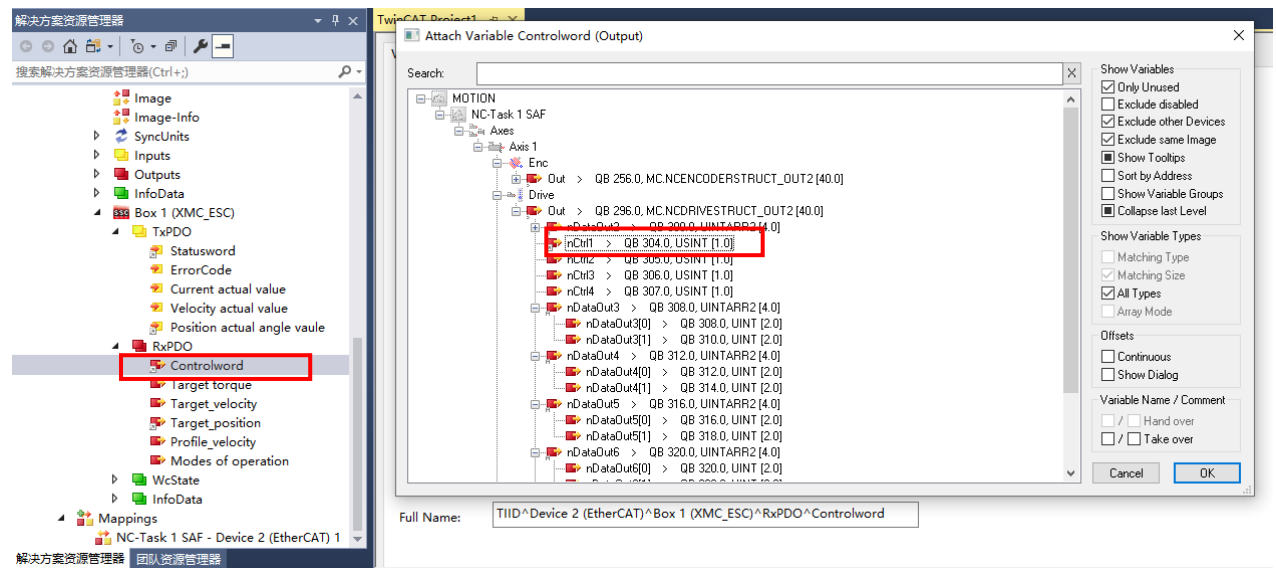
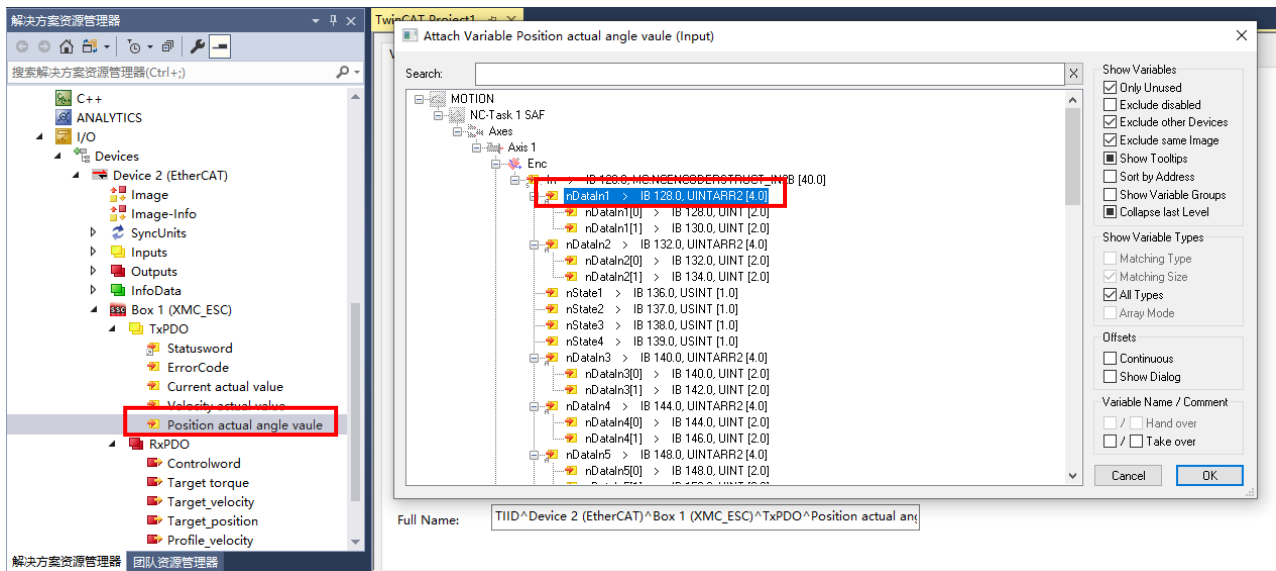
双击 NC 轴下 Axis1, 在 Setting 选项卡里面 Axis Type 设置如下图所示。



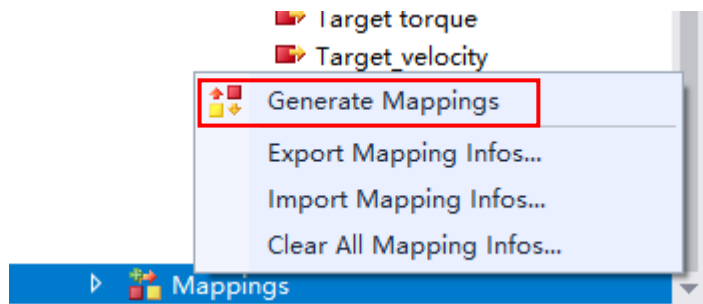
Link EtherCAT 从站 PDO 参数到 NC 轴

挂在 EtherCAT 从站 PDO 下的映射参数需要 Link 到 NC 轴下的接口参数，这样才可以把物理轴和 NC 轴关联起来，位置同步用到四个参数 Controlword(0x6040)、Statusword(0x6041)、Target position (0x607A)、Position actual angle value(0x6064)，这四个参数如何链到 NC 轴如下图所示，双击 PDO 下的映射参数，在右侧弹出来的对话框中点击 Link To 在弹出来的对话框中按照下图所示选择即可。

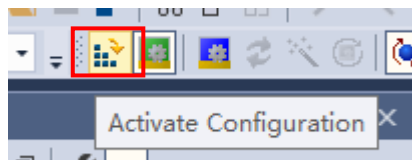




右击Mapping选择Generate Mappings



点击工具栏的Activate Configuration按键，系统进入RUN模式。

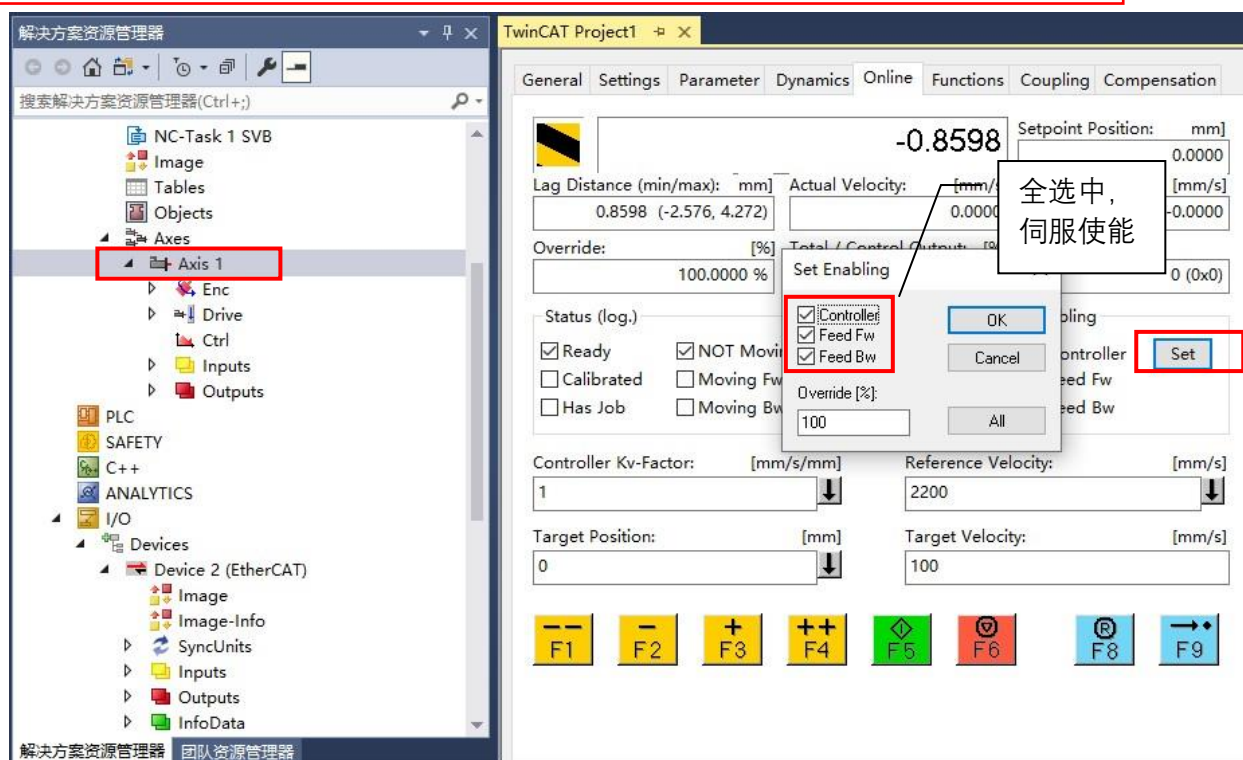


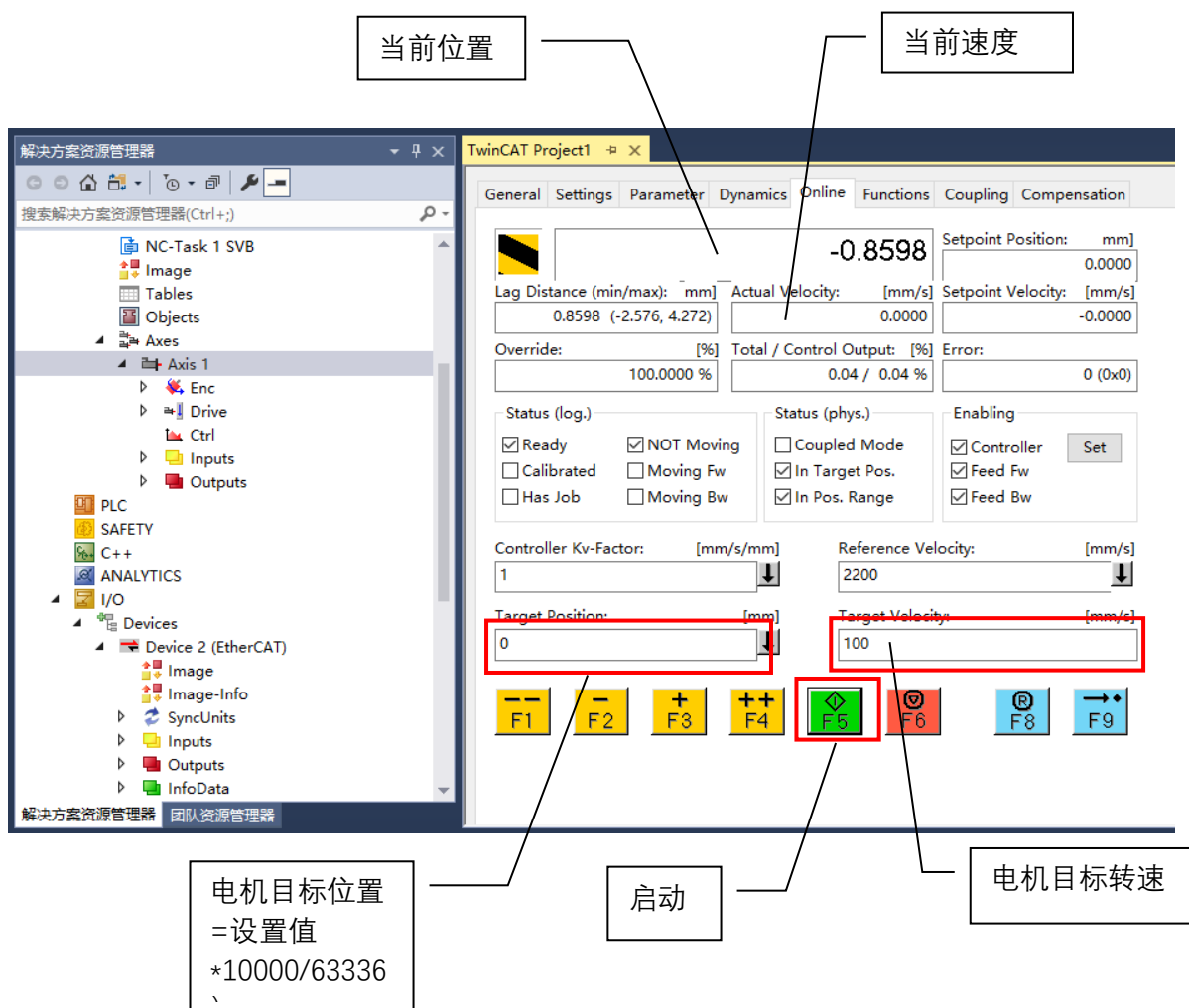
利用 NC 轴调试界面调试驱动器

激活配置将 TwinCAT3 切换到运行模式，然后点击 MOTION，点击Axis1，点击 Online 选项卡，可以在这里对伺服轴进行调试，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。

伺服使能给 通过SD0/PDO 0x6060=8 设置工作模式在位置同步模式 在进行运动控制





四、CANOPEN设备控制

4.1 控制字 Controlword(0x6040)

控制字Controlword可以控制驱动器的状态切换、运行模式切换。每个Bit的功能说明如下：

Bit8	Bit7	Bit6~4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
Halt	Fault Reset	Operation Mode specific	Enable Operation	Quick stop	Enable voltage	Switch on

Bit 15	Bit11~14	Bit9~10
Reset Home	Manufacturer Specific	Reserved

状态机的传输由Bit0~ Bit3和Bit7这 5 位组成的相应控制命令触发。

Command	Bit of the Controlword					Transitions
	Bit7- Fault Reset	Bit3- Enable Operation	Bit2- Quick Stop	Bit1- Enable voltage	Bit0- Switch On	
Shutdown	0	*	1	1	0	2、 6、 8
Switch On	0	0	1	1	1	3
Switch On	0	1	1	1	1	3
Disable Voltage	0	*	*	0	*	7、 9、 10、 12
Quick Stop	0	*	0	1	*	7、 10、 11
Disable Operation	0	1	1	1	1	5
Enable Operation	0	1	1	1	1	4、 16
Fault Reset	上升沿	*	*	*	*	15

Bit4、 Bit5、 Bit6、 Bit8是特定的运行模式位，在相应的控制模式章节有描述，下表给出了一个概述：

	Operation Mode			
	Velocity Mode	位置模式 (PP Mode)	速度模式 (PV Mode)	力矩模式 (PT Mode)
Bit 4	Rfg enable	New set-point	Reserved	Reserved

Bit 5	Rfg unlock	Change Set Immediately	Reserved	Reserved
Bit 6	Rfg use ref	1-相对位置模式 0-绝对位置模式	Reserved	Reserved
Bit 8	Halt	Halt	Halt	Halt

Bit15: Reset Home是电机回零启动位，当该位被置1启动回零动作，并自动清除该位。回零过程中Statusword的Bit15被置0，回零结束Statusword的Bit15被置1。

4.2 状态字 Statusword(0x6041)

状态字Statusword可以指示驱动器的当前状态，Statusword主要包含驱动器状态、模式运行状态。每个Bit的功能说明如下：

位	说明
Bit0	Ready to switch on
Bit1	Switched on
Bit2	Operation enabled
Bit3	Fault
Bit4	Voltage enabled
Bit5	Quick stop
Bit6	Switch on disabled
Bit7	Warning
Bit8	Reserve
Bit9	Remote
Bit10	Target reached
Bit11	Internal limit active
Bit12~ Bit13	Operation mode specific
Bit14	Reserve
Bit15	Home attend

驱动器所处的状态是由Bit0~3、Bit5和Bit6这6位组合表示，具体含义如下表所示：

Value (Bin)	State
*0** 0000	Not ready to switch on
*1** 0000	Switch on disabled
01 0001	Ready to switch on
01 0011	Switched on
01 0111	Operation enabled
00 0111	Quick stop active
*0** 1111	Fault reaction active
*0** 1000	Fault

Bit4: Voltage Enabled

当该位为1时，表示主电已上。

Bit5: Quick Stop

当该位为0时，表示驱动器将按照设置（605Ah: quick_stop_option_code）停机。

Bit7: Warning

当该位为1时，表示驱动器检测到报警。

Bit10: Target Reached

该位在不同的控制模式下含义不同。**Profile Position Mode** 时，当设定位置到达后，该位将被置位；当 **Halt** 启动，速度减速到零后，该位将被置位；当新的位置设定后，该位将被清除。**Bit11: Internal limit active**
当该位为 1 时，表示力矩模式下转速达到最大速度限制，或者位置模型下电机到达正转或者反转极限位置。

Bit12-13: Operation mode specific

该位在不同模式下具有不同含义，具体见下表。

Bit	Velocity mode	Profile Position mode	Profile Velocity mode	Profile Torque mode	Interpol Position mode
12	reserved	Setpoint acknowledge	Speed=0	reserved	Ip-mode active
13	reserved	Following error	Max slippage error	reserved	reserved

Bit15: Home attend

当该位为 1 时，表示回零结束，当启动回零会清除该位。

4.3 模式控制 Modes_of_operation (0x6060)

Index	Object	Name	Type	Attr
6060h	VAR	Modes_of_operation	INT8	RW
6061h	VAR	Modes_of_operation_display	INT8	RO

驱动器的控制模式是由Modes_of_operation -->6060h参数决定，该参数值和控制模式对应关系如下：

Value	说明
1	位置控制模式（Profile Position Mode）
3	速度控制模式（Profile Velocity Mode）
4	转矩控制模式（ProfileTorque Mode）
7	插值位置模式（Interpolated position Mode）
8	循环同步位置（CSP）
9	循环同步速度（CSV）
10	循环同步力矩（CST）

伺服驱动器当前的控制模式可以通过读 modes_of_operation_display -->6061h参数知道。

4.4 错误代码 Error_code (0x603F)

CANOPEN故障代码	故障名称	说明
0x603F (Bit0)	DCBUS过压	Servo ON 检测
0x603F (Bit1)	DCBUS欠压	Servo ON 检测
0x603F (Bit2)	电机过流	
0x603F (Bit3)	编码器故障	
0x603F (Bit4)	控制电源欠压	
0x603F (Bit5)	驱动过热	
0x603F (Bit6)	电机过热	
0x603F (Bit7)	电机过载报警	
0x603F (Bit8)	霍尔信号异常	Servo ON 检测
0x603F (Bit9)	编码器断线故障	Servo ON 检测
0x603F (Bit10)	电机超速	
0x603F (Bit11)	指令超差错误	位置/速度控制有效
0x603F (Bit12)	存储参数校验错误	
0x603F (Bit13)	功率模块过流（硬件）	不可清除

伺服驱动器检测到异常时就会发出报警。

报警时可通过驱动器的指示灯来观察，驱动器面板上指示灯为驱动器的故障代码显示。伺服驱动器在出现故障报警时会自动地停止马达的运转，并切断马达的使能信号。用户应该尽快查明故障原因并排除故障。

代码	故障名称	可能的原因	解决方法
0x603F (Bit0)	DCBUS过压	驱动器直流输入电压过大	检查电源输入侧是否大于最大输入值
0x603F (Bit1)	DCBUS欠压	驱动器直流输入电压过小	检查电源输入侧是否小于最小输入值
0x603F (Bit2)	电机过流	驱动器的输出电流已经到达了峰值电流，而仍无法满足负载需求	请检查驱动器电流环比例值是否过大；电机连接负载是否堵转；驱动器型号是否选择的过小
0x603F (Bit3)	编码器故障		
0x603F (Bit4)	控制电源欠压	逻辑电源故障	驱动器内部逻辑电源故障，硬

			件故障
0x603F(Bit5)	电机过热		
0x603F(Bit6)	驱动过热	驱动器内部温度过高	增加外部散热器或借助安装机壳散热
0x603F(Bit7)	电机过载报警	电机过载	请检查负载是否过大超出电机的额定功率，调整电机过载保护时间设定
0x603F(Bit8)	霍尔信号异常	霍尔信号异常	霍尔信号断线或缺相，检测霍尔接线
0x603F(Bit9)	编码器断线		
0x603F(Bit10)	电机过速	电机过速报警	请检查电机运行速度是否超出限制速度
0x603F(Bit11)	指令超差错误	位置/速度指令与电机实际值超出允许范围	增大增益或增大超差允许值
0x603F(Bit12)	存储参数校验错误	FRAM参数校验错误	从启驱动器，若继续出现此错误，请参数恢复出厂设置，重新调整参数
0x603F(Bit13)	功率模块过流（硬件）	MOS/IGBT过流硬件保护	

五、回零模式（Homing）

索引	子索引	对象类型	名称	数据类型	属性	映射
60FB	4	RECORD	RstStart	UINT8	RW	YES
			参数说明：0-复位关闭，1-复位启动			
6098	0	VAR	Homing method	INT8	RW	YES
			参数说明：0-关闭回零模式，1-37回零模式1-37			
6099	0	VAR	Homing Speeds	UINT32	RW	YES
			参数说明：复位速度设置，单位0.1r/min			
607C	0	VAR	Homing offset	INT32	RW	YES
			参数说明：原点偏置，65535对应电机一圈			
609A	0	VAR	Homing acceleration	UINT32	RW	YES
			参数说明：原点加速度，单位ms			
6041	0	VAR	Statusword	UINT16	RO	YES
			参数说明：Statusword的Bit15是回零模式状态指示，回零操作正在执行即回零中Bit15=0，回零完成Bit15=1.			

模式	名称	说明
回零模式01	零点为负限位触发信号	回零动作参考后续章节说明，0x607C有效
回零模式02	零点为正限位触发信号	回零动作参考后续章节说明，0x607C有效
回零模式3-6		预留
回零模式07	零点为原点信号外负边沿Z脉冲，初始正方向运动	未开放
回零模式08	零点为原点信号内负边沿Z脉冲，初始正方向运动	未开放
回零模式09	零点为原点信号内正边沿Z脉冲，初始正方向运动	未开放
回零模式10	零点为原点信号外正边沿Z脉冲，初始正方向运动	未开放
回零模式11	零点为原点信号外正边沿Z脉冲，初始负方向运动	未开放
回零模式12	零点为原点信号内正边沿Z脉冲，初始负方向运动	未开放
回零模式13	零点为原点信号内负边沿Z脉冲，初始负方向运动	未开放
回零模式14	零点为原点信号外负边沿Z	未开放

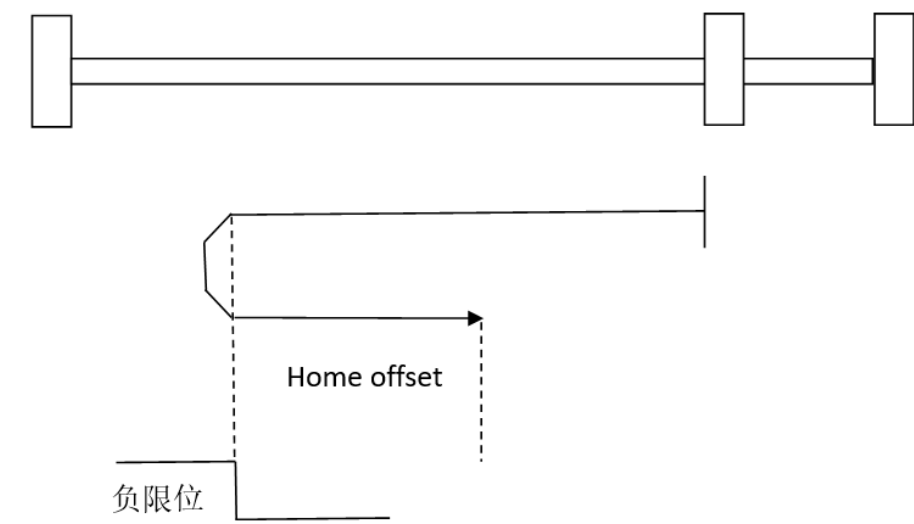
	脉冲，初始负方向运动	
回零模式15-16		预留
回零模式17	零点为负限位Z脉冲	未开放
回零模式18	零点为正限位Z脉冲	未开放
回零模式19-22		预留
回零模式23、 24	带双限位，零点为原点信号负边沿，初始正方向运动	回零动作参考后续章节说明
回零模式25、 26	带双限位，零点为原点信号正边沿，初始正方向运动	回零动作参考后续章节说明
回零模式27、 28	带双限位，零点为原点信号正边沿，初始负方向运动	回零动作参考后续章节说明
回零模式29、 30	带双限位，零点为原点信号负边沿，初始负方向运动	回零动作参考后续章节说明
回零模式31-34		预留
回零模式35	零点为当前位置	回零动作参考后续章节说明
回零模式36	零点为负机械限位位置	回零动作参考后续章节说明
回零模式37	零点为正机械限位位置	回零动作参考后续章节说明

回零模式1：零点为负限位触发信号

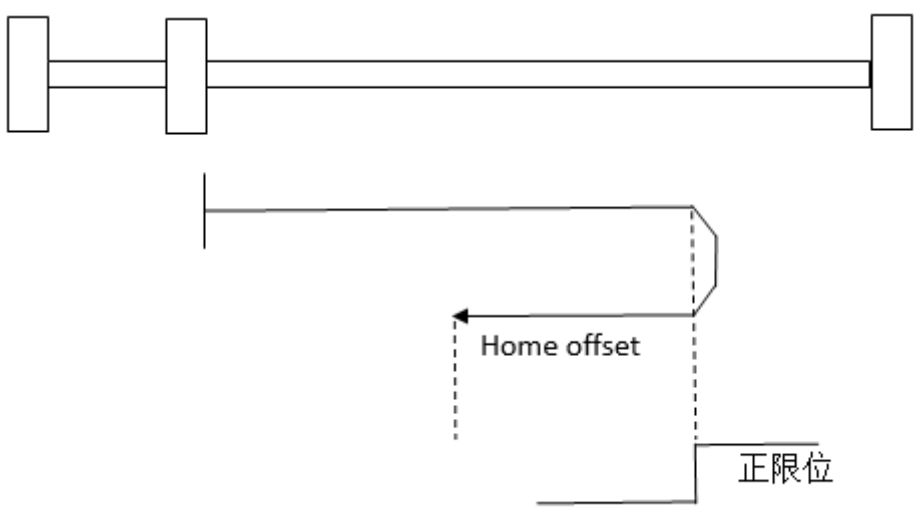
回零模式2：零点为正限位触发信号

回零模式1、2，使用以限位输入作为零点信号的回零方式驱动器需要运行在位置控制模式下才有效，驱动默认限位输入（DI4/DI2）为零点位置，复位启动由上位控制器软件触发。当电机已经处于复位位置，再次触发复位，驱动直接输出复位结束信号。回零连续超过120S，回零停止并报回零错误：

```
SelfSofRst.uwRstErr=1;
```



回零模式1



回零模式2

案例：回零模式1操作过程

回零准备：Homing method = 1;

SelfSofRst.uwRstStarSpd = 1000; （以100rpm速度复位）

回零偏置：SelfSofRst.slHomeOffset = 0x0000ffff; （回零偏置设为1圈）

启动回零：写SelfSofRst.uwRstStart = 1; SelfSofRst.uwRstEnd自动清零。电机按照设定100rpm速度反向

向旋转寻找零点信号，当找到零点信号电机减速停止，回零结束。

回零结束：SelfSofRst.uwRstEnd变为1，此位置被认为是原点位置。

回零模式07：零点为原点信号外负边沿Z脉冲，初始正方向运动

回零模式08：零点为原点信号内负边沿Z脉冲，初始正方向运动

回零模式09：零点为原点信号内正边沿Z脉冲，初始正方向运动

回零模式10：零点为原点信号外正边沿Z脉冲，初始正方向运动

回零模式11：零点为原点信号外正边沿Z脉冲，初始负方向运动

回零模式12：零点为原点信号内正边沿Z脉冲，初始负方向运动

回零模式13：零点为原点信号内负边沿Z脉冲，初始负方向运动

回零模式14：零点为原点信号外负边沿Z脉冲，初始负方向运动

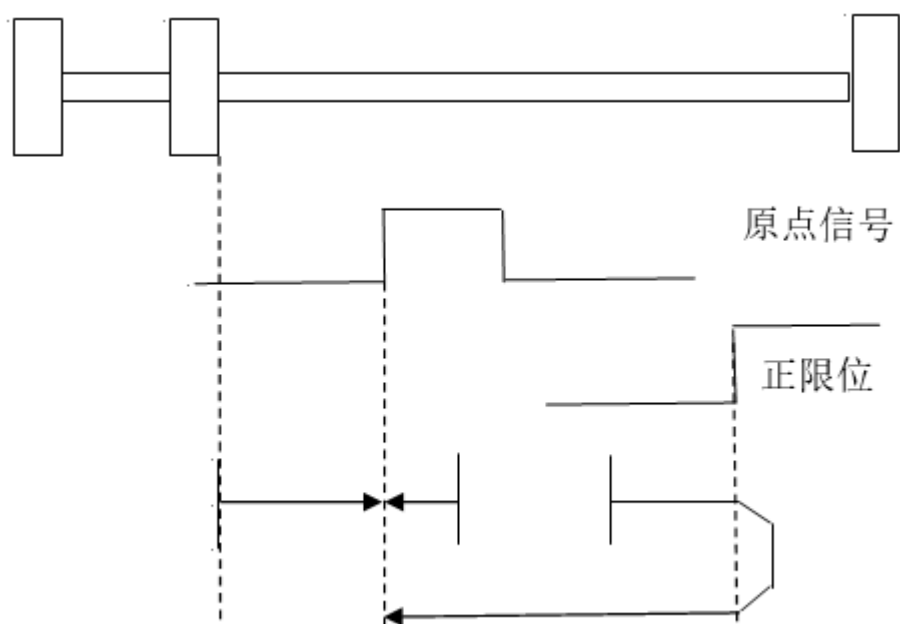
回零模式17：零点为负限位Z脉冲

回零模式18：零点为正限位Z脉冲

未开放。

回零模式23、24：带双限位，零点为原点信号负边沿，初始正方向运动

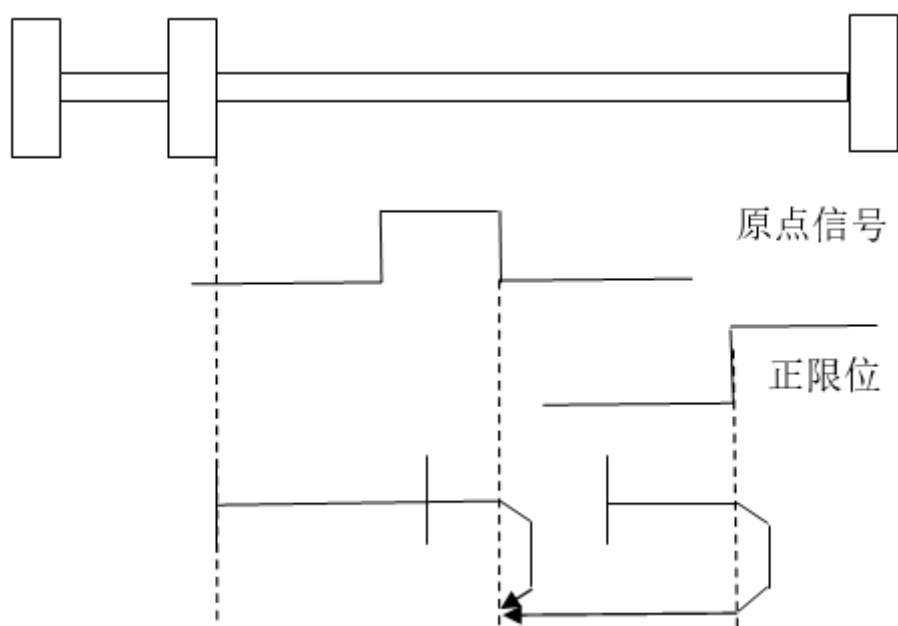
回零模式23、24，使用以原点信号输入负方向边沿作为零点信号的回零方式，回零初始速度为正。驱动器回零运行在位置控制模式下，驱动默认原点输入（DI5）负边沿为零点位置，复位启动由上位控制器软件触发。当电机已经处于复位位置，再次触发复位，驱动直接输出复位结束信号。回零连续超过120S，回零停止并报回零错误：SelfSofRst.uwRstErr=1。



回零模式23、24

回零模式25、26：带双限位，零点为原点信号正边沿，初始正方向运动

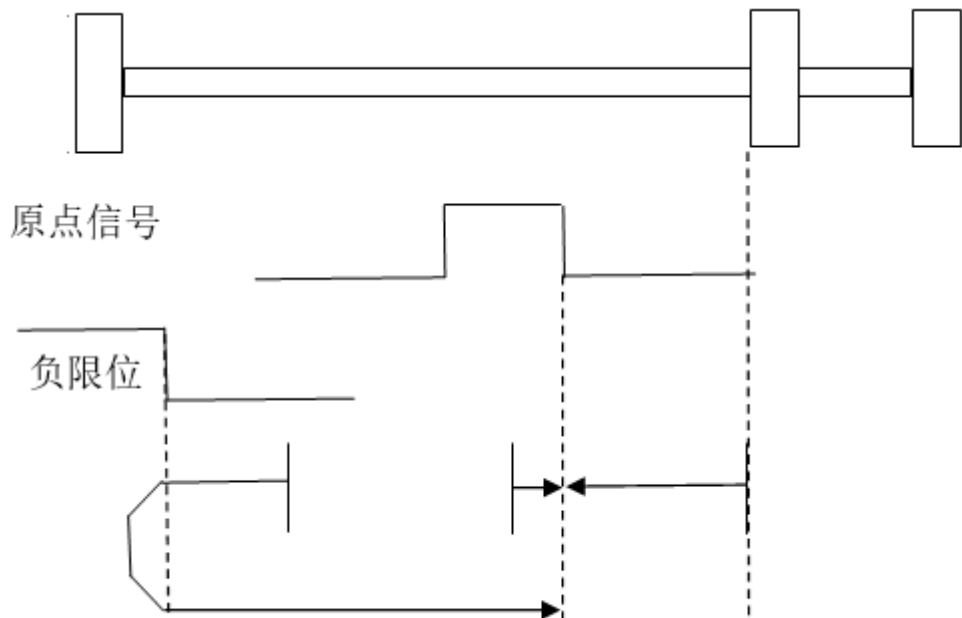
回零模式25、26，使用以原点信号输入正方向边沿作为零点信号的回零方式，回零初始速度为正。驱动器回零运行在位置控制模式下，驱动默认原点输入（DI5）正边沿为零点位置，复位启动由上位控制器软件触发。当电机已经处于复位位置，再次触发复位，驱动直接输出复位结束信号。回零连续超过120S，回零停止并报回零错误：SelfSofRst.uwRstErr=1。



回零模式25、26

回零模式27、28：带双限位，零点为原点信号正边沿，初始负方向运动

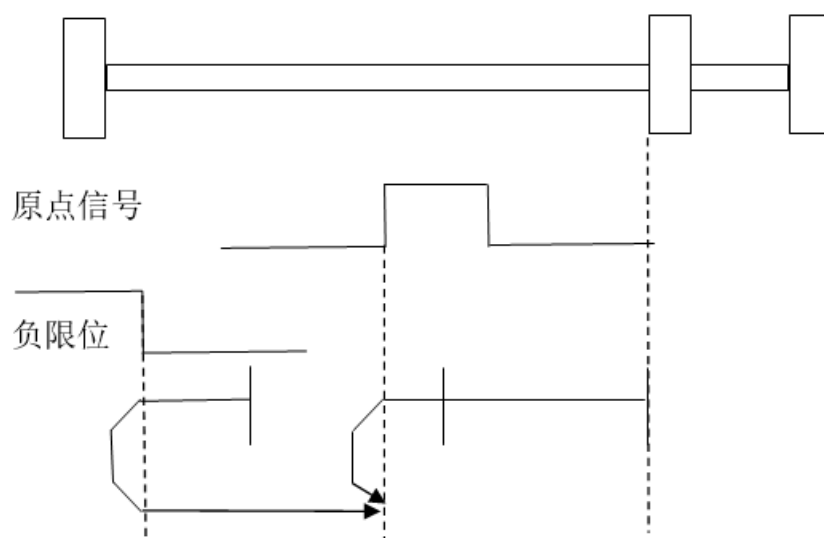
回零模式27、28，使用以原点信号输入正方向边沿作为零点信号的回零方式，回零初始速度为负。驱动器回零运行在位置控制模式下，驱动默认原点输入（DI5）正边沿为零点位置，复位启动由上位控制器软件触发。当电机已经处于复位位置，再次触发复位，驱动直接输出复位结束信号。回零连续超过120S，回零停止并报回零错误：SelfSofRst.uwRstErr=1。



回零模式27、28

回零模式29、30：带双限位，零点为原点信号负边沿，初始负方向运动

回零模式29、30，使用以原点信号输入负方向边沿作为零点信号的回零方式，回零初始速度为负。驱动器回零运行在位置控制模式下，驱动默认原点输入（DI5）负边沿为零点位置，复位启动由上位控制器软件触发。当电机已经处于复位位置，再次触发复位，驱动直接输出复位结束信号。回零连续超过120S，回零停止并报回零错误：SelfSofRst.uwRstErr=1。



回零模式29、30

回零模式35：零点为当前位置

当回零模式选择参数SelfSofRst.uwRstMode设为35时，驱动器会把当前电机位置记录为零点位置，并设定当前角度为零，同时清除SelfSofRst.uwRstMode值为0。次功能可多次运行有效，运行此功能必须在电机上电情况下才有效。

回零模式36：零点为负机械限位位置

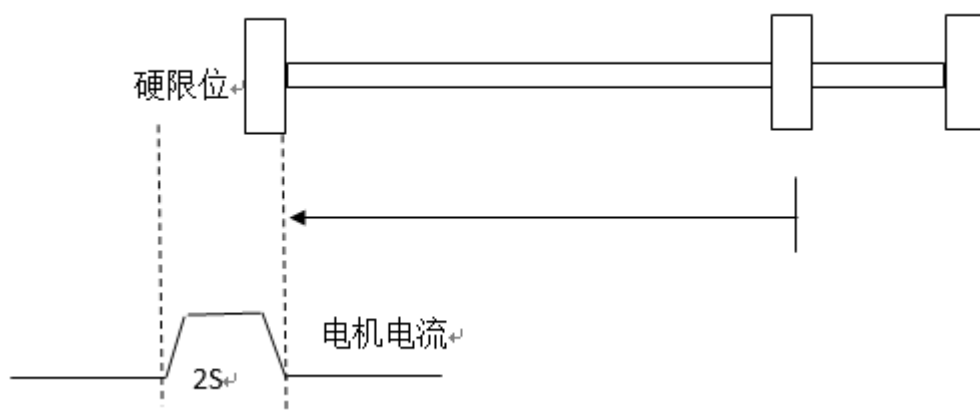
回零模式37：零点为正机械限位位置

回零模式36、37，应用于系统中没有外部回零点的场合，采用机械限位点作为零点的特殊方式。

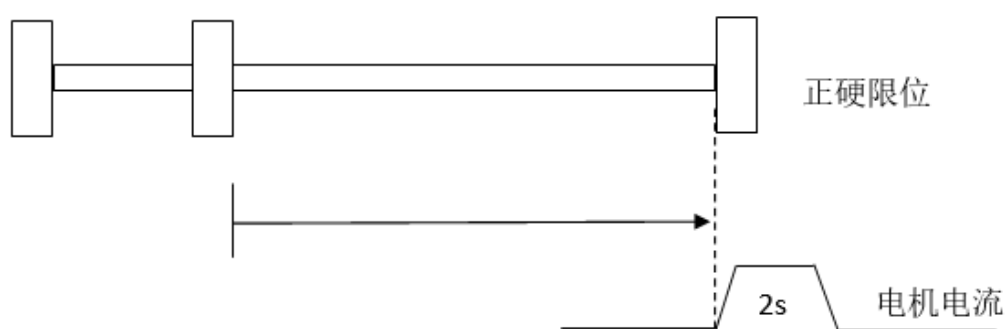
使用机械限位作为零点信号的回零方式，启动回零后电机以SelfSofRst.uwRstStarSpd设定的速度进行回零，此时限位处于失效状态，当电机碰到机械硬限位后电机电流增大到设定的额定电流值，电机速度反馈为零，持续2s后电机电流恢复为零，回零结束。

回零连续超过120s未找到原点，回零停止并报回零错误：SelfSofRst.uwRstErr=1；

说明：回零模式36、37，回零偏置功能无效。



回零模式36



回零模式37

案例：回零模式36操作过程

回零准备：Homing method = 36;

SelfSofRst.uwRstStarSpd = 1000; （以100rpm速度复位）

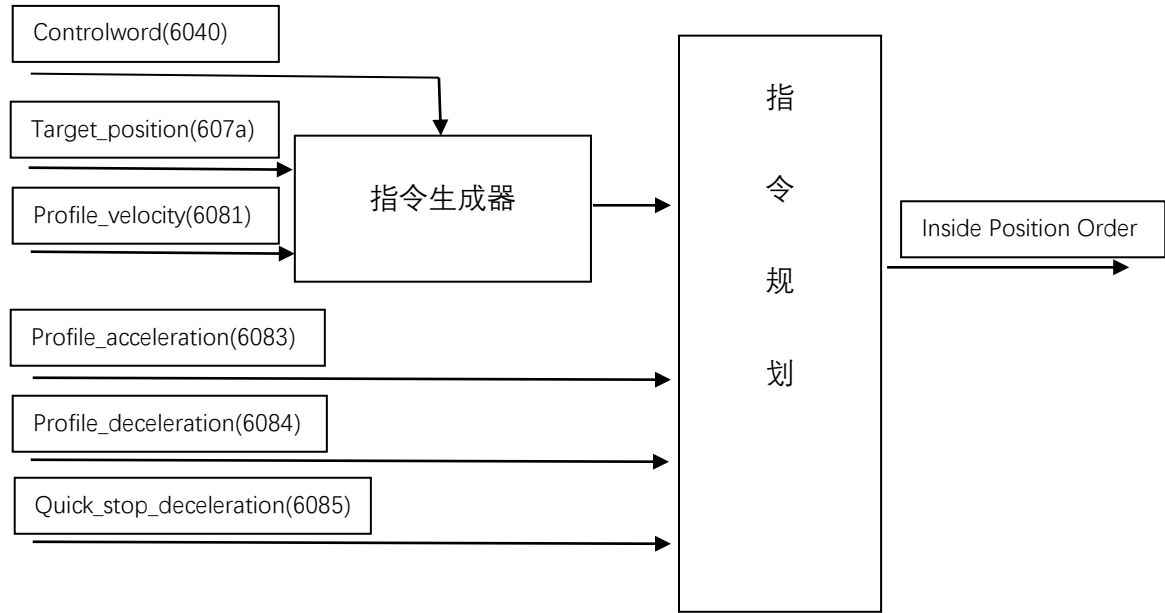
启动回零：写SelfSofRst.uwRstStart = 1; SelfSofRst.uwRstEnd自动清零。电机按照设定100rpm速度反方向旋转，当找电机碰到机械限位时，电机以额定电流输出2S，回零结束。

回零结束：SelfSofRst.uwRstEnd变为1，此位置被认为是原点位置。

六、位置控制模式（Profiled Position）

索引	子索引	对象类型	名称	数据类型	属性	PDO映射
607A	0	VAR	Target_position	INT32	RW	YES
			参数说明：位置控制位置指令给定，32bit有符号数，65535代表电机1圈； 例如：0x17fff = 1.5圈，0xfffe8000 = 负1.5圈；			
6081	0	VAR	Profile_velocity	INT32	RW	YES
			参数说明：位置控制速度指令 单位0.1r/min；			
6083	0	VAR	Profile_acceleration	UINT32	RW	YES
			参数说明：位置控制加速时间 单位为ms			
6084	0	VAR	Profile_deceleration	UINT32	RW	YES
			参数说明：位置控制减速时间 单位为ms			
6085	0	VAR	Quick_stop_deceleration	UINT32	RW	YES
			参数说明：快速停止减速时间 单位为ms			

本章所述位置控制模式（PP）就是点到点位置控制模式，用户通过给定目标位置与运行速度、加减速时间可以精确控制电机的运行过程，并且可以在电机运行过程中改变目标位置与目标速度，从而实现灵活动态控制。电机运行过程受电机最大转速、最大电流限制。

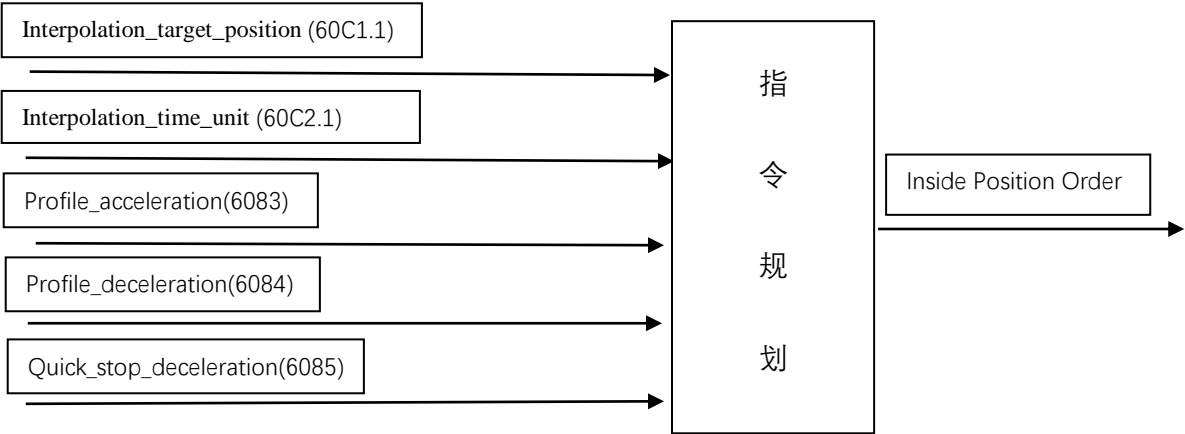


七、位置插补模式（Interpolated Position）

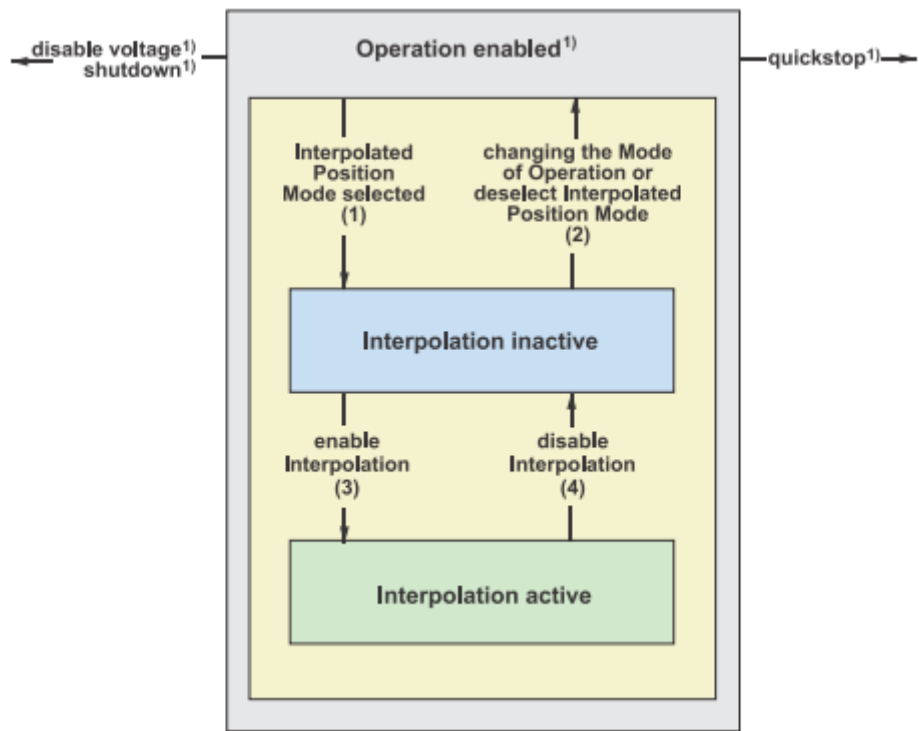
索引	子索引	对象类型	名称	数据类型	属性	PDO映射
60C0	0	VAR	Interpolation_sub_mode	INT16	RW	NO
60C1		VAR	Interpolation_data_recoder			
	0		Number_of_entries	UINT8	RO	NO
	1		Interpolation_target_position	INT32	RW	YES
			参数说明：位置插值模式，位置指令给定，32bit有符号数，65535代表电机1圈； 例如：0x17fff = 1.5圈，0xfffe8000 = 负1.5圈；			
60C2	2	VAR	Interpolation_target_velocity	INT32	RW	YES
			Interpolation_time_period			
	0		Number_of_entries	UINT8	RO	NO
	1		Interpolation_time_unit	INT8	RW	YES
			参数说明：插值时间；单位：ms			
60C4	2	VAR	Interpolation_time_index	INT8	RW	NO
			参数说明：插值时间单位；默认-3s			
			Interpolation_data_configuration			
	0		Number_of_entries	UINT8	RO	NO
	1		Interpolation_max_buffer_size	INT32	RO	NO
	2		Interpolation_actual_buffer_size	INT32	RW	NO
	3		Interpolation_buffer_org	INT8	RW	NO
	4		Interpolation_buffer_position	INT16	RW	YES
	5		Interpolation_recoder_size	INT8	RW	NO
	6		Interpolation_buffer_clear	INT8	WO	NO

位置插补（IP）模式下，控制器按插补周期所设定的频率连续下发目标位置给驱动器，每个目标位置要求移动较小的位置值，以保证电机运行的平稳与指令的良好跟随。驱动器内部默认直线插补模式下，插补周期内指令进行线性插补处理，以达到平稳运行目标。电机运行过程受电机最大转速、最大电流限制。

驱动器暂时不支持Interpolation buffer功能，控制器需要实时按照插补频率下发目标位置，小于插补周期的指令会被忽略，指令周期大于插补周期会导致指令不连续从而电机运行不平稳。



插补模式内部状态切换：



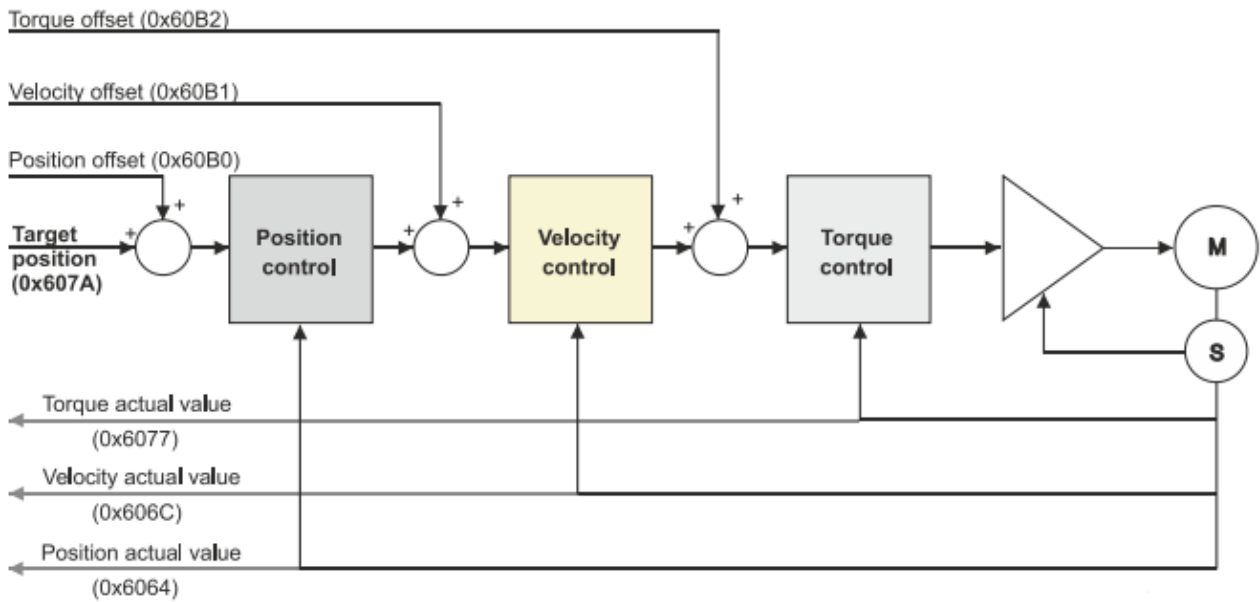
(1)	设置Modes_of_opertion(6060) 为7
(2)	设置Modes_of_opertion(6060) 不为7
(3)	设置Controlword 第4位为1
(4)	设置Controlword 第4位为0

八、循环同步位置模式（CSP）

索引	子索引	对象类型	名称	数据类型	属性	PDO映射
607A	0	VAR	Target_position	INT32	RW	YES
			参数说明：位置控制位置指令给定，32bit有符号数，65535代表电机1圈； 例如：0x17fff = 1.5圈，0xfffe8000 = 负1.5圈；			
60B0	0	VAR	Position_offset	INT32	RW	YES
			参数说明：循环同步模式位置偏置			
60B1	0	VAR	Velocity_offset	INT32	RW	YES
			参数说明：循环同步模式速度偏置，单位：0.1rpm			
60B2	0	VAR	Torque_offset	INT16	RW	YES
			参数说明：循环同步模式力矩偏置，单位：0.01A			

循环同步位置模式（CSP），控制器按插值周期设置的频率连续给定目标位置指令，I_xL驱动器按照给定的指令连续运行。每个目标位置要求移动较小的位置值，以保证电机运行的平稳与指令的良好跟随。在CSP模式下，控制器所给的位置指令必须为绝对位置指令，I_xL驱动器内部默认直线插补模式下，插补周期内指令进行线性插补处理，以达到平稳运行目标。电机运行过程受电机最大转速、最大电流限制。

控制器可以实时根据控制需要，进行位置/速度/力矩前馈给定，已达到更高的控制需求。控制器需要实时按照插补频率下发目标位置，小于插补周期的指令会被忽略，指令周期大于插补周期会导致指令不连续从而电机运行不平稳。

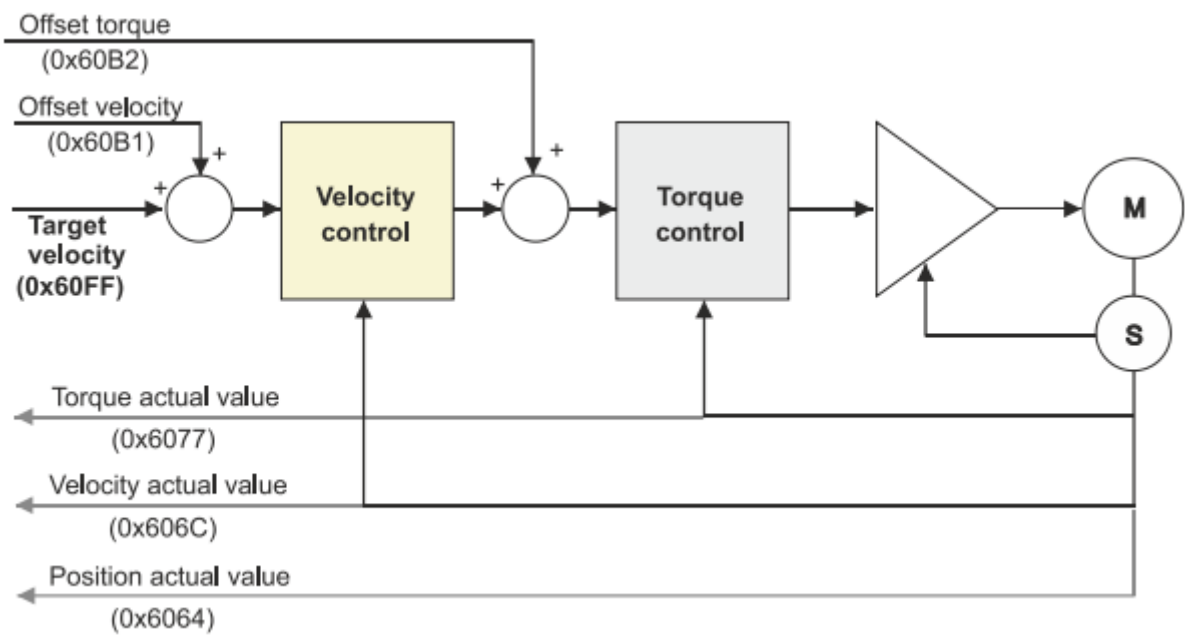


注意：Torque actual value (0x6077) 暂未开放，请读取Current_actual_Value (0x6078) 值。

九、循环同步速度模式（CSV）

索引	子索引	对象类型	名称	数据类型	属性	PDO映射
60FF	0	VAR	Target_velocity	INT32	RW	YES
			参数说明：速度控制速度指令；单位：0.1r/min			
60B1	0	VAR	Velocity_offset	INT32	RW	YES
			参数说明：循环同步模式速度偏置，单位：0.1rpm			
60B2	0	VAR	Torque_offset	INT16	RW	YES
			参数说明：循环同步模式力矩偏置，单位：0.01A			

循环同步速度模式（CSV），控制器实时下发目标速度指令给驱动器，驱动器按照接收指令运行。控制器应避免连续两次速度指令偏差过大，偏差过大会导致速度跟随超调，甚至控制失败。电机运行过程受电机最大转速、最大电流限制。控制器可以实时根据控制需要，进行速度/力矩前馈给定，已达到更高的控制需求。

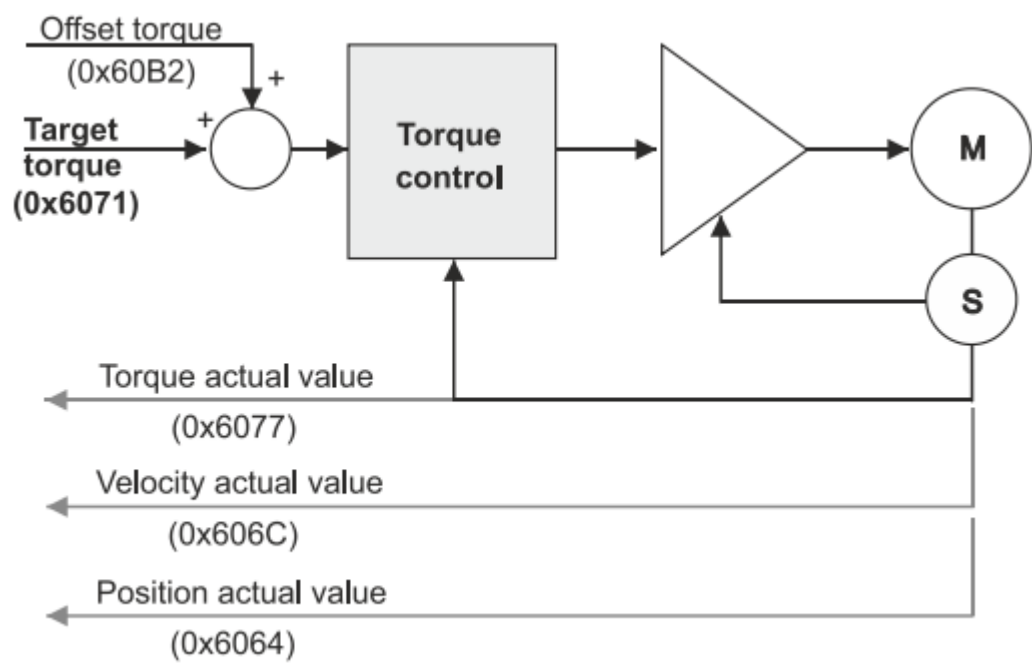


注意：Torque actual value(0x6077)暂未开放，请读取Current_actual_Value (0x6078) 值。

十、循环同步力矩模式（CST）

6071	0	VAR	Target_torque	INT16	RW	YES
			参数说明：电流模式，电流指令给定；单位：0.01A			
60B2	0	VAR	Torque_offset	INT16	RW	YES
			参数说明：循环同步模式力矩偏置，单位：0.01A			

循环同步力矩模式（CST），控制器实时下发目标电流指令给驱动器，驱动器按照接收指令运行。电机运行过程受电机最大转速、最大电流限制。控制器可以实时根据控制需要，进行力矩前馈给定，以达到更高的控制需求。

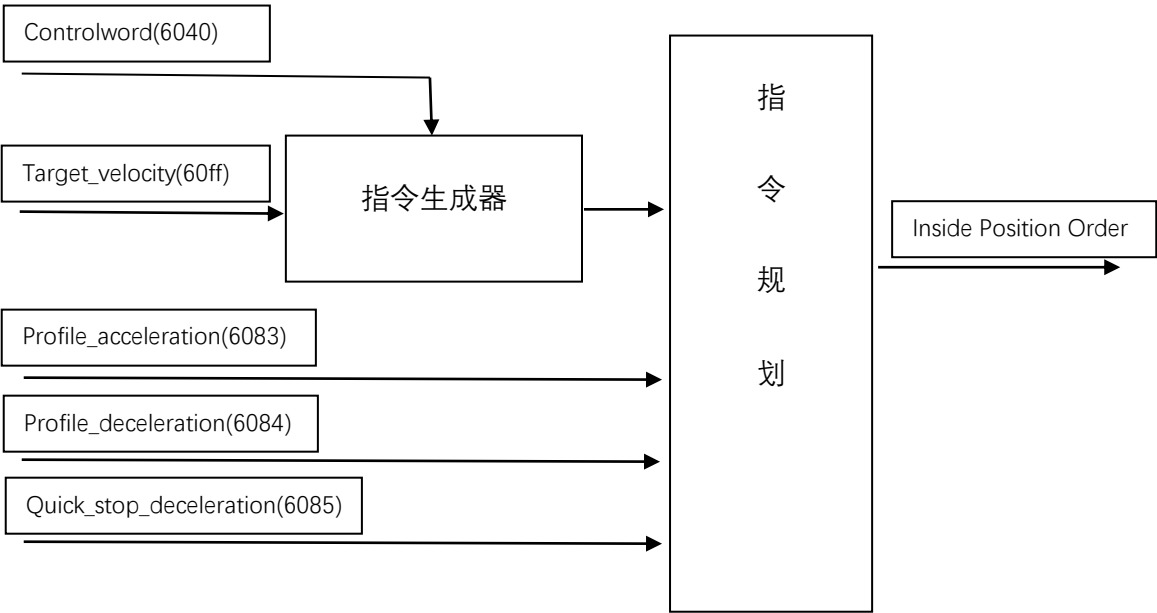


注意：Torque actual value(0x6077)暂未开放，请读取Current_actual_Value (0x6078) 值。

十一、速度控制模式（Profiled Velocity）

索引	子索引	对象类型	名称	数据类型	属性	PDO映射
60FF	0	VAR	Target_velocity	INT32	RW	YES
			参数说明：速度控制速度指令； 单位：0.1r/min			
6083	0	VAR	Profile_acceleration	UINT32	RW	YES
			参数说明：速度控制加速时间 单位：ms/kpm			
6084	0	VAR	Profile_deceleration	UINT32	RW	YES
			参数说明：速度控制减速时间 单位：ms/kpm			
606C	0	VAR	Velocity_actual_value	INT32	RO	YES
			参数说明：反馈电机实时转速； 实际转速 = Velocity_actual_value (0.1r/min)			

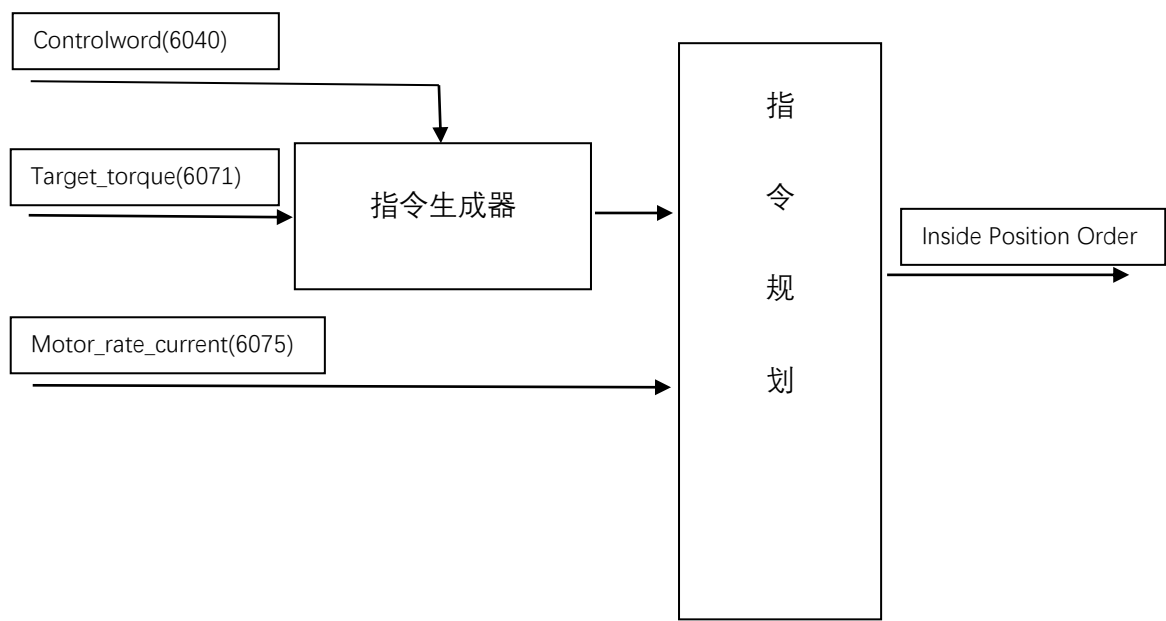
本章所述速度控制模式（PV），控制器给定目标速度指令，驱动器按照给定的加减速时间运行，并反馈实时电机速度、电流。电机运行过程受电机最大转速、最大电流限制。



十二、力矩控制模式（Profiled Torque）

索引	子索引	对象类型	名称	数据类型	属性	PDO映射
6071	0	VAR	Target_torque	INT16	RW	YES
			参数说明：电流模式，电流指令给定； 单位：0.01A			
6075	0	VAR	Motor_rate_current	UINT32	RW	YES
			参数说明：电流指令加减速； 单位：ms			
6078	0	VAR	Current_actual_Value	UINT16	RO	YES
			参数说明：电机输出电流有效值； 单位：1mA			

本章所述力矩控制模式（PT），控制器给定目标电流指令，驱动器按照给定的加减速时间运行，并反馈实时电机电流。电机运行过程受电机最大转速、最大电流限制。



附录：CANOPEN设备对象字典

Index 索引	Sub-Index 子索引	Object Type 对象类型	Name 名称	Data Type 数据类型	Attribute 属性	PDO Map 映射	Support	
							PP	PV
1008	0	VAR	Manufacturer device name	UINT32	RW	NO		
			参数说明：制造商标识，返回值为“TYA”					
1009	0	VAR	Manufacturer Hardware name	UINT32	RW	NO		
			参数说明：硬件标识，返回值为“IXL”					
100A	0	VAR	Manufacturer Software version	UINT32	RW	NO		
			参数说明：软件标识，返回值为“C09”					
100C	0	VAR	Guard Time	UINT16	RW	NO		
			参数说明：监督时间，单位ms					
100D	0	VAR	Life Time factor	UINT8	RW	NO		
			参数说明：寿命因子					
1017	0	VAR	Producer Heartbeat Time	UINT32	RW	NO		
			参数说明：设定心跳报文上发周期，单位ms					
1400 ~ 1403	0	RECORD	Number of entries	UINT8	RW	NO		
	1		参数说明：索引数量，初始值为2					
			COB-ID used by RPDO	UINT32	RW	NO		
			参数说明： 0x1400h: 设置RPDO1 0x1401h: 设置RPDO2 0x1402h: 设置RPDO3 0x1403h: 设置RPDO4					
			Transmission type	UINT8	RW	NO		
	2		参数说明：传输类型，初始值255					
1800 ~ 1803	0	RECORD	Number of entries	UINT8	RW	NO		
	1		参数说明：索引数量，初始值为4					
			COB-ID used by TPDO	UINT32	RW	NO		
			参数说明： 0x1800h: 设置TPDO1 0x1801h: 设置TPDO2 0x1802h: 设置TPDO3 0x1803h: 设置TPDO4					
			Transmission type	UINT8	RW	NO		
	参数说明：传输类型，初始值255							
	3		Inhibit time	UINT16	RW	NO		
	参数说明：禁止时间，0-无禁止时间，单位100us							
1600 ~ 1603	0	RECORD	Number of mapped entries	UINT8	RW	NO		
	1-8		RPDO映射1-8	UINT32	RW	NO		
			参数说明： 0x1600h: 设置RPDO1 0x1601h: 设置RPDO2 0x1602h: 设置RPDO3 0x1603h: 设置RPDO4					
1A00 ~ 1A03	0	RECORD	Number of mapped entries	UINT8	RW	NO		
	1-8		TPDO映射1-8	UINT32	RW	NO		
			参数说明： 0x1A00h: 设置TPDO1 0x1A01h: 设置TPDO2 0x1A02h: 设置TPDO3 0x1A03h: 设置TPDO4					
6000		ARRAY	Digital_Input	UINT32	RO	YES	●	●
	0		Number of Input	UINT8	RO	YES	●	●
	1		Read Input 1h to 8h State	UINT8	RW	YES	●	●

			参数说明：参数Bit0-Bit3 = DI0-DI3输入状态，默认值（0xBF）； Bit0：伺服使能状态 Bit1：正限位状态 Bit2：报警状态 Bit3：负限位状态；					
603F	0	VAR	Error_Code	UINT16	RO	YES	●	●
			参数说明：驱动器错误代码，相关错误解释请参阅8.3.4节；					
6040	0	VAR	Controlword	UINT16	RW	YES	●	●
			指令说明： 0x0006：Read to switch on状态 0x0007：switch on 状态 0x000F：Operation enable状态，伺服使能，电机上电 0x0005：退出伺服使能，电机断电 0x0002：QuickStop，电机快速停止，电机通电状态 0x010F：Halt状态，电机通电状态 0x001F->0x000F：绝对位置延时执行 0x003F->0x000F：绝对位置立即执行 0x005F->0x000F：相对位置延时执行 0x007F->0x000F：相对位置立即执行 0x800F：开始回零点操作 0x0080：清除报警信息					
6041	0	VAR	Statusword	UINT16	RO	YES	●	●
			状态字各位功能说明： Bit0: Ready to switch on Bit1: Switch on Bit2: Operation enable Bit3: Fault Bit4: Volage enable Bit5: Reserve Bit6: Switch on disabled Bit7: Reserve Bit8: Reserve Bit9: Remote Bit10: Target reached（目标位置到达） Bit11: Internal limit active（内部限位） Bit12: Reserve Bit15: Home attained（原点找到标志） （1）状态字Statusword的Bit10是位置模式定位状态指示，位置指令正在执行即定位中 Bit10=0，定位完成Bit10=1。 （2）状态字Statusword的Bit15是回零模式状态指示，回零操作正在执行即回零中 Bit15=0，回零完成Bit15=1。					
6060	0	VAR	Modes_of_operation	INT8	RW	YES	●	●
			参数说明：控制模式选择； 1-位置模式，3-速度模式，4-力矩模式，7-插值模式，8-循环同步位置，9-循环同步速度，10-循环同步力矩					
6061	0	VAR	Modes_of_operation_display	INT8	RO	YES	●	●
			参数说明：控制模式显示； 1-位置模式，3-速度模式，4-电流模式，7-位置插值模式，8-循环同步位置，9-循环同步速度，10-循环同步力矩					
6064	0	VAR	Position_actual_Angle_value	INT32	RO	YES	●	
			参数说明：电机角度反馈，高16bit为圈数，低16位一圈内的角度； 例：0x00017fff=1圈180度					
606C	0	VAR	Velocity_actual_value	INT32	RO	YES	●	●
			参数说明：反馈电机实时转速； 实际转速 = Velocity_actual_value（0.1r/min）					
6071	0	VAR	Target_torque	INT16	RW	YES		
			参数说明：电流模式，电流指令给定； 单位：0.01A					
6073	0	VAR	Max_Current	UINT16	RW	YES	●	●
			参数说明：最大输出到电机的电流有效值，未改变时按照电机默认参数输出电流； 单位：0.01A（有效值电流）					
6075	0	VAR	Motor_rate_current	UINT32	RW	YES		
			参数说明：电流指令加减速；					

			单位: ms					
6078	0	VAR	Current_actual_Value	UINT16	RO	YES		
			参数说明: 电机输出电流值; 单位: 0.01A					
6079	0	VAR	DC_link_voltage	UINT32	RO	YES	●	●
			参数说明: 母线供电电压值; 实际电压 (V) = DC_link_voltage * 0.001V					
607A	0	VAR	Target_position	INT32	RW	YES	●	
			参数说明: 位置控制位置指令给定, 32bit有符号数, 65535代表电机1圈; 例如: 0x17fff = 1.5圈, 0xfffe8000 = 负1.5圈					
607C	0	VAR	Homing_offset	INT32	RW	YES		
			参数说明: 原点偏置, 65535对应电机一圈					
6081	0	VAR	Profile_velocity	INT32	RW	YES	●	
			参数说明: 位置控制速度指令 单位0.1r/min					
6083	0	VAR	Profile_acceleration	UINT32	RW	YES	●	●
			参数说明: 位置/速度控制加速时间 单位为ms/kpm					
6084	0	VAR	Profile_deceleration	UINT32	RW	YES	●	●
			参数说明: 位置/速度控制减速时间 单位为ms/kpm					
6098	0	VAR	Homing_method	INT8	RW	YES		
			参数说明: 0-复位功能关闭, 1-35复位模式1-35					
6099	0	VAR	Homing_Speeds	UINT32	RW	YES		
			参数说明: 复位速度设置, 单位0.1r/min					
609A	0	VAR	Homing_acceleration	UINT32	RW	YES		
			参数说明: 原点加速度, 单位ms					
60B0	0	VAR	Position_offset	INT32	RW	YES		
			参数说明: 循环同步模式位置偏置					
60B1	0	VAR	Velocity_offset	INT32	RW	YES		
			参数说明: 循环同步模式速度偏置, 单位: 0.1rpm					
60B2	0	VAR	Torque_offset	INT16	RW	YES		
			参数说明: 循环同步模式力矩偏置, 单位: 0.01A					
60C1		ARRAY	Interpolation_data_recoder					
	0		Number_of_entries	UINT8	RO	NO		
	1		Interpolation_target_position	INT32	RW	YES		
	2		参数说明: 位置插值模式, 位置指令给定, 32bit有符号数, 65535代表电机1圈; 例如: 0x17fff = 1.5圈, 0xfffe8000 = 负1.5圈;					
60C2		ARRAY	Interpolation_target_velocity	INT32	RW	YES		
	0		Interpolation_time_period					
	1		Number_of_entries	UINT8	RO	NO		
	2		Interpolation_time_unit	INT8	RW	YES		
60C4		ARRAY	参数说明: 插值时间; 单位: ms					
	0		Interpolation_time_index	INT8	RW	NO		
	1		Interpolation_data_configuration					
	2		Number_of_entries	UINT8	RO	NO		
60F9		ARRAY	Interpolation_max_buffer_size	INT32	RW	NO		
	0		Interpolation_actual_buffer_size	INT32	RW	NO		
	1		Interpolation_buffer_org	INT8	RW	NO		
	2		Interpolation_buffer_position	INT16	RW	YES		
60FB		ARRAY	Interpolation_recoder_size	INT8	RW	NO		
	0		Interpolation_buffer_clear	INT8	RW	NO		
	1		Velocity_control_parameter_Set					
	2		Number_of_entries	UINT8	RO	NO		
60FB		ARRAY	Velocity_control_parameter_Set_Gain	UINT16	RW	YES		
	0		Velocity_control_parameter_set_TI_V_integration_time_constant	UINT16	RW	YES		
	1		Velocity_acceleration	UINT16	RW	YES		
	2		参数说明: 速度指令加速时间与0x6083等同, 单位ms/kpm					
60FB		ARRAY	Velocity_deceleration	UINT16	RW	YES		
	0		参数说明: 速度指令减速时间与0x6084等同, 单位ms/kpm					
	1		Position_data_recoder					
	2		Number_of_entries	UINT8	RO	NO		●

	1		Position_KP	UINT32	RW	YES		●
	2		Position_actual_Turn_value	INT32	RO	YES		
			参数说明：电机圈数反馈，反馈电机圈数。 例：6064=0x7fff0000；60FB_2=0x00000001；实际电机角度=1.5圈；					
	3		slAbsAngle	INT32	RO	YES		
			参数说明：电机实时位置反馈，32位有符号数，高16位为圈数，低16位为一圈角度					
	4		RstStart	UINT8	RW	YES		
			参数说明：0-复位关闭，1-复位启动					
60FF	0	VAR	Target_velocity	INT32	RW	YES		●
			参数说明：速度控制速度指令，单位0.1r/min					
6200		ARRAY	Write Output 8 Bit		RW		●	●
	0		Number of Ouput	UINT8			●	●
	1		Write Output 1h to 8h	UINT8			●	●
	2		Write Output 9h to 16h	UINT8			●	●
6401		ARRAY	Read Analogue Input		RO		●	●
	0		Number of Analogue Input	UINT8			●	●
	1		Analogue Input 1h	UINT16			●	●
	2		Analogue Input 2h	UINT16			●	●