



英威腾 | 产品说明书 |

DA180A直驱电机技术手册



深圳市英威腾电气股份有限公司
SHENZHEN INVT ELECTRIC CO., LTD.

编号	修改内容摘要	版本	日期
1	创建	V1.0	2024.07

前言

感谢您使用 DA180A 系列交流伺服驱动器产品。

本手册详细介绍了 DA180A 系列直驱电机端子接线、参数设置、调试案例等内容。为确保能正确安装及操作机器，发挥其优越性能，请在装机之前，详细阅读本说明书。

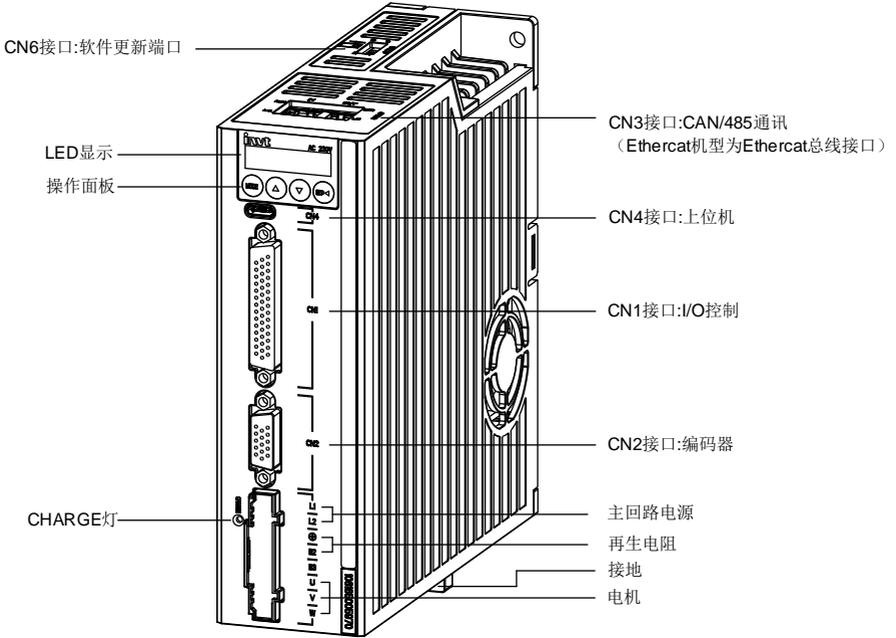
如果最终使用为军事单位，或将本产品用于兵器制造等用途时，本产品将列入《中华人民共和国对外贸易法》规定的出口产品管制对象，在出口时，需要进行严格审查，并办理所需的出口手续。

本公司保留对产品不断改进的权利，恕不另行通知。

目录

1 直驱电机驱动器外形	1
2 直驱电机驱动器型号	2
3 直驱电机调试	3
3.1 端子接线	3
3.1.1 增量式编码器（CN2）	3
3.1.2 BISS_C/EnDat 协议编码器（CN2）	4
3.2 参数设置	6
3.2.1 电机参数配置.....	6
3.2.2 编码器参数配置	11
3.2.3 限幅参数设置.....	14
3.3 电机相序选择	14
3.4 磁极检测	15
4 定位补偿调试	16
4.1 定位补偿界面	16
4.2 手动配置和生成误差校正表.....	17
4.3 导入已存在的误差校正表.....	18
5 回原功能介绍	19
6 探针功能介绍	49
7 总线伺服调试案例	52
7.1 倍福 PLC_CX5020 与 DA180A 的 EtherCAT 通信配置.....	52
7.2 欧姆龙 PLC_NJ301_1200 与 DA180A 的 EtherCAT 通信配置.....	61
7.3 英威腾 PLC_AX7x 于 DA180A 的 EtherCAT 通信配置	73

1 直驱电机驱动器外形



2 直驱电机驱动器型号

DA180A-E-2R8-S-2-Z

① ② ③ ④ ⑤ ⑥

标识	标识说明	命名举例
①	产品系列	DA180A: 伺服驱动系列
②	产品类别	E: 脉冲型 N: EtherCAT总线型
③	额定输出电流	2R8: 2.8A 6R0: 6.0A
④	输入电压等级	S: 220VAC
⑤	编码器类别	2: ABZ编码器, BISS_C编码器, EnDat编码器, 单端霍尔信号
⑥	直驱电机专用号	Z: 直驱电机专用号

不同机器类型功能区别:

驱动器类型	符号	脉冲输入	RS485	EtherCAT	增量式 编码器	BISS_C 编码器	EnDat 编码器
脉冲型	E	√	√	×	√	√	√
总线型	N	×	×	√	√	√	√

注意: 表中“√”表示有此功能, “×”表示无此功能。

3 直驱电机调试

3.1 端子接线

SV-DA180A 驱动器-Z 机型可以驱动 DDL 和 DDR 电机。伺服驱动器不仅支持增量式直驱电机，同样也支持 BISS_C 协议或 EnDat 协议通信式直驱电机。增量式直驱电机与 BISS_C 协议或 EnDat 协议通信式直驱电机都请将编码器线接在编码器 CN2 端口，出厂默认设置为增量式直驱电机，单端霍尔方案。使用 BISS_C 协议或 EnDat 协议通信式直驱电机需提前联系厂家修改出厂方案。直驱专机支持 ABZ 信号断线检测功能和电机温度传感器检测功能。

3.1.1 增量式编码器（CN2）

CN2 端口的正面示意图、配线图、端口各引脚接线定义及功能描述表如下：

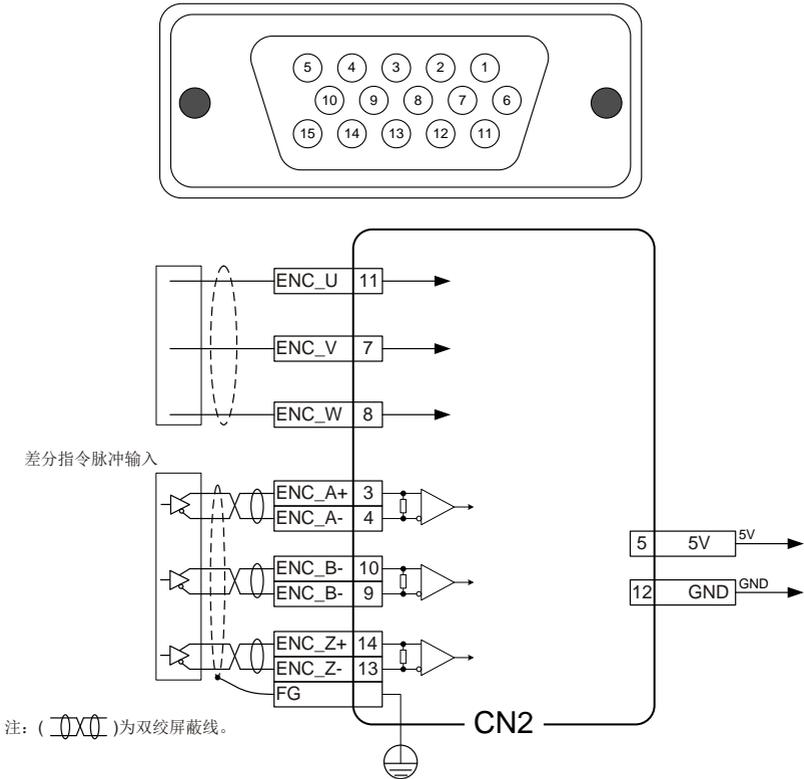


表 3-1 CN2 端口功能

引脚号	名称	功能	备注
1	/	/	接增量式编码器直驱电机
2	/	/	
3	ENC_A+	增量式编码器 A+	
4	ENC_A-	增量式编码器 A-	
5	5V	电源+5V	
6	/	/	
7	ENC_V	增量式编码器单端 HALL V 信号	
8	ENC_W	增量式编码器单端 HALL W 信号	
9	ENC_B-	增量式编码器 B-	
10	ENC_B+	增量式编码器 B+	
11	ENC_U	增量式编码器单端 HALL U 信号	
12	GND	电源地, 与内部 GND 相连	
13	ENC_Z-	增量式编码器 Z-	
14	ENC_Z+	增量式编码器 Z+	
15	MOTOR_TEMP	支持 PT100、KTY84 电机温度采样	

3.1.2 BISS_C/EnDat 协议编码器 (CN2)

CN2 端口的正面示意图、配线图、端口各引脚接线定义及功能描述表如下:

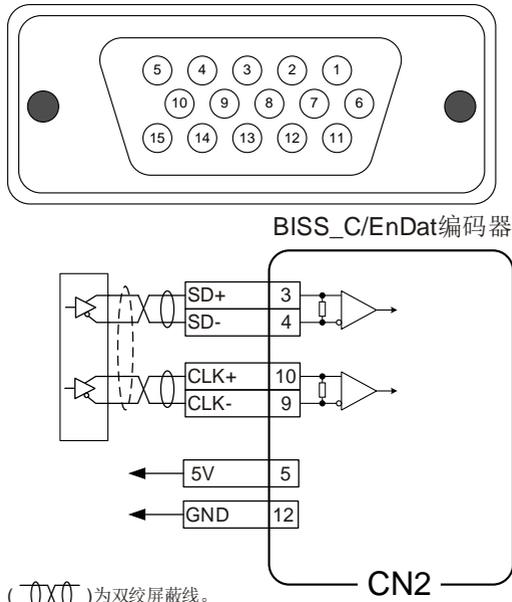


表 3-2 CN2 端口功能

引脚号	名称	功能	备注
1	/	/	接 BISS_C/EnDat 协议编码器直驱电机
2	/	/	
3	SD+	串行编码器数据+	
4	SD-	串行编码器数据-	
5	5V	电源+5V	
6	/	/	
7	/	/	
8	/	/	
9	CLK-	BISS/Endat 时钟输出-	
10	CLK+	BISS/Endat 时钟输出+	
11	/	/	
12	GND	电源地，与内部 GND 相连	
13	/	/	
14	/	/	
15	MOTOR_TEMP	支持 PT100、KTY84 电机温度采样	

BISS_C 编码器、EnDat 编码器接线完成后，需要在上位机上面设置参数。

P0.01 编码器类型：BISS_C 编码器。

<input type="checkbox"/> P0.01	编码器类型	15: BISS_C协议编码器
--------------------------------	-------	-----------------

P0.01 编码器类型：EnDat 编码器。

<input type="checkbox"/> P0.01	编码器类型	16: EnDat协议编码器
--------------------------------	-------	----------------

P8.24 BISS/Endat 编码器数据位置：201A（默认值，十六进制）。

P8.24	BISS/Endat编码器数据位置	0x201A
-------	-------------------	--------

P8.24: 201A

代表编码器分辨率26

其中：P8.24 转化为十六进制后，第 0~7 位表示编码器单圈位宽；第 8~11 位表示编码器多圈位宽；第 12~15 位表示编码器通信波特率（0: 1M; 1: 1.25M; 2: 2.5M; 3: 5M）。

电机热敏电阻接线完成后，需要在上位机上面设置参数：

P4.46 电机温度采样电阻选择：根据使用的热敏电阻类型选择（PT100 或者 KTY84 电阻）。

P8.28 电机温度偏置：根据实际情况来设置，如果检测出来的电机温度与当前实际电机温度误差较大，可通过该参数来修正。设置方法：电机温度偏置=伺服检测的电机温度-实际的电机温度。

P4.78 电机过温保护阈值：根据需要设置，当伺服检测出来的电机温度大于该参数设定值后，会报

18-1 电机过温故障。**注：**设置为 0 时，表示不进行电机温度检测。

R0.60 电机温度：显示当前电机温度。**注：**该参数为监控参数，无需设置。

3.2 参数设置

在运行之前，需要设置直驱电机参数、编码器参数、限幅参数配置。在输入每个参数时，应进行输入数据范围和输入数据分辨率检测，数据范围和输入数据分辨率需读取功能码对应参数的最小值和最大值确定，当输入数据范围和输入数据分辨率不符合时，上位机软件 INVT Workshop 页面会提示如下错误。

错误

输入数据超限。



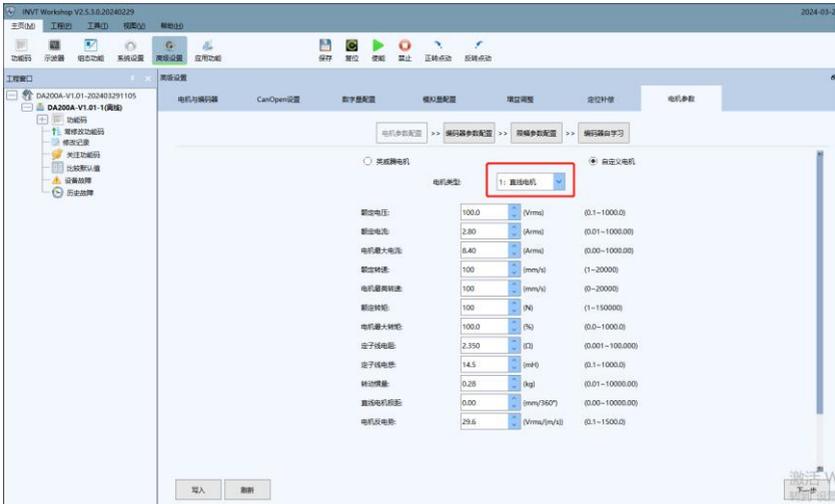
错误

输入数据分辨率超限。



3.2.1 电机参数配置

在伺服的上位机软件 INVT Workshop 工程窗口上边工具栏选择“高级设置”功能，点击进入电机参数配置向导窗口，可以选择英威腾适配好的电机直接输入电机码，也可以选择第三方电机。自行配置电机参数，直驱电机的配置向导界面如下图。



不同电机品牌参数设置步骤：

- 1、配套使用英威腾电机时，输入电机型号后，电机参数会自动设定，点击“下一步”进入编码器参数设置即可。
- 2、配套使用第三方电机时，需点击“自定义电机设置”进入电机参数设置界面，手动设置电机参数。操作页面如下：一般要根据直驱电机厂家提供的电机数据手册查看相关参数设置。

首先选择“电机类型”，其中电机类型下拉菜单为 0：旋转电机，1：直驱电机，默认为 1：直驱电机。操作页面如下图所示，请注意两种类型电机参数配置有不同之处。

电机参数配置 >>
编码器参数配置 >>
限幅参数配置 >>
编码器自学习

英威腾电机
 自定义电机

电机类型: 1: 直线电机

额定电压:	<input type="text" value="100.0"/>	<input type="button" value="↑"/>	(Vrms)	(0.1~1000.0)
额定电流:	<input type="text" value="2.80"/>	<input type="button" value="↑"/>	(Arms)	(0.01~1000.00)
电机最大电流:	<input type="text" value="8.40"/>	<input type="button" value="↑"/>	(Arms)	(0.00~1000.00)
额定转速:	<input type="text" value="100"/>	<input type="button" value="↑"/>	(mm/s)	(1~20000)
电机最高转速:	<input type="text" value="100"/>	<input type="button" value="↑"/>	(mm/s)	(0~20000)
额定转矩:	<input type="text" value="100"/>	<input type="button" value="↑"/>	(N)	(1~150000)
电机最大转矩:	<input type="text" value="100.0"/>	<input type="button" value="↑"/>	(%)	(0.0~1000.0)
定子线电阻:	<input type="text" value="2.350"/>	<input type="button" value="↑"/>	(Ω)	(0.001~100.000)
定子线电感:	<input type="text" value="14.5"/>	<input type="button" value="↑"/>	(mH)	(0.1~1000.0)
转动惯量:	<input type="text" value="0.28"/>	<input type="button" value="↑"/>	(kg)	(0.01~10000.00)
直线电机极距:	<input type="text" value="0.00"/>	<input type="button" value="↑"/>	(mm/360°)	(0.00~10000.00)
电机反电势:	<input type="text" value="29.6"/>	<input type="button" value="↑"/>	(Vrms/(m/s))	(0.1~1500.0)

当电机类型不同时，上位机中参数的物理量要随之变化，如下表所示。

功能码	直驱电机		旋转电机	
	参数名	单位	参数名	单位
P0.02	电机移动正方向	/	电机旋转正方向	/
P0.05	点动速度	/	点动转速	/
P0.09	推力限制方式设定	/	转矩限制方式设定	/
P0.10	最大推力限制 1	%	最大转矩限制 1	%
P0.11	最大推力限制 2	%	最大转矩限制 2	%
P0.22	电机移动一个极距所需脉冲数	/	电机旋转一圈所需脉冲数	/
P0.40	速度指令选择	/	转速指令选择	/
P0.41	速度指令方向设置	/	转速指令方向设置	/
P0.46	内部速度 1/速度限制 1	mm/s	内部转速 1/转速限制 1	r/min
P0.47	内部速度 2/速度限制 2	mm/s	内部转速 2/转速限制 2	r/min
P0.48	内部速度 3/速度限制 3	mm/s	内部转速 3/转速限制 3	r/min
P0.49	内部速度 4/速度限制 4	mm/s	内部转速 4/转速限制 4	r/min
P0.50	内部速度 5	mm/s	内部转速 5	r/min
P0.51	内部速度 6	mm/s	内部转速 6	r/min
P0.52	内部速度 7	mm/s	内部转速 7	r/min

功能码	直驱电机		旋转电机	
	参数名	单位	参数名	单位
P0.53	内部速度 8	mm/s	内部转速 8	r/min
P0.59	零速箝位速度阈值	mm/s	零速箝位转速阈值	r/min
P0.60	推力指令选择	/	转矩指令选择	/
P0.61	推力指令方向设置	/	转矩指令方向设置	/
P0.66	内部推力指令	%	内部转矩指令	%
P0.67	速度限制方式设定	/	转速限制方式设定	/
P0.68	推力指令 RAMP 时间	ms	转矩指令 RAMP 时间	ms
P0.90	控制模式切换最高速度限制	mm/s	控制模式切换最高转速限制	r/min
P1.00	质量在线整定	/	惯量在线整定	/
P1.01	第 1 质量比	%	第 1 惯量比	%
P1.02	第 2 质量比	%	第 2 惯量比	%
P1.04	质量离线整定	/	惯量离线整定	/
P1.05	质量辨识运行方式	/	惯量辨识运行方式	/
P1.06	质量辨识可动范围	m	惯量辨识可动范围	rev
P1.07	质量辨识加速时间常数	ms	惯量辨识加速时间常数	ms
P1.08	质量辨识快慢等级	/	惯量辨识快慢等级	/
P2.00	第 1 速度增益	Hz	第 1 转速增益	Hz
P2.01	第 1 速度积分时间常数	ms	第 1 转速积分时间常数	ms
P2.03	第 1 速度检测滤波器	Hz	第 1 转速检测滤波器	Hz
P2.04	第 1 推力滤波器	ms	第 1 转矩滤波器	ms
P2.05	第 2 速度增益	Hz	第 2 转速增益	Hz
P2.06	第 2 速度积分时间常数	ms	第 2 转速积分时间常数	ms
P2.08	第 2 速度检测滤波器	Hz	第 2 转速检测滤波器	Hz
P2.09	第 2 推力滤波器	ms	第 2 转矩滤波器	ms
P2.10	速度前馈增益	%	转速前馈增益	%
P2.11	速度前馈滤波时间	ms	转速前馈滤波时间	ms
P2.12	推力前馈增益	%	转矩前馈增益	%
P2.13	推力前馈滤波时间	ms	转矩前馈滤波时间	ms
P2.27	速度控制切换模式	/	转速控制切换模式	/
P2.28	速度控制切换延迟时间	ms	转速控制切换延迟时间	ms
P2.29	速度控制切换等级	/	转速控制切换等级	/
P2.30	速度控制切换迟滞	/	转速控制切换迟滞	/
P2.31	推力控制切换模式	/	转矩控制切换模式	/
P2.32	推力控制切换延迟时间	/	转矩控制切换延迟时间	/
P2.33	推力控制切换等级	/	转矩控制切换等级	/
P2.34	推力控制切换迟滞	/	转矩控制切换迟滞	/
P2.44	推力指令偏置	%	转矩指令偏置	%
P2.60	速度观测器是否有效	/	转速观测器是否有效	/

功能码	直驱电机		旋转电机	
	参数名	单位	参数名	单位
P2.61	速度观测器增益	Hz	转速观测器增益	Hz
P2.70	摩擦补偿截止速度	mm/s	摩擦补偿截止转速	r/min
P2.71	摩擦补偿正向推力系数	%/10mm/s	摩擦补偿正向转矩系数	%/10r/min
P2.72	摩擦补偿负向推力系数	%/10mm/s	摩擦补偿正向转矩系数	%/10r/min
P2.85	推力前馈选择	/	转矩前馈选择	/
P3.28	模拟量速度补偿增益	%	模拟量转速补偿增益	%
P3.29	模拟量推力补偿增益	%	模拟量转矩补偿增益	%
P3.53	速度一致范围	mm/s	转速一致范围	r/min
P3.54	速度到达范围	mm/s	转速到达范围	r/min
P3.55	零速范围	mm/s	零速范围	r/min
P3.59	推力到达范围	%	转矩到达范围	%
P4.13	总线速度指令	mm/s	总线转速指令	r/min
P4.14	总线推力指令	%	总线转矩指令	%
P4.18	质量比切换指令	/	惯量比切换指令	/
P4.21	推力限制切换指令	/	转矩限制切换指令	/
P4.31	最大速度限制	mm/s	最大转速限制	r/min
P4.32	超速水平	mm/s	超速水平	r/min
P4.39	速度超差设置	mm/s	转速超差设置	r/min
P4.40	正向速度限制	mm/s	正向转速限制	r/min
P4.41	反向速度限制	mm/s	反向转速限制	r/min
P4.42	高分辨率内部速度	mm/s	高分辨率内部转速	r/min
P4.51	推力限制切换变化时间 1	ms/100%	转矩限制切换变化时间 1	ms/100%
P4.52	推力限制切换变化时间 2	ms/100%	转矩限制切换变化时间 2	ms/100%
P5.02	程序 JOG 速度设定	mm/s	程序 JOG 转速设定	r/min
P5.12	回原点第 1 段高速速度	mm/s	回原点第 1 段高速转速	r/min
P5.13	回原点第 1 段低速速度	mm/s	回原点第 1 段低速转速	r/min
P5.17	回原点后到指定目标速度	mm/s	回原点后到指定目标转速	r/min
P5.21	第 00 目标速度	mm/s	第 00 目标转速	r/min
P5.22	第 01 目标速度	mm/s	第 01 目标转速	r/min
P5.23	第 02 目标速度	mm/s	第 02 目标转速	r/min
P5.24	第 03 目标速度	mm/s	第 03 目标转速	r/min
P5.25	第 04 目标速度	mm/s	第 04 目标转速	r/min
P5.26	第 05 目标速度	mm/s	第 05 目标转速	r/min
P5.27	第 06 目标速度	mm/s	第 06 目标转速	r/min
P5.28	第 07 目标速度	mm/s	第 07 目标转速	r/min
P5.29	第 08 目标速度	mm/s	第 08 目标转速	r/min
P5.30	第 09 目标速度	mm/s	第 09 目标转速	r/min
P5.31	第 10 目标速度	mm/s	第 10 目标转速	r/min

功能码	直驱电机		旋转电机	
	参数名	单位	参数名	单位
P5.32	第 11 目标速度	mm/s	第 11 目标转速	r/min
P5.33	第 12 目标速度	mm/s	第 12 目标转速	r/min
P5.34	第 13 目标速度	mm/s	第 13 目标转速	r/min
P5.35	第 14 目标速度	mm/s	第 14 目标转速	r/min
P5.36	第 15 目标速度	mm/s	第 15 目标转速	r/min
P6.00	正向低速点动速度	mm/s	正向低速点动转速	r/min
P6.01	反向低速点动速度	mm/s	反向低速点动转速	r/min
P6.04	正向高速点动速度	mm/s	正向高速点动转速	r/min
P6.05	反向高速点动速度	mm/s	反向高速点动转速	r/min
SP6.34	同步补偿推力滤波器	ms	同步补偿转矩滤波器	ms
P6.35	同步补偿速度滤波器	ms	同步补偿转速滤波器	ms
P8.02	额定速度	mm/s	额定转速	r/min
P8.03	额定推力	N	额定转矩	N·m
P8.07	定子质量	kg	转动惯量	kg·cm ²
P8.12	电机最高速度	mm/s	电机最高转速	r/min
P8.13	电机最大推力	N	电机最大转矩	N·m
P8.31	扰动观测器电机速度反馈滤波时间	ms	扰动观测器电机转速反馈滤波时间	ms
P8.32	速度观测器质量比修正	%	转速观测器惯量比修正	%
P8.33	速度观测器推力滤波时间常数	ms	转速观测器转矩滤波时间常数	ms
P8.52	速度超差检测时间	ms	转速超差检测时间	ms
P8.55	正向超速水平	mm/s	正向超速水平	r/min
P8.56	反向超速水平	mm/s	反向超速水平	r/min
P9.32	过载降额速度	mm/s	过载降额转速	r/min
R0.00	电机速度	mm/s	电机转速	r/min
R0.01	速度指令	mm/s	转速指令	r/min
R0.06	当前推力	%	当前转矩	%
R0.12	推力限制	%	转矩限制	%
R0.15	负载质量比	%	负载惯量比	%
R0.20	位置指令速度	mm/s	位置指令转速	r/min
R0.21	电机速度（滤波）	mm/s	电机速度（滤波）	r/min
R0.46	速度观测器观测速度	mm/s	转速观测器观测转速	r/min
R0.47	速度观测器反馈速度	mm/s	转速观测器反馈转速	r/min
R0.48	扰动观测器观测扰动推力	%	扰动观测器观测扰动转矩	%
R0.51	实时观测负载质量比	%	实时观测负载惯量比	%
R1.13	脉冲速度指令	mm/s	脉冲转速指令	r/min
R1.14	模拟量补偿速度	mm/s	模拟量补偿转速	r/min
R1.15	模拟量补偿推力	%	模拟量补偿转矩	%

功能码	直驱电机		旋转电机	
	参数名	单位	参数名	单位
R2.11	前馈速度指令	mm/s	前馈转速指令	r/min
R2.12	位置调节器速度指令	mm/s	位置调节器转速指令	r/min
R2.13	位置环速度指令	mm/s	位置环转速指令	r/min
R2.14	速度指令	mm/s	转速指令	r/min
R2.15	实际速度指令	mm/s	实际转速指令	mm/s
R2.16	反馈速度	mm/s	反馈转速	r/min
R2.17	速度偏差	mm/s	转速偏差	r/min
R2.18	前馈推力	%	前馈转矩	%
R2.19	速度调节器推力指令	%	转速调节器转矩指令	%
R2.20	速度环推力指令	%	转速环转矩指令	%
R2.21	推力指令	%	转矩指令	%
R2.22	当前推力反馈	%	当前转矩反馈	%
R2.23	推力误差	%	转矩误差	%
R2.24	推力限制	%	转矩限制	%
R2.60	实际速度增益	Hz	实际转速增益	Hz
R2.61	实际速度积分时间常数	ms	实际转速积分时间常数	ms
R2.63	实际速度检测滤波器	Hz	实际转速检测滤波器	Hz
R2.64	实际推力滤波器	ms	实际转矩滤波器	ms
R2.66	位置指令速度	mm/s	位置指令转速	r/min
R2.67	编码器速度反馈（MT 法）	mm/s	编码器转速反馈（MT 法）	r/min
R2.68	编码器速度反馈（直接法）	mm/s	编码器转速反馈（直接法）	r/min

参数输入完成，点击“取消”，不保存当前输入的参数。点击“下一步”，保存当前输入参数，将会进入“编码器参数配置”界面。

3.2.2 编码器参数配置

配套使用英威腾电机时，编码器参数会根据输入的电机型号自动设置，无需手动修改。

配套使用第三方电机时，编码器参数需手动设置。

首先，选择编码器类型，下拉菜单选项如下。其中不同电机的编码器分辨率选择不同单位时，参数 P8.18 的计算不同，计算方式如下，并且不同编码器类型其参数设置页面也不相同。例如：“16 位旋转变压器”和“增量式编码器+Hall”的编码器参数设置，界面分别如下图所示。

编码器类型下拉菜单

0	增量式编码器
1	增量式编码器+Hall
2	BISS_C
3	ENDAT2.2
4	17位单圈绝对值
5	17位多圈绝对值
6	17位尼康单圈绝对值
7	17位尼康多圈绝对值
8	20位尼康单圈绝对值
9	20位尼康多圈绝对值
10	16位旋转变压器
11	23位单圈绝对值
12	23位多圈绝对值
13	24位尼康单圈绝对值
14	24位尼康多圈绝对值

直线电机编码器分辨率单位下拉菜单

0	微米
1	线数/极距

- 1、单位选择微米，若输入编码器分辨率为x，则：参数P8.18 编码器分辨率= 1000 * P8.16 / x
- 2、单位选择线数极距，若输入编码器分辨率为x，则：参数P8.18编码器分辨率 = 4 * x

旋转电机编码器分辨率单位下拉菜单

0	线数/转
1	脉冲数/转

- 1、单位选择线数/转，若输入编码器分辨率为x，则：参数P8.18 编码器分辨率= 4 * x
- 2、单位选择脉冲数/转，若输入编码器分辨率为x，则：参数P8.18编码器分辨率= x

1、不同编码器参数设置界面如下图。



2、设置完编码器参数后，点击“编码器自学习”按钮，会弹出警告界面。

警告

- 1、自学习过程中电机可能会运动，请确认周边环境是否合适；
- 2、自学习过程中若出现异常，请及时停止；
- 3、点击“确认”开始自学习，点击“取消”不进行自学习。

确认
取消

3、点击“确认”，开始进行自学习。

自学习开始后，P8.81 相序测试设置为 1，进行相序学习。

相序学习完成后，编码器类型判断及后续操作：

增量式编码器：进行磁极检测，P6.50 磁极检测启动指令设置为 1。

非增量式编码器：进行编码器偏置角学习，P4.96 编码器初始角测试设置为 1。学习完成后需要确认 P8.23 编码器 UVW 类型是否正确。

停止自学习：自学习过程中，点击“停止”，停止自学习，将 P8.06 和 P8.19 设置为自学习前的值。

4、自学习完成后，将弹出自学习完成界面。



相序学习结果需要读取参数 P8.06 的值，P8.06 为 0 时：正序，P8.06 为 1 时：负序。

例如，相序学习结果：正序，原值为负序。

编码器偏置角学习结果需读取参数 P8.19 的值。

例如，编码器偏置角学习结果：350.5°，原值为 0°。

电角度学习结果需读取参数 P2.48 的值。

例如，电角度学习结果为：350°，原值为 0°。

5、点击“取消”，将学习前的参数保存到驱动器中；点击“确认”，将学习的结果保存到驱动器中。之后点击“上一步”返回电机参数设置界面，点击“下一步”进入限幅参数设置界面。

其中，界面相关参数如下：

功能码	参数名	单位
P0.01	编码器类型	/
P8.18	编码器分辨率	/
P4.96	编码器初始角测试	/
P6.50	磁极检测启动指令	/
P8.81	相序检测	/
P8.06	电机相序	/
P8.19	编码器偏置角	°
P2.48	电角度	°
P8.23	编码器 UVW 类型	/
P8.21	旋变极对数	Pair

功能码	参数名	单位
P8.27	旋变精度	/
P6.51	磁极检测增益	Hz
P6.53	磁极检测惯量比	%
P6.60	磁极检测旋转型可移动距离	rev
P6.61	磁极检测直线型可移动范围	mm
P6.67	磁极检测误差允许范围	Deg
P6.68	磁极检测运行中逆行阈值	%

3.2.3 限幅参数设置

当“电机类型”为直驱电机时，限幅参数设置界面如下。



3.3 电机相序选择

为了使直驱电机的正方向与编码器的正计数方向一致，需选择直驱电机的相序，在设定直驱电机的相序前，需确认以下几点：

- 1、确认能够正常接收线性编码器信号。
- 2、确认直驱电机的正方向与线性编码器的正计数方向一致。

设定方法：

用手将电机从行程的一端移动到另一端后，使用面板或上位机软件，通过监控参数 R0.02[反馈脉冲累积]，确认返回的脉冲数是否正确。例如使用的光栅尺分辨率为 $1\mu\text{m}$ ，试着用手将直驱电机朝线性编码器的正计数方向移动 1cm ，此时其反馈脉冲数为： $1\text{cm}/1\mu\text{m}=10000$ 脉冲（注：实际的监控显示与移动距离之间存在误差，因此接近上述值就没有问题）。

按如下表格设置好参数：

设定参数编号	数值（解析）
P9.20	电流模式
P9.21	人工角度
P9.26	1/4 或 1/2 额定电流

将电机动子推到直驱电机正中间的位置，然后伺服使能，并将 P9.22[人工角度]从 0°~180°，每 30°增加一次。观测电机动子的移动方向是否对应编码器计数的正方向，若相反，则任意调换 UVW 中的两相顺序，重新上电后再试，直到电机移动的方向与编码器计数方向一致（直驱电机的动子在移动过程中注意防止撞车，在动子即将到达电机两端时，应及时切断伺服使能）。

注意：必须满足电机相序与编码器正序方向一致，如果在未正确连接电机 UVW 三相动力线的情况下启动电机，会导致电机无法启动或失控，因此请务必在启动前进行确认。

3.4 磁极检测

一般直驱电机位置反馈传感器都没有 UVW 信号，因此在运行前必须进行磁极检测，以确定伺服直驱电机的电气角坐标。伺服系统在未正确获取伺服电机的电气角之前，无法进行正常的运动控制。此时监控参数 R0.30 系统状态会显示为 2（磁极未确定），上位系统也可通过 IO 口伺服准备就绪（RDY）输出信号监控伺服状态。

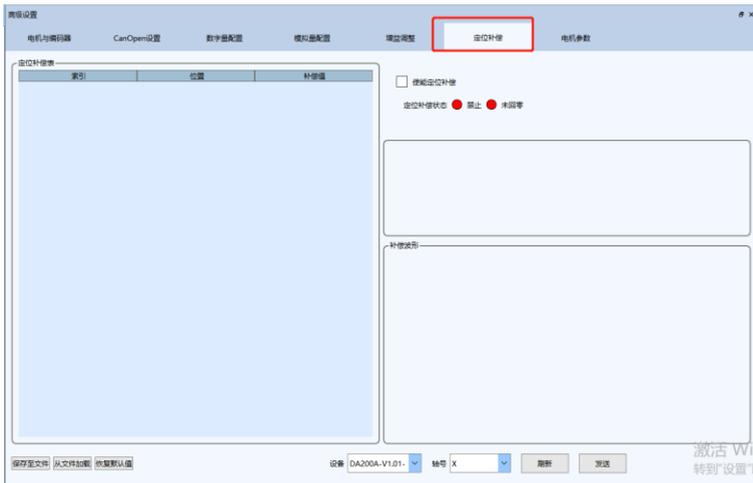
有 3 种方式可以启动伺服检测：

- 1、通过参数 P6.50 磁极检测启动指令启动。
- 2、通过 DI 口配置为磁极检测 PDET(0x34)，使用 DI 口触发磁极检测功能。
- 3、通过控制伺服使能，自动触发磁极检测。

以上 3 种方式任意一种有效后，电机做微小的来回运动进行磁极检测，磁极检测相关参数的设置请参考 P6.50~P6.70。在磁极检测完成后，伺服准备就绪（RDY）输出信号会变成有效，且监控参数 R0.30 系统状态会显示为 3（准备好），用户即可进行正常的运动控制。

4 定位补偿调试

4.1 定位补偿界面



未勾选“使能误差校正”时，且未完成回零，误差校正状态为：

误差校正状态： 禁止 未回零

未勾选“使能误差校正”时，且完成回零，误差校正状态为：

误差校正状态： 禁止 已回零

勾选“使能误差校正”时，且未完成回零，误差校正状态为：

误差校正状态： 正等待回零 未回零

勾选“使能误差校正”时，且完成回零，误差校正状态为：

误差校正状态： 使能 已回零

相关参数：

功能码	参数名	参数属性	单位	小数点	最小值	最大值	默认值
Px.01	误差校正使能	输入	/	0	0	1	0
Px.02	误差校正状态	返回值	/	0	0	1	0
Px.03	回零状态	返回值	/	0	0	1	0
Px.04	校正单位	下拉菜单	/	0	0	6	0
Px.05	起始位置	输入	/	0	0	0	0
Px.06	当前位置设为开始位置	按钮	/	0	0	1	0
Px.07	有效点数	输入	/	0	0	1000	0
Px.08	校正间隔	输入	/	0	1	100000	100

功能码	参数名	参数属性	单位	小数点	最小值	最大值	默认值
Px.09	索引偏移	输入	/	0	0	100	0
Px.10	单位分子	输入	/	0	-2147000000	2147000000	1
Px.11	单位分母	输入	/	0	1	2147000000	1
Px.12	校正表 (100*3)	输入	/	0	0	1	0
Px.13	复位	按钮	/	0	0	1	0

其中，“校正单位”下拉菜单如下。

0	毫米
1	微米
2	度
3	微度
4	计数
5	弧度
6	微弧度

- 当选择不同单位时，界面中的单位要发生相应的变化。
- “误差校正状态”和“回零状态”为只读参数。
- 点击“复位”按钮，会将界面设置的参数以及误差校正表恢复默认值。

4.2 手动配置和生成误差校正表

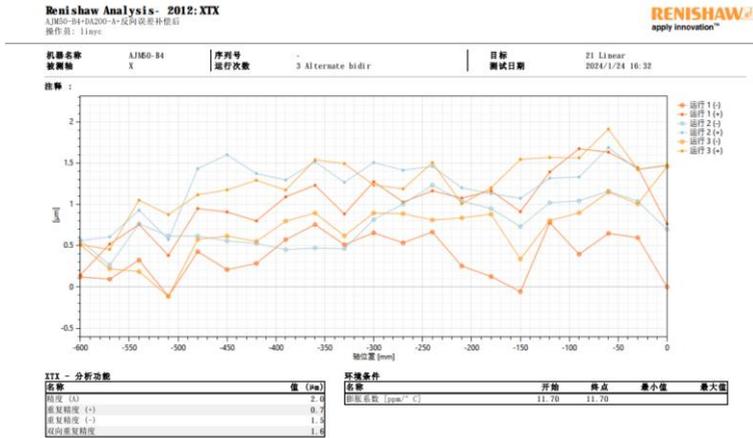
通过界面设置“开始位置”、“有效点数”、“校正间隔”、“校正单位”可配置校正表的大小和数据单位。例如：设置“开始位置”为0，“有效点数”为10，“校正间隔”为100，“校正单位”为微米，则生成误差校正表如下。

索引	位置 (微米)	校正 (微米)
1	0	
2	100	
3	200	
4	300	
5	400	
6	500	
7	600	
8	700	
9	800	
10	900	

根据测量结果将校正值手动填入校正表中，校正波形界面会根据校正表的数据绘制校正波形，横坐标为索引，纵坐标为校正值。点击“保存至文件”弹出保存窗口，文件格式为 **ssv**。

4.3 导入已存在的误差校正表

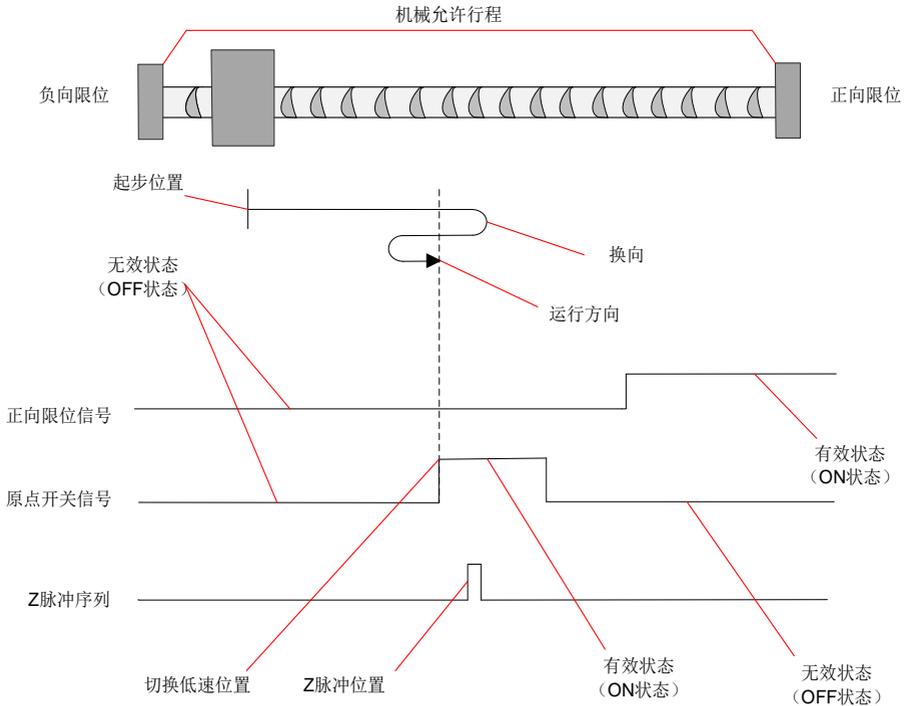
若已经手动导出误差校正表或已通过 Renishaw 激光干涉仪测量装置得到 RTL 文件格式的误差校正表，点击“从文件加载”弹出导入文件窗口，可选择文件格式为 ssv 和 rtl。导入后，“开始位置”、“有效点数”、“校正间隔”、“校正单位”会根据导入的校正表自动设置。导入后，校正波形界面会根据校正表数据绘制校正波形。



5 回原功能介绍

CiA402 协议内部定义了 35 种回原方式（适用于 CANopen/EtherCAT 总线），有 4 种信号与回原模式相关，分别为：正限位开关（POT）、负限位开关（NOT）、原点位置开关（HSW）和编码器 Z 脉冲信号（INDEX）。ON 表示信号的有效状态，OFF 表示信号的无效状态。OFF→ON 表示信号从无效状态到有效状态的跳变沿，ON→OFF 表示信号从有效状态到无效状态的跳变沿。下面分别介绍各种回原模式运行轨迹和信号状态变化。

图 5-1 回原轨迹及信号状态

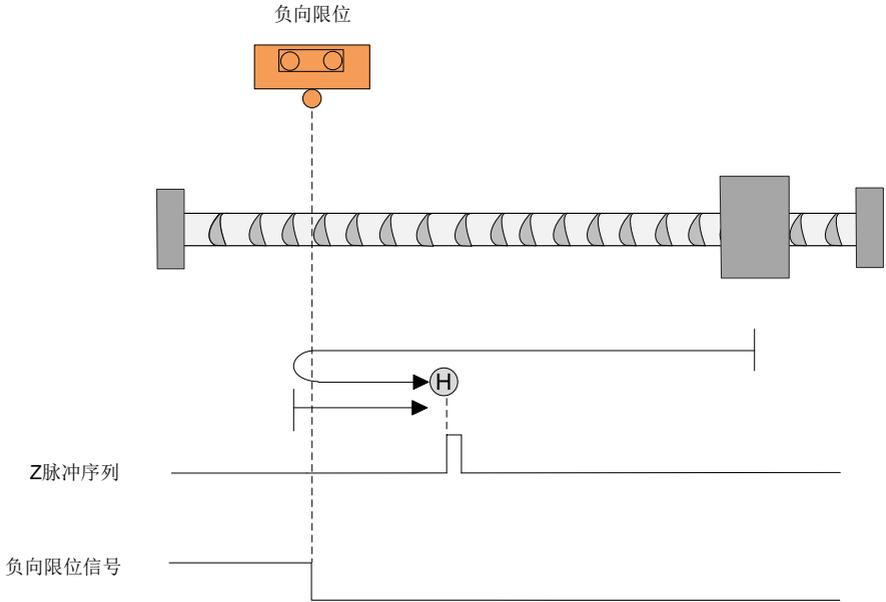


模式 1: $6098_n=1$, 寻找负限位 NOT 和 Z 脉冲。

开始回原时 NOT 如果无效, 以高速朝负向运行, 遇到 NOT 上升沿后减速停止, 然后朝正向低速运行, 遇到 NOT 的下降沿之后的最近的 Z 信号脉冲位置停机作为原点。

开始回原时 NOT 如果有效, 则以低速朝正向运行, 遇到 NOT 的下降沿后, 继续正向寻找最近的 Z 脉冲位置作为原点。

图 5-2 原点模式 1 轨迹及信号状态

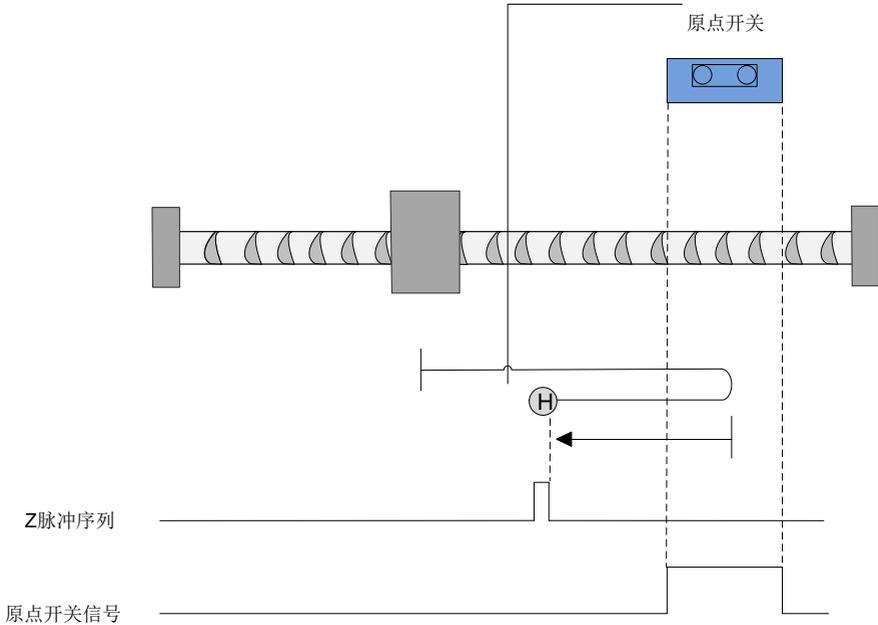


模式 2: $6098_n=2$, 寻找正限位 POT 和 Z 脉冲。

开始回原时 POT 如果无效, 以高速朝正向运行, 遇到 POT 上升沿后减速停止, 然后朝负向低速运行, 遇到 POT 的下降沿之后的最近的 Z 信号脉冲位置停机作为原点。

开始回原时 POT 如果有效, 则以低速朝负向运行, 遇到 POT 的下降沿后, 继续负向寻找最近的 Z 脉冲位置作为原点。

图 5-3 原点模式 2 轨迹及信号状态

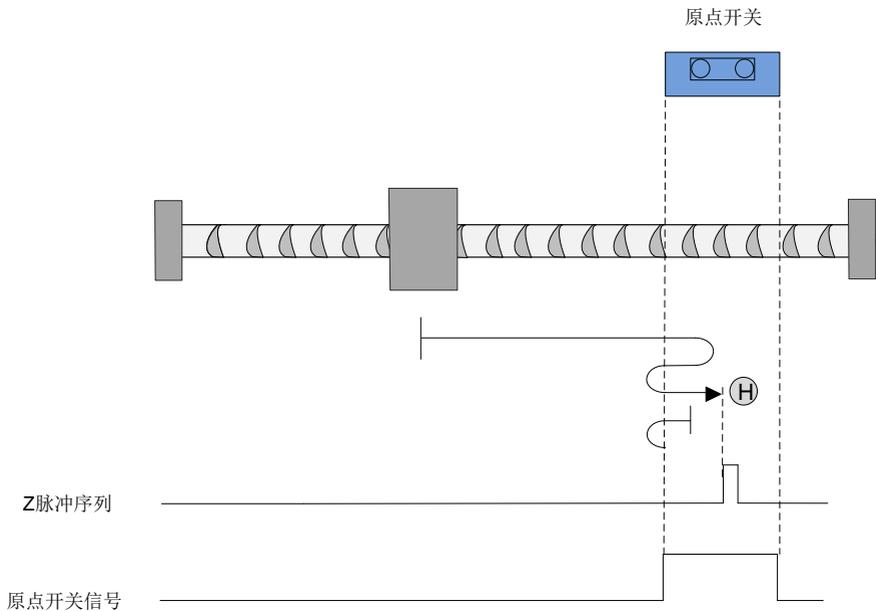


模式 3: $6098_n=3$, 寻找朝负向运行时的原点开关 (HSW) 的下降沿位置和 Z 脉冲。

开始回原时 HSW 如果无效, 以高速朝正向运行, 遇到 HSW 上升沿后减速停止, 然后朝负向低速运行, 遇到 HSW 的下降沿之后的最近的 Z 信号脉冲位置停机作为原点。

开始回原时 HSW 如果有效, 以高速朝负向运行, 遇到 HSW 下降沿后减速停止, 然后高速回到 HSW 有效的位置之后再减速停止, 此后以低速朝负向运行。在遇到 HSW 的下降沿之后, 继续朝负向寻找最近的 Z 脉冲位置作为原点。

图 5-4 原点模式 3 轨迹及信号状态



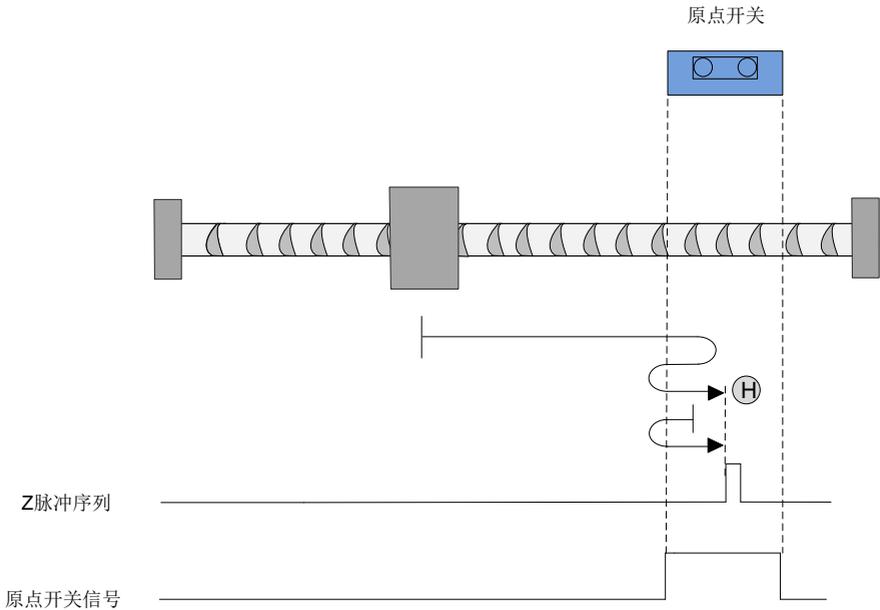
模式 4: $6098_n=4$, 寻找正向运行时的原点开关 (HSW) 的上升沿位置和 Z 脉冲。

开始回原时 HSW 如果无效, 以高速朝正向运行, 遇到 HSW 上升沿后减速停止, 然后高速回退到 HSW 无效的位置之后减速停止, 此后低速朝正向运行。在低速正向运行时遇到 HSW 的上升沿之后, 继续朝正向找最近的 Z 脉冲位置作为原点。

开始回原时 HSW 如果有效, 以高速朝负向运行, 遇到 HSW 的下降沿后减速停止, 然后低速朝正向运行, 当遇到 HSW 的上升沿之后, 继续朝正向寻找最近的 Z 脉冲位置作为原点。

这种模式下, 无论遇到 POT 还是 NOT 的 ON 状态, 都是停止回原点流程并报警。

图 5-5 原点模式 4 轨迹及信号状态

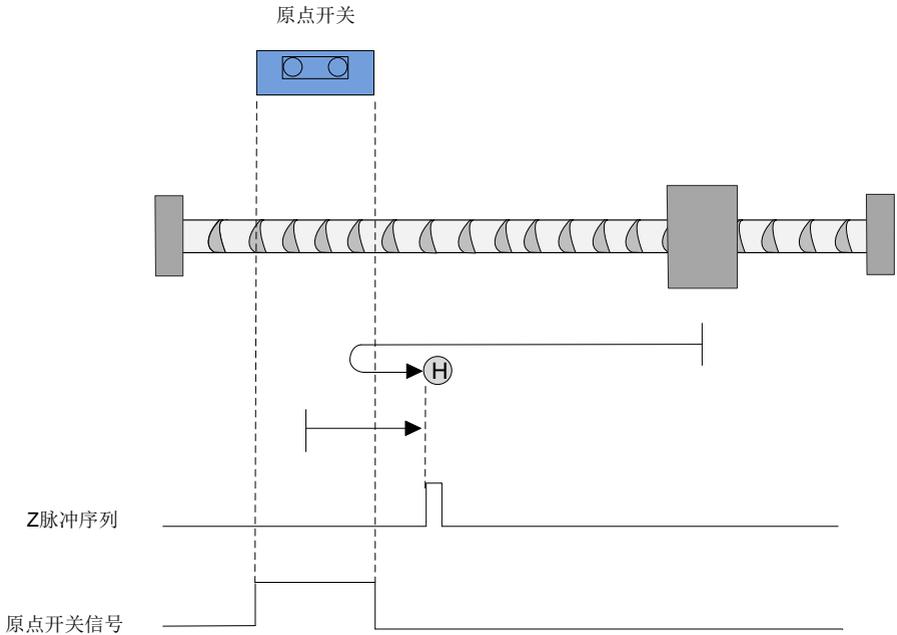


模式 5: $6098_n=5$, 寻找正向运行时的原点开关 (HSW) 的下降沿位置和 Z 脉冲。

开始回原时 HSW 如果无效, 以高速朝负向运行, 遇到 HSW 上升沿后减速停止, 然后朝正向低速运行, 遇到 HSW 的下降沿之后, 继续正向运行找最近的 Z 信号脉冲位置作为原点。

开始回原时 HSW 如果有效, 以高速正向运行, 遇到 HSW 的下降沿后减速停止, 然后高速回退到 HSW 有效的位置之后再减速停止, 此后以低速朝正向运行。在遇到 HSW 的下降沿之后, 继续朝正向寻找最近的 Z 脉冲位置作为原点。

图 5-6 原点模式 5 轨迹及信号状态



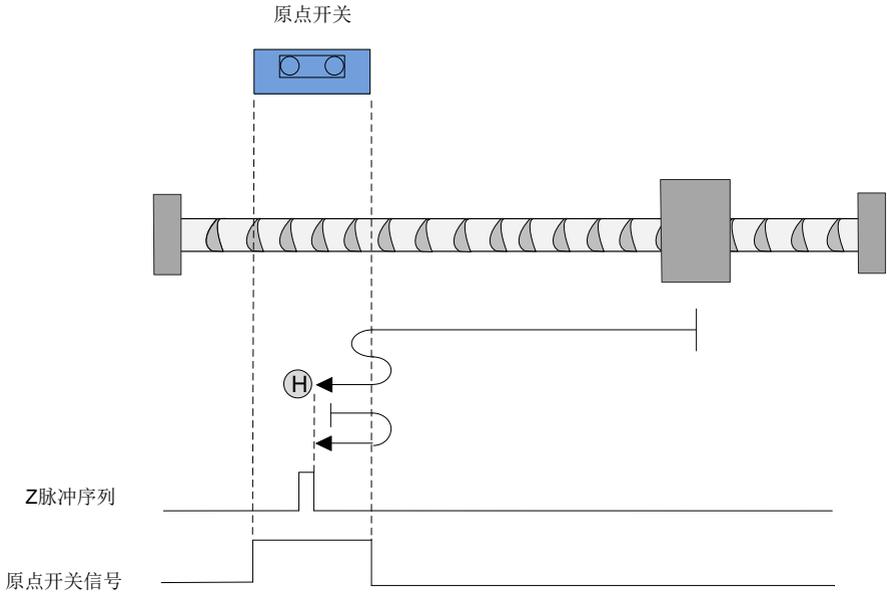
模式 6: $6098_n=6$, 寻找负向运行时的原点开关 (HSW) 的上升沿位置和 Z 脉冲。

开始回原时 HSW 如果无效, 以高速朝负向运行, 遇到 HSW 上升沿后减速停止, 然后高速回退到 HSW 无效的位置之后, 减速停止; 然后低速朝负向运行, 遇到 HSW 的上升沿之后, 继续负向运行找最近的 Z 信号脉冲位置作为原点。

开始回原时 HSW 如果有效, 以高速正向运行, 遇到 HSW 的下降沿后减速停止, 然后低速负向运行, 遇到 HSW 的上升沿之后, 继续朝负向寻找最近的 Z 脉冲位置作为原点。

这种模式下, 无论遇到 POT 还是 NOT 的为 ON 的状态, 都是停止回原点流程并报警。

图 5-7 原点模式 6 轨迹及信号状态



模式 7: $6098_n=7$, 寻找负向运行时的原点开关 (HSW) 的下降沿和 Z 脉冲, 遇 POT 自动反向。

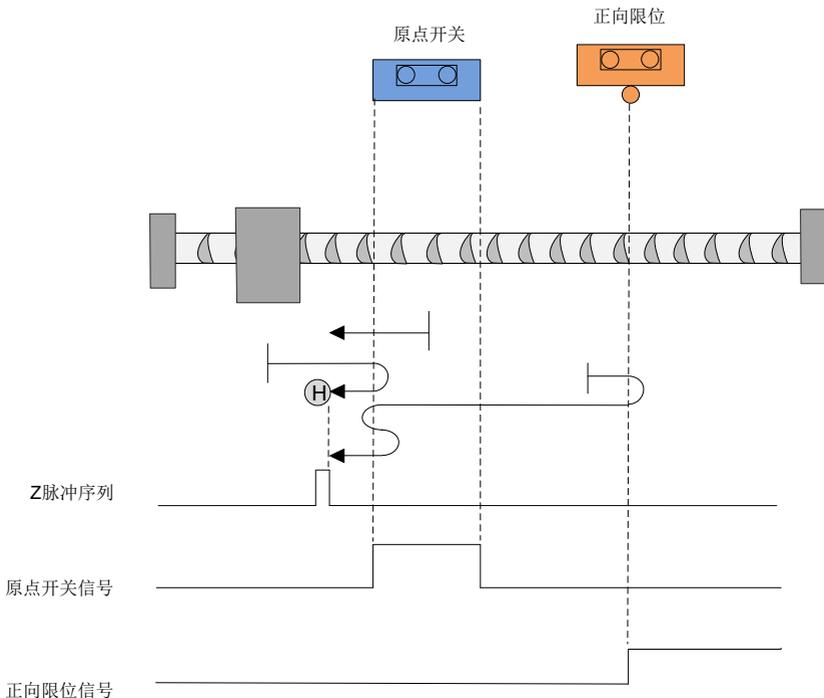
开始回原时 HSW 如果无效且位于原点位置传感器所在位置的正向侧, 以高速朝正向运行, 遇到 POT 的 ON 状态时减速停止, 然后以高速朝负向运行; 在负向运行时遇到 HSW 的下降沿后减速停止, 然后高速回退到 HSW 有效的位置并减速停止 (如果 HSW 有效区间很窄, 则可能进入另一侧 HSW 无效的位置区间), 此后低速朝负向运行, 在遇到 HSW 的下降沿后, 继续朝负向寻找最近的 Z 脉冲位置作为原点。

开始回原时 HSW 如果无效且位于原点位置传感器所在位置负向侧, 以高速朝正向运行, 遇到 HSW 的上升沿状态后减速停止, 然后低速朝负向运行, 在负向运行时遇到 HSW 的下降沿后, 继续朝负向寻找最近的 Z 脉冲位置作为原点。

开始回原时 HSW 如果有效, 以高速负向运行, 遇到 HSW 的下降沿后减速停止, 然后高速回退到 HSW 有效的位置后减速停止 (如果 HSW 有效的区间很窄, 则可能进入另一侧 HSW 无效的位置区间), 此后低速朝负向运行, 在低速运行时遇到 HSW 的下降沿后, 继续朝负向寻找最近的 Z 脉冲位置作为原点。

这种模式下, 朝正向运行第一次遇到 POT 的 ON 状态时自动反向; 遇到 NOT 的 ON 状态, 或者再次遇到 POT 的 ON 状态, 则停止回原点流程并报警。

图 5-8 原点模式 7 轨迹及信号状态



模式 8：6098_n=8，寻找正向运行时的原点开关（HSW）的上升沿和 Z 脉冲，遇 POT 自动反向。

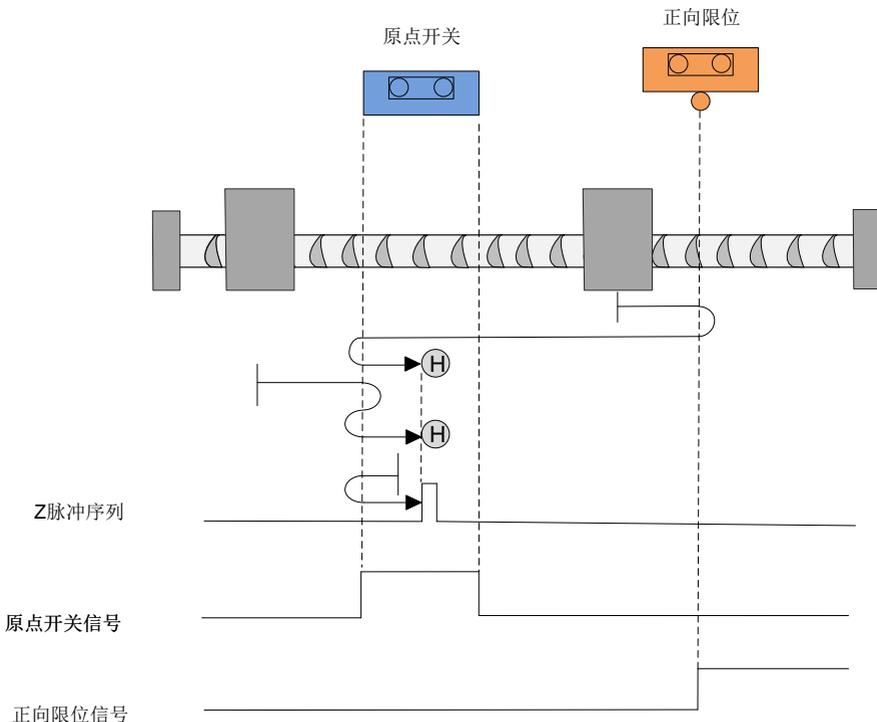
开始回原时 HSW 如果无效且位于原点位置传感器所在位置的右侧，以高速朝正向运行，遇到 POT 的 ON 状态时减速停止，然后以高速朝负向运行；在负向运行时遇到 HSW 的下降沿后减速停止，然后低速朝正向运行，此后低速朝正向运行，在遇到 HSW 的上升沿后，继续朝正向寻找最近的 Z 脉冲位置作为原点。

开始回原时 HSW 如果无效且位于原点位置传感器所在位置的左侧，以高速朝正向运行，遇到 HSW 的上升沿状态后减速停止，然后以高速回退到 HSW 无效的位置后减速停止；此后低速朝正向运行，在低速正向运行时遇到 HSW 的上升沿后，继续朝正向寻找最近的 Z 脉冲位置作为原点。

开始回原时 HSW 如果有效则以高速朝负向运行，在遇到 HSW 的下降沿后减速停止，然后低速朝正向运行，在运行中遇到 HSW 的上升沿后，继续朝正向寻找最近的 Z 脉冲位置作为原点。

这种模式下，朝正向运行第一次遇到 POT 的 ON 状态时自动反向，遇到 NOT 的 ON 状态或者再次遇到 POT 的 ON 状态，则停止回原点流程并报警。

图 5-9 原点模式 8 轨迹及信号状态



模式 9: $6098_n=9$, 寻找负向运行时的原点开关 (HSW) 的上升沿和 Z 脉冲, 遇 POT 自动反向。

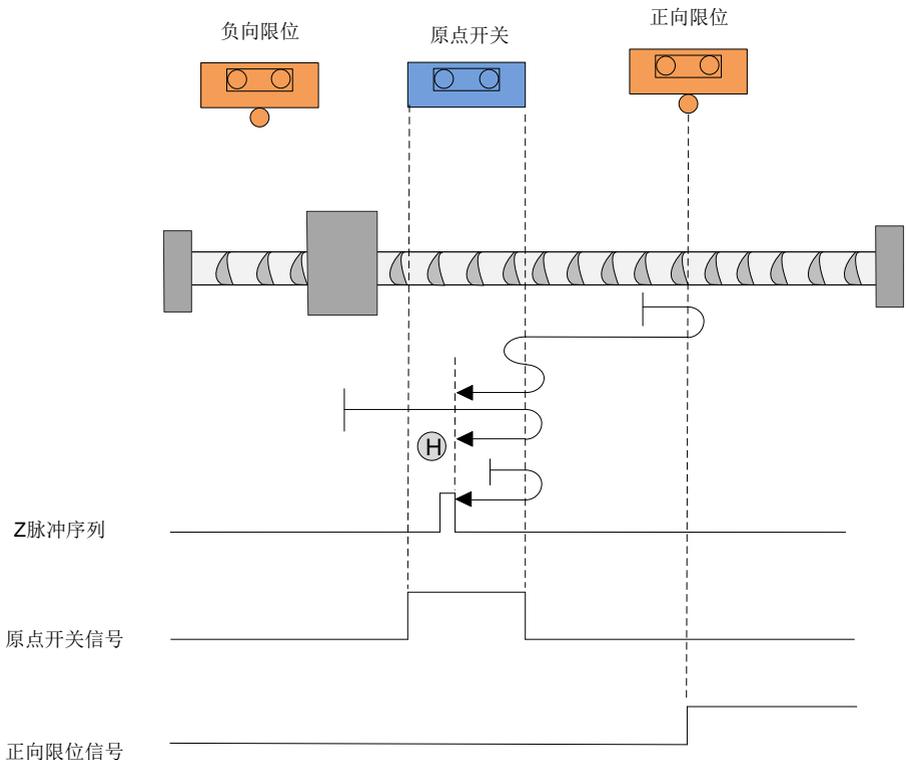
开始回原时 HSW 如果无效且位于原点位置传感器所在位置的正当侧, 以高速朝正向运行, 遇到 POT 的 ON 状态时减速停止, 然后以高速朝负向运行; 在负向运行时遇到 HSW 的上升沿后减速停止, 然后高速回退到 HSW 无效的位置后再减速停止, 此后低速朝负向运行, 在遇到 HSW 的上升沿后, 继续朝负向寻找最近的 Z 脉冲位置作为原点。

开始回原时 HSW 如果无效且位于原点位置传感器所在位置的负向侧, 以高速朝正向运行, 在遇到 HSW 的下降沿后减速停止, 然后低速朝负向运行, 在低速运行时遇到 HSW 的上升沿后, 继续朝负向寻找最近的 Z 脉冲位置作为原点。

开始回原时 HSW 如果有效则以高速朝正向运行, 在正向运行时遇到 HSW 的下降沿后减速停止, 然后低速朝负向运行, 在运行时遇到 HSW 的上升沿后, 继续朝负向寻找最近的 Z 脉冲位置作为原点。

这种模式下, 朝正方向运行第一次遇到 POT 的 ON 状态时自动反向, 遇到 NOT 的 ON 状态或者再次遇到 POT 的 ON 状态则停止回原点流程并报警。

图 5-10 原点模式 9 轨迹及信号状态



模式 10: $6098_n=10$, 寻找正向运行时的原点开关 (HSW) 的下降沿和 Z 脉冲, 遇 POT 自动反向。

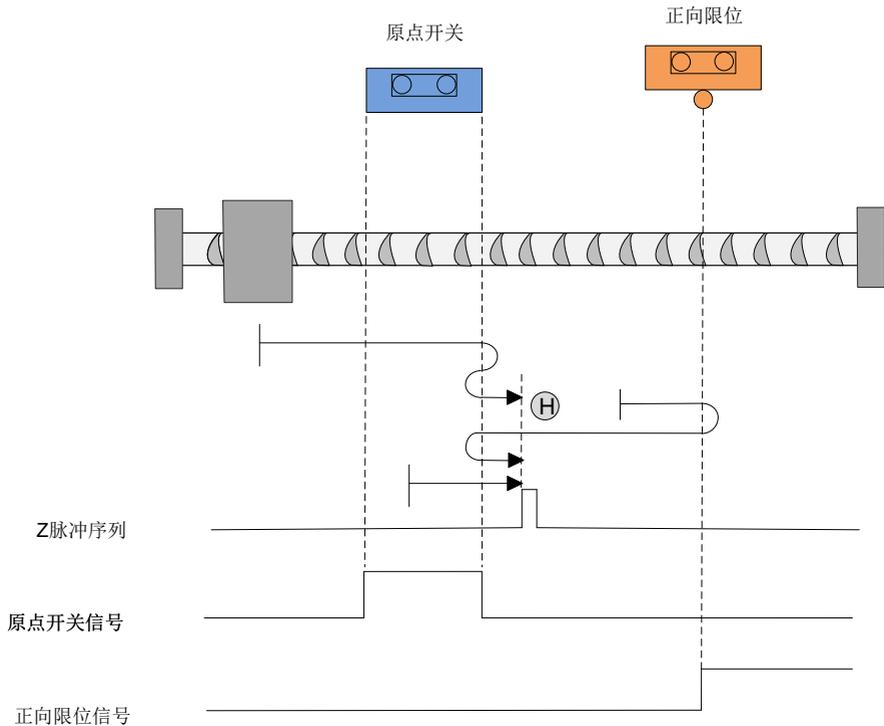
开始回原时 HSW 如果无效且位于原点位置传感器所在位置的右侧, 以高速朝正向运行, 遇到 POT 的 ON 状态时减速停止, 然后以高速朝负向运行; 在负向运行时遇到 HSW 的上升沿后减速停止, 然后低速朝正向运行, 在遇到 HSW 的下降沿后, 继续朝正向寻找最近的 Z 脉冲位置作为原点。

开始回原时 HSW 如果无效且位于原点位置传感器所在位置的左侧, 以高速朝正向运行, 遇到 HSW 的下降沿后减速停止, 然后以高速回退到 HSW 有效的位置后再减速停止 (如果 HSW 有效的区间很窄, 则可能进入另外一侧 HSW 无效的位置区间); 然后低速朝正向运行, 在遇到 HSW 的下降沿后, 继续朝正向寻找最近的 Z 脉冲位置作为原点。

开始回原时 HSW 如果有效则以高速朝正向运行, 在正向运行时遇到 HSW 的下降沿后减速停止, 然后高速回退到 HSW 有效的位置后再减速停止 (如果 HSW 有效的区间很窄, 则可能进入另一侧 HSW 无效的位置区间), 然后低速朝正向运行, 遇到 HSW 的下降沿后, 继续朝正向寻找最近的 Z 脉冲位置作为原点。

这种模式下, 朝正向运行第一次遇到 POT 的 ON 状态时自动反向; 遇到 NOT 的 ON 状态或者再次遇到 POT 的 ON 状态, 则停止回原点流程并报警。

图 5-11 原点模式 10 轨迹及信号状态



模式 11: 6098_n=11, 寻找正向运行时的原点开关 (HSW) 的下降沿和 Z 脉冲, 遇 NOT 自动反向。

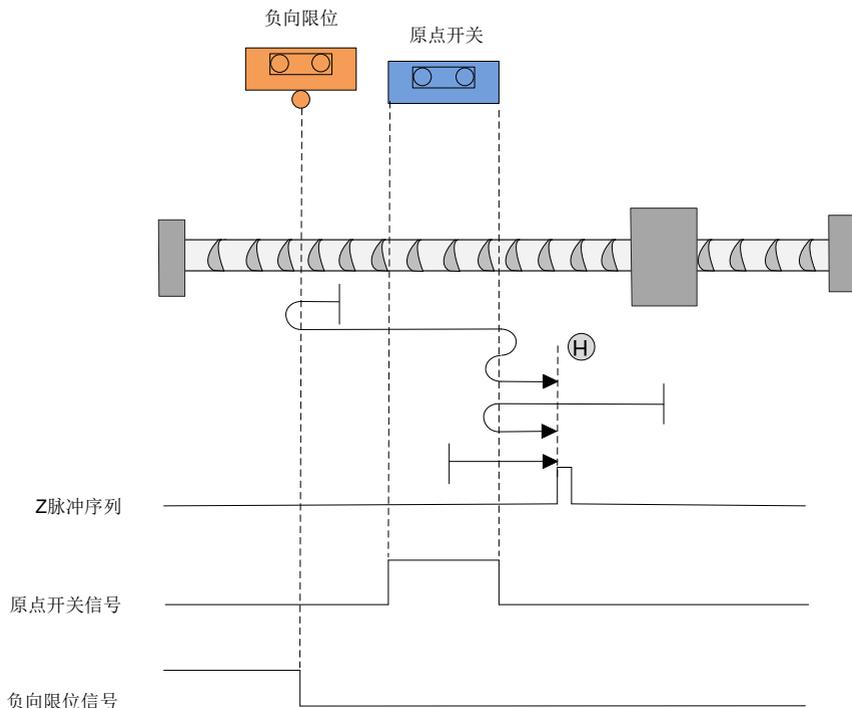
开始回原时 HSW 如果无效且位于原点位置传感器所在位置的正向侧, 以高速朝负向运行, 遇到 HSW 的上升沿后减速停止, 然后以低速朝正向运行; 在正向运行时遇到 HSW 的下降沿后, 继续朝正向寻找最近的 Z 脉冲位置作为原点。

开始回原时 HSW 如果无效且位于原点位置传感器所在位置的负向侧, 则以高速朝负向运行, 遇到 NOT 的 ON 状态时减速停止, 然后以高速朝正向运行, 在正向运行时遇到 HSW 的下降沿后减速停止, 然后高速回退到 HSW 有效的位置后再减速停止 (如果 HSW 有效区间很窄, 则可能进入另一侧 HSW 无效的位置区间), 然后低速朝正向运行, 在低速正向运行时遇到 HSW 的下降沿后, 继续朝正向寻找最近的 Z 脉冲位置作为原点。

开始回原时 HSW 如果有效, 则以高速朝正向运行, 在正向运行时遇到 HSW 的下降沿后减速停止, 然后高速回退到 HSW 有效的位置后再减速停止 (如果 HSW 有效的区间很窄, 则可能进入另一侧 HSW 无效的位置区间), 然后低速朝正向运行, 当遇到 HSW 的下降沿后, 继续朝正向寻找最近的 Z 脉冲位置作为原点。

这种模式下, 朝负向运行第一次遇到 NOT 的 ON 状态时自动反向, 遇到 POT 的 ON 状态, 或者再次遇到 NOT 的 ON 状态, 则停止回原点流程并报警。

图 5-12 原点模式 11 轨迹及信号状态



模式 12: 6098_n=12, 寻找负向运行时的原点开关 (HSW) 的上升沿和 Z 脉冲, 遇 NOT 自动反向。

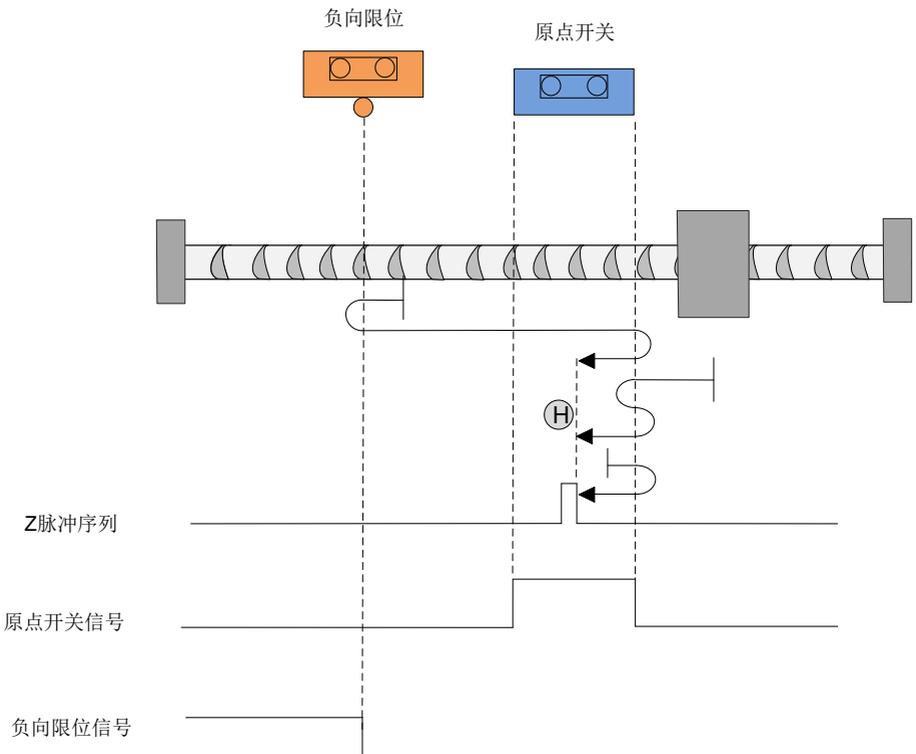
开始回原时 HSW 如果无效且位于原点位置传感器所在位置的正向侧, 以高速朝负向运行, 遇到 HSW 的上升沿后减速停止, 然后以高速回退到 HSW 无效的位置后再减速停止; 然后低速朝负向运行, 在低速负向运行时遇到 HSW 的上升沿后, 继续朝负向寻找最近的 Z 脉冲位置作为原点。

开始回原时 HSW 如果无效且位于原点位置传感器所在位置的负向侧, 以高速朝正向运行, 遇到 NOT 的 ON 状态时减速停止, 然后以高速朝正向运行; 正向运行时遇到 HSW 的下降沿后减速停止, 然后低速朝负向运行, 在低速负向运行时遇到 HSW 的上升沿后, 继续朝负向寻找最近的 Z 脉冲位置作为原点。

开始回原时 HSW 如果有效则以高速朝正向运行, 在正向运行时遇到 HSW 的下降沿后减速停止, 然后低速朝负向运行, 在负向运行时遇到 HSW 的上升沿后, 继续朝负向寻找最近的 Z 脉冲位置作为原点。

这种模式下, 朝负向运行第一次遇到 NOT 的 ON 状态时自动反向, 遇到 POT 的 ON 状态或者再次遇到 NOT 的 ON 状态, 则停止回原点流程并报警。

图 5-13 原点模式 12 轨迹及信号状态



模式 13: 6098_n=13, 寻找正向运行时的原点开关 (HSW) 的上升沿和 Z 脉冲, 遇 NOT 自动反向。

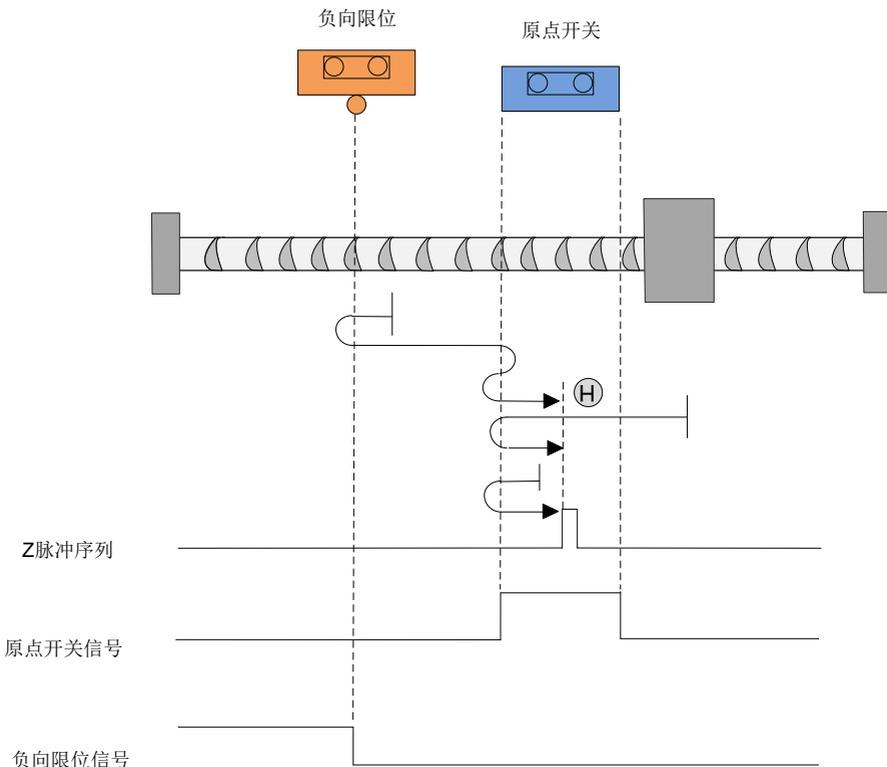
开始回原时 HSW 如果无效且位于原点位置传感器所在位置的正当侧, 以高速朝负向运行, 遇到 HSW 的下降沿后减速停止, 然后以低速朝正向运行; 在低速正向运行时遇到 HSW 的上升沿后, 继续朝正向寻找最近的 Z 脉冲位置作为原点。

开始回原时 HSW 如果无效且位于原点位置传感器所在位置的负向侧, 以高速朝负向运行, 遇到 NOT 的 ON 状态时减速停止, 然后以高速朝正向运行, 在正向运行时遇到 HSW 的上升沿后减速停止, 然后高速回退到 HSW 无效的位置后再减速停止, 然后低速朝正向运行, 在遇到 HSW 的上升沿后, 继续朝正向寻找最近的 Z 脉冲位置作为原点。

开始回原时 HSW 如果有效, 则以高速朝负向运行, 在负向运行时遇到 HSW 的下降沿后减速停止, 然后低速朝正向运行, 在低速正向运行时遇到 HSW 的上升沿后, 继续朝正向寻找最近的 Z 脉冲位置作为原点。

这种模式下, 朝负向运行第一次遇到 NOT 的 ON 状态时自动反向, 遇到 POT 的 ON 的状态或者再次遇到 NOT 的 ON 的状态, 则停止回原点流程并报警。

图 5-14 原点模式 13 轨迹及信号状态



模式 14: 6098_n=14, 寻找负向运行时的原点开关 (HSW) 的下降沿和 Z 脉冲, 遇 NOT 自动反向。

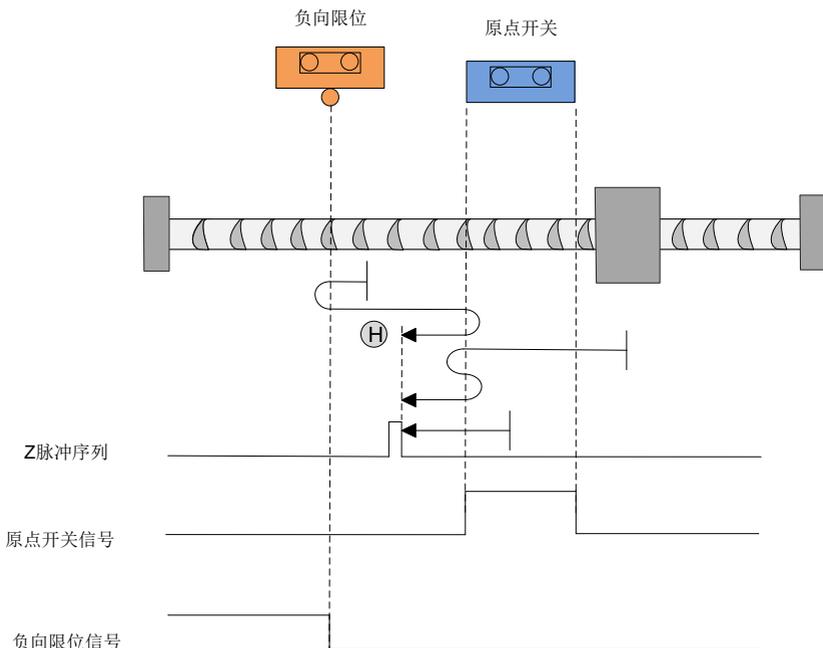
开始回原时 HSW 如果无效且位于原点位置传感器所在位置的正当侧, 以高速朝负向运行, 遇到 HSW 的下降沿后减速停止, 然后高速回退到 HSW 有效的位置后再减速停止 (如果 HSW 有效的区间很窄, 则可能进入另一侧 HSW 无效的位置区间), 然后低速朝负向运行; 在低速负向运行时遇到 HSW 的下降沿后, 继续朝负向寻找最近的 Z 脉冲位置作为原点。

开始回原时 HSW 如果无效且位于原点位置传感器所在位置的负向侧, 则以高速朝负向运行, 遇到 NOT 的 ON 的状态时减速停止, 然后以高速朝正向运行; 在正向运行时遇到 HSW 的上升沿后减速停止, 然后低速朝负向运行, 遇到 HSW 的下降沿后, 继续朝负向寻找最近的 Z 脉冲位置作为原点。

开始回原时 HSW 如果有效则以高速朝负向运行, 在负向运行时遇到 HSW 的下降沿后减速停止, 然后高速回退到 HSW 有效的位置后再减速停止 (如果 HSW 有效区间很窄, 则可能进入另一侧无效的位置区间), 然后低速朝负向运行, 遇到 HSW 的下降沿后, 继续朝负向寻找最近的 Z 脉冲位置作为原点。

这种模式下, 朝负向运行第一次遇到 NOT 的 ON 的状态时自动反向, 遇到 POT 的 ON 的状态, 或者再次遇到 NOT 的 ON 状态, 则停止回原点流程并报警。

图 5-15 原点模式 14 轨迹及信号状态



模式 15: 保留, 请不要设置。

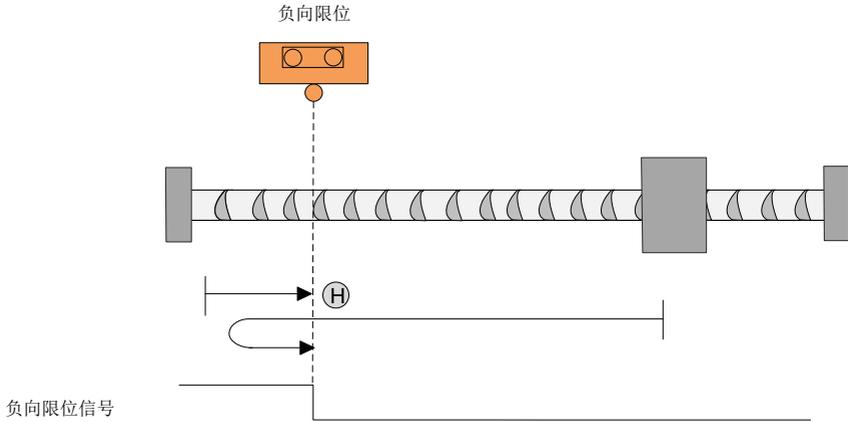
模式 16: 保留, 请不要设置。

模式 17：寻找负限位。

开始回原时如果 NOT 无效，则以高速朝负向运行，遇到 NOT 的上升沿后减速停止，然后低速朝正向运行，在低速朝正向运行时遇到 NOT 的下降沿后减速停止，以停止位置作为原点。

开始回原时如果 NOT 有效，则以低速朝正向运行，在正向运行时遇到 NOT 的下降沿时减速停止，以停止位置作为原点。

图 5-16 原点模式 17 轨迹及信号状态

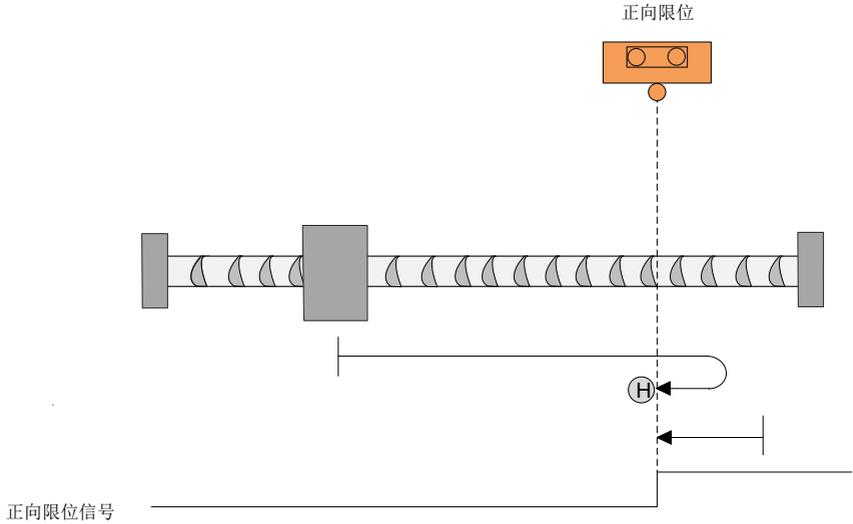


模式 18：寻找正限位。

开始回原时如果 POT 无效，则以高速朝正向运行，遇到 POT 的上升沿后减速停止，然后低速朝负向运行，在低速朝负向运行时遇到 POT 的下降沿后减速停止，以停止位置作为原点。

开始回原时如果 POT 有效，则以低速朝负向运行，在负向运行时遇到 POT 的下降沿时减速停止，以停止位置作为原点。

图 5-17 原点模式 18 轨迹及信号状态

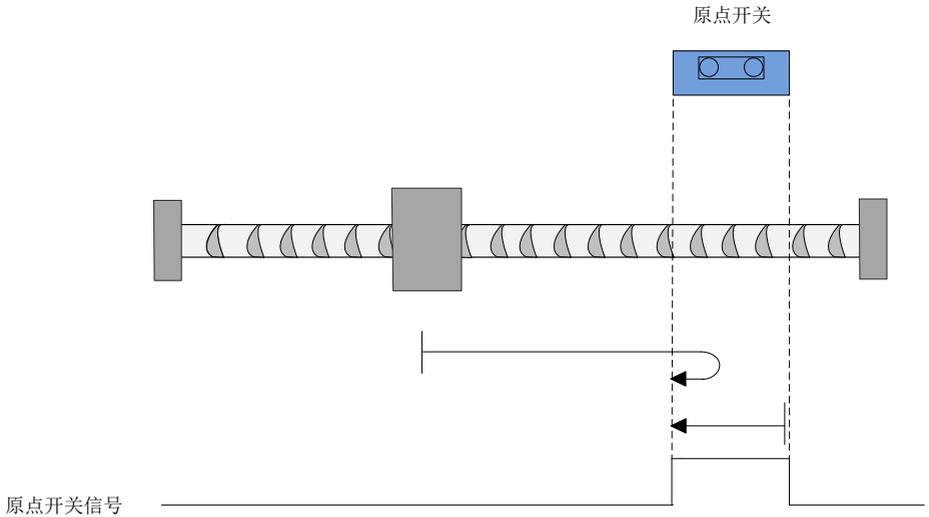


模式 19: 寻找朝负向运行时的 HSW 的下降沿位置。

开始回原时如果 HSW 无效则以高速朝正向运行，在正向运行时遇到 HSW 的上升沿后减速停止，然后低速朝负向运行，在低速负向运行遇到 HSW 下降沿时减速停止，以停止位置作为原点。

开始回原时如果 HSW 有效则以高速朝负向运行，在负向运行时遇到 HSW 的下降沿后减速停止，然后高速回退到 HSW 有效位置后再减速停止，然后低速朝负向运行，在遇到 HSW 的下降沿时减速停止，以停止位置作为原点。

图 5-18 原点模式 19 轨迹及信号状态



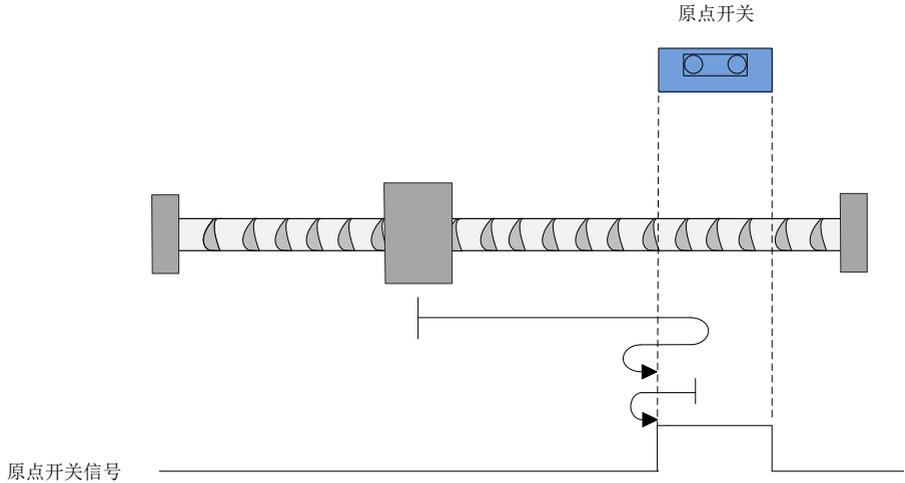
模式 20: 寻找朝正向运行时的 HSW 的上升沿位置。

开始回原时如果 HSW 无效则以高速朝正向运行, 在正向运行时遇到 HSW 的上升沿后减速停止, 然后高速回到 HSW 无效的位置后再减速停止, 然后低速朝正向运行, 在低速运行遇到 HSW 的上升沿时减速停止, 以停止位置作为原点。

开始回原时如果 HSW 有效则以高速朝负向运行, 在负向运行时遇到 HSW 的下降沿后减速停止, 然后低速朝正向运行, 在运行中遇到 HSW 的上升沿时减速停止, 以停止位置作为原点。

这种模式下, 遇到 NOT 或 POT 的 ON 状态, 都是停止回原点流程并报警。

图 5-19 原点模式 20 轨迹及信号状态



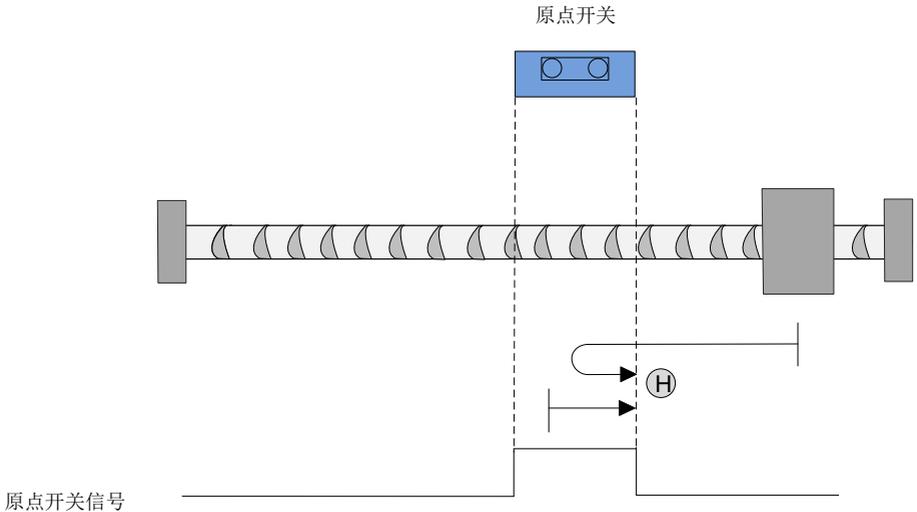
模式 21：寻找朝正向运行时的 HSW 的上升沿位置。

开始回原时如果 HSW 无效则以高速朝负向运行，在负向运行时遇到 HSW 的上升沿后减速停止，然后低速朝正向运行。在低速运行遇到 HSW 的下降沿时减速停止，以停止位置作为原点。

开始回原时如果 HSW 有效则以高速朝正向运行，在正向运行时遇到 HSW 的下降沿后减速停止，然后高速回退到 HSW 有效的位置之后再减速停止，再低速朝正向运行。在低速运行遇到 HSW 的下降沿时减速停止，以停止位置作为原点。

这种模式下，遇到 NOT 或 POT 的 ON 状态，都是停止回原点流程并报警。

图 5-20 原点模式 21 轨迹及信号状态



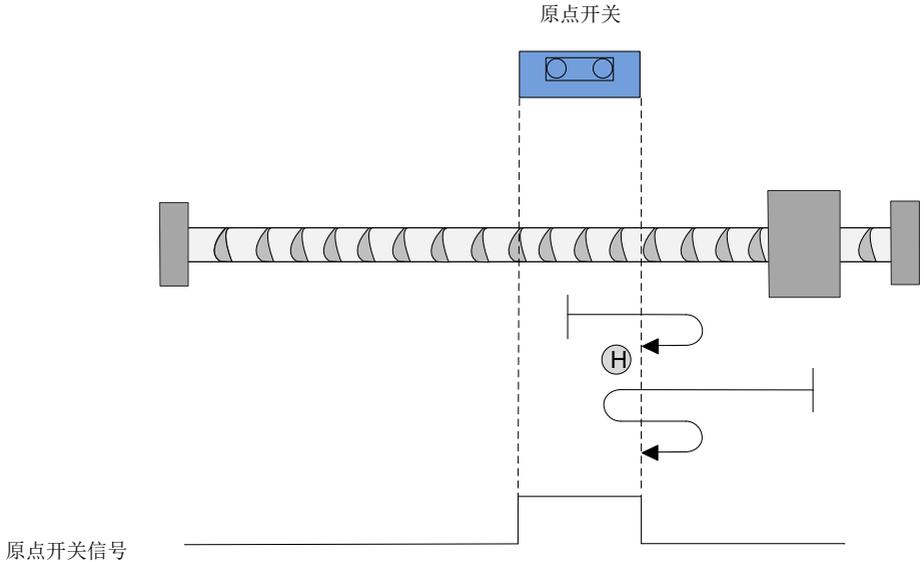
模式 22: 寻找朝负向运行时的 HSW 的上升沿位置。

开始回原时如果 HSW 无效则以高速朝负向运行，在负向运行时遇到 HSW 的上升沿后减速停止，然后高速回退到 HSW 无效的位置之后再减速停止，然后低速朝负向运行。在低速运行遇到 HSW 的上升沿时减速停止，以停止位置作为原点。

开始回原时如果 HSW 有效则以高速朝正向运行，在正向运行时遇到 HSW 的下降沿后减速停止，然后低速朝负向运行。在低速运行遇到 HSW 的上升沿时减速停止，以停止位置作为原点。

这种模式下，遇到 NOT 或 POT 的 ON 的状态，都是停止回原点流程并报警。

图 5-21 原点模式 22 轨迹及信号状态



模式 23：寻找朝负向运行时的 HSW 的下降沿位置，遇到正限位自动反向。

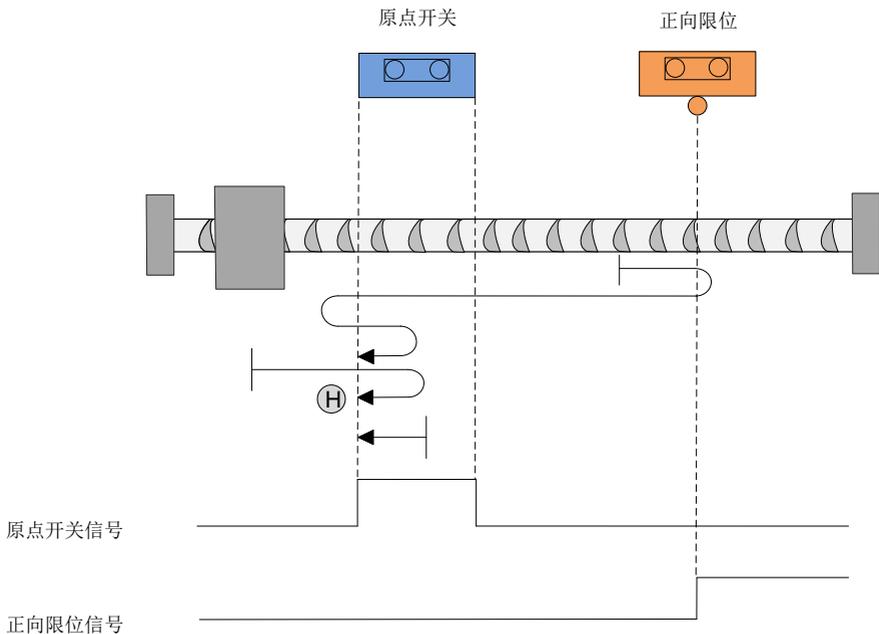
开始回原时如果 HSW 无效且位于原点位置传感器所在位置的正当侧，则以高速朝正向运行，在遇到 POT 的 ON 状态时减速停止，然后高速朝负向运行，在负向运行遇到 HSW 的下降沿后减速停止，然后高速回退到 HSW 有效的位置之后再减速停止（如果 HSW 有效区间很窄，则可能进入另一侧 HSW 无效的位置区间），然后低速朝负向运行。在低速运行遇到 HSW 的下降沿时减速停止，以停止位置作为原点。

开始回原时如果 HSW 有效且位于原点位置传感器所在位置的负向侧，则以高速朝正向运行，在正向运行遇到 HSW 的上升沿后减速停止，然后低速朝负向运行。在运行中遇到 HSW 的下降沿后减速停止，以停止位置作为原点。

开始回原时如果 HSW 有效则以高速朝负向运行，在负向运行遇到 HSW 的下降沿后减速停止，然后高速回退到 HSW 有效位置之后再减速停止（如果 HSW 有效区间很窄，则可能进入另一侧 HSW 无效的位置区间），然后低速朝负向运行。在运行中遇到 HSW 的下降沿后减速停止，以停止位置作为原点。

这种模式下，朝正向运行第一次遇到 POT 的 ON 状态时自动反向；遇到 NOT 的 ON 状态，或者再次遇到 POT 的 ON 状态，则停止回原点流程并报警。

图 5-22 原点模式 23 轨迹及信号状态



模式 24：寻找朝正向运行时的 HSW 的上升沿位置，遇到正限位自动反向。

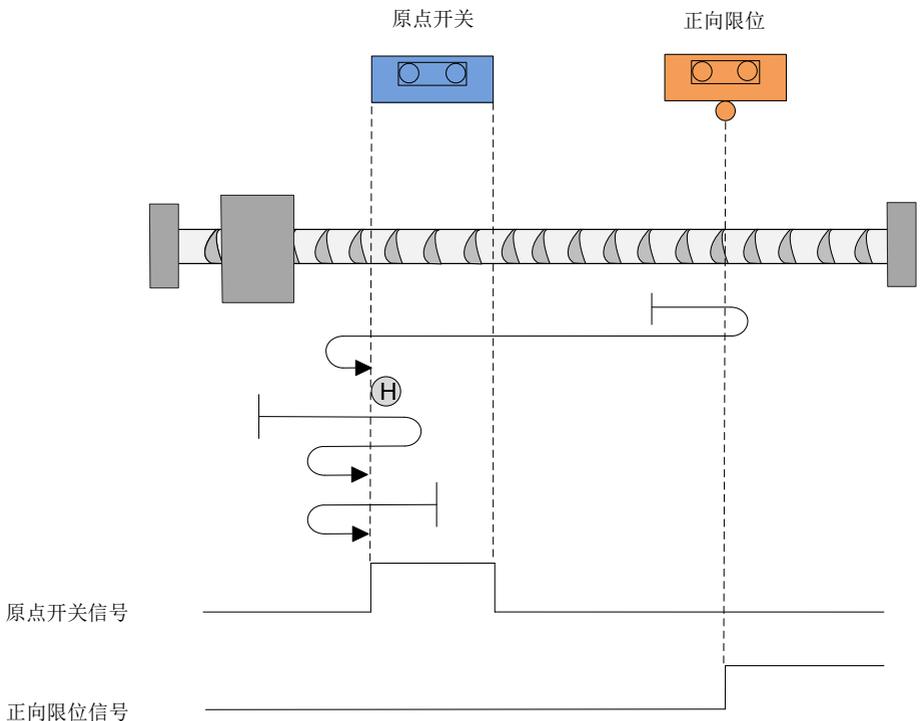
开始回原时如果 HSW 无效且位于原点位置传感器的正向侧，则以高速朝正向运行，在遇到 POT 的 ON 状态时减速停止，然后高速朝负向运行，在负向运行遇到 HSW 的下降沿后减速停止，然后低速朝正向运行。在低速朝正向运行时遇到 HSW 的上升沿时减速停止，以停止位置作为原点。

开始回原时如果 HSW 无效且位于原点位置传感器所在位置的负向侧，则以高速朝正向运行，在正向运行遇到 HSW 的上升沿后减速停止，然后高速回退到 HSW 无效的位置之后再减速停止，然后低速朝正向运行。在运行中遇到 HSW 的上升沿后减速停止，以停止位置作为原点。

开始回原时如果 HSW 有效则以高速朝负向运行，在负向运行时遇到 HSW 的下降沿后减速停止，然后低速朝正向运行。在运行中遇到 HSW 的上升沿时减速停止，以停止位置作为原点。

这种模式下，朝正向运行第一次遇到 POT 的 ON 状态时自动反向；遇到 NOT 的 ON 状态或者再次遇到 POT 的 ON 状态，则停止回原点流程并报警。

图 5-23 原点模式 24 轨迹及信号状态



模式 25: 寻找朝负向运行时的 HSW 的上升沿位置, 遇到正限位自动反向。

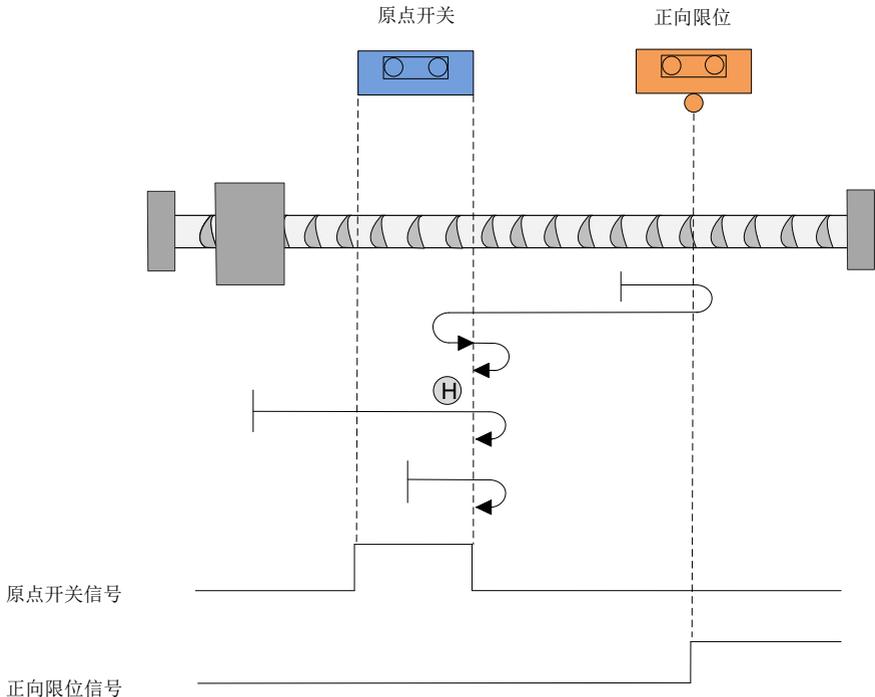
开始回原时如果 HSW 无效且位于原点位置传感器所在位置的正当侧, 则以高速朝正向运行, 在遇到 POT 的 ON 状态时减速停止, 然后高速朝负向运行, 在负向运行遇到 HSW 的上升沿后减速停止, 然后高速回退到 HSW 无效位置之后再减速停止, 然后在低速朝负向运行。在运行中遇到 HSW 的上升沿时减速停止, 以停止位置作为原点。

开始回原时如果 HSW 无效且位于原点位置传感器所在位置的正负向侧, 则以高速朝正向运行, 在正向运行时遇到 HSW 的下降沿后减速停止, 然后低速朝负向运行。在低速负向运行遇到 HSW 的上升沿后减速停止, 以停止位置作为原点。

开始回原时如果 HSW 有效, 则以高速朝正向运行, 在正向运行时遇到 HSW 的下降沿后减速停止, 然后低速朝负向运行。在运行中遇到 HSW 的上升沿时减速停止, 以停止位置作为原点。

这种模式下, 朝正向运行第一次遇到 POT 的 ON 状态时自动反向; 遇到 NOT 的 ON 状态, 或者再次遇到 POT 的 ON 状态, 则停止回原点流程并报警。

图 5-24 原点模式 25 轨迹及信号状态



模式 26: 寻找朝正向运行时的 HSW 的下降沿位置, 遇到正限位自动反向。

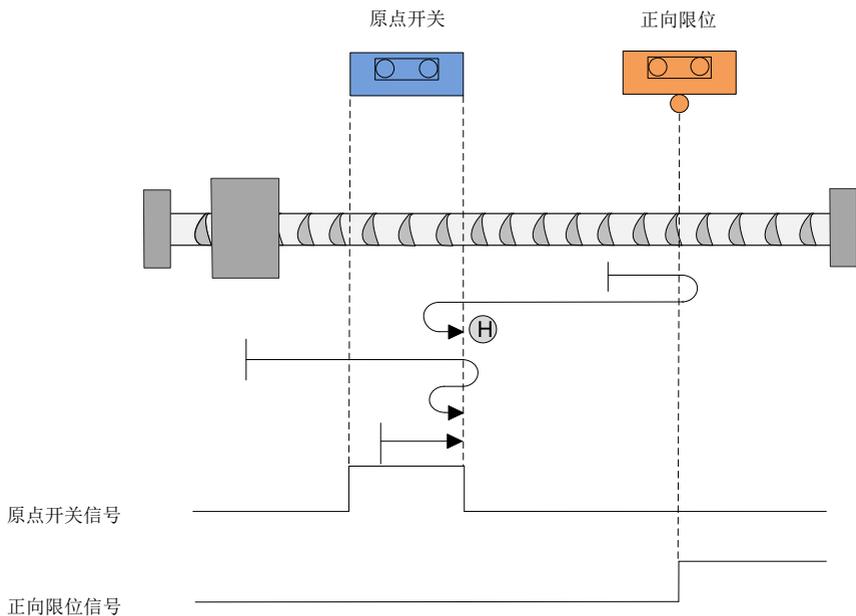
开始回原时如果 HSW 无效且位于原点位置传感器所在位置的正向侧, 则以高速朝正向运行, 在遇到 POT 的 ON 状态时减速停止, 然后高速朝负向运行。在负向运行遇到 HSW 的上升沿后减速停止, 然后低速朝正向运行, 在运行中遇到 HSW 的下降沿时减速停止, 以停止位置作为原点。

开始回原时如果 HSW 无效且位于原点位置传感器所在位置的负向侧, 则以高速朝正向运行, 遇到 HSW 的下降沿后减速停止, 然后高速回退到 HSW 有效的位置之后再减速停止 (如果 HSW 的有效区很窄, 则可能进入另一侧 HSW 无效的位置区间), 然后低速朝正向运行。在运行中遇到 HSW 的下降沿后减速停止, 以停止位置作为原点。

开始回原时如果 HSW 有效则以高速朝正向运行, 在正向运行时遇到 HSW 的下降沿后减速停止, 然后高速回退到 HSW 有效的位置之后再减速停止 (如果 HSW 有效区间很窄, 则可能进入另一侧 HSW 无效的位置区间), 然后低速朝正向运行。在运行中遇到 HSW 的下降沿时减速停止, 以停止位置作为原点。

这种模式下, 朝正向运行第一次遇到 POT 的 ON 状态时自动反向; 遇到 NOT 的 ON 状态或者再次遇到 POT 的 ON 状态, 则停止回原点流程并报警。

图 5-25 原点模式 26 轨迹及信号状态



模式 27：寻找朝正向运行时的 HSW 的下降沿位置，遇到负限位自动反向。

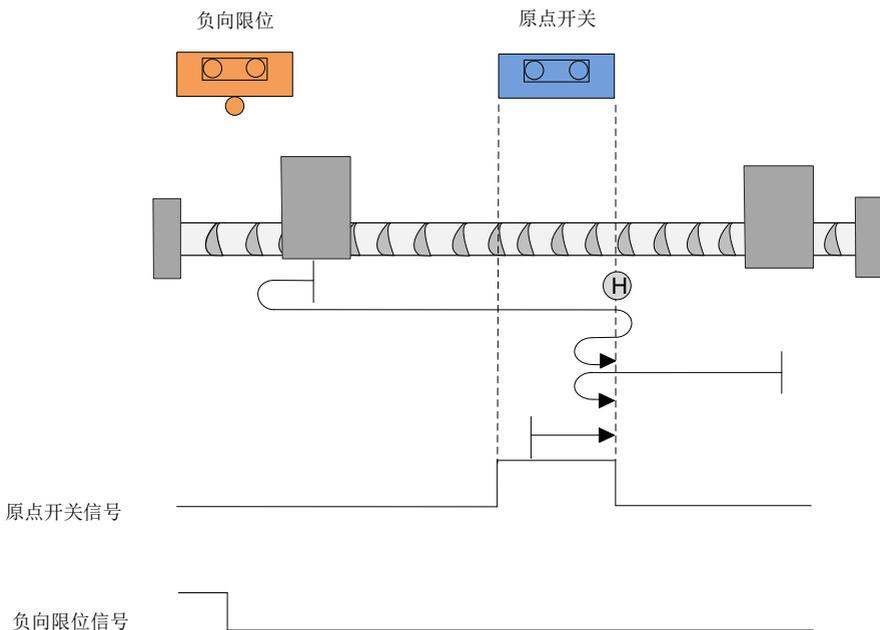
开始回原时如果 HSW 无效且位于原点位置传感器所在位置的右侧，则以高速朝负向运行，在遇到 HSW 的 ON 状态时减速停止，然后低速朝正向运行，在遇到 HSW 的下降沿后减速停止，以停止位置作为原点。

开始回原时如果 HSW 无效且位于原点位置传感器所在位置的左侧，则以高速朝负向运行，遇到 NOT 的 ON 状态时减速停止，然后以高速朝正向运行，在遇到 HSW 的下降沿状态后减速停止，然后高速回退到 HSW 有效的位置之后再减速停止（如果 HSW 有效区间很窄，则可能进入另一侧 HSW 无效的位置区间），然后低速朝正向运行，当遇到 HSW 的下降沿时减速停止，以停止位置作为原点。

开始回原时如果 HSW 有效则以高速朝正向运行，在正向运行遇到 HSW 的下降沿后减速停止，然后高速回退到 HSW 有效的位置之后再减速停止（如果 HSW 有效的区间很窄，则可能进入另一侧 HSW 无效的位置区间），然后低速朝正向运行，在低速正向运行遇到 HSW 的下降沿时减速停止，以停止位置作为原点。

这种模式下，朝负向运行第一次遇到 NOT 的 ON 状态时自动反向；遇到 POT 的 ON 状态或者再次遇到 NOT 的 ON 状态，则停止回原点流程并报警。

图 5-26 原点模式 27 轨迹及信号状态



模式 28: 寻找朝负向运行时的 HSW 的上升沿位置, 遇到负限位自动反向。

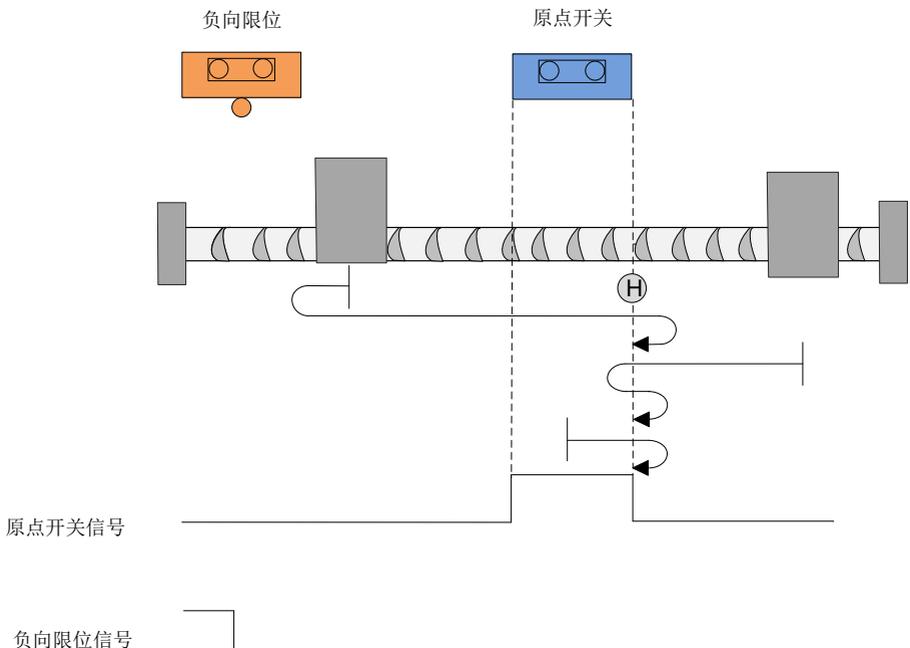
开始回原时如果 HSW 无效且位于原点位置传感器所在位置的正向侧, 则以高速朝负向运行, 在遇到 HSW 的上升沿后减速停止, 然后高速回退到 HSW 无效的位置之后再减速停止, 此后低速朝负向运行, 在负向运行遇到 HSW 的上升沿后减速停止, 以停止位置作为原点。

开始回原时如果 HSW 无效且位于原点位置传感器所在位置的负向侧, 则以高速朝负向运行, 遇到 NOT 的 ON 状态时减速停止, 然后以高速朝正向运行, 在正向运行遇到 HSW 的下降沿后减速停止, 然后低速朝负向运行, 遇到 HSW 的上升沿时减速停止, 以停止位置作为原点。

开始回原时如果 HSW 有效则以高速朝正向运行, 在正向运行时遇到 HSW 的下降沿后减速停止, 然后低速朝负向运行, 遇到 HSW 的上升沿时减速停止, 以停止位置作为原点。

这种模式下, 朝负向运行第一次遇到 NOT 的 ON 状态时自动反向, 遇到 POT 的 ON 状态或者再次遇到 NOT 的 ON 状态, 则停止回原点流程并报警。

图 5-27 原点模式 28 轨迹及信号状态



模式 29: 寻找朝正向运行时的 HSW 的上升沿位置, 遇到负限位自动反向。

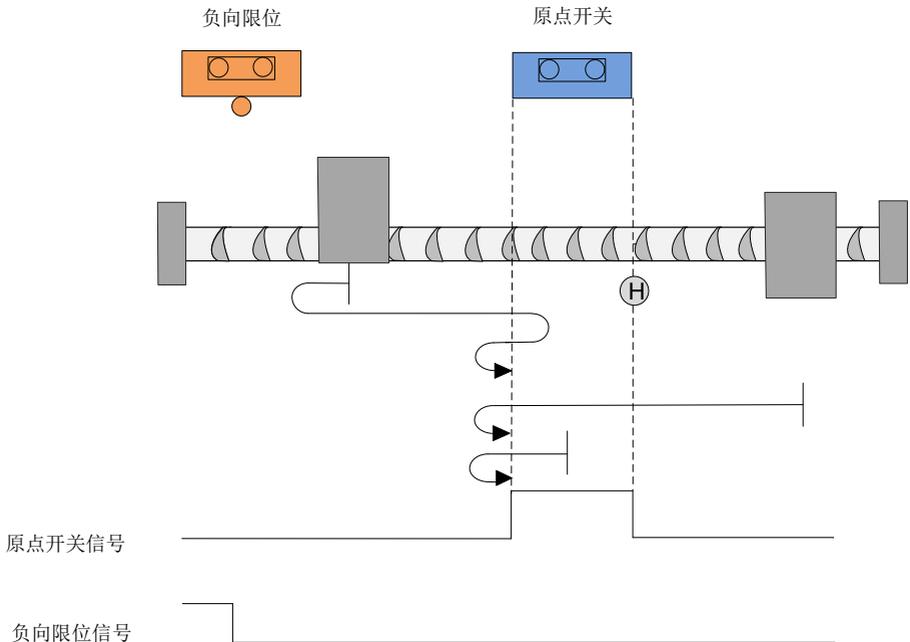
开始回原时如果 HSW 无效且位于原点位置传感器所在位置的右侧, 则以高速朝负向运行, 在遇到 HSW 的下降沿后减速停止, 然后低速朝正向运行, 在正向运行时遇到 HSW 的上升沿后减速停止, 以停止位置作为原点。

开始回原时如果 HSW 无效且位于原点位置传感器所在位置的左侧, 则以高速朝负向运行, 遇到 NOT 的 ON 状态时减速停止, 然后以高速朝正向运行, 在正向运行时遇到 HSW 的上升沿后减速停止, 然后高速回退到 HSW 无效的位置后再减速停止。然后低速朝正向运行, 在遇到 HSW 的上升沿后减速停止, 以停止位置作为原点。

开始回原时如果 HSW 有效则以高速朝负向运行, 运行时遇到 HSW 的下降沿后减速停止, 然后低速朝正向运行, 在遇到 HSW 的上升沿时减速停止, 以停止位置作为原点。

这种模式下, 朝负向运行第一次遇到 NOT 的 ON 状态时自动反向, 遇到 POT 的 ON 状态或者再次遇到 NOT 的 ON 状态, 则停止回原点流程并报警。

图 5-28 原点模式 29 轨迹及信号状态



模式 30: 寻找朝负向运行时的 HSW 的下降沿位置, 遇到负限位自动反向。

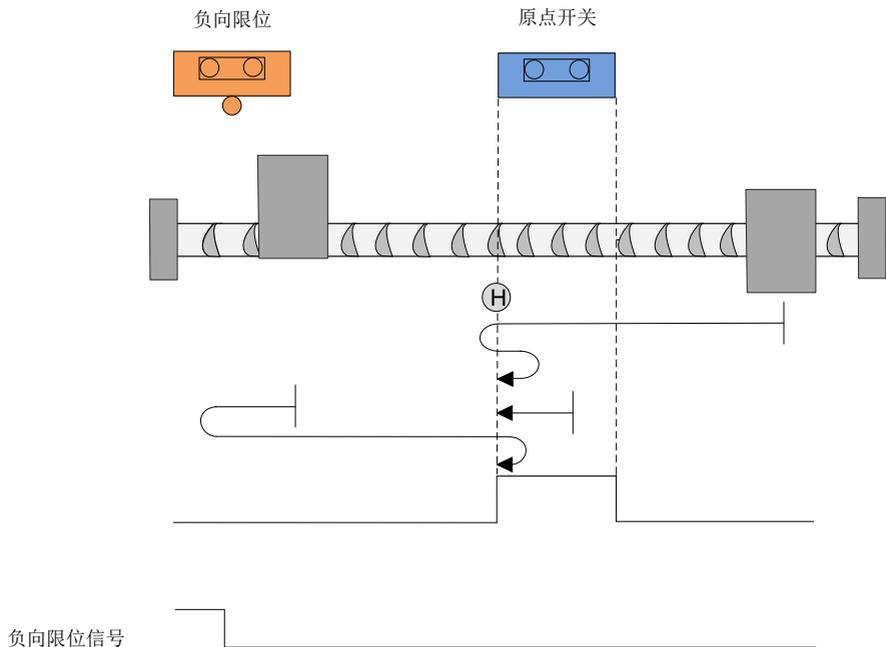
开始回原时如果 HSW 无效且位于原点位置传感器所在位置的正当侧, 则以高速朝负向运行, 在遇到 HSW 的下降沿后减速停止, 然后高速回退到 HSW 有效的位置之后再减速停止 (如果 HSW 有效的区间很窄, 则可能进入另一侧 HSW 无效的位置区间)。此后低速朝负向运行, 在负向运行时遇到 HSW 的下降沿后减速停止, 以停止位置作为原点。

开始回原时如果 HSW 无效且位于原点位置传感器所在位置的负向侧, 则以高速朝负向运行, 遇到 NOT 的 ON 状态时减速停止, 然后以高速朝正向运行。在遇到 HSW 的上升沿后减速停止, 然后低速负向运行; 在遇到 HSW 的下降沿时减速停止, 以停止位置作为原点。

始回原时如果 HSW 有效则以高速朝负向运行, 在负向运行遇到 HSW 的下降沿后减速停止, 然后高速回退到 HSW 有效位置后再减速停止 (如果 HSW 的有效区间很窄, 则可能进入另一侧 HSW 无效的位置区间), 此后低速朝负向运行, 在遇到 HSW 的下降沿时减速停止, 以停止位置作为原点。

这种模式下, 朝负向运行第一次遇到 NOT 的 ON 状态时自动反向, 遇到 POT 的 ON 状态或者再次遇到 NOT 的 ON 状态, 则停止回原点流程并报警。

图 5-29 原点模式 30 轨迹及信号状态



模式 31: 保留, 请不要设置。

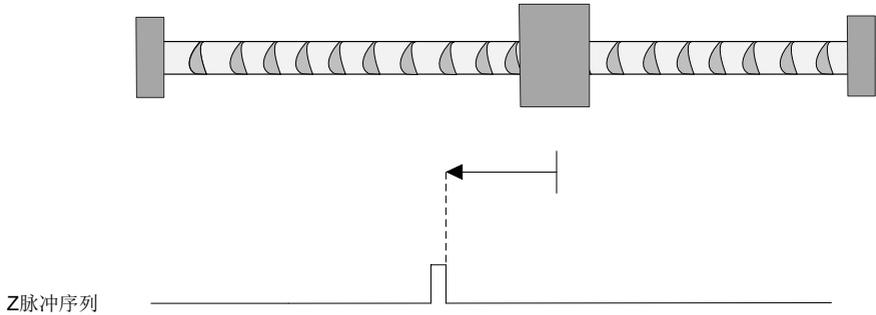
模式 32: 保留, 请不要设置。

模式 33: 寻找负向运行时最近的 Z 脉冲。

开始回原时以低速朝负向寻找最近的 Z 脉冲位置作为原点, 如果朝负向运行找到 Z 脉冲之前就遇到 NOT 的 ON 状态, 则减速停止, 然后朝正向运行, 找最近的 Z 脉冲位置作为原点。

这种模式下, 朝负向运行第一次遇到 NOT 的 ON 状态时自动反向; 遇到 POT 的 ON 状态或者再次遇到 NOT 的 ON 状态, 则停止回原点流程并报警。

图 5-30 原点模式 33 轨迹及信号状态

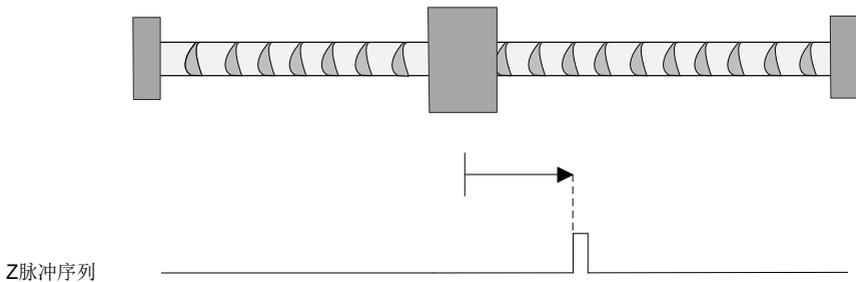


模式 34: 寻找正向运行时最近的 Z 脉冲。

开始回原时以低速朝正向寻找最近的 Z 脉冲位置作为原点, 如果朝正向运行找到 Z 脉冲之前就遇到 POT 的 ON 状态, 则减速停止, 然后朝负向运行, 找最近的 Z 脉冲位置作为原点。

这种模式下, 朝正向运行第一次遇到 POT 的 ON 状态时自动反向; 遇到 NOT 的 ON 状态或者再次遇到 POT 的 ON 状态, 则停止回原点流程并报警。

图 5-31 原点模式 34 轨迹及信号状态



模式 35: 当前位置即为系统零点。

6 探针功能介绍

DA180A 总线型驱动器有 2 路探针功能，探针功能即位置锁存功能。它能锁存外部 DI 信号或电机 Z 信号发生变化时的位置信息（指令单位）。DA180A 支持 2 路探针，可同时记录每个探针信号的上升沿和下降沿对应的位置信息，即：可同时锁存 4 个位置信息。

注：使用 DI 端子作为探针触发信号时，必须使用 DI1（探针 1）和 DI2（探针 2）。

相关对象：

索引(HEX)	子索引(HEX)	名称	访问	数据类型	单位	设定范围	PDO 类型
60B8	00	探针功能	RW	Uint16	/	0~65535	RPDO
60B9	00	探针状态	RO	Uint16	/	/	TPDO
60BA	00	探针 1 上升沿锁存位置	RO	int32	指令单位	/	TPDO
60BB	00	探针 1 下降沿锁存位置	RO	int32	指令单位	/	TPDO
60BC	00	探针 2 上升沿锁存位置	RO	int32	指令单位	/	TPDO
60BD	00	探针 2 下降沿锁存位置	RO	int32	指令单位	/	TPDO
60D5	00	探针 1 上升沿锁存计数器	RO	Uint16	/	/	TPDO
60D6	00	探针 1 下降沿锁存计数器	RO	Uint16	/	/	TPDO
60D7	00	探针 2 上升沿锁存计数器	RO	Uint16	/	/	TPDO
60D8	00	探针 2 下降沿锁存计数器	RO	Uint16	/	/	TPDO

使用 DI1 作为探针触发信号时，请按以下步骤设置。

1、设定探针控制字(0x60B8)

0x60B8 各位含义如下。

Bit 位	描述	说明
0	探针1使能： 0：探针1不使能 1：探针1使能	Bit0~bit5：探针1相关设置。 使用DI1作为探针触发信号时，不可更改DI源。对于绝对值编码器，Z信号指电机单圈位置反馈的零点。
1	探针1触发模式： 0：单次触发（只在触发信号第一次有效时触发） 1：连续触发	
2	探针1触发信号选择： 0：DI输入信号 1：Z信号	
3	NA	
4	探针1上升沿（或Z信号）使能： 0：上升沿不锁存 1：上升沿锁存	
5	探针1下降沿使能： 0：下降沿不锁存 1：下降沿锁存	
6~7	NA	

Bit 位	描述	说明
8	探针2使能： 0: 探针2不使能 1: 探针2使能	Bit8~Bit13: 探针 2 相关设置。
9	探针2触发模式： 0: 单次触发（只在触发信号第一次有效时触发） 1: 连续触发	
10	探针2触发信号选择： 0: DI输入信号 1: Z信号	
11	NA	
12	探针2上升沿（或Z信号）使能： 0: 上升沿不锁存 1: 上升沿锁存	
13	探针2下降沿使能： 0: 下降沿不锁存 1: 下降沿锁存	
14~15	NA	

例如：探针 1 上升沿 DI1 锁存位置，连续锁存，应设置探针控制字 0x60B8=0x0013。

2、读探针状态 0x60B9

0x60B9 各位含义如下：

Bit 位	描述	说明
0	探针1使能状态： 0: 探针1未使能 1: 探针1使能	Bit0~bit7: 反应探针1状态
1	探针1上升沿（或Z信号）锁存执行状态： 0: 上升沿锁存未执行 1: 上升沿锁存已执行	
2	探针1下降沿锁存执行状态： 0: 下降沿锁存未执行 1: 下降沿锁存已执行	
3~7	NA	
8	探针2使能状态： 0: 探针2未使能 1: 探针2使能	Bit8~Bit15: 反应探针2状态
9	探针2上升沿（或Z信号）锁存执行状态： 0: 上升沿锁存未执行 1: 上升沿锁存已执行	
10	探针2下降沿锁存执行状态：	

Bit 位	描述	说明
	0: 下降沿锁存未执行 1: 下降沿锁存已执行	
11~15	NA	

例如：通过读取 0x60B9 的 bit1 即可判断伺服驱动器是否已经执行探针 1 上升沿位置锁存功能。

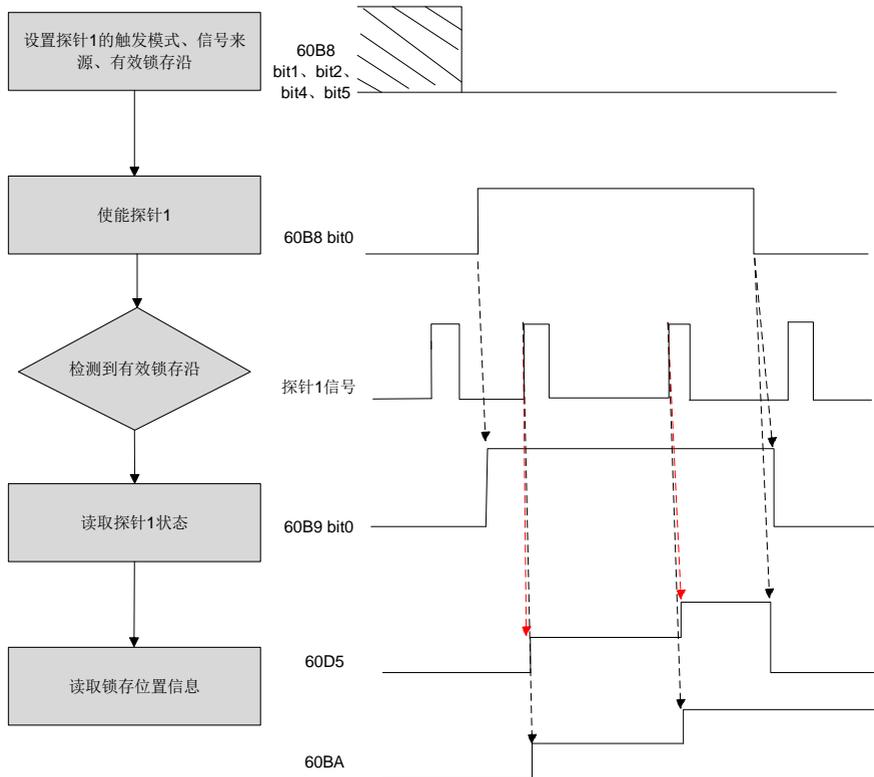
3、读取探针锁存位置

探针的 4 个位置信息分别记录在对象 0x60BA~0x60BD 中。

例如：判断探针 1 上升沿位置锁存功能已执行，通过读 0x60BA（探针 1 上升沿位置反馈锁存值，指令单位）的值来读取位置信息。通过读 0x60D5 的值可得到已锁存次数。

触发信号为 DI1，上升沿锁存，连续触发，探针的功能设置与状态反馈时序如图 6-1 所示。

图 6-1 探针功能时序



7 总线伺服调试案例

7.1 倍福 PLC_CX5020 与 DA180A 的 EtherCAT 通信配置

本案例以英威腾 DA180A-N0 总线驱动器和倍福控制器 CX5020+EK1110 模块（或 TwinCAT3 软件）连接为例，介绍同步周期位置模式的配置和使用。

准备工作：

- 装有 TwinCAT3 软件的电脑一台
- DA180A_EtherCAT 总线伺服驱动器一台
- 倍福 PLC_CX5020 控制器一台
- 普通网线（5 类及以上）2 根

连接使用流程：

步骤1 DA180A_EtherCAT 总线伺服通讯参数配置。

首先对伺服驱动器上电，之后打开伺服上位机软件 INVT Workshop 或 ServoPlover，选择 P0、P4 组功能码，配置以下两个通讯参数：

- P0.03 为控制模式选择，设置为 8（EtherCAT 模式）。
- P4.25 为 EtherCAT 控制单位类型，设置为 2（CIA402 Unit）。

步骤2 建立通讯连接。

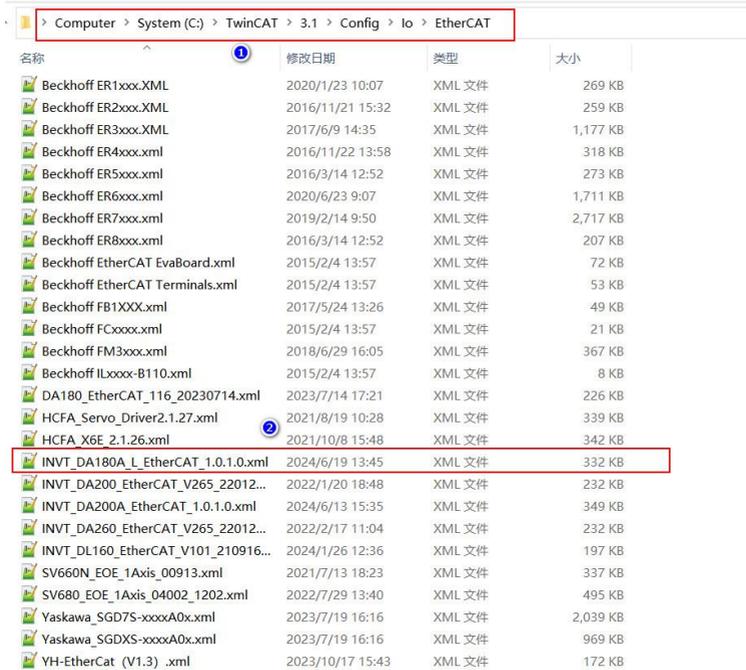
PC 端连接倍福控制器时，在网络连接（EtherNet 网口）界面，将电脑 IP 地址设置成 PLC 的同一网段：电脑→本地连接→属性→internet 协议版本 4（TCP/IPv4）属性→使用下面的 IP 地址。如下图，默认为 169.254.1.X（X 为 2~255 数值，倍福控制器出厂默认地址为 169.254.1.1）。



步骤3 配置从站 XML 文件。

将 DA180A_EtherCAT 伺服描述文件放到 TwinCAT3 根目录下：
C:\TwinCAT3.1\Config\Io\EtherCAT。

右击右下角 TwinCAT3 图标选择 System→Config 切换 TwinCAT3 状态以保证描述文件更新成功。

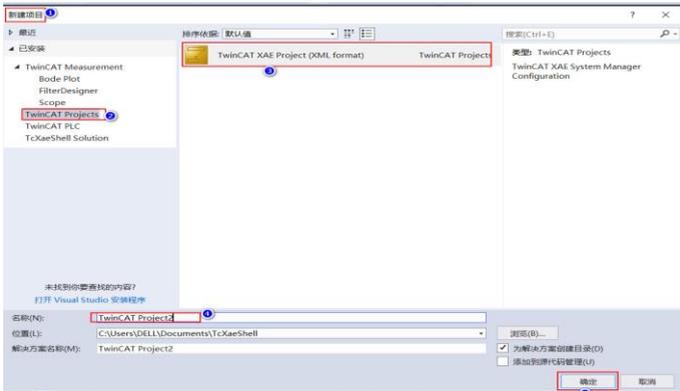


步骤4 新建 TwinCAT3 解决方案。

将倍福控制器工控机和 DA180A_EtherCAT 伺服驱动器连接后，单击 TwinCAT3 图标选择 TwinCAT XAE。

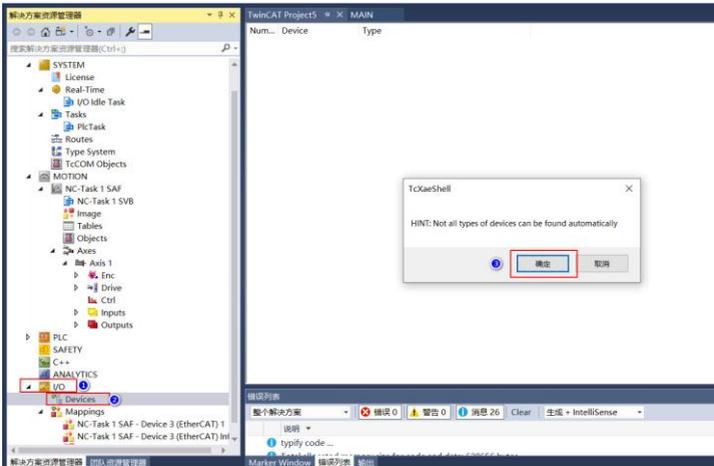


打开 TwinCAT3 软件后，选择菜单文件 (F) → 新建 (N) → 项目 (P)，在弹出对话框新建项目中选择左侧 Template 下的 TwinCAT Project，给定解决方案名称和存储路径后点击“确定”完成新建。



步骤5 扫描驱动器。

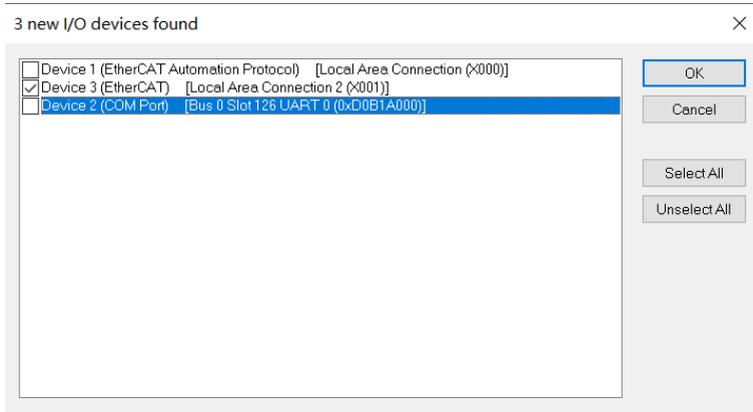
切换 TwinCAT3 到配置模式后扫描 IO。



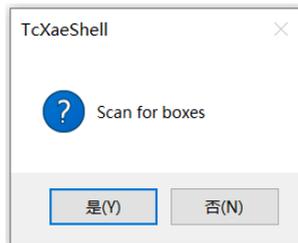
在弹出的对话框中点击“确定”。



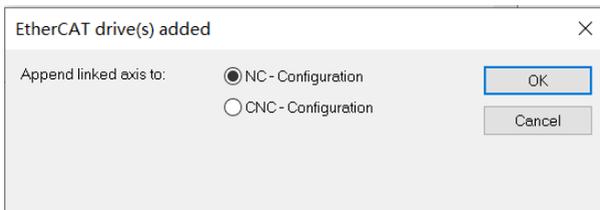
扫描到 EtherCAT 总线，点击“OK”。



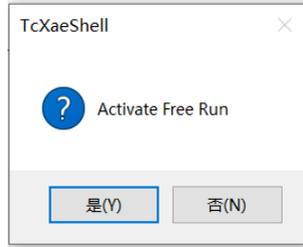
是否扫描设备，点击“是”。



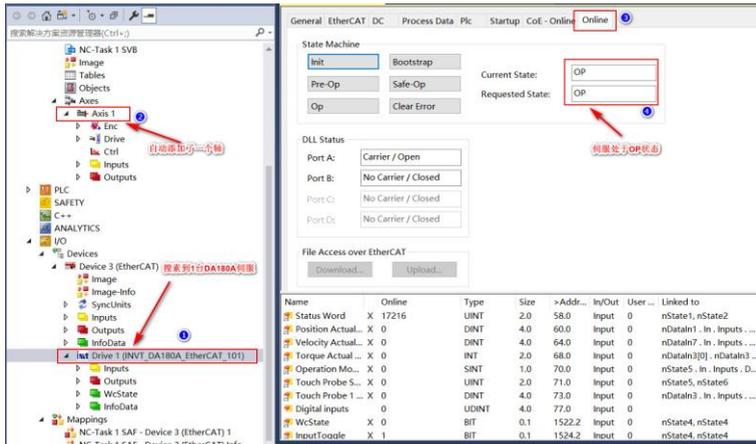
当扫描到运动控制设备的时候，系统会询问是否将扫描到的轴关联到 NC 配置上，点击“OK”完成映射。



点击“是”激活 Freerun 调试模式，在调试模式下，用户可以无程序对 IO 进行测试。

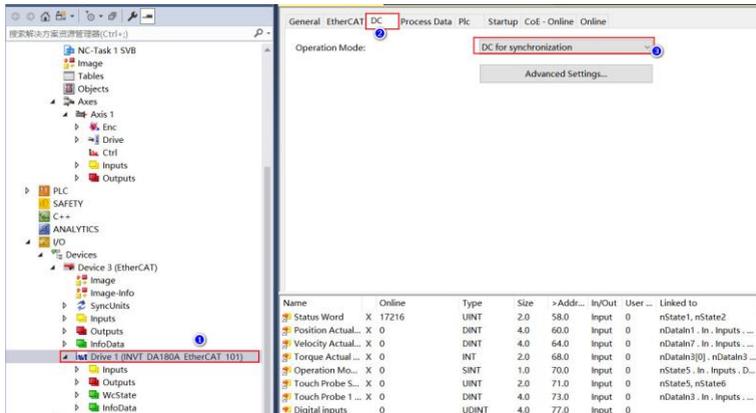


完成以上操作后，可以看到左侧树形菜单“/O”→“Devices”下已经成功扫描到 DA180A_EtherCAT 驱动器。



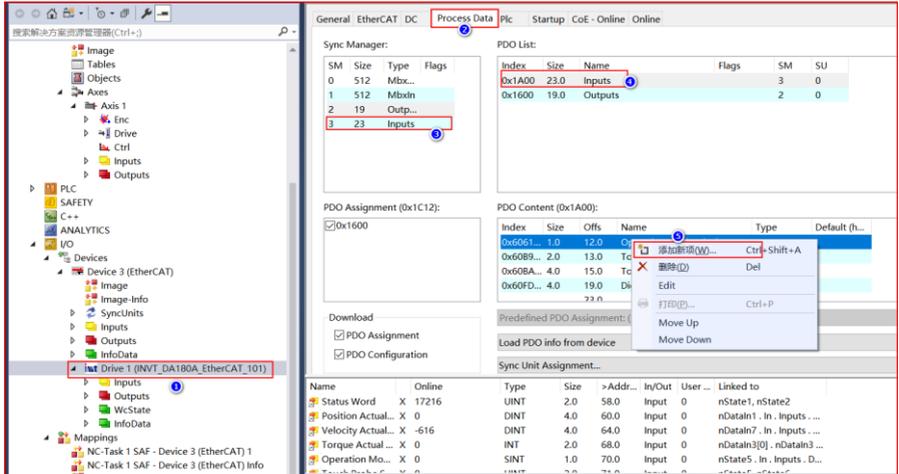
步骤6 设置 EtherCAT 模式。

令驱动器工作在 DC 模式下，默认是 DC 则不需要修改。



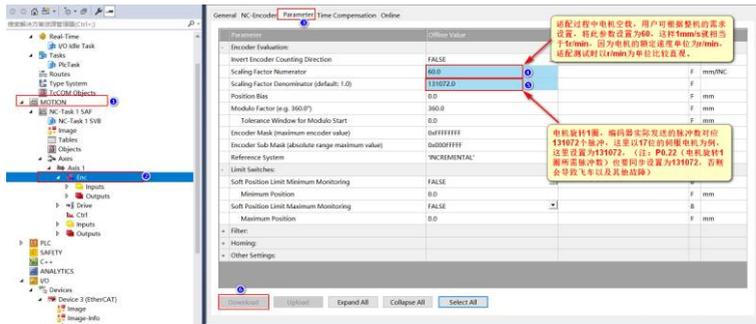
步骤7 配置 PDO 参数。

单击扫描到的 DA180A_EtherCAT 驱动器，在配置界面中找到“Process Data”→配置。如果当前的 PDO 满足工况要求，则无需更改或者添加。如果当前的 PDO 配置不满足工况要求，则需要修改或添加 PDO 列表。修改或添加 PDO 步骤：在 PDO Content 窗口中，右击鼠标选择“添加新项”增加所需要的 PDO；如果有不需要的 PDO，右击鼠标选择“删除”可以移除不需要的 PDO。



步骤8 设置编码器参数。

在左侧树形菜单找到“MOTION”→“Axes”→“Axis1”→“Enc”→“Parameter”设置编码器各项参数。



- Scaling Factor Numerator 表示电机旋转一圈执行机构的位移。
- Scaling Factor Denominator 则表示电机旋转一圈编码器发送的脉冲数。

参数设置完成后，选择需要修改的单个参数，在配置页面左下角，点击“Download”逐一更新下载数据，或者直接激活配置进行所有参数下载。

系统会弹出对话框提示，说明参数下载是临时的，重启后数据将会丢失，点击“OK”确定，之后可以看到离线数值已写入到在线数值当中。

步骤9 激活项目。

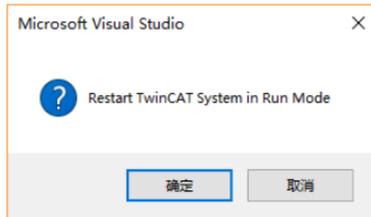
在 NC 界面调试驱动器，找到工具栏激活按钮，激活当前配置好的项目进入运行状态。



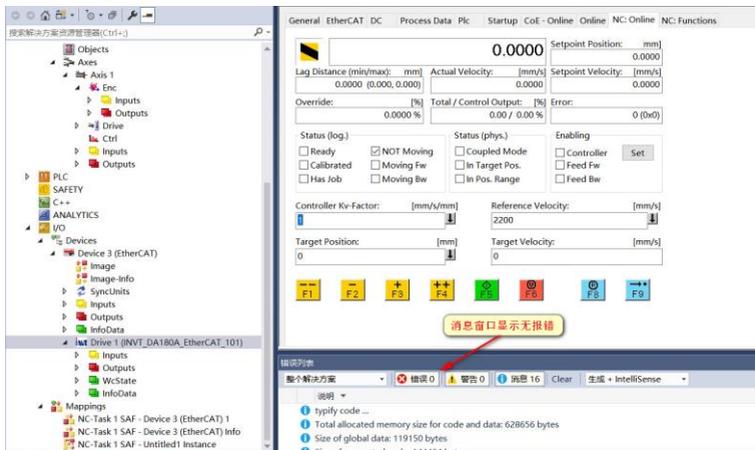
系统会弹出对话框，提示输入五位验证码，验证码区分大小写。这是因为 Beckhoff 的 NC 是收费的，但是提供七天的免费试用。正确输入验证码后，验证码颜色会从蓝色变成绿色，颜色变绿后，点击“OK”确认。



系统提示，是否切换 TwinCAT 到运行模式，点击“确定”即可完成状态切换。

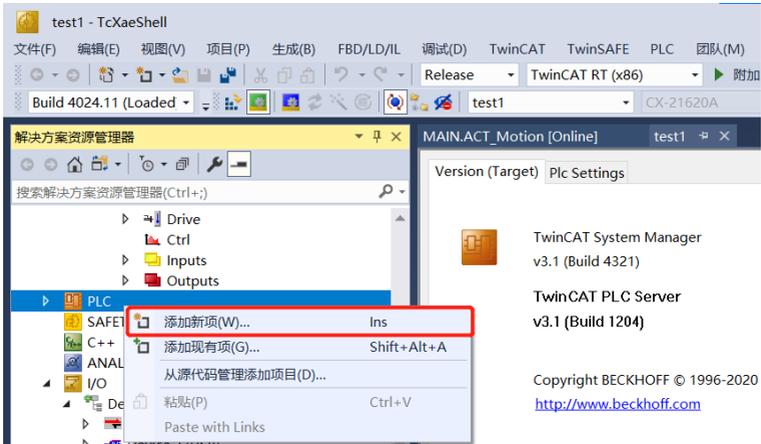


正确切换运行状态后的界面显示如下。

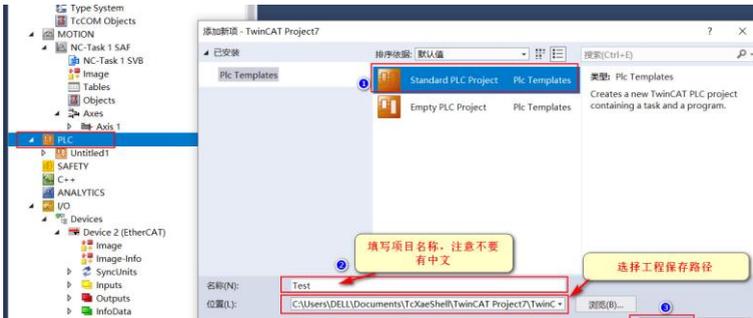


步骤10 编写测试程序。

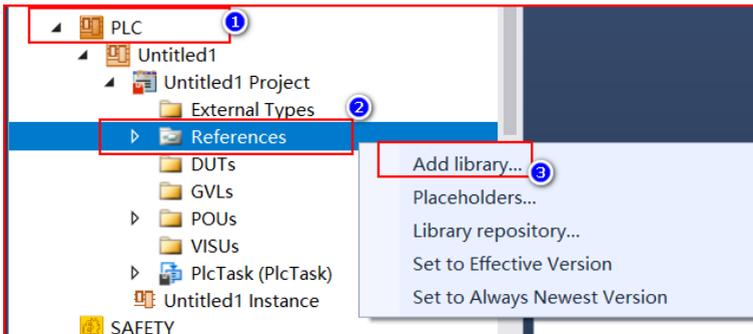
首先新建 PLC 项目，选择树形菜单“PLC”找到“添加新项”。



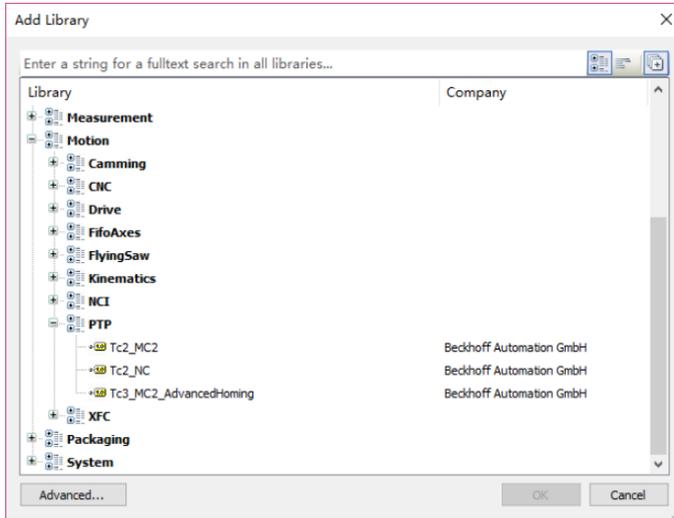
在弹出的新建 PLC 项目的对话框中，选择新建标准 PLC 项目。这个项目会包含一个任务和一个默认创建好的“Main”程序，填写项目名称，选择保存路径后，点击“添加 (A)”进行添加。



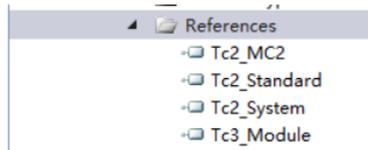
添加运动控制库，找到“PLC”→“References”→“Add library...”。



在添加库的页面中找到 Tc2_MC2, 选中后点击右下角“OK”进行添加。



添加完成后在“Reference”下就引用了这个库。



编写示例程序，通过切换功能块 Jog1 中的输入输出接口上链接的变量，分别对多根轴进行点动。

注意：MC_Jog 本身具有多种工作模式，具体请自行查看 Beckhoff 帮助系统。

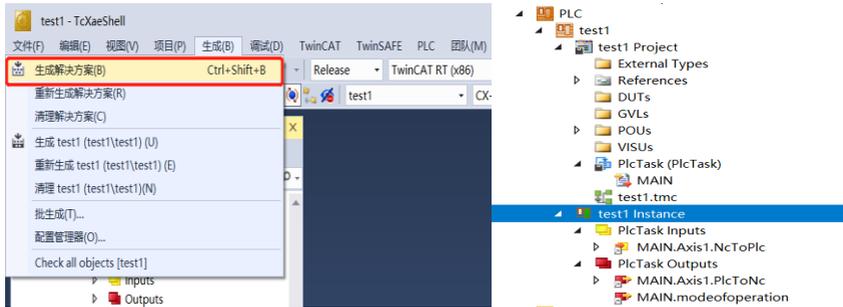
```

MAIN*  X
1  PROGRAM MAIN
2  VAR
3      Axis1                               :AXIS_REF;
4      MC_Power_1                          :MC_Power;
5      MC_Jog_1                            :MC_Jog;
6      JogFor                               :BOOL;
7      JogBack                             :BOOL;
8      PowerEXE                            :BOOL;
9  END_VAR
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000

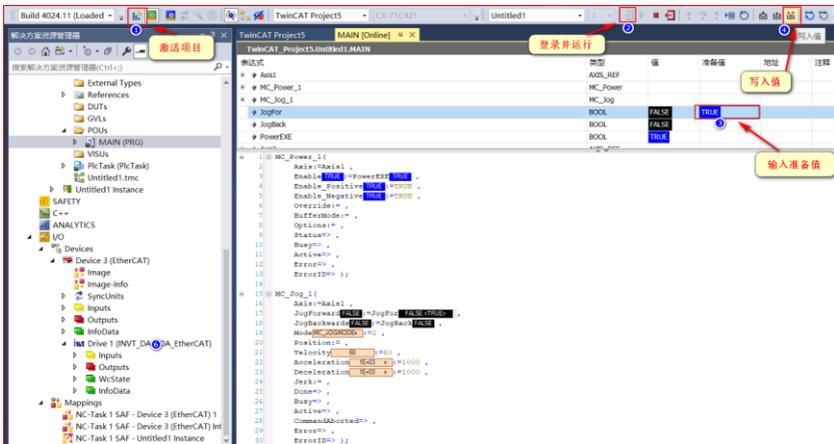
```

步骤11 编译应用程序。

对编写好的程序进行编译（生成解决方案）。编译完成后，消息窗口会显示编译结果。当编译结果无报错，外部变量会自动在“Instance”下生成输入输出接口。



步骤12 在线调试，激活项目，登录运行。



其他运动控制指令请直接参考 Beckhoff 官网提供的说明书。

7.2 欧姆龙 PLC_NJ301_1200 与 DA180A 的 EtherCAT 通信配置

以周期同步位置模式控制（CSP）为例，介绍 DA180A EtherCAT 伺服驱动器和欧姆龙 NJ501-1300（或 NJ301-1200+）连接使用过程。

准备工作：

- 装有 Sysmac Studio 的电脑一台(本案例软件版本为 V1.47 版本)
- DA180A_EtherCAT 总线伺服驱动器
- 欧姆龙控制器 NJ501-1300 电源模块 NJ-PD3001
- 普通通讯线缆 2 根

连接使用流程：

步骤1 DA180A_EtherCAT 总线伺服通讯参数配置。

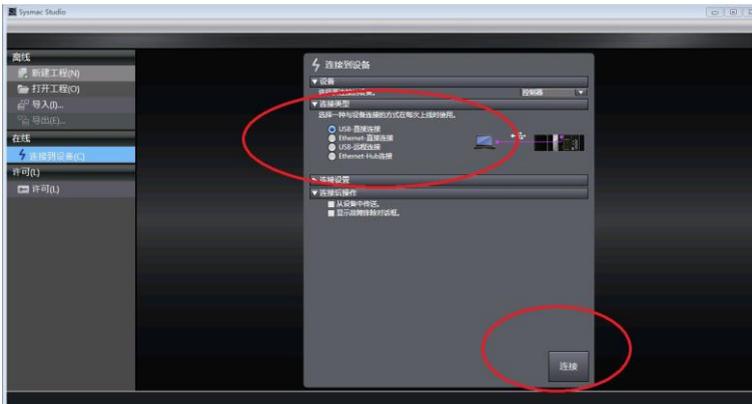
首先对伺服驱动器上电，之后打开伺服上位机软件 INVT Workshop 或 ServoPlorer，选择 P0、P4 组功能码，配置以下两个通讯参数：

- P0.03 为控制模式选择，设置为 8（EtherCAT 模式）。
- P4.25 为 EtherCAT 控制单位类型，设置为 2（CIA402 OMRON）。

步骤2 建立欧姆龙控制器与 DA180A_EtherCAT 总线伺服通讯连接。

连接 PLC，分为 USB 连接和网络连接两种情况：

选择 USB 连接时：选择“USB 直接连接”→连接。

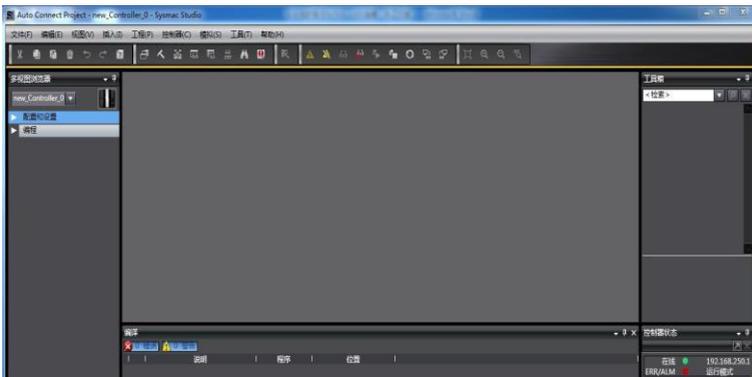


选择网络连接（EtherNet 网口）时：将电脑 IP 地址设置成 PLC 的同一网段：电脑→本地连接→属性→internet 协议版本 4（TCP/Ipv4）属性→使用下面的 IP 地址。如下图：默认为 192.168.250.X（X 为 2~255 数值，欧姆龙 CPU 出厂默认地址为 192.168.250.1）。



步骤3 连接欧姆龙 PLC。

打开 Sysmac studio 软件，选择“连接到设备”→“连接类型”选择“Ethernet-Hub 连接”→“连接设置”，输入 IP 地址：192.168.250.1→最后点击“连接”，就可以进入 PLC 编程页面。

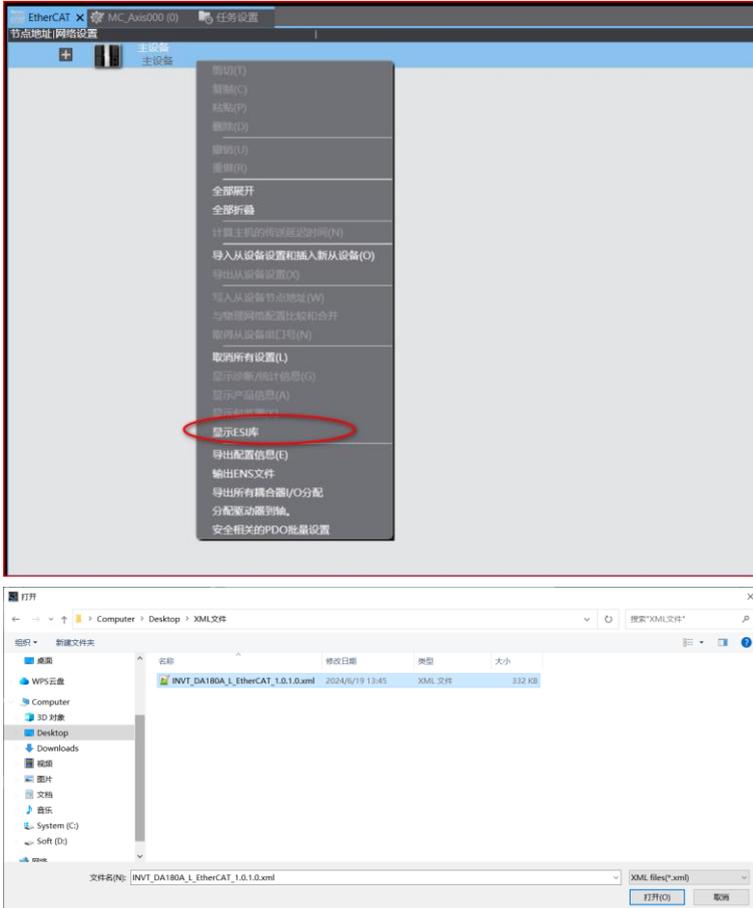


步骤4 添加从站配置文件。

添加英威腾 DA180A_EtherCAT 伺服驱动器 XML 文件：展开“配置与设置”→鼠标左键双击“EtherCAT”→右键选择“主设备”→显示 ESI 库打开“该文件夹”→把英威腾 DA180A_EtherCAT 的 XML 文件复制到这个文件夹里面。

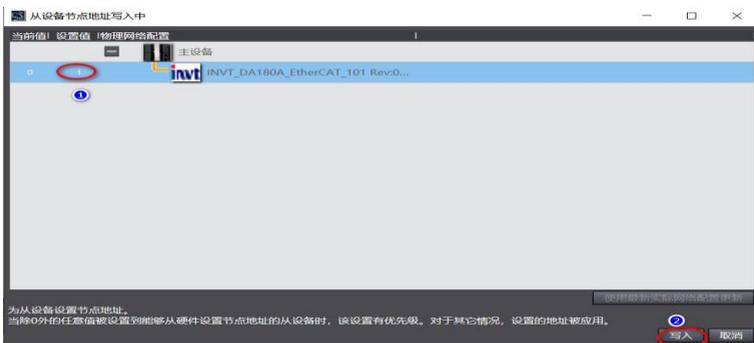
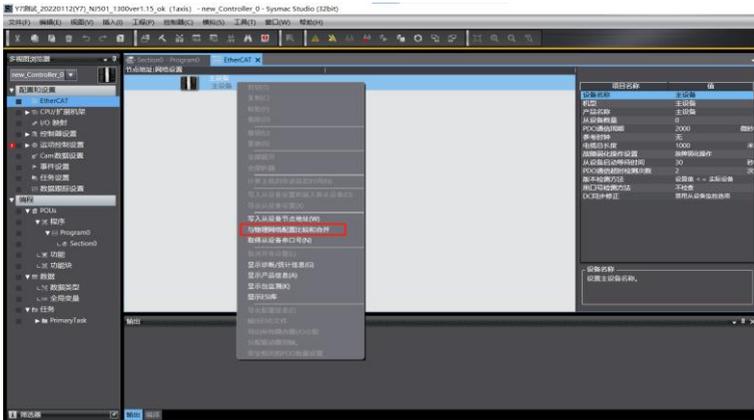
重启 Sysmac Studio，使 DA180A_EtherCAT 的 XML 文件生效。

注意：英威腾 DA180A_EtherCAT 伺服的 XML 文件可能会在不通知用户的情况下进行维护更新。



步骤5 设置 EtherCAT 相关参数。

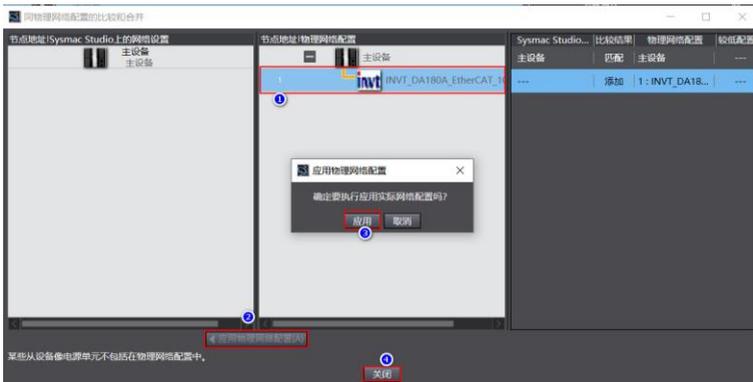
添加 DA180A_EtherCAT 从站（确保 PLC 处于在线状态）：重新连接 PLC 后，展开“配置与设置”菜单→鼠标左键双击“EtherCAT”→右键选择“主设备”→与物理网络配置比较合并→发现错误信息“节点地址超出范围”→点击“显示写入从设备节点地址对话框”→弹出“从设备节点地址写入中”→写入节点地址“1”（当伺服参数 P4.00 为默认值为-1 时）→点击“写入”→然后再将 DA180A_EtherCAT 伺服电源断开→重新上电 DA180A_EtherCAT 伺服，写入节点地址成功。



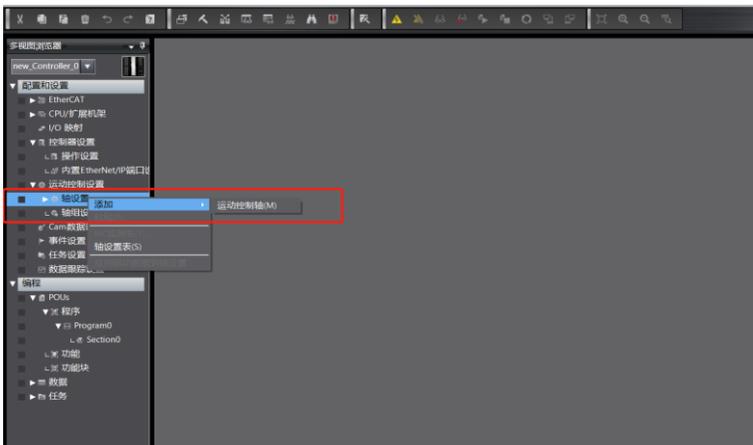


如果使用伺服进行节点地址设置，需要通过伺服面板或 INVT Workshop 或者 ServoPloer 软件设置参数 P4.00 将默认值-1 改为不同的数值（按物理连接顺序进行递增设置）。

重新操作步骤 5，添加 DA180A_EtherCAT 从站(PLC 要在在线状态)，重新连接 PLC 后，展开“配置与设置”→鼠标左键双击“EtherCAT”→右键选择“主设备”→与物理网络配置比较合并→发现 DA180A_EtherCAT 从站后，点击“应用物理网络配置(A)”→点击“应用”。

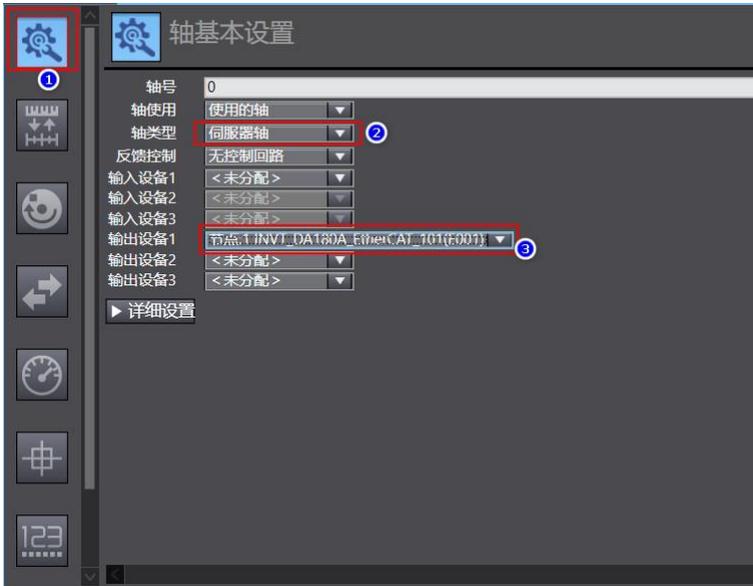


添加运动轴（PLC 要在离线状态下）：主菜单“控制器 (C)”→离线→展开“运动控制设置”→轴设置→添加“运动控制轴”。



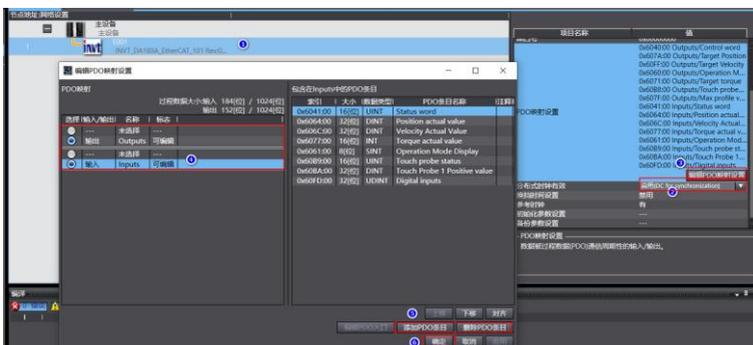
- 设置运动控制轴参数。

添加伺服轴：轴基本设置页面，轴类型设置为伺服轴，“输出设备 1”配置为 DA180A_EtherCAT 伺服驱动器，配置如下图。



- 配置合适 PDO 参数。

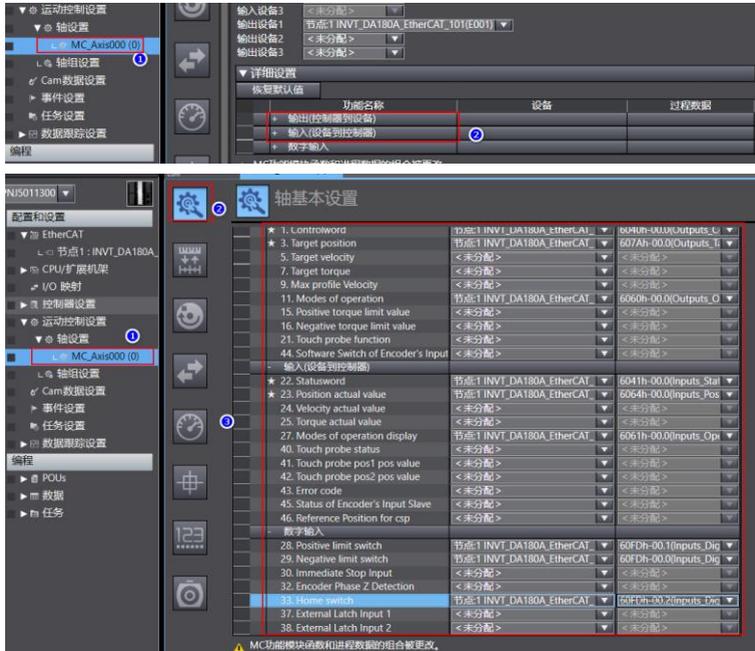
启用 DC 同步，选择合适的 PDO 映射参数组：EtherCAT→节点地址/网络设置页面→电机 DA180A_EtherCAT 从站 E001→分布式时钟有效，选择“启用（DC for synchronization）”→编辑 PDO 映射设置，选择合适的 PDO 映射组（**注意**：只有第一组 Rx/TxPDO 可以编辑，其它组不能编辑）→选择合适的 Rx/TxPDO 参数，点击“确定”退出。



- 映射运动控制轴 PDO 参数。

DA180A_EtherCAT 伺服驱动器必须手动配置 PDO 参数，双击：MC_Axis000 (0)，进入轴基本设置页面→点击详细设置→分别配置输出（控制器到设备）、输入（控制器到设备）、数字输入相关参数，

示范如下。



注意：目前由于欧姆龙后台配置的限制，所有 DA180A_EtherCAT 伺服轴配置都需要手动配置完成。

● 单位换算设置

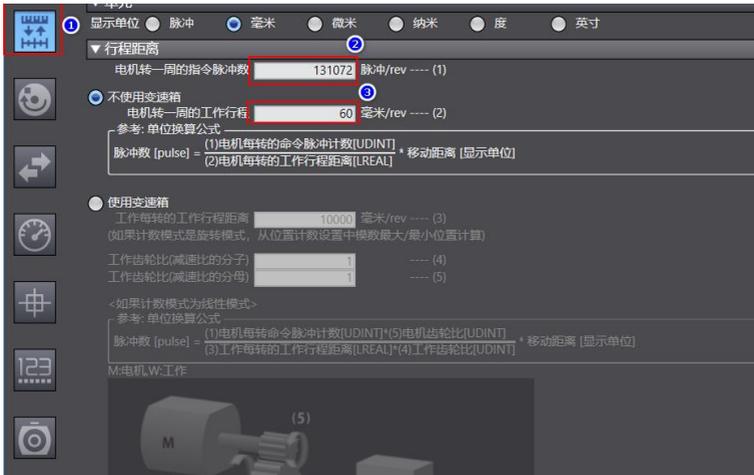
MC_Axis000 (0) 页面→单位换算设置页面→设置合适的参数，示范如下：

电机一周的工作行程：目前英威腾普遍使用是 17bit 分辨率编码器，应该设置为 131072。

注：P0.22 电机旋转一圈所需脉冲数也要同步设置为 131072。

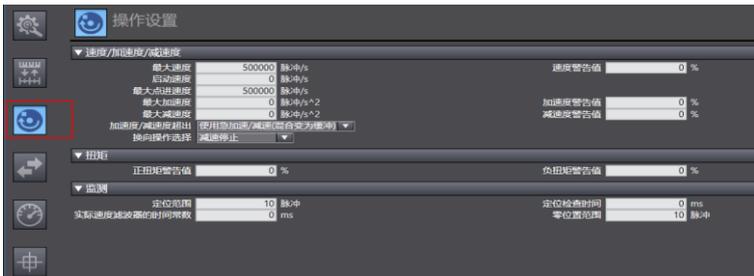
电机转一周指令：可以根据需求来设置。

电机转一周指令=60，表示电机转动一圈 60mm，即设置指令恒定速度为 3000 时，对应电机转速 3000rpm。



● 操作设置。

根据实际使用设置，最大加减速为 0 表示最大的加减速，扭矩为 0 表示不警告。如没特殊需求可使用默认值。



限位设置，可根据实际使用设置参数。

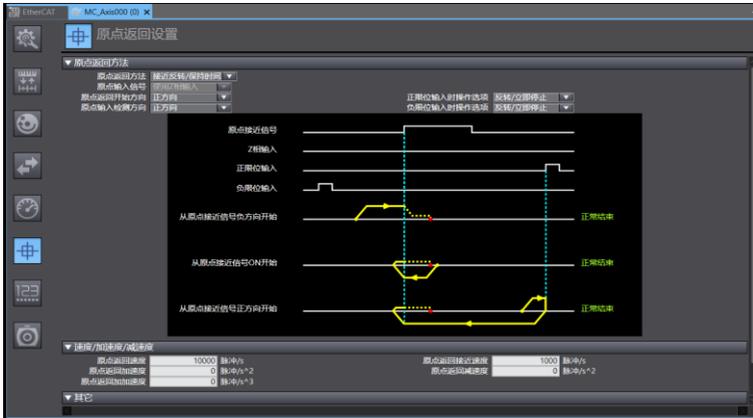


注意：回原完成后，限位才生效。

● 原点返回设置。

此回原是欧姆龙自定义回原，与伺服驱动器内置的回原方法没有关系。但使用时也要伺服设置好相关参数（正、负限位，原点开关等），外部信号直接接入伺服驱动器即可，不必接入 PLC。但欧姆龙

PLC 回原的相关参数一定要按照下面设置。再设置好回原速度、原点偏置等参数后，在 PLC 编程中使用 MC_home 即可回原。



注意：欧姆龙中的原点接近信号就是英威腾 DA180A 伺服中的原点开关信号。

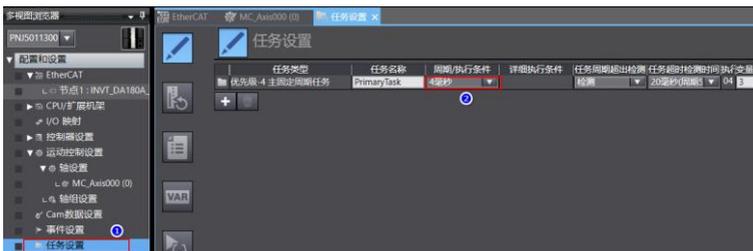
设置原点回归方式需要重点关注，涉及伺服与伺服上位机 INVT Workshop 或 ServoPlover 功能配合，请参照下表进行设置：

NJ 系列软件描述	伺服对应功能	端子配置
原点接近信号	HOME 触发	DI 端子自由分配
正限位输入	正方向驱动禁止	DI 端子自由分配
负限位输入	正方向驱动禁止	DI 端子自由分配

根据实际机械情况，选择上位机回原方式，设置回原速度、加速度、原点偏置。

步骤6 设置同步周期时间。

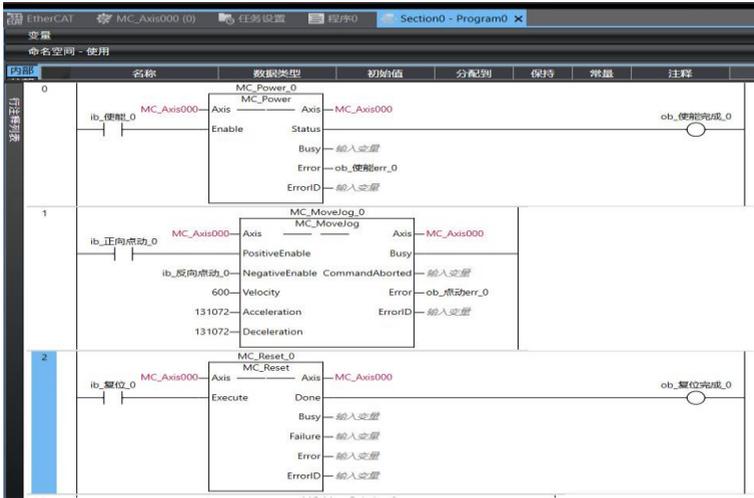
设置同步周期时间（建议不要低于 1ms，周期时间 > 伺服从站台数 * 0.1ms）。双击“任务设置”，进入任务设置页面 → 选择合适的周期，共有 4 个选择：500μs、1ms（默认值）、2ms、4ms，设置其它一些参数（如有必要）。



步骤7 编写 PLC 程序。

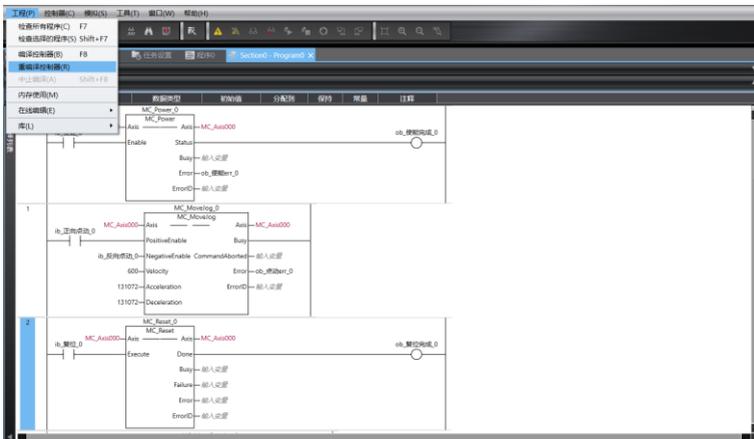
编程 → POU 的 → 程序 → Program0 → 双击 Section0（如没有这部分显示，在 Program0 选择插入梯形图），进入编程页面。

注意：为使电机有效运行，编程至少要使能指令（MC_Power），运动指令（如点动指令 MC_MoveJog，绝对位置指令 MC_MoveAbsolute，相对位置指令 MC_MoveRelation，轴停止指令 MC_Stop，轴回原指令 MC_Home），各指令应用具体用法可按 F1 使用帮助。



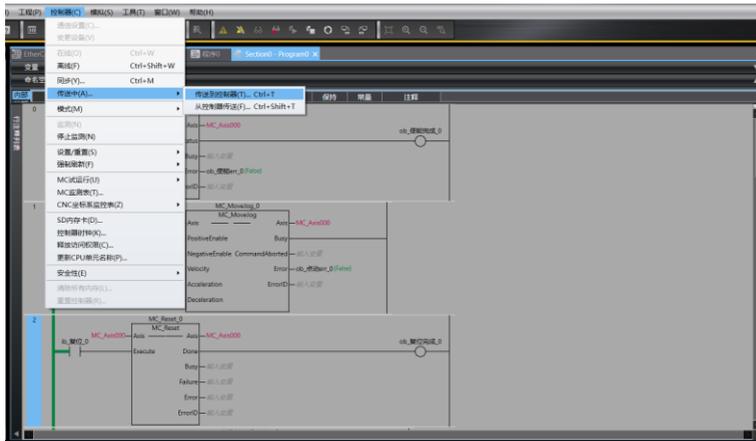
步骤8 编译工程。

在离线状态下，编译工程：主菜单→工程（P）→重编译控制器（R）。



步骤9 下载工程到 PLC

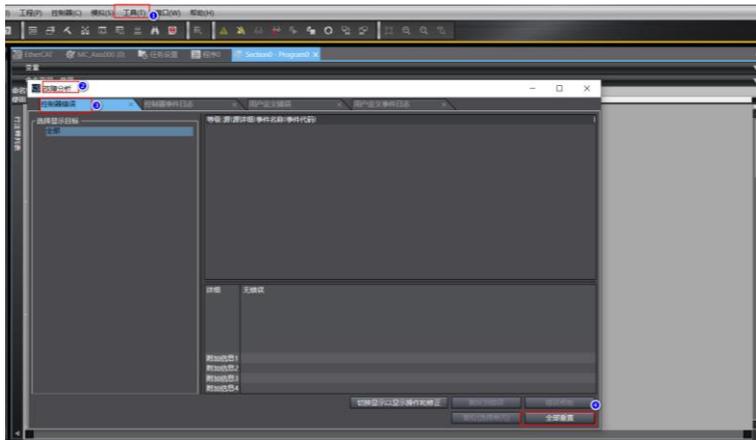
主菜单，控制器（C）→在线→传送中（A）→传送到控制器（T）。



步骤10 错误重置。

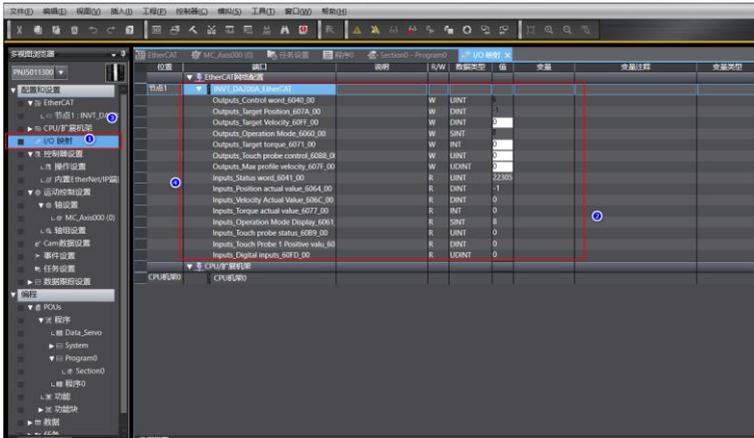
如有报错时，Sysmac Studio 右下角有红色报警圆点提示。

部分报警可以通过软件内置功能清除：主菜单→工具(T)→故障分析→弹出窗口，点击“全部重置”。



步骤11 数据监控。

可在“配置和设置”→“I/O 映射”里面监控伺服从站相关的 PDO 参数。

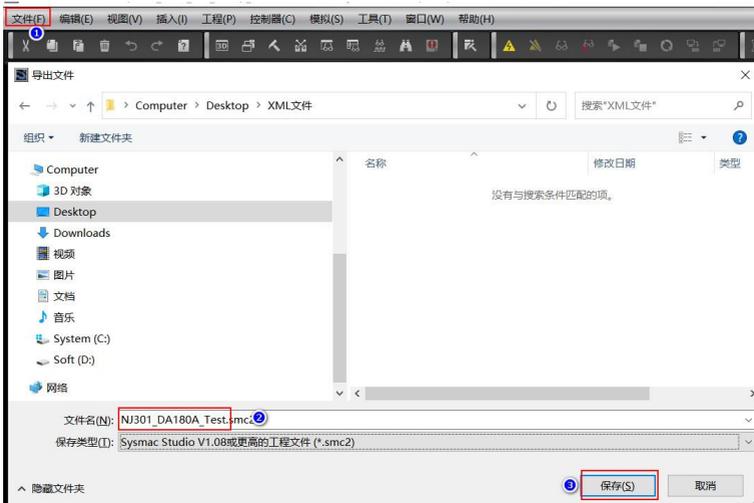


步骤12 导出工程。

已编辑好的欧姆龙 PLC 工程需要在其它电脑使用时，需要导出工程。

注意：“另存为”并不能导出。

方法：编程页面→文件(F)→导出(E)，选择保存的文件名、保存类型、保存位置，选择“保存”。



7.3 英威腾 PLC_AX7x 于 DA180A 的 EtherCAT 通信配置

以周期同步位置模式控制（CSP）为例，介绍 DA180A EtherCAT 伺服器和英威腾 PLC_AX7x 连接使用过程。

准备工作：

- 装有 Invtmatic Studio 软件的电脑一台（本案例软件版本为 V1.0.3 版本）

- DA180A_EtherCAT 总线伺服驱动器一台
- AX 系列英威腾控制器+电源模块 AX-PWR
- 普通通讯线缆 2 根

连接使用流程：

步骤1 DA180A_EtherCAT 总线伺服通讯参数配置。

首先对伺服驱动器上电，之后打开伺服上位机软件 INVT Workshop 或 ServoPlorer，选择 P0、P4 组功能码，对以下两个通讯参数配置：

- P0.03 为控制模式选择，设置为 8（EtherCAT 模式）。
- P4.25 为 EtherCAT 控制单位类型，设置为 2（CIA402 Unit）。

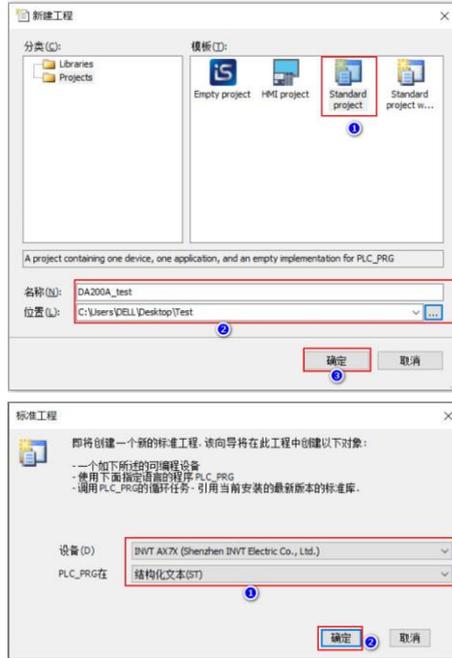
步骤2 建立英威腾控制器与 DA180A_EtherCAT 总线伺服通讯连接。

选择网络连接（EtherNet 网口）时，将电脑 IP 地址设置成 PLC 的同一网段：电脑→本地连接→属性→internet 协议版本 4（TCP/Ipv4）属性→使用下面的 IP 地址，如下图：默认为 192.168.1.X（X 为 1~255 非 100 数值，AX 控制器的出厂默认地址为 192.168.1.100）。



步骤3 新建工程。

新建一个工程，选择菜单“文件→新建工程”，新建一个标准工程，设备为 INVT AX7X，编程语言为结构化文本（ST），根据实际需要，编辑工程信息，如下图所示。



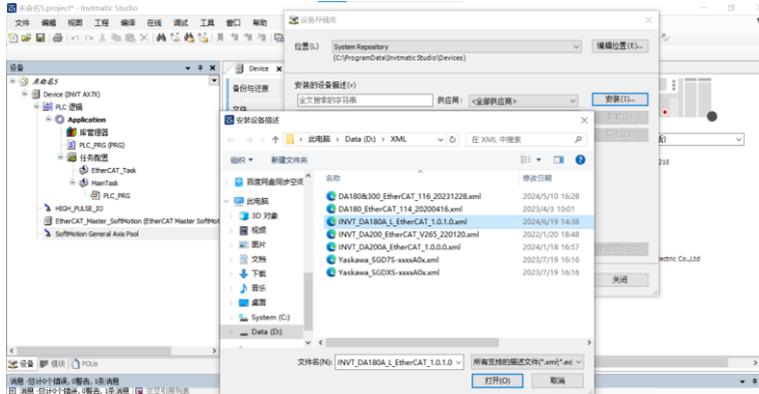
步骤4 添加主站设备。

在设备栏选中“Device”，右键选择“添加设备”，添加 EtherCAT 主站设备，这里选择“EtherCAT Master Soft Motion”，版本 3.5.15.0，如下图所示。



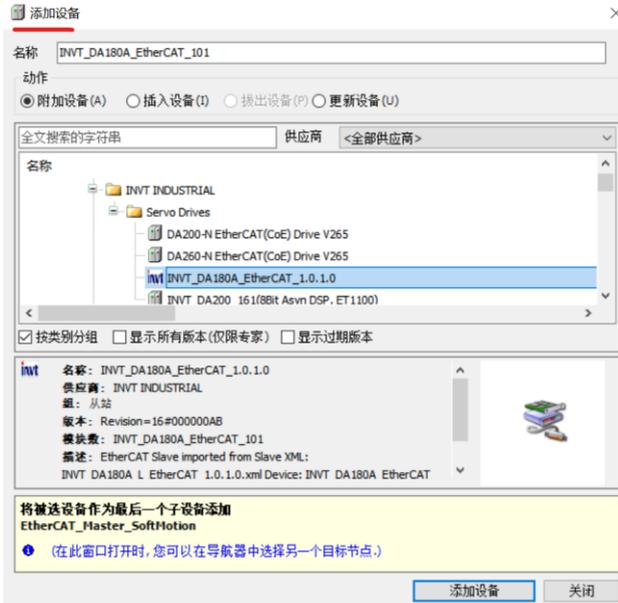
步骤5 安装从站 XML 文件。

在工具栏选中“设备存储库”，点击“安装”，把英威腾 DA180A_EtherCAT 的 XML 文件打开。这样就成功安装 DA180A 的 XML 文件，如下图所示。



步骤6 添加从站设备。

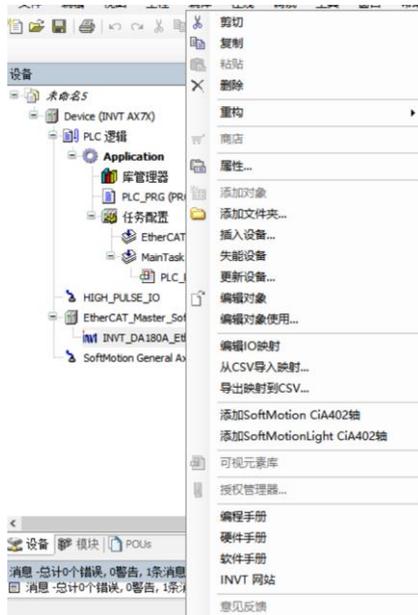
在设备栏选中“EtherCAT Master Soft Motion”设备，右键选择“添加设备”，也可以通过自动扫描的方式添加伺服驱动器，这里选择“INVT_DA180A_EtherCAT”，添加 1 台伺服驱动器，如下图所示。



步骤7 添加伺服运动控制轴。

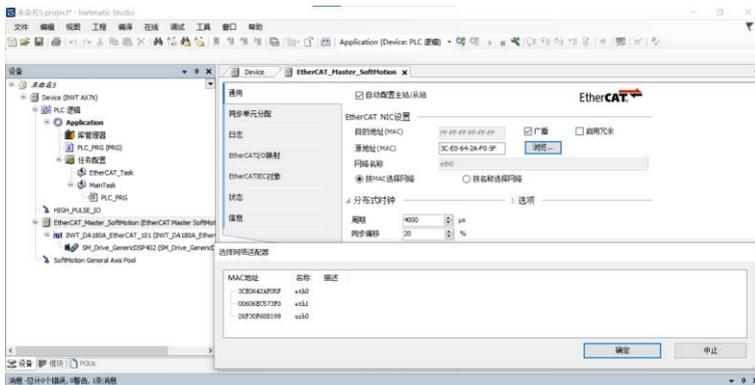
在设备栏选中“INVT_DA180A_EtherCAT”设备，右键选择“添加 Soft Motion 的 CiA402 轴”，如下

图所示。



步骤8 修改同步周期。

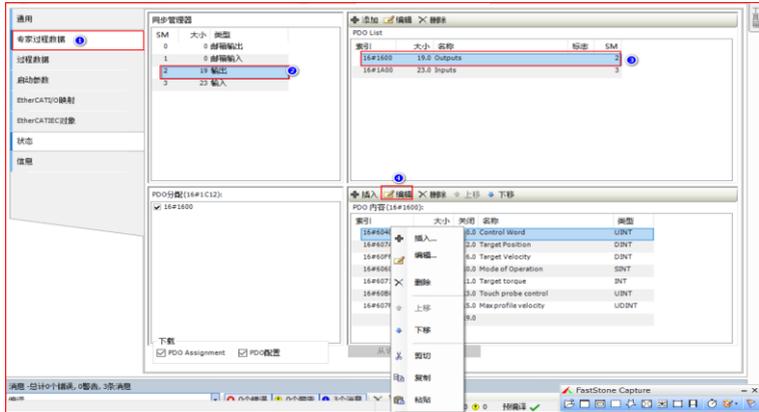
双击设备栏的 EtherCAT 主站设备“EtherCAT Master Soft Motion”，点击“浏览”选择相应的 EtherCAT 通信网卡，这里选择“eth0”。根据需要选择分布式时钟，这里选择循环时间为 4000 μ s。（另外建议勾选：选项→自动重启伺服），如下图所示。



步骤9 配置 PDO 参数。

伺服从站添加、删减 RPDO/TPDO（默认使用第一组 RPDO/TPDO 参数，如无必要，使用默认参数就可，下面以修改 RPDO/TPDO 为例，简单介绍方法）：双击选定要修改 RxPDO/TxPDO 的伺服一常

规→选择“启用专家设置”→转到“过程数据”页面→转到“专家过程数据”页面→右上角选定“16#1600”或者“16#1A00”右下角右键，就可以添加、删除、编辑所需要的 RxPDO 或者 TxPDO。



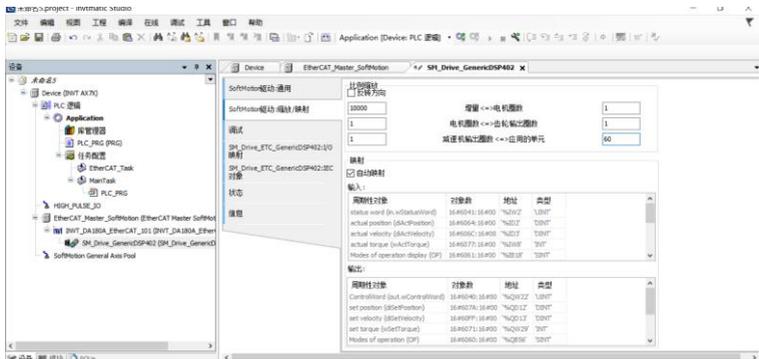
步骤10 运控轴编码器分辨率设置。

选定伺服从站运控轴→页面“Soft Motion 驱动：缩放/映射”设置合适的编码器分辨率。

此参数关系到电子齿轮比，如果不考虑负载的减速机、导程等情况，只考虑电机转一圈的脉冲数的话，使用默认参数，可以按照以下设置：

增量设置为 P0.22 数值：例如当 P0.22=10000，此数值设置为 10000，当 P0.22=131072，此数值设置为 131072。

应用的单元就是转动一圈的脉冲数，如果想 1 个单位转一圈电机轴，设置为 1，如果想运控指令转速与实际电机转速数字重合对应，“应用单元”填写为 60。



步骤11 编写运动控制程序。

双击 PLC_PRG，在声明编辑器上输入以下代码。

```
PROGRAM PLC_PRG
```

VAR

```

MC_Power_0                :MC_Power;

MC_Jog_0                  :MC_Jog;

Power_exe                  :bool;

Jog_exe                    :BOOL;

HfCutJogForward           :BOOL;

HfCutJogBackward         :BOOL;

```

END_VAR

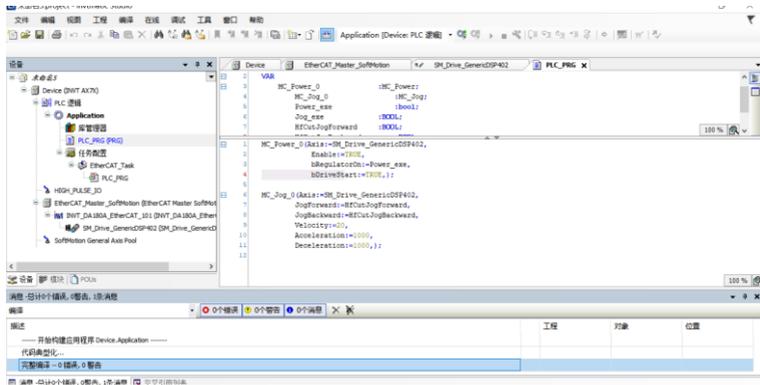
在主体代码编辑器里输入以下代码。

```
MC_Power_0 (Axis:=SM_Drive_GenericDSP402,Enable:=TRUE,bRegulatorOn:=Power_exe,bDriveStart:=TRUE,);
```

```
MC_Jog_0 (Axis:=SM_Drive_GenericDSP402,JogForward:=HfCutJogForward,JogBackward:=HfCutJogBackward,Velocity:=20,Acceleration:=1000,Deceleration:=1000,);
```

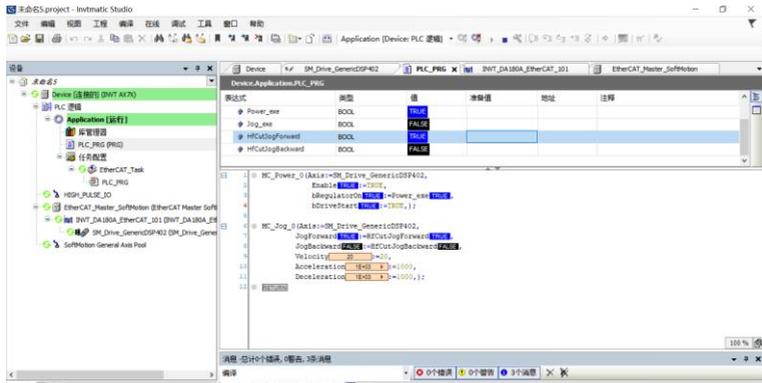
步骤12 编译运动控制程序。

点击工具栏的按钮编译代码，上位机界面如图所示。



步骤13 下载工程及运行程序。

编译没有错误后，点击工具栏的按钮登录控制器运行 PLC 程序。将变量“Power_exe”与“HfCutJogForward”依次置为 TRUE，伺服正常启动，电机顺利运行，上位机界面如图所示。



比较常用运控指令包括以下：MC_MoveAbsolute, 轴复位指令 MC_MC_Reset, 相对位置指令 MC_MoveRelation, 轴停止指令 MC_Stop 等。

注意：PLC 使用方面的问题以及运控指令等详细使用情况可参考英威腾官网 PLC 使用说明书《AX 系列可编程控制器软件手册》。



服务热线：400-700-9997 网址：www.invt.com.cn

产品属深圳市英威腾电气股份有限公司所有 委托下面两家公司生产：（产地代码请见铭牌序列号第2、3位）

深圳市英威腾电气股份有限公司(产地代码：01)

苏州英威腾电力电子有限公司(产地代码：06)

地址：深圳市光明区马田街道松白路英威腾光明科技大厦

地址：苏州高新区科技城昆仑山路1号

- | | | | |
|---------------|-------------|-----------|--------|
| 工业自动化：■ HMI | ■ PLC | ■ 变频器 | ■ 伺服系统 |
| ■ 电梯智能控制系统 | ■ 轨道交通牵引系统 | | |
| 能源电力：■ UPS | ■ 数据中心基础设施 | ■ 光伏逆变器 | ■ SVG |
| ■ 新能源汽车动力总成系统 | ■ 新能源汽车充电系统 | ■ 新能源汽车电机 | |



66001-01344