

用户手册

GSFD 系列低压伺服驱动器

版权

固高伺创驱动技术（深圳）有限公司保留所有权力

- 固高伺创驱动技术（深圳）有限公司（以下简称固高伺创）保留在不事先通知的情况下，修改本手册中的产品和产品规格等文件的权力。
- 固高伺创不承担由于使用本手册或本产品不当，所造成直接的、间接的、特殊的、附带的或相应产生的损失或责任。
- 固高伺创具有本产品及其软件的专利权、版权和其它知识产权。未经授权，不得直接或者间接地复制、制造、加工、使用本产品及其相关部分。

联系我们

固高伺创驱动技术（深圳）有限公司

地 址：深圳市南山区高新科技园南区粤兴一道 9 号香港科技大学深圳产学研大楼 5 楼

电 话：0755-26977857

传 真：0755-26970843

电子邮件：support@gogolservo.com

版本变更说明

版本	更新日期	更新日志
V1.0	2023 年 3 月 15 日	第一版



警告

运动中的机器有危险！用户有责任在机器中设计有效的出错处理和安全保护机制，固高科技没有义务或责任对由此造成的附带的或相应产生的损失负责。

目录

简介	6
1.1 说明	6
1.1.1 文档说明	6
1.1.2 安全性	6
1.1.3 标准认证	6
1.1.4 开箱检查	7
1.2 准备	7
1.2.1 准备工具	7
1.2.2 硬件要求	7
1.2.3 程序安装	7
1.3 产品规格	8
1.3.1 GSFD 伺服驱动器选型定义	8
1.3.2 驱动器电气参数及接线要求	10
1.4 驱动器的尺寸与安装	13
1.4.1 EMI 电磁干扰抑制	13
系统布线及接口定义	15
2.1 驱动系统布线	15
2.1.1 GSFD 布线图	15
2.1.2 GSFD 接线图	15
2.2 驱动器接口定义	16
2.2.1 C2-Controller I/F	16
2.2.2 C3-Machine I/F	16
2.2.3 C4-Feedback	17
2.2.4 压线式连接端子	20
2.2.5 RS422	20
2.2.6 STO 安全力矩保护	21
伺服调试	22
3.1 DriverStudio 软件安装	22
3.1.1 软件的安装	22
3.1.2 驱动器的连接	23
3.2 固件信息查询及升级	25
3.2.1 驱动器固件信息查询	25
3.2.2 驱动器固件升级	26

3.3 电机及编码器参数设置	27
3.3.1 电机参数设置	27
3.3.2 电机抱闸设置	29
3.3.3 绝对值编码器设置	30
3.3.4 ABZ 编码器设置	33
3.3.5 第二路编码器	33
3.3.8 编码器其他参数设置	34
3.3.9 编码器寻相	37
3.4 驱动器参数调试	38
3.4.1 ADC 校正	38
3.4.2 电压开环调试	38
3.4.3 电流闭环调试	39
3.4.4 惯量辨识	40
3.4.5 速度环调试	41
3.4.6 位置环调试	42
3.4.7 滤波器的使用	43
3.4.8 精细调试	45
3.5 控制模式设定	50
3.5.1 周期同步位置	51
3.5.2 周期同步速度	52
3.5.3 模拟量速度	52
3.5.4 脉冲模式	53
3.5.5 周期同步电流跟踪	54
3.5.6 模拟量电流	54
3.5.7 I/O 点位模式	55
3.5.8 I/O 任务模式	57
3.5.9 PC 点位模式	58
3.5.10 位置插值模式	58
3.5.11 高级运动模式	58
3.5.12 总线轮廓位置模式	59
3.5.13 总线轮廓速度模式	59
3.6 GSFD 伺服功能设定	59
3.6.1 驱动器补偿功能	59
3.6.2 非线性补偿	63
3.6.3 回零模式	70
3.6.4 限制功能设置	87
3.6.5 增益切换功能的使用	89
3.6.6 高级运动模式的使用	90
3.7 EtherCAT 总线通讯功能	99
3.7.1 可用对象字说明	99
3.7.2 EtherCAT 通讯	113
3.7.3 伺服状态机	115
3.7.4 运行模式	116
3.7.5 其他功能	117
3.7.6 Touch Probe 功能示例	119
3.7.7 CSP 运行模式	123

3.7.8 MODBUS 通讯说明	124
3.7.9 LED 显示及故障诊断	131

故障诊断 132

4.1 LED 显示及故障诊断与处理	132
--------------------	-----

简介

1

1.1 说明

1.1.1 文档说明

- 本手册是 GSFD 伺服驱动器的说明书。
- 它提供有关 GSFD 伺服驱动器的安装、配置以及基本操作的信息。
- 本文档旨在为有合格资质进行 GSFD 伺服驱动器运输、安装、使用和维护的人员编写。

1.1.2 安全性

1、只有合格人员才能进行安装。不要求您是一位安装和操作驱动系统的运动控制专家。但是，您必须对电子、计算机、机械和安全防护有一个基本的了解。



GSFD 内有危险电压。

务必确认驱动器正确接地。

在安装 GSFD 之前，仔细阅读本产品相关文档中的安全说明。不遵守安全操作指南可能导致人身伤害或设备损坏。

2、安全标识指示，如果不遵循建议的预防措施和安全操作方法，可能会造成人身伤害或设备损坏。

3、安全要点

- 在装配和调试之前，请仔细阅读产品说明书。不正确地使用本产品可能会导致人身伤害或设备损坏。务必严格遵守安装说明和要求。
- 各系统组件必须接地。通过低阻抗的接地来保证电气安全（根据 EN/IEC 618005-1 标准，保护等级 1）。电机应通过独立的接地导体连接至保护地，其接地导体的规格不可低于电机动力电缆的规格。本产品内有对静电敏感的元件，不正确的放置会损坏这些元件，请避免本产品接触到高绝缘材料（如人造纤维、塑料薄膜等等），应将其置于导电表面。操作人员通过触碰接地的无漆金属表面释放一切可能产生的静电。
- 操作期间，请勿打开外壳及电气柜柜门。否则，潜在的危险可能导致人身伤害或设备损坏。
- 操作期间，本产品内含充电元件和高温器件。散热片温度可以达到 90°C。即使电机没有旋转，控制电缆和电源电缆仍会带有高压。
- 为避免电弧对人员的危害及电气开关触点的损坏，请勿带电插拔。
- 设备断电后，在触碰或拆卸带电部件（如电容、开关触点、螺钉端子等等）前，请等待至少 5 分钟。为安全起见，在触碰设备前，请用电表测量电气开关触点是否带电。待电压降到低于 30 VAC 后再操作。
- 请根据当地法规，配备主电源断路设备。
- 在进行测试和设置前，设备制造商必须为其设备进行危险分析，并采取适当措施，以确保不可预见的操作不会造成人员伤亡或财产损失。
- 根据 IEC60529 中的 IP20 标准，以及 UL50 中的 1 类标准，因此终端用户必须选用可使驱动器安全运行的电控箱。电控箱必须至少达到 IEC60529 中的 IP54 标准，以及 UL50 中的 2 类标准，并且由金属或阻燃等级为 5VA 的材料制成，同时底部没有任何开口。
- 由于本产品接地漏电流大于 3.5 mA，为符合 IEC61800-5-1 和 UL 508C 标准，可采用两条 PE 电缆接地（一条 PE 电缆连接主电源电缆的地线，另一条通过散热片连接至已接地的设备基座），也可使用横截面积大于 10 mm² 的铜线进行接地。采用驱动器安装螺钉和保护地螺钉，以满足此要求。
- 除了用于保护接地，其它场合不可使用黄绿色电缆。
- 电源线规格至少为 600V, 75°C。
- 当机电系统带有非水平运动的负载时，须加装额外的机械安全装置，比如电机抱闸。当 STO 功能激活时，驱动器无法保持负载位置。负载在没有安全措施下可能会造成严重的人身伤害或设备损坏。

1.1.3 标准认证

GSFD 产品获得发明专利 3 项，实用新型专利 6 项，授权软件著作权 9 项，且参与制定国家标准 1 项，通过 ISO9001, CE 及 Rohs 认证。

1.1.4 开箱检查

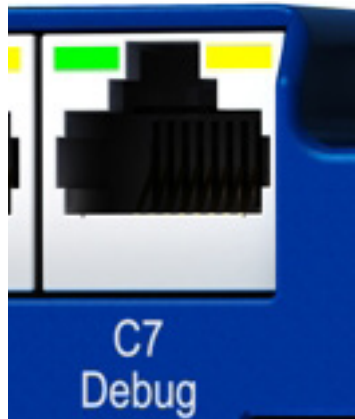
- 包装内只有 GSFD 伺服驱动器及连接端子。
- 打开包装，拆开包装材料。
- 检查并确认 GSFD 伺服驱动器外观是否有损伤。如果发现有损伤，应立即告知送货人员。

1.2 准备

1.2.1 准备工具

GSFD 驱动器连接至主机时，需要以下连接件：

- RJ45 标准网线；



1.2.2 硬件要求

- 中央处理器 CPU 2GHz 或以上；
- 内存 RAM 2GB；
- 硬盘 1GB
- 配备普通网线接口
- 支持 Windows 7 和 Windows 10 操作系统；
- 网卡速度 1000M 以太网；
- 推荐屏幕分辨率 1280*800
- 最低分辨率不可低于 1024*768

1.2.3 程序安装

按以下步骤安装和设置伺服驱动器系统：

- 1、安装 GSFD 驱动器至电气柜内，将驱动器安装在接地的导电金属板上。
- 2、完成对应的电气连接：
 - 主电源输入；
 - 控制电源输入；
 - 电机电力线；
 - 电机编码器接线；
 - 控制器 I/O、机械 I/O；
 - 安全转矩关断 (STO)；
- 3、检查确认接线，然后设备通电；
- 4、使用工业网线连接驱动器至具有千兆网口的 PC 电脑上，电脑安装 GSFD 驱动器专用调试软件 DriverStudio ；
- 5、使用 DriverStudio 配置和调试驱动器。

1.3 产品规格

1.3.1 GSFD 伺服驱动器选型定义

GSFD - 005 - 1D - EC2 - LM

110VDC	
额定 / 峰值电流	
003	3A/12A
005	5A/21A
010	10A/42A

1D	功率电 1-110VDC 控制电 15-95VDC
----	------------------------------

AP1	模拟电压, 脉冲指令
EC2	EtherCAT, 模拟电压, 脉冲指令, RS485
GL2	gLink-II, 模拟电压, 脉冲指令

-	仅支持旋转电机
LTLM	支持旋转电机和直线电机、无龙门、无全闭环、无模拟量控制、无 RS422
LM	支持旋转电机和直线电机

注: GSFD 驱动器不支持模拟量编码器

表 1.3.1.1 编码器类型

	EC			GL
	LM	--	LTLM	LM
绝对值编码器				
多摩川	√	√	√	√
尼康	√	√	√	√
Endat2.x	√	√	√	√
三协	√		√	√
松下				√
安川				√
禾川	√		√	√
Biss-c	√	√	√	√
三协多摩川协议	√		√	√
SSI				√
正余弦编码器				
正余弦				√
正余弦 +Hiperface				√
正余弦 +Endat2.x				√
正余弦 +Hall				√
正余弦 +SSI				√
旋变编码器				
旋变				√
ABZ 编码器				
ABZ	√	√	√	√

表 1.3.1.2 驱动器功能

	LM	--	LTLM
DD 马达 (大于十对极) / 直线电机	有	无	有
误差补偿	有	有	无
非线性补偿	有	有	无
模拟量编码器 (正余弦、旋变)	无	无	无
模拟量	有	有	无
继电器输出	有	有	有

注: EtherCAT 驱动器不支持模拟量编码器。

大于 10 对极需要使用 LM 驱动器。

GSFD 驱动器输入电流 - 待定

表 1.3.1.3 驱动器电流限制

产品型号	输入电流	输出电流
GSFD-0031D	3A - 待定	3A/12A
GSFD-0051D	6.5A - 待定	5A/21A
GSFD-0101D	12.5A - 待定	10A/42A
GSFD-0201D	24A - 待定	20A/85A

表 1.3.1.4 驱动器规格

控制规格		
电机	交流旋转伺服电机、交流直线伺服电机、直流电机和 DD 马达	
	自动配置	自动配置电机相位及相线设置
运行模式	可选的模式	电流（转矩）控制、速度控制、位置控制
电流（转矩）控制	输入 / 输出指令	电流指令 / 3 相 PWM 指令, 0-1KHz
	性能	刷新周期 31.25us (32kHz), 输出正弦波形
	阶跃响应时间	实际电流到达电流指令值的时间为两个周期, 62.5us (达到 16kHz)
	控制方法	DQ, PI 及前馈
	参考指令	模拟电压 $\pm 10\text{VDC}$, gLink-II, EtherCAT
	自动调整	自动调整电流环参数
速度控制	输入 / 输出指令	速度 / 电流指令
	性能	刷新周期 125us (8kHz)
	可选速度控制方法	PI、IP
	滤波器	一阶低通滤波器, 二阶低通滤波器, 陷波、高通滤波器, 带通滤波器或几种滤波器级联
	参考指令	模拟电压 $\pm 10\text{VDC}$, gLink-II, EtherCAT
位置控制	输入 / 输出指令	位置 / 速度指令
	性能	刷新周期 125us (8kHz)
	控制方法	PID 及前馈
	参考指令	带电子齿轮的脉冲 & 方向, gLink-II, EtherCAT
抱闸	方法	受控停止; 动态制动、动态禁止
状态显示	形式	7 段 LED (红色), 显示驱动器状态
电子齿轮	方法	用户定义齿轮比
GUI	用户界面	基于 Windows 的 DriverStudio 调试软件
	功能	设定连接、驱动器信息、电源信息、电机、反馈、I/O 选择 / 配置、运动设定 / 调整、故障历史 / 状态显示、安装向导、专家界面等

表 1.3.1.5 I/O 规格

I/O	
第一路模拟量输入	模拟量 $\pm 10\text{VDC}$ 差分, 分辨率 12bit
第二路模拟量输入	模拟量 $\pm 10\text{VDC}$ 差分, 分辨率 12bit
脉冲 & 方向	最大输入频率 4MHz/8MHz*
等效编码器输出	AB 正交信号 / 零位差分信号, 最大输出频率 8MHz
数字输入 (6 路)	24V, 光电隔离, 低电平输入
快速数字输入 (3 路)	24V, 光电隔离, 低电平输入
数字输出 (4 路)	24V, 集电极开路, 带光电隔离, 低电平输出, 最大电流 40mA
快速数字输出 (2 路)	24V, 集电极开路, 带光电隔离, 低电平输出, 最大电流 40mA
模拟量输出	$\pm 10\text{V}$, 分辨率 8bit
第二编码器	AB 正交信号 / 零位差分信号, 最大输入频率 4MHz/8MHz*
通讯	
菊花链	最多 8 轴, 使用两个旋转开关设置驱动器地址, 范围 0-99, 最大导线长度 10m
gLink-II	用于驱动器和运动控制的 CiA301 应用层和 CiA402 设备子协议, 千兆以太网
EtherCAT	用于驱动器和运动控制的 CiA301 应用层和 CiA402 设备子协议
电机反馈信号	
驱动器	主电源: 5VDC (7VDC 选配)
增量式编码器	带 / 不带霍尔传感器的 AB 正交信号, RS422/485, 最大输入频率 8MHz

霍尔传感器	单端集电极开路（可选差分信号）
旋转变压器	Sine/Cosine 差分信号，转换比率 0.45-1.6
Sine 编码器	带或不带霍尔传感器的 Sine/Cosine 差分信号， <u>1Vpp@2.5V, EnDat2.1, Hiperface</u>
SSI 编码器	支持差分数据和时钟信号的串行编码器，EnDat2.2, Nikon, Tamagawa, YASKAWA, SANKYO, Panasonic, 禾川, SSI, Biss-C
电机温度传感器	热敏电阻 PTC 或 NTC，用户自定义临界点
保护功能 / 环境要求	
保护功能	报警内容：欠压和过压，过流，驱动器和电机温度过高，电机折返，驱动器折返，反馈缺失，第二编码器缺失，STO 信号未连接、未配置，电路故障，电机缺相等
符合标准	RoHS, REACH:ECRegulation1907/2006 标准 IEC61800-3 CE-EMC 指令 2004/108/EC, 标准 IEC61800-5-1 CE 低电压指示 2006/95/EC
环境	环境温度：运行 -20-55°C，储存 -40-70°C；湿度：10-90%；振动：1.0g；海拔：< 2000m
保护 / 污染等级	防护等级：IP20，污染等级：2 不要在以下地方使用：腐蚀性或可燃气体，化学物质或油水，含铁和盐的粉尘

* 要达到 8MHz 输入请联络固高伺创采用专用固件及线缆

1.3.2 驱动器电气参数及接线要求

● GSFD 控制接口参数

1、脉冲输入信号电气参数

表 1.3.2.1 脉冲输入电气参数

项目	符号	标称值
信号规范		EIA 标准 RS-422-A AM26LS32 同等产品
最大脉冲输入频率	F_p	4MHz (8MHz 需要特殊处理)
逻辑“1”差分电压输入	V_{TT+} (VID+)	>0.2V
逻辑“0”差分电压输入	V_{TT-} (VID-)	<-0.2V
差分信号共模电压输入范围	VIC	-7V~+7V

2、脉冲输出信号电气参数

表 1.3.2.2 脉冲输出信号电气参数

项目	符号	标称值
信号规范		EIA 标准 RS-422-A AM26LS31 同等产品
最大脉冲输入频率	F_p	8MHz
逻辑“1”差分电压输出	V_{OH}	>2.5V
逻辑“0”差分电压输出	V_{OL}	<0.5V

3、模拟量输入信号电气规范

表 1.3.2.3 模拟量输入信号电气参数

项目	符号	标称值
电压输入类型	SE (单端输入 /) DIFF (差分输入)	单端输入
输入电压范围	V_i	-10V~+10V
输入阻抗	R_i	>10kOhm
分辨率	RES	14bit
零点误差	Zero Offset	100mV
采样周期	T_s	125us/31.25us

4、模拟量输出信号电气规范

表 1.3.2.4 模拟量输出信号电气参数

项目	符号	标称值
电压输出类型	SE (单端输入 /) DIFF (差分输入)	单端输入
输出电压范围	V_o	-10V~+10V (激光模拟量输出 0~+10V)
输出电流范围	I_o	<±5mA (视负载情况)
负载要求	R_L	>2kOhms
分辨率	RES	8bit
零点误差	Zero Offset	±100mV
采样周期	T	125us

5、通用数字量输入均采用光耦隔离

表 1.3.2.5 通用数字输入电气参数

项目	符号	标称值
逻辑“1”输入电压	V_{IH}	>19V (说明: 9~19V 之间为不确认状态, 伺服驱动器无法准确判定其电平状态)
逻辑“0”输入电压	V_{IL}	<9V (说明: 9~19V 之间为不确认状态, 伺服驱动器无法准确判定其电平状态)
逻辑“1”输入电流	I_{IH}	<1.1mA
逻辑“0”输入电流	I_{IL}	>4.2mA
输入电阻	R_{in}	3.3KΩ
关断时间	t_{OFF}	<0.3ms
导通时间	t_{ON}	<0.1ms
隔离电压	BV	500Vrms@AC, 1min (3750Vrms@AC, 1min)
隔离电阻	R_{I-O}	10MΩ 以上 (Typ=1090hm@VS=500V)
等效原理图		

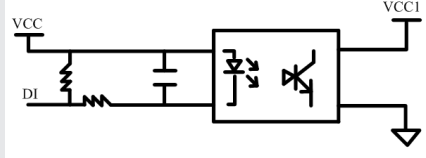
6、通用数字量输出接口, 通用输出均采用光耦隔离

表 1.3.2.6 通用数字量输出接口电气参数

项目	符号	标称值
最大输出 sink 电流	I_{OL}	150mA
关断时间	t_{OFF}	<0.3ms (额定电阻负载)
导通时间	t_{ON}	<0.1ms (额定电阻负载)
关断状态最大漏电流	I_L	10μA (每通道最大)
隔离电压	BV	500Vrms@AC, 1min (3750Vrms@AC, 1min)
隔离电阻	R_{I-O}	10MΩ 以上 (Typ=1090hm@VS=500V)
等效原理图		

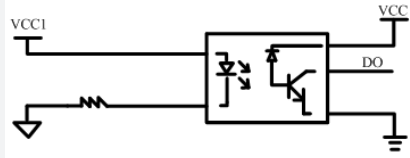
7、高速数字量输入信号，均采用光耦隔离

表 1.3.2.7 专用数字输入信号电气参数

项目	符号	标称值
逻辑“1”输入电压	V_{IH}	>19V (说明: 9~19V 之间为不确认状态, 伺服驱动器无法准确判定其电平状态)
逻辑“0”输入电压	V_{IL}	<9V (说明: 9~19V 之间为不确认状态, 伺服驱动器无法准确判定其电平状态)
逻辑“1”输入电流	I_{IH}	<1.1mA
逻辑“0”输入电流	I_{IL}	>4.2mA
关断时间	t_{OFF}	<100us
导通时间	t_{ON}	<10us
隔离电压	BV	3750Vrms@AC, 1min
隔离电阻	R_{I-O}	typ=1E8M Ω @VS=500V (Typ=10140 Ω @VS=500V)
等效原理图		

8、高速数字量输出，均采用光耦隔离

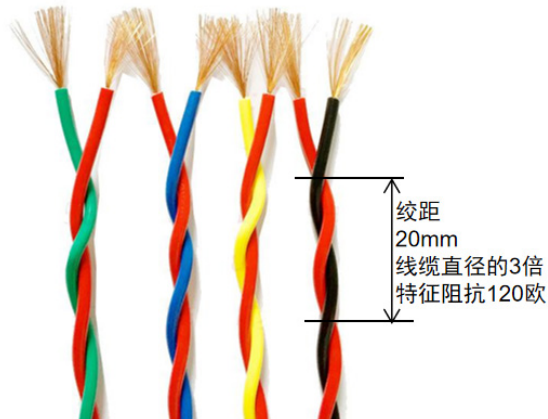
表 1.3.2.8 专用数字输出信号电气参数

项目	符号	标称值
最大输出 sink 电流	I_C	<10mA
关断时间	I_{CEO}	$\leq 2\mu A @ V_{CE}=24V$
导通时间	$V_{CE(sat)}$	<1.3V@ $I_C=4.6mA, I_F=8mA$
隔离电压	V_{iso}	3750Vrms
隔离电阻	R_{I-O}	10M Ω 以上 (Typ=10140 Ω @VS=500V)
等效输出电路		

● 驱动器线缆接线要求

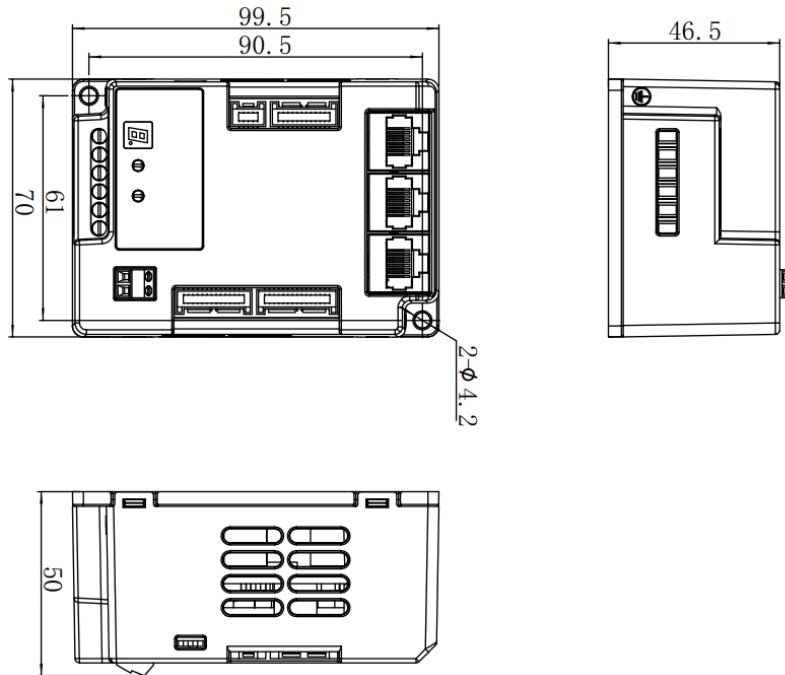
线材要求

使用 26-32 AWG 双绞线材 (具体信号双绞请参考下图);



驱动器的尺寸与安装

1.4 驱动器的尺寸与安装



GSFD-005 系列

图 1.4.2 高压驱动器尺寸

表 1.4.1 驱动器安装间隙

驱动器型号	安装间隙	
	侧边 (mm)	顶部 / 底部 (mm)
GSFD-005	15	50

1.4.1 EMI 电磁干扰抑制

1.4.1.1 CE 滤波技术

如「标准认证」一节中所述，GSFD 驱动器符合 CE 标准。应使用合适的屏蔽、接地和滤波技术以符合此项标准。

常见的电磁干扰有两种类型。第一种是传导干扰，通过接地回路传播。系统接地设计和实施得越好，线路上的噪声就越低。在本质上，传导干扰是相线与中性线（或地线）之间的共模干扰。第二种是高频辐射干扰，通常在电缆之间以容性耦合方式传播，它本质上属于差模干扰。

为了正确地安装 EMI 滤波器，安装背板应是未油漆过的金属表面。这样可以保证滤波器外壳与安装背板有更多的接触面积并且降低滤波器外壳与背板之间的阻抗。接下来，应用接地线将背板连接到外壳框架或大地。

1.4.1.2 接地

系统接地对驱动系统的性能是至关重要的。

交流电源输入的地线必须连接到 PE 端子，PE 端子位于 GSFD 的前面板。这对安全和减少 EMI 电磁干扰都是必要的。

系统使用单点接地以避免接地形成回路。

强烈建议将 GSFD 安装到一个金属背板上，并用接地线将背板连接到大地。为使驱动器背板与安装背板之间充分地导电接触，建议使用导电性好的材料，例如铝或镀锌钢板。对于带油漆或涂层的金属面板，请去除与驱动器背板接触部分的涂层。这样做的目的是使滤波器、驱动器、电源和大地之间的阻抗尽可能小，以降低高频信号可能产生的 EMI 电磁干扰。使用网状屏蔽线或铜质母线进行接地连接。连接接地线时，请尽量采用最短距离。

请确认电气柜内各部件之间连接完好。使用带屏蔽层的导线将背板和电气柜门连接到电气柜主体。不可用柜门铰链或插销来固定接地导线。确保电气柜与大地之间连接良好。接地导线规格应该与总电源输入导线规格一样或者小一号尺寸。

1.4.1.3 电缆屏蔽及固定

为了尽可能地减少噪声辐射，并增加驱动系统的抗扰度水平，电机动力线缆和反馈线缆必须具有屏蔽层，屏蔽层两端均应接地。

将屏蔽层可靠地连接到接地金属表面，对于尽可能地减少噪声辐射和增加驱动系统的抗扰度水平是必不可少的。它的作用是减小导线屏蔽和安装背板之间的阻抗。建议将所有屏蔽线都连接到安装背板上。

电机动力电缆和反馈电缆被剥开的屏蔽层应尽可能短，减少电缆的暴露。使用非绝缘的金属卡箍或电缆连接卡箍将屏蔽层连接到背板。

建议使用星形屏蔽连接，例如使用屏蔽母线。

对于进入电气柜的导线，请围绕导线一周（即 360°）进行屏蔽连接。

伺服驱动器和滤波器、外部制动电阻之间的连接导线都应该屏蔽。

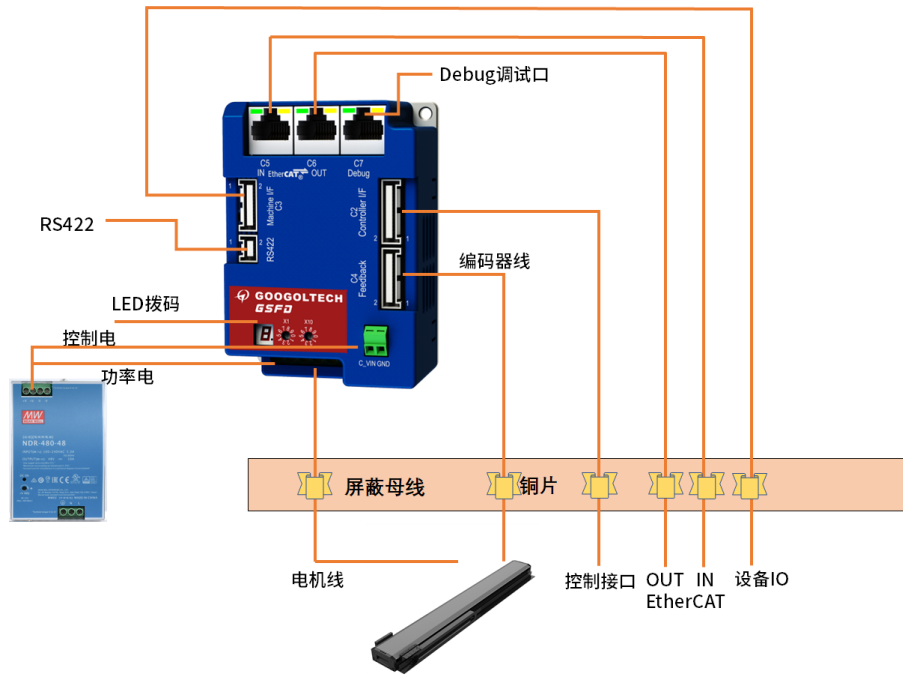


图 1.4.1.3 GSFD 导线屏蔽及固定

1.4.1.4 输入电源滤波

GSFD 内的电子系统组件要求对输入电源进行 EMI 滤波，以满足工业环境中的 CE/EMC 要求。电源滤波既可以防止驱动器产生的传导干扰进入电源，又可以防止电源上的干扰进入驱动器。

要注意针对不同的系统，选用合适的滤波器。滤波器类型取决于系统额定电压和额定电流大小，以及是单相电源还是三相电源。一个输入线滤波器就可用于多轴控制的应用。

输入电源滤波器的使用必须遵循以下原则：

- 主电源滤波器的输入和输出导线应保持隔离。
- 滤波器必须和驱动器固定在同一背板上。
- 滤波器必须尽量靠近驱动器，以避免噪声通过容性耦合方式进入其他信号传输线和电缆。
- 当将滤波器安装到背板上时，请去除背板上的任何油漆或涂层。如果可能的话，请使用无油漆的金属背板。
- 滤波器提供有接地端子。所有接地端都需要连接到大地。
- 滤波器会产生很高的漏电流。**在接通电源之前，滤波器必须接地！**

断电后 10 秒内，请不要触碰滤波器。

1.4.1.5 电机线缆滤波

对于符合 CE 认证的 GSFD 系统，电机线有必要使用铁氧体磁芯滤波。这种额外的滤波器可增强系统的可靠性。恶劣的非金属外壳表面，过长的、屏蔽层未接地（或没有屏蔽层）因而带有线-线（差模）噪声的电机线等等因素的存在，使得对电机导线进行滤波非常有必要。

电机导线上的噪声有可能是共模的，也有可能是差模的。共模型传导干扰发生在每根电机导线和地（线对地）之间。差模型辐射干扰存在于两根电机导线之间（线对线）。电机线滤波可降低进入周围线路和邻近的设备 I/O 口的噪声电流。

1.4.1.6 I/O 信号线缆滤波

可能需要进行 I/O 滤波（取决于系统安装、实际应用和外围设备情况）。为避免不需要的信号进入或干扰驱动器系统或其它辅助设备，可在 I/O 线上放置铁氧体磁芯。

1.4.1.7 EMI 抑制附加建议

强电线路和控制电缆应分开走线。建议两者间距应至少在 200mm 以上，并采取提高抗干扰度的措施。

如果输入电源和电机导线需要交叉布线，确保它们以 90°交叉。

反馈线缆一般不要中继延长，因为这可能导致屏蔽层断开，并可能引入干扰影响信号的传输。正确拼接电缆。如您需要分线，使用内置金属屏蔽壳的连接。确保金属屏蔽壳围绕导线一周（即 360°）连接到导线的屏蔽层。电缆的各部分都应很好的屏蔽。不可通过端子排来分线。对于模拟差分信号输入，使用带屏蔽层的双绞线，屏蔽层两端均应接地。

系统布线及接口定义

2

2.1 驱动系统布线

2.1.1 GSFD 布线图

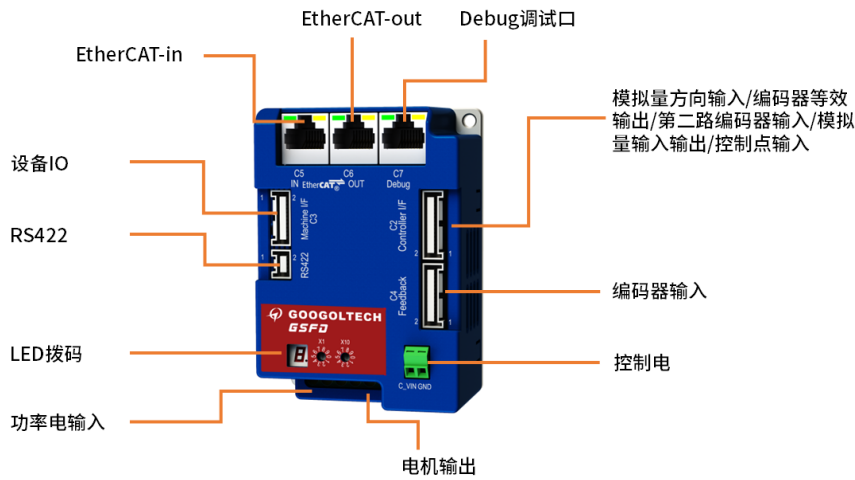


图 2.1.1 驱动器接口定义

2.1.2 GSFD 接线图

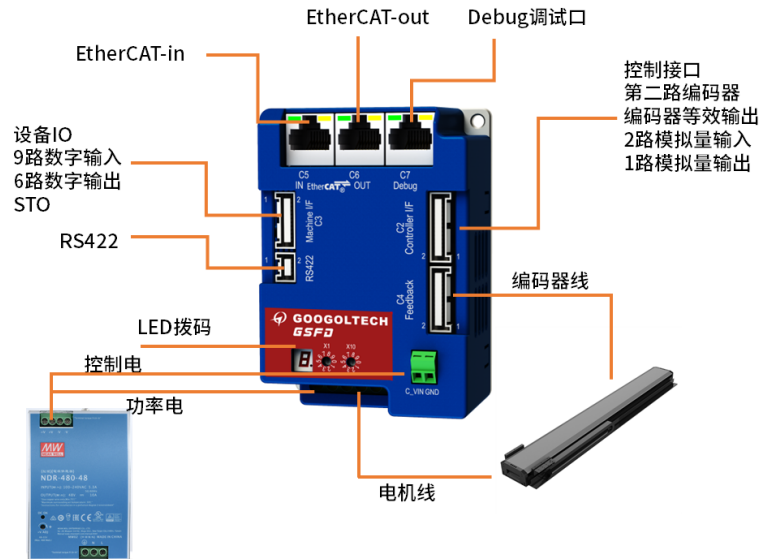


图 2.1.2 驱动器接线图

2.2 驱动器接口定义

2.2.1 C2-Controller I/F

所有 GSFD 型号的 Controller I/F 均为控制器 I/O 接口，可按照应用的要求配置输入和输出。不使用的引脚不应有任何接线。

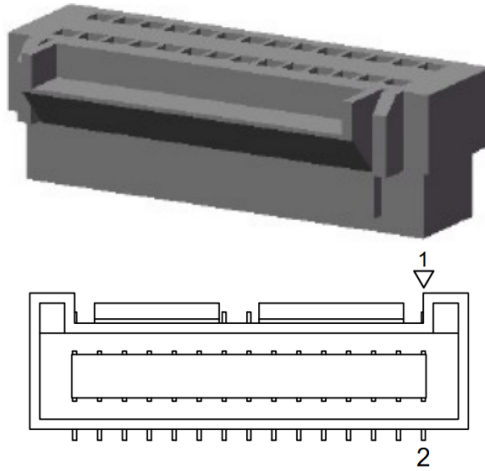
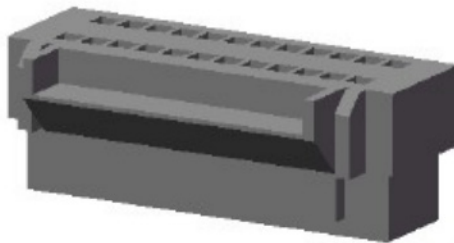


表 2.2.1 控制 I/O 口定义

引脚	功能	说明	引脚	功能	说明
1	控制电负极	控制电负极	16	5V 负极	5V 电源负极 / 数字地
2	控制电正极	控制电正极	17	第二编码器 Z+	第二编码器差分输入信号 Z+
3	模拟量输出 +	参考数字地的模拟量输出 (0-10 VDC)	18	第二编码器 Z-	第二编码器差分输入信号 Z-
4	模拟量输出地	模拟量输出参考地	19	第二编码器 B+	第二编码器差分输入信号 B+
5	模拟量输入 1+	模拟量指令差分输入正端 (± 10 VDC)	20	第二编码器 B-	第二编码器差分输入信号 B-
6	模拟量输入 1-	模拟量指令差分输入负端 (± 10 VDC)	21	第二编码器 A+	第二编码器差分输入信号 A+
7	模拟量输入 2+	第二模拟量差分输入正端 (± 10 VDC)	22	第二编码器 A-	第二编码器差分输入信号 A-
8	模拟量输入 2-	第二模拟量差分输入负端 (± 10 VDC)	23	方向输入 +	方向信号差分输入的正端
9	等效编码器 A-	等效编码器差分输出信号 A-	24	方向输入 -	方向信号差分输入的负端
10	等效编码器 A+	等效编码器差分输出信号 A+	25	脉冲输入 +	脉冲信号差分输入的正端
11	等效编码器 B-	等效编码器差分输出信号 B-	26	脉冲输入 -	脉冲信号差分输入的负端
12	等效编码器 B+	等效编码器差分输出信号 B+	27		保留
13	等效编码器 Z-	等效编码器差分输出信号 Z-	28		保留
14	等效编码器 Z+	等效编码器差分输出信号 Z+	29	PE	机壳地
15	5V 正极	5V 电源正极	30	PE	机壳地

2.2.2 C3-Machine I/F

- 所有 GSFD 型号的 Machine I/F 均为机械 I/O 接口，可按照应用的要求配置输入和输出数字量。不使用的引脚不应有任何接线。
- 为了保持数字 I/O 的隔离，应连接 24 VDC 电源到引脚 1。连接 24 VDC 电源地线到引脚 2，形成电源回路。
- 默认不启用 STO，可以通过侧面开关选择是否启用，启用则可由外部信号控制。低电平有效，高电平或悬空报警。
- 注：输入输出 I/O 只支持 NPN，不支持 PNP；通用 I 口默认低电平有效，可通过硬件配置高电平有效（需提前告知）。



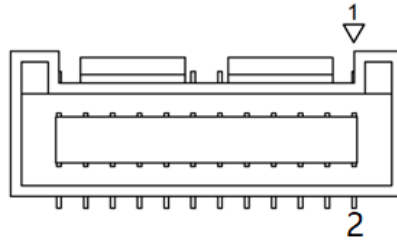


表 2.2.2 设备 I/O 口定义

引脚	功能	说明	引脚	功能	说明
1	24V 正极	外部 24V 电源正极	13	24V 负极	外部 24V 电源负极
2	24V 负极	外部 24V 电源负极	14	24V 负极	外部 24V 电源负极
3	数字输入 1	光隔可编程数字输入, 用 MOT_DI1 读取	15	数字输出 1	光隔可编程数字输出, 用 MOT_DO1 读取
4	数字输入 2	光隔可编程数字输入, 用 MOT_DI2 读取	16	数字输出 2	光隔可编程数字输出, 用 MOT_DO2 读取
5	数字输入 3	光隔可编程数字输入, 用 MOT_DI3 读取	17	数字输出 4	光隔可编程数字输出, 用 MOT_DO4 读取
6	数字输入 4	光隔可编程数字输入, 用 MOT_DI4 读取	18	数字输出 5	光隔可编程数字输出, 用 MOT_DO5 读取
7	数字输入 7	光隔可编程数字输入, 用 MOT_DI5 读取	19	数字输出 3	高速 1 光隔可编程数字输出, 用 MOT_FDO1 读取
8	数字输入 8	光隔可编程数字输入, 用 MOT_DI6 读取	20	数字输出 6	高速 2 光隔可编程数字输出, 用 MOT_FDO2 读取
9	数字输入 5	高速 光隔可编程数字输入, 用 MOT_FDI1 读取	21		保留
10	数字输入 6	高速 光隔可编程数字输入, 用 MOT_FDI2 读取	22		保留
11	数字输入 9	高速 光隔可编程数字输入, 用 MOT_FDI3 读取	23	PE	机壳地
12	STO	STO 接口	24	PE	机壳地

2.2.3 C4-Feedback

- 所有 GSFD 型号的 Feedback 均为编码器反馈接口, 可按照应用的要求配置输入和输出。EC 驱动器不支持旋转变压器反馈及正余弦反馈, 不使用的引脚不应有任何接线。
- 注: 正余弦与旋变接口 EC 驱动器无法使用, gLink 驱动器可以使用

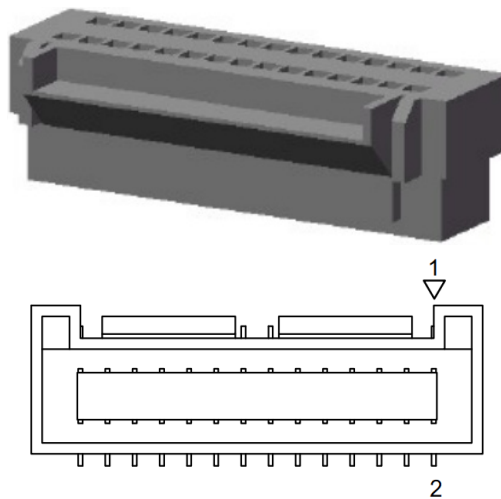


表 2.2.3 编码器反馈接口定义

引脚	功能	引脚	功能
1	电机温度传感器 (M-NTC)	15	增量编码器 Z +
2	电机温度传感器 (M-NTC)	16	增量编码器 Z -
3	旋转变压器 reference +	17	增量编码器 B + SSI 编码器 clock +
4	旋转变压器 reference -	18	增量编码器 B - SSI 编码器 clock -
5	旋转变压器 sine +	19	增量编码器 A + SSI 编码器 data +
6	旋转变压器 sine -	20	增量编码器 A - SSI 编码器 data -
7	旋转变压器 cosine +	21	霍尔 W (HALL W)
8	旋转变压器 cosine -	22	霍尔 V (HALL V)
9	正弦编码器 sine +	23	霍尔 U (HALL U)
10	正弦编码器 sine -	24	GND
11	正弦编码器 cosine +	25	保留 (-)
12	正弦编码器 cosine -	26	保留 (-)
13	5V 电源正极 (5V+)	27	PE
14	5V 电源负极 (5V-)	28	PE

以下示例为部分常用编码器的接线图，供参考。

示例 1: 增量式编码器 A/B/Z 带单端霍尔传感器

表 2.2.4 增量式编码器 A/B/Z 带单端霍尔传感器接线定义

引脚	双绞线缆	用户电机引脚标记	信号功能描述
19	双绞		A+
20			A-
17	双绞		B+
18			B-
15	双绞		Z+
16			Z-
23			霍尔 U
22			霍尔 V
21			霍尔 W
1	双绞		电机温度传感器
2			电机温度传感器
13			5V 电源正极
14			5V 电源负极
28			屏蔽端

注意: 如果电机没有温度传感器, 引脚 1/2 请留空。

示例 2: 多摩川省线型增量式编码器

表 2.2.5 多摩川省线型增量式编码器接线定义

引脚	双绞线缆	用户电机引脚标记	信号功能描述
19	双绞		A+/HALL U+
20			A-/HALL U-
17	双绞		B+/HALL V+
18			B-/HALL V-
15	双绞		Z+/HALL W+
16			Z-/HALL W-
13			5V 电源正极
14			5V 电源负极
28			屏蔽端

示例 3: 多摩川 (Tamagawa) / 尼康 (Nikon) 绝对式编码器

表 2.2.6 多摩川 (Tamagawa) / 尼康 (Nikon) 绝对式编码器接线定义

引脚	双绞线缆	用户电机引脚标记	信号功能描述
19	双绞		Serial Data+
20			Serial Data-
13			5V 电源正极
14			5V 电源负极
28			屏蔽端

注意: 1、编码器备用电池不包含在 GSFD 产品中, 如果使用的多圈绝对式编码器, 请将电池连接到编码器, 并注意电池正、负极。电池电压须超过 3.6V;

2、如果电机有温度传感器, 请连接至引脚 1/2。

示例 4: 海德汉 EnDat

表 2.2.7 海德汉 EnDat 反馈接线定义

引脚	双绞线缆	用户电机引脚标记	信号功能描述
19	双绞		SSI Data+
20			SSI Data-
17	双绞		SSI Clock +
18			SSI Clock -
13			5V 电源正极
14			5V 电源负极
28			屏蔽端

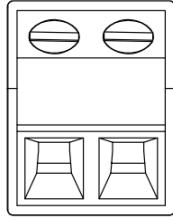
注意: 如果电机有温度传感器, 请连接至引脚 1/2。

示例 5: Biss-c 磁编码器

表 2.2.8 Biss-c 协议编码器反馈接线定义

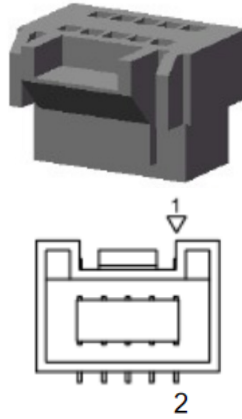
引脚	双绞线缆	用户电机引脚标记	信号功能描述
19	双绞		SSI Data+
20			SSI Data-
17	双绞		SSI Clock +
18			SSI Clock -
13			5V 电源正极
14			5V 电源负极
28			屏蔽端

2.2.4 压线式连接端子



引脚	功能
1	控制电正极 (C_VIN)
2	控制电负极 (GND)

2.2.5 RS422



引脚	功能
1	屏蔽地
2	屏蔽地
3	保留
4	保留
5	RS422 电源正
6	RS422 电源地
7	RS422 RX+
8	RS422 RX-
9	RS422 TX+
10	RS422 TX-

RS485 的接法如下:

引脚	信号功能描述
9	485+
10	485-

注: 引脚 7 与引脚 9 短接, 引脚 8 与引脚 10 短接。

2.2.6 STO 安全力矩保护



驱动非水平安装的负载时，系统必须有外部机械安全模块，例如电机的机械抱闸。当 STO 功能激活时，驱动器无法保持负载的位置。此种情况可能引发严重的员伤害或设备损坏，必须避免此类情况发生。

安全力矩保护是安全转矩切断 (STO) 是一种安全功能，可以防止驱动器传输能量给电机产生扭矩。STO 使能和 STO 地，必须连接到 GSFD 的使能操作，使能电压必须是 24VDC，连接 STO 接口。

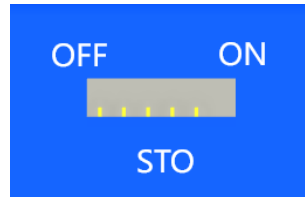


图 2.2.1.1 STO 接口外观

若实际应用要求 STO 控制，需要将拨码拨到 OFF；C3_12 引脚接 24V。

伺服调试

3

3.1 DriverStudio 软件安装

3.1.1 软件的安装

DriverStudio 为固高 GSFD 系列伺服驱动器的调试软件，会不定期更新升级以匹配最新应用场景，并优化使用体验，请您关注固高科技官网或联系技术支持获取软件最新安装包，拥有最新体验。(最低支持的软件版本 V2.6.37)

- 1、在 PC 上安装 DriverStudio 调试软件，软件安装包从技术支持处获取；
- 2、打开安装向导。



图 3.1.1.1 安装向导界面

对于第一次安装本软件的 PC，必须按照步骤 1 到 2 的顺序依次安装（注意安装步骤一的时候须勾选第四个选项，如图 3.1.1.2 所示）；对于已经之前已经安装过的 PC，可以只进行步骤 2，但需要在卸载旧版 DriverStudio 伺服专家之后进行安装。

注意：如果两次安装路径相同，则自动卸载。

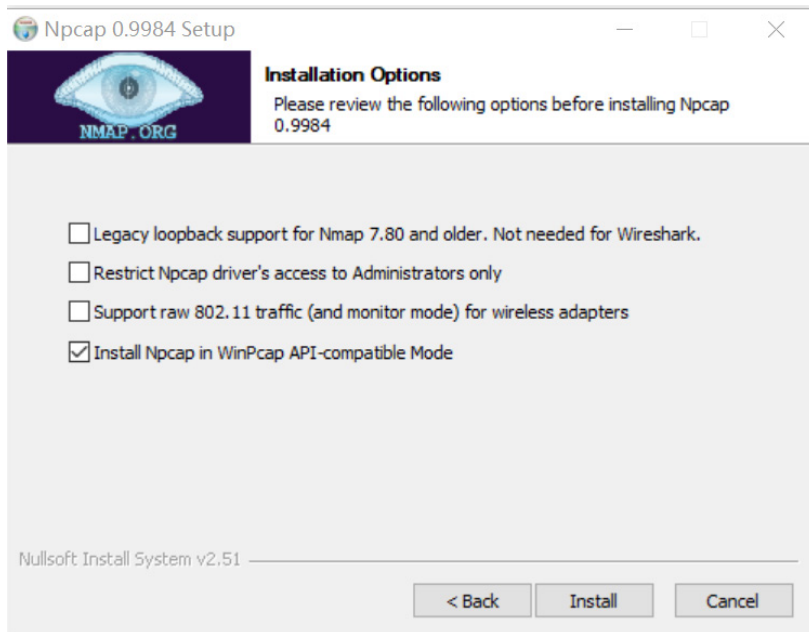


图 3.1.1.2 步骤一安装向导界面

安装过程按照提示进行即可，需要注意的是 DriverStudio 伺服专家的安装路径必须为空。

← DriverStudio Installation Program 设置

安装文件夹

Please specify the directory where DriverStudio will be installed.

C:\Program Files\DriverStudio\

浏览(B)...

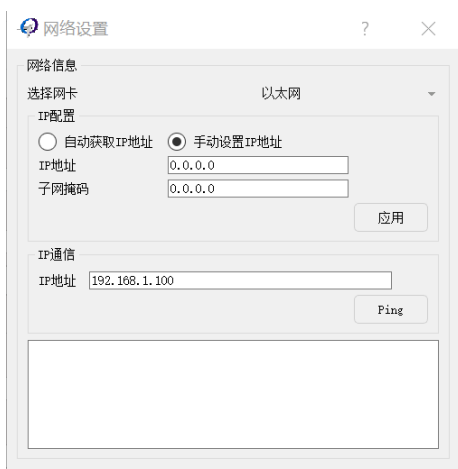
下一步(N) >

取消

图 3.1.1.3 安装路径选择界面

3.1.2 驱动器的连接

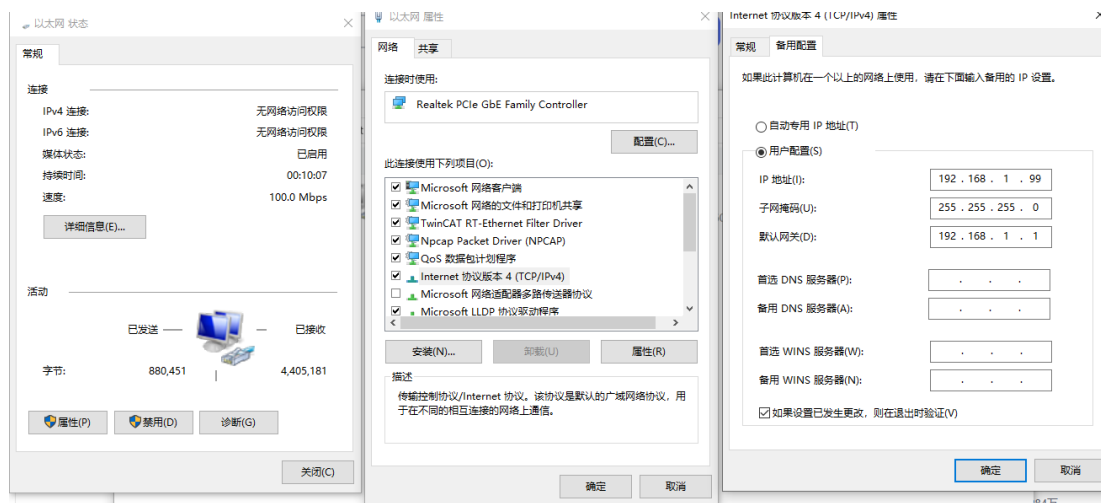
- 1、调试端口采用 minilo，通讯采用以太网通讯，需要修改 IP 地址（范围 $100 < x < 200$ ）。
- 2、驱动器 IP 地址：192.168.1.100（固定的 IP 地址）。
- 3、需要设置电脑的 IP 为相同网段，同时不能与驱动器 IP 发生冲突，使用调试软件设置 IP 地址，首先点击调试软件右上角：“更多”→“网络设置”，弹出界面如下，注意如果原先设置了 IP 地址，但是选择网卡时，却显示都是 0，出现这个，得先用调试线连上驱动器，而后选择相应的网卡时，IP 地址才能正确显示出来。手动设置好 IP 地址后，点击应用即可。



- 4、如果希望多网段 IP 同时运行，比如有时控制器的 IP 网段和 驱动器调试 IP 网段不一样经常切换比较麻烦，可以采用如下方法：本地连接→属性→选择“Internet 协议版本 4(TCP/IPV4)”→点击“属性”按钮→在出现的“Internet 协议版本 4(TCP/IPV4) 属性”→选择使用下面的 IP 地址→点击“高级”按钮，在这里就可以通过“添加”按钮为网卡设置多个 IP 地址，如下图所示：添加 IP：192.168.1.99 和 192.168.0.5。



- 5、如果是希望能调驱动器同时也希望能上有线网络的话，采用如下配置：本地连接→属性→选择“Internet 协议版本 4(TCP/IPV4)”→点击“属性”按钮→在出现的“Internet 协议版本 4(TCP/IPV4) 属性”→选择常规页面里的“自动获得 IP 地址 (O)”即支持 DHCP 上网→在备用配置界面里配置相关 IP 地址→这样既能上网又能调试驱动器。



注意：对于从有线网络换成驱动器调试网络得等待一会儿因为切换到调试网络，计算机得判断一下，直到出现（未识别的网络）文字出现，就可以连接调试网络：



- 6、运行 DriverStudio，点击“连接”连接设备。

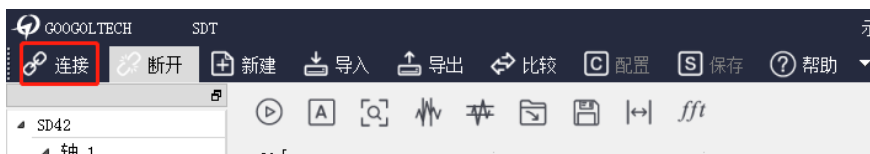




图 3.1.2.1 连接驱动器

若连接成功，软件右下角标志  变成 。

如果网络连接失败，请按以下方法进行故障排查：

- a、如果报“gLink-II 返回空站”或“EtherCAT 返回空站”，请先检查网络连接，确认网口是否接触不良及网线是否是千兆网线。依次打开“控制面板→网络和 Internet →网络和共享中心”，确认电脑“本地连接”是否连接成功，本地连接状态中网络速度是否是 100Mbps。若本地连接断开，或网络速度不是 100Mbps，请换一条网线，同时也确认电脑网卡是否为千兆网卡；



图 3.1.2.2 电脑网卡

b、如果报“读取功率板 ID 错误”“读取控制板 ID 错误”“读取 DSP 版本错误”等提示，请将驱动器重新上电之后再试，如果问题依然存在，请联系技术支持；

c、如果报“DSP 无响应”，请先确认调试软件处于自动连接状态。如果出于某种情况，必须使用手动连接，那么“DSP 无响应”通常代表站号不匹配，请重新扫描站号列表，添加配置，进行连接；

调试软件支持同时连接多个驱动器，但不同驱动器之间的站号必须不同。

搭配控制器使用，并且有多个驱动器需要同时连接，那么不同的两个驱动器之间需要用拨码开关分别设置站号，并且将 Debug 口通过网线串联到交换机上。设置完成后断电重启再次点击连接就可同时连接多个驱动器。

3.2 固件信息查询及升级

3.2.1 驱动器固件信息查询

调试驱动器之前，需要对固件的版本进行初步的确认。

固件信息查询的步骤：

点击工具栏的“帮助”→“硬件信息”，就可以查看当前的驱动器设备信息。

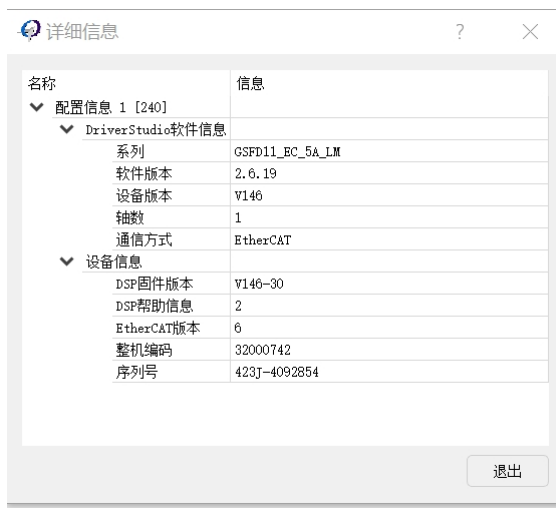


图 3.2.1.1 查询驱动器设备信息

如果用错了固件包，会在烧写前提示存在问题。



这时直接换正确的固件包重新烧写即可。

表 3.2.1.1 固件说明

固件编码	固件说明
18000893	ECAT 驱动器的标准固件

3.2.2 驱动器固件升级

驱动器出厂前会下载稳定版本固件并进行测试，请放心使用；如您是定制固件客户，请联系技术支持获取对应固件，并根据一下指导进行固件更新。

固件更新步骤如下：

- 1、驱动器上电，打开 DriverStudio 软件并切换进入在线模式，断开使能状态；
- 2、菜单栏路径“更多 - 固件管理 - 固件更新”，点击“固件更新”；

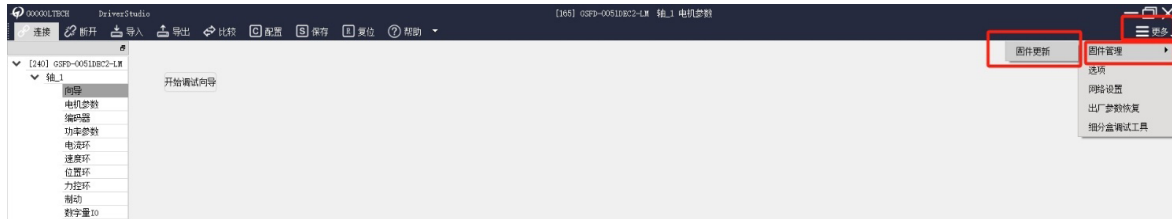


图 3.2.2.1 更多选项界面

进入到“固件烧写”界面之后，选择固件存储路径，选择需要烧写的固件；

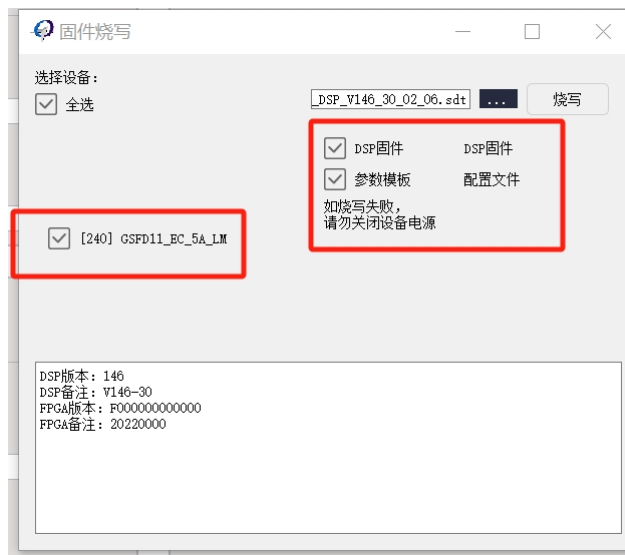
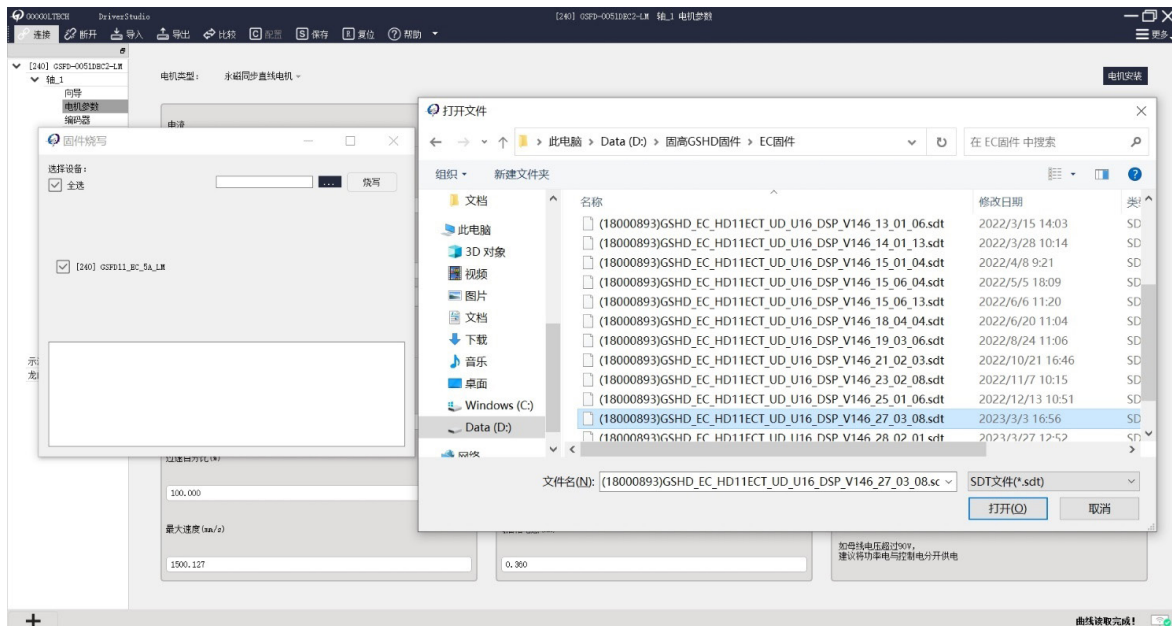


图 3.2.2.2 固件烧写界面

勾选需要烧写的设备，如果所有驱动器都要烧录同一个固件可以点击全选，然后点击“烧写”。

烧写成功之后会有烧写成功的提示，如下图所示。



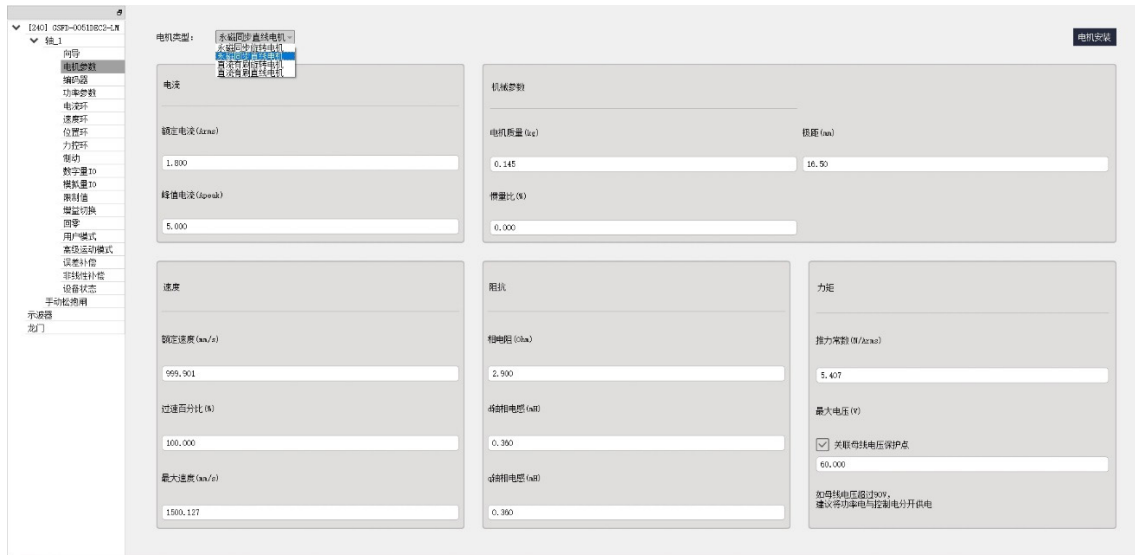
图 3.2.2.3 烧写成功界面

3、固件更新后请务必断电重启。

3.3 电机及编码器参数设置

3.3.1 电机参数设置

在“电机参数”界面输入对应的电机参数，对应参数请与电机厂家联系索取，或使用专业工具进行测量；
旋转电机需要填写的参数



直线电机需要填写的参数

电机类型: 永磁同步直线电机

电机参数

电流

额定电流(Arms)

1,800

峰值电流(Apeak)

5,000

机械参数

电机质量(kg)

0,145

极距(mm)

35,50

惯量比(kg)

0,000

速度

额定速度(rpm)

999,901

过速百分比(%)

100,000

最大速度(rpm)

1500,127

电阻

相电阻(Ωms)

2,900

d轴相电感(mH)

0,350

q轴相电感(mH)

0,350

力能

推力常数(N/arms)

5,407

最大电压(V)

60,000

关断母线电压保护点

如母线电压超过60V
建议将功率电源控制电分开供电

图 3.3.1.1 电机参数设定

参数说明:

表 3.3.1.1 参数说明

参数	说明	备注	单位
额定电流	电机额定电流 (Rated Current/IR)	电机手册所给 IR 多为有效值 A(rms)，直接填入	A
峰值电流	电机瞬时最大电流 (Peak Current/Instantaneous Maximum Current/IP)	电机手册所给的 IP 多为有效值 A(rms)，此处填峰值，即将有效值乘 $\sqrt{2}$ 填入；如果电机手册未给出，可按照额定电流 3 倍填入	A
额定转速	电机额定转速 (Rated Speed/NR)	按照电机手册直接填入	rpm
最大转速	电机最大转速 (Maximum Speed/NMAX)	按照电机手册直接填入	rpm
过速百分比	电机过速报警阈值	此阈值 = 过速百分比 \times NR，阈值大小用户可根据具体应用情况来设定，一般情况，阈值为 1.1 倍 NMAX，故过速百分比 = $1.1 \times \frac{N_{MAX}}{N_R} \times 100\%$	%
电机转动惯量	电机转动惯量 (Rotor Moment Of Inertia/JM)	不同厂家电机手册给出的 JM 单位不一样，填入时注意单位转换	10 ⁻⁶ · kg · m ²
惯量比	负载惯量与电机惯量之比，由机械特性决定	一般在机械设计时已给出，如果没有，则需要调试过程中确定	
相电阻	电机相间电阻 (R _φ)	填入时需要注意手册上给出的电阻值含义；电机手册一般会有三种电阻值，等效直流电阻 R _a ，绕线 / 线间电阻 R _{L-L} ，相间电阻 R _φ ，三者关系为 R _a = 1.5 × R _{L-L} = 3 × R _φ ，	Ω
d 轴、q 轴相电感	电机相间电感 (L _φ)	与电阻类似，有等效直流电感 L _a ，绕线 / 线间电感 L _{L-L} ，相间电感 L _φ ，三者关系为 L _a = 1.5 × L _{L-L} = 3 × L _φ ，对于表贴式永磁同步电机，d 轴和 q 轴电感相等	mH
极对数	电机磁极数除 2 填入	按照电机手册直接填入	
扭矩系数	电机扭矩系数 (Torque Constant/K _T)	按照电机手册直接填入	N · m/A
最大电压	中压驱动器默认 150V，高压驱动器默认 264V	如果接直流电源，按照母线电压的一半填写	V
电机质量	电机本身的质量	不带负载	kg
极距	电机 N-N 的极距	按照电机手册直接填入	mm
推力常数	电机的推力常数	按照电机手册直接填入	N/Arms

提示：若电机厂商没有给出相电阻、相电感，则可参考同功率的其他家电机（如多摩川），将其相电阻，相电感填入。

数值输入后需按“回车键”，在软件上方菜单栏点击“配置”、“保存”按钮，使之存入驱动器 Flash，此时数值框内背景色由黄色变为白色，然后复位 DSP 使存入的参数生效。

3.3.2 电机抱闸设置

如果您选用的伺服电机不带抱闸，可以跳过这一设置；

如果您选用的伺服电机是带抱闸的，需要在数字量 I/O 中配置抱闸输出 I/O，以便在电机使能情况下松开抱闸；

GSFD 没有足够的电流来激活电机抱闸。如下文示例所示 GSFD 可通过继电器控制电机抱闸。图中电源、继电器和二二极管的选择，取决于您的实际应用中的电机抱闸规格。

在本例中，零部件采用以下规格：

- 电机抱闸为 24V，且所需电流小于 1A。
- 电机抱闸连接至 GSFD 数字量输入 1。
- 二极管：D1 和 D2 PN 1N4002 (V_r 1 00 V)。
- 继电器：24 V < 50mA
- 继电器线圈： $> 500 \Omega$

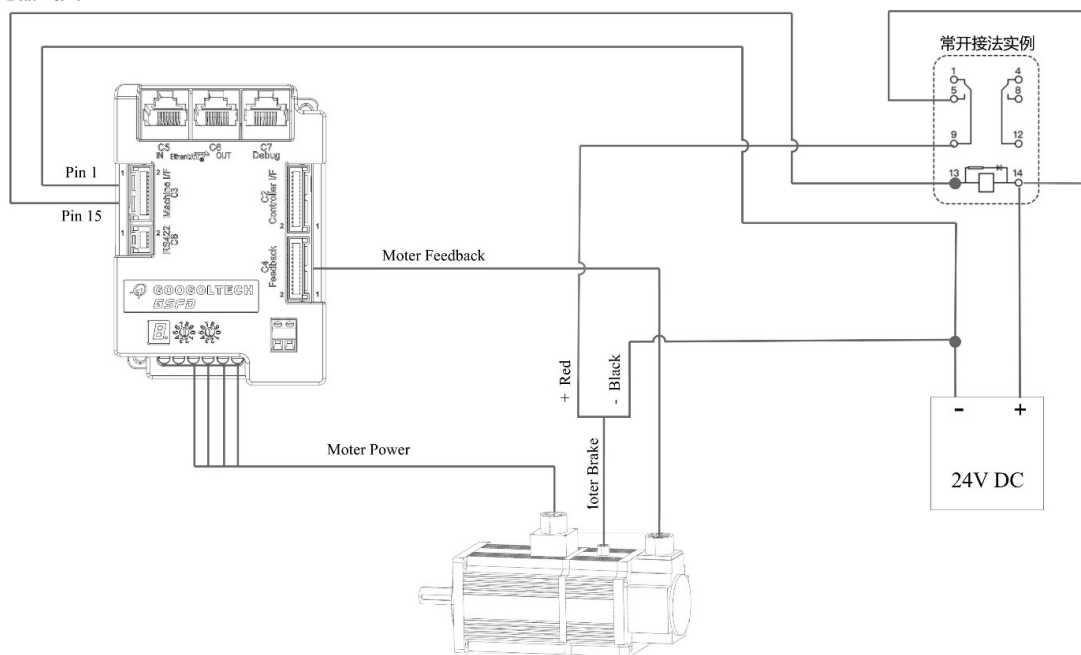


图 3.3.2.1 继电器接线图

可以将继电器连接至 GSFD 的 C3 连接器上的其他数字输出引脚。

请参考图 2.2.2 中的 C3 接口布线图。

例如在下图中，输出 1 被配置成了“10- 抱闸是否松开”（注意：配置输出抱闸是否松开时需要配置 C3 口不带 F 的普通输出口），并按照 2.2 章中 C3 控制器 I/O 口正确接线，抱闸会在使能过程中自动打开；

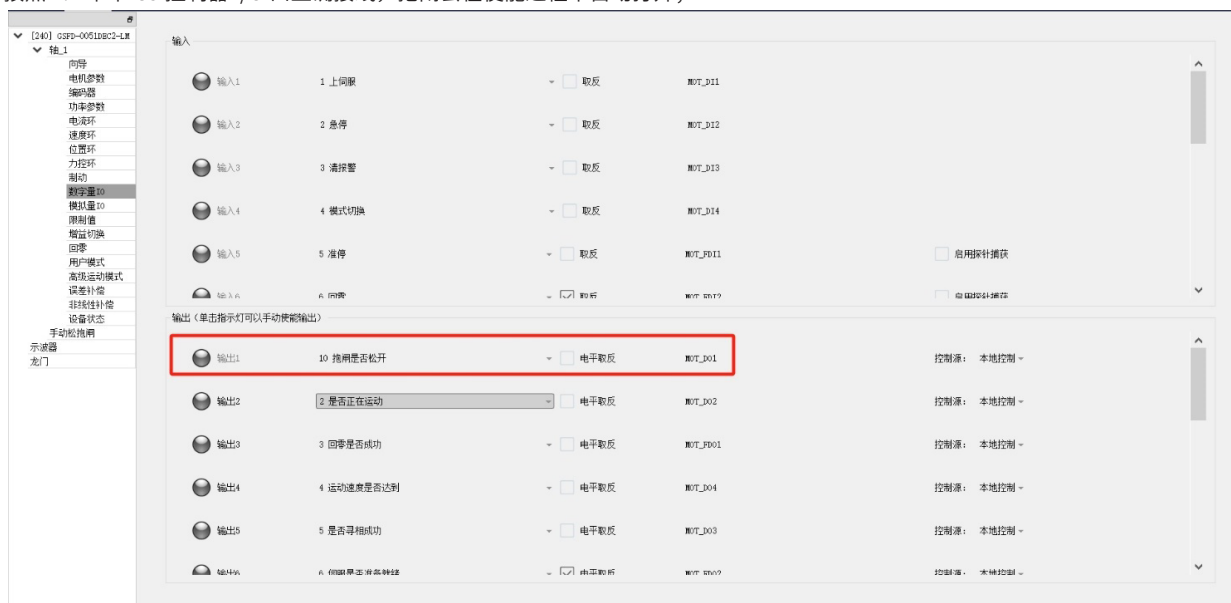


图 3.3.2.2 抱闸输出配置

如需手动松开抱闸，可以使用软件的 I/O 界面打开抱闸。



图 3.3.2.3 I/O 界面

测试完成后，必须还原抱闸的初始状态。

3.3.3 绝对值编码器设置

3.3.3.1 多摩川

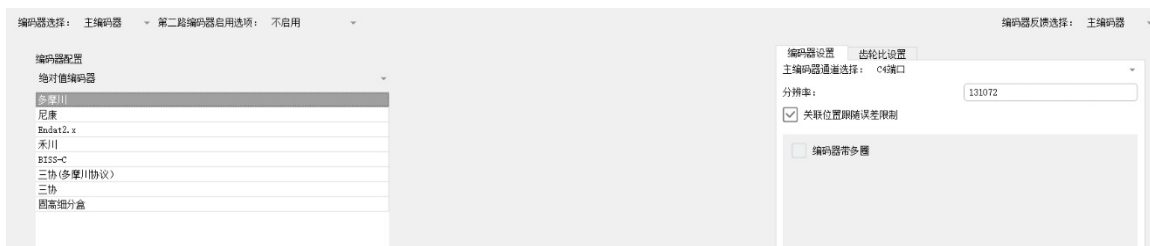


图 3.3.3.1 多摩川

编码器分辨率：写入 2 编码器单圈位数次方，如 17 位编码器，则写入 $2^{17} = 131072$ ；

3.3.3.2 尼康

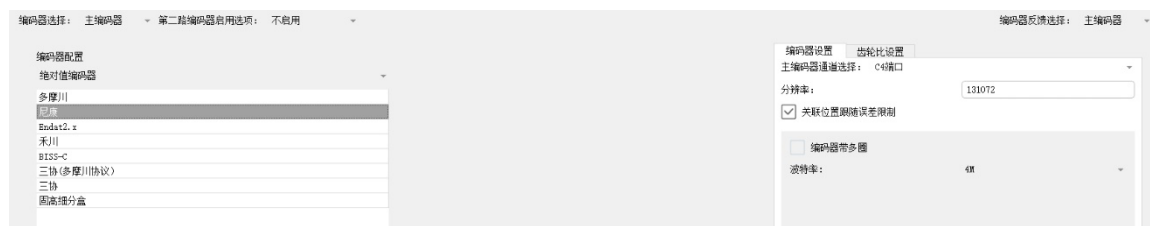


图 3.3.3.2 尼康

编码器分辨率：写入 2 编码器单圈位数，如 17 位编码器，则写入 $2^{17} = 131072$

波特率：可选 2.5M 和 4M

3.3.3.3 Endat2.x

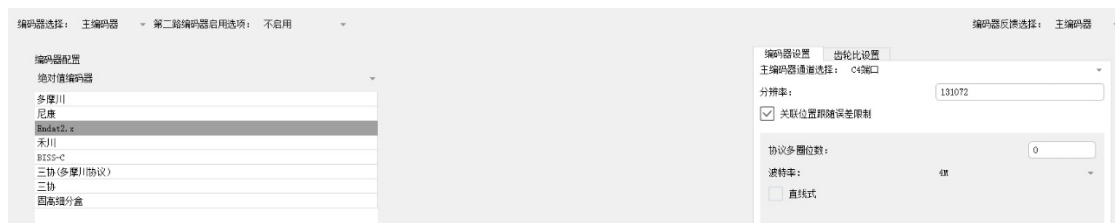


图 3.3.3.3 Endat2.x

编码器分辨率：写入 $2^{\text{编码器单圈位数}}$ ，如 17 位编码器，则写入 $2^{17} = 131072$

写入每个极距编码器反馈的脉冲数，如电机极距（或丝杆螺距）为 32mm，分辨率为 1um，则填入 $32\text{mm} * 1000 / 1\text{um} = 32000$

协议多圈位数：编码器多圈位数，可以从编码器手册中查询

直线式：直线电机，或伺服电机+丝杆外接编码器勾选

协议单圈位数：写入编码器的协议单圈位数

波特率：可选 4M、2M 和 1M

3.3.3.4 禾川

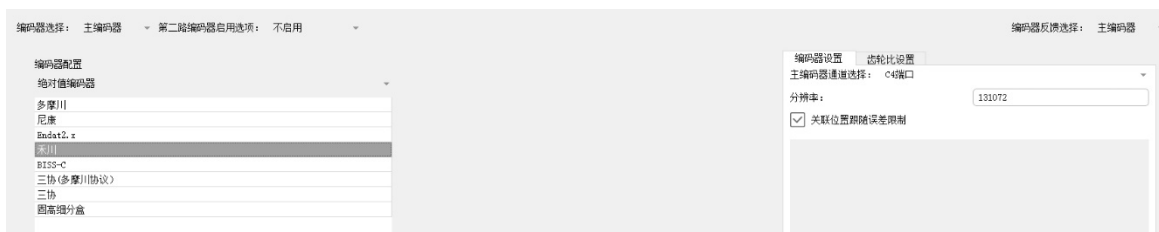


图 3.3.3.4 禾川

编码器分辨率：写入 $2^{\text{编码器单圈位数次方}}$ ，如 17 位编码器，则写入 $2^{17} = 131072$ ；

3.3.3.5 BISS-C

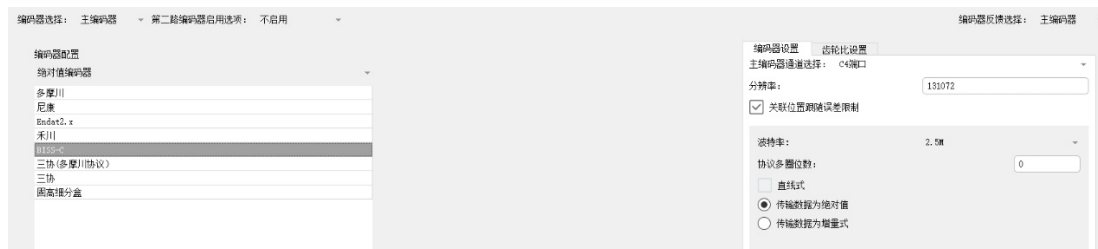


图 3.3.3.5 biss-c

编码器分辨率：写入 $2^{\text{编码器单圈位数}}$ ，如 17 位编码器，则写入 $2^{17} = 131072$

写入每个极距编码器反馈的脉冲数，如电机极距（或丝杆螺距）为 32mm，分辨率为 1um，则填入 $32\text{mm} * 1000 / 1\text{um} = 32000$

协议多圈位数：编码器多圈位数，可以从编码器手册中查询

波特率：可选 4M 和 2.5M、1M、500K

协议单圈位数：写入编码器的协议单圈位数

直线式：直线电机，或伺服电机+丝杆外接编码器勾选

传输数据为绝对式：绝对值编码器勾选

传输数据为增量式：增量式编码器勾选

3.3.3.6 三协多摩川协议

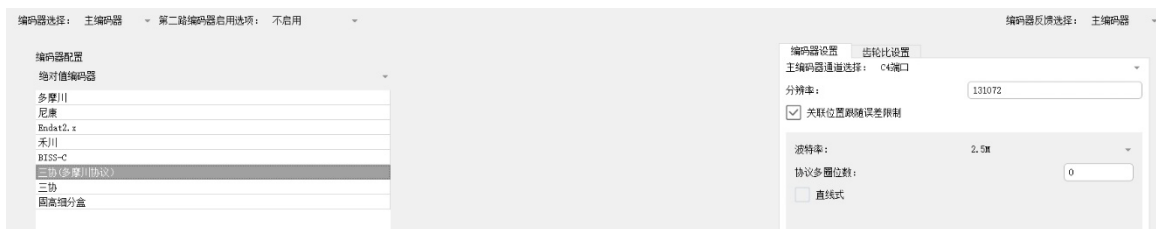


图 3.3.3.6 三协多摩川

编码器分辨率：写入 2 编码器单圈位数，如 17 位编码器，则写入 $2^{17} = 131072$

写入每个极距编码器反馈的脉冲数，如电机极距（或丝杆螺距）为 32mm，分辨率为 1um，则填入 $32\text{mm} \times 1000 / 1\text{um} = 32000$

协议多圈位数：编码器多圈位数，可以从编码器手册中查询

波特率：可选 4M 和 2.5M、5M

协议单圈位数：写入编码器的协议单圈位数

直线式：直线电机，或伺服电机+丝杆外接编码器勾选

3.3.3.7 三协

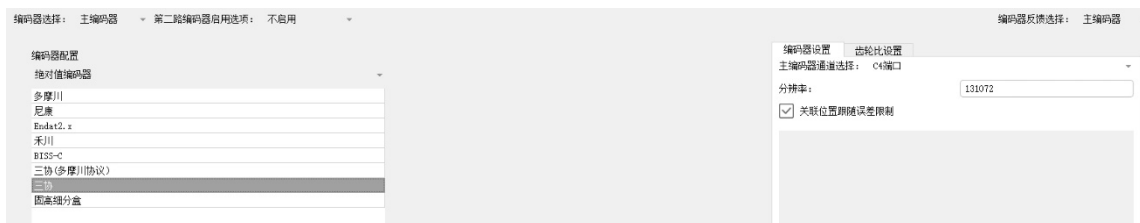


图 3.3.3.7 三协

编码器分辨率：写入 2 编码器单圈位数次方，如 17 位编码器，则写入 $2^{17} = 131072$ ；

3.3.3.8 固高细分盒

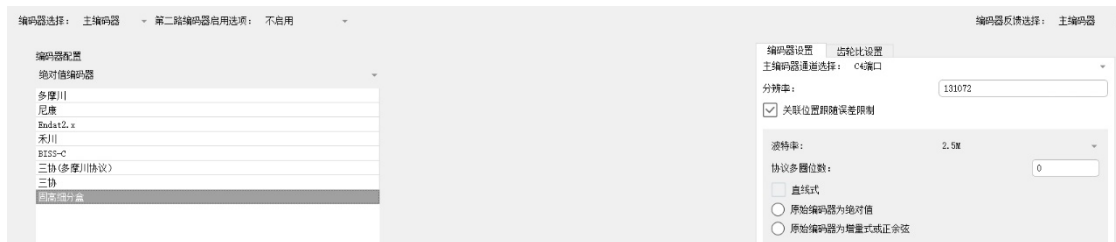


图 3.3.3.8 固高细分盒

编码器分辨率：写入 2 编码器单圈位数，如 17 位编码器，则写入 $2^{17} = 131072$

写入每个极距编码器反馈的脉冲数，如电机极距（或丝杆螺距）为 32mm，分辨率为 1um，则填入 $32\text{mm} \times 1000 / 1\text{um} = 32000$

波特率：可选 2.5M 和 4M

协议多圈位数：编码器多圈位数，可以从编码器手册中查询

协议单圈位数：写入编码器的协议单圈位数

直线式：直线电机，或伺服电机+丝杆外接编码器勾选

原始编码器为绝对值：绝对式编码器及旋变式勾选

原始编码器为增量或正弦弦：增量式编码器或正弦弦编码器勾选

注：具体接线以及配置，请参考固高细分盒手册。

3.3.4 ABZ 编码器设置

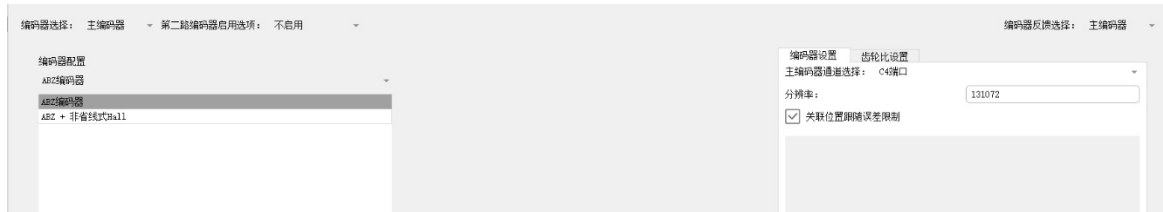


图 3.3.4.1 ABZ

旋转电机：

编码器分辨率：电机转一圈，编码器反馈的脉冲数，即四倍频后的编码器线数，如 2500 线编码器，则需要填入 $2500 * 4 = 10000$

直线电机：

编码器分辨率：电机走一个极距，编码器反馈的脉冲数。如电机极距为 32mm，精度为 1um，则需要填入 $32mm / 1um = 32000$

3.3.5 第二路编码器

第二编码器可由 C2，C4 pin 口接入。

注意：在使用两路编码器的时候，设置主编码器必须是电机的编码器，而不是执行机构的末端编码器。

目前支持编码器形式为：绝对值 + 增量、增量 + 增量、绝对值 + 绝对值。

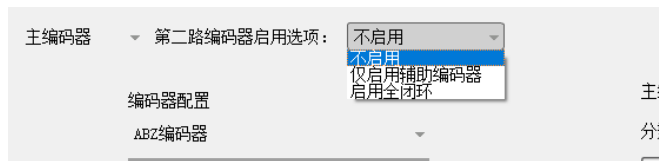


图 3.3.7.1 第二路编码器启用

不启用：不使用第二路编码器

仅启用辅助编码器：第二路编码器需要配置类型，用于控制器读取第二路编码器反馈，但该反馈不参与驱动器的位置环

启用全闭环：第二路编码器反馈参与驱动器位置环

传动比设置：设置电机与执行末端之间的传动比

说明：第二路编码器的设置，相比于主编码器，多了一个传动比设置

配置完第二路编码器之后需要验证主编码器与第二路编码器方向是否一致，分别添加编码器累计反馈及第二编码器反馈曲线，手推或者电压开环监控曲线是否一致。

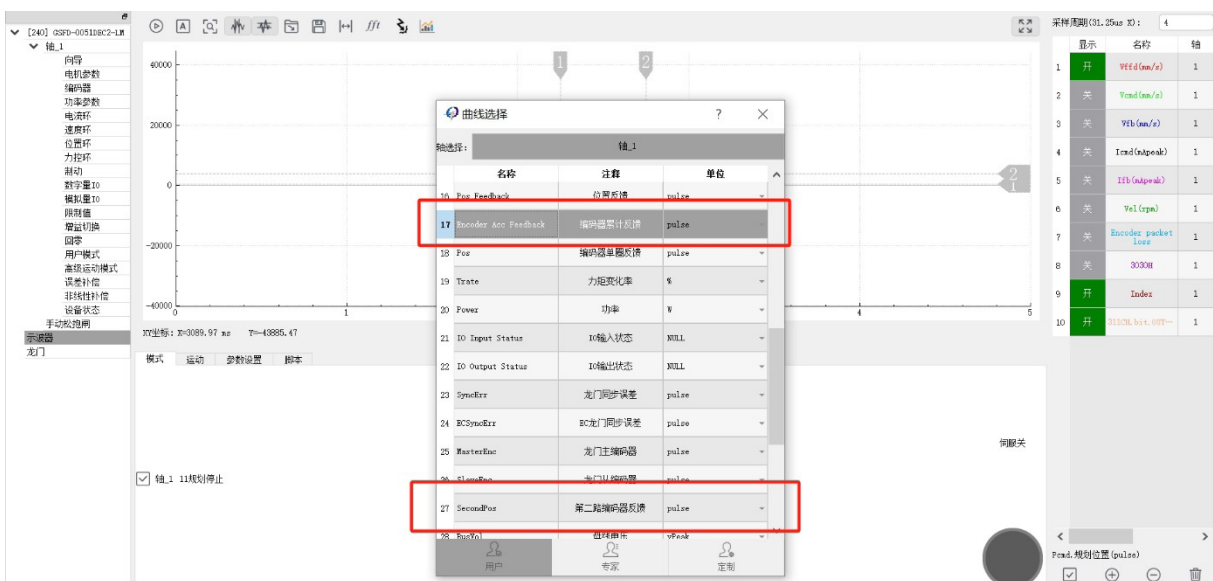
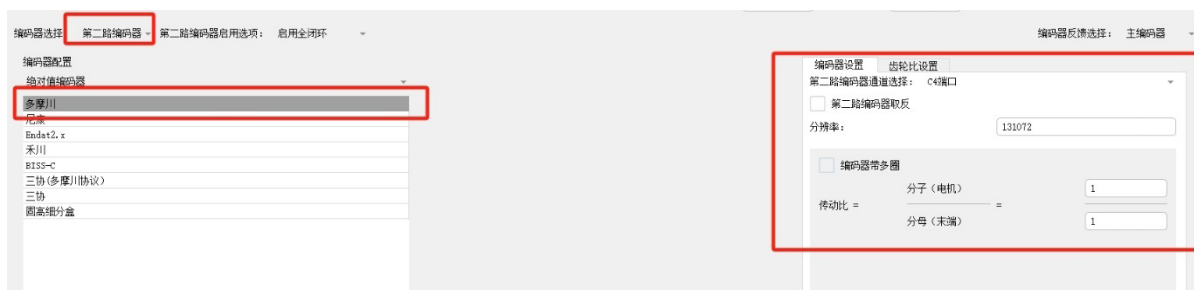


图 3.3.7.2 示波器反馈检测



举例如下：

1. 主编码器为 17 位绝对值旋转编码器，第二路为 1um 分辨率的直线光栅尺，螺距 5mm（即电机每转一圈，末端移动 5mm）此时：主编码器分辨率填写 $2^{17} = 131072$ ，第二路编码器分辨率填写 $5\text{mm} / 1\mu\text{m} = 5000$ ，传动比设 1:1；

传动比 =	分子（电机）	=	<input type="text" value="1"/>
	分母（末端）	=	<input type="text" value="1"/>

2. 主编码器为 17 位绝对值旋转编码器，第二路为 23 位的绝对值旋转编码器，电机每转一圈时，第二路编码器转 10 圈此时：主编码器分辨率填写 $2^{17} = 131072$ ，第二路编码器分辨率填写 $2^{23} = 8388608$ ，传动比设 1:10

传动比 =	分子（电机）	=	<input type="text" value="1"/>
	分母（末端）	=	<input type="text" value="10"/>

3. 主编码器为 1um 分辨率的直线光栅尺，电机极距 60mm，第二路编码器为 17 位绝对值旋转编码器；电机每移动 60mm，第二路编码器会转动 10 圈，此时：主编码器分辨率填写 $60\text{mm} / 1\mu\text{m} = 60000$ ，第二路编码器分辨率填写 $2^{17} = 131072$ ，传动比设 1:10；

传动比 =	分子（电机）	=	<input type="text" value="1"/>
	分母（末端）	=	<input type="text" value="10"/>

4. 主编码器为 1um 分辨率的直线光栅尺，电机极距 60mm，第二路编码器为 0.1um 分辨率的直线光栅尺；电机每移动 60mm，第二路光栅尺会移动 120mm，此时：主编码器分辨率填写 $60\text{mm} / 1\mu\text{m} = 60000$ ，第二路编码器分辨率填写 $60\text{mm} / 0.1\mu\text{m} = 600000$ ，传动比设 1:2；

传动比 =	分子（电机）	=	<input type="text" value="1"/>
	分母（末端）	=	<input type="text" value="2"/>

3.3.8 编码器其他参数设置

3.3.8.1 编码器预估

目的：绝对值编码器多周期丢失后，驱动器会报警

使用场景：避免电机速度跳动

说明：绝对值编码器偶然丢失时，预估其位置避免电机速度跳动

报警次数限制：预估多少个周期，连续多周期编码器丢失，驱动器会报警

注意：绝对值编码器下自动开启，增量式编码器下自动关闭；开启编码器预估时，请将预估次数设为至少 16；如编码器预估次数为 0，则相当于编码器预估未开启。



图 3.3.8.1 编码器预估

3.3.8.2 用户多圈



使用场景：仅可用于带多圈的绝对值编码器

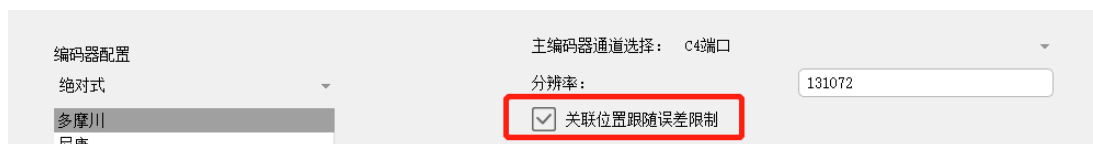
目的：用户多圈线数到达累计的多圈数，自行清零。

3.3.8.3 关联位置跟随误差

目的：设置位置跟随误差。

勾选该选项时，自动将位置跟随误差限制设置为编码器分辨率的一半；

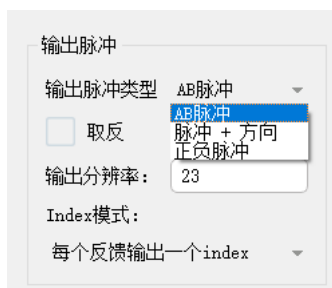
不勾选时，用户可以自行设置位置跟随误差限制。



3.3.8.4 输出脉冲

输出脉冲类型：

可选 AB 脉冲、脉冲 + 方向、正负脉冲。



输出分辨率：

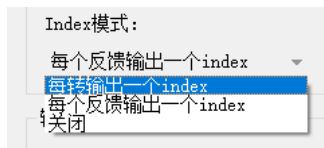
电机转一圈 / 走一个极距时，反馈给上位机多少脉冲；

如果使用两路编码器，该设置可以两路编码器分别设置。

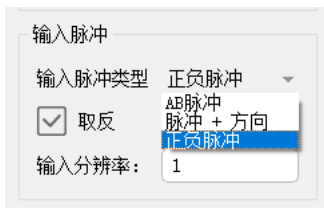
取反：输出脉冲是否取反。

Index 模式：

1. 每反馈输出一个 Index：使用电机自己实际的 Index 信号。
2. 每转输出一个 Index：使用驱动器自己虚拟的 Index 信号。
3. 旋转电机每转一圈输出一个，直线电机每走一个极距输出一个。



3.3.8.5 输入脉冲



输入脉冲类型：

可选 AB 脉冲，脉冲 + 方向，正负脉冲。

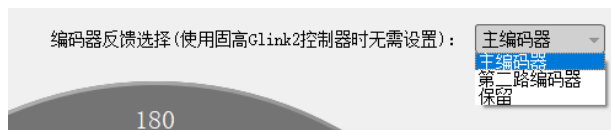
输入分辨率：

上位机发出多少个脉冲时，电机转一圈 / 走一个极距；如果该驱动器为龙门从站，输入分辨率必须与编码器分辨率相同。

注意：若启用全闭环，输入分辨率以第二路编码器设置的为准，第一路的设置不生效；

取反：输入脉冲是否取反

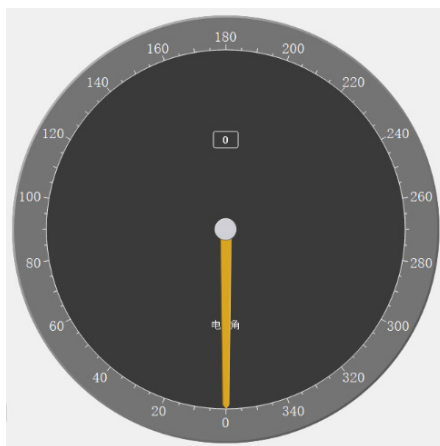
3.3.8.6 编码器反馈选择



目的：反馈哪一路编码器给上位机。

3.3.8.7 电气表盘

指示电机的电角度

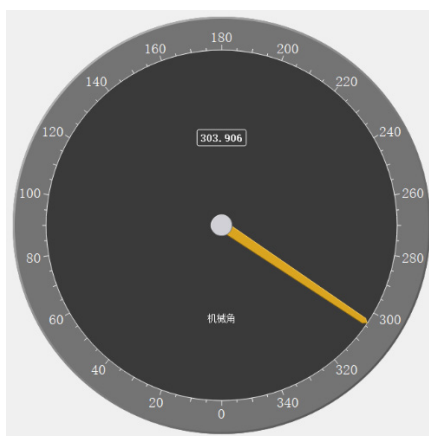


3.3.8.8 机械表盘

指示电机机械角度

旋转 360°的意义：

- 旋转电机旋转一圈；
- 直线电机一个极距；



3.3.9 编码器寻相

3.3.9.1 慢速寻相

若指针在某一个位置左右摆动大约 90° (总共摆动 180°)，并最后停在此位置，说明寻相成功；若指针摆动无规律，则加大寻相力度 (每次增加 1%) 再进行寻相操作。寻相成功之后，最后点击“保存相位”即可。

3.3.9.2 二分搜索寻相

仅用于寻找初始相位，不能用于校正相序；此寻相方式下，电机几乎不动，在电气角码盘上也只能看到指针微小的摆动；如果寻相错误 (驱动器报寻相失败)，则有如下几种可能性：

1. 电机动力线没接；
2. 寻相力度不合适，请增大寻相力度后再试；
3. 负载过大，请考虑驱动器型号是否合适；

3.3.9.3 霍尔寻相

用于寻找霍尔顺序和偏差；在该模式下，电机会转动 120° (三分之一极距)；如果寻相错误 (驱动器报霍尔错误)，则有如下几种可能性：

1. 电机霍尔线没接或接错；
2. 传感器本身存在问题；
3. 寻相结果有某几相不对，请联系固高伺创技术支持进行查看；

3.3.9.4 上伺服自动寻相

该选项由调试软件根据编码器类型的选择自动配置。

此选项意为在本次上电 / 复位后的第一次上使能时，驱动器会自动寻相，并不是每次上使能都会自寻相。用 PC 调试软件上使能时，该选项无效，需要使用者自己记得寻相，不过此调试软件在发现需要寻相而没有寻的时，会提示用户“请先寻相”。上伺服自寻相的方式请配置为二分搜索，力度根据负载而定，负载越大，需要的力度越大。

3.3.9.5 寻相步骤

不同的编码器类型，寻相的步骤有所不同。

绝对值编码器，及正弦余弦 + 绝对值编码器

将寻相方式设为慢速寻相，点击“寻相”，寻相完成后点击“保存相位”。

正弦余弦编码器，ABZ 编码器，旋变编码器：

1. 先将寻相方式设为慢速寻相，点击“寻相”，寻相完成后点击“保存相位”；这一步主要是寻找电机的初始相位和相序。
2. 由于这些编码器每次重新上电 / 复位之后都需要再次寻相，故而需要将寻相方式和寻相力度配为上伺服自寻相需要的方式和力度。将寻相方式设为“二分搜索”，再设置合适的寻相力度 (负载较轻可以设置 10-20%，负载较大可以设置 25-35%)，之后点击编码器上方的保存，可以将该方式和力度写入驱动器。

正弦余弦 + Hall，ABZ + Hall

1. 先将寻相方式设为慢速寻相，点击“寻相”，寻相完成后点击“保存相位”；这一步主要是寻找电机的初始相位和相序。
2. 将寻相方式设为霍尔寻相，点击“寻相”，寻相完成后点击“保存相位”；这一步主要是寻找电机的霍尔顺序和偏差。

寻相完成之后，需要用电压开环模式去检验寻相结果是否正确。



3.4 驱动器参数调试

伺服电机参数配置确认，便可以进行驱动器参数调试；

如仍有报警，请参照第四章 - 故障诊断处理报警。

初次适配电机，请严格按照下述步骤进行。

3.4.1 ADC 校正

添加“U相电流”、“V相电流”、“W相电流”曲线以及“测量速度”曲线，点击左上角  按钮，开始采集曲线，再点击  使曲线自适应界面大小；先将控制源切换到 PC 端，在“模式”一栏，将需要调试的轴（如 1 轴）控制模式切换到“ADC 校正”，然后点击伺服按钮上伺服（如果多关节机械臂，则在上伺服之前需有人配合托住当前调试轴，以防机械臂松抱闸时下坠）。正常情况下，此时如果电机带抱闸，会听到抱闸动作的声音，人为转动电机或者推动相应机械臂，如图，会采集到三相交流曲线，每相相位相差 120°，测量速度非零，且曲线连续变化。

此步骤主要用于确认动力线缆及编码器线缆连接是否正确，轴号对应是否有误。

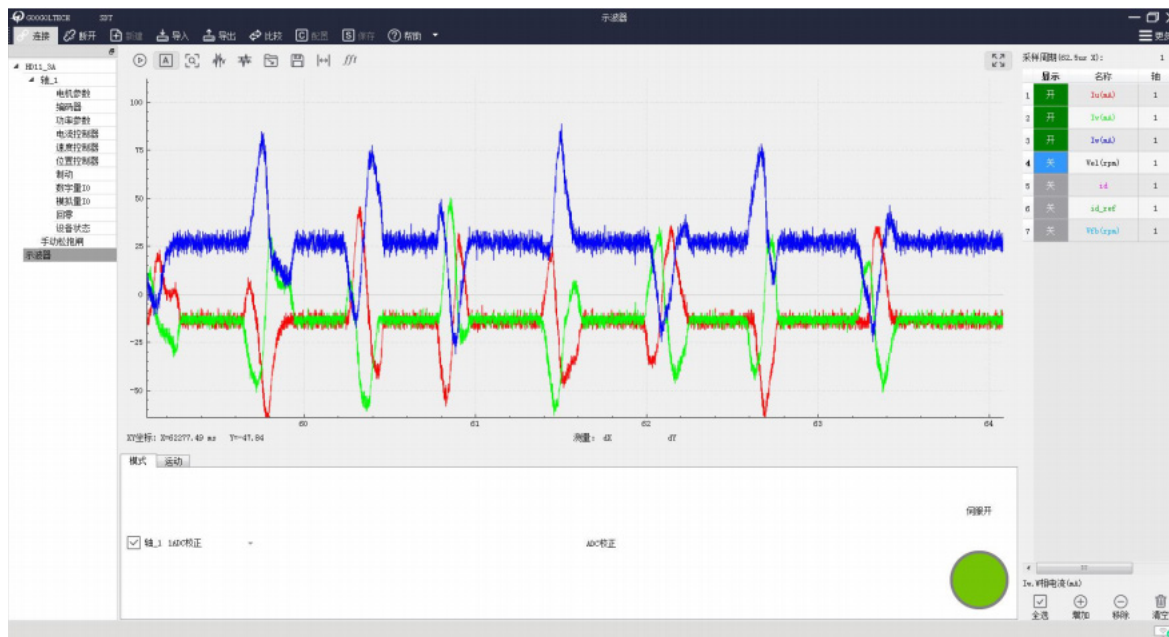


图 3.4.1.1 检测曲线选择界面

3.4.2 电压开环调试

将当前伺服的控制源切换为“PC”，模式切换为“电压开环模式”，增加表中所列的对象“lu”、“lv”、“lw”、“Vel”的数据，点击示波器曲线采集按钮，开始采集波形；

表 3.4.2.1 电压开环调试监测对象

	名称	定义
1	lu	U相电流
2	lv	V相电流
3	lw	W相电流
4	Vel	测量速度

电压开环测试是一种连续单向运动，请注意行程设备安全。

uq_ref 中填入 5 回车，然后点击“伺服开”按钮，正常情况，上伺服后电机缓慢转动，曲线如图所示，为趋近于三相正弦交流曲线。若电机不动，则加大 uq_ref 的电压值，再上伺服。uq_ref 每次加 1，直至电机开始运转。如 uq_ref 加到 12 电机仍无法运转，请检查当前轴参数中极对数是否正确。



图 3.4.2.1 电压开环调试界面

如若快到行程极限，请点击“伺服关”（伺服开点击后按钮名称切换为伺服关）关闭伺服，伺服将减速停机；电压开环调试电机运动，安全性高，主要用于确认相位是否正确，以防在速度环调试时因为相位不对而飞车。

3.4.3 电流闭环调试

电流闭环调试，是用来调试电流环比例增益和积分增益参数，使其能获得一个较好的电流环响应效果；

将当前伺服的控制源切换为“PC”，模式切换为“电流闭环模式”，增加表中所列的对象 ID、ID_REF 的数据，点击示波器曲线采集按钮，开始采集波形；

表 3.4.3.1 电流闭环调试监测对象

名称	定义	
1	ldr	励磁电流指令
2	ld	励磁电流

若是增量式编码器，在使能前需要确认是否寻相（复位完成后也需要寻相）。

ID_REF 输入 5 然后回车，点击伺服开关上使能，然后关掉伺服使能，此时示波器会采集到一个方波，如下图所示；

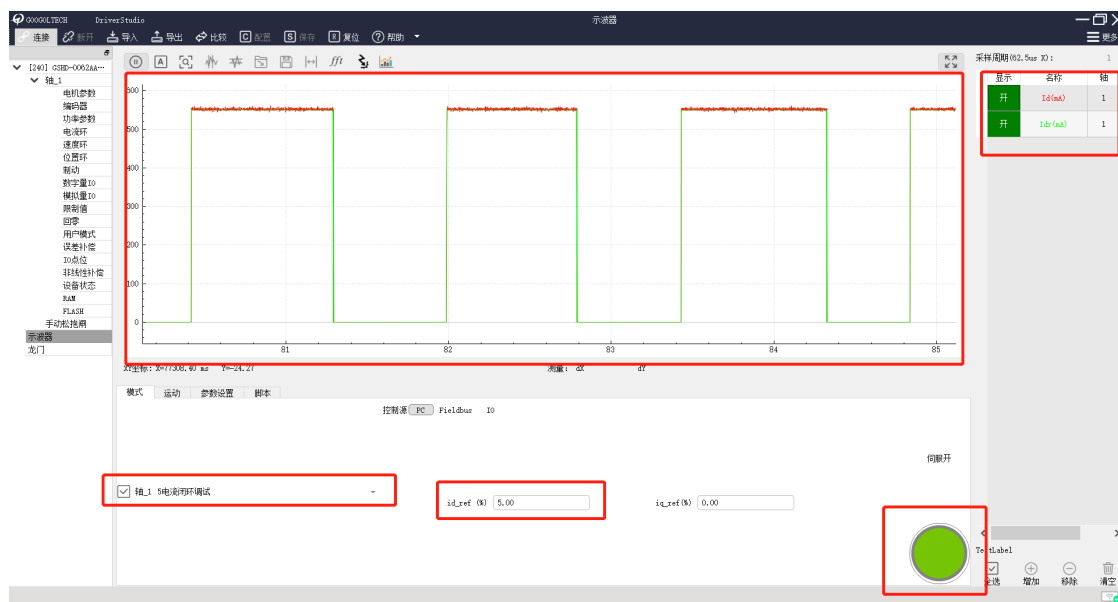


图 3.4.3.1 电流闭环调试界面

分别采集 ID_REF 分别为 5、10、20、30 时的电流曲线，示波图中可以看出，随着 ID_REF 指令电流加大，反馈电流震荡越来越严重，电流环响应太快，此时，可适当降低电流控制器增益系数，增大积分常数。若电流环响应太慢，则适当增加电流控制器增益系数，减小积分常数。

分析捕捉到的 Idr 和 Id 两条曲线，两条曲线越贴近越好，如果两曲线跟随效果不好的

话就把电流环的增益系数加大、积分常数减小，一般的用两光标尺移到两曲线大概 1/2 斜率的位置，其相差在 0.4ms 左右即可（有稍微超调没关系，但不能有太大振荡）。

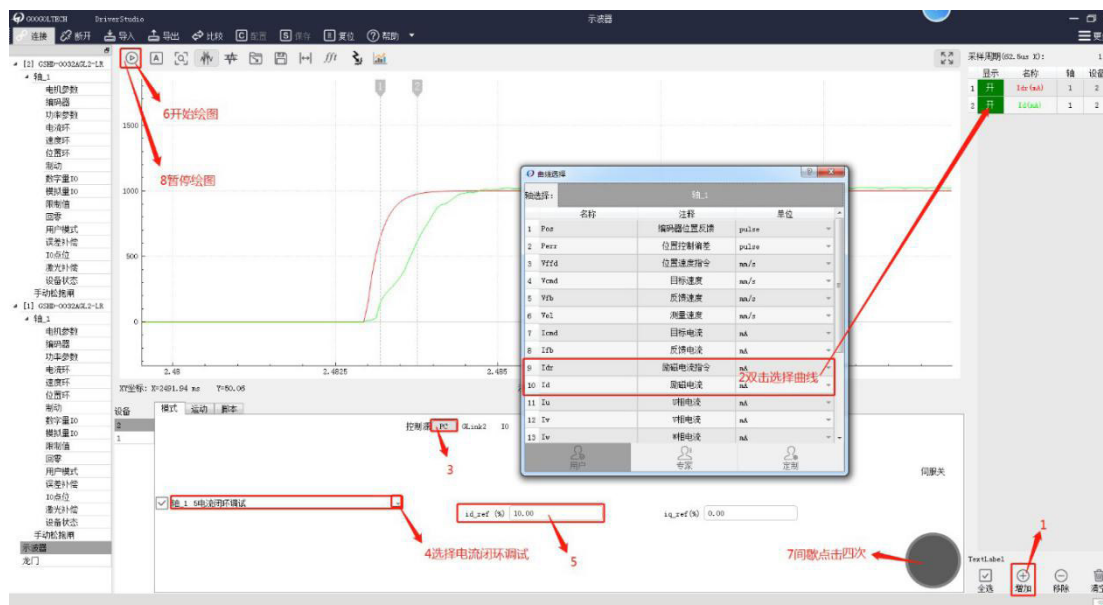


图 3.4.3.2 电流闭环调试曲线

如果是发送电流指令让电机运动，需要观察用户曲线中的 Icmd（电流指令）与 Ifb（电流反馈）两条曲线。

iq_ref 设为需要的电流指令大小，id_ref 设为 0，然后回车，点击伺服开关上使能，即可输入电流指令让电机转动。因为电流指令过大会让电机加速过快，建议 iq_ref 从 0.5 开始，每次向上加 0.1 直到电机能够稳定运动。

注意：此方式有一定危险，如无必要不建议自行使用。

3.4.4 惯量辨识

惯量识别的主要目的是识别机械惯量，识别后的值保存在 flash 参数值中。

将当前伺服的控制源切换为“PC”，模式切换为“13-惯量辨识”，增加表中所列的对象“Icmd”、“Ifb”、“Vel”的数据，点击示波器曲线采集按钮，开始采集波形。

表 3.4.4.1 惯量识别监测对象

名称	定义
1 Icmd	目标电流
2 Ifb	反馈电流
3 Vel	测量速度

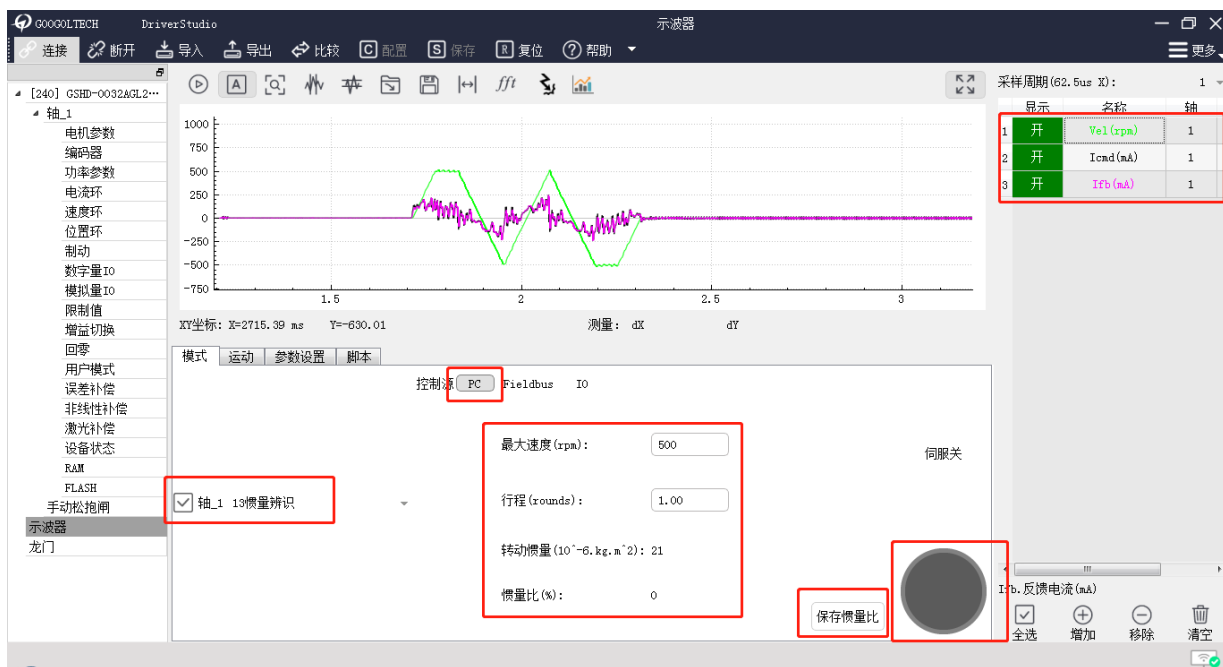


图 3.4.4.1 惯量识别界面

最大速度：惯量辨识期间的最大速度；

行程：惯量辨识走过的行程。

设定完毕后记得敲回车。

之后点击开始画图，然后上伺服，点击会在设定的行程范围内往复转动，最后回到原点。回到原点后会自动下使能。

此过程完成后会显示转动惯量和惯量比（直线电机下为总质量和惯量比），要注意在辨识过程中，电流的最大值要达到或接近额定电流，这样识别的惯量比才是比较准确的；点击“保存惯量比”可直接将惯量比保存至驱动器中。

3.4.5 速度环调试

将当前伺服的控制源切换为“PC”，模式切换为“速度模式”，增加表中所列的对象“Vcmd”、“Vel”、“Icnd”、“Ifb”的数据，点击示波器曲线采集按钮，开始采集波形；

表 3.4.5.1 速度环调试监测对象

名称	定义
1 Vcmd	目标速度
2 Vel	反馈速度
3 Icnd	目标电流
4 Ifb	反馈电流

在“运动”模式下将当前调试轴选择为“速度模式”，勾选“周期循环”，此功能主要针对于有机械限位的场合，让电机往复运动，保证机械安全。设置“幅值”、“周期”、“循环次数”，一般可直接采用默认值，点击“伺服开关”上伺服，再点击“开始运动”，正常情况下，电机开始周期性往复运动，各项曲线如图所示。

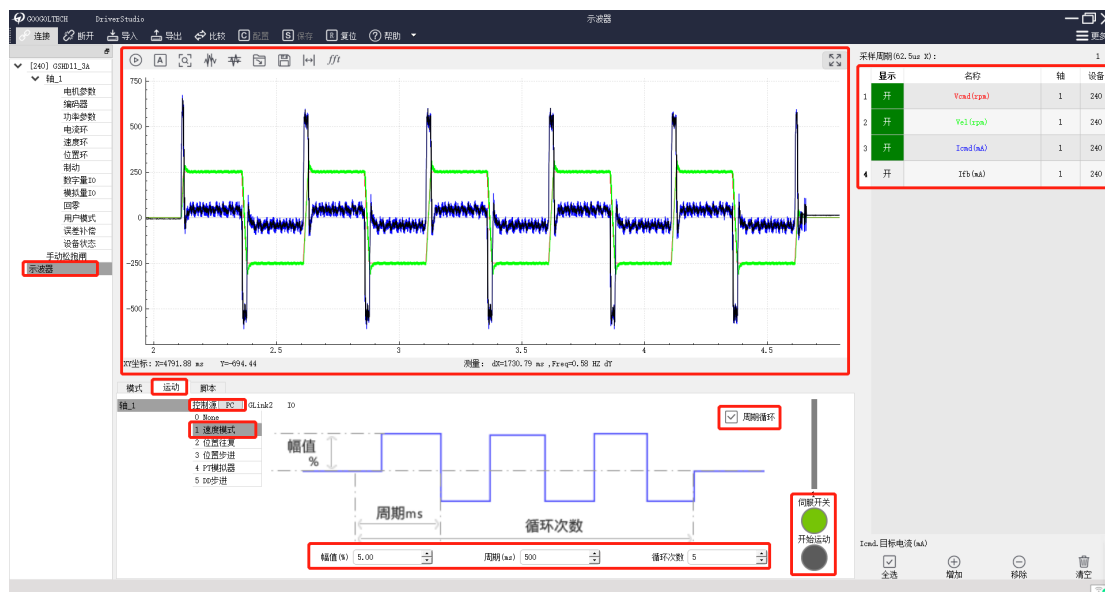


图 3.4.5.1 速度闭环调试界面

若出现电机高频鸣叫，曲线震荡，则降低速度环增益；若增益降低至 10 左右仍无法改善，则请检查电机参数页面中相电阻、相电感、扭矩系数等参数设置是否有误。

3.4.6 位置环调试

将当前伺服的控制源切换为“PC”，模式切换为“位置模式”，增加表中所列的对象“Vcmd”、“Vel”、“Icmd”、“Ifb”、“Perr”的数据，点击示波器曲线采集按钮，开始采集波形；

表 3.4.6.1 位置环调试监测对象

名称	定义
1 Vcmd	目标速度
2 Vel	反馈速度
3 Icmd	目标电流
4 Ifb	反馈电流
5 Perr	位置误差

在“运动”模式下将当前调试轴选择为“位置模式”，勾选“周期循环”，此功能主要针对于有机限位的场合，让电机往复运动，保证机械安全。设置合适的“加速度”、“减速度”、“最大速度”、“圈数”、“时间间隔”等参数；

点击“伺服开关”上伺服，再点击“开始运动”，正常情况，电机开始周期性往复运动，各项曲线如图所示。

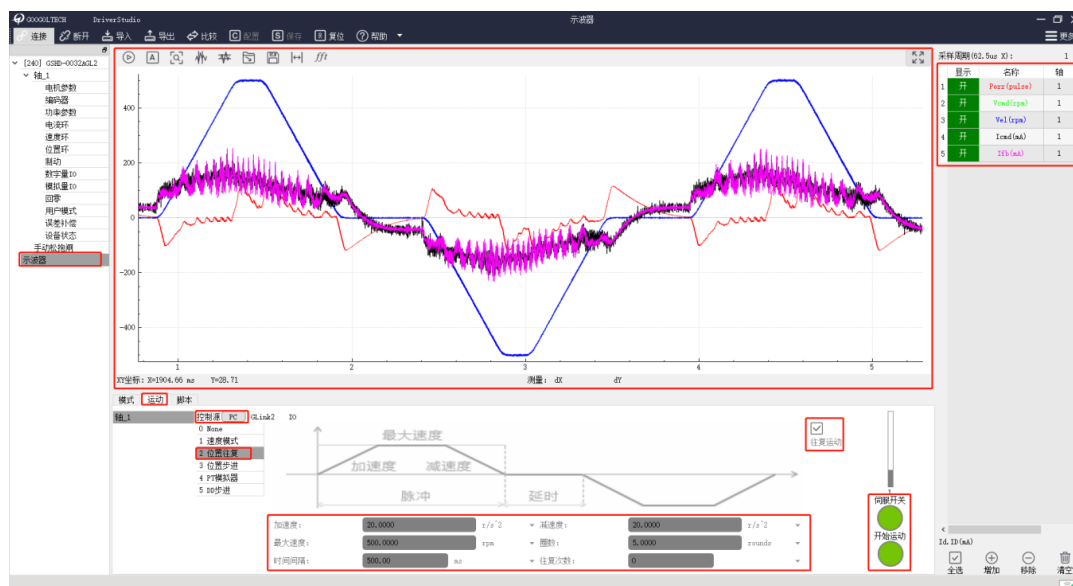


图 3.4.6.1 位置闭环调试界面

逐渐增大位置环增益，使位置环误差达到指定的范围，若出现电机振动或者啸叫，曲线震荡，则需要降低位置环增益。

3.4.7 滤波器的使用

若在调试过程中出现电机上使能和运行过程中有振动或较大的异响，可以在示波器页面添加 I_{cmd} 和 I_{fb} 曲线，检测规划电流和反馈电流有没有出现震荡，如出现下图现象可点击 fft 傅里叶分析工具，分析在什么频率会引起共振现象



图 3.4.7.1 电机振动时电流曲线

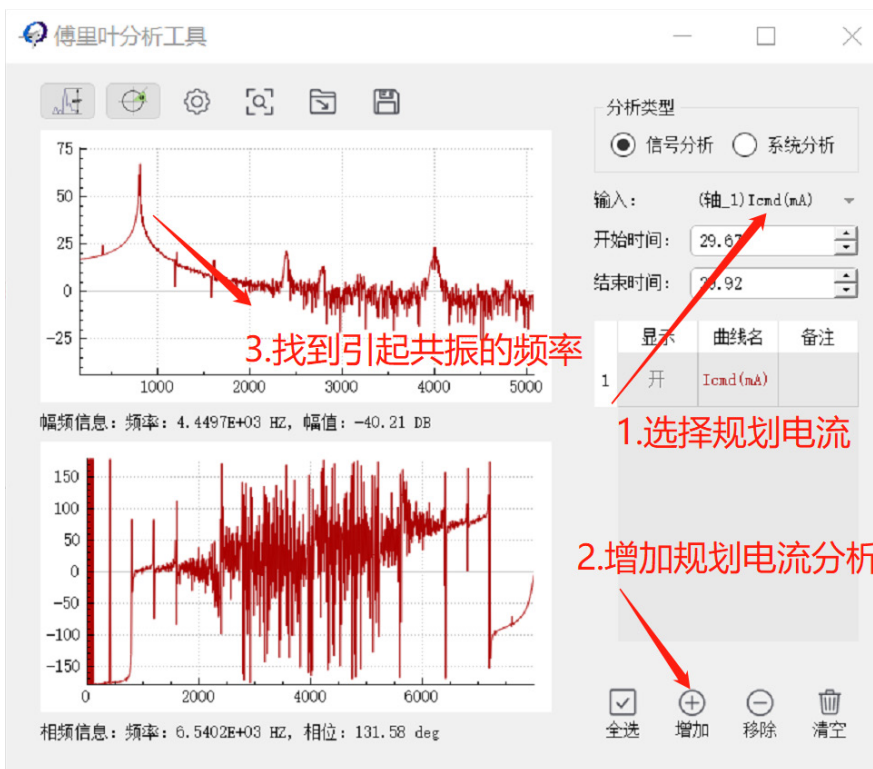


图 3.4.7.2 傅里叶分析工具的使用

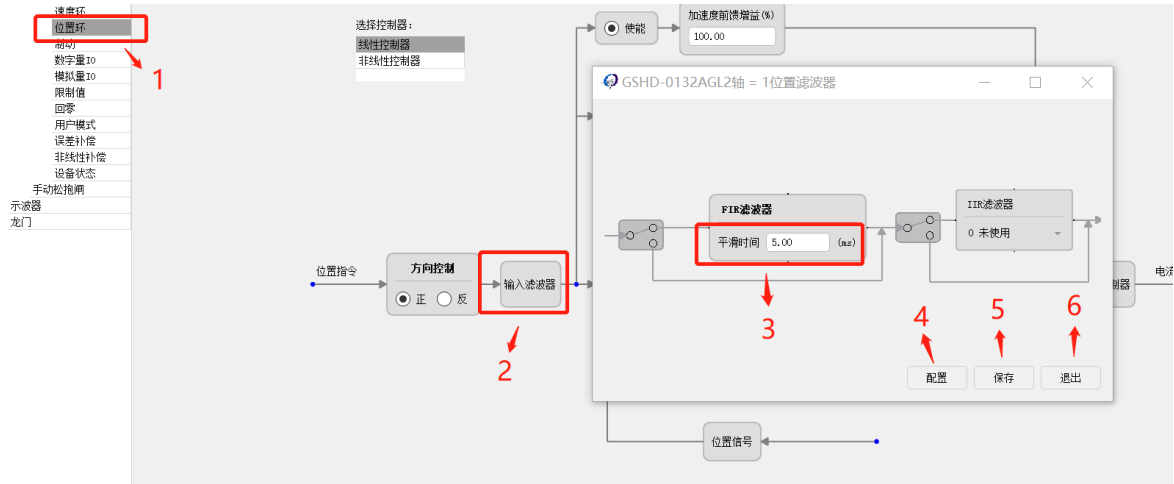
目前最常用的滤波器共三种：

位置环 FIR 滤波器、速度环输出滤波、编码器反馈滤波；

在傅里叶分析工具里找到引起共振的频率，然后在速度环界面输出滤波器里添加滤波器，设置滤波参数（写入新值需回车，配置保存直接生效），可以滤去引起共振的频率，有多种滤波器可供选择，高频时建议选择低通滤波器，若加了低通滤波器没有消除异响振动，可换带阻滤波器试试。

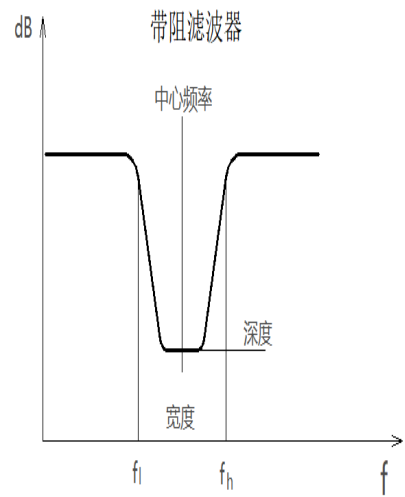
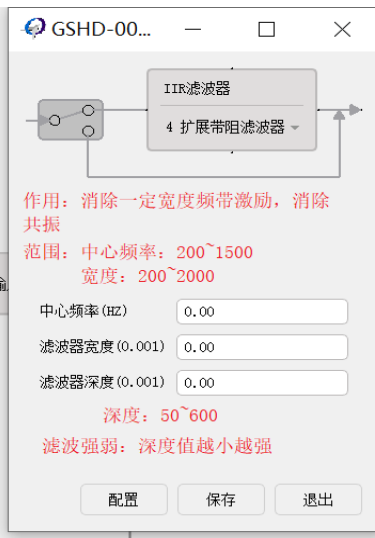
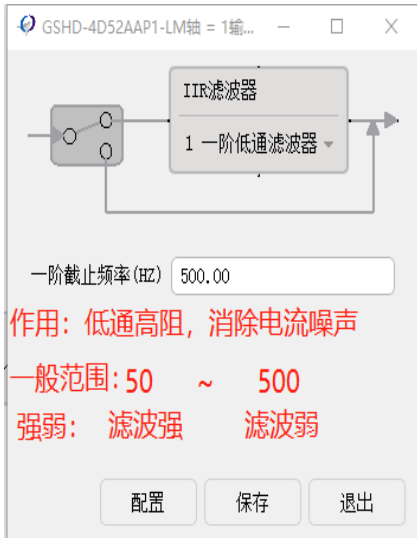
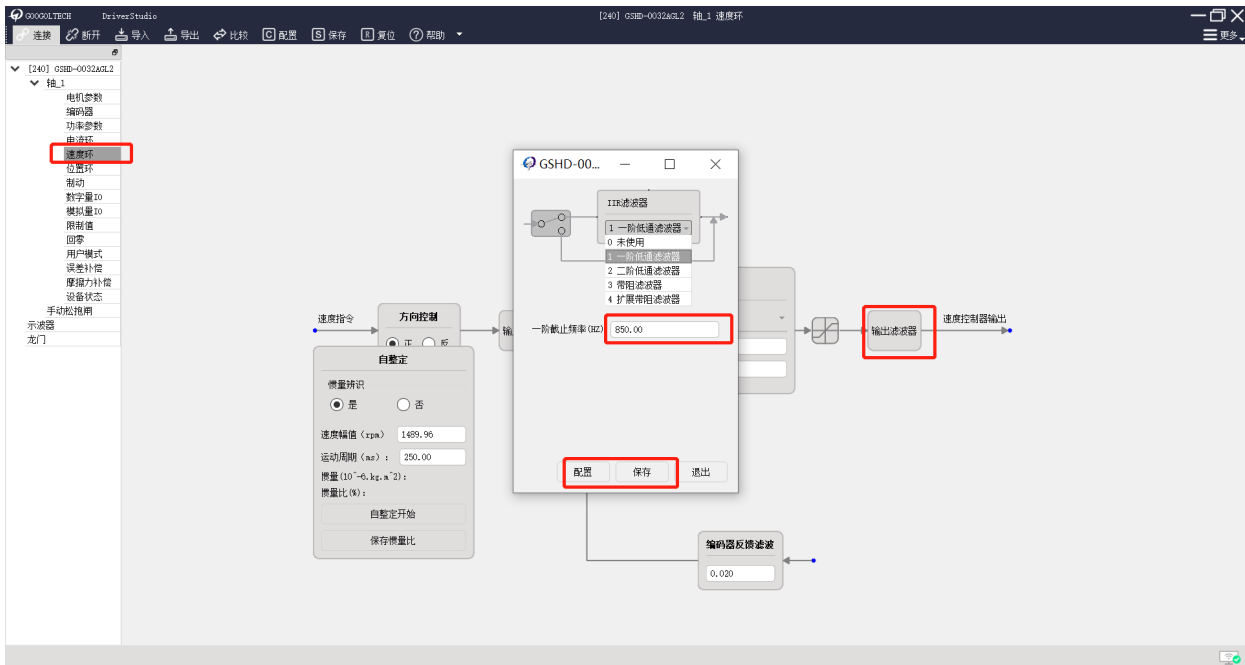
1. 位置环 FIR 滤波器

即为位置环的平滑，可以设置平滑时间。平滑时间不能达到或超过 128ms。



2. 速度环输出滤波

此滤波器可用于对电流指令进行滤波，消除电机上使能和运行过程中的振动和异响。



3. 编码器反馈滤波

用于滤除编码器反馈中的噪声。取值范围从 0.001 至 0.999，值越小滤波效果越大。



3.4.8 精细调试

1、电流环增益的调试

电流环默认的参数，如图 3.4.8.1 所示

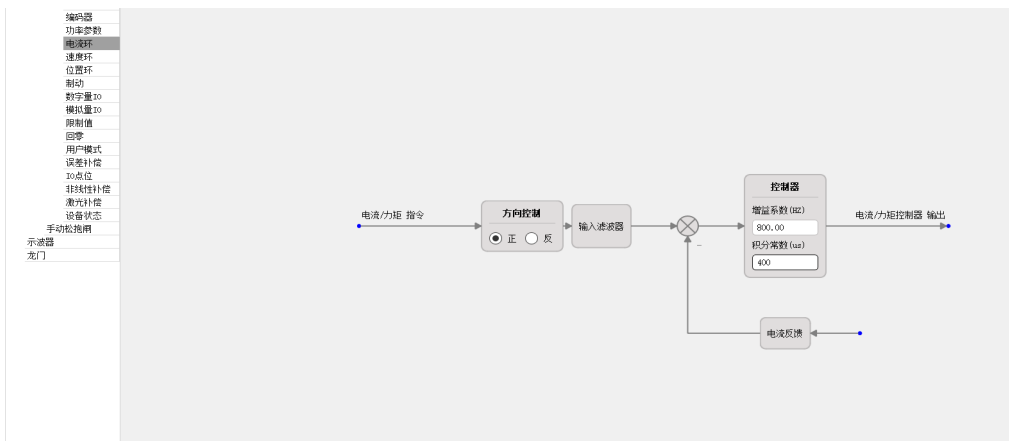


图 3.4.8.1 电流环的默认参数



图 3.4.8.2 电流环默认参数波形

电流环的调试需求： I_d 与 I_{dr} 相差的在 0.4ms 左右即可（有稍微超调没关系，但不能有太大振荡）
增大电流环增益系数的波形变化（如图 3.4.8.3）

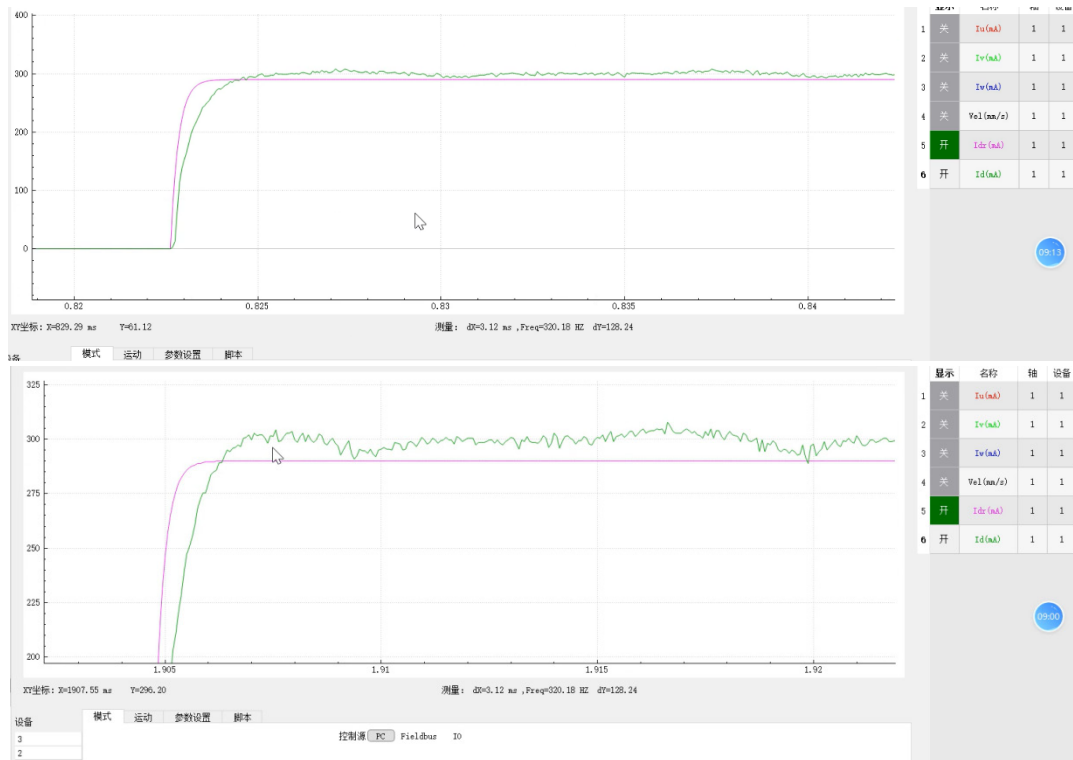


图 3.4.8.3 增大电流环增益系数后的波形

增大电流环积分常数的波形变化（如图 3.4.8.4）

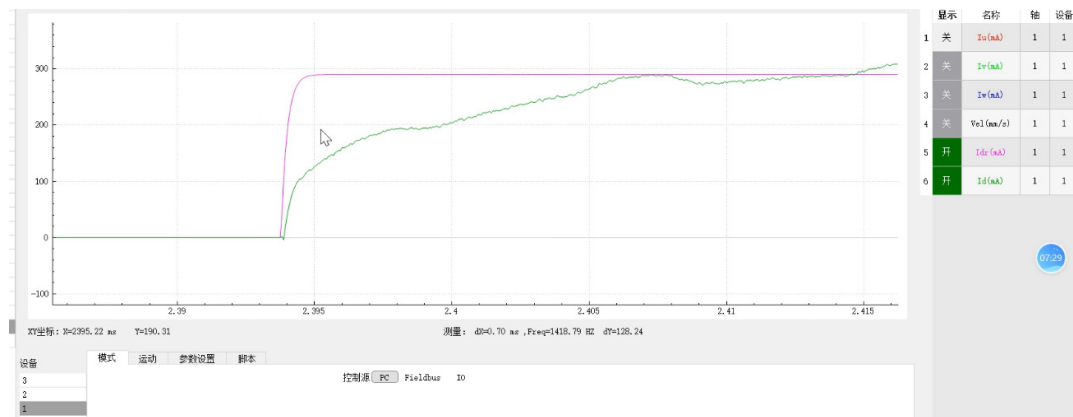
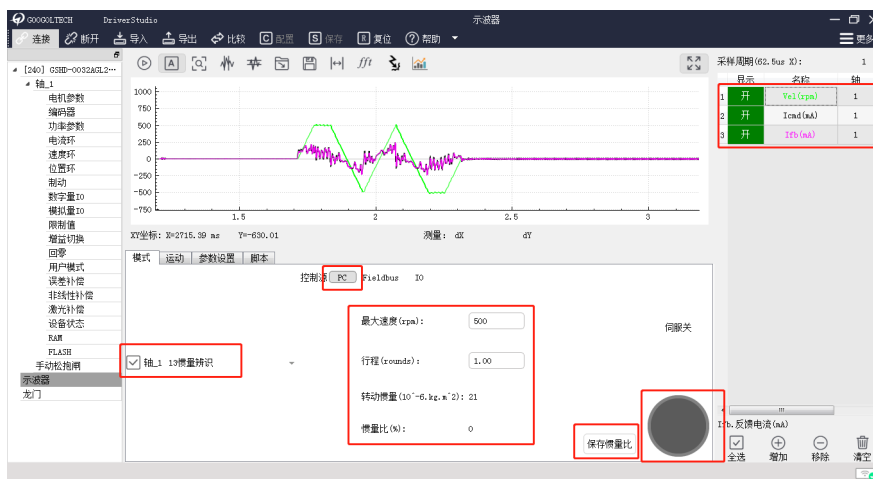


图 3.4.8.4 增大电流环积分常数后的波形

2、惯量辨识

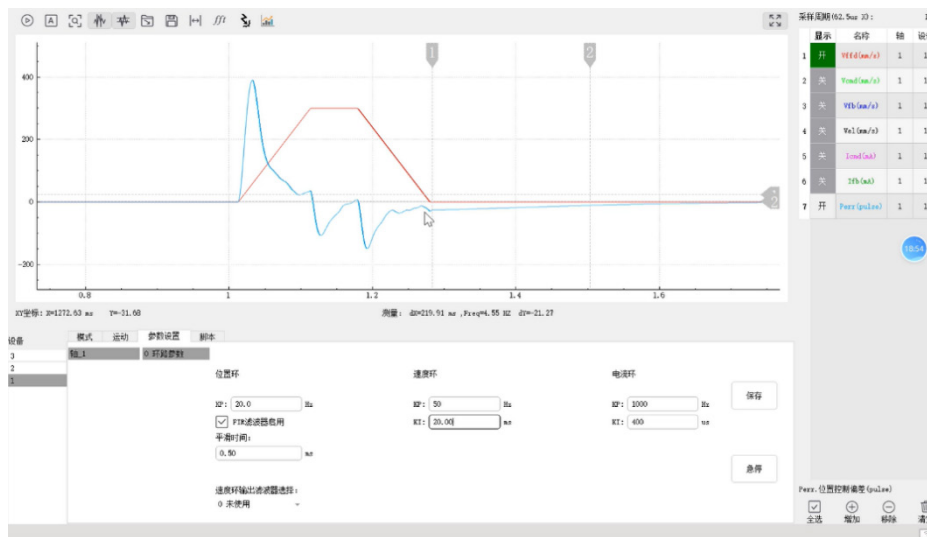
为了使识别出来的惯量比尽可能的准确，在识别惯量比的时候，采集电流的最大值要接近电机的额定电流值，同时还要保证在识别的过程电机中不会碰撞到正负限位。识别完之后保存惯量比，然后复位生效。（如图 3.4.8.5）

注意：保存惯量比之后，需要将速度环以及位置环的增益降低一些。

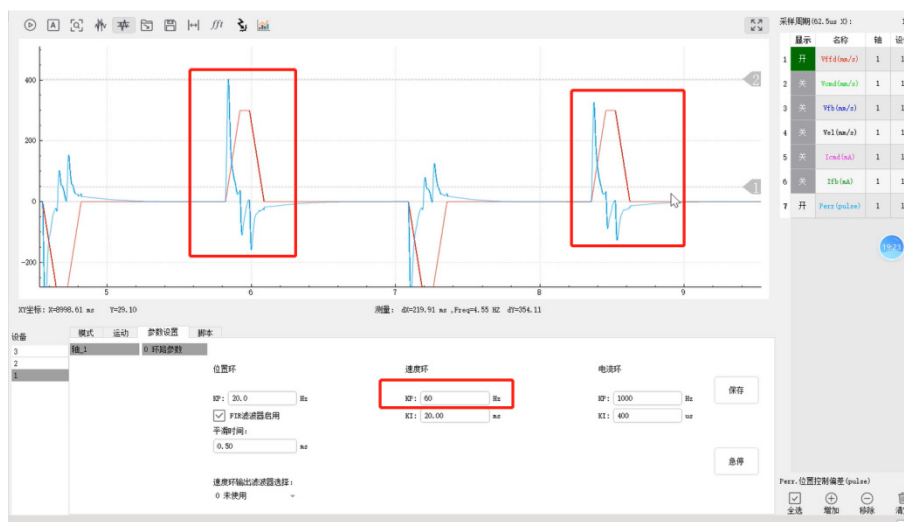


3、速度环增益的调试

如下图所示是未修改增益的波形图



增大速度环增益系数的波形变化：全程误差降低（如图 3.4.8.7）



添加位置环加速度前馈增益：明显降低加速段误差（如图 3.4.8.8）

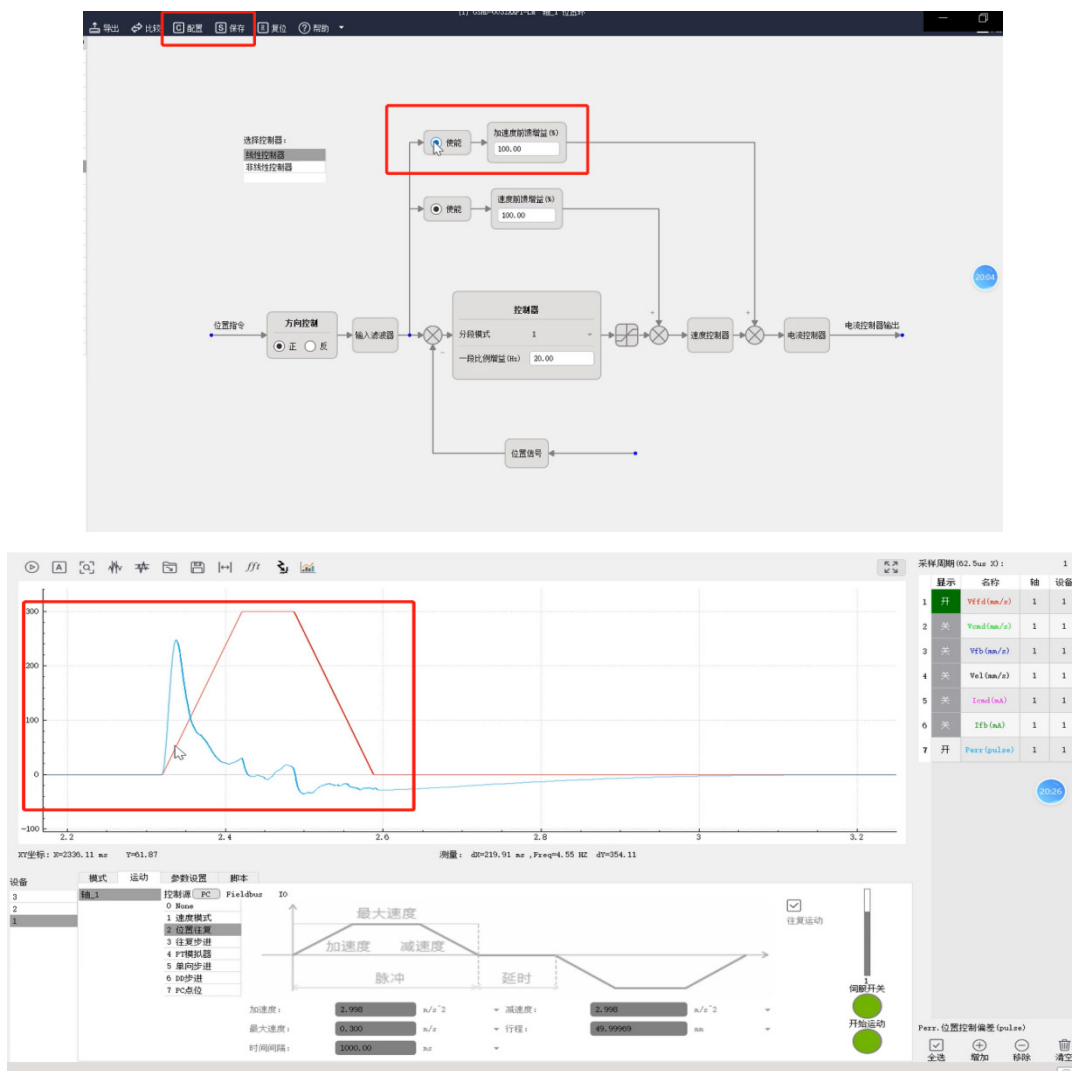


图 3.4.8.8 添加位置环速度前馈的波形

减小速度环积分常数的波形变化：明显降低加速段误差

积分常数为 20ms 下的波形，看图 3.4.8.9。

积分常数减小为 10ms 后的波形，看图 3.4.8.10。

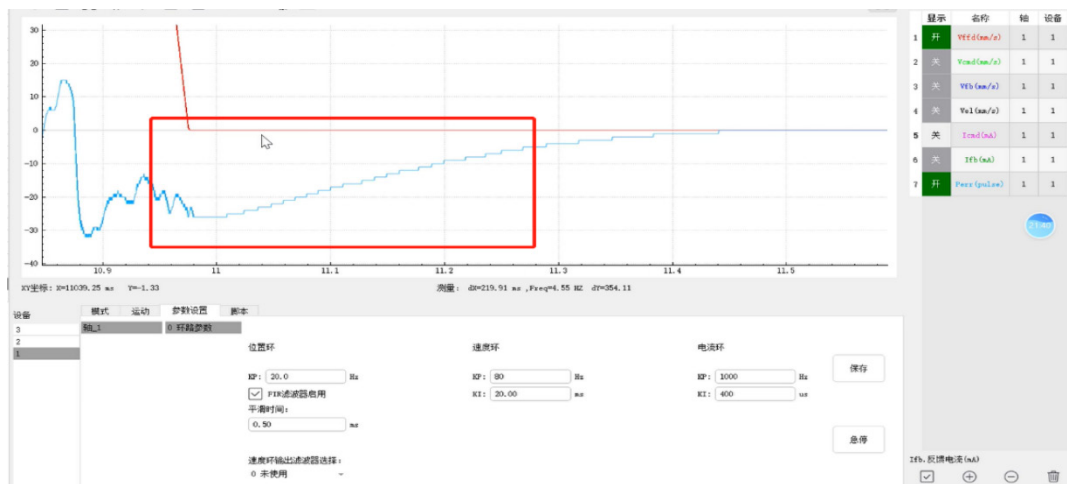


图 3.4.8.9 原有积分常数的波形

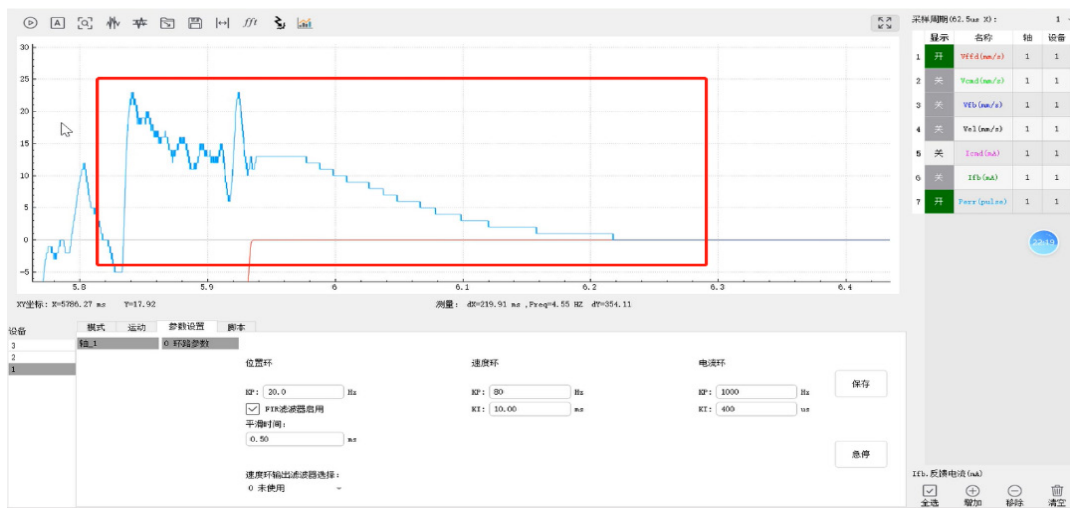


图 3.4.8.10 减小速度环积分常数后的波形

4、位置环增益的调试

增大位置环增益系数的波形变化：全程误差降低（如图 3.4.8.11）

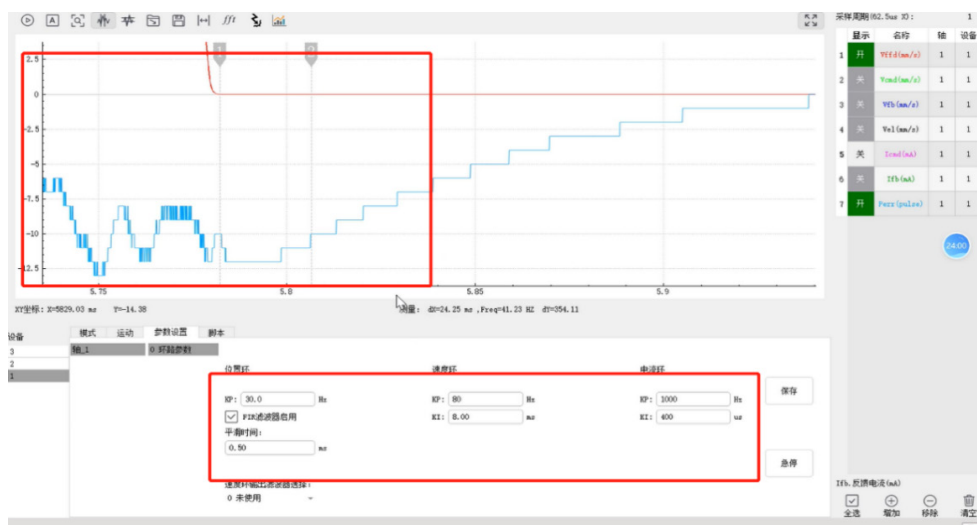


图 3.4.8.11 增大位置环增益系数后的波形

添加平滑时间：明显降低加减速段误差

未添加的波形如图 3.4.8.12

添加后的波形如图 3.4.8.13



图 3.4.8.12 未添加平滑时间的波形

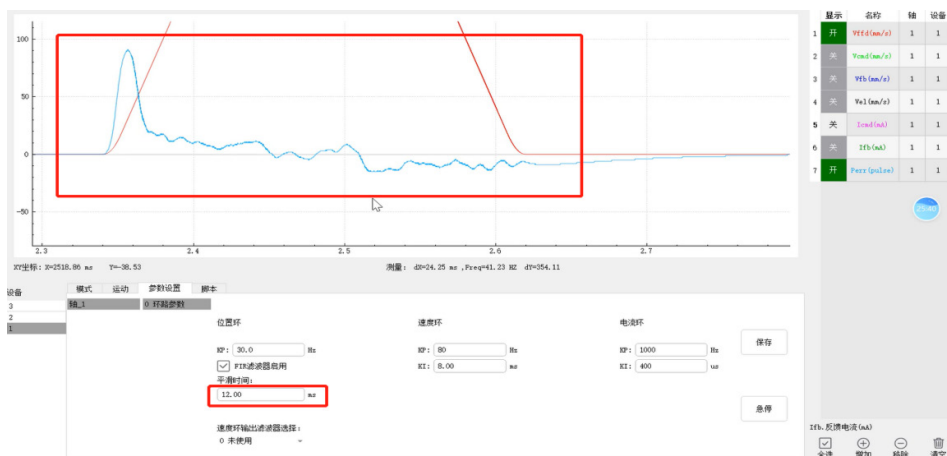


图 3.4.8.13 添加平滑时间的波形

3.5 控制模式设定

GSFD 伺服驱动器控制模式的设定，在“用户模式”中进行设置。

设置界面如下所示：

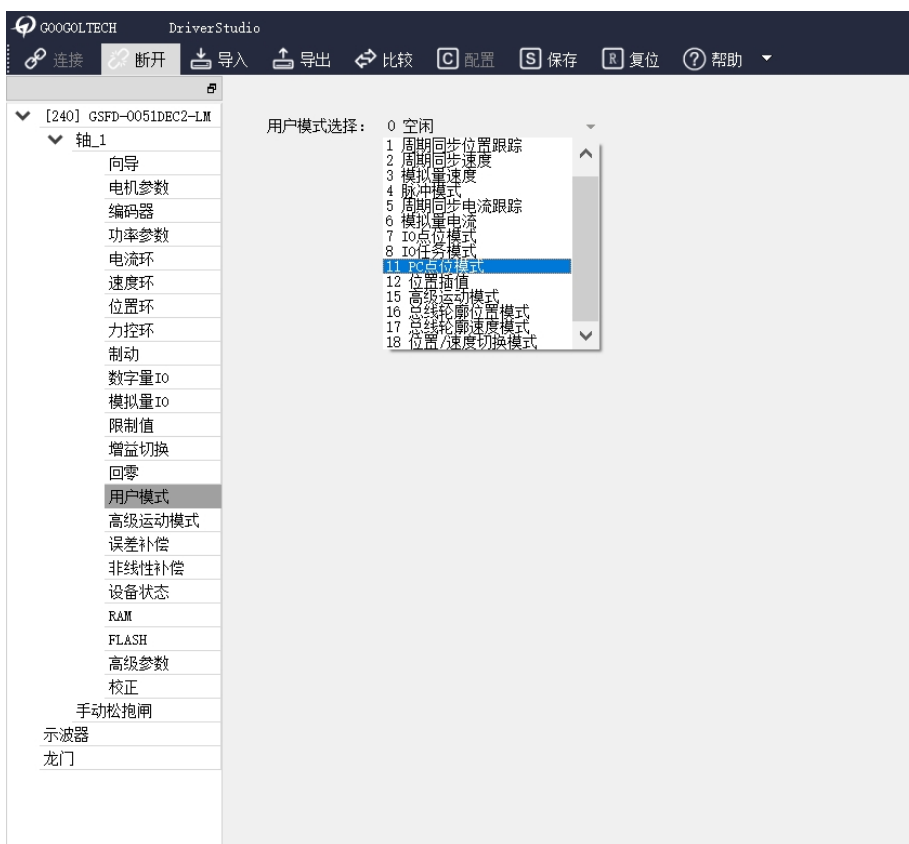


图 3.5.1 “运动控制源”设置

共十三种模式可供设置，分别为：

- 周期同步位置；
- 周期同步速度；
- 模拟速度；
- 脉冲模式；
- 周期同步电流跟踪；
- 模拟电流模式；
- I/O 点位模式；
- I/O 任务模式；
- PC 点位模式；
- 位置插值模式；
- 高级运动模式；
- 总线轮廓位置模式；
- 总线轮廓速度模式。

3.5.1 周期同步位置

在“用户模式”中设置“用户模式选择”为“1- 周期同步位置”，然后点击“保存模式”保存，如下图所示。



图 3.5.1.1 周期同步位置设置

此模式为总线（EtherCAT）模式下，驱动器走位置环所需要的设置的模式。

可用外部指令修改模式：如果勾选，驱动器伺服模式由总线发送的指令字决定；如果不勾选，驱动器则自行锁定为位置模式。在总线下一一般需要勾选。

输入分辨率：即为编码器界面的输入分辨率，意为上位机发送多少脉冲时，电机转一圈 / 走一个极距。

总线指令预估：用于处理总线丢包。

位置插值：用于调整 EtherCAT 控制器的位置环周期与驱动器位置环周期

注意：用户需要在总线位置模式，总线速度模式和总线电流（力矩）模式间进行切换时，将用户模式设为周期同步位置跟踪即可。在编码器 - 编码器配置中设置输出脉冲和输入脉冲。

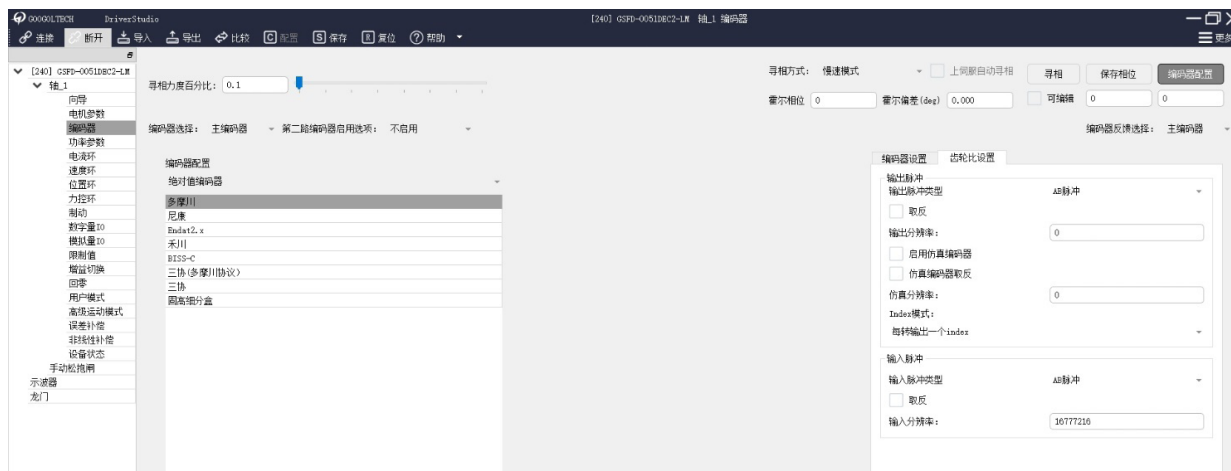


图 3.5.1.2 周期同步位置设置

输出脉冲：反馈给上位机或主站的每圈脉冲数；

输入脉冲：接收来自上位机或主站的每圈脉冲数；

3.5.2 周期同步速度

在“用户模式”中设置“用户模式选择”为“2- 周期同步速度”，然后点击“保存模式”保存，如下图所示。



图 3.5.2.1 周期同步速度设置

此模式为总线（EtherCAT）模式下，驱动器走速度环所需要的设置的模式。

可用外部指令修改模式：如果勾选，驱动器伺服模式由总线发送的指令字决定；如果不勾选，驱动器则自行锁定为速度模式。在总线下一一般需要勾选。

注意：用户需要在总线位置模式，总线速度模式和总线电流（力矩）模式间进行切换时，请不要使用此模式，直接将用户模式设为周期同步位置跟踪即可。

3.5.3 模拟量速度

在“用户模式”中设置“用户模式选择”为“3- 模拟量速度”，然后点击“保存模式”保存，如下图所示。

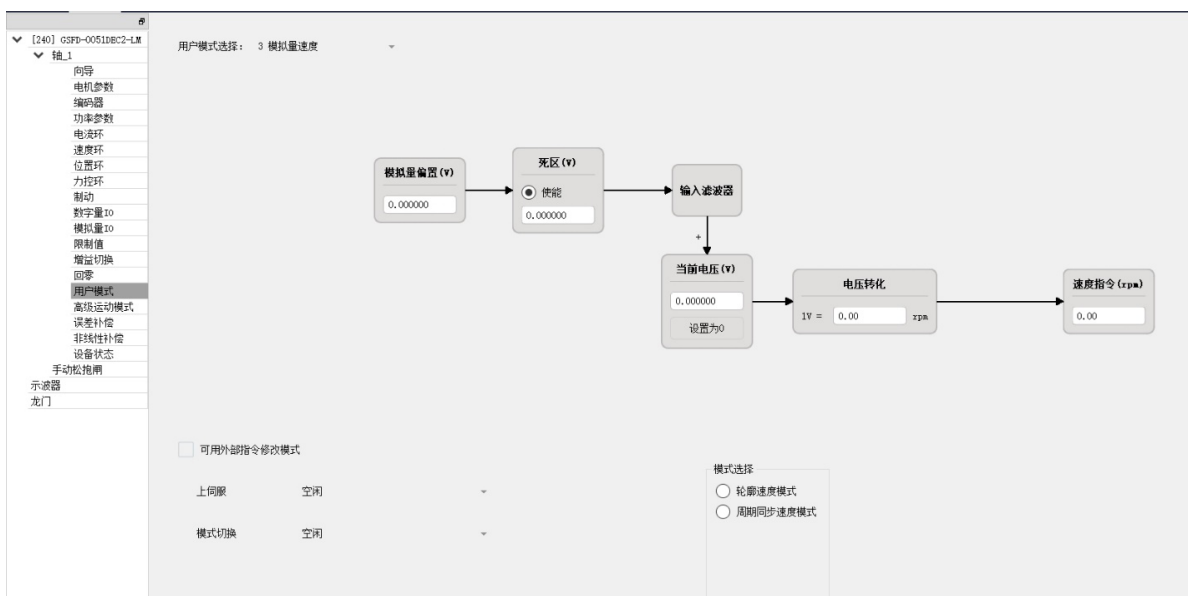


图 3.5.3.1 模拟量速度设置

此模式为将模拟量电压信号转换为速度指令的模式。

模拟量偏置：初始模拟量偏置。

设置为 0：将模拟量偏置值设为当前输入值的相反数。一般用于校正模拟量零飘，在有模拟量输入的时候不要点击。

电压转化：设定模拟量输入电压与速度指令的关系。

可用外部指令修改模式：如果勾选，驱动器伺服模式由模式切换 I/O 的输入状态决定；如果不勾选，驱动器则自行锁定为速度模式。在此模式下一般需要勾选。

模式选择：选择速度开环模式或速度闭环模式。

速度开环	示波器→模式→7 轮廓速度跟踪
速度闭环	示波器→模式→8 周期同步速度跟踪

上伺服：设定用于上使能的 I/O 输入。

模式切换：在此模式下必须选择一个模式切换的输入 I/O，以便让驱动器工作在速度环。如果不想占用实际 I/O，可以将其设置为一个虚拟输入 I/O。

3.5.4 脉冲模式

在“用户模式”中设置“用户模式选择”为“4- 脉冲模式”，然后点击“保存模式”保存，如下图所示。

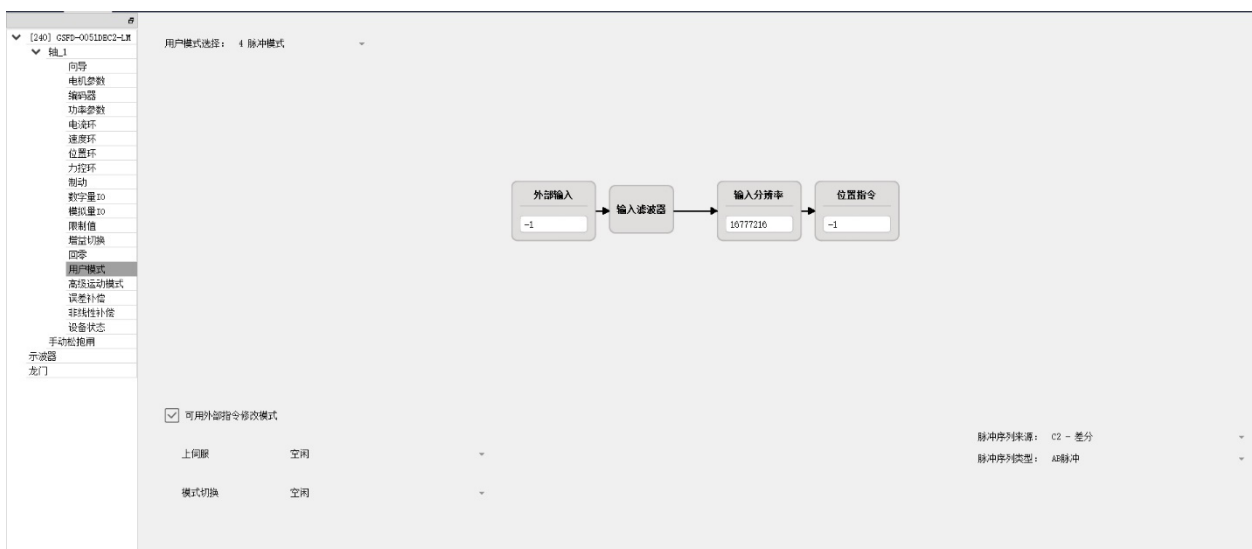


图 3.5.4.1 脉冲模式设置

此模式为驱动器接收上位机脉冲走位置的模式。

输入分辨率：即为编码器界面的输入分辨率，意为上位机发送多少脉冲时，电机转一圈 / 走一个极距。

可用外部指令修改模式：如果勾选，驱动器伺服模式由模式切换 I/O 的输入状态决定；如果不勾选，驱动器则自行锁定为位置模式。在此模式一般需要勾选。

上伺服：设定用于上使能的 I/O 输入。

模式切换：在此模式下必须选择一个模式切换的输入 I/O，以便让驱动器工作在位置环。如果不想占用实际 I/O，可以将其设置为一个虚拟输入 I/O。

脉冲序列来源：

- 使用差分信号：选择选项 C2- 差分。
作为差分信号传输，脉冲加方向信号连接至控制器 I/F 连接器 (C2)。
通过引脚 23 和 24 从控制器或 PLC 接收脉冲信号。
通过引脚 25 和 26 从控制器或 PLC 接收方向信号。
- 脉冲序列类型：
即为输入脉冲设置中的输入脉冲类型，可选 AB 脉冲，正负脉冲，脉冲 + 方向。

3.5.5 周期同步电流跟踪

在“用户模式”中设置“用户模式选择”为“5- 周期同步电流跟踪”，然后点击“保存模式”保存，如下图所示。



图 3.5.5.1 周期同步电流跟踪设置

需要设置运动当量，编码器 - 编码器配置 - 输出脉冲 & 输入脉冲分别输入对应的当量。

此模式为总线（EtherCAT）模式下，驱动器走电流环所需要的设置的模式。

可用外部指令修改模式：如果勾选，驱动器伺服模式由总线发送的指令字决定；如果不勾选，驱动器则自行锁定为电流模式。在总线下一一般需要勾选。

注意：用户需要在总线位置模式，总线速度模式和总线电流（力矩）模式间进行切换时，请不要使用此模式，直接将用户模式设为周期同步位置跟踪即可。

3.5.6 模拟量电流

在“用户模式”中设置“用户模式选择”为“6- 模拟量电流”，然后点击“保存模式”保存，如下图所示。

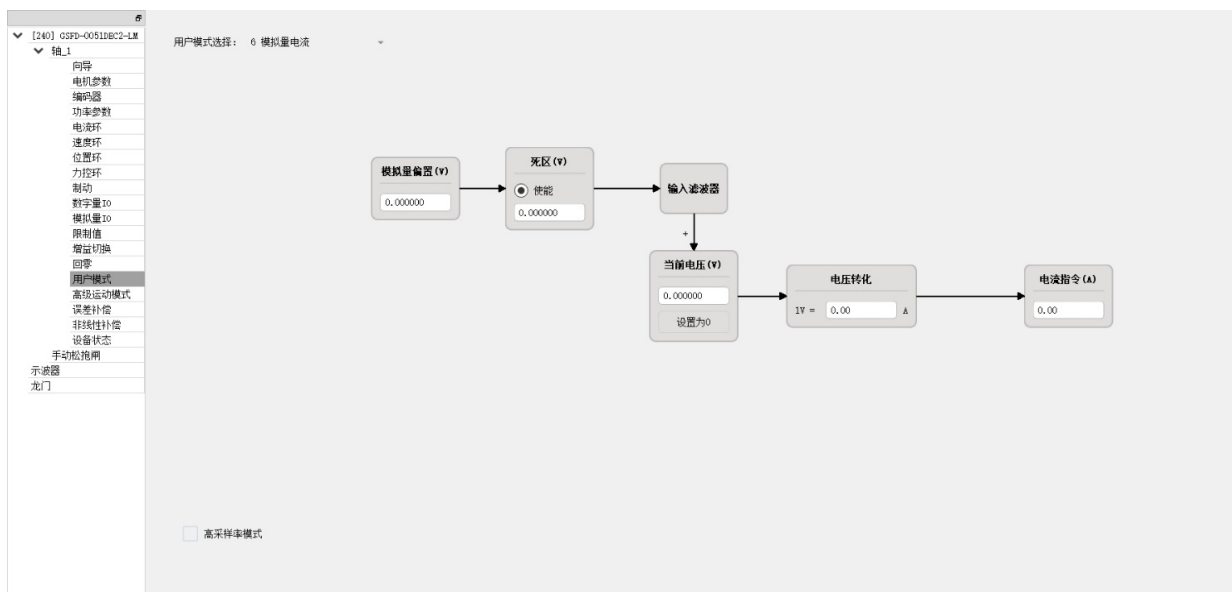


图 3.5.6.1 模拟量电流设置

设置模拟量电压对应的电流，电压转化值；

此模式为将模拟量电压信号转换为电流指令的模式。

模拟量偏置：初始模拟量偏置。

设置为 0：将模拟量偏置值设为当前输入值的相反数。一般用于校正模拟量零飘，在有模拟量输入的时候不要点击。

电压转化：设定模拟量输入电压与电流指令的关系。

高采样率模式：如勾选，电流环采样率提高至 32K。

3.5.7 I/O 点位模式

在“用户模式”中设置“用户模式选择”为“7-I/O 点位模式”，然后点击“保存模式”保存，如下图所示。



图 3.5.7.1 I/O 点位模式设置

I/O 点位模式是用户通过改变一个或几个输入 I/O 的输入状态，通过不同的状态组合控制电机进行点位运动的模式。

一共有八个 I/O 点位运动输入可供设置，每个 I/O 有两个状态，也就是说最多可以设置 $2^8 = 256$ 个不同的位置。

设置 I/O 点位运动的步骤如下：

1. 在输入数量处填写需要的输入 I/O 数量，可以填 1-8。填入数量后，左边的表格会出现相应的位置列表；



2. 设置位置单位，运动模式和运动类型；

运动模式： 正向运动方向 ▾ 运动类型： 绝对式 ▾
 输入数量： 3 单位： deg ▾

位置单位在旋转电机下可选 deg 和 pulse，在直线电机下可选 mm 和 pulse，该单位即为填入位置列表的位置值单位；
 运动模式决定了运动方向，可以选择正向，反向和最短距离；
 运动类型可选绝对值和增量式；

3. 在左边的表格中填写不同 I/O 状态所对应的位置值，注意单位为第二步中设置的单位；

用户模式选择： 7 I0点位模式 ▾

I0状态(左边高位)	位置值	运动模式： 正向运动方向 ▾ 运动类型： 绝对式 ▾
1 000	nan	输入数量： 3 <input type="text"/> 单位： deg ▾
2 001	0	I0点位运动0 空闲
3 010	0	I0点位运动1 空闲
4 011	0	I0点位运动2 空闲
5 100	0	上伺服 空闲
6 101	0	模式切换 空闲
7 110	0	准停 空闲
8 111	0	I0点位运动触发 空闲
		I0点位运动输出位0 空闲

4. 设置需要的 I/O；

I0点位运动0	空闲
I0点位运动1	空闲
I0点位运动2	空闲
上伺服	空闲
模式切换	空闲
准停	空闲
I0点位运动触发	空闲
I0点位运动输出位0	空闲
I0点位运动输出位1	空闲
I0点位运动输出位2	空闲
I0点位运动完成	空闲

空闲
 空闲
 输入1 - C2_3
 输入2 - C2_20
 输入3 - C2_31
 输入4 - C2_14
 输入5 - C2_32_F
 输入6 - C2_15_F
 输入7 - C3_5
 输入8 - C3_15
 输入9 - C3_6

I/O 点位运动输入：设置相应数量的 I/O 点位运动 I/O 输入

上伺服：设定用于上使能的 I/O 输入

模式切换：在此模式下必须选择一个模式切换的输入 I/O，以便让驱动器工作在位置环。如果不想占用实际 I/O，可以将其设置为一个虚拟输入 I/O

准停：使用 I/O 点位运动功能，必须使用驱动器的回零，所以必须要配置一个准停 I/O 或者回零 I/O。如果使用主轴回零，则需要配置准停 I/O；如果使用其他回零模式，就在此界面将准停随意配成一个虚拟 I/O，再去数字量 I/O 界面配置回零 I/O

I/O 点位运动触发：用于触发每一个 I/O 点位运动

I/O 点位运动输出：定制的 I/O 点位输出，如不需要，可以配置为虚拟 I/O

I/O 点位运动完成：每一次完成 I/O 点位运动之后，该 I/O 输出

5. 设置运动参数；

加速度：	<input type="text" value="0.000"/>	x/s ² ▾
减速度：	<input type="text" value="0.000"/>	x/s ² ▾
最大速度：	<input type="text" value="0.000"/>	rpm ▾

设置 I/O 点位运动的运动参数，包括最大速度和加减速速度。

3.5.8 I/O 任务模式

I/O 点位任务，可以通过上位机的数字量逻辑控制完成多达 4 段绝对位移 / 相对位移动作，其中加速度 / 减速度，最大速度及行程均分别可控；



图 3.5.8.1 I/O 点位任务设置界面

I/O 任务模式参数设定

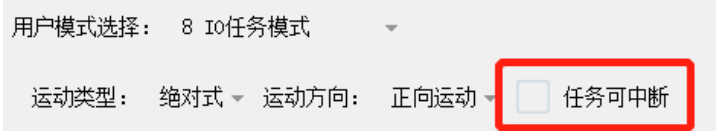
1. 运动类型：绝对式或增量式可选，根据实际工况进行选择；

用户模式选择：	8 I/O任务模式 ▾
运动类型：	绝对式 ▾ 绝对式 增量式
运动方向：	正向运动 ▾
任务可中断	<input type="checkbox"/>

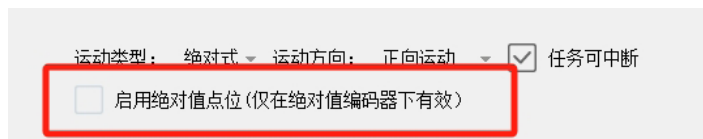
2. 运动方向：可选正向，反向，最短距离

用户模式选择：	8 I/O任务模式 ▾
运动类型：	绝对式 ▾
运动方向：	正向运动 ▾ 正向运动 反向运动 最短距离
任务可中断	<input type="checkbox"/>

3. 任务可中断：如果勾选该选项，在一个 I/O 任务的运动过程中，如果有另一个任务 I/O 输入，第一个 I/O 任务将中断，直接执行第二个任务；如果不勾选，则会继续执行第一个任务，待其完成后才执行第二个任务。



4. 启用绝对值点位：走绝对值点位启用。



5. 上伺服：伺服使能 DI 输入信号设定，必选项；

6. 模式切换：伺服内部模式设置 DI 输入，必选项，默认“取反”；

7. 回零：伺服回零动作 DI 输入信号设定，必选项；功能触发后，按照回零功能设置的模式动作；

8. I/O 任务：支持 4 个 I/O 任务。每一个可以单独设置运动参数，包括加减速度，最大速度和行程；

9. 运动完成：I/O 任务运动完成 DO 输出信号，到位误差在限制值界面设置；



上述参数设置完毕后保存，并复位驱动器即可。

3.5.9 PC 点位模式

该模式为调试模式，用户无需使用。如有疑问，请联系固高伺创技术支持。

3.5.10 位置插值模式

该模式为 EtherCAT 专用，用于调整 EtherCAT 控制器的位置环周期与驱动器位置环周期（125us）不一致的问题。设置上大体与周期同步位置模式相同。

可用外部指令修改模式：如果勾选，驱动器伺服模式由总线发送的指令字决定；如果不勾选，驱动器则自行锁定为位置模式。在总线下一一般需要勾选。

差值倍率：控制器位置环周期与驱动器位置环周期（125us）之比；如控制器周期为 1ms，则应该填写 $1\text{ms} / 125\text{us} = 8$

输入分辨率：即为编码器界面的输入分辨率，意为上位机发送多少脉冲时，电机转一圈 / 走一个极距。

3.5.11 高级运动模式

该模式为 EtherCAT 专用，在配置力位控制以及高级点位模式时需先行在用户模式配置成此模式。



图 3.5.11.1 高级运动模式设置界面

总线模式：只需要设置好输入分辨率就行；

脉冲模式：需配置 I/O 以及脉冲类型。

3.5.12 总线轮廓位置模式

该模式为 EtherCAT 专用，在配置成 modbus422 控制时需先行在用户模式配置成此模式。

3.5.13 总线轮廓速度模式

该模式为 EtherCAT 专用，在配置成 modbus422 控制时需先行在用户模式配置成此模式。

3.6 GSFD 伺服功能设定

GSFD 伺服驱动器开发了位置误差补偿，I/O 点位任务，力位控制等功能，后续也将陆续增加其它具有高附加值的伺服辅助功能。

本章节介绍以下六种功能，分别为：

- 驱动器补偿功能；
- 非线性补偿；
- 回零模式；
- 限制功能设置；
- 增益切换功能的使用；
- 高级运动模式的使用。

3.6.1 驱动器补偿功能

位置误差补偿功能需要跟激光干涉仪配合使用，直线电机与 DD 马达会用到，以直线电机为例。（龙门设备的驱动器误差补偿，只需要对主轴进行补偿即可，操作方法和下文一致）

设置误差补偿功能的主要操作步骤如下：

a. 选择合适的回零模式并测试

误差补偿功能必须基于驱动器回零，即每次重新上电 / 复位之后，都必须进行驱动器回零才能让补偿生效。所以在进行补偿之前，必须先设置回零方式和参数，并确定驱动器能够正常回零或准停。

如需使用回零偏置，误差补偿前不先设置回零偏置；

到位加减速度和到位最大速度用于二次零点捕获，不能为 0；

主轴回零一般根据当前位置为准停位置，多用于 DD 马达回零；

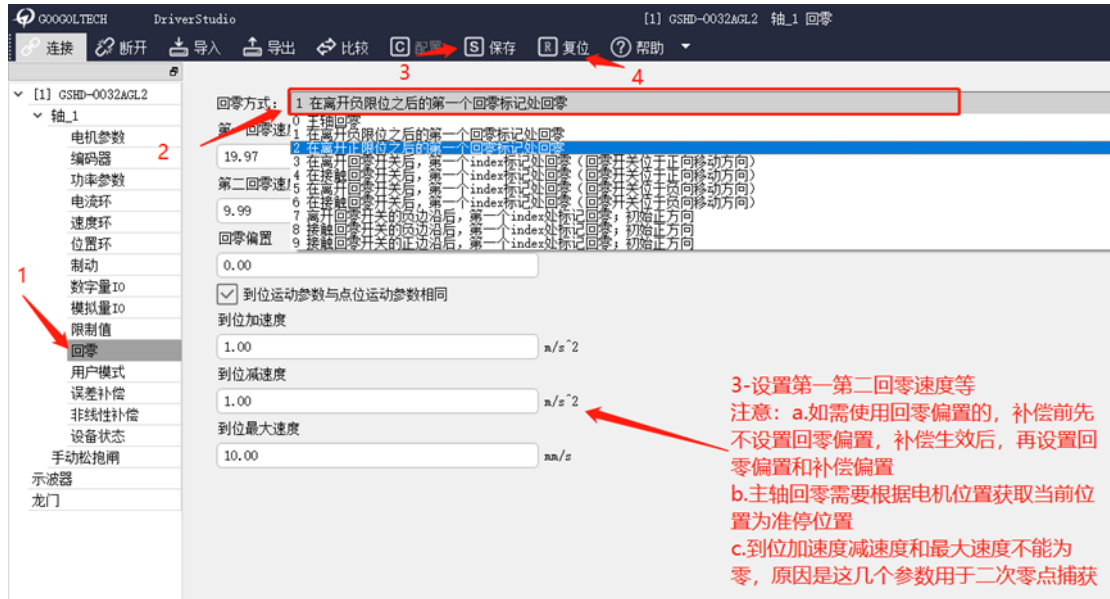
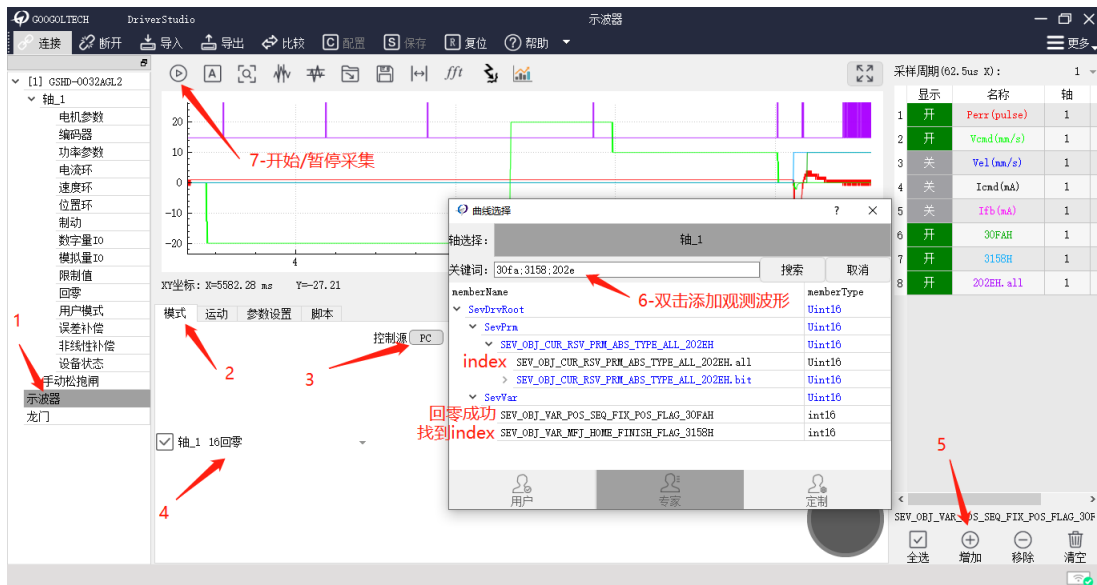


图 3.6.1.1 设置回零方式

回零测试时，添加 30FAH 可以观察回零是否成功，成功时置 1，添加 3158H 可以监控 Index 是否捕获成功，添加 Index 可以监控 Index 信号；

回零测试时，上伺服即可回零；



b. 确认运动方向

验证电机运动正方向是否符合应用要求，如果与要求运动正方向相反，则需在位置环输入方向修改方向，修改后配置 + 保存即可。旧版本软件的步进运动都有取反选项，需特别注意，不允许在此处取反。

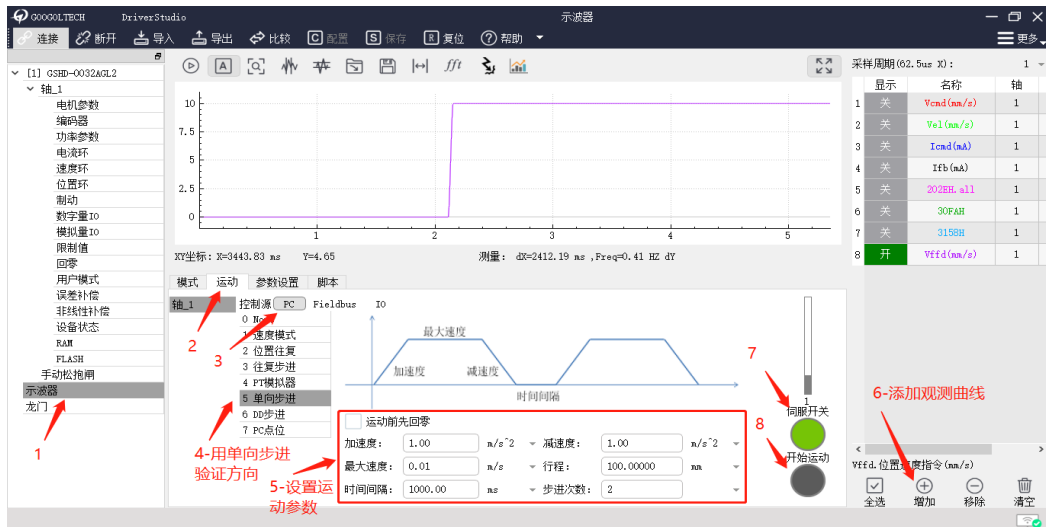


图 3.6.1.2 往复步进设置

c. 架设激光干涉仪

激光干涉仪一般对运动方向没有要求，架设在正限位一侧或负限位一侧都没关系。

d. 打激光干涉仪采集绝对运动误差

2.3.22 之前版本软件的步进运动都有取反选项，需特别注意，不允许在此处取反采集绝对运动误差时，有数种运动模式可以选择：

1. 单向步进：往正方向进行步进运动，不返回。
2. 往复步进：往正方向进行步进运动，到达终点后步进返回起始点。
3. 越程步进：先从起始点后退一个步进距离，再返回起始点，然后开始正方向步进运动，到达终点后再前进一个步进距离，再返回终点，最后步进返回起始点。

用户需要根据自己的需求选择相应的运动模式。

激光干涉仪采集运动绝对误差要求尽可能小的加减速速度，尽可能小的运动速度，并需要足够的采

样时间间隔以零点作为补偿参考点，采集运动绝对误差时应以 Index 或正负限位为步进运动起点推荐运动绝对误差采集加减速速度 0.1m/s^2 ，速度 0.01m/s ，时间间隔 5000ms （以激光干涉仪采样时间为准）

补偿点数不超过 512 个

注意：在打补偿时，为了保证运动起点和回零原点一致，“运动前先回零”这个选项必须勾选。上伺服时，驱动器会先进行回零，请等待回零完成后，再点击“开始运动”。

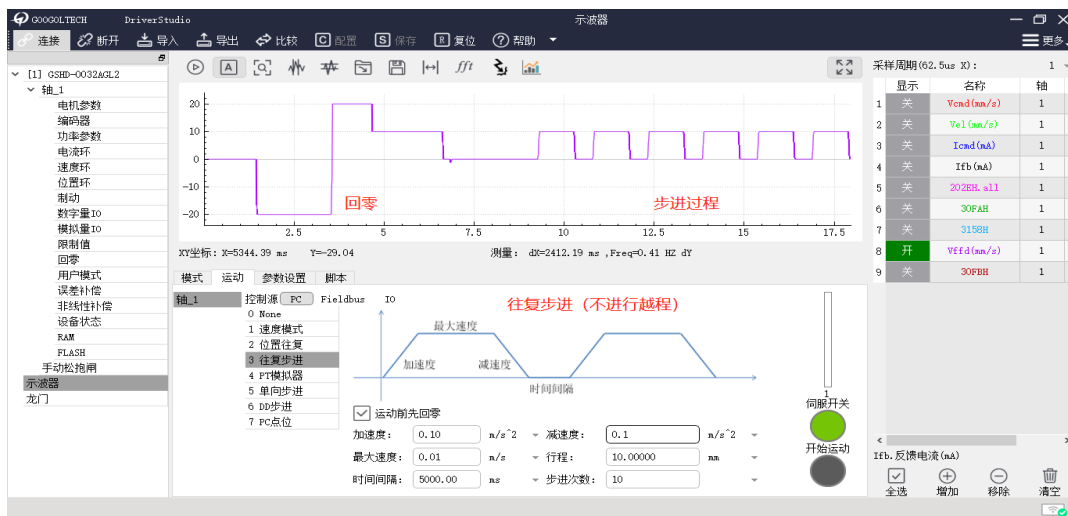




图 3.6.1.3 数据采集

e. 设置误差补偿

导出激光干涉仪误差数据表，DriverStudio 可以直接导入激光干涉仪的 .rtl 文件，DD 马达采样生成的 .rtl 文件可以修改扩展名为 .rtl 文件再导入。

导入补偿数据之后需要在误差补偿界面设置其他参数：

对绝对位置的补偿一般建议采用规划补偿；

直线电机请选择线性补偿，DD 马达请选择单圈补偿；

补偿间隔与补偿点个数是根据导入的补偿数据表自动生成，要注意的是单位要选成补偿表中数值的单位，补偿值单位和补偿间隔单位可以分别选择

如果电机工作时的回零原点与打补偿时的零点不一致，则需要设置补偿偏置，补偿偏置值请设为与回零偏置值相同即可。



图 3.6.1.4 导入补偿表

设好全部参数后，保存，复位。

f. 验证误差补偿效果

验证补偿效果主要方法：

1. 再次打一遍激光干涉仪，走步进运动，看一下补偿后的位置绝对误差，观察相比于补偿之前是否有改善。
2. 走步进运动的同时，观察 3193H 与 319CH 两条曲线（详见示波器中的曲线添加），如果这两条曲线存在差异，则说明补偿已经生效。如有疑问，请联系固高同创技术支持。

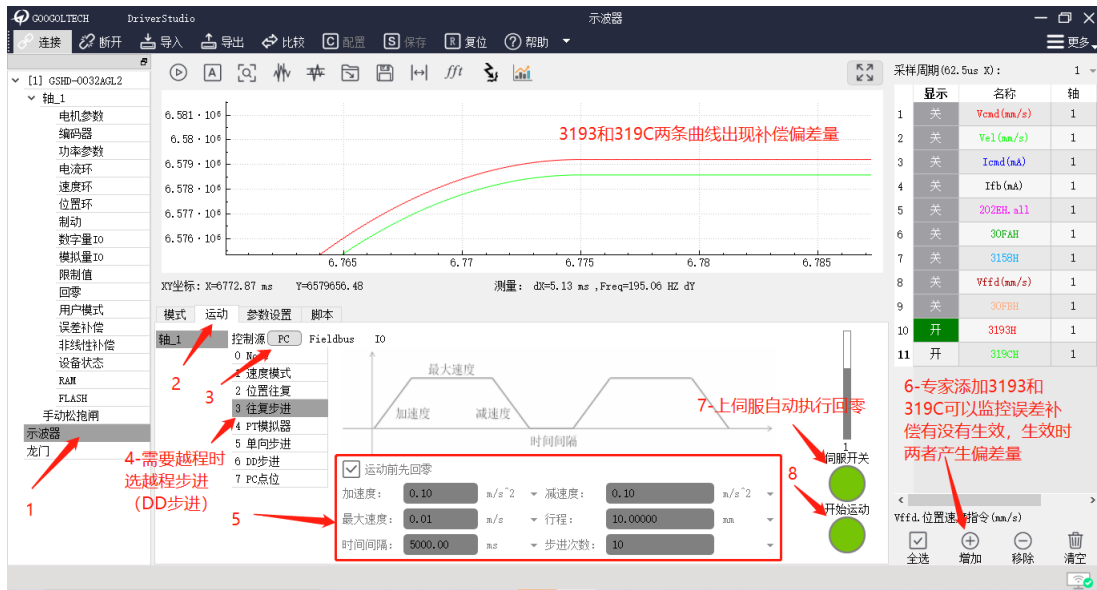


图 3.6.1.5 补偿后的效果图

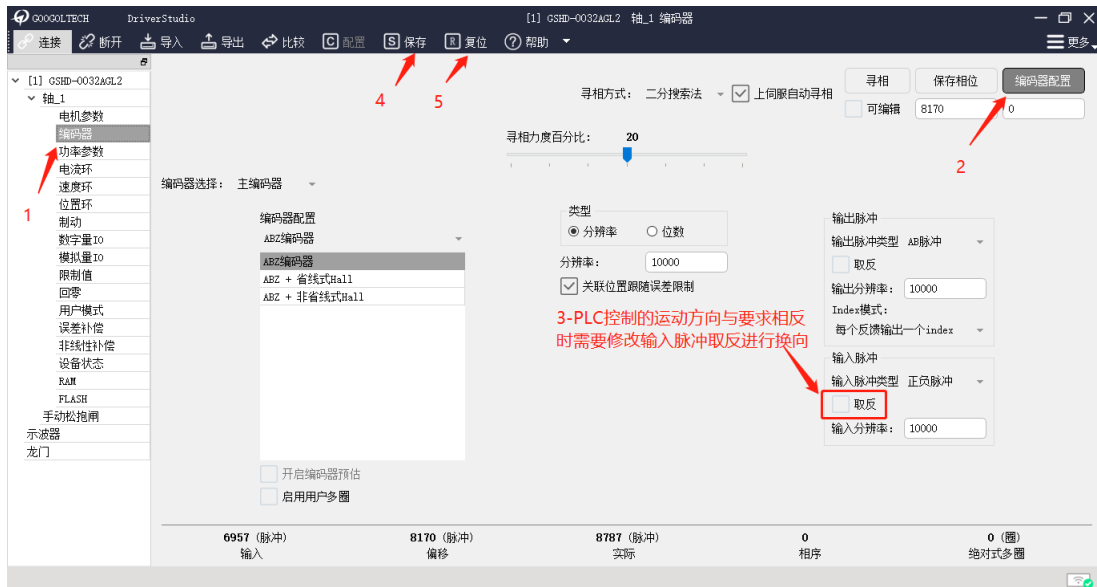
g. 确定最终运动方向

在第二步中,我们有可能更改了位置环的指令方向,这或许会导致上位机发送正向位置指令时,电机运动方向为上位机认为的负方向。如果出现这种情况,不要在位置环界面修改指令方向。

正确的处理方式是:

如果用户模式是脉冲模式, I/O 点位模式, I/O 任务模式, 以及 EtherCAT 驱动器下的任何模式, 则在编码器界面, 将输入脉冲方向取反。

如果是 gLink-II 驱动器, 用户模式为周期同步位置跟踪并且配合固高控制卡使用, 那么则需要的高级用户模式下, 在 flash 中修改 SEV_OBJ_POS_SEQ_PRM_CFG_OPT_2277H.bit.GLKDIR, 是 0 就改成 1, 是 1 则改成 0。不过这种情况不常见, 如果出现而不知道如何操作的话, 请联系固高伺创技术支持。



3.6.2 非线性补偿

GSFD 驱动器摩擦力补偿

注意: 此功能在完成基本的伺服调试之后进行。

目的: 补偿库仑摩擦力在速度过零点突然换向所导致的位置跟随误差。

可调整的参数共有三个:

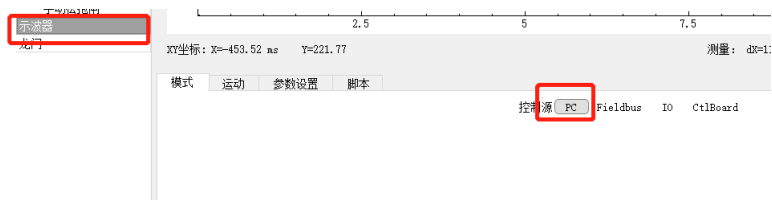
库伦摩擦力补偿值

库伦摩擦力补偿时间

加速度补偿系数

调试方法：

在示波器界面，将控制源调整至 PC



在非线性补偿界面，点击“摩擦力补偿工具”，开始调试摩擦力补偿

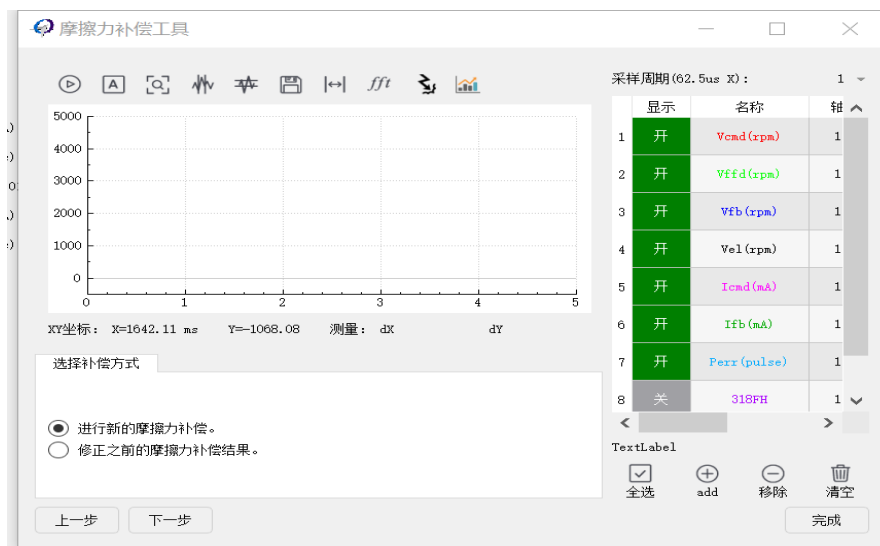
选择补偿类型，“进行新的补偿”或“修正之前的摩擦力补偿结果”

进行新的补偿：用于从未进行过摩擦力补偿的情况，或者需要重新进行摩擦力补偿的情况

修正之前的摩擦力补偿结果：之前已经进行过摩擦力补偿，需要将之前的结果进行微调

1. 获取初始补偿值

如果在上一步中选择了“进行新的补偿”，那么就会来到这一步



在这一步中，用户可以通过点击“上伺服”和“开始运动”，来进行一个行程为3圈，速度为60rpm的往复运动，从而得到一个建议的初始补偿值。

对于经验比较丰富的用户，也可以根据自己的经验写入一个补偿值。

注意：通过运动得出的补偿值并不一定是合适的，后续步骤中，如果感觉补偿值不合适，可以对其进行修改。

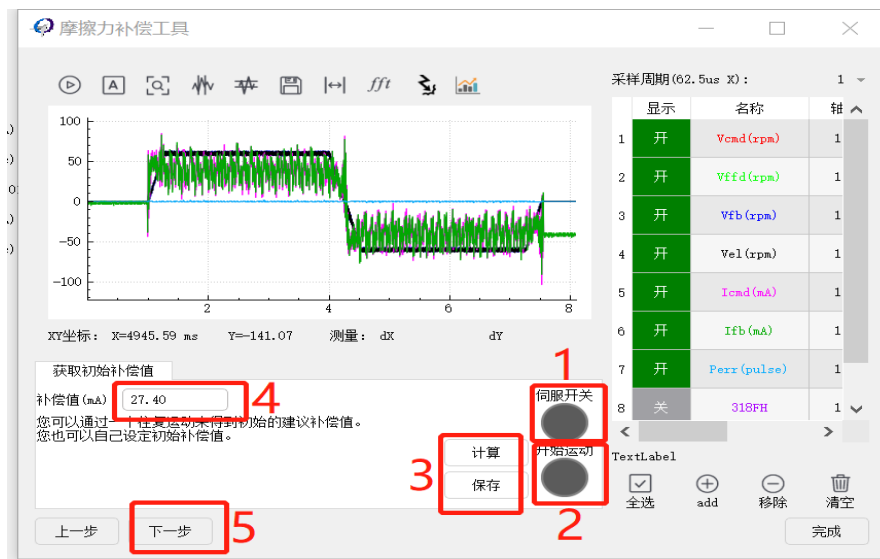
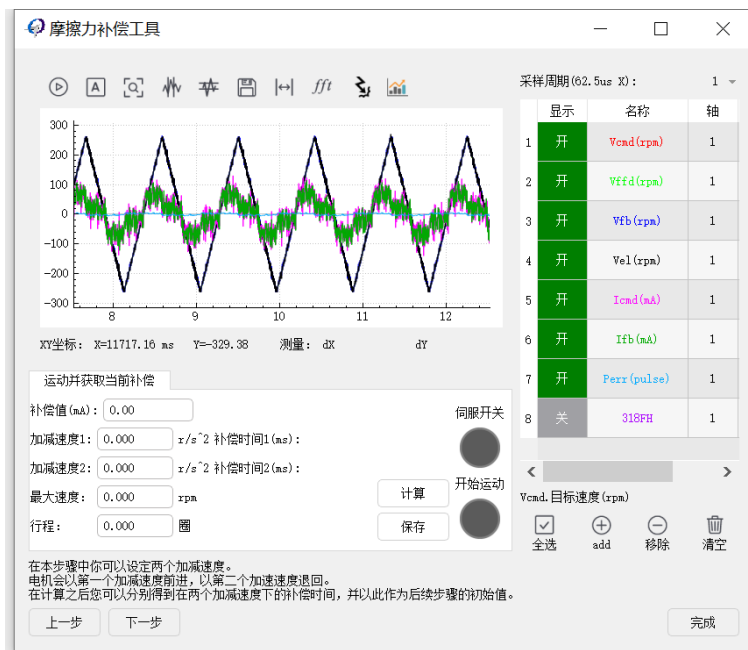


图 3.6.2.1 摩擦力补偿前准备

2. 运动并获取当前补偿

如果在上一步中选择了“修正之前的摩擦力补偿结果”，那么就会来到这一步



在这一步中，用户需要指定两个不同的加减速速度（建议不要过于接近），最大速度以及行程，之后点击“上伺服”和“开始运动”，电机将以第一个加减速速度前进，并以第二个加减速速度后退。之后点击计算和保存，就会得到在这两个加减速速度下的补偿时间，并将其保存为后续步骤的初始值。

注意：在这个步骤中补偿值不可修改。

3. 运动 1

在这个步骤中，用户通过指定一个加减速速度，最大速度和行程来进行一个往复运动。并调整补偿值和补偿时间，通过曲线来观察对补偿效果是否满意。

如果之前步骤为“获取初始补偿值”，那么这一步的补偿时间和加减速速度的初始值为系统默认

如果之前步骤为“运动并获取当前补偿”，那么这一步的补偿时间和加减速速度的初始值为之前步骤下计算得出的

需要注意的是，如果之前的补偿值不合适，可以在这一步骤中进行调整，后续补偿值将变为不可调整

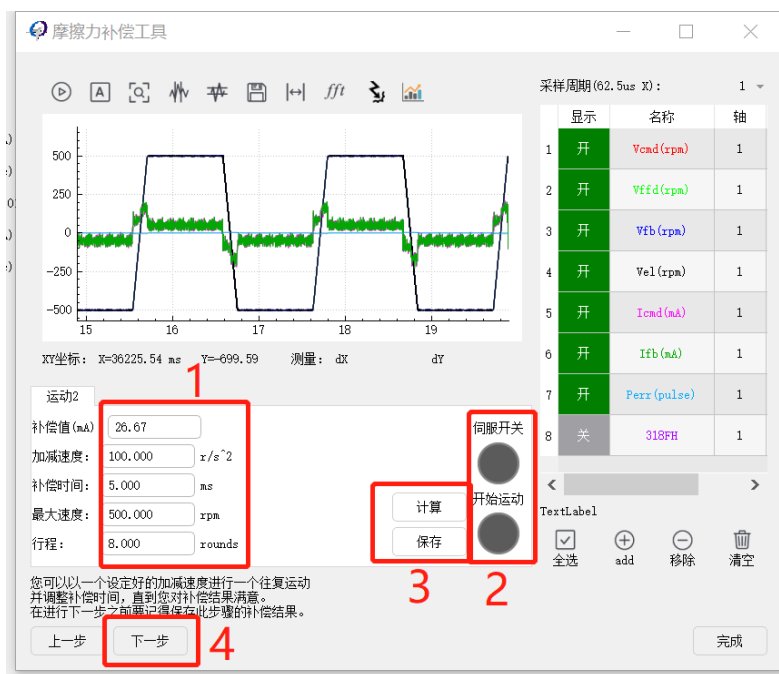


图 3.6.2.2 摩擦力补偿操作图

4. 运动 2

在这个步骤中，用户通过指定一个加减速度，最大速度和行程来进行一个往复运动。并调整补偿值和补偿时间，通过曲线来观察对补偿效果是否满意。

如果之前步骤为“获取初始补偿值”，那么这一步的补偿时间和加减速度的初始值为系统默认

如果之前步骤为“运动并获取当前补偿”，那么这一步的补偿时间和加减速度的初始值为之前步骤下计算得出的

需要注意的是，此步骤中补偿值不可调整，如果发现补偿值不合适，可以返回上一步，重新进行“运动 1”来调整补偿值

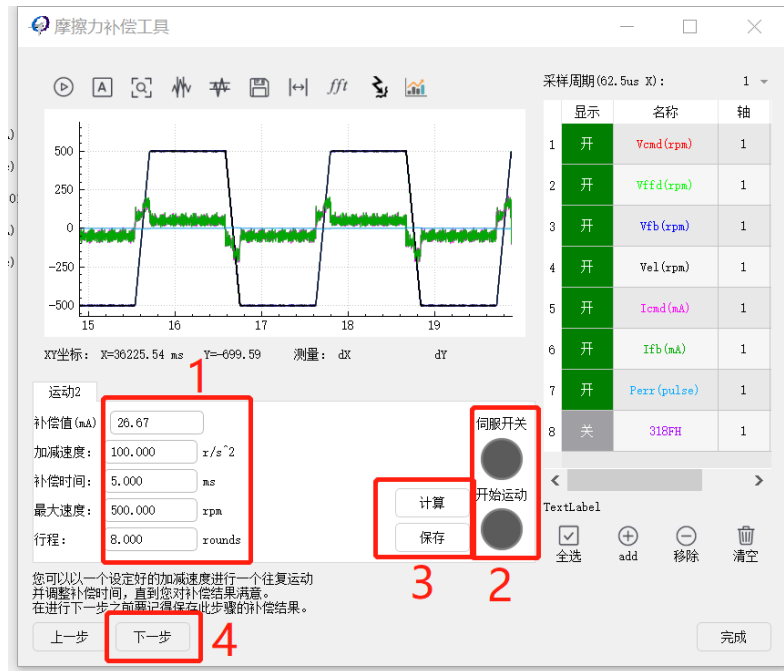


图 3.6.2.3 运动 2 操作图

5. 计算结果

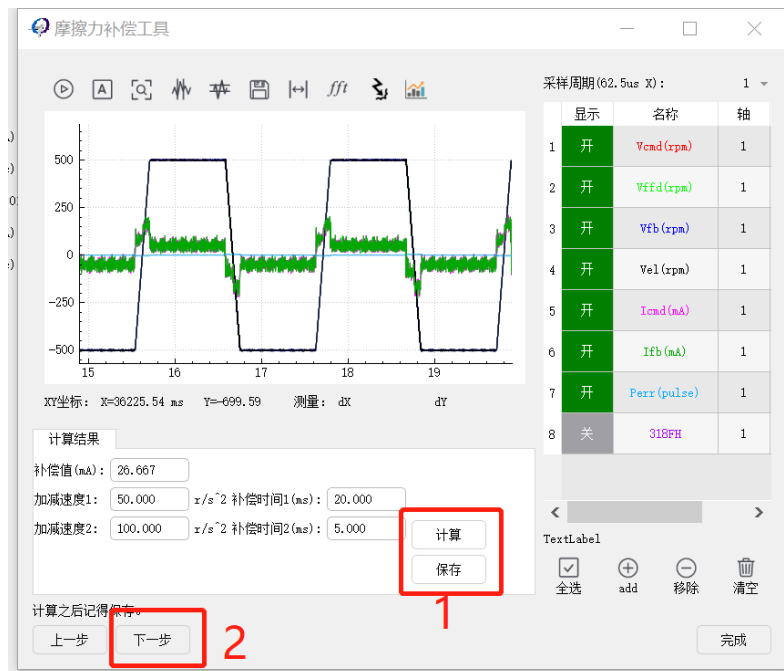


图 3.6.2.4 补偿结果计算

在这一步中，会根据“运动 1”与“运动 2”两次的补偿值与补偿时间，来计算综合补偿时间和加速度补偿系数。

需要注意的是，加速度补偿系数不能为负值，如果计算出来为负值，请注意在高加速度下，补偿时间应该比低加速度下更短。请注意补偿数据的合理性。

计算结果之后记得进行保存，保存之后可以关闭补偿工具

在非线性补偿界面启用摩擦力补偿，并保存复位；之后到示波器的运动模式处进行位置往复运动，并观察曲线来验证补偿效果

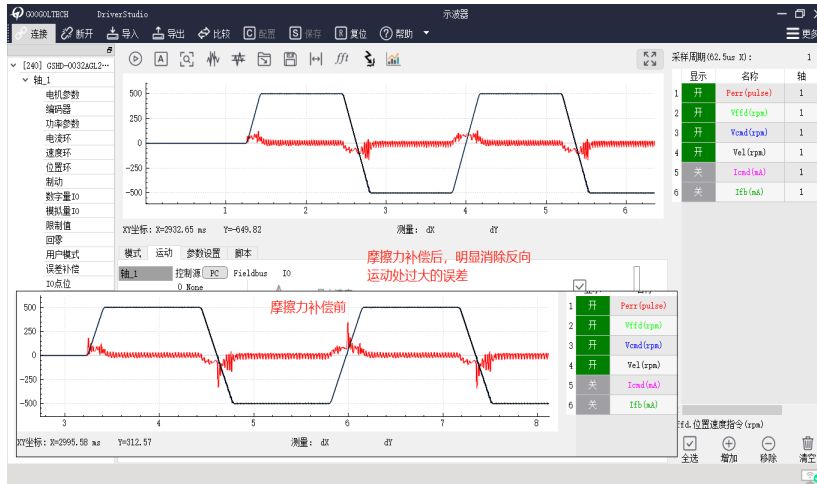


图 3.6.2.5 补偿后效果图

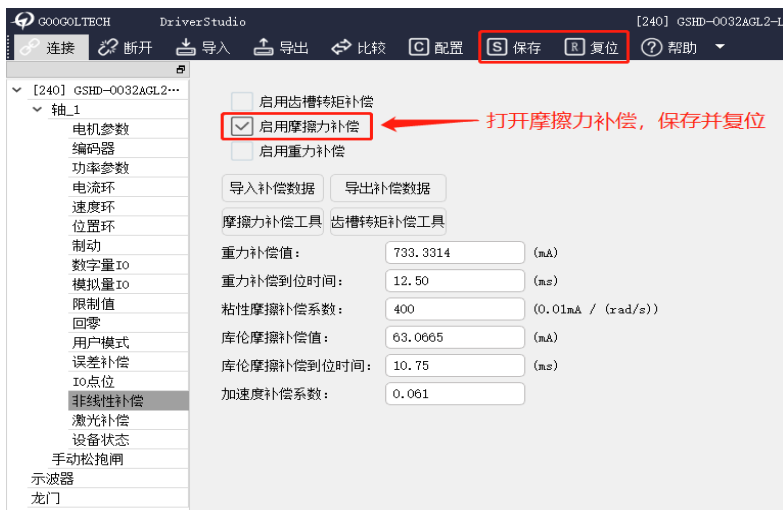


图 3.6.2.6 摩擦力补偿配置

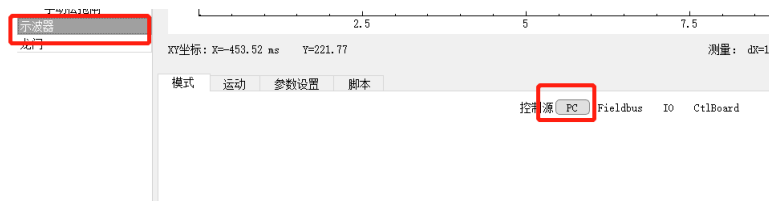
齿槽转矩补偿使用操作说明

注意：此功能在完成基本的伺服调试之后进行

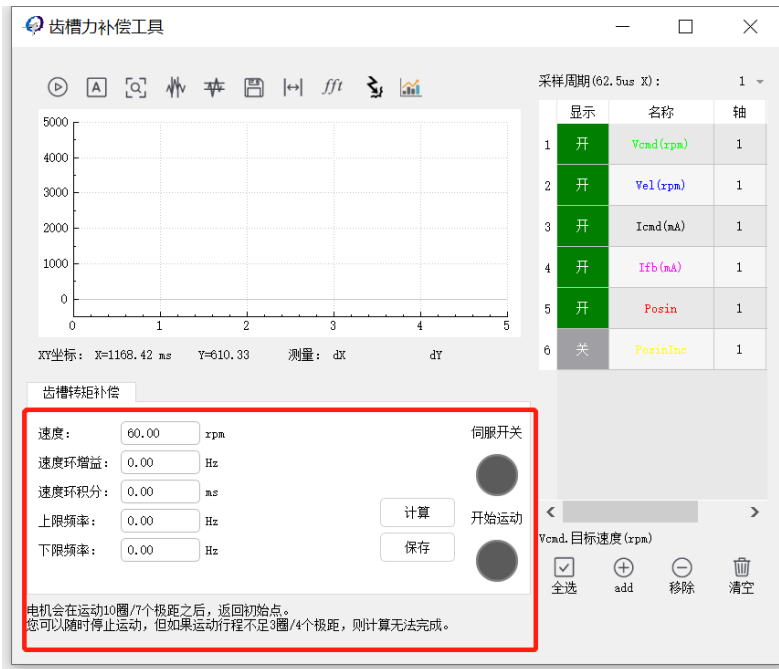
齿槽力补偿主要用于补偿电机受齿槽力影响而产生的速度及电流波动。

补偿步骤如下：

调试方法：在示波器界面，将控制源调整至 PC；



在非线性补偿界面，点击“齿槽力补偿工具”，开始调试摩擦力补偿。



1. 齿槽力补偿可设置的参数:

- 运行速度，默认 60rpm（旋转电机）或极距 mm/s（直线电机，如极距为 32mm，则为 2mm/s）
- 速度环增益与积分，默认 10Hz，120ms；如果在这个参数下电机由于系统太软而跑不起来，则可以适当提高刚性，但要注意刚性不要太高，否则容易掩盖掉齿槽力特性
- 频率上限与频率下限：默认 40Hz 与 2Hz，如无必要无需修改

2. 点击“伺服开关”，如果是电机编码器为绝对值编码器，那么驱动器会直接上伺服；如果电机编码器为增量编码器，那么驱动器在上伺服后会直接进行回零，所以在增量式编码器下，必须先配好驱动器回零

3. 点击“开始运动”，电机会在运动 10 圈 / 7 个极距之后，返回初始点。运动可以随时通过下使能来停止，但如果运动行程不足 3 圈 / 4 个极距，则计算无法完成

4. 运动完成后，点击计算来获取补偿结果，点击保存来将补偿结果保存至驱动器，之后退出齿槽力补偿工具

5. 在非线性补偿页面勾选“启用齿槽转矩补偿”，然后保存，复位

6. 用轮廓速度模式或位置往复运动来验证齿槽力补偿的效果

注意：使用增量式编码器时，齿槽力补偿必须基于驱动器的回零，即重新上电 / 上伺服，必须进行驱动器回零。

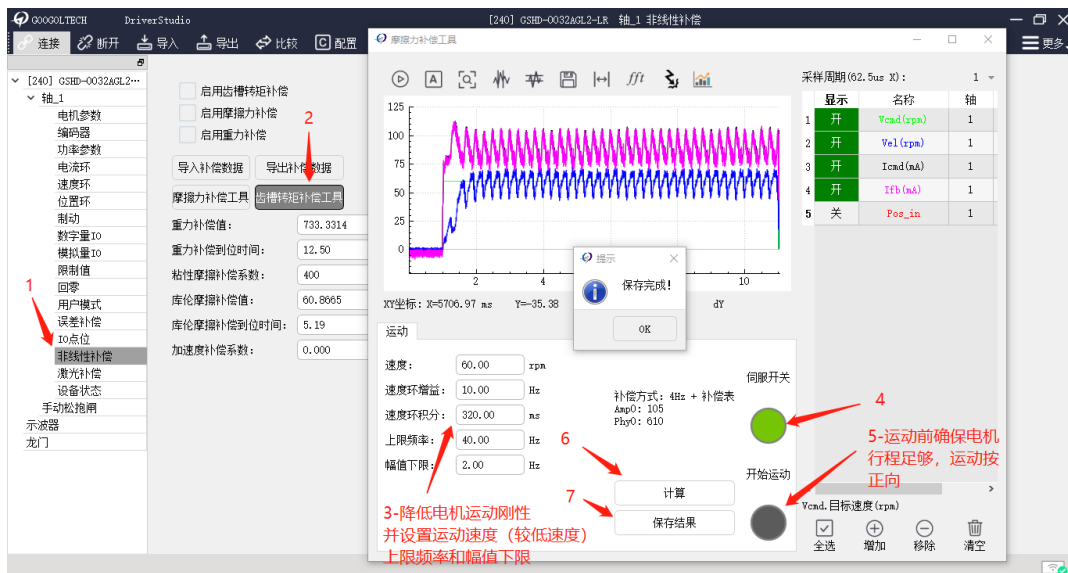


图 3.6.2.7 齿槽力补偿操作步骤

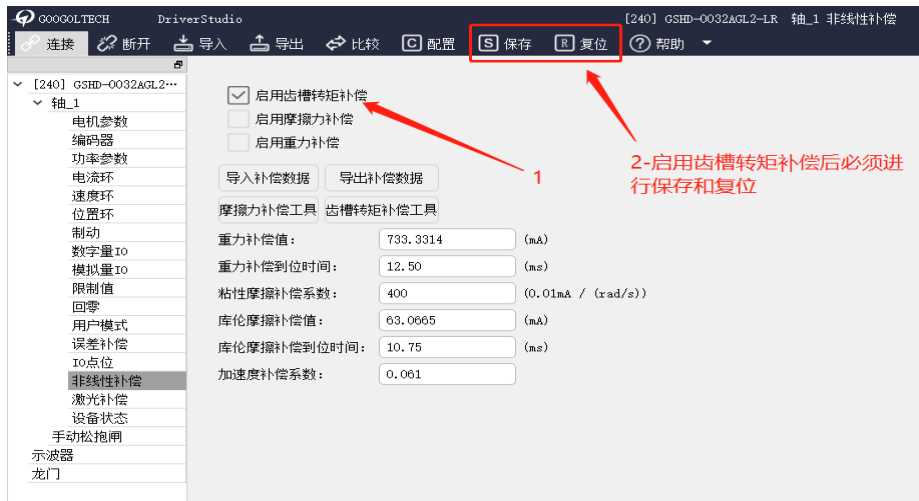
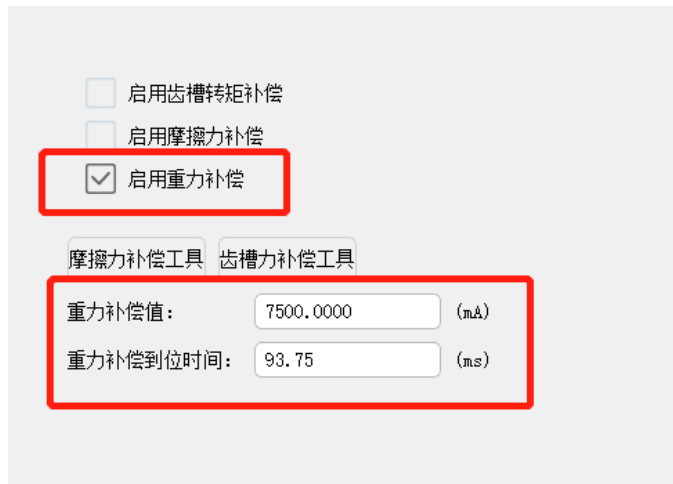


图 3.6.2.8 齿槽力补偿计算

重力补偿说明

注意：此功能在完成基本的伺服调试之后进行

重力补偿主要用于补偿 Z 轴受重力影响导致的位置跟随误差。



有两个参数可调：重力补偿值，重力补偿时间

重力补偿值：用于重力补偿的电流

重力补偿时间：补偿值由 0 达到设定值所需的时间

调试方法：

确定初始重力补偿值

在不启用重力补偿的情况下，用调试软件进行一个位置往复运动，观察运动时的电流指令。正向运动时的电流指令与反向运动时的电流指令之和除以 2，即为推荐的重力补偿初始值。

注意：若后续调试过程中初始值不理想，那下次调动值的范围为 $\pm 20\%$ ，请以试凑法的原理调试出合适的参数。

调整补偿值及补偿时间

启用重力补偿（需要保存复位）之后，继续进行位置往复运动。在运动过程中可以不断调整补偿值及补偿时间，并同时观察曲线，直到达到需要的效果。

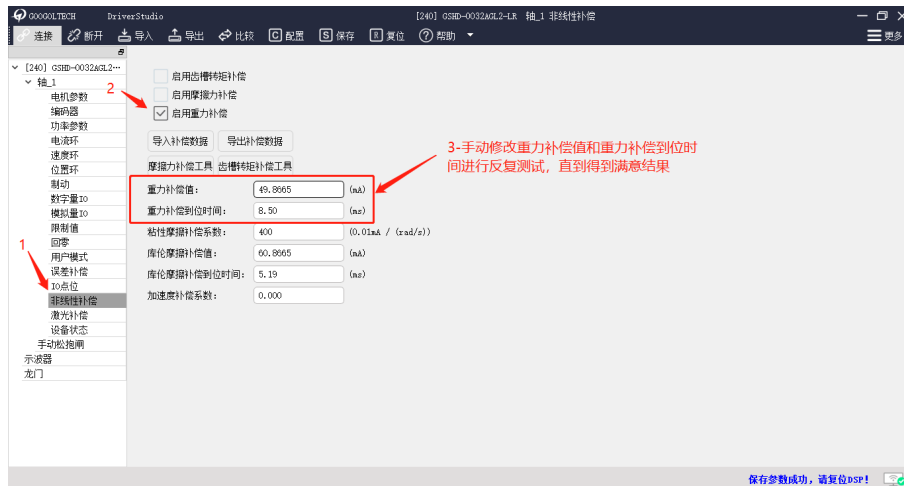


图 3.6.2.9 重力补偿操作步骤

3.6.3 回零模式

回零模式设置

支持多种回零方式控制。

- ① 第一回零速度：寻找开关（正负限位，回零开关等）的速度；
第二回零速度：寻找编码器 Index 或 Z 相信号的速度。
- ② 回零偏置：以编码器零位为准的偏置距离（声明距离编码器零位固定距离为设备零点），单位为脉冲，按照编码器分辨率定标。
- ③ 到位运动参数与点位运动参数相同：勾选则将偏置到位的运动参数与点位运动的运动参数设为相同的值，不勾选则可以分别设定。
- ④ 到位加减速度及到位最大速度：偏置到位的运动参数；注意即使没有偏置，这几个参数也不能设为 0，否则可能导致回零无法完成，到位信号无法发出。
- ⑤ 取反：回零运动的初始运动方向取反。

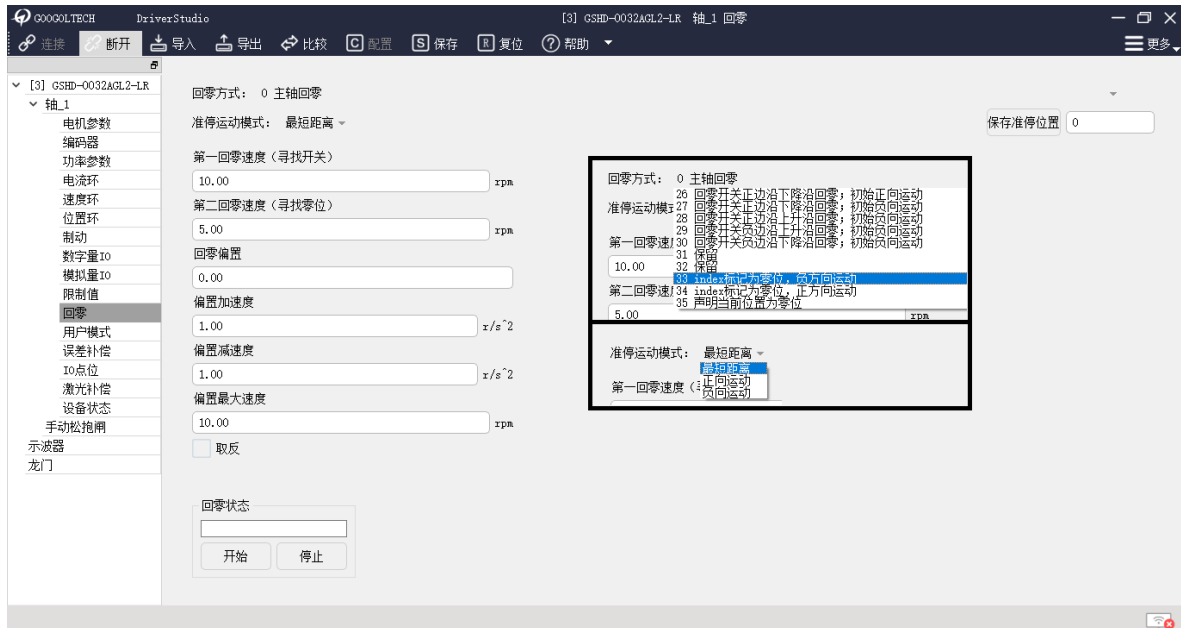


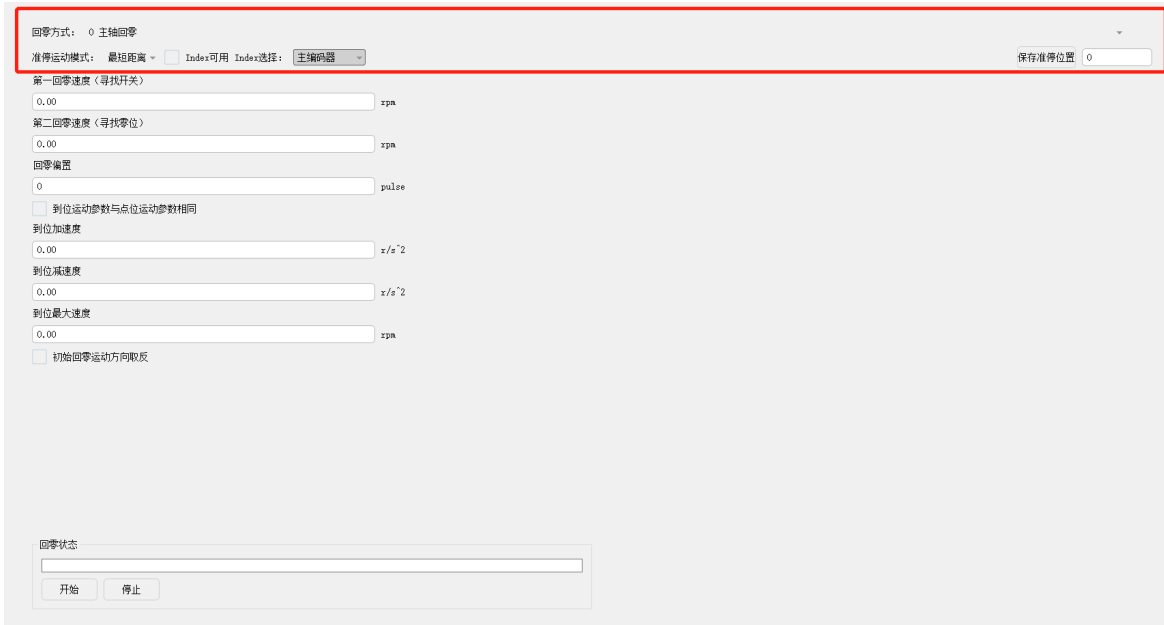
图 3.6.3.1 回零模式的设置

⑥ 1-35 为 CANopen 标准提供 35 种回零方法。驱动器模式在这些回零方式下为回零模式，如果通过 I/O 触发，则应将 I/O 输入设为“回零”。

关于回零（原点）方式的更多信息，请参见《CANopen 驱动器和运动控制设备配置文件》Device Profile Drives and Motion Control (CIA 草案标准提案 402)。

⑦ 主轴回零

主轴回零即为驱动器的准停模式，如果通过 I/O 触发，则应将 I/O 输入设为“准停”。



⑧新增四种撞击硬限位的回零模式 101-104。

主轴回零的具体操作为：

将驱动器回零方式配置为“主轴回零”，保存复位。

将电机转至用户希望的零位。

在 DriverStudio 的回零界面，点击右上方的“保存准停位置”，之后复位。

将电机转到一个其它位置（方便观察）。

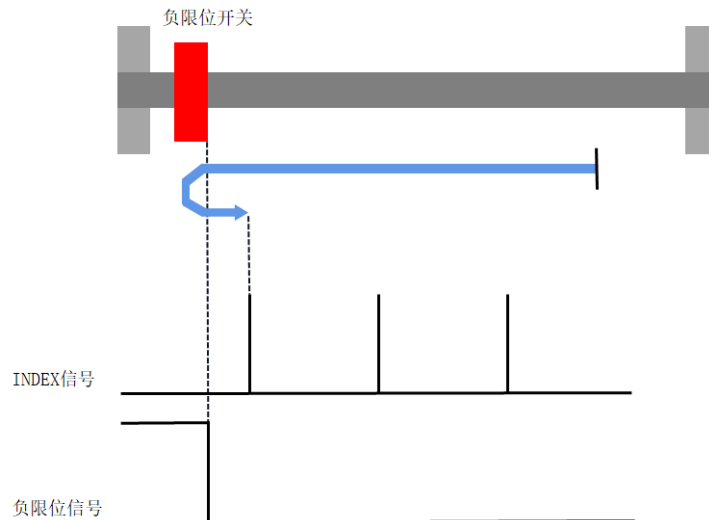
触发驱动器准停模式（需要配置准停 I/O），电机就会转到第二步中标定的零位。

准停运动模式：决定了准停运动的运动方向

Index 可用：增量式电机时需要勾选，勾选后电机先寻找 Index，再转动至零位

3.6.3.1 回零逻辑

1、在离开负限位之后的第一个 Index 处回零

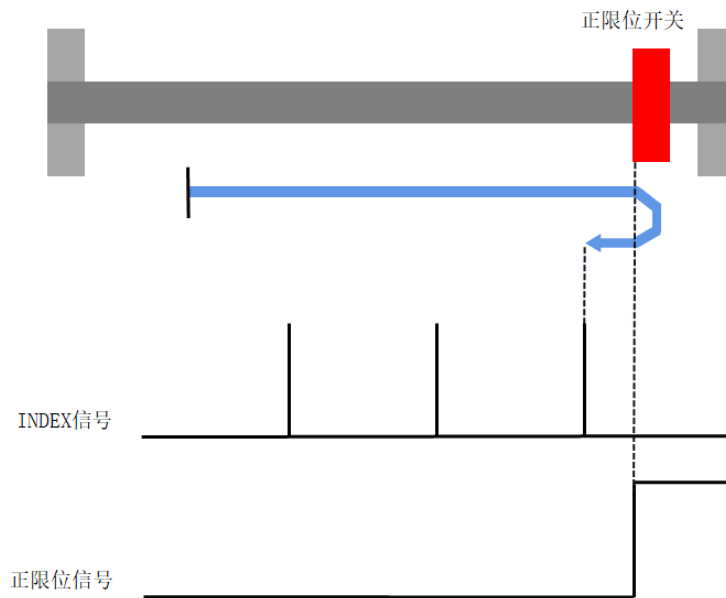


回零方式 1：断开反向（CCW）限位开关后，第一个 Index 标记为零位。

可能回零顺序 1：如果没有感应到开关信号，朝着负向限位开关作负方向移动直至感应到负限位信号，随后正方向移动直至离开负限位开关，再寻找 Index 标记。

可能回零顺序 2：如果感应到负方向限位开关，直接从正方向开始运动寻找 Index 标记。

2、在离开正限位之后的第一个 Index 处回零

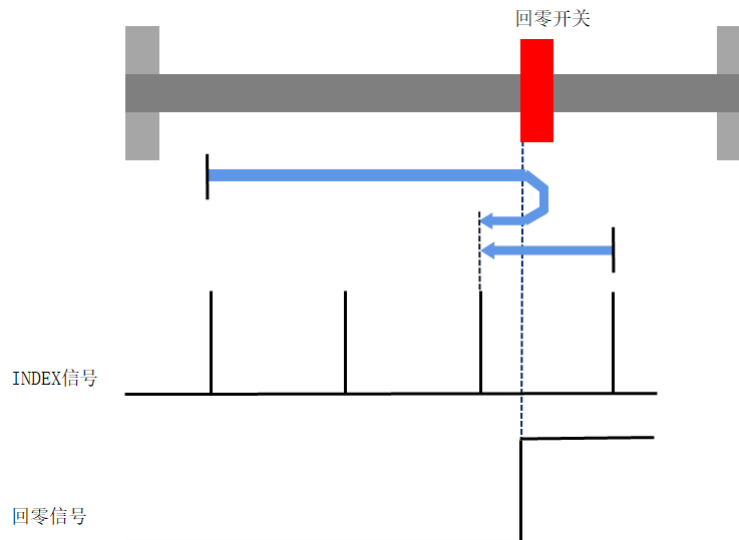


回零方式 2: 断开正向 (CW) 限位开关后, 第一个 Index 标记为零位。

可能回零顺序 1: 如果没有感应到开关信号, 朝着正向限位开关作正方向移动直至感应到正限位信号, 随后负方向移动直至离开正限位开关, 再寻找 Index 标记。

可能回零顺序 2: 如果感应到正方向限位开关, 直接从负方向开始运动寻找 Index 标记。

3、在离开回零开关后, 第一个 Index 标记处回零 (回零开关位于正向移动方向)

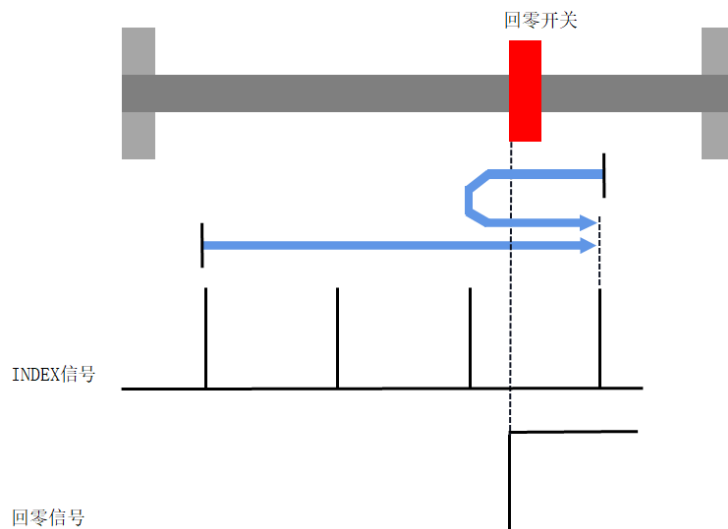


回零方式 3: 断开回零开关后, 第一个 Index 标记为零位。注意: 零位开关是正方向移动时触发高电平, 反方向移动时断开。

可能回零顺序 1: 如果没有触发回零开关信号, 朝着零位开关作正方向移动直至感应到零位信号, 随后负方向移动直至离开回零开关, 再寻找 Index 标记。

可能回零顺序 2: 如果感应到零位开关, 从负方向开始运动, 离开零位开关后寻找 Index 标记。

4、在接触回零开关后，第一个 Index 标记处回零（回零开关位于正向移动方向）

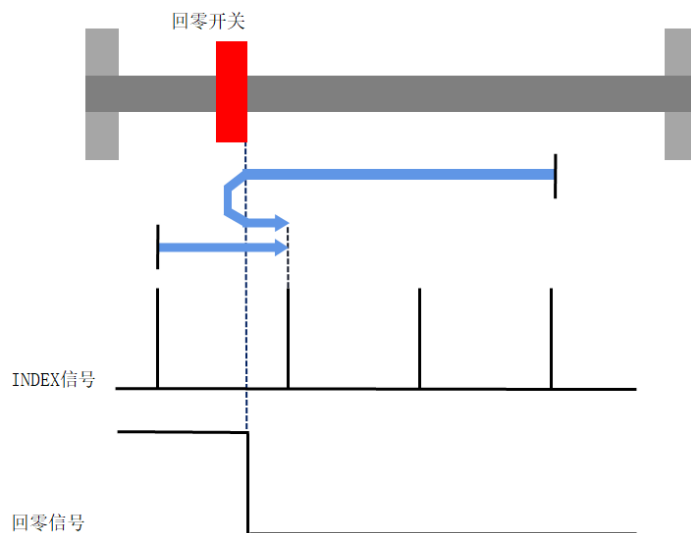


回零方式 4：接触回零开关后，第一个 Index 标记为零位。注意：零位开关是负方向移动时触发高电平，正方向移动时断开。

可能回零顺序 1：如果感应到零位开关信号，则开始负方向移动，直至离开零位开关信号，随后正向移动至触发零位开关再寻找 Index 标记。

可能回零顺序 2：如果没有感应到零位开关信号，从正方向开始运动，离开零位开关后寻找 Index 标记。

5、在离开回零开关后，第一个 Index 标记处回零（回零开关位于负向移动方向）

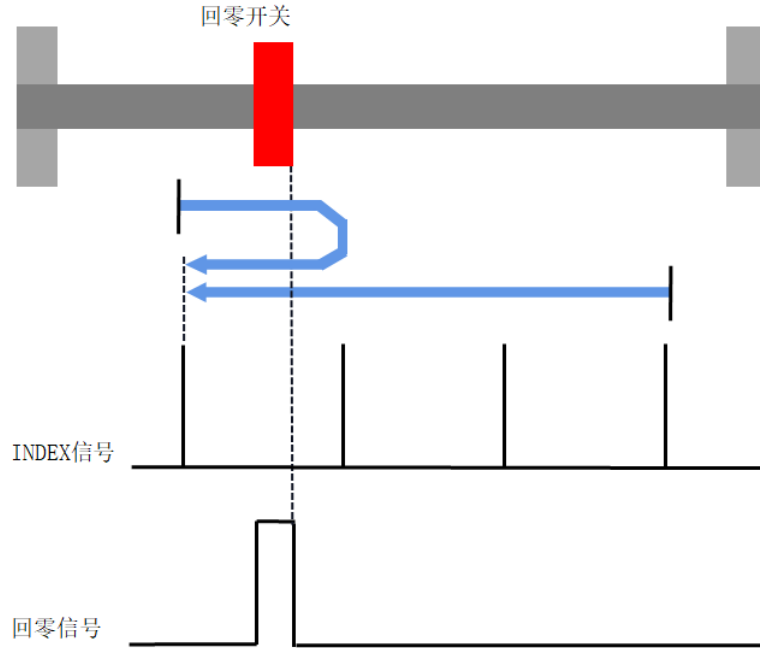


回零方式 5：离开回零开关后，第一个 Index 标记为零位。注意：零位开关是负方向移动时触发高电平，正方向移动时断开。

可能回零顺序 1：如果没有感应到零位开关信号，则开始负方向移动，直至触发零位开关信号，随后正向移动至离开零位开关再寻找 Index 标记。

可能回零顺序 2：如果感应到零位开关信号，从正方向开始运动，离开零位开关后寻找 Index 标记。

6、在接触回零开关后，第一个 Index 标记处回零（回零开关位于负向移动方向）

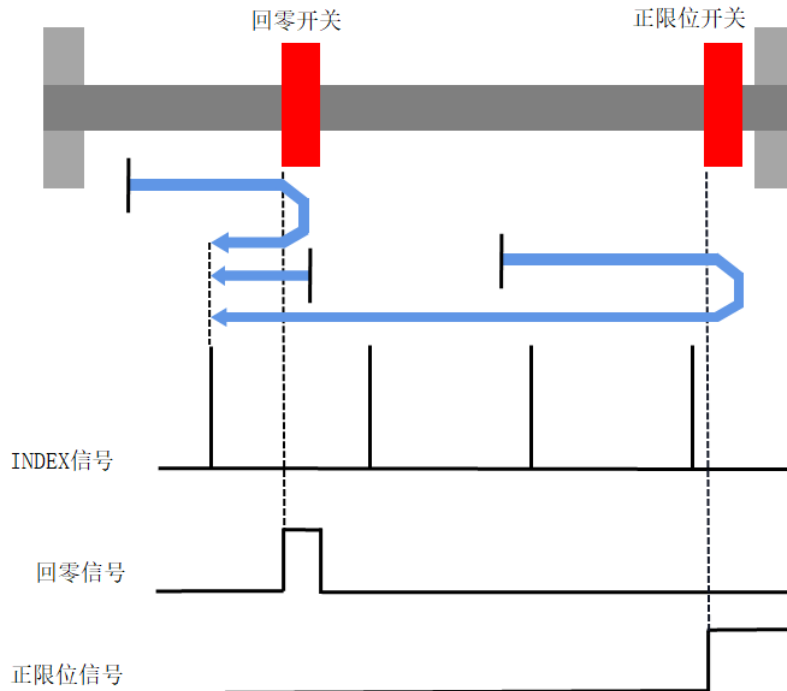


回零方式 6：触发回零开关后，第一个 Index 标记为零位。注意：零位开关是负方向移动时触发高电平，正方向移动时断开。

可能回零顺序 1：如果感应到零位开关信号，则开始正方向移动，直至离开零位开关信号，随后负向移动至触发零位开关再寻找 Index 标记。

可能回零顺序 2：如果没有感应到零位开关信号，从负方向开始运动，触发零位开关后寻找 Index 标记。

7、离开回零开关的负边沿后，第一个 Index 标记处回零；初始正方向



回零方式 7：负方向移动断开回零开关后，第一个 Index 标记为零位。注意：零位开关在总行程的一部分中触发，在行程的正向和负向末端断开。

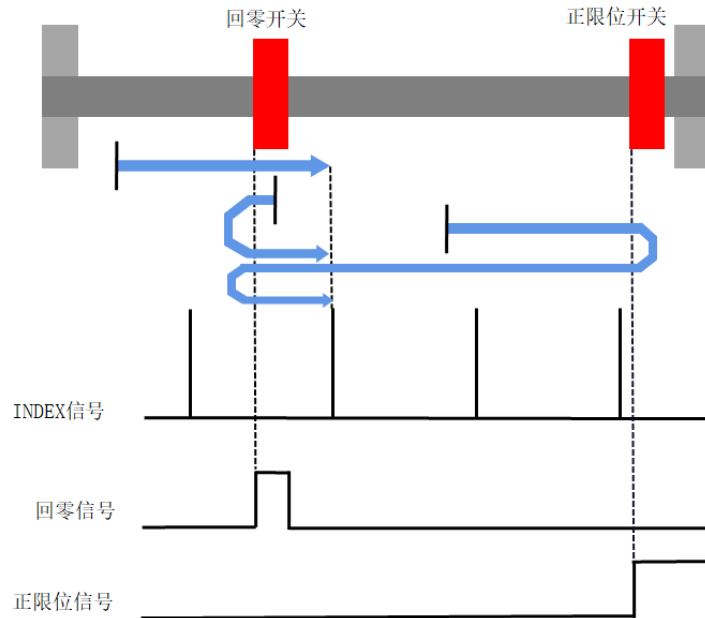
可能回零顺序 1：如果没有感应到零位开关信号和正限位信号，则开始正方向移动，如果先触发回零开关，则朝反方向移动直到离开回零开关再寻找 Index 标记。

可能回零顺序 2：如果没有感应到零位开关信号和正限位信号，则开始正方向移动，如果先触发正限位开关，则朝反方向移动直到离开正限位开关后再离开零位开关再寻找 Index 标记。

可能回零顺序 3：如果正向限位开关已触碰；开始朝负方向运动直到断开正向限位开关以及零位开关；然后寻找 Index 标记。

可能回零顺序 4：如果回零开关触发；朝负方向运动直到离开回零开关再寻找 Index 标记。

8、接触回零开关的负边沿后，第一个 Index 标记处回零；初始正方向



回零方式 8：正方向移动触发回零开关后，第一个 Index 标记为零位。注意：零位开关在总行程的一部分中触发，在行程的正向和负向末端断开。

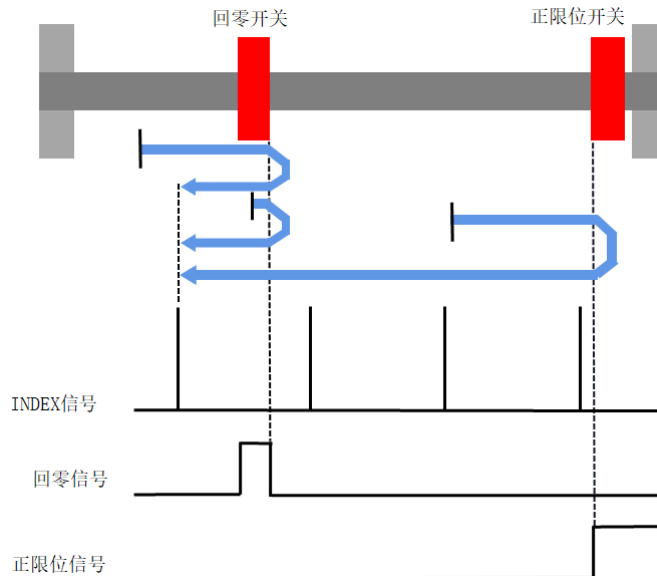
可能回零顺序 1：如果正限位开关和回零开关没有触发，开始朝正向运动至回零开关触发，再朝正方向运动直到离开回零开关后寻找 Index 标记。

可能回零顺序 2：如果正限位开关和回零开关没有触发，开始朝正向运动至正限位开关触发后，朝反向移动直到离开正向限位开关后，负向运动直到触发回零开关后继续朝负向移动直到离开回零开关，再朝正向移动直到触发回零开关，再寻找 Index 标记。

可能回零顺序 3：如果正限位已触发，朝反向移动直到离开正向限位开关后，负向运动直到触发回零开关后继续朝负向移动直到离开回零开关，再朝正向移动直到触发回零开关，再寻找 Index 标记。

可能回零顺序 4：如果回零开关已触发，开始反向运动直到离开零位开关，然后朝正向移动直到触发回零开关后再寻找 Index 标记。

9、接触回零开关的正边沿后，第一个 Index 标记处回零；初始正方向



回零方式 9：反方向移动触发回零开关后，第一个 Index 标记为零位。注意：零位开关在总行程的一部分中触发，在行程的正向和负向末端断开。

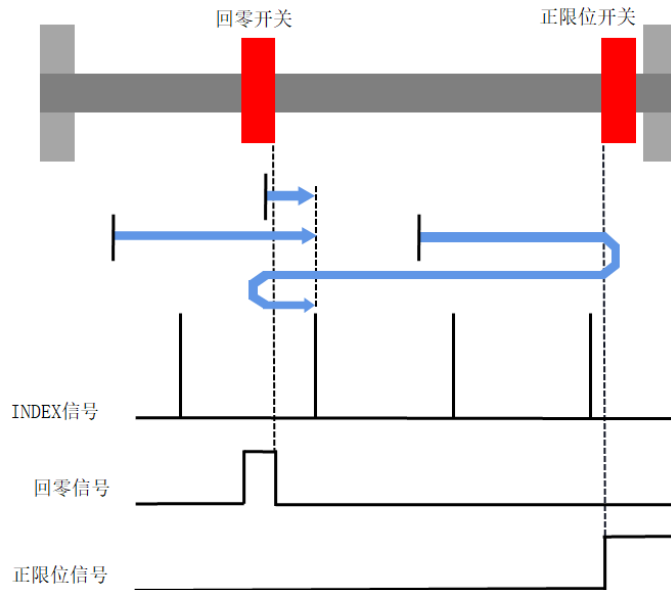
可能回零顺序 1：如果正限位开关和回零开关没有触发，开始朝正向运动至回零开关触发，再朝正方向运动直到离开回零开关后，再反向移动直到触发回零开关后寻找 Index 标记。

可能回零顺序 2：如果正限位开关和回零开关没有触发，开始朝正向运动至正限位开关触发后，朝反向移动直到离开正向限位开关后，负向运动直到触发回零开关后再寻找 Index 标记。

可能回零顺序 3：如果正限位已触发，朝反向移动直到离开正向限位开关后，负向运动直到触发回零开关后继续朝负向移动直到离开回零开关，再朝正向移动直到触发回零开关，再寻找 Index 标记。

可能回零顺序 4：如果回零开关已触发，开始正向运动直到离开零位开关，然后朝负向移动直到触发回零开关后再寻找 Index 标记。

10、离开回零开关的正边沿后，第一个 Index 标记处回零；初始正方向



回零方式 10：正方向移动离开回零开关后，第一个 Index 标记为零位。注意：零位开关在总行程的一部分中触发，在行程的正向和负向末端断开。

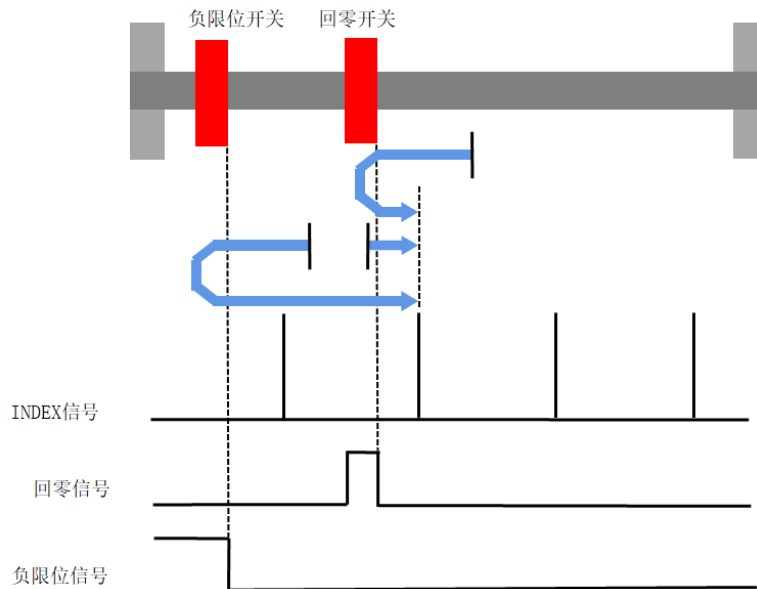
可能回零顺序 1：如果正限位开关和回零开关没有触发，开始朝正向运动至回零开关触发，再朝正方向运动直到离开回零开关后，再寻找 Index 标记。

可能回零顺序 2：如果正限位开关和回零开关没有触发，开始朝正向运动至正限位开关触发后，朝反向移动直到离开正向限位开关后，负向运动触发回零开关后，再正向运动直到离开回零开关后，寻找 Index 标记。

可能回零顺序 3：如果正限位已触发，朝反向移动直到离开正向限位开关后，继续朝负向移动直到离开回零开关，再朝正向移动直到离开回零开关，再寻找 Index 标记。

可能回零顺序 4：如果回零开关已触发，开始正向移动直到离开回零开关后再寻找 Index 标记。

11、离开回零开关的正边沿后，第一个 Index 标记处回零；初始负方向



回零方式 11：正方向移动离开回零开关后，第一个 Index 标记为零位。注意：零位开关在总行程的一部分中触发，在行程的正向和负向末端断开。

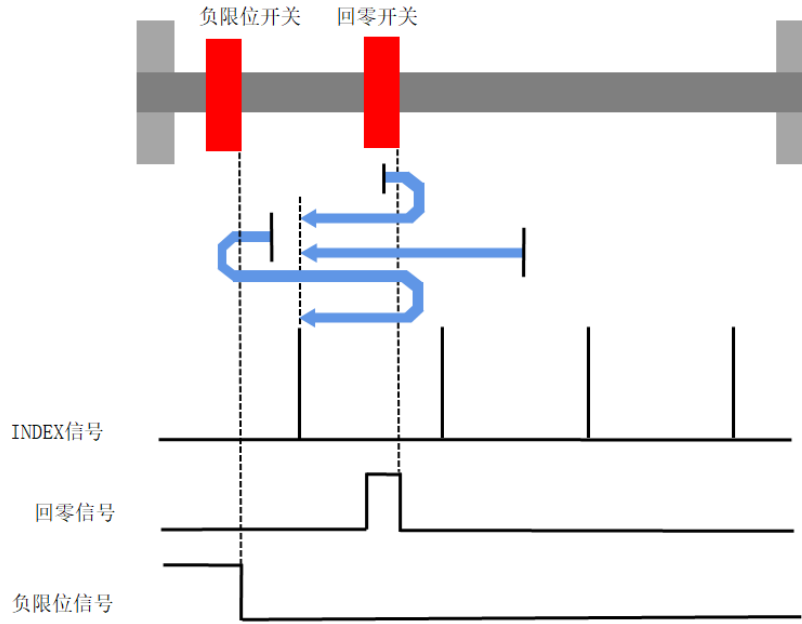
可能回零顺序 1：如果负限位开关和回零开关没有触发，开始朝负向运动至回零开关触发，再朝正方向运动直到离开回零开关后，再寻找 Index 标记。

可能回零顺序 2：如果负限位开关和回零开关没有触发，开始朝负向运动至负限位开关触发后，朝反向移动直到离开负限位开关后，正向运动直到触发回零开关后，继续朝正方向移动直到离开回零开关，再寻找 Index 标记。

可能回零顺序 3：如果负限位已触发，开始朝正方向运动直到断开负限位开关；继续朝正向移动直到离开回零开关；然后寻找 Index 标记。

可能回零顺序 4：如果回零开关已触发，开始正向移动直到离开回零开关后再寻找 Index 标记。

12、接触回零开关的正边沿后，第一个 Index 标记处回零；初始负方向



回零方式 12：反方向移动触发回零开关后，第一个 Index 标记为零位。注意：零位开关在总行程的一部分中触发，在行程的正向和负向末端断开。

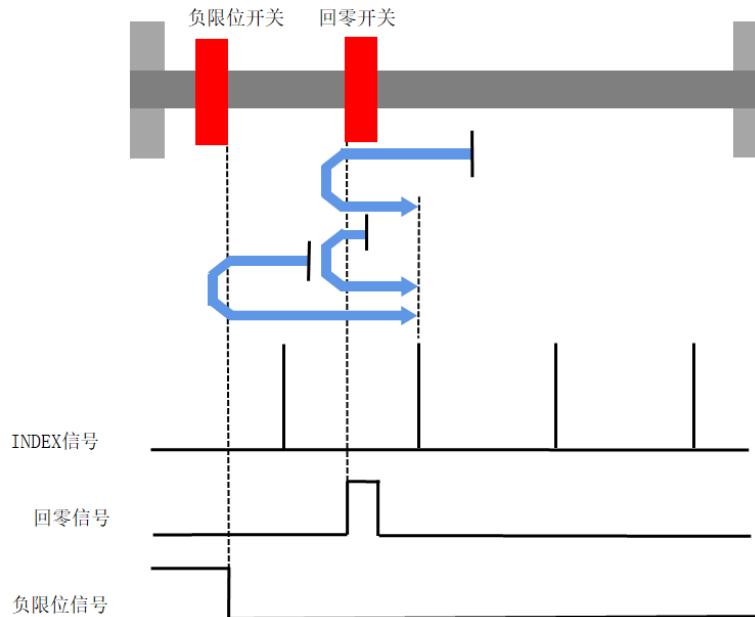
可能回零顺序 1：如果负限位开关和回零开关没有触发，开始朝负向运动至回零开关触发，再寻找 Index 标记。

可能回零顺序 2：如果负限位开关和回零开关没有触发，开始朝负向运动至负限位开关触发后，朝正向移动直到离开负限位开关后，再正向运动直到离开回零开关后，朝反方向移动到触发零位开关后，再寻找 Index 标记。

可能回零顺序 3：如果负限位已触发，朝正向移动直到离开负限位开关后，再正向运动直到离开回零开关后，朝反方向移动到触发零位开关后，再寻找 Index 标记。

可能回零顺序 4：如果回零开关已触发，开始正向移动直到离开回零开关后，再负向移动到触发回零开关后，再寻找 Index 标记。

13、接触回零开关的负边沿后，第一个 Index 标记处回零；初始负方向



回零方式 13：正方向移动触发回零开关后，第一个 Index 标记为零位。注意：零位开关在总行程的一部分中触发，在行程的正向和负向末端断开。

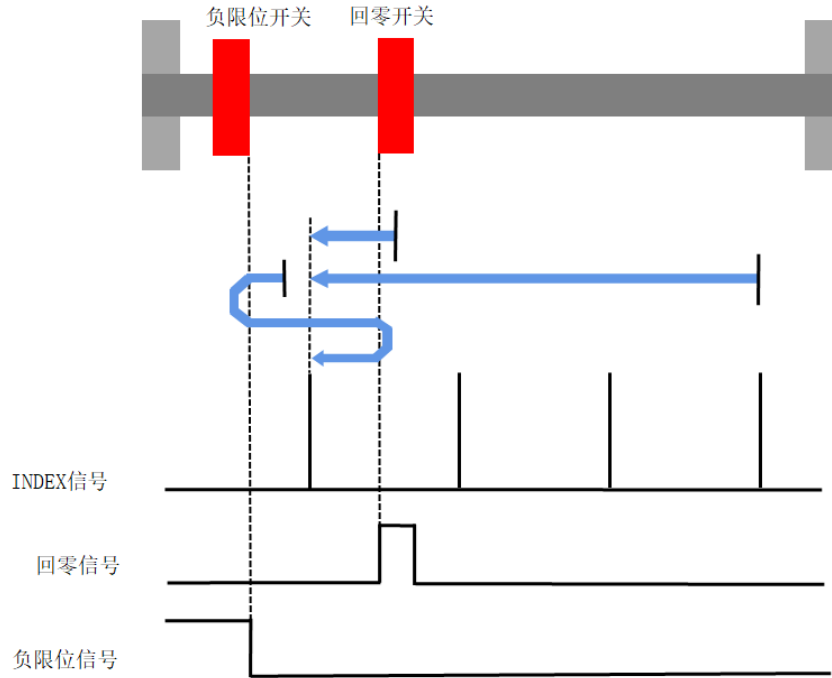
可能回零顺序 1：如果负限位开关和回零开关没有触发，开始朝负向运动至回零开关触发，再朝负方向运动直到离开回零开关后，再正向移动直到触发回零开关后寻找 Index 标记。

可能回零顺序 2：如果负限位开关和回零开关没有触发，开始朝负向运动至负限位开关触发后，朝正向移动直到离开负向限位开关后，正向运动直到触发回零开关后再寻找 Index 标记。

可能回零顺序 3：如果负限位已触发，开始朝正向移动直到离开负向限位开关后，继续正向运动直到触发回零开关后再寻找 Index 标记。

可能回零顺序 4：如果回零开关已触发，开始负向运动直到离开零位开关，然后朝正向移动直到触发回零开关后再寻找 Index 标记。

14、离开回零开关的负边沿后，第一个 Index 标记处回零；初始负方向



回零方式 14：反方向移动离开回零开关后，第一个 Index 标记为零位。注意：零位开关在总行程的一部分中触发，在行程的正向和负向末端断开。

可能回零顺序 1：如果负限位开关和回零开关没有触发，开始朝负向运动至回零开关触发，再朝负方向运动直到离开回零开关后，再寻找 Index 标记。

可能回零顺序 2：如果负限位开关和回零开关没有触发，开始朝负向运动至负限位开关触发后，朝正向移动直到离开负向限位开关后，正向运动直到触发回零开关后，负向运动离开回零开关，再寻找 Index 标记。

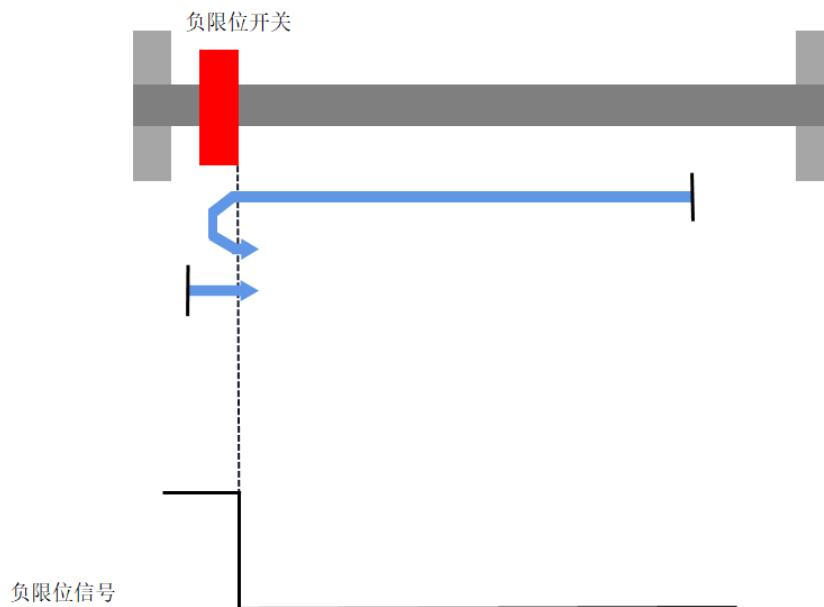
可能回零顺序 3：如果负限位已触发，朝正向移动直到离开负向限位开关后，继续朝正向移动直到触发回零开关，然后负向运动直到离开回零开关，再寻找 Index 标记。

可能回零顺序 4：如果回零开关已触发，开始负向移动直到离开回零开关后，再寻找 Index 标记。

15、保留

16、保留

17、负限位下降沿回零

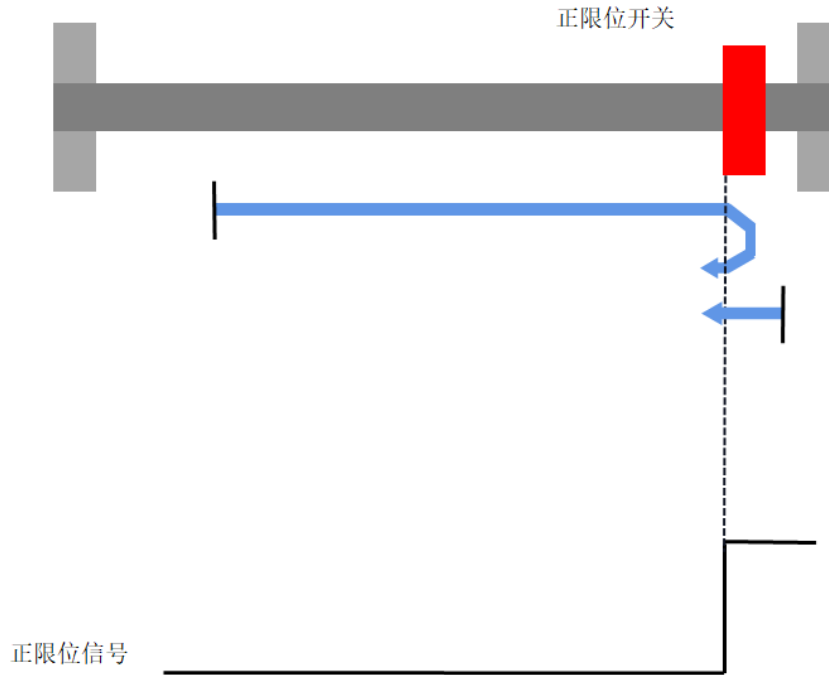


回零方式 17：负限位开关的下降沿为零位（CCW）。

可能回零顺序 1：如果没有检测到开关信号，开始朝负限位开关作负向运动，检测到开关信号后，作正向运动直到离开负向限位开关。

可能回零顺序 2：如果检测到负限位开关。开始正向运动直到离开负向限位开关。

18、正限位下降沿回零

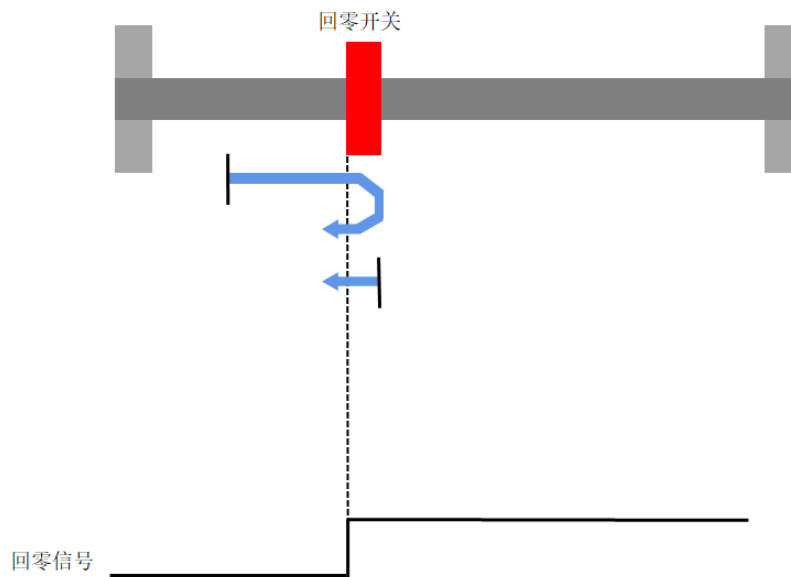


回零方式 18：正限位开关的下降沿为零位（CW）。

可能回零顺序 1：如果没有检测到开关信号，开始朝正限位开关作正向运动，检测到开关信号后，作负向运动直到离开正限位开关。

可能回零顺序 2：如果检测到正限位开关。开始负向运动直到离开正限位开关。

19、回零开关下降沿回零（回零开关位于正向移动方向）

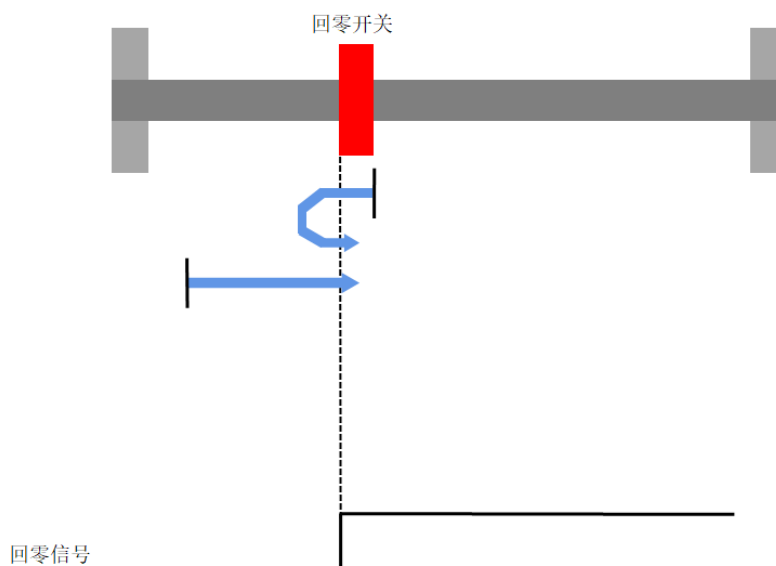


回零方式 19：回零开关的下降沿为零位。注意：零位开关是正方向运动触发，负方向运转时断开。

可能回零顺序 1：如果零位开关没有触发，开始正向接近回零开关，触发后，开始反向运动，直到断开回零开关。

可能回零顺序 2：如果回零开关已触碰，负向作远离回零开关的运动，直到零位开关断开。

20、回零开关上升沿回零（回零开关位于正向移动方向）

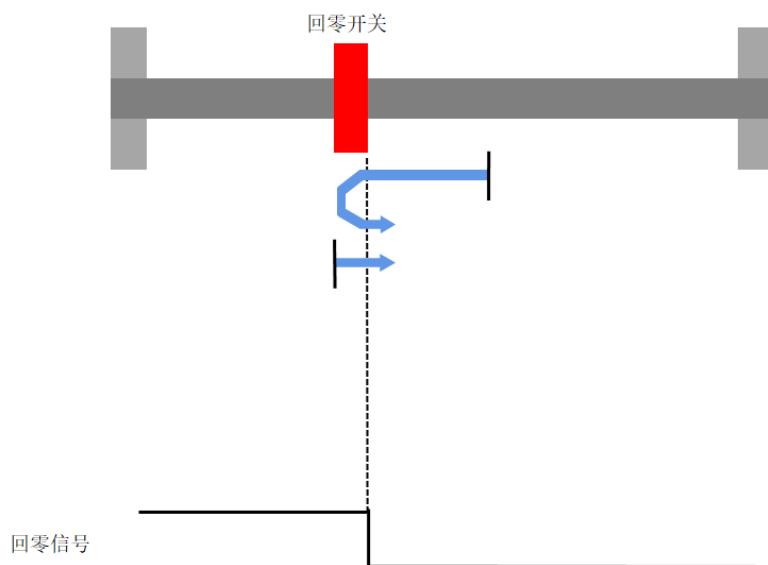


回零方式 20：回零开关的上升沿为零位。注意：零位开关是正方向运动触发，负方向运转时断开。

可能回零顺序 1：如果零位开关触发，作负向运动直到离开回零开关，然后作正向运动直到触碰回零开关。

可能回零顺序 2：如果回零开关没有触碰，作正向运动，直到触发回零开关。

21、回零开关下降沿回零（回零开关位于负向移动方向）

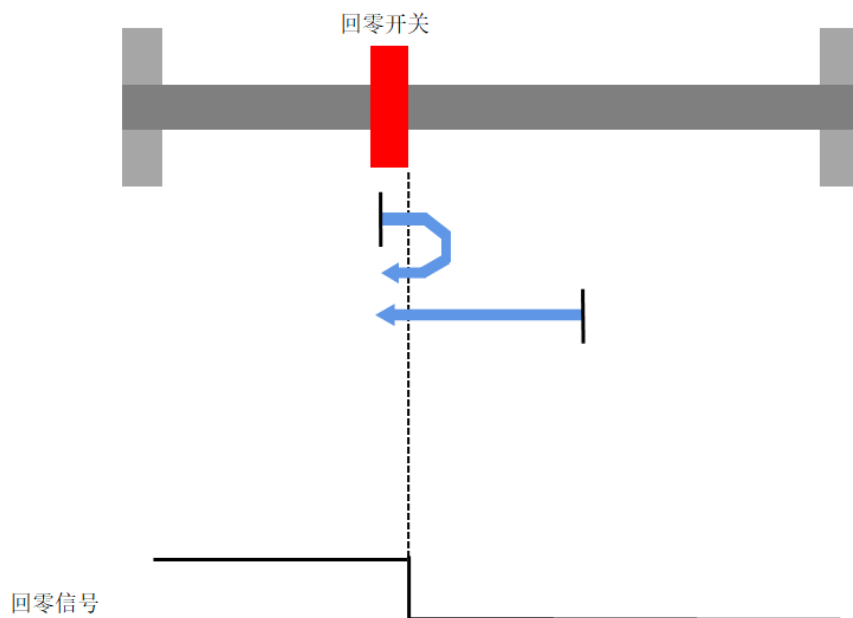


回零方式 21：回零开关的下降沿为零位。注意：零位开关是负方向运动触发，正方向运转时断开。

可能回零顺序 1：如果回零开关没有触发，作负向运动直到触发回零开关，然后作正向运动直到离开回零开关。

可能回零顺序 2：如果回零开关触发，作正向运动，直到离开回零开关。

22、回零开关上升沿回零（回零开关位于负向移动方向）

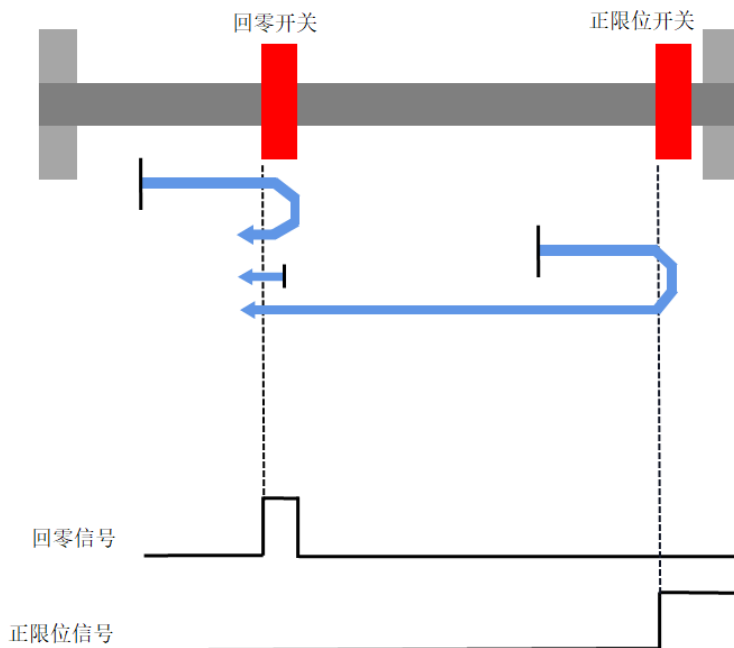


回零方式 22：回零开关的上升沿为零位。注意：零位开关是正方向运动触发，负方向运转时断开。

可能回零顺序 1：如果零位开关触发，作正向运动直到离开回零开关，然后作负向运动直到触发回零开关。

可能回零顺序 2：如果回零开关没有触发，作负向运动，直到触发回零开关。

23、回零开关负边沿下降沿回零；初始正向运动



回零方式 23：负向移动时，零位开关下降沿为零位。

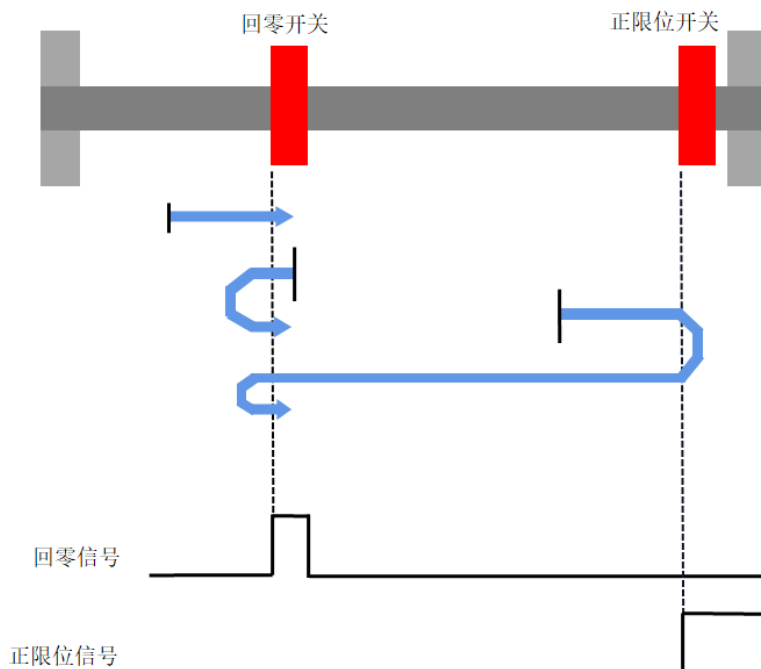
可能回零顺序 1：如果零位开关和正限位开关都没有触碰，开始朝正向运动。零位开关触发后，负向运动直到离开回零开关。

可能回零顺序 2：如果零位开关和正限位开关没有触发，开始正向运动。触发正限位开关后，负向运转直到离开正限位开关，继续负向运动直到离开回零开关。

可能回零顺序 3：如果触发正限位开关，负向运转直到离开正限位开关，继续负向运动直到离开回零开关。

可能回零顺序 4：如果触发零位开关，负向运转，直到离开零位开关。

24、回零开关负边沿上升沿回零；初始正向运动



回零方式 24：正向移动时，零位开关上升沿为零位。

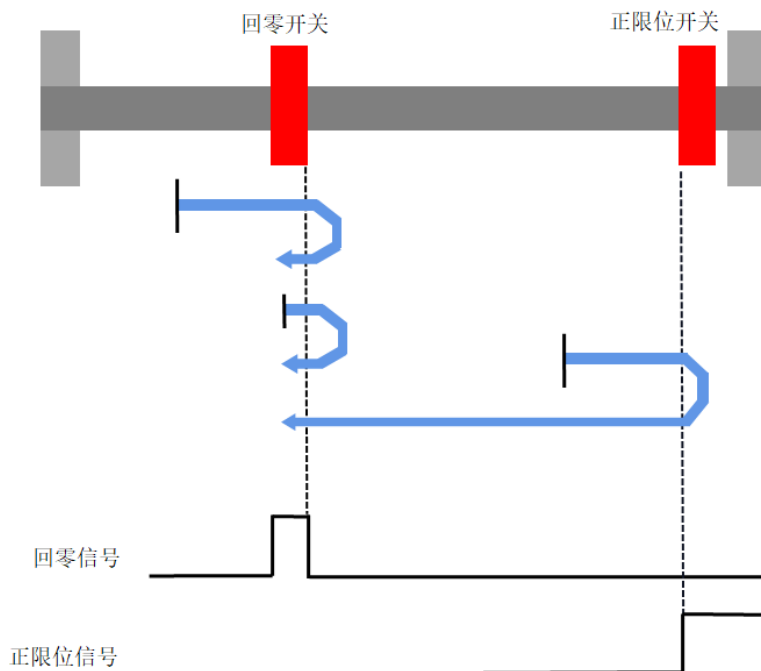
可能回零顺序 1：如果零位开关和正限位开关都没有触发，开始朝正向运动直到触发回零开关。

可能回零顺序 2：如果零位开关和正限位开关没有触发，开始朝正向运动。当正限位开关触发时，负向运转直到离开零位开关，再正向运动，触发零位开关。

可能回零顺序 3：正限位开关触发，开始负方向运转，直到离开正限位开关；继续负向运转，直到离开零位开关，然后继续正向运转直到触碰。

可能回零顺序 4：如果触发零位开关，负向运转，直到离开零位开关；然后正向运动直到触发零位开关。

25、回零开关正边沿上升沿回零；初始正向运动



回零方式 25：负向移动，零位开关上升沿为零位。

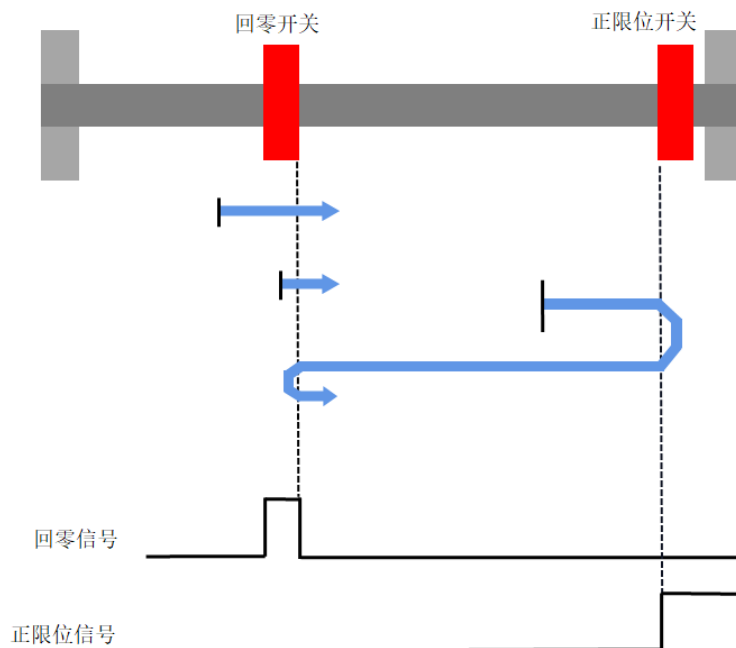
可能回零顺序 1：如果零位开关和正限位开关都没有触发，开始朝正向运动。如果回零开关触发，继续朝正向运动直到断开回零开关；然后反向运动直到触发零位开关。

可能回零顺序 2：如果零位开关和正限位开关都没有触发；开始正向运动，如果正向限位开关触发；反向运动直到离开正限位开关；继续反向运动直到触发零位开关。

可能回零顺序 3：如果是正限位开关触碰，开始负方向运动，直到从离开正限位开关；继续负向运动，直到触发零位开关，

可能回零顺序 4：如果触碰回零开关，正向运动，直到离开零位开关；继续反向运动直到触发零位开关。

26、回零开关正边沿下降沿回零；初始正向运动



回零方式 26：正向移动，零位开关下降沿为零位。

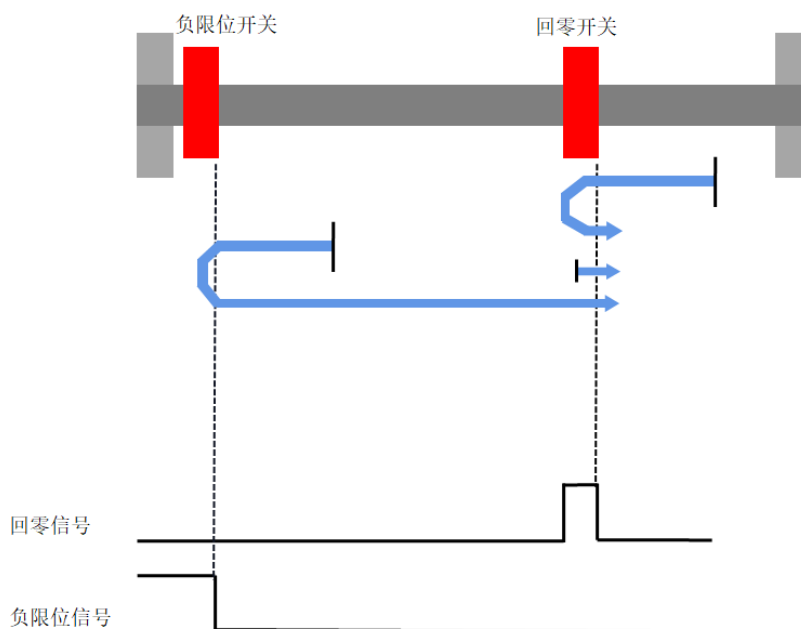
可能回零顺序 1：如果零位开关和正限位开关都没有触发，开始朝正向运动。如果触发回零开关；继续朝正向运动直到离开回零开关。

可能回零顺序 2：如果零位开关和正限位开关都没有触发；开始正向运动，如果正向限位开关触发；反向运动直到断开正限位开关；继续反向运转直到触发零位开关。然后正方向运动直到离开零位开关。

可能回零顺序 3：如果正限位开关触发，开始负方向运转，直到离开正限位开关；继续负向运转，直到触发零位开关，然后正向直到离开零位开关。

可能回零顺序 4：如果触发零位开关，开始正向运转，直到离开零位开关。

27、回零开关正边沿下降沿回零；初始负向运动



回零方式 27：正向移动，零位开关下降沿为零位。

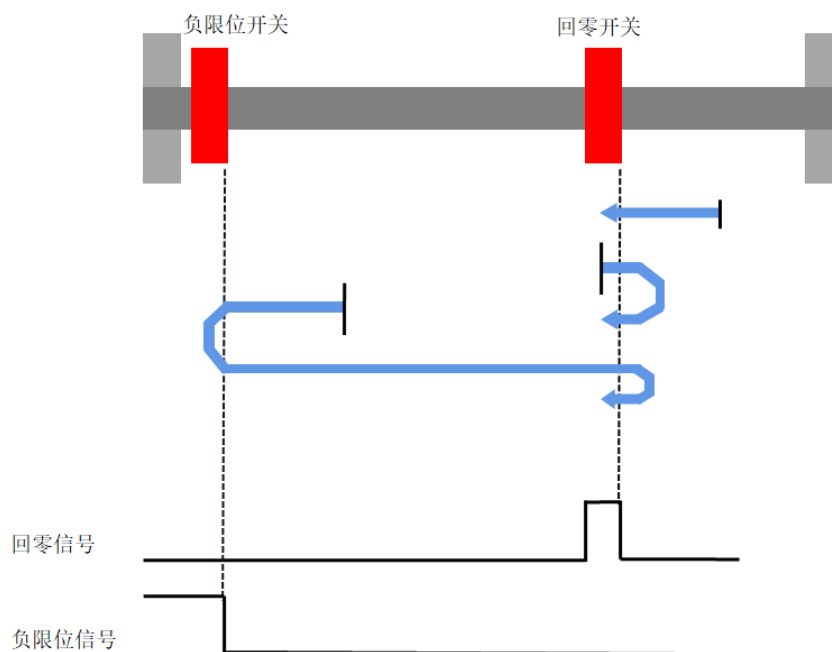
可能回零顺序 1：如果零位开关和负限位开关都没有触发，开始朝负向运动。如果触发回零开关；继续朝正向运动直到离开回零开关；

可能回零顺序 2：如果零位开关和负限位开关都没有触发；开始负向运动，如果触发负限位开关；正向运动直到离开负限位开关；继续正向运转直到触发零位开关。然后正方向运动直到离开零位开关。

可能回零顺序 3：如果是触发负限位开关，开始正方向运转，直到离开负限位开关；继续正向运转，直到离开零位开关。

可能回零顺序 4：如果触发零位开关，开始正向运转，直到离开零位开关。

28、回零开关正边沿上升沿回零；初始负向运动



回零方式 28：反向移动，零位开关上升沿为零位。

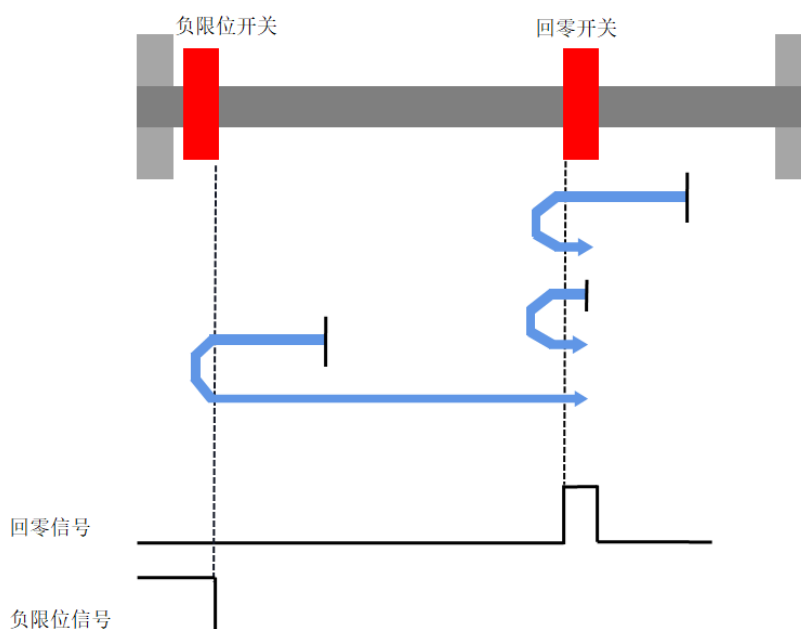
可能回零顺序 1：如果零位开关和负限位开关都没有触发，开始朝负向运动。回零开关上升沿为零位。

可能回零顺序 2：如果零位开关和负限位开关都没有触发；开始负向运动。如果触发负限位开关；正向运动直到离开负限位开关；继续正向运转直到触发零位开关。然后正方向运动直到离开零位开关；然后反向运动直到触发零位开关。

可能回零顺序 3：如果是触发负限位开关，开始正方向运转，直到离开负限位开关；继续正向运转，直到触发零位开关，然后正向直到离开零位开关。再负向运动直到触发零位开关。

可能回零顺序 4：如果触发零位开关，开始正向运转，直到离开零位开关；然后负向运动直到触发零位开关。

29、回零开关负边沿上升沿回零；初始负向运动



回零方式 29：正向移动，零位开关上升沿为零位。

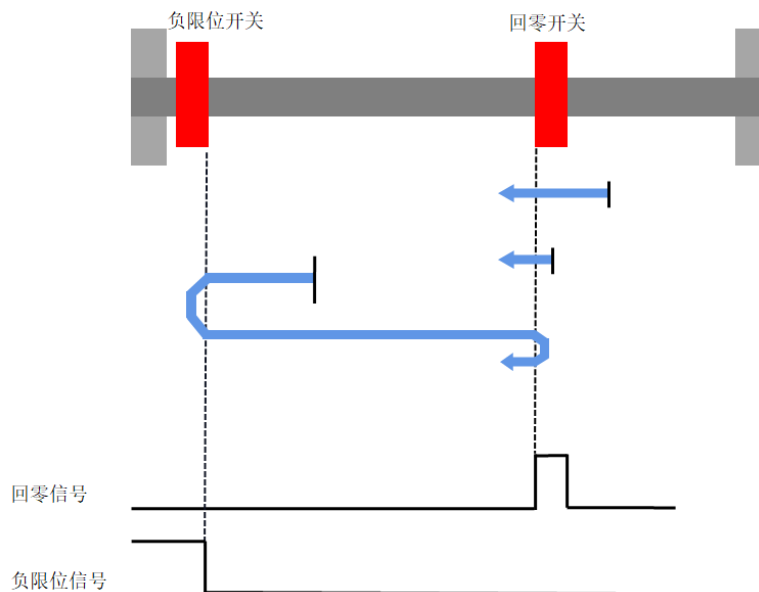
可能回零顺序 1：如果零位开关和负限位开关都没有触发，开始朝负向运动。然后如果回零开关触发；继续朝反方向运动直到离开零位开关；然后正向移动直到触发零位开关。

可能回零顺序 2：如果零位开关和负限位开关都没有触发；开始负向运动。如果触发负限位开关；正向运动直到离开负限位开关；继续正向运转直到触发零位开关。

可能回零顺序 3：如果触发负限位开关，开始正方向运转，直到离开负限位开关；继续正向运转，直到触发零位开关。

可能回零顺序 4：如果触发零位开关，开始负向运动，直到离开零位开关；然后正向运动直到触发零位开关。

30、回零开关负边沿下降沿回零；初始负向运动



回零方式 30：反向移动，零位开关下降沿为零位。

可能回零顺序 1：如果零位开关和负限位开关都没有触发，开始朝负向运动。如果触发回零开关；继续朝反方向运动直到离开零位开关。

可能回零顺序 2：如果零位开关和负限位开关都没有触发；开始负向运动。如果负限位开关触发；正向运动直到离开负限位开关；继续正向运转直到触发零位开关。然后反向运动直到离开零位开关。

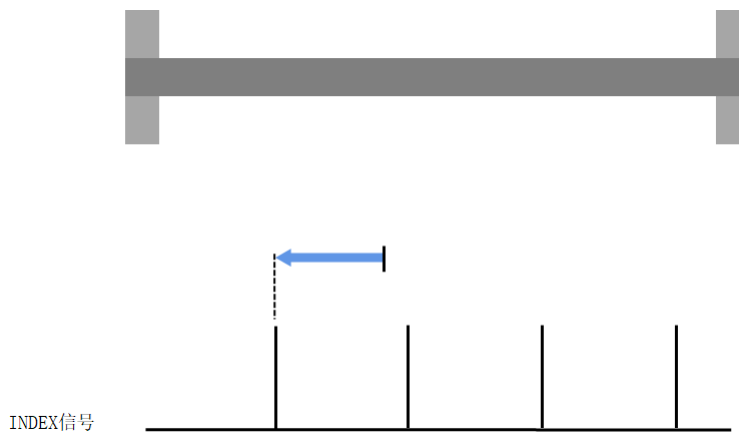
可能回零顺序 3：如果触发负限位开关，开始正方向运转，直到离开负限位开关；继续正向运转，直到触发零位开关，然后反向移动直到离开零位开关。

可能回零顺序 4：如果触发零位开关，开始反向运转，直到离开零位开关。

31、保留

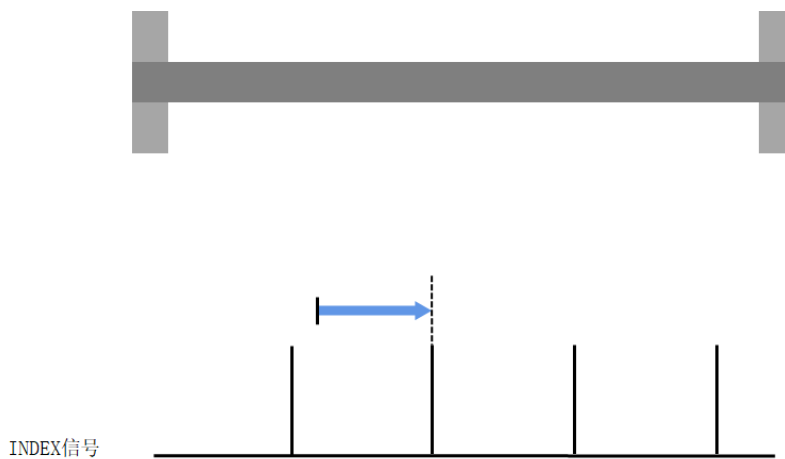
32、保留

33、负方向运动寻找 Index，并标记为零位



回零方式 33：负向移动是第一个 Index 标记为零位。

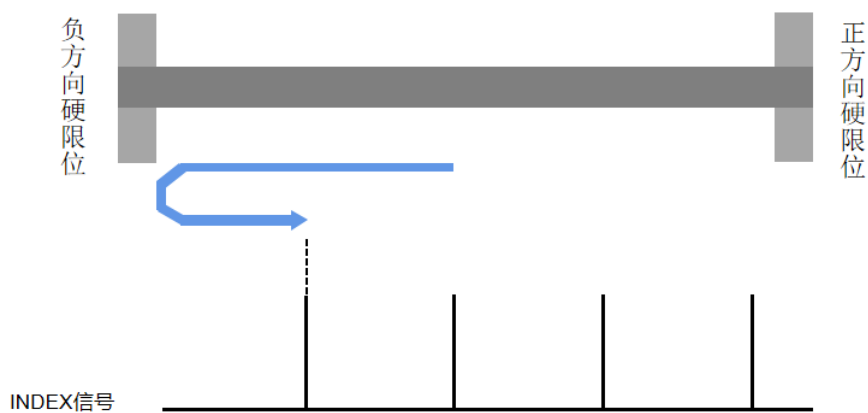
34、正方向运动寻找 Index，并标记为零位



回零方式 34：正向移动是第一个 Index 标记为零位。

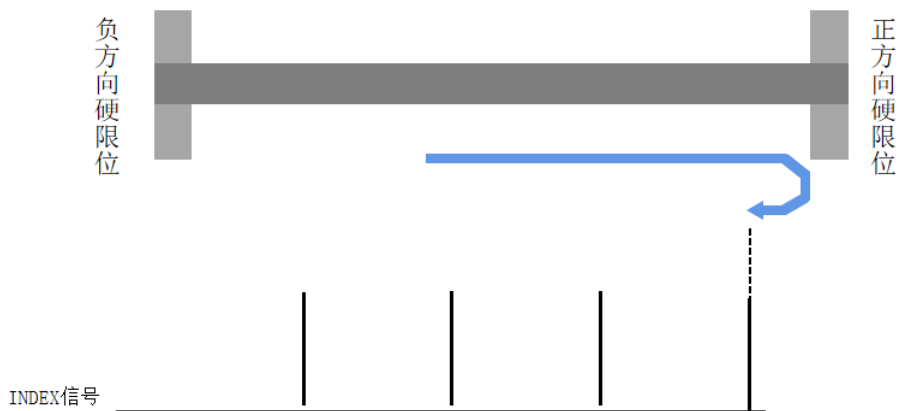
35、声明当前位置为零位在撞击到复方向硬限位的第一个 index 回零

101、在撞击到复方向硬限位的第一个 index 回零



回零方式 101：在撞击到负方向硬限位的第一个 Index 回零

102、在撞击到正方向硬限位的第一个 index 回零



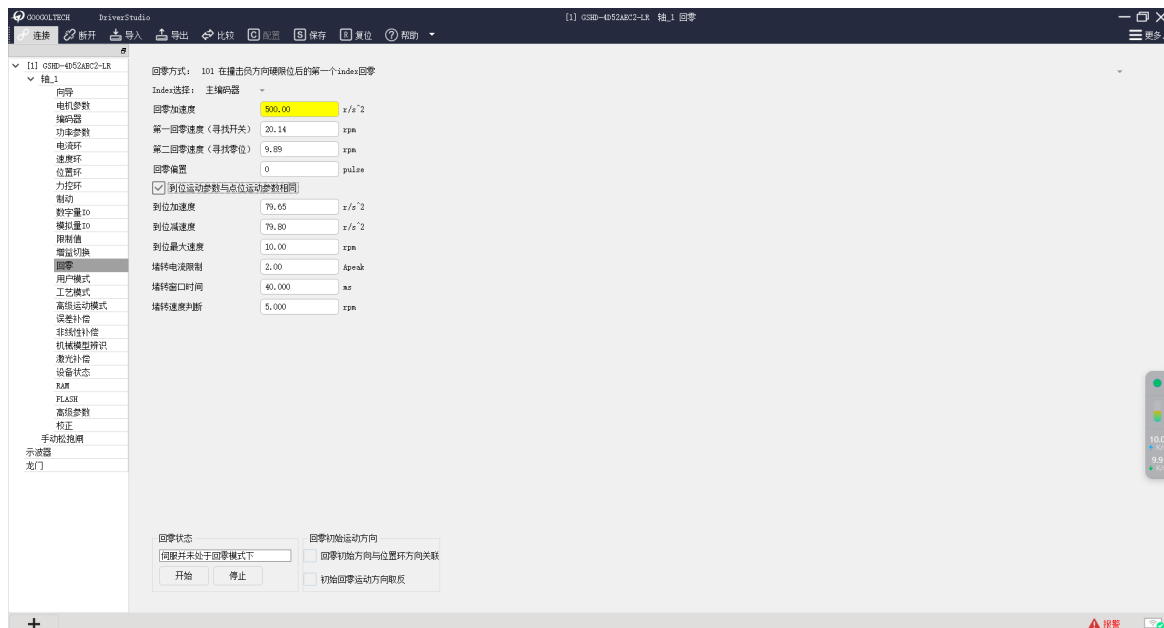
103、负方向运动以撞击点为零位



104、正方向运动以撞击点为零位

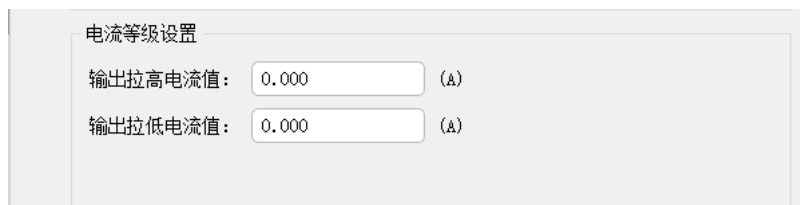


101 到 104 回零推荐设置



3.6.4 限制功能设置

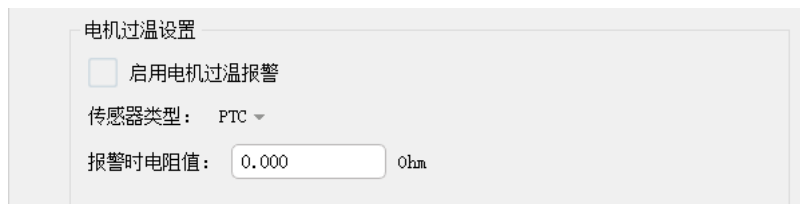
电流等级设置



该设置是关于数字量 I/O 输出中的“电流等级”的设置。当电流升高至“输出拉高电流值”时，“电流等级” I/O 输出；当电流降低至“输出拉低电流值”时，“电流等级” I/O 不再输出。

需注意设置参数时需敲回车变为黄色，然后保存复位。

电机过温设置



GSFD 通过接热敏电阻来获得电机温度的模拟量信号

传感器类型:

即选择热敏电阻类型，PTC 为热敏电阻阻值随温度升高而升高，NTC 为热敏电阻阻值随温度升高而降低。

报警时电阻值:

根据选择使用的热敏电阻的温度特性曲线，确定当温度达到期望的报警值时，该热敏电阻的阻值。

需注意设置参数时需敲回车变为黄色，然后保存复位。

动态转矩限制

动态转矩限制

启用动态转矩限制

速度下限: rpm

一段转矩限制: %

速度上限: rpm

二段转矩限制: %

在动态转矩限制启用时 (打钩)

当速度上升至速度上限时, 将输出转矩限制为二段转矩限制;

当速度下降至速度下限时, 将输出转矩限制为一段转矩限制;

需注意设置参数时需敲回车变为黄色, 然后保存复位

误差限制

误差限制

电流误差限制: (%)

速度误差限制: (rpm)

位置误差限制: (count)

到位误差限制: (count)

位置到位窗口时间: (ms)

启用I/O限位

1、位置误差限制: 当位置跟随误差的绝对值超过此阈值时, 驱动器会出现“位置跟随误差超限”报警, 单位为编码器分辨率

2、速度误差限制: 当速度跟随误差的绝对值超过此阈值时, 驱动器会出现“速度跟随误差超限”报警

3、到位误差限制, 位置到位窗口时间: 当到位误差的绝对值在窗口时间内均小于到位误差限制时, 输出“到位完成信号”; 回零完成信号的输出也是由这两个值决定

4、启用 I/O 限位: 启用该选项的前提是在数字量 I/O 中, 配置正 / 负限位开关。如启用该选项, 当电机正向运动至正限位 / 负向运动至负限位时会停止, 再发该方向的脉冲, 电机也不会继续运动

需注意设置参数时需敲回车变为黄色, 然后保存复位

电机堵转报警设置

电机堵转报警设置

速度限制: rpm

电流限制: A

持续时间: ms

在持续时间内, 若电机速度始终小于速度限制, 并且最大的单相电流高于电流限制, 伺服将会报警。

制动电阻过载设置

制动电阻过载设置

功率(W):

电阻阻值(Ohm):

窗口时间(s):

当功率和电阻高于设置值, 一直高于窗口时间, 驱动器会出现“报警制动电阻过载”

寻相回位设置

寻相回位设置

回位电流限制(%) :

回位时间窗口(ms) :

说明：寻相后电机移动，如果二分法都没法解决电机移动问题的话，这时电机主动回到原先位置，电流会比较大，需要设置限制电流和限制电流窗口时间。

回位电流限制：限制回位时的电流大小（100% 对应峰值电流）；

回位时间窗口：在设置的时间内，按照设定好的电流限制回位。

转矩限制切换

启用转矩限制切换

转矩限制 : (%)

启用之后，位置切换速度模式，不超过设置的转矩限制。

3.6.5 增益切换功能的使用

1、分段参数设置

增益切换目前支持位置环线性控制器，位置环非线性控制器和速度环控制器的参数切换，具体切换的参数为：

位置环线性控制器增益

位置环非线性控制器全局增益

速度环增益

速度环积分

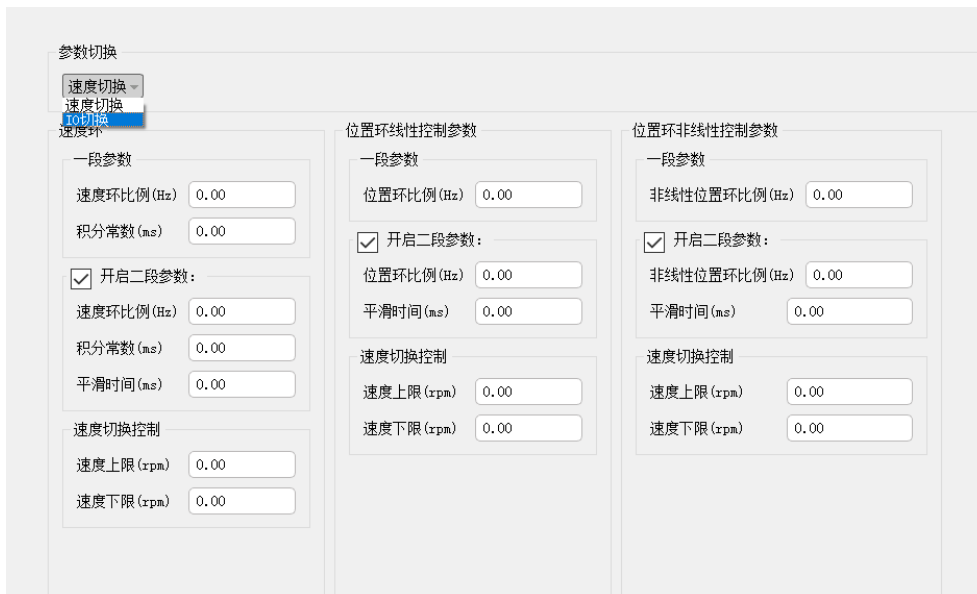
注意：勾选“启用二段参数”，才能启用相应控制器的增益切换。

速度环	位置环线性控制参数	位置环非线性控制参数
<p>一段参数</p> <p>速度环比例(Hz) <input type="text" value="0.00"/></p> <p>积分常数(ms) <input type="text" value="0.00"/></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 开启二段参数：</p> <p>速度环比例(Hz) <input type="text" value="0.00"/></p> <p>积分常数(ms) <input type="text" value="0.00"/></p> <p>平滑时间(ms) <input type="text" value="0.00"/></p> <p>速度切换控制</p> <p>速度上限(xrpm) <input type="text" value="0.00"/></p> <p>速度下限(xrpm) <input type="text" value="0.00"/></p>	<p>一段参数</p> <p>位置环比例(Hz) <input type="text" value="0.00"/></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 开启二段参数：</p> <p>位置环比例(Hz) <input type="text" value="0.00"/></p> <p>平滑时间(ms) <input type="text" value="0.00"/></p> <p>速度切换控制</p> <p>速度上限(xrpm) <input type="text" value="0.00"/></p> <p>速度下限(xrpm) <input type="text" value="0.00"/></p>	<p>一段参数</p> <p>非线性位置环比例(Hz) <input type="text" value="0.00"/></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 开启二段参数：</p> <p>非线性位置环比例(Hz) <input type="text" value="0.00"/></p> <p>平滑时间(ms) <input type="text" value="0.00"/></p> <p>速度切换控制</p> <p>速度上限(xrpm) <input type="text" value="0.00"/></p> <p>速度下限(xrpm) <input type="text" value="0.00"/></p>

三个控制器可以分别设置平滑时间，平滑时间为增益参数从一段切换至二段（或者反过来）所用的时间。

2、切换条件设置

目前 GSFD 驱动器支持两种增益切换条件：速度切换与 I/O 切换



速度切换：

速度切换需要用户设置切换的速度上限与速度下限。具体切换逻辑为：在速度上升时，如果速度升高至速度上限，则触发增益切换，增益参数切换至二段增益参数；在速度下降时，如果速度下降至速度下限，则触发增益切换，增益参数切换至一段增益参数。

位置环线性控制器，位置环非线性控制器，速度环控制器可以分别设置不同的速度上限与速度下限。

I/O 切换：

I/O 切换需要用户在数字量 I/O（超链接）界面设置“增益切换”输入 I/O。具体切换逻辑为：当有输入时，增益参数切换至二段增益参数；当无输入时，增益参数切换至一段增益参数。

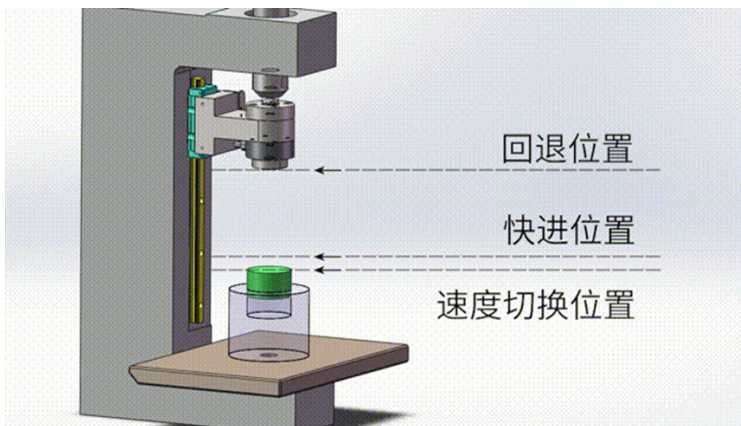
3.6.6 高级运动模式的使用

1、力位控制

(1) 力控开环

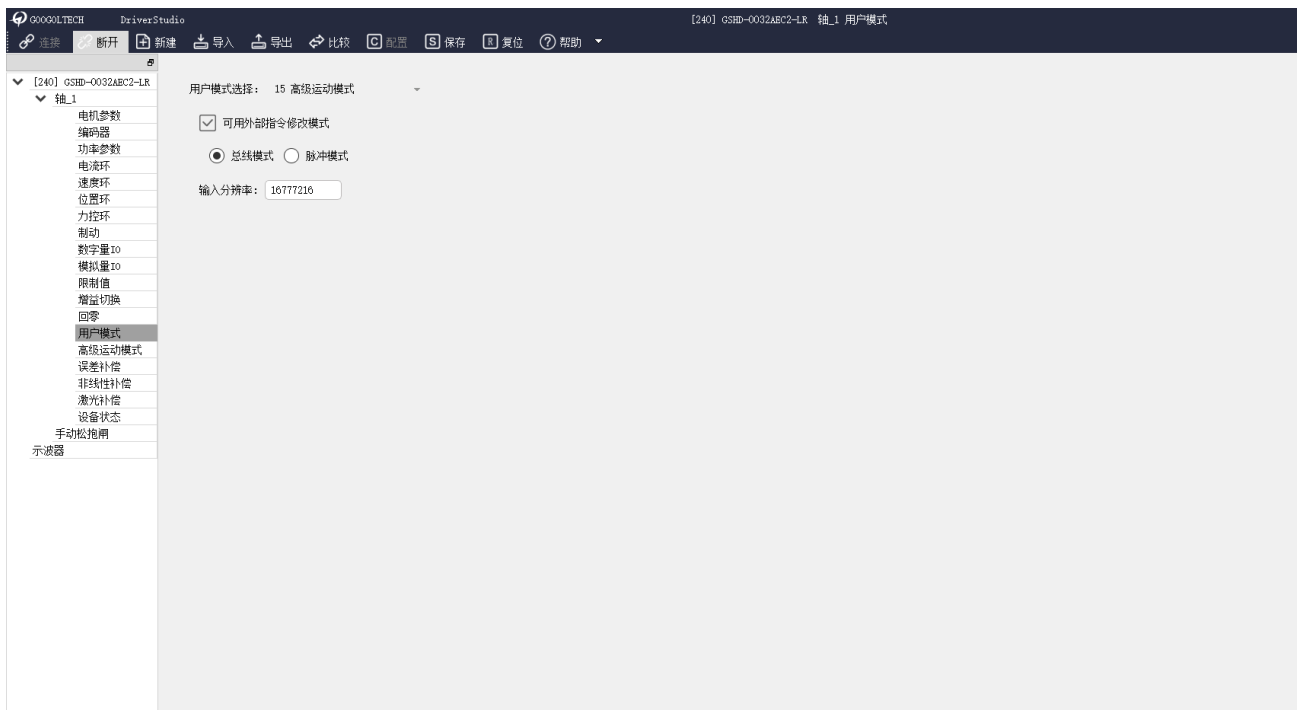
触发一个动作流程如下：

根据下图，压头先按快进快退规划速度运动到快进位置（位置模式），然后以一段速度运动到速度切换位置（速度模式），而后进入力矩模式以二段速度前进，根据正向扭矩限制或者负向扭矩限制设置压力大小，当压力达到同时保压时间到时，以快进快退规划速度运动到回退位置。



a、确保电机运动正常情况下（查看用户手册），设置用户模式为下图高级运动模式。

高级运动模式当前支持总线控制字（ethercat 总线或者 modbus 总线）和 IO 数字信号控制（待完善）两种方式，IO 控制的话就选择脉冲模式。



b、进入上图高级运动模式选项后，按实际使用设置高级运动参数；

调试软件参数意义如下：

扭矩正向限制—设置正向保压力，电机正向运动的电流限制（按电机参数峰值电流计算的百分比）；

扭矩负向限制—设置负向保压力，电机负向运动的电流限制（按电机参数峰值电流计算的百分比）；

回退位置—电机回退坐标，一般以驱动器回零位置为坐标零点，没有执行回零时，力控模式会按驱动器初始化位置标定为零点；

快进位置—相对于压装工件表面的待压装停泊点，以快进 / 回退规划速度运动；

速度切换位置—一段速度到二段速度的切换位置，二段速度是保压速度；

最大行程限制—压装过程的运动行程极限，当电机运动到该位置时，超过力矩保持时间 + 判断停止时间之和时立刻回退，运动距离不会超过最大行程限制；

回退位置 < 快进位置 < 速度切换位置 < 最大行程限制

快进快退到位误差限制窗口时间限制—快进快退运动段的到位条件判断，当跟随误差 $perr$ 到达限制值界面的到位误差限制之内时，超过该时间设置即认为到位；

停止速度阈值—一段速度或二段速度受阻或到达最大行程限制的速度停止判断条件，速度到达设定值之内才会执行力矩保持计算；

力矩保持时间—压装过程，当扭矩电流到达设置的扭矩正向（或负向）限制时，驱动器以限制值持续输出固定电流进行保压，超过力矩保持时间后执行快速回退运动；

判断停止时间—一段或二段速度运动受阻停止，速度到达停止速度阈值后的持续时间超过停止时间才会进行力矩保持时间计算；

使能位置限位—选择是否对最大位置限制进行判断（快速回退的两个判断条件：a. 电机运动位置到达最大位置限制，b. 电机电流达到扭矩限制并达到持续时间条件）；

运动触发条件：控制字触发—0x2016h 对象字触发；脉冲触发—按 IO 信号输入上升沿进行触发；

[240] GSFD-0051DEC2-LM

轴_1

- 向导
- 电机参数
- 编码器
- 功率参数
- 电流环
- 速度环
- 位置环
- 力控环
- 制动
- 数字量IO
- 模拟量IO
- 限制值
- 增益切换
- 回零
- 高级模式
- 高级运动模式
- 误差补偿
- 非线性补偿
- 设备状态
- 手动松抱闸
- 示波器
- 龙门

高级运动模式选择: 1 力位控制

注: 整个流程将在到达力矩限制或位置限位时结束

限制参数	运动参数	闭环设置	力控补偿
运动触发条件:	控制字触发		
扭矩正向限制: (%)	0.00		
扭矩反向限制: (%)	0.00		
使能位置限位:	<input type="checkbox"/> 使能		
最大行程限制: (rounds)	2147480000.000		
判断所停止方式:	仅用速度判断		
停止速度阈值: (rpm)	0.000		
停止电流阈值: (%)	0.00		
判断所停止时间: (ms)	0.000		

运动参数部分:

快进快退规划速度—到达快进位置和回退到回退位置时使用速度;

快进快退加速度—快进快退运动的加速度;

一段速度指令 -- 压装过程的一段速度, 逼近速度, 再切换到力矩模式时, 先过渡速度;

二段速度指令—压装过程二段速度, 压装过程的下压速度;

[240] GSFD-0051DEC2-LM

轴_1

- 向导
- 电机参数
- 编码器
- 功率参数
- 电流环
- 速度环
- 位置环
- 力控环
- 制动
- 数字量IO
- 模拟量IO
- 限制值
- 增益切换
- 回零
- 高级模式
- 高级运动模式
- 误差补偿
- 非线性补偿
- 设备状态
- 手动松抱闸
- 示波器
- 龙门

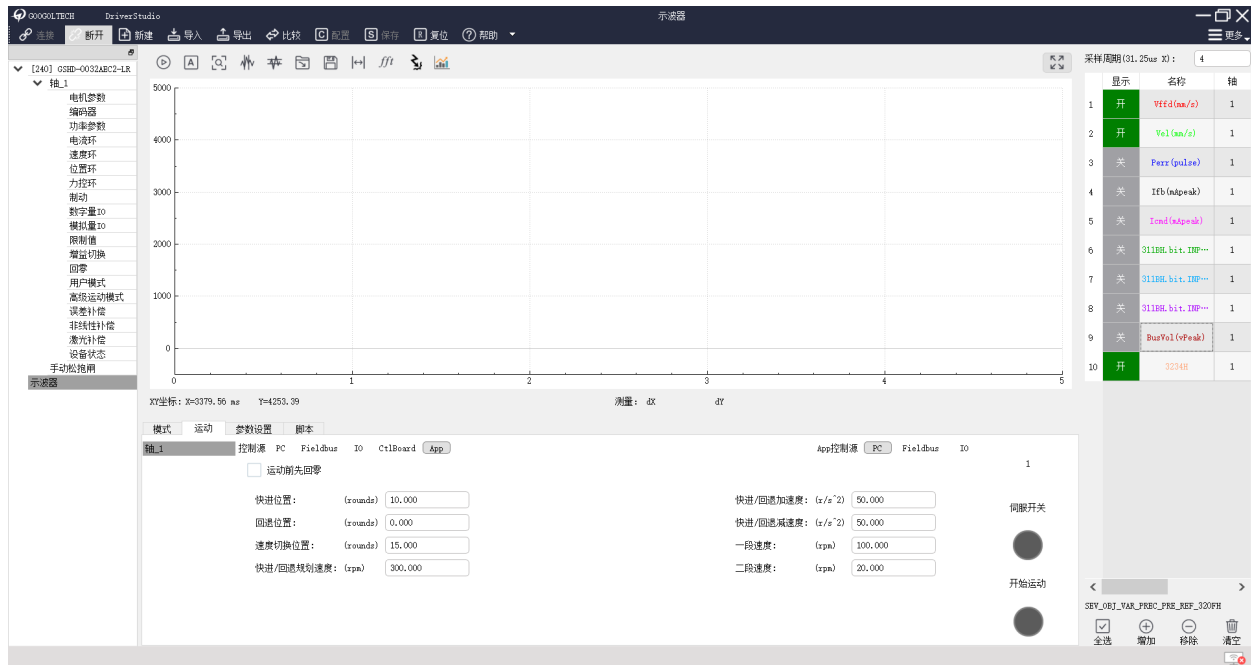
高级运动模式选择: 1 力位控制

注: 整个流程将在到达力矩限制或位置限位时结束

限制参数	运动参数	闭环设置	力控补偿
快进/回退规划速度: (rpm)	0.000		
快进/回退加速度: (r/s ²)	2147480000.000		
快进/回退减速度: (r/s ²)	2147480000.000		
一段速度指令: (rpm)	0.000		
二段速度指令: (rpm)	0.000		
回退位置: (rounds)	2147480000.000		
快进位置: (rounds)	2147480000.000		
速度切换位置: (rounds)	2147480000.000		
快进/回退到位置窗口时间: (ms)	2147480000.000		
力矩保持时间: (ms)	0.000		
压力跟随窗口时间: (ms)	0.000		
压力跟随误差限制: (%)	0.000		
回退误差限制: (count)	0.000		

c、用调试软件进行模拟测试

首先在静态上使能情况下, 观察示波器的 vel 速度波动, 知道速度波动后, 就可以得出限制参数里的停止速度阈值。其次在示波器界面, 运动选项卡下把控制源设为 APP, 右侧会弹出 APP 控制源, 再把 APP 控制源切换到 PC, 部分参数修改后需要重新上伺服才能生效, 伺服开关打开后, 在勾选运动前先回零时, 会先执行回零步骤, 回零完成后以零点作为高级运动模式的原点坐标, 开始运动触发后, 会自动完成一次压装程序, 完成后可以重新触发开始运动按钮进行再次测试;



d、使用控制器配合触发高级运动模式进行测试

首先力控工艺是在周期同步位置模式下才生效的。所以触发工艺需要保证ecat对象字6060h=8的情况下。对于需要在力控模式下还需要走位置的话，则需要进行模式切换，6060h依然保证在模式8下，只要ecat对象字2016h的bit8~bit11，置1就可以进入到位置模式，此时上位机可以控制运动，建议在回退位置进行模式切换，可以保证控制器的规划和反馈一致，最好零点位置和回退位置一样是最简单的，然后触发运动通过2016h的bit0置1上升沿逻辑进行触发运动，当然2016h的bit8~bit11的设置得保持。

Ecat的201Ah-作为力控控制的判断，bit0~bit3表示所处的工艺状态，对于是否处于回退位置可以通过反馈来判断，如果力控工艺正常运动的话，也可以通过bit0~bit3为1来判断，这个前提是触发工艺后能正常运动就可以。201Ah的bit12速度停止标志根据速度小于停止速度阈值，并持续判断停止时间后，就会输出这个标志，这个标志对于开环力控来说可以作为是否碰到工件。bit13是闭环力控使用的，作为目标压力到达标志。

具体对象字参数各位意义可查阅《GSFD_EC总线入门手册》；

e、使用IO控制器配合触发高级运动模式进行测试

到数字量IO页面：

配置IO输入功能：IO点位运动触发；

配置IO输出功能：到位完成信号。

f、modbus地址表

功能	地址	大小(字节)	单位
回退位置	0x2009	4	调试软件输入脉冲定标
快进位置	0x200A	4	调试软件输入脉冲定标
速度切换位置	0x200B	4	调试软件输入脉冲定标
最大行程限制	0x200C	4	调试软件输入脉冲定标
快进/回退到位误差限制窗口时间	0x200D	2	ms
一段速度指令	0x200E	4	调试软件输入脉冲定标
二段速度指令	0x200F	4	调试软件输入脉冲定标
快进回退规划速度	0x2010	4	调试软件输入脉冲定标
停止速度阈值	0x2011	4	调试软件输入脉冲定标
快进回退加速度	0x2012	4	调试软件输入脉冲定标
快进回退减速度	0x2013	4	调试软件输入脉冲定标
力矩保持时间	0x2014	2	ms
判断停止时间	0x2015	2	ms
工艺控制字	0x2016	2	第一位上升沿触发运动

功能	地址	大小 (字节)	单位
扭矩正向限制	0x2017	2	峰值电流万分之一
扭矩负向限制	0x2018	2	峰值电流万分之一
力位状态机	0x201A	2	0: 没有进入力位控制 1: 准备接收指令触发 2: 快进 3: 一段速度 4: 二段速度 5: 回退 6: 回退延迟

(2) 力控闭环

闭环力位控制是在完成开环力位控制的基础上进行的, 当达到二段速度, 驱动器以开环力矩限制作为试探, 接触工件, 直到静止, 此时ecat的201Ah的bit12停止速度标志输出1, 注意这里判断停止是根据速度停止阈值和判断停止时间来决定的。如果设置不合理可能出现, 没有进入压力闭环情况。在设置合理的情况下, 进入闭环力控阶段, 这时得注意了, 如果刚开始的作为试探的力矩限制设置不合适, 跟目标压力相差太大的话, 闭环力控响应就慢, 而且如果力矩限制设置很小会出现, 直线轴被弹簧拉回运动现象, 然后在末端又达到进入闭环力控条件后 (速度停止) 进入闭环力控, 导致一系列不正常运动。正常参数下, 就可以进入保压状态, 目标压力到达时, 当然这里压力到达也有压力跟随误差限制和窗口时间, 只有压力在误差内同时保持一段时间后, 才能输出, 闭环压力到达标志ecat的201Ah的bit13置1, 保压完成后回退到回退位置。

- a、首先配置好开环力控,
- b、力控环参数调试



如上图所示, 比例系数填写 1, 积分填写 0, 因为积分主要是为了保证稳态误差, 而力控环本身在速度环下, 速度环的参数可以影响力控环, 此时再加积分并不起作用反而减缓响应。

其他参数均使用默认参数。

c、闭环力控调试

闭环力控是在开环力控基础上增加了一个产品末端的压力传感器作为压力反馈, 压力传感器的接线参考表 2.2.5.1 C2- 控制器 I/O 口定义, 接到驱动器 C2 接口的 8 和 26 脚 (模拟量输入 1+ 与模拟量输入 1-)。

之后到高级运动模式中设置闭环参数



勾选启用压力闭环

最大压力 (g) : 设置一个压力上限, 防止压坏产品。

1V= 多少 g: 是传感器的标准, 询问传感器厂家。可以通过一个 1 块钱硬币进行衡量, 目前硬币是 6.05g。对应多少 v, 可以通过调试软件模拟量 io 页面的当前压力, 通过没有放硬币时的压力和放硬币时压力算一下差值, 就知道一个硬币重量对应多少 v。

目标压力: 需要压的力。

补偿系数: 线性函数 $Y=Kx+b$ 的 K。

补偿偏置: 线性函数 $Y=Kx+b$ 的 b。

勾选显示中间值后可以看到传感器的实时压力。

补偿为线性补偿, 初始调试时将补偿系数设为 1, 补偿偏置设为 0, 由于 ZR 设备有弹簧重力及模拟量输入本身偏置等其它因素影响, 实际设置目标压力到末端压力传感器显示数值有差距的, 即在同样的高度进行压力控制, 不同目标压力到末端传感器显示数值都不一样, 所以需要补偿, 补偿后, 只是在这个高度下补偿, 不同的高度下目标压力和传感器数值还是不一样的话, 是没法补偿的, 这个可以说明机械和电机一致性不是很好。

取多组样本, 即设置不同目标压力 x, 观察传感器上显示的压力值 Y, 这里力控环的比例系数不能太低, 不然闭环控制后, 末端传感器显示的压力值可能还没稳定, 导致采集数是错误的。这样我们有两组样本, 首先计算 K, K 表示是比例, 所以得计算 x 和 Y 的比例, 得分别求 x 数据前后的差值, 和 Y 数据前后的差值, 然后二则相除就得到多组 K, 如果 K 相差很大表示是非线性的, 此时设备如果想要多目标压力控制就不太行, 只能说固定压力或者在附近变化的话是可以满足需求的。如果 K 相近就可以求一个平均的 K 值出来。然后求 b, b 的话, 先根据 $K*x$ 得出曲线, 然后通过 $Y-K*x$ 可以得出多组 b, 也可以求个平均值出来。

下图显示一个示例:



解释一下：

这里的目标压力是 100g，补偿偏置是 15g，补偿系数为 1，表示设备在相同高度进行压力控制时，不同的目标压力，到传感器显示的数值都是按线性变化来的，真实目标力（进行补偿后）的压力是告诉我们如果没有补偿目标压力压下去，实际传感器应该的压力数值时多少。当前压力是根据传感器模拟量输入换算后得到的。末端力是进行 K 及 b 补偿后得到的压力。我们理解一下公式，通过 $Y=Kx+b$ 对应就是 $Y=1*100+15$ ，得到传感器显示 115g，那么通过公式，我们知道末端传感器想要 100g，那么目标压力就是 85g，其实 85g 就是真实目标力。这里解释和前面解释从不同角度理解真实目标力。

力位控制闭环在压力保持阶段（此阶段电流保持不变）开始生效，此时驱动器对比目标压力和此时压到的压力进行对比，在此电流基础上进行增加或减小电流以达到增加或减小力矩的目的。因此开环力位控制的参数要设置合理，否则会影响闭环调控。

当这边设置完成后，仍然去示波器界面通过曲线观察压力情况，来修改参数，其中正向扭矩限制等速度加速度参数都会影响闭环力位调控，可以慢慢试验，找到合适的参数。

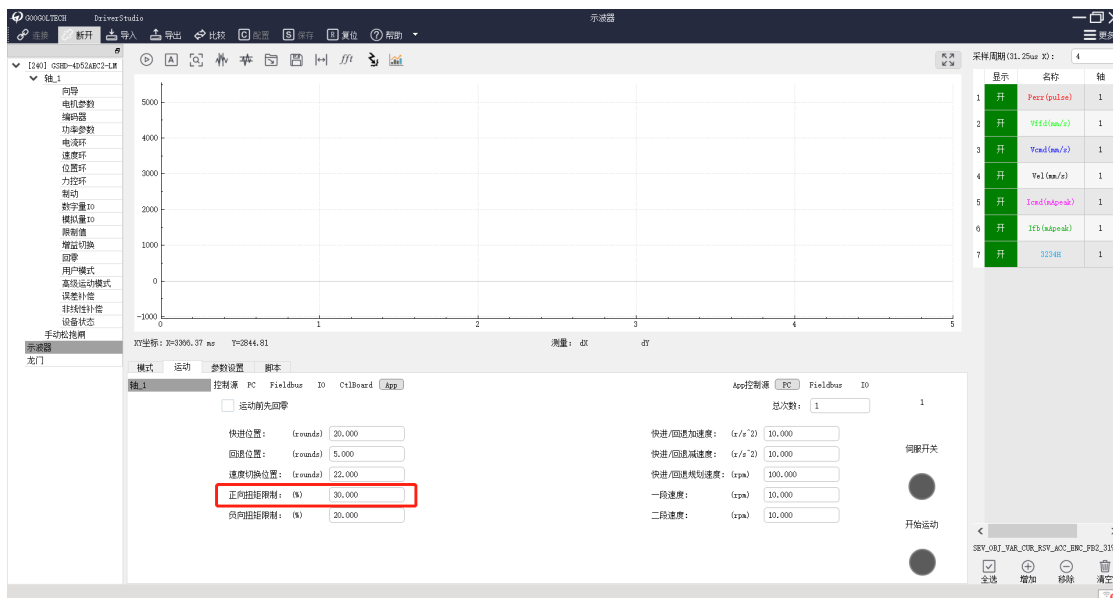
(3) 力控补偿说明

a、大体确定电流增量与力增量之间的关系

在不开启力控补偿的前提下，走开环力控。

先给 30% 的力矩保持，记录下此时下压之后的力 f1

再给 40% 的力矩保持，记录下此时下压之后的力 f2



那么在电流变化了 10% 的时候，力的变化为 $(f_2 - f_1)$ ，那么电流变化 100% 对应的力的变化就是 $10 * (f_2 - f_1)$ ，此数字即为最大压力 f_{Max}

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	扭矩值%		压力值g					平均值	平均值差值	
2	30		90	92	90	91	91	90.8	101.4	
3	40		190	193	193	193	192	192.2	106.2	
4	50		298	299	299	298	298	298.4	100.2	
5	60		399	398	399	399	398	398.6	100.8	
6	70		500	501	499	498	499	499.4		
7										
8										
9										

本说明只给出基于原理的基础操作步骤，给的力矩保持百分比，每次的百分比增量，实验的次数，是否多次实验取平均等，均可由使用者自己决定。

b、确定不同位置下的基准补偿值

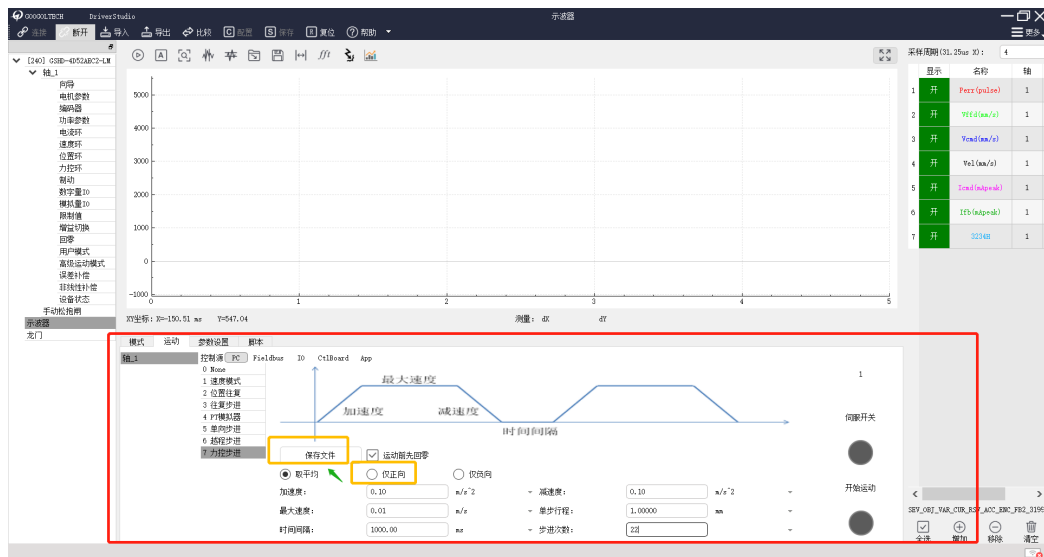
将 ZR 轴下方的压力传感器之类的装置全部撤除

调整至 PC 控制源，找到运动当中的力控步进。

设置步进参数，注意加速度减速度和速度尽量保持低数值，时间间隔不要低于 1000ms，并且整个行程要越过下压的位置点。

勾选运动前先回零，上使能，在回零完成之后点击开始运动

在运动完成之后，点击保存文件，可以得到一个 txt 文档



c、填入补偿相关参数

在高级运动下的力位控制界面，点击到标签页力控补偿

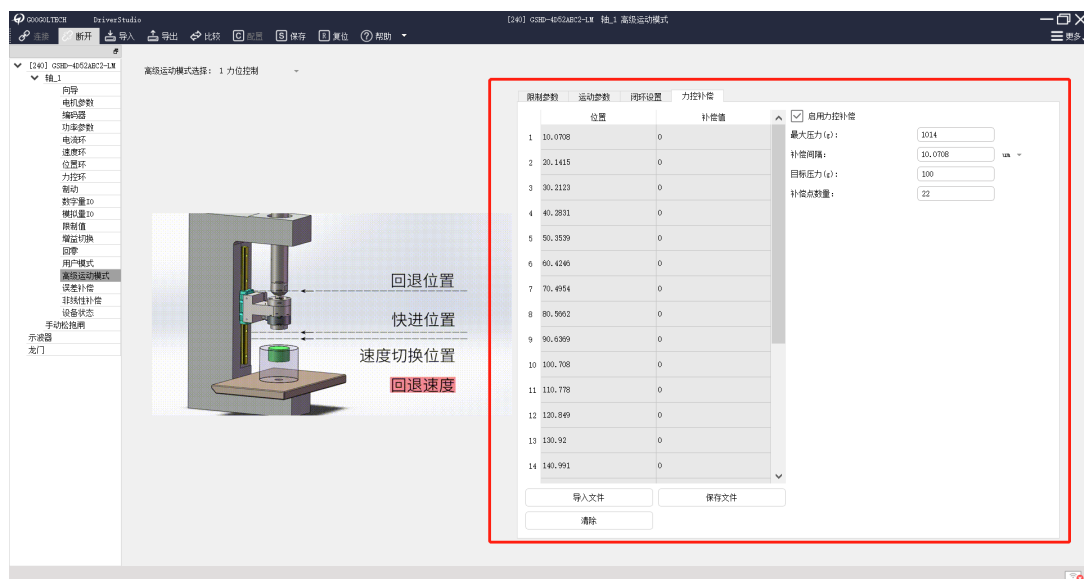
勾选启用力控补偿

将 fMax 填入最大压力

在左侧点击导入文件，选择第二步中的 txt 文档

写一个希望达到的力

保存复位



d、再次修正补偿相关参数

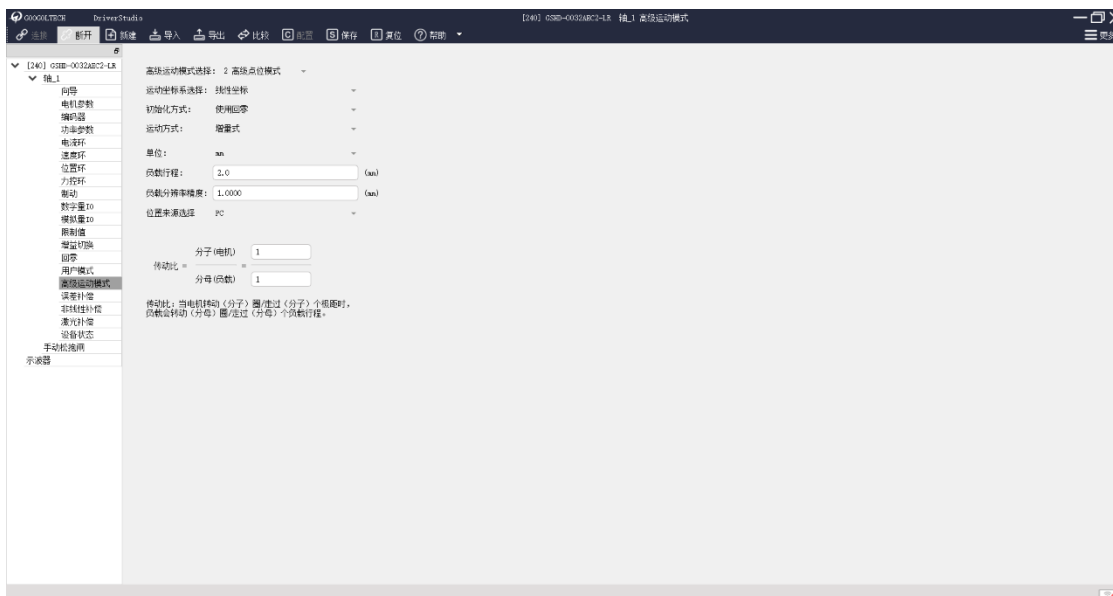
在开启补偿的情况下进行力控运动，观察目标力的增量与实际力的增量是否一致，如果不一致，则需要调整最大压力值

假设目前的最大压力值为 1000g，在目标力为 100g 时，实际为 80g；在目标力为 200g 时，实际为 220g；这说明当目标力增加 100g 时，实际增加 140g，此时就需要将最大压力乘以这个关系，即将最大压力写为 1400g，来解决此问题。

如果增量可以保持一致，但目标力与实际力之间始终存在一个固定偏差，则可以手动将补偿表进行微调。

2、高级点位模式

在电机能够正常运行之后，配置此模式时，选择 2 高级点位模式。



运动坐标系选择：根据实际的行程进行设置为线性坐标或者旋转坐标；

初始化方式：绝对值编码器可以不需要回零，增量式编码器需要配置回零使用；

运动方式：可以选用相对定位的增量式或者是绝对定位的绝对式；

单位：mm 或者 deg；

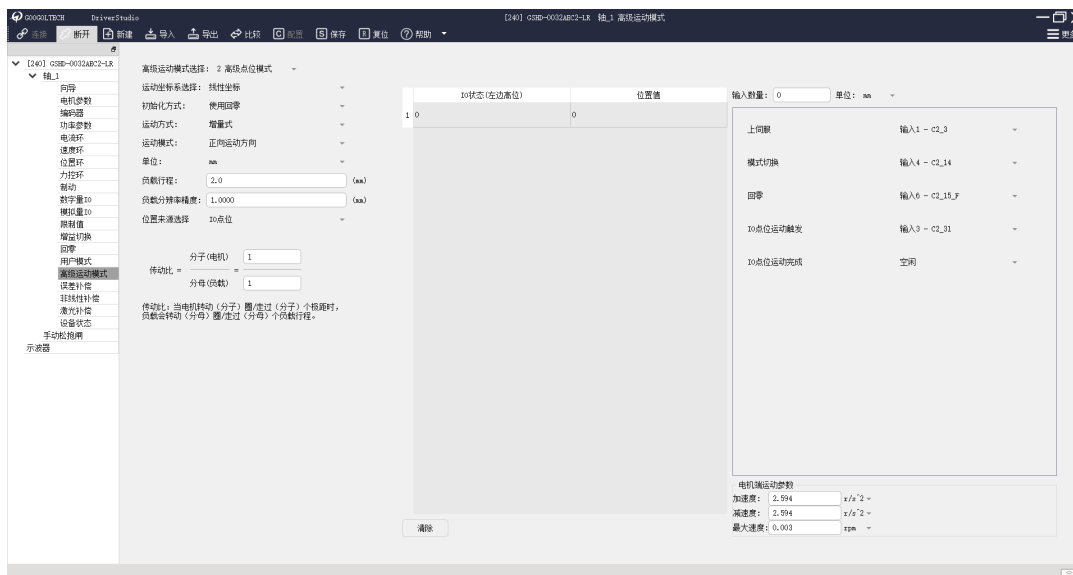
电机与负载的传动比：按照实际的减速比进行设置；

负载分辨率精度：根据需求进行设置（一般不超过 1）；

负载行程：根据需求进行设置（旋转坐标无需设置）；

位置来源选择：IO 点位或者 IO 任务，配置与用户模式的 IO 点位及 IO 任务配置一致。

用户模式的 IO 点位及 IO 任务功能是相对于电机端，设置电机运行距离及速度；高级点位模式是相对于负载端，需自行设置精度、极距还有负载与电机之间的传动比。



3.7 EtherCAT 总线通讯功能

3.7.1 可用对象字说明

3.7.1.1 6040h Control Word (控制字)

参见“3.7.3 伺服状态机”说明。

对应调试软件采样对象字是 3221h

3.7.1.2 6041h Status Word (状态字)

参见“3.7.3 伺服状态机”说明。

对应调试软件采样对象字是 3222h

3.7.1.3 6060h Mode Of Operation (驱动器操作模式)

目前只支持以下五种模式，且各模式的注意事项见运行模式所述：

- a、轮廓速度模式 (6060h=3)
 - b、原点回零模式 (6060h=6)
 - c、同步周期位置模式 (6060h=8)
 - d、同步周期速度模式 (6060h=9)
 - e、同步周期转矩模式 (6060h=10)
- 对应调试软件采样对象字是 3223h

3.7.1.4 6061h Mode Of Operation Display (驱动器当前所处操作模式)

- a、轮廓速度模式 (6060h=3)
- b、原点回零模式 (6060h=6)
- c、同步周期位置模式 (6060h=8)
- d、同步周期速度模式 (6060h=9)
- e、同步周期转矩模式 (6060h=10)

3.7.1.5 607Ah Target Position(目标位置)

CSP 模式下控制器下发给驱动器的位置指令值，指令形式：接收到的指令值是当前周期运行到绝对位置，单位：pulse。

对应调试软件采样对象字是 3224h

3.7.1.6 60FFh Target Velocity (目标速度)

a、CSV 模式下控制器发给驱动器的速度指令值，指令形式：接收到的速度值是当前周期运行到目标速度，单位：pulse/s。

b、例子：比如输入分辨率设置 $p=10000$ ，那么当控制器写 60FF 是 20000 时，对应的速度 $v=20000\text{pulse/s}$ ，转换为 r/s ，就是 $n=v/p(2\text{ r/s})$ 。

3.7.1.7 6071h Target Torque (目标转矩)

CST 模式下控制器发给驱动器的转矩指令值，指令形式：接收到的转矩值是当前周期运行到目标转矩，范围是 -32768~32767 单位：0.001X 额定电流。

3.7.1.8 6064h Position Actual Value (位置反馈值)

a、目前位置反馈值，单位：pulse。

b、例子：对于电机转一圈的反馈位置值，根据上位机编码器设置的输出分辨率来(设置 10000)，驱动器一上电根据编码器的单圈值(17 位 131072)的位置(这时绝对值编码器值是 13000)，缩放成输出分辨率中所在的位置值 $((13000/131072)*10000)$ 992。

对应调试软件采样对象字是 3225h

3.7.1.9 606Ch Velocity Actual Value (速度反馈值)

当前周期的速度反馈值，单位：pulse/s。

3.7.1.10 6077h Torque Actual Value (转矩实际值)

当前周期的实际转矩值，范围是 -32768~32767 单位：0.001X 额定电流。

3.7.1.11 603Fh Error code (报警代码)

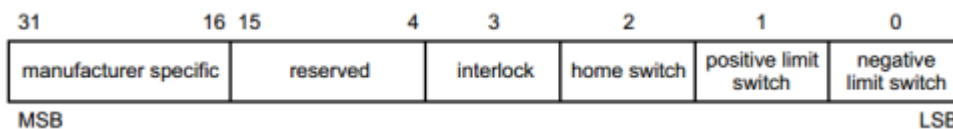
具体报警代码及处理看 3.7.9 报警一览表

3.7.1.12 60F4h Following error actual value (跟随误差)

上伺服时该对象字才能显示规划和反馈的实际误差。

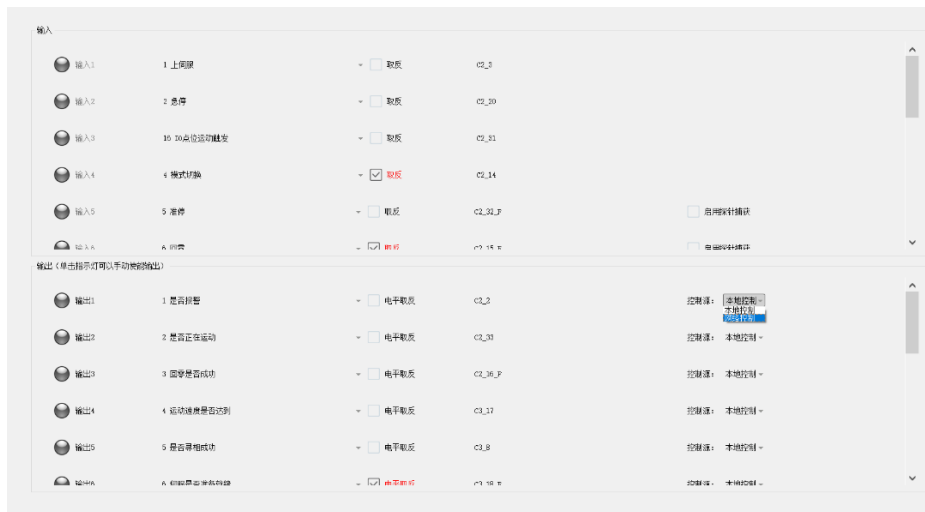
3.7.1.13 60FDh Digital Input (数字量输入)

32 路数字量输入，且低 16 位的前 3 位按以下图片定义来（驱动器调试软件上 I/O 需配置正负限位和回零开关），高十六位对应驱动器 I/O 输入状态。



3.7.1.14 60FEh Digital Output (数字量输出)

32 路数字量输出，且高 16 路有效，同时数字量输出第一位不带输出抱闸功能。如果需要总线控制驱动器 I/O 输出，请在调试软件数字量 I/O 界面上，I/O 输出控制源配置为网络控制。



3.7.1.15 0x2000h Encoder Multiturn Value (绝对值编码器多圈值 32 位)

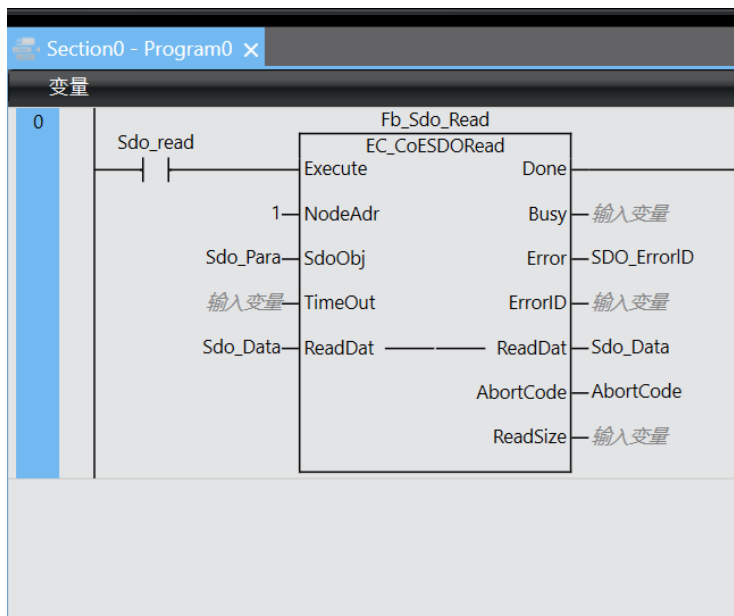
编码器多圈绝对值，数值范围 0x00000000~0xFFFFFFFF，如果需要多圈值请用 SDO 来读取取值。

对象数据类型：Integer32。

使用方法：只能使用 SDO 去读。

以下是欧姆龙控制器用 SDO 读取多圈值示例：

```
Sdo_Para: _sSDO_ACCESS;
Sdo_Data: UDINT;
Sdo_Para.Index:=8192;
Sdo_Para.SubIndex:=0;
Sdo_Para.IsCompleteAccess:=FALSE;
```



3.7.1.16 0x20A9h Phase Find Status (寻相状态)

增量式编码器的寻相过程的状态：

0 = Not started

1 = Succeeded

对象字数据类型：Unsigned16。

使用方法：确保先上伺服成功后，再用 SDO 去读状态，为 1 时，就可以发送相应的控制指令了。

3.7.1.17 0x60B8h Touch Probe Function (探针控制)

各位说明：

第一路探针设置：

bit0:

0	关闭探针捕获功能
1	启用探针捕获功能

bit1:

0	单次捕获信号，信号来了一次捕获完就结束了
1	支持连续捕获信号

bit2:

0	启用 I/O 捕获，得在驱动器上设置捕获的 I/O 通道
1	启用编码器 Z 信号捕获，对于增量编码器就是实际 Z 信号，绝对值编码器是虚拟的 Z 信号；

bit3:

reserved;

bit4:

0	不捕获任何沿信号；
1	捕获抓取上升沿信号；

bit5:

0	不捕获任何沿信号；
1	捕获抓取下降沿信号；

bit6,bit7:

user-defined (e.g. for testing)

第二路探针设置：(查看 3.7.5.1)

bit8:

0	关闭探针捕获功能；
1	启用探针捕获功能；

bit9:

0	单次捕获信号，信号来了一次捕获完就结束了；
1	支持连续捕获信号；

bit10:

0	启用 I/O 捕获，得在驱动器上设置捕获的 I/O 通道；
1	启用编码器 Z 信号捕获，对于增量编码器就是实际 Z 信号，绝对值编码器是虚拟的 Z 信号；

bit11:

reserved

bit12:

0	不捕获任何沿信号；
1	捕获抓取上升沿信号；

bit13:

0	不捕获任何沿信号；
1	捕获抓取上升沿信号；

bit14,bit15: user-defined (e.g., for testing)

例子说明：比如需要连续捕获编码器 Z 信号上升沿，即启用第一路探针捕获即可，设置为 0x17

又比如需要连续捕获外部 I/O 上升沿，即启用第一路探针捕获即可，设置为 0x13，记得设置 I/O 引脚为探针输入功能。

3.7.1.18 0x60B9h Touch Probe Status (探针状态)

0x60B9 Touch Probe Status

bit0:

0	第一路探针捕获功能处于关闭状态
1	第一路探针捕获功能打开

bit1:

0	第一路探针捕获没有捕获到上升沿对应反馈位置
1	第一路探针捕获捕获到上升沿对应反馈位置 (对于连续捕获还是单次捕获，该位捕获到一次后就一直置 1，如果对于连续捕获得通过 bit6 取反位来判断)

bit2:

0	第一路探针捕获没有捕获到下降沿对应反馈位置
1	第一路探针捕获捕获到下降沿对应反馈位置 (对于连续捕获还是单次捕获，该位捕获到一次后就一直置 1，如果对于连续捕获得通过 bit6 取反位来判断)

bit3-bit5:

reserved;

bit6:

新增定义为：第一路探针捕获为连续捕获，每次捕获到数值，该位取反，用来判断是否捕获到数值

bit7:

user-defined (e.g. for testing)

bit8:

0	第二路探针捕获功能处于关闭状态
1	第二路探针捕获功能打开

bit9:

0	第二路探针捕获没有捕获到上升沿对应反馈位置
1	第二路探针捕获捕获到上升沿对应反馈位置 (对于连续捕获还是单次捕获，该位捕获到一次后就一直置 1，如果对于连续捕获得通过 bit14 取反位来判断)

bit10:

0	第二路探针捕获没有捕获到下降沿对应反馈位置
1	第二路探针捕获捕获到下降沿对应反馈位置 (对于连续捕获还是单次捕获，该位捕获到一次后就一直置 1，如果对于连续捕获得通过 bit14 取反位来判断)

bit11-bit13:

reserved

bit14:

新增定义为：第二路探针捕获为连续捕获，每次捕获到数值，该位取反，用来判断是否捕获到数值

bit15:

user-defined (e.g. for testing)

3.7.1.19 0x2001h Reset Encoder Alarm (清除编码器报警)

清除报警时，不要进行运动相关的动作，包括上使能。设置如下：

写 1 清除编码器报警，编码器报警清除后，还得清除驱动器报警。

对象字数据类型：Unsigned8。

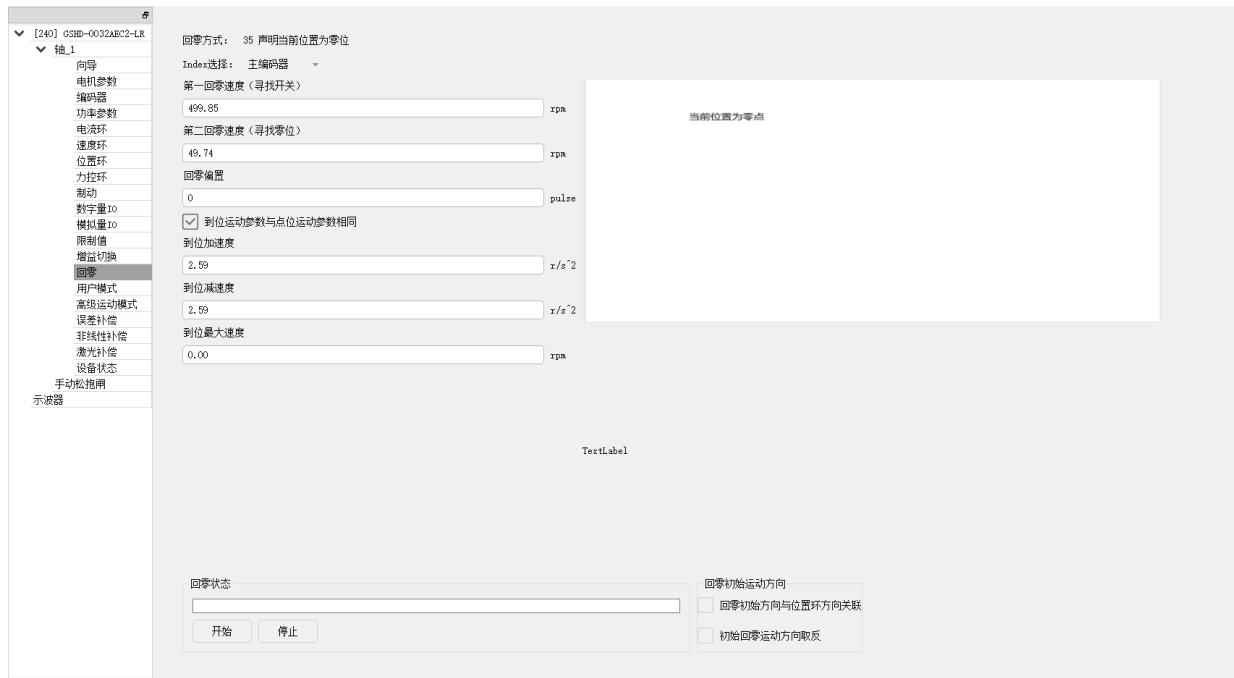
a、使用方法：使用 SDO 去写。

3.7.1.20 0x2002h 是否设置当前位置零点 (功能暂不开放)

通过调试软件设置回零模式为 35，然后控制器通过 SDO 写 1，设置当前位置为零位。设置如下：

对象字数据类型：signed16。

a、使用方法：使用 SDO 去写 1 当前位置为零位。



3.7.1.21 0x6864h Position Actual Value (第二路位置反馈值)

- 目前位置反馈值，单位：pulse。
- 使用方法：用 SDO 或 PDO 去读。

3.7.1.22 0x6073h Maximum Current (最大电流限制)

- 象数据类型：Unsigned16。
- 单位：峰值电流的千分之一；
 - 数值范围是 0~1000；
 - 使用方法：用 SDO 去读写。

3.7.1.23 0x201Dh Position Acceleration Feedforward (加速度前馈)

- 对象数据类型：signed16。
- 单位：%；
 - 数值范围是 0~799；
 - 使用方法：用 SDO 去读写。

3.7.1.24 0x2023h Position Velocity Feedforward (速度前馈)

- 对象数据类型：signed16。
- 单位：%；
 - 数值范围是 0~799；
 - 使用方法：用 SDO 去读写。

3.7.1.25 0x2003h Pos Compensate Switch (位置误差补偿开关)

- 对象数据类型：Unsigned16。
- 单位：数值。
 - 数值范围是 0~1。
 - 使用方法：用 SDO 去读写（下使能状态才能写）（调试软件关联对象字是 0x2156 的 ERRC bit 位）。

3.7.1.26 0x2004h Reset Encoder Multiturn Value (清除编码器多圈及记录单多圈值)

清除编码器多圈时，不要进行运动相关的动作，包括上使能；记录多圈和单圈只有重启后生效，这个是可以上使能操作的。设置如下：

Bit0~Bit4: 清除编码器多圈→写 1 清除多圈

Bit4~Bit8: 记录编码器单圈和多圈→写 1 记录当前位置，重启后以刚才记录点为零点，表现为总线反馈位置为 0（只有绝对值编码器才有效）

- 对象数据类型：Unsigned8。
- 使用方法：使用 SDO 去写。

3.7.1.27 0x607Fh Max Profile Velocity (最大速度限制)

对象数据类型：Unsigned32。

a、单位:pulse/s。

b、数值范围是：10 to 4294967295。

c、使用方法：用 SDO 去读写，该速度限制只有工作在位置模式和速度模式下才能生效。

计算如下：如果输出分辨率设置为 10000 脉冲一圈，则一圈每秒表示为 10000pulse/s, 对应 1r/s, 对应 60r/min。

3.7.1.28 0x2005h Torque Limit (启用 IO 转矩限制切换时才用的)

对象数据类型：Unsigned16。

a、单位：峰值电流的万分之一。

b、数值范围是：0~10000。

c、使用方法：用 Ethercat 的 SDO 去读写或 Modbus 去读写。

d、补充说明：配置好对应的切换转矩的 io，同时设置好相应的转矩限制，如下图所示。

The image shows two screenshots of the configuration software for a servo driver. The top screenshot displays the IO configuration for channel 1 (轴_1). In the 'Input' section, 'Input 3' is configured to '23 转矩限制切换' (Torque Limit Switch), which is highlighted with a red box. The 'Output' section shows three outputs (输出1, 输出2, 输出3) all set to '0 空闲' (Idle). The bottom screenshot shows the 'Torque Limit' (转矩限制) configuration page. The 'Dynamic Torque Limit' (动态转矩限制) section has 'Enable Dynamic Torque Limit' (启用动态转矩限制) checked. The 'Torque Limit' (转矩限制) section has 'Enable Torque Limit Switch' (启用转矩限制切换) checked and the 'Torque Limit' (转矩限制) set to 100.00 (%), which is also highlighted with a red box. Other parameters like 'Current Error Limit' (20.00%), 'Speed Error Limit' (99.786 rpm), and 'Position Error Limit' (393216 count) are also visible.

3.7.1.29 0x2006h Encoder Singleturn Value (绝对值编码器单圈值 32 位)

对象数据类型：Unsigned32。

a、编码器单圈绝对值，数值范围 0x00000000 to 0xFFFFFFFF，

b、使用方法：只能使用 SDO 去读或者 Modbus 去读。

3.7.1.30 0x20C7h Motor Temperature (电机温度)

对象数据类型：signed16。

- a、单位：。
- b、数值范围是：-32768 to 32767。
- c、使用方法：用 Ethercat 的 SDO 去读写或 Modbus 去读写。

3.7.1.31 0x2007h Forward Torque Limit (正向扭矩限制)

对象数据类型：Unsigned16。

- a、单位：峰值电流的万分之一。
- b、数值范围是：0~10000。
- c、使用方法：用 Ethercat 的 SDO 去读写或 Modbus 去读写。

3.7.1.32 0x2008h Negative Torque Limit (负向扭矩限制)

对象数据类型：Unsigned16。

- a、单位：峰值电流的万分之一。
- b、数值范围是：0~10000。
- c、使用方法：用 Ethercat 的 SDO 去读写或 Modbus 去读写。

3.7.1.33 0x2009h FallBack Position (力位控制 - 回退位置)

对象数据类型：signed32。

- a、单位：按输入脉冲分辨率进行计算。
- b、使用方法：用 Ethercat 的 SDO 去读写或 Modbus 去读写。

3.7.1.34 0x200Ah Fast Forward Position (力位控制 - 快进位置)

对象数据类型：signed32。

- a、单位：按输入脉冲分辨率进行计算。
- b、使用方法：用 Ethercat 的 SDO 去读写或 Modbus 去读写

3.7.1.35 0x200Bh Speed Switching Position (力位控制 - 速度切换位置)

对象数据类型：signed32。

- a、单位：按输入脉冲分辨率进行计算。
- b、使用方法：用 Ethercat 的 SDO 去读写或 Modbus 去读写

3.7.1.36 0x200Ch Maximum Stroke Limit (力位控制 - 最大行程限制)

对象数据类型：signed32。

- a、单位：按输入脉冲分辨率进行计算。
- b、使用方法：用 Ethercat 的 SDO 去读写或 Modbus 去读写

3.7.1.37 0x200Dh Fast forward/back into place window time (力位控制 - 快进 / 回退到窗口时间)

对象数据类型：signed16。

- a、单位：ms。
- b、使用方法：用 Ethercat 的 SDO 去读写或 Modbus 去读写

3.7.1.38 0x200Eh One Instruction Speed (力位控制 - 一段速度指令)

对象数据类型：signed32。

- a、单位：按输入脉冲分辨率进行计算。
- b、使用方法：用 Ethercat 的 SDO 去读写或 Modbus 去读写

3.7.1.39 0x200Fh Two Instruction Speed (力位控制 - 二段速度指令)

对象数据类型：signed32。

- a、单位：按输入脉冲分辨率进行计算。
- b、使用方法：用 Ethercat 的 SDO 去读写或 Modbus 去读写

3.7.1.40 0x2010h Fast forward/rewind speed (力位控制 - 快进回退规划速度)

对象数据类型：signed32。

- a、单位：按输入脉冲分辨率进行计算。
- b、使用方法：用 Ethercat 的 SDO 去读写或 Modbus 去读写

3.7.1.41 0x2011h Stop speed threshold (力位控制 - 停止速度阈值)

对象数据类型：signed32。

- a、单位：按输入脉冲分辨率进行计算。
- b、使用方法：用 Ethercat 的 SDO 去读写或 Modbus 去读写

3.7.1.42 0x2012h Fast forward/rewind Acceleration (力位控制 - 快进回退加速度)

对象数据类型：signed32。

- a、单位：按输入脉冲分辨率进行计算。
- b、使用方法：用 Ethercat 的 SDO 去读写或 Modbus 去读写

3.7.1.43 0x2013h Fast forward/rewind Deceleration (力位控制 - 快进回退减速度)

对象数据类型：signed32。

- a、单位：按输入脉冲分辨率进行计算。
- b、使用方法：用 Ethercat 的 SDO 去读写或 Modbus 去读写

3.7.1.44 0x2014h Torque Retention Time (力位控制 - 力矩保持时间)

对象数据类型：signed16。

- a、单位：ms。
- b、使用方法：用 Ethercat 的 SDO 去读写或 Modbus 去读写

3.7.1.45 0x2015h Judgment Stop Time (力位控制 - 判断停止时间)

对象数据类型：signed16。

- a、单位：ms。
- b、使用方法：用 Ethercat 的 SDO 去读写或 Modbus 去读写

3.7.1.46 0x2016h Craft ControlWord (力位控制 - 工艺控制字)

对象数据类型：Unsigned16。

- a、单位：按 bit 进行控制。
- b、使用方法：用 Ethercat 的 PDO、SDO 去读写或 Modbus 去读写

Bit0~3：bit0：上升沿触发力位控制工艺或其它工艺启动。

bit1：对于力位控制的话置 1 保压阶段立马回退。

Bit4~7：静态切换模式 (必须下使能切换)：

设置 0，无效

设置 1，设置为总线控制模式

设置 2，设置为力控模式

Bit8~Bit11：动态切换模式 (可以上使能切换，但是为保证控制器规划和反馈一致性，最好在力控的回退点切模式，这样力控完成后运动到回退点的话，规划和反馈可以保持一致)：

设置 0：力控模式

设置 1：周期同步位置模式

在示波器上面观察的话，对象字 3106 的 bit 的 EO 对应工艺触发位 325d 对应回退触发位

3.7.1.47 0x2017h Torque Positive Limit (力位控制 - 扭矩正向限制)

对象数据类型：Unsigned16。

- a、单位：峰值电流的万分之一。
- b、使用方法：用 Ethercat 的 SDO 去读写或 Modbus 去读写

3.7.1.48 0x2018h Torque NegativeLimit (力位控制 - 扭矩负向限制)

对象数据类型：Unsigned16。

- a、单位：峰值电流的万分之一。
- b、使用方法：用 Ethercat 的 SDO 去读写或 Modbus 去读写

3.7.1.49 0x201Ah Torque Machine State (力位控制 - 力位状态机)

对象数据类型：Unsigned16。

- a、单位：数据状态。
- b、使用方法：用 Ethercat 的 SDO、PDO 去读写或 Modbus 去读写
- c、数值意义：

d、工艺状态 Bit0~3:

- 0: 没有进入力位控制
- 1: 准备接收指令触发
- 2: 快进
- 3: 一段速度
- 4: 二段速度 (保压)
- 5: 回退
- 6: 回退延迟
- 7: 闭环力控状态
- 8: 速度停止模式
- 9: 周期同步位置
- 10: 切换模式进入停止速度模式

Bit4~7 (对应静态切换显示当前模式):

- 0: 无效
- 1: 当前模式为总线控制模式
- 2: 当前模式为力控模式

Bit8~Bit11 (对应动态切换显示当前模式):

- 0: 力控模式
- 1: 周期同步位置模式

Bit12:

- 1: 速度停止标志 (速度小于“停止速度阈值”, 并持续“判断停止时间”, 才会输出这个标志。

Bit13:

- 1: 闭环压力到达标志

在示波器上面观看的话, 对象字 3235 的对应速度停止标志。

3234 对应工艺状态, 当然也可以看当前模式的, 如果在位置模式就是显示 9, 这时不显示工艺状态, 如果是力位控制就会显示 1 及其它工艺状态

3.7.1.50 0x2025h Acceleration(P2P) (高级点位运动设置加速度)

对象数据类型: signed32。

- a、单位: 按负载分辨率来计算。
- b、使用方法: 用 Ethercat 的 SDO 去读写或 Modbus 去读写

3.7.1.51 0x2026h Deceleration (P2P) (高级点位运动设置减速度)

对象数据类型: signed32。

- a、单位: 按负载分辨率来计算。
- b、使用方法: 用 Ethercat 的 SDO 去读写或 Modbus 去读写

3.7.1.52 0x2027h Velocity (P2P) (高级点位运动设置速度)

对象数据类型: signed32。

- a、单位: 按负载分辨率来计算。
- b、使用方法: 用 Ethercat 的 SDO 去读写或 Modbus 去读写

3.7.1.53 0x2028h Record Origin (P2P) (高级点位运动设置当前位置为原点)

对象数据类型: Unsigned16。

- a、单位: 数值。
- b、使用方法: 用 Ethercat 的 SDO 去写或 Modbus 去写 1 记录单圈位置为原点, 然后需重启或复位驱动器有效, 可以通过读取 6064h 对象字是不是接近 0 来验证是否生效。

3.7.1.54 0x2029h Locked-rotor current limit (硬限位回零堵转电流限制)

对象数据类型: Unsigned16。

- a、单位: 单位: 峰值电流的万分之一。
- b、使用方法: 用 Ethercat 的 SDO 去读写或 Modbus 去读写

3.7.1.55 0x202Ah Locked-rotor velocity stop hold time (硬限位回零堵转速度停止保持时间)

对象数据类型: Unsigned16。

- a、单位: us。
- b、使用方法: 用 Ethercat 的 SDO 去读写或 Modbus 去读写

3.7.1.56 0x202Bh Locked-rotor stop speed (硬限位回零堵转停止速度)

对象数据类型：signed32。

a、单位：按输入分辨率来。

b、使用方法：用 Ethercat 的 SDO 去读写或 Modbus 去读写

3.7.1.57 0x202Ch RX Error Counter-IN (总线接受报文错误计数)

对象数据类型：Unsigned16。

a、单位：。

b、使用方法：用 Ethercat 的 SDO 去读写或 Modbus 去读写

3.7.1.58 0x202Dh RX Error Counter-OUT (总线接受报文错误计数)

对象数据类型：Unsigned16。

a、单位：。

b、使用方法：用 Ethercat 的 SDO 去读写或 Modbus 去读写

3.7.1.59 0x202Eh Lost Link Counter (总线丢包计数)

对象数据类型：Unsigned16。

a、单位：。

b、使用方法：用 Ethercat 的 SDO 去读写或 Modbus 去读写

3.7.1.60 0x6067h Position window (到位窗口)

对象数据类型：Unsigned32。

a、单位：按输入分辨率来。

b、使用方法：用 Ethercat 的 SDO 去读写或 Modbus 去读写

3.7.1.61 0x6068h Position window time (到位窗口时间)

对象数据类型：Unsigned16。

a、单位：ms。

b、使用方法：用 Ethercat 的 SDO 去读写或 Modbus 去读写

3.7.1.62 0x606Dh Velocity window (到位速度窗口)

对象数据类型：Unsigned16。

a、单位：按输入分辨率来。

b、默认值：0

c、关联驱动器内部对象字为：0x2305

d、使用方法：用 Ethercat 的 SDO 去读写或 Modbus 去读写

3.7.1.63 0x606Eh Velocity window time (到位速度窗口时间)

对象数据类型：Unsigned16。

a、单位：ms。

b、默认值：0

c、关联驱动器内部对象字为：0x2306

d、使用方法：用 Ethercat 的 SDO 去读写或 Modbus 去读写

3.7.1.64 0xE000h io point pos (P2P) (高级点位运动设置 io 点位)

对象数据类型：signed32 的数组。

a、单位：按负载分辨率来计算。

b、使用方法：IO 点位最多设置 64 个点，用 Ethercat 的 SDO 去读写或 Modbus 去读写，只能支持数组数据单条读写，不支持数据数据同时读写。

c、在 modbus 下访问的话，不是数组，而是 0xE000~0xE03F 的地址对应 IO 点位 1~64 序号的点的位置。

3.7.1.65 0x2024h Position Velocity Feedforward(PDO) (速度前馈)

对象数据类型：signed16。

a、单位：%。

b、数值范围是 0~4095。

c、使用方法：用 SDO 或者 PDO 去读写。

3.7.1.66 0x201Bh Internal Pressure Feedback (力位控制 - 末端模拟量反馈)

对象数据类型：signed16。

a、单位：单位：-32768~32767 对应驱动器 -10V~10V 电压。

b、数值范围是 -32768~32767。

c、使用方法：用 SDO 或者 PDO 去读。

计算末端力的方法（单位 g）：

$F = ((0x201Bh * 10) / 32767) * \text{比例系数} * \text{补偿系数}$

比例系数对应如下图所示：

The screenshot shows the '力控补偿' (Force Compensation) configuration window. It includes the following fields and values:

- 限制参数 (Limit Parameters)
- 运动参数 (Motion Parameters)
- 闭环设置 (Closed-loop Settings)
- 力控补偿 (Force Compensation)
 - 启用压力闭环 (Enable pressure closed-loop)
 - 最大压力 (g): 2000
 - 1V = 100 g (highlighted with a red box)
 - 目标压力 (g): 10.00
 - 补偿系数: 1.0000
 - 补偿偏置 (g): 30.00
 - 显示中间值 (Show intermediate values)

补偿系数如下图所示：

The screenshot shows the '力控补偿' (Force Compensation) configuration window. It includes the following fields and values:

- 限制参数 (Limit Parameters)
- 运动参数 (Motion Parameters)
- 闭环设置 (Closed-loop Settings)
- 力控补偿 (Force Compensation)
 - 启用压力闭环 (Enable pressure closed-loop)
 - 最大压力 (g): 2000
 - 1V = 100 g
 - 目标压力 (g): 10.00
 - 补偿系数: 1.0000 (highlighted with a red box)
 - 补偿偏置 (g): 30.00
 - 显示中间值 (Show intermediate values)

3.7.1.67 0x201Ch Closed-loop Pressure Feedback(torque control) (力位控制 - 末端压力反馈)

对象数据类型：signed32。

a、单位：mg。

b、使用方法：使用 SDO 去读，读出来的数值除以 1000 就是 g。

// 由于克需要用是浮点表示，由于没有浮点符号表示，只能用整形变量保存浮点运算数值，读上来数值得进行浮点转换，用以下公式进行转换

后续不用这个

```
float Byte_to_Float(uint8_t *p)
```

```
{
    float float_data=0;
    uint32_t longdata = 0;
    longdata = (*p << 24) + (*(p+1) << 16) + (*(p+2) << 8) + (*(p+3) << 0);
    float_data = *(float*)&longdata;
    return float_data;
}
```

例子如下：

```
float feedback_g; // 转换后数值 g
int32_t ifeedback_g; // sdo 读上来的整形变量
feedback_g = Byte_to_Float((uint8_t *)& ifeedback_g); // 进行转换即可
```

3.7.1.68 0x606Fh Velocity window (停止速度窗口)

对象数据类型：Unsigned16。

- a、单位：按输入分辨率来。
- b、默认值：0
- c、关联驱动器内部对象字为：0x23D4
- d、使用方法：用 Ethercat 的 SDO 去读写或 Modbus 去读写

3.7.1.69 0x6070h Velocity window time (停止速度窗口时间)

对象数据类型：Unsigned16。

- a、单位：ms。
- b、默认值：0
- c、关联驱动器内部对象字为：0x23D5
- d、使用方法：用 Ethercat 的 SDO 去读写或 Modbus 去读写

3.7.1.70 0x20AAh Extend Home ControlWord (扩展回零控制字)

对象数据类型：Unsigned16。

- a、单位：。
- b、默认值：0
- c、使用方法：用 Ethercat 的 SDO、PDO 去读写或 Modbus 去读写

Bit0: 0 → 1 上升沿触发回零。在回零过程中写 0 的话，会报回零失败（为了避免暂停回零后切到位置模式规划和反馈不一致，导致驱动器运动），只有回零完成才能写 0 来清除回零状态字。

3.7.1.71 0x20ABh Extend Home StatusWord (扩展回零状态字)

对象数据类型：Unsigned16。

- a、单位：。
- b、默认值：0
- c、使用方法：用 Ethercat 的 SDO、PDO 去读或 Modbus 去读

Bit0: 1: 当前处于回零模式中，不要进行其它操作。

Bit1: 1: 回零完成。

3.7.1.72 0x6083 Profile Acceleration (规划加速度)

对象数据类型：Unsigned32。

- a、单位：按输入分辨率定标。
- b、默认值：0
- c、使用方法：用 Ethercat 的 SDO 去写或 Modbus 去读写。

3.7.1.73 0x6084 Profile Deceleration (规划减速度)

对象数据类型：Unsigned32。

- a、单位：按输入分辨率定标。
- b、默认值：0
- c、使用方法：用 Ethercat 的 SDO 去写或 Modbus 去读写。

3.7.1.74 0x201E Pressure Following Window Time (力位控制 - 压力跟随窗口时间)

对象数据类型：Unsigned16。

- a、单位：ms。
- b、使用方法：用 Ethercat 的 SDO 去写或 Modbus 去读写。

3.7.1.75 0x201F Pressure Following Error Limit (力位控制 - 压力跟随误差限制)

对象数据类型：signed32。

- a、单位：单位：峰值电流的万分之一。
- b、使用方法：用 Ethercat 的 SDO 去写或 Modbus 去读写。

3.7.1.76 0x3000 The Position Controller Gain (位置环增益)

对象数据类型：REAL32。

- a、单位：
- b、数值范围：0.0~1000.0
- c、使用方法：用 Ethercat 的 SDO 去写或 Modbus 去读写。

3.7.1.77 0x3001 The Velocity Controller Gain (速度环增益)

对象数据类型：REAL32。

- a、单位：
- b、数值范围：1-1000
- c、使用方法：用 Ethercat 的 SDO 去写或 Modbus 去读写。

3.7.1.78 0x3002 The Velocity Controller Integral Time (速度环积分时间)

对象数据类型：REAL32。

- a、单位：
- b、数值范围：0.00~655.35
- c、使用方法：用 Ethercat 的 SDO 去写或 Modbus 去读写。

3.7.1.79 0x3003 Gain Control (增益控制)

对象数据类型：signed16。

- a、单位：
 - b、使用方法：用 Ethercat 的 SDO、PDO 去读写
- Bit0- 增益切换 0：一段增益
1：二段增益
- Bit1~bit15: 预留

3.7.1.80 0x6080h Max Profile Velocity (最大电机转速)

对象数据类型：Unsigned32。

- a、单位：旋转电机就是 rpm, 直线电机就是 mm/s。
- b、使用方法：用 Ethercat 的 SDO 去读写或 Modbus 去读写，周期同步电流模式下用来限制速度用的。

注意：需要在调试软件上启用电流模式下限制速度功能。

3.7.1.81 0x202Fh Closed-loop Pressure Cmd(torque control) (力位控制 - 压力设置值)

对象数据类型：signed32。

- a、单位：mg。
- b、使用方法：用 SDO 去写，在给定 g 基础上再乘以 1000,mg 作为指令值。

3.7.1.82 0x60E0h Positive Torque Limit Value (正向扭矩限制)

对象数据类型：Unsigned16。

- a、单位：额定电流的千分之一。
- b、使用方法：用 SDO、PDO、modbus 去读写。

3.7.1.83 0x60E1h Negative Torque Limit Value (负向扭矩限制)

对象数据类型：Unsigned16。

- a、单位：额定电流的千分之一。
- b、使用方法：用 SDO、PDO、modbus 去读写。

3.7.1.84 0x6075h Motor rated current (电机额定电流)

对象数据类型：Unsigned32。

- a、单位：ma。
- b、使用方法：用 SDO 去读写。

3.7.1.85 0x2021h Current threshold judgment(torque control) (速度停止标志输出加上改电流阈值判断)

对象数据类型：Unsigned16。

- a、单位：峰值电流的万分之一。
- b、数值范围是：0~10000。
- c、使用方法：使用 sdo、modbus 去读写
- d、速度停止标志输出：只有电流大于该数值时，同时速度小于停止速度阈值时，速度停止标志输出。

3.7.1.86 0x20ADh Configures the Position Compare IO Output (简易位置比较控制)

对象数据类型：Unsigned16。

a、单位：按 bit 进行控制。

b、使用方法：用 Ecat 的 PDO、SDO 去读写或 Modbus 去读写

Bit0: 0: 关闭位置比较功能。
 1: 开启位置比较功能。

Bit1~2: 0: 绝对位置比较
 1: 增量比较

Bit3: 0: 脉冲输出
 1: 取反输出

3.7.1.87 0x20AEh The Position Compare Status (简易位置比较状态)

对象数据类型：Unsigned16。

a、单位：按 bit 进行控制。

b、使用方法：用 Ecat 的 PDO、SDO 去读或 Modbus 去读

Bit0: 0: 位置比较功能未启用。
 1: 位置比较功能已启用。

3.7.1.88 0x6099h Homing Speeds (回零速度)

对象数据类型：signed32 数组类型。

a、单位：按输入分辨率定标。

sub-index1(数组 0): 回零快速速度。

sub-index2(数组 1): 回零慢速速度。

b、使用方法：用 Ecat 的 SDO 去读写或 Modbus 去读写。

3.7.1.89 0x609Ah Homing Acceleration (回零加速度)

对象数据类型：signed32。

a、单位：按输入分辨率定标。

b、使用方法：用 Ecat 的 SDO 去读写或 Modbus 去读写。

3.7.1.90 0x607Ch Home Offset (回零偏置)

对象数据类型：signed32。

a、单位：按输入分辨率定标。

b、使用方法：用 Ecat 的 SDO 去读写或 Modbus 去读写，回零偏置是运动到偏置位置后，反馈清零，回零完成。

3.7.1.91 0x6098h Homing Method (回零方法)

对象数据类型：Unsigned8。

a、单位：数值。

b、使用方法：用 Ecat 的 SDO 去读写或 Modbus 去读写，回零方法支持标准 1~35 回零，同时增加 101~104 的碰撞回零的方法。

3.7.1.92 0x2030h Virtual Input Digital (虚拟 IO 操作)

对象数据类型：Unsigned16。

a、单位：数值。

b、使用方法：用 Ecat 的 SDO 去读写或 Modbus 去读写。

3.7.1.93 0x60B2h Torque Offset (加速度前馈量)

对象数据类型：signed16。

a、单位：额定电流的千分之一。

b、使用方法：用 Ecat 的 SDO、PDO 去读写或 Modbus 去读写。调试软件默认是不开启加速度前馈量补偿的，需到 flash 页面下搜索确认 TQCP 置 0，同时 PVTQR 置 0。

3.7.1.94 0x2032h Closed-loop Pressure FeedBack Offset(torque control) (力位控制 - 闭环压力反馈偏置)

对象数据类型：signed32。

a、单位：mg。

b、使用方法：使用 SDO、Modbus 去读写。

3.7.2 EtherCAT 通讯

3.7.2.1 EtherCAT 通讯说明

Ethercat 驱动器简介：

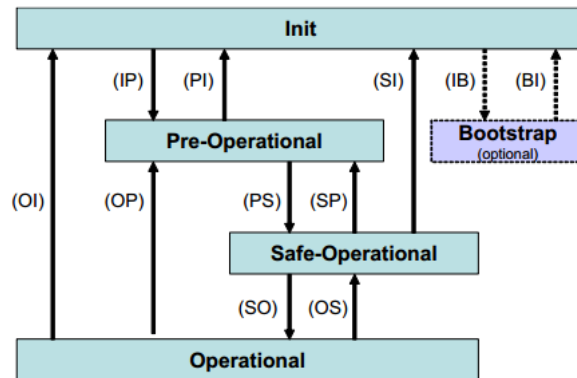
a、Ethercat 状态机：为了实现驱动器与控制器的可靠数据交互，采用一种状态机的形式来进行交互，同时每一个状态驱动器都会执行相应的功能，控制器发出指令申请驱动器进入相应状态，同时控制器读取驱动器的状态来判断是否进入相应的状态，状态机的说明在随后章节。

b、SDO (Service Data Object) ，点对点的邮箱通讯服务，类似信件通讯，报文格式按 SDO 报文格式来，原理如下：控制器需要写数据时发送一个信件给驱动器邮箱，驱动器从接受邮箱取信件后，需要回复时生成一个信件放入发出邮箱，等待控制器来取；控制器读数据时，先发出一个邮件给驱动器，告诉驱动器读什么，驱动器知道后，写邮件到发送邮箱，然后控制器来读取邮件。

c、PDO (Process Data Object) ，用于在多个设备之间进行数据交换，这种通讯机制类似建表，控制器和驱动器在进行 PDO 通讯之前，双方会建立一个已知需要交互数据的表格，控制器写数据就按这个表格发出相应的写指令带数据报文，驱动器接受完数据，按表格赋值给对应的变量即可；控制器读数据时发送相应的读指令，驱动器接受后在该报文数据段赋值相应数据，再发送给驱动器。

d、伺服状态机：这是伺服控制运用的状态机，类似 EtherCAT 状态机，随后章节说明。

3.7.2.2 EtherCAT 状态机



状态	说明
Init (I)	设备初始化。无法使用 SDO 和 PDO 通讯
Pre-Operational (P)	当前可以使用 SDO 通讯，下面状态也可以使用 SDO 通讯
Safe-Operational (S)	可以读取 PDO 输入数据 (TXPDO 控制器读驱动器数据) 不可以接收 PDO 输出数据 (RXPDO 控制权写驱动器数据)
Operational	进行输入输出 PDO 通讯
状态迁移	说明
IP	开始邮箱通讯
PI	中断邮箱通讯
PS	开始更新 PDO 输入数据 (TXPDO)
SP	终止更新 PDO 输入数据 (TXPDO)
SO	开始更新 PDO 输出数据 (RXPDO)
OS	终止更新 PDO 输出数据 (RXPDO)
OP	终止更新 PDO 输入数据 (TXPDO) 终止更新 PDO 输出数据 (RXPDO)
SI	终止更新输入数据 (TXPDO) 及邮箱通讯
OI	终止输入输出及邮箱通讯

3.7.2.3 EtherCAT 网口 LED 状态

绿灯：

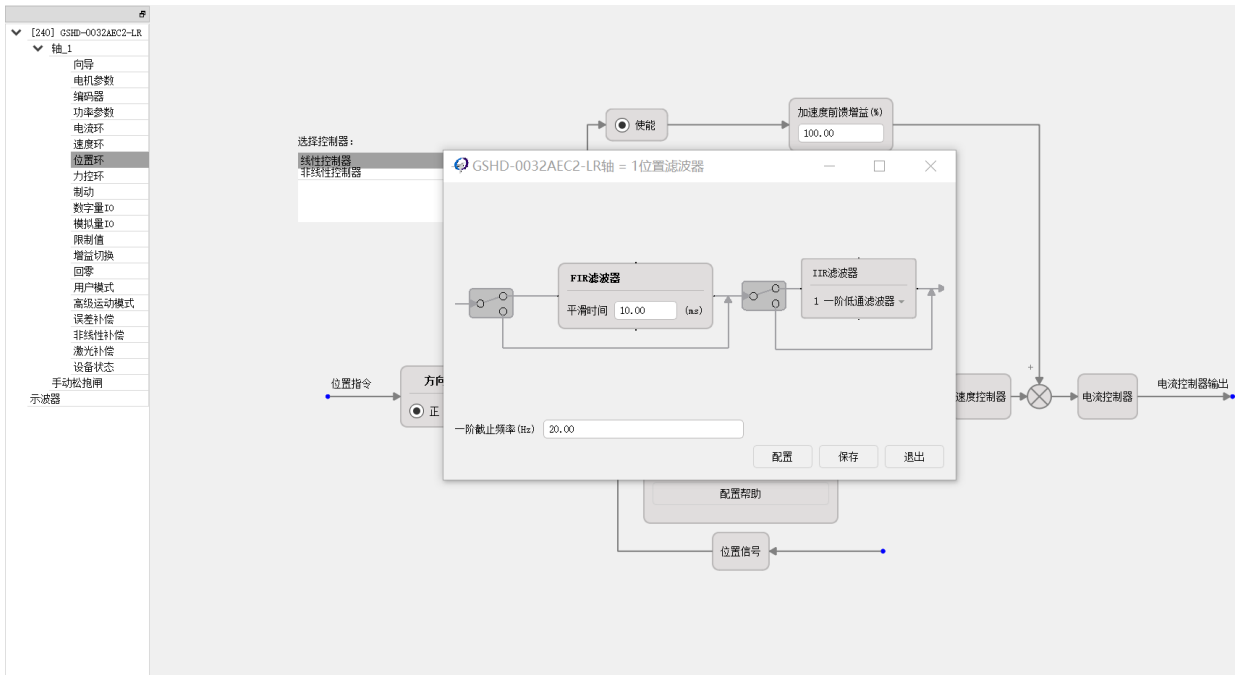
- 常亮：Ethercat 状态机处于 Operational 状态。
- 快速闪烁：Ethercat 状态机处于 Pre-Operational 状态。
- 慢速闪烁：Ethercat 状态机处于 Init 状态。

黄灯：

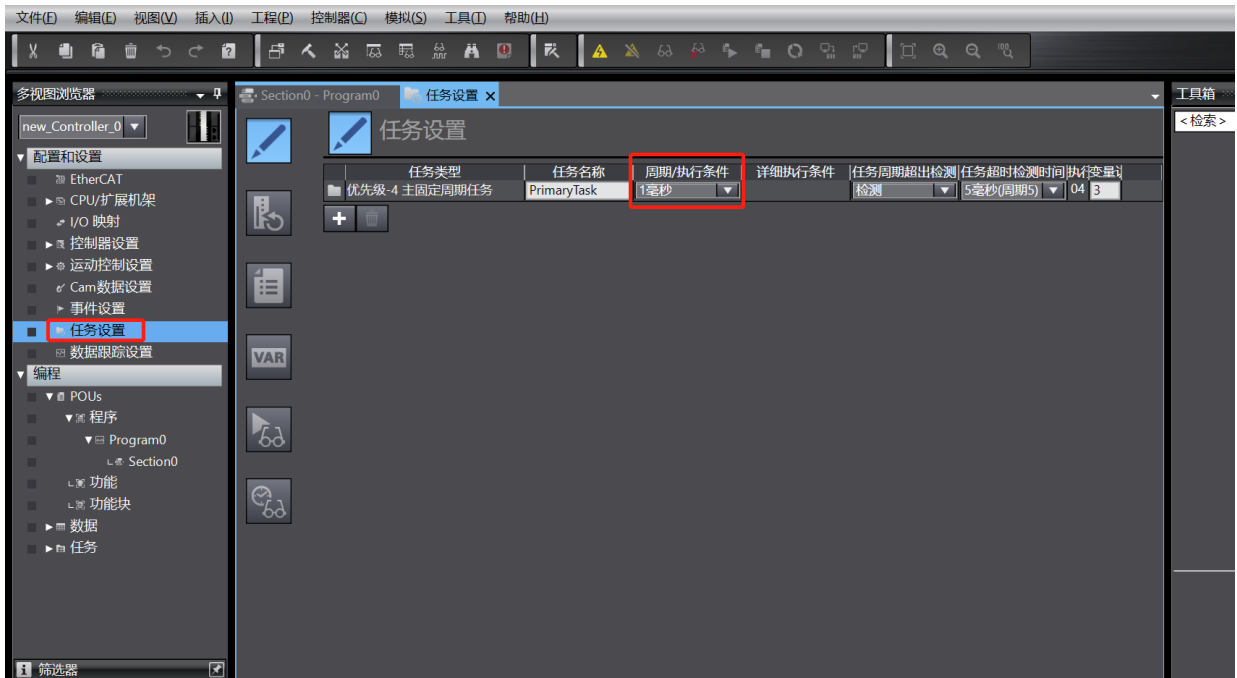
- 闪烁：网络中有报文传输。
- 灭：网络中没有报文传输。

3.7.2.4 EtherCAT 驱动器总线周期设置

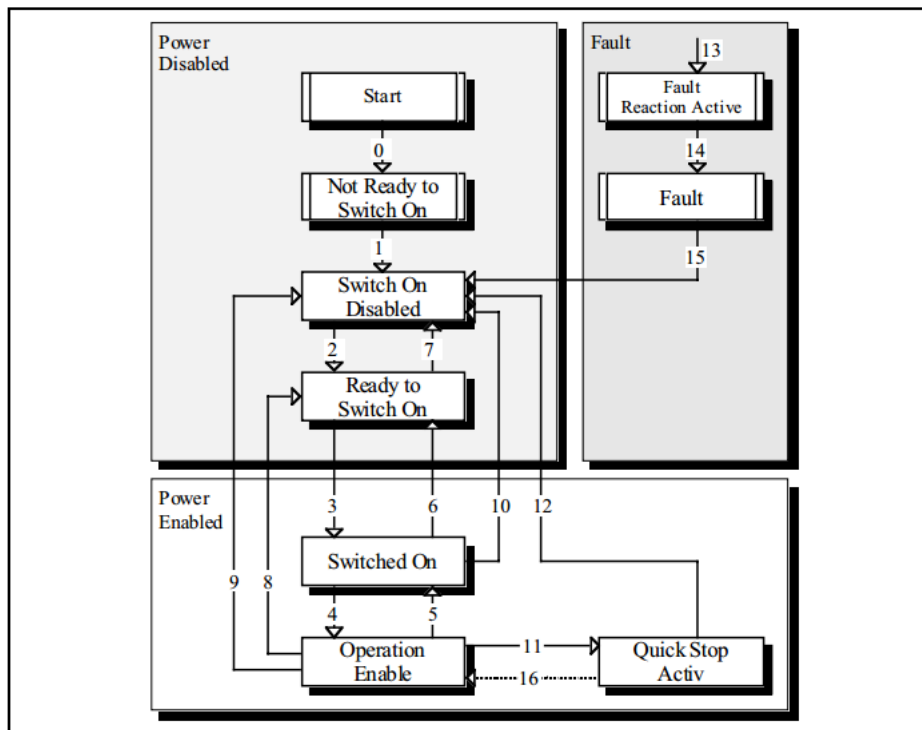
1、当控制器的总线周期设置完成后，请确认下调试软件【位置环】-【输入滤波器】的【平滑时间】数值，当总线周期设置是 1ms 时，该【平滑时间】请设置大于等于 1ms，设置其他总线周期时，相应的【平滑时间】也设置成大于等于相应值，不然反馈电流波动很大。如下图所示：



2、欧姆龙总线周期设置如下：



3.7.3 伺服状态机



状态	说明
Not ready to switch on	接通控制电源，正在初始化中。
Switch on disabled	当前状态可以开启主电源，可以设置伺服参数。驱动器处于未激活状态。
Ready to switch on	当前状态可以开启主电源，可以设置伺服参数。驱动器处于未激活状态。
Switch on	主电源为 On 状态，可以设置伺服参数。驱动器处于未激活状态
Operation enabled	启动驱动器功能，输出电源给电机，可以设置伺服参数。
Quick Stop active	Quick Stop 功能已执行。可以设置伺服参数。
Fault reaction active	伺服驱动器发生报警，进行减速处理，处理完成后，跳转到 Fault 状态。
Fault	Fault reaction 处理完成后，驱动器处于未激活状态，可以设置伺服参数。

* 控制命令与状态切换 *

CIA402 状态切换	控制字 6040h	状态字 6041h
0 上电→初始化	自然过渡，无需控制指令	0000h
1 初始化→伺服无故障 Not ready to switch on → Switch on disabled	自然过渡，无需控制指令，如初始化发生错误，直接进入 13	0270h
2 伺服无故障→伺服准备好 Switch on disabled → Ready to switch on	0006h	0231h
3 伺服准备好→等待打开伺服使能 Ready to switch on → Switch on	0007h	0233h
4 等待打开伺服使能→伺服运行 Switch on → Operation enabled	000Fh	1237h
5 伺服运行→等待打开伺服使能 Operation enabled → Switch on	0007h	0233h
6 等待打开伺服使能→伺服准备好 Switch on Ready to → switch on	0006h	0231h
7 伺服准备好→伺服无故障 Ready to switch on → Switch on disabled	0000h	0270h
8 伺服运行→伺服准备好 Operation enabled → Ready to switch on	0006h	0231h

CIA402 状态切换		控制字 6040h	状态字 6041h
9	伺服运行→伺服准备好 Operation enabled → Ready to switch on	0000h	0270h
10	等到打开伺服使能→伺服无故障 Switch on → Switch on disabled	0000h	0270h
11	伺服运行→快速停机 Operation enabled → Quick stop active	0002h	0217h
12	快速停机→伺服无故障 Quick stop → active Switch on disabled	当快速停机方式 605Ah 选择为 0~3, 停机完成后, 自然过渡, 无需控制指令	0270h
13	→故障停机 → Fault reaction active	除“故障”外其它任意形态下, 伺服驱动器一旦发生故障, 自动切换到故障停机状态, 无需控制指令	021Fh
14	Fault	驱动器一直处于报警状态	0218h
15	故障→伺服无故障 Fault → Switch on disabled	0080h 上升沿清除报警	0270h
16	快速停机→伺服运行	当快速停机方式 605A 选择为 5~7, 停机完成后, 发送 000fh, 进入伺服运行状态	1237h

3.7.4 运行模式

3.7.4.1 原点回零模式

* 对象字说明: *

Index	说明
6098h (Homing Method)	该对象字可以通过控制器来设置。
607C (Homing Offset)	该对象字可以通过控制器来设置。
6099h (Homing Speeds)	该对象字可以通过控制器来设置。
609Ah (Homing Acceleration)	用默认参数即可。需要固件版本为 28 及以上

* 驱动器回零使用说明: *

驱动器回零的启动时对象字 6040h 控制的, 回零状态通过 6041h 反馈的, 使用方法就是回零的设置得在调试软件设置好, 启动和停止都可以用的, 目前该驱动器的回零过程中不支持暂停, 控制器下达暂停指令时, 驱动器会报警, 清除报警后重新执行回零指令即可。

* 驱动器回零速度计算如下: *

回零速度的计算是根据输入分辨率来计算的, 单位 (pulse/s), 即设置 6099h 时单位为 pulse/s, 当输入分辨率设置为 10000, 6099h 设置为 10000pulse/s 时, 速度就是 1r/s, 就是 60r/min。

*35 号回零说明: *

只能通过调试软件设置回零模式为 35。

3.7.4.2 同步周期位置模式

使用补充对象字如下:

- a、60E0h- 正向扭矩限制
- b、60E1h- 负向扭矩限制
- c、607Fh- 最大转速限制

3.7.4.3 同步周期速度模式

使用补充对象字如下:

- a、60E0h- 正向扭矩限制
- b、60E1h- 负向扭矩限制
- c、607Fh- 最大转速限制

3.7.4.4 同步周期转矩模式

1、如果控制器同时配置目标转矩对象字 6071h 和反馈转矩对象字 6077h, 同时发现发送转矩指令值, 驱动器接收到了 (示波器查看 3103H 对象字), 但是没有反馈值, 则下伺服通过调试软件查看参数 0x200f 的 TQCP 位是否置 0, 没有的话务必在 flash 参数里把 TQCP 位置 0, 同时对对象字 0x2277 的 PVTQR 位置 1, 然后复位驱动器。

2、如果控制器发送指令了, 但是驱动器没有收到 (示波器查看 3103H 对象字), 则确保 flash 参数 21F4H 对象字数值是 2, 如果不是, 则写 2, 然后复位驱动器。

使用补充对象字如下：

- a、6080h- 转速限制
- b、6075h- 电机额定电流参数

3.7.4.5 轮廓速度模式

查看 modbus 篇的基本运动篇

3.7.4.6 轮廓位置模式

查看 modbus 篇的基本运动篇

3.7.5 其他功能

3.7.5.1 Touch Probe 功能

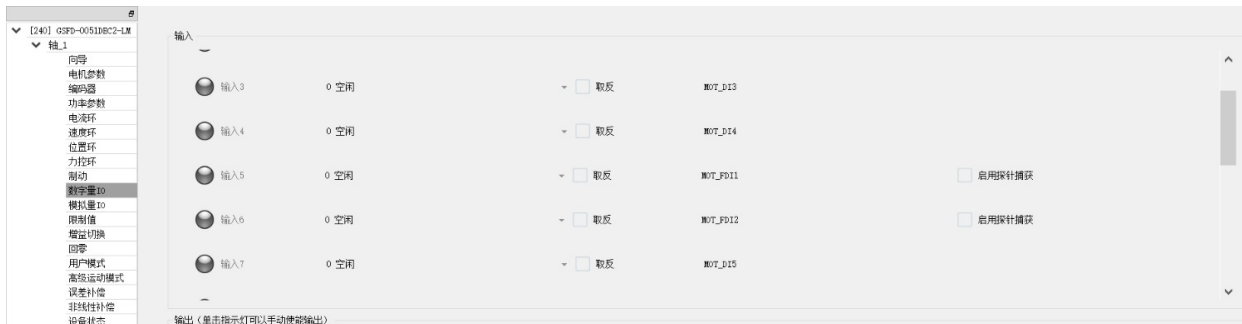
* 功能说明：*

- a、目前只支持第一路探针捕获功能。
- b、对于 Index 捕获支持增量编码器 Index 捕获、绝对值编码器虚拟 Index 捕获。
- c、外部输入 I/O 捕获功能，驱动器仅有三路引脚支持外部 I/O 捕获分别为

数字量输入 5、6、11（按调试软件 I/O 输入界面的编号），如界面上没有配置外部 I/O 探针捕获的按钮，则可通过 Flash 参数列表里的 21D7H 的 Trig_Source 位进行配置，对应关系如下：

界面上数字量 I/O 名称	Trig_Source 数值
输入 5	36
输入 6	37
输入 11	42

也可以通过调试软件来配置如图：



d、探针引脚滤波器选择：21D7 的 Capture_Source: 可以设置为 0、1、2 其中 2 是最大的滤波。

e、双路探针使用（联系技术支持）：IO 引脚选择：（驱动器 flash 的 21D7 的 Trig_Source:0x21 (33)）

3.7.5.2 反馈脉冲输出

* 功能说明：*

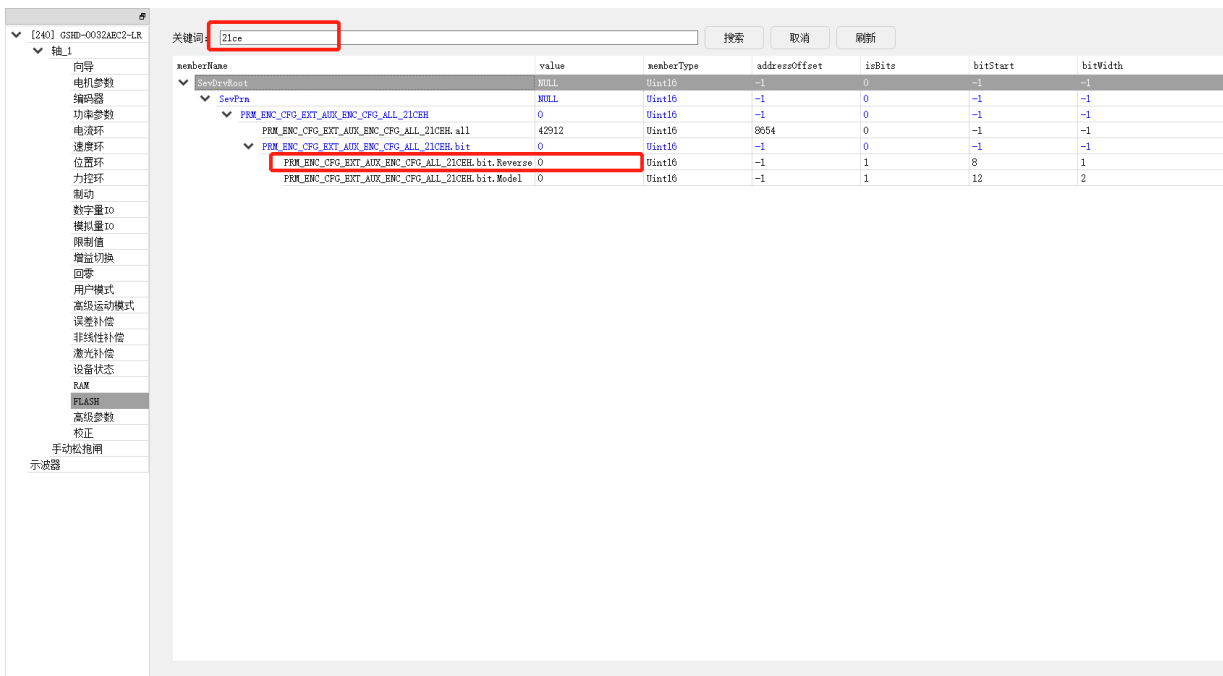
输出仅支持 AB 正交脉冲输出，输出频率最高 2.5MHZ（4 倍频前，4 倍频后是 10MHZ）。

3.7.5.3 控制脉冲输入

* 功能说明：*

对于脉冲输入是正负脉冲的话，对应原先脉冲 + 方向引脚是如下分布正负脉冲的正对应脉冲 + 方向的脉冲，正负脉冲的负对应脉冲加方向的方向，如果接错则电机旋转正方向不再是逆时针，通过以下操作即可解决。

- 1、修改 Flash 的对象字 0x21CE 的位置指令取反位 Reverse 位，0 或者 1，如下图所示：

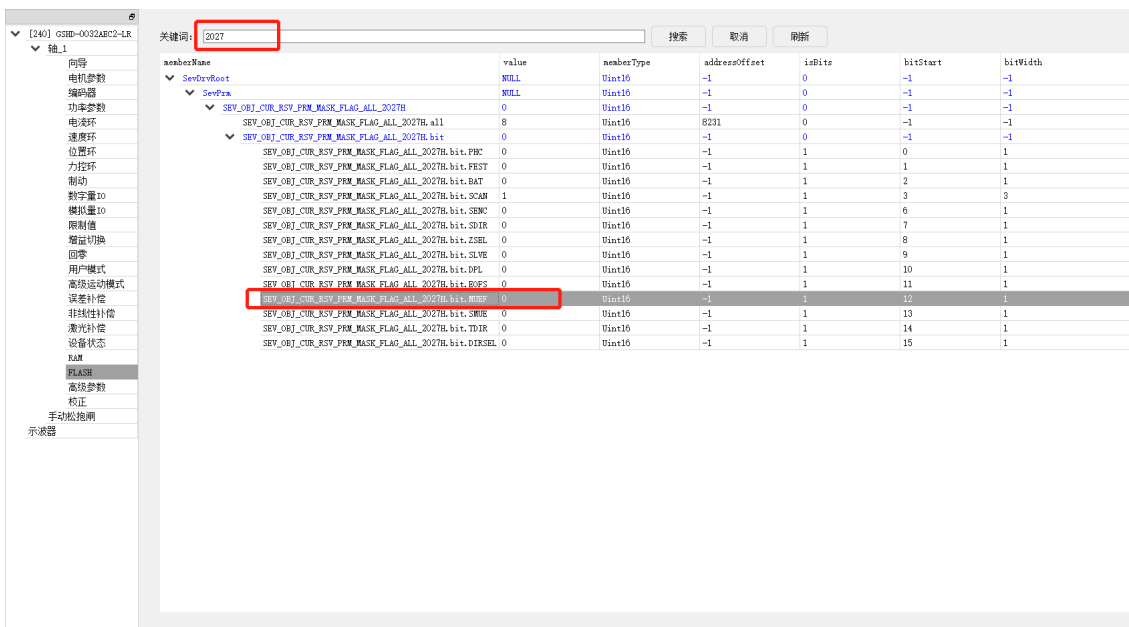


2、复位芯片

3.7.5.4 编码器多圈反馈

* 功能说明 *:

调试软件界面上多圈反馈如果数值为 0，没有发生变化，需配置驱动器 flash 参数 2027H 的 MUEF 位置 1，然后复位，如下图所示：



3.7.5.5 驱动器规划器选择

驱动器调试软件里的 flash 里对象字 2166h: ABSPOS 的 bit 位置 1 表示按控制器发过来的位置走，置 0 则按增量位置走，

举个例子，当按绝对位置走：控制器规划位置和反馈位置分别为 0 和 1 时，驱动器会走到 0 的位置。如果按增量走，则驱动器不会走到 0 位置，因为规划位置没有发生变化，这时反馈位置和规划位置有偏差。这两种规划器中后一者对用户使用要求低，即规划位置即使给的很大，只要没有发生变化，驱动器也不会动，控制器只要 zeropos 清除控制器增量位置，对于客户来说是一样的规划和反馈，但是对于需要上电寻相同不走位置模式这两个条件时，才需要按绝对位置走。

3.7.5.6 规划补偿功能

启用规划补偿后，务必通过驱动器回零回到零点，一旦开启规划补偿功能，记住不能下使能，一旦下使能后，驱动器反馈就会变回补偿前的数值，在上使能后又会变成补偿后的数值，但是这时控制器的规划值和驱动器反馈值就会有个差值。

3.7.5.7 仿真编码器输出设置

一) 仿真编码器临时方案 (仅针对绝对值编码器) :

- 1、仿真输出开启后, 原先设置不变, 脉冲输出分辨率按第一路编码器输出分辨率来, 总线输出分辨率按第二路编码器输出分辨率来
- 2、第二路编码器得选择 ABZ 类型, 不需要启用辅助编码器和全闭环
- 3、开启仿真编码器输出功能为; 21D8 的第一位设置为 1

仿真编码器正式方案:

- 1、第二路编码器必须选择 ABZ 类型。
- 2、双路同时绝对值或者第二路是绝对值编码器的话, 脉冲输出功能没有

二) 仿真编码器正式方案: 编码器页面勾选仿真编码器输出功能, 同时配置好相应仿真编码器输出分辨率

3.7.6 Touch Probe 功能示例

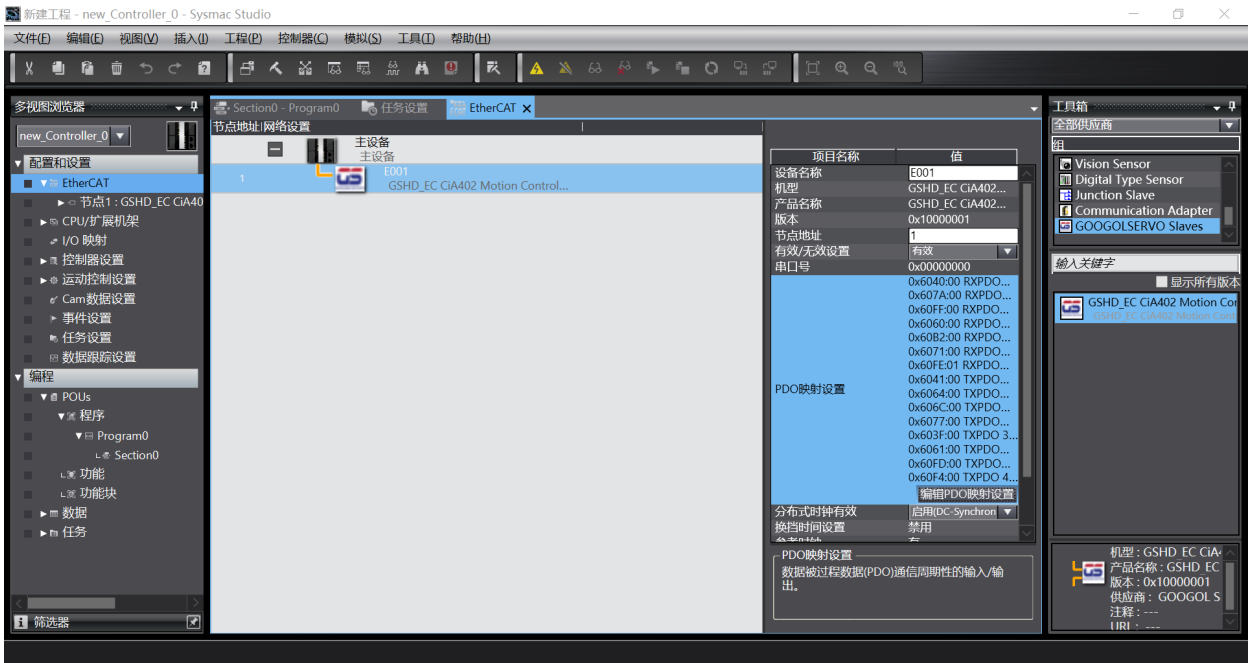
3.7.6.1 测试说明

欧姆龙控制器使用驱动器 Touch Probe 功能示例

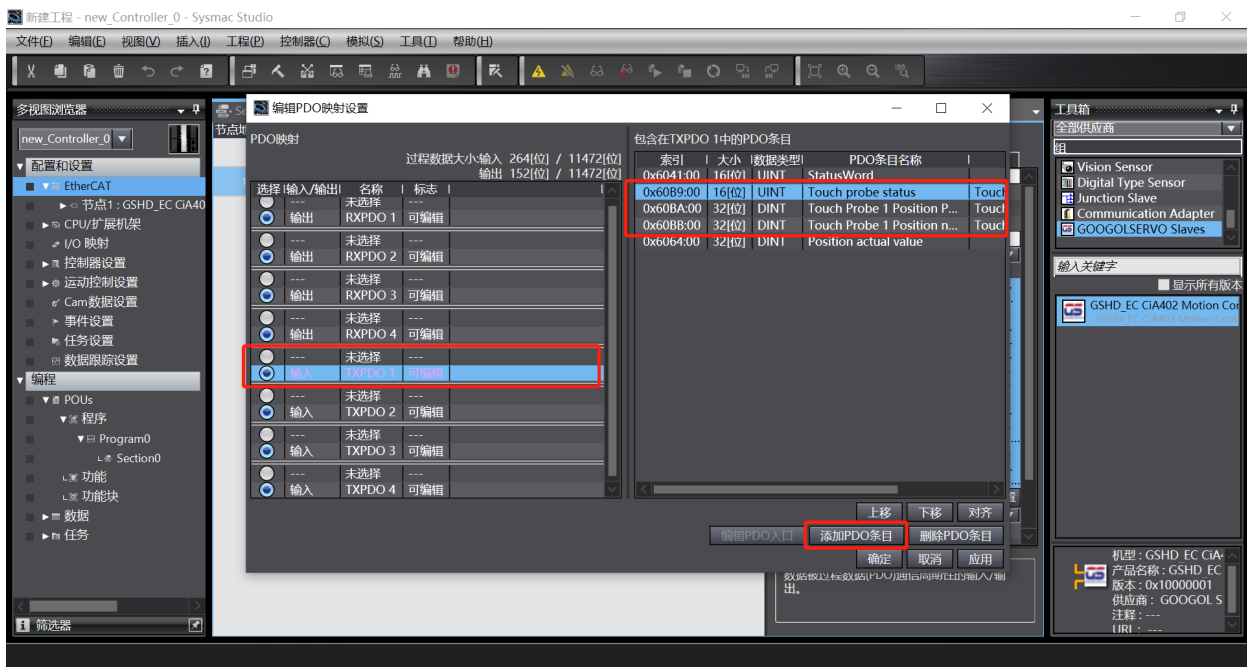
- a、探针捕获主要用在回零等需要高速捕获编码器的地方进行使用。
- b、以下例子使用欧姆龙 PLC 控制器进行增量编码器 Index 的探针捕获。

3.7.6.2 欧姆龙控制器对象字配置

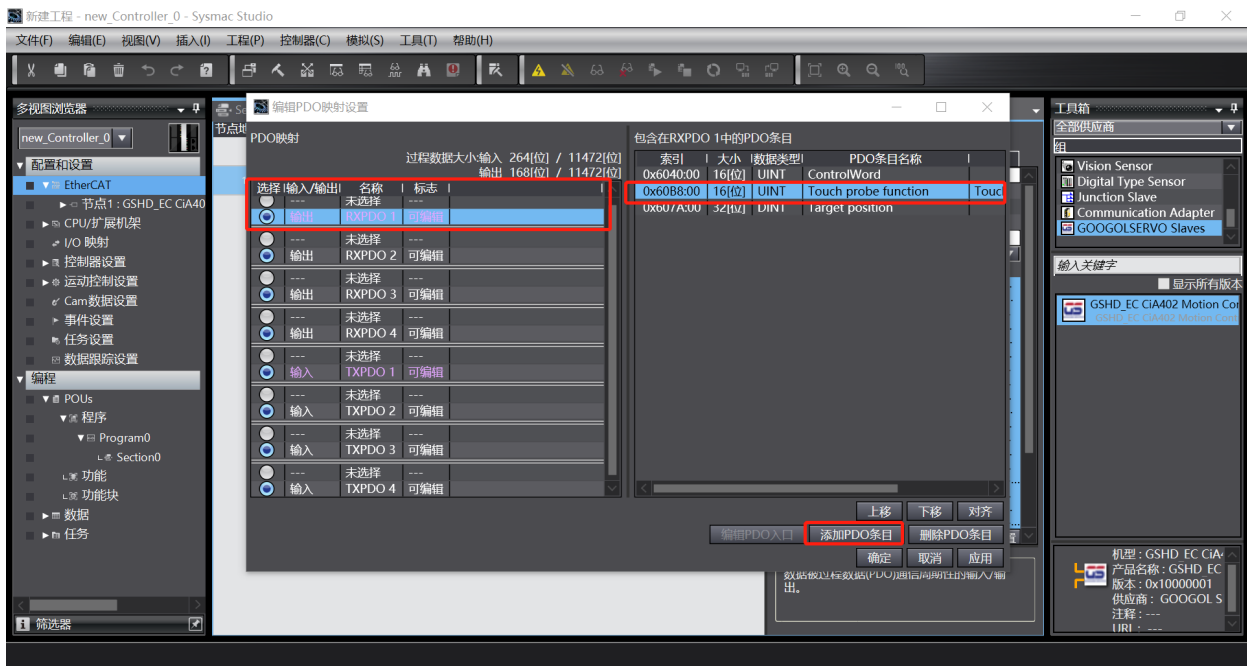
1、在欧姆龙控制器【EtherCAT】选项卡下, 点击编辑【PDO 映射设置】, 如图所示:



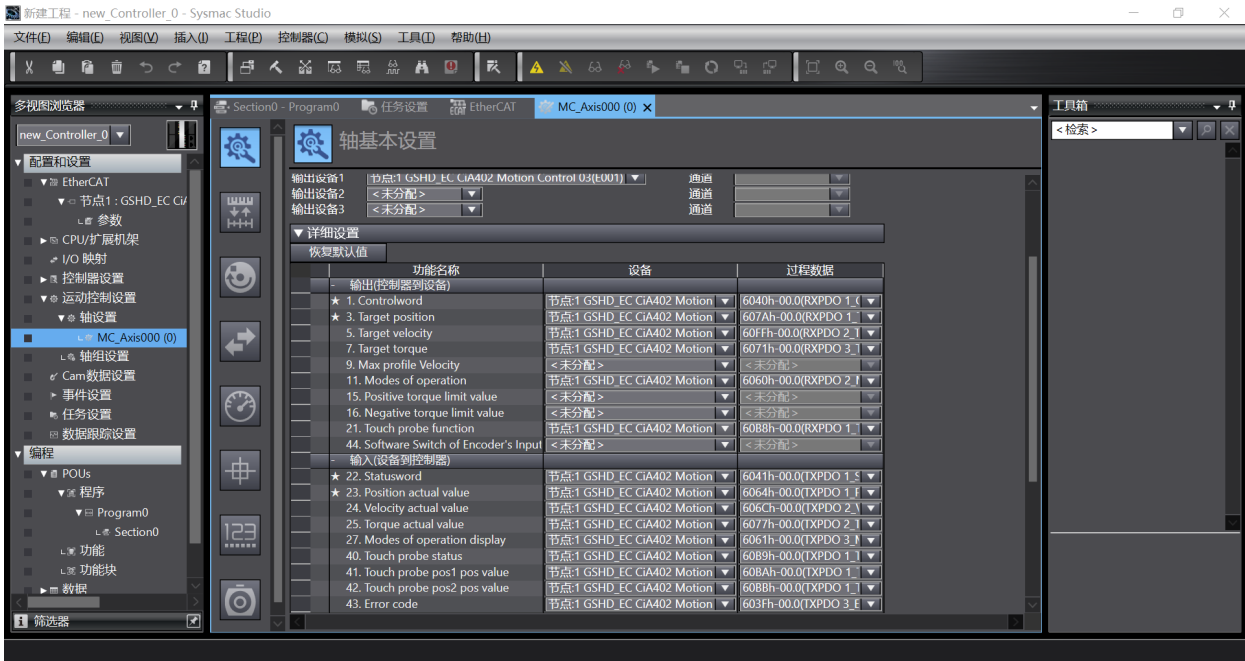
2、接着在弹出的界面里，选择【TXPDO 1】，然后点击添加【PDO 条目】选择添加【0x60B9】 【0x60BA】 【0x60BB】，如图所示：



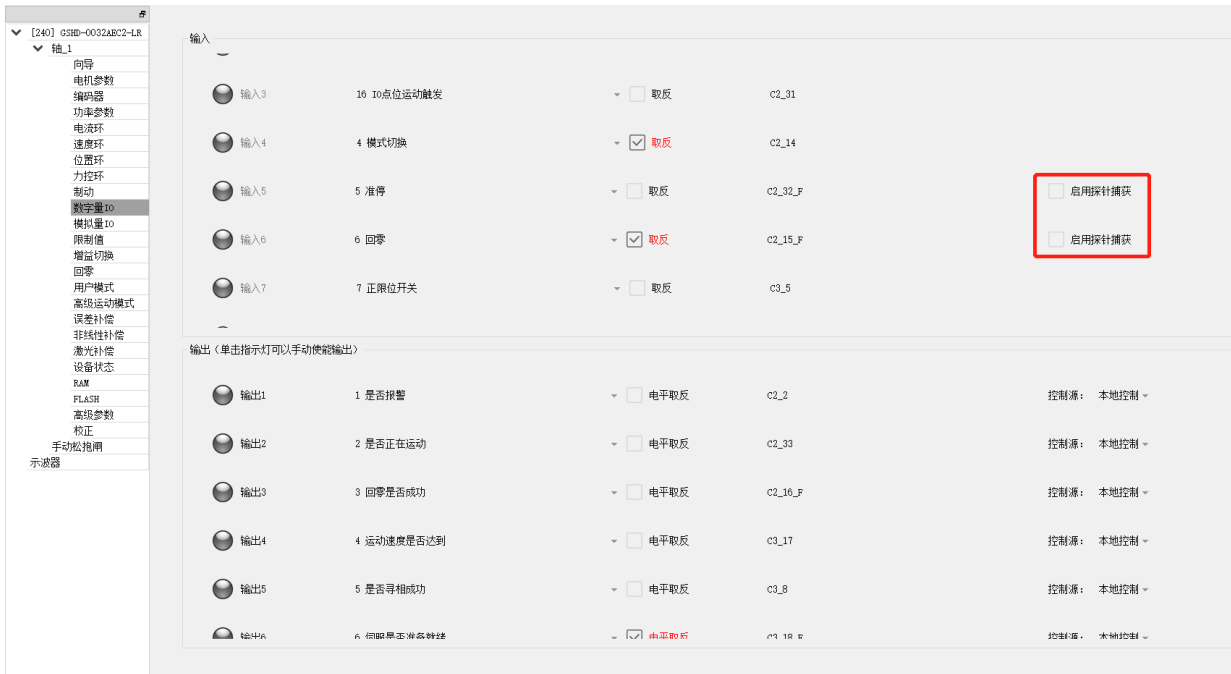
3、选择【RXPDO 1】，然后点击添加【PDO 条目】选择添加【0x60B8】，如图所示：



4、在【轴设置】点击设置【轴基本设置】，配置对象字如下图所示：



5、需要外部 I/O 捕获的话，请在调试软件 I/O 输入界面下，配置 I/O 功能为【捕获功能】



3.7.6.3 欧姆龙回零说明

- 1、在【原点返回设置】-【原点返回方法】有 10 种回零方法可以选择。
- 2、【原点输入信号】说明：使用外部原点输入认为采用的驱动器外部 I/O 捕获的方式。使用 Z 相输入认为捕获编码器 Index 位置。
- 3、各信号的说明：
 - a、原点接近信号：其实就是 Home switch，原点信号
 - b、外部 I/O 信号，驱动器软件上面配置 I/O 输入带有捕获功能的 I/O
 - c、正负限位：限位信号
 - d、原点接近信号和正负限位信号需要的话，得配置下对象字，有两种的配置方式，1：是调试软件无需配置正负限位和回零开关的情况下，驱动器输入管脚 1 对应输入对象字 60FD 的 bit16 开始，那么客户得知道正负限位和回零开关对应驱动器几号脚，同时对到 60FD 上，比如前三个脚分别接正负限位和回零开关，那么欧姆龙配置如图 1.6.5。还有一种就是调试软件配置三个功能，那么就可以无需关系管脚对应 60FD 的 bit 几，直接按图 1.6.6 配置即可。

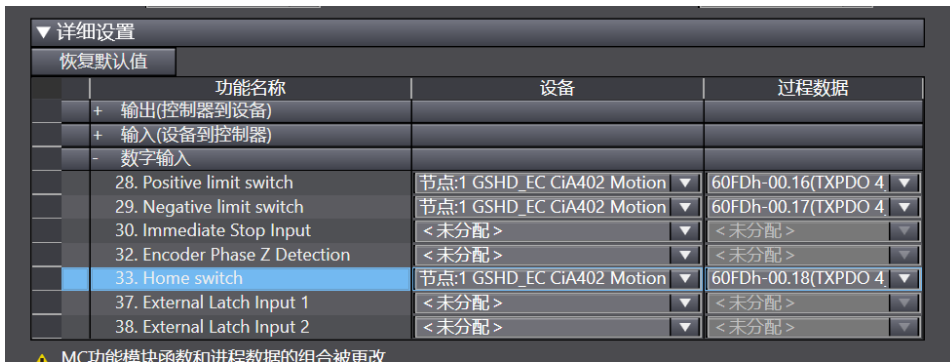


图 3.7.6.3.1



图 3.7.6.3.2

- 接着配置其它的包括回零方法及速度。
- 对于只要找 Z 相的回零的配置，那么正负限位和回零开关可以配置成没有用的 io，然后按以下图片进行配置即可

原点返回设置

▼ 原点返回方法

原点返回方法: 无原点接近输入/保持原点输入

原点输入信号: 使用Z相输入

原点返回开始方向: 负方向

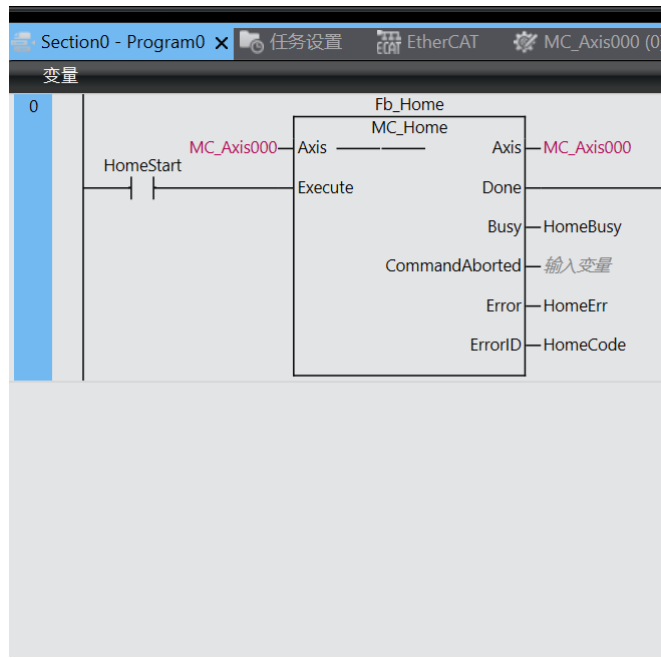
原点输入检测方向: 负方向

正限位输入时操作选项: 反转/立即停止

负限位输入时操作选项: 反转/立即停止

▼ 速度/加速度/减速度

3.7.6.4 欧姆龙回零程序测试



3.7.7 CSP 运行模式

3.7.7.1 测试说明

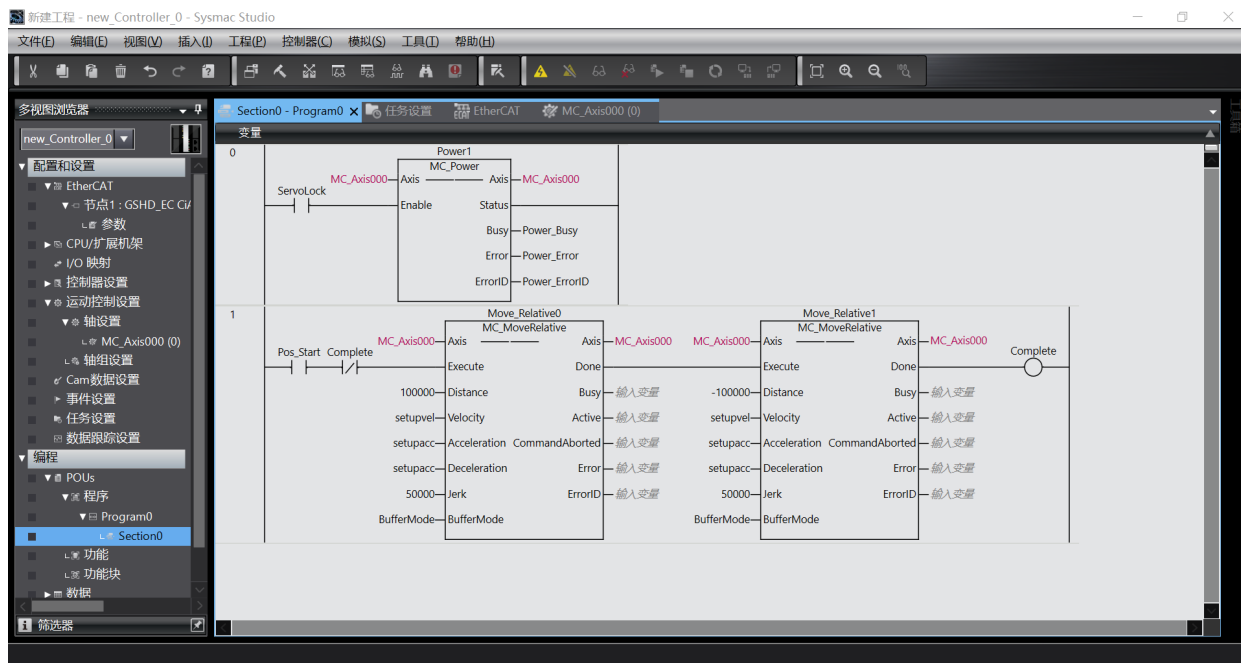
1、如果控制器同时配置目标转矩对象字 6071h 和反馈转矩对象字 6077h，则发生上伺服电机摆动且啸叫，则下伺服通过调试软件查看参数 0x200f 的 TQCP 位是否置 1，没有置 1，请确保置 1，然后复位驱动器。

2、总线周期设置是否正确，请看 3.7.2.4 EtherCAT 驱动器总线周期设置。

3.7.7.2 欧姆龙控制器对象字配置

功能名称	设备	过程数据
输出(控制器到设备)		
1. Controlword	节点1 GSHD_EC CiA402 Motion	6040h-00.0(RXPDO 1)
3. Target position	节点1 GSHD_EC CiA402 Motion	607Ah-00.0(RXPDO 1)
5. Target velocity	节点1 GSHD_EC CiA402 Motion	60Fh-00.0(RXPDO 2)
7. Target torque	节点1 GSHD_EC CiA402 Motion	6071h-00.0(RXPDO 3)
9. Max profile Velocity	<未分配>	<未分配>
11. Modes of operation	节点1 GSHD_EC CiA402 Motion	6060h-00.0(RXPDO 2)
15. Positive torque limit value	<未分配>	<未分配>
16. Negative torque limit value	<未分配>	<未分配>
21. Touch probe function	<未分配>	<未分配>
44. Software Switch of Encoder's Input	<未分配>	<未分配>
输入(设备到控制器)		
22. Statusword	节点1 GSHD_EC CiA402 Motion	6041h-00.0(TXPDO 1)
23. Position actual value	节点1 GSHD_EC CiA402 Motion	6064h-00.0(TXPDO 1)
24. Velocity actual value	节点1 GSHD_EC CiA402 Motion	606Ch-00.0(TXPDO 2)
25. Torque actual value	节点1 GSHD_EC CiA402 Motion	6077h-00.0(TXPDO 2)
27. Modes of operation display	节点1 GSHD_EC CiA402 Motion	6061h-00.0(TXPDO 3)
40. Touch probe status	<未分配>	<未分配>
41. Touch probe pos1 pos value	<未分配>	<未分配>
42. Touch probe pos2 pos value	<未分配>	<未分配>
43. Error code	节点1 GSHD_EC CiA402 Motion	603Fh-00.0(TXPDO 3)
45. Status of Encoder's Input Slave	<未分配>	<未分配>
46. Reference Position for csp	<未分配>	<未分配>
数字输入		

3.7.7.3 驱动器控制器示例程序

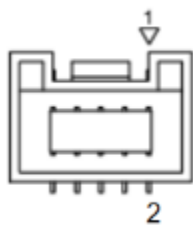


3.7.8 MODBUS 通讯说明

3.7.8.1 硬件接口说明

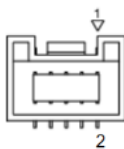
目前 EC 驱动器的菊花链的通讯接口分为 485 和 422 通讯，鉴于通讯方法不同，需要使用 EC 驱动器之前进行区分，使用哪一种的通讯方法合适，因为牵扯到硬件不同。

422 的引脚定义如下：



引脚	功能
5	RS422 电源正
6	RS422 电源地
7	RS422 RX+
8	RS422 RX-
9	RS422 TX+
10	RS422 TX-

485 的接线定义如下：



引脚	信号功能描述
9	485+
10	485-

3.7.8.2 MODBUS 通讯说明：

- 1、目前 EC 的 Modbus 只支持 RTU 通讯。
- 2、当主站与驱动器高速交互数据时，会影响调试软件，所以与主站高速交互时，请关闭调试软件。
- 3、Modbus 的节点地址通过驱动器拨码开关设置，可在线拨码生效地址（4s 左右生效）。
- 4、目前只支持 Modbus 的功能码分别为：0x03、0x06、0x10。
- 5、Modbus 通讯格式里面分为字大小（寄存器大小）和字节大小，字大小是 2 字节，字节大小就是 1 字节。
- 6、CRC 计算可参考如下网址：<http://www.ip33.com/crc.html>。

CRC (循环冗余校验) 在线计算

Hex Ascii 校验文件

需要校验的数据:

01 03 20 00 00 02

输入的数据为16进制, 例如: 31 32 33 34

参数模型 NAME: CRC-16/MODBUS x16+x15+x2+1

宽度 WIDTH: 16

多项式 POLY (Hex): 8005 例如: 3D65

初始值 INIT (Hex): FFFF 例如: FFFF

结果异或值 XOROUT (Hex): 0000 例如: 0000

输入数据反转 (REFIN) 输出数据反转 (REFOUT)

计算
清空

校验计算结果 (Hex): CBCF 复制

例如: 计算 01 03 20 00 00 02 的报文 CRC 如下: CBCF, 但是 MODBUS 的 CRC 需要高低位取下反才可以的, 所以实际最终报文如下: 01 03 20 00 00 02 CF CB。

3.7.8.3 MODBUS 地址说明

1、由于驱动器不是 PLC, 不能做到跟 PLC 完全一样的形式, 现在 Modbus 通讯地址就是 ETHERCAT 对象字的索引, 即控制字是 0x6040, 那么 Modbus 的通讯地址就是 0x6040, 针对带有子索引的情况, 目前不支持处理, 只支持处理不带子索引的对象字。地址这样建立的好处就是地址不需要再重新建立, 而且该地址非常通用, 功能非常明确。

2、地址是否支持, 可以查看相关的对象字的使用方法里是否写了 Modbus 可读写否。

3.7.8.4 MODBUS 协议介绍

一个寄存器数量大小就是 2 字节: 读取一个 4 字节的变量, 那么寄存器数量应该填 2。

1、功能码 0x03 报文格式

a、主站发送报文:

报文说明:	从站地址	功能码	起始地址	寄存器数量	CRC 校验
占用大小:	1 字节	1 字节	2 字节	2 字节	2 字节

b、从站正常响应报文:

报文说明:	从站地址	功能码	读取字节数	数据	CRC 校验
占用大小:	1 字节	1 字节	2 字节	根据读取字节数来	2 字节

2、功能码 0x06 报文格式

a、主站发送报文:

报文说明:	从站地址	功能码	起始地址	写的的数据	CRC 校验
占用大小:	1 字节	1 字节	2 字节	2 字节	2 字节

b、从站正常响应报文:

报文说明:	从站地址	功能码	起始地址	写的的数据	CRC 校验
占用大小:	1 字节	1 字节	2 字节	2 字节	2 字节

3、功能码 0x10 报文格式

a、主站发送报文:

寄存器值为 2 字节宽, 字节数量是寄存器数量的 2 倍。

报文说明:	从站地址	功能码	起始地址	寄存器数量	字节数量	数据	CRC 校验
占用大小:	1 字节	1 字节	2 字节	2 字节 (数量为 N)	2*N	需要写的的数据	2 字节

b、从站正常响应报文:

报文说明:	从站地址	功能码	起始地址	寄存器数量	CRC 校验
占用大小:	1 字节	1 字节	2 字节	2 字节	2 字节

3.7.8.5 MODBUS 使用简单示例:

1、功能码 0x03 示例说明, 读取 0x2000 多圈编码器数值, 发送的报文如下:

串口发送报文 (Hex 显示): 01 03 20 00 00 02 CF CB

串口接收报文 (Hex 显示): 01 03 04 00 00 00 03 BA 32 // 读到数值是 0x0003

2、功能码 0x06 示例说明, 写 0x2005 地址变量, 发送的报文如下:

串口发送报文 (Hex 显示): 01 06 20 05 00 14 92 04 // 写的的数据是 0x0014

串口接收报文 (Hex 显示): 01 06 20 05 00 14 92 04

3、功能码 0x10 示例说明, 写 0x607F 地址变量, 发送报文如下:

串口发送报文 (Hex 显示): 01 10 60 7F 00 02 04 00 00 C3 50 4C 05

串口接收报文 (Hex 显示): 01 10 60 7F 00 02 6E 10

3.7.8.6 MODBUS 使用高级点位使用示例:

1、设置点位

a、设置点位单位: 调试软件上有个负载分辨率 (调试软件对象字: 2301) 对应旋转电机来说就是转一个行程所需的脉冲, 那么对应的设置点位就是按负载分辨率来计算点位位置的。

b、比如负载分辨率是 10000, 对应行程是 360°, 那么如果需要走 45°, 需要设置 1250 即 $(10000/360)*45$, 以此类推

c、地址: 依次是 0xE000-0xE03F, 总共 64 个点, 每个地址大小: 有符号 32 位

d、例子:

写高级点位 1 的位置 (1250 十进制, 对应十六进制是 0x000004E2):

串口发送报文 (Hex 显示): 01 10 E0 00 00 02 04 00 00 04 E2 b8 E2

串口接受报文 (Hex 显示): 01 10 E0 00 00 02 76 08

读高级点位 1 的位置:

串口发送报文 (Hex 显示): 01 03 E0 00 00 02 F3 CB

串口接受报文 (Hex 显示): 01 03 04 00 00 04 E2 78 Ba (数据是 0x000004E2)

2、设置加减速度

a、根据负载分辨率来计算速度, 如上说明, 10000 分辨率对应 360°行程, 如果设置 10000 下去, 那么对应就是 $1r/s^2$ 。

b、对应的地址 0x2025 (加速度)、0x2026 (减速度), 大小: 有符号 32 位

c、公式: 上位机设置值 $(r/s^2) * 负载分辨率 = 写个驱动器底层值$;

d、例子

写高级点位加速度 (0x2025) (10000 十进制, 对应十六进制是 0x00002710):

串口发送报文 (Hex 显示): 01 10 20 25 00 02 04 00 00 27 10 b2 75

串口接受报文 (Hex 显示): 01 10 20 25 00 02 5b c3

读高级点位加速度 (0x2025)

串口发送报文 (Hex 显示): 01 03 20 25 00 02 de 00

串口接受报文 (Hex 显示): 01 03 04 00 00 27 10 e0 0f (数据是 0x00002710)

3、设置速度

a、根据负载分辨率来计算速度, 如上说明, 10000 分辨率对应 360°行程, 如果设置 10000 下去, 那么对应就是 $1r/s$, 我们得转换为 $1r/min$ 。

b、对应的地址: 0x2027, 大小: 有符号 32 位

c、公式: $(上位机设置值 (r/s) * 负载分辨率) / 60 = 写个驱动器底层值$ 或者 $上位机设置值 (r/min) * 负载分辨率 = 写个驱动器底层值$

4、设置当前位置为原点:

a、地址: 0x2028, 大小: 无符号 16 位

b、使用方法: 写 1, 记录当前位置为原点, 而后需要复位或者重启驱动器

5、复位驱动器指令:

a、地址: 0x2028, 大小: 无符号 16 位

b、使用方法: 写 2, 复位驱动器

3.7.8.7 MODBUS 使用力位控制使用示例:

1、地址表

功能	地址	大小 (字节)	单位
回退位置	0x2009	4	调试软件输入脉冲定标
快进位置	0x200A	4	调试软件输入脉冲定标
速度切换位置	0x200B	4	调试软件输入脉冲定标
最大行程限制	0x200C	4	调试软件输入脉冲定标
快进 / 回退到位误差限制窗口时间	0x200D	2	ms
一段速度指令	0x200E	4	调试软件输入脉冲定标
二段速度指令	0x200F	4	调试软件输入脉冲定标
快进回退规划速度	0x2010	4	调试软件输入脉冲定标
停止速度阈值	0x2011	4	调试软件输入脉冲定标
快进回退加速度	0x2012	4	调试软件输入脉冲定标
快进回退减速度	0x2013	4	调试软件输入脉冲定标
力矩保持时间	0x2014	2	ms
判断停止时间	0x2015	2	ms
工艺控制字	0x2016	2	第一位上升沿触发运动
扭矩正向限制	0x2017	2	峰值电流万分之一
扭矩负向限制	0x2018	2	峰值电流万分之一
力位状态机	0x201A	2	0: 没有进入力位控制 1: 准备接收指令触发 2: 快进 3: 一段速度 4: 二段速度 5: 回退 6: 回退延迟

2、触发方式

- 对于总线控制来说，6060h 设置模式对象字得给 8
- 根据 io 触发运动流程。
- 根据控制字触发运动流程，控制字触发方式，使用 0x2016 的 bit0 写 1 上升沿触发方式。

3.7.8.8 MODBUS 实现基本运动功能：

用户模式得设置为：轮廓位置模式

1、上下使能操作及状态检查

控制字地址：0x6040

状态字地址：0x6041

熟悉 ecat 总线的话，上使能步骤为依次写 0x6040 地址为：0x00->0x6->0x7->0xf。

对应的状态的话依次为：0x270->0x231->0x233->0x*37。

为简化客户程序，客户可以直接操作 0x6040 只要 modbus 没有报错即可，最终检查一下 0xf 对应的状态即可，可以检查最后一位是不是 0x7。

下使能的步骤：0x6040 地址写：0x6。

对应的状态就是：0x231。

例子如下：驱动器的地址为 1

15	10:18:47.118	[TX OK]	RTU	01 06 60 40 00 06 16 1c	161c	[01]	[06]
16	10:18:47.135	[RX OK]	RTU	01 06 60 40 00 06 16 1c	161c	[01]	[06]
17	10:18:47.246	[TX OK]	RTU	01 06 60 40 00 07 d7 dc	d7dc	[01]	[06]
18	10:18:47.264	[RX OK]	RTU	01 06 60 40 00 07 d7 dc	d7dc	[01]	[06]
19	10:18:47.377	[TX OK]	RTU	01 06 60 40 00 0f d6 1a	d61a	[01]	[06]
20	10:18:47.380	[RX OK]	RTU	01 06 60 40 00 0f d6 1a	d61a	[01]	[06]
21	10:20:41.392	[TX OK]	RTU	01 03 60 41 00 01 ca 1e	ca1e	[01]	[03]
22	10:20:41.407	[RX OK]	RTU	01 03 02 06 37 fa 32	fa32	[01]	[03]

2、报警状态和清报警

控制字地址：0x6040

状态字地址：0x6041

发生报警了读地址 0x6041 的 bit3 位置 1，所以通过判断该位即可。

清报警的话通过写地址 0x6040 的 bit7 位置 1，可以写 0x16，即清除错误同时下使能。

3、点位运动（与总线轮廓位置模式的逻辑一样）

设置模式地址：0x6060

读取模式地址：0x6061

目标位置地址：0x607A

反馈位置地址：0x6064

控制字地址：0x6040

状态字地址：0x6041

到位窗口：0x6067

到位窗口时间：0x6068

设置加速度：0x6083

设置减速度：0x6084

设置速度：0x6081

第一步：写 0x6060 地址数值为 1，设置驱动器为点位运动模式。

第二步：读取驱动器的当前模式 0x6061 是不是为 1。

第三步：点位运动要求先设置目标点下去，然后设置 0x6040 的 bit4 通知驱动器更新下目标位置，驱动器同时收到目标位置通过 0x6041 的 bit12 应答下，然后控制器这边得复位下通知驱动器目标位置 0x6040 的 bit4 为 0，复位后，驱动器收到目标应答也会复位掉。接着驱动器开始运动，运动到位后就置 0x6041 的 bit10 置 1。

具体控制字（0x6040）各位意思如下：

注意：控制字 0x6040 的 bit4 启动位置更新，在切其它模式之前置 0，避免不必要运动

*	6	5	4	*
*	0: 走绝对值 1: 走增量	0: 设置目标点不能中途打断 1: 设置目标点中途可以打断 目前只能通过调试软件设置（2166 的 TNEST），设置后必须复位	0 → 1 的变化通知驱动器更新下目标点	*

具体状态字（0x6041）各位意思如下：

*	12	11	10	*
*	0: 1: 接受目标点	*	0: 目标位置未到达 1: 目标位置到达	*

4、回零运动（与总线回零模式的逻辑一样）

设置模式地址：0x6060

读取模式地址：0x6061

控制字地址：0x6040

状态字地址：0x6041

回零方法地址：0x6098

回零速度地址：0x609A

回零偏置：0x607C

回零加速度用默认即可

第一步：写 0x6060 地址数值为 6，设置驱动器为回零运动模式。

第二步：读取驱动器的当前模式是不是为 6。

第三步：设置回零参数

第四步：启动回零，控制字写 0x6->0x7->0xF->0x1F(启动回零)（备注：中间暂停回零只要写 0xF，再次启动写 0x1F，其中 0x6040 的 bit4 对应就是回零启动位，回零完成后记得启动位置 0，避免切到其它模式发生运动，在回零过程中不能置 0 这样会停止回零。）

第五步：读取状态字，定义如下：只有 bit12 和 bit10 同时置 1，才是回零完成

*	13	12	11	10	*
*	回零错误	回零操作结束	*	目标位置到达	*

5、速度模式（与总线轮廓速度模式的逻辑一样）

设置模式地址：0x6060

读取模式地址：0x6061

控制字地址：0x6040

状态字地址：0x6041

目标速度地址：0x60FF

速度反馈地址：0x606C

到位速度窗口地址：0x606D（具体看对象字意义）

到位速度窗口时间地址：0x606E（具体看对象字意义）

停止速度窗口地址：0x606F（具体看对象字意义）

停止速度窗口时间地址：0x6070（具体看对象字意义）

设置加速度：0x6083(速度模式加速度和减速度共用的，同时必须复位驱动器才生效的（28以后固件不需要复位，得先切到该模式后才能进行设置）)

设置减速度：0x6084(速度模式加速度和减速度共用的，同时必须复位驱动器才生效的（28以后固件不需要复位，得先切到该模式后才能进行设置）)

第一步：写 0x6060 地址数值为 3，设置驱动器为轮廓速度模式。

第二步：读取驱动器的当前模式 0x6061 是不是为 3。

第三步：轮廓速度模式上使能后，给目标速度就会运动，速度到位后就置 0x6041 的 bit10 为 1, 为了保证电机不动，停止速度窗口和窗口时间设置比较小。

具体状态字（0x6041）各位意思如下：

*	12	11	10	*
*	0: 电机正在操作 1: 电机静止（目前是根据停止速度窗口和停止速度	*	0: 目标速度未到达 1: 目标速度到达（根据到位速度窗口和到位速度窗口时间来判断）	*

6、转矩模式（与总线周期同步转矩的逻辑一样，要求转矩指令值不能突跳太大）

设置模式地址：0x6060

读取模式地址：0x6061

控制字地址：0x6040

状态字地址：0x6041

最大电机转速限制：0x6080

电流指令：0x6071

电流反馈：0x6077

电机额定电流参数：0x6075

第一步：确认下驱动器 flash 的 TQCP 置 0，PVTQR 置 1，如果需要设置转矩模式下限制速度，则需要在限制值页面上，勾选电流环下限制速度。

第二步：设置驱动器的当前模式 0x6060 为 10。

第三步：读取驱动器的当前模式 0x6061 是不是为 10。

第四步：上使能后，给目标指令就会运动。

3.7.8.9 Modbus 使用 IO 点位使用示例：

设置加速度：0x6083

设置减速度：0x6084

设置速度：0x6081

设置点位地址：依次是 0xE000-0xE03F, 总共 64 个点，每个地址大小：有符号 32 位。

设置点位单位：输入分辨率

设置点位量程：

写点位 1 的位置 1250，对应十六进制是 0x000004E2)：

串口发送报文（Hex 显示）：01 10 E0 00 00 02 04 00 00 04 E2 b8 E2

串口接受报文（Hex 显示）：01 10 E0 00 00 02 76 08

设置速度量程：

写指令速度 10000，对应十六进制是 0x00002710：

串口发送报文（Hex 显示）：01 10 60 81 00 02 04 00 00 27 10 88 3d

串口接受报文（Hex 显示）：01 10 60 81 00 02 0F E0

设置加速度例程：

写指令加速度 10000，对应十六进制是 0x00002710：

串口发送报文（Hex 显示）：01 10 60 83 00 02 04 00 00 27 10 09 e4

串口接受报文（Hex 显示）：01 10 60 83 00 02 AE 20

3.7.8.10 MODBUS 异常响应：

从站想报告错误，它将回复所请求的功能代码加上 128（十六进制 0x80）（3 变为 131 = 十六进制 0x83），并且后面包含一个字节的的数据称为异常代码，异常代码如下所示：

异常代码	定义
1	无效从站地址
2	CRC 计算错误
3	内部功能码不支持
4	报文长度不对
5	无需回复
6	内存内部分配错误
7	内部定时器错误
8	起始地址错误
9	起始地址目前不支持
10	数据大小与驱动器内部数据大小不一致
11	驱动器数据无法写入，是只读变量
12	驱动器内部变量地址为空
13	数据类型不对应

3.7.8.11 MODBUSTCP：

1、使用说明

a、对于启用 modbusTCP 的时候，C7 调试口不会再使用了，只是作为启用 ModbusTCP 功能用的。这时调试软件就连接不上驱动器了，属于正常现象。调试功能就转移到 C5 和 C6 口其中一个即可，另一个作为 ModbusTCP 用的。

b、网络端口默认是 502，ip 为 192.168.xxa.xxb，新固件可以设置 xxa 和 xxb 的参数，同时端口也可以设置。（新版本可以设置）

2、modbusTCP 报文格式

报文说明：	MBAP（报文头）	PDU（帧结构）
占用大小：	9 字节	1 字节 + 数据

MBAP：后面详细介绍

PDU：后面详细介绍

3、MBAP（报文头）

报文说明：	事务标识符	协议标识	长度	单元标识符
占用大小：	2 字节	2 字节	2 字节	1 字节

事务标识符：可以解释为报文的序列号，我们测试使用的客户端是一直发送数据，所以每发送一次数据标识符就加一。服务器接收时会把这个数据原封返回。

协议标识：走 modbus TCP 的话就是 0x0000

长度：从单元标识符起开始计算数据长度，单位字节

单元标识符：就是站号（驱动器按拨码开关进行设置）

4、PDU（帧结构）

报文说明：	功能码	数据
占用大小：	1 字节	视数据情况

3.7.9 LED 显示及故障诊断

LED 显示	603Fh	定义	类型	注释
E0	FF00h	OC	故障	UVW 输出过流
E1	FF01h	OV	故障	母线过电压
E2	FF02h	UV	故障	母线欠电压
E3	FF03h	BRKPH	故障	RST 输入缺相
E4	FF04h	RESERR	故障	编码器故障
E5	FF05h	OL	故障	UVW 输出过载
E6	FF06h	OT	故障	驱动器过温
E7	FF07h	I/O ERR	故障	I/O 错误
E8	FF08h	REG	故障	再生电阻故障
E9	FF09h	PS	故障	功率模块故障
F0	FF20h	OS	故障	电机过速
F1	FF21h	OPRE	故障	过压
F2	FF22h	DIR	故障	运动方向错误
F3	FF23h	SOC	故障	驱动器瞬时过流
F4	FF24h	OBPH	故障	电流跟随异常
F5	FF25h	OT_MOT	故障	电机过温
F6	FF26h	PTE	故障	位置跟随误差超限
F7	FF27h	STO	故障	STO 故障
F8	FF28h	OB_ERR	故障	输出抱闸故障
F9	FF29h	FAN	故障	风扇故障
L0	FF40h	SRF	故障	安全继电器故障
L1	FF41h	OBP	故障	输出抱闸电源故障
L2	FF42h	NET	故障	总线通信异常
L3	FF43h	VTE	故障	速度跟随误差超限
L4	FF44h	MPHA	故障	电机寻相错误
L5	FF45h	Home	故障	回零错误
L6	FF46h	PPNE	故障	寻相步进距离错误
L7	FF47h	HALL	故障	霍尔错误
L8	FF48h	SYN_ERR	故障	同步误差超限
L9	FF49h	OLD	故障	功率模块过载
P0	FF60h	SENCER	故障	第二编码器报警
P1	FF61h	SUPPLYERR	故障	供电异常
P2	FF62h	SLAVEERR	故障	龙门从站报警
P3	FF63h	FLASHERR	严重故障 / 限位警告	FLASH 读取错误
P4	FF64h	LIMITERR	故障	限位报警
P5	FF65h	PRETE	故障	压力跟随误差超限
P6	FF66h	STALL	故障	电机堵转
P7	FF67h	BKROL	故障	制动电阻过载

故障诊断

4

4.1 LED 显示及故障诊断与处理

以下为 GSFD 驱动器 LED 显示代码，多位代码会滚动显示。

表 4.1.1 LED 显示代码及定义

显示文本	定义	类型	注释
.	Servo On	状态	使能
0	IDLE	模式	准备状态
1	ADC	模式	ADC 校正
2	Motor Phase Identify	模式	电机相位识别
3	Motor Model Identification	模式	机械模型辨识
4	Voltage Open-Loop Mode	模式	电压开环模式
5	Current Close-Loop Mode	模式	电流闭环模式
6	Velocity Close-Loop Mode	模式	速度闭环模式
7	Profile Velocity Mode	模式	轮廓速度跟踪
8	Fieldbus Cyclic Synchronous Velocity Mode	模式	周期同步速度跟踪
9	Position Fix Mode	模式	准停
A	Fieldbus Cyclic Synchronous Position Mode	模式	周期同步位置跟踪
B	Stop Mode	模式	规划停止
C	Fieldbus Cyclic Synchronous Current Mode	模式	周期同步电流跟踪
D	Inertia Identification	模式	惯量辨识
E	Z Capture	模式	Z 捕获
F	System Identification	模式	频域辨识
G	Home	模式	回零
H	Position Pause Mode	模式	点位暂停
L	Pressing Machine Stop	模式	压机停止
n	Pressing Machine Jog Mode	模式	压机点动模式
P	Force Close-Loop Mode in Pressing Machine	模式	压机压力闭环模式
q	Pressing Machine Auto Mode	模式	压机自动运行模式
r	Pressing Machine Home Mode	模式	压机回零模式
t	Force Close-Loop Mode	模式	力控压力闭环模式
U	Velocity Mode without Encoder	模式	无位置传感速度模式
E0	OC	故障	UVW 输出过流
E1	OV	故障	母线过电压
E2	UV	故障	母线欠电压
E3	BRKPH	故障	RST 输入缺相
E4	RESERR	故障	编码器故障
E5	OL	故障	UVW 输出过载
E6	OT	故障	驱动器过温

显示文本	定义	类型	注释
E7	I/O ERR	故障	I/O 错误
E8	REG	故障	再生电阻故障
E9	PS	故障	功率模块故障
F0	OS	故障	电机过速
F1	OPRE	故障	过压
F2	DIR	故障	运动方向错误
F3	SOC	故障	驱动器瞬时过流
F4	OBPH	故障	电流跟随异常
F5	OT_MOT	故障	电机过温
F6	PTE	故障	位置跟随误差超限
F7	STO	故障	STO 故障
F8	OB_ERR	故障	输出抱闸故障
F9	FAN	故障	风扇故障
L0	SRF	故障	安全继电器故障
L1	OBP	故障	输出抱闸电源故障
L2	NET	故障	总线通信异常
L3	VTE	故障	速度跟随误差超限
L4	MPHA	故障	电机寻相错误
L5	Home	故障	回零错误
L6	PPNE	故障	寻相步进距离错误
L7	HALL	故障	霍尔错误
L8	SYN_ERR	故障	同步误差超限
L9	OLD	故障	功率模块过载
P0	SENCER	故障	第二编码器报警
P1	SUPPLYERR	故障	供电异常
P2	SLAVEERR	故障	龙门从站报警
P3	FLASHERR	警告	FLASH 读取错误
P4	LIMITERR	警告	限位报警
P5	PRETE	故障	压力跟随误差超限
P6	STALL	故障	电机堵转
P7	BKROL	故障	制动电阻过载

可根据故障代码做对应的故障排除，下面是具体的故障排除方法。

表 4.1.2 过流

报警名称	(E0) — 伺服过流
类型	故障
伺服关闭	是
可能原因描述	<ol style="list-style-type: none"> 1. 负载过大 2. 电机输出侧发生短路、接地 3. 电机额定电流参数设置错误
应对措施	<ol style="list-style-type: none"> 1. 减小系统负载 2. 检查驱动器输出接线是否有短路、接地 3. 检查电机额定参数是否满足系统要求

表 4.1.3 过压

报警名称	(E1) — 伺服过压
类型	故障
伺服关闭	是
可能原因描述	<ol style="list-style-type: none"> 1. 输入电源电压过高 2. 电机减速时间太短，再生能量过大 3. 刹车电阻容量不足
应对措施	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检查输入电源是否正常 2. 减小速度指令斜坡 3. 检查刹车电阻是否正常连接，电阻阻值、容量是否合适

表 4.1.4 欠压

报警名称	(E2) — 伺服欠压
类型	故障
伺服关闭	是
可能原因描述	<ol style="list-style-type: none"> 1. 输入电源电压过低 2. 瞬时负载过重 3. 驱控一体机输入侧连线有误
应对措施	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检查两相 AC 电源输入电压是否正常 2. 检测驱控一体机输入侧连线是否完好

表 4.1.5 输入缺相

报警名称	(E3) — 伺服输入断线
类型	故障
伺服关闭	是
可能原因描述	<ol style="list-style-type: none"> 1. 驱控一体机输入侧电源接线松动 2. AC 电源输入缺相或电压波动过大 3. AC 电源断开
应对措施	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检查驱动器 AC 电源输入侧接线是否完好 2. 检测 AC 电源电压是否正常 3. 系统配电是否正常

表 4.1.6 编码器故障

报警名称	(E4) — 编码器出错
类型	故障
伺服关闭	是
可能原因描述	<ol style="list-style-type: none"> 1. 编码器信号接线松动 2. 编码器屏蔽接地线未连接 3. 编码器信号处理电路异常
应对措施	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检查编码器信号接线是否完好 2. 检查编码器接地线是否完好 3. 检查系统布局、布线，减少线路耦合干扰信号的引入

表 4.1.7 过载

报警名称	(E5) — 伺服过载
类型	故障
伺服关闭	是
可能原因描述	<ol style="list-style-type: none"> 1. 系统负载过大 2. 驱动一体机电机输出侧发生短路、接地 3. 电机额定电流参数设置错误
应对措施	<ol style="list-style-type: none"> 1. 减小系统负载 2. 检查驱动一体机输出接线是否有短路、接地 3. 检查电机额定参数是否满足系统要求

表 4.1.8 过热

报警名称	(E6) — 伺服过温
类型	故障
伺服关闭	是
可能原因描述	1. 驱动 IPM 模块过热 2. 电机过热 3. 驱控一体机整流桥过热
应对措施	1. 检查系统负载是否过大 2. 检查驱动器、电机容量是否足够 3. 检查系统散热环境、风扇工作是否正常

表 4.1.9 功率模块过流

报警名称	(E9) — 功率模块过流
类型	故障
伺服关闭	是
可能原因描述	1. IPM 损坏 2. 系统干扰
应对措施	联系技术支持

表 4.1.10 过速

报警名称	(F0) — 伺服电机超速
类型	故障
伺服关闭	是
可能原因描述	1. 电机速度过高 2. 编码器信号异常 3. 电机额定转速参数设置错误 4. 速度响应超调过大 5. 电机转子初始位置校正不准确
应对措施	1. 检查旋转编码器接线是否完好 2. 检查系统参数和速度指令设置是否合适 3. 检查电机额定转速参数是否满足系统要求

表 4.1.11 方向错误

报警名称	(F2) — 方向错误
类型	故障
伺服关闭	是
可能原因描述	电机旋转方向错误
应对措施	检查驱动器位置、速度指令或编码器反馈方向参数设置是否正确

表 4.1.12 瞬时过流

报警名称	(F3) — 伺服电机瞬时电流过大
类型	故障
伺服关闭	是
可能原因描述	1. 系统瞬时负载过大 2. 驱动器输出侧发生短路、接地 3. 过流检测电路受到干扰
应对措施	1. 检查系统负载是否正常 2. 检查驱动器输出侧连线是否完好 3. 检查系统布局布线、减小干扰信号引入

表 4.1.13 电流跟踪误差超限

报警名称	(F4) — 电流跟踪误差超限
类型	故障
伺服关闭	是
可能原因描述	1. 驱动器输出侧连线异常 2. 驱动器电机参数设置错误 3. 电机编码器信号异常
应对措施	检查驱动器位置、速度指令或编码器反馈方向参数设置是否正确

表 4.1.14 电机过温

报警名称	(F5) — 电机过温
类型	故障
伺服关闭	是
可能原因描述	1. 电机长时间过载运行 2. 电机散热不好 3. 电机堵转
应对措施	1. 检查电机散热机构是否良好 2. 电机是否堵转 3. 电机是否超长时间过载运行

表 4.1.15 位置跟踪误差超限

报警名称	(F6) — 位置跟踪误差超限
类型	故障
伺服关闭	是
可能原因描述	1. 控制器规划加速度过大 2. 驱动器控制参数设置不合适 3. 驱动器与电机接线异常
应对措施	1. 减小规划加速度 2. 检查驱动器参数设置是否合理 3. 检查驱动器与电机间的接线是否正确

表 4.1.16 STO 故障

报警名称	(F7) — STO
类型	故障
伺服关闭	是
可能原因描述	STO 急停按钮拍下
应对措施	检查 STO 急停按钮是否松开

表 4.1.17 电机抱闸故障

报警名称	(F8) — 电机抱闸故障
类型	故障
伺服关闭	是
可能原因描述	驱动器抱闸电路异常
应对措施	检查驱动器抱闸输出电路与接线是否正常

表 4.1.18 风扇故障

报警名称	(F9) — 风扇故障
类型	故障
伺服关闭	是
可能原因描述	1. 风扇损坏 2. 风扇电源异常 3. 风扇驱动器信号异常
应对措施	联系技术支持

表 4.1.19 安全继电器故障

报警名称	(L0) — 安全继电器故障
类型	故障
伺服关闭	是
可能原因描述	驱动器安全继电器异常
应对措施	检查安全继电器电路与接线是否完好

表 4.1.20 电机抱闸电源故障

报警名称	(L1) — 电机抱闸电源故障
类型	故障
伺服关闭	是
可能原因描述	驱动器抱闸电源故障
应对措施	检查驱动器抱闸电源是否正常工作

表 4.1.21 gLink-II 通信异常

报警名称	(L2) — gLink-II 通信异常
类型	故障
伺服关闭	是
可能原因描述	gLink-II 通信线缆接触不良
应对措施	检查通信线缆连接是否正常

表 4.1.22 速度跟随误差超限

报警名称	(L3) — 速度跟随误差超限
类型	故障
伺服关闭	是
可能原因描述	1. 控制器规划加速度过大 2. 驱动器控制参数设置不合适 3. 驱动器与电机接线异常
应对措施	1. 减小规划加速度 2. 检查驱动器参数设置是否合理 3. 检查驱动器与电机间的接线是否正确

表 4.1.23 寻相失败

报警名称	(L4) — 寻相失败
类型	故障
伺服关闭	是
可能原因描述	电机接线不良
应对措施	检查电机线缆连接是否正常

表 4.1.24 回零失败

报警名称	(L5) — 回零失败
类型	故障
伺服关闭	是
可能原因描述	回零模式设置错误
应对措施	检查回零模式设置

表 4.1.25 寻相步进距离错误

报警名称	(L6) — 寻相步进距离错误
类型	故障
伺服关闭	是
可能原因描述	寻相力度不够
应对措施	增大寻相力度

表 4.1.26 霍尔错误

报警名称	(L7) — 霍尔错误
类型	故障
伺服关闭	是
可能原因描述	1. 霍尔接线不良 2. 模式设置错误
应对措施	1. 检查霍尔线缆连接是否正常 2. 没有霍尔使用了霍尔寻相

表 4.1.27 同步误差超限

报警名称	(L8) — 同步误差超限
类型	故障
伺服关闭	是
可能原因描述	龙门模式下 1. 控制器规划加速度过大 2. 驱动器控制参数设置不合适 3. 驱动器与电机接线异常
应对措施	1. 减小规划加速度 2. 检查驱动器参数设置是否合理 3. 检查驱动器与电机间的接线是否正确

表 4.1.28 功率模块过载

报警名称	(L9) — 功率模块过载
类型	故障
伺服关闭	是
可能原因描述	IGBT 模块过热
应对措施	1. 减小系统负载 2. 检查驱动器输出接线是否短路、接地 3. 联系技术支持

表 4.1.29 第二编码器报警

报警名称	(P0) — 第二编码器报警
类型	故障
伺服关闭	是
可能原因描述	1. 第二编码器线缆接触不良 2. 配置了第二编码器没有接线
应对措施	检查第二编码器线缆连接是否正常

表 4.1.30 供电异常

报警名称	(P1) — 供电异常
类型	故障
伺服关闭	是
可能原因描述	1. 功率电输入电压低于阈值 2. 内部开关电源供电异常
应对措施	1. 检查驱动器供电 2. 联系技术支持

表 4.1.31 龙门从站报警

报警名称	(P2) — 龙门从站报警
类型	故障
伺服关闭	是
可能原因描述	仅在龙门主站下会出现，当龙门从站报警时，龙门主站会出现此报警
应对措施	解决龙门从站报警

表 4.1.32 FLASH 读取失败

报警名称	(P3) — FLASH 读取失败
类型	警告
伺服关闭	是
可能原因描述	底层芯片损坏
应对措施	联系商务进行退换货

表 4.1.33 限位报警

报警名称	(P4) — 限位报警
类型	警告
伺服关闭	是
可能原因描述	正负限位触发
应对措施	解决正负限位触发的条件

表 4.1.34 压力跟随误差超限

报警名称	(P5) — 压力跟随误差超限
类型	警告
伺服关闭	是
可能原因描述	驱动器控制参数设置不合适
应对措施	检查驱动器参数设置是否合理

表 4.1.35 电机堵转

报警名称	(P6) — 电机堵转
类型	警告
伺服关闭	是
可能原因描述	电机堵转，超过了限制值
应对措施	查看电机运行是否正常，发生堵转

表 4.1.36 制动电阻过载

报警名称	(P7) — 制动电阻过载
类型	警告
伺服关闭	是
可能原因描述	制动电阻超过了功率和电阻阻值
应对措施	使用大的制动电阻

另外，如果你鼠标移动到具体的位置上面都会有故障的原因和处理方式，如下图所示：

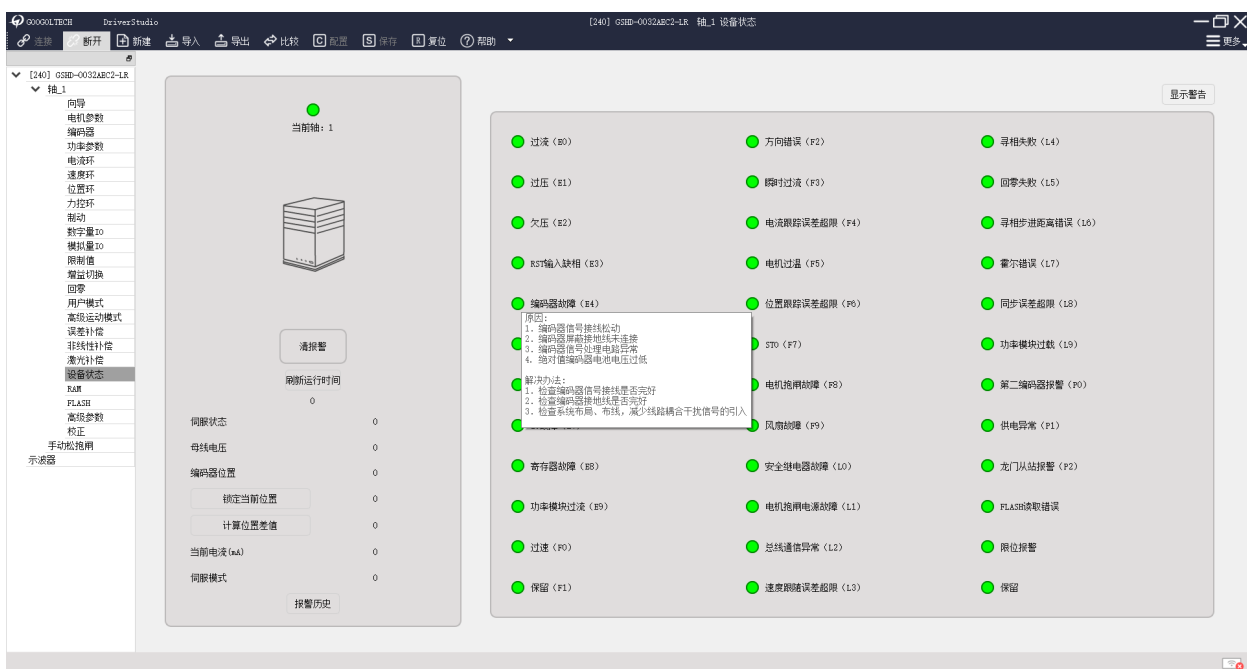


图 4.1.1 设备状态指