

华山系列伺服驱动器用户手册

华山 1 号

文档编号：XE-PM-2026-001

版本：V2.0

发布日期：2026-08



西恩科技公众号

<https://www.xien-tech.com/>

目 录

序言	6
版本记录	8
1. 产品信息	9
1.1. 命名规则	9
1.2. 产品描述	10
1.3. 外观尺寸	11
1.3.1. CANopen 版本	11
1.3.2. EtherCAT 版本	12
1.4. 电气规格	14
1.5. 控制规格	15
1.6. 通讯规格	16
1.6.1. CANopen 通讯规格	16
1.6.2. EtherCAT 通讯规格	17
1.7. 编码器规格	18
1.8. 第二编码器规格	18
1.9. 输入输出规格	19
1.10. 控制电路供电规格	19
2. 安全注意事项	21
2.1. 安全声明	21
2.2. 标识定义	21
2.3. 安全指南	21
2.3.1. 安装安全	21
2.3.2. 操作安全	23
2.3.3. 维护安全	24
2.4. 保修声明	25
3. 安装与操作	26
3.1. 安装人员要求	26
3.2. 安装环境要求	26
3.3. 驱动器拆箱	27
3.4. 散热附件安装	28

4. 系统接线	29
4.1. 端子脚位说明	29
4.2. 接口定义	30
4.2.1. 电源接口	30
4.2.2. 电机动力线接口	32
4.2.3. 通讯接口定义	34
4.2.4. IO 引脚及接口	38
4.2.5. 编码器接口	48
5. 上位机软件	56
5.1. 概述	56
5.2. 安装环境	56
5.3. 软件安装	56
6. 试运转	60
6.1. 运转流程图	60
6.2. 运转前检查	61
6.3. 接通电源	61
6.4. 电机参数配置	61
6.5. 试运行	73
6.6. 伺服停止	77
6.6.1. 故障停机方式	77
6.6.2. 限位超程停机方式	78
6.6.3. IO 急停停机方式	78
6.6.4. 急停转矩设定	79
6.6.5. 斜坡减速度	79
7. 伺服调谐	80
7.1. 概述	80
7.2. 调试流程图	80
7.3. 初始角辨识	81
7.3.1. 概述	81
7.3.2. 微动辨识	81
7.3.3. 静态辨识	81
7.3.4. 动态辨识	82

7.3.5. 使用方法	82
7.4. 三环调试	86
7.4.1. 概述	86
7.4.2. 控制框图	86
7.4.3. 自整定调整方法	86
7.4.4. 手动调整方法	88
7.4.5. 速度观测器	94
7.4.6. 机械特性分析	97
7.4.7. 低频振动抑制功能	105
7.5. 常用参数的功能	112
7.5.1. 电流环参数	112
7.5.2. 速度环参数	114
7.5.3. 位置环参数	115
8. 功能应用	118
8.1. 模拟量控制	118
8.1.1. 概述	118
8.1.2. 引脚接线	118
8.1.3. 模拟量指令模式	118
8.1.4. 输入标定与偏置设置	119
8.2. 全闭环功能	121
8.2.1. 概述	121
8.2.2. 控制框图	121
8.2.3. 关联参数	121
8.3. 力控功能	126
8.3.1. 开环力控	127
8.3.2. 闭环力控	127
8.3.3. 相关参数	128
8.4. 虚拟编码器功能	133
8.4.1. 软硬件版本	133
8.4.2. 概述	133
8.4.3. 功能特性	133
8.4.4. 功能介绍	133

8.4.5. 工作原理	134
8.5. 串口 ASCII 字符指令控制功能	141
8.5.1. 概述	141
8.5.2. 功能特性	141
8.5.3. ASCII 指令集	141
8.5.4. 命令格式规范	146
8.5.5. 位置模式	146
8.5.6. 速度模式	147
8.5.7. 转矩模式	148
8.5.8. 回零功能	148
8.5.9. ST 减速停止	150
8.5.10. 增益参数调试	151
8.5.11. EEPROM 参数记忆	152
8.5.12. 接线示意	153
8.6. DI/DO 功能	154
8.6.1. 概述	154
8.6.2. DI 输入配置	154
8.6.3. DI 功能配置	154
8.6.4. DI 参数配置	155
8.6.5. DO 输出配置	156
8.6.6. DO 功能配置	157
8.6.7. DO 参数配置	158
8.7. STO	159
8.7.1. 概述	159
8.7.2. 接线图	159
8.8. 抱闸输出功能	160
8.8.1. 概述	160
8.8.2. 接线引脚	160
8.8.3. 关联参数	161
8.9. 紧急停止功能	163
8.9.1. 概述	163
8.9.2. 相关参数	163

8.9.3. 使用案例	163
9. 通讯	165
9.1. CAN 总线通讯概述	165
9.1.1. CAN2.0 通讯	165
9.1.2. CANFD 通讯	166
9.2. CANopen 通讯	166
9.2.1. CANopen 对象字典	167
9.2.2. CANopen 状态机 (NMT)	167
9.3. EtherCAT 总线通讯概述	168
9.3.1. CoE 参考模型	168
9.3.2. EtherCAT 从站信息	169
9.3.3. CoE 状态机	169
9.4. 402 标准化设备子协议区(0x6000 - 0x9FFF)	170
9.5. 模式应用	177
9.5.1. 轮廓位置模式 (PP)	177
9.5.2. 轮廓速度模式 (PV)	184
9.5.3. 轮廓转矩模式 (PT)	191
9.5.4. 周期同步位置模式 (CSP)	197
9.5.5. 周期同步速度模式 (CSV)	203
9.5.6. 周期同步转矩模式 (CST)	209
9.5.7. 原点回零模式 (HM)	215
10. 故障报警及处理措施	257
10.1. 故障等级及分类	257
10.2. 故障复位方式	257
10.3. 报警代码一览表	258
10.3.1. 第 1 类故障	258
10.3.2. 第 2 类故障	258
10.3.3. 第 3 类故障	259
10.4. 报警处理措施	260
11. 附录	270
11.1. 名词解释	270
11.2. 线缆附录	271

序言

衷心感谢您选用本公司伺服驱动器系列产品。

华山 1 号伺服驱动器是本公司自主研制开发的高性能、小型化、高功率密度的低压直流伺服驱动器产品。产品功率最高可达 5.5kW。支持 CANopen/EtherCAT 通讯协议，采用对应的通讯接口，配合上位机可实现多台伺服驱动器联网运行。产品提供了自适应调节刚性表设置、惯量辨识及振动抑制等功能，使伺服驱动器简单易用。支持开环、闭环力控功能，适用于人形机器人、工业及协作机器人、3C、半导体、医疗等行业，以小体积高功率方案实现快速精确的位置控制、速度控制、转矩控制。

我们深知您对设备稳定性与可靠性的重视，本手册将为您提供清晰的安装、调试及使用指南。如果您在使用过程中遇到任何问题，欢迎随时联系我们的技术支持团队，我们将竭诚为您服务。

温馨提示：

- 对于初次使用本产品的用户，应先认真阅读本手册。若对一些功能及性能方面有所疑惑，请咨询我司的技术支持人员，以获得帮助，对正确使用本产品有利。
- 本使用手册记载的内容虽然尽心完善，但是万一发现使用手册中存在不妥之处，请及时联系我司技术支持人员，以便我司进行调整。
- 由于致力于伺服驱动器的不断改善，因此本公司所提供的资料如有变更，恕不另行通知。
- 未经本公司同意，禁止转载本使用手册的全部或部分内容。

免责声明：

本产品文档在发布时准确可靠，苏州西恩科技有限公司有权随时更改本手册中所述产品规格的权利，恕不另行通知。

联系信息：

电话：400-168-9266

邮箱：xe-tech@servoinnovation.com

官网：<https://www.xien-tech.com/>

地址：

苏州：苏州市虎丘区泰山路 2 号和枫科创园 B 座 10、17 楼

上海：上海市闵行区剑川路 940 号 B 幢 3 层

哈尔滨：黑龙江省哈尔滨市哈工大科学园科创大厦 K812

深圳：深圳市南山区南头街道南联社区北环大道 11008 号豪方天际广场写字楼 1206

无锡：无锡市梁溪区民丰路 198 号锋尚文创中心 1088 室



西恩科技公众号

<https://www.xien-tech.com/>

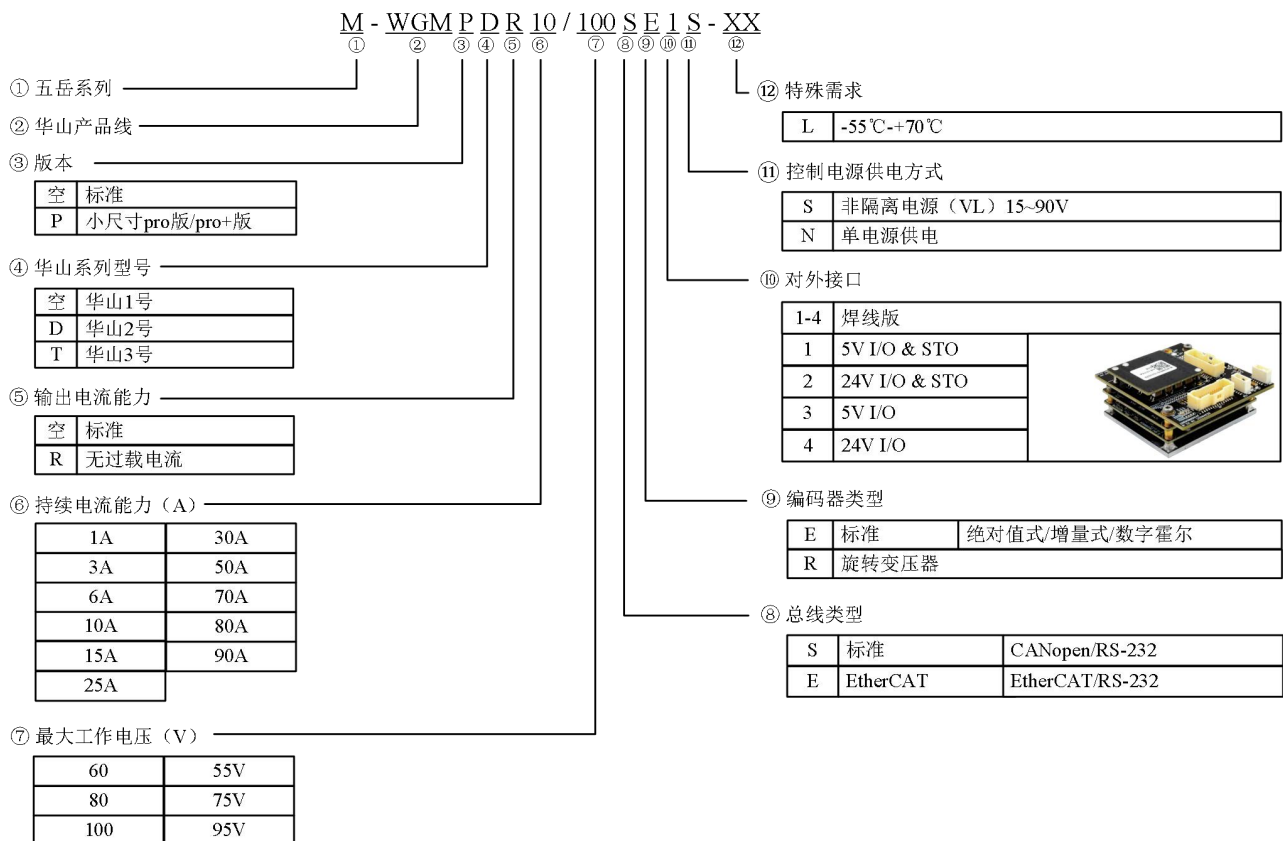
版本记录

版本	日期	内容
V1.0	2025-11	手册初始版本发布
V2.0	2026-08	所有章节重构排版

1. 产品信息

1.1. 命名规则

华山 1 号伺服驱动器型号由 12 位编码分段定义，区分产品系列、产品线、硬件版本、供电方案、温度等级及定制需求，具体命名规则如下：



示例：M-WGMR70/100EE1S 为五岳华山系列华山 1 号驱动器，无过载电流能力，持续电流峰值 70A，最大工作电压为 95V，EtherCAT 总线型，支持标准绝对式、增量式编码器和数字霍尔传感器，对外接口为 5V I/O&STO，采用非隔离双电源供电。

注：带 STO 功能的产品必须正确连接 STO 线路驱动器才能正常工作，不带 STO 功能的产品无需连接该线路，仅对外接口定义为 1、2 和 7、8 的产品具有 STO 功能即安全转矩关闭功能。STO 回路任意断开一脚则驱动器无法使能，恢复硬件接线后报警可清除。

1.2. 产品描述

华山 1 号伺服驱动器属于开箱即用型华山系列产品，是一款高功率密度、高度智能化的先进伺服驱动器，可在数分钟内完成调试投入运行。产品体积小巧，最小尺寸仅 53.66cm^3 ，最大输出功率可达 5.5kW 。配套线缆套件与可选散热器可供选购，实现便捷、快速的设备调试运行。

输出接线端子可选配置：

- 焊线式端子

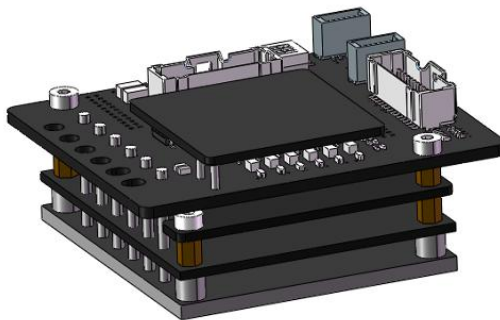


图 1-2 焊线驱动器外观图

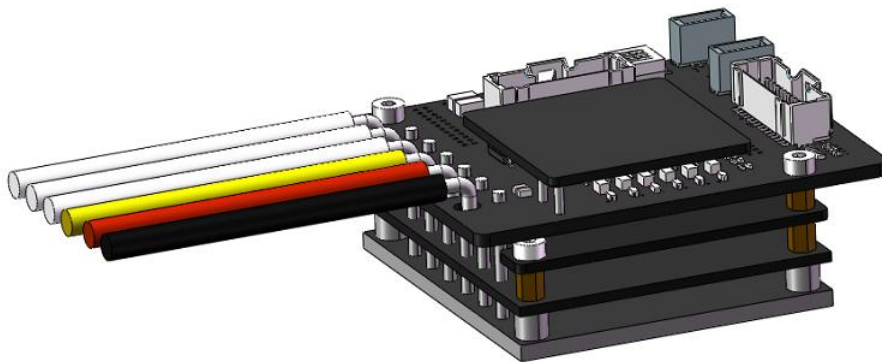


图 1-3 焊线效果图

华山 1 号驱动器供电需选用与市电隔离的外部直流电源，驱动器硬件采用非隔离双电源供电方案，包含主功率电源与控制电源。该驱动器可作为单机独立运行，也可接入实时通讯网络，作为分布式架构多轴运动系统的组成单元。

根据使用需求，散热器需单独订购。散热器安装详情参见章节[散热](#)。

1.3. 外观尺寸

1.3.1. CANopen 版本

1.3.1.1. 实物图

下图为华山 1 号系列 CANopen 通讯版本伺服驱动器标准整机实物外观。



图 1-4 CANopen 版本驱动器实物图

外观尺寸及质量：

外观尺寸（mm）	整机质量（g）
53mm*45mm*21.9mm	49g（不含散热器）

表 1-1 CANopen 版本驱动器参数表

1.3.1.2. 安装尺寸

下方为华山 1 号系列 CANopen 通讯版本伺服驱动器标准整机机械安装工程图纸，图纸统一以驱动器底面为 0 基准安装面，所有尺寸单位均为毫米（mm）。

● 基准与孔位说明

图纸四角预留 4 处标准固定安装孔，孔位横向、纵向中心距已标注于图纸；孔位为整机唯一安装受力点，设计支架时仅可通过四角孔完成锁紧固定，禁止在电路板板边、接口区域额外开孔夹持，避免挤压损坏内部电路。

● 尺寸公差规范

本产品外形、安装孔位加工公差遵循工业通用标准：外形长宽高公差 $\pm 0.2\text{mm}$ ，安装孔中心距公差 $\pm 0.1\text{mm}$ ，钣金加工、支架开模时需预留适配公差间隙，防止装配卡滞。

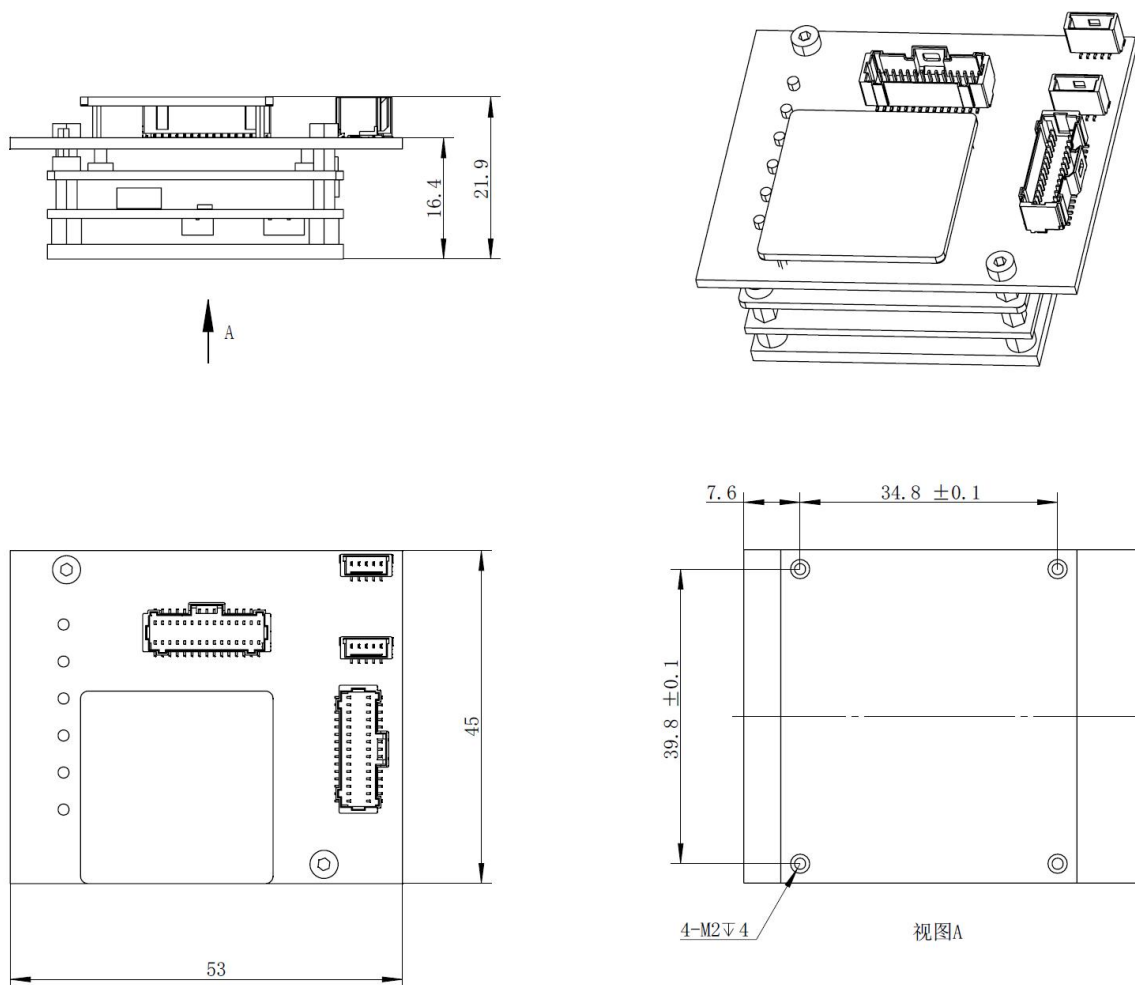


图 1-5 CANopen 版本驱动器安装图纸

1.3.2. EtherCAT 版本

1.3.2.1. 实物图

下图为华山 1 号系列 EtherCAT 通讯版本伺服驱动器标准整机实物外观。



图 1-6 EtherCAT 版本驱动器实物图

外观尺寸及质量：

外观尺寸 (mm)	整机质量 (g)
45mm*53mm*26.1mm	52.5g (不含散热器)

表 1-2 EtherCAT 版本驱动器参数表

1.3.2.2. 安装尺寸

下方为华山 1 号系列 EtherCAT 通讯版本伺服驱动器标准整机机械安装工程图纸，图纸统一以驱动器底面为 0 基准安装面，所有尺寸单位均为毫米 (mm)。

● 基准与孔位说明

图纸四角预留 4 处标准固定安装孔，孔位横向、纵向中心距已标注于图纸；孔位为整机唯一安装受力点位，设计支架时仅可通过四角孔完成锁紧固定，禁止在电路板板边、接口区域额外开孔夹持，避免挤压损坏内部电路。

● 尺寸公差规范

本产品外形、安装孔位加工公差遵循工业通用标准：外形长宽高公差 $\pm 0.2\text{mm}$ ，安装孔中心距公差 $\pm 0.1\text{mm}$ ，钣金加工、支架开模时需预留适配公差间隙，防止装配卡滞。

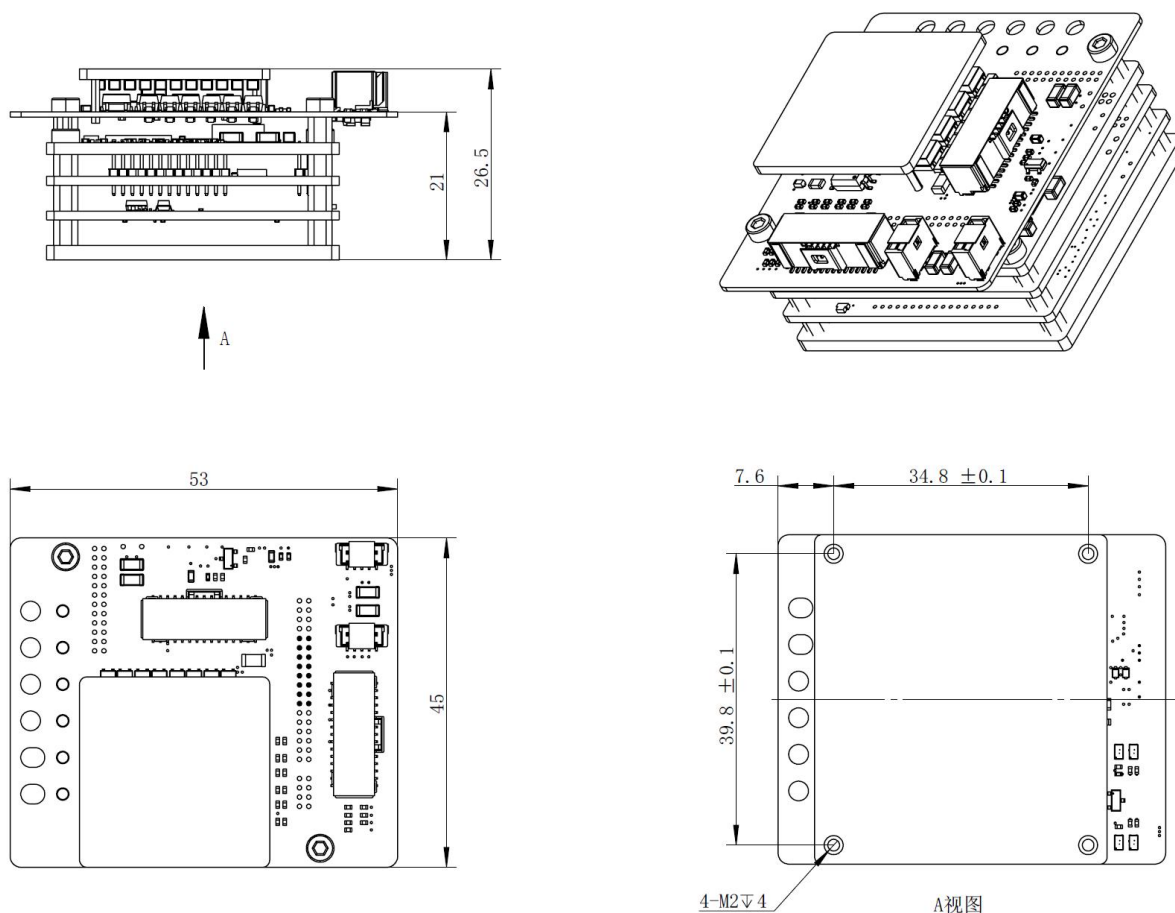


图 1-7 EtherCAT 版本驱动器安装图纸

1.4. 电气规格

伺服驱动器统一电气性能参数如下，覆盖供电输入、功率输出、电流能力、运行效率等核心电气指标。

M-EGM□□□/□□□★E▲N	单位	30/60	1/100	3/100	6/100	10/100	15/100
最小输入电压	VDC	8	15				10
额定供电电压	VDC	48	85				85
最大输入电压	VDC	55	95				95
最大连续输出功率	W	1370	80	235	470	800	1125
额定功率下的效率 (正常工作条件下)	%	>99					
最大输出电压		可到达 96%母线电压值					
正弦振幅电流 (A _{peak})	A	30	1	3	6	10	15
均方根电流 (A _{rms})	A	21	0.7	2.1	4.2	7.1	10
最大电流限制 (A _{peak})	A	60	2	6	12	20	30

M-EGM□□□/□□□★E▲N	单位	25/100	R50/60	R80/80	R50/100	R70/100
最小输入电压	VDC	10	8	10	10	10
额定供电电压	VDC	85	48	65	85	85
最大输入电压	VDC	95	55	75	95	95
最大连续输出功率	kW	2	2.3	5	4	5.5
额定功率下的效率 (正常工作条件下)	%	>99				
最大输出电压		可到达 96%母线电压值				
正弦振幅电流 (A _{peak})	A	25	50	80	50	70
均方根电流 (A _{rms})	A	17.7	35.3	56.5	35.3	49.5
最大电流限制 (A _{peak})	A	50	-	-	-	-

注：★与▲为产品配置标记符号，具体含义说明如下。

★表示总线类型：

S 为标准 CANopen 总线；

E 表示 EtherCAT 总线。

▲表示接口板类型：

1 为 5V、I/O&STO 焊线版接口板；

2 为 24V、I/O&STO 焊线版接口板；

3 为 5V、I/O&STO 焊线版接口板；

4 为 24V、I/O 焊线版接口板。

5 为 5V、I/O&STO 端子版接口板；

6 为 24V、I/O&STO 端子版接口板；

7 为 5V、I/O&STO 端子版接口板；

8 为 24V、I/O 端子版接口板。

1.5. 控制规格

伺服驱动器运动控制参数规格如下，兼容多类伺服电机，提供电流/速度/位置/全闭环控制，内置环路调节、滤波、电机自动辨识功能，多路指令通道适配各类主流上位通讯方式。

项目		描述
电机	类型	直流无刷电机、旋转伺服电动机、直线伺服电机，DD 马达等等
	电机辨识	电机参数辨识、电机相序极对数辨识、编码器初始角辨识
操作模式	可选控制模式	电流（转矩）控制、速度控制、位置控制、全闭环控制
电流（转矩）控制	性能	更新速率 41.6μs（24kHz），输出波形正弦波
	阶跃响应时间	三个周期内实际电流达到命令电流
	控制回路	PI，前馈
	参考命令*	模拟直流电压±10V，EtherCAT，CANopen，RS232
	自动调谐	自动设置电流控制回路参数

项目		描述
速度控制	性能	更新速率 125 μ s (8kHz)
	可选速度控制回路	PI, 前馈可选
	滤波器	一阶低通滤波器, 陷波滤波器, 滑动滤波器
	参考命令	模拟直流电压 $\pm 10V$, EtherCAT, CANopen, RS232
位置控制	性能	更新速率 125 μ s (8kHz)
	控制回路	P
	参考命令	EtherCAT, CANopen, RS232

1.6. 通讯规格

1.6.1. CANopen 通讯规格

伺服驱动器搭载的 CANopen 通讯接口遵循标准协议, 支持 20kbps~1Mbps 多档波特率, 节点地址支持手动配置; 完整兼容 SYNC 同步信号、SDO 参数读写、PDO 过程数据交互功能, 配备标准通讯状态机与故障报错机制, 通讯参数支持自定义配置, 详细指标见下表。

规格描述	系统规格描述	详细说明
功能码支持	功能码切换节点地址	节点地址手动设置, 最大 127, 不可自动分配
	功能码切换波特率	波特率手动设置, 不可自动分配
状态机描述	通信层状态描述/显示	Initialising、Pre-Operational、Operational、Stopped
波特率	20k-1M 波特率	20kbps, 50kbps, 100kbps, 125kbps, 250kbps, 500kbps, 1Mbps
SYNC	SYNC Consumer	消费同步信号
SDO	启动域上传/下载	传输小于或等于 4 个字节的数据
	SDO 中止错误	针对不同情况, 报出 SDO 错误码
PDO	同步 TPDO/RPDO	同步数范围 1-240, 默认合计 TPDO/RPDO 数量为 4, 可配置
	异步 TPDO/RPDO	时间触发, 默认合计 TPDO/RPDO 数量为 4, 可配置
EMCY	通信紧急报文	心跳超时

规格描述	系统规格描述	详细说明
NMT	Bootup Service	支持上线报文发送
NMTErrCtl	Life Guard	可选节点保护功能（不能与心跳生产同用）
	Heartbeat Consumer	支持节点心跳消费
	Heartbeat Producer	支持节点心跳生产

1.6.2. EtherCAT 通讯规格

伺服驱动器搭载的 EtherCAT 通讯接口设备遵循标准 EtherCAT 协议，搭载 CoE 协议子集，采用 DC 分布式时钟同步，物理层为 100BASE-TX。支持线性、环形、星形拓扑，同步抖动小于 100ns，通讯周期覆盖 125μs~16ms，内置 FMMU、SyncManager 等配置单元，可满足多轴高精度同步运动控制需求，详细参数见下表。

项目		规格
EtherCAT 从站基本性能	通信协议	EtherCAT 协议
	支持服务	CoE（PDO、SDO）
	同步方式	DC-分布式时钟
	物理层	100BASE-TX
	波特率	100Mbit/s（100Base-TX）
	通信周期	125μs~16ms
	双工方式	全双工
	拓扑结构	线性、环形、星形
	从站数	协议支持最多 65535 个
	EtherCAT 帧长度	44 字节~1498 字节
	过程数据	单个以太网帧最大 1486 字节
	两个从站的同步抖动	< 100ns
	通信误码率	10 ⁻¹⁰ 以太网标准
EtherCAT 配置单元	存储同步管理单元（FMMU）	3 个

项目		规格
	同步管理器 (SyncManager)	4 个
	过程数据 RAM	4KB
	分布时钟	64 位

1.7. 编码器规格

伺服驱动器编码器反馈规格如下，编码器接口采用 DC 5V 供电，最大输出电流 200mA；支持差分增量编码器、BiSS-C/Tamagawa/SSI 多协议绝对值编码器；兼容霍尔、SIN/COS 旋变多类反馈，同时适配金刚、弓望、锐鹰品牌编码器。部分反馈规格不通用，选型需对照型号说明查阅。

类别	规格
增量编码器	差分信号，输入最大脉冲频率 4M
绝对值编码器	BiSS-C 协议、Tamagawa 协议、SSI 协议、Endat*、尼康*、正余弦*
霍尔传感器	开式收集器单端型
旋转变压器*	SIN/COS 类型
带 * 标记功能并非全部驱动器型号支持： 仅编码器类型代码为 R 的驱动器支持旋转变压器反馈，详细要求请查阅产品说明书命名规则；此外部分机型可兼容金刚编码器、弓望编码器、锐鹰编码器、EnDat 编码器、尼康编码器、正余弦编码器（详情请咨询西恩技术工程师）。	

1.8. 第二编码器规格

伺服驱动器第二编码器接口规格如下，采用 DC 5V 供电，最大输出电流 200mA；支持差分增量编码器、BiSS-C/Tamagawa/SSI 多协议绝对值编码器，兼容金刚、弓望、锐鹰多款编码器，可作为外部反馈信号接入，满足双闭环、外部主轴反馈等拓展应用场景。

类别	规格
增量编码器	差分信号，输入最大脉冲频率 4M

类别	规格
绝对值编码器	BiSS-C 协议、Tamagawa 协议、SSI 协议、Endat*、尼康*、正余弦*
部分机型可兼容金刚编码器、弓望编码器、锐鹰编码器、EnDat 编码器、尼康编码器、正余弦编码器（详情请咨询西恩技术工程师）	

1.9. 输入输出规格

伺服驱动器 IO 接口规格如下，配备 5 路兼容 NPN/PNP 数字输入、3 路数字输出与 2 路模拟量输入；DI 可实现限位、使能、脉冲控制等功能，DO 支持故障、抱闸信号输出，两路 AI 分别支持 $\pm 10V$ 差分与 0~3.3V 单路采集，适配各类外部开关、传感信号接入，详细参数见下表。

类别	描述
数字输入信号	5 路 DI
	DI1~DI5: NPN&PNP，电压范围：0V~30V
	DI 功能如下：伺服使能、正/反转限位、电机运转停止、原点开关等
数字输出信号	3 路 DO
	DO 可承受最大电流 30mA，最高电压 30V
	DO 功能如下：故障信号、抱闸控制、运行指示
模拟量输入信号	2 路 AI
	1 路模拟量差分输入，电压范围 $\pm 10V$ ，差分输入阻抗 5k Ω ；
	1 路模拟量单路输入，电压范围 0~3.3V(PT100 专用)。

1.10. 控制电路供电规格

伺服驱动器控制电路供电参数如下，CANopen、EtherCAT 两种通讯版本控制电路输入电压范围均为 15V~90V；其中 CANopen 通讯版本控制电路功耗小于 2.5W，EtherCAT 通讯版本功耗低于 4W，电源选型可依据对应功耗预留功率余量，详细参数见下表。

项目	单位	规格
CAN 通讯		
输入电压范围	V	15V - 90V
消耗功率	W	<2.5W
EtherCAT 通讯		
输入电压范围	V	15V - 90V
消耗功率	W	<4W

2. 安全注意事项

2.1. 安全声明

- 在安装、操作、维护产品时，请先阅读并遵守注意事项。
- 为保障人身和设备安全，在安装、操作和维护产品时，请遵循产品标识及手册中说明的所有安全注意事项。
- 手册中的“注意”、“警告”和“危险”事项，并不代表所应遵守的所有安全事项，只作为所有安全注意事项的补充。
- 本产品应在符合设计规格要求的环境下使用，否则可能造成故障，因未遵守相关规定引发的功能异常或部件损坏等不在产品质量保证范围之内。
- 因违规操作产品引发的人身安全事故、财产损失等，我司将不承担任何法律责任。

2.2. 标识定义

	危险：此标识表示如果不按规定操作，则导致死亡或严重身体伤害。
	表面高温警告：此标识预警产品表面达到高温，散热器和线缆也可能达到较高温度。
	注意：此标识为避免人员受伤，或对产品或其他设备产生损害。

2.3. 安全指南

2.3.1. 安装安全



- 严禁非专业人员进行产品安装、接线、保养维护、检查或部件更换。
- 本产品的安装、接线、维护、检查或部件更换等，只有受过电气设备相关培训，具有充分电气知识的专业人员才能进行。
- 安装人员必须熟悉产品安装要求和相关技术资料。
- 通电过程中请勿变更接线，否则会导致触电或受伤。
- 严禁电源正极跟负极接反，否则会导致驱动器损坏或火灾危险。

- 严禁非专业人员进行设备安装、接线、保养维护、检查或部件更换。
- 请勿在电源接通的状态下进行接线作业，否则会有触电的危险。
- 接线前，请切断所有设备的电源，切断电源后设备内部电容有残余电压，请至少等待 15 分钟再进行接线等操作，禁止带电插拔违规操作。
- 请务必保证设备和产品接地良好，否则会有电击危险。
- 请遵守静电防止措施（ESD）规定的步骤，并佩戴静电手环进行接线等操作，避免损坏设备或产品内部的电路。
- 防止金属物掉落或误操作导致电源对 PE 短路，会造成驱动器故障报警或器件损坏。
- 在需要安装变压器等强电磁波干扰的设备时，请安装屏蔽保护装置，避免本产品出现误动作。



- 安装前请务必仔细阅读产品使用说明书和安全注意事项。
- 严禁改装本产品。
- 严禁拧动产品零部件及元器件的固定螺栓和红色标记的螺栓。
- 请勿在强电场或强电磁波干扰的场所安装本产品。
- 本产品安装在柜体或终端设备中时，柜体或终端设备需要提供相应的防火外壳、电气防护外壳和机械防护外壳等防护装置，防护等级应符合相关 IEC 标准和当地法律法规要求。
- 请勿踩踏本产品或在其上面放置重物。否则会导致故障、损坏或受伤。

请在如下环境中保管、安装：

- 无阳光直射的场所
- 环境温度不超过产品规格的场所
- 相对湿度不超过产品规格的场所
- 不会因温差急剧变化而产生结露的场所
- 无腐蚀性气体、可燃性气体的场所
- 附近无可燃物的场所
- 尘土、灰尘、卦分及金属粉末较少的场所
- 无水、油、药品等飞溅的场所
- 振动或冲击不会波及产品的场所(超过产品规格的场所)
- 附近无产生强磁场的设备
- 不会受到放射线辐射的场所

在上述以外的环境中安装时，会导致产品故障或损坏。

- 安装的所有场合，都不得使产品暴露在含卤素(氟、氯、溴、碘等)的环境中，否则会导致故障或损坏。
- 安装时请务必保持空气流通，驱动器与驱动器的间隔不小于 10mm。
- 请由专业技术人员进行接线或检查作业，否则会导致触电或产品故障。
- 严禁将输入电源连接到设备或产品的输出端，否则会引起设备损坏，甚至引发火灾。
- 输出回路可能会因接线错误、异常电压的施加而发生短路故障。发生上述故障时制动器不动作（处于不工作状态），因此可能导致机械损坏或人员伤亡。
- 驱动设备与电机连接时，保证驱动器与电机端子相序准确一致，避免造成电机反向旋转。
- 接线的线缆须符合相应的线径和屏蔽等要求，使用屏蔽线缆的屏蔽层需要单端可靠接地。
- 接线完成后，请确保设备和产品内部没有掉落的螺钉或裸露线缆。
- 请按本手册所记载的注意事项及步骤进行接线、试运行作业。
- 请务必按照标准转矩，紧固并切实连接电源端子及电机连接端子的电线。未充分紧固时，会因接触不良而导致电线及端子排发热并引发火灾。
- 输入输出信号用电缆以及编码器电缆请使用带屏蔽双股绞合线或多芯双股绞合整体屏蔽线。
- 在插入电线时，请勿使芯线的毛刺与邻近的电线接触而造成短路。
- 请设置接线用断路器等安全装置以防止外部接线短路，否则会导致火灾或故障。
- 在电源状况不良的情况下使用时，请确保可在指定的电压变动范围内供给输入电源。否则可能导致驱动器损坏。

在以下场所使用时，请采取适当的屏蔽措施：

- 因静电而产生干扰时产生强电场或强磁场的场所
- 可能遭放射线辐射的场所
- 附近有电源线的场所

否则可能导致机器损坏。

2.3.2. 操作安全



- 上电前，请确认设备和产品安装完好，接线牢固，电机装置允许重新起动。
- 上电前，请确认电源符合设备要求，避免造成设备损坏或引发火灾。
- 上电时，设备或产品的机械装置可能会突然动作，请注意远离机械装置。

- 上电后，请勿打开设备柜门或产品防护盖板，否则有触电危险。
- 严禁在通电状态下触摸设备的任何接线端子，否则有触电危险。
- 严禁在通电状态下拆卸设备和产品的任何装置或零部件，否则有触电危险。
- 严禁超过额定电压范围上电，如电源额定电压范围 24-48V，电压超过 60V，会损坏驱动器造成消防隐患（如起火）。
- 产品尺寸 1.5 倍空间内应保证没有可燃物，避免设备故障明火造成火灾隐患。
- 上电前，请确认设备和产品安装完好，接线牢固，电机装置允许重新启动。
- 上电前，请确认电源符合设备要求，避免造成设备损坏或引发火灾。
- 上电时，设备或产品的机械装置可能会突然动作，请注意远离机械装置。
- 上电后，请勿打开设备柜门或产品防护盖板，否则有触电危险。
- 严禁在通电状态下触摸设备的任何接线端子，否则有触电危险。
- 严禁在通电状态下拆卸设备和产品的任何装置或零部件，否则有触电危险。
- 严禁超过额定电压范围上电，如电源额定电压范围 24-48V，电压超过 60V，会损坏驱动器造成消防隐患（如起火）。
- 运行中，避免其他物品或金属物体等掉入设备中，否则引起设备损坏。
- 请勿使用接触器通断的方法来控制设备启停，否则引起设备损坏。
- 驱动器峰值电流过载保护触发后需要 1 分钟等待驱动器冷却，等待过程中如不到 1 分钟出现掉电，时间会清零，时间保护将不会生效，使用时需注意。
- 产品尺寸 1.5 倍空间内应保证没有可燃物，避免设备故障明火造成火灾隐患。

2.3.3. 维护安全

- 严禁非专业人员进行设备安装、接线、保养维护、检查或部件更换。
- 严禁在通电状态下进行设备保养，否则有触电危险。
- 切断所有设备的电源后，请至少等待 15 分钟再进行设备保养等操作。
- 请按照设备维护和保养要求对设备和产品进行日常和定期检查与保养，并做好保养记录
- 严禁非专业人员进行设备安装、接线、保养维护、检查或部件更换。
- 严禁在通电状态下进行设备维修，否则有触电危险。
- 切断所有设备的电源后，请至少等待 15 分钟再进行设备检查、维修等操作。
- 请按照产品保修协议进行设备报修。

- 设备出现故障或损坏时，由专业人员按照维修指导对设备和产品进行故障排除和维修，并做好维修记录。
- 请按照产品易损件更换指导进行更换。
- 请勿继续使用已经损坏的机器，否则会造成更大程度的损坏。
- 更换设备后，请务必重新进行设备接线检查与参数设置。

2.4. 保修声明

正常使用情况下，产品发生故障或损坏，西恩科技提供保修期内的保修服务（产品保修期请详见订货单）。超过保修期，将收取维修费用。 保修期内，以下情况造成的产品损坏，将收取维修费用。

- 不按手册中的规定操作本产品，造成的产品损坏。
- 火灾、水灾、电压异常，造成的产品损坏。
- 将本产品用于非正常功能，造成的产品损坏。
- 超出产品规定的使用范围，造成的产品损坏。
- 不可抗力（自然灾害、地震、雷击）因素引起的产品二次损坏。

有关服务费用按照本公司统一标准计算，如有契约，以契约优先的原则处理。

3. 安装与操作

3.1. 安装人员要求

本手册所属的产品/系统只允许符合各项工作要求的专业人员进行操作。其操作必须遵照各自附带的文件说明，特别是其中的安全及警告提示。由于具备相关培训及经验，专业人员可以察觉本产品 / 系统的风险，并避免可能的危险。所有机械工作必须由受过培训的专业人员执行，本手册中涉及的机械专业人员是指熟悉安装位置、机械安装、产品的故障排除与维护并具备下列资质的人员：

- 上岗前应经过安全教育培训并考试合格或接受过机械专业的培训（如：机械工程师或机电工程师）。
- 熟悉电气设备，了解电机基本机械特性、安装要点。
- 身体无职业禁忌。
- 了解本操作手册尤其是了解了所有安全注意事项的专业人员。

所有电气工作必须由受过培训的专业人员执行，本手册中涉及的电气专业人员是指熟悉电气安装、调试、产品的故障排除与维护，并具备下列资质的人员：

- 接受过电气专业的培训（如：电气工程师或机电工程师）。
- 了解本手册尤其是了解了所有安全注意事项的专业人员。

3.2. 安装环境要求

伺服驱动器标准运行环境参数如下，区分工业与极端工况温区，工作、存储均有对应温度区间；设备允许无凝露湿度不超过 95% RH，适配 2000m 以下海拔使用，具备对应等级抗冲击、抗振动能力，选型及柜体设计需严格遵循本表环境指标。

- 工业环境

标准伺服驱动器：

项目	规格
工作温度	-20℃~+55℃(工业环境)
存储温度	-20℃~+85℃(工业环境)
工作/存储湿度	95%RH 以下(无凝露)
海拔高度	2000m 以下

项目	规格
抗机械冲击强度	19.6m/s ²
抗振动强度	5.9m/s ²

● 极端环境

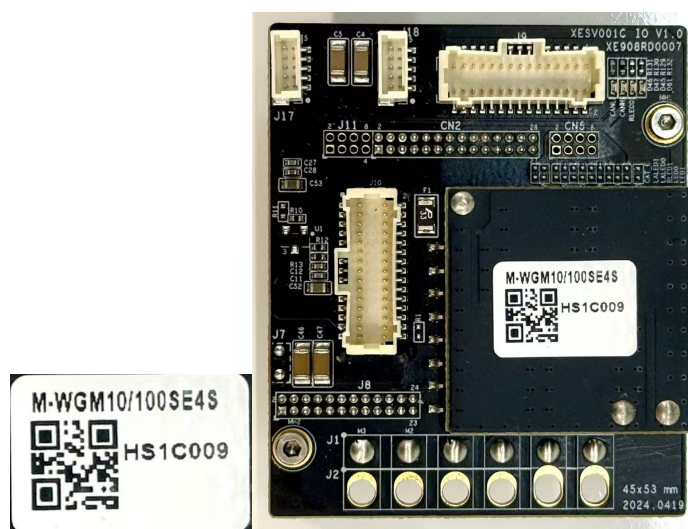
特殊需求伺服驱动器（产品尾缀为 L）：

项目	规格
工作温度	-55℃~+70℃(极端环境)
存储温度	-55℃~+85℃(极端环境)
工作/存储湿度	95%RH 以下(无凝露)
海拔高度	2000m 以下
抗机械冲击强度	19.6m/s ²
抗振动强度	5.9m/s ²

3.3. 驱动器拆箱

华山 1 号系列伺服驱动器拆箱步骤：

1. 小心将伺服驱动器从纸箱与泡沫内衬中取出。
2. 检查驱动器外观，确认设备无肉眼可见破损。若发现运输损坏，请立即向供应商报备。
3. 核对驱动器型号是否匹配适用需求：找到驱动器顶面的型号标签，标签样式如下图示：



4. 确认本次拆箱的华山 1 号系列伺服驱动器为您订购的型号，且额定电压电流符合现场使用要求。驱动器顶面的型号编码代表设备规格定义，可查阅[命名规则](#)章节，核对型号参数。

在使用华山 1 号系列伺服驱动器前，请确认您已配齐以下所有配件：

- 华山 1 号系列伺服驱动器本体
- 西恩调试软件及配套软件手册

3.4. 散热附件安装

1. 将导热垫片安装在华山 1 号系列驱动器底部。
2. 将散热片铺在伺服驱动器导热垫片下表面。
3. 使用 4 颗 M2 螺丝，将散热片固定在伺服驱动器下方
4. 按照 M2 不锈钢螺丝对应的标准扭矩拧紧螺丝。

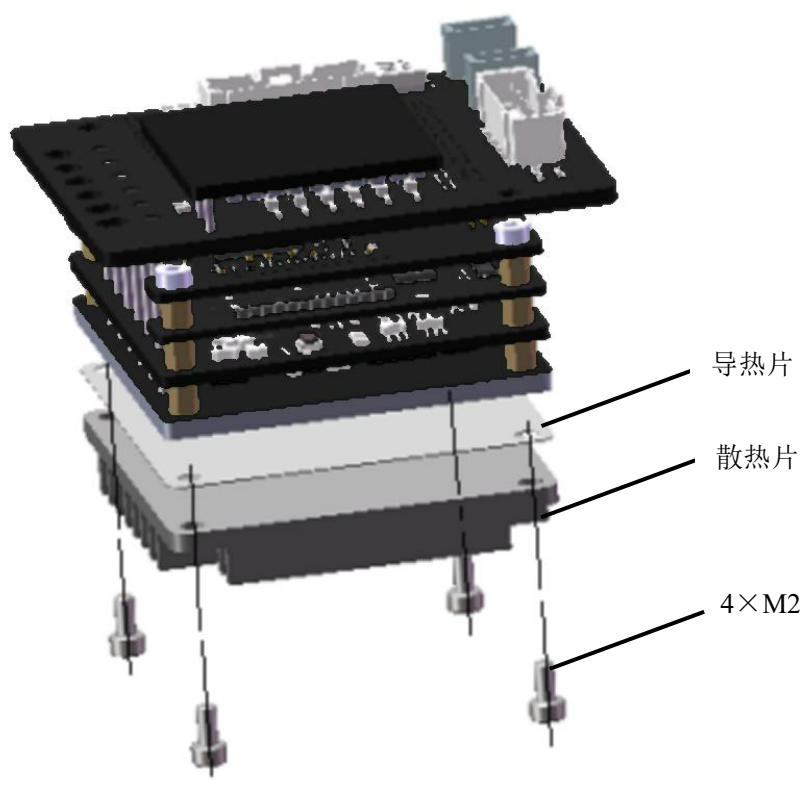
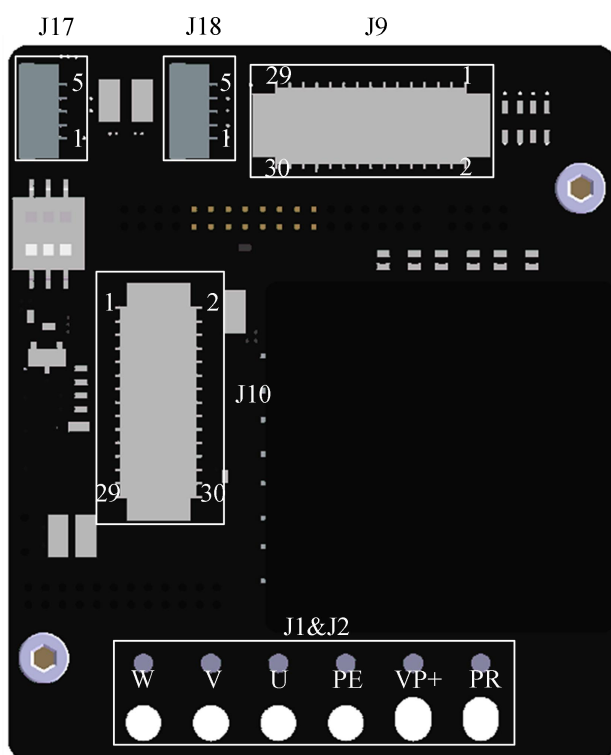


图 3-1 散热附件安装示意图

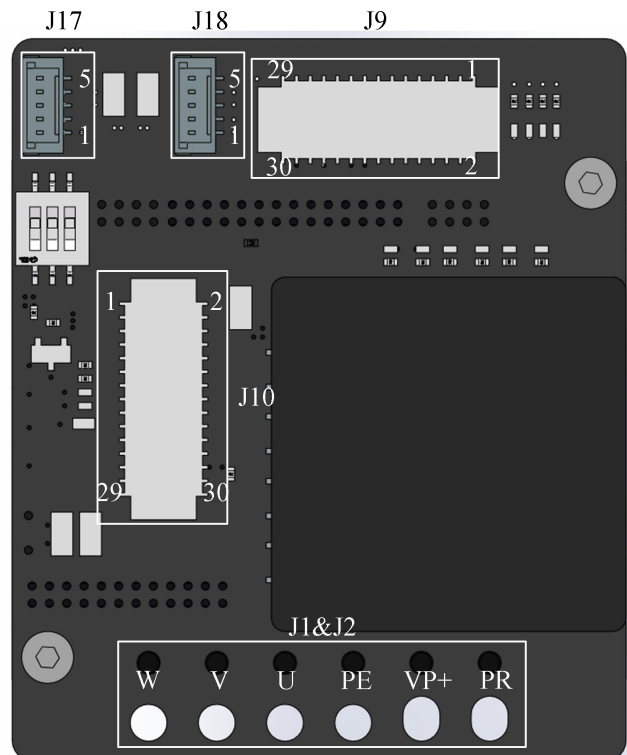
4. 系统接线

4.1. 端子脚位说明

伺服驱动器板载多组功能端子，本节结合硬件实物图标注各端子位置与用途。J1&J2 为主电源、电机动力输出端子；J9 为 IO 输入输出接口，J10 适配编码器反馈；J17 为 CANopen/EtherCAT 总线输入端口、J18 为 CANopen/EtherCAT 总线输出端口，支持总线级联布线，各端子详细定义见下方表格。



EtherCAT 端子脚位示意图



CAN 端子脚位示意图

图 4-1 端子脚位示意图

项目	接口编号	说明
1	J1&J2	主电源和电机动力输出
2	J9	IO 输入输出接口
3	J10	编码器接口
4	J17	CANopen/EtherCAT IN 口
5	J18	CANopen/EtherCAT OUT 口

表 4-1 端子脚位定义表

4.2. 接口定义

4.2.1. 电源接口

驱动器主回路电源集成于 J1&J2 端子，包含 VP+ 电源正、PR 电源负、PE 接地引脚。设备需搭配带隔离变压器的直流电源供电，本节配套标准供电接线示意图，明确正负极与保护地线接线规范，接线时 PE 端子必须可靠接地，保障设备运行安全。

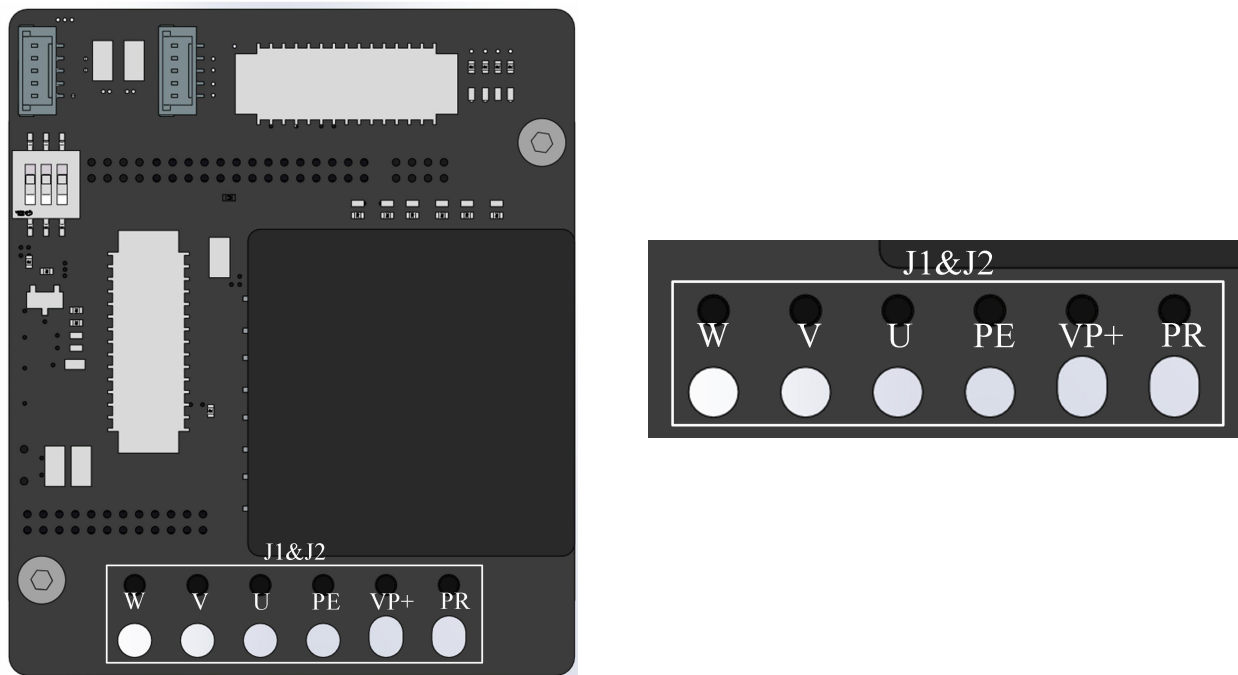


图 4-2 电源接口示意图

接口编号	接口定义	引脚号	信号说明
J1&J2	主回路电源	PE	地线
		VP+	电源正
		PR	电源负
J10	控制电源	29	VL-控制电源负
		30	VL+控制电源正

表 4-2 接口定义表

4.2.1.1. 供电接线

伺服驱动器主回路供电需搭配隔离变压器型直流电源。

下图为驱动器典型供电电路。直流电源正极接驱动器 VP+ 端子，负极接 PR 端子，隔离控制电源正极接

驱动器 VL+，负极接 VL-，电源负极侧统一接地；隔离变压器实现强弱电隔离，降低干扰，保障设备稳定运行。

供电注意事项

- 华山 1 号驱动器为双电源供电，必须接入 VL+、VL- 控制电源；
- 若供电电源为动力电池等非开关电源设备，请在动力电（VP+，PR）前端串入电容，抑制上电瞬间浪涌电流，避免驱动器烧毁；
- 供电主回路线路上禁止增设开关器件，开关动作产生的瞬时高压易超出驱动器电压保护阈值，造成器件损坏。

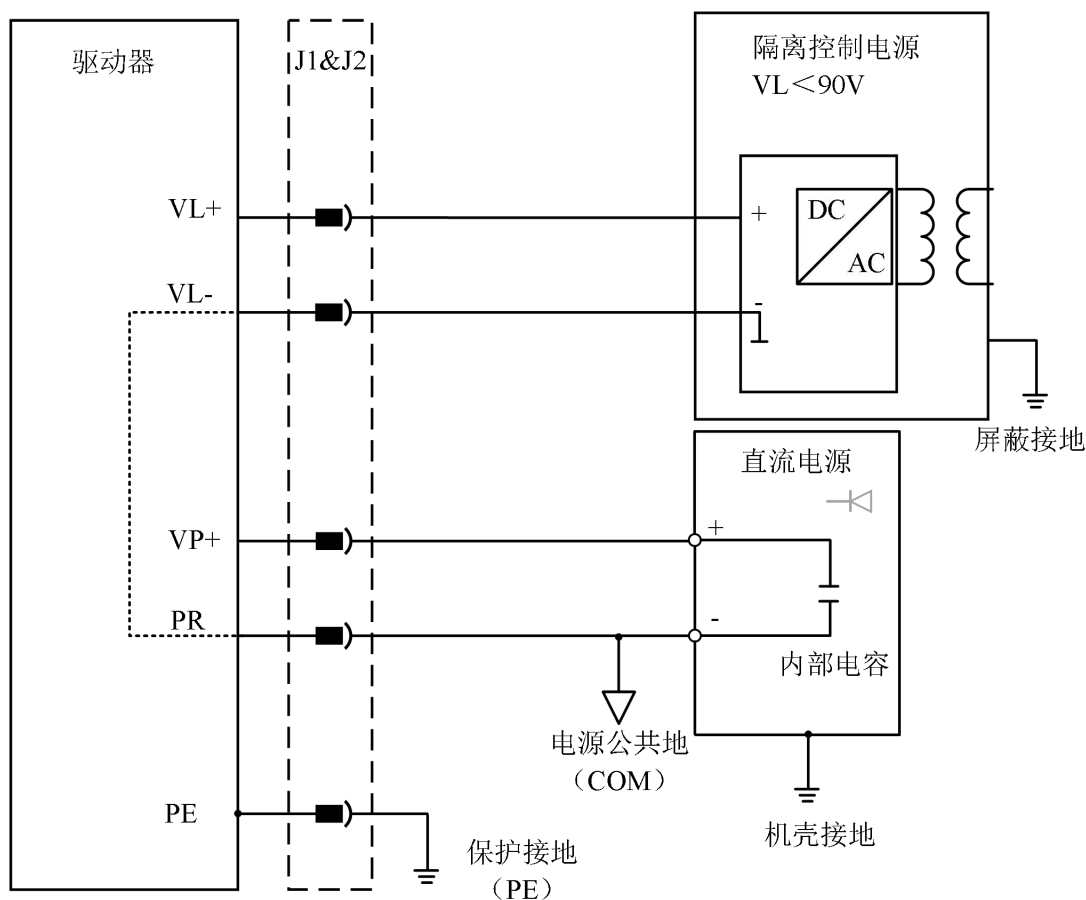


图 4-3 供电接线示意图

接线注意事项

- PE 地线严禁悬空，需接入设备保护地，防止漏电风险；
- PR 为功率工作返回地，仅作为功率电源回路使用，禁止将 PR 与 PE 直接短接；
- 正负极接线不可反接，否则会造成驱动器硬件损坏；
- 隔离变压器必须配套使用，禁止直接非隔离直流电源供电；
- 接线完成后核查线缆紧固度，避免虚接发热。

4.2.2. 电机动力线接口

伺服驱动器电机动力输出集成于 J1&J2 端子，包含 U、V、W 三相动力引脚与 PE 保护地线。三相端子分别对应电机三相绕组，PE 端子用于电机外壳接地，保障电气安全。接线时需严格匹配相序，配套接线示意图可参考前文，详细引脚定义见下表。

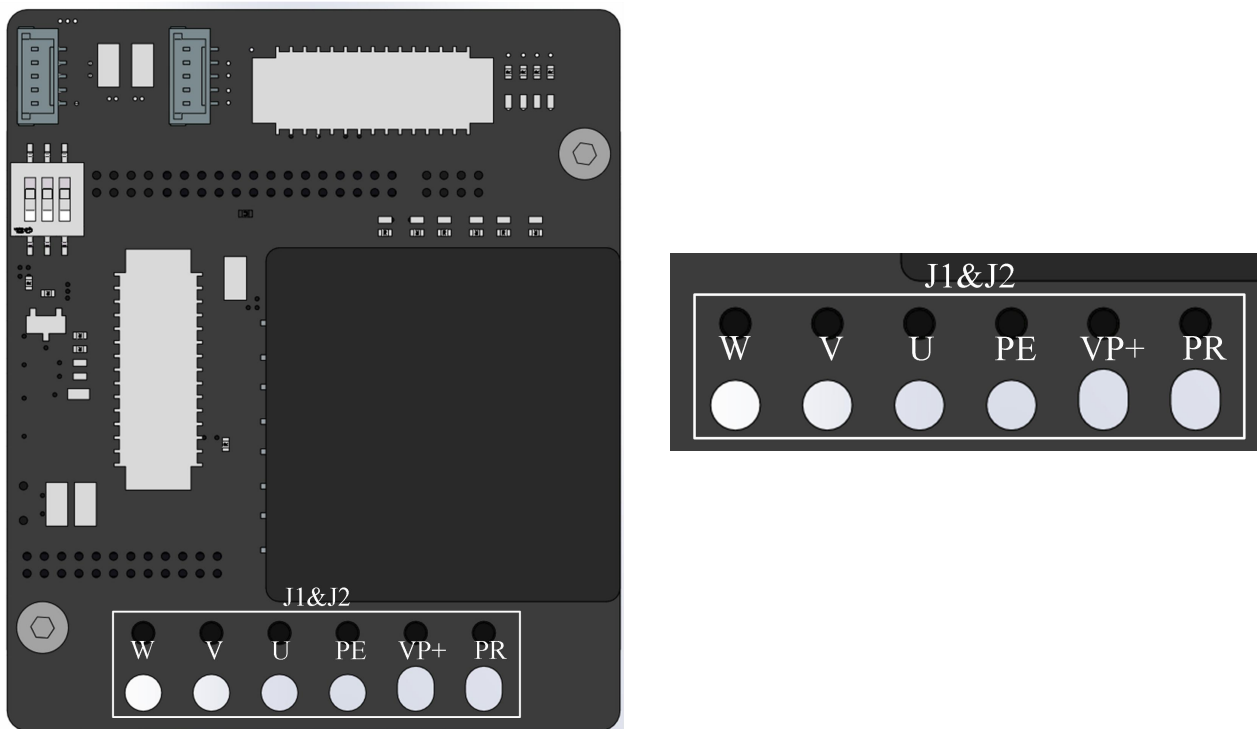


图 4-4 动力线接口示意图

接口编号	接口定义	引脚号	信号说明
J1&J2	电机动力线	U	电机 U 相
		V	电机 V 相
		W	电机 W 相
		PE	电机 PE 地线

表 4-3 动力线接口定义表

4.2.2.1. 电机接线

永磁同步旋转电机、直线电机采用 U/V/W 三相完整接线；直流有刷电机、音圈电机仅使用 U、V 端子分别输出 DC+、DC-，W 端子悬空，接线前需确认电机类型，匹配对应布线方式：

永磁同步旋转电机和直线电机接线方式

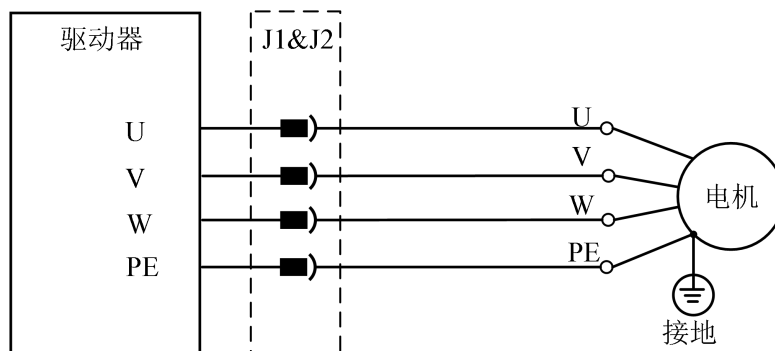


图 4-5 电机接线示意图

直流有刷电机和音圈电机接线方式

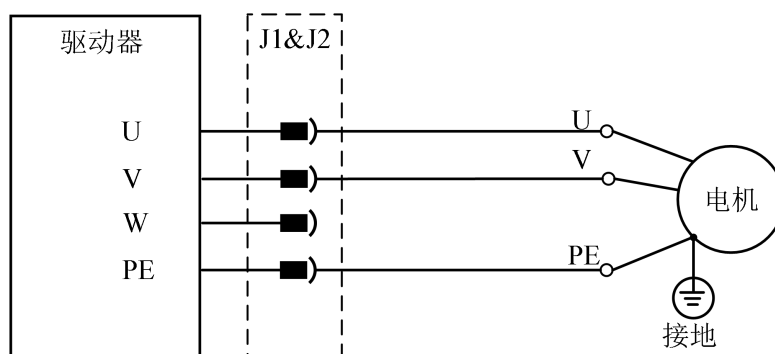


图 4-6 电机接线示意图

接线注意事项

- U/V/W 三相相序不可接错，相序颠倒会导致电机反转；
- PE 地线必须可靠连接电机机壳与大地，禁止悬空；
- 动力线缆需选用匹配功率的耐高温线缆，端子紧固无松动；
- 接线完成后核对相序，空载试运行确认转向无误再带载。

4.2.3. 通讯接口定义

4.2.3.1. CAN/CAN FD 通讯接口

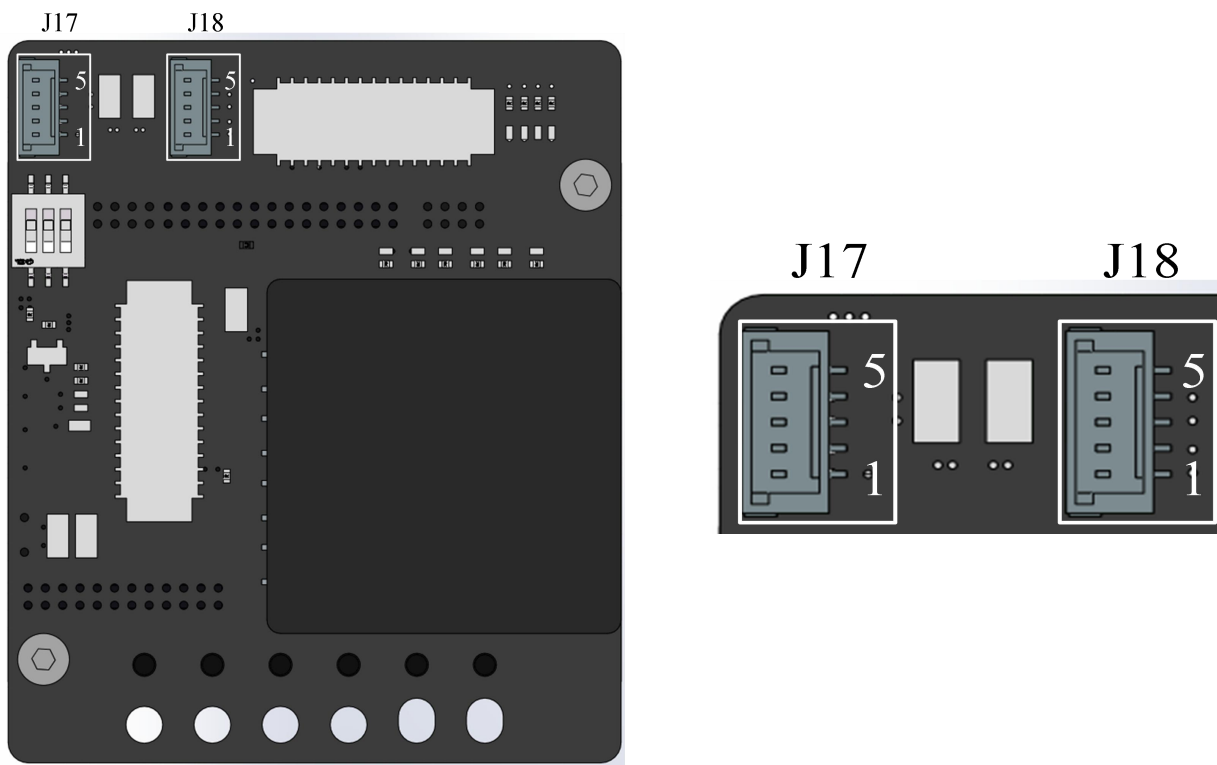


图 4-7 CAN/CAN FD 通讯接口示意图

J17 端子引脚	信号	功能
1	NC	CAN 通讯时不连接
2	CAN_RET	CAN 公共端信号
3	CANIN_H	CAN 高电平信号
4	CANIN_L	CAN 低电平信号
5	PE	屏蔽线

表 4-4 CAN/CAN FD 通讯接口定义表

J18 端子引脚	信号	功能
1	NC	CAN 通讯时不连接
2	CAN_RET	CAN 公共端信号

J18 端子引脚	信号	功能
3	CANOUT_H	CAN 高电平信号
4	CANOUT_L	CAN 低电平信号
5	PE	屏蔽线

表 4-5 CAN/CAN FD 通讯接口定义表

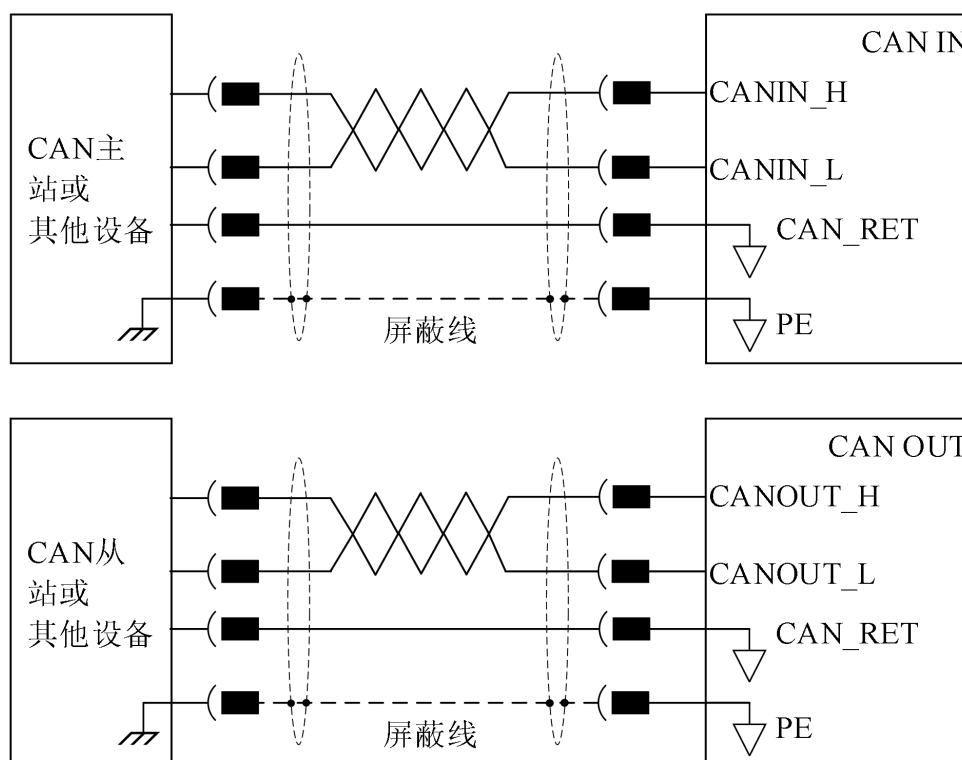


图 4-8 CAN/CAN FD 通讯接线示意图

接线注意事项

- NC 空脚禁止接线、短接，避免通讯异常；
- CANIN_H、CANIN_L 和 CANOUT_H、CANOUT_L 差分线缆必须成对屏蔽布线，降低干扰；
- 总线首尾终端需匹配终端电阻，保障通讯稳定；

4.2.3.2. EtherCAT 通讯接口

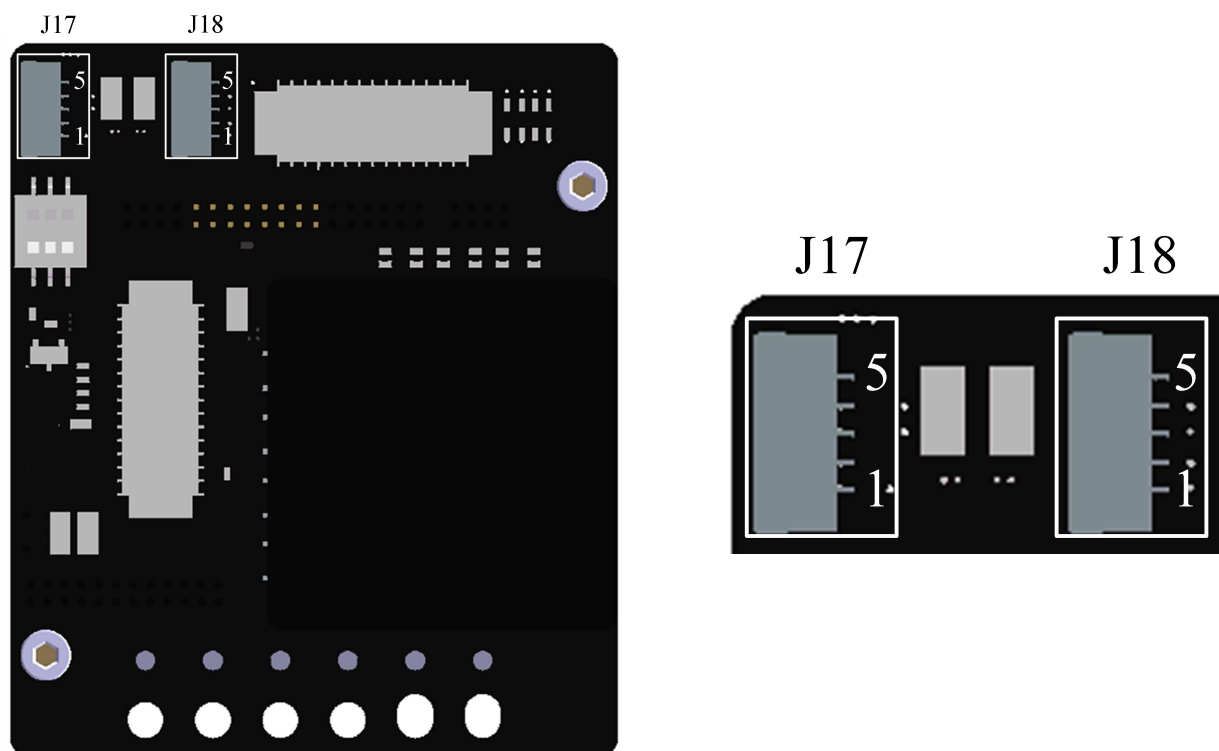


图 4-9 EtherCAT 通讯接口示意图

J17 端子引脚	信号	功能
1	EtherCATin_TX+	EtherCAT 输入发送信号+
2	EtherCATin_TX-	EtherCAT 输入发送信号-
3	EtherCATin_RX+	EtherCAT 输入接收信号+
4	EtherCATin_RX-	EtherCAT 输入接收信号-
5	PE	屏蔽线

表 4-6 EtherCAT 通讯接口定义表

J18 端子引脚	信号	功能
1	EtherCATout_TX+	EtherCAT 输出发送信号+
2	EtherCATout_TX-	EtherCAT 输出发送信号-
3	EtherCATout_RX+	EtherCAT 输出接收信号+

J18 端子引脚	信号	功能
4	EtherCATout_RX-	EtherCAT 输出接收信号-
5	PE	屏蔽线

表 4-7 EtherCAT 通讯接口定义表

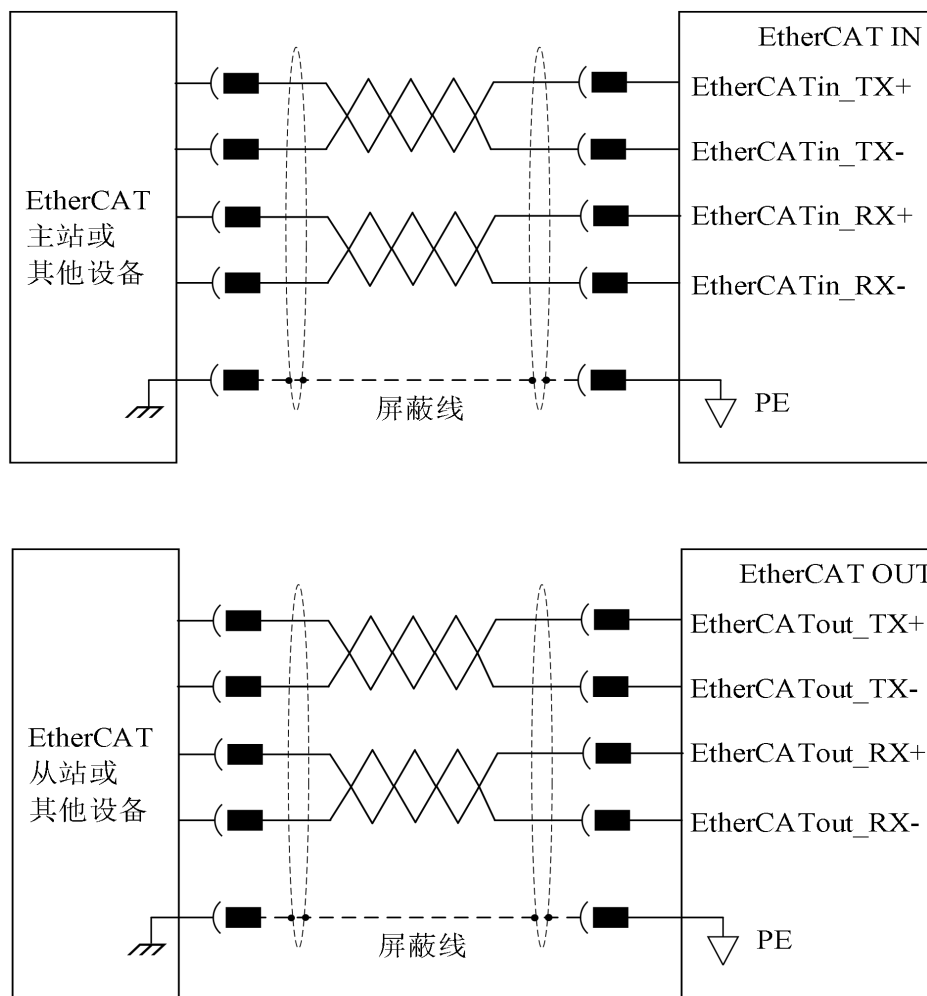


图 4-10 EtherCAT 通讯接线示意图

4.2.4. IO 引脚及接口

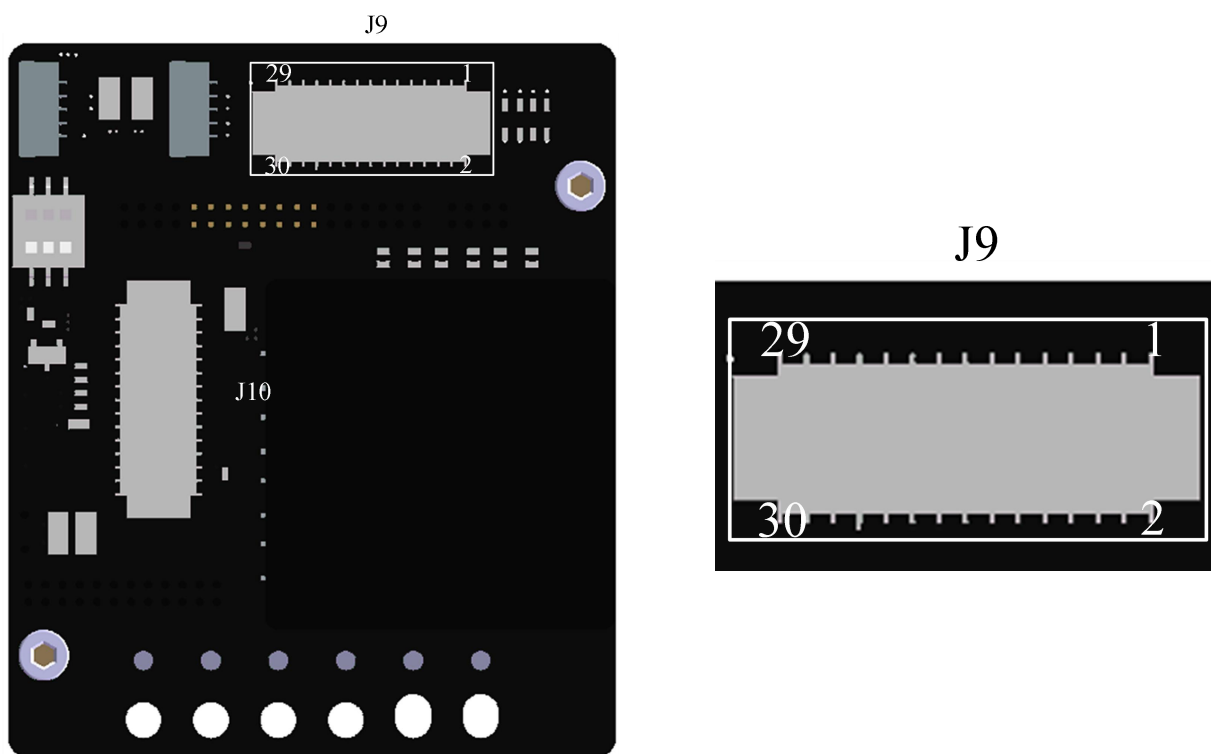


图 4-11 IO 引脚示意图

J9 端子引脚	信号	功能
1	IN1_E	5 路数字输入信号(光耦隔离)
2	IN2_E	
3	IN3_E	
4	IN4_E	
5	IN5_E	
6	NC	数字输入公共端
7	INRET	
8	INRET	3 路数字输出(光耦隔离)
9	OUT1_E	
10	OUT2_E	

J9 端子引脚	信号	功能
11	OUT3_E	
12	NC	
13	OUTRET	数字输出公共端
14	OUTRET	
15	STO1_E	2 路 STO 安全转矩关断信号
16	STO2_E	
17	STO_RET	
18	STO_RET	
19	COMRET	信号地
20	ANALOG_IN2	模拟量单路输入
21	ANALOG1+	模拟量差分输入:±10V
22	ANALOG1-	
23	COMRET	信号地
24	COMRET	
25	RS232_TX	RS-232 信号
26	RS232_RX	
27	-	空置引脚无需接线
28	COMRET	信号地
29	-	空置引脚无需接线
30	-	空置引脚无需接线

表 4-8 IO 引脚定义表

4.2.4.1. 数字输入接口示意图

J9 端子引脚	信号	功能
1	IN1_E	5 路数字输入信号(光耦隔离)

J9 端子引脚	信号	功能
2	IN2_E	
3	IN3_E	
4	IN4_E	
5	IN5_E	
7	INRET	数字输入公共端
8	INRET	

表 4-9 数字输入引脚定义表

4.2.4.1.1. 漏型输入

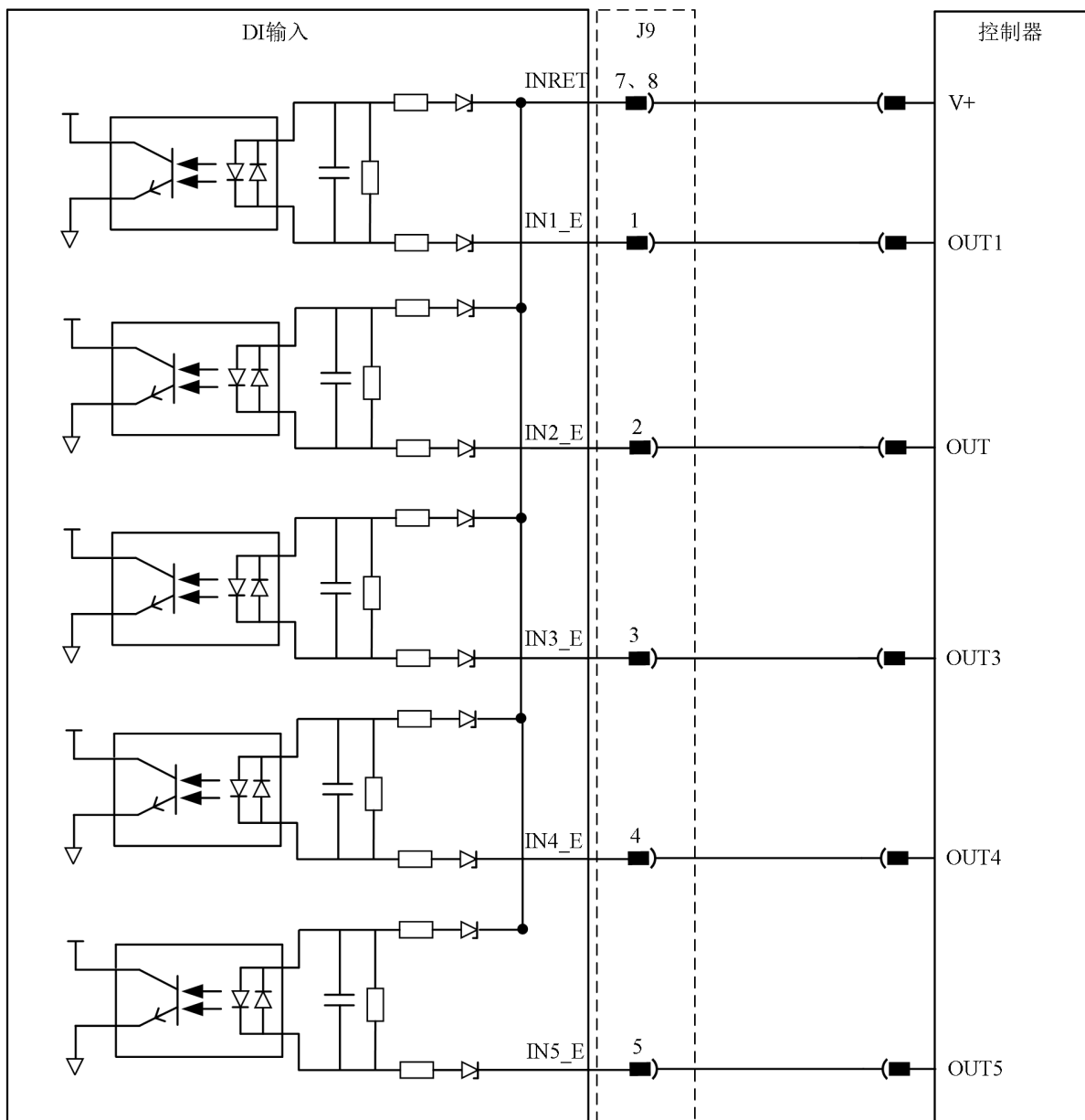


图 4-12 漏型输入接线图

4.2.4.1.2. 源型输入

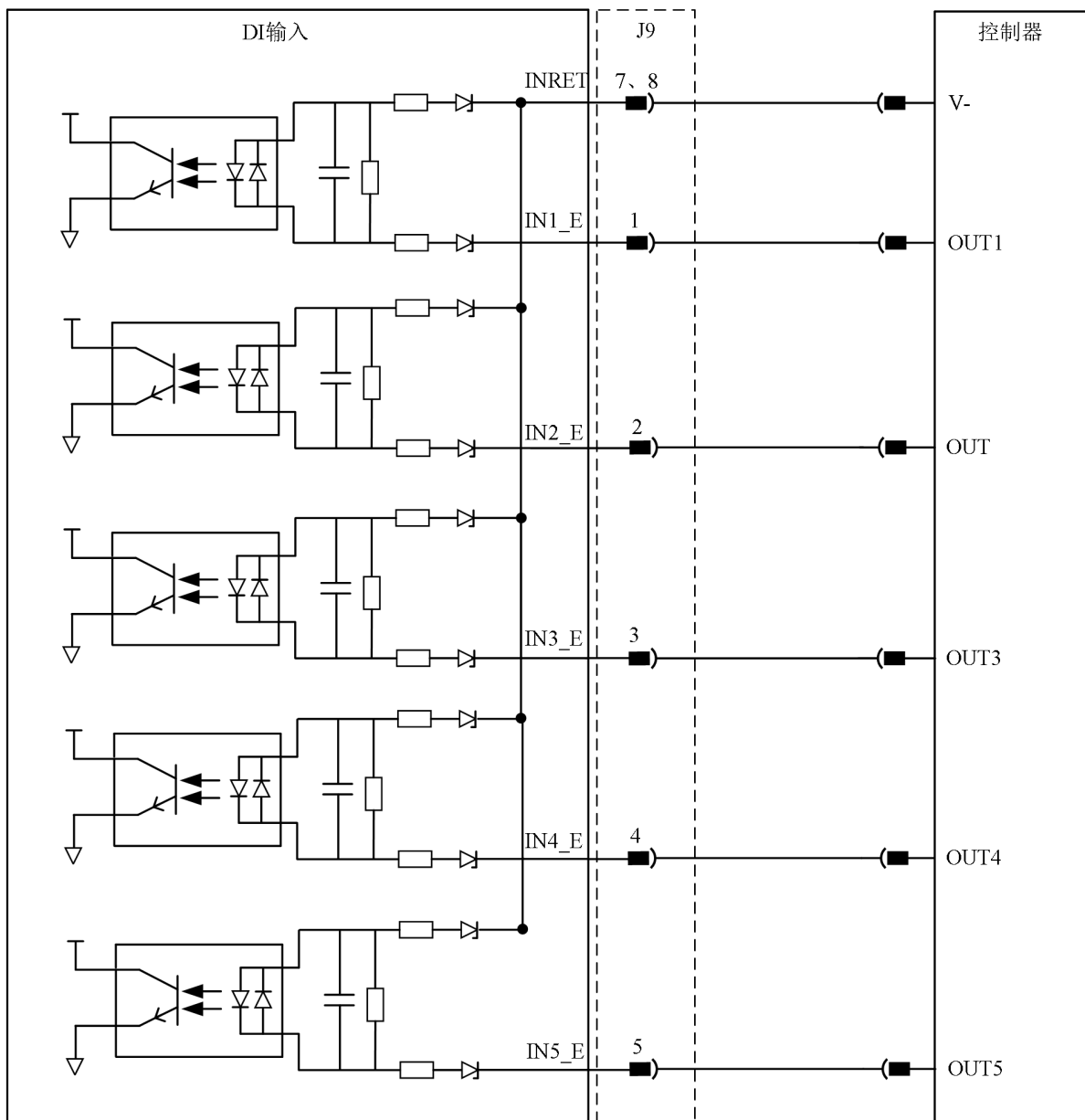


图 4-13 源型输入接线图

4.2.4.2. 数字输出接口

J9 端子引脚	信号	功能
9	OUT1_E	3 路数字输出(光耦隔离)
10	OUT2_E	
11	OUT3_E	
13	OUTRET	数字输出公共端
14	OUTRET	

表 4-10 数字输出接口定义表

4.2.4.2.1. 源型输出

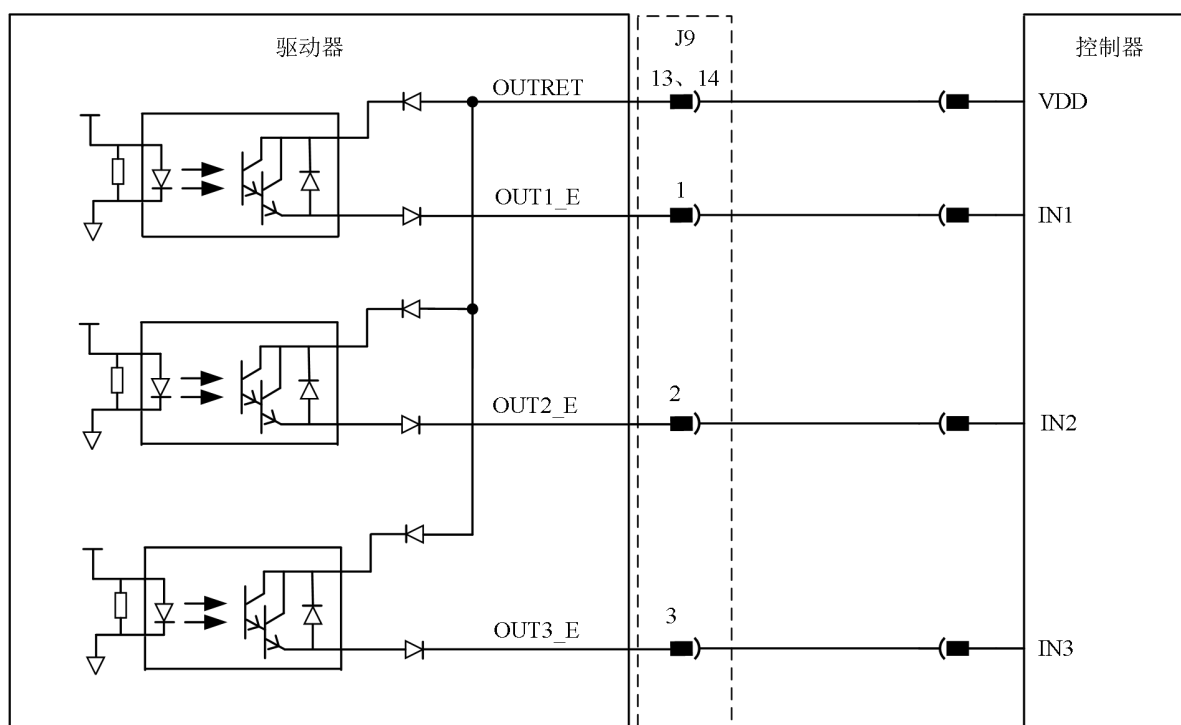


图 4-14 源型输出接线图

4.2.4.2.2. 漏型输出

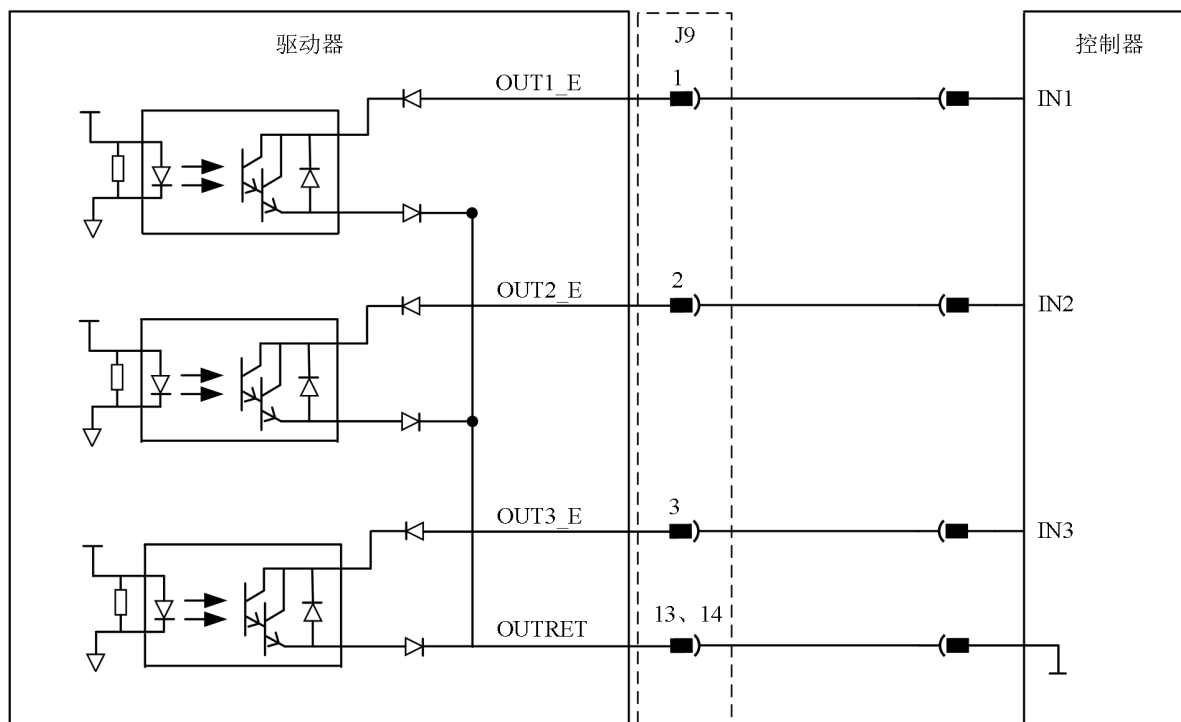


图 4-15 漏型输出接线图

4.2.4.3. STO 接口

J9 端子引脚	信号	功能
15	STO1_E	2 路 STO 安全转矩关断信号
16	STO2_E	
17	STO_RET	
18	STO_RET	

表 4-11 STO 接口定义表

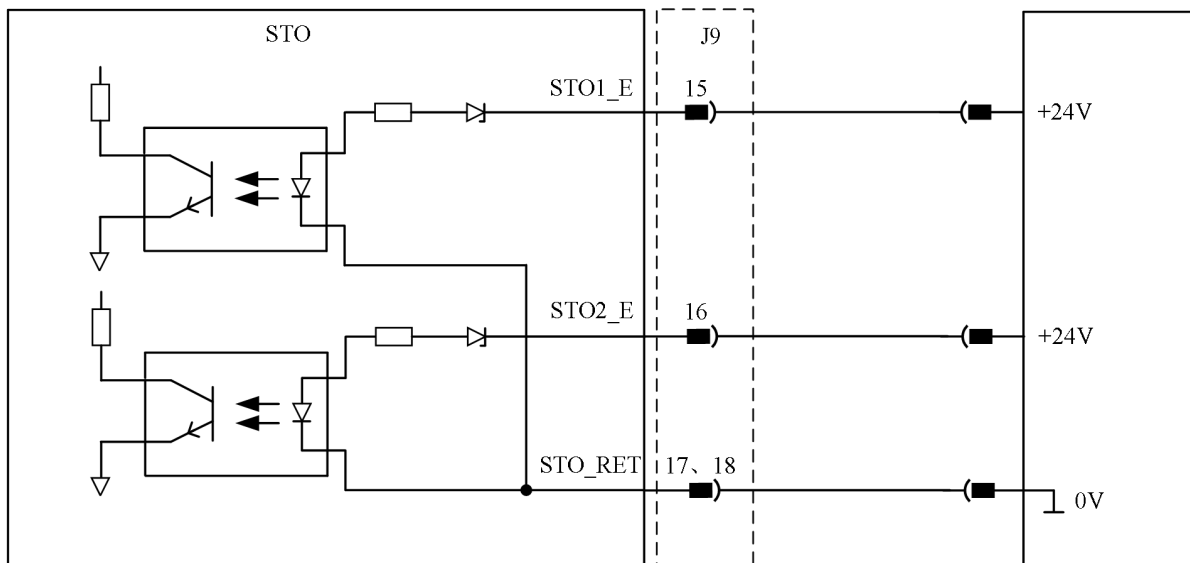


图 4-16 STO 接线示意图

4.2.4.4. 抱闸接口

J9 端子引脚	信号	功能
9	OUT1_E	3 路数字输出(光耦隔离)
10	OUT2_E	
11	OUT3_E	
12	NC	
13	OUTRET	数字输出公共端
14	OUTRET	

表 4-12 数字输出定义表

数字输出 1（DO1）抱闸接线示意图如下：

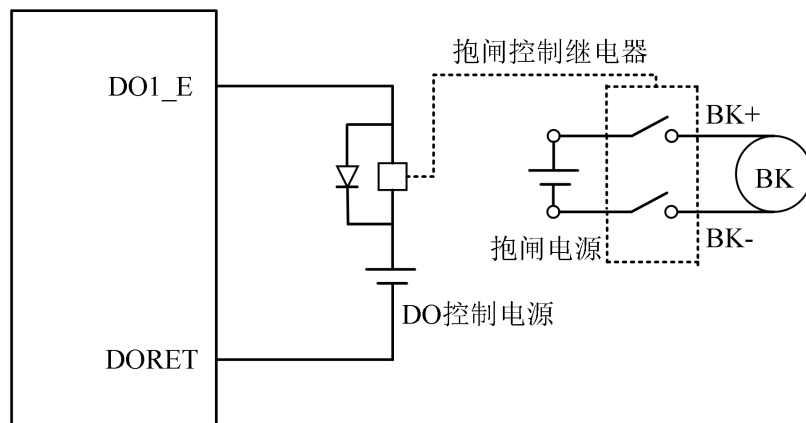


图 4-17 抱闸接线图

4.2.4.5. 模拟量接口

模拟量 1 为差分输入，模拟量 2 为单路输入。

J9 端子引脚	信号	功能
20	ANANLOG_IN2	模拟量单路输入
21	ANALOG1+	模拟量差分输入: $\pm 10V$
22	ANALOG1-	

表 4-13 模拟量接口定义表

4.2.4.5.1. 模拟量 1

参数项	参数详情
最大工作差分电压	$\pm 10V$
最大绝对差分输入电压	$\pm 16V$
差分输入阻抗	$3.74k\Omega$
模拟输入指令分辨率	12 位
采样时间	$250\mu s$

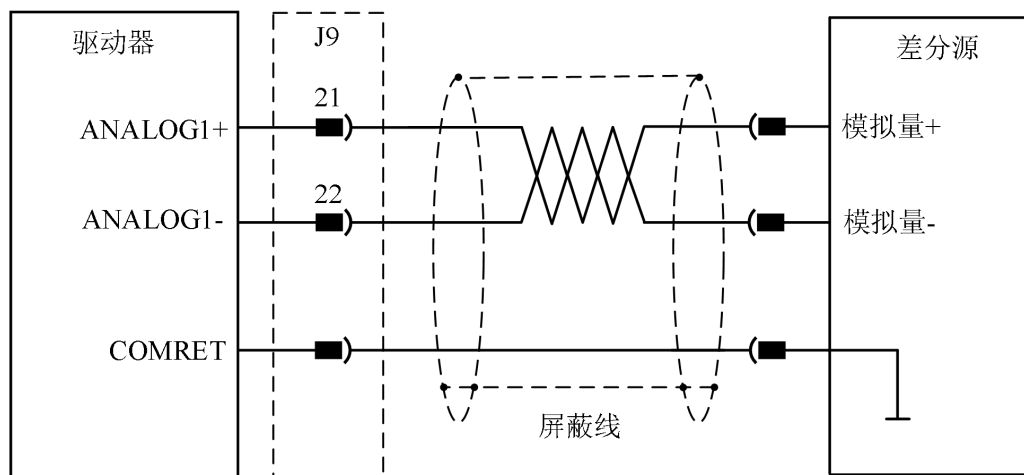


图 4-18 模拟量 1 接线示意图

4.2.4.5.2. 模拟量 2

参数项	最小值	典型值	最大值	单位
模拟输入电压	0		3	V
模拟采样时间		250		μs
模拟输入指令分辨率		12		Bit（位）

表 4-14 模拟量 2 接口定义表

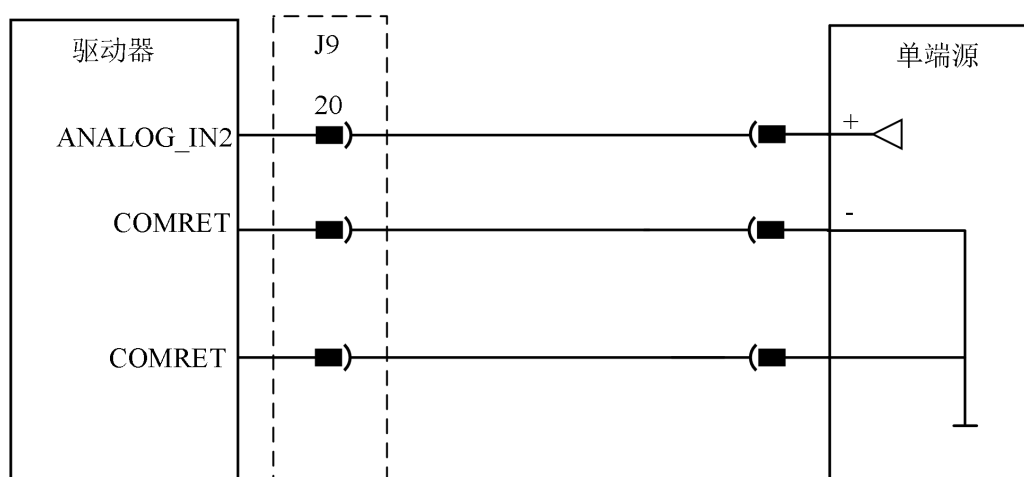


图 4-19 模拟量 2 接线示意图

4.2.4.6. RS-232 接口

J9 端子引脚	信号	功能
25	RS232_TX	RS-232 信号
26	RS232_RX	
28	COMRET	信号地

表 4-15 RS-232 接口定义表

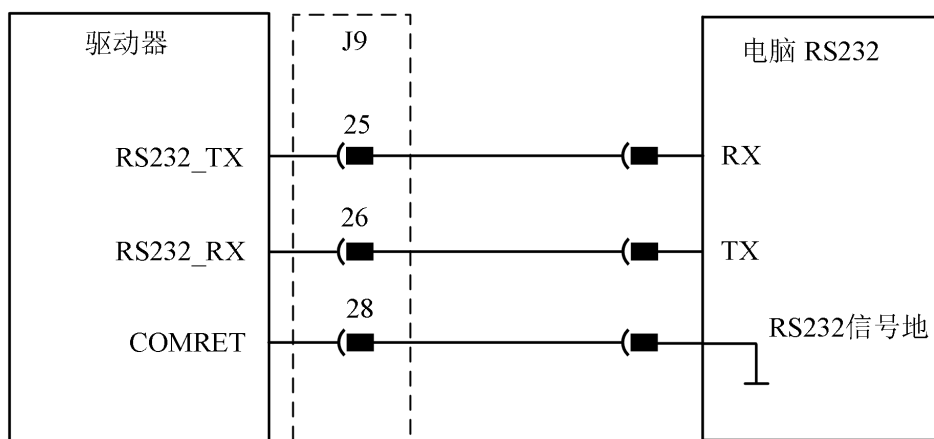


图 4-20 RS232 接线示意图

4.2.5. 编码器接口

如果驱动器和编码器之间是短距离连接，0.5 至 1.0 米的电线缆可以采用非屏蔽线缆。对于距离超过 1.0 米或强电磁干扰环境，应使用屏蔽和双绞线缆。屏蔽线应连接到驱动器 COMRET 端口。

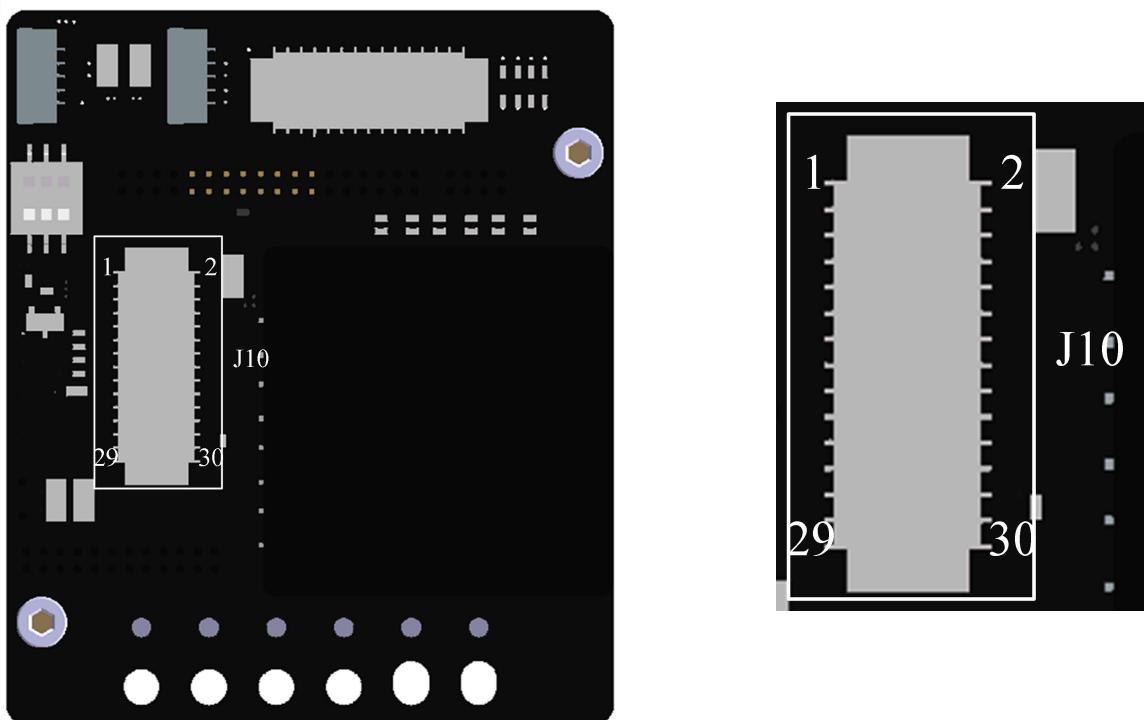


图 4-21 编码器接口定义图

J10 端子引脚	信号	功能
1	ABS_CLK+	绝对式编码器 clock +
2	ENC_A-/SIN-	增量编码器 A-/旋转变压器 sin-
3	ABS_CLK-	绝对式编码器 clock -
4	ENC_A+/SIN+	增量编码器 A+/旋转变压器 sin+
5	ABS2_DATA+	绝对式编码器 2 data + (多摩川编码器)
6	ENC_B-/COS-	增量编码器 B-/旋转变压器 cos-
7	ABS2_DATA-	绝对式编码器 2 data- (多摩川编码器)
8	ENC_B+/COS+	增量编码器 B+/旋转变压器 cos+
9	ABS_DATA1+	绝对式编码器 data1 +
10	ENC_Z-/Ref-	增量编码器 Z-/旋转变压器 ref-
11	ABS_DATA1-	绝对式编码器 data1 -

J10 端子引脚	信号	功能
12	ENC_Z+/Ref+	增量编码器 Z+/旋转变压器 ref+
13	HA	A 相霍尔信号
14	-	空置引脚无需接线
15	HB	B 相霍尔信号
16	-	空置引脚无需接线
17	HC	C 相霍尔信号
18	-	-
19	+5VE	编码器 5V 电源接口：最大 200mA
20	-	空置引脚无需接线
21	COMRET	信号地
22	-	空置引脚无需接线
23	COMRET	信号地
24	-	空置引脚无需接线
25	COMRET	信号地
26	+5VE	编码器 5V 电源接口：最大 200mA
27	COMRET	信号地
28	COMRET	
29	VL-	控制电源供电
30	VL+	

表 4-16 编码器接口定义表

4.2.5.1. 增量编码器

J10 端子引脚	信号	功能
2	ENC_A-/SIN-	增量编码器 A-/旋转变压器 sin-
4	ENC_A+/SIN+	增量编码器 A+/旋转变压器 sin+
6	ENC_B-/COS-	增量编码器 B-/旋转变压器 cos-
8	ENC_B+/COS+	增量编码器 B+/旋转变压器 cos+
10	ENC_Z-/Ref-	增量编码器 Z-/旋转变压器 ref-
12	ENC_Z+/Ref+	增量编码器 Z+/旋转变压器 ref+
19	+5VE	编码器 5V 电源接口：最大 200mA
21	COMRET	信号地

表 4-17 增量编码器接口定义表

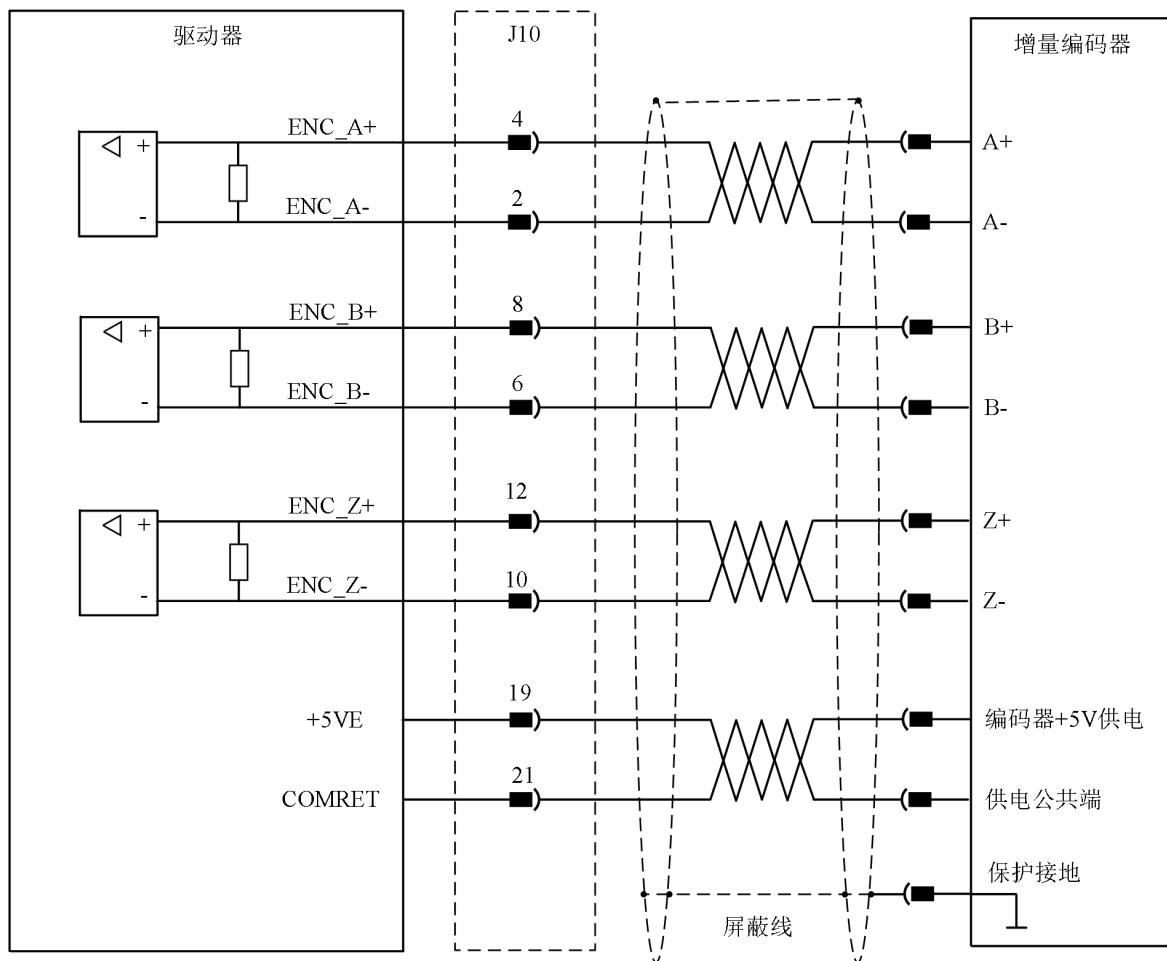


图 4-22 增量编码器接线示意图

4.2.5.2. 绝对值编码器

J10 端子引脚	信号	功能
1	ABS_CLK+	绝对式编码器 clock +
3	ABS_CLK-	绝对式编码器 clock -
9	ABS_DATA1+	绝对式编码器 data1 +
11	ABS_DATA1-	绝对式编码器 data1 -
19	+5VE	编码器 5V 电源接口：最大 200mA
21	COMRET	信号地

表 4-18 绝对值编码器接口定义表

● 不带时钟信号的编码器

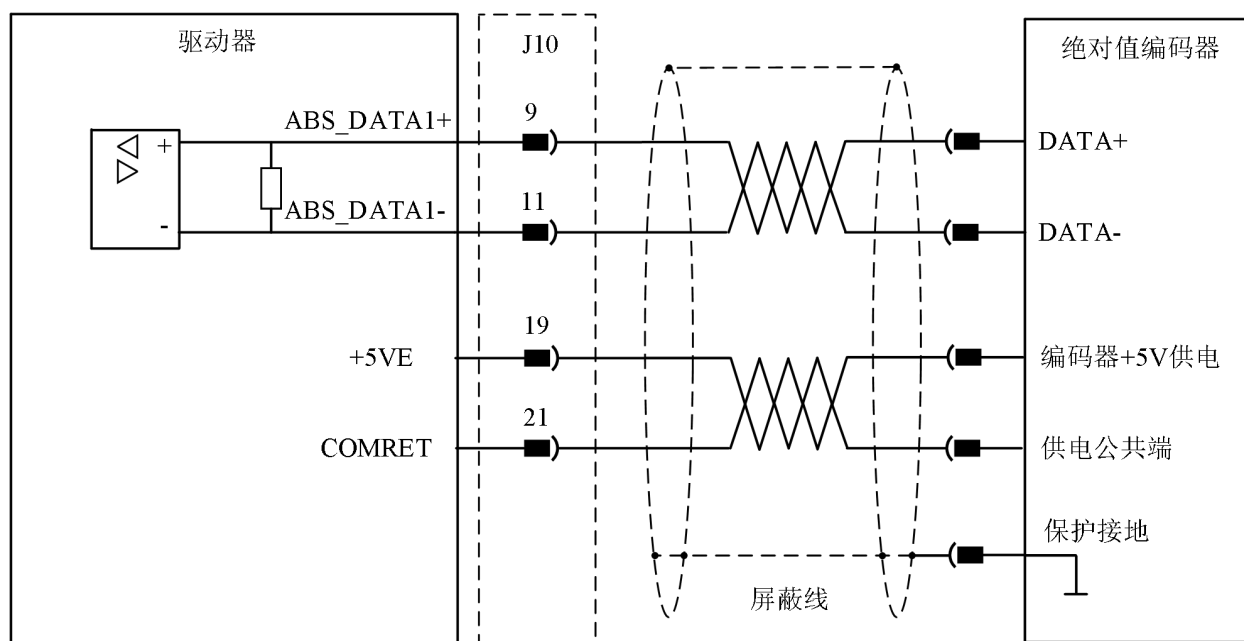


图 4-23 不带时钟信号编码器接线示意图

● 带时钟信号的编码器

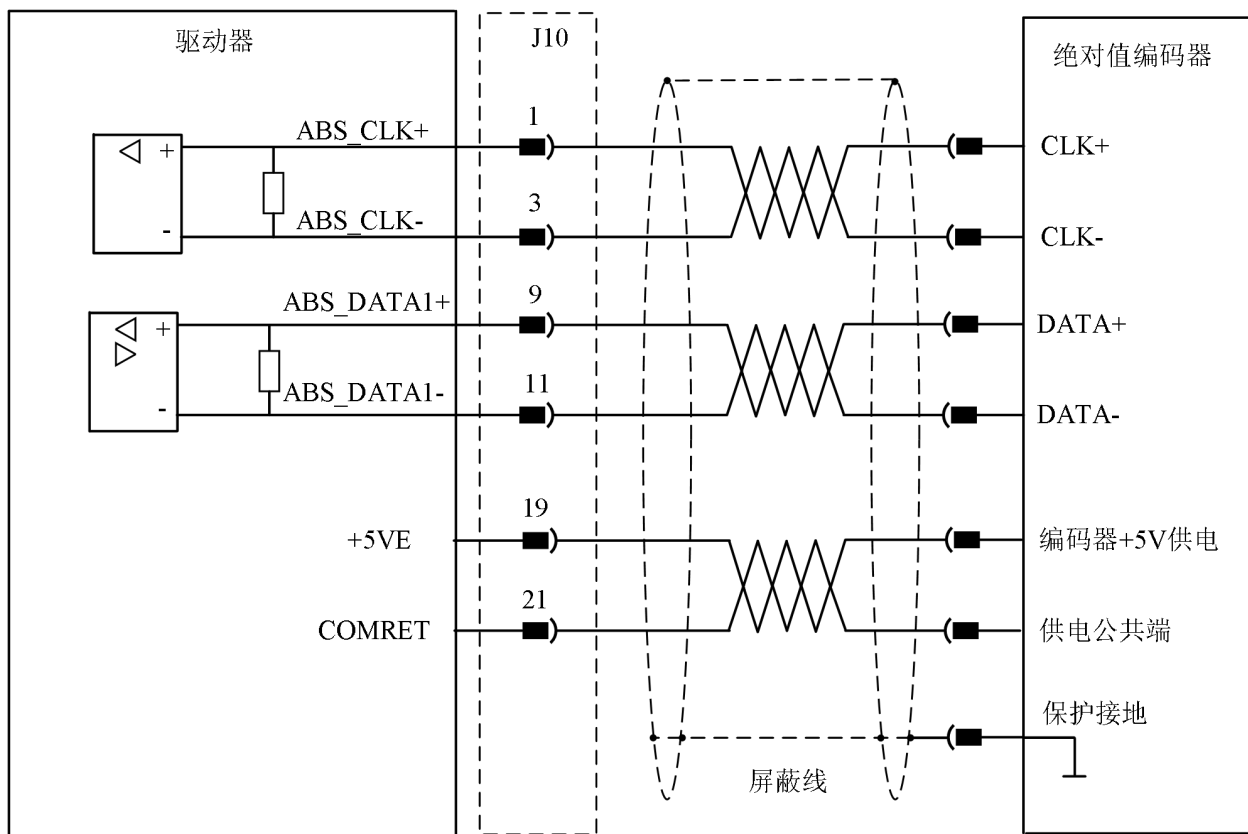


图 4-24 带时钟信号编码器接线示意图

4.2.5.3. 单霍尔传感器

J10 端子引脚	信号	功能
13	HA	A 相霍尔信号
15	HB	B 相霍尔信号
17	HC	C 相霍尔信号
19	+5VE	编码器 5V 电源接口：最大 200mA
21	COMRET	信号地

表 4-19 单霍尔传感器接口定义表

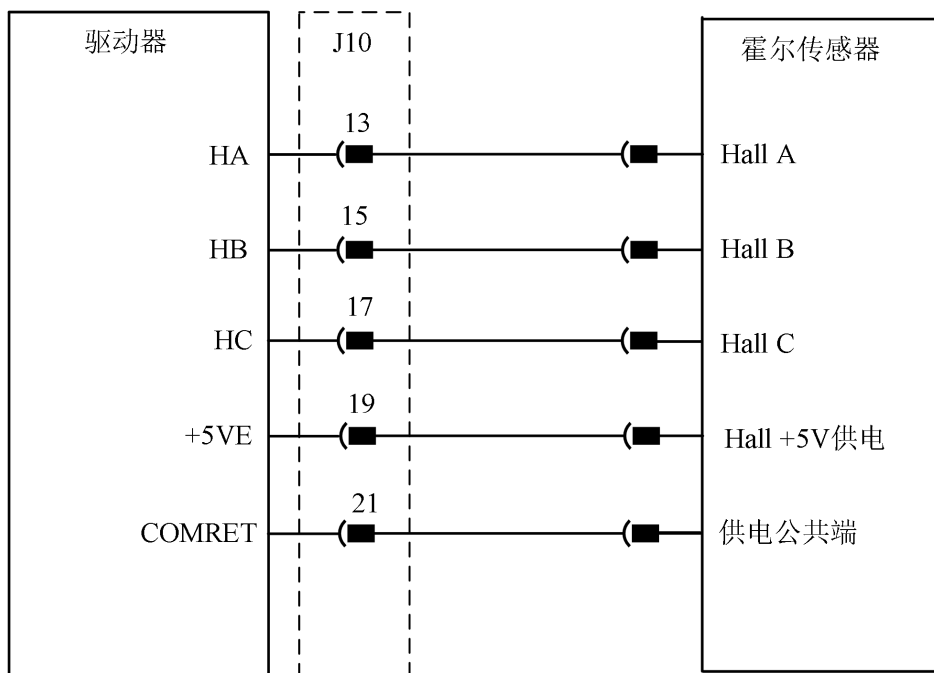


图 4-25 单霍尔接线示意图

4.2.5.4. 旋转变压器编码器

J10 端子引脚	信号	功能
2	ENC_A-/SIN-	增量编码器 A-/旋转变压器 sin-
4	ENC_A+/SIN+	增量编码器 A+/旋转变压器 sin+
6	ENC_B-/COS-	增量编码器 B-/旋转变压器 cos-
8	ENC_B+/COS+	增量编码器 B+/旋转变压器 cos+
10	ENC_Z-/Ref-	增量编码器 Z-/旋转变压器 ref-
12	ENC_Z+/Ref+	增量编码器 Z+/旋转变压器 ref+
19	+5VE	编码器 5V 电源接口：最大 200mA
21	COMRET	信号地

表 4-20 旋变编码器接口定义表

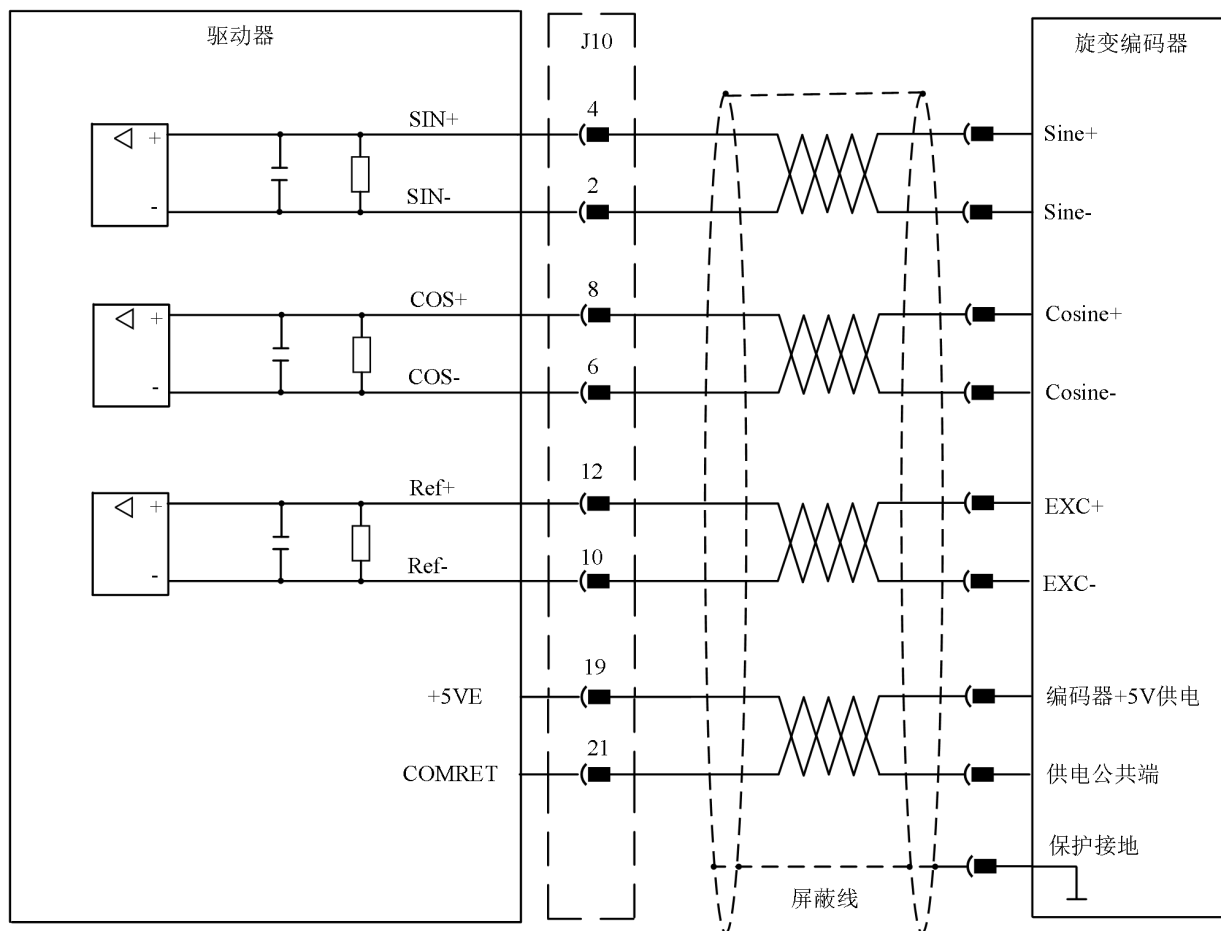


图 4-26 旋变编码器接线示意图

5. 上位机软件

5.1. 概述

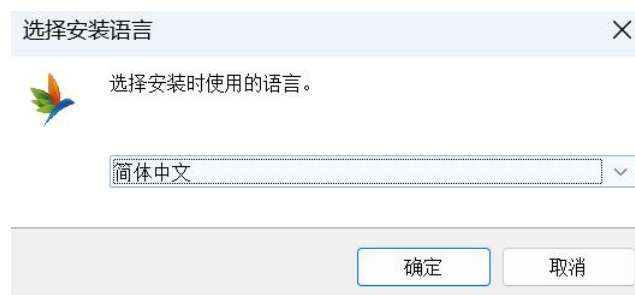
本公司驱动器调试后台软件为 XN ServoStudioPro。华山一号系列驱动器与 PC 通讯需使用 USB-RS232 通讯线缆。关于 XN ServoStudioPro 详细使用方法，请参见 XN ServoStudioPro 的帮助文件。

5.2. 安装环境

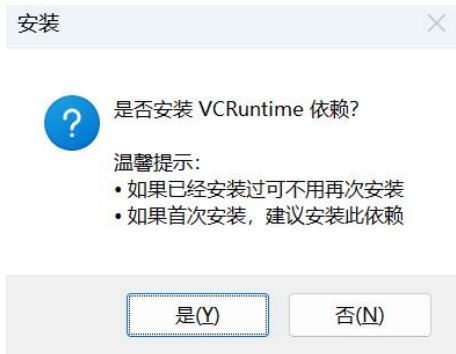
项目	内容
操作系统	Windows10 x64
.net 版本	不低于 V7.0
电脑屏幕分辨率	不低于 1920*1080
内存储存	不小于 10G

5.3. 软件安装

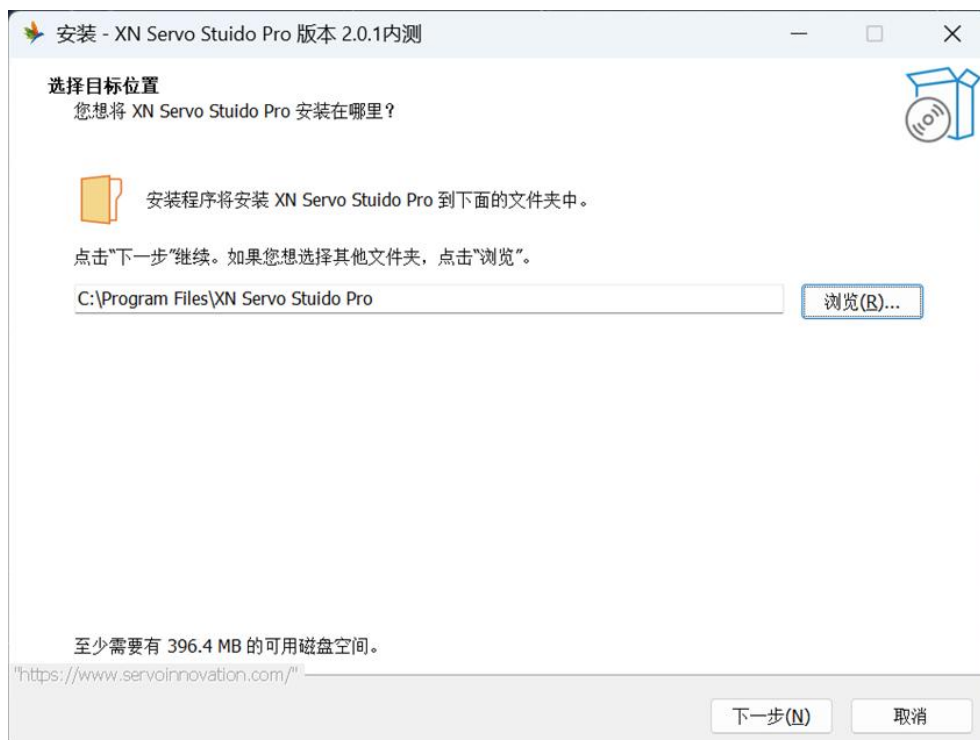
1. 客户可从公司销售人员处获取最新的上位机安装压缩包。
2. 解压安装包，（建议用 **administration** 账号登录系统，或者单击右键选择管理员身份运行）。
3. 双击安装程序 **setup.exe** 开始安装。



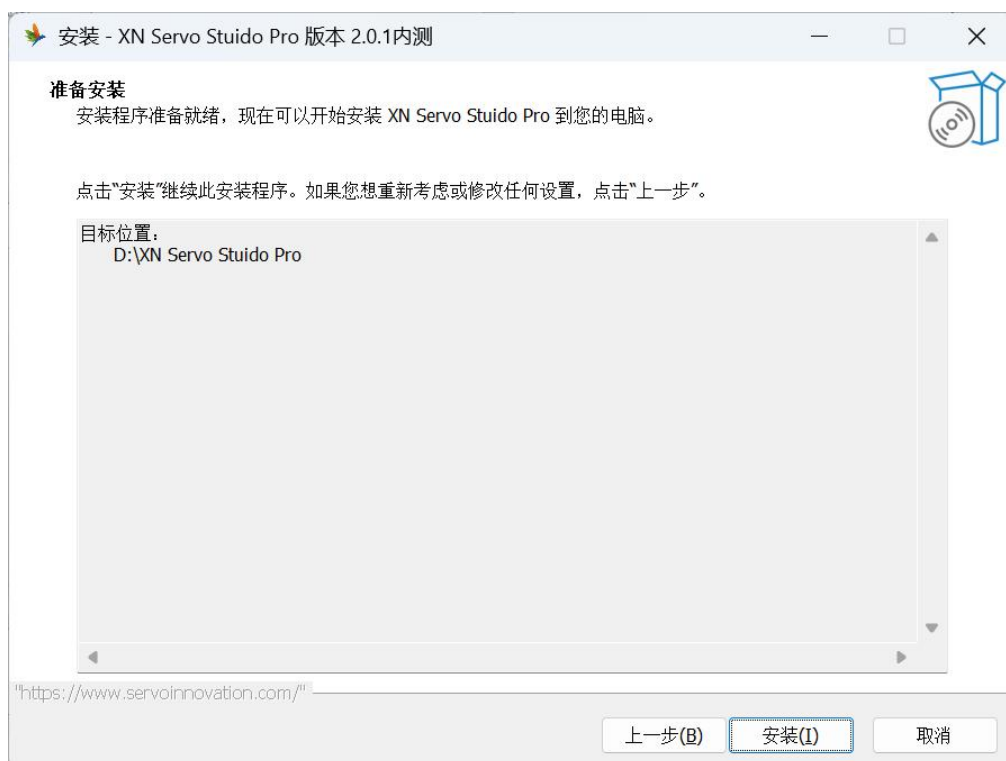
4. 首次安装调试软件时需安装如下驱动，更新软件无需重复安装。



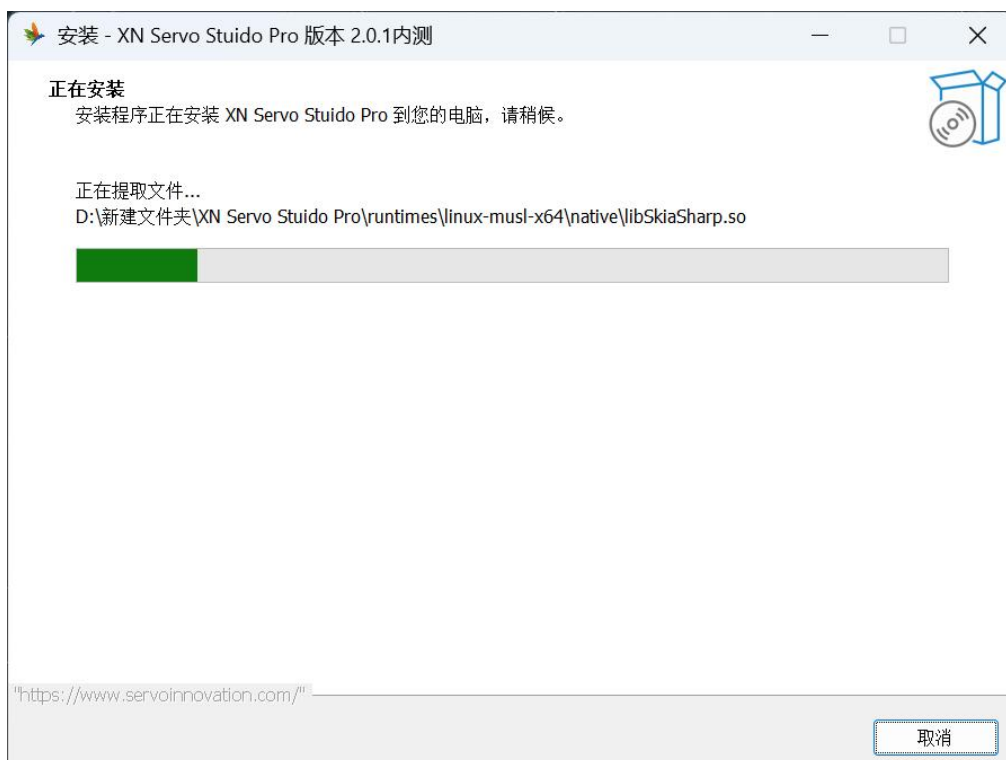
5. 点击下一步, 点击【浏览】可选择安装路径, 或手动更改路径地址的 C 改为 D, 推荐安装到 D 盘, 其他路径保持默认即可, 然后点击下一步。



6. 点击【安装】，进行安装。



7. 等待安装。



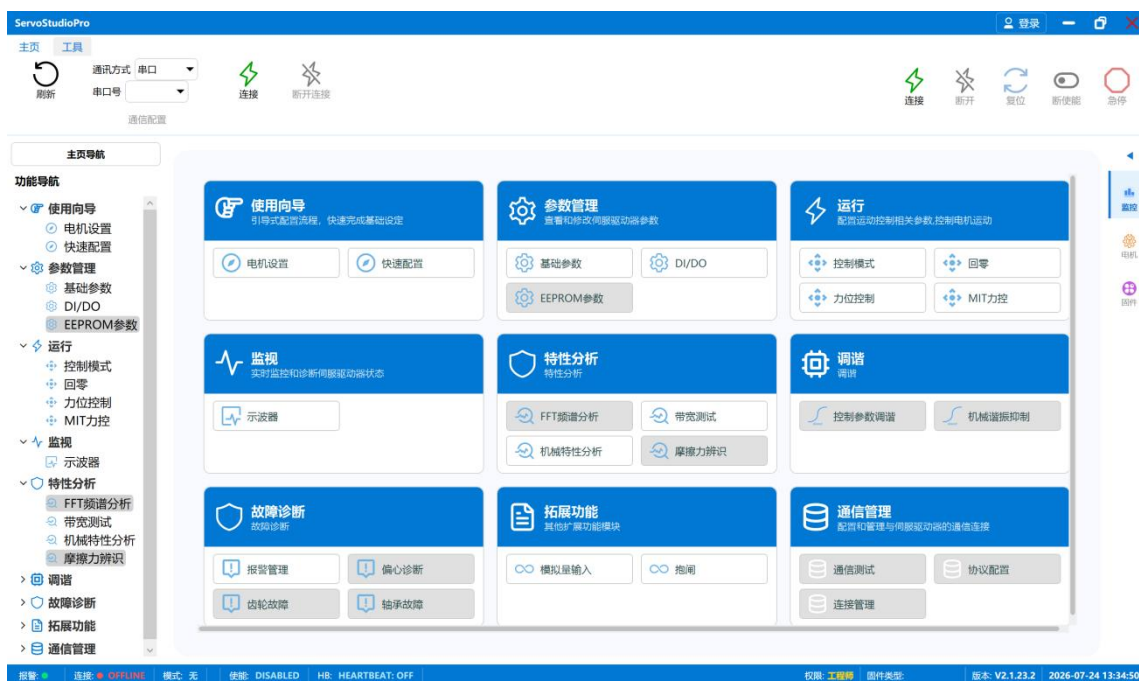
6. 安装完成后，点击【完成】。



8. 桌面自动生成快捷方式。



9. 双击图标打开调试软件，连接伺服进行调试。



6. 试运转

6.1. 运转流程图

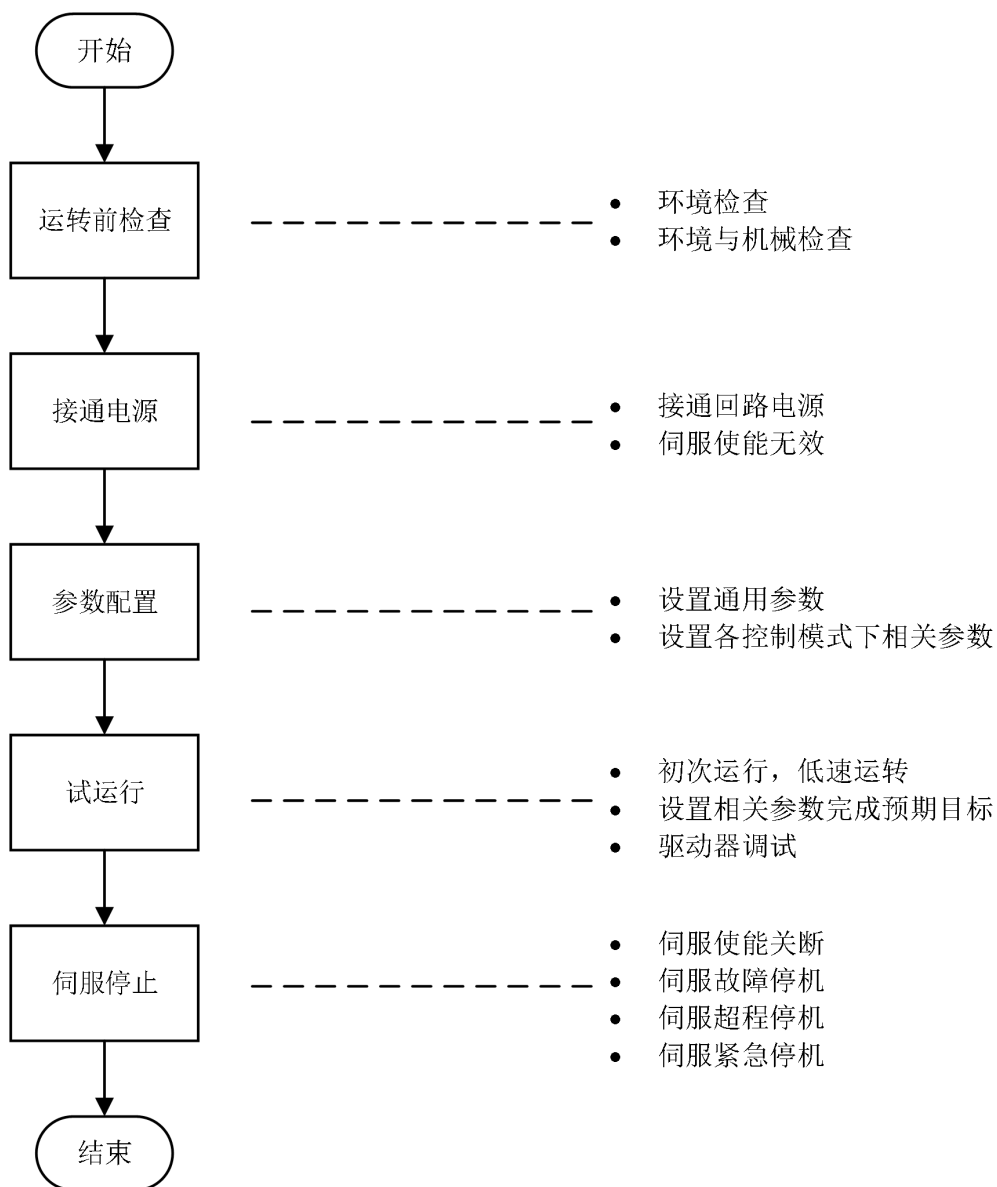


图 6-1 试运转流程图

6.2. 运转前检查

伺服驱动器和电机调试之前需要进行以下检查：

序号	内容	记录
接线		
1	伺服驱动器的功率电源输入端子（VP+ PR）和控制电源输入端子(VL+ VL-)必须正确连接	☐
2	伺服驱动器输出端子（U、V、W）和伺服电机主电路线缆（U、V、W）必须相位一致，且正确连接。	☐
3	伺服驱动器的电源输入端子（VP+、PR）和主回路输出端子(U、V、W)不能短路。	☐
4	伺服驱动器各控制信号接线正确，抱闸、超程保护等外部信号线已可靠连接。	☐
5	伺服驱动器和电机必须可靠接地。	☐
6	所有线缆的受力在规定范围之内。	☐
环境与机械		
1	伺服驱动器内外部没有会造成信号线、电源线短路的电线头、金属屑等异物。	☐
2	电机和所连接的机械必须处于可以运行的状况。	☐

6.3. 接通电源

● 接通输入电源

电源输入端子为 VP+ 、PR，控制电源输入端子为 VL-、VL+，接通电源后指示灯显示无异常（绿色），表明伺服驱动器处于可运行的状态。

● 将伺服使能置为无效（OFF）

切换伺服状态时，将上位机输入的使能信号置为无效。

6.4. 电机参数配置

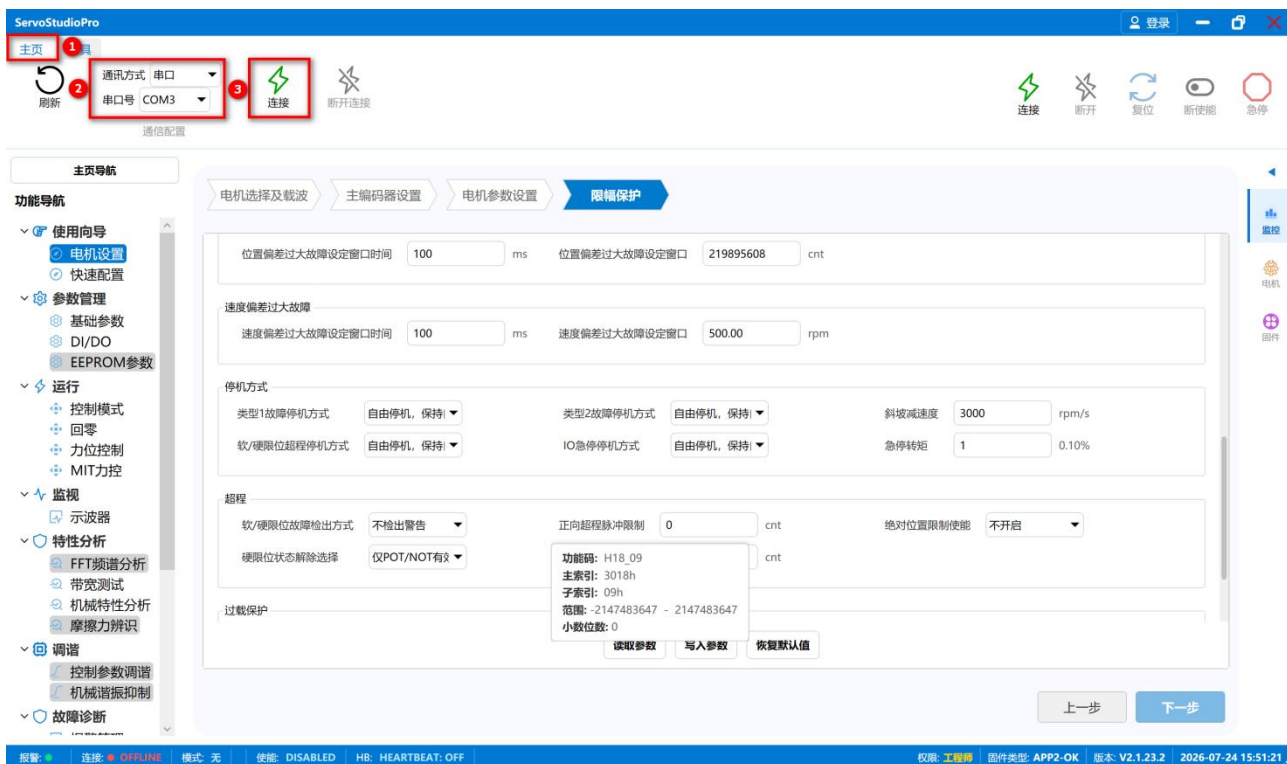
1. 连接准备

完成驱动器与上位调试电脑之间通信链路的硬件接线，确认调试接口线缆、通讯端口匹配无误，为驱动器参数配置、在线调试建立物理通信基础。

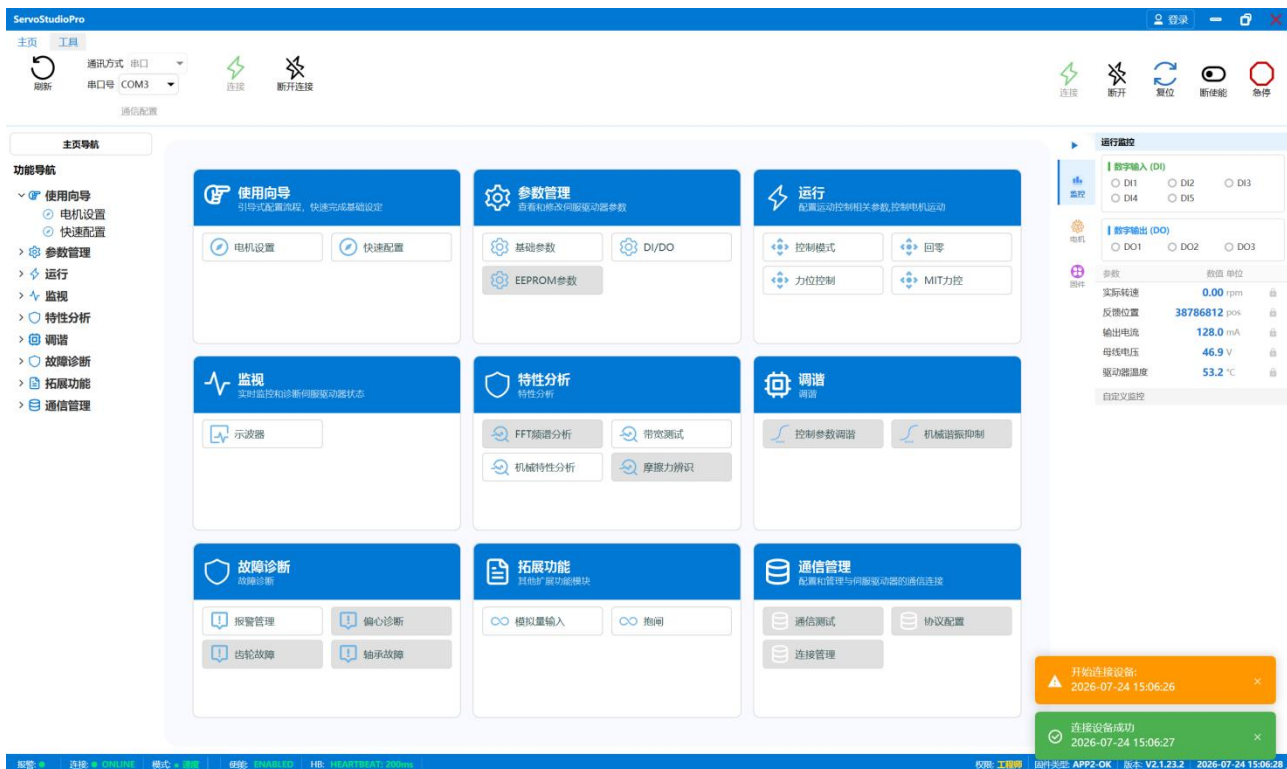
2. 建立驱动器和电脑的连接。

首先完成驱动器与电脑之间的通信连接，确保调试软件能够正常识别驱动器并进行参数访问与配置。

● 选择主页，配置和驱动器的通讯方式，点击连接



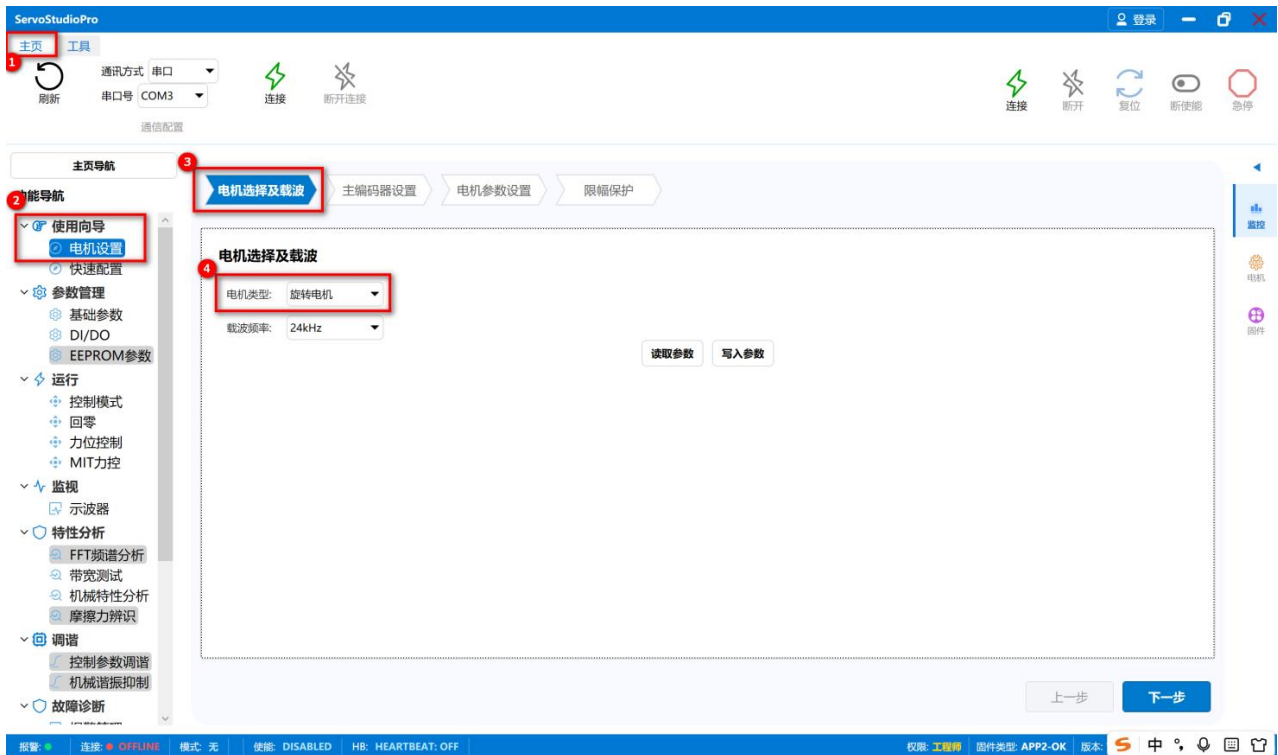
● 连接成功后软件右下角会提示连接设备成功



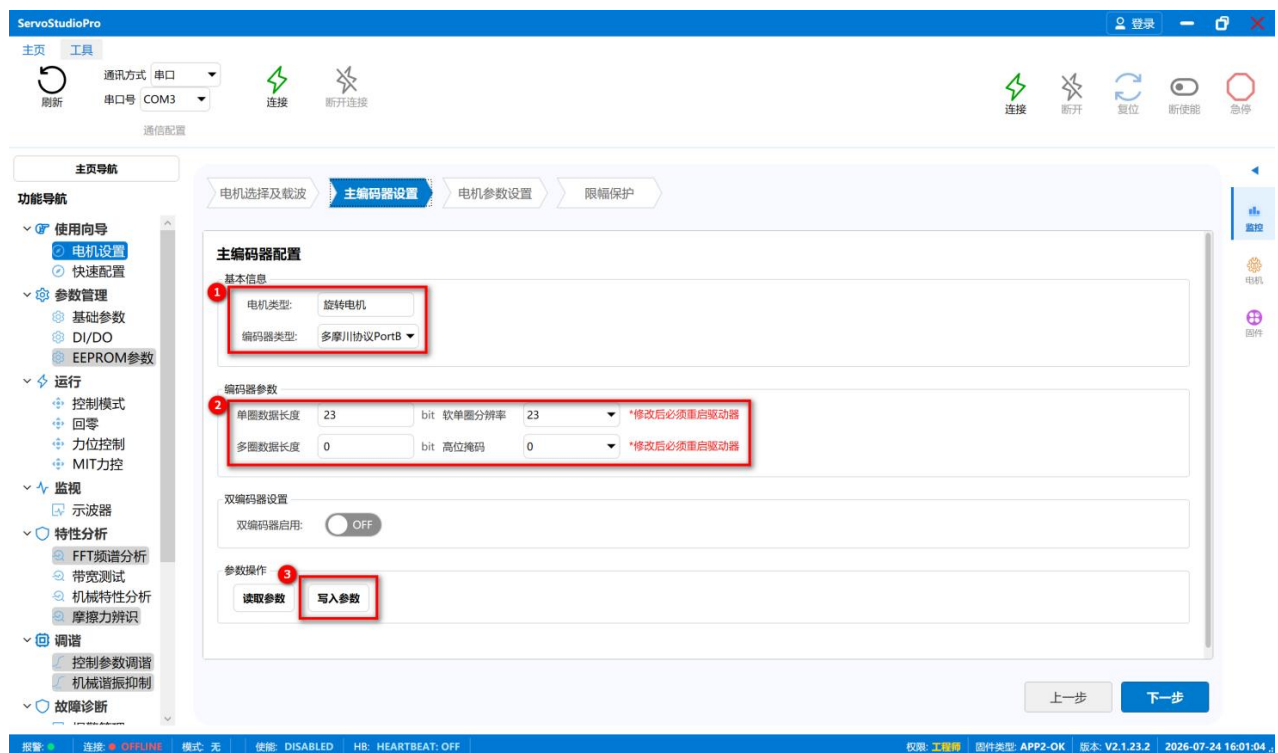
3. 参数输入。

伺服驱动器的控制原理较为复杂，影响控制性能的参数较多。为实现良好的控制效果，用户需要根据实际应用需求完成相关参数配置。参数可通过调试软件界面手动输入，也可通过导入参数文件的方式快速完成配置。具体参数说明及配置方法，请参考后续相关章节。

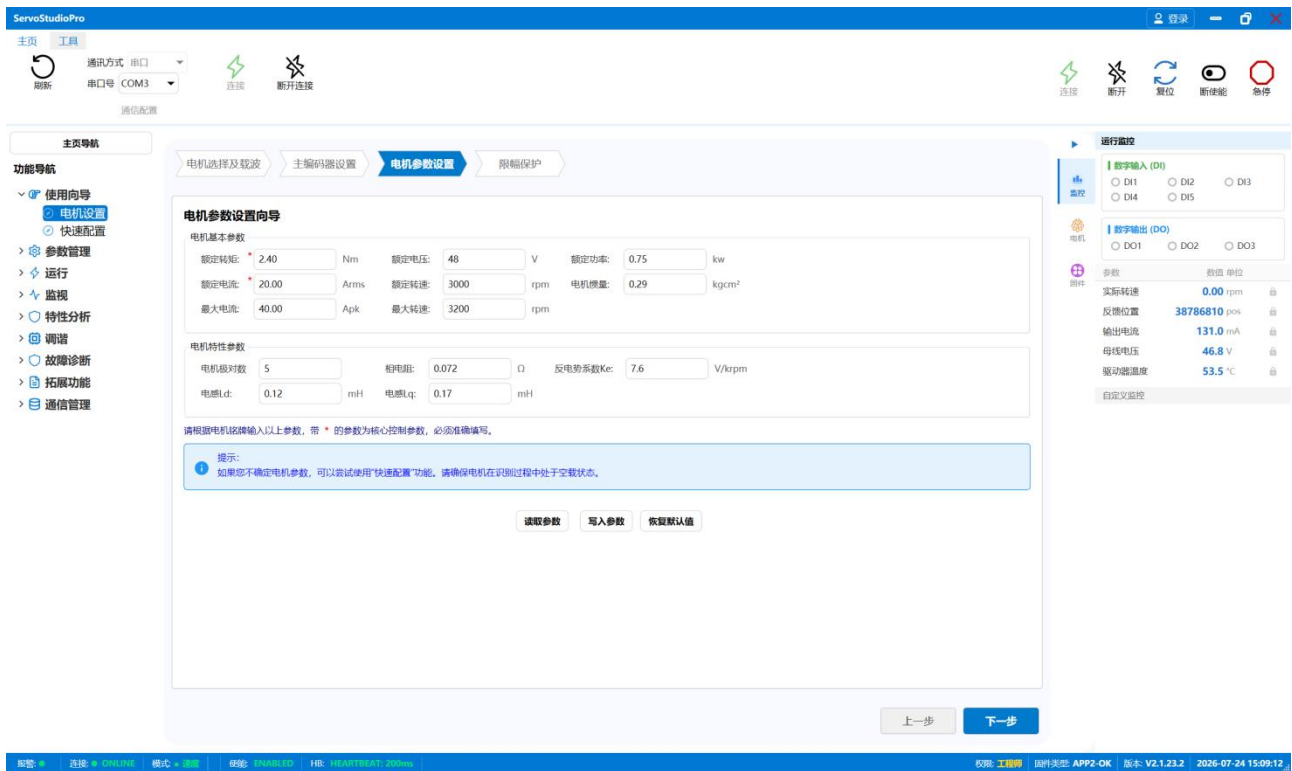
● 选择电机类型，写入参数



● 选择点击编码器类型，设定编码器参数，写入参数



● 根据电机规格书填写电机参数，写入参数



重点参数及说明如下：

● 旋转电机参数

参数	说明	备注	单位
额定功率	电机在额定工况下长期稳定运行时，从轴上输出的机械功率。	根据电机规格书填写	kW
额定电压	电机定子绕组设计规定的正常工作线电压。	根据电机规格书填写	V
额定电流 (均方根电流)	电机在额定功率、额定电压和额定转速下运行时，线电流的有效值。	根据电机规格书填写	Arms
最大电流	电机在额定功率、额定电压和额定转速下运行时，线电流的最大值。	根据电机规格书填写	Apk
额定转矩	电机在额定功率和额定转速下输出的轴转矩。	根据电机规格书填写	Nm
最大转矩	电机在额定功率和额定转速下输出的最大轴转矩。	根据电机规格书填写	Nm

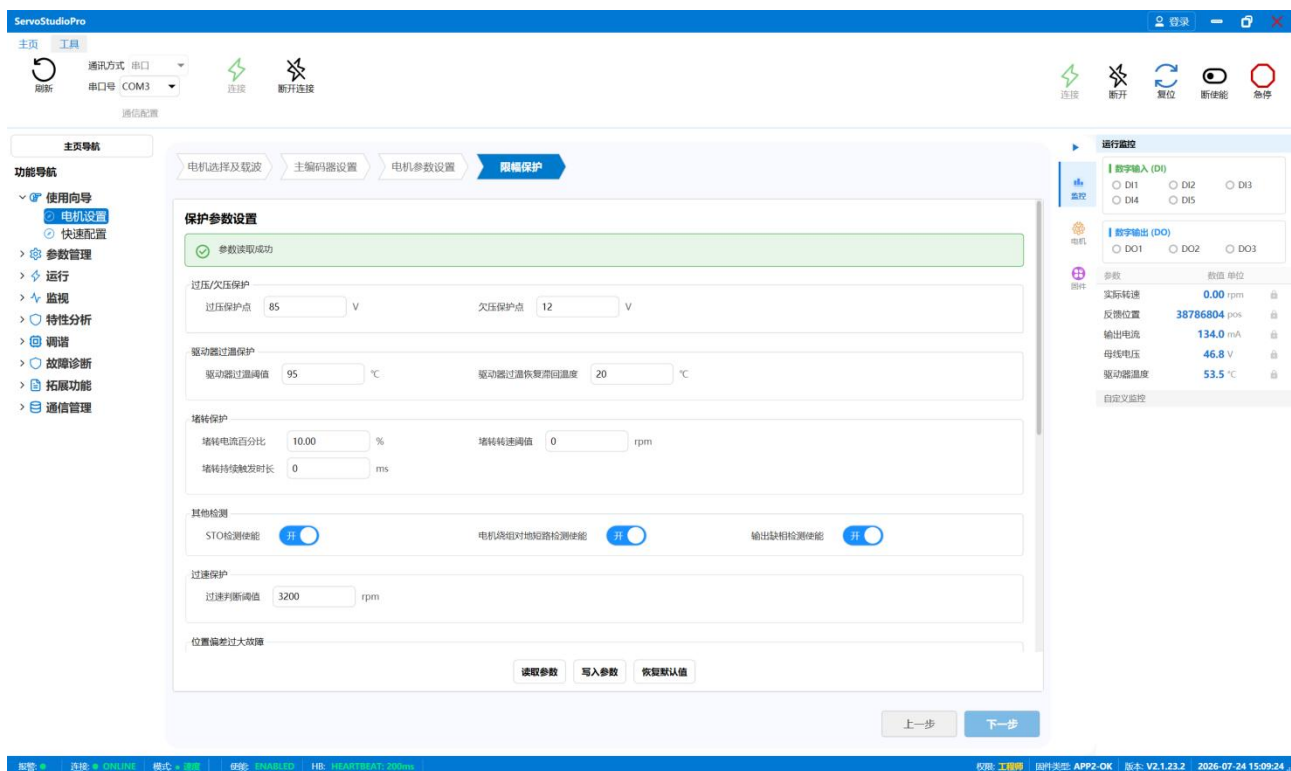
参数	说明	备注	单位
额定转速	电机在额定频率、额定电压下输出额定功率时的旋转速度。	根据电机规格书填写	rpm
最大转速	电机允许承受的最高安全旋转速度。	根据电机规格书填写	rpm
转动惯量 J_m	电机转子本身对旋转轴的转动惯量，表征其加速或减速的惯性大小。	根据电机规格书填写	kgcm^2
永磁同步电机极对数	转子永磁体磁极的对数（N-S 为一对）。	根据电机规格书填写（注：若只标注了电机极数，除以 2 填入即可）	-
定子电阻	电机定子每相绕组的电阻值。	根据电机规格书填写（注意相间和线间的区别）	Ω
电子电感 L_q	q 轴（垂直于永磁体轴线）等效电感。	根据电机规格书填写	mH
电子电感 L_d	d 轴（永磁体轴线方向）等效电感。	根据电机规格书填写	mH
反电动势系数	转子每千转转速下电机产生的空载反电动势幅值。	根据电机规格书填写	V/krpm

● 直线电机参数

参数	说明	备注	单位
额定功率	电机在额定工况下长期稳定运行时，从轴上输出的机械功率。	根据电机规格书填写	kW
额定电压	电机定子绕组设计规定的正常工作线电压。	根据电机规格书填写	V
连续电流 (均方根电流)	电机在额定功率、额定电压和额定转速下运行时，线电流的有效值。	根据电机规格书填写	Arms
最大电流	电机在额定功率、额定电压和额定转速下运行时，线电流的最大值。	根据电机规格书填写	Apk
连续推力	电机在额定功率和额定转速下输出的轴转矩。	根据电机规格书填写	Nm
额定速度	电机在额定频率、额定电压下输出额定功率时的旋转速度。	根据电机规格书填写	mm/s

参数	说明	备注	单位
最大速度	电机允许承受的最高安全旋转速度。	根据电机规格书填写	mm/s
转动惯量 Jm	电机转子本身对旋转轴的转动惯量，表征其加速或减速的惯性大小。	根据电机规格书填写	kgcm ²
定子电阻	电机定子每相绕组的电阻值。	根据电机规格书填写（注意相间和线间的区别）	Ω
电子电感 Lq	q 轴（垂直于永磁体轴线）等效电感。	根据电机规格书填写	mH
电子电感 Ld	d 轴（永磁体轴线方向）等效电感。	根据电机规格书填写	mH
反电动势	转子每 1m/s 转速下电机产生的空载反电动势幅值。	根据电机规格书填写	V/m/s
电机磁节距	相邻两块 N 极（N-N）永磁体中心之间的直线距离。	根据电机规格书填写	-
转子质量	电机动子运动组件的总质量。	根据电机规格书填写	kg
转矩常数	电机通入单位电流时所能输出的持续电磁推力。	根据电机规格书填写	N/A

● 设定限制保护参数

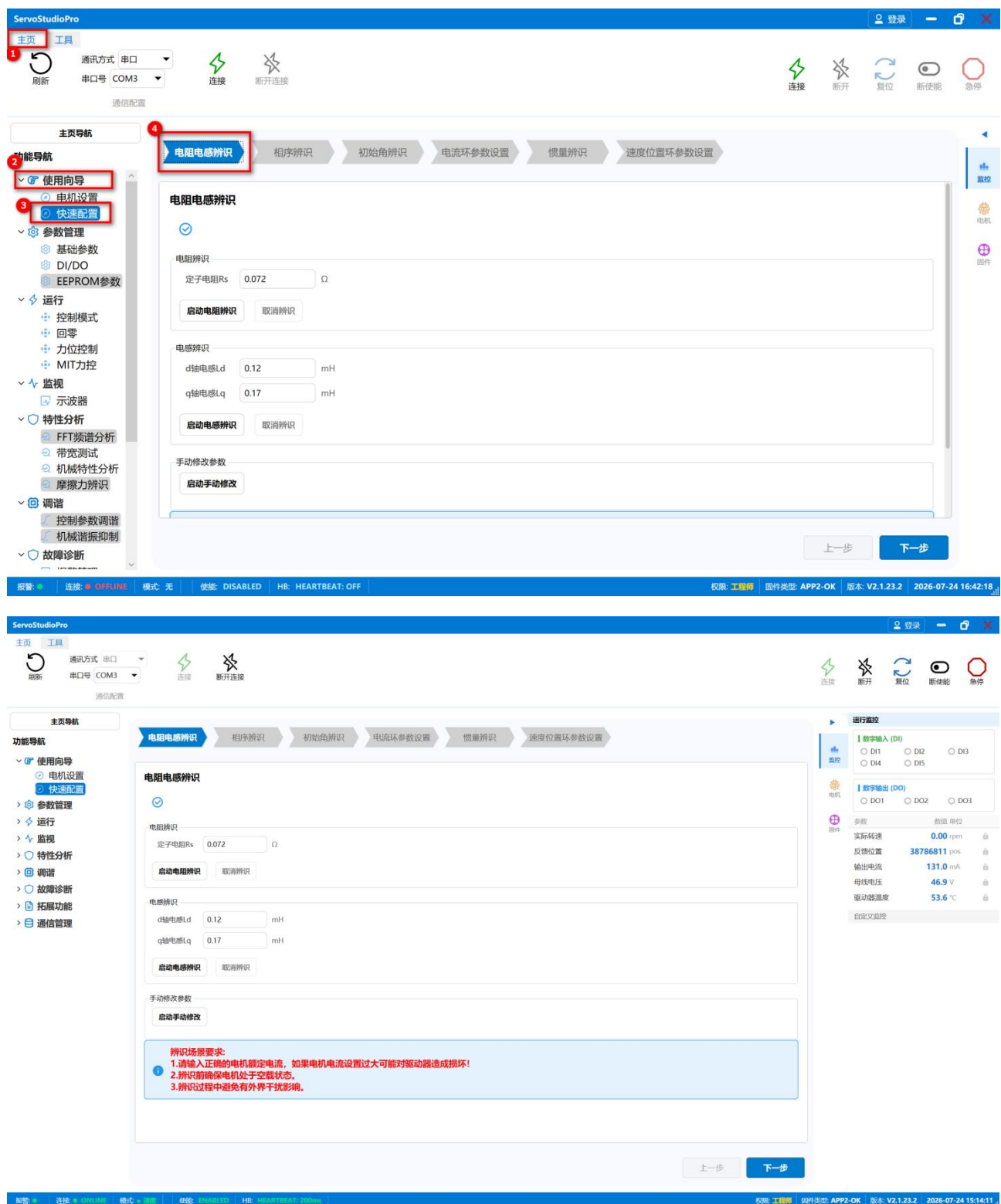


The screenshot shows the ServoStudioPro software interface. The main window is titled '限制保护' (Limit Protection). It contains several configuration sections:

- 保护参数设置 (Protection Parameter Settings):**
 - 过压/欠压保护 (Overvoltage/Undervoltage Protection): 过压保护点 (Overvoltage Protection Point) set to 85 V, 欠压保护点 (Undervoltage Protection Point) set to 12 V.
 - 驱动器温度保护 (Driver Temperature Protection): 驱动器过温阈值 (Driver Overtemperature Threshold) set to 95 °C, 驱动器过温恢复阈值 (Driver Overtemperature Recovery Threshold) set to 20 °C.
 - 堵转保护 (Stall Protection): 堵转电流百分比 (Stall Current Percentage) set to 10.00 %, 堵转转速阈值 (Stall Speed Threshold) set to 0 rpm.
 - 堵转持续触发时长 (Stall Duration Trigger Time) set to 0 ms.
 - 其他检测 (Other Detection): STO检测使能 (STO Detection Enable) is ON, 电机绕组对地短路检测使能 (Motor Winding Ground Short Circuit Detection Enable) is ON, 输出缺相检测使能 (Output Phase Loss Detection Enable) is ON.
 - 过速保护 (Overspeed Protection): 过速判断阈值 (Overspeed Judgment Threshold) set to 3200 rpm.
 - 位置偏差过大故障 (Position Deviation Excessive Fault) is also visible.
- 运行监控 (Operation Monitoring):**
 - 数字输入 (DI): DI1, DI2, DI3, DI4, DI5.
 - 数字输出 (DO): DO1, DO2, DO3.
 - 实时数据 (Real-time Data): 实际转速 (Actual Speed) 0.00 rpm, 反馈位置 (Feedback Position) 38786804 pos, 输出电流 (Output Current) 134.0 mA, 母线电压 (Bus Voltage) 46.8 V, 驱动器温度 (Driver Temperature) 53.5 °C.

At the bottom, there are buttons for '读取参数' (Read Parameters), '写入参数' (Write Parameters), and '恢复默认值' (Restore Defaults). The status bar at the very bottom shows connection status (连接: ONLINE), mode (模式: 速度), and other system information.

4. 电阻电感辨识



电阻电感辨识

电阻辨识

定子电阻Rs: 0.072 Ω

启动电阻辨识 取消辨识

电感辨识

d轴电感Ld: 0.12 mH

q轴电感Lq: 0.17 mH

启动电感辨识 取消辨识

手动修改参数

启动手动修改

上一步 下一步

运行监控

数字输入 (DI)

DI1 DI2 DI3

DI4 DI5

数字输出 (DO)

DO1 DO2 DO3

参数 数值 单位

实际转速 0.00 rpm

反馈位置 38786811 pos

输出电流 131.0 mA

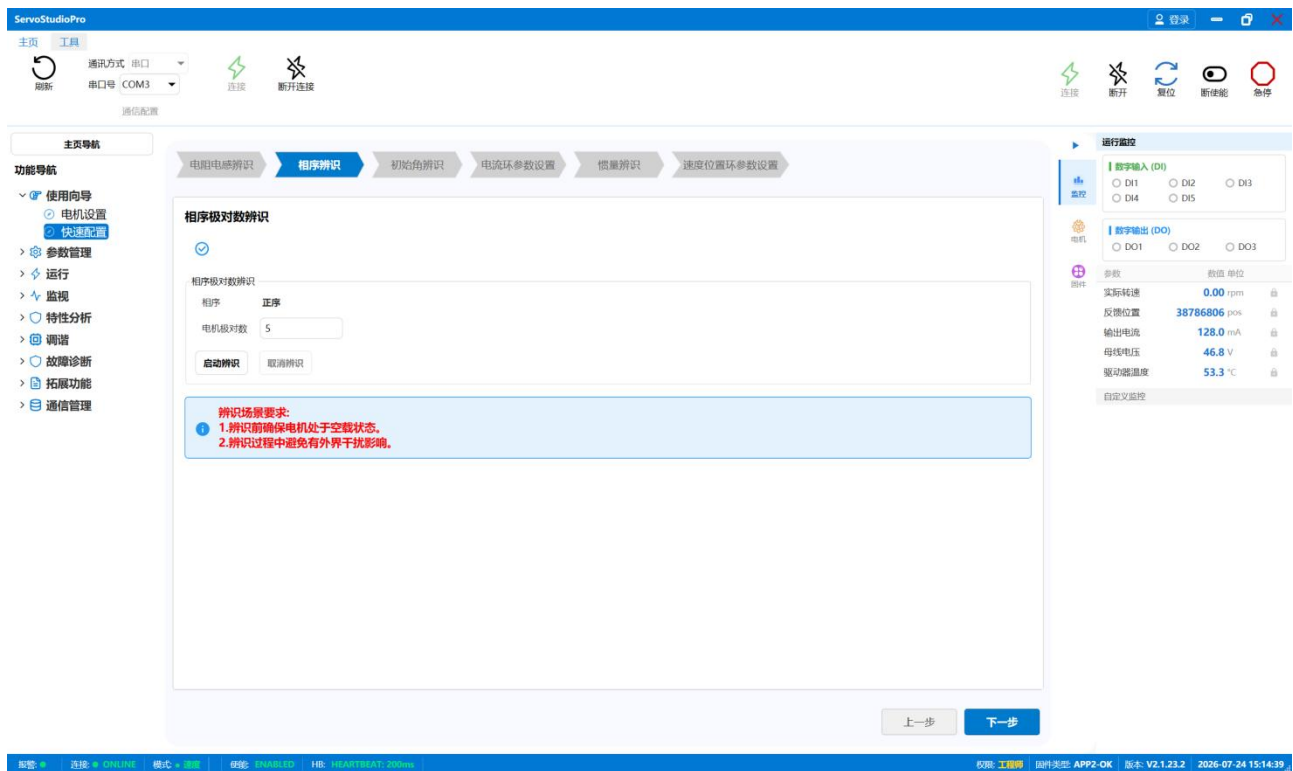
母线电压 46.9 V

驱动器温度 53.6 $^{\circ}\text{C}$

自定义监控

报警: 连接: OFFLINE 模式: 无 使能: DISABLED HB: HEARTBEAT: OFF 权限: 工程师 固件类型: APP2-OK 版本: V2.1.23.2 2026-07-24 16:42:18

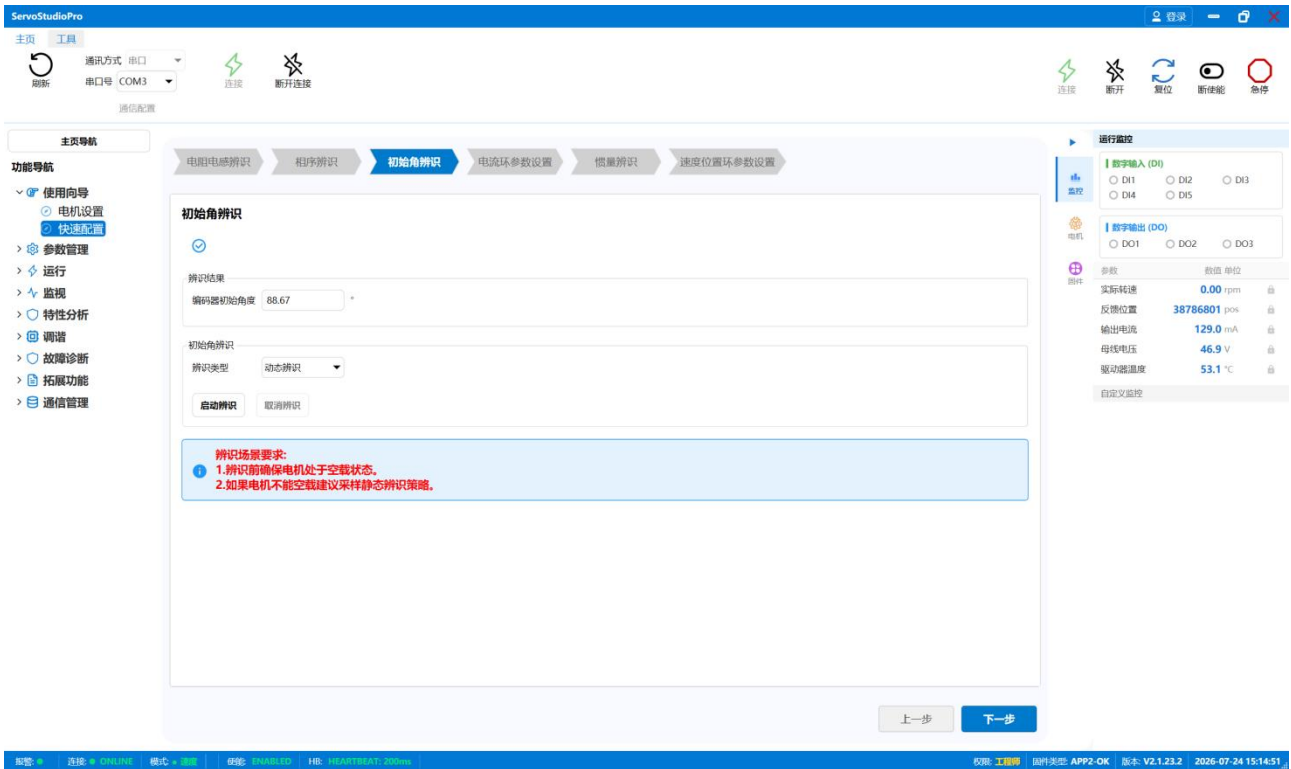
5. 电机相序辨识



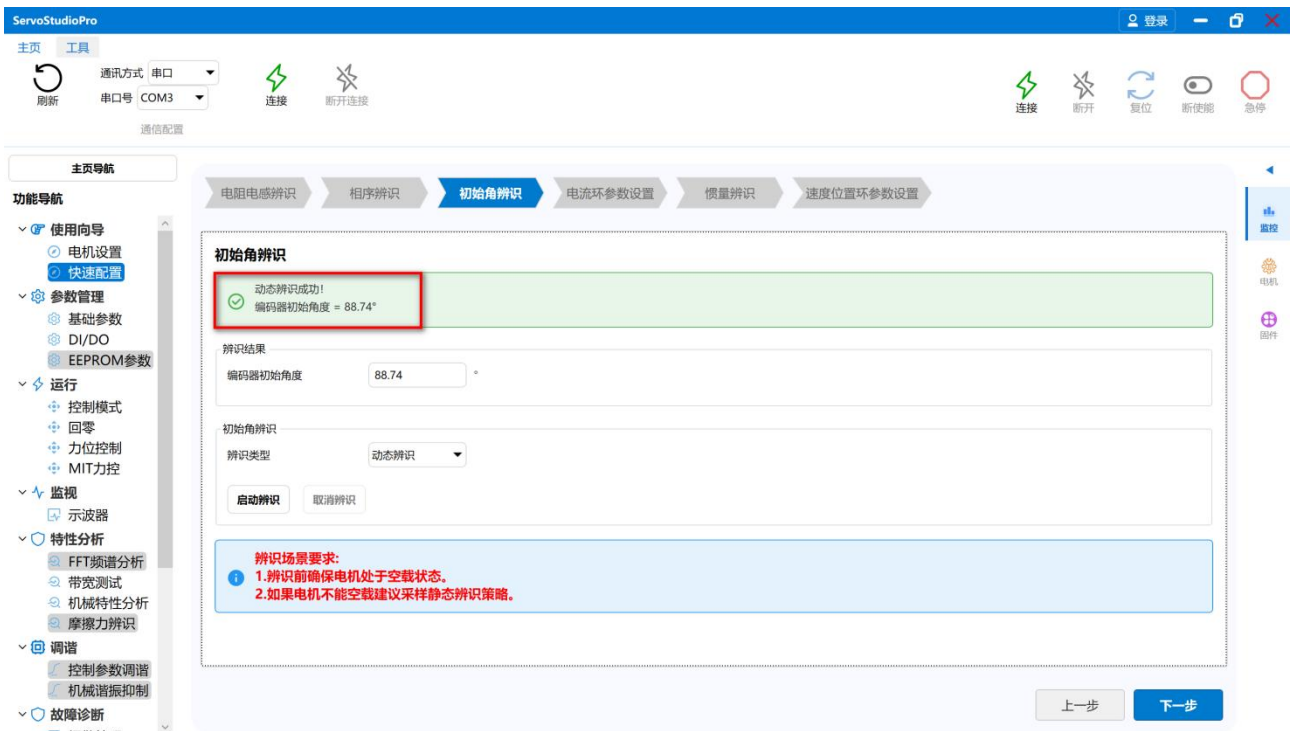
6. 初始角辨识，选择动态、静态辨识或微动法（根据实际场景选择）

辨识方式	转子动作	精度	首选场景	禁止场景
静态辨识	完全不动	一般	重载锁死、立式重负载、有干涉、夹具夹紧、重型机床	高精度同步、大功率直驱、偏心大负载
微动辨识	小幅来回微动（几度）	良好	轻载垂直轴、短行程模组、不能转圈但静态不准	完全卡死无活动余量、超大惯量重载
动态辨识	低速旋转 1 整圈	最高	空载轻载、高精度同步、直驱 / 大功率伺服、无干涉设备	带工件、锁死工装、垂直易坠轴、有机械限位干涉

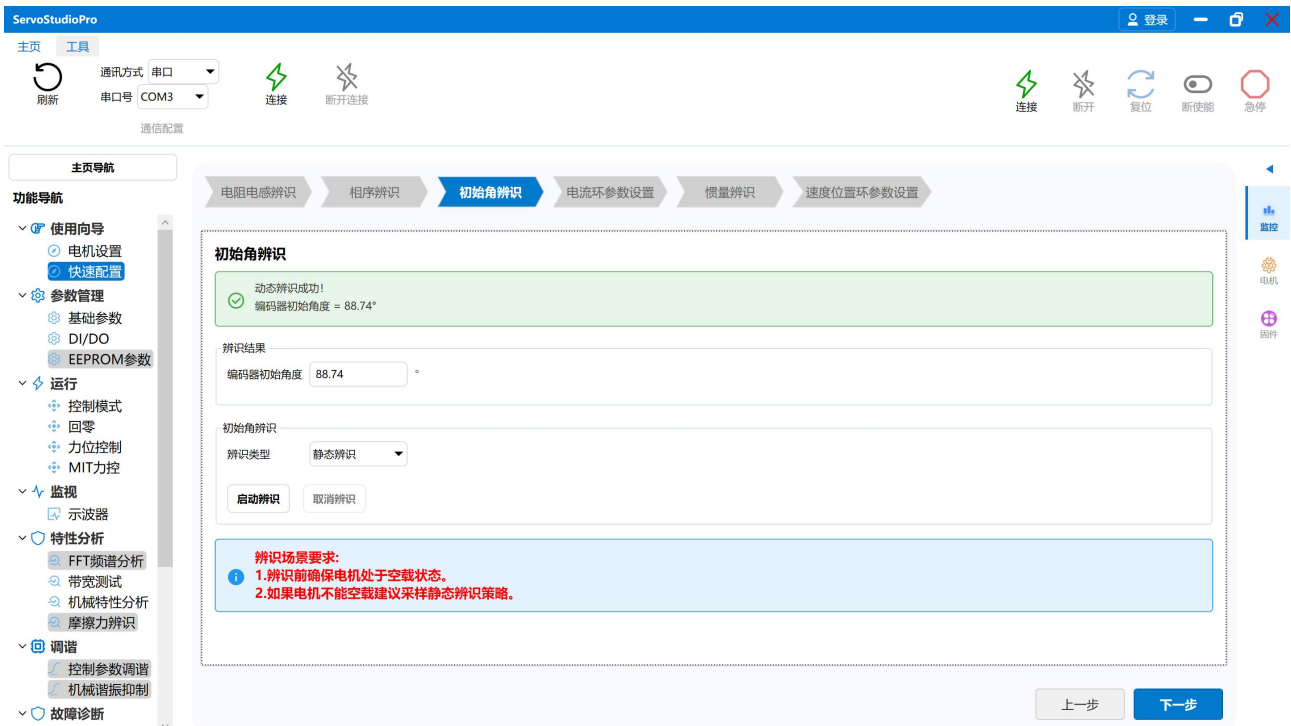
动态辨识界面如下：



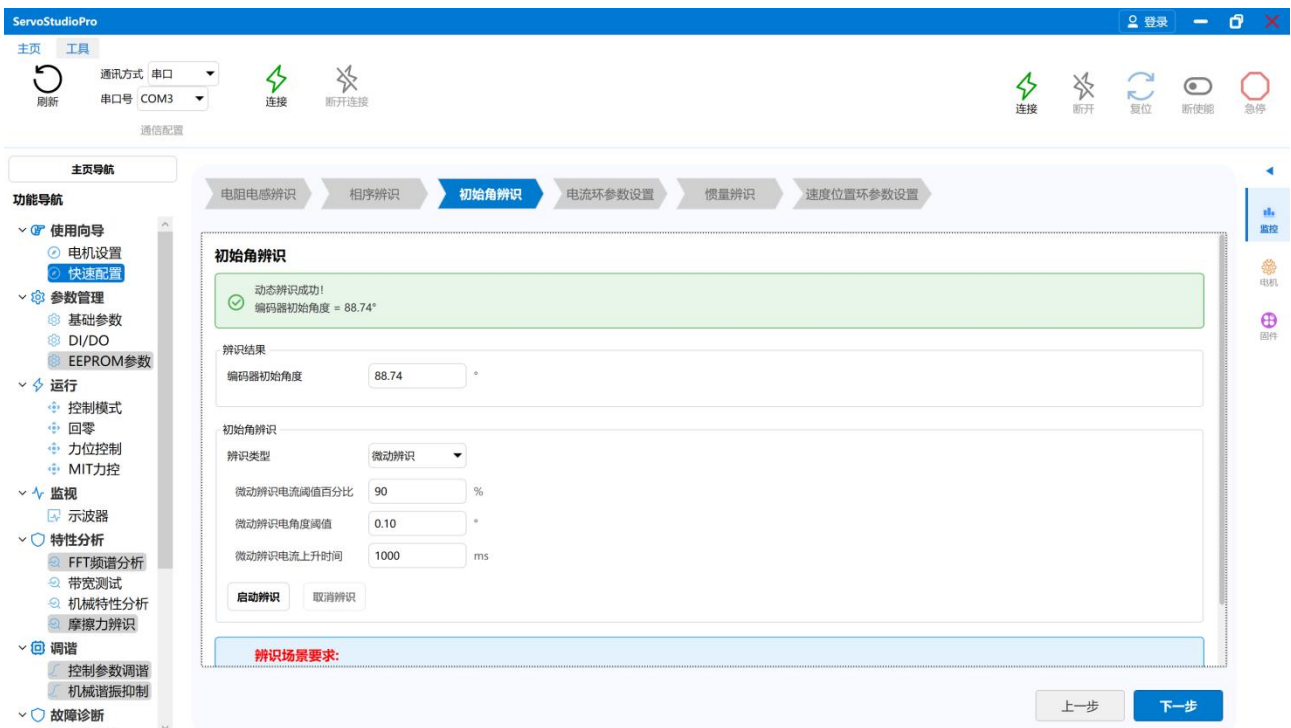
辨识通过会提示辨识成功和编码器初始角度：



静态辨识界面如下：



微动辨识界面如下：



ServoStudioPro

主頁 工具

刷新 通讯方式 串口 串口号 COM3 连接 断开连接

连接 断开 复位 断使能 急停

通信配置

主頁导航

功能导航

- 使用向导
 - 电机设置
 - 快速配置
- 参数管理
 - 基础参数
 - DI/DO
 - EEPROM参数
- 运行
 - 控制模式
 - 回零
 - 力位控制
 - MIT力控
- 监视
 - 示波器
- 特性分析
 - FFT频谱分析
 - 带宽测试
 - 机械特性分析
 - 摩擦力辨识
- 调谐
 - 控制参数调谐
 - 机械谐振抑制
- 故障诊断

电阻电感辨识 相序辨识 初始角辨识 电流环参数设置 惯量辨识 速度位置环参数设置

初始角辨识

动态辨识成功!
编码器初始角度 = 88.74°

辨识结果
编码器初始角度 88.74°

初始角辨识
辨识类型 静态辨识

启动辨识 取消辨识

辨识场景要求:
1. 辨识前确保电机处于空载状态。
2. 如果电机不能空载建议采用静态辨识策略。

上一步 下一步

7. 电流环参数设置

ServoStudioPro

主頁 工具

刷新 通讯方式 串口 串口号 COM3 连接 断开连接

连接 断开 复位 断使能 急停

通信配置

主頁导航

功能导航

- 使用向导
 - 电机设置
 - 快速配置
- 参数管理
 - 基础参数
 - DI/DO
 - EEPROM参数
- 运行
 - 控制模式
 - 回零
 - 力位控制
 - MIT力控
- 监视
 - 示波器
- 特性分析
 - FFT频谱分析
 - 带宽测试
 - 机械特性分析
 - 摩擦力辨识
- 调谐
 - 控制参数调谐
 - 机械谐振抑制
- 故障诊断

电阻电感辨识 相序辨识 初始角辨识 电流环参数设置 惯量辨识 速度位置环参数设置

电流环参数设置

电流环模式设置

电流环参数设置选择 自整定 应用模式

选择“自整定并应用”后，电流环 PI 参数由驱动器自动计算。若需微调，可通过调整期望带宽或电机电阻、电感实现。选择“手动设置并应用”后，可直接修改电流环 PI 参数。此时参数与期望带宽及电机参数无关。建议手动调整时以自整定结果为基础进行优化。

电流环期望带宽 期望带宽 1000 Hz 应用带宽

电流环PI参数

电流环 Iq 比例系数 Kpq 1.07 电流环 Iq 积分系数 Kiq 0.018

电流环 Id 比例系数 Kpd 0.75 电流环 Id 积分系数 Kid 0.025

参数操作

读取参数 写入参数

上一步 下一步

运行监视

数字输入 (DI)
DI1 DI2 DI3
DI4 DI5

数字输出 (DO)
DO1 DO2 DO3

电机

参数 数值 单位

实际转速 0.00 rpm

反馈位置 38786795 pos

输出电流 131.0 mA

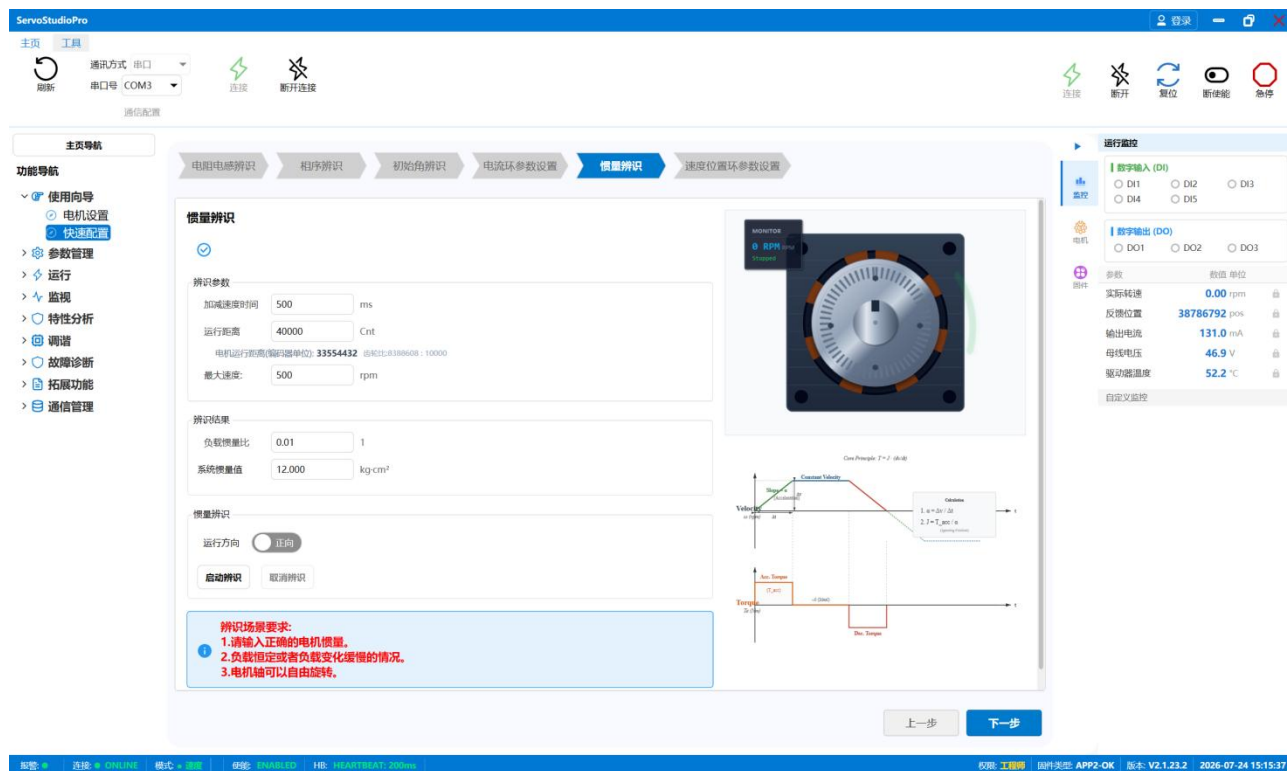
母线电压 46.8 V

驱动器温度 52.7 °C

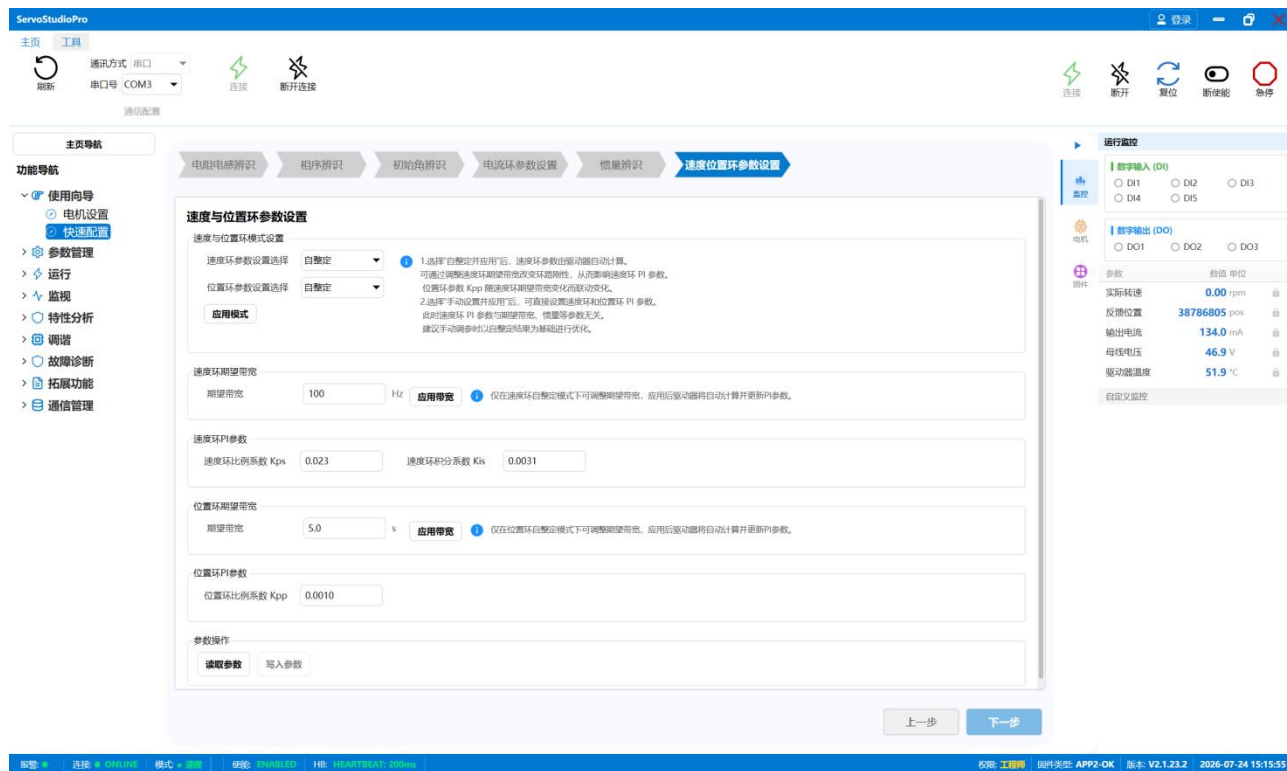
自定义监控

配置 连接 ONLINE 模式 功能 ENABLED HIB HEARTBEAT: 200ms 伺服 工业版 固件版本 APP2-OK 版本: V2.1.23.2 2026-07-24 15:15:09

8. 惯量辨识

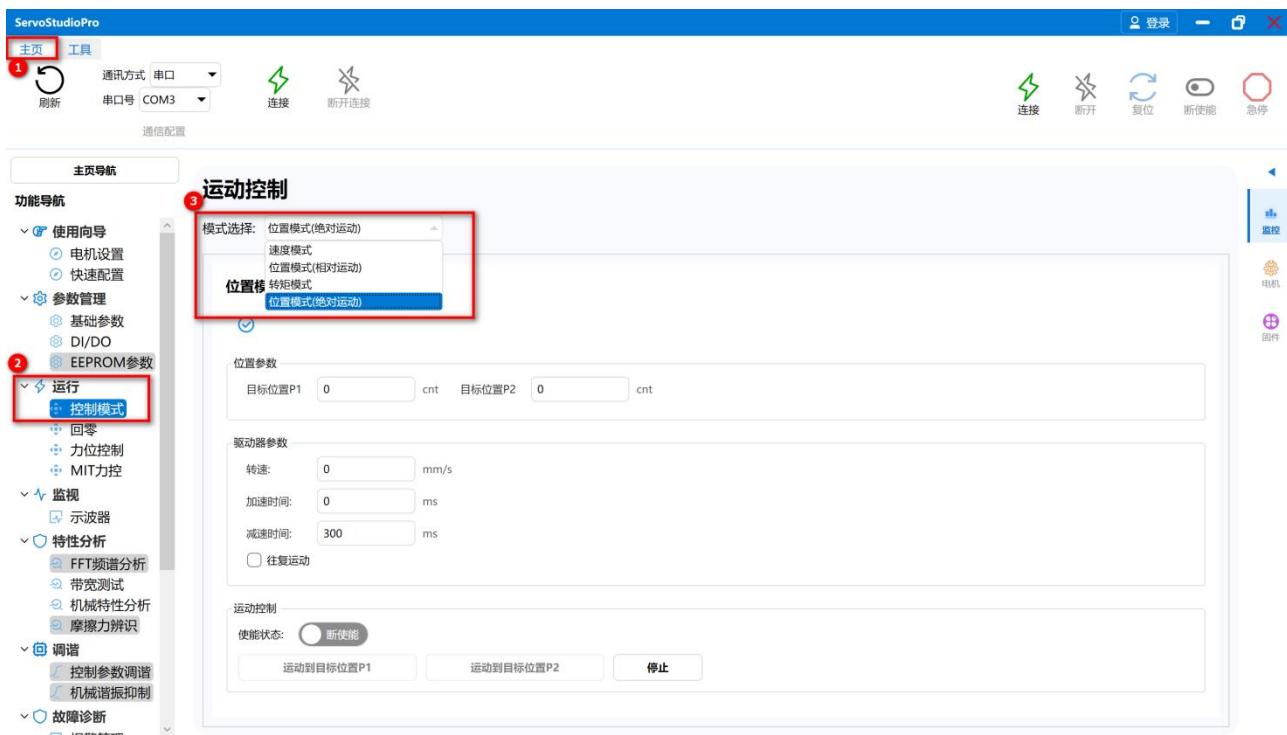


9. 速度位置环参数设置



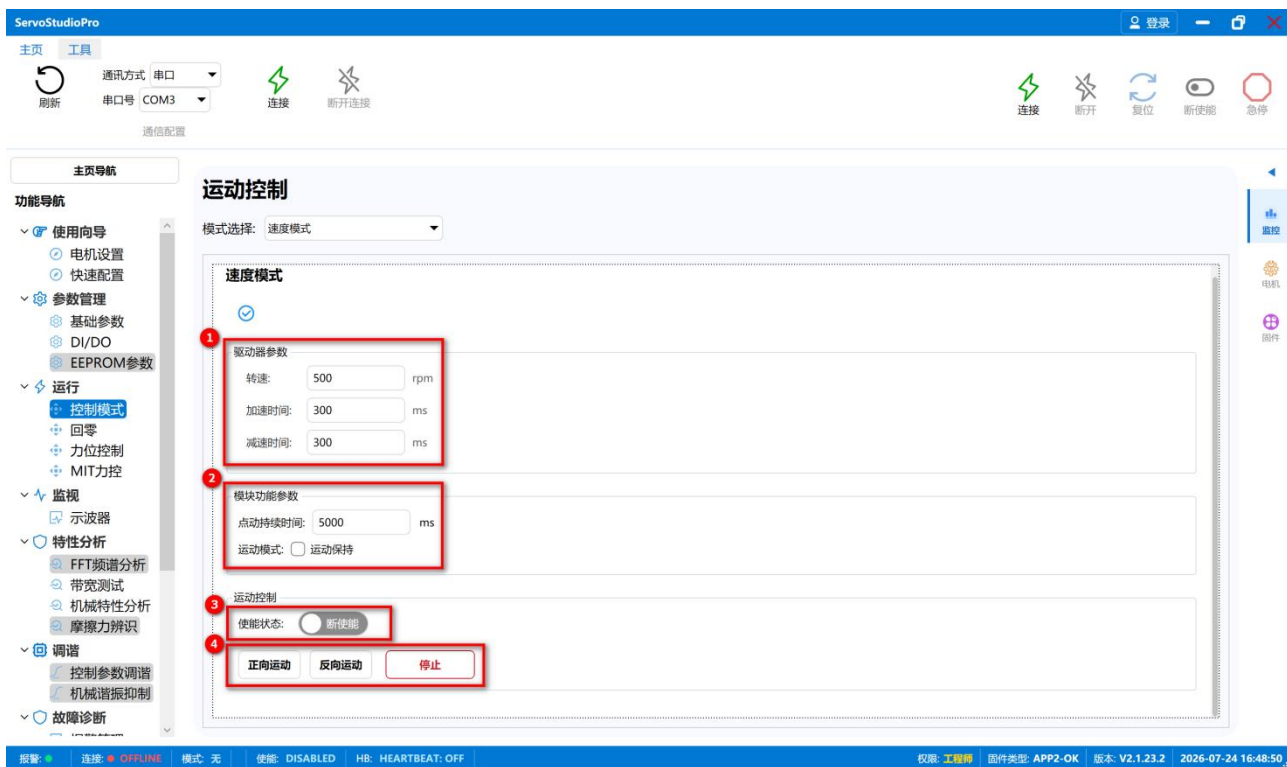
6.5. 试运行

电机参数配置完毕后，可选择不同的控制模式运行调试。



● 速度模式

界面如下：

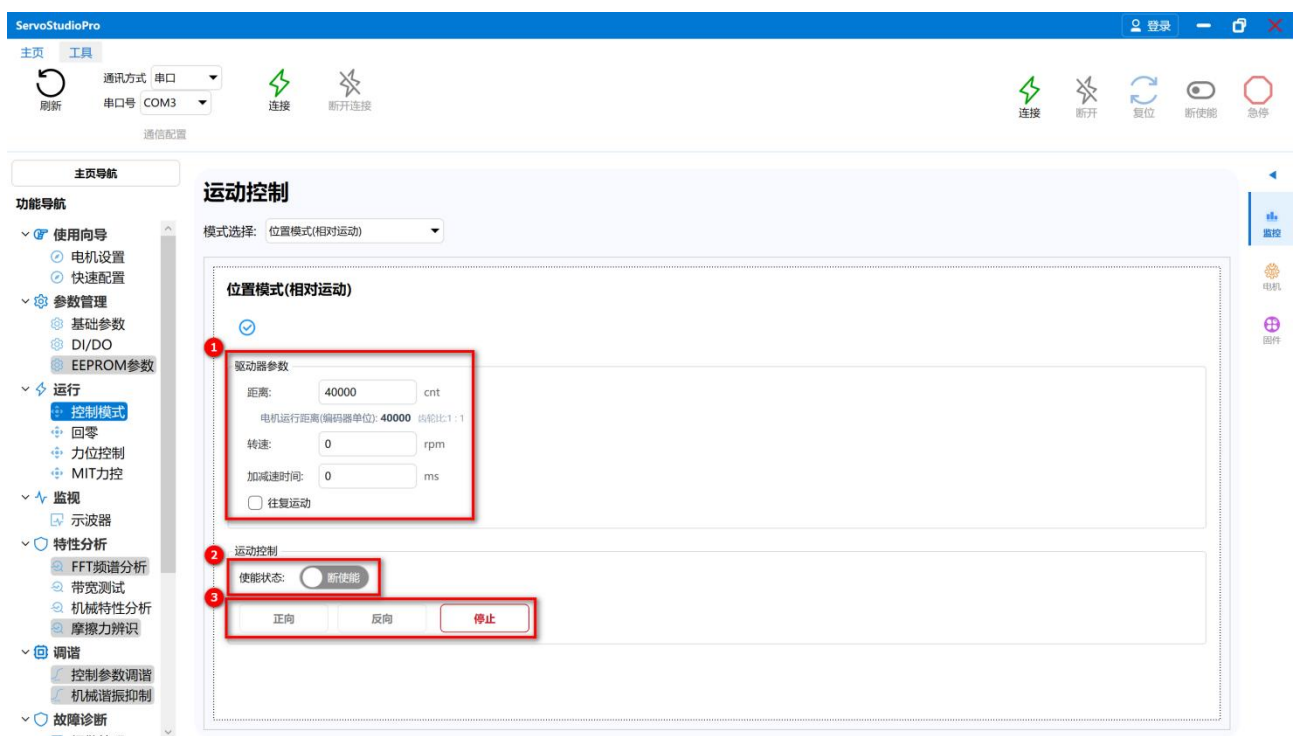


说明：

- ① ：设定电机转速、加减速时间
- ② ：设定鼠标点击可保持的运行时间，勾选【运动保持】后，点击运行，电机根据设定的保持时间持续运行
- ③ ：电机使能/不使能按钮
- ④ ：【正向运行】和【反向运行】按钮默认为按住生效，勾选【运动保持】后，根据设定时间持续生效

● 位置模式相对运行

界面如下：

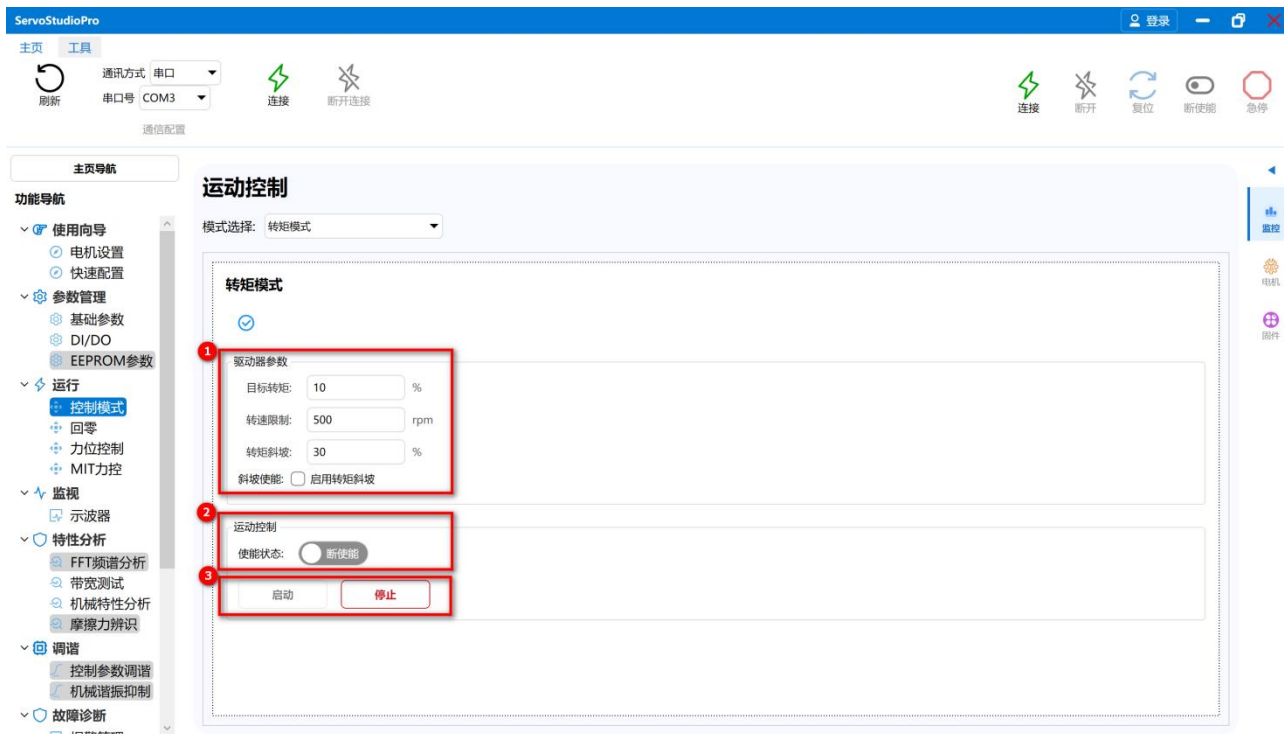


说明：

- ① ：设定电机运行行程、运行转矩和加减速时间。勾选【往复运行】电机将持续的运行（运行次数不限），点击【停止】可停止电机运行。
- ② ：电机使能/不使能按钮。
- ③ ：【正向】和【反向】用于设定电机运行方向。【停止】按钮控制电机运行停止。

● 转矩模式

界面如下：

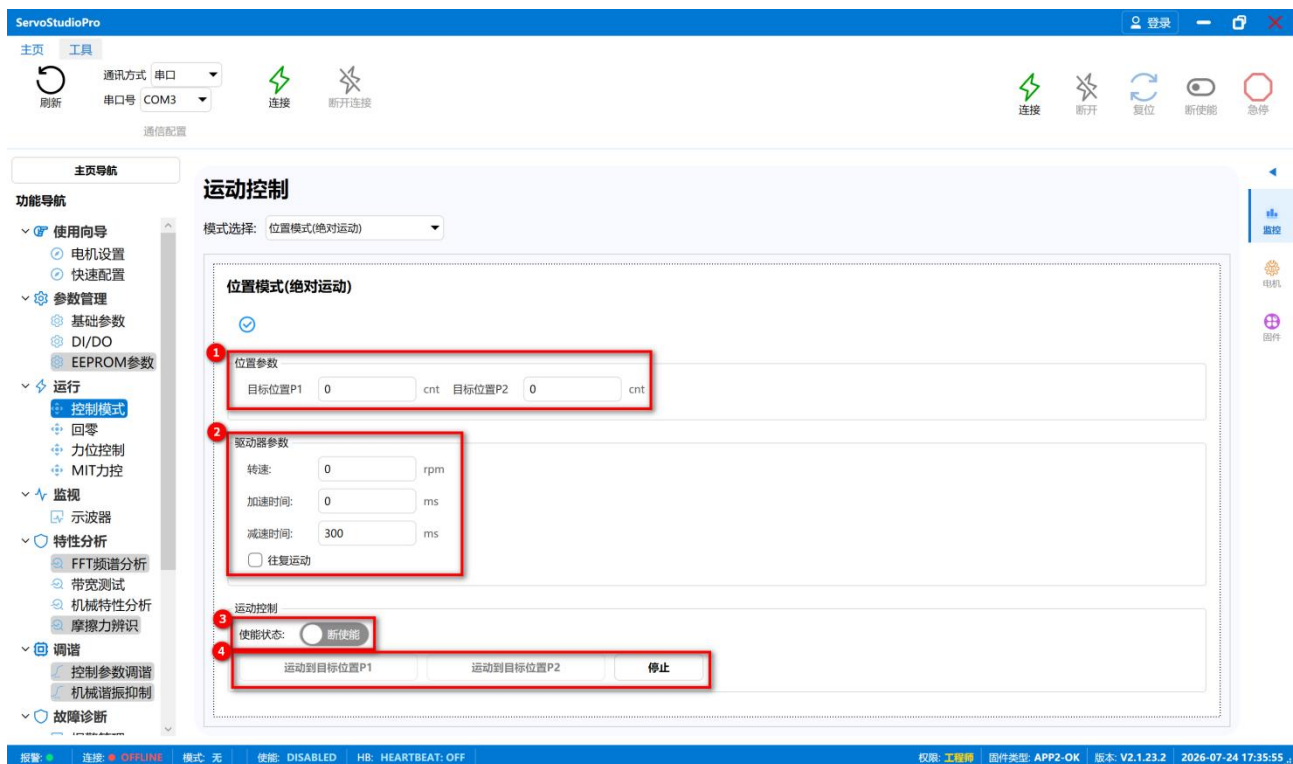


说明：

- ① ：设定电机运行的目标转矩、最大转速限制、转矩斜坡，转矩斜坡可选择启用或不启用。
- ② ：电机使能/不使能按钮。
- ③ ：【启动】控制电机运行，【停止】控制电机运行停止。

● 位置模式绝对运行

界面如下：



说明：

- ① ：设定电机往复运行的位置 1 和位置 2。
- ② ：设定电机运行转速、加减速时间。勾选【往复运行】后，电机将持续的运行（运行次数不限），点击【停止】可停止电机运行。
- ③ ：电机使能/不使能按钮。
- ④ ：不勾选【往复运行】时，可点击【运行到目标位置 P1】和【运行到目标位置 P2】设定电机的运行动作。点击【停止】控制电机运行停止。

6.6. 伺服停止

根据停机方式不同，可分为自由停机、零速停机、转矩停机和斜坡停机；根据停机状态，可分为自由运行状态、位置保持锁定状态。

停机方式比较

	自由停机	零速停机	转矩急停	斜坡停机
描述	伺服电机不通电，自由减速到0，减速时间受机械惯量、机械摩擦等影响。	从当前速度立刻以0速为目标速度运行停机。	伺服驱动器输出反向制动转矩停机。	位置/速度/转矩指令平滑减速到0停机。
应用	平滑减速，机械冲击小，但减速过程慢。	快速减速，存在机械冲击，但减速过程快。	快速减速，存在机械冲击，但减速过程快。	平滑减速，机械冲击小，减速度可控。

停机状态比较

	自由运行状态	位置锁定状态
描述	电机停止旋转后，电机不通电，电机轴可自由旋转。	电机停止旋转后，电机轴被锁定，不可自由旋转。

6.6.1. 故障停机方式

根据故障类型不同，伺服停机方式也不同。故障停机的控制逻辑通过参数地址 0x1806、0x1807 配置，参数可设定停机减速曲线、停机后电机锁止状态，适配不同设备工况安全要求。两类故障停机参数相互独立配置，仅对对应故障类型生效。

功能码 ID	功能码地址	描述	设定值	出厂值	单位
H18_06	0x1806	类型 1 故障停机方式	0	0	——
	备注	0: 自由停机，保持自由运行状态			

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H18_07	0x1807	类型 2 故障停机方式	0~3	1	——
	备注	0:自由停机，保持自由运行状态 1:6084h/609Ah(HM)斜坡停机，保持自由运行状态 2:6085h 斜坡停机，保持自由运行状态 3:急停转矩停机，保持自由运行状态			

6.6.2. 限位超程停机方式

- 超程：是指机械运动超出所设计的安全移动范围，并且超程开关信号有效。
- 超程停机：是指当机械的运动部分超出安全移动范围时，限位开关输出电平变化，伺服驱动器使伺服电机强制停止的安全功能。

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H18_08	0x1808	软/硬限位超程停机方式	0~7	5	——
	备注	0: 自由停机，保持自由运行状态 1: 零速停机，保持自由运行状态 2: 6085h 斜坡停机，保持自由运行状态 3: 转矩急停，保持自由运行状态 5: 零速停机，位置保持锁定状态 6: 6085h 斜坡停机，保持位置锁定状态 7: 转矩急停，保持位置锁定状态			

6.6.3. IO 急停停机方式

使用 DI 端子功能（IO 急停信号输入）停机。

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H18_18	0x1818	IO 急停停机方式	0~7	5	——
	备注	0: 自由停机，保持自由运行状态 1: 零速停机，保持自由运行状态 2: 6085h 斜坡停机，保持自由运行状态 3: 转矩急停，保持自由运行状态 5: 零速停机，位置保持锁定状态 6: 6085h 斜坡停机，保持位置锁定状态 7: 转矩急停，保持位置锁定状态			

6.6.4. 急停转矩设定

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H07_15	0x0715	急停转矩	0~4000	1000	0.1%
	备注	设定急停的转矩指令			

6.6.5. 斜坡减速度

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H18_17	0x1817	斜坡减速度	10~20000	1000	rpm/s
	备注	设定斜坡停机模式下的减速度			

7. 伺服调谐

7.1. 概述

上位控制器下发运动指令后，驱动器需驱动电机无滞后、高精度复现指令轨迹。通过增益参数优化，可缩小电机实际运动与指令曲线的偏差，充分释放机械设备的动态响应、定位精度等整机性能，该参数整定过程即为伺服增益调谐。

7.2. 调试流程图

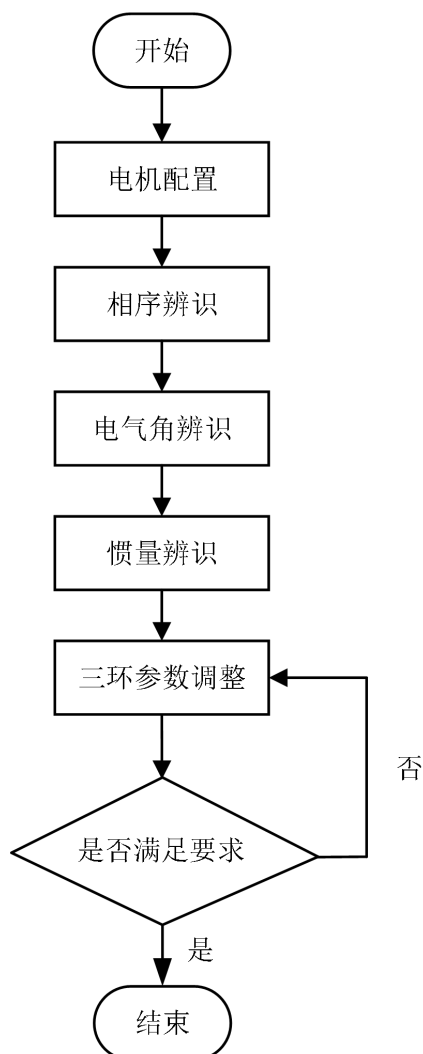


图 7-1 伺服调谐调试流程图

7.3. 初始角辨识

7.3.1. 概述

伺服驱动器内置换向校准（Commutation）功能，可自动辨识永磁同步电机（PMSM）电角度初始偏移量，解决无绝对位置编码器场景下 FOC 磁场定向控制的初始相位对齐问题，保障电机矢量控制平稳启动。

7.3.2. 微动辨识

微动辨识是面向无机械限位、无运动约束设备设计的低扰动初始电角度辨识方案。该模式采用极小行程检测逻辑，仅驱动电机产生微量位移，无需大幅机械动作，即可完成转子初始相位校准。

- 最小运动约束：整个辨识过程电机仅产生微米级的微小位移，最大机械运动幅度不超过 2° ，完全满足带负载、锁死场景的运动限制
- 快速执行：7 步迭代的典型执行时间仅为 3s，远快于动态辨识，满足快速上电启动的需求
- 高鲁棒性：对负载扰动不敏感，即使在带大负载的场景下，也能稳定完成辨识

适用场景

- 带大负载、机械结构锁死，无法允许电机转动的场景
- 上电快速启动，对辨识时间要求极高的场景
- 高精度设备，不允许辨识过程产生位置偏移的场景

7.3.3. 静态辨识

静态辨识为零位移初始电角度辨识方案。辨识过程持续向电机注入高频电压激励，通过采集高频电流响应解算转子初始相位，全程电机转轴保持静止，无机械位移。

- 零运动扰动：辨识期间电机无任何机械转动，转轴位置保持不变，不存在位移风险；
- 安全通用：无需预留运动行程，垂直轴、夹持工件、带抱闸等绝大多数工况均可使用；
- 稳定可靠：不受行程限制，是量产设备上电辨识的优选方案。

适用场景

- 垂直轴设备、工件夹持、带抱闸，严禁转轴产生位移的工况；
- 设备存在行程限位，不允许电机出现任何转动动作；
- 大批量自动化产线常规上电启动场景。

7.3.4. 动态辨识

动态辨识是行程受限设备之外的全行程初始电角度辨识方案。辨识阶段驱动器输出定向电压矢量，驱动电机定向低速旋转一小段角度，依托电流观测完成转子初始相位校准。

- 辨识成功率高：依靠实际转动观测磁极位置，在微动、静态辨识失效时作为备选方案；
- 适用范围有限：辨识过程电机存在明显定向转动，必须预留充足运动空间。

适用场景

- 电机水平安装、无工件夹持、无机械限位，转轴可自由旋转；
- 微动辨识、静态辨识多次辨识失败，且机械允许小幅旋转调试场景。

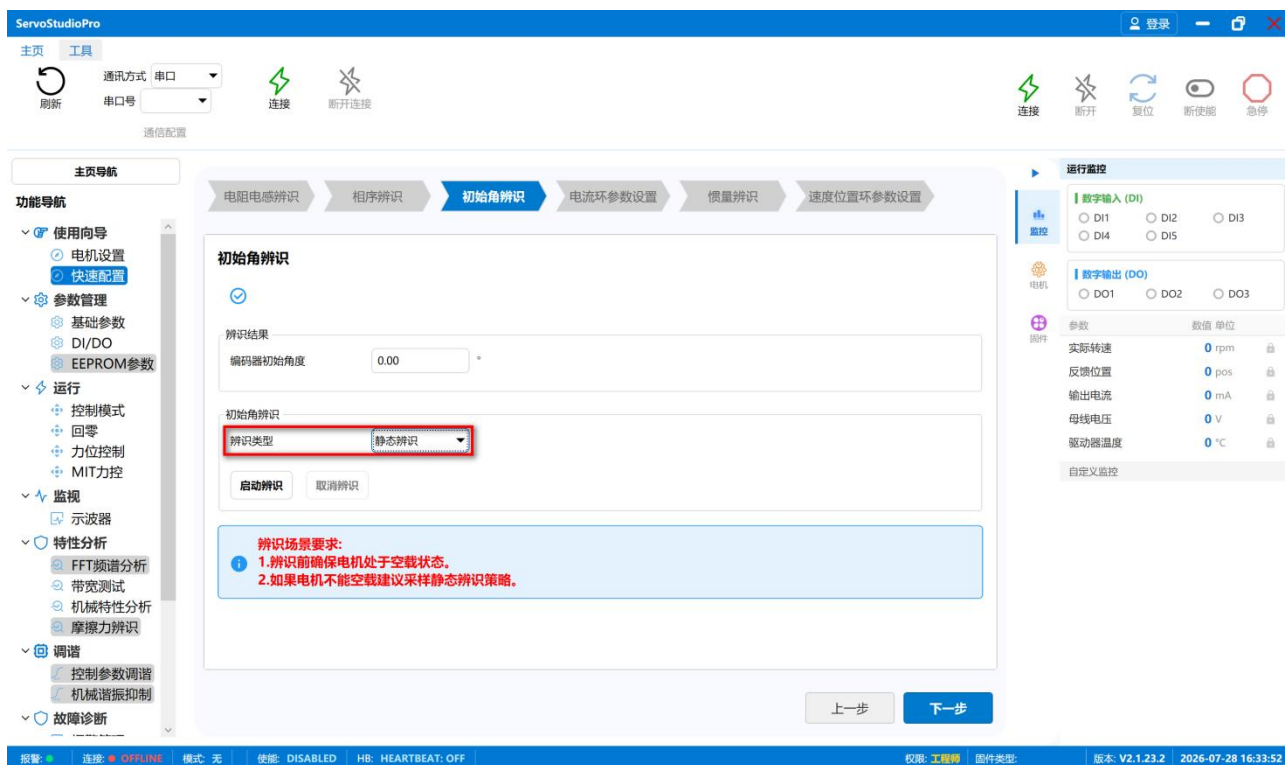
注意事项

垂直轴、带载工况、有限行程、夹持工件场景禁止使用，避免工件移位、机械碰撞、坠落风险。

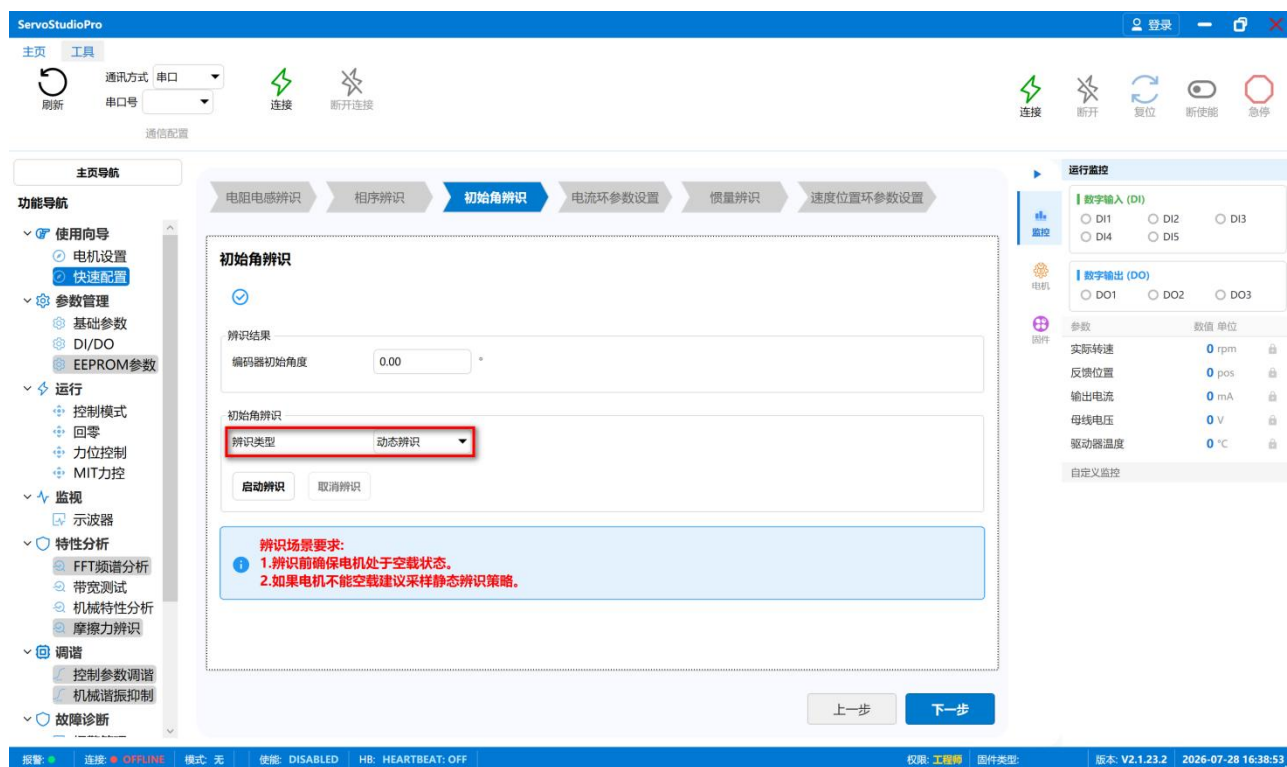
7.3.5. 使用方法

1. 使用 ServoStudioPro 调试软件，使用向导选择【快速配置】，点击【初始角辨识】，辨识类型可选【静态辨识】/【动态辨识】/【微动辨识】

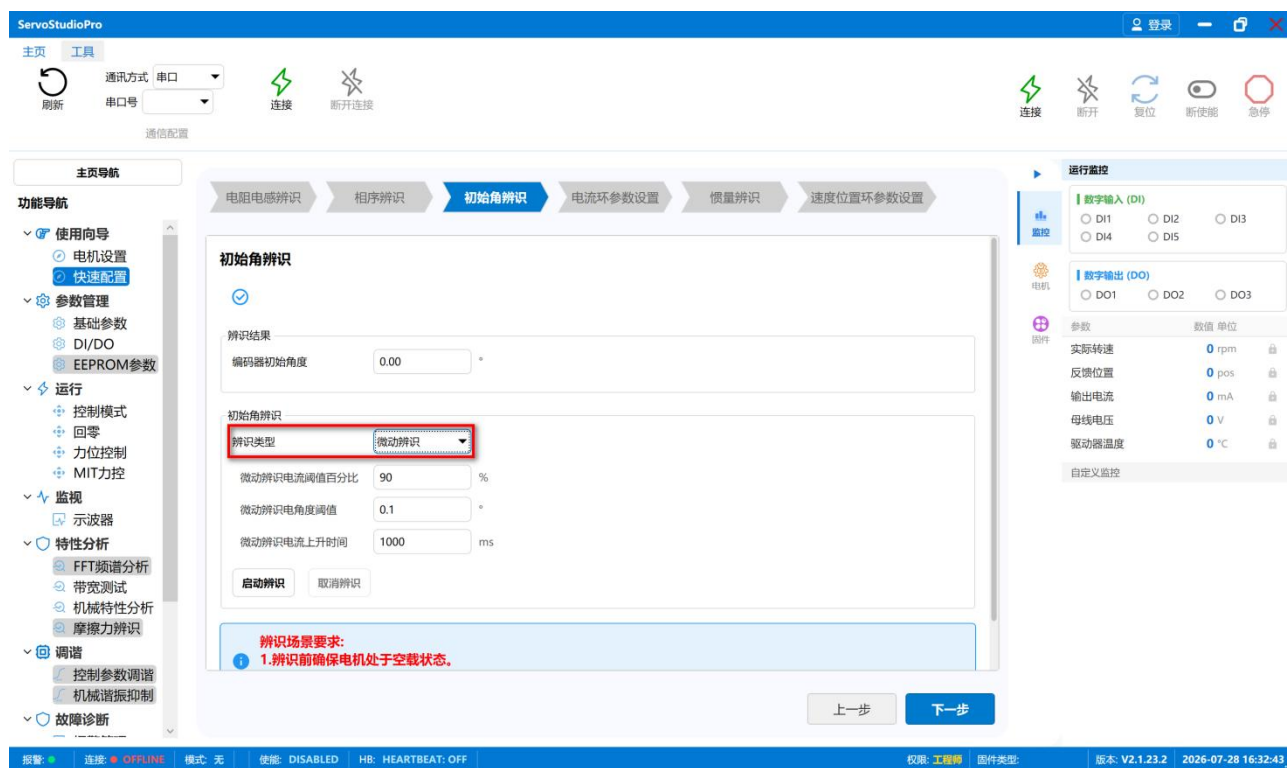
静态辨识：



动态辨识：



微动辨识：



● 推荐设定值

微动辨识电流阈值百分比：90%

微动辨识电角度阈值：0.2°

微动辨识电流上升时间：500ms

初始角辨识

辨识类型

微动辨识

微动辨识电流阈值百分比

90

%

微动辨识电角度阈值

0.2

°

微动辨识电流上升时间

500

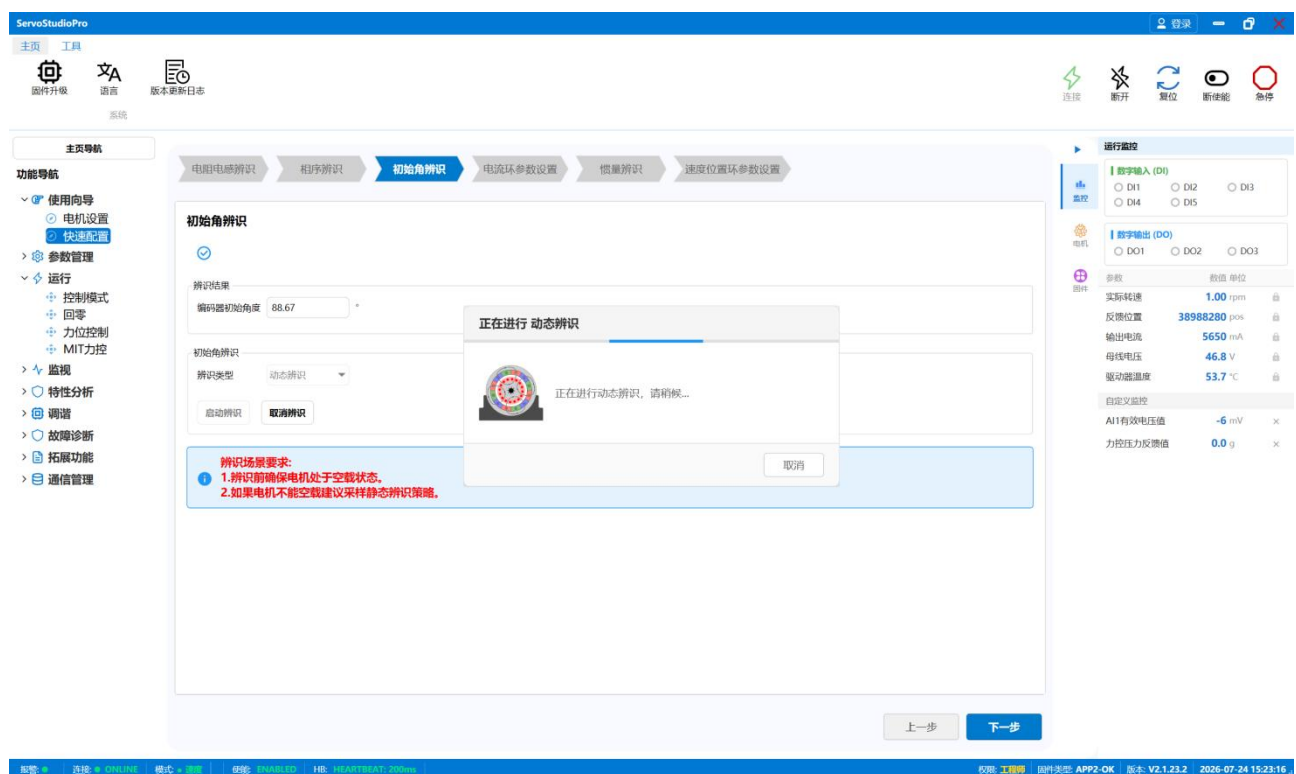
ms

启动辨识

取消辨识

2. 点击【启动辨识】，等待辨识结果

- 等待过程中，如有突发情况需要停止，可以取消辨识
- 辨识进行中，上位机会跳出提示窗口，直至结束



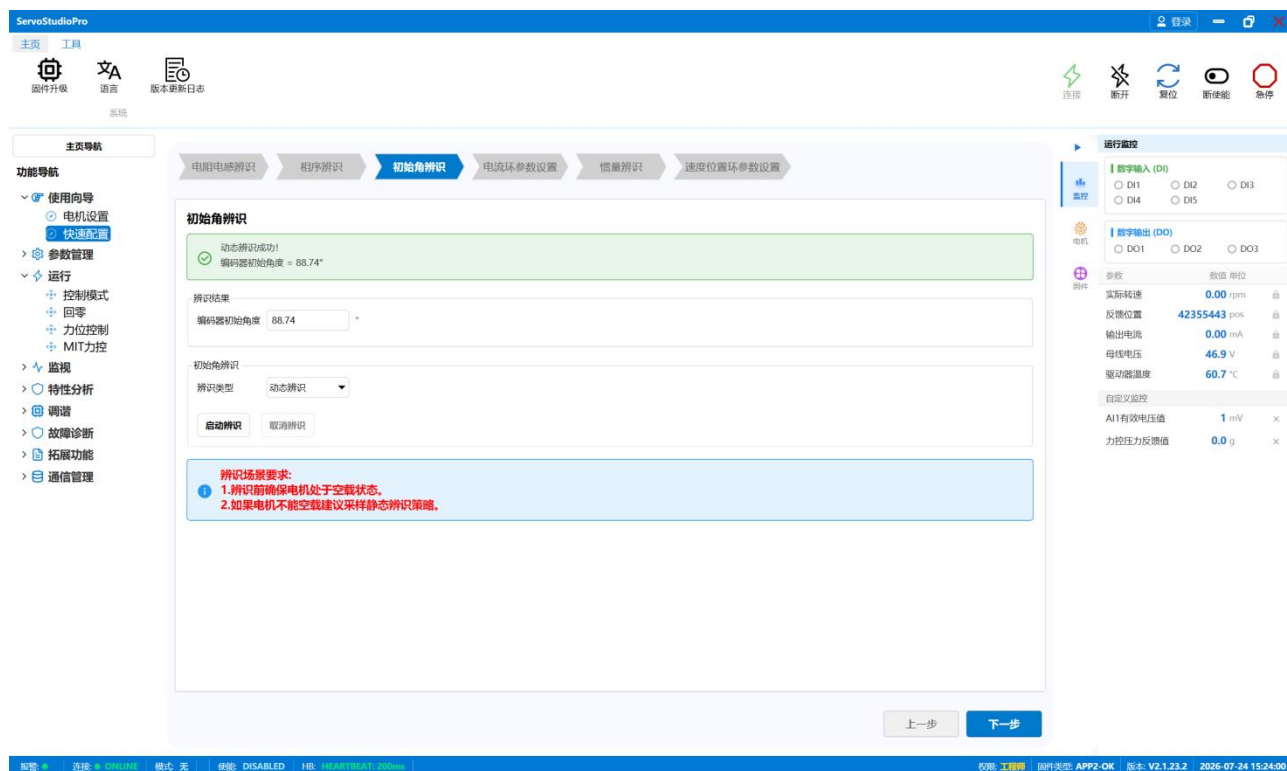
The screenshot shows the ServoStudioPro software interface. The main window displays the 'Initial Angle Identification' (初始角辨识) step in a sequence of steps. A modal dialog box titled '正在进行动态辨识' (Dynamic Identification in Progress) is shown, indicating that the process is ongoing. The dialog includes a progress bar and a '取消' (Cancel) button. Below the dialog, there are instructions for the identification process:

辨识场景要求:

1. 辨识前确保电机处于空载状态。
2. 如果电机不能空载建议采样静态辨识策略。

The right sidebar shows the '运行监控' (Run Monitoring) section, displaying various parameters such as actual speed (1.00 rpm), feedback position (38988280 pos), output current (5650 mA), bus voltage (46.8 V), and motor temperature (53.7 °C).

3. 辨识成功后会提示，且更新当前显示的初始角数值



可进行两至三次的辨识，确保辨识初始角无误。

7.4. 三环调试

7.4.1. 概述

伺服三环控制系统由内向外依次为电流环、速度环和位置环，采用级联嵌套结构，外环的输出作为内环的输入指令。

三环带宽关系（核心原则）：电流环带宽 > 速度环带宽 > 位置环带宽。如果破坏这个层次关系（如位置环增益设得太高），系统可能不稳定甚至振荡。

7.4.2. 控制框图

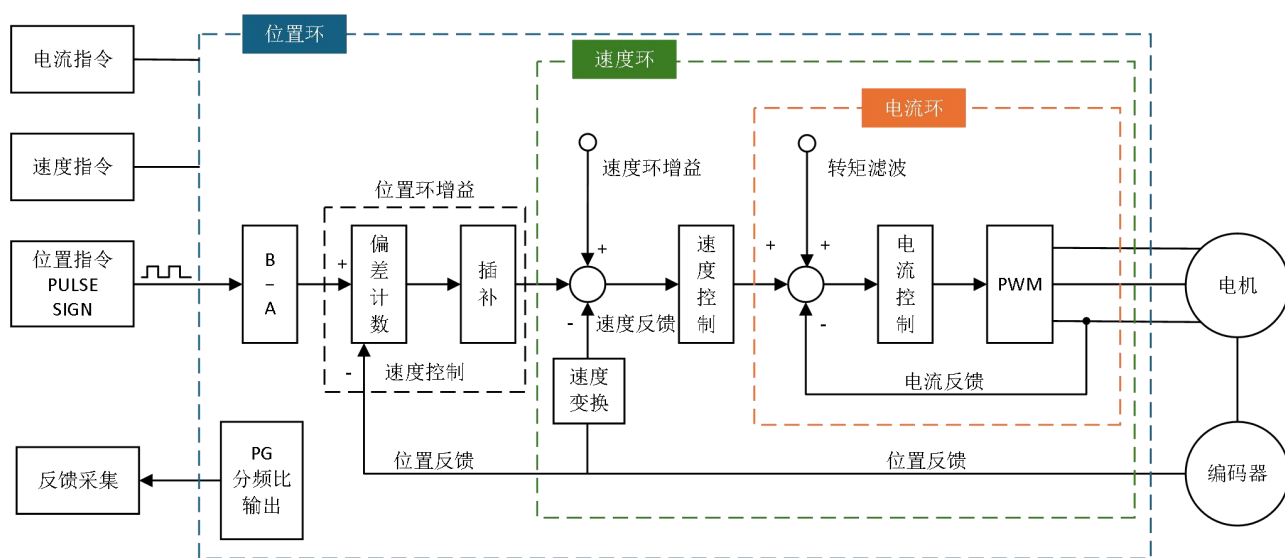


图 7-2 三环控制框图

7.4.3. 自整定调整方法

7.4.3.1. 电流环带宽调整策略

1. 使用 ServoStudioPro 调试软件，点击【快速配置】，选择【电流环参数设置】



2. 电流环参数设置选择【自整定】，点击【应用模块】



电流环参数设置

电流环模式设置

电流环参数设置选择 **自整定** **应用模式**

1. 选择“自整定并应用”后，电流环 PI 参数由驱动器自动计算。若需微调，可通过调整期望带宽或电机电阻、电感实现。选择“手动设置并应用”后，可直接修改电流环 PI 参数，此时参数与期望带宽及电机参数无关。建议手动调参时以自整定结果为基础进行优化。

电流环期望带宽

期望带宽 **1200** Hz **应用带宽**

2. 仅在自整定模式下可调整期望带宽，应用后驱动器将自动计算并更新 PI 参数。

3. 调整时，期望带宽在默认值的基础上逐次增加 10%左右，直至电机出现啸叫、震荡的情况，再回调 20%。以此增加电流环的响应性，达到良好的应用效果。

7.4.3.2. 速度环和位置环带宽调整策略

1. 使用 ServoStudioPro 调试软件，点击【快速配置】，选择【速度位置环参数设置】



ServoStudioPro

主页面 工具

刷新 通讯方式 串口 串口号 连接 断开连接

通信配置

主页面导航

功能导航

1. 使用向导

2. 快速配置

速度与位置环参数设置

速度与位置环模式设置

2. 速度环、位置环参数设置选择【自整定】，点击【应用模块】



速度与位置环参数设置

速度与位置环模式设置

速度环参数设置选择 **自整定** **应用模式**

1. 选择“自整定并应用”后，速度环参数由驱动器自动计算。可通过调整速度环期望带宽改变环路刚性，从而影响速度环 PI 参数。位置环参数 Kpp 随速度环期望带宽变化而联动变化。2. 选择“手动设置并应用”后，可直接设置速度环和位置环 PI 参数。此时速度环 PI 参数与期望带宽、惯量等参数无关。建议手动调参时以自整定结果为基础进行优化。

位置环参数设置选择 **自整定**

3. 调整时，期望带宽在默认值的基础上逐次增加 10%左右，直至电机出现啸叫、震荡的情况，再回调 20%。以此增加速度、位置环的响应性，达到良好的应用效果。通过示波器的数据以及实际效果确认。



速度环期望带宽

期望带宽 **200** Hz **应用带宽**

2. 仅在速度环自整定模式下可调整期望带宽，应用后驱动器将自动计算并更新 PI 参数。

速度环PI参数

速度环比例系数 Kps **0** 速度环积分系数 Kis **0**

位置环期望带宽

期望带宽 **200** s **应用带宽**

2. 仅在位置环自整定模式下可调整期望带宽，应用后驱动器将自动计算并更新 PI 参数。

7.4.4. 手动调整方法

7.4.4.1. 调试流程图

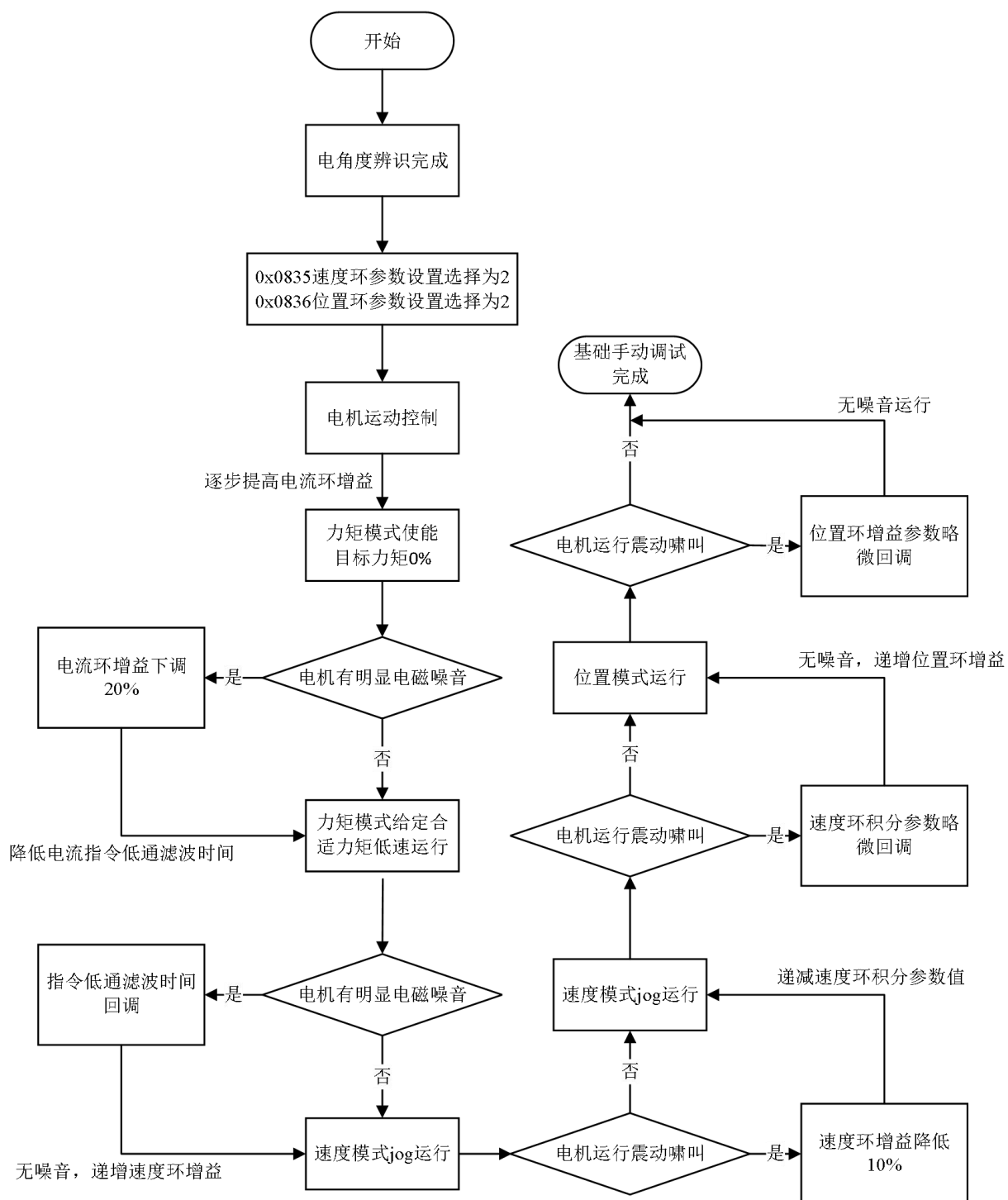


图 7-3 基础手动调试步骤流程图

7.4.4.2. 电流环参数

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H01_27	0x011B	电流环增益	0-65535	500	Hz
	备注	放大电流误差信号，提高电流环的响应速度，值越大，电流跟踪指令的速度越快，但过高会引发电流振荡。决定电流环能够跟随的、变化的电流指令最高频率。			

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H08_28	0x081C	电流指令低通滤波时间	0-6553.5	0.9	ms
	备注	消除高频噪声，抑制机械共振。滤波时间越长，对高频噪声的抑制能力越强，但会引入一定的信号延迟，降低电流环的响应速度。在满足系统平稳性、无振动噪音的前提下，尽可能将滤波时间设置得更小，以保留系统的动态响应能力。 确保转矩指令低通滤波器的截止频率大于速度环最高跟随频率的 4 倍。 $1000 / 2 * \pi * (0x081C \text{ 的值}) \geq (0x0800 \text{ 的值}) * 4$			

● 增益调试规律

增益越高，电流指令滤波时间越低，电流响应越快，电流噪音越大。

电流环带宽参数默认值 800Hz，最大调节参考参数值为 4000Hz，随着带宽参数增加电流响应性越好，但是增益太高可能导致电磁噪音。

● 调整方法

进入力矩模式，输入合适目标力矩%，低速运行电机无明显电流噪音即可

转矩模式上位机调试界面：



7.4.4.3. 速度环参数

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H08_00	0x0800	速度环增益	0-20000	25	Hz
	备注	决定速度环能够跟随的、变化的速度指令最高频率。放大速度误差信号，提高速度环的响应速度，增强系统抗负载扰动的能力，值越大，系统的“刚度”越强，负载变化时掉速越小。			

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H08_01	0x0801	速度环积分	0-51200	3	ms
	备注	消除速度环的稳态误差，保证匀速运动时的转速稳定性，避免低速爬行、负载变化时的静态转速偏差。			

● 增益调试规律

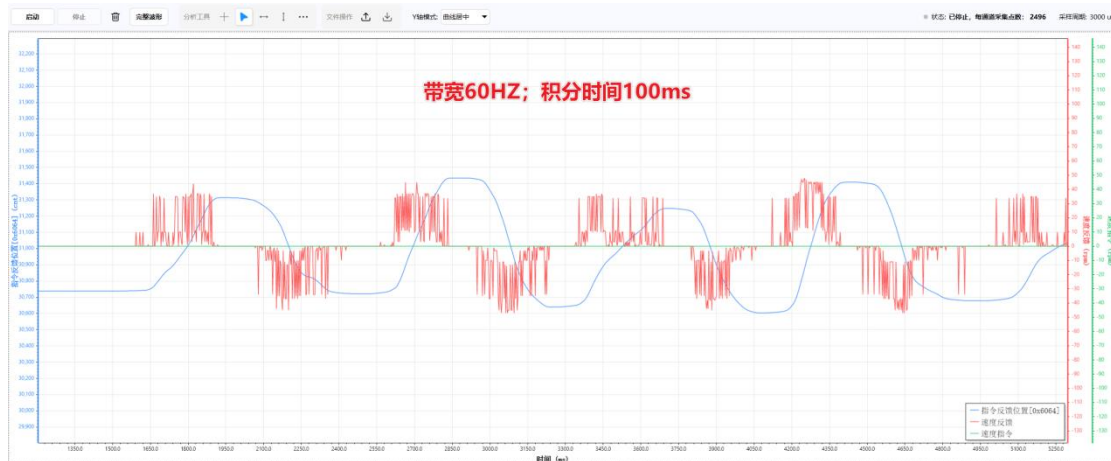
速度环增益参数，单位 Hz，速度积分参数，单位 ms，带宽越高和积分时间越低则对速度控制响应越快，但过大的增益可能导致高频噪声，速度波动和位置波动增大。

● 调整方法

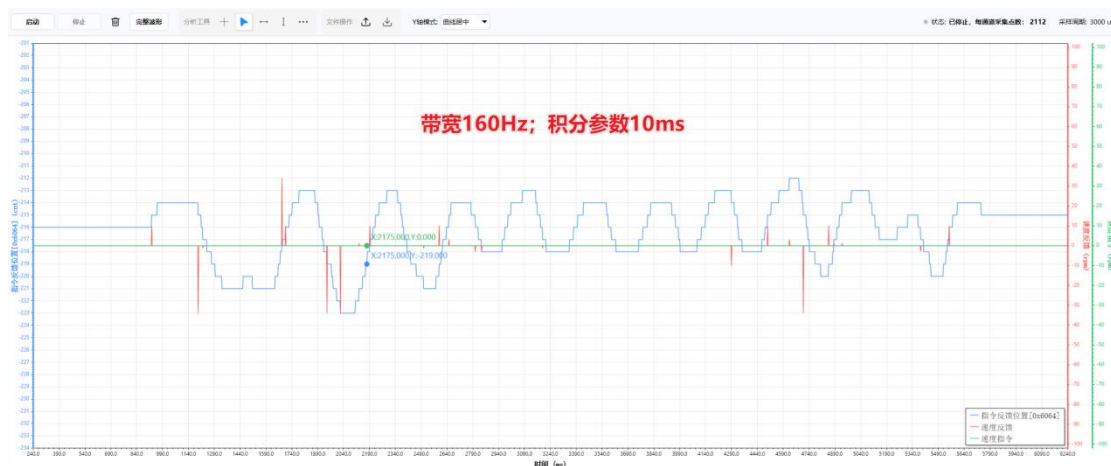
在不发生噪声、振动的范围内，增大速度环增益，可加快定位时间，带来更好的速度稳定性和跟随性。发

生噪音，则减小此参数。减小速度环积分设定值可加强积分作用，加快定位时间，但设定值过小容易引起机械振动。设定值过大将导致速度环偏差无法归零。

以下为相同外部负载力矩扰动下速度带宽对刚性的影响对比：



速度环带宽越小，相当于速度测量滤波截止频率越小，滤波系数越大，速度控制响应越慢，控制刚性越低



速度环带宽越高，系统抗扰动能力越强，刚性越高，太高容易高频振动

7.4.4.4. 位置环参数

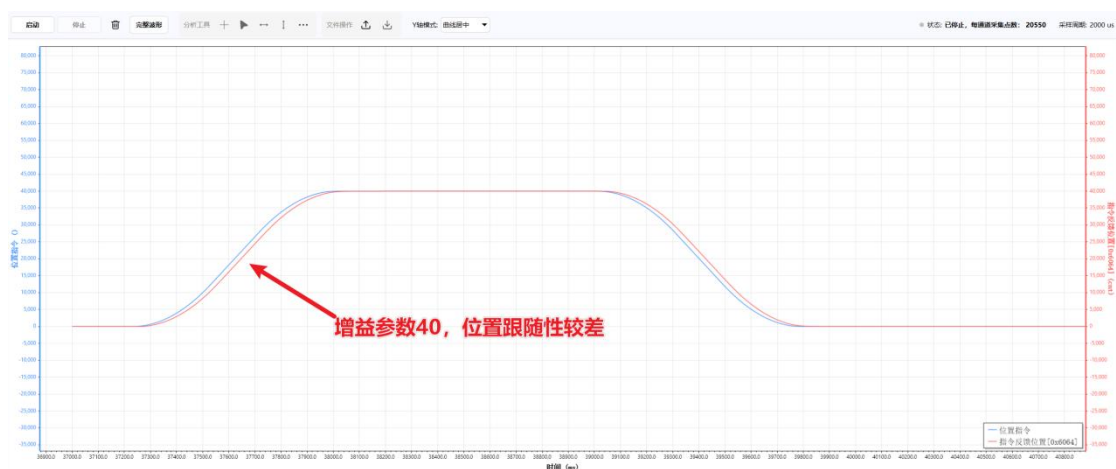
功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H08_02	0x0802	位置环增益	0-20000	2	Hz
	备注	决定位置环能够跟随的、变化的位置指令最高频率。放大位置误差信号，将位置偏差转化为速度指令，决定了位置环的响应速度与定位刚度，值越大，定位响应越快，系统的抗扰动能力越强，但过高会引发定位振荡。			

● 增益调试规律

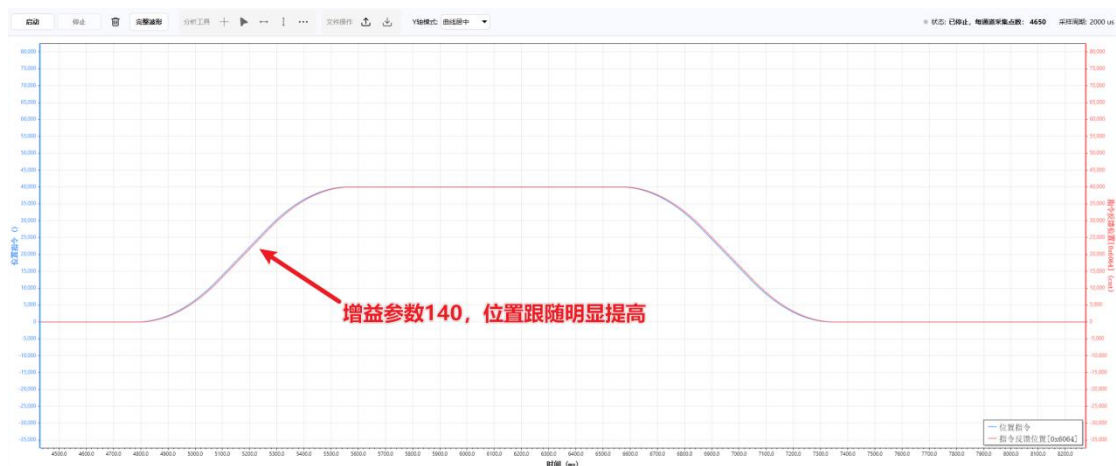
位置环增益参数，单位 Hz，越高则控制刚性越高，位置动态跟随性能越好，到位整定时间越小，过高增益可能导致高频振动和啸叫。

● 调整方法

为保证系统稳定，应保证速度环最高跟随频率是位置环最高跟随频率的 3~5 倍。根据定位时间进行调整。增大此参数，可加快定位时间，并提高电机静止时抵抗外界扰动的能力。设定值过高可能导致系统不稳定，发生振荡。



位置环增益 40



位置环增益 140

7.4.4.5. 速度前馈参数

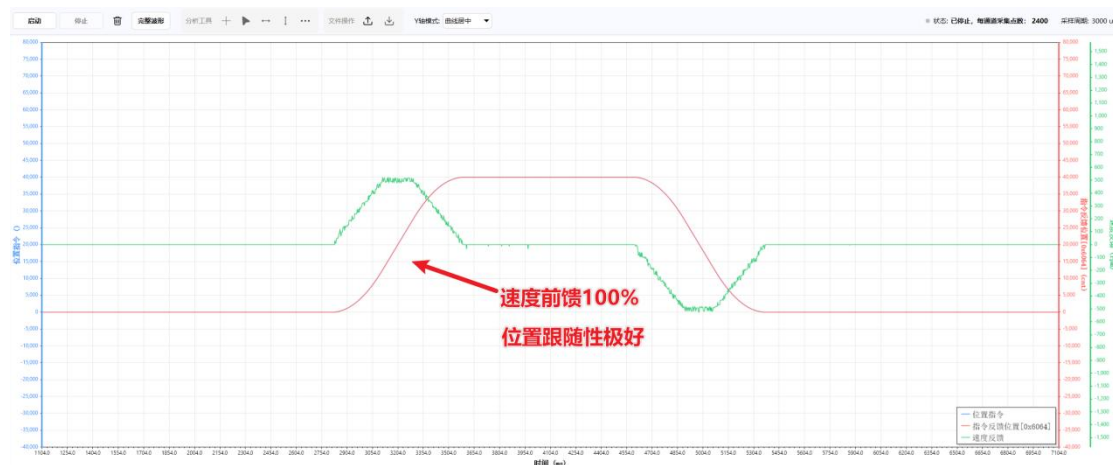
调节范围 0~200%，默认不开启，H08_17 开启/关闭速度前馈，H08_31 设置前馈百分比

功能码 ID	功能码地址	描述	设定值	出厂值	单位
H08_17	0x0811	速度前馈控制选择	0-2	0	——
	备注	0-无速度前馈 1-内部速度前馈 2-60B1 作为速度前馈			

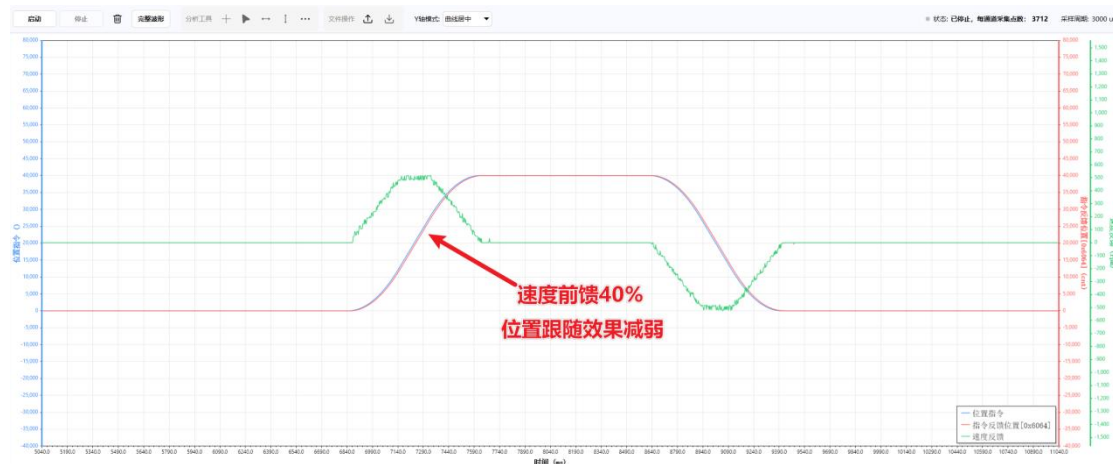
功能码 ID	功能码地址	描述	设定值	出厂值	单位
H08_30	0x081E	速度前馈低通滤波时间	0-655.35	0.00	ms
	备注	参数值增大，可抑制前馈信号中的高频噪声，同时使前馈信号在加速度突变时更加平滑。			

功能码 ID	功能码地址	描述	设定值	出厂值	单位
H08_31	0x081F	速度前馈比例	0-200	90	%
	备注	设置为非 0 值，使能速度前馈功能；参数值增大，可提高响应，减小跟随误差，但可能产生过冲；参数值减小，可抑制过冲，但响应变慢，跟随误差变大。			

不同速度前馈对位置的影响：



速度前馈 100%



速度前馈 40%

7.4.5. 速度观测器

主要针对负载特性变化小，惯量稳定不频繁变化的场合，对快速定位有较大帮助。可提高响应到更高范围，高频能自动滤除，从而在提高增益情况下缩短定位时间但高频振动不容易出现。

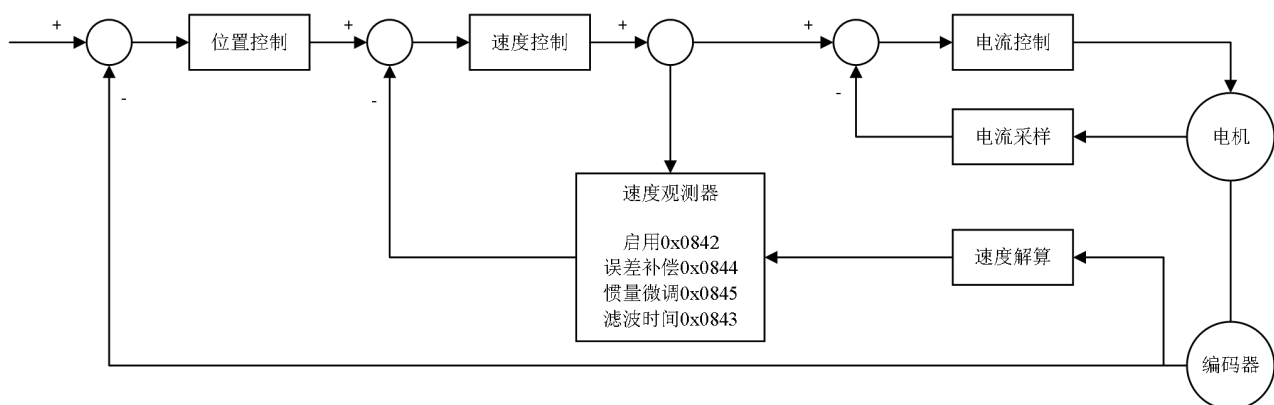


图 7-4 速度观测器控制框图

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H08_66	0x0842	速度观测器使能	0-2	0	——
	备注	0: 不使能 1: 仅用作速度观测 2: 速度观测并补偿 基于系统模型和多种信息主动预测和估算真实速度			

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H08_67	0x0843	速度观测器滤波时间常数	100-65535	500	μs
	备注	设置速度观测器滤波时间常数			

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H08_68	0x0844	速度观测器增益	0.1-1000	100.0	Hz
	备注	设置速度观测器增益			

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H08_69	0x0845	速度观测器惯量微调系数	0.1-1000	100.0	Hz
	备注	当惯量设置值接近真实机械惯量时无需修改，作用惯量=0x0845 的值*设置惯量比			

速度观测器的使用流程图如下。

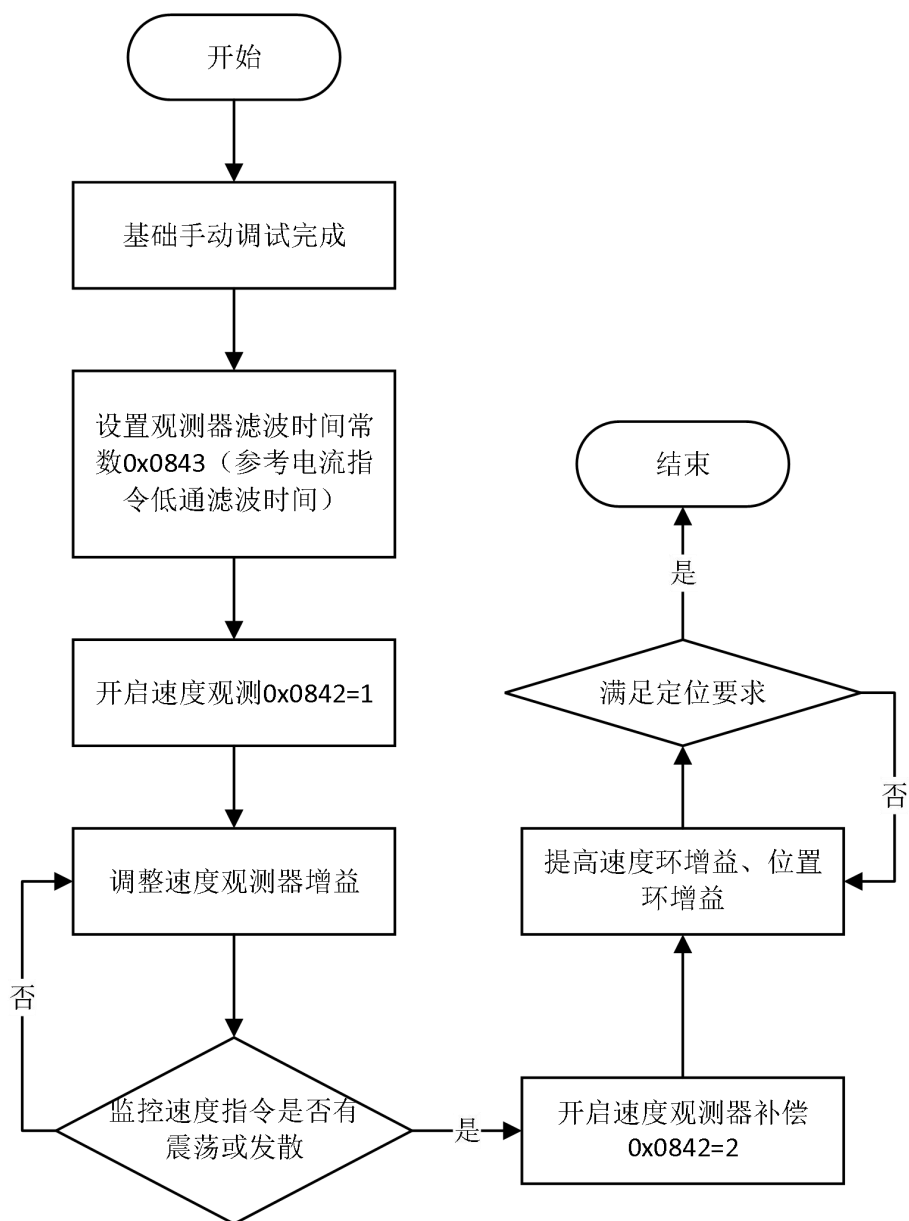


图 7-5 速度观测器应用流程图

注意：为确保系统稳定运行，在使用速度观测器前，请准确设置惯量比或执行完整的惯量辨识。若惯量比设置不当，将引发电机振动。

7.4.6. 机械特性分析

本章给出机械特性分析功能的完整使用说明，包括功能概述、操作步骤、参数配置等。通过驱动器内部生成 Chirp 线性扫频正弦激励信号，用户可对伺服系统进行频率响应测试、谐振点识别、伯德图分析及陷波器参数整定。

7.4.6.1. 概述

机械特性分析，又称频响扫频、系统辨识（Plant Analysis），是伺服驱动器配套上位机软件的核心诊断调试工具，本质是线性系统频率响应测试。通过驱动器内部生成 Chirp 线性扫频正弦激励信号，注入到电流环/速度环/位置环，同步采集指令输入与电机实际反馈（速度、位置、转矩、q 轴电流），经 FFT 计算系统幅频、相频特性，输出伯德图（Bode），完整还原由电机 + 联轴器 + 减速器 + 负载构成的系统机械动力学模型。

陷波器，本质为窄带带阻滤波器，只衰减某一段中心频率的增益，几乎不影响高低频响应，专门用来压制单一/多级机械共振，特点是相比一阶低通不会大幅牺牲系统带宽。

两者相互配合使用：当机械传动（丝杠、联轴器、减速机、皮带）存在弹性共振时，先通过机械特性分析功能扫频，在伯德图上得到尖峰谐振点的具体信息；再由陷波器抑制这些谐振点，使得整个系统可以设置更高的伺服带宽参数，从而提升系统性能。

7.4.6.2. 功能特性

机械特性分析功能包含以下主要特性：

- 支持开环/闭环 Chirp 扫频（一般使用开环即可，闭环会引入 PID，带宽过大时辨识可能振动）；
- 扫频对象可选：速度扫频（默认，H0E_02=0）/陷波器扫频（H0E_02=84，用于评估陷波效果）；
- 同步采集速度、位置、转矩、q 轴电流反馈，FFT 输出幅频/相频伯德图；
- 内置 4 个独立陷波器，可在线使能与参数写入（H0E_07=1）；
- 扫频给定电流按电机额定电流百分比设定（H0E_20，默认 50%）；

7.4.6.3. 操作流程

使用西恩上位机调试软件进行机械特性分析的操作流程图如下。

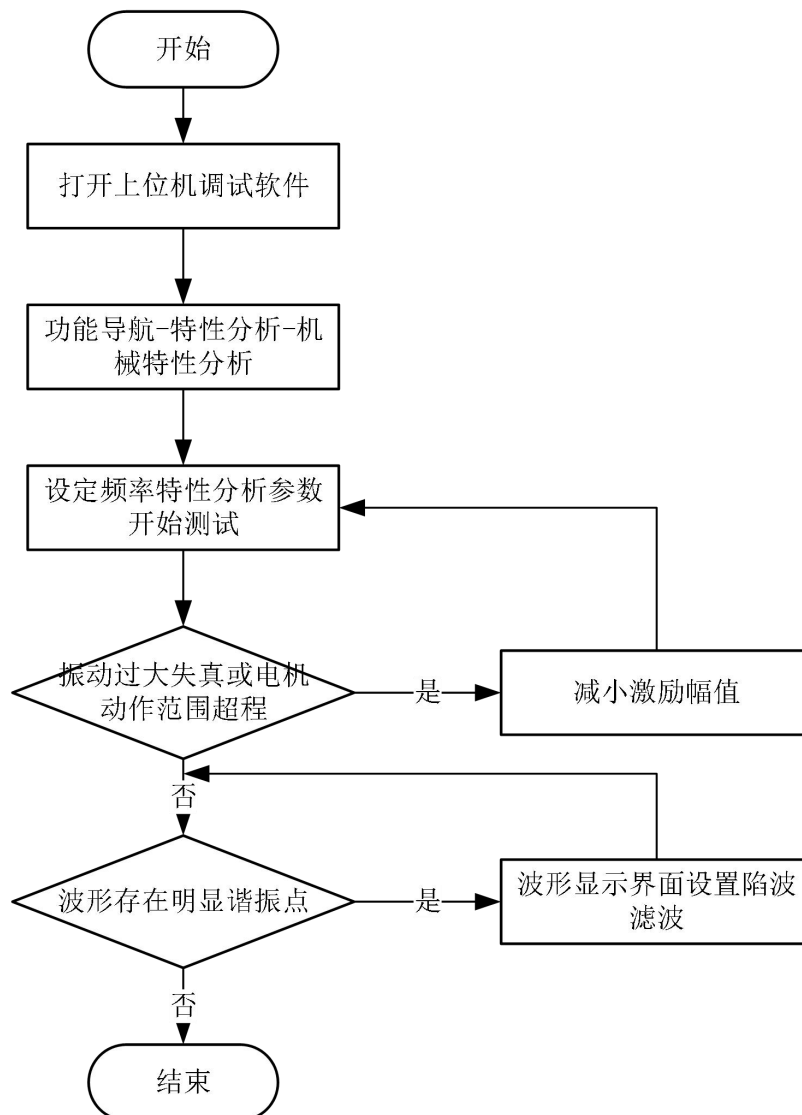


图 7-6 机械特性分析操作流程

7.4.6.4. 上位机界面

进入路径：【功能导航】→【特性分析】→【机械特性分析】（若无法打开，请确认上位机版本，且下位机固件版本需在 113 版本及以上）。界面主要分为三部分：

- 顶部功能按键：
 - 【测试模式】：开环/闭环扫频，闭环会引入 PID，带宽过大时辨识可能振动，一般选开环
 - 【启动】：开启扫频
 - 【停止】：停止扫频，亦可作为失速/振动时的急停
 - 【清空】：清除当前伯德图
 - 【导入】【导出】：伯德图导入导出
- 中部主界面：伯德图显示区；

● 右部：陷波器参数配置区

4 个陷波器可任意使用，使能后填写参数并点击【写入】即可完成在线更新

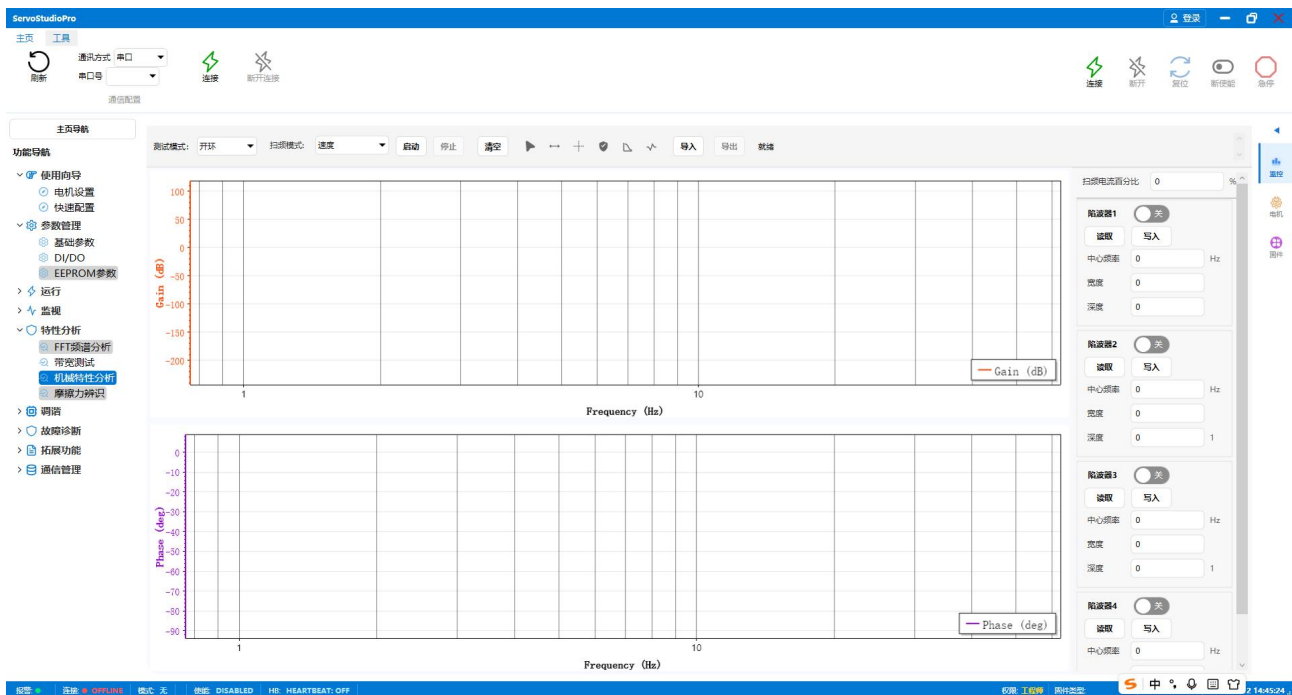


图 7-7 机械特性分析界面示意

7.4.6.5. 扫频操作流程

使用机械特性分析前，需确保电机处于可运行状态：功能码配置合理、编码器通讯正常、相序辨识通过、电角度辨识通过、初步配置的电流环/速度环/位置环参数在合理范围，且当前无报警状态。

操作步骤：

1. 选择 H0E_04 扫频模式=开环（1）；
2. 选择 H0E_02 扫频对象=0（默认速度扫频）；
3. 设置 H0E_20 扫频给定电流，一般默认 50%（按电机额定电流百分比，扫频过程中出现运行距离过大情况，降低给定电流百分比）；
4. 点击【启动】，开启扫频。此时电机将按照 Chirp 线性扫频正弦激励信号，开始振动，约 12 秒后扫频完成，上位机开始绘制伯德图。伯德图示例如下：

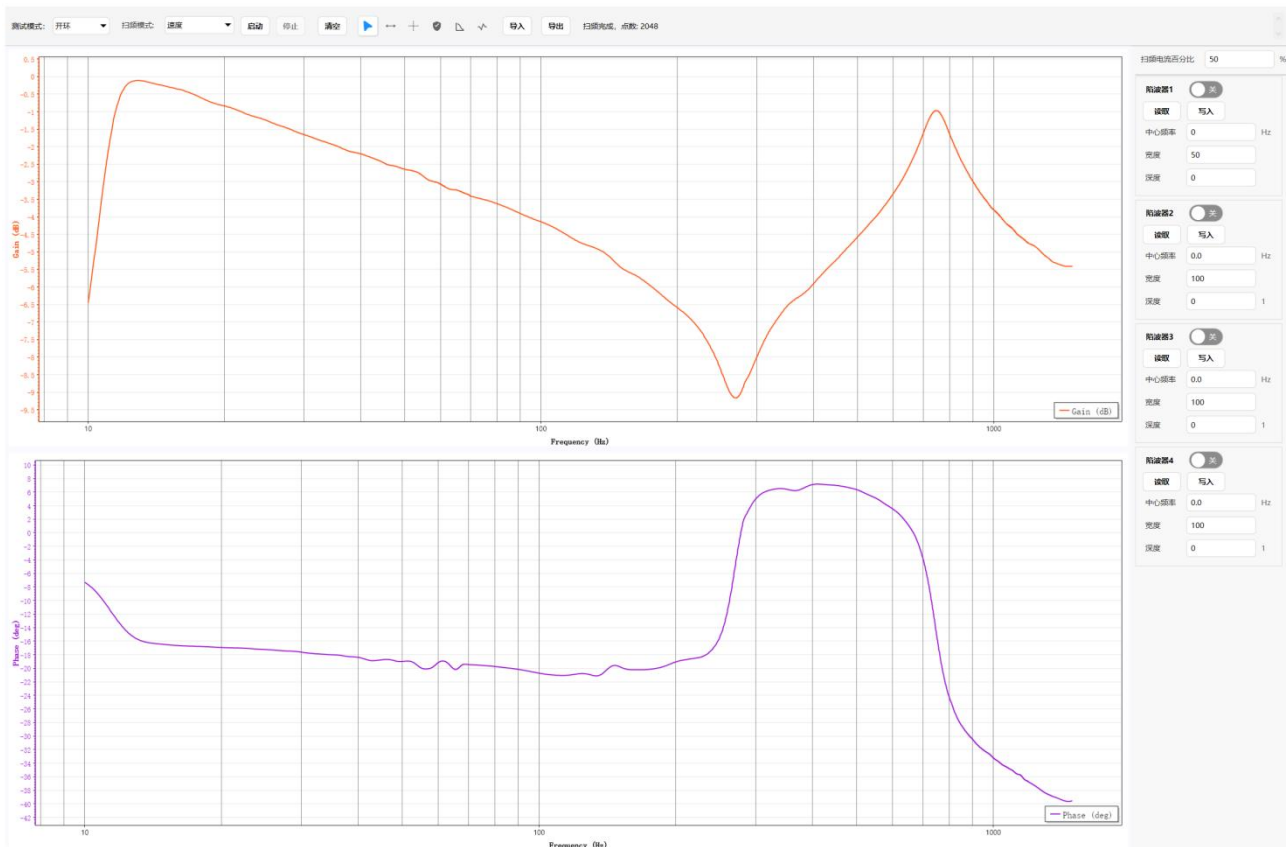


图 7-8 上位机调试软件扫频伯德图

7.4.6.6. 谐振点评估

伯德图评估：紫色曲线为相频曲线，红色曲线为幅频曲线；主要看幅频曲线——向上的尖峰为 NTF 谐振点（机械系统固有振动频率与其相关），向下的尖峰为 ARF 反谐振点。重点关注 NTF 谐振点对应的横轴频率。理论关系：

$$\omega_{\text{NTF}} = \sqrt{K_s/J_m \cdot (1/J_l + 1/J_m)}$$

$$\omega_{\text{ARF}} = \sqrt{(K_s/J_l)}$$

7.4.6.7. 陷波器配置

根据伯德图谐振点信息填写陷波器参数（中心频率 Wn、宽度 Bw、深度 Depth），使能并点击【写入】完成在线更新。

若不确定当前陷波器参数对应的抑制效果，可将 H0E_02 扫频对象设置为 84（陷波器扫频），重新开启以陷波器为对象的扫频，在频谱图上查看各陷波器的抑制效果，用于评估陷波效果。

陷波参数填写完成后，可适度增加速度环增益，系统自振现象消失，至此功能效果达成。

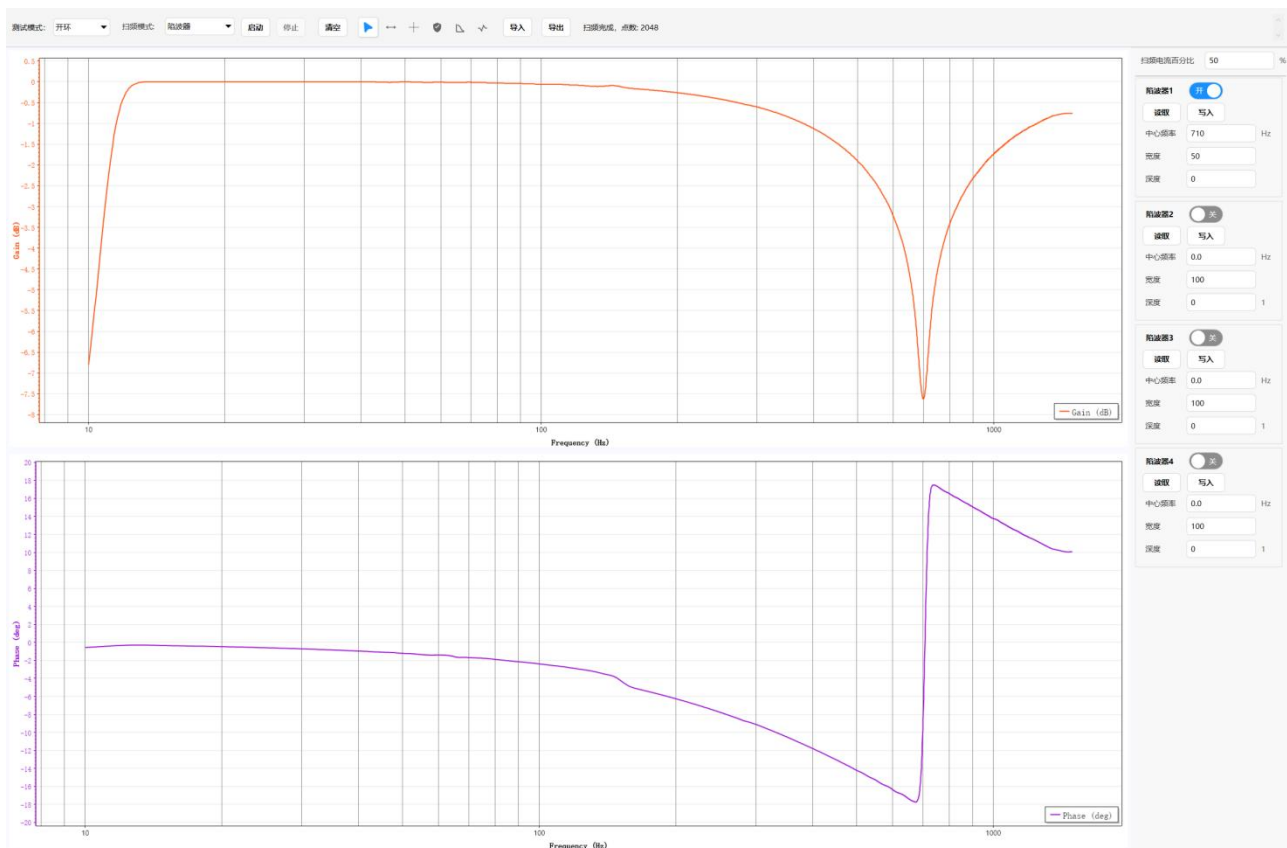


图 7-9 陷波器配置效果示意

注意：

- 陷波滤波器对伺服系统而言，是一种滞后因素。如果陷波中心频率设定错误或抑制深度过大，有时会使振动变强。
- 在中低频段建议逐渐增加陷波深度（参数值由大到小）直到满足要求。 陷波滤波器 Q 值、宽度、深度的关系如下：

$$\text{陷波滤波器 } Q \text{ 值} = \text{陷波中心频率} \div \text{陷波宽度}$$

陷波滤波器的宽度：指当陷波深度为 0，陷波中心频率两边功率谱下降-3dB 所对应的两个频率差值。

陷波滤波器的深度：表示输入与输出的比值，其功率谱强度衰减 $20\log(\text{陷波深度}\%) \text{ dB}$ 。

H0E_10 (0x0E0A)：陷波器 1 陷波深度

H0E_13 (0x0E0D)：陷波器 2 陷波深度

H0E_16 (0x0E10)：陷波器 3 陷波深度

H0E_19 (0x0E13)：陷波器 4 陷波深度

7.4.6.8. 关联参数

本功能关联的全部可配置参数位于 H0E 功能码组。

功能码 ID	功能码地址	功能码描述	默认值	取值范围	单位
H0E_02	0x0E02	扫频模式选择 0: 速度扫频 84: 陷波器扫频	0	0~65535	-
H0E_03	0x0E03	扫频使能 0: 不使能 1: 使能	0	0~65535	-
H0E_04	0x0E04	扫频完成标志位 0: 未完成 1: 完成（状态标志）	0	0~65535	-
H0E_05	0x0E05	开环/闭环扫频 0: 闭环 1: 开环 一般使用开环	0	0~65535	-
H0E_06	0x0E06	使能陷波器 1 0: 不使能 1: 使能	0	0~1	-
H0E_07	0x0E07	陷波器参数写入 0: 不写入	0	0~65535	-
H0E_08	0x0E08	陷波器 1 中心频率	0	0~40000（缩放系数 0.1）	Hz
H0E_09	0x0E09	陷波器 1 陷波宽度 Q 值越小宽度越宽，Q 越大宽度越窄	100	0~100	-
H0E_10	0x0E0A	陷波器 1 陷波深度 设定值越小，陷波深度越深；设定值越大，陷波深度越浅	0	0~100	-
H0E_11	0x0E0B	陷波器 2 中心频率	0	0~40000（缩放系数 0.1）	Hz
H0E_12	0x0E0C	陷波器 2 陷波宽度	100	0~100	-
H0E_13	0x0E0D	陷波器 2 陷波深度	0	0~100	-
H0E_14	0x0E0E	陷波器 3 中心频率	0	0~40000（缩放系数 0.1）	Hz

功能码 ID	功能码地址	功能码描述	默认值	取值范围	单位
H0E_15	0x0E0F	陷波器 3 陷波宽度	100	0~100	-
H0E_16	0x0E10	陷波器 3 陷波深度	0	0~100	-
H0E_17	0x0E11	陷波器 4 中心频率	0	0~40000 (缩放系数 0.1)	Hz
H0E_18	0x0E12	陷波器 4 陷波宽度	100	0~100	-
H0E_19	0x0E13	陷波器 4 陷波深度	0	0~100	-
H0E_20	0x0E14	扫频电流百分比	50	0~300	%
H0E_21	0x0E15	使能陷波器 2 0: 不使能 1: 使能	0	0~1	-
H0E_22	0x0E16	使能陷波器 3 0: 不使能 1: 使能	0	0~1	-
H0E_23	0x0E17	使能陷波器 4 0: 不使能 1: 使能	0	0~1	-

7.4.6.9. 配置案例

前置条件:

- 西恩伺服驱动器，固件版本 113 及以上；
- 电机、编码器接线正常，相序辨识与电角度辨识通过；
- 电流环/速度环/位置环基础参数已初步配置；
- 电机处于非抱闸、非堵转状态，当前无报警。

操作步骤:

1. 打开西恩上位机调试软件
2. 进入【功能导航】→【特性分析】→【机械特性分析】；
3. 设 H0E_04 扫频模式=开环（1），H0E_02 扫频对象=0（速度扫频），H0E_20 扫频给定电流=50（按电机额定电流百分比，扫频过程中出现运行距离过大情况，降低给定电流百分比），点击【启动】；
4. 约 12 秒扫频完成，上位机绘制伯德图（紫色相频、红色幅频）；
5. 评估伯德图，读取向上尖峰 NTF 谐振点频率；

6. 在底部陷波器区填写对应中心频率/宽度/深度，使能并点击【写入】；
7. （可选）将 H0E_02 扫频对象=84 重新扫频，评估陷波抑制效果；
8. 适度提高速度环增益，确认自振消失。

预期结果：伯德图正确显示系统幅频/相频曲线并标出谐振点；写入陷波器后系统自振消失，可提升伺服带宽。

7.4.7. 低频振动抑制功能

低频振动抑制功能采用 ZV（Zero Vibration，零振动）输入整形技术，通过对位置指令进行脉冲整形处理，从指令源头抑制机械系统的低频残余振动，缩短定位稳定时间。本章将介绍该功能的技术原理、功能特性、控制框图及参数配置方法。

7.4.7.1. 概述

在长丝杆传动、皮带传动、悬臂式机械手等机械结构中，负载末端的柔性模态在加减速及定位停止时易产生衰减振荡，其频率通常低于 100 Hz，称为低频振动。启用低频振动抑制功能后，可针对该频段的主导振荡模态进行参数化整形，有效抑制末端残余振动，提升点到点定位的运动效率与稳定性，广泛应用于自动控制系统和机器人领域，尤其是含柔性组件或振动模式显著的系统。

7.4.7.2. 功能特性

低频振动抑制功能包含以下主要特性：

- 源头抑制：在指令端进行整形处理，不改变位置环、速度环、电流环参数，不影响系统响应带宽
- 零振动算法：采用 ZV 双脉冲整形，对单模态低频振动实现理论完全抑制
- 参数化配置：支持振动频率、阻尼比、抑制强度等参数设定，适配不同机械负载
- 缩短稳定时间：消除定位后的末端残余振荡，提升点到点定位的运动效率
- 与陷波滤波互补：ZV 处理低频柔性模态，陷波滤波处理高频结构共振，覆盖全频段振动抑制

7.4.7.3. ZV 整形器

ZV 整形器是最基本的输入整形器，通过两个脉冲的卷积作用，使被控系统在目标模态下的残余振动理论上降为零，实现零振动定位。

设被控系统的固有角频率为 ω_n ，阻尼比为 ξ ，则：

脉冲幅值：

$$A_1 = 1 - e^{-\xi \pi / \sqrt{1 - \xi^2}}, \quad A_2 = e^{-\xi \pi / \sqrt{1 - \xi^2}}$$

脉冲时间延迟：

$$T_2 = \frac{\pi}{\omega_n \sqrt{1 - \xi^2}}$$

特点：对单模态振动完全抑制。不对输入信号的响应速度做过多干预。

7.4.7.4. 控制框图

伺服驱动器采用位置环、速度环、电流环三环级联控制架构，前端集成 ZV 低频振动抑制功能，对位置指令进行输入整形预处理。系统以编码器作为位置与速度反馈，通过电流采样构成转矩闭环，由外到内嵌套控制，实现高精度、高响应的运动控制与低频残余振动抑制。低频振动抑制控制框图如下图所示。

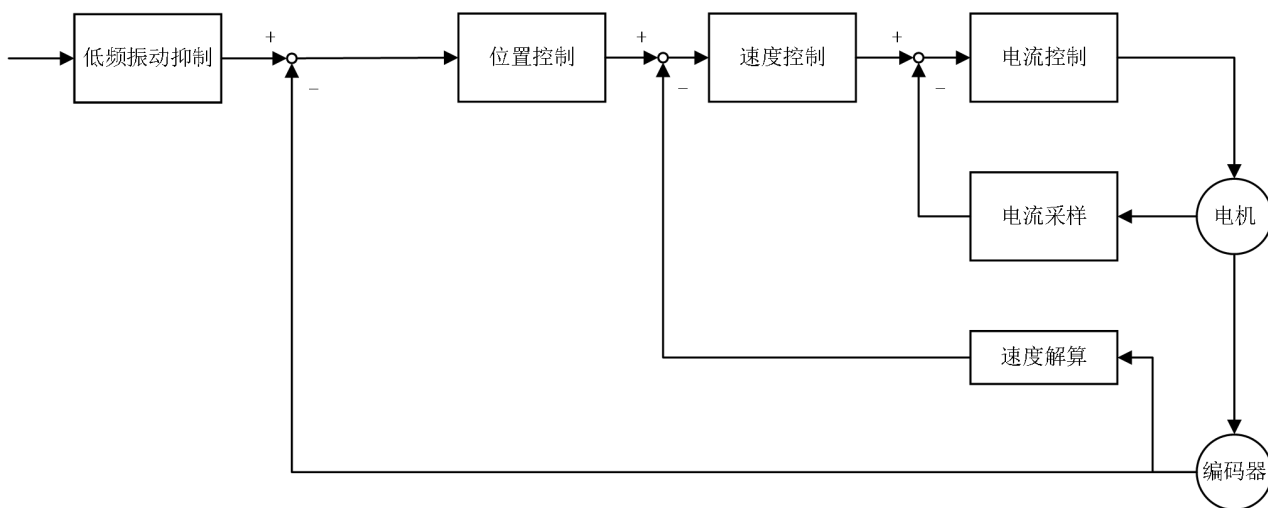


图 1-1 低频振动抑制控制框图

7.4.7.5. 操作流程图

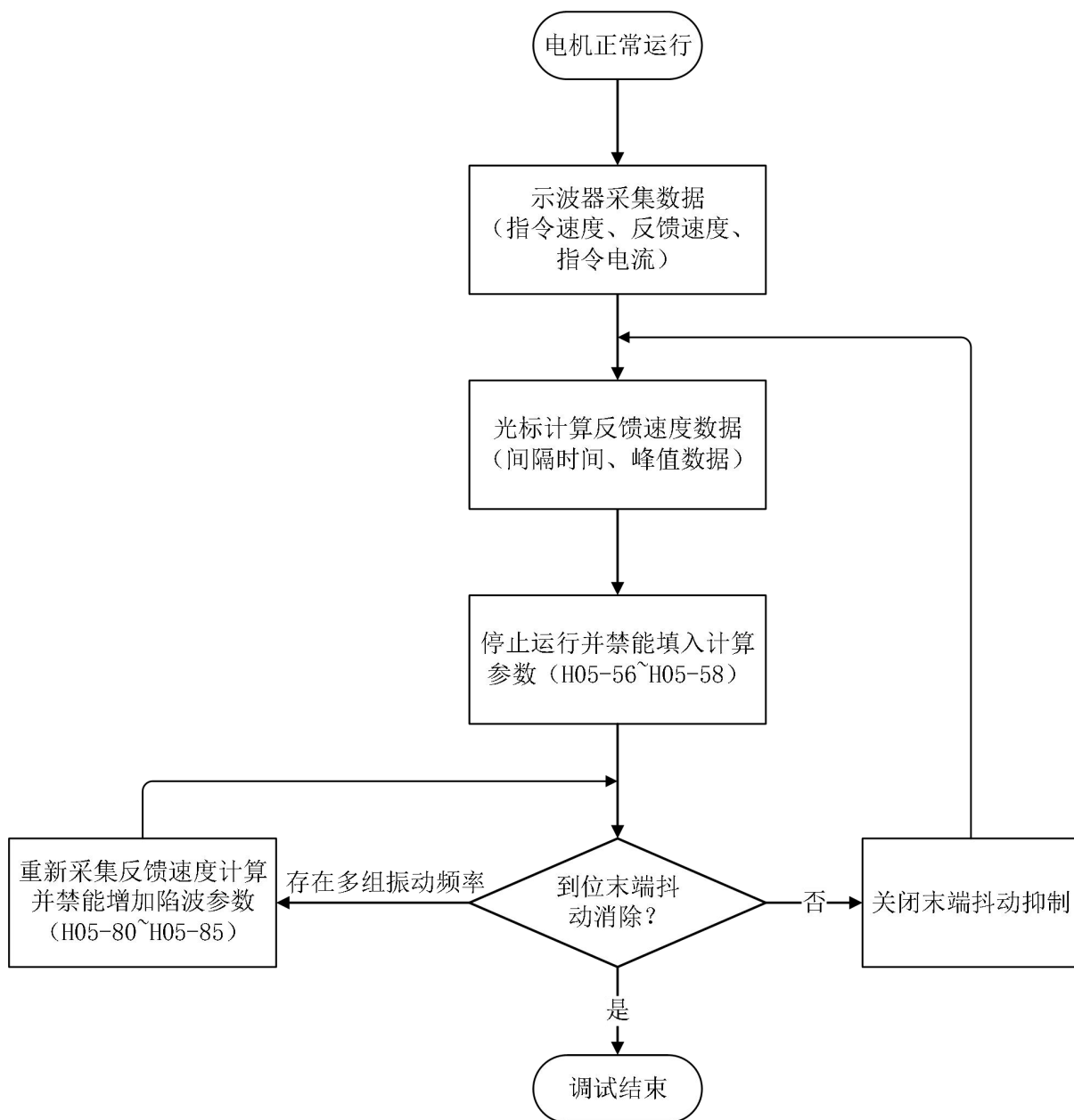


图 1-2 低频振动抑制操作流程

7.4.7.6. 关联参数

本功能关联的全部可配置参数位于 H05 功能码组。

功能码地址	功能码地址	功能码描述	默认值	取值范围	单位
H05_56	0x0538	第 1 末端制振类型 0: 不开启第 1 末端振动抑制 1: 使用制振滤波器类型 1	0	0~3	-

功能码地址	功能码地址	功能码描述	默认值	取值范围	单位
H05_57	0x0539	第 1 末端制振中心频率	1	1~100	Hz
H05_58	0x053A	第 1 末端制振滤波器系数	0.001	0~0.8	-
H05_80	0x0550	第 2 末端制振陷波中心频率	0	0~100	Hz
H05_81	0x0551	第 2 末端制振陷波深度	0.01	0.01~1	-
H05_82	0x0552	第 2 末端制振陷波 Q 值	1	0.5~1	-
H05_83	0x0553	第 3 末端制振陷波中心频率	0	0~100	Hz
H05_84	0x0554	第 3 末端制振陷波深度	0.01	0.01~1	-
H05_85	0x0555	第 3 末端制振陷波 Q 值	1	0.5~1	-

参数详细说明如下。

功能码 ID	功能码地址	描述	默认值	取值范围	单位
H05_58	0x053A	第 1 末端制振滤波器系数	0.001	0~0.8	-
	备注	设定第 1 末端制振滤波器阻尼比			

功能码 ID	功能码地址	描述	默认值	取值范围	单位
H05_80	0x0550	第 2 末端制振陷波中心频率	0	0~100	Hz
	备注	设定第 2 末端制振中心频率。 注：当设定小于 0.01Hz 时，第 2 末端制振陷波器不生效			

功能码 ID	功能码地址	描述	默认值	取值范围	单位
H05_81	0x0551	第 2 末端制振陷波深度	0.01	0.01~1	-
		设定第 2 末端制振陷波深度 注：设定值越小，陷波深度越深，越大，陷波深度越浅。			

功能码 ID	功能码 地址	描述	默认值	取值范围	单位
H05_82	0x0552	第 2 末端制振陷波 Q 值	1	0.5~1	-
		设定第 2 末端制振陷波 Q 值 注：Q 值越小，陷波宽度越宽；Q 值越大，陷波宽度越窄			

功能码 ID	功能码 地址	描述	默认值	取值范围	单位
H05_83	0x0553	第 3 末端制振陷波中心频率	0	0~100	Hz
	备注	设定第 3 末端制振中心频率。 注：当设定小于 0.01Hz 时，第 2 末端制振陷波器不生效			

功能码 ID	功能码 地址	描述	默认值	取值范围	单位
H05_84	0x0554	第 3 末端制振陷波深度	0.01	0.01~1	-
		设定第 3 末端制振陷波深度 注：设定值越小，陷波深度越深，越大，陷波深度越浅。			

功能码 ID	功能码 地址	描述	默认值	取值范围	单位
H05_85	0x0555	第 3 末端制振陷波 Q 值	1	0.5~1	-
		设定第 3 末端制振陷波 Q 值 注：Q 值越小，陷波宽度越宽；Q 值越大，陷波宽度越窄			

7.4.7.7. 配置案例

整形前，调试软件单示波器模式下，采集到的电流反馈、速度反馈、速度指令的波形曲线如下图所示。



图 1-3 整形前波形曲线

● 计算中心频率

从曲线上读取相隔 n 个周期的两个峰值的时间

$$f = \frac{n}{\Delta t}$$

Δt : n 个周期总的的时间间隔; f : 频率 (Hz);

如上图所示, 1 个周期的 Δt (Δx) 为 237ms:

$$f = \frac{1}{0.237} \approx 4.2$$

● 计算阻尼比

从衰减曲线上读取相隔 n 个周期的两个峰值 A_i 和 A_{i+n} 。

第一步: 计算对数衰减率 δ :

$$\delta = \frac{1}{n} \ln (A_i / A_{i+n})$$

如上图所示, 1 个周期的两个峰值分别为-61rpm 和-68rpm:

$$\delta = \frac{1}{1} \ln [|-68| / (|-61|)] \approx 0.1086$$

第二步：计算阻尼比 ζ ：

$$\zeta = \delta / \sqrt{(4\pi^2 + \delta^2)}$$

将 δ 约为-0.1086 带入公式：

$$\zeta \approx 0.017$$

对于小阻尼系统（ $\zeta < 0.3$ ），可近似为： $\zeta \approx \delta / (2\pi)$ 。

将以上参数填入驱动器：

H05_56=1；H05_57=4.2；H05_58=0.017。

整形后，调试软件单示波器模式下，采集到的电流反馈、速度反馈、速度指令的波形曲线如下所示。



图 1-4 整形后的波形曲线

实现注意事项：

- 参数获取：准确估计系统的固有频率和阻尼比对整型器的性能至关重要。
- 响应延迟：整型器会引入一定的延迟，需要在实时控制中权衡。
- 高阶整型器选择：系统的鲁棒性要求越高，整型器阶数越高，但延迟也越大。

7.5. 常用参数的功能

- 控制电机和反馈参数前，请禁用驱动器使能。
- 许多参数均可在驱动器启用使能条件下进行修改。
- 但仍应特别注意，因为电机行为可能发生变化。
- 如在驱动器启用使能条件下无法修改参数，将显示禁用驱动器使能提示。

7.5.1. 电流环参数

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H00_13	0x000D	电流限幅	0-150	40	A
	备注	设置驱动器输出电流的上限，防止电机过流。			

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H01_27	0x011B	电流环增益	0-65535	500	Hz
	备注	放大电流误差信号，提高电流环的响应速度，值越大，电流跟踪指令的速度越快，但过高会引发电流振荡。决定电流环能够跟随的、变化的电流指令最高频率。			

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H08_28	0x081C	电流指令低通滤波时间	0-6553.5	0.9	ms
	备注	消除高频噪声，抑制机械共振。滤波时间越长，对高频噪声的抑制能力越强，但会引入一定的信号延迟，降低电流环的响应速度。在满足系统平稳性、无振动噪音的前提下，尽可能将滤波时间设置得更小，以保留系统的动态响应能力。 确保转矩指令低通滤波器的截止频率大于速度环最高跟随频率的 4 倍。 $1000 / 2 * \pi * (0x081C \text{ 的值}) \geq (0x0800 \text{ 的值}) * 4$			

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H01_28	0x011C	电流环积分	0-6553.5	1000.0	——
	备注	电流环积分用于消除稳态电流误差，提升静态控制精度。积分值越大，稳态误差抑制效果越强，但参数过高易引发电流振荡与超调；参数偏小会导致稳态电流偏差增大。在系统稳定无振荡的前提下，合理配置积分值以兼顾稳态精度与动态稳定性。			

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H08_55	0x0837	电流环 Iq 比例系数	0.01-655.35	0.94	——
	备注	比例系数决定 q 轴电流环响应速度。系数越大，转矩电流跟踪响应越快，但过高会引发 q 轴电流振荡；系数偏小则动态响应迟缓。请结合电机参数，在系统稳定条件下完成整定。			

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H08_56	0x0838	电流环 Iq 积分系数	0.001-65.535	0.037	——
	备注	积分系数用于消除 q 轴电流稳态误差，提升恒转矩控制精度。积分系数越大，稳态误差抑制能力越强，但过高易引发电流振荡；系数偏小会存在持续电流静差。请在系统平稳无振荡前提下整定参数。			

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H08_57	0x0839	电流环 Id 比例系数	0.01-655.35	0.94	——
	备注	比例系数决定 d 轴电流环响应速度。系数越大，电流跟踪响应越快，但过高会引发 d 轴电流振荡；系数偏小则动态响应迟缓。需结合电机电感特性合理整定。			

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H08_58	0x083A	电流环 Id 积分系数	0.001-65.535	0.037	——
	备注	积分系数用于消除 d 轴电流稳态误差，实现弱磁区域励磁电流精准控制。积分系数越大，稳态误差抑制效果越好，但参数过高易诱发电流振荡；系数偏低会导致励磁电流存在静差。在系统稳定无振荡条件下完成参数整定。			

7.5.2. 速度环参数

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H08_00	0x0800	速度环增益	0-20000	25	Hz
	备注	决定速度环能够跟随的、变化的速度指令最高频率。放大速度误差信号，提高速度环的响应速度，增强系统抗负载扰动的能力，值越大，系统的“刚度”越强，负载变化时掉速越小。			

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H08_01	0x0801	速度环积分	0-51200	3	ms
	备注	消除速度环的稳态误差，保证匀速运动时的转速稳定性，避免低速爬行、负载变化时的静态转速偏差。			

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H06_0B	0x060B	转矩前馈控制选择	0-2	0	1
	备注	0: 无前馈; 1: 内部转矩前馈; 2: 以 60B2 作为前馈			

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H08_15	0x080F	负载惯量比	0-65535	0	1
	备注	电机轴的等效负载转动惯量与电机转子自身转动惯量的比值，设置值 = JL/JM。JL: 负载惯量，JM: 电机转子惯量。			

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H08_27	0x081B	反馈速度低通滤波时间	0-6553.5	2	ms
	备注	一阶低通滤波器的时间常数，增大可以有效减少电机的高频振动和可闻噪声；减小可以抑制机械谐振、提升系统刚性。			

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H08_29	0x081D	指令速度低通滤波时间	0-6553.5	2	ms
	备注	一阶低通滤波器的时间常数，平滑速度指令曲线，减缓指令突变对机械系统的冲击。			

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H08_66	0x0842	速度观测器使能	0-2	0	——
	备注	0：不使能 1：仅用作速度观测 2：速度观测并补偿 基于系统模型和多种信息主动预测和估算真实速度			

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H08_67	0x0843	速度观测器滤波时间常数	100-65535	500	μs
	备注	设置速度观测器滤波时间常数			

7.5.3. 位置环参数

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H08_02	0x0802	位置环增益	0-20000	2	Hz
	备注	决定位置环能够跟随的、变化的位置指令最高频率。放大位置误差信号，将位置偏差转化为速度指令，决定了位置环的响应速度与定位刚度，值越大，定位响应越快，系统的抗扰动能力越强，但过高会引发定位振荡。			

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H05_02	0x0502	指令每转脉冲数	0-4294967295	0	cnt
	备注	设定电机每旋转一圈的指令脉冲数			

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H05_07	0x0507	第 1 电子齿轮比（分子）	0-4294967295	1	-
	备注	设置外部编码器分辨率			

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H05_09	0x0509	第 1 电子齿轮比（分母）	0-4294967295	1	-
	备注	设置电机编码器分辨率			

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H05_11	0x050B	第 2 电子齿轮比（分子）	0-4294967295	1	-
	备注	设置外部编码器分辨率			

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H05_13	0x050D	第 2 电子齿轮比（分母）	0-4294967295	1	——
	备注	设置电机编码器分辨率			

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H05_62	0x053E	实际生效的电子齿轮比分子	0-4294967295	1	——
	备注	只读参数，显示当前实际运行的电子齿轮比分子。修改电子齿轮相关设定参数并生效后，本参数自动更新。无法直接写入。			

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H05_64	0x0540	实际生效的电子齿轮比分母	0-4294967295	1	——
	备注	只读参数，显示当前实际运行的电子齿轮比分母。修改电子齿轮相关设定参数并生效后，本参数自动更新。无法直接写入。			

例 1. 滚珠丝杠的进给轴位置指令脉冲的单位转换

使用 131072[P/R]的绝对编码器，螺距为 10[mm]的滚珠丝杠，要进行精度为 1 μ m 的定位时，电子齿轮比的分子、分母的计算如下所示。

编码器的位置分辨率 = $(131072 \text{ [P/R]}) / (10 \times 10^{-3} \text{ [m]}) = 13107200 \text{ [P/m]}$

上位控制器的位置分辨率=1000000[P/m]

电子齿轮比 = $(13107200 \text{ [P/m]}) / (1000000 \text{ [P/m]}) = 131072 / 100000 = 8192 / 625$

由此，电子齿轮比的分子=8192，电子齿轮比分母=625。

(需要在电子齿轮比的设置值范围内，如设置为分子=131072，分母=10000 也可正常使用运行)

8. 功能应用

8.1. 模拟量控制

8.1.1. 概述

模拟量控制通过电压信号（-10V~+10V）实现速度指令或转矩指令给定。驱动器采集外部模拟电压，换算为对应的转速或者转矩输出。支持速度和转矩两种模式；支持输入中值滤波、偏置、死区、零漂设定。

8.1.2. 引脚接线

模拟量指令通过 J9 端子 ANALOG1+、ANALOG1- 差分输入，输入电压范围-10V~+10V。

J9 端子引脚	信号	功能
21	ANALOG1+	模拟量差分输入:±10V
22	ANALOG1-	

接线参考系统接线章节[模拟量 1](#)。

8.1.3. 模拟量指令模式

通过功能码选择模拟量工作模式：

H09_57=9，模拟量速度指令模式：电压对应电机转速，-10V 对应负最大转速，+10V 对应正最大转速；

H09_57=10，模拟量转矩指令模式：电压对应输出转矩，-10V 对应负额定转矩，+10V 对应正额定转矩；

功能码 ID	功能码地址	描述	默认值	取值范围	单位
H09_57	0x0939	脉冲指令形态+模拟量控制模式	0	0~11	——
		0：关闭脉冲指令功能 1：脉冲+方向、正逻辑（方向高电平信号正转） 2：脉冲+方向、负逻辑（方向低电平信号正转） 3：正交脉冲（A 相超前 B 相 90°） 4：CW+CCW（PULSE：CW，SIGN：CCW） 5：脉冲+方向、正逻辑（方向低电平信号正转） 6：脉冲+方向、负逻辑（方向高电平信号正转） 7：正交脉冲（B 相超前 A 相 90°） 8：CW+CCW（PULSE：CCW，SIGN：CW） 10：模拟量速度控制			

功能码 ID	功能码 地址	描述	默认值	取值范围	单位
		11: 模拟量转矩控制			

8.1.4. 输入标定与偏置设置

模拟量输入经过零漂校正、死区校正、中值滤波、偏置补偿处理后输出有效电压指令，用于速度/转矩给定。

- 零漂：指模拟通道输入电压为零时，伺服驱动器采样电压值相对于 GND 的数值。
- 偏置：指零漂校正后，采样电压为零时对应模拟通道输入电压值。
- 死区：指使采样电压为零时，对应模拟通道输入电压区间。
- 中值滤波：抑制尖峰干扰，时间与窗口越大滤波越强，响应延迟增大；
- AI 有效电压值：只读监视参数，查看处理完成后的实际电压。

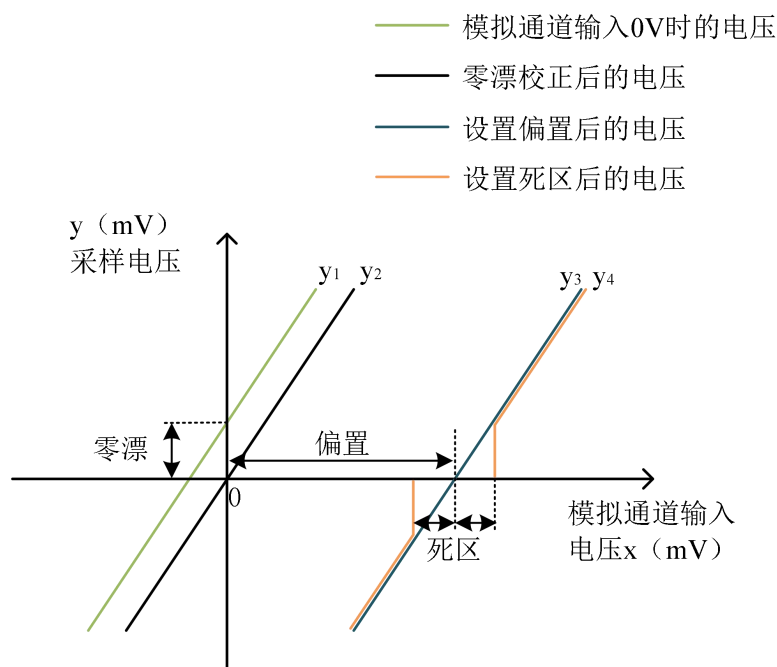


图 8-1 伺服驱动器 AI 处理对应采样电压举例

- 零漂校正：校正实际输入电压为 0V 时，模拟通道输出电压偏离 0V 的数值。
- 偏置设置：设定采样电压为 0 时，对应的实际输入电压值。
- 死区校正：限定驱动器采样电压不为 0 时，有效的输入电压范围。

关联参数：

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H06_00	0x0600	速度指令来源 0: 无效	0~2	0	——

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
		1: AI1 2: 预留			
H07_00	0x0700	转矩指令来源 0: 无效 1: AI1 2: 预留	0~2	0	——
H06_02	0x0602	速度指令选择 0: 来源速度指令 (H06_00) 1: 预留	0~1	0	——
H07_02	0x0702	转矩指令来源 0: 来源转矩指令 (H07_00) 1: 预留	0~1	0	——
H0B_21	0x0B15	AI1 有效电压值	-32767~32767	0	mV
H03_50	0x0332	AI1 偏置	-5000~5000	0	mV
H03_51	0x0333	AI1 输入中值滤波时间	0~655.35	5.00	ms
H03_52	0x0334	AI1 输入中值滤波使能	0~1	1	——
H03_53	0x0335	AI1 死区	0~1000	10.0	mV
H03_54	0x0336	AI1 零漂	-5000~5000	0	——
H2F_65	0x2F41	模拟量控制使能	0~1	0	——
H03_65	0x0341	NTC 测量电路实际电压	3000~5000	3333	mV
H03_80	0x0350	模拟量 10V 对应速度	0~65535	3000	rpm
H03_81	0x0351	模拟量 10V 对应转矩	0~300	0.00	0.01%

8.2. 全闭环功能

8.2.1. 概述

华山 1 号 pro 系列驱动器支持第二路反馈装置，可实现全闭环控制，精准修正机械传动带来的定位误差。全闭环控制架构采用双编码器反馈：一路编码器安装于电机端，负责速度环、电流环实时反馈；另一路第二编码器直连负载终端，作为位置环主反馈。系统通过负载端编码器采集实际终端位置，与上位下发的目标位置指令做差值运算得到位置偏差，再经三环控制算法动态调节驱动输出，持续补偿传动间隙、丝杆弹性形变等机械误差，直至消除定位偏差，提升终端定位精度。

8.2.2. 控制框图

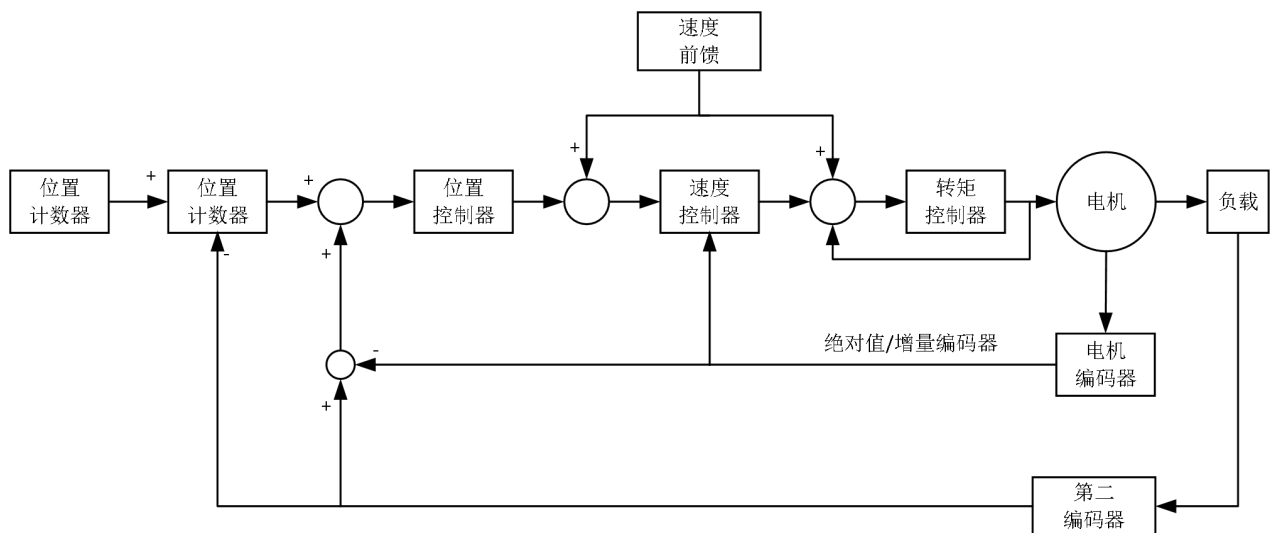


图 8-1 全闭环控制框图

8.2.3. 关联参数

8.2.3.1. 全闭环参数

功能码 ID	功能码地址	描述	设定值	出厂值	单位
H08_34	0x0822	全闭环开关	0-1	0	——
	备注	0: 关闭全闭环控制 1: 使用全闭环控制			

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H08_36	0x0824	全闭环编码器方向	0-1	0	——
	备注	0: 正方向 1: 反方向			

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H08_46	0x082E	全闭环内外编指令切换开关	0-1	0	——
	备注	0: 电机侧编码器 1: 负载端编码器			

8.2.3.2. 电机脉冲数

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H05_02	0x0502	指令每转脉冲数	0-4294967295	0	Cnt
	备注	设置电机每旋转一圈的指令脉冲数			

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H08_37	0x0825	电机旋转一圈负载端编码器脉冲数	0-4294967295	10000	Cnt
	备注	通过该参数设置电机旋转一圈负载侧所需的脉冲输入个数			

8.2.3.3. 第一编码器参数

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H00_30	0x001E	编码器类型（电机侧）	16-50	19	——
	备注	16: 多摩川 A 17: SSI 18: BiSS-C 19: 多摩川 B 20: ABZ 21: 旋变 22: 霍尔 23: ABZ+HALL 编码器 24: 金刚 25: 弓望 26: BiSS-C			

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H00_31	0x01F	ABZ 编码器线数	0-4294967295	2500	P/Rev
	备注	指电机旋转 1 圈所对应的脉冲个数。如果是直线电机，分辨率填写对应			

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H00_38	0x0026	编码器单圈位数（电机侧）	0-32	23	Bit
	备注	绝对值编码器单圈分辨率			

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H00_39	0x0027	编码器多圈位数（电机侧）	0-32	16	Bit
	备注	绝对值编码器多圈分辨率			

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H01_40	0x0128	电机侧绝对值编码器实际使用位数	8-30	8	——
	备注	单圈编码器实际生效位 = 软单圈分辨率			

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H01_41	0x0129	电机侧绝对值编码器高位掩码位数	0-8	0	——
	备注	多圈编码器实际生效位 = 多圈数据长度 - 高位掩码；如果是单圈编码器，多圈数据长度设为零			

8.2.3.4. 第二编码器参数

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H00_42	0x002A	编码器类型（负载侧）	16-50	16	——
	备注	用于配置负载侧外接编码器硬件类型。 16: 多摩川 A 18: BiSS-C 19: 多摩川 B 20: ABZ 24: 金刚 25: 弓望			

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H00_45	0x002D	编码器数据长度（负载侧）	0-32	17	bit
	备注	设置负载侧编码器单圈位置信号位宽，需与编码器硬件规格匹配。			

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H00_46	0x002E	负载编码器多圈数据长度/多圈数据来源	0-32	0	——
	备注	配置负载编码器多圈位宽与多圈数据来源，参数需与编码器规格匹配。			

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H01_42	0x012A	负载侧绝对值编码器实际使用位数	8-30	8	——
	备注	负载侧单圈编码器实际生效位 = 软单圈分辨率			

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H01_43	0x012B	负载侧绝对值编码器高位掩码位数	0-8	0	——
	备注	负载侧多圈编码器实际生效位 = 多圈数据长度 - 高位掩码；如果是单圈编码器，多圈数据长度设为零			

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H01_45	0x012D	负载侧绝对值编码器单圈分辨率	0-32	17	Bit
	备注	负载侧绝对值编码器单圈分辨率			

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H01_46	0x012E	负载侧绝对值编码器多圈分辨率	0-32	0	Bit
	备注	负载侧绝对值编码器多圈分辨率			

8.3. 力控功能

西恩伺服驱动器支持开环力控与闭环力控两种力控方案，面向装配压合、柔性打磨、物料贴合、缓冲避让等接触式工艺，实现可控的柔性接触与恒力输出。两种方案采用统一的五阶段运动流程：快速段、慢速 1 段、慢速 2 段、压力保持段、快速回退段，各阶段模式、速度参数均可通过上位机灵活配置。

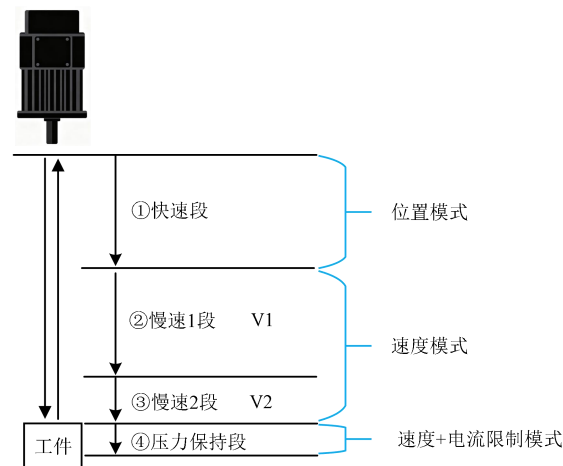


图 8-2 力控运行阶段示意图

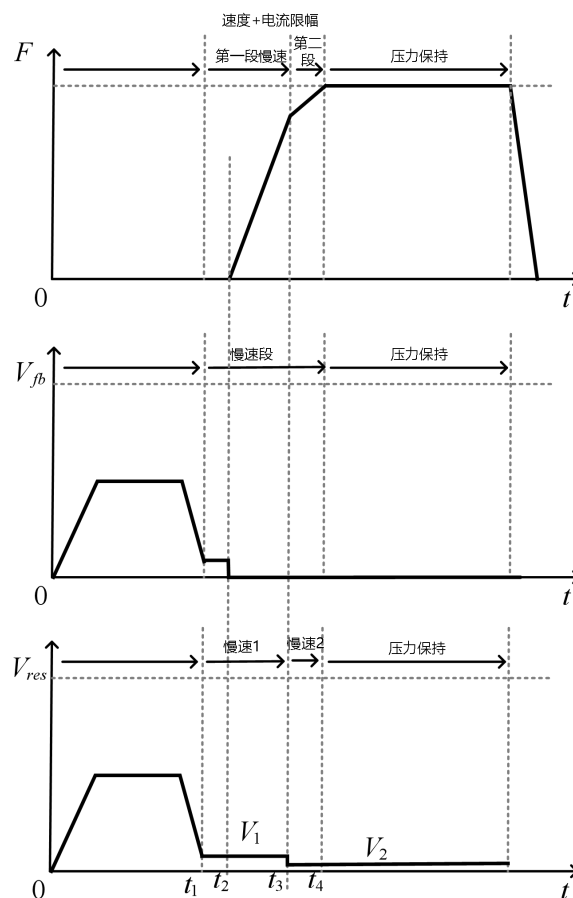


图 8-3 压力和速度的时域流程图

8.3.1. 开环力控

开环力控为无外部力传感器的经济型力控方案。系统采用“位置-速度-速度+电流限制”三段式控制模式，实现执行部件柔性接触。

开环力控执行过程中有五个阶段，分别为：快速段，慢速 1 段，慢速 2 段，压力保持阶段和快速回退阶段。

- 快速段（0 - t₁）：位置模式

电机以规划速度运行至快速目标位置，快速目标位置参数可通过上位机设置。

- 慢速 1 段（t₁ - t₃）：速度模式，速度为 V1

到达快速目标位置后，系统由位置模式切换到速度模式，以速度 V1 缓慢向工件探测，t₁-t₂ 为整个探测区间，t₂ 时刻为接触位置；t₂-t₃ 时间持续以 V1 下压，抵达速度切换位置后转入慢速 2 段，相关参数可通过上位机设置。

- 慢速 2 段（t₃ - t₄）：速度模式，速度 V2

速度由 V1 切换为 V2 持续下压；负载电流不断升高，当压力反馈电流大于保压阈值对应电流时，切换至压力保持阶段。

- 压力保持阶段：速度+电流限制模式

依靠电流限制维持恒定接触力；保压时长到达保持时间后，启动回退动作。

- 快速回退阶段：位置模式

电机以设定速度运行至预设回退位置。

8.3.2. 闭环力控

闭环力控是以外部压力/力传感器作为实时反馈源的高精度力控方案。系统接入外部压力传感器采集反馈信号，采用“位置-速度-压力环”三级控制架构，构建全闭环调节链路，实现高精度力控。

闭环力控原理参见下图：

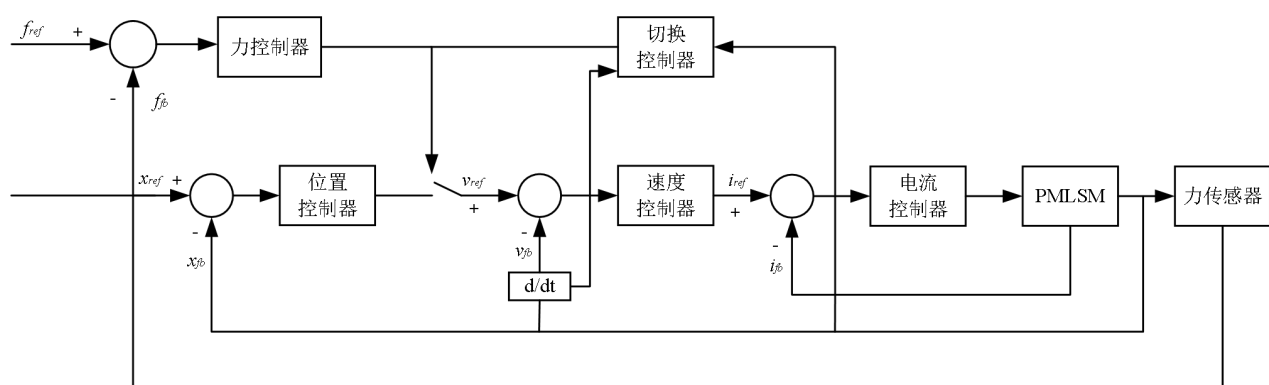


图 8-4 闭环力控原理图

标注	全称	中文含义
f_{ref}	force reference	力参考值/力指令（目标力给定）

标注	全称	中文含义
f_{fb}	force feedback	力反馈值（力传感器实测输出力）
x_{ref}	position reference	位置参考/位置指令（目标位置给定）
x_{fb}	position feedback	位置反馈（直线电机编码器实测位置）
v_{ref}	velocity reference	速度参考/速度指令（位置环输出，给到速度环）
v_{fb}	velocity feedback	速度反馈（位置微分 d/dt 得到实测速度）
i_{ref}	current reference	电流参考/电流指令（速度环输出，给到电流环）
i_{fb}	current feedback	电流反馈（驱动器采样实际绕组电流）

表 8-1 参数注释表

闭环力控执行过程中有五个阶段，分别为：快速段，慢速 1 段，慢速 2 段，压力保持阶段和快速回退阶段。

- 快速段（0 - t₁）：位置模式

电机以规划速度运行至快速目标位置，快速目标位置参数可通过上位机配置。

- 慢速 1 段（t₁ - t₃）：速度模式，速度为 V₁

到达快速目标位置后，系统由位置模式切换至速度模式，以 V₁ 向工件缓慢探测；t₁~t₂ 为工件探测区间，t₂ 时刻为接触位置；t₂~t₃ 持续以 V₁ 下压，到达速度切换位置后转入慢速 2 段。

- 慢速 2 段（t₃ - t₄）：速度模式，速度为 V₂

运行至速度切换位置后，速度由 V₁ 切换到 V₂，外部传感器反馈压力继续上升，当反馈压力达到闭环力控接触压力后，切换到压力闭环调节，使反馈压力快速接近目标压力，当反馈压力超过闭环力控保压阈值后，切换到压力保持阶段。

- 压力保持阶段：压力闭环模式

系统基于外部压力传感器实时反馈维持目标压力；保压时长到达保持时间后，启动快速回退动作。

- 快速回退阶段：位置模式

电机以规划速度运行至回退位置。

8.3.3. 相关参数

8.3.3.1. 快速段参数

功能码地址	对象地址	功能码描述	默认值	最小值	最大值	单位
H19_02	0x3302	力控快速段运行起始位置	0	-2147483648	2147483647	Cnt

功能码地址	对象地址	功能码描述	默认值	最小值	最大值	单位
H19_04	0x3304	力控快速段运行目标位置	0	-2147483648	2147483647	Cnt
H19_07	0x3307	力控快速段最大运行速度	0	0	65535	mm/s
H19_45	0x332D	力控快速段加速度	1	1	2147483647	mm/s ²
H1B_02	0x3332	力控快速段减速度	1	1	2147483647	mm/s ²

8.3.3.2. 慢速段参数

功能码地址	对象地址	功能码描述	默认值	最小值	最大值	单位
H19_08	0x3308	力控慢速段指令速度	0	0	6553.5	mm/s
H19_09	0x3309	力控慢速段行程	0	0	4294967295	Cnt

8.3.3.3. 探测段参数

功能码地址	对象地址	功能码描述	默认值	最小值	最大值	单位
H19_11	0x330B	力控探测段指令速度	0	0	6553.5	mm/s
H19_17	0x3311	力控探测超时时间	0	0	65535	ms

8.3.3.4. 开环力控保压段参数

功能码地址	对象地址	功能码描述	默认值	最小值	最大值	单位
H19_13	0x330D	开环力控指令压力	0	0	6553.5	g
H1B_00	0x3330	开环力控接触点压力修正系数开关 0: 关闭 1: 开启	0	0	1	无
H19_47	0x332F	开环力控接触点压力修正系数	0	-2147483648	2147483647	g/A
H1B_10	0x3338	开环力控电流增益修正偏置	0	-5000.0	5000.0	g
H19_14	0x330E	开环力控保压压力阈值	0	0	65535	g

功能码地址	对象地址	功能码描述	默认值	最小值	最大值	单位
H19_12	0x330C	开环力控保压速度阈值	0	0	6553.5	mm/s
H19_15	0x330F	开环力控压力补偿值	0	0	6553.5	g
H19_16	0x3310	力控保压时间	0	0	65535	ms

8.3.3.5. 闭环力控保压段参数

功能码地址	对象地址	功能码描述	默认值	最小值	最大值	单位
H19_18	0x3312	闭环力控开启与关闭 0: 关闭 1: 开启	0	0	1	无
H19_25	0x3319	闭环力控保压压力	0	0	6553.5	g
H19_24	0x3318	闭环力控接触压力	0	0	6553.5	g
H19_27	0x331B	闭环力控速度限制	0	0	6553.5	mm/s
H19_22	0x3316	闭环力控比例增益	0	0	65.535	无
H19_23	0x3317	闭环力控积分增益	0	0	655.35	无
H1B_04	0x3333	闭环力控压力超调阈值	0	0	6553.5	g
H19_26	0x331A	闭环力控保压阈值	0	0	6553.5	g
H19_20	0x3314	传感器模拟量—压力反馈增益	0	0	5000.00	g/V

8.3.3.6. 力控补偿参数

功能码地址	对象地址	功能码描述	默认值	最小值	最大值	单位
H19_33	0x3321	力控补偿启用 0: 禁用 1: 启用	0	0	1	无
H19_32	0x3320	力控运行与补偿辨识模式选择 0: 力控模式 1: 补偿辨识模式	0	0	1	无

功能码地址	对象地址	功能码描述	默认值	最小值	最大值	单位
H19_34	0x3322	力控补偿辨识启动与关闭 0: 关闭 1: 开启	0	0	1	无
H19_35	0x3323	力控补偿辨识指令加速度	0	0	655.35	mm/s ²
H19_36	0x3324	力控补偿辨识指令速度	0	0	65535	mm/s
H19_37	0x3325	力控补偿辨识步进时间间隔	1000	1000	65535	ms
H19_38	0x3326	力控补偿辨识步进单步行程	0	-32.768	32.767	mm
H19_39	0x3327	力控补偿辨识步进次数	0	0	200	无
H19_40	0x3328	力控补偿间隔	0	-2147483.648	2147483.647	um
H19_42	0x332A	力控补偿点数量	0	0	200	无

8.3.3.7. 力控逻辑与监控参数

功能码地址	对象地址	功能码描述	默认值	最小值	最大值	单位
H19_00	0x3300	力控功能块开启与关闭 0: 关闭, 1: 开启	0	0	1	无
H19_01	0x3301	力控运行启动与停止 0: 停止, 1: 启动	0	0	1	无
H19_31	0x331F	力控软返回模式生效 0: 快速返回 (默认) 1: 软返回	0	0	1	无
H19_30	0x331E	力控返回命令 0: 不返回 1: 返回	0	0	1	无
H19_28	0x331C	力控连续往复运行模式 0: 不使用连续往复运行模式 1: 连续往复运行模式	0	0	1	无
H19_29	0x331D	力控循环等待时间	0	0	65535	ms

功能码地址	对象地址	功能码描述	默认值	最小值	最大值	单位
H1B_07	0x3336	力控移动距离限制阈值	0	0	4294967595	Cnt
H1B_01	0x3331	力控运行超时时间	0	0	65535	ms
H1B_05	0x3334	力控到位状态 0: 未到位 1: 保压完成 2: 返回完成	0	0	2	无
H1B_06	0x3335	力控运行状态 0: 初始化 1: 快速段 2: 慢速段 3: 探测段 4: 保压段 5: 返回段 6: 力控补偿辨识中 7: 力控补偿辨识完成 8: 力控故障	0	0	8	无

8.3.3.8. 回原组参数

功能码地址	对象地址	功能码描述	默认值	最小值	最大值	单位
H1A_12	0x2020:02	回零最大时间限制	0	0	60000	ms
H1A_15	0x2020:01	回零堵转电流限制	10	0	1000	0.01A
H1A_22	0x2020:03	堵转回零移动距离限制	83886080	0	4294967595	Cnt
H1A_20	0x2020:04	堵转回零速度检测阈值	1000	0	4294967595	Cnt/s
H1A_17	0x2020:05	堵转回零检测时间阈值	500	0	1000	ms
H0_57	厂家参数	增量式编码器窗口滤波时间 设置增量式编码器脉冲窗口滤波时间，每增加 1，滤波时间增加 5ns。	0	0	200	5ns

8.4. 虚拟编码器功能

本章介绍西恩伺服驱动器的虚拟编码器功能，覆盖功能概述、特性、控制原理、参数配置与完整配置案例。

8.4.1. 软硬件版本

版本类型	版本号/型号	备注
驱动器型号	全系列	全系列支持
驱动器软件	113 及以上	虚拟编码器功能自 113 版本软件起支持
驱动器硬件	全系列	全系列支持
上位机软件	2.1.24 及以上	虚拟编码器功能自 2.1.24 版本软件起支持

8.4.2. 概述

虚拟编码器是驱动器将电机侧/负载侧实际编码器映射为一个“虚拟”编码器输出的功能。它在不改变硬件的前提下，通过参数化方式自定义编码器的分辨率、传动比、原点偏移与多圈数据来源，简化高端编码器定制，满足客户对偏移编码器分辨率（编码器掩码、编码器降位）、伪多圈、内外编切换、Z 信号偏移等多样化需求。

8.4.3. 功能特性

本功能核心能力如下：

- 支持将电机侧编码器或负载侧编码器（开启全闭环功能）映射到虚拟编码器；
- 支持以虚拟编码器替代电机侧/负载侧编码器，参与位置反馈与通讯上报；
- 支持自定义虚拟编码器分辨率（对应实际编码器位数）；
- 支持设置虚拟编码器与电机侧编码器的单圈脉冲传动比；
- 支持设置虚拟编码器原点偏移，补偿零点偏差；
- 支持两种多圈数据来源：真实编码器多圈 / 虚拟编码器多圈；
- 支持自定义多圈数据位数，灵活约束多圈取值范围。

8.4.4. 功能介绍

虚拟编码器通过一组参数完成配置，下面按配置顺序分步说明。

8.4.5. 工作原理

虚拟编码器并非物理器件，而是由驱动器固件实现的“编码器数据再映射”。开启后，驱动器将实际编码器（电机侧或负载侧）采集到的位置/多圈信息，按照虚拟编码器分辨率、单圈脉冲数、原点偏移、多圈数据来源与多圈位数等参数重新计算，生成一路虚拟编码器数据，用于位置闭环与对外通讯。

8.4.5.1. 虚拟编码器开关

配置该功能前需先打开此开关。

功能码 ID	功能码地址	描述	默认值	取值范围	单位
H01_43	0x012B	虚拟编码器开关	0	0~1	——
		0: 关闭 1: 开启			

8.4.5.2. 虚拟编码器分辨率

设置虚拟编码器的分辨率。该参数决定虚拟编码器每圈的位置分辨率。

功能码 ID	功能码地址	描述	默认值	取值范围	单位
H01_44	0x012C	虚拟编码器分辨率	0	$0 \sim 2^{32}-1$	——
		17 位编码器设定 131072 ($2^{17} = 131072$) ; 23 位编码器设定 8388608 ($2^{23} = 8388608$) 。			

下图为虚拟编码器分别设置分辨率 131072、8388608 时，单圈计数值的变化规律。

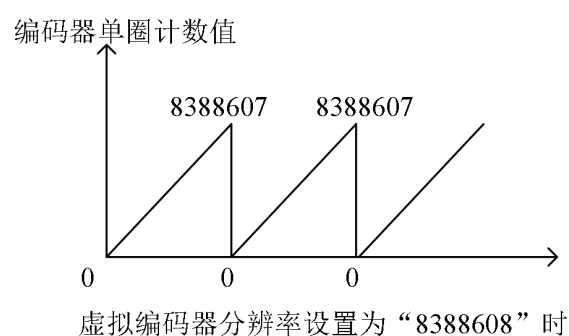
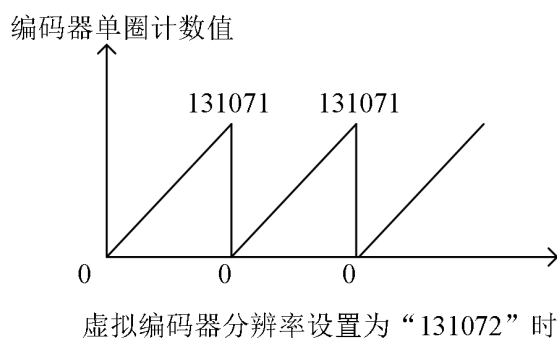


图 1-1 虚拟编码器单圈计数值周期示意图

8.4.5.3. 虚拟编码器单圈脉冲数

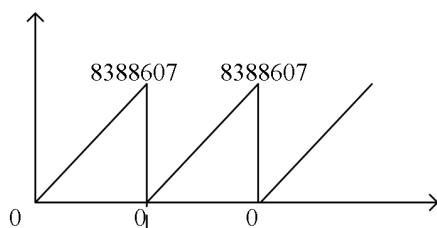
设置虚拟编码器与电机侧编码器的传动比，即电机侧编码器旋转一圈时，虚拟编码器应“旋转多少个脉冲”。

用于减速机、增速机构等机械传动场景的负载位置脉冲换算。

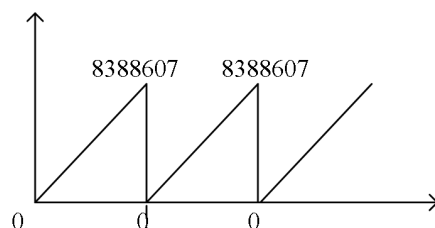
功能码 ID	功能码 地址	描述	默认值	取值范围	单位
H01_46	0x012E	虚拟编码器单圈脉冲数	0	$0 \sim 2^{32}-1$	——
		设置电机侧编码器旋转一圈时虚拟编码器输出的脉冲总数。			

下图为虚拟编码器单圈脉冲数分别设置 65536、131072 时，计数周期的变化规律。

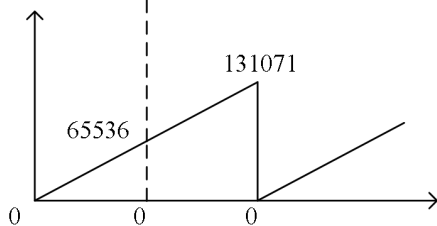
电机侧编码器
单圈计数值（以电机编码器分辨率为8388608为例）



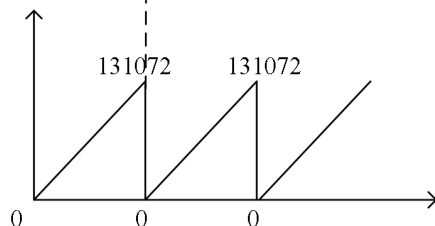
电机侧编码器
单圈计数值（以电机编码器分辨率为8388608为例）



虚拟编码器
单圈计数值（以虚拟编码器分辨率为“131072”为例）



虚拟编码器
单圈计数值（以虚拟编码器分辨率为“131072”为例）



虚拟编码器单圈脉冲数设置为“65536”时

虚拟编码器单圈脉冲数设置为“131072”时

图 1-2 虚拟编码器单圈脉冲数不同配置下计数周期对比示意图

下图为虚拟编码器单圈脉冲数设置 262144 时，计数周期的变化规律。

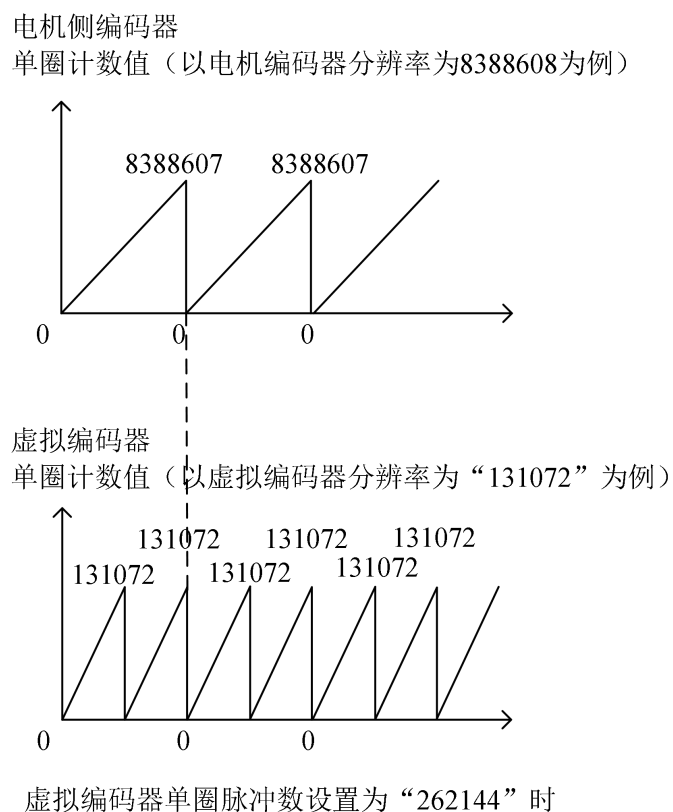


图 1-3 虚拟编码器单圈脉冲数不同配置下计数周期对比示意图

8.4.5.4. 虚拟编码器原点偏移

设置电机侧编码器处于零点时，虚拟编码器的位置值。用于补偿机械零点与编码器零点的偏差，使虚拟编码器的零位与实际工艺零位对齐。

功能码 ID	功能码地址	描述	默认值	取值范围	单位
H01_48	0x0130	虚拟编码器原点偏移	0	$-2^{31} \sim 2^{31} - 1$	——
		设置电机侧编码器处于零点时，虚拟编码器的位置值。			

下图为虚拟编码器原点偏置不同参数时的计数对应关系。

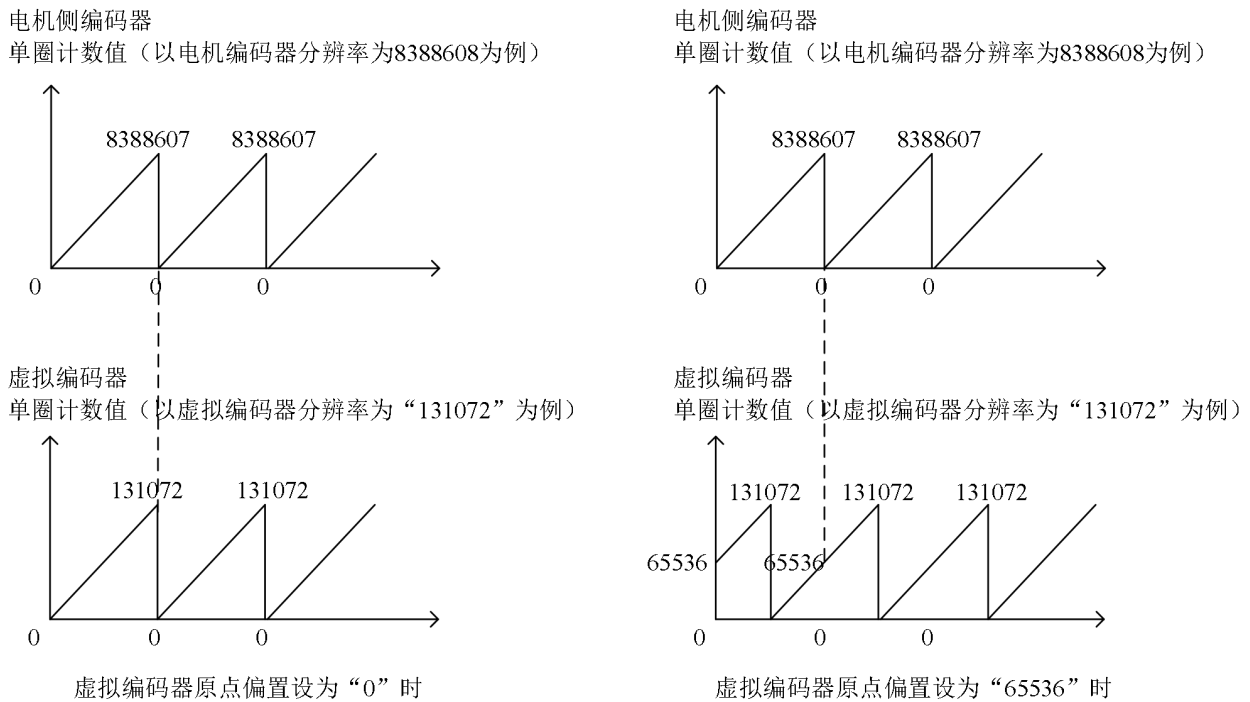


图 1-4 虚拟编码器原点偏置计数对应关系示意图

8.4.5.5. 虚拟编码器多圈数据来源

设置虚拟编码器多圈数据的计算方式：

选择“原始编码器（H01_50=0）”时，虚拟编码器多圈值 = 电机侧编码器多圈值 × 两编码器减速比；

选择“虚拟编码器（H01_50=1）”时，虚拟编码器多圈值是从 0 开始逐圈累加得到。

功能码 ID	功能码 地址	描述	默认值	取值范围	单位
H01_50	0x0132	虚拟编码器多圈数据来源	0	0~1	——
		0: 原始编码器 1: 虚拟编码器			

8.4.5.6. 虚拟编码器多圈数据位数

设置虚拟编码器多圈数据的位数与取值范围。请根据实际应用的多圈圈数合理设置，避免溢出。

功能码 ID	功能码 地址	描述	默认值	取值范围	单位
H01_51	0x0133	虚拟编码器多圈数据位数	32	0~32	——
		32 表示多圈数据范围为 $-2^{31} \sim 2^{31}-1$; 31 表示多圈数据范围 $0 \sim 2^{31}-1$; 1 表示多圈数据范围为 $0 \sim 2^1-1$ 。			

8.4.5.7. 操作流程图

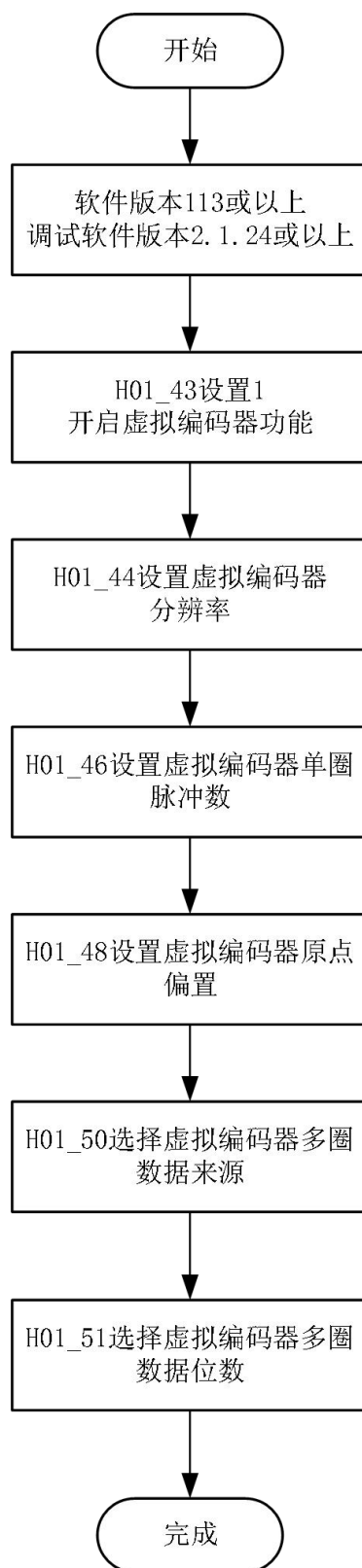


图 1-5 虚拟编码器功能操作流程示意图

8.4.5.8. 关联参数

本功能关联的全部可配置参数位于 H01 功能码组。

功能码 ID	功能码地址	描述	默认值	取值范围	单位
H01_43	0x012B	虚拟编码器开关	0	0~1	——
H01_44	0x012C	虚拟编码器分辨率	0	$0 \sim 2^{32}-1$	——
H01_46	0x012E	虚拟编码器单圈脉冲数	0	$0 \sim 2^{32}-1$	——
H01_48	0x0130	虚拟编码器原点偏移	0	$-2^{31} \sim 2^{31}-1$	——
H01_50	0x0132	虚拟编码器多圈数据来源	0	$-2^{31} \sim 2^{31}-1$	——
H01_51	0x0133	虚拟编码器多圈数据位数	32	0~32	——

8.4.5.9. 配置案例

● 前置条件/准备

西恩驱动器软件版本 113 或以上；

西恩伺服调试软件已安装，版本 2.1.24 或以上，并与驱动器建立通讯；

电机与编码器已正确连接，驱动器可正常读取实际编码器；

已明确目标虚拟编码器分辨率、传动比与原点偏置需求。

● 操作步骤/使用操作

1. 驱动器上电，确认无故障报警，实际编码器反馈正常；
2. 打开上位机软件，进入参数配置界面；
3. 将“虚拟编码器开关（H01_43）”设置为 1（开启）；
4. 设置“虚拟编码器分辨率（H01_44）”，如 23 位填写 8388608；
5. 设置“虚拟编码器单圈脉冲数（H01_46）”，按实际传动比填写；
6. 设置“虚拟编码器原点偏移（H01_48）”，使虚拟编码器的零位与实际工艺零位对齐；
7. 设置“虚拟编码器多圈数据来源（H01_50）”与“多圈数据位数（H01_51）”；
8. 写入成功后驱动器配置生效。

8.5. 串口 ASCII 字符指令控制功能

本章给出串口 ASCII 字符指令控制功能的完整使用说明，包括功能概述、指令集定义、各运动模式操作方法、参数配置与自检测试验证。通过 ASCII 文本命令，用户可经由 RS-232 串口对驱动器进行位置控制、速度控制、转矩控制、回零操作及参数读写。

8.5.1. 概述

串口 ASCII 功能允许通过 RS-232 接口以 ASCII 文本命令格式与驱动器进行通信。每条命令以回车符(\r)或分号(;)结束。该功能支持位置模式、速度模式、转矩模式三种运动模式，以及回零、参数读写、EEPROM 持久化等辅助功能。适用于调试、测试、简易主站开发等场景。

基本连接步骤如下：

1. 使用串口调试助手连接驱动器 RS-232 接口；
2. 波特率、数据位、停止位按驱动器默认参数配置；
3. 每条命令必须以 \r （回车）或 ； （分号）结束。

8.5.2. 功能特性

- 支持三种运动模式：位置模式（UM=5）、速度模式（UM=2）、转矩模式（UM=1）；
- 支持相对位置运动（PR）和绝对位置运动（PA）；
- 支持回零功能（HM），含多种回零模式（33~35、37~40）；
- 支持编码器位置读取（PX）、速度读取（VX）、错误码读取（EC）；
- 支持加减速设置（AC/DC）、平滑滤波系数（SF）；
- 支持峰值电流限值（PL）、连续电流限值（CL）配置；
- 支持 EEPROM 参数持久化写入（PP），掉电不丢失；
- 支持 ST 减速停止指令；
- 支持电子齿轮比设置；
- 支持增益参数设置。

8.5.3. ASCII 指令集

下表列出所有支持的 ASCII 指令及其功能含义、参数范围与权限。

指令	功能含义	参数范围/权限	单位	备注
PX	编码器位置读取	（只读）PX；		

指令	功能含义	参数范围/权限	单位	备注
VX	速度读取	(只读) VX;	pps	
EC	错误码读取	(只读) EC;		
BG	开始运动	(无参数) BG;		
ST	停止运动	(无参数) ST;		
UM	模式设置	UM=1/2/5; 1: 转矩 2: 速度 5: 位置		
MO	上下使能	MO=0/1; 0: 下使能 1: 上使能		
AC	加速度设置	AC=0~ $2^{31}-1$;	cnt/s ²	
DC	减速度设置	DC=0~ $2^{31}-1$;	cnt/s ²	
SD	停止加减速设置	SD=0~ $2^{31}-1$;	cnt/s ²	ST 停止命令的减速度、(仅作用于速度和位置模式)
PA	位置模式:设置绝对位置	PA= $-2^{31} \sim 2^{31}-1$	编码器单位	
PR	位置模式:设置相对位置	PR= $-2^{31} \sim 2^{31}-1$	编码器单位	
SP	位置模式: 设置位置	SP= $-2^{31} \sim 2^{31}-1$	cnt	
JV	速度模式: 设置速度	JV= $-2^{31} \sim 2^{31}-1$	pps	
TC	转矩模式: 设置电流	TC=0~最大电流	A	float 类型
SF	设定电机平滑运行系数	SF=0~64 (速度指令均值滤波次数)	次	
HM	回零功能	-	-	-
HM[1]	回零动作	HM[1]=0/1; 0: 停止回零运动 1: 启动回零运动		

指令	功能含义	参数范围/权限	单位	备注
HM[60]	回零状态	HM[60]; (只读) 回零状态 0: 未开始 1: 回零中 2: 回零完成 3: 回零失败		
HM[61]	回零模式	HM[61]=33~35、37~40		
HM[62]	回零高速	HM[62]=0~4294967295	cnt/s	
HM[63]	回零低速	HM[63]=0~4294967295	cnt/s	
HM[64]	回零最大速度	HM[64]=0~4294967295	cnt/s	
HM[65]	回零加速度	HM[65]=0~4294967295	cnt/s ²	
HM[66]	回零偏置	HM[66]=-2147483647~2147483647	cnt	
HM[67]	回零最大时间限制	HM[67]=0~6000 (0 表示不生效)	ms	
HM[68]	回零堵转电流限制	HM[68]=0~1000	0.01A	
HM[69]	堵转回零检测时间阈值	HM[69]=0~10000	ms	
HM[70]	堵转回零移动距离阈值	HM[70]=0~4294967295	cnt	
HM[71]	堵转回零检测速度阈值	HM[71]=0~4294967295	cnt/s	
HM[72]	回原位置基准来源	HM[72]=0/1; 0: 主编码器 1: 副编码器		
ER	误差允许值	-	-	-
ER[2]	速度误差允许值	ER[2]=0~2000000000	pps	
ER[3]	位置误差允许值	ER[3]=0~1000000000	cnt	
PL	峰值电流限值	PL[1]=0~150 (设定最大电流值)	Arms	float 类型
CL	允许的最大连续电机相电流值	CL[1]=0~最大电流 (设定额定电流值)	Arms	float 类型
PP	修改 CAN 地址	PP[13]=1~127		
FF	速度前馈	-	-	-

指令	功能含义	参数范围/权限	单位	备注
FF[1]	速度前馈比例	FF[1]=0~200.0		
FF[2]	速度前馈控制选择	FF[2]=0~1		
KP	增益设置	-	-	-
KP[1]	电流环 KP	KP[1]=50~5000		
KP[2]	速度环 KP	KP[2]=1~1000		
KP[3]	位置环 KP	KP[3]=0~200.0		
KI	积分设置	-	-	-
KI[1]	电流环 KI	KI[1]=0~6553.5		
KI[2]	速度环 KI	KI[2]=0~512.00		
KG	KP/KI 备份参数			
KG[1]	1-5 组参数作为当前 KP/KI 参数使用	KG[1]=1~5 1: 使用第 1 组 KP/KI 参数 ... 5: 使用第 5 组 KP/KI 参数		将第 2 组参数,作为当前 KPKI 参数进行使用: KG[1]=2; 功能码地址: H1C_00
	当前 KP/KI 参数备份到 1~5 组参数	KG[1]=11~15 11: KP/KI 参数备份第 1 组 ... 15: KP/KI 参数备份第 5 组		将当前 KPKI 保存备份到第 1 组参数 KG[1]=11;
KG[11] ~ KG[15]	第 1 组备份参数	KG[11]=50~5000 (电流环 KP) KG[12]=1~1000 (速度环 KP) KG[13]=0~200.0 (位置环 KP) KG[14]=0~6553.5 (电流环 KI) KG[15]=0~512.00 (速度环 KI)		功能码地址: H1C_01 ~ H1C_15

指令	功能含义	参数范围/权限	单位	备注
KG[16] ~ KG[20]	第 2 组备份参数	KG[16]=50~5000 (电流环 KP) KG[17]=1~1000 (速度环 KP) KG[18]=0~200.0 (位置环 KP) KG[19]=0~6553.5 (电流环 KI) KG[20]=0~512.00 (速度环 KI)		功能码地址: H1C_16 ~ H1C_20
KG[21] ~ KG[25]	第 3 组备份参数	KG[21]=50~5000 (电流环 KP) KG[22]=1~1000 (速度环 KP) KG[23]=0~200.0 (位置环 KP) KG[24]=0~6553.5 (电流环 KI) KG[25]=0~512.00 (速度环 KI)		功能码地址: H1C_21 ~ H1C_25
KG[26] ~ KG[30]	第 4 组备份参数	KG[26]=50~5000 (电流环 KP) KG[27]=1~1000 (速度环 KP) KG[28]=0~200.0 (位置环 KP) KG[29]=0~6553.5 (电流环 KI) KG[30]=0~512.00 (速度环 KI)		功能码地址: H1C_26 ~ H1C_30
KG[31] ~ KG[35]	第 5 组备份参数	KG[31]=50~5000 (电流环 KP) KG[32]=1~1000 (速度环 KP) KG[33]=0~200.0 (位置环 KP) KG[34]=0~6553.5 (电流环 KI) KG[35]=0~512.00 (速度环 KI)		功能码地址: H1C_31 ~ H1C_35
KV	滤波器、陷波器	-	-	-
KV[1]	速度给定低通滤波时间	KV[1]=0~655.35		
KV[2]	速度反馈低通滤波时间	KV[2]=0~655.35		
KV[3]	速度前馈低通滤波时间	KV[3]=0~655.35		
KV[11]	转矩给定低通滤波时间	KV[11]=0~655.35		
KV[31] ~ KV[34]	第 1 陷波器参数	KV[31]=0~1 (陷波器使能) KV[32]=0~40000.0 (陷波频率) KV[33]=0~100 (陷波宽度) KV[34]=0~100 (陷波深度)		

指令	功能含义	参数范围/权限	单位	备注
KV[35] ~ KV[38]	第 2 陷波器参数	KV[35]=0~1 (陷波器使能) KV[36]=0~40000.0 (陷波频率) KV[37]=0~100 (陷波宽度) KV[38]=0~100 (陷波深度)		
KV[39] ~ KV[42]	第 3 陷波器参数	KV[39]=0~1 (陷波器使能) KV[40]=0~40000.0 (陷波频率) KV[41]=0~100 (陷波宽度) KV[42]=0~100 (陷波深度)		
KV[43] ~ KV[46]:	第 4 陷波器参数	KV[43]=0~1 (陷波器使能) KV[44]=0~40000.0 (陷波频率) KV[45]=0~100 (陷波宽度) KV[46]=0~100 (陷波深度)		

表 8-2 ASCII 指令集一览表

8.5.4. 命令格式规范

所有 ASCII 命令遵循以下格式规则：

- 命令由大写字母指令码组成，后跟可选的参数赋值（如 PA=50000）；
- 每条命令必须以回车符（\r，即 CR，ASCII 13）或分号（;）结束；
- 数值参数支持整数（编码器单位、pps）和浮点数（电流 A）；
- 数组型参数使用方括号索引访问（如 HM[61]、PP[13]）；
- 写操作使用等号赋值（如 UM=5\r）；读操作省略等号（如 PX\r）；

8.5.5. 位置模式

位置模式下，驱动器根据目标位置执行点到点运动。需先设置模式 UM=5，再配置加减速 AC/DC 和最大速度 SP，最后通过 PA（绝对位置）或 PR（相对位置）设定目标并触发 BG 开始运动。

典型操作流程：

1. 设置位置模式：UM=5\r
2. 配置加减速：AC=200\r DC=200\r
3. 设置最大速度：SP=2000\r
4. 上使能：MO=1\r
5. 设定目标位置：PA=50000\r（绝对）或 PR=10000\r（相对）
6. 触发运动：BG\r

7. 读取当前位置：PX\ r

相对位置运行使用案例：

案例	相对位置运动
参数设定	UM=5, SP=2000, AC=200, DC=200, MO=1
步骤 1	1. PX\ r (记录初始位置) 2. PR=10000\ r 3. BG\ r 4. 等待停止后 PX\ r
运行结果	停止后的位置=初始位置+10000
步骤 2	5. PR=-10000\ r 6. BG\ r 7. 等待停止后 PX\ r
运行结果	停止后的位置=(初始位置+10000)-10000

绝对位置运动使用案例：

案例	绝对位置运动
参数设定	UM=5, SP=2000, AC=200, DC=200, MO=1
步骤	1. PA=50000\ r 2. BG\ r 3. 等待电机停止 PX\ r
运行结果	停止后的位置 (PX 返回值) =50000

8.5.6. 速度模式

速度模式下，驱动器以设定的 JV 速度持续运行。需先设置 UM=2，配置加减速 AC/DC，然后通过 JV 设定速度并 BG 触发。ST 可随时停止电机。

速度模式运动使用案例：

案例	正转速度控制
参数设定	UM=2, AC=200, DC=200, MO=1
步骤	1. JV=2000\ r

案例	正转速度控制
	2. BG\r
运行结果	电机正向转

案例	反转速度控制
参数设定	UM=2, AC=200, DC=200, MO=1
步骤	1. JV=-2000\r 2. BG\r
运行结果	电机反向转

8.5.7. 转矩模式

转矩模式下，驱动器输出指定 TC 电流值的转矩。需先设置 UM=1，通过 TC 设置目标电流（浮点数，单位 A）。正值为正向转矩，负值为反向转矩。

转矩模式运动使用案例：

案例	转矩控制
参数设定	UM=1
步骤	1. TC=0.5\r（电机正向转） 2. TC=-0.5\r（电机反向转） 3. TC=-1.0\r（电机反向快速转） 4. ST\r（停止）

8.5.8. 回零功能

回零功能用于将轴移动至机械原点（编码器位置归零）。支持多种回零模式（HM[61] 取值 33~35、37~40），可通过 HM[62]~[72] 配置回零高速、低速、加速度、偏置、堵转检测等参数。回零参数直接写入 EEPROM，可在任意时刻修改。

回零操作流程示例：

1. 设置位置模式：UM=5\r
2. 配置加减速：AC=100000\r DC=100000\r
3. 设置位置模式最大速度：SP=200000\r

4. 上使能：MO=1\r
5. 设置回零模式：HM[61]=35\r（单端回零为例）
6. 启动回零：HM[1]=1\r
7. 查询回零状态：HM[60]\r（返回 0:未开始 / 1:回零中 / 2:完成 / 3：回零失败）

回零模式运动使用案例：

案例	回零模式
参数设定	UM=5, MO=1, 回零方法设置（如 HM[61]=35\r）回零参数设置
步骤	1. HM[1]=1\r（启动） 2. HM[60]\r（查询状态） 3. 等待停止后 PX\r
运行结果	停止后的位置（PX 返回值）=0

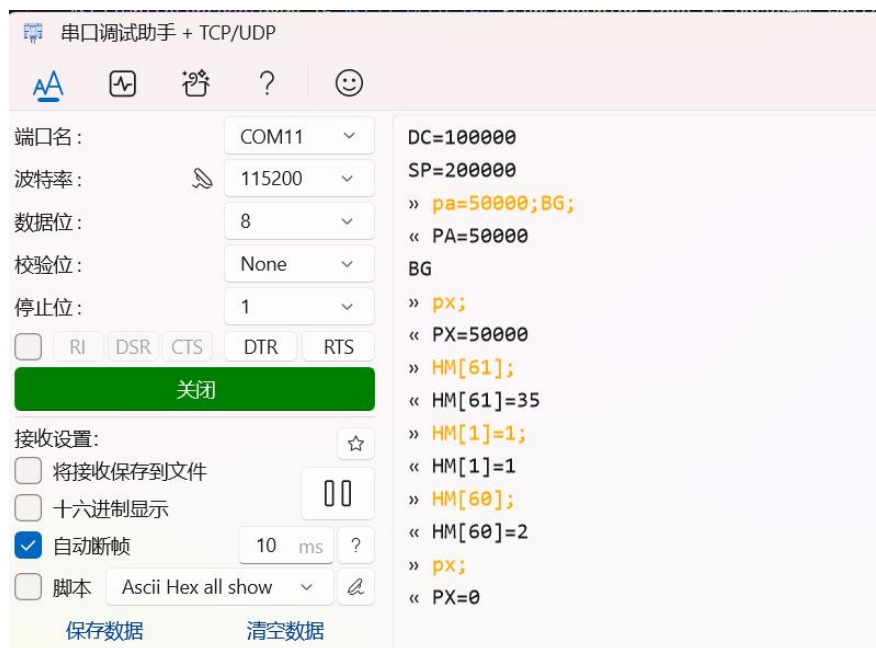


图 1-5 串口配置及指令示意图

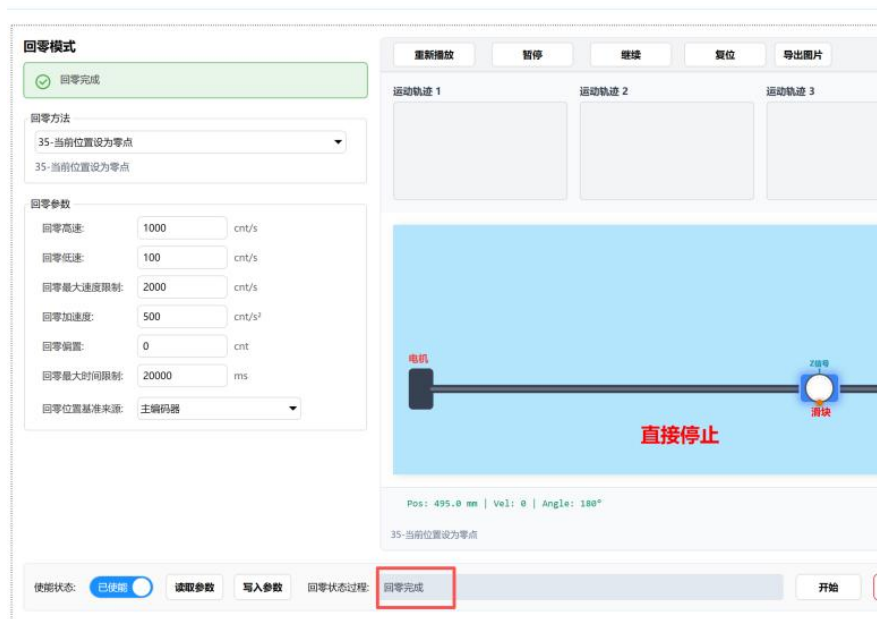


图 1-6 上位机调试软件回零状态示意图

8.5.9. ST 减速停止

ST 指令使驱动器按照预设减速度（SD 参数）平稳减速至停止，而非立即断电急停。在任意运动模式下发送 ST_r 即可触发减速停止过程。此功能确保机械系统的安全性和运动平稳性。

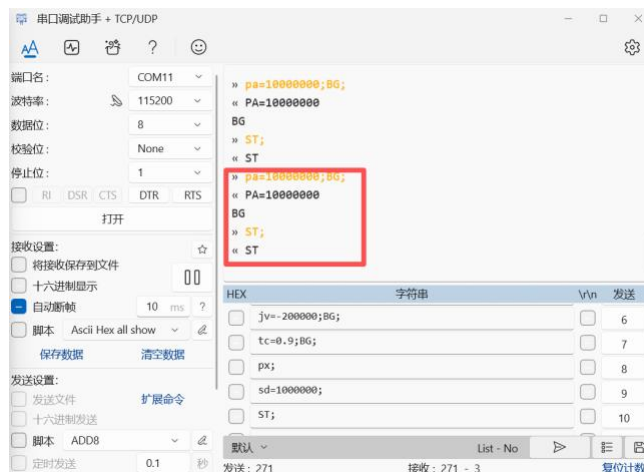


图 1-7 串口配置及指令示意图

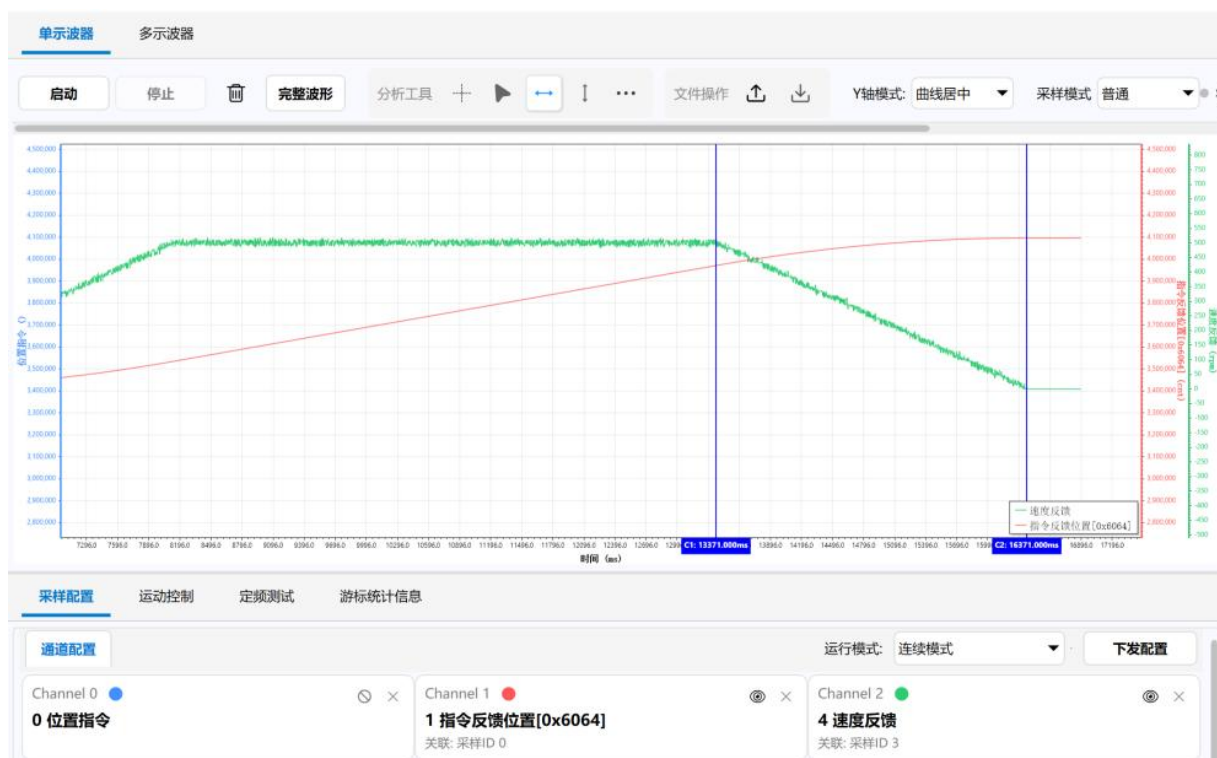


图 1-8 上位机调试软件减速停止波形图

8.5.10. 增益参数调试

通过 ASCII 指令读写电流环、速度环、位置环的 KP/KI 参数，支持多组参数备份与增益参数切换，灵活适配不同工况下的闭环调节需求。

KP/KI 参数使用案例：

案例	KP/KI 参数的读写与备份
步骤	1. KP[1];KI[1];KP[2];KI[2];KP[3];r (读当前电流环 KP、电流环 KI、速度环 KP、速度环 KI、位置环 KP) 2. KG[1]=11;r (将当前 KP/KI 参数保存到第 1 组备份参数) 3. KG[11];KG[12];KG[13];KG[14];KG[15];r (读第 1 组 KP/KI 备份参数) 4. KG[1]=12;r (将当前 KP/KI 参数保存到第 2 组备份参数) 5. KG[16];KG[17];KG[18];KG[19];KG[20];r (读第 2 组 KP/KI 备份参数) 6. KG[16]=1001;KG[17]=1002;KG[18]=81;KG[19]=41;KG[20]=42;r (写第 2 组备份参数电流环 KP=1001、速度环 KP=1002、位置环 KP=81、电流环 KI=41、速度环 KI=42) 7. KG[1]=2;r (将第 2 组备份参数,作为当前 KP/KI 参数进行使用:)

案例	KP/KI 参数的读写与备份
	8. KP[1];KI[1];KP[2];KI[2];KP[3];r (读当前电流环 KP、电流环 KI、速度环 KP、速度环 KI、位置环 KP)

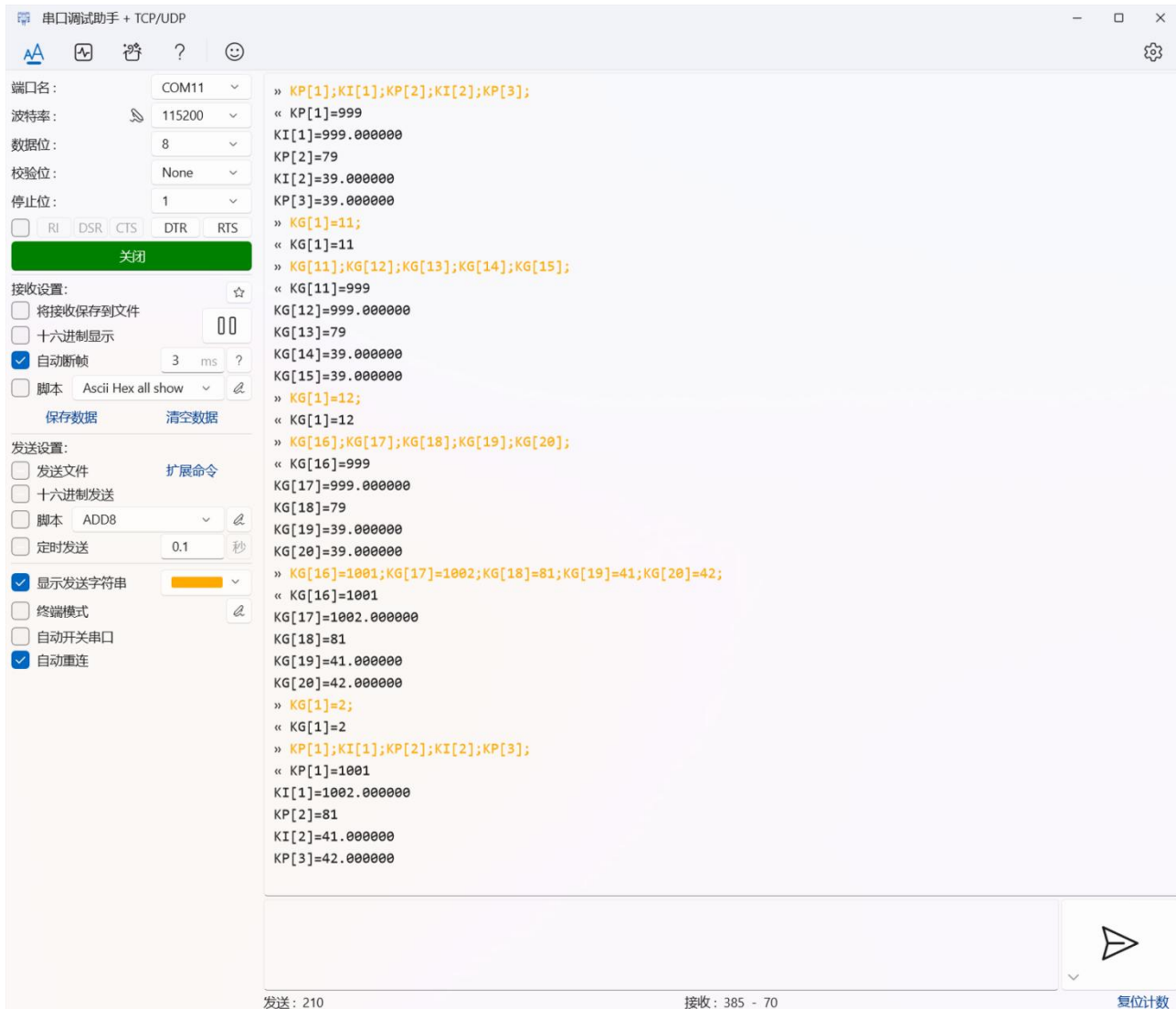


图 1-9 串口配置及指令示意图

8.5.11. EEPROM 参数记忆

通过 ASCII 字符指令写入的参数在掉电后不丢失。以 PP[13] CAN 地址设置为例：

案例	PP[13] CAN 地址设置
步骤	1. PP[13]\r (读 CAN 地址) 2. PP[13]=5\r (写 CAN 地址) 3. PP[13]\r (读 CAN 地址，验证) 4. 断电重启 PP[13]\r (读 CAN 地址，验证)

案例	PP[13] CAN 地址设置
	5. PP[13]=0\r (写 CAN 地址, 非法, 超出范围不可写) 6. PP[13]=128\r (写 CAN 地址, 非法, 超出范围不可写)

8.5.12. 接线示意

串口 ASCII 字符指令控制功能通过驱动器的 RS-232 接口与主站通信。接线方式如下:

- 使用标准 DB9 或 USB 转 TTL/RS-232 线缆连接驱动器 RS232 口;
- TX/RX 交叉连接 (驱动器 TX → 上位机 RX, 驱动器 RX → 上位机 TX);
- GND 共地;
- 波特率默认 115200 (可按驱动器参数调整), 数据位 8, 停止位 1, 校验 None;

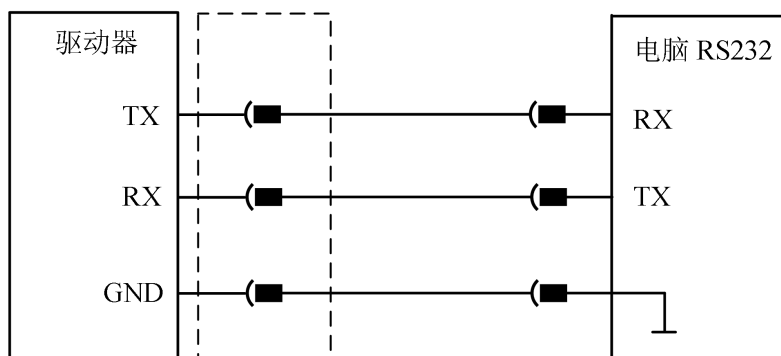


图 8-10 RS232 接线示意图

8.6. DI/DO 功能

8.6.1. 概述

驱动器 DI/DO 为数字信号交互端口。

- 数字输入（DI）：接收外部开关信号，可接入急停、伺服使能、原点触发、正负限位等外部指令信号；
- 数字输出（DO）：向外输出开关状态信号，可实现抱闸控制、故障报警、运行状态指示等信号输出。

DI、DO 端口均支持常开、常闭两种电平逻辑切换，可按需绑定各类运动相关功能，实现驱动器与上位机、外围执行器件之间的数字信号联动控制。

8.6.2. DI 输入配置

数字输入（DI）支持电平极性与触点逻辑配置，通过参数可定义通道有效判定规则。

- DI 输入电平：硬件引脚电气电平，分为高电平、低电平；
- 有效方式设置：配置触点逻辑模式，常开、常闭两种选项；
- 输入有效状态：驱动器内部识别到的信号状态。

常开模式下，引脚检测到设定电平即判定信号有效；常闭模式下，引脚检测到设定电平判定信号无效。用户可根据外部开关器件接线方式灵活匹配逻辑。

DI 输入电平	有效方式设置	输入有效状态
高电平	常开	有效
高电平	常闭	无效
低电平	常开	有效
低电平	常闭	无效

表 8-3 DI 电平有效逻辑对照表

8.6.3. DI 功能配置

如下为数字输入（DI）通道支持绑定的各类功能定义。通过 H15_06~H15_11 参数为 DI 通道分配对应功能编号，硬件 DI 信号有效时，驱动器执行绑定功能对应的控制逻辑。部分功能与原点回归、硬限位保护逻辑联动，行为遵循 CiA402 伺服设备规范，停机动作可通过对应功能码进行配置。

DI 功能配置	含义
正限位	设置为正限位，该 DI 端口的输入则作为正限位信号输入到驱动器。 该信号与回零功能、硬限位功能进行关联。限位信号具体与回零功能的关联参考 CI402 协议。 电机正向运行时触碰到正限位信号（信号有效）则会按照 H18_08 功能码所设置的停机方式进行停机。
负限位	设置为负限位，该 DI 端口的输入则作为负限位信号输入到驱动器。 该信号与回零功能、硬限位功能进行关联。限位信号具体与回零功能的关联参考 CIA402 协议。 电机负向运行时触碰到负限位信号（信号有效）则会按照 H18_08 功能码所设置的停机方式进行停机。
原点开关	设置为原点开关，该 DI 端口的输入则作为原点开关的信号输入到驱动器。 该信号与回零功能进行关联。
伺服使能信号输入	设置为伺服使能信号输入，该 DI 端口的输入则作为伺服使能信号输入到驱动器。当 DI 设置为该功能并且输入信号有效，则驱动器伺服使能。
IO 急停信号输入	设置为 IO 急停信号输入，该 DI 端口的输入则作为 IO 急停信号输入到驱动器。 当 DI 设置为该功能后在电机正常运行过程中当输入的 DI 信号有效时，则电机将按照 H18_18 功能码所设定的停机方式执行停机。

8.6.4. DI 参数配置

参数 H15_06~H15_11 依次对应 DI1~DI6 数字输入通道功能分配。取值范围 0~65535，用于配置 DI 引脚绑定的内部功能编号；设置为 0 代表该数字输入通道未分配功能。用户可根据设备工艺需求，自由给 DI 通道分配使能、报警复位、限位、模式切换等伺服功能。

功能码 ID	功能码地址	描述	设定值	出厂值	单位
H15_06	0x1506	DI1	0-65535	0	——
	备注	配置当前 DI 通道对应的功能编号；0 表示通道无分配功能，可根据应用需求绑定各类伺服触发功能。			

功能码 ID	功能码地址	描述	设定值	出厂值	单位
H15_07	0x1507	DI2	0-65535	0	——
	备注	配置当前 DI 通道对应的功能编号；0 表示通道无分配功能，可根据应用需求绑定各类伺服触发功能。			

功能码 ID	功能码地址	描述	设定值	出厂值	单位
H15_08	0x1508	DI3	0-65535	0	——
	备注	配置当前 DI 通道对应的功能编号；0 表示通道无分配功能，可根据应用需求绑定各类伺服触发功能。			

功能码 ID	功能码地址	描述	设定值	出厂值	单位
H15_09	0x1509	DI4	0-65535	0	——
	备注	配置当前 DI 通道对应的功能编号；0 表示通道无分配功能，可根据应用需求绑定各类伺服触发功能。			

功能码 ID	功能码地址	描述	设定值	出厂值	单位
H15_10	0x150A	DI5	0-65535	0	——
	备注	配置当前 DI 通道对应的功能编号；0 表示通道无分配功能，可根据应用需求绑定各类伺服触发功能。			

功能码 ID	功能码地址	描述	设定值	出厂值	单位
H15_11	0x150B	DI6	0-65535	0	——
	备注	配置当前 DI 通道对应的功能编号；0 表示通道无分配功能，可根据应用需求绑定各类伺服触发功能。			

8.6.5. DO 输出配置

数字输出（DO）支持电平极性与触点逻辑配置，通过参数自定义通道输出逻辑规则。

- DO 输出电平：硬件引脚实际输出电气电平，分为高电平、低电平；

- 有效方式设置：配置触点逻辑模式，包含常开、常闭两种选项；
- 功能输出生效状态：驱动器内部功能触发状态。

常开模式下，功能生效时引脚输出设定电平；常闭模式下，功能失效时引脚输出设定电平。用户可根据外部继电器、指示灯等执行器件接线方式灵活匹配逻辑。

有效方式设置	功能输出生效状态	DO 输出电平
常开	有效	高电平
常开	无效	低电平
常闭	有效	低电平
常闭	无效	高电平

表 8-4 DO 电平有效逻辑对照表

8.6.6. DO 功能配置

参数 H15_21~H15_23 依次对应 DO1~DO3 数字输出通道功能分配。取值范围 0~65535，用于配置 DO 引脚绑定的内部功能编号；设置为 0 代表该数字输出通道默认为通用 DO 功能。用户可根据设备工艺需求，自由给 DO 通道分配抱闸控制、故障报警、状态指示等伺服输出功能。

DO 功能配置	含义
通用 DO	设置为通用 DO 功能，该 DO 端口作为普通输出 DO。默认功能输出为无效。 通过设置有效方式可实现输出电平的翻转。
抱闸输出	设置为抱闸输出功能，该 DO 端口输出信号与抱闸功能关联。 当开启抱闸功能并且达到抱闸条件时，抱闸功能输出有效，具体电平状态参照 DO 输出配置。
报警输出	设置为报警输出功能，该 DO 端口输出信号与驱动器故障状态关联。 当驱动器检出故障则该 DO 输出状态有效，具体电平状态参照 DO 输出配置。
运行状态输出	设置为运行状态输出功能，该 DO 端口输出信号与驱动器运行状态关联。 当驱动器使用运行时则该 DO 输出状态有效，具体电平状态参照 DO 输出配置。

8.6.7. DO 参数配置

如下为数字输出（DO）通道支持绑定的各类功能定义。通过 H15_21~H15_23 参数为 DO 通道分配对应功能编号，驱动器内部功能触发生效时，硬件 DO 端口输出对应电平信号。部分功能与电机抱闸、故障告警逻辑联动，电平极性遵循 DO 输出配置规则。

功能码 ID	功能码地址	描述	设定值	出厂值	单位
H15_21	0x1515	DO1	0-65535	0	——
	备注	配置当前 DO 通道对应的功能编号；0 表示通道默认为通用 DO 功能，可根据应用需求绑定各类伺服输出功能。			

功能码 ID	功能码地址	描述	设定值	出厂值	单位
H15_22	0x1516	DO2	0-65535	0	——
	备注	配置当前 DO 通道对应的功能编号；0 表示通道默认为通用 DO 功能，可根据应用需求绑定各类伺服输出功能。			

功能码 ID	功能码地址	描述	设定值	出厂值	单位
H15_23	0x1517	DO3	0-65535	0	——
	备注	配置当前 DO 通道对应的功能编号；0 表示通道默认为通用 DO 功能，可根据应用需求绑定各类伺服输出功能。			

8.7. STO

8.7.1. 概述

STO (Safe Torque Off, 安全转矩关闭) 是驱动器内置的安全功能, 属于 IEC 60204-1 标准规定的 0 类非受控停机。

STO 功能激活后, 驱动器切断电机励磁转矩输出, 不再输出能够驱动电机产生运动的电能; 即便驱动器主电源持续保持通电, 也可有效防止电机意外旋转。

驱动器配置两路独立 STO 硬件输入通道:

- 运行允许条件: 两路 STO 输入信号同时有效, 电机才允许上电运行;
- 安全触发逻辑: 任意一路 STO 信号失效, 立即触发 STO 保护。驱动器切断电机驱动电能, 电机进入自由滑行状态, 依靠自身惯性与机械摩擦力逐步停止, 无电气制动过程。

说明: STO 为非受控停机方式, 不提供制动控制; 若工艺需要快速受控停机, 需配合外部机械抱闸使用。

8.7.2. 接线图

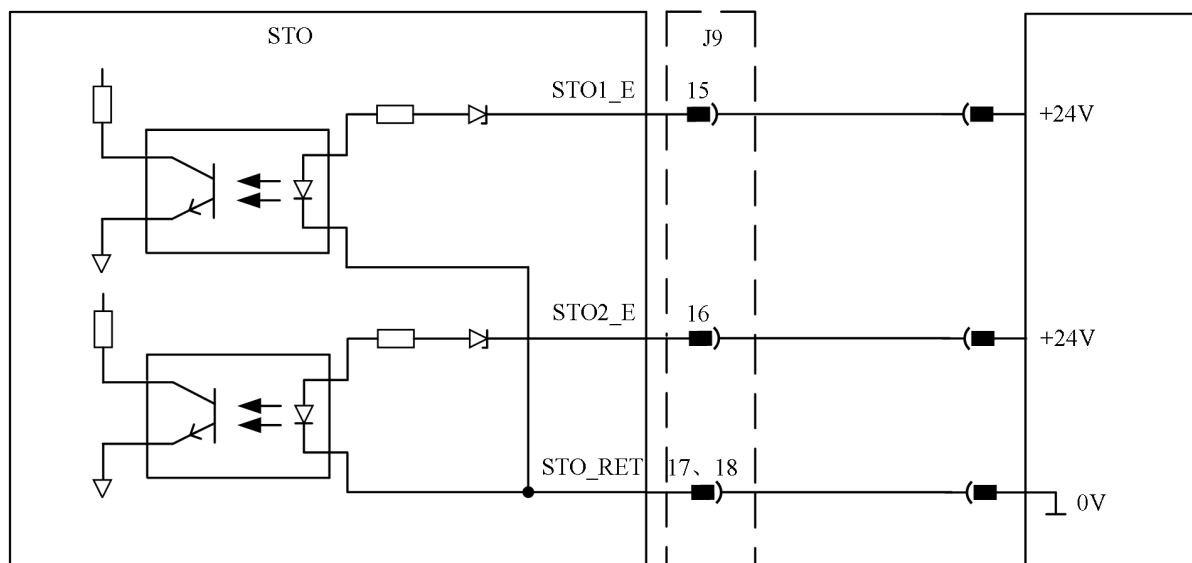


图 8-11 STO 接线示意图

注: 驱动器 STO 通道需要接入两路独立安全供电信号。若两路信号供电不满足要求, 驱动器将上报故障报警, 同时切断电机转矩输出。

8.8. 抱闸输出功能

8.8.1. 概述

抱闸控制功能由 DO 输出功能参数配置实现。伺服驱动器检测到使能状态切换后，对应 DO 端口输出控制信号，驱动电机机械抱闸打开；伺服断开使能时配合时序逻辑控制抱闸闭合，防止负载滑落。

8.8.2. 接线引脚

抱闸功能使用 J9 端子的数字输出通道，引脚定义如下：

J9 端子引脚	信号	功能
9	OUT1_E	3 路数字输出(光耦隔离)
10	OUT2_E	
11	OUT3_E	
12	NC	
13	OUTRET	数字输出公共端
14	OUTRET	

使用 OUT1 (DO1) 作为抱闸输出，必须搭配参考地 OUTRET 完成输出回路接线。

硬件引脚 OUT1（逻辑 DO1）抱闸接线示意图如下：

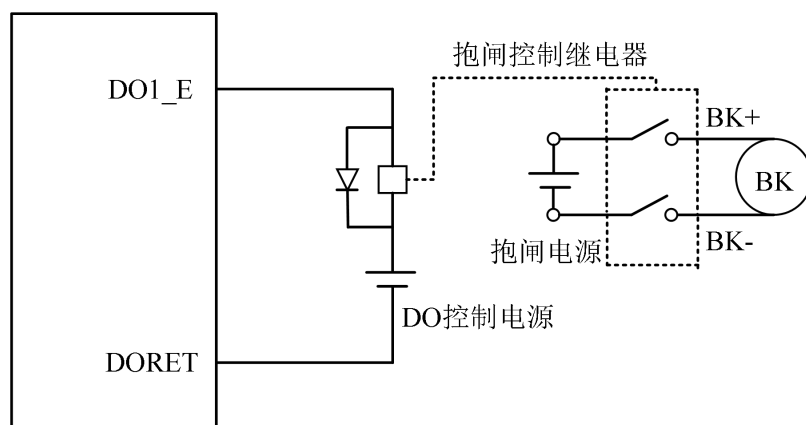


图 8-12 抱闸接线图

注：抱闸需要使用继电器控制，若伺服 DO 直接接抱闸线圈会导致 DO 损坏。

8.8.3. 关联参数

功能码 ID	功能码地址	描述	设定值	出厂值	单位
H02_20	0x0214	抱闸使能	0-1	0	-
	备注	0: 不使能 1: 使能			

功能码 ID	功能码地址	描述	设定值	出厂值	单位
H02_09	0x0209	抱闸解除至接收指令延迟时间	0-500	250	ms
	备注	H02_09 时间内，伺服不接收位置/速度/转矩指令。			
功能码 ID	功能码地址	描述	设定值	出厂值	单位
H02_10	0x020A	抱闸指令至伺服 OFF 延迟时间	1-10000	150	ms
	备注	抱闸制动信号（开始抱闸制动）到电机掉电的等待时间。 下使能时，该时间内抱闸制动信号有效，抱闸开始制动动作，但电机不掉电，经过该时间后电机掉电。主要用于防止伺服下使能时的“溜车”现象。			

增加此时间可延迟抱闸抱紧后使能断开时间，下图设定为 1000ms

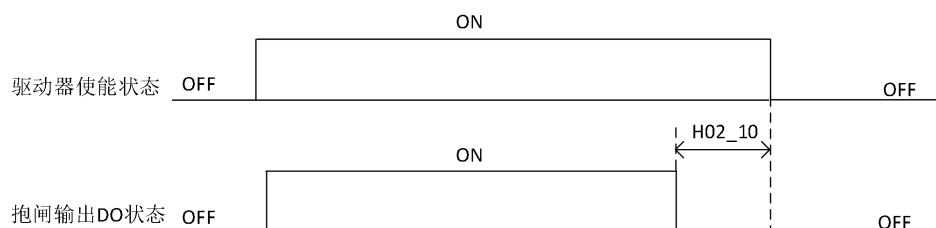


图 8-13 抱闸输出时序图

功能码 ID	功能码地址	描述	设定值	出厂值	单位
H02_11	0x020B	抱闸指令输出速度限值	0-3000	30	rpm
	备注	设置电机处于旋转状态时，将抱闸（BK）输出置为 OFF 时的电机速度阈值。			

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H02_12	0x020C	伺服 OFF 至抱闸指令等待时间	0-3000	30	rpm
	备注	伺服收到关闭使能指令后，维持输出力矩、等待抱闸闭合的延时参数。			

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H02_19	0x0213	伺服 ON 上电抱闸延迟打开时间	1-10000	150	ms
	备注	上使能时等待抱闸完全解除的时间。 伺服使能后的该时间内，电机处于保持当前位置并屏蔽指令输入状态。 用于给带抱闸的电机预留抱闸动作时间，将抱闸完全打开。防止抱闸未完全打开的情况下电机旋转，导致抱闸异常磨损或发生过载报警。无抱闸电机可以将本参数设置为 0			

增加此时间可延时使能后抱闸解开时间，下图为设定 1000ms

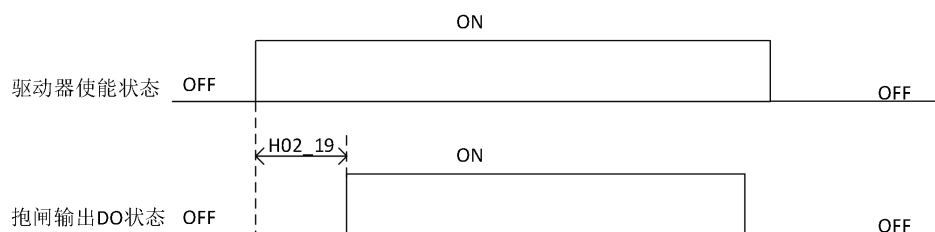


图 8-14 抱闸输出时序图

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H02_19	0x0213	伺服 ON 上电抱闸延迟打开时间	1-10000	150	ms
	备注	上使能时等待抱闸完全解除的时间。 伺服使能后的该时间内，电机处于保持当前位置并屏蔽指令输入状态。 用于给带抱闸的电机预留抱闸动作时间，将抱闸完全打开。防止抱闸未完全打开的情况下电机旋转，导致抱闸异常磨损或发生过载报警。无抱闸电机可以将本参数设置为 0。			

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H02_45	0x022D	抱闸重力补偿电流	0-500	0.0	A
	备注	垂直轴机型电机抱闸开启前输出恒定补偿力矩电流，抵消负载自重，防止抱闸松开瞬间轴体下坠。			

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H02_46	0x022E	抱闸重力补偿电流写 EEP 使能	0-1	0	-
	备注	0: 不使能 1: 使能			

8.9. 紧急停止功能

8.9.1. 概述

紧急停止是驱动器在运行（伺服使能开启）状态下接收到强制急停信号时，使用设定的伺服制动转矩使电机减速的功能。在伺服驱动器操作中，在 DI 端子上接入急停信号。伺服驱动器实时检测 I/O 急停信号，当检测到 IO 急停信号，触发外部停机触发故障并执行第二类故障所设置的停机方式。

8.9.2. 相关参数

功能码 ID	功能码 地址	描述	设定值	出厂值	单位
H18_18	0x1818	IO 急停停机方式	0~7	5	——
	备注	0: 自由停机，保持自由运行状态 1: 零速停机，保持自由运行状态 2: 6085h 斜坡停机，保持自由运行状态 3: 转矩急停，保持自由运行状态 5: 零速停机，位置保持锁定状态 6: 6085h 斜坡停机，保持位置锁定状态 7: 转矩急停，保持位置锁定状态			

8.9.3. 使用案例

使用上位机调试软件，选择任一 DI 端口功能配置选择“IO 急停信号输入”



注：为防止因接点部的接触不良或断线而引发事故，紧急停止功能请使用“常闭接点”式的开关。如果回路发生故障，即使强制停止输入开关启动，也不能停止伺服电机，有导致机器损坏的危险。

9. 通讯

9.1. CAN 总线通讯概述

CAN（Controller Area Network 控制器局域网）总线是一种简洁易用、传输速度快，拓扑简单、可靠性高的串行通信总线，本设备集成的 CAN 接口严格遵循 ISO 11898 高速 CAN 标准体系，支持 CAN2.0A/B，运行在传统 CAN 下支持 1Mbit/s 数据速率，多达 8 字节的数据载荷，运行在 CAN FD 下支持 5Mbit/s 数据速率，多达 64 字节数据载荷。

9.1.1. CAN2.0 通讯

CAN2.0 是经典 CAN 总线数据链路层标准，分为 CAN2.0A 标准帧与 CAN2.0B 扩展帧，规范定义于 ISO 11898-1。CAN2.0A 采用 11 位报文标识符，CAN2.0B 使用 29 位标识符，CANopen 协议强制基于 CAN2.0B 扩展帧通信。单帧最大有效载荷为 8 字节。本设备 CAN 控制器默认工作在 CAN2.0B 主动模式，兼容收发标准帧与扩展帧，最高支持 1Mbit/s 总线速率。本设备支持标准 CANopen 协议通信，如需基于 CAN2.0 开发定制控制协议，可联系销售或技术支持。协议参考模型如下：

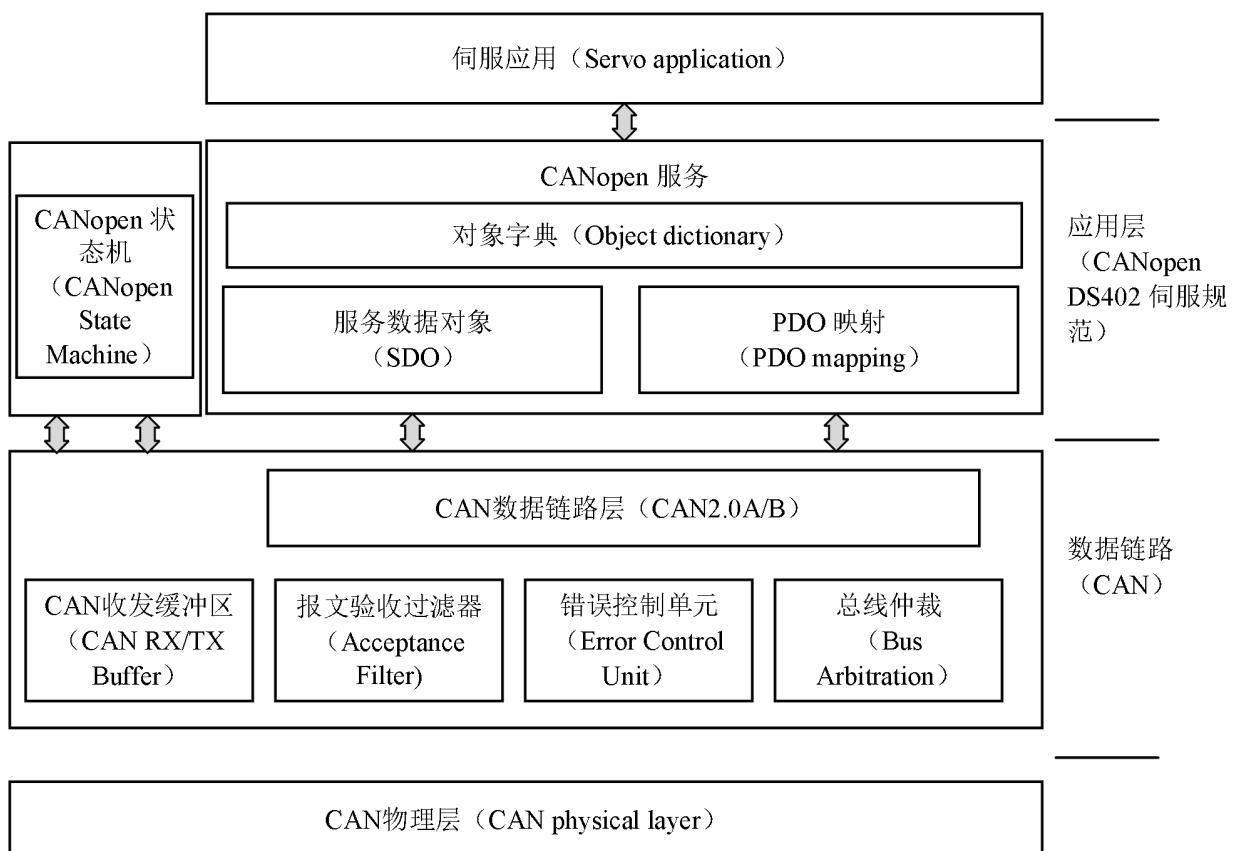


图 9-1 CANopen over CAN2.0 协议参考模型

9.1.2. CANFD 通讯

CAN FD (CAN with Flexible Data rate) 是为了解决 CAN 总线的带宽局限性对 CAN 进行升级的物理层, ISO 11898-1 中修订描述将 CAN FD 加入其中。本设备支持高达 1Mbit/s 仲裁域+最高 5Mbit/s 数据域的速率。本设备支持定制您所需的基于 CAN FD 客制化控制协议, 如您有需要请联系销售或技术支持。协议参考模型如下:

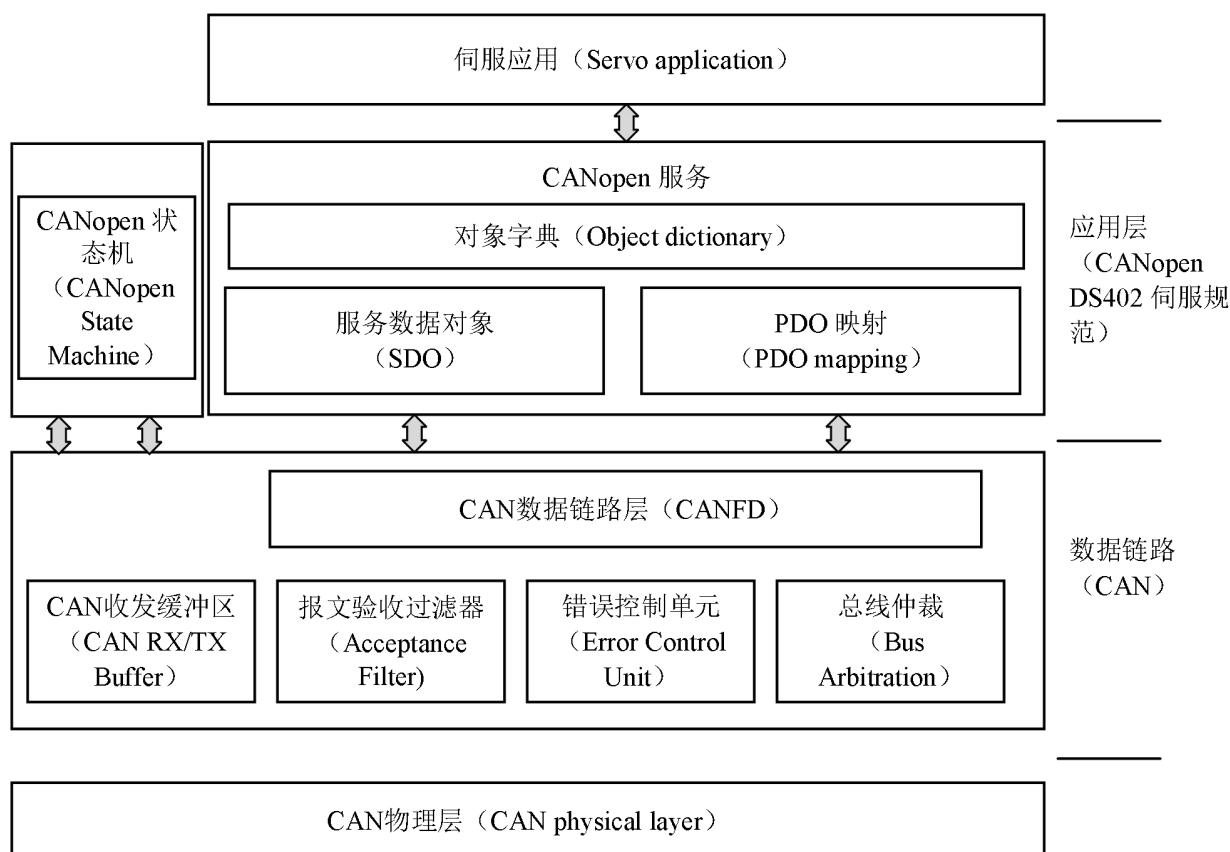


图 9-2 CANopen over CANFD 协议参考模型

9.2. CANopen 通讯

CANopen 是一项基于 CAN 总线的高层通信协议标准, 它实现了设备间的标准化数据交换, 是工业自动化领域最重要的网络标准之一。本设备实现了基于 CiA301 标准的 CANopen 协议, 其中应用层用来描述 CANopen 设备间配置和同步实时数据的机制。该功能在应用层中被分割为若干不同的逻辑服务对象。服务对象提供特定的功能和所有相关的服务在相关服务对象规范中进行具体描述。CANopen 主节点可以通过相关服务对象 (如 SDO、PDO) 来获取或者修改节点对象字典中的数据。

9.2.1. CANopen 对象字典

对象字典是 CANopen 设备的核心，以 16 位索引 + 8 位子索引的方式管理驱动器全部参数，包含设备标识、配置参数、运动控制对象、报警信息等。主站通过 SDO 服务读写对象字典，实现参数配置；通过 PDO 服务对对象字典条目进行实时周期数据交互。

对象字典按照功能分区：

- 0x1000 - 0x1FFF：通信协议子集，NMT、心跳、PDO、SDO 相关配置；
- 0x2000 - 0x5FFF：厂商自定义参数；
- 0x6000 - 0x9FFF：CiA- 402 运动设备子集，伺服运动控制对象。

9.2.2. CANopen 状态机（NMT）

NMT (Network Management) 网络管理负责管理 CANopen 从站设备状态切换。驱动器支持 4 种 NMT 状态：初始化状态、预操作状态、操作状态、停止状态。

状态	描述
Initialising（初始化）	驱动器上电 / 复位后进入该状态，执行硬件与协议栈初始化；SDO、PDO 通讯均不可用，初始化完成自动跳转至预操作状态。
Pre-operational（预操作）	支持 SDO 读写对象字典，可配置参数；PDO 报文不生效，适合上电参数配置阶段。
Operational（操作）	SDO、PDO 全部可用，CANopen 实时运动控制生效，可执行位置 / 速度 / 转矩指令。
Stopped（停止）	仅响应 NMT 网络管理命令；SDO、PDO 通讯全部关闭，驱动器停止总线运动。

驱动器上电复位后，自动由 Initialising 跳转至 Pre-operational。

主站下发 NMT 启动命令，从 Pre-operational 切换至 Operational；下发 NMT 停止命令切换至 Stopped。

任意状态下均可通过 NMT 复位命令回到 Initialising。

9.3. EtherCAT 总线通讯概述

EtherCAT（Ethernet for Control Automation Technology 控制自动化以太网）是一种实时性强、传输延迟极低、同步精度高的工业以太网总线，本设备集成的 EtherCAT 接口支持 CANopen over EtherCAT（CoE）协议，遵循 ETG 标准规范。总线支持纳秒级周期通信，完整复用 CANopen 对象字典体系，兼容 DS402 伺服设备规范，可实现多轴高精度同步运动控制。

EtherCAT® is registered trademark and patented technology,
licensed by Beckhoff Automation GmbH, Germany.

EtherCAT®

9.3.1. CoE 参考模型

模型上层复用 CANopen 应用协议体系，底层依托 EtherCAT 工业以太网链路实现数据传输。下图为西恩伺服内部 CANopen over EtherCAT（CoE）协议参考模型：

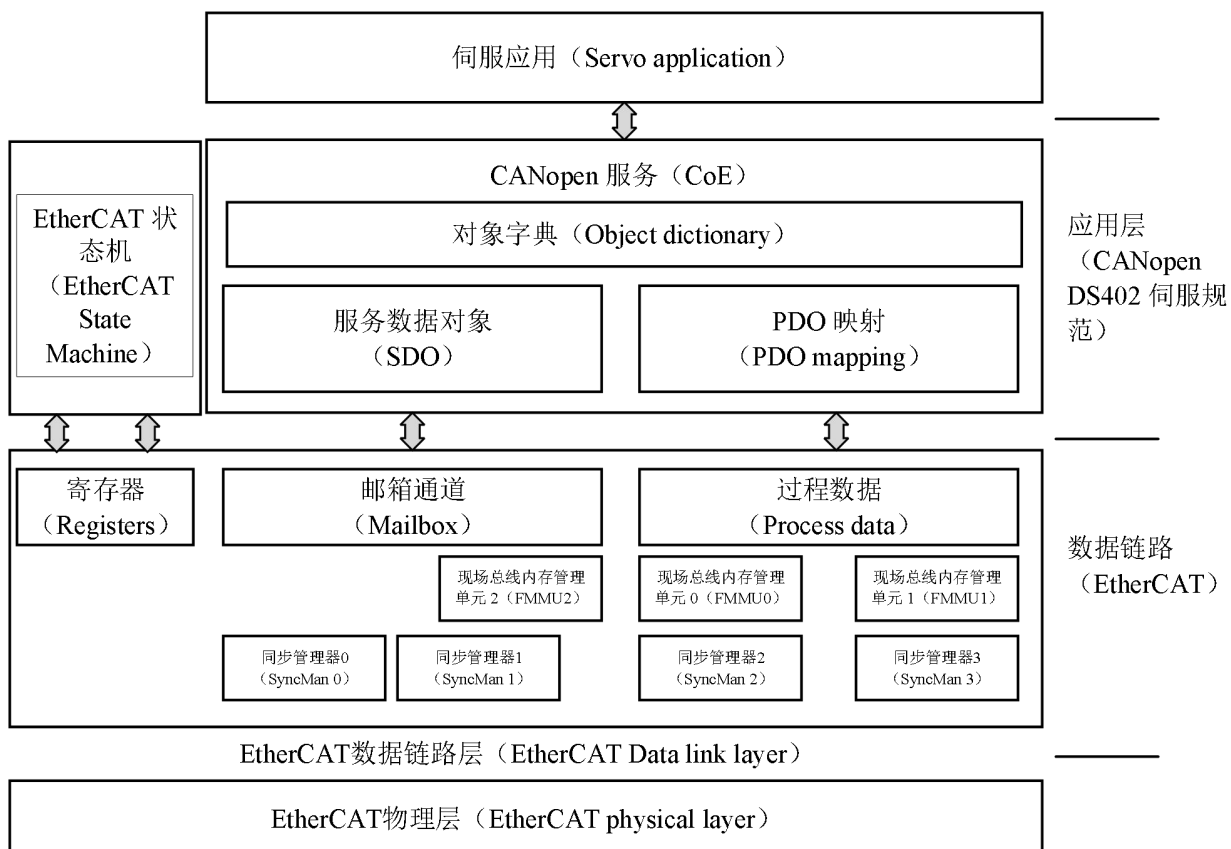


图 9-3 CANopen over EtherCAT（CoE）协议参考模型

EtherCAT（CoE）网络参考模型包括两部分：数据链路层和应用层。数据链路层主要负责 EtherCAT 通信

协议，应用层嵌入了 CANopen drive Profile（DS402）通信规约。CoE 中的对象字典包括了参数、应用数据以及 PDO 映射配置信息。

过程数据对象（PDO）由对象字典中支持 PDO 映射的条目构成，PDO 传输内容由预先配置的 PDO 映射定义。PDO 的数据收发属于周期性实时通信，通信运行阶段无需实时检索对象字典；邮箱通信（SDO）为非周期性通信，进行参数读写时需要携带索引信息并检索对象字典。

9.3.2. EtherCAT 从站信息

EtherCAT 从站信息文件（XML 文件）可供主站读取，用于完成主站与从站之间的通信组态。XML 文件包含建立 EtherCAT 通信所需的全部配置信息，如需获取驱动器对应的 XML 文件，请联系销售或技术支持。

9.3.3. CoE 状态机

CoE 状态机用于描述 EtherCAT 从站内部 CANopen 应用层工作状态与状态切换逻辑。状态切换指令一般由主站发起，从站执行并反馈响应。具体状态跳转方式如下：

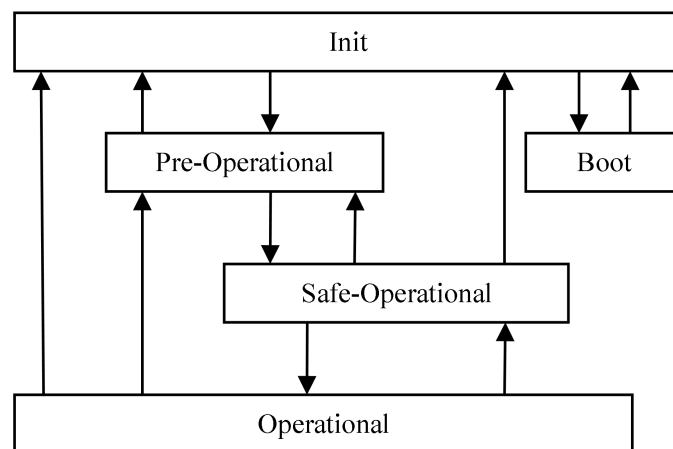


图 9-4 CoE 状态机跳转示意图

从初始化状态向运行状态转化时，必须按照“初始化-预运行-安全运行-运行”的顺序转化，不可以越级。

从运行状态返回时可以越级转化。状态的转化说明详见下表：

状态	描述
Boot	固件更新状态 驱动器可以过度到 Init 状态
Init	初始化通讯状态 无法进行 SDO 和 PDO 通讯
Init→Pre-OP	主站配置链路层地址和 SM 通道，启动邮箱通信

状态	描述
	主站初始化 DC 时钟同步 主站请求向 Pre-Op 状态转换 主站设置 AL 控制寄存器 从站确定邮箱是否正常初始化
Pre-OP	邮箱通信被激活 不能进行过程数据通信 (PDO)
Pre-OP→Safe-OP	主站为过程数据配置同步管理器 (Sync Manager) 通道及 FMMU 通道 主站通过 SDO 配置 PDO 数据映射和 Sync Manager PDO 参数设置 主站请求 Safe-Op 状态转换 从站检查负责 PDO 数据的 Sync Manager 配置是否正确, 如果从站发出启动同步请求, 检查分布时钟的设置是否正确
Safe-OP	从站应用程序将传送实际输入数据, 不对输出进行操作 输出被设置为“安全状态”
Safe-OP→OP	主站发送有效的输出数据 主站请求向 Op 状态转换
OP	可以邮箱通信 可以 PDO 通信
OP→Safe-OP	终止更新输出数据
OP→Pre-OP	终止更新输入/输出数据
Safe-OP→Init	终止更新输入数据及信箱通信
Pre-OP→Init	中断信箱通信
OP→Init	终止所有输入/输出数据更新及信箱通信

9.4. 402 标准化设备子协议区(0x6000 - 0x9FFF)

CiA-402 是面向运动伺服设备的设备行规, 属于 CANopen 规范集的组成部分, EtherCAT 总线沿用该标准对象字典。本驱动器遵循 CiA-402 V4.02 规范, 使用标准对象字典 (0x6000 对象区间) 实现位置、速度、转矩控制。控制字 0x6040 下发控制指令, 状态字 0x6041 反馈驱动器运行状态; 支持轮廓位置 PP、轮廓速度 PV、轮廓转矩 PT 等标准工作模式。

Index 索引	SubIndex 子索引	Object Name 对象名称	Type 类型	Access 访问权限	PDO Mapping PDO 映射	Description 描述
0x6007	0	Abort connection code	INT	rw	×	中止连接码
0x603F	0	Error Code	UINT	ro	√ (T)	错误码
0x6040	0	Controlword	UINT	rw	√ (R)	控制字
0x6041	0	Statusword	UINT	ro	√ (T)	状态字
0x605A	0	Quick Stop option code	INT	rw	×	快速停止选项码
0x605B	0	Shutdown option code	INT	rw	×	关机选项码
0x605C	0	Disable operation option code	INT	rw	×	禁用操作选项码
0x605D	0	Halt option code	INT	rw	×	暂停选项码
0x605E	0	Fault reaction option code	INT	rw	×	故障反应选项码
0x6060	0	Modes of operation	SINT	rw	√ (R)	运行模式
0x6061	0	Modes of operation display	SINT	ro	√ (T)	运行模式显示
0x6062	0	Position demand value	DINT	ro	√ (T)	位置给定值
0x6063	0	Position actual internal value	DINT	ro	√ (T)	位置实际内部值
0x6064	0	Position actual value	DINT	ro	√ (T)	位置实际值
0x6065	0	Position following error window	UDINT	rw	×	位置跟随误差窗口
0x6066	0	Following error time out	UINT	rw	×	跟随误差超时
0x6067	0	Position window	UDINT	rw	×	位置窗口
0x6068	0	Position window time	UINT	rw	×	位置窗口时间

Index 索引	SubIndex 子索引	Object Name 对象名称	Type 类型	Access 访问权限	PDO Mapping PDO 映射	Description 描述
0x6069	0	Velocity sensor actual value	DINT	ro	√ (T)	速度传感器实际值
0x606A	0	Velocity sensor selection code	INT	rw	×	速度传感器选择码
0x606B	0	Velocity demand value	DINT	ro	√ (T)	速度给定值
0x606C	0	Velocity actual value	DINT	ro	√ (T)	速度实际值
0x606D	0	Velocity window	UINT	rw	×	速度窗口
0x606E	0	Velocity window time	UINT	rw	×	速度窗口时间
0x606F	0	Velocity threshold	UINT	rw	√ (R)	速度阈值
0x6070	0	Velocity threshold time	UINT	rw	√ (R)	速度阈值时间
0x6071	0	Target torque	INT	rw	√ (R)	目标转矩
0x6072	0	Maximal torque	UINT	rw	√ (R)	最大转矩
0x6073	0	Maximal Current	UINT	rw	√ (R)	最大电流
0x6074	0	Torque demand	INT	ro	√ (T)	转矩给定值
0x6075	0	Motor rated current	UDINT	rw	×	电机额定电流
0x6076	0	Motor rated torque	UDINT	rw	×	电机额定转矩
0x6077	0	Torque actual value	INT	ro	√ (T)	转矩实际值
0x6078	0	Current actual value	INT	ro	√ (T)	电流实际值
0x6079	0	DC link voltage	UDINT	ro	√ (T)	直流母线电压
0x607A	0	Target position	DINT	rw	√ (R)	目标位置
0x607B	0	Position range limit (Num)	USINT	ro	×	子索引数量

Index 索引	SubIndex 子索引	Object Name 对象名称	Type 类型	Access 访问权限	PDO Mapping PDO 映射	Description 描述
0x607B	1	Position range limit 1	DINT	rw	×	位置范围限制 1
0x607B	2	Position range limit 2	DINT	rw	×	位置范围限制 2
0x607C	0	Home offset	DINT	rw	×	原点偏移
0x607D	0	Software position limit (Num)	USINT	ro	×	子索引数量
0x607D	1	Min position limit	DINT	rw	×	最小位置限制
0x607D	2	Max position limit	DINT	rw	×	最大位置限制
0x607E	0	Polarity	USINT	rw	√ (R)	极性
0x607F	0	Max profile velocity	UDINT	rw	√ (R)	最大轮廓速度
0x6080	0	Max motor speed	UDINT	rw	×	最大电机速度
0x6081	0	Profile velocity	UDINT	rw	√ (R)	轮廓速度
0x6082	0	End velocity	UDINT	rw	√ (R)	结束速度
0x6083	0	Profile acceleration	UDINT	rw	√ (R)	轮廓加速度
0x6084	0	Profile deceleration	UDINT	rw	√ (R)	轮廓减速度
0x6085	0	Quick stop deceleration	UDINT	rw	√ (R)	快速停止减速度
0x6086	0	Motion profile type	INT	rw	×	运动轮廓类型
0x6087	0	Torque slope	UDINT	rw	√ (R)	转矩斜率
0x608F	0	Position encoder resolution (Num)	USINT	ro	×	子索引数量
0x608F	1	Encoder resolution 1	UDINT	rw	×	编码器分辨率 1

Index 索引	SubIndex 子索引	Object Name 对象名称	Type 类型	Access 访问权限	PDO Mapping PDO 映射	Description 描述
0x608F	2	Encoder resolution 2	UDINT	rw	×	编码器分辨率 2
0x6090	0	Velocity encoder resolution (Num)	USINT	ro	×	子索引数量
0x6090	1	Velocity encoder resolution 1	UDINT	rw	×	速度编码器分辨率 1
0x6090	2	Velocity encoder resolution 2	UDINT	rw	×	速度编码器分辨率 2
0x6091	0	Gear ratio (Num)	USINT	ro	×	子索引数量
0x6091	1	Motor revolutions	UDINT	rw	×	电机转数
0x6091	2	Shaft revolutions	UDINT	rw	×	轴转数
0x6092	0	Feed constant (Num)	USINT	ro	×	子索引数量
0x6092	1	Feed	UDINT	rw	×	进给量
0x6092	2	Shaft Revolutions	UDINT	rw	×	轴转数
0x6096	0	Velocity factor (Num)	USINT	ro	×	子索引数量
0x6096	1	Numerator	UDINT	rw	×	分子
0x6096	2	Divisor	UDINT	rw	×	分母
0x6097	0	Acceleration factor (Num)	USINT	ro	×	子索引数量
0x6097	1	Numerator	UDINT	rw	×	分子
0x6097	2	Divisor	UDINT	rw	×	分母
0x6098	0	Homing method	SINT	rw	×	回零方法
0x6099	0	Homing speeds (Num)	USINT	ro	×	子索引数量
0x6099	1	Speed during search for switch	UDINT	rw	×	找开关速度

Index 索引	SubIndex 子索引	Object Name 对象名称	Type 类型	Access 访问权限	PDO Mapping PDO 映射	Description 描述
0x6099	2	Speed during search for zero	UDINT	rw	×	找零点速度
0x609A	0	Homing acceleration	UDINT	rw	×	回零加速度
0x60B0	0	Position offset	DINT	rw	√ (R)	位置偏移
0x60B1	0	Velocity offset	DINT	rw	√ (R)	速度偏移
0x60B2	0	Torque offset	INT	rw	√ (R)	转矩偏移
0x60B8	0	Touch probe function	UINT	rw	√ (R)	探针功能
0x60B9	0	Touch probe status	UINT	ro	√ (T)	探针状态
0x60BA	0	Touch probe pos1 positive value	DINT	ro	√ (T)	探针 1 正向位置
0x60BB	0	Touch probe pos1 negative value	DINT	ro	√ (T)	探针 1 负向位置
0x60BC	0	Touch probe pos2 positive value	DINT	ro	√ (T)	探针 2 正向位置
0x60BD	0	Touch probe pos2 negative value	DINT	ro	√ (T)	探针 2 负向位置
0x60C2	0	Interpolation time period (Num)	USINT	ro	×	子索引数量
0x60C2	1	Interpolation time period value	USINT	rw	×	插补周期值
0x60C2	2	Interpolation time index	SINT	rw	×	插补时间索引
0x60C5	0	Max acceleration	UDINT	rw	×	最大加速度
0x60C6	0	Max deceleration	UDINT	rw	×	最大减速度
0x60E3	0	Supported Homing Method (Num)	USINT	ro	×	子索引数量
0x60E3	1-33	Supported Homing Method (1-33)	SINT	ro	×	支持的归零方法

Index 索引	SubIndex 子索引	Object Name 对象名称	Type 类型	Access 访问权限	PDO Mapping PDO 映射	Description 描述
0x60F2	0	Positioning option code	UINT	rw	×	定位选项码
0x60F4	0	Following error actual value	DINT	ro	√ (T)	跟随误差实际值
0x60FA	0	Control effort	DINT	ro	√ (T)	控制努力
0x60FC	0	Position demand internal value	DINT	ro	√ (T)	位置给定内部值
0x60FD	0	Digital inputs	UDINT	ro	√ (T)	数字输入
0x60FE	0	Digital outputs (Num)	USINT	ro	×	子索引数量
0x60FE	1	Physical outputs	UDINT	rw	√ (R)	物理输出
0x60FE	2	Bit mask	UDINT	rw	×	位掩码
0x60FF	0	Target velocity	DINT	rw	√ (R)	目标速度
0x6502	0	Supported drive modes	UDINT	ro	×	支持的驱动模式

9.5. 模式应用

9.5.1. 轮廓位置模式（PP）

轮廓位置模式（Profile Position，PP）适用于点对点定位场景。在此模式下，上位机下发目标位置（绝对位置或相对位置）、轮廓速度、加速度、减速度参数，伺服内置轨迹发生器根据参数规划并输出连续平滑的目标位置指令。

9.5.1.1. 控制框图

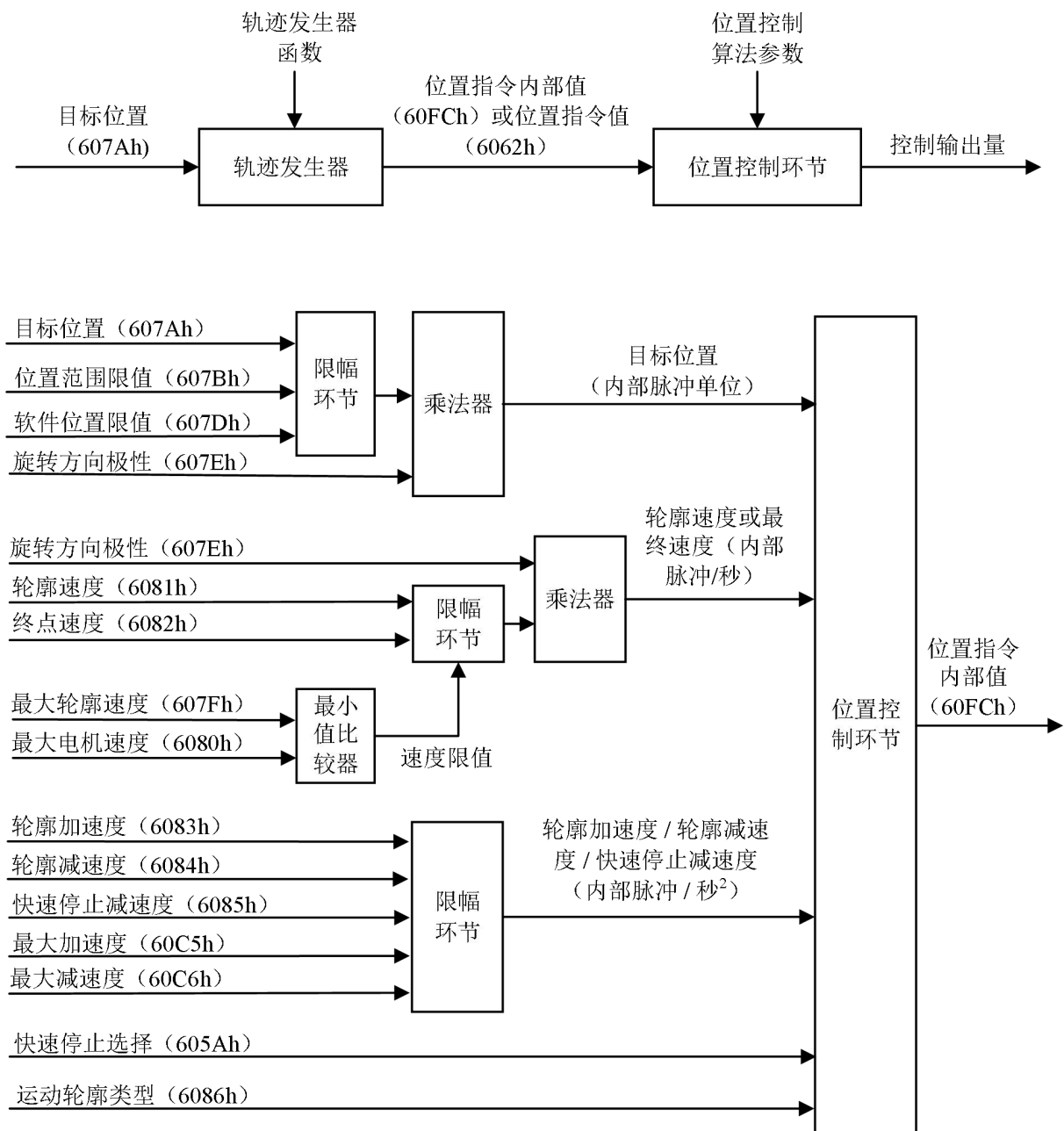


图 9-5 轮廓位置模式（PP）控制框图

注：速度限制由 607F 和电机最大转速中的较小值决定。

9.5.1.2. 控制字 6040h

控制字 6040h		
位	名称	描述
0	伺服准备好 Switch on	1: 有效, 0: 无效
1	接通主回路电 Enable voltage	1: 有效, 0: 无效
2	快速停机 Quick stop	0: 有效, 1: 无效
3	伺服运行 Enable operation	1: 有效, 0: 无效
4	新目标位置 New set-point	0→1 上升沿有效
*5	立即更新 Change set immediately	0: 非立刻更新（完成后更新） 1: 立刻更新
6	绝对位置指令 / 相对位置指令 abs/rel	0: 目标位置为绝对位置指令 1: 目标位置为相对位置指令
7	故障复位 Fault Reset	0→1 上升沿有效
8	暂停使能 Halt	0: 伺服按 Bit0~bit3 设置 1: 伺服按 605Dh 设置暂停。
9	设定连续变更使能 Change on set-point	仅当 Bit5=0（不立即更新目标位置）时生效，控制多段位置缓存衔接逻辑： Bit9 = 0: 新目标位置缓存写入前，驱动器必须完成当前定位、电机停止到位，才能接收下一段位置指令； Bit9 = 1: 电机以当前轮廓速度跑完当前目标位置后，无缝直接切换到新目标位置，中间不停车，实现连续多段点位运动； 当 Bit5=1（立即更新）时，Bit9 自动被驱动器忽略，不生效。
10~15	厂商自定义区域 Manufacturer Specific	未定义功能

9.5.1.3. 状态字 6041h

状态字 6041h		
位	名称	描述
0	伺服准备好 Ready to switch on	1: 有效, 0: 无效
1	可以开启伺服运行 Switch on	1: 有效, 0: 无效
2	伺服运行 Operation enabled	1: 有效, 0: 无效
3	故障 Fault	1: 有效, 0: 无效
4	主回路电接通 Voltage enabled	1: 有效, 0: 无效
5	快速停机 Quick stop	0: 有效, 1: 无效
6	伺服不可运行 Switch on disabled	1: 有效, 0: 无效
7	警告 Warning	1: 有效, 0: 无效
8	厂家自定义 Manufacturer-specific	未定义功能
9	远程控制 Remote	1: 有效, 现场总线控制, 0: 无效
10	目标到达 Target reached	0: 目标位置未到达 1: 目标位置到达 快速停机完成后, 状态字 6041 的 bit10 置 1, 伺服处于停机状态。
11	软件内部位置超限 internal limit active	0: 位置指令和位置反馈均未超限 1: 位置指令或位置反馈超限
12	目标位置更新 Set-point acknowledge	0: 可更新目标位置 1: 不可更新目标位置
13	跟随错误 Following error	0: 没有位置偏差过大故障 1: 发生位置偏差过大故障
14~15	厂家自定义 Manufacturer-specific	未定义功能

9.5.1.4. 相关对象

9.5.1.4.1. 状态与错误信息

索引	子索引	名称	访问	数据类型	单位	设定范围	默认值
603F	00	错误码	RO	UInt16	-	-	0
6041	00	状态字	RO	UInt16	-	-	0
6061	00	模式显示	RO	Int8	-	-	0
6062	00	位置指令	RO	Int32	指令单位	-	0
6063	00	位置反馈	RO	Int32	编码器单位	-	0
6064	00	位置反馈	RO	Int32	指令单位	-	0
606C	00	实际速度	RO	Int32	指令单位/s	-	0
6077	00	实际转矩	RO	Int16	0.1%额定转矩	-	0
60F4	00	位置偏差	RO	Int32	指令单位	-	0
60FC	00	位置指令	RO	Int32	编码器单位	-	0

9.5.1.4.2. 模式与控制命令

索引	子索引	名称	访问	数据类型	单位	设定范围	默认值
6040	00	控制字	RW	UInt16	-	0~65535	0
6060	00	操作模式	RW	Int8	-	1,3,4,6,8,9,10	8

索引	子索引	名称	访问	数据类型	单位	设定范围	默认值
607E	00	指令极性	RO	UInt8	-	0~255	0
bit		描述					
0~4		未定义					

索引	子索引	名称	访问	数据类型	单位	设定范围	默认值
607E	00	指令极性	RO	UInt8	-	0~255	0
bit		描述					
5		转矩指令极性。 0: 保持现有数值 1: 指令 $\times(-1)$ PT: 对目标转矩 6071h 取反 CSP CSV: 对转矩前馈 60B2h 取反 CST: 对转矩指令(6071h+60B2h)取反					
6		速度指令极性。 0: 保持现有数值 1: 指令 $\times(-1)$ PV: 对目标速度 60FFh 取反 CSP: 对速度前馈 60B1h 取反 CSV: 对速度指令(60FFh+60B1h)取反					
7		位置指令极性。 0: 保持现有数值 1: 指令 $\times(-1)$ PP: 对目标位置 607Ah 取反 CSP: 对位置指令(607Ah+60B0h)取反					

9.5.1.4.3. 位置控制参数

索引	子索引	名称	访问	数据类型	单位	设定范围	默认值
6065	00	位置偏差过大阈值	RW	UInt32	指令单位	$0 \sim (2^{32}-1)$	10000
6066	00	位置偏差过大超时时间	RW	UInt16	ms	0~65535	1000
6067	00	位置到达阈值	RW	UInt32	指令单位	$0 \sim (2^{32}-1)$	10
6068	00	位置到达窗口	RW	UInt16	ms	0~65535	0
607A	00	目标位置	RW	Int32	指令单位	$-2^{31} \sim (2^{31}-1)$	0

9.5.1.4.4. 分辨率配置

索引	子索引	名称	访问	数据类型	单位	设定范围	默认值
6091	01	电机分辨率	RW	Uint32	-	$0 \sim (2^{32}-1)$	1
	02	轴分辨率	RW	Uint32	-	$1 \sim (2^{32}-1)$	1

9.5.1.4.5. 运行轨迹曲线

索引	子索引	名称	访问	数据类型	单位	设定范围	默认值
6081	00	轮廓速度	RW	Uint32	指令单位 /s	$0 \sim (2^{32}-1)$	0
6083	00	加速度	RW	Uint32	指令单位 /s ²	$0 \sim (2^{32}-1)$	0
6084	00	减速度	RW	Uint32	指令单位 /s ²	$0 \sim (2^{32}-1)$	0
60C5	00	最大加速度	RW	Uint32	指令单位 /s ²	$0 \sim (2^{32}-1)$	$2^{32}-1$
60C6	00	最大减速度	RW	Uint32	指令单位 /s ²	$0 \sim (2^{32}-1)$	$2^{32}-1$

9.5.1.4.6. 转矩限制保护

索引	子索引	名称	访问	数据类型	单位	设定范围	默认值
60E0	00	正向转矩限制	RW	Uint16	0.1%额定 转矩	0~5000	0
60E1	00	反向转矩限制	RW	Uint16	0.1%额定 转矩	0~5000	0

9.5.1.5. 建议配置

轮廓位置模式（PP），基本配置如下：

RPDO	TPDO	备注
6040: 控制字 control word	6041: 状态字 status word	必须
607A: 目标位置 target position	6064: 位置反馈 position actual value	必须

RPDO	TPDO	备注
6081: 轮廓速度 profile velocity		必须
6083: 轮廓加速度 profile acceleration		可选
6084: 轮廓减速度 profile deceleration		可选
6060: 模式选择 modes of operation	6061: 运行模式显示 modes of operation display	可选

9.5.2. 轮廓速度模式 (PV)

轮廓速度模式（Profile Velocity, PV）多用于连续速度调节场景。上位控制器下发目标速度、加速度、减速度参数，伺服驱动器内部轨迹发生器根据上述参数规划平滑速度指令。

9.5.2.1. 控制框图

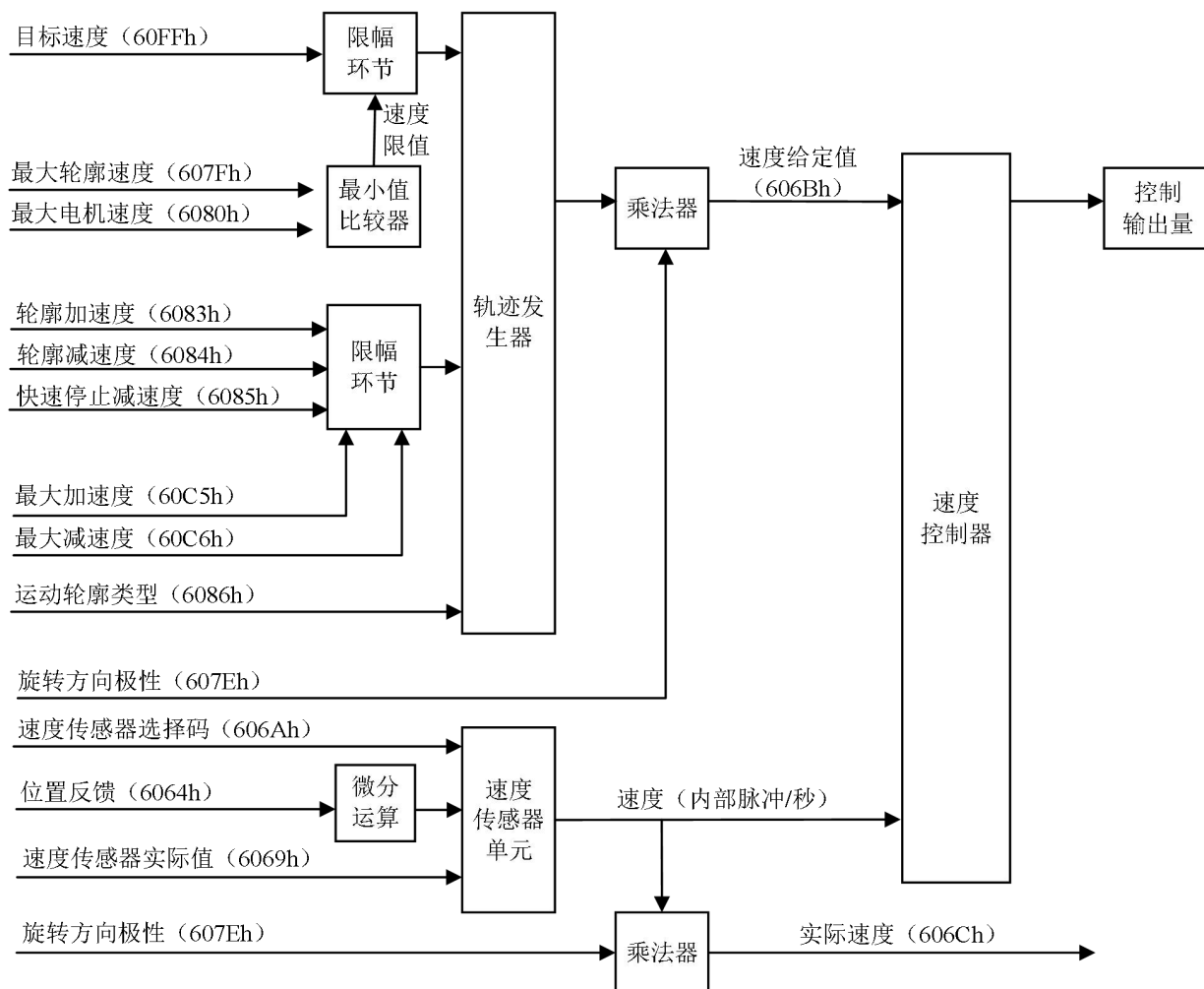


图 9-6 轮廓速度模式 (PV) 控制框图

速度限制由 607F 和电机最大转速中的较小值决定。

9.5.2.2. 控制字 6040h

控制字 6040h		
位	名称	描述
0	伺服准备好 Switch on	1: 有效, 0: 无效
1	接通主回路电 Enable voltage	1: 有效, 0: 无效
2	快速停机 Quick stop	0: 有效, 1: 无效
3	伺服运行 Enable operation	1: 有效, 0: 无效
4~6	保留 Reserved	未定义功能
7	故障复位 Fault Reset	0→1 上升沿有效
8	暂停 Halt	0: 伺服按 Bit0~bit3 设置 1: 伺服按 605Dh 设置暂停。
9	保留 Reserved	未定义功能
10~15	厂商自定义区域 Manufacturer Specific	未定义功能

9.5.2.3. 状态字 6041h

状态字 6041h		
位	名称	描述
0	伺服准备好 Ready to switch on	1: 有效, 0: 无效
1	可以开启伺服运行 Switch on	1: 有效, 0: 无效
2	伺服运行 Operation enabled	1: 有效, 0: 无效
3	故障 Fault	1: 有效, 0: 无效
4	主回路电接通 Voltage enabled	1: 有效, 0: 无效
5	快速停机 Quick stop	0: 有效, 1: 无效
6	伺服不可运行 Switch on disabled	1: 有效, 0: 无效
7	警告 Warning	1: 有效, 0: 无效
8	厂商自定义区域 Manufacturer Specific	未定义功能
9	远程控制 Remote	1: 有效, 控制字生效, 0: 无效
10	目标到达 Target Reach	0: 目标速度未到达 1: 目标速度到达
11	软件内部位置超限 internal limit actice	不支持, 始终为 1
12	速度信息 Speed	0: 速度不为 0 1: 速度为 0
13	保留 Reserved	未定义功能
14~15	厂商自定义区域 Manufacturer Specific	未定义功能

9.5.2.4. 相关对象

9.5.2.4.1. 状态与错误信息

索引	子索引	名称	访问	数据类型	单位	设定范围	默认值
603F	00	错误码	RO	UInt16	-	-	0
6041	00	状态字	RO	UInt16	-	-	0
6061	00	模式显示	RO	Int8	-	-	0
606C	00	实际速度	RO	Int32	指令单位 /s	-	-
6077	00	实际转矩	RO	Int16	0.1%额定 转矩	-5000~500 0	0

9.5.2.4.2. 模式与控制命令

索引	子索引	名称	访问	数据类型	单位	设定范围	默认值
6040	00	控制字	RW	UInt16	-	0~65535	0
6060	00	操作模式	RW	Int8	-	1,3,4,6,8,9 ,10	8

索引	子索引	名称	访问	数据类型	单位	设定范围	默认值
607E	00	指令极性	RO	UInt8	-	0~255	0
bit		描述					
0~4		未定义					
5		转矩指令极性。 0: 保持现有数值 1: 指令 $\times(-1)$ PT: 对目标转矩 6071h 取反 CSP CSV: 对转矩前馈 60B2h 取反 CST: 对转矩指令(6071h+60B2h)取反					

索引	子索引	名称	访问	数据类型	单位	设定范围	默认值
607E	00	指令极性	RO	UInt8	-	0~255	0
bit		描述					
6		速度指令极性。 0: 保持现有数值 1: 指令 $\times(-1)$ PV: 对目标速度 60FFh 取反 CSP: 对速度前馈 60B1h 取反 CSV: 对速度指令(60FFh+60B1h)取反					
7		位置指令极性。 0: 保持现有数值 1: 指令 $\times(-1)$ PP: 对目标位置 607Ah 取反 CSP: 对位置指令(607Ah+60B0h)取反					

9.5.2.4.3. 速度控制参数

索引	子索引	名称	访问	数据类型	单位	设定范围	默认值
606D	00	速度到达阈值	RW	UInt16	rpm	0~65535	100
606E	00	速度到达窗口时间	RW	UInt16	ms	0~65535	0
606F	00	零速信号阈值	RW	UInt16	rpm	0~65535	100
6070	00	零速信号窗口时间	RW	UInt16	ms	0~65535	100
60FF	00	目标速度	RW	Int32	指令单位	$-2^{31} \sim (2^{31}-1)$	0

9.5.2.4.4. 分辨率配置

索引	子索引	名称	访问	数据类型	单位	设定范围	默认值
6091	01	电机分辨率	RW	UInt32	-	$0 \sim (2^{32}-1)$	1
	02	轴分辨率	RW	UInt32	-	$1 \sim (2^{32}-1)$	1

9.5.2.4.5. 运行轨迹曲线

索引	子索引	名称	访问	数据类型	单位	设定范围	默认值
6081	00	轮廓速度	RW	Uint32	指令单位 /s	0~(2 ³² -1)	0
6083	00	加速度	RW	Uint32	指令单位 /s ²	0~(2 ³² -1)	0
6084	00	减速度	RW	Uint32	指令单位 /s ²	0~(2 ³² -1)	0
60C5	00	最大加速度	RW	Uint32	指令单位 /s ²	0~(2 ³² -1)	2 ³² -1
60C6	00	最大减速度	RW	Uint32	指令单位 /s ²	0~(2 ³² -1)	2 ³² -1

9.5.2.4.6. 转矩限制保护

索引	子索引	名称	访问	数据类型	单位	设定范围	默认值
60E0	00	正向转矩限制	RW	Uint16	0.1%额定 转矩	0~5000	0
60E1	00	反向转矩限制	RW	Uint16	0.1%额定 转矩	0~5000	0

9.5.2.4.7. 控制环参数

索引	子索引	名称	访问	数据类型	单位	设定范围	默认值
2007	06	转矩滤波时间常数	RW	Uint16	0.01ms	0~3000	79
2008	01	速度环增益	RW	Uint16	0.1Hz	1~20000	250
	02	速度环积分时间	RW	Uint16	0.01ms	15~51200	3183
	15	转矩前馈滤波	RW	Uint16	0.01ms	0~6400	50
	16	转矩前馈增益	RW	Uint16	0.1%	0~2000	0

9.5.2.5. 建议配置

轮廓速度模式 (PV)，基本配置如下：

RPDO	TPDO	备注
6040: 控制字 control word	6041: 状态字 status word	必须
60FF: 目标速度 target Velocity		必须
	6064: 位置反馈 position actual value	可选
	606C: 速度反馈 velocity actual value	可选
6083: 轮廓加速度 profile acceleration		可选
6084: 轮廓减速度 profile deceleration		可选
6060: 模式选择 modes of operation	6061: 运行模式显示 modes of operation display	可选

9.5.3. 轮廓转矩模式 (PT)

轮廓转矩模式（Profile Torque，PT）多用于张力控制、压力控制等恒转矩类场景。上位控制器下发目标转矩（0x6071）以及转矩变化斜率参数，伺服内部轨迹发生器规划输出平滑转矩指令（0x6074），最终由驱动器内部转矩闭环执行调节。

9.5.3.1. 控制框图

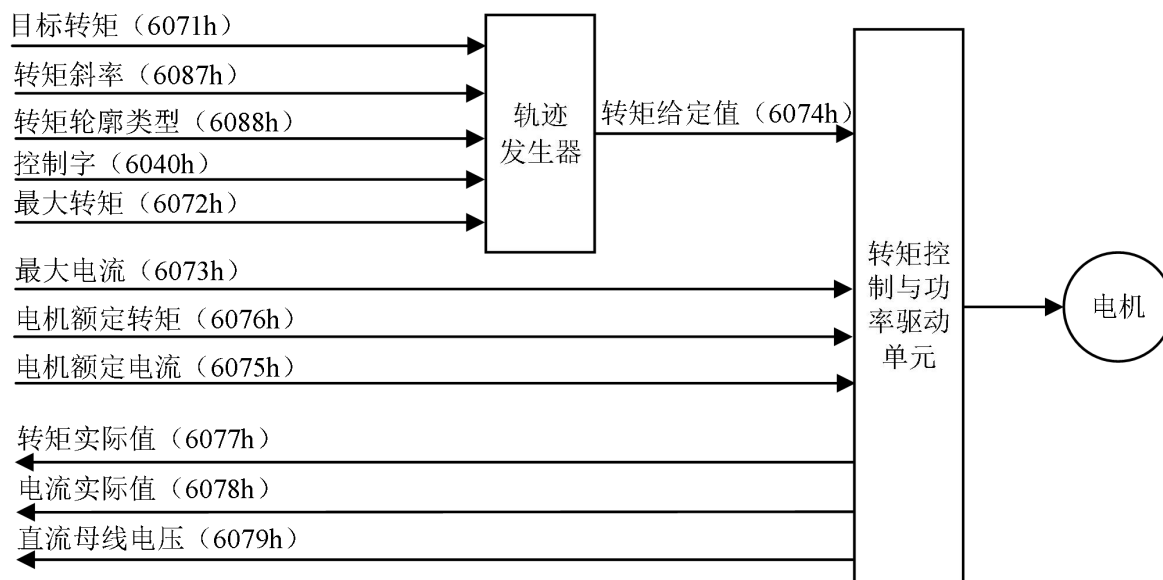


图 9-7 轮廓转矩模式（PT）控制框图

9.5.3.2. 控制字 6040h

控制字 6040h		
位	名称	描述
0	伺服准备好 Switch on	1: 有效, 0: 无效
1	接通主回路电 Enable voltage	1: 有效, 0: 无效
2	快速停机 Quick stop	0: 有效, 1: 无效
3	伺服运行 Enable operation	1: 有效, 0: 无效
4~6	保留 Reserved	未定义功能
7	故障复位 Fault Reset	0→1 上升沿有效
8	暂停 Halt	0: 伺服按 Bit0~bit3 设置 1: 伺服按 605Dh 设置暂停
9	保留 Reserved	未定义功能
10~15	厂商自定义区域 Manufacturer Specific	未定义功能

9.5.3.3. 状态字 6041h

状态字 6041h		
位	名称	描述
0	伺服准备好 Ready to switch on	1: 有效, 0: 无效
1	可以开启伺服运行 Switch on	1: 有效, 0: 无效
2	伺服运行 Operation enabled	1: 有效, 0: 无效
3	故障 Fault	1: 有效, 0: 无效
4	主回路电接通 Voltage enabled	1: 有效, 0: 无效
5	快速停机 Quick stop	0: 有效, 1: 无效
6	伺服不可运行 Switch on disabled	1: 有效, 0: 无效
7	警告 Warning	1: 有效, 0: 无效
8	厂家自定义 Manufacturer-specific	未定义功能
9	远程控制 Remote	1: 有效, 控制字生效, 0: 无效
10	目标到达 Target Reach	0: 目标转矩到达 1: 目标转矩未到达
11	软件内部位置超限 internal limit actice	不支持, 始终为 1
12~13	保留 Reserved	未定义功能
14~15	厂商自定义区域 Manufacturer Specific	未定义功能

9.5.3.4. 相关对象

9.5.3.4.1. 状态与错误信息

索引	子索引	名称	访问	数据类型	单位	设定范围	默认值
603F	00	错误码	RO	UInt16	-	-	0
6041	00	状态字	RO	UInt16	-	-	0
6061	00	模式显示	RO	Int8	-	-	0
606C	00	实际速度	RO	Int32	指令单位 /s	-	-
6074	00	转矩指令	RO	Int16	0.1%额定 转矩	-	-
6077	00	实际转矩	RO	Int16	0.1%额定 转矩	-5000~500 0	0

9.5.3.4.2. 模式与控制命令

索引	子索引	名称	访问	数据类型	单位	设定范围	默认值
6040	00	控制字	RW	UInt16	-	0~65535	0
6060	00	操作模式	RW	Int8	-	1,3,4,6,8,9 ,10	8

索引	子索引	名称	访问	数据类型	单位	设定范围	默认值
607E	00	指令极性	RO	UInt8	-	0~255	0
bit		描述					
0~4		未定义					
5		转矩指令极性。 0: 保持现有数值 1: 指令 $\times(-1)$ PT: 对目标转矩 6071h 取反 CSP CSV: 对转矩前馈 60B2h 取反 CST: 对转矩指令(6071h+60B2h)取反					

索引	子索引	名称	访问	数据类型	单位	设定范围	默认值
607E	00	指令极性	RO	UInt8	-	0~255	0
bit		描述					
6		速度指令极性。 0: 保持现有数值 1: 指令 $\times(-1)$ PV: 对目标速度 60FFh 取反 CSP: 对速度前馈 60B1h 取反 CSV: 对速度指令(60FFh+60B1h)取反					
7		位置指令极性。 0: 保持现有数值 1: 指令 $\times(-1)$ PP: 对目标位置 607Ah 取反 CSP: 对位置指令(607Ah+60B0h)取反					

9.5.3.4.3. 转矩控制参数

索引	子索引	名称	访问	数据类型	单位	设定范围	默认值
6071	00	目标转矩	RW	Int16	0.1%	-4000~4000	0
6072	00	最大转矩	RW	UInt16	0.1%	0~4000	3500
6074	00	转矩指令	RO	Int16	0.1%	-	-

9.5.3.4.4. 运行轨迹曲线

索引	子索引	名称	访问	数据类型	单位	设定范围	默认值
607F	00	最大轮廓速度	RW	UInt32	指令单位/s	0~(2 ³² -1)	2 ³² -1
6087	00	转矩斜坡	RW	UInt32	0.1%/s	0~(2 ³² -1)	2 ³² -1

9.5.3.4.5. 转矩限制保护

索引	子索引	名称	访问	数据类型	单位	设定范围	默认值
60E0	00	正向转矩限制	RW	Uint16	0.1%额定 转矩	0~5000	0
60E1	00	反向转矩限制	RW	Uint16	0.1%额定 转矩	0~5000	0

9.5.3.5. 建议配置

轮廓转矩模式（PT），基本配置如下：

RPDO	TPDO	备注
6040: 控制字 control word	6041: 状态字 status word	必须
6071: 目标转矩 target Torque		必须
6087: 转矩斜坡 Torque slope		可选
	6064: 位置反馈 position actual value	可选
	606C: 速度反馈 velocity actual value	可选
	6077: 转矩反馈 Torque ActualValue	可选
6060: 模式选择 modes of operation	6061: 运行模式显示 modes of operation display	可选

9.5.4. 周期同步位置模式（CSP）

周期同步位置模式（Cyclic sync position mode, CSP）多用于多轴同步、插补运动等高实时运动控制场景。该模式下，上位主控完成位置轨迹的规划，然后将规划好的目标位置通过 PDO 以周期同步的方式发送给伺服驱动器（0x607A），最终由伺服实现位置的控制。

9.5.4.1. 控制框图

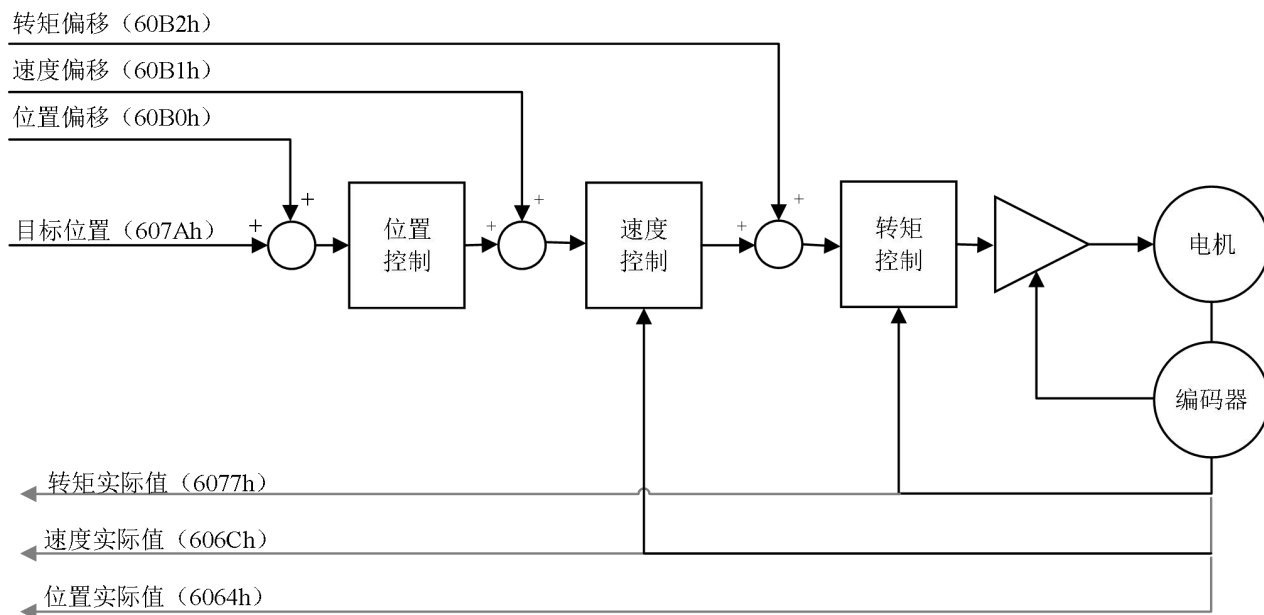


图 9-8 周期同步位置模式（CSP）控制框图

9.5.4.2. 控制字 6040h

控制字 6040h		
位	名称	描述
0	伺服准备好 Switch on	1: 有效, 0: 无效
1	接通主回路电 Enable voltage	1: 有效, 0: 无效
2	快速停机 Quick stop	0: 有效, 1: 无效
3	伺服运行 Enable operation	1: 有效, 0: 无效
4~6	保留 Reserved	未定义功能
7	故障复位 Fault Reset	0→1 上升沿有效
8	暂停 Halt	0: 伺服按 Bit0~bit3 设置 1: 伺服按 605Dh 设置暂停。
9	保留 Reserved	未定义功能
10~15	厂商自定义区域 Manufacturer Specific	未定义功能
csp 模式仅支持绝对位置指令。		

9.5.4.3. 状态字 6041h

状态字 6041h		
位	名称	描述
0	伺服准备好 Ready to switch on	1: 有效, 0: 无效
1	可以开启伺服运行 Switch on	1: 有效, 0: 无效
2	伺服运行 Operation enabled	1: 有效, 0: 无效
3	故障 Fault	1: 有效, 0: 无效
4	主回路电接通 Voltage enabled	1: 有效, 0: 无效
5	快速停机 Quick stop	0: 有效, 1: 无效
6	伺服不可运行 Switch on disabled	1: 有效, 0: 无效
7	警告 Warning	1: 有效, 0: 无效
8	厂家自定义 Manufacturer-specific	未定义功能
9	远程控制 Remote	1: 有效, 控制字生效, 0: 无效
10	保留 Reserved	未定义功能
11	软件内部位置超限 internal limit actice	0: 位置指令和位置反馈均未超限 1: 位置指令或位置反馈超限
12	从站跟随指令 drive follow the command Value	0: 从站未跟随指令 1: 从站跟随指令 从站处于运行状态且开始执行位置指令, 该位置 1; 否则为 0
13	跟随误差 Following error	0: 没有位置偏差过大故障 1: 发生位置偏差过大故障
14	DDL 电机角度辨识完成	0: 没有完成 DDL 电机角度辨识 1: DDL 电机角度辨识完成
15	原点回零完成 Home Find	0: 原点回零未完成 1: 原点回零完成, 此标志位在遇到原点信号时即被置位。

9.5.4.4. 相关对象

9.5.4.4.1. 状态与错误信息

索引	子索引	名称	访问	数据类型	单位	设定范围	默认值
603F	00	错误码	RO	UInt16	-	-	0
6041	00	状态字	RO	UInt16	-	-	0
6061	00	模式显示	RO	Int8	-	-	0
6062	00	位置指令	RO	Int32	指令单位	-	0
6063	00	位置反馈	RO	Int32	编码器单位	-	0
6064	00	位置反馈	RO	Int32	指令单位	-	0
606C	00	实际速度	RO	Int32	指令单位/s	-	0
6077	00	实际转矩	RO	Int16	0.1%额定转矩	-	0
60F4	00	位置偏差	RO	Int32	指令单位	-	0
60FC	00	位置指令	RO	Int32	编码器单位	-	0

9.5.4.4.2. 模式与控制命令

索引	子索引	名称	访问	数据类型	单位	设定范围	默认值
6040	00	控制字	RW	UInt16	-	0~65535	0
6060	00	操作模式	RW	Int8	-	1,3,4,6,8,9,10	8
60B0	00	位置偏置	RW	Int32	指令单位	$-2^{31} \sim (2^{31}-1)$	0

索引	子索引	名称	访问	数据类型	单位	设定范围	默认值
607E	00	指令极性	RO	UInt8	-	0~255	0
bit		描述					
0~4		未定义					
5		转矩指令极性。 0: 保持现有数值 1: 指令 $\times(-1)$ PT: 对目标转矩 6071h 取反 CSP CSV: 对转矩前馈 60B2h 取反 CST: 对转矩指令(6071h+60B2h)取反					
6		速度指令极性。 0: 保持现有数值 1: 指令 $\times(-1)$ PV: 对目标速度 60FFh 取反 CSP: 对速度前馈 60B1h 取反 CSV: 对速度指令(60FFh+60B1h)取反					
7		位置指令极性。 0: 保持现有数值 1: 指令 $\times(-1)$ PP: 对目标位置 607Ah 取反 CSP: 对位置指令(607Ah+60B0h)取反					

9.5.4.4.3. 位置控制参数

索引	子索引	名称	访问	数据类型	单位	设定范围	默认值
6065	00	位置偏差过大阈值	RW	UInt32	指令单位	$0 \sim (2^{32}-1)$	10000
6066	00	位置偏差过大超时时间	RW	UInt16	ms	0~65535	1000
6067	00	位置到达阈值	RW	UInt32	指令单位	$0 \sim (2^{32}-1)$	10
6068	00	位置到达窗口	RW	UInt16	ms	0~65535	0
607A	00	目标位置	RW	Int32	指令单位	$-2^{31} \sim (2^{31}-1)$	0

9.5.4.4.4. 分辨率配置

索引	子索引	名称	访问	数据类型	单位	设定范围	默认值
6091	01	电机分辨率	RW	Uint32	-	0~(2 ³² -1)	1
	02	轴分辨率	RW	Uint32	-	1~(2 ³² -1)	1

9.5.4.4.5. 转矩限制保护

索引	子索引	名称	访问	数据类型	单位	设定范围	默认值
60E0	00	正向转矩限制	RW	Uint16	0.1%额定 转矩	0~5000	0
60E1	00	反向转矩限制	RW	Uint16	0.1%额定 转矩	0~5000	0
6072	00	最大转矩	RW	Uint16	0.1%	0~5000	5000

9.5.4.5. 建议配置

周期同步位置模式（CSP），基本配置如下：

RPDO	TPDO	备注
6040: 控制字 control word	6041: 状态字 status word	必须
607A: 目标位置 target position	6064: 位置反馈 position actual value	必须
6060: 模式选择 modes of operation	6061: 运行模式显示 modes of operation display	可选

9.5.5. 周期同步速度模式（CSV）

周期同步速度模式（Cyclic sync velocity mode, CSV）。上位主控完成速度轨迹的规划，然后将规划好的目标速度通过 PDO（0x60FFh）以周期同步的方式发送给伺服驱动器，最终由伺服实现速度的控制。

9.5.5.1. 控制框图

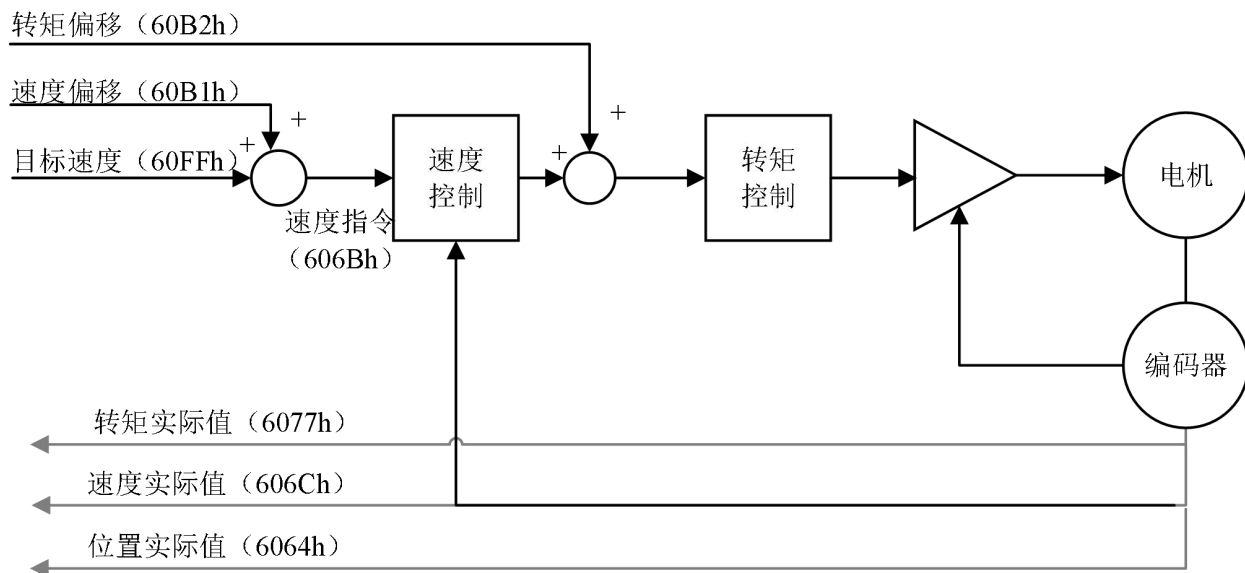


图 9-9 周期同步速度模式（CSV）控制框图

9.5.5.2. 控制字 6040h

控制字 6040h		
位	名称	描述
0	伺服准备好 Switch on	1: 有效, 0: 无效
1	接通主回路电 Enable voltage	1: 有效, 0: 无效
2	快速停机 Quick stop	0: 有效, 1: 无效
3	伺服运行 Enable operation	1: 有效, 0: 无效
4~6	保留 Reserved	未定义功能
7	故障复位 Fault Reset	0→1 上升沿有效
8	暂停 Halt	0: 伺服按 Bit0~bit3 设置 1: 伺服按 605Dh 设置暂停。
9	保留 Reserved	未定义功能
10~15	厂商自定义区域 Manufacturer Specific	未定义功能

9.5.5.3. 状态字 6041h

状态字 6041h		
位	名称	描述
0	伺服准备好 Ready to switch on	1: 有效, 0: 无效
1	可以开启伺服运行 Switch on	1: 有效, 0: 无效
2	伺服运行 Operation enabled	1: 有效, 0: 无效
3	故障 Fault	1: 有效, 0: 无效
4	主回路电接通 Voltage enabled	1: 有效, 0: 无效
5	快速停机 Quick stop	0: 有效, 1: 无效
6	伺服不可运行 Switch on disabled	1: 有效, 0: 无效
7	警告 Warning	1: 有效, 0: 无效
8	厂家自定义 Manufacturer-specific	未定义功能
9	远程控制 Remote	1: 有效, 控制字生效, 0: 无效
10	目标到达 Target Reach	0: 目标速度未到达 1: 目标速度到达
11	软件内部位置超限 internal limit actice	不支持, 始终为 1
12	从站跟随 drive follow the command Value	0: 从站未跟随指令 1: 从站跟随指令
13	保留 Reserved	未定义
14~15	厂家自定义 Manufacturer-specific	未定义

9.5.5.4. 相关对象

9.5.5.4.1. 状态与错误信息

索引	子索引	名称	访问	数据类型	单位	设定范围	默认值
603F	00	错误码	RO	UInt16	-	-	0
6041	00	状态字	RO	UInt16	-	-	0
6061	00	模式显示	RO	Int8	-	-	0
6062	00	位置指令	RO	Int32	指令单位	-	0
6063	00	位置反馈	RO	Int32	编码器单位	-	0
6064	00	位置反馈	RO	Int32	指令单位	-	0
606C	00	实际速度	RO	Int32	指令单位/s	-	0
6077	00	实际转矩	RO	Int16	0.1%额定转矩	-	0

9.5.5.4.2. 模式与控制命令

索引	子索引	名称	访问	数据类型	单位	设定范围	默认值
6040	00	控制字	RW	UInt16	-	0~65535	0
6060	00	操作模式	RW	Int8	-	1,3,4,6,8,9,10	8
60B1	00	速度偏置	RW	Int32	指令单位/s	$-2^{31} \sim (2^{31}-1)$	0

索引	子索引	名称	访问	数据类型	单位	设定范围	默认值
607E	00	指令极性	RO	UInt8	-	0~255	0
bit		描述					
0~4		未定义					

索引	子索引	名称	访问	数据类型	单位	设定范围	默认值
607E	00	指令极性	RO	UInt8	-	0~255	0
bit		描述					
5		转矩指令极性。 0: 保持现有数值 1: 指令 $\times(-1)$ PT: 对目标转矩 6071h 取反 CSP CSV: 对转矩前馈 60B2h 取反 CST: 对转矩指令(6071h+60B2h)取反					
6		速度指令极性。 0: 保持现有数值 1: 指令 $\times(-1)$ PV: 对目标速度 60FFh 取反 CSP: 对速度前馈 60B1h 取反 CSV: 对速度指令(60FFh+60B1h)取反					
7		位置指令极性。 0: 保持现有数值 1: 指令 $\times(-1)$ PP: 对目标位置 607Ah 取反 CSP: 对位置指令(607Ah+60B0h)取反					

9.5.5.4.3. 速度控制参数

索引	子索引	名称	访问	数据类型	单位	设定范围	默认值
607F	00	最大速度	RW	UInt32	指令单位 /s	$0 \sim (2^{32}-1)$	230
60FF	00	目标速度	RW	Int32	指令单位 /s	$-2^{31} \sim (2^{31}-1)$	0

9.5.5.4.4. 分辨率配置

索引	子索引	名称	访问	数据类型	单位	设定范围	默认值
6091	01	电机分辨率	RW	UInt32	-	$0 \sim (2^{32}-1)$	1
	02	轴分辨率	RW	UInt32	-	$1 \sim (2^{32}-1)$	1

9.5.5.4.5. 转矩限制保护

索引	子索引	名称	访问	数据类型	单位	设定范围	默认值
60E0	00	正向转矩限制	RW	Uint16	0.1%额定 转矩	0~5000	0
60E1	00	反向转矩限制	RW	Uint16	0.1%额定 转矩	0~5000	0
6072	00	最大转矩	RW	Uint16	0.1%	0~5000	5000

9.5.5.5. 建议配置

周期同步速度模式（CSV），基本配置如下：

RPDO	TPDO	备注
6040: 控制字 control word	6041: 状态字 status word	必须
60FF: 目标速度 target Velocity	6083: 实际转速 actualspeed	必须
6083: 目标加速度 acceleration	6064: 位置反馈 position actual value	可选
6084: 目标减速度 deceleration	606C: 速度反馈 velocity actual value	可选
6060: 模式选择 modes of operation	6061: 运行模式显示 modes of operation display	可选

9.5.6. 周期同步转矩模式 (CST)

周期同步转矩模式（Cyclic sync torque mode, CST）。上位主控完成位置轨迹的规划，然后将规划好的目标位置通过 PDO（0x6071）以周期同步的方式发送给伺服驱动器，最终由伺服实现转矩的控制。

9.5.6.1. 控制框图

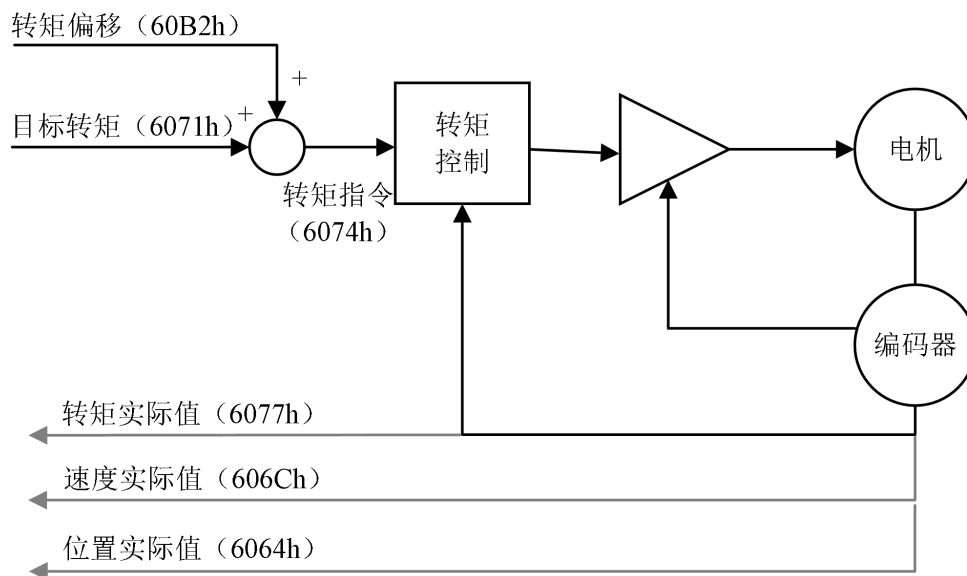


图 9-10 周期同步转矩模式（CST）控制框图

9.5.6.2. 控制字 6040h

控制字 6040h		
位	名称	描述
0	伺服准备好 Switch on	1: 有效, 0: 无效
1	接通主回路电 Enable voltage	1: 有效, 0: 无效
2	快速停机 Quick stop	0: 有效, 1: 无效
3	伺服运行 Enable operation	1: 有效, 0: 无效
4~6	保留 Reserved	未定义功能
7	故障复位 Fault Reset	0→1 上升沿有效
8	暂停 Halt	0: 伺服按 Bit0~bit3 设置 1: 伺服按 605Dh 设置暂停
9	保留 Reserved	未定义功能
10~15	厂商自定义区域 Manufacturer Specific	未定义功能

9.5.6.3. 状态字 6041h

状态字 6041h		
位	名称	描述
0	伺服准备好 Ready to switch on	1: 有效, 0: 无效
1	可以开启伺服运行 Switch on	1: 有效, 0: 无效
2	伺服运行 Operation enabled	1: 有效, 0: 无效
3	故障 Fault	1: 有效, 0: 无效
4	主回路电接通 Voltage enabled	1: 有效, 0: 无效
5	快速停机 Quick stop	0: 有效, 1: 无效
6	伺服不可运行 Switch on disabled	1: 有效, 0: 无效
7	警告 Warning	1: 有效, 0: 无效
8	厂商自定义区域 Manufacturer Specific	未定义功能
9	远程控制 Remote	1: 有效, 控制字生效, 0: 无效
10	保留 Reserved	未定义功能
11	软件内部位置超限 internal limit actice	不支持, 始终为 1
12	从站跟随指令 drive follow the command Value	0: 从站未跟随指令 1: 从站跟随指令
13	保留 Reserved	未定义功能
14~15	厂家自定义 Manufacturer-specific	未定义功能

9.5.6.4. 相关对象

9.5.6.4.1. 状态与错误信息

索引	子索引	名称	访问	数据类型	单位	设定范围	默认值
603F	00	错误码	RO	UInt16	-	-	0
6041	00	状态字	RO	UInt16	-	-	0
6061	00	模式显示	RO	Int8	-	-	0
606C	00	实际速度	RO	Int32	指令单位 /s	-	-
6074	00	转矩指令	RO	Int16	0.1%额定 转矩	-	-
6077	00	实际转矩	RO	Int16	0.1%额定 转矩	-5000~500 0	0

9.5.6.4.2. 模式与控制命令

索引	子索引	名称	访问	数据类型	单位	设定范围	默认值
6040	00	控制字	RW	UInt16	-	0~65535	0
6060	00	操作模式	RW	Int8	-	1,3,4,6,8,9 ,10	8
60B2	00	转矩偏置	RW	Int32	0.1%	-5000~500 0	0

索引	子索引	名称	访问	数据类型	单位	设定范围	默认值
607E	00	指令极性	RO	UInt8	-	0~255	0
bit		描述					
0~4		未定义					
5		转矩指令极性。 0: 保持现有数值 1: 指令 $\times(-1)$ PT: 对目标转矩 6071h 取反 CSP CSV: 对转矩前馈 60B2h 取反 CST: 对转矩指令(6071h+60B2h)取反					

索引	子索引	名称	访问	数据类型	单位	设定范围	默认值
607E	00	指令极性	RO	UInt8	-	0~255	0
bit		描述					
6		速度指令极性。 0: 保持现有数值 1: 指令 $\times(-1)$ PV: 对目标速度 60FFh 取反 CSP: 对速度前馈 60B1h 取反 CSV: 对速度指令(60FFh+60B1h)取反					
7		位置指令极性。 0: 保持现有数值 1: 指令 $\times(-1)$ PP: 对目标位置 607Ah 取反 CSP: 对位置指令(607Ah+60B0h)取反					

9.5.6.4.3. 转矩控制参数

索引	子索引	名称	访问	数据类型	单位	设定范围	默认值
6071	00	目标转矩	RW	Int16	0.1%	-4000~4000	0

9.5.6.4.4. 运行轨迹曲线

索引	子索引	名称	访问	数据类型	单位	设定范围	默认值
607F	00	最大轮廓速度	RW	UInt32	指令单位/s	0~($2^{32}-1$)	$2^{32}-1$

9.5.6.4.5. 转矩限制保护

索引	子索引	名称	访问	数据类型	单位	设定范围	默认值
60E0	00	正向转矩限制	RW	UInt16	0.1%额定转矩	0~5000	0
60E1	00	反向转矩限制	RW	UInt16	0.1%额定转矩	0~5000	0
6072	00	最大转矩	RW	UInt16	0.1%	0~5000	5000

9.5.6.5. 建议配置

周期同步转矩模式（CST），基本配置如下：

RPDO	TPDO	备注
6040: 控制字 control word	6041: 状态字 status word	必须
6071: 目标转矩 target Torque		
	6064: 位置反馈 position actual value	可选
	606C: 速度反馈 velocity actual value	可选
	6077: 转矩反馈 Torque ActualValue	可选
6060: 模式选择 modes of operation	6061: 运行模式显示 modes of operation display	可选

9.5.7. 原点回零模式（HM）

寻零模式（homing mode, HM），用于伺服执行机械原点搜寻。用户根据实际应用需求设置相应的寻零方式以及寻零过程中的速度、加速度参数。

9.5.7.1. 控制框图

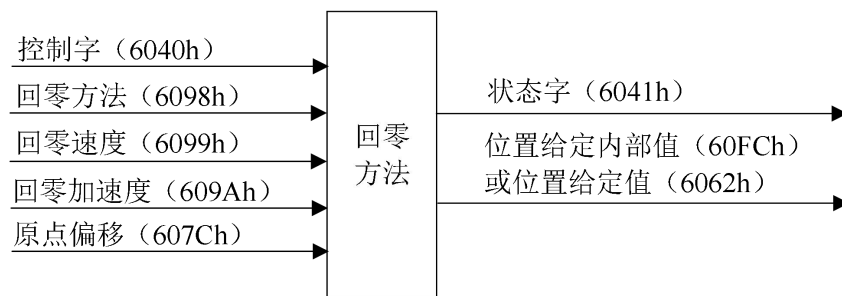


图 9-11 回零模式（HM）控制框图

9.5.7.2. 控制字 6040h

控制字 6040h		
位	名称	描述
0	伺服准备好 Switch on	1: 有效, 0: 无效
1	接通主回路电 Enable voltage	1: 有效, 0: 无效
2	快速停机 Quick stop	0: 有效, 1: 无效
3	伺服运行 Enable operation	1: 有效, 0: 无效
4	启动回零 Homing start	0→1: 启动回零 1: 回零进行中 1→0: 结束回零
5~6	保留 Reserved	未定义功能
8	暂停 Halt	0: 伺服按 bit4 设置决定启动回零与否 1: 伺服按 605Dh 设置暂停。
9	保留 Reserved	未定义功能
10~15	厂商自定义区域 Manufacturer Specific	未定义功能

9.5.7.3. 状态字 6041h

状态字 6041h		
位	名称	描述
0	伺服准备好 Ready to switch on	1: 有效, 0: 无效
1	可以开启伺服运行 Switch on	1: 有效, 0: 无效
2	伺服运行 Operation enabled	1: 有效, 0: 无效
3	故障 Fault	1: 有效, 0: 无效
4	主回路电接通 Voltage enabled	1: 有效, 0: 无效
5	快速停机 Quick stop	0: 有效, 1: 无效
6	伺服不可运行 Switch on disabled	1: 有效, 0: 无效
7	警告 Warning	1: 有效, 0: 无效
8	厂商自定义区域 Manufacturer Specific	未定义功能
9	远程控制 Remote	1: 有效, 控制字生效, 0: 无效
10	目标到达 Target reached	0: 目标位置未到达 1: 目标位置到达
12	回零 Homing attained	0: 回零未成功 1: 回零成功, 此标志位在伺服处于回零模式运行状态 target reach 信号被置位后有效
13	回零错误 Homing error	0: 回零没发生错误 1: 发生回零超时或偏差过大错误
15	原点回零完成 Home Find	0: 原点回零未完成 1: 原点回零完成, 此标志位在遇到原点信号时即被置位。

9.5.7.4. 相关对象

9.5.7.4.1. 状态与错误信息

索引	子索引	名称	访问	数据类型	单位	设定范围	默认值
603F	00	错误码	RO	UInt16	-	-	0
6041	00	状态字	RO	UInt16	-	-	0
6061	00	模式显示	RO	Int8	-	-	0
6062	00	位置指令	RO	Int32	指令单位	-	0
6064	00	位置反馈	RO	Int32	指令单位	-	0
606C	00	实际速度	RO	Int32	指令单位 /s	-	0
6077	00	实际转矩	RO	Int16	0.1%额定 转矩	-	0
60F4	00	位置偏差	RO	Int32	指令单位	-	0
60FC	00	位置指令	RO	Int32	编码器单 位	-	0

9.5.7.4.2. 模式与控制命令

索引	子索引	名称	访问	数据类型	单位	设定范围	默认值
6040	00	控制字	RW	UInt16	-	0~65535	0
6060	00	操作模式	RW	Int8	-	1,3,4,6,8,9 ,10	8
6065	00	位置偏差过大阈 值	RW	UInt32	指令单位	0~(2 ³² -1)	10000
6066	00	位置偏差过大超 时时间	RW	UInt16	ms	0~65535	1000
6067	00	位置到达阈值	RW	UInt32	指令单位	0~(2 ³² -1)	10
6068	00	位置到达窗口	RW	UInt16	ms	0~65535	0

9.5.7.4.3. 回零控制参数

索引	子索引	名称	访问	数据类型	单位	设定范围	默认值
6098	00	原点复归方法	RW	Int8	-	1~35	1
6099	01	高速搜索减速点	RW	UInt32	指令单位 /s	$0 \sim (2^{32}-1)$	100
	02	搜索原点低速	RW	UInt32	指令单位 /s	$10 \sim (2^{32}-1)$	100
609A	00	加速度	RW	UInt32	指令单位 /s ²	$0 \sim (2^{32}-1)$	100

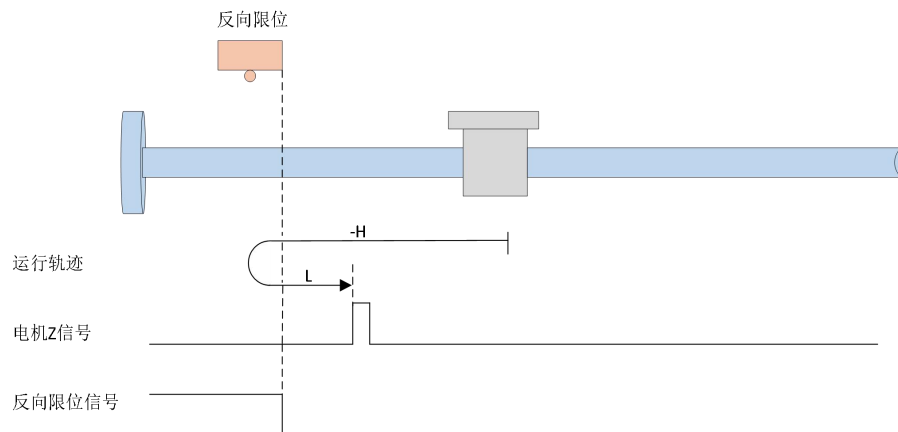
9.5.7.5. 回零操作

6098h=1

机械原点：电机 Z 信号

减速点：反向限位信号（N-OT）

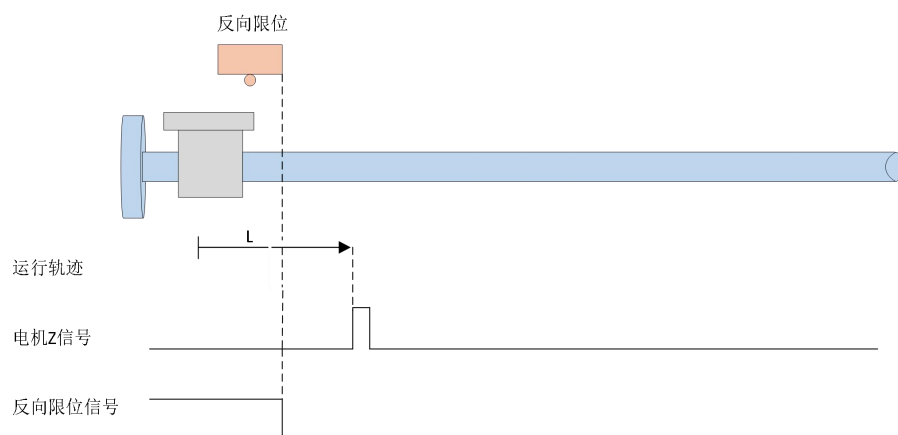
- 场景 a：回零启动时减速点（反向限位信号，N-OT）无效



注：图中“H”代表回零高速（6099-1h），“L”代表回零低速（6099-2h）。

执行逻辑：启动回零时 N-OT=0，电机以反向高速搜索原点，检测到 N-OT 上升沿后减速反向，正向低速运行，捕捉 N-OT 下降沿之后的首个电机 Z 信号，完成原点定位并停机。

- 场景 b：回零启动时减速点（反向限位信号，N-OT）有效



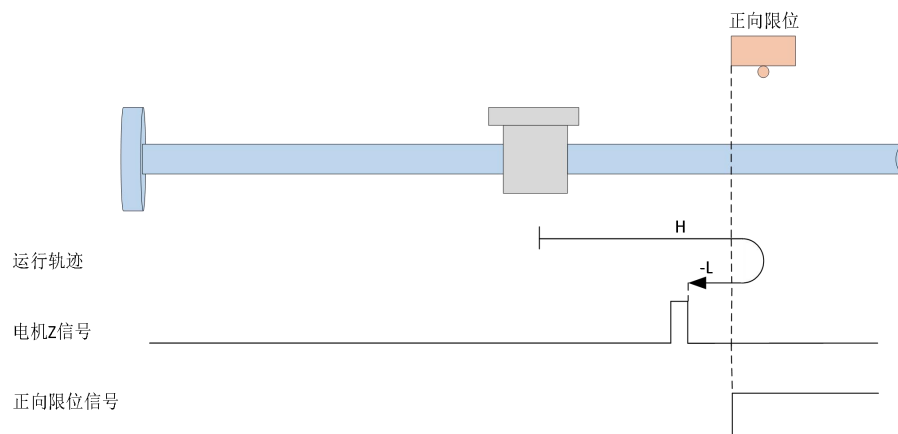
执行逻辑：启动回零时 N-OT=1，电机以正向低速开始搜索原点，捕捉 N-OT 下降沿后的首个电机 Z 信号，完成原点定位并停机。

6098h=2

原点：Z 信号

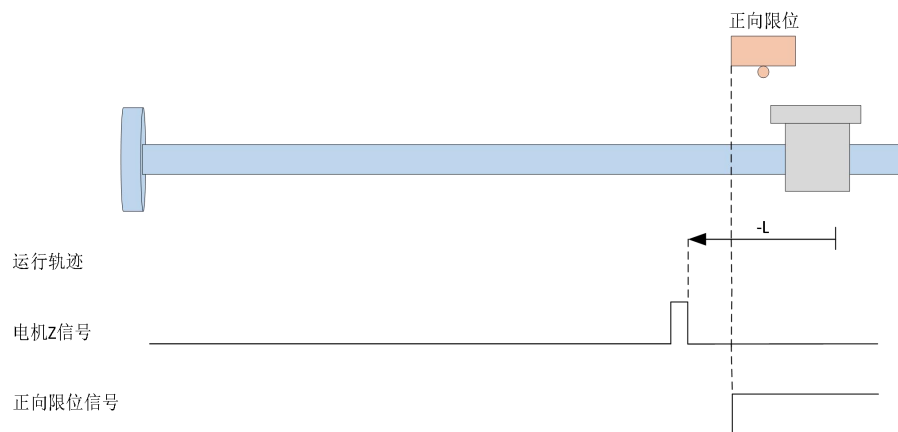
减速点：正向限位信号（P-OT）

➤ 场景 a：回零启动时减速点（正向限位信号，P-OT）无效



执行逻辑：启动回零时 P-OT=0，电机以正向高速开始搜索原点，检测到 P-OT 上升沿后减速反向，反向低速运行，捕捉 P-OT 下降沿后的首个电机 Z 信号，完成原点定位并停机。

➤ 场景 b：回零启动时减速点（正向限位信号，P-OT）有效



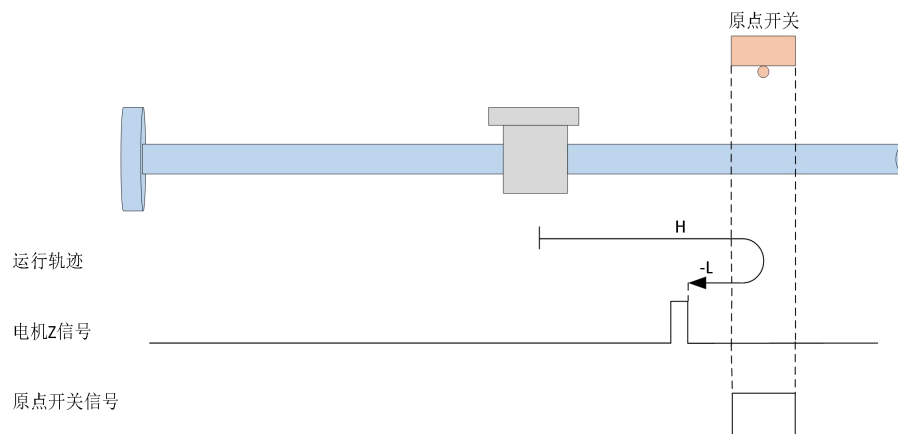
执行逻辑：启动回零时 P-OT=1，电机以反向低速开始搜索原点，检测到 P-OT 下降沿后的首个电机 Z 信号，完成原点定位并停机。

6098h=3

原点：Z 信号

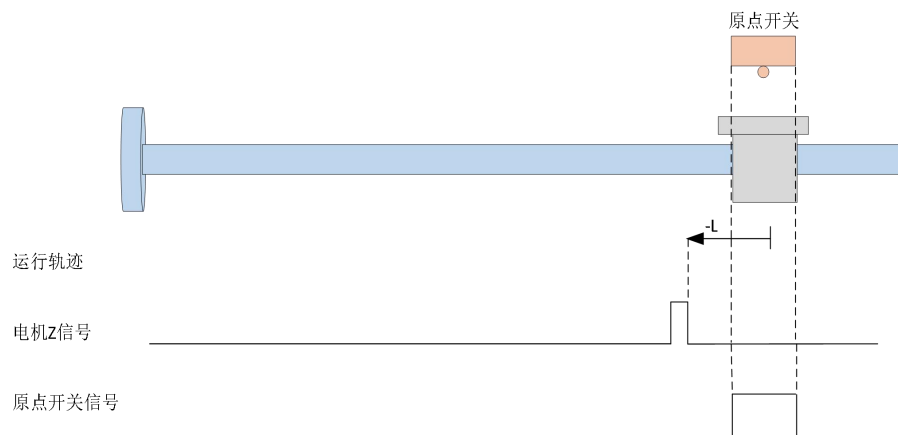
减速点：原点开关（HW）

➤ 场景 a：回零启动时减速点（原点开关，HW）无效



执行逻辑：启动回零时 HW=0，电机以正向高速搜索原点，检测到 HW 上升沿后减速反向，反向低速运行，捕捉 HW 下降沿之后首个电机 Z 信号，完成原点定位并停机。

➤ 场景 b：回零启动时减速点（原点开关，HW）有效



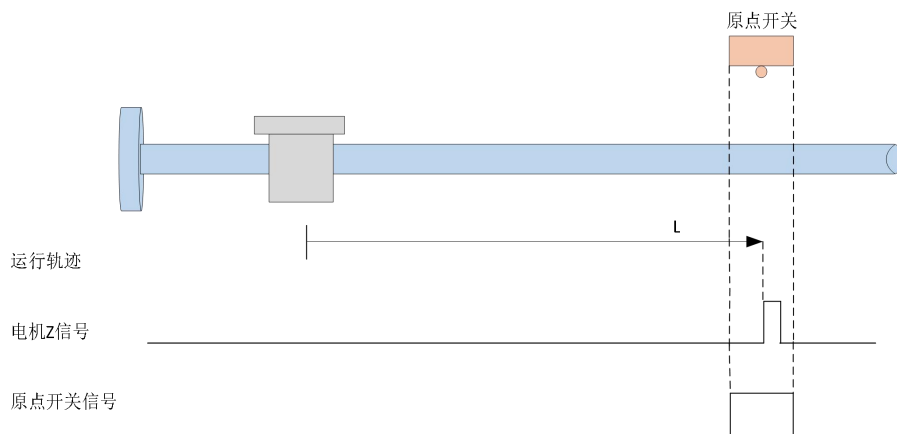
执行逻辑：启动回零时 HW=1，电机以反向低速搜索原点，检测到 HW 下降沿后的首个电机 Z 信号，完成原点定位并停机。

6098h=4

原点：Z 信号

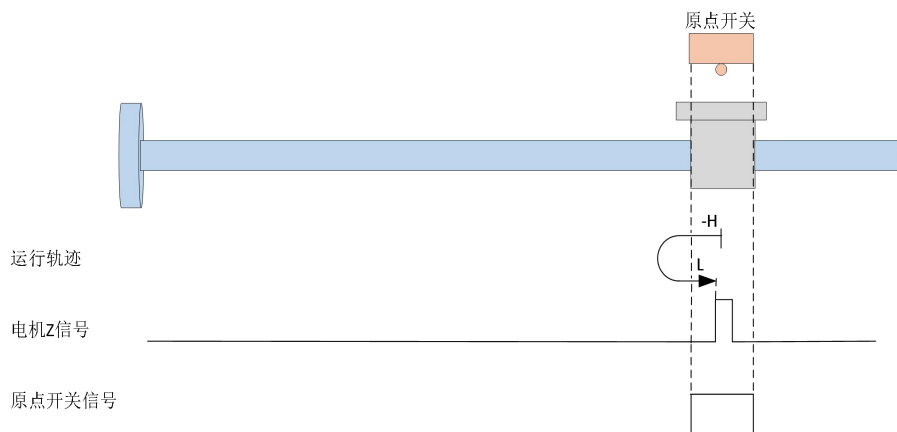
减速点：原点开关 (HW)

➤ 场景 a：回零启动时减速点（原点开关，HW）无效



执行逻辑：启动回零时 HW=0，电机以正向低速搜索原点，检测到 HW 上升沿后的首个电机 Z 信号，完成原点定位并停机。

➤ 场景 b：回零启动时减速点（原点开关，HW）有效



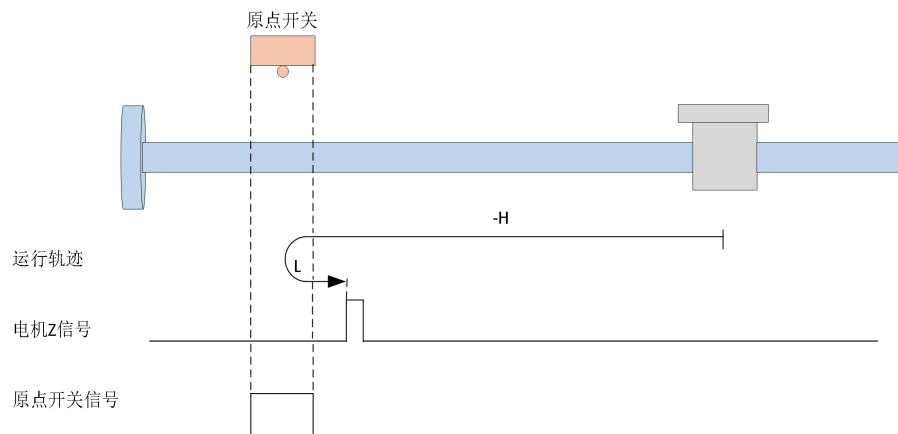
执行逻辑：启动回零时 HW=1，电机以反向高速搜索原点，检测到 HW 下降沿后减速反向，正向低速运行，检测到 HW 上升沿后的首个电机 Z 信号，完成原点定位并停机。

6098h=5

原点：Z 信号

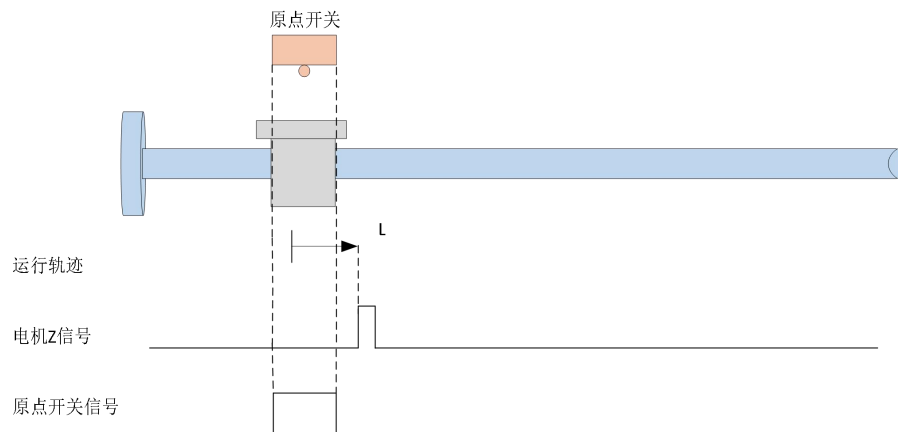
减速点：原点开关（HW）

➤ 场景 a：回零启动时减速点（原点开关，HW）无效



执行逻辑：启动回零时 HW=0，电机以反向高速搜索原点，检测到 HW 上升沿后减速反向，正向低速运行，捕捉 HW 下降沿后的首个电机 Z 信号，完成原点定位并停机。

➤ 场景 b：回零启动时减速点（原点开关，HW）有效



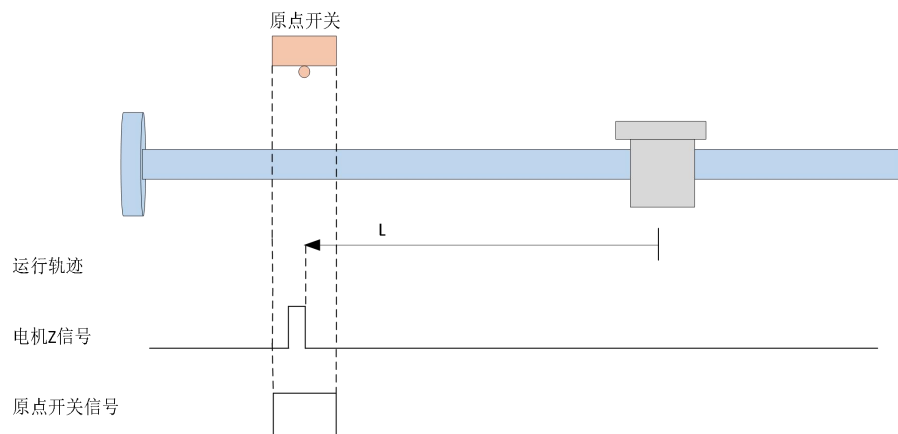
执行逻辑：启动回零时 HW=1，电机以正向低速搜索原点，捕捉 HW 下降沿后的首个电机 Z 信号，完成原点定位并停机。

6098h=6

原点：Z 信号

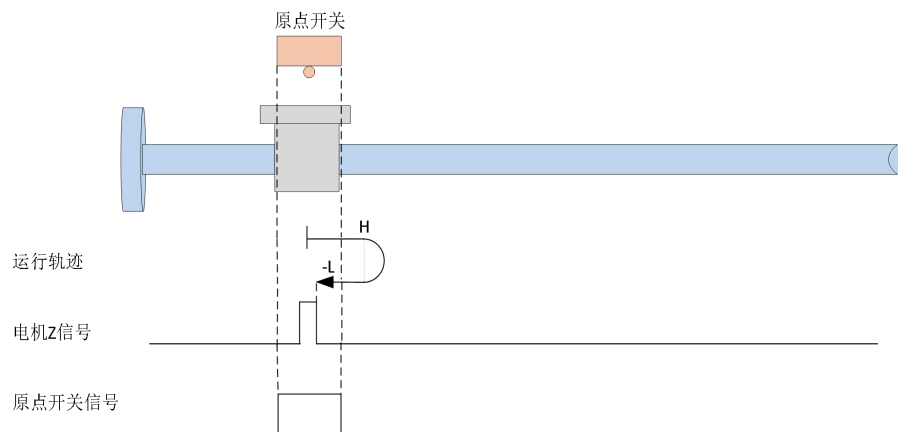
减速点：原点开关（HW）

➤ 场景 a：回零启动时减速点（原点开关，HW）无效



执行逻辑：启动回零时 HW=0，电机以反向低速搜索原点，捕捉到 HW 上升沿后的首个电机 Z 信号，完成原点定位并停机。

➤ 场景 b：回零启动时减速点（原点开关，HW）有效



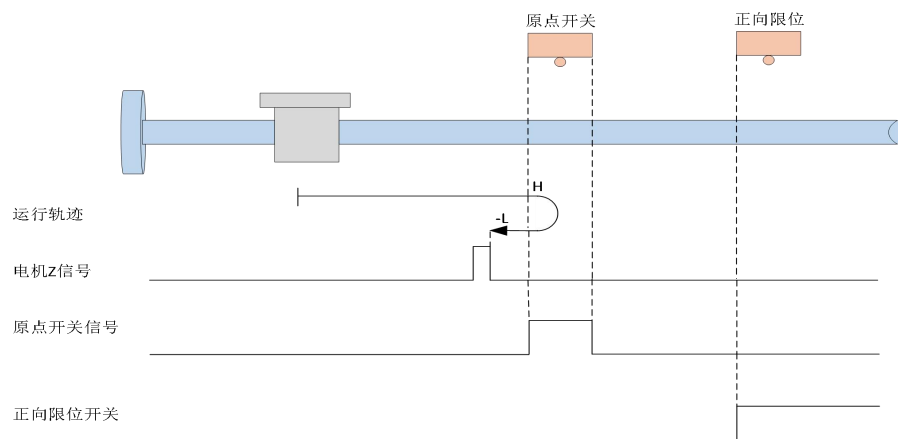
执行逻辑：启动回零时 HW=1，电机以正向高速搜索原点，捕捉到 HW 下降沿后减速反向，反向低速运行，捕捉到 HW 上升沿后的首个电机 Z 信号，完成原点定位并停机。

6098h=7

原点：Z 信号

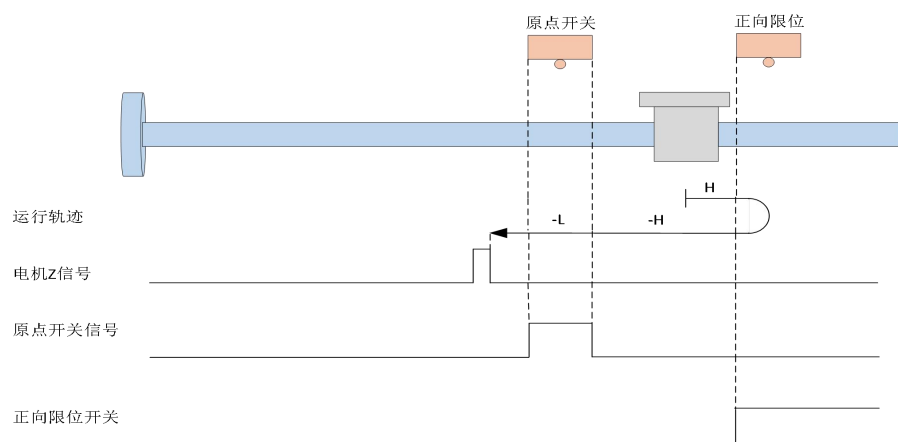
减速点：原点开关（HW）

- 场景 a：回零启动时减速点（原点开关，HW）无效，未遇到正向限位开关（P-OT）



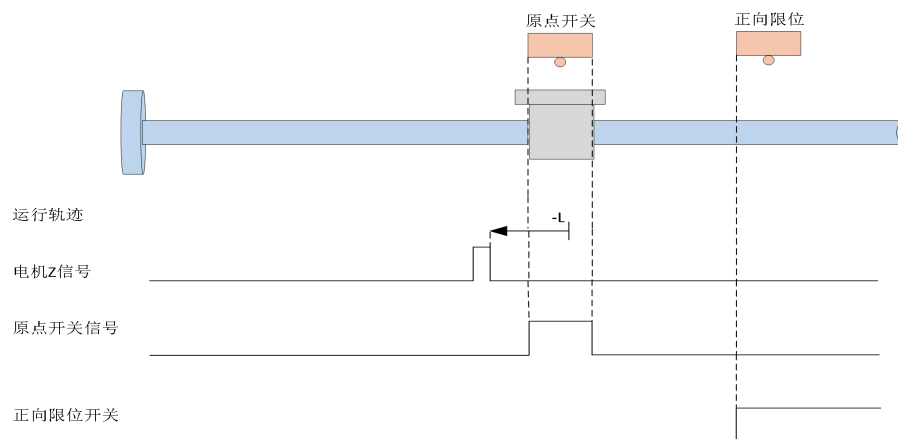
执行逻辑：启动回零时 HW=0，电机以正向高速搜索原点，搜索过程中若未先触碰到限位开关，检测到 HW 上升沿后减速反向，反向低速运行，捕捉到 HW 下降沿后的首个电机 Z 信号，完成原点定位并停机。

- 场景 b：回零启动时减速点（原点开关，HW）无效，遇到正向限位开关



执行逻辑：启动回零时 HW=0，电机以正向高速搜索原点，搜索过程中若触碰到限位开关，电机反向，反向高速运行，遇到 HW 上升沿后减速，继续以反向低速运行，捕捉到 HW 下降沿后的首个电机 Z 信号，完成原点定位并停机。

➤ 场景 c: 回零启动时减速点（原点开关，HW）有效



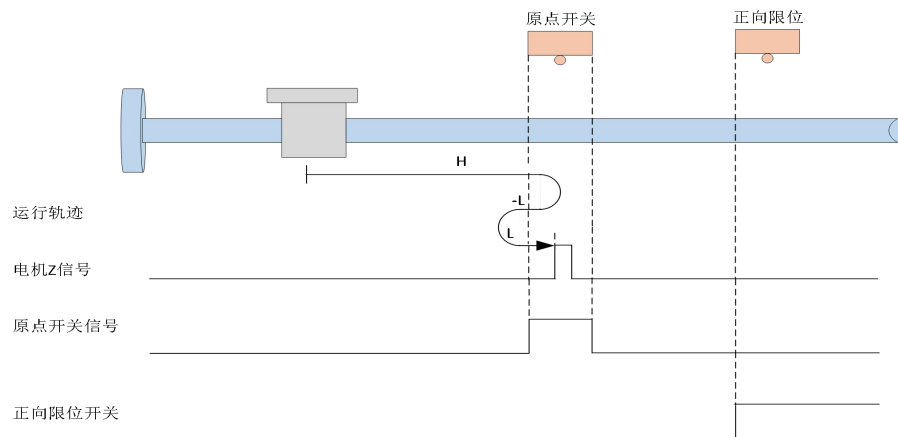
执行逻辑：启动回零时 HW=1，电机以反向低速搜索原点，捕捉到 HW 下降沿后的首个电机 Z 信号，完成原点定位并停机。

6098h =8

原点：Z 信号

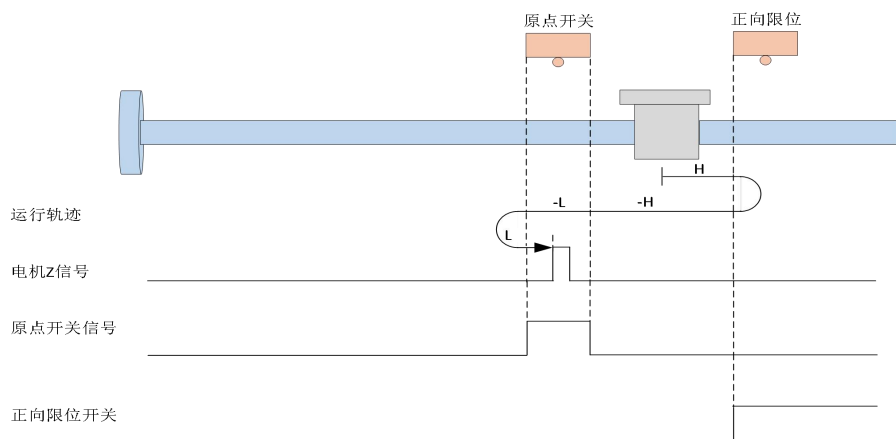
减速点：原点开关（HW）

➤ 场景 a: 回零启动时减速点信号（原点开关，HW）无效，未遇到正向限位开关



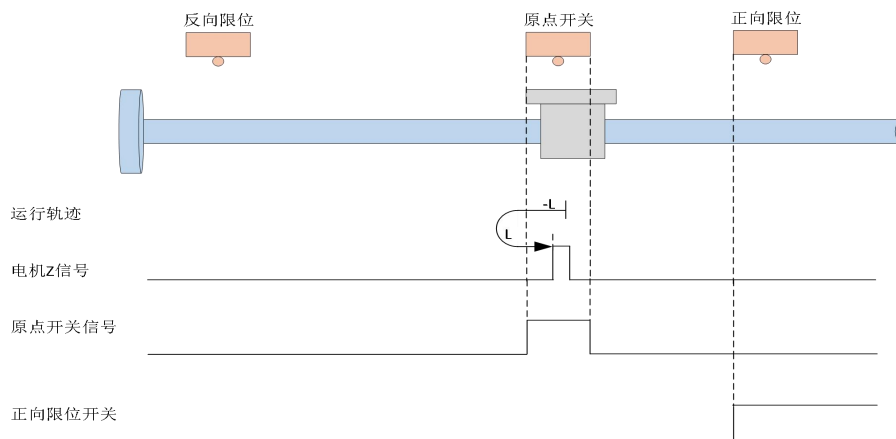
执行逻辑：启动回零时 HW=0，电机以正向高速搜索原点，搜索过程中若未触碰到限位开关，检测到 HW 上升沿后减速反向，反向低速运行，遇到 HW 下降沿后反向，正向低速运行，捕捉到 HW 上升沿后的首个电机 Z 信号，完成原点定位并停机。

- 场景 b: 回零启动时减速点（原点开关，HW）无效，遇到正向限位开关



执行逻辑：启动回零时 $HW=0$ ，电机以正向高速搜索原点，搜索过程中若触碰到限位开关，电机反向，反向高速运行，检测到 HW 上升沿后减速反向，反向低速运行，遇到 HW 下降沿后反向，正向低速运行，捕捉到 HW 上升沿后的首个电机 Z 信号，完成原点定位并停机。

- 场景 c: 回零启动时减速点（原点开关，HW）有效



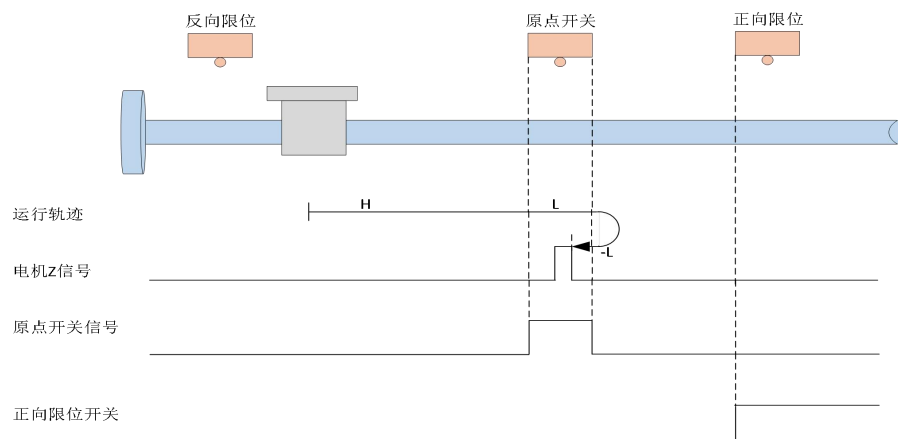
执行逻辑：启动回零时 $HW=1$ ，电机以反向低速搜索原点，检测到 HW 下降沿后反向，正向低速运行，捕捉到 HW 上升沿后的首个电机 Z 信号，完成原点定位并停机。

6098h =9

原点：Z 信号

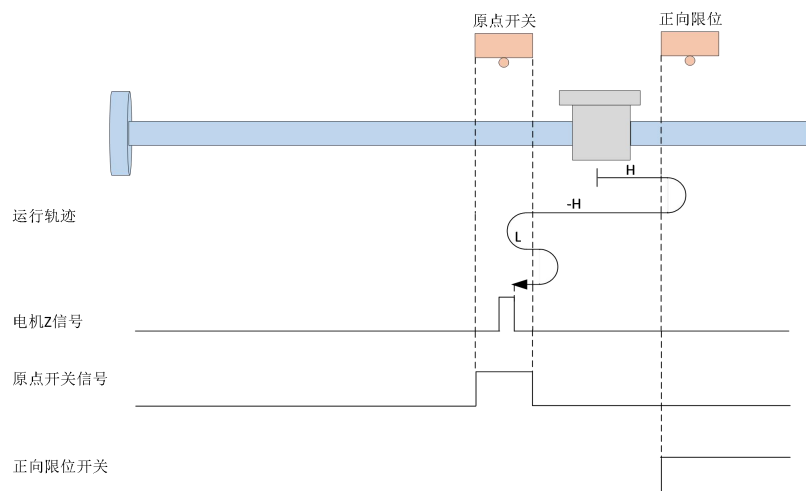
减速点：原点开关（HW）

➤ 场景 a：回零启动时减速点（原点开关，HW）无效，未遇到正向限位开关



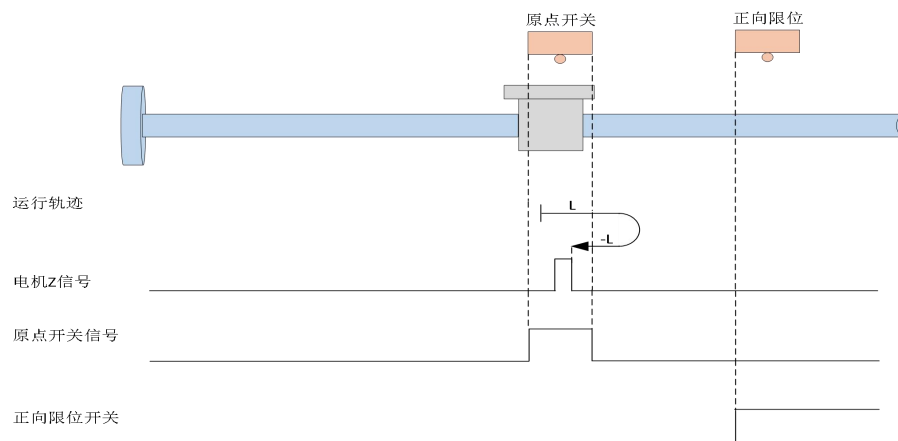
执行逻辑：启动回零时 HW=0，电机以正向高速搜索原点搜索，搜索过程中若未触碰到限位开关，检索到 HW 上升沿后减速，正向低速运行，遇到 HW 下降沿后反向，反向低速运行，捕捉到 HW 上升沿后的首个电机 Z 信号，完成原点定位并停机。

➤ 场景 b：回零启动时减速点（原点开关，HW）无效，遇到正向限位开关



执行逻辑：启动回零时 HW=0，电机以正向高速检索原点，搜索过程中若触碰到限位开关，电机反向，反向高速运行，检测到 HW 上升沿后减速反向，正向低速运行，遇到 HW 下降沿后反向，反向低速运行，捕捉 HW 上升沿后的首个电机 Z 信号，完成原点定位并停机。

➤ 场景 c: 回零启动时减速点（原点开关，HW）有效



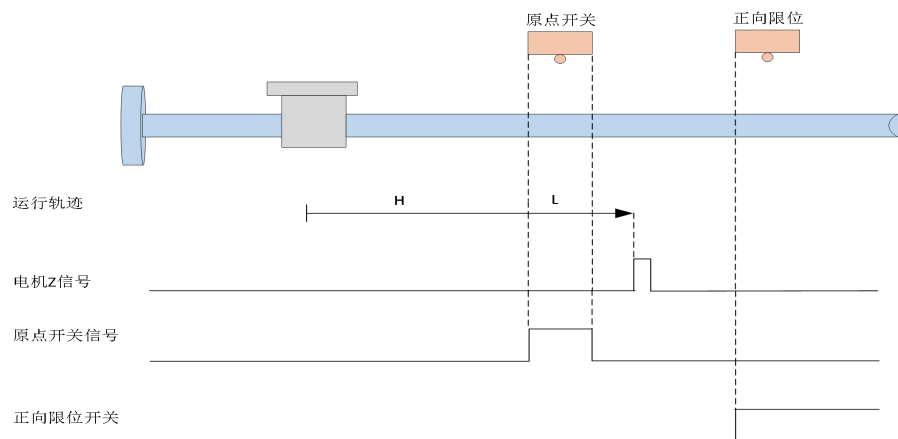
执行逻辑：启动回零时 HW=1，电机以正向低速检索原点，检测到 HW 下降沿后反向，反向低速运行中，捕捉到 HW 上升沿后的首个电机 Z 信号，完成原点定位并停机。

6098h =10

原点：Z 信号

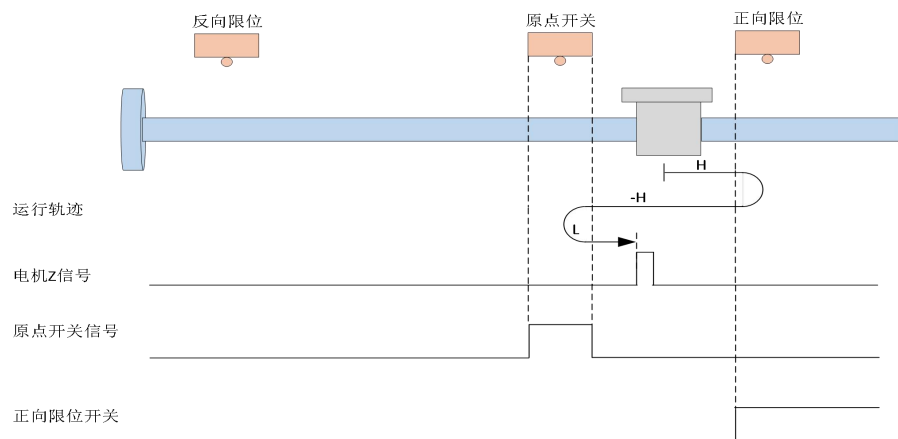
减速点：原点开关（HW）

➤ 场景 a: 回零启动时减速点（原点开关，HW）无效，未遇到正向限位开关



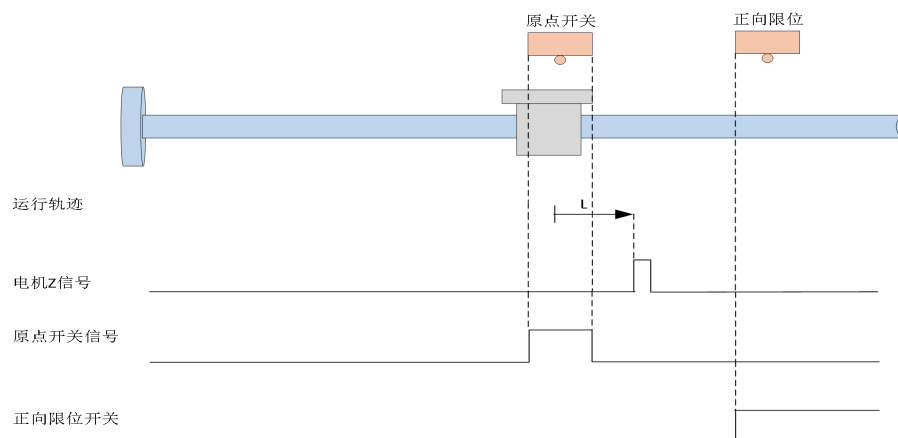
执行逻辑：启动回零时 HW=0，电机以正向高速检索原点，搜索过程中若未触碰到限位开关，检测到 HW 上升沿后减速，正向低速运行，遇到 HW 下降沿后，继续正向低速运行，捕捉到 HW 下降沿之后的首个电机 Z 信号，完成原点定位并停机。

➤ 场景 b: 回零启动时减速点（原点开关，HW）无效，遇到正向限位开关



执行逻辑：启动回零时 $HW=0$ ，电机以正向高速检索原点，搜索过程中若触碰到限位开关，电机反向，反向高速运行，检测到 HW 上升沿后减速反向，正向低速运行，遇到 HW 下降沿后，继续正向低速运行，捕捉到 HW 下降沿后的首个电机 Z 信号，完成原点定位并停机。

➤ 场景 c: 回零启动时减速点（原点开关，HW）有效



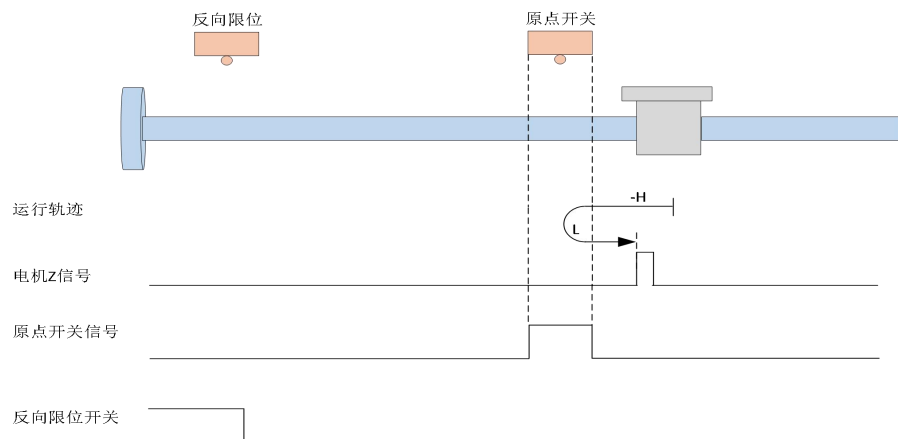
执行逻辑：启动回零时 $HW=1$ ，电机以正向低速搜索原点，捕捉到 HW 下降沿后的首个电机 Z 信号，完成原点定位并停机。

6098h =11

原点：Z 信号

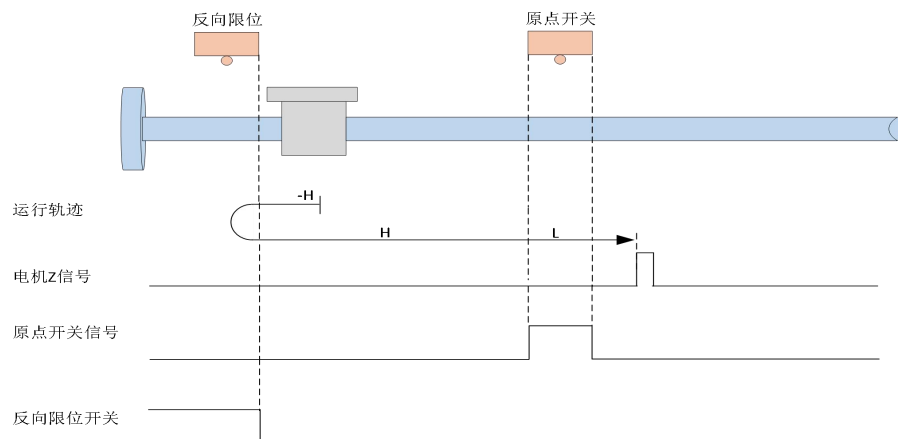
减速点：原点开关（HW）

➤ 场景 a：回零启动时减速点（原点开关，HW）无效，未遇到反向限位开关



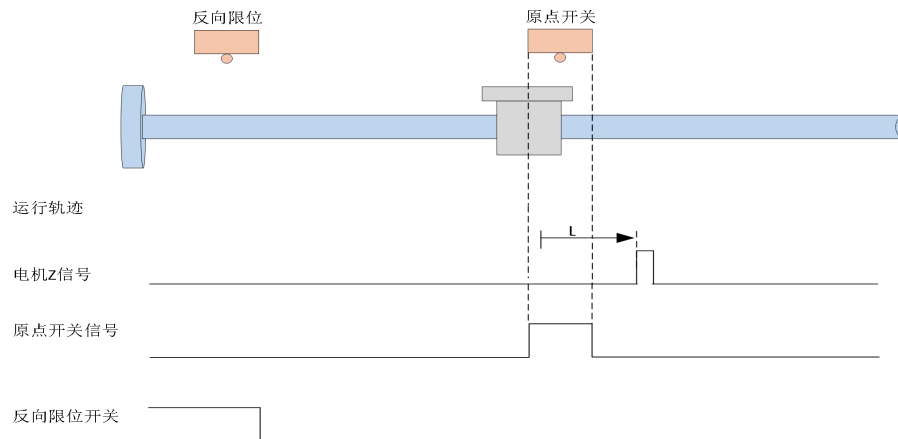
执行逻辑：启动回零时 HW=0，电机以反向高速搜索原点，搜索过程中若未触碰到限位开关，检测到 HW 上升沿后减速反向，正向低速运行，捕捉到 HW 下降沿后的首个电机 Z 信号，完成原点定位并停机。

➤ 场景 b：回零启动时减速点（原点开关，HW）无效，遇到反向限位开关



执行逻辑：启动回零时 HW=0，电机以反向高速搜索原点，搜索过程中若触碰到限位开关，电机反向，正向高速运行，检测到 HW 上升沿后减速，继续正向低速运行，捕捉到 HW 下降沿后的首个电机 Z 信号，完成原点定位并停机。

➤ 场景 c: 回零启动时减速点（原点开关，HW）有效



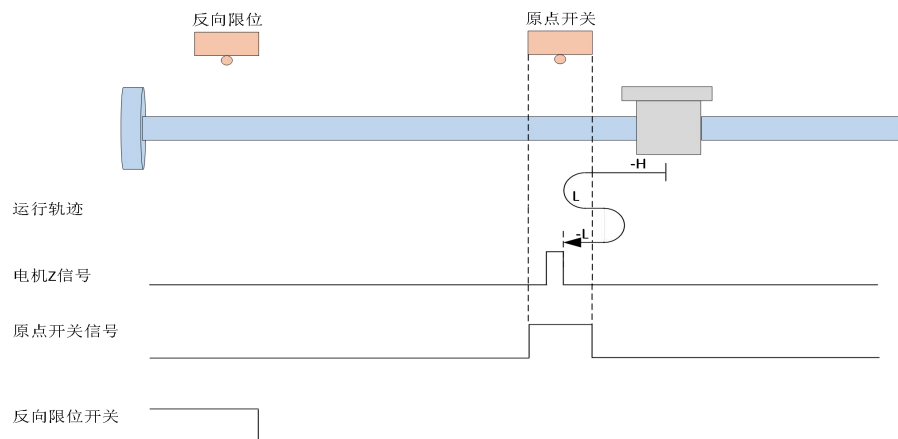
执行逻辑：启动回零时 HW=1，电机以正向低速搜索原点，捕捉到 HW 下降沿后的首个电机 Z 信号，完成原点定位并停机。

6098h =12

原点：Z 信号

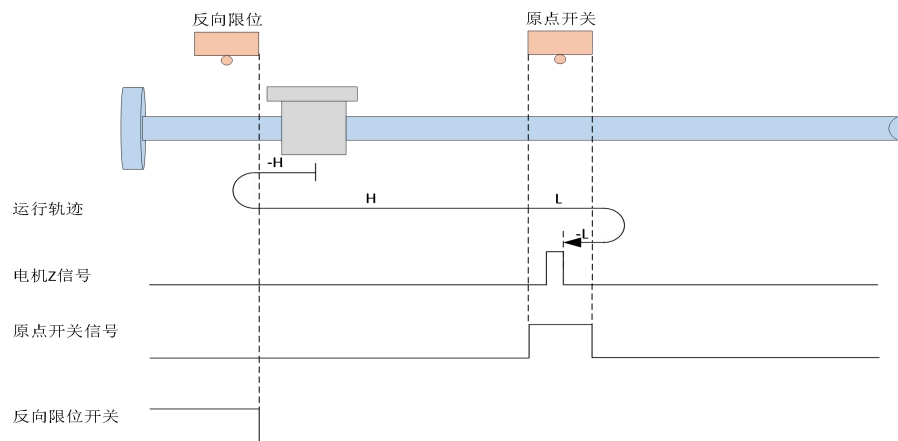
减速点：原点开关（HW）

➤ 场景 a: 回零启动时减速点（原点开关，HW）无效，未遇到反向限位开关



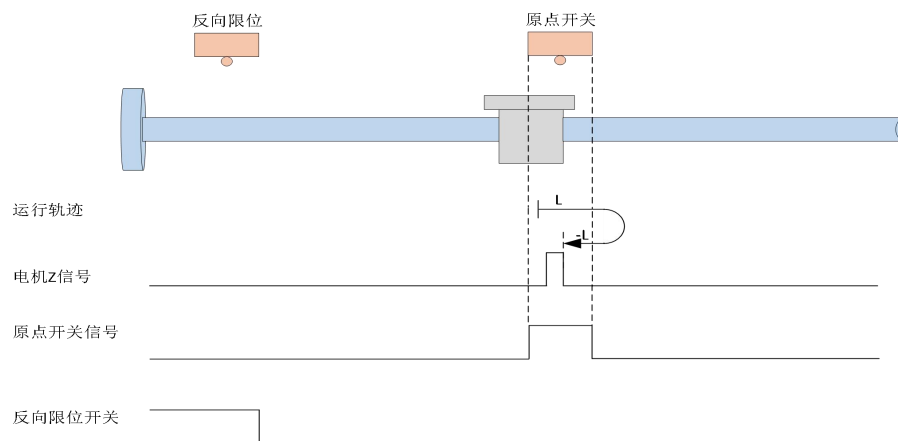
执行逻辑：启动回零时 HW=0，电机以反向高速搜索原点，搜索过程中若未触碰到限位开关，检测到 HW 上升沿后减速反向，正向低速运行，遇到 HW 下降沿后反向，反向低速运行，捕捉到 HW 上升沿后的首个电机 Z 信号，完成原点定位并停机。

➤ 场景 b: 回零启动时减速点（原点开关，HW）无效，遇到反向限位开关



执行逻辑：启动回零时 $HW=0$ ，电机以反向高速搜索原点，搜索过程中若触碰到限位开关，电机反向，正向高速运行，检测到 HW 上升沿后减速，正向低速运行，遇到 HW 下降沿后反向，反向低速运行，捕捉到 HW 上升沿后的首个电机 Z 信号，完成原点定位并停机。

➤ 场景 c: 回零启动时减速点（原点开关，HW）有效



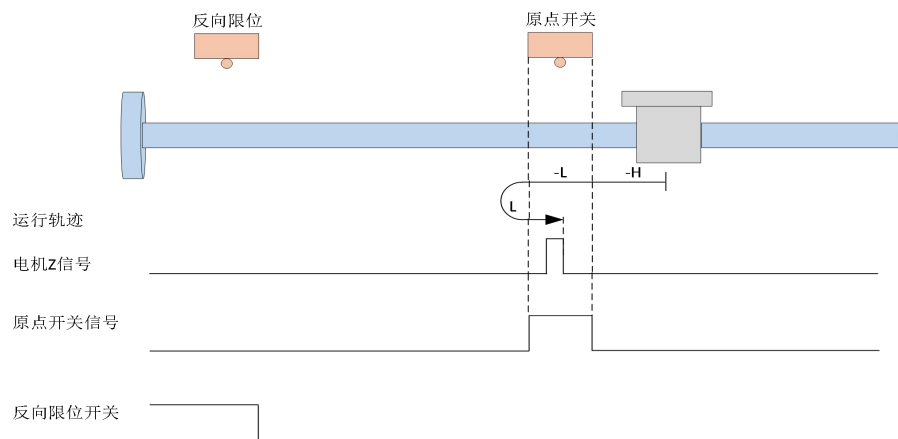
执行逻辑：启动回零时 $HW=1$ ，电机以正向低速开始搜索原点，检测到 HW 下降沿后反向，反向低速运行，捕捉到 HW 上升沿后的首个电机 Z 信号，完成原点定位并停机。

6098h =13

原点：Z 信号

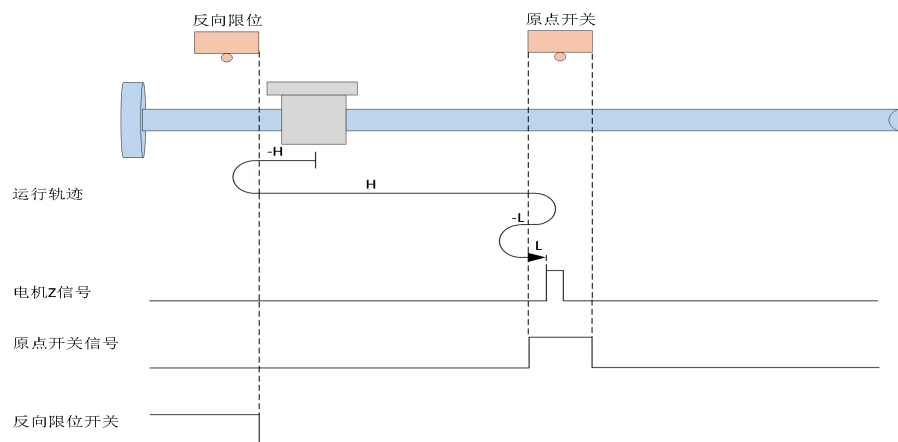
减速点：原点开关（HW）

- 场景 a：回零启动时减速点（原点开关，HW）无效，未遇到反向限位开关



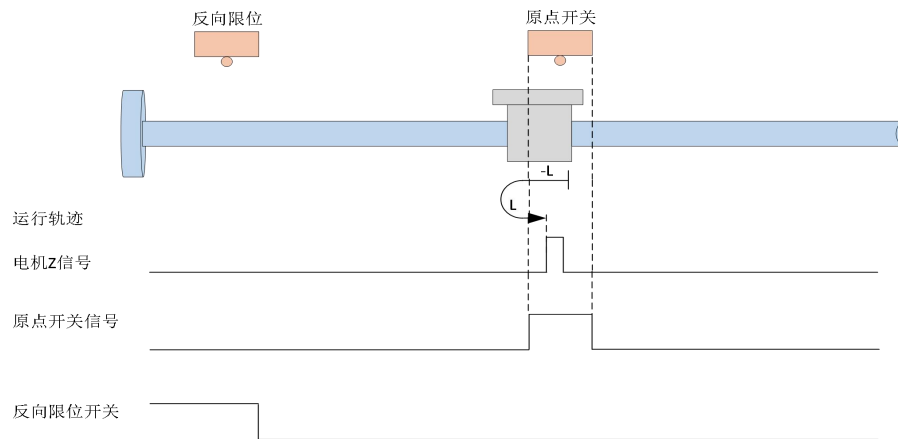
执行逻辑：启动回零时 HW=0，电机以反向高速开始搜索原点，搜索过程中若未触碰到限位开关，检测到 HW 上升沿后减速，反向低速运行，检测到 HW 下降沿后反向，正向低速运行，捕捉 HW 上升沿后的首个电机 Z 信号，完成原点定位并停机。

- 场景 b：回零启动时减速点（原点开关，HW）无效，遇到反向限位开关



执行逻辑：启动回零时 HW=0，电机以反向高速开始搜索原点，搜索过程中若触碰到限位开关，电机反向，正向高速运行，检测 HW 上升沿后减速，反向低速运行，检测到 HW 下降沿后反向，正向低速运行，捕捉到 HW 上升沿后的首个电机 Z 信号，完成原点定位并停机。

➤ 场景 c: 回零启动时减速点（原点开关，HW）有效



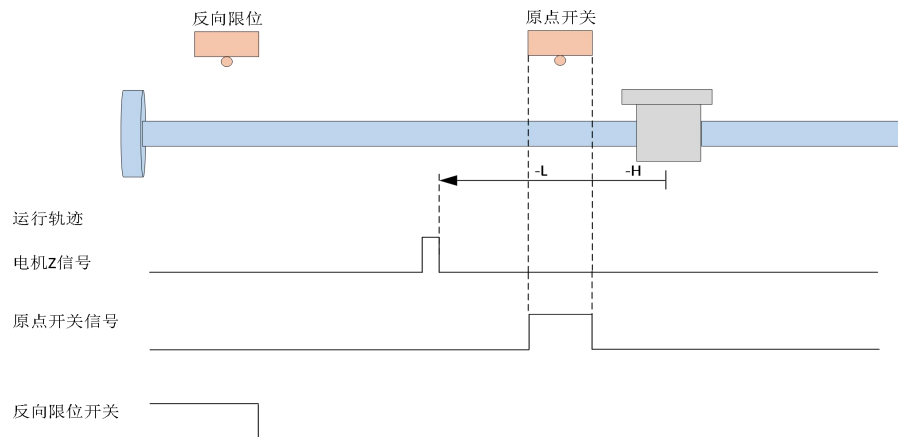
执行逻辑：启动回零时 HW=1，电机以反向低速搜索原点，检测到 HW 下降沿后反向，正向低速运行，检测到 HW 上升沿后的首个电机 Z 信号，完成原点定位并停机。

6098h =14

原点：Z 信号

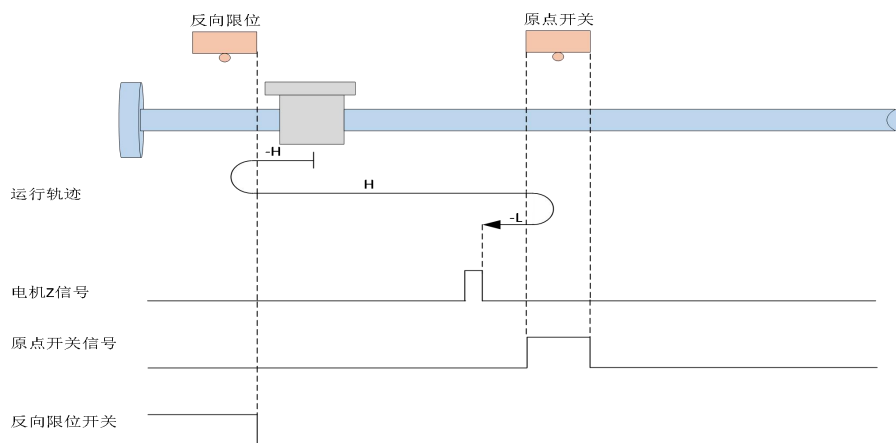
减速点：原点开关（HW）

➤ 场景 a: 回零启动时减速点（原点开关，HW）无效，未遇到反向限位开关



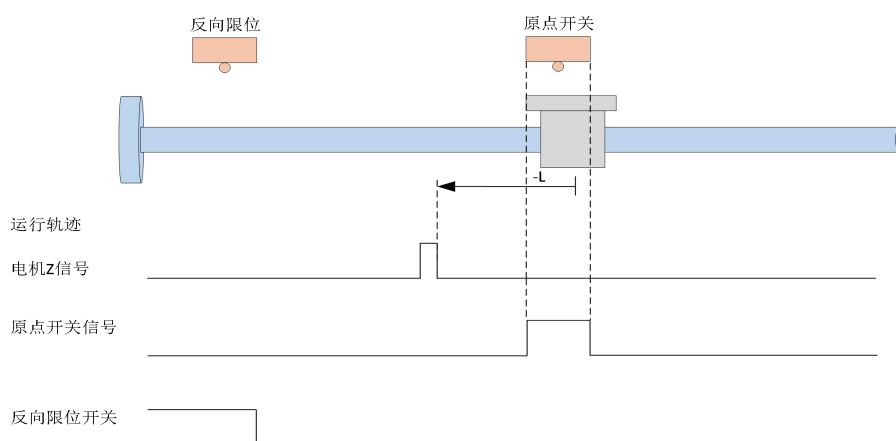
执行逻辑：启动回零时 HW=0，电机以反向高速搜索原点，搜索过程中若未触碰到限位开关，检测到 HW 上升沿后减速，反向低速运行，捕捉到 HW 下降沿后的首个电机 Z 信号，完成原点定位并停机。

➤ 场景 b: 回零启动时减速点（原点开关，HW）无效，遇到反向限位开关



执行逻辑：启动回零时 $HW=0$ ，电机以反向高速搜索原点，搜索过程中若触碰到限位开关，电机反向，正向高速运行，检测到 HW 上升沿后，减速反向运行，捕捉到 HW 下降沿后的首个电机 Z 信号，完成原点定位并停机。

➤ 场景 c: 回零启动时减速点（原点开关，HW）有效



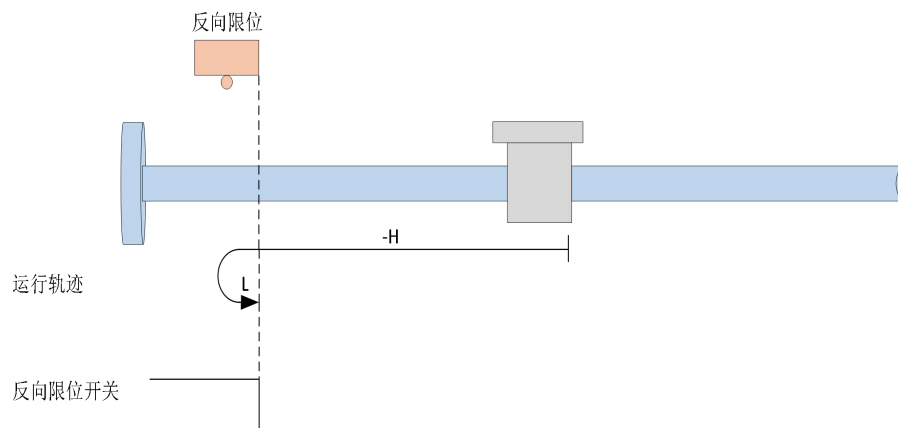
执行逻辑：启动回零时 $HW=1$ ，电机以反向低速搜索原点，检测到 HW 下降沿后的首个电机 Z 信号，完成原点定位并停机。

6098h=17

机械原点：反向超程开关

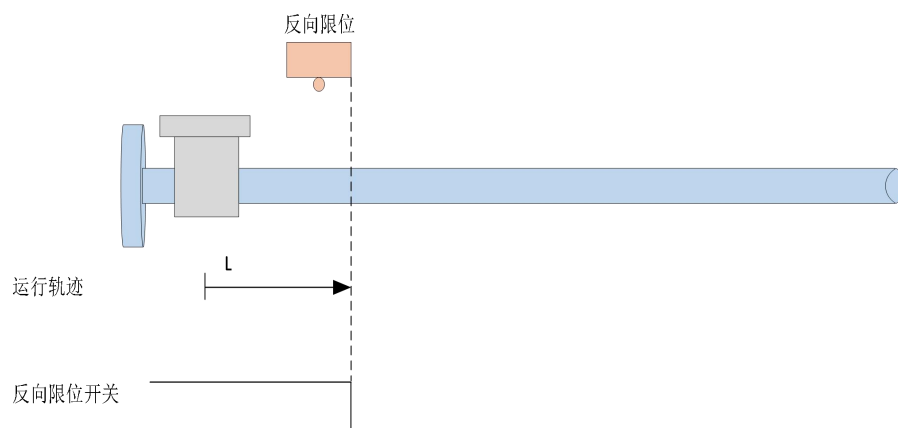
减速点：反向超程开关（N-OT）

➤ 场景 a：回零启动时减速点（反向超程开关，N-OT）无效



执行逻辑：启动回零时 N-OT=0，电机以反向高速搜索原点，检测到 N-OT 上升沿后减速反向，正向低速运行，检测到 N-OT 下降沿后完成原点定位并停机。

➤ 场景 b：回零启动时减速点（反向超程开关，N-OT）有效



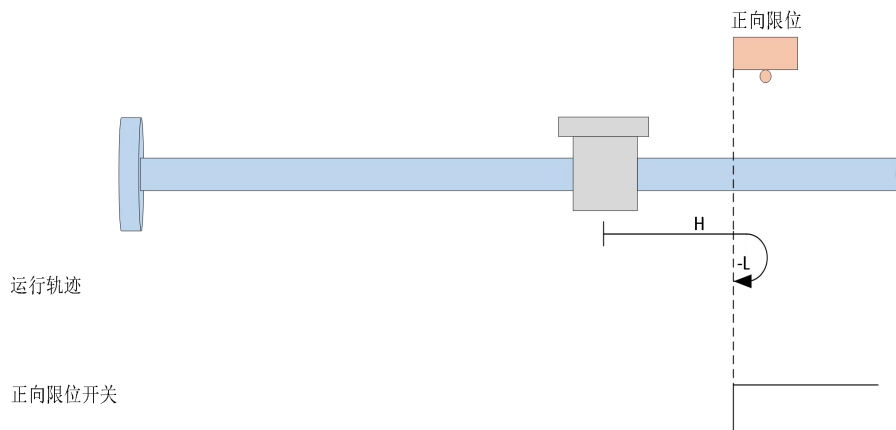
执行逻辑：启动回零时 N-OT=1，电机以正向低速搜索原点，检测到 N-OT 下降沿后完成原点定位并停机。

6098h=18

原点：正向超程开关

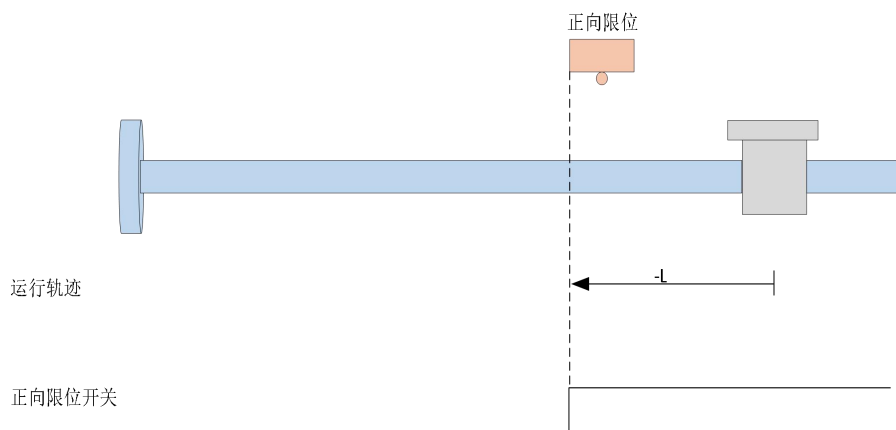
减速点：正向超程开关（N-OT）

- 场景 a：回零启动时减速点（正向超程开关，N-OT）无效



执行逻辑：启动回零时 $P-OT=0$ ，电机以正向高速搜索原点，检测到 $P-OT$ 上升沿后减速反向，反向低速运行，检测到 $P-OT$ 下降沿后完成原点定位并停机。

- 场景 b：回零启动时减速点（正向超程开关，N-OT）有效



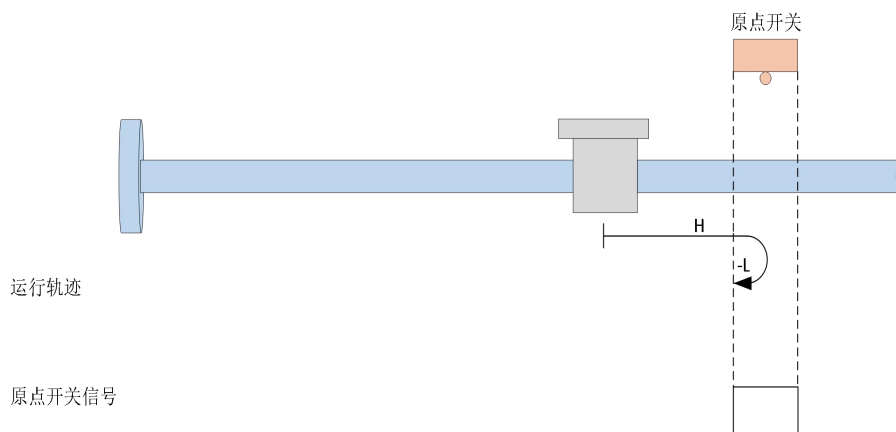
执行逻辑：启动回零时 $P-OT=1$ ，电机以反向低速搜索原点，检测到 $P-OT$ 下降沿后完成原点定位并停机。

6098h=19

原点：原点开关（HW）

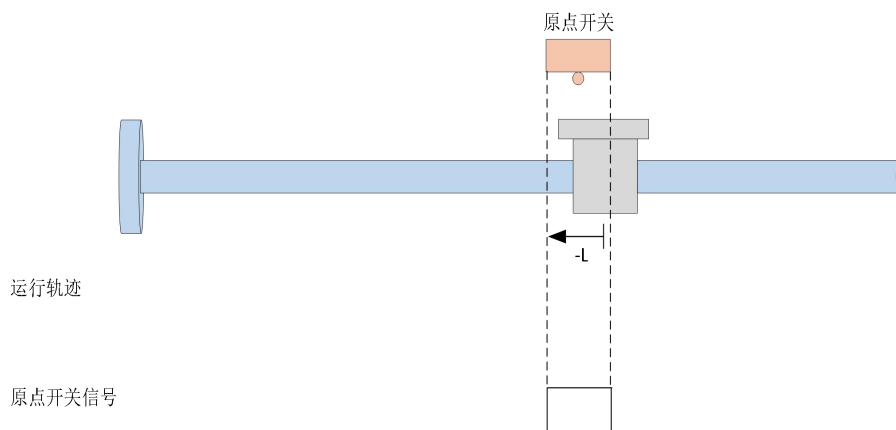
减速点：原点开关（HW）

➤ 场景 a：回零启动时减速点（原点开关，HW）无效



执行逻辑：启动回零时 HW=0，电机以正向高速开始搜索原点，检测到 HW 上升沿后减速反向，反向低速运行，检测到 HW 下降沿后完成原点定位并停机。

➤ 场景 b：回零启动时减速点（原点开关，HW）有效



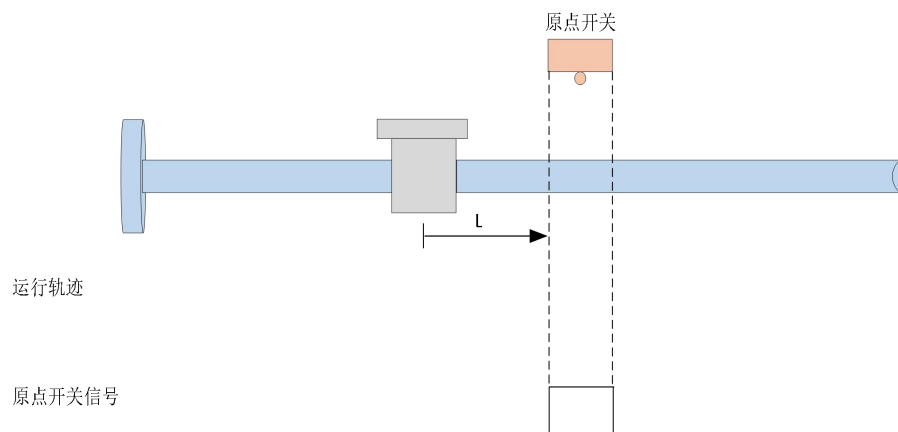
执行逻辑：启动回零时 HW=1，电机以反向低速检索原点，检测到 HW 下降沿后完成原点定位并停机。

6098h = 20

原点：原点开关（HW）

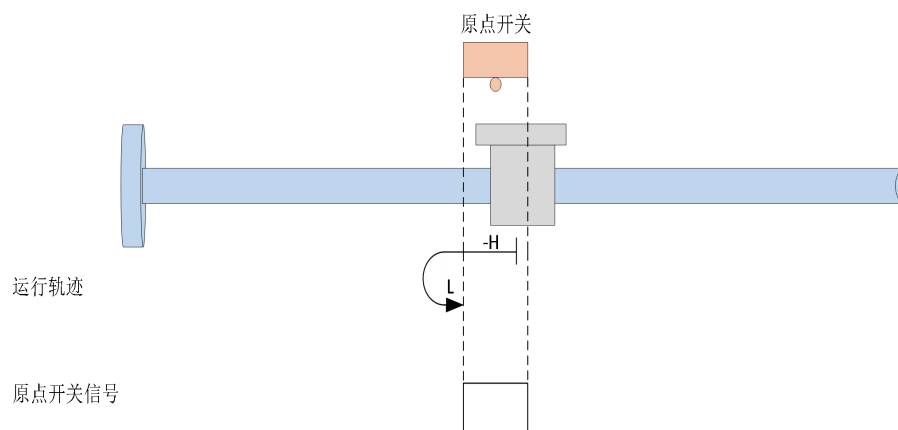
减速点：原点开关（HW）

➤ 场景 a：回零启动时减速点（原点开关，HW）无效



执行逻辑：启动回零时 HW=0，电机以正向低速检索原点，检测到 HW 上升沿后完成原点定位并停机。

➤ 场景 b：回零启动时减速点（原点开关，HW）有效



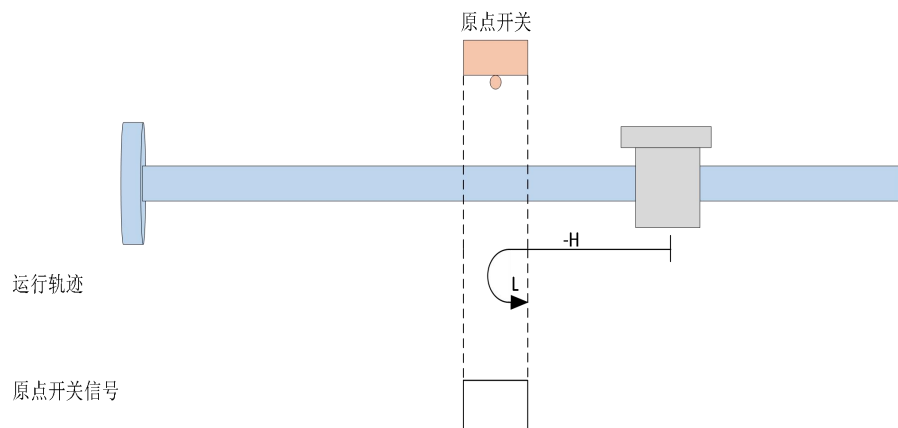
执行逻辑：启动回零时 HW=1，电机以反向高速检索原点，检测到 HW 下降沿后减速反向，正向低速运行，检测到 HW 上升沿后完成原点定位并停机。

6098h=21

原点：原点开关（HW）

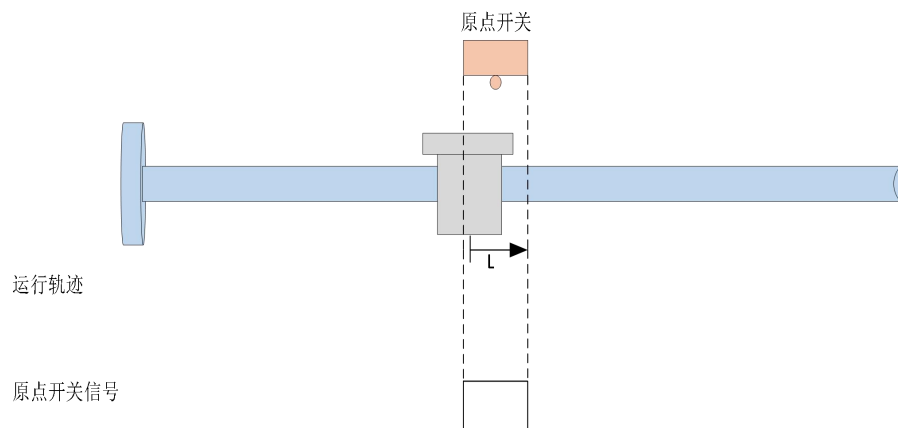
减速点：原点开关（HW）

➤ 场景 a：回零启动时减速点（原点开关，HW）无效



执行逻辑：启动回零时 HW=0，电机以反向高速检索原点，检测到 HW 上升沿后减速反向，正向低速运行，检测到 HW 下降沿后完成原点定位并停机。

➤ 场景 b：回零启动时减速点（原点开关，HW）有效



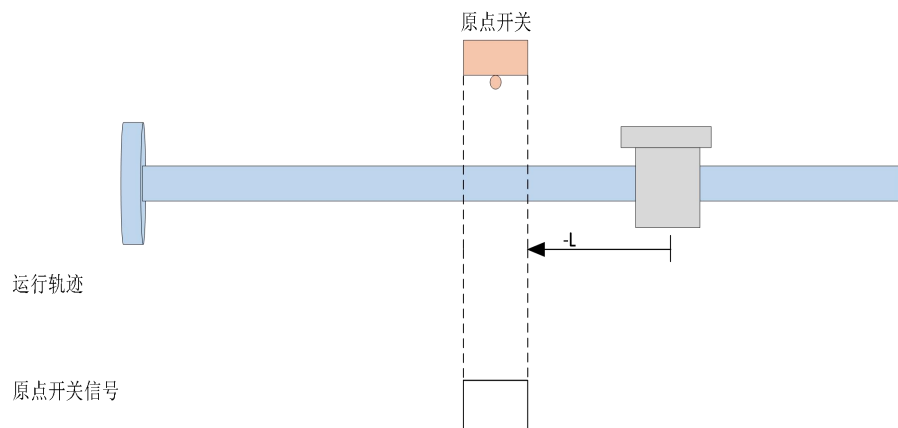
执行逻辑：启动回零时 HW=1，电机以正向低速检索原点，检测到 HW 下降沿后完成原点定位并停机。

6098h =22

原点：原点开关（HW）

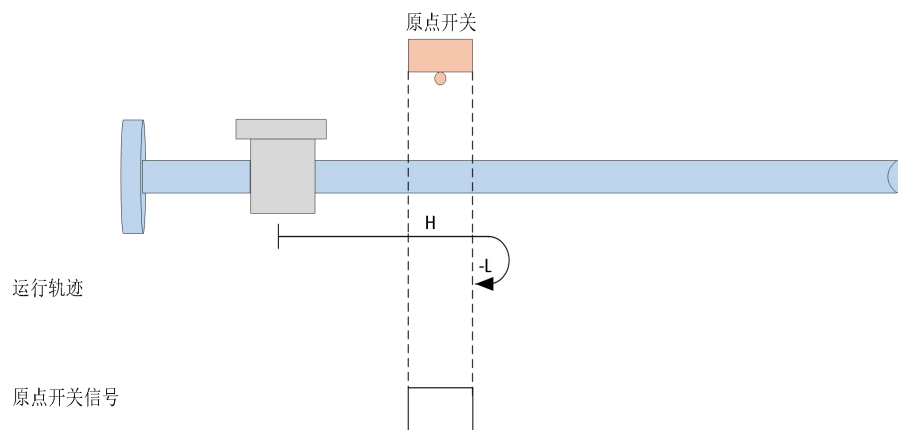
减速点：原点开关（HW）

➤ 场景 a：回零启动时减速点（原点开关，HW）无效



执行逻辑：启动回零时 HW=0，电机以反向低速检索原点，检测到 HW 上升沿后完成原点定位并停机。

➤ 场景 b：回零启动时减速点（原点开关，HW）有效



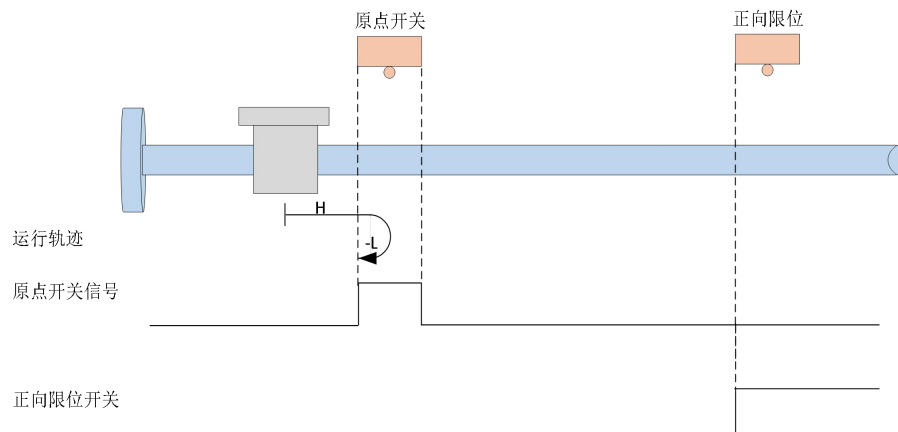
执行逻辑：启动回零时 HW=1，电机以正向高速检索原点，检测到 HW 下降沿后减速反向，反向低速运行，检测到 HW 上升沿后完成原点定位并停机。

6098h = 23

原点：原点开关 (HW)

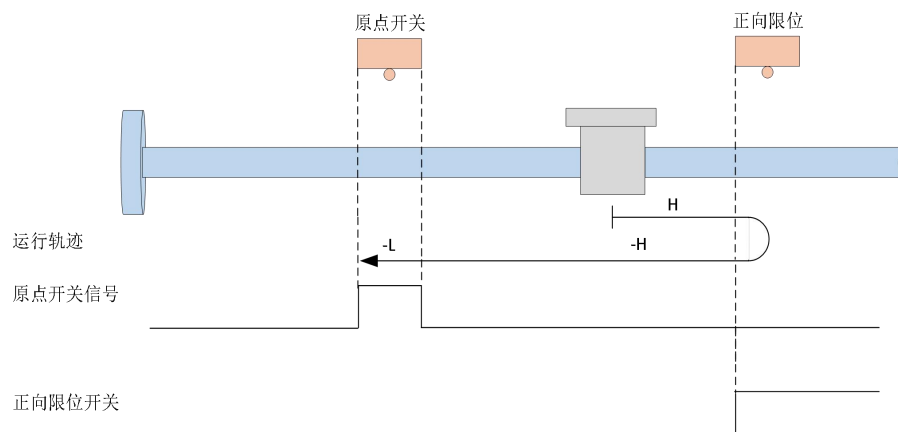
减速点：原点开关 (HW)

- 场景 a：回零启动时减速点（原点开关，HW）无效，未遇到正向限位开关



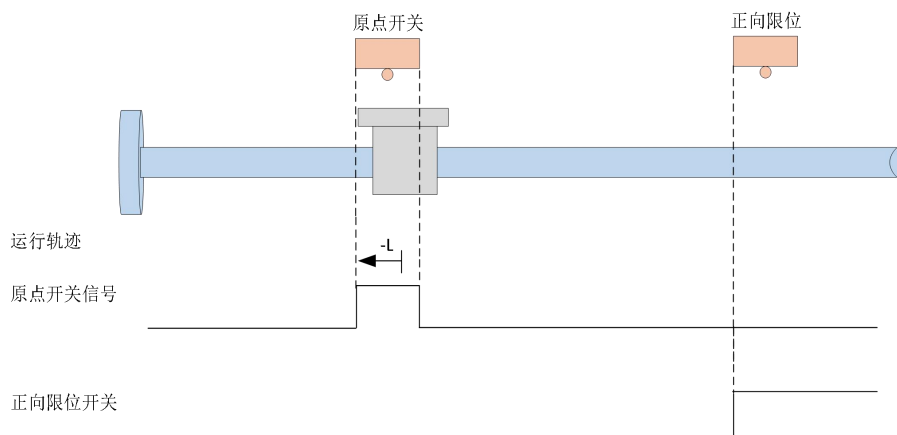
执行逻辑：启动回零时 HW=0，电机以正向高速检索原点，搜索过程中若未触碰到限位开关，检测到 HW 上升沿后减速反向，反向低速运行，检测到 HW 下降沿后完成原点定位并停机。

- 场景 b：回零启动时减速点（原点开关，HW）无效，遇到正向限位开关



执行逻辑：启动回零时 HW=0，电机以正向高速检索原点，在搜索过程中若触碰到限位开关，电机反向，反向高速运行，检测到 HW 上升沿后减速，继续反向低速运行，遇到 HW 下降沿后完成原点定位并停机。

➤ 场景 c: 回零启动时减速点（原点开关，HW）有效



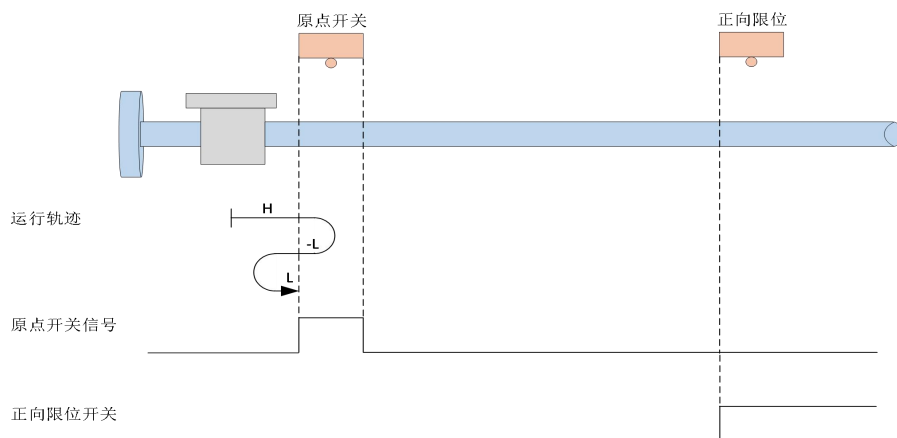
执行逻辑：启动回零时 HW=1，电机反向低速检索原点，检测到 HW 下降沿后完成原点定位并停机。

6098h =24

原点：原点开关 (HW)

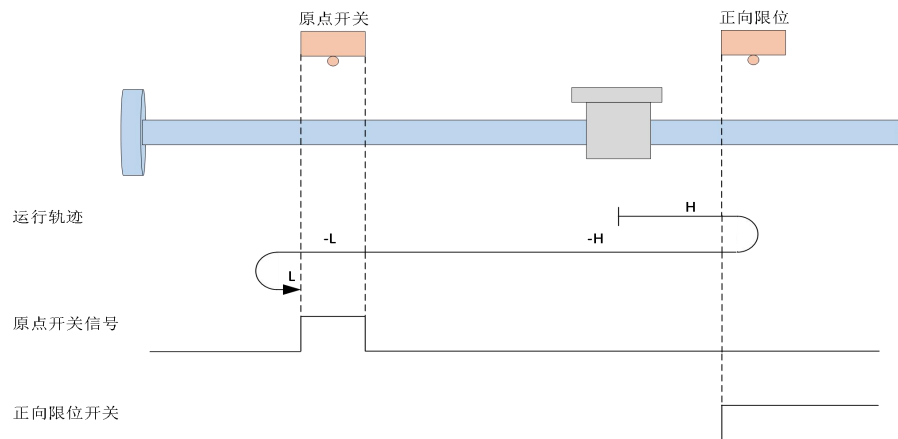
减速点：原点开关 (HW)

➤ 场景 a: 回零启动时减速点（原点开关，HW）无效，未遇到正向限位开关



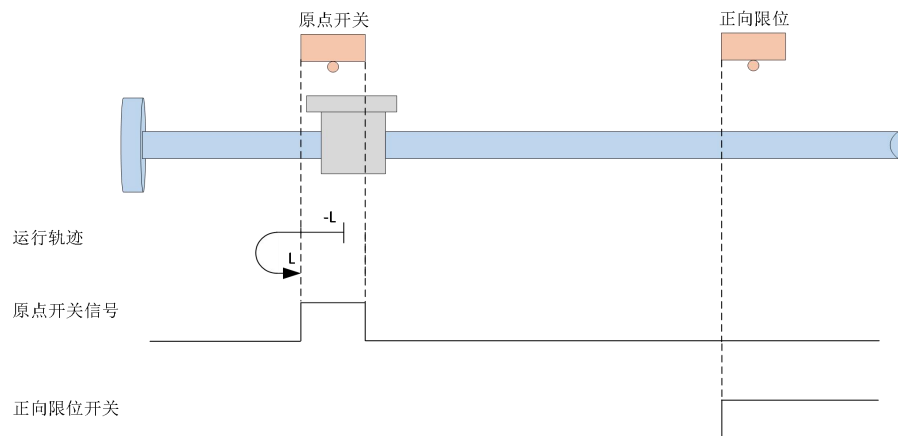
执行逻辑：启动回零时 HW=0，电机以正向高速检索原点，在搜索过程中若未触碰到限位开关，检测到 HW 上升沿后减速反向，反向低速运行，检测到 HW 下降沿后反向，正向低速运行，遇到 HW 上升沿后完成原点定位并停机。

➤ 场景 b: 回零启动时减速点（原点开关，HW）无效，遇到正向限位开关



执行逻辑：启动回零时 $HW=0$ ，电机以正向高速检索原点，在搜索过程中若触碰到限位开关，电机反向，反向高速运行，检测到 HW 上升沿后减速，反向低速运行，检测到 HW 下降沿后反向，正向低速运行，遇到 HW 上升沿后完成原点定位并停机。

➤ 场景 c: 回零启动时减速点（原点开关，HW）有效



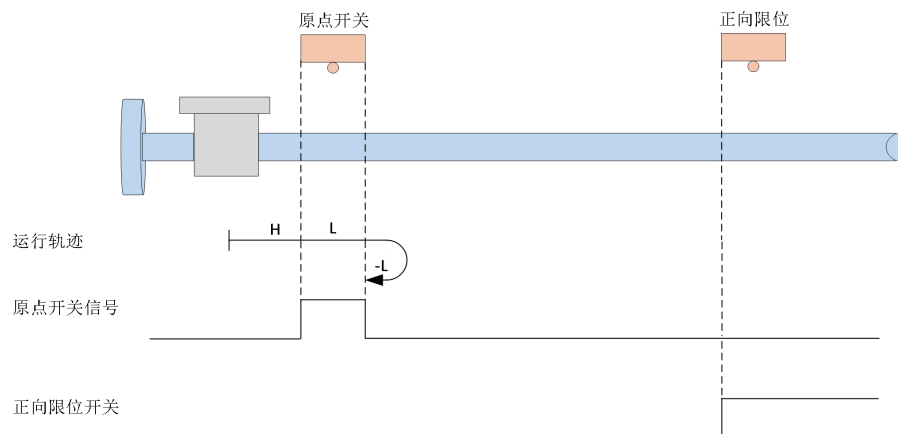
执行逻辑：启动回零时 $HW=1$ ，电机以反向低速检索原点，检测到 HW 下降沿后反向，正向低速运行，检测到 HW 上升沿后完成原点定位并停机。

6098h =25

原点：原点开关 (HW)

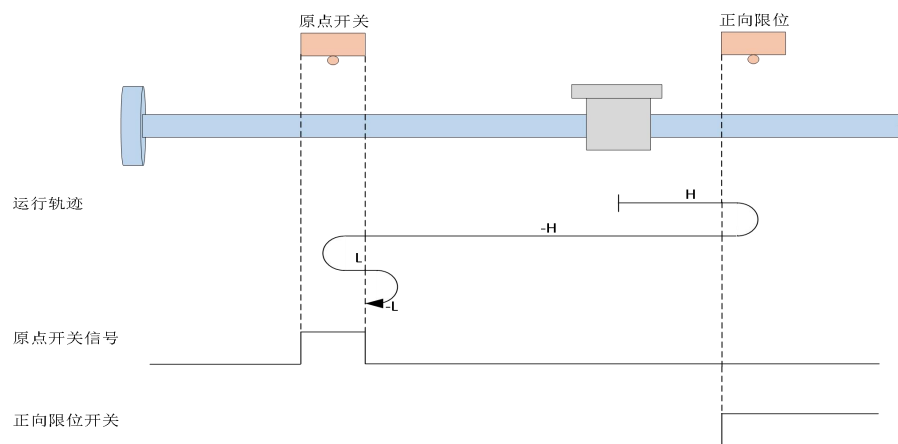
减速点：原点开关 (HW)

➤ 场景 a：回零启动时减速点（原点开关，HW）无效，未遇到正向限位开关



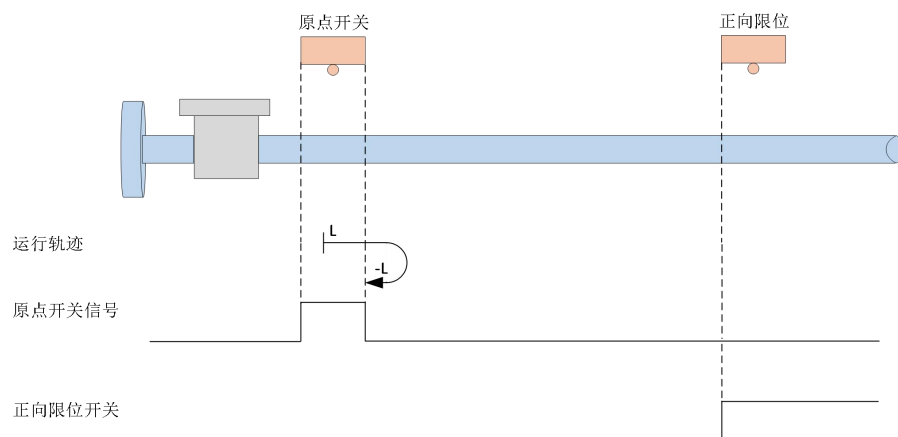
执行逻辑：启动回零时 HW=0，电机以正向高速检索原点，在搜索过程中若未触碰到限位开关，检测到 HW 上升沿后减速，正向低速运行，检测到 HW 下降沿后反向，反向低速运行，遇到 HW 上升沿后完成原点定位并停机。

➤ 场景 b：回零启动时减速点（原点开关，HW）无效，遇到正向限位开关



执行逻辑：启动回零时 HW=0，电机以正向高速检索原点，在搜索过程中若触碰到限位开关，电机反向，反向高速运行，检测到 HW 上升沿后减速反向，正向低速运行，检测到 HW 下降沿后反向，反向低速运行，遇到 HW 上升沿后完成原点定位并停机。

➤ 场景 c: 回零启动时减速点（原点开关，HW）有效



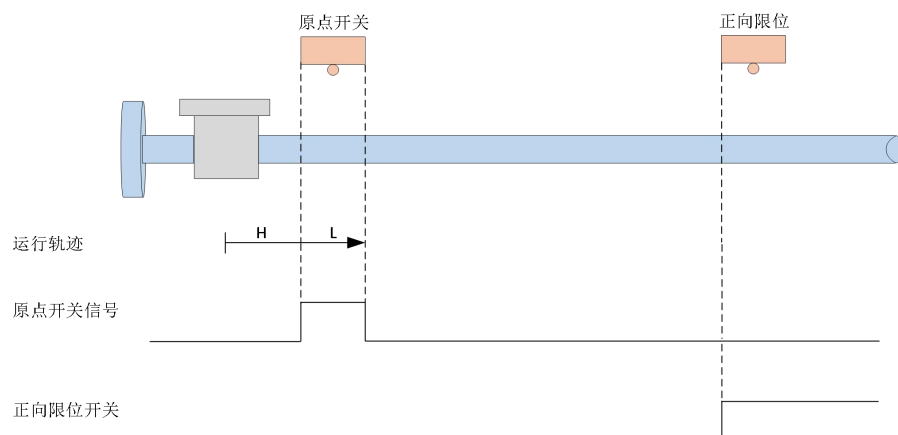
执行逻辑：启动回零时 HW=1，电机以正向低速检索原点，检测到 HW 下降沿后反向，反向低速运行，检测到 HW 上升沿后完成原点定位并停机。

6098h =26

原点：原点开关（HW）

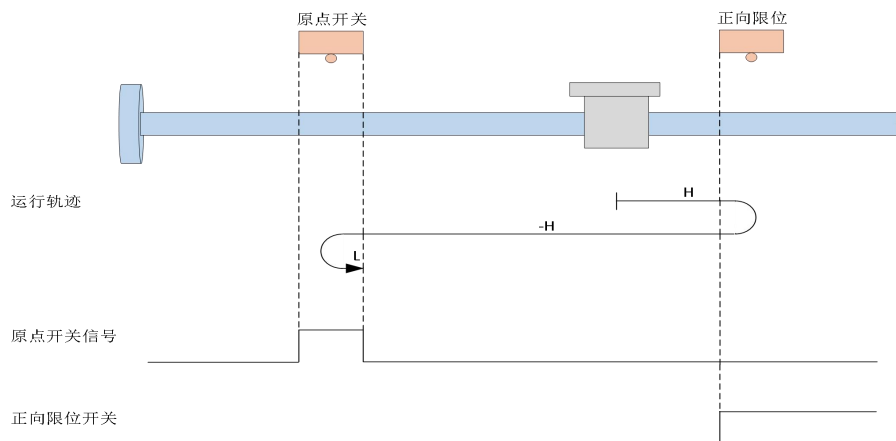
减速点：原点开关（HW）

➤ 场景 a: 回零启动时减速点（原点开关，HW）无效，未遇到正向限位开关



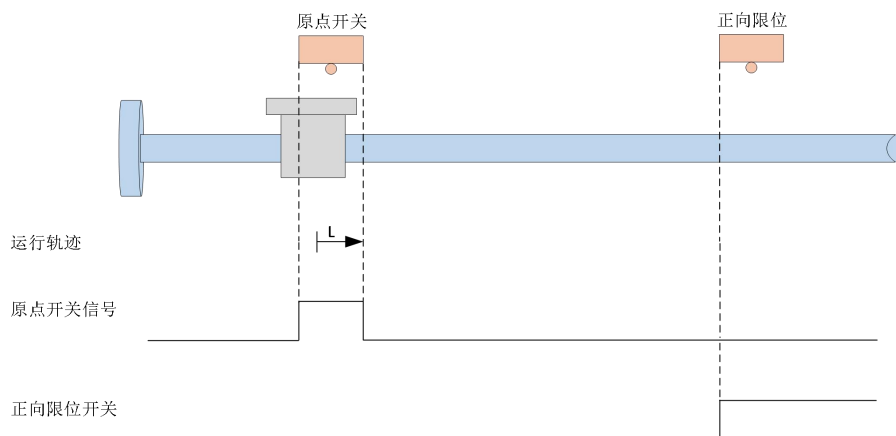
执行逻辑：启动回零时 HW=0，电机以正向高速检索原点，在搜索过程中若未触碰到限位开关，检测到 HW 上升沿后减速，正向低速运行，检测到 HW 下降沿后完成原点定位并停机。

➤ 场景 b: 回零启动时减速点（原点开关，HW）无效，遇到正向限位开关



执行逻辑：启动回零时 $HW=0$ ，电机以正向高速检索原点，在搜索过程中若触碰到限位开关，电机反向，反向高速运行，检测到 HW 上升沿后减速反向，正向低速运行，遇到 HW 下降沿后完成原点定位并停机。

➤ 场景 c: 回零启动时减速点（原点开关，HW）有效



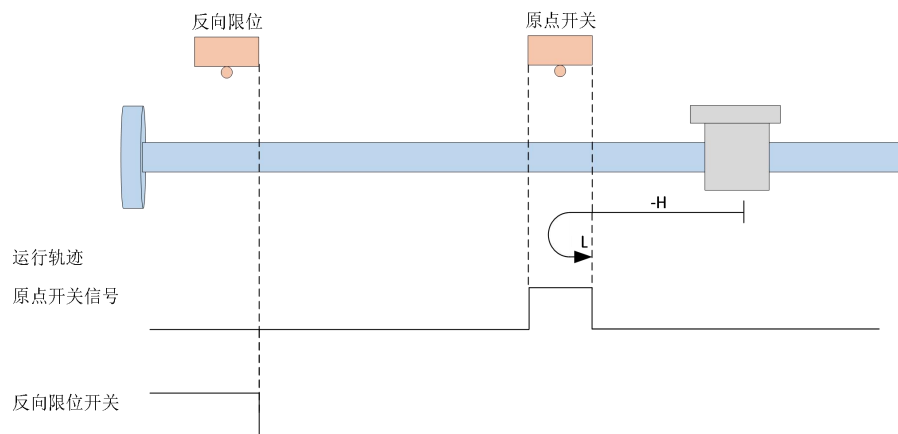
执行逻辑：启动回零时 $HW=1$ ，电机以正向低速检索原点，检测到 HW 下降沿后完成原点定位并停机。

6098h =27

原点：原点开关（HW）

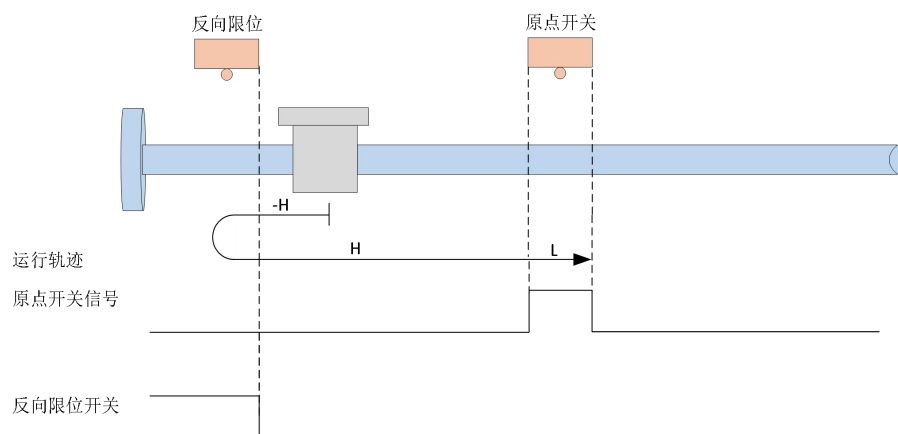
减速点：原点开关（HW）

- 场景 a：回零启动时减速点（原点开关，HW）无效，未遇到反向限位开关



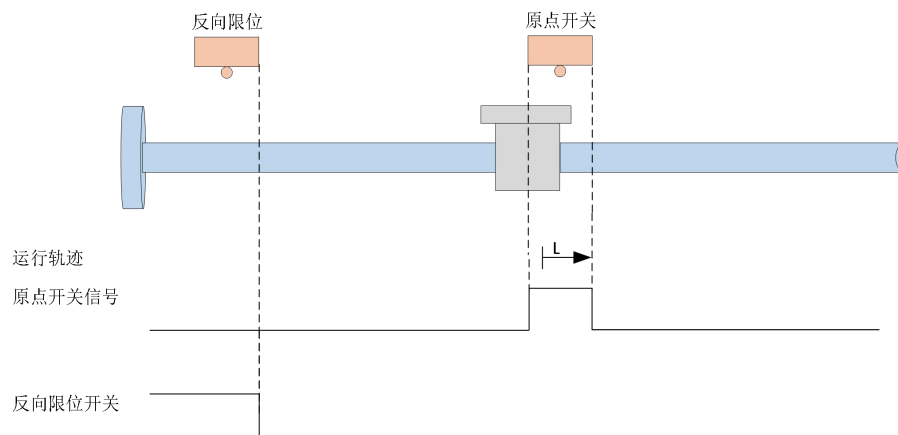
执行逻辑：启动回零时 HW=0，电机以反向高速检索原点，在搜索过程中若未触碰到限位开关，检测到 HW 上升沿后减速反向，正向低速运行，检测到 HW 下降沿后完成原点定位并停机。

- 场景 b：回零启动时减速点（原点开关，HW）无效，遇到反向限位开关



执行逻辑：启动回零时 HW=0，电机以反向高速检索原点，在搜索过程中若触碰到限位开关，电机反向，正向高速运行，检测到 HW 上升沿后减速，正向低速运行，遇到 HW 下降沿后完成原点定位并停机。

➤ 场景 c: 回零启动时减速点（原点开关，HW）有效



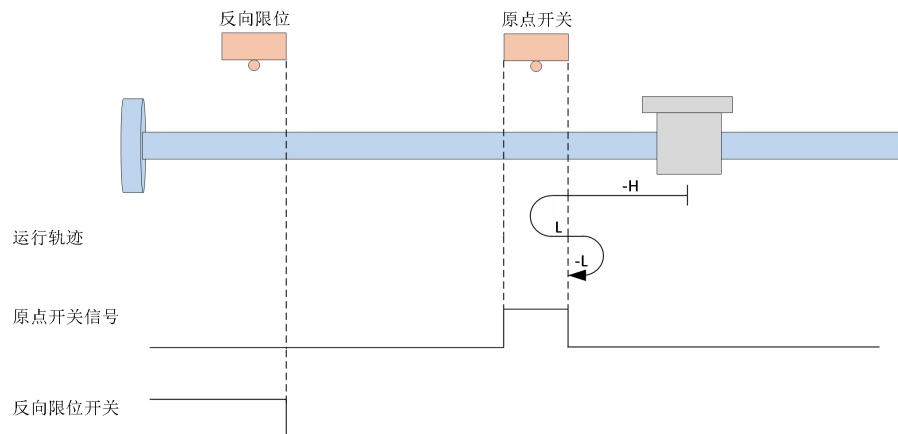
执行逻辑：启动回零时 HW=1，电机以正向低速检索原点，检测到 HW 下降沿后完成原点定位并停机。

6098h =28

原点：原点开关（HW）

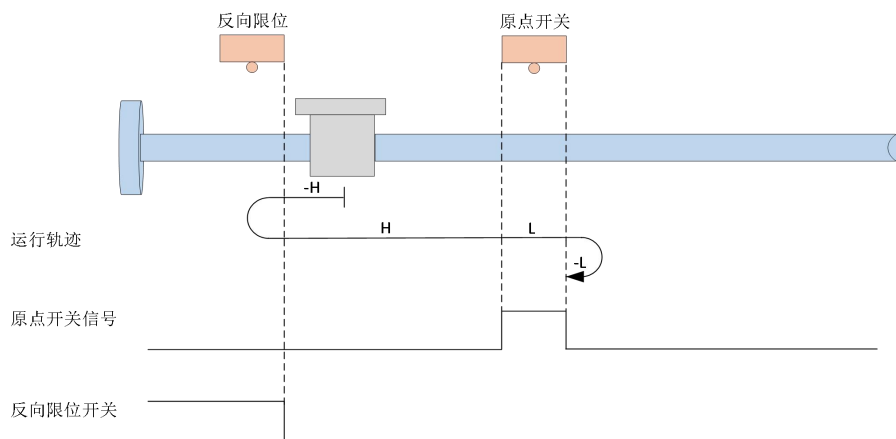
减速点：原点开关（HW）

➤ 场景 a: 回零启动时减速点（原点开关，HW）无效，未遇到反向限位开关



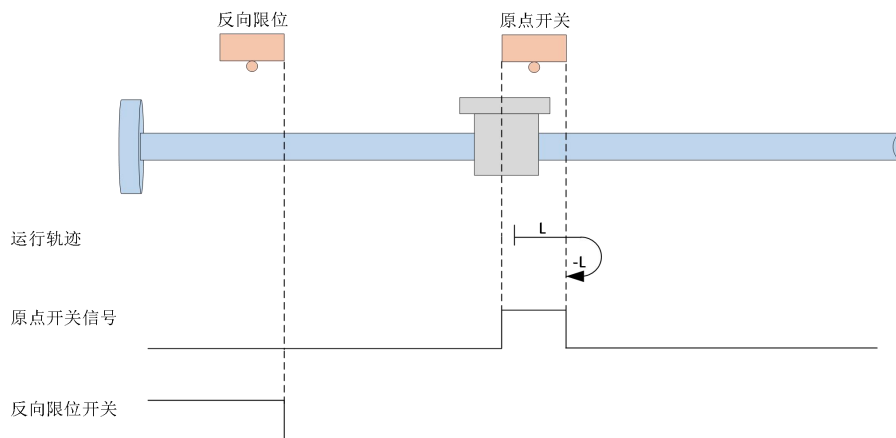
执行逻辑：启动回零时 HW=0，电机以反向高速检索原点，在搜索过程中若未触碰到限位开关，检测到 HW 上升沿后减速反向，正向低速运行，检测到 HW 下降沿后反向，反向低速运行，遇到 HW 上升沿后完成原点定位并停机。

➤ 场景 b: 回零启动时减速点（原点开关，HW）无效，遇到反向限位开关



执行逻辑：启动回零时 $HW=0$ ，电机以反向高速检索原点，在搜索过程中若触碰到限位开关，电机反向，正向高速运行，检测到 HW 上升沿后减速，正向低速运行，检测到 HW 下降沿后反向，反向低速运行，遇到 HW 上升沿后完成原点定位并停机。

➤ 场景 c: 回零启动时减速点（原点开关，HW）有效



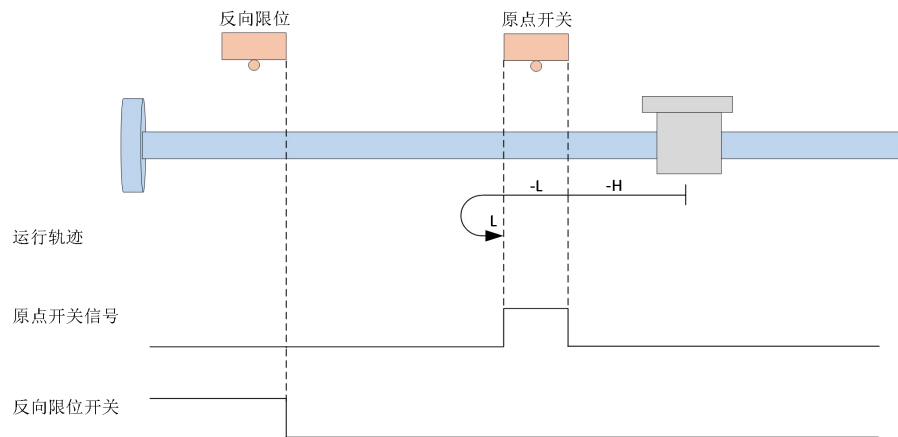
执行逻辑：启动回零时 $HW=1$ ，电机以正向低速检索原点，检测到 HW 下降沿后反向，反向低速运行，检测到 HW 上升沿后完成原点定位并停机。

6098h =29

原点：原点开关（HW）

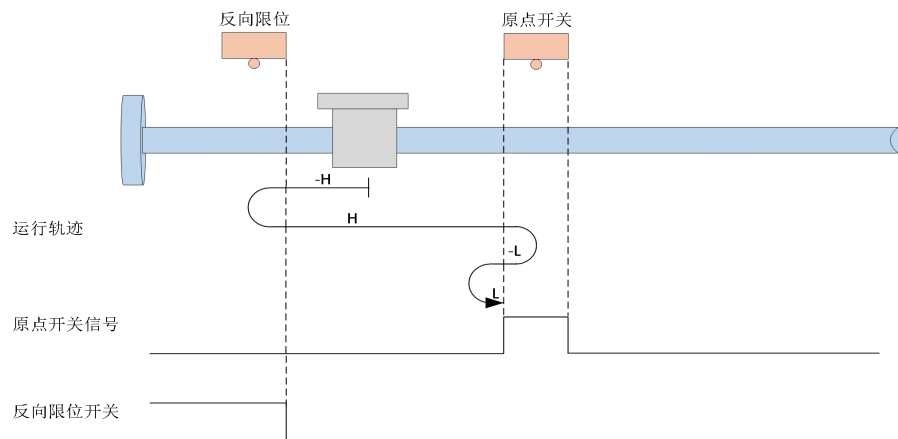
减速点：原点开关（HW）

- 场景 a：回零启动时减速点（原点信号，HW）无效，未遇到反向限位开关



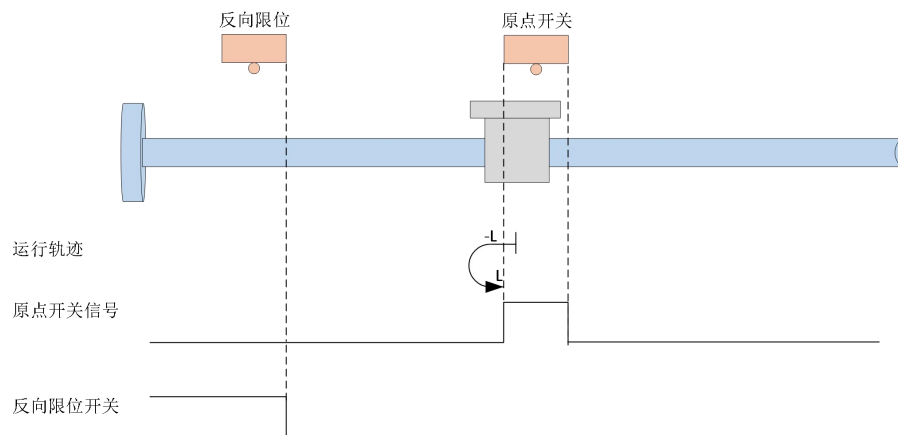
执行逻辑：启动回零时 HW=0，电机以反向高速检索原点，在搜索过程中若未触碰到限位开关，检测到 HW 上升沿后减速，反向低速运行，检测到 HW 下降沿后反向，正向低速运行，遇到 HW 上升沿后完成原点定位并停机。

- 场景 b：回零启动时减速点（原点信号，HW）无效，遇到反向限位开关



执行逻辑：启动回零时 HW=0，电机以反向高速检索原点，在搜索过程中若触碰到限位开关，电机反向，正向高速运行，检测到 HW 上升沿后减速反向，反向低速运行，检测到 HW 下降沿后反向，正向低速运行，遇到 HW 上升沿后完成原点定位并停机。

➤ 场景 c: 回零启动时减速点（原点信号，HW）有效



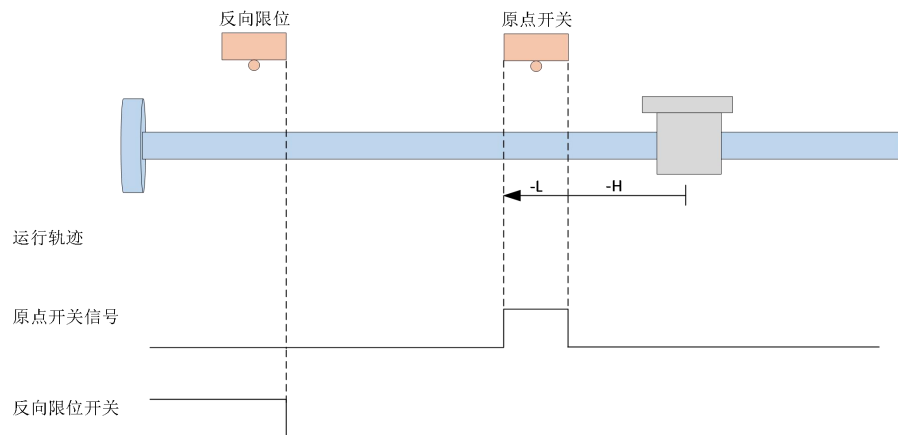
执行逻辑：启动回零时 HW=1，电机以反向低速检索原点，检测到 HW 下降沿后反向，正向低速运行检测到 HW 上升沿后完成原点定位并停机。

6098h =30

原点：原点开关（HW）

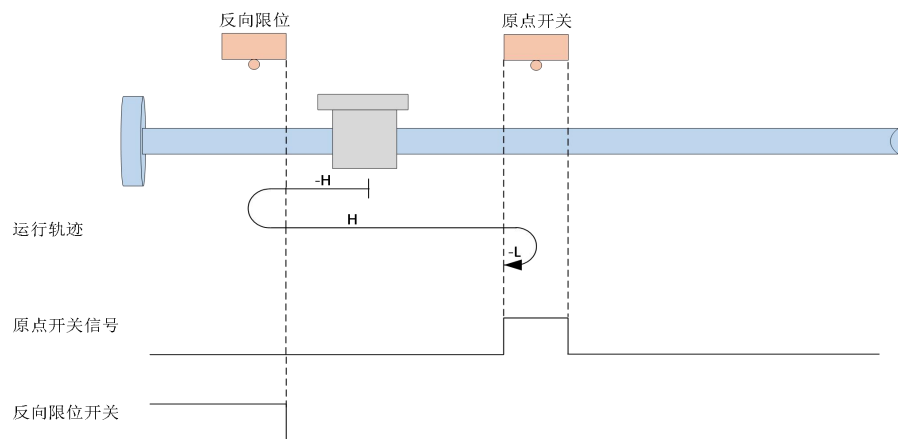
减速点：原点开关（HW）

➤ 场景 a: 回零启动时减速点（原点信号，HW）无效，未遇到反向限位开关



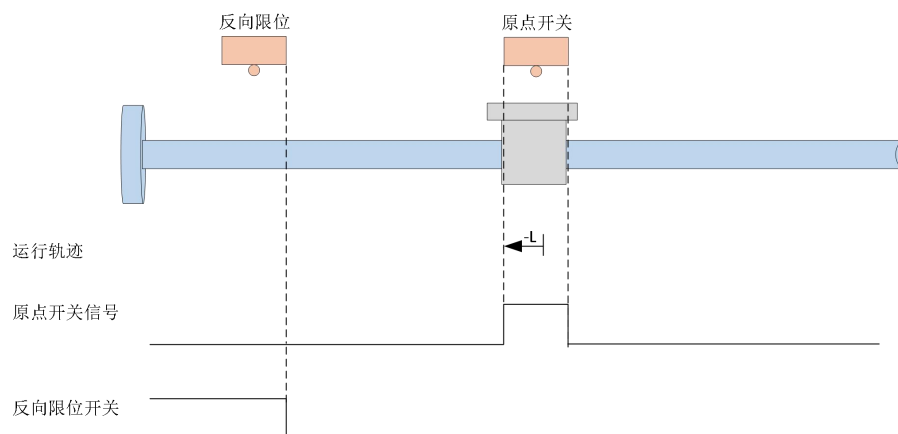
执行逻辑：启动回零时 HW=0，电机以反向高速检索原点，在搜索过程中若未触碰到限位开关，检测到 HW 上升沿后减速，反向低速运行，检测到 HW 下降沿后完成原点定位并停机。

- 场景 b: 回零启动时减速点（原点信号，HW）无效，遇到反向限位开关



执行逻辑：启动回零时 $HW=0$ ，电机以反向高速检索原点，在搜索过程中若触碰到限位开关，电机反向，正向高速运行，检测到 HW 上升沿后减速反向，反向低速运行，检测到 HW 下降沿后完成原点定位并停机。

- 场景 c: 回零启动时减速点（原点信号，HW）有效



执行逻辑：启动回零时 $HW=1$ ，电机以反向低速检索原点，检测到 HW 下降沿后完成原点定位并停机。

6098h=31~32

标准 402 协议中未定义此模式，可用于扩展。

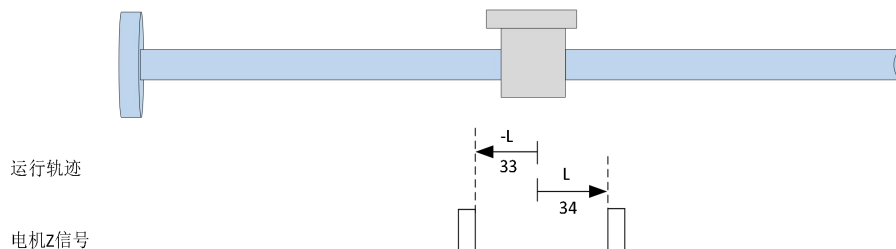
6098h=33 和 34

原点：Z 信号

减速点：无

回零方式 33：反向低速运行，遇到的首个 Z 信号停机

回零方式 34：正向低速运行，遇到的首个 Z 信号停机



6098h=35

回零方式 35，以当前位置为机械原点，触发原点回零后 (6040 控制字：0x0F → 0x1F)：

60E6= 0(绝对回零)：

回零完成后，位置反馈 6064 设置成原点偏置 607C。

60E6 = 1(相对回零)：

回零完成后，位置反馈 6064 在原来基础上叠加位置偏置 607C。

10. 故障报警及处理措施

10.1. 故障等级及分类

伺服故障等级分为三类，故障严重程度按照类型 1>类型 2>类型 3。上位机可读取到驱动器上报的故障码，结合上位机显示的故障码说明可解析故障产生原因。

上位机中故障显示页面参考如下：

故障记录									
故障库管理									
ID	故障码(0x0B22)	对象字典(0x603F)	故障名称	故障类别	是否可复位	运行时间	驱动器型号	驱动器版本	读取时间
1	0x1201	0x3120	欠压故障	1类	☒	2m54.9s	泰山-1号	V1.1.112.100.070	2026-07-07 16:23:50
2	0x1201	0x3120	欠压故障	1类	☒	2m31.2s	泰山-1号	V1.1.112.100.070	2026-07-07 16:23:50
3	0x1201	0x3120	欠压故障	1类	☒	30.2s	泰山-1号	V1.1.112.100.070	2026-07-07 16:23:50
4	0x2302	0x8480	速度跟踪偏差大	2类	☒	9.5s	泰山-1号	V1.1.112.100.070	2026-07-07 16:23:50
5	0x1201	0x3120	欠压故障	1类	☒	24.6s	泰山-1号	V1.1.112.100.070	2026-07-07 16:23:50
6	0x2302	0x8480	速度跟踪偏差大	2类	☒	12.4s	泰山-1号	V1.1.112.100.070	2026-07-07 16:23:50
7	0x1201	0x3120	欠压故障	1类	☒	3m11.4s	泰山-1号	V1.1.112.100.070	2026-07-07 16:23:50
8	0x1201	0x3120	欠压故障	1类	☒	3m54.4s	泰山-1号	V1.1.112.100.070	2026-07-07 16:23:50
9	0x1201	0x3120	欠压故障	1类	☒	27.2s	泰山-1号	V1.1.112.100.070	2026-07-07 16:23:50

详细信息

转速 (rpm):

0.00

端子输入:

0x001F

U相电流 (A):

-0.03

端子输出:

0x0000

V相电流 (A):

-0.01

通讯超时次数:

0

W相电流 (A):

0.00

CRC丢帧次数:

0

母线电压 (V):

17.57

故障原因

1. 主回路电源不稳或断电。
2. 瞬间停电。
3. 运行中电压跌落。
4. 伺服驱动器故障。

检测方法

1. 测量VP+-PR电压。
2. 监测参数H0b.26（母线电压值）。

处理措施

1. 提高电源容量。
2. 避免多设备共用小容量电源。
3. 更换伺服驱动器。

☒ 仅展示从驱动器读取的故障

更新

清空列表

清除驱动器记录

导出 CSV

10.2. 故障复位方式

当伺服驱动器检测到类型 1、类型 2 的故障发生后将根据功能码 0x1806、0x1807 的设置来执行对应的停机操作，功能码的使用详见[故障停机方式](#)。伺服停机后会进入 OFF 状态，清除伺服在 OFF 状态下的故障需要上位机/PLC 下发故障复位指令，如在复位指令下发前故障触发源无输入，则在上位机/PLC 下发复位指令后伺服故障会被复位。

10.3. 报警代码一览表

10.3.1. 第 1 类故障

故障码 (H0B_34)	故障名称	故障码 (603Fh)	类别	能否复位
Er.1000	过流检测故障（硬件）	0x2310	1 类	否
Er.1001	采样电流过流	0x2312	1 类	否
Er.1002	相短路/对地短路	0x2340	1 类	是
Er.1003	电流缺相检测故障	0x3130	1 类	是
Er.1004	电机过载	0x8311	1 类	是
Er.1005	驱动器过载	0x8311	1 类	是
Er.1100	主编码器数据丢包（主编码器）	0x7300	1 类	是
Er.1105	从编码器数据丢包（从编码器）	0x7300	1 类	是
Er.1200	过压故障	0x3310	1 类	是
Er.1201	欠压故障	0x3120	1 类	是
Er.1210	电机过温	0x4120	1 类	是
Er.1211	驱动器过温	0x4310	1 类	是
Er.1300	飞车	0x0234	1 类	是
Er.1301	换相故障	0x7382	1 类	是
Er.1302	电机过速	0x8481	1 类	是
Er.1400	STO 输入电压检测故障	0xFF20	1 类	是

10.3.2. 第 2 类故障

故障码 (H0B_34)	故障名称	故障码 (603Fh)	类别	能否复位
Er.2301	电机堵转	0x7121	2 类	是
Er.2302	速度跟踪偏差大	0x8480	2 类	是

故障码 (H0B_34)	故障名称	故障码 (603Fh)	类别	能否复位
Er.2303	位置跟踪偏差大	0x8611	2 类	是
Er.2304	力控运行超时故障	0xFF34	2 类	是
Er.2305	力控保压超时故障	0xFF34	2 类	是
Er.2306	力控压力超限故障	0xFF34	2 类	是
Er.2307	力控位置超限故障	0xFF34	2 类	是
Er.2308	回零运行超时故障	0xFF34	2 类	是
Er.2309	回零运行超限故障	0xFF34	2 类	是
Er.2400	外部停机触发	0x5441	2 类	是
Er.2404	硬正向超程	0x5441	2 类	是
Er.2405	硬反向超程	0x5441	2 类	是
Er.2406	软正限位故障	0x8680	2 类	是
Er.2407	软负限位故障	0x8680	2 类	是
Er.2505	心跳包超时故障	0x8130	2 类	是

10.3.3. 第 3 类故障

故障码 (H0B_34)	故障名称	故障码 (603Fh)	类别	能否复位
Er.3200	AI1/AI2 偏差过大	0x0831	3 类	是
Er.3400	硬正限位警告	0x5441	3 类	是
Er.3401	硬反限位警告	0x5441	3 类	是
Er.3402	软正限位警告	0x8680	3 类	是
Er.3403	软反限位警告	0x8680	3 类	是
Er.3505	心跳包超时警告	0x8130	3 类	是

10.4. 报警处理措施

- Er.1000:过流故障(硬件)

故障机理:

驱动器输出电流超出硬件设计。

故障原因	确认方法	解决方案
1.驱动器输出电流超出硬件设计。	测量伺服驱动器输出电流	减少负载或更换更大功率驱动器
2.伺服驱动器故障	将电机线缆拔下，重新上电仍报故障。	更换伺服驱动器故障

- Er.1001:采样电流过流

故障机理:

驱动器输出电流超出所设定的额定电流值。

故障原因	确认方法	解决方案
1. 电机线缆接触不良 2. 电机线缆接地 3. 电机 UVW 线缆短路	1.检查伺服驱动器动力线缆两端和电机线缆中伺服驱动器 UVW 侧的连接是否松脱; 2.确保伺服驱动器动力线缆、电机线缆紧固连接后, 分别测量伺服驱动器 UVW 端与接地线(PE)之间的绝缘电阻是否为兆欧姆($M\Omega$)级数值。	1.紧固有松动、脱落的接线。 2.绝缘不良时更换电机。
4.电机烧坏	1.将电机线缆拔下, 检查电机线缆 UVW 间是否短路, 接线是否有毛刺等; 2.将电机线缆拔下, 测量电机线缆 UVW 间电阻是否平衡。	1.正确连接电机线缆; 2.不平衡则更换电机。

- Er.1002:相短路/对地短路

故障机理:

电流异常升高, 判定为相间或对地短路。

故障原因	确认方法	解决方案
1. 驱动器动力线缆（UVW）对地短路。	1. 拔掉电机线缆，测量 UVW 对 PE 绝缘电阻（应为 MΩ 级）。 2. 卸下动力线缆，多次上电仍报故障。	更换伺服驱动器。
2. 伺服驱动器内部故障。		更换电机。
3. 电机对地短路。		

● Er.1003: 电流缺相检测故障

故障机理：

驱动器三相输入电源缺相。

故障原因	确认方法	解决方案
1. 电机动力线缺相。	用万用表测量三相输入电压是否平衡且完整。	确保三相供电正常。
2. 电机动力线接线松动或断线。		检查并紧固输入电源接线。

● Er.1004: 电机过载

故障机理：

电机输出电流超过电机额定值估算累积热量过高，且达到故障阈值。

故障原因	确认方法	解决方案
1. 负载太重，电机输出有效转矩超过额定转矩，长时间持续运转	确认电机或伺服驱动器的过载特性：查看伺服驱动器平均负载是否长时间大于 100.0%。	更换大容量伺服驱动器及匹配的电机；或减轻负载，加大加减速时间。
2. 加减速太频繁或者负载惯量很大	计算机械惯量比或进行惯量辨识，查看惯量比；确认伺服电机循环运行时单次运行周期。	增大单次运行中的加减速时间。
3. 增益调整不合适或刚性太强	观察电机运行时是否振动，声音是否异常。	重新调整增益。
4. 因机械因素而导致电机堵转，造成运行时的负载过大	确认运行指令和电机转速，对应模式下，是否运行指令不为 0，而电机转速为 0。	排除机械因素。
5. 伺服驱动器故障	断电后，重新上电仍报故障。	更换伺服驱动器。

● Er.1005: 驱动器过载

故障机理：

伺服驱动器输出电流超过驱动器额定值估算累计温度过高，且达到故障阈值。

故障原因	确认方法	解决方案
1.环境温度过高	测量环境温度，是否有报过载故障	1.改善伺服驱动器的冷却条件，降低环境温度。 2.变更故障复位方法，过载后等待 30s 再复位。 3.提高伺服驱动器、电机容量，加大加减速时间，降低负载。
2.过载后，通过关闭电源对过载故障复位，并反复多次		

● Er.1100:主编码器数据丢包(主编码器)

故障机理：

主编码器通信超时或反馈错误

故障原因	确认方法	解决方案
1.伺服驱动器和主编码器通信出现超时	检查编码器接线，伺服重新上电。	1.检查编码器接线 2.检查软件编码器相关配置是否与硬件一致。 3.更换伺服电机

● Er.1105:从编码器数据丢包(从编码器)

故障机理：

从编码器通信超时或反馈错误

故障原因	确认方法	解决方案
1.伺服驱动器和从编码器通信出现超时	检查编码器接线，伺服重新上电。	1.检查编码器接线 2.检查软件编码器相关配置是否与硬件一致。 3.更换伺服电机

● Er.1200:过压故障

故障机理：

VP+、PR 之间直流母线电压超过设置电压故障阈值

故障原因	确认方法	解决方案
主回路输入电压过高	查看输入直流源电压规格，测量 VP+、PR 间电压是否在阈值之内。	按照伺服驱动器电压输入规格，更换或调整输入直流源电压

故障原因	确认方法	解决方案
电机运行于急加减速状态，最大制动能量超过可吸收值	确认运行中的加减速时间，测量 VP+、PR 之间直流母线电压，确认是否处于减速段时，电压超过故障值。	首先确保主回路输入电压在规格范围内，其次在允许情况下增大加减速时间。
母线电压采样值有较大偏差	测量 VP+、PR 之间直流母线电压数值是否处于正常值。	咨询西恩技术支持
伺服驱动器故障	多次下电后，重新接通主回路电，仍报故障。	更换伺服驱动器。

● Er.1201:欠压故障

故障机理：

VP+ 、PR 之间直流母线电压低于设置电压故障阈值

故障原因	确认方法	解决方案
1.主回路电源不稳或者掉电	查看输入直流源电压规格，测量 VP+、PR 间电压是否在阈值之内。	提高电源容量
2.发生瞬间停电		
3.运行中电源电压下降	监测伺服驱动器输入电源电压，查看同一主回路供电电源是否过多开启了其他设置，造成电源容量不足电压下降。	
4. 伺服驱动器故障	观察参数 H0b.26（母线电压值）是否处于以下范围：	更换伺服驱动器。

● Er.1210:电机过温

故障机理：

电机温度过高。

故障原因	确认方法	解决方案
电机过热。	实测电机外壳温度。	1. 停机降温。 2. 改善散热条件。

● Er.1211:驱动器过温

故障机理：

伺服驱动器温度过高。

故障原因	确认方法	解决方案
1.伺服驱动器温度过高	测量伺服驱动器温度是否过高。	伺服驱动器降温。

● Er.1300:飞车

故障机理:

转矩控制模式下, 转矩指令方向与速度反馈方向相反;

位置或速度控制模式下, 速度反馈与速度指令方向相反。

故障原因	确认方法	解决方案
1.UVW 相序接线错误	检查伺服驱动器动力线缆两端和电机线缆 UVW 端、伺服驱动器 UVW 端的连接是否一一对应。	按照正确 UVW 相序接线。
2.上电时, 干扰信号导致电机转子初始相位检测错误	UVW 相序正确, 但使能伺服驱动器即报 E234.0。	重新上电。
3.编码器接线错误、老化腐蚀或编码器插头松动	1. 检查是否选用西恩标配的编码器线缆, 线缆有无老化腐蚀、接头松动情况; 2. 关闭伺服使能信号, 转动电机轴, 观察反馈位置值是否有变化。	重新焊接、插紧或更换编码器线缆。
4.参数设置不合理导致伺服振动过大	刚性等级是否过大导致伺服运行振动过大	重新设置合适的参数避免伺服运行振动过大。

● E1301:换相故障

故障机理:

驱动器在电机启动或运行时的电子换向环节无法正确完成。

故障原因	确认方法	解决方案
1.驱动器在电机启动或运行时的电子换向环节无法正确完成。	在对准过程中查看平面电机的相位	在对准过程中查看平面电机的相位

● Er.1400:STO 输入电压检测故障

故障机理:

STO 输入保护, 伺服驱动器进行 STO 安全状态。

故障原因	确认方法	解决方案
1.两路 STO 输入被同时断开，STO 安全功能被触发	1.检查是否启动了 STO 功能； 2.检查 STO 供电是否正常； 3.确认以上 2 点后，仍发生故障。	正常使用，不需处理；在 STO 端子恢复后，使用故障复位功能，可清除故障。
2.STO 供电异常		测量 STO 供电是否稳定，紧固有松动、脱落的接线。
3.驱动器硬件故障		更换伺服驱动器。

● Er.2300:电机过速

故障机理：

伺服电机实际转速超过过速故障阈值。

故障原因	确认方法	解决方案
1.电机线缆 UVW 相序错误	检查伺服驱动器动力线缆两端与电机线缆 UVW 端、伺服驱动器 UVW 端的连接是否一一对应。	按照正确 UVW 相序接线。
2. 电机过速阈值参数设置错误	检查过速故障阈值是否小于实际运行需达到的电机最高转速。	根据机械要求重新设置过速故障阈值。
3. 电机速度超调	查看“速度反馈”是否超过了过速故障阈值。	进行增益调整或调整机械运行条件。
4. 伺服驱动器故障	重新上电运行后，仍发生故障。	更换伺服驱动器。

● Er.2301:电机堵转

故障机理：

电机实际转速低于 10rpm，但转矩指令达到限定值。

故障原因	确认方法	解决方案
1.伺服驱动器 UVW 输出缺相、断线、相序接错。	无负载情况下进行电机试运行，万用表测量检查接线是否断线，确认线缆相序是否正确。	按照正确配线重新接线，或更换线缆。
2.因机械因素导致电机堵转	确认对应模式下，是否运行指令不为 0，而电机转速为 0。确认电流反馈（转矩指令）波形。	排查机械因素是否存在卡死、偶尔卡顿、偏心状况。
3.电机参数不正确：电机参数不对（尤其极对数）、电机未做角度辨识	确认极对数是否正确；多次对电机做角度辨识，并确认辨识角度参数是否一致。	修正电机参数。

● Er.2302:速度跟踪偏差大

故障机理：

速度误差超过设定阈值。速度误差定义为总指令速度（含比例增益）与位置模式反馈的差值，定义为速度环路中指令速度与反馈的差值。

故障原因	确认方法	解决方案
1.伺服驱动器 UVW 输出缺相或相序接错。	无负载情况下进行电机试运行，并检查接线。	按照正确配线重新接线，或更换线缆。
2.伺服驱动器 UVW 输出断线或编码器断线	检查接线。	重新接线，伺服电机动力线缆与伺服驱动器动力线缆 UVW 必须一一对应。必要时应更换全新线缆，并确保其可靠连接。
3.伺服驱动器增益较低	检查伺服驱动器位置环增益和速度环增益。	进行手动增益调整或者自动增益调整。
4.伺服驱动器/电机故障	通过示波器观测位置指令、位置反馈、速度指令、转矩指令。	若速度指令不为零而速度反馈始终为零，请更换伺服驱动器/电机。

● Er.2303:位置跟踪偏差大

故障机理：

位置控制模式下，位置偏差大设定值。位置误差定义为位置模式下总指令位置与反馈位置之差。

故障原因	确认方法	解决方案
1.伺服驱动器 UVW 输出缺相或相序接错。	无负载情况下进行电机试运行，并检查接线。	按照正确配线重新接线，或更换线缆。
2.伺服驱动器 UVW 输出断线或编码器断线	检查接线。	重新接线，伺服电机动力线缆与伺服驱动器动力线缆 UVW 必须一一对应。必要时应更换全新线缆，并确保其可靠连接。
3.伺服驱动器增益较低	检查伺服驱动器位置环增益和速度环增益。	进行手动增益调整或者自动增益调整。
4. 伺服驱动器/电机故障	通过示波器观测位置指令、位置反馈、速度指令、转矩指令。	若位置指令不为零而位置反馈始终为零，请更换伺服驱动器/电机。

● Er.2400:外部停机触发

故障机理：

设置为抑制或停止功能的 DI 开关被输入。

故障原因	确认方法	解决方案
1. 设置为抑制或停止功能的 DI 开关被输入。	观察对应 DI 开关的输入信号	使该 DI 输入信号无效

● Er.2404:硬正向超程

故障机理:

伺服驱动器使能情况下正向运动达到 POT 信号所在位置。

故障原因	确认方法	解决方案
1. 检测到硬件正向超程信号	检查电机机械位置是否达到 POT 信号所在位置	电机反向运动回到 POT 与 NOT 信号所限定的范围内

● Er.2405:硬反向超程

故障机理:

伺服驱动器使能情况下反向运动达到 NOT 信号所在位置。

故障原因	确认方法	解决方案
1. 检测到硬件反向超程信号	检查电机机械位置是否达到 NOT 信号所在位置	电机正向运动回到 POT 与 NOT 信号所限定的范围内

● Er.2406:软正限位故障

故障机理:

伺服驱动器使能情况下绝对位置超出所设定的软件正限位阈值。

故障原因	确认方法	解决方案
1. 伺服驱动器使能情况下绝对位置超出所设定的软件正限位阈值。	观察反馈的绝对位置计数值大于软正向限位阈值。	电机反向运动回到软件限位阈值内。

● Er.2407:软负限位故障

故障机理:

伺服驱动器使能情况下绝对位置超出所设定的软件负限位阈值。

故障原因	确认方法	解决方案
1. 伺服驱动器使能情况下绝对位置超出所设定的软件负限位阈值。	观察反馈的绝对位置计数值小于软件反向限位阈值。	电机正向运动回到软件限位阈值内。

● Er.2505:心跳包超时故障

故障机理:

EtherCAT 总线运行在 OP 状态下，驱动器长时间未收到主站心跳 / PDO 报文，触发心跳包超时故障。

故障原因	确认方法	解决方案
1、在电机使能的情况下退出 OP	1. 读取状态寄存器，确认从站状态已离开 OP 2. 查看 0x130.4 (0x0C16.4=1) 总线状态位标记	ECAT 主站通过写寄存器 0x120.4 为 1 执行错误确认，清除故障，使总线状态位 0x130.4 复位为 0，可以立即恢复 OP 状态
2、EtherCAT 的 AL 故障码报 0x1B (启动 OP 未发送 PDO，启动 OP 后拔掉网线或停止发送 PDO)	1. 读取 AL 状态码 (0x0C21)，确认 AL Code = 0x1B; 2. 检查网线、主站 PDO 发送状态; 3. 观察驱动器侧无 PDO 接收	复位驱动器

● Er.3400:硬正限位警告

故障机理:

伺服驱动器使能情况下正向运动达到 POT 信号所在位置。

故障原因	确认方法	解决方案
1.检测到硬件正向超程信号	检查电机机械位置是否达到 POT 信号所在位置	电机反向运动回到 POT 与 NOT 信号所限定的范围内

● Er.3401:硬反限位警告

故障机理:

伺服驱动器使能情况下反向运动达到 NOT 信号所在位置。

故障原因	确认方法	解决方案
1.检测到硬件正向超程信号	检查电机机械位置是否达到 NOT 信号所在位置	电机反向运动回到 POT 与 NOT 信号所限定的范围内

● Er.3402:软正限位警告

故障机理:

伺服驱动器使能情况下绝对位置超出所设定的软件正限位阈值。

故障原因	确认方法	解决方案
1.伺服驱动器使能情况下绝对位置超出所设定的软件正限位阈值。	观察反馈的绝对位置计数值大于软正向限位阈值。	电机反向运动回到软件限位阈值内。

● Er.3403:软反限位警告

故障机理：

伺服驱动器使能情况下绝对位置超出所设定的软件负限位阈值。

故障原因	确认方法	解决方案
1.伺服驱动器使能情况下绝对位置超出所设定的软件负限位阈值。	观察反馈的绝对位置计数值小于软反向限位阈值。	电机正向运动回到软件限位阈值内。

● Er.3505:心跳包超时警告

故障机理：

EtherCAT 总线运行在 OP 状态下，驱动器长时间未收到主站心跳 / PDO 报文，触发心跳包超时警告。

故障原因	确认方法	解决方案
1、在电机使能的情况下退出 OP	1.读取状态寄存器，确认从站状态已离开 OP 2. 查看 0x130.4 (0x0C16.4=1) 总线状态位标记	ECAT 主站通过写寄存器 0x120.4 为 1 执行错误确认，清除故障，使总线状态位 0x130.4 复位为 0，可以立即恢复 OP 状态
2、EtherCAT 的 AL 故障码报 0x1B（启动 OP 未发送 PDO，启动 OP 后拔掉网线或停止发送 PDO）	1. 读取 AL 状态码（0x0C21），确认 AL Code = 0x1B； 2. 检查网线、主站 PDO 发送状态； 3. 观察驱动器侧无 PDO 接收	复位驱动器

11. 附录

11.1. 名词解释

本附录汇总手册内出现的专业名词、英文缩写定义，方便调试人员查阅。正文首次出现专业术语时，可参考本附录释义。

中文名称	英文名称	名词解释
电流环	Current Loop	伺服三环控制系统最内环，实现 d/q 轴电流闭环调节，直接控制电机输出转矩，是速度环、位置环稳定运行的控制基础，包含 I_d 励磁电流环与 I_q 转矩电流环。
速度环	Speed Loop	伺服三环控制系统中间环，接收位置环输出指令，输出电流指令至电流环，实现电机转速闭环稳定控制；负载惯量比、速度环 PI 参数均用于速度环动态性能整定。
位置环	Position Loop	伺服三环控制系统最外环，接收上位机位置指令，输出转速指令至速度环，完成电机精准定位控制。
d 轴电流 (I_d)	d-axis Excitation Current	直轴励磁电流，用于调节永磁同步电机内部磁场；常规恒转矩运行控制 $I_d=0$ ，高速弱磁工况下通过负向 I_d 削弱磁场拓展调速范围。
q 轴电流 (I_q)	q-axis Torque Current	交轴转矩电流，直接决定电机输出转矩大小，是伺服系统恒转矩控制的核心控制量。
负载惯量比	Load Inertia Ratio	折算至电机轴的负载惯量与电机转子惯量之比，为速度环模型校正关键参数，参数设置精度直接影响自动增益整定、前馈补偿效果。
PI 调节器	PI Regulator	比例积分控制器。比例项提升系统动态响应速度；积分项消除稳态跟踪静差，广泛应用于电流环、速度环闭环控制。
EtherCAT	EtherCAT	高速实时工业以太网总线，本驱动器支持 CoE 协议，具备短周期同步、低传输时延特性，适用于多轴同步运动场景。
CoE	CANopen over EtherCAT	基于 EtherCAT 链路承载的 CANopen 应用协议，依靠对象字典完成驱动器参数读写、运动模式控制。
PP 模式	Profile Position Mode	轮廓位置模式，EtherCAT 标准定位模式，支持点位运动、速度平滑规划，常用于自动化点位控制场景。
编码器	Encoder	位置反馈检测元件，实时采集电机转子角度、转速信号，为三环闭环控制提供反馈信号。
弱磁控制	Field Weakening Control	通过施加负向 d 轴电流削弱电机气隙磁场，使电机突破额定转速实现高速恒功率运行。
前馈补偿	Feedforward Compensation	依据运动指令提前输出补偿控制量，减小伺服动态跟踪误差，分为速度前馈、加速度前馈。

11.2. 线缆附录

如需购买配套线缆，请参考下表对应的线缆物料编码。

● IO 线缆

物料编码	规格型号	名称/说明
2090032	CBL-MEGM IO1M	华山系列 IO 线电缆/IO 线，1.0m，只有 IO
2090065	CBL-MEGM IO0.5M+RS232+STO	华山系列 IO 232 调试转接 STO 电缆/IO 线，0.5m，包含 IO、RS232 和 STO
2090059	CBL-MEGM IO1M+RS232+STO	华山系列 IO 232 调试转接 STO 电缆/IO 线，1.0m，包含 IO、RS232 和 STO
2090060	CBL-MEGM IO1M+RS232	华山系列 IO 232 调试转接电缆/IO 线，1.0m，包含 IO 和 RS232
2090035	CBL-MEGM RS232	华山系列 232 调试转接电缆，0.5m
2090070	CBL-MEGM 0.3M+STO+PT100	华山系列 STO+PT100 电缆/0.3m，包含 STO 和 PT100

● 编码器线缆

物料编码	规格型号	名称/说明
2090015	CBL-MEGM FBK1M-ABZ+VL	增量式 ABZ 编码器反馈电缆，1.0m
2090021	CBL-MEGM FBK1M-HALL+VL	霍尔编码器反馈电缆，1.0m
2090051	CBL-MEGM FBK1M-ABZ+HALL+VL	增量式 ABZ+霍尔编码器反馈电缆，1.0m
2090019	CBL-MEGM FBK1M-BISS_SSI+VL	BissC 或 SSI 编码器反馈电缆，1.0m
2090018	CBL-MEGM FBK1M-BISS_SSI+ABZ+VL	BissC 或 SSI+增量式 ABZ 编码器反馈电缆，1.0m
2090023	CBL-MEGM FBK1M-RS+VL	旋变反馈电缆，1.0m
2090031	CBL-MEGM FBK1M-TM+VL	多摩川编码器反馈电缆，1.0m
2090026	CBL-MEGM FBK1M-TM+ABZ+VL	多摩川+增量式 ABZ 编码器反馈电缆，1.0m
2090028	CBL-MEGM FBK1M-TM+BISS_SSI+VL	多摩川+BissC 或 SSI 编码器反馈电缆，1.0m
2090030	CBL-MEGM FBK1M-TM+TM+VL	多摩川+多摩川编码器反馈电缆，1.0m

● 动力线缆

物料编码	规格型号	名称/说明
2090054	CBL-MEGM PWD0.3M	70 框动力电缆，0.3m
2090055	CBL-MEGM PWD1M	70 框动力电缆，1.0m
2090033	CBL-MEGM PWD0.5M	70 框动力电缆，0.5m

● 通讯线缆

物料编码	规格型号	名称/说明
2090063	CBL-MEGM EC0.15M	华山系列 EtherCAT 通讯电缆，0.15m（molex 端子 -molex 端子）
2090012	CBL-MEGM EC0.3M	华山系列 EtherCAT 通讯电缆，0.3m（molex 端子 -molex 端子）
2090064	CBL-MEGM EC0.6M	华山系列 EtherCAT 通讯电缆，0.6m（molex 端子 -molex 端子）
2090062	CBL-MEGM EC0.6MR	华山系列 EtherCAT RJ45 通讯电缆，0.6m（molex 端子-RJ45 水晶头）
2090013	CBL-MEGM EC1MR	华山系列 EtherCAT RJ45 通讯电缆，1.0m（molex 端子-RJ45 水晶头）
2090010	CBL-MEGM CAN0.3M	华山系列 CANopen 通讯电缆，0.3m（molex 端子-molex 端子）
2090011	CBL-MEGM CAN1MR	华山系列 CANopenRJ45 通讯电缆，1.0m（molex 端子 -RJ45 水晶头）

● 其他线缆

物料编码	规格型号	名称/说明
2090036	RS232-USB	标准 USB 转 RS232 电缆，1.8m

注：线缆其他长度规格可支持定制，如有需要请在下单时与我司业务员联系。