

产品特点

- 采用无刷马达 / 不锈钢齿轮组 / 全金属外壳设计
- CAN 双向通信, 最高波特率 1 Mbps, 支持位置与状态回读
- 12-bit 绝对值位置编码器 (4,096 阶分辨率), 可任意设定原点
- 多圈角度最大控制范围 $\pm 368,640^\circ$ (1,024 圈), 具备断电角度记忆功能
- 内置梯形加减速控制算法, 实现平滑动作曲线
- 提供三种停止模式: 锁力保持 / 失锁释放 / 阻尼控制
- 集成温度、电压、堵转、功率、电流多重保护机制, 具备智能功率限制功能
- 配套可视化上位机调试软件, 支持固件升级



型号定义

R	P	8	—	U	45	H	—	M
外观	马达类型	尺寸		通讯协议	扭力范围	电压		位置编码器

外 观	R: 双轴 H: 单轴	
马达类型	X: 无刷 P: 空心杯 A/L: 铁芯	
尺 寸	6: 31.5×21×27.6mm 8: 40×20×40mm 18: 63×34×47mm	
通讯协议	U: UART/TTL R: RS-485 C: CAN P/A: PWM	
电 压	[-]: 7.4V H: 12V W: 24V	
位置传感器	[-]: 电位器 M: 绝对值位置编码器(磁编码)	

订购型号

- HX8-C51W-M

目 录

1 产品参数	1
1.1 基本参数	1
1.2 特性参数	1
1.3 T-N 特性曲线	2
1.4 机械过载曲线	2
2 图纸及安装说明	3
2.1 外观尺寸图	3
2.2 接口定义	3
2.3 连线说明	4
2.4 安装说明	4
3 保护功能	5
3.1 温度保护	5
3.2 电压保护	5
3.3 堵转保护	6
3.4 功率保护	6
3.5 电流保护	6
4 指令与协议	7
4.1 CAN 通信规格	7
4.2 参数读写方法	7
5 运动与控制指令	8
5.1 通讯检测	8
5.2 单圈角度控制	8
5.3 多圈角度控制	8
5.4 圈数重置 / 断电记忆	9
5.4.1 圈数重置	9
5.4.2 断电角度记忆	10
5.5 阻尼模式	10

5.6 停止指令 10

5.7 工作状态数据读取 11

 5.7.1 数据读取 11

 5.7.2 舵机状态 11

 5.7.3 数据监控 12

5.8 设置原点 12

1 产品参数

1.1 基本参数

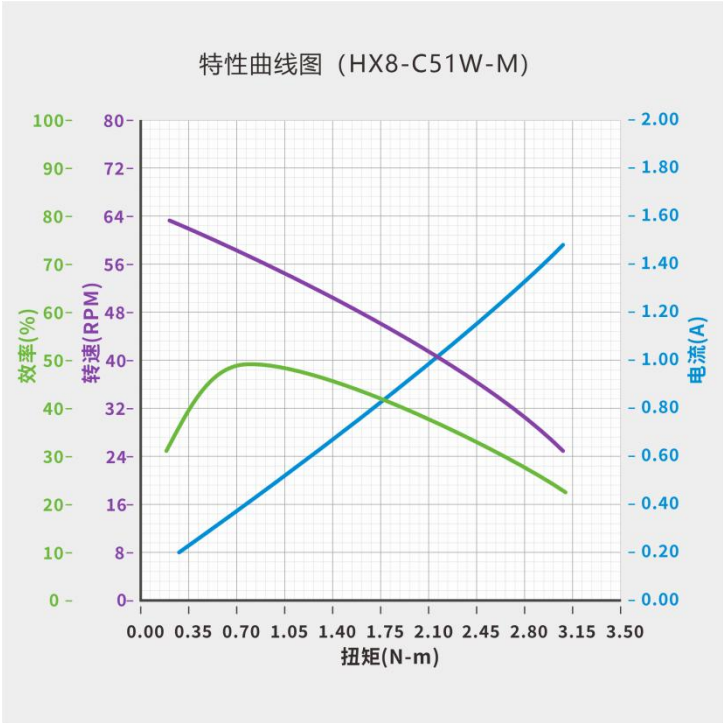
参 数	规 格
工作电压	24v
马达类型	无刷马达
位置传感器	12bit 非接触式绝对值编码器（磁编码）
有效角度（行程范围）	±180°（单圈角度） ±368,640°（多圈角度）
分 辨 率	4096 阶/360°（0.088°）
处 理 器	32bit MCU
通信类型	CAN
波 特 率	9,600bps~1Mbps
ID 范 围	0~254
减 速 比	387:1
输出齿规格	不锈钢 / Ø6mm / D 型
齿轮材料	全金属不锈钢组合
接口类型	PH2.0-4Pin
外壳材料	全铝合金
尺 寸	40×20×46mm
重 量	96g
工作温度	-10~60°C
工作模式	单圈角度 多圈角度 阻尼模式

1.2 特性参数

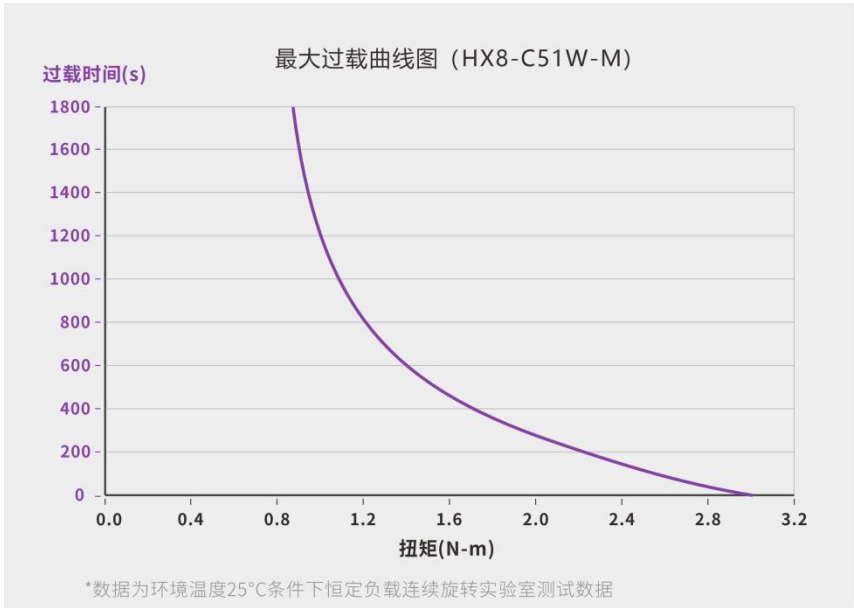
参 数	规 格 (24V)
最大静态扭矩（堵转）	4.90N·m (50kg-cm)
最大动态扭矩	2.75N·m (28kg-cm)
额定扭矩	0.88N·m (9kg-cm)
额定转速	52rpm (0.192sec@60°)
空载转速	66rpm (0.151sec@60°)
空载电流	< 300mA

待机电流	< 40mA
峰值电流	3A
轴向负载	20N
径向负载	40N

1.3 T-N 特性曲线

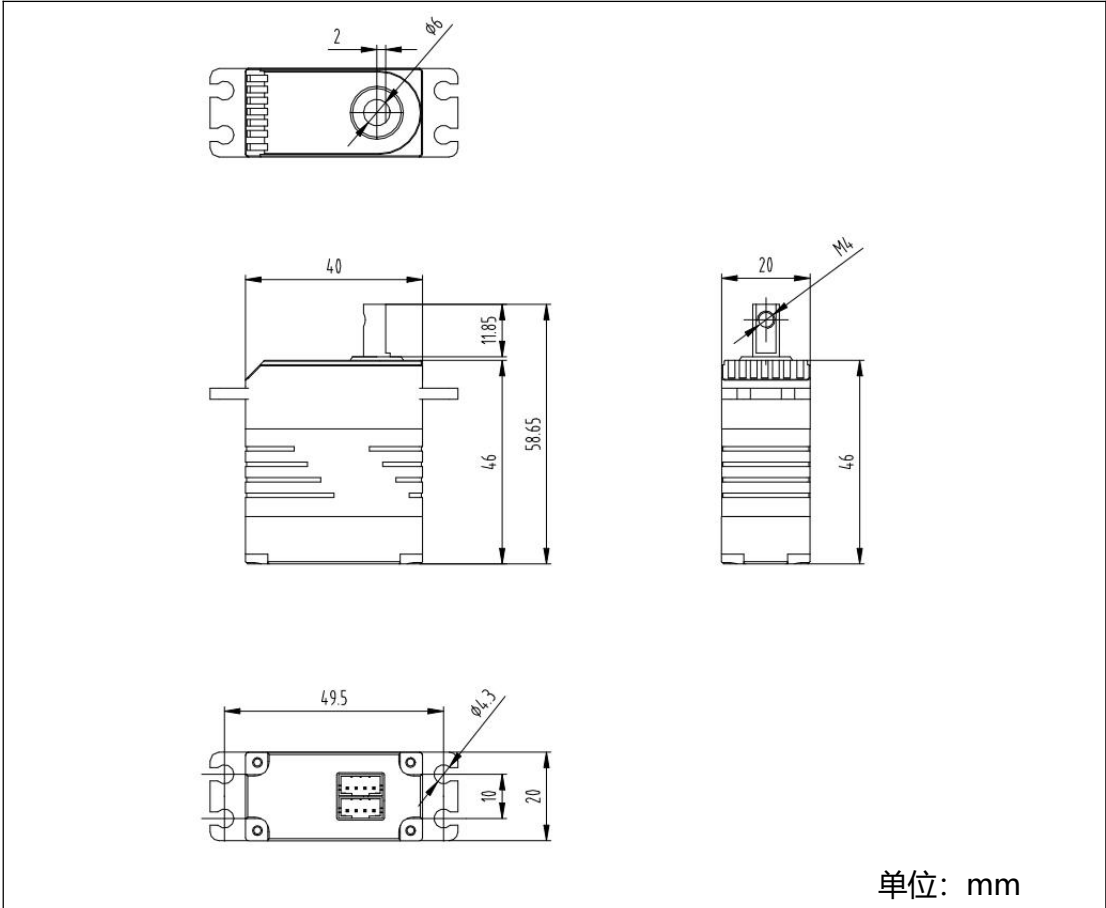


1.4 机械过载曲线

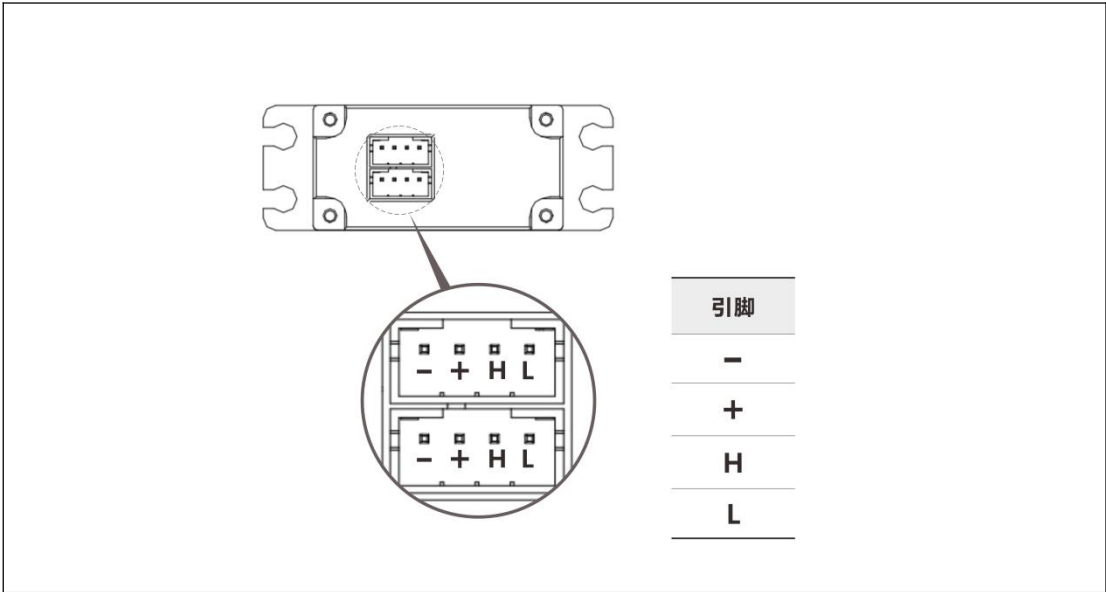


2 图纸及安装说明

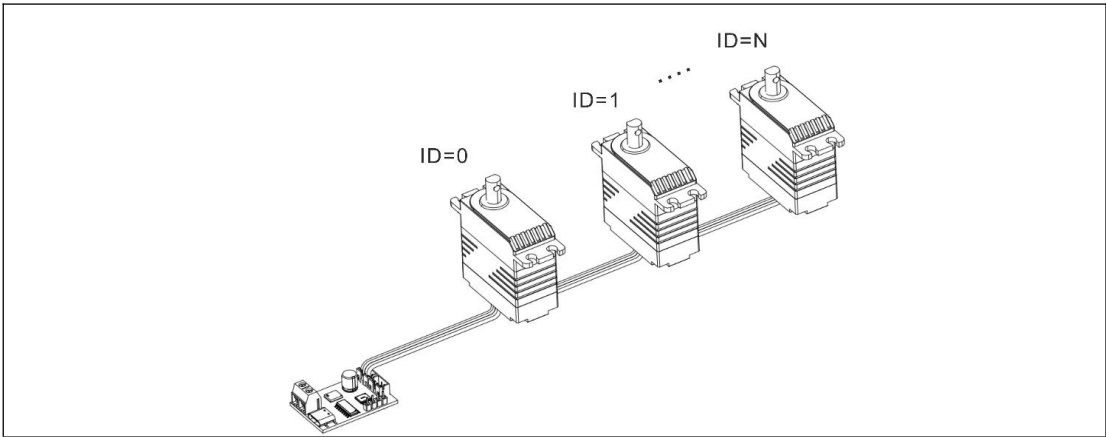
2.1 外观尺寸图



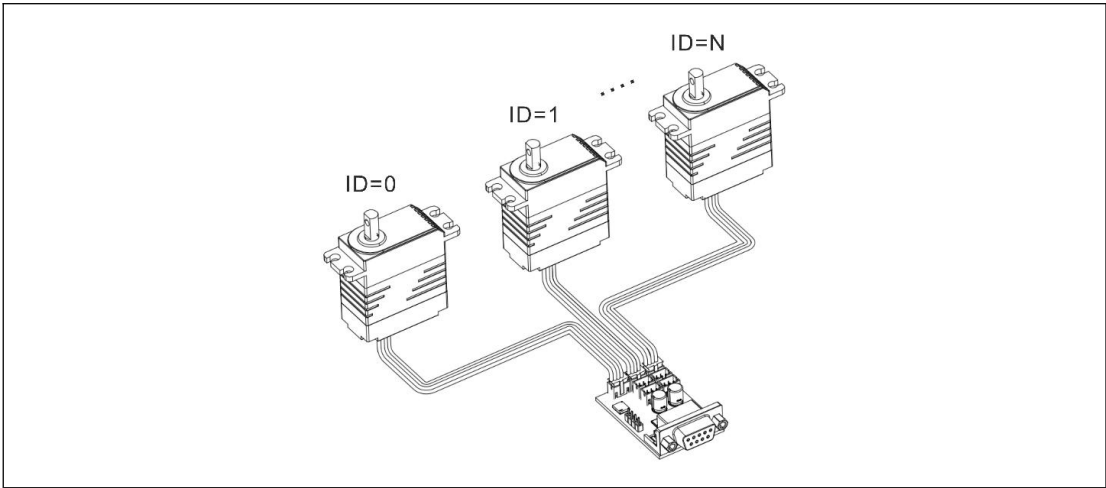
2.2 接口定义



2.3 连线说明

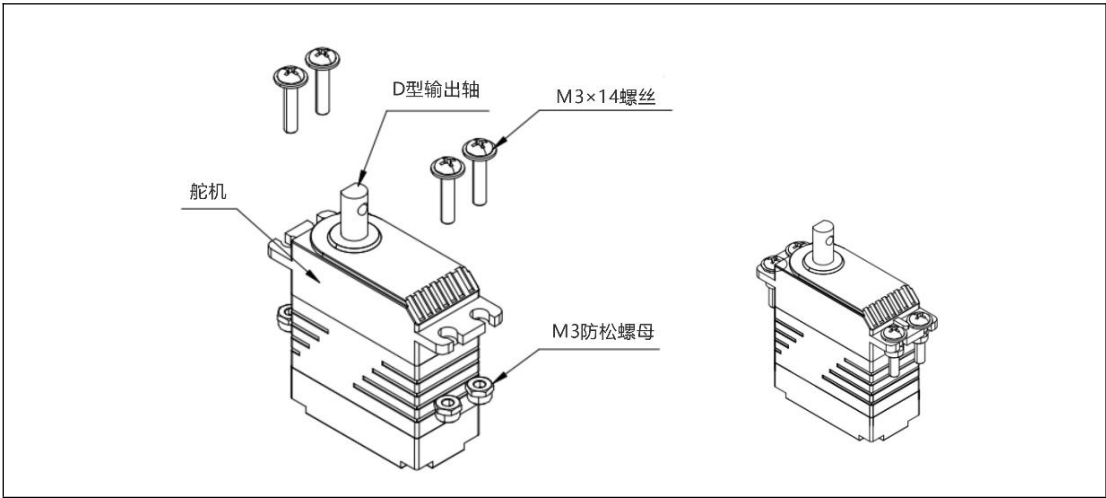


串联



并联

2.4 安装说明



3 保护功能

- 所有保护参数都可以通过上位机设定修改。
- 状态标志位定义如下：1 为进入保护, 0 为工作正常。

bit 0	bit 1	bit 2	bit 3	bit 4	bit 5	bit 6	bit 7
指令执行中	指令执行错误	堵转保护	高压保护	低压保护	电流保护	功率保护	温度保护

⚠ 警告

任何参数的修改都可能对产品造成损害或影响其正常运行。请谨慎操作，并在更改前确保已充分评估可能的风险。

3.1 温度保护

- 通过上位机设定「温度保护」参数，超出范围将触发温度保护。
- 出厂默认保护温度为 70℃。
- 温度保护被触发时，伺服舵机自动切换至低功率维持基础运动功能。
- 可以通过查询对应的舵机状态标志位[bit7]，来判断是否进入温度保护。
- 当温度低至所设定保护温度值 10℃的时候，伺服舵机将再次自动恢复正常功率工作，同时，相应标志位重新被置 0。

3.2 电压保护

- 通过上位机设定「高压保护」和「低压保护」参数，超出范围将触发电压保护；
- 出厂默认工作电压如下，
 - 7.4v 版本：6.0-8.4v
 - 12v 版本：9.0-12.6v
 - 24v 版本：20.0-25.2v
- 电压保护被触发时，伺服舵机会自动释放锁力；
- 可以通过查询对应的舵机状态标志位[bit3]/ [bit4]，来判断是否进入电压保护。
- **必须要再次上电，且工作电压在正常范围内，才能使伺服舵机恢复工作。**

3.3 堵转保护

- 设定「堵转失锁保护」为**开**。
- 设定「功率保护值」参数, 超出范围将触发堵转保护。
- 堵转保护被触发时, 伺服舵机会自动释放锁力。
- 可以通过查询对应的舵机状态标志位[bit2], 来判断是否进入堵转保护。
- 无需断电, 通过发送停止指令, 即可恢复正常运行。

3.4 功率保护

- 设定「堵转失锁保护」为**关**。
- 设定「堵转功率上限」参数, 此参数为功率保护触发后的参考运行功率;
- 设定「功率保护值」参数, 超出范围将触发功率保护。
- 功率保护被触发时, 伺服舵机会自动降低功率, 至 **堵转功率上限** 参数值运行。
- 可以通过查询对应的舵机状态标志位[bit6], 来判断是否进入功率保护。

3.5 电流保护

- 设定「电流保护」参数, 超出范围将触发电流保护。
- 电流保护被触发时, 伺服舵机会自动释放锁力。
- 可以通过查询对应的舵机状态标志位[bit5], 来判断是否进入电流保护。
- 当工作电流低于电流保护值, 伺服舵机自动恢复工作;
- 此参数可以结合堵转或功率保护使用, 作为前两者均未触发的时候的保障。

4 指令与协议

总线舵机采用 **CAN** 总线通讯协议，通过命令字、ServoID 和参数地址完成设备寻址、参数读写与状态回传。完整的参数地址、取值范围和通信示例请参阅 [CAN 总线舵机通信协议](#)。

4.1 CAN 通信规格

- 本协议不使用扩展帧、远程帧或 CAN FD。

参数	规格
通信协议	Classical CAN
帧格式	CAN 2.0A、11 位标准数据帧
CAN ID	固定为 0x321
默认波特率	500 Kbps
波特率范围	9,600 bps–1 Mbps
ServoID 范围	0–254 (0x00–0xFE)
单帧数据长度	最大 8 Byte
字节序	小端序，低字节在前

4.2 参数读写方法

- CAN 总线舵机通过通用指令访问设备参数。运动控制、状态读取和参数配置均通过对应的参数地址完成。
- 32 位参数由两个相邻的 16 位地址组成，低地址保存低 16 位，高地址保存高 16 位。角度等有符号参数使用补码表示。

操作	说明
读取单个参数	每次读取一个 16 位参数
读取两个参数	每次读取两个 16 位参数
写入单个参数	每次写入一个 16 位参数
写入两个参数	每次写入两个 16 位参数
写入并回传	写入后返回舵机实际接受的参数值
连续写入	缓存多组参数后统一提交，适合向单个舵机写入组合参数

5 运动与控制指令

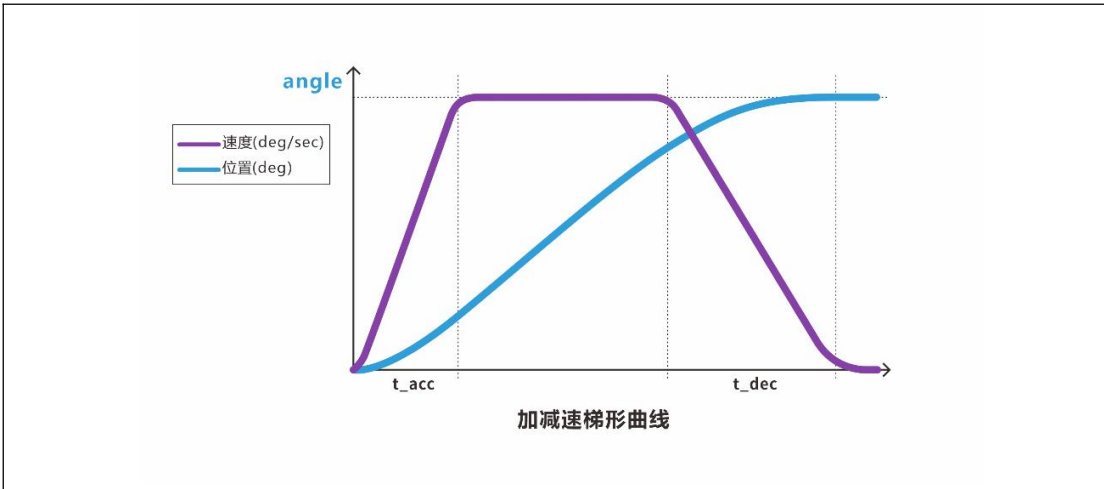
5.1 通讯检测

- 通过发送对应 ID 的 Ping 指令, 根据回包情况判断该舵机是否在线。

5.2 单圈角度控制

- 支持基于时间或速度两类控制方式, 并可通过单圈角度读取指令获取当前位置。
- 控制范围为 $\pm 180^\circ$, 最小控制精度 0.1° 。

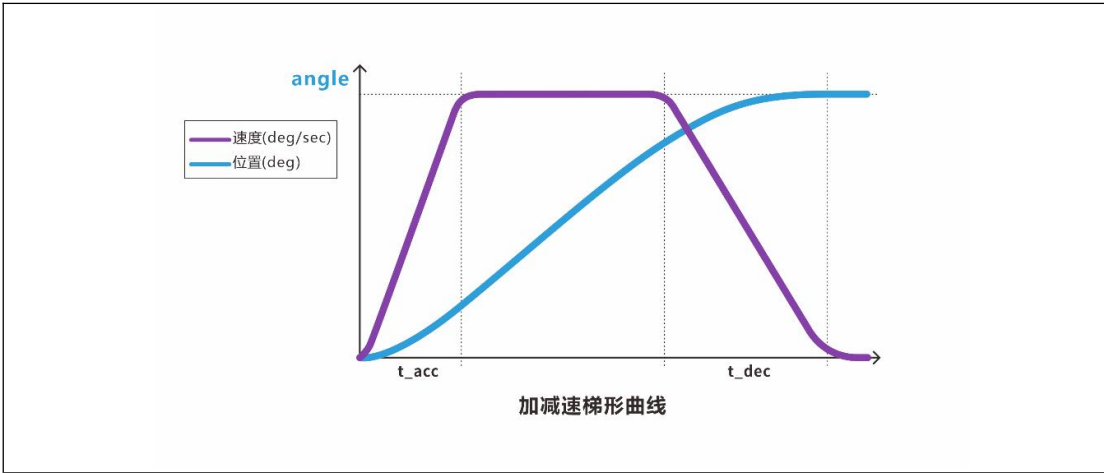
指令类型	参数
简单单圈角度控制	目标角度、运动时间、运行功率
高级单圈角度控制 (基于时间)	目标角度、运动时间、加速时间、减速时间、运行功率
高级单圈角度控制 (基于速度)	目标角度、运动速度、加速时间、减速时间、运行功率
单圈当前角度读取	单圈当前角度读取



5.3 多圈角度控制

- 支持基于时间或速度两类控制方式, 并可通过多圈角度读取指令获取当前位置。
- 控制范围为 $\pm 368,640^\circ$ ($\pm 1,024$ 圈), 最小控制精度 0.1° 。

指令类型	参数
简易多圈角度控制	目标角度、运动时间、运行功率
高级多圈角度控制 (基于时间)	目标角度、运动时间、加速时间、减速时间、运行功率
高级多圈角度控制 (基于速度)	目标角度、运动速度、加速时间、减速时间、运行功率
多圈当前角度读取	响应封包 = 舵机当前角度

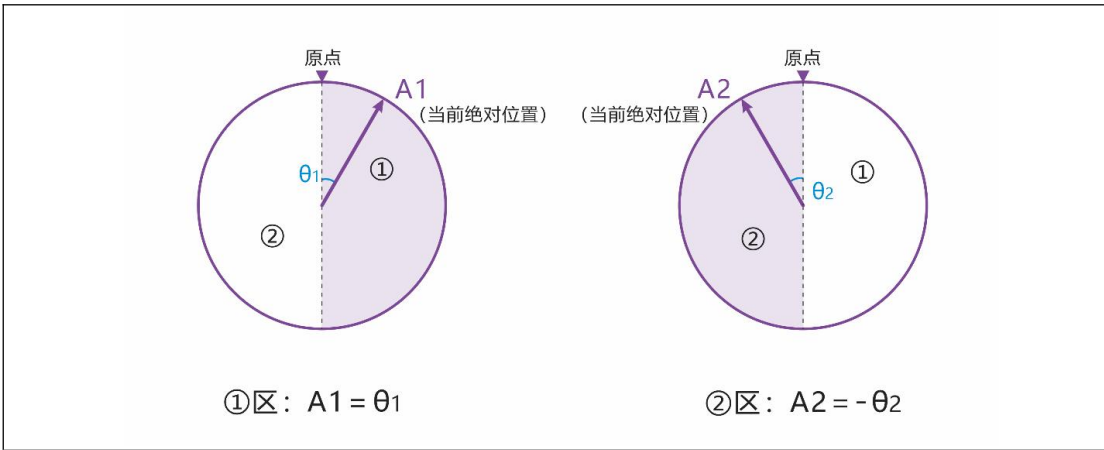


5.4 圈数重置 / 断电记忆

5.4.1 圈数重置

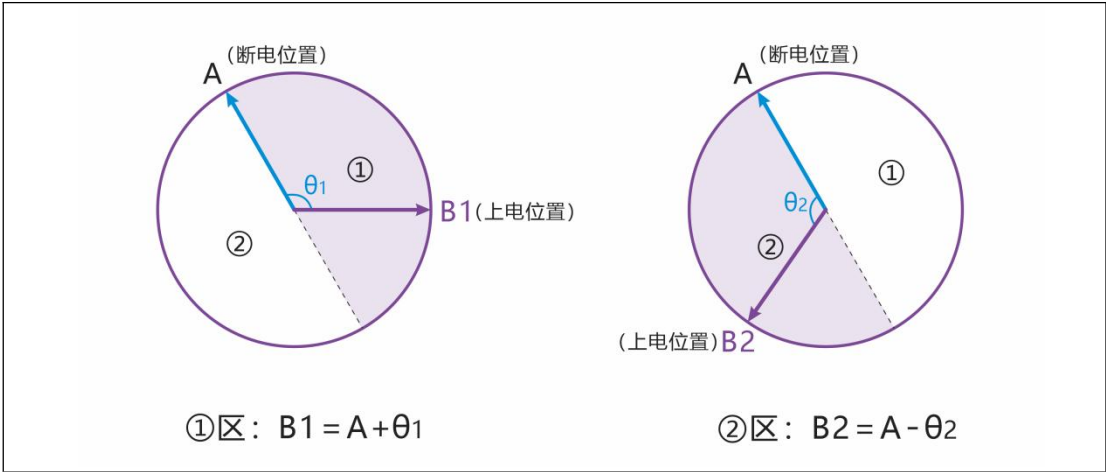
- 在舵机处于释放锁力状态时, 可通过上位机或指定指令来重设当前角度数据。
- 重设后, 舵机会以当前绝对位置来重设角度, 再次设定后的角度初始值将在 -180° 至 $+180^{\circ}$ 范围内。

例如: 如图所示, A1 点当前角度为 $6,880^{\circ}$, 重设后的角度为 θ_1 。A2 点当前角度为 $6,800^{\circ}$, 重设后的角度为 $-\theta_2$ 。



5.4.2 断电角度记忆

- 支持断电角度记忆功能。
- 断电后, 若伺服舵机的角度未发生变化, 则上电后读取的当前角度值保持不变。
例如: A 点为断电前的角度位置 6,800°, 断电期间角度未改变, 舵机仍停留在 A 点, 则上电后读取的角度仍为 6,800°。
- 断电后, 若由于外力作用导致舵机角度发生变化, 则再次上电后读取到的角度值将落在记忆角度 $\pm 180^\circ$ 的范围内。
例如: 如图所示, A 点为断电前的角度 6,800°。若断电期间舵机被外力转动, 最终停在 B1 点, 则上电后读取角度为 6,920°; 若停在 B2 点, 则读取角度为 6,680°。



5.5 阻尼模式

- 允许伺服舵机在外部力作用下调整到不同的角度位置, 同时保持一定的阻尼效果。
- 阻尼系数可自定义。

5.6 停止指令

- 客户可以根据不同运动控制需要, 选择合适的停止指令类型, 具体类型详见下表。
- 停止指令也可被用于伺服舵机在堵转保护下, 恢复正常工作状态使用。
- 当伺服舵机在失锁状态下, 发送“保持锁力”指令, 可使其从当前位置重建锁力。

停止指令类型	动作模式
失去锁力	舵机立即停止运动, 并 释放 锁力。

保持锁力	舵机立即停止运动, 并 维持 锁力, 或在无锁力状态恢复锁力。
保持阻尼	舵机立即停止运动, 并进入阻尼模式, 外力可以调整角度。

5.7 工作状态数据读取

5.7.1 数据读取

舵机实时状态位于 0x10 ~ 0x18 地址范围。主控可使用单参数读取指令 0x72 读取一个参数, 或使用双参数读取指令 0x52 同时读取两个参数。

地址	参数名称	类型 / 单位
0x10	舵机电压	uint16 / 型号相关
0x11	舵机电流	uint16 / 型号相关
0x12	舵机功率	uint16 / 型号相关
0x13	舵机温度	uint16 / 型号相关
0x14	舵机状态	uint16 / 位标志
0x15 ~ 0x16	多圈当前角度	signed 32-bit / 0.1°
0x17	当前圈数	16-bit / 圈
0x18	单圈当前角度	signed 16-bit / 0.1°

5.7.2 舵机状态

位	状态	置 1 条件	清零条件
BIT0	执行指令中	正在执行运动指令	执行完成后自动清零
BIT1	执行错误	运动指令执行错误	下一次正确执行后清零
BIT2	堵转错误	检测到堵转	堵转解除后清零
BIT3	电压过高	电压高于保护阈值	电压恢复正常后清零
BIT4	电压过低	电压低于保护阈值	电压恢复正常后清零
BIT5	电流错误	电流保护触发	电流恢复正常后清零
BIT6	功率错误	功率保护触发	功率恢复正常后清零
BIT7	温度错误	温度保护触发	温度恢复正常后清零

5.7.3 数据监控

上位机进行状态监控时, 应按需周期读取实时状态地址。单帧最多读取两个 16 位参数; 多圈角度必须同时读取 0x15 和 0x16, 并按有符号 32 位数据组合。不同型号的电压、电流、功率和温度换算方式以对应规格为准。

监控内容	地址 / 指令	说明
单参数读取	0x72 → 0x76	读取一个 16 位参数
双参数读取	0x52 → 0x56	同时读取两个 16 位参数
电压与电流	0x10、0x11	建议成组读取
功率与温度	0x12、0x13	建议成组读取
角度与圈数	0x15 ~ 0x18	按需分帧读取; 多圈角度组合 0x15、0x16

5.8 设置原点

在舵机处于锁力释放的状态下, 通过上位机或指定指令, 可将当前舵机的角度重置为零位, 便于装配后的零位校准, 同时为算法提供后续动作的起始角度。