

### 产品特点

- 有刷电机、减速器、位置编码器与控制器一体化设计
- UART 通讯协议，波特率最高支持 1 Mbps
- 12-bit 绝对值位置编码器，支持任意角度设定为原点
- 支持  $\pm 368,640^\circ$  范围内任意角度控制
- 具备断电角度记忆功能，断电后角度数据可保持
- 内置梯形加减速控制算法，实现平滑动作曲线
- 自动检测功率阈值，运行中智能降至安全功率
- 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、电流五重保护机制
- 提供可视化上位机调试工具，支持固件升级



### 型号定义

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

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

### 订购型号

- RA8-U35(H)-M
- HA8-U35(H)-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	特性曲线 .....	2
1.4	过载曲线 .....	2
2	图纸及安装说明 .....	3
2.1	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	开发与兼容性 .....	6
4	保护功能 .....	7
4.1	温度保护 .....	7
4.2	电压保护 .....	7
4.3	堵转保护 .....	7
4.4	功率保护 .....	8
4.5	电流保护 .....	8
5	指令功能 .....	9
5.1	控制指令 .....	9
5.2	协议格式 .....	10
5.3	指令间隔建议 .....	10
5.4	指令中断执行 .....	10
5.5	通讯检测 <sup>[01]</sup> .....	11
5.6	单圈角度控制 .....	11
5.6.1	控制范围 .....	11
5.6.2	控制单位 .....	11
5.6.3	控制指令 .....	11

---

5.6.4	角度回读 <sup>[10]</sup>	12
5.7	多圈角度控制	12
5.7.1	控制范围	12
5.7.2	控制单位	12
5.7.3	控制指令	12
5.7.4	多圈角度读取 <sup>[16]</sup>	12
5.7.5	绝对角度重设 <sup>[17]</sup>	13
5.7.6	断电角度记忆	13
5.8	阻尼模式 <sup>[9]</sup>	14
5.9	停止指令 <sup>[24]</sup>	14
5.10	同步指令 <sup>[25]</sup>	14
5.11	异步指令 <sup>[18][19]</sup>	14
5.12	参数自定义	15
5.13	工作状态数据读取	16
5.13.1	单个读取 <sup>[03]</sup>	16
5.13.2	批量读取 <sup>[22]</sup>	16
5.13.3	舵机状态	16
5.14	任意原点设定 <sup>[23]</sup>	16

# 1 产品参数

## 1.1 基本参数

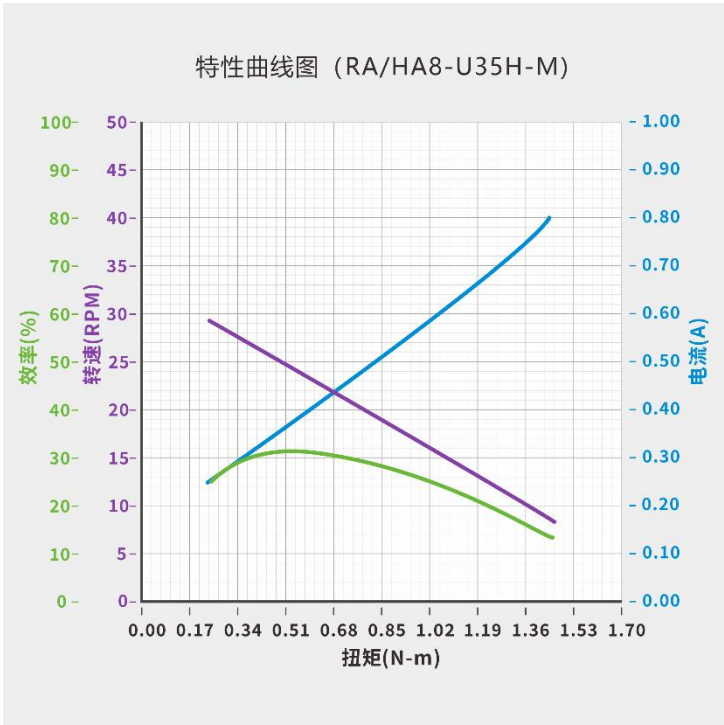
参 数	规 格
工作电压	6.0-8.4v   9.0-12.6v
马达类型	铁芯马达
位置传感器	12bit 非接触式绝对值编码器（磁编码）
有效角度（行程范围）	±180°（单圈角度）   ±368,640°（多圈角度）
分 辨 率	2048 阶/360°（0.176°）
处 理 器	32bit MCU
通信类型	UART/TTL 半双工
波 特 率	9,600bps~1Mbps
ID 范 围	0~254
减 速 比	378:1
输出齿规格	铝 / Ø6mm / 25T
齿轮材料	全金属铜铝组合
接口类型	PH2.0-3Pin
外壳材料	铝合金中段/上下壳工程塑胶
尺 寸	40×20×40mm
重 量	53g
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

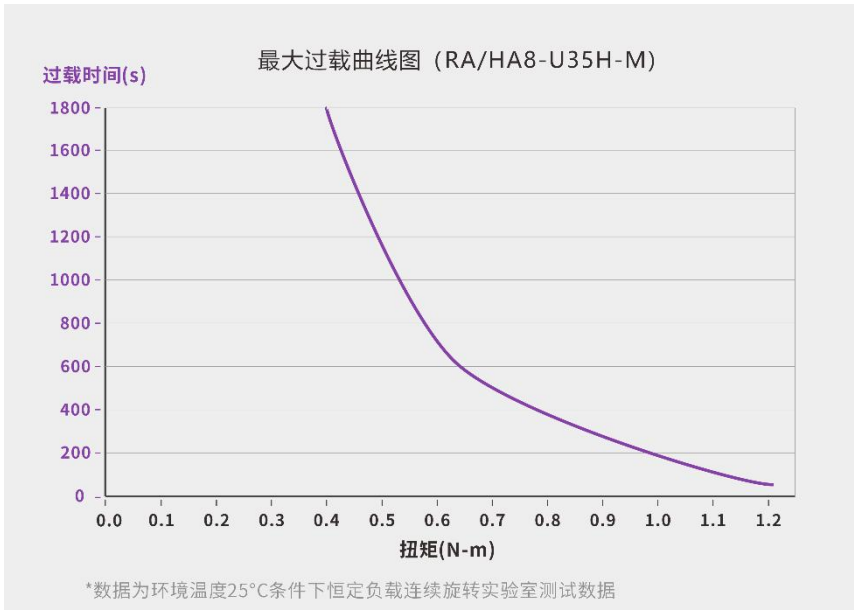
参 数	规 格 (7.4v   12v)
最大静态扭矩（堵转）	3.43N·m (35kg-cm)
最大动态扭矩	1.27N·m (13kg-cm)
额定扭矩	0.54N·m (5.5kg-cm)
额定转速	16rpm (0.625sec@60°)
空载转速	34rpm (0.298sec@60°)
空载电流	< 200mA

待机电流	< 30mA
峰值电流	3A
轴向负载	20N
径向负载	40N

1.3 特性曲线

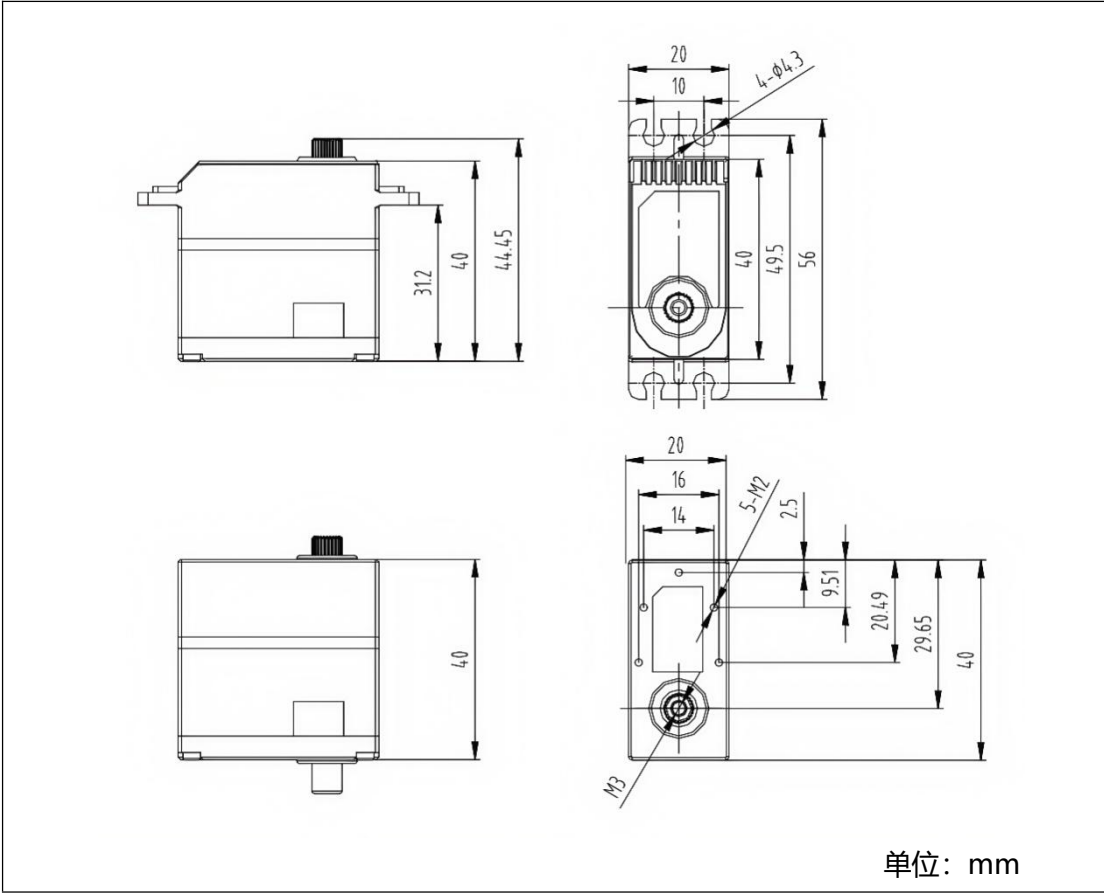


1.4 过载曲线

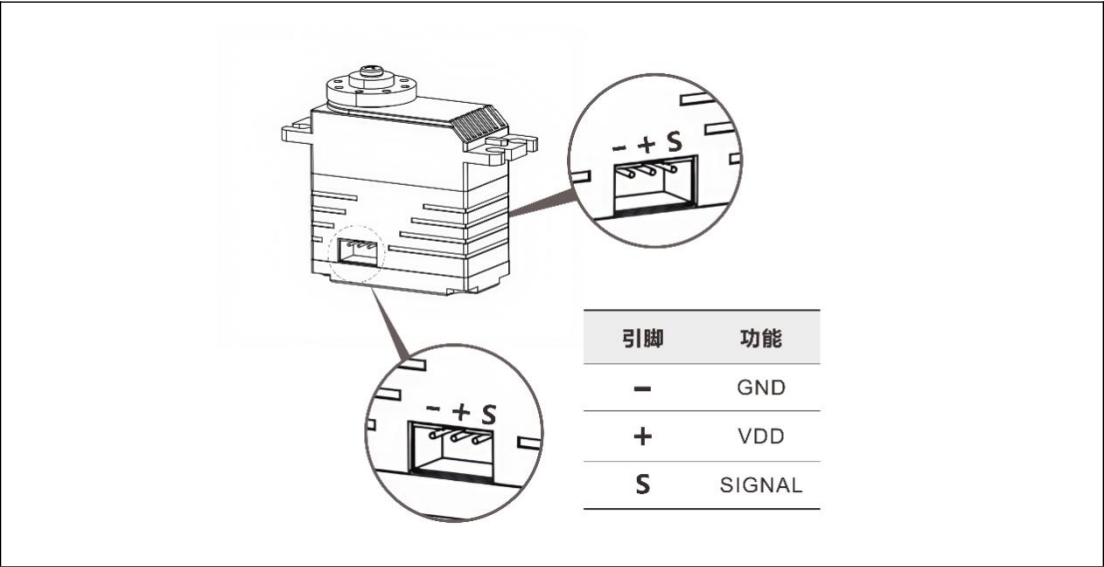


## 2 图纸及安装说明

### 2.1 尺寸图



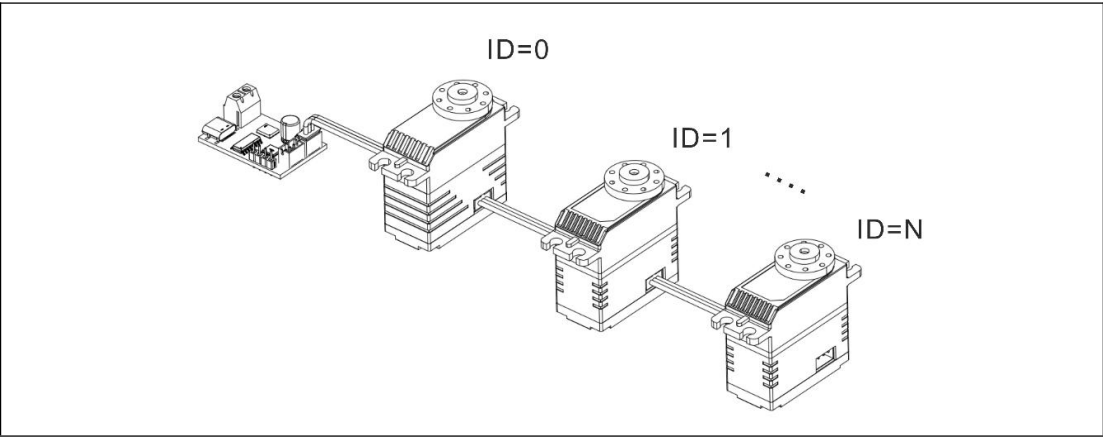
### 2.2 接口定义



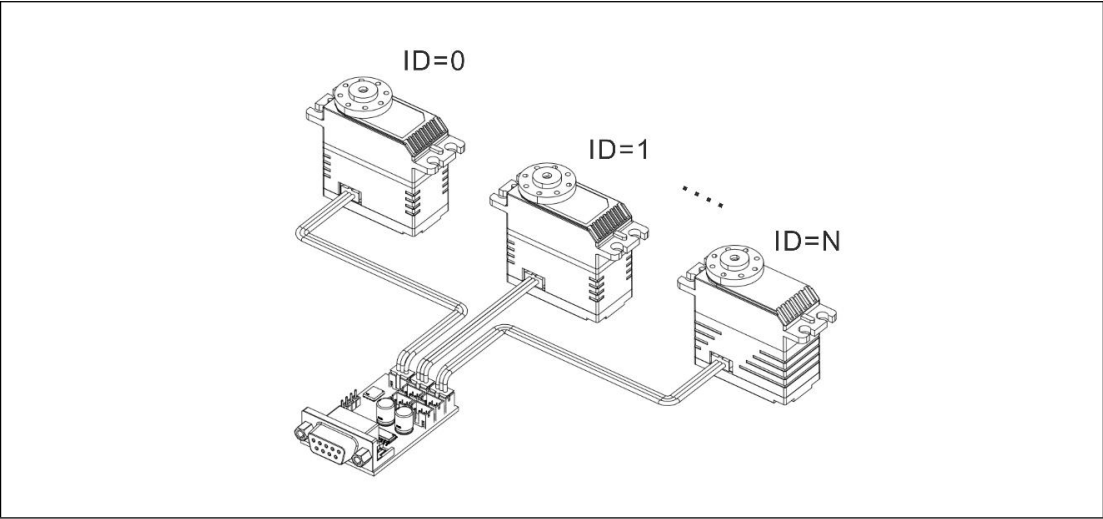
## 2.3

### 连线说明

- 串联



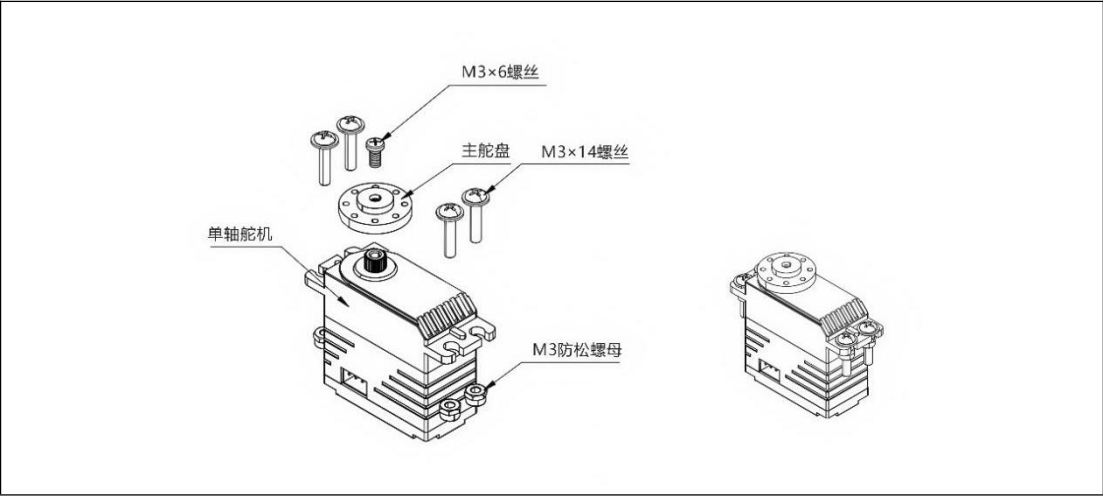
- 并联



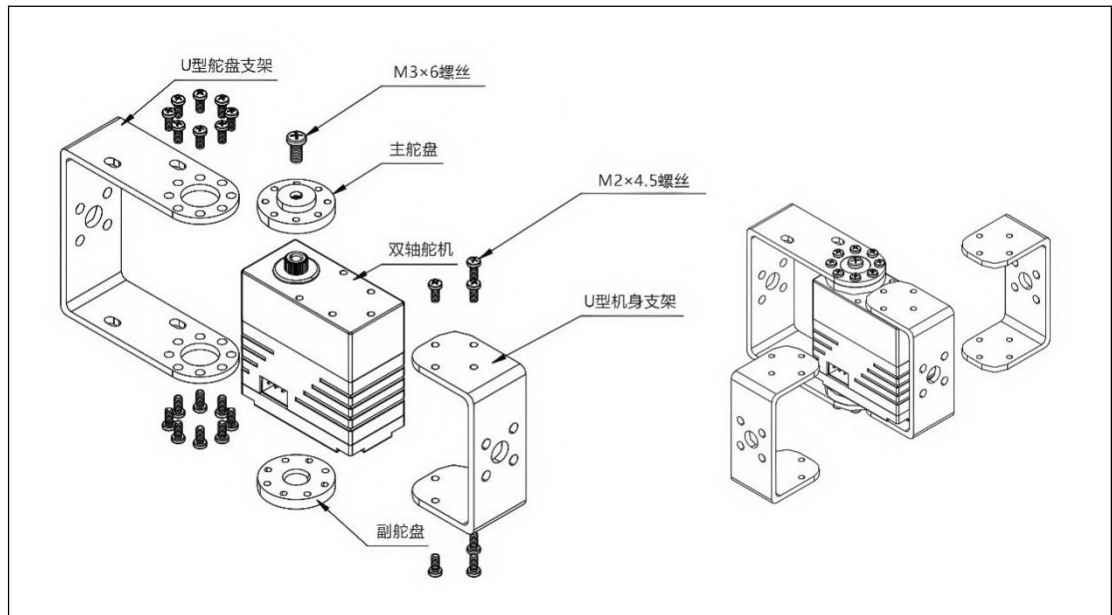
## 2.4

### 安装说明

- 单轴



- 双轴





### 3 开发与兼容性

总线伺服舵机系列采用统一的硬件平台与系统架构，全面兼顾多样化与灵活性需求。不同型号间可无缝兼容，统一支持标准协议与控制指令，显著简化系统集成与开发流程。

为加速项目部署，我们提供完整的 SDK（软件开发工具包），内含丰富示例代码、驱动程序与详细技术文档，支持多种主流开发环境与编程语言。具体支持信息详见下表。

欢迎访问官方网站 [www.fashionrobo.com](http://www.fashionrobo.com) 获取更多技术资料。

开发环境	STM32	<ul style="list-style-type: none"><li>STM32F103</li><li>STM32F407</li></ul>
	树莓派	<ul style="list-style-type: none"><li>Pi 4B</li><li>Pi 5</li></ul>
	ESP32	<ul style="list-style-type: none"><li>NodeMCU32s</li></ul>
	PLC	<ul style="list-style-type: none"><li>西门子</li><li>汇川</li><li>三菱</li></ul>
	Arduino	<ul style="list-style-type: none"><li>Uno</li><li>Mega2560</li></ul>
	Windows	<ul style="list-style-type: none"><li>多版本支持</li></ul>
	Linux	<ul style="list-style-type: none"><li>Ubuntu</li></ul>
编程语言	<ul style="list-style-type: none"><li>Python</li><li>Micropython</li><li>C</li><li>C++</li><li>C#</li><li>ROS</li></ul>	

## 4 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。

### 4.1 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。

### 4.2 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。

### 4.3 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。

#### 4.4 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。

#### 4.5 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。

# 5 指令功能

## 5.1 控制指令

指令 ID	指令名称	功能描述
01	通讯检测	检查指定 ID 伺服舵机是否在线
08	简易单圈角度控制	运动时间、执行功率可设置
11	高级单圈角度控制 (基于时间)	运动时间、加减速时间、执行功率可设置
12	高级单圈角度控制 (基于速度)	运动速度、加减速时间、执行功率可设置
10	单圈角度读取	$\pm 180^\circ$ 范围内
13	简易多圈角度控制	运动时间、执行功率可设置
14	高级多圈角度控制 (基于时间)	运动时间、加减速时间、执行功率可设置
15	高级多圈角度控制 (基于速度)	运动速度、加减速时间、执行功率可设置
16	多圈角度读取	$\pm 368,640^\circ$ 范围内
17	清除当前圈数	
09	阻尼模式	
24	停止指令	停止后可选择进入锁定、失锁、阻尼三种状态
25	同步指令	
18	异步写入指令	
19	异步执行指令	
02	自定义参数重置	恢复到出厂默认参数设置
03	参数&状态数据读取	单个读取参数和工作状态数据
04	自定义参数写入	单个写入舵机参数
22	数据监控	批量读取工作状态数据
23	原点设置	设置当前角度位置为原点 ( $0^\circ$ )

[注：功能描述后的上标数字（如<sup>04]</sup>）为指令索引标记，对应《指令文档》章节编号]

## 5.2 协议格式

### • 发送协议格式

字节位	0~1	2	3	4~N+3	N+4
内容	请求头标识 0x12 0x4c	指令编号	内容长度N	数据内容	校验和

示例: ID2 舵机 以最大功率, 500ms 时间旋转到 90 度的位置

0x12 0x4C	0x08	0x07	0x02	0x84 0x03	0xF4 0x01	0x00 0x00	0xEB
请求头标识	指令编号	内容长度	舵机ID	目标角度(0.1°)	运行时间 (ms)	执行功率(mW)	校验和

### • 响应协议格式

字节位	0~1	2	3	4~N+3	N+4
内容	响应头标识 0x05 0x1c	指令编号	内容长度N	数据内容	校验和

响应: 0x05 0x1c 0x0a 0x03 0x00 0x86 0x03 0xb7

解包: 0x86 0x03 是当前的舵机角度, 解包后是 902, 转换为角度制就是 90.2 度。

示例: 读取 ID0 舵机角度

0x05 0x1C	0x0a	0x03	0x00	0x86 0x03	0xb7
响应头标识	指令编号	内容长度	舵机ID	舵机角度(0.1°)	校验和

## 5.3 指令间隔建议

- 产品支持多种控制指令, 不同指令长度可能存在差异。为避免因指令丢包导致控制异常, **建议在指令发送完成后再增加至少 10ms 的间隔时间。**

例如: 指令 1 (发送完成) → 延迟 10ms → 指令 2 (发送完成) → 延迟 10ms → 指令 3

## 5.4 指令中断执行

- 在默认设置下, 当前指令执行过程中, 若伺服舵机收到新的控制指令, 将立即中断当前指令并优先执行新指令。原指令将不再继续执行。

5.5 通讯检测<sup>[01]</sup>

- 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。

5.6 单圈角度控制

5.6.1 控制范围

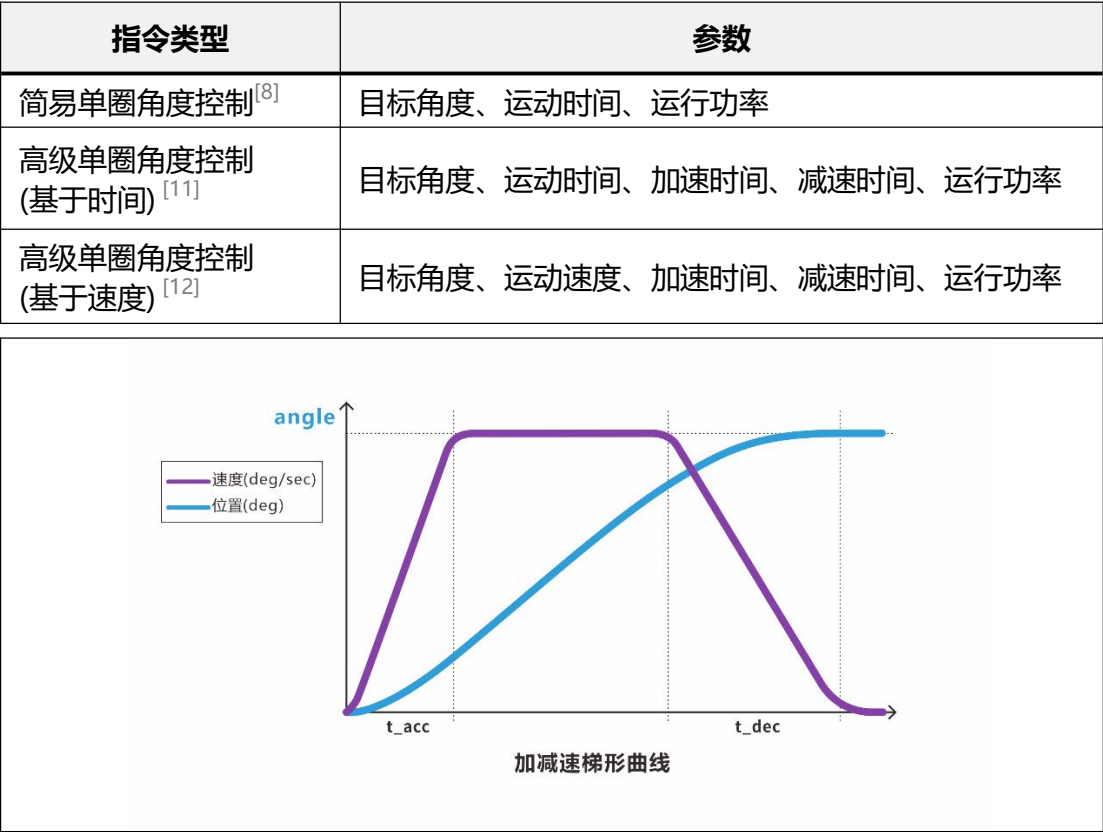
- 单圈角度模式下，控制范围为±180°。

5.6.2 控制单位

- 所有的角度控制均以度(°)为单位，最小控制精度 0.1°。

5.6.3 控制指令

产品提供多种控制指令，客户可根据应用需求灵活配置运动速度、时间、运行功率等参数。同时支持梯形加减速平滑曲线控制功能，可根据需要自定义加减速区间，以获取更平滑稳定的运动特性。



5.6.4 角度回读<sup>[10]</sup>

- 向指定 ID 的伺服舵机发送单圈角度读取指令，可以收到当前位置的角度数据。

5.7 多圈角度控制

5.7.1 控制范围

- 多圈角度模式下，控制范围为±368,640° (±1,024 圈)

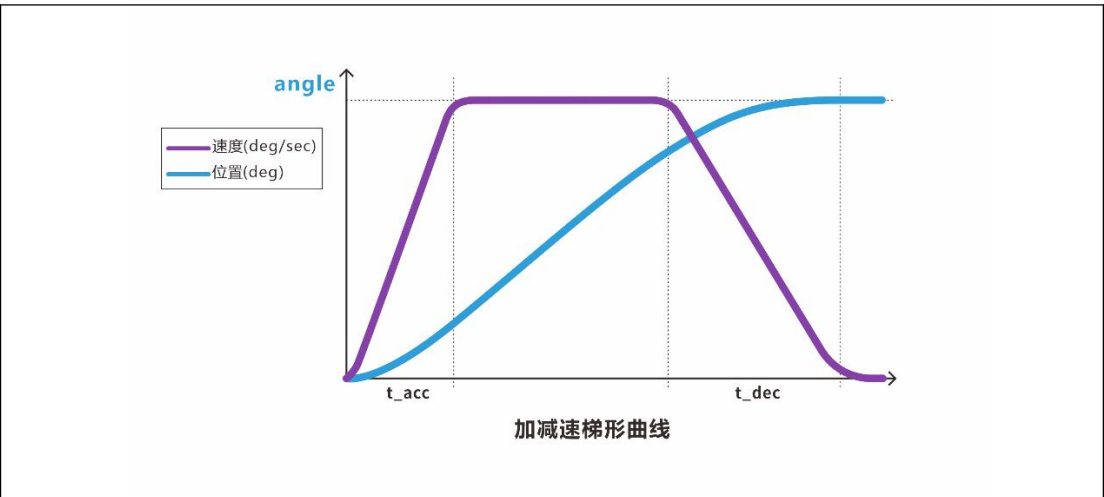
5.7.2 控制单位

- 所有的角度控制均以度(°)为单位，最小控制精度 0.1°。

5.7.3 控制指令

产品提供多种控制指令，客户可根据应用需求灵活配置运动速度、时间、运行功率等参数。同时支持梯形加减速平滑曲线控制功能，可根据需要自定义加减速区间，以获取更平滑稳定的运动特性。

指令类型	参数
简易多圈角度控制 <sup>[13]</sup>	目标角度、运动时间、运行功率
高级多圈角度控制 (基于时间) <sup>[14]</sup>	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) <sup>[15]</sup>	目标角度、运动速度、加速时间、减速时间、运行功率



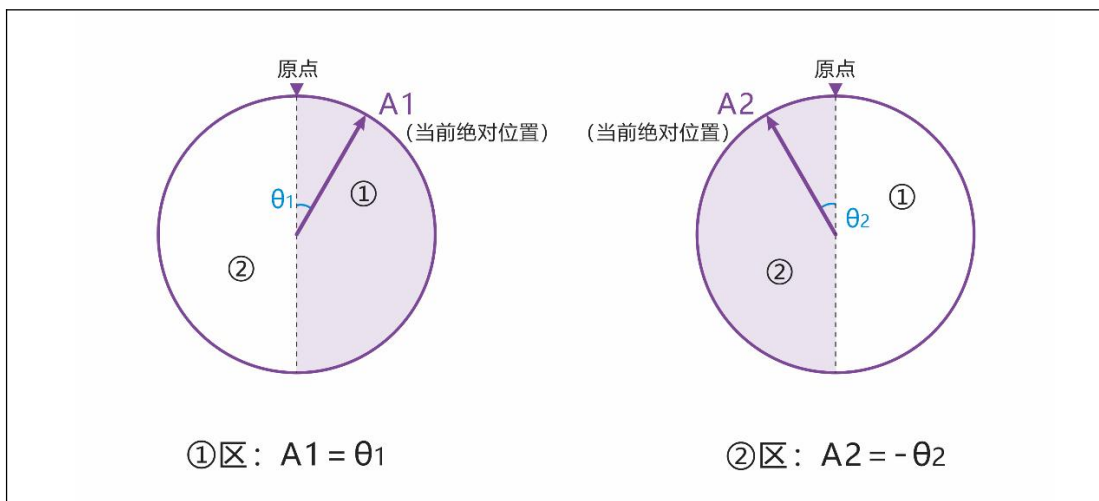
5.7.4 多圈角度读取<sup>[16]</sup>

- 向指定 ID 的伺服舵机发送多圈角度读取指令，可以收到当前位置的角度数据。

### 5.7.5 绝对角度重设<sup>[17]</sup>

- 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  $-180^\circ$  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  $\theta_1$ 。A2 点当前角度为  $6,800^\circ$ ，重设后的角度为  $-\theta_2$ 。

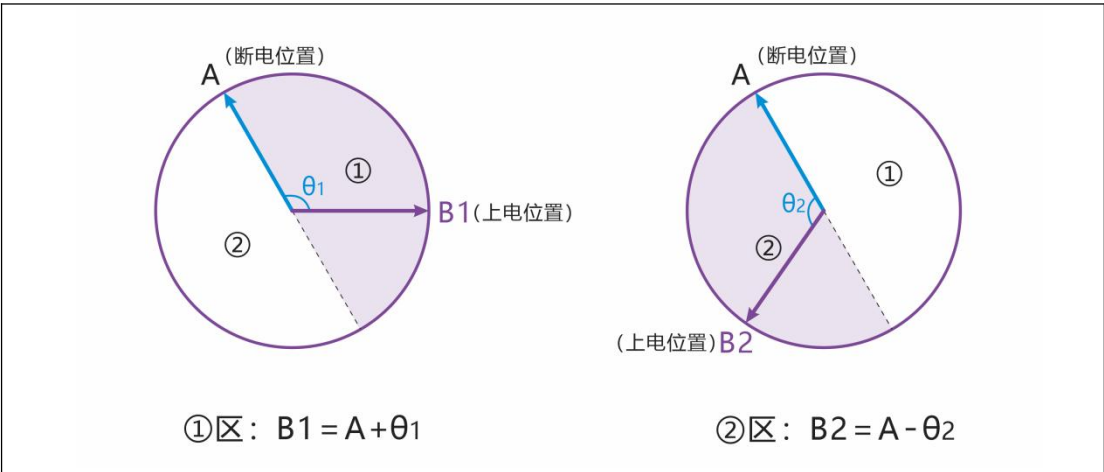


### 5.7.6 断电角度记忆

- 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  $6,800^\circ$ ，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  $6,800^\circ$ 。
- 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  $6,800^\circ$ 。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  $6,920^\circ$ ；若停在 B2 点，则读取角度为  $6,680^\circ$ 。





### 5.8 阻尼模式<sup>[9]</sup>

- 允许伺服舵机在外部力的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。

### 5.9 停止指令<sup>[24]</sup>

- 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 <b>释放</b> 锁力。
保持锁力	舵机立即停止运动, 并 <b>维持</b> 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。

### 5.10 同步指令<sup>[25]</sup>

- 单条指令同时包含多个伺服舵机的控制指令, 适用于多个舵机协同动作的场景。
- 每个伺服舵机通过唯一的 ID 与指令内容中的参数进行匹配, 仅解析并响应与自身 ID 相关的控制信息。
- 所有伺服舵机接收完指令后, 将同时开始执行各自的指令, 实现同步动作效果。

### 5.11 异步指令<sup>[18][19]</sup>

- 异步指令由**异步写入指令**和**异步执行指令**两部分组成。

- 异步写入指令发送后，再发送需要执行的运动指令，使该指令暂存在对应 ID 伺服舵机的寄存器中，该运动指令不会立即执行，需通过异步执行指令统一启动。
- 当异步执行指令下达时，所有已暂存运动指令的伺服舵机将同时执行对应动作，实现多个伺服舵机的同步控制效果。
- 已暂存的运动指令，在未重新写入或未断电的情况下将持续保留，不会因其他指令的运行而被覆盖或清除。
- 异步指令被触发执行后，相关参数将被自动清除，不再保留。

## 5.12 参数自定义

- 下表中的伺服舵机参数均支持单个读取<sup>[03]</sup>、写入<sup>[04]</sup>和重置<sup>[02]</sup>。
- 推荐使用上位机软件进行设置。

⚠ 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。

参数编号	参数名称	读	写	单位	参数
33	指令响应开关	•	•		默认关
34	伺服舵机 ID	•	•		0~254
36	波特率选项	•	•		9,600bps~1Mbps
37	堵转保护开关	•	•		
38	堵转功率上限	•	•	mW	
39	保护电压下限	•	•	mV	
40	保护电压上限	•	•	mV	
41	保护温度	•	•	ADC	
42	功率保护值	•	•	mW	
43	电流保护值	•	•	mA	
46	上电锁力开关	•	•		默认关
48	角度限制开关	•	•		默认关
49	上电缓启动开关	•	•		默认关
50	上电缓启动时间	•	•	ms	
51	舵机角度上限	•	•	0.1°	
52	舵机角度下限	•	•	0.1°	

## 5.13 工作状态数据读取

### 5.13.1 单个读取<sup>[03]</sup>

下列表格的工作状态数据，均可通过[03]指令单独读取

参数编号	参数名称	单位
01	当前工作电压	mV
02	当前工作电流	mA
03	当前工作功率	mW
04	当前工作温度	ADC
05	舵机状态	
06	固件版本	

### 5.13.2 批量读取<sup>[22]</sup>

下列表格的工作状态数据，可以通过数据监控指令，实现批量回读；

字节编号	参数名称	单位
[04]	伺服舵机 ID	
[5, 6]	当前工作电压	mV
[7, 8]	当前工作电流	mA
[9, 10]	当前工作功率	mW
[11, 12]	当前工作温度	ADC
[13]	舵机状态	
[14, 17]	当前舵机角度	0.1°
[18, 19]	当前圈数	

### 5.13.3 舵机状态

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

## 5.14 任意原点设定<sup>[23]</sup>

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。

