

飞特各系列舵机的说明和注意事项:

- 1、飞特 PWM 舵机是常规的航模舵机，功能简单，具有 180 度、300 度、360 度可控、连续转、带模拟电压反馈、带保护等多种版本。
- 2、SCS 串口舵机系列：具备位置、速度、温度、电压、电流（部分型号有）、负载占比等参数的反馈和保护，以及角度限制、开环电机模式等功能。
- 3、STS/SMS：相较于 SCS 系列的基础功能，STS/SMS（SMCL/SMBL 统称为 SMS 系列）具备更加丰富的功能，加速度启动、360 度角度可控、增加闭环电机模式、步进模式、一键设定中位等叠加功能，大部分产品会使用更高精度的 CNC 外壳，钢齿，无刷等组合，达到更高的寿命，更好的精度，更稳定的控制。
- 4、SCS/STS 是 TTL 通信电平，SMS 是 RS485 通信电平，SCS/STS 为飞特协议，SMS 分飞特协议和 Modbus-RTU 协议。Modbus-RTU 协议适用于 PLC 工控，协议是国际通用的 Modbus-RTU 协议。
- 5、单片机控制选飞特协议。单片机控制需连接飞特的 URT-1 调试板再接舵机，多个舵机串联之前需先给每个舵机修改 ID 号，以及设定相同的波特率，在串联。STS/SMS 可串联搭配使用，SCS 和前面的系列不建议串一起。
- 6、TTL 的舵机采用单总线收发复用的方式，所以与单片机连接也需要中间接 URT-1 调试板，单片机的 TX-TX.RX-RX.V-V.G-G
- 7、SCS/STS 系列默认波特率 1000000，SMS 系列默认波特率 115200。如果使用 URT-1 连接电脑控制，URT-1 需要跟端子同侧供电，供电大小参考舵机的规格书典型电压。
- 8、选择电池或者电源供电时，需查看舵机的规则书堵转电流与电压相乘功率，以及串联的数量评估使用多大的供电。正常负载如果小于额定扭力，可以选择额定电流与电压相乘的功率去选择电池。
- 9、带有支架的舵机，调试之前一定不要装支架，容易夹手和堵转损坏舵机。

使用 URT-1 控制飞特舵机上手教程（以 STS3215 舵机为例）：

入手教程视频参考链接：<https://www.bilibili.com/video/BV1j94y1U7nN/>

功能讲解：<https://www.bilibili.com/video/BV1LP4y1W723/>

文字参考以下内容：

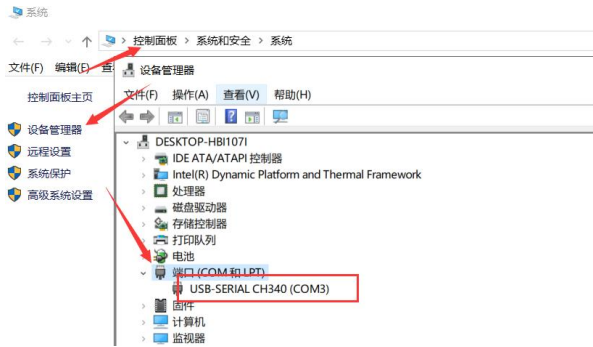
一、准备

1、材料清单：

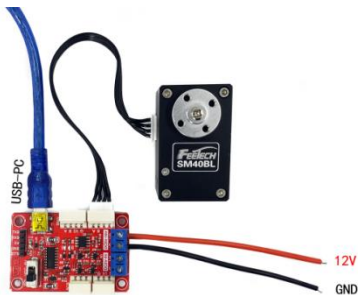
- ① URT-1 调试板
- ② 连接调试板与电脑的 Micro USB 数据线
- ③ 给舵机供电的电源（电源规格参考规格书电压范围和电流）
- ④ 舵机与调试板连接的舵机线（舵机有配）
- ⑤ 杜邦线（用于 URT 与单片机连接所需，此部分可参考文章后面的问题解答）

2、将 URT-1 调试板与电脑连接

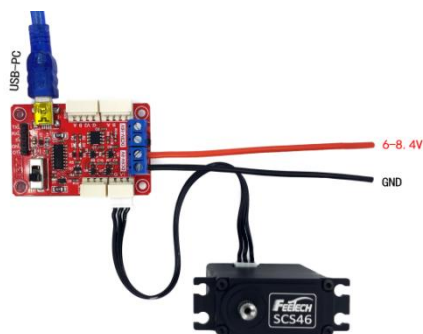
3、自动安装驱动，参阅文件 CH340 驱动，检查设备管理器串口号。



4、舵机连接 URT-1 调试板，调试板接电源，参考下图：



SMS 系列舵机接法示意图

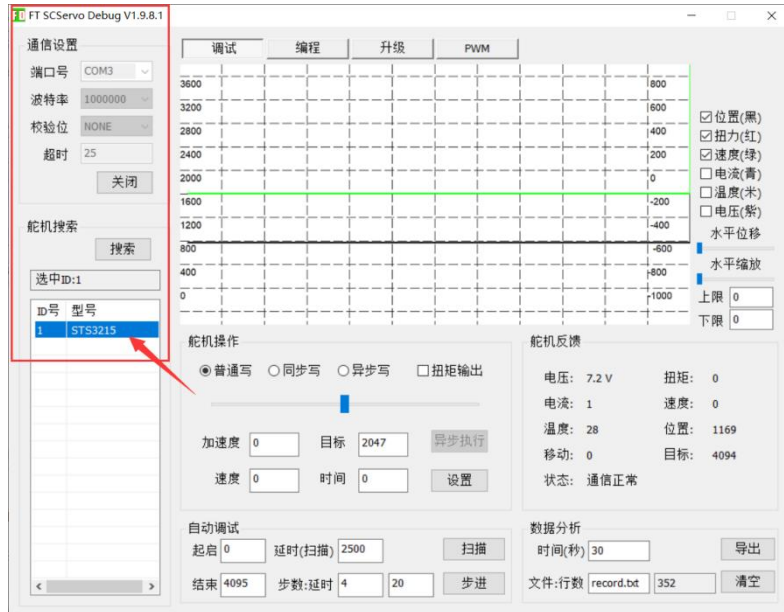


SCS/STS 系列舵机接法示意图

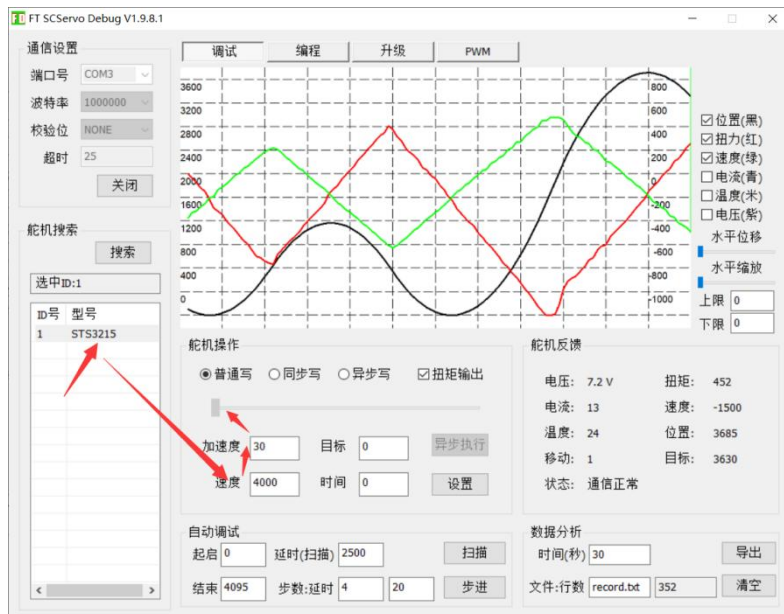
5、打开 FD 软件进行调试：选择端口号（设备管理器对应的串口号）-波特率：SCS/STS 系列舵机波特率是 1000000，SMS 系列是 115200（端口号不是 CH340/波特率设置不对/调试板没有接电源/电源没电/供电电源接错端子口/总线上存在相同 ID 号的多个舵机/舵机损坏短路、USB 数据线异常/信号板损坏/舵机线接触异常等等都可能致搜索不到，请逐一排查）-打开-搜索。搜到型号后需要点击一下型号，显示成蓝色后数据才能读取正常。

窗 > 桌面 > FD19.8.1 > FD19.8.1

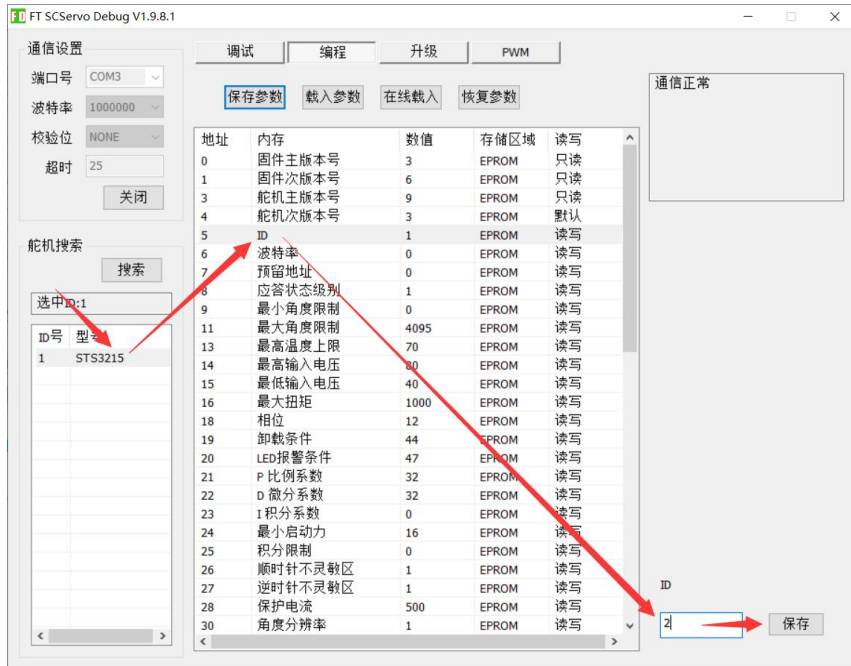
名称	修改日期	类型	大小
 FD.exe	2021/1/4 11:28	应用程序	444 KB
 FD.tmp	2021/1/4 11:28	TMP 文件	352 KB
 FDUpdate.exe	2020/9/4 14:10	应用程序	313 KB
 record.txt	2020/12/16 14:52	文本文档	8 KB



6、点击舵机型号，在加速度和速度输入数值，（SCS 系列没有加速度，只需要输入速度的数值即可），点击设置，拉动滑杆，观察舵机动力轴转动（有支架的舵机不要装支架调试，可能会夹手或者堵转损坏舵机的风险）。



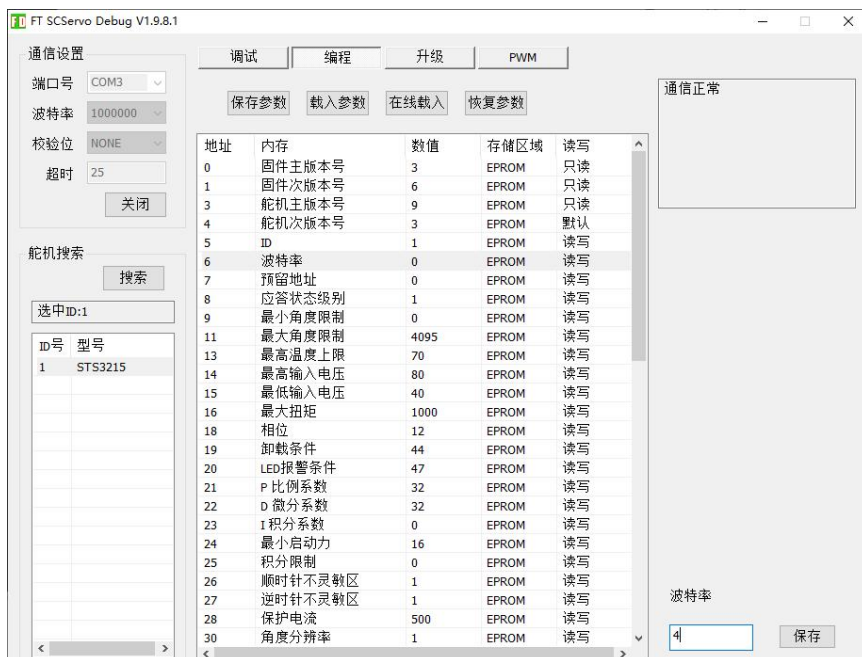
7、修改舵机 ID: 点击 ID 一栏，在右下角输入数字，再点击保存即可。（如果要串联几个舵机，需要先接一个舵机按照这个步骤把 ID 改为 1、2、3、4...再串联，否则一条总线上相同 ID 将无法搜索到型号）



8、修改舵机波特率：点击波特率一栏，在右下角输入数字，再点击保存即可。

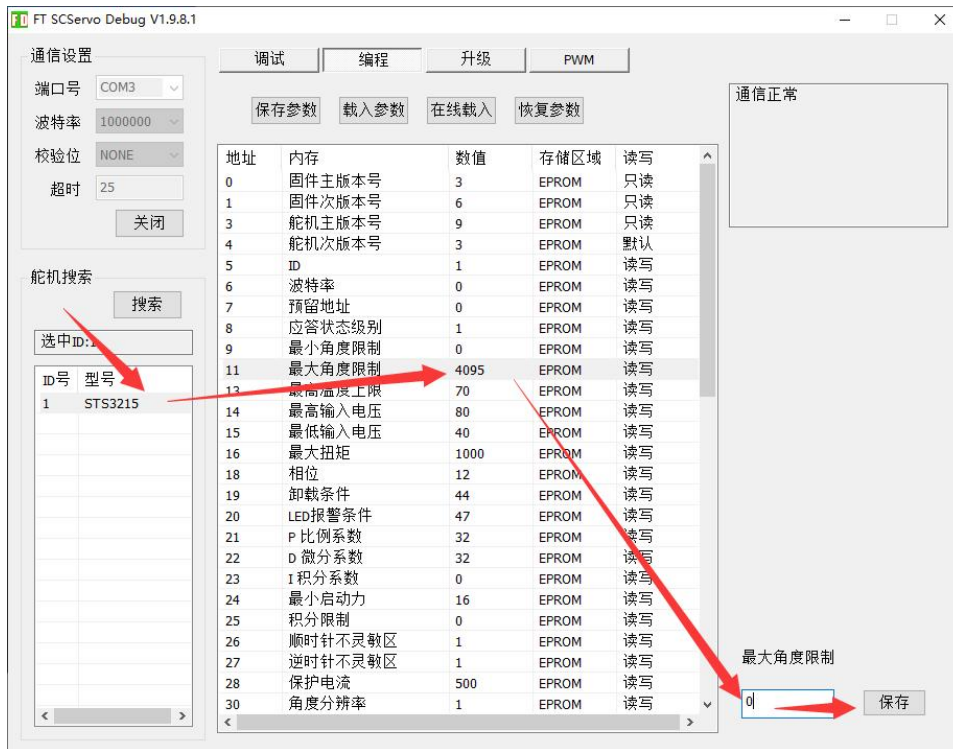
对应比特率：

0 对应 1000000 1 对应 500000 2 对应 250000 3 对应 128000
4 对应 115200 5 对应 76800 6 对应 57600 7 对应 38400

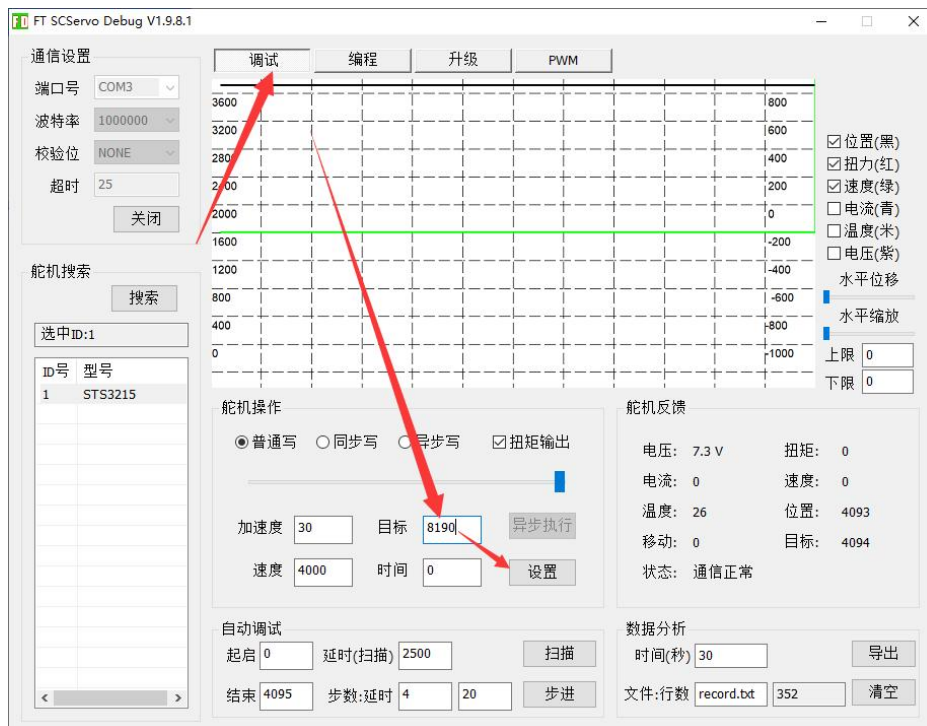


9、多圈转动（适用 STS/SMS 系列，SCS 没有这个功能）

步骤 1：修改地址：9 和 11 的角度限制都设为 0；



步骤 2: 在调试界面输入 2 圈的值: $4095 \times 2 = 8190$, 点击设置即可转 2 圈, 注意: 圈数掉电不保存, 即上电后圈数只显示单圈的绝对值位置; 最大可控圈数是 ± 7.5 圈。



10、闭环电机模式（适用 STS/SMS 系列，SCS 没有这个功能）

步骤 1、运行模式改为 1。

舵机搜索

搜索

选中ID:1

ID号 型号

1 STS3215

25	积分限制	0	EPROM	读写
26	顺时针不灵敏区	1	EPROM	读写
27	逆时针不灵敏区	1	EPROM	读写
28	保护电流	500	EPROM	读写
30	角度分辨率	1	EPROM	读写
31	位置校正	0	EPROM	读写
33	运行模式	1	EPROM	读写
34	保护扭矩	20	EPROM	读写
35	保护时间	200	EPROM	读写
36	过载扭矩	80	EPROM	读写

步骤 2、速度参数控制，输入 1000 点击设置，顺时针转动；0 停止；-1000 逆时针转。

解释：闭环电机模式是随负载增加，速度在一定范围内不减速。

11、开环电机模式（适用 STS/SMS 系列，SCS 参考下一个教程 12）

ID号	型号
1	STS3215

步骤 1、运行模式改 2。

1	STS3215
---	---------

舵机操作

☒ 普通写 ☐ 同步写 ☐ 异步写 ☒ 扭矩输出

 目标

 速度 时间

舵机反馈

电压: 7.2 V 扭矩: 200

电流: 4 速度: -750

温度: 27 位置: 39

移动: 1 目标: 4094

状态: 通信正常

步骤2、时间参数控制，输入200 点击设置，逆时针转动；0 停止；-200 顺时针转。

解释：开环电机模式是随负载增加，速度随负载增加，速度持续减慢。

12、开环电机模式（适用 SCS 系列）

步骤 1、修改最大最小角度限制为 0,

端口号 COM3
波特率 1000000
校验位 NONE
超时 25
关闭

舵机搜索
搜索
选中ID:1
ID号 型号
1 SCS15

地址	内存	数值	存储区域	读写
0	固件主版本号	0	EPROM	只读
1	固件次版本号	4	EPROM	只读
3	舵机主版本号	5	EPROM	只读
4	舵机次版本号	15	EPROM	默认
5	ID	1	EPROM	读写
6	波特率	0	EPROM	读写
7	预留地址	0	EPROM	读写
8	应答状态级别	1	EPROM	读写
9	最小角度限制	0	EPROM	读写
11	最大角度限制	0	EPROM	读写
13	最高温度上限	80	EPROM	读写
14	最高输入电压	90	EPROM	读写
15	最低输入电压	25	EPROM	读写

步骤 2、时间参数控制，输入 200 点击设置，逆时针转动；0 停止；-200 顺时针转。

1 SCS15

舵机操作
☒ 普通写 ☐ 同步写 ☐ 异步写 ☒ 扭矩输出
加速度 0 目标 1023 异步执行
速度 0 时间 -200 设置

舵机反馈
电压: 7.2 V 扭矩: -200
电流: 0 速度: 350
温度: 24 位置: 982
移动: 1 目标: 998
状态: 通信正常

13、步进模式（适用 STS/SMS 系列，SCS 没有这个功能）

步骤 1、角度限制改 0，运行模式改 3

选中ID:1
ID号 型号
1 STS3215

8	应答状态级别	1	EPROM	读写
9	最小角度限制	0	EPROM	读写
11	最大角度限制	0	EPROM	读写
13	最高温度上限	70	EPROM	读写
14	最高输入电压	80	EPROM	读写
20	顺时针不灵敏区	1	EPROM	读写
27	逆时针不灵敏区	1	EPROM	读写
28	保护电流	500	EPROM	读写
30	角度分辨率	1	EPROM	读写
31	位置校正	0	EPROM	读写
33	运行模式	3	EPROM	读写
34	保护扭矩	20	EPROM	读写
35	保护时间	200	EPROM	读写

步骤 2、目标参数控制，输入任意角度参数，如 1024，点击设置，舵机顺时针转 90 度，再点击设置一次，舵机再次顺时针转 90 度，以此类推，朝一个方向舵机转动，最大角度为 $\pm 7.5 \times 4095$ 。

解释：步进模式是基于相对位置进行的位置转动，不受角度限制。

14、自动调试功能说明（适用于运行模式为 0 的伺服模式）

自动调试
起启 0 延时(扫描) 2500 扫描
结束 4095 步数:延时 4 20 步进

自动调试在 FD 软件的调试界面，用于测试舵机反复转动，在“起启”输入起点位置，在“结束”输入终点位置（SCS 系列位置不超 1023，

STS/SMS 系列角度不超 4095），在“延时”输入转动的时间，这个时间需大于角度范围的转动时间，否则角度无法达到终点就会返回起点位置。

15、舵机反馈说明

舵机反馈	
电压: 7.3 V	扭矩: 0
电流: 0	速度: 0
温度: 27	位置: 0
移动: 0	目标: 4095
状态: 通信正常	

舵机反馈：用于反馈舵机当前的状态。

电压: 当前舵机工作电压，单位：0.1V

温度: 当前舵机内部工作温度，单位：°C

扭矩: 当前控制输出驱动电机的电压占空比，单位：0.1%

电流: 最大可测量电流为 $500 * 6.5\text{mA} = 3250\text{mA}$ ，单位：6.5mA

（部分舵机不具备电流反馈，详见规格书）

位置: 反馈当前所处位置的步数，每步为一个最小分辨角度；绝对位置控制方式，最大值对应最大有效角度。单位：步。

目标: 即目标位置，每步为一个最小分辨角度，绝对位置控制方式，最大对应最大有效角度。单位：步。

移动: 即移动标志，舵机在运动时标志为 1，舵机停止时为 0。

状态: Bit0 Bit1 Bit2 Bit3 Bit4 Bit5 对应位被置 1 表示相应错误出现

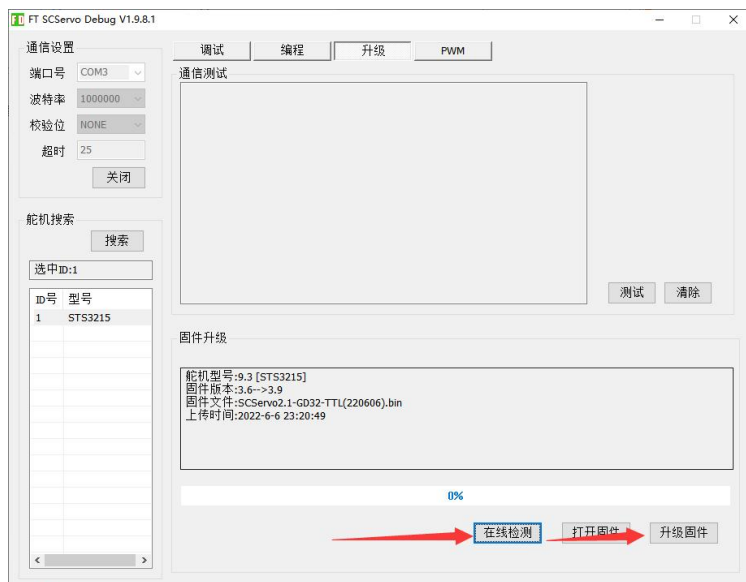
电压 传感器 温度 电流 角度 过载 对应位 0 为无相应该错误。

正常显示: 通信正常/不连接显示: 通信超时/温度过高显示: 过温/电压过高过低显示: 过压欠压。

16、过载过流保护说明:

参考视频: <https://www.bilibili.com/video/BV19Y4y1W7V2/>

17、在线固件检测和升级



最后说明:

- 1、以上编程中的参数是 FD 软件读取飞特舵机内部的参数。如果您使用的飞特舵机是 SCS 系列，因功能的不同，部分内存表地址将不会显示，
- 2、舵机在初次使用时，请按说明和图示进行连接，切勿操之过急，误操作将电源正负接反造成舵机短路或损坏电脑硬件设备，调试不明白之前请不要装上支架或设备上。
- 3、电源供电在 12V 以上的舵机，请使用粗一些电源线供电，功率根据负载情况而定，建议选择超过额定电流和电压的功率电池。
- 4、如您熟悉以上教程，舵机在您的细心操作中实现转动，恭喜您学会了控制飞特舵机。接下来如果要进入专业模式，通过其他方式如：

Arduino/STM32/PC/JAVA/C++/C#控制。我们已为您准备例程、通讯协议、内存表、串口调试助手等内容，例程请前往
<https://gitee.com/ftservo> 下载对应的例程，供您参考。

部分问题解答

1、如何判定是否开启过载保护？

查看地址：19 卸载条件的值来判定：

32	16	8	4	2	1
过载	空地址	电流	温度	传感	电压

如：值为 32，表示开启过载保护；

值为 40，即 32+8，表示开启过载保护和过流保护（目前 SCS 系列无过流检测功能）；

值为 36，即 32+4，表示开启过载保护和温度保护；

值为 37，即 32+4+1，表示开启过载保护、温度保护、电压保护；

值为 45，即 32+8+4+1，表示开启过载保护、电流保护，温度保护，电压保护。

2、为什么 FD 软件搜不到 ID？

1) 只串联一个舵机：检查硬件连接情况，如果是用 URT-1 板调试，URT-1 的板子需要外接电源，接入的蓝色端子是靠近接舵机的一端，供电电压请参考规格书

2) 检查波特率：SCS/STS 系列默认波特率是 1000000bps，SM 系列默认波特率是 115200bps，如果波特率选择不对，就不能搜索出来。

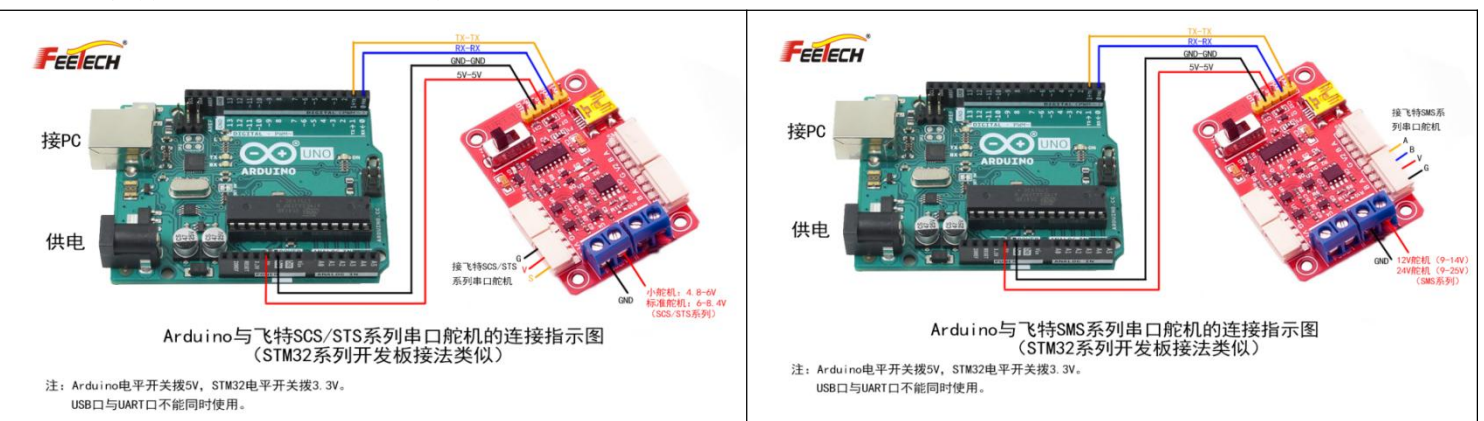
3) 串联多个舵机：串联之前需要将每个舵机单独接上 FD 软件，在编程界面修改 ID，如需要串联三个舵机，需要将每个舵机分别修改 ID 为 1、2、3，ID 不同，方能排列搜索出来。另外需要注意的是如果 SCS 系列和 SM 系列的舵机串联，还需要在编程界面修改波特率致相同，否则 FD 软件只扫描出波特率与舵机波特率相同的舵机出来。

除了以上供电，波特率，ID 等设定好了还是扫不出，1、可以尝试换一个舵机，或者换一台电脑试下，因为 URT-1 需要加载驱动，如果驱动没装好也可能无法扫描出来。2、检查线路问题，不要使用其他的舵机线，供电电源建议功率选择大的，否则以出现在负载的时候，电压频繁波动的问题，导致通信超时等现象发生。3、如果第一次操作有扫描出来，但后面再连接时，无法扫描出来，需要检查参数是否被修改，或者操作过程中是否正负电源反接导致短路等现象，建议在第一次操作时，连接上后再编程界面中保存一份参数在本地中。

3、单片机如何控制串口舵机？

单片机不可以与串口舵机直接连接，需通过信号转换 URT-1 实现控制。也可以通过信号转换电路原理图进行转换，原理图在串口舵机资料包中查看。

4、URT-1 如何与 STM32 或者 Arduino 连接。



5、舵机如何实现在机械臂夹具中使用。

仅限夹取相同物品（相同质量的物品）且需提前设定好“扭矩限制”百分比，如果是多次夹取质量体积不固定的物品，无法判定舵机需要输出的扭矩值，可能会损坏物体或舵机出现过载卸力等情况。以串口舵机为例，串口舵机具备“扭矩限制”百分比输出可控。当物体的重量需要舵机输出 1kg 的力且能维持物品夹取不掉落又不损伤物体。我们可以通过以下操作实现：假设堵转扭矩为 10kg.cm，在 16 地址“扭矩限制”中输入 100（表示 10kg 的 10%即 1kg 输出），即可实现 1kg 的力去夹取物品，但同时速度也会变慢。

6、PDI 参数：PDI 参数在你的指令变化轨迹如果出现跟随滞后就加大 P 值，如果出现超调就调大 D 值，I 值是在出现静态误差时，为了减小

静态误差才起作用，动态跟随时基本上是 P 在起作用

7、协议中：SCS 系列高字节在前，SMS/STS 低字节在前

8、URT-1 板子原理图能不能提供？

我们只对外提供信号转换电路部份，产品的整个电路原理公司规定不准外发，另外这个信号转换电路已经由上百家公司在使用，可能各个公司自己会再优化下增加 ESD 防护措施，你们如果要用到 485 电平与 TTL 电平舵机复用一条串口，我可以把 TTL 和 485 的转换电路发给您。

9、每次我让舵机转到 2048，它每次都会偏差 2 个到 8 个分辨率的角度。

调节 PID 中的 I 参数，从小到大调整，直到偏差减少。但每个舵机的结构造成的齿轮间隙带来的精度误差无法避免。

10、SM/STS 系列如何将当前位置设定为中位。

通过 FD 软件设置，打开编程界面，将 40 号地址扭矩开关设置为 128. 当前位置即定义为 2048。

11、SM40BL 如果跟同等扭矩的 SCS40 相比，区别在哪里？

结构方面：

1、SM40BL 采用无刷空心杯电机，相比 SCS40 的有刷空心杯，寿命更长，性能更好等特点。

2、SM40BL 采用全钢齿齿轮组合，相比 SCS40 的钢齿强度更好，中心工艺把控的更高，整体的精度和强度都有很大的提升。

3、SM40BL 采用无接触式的 12 位高精度磁编码器，相比 SCS40 的电位器，在解析精度上更好，线性效果直接颠覆的电位器本身存在的线性问题。直接的表现是电位器可能存在的抖动问题，解析角度不均衡等问题在磁编码上不存在。

电控方面：

1、通信电平的不同，SCS40 是 TTL 通信电平，SM40BL 是 RS485 通信电平，RS485 具有传输更稳定，距离更远，抗干扰能力更强等特点。

2、功能不同，除了串口舵机本身具备的闭环等特性外，SM40BL 具备加速度启停功能，任意角度安装一键设定中位功能，更高的解析分辨率（4096），多圈可控等等诸多特点。

12、舵机的扭力是怎么计算的，堵转扭矩和额定扭矩的区别？

舵机输出轴是按照公斤每厘米计算的，如 20kg.cm 就是输出轴中心 1CM 处最大负重 20kg，如装上摆臂后，摆臂长度是 10CM，那么摆臂末端所能负重最大是 2kg，舵机在最大负载下寿命及短，需保证在额定负载下，会延长舵机使用寿命，一般堵转的三分一是额定扭矩，那么上述说的 20kg.cm，额定就是约为 6.5kg 以下，2kg 就是 0.65kg 以下。

14、舵机抖动怎么办？

如果是新舵机装配后出现抖动，可以调整以下参数：

1、I 参数=0；

2、D 参数调小；

3、启动扭矩调小；

4、死区调大。

15、FD 软件编程界面参数详细说明

地址	内存	数值	存储区域	读写	解释说明
0	固件主版本号	2	EPROM	只读	固件主版本号 1 字节/地址 0x00
1	固件次版本号	48	EPROM	只读	固件次版本号 1 字节/地址 0x01



3	舵机主版本号	8	EPROM	只读	舵机主版本号 1 字节/地址 0x03																																
4	舵机次版本号	42	EPROM	只读	舵机次版本号 1 字节/地址 0x04																																
5	ID	1	EPROM	读写	ID 号 1 字节/地址 0x05 总线上唯一的身份识别码同一总线不可出现重复 ID 号，254 号 (0xFE)为广播 ID，广播不返回应答包。																																
6	波特率	4	EPROM	读写	波特率 1 字节/地址 0x06 飞特自定义舵机的取值 0-11 分别代表波特率如下: (固件版本 2.45 以上版本支持 38400 以下波特率, STS/SMMS 出厂默认 4-115200) <table><tr><td>0-1000000</td><td>1-500000</td><td>2-250000</td><td>3-128000</td></tr><tr><td>4-115200</td><td>5-76800</td><td>6-57600</td><td>7-38400</td></tr><tr><td>8-19200</td><td>9-14400</td><td>10-9600</td><td>11-4800</td></tr></table> Modbus-RTU 的取值有所不同 0-7 的代表波特率如下： <table><tr><td>0: 256000</td><td>1:128000</td><td>2:115200</td><td>3:57600</td><td>4:56000</td><td>5:38400</td><td>6:19200</td></tr><tr><td>7:14400</td><td>8:9600</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>							0-1000000	1-500000	2-250000	3-128000	4-115200	5-76800	6-57600	7-38400	8-19200	9-14400	10-9600	11-4800	0: 256000	1:128000	2:115200	3:57600	4:56000	5:38400	6:19200	7:14400	8:9600					
0-1000000	1-500000	2-250000	3-128000																																		
4-115200	5-76800	6-57600	7-38400																																		
8-19200	9-14400	10-9600	11-4800																																		
0: 256000	1:128000	2:115200	3:57600	4:56000	5:38400	6:19200																															
7:14400	8:9600																																				
7	返回延时	250	EPROM	读写	返回延时 1 字节/地址 0x07 最小单位为 2us, 最大可设置返回延时 254*2=508us																																
8	应答状态级别	1	EPROM	读写	应答状态级别 1 字节/地址 0x08 0:除读指令与 PING 指令外, 其它指令不返回应答包 1:对所有指令返回应答包																																
9	最小角度限制	0	EPROM	读写	最小角度限制 2 字节 /地址 0x09 低位字节/地址 0x0A 高位字节 设置运动行程最小值限制取值小于最大角度限制, 多圈绝对位置控制时此值为 0, 单位为最小位置解析精度 360/4096=0.088 度																																
11	最大角度限制	4095	EPROM	读写	最大角度限制 2 字节/地址 0x0B 低位字节/地址 0x0C 高位字节 设置运动行程最大值限制取值大于最小角度限制, 多圈绝对位置控制时此值为 0, 单位为最小位置解析精度 360/4096=0.088 度																																
13	最高温度上限	70	EPROM	读写	最高温度上限 1 字节/地址 0x0D , 如设置为 80 则最高温度为 80 摄氏度, 设置精度为 1 摄氏度																																
14	最高输入电压	254	EPROM	读写	最高输入电压 1 字节/地址 0x0E 最高输入电压如设置为 140 则最高工作电压限制为 14.0V, 设置精度为 0.1V																																
15	最低输入电压	70	EPROM	读写	最低输入电压 1 字节/地址 0x0F , 最低输入电压如设置为 90 则最低工作电压限制为 9.0V, 设置精度为 0.1V																																
16	最大扭矩	1000	EPROM	读写	最大扭矩 2 字节 /地址 0x10 低位字节, 地址 0x11 高位字节 设置舵机的最大输出扭矩限制, 设 1000 = 100% * 堵转扭力 上电赋值给 48 号 (0x30) 地址转矩限制																																
18	相位	44	EPROM	只读	相位 1 字节/地址 0x12 特殊功能设置字节, 用户不能随意修改 否则将出现意想不到的问题																																
19	卸载条件	44	EPROM	读写	卸载条件 1 字节/地址 0x13 <table><tr><td>Bit0</td><td>Bit1</td><td>Bit2</td><td>Bit3</td><td>Bit4</td><td>Bit5</td></tr><tr><td>电压</td><td>传感器</td><td>温度</td><td>电流</td><td>角度</td><td>过载</td></tr></table> 对应位设置 1 为开启相应保护, 对应位设置 0 为关闭相应保护 各个位代表的保护功能需配合： 电压 14 号 (0x0E) 地址最高输入电压，15 号 (0x0F) 地址最低输入电压 温度 13 号 (0x0D) 地址最高温度上限 电流 28 号 (0x1C) 地址保护电流，38 号 (0x26) 地址过流保护时间 过载 34 号 (0x22) 地址保护扭矩，35 号 (0x23) 地址保护时间，36 号 (0x24) 地址过载扭矩，一起设置保护范围							Bit0	Bit1	Bit2	Bit3	Bit4	Bit5	电压	传感器	温度	电流	角度	过载														
Bit0	Bit1	Bit2	Bit3	Bit4	Bit5																																
电压	传感器	温度	电流	角度	过载																																

					或条件才能生效。例如该地址设置为 37, 37 对应二进制码为 0010 0101, 此值设置相应打开电压, 温度、过载三个保护, 因电流保护处于关闭状态, 即使电流保护条件都成立, 电流保护功能也不会启动。												
20	LED 报警条件	45	EPROM	读写	<p>LED 报警条件 1 字节</p> <p>地址 0x14</p> <table border="1"> <tr> <td>Bit0</td><td>Bit1</td><td>Bit2</td><td>Bit3</td><td>Bit4</td><td>Bit5</td></tr> <tr> <td>电压</td><td>传感器</td><td>温度</td><td>电流</td><td>角度</td><td>过载</td></tr> </table> <p>对应位设 1—开启相应错误闪光灯报警, 对应位设 0—关闭相应错误闪光灯报警</p> <p>无错误时设=0—LED 灯关闭不发亮, 无错误时设>0—LED 灯开启灯常亮, 电路没设置 LED 灯则功能启用无效</p>	Bit0	Bit1	Bit2	Bit3	Bit4	Bit5	电压	传感器	温度	电流	角度	过载
Bit0	Bit1	Bit2	Bit3	Bit4	Bit5												
电压	传感器	温度	电流	角度	过载												
21	P 比例系数	32	EPROM	读写	<p>比例系数 1 字节/地址 0x15</p> <p>控制电机的比例系数: 设大此值会增强静锁力但运动生硬; 设小此值会减弱静锁力但运动平滑</p>												
22	D 微分系数	32	EPROM	读写	<p>微分系数 1 字节/地址 0x16</p> <p>控制电机的微分系数: 设大此值会增强刹车力度, 设小此值会减弱刹车力度, 此值设置需与比例系数配合使用</p>												
23	I 积分系数	0	EPROM	读写	<p>积分系数 1 字节/地址 0x17</p> <p>控制电机的积分系数/设置此值可减小静态误差, 值设置越大积分速度越快, 此值设置不合理会有抖动, 非特定场合不建议设此值</p>												
24	最小启动力	0	EPROM	读写	<p>最小启动力 2 字节 /地址 0x18 低位字节, 地址 0x19 高位字节</p> <p>设置输出驱动电机最小占空比, 最大取值为 1000, 单位为 0.1%</p>												
26	顺时针不灵敏区	0	EPROM	读写	<p>顺时针不灵敏区 1 字节/地址 0x1A</p> <p>当前位置 (56) 与目标位置 (42) 差, 小于等于此值电机无输出, 单位为最小位置解析精度, $360/4096=0.088$ 度</p>												
27	逆时针不灵敏区	0	EPROM	读写	<p>逆时针不灵敏区 1 字节/地址 0x1B</p> <p>当前位置 (56) 与目标位置 (42) 差, 小于等于此值电机无输出, 单位为最小位置解析精度 $360/4096=0.088$ 度</p>												
28	保护电流	500	EPROM	读写	<p>保护电流 2 字节/地址 0x1C 低位字节/地址 0x1D 高位字节/启动电流保护计时的阈值</p> <p>当 19 号卸载条件 BIT3 置 1, 电机工作电流超过设置值开始计时, 中间电流需保持大于阈值, 否则计时停止, 当计时时间超过, 38 号地址过流保护时间, 则关闭电机输出, 40 号地址扭矩开关置 0, 重新写入位置更新指令解除保护。单位为 6.26.5mA, 最大可设置电流为 $500 * 6.5mA = 3250mA$</p>												
30	角度分辨率	1	EPROM	读写	<p>角度分辨率 1 字节/地址 0x1E/最小位置解析精度的放大系数, 最大设置为 255.</p> <p>例 1: 当角度分辨率设置为 1, 假设当前位置 (56) 值 0 为 0 度位置, 目标位置 (42) 设 1024 后将转动 90 度.</p> <p>例 2: 当角度分辨率设置为 2, 假设当前位置 (56) 值 0 为 0 度位置, 目标位置 (42) 设 1024 后将转动 180 度.</p> <p>实际转动角度等于: 目标位置 * 角度分辨率 * $360/4096$, 即例 2 $1024 * 2 * 360/4096 = 180$ 度</p> <p>当前位置 (56) 反馈值为: 传感器单圈有效解析值 ($360/4096$), 即默认反馈范围为 0~4095</p>												
31	位置校正	0	EPROM	读写	<p>位置校正 2 字节/地址 0x1F 低位字节, 地址 0x20 高位字节</p> <p>BIT11 为方向位, 表示正负方向, BIT0~10 位表示范围 0~2047 步, 每步为最小位置解析精度 $360/4096=0.088$ 度</p> <p>向 40 号扭矩开关地址写 128, 系统自动较正值存入此地址, 当前位置 (56) 值校正为 2048</p>												
33	运行模式	0	EPROM	读写	<p>运行模式 1 字节, 地址 0x21</p> <p>用来切换舵机工作模式: 0 为位置伺服模式; 1 为电机恒速模式; 电机模式下用 46 号地址运行速度来控制电机速度, BIT15 为方向位 (部分舵机具备 2 模式, 开关电机模式, 用 44 号地址来控制; 3 模式步进电机模式)。</p>												
34	保护扭矩	20	EPROM	读写	<p>保护扭矩 1 字节/地址 0x22</p> <p>过载保护启动后输出的保持扭矩, 当 19 号卸载条件 BIT5 置 1, 电机输出扭矩超过 (36) 过载扭矩, 开始计时, 中间电机输出扭矩需保持大于阈值, 否则计时停止, 当计时时间超过, 35 号地址保护时间, 则电机输出 (34) 保护扭矩, 重新写入与堵转反方向位置指令, 解除保护进入正常伺服控制, 单位为 1%, 如设值 20 则为输出 20%堵转扭矩.</p>												

35	保护时间	200	EPROM	读写	<p>保护时间 1 字节/地址 0x23</p> <p>过载阈值触发后计时的时长。</p> <p>当 19 号卸载条件 BIT5 置 1, 电机输出扭矩超过 (36) 过载扭矩, 开始计时, 中间电机输出扭矩需保持大于阈值, 否则计时停止, 当计时时间超过 35 号地址保护时间, 则电机输出 (34) 保护扭矩, 重新写入与堵转反方向位置指令, 解除保护进入正常伺服控制, 单位为 10ms, 如设值 100 则计时时长为 1000ms</p>
36	过载扭矩	80	EPROM	读写	<p>过载扭矩 1 字节/地址 0x24</p> <p>启动过载保护计时的阈值, 当 19 号卸载条件 BIT5 置 1, 电机输出扭矩超过 (36) 过载扭矩</p> <p>开始计时, 中间电机输出扭矩需保持大于阈值, 否则计时停止, 当计时时间超过, 35 号地址保护时间, 则电机输出 (34) 保护扭矩, 重新写入与堵转反方向位置指令, 解除保护进入正常伺服控制, 单位为 1%, 如设值 80 则过载触发阈值为 800.</p>
30	过流保护时间	200	EPROM	读写	<p>过流保护时间 1 字节/地址 0x26</p> <p>工作电流超保护电流阈值后计时时长, 当 19 号卸载条件 BIT3 置 1, 电机工作电流超过设置值, 开始计时, 中间电流需保持大于阈值, 否则计时停止, 当计时时间超过, 38 号地址过流保护时间, 则关闭电机输出, 40 号地址扭矩开关置 0, 重新写入位置更新指令解除保护, 单位为 10ms, 最大可设置时间为 $255 * 10ms = 2550ms$</p>
40	扭矩开关	1	SRAM	读写	<p>扭矩开关 1 字节/地址 0x28</p> <p>写 0: 关闭扭力输出; 写 1: 打开扭力输出; 写 128: 当前位置 (56) 校正为 2048, 同时扭矩开关自动置 0</p>
41	加速度	0	SRAM	读写	<p>加速度 1 字节/地址 0x29</p> <p>单位 100 步/秒^2, 每步为最小位置解析精度 $360/4096=0.088 \text{ 度}$</p> <p>100 步/秒^2 等同于 $100 * 360/4096=8.789 \text{ 度/秒}^2$</p> <p>如设值为 10, 则速度从 0 开始, 1 秒后速度将变为 1000 步/秒, 加速达到运行速度 (46) 后不增加, 设置此值可平稳运动.</p>
42	目标位置	1505	SRAM	读写	<p>目标位置 2 字节/地址 0x2A 低位字节/地址 0x2B 高位字节</p> <p>BIT15 为方向位, 表示正负方向, BIT0~14 位表示范围 0~30719 步, 每步为最小位置解析精度 $360/4096=0.088 \text{ 度}$. 单圈绝对位置控制方式: 实际转动行程受最小最大角度限制 (9~12); 多圈绝对位置控制: 掉电圈数将不保存</p>
44	运行时间	0	SRAM	读写	<p>地址 0x2C 低位字节/地址 0x2D 高位字节</p> <p>预留地址暂无功能</p>
26	运行速度	2500	SRAM	读写	<p>运行速度 2 字节/地址 0x2E 低位字节/地址 0x2F 高位字节</p> <p>单位时间 (每秒) 内运动的步数, BIT15 为方向位表示正负方向</p> <p>速度单位可选择如下两种:</p> <p>单位 1: $50 \text{ 步/秒} = 0.732 \text{ RPM}$ (默认)</p> <p>单位 2: 步/秒 (需另外配置)</p> <p>每步为最小位置解析精度 $360/4096=0.088 \text{ 度}$</p> <p>响应速度取决于舵机本体最高速度, 如 SM40BL 在 12V 工作电压下, 空载 65RPM / 0.732RPM, 运行速度最大可响应 88, 设置超过此值将响应滞后。</p>
48	转矩限制	1000	SRAM	读写	<p>转矩限制 2 字节/地址 0x30 低位字节/地址 0x31 高位字节</p> <p>输出驱动电机的最大占空比电压, 单位为 0.1%, 取值 0~1000</p> <p>上电初始值会由最大扭矩 (16) 赋值, 用户可程序修改此值, 来控制电机最大扭矩, 应用于最大扭矩限制, 有灵活变动需求场合. (但修改此值, 可能会出现速度变慢的情况, 掉电不保存)</p>
55	锁标志	1	SRAM	读写	<p>锁标志 1 字节/地址 0x37</p> <p>写 0 关闭写入锁, 写入 EPROM 地址的值掉电不丢失; 写 1 打开写入锁, 写入 EPROM 地址的值掉电会丢失</p> <p>在用程序修改 5~38EPROM 地址的值, 如果断电需保存修改值 (如 ID 号), 在修改值前需先将锁标志置 0, 然后再修改 5~38EPROM 地址的值, 修改完成后需将锁标志置 1, 如果断电不需保存则直接修改。</p>



56	当前位置	1000	SRAM	只读	当前位置 2 字节/地址 0x38 低位字节 地址 0x39 高位字节 反馈当前所处位置的绝对步数, 单圈绝对位置反馈, 反馈范围 0-4095 每步为最小位置解析精度 360/4096=0.088 度。												
58	当前速度	0	SRAM	只读	当前速度 2 字节/地址 0x3A 低位字节 地址 0x3B 高位字节 反馈当前电机运动的速度, BIT15 为方向位表示正负方向, 速度单位为 50 步/秒 = 0.732 RPM(默认), 每步为最小位置解析精度 360/4096=0.088 度												
60	当前负载	32		只读	当前负载 2 字节/地址 0x3C 低位字节 地址 0x3D 高位字节 输出驱动电机的当前占空比电压, 单位为 0.1%, 取值 0-1000												
62	当前电压	122		只读	当前电压 1 字节/地址 0x3E 反馈当前舵机工作电压, 反馈精度为 0.1V, 即 120 * 0.1=12V												
63	当前温度	23		只读	当前温度 1 字节/地址 0x3F 反馈当前舵机内部工作温度, 反馈精度为 1 摄氏度												
65	舵机状态	0		只读	舵机状态 1 字节/地址 0x41 反馈当前舵机工作状态 <table><tr><td>Bit0</td><td>Bit1</td><td>Bit2</td><td>Bit3</td><td>Bit4</td><td>Bit5</td></tr><tr><td>电压</td><td>传感器</td><td>温度</td><td>电流</td><td>角度</td><td>过载</td></tr></table> 舵机发生各种错误后, 对应位将会被置 1, 舵机在返回应答包时, 将会加入此字节状态值到应答包中。	Bit0	Bit1	Bit2	Bit3	Bit4	Bit5	电压	传感器	温度	电流	角度	过载
Bit0	Bit1	Bit2	Bit3	Bit4	Bit5												
电压	传感器	温度	电流	角度	过载												
66	移动标志	0		只读	移动标志 1 字节/地址 0x42 舵机运动时标志为 1, 舵机停止运动时为 0												
69	当前电流	1		只读	当前电流 2 字节/地址 0x45 低位字节, 地址 0x46 高位字节 反馈当前工作电流值, 单位为 6.26.5mA, 最大可反馈电流为 500 * 6.5mA= 3250mA												

编辑：章国华 日期：2022/6/17