

RMD-S 电机驱动系统使用说明

免责声明

感谢您购买光毓机电 RMD-S 系列电机驱动系统。在使用之前，请仔细阅读本声明，一旦使用，即被视为对本声明全部内容的认可和接受。请严格遵守手册、产品说明和相关的法律法规、政策、准则安装和使用该产品。在使用产品过程中，用户承诺对自己的行为及因此而产生的所有后果负责。因用户不当使用、安装、改装造成的任何损失，光毓机电将不承担法律责任。

光毓机电是上海光毓机电（上海）有限公司及其关联公司的商标。本文出现的产品名称、品牌等，均为其所属公司的商标或注册商标。

本产品及手册为光毓机电版权所有。未经许可，不得以任何形式复制翻印。关于免责声明的最终解释权，归光毓机电所有。

简介

RMD-S 电机驱动系统采用 32-bit 高性能 MCU，结合优化版本的 FOC 控制技术，搭配光毓机电 DM 系列高性能无刷电机，专为高精度、高响应、大扭矩应用场景打造。电机与驱动的一体化设计，方便用户系统整合。驱动集成高精度绝对值编码器，配合简单易用的双闭环控制算法，大幅度提高了位置、速度反馈与力矩输出的精度。

1. 总线

总线类型：RS485

总线接口芯片：MAX3485

总线接口电平：TTL 3.3V

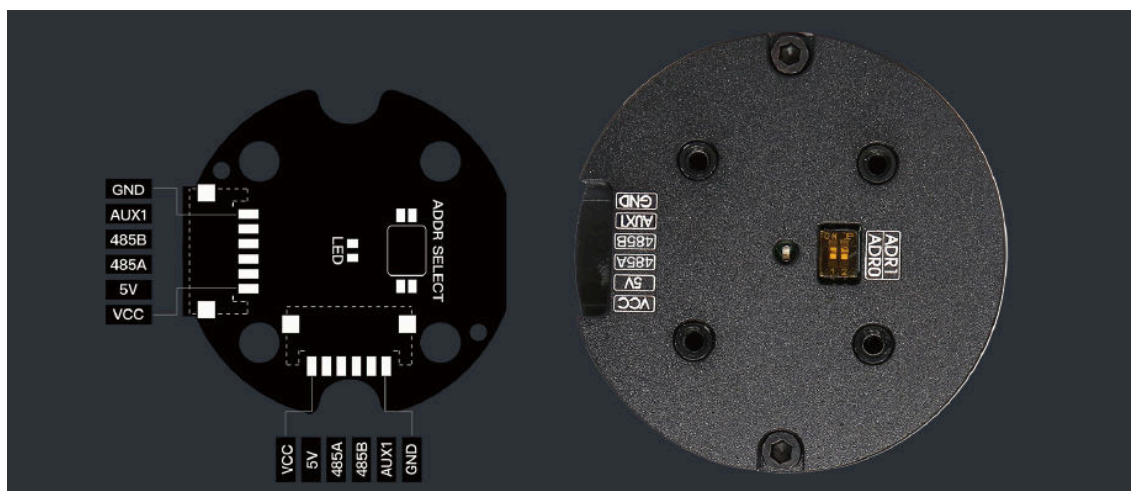
波特率：9600, 19200, 57600, 115200(默认)

数据位：8

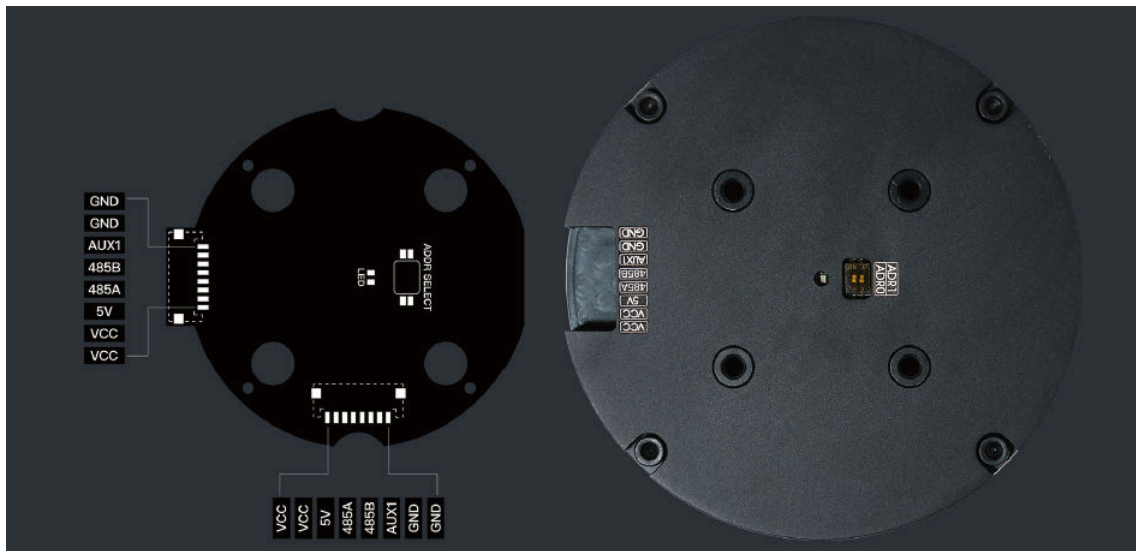
奇偶校验：无

停止位：1

2. 驱动接口



40/50 电机 ;接插件 ZH1.5

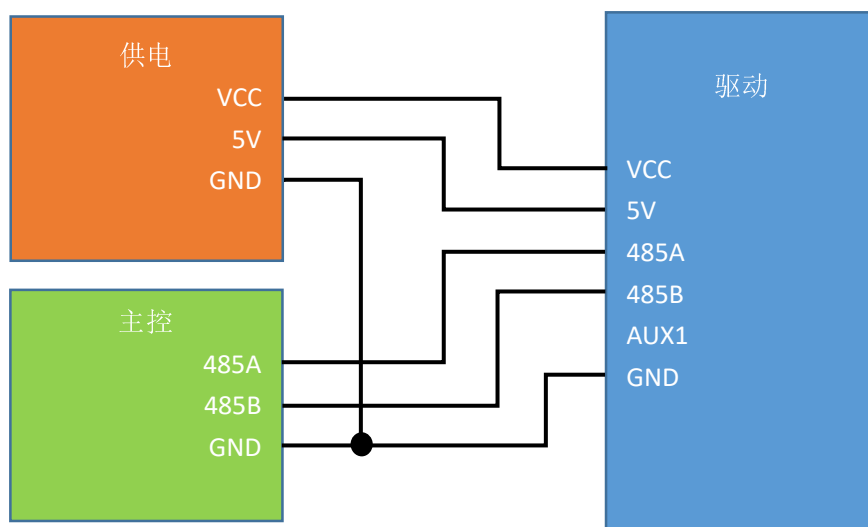


70/90 电机 ;接插件 ZH1.5

接口	说明
GND	电源地
AUX1	无连接
485B	RS485-B
485A	RS485-A
5V	控制及总线电路供电，范围 4.2~8.4V
VCC	驱动电路供电，40/50 范围 7.4~20V；70/90 范围 7.4~32V

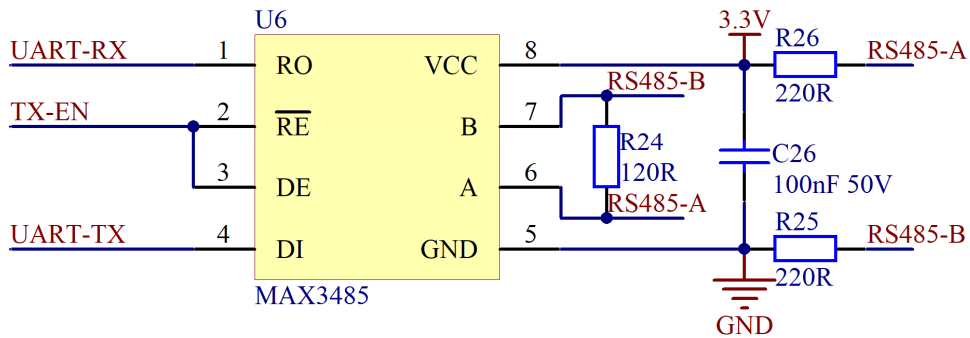
3. 线路连接

控制电路连接如下图所示：



如果使用 MCU 控制，推荐的主控电路如下，主控 A、B 端建议分别使用 220R 电阻上拉，防止整个总线在都处于接收状态时因电平不确定导致收发异常。其中 TX-EN 作为发送控制端口，发送命令前置高，使能发送，命令发送完成后需要拉低以放开总线，接收驱动回复数据

RS485

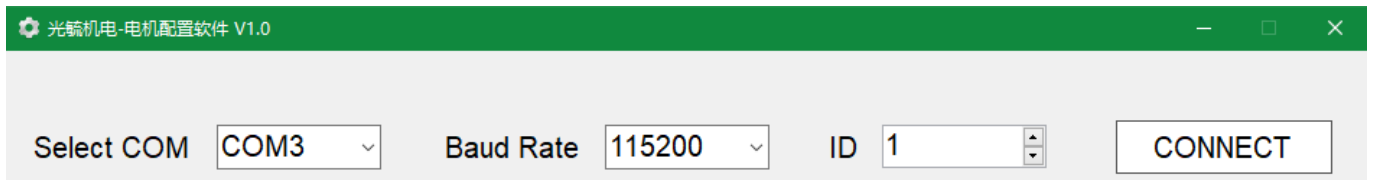


4. 设定

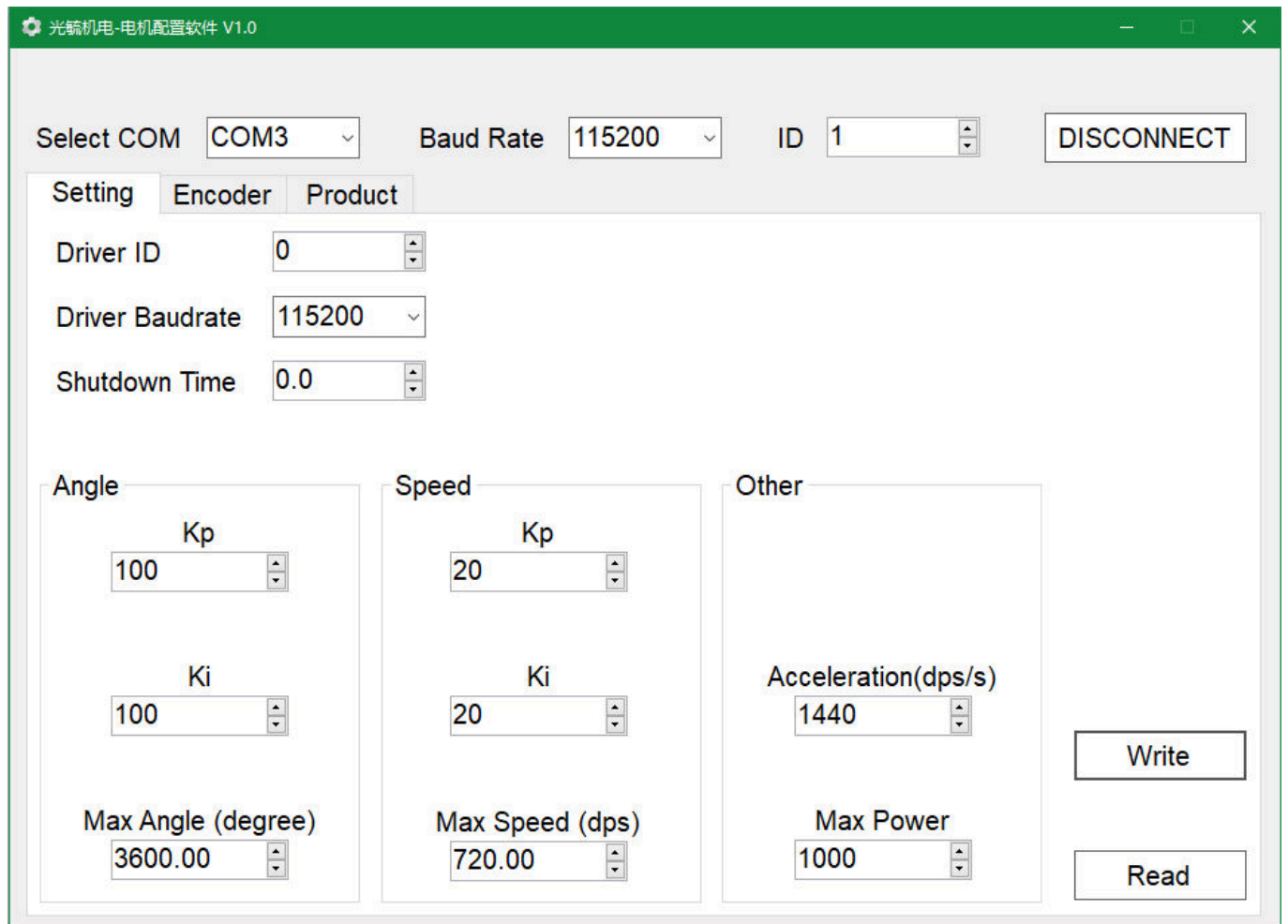
- 上位机连接

电机驱动和上位机之间可以通过 USB 转 RS485 模块连接。

电机驱动出厂时默认波特率为 115200，默认 ID 由拨码开关设定，一般为 1，因此，上位机连接前的设置如下（其中 COM 根据实际情况选择），点击 CONNECT 按钮后，连接设备。



- 基础设定，在 Setting 页面中，点击 Read 按钮读取电机和编码器信息



- ✓ **Driver ID:** 设置驱动 ID 号。设置为 0 时，ID 由拨码开关选择，两者对应关系如下表：

开关 1	开关 2	ID
OFF	OFF	#1
ON	OFF	#2
OFF	ON	#3
ON	ON	#4

设置为 1~32 时，ID 由该设定项确定。注意在设置完成后新的 ID 需要重新上电才能生效。

- ✓ **Driver Baudrate:** 设置驱动的波特率。注意在设置完成后新的波特率需要重新上电才能生效。
- ✓ **Shutdown Time:** 设置电机的关闭时间。在该时间内没有收到控制命令，电机将关闭；设置为 0 时，电机始终不会关闭。注意在设置完成后新的关闭时间需要重新上电才能生效。
- ✓ **Angle:** 角度环控制参数。Kp 和 Ki 修改角度环的 PI 参数，Max Angle 用于限制电机的最大转动角度，例如设置为 3600 时，电机的最大转动角度为 $\pm 3600^\circ$ ，即正反 10 圈。
- ✓ **Speed:** 速度环控制参数。Kp 和 Ki 修改速度环的 PI 参数，Max Speed 用于限制电机的最大转动速度，例如设置为 720 时，电机的最大转动角速度为 $\pm 720^\circ / S$ ，即每秒 2 圈。
- ✓ **Other:** Acceleration 限制了电机的最大加速度；Max Power 限制了最终输出到电机的功率。

注意：

1. 加速度 Acceleration 选项在当前版本驱动中没有生效，电机的实际加速度取决于 PI 参数、电机负载和驱动电压等。
2. 参数修改后，点击 Write 按钮才能将参数保存到驱动中。

- 编码器设定，在 Encoder 页面中，点击 Read 按钮读取电机和编码器信息

The screenshot shows the 'Encoder' configuration page in the '光轴机电-电机配置软件 V1.0' software. The interface includes the following elements:

- Top Bar:** Select COM (COM3), Baud Rate (115200), ID (1), and a DISCONNECT button.
- Setting Tabs:** Setting, Encoder (selected), Product.
- Motor Poles:** 28 (dropdown menu).
- Encoder Type:** AS5600 (text input).
- Motor/Encoder Ratio:** 989 (text input).
- Motor/Encoder Offset:** 420 (text input).
- Motor/Encoder Direction:** Normal (text input).
- Motor/Encoder Align Power:** 150 (dropdown menu) and an Align button.
- Motor Zero Position:** 0 (text input) and a Set button.
- Buttons:** Write and Read buttons are located at the bottom right.

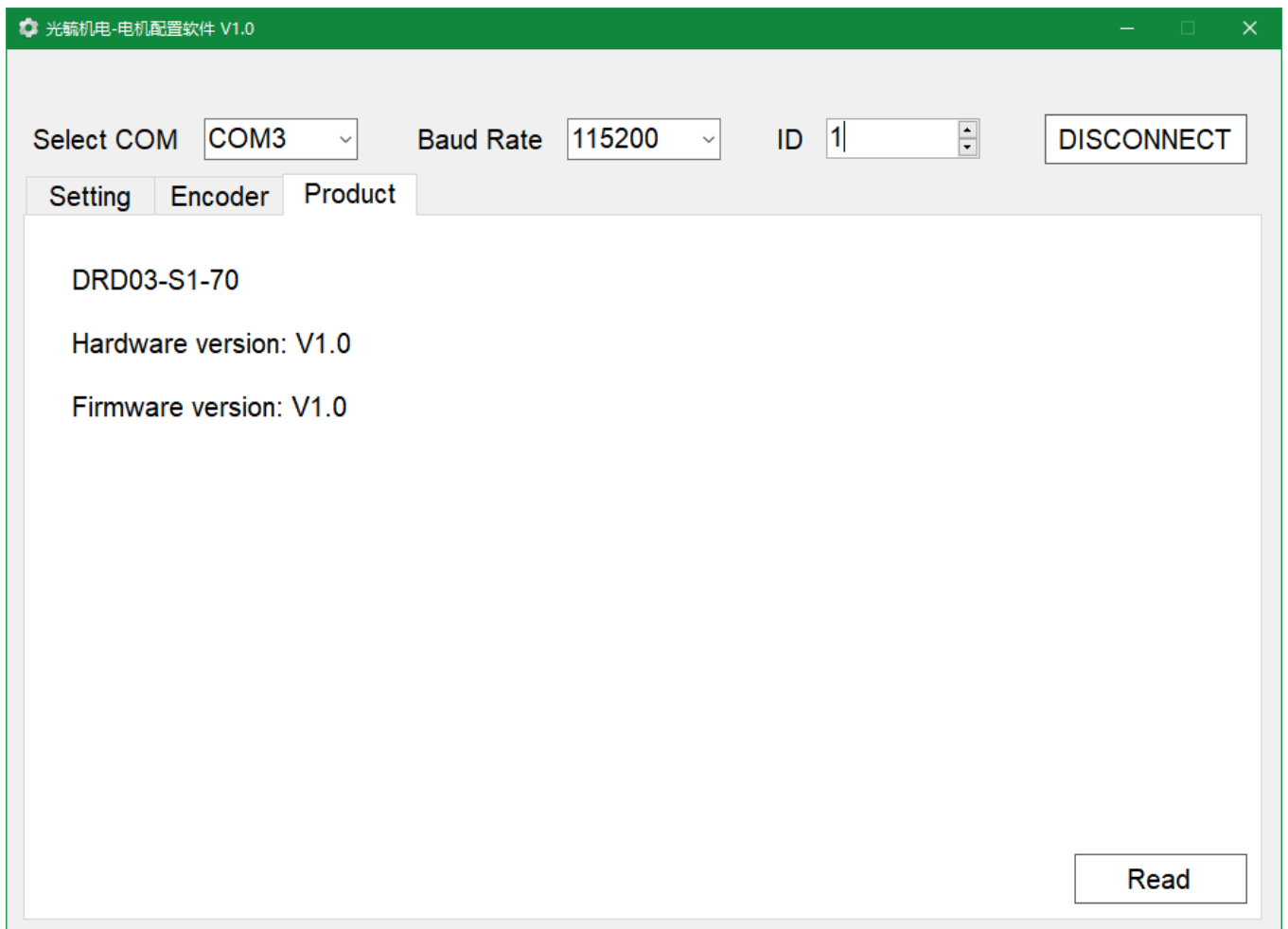
- ✓ **Motor Poles:** 设置电机的磁极数，一般出厂前都会设置好。

- ✓ **Encoder Type:** 编码器型号，该参数为只读参数。
- ✓ **Motor/Encoder Ratio:** 电机和编码器校准的比值，该参数为只读参数，一般在 1000 左右，越接近 1000 说明校准效果越好。
- ✓ **Motor/Encoder Offset:** 电机和编码器校准的 0 偏，该参数为只读参数，一般对电机驱动性能没有影响。
- ✓ **Motor/Encoder Direction:** 电机和编码器校准的方向，该参数为只读参数，一般对电机驱动性能没有影响。
- ✓ **Motor/Encoder Align Power:** 电机和编码器校准功率，一般使用默认参数即可，在负载较大时可适当加大以提高校准的效果。
- ✓ **Align 按钮:** 开始电机和编码器的校准。在该步骤前，需要保证电机的磁极数设置正确并选取适当的校准功率。点击 **Align** 按钮后，电机将往返转动以执行校准，校准完成后参数会自动保存到驱动中。
- ✓ **Motor Zero Position:** 电机起始位置，点击 **Set** 按钮后驱动将保存当前位置作为电机起始位置。

注意：

1. 电机和编码器的校准最好在电机空载情况下执行，如果在校准转动的过程中电机转动不顺畅，请检查电机故障或者机械摩擦。
2. 参数修改后，点击 **Write** 按钮才能将参数保存到驱动中。

- 产品信息，在 **Product** 页面中，点击 **Read** 按钮读取产品的硬件和软件版本



5. 控制命令

同一总线上共可以挂载多达 32（视总线负载情况而定）个驱动，为了防止总线冲突，每个驱动需要设置不同的 ID，具体可参考上一节中的基础设定。

主控向驱动发送控制命令，对应 ID 的驱动接收到命令后解析数据，根据命令类型选择控制方式（角度闭环、速度闭环、开环），并在一段时间后（0.5ms 内）向主控发送回复命令。

每条控制命令都是由 2 部分组成：帧头 + 数据，具体说明如下：

	数据描述	数据长度	
帧命令	头字节	1	帧头识别, 0x3E
	命令字节	1	CMD
	ID 字节	1	1~4
	数据长度字节	1	描述数据长度 0~60
	帧头校验字节	1	Header checkSum
帧数据	数据	0~60	命令附带的数据流
	数据校验字节	0 或 1	Data checkSum

目前 RMD-S 驱动电机支持的控制命令如下：

- 读取编码器命令，该命令不会改变电机当前状态，命令总长度：5byte

		说明	备注
1	头字节	0x3E	
2	命令字节	0x90	CMD
3	ID 字节	0x01~0x20	#1~#32
4	数据长度字节	0x00	
5	帧头校验字节	1~4 字节校验和	

例如，主机向 1#驱动发送读取编码器的命令如下(HEX)

3E 90 01 00 CF

驱动回复，数据长度：8byte

		说明	备注
1	头字节	0x3E	
2	命令字节	0x90	CMD
3	ID 字节	0x01~0x20	#1~#32
4	数据长度字节	0x02	
5	帧头校验字节	1~4 字节校验和	
6	编码器数据低字节	=(int8_t *)&encoder	编码器数据为为 16bit 整形数据，数据范围和编码器精度相关，一般为 0~4095（12bit）
7	编码器数据高字节	=((int8_t *)&encoder)+1	
8	数据校验字节	6~7 字节的校验和	

例如，1#驱动在收到读取编码器命令后回复的数据如下(HEX)

3E 90 01 02 D1 CF 0F DE

- 开环控制命令，该命令中包含一个控制参数（电机 POWER），命令总长度：8byte

		说明	备注
1	头字节	0x3E	
2	命令字节	0xA0	CMD
3	ID 字节	0x01~0x20	#1~#32
4	数据长度字节	0x02	
5	帧头校验字节	1~4 字节校验和	
6	电机 power 低字节	=(int8_t *)&power	电机 power 代表了输出到电机的堵转扭矩比例（实际扭矩因电机和驱动电压而异），为 16bit 整形数据，范围-850~ +850。电机转动方向由 POWER 值的符号
7	电机 power 高字节	=((int8_t *)&power)+1	

			决定。
8	数据校验字节	6~7 字节的校验和	

例如，主机向 1#驱动发送开环控制 POWER 值为 256 的命令如下(HEX)

3E A0 01 02 E1 00 01 01

主机向 1#驱动发送开环控制 POWER 值为 512 的命令如下(HEX)

3E A0 01 02 E1 00 02 02

驱动回复，数据长度：8byte

		说明	备注
1	头字节	0x3E	
2	命令字节	0xA0	CMD
3	ID 字节	0x01~0x20	#1~#32
4	数据长度字节	0x02	
5	帧头校验字节	1~4 字节校验和	
6	编码器数据低字节	=(int8_t *)&encoder	编码器数据为 16bit 整形数据，数据范围和编码器精度相关，一般为 0~4095 (12bit)
7	编码器数据高字节	=((int8_t *)&encoder)+1	
8	数据校验字节	6~7 字节的校验和	

例如，驱动在收到开环控制数据后回复的命令如下(HEX)

3E A0 01 02 E1 E8 03 EB

- 速度闭环控制，命令中包含一个控制参数，此参数定义了电机的运行速度，命令总长度：10byte

		说明	备注
1	头字节	0x3E	
2	命令字节	0xA2	CMD
3	ID 字节	0x01~0x20	#1~#32
4	数据长度字节	0x04	
5	帧头校验字节	1~4 字节校验和	
6	电机速度低字节	=(int8_t *)&speed	电机 speed 代表了电机转动角速度，为 32bit 整形数据，实际速度比值 0.01dps/LSB，即 36000 代表 360dps。电机转动方向由速度值的符号决定。
7	电机速度	=((int8_t *)&speed)+1	
8	电机速度	=((int8_t *)&speed)+2	
9	电机速度高字节	=((int8_t *)&speed)+3	
10	数据校验字节	6~9 字节的校验和	

例如，主机向 1#驱动发送角速度为 720dps 的命令如下(HEX)

3E A2 01 04 E5 40 19 01 00 5A

主机向 1#驱动发送角速度为 360dps 的命令如下(HEX)

3E A2 01 04 E5 A0 8C 00 00 2C

主机向 1#驱动发送角速度为 180dps 的命令如下(HEX)

3E A2 01 04 E5 50 46 00 00 96

主机向 1#驱动发送角速度为 90dps 的命令如下(HEX)

3E A2 01 04 E5 28 23 00 00 4B

主机向 1#驱动发送角速度为 0dps 的命令如下(HEX)

3E A2 01 04 E5 00 00 00 00 00

主机向 1#驱动发送角速度为-90dps 的命令如下(HEX)

3E A2 01 04 E5 D8 DC FF FF B2

驱动回复，数据长度：8byte

		说明	备注
1	头字节	0x3E	
2	命令字节	0xA2	CMD
3	ID 字节	0x01~0x20	#1~#32
4	数据长度字节	0x02	
5	帧头校验字节	1~4 字节校验和	
6	编码器数据低字节	$*(int8_t *)(&encoder)$	编码器数据为为 16bit 整形数据，数据范围和编码器精度相关，一般为 0~4095（12bit）
7	编码器数据高字节	$*((int8_t *)(&encoder)+1)$	
8	数据校验字节	6~7 字节的校验和	

例如，驱动在收到速度闭环控制数据后回复的命令如下(HEX):

3E A2 01 02 E3 E8 03 EB

- **位置闭环控制 1**，命令中包含一个控制参数，此参数定义了电机的目标位置（多圈角度累计值），该模式下的电机转动的最大速度由设定值中的 Max Speed 决定，命令总长度：14byte

		说明	备注
1	头字节	0x3E	
2	命令字节	0xA3	CMD
3	ID 字节	0x01~0x20	#1~#32
4	数据长度字节	0x08	
5	帧头校验字节	1~4 字节校验和	
6	电机位置低字节	$*(int8_t *)(&angle)$	电机 angle 代表了电机转动角度，为 64bit 整形数据，实际角度比值 0.01degree/LSB，即 36000 代表 360°。电机转动方向由目标位置和当前位置的差值决定。注意电机最大控制角度由设定项中的 MAX_ANGLE 限制
7	电机位置	$*((int8_t *)(&angle)+1)$	
8	电机位置	$*((int8_t *)(&angle)+2)$	
9	电机位置	$*((int8_t *)(&angle)+3)$	
10	电机位置	$*((int8_t *)(&angle)+4)$	
11	电机位置	$*((int8_t *)(&angle)+5)$	
12	电机位置	$*((int8_t *)(&angle)+6)$	
13	电机位置高字节	$*((int8_t *)(&angle)+7)$	
14	数据校验字节	6~13 字节的校验和	

例如，主机向 1#驱动发送角度为 360° 的命令如下(HEX)

3E A3 01 08 EA A0 8C 00 00 00 00 00 00 2C

主机向 1#驱动发送角度为 180° 的命令如下(HEX)

3E A3 01 08 EA 50 46 00 00 00 00 00 00 96

主机向 1#驱动发送角度为-180° 的命令如下(HEX)

3E A3 01 08 EA B0 B9 FF FF FF FF FF 63

主机向 1#驱动发送角度为 90° 的命令如下(HEX)

3E A3 01 08 EA 28 23 00 00 00 00 00 00 4B

主机向 1#驱动发送角度为 0° 的命令如下(HEX)

3E A3 01 08 EA 00 00 00 00 00 00 00 00 00

驱动回复，数据长度：8byte

		说明	备注
1	头字节	0x3E	
2	命令字节	0xA3	CMD
3	ID 字节	0x01~0x20	#1~#32
4	数据长度字节	0x02	
5	帧头校验字节	1~4 字节校验和	

6	编码器数据低字节	=*(int8_t *)&encoder)	编码器数据为为 16bit 整形数据，数据范围和编码器精度相关，一般为 0~4095（12bit）
7	编码器数据高字节	=*((int8_t *)&encoder)+1)	
8	数据校验字节	6~7 字节的校验和	

例如，驱动在收到位置闭环控制数据后回复的命令如下(HEX):

3E A3 01 02 E4 E8 03 EB

- **位置闭环控制 2**，命令中包含 2 个控制参数，两个参数分别定义了电机的目标位置（多圈角度累计值）和到达此目标位置过程中电机转动的最大速度，命令总长度：**18byte**

		说明	备注
1	头字节	0x3E	
2	命令字节	0xA4	CMD
3	ID 字节	0x01~0x20	#1~#32
4	数据长度字节	0x0C	
5	帧头校验字节	1~4 字节校验和	
6	电机位置低字节	=*(int8_t *)&angle)	电机 angle 代表了电机转动角度，为 64bit 整形数据，实际角度比值 0.01degree/LSB，即 36000 代表 360°。电机转动方向由目标位置和当前位置的差值决定。注意电机最大控制角度由设定项中的 MAX_ANGLE 限制
7	电机位置	=*((int8_t *)&angle)+1)	
8	电机位置	=*((int8_t *)&angle)+2)	
9	电机位置	=*((int8_t *)&angle)+3)	
10	电机位置	=*((int8_t *)&angle)+4)	
11	电机位置	=*((int8_t *)&angle)+5)	
12	电机位置	=*((int8_t *)&angle)+6)	
13	电机位置高字节	=*((int8_t *)&angle)+7)	
14	电机速度低字节	=*(int8_t *)&speed)	电机 speed 代表了电机转动角速度，为 32bit 整形数据，实际速度比值 0.01dps/LSB, 即 36000 代表 360dps, 速度符号无效
15	电机速度	=*((int8_t *)&speed)+1)	
16	电机速度	=*((int8_t *)&speed)+2)	
17	电机速度高字节	=*((int8_t *)&speed)+3)	
18	数据校验字节	6~17 字节的校验和	

例如，主机向 1#驱动发送角度为 360°，速度为 90dps 的命令如下(HEX)

3E A4 01 0C EF A0 8C 00 00 00 00 00 00 28 23 00 00 77

主机向 1#驱动发送角度为 180°，速度为 90dps 的命令如下(HEX)

3E A4 01 0C EF 50 46 00 00 00 00 00 00 28 23 00 00 E1

主机向 1#驱动发送角度为 90°，速度为 90dps 的命令如下(HEX)

3E A4 01 0C EF 28 23 00 00 00 00 00 00 28 23 00 00 96

主机向 1#驱动发送角度为 0°，速度为 90dps 的命令如下(HEX)

3E A4 01 0C EF 00 00 00 00 00 00 00 00 28 23 00 00 4B

驱动回复，数据长度：**8byte**

		说明	备注
1	头字节	0x3E	
2	命令字节	0xA4	CMD
3	ID 字节	0x01~0x20	#1~#32
4	数据长度字节	0x02	
5	帧头校验字节	1~4 字节校验和	
6	编码器数据低字节	=*(int8_t *)&encoder)	编码器数据为为 16bit 整形数据，数据范围和编码器精度相关，一般为 0~4095（12bit）
7	编码器数据高字节	=*((int8_t *)&encoder)+1)	
8	数据校验字节	6~7 字节的校验和	

例如，驱动在收到位置闭环控制数据后回复的命令如下(HEX):

3E A4 01 02 E5 E8 03 EB

- **位置闭环控制 3**，命令中包含 2 个控制参数，分别定义了电机的转动方向和目标位置（单圈角度值），该模式下的电机转动的最大速度由设定值中的 Max Speed 决定，命令总长度：10byte

		说明	备注
1	头字节	0x3E	
2	命令字节	0xA5	CMD
3	ID 字节	0x01~0x20	#1~#32
4	数据长度字节	0x08	
5	帧头校验字节	1~4 字节校验和	
6	转动方向字节	0x00 或 0x01	0 表示顺时针，1 表示逆时针
7	电机位置低字节	=\$((uint8_t *)&angle)	电机 angle 代表了电机转动角度，为 32bit 无符号整形数据，实际角度比值 0.01degree/LSB，数据范围为 0~35999，代表角度范围 0° 到 359.99°
8	电机位置	=\$((uint8_t *)&angle)+1)	
9	电机位置高字节	=\$((uint8_t *)&angle)+2)	
10	数据校验字节	6~9 字节的校验和	

例如，主机向 1#驱动发送角度为 315° 顺时针转动的命令如下(HEX)

3E A5 01 04 E8 00 0C 7B 00 87

主机向 1#驱动发送角度为 180° 顺时针转动的命令如下(HEX)

3E A5 01 04 E8 00 50 46 00 96

主机向 1#驱动发送角度为 90° 顺时针转动的命令如下(HEX)

3E A5 01 04 E8 00 28 23 00 4B

主机向 1#驱动发送角度为 315° 逆时针转动的命令如下(HEX)

3E A5 01 04 E8 01 0C 7B 00 88

主机向 1#驱动发送角度为 180° 逆时针转动的命令如下(HEX)

3E A5 01 04 E8 01 50 46 00 97

主机向 1#驱动发送角度为 90° 逆时针转动的命令如下(HEX)

3E A5 01 04 E8 01 28 23 00 4C

驱动回复，命令总长度：8byte

		说明	备注
1	头字节	0x3E	
2	命令字节	0xA5	CMD
3	ID 字节	0x01~0x20	#1~#32
4	数据长度字节	0x02	
5	帧头校验字节	1~4 字节校验和	
6	编码器数据低字节	=\$((int8_t *)&encoder)	编码器数据为为 16bit 整形数据，数据范围和编码器精度相关，一般为 0~4095（12bit）
7	编码器数据高字节	=\$((int8_t *)&encoder)+1)	
8	数据校验字节	6~7 字节的校验和	

例如，1#驱动在收到位置闭环控制数据后回复的命令如下(HEX):

3E A5 01 02 E6 00 0A 0A

- **位置闭环控制 4**，命令中包含 3 个控制参数，分别定义了电机的转动方向、目标位置（单圈角度值）和到达此目标位置过程中电机转动的最大速度，命令总长度：14byte

		说明	备注

1	头字节	0x3E	
2	命令字节	0xA6	CMD
3	ID 字节	0x01~0x20	#1~#32
4	数据长度字节	0x0C	
5	帧头校验字节	1~4 字节校验和	
6	转动方向字节	0x00 或 0x01	0 表示顺时针，1 表示逆时针
7	电机位置低字节	=*(uint8_t *)&angle)	电机 angle 代表了电机转动角度，为 32bit 无符号整形数据，实际角度比值 0.01degree/LSB，数据范围为 0~35999，代表角度范围 0° 到 359.99°
8	电机位置	=*((uint8_t *)&angle)+1)	
9	电机位置高字节	=*((uint8_t *)&angle)+2)	
10	电机速度低字节	=*(int8_t *)&speed)	电机 speed 代表了电机转动角速度，为 32bit 整形数据，实际速度比值 0.01dps/LSB，即 36000 代表 360dps，速度符号无效
11	电机速度	=*((int8_t *)&speed)+1)	
12	电机速度	=*((int8_t *)&speed)+2)	
13	电机速度高字节	=*((int8_t *)&speed)+3)	
14	数据校验字节	6~13 字节的校验和	

例如，主机向 1#驱动发送角度为 180°，顺时针转动，速度为 10dps 的命令如下(HEX)

3E A6 01 08 ED 00 50 46 00 E8 03 00 00 81

主机向 1#驱动发送角度为 90°，顺时针转动，速度为 90dps 的命令如下(HEX)

3E A6 01 08 ED 00 28 23 00 28 23 00 00 96

主机向 1#驱动发送角度为 315°，逆时针转动，速度为 180dps 的命令如下(HEX)

3E A6 01 08 ED 01 0C 7B 00 50 46 00 00 1E

主机向 1#驱动发送角度为 45°，逆时针转动，速度为 45dps 的命令如下(HEX)

3E A6 01 08 ED 01 94 11 00 94 11 00 00 4B

驱动回复，命令总长度：8byte

		说明	备注
1	头字节	0x3E	
2	命令字节	0xA6	CMD
3	ID 字节	0x01~0x20	#1~#32
4	数据长度字节	0x02	
5	帧头校验字节	1~4 字节校验和	
6	编码器数据低字节	=*(int8_t *)&encoder)	编码器数据为为 16bit 整形数据，数据范围和编码器精度相关，一般为 0~4095 (12bit)
7	编码器数据高字节	=*((int8_t *)&encoder)+1)	
8	数据校验字节	6~7 字节的校验和	

例如，1#驱动在收到位置闭环控制数据后回复的命令如下(HEX):

3E A6 01 02 E7 00 0A 0A