

MD60ST400

MD60ST400 一体化关节电机

产品说明书

Version: 1V0 | 60mm法兰 / 400W / 一体化伺服电机

1 简介

1.1 功能说明

MD系列电机是一款集成了伺服驱动器和编码器的一体化关节电机。
可以实现力矩控制、速度控制、位置控制等功能。

1.2 产品特性

低噪音，低振动，高速定位，高可靠性

采用STM32G431系列主控

板载MT6835磁编

SVPWM 磁场定向矢量控制，支持位置/速度/力矩闭环

电流环控制频率24KHz，速度环控制频率4KHz，位置环控制频率1KHz

供电电压24V~48V

额定电流10A，峰值电流30A

Modbus RTU 通信（38400，8,N,1）

CAN通讯（SDO，PDO）

具有欠压、过压、堵转、过热保护等功能

参数	说明
输入电压	24~48VDC 24V输入时电机最大转速减半，极限输入电压12~55VDC
输入电流	0.1A~20A 取决于电机实际运行工况
额定电流	10Arms S3工作制
峰值电流	30Ap
编码器接口	板载磁编芯片
驱动器控制接口	1、RS485（Modbus RTU） 非隔离 2、CAN
额定功率	400W S3工作制
额定电压	48V
额定扭矩	1.27Nm
峰值扭矩	2.54Nm
额定转速	3000rpm
使用温度	0°C~40°C

2.1 接口说明

驱动器接口包含电源接口、RS485通讯接口、CAN通讯接口及编码器接口，详见产品外形尺寸图。

详细接口定义请参考产品外形尺寸图及相关技术文档。

2.2 外形尺寸

外形尺寸图请参见随附的尺寸图文件：MD60ST400_尺寸图.pdf

详细外形尺寸数据请参考随附的CAD图纸及PDF尺寸图。

3 使用说明

3.1 使用步骤

初次使用或更改电机参数时，请按照以下步骤进行：

- 1 连接电源线（注意正负极和输入电压范围）
- 2 连接 RS485 通讯接口
- 3 上电
- 4 打开上位机，配置串口参数（RS485默认波特率为38400），并打开串口
- 5 确定工作模式，点击使能

3.2 上位机

暂只支持RS485，故需要一个 USB 转RS485 模块。上位机主要有两个功能：设置参数和调试。

上位机界面左上角为串口基本设置，包括串口号、波特率以及打开/关闭按钮。可以点击"搜索端口"按钮，搜索出设备可用的端口。波特率列表支持5种不同的波特率，为确保通讯可靠性，最高限制到230400bps，驱动器默认初始波特率为38400bps。

当站号设置为255时，可以和任何站号的驱动器连接，驱动器默认站号为1。打开完成后，左下角状态条变成绿色，并提示"刷新中..."，这时驱动器的数据已经实时更新到软件界面中。

3.3 设置电机参数

一体机出厂时已经配置好了，不需要配置。

电机型号：自己设置电机参数时，把电机型号设置为0

反馈类型：0：无编码器 1：增量式编码器 4：多摩川通讯式编码器 8：板载编码器芯片

编码器分辨率：如果是增量式编码器应该设置成"线数×4"（1000线编码器设置为4000）

电机极对数：根据电机实际极对数设置

励磁模式：0：电机抖动几下找磁场位置（增量式编码器需要用这个模式） 1：通讯式编码器根据单圈绝对位置找磁场位置

励磁电流：抖动找磁场位置时的电流，一般设置为电机额定电流

编码器方向：可以设置为-1或1，和编码器实际安装方向有关

速度方向：可以设置为-1或1，若使能找完磁场位置后电机以最快速度往一个方向运行，则把这个参数设置为相反的值

3.4 配置编码器零位偏移

一体机出厂时已经配置好了，不需要配置。

1 设置完电机参数后，把励磁模式改成"0"，工作模式改成"2"，保存参数，重启

2 点击"使能"，这时电机抖动几下找励磁位置，完成后，电机参数设置框里面的"编码器偏移"会更新出一个偏移数值。设置一个目标速度，看电机能不能正常运行，能正常运行的话，说明电机参数设置及编码器偏移数据无误

3 点击去使能，把励磁模式改成"1"，保存参数，重启。前面自动更新的"编码器偏移"值被保存到驱动器中

3 工作模式

驱动器支持多种工作模式，通过Modbus地址60或CAN对象0x6060进行设置：

模式值	模式名称	说明
0	开环拖动	内部使用
1	轨迹位置模式	电流环+速度环+位置环，带加减速规划
2	速度模式	电流环+速度环
3	轨迹速度模式	电流环+速度环+位置环，带加减速规划
4	力矩模式	电流环
7	位置模式	电流环+速度环+位置环

速度模式（工作模式2）

速度模式运行时电流环和速度环起作用。

相关参数变量：

参数	地址	说明	读写
实时电流	40	驱动器输出的q轴电流，单位是0.001A	只读
实际速度	42	电机实时速度，单位0.001转/秒	只读
实际位置	44	电机实际位置，单位是count	只读
错误状态	50	Bit1/3/4/5/6/8/9/10/11/12 各错误位	只读
工作模式	60	0/1/2/3/4/7	读写/存储
控制字	62	6：松轴 / F：锁轴 / 86：清错	读写/存储
目标速度	66	目标速度，单位0.001转/秒，生效工作模式：2、3	读写/存储

轨迹速度模式（工作模式3）

轨迹速度模式运行时电流环、速度环、位置环都起作用，且带有加减速规划。

相关参数变量：

参数	地址	说明	读写
实时电流	40	驱动器输出的q轴电流，单位是0.001A	只读
实际速度	42	电机实时速度，单位0.001转/秒	只读
实际位置	44	电机实际位置，单位是count	只读
错误状态	50	Bit1/3/4/5/6/8/9/10/11/12 各错误位	只读
工作模式	60	0/1/2/3/4/7	读写/存储
控制字	62	6：松轴 / F：锁轴 / 86：清错	读写/存储
目标速度	66	目标速度，单位0.001转/秒，生效工作模式：2、3	读写/存储
轨迹加速度	224	轨迹模式运行时的加速度，单位0.001转/秒/秒，生效工作模式：1、3	读写/存储
轨迹减速度	226	轨迹模式运行时的减速度，单位0.001转/秒/秒，生效工作模式：1、3	读写/存储

位置模式（工作模式7）

位置模式运行时电流环、速度环、位置环都起作用。

相关参数变量：

参数	地址	说明	读写
实时电流	40	驱动器输出的q轴电流，单位是0.001A	只读
实际速度	42	电机实时速度，单位0.001转/秒	只读
实际位置	44	电机实际位置，单位是count	只读
错误状态	50	Bit1/3/4/5/6/8/9/10/11/12 各错误位	只读
工作模式	60	0/1/2/3/4/7	读写/存储
控制字	62	6：松轴 / F：锁轴 / 86：清错	读写/存储
目标位置	68	目标位置，单位count，生效工作模式：1、7	读写/存储

轨迹位置模式（工作模式1）

轨迹位置模式运行时电流环、速度环、位置环都起作用，且带有加减速规划。

相关参数变量：

参数	地址	说明	读写
实时电流	40	驱动器输出的q轴电流，单位是0.001A	只读
实际速度	42	电机实时速度，单位0.001转/秒	只读
实际位置	44	电机实际位置，单位是count	只读
错误状态	50	Bit1/3/4/5/6/8/9/10/11/12 各错误位	只读
工作模式	60	0/1/2/3/4/7	读写/存储
控制字	62	6：松轴 / F：锁轴 / 86：清错	读写/存储
目标位置	68	目标位置，单位count，生效工作模式：1、7	读写/存储
轨迹速度	222	轨迹模式运行时的最大速度，单位0.001转/秒，生效工作模式：1、3	读写/存储
轨迹加速度	224	轨迹模式运行时的加速度，单位0.001转/秒/秒，生效工作模式：1、3	读写/存储
轨迹减速度	226	轨迹模式运行时的减速度，单位0.001转/秒/秒，生效工作模式：1、3	读写/存储

力矩模式（工作模式4）

力矩模式运行时电流环起作用。

相关参数变量：

参数	地址	说明	读写
实时电流	40	驱动器输出的q轴电流，单位是0.001A	只读
实际速度	42	电机实时速度，单位0.001转/秒	只读
实际位置	44	电机实际位置，单位是count	只读
错误状态	50	Bit1/3/4/5/6/8/9/10/11/12 各错误位	只读
工作模式	60	0/1/2/3/4/7	读写/存储
控制字	62	6：松轴 / F：锁轴 / 86：清错	读写/存储
目标电流	64	q轴目标电流，单位0.001A，生效工作模式：0、4	读写/存储

4.1 Modbus 通讯协议

主机可以通过Modbus RTU模式读写寄存器来设置驱动器参数以及控制驱动器运行。驱动器支持**0x03**、**0x06**、**0x10**三种功能码。

Modbus 读取数据格式（功能码 0x03）

主机发送：

设备站号	功能码	寄存器地址高	寄存器地址低	寄存器个数高	寄存器个数低	CRC高	CRC低
0x01	0x03	0x00	0x2A	0x00	0x02	0xE5	0xC3

从机应答：

设备站号	功能码	数据长度	数据1高	...	数据N低	CRC高	CRC低
0x01	0x03	0x02	0x00	0x00	0x01	0xB3	0xF3

Modbus 写单个寄存器（功能码 0x06）

主机发送 / 从机应答（格式相同）：

设备站号	功能码	寄存器地址高	寄存器地址低	数据高	数据低	CRC高	CRC低
0x01	0x06	0x00	0x2A	0x00	0x02	0xC8	0x07

Modbus 写多个寄存器（功能码 0x10）

主机发送：

站号	功能码	起始地址高	起始地址低	寄存器数高	寄存器数低	字节数	数据高	...	数据低	CRC高	CRC低
0x01	0x10	0x00	0x42	0x00	0x02	0x04	0x00	0x00	0xE8	0x76	0xF8

从机应答：

设备站号	功能码	起始地址高	起始地址低	寄存器数高	寄存器数低	CRC高	CRC低
0x01	0x10	0x00	0x42	0x00	0x02	0xE1	0xDC

4.2 Modbus 地址列表

地址	参数名称	说明	初始值	读写
10	存储参数	0：空闲 1：存储参数 2：初始化控制参数 3：初始化电机参数 4：初始化所有参数并保存 5：重启	—	读写
30	设备温度	单位是0.1℃	—	只读
31	总线电压	直流总线电压，即输入电压，单位是0.1V	—	只读
40	实时电流	驱动器输出的q轴电流，单位是0.001A	—	只读
42	实际速度	电机实时速度，单位0.001转/秒	—	只读
44	实际位置	电机实际位置，单位是count	—	只读
50	错误状态	Bit1：电流传感器错误 Bit3：编码器错误 Bit4：霍尔信号错误 Bit5：励磁错误 Bit6：跟随超差错误 Bit8：低压错误 Bit9：高压错误 Bit10：过温错误 Bit11：过流错误 Bit12：过载错误	—	只读
60	工作模式	0：开环拖动（内部使用） 1：带轨迹位置模式 2：速度模式 3：带轨迹速度模式 4：力矩模式 7：位置模式	—	读写/存储
62	控制字	6：松轴 F：锁轴 86：清错	—	读写/存储
64	目标电流	q轴目标电流，单位0.001A 生效工作模式：0、4	—	读写/存储
66	目标速度	目标速度，单位0.001转/秒 生效工作模式：2、3	—	读写/存储

地址	参数名称	说明	初始值	读写
68	目标位置	目标位置，单位count 生效工作模式：1、7	—	读写/存储
74	内部电流指令	内部q轴电流指令，单位0.001A	—	只读
76	内部速度指令	内部速度指令，单位0.001转/秒	—	只读
78	内部位置指令	内部位置指令，单位count	—	只读
100	软件版本	转换成十进制一般是日期	—	读写/存储
120	485通讯站号	485通讯站号	—	读写/存储
121	485寄存器地址偏移	485寄存器地址偏移	—	读写/存储
122	485通讯波特率	485通讯波特率，修改后需保存重启才能生效	38400	读写/存储
124	485通讯协议	1: MODBUS RTU	1	读写/存储
178	上电使能	上电自动使能锁轴 0: 不生效 1: 生效	0	读写/存储
222	轨迹速度	轨迹模式运行时的最大速度，单位0.001转/秒 生效工作模式：1、3	—	读写/存储
224	轨迹加速度	轨迹模式运行时的加速度，单位0.001转/秒/秒 生效工作模式：1、3	—	读写/存储
226	轨迹减速度	轨迹模式运行时的减速度，单位0.001转/秒/秒 生效工作模式：1、3	—	读写/存储

5.1 SDO 格式

SDO 读取数据

主机发送（报文ID = 0x600 + 站号）：

报文ID	DLC	DATA0	DATA1	DATA2	DATA3	DATA4-7
0x600+站号	8	0x40 (读)	对象索引 (如0x6063)		子索引	0x00

从机应答（报文ID = 0x580 + 站号）：

报文ID	DLC	DATA0	DATA1	DATA2	DATA3	DATA4-7
0x580+站号	8	0x60 (应答)	对象索引		子索引	回复数据

SDO 写入数据

主机发送（报文ID = 0x600 + 站号）：

报文ID	DLC	DATA0	DATA1	DATA2	DATA3	DATA4-7
0x600+站号	8	0x20 (写)	对象索引		子索引	写数据

从机应答（报文ID = 0x580 + 站号）：

报文ID	DLC	DATA0	DATA1	DATA2	DATA3	DATA4-7
0x580+站号	8	0x60 (应答)	对象索引		子索引	回复数据

5.2 默认 TPDO 和 RPDO 配置

TPDO 格式（默认 5ms 周期上传）

COBID: 0x180 + 驱动器站号

COBID	DLC	DATA1-2	DATA3-4	DATA5-8
0x181	8	实际速度（高位在前）	实际位置（高位在前）	—

RPDO 格式

COBID: 0x200 + 站号 — 位置控制

COBID	DLC	DATA1-2	DATA3-4	DATA5-8
0x201	8	工作模式 1: 轨迹位置 7: 插补位置	控制字 0x0006: 松轴 0x000F: 锁轴 0x0086: 清错	目标位置（高位在前）

COBID: 0x300 + 站号 — 速度控制

COBID	DLC	DATA1-2	DATA3-4	DATA5-8
0x301	8	工作模式 3: 轨迹速度(带位置环) 22: 轨迹速度(不带位置环) 2: 立即/插补速度	控制字 0x0006: 松轴 0x000F: 锁轴 0x0086: 清错	目标速度（高位在前）

COBID: 0x400 + 站号 — 力矩控制

COBID	DLC	DATA1-2	DATA3-4	DATA5-8
0x401	8	工作模式 4: 力矩模式	控制字 0x0006: 松轴 0x000F: 锁轴 0x0086: 清错	目标电流（高位在前）

5.3 数据对象地址列表

索引	子索引	大小	参数名称	说明	读写
0x1010	01	2字节	存储参数	0：空闲 1：存储参数 2：初始化控制参数 3：初始化电机参数 4：初始化所有参数并保存 5：重启	读写
0x2300	00	4字节	错误状态	Bit1：电流传感器错误 Bit3：编码器错误 Bit4：霍尔信号错误 Bit5：励磁错误 Bit6：跟随超差错误 Bit8：低压错误 Bit9：高压错误 Bit10：过温错误 Bit11：过流错误 Bit12：过载错误	只读
0x2301	00	2字节	设备温度	单位是0.1°C	只读
0x6040	00	2字节	控制字	6：松轴 F：锁轴 86：清错	读写
0x6041	00	—	状态字		只读
0x6060	00	2字节	工作模式	0：开环拖动（内部使用） 1：带轨迹位置模式 2：速度模式 3：带轨迹速度模式 4：力矩模式 7：位置模式	读写/存储
0x6061	00	2字节	工作模式（只读）	目标位置，单位count	只读
0x6063	00	4字节	实际位置	电机实际位置，单位是count	只读
0x6064	00	4字节	实际位置	电机实际位置，单位是count	只读
0x606C	00	4字节	实际速度	电机实时速度，单位0.001转/秒	只读

索引	子索引	大小	参数名称	说明	读写
0x6078	00	4字节	实际电流	驱动器输出的q轴电流，单位是0.001A	只读
0x6079	00	2字节	母线电压	直流总线电压，即输入电压，单位是0.1V	只读
0x607A	00	4字节	目标位置	目标位置，单位count	读写/存储
0x607C	00	4字节	原点偏移	单位count	读写/存储
0x6081	00	4字节	规划轨迹速度	轨迹模式运行时的最大速度，单位0.001转/秒	读写/存储
0x6083	00	4字节	轨迹加速度	轨迹模式运行时的加速度，单位0.001转/秒/秒	读写/存储
0x6084	00	4字节	轨迹减速度	轨迹模式运行时的减速度，单位0.001转/秒/秒	读写/存储
0x6098	00	2字节	原点模式	0：把当前位置设置为0点 1：多圈位置清零	读写/存储
0x6099	00	4字节	原点速度	找原点时的运行速度，单位0.001转/秒	读写/存储
0x609A	00	4字节	原点加速度	找原点时的加速度，单位0.001转/秒/秒	读写/存储
0x60FF	00	4字节	目标速度	目标速度，单位0.001转/秒	读写/存储