

# **iSVD78C-36V-10-A14-001**

## **使用说明书**

**版本：V1.0**

版权所有 不得翻印  
【使用前请仔细阅读本手册，以免损坏驱动器】



# **iSVD78C-36V-10-A14-001-CHN**

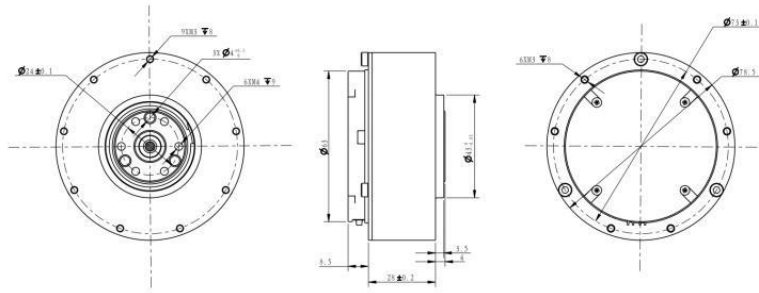
## **iSVD78C-36V-10-A14-001使用说明书**

### **注意事项**

1. 请按照本文规定的工作参数使用，否则可能会对本产品造成严重的损坏！
2. 在关节运行时不可切换控制方式，如需切换需要发送停止运行命令后再做切换。
3. 使用前请检查各部件是否完好，如发生部件缺失、损坏请及时联系技术支持。
4. 请勿随意拆卸电机，以免出现无法恢复的故障。
5. 确保电机连接时无短路，接口按要求正确连接。

### **电机规格参数**

## 外形及安装尺寸



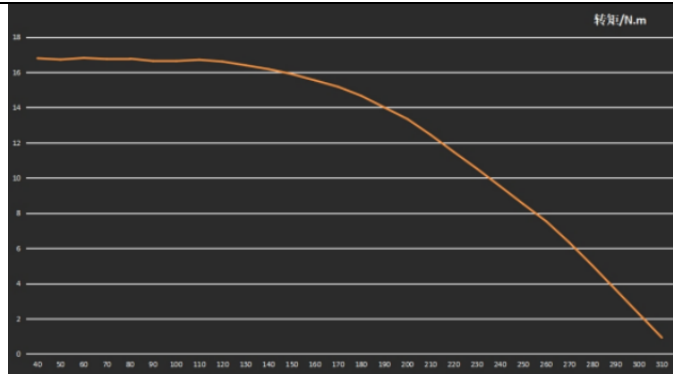
固定时螺丝深入长度请勿超过机壳螺纹深度

## 标准使用状态

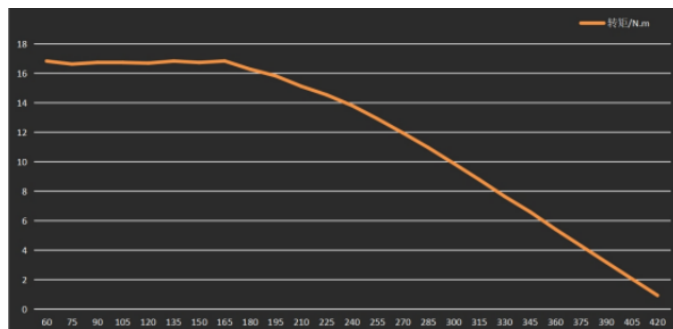
1. 额定电压: 36 VDC
2. 使用电压范围: 24V—50 VDC
3. 额定负载 (CW): 6 N.m
4. 运转方向: CW/CCW 从出轴方向看
5. 使用姿势: 出轴方向为水平或者垂直
6. 标准使用温度:  $25\pm 5^{\circ}\text{C}$
7. 使用温度范围:  $-20\sim 50^{\circ}\text{C}$
8. 标准使用湿度: 65%
9. 使用湿度范围: 5~85%,无凝露
10. 保存温度范围:  $-30\sim 70^{\circ}\text{C}$
11. 绝缘等级: Class B

## 电气特性

1. 空载转速:  $315\text{ rpm}\pm 10\%$
2. 空载电流: 0.5 Arms
3. 额定负载: 6 N.m
4. 额定负载转速:  $275\text{ rpm}\pm 10\%$
5. 额定负载相电流(峰值):  $7\text{ Apk}\pm 10\%$
6. 峰值负载: 17 N.m
7. 最大负载相电流(峰值):  $23\text{ Apk}\pm 10\%$
8. 绝缘电阻/定子绕组: DC 500VAC, 100M Ohms
9. 耐高压/定子与机壳: 600 VAC, 1s, 2mA
10. 电机反电势:  $0.096\text{ Vrms/rpm}\pm 10\%$
11. 转矩常数:  $1.22\text{ N.m/Arms}$
12. T-N曲线 (36V)



13. T-N曲线 (48V)

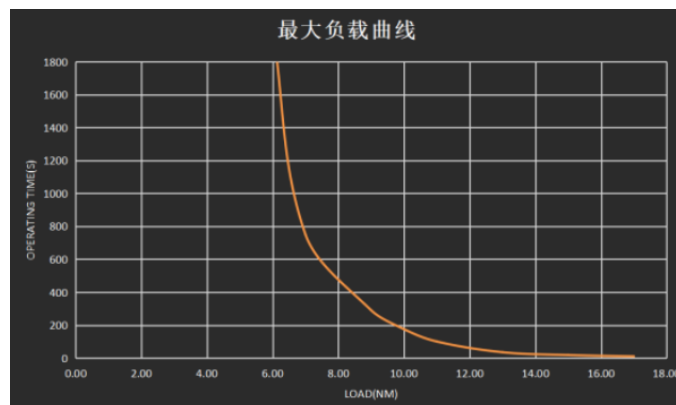


14. 最大过载曲线

测试条件: 环境温度: 25°C

绕组极限温度: 135°C (此为约束温度, 实际为180度)

转速: 24rpm



测试数据

| Load  | Operating time(s) |
|-------|-------------------|
| 17.00 | 10                |
| 15.00 | 18                |
| 13.00 | 35                |
| 11.00 | 100               |
| 9.00  | 370               |
| 7.00  | 1000              |
| 6.50  | 3000              |
| 6.00  | rated             |

## 机械特性

- 重量: 380g±3g

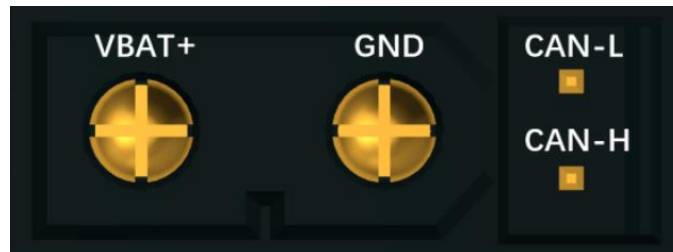
2. 极数：28极
3. 相数：3相
4. 驱动方式：FOC
5. 减速比：7.75：1

## 驱动器产品信息

### 驱动器产品规格

| 项目        | 数据           |
|-----------|--------------|
| 额定工作电压    | 36 VDC       |
| 允许最大电压    | 50 VDC       |
| 额定工作相电流   | 7 Apk        |
| 最大允许相电流   | 23 Apk       |
| 待机功率      | ≤18mW        |
| CAN总线比特率  | 1Mbps        |
| 尺寸        | Φ58mm        |
| 工作环境温度    | -20℃至50℃     |
| 控制板允许最大温度 | 105℃         |
| 编码器分辨率    | 14bit（单圈绝对值） |

### 驱动器接口定义



### 驱动器接口推荐品牌及型号

| 板端型号              | 品牌厂家       | 线端型号            | 品牌厂家       |
|-------------------|------------|-----------------|------------|
| XT30PB(2+2)-M.G.B | AMASS（艾迈斯） | XT30(2+2)-F.G.B | AMASS（艾迈斯） |

### 驱动器功能引脚及器件说明

#### 1. 电源及CAN通信

| 引脚 | 说明           |
|----|--------------|
| 1  | 电源正极（+）      |
| 2  | 电源负极（-）      |
| 3  | CAN通信低侧CAN_L |
| 4  | CAN通信高侧CAN_H |

#### 2. 下载口

| 引脚 | 说明          |
|----|-------------|
| 1  | SWDIO（数据）   |
| 2  | SWCLK（时钟）   |
| 3  | 3V3（正极3.3V） |
| 4  | GND（负极地）    |

#### 3. 指示灯



## iSVD78C-36V-10-A14-001使用说明书

| 引脚 | 说明                      |
|----|-------------------------|
| 1  | 蓝色信号灯闪烁时，证明程序运行正常       |
| 2  | 电源指示灯，该灯亮红色，则证明整个网络供电正常 |

### 主要器件及规格

| 序号 | 项目     | 规格                                 | 数量    |
|----|--------|------------------------------------|-------|
| 1  | MCU芯片  | GD32F303RGT6                       | 1 PCS |
| 2  | 驱动芯片   | 6EDL7141                           | 1 PCS |
| 3  | 磁编码器芯片 | AS5047P                            | 1 PCS |
| 4  | 热敏电阻   | NXFT15XH103FEAB021/NCP18XH103F03RB | 2 PCS |
| 5  | 功率MOS  | JMGG031V06A                        | 6 PCS |

## 上位机使用说明

### 硬件配置

关节电机采用CAN通信方式，通信线有两根，通过can转USB工具与调试器相连，调试器需要提前安装ch340驱动，默认工作在AT模式。

需要注意的是，我们是根据特定的can转USB工具开发的调试器，因此需要用我们推荐的串口工具来进行调试器调试，如果想要移植到其他调试器平台可以参照说明书的第三章进行开发。

对应串口协议的帧头为41 54，帧尾为0D 0A。**上位机界面及说明**



主要包括：

#### A. 电机连接模块

- 刷新串口
- 打开串口
- 检测设备

#### B. 电机配置模块

- 启动升级
- 打开文件

- 开始升级
  - 修改电机CAN ID
  - 设置电机的机械零位
- C. 电机升级模块
- 磁编标定
  - 电机主动上报开关
  - 电机主动上报时间设置
  - 修改电机CAN ID
  - 设置电机的机械零位
- D. 电机主界面
- 参数设置
  - 电机示波器
- E. 运行调试区
- 参数调试按键
  - 电机模式配置及参数修改
  - 正弦信号测试

## 电机设置

### 电机连接设置



连接can转USB工具（安装ch340驱动，默认工作在AT模式），点击刷新串口，打开串口，点击检测设备即可检测到对应电机，下方绿色小字为电机类型

### 电机配置模块



1. 电机磁编标定，电机板与电机重新安装，或电机三相线重新换顺序连接等，需要重新进行磁编标定。
2. 电机主动上报，点击开始上报电机即主动上报通信类型2，下方可设置时间间隔，最小10ms。

3. 设置ID，设置电机的CANID。
4. 设置零位，设置当前位置为0。

### 电机升级模块

1. 点击打开文件，选中升级固件，固件名中的rs-0x即为选中的电机类型



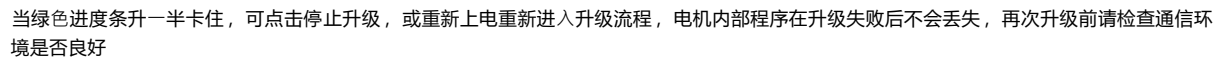
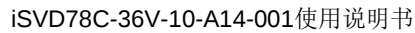
2. 点击启动升级，电机进入升级准备阶段



3. 当弹出绿色小字“设备已进入升级模式”，即可点击开始升级



4. 当弹出绿色小字“升级成功”，升级即完成



| 功能码    | 名称              | 参数类型   | 属性  | 最大值 | 最小值 | 当前值（供参考）                                                                              | 备注 |
|--------|-----------------|--------|-----|-----|-----|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 0X0000 | Name            | String | 读/写 |     |     |  |    |
| 0X0001 | BarCode         | String | 读/写 |     |     |  |    |
| 0X1000 | BootCodeVersion | String | 只读  |     |     | 0.1.5                                                                                 |    |
| 0X1001 | BootBuildDate   | String | 只读  |     |     | Mar 16 2022                                                                           |    |
| 0X1002 | BootBuildTime   | String | 只读  |     |     | 20:22:09                                                                              |    |



# iSVD78C-36V-10-A14-001使用说明书

| 功能码    | 名称             | 参数类型   | 属性  | 最大值     | 最小值  | 当前值（供参考）     | 备注               |
|--------|----------------|--------|-----|---------|------|--------------|------------------|
| 0X1003 | AppCodeVersion | String | 只读  |         |      | 0.0.0.1      | 电机程序版本号          |
| 0X1004 | AppGitVersion  | String | 只读  |         |      | 7b844b0fM    |                  |
| 0X1005 | AppBuildDate   | String | 只读  |         |      | Apr 14 2022  |                  |
| 0X1006 | AppBuildTime   | String | 只读  |         |      | 20:30:22     |                  |
| 0X1007 | AppCodeName    | String | 只读  |         |      | Lingzu_motor |                  |
| 0X2000 | echoPara1      | uint16 | 配置  | 74      | 5    | 5            |                  |
| 0X2001 | echoPara2      | uint16 | 配置  | 74      | 5    | 5            |                  |
| 0X2002 | echoPara3      | uint16 | 配置  | 74      | 5    | 5            |                  |
| 0X2003 | echoPara4      | uint16 | 配置  | 74      | 5    | 5            |                  |
| 0X2004 | echoFreHz      | uint32 | 读/写 | 10000   | 1    | 500          |                  |
| 0X2005 | MechOffset     | float  | 设定  | 7       | -7   | 4.619583     | 电机磁编码器角度偏置       |
| 0X2006 | MechPos_init   | float  | 读/写 | 50      | -50  | 4.52         | 保留参数             |
| 0X2007 | limit_torque   | float  | 读/写 | 17      | 0    | 17           | 转矩限制             |
| 0X2008 | I_FW_MAX       | float  | 读/写 | 33      | 0    | 0            | 弱磁电流值，默认0        |
| 0X2009 | motor_baud     | uint8  | 设定  | 20      | 0    | 1            | 电机index，标记电机关节位置 |
| 0X200a | CAN_ID         | uint8  | 设定  | 127     | 0    | 1            | 本节点id            |
| 0X200b | CAN_MASTER     | uint8  | 设定  | 127     | 0    | 0            | can主机id          |
| 0X200c | CAN_TIMEOUT    | uint32 | 读/写 | 100000  | 0    | 0            | can超时阈值，默认0      |
| 0X200d | status2        | int16  | 读/写 | 1500    | 0    | 800          | 保留参数             |
| 0X200e | status3        | uint32 | 读/写 | 1000000 | 1000 | 20000        | 保留参数             |
| 0X200f | status1        | float  | 读/写 | 64      | 1    | 7.75         | 保留参数             |
| 0X2010 | Status6        | uint8  | 读/写 | 1       | 0    | 1            | 保留参数             |
| 0X2011 | cur_filt_gain  | float  | 读/写 | 1       | 0    | 0.9          | 电流滤波参数           |
| 0X2012 | cur_kp         | float  | 读/写 | 200     | 0    | 0.025        | 电流kp             |
| 0X2013 | cur_ki         | float  | 读/写 | 200     | 0    | 0.0258       | 电流ki             |
| 0X2014 | spd_kp         | float  | 读/写 | 200     | 0    | 2            | 速度kp             |
| 0X2015 | spd_ki         | float  | 读/写 | 200     | 0    | 0.021        | 速度ki             |
| 0X2016 | loc_kp         | float  | 读/写 | 200     | 0    | 30           | 位置kp             |
| 0X2017 | spd_filt_gain  | float  | 读/写 | 1       | 0    | 0.1          | 速度滤波参数           |
| 0X2018 | limit_spd      | float  | 读/写 | 200     | 0    | 2            | 位置模式速度限制         |
| 0X2019 | limit_cur      | float  | 读/写 | 23      | 0    | 23           | 位置、速度模式电流限制      |
| 0x2020 | protocol_1     | uint8  | 读/写 |         |      | 0            | 协议标志位            |
| 0X3000 | timeUse0       | uint16 | 只读  |         |      | 5            |                  |
| 0X3001 | timeUse1       | uint16 | 只读  |         |      | 0            |                  |
| 0X3002 | timeUse2       | uint16 | 只读  |         |      | 10           |                  |
| 0X3003 | timeUse3       | uint16 | 只读  |         |      | 0            |                  |
| 0X3004 | encoderRaw     | int16  | 只读  |         |      | 11396        | 磁编码器采样值          |
| 0X3005 | mcuTemp        | int16  | 只读  |         |      | 337          | mcu内部温度，*10      |
| 0X3006 | motorTemp      | int16  | 只读  |         |      | 333          | 电机ntc温度，*10      |
| 0X3007 | vBus(mv)       | uint16 | 只读  |         |      | 24195        | 母线电压             |
| 0X3008 | adc1Offset     | int32  | 只读  |         |      | 2084         | adc采样通道1 零电流偏置   |
| 0X3009 | adc2Offset     | int32  | 只读  |         |      | 2084         | adc采样通道2 零电流偏置   |
| 0X300a | adc1Raw        | uint16 | 只读  |         |      | 1232         | adc采样值1          |
| 0X300b | adc2Raw        | uint16 | 只读  |         |      | 1212         | adc采样值2          |



# iSVD78C-36V-10-A14-001使用说明书

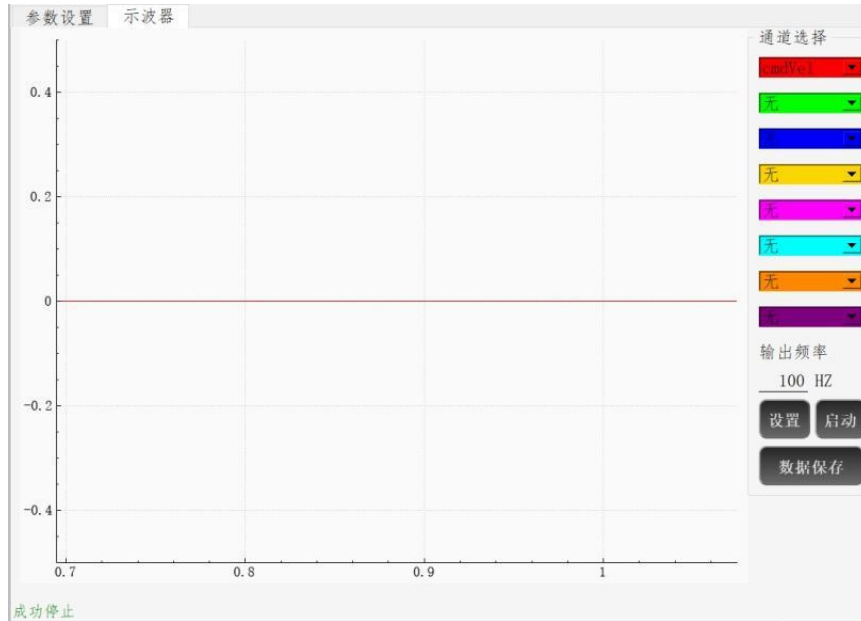
| 功能码    | 名称          | 参数类型   | 属性 | 最大值 | 最小值 | 当前值（供参考） | 备注             |
|--------|-------------|--------|----|-----|-----|----------|----------------|
| 0X300c | VBUS        | float  | 只读 |     |     | 36       | 母线电压V          |
| 0X300d | cmdId       | float  | 只读 |     |     | 0        | id环指令， A       |
| 0X300e | cmdIq       | float  | 只读 |     |     | 0        | iq环指令， A       |
| 0X300f | cmdlocref   | float  | 只读 |     |     | 0        | 位置环指令， rad     |
| 0X3010 | cmdspdref   | float  | 只读 |     |     | 0        | 速度环指令， rad/s   |
| 0X3011 | cmdTorque   | float  | 只读 |     |     | 0        | 转矩指令， nm       |
| 0X3012 | cmdPos      | float  | 只读 |     |     | 0        | mit协议角度指令      |
| 0X3013 | cmdVel      | float  | 只读 |     |     | 0        | mit协议速度指令      |
| 0X3014 | rotation    | int16  | 只读 |     |     | 1        | 圈数             |
| 0X3015 | modPos      | float  | 只读 |     |     | 4.363409 | 电机未计圈机械角度， rad |
| 0X3016 | mechPos     | float  | 只读 |     |     | 0.777679 | 负载端计圈机械角度， rad |
| 0X3017 | mechVel     | float  | 只读 |     |     | 0.036618 | 负载端转速，rad/s    |
| 0X3018 | elecPos     | float  | 只读 |     |     | 4.714761 | 电气角度           |
| 0X3019 | ia          | float  | 只读 |     |     | 0        | U线电流， A        |
| 0X301a | ib          | float  | 只读 |     |     | 0        | V线电流， A        |
| 0X301b | ic          | float  | 只读 |     |     | 0        | W线电流， A        |
| 0X301c | timeout     | uint32 | 只读 |     |     | 31600    | 超时计数器值         |
| 0X301d | phaseOrder  | uint8  | 只读 |     |     | 0        | 标定方向标记         |
| 0X301e | iqf         | float  | 只读 |     |     | 0        | iq滤波值， A       |
| 0X301f | boardTemp   | int16  | 只读 |     |     | 359      | 板上温度， *10      |
| 0X3020 | iq          | float  | 只读 |     |     | 0        | iq原值， A        |
| 0X3021 | id          | float  | 只读 |     |     | 0        | id原值， A        |
| 0X3022 | faultSta    | uint32 | 只读 |     |     | 0        | 故障状态值          |
| 0X3023 | warnSta     | uint32 | 只读 |     |     | 0        | 警告状态值          |
| 0X3024 | drv_fault   | uint16 | 只读 |     |     | 0        | 驱动芯片故障值1       |
| 0X3025 | drv_temp    | int16  | 只读 |     |     | 0        | 驱动芯片温度         |
| 0X3026 | Uq          | float  | 只读 |     |     | 0        | q轴电压           |
| 0X3027 | Ud          | float  | 只读 |     |     | 0        | d轴电压           |
| 0X3028 | dtc_u       | float  | 只读 |     |     | 0        | U相输出占空比        |
| 0X3029 | dtc_v       | float  | 只读 |     |     | 0        | V相输出占空比        |
| 0X302a | dtc_w       | float  | 只读 |     |     | 0        | W相输出占空比        |
| 0X302b | v_bus       | float  | 只读 |     |     | 24.195   | 闭环中vbus        |
| 0X302c | ElecOffset  | float  | 只读 |     |     | 0        | 电角度偏置          |
| 0X302d | torque_fdb  | float  | 只读 |     |     | 0        | 转矩反馈值， nm      |
| 0X302e | rated_i     | float  | 只读 |     |     | 8        | 电机额定电流         |
| 0X302f | limit_i     | float  | 只读 |     |     | 27       | 电机限制最大电流       |
| 0X3030 | mcOverTemp  | int16  | 只读 |     |     | 0        | 过温阈值           |
| 0X3031 | Kt_Nm/Amp   | float  | 只读 |     |     | 0        | 力矩系数           |
| 0X3032 | Tqcali_Type | uint8  | 只读 |     |     | 0        | 电机类型           |
| 0X3033 | fault1      | uint32 | 只读 |     |     | 0        | 日志故障           |
| 0X3034 | fault2      | uint32 | 只读 |     |     | 0        | 日志故障           |
| 0X3035 | fault3      | uint32 | 只读 |     |     | 0        | 日志故障           |
| 0X3036 | fault4      | uint32 | 只读 |     |     | 0        | 日志故障           |
| 0X3037 | fault5      | uint32 | 只读 |     |     | 0        | 日志故障           |
| 0X3038 | fault6      | uint32 | 只读 |     |     | 0        | 日志故障           |
| 0X3039 | fault7      | uint32 | 只读 |     |     | 0        | 日志故障           |
| 0X303a | fault8      | uint32 | 只读 |     |     | 0        | 日志故障           |

| 功能码    | 名称           | 参数类型  | 属性 | 最大值 | 最小值 | 当前值 (供参考) | 备注      |
|--------|--------------|-------|----|-----|-----|-----------|---------|
| 0X303b | theta_mech_1 | float | 只读 |     |     | 0         | 类型2低速角度 |

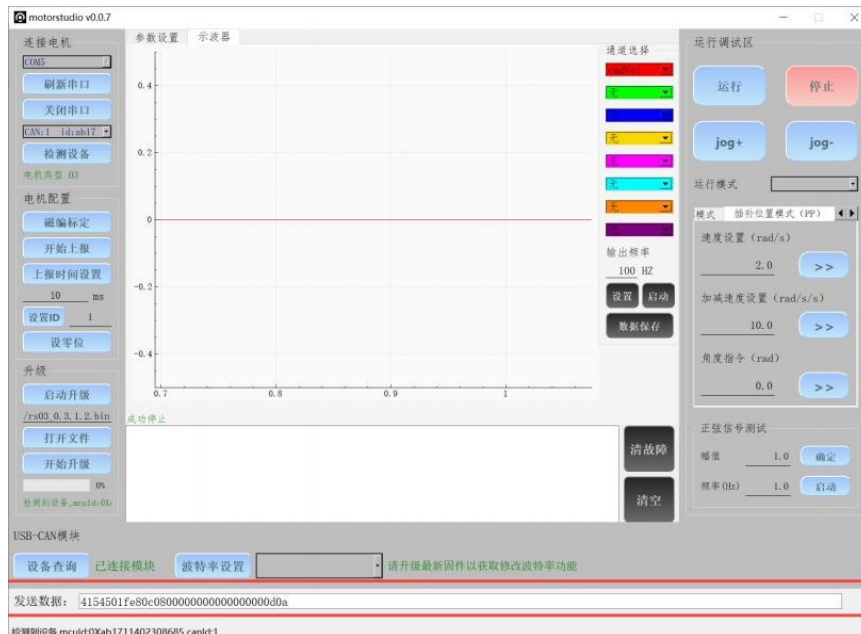
### 电机主界面——示波器

该界面支持观看观察实时数据所生成的图谱，可观测的数据包括电机Id/Iq电流、温度、输出端实时转速、转子（编码器）位置、输出端位置等。

参数表刷新后，在示波器模块信道内选定合适的参数（参数含义可参考参数表），设置输出频率后点击启动即可观测数据图谱，停止即可停止观测图谱。



发送的指令在下方的通信指令框



通信框指令示例：

41 54 90 07 e8 0c 08 05 70 00 00 01 00 00 0d 0a 含义

如下



## iSVD78C-36V-10-A14-001使用说明书

|       |             |       |                            |       |
|-------|-------------|-------|----------------------------|-------|
| 41 54 | 90 07 e8 0c | 08    | 05 70 00 00 01<br>00 00 00 | 0d 0a |
| 帧头    | 扩展帧         | 数据位个数 | 数据帧                        | 帧尾    |

其中扩展帧canid转译为真实canid需要经过以下转换：

90 07 e8 0c转换成二进制为1001 0000 0000 0111 1110 1000 0000 1100，去掉右边的100，则为1 0010 0000 0000 1111 1101 0000 0001，将其转换为16进制，为 12 00 FD 01，对照通信协议说明，含义如下：

|               |     |      |         |
|---------------|-----|------|---------|
| 12 (16进制)     | 00  | FD   | 01      |
| 通信类型18 (10进制) | 无含义 | 主机id | 电机canid |

### can通信故障保护

当CAN\_TIMEOUT值为0时，该功能不启用

当CAN\_TIMEOUT值为非0时，当电机在一定时间段内没收到can指令时，电机进入reset模式，20000为1s

### 电机故障说明

功能码0x3022为故障码，其中

bit14:方t过载故障：电机堵转过载算法保护

bit7:编码器未标定：电机未标定编码器

bit3:过压故障：电机电压超过保护电压60V

bit2:欠压故障：电机电压低于保护电压12V

bit1:驱动芯片故障：电机驱动芯片报故障

bit0:电机过温故障：电机热敏电阻温度超过145度

功能码0x3024为驱动芯片故障码1，具体故障如下

| Bit | Field   | Type | Default | Description                                               |
|-----|---------|------|---------|-----------------------------------------------------------|
| 10  | FAULT   | R    | 0b      | Logic OR of FAULT status registers. Mirrors nFAULT pin.   |
| 9   | VDS_OCP | R    | 0b      | Indicates VDS monitor overcurrent fault condition         |
| 8   | GDF     | R    | 0b      | Indicates gate drive fault condition                      |
| 7   | UVLO    | R    | 0b      | Indicates undervoltage lockout fault condition            |
| 6   | OTSD    | R    | 0b      | Indicates overtemperature shutdown                        |
| 5   | VDS_HA  | R    | 0b      | Indicates VDS overcurrent fault on the A high-side MOSFET |
| 4   | VDS_LA  | R    | 0b      | Indicates VDS overcurrent fault on the A low-side MOSFET  |
| 3   | VDS_HB  | R    | 0b      | Indicates VDS overcurrent fault on the B high-side MOSFET |
| 2   | VDS_LB  | R    | 0b      | Indicates VDS overcurrent fault on the B low-side MOSFET  |
| 1   | VDS_HC  | R    | 0b      | Indicates VDS overcurrent fault on the C high-side MOSFET |
| 0   | VDS_LC  | R    | 0b      | Indicates VDS overcurrent fault on the C low-side MOSFET  |

功能码0x3025为驱动芯片故障码2，具体故障如下

| Bit | Field   | Type | Default | Description                                               |
|-----|---------|------|---------|-----------------------------------------------------------|
| 10  | FAULT   | R    | 0b      | Logic OR of FAULT status registers. Mirrors nFAULT pin.   |
| 9   | VDS_OCP | R    | 0b      | Indicates VDS monitor overcurrent fault condition         |
| 8   | GDF     | R    | 0b      | Indicates gate drive fault condition                      |
| 7   | UVLO    | R    | 0b      | Indicates undervoltage lockout fault condition            |
| 6   | OTSD    | R    | 0b      | Indicates overtemperature shutdown                        |
| 5   | VDS_HA  | R    | 0b      | Indicates VDS overcurrent fault on the A high-side MOSFET |
| 4   | VDS_LA  | R    | 0b      | Indicates VDS overcurrent fault on the A low-side MOSFET  |
| 3   | VDS_HB  | R    | 0b      | Indicates VDS overcurrent fault on the B high-side MOSFET |
| 2   | VDS_LB  | R    | 0b      | Indicates VDS overcurrent fault on the B low-side MOSFET  |
| 1   | VDS_HC  | R    | 0b      | Indicates VDS overcurrent fault on the C high-side MOSFET |
| 0   | VDS_LC  | R    | 0b      | Indicates VDS overcurrent fault on the C low-side MOSFET  |

### 控制演示

运行调试区

运行

停止

jog+

jog-

运行模式

模式

插补位置模式 (PP)

速度设置 (rad/s)

2.0

>>

加减速度设置 (rad/s/s)

10.0

>>

角度指令 (rad)

0.0

>>

正弦信号测试

幅值

1.0

确定

频率 (Hz)

1.0

启动

jog运行

点击JOG+/-运行即可让电机正反运行，速度为1rad/s

控制模式切换

在运行模式右侧指令框中选择需要的控制模式

运控模式

运控模式

插补位置模式 (I) ▶

|            |     |
|------------|-----|
| 力矩 (nm)    | 0.0 |
| 角度 (rad)   | 0.0 |
| 速度 (rad/s) | 0.0 |
| Kp         | 0.0 |
| Kd         | 0.0 |

连续输出

单次控制

1. 控制模式切换为运控模式
2. 电机运行，电机进入motor\_mode模式
3. 设置五个参数值，点击开始或连续发送，电机将返回反馈帧并按目标指令运行
4. 点击停止，电机停止运行，终止连续发送指令

#### 电流模式

电流控制

位置模式 (CSP) ◀▶

Iq指令1 (A)  
1.0 >>

Iq指令2 (A)  
0.0 >>

Id指令 (A)  
0.0 >>

1. 控制模式切换为电流模式
2. 电机运行，电机进入motor\_mode模式
3. 设置Iq指令1 (A) 电流指令值，点击右侧>>，电机将跟随电流指令运行
4. 点击停止，电机停止运行

正弦信号测试

|         |     |    |
|---------|-----|----|
| 幅值      | 1.0 | 确定 |
| 频率 (Hz) | 1.0 | 启动 |

#### 电机电流正弦测试

1. 控制模式切换为电流模式
2. 电机运行，电机进入motor\_mode模式

3. 设置幅值和频率，点击确定，点击启动，对应模式目标指令即按正弦规律规划
4. 点击停止，电机停止运行

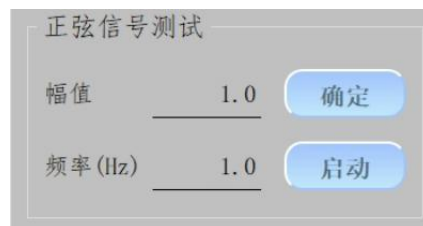
### 速度模式



The image shows a software interface for speed mode control. It has three tabs at the top: '速度模式' (Speed Mode), '电流控制' (Current Control), and '位' (Position). The '速度模式' tab is selected. Below the tabs, there are three input fields with corresponding '确定' (Confirm) buttons:

- Current Limit (A): 27.0
- Speed Step Value (rad): 10.0
- Speed Command (rad/s): 0.0

1. 控制模式切换为速度模式
2. 电机运行，电机进入motor\_mode模式
3. 先设置电流限制（最大相电流），速度步进值（电机加速度），不设置电机即按默认值运行，最后设置速度指令（目标速度），电机将跟随指令运行
4. 点击停止，电机停止运行



The image shows a software interface for sine wave signal testing. It has a title '正弦信号测试' (Sine Wave Signal Test). Below the title, there are two input fields with corresponding buttons:

- Amplitude: 1.0, with a '确定' (Confirm) button
- Frequency (Hz): 1.0, with a '启动' (Start) button

### 电机速度正弦测试

1. 控制模式切换为速度模式
2. 电机运行，电机进入motor\_mode模式
3. 设置幅值和频率，点击确定，点击启动，对应模式目标指令即按正弦规律规划
4. 点击停止，电机停止运行

### 位置模式 (PP)

运行模式 插补位置模式

插补位置模式 (PP) 速度

速度设置 (rad/s)  
2.0 >>

加减速设置 (rad/s/s)  
10.0 >>

角度指令 (rad)  
0.0 >>

1. 控制模式切换为插补位置模式
2. 电机运行，电机进入motor\_mode模式
3. 先设置速度、加速度，不设置电机即按默认值运行，最后设置位置指令（目标位置），电机将跟随指令运行
4. 将速度设为0，电机即可在当前位置急停，如需继续运行，重新下发速度和位置即可
5. 点击停止，电机停止运行

正弦信号测试

幅值 1.0 确定

频率(Hz) 1.0 启动

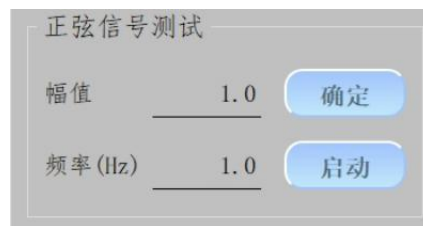
#### 电机位置正弦测试

1. 控制模式切换为插补位置模式
2. 电机运行，电机进入motor\_mode模式
3. 设置幅值和频率，点击确定，点击启动，对应模式目标指令即按正弦规律规划
4. 点击停止，电机停止运行

#### 位置模式 (CSP)



1. 控制模式切换为位置模式
2. 电机运行，电机进入motor\_mode模式
3. 先设置速度，不设置电机即按默认值运行，最后设置位置指令（目标位置），电机将跟随指令运行
4. 点击停止，电机停止运行



#### 电机位置正弦测试

1. 控制模式切换为位置模式
2. 电机运行，电机进入motor\_mode模式
3. 设置幅值和频率，点击确定，点击启动，对应模式目标指令即按正弦规律规划
4. 点击停止，电机停止运行

## 驱动器协议及使用说明

### 私有通信协议类型说明

电机通信为CAN 2.0通信接口，波特率1Mbps，采用扩展帧格式，如下所示：

| 数据域 | 29位ID       |         |        | 8 Byte数据区   |
|-----|-------------|---------|--------|-------------|
| 大小  | Bit28~bit24 | bit23~8 | bit7~0 | Byte0~Byte7 |
| 描述  | 通信类型        | 数据区2    | 目标地址   | 数据区1        |

电机支持的控制模式包括：

- 运控模式：给定电机运控5个参数；
- 电流模式：给定电机指定的Iq 电流；
- 速度模式：给定电机指定的运行速度；
- 位置模式：给定电机指定的位置，电机将运行到该指定的位置；

### 通信类型0：获取设备ID

获取设备的ID和64位MCU唯一标识符

| 数据域 | 29位ID       |                      |            | 8Byte数据区    |
|-----|-------------|----------------------|------------|-------------|
| 大小  | Bit28~bit24 | bit23~8              | bit7~0     | Byte0~Byte7 |
| 描述  | 0x0         | bit15~8:用来标识主机CAN_ID | 目标电机CAN_ID | 0           |

应答帧:

| 数据域 | 29位ID       |            |        | 8Byte数据区    |
|-----|-------------|------------|--------|-------------|
| 大小  | Bit28~bit24 | bit23~8    | bit7~0 | Byte0~Byte7 |
| 描述  | 0x0         | 目标电机CAN_ID | 0XFE   | 64位MCU唯一标识符 |

### 通信类型1: 运控模式电机控制指令

| 数据域 | 29位ID       |                                          |            | 8Byte数据区                                                                                                                                                                                                                   |
|-----|-------------|------------------------------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 大小  | Bit28~bit24 | bit23~8                                  | bit7~0     | Byte0~Byte7                                                                                                                                                                                                                |
| 描述  | 0x1         | Byte2:力矩<br>(0~65535) 对应<br>(-17Nm~17Nm) | 目标电机CAN_ID | Byte0~1: 目标角度<br>[0~65535]对应<br>(-12.57f~12.57f)<br>Byte2~3: 目标角速度<br>[0~65535]对应<br>(-44rad/s~44rad/s)<br>Byte4~5: Kp<br>[0~65535]对应<br>(0.0~500.0)<br>Byte6~7: Kd<br>[0~65535]对应<br>(0.0~5.0) 以上数据<br>转换后高字节在前,<br>低字节在后 |

应答帧: 应答电机反馈帧(见通信类型2)

### 通信类型2: 电机反馈数据

| 数据域 | 29位ID       |                                                                                                                                                                                                                       |          | 8Byte数据区                                                                                                                                                                                                        |
|-----|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 大小  | Bit28~bit24 | bit23~8                                                                                                                                                                                                               | bit7~0   | Byte0~Byte7                                                                                                                                                                                                     |
| 描述  | 0x2         | Bit8~Bit15:当前电机CAN ID<br>bit21~16:故障信息<br>(0无 1有)<br>bit21: 未标定<br>bit20: 过载故障<br>bit19: 磁编码故障<br>bit18: 过温<br>bit17: 驱动故障<br>bit16: 欠压故障<br>bit22~23:<br>模式状态 0: Reset<br>模式[复位]<br>1: Cali 模式[标定]<br>2: Motor模式[运行] | 主机CAN_ID | Byte0~1: 当前角度<br>[0~65535]对应<br>(-12.57f~12.57f)<br>Byte2~3: 当前角速度<br>[0~65535]对应<br>(-44rad/s~44rad/s)<br>Byte4~5:当前力矩<br>[0~65535]对应<br>(-17Nm~17Nm)<br>Byte6~7:当前温度:<br>Temp(摄氏度) *10<br>以上数据高字节在前,<br>低字节在后 |

### 通信类型3: 电机使能运行

| 数据域 | 29位ID       |                      |            | 8Byte数据区    |
|-----|-------------|----------------------|------------|-------------|
| 大小  | Bit28~bit24 | bit23~8              | bit7~0     | Byte0~Byte7 |
| 描述  | 0x3         | bit15~8:用来标识主机CAN_ID | 目标电机CAN_ID |             |

应答帧: 应答电机反馈帧(见通信类型2)

### 通信类型4: 电机停止运行

| 数据域 | 29位ID       |         |        | 8Byte数据区    |
|-----|-------------|---------|--------|-------------|
| 大小  | Bit28~bit24 | bit23~8 | bit7~0 | Byte0~Byte7 |



## iSVD78C-36V-10-A14-001使用说明书

| 数据域 | 29位ID |                     |            | 8Byte数据区                           |
|-----|-------|---------------------|------------|------------------------------------|
| 描述  | 0x4   | bit15~8:用来标识主CAN_ID | 目标电机CAN_ID | 正常运行时，data区需清0；<br>Byte[0]=1时：清故障； |

应答帧：应答电机反馈帧(见通信类型2)

### 通信类型6：设置电机机械零位

| 数据域 | 29位ID       |                     |            | 8Byte数据区    |
|-----|-------------|---------------------|------------|-------------|
| 大小  | Bit28~bit24 | bit23~8             | bit7~0     | Byte0~Byte7 |
| 描述  | 0x6         | bit15~8:用来标识主CAN_ID | 目标电机CAN_ID | Byte[0]=1   |

应答帧：应答电机反馈帧(见通信类型2)

### 通信类型7：设置电机CAN\_ID

| 数据域 | 29位ID       |                                            |            | 8Byte数据区    |
|-----|-------------|--------------------------------------------|------------|-------------|
| 大小  | Bit28~bit24 | bit23~8                                    | bit7~0     | Byte0~Byte7 |
| 描述  | 0x7         | bit15~8:用来标识主CAN_ID<br>Bit16~23: 预设置CAN_ID | 目标电机CAN_ID |             |

应答帧：应答电机广播帧(见通信类型0)

### 通信类型17：单个参数读取

| 数据域 | 29位ID       |                     |            | 8Byte数据区                                                                            |
|-----|-------------|---------------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 大小  | Bit28~bit24 | bit23~8             | bit7~0     | Byte0~Byte7                                                                         |
| 描述  | 0x11        | bit15~8:用来标识主CAN_ID | 目标电机CAN_ID | Byte0~1: index，<br>详见下方可读写参数表<br>Byte2~3: 00<br>Byte4~7: 00 以上<br>数据低字节在前，<br>高字节在后 |

应答帧：

| 数据域 | 29位ID       |                                                |          | 8Byte数据区                                                                                             |
|-----|-------------|------------------------------------------------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 大小  | Bit28~bit24 | bit23~8                                        | bit7~0   | Byte0~Byte7                                                                                          |
| 描述  | 0x11        | bit15~8:用来标识主CAN_ID<br>Bit23~16:00为读取成功01为读取失败 | 主机CAN_ID | Byte0~1: index，<br>详见下方可读写参数表<br>Byte2~3: 00<br>Byte4~7: 参数数据，<br>1字节数据在Byte4<br>以上数据低字节在前，<br>高字节在后 |

### 通信类型18：单个参数写入（掉电丢失）

搭配类型22，可保存上位机模块内参数表功能码0x20开头参数

| 数据域 | 29位ID       |                     |            | 8Byte数据区                                                                             |
|-----|-------------|---------------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 大小  | Bit28~bit24 | bit23~8             | bit7~0     | Byte0~Byte7                                                                          |
| 描述  | 0x12        | bit15~8:用来标识主CAN_ID | 目标电机CAN_ID | Byte0~1: index，<br>详见下方可读写参数表<br>Byte2~3: 00<br>Byte4~7: 参数数据<br>以上数据低字节在前，<br>高字节在后 |

应答帧：应答电机反馈帧(见通信类型2)

### 通信类型21：故障反馈帧（通信类型21）

| 数据域 | 29位ID       |                  |             | 8Byte数据区                                                                                                                                                                        |
|-----|-------------|------------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 大小  | Bit28~bit24 | bit23~8          | bit7~0      | Byte0~Byte7                                                                                                                                                                     |
| 描述  | 0x15        | bit15~8:电机CAN_ID | 用来标识主CAN_ID | Byte0~3: fault 值<br>(非0:有故障, 0:正常)<br>bit14:i方i过载故障<br>bit7:编码器未标定<br>bit3:过压故障<br>bit2:欠压故障<br>bit1:驱动芯片故障<br>bit0:电机过温故障, 默认103度<br>Byte4~7: warning 值<br>bit0: 电机过温预警, 默认93度 |

### 通信类型22：电机数据保存帧（保存当前所有可存储变量，0.1.3.0后为该协议）

| 数据域 | 29位ID       |                     |            | 8Byte数据区                   |
|-----|-------------|---------------------|------------|----------------------------|
| 大小  | Bit28~bit24 | bit23~8             | bit7~0     | Byte0~Byte7                |
| 描述  | 0x16        | bit15~8:用来标识主CAN_ID | 目标电机CAN_ID | 01 02 03 04 05 06<br>07 08 |

应答帧：应答电机反馈帧(见通信类型2)

### 通信类型23：电机波特率修改帧（重新上电生效，0.1.3.0后为该协议）

| 数据域 | 29位ID       |                     |            | 8Byte数据区                                                                                             |
|-----|-------------|---------------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 大小  | Bit28~bit24 | bit23~8             | bit7~0     | Byte0~Byte6                                                                                          |
| 描述  | 0x17        | bit15~8:用来标识主CAN_ID | 目标电机CAN_ID | 01 02 03 04 05 06<br><b>F_CMD</b><br>其中其中 F_CMD 字节为电机波特率<br>其中01为1M<br>02为500K<br>03为250K<br>04为125K |

应答帧：应答电机反馈帧(见通信类型0)

### 通信类型24：电机主动上报帧（0.1.3.0后为该协议）

| 数据域 | 29位ID       |                     |            | 8Byte数据区                                                                                                 |
|-----|-------------|---------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 大小  | Bit28~bit24 | bit23~8             | bit7~0     | Byte0~Byte6                                                                                              |
| 描述  | 0x18        | bit15~8:用来标识主CAN_ID | 目标电机CAN_ID | 01 02 03 04 05 06<br><b>F_CMD</b><br>其中其中 F_CMD 字节为电机上报开关<br>00 为关闭主动上报(默认)<br>01 为开启主动上报<br>默认上报间隔为10ms |

应答帧：(0.1.3.2及以前为类型2)

| 数据域 | 29位ID       |                                                                              |          | 8Byte数据区                                                                                                |
|-----|-------------|------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 大小  | Bit28~bit24 | bit23~8                                                                      | bit7~0   | Byte0~Byte7                                                                                             |
| 描述  | 0x18        | Bit8~Bit15:当前电机CAN_ID<br>bit21~16:故障信息(0无 1有)<br>bit21: 未标定<br>bit20: 堵转过载故障 | 主机CAN_ID | Byte0~1: 当前角度[0~65535]对应(-12.57f~12.57f)<br>Byte2~3: 当前角速度[0~65535]对应(-33rad/s~33rad/s)<br>Byte4~5:当前力矩 |



## iSVD78C-36V-10-A14-001使用说明书

| 数据域 | 29位ID |                                                                                                                                        |  | 8Byte数据区                                                                       |
|-----|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------|
|     |       | bit19: 磁编码故障<br>bit18: 过温<br>bit17: 驱动故障<br>bit16: 欠压故障<br>bit22~23:<br>模式状态 0 : Reset<br>模式[复位]<br>1 : Cali 模式[标定]<br>2 : Motor模式[运行] |  | [0~65535]对应<br>(-14Nm~14Nm)<br>Byte6~7:当前温度: Temp(摄氏度)<br>*10 以上数据高字节在前, 低字节在后 |

通信类型25: 电机协议修改帧(切换电机协议, 重新上电生效, 0.1.3.0后为该协议)

| 数据域 | 29位ID       | 8Byte数据区            |            |                                                                                                 |
|-----|-------------|---------------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 大小  | Bit28~bit24 | bit23~8             | bit7~0     | Byte0~Byte6                                                                                     |
| 描述  | 0x19        | bit15~8:用来标识主CAN_ID | 目标电机CAN_ID | 01 02 03 04 05 06<br>F_CMD<br>其中其中 F_CMD<br>字节为电机协议类型<br>其中0为私有协议(默认)<br>1为Canopen协议<br>2为MIT协议 |

应答帧: 应答电机反馈帧(见通信类型0)

可读写单个参数列表

| 参数index | 参数名称          | 描述                                                             | 类型    | 字节数 | 单位/说明            | R/W读写权限 |
|---------|---------------|----------------------------------------------------------------|-------|-----|------------------|---------|
| 0X7005  | run_mode      | 0: 运控模式<br>1: 位置模式 (PP)<br>2: 速度模式<br>3: 电流模式<br>5: 位置模式 (CSP) | uint8 | 1   |                  | W/R     |
| 0X7006  | iq_ref        | 电流模式Iq指令                                                       | float | 4   | -23~23A          | W/R     |
| 0X700A  | spd_ref       | 转速模式转速指令                                                       | float | 4   | -44~44rad/s      | W/R     |
| 0X700B  | limit_torque  | 转矩限制                                                           | float | 4   | 0~17Nm           | W/R     |
| 0X7010  | cur_kp        | 电流的Kp                                                          | float | 4   | 默认值0.17          | W/R     |
| 0X7011  | cur_ki        | 电流的Ki                                                          | float | 4   | 默认值0.012         | W/R     |
| 0X7014  | cur_filt_gain | 电流滤波系数<br>filt_gain                                            | float | 4   | 0~1.0, 默认值0.1    | W/R     |
| 0X7016  | loc_ref       | 位置模式角度指令                                                       | float | 4   | rad              | W/R     |
| 0X7017  | limit_spd     | 位置模式 (CSP) 速度限制                                                | float | 4   | 0~44rad/s        | W/R     |
| 0X7018  | limit_cur     | 速度位置模式电流限制                                                     | float | 4   | 0~23A            | W/R     |
| 0x7019  | mechPos       | 负载端计圈机械角度                                                      | float | 4   | rad              | R       |
| 0x701A  | iqf           | iq滤波值                                                          | float | 4   | -23~23A          | R       |
| 0x701B  | mechVel       | 负载端转速                                                          | float | 4   | -44~44rad/s      | R       |
| 0x701C  | VBUS          | 母线电压                                                           | float | 4   | V                | R       |
| 0x701E  | loc_kp        | 位置的kp                                                          | float | 4   | 默认值40            | W/R     |
| 0x701F  | spd_kp        | 速度的kp                                                          | float | 4   | 默认值6             | W/R     |
| 0x7020  | spd_ki        | 速度的ki                                                          | float | 4   | 默认值0.02          | W/R     |
| 0x7021  | spd_filt_gain | 速度滤波值                                                          | float | 4   | 默认值0.1           | W       |
| 0x7022  | acc_rad       | 速度模式加速度                                                        | float | 4   | 默认值<br>20rad/s^2 | W       |



## iSVD78C-36V-10-A14-001使用说明书

| 参数 index | 参数名称        | 描述                               | 类型     | 字节数 | 单位/说明            | R/W读写权限 |
|----------|-------------|----------------------------------|--------|-----|------------------|---------|
| 0x7024   | vel_max     | 位置模式 (PP) 速度                     | float  | 4   | 默认值10rad/s       | W       |
| 0x7025   | acc_set     | 位置模式 (PP) 加速度                    | float  | 4   | 默认值<br>10rad/s^2 | W       |
| 0x7026   | EPScan_time | 上报时间设置, 1<br>代表10ms, 加1<br>递增5ms | uint16 | 2   | 默认值1             | W       |
| 0x7028   | canTimeout  | can超时阈值,<br>20000代表1s            | uint32 | 4   | 默认0              | W       |

### 读取示例:

以读取loc\_kp为例:

读取指令为

| 大小 | Bit2 8~bit2 4 | bit2 3~8  | bit7~0           | Byte0~Byte7                 |
|----|---------------|-----------|------------------|-----------------------------|
|    | 0x11          | 0x00FD    | 0x7F             | 1E 70 00 00 00 00<br>00 00  |
| 描述 | 类型17          | 主机id 0xFD | 目标电机CAN_ID<br>7F | Byte0~1: index,<br>对应loc_kp |

反馈指令为

| 大小 | Bit2 8~bit2 4 | bit2 3~8                  | bit7~0    | Byte0~Byte7                                                                                        |
|----|---------------|---------------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | 11            | 0x007F                    | 0xFD      | 1E 70 00 00 00 00<br>F0 41                                                                         |
| 描述 | 类型17          | bit15~8:目标电机<br>CAN_ID 7F | 主机id 0xFD | Byte0~1: index,<br>对应loc_kp<br>Byte4~7:loc_kp值<br>为30, 右高字节,<br>(32位单精度) 16<br>进制IEEE-754标准<br>浮点数 |

## 电机一些功能说明 (如无以下功能, 请访问官网[git](#)升级最新版本)

### 主动上报说明

电机主动上报默认关闭, 通过类型24开启上报

上报类型为类型2, 上报间隔默认10ms, 可通过类型18修改EPScan\_time来更改上报周期

### 类型2变更说明

类型2变更为周期性循环 $-4\pi \sim 4\pi$ , 可通过该方式记圈数

需要注意的是位置接口需变更

P\_MIN为-12.57f

P\_MAX为12.57f

### 协议切换说明 (需要配合can盒操作)

通过上位机修改protocol\_1标志位或发送通信类型25即可切换协议为canopen协议或mit协议, 重新上电生效, 切换协议后, 需要通过can盒发送下方通信协议的切换协议指令进行切换, 其中canopen协议发送扩展帧的协议切换帧, mit协议发送标准帧的指令8

## 控制模式使用说明

### 程序样例

以下提供各种模式控制电机实例 (以gd32f303为例)

下面为各种实例调用库, 函数与宏定义



```
#define P_MIN -12.5f //0.1.2.1及之前为12.5，之后为12.57
```

```
#define P_MAX 12.5f //0.1.2.1及之前为12.5，之后为12.57
```

```
#define V_MIN -44.0f
```

```
#define V_MAX 44.0f

#define KP_MIN 0.0f

#define KP_MAX 500.0f

#define KD_MIN 0.0f

#define KD_MAX 5.0f

#define T_MIN -17.0f

#define T_MAX 17.0f

struct exCanIdInfo{

    uint32_t id:8;

    uint32_t data:16;

    uint32_t mode:5;

    uint32_t res:3;

};

can_receive_message_struct rxMsg;

can_transmit_message_struct txMsg={

    .tx_sfid = 0,

    .tx_efid = 0xff,

    .tx_ft = CAN_FT_DATA,

    .tx_ff = CAN_FF_EXTENDED,

    .tx_dlen = 8,

};

#define txCanIdEx (*((struct exCanIdInfo*)&(txMsg.tx_efid)))

#define rxCanIdEx (*((struct exCanIdInfo*)&(rxMsg.rx_efid))) //将扩展帧id解析为自定义数据结构

int float_to_uint(float x, float x_min, float x_max, int bits){

    float span = x_max - x_min;

    float offset = x_min;

    if(x > x_max) x=x_max;

    else if(x < x_min) x= x_min;

    return (int) ((x-offset)*((float)((1<<bits)-1))/span);

}

#define can_txd() can_message_transmit(CAN0, &txMsg)
```

```
#define can_rxd() can_message_receive(CAN0, CAN_FIFO1, &rxMsg)
```

下面列举常见的通信类型发送：

#### 电机使能运行帧（通信类型3）

```
void motor_enable(uint8_t id, uint16_t master_id)
{
    txCanIdEx.mode = 3;
    txCanIdEx.id = id;
    txCanIdEx.res = 0;
    txCanIdEx.data = master_id;
    txMsg.tx_dlen = 8;
    txCanIdEx.data = 0;
    can_tx();
}
```

#### 运控模式电机控制指令（通信类型1）

```
void motor_controlmode(uint8_t id, float torque, float MechPosition, float speed, float kp, float kd)
{
    txCanIdEx.mode = 1;

    txCanIdEx.id = id;

    txCanIdEx.res = 0;

    txCanIdEx.data = float_to_uint(torque, T_MIN, T_MAX, 16);

    txMsg.tx_dlen = 8;

    txMsg.tx_data[0] = float_to_uint(MechPosition, P_MIN, P_MAX, 16) >> 8;
    txMsg.tx_data[1] = float_to_uint(MechPosition, P_MIN, P_MAX, 16);

    txMsg.tx_data[2] = float_to_uint(speed, V_MIN, V_MAX, 16) >> 8;
    txMsg.tx_data[3] = float_to_uint(speed, V_MIN, V_MAX, 16);

    txMsg.tx_data[4] = float_to_uint(kp, KP_MIN, KP_MAX, 16) >> 8;
    txMsg.tx_data[5] = float_to_uint(kp, KP_MIN, KP_MAX, 16);

    txMsg.tx_data[6] = float_to_uint(kd, KD_MIN, KD_MAX, 16) >> 8;
    txMsg.tx_data[7] = float_to_uint(kd, KD_MIN, KD_MAX, 16);

    can_tx();
}
```

#### 电机停止运行帧（通信类型4）

```
void motor_reset(uint8_t id, uint16_t master_id) {

    txCanIdEx.mode = 4;
```

```
txCanIdEx.id = id;

txCanIdEx.res = 0;

txCanIdEx.data = master_id;

txMsg.tx_dlen = 8;

for(uint8_t i=0;i<8;i++)
{
    txMsg.tx_data[i]=0;
}

can_tx();
}
```

#### 电机模式参数写入命令（通信类型18，运行模式切换）

```
uint8_t runmode;

uint16_t index;

void motor_modechange(uint8_t id, uint16_t master_id)
{
    txCanIdEx.mode = 0x12;

    txCanIdEx.id = id;

    txCanIdEx.res = 0;

    txCanIdEx.data = master_id;

    txMsg.tx_dlen = 8;

    for(uint8_t i=0;i<8;i++)
    {
        txMsg.tx_data[i]=0;
    }

    memcpy(&txMsg.tx_data[0],&index,2);

    memcpy(&txMsg.tx_data[4],&runmode, 1);

    can_tx();
}
```

#### 电机模式参数写入命令（通信类型18，控制参数写入）

```
uint16_t index;

float ref;
```

```
void motor_write(uint8_t id, uint16_t master_id)
{
    txCanIdEx.mode = 0x12;

    txCanIdEx.id = id;

    txCanIdEx.res = 0;

    txCanIdEx.data = master_id;

    txMsg.tx_dlen = 8;

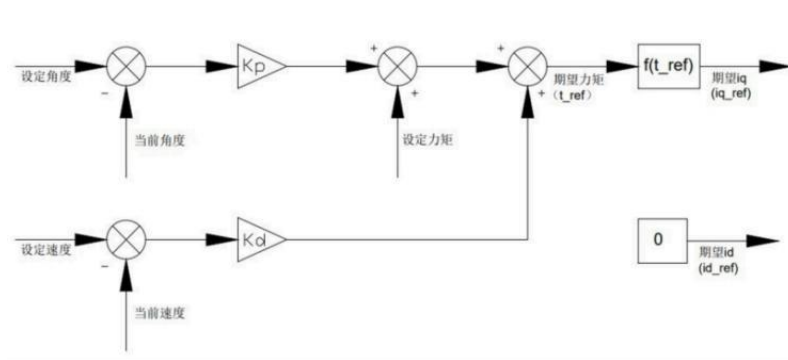
    for(uint8_t i=0;i<8;i++)
    {
        txMsg.tx_data[i]=0;
    }

    memcpy(&txMsg.tx_data[0],&index,2);

    memcpy(&txMsg.tx_data[4],&ref,4);

    can_txid();
}
```

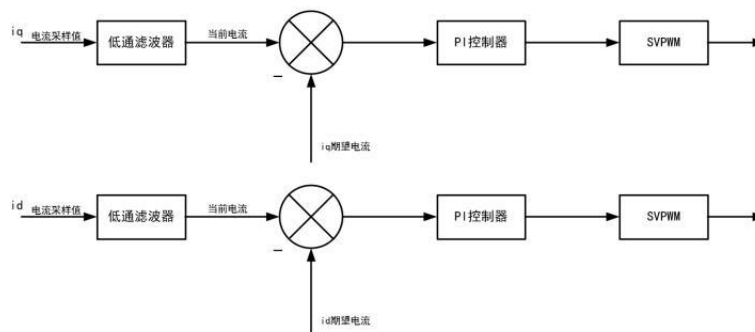
## 运控模式



电机上电后默认处于运控模式；

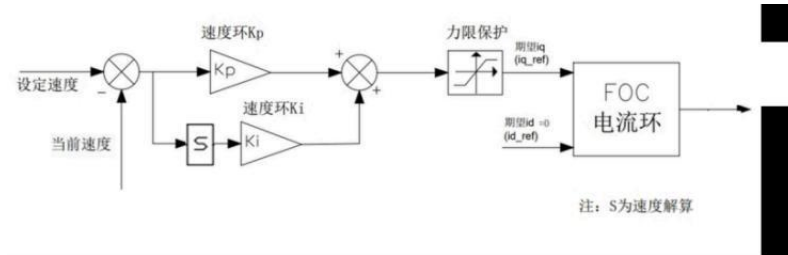
发送电机使能运行帧（通信类型3）→发送运控模式电机控制指令（通信类型1）→收到电机反馈帧（通信类型2）

## 电流模式



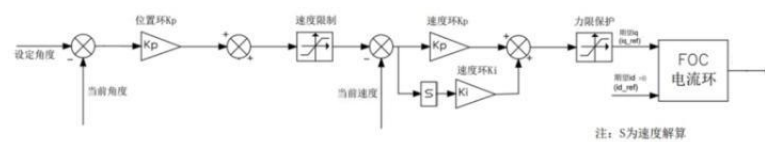
发送电机模式参数写入命令（通信类型18）设置runmode参数为3 → 发送电机使能运行帧（通信类型3） → 发送电机模式参数写入命令（通信类型18）设置 iq\_ref参数为预设电流指令

### 速度模式



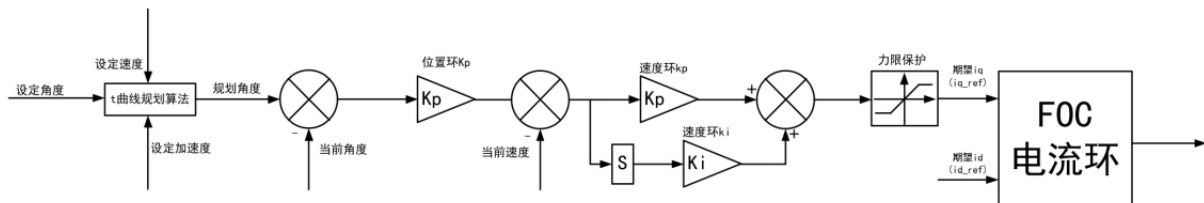
发送电机模式参数写入命令（通信类型18）设置runmode参数为2 → 发送电机使能运行帧（通信类型3） → 发送电机模式参数写入命令（通信类型18）设置 limit\_cur参数为预设最大电流指令 → 发送电机模式参数写入命令（通信类型18）设置 acc\_rad参数为预设加速度指令 → 发送电机模式参数写入命令（通信类型18）设置 spd\_ref参数为预设速度指令

### 位置模式（CSP）



发送电机模式参数写入命令（通信类型18）设置runmode参数为5 → 发送电机使能运行帧（通信类型3） → 发送电机模式参数写入命令（通信类型18）设置 limit\_spd参数为预设最大速度指令 → 发送电机模式参数写入命令（通信类型18）设置 loc\_ref参数为预设位置指令

### 位置模式（PP）



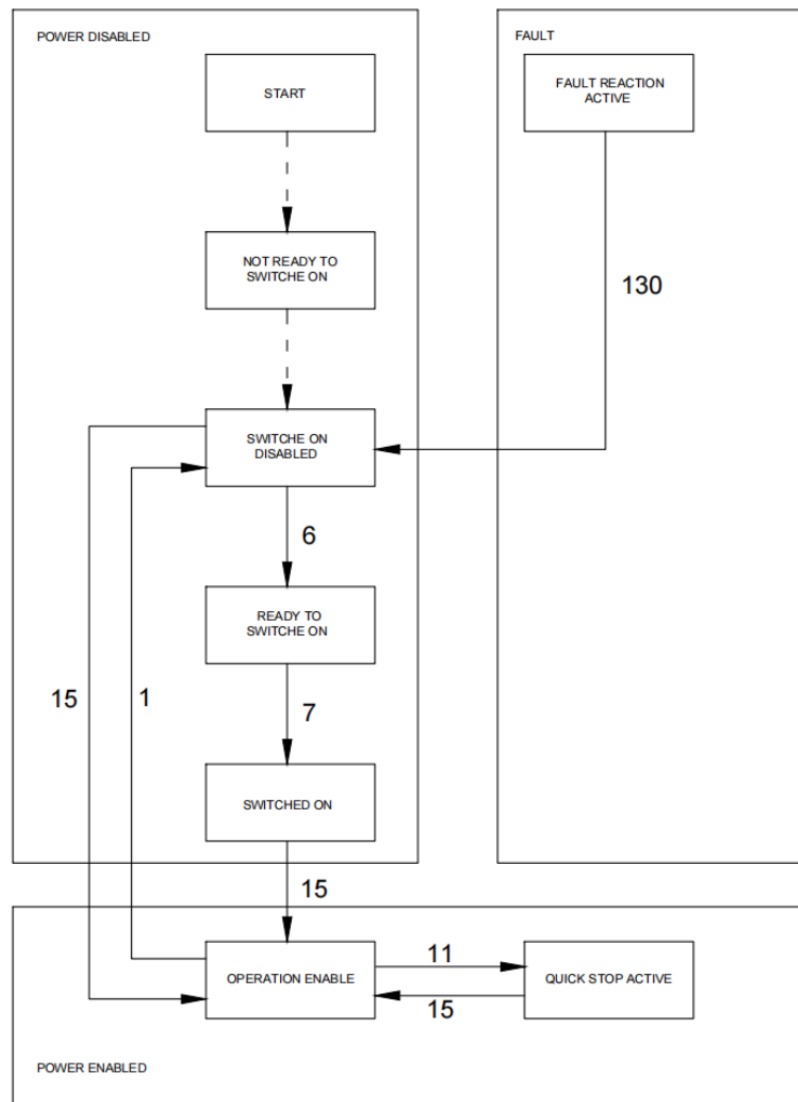
发送电机模式参数写入命令（通信类型18）设置runmode参数为1 → 发送电机使能运行帧（通信类型3） → 发送电机模式参数写入命令（通信类型18）设置 vel\_max参数为预设最大速度指令 → 发送电机模式参数写入命令（通信类型18）设置 acc\_set参数为预设加速度指令 → 发送电机模式参数写入命令（通信类型18）设置 loc\_ref参数为预设位置指令

注：该模式不支持运行过程中改速度和加速度，如想急停可以在过程中将vel\_max修改为0，会以当前速度和加速度规划停止

### 停止运行

发送电机停止运行帧（通信类型4）

## Canopen通信协议类型说明



### 状态机说明

电机使能：电机初始上电即为SWITCH\_ON\_DISABLED状态，可通过修改controlword（6040）为6、7、15过渡到OPERATION\_ENABLE状态，也可直接通过修改其为15进入OPERATION\_ENABLE状态

停止电机：电机在OPERATION\_ENABLE状态想要正常停止可修改controlword（6040）为1，电机将进入失能状态，即SWITCH\_ON\_DISABLED状态

电机急停（慎用，易造成浪涌电压）：电机在运行过程中可以急停，修改controlword（6040）为11即可触发急停

电机清除错误：电机保护后会进入FAULT状态，修改controlword（6040）可以清除常规错误

注意：需要注意的是，本电机切换模式需要在失能状态下，因此请在进入OPERATION\_ENABLE之前设置相应模式

### 状态反馈参数

| 索引   | 名称                         | 属性 | 类型        | 单位             |
|------|----------------------------|----|-----------|----------------|
| 603F | Error_code                 | 可读 | UINT16    | /              |
| 6041 | Statusword                 | 可读 | UINT16    | /              |
| 6061 | Modes_of_operation_display | 可读 | INTEGER8  | /              |
| 6062 | Position_demand_value      | 可读 | INTEGER32 | 脉冲，一圈对应16384脉冲 |
| 6064 | Position_actual_value      | 可读 | INTEGER32 | 脉冲，一圈对应16384脉冲 |
| 606B | Velocity_demand_value      | 可读 | INTEGER32 | 0.1rpm         |
| 606C | Velocity_actual_value      | 可读 | INTEGER32 | 0.1rpm         |



## iSVD78C-36V-10-A14-001使用说明书

| 索引   | 名称                      | 属性 | 类型        | 单位                      |
|------|-------------------------|----|-----------|-------------------------|
| 6077 | Torque_actual_value     | 可读 | INTEGER16 | 0.1%负载率, 1000<br>代表6N.m |
| 6078 | Current_actual_value    | 可读 | INTEGER16 | mA                      |
| 6079 | DC_link_circuit_voltage | 可读 | INTEGER32 | mV                      |

### 归零模式 (设置零位)

| 索引   | 名称                 | 属性  | 类型         | 单位 |
|------|--------------------|-----|------------|----|
| 6040 | controlword        | 可读写 | UINTeger16 | /  |
| 6060 | Modes of operation | 可读写 | INTEGER8   | /  |

标零方式: 电机在失能状态下设置Modes of operation为6, 电机即会设置当前位置为零位

零点保持: 修改controlword为15, 电机会在零位位置保持

### 位置模式 (PP)

| 索引   | 名称                   | 属性  | 类型         | 单位                      |
|------|----------------------|-----|------------|-------------------------|
| 6040 | controlword          | 可读写 | UINTeger16 | /                       |
| 6060 | Modes of operation   | 可读写 | INTEGER8   | /                       |
| 6067 | Position_window      | 可读写 | UINTeger32 | 脉冲, 一圈对应<br>16384脉冲     |
| 6068 | Position_window_time | 可读写 | UINTeger16 | ms                      |
| 6071 | Target_torque        | 可读写 | INTEGER16  | 0.1%负载率, 1000<br>代表6N.m |
| 607A | Target_position      | 可读写 | INTEGER32  | 脉冲, 一圈对应<br>16384脉冲     |
| 6081 | Profile_velocity     | 可读写 | UINTeger32 | 0.1rpm                  |
| 6083 | Profile_acceleration | 可读写 | UINTeger32 | 0.1rpm/s                |

步骤1: 电机在失能状态下设置Modes of operation为1, 设置Target\_torque (位置模式下最大力矩绝对值, 必设), Profile\_velocity (位置模式速度绝对值, 必设), Profile\_acceleration (位置模式加速度绝对值, 必设), Position\_window (可不设, 不设即不启用), Position\_window\_time (可不设, 不设即不启用)

步骤2: 设置controlword为15

步骤3: 设置Target\_position (绝对位置) 即可到达指定位置

### 位置模式 (CSP)

| 索引   | 名称                   | 属性  | 类型         | 单位                      |
|------|----------------------|-----|------------|-------------------------|
| 6040 | controlword          | 可读写 | UINTeger16 | /                       |
| 6060 | Modes of operation   | 可读写 | INTEGER8   | /                       |
| 6067 | Position_window      | 可读写 | UINTeger32 | 脉冲, 一圈对应<br>16384脉冲     |
| 6068 | Position_window_time | 可读写 | UINTeger16 | ms                      |
| 6071 | Target_torque        | 可读写 | INTEGER16  | 0.1%负载率, 1000<br>代表6N.m |
| 607A | Target_position      | 可读写 | INTEGER32  | 脉冲, 一圈对应<br>16384脉冲     |
| 6081 | Profile_velocity     | 可读写 | UINTeger32 | 0.1rpm                  |

步骤1: 电机在失能状态下设置Modes of operation为5, 设置Target\_torque (位置模式下最大力矩绝对值, 必设), Profile\_velocity (位置模式速度绝对值, 必设), Position\_window (可不设, 0即不启用), Position\_window\_time (可不设, 0即不启用)

步骤2: 设置controlword为15

步骤3: 设置Target\_position (绝对位置) 即可到达指定位置

置

### 速度模式

| 索引   | 名称          | 属性  | 类型         | 单位 |
|------|-------------|-----|------------|----|
| 6040 | controlword | 可读写 | UINTeger16 | /  |



## iSVD78C-36V-10-A14-001使用说明书

| 索引   | 名称                 | 属性  | 类型        | 单位                      |
|------|--------------------|-----|-----------|-------------------------|
| 6060 | Modes of operation | 可读写 | INTEGER8  | /                       |
| 6071 | Target_torque      | 可读写 | INTEGER16 | 0.1%负载率, 1000<br>代表6N.m |
| 60FF | Target_velocity    | 可读写 | INTEGER32 | 0.1rpm                  |

步骤1: 电机在失能状态下设置Modes of operation为3, 设置Target\_torque (位置模式下最大力矩绝对值, 必设)

步骤2: 设置controlword为15

步骤3: 设置Target\_velocity即可到达指定速度

## 力矩模式

| 索引   | 名称                 | 属性  | 类型         | 单位                      |
|------|--------------------|-----|------------|-------------------------|
| 6040 | controlword        | 可读写 | UINTEGER16 | /                       |
| 6060 | Modes of operation | 可读写 | INTEGER8   | /                       |
| 6071 | Target_torque      | 可读写 | INTEGER16  | 0.1%负载率, 1000<br>代表6N.m |

步骤1:电机在失能状态下设置Modes of operation为4

步骤2:设置controlword为15

步骤3:设置Target\_torque即可输出指定力矩

## 协议切换帧 (扩展帧): 切换电机协议, 重新上电生效

| 数据域 | 29位ID      | 8 Byte数据区                                                                                  |
|-----|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 大小  | Bit28~bit0 | Byte0~Byte6                                                                                |
| 描述  | 0xFFFF     | 01 02 03 04 05 06 F_CMD<br>其中其中 F_CMD 字节为电机协议类型<br>其中0为私有协议 (默认)<br>1为Canopen协议<br>2为MIT协议 |

应答帧:

| 数据域 | 11位ID   | 8 Byte数据区   |
|-----|---------|-------------|
| 大小  | bit10~0 | Byte0~Byte7 |
| 描述  | 电机id    | 64位MCU唯一标识符 |

## Mit通信协议类型说明

电机通信为CAN 2.0通信接口, 波特率默认1Mbps, 波特率可切换到私有协议修改, 采用标准帧格式, 如下所示:

| 数据域 | 11位ID      |        | 8 Byte数据区   |
|-----|------------|--------|-------------|
| 大小  | Bit10~bit8 | bit7~0 | Byte0~Byte7 |
| 描述  | 模式类型       | id     |             |

电机支持的控制模式包括:

- MIT模式: 给定电机运控5个参数;
- 速度模式: 给定电机指定的运行速度;
- 位置模式: 给定电机指定的位置和速度, 电机将以过程速度运行到该指定的位置;

## 应答指令1:

| 数据域 | 11位id   | 8 Byte数据区                                                                                                                   |
|-----|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 大小  | bit10~0 | Byte0~Byte7                                                                                                                 |
| 描述  | 主机id    | Byte0: 电机 canid<br>Byte1~2: 目标角度[0~65535]对应(-12.57rad~12.57rad)<br>Byte3 为高 8 位, Byte4[7~4] (高 4 位) 为低 4 位: 目标速度 [0~4096]对应 |

| 数据域 | 11位id | 8 Byte数据区                                                                                                          |
|-----|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     |       | (-44rad/s~44rad/s)<br>Byte4[3-0] (低4位) 为高4位,<br>Byte5 为低8位: 目标力矩<br>[0~4096]对应(-17N.m~17N.m)<br>Byte6~7: 绕组温度, 单位度 |

#### 应答指令2:

| 数据域 | 11位id   | 8 Byte数据区   |
|-----|---------|-------------|
| 大小  | bit10~0 | Byte0~Byte7 |
| 描述  | 电机id    | 64位MCU唯一标识符 |

#### 指令1: 电机使能运行

| 数据域 | 11位id     | 8 Byte数据区            |
|-----|-----------|----------------------|
| 大小  | bit10~0   | Byte0~Byte7          |
| 描述  | 目标电机canid | FF FF FF FF FF FF FC |

应答帧: 应答指令1

#### 指令2: 电机停止运行

| 数据域 | 11位id     | 8 Byte数据区            |
|-----|-----------|----------------------|
| 大小  | bit10~0   | Byte0~Byte7          |
| 描述  | 目标电机canid | FF FF FF FF FF FF FD |

应答帧: 应答指令1

#### 指令3: 电机MIT动态参数

| 数据域 | 11位id     | 8 Byte数据区                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 大小  | bit10~0   | Byte0~Byte7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 描述  | 目标电机canid | Byte0~1: 目标角度[0~65535]对应(-12.57rad~12.57rad)<br>Byte2 为高8位, Byte3[7-4] (高4位) 为低4位: 目标速度<br>[0~4096]对应(-44rad/s~44rad/s)<br>Byte3[3-0] (低4位) 为高4位,<br>Byte4 为低8位: kp[0~4096]对应(0-500)<br>Byte5 为其高8位, Byte6[7-4] (高4位) 为其低4位:<br>kd[0~4096]对应(0-5)<br>Byte6[3-0] (低4位) 为高4位,<br>Byte7 为低8位: 目标力矩<br>[0~4096]对应(-17N.m~17N.m) |

应答帧: 应答指令1

#### 指令4: 设置零点 (非位置模式)

| 数据域 | 11位id     | 8 Byte数据区            |
|-----|-----------|----------------------|
| 大小  | bit10~0   | Byte0~Byte7          |
| 描述  | 目标电机canid | FF FF FF FF FF FF FE |

应答帧: 应答指令1

#### 指令5: 清除错误及读取异常状态

| 数据域 | 11位id     | 8 Byte数据区                                                                                        |
|-----|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 大小  | bit10~0   | Byte0~Byte7                                                                                      |
| 描述  | 目标电机canid | FF FF FF FF FF FF F_CMD FB<br>其中其中 F_CMD 字节为 0xFF<br>时, 表示消除当前的异常; 为其他任何数值时, 将在回复中的 BYTE1 中回传错误值 |

清错应答帧：应答指令1

### 异常状态应答帧

| 数据域 | 11位id   | 8 Byte数据区                                                                                                                                           |
|-----|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 大小  | bit10~0 | Byte0~Byte7                                                                                                                                         |
| 描述  | 主机id    | Byte0: 电机 canid<br>Byte1~4: fault值(非0:有故障, 0: 正常)<br>bit14:堵转/方波过载故障<br>bit7:编码器未标定<br>bit3:过压故障<br>bit2:欠压故障<br>bit1:驱动芯片故障<br>bit0:电机过温故障, 默认145度 |

### 指令6：设置运行模式

| 数据域 | 11位id     | 8 Byte数据区                                                                           |
|-----|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 大小  | bit10~0   | Byte0~Byte7                                                                         |
| 描述  | 目标电机canid | FF FF FF FF FF F_CMD FC<br>其中其中 F_CMD 字节为运行模式<br>其中0为MIT模式 (默认)<br>1为位置模式<br>2为速度模式 |

应答帧：应答指令2

### 指令7：修改电机CANID

| 数据域 | 11位id     | 8 Byte数据区                                          |
|-----|-----------|----------------------------------------------------|
| 大小  | bit10~0   | Byte0~Byte7                                        |
| 描述  | 目标电机canid | FF FF FF FF FF F_CMD FA<br>其中其中 F_CMD 字节为目标修改的电机id |

应答帧：应答指令2

### 指令8：修改电机协议：切换电机协议，重新上电生效

| 数据域 | 11位id     | 8 Byte数据区                                                                                  |
|-----|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 大小  | bit10~0   | Byte0~Byte7                                                                                |
| 描述  | 目标电机canid | FF FF FF FF FF F_CMD FD<br>其中其中 F_CMD 字节为电机协议类型<br>其中0为私有协议 (默认)<br>1为Canopen协议<br>2为MIT协议 |

应答帧：应答指令2

### 指令9：修改主机canid

| 数据域 | 11位id     | 8 Byte数据区                                        |
|-----|-----------|--------------------------------------------------|
| 大小  | bit10~0   | Byte0~Byte7                                      |
| 描述  | 目标电机canid | FF FF FF FF FF F_CMD 01<br>其中其中 F_CMD 字节为主机canid |

应答帧：应答指令2

### 指令10：位置模式控制指令

| 数据域 | 11位id   |           | 8 Byte数据区                                                                |
|-----|---------|-----------|--------------------------------------------------------------------------|
| 大小  | bit10~8 | bit7~0    | Byte0~Byte7                                                              |
| 描述  | 1       | 目标电机canid | Byte0~3: 目标位置, 单位rad, 32位单精度float<br>Byte4~7: 目标速度, 单位rad/s, 32位单精度float |

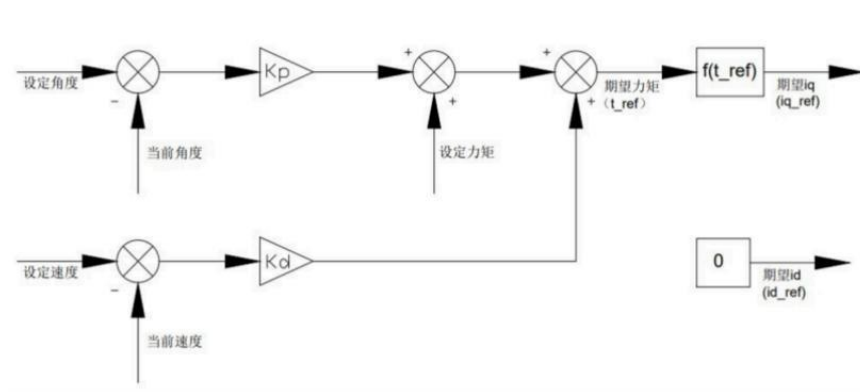
应答帧：应答指令1

## 指令11：速度模式控制指令

| 数据域 | 11位id   |           | 8Byte数据区                                                                       |
|-----|---------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 大小  | bit10~8 | bit7~0    | Byte0~Byte7                                                                    |
| 描述  | 2       | 目标电机canid | Byte0~3: 目标速度, 单位rad, 32位单精度float<br>Byte4~7: 速度位置模式电流限制, 单位rad/s, 32位单精度float |

应答帧：应答指令1

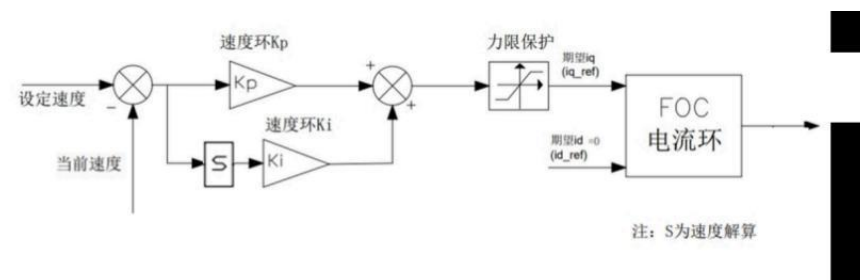
## 运控模式



电机上电后默认处于运控模式；

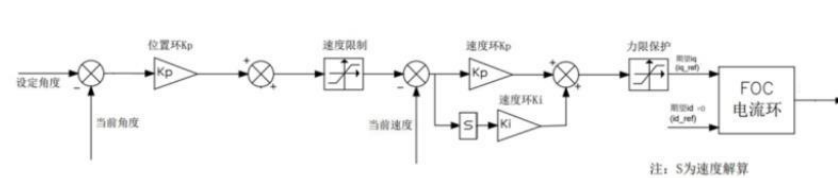
发送电机使能运行帧（指令1）→发送运控模式电机控制指令（指令3）→发送电机停止帧（指令2）

## 速度模式



发送电机模式参数写入命令（指令6）设置模式为2 → 发送电机使能运行帧（指令1）→ 发送电机模式参数写入命令（指令11）设置最大电流（绝对值）和预设速度→发送电机停止帧（指令2）

## 位置模式（CSP）



发送电机模式参数写入命令（指令6）设置模式为1 → 发送电机使能运行帧（指令1）→ 发送电机模式参数写入命令（指令10）设置最大速度（绝对值）和预设位置→发送电机停止帧（指令2）

## 富兴产品保修条款

### 1、一年保修期

富兴公司对其产品的原材料和工艺缺陷提供从发货日起一年的质保。在保修期内富兴公司为有缺陷的产品提供免费维修服务。

### 2、不属保修之列

- A、不恰当的接线，如电源正负极接反和带电拔插
- B、未经许可擅自更改内部器件
- C、超出电气和环境要求使用
- D、环境散热太差

### 3、维修流程

如需维修产品，将按下述流程处理：

- (1) 发货前需致电富兴公司客户服务人员获取返修许可号码；
- (2) 随货附寄书面说明，说明返修驱动器的故障现象；故障发生时的电压、电流和使用环境等情况；联系人的姓名、电话号码及邮寄地址等信息。
- (3) 预付邮费寄至江苏省常州市新北区黄河西路217号江苏富兴电机技术股份有限公司

邮编：213032。

### 4、保修限制

- A、富兴公司产品的保修范围限于产品的器件和工艺（即一致性）。
- B、富兴公司不保证其产品能适合客户的具体用途，因为是否适合还与该用途的技术指标要求和使用条件及环境有关。本公司不建议将此产品用于临床医疗用途。

### 5、维修要求

返修时请用户如实填写《维修报告》（此表可在[www.fullingmotor.com](http://www.fullingmotor.com)上下载）以便于维修分析。邮寄地址：江苏省常州市新北区黄河西路217号江苏富兴电机技术股份有限公司 邮编：213032。

江苏富兴电机技术股份有限公司

地址: 江苏省常州市新北区黄河西路 217 号  
邮编: 213032  
电话: +86-519-85132957  
传真: +86-519-85132956  
邮箱: [info@fullingmotor.com](mailto:info@fullingmotor.com)

