

RS04-CHN

RS04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。

法律声明

在使用本产品前，请用户务必仔细阅读本手册，按照本手册内容操作本产品。如用户违反本手册内容使用本产品，造成的任何财产损失、人身伤害事故，本公司不承担任何责任。因本产品由众多零部件构成，切勿让儿童接触本产品，以免发生意外事故。为延长产品使用寿命，请勿在高温、高压环境中使用本产品。本手册在印刷时已尽可能的包含各项功能介绍和使用说明。但由于产品功能不断完善、设计变更等，仍可能与用户购买的产品有不符之处。

本手册与实际产品在颜色、外观等方面可能有所偏差，请以实际产品为准。本手册由北京灵足时代科技有限公司（下简称灵足）出版，灵足随时可能对本手册中不准确的最新信息进行必要的改进和更改，或对程序和/或设备进行改进。此类更改将上传电子版说明书到公司官网，详情可查看下载中心栏（www.robstride.com）。所有图片仅供功能说明参考，请以实物为准。

售后政策

本产品售后服务严格依据《中华人民共和国消费者权益保护法》、《中华人民共和国产品质量法》实行售后服务，服务内容如下：

保修期限及内容

1. 凡在线上渠道下单购买本产品的用户，可在自签收次日起七日内享受无理由退货服务。退货时用户须出示有效购买凭证，并退回发票。用户须保证退货商品保持原有品质和功能、外观完好、商品本身及配件的商标和各种标识完整齐全，如有赠品需一并退回。如果商品出现人为损坏、人为拆机、包装箱缺失、零配件缺失的情况，不予办理退货。退货时产生的物流费用由用户承担（收费标准见“售后服务收费标准”）。如果用户未结清物流费用，将按实际发生额从退款金额中扣除。自收到退货商品之日起七日内向用户返还已支付的货款。退款方式与付款方式相同。具体到账日期可能会受银行、支付机构等因素影响。
2. 本产品保修期为1年。
3. 自用户签收次日起7天内，发生非人为损坏性能故障，经由灵足售后服务中心检测确认后，为用户办理退货业务，退货时用户须出示有效购买凭证，并退回发票。如有赠品需一并退回。
4. 自用户签收次日起7天后至15天内，发生非人为损坏性能故障，经由灵足售后服务中心检测确认后，为用户办理换货业务，更换整套商品。换货后，商品本身三包期重新计算。
5. 自用户签收次日起15天后至365天内，经由灵足售后服务中心检测确认后，属于产品本身质量故障，可免费提供维修服务。更换的故障产品归灵足公司所有。无故障产品，将原样返回。本产品经过各项严格检测后出厂，如有非产品本身质量故障，我们将有权拒绝用户的退换货需求。

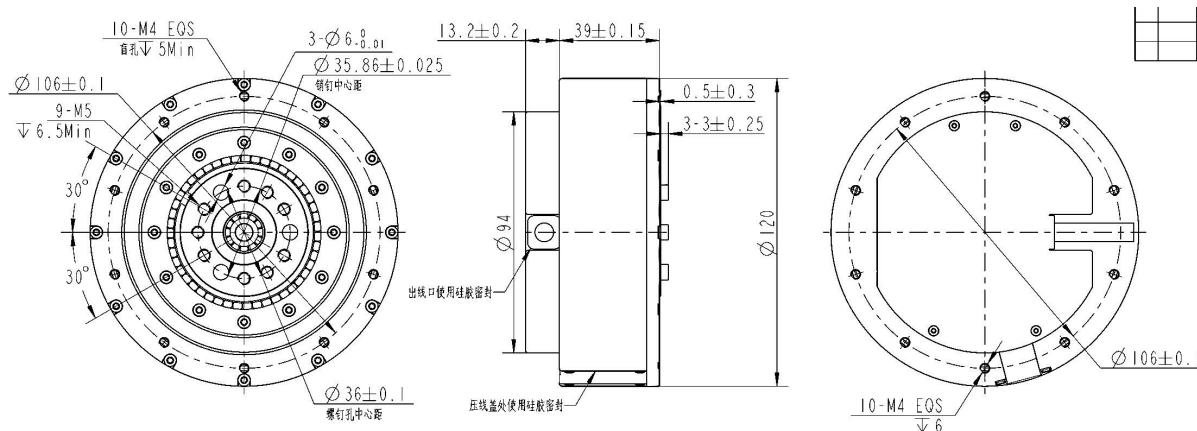
非保修条例以下情况不属于保修范围

1. 超出保修条款所限定的保修期限。
2. 未按照说明书要求，错误使用造成的产品损坏损毁。
3. 不当的操作、维修、安装、改装、测试等不正当使用造成的损坏损毁。
4. 非质量故障引起的常规机械损耗、磨损。
5. 非正常工况下造成的损坏，包括但不限于跌落、撞击、液体浸入、剧烈撞击等。
6. 天灾（如水灾、火灾、雷击、地震等）或不可抗力造成的损坏。
7. 超过峰值扭矩使用造成的损坏。
8. 超过峰值扭矩使用造成的损坏。
9. 其他非产品的设计、技术、制造、质量等问题导致的故障或损坏。

如果出现上述情况，用户需自行支付费用。

电机规格参数

外形及安装尺寸



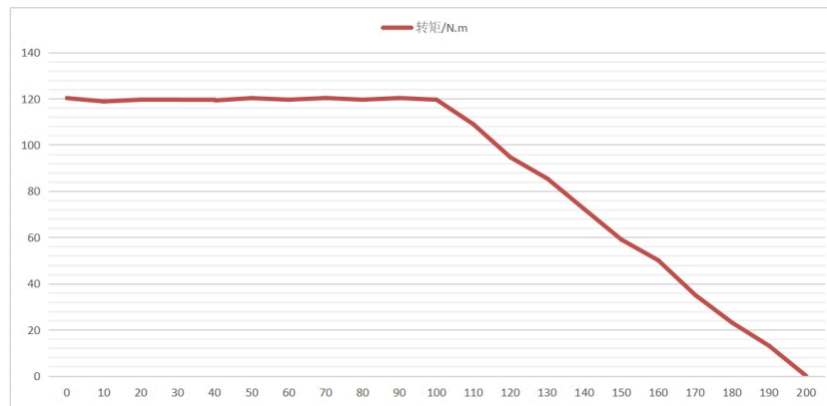
固定时螺丝深入长度请勿超过机壳螺纹深度

标准使用状态

1. 额定电压: 48 VDC
2. 使用电压范围: 24V—60 VDC
3. 额定负载 (CW): 40 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: $200 \text{ rpm} \pm 10\%$
2. 空载电流: 2 Arms
3. 额定负载: 40 N.m
4. 额定负载转速: $167 \text{ rpm} \pm 10\%$
5. 额定负载相电流(峰值): $27 \text{ Apk} \pm 10\%$
6. 峰值负载: 120 N.m
7. 最大负载相电流(峰值): $90 \text{ Apk} \pm 10\%$
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: $16.9 \text{ Vrms/krpm} \pm 10\%$
11. 转矩常数: 2.1 N.m/Arms
12. T-N曲线

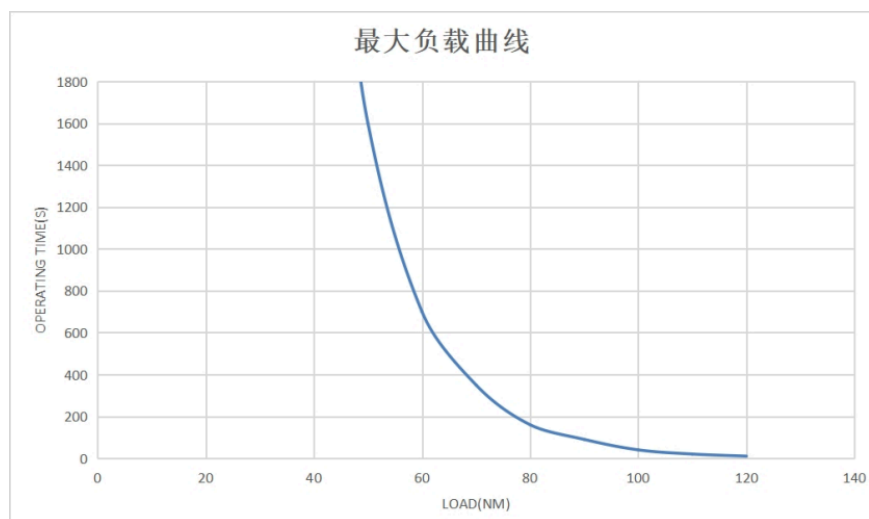


13. 最大过载曲线

测试条件：环境温度：25°C

绕组极限温度：130°C（此为约束温度，实际为180度）

转速：24rpm



测试数据

Load	Operatin time(S)
120	10
110	12
100	14
90	20
80	40
70	59
60	116
50	300
40	rated

机械特性

1. 重量：1420g±20g
2. 极数：42极
3. 相数：3相
4. 驱动方式：FOC
5. 减速比：9：1

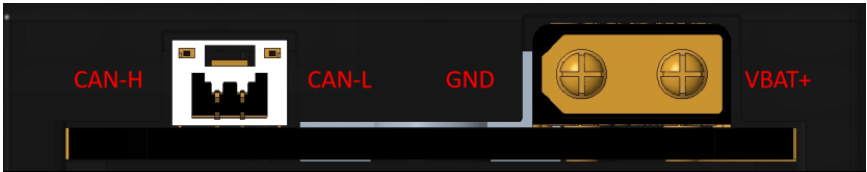
驱动器产品信息

驱动器产品规格

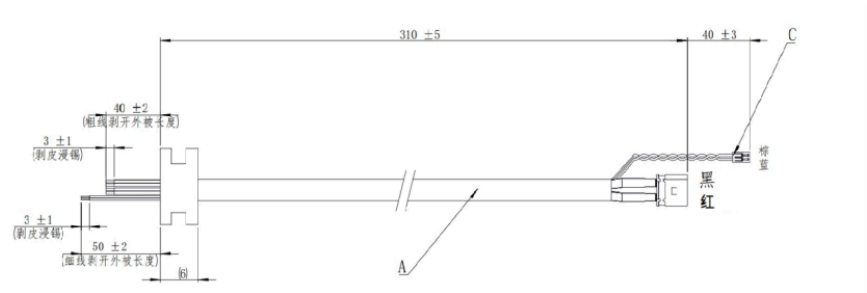
项目	数据
额定工作电压	48VDC
允许最大电压	60VDC
额定工作相电流	27Apk
最大允许相电流	90Apk
待机功率	≤40mA
CAN总线比特率	1Mbps
尺寸	Φ84mm
工作环境温度	-20℃至50℃
控制板允许最大温度	105℃
编码器分辨率	14bit（单圈绝对值）

驱动器接口定义

驱动器接口定义



驱动器线束定义



线束	定义
蓝	CAN_H
棕	CAN_L
黑	GND
红	VBAT+

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
XT30APW-M	AMASS（艾迈斯）	XT30UW-F	AMASS（艾迈斯）
GH1.25-2PWT	任意	GH1.25-T	任意

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（-）

引脚	说明
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

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	GD32F303RET6	1 PCS
2	驱动芯片	DRV8353SRTAT	1 PCS
3	磁编码器芯片	AS5047P	2 PCS
4	热敏电阻	LTS00-104J395T19E010/ NCP18XH103F03RB	2 PCS
5	功率MOS	ISC030N12NM6	12 PCS

上位机使用说明

请前往www.robstride.com官网下载中心下载

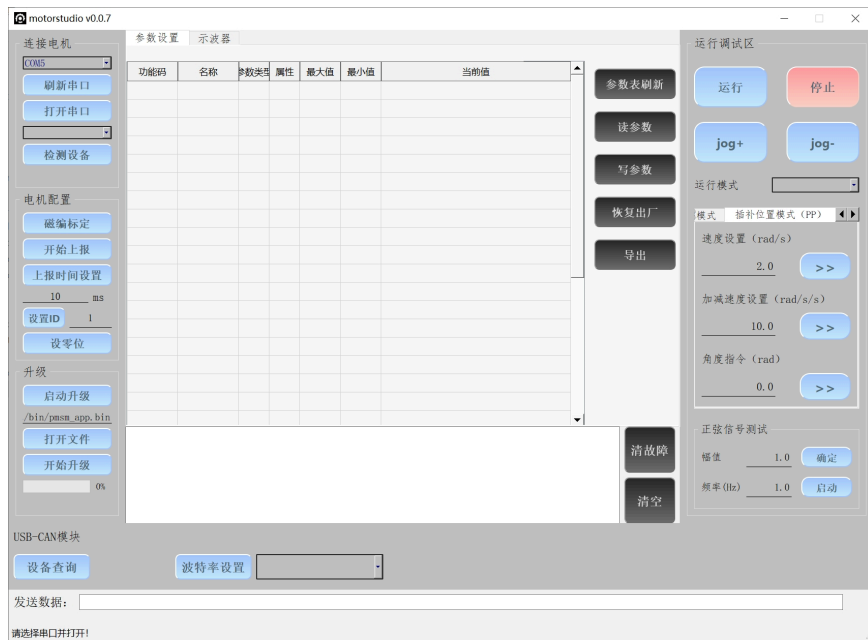
硬件配置

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。

can转USB工具推荐使用灵足时代官方的USB-CAN模块，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



当绿色进度条升一半卡住，可点击停止升级，或重新上电重新进入升级流程，电机内部程序在升级失败后不会丢失，再次升级前请检查通信环境是否良好

电机主界面——参数设置

[illegible]

成功连接电机后，

1. 点击参数表刷新，上方会显示更新参数表成功，说明成功读取到电机相关参数（注：参数表需要在电机处于待机状态下进行配置，如果电机处于运行状态则无法进行参数表刷新），界面会显示电机的相关参数，蓝色的参数为电机内部的存储参数，可以在相应参数后面的当前值栏进行修改。
2. 点击读参数可以将电机中的参数上传到调试器中，电机浅蓝色参数为观测参数，为采集得到的参数，可进行实时观测。
3. 点击写参数可以将调试器中参数下载到电机中，
4. 点击恢复出厂，最新的固件下电机恢复默认值参数
5. 点击导出，会将电机现有参数表内参数导出
6. 点击打开多设备连接，上位机即可连接多台电机，需注意的是，因为不同类型电机参数接口有差异，所以多设备连接仅可用于升级，升完级调试电机需关闭多设备连接重新搜索电机

注：电机的转矩限制、保护温度、过温时间请勿随意更改。因违规操作本产品导致对人体造成伤害，或对关节造成不可逆的损伤，我司将不承担任何法律责任。

[illegible]

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
0X2009	CAN_ID	uint8	设定	127	0	1	本节点id
0X200a	CAN_MASTER	uint8	设定	127	0	0	can主机id
0X200b	CAN_TIMEOUT	uint32	读/写	100000	0	0	can超时阈值，默认0
0X200c	status2	int16	读/写	1500	0	0	保留参数
0X200d	status3	uint32	读/写	1000000	1000	0	保留参数
0X200e	status4	float	读/写	64	1	0	保留参数
0X200f	status5	float	读/写	64	1	0	保留参数
0X2010	status6	uint8	读/写	1	0	0	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
0X201a	spd_step_value	float	读/写	100	0	0	速度模式加速度
0X201b	vel_max	float	读/写	100	0	10	pp模式速度
0X201c	acc_set	float	读/写	100	0	10	pp模式加速度
0X201d	fault1	uint32	读/写	30000	0	0	保留参数
0X201e	fault2	uint32	读/写	30000	0	0	保留参数
0X201f	fault3	uint32	读/写	30000	0	0	保留参数
0X2020	fault4	uint32	读/写	30000	0	0	保留参数
0X2021	fault5	uint32	读/写	30000	0	0	保留参数
0X2022	fault6	uint32	读/写	30000	0	0	保留参数
0X2023	fault7	uint32	读/写	30000	0	0	保留参数
0X2024	baud	uint8	读/写	10	0	0	波特率标志位
0X2025	zero_sta	uint8	读/写			0	零点标志位
0x2026	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	encoder2raw	int16	只读			24195	差速磁编码器采样值
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
0X300c	VBUS	float	只读			36	母线电压V
0X300d	cmdld	float	只读			0	id环指令，A
0X300e	cmdlq	float	只读			0	iq环指令，A

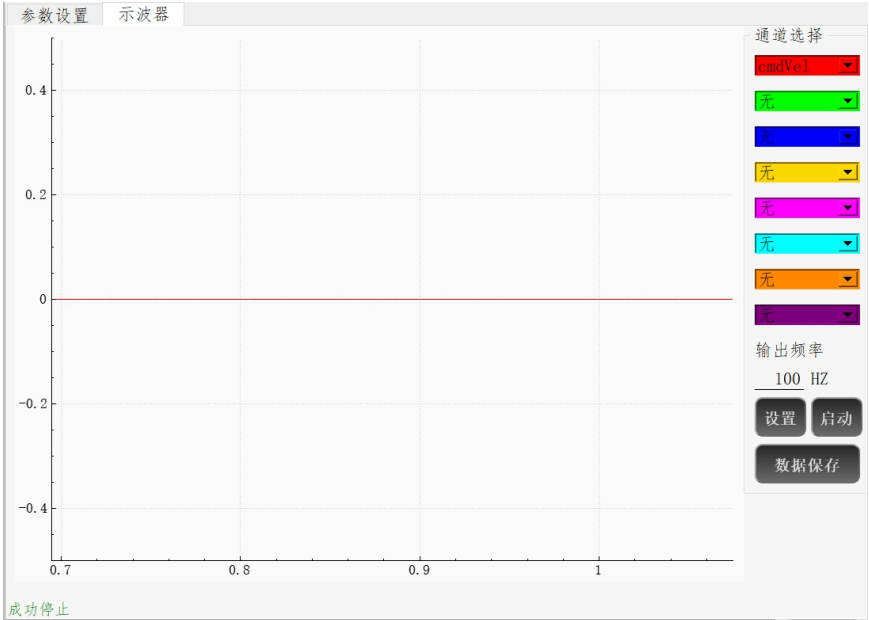
功能码	名称	参数类型	属性	最大值	最小值	当前值（供参考）	备注
0X300f	cmdlocref	float	只读			0	位置环指令，rad
0X3010	cmdspdref	float	只读			0	速度环指令，rad/s
0X3011	cmdTorque	float	只读			0	转矩指令，nm
0X3012	cmdPos	float	只读			0	mit协议角度指令
0X3013	cmdVel	float	只读			0	mit协议速度指令
0X3014	rotation	int16	只读			1	圈数
0X3015	modPos	float	只读			4.363409	电机未计圈机械角度，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			48	驱动芯片故障值2
0X3026	Uq	float	只读			0	q轴电压
0X3027	position_offset	float	只读			0	高速端偏置
0X3028	as_angle	float	只读			0	磁编初始角
0X3029	cs_angle	float	只读			0	差速磁编初始角
0X302a	chasu_angle	float	只读			0	差速角度
0X302b	ibus	float	只读			24.195	电机保护参数
0X302c	torque_fdb	float	只读			0	转矩反馈值，nm
0X302d	rated_i	float	只读			8	电机保护参数
0X302e	MechPos_init	float	只读			27	电机保留参数
0X302f	vel_max	float	只读			0	电机速度期望
0X3030	loc_reff	float	只读			0	电机速度期望2
0X3031	instep	float	只读			0	电机保护参数
0X3032	fault1	float	只读			0	日志参数
0X3033	fault2	float	只读			0	日志参数
0X3034	fault3	float	只读			0	日志参数
0X3035	fault4	float	只读			0	日志参数
0X3036	fault5	float	只读			0	日志参数
0X3037	fault6	uint32	只读			0	日志参数
0X3038	fault7	uint32	只读			0	日志参数
0X3039	fault8	uint32	只读			0	日志参数
0X303a	ElecOffset	float	只读			0	电角度偏置
0X303b	mcOverTemp	int16	只读			0	过温阈值
0X303c	Kt_Nm/Amp	float	只读			0	力矩系数
0X303d	Tqcali_Type	uint8	只读			0	电机类型

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
0X303e	theta_mech_1	float	只读			0	类型2低速角度

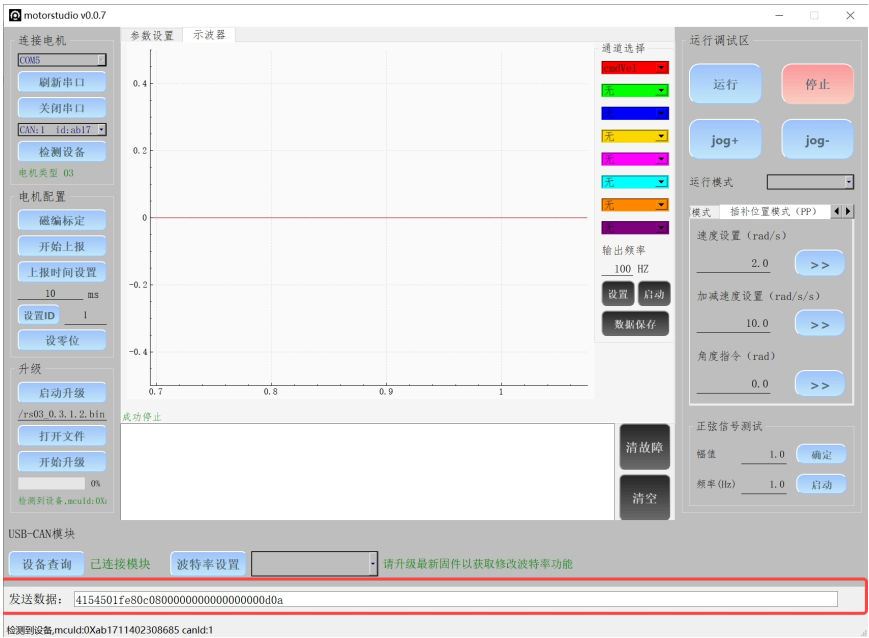
电机主界面——示波器

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

41 54	90 07 e8 0c	08	05 70 00 00 01 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: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 (◀▶)

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

速度模式

电流控制

位

电流限制(A)

27.0

>>

速度步进值(rad)

10.0

>>

速度指令(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

正弦信号测试

幅值

1.0

确定

频率(Hz)

1.0

启动

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			8Byte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 (0~65535) 对应 (~120Nm~120Nm)	目标电机CAN_ID	Byte0~1: 目标角度 [0~65535]对应 (-12.57f~12.57f) Byte2~3: 目标角速度 [0~65535]对应 (-15rad/s~15rad/s) Byte4~5: Kp [0~65535]对应 (0.0~5000.0) Byte6~7: Kd [0~65535]对应 (0.0~100.0) 以上数据 转换后高字节在前，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 bit21~16:故障信息 (0无 1有) bit21: 未标定 bit20: 堵转过载故障 bit19: 磁编码故障 bit18: 过温 bit17: 驱动故障 bit16: 欠压故障 bit22~23: 模式状态 0 : Reset 模式[复位] 1 : Cali 模式[标定] 2 : Motor模式[运行]	主机CAN_ID	Byte0~1: 当前角度 [0~65535]对应-12.57f~12.57f) Byte2~3: 当前角速度 [0~65535]对应 (-15rad/s~15rad/s) Byte4~5:当前力矩 [0~65535]对应 (~120Nm~120Nm) Byte6~7:当前温度: Temp(摄氏度) *10 以上数据高字节在前，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

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； 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 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， 详见下方可读写参数表 Byte2~3: 00 Byte4~7: 00 以上数据低字节在前，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:目标电机CAN_ID Bit23~16:00为读取成功01为读取失败	主机CAN_ID	Byte0~1: index， 详见下方可读写参数表 Byte2~3: 00 Byte4~7: 参数数据，1字节数据在Byte4 以上数据低字节在前，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， 详见下方可读写参数表 Byte2~3: 00 Byte4~7: 参数数据 以上数据低字节在前，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

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 (非0:有故障, 0:正常) bit14:堵转/方波过载故障 bit7:编码器未标定 bit3:过压故障 bit2:欠压故障 bit1:驱动芯片故障 bit0:电机过温故障, 默认145度 Byte4~7: warning值 bit0: 电机过温预警, 默认135度

通信类型22：电机数据保存帧（保存当前所有可存储变量，0.4.1.0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 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，0.4.1.0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 F_CMD 其中其中 F_CMD 字节为电机波特率 其中01为1M 02为500K 03为250K 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（0.4.1.0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 F_CMD 其中其中 F_CMD 字节为电机上报开关 00 为关闭主动上报(默认) 01 为开启主动上报 默认上报间隔为10ms

应答帧：(0.4.1.2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 bit21~16:故障信息(0无 1有) bit21: 未标定 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) Byte2~3: 当前角速度 [0~65535]对应(-33rad/s~33rad/s)

数据域	29位ID		8Byte数据区
		障 bit19: 磁编码故障 bit18: 过温 bit17: 驱动故障 bit16: 欠压故障 bit22~23: 模式状态 0 : Reset 模式[复位] 1 : Cali 模式[标定] 2 : Motor模式[运行]	Byte4~5:当前力矩 [0~65535]对应 (~14Nm~14Nm) Byte6~7:当前温度: Temp(摄氏度) *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，0.4.1.0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 F_CMD 其中其中 F_CMD 字节为电机协议类型 其中0为私有协议 (默认) 1为Canopen协议 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 1: 位置模式 (PP) 2: 速度模式 3: 电流模式 5: 位置模式 (CSP)	uint8	1		W/R
0X7006	iq_ref	电流模式Iq指令	float	4	-90~90A	W/R
0X700A	spd_ref	转速模式转速指令	float	4	-20~20rad/s	W/R
0X700B	limit_torque	转矩限制	float	4	0~120Nm	W/R
0X7010	cur_kp	电流的Kp	float	4	默认值0.05	W/R
0X7011	cur_ki	电流的Ki	float	4	默认值0.05	W/R
0X7014	cur_filt_gain	电流滤波系数 filt_gain	float	4	0~1.0, 默认值 0.06	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	0~20rad/s	W/R
0X7018	limit_cur	速度位置模式电流限制	float	4	0~90A	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	-90~90A	R
0x701B	mechVel	负载端转速	float	4	rad/s	R
0x701C	VBUS	母线电压	float	4	V	R
0x701E	loc_kp	位置的kp	float	4	默认值80	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

参数index	参数名称	描述	类型	字节数	单位/说明	R/W读写权限
0x7022	acc_rad	速度模式加速度	float	4	默认值 10rad/s^2	W
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 10rad/s^2	W
0x7026	EPScan_time	上报时间设置，1 代表10ms，加1 递增5ms	uint16	2	默认值1	W
0x7028	cantimeout	can超时阈值， 20000代表1s	Uint32	4	默认值0	W
0x7029	zero_sta	零点标志位，0 代表0-2π,1代表- π-π	uint8	1	默认0	W

读取示例：

以读取loc_kp为例：

读取指令为

大小	Bit28~bit24	bit23~8	bit7~0	Byte0~Byte7
	0x11	0x00FD	0x7F	1E 70 00 00 00 00 00 00
描述	类型17	主机id 0xFD	目标电机CAN_ID 7F	Byte0~1: index， 对应loc_kp

反馈指令为

大小	Bit28~bit24	bit23~8	bit7~0	Byte0~Byte7
	0x11	0x007F	0xFD	1E 70 00 00 00 00 F0 41
描述	类型17	bit15~8:目标电机 CAN_ID 7F	主机id 0xFD	Byte0~1: index， 对应loc_kp Byte4~7:loc_kp值 为30，右高字节， （32位单精度）16 进制IEEE-754标准 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

零点标志位说明

通过上位机或类型18修改zero_sta标志位，其中通过类型18修改需要用通信类型22保存

电机默认标志位为0，上电后默认位置为0-2π

如修改标志位为1，上电后默认位置为-π-π

类型2变更说明

类型2变更为周期性循环-4π-4π，可通过该方式记圈数

需要注意的是位置接口需变更

P_MIN由12.5f变为-12.57f

P_MAX由12.5f变为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 -12.57f //0.4.0.5及之前为12.5，之后为12.57

#define P_MAX 12.57f //0.4.0.5及之前为12.5，之后为12.57

#define V_MIN -15.0f

#define V_MAX 15.0f

#define KP_MIN 0.0f

#define KP_MAX 5000.0f

#define KD_MIN 0.0f

#define KD_MAX 100.0f

#define T_MIN -120.0f

#define T_MAX 120.0f

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_txd();
}

```

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_txd();

}

```

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_txd();

}
```

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_txd();

}
```

```
}
```

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;

    }

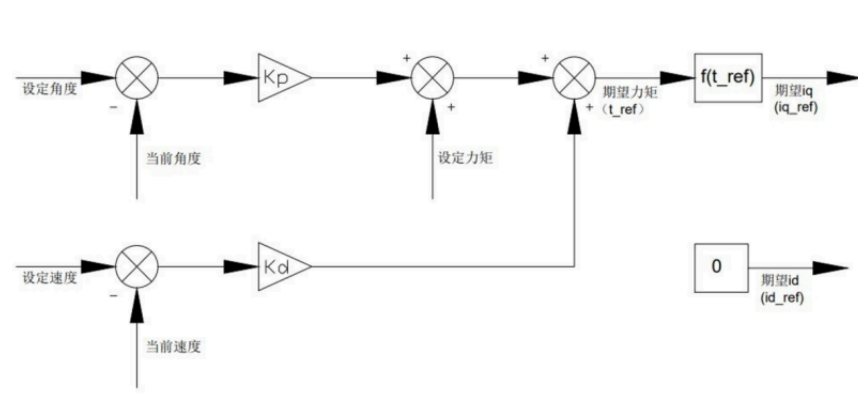
    memcpy(&txMsg.tx_data[0],&index,2);

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

    can_txid();

}
```

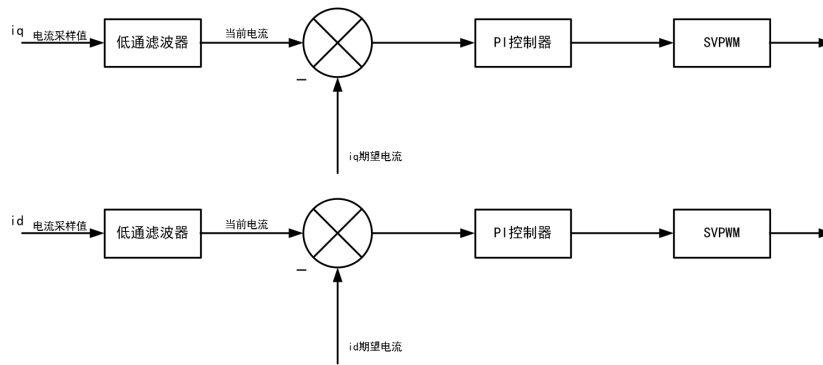
运控模式



电机上电后默认处于运控模式；

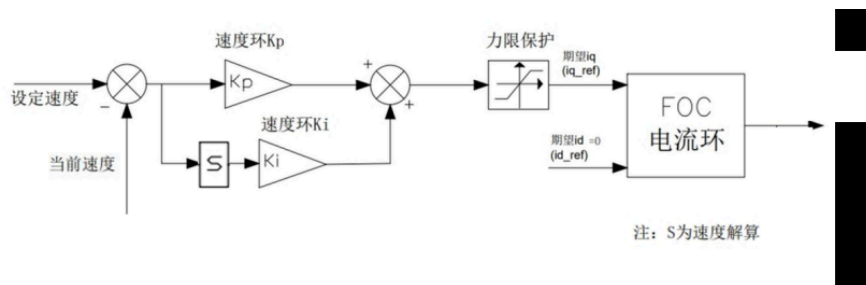
发送电机使能运行帧（通信类型3）→发送运控模式电机控制指令（通信类型1）→收到电机反馈帧（通信类型2）

电流模式



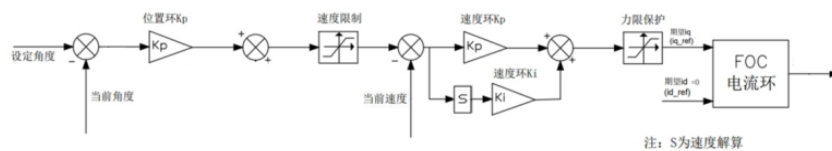
发送电机模式参数写入命令（通信类型18）设置runmode参数为3 → 发送电机使能运行帧（通信类型3）→ 发送电机模式参数写入命令（通信类型18）设置 iq_ref参数为预设电流指令

速度模式



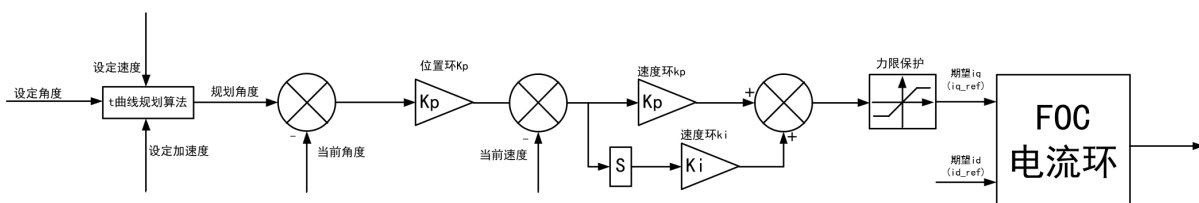
发送电机模式参数写入命令（通信类型18）设置runmode参数为2 → 发送电机使能运行帧（通信类型3）→ 发送电机模式参数写入命令（通信类型18）设置 limit_cur参数为预设最大电流指令→发送电机模式参数写入命令（通信类型18）设置 acc_rad参数为预设加速度指令→发送电机模式参数写入命令（通信类型18）设置 spd_ref参数为预设速度指令

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

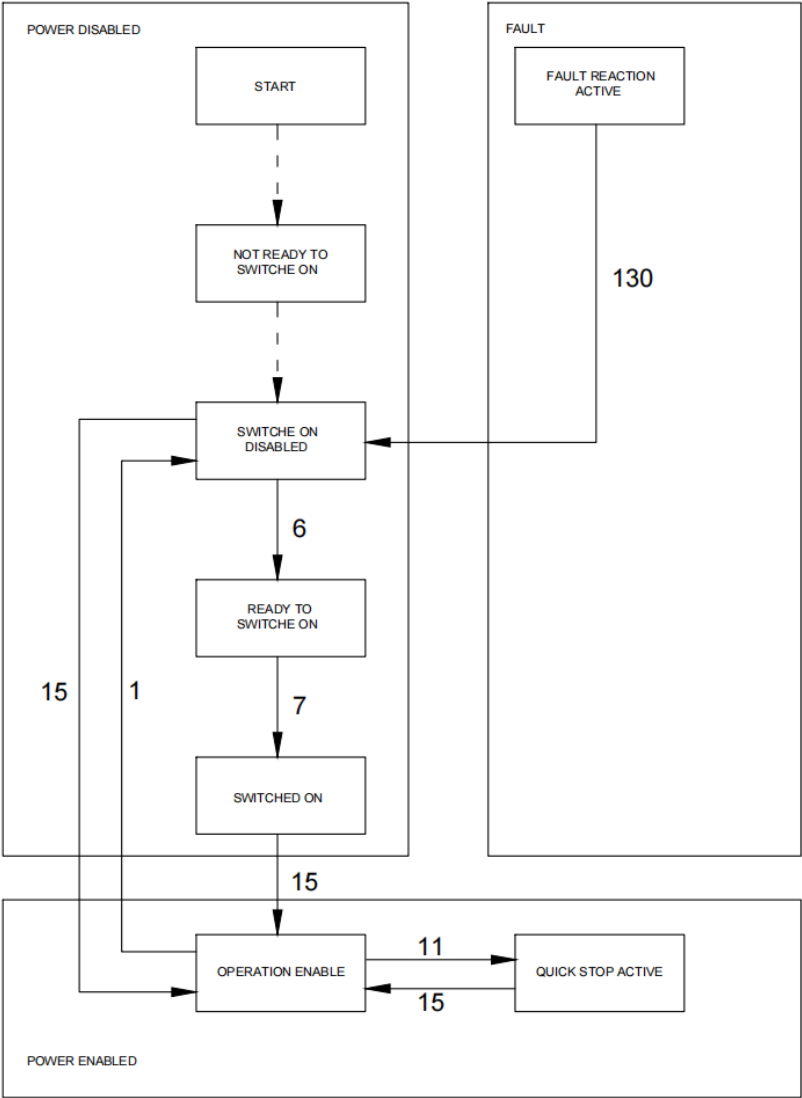
注：该模式不支持运行过程中改速度和加速度，如想急停可以在过程中将vel_max修改为0，会以当前速度和加速度规划停止

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	UIINTEGER16	/
6041	Statusword	可读	UIINTEGER16	/
6061	Modes_of_operation_display	可读	INTEGER8	/
6062	Position_demanded_value	可读	INTEGER32	脉冲，一圈对应16384脉冲

索引	名称	属性	类型	单位
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
6077	Torque_actual_value	可读	INTEGER16	0.1%负载率，1000代表40N.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代表40N.m
607A	Target_position	可读写	INTEGER32	脉冲，一圈对应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代表40N.m
607A	Target_position	可读写	INTEGER32	脉冲，一圈对应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

速度模式

索引	名称	属性	类型	单位
6040	controlword	可读写	UIINTEGER16	/
6060	Modes of operation	可读写	INTEGER8	/
6071	Target_torque	可读写	INTEGER16	0.1%负载率, 1000 代表40N.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	UIINTEGER16	/
6060	Modes of operation	可读写	INTEGER8	/
6071	Target_torque	可读写	INTEGER16	0.1%负载率, 1000 代表40N.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	8Byte数据区
大小	Bit28~bit0	Byte0~Byte6
描述	0xFFFF	01 02 03 04 05 06 F_CMD 其中其中 F_CMD 字节为电机协议类型 其中0为私有协议（默认） 1为Canopen协议 2为MIT协议

应答帧：

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

数据域	11位id	8Byte数据区
		[0~4096]对应(-15rad/s~15rad/s) Byte4[3-0] (低 4位) 为高 4 位， Byte5 为低 8 位： 目标力矩 [0~4096]对应 (-120N.m~120N.m) Byte6~7: 绕组温度，单位度

应答指令2：

数据域	11位id	8Byte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	8Byte数据区
大小	bit10~0	Byte0~Byte7
描述	目标电机canid	FF 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	8Byte数据区
大小	bit10~0	Byte0~Byte7
描述	目标电机canid	FF 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	8Byte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) Byte2 为高 8 位，Byte3[7-4] (高 4 位) 为低 4 位： 目标速度 [0~4096]对应(-15rad/s~15rad/s) Byte3[3-0] (低 4位) 为高 4 位， Byte4 为低 8 位： kp[0~4096]对应(0-5000) Byte5 为其高8位，Byte6[7-4] (高4位) 为其低4位： kd[0~4096]对应(0-100) Byte6[3-0] (低4位) 为高 4 位， Byte7 为低 8 位： 目标力矩 [0~4096]对应 (-120N.m~120N.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	8Byte数据区
大小	bit10~0	Byte0~Byte7
描述	目标电机canid	FF 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	8Byte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 其中其中 F_CMD 字节为 0xFF 时，表示消除当前的异常；为其他

数据域	11位id	8Byte数据区
		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	8Byte数据区
大小	bit10~0	Byte0~Byte7
描述	主机id	Byte0: 电机canid Byte1~4: fault值(非0:有故障, 0: 正常) bit14:堵转/过载故障 bit7:编码器未标定 bit3:过压故障 bit2:欠压故障 bit1:驱动芯片故障 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	8Byte数据区
大小	bit10~0	Byte0~Byte7
描述	目标电机canid	FF FF FF FF FF FF F_CMD FC 其中其中 F_CMD 字节为运行模式 其中0为MIT模式（默认） 1为位置模式 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	8Byte数据区
大小	bit10~0	Byte0~Byte7
描述	目标电机canid	FF FF FF FF FF FF F_CMD FA 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	8Byte数据区
大小	bit10~0	Byte0~Byte7
描述	目标电机canid	FF FF FF FF FF FF F_CMD FD 其中其中 F_CMD 字节为电机协议类型 其中0为私有协议（默认） 1为Canopen协议 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	8Byte数据区
大小	bit10~0	Byte0~Byte7
描述	目标电机canid	FF FF FF FF FF FF F_CMD 01 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		8Byte数据区
大小	bit10~8	bit7~0	Byte0~Byte7

数据域	11位id		8Byte数据区
描述	1	目标电机canid	Byte0~3: 目标位置, 单位rad, 32位单精度float Byte4~7: 目标速度, 单位rad/s, 32位单精度float

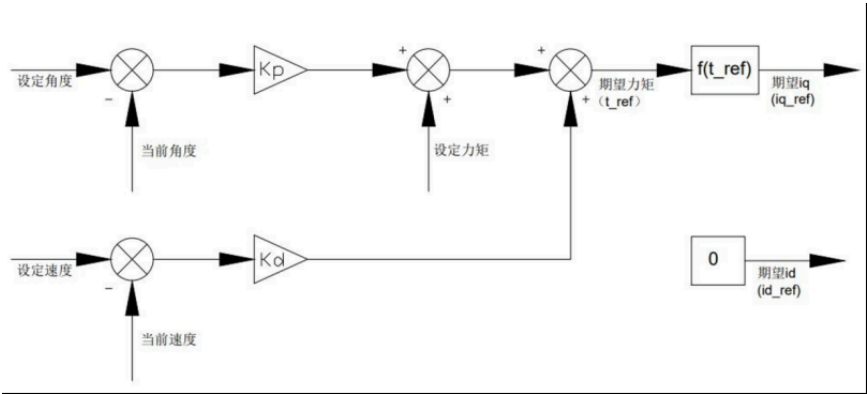
应答帧：应答指令1

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~Byte79
描述	2	目标电机canid	Byte0~3: 目标速度, 单位rad, 32位单精度float Byte4~7: 速度位置模式电流限制, 单位rad/s, 32位单精度float

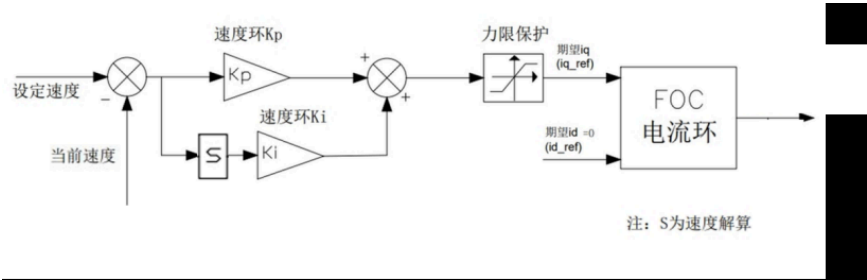
应答帧：应答指令1

运控模式



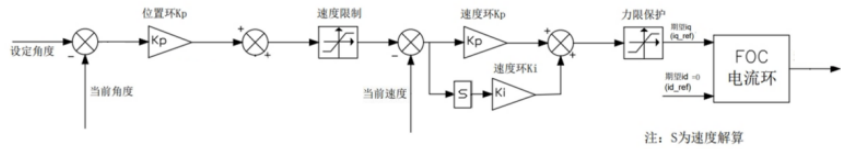
电机上电后默认处于运控模式；
发送电机使能运行帧（指令1）→发送运控模式电机控制指令（指令3）→发送电机停止帧（指令2）

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）