

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。

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：

1、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，经由富兴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，经由富兴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，经由富兴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。更换的故障产品归富兴公司所有。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。

本手册售后政策若与店铺售后政策不一致的，以店铺的售后政策为准。

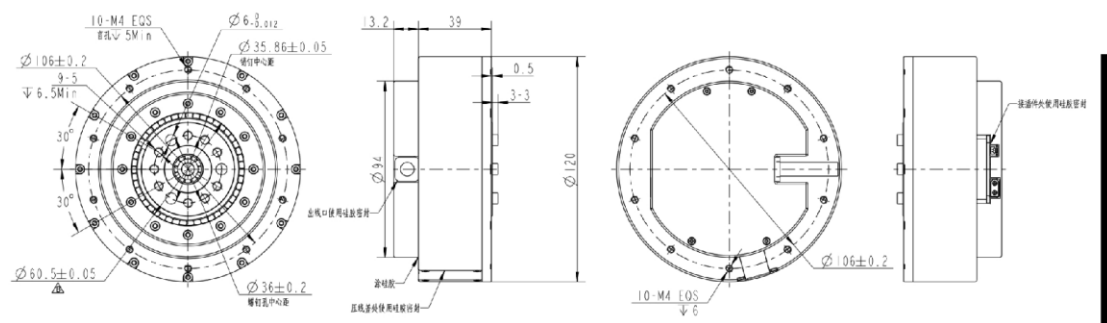
2、非保修条例以下情况不属于保修范围：

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）或不可抗击力造成的损坏。
7. 超过峰值扭矩使用造成的损坏。
8. 非富兴原装正品或无法提供合法购买凭证。
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。
10. 将本产品应用于商业用途。

如果出现上述情况，用户需自行支付费用。

1 电机规格参数

1.1 外形及安装尺寸



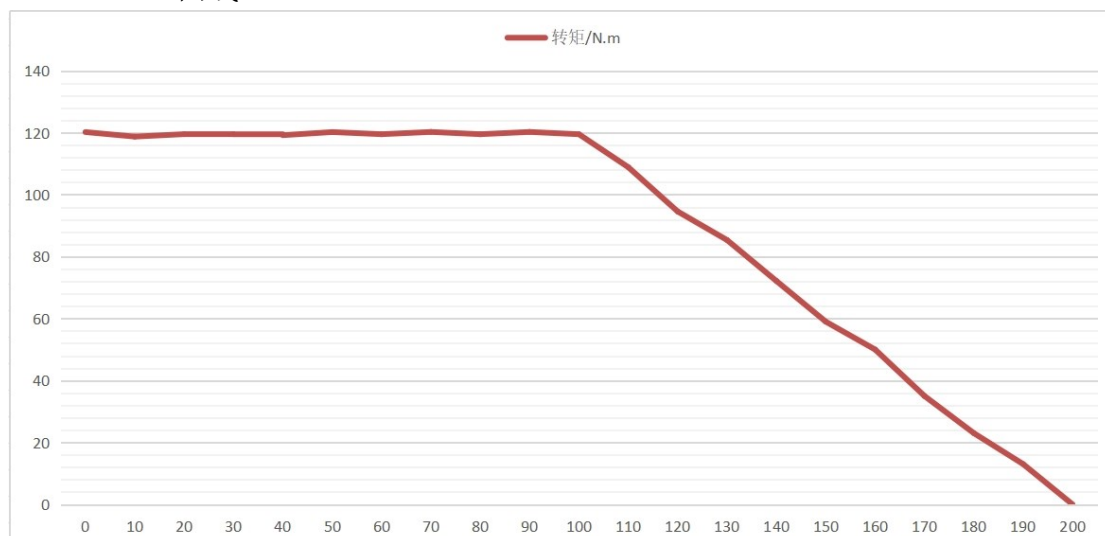
固定时螺丝深入长度请勿超过机壳螺纹深度

1.2 标准使用状态

- 1.2.1 额定电压： 48 VDC
- 1.2.2 使用电压范围： 24V—60 VDC
- 1.2.3 额定负载 (CW)： 40 N.m
- 1.2.4 运转方向： CW/CCW 从出轴方向看
- 1.2.5 使用姿势： 出轴方向为水平或者垂直
- 1.2.6 标准使用温度： $25 \pm 5^\circ\text{C}$
- 1.2.7 使用温度范围： $-20 \sim 50^\circ\text{C}$
- 1.2.8 标准使用湿度： 65%
- 1.2.9 使用湿度范围： 5~85%, 无凝露
- 1.2.10 保存温度范围： $-30 \sim 70^\circ\text{C}$
- 1.2.11 绝缘等级： Class B

1.3 电气特性

- 1.3.1 空载转速： 200 rpm $\pm 10\%$
- 1.3.2 空载电流： 2 Arms
- 1.3.3 额定负载： 40 N.m
- 1.3.4 额定负载转速： 167rpm $\pm 10\%$
- 1.3.5 额定负载相电流(峰值)： 27Apk $\pm 10\%$
- 1.3.6 峰值负载： 120 N.m
- 1.3.7 最大负载相电流(峰值)： 90Apk $\pm 10\%$
- 1.3.8 绝缘电阻/定子绕组： DC 500VAC, 100M Ohms
- 1.3.9 耐高压/定子与机壳： 600 VAC, 1s, 2mA
- 1.3.10 电机反电势： 16.9Vrms/krpm $\pm 10\%$
- 1.3.11 转矩常数： 2.1N.m/Arms
- 1.3.12 T-N 曲线



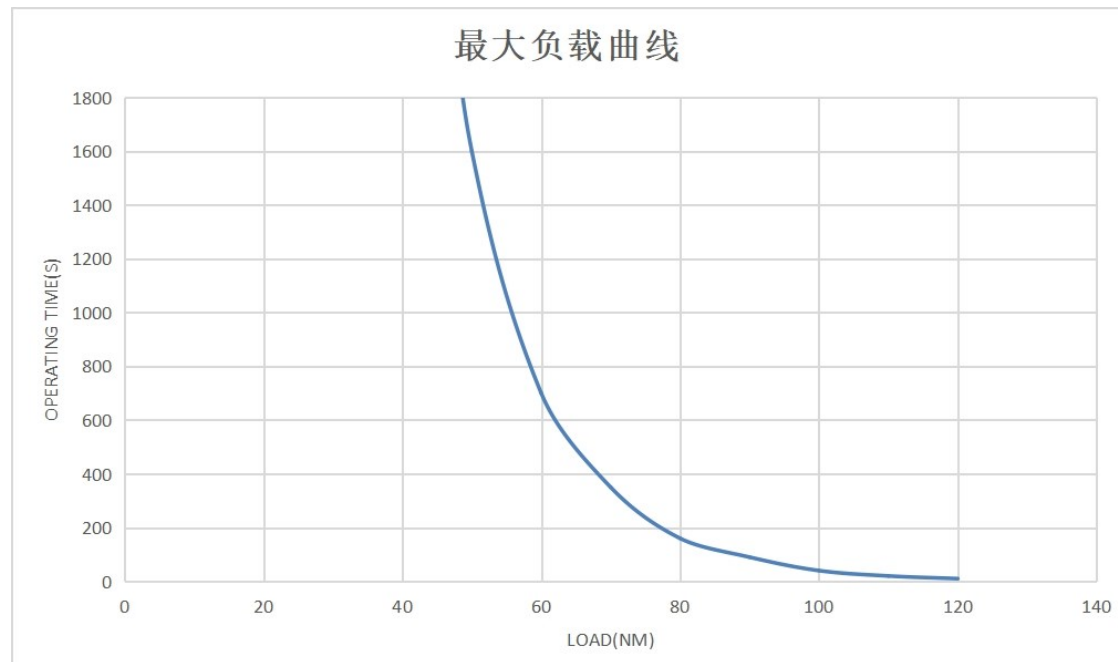
1.3.13 最大过载曲线

测试条件：

环境温度： 25°C

绕阻极限温度： 130°C （此为约束温度，实际为 180°C 度）

转速：24rpm



测试数据

Load	Operating time (s)
120	10
110	20
100	40
90	90
80	160
70	350
60	700
50	1600
46	2500
40	rated

1.4 机械特性

1.4.1 重量：1420g±20g

1.4.2 极数：42 极

1.4.3 相数：3 相

1.4.4 驱动方式：FOC

1.4.5 减速比：9：1

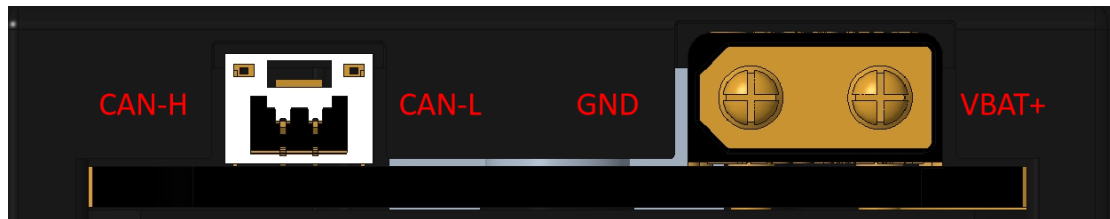
2 驱动器产品信息

2.1 驱动器产品规格

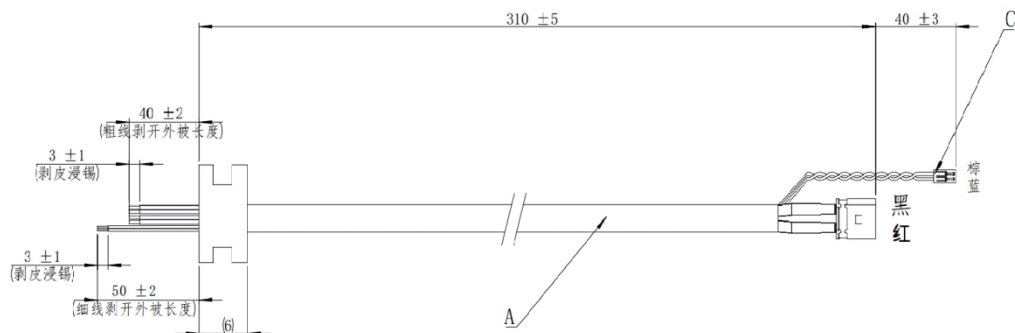
产品规格	
额定工作电压	48VDC
允许最大电压	60VDC
额定工作相电流	27A _{pk}
最大允许相电流	90A _{pk}
待机功耗	≤40mA
CAN 总线比特率	1Mbps
尺寸	Φ84mm
工作环境温度	-20℃至 50℃
控制板允许最大温度	80℃
编码器分辨率	14bit（单圈绝对值）

2.2 驱动器接口定义

2.2.1 驱动器接口定义



2.2.2 驱动器线束定义



线束定义	
蓝	CAN_H
棕	CAN_L
黑	GND
红	VBAT+

2.2.3 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

2.4 主要器件及规格

序号	项目	规格	数量
1	MCU 芯片	GD32F103RET6	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

3 上位机使用说明

3.1 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 工具推荐使用官方的 USB-CAN 模块，对应串口协议的帧头为 41 54，帧尾为 0D 0A。

3.2 上位机界面及说明



主要包括:

A. 模块选择

- 设备模块
- 配置模块
- 分析模块
- 帮助模块

B. 子模块选择

设备模块包括

- 连接或断开电机设备
- 电机设备信息
- 电机编码器标定
- 修改电机 CAN ID
- 设置电机的机械零位
- 电机程序升级

配置模块包括:

- 参数表, 可以查看并修改电机参数
- 上传参数, 可以将电机中参数上传到参数表中
- 下载参数, 可以将参数表中数据下载到电机中
- 导出参数, 可以将参数表中数据下载到本地
- 恢复出厂, 可以将参数表中数据恢复出厂设置
- 清除警告, 可以清除电机报错, 如温度过高等

分析模块包括:

- 示波器，可以查看参数随时间变化曲线
- 频率，可以调整查看数据的频率
- 信道，可以配置查看的数据
- 开始、停止绘图
- 输出波形数据到本地

帮助模块包括：

- 使用说明，可以打开使用说明书
- 关于，可以查看软件信息

C. 电机信息查询

- 设备信息
- 参数表信息

D. 数据栏

- 日志信息
- 通信信息

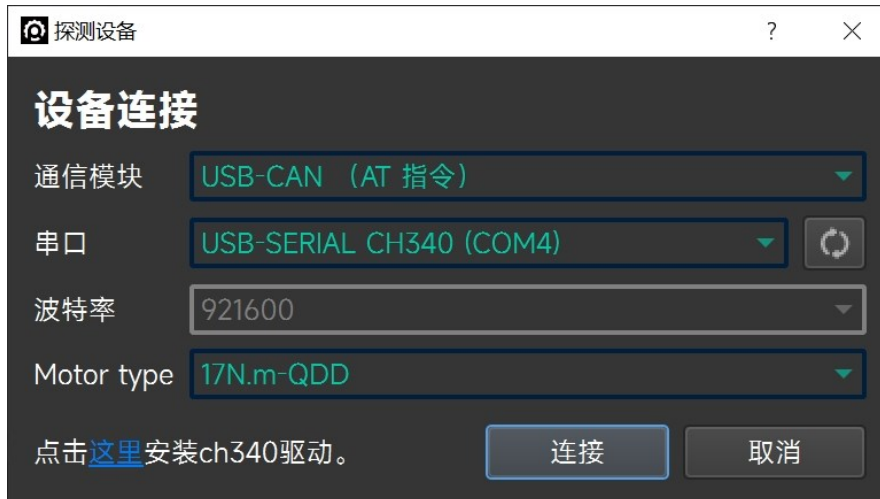
E. 运行调试区

- 选择设备
- 便捷操作区，可以快速控制电机正反转
- 运动控制区，可以控制电机按各模式运行

F. 子模块显示区

3.3 电机设置

3.3.1 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），点击设备模块中的连接子模块，选择对应串口连接、电机类型，点击连接。

3.3.2 基本设置



- (1) 修改电机 id 号。
- (2) 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。
- (3) 设置零位（掉电丢失），设置当前位置为 0。
- (4) 电机程序升级，当电机程序有更新时，点击升级按钮选中升级文件即可进行升级。

3.3.3 参数表

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	低速端位置偏置值
0X2006	chasu_offset	float	读/写	50	-50	4.52	差速偏置值
0X2007	ElecOffset	float	读/写	12	0	120	电角度偏置值
0X2008	I_FW_MAX	float	读/写	33	0	0	弱磁电流值，默认 0
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	10000 0	0	0	can 超时阈值，默认 0
0X200c	motorOverTemp	int16	读/写	1500	0	800	电机保护温度值，temp（度）*10
0X200d	overTempTime	uint32	读/写	10000 00	10 00	20000	过温时间
0X200e	GearRatio	float	读/写	64	1	9	传动比
0x200f	Kt_Nm/Amp	float	读/写	1	1	0	0
0X2010	Tq_caliType	uint8	读/写	1	0	1	转矩标定方法设定
0X2011	cur_filt_gain	float	读/写	1	0	0.6	电流滤波参数
0X2012	cur_kp	float	读/写	200	0	0.05	电流 kp
0X2013	cur_ki	float	读/写	200	0	0.05	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

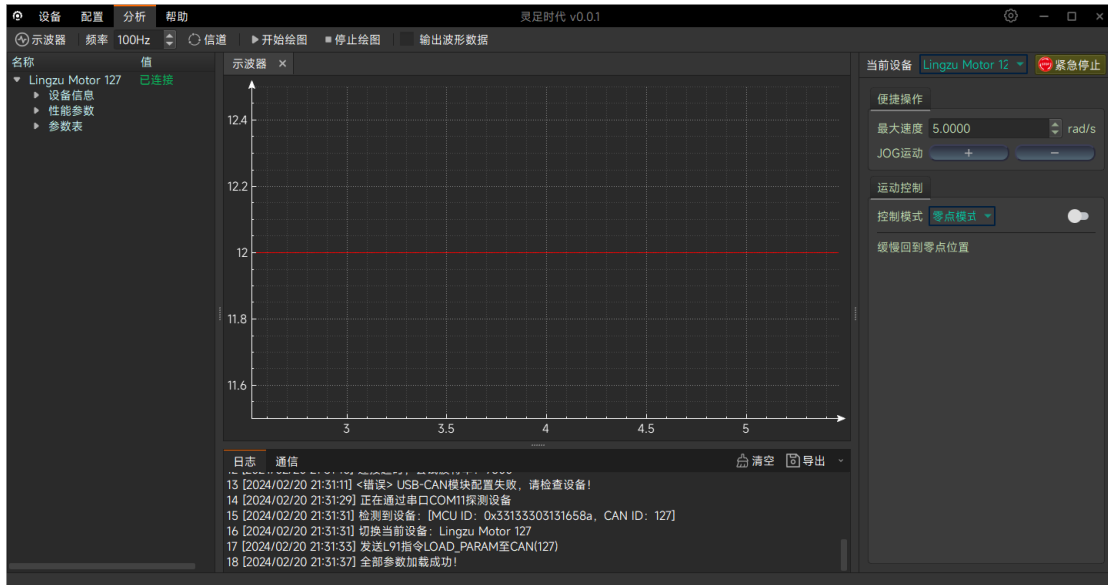
0X2019	limit_cur	float	读/写	90	0	90	位置、速度模式 电流限制
0X3000	timeUse0	uint16	只读			5	
0X3001	timeUse1	uint16	只读			0	
0X3002	timeUse2	uint16	只读			10	
0X3003	timeUse3	uint16	只读			0	
0X3004	encoderRaw	int16	只读			11396	磁编码器采样值
0X3005	mcuTemp	int16	只读			337	mcu 内部温度, *10
0X3006	motorTemp	int16	只读			333	电机 ntc 温度, *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
0X300c	VBUS	float	只读			24.195	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	cmdIocref	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	tick	uint32	只读			31600	
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
0X3025	drv_temp	int16	只读			48	驱动芯片温度值, 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	v_ref	float	只读			0	闭环 vq, vd 合成电压
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

3.3.4 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。

点击分析模块中的示波器模块，信道内选定合适的参数（参数含义可参考 3.3.3），设置输出频率后点击开始绘图即可观测数据图谱，停止绘图即可停止观测图谱。



3.3.5 通信框指令说明

通信框指令示例:

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

3.3.6 can 通信故障保护

当 CAN_TIMEOUT 值为 0 时, 该功能不启用

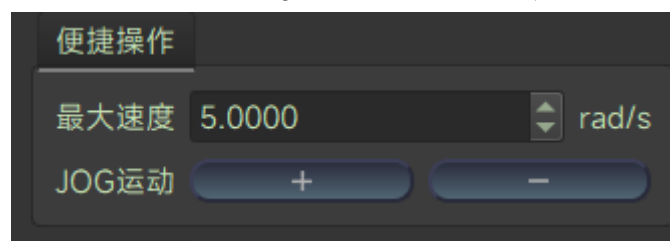
当 CAN_TIMEOUT 值为非 0 时, 当电机在一定时间段内没收到 can 指令时, 电机进入 reset 模式, 12000 为 1s

3.4 控制演示



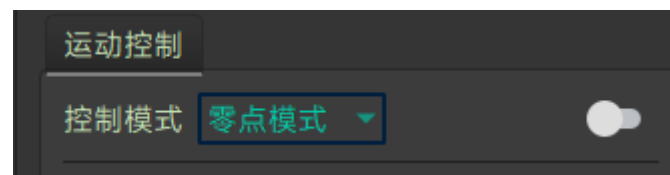
jog 运行:

设置最大速度，点击运行后，点击 JOG 运行即可让电机正反运行

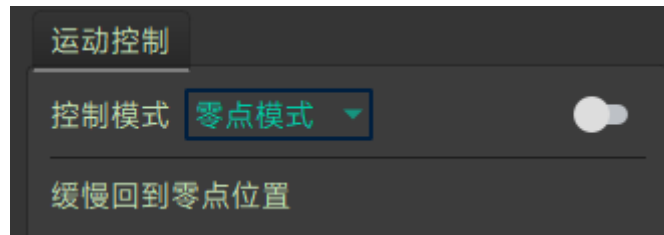


控制模式切换:

在运动模式界面可以进行电机控制模式的转换



3.4.1 零点模式



点击右侧开关按钮，电机会缓慢回到机械零位位置

3.4.2 运控模式



点击右侧开关按钮，然后设置五个参数值，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；再次点击右侧开关按钮，电机将停机。

3.4.2 电流模式



手动切换电流模式，点击右侧开关按钮，然后设置 I_q 电流指令值，开始或连续发送，电机将跟随电流指令运行，再次点击右侧开关按钮，电机将停机。

点击控制模式右侧开关按钮，输入正弦化自动测试的幅值和频率，然后点击正弦化自动测试右侧开关按钮，电机的 i_q (A) 会按设定的幅值和频率来运行。

3.4.3 速度模式



手动切速度模式，点击右侧开关按钮，然后设置速度指令值，开始或连续发送，电机将跟随速度指令运行，再次点击右侧开关按钮，电机将停机。

点击控制模式右侧开关按钮，输入正弦化自动测试的幅值和频率，然后点击正弦化自动测试右侧开关按钮，电机的速度 (rad/s) 会按设定的幅值和频率来运行。

3.4.4 位置模式



手动切换位置模式，点击右侧开关按钮，然后设置位置指令值（rad），开始或连续发送，电机将跟随目标位置指令运行，再次点击右侧开关按钮，电机将停机。可通过设置速度，修改位置跟随的最大速度。

点击控制模式右侧开关按钮，输入正弦化自动测试的幅值和频率，然后点击正弦化自动测试右侧开关按钮，电机的位置（rad）会按设定的幅值和频率来运行。

3.5 固件更新



第一步，点击设备模块的升级，选择待烧录 bin 文件；第二步，确认升级，电机开始更新固件，进度完成后，电机更新完成，自动重启。

4 驱动器通信协议及使用说明

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；

4.1 通信协议类型说明

4.1.1 获取设备 ID（通信类型 0）；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	0	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	0	目标电机 CAN_ID	OXFE	64 位 MCU 唯一标识符

4.1.2 运控模式电机控制指令（通信类型 1）用来向电机发送控制指令

数据域	29 位 ID			8Byte 数据区
大小	Bit28~bit24	bit23~8	bit7~0	Byte0~Byte7
描述	1	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(-4π~4π) 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)

4.1.3 电机反馈数据（通信类型 2） 用来向主机反馈电机运行状态

数据域	29 位 ID			8Byte 数据区
大小	Bit28~bit24	bit23~8	bit7~0	Byte0~Byte7
描述	2	Bit8~Bit15:当前电机 CAN ID bit21~16:故障信息 (0 无 1 有) bit21: 未标定 bit20: HALL 编码故障 bit19: 磁编码故障 bit18: 过温 bit17: 过流 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 $(-4\pi \sim 4\pi)$ Byte2~3: 当前角速度 [0~65535]对应 $(-15\text{rad/s} \sim 15\text{rad/s})$ Byte4~5:当前力矩 [0~65535]对应 $(-120\text{Nm} \sim 120\text{Nm})$ 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

4.1.4 电机使能运行（通信类型 3）

数据域	29 位 ID			8Byte 数据区
大小	Bit28~bit24	bit23~8	bit7~0	Byte0~Byte7
描述	3	bit15~8:用来标识主 CAN_ID	目标电机 CAN_ID	

应答帧： 应答电机反馈帧 (见通信类型 2)

4.1.5 电机停止运行（通信类型 4）

数据域	29 位 ID			8Byte 数据区
大小	Bit28~bit24	bit23~8	bit7~0	Byte0~Byte7
描述	4	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)

4.1.6 设置电机机械零位（通信类型 6）会把当前电机位置设为机械零位（掉电丢失）

数据域	29 位 ID			8Byte 数据区
大小	Bit28~bit24	bit23~8	bit7~0	Byte0~Byte7
描述	6	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)

4.1.7 设置电机 CAN_ID（通信类型 7）更改当前电机 CAN_ID ， 立即生效。

数据域	29 位 ID			8Byte 数据区
大小	Bit28~bit24	bit23~8	bit7~0	Byte0~Byte7
描述	7	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)

4.1.8 单个参数读取（通信类型 17）

数据域	29 位 ID			8Byte 数据区
大小	Bit28~bit24	bit23~8	bit7~0	Byte0~Byte7
描述	17	bit15~8:用来标识主 CAN_ID Bit23~16:00 为读取成功 01 为读取失败	目标电机 CAN_ID	Byte0~1: index, 参数列表 详见 4.1.11 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	17	bit15~8:目标电机 CAN_ID	主机 CAN_ID	Byte0~1: index, 参数列表详见 4.1.11 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

4.1.9 单个参数写入（通信类型 18）（掉电丢失）

数据域	29 位 ID			8Byte 数据区
大小	Bit28~bit24	bit23~8	bit7~0	Byte0~Byte7
描述	18	bit15~8:用来标识主 CAN_ID	目标电机 CAN_ID	Byte0~1: index, 参数列表详 见 4.1.11 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)

4.1.10 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	21	bit15~8:用来标识主 CAN_ID	电机 CAN_ID	Byte0~3: fault 值(非 0:有故障, 0: 正常) bit16:A 相电流采样过流 bit15~bit8:过载故障 bit7:编码器未标定 bit5:C 相电流采样过流 bit4:B 相电流采样过流 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 80 度 Byte4~7: warning 值 bit0: 电机过温预警, 默认 75 度

4.1.11 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 2: 速度模式 3: 电流模式	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	-15~15rad/s	W/R
0X700B	imit_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	位置模式速度限制	float	4	0~15rad/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	-15~15rad/s	R
0x701C	VBUS	母线电压	float	4	V	R
0x701E	loc_kp	位置的 kp	float	4	默认值 30	W/R
0x701F	spd_kp	速度的 kp	float	4	默认值 5	W/R
0x7020	spd_ki	速度的 ki	float	4	默认值 0.005	W/R
0x7021	spd_filt_gain	速度滤波值	float	4	默认值 0.1	W/R

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
	11	00FD	7F	1E 70 00 00 00 00 00 00
描述	类型 17 16 进制 0x11	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
	11	007F	FD	1E 70 00 00 00 00 F0 41
描述	类型 17 16 进制 0x11	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

4.2 控制模式使用说明

4.2.1 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
#define P_MAX 12.5f
#define V_MIN -15.0f
#define V_MAX 15.0f
#define KP_MIN 0.0f
#define KP_MAX 500.0f
#define KD_MIN 0.0f
#define KD_MAX 5.0f
#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：

1、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();
}

```

2、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();
}

```

3、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();
}

```

4、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();
}

```

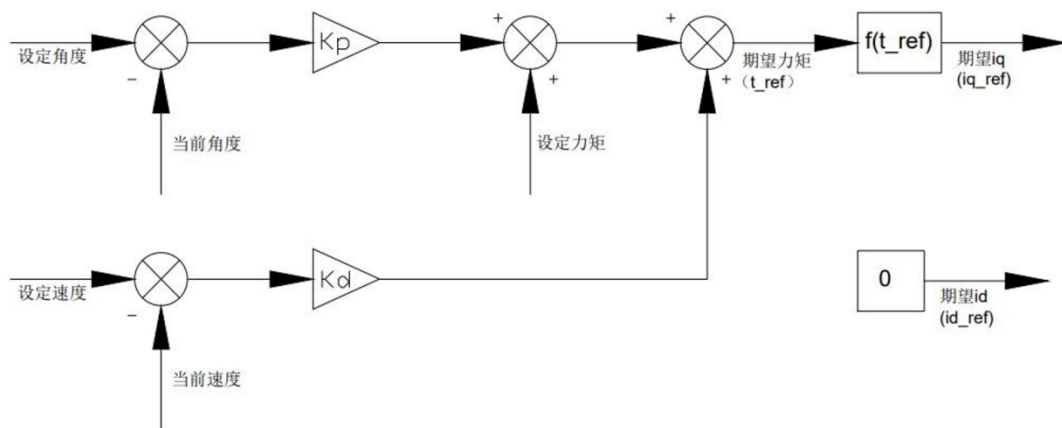
5、电机模式参数写入命令（通信类型 18，控制参数写入）

```

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_txd();
}

```

4.2.2 运控模式



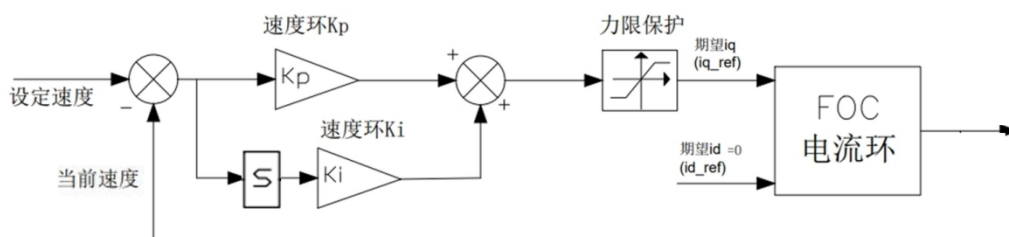
电机上电后默认处于运控模式；

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）

4.2.3 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

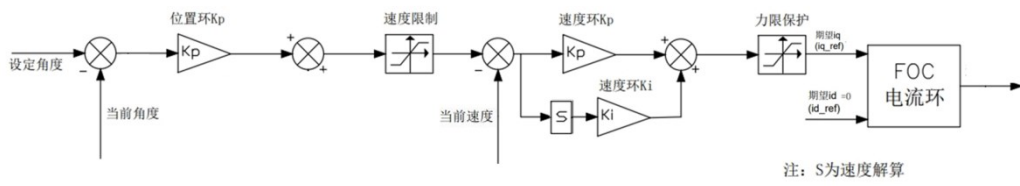
4.2.4 速度模式



注：S为速度解算

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 spd_ref 参数为预设速度指令

4.2.5 位置模式



发送电机模式参数写入命令（通信类型 18）设置 runmode 参数为 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 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

4.2.6 停止运行

发送电机停止运行帧（通信类型 4）