



灵巧手调试技术手册

EC-Dexhand-5F Debugging Manual



目录

1. 注意事项 1

2. 产品技术概述 2

 2.1 接线方式说明 2

 2.2 温度保护说明 2

 2.3 通信使用说明 2

 2.4 指示灯说明 3

3. 电机模式简介 4

 3.1 力位混控模式 4

 3.2 伺服位置控制模式 5

4. CAN 通信协议 6

USB 转 CAN 分析仪推荐购买链接：CAN 分析仪 CANOpen J1939 DeviceNet USBCAN-2 USB

转 CAN 兼容 zlg 6

 4.1 CAN 通信参数 6

 4.2 电机零点设置指令 6

 4.3 电机 CAN 通信 ID 设置指令 7

5. 电机查询指令 8

 5.1 查询 CAN 通信 ID 8

6. 电机控制相关指令 9

 6.1 力位混控模式指令 9

 6.2 伺服位置控制模式指令 10

7. 问答模式反馈报文 10

 7.1 问答通信模式返回报文类型 1 10

修改记录

时间	版本	内容
2024-10-8	V1.2	伺服位置控制单位统一为度，增加力位混控指令范围。

1.注意事项

本产品使用应该远离强磁环境，否则会影响电机编码器数据，造成电机转动异常！

本产品使用应保证其稳定在 85℃ 以内，超过 85℃ 电机报警，超过电机驱动板温度高于 95℃、电机线圈温度高于 105℃ 电机强行宕机，进入待机状态，无法进行控制，待温度正常后恢复正常。

本产品在大扭矩工作状态时，会产生较多热量，注意避免被烫伤。

本产品在调试或工作时，应保证外壳被固定。

请勿自行拆卸本产品，否则会影响产品的正常使用，若私自拆卸则不再享受相应的质保服务。

注意接线牢固，避免接触不良。

冬天天气干燥，注意静电干扰，避免损耗驱动。

2.产品技术概述

2.1接线方式说明

电机的电源接口分为两种，不同电机因其体积影响，预制4 接口和 2 接口，其接口是没有固定进项和出项设计，及对于 4 接口可以一个接口为电源输入，其余三个接口为电源输出（不推荐使用），对于两个接口任意一端为电源输入或输出即可，多个电机连接方式可使用串联方式，供电电源需结合各个电机在不同扭矩下所需电流来进行设计（防止电机扭矩突然加大导致供电不足，电机重启）。电机具体扭矩、 电流等对应信息可向售后索取。

2.2温度保护说明

电机带有过温保护机制，并且有两个温度监测采集点，一个是测量线圈温度，另一个是测量驱动 mos 的温度。线圈保护温度起始为 105℃，大于 120℃最高保护温度报错停止转动，驱动保护温度起始为 95℃，大于 110℃最高保护温度报错停止转动。电机过温保护机制如下：

温度小于起始保护温度时，驱动全功率输出；

温度大于起始保护温度，小于最高保护温度时，驱动输出功率减小，也就是限制输出的相电流，此时输出的扭矩也会减小，从而减小线圈发热。此时的相电流为

$$I_{\text{现}} = I_{\text{原}} \times [1 - (T_{\text{现}} - T_{\text{始}}) / (T_{\text{高}} - T_{\text{始}})]$$

$I_{\text{现}}$ 为触发过温保护后的相电流， $I_{\text{原}}$ 为原本预期相电流， $T_{\text{现}}$ 为当前线圈或驱动 mos 温度， $T_{\text{始}}$ 为线圈或驱动 mos 起始保护温度， $T_{\text{高}}$ 为线圈或驱动 mos 最高保护温度，

当温度大于最高保护温度时，电机停转，并报温度过高故障。

无论是线圈温度还是驱动 mos 温度达到各自的起始温度都会触发电机过温保护机制。

如果堵转打到限位或负载突然特别大，扭矩接近峰值的时候，线圈发热会非常的快，热敏电阻检测温度有滞后性，温度保护就可能跟不上。

2.3通信使用说明

CAN 波特率为 1M，标准帧，CAN 控制频率最高可达 2000Hz，发送一帧结束，最快 0.4ms 收到反馈数据帧。系统有心跳保护，时间间隔为 500ms，即发送一次 CAN 控制指令后若间隔 500ms 未收到第二帧控制指令，电机会自动停止运动。

首次使用电机，建议查询电机 ID 或重置 ID 再进行控制，出厂时大部分参数和设置可直接使用，用户尽量在有经验情况下修改。配置好的电机等待驱动顺利开机后（至少 5s）可直接发送控制指令，期间也可随时更改配置。

2.4指示灯说明

绿灯微亮：正常上电。

绿灯增强：正常接收到CAN 指令并运行正常。

红灯微亮：电机遇到错误。具体错误信息可通过 CAN 查询或 VESC tool 查看。

3. 电机模式简介

3.1 力位混控模式

发送该指令调用的是力位混合控制，最终输出电流给电机， 电流由如下三个部分组成：

$$\begin{aligned} motor_current = & \\ & (KP * (pos_desired - pos_current) + \\ & KD * (spd_desired - spd_current) + Torque) / K_T \end{aligned}$$

其中指令中的 KP、KD 参数是随时更改的参数，KT 是电机扭矩常数。本模式主要用于足式机器人的控制。空载下 KP 参考值为 15，KD 参考值为 0.5。(不同型号电机对应的电流范围、扭矩范围是不同的)

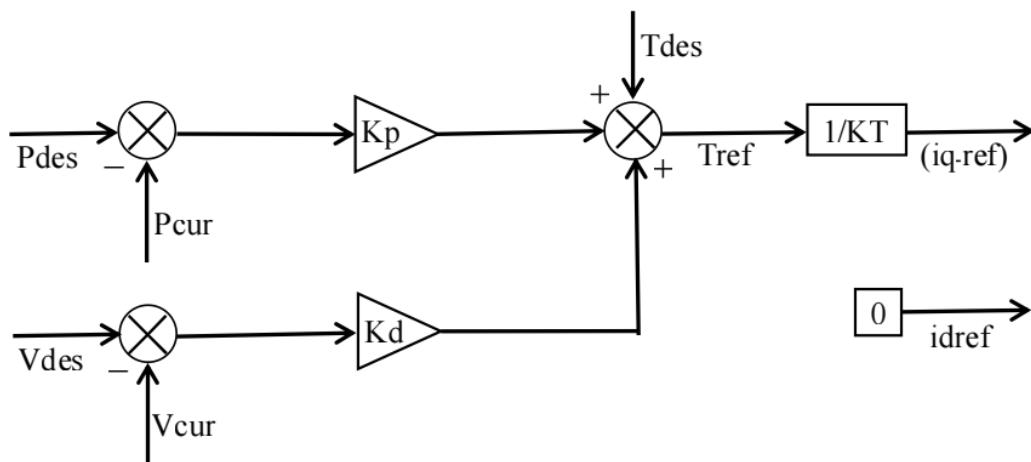


图 4-1

3.2 伺服位置控制模式

伺服位置控制有三个输入参数，分别为期望位置 P 、期望速度 V 和电流阈值 I ，即电机从当前位置 P_0 按期望的速度 V 运转。到期望位置 P ，从 P_0 到 P 的过程中，速度最大值为 V ，在 P_0 和 P 特别小，而 V 设置的过大的情况下，实际运行时速度可能无法达到 V 。同时在 P_0 到 P 过程中，电机的最大电流为 I ，及产生的最大扭矩 $T_{\max}=I \times \text{扭矩常数}$ 。若遇到的负载超过该扭矩，则电机堵转并保持力矩 $T_{\max}$ 。

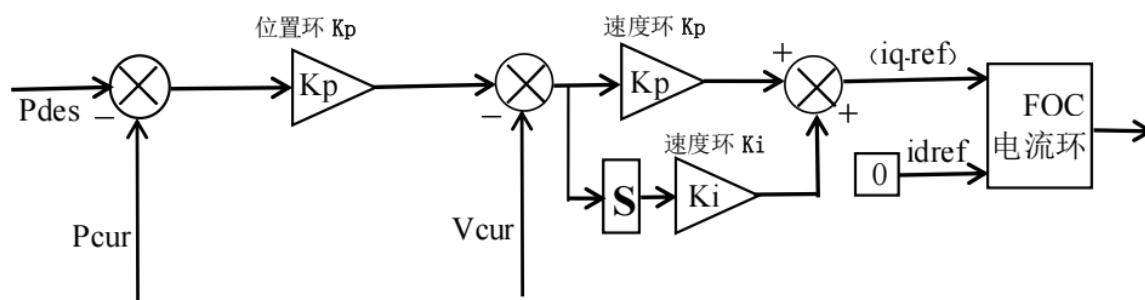


图 4-2

4.CAN 通信协议

USB 转CAN 分析仪推荐购买链接： [CAN 分析仪 CANOpen J1939 DeviceNet USBCAN-2 USB 转 CAN 兼容 zlg](#)

4.1CAN 通信参数

波特率：1M

标识符：标准标识符（0x01~0x7FF），0x7FF 为电机设置指令和电机查询指令专用标识符，其余为电机 ID。

数据长度：4~8 字节

通信模式：问答模式

4.2电机零点设置指令

标识符：0x7FF（主从收到的标识符都是 0x7FF）

主控发送数据长度：4 字节

电机反馈数据长度：4 字节

CAN 指令数据域——设置当前位置为零点			
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
电机 ID 高 8 位	电机 ID 低 8 位	0x00（表示控制器发送的指令）	0x03
设置成功返回（标识符：0x7FF）			
电机 ID 高 8 位	电机 ID 低 8 位	0x01（表示是电机的报文）	0x03
设置失败返回（标识符：0x7FF）			
电机 ID 高 8 位	电机 ID 低 8 位	0x01（表示是电机的报文）	0x00

两种模式均有效，切换通信模式后仍然有效。注意！电机圈数也重新为 0！

以下情况设置失败：

1. 电机处于运行中，速度不为 0（实际只要电机速度小于一定速度即可）。
2. 电机未执行完上一条指令。
3. 电机有警报。高温警报、编码器错误警报等。

要顺利设置零点，设置前将电机运行到期望位置，保持位置不变。再发送设置零点指令。

4.3 电机 CAN 通信 ID 设置指令

标识符：0x7FF（主从收到的标识符都是 0x7FF）

主控发送数据长度：6 字节

电机反馈数据长度：4 字节

CAN 指令数据域——设置电机 ID					
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte5
旧电机 ID 高 8 位	旧电机 ID 低 8 位	0x00	0x04	新电机 ID 高 8 位	新电机 ID 低 8 位
设置成功返回（标识符：0x7FF）					
新电机 ID 高 8 位	新电机 ID 低 8 位	0x01	0x04		
设置失败返回（标识符：0x7FF）					
旧电机 ID 高 8 位	旧电机 ID 低 8 位	0x01	0x00		

5. 电机查询指令

5.1 查询 CAN 通信 ID

标识符：0x7FF（主从收到的标识符都是 0x7FF）

主控发送数据长度：4 字节

电机反馈数据长度：成功 5 字节、失败 4 字节

CAN 指令数据域——查询电机通信模式				
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4
0xFF	0xFF	0x00(表示控制器发送的指令)	0x82	
查询成功返回（标识符：0x7FF），数据长度 5 字节				
0xFF	0xFF	0x01（表示是电机的报文）	电机 ID 高 8 位	电机 ID 低 8 位
查询失败返回（标识符：0x7FF），数据长度 4 字节				
0x80	0x80	0x01（表示是电机的报文）	0x80	

注意！挂在一个 CAN 总线上的电机均需要处理 0X7FF 的数据帧，通过帧数据区间里包含的 ID 识别是否为对其设置的指令，接收到对其设置指令的电机发送应答，其余电机不发送设置帧应答（如果该电机本身就处于自动报文状态，应答后保持原样正常发送）。当许多电机处于自动报文模式下，CAN 有可能繁忙，因此可能需要发送数次设置指令，收到应答，以确保设置成功。

6. 电机控制相关指令

数据在 CAN 数据域中的存放的规则遵守高位在前，低位在后的存放方式，具体数据拆分存放细节和解析见附录 2 或向本团队技术索要例程。

更多关于控制功能细节描述参考相关产品的说明书中的产品说明及功能描述。

6.1 力位混控模式指令

标识符: Motor ID		数据长度: 8 字节(共 64 位)			
电机模式 uint3	参数 KP uint12	参数 KD uint9	期望位置 uint16	期望速度 uint12	前馈扭矩 uint12
0x00	0~4095	0~511	0~65535	0~4095	0~4095

发送该指令调用的是力位混合控制，最终输出电流给电机， 电流由如下三个部分组成：

$$\begin{aligned} motor_current = & \\ & (KP * (pos_desired - pos_current) + \\ & KD * (spd_desired - spd_current) + Torque) / K_T \end{aligned}$$

参数 KP 数值范围：0~4095 对应 0.0f~500.0f。

参数 KD 数值范围：0~511 对应 0.0f~5.0f。

输出端期望位置数值范围：0~65535 对应-3.0rad~3.0rad。

输出端期望速度数值范围：0~4095 对应-10.0rad/s~10.0rad/s。

电机前馈扭矩数值范围：0~4095 对应对应-10Nm~10Nm。。

驱动收到该指令，只返回 1 类型报文，无法选择返回其他类型报文。

提示：空载时测试实验的参考数值如下：KP=40.0f，KD=0.5f，期望速度：0，前馈扭矩：0
--

表 9-1

6.2 伺服位置控制模式指令

标识符: Motor ID		数据长度: 8 字节(共 64 位)		
电机模式 uint3	期望位置 (pos) float32	期望速度 (spd) uint15	电流阈值 (cur) uint12	报文返回状态 (ack) uint2
0x01	单位: 度	0~32767	0~4095	0~3

电机模式: 0x01, 表示此控制指令为伺服位置控制指令。

输出端期望位置数值解释: 数值即为实际角度, 单位为度, 例: 120.5 表示 120.5°。

输出端期望速度数值解释: 0~32767 对应 0~3276.7rpm, 比例为 10。

电机电流阈值数值范围: 0~4095 对应 0~409.5A, 比例为 10。

报文返回状态:

0: 不返回

1: 返回报文类型 1

7. 问答模式反馈报文

返回报文包括控制指令返回报文、配置指令返回报文和查询指令返回报文。数据在 CAN 数据域中的存放的规则遵守高位在前, 低位在后的存放方式, 具体数据拆分存放细节和解析见附录或向本团队技术索要例程。

报文格标识符: Motor ID

数据长度: 2~8 字节

数据域格式如下:

7.1 问答通信模式返回报文类型 1

标识符: MotorID		数据长度: 8 字节(共 64 位)				
报文类 uint3	错误信息 uint5	电机位置 uint16	电机速度 uint12	实际电流 uint12	MOS 温度 uint8	电机温度uint8
0x01	0~7	输出端位置	输出端转速	电机相电流	0~255	0~255

报文类型: 0x01, 表示此帧为 1 类型报文。

电机错误信息: 参考错误信息表。

输出端位置数值范围: 0~65535 对应-3.0f~3.0f, 单位 rad。

输出端转速数值范围: 0~4095 对应-10.0f~10.0f, 单位 rad/s。

实际电流: 0~4095 对应对应-2.0f~2.0f, 单位 A。

电机温度: 反馈的数值数据类型为无符号 8 位, 数值等于实际温度*2+50。

MOS 温度: 反馈的数值数据类型为无符号 8 位, 数值等于实际温度*2+50。



Keep Innovating
Keep Striving
Pursue Excellence

- ☎ 电话 (TEL): 177-1430-4639(微信同号)
- ✉ 邮箱 (Email): Sales002@encos.cn
- 🌐 网址 (Website): www.encos.cn
- 📍 地址 (Address): 江苏省南京市江宁区飞天大道69号