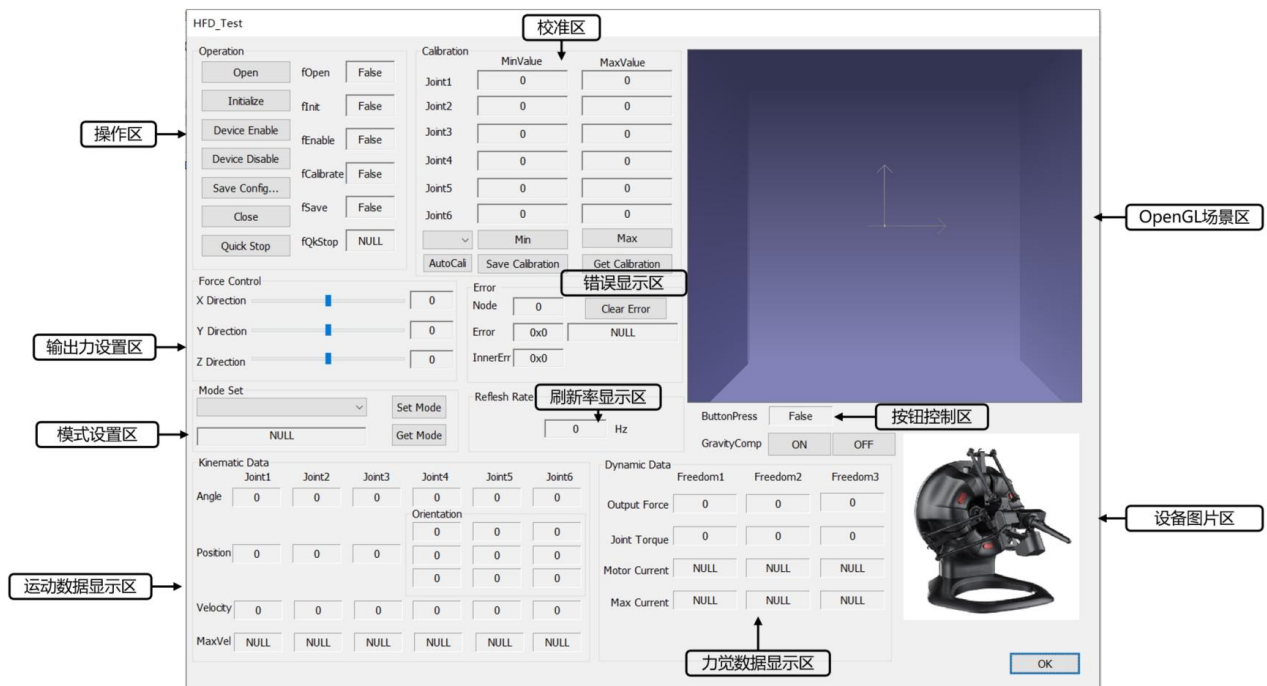


# HFD\_Test 软件操作说明



HFD\_Test 软件界面

HFD\_Test 软件界面一共分为 10 个区，分别为：

**操作区(Operation)**

**校准区 (Calibration)**

**输出力设置区 (Force Control)**

**模式设置区 (Mode Set)**

**错误显示区 (Error)**

**刷新率显示区 (Refresh Rate)**

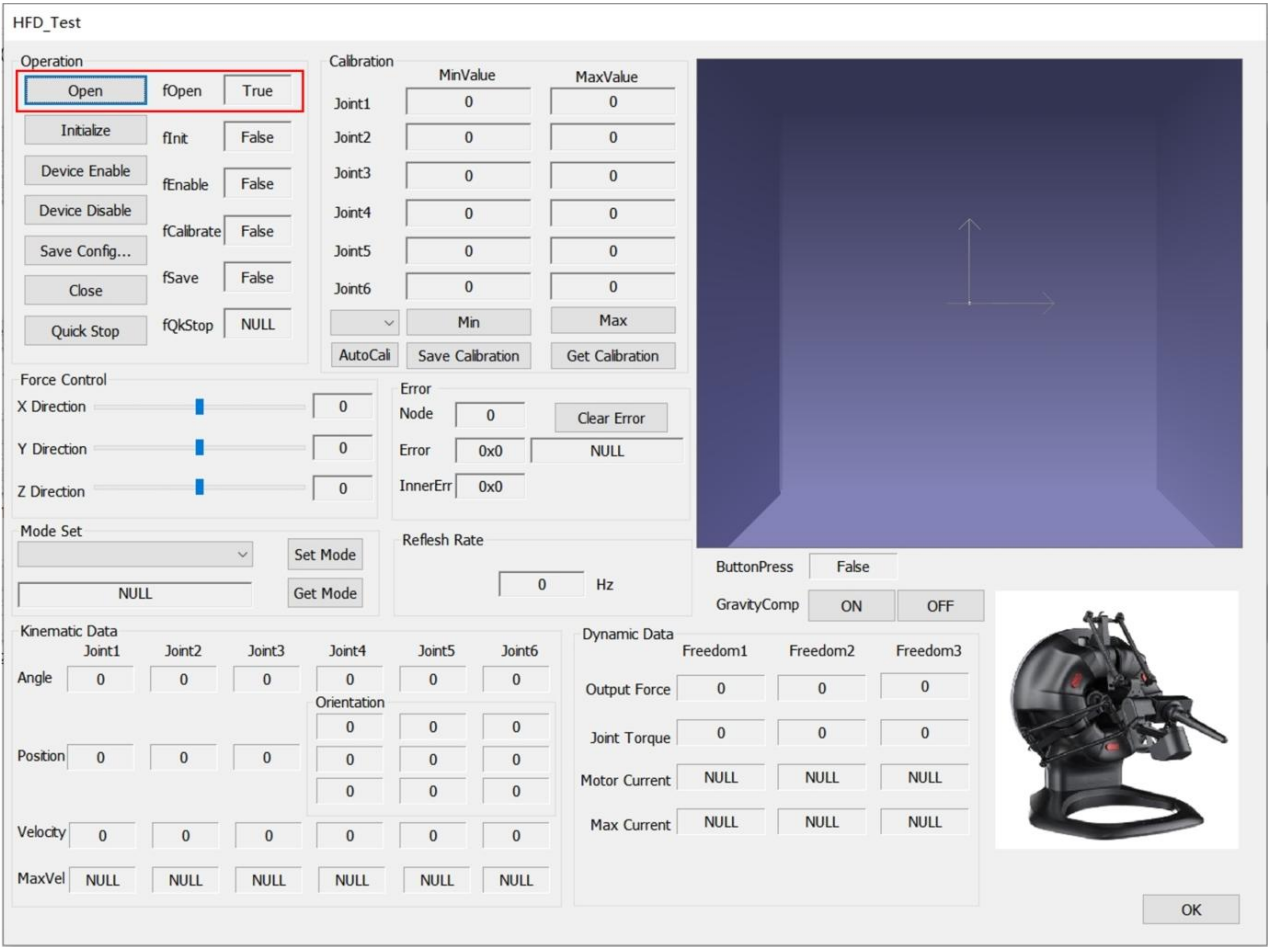
**运动数据显示区 (Kinematic Data)**

**输出力数据显示区 (Dynamic Data)**

**OpenGL 场景区**

**设备图片区**

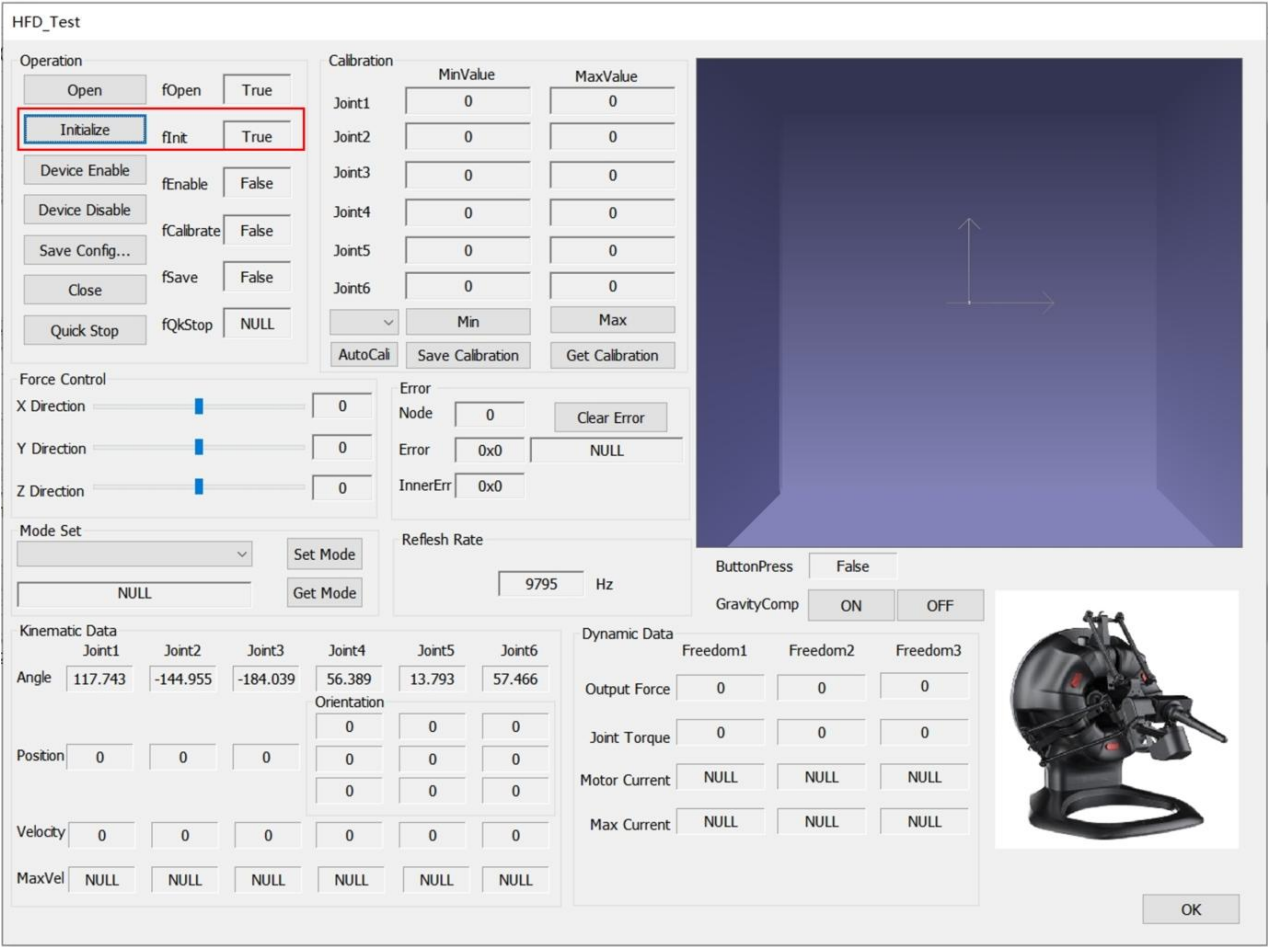
Step 1: 打开设备



点击操作区(Operation)的【Open】按钮打开设备，如果设备打开成功，则右侧的 fOpen 标识符将变为 True;

功能说明：打开设备的主要作用是打开计算机与 HFD-6 设备之间的 USB 通讯，使计算机与 HFD-6 设备之间通过 USB 接口连接上，能够进行正常的数据收发；

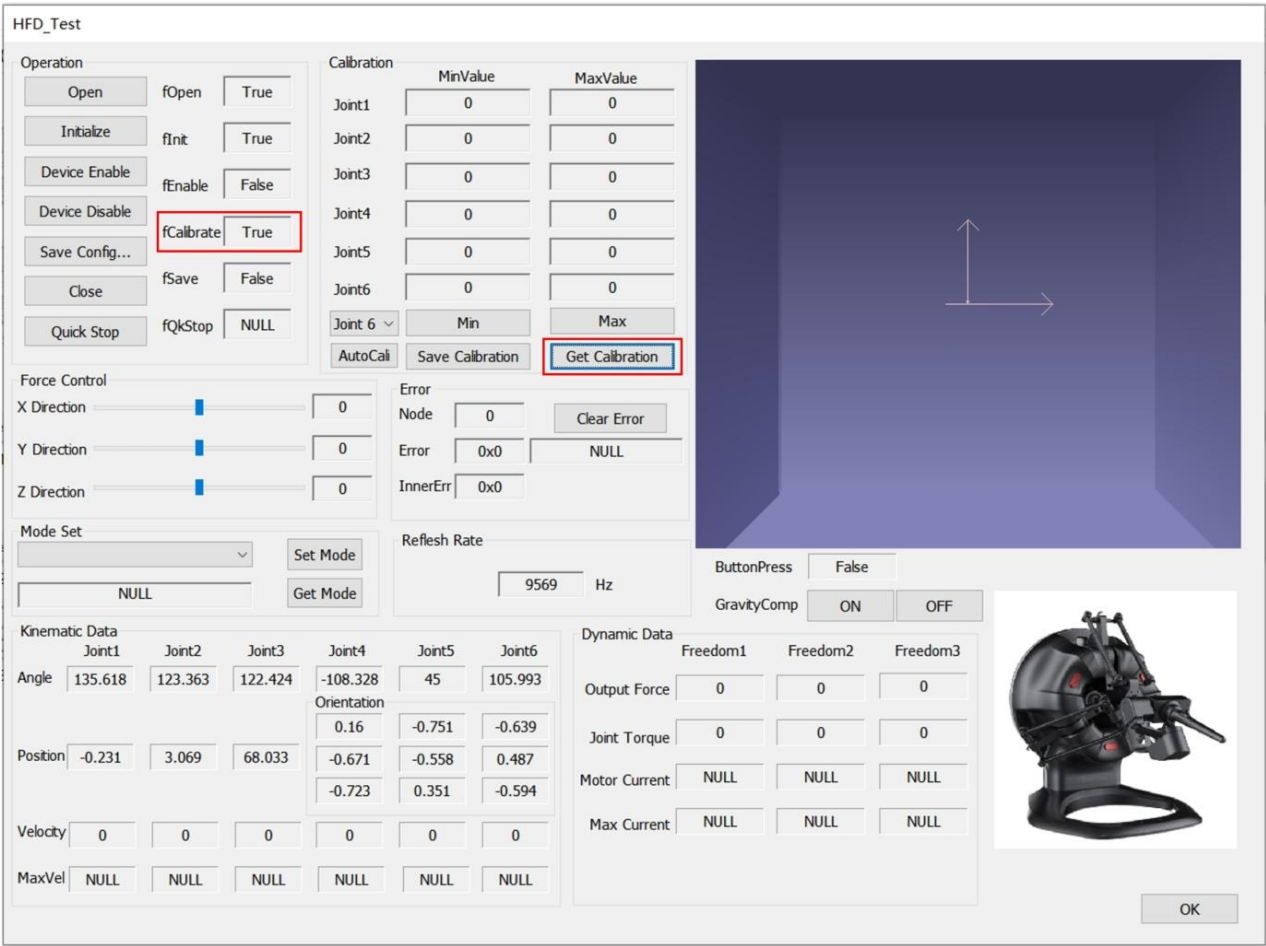
Step 2: 初始化设备



点击操作区(Operation)的【Initialize】按钮，如果设备初始化成功，则右侧的 **finit** 标识符将变为 **True**；  
功能说明：初始化设备的主要作用是获取以及设置设备的某些属性参数，打开刷新线程等，使设备的各个属性参数完成初始值设置。

### Step 3: 设备校准

在出厂之前已经对设备进行了校准并将校准数据保存于芯片中，通常情况下，只需要点击校准区的【Get Calibration】按钮，即可完成校准操作。



如果设备长时间没用或者经过运输，有可能导致编码器读取数据发生偏移，则需要再次对设备进行校准，并保存校准数据到芯片中。则校准操作如下图所示，选择某一关节 Joint，把设备相应关节旋转对应的极小或极大位置，点击【Min】或【Max】按钮，就可以在(Calibration)区，该关节 Joint 对应的右侧显示框中得到该关节 Joint 的极小位置编码器读数或极大位置编码器读数。

HFD\_Test

Operation

Open

fOpen

True

Initialize

fInit

True

Device Enable

fEnable

False

Device Disable

fCalbrate

False

Save Config...

fSave

False

Close

fQkStop

NULL

Calibration

	MinValue	MaxValue
Joint1	3553	30851
Joint2	0	0
Joint3	0	0
Joint4	0	0
Joint5	0	0
Joint6	0	0
Joint 1	Min	Max

AutoCal

Save Calibration

Get Calibration

Force Control

X Direction

0

Y Direction

0

Z Direction

0

Mode Set

Set Mode

NULL

Get Mode

Refresh Rate

9654

Hz

Error

Node

0

Clear Error

Error

0x0

NULL

InnerErr

0x0

Kinematic Data

	Joint1	Joint2	Joint3	Joint4	Joint5	Joint6
Angle	117.628	-121.604	-206.77	56.35	13.82	57.521
				Orientation		
				0	0	0
Position	0	0	0	0	0	0
				0	0	0
Velocity	0	0	0	0	0	0
MaxVel	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL

Dynamic Data

	Freedom1	Freedom2	Freedom3
Output Force	0	0	0
Joint Torque	0	0	0
Motor Current	NULL	NULL	NULL
Max Current	NULL	NULL	NULL


ButtonPress

False

GravityComp

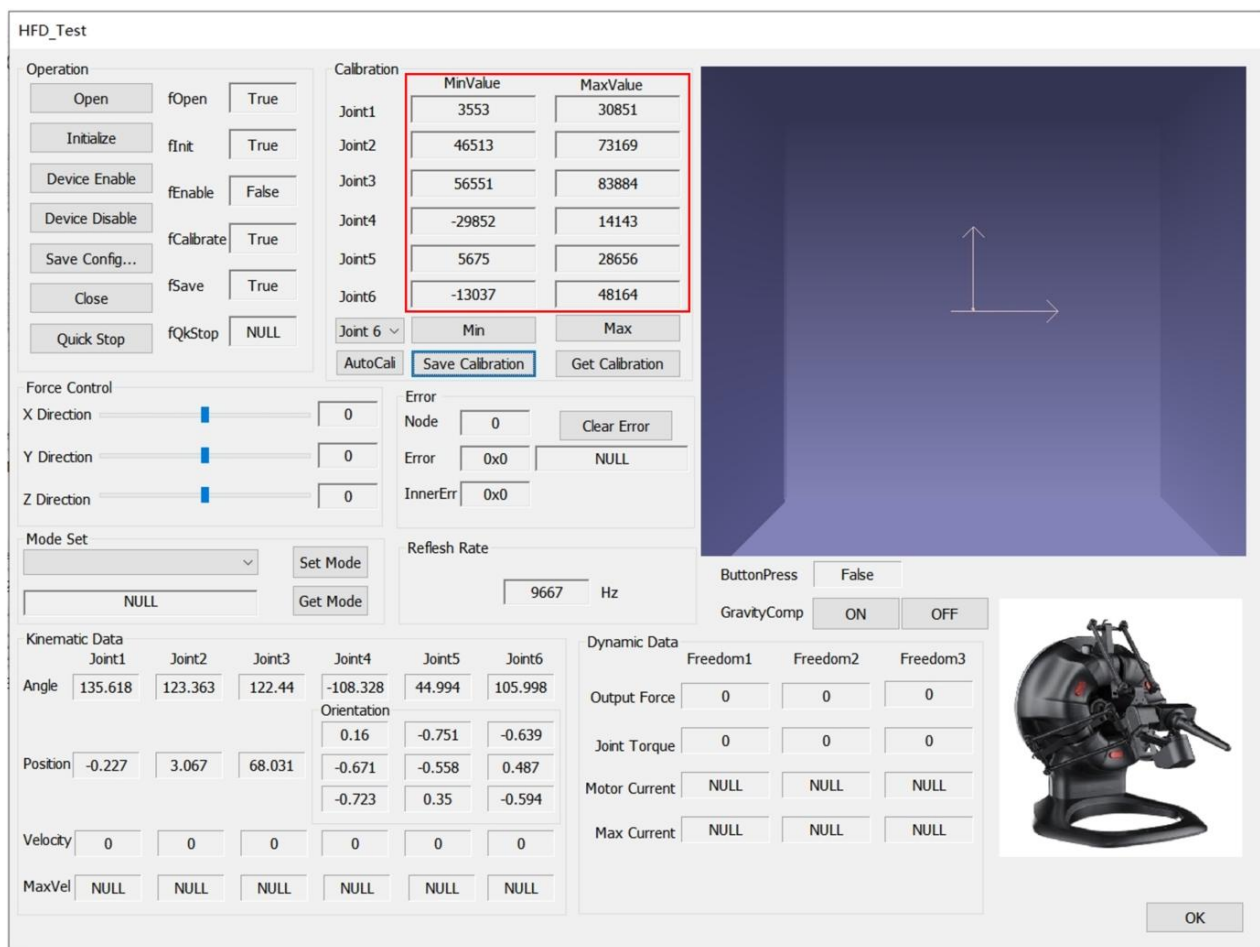
ON

OFF



OK

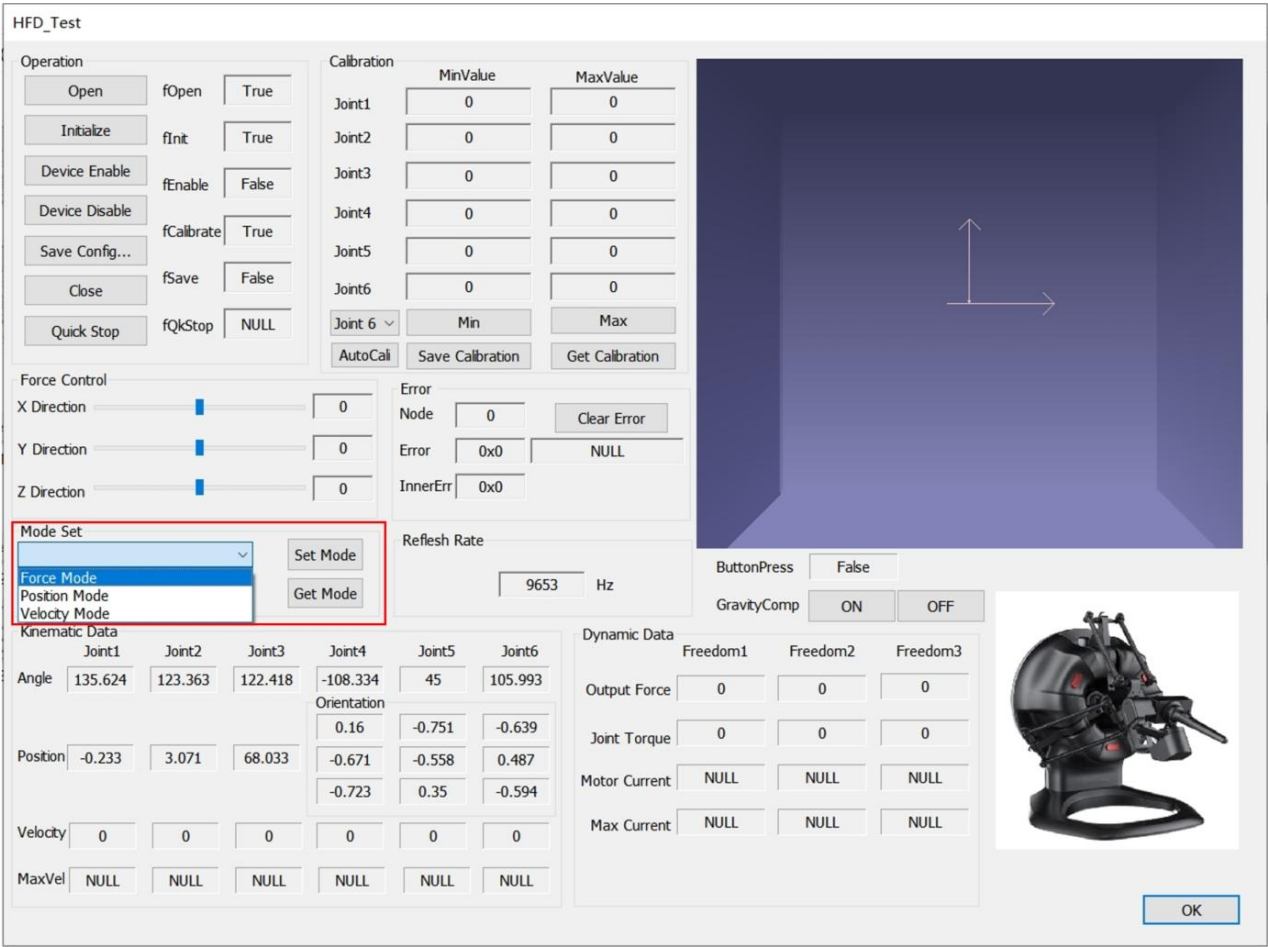
依次完成从 Joint1--Joint6 的校准数据获取



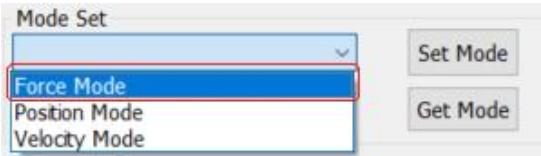
点击校准区(Calibration)的【Save Calibration】按钮，保存校准数据，如果设备校准成功，则操作区的 **fCalibrate** 标识符将变为 **True**；

此时操作设备运动，在软件界面右侧的 OpenGL 场景区中将会显示末端代理点的移动，同时运动数据显示区与刷新率显示区将显示设备的一些内部数据；因为此时设备尚未使能，设备设置了阻尼，因此操作设备末端移动将会感觉到比较阻涩；

Step 4: 模式设置



点击模式设置区(Mode Set)的下拉列表框，并选择 **Force Mode** 项，

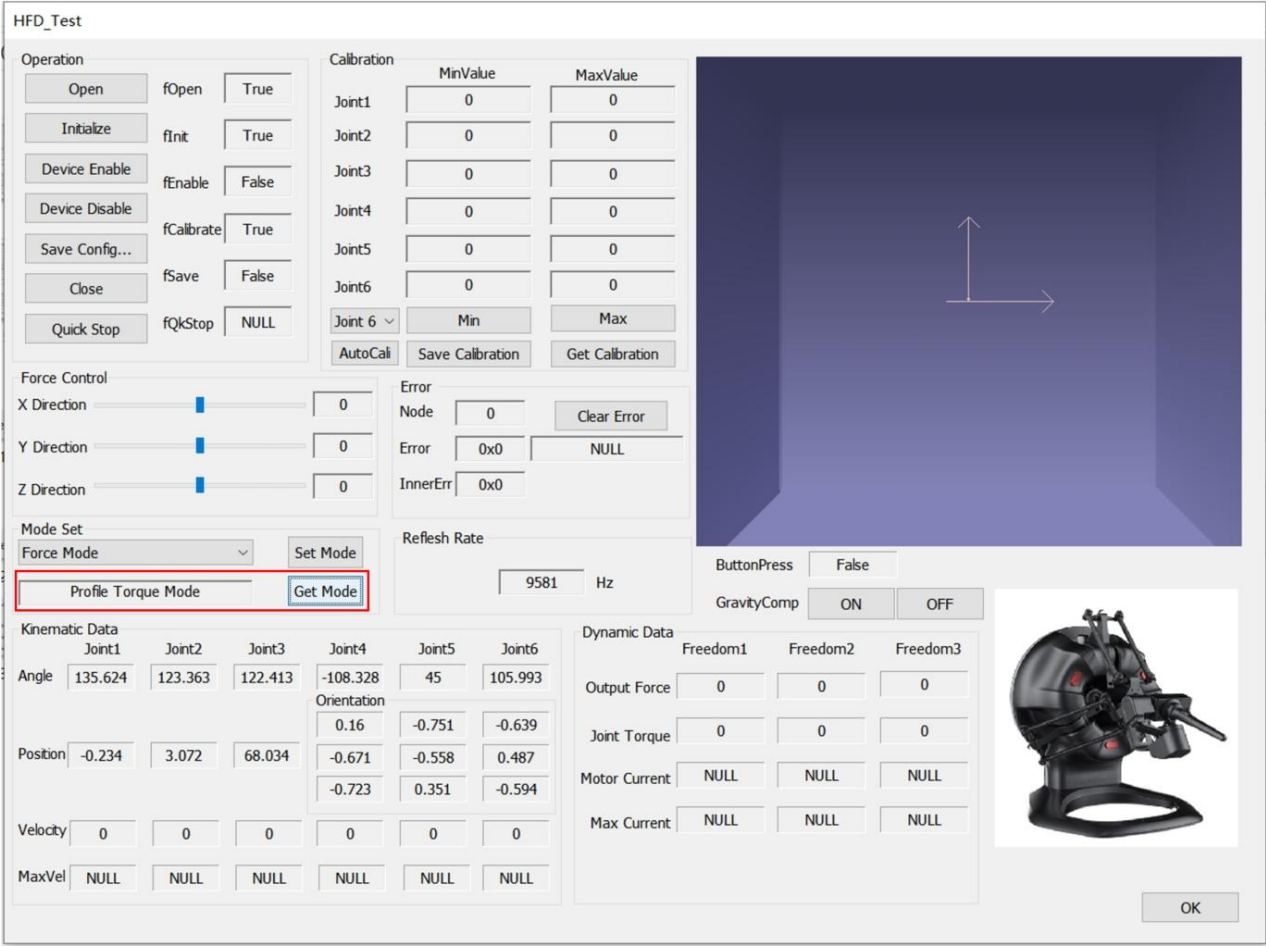


然后点击模式设置区(Mode Set)内右侧的【Set Mode】按钮；

**功能说明：** 模式设置主要作用是把设备设置成反馈力输出模式，从而能够在设备使能后进行正常的力反馈操作；软件默认为反馈力模式；



Step 5: 获取模式



点击模式设置区(Mode Set)内右侧的【Get Mode】，在左侧的显示框中将会显示当前设置的模式 **Profile Torque Mode**，并以此判断模式设置是否成功；如果显示 **Profile Torque Mode**，即表示第四步的输出力模型 **Force Mode** 设置成功；

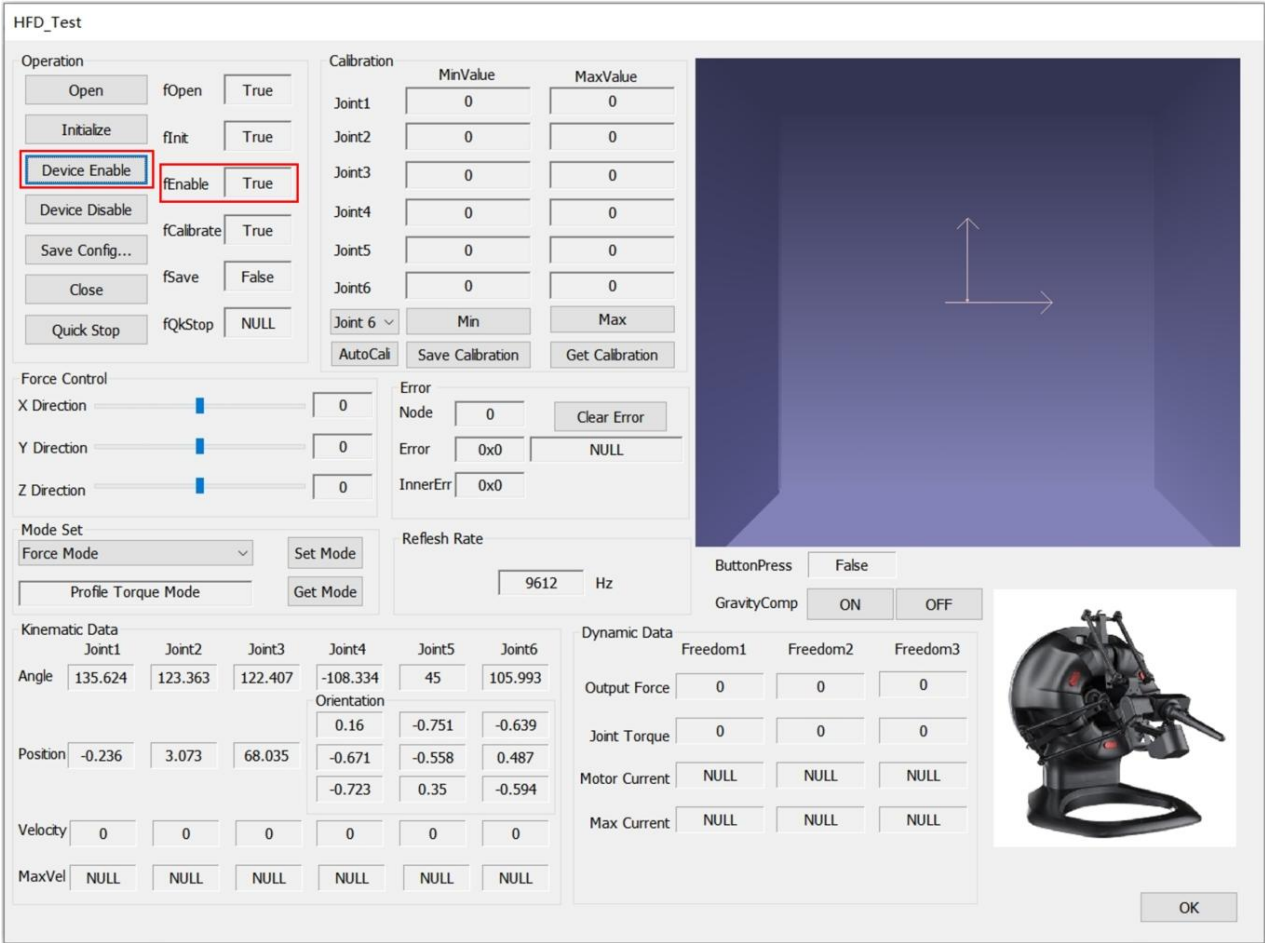
**功能说明：** 获取模式的主要作用是获取当前设备的工作模式，从而判断前一步的模式设置是否成功。



Step 6: 设备使能

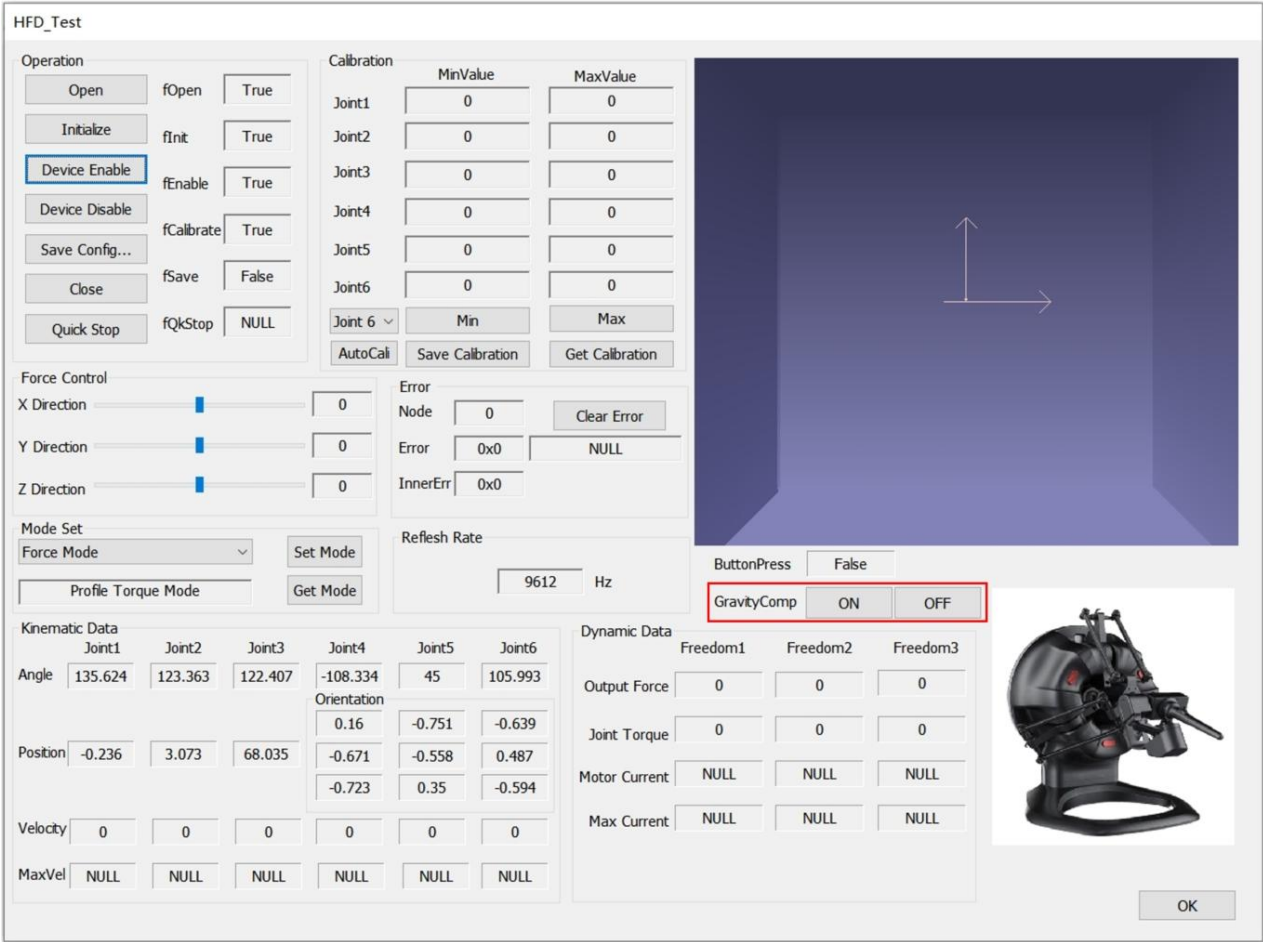
点击操作区(Operation)的【Device Enable】按钮，如果设备使能成功，则右侧的 **fEnable** 标识符将变为 **True**，；

此时再操作设备运动，将不会再有阻涩的感觉，操作会比较自由舒畅；但这时设备没有重力补偿，因此设备将垂落在最下面；



**功能说明：**设备使能的主要作用是使设备从阻尼状态进入使能状态，即进行反馈力输出状态，此时已能够设置输出期望大小的反馈力，并在手柄末端感受到相应反馈力的大小与方向。但由于设备当前没有启动重力补偿，设备自重会对反馈力造成干扰。

Step 7: 打开重力补偿

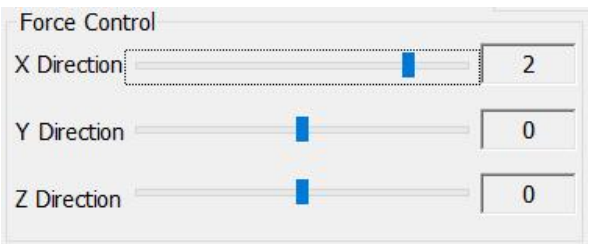
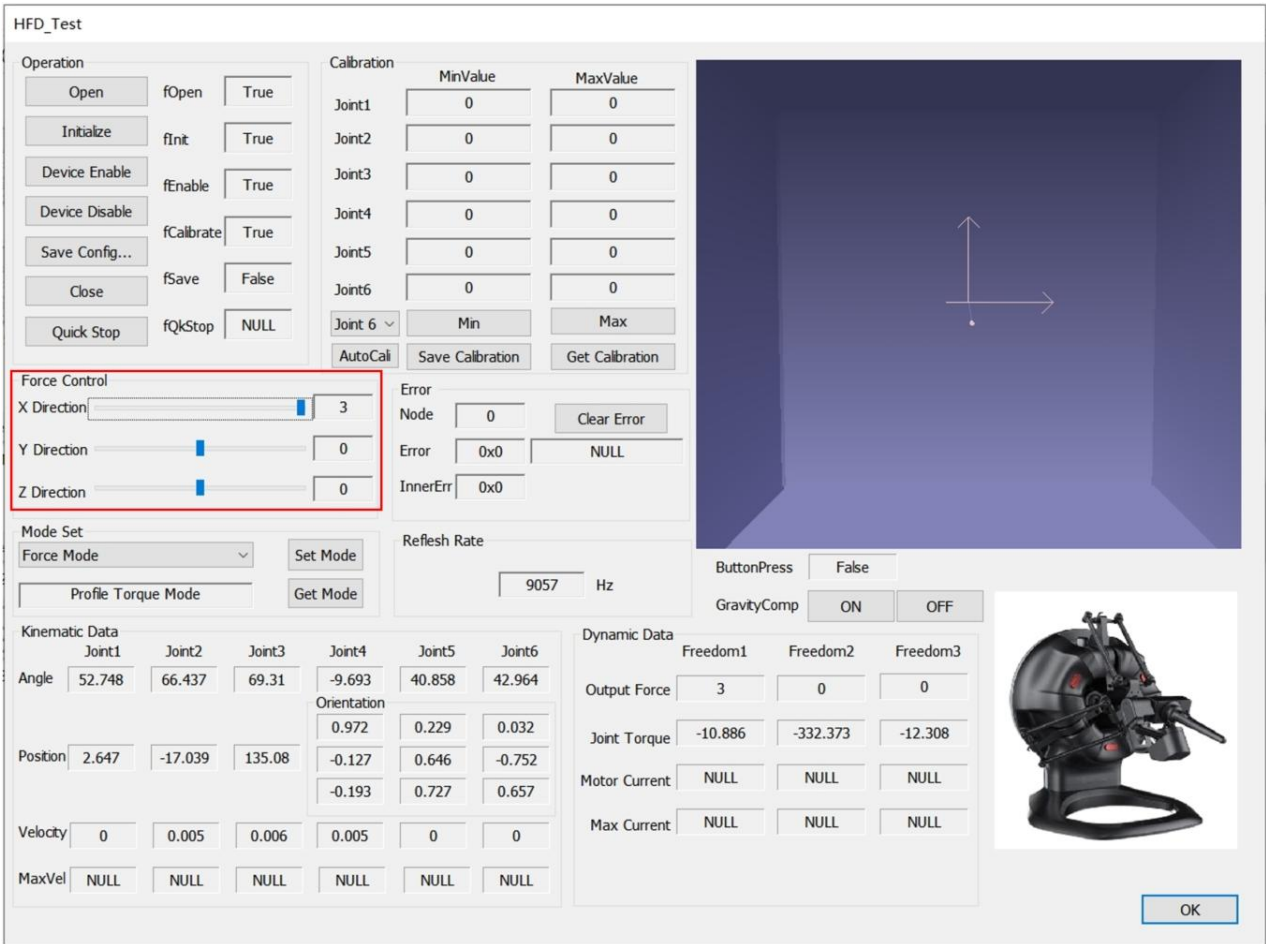


点击 **GravityComp** 右侧的【ON】按钮将打开重力补偿，此时设备将能够在运动空间内任意一点悬停；要关闭重力补偿，只需点击 **GravityComp** 右侧的【OFF】按钮即可；

**功能说明：** 打开重力补偿的主要作用是启动设备的重力补偿功能，使设备能够实时地根据末端点的位置完成设备自重补偿，使设备能够在运动空间中任意一点保持平衡，消除设备自重对输出力的干扰。

## Step 8: 输出力控制

注意：为了设备的安全，在拖动滑块进行力输出测试前，请握住设备手柄，以防止设备在反馈力作用下迅速运动跑飞因而损坏设备；



在输出力设置区(**Force Control**)，拖动 **X Direction**，**Y Direction**，**Z Direction** 三个方向的滑动块左右移动，即可在设备上输出 X，Y，Z 三个方向的输出力。其中，往左拖动滑动块，即往相应轴的负方向输出反馈力；

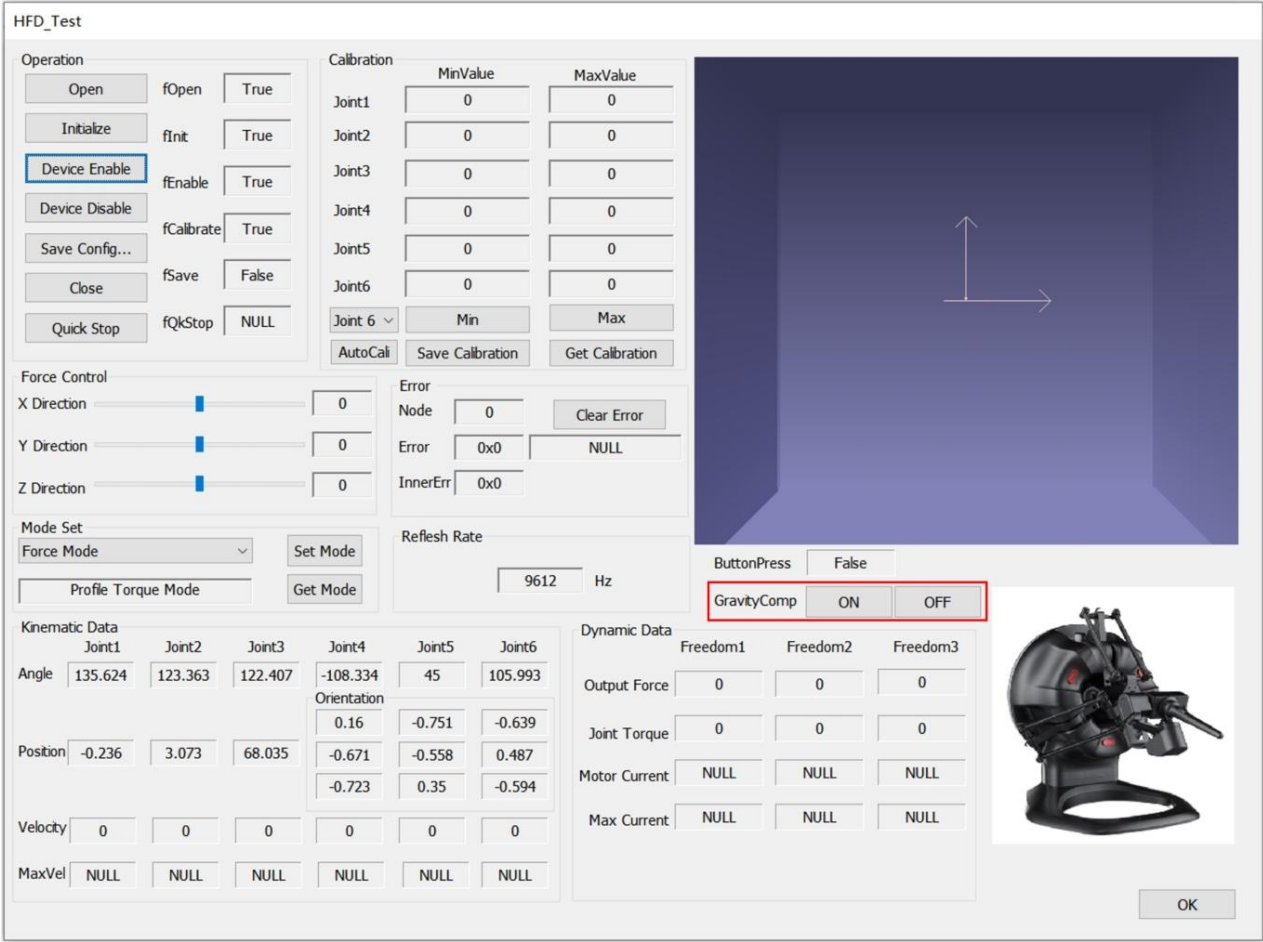
即：

X 方向：往右拖动，设备输出水平向右的反馈力；往左拖动，设备输出水平向左的反馈力；

Y 方向：往右拖动，设备输出竖直向上的反馈力，往左拖动，设备输出水平向下的反馈力；

Z 方向：往右拖动，设备输出垂直向外的反馈力，往左拖动，设备输出垂直向内的反馈力；

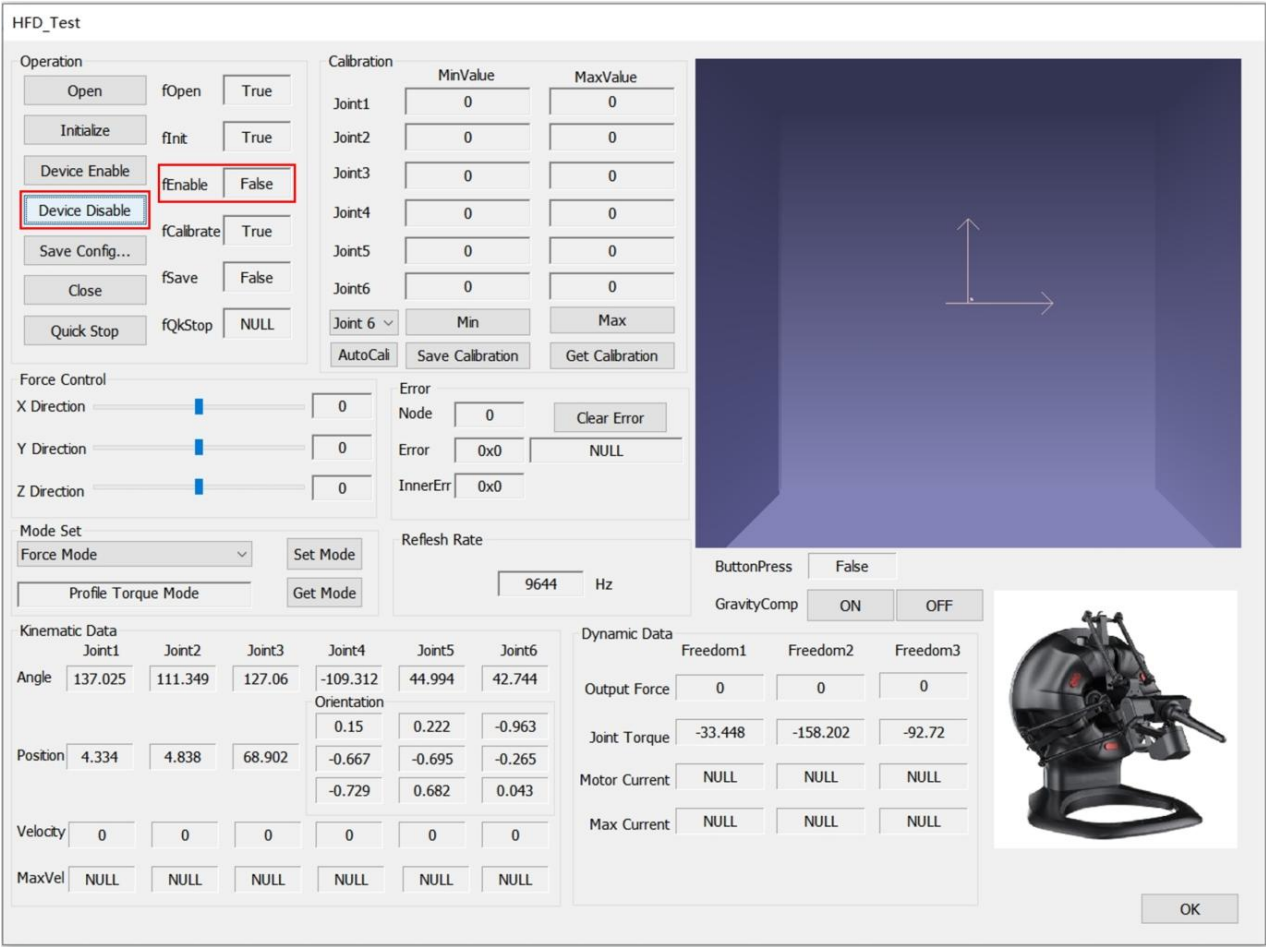
Step 9: 关闭重力补偿



点击 **GravityComp** 右侧的【OFF】按钮关闭重力补偿，此时设备将恢复初始位置；

功能说明：关闭重力补偿的主要作用是在使用完设备后，关闭设备的重力补偿功能，使设备处于自然状态。

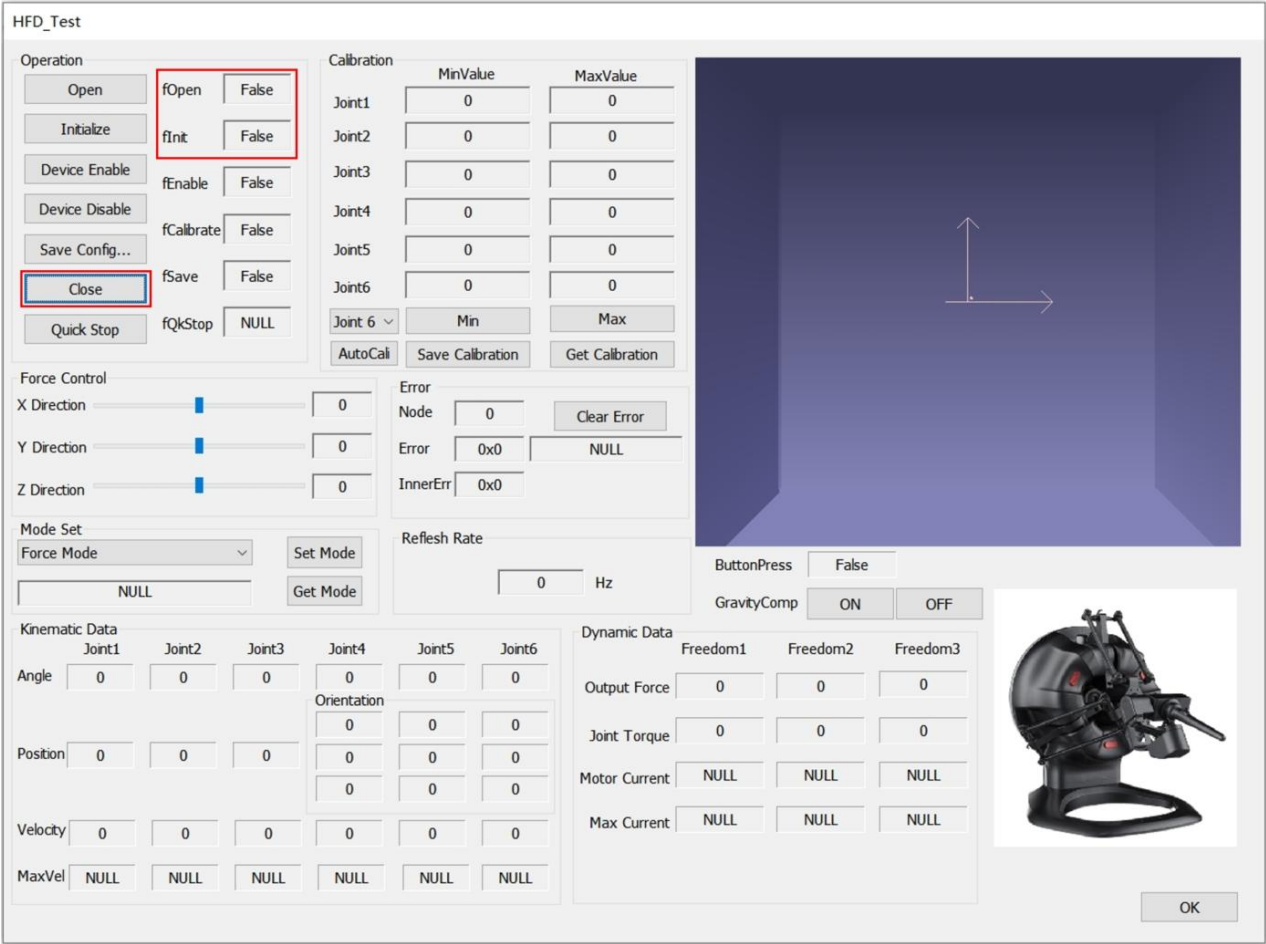
Step 10: 关闭设备使能



点击操作区(Operation)的【Device Disable】按钮，如果设备关闭了使能，则右侧的 fEnable 标识符就变为 False;

功能说明：关闭设备使能的主要作用是使设备从使能状态进入阻尼状态，关闭设备的反馈力输出功能，为之后的关闭设备做准备。

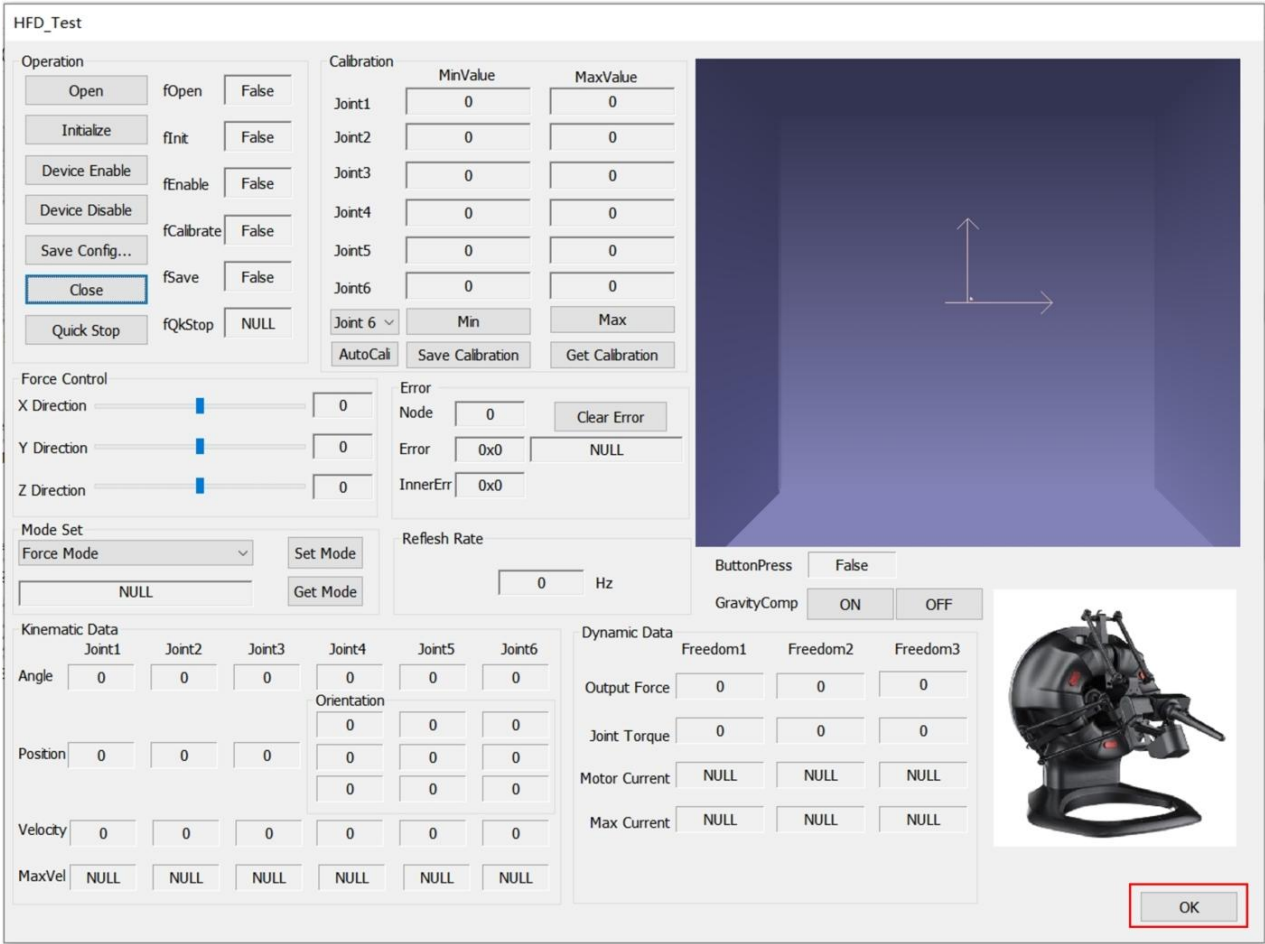
Step 11: 关闭设备



点击操作区(Operation)的【Close】按钮，关闭设备连接，此时设备通讯中断；

功能说明：关闭设备的主要作用是结束软件中的线程，清除相关标志位，断开设备与计算机之间的 USB 通讯。

Step 12: 退出测试软件



点击软件界面右下角的【OK】按钮即可退出当前的软件界面。



### 运动数据显示区 (Kinematic Data):

HFD\_Test

Operation

Open

fOpen

True

Initialize

fInit

True

Device Enable

fEnable

False

Device Disable

fCalbrate

True

Save Config...

fSave

False

Close

fQkStop

NULL

Calibration

	MinValue	MaxValue
Joint1	0	0
Joint2	0	0
Joint3	0	0
Joint4	0	0
Joint5	0	0
Joint6	0	0

Joint 6 ▾

Min

Max

AutoCal

Save Calibration

Get Calibration

Force Control

X Direction

0

Y Direction

0

Z Direction

0

Mode Set

Force Mode ▾

Set Mode

Profile Torque Mode

Get Mode

Refresh Rate

9581

Hz

Error

Error Node

0

Clear Error

Error

0x0

NULL

InnerErr

0x0

Dynamic Data

	Freedom1	Freedom2	Freedom3
Output Force	0	0	0
Joint Torque	0	0	0
Motor Current	NULL	NULL	NULL
Max Current	NULL	NULL	NULL

Kinematic Data

	Joint1	Joint2	Joint3	Joint4	Joint5	Joint6
Angle	135.624	123.363	122.413	-108.328	45	105.993

Orientation

	0.16	-0.751	-0.639
	-0.671	-0.558	0.487
	-0.723	0.351	-0.594

Position

	-0.234	3.072	68.034
--	--------	-------	--------

Velocity

	0	0	0	0	0	0
--	---	---	---	---	---	---

MaxVel

	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
--	------	------	------	------	------	------

ButtonPress

False

GravityComp

ON

OFF

OK

Kinematic Data						
	Joint1	Joint2	Joint3	Joint4	Joint5	Joint6
Angle	0.891	75.387	68.748	25.38	45	-167.124
				Orientation		
				0.638	0.275	-0.718
Position	-4.944	-100.427	111.665	0.303	-0.948	-0.094
				-0.707	-0.157	-0.689
Velocity	0	0	0	0	0	0
MaxVel	0	0	0	0	0	0

Kinematic Data						
	Joint1	Joint2	Joint3	Joint4	Joint5	Joint6
Angle	0.891	75.387	68.748	25.385	45	-167.124
				Orientation		
				0.638	0.275	-0.718
				0.303	-0.948	-0.094
				-0.707	-0.157	-0.689
Velocity	0	0	0	0	0	0
MaxVel	0	0	0	0	0	0

Kinematic Data						
	Joint1	Joint2	Joint3	Joint4	Joint5	Joint6
Angle	0.891	75.387	68.748	25.388	45	-167.127
Position	-4.943	-100.427	111.668	Orientation		
				0.638	0.275	-0.718
				0.303	-0.948	-0.094
Velocity	0	0	0	0	0	0
MaxVel	0	0	0	0	0	0

Kinematic Data						
	Joint1	Joint2	Joint3	Joint4	Joint5	Joint6
Angle	35.042	59.957	35.46	8.686	6.674	-74.641
Position	-29.787	-17.872	162.475	Orientation		
				0.981	-0.15	-0.115
				0.15	0.244	0.957
Velocity	-8.2	35.102	39.158	2.746	2.746	10.986
MaxVel	0	0	0	0	0	0

运动数据显示区（**Kinematic Data**），每一列代表每一个旋转轴 Joint 的信息，一共 Joint1，Joint2，Joint3，Joint4，Joint5，Joint6 六根旋转轴；

【**Angle**】：表示各关节的旋转角度；

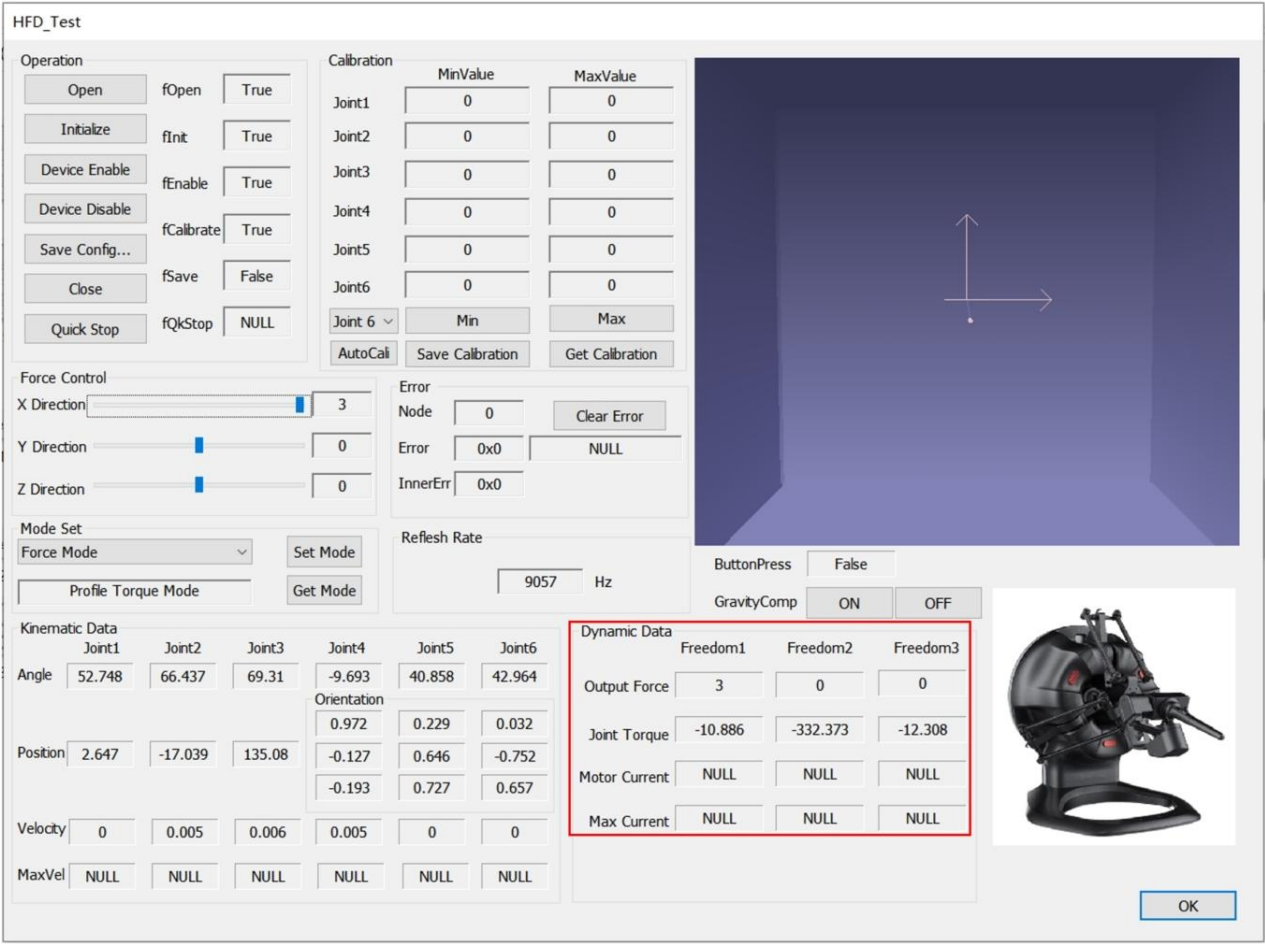
【**Position**】：表示末端点在运动空间内的位置（X，Y，Z），其中 X 轴正方向水平向左，Y 轴正方向竖直向上，Z 轴正方向垂直向外；

【**Orientation**】：表示末端操作手柄在空间内的姿态（3\*3 Matrix）；

【**Velocity**】：前三项表示末端点在空间内各轴向的运动速度（V<sub>x</sub>，V<sub>y</sub>，V<sub>z</sub>），后三项表示末端操作手柄各旋转关节的旋转速度；

【**MaxVel**】：用来记录设备操作过程中各关节的最大速度，当前未启用；

输出力数据显示区（Dynamic Data）：



Dynamic Data			
	Freedom1	Freedom2	Freedom3
Output Force	2	0	0
Joint Torque	505.643	-391.92	-74.583
Motor Current	NULL	NULL	NULL
Max Current	NULL	NULL	NULL

由于 HFD-6 设备只有并联机构部分有反馈力输出，因此输出力数据只包括前三个关节，即 Freedom1, Freedom2, Freedom3;

- 【Output Force】: 显示设备当前在 X, Y, Z 三个方向的输出力;
- 【Joint Torque】: 显示设备前三根轴上当前的力矩大小;
- 【Motor Current】: 显示三个电机上当前电流值大小，当前未启用;
- 【Max Current】: 显示三个电机上最大的电流值，当前未启用;