

文档版本 Ver 1.0

修正日期 2020/6/1

# **MOCO 通用机器人 OCU 帮助文档**

# 一、MOCO 通用 OCU 上位机

## 1. 简介

MOCO 通用 OCU 上位机是支持 MOCO 机器人控制器进行快速配置与参数调节的跨平台软件，其基于 Python 内核能部署于 Windows 与 Ubuntu 系统。上位机支持对机器人构型的选择可以快速完成 MOCO 系列四足机器人的建立，同时还支持用户基于机器人构型参数快速自定义，同时上位机集成参数在线调节功能能快速实现参数的整定并配有波形显示为姿态控制参数整定提供可视化指标。为方便用户测试上位机提供了对舵机输出的标定界面用户能快速完成角度偏差标定与转向标定，同时提供完善的测试步骤在机器人标定配置完成后用户依据测试流程既可以完成对机器人稳定性的快速调试，为实现参数保存上位机也支持对配置参数的本地存储与快速写入，相比上一代代码调节的方式大大加快机器人的调试！

## 2. OCU 上位机功能介绍

OCU 上位机主要分为主界面、机器人向导、参数设置、执行器标定、传感器标定、测试模式与控制模式几大界面，各界面主要功能如下：

### （1）主界面：

该界面主要完成机器人状态的显示，包括姿态、位置、速度、控制模式等，同时以图像的模式显示各关键角度，同时可以在主界面完成串口配置以及对波形曲线的查看。

### （2）机器人向导：

该界面主要完成对机器人快速的向导式配置，可以选择 Moco 系列机器人实现对官方特定构型机器人参数的配置和下载，另外也可以通过 DIY 模式依据用户自己的机器人参数进行设置。

### （3）参数配置界面：

该界面主要对机器人内部参数的在线整定和保存，可以完成对机器人典型位姿控制增益，落足、姿态偏差的调节，也可以实现对参数的快速恢复出厂设置。

### （3）执行器标定界面：

该界面主要完成对 12 路 PWM 输出的快速标定，包括各 PWM 输出的偏差以及执行器旋转的方向，同时也可以完成对舵机时间参数的标定让用户使用自己的舵机数据。

（4）传感器标定界面：

该界面主要完成对板载 IMU 的标定包括对其测量偏差和尺度偏差，对磁场的在线拟合标定以及 GPS 和 IMU 安装位置角度的标定。

（5）测试模式界面：

该界面主要完成在机器人配置完成后对各独立功能的快速测试来验证参数配置的正确性，包括正逆运动学、伪逆力控和位姿调节等。

（6）控制模式界面：

该界面主要为用户提供一个在无遥控器下快速测试机器人的方法，可以实际基于按键与键盘操作下机器人速度、姿态和步态的快速调节。

3. 状态主界面介绍

该界面主要完成机器人状态的显示，包括姿态、位置、速度、控制模式等，同时以图像的模式显示各关键角度，同时可以在主界面完成串口配置以及对波形曲线的查看，具体功能如下：

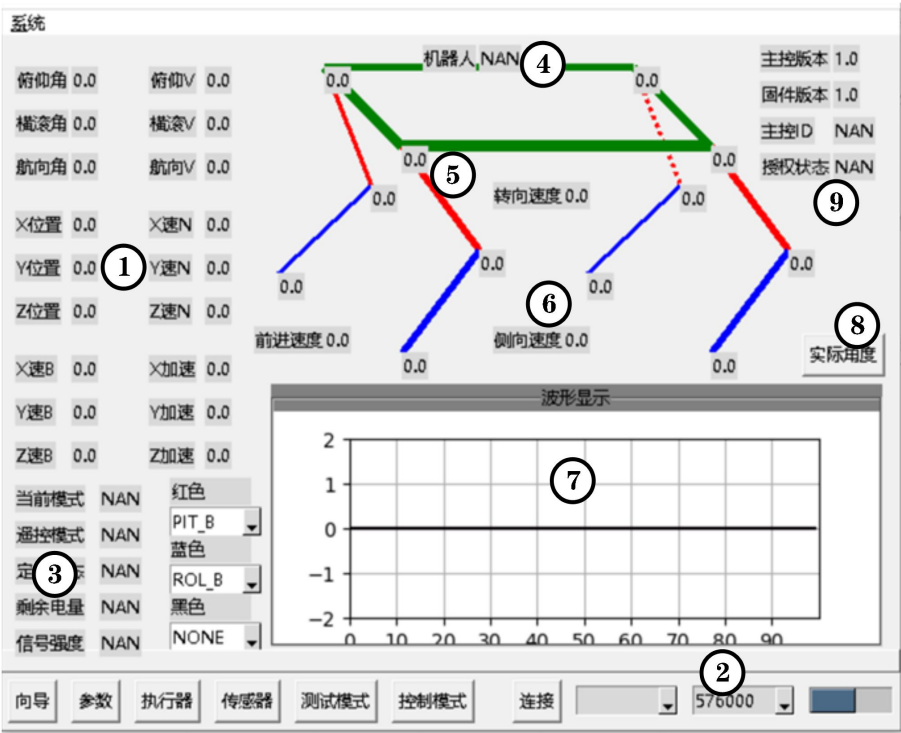


图 1 状态主界面

上图中各标号对应功能如下：

①机器人状态显示栏：完成对机器人姿态角、角速度、加速度、位置、速度的显示；

②串口设置：系统连接后默认搜索串口，也可以点击下拉栏选择 COM 口和波特率，当串口连接后右侧数据条会不断走动，如串口通信故障请查看控制台打印信息并查看后文故障处理说明章节；

③模式显示栏：完成对机器人状态的显示，其中当前模式显示机器人步态状态如下：

状态	遥控切换操作	功能
离线	无	机器人未连接 OCU
安全	遥控下建	关闭动力电源
站立 IMU	遥控左->TROT	IMU 站立模式
	遥控右->WALK	
TROT	遥控上->FROT	普通对角步态
	遥控右->WALK	
FTROT	遥控右->WALK	飞行相对角步态
WALK	遥控左->TROT	爬行步态
自恢复	摔倒后遥控右	

遥控状态对应介绍如下：

状态	遥控切换操作	功能
手动-遥	无	使用遥控器手动操作
手动-键	无	使用键盘手动操作
自动	遥控打断，无遥控自动恢复	

④机器人信息：显示连接机器人构型的信息，具体官方 **Moco** 系列机器人构型如下表所示：

机器人	构型	说明
Moco 8-Pro	8 自由度 并联腿	官方原创造型
Moco 8-Cheetha	8 自由度 串联腿	造型仿 MIT Mini-Cheetha
Moco 8-LS3	8 自由度 并联腿	造型仿波士顿动力 LS3
Moco 8-Mid	8 自由度 并联腿	造型仿 GhostRobotic Miniature
Moco 12-Pro	12 自由度 串联腿	造型仿高博士四足 机器人
Moco 12-LS3	12 自由度 串联腿	造型仿波士顿动力 LS3

⑤机器人角度显示：以图像化方式显示对应关节角度和期望角度可以通过⑧按键进行快速切换，具体各角度对应关系请查看相应机器人构型安装文档；

⑥遥控命令显示：完成对遥控产生期望前后速度、转向速度的显示，其中前后速度单位为 **m/s**，转向角度单位为度/s；

⑦波形显示：完成对机器人内部角度、速度等波形的显示，三通道显示数据内容可以在左侧下拉菜单处选择；

⑨控制器固件与授权状态：显示控制器固件版本以及授权所需要控制器芯片 ID 编号，授权方法请查看控制器使用说明；

## 4. 机器人向导界面介绍

该界面主要完成对机器人快速的向导式配置，可以选择 **Moco** 系列机器人实

现对官方特定构型机器人参数的配置和下载，另外也可以通过 DIY 模式依据用户自己的机器人参数进行设置，如下图所示



图 2 Moco 系列与 DIY 机器人配置界面

4.1 Moco 系列机器人向导

该向导面向官方推出的 Moco 系列机器人，用户可以在该界面快速完成对机器人相关参数的配置，当然机器人构型已经确定，用户主要可以完成对相关辅助功能如摔倒保护、步态切换的配置，最重要的是完成对控制器授权码的写入，以 Moco 12-Pro 为例其界面如下所示：

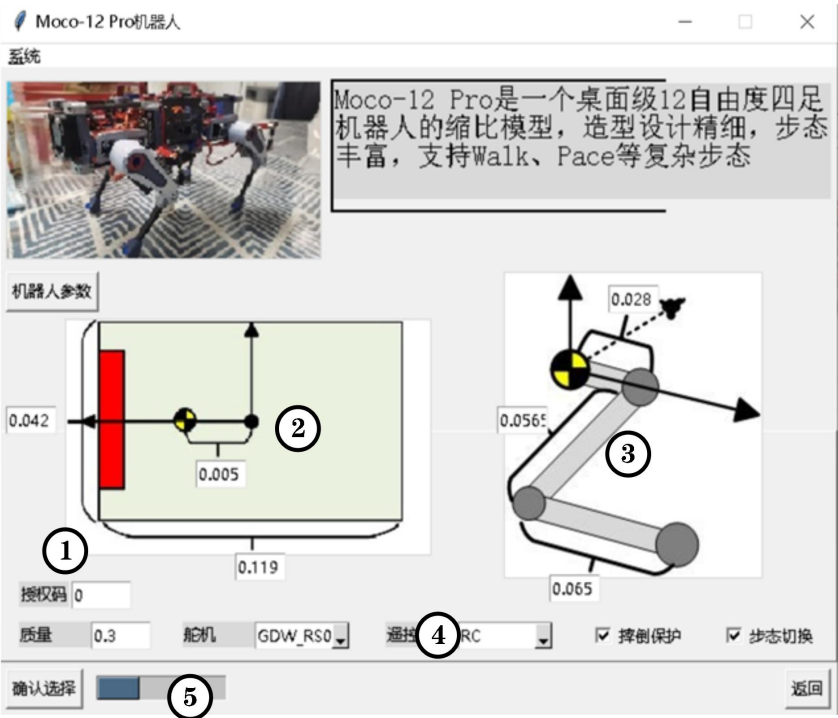


图 3 Moco 系列机器人向导

- ①授权码写入：将芯片 ID 对应的授权码写入该处；
- ②机器人机体参数：可以对机器人机体参数进行修改，对于采用官方套件的用户可以不用修改；
- ③腿部参数修改：可以对机器人单腿参数进行修改，对于采用官方套件的用户可以不用修改；
- ④辅助功能修改：可以完成对机器人质量、舵机型号和辅助功能的修改；
- ⑤配置确认：点击后会出现读条，当提示写入成功后切换到测试界面；

## 4.2 自定义机器人向导

该向导面向用户自定义机器人，用户可以在该界面快速完成对机器人相关参数的配置，完成对腿部构型、结构尺寸以及相关辅助功能的配置，该功能在开放中！

## 5. 参数配置界面介绍

该界面主要对机器人内部参数的在线整定和保存，可以完成对机器人典型位姿控制增益，落足、姿态偏差的调节，也可以实现对参数的快速恢复出厂设置，具体界面如下：

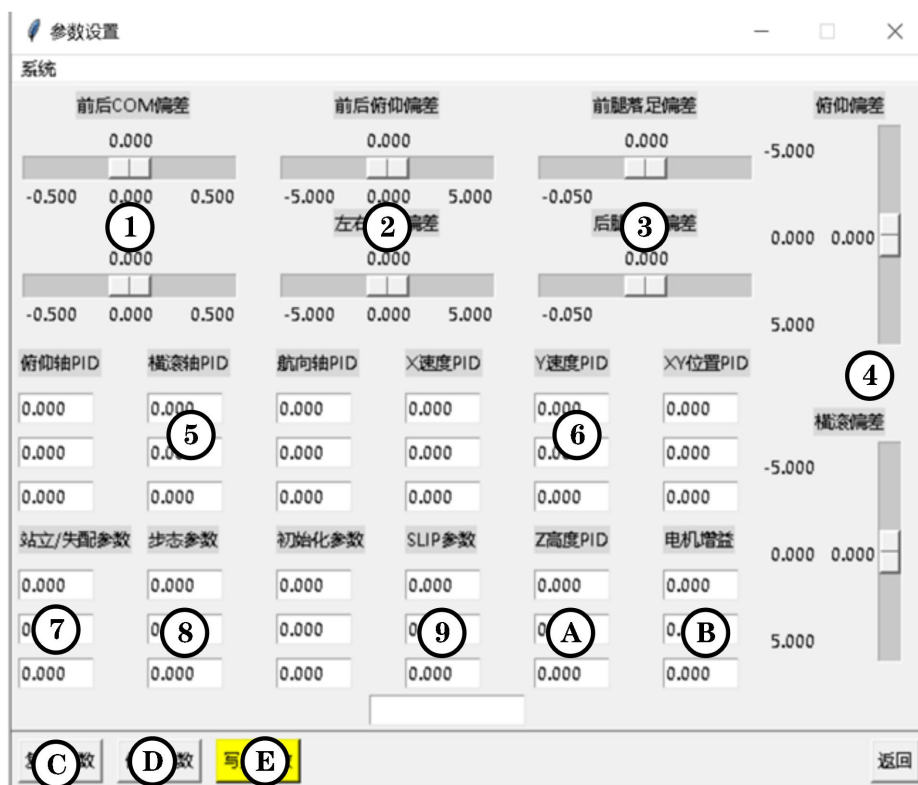


图 4 参数配置界面

- ①前后 COM 偏差：该参数为机器人前后移动时机器人整体落足的偏差，上方为前进参数，下方为后退参数，参数为正时落足偏向机体方向；
- ②前后俯仰、左右横滚偏差：该参数为机器人移动时姿态规划角度，其中俯仰偏差决定前后移动时俯仰角度，参数为正时机器人抬头，同理横滚参数决定机器人侧向移动与转向时的角度；
- ③前后腿落足偏差：该参数为机器人前后腿 X 方向固定落足偏差，如机器人移动时出现栽头或后坐需增加该偏差；
- ④俯仰横滚偏差：该参数为姿态控制中固定角度偏差，其用于补充陀螺仪标定误差与机器人配重不均引起的移动不稳定；
- ⑤姿态控制参数：机器人姿态控制虚拟伺服的 PID 参数，从上往下为 P、I 和 D；
- ⑥XY 方向力控参数：该参数为前向和侧向虚拟伺服机器人力控 PID 参数；
- ⑦站立失配参数：该参数前两个为机器人站立时足底 XY 方向复位力控参数，第三行参数为落足失配参数，其为对角腿中心连线误差控制参数，该增益保证步态运行中对角腿连线高度，如移动中出现沿对角线晃动需调节此参数；
- ⑧步态参数：该参数为步态控制器核心参数，第一行为步态周期，第二行为摆动



高度，第三行为倒立摆控制模型中速度反馈控制增益系数；

⑨SLIP 参数：该参数为 FTROT 时使用的 SLIP 模型参数，其中第一行为力控反馈 P 系数，第二行为重力前馈系数，第三行为高度弹跳幅度系数，如机器人无法挑起则需要增大该系数；

A 高度控制系数：该参数为高度虚拟伺服 PID 参数；

B 电机增益系数：该参数为电机模型系数，其中第一行对应扭矩输出，第三行对应电机时间常数；

C 复位按键：该按键为参数初始化按键，点击后控制器复位默认控制参数；

D 使能按键：该按键单次点击后下方当前界面参数；

E 写入按键：该按键完成控制器参数向 FLASH 的保存；

## 6. 执行器标定界面介绍

该界面主要完成对 12 路 PWM 输出的快速标定，包括各 PWM 输出的偏差以及执行器旋转的方向，同时也可以完成对舵机时间参数的标定让用户使用自己的舵机数据，界面介绍如下：

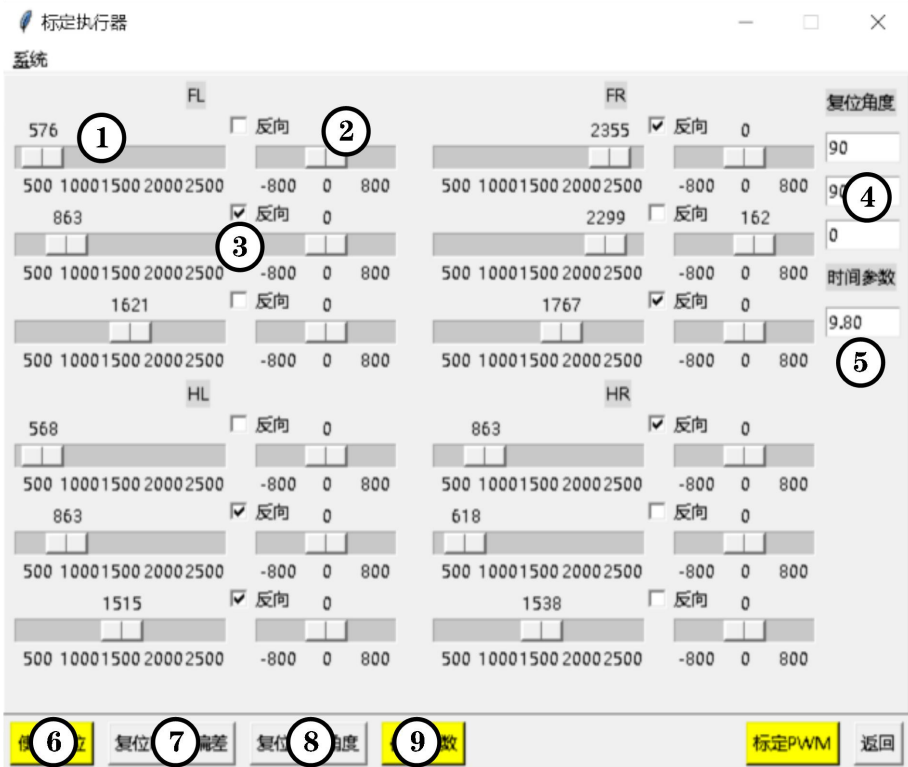


图 5 执行器标定界面

①PWM 输出值显示：该指示显示当前控制器对应口输出的 PWM 值，其中第一

行为侧摆、第二行为大腿、第三行为小腿，FL 为左前腿，FR 为右前腿；

②舵机偏差：拖动该条能调节对应通道舵机的偏差；

③舵机旋转角度：该选项完成对舵机旋转角度的选择，通过选择该选项保证角度与机器人构型旋转角度和坐标系方向一致；

④复位角度：该角度为单腿当前复位角度，其中第一行为小腿，第二行为大腿，第三行为侧摆；

⑤舵机时间参数：该参数为舵机 PWM 值与角度的对应关系，进入该界面后会读取底层值用户可以认为修改，设定复位角度为  $90^{\circ}$  并与机器人构型对比旋转固定角度进行手动调节，当然我们已经提供目前市面上大多数舵机对应的参数；

⑥使能复位按键：点击后控制器会输出 PWM 值控制电机到设定复位角度；

⑦复位偏差：点击后所有通道 PWM 偏差复位为 0；

⑧角度复位：点击后复位角度设置到 90、90、0 度；

⑨保存参数：点击后将当前参数写入 FLASH；

## 7. 传感器标定界面介绍

该界面主要完成对板载 IMU 的标定包括对其测量偏差和尺度偏差，对磁场的在线拟合标定以及 GPS 和 IMU 安装位置角度的标定，具体介绍如下：

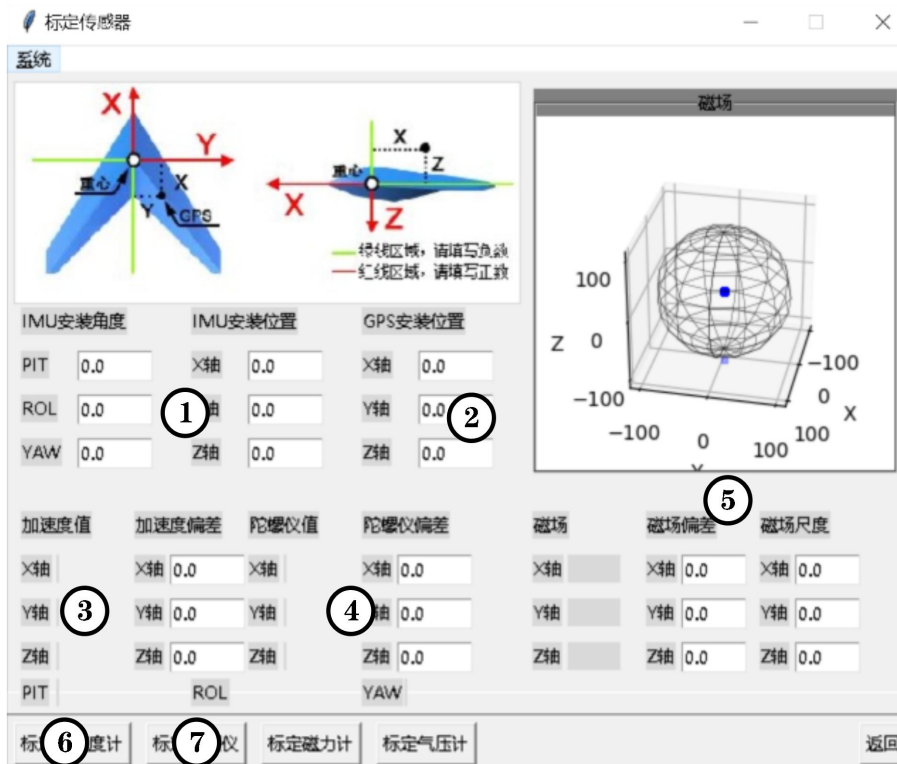


图 6 IMU 标定界面

- ①IMU 安装参数：设置 IMU 安装的角度和位置，目前无用；
- ②GPS 安装参数：设置 GPS 安装位置，目前无用；
- ③加速度值：当前加速度测量值，单位为 g，右侧为当前控制器读出标定偏差；
- ④陀螺仪值：当前陀螺仪测量值，单位为度/s，右侧为当前控制器读出标定偏差；
- ⑤磁场标定：当前标定的磁场数据，目前无用；
- ⑥标定加速度：点击后以当前机器人角度为 0 标定加速度；
- ⑦标定陀螺仪：点击后以当前角速度读数标定陀螺仪；

注：上述参数均可写入配置文件中！

## 8. 测试模式界面介绍

该界面主要完成在机器人配置完成后对各独立功能的快速测试来验证参数配置的正确性，包括正逆运动学、伪逆力控和位姿调节等，各测试项目如下图所示：



图 7 测试界面选项

## 8.1 运动学测试界面

该界面用于测试机器人运动学正逆解是否正确，可以实时显示机器人各关节角度以及末端正解 XYZ 坐标，同时可以通过拖动滑条调节期望的末端位置，则具体界面功能如下：

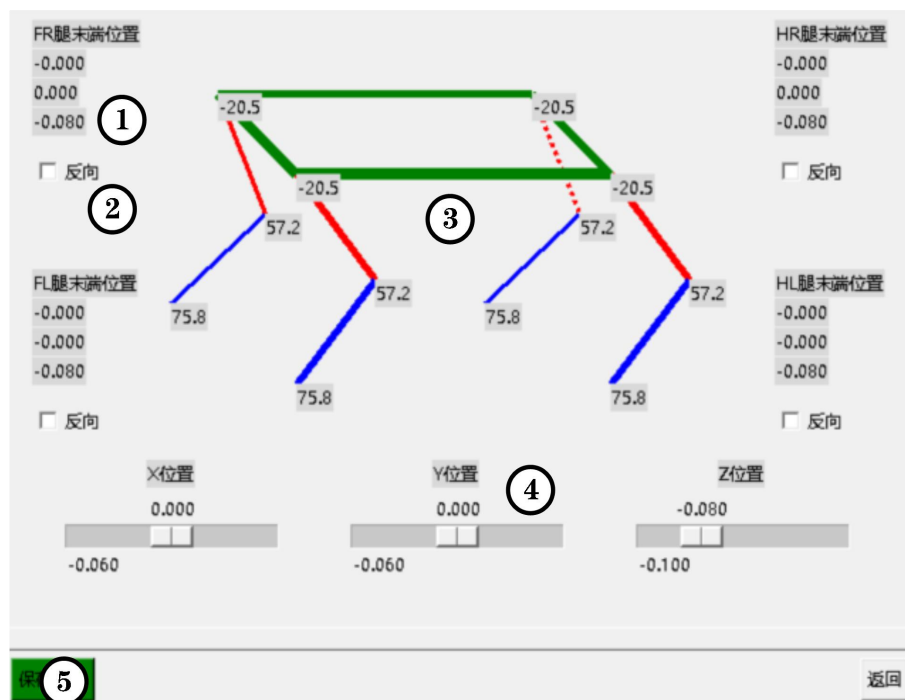


图 8 运动学测试

- ①末端正解位置：显示控制器底层解算的末端位置
- ②正反膝设置：选择该腿是内肘还是外肘，默认不选择反向为如上图所示的构型；
- ③关节角度：显示控制器底层逆解设定位置得到的关键角度；
- ④设定末端位置：设定的跨坐标系下末端位置默认前方为 X 正方向、右侧为 Y 轴正方向、上为 Z 轴正方向；
- ⑤保存：点击保存腿部内外肘配置参数；

## 8.2 伪力矩测试界面

该界面用于测试机器人伪力控是否正确，可以实时显示机器人各关节角度以及末端正解 XYZ 坐标，同时可以通过拖动滑条调节期望的末端伪力，则具体界面功能如下：

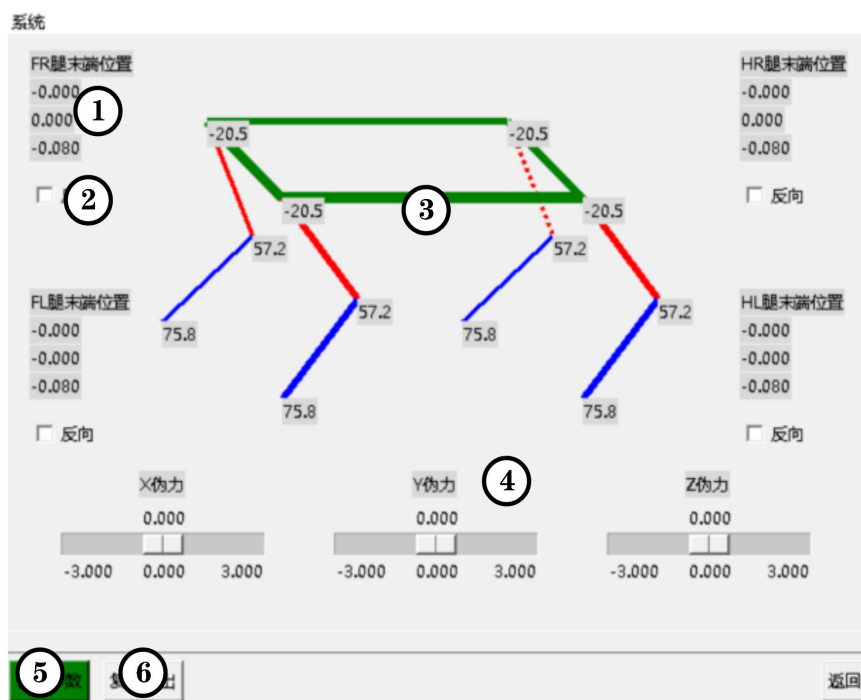


图 9 伪力测试

- ①末端正解位置：显示控制器底层解算的末端位置
- ②正反膝设置：选择该腿是内肘还是外肘，默认不选择反向为如上图所示的构型；
- ③关节角度：显示控制器底层逆解设定位置得到的关键角度；
- ④设定末端伪力：设定的全局坐标系下末端伪力，默认前方为 X 正方向、右侧为 Y 轴正方向、上为 Z 轴正方向；
- ⑤保存：点击保存腿部内外肘配置参数；
- ⑥复位：复位各轴伪力期望为 0

注：该测试函数为全局坐标系下的伪力，因此坐标系为全局坐标系，姿态变化会引起末端移动方向的不同；

### 8.3 摆动相测试界面

该界面用于测试机器人摆动相是否正确，可以实时显示机器人各关节角度以及末端正解 XYZ 坐标，同时可以通过拖动滑条调节期望的末端落足位置和摆动参数，则具体界面功能如下：

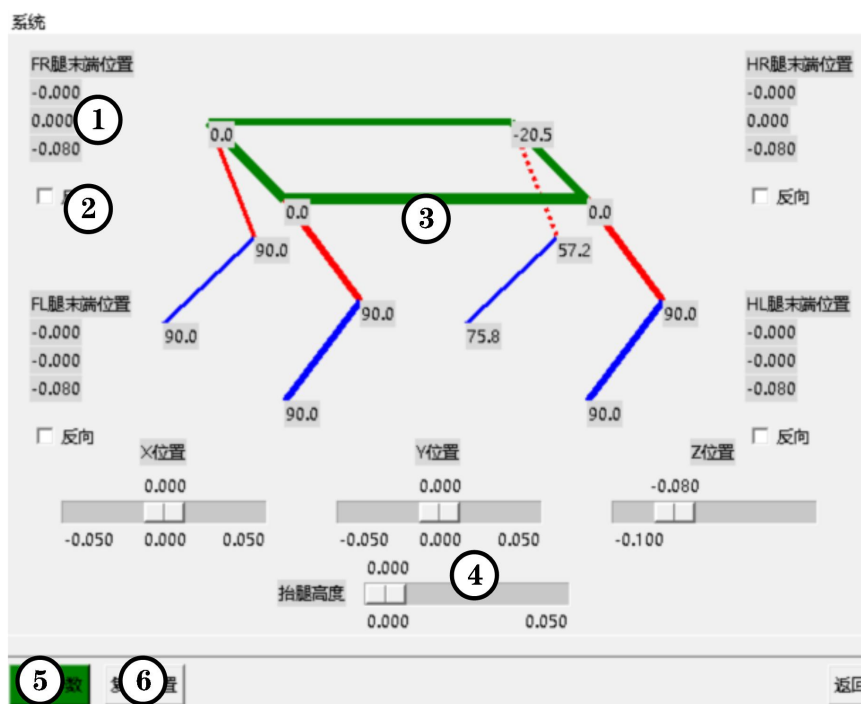


图 10 摆动测试

- ①末端正解位置：显示控制器底层解算的末端位置
- ②正反膝设置：选择该腿是内肘还是外肘，默认不选择反向为如上图所示的构型；
- ③关节角度：显示控制器底层逆解设定位置得到的关键角度；
- ④设定摆动：设定的全局坐标系下摆动落足点和摆动高度，默认前方为  $x$  正方向、右侧为  $y$  轴正方向、上为  $z$  轴正方向；
- ⑤保存：点击保存腿部内外肘配置参数；
- ⑥复位：复位摆动落足点；

注：该测试函数为全局坐标系下的落足点，因此坐标系为全局坐标系，姿态变化会引起落足位置的不同；

## 8.4 姿态控制（运动学）界面

该界面实现机器人基于运动学和逆解的姿态稳定，可以实时显示机器人各关节角度以及末端正解  $XYZ$  坐标，同时可以通过拖动滑条调节期望机体参数和角度

的设置，同时有三种模式验证运动学的正确性，则具体界面功能如下：

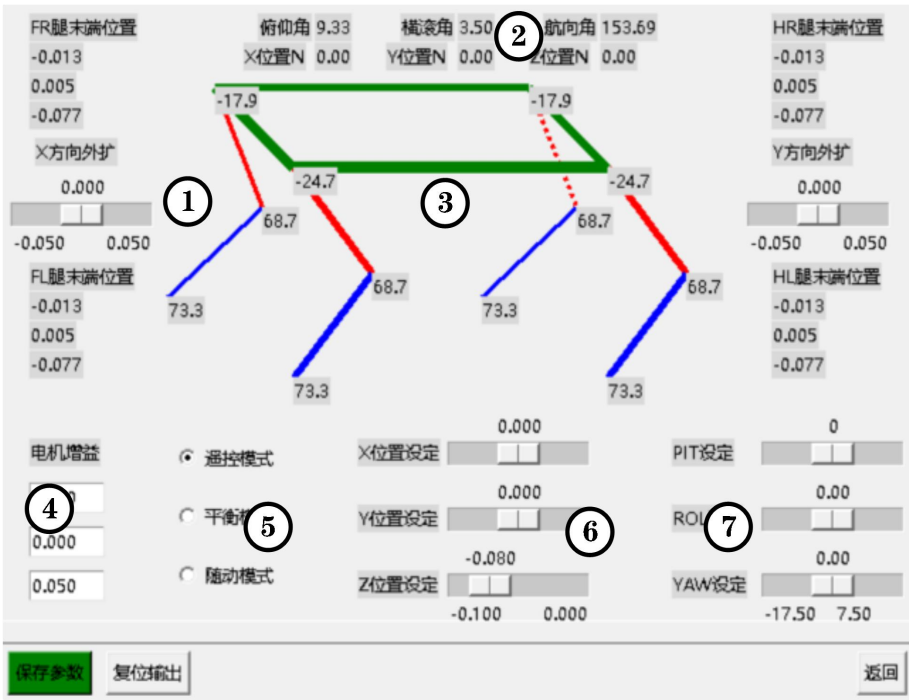


图 11 运动学姿态控制测试

- ①XY 方向外扩：调节各腿对称的外扩偏差，外扩越大机器人稳定性越好；
- ②位姿参数：实时显示机器人姿态和位置数据；
- ③关节角度：显示控制器底层逆解设定位置得到的关键角度；
- ④电机参数：设定电机的增益与时间参数，其中电机增益可以当做不同尺寸机器人的总增益进行调节；
- ⑤测试模型：选择不同的测试模式：

模式	功能
遥控模式	该模式实现运动学的遥控角度设置，机器人姿态接受 OCU 设定角度，基于该模式可以实现机器人 6 轴位姿扭动测试；
平衡模式	该模式在上一模式基础上引入 IMU 反馈，可以实现在平台倾角变化下的姿态平衡；



随动模式

该模式可以实现机器人姿态跟随外力；

⑥位置设置：设置质心期望的全局位姿；

⑦角度设置：设置期望的姿态角度；

## 8.5 姿态控制（伪力控）界面

该界面实现机器人基于伪力控在全局姿态下的位姿控制，可以实时显示机器人各关节角度以及末端正解 XYZ 坐标，同时可以通过拖动滑条调节期望机体参数和角度的设置，界面提供了位姿控制所需要的主要参数都进行在线整定的功能，则具体界面功能如下：

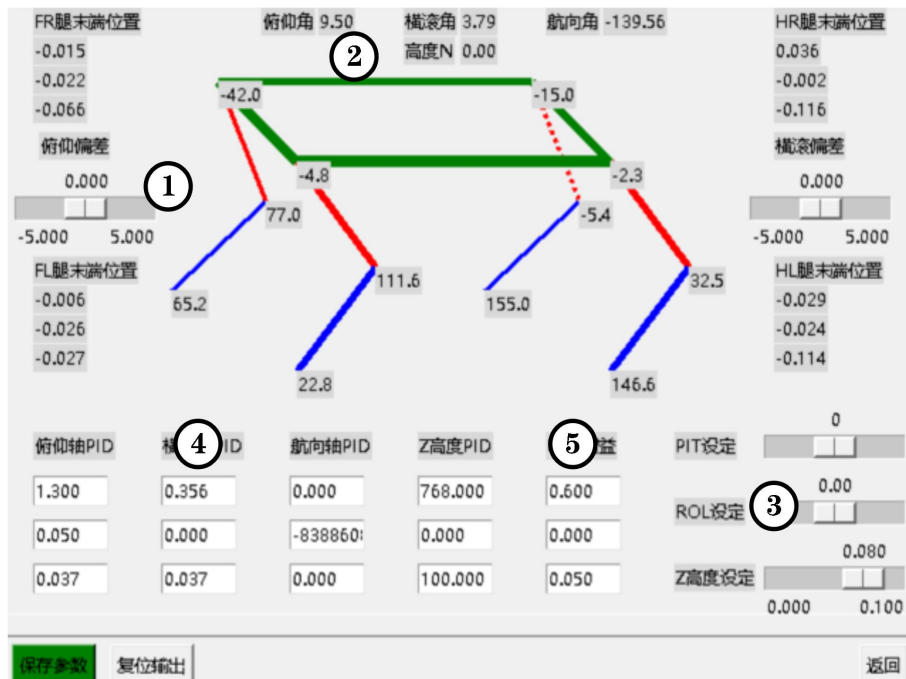


图 12 伪力控姿态测试

①俯仰横滚偏差：顶层伺服姿态控制的固定偏差用于补充 IMU 标定误差和配重不均匀；

②位姿参数：实时显示机器人姿态和位置数据；

③期望角度和高度：设定机器人期望质心高度与角度；

④位姿参数：用于整定机器人姿态和高度伪力控的 PID 参数；

⑤电机设置：用于设置电机参数；

## 9. OCU 控制界面介绍

该界面主要为用户提供一个在无遥控器下快速测试机器人的方法，可以实际基于按键与键盘操作下机器人速度、姿态和步态的快速调节，该模式在开发中！

## 10. 控制器标定教程

控制器标定主要完成机器人构型选择，授权码输入，参数调节和移动测试几个步骤，下面给出 Moco 机器人系列标定控制器的简单教程：

### （1）选择机器人：

进入机器人向导界面选择对应的机器人型号，在授权码中写入主界面显示芯片 ID 对应的授权码，在向导中选择辅助选项之后点击新建机器人。

注：对于用户自行 DIY 的机器人如构型与单腿设计与 Moco 系列机器人一致可以选择对应机器人配置修改结构参数新建；

### （2）标定执行器：

进入执行器标定界面，首先复位 PWM 偏差并使能输出，根据机器人构型查看关节角度是否与单腿设计一致，通过拖动滑条调节到对应角度，同时选择反向勾选框保证正确的舵机转向；

注：对于软件中不包括的舵机用户可以在该界面中通过修改复位角度和舵机时间参数进行调节；

### （3）复位参数：

进入参数配置界面电机复位参数后写入完成控制器参数的复位；

### （4）标定传感器：

在控制器固定完毕后将机器人水平放置，依次点击标定加速度计和标定陀螺仪，并查看姿态角是否收敛为 0；

### （5）测试模式：

进入测试模式界面依次完成各测试模式，在运动学测试中测试期望位置是否与实际解算一致并通过勾选框配置单腿内外肘构型；在伪力控测试中通过给定末端力，在不同机器人姿态角度下查看末端运动是否在全局坐标系下；在摆动相测试中通过给的期望落足点验证摆动腿运动是否正常；在姿态逆解平衡界面通过配

置外扩偏差调节合适的机器人落足区域保证姿态控制稳定；在力控平衡界面，通过干扰机器人姿态调节 PID 参数整定机器人虚拟伺服的稳定性能；

（6）最终回到参数调整界面，通过遥控机器人前后，调节前后落足偏差与姿态控制偏差获得稳定的机器人移动效果；

11. 遥控器与操作说明

控制器能通过四种方式接受外部遥控命令，主要包括 SBUS 航模遥控、串口上位机遥控、串口无线遥控与 USB 上位机遥控，各功能说明如下：

遥控输入方式	功能	优先级（1 级最高）
SBUS 输入	通过 SBUS 读取航模接收机控制	1 级
串口遥控	通过串口 UART1 连接射频通讯链接遥控器	2 级
串口上位机遥控	通过串口连接 TTL-USB 模块与上位机通讯，上位机读取 USB 遥控器发送命令	2 级
USB 上位机遥控	通过 USB 口连接主控，上位机读取 USB 遥控器发送命令	3 级
USB 上位机键盘	通过 USB 口连接主控，上位机读取键盘命令控制	4 级

12. 配置参数保存与读取说明

为实现参数快速的保存与下载，MOCO 上位机支持向 TXT 文档写入和读取参数，方便用户快速备份、修改和下载已有的参数，界面如下所示：

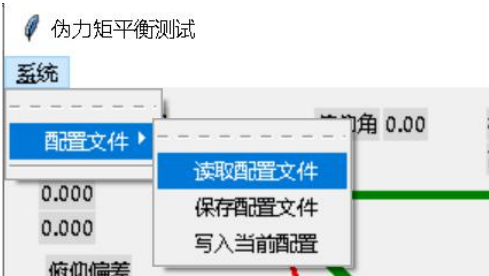


图 13 参数保存选项

我们提供可直接修改的 TXT 参数文件，用户可以直接在文本力修改对应参数，如下图所示：



图 13 参数配置文件

### 13. 软件 Bug 与处理方法

目前上位机仍然存在许多 Bug，目前已知的 Bug 解决方法如下：

（1）串口连接后快速丢失：

解决方法：通过重新插拔转换模块或连线；

（2）控制器参数丢失：

解决方法：实时保存最终文件，读取下载；

（3）长期拖动滑条未响应：

解决方法：快速拖动或者长按滑条左右两侧也可以调节参数，未响应后需要重新启动 OCU；

### 14. 控制器使用与授权

控制器默认烧录机器人控制固件，通过 OCU 配置可以完成对不同机器人构型的选择和参数的调节，另外用户也可以自己通过 SWD 烧录程序将其作为一个 STM32F4 单片机开发板使用，为保护自主知识产权控制器仍然采用 OLDX 飞控软件授权的方式，即 MOCO 机器人控制固件仅与官方加工的硬件绑定的方式实现，用户使用软件需要提供 OCU 上显示的芯片 ID 并获取授权码。

当然我们也提供面向任意同系列单片机和开发板的通用固件，其相关步态功

能和机器人参数会受到限制，具体固件授权影响如下：

授权方式	功能
官方控制器+授权	完整功能
官方控制器+非授权	仅支持腿长 10cm 以下的机器人，且不支持 SLIP 等高级步态功能
非官方控制器+授权	如引脚配置满足需求具有完整功能，需单独购买授权码
非官方控制器+非授权	暂不支持