

# 人机协作功能使用 手册

21.05



## 目录

人机协作功能使用手册 .....	3
> 动力学参数 .....	3
界面预览 .....	3
使用前必读 .....	6
安全说明 .....	7
操作步骤 .....	7
> 力学功能 .....	14
> 拖动示教 .....	15
3D 鼠标 .....	15
力矩拖拽 .....	21

# 人机协作功能使用手册

本章主要介绍动力学的作用以及如何使用，因为机器人的复杂非线性、时变不确定性、强耦合性(特别是在高速运动时)，要使机器人能以期望的速度和加速度运动，机器人各关节伺服电机必须有足够大的力和力矩来驱动机器人的连杆和关节，否则，连杆将因运动迟缓而影响机器人的定位和轨迹跟踪精度，为此必须建立基于动力学模型的前馈力矩控制。而实时快速地计算前馈补偿力矩。

## ➤ 动力学参数

### 界面预览

设置动力学参数需进入“**设置/人机协作/动力学参数**”。相关步骤如下：

进入“设置/人机协作/动力学参数”页面。

点击“修改”，选择手填参数还是通过辨识获得参数



在选择辨识后会进入辨识界面，中间需要仔细阅读辨识的相关注意事项。机器人进行辨识时最好是范围和速度由小到大，如果有外界因素导致机器人无法到达 100 的轨迹范围，可以适当的调小关节参数中的正反限位，在进行测试运行后确定机器人周围没有障碍可以以 100 的速度运行就可以开始辨识，辨识过程中最好不要动示教盒并远离机器人，除非要暂停，可以通过切换模式、点击示教盒上的停止、按下急停按钮来停止机器人。

设置/人机协作/动力学参数

轨迹范围  (0-100, 第一次请填入较小数值)

轨迹速度  (0-100, 请先低速确认安全, 辨识用100)

当前轨迹Z最大值  当前轨迹Z最小值

测试成功  辨识成功,请查看辨识误差

辨识误差

第1次	0: 0: 0: 0: 0: 0	第6次	0: 0: 0: 0: 0: 0
第2次	0: 0: 0: 0: 0: 0	第7次	0: 0: 0: 0: 0: 0
第3次	0: 0: 0: 0: 0: 0	第8次	0: 0: 0: 0: 0: 0
第4次	0: 0: 0: 0: 0: 0	第9次	0: 0: 0: 0: 0: 0
第5次	0: 0: 0: 0: 0: 0	第10次	0: 0: 0: 0: 0: 0

**轨迹范围：**根据轨迹范围计算出机器人最大最小运动范围。

**轨迹速度：**机器人在运行时的速度，与全局速度无关。

**辨识误差：**六个参数分别代表六个轴的误差（值越小说明误差越小）

如果选择了手填参数，就需要找到机器人出厂时或厂家给的力学参数

设置/人机协作/动力学参数

J1	J2	J3	J4	J5	J6
LXX	<input type="text" value="0.0"/>	g·mm <sup>2</sup>	LXY	<input type="text" value="0.0"/>	g·mm <sup>2</sup>
LXZ	<input type="text" value="0.0"/>	g·mm <sup>2</sup>	LYX	<input type="text" value="0.0"/>	g·mm <sup>2</sup>
LYY	<input type="text" value="0.0"/>	g·mm <sup>2</sup>	LYZ	<input type="text" value="0.0"/>	g·mm <sup>2</sup>
x	<input type="text" value="0.0"/>	mm	Y	<input type="text" value="0.0"/>	mm
Z	<input type="text" value="0.0"/>	mm	连杆质量	<input type="text" value="0.0"/>	kg
动摩擦系数	<input type="text" value="0.0"/>		静摩擦系数	<input type="text" value="0.0"/>	

## 使用前必读



- 1           目前该辨识方法仅适用于六轴机器人空载情况下辨识机器人本体的动力学参数。
- 2           该辨识方法辨识所得的动力学参数与手填的动力学参数无关。
- 3           执行辨识前请确保机器人的运动范围内空旷，无障碍物。
- 4           辨识轨迹参数中，轨迹范围用于调节机器人的辨识轨迹的范围大小，100 为辨识轨迹的 100%，90 为辨识轨迹的 90%，以此类推。轨迹速度用于调节机器人执行辨识轨迹时的速度大小，速度为 100 时运行轨迹时间为 10 秒，速度为 50 时运行轨迹时间为 20 秒，速度为 10 时轨迹运行时间为 100 秒，以此类推。
- 5           辨识轨迹参数选取原则：在确保安全的情况下使得运动范围尽可能大，运动速度尽可能快。
- 6           辨识结果所得到的误差数值对应于碰撞检测功能中的灵敏度数值。

7 辨识前应先用低速大范围轨迹参数，点击测试按钮确认机器人运行过程中不会碰到周围环境，若不满足该条件则减小轨迹范围参数，再次低速运行以确保不会碰到周围环境，确认不会碰到周围环境后再把轨迹速度设置为 100，点击辨识按钮开始执行机器人参数辨识。

8 辨识工作共执行十次，包括运行轨迹，获得数据，分析数据，计算动力学参数等过程，并在每一次完成后把误差数值显示在界面上，整个过程会持续 10 分钟左右，期间请勿进行任何操作以免影响辨识工作。

## 安全说明



1 测试轨迹时，机器人会运行两段轨迹，运行 1 次机器人测试结束前请勿靠近机器人

2 辨识轨迹时机器人会运行两段轨迹，运行 10 次，每次运行完第一段指令后会进行计算，此时不可以靠近机器人，机器人可能随时会启动。

## 操作步骤

1 调整机器人关机参数-关节限位，以下所有的轨迹都会在限位内移动。

2 点击【设置-人机协作-动力学参数】，进入动力学参数界面。

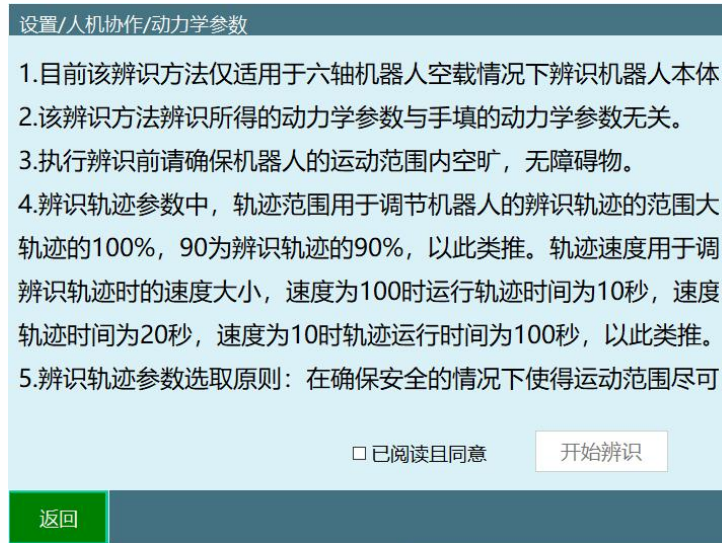


3 点击进入辨识。



4 仔细阅读提示说明。





5                    完整的看完提示说明后，点击“已阅读且同意”，点击“开始辨识”。



6                    进入辨识操作界面后，轨迹范围填 10，轨迹速度填 10。



7 点击“确认”，查看当前轨迹 Z 最大值、当前轨迹 Z 最小值，查看范围是否合理，确认轨迹可到达方可操作下一步。



8 点击机器人回零按钮，使机器人回到零点位置

9 点击“测试（确认轨迹安全）”

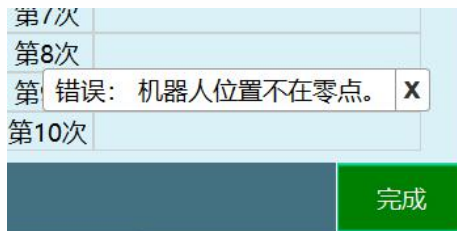


10 弹出测试提示窗，确认安全，人员远离机器人，点击“确认”。

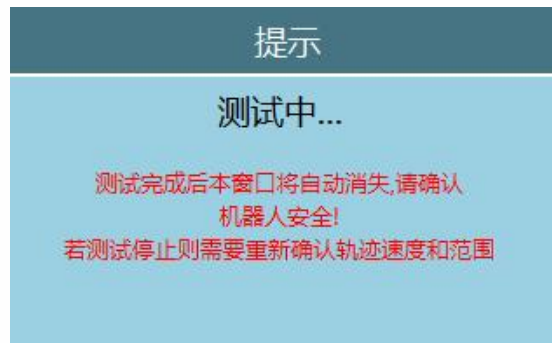




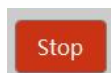
11 若报错，请先按提示回零点。



12 若未报错，会弹窗提示“测试中...”



13 机器人运动过程中可按“stop”、切模式、按下急停使机器人停止



14 测试完成会提示“测试成功”。

设置/人机协作/动力学参数

轨迹范围  (0-100, 第一次请填入较小数值)

轨迹速度  (0-100, 请先低速确认安全, 辨识用100)

当前轨迹Z最大值  当前轨迹Z最小值

辨识误差

第1次		第6次	
第2次		第7次	
第3次		第8次	
第4次		第9次	
第5次		第10次	

15 若轨迹范围较小，可调大轨迹范围，原则上轨迹范围越大，辨识的准确性越高。

轨迹范围  (0-100, 第一次请填入较小数值)

16 测试时轨迹速度可以慢，辨识时轨迹速度必须设置为 100

轨迹速度  (0-100, 请先低速确认安全, 辨识用100)

17 调整轨迹范围到可运行的最大，速度调整为 100 后即可开始辨识。

18 点击“开始辨识”。

设置/人机协作/动力学参数

轨迹范围  (0-100, 第一次请填入较小数值)

轨迹速度  (0-100, 请先低速确认安全, 辨识用100)

当前轨迹Z最大值  当前轨迹Z最小值

测试成功

辨识误差

第1次		第6次	
第2次		第7次	
第3次		第8次	
第4次		第9次	
第5次		第10次	

19 再测确认轨迹安全，人员远离机器人，点击确认。

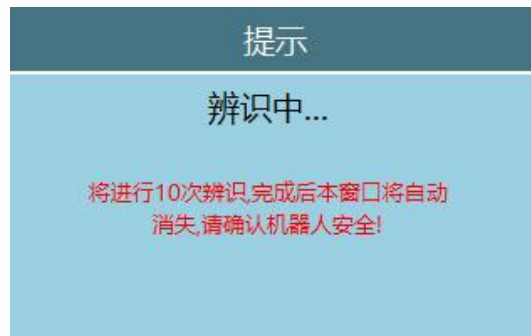


提示

确定要开始参数辨识

请确认机器人在零点位置，且周围没有任何障碍物!否则会发生碰撞!

20 弹窗提示辨识中，在提示辨识结束之前请勿靠近机器人。机器人有可能随时运行下一段轨迹



## > 力学功能

设置力学功能需进入“**设置/人机协作/力学参数**”中进行设置。相关步骤如下：

进入“设置/人机协作/力学参数”页面。选择需要的功能



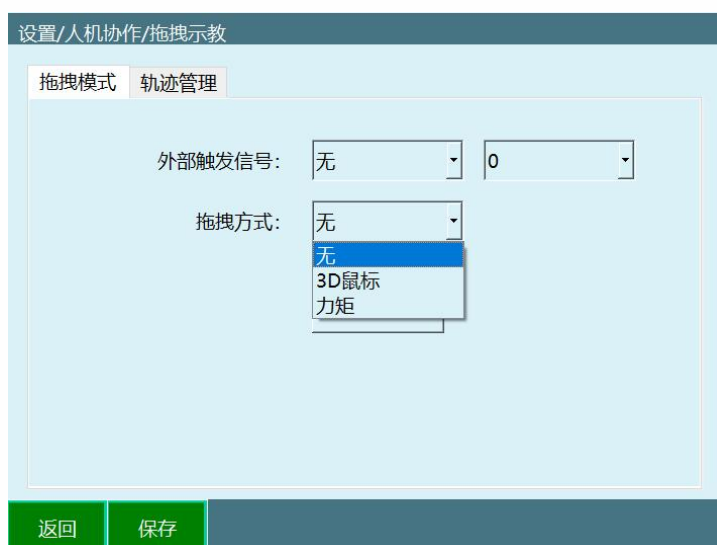
**碰撞检测开关：**开启后机器人会根据灵敏度对碰撞进行检测，通常需要多试几次找到机器人运行时不会自己判定已发生碰撞的值，然后就可以正常使用；

**力矩前馈开关：**因为机器人的复杂非线性、时变不确定性、强耦合性(特别是在高速运动时)，要使机器人能以期望的速度和加速度运动，机器人各关节伺服电机必须有足够大的力和力矩来驱动机器人的连杆和关节，否则，连杆将因运动迟缓而影响机器人的定位和轨迹跟踪精度，为此必须建立基于动力学模型的前馈力矩控制。而实时快速地计算前馈补偿力矩；

## > 拖动示教

拖拽方式可选力矩、3D 鼠标

可设置 IO 信号切换拖拽模式或点动模式，切换还可使用示教器○形按键切换、监控“示教方式”按钮。使用 IO 信号切换至拖拽模式后，○形按钮和“示教方式”按钮无效。



3D 鼠标

## 配件说明

### 3D 鼠标相关配件：

1. TTL 转 RS232 转接头，



2. 5V 电源，
3. 3D 鼠标本体，
4. 线缆收纳盒，
5. 3D 鼠标固定板

### 接线定义：



#### 4.1.2 4 Pin Connector J1

The 3DX-Sensor Module Serial has a 4 pin male connector with 1,0mm grid pattern.  
 Cable connector: JST SHR-04V-S-B with crimp contact SSH-003T-P0.2  
 Connector on the module: JST BM04B-SRSS-TB

Pin#	connector	function color
1	VCC +3.3V to +5.0V	red
2	TxD (output)	green
3	RxD (input)	orange
4	GND	black

#### 4.1.3 Cable

For connector to 3DX-Sensor Module Serial refer to chapter 4.1.24 Pin Connector J1

The connexion to a console is achieved by a 4 pin female connector with 2.54mm grid pattern.

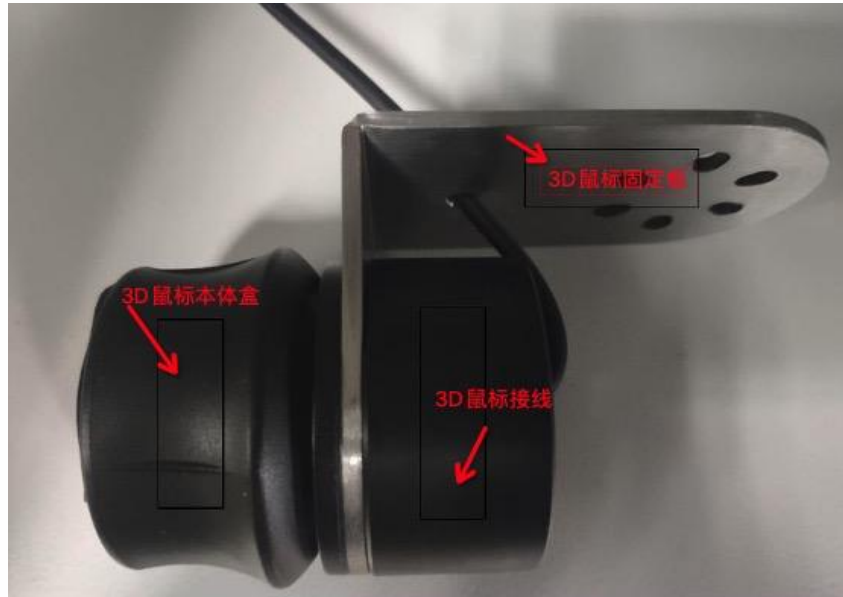
Pin#	connector	function color
1	VCC +3.3V to +5.0V	red
2	GND	black
3	TxD (output)	green
4	RxD (input)	orange

### 接线图：



### 安装：

3D 鼠标的安装部件分为 3D 鼠标本体，3D 鼠标置线盒和固定板。



其中 3D 鼠标置线盒用于收纳部分 3D 鼠标连接线缆，固定板用于将 3D 鼠标安装在机器人末端。将 3D 鼠标的组件按上图所示拼接完成后即可安装于机器人末端。同时，3D 鼠标也可以不安装在机器人末端使用，但此时拖动起来的方向感不如装于机器人末端直观。

**供电设备：**外接 5V 电源。

**接线设置：**鼠标转换线插入控制器的 Com1 串口且 Com1 串口需要支持 RS232 通讯即可

直接使用

**使用说明及注意事项：**



**若把 3D 鼠标安装在机器人本体上，使用前一定要确认机器**

**人运行安全方可进行使用！！！！**

标记零点：标记 3D 鼠标零位置，未标记表示没有标记过零点，标记后即显示已标记。

用法：点击修改，然后点击标记零点即可完成标记，不需要移动鼠标。

标记正方向：分为标记 X、Y、Z 正方向，未标记表示没有标记过方向，标记后即显示已标记。

若按下后通讯失败则显示通讯失败，该情况下方向沿用上次标记的方向。

用法：点击修改，然后点击标记方向按钮，然后按下鼠标对应方向，提示标记方向成功即完成该方向的标记。

控制姿态：选择鼠标旋转控制的姿态，可以选择控制姿态 A, B, C。

用法：点击修改，点击对应姿态按钮即可完成选择。

3D 鼠标灵敏度：用于控制 3D 鼠标控制对应方向和姿态的灵敏度。

用法：点击修改，输入数值，数值范围是 0-300，数字越大灵敏度越高。

### **首次使用按键顺序：**

- 1.点击修改
- 2.打开开关
- 3.标记零点
- 4.标记 XYZ 方向
- 5.设置灵敏度数值
- 6.保存

**3D 鼠标控制机器人运动方法：完成零点设置和方向标记后，通过示教器进行伺**

**服使能，然后按下 3D 鼠标对应方向即可控制机器人向该方向运动。 3D 鼠标支**

**持机器人在各坐标系下的运动，但方向对应只适用于直角坐标系，其他坐标系**

下为控制关节单独运动，与直角坐标系下的运动方式不同。

## 力矩拖拽

在执行本节所以操作前请先进行动力学辨识



## 拖拽模式切换

1. 使用示教器-监控-快捷键-点动方式按钮进行切换



2. 使用示教器-○形按钮(最左侧、最下面的按钮)进行切换

### 3. 使用外部信号（DIN 输入信号）进行切换

外部触发信号:

## 参数说明

## 参数设置界面

设置/人机协作/拖拽示教

拖拽模式:

笛卡尔空间线速度限制:  m/s

关节空间速度限制:  °/s

关节摩擦力补偿校正系数:

1轴:	<input type="text" value="0.0000"/>	0 - 5
2轴:	<input type="text" value="0.0000"/>	0 - 5
3轴:	<input type="text" value="0.0000"/>	0 - 5
4轴:	<input type="text" value="0.0000"/>	0 - 5
5轴:	<input type="text" value="0.0000"/>	0 - 5
6轴:	<input type="text" value="0.0000"/>	0 - 5

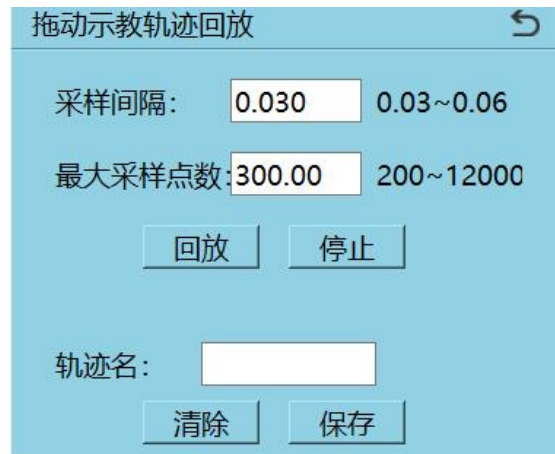
**拖拽模式：**可以选择自由拖动、位置拖动、姿态拖动三种模式

**笛卡尔空间线速度限制：**暂时无效

**关节空间速度限制：**拖动时的最大速度，超过限制后会下电停止

**关节摩擦力补偿校正系数：**范围 0-5，参数越靠近 5 关节越灵活；建议参数从 0 开始测试。

## 拖动示教轨迹回放



**采样间隔：** 单位 s， 每个一个采样间隔取一次点位；

**最大采样点数：** 范围 200~12000， 记录的一段轨迹的最大点位个数；

## 拖拽



1. 使用示教盒上的○形按钮切至拖拽模式
2. 查看示教盒状态栏是否为拖拽模式



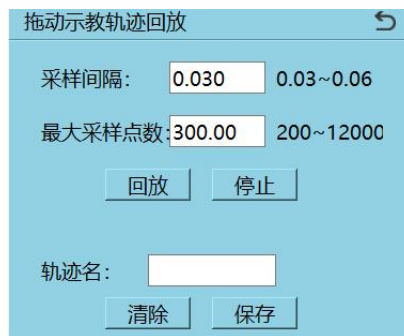
3. 以进入拖拽模式后， 上电即可拖拽机器人

## 回放

1. 进入监控-快捷键-轨迹回放界面



2. 切至拖拽模式，设置采样间隔和最大采样点数



3. 上电，点击监控弹窗内的开始按钮，开始拖动机器人
4. 点击停止或等待点位记录完成，界面显示轨迹已记录
5. 此时可以下电，切至点动模式，点击回放按钮，可回放刚拖动的轨迹
6. 输入轨迹名，点击保存刚记录的轨迹
7. 清除：清除已记录的轨迹

## 回放管理





进入设置-人机协作-拖拽示教-轨迹管理界面

此处可对已保存的轨迹进行回放和删除

## 指令

### DRAG\_TRAJECTORY 指令

该指令用于调用轨迹回放记录，目前仅支持以 100%速度运行。

该指令的运行速度为拖拽速度 × 回访速率，状态栏速度不影响该指令速度。

工程预览/程序指令/指令插入/参数设定

DRAG\_TRAJECTORY

参数	数值	注释
轨迹名	<input type="text"/>	轨迹名
回放速率	<input type="text"/>	0 ~ 500%

示例: DRAG\_TRAJECTORY Track1 20%