



# FlexMind数据采集平台

## 用户使用手册

FlexMind Data Collection Platform User Manual

Version: 1.0

## 目 录

|                             |       |        |
|-----------------------------|-------|--------|
| <b>FlexMind数据采集平台用户使用手册</b> | ..... | - 1 -  |
| <b>第一章 硬件清单</b>             | ..... | - 2 -  |
| <b>1.1 硬件清单</b>             | ..... | - 2 -  |
| <b>第二章 系统启动</b>             | ..... | - 3 -  |
| <b>2.1 硬件连接</b>             | ..... | - 3 -  |
| <b>2.2 开机上电</b>             | ..... | - 4 -  |
| <b>第三章 认识操作界面</b>           | ..... | - 7 -  |
| <b>3.1 主界面</b>              | ..... | - 7 -  |
| <b>3.2 操作页面</b>             | ..... | - 9 -  |
| <b>3.3 硬件配置页面</b>           | ..... | - 11 - |
| <b>第四章 遥感手柄介绍</b>           | ..... | 13     |
| <b>4.1 遥感手柄介绍</b>           | ..... | 13     |
| <b>第五章 功能说明</b>             | ..... | 15     |
| <b>5.1 遥感操作</b>             | ..... | 15     |
| <b>5.2 数据采集</b>             | ..... | 17     |
| <b>第六章 常见错误码</b>            | ..... | 19     |
| <b>6.1 常见错误码</b>            | ..... | 19     |

# 第一章 硬件清单

## 1.1 硬件清单



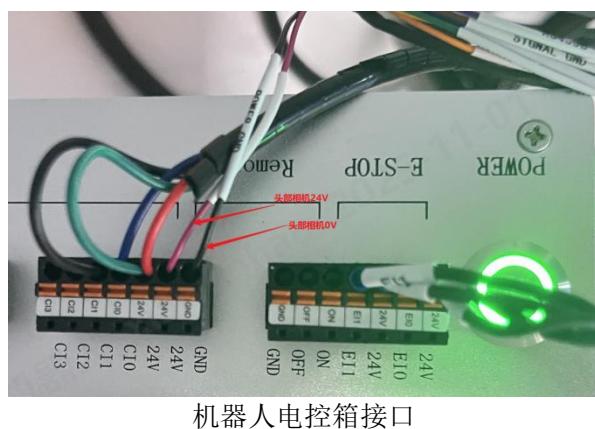
| 序号 | 硬件清单           |
|----|----------------|
| 1  | 双臂机器人本体E03_pro |
| 2  | 头部相机           |
| 3  | 腕部相机           |
| 4  | 均舵夹爪           |
| 5  | Pad示教器         |
| 6  | 遥感模块           |
| 7  | 网口交换器          |
| 8  | USB拓展坞         |
| 9  | 视觉工控机          |

## 第二章 系统启动

### 2.1 硬件连接

双臂机器人线路连接如下：

1. 根据机器人硬件连接说明书，将电源、电控箱、本体电源线、急停按钮连接好；
2. 将头部相机的电源线，安装在双臂机器人的电控箱上的24V/GND接口上；

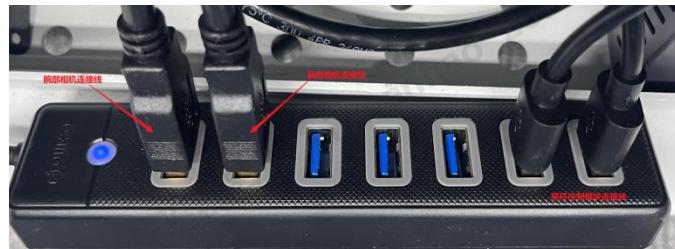


3. 将两台机器人、头部相机、双臂工控机的网口连接到网络交换器上，并上电；



网络交换器

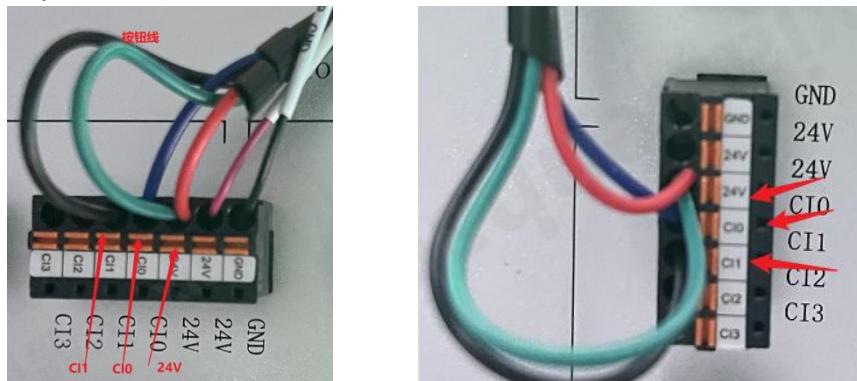
4. 将USB拓展坞的公头插至视觉控制器，并将腕部相机的连接线插至USB拓展坞；



USB拓展坞

## 遥感硬件连接如下：

1. 将遥感的控制模块分别连接上电源适配器；
2. 用MiniUSB转USB线，分别连接遥感的控制模块和机器人端USB拓展坞；
3. 将遥感的按钮连接线通过接口形式，分别连接在双臂机器人的电控箱上的I/O口（24v|CI0,CI1）；

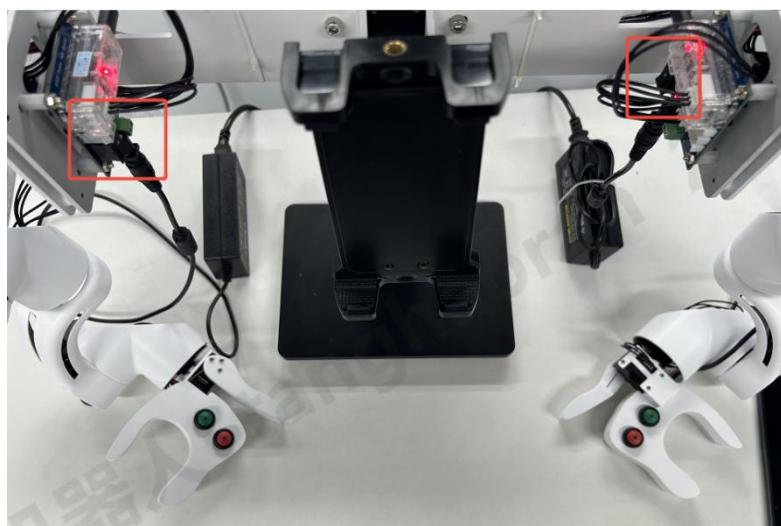


电控箱接口指示图

## 2.2 开机上电

### 双臂机器人开机上电流程如下：

1. 需要分别松开两台机器人的急停按钮，解除两台机器人的紧急停止状态；
2. 分别按下两台机器人电箱的总开关，为两台机器人供电；
3. 分别按下两个遥控手柄上的电源开关按钮，为遥控手柄供电；



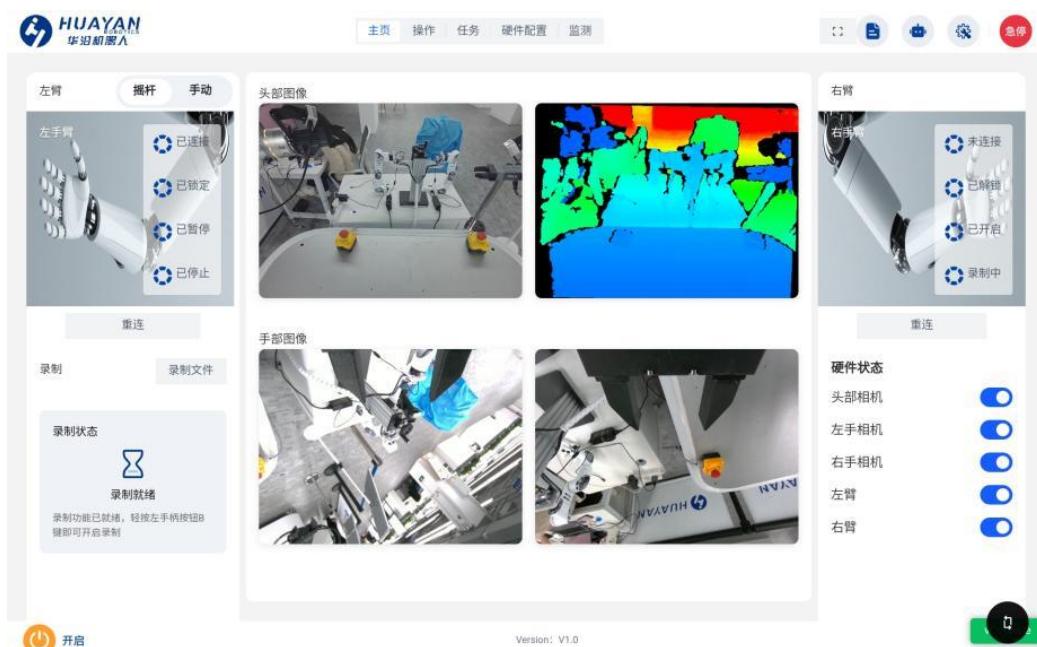
遥控手柄电源位置

4. 按下两台机械臂电控箱上的启动开关，开始启动机械臂运行；
5. FlexMind数据采集平台软件开始自动启动，为其提供必要的程序功能；
6. 等待软件启动完成，打开遥感上的PAD示教器，进入设置-WIFI设置，检查是否连接上双臂机器人工控机的WIFI热点“Hotspot-robot-desktop”；



Pad示教器WIFI网络连接显示

7. 确认Pad连接上Hotspot-robot-desktop热点后，打开Google浏览器，输入网址：192.168.1.100:5174，进入FlexMind数据采集平台主界面：



FlexMind数据采集平台主页面

8. 点击主页面左下角开启按钮，确认机械臂电源已开启，进入未使能状态；

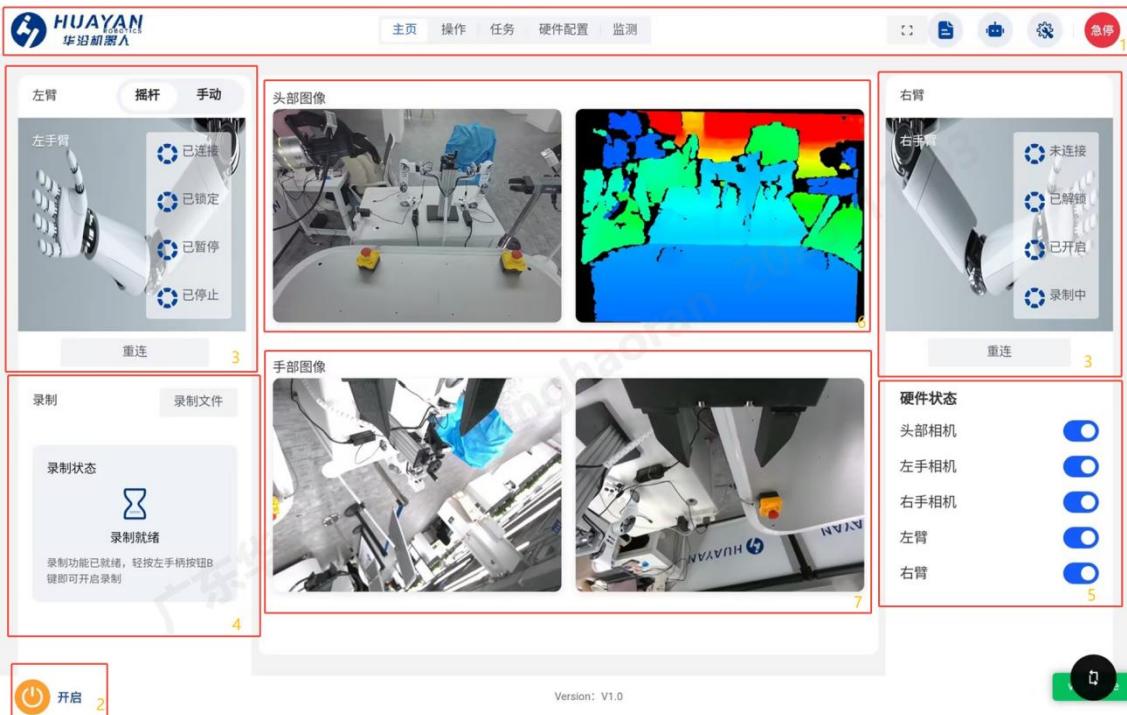


FlexMind数据采集平台机械臂开启页面

9. FlexMind数据采集平台就绪，可投入正常使用。

## 第三章 认识操作界面

### 3.1 主界面



FlexMind数据采集平台主页面示意

1. **1区域**指的是顶部菜单导航模块，提供主页、操作、任务、硬件配置、监测五个主菜单，用于在不同功能模块之间切换；且包含红色紧急停止按钮用于紧急停止机械臂所有运动，和齿轮状按钮用于退出登录。
2. **2区域**指的是机械臂开启模块，用于进行机械臂的断电，上电，使能，去使能。
3. **3区域**指的是双臂状态监控模块，实时显示左右机械臂的状态，例如“已连接”、“已锁定”、“已暂停”。且提供“重连”按钮，用于在连接异常时重新建立与机械臂的通信。
4. **4区域**指的是录制功能控制模块，显示录制功能的实时状态，如：“录制就绪”或“录制中”状态。并包含录制文件界面的按钮组件，用户可点击录制文件，进入录制文件界面，上传或下载录制的数据。
5. **5区域**指的是硬件状态控制模块，以列表形式集中显示关键硬件模块的状态，用户可以滑动按钮选择开启或关闭特定硬件模块。

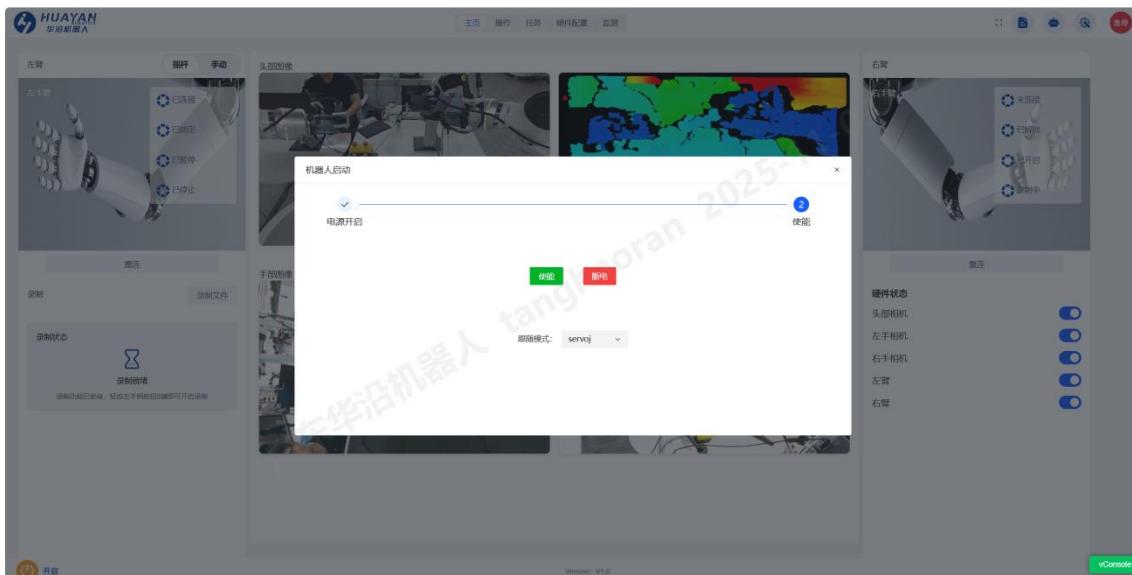
6. **6区域**指的是头部视觉反馈模块，显示机器人“头部”摄像头拍摄的实时画面。这是机器人的主视角，让操作员能以机器人第一视角的方式观察所处的环境。
7. **7区域**指的是腕部视觉反馈区，显示机器人“腕部”摄像头的实时画面。用于近距离监控机械臂的具体操作，如抓取、放置等精细动作，实时记录高清图像数据。

## 主页面 --- 顶部菜单导航模块



| 主页   | FlexMind数据采集平台主界面，主要包含机械臂开启功能，机械臂状态显示模块，录制状态显示模块等。           |  |  |  |  |  |  |  |  |
|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 操作   | 机械臂运动控制界面，包含遥感操作与手动操作两种操作模式。手动操作可通过点击示教器末端坐标按钮或关节角度条控制机械臂运动。 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 任务   | 本版本暂不支持此功能。  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 硬件配置 | 包含机械臂，遥控手柄，末端夹爪，采集器的配置信息与当前状态显示。                             |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 监测   | 本版本暂不支持此功能。  |  |  |  |  |  |  |  |  |

## 主页面 --- 双臂开启模块



: 使能

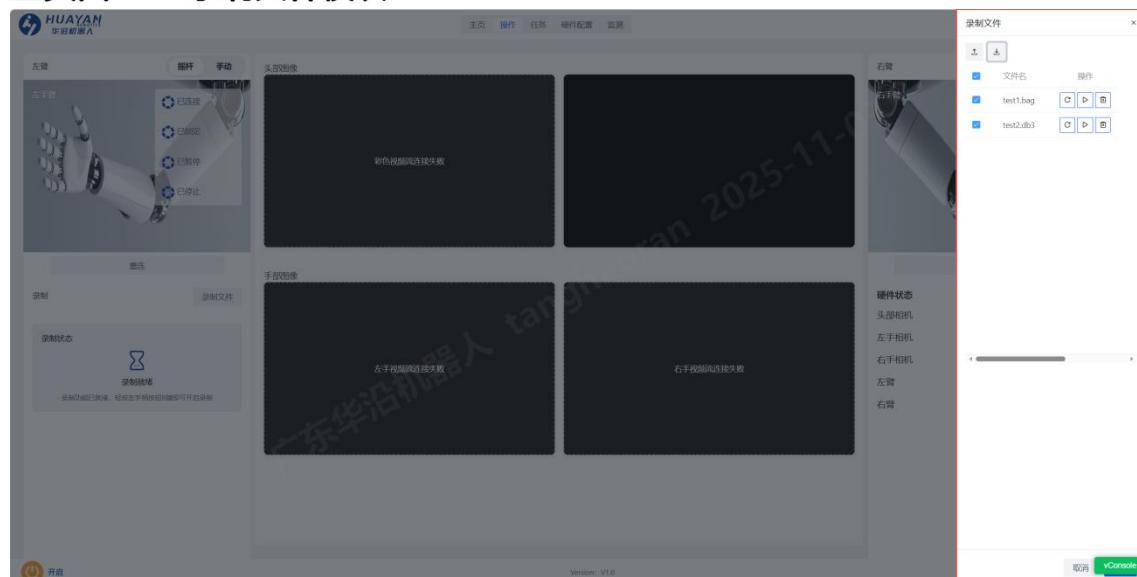
: 断电

双臂机器人正常启动后，会自动进入未使能状态。可手动点击“使能”或“断电”按钮对双臂机器人进行使能或断电。请注意，正常使用流程中，用户无需手动使能，开启同步时，机械臂会自动使能。



开启模块页面下方有跟随模式选择栏，提供servoj与movej两种模式进行选择。  
servoj遥控实时性强同时危险性较高， movej遥控实时性较弱但安全性较高。

### 主页面 --- 录制文件模块



: 下载

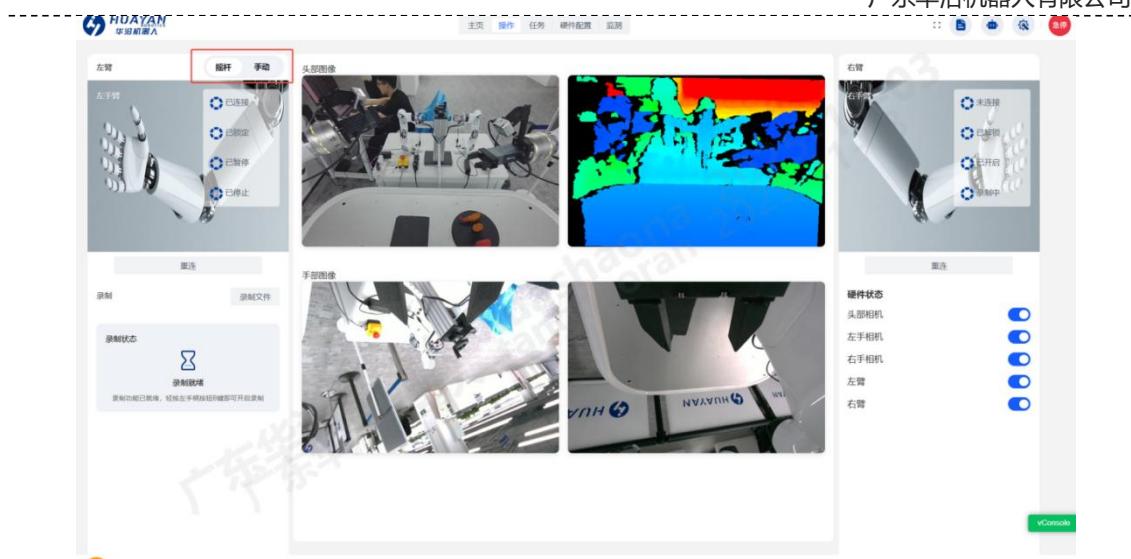


: 上传

完成数据采集后，用户可以进入录制文件模块，勾选特定数据文件，并点击下载选择数据文件或点击上传按钮向服务器上传本地数据。

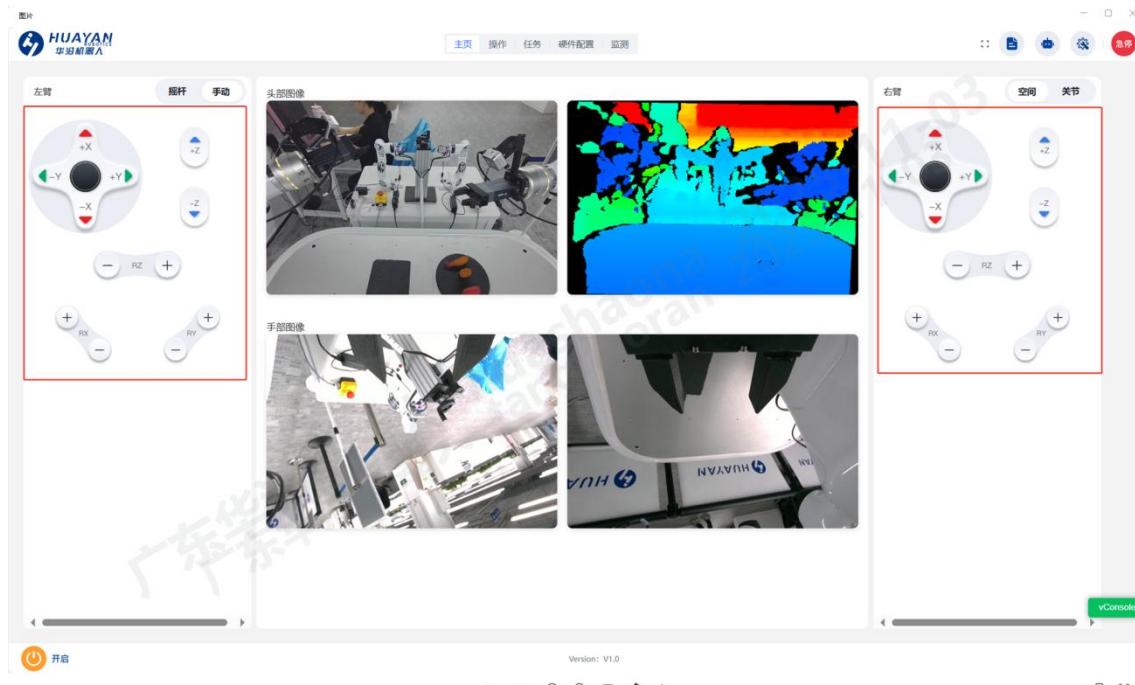
## 3.2 操作页面

操作页面包含遥感操作与手动操作两种模式，用户可以通过左上方的滑动框进行操作模式选择。

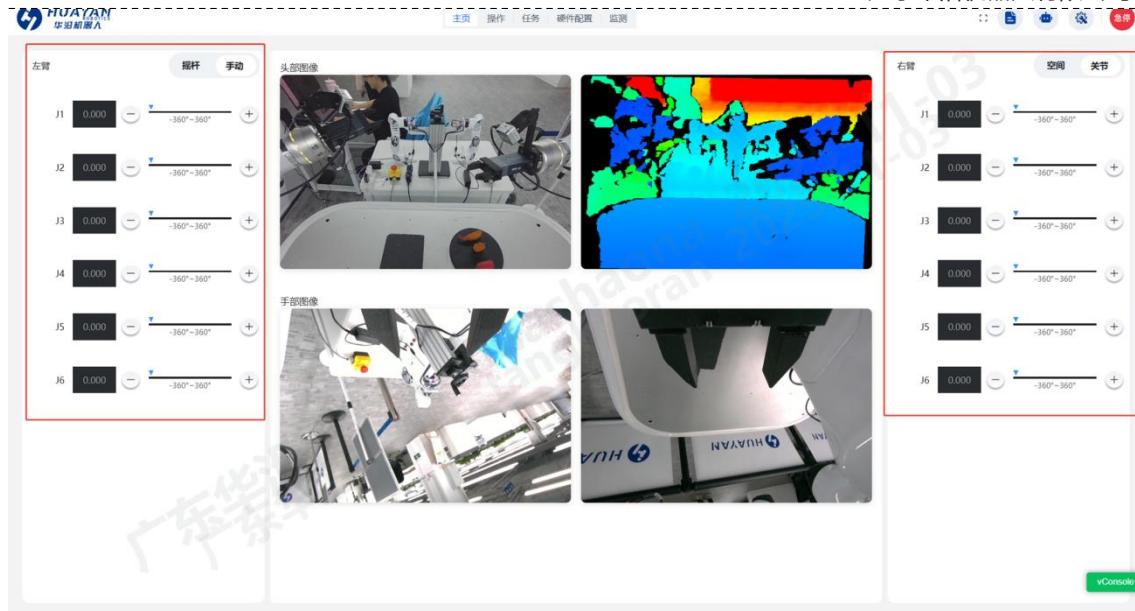


当选择遥感操作模式时，用户可以通过遥感手柄进行机械臂姿态控制。

当选择手动操作模式时，用户可通过右上方的滑动框选择使用末端空间坐标或关节坐标对机械臂姿态进行操作。



在手动操作模式的空间坐标界面中，用户可通过点击上方的控制按钮控制对应机械臂末端运动，对机械臂姿态进行调整。

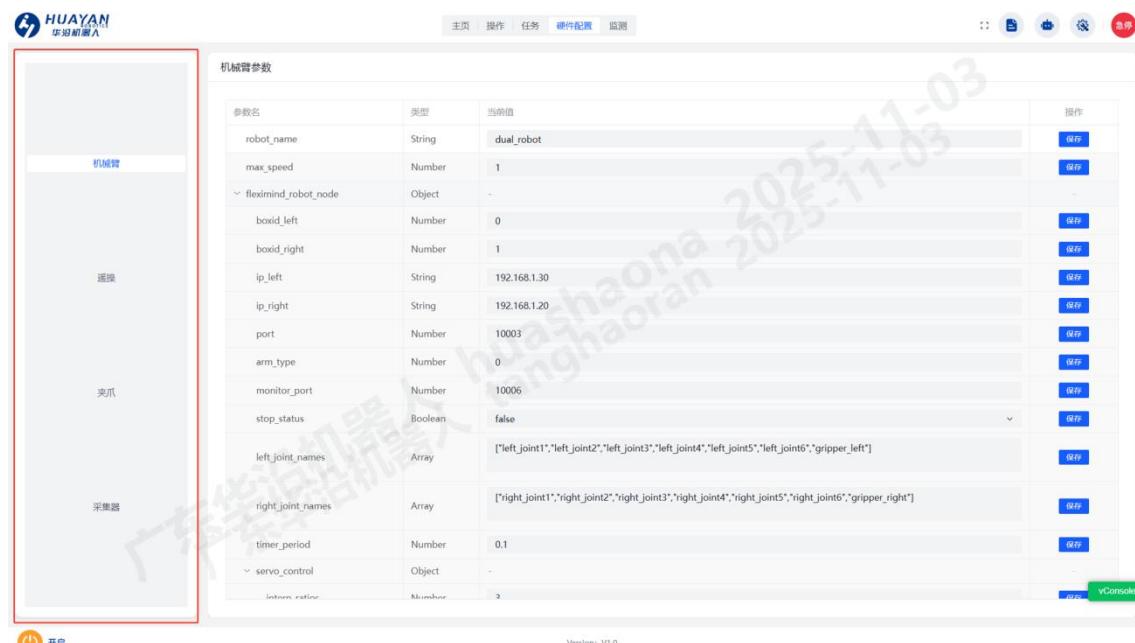


在手动操作模式的关节坐标界面中，用户可单独调节机械臂六个关节轴各自的角度对机械臂姿态进行调整。

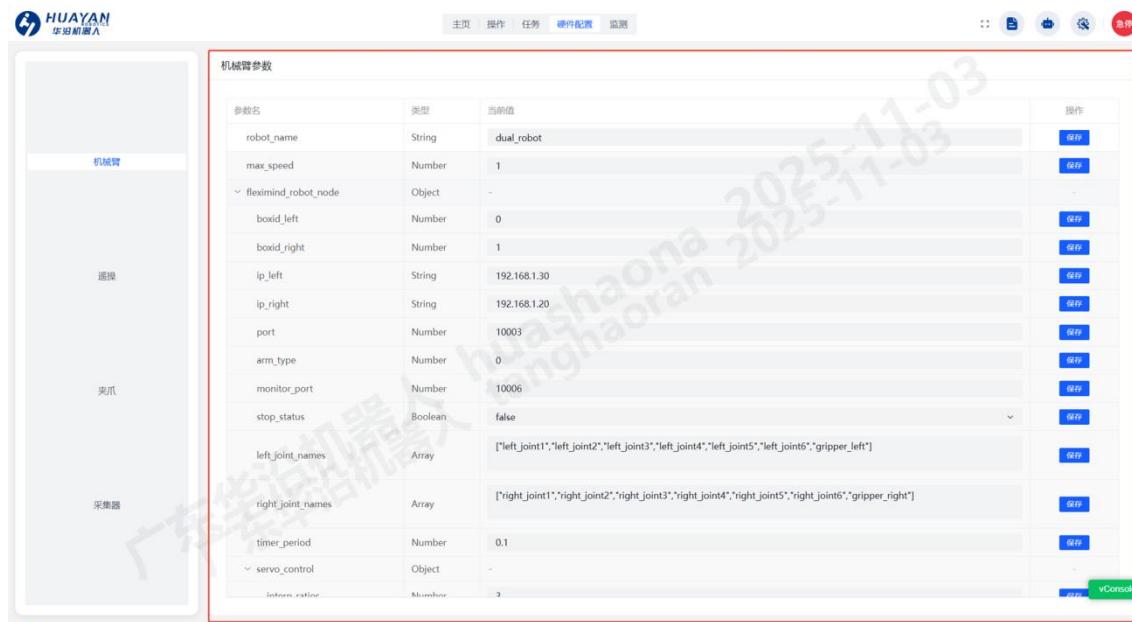
### 3.3 硬件配置页面

在硬件配置页面，用户可查看FlexMind数据采集平台各硬件的关键参数，并进行编辑保存。

通过点击左侧的导航栏，用户可以选择查看不同类型硬件的配置信息，包含：机械臂，遥控手柄，夹爪与采集器的关键参数信息。



右侧的白色列表中，显示有个硬件具体的参数配置信息，用户可根据需要或硬件变化进行配置信息内容的编辑调整，并点击蓝色保存按钮进行保存。



The screenshot shows the 'Robot Parameters' configuration page. On the left, there's a sidebar with tabs for 'Home', 'Operation', 'Tasks', 'Hardware Configuration' (which is selected), and 'Monitoring'. Below the tabs are sections for 'Robot', 'Sensors', 'Gripper', and 'Suction Cup'. The main area is titled 'Robot Parameters' and contains a table with the following data:

| 参数名                  | 类型      | 当前值   | 操作       |
|----------------------|---------|---|----------|
| robot_name           | String  | dual_robot  | 保存       |
| max_speed            | Number  | 1   | 保存       |
| fleximind_robot_node | Object  | -   | -        |
| boxid_left           | Number  | 0   | 保存       |
| boxid_right          | Number  | 1   | 保存       |
| ip_left              | String  | 192.168.1.30  | 保存       |
| ip_right             | String  | 192.168.1.20  | 保存       |
| port                 | Number  | 10003   | 保存       |
| arm_type             | Number  | 0   | 保存       |
| monitor_port         | Number  | 10006   | 保存       |
| stop_status          | Boolean | false   | 保存       |
| left_joint_names     | Array   | ["left_joint1", "left_joint2", "left_joint3", "left_joint4", "left_joint5", "left_joint6", "gripper_left"]        | 保存       |
| right_joint_names    | Array   | ["right_joint1", "right_joint2", "right_joint3", "right_joint4", "right_joint5", "right_joint6", "gripper_right"] | 保存       |
| timer_period         | Number  | 0.1   | 保存       |
| servo_control        | Object  | -   | -        |
| intrinsic_ratio      | Number  | 3   | vConsole |

## 第四章 遥感手柄介绍

### 4.1 遥感手柄介绍

遥感手柄为两只对称分布的六轴机械臂，其设计是华沿E-pro机械臂（遥控系统从臂）的0.5倍同比缩小版。每只手柄末端均装有一个集成红色与绿色IO按钮的部件，四个按钮各自对应独立功能。手柄采用内走线设计，以避免线缆缠绕。整体以白色为主色调，与机械结构本身的黑色相搭配，形成简洁协调的外观。



#### 手柄按钮介绍

| 按钮 | 功能        |
|----|-----------|
| 左1 | 数据采集开启与关闭 |
| 左2 | 跟随模式开启确认  |
| 右3 | 手柄自锁与解锁   |
| 右4 | 机械臂停止     |

**左1：**图中左边手柄的绿色按钮（**1号按钮**）负责数据采集的开始与结束，用户可以按下此按钮以开始或结束数据录制。

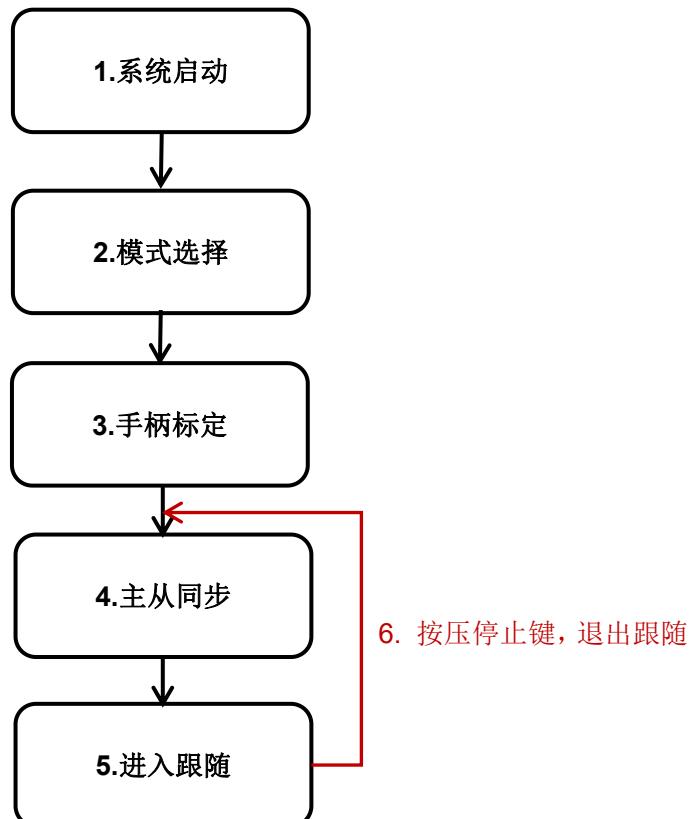
**左2：**图中左边手柄的红色按钮（**2号按钮**）负责跟随模式的开启，用户可以在完成手柄与机械臂的姿态同步后，按下此按钮以进入实时跟随模式。

**右3：**图中右边手柄的绿色按钮（**3号按钮**）负责手柄的自锁与解锁，首次按下此按钮，手柄舵机角度将被锁定，手柄姿态会被固定，再次按下此按钮，手柄舵机将被解锁，手柄可自由活动。

**右4：**图中右边手柄的红色按钮（**4号按钮**）负责机械臂运动停止，用户可以在需要停止机械臂运动时按下此按钮来停止机械臂运动。

## 第五章 功能说明

### 5.1 遥感操作



遥控跟随启动流程图

### 2. 系统启动

详细功能见第一章-系统启动。

### 3. 模式选择

系统提供movej和servoj两种跟随模式：

movej模式：响应较慢，安全性高。该模式下的指令延迟较高（约1.5秒），跟随实时性较弱，但运动规划和避障功能更完善，适用于对安全要求高的场景。

servoj模式：响应迅速，实时性强。此模式延迟极低，能实现紧密跟随，但牺牲了部分安全保障，请在确认工作空间安全无障碍后使用。

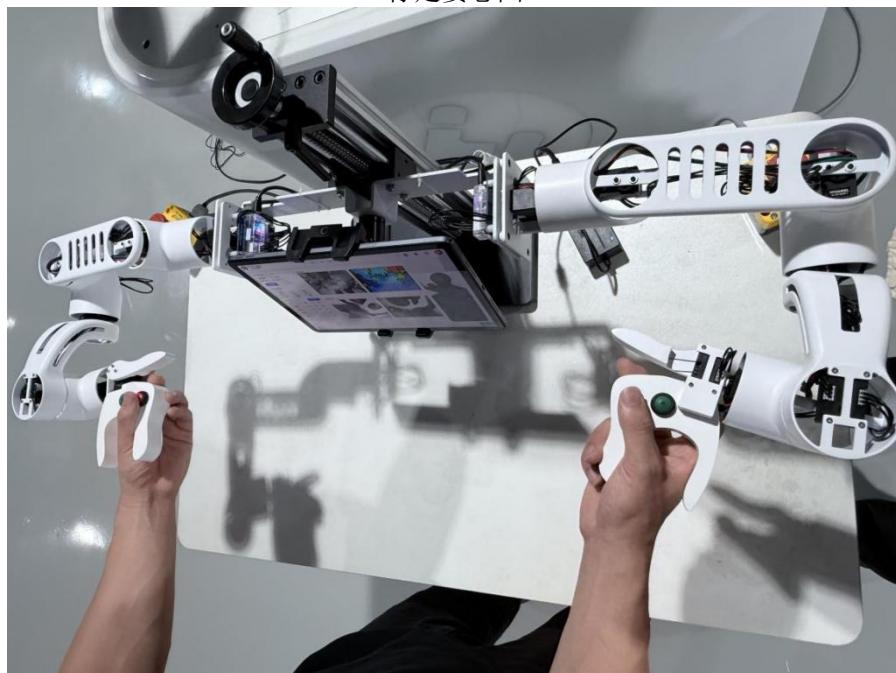
#### 4. 手柄标定

手柄（主端）与机械臂（从端）作为独立的物理系统，存在各自的坐标系。通过手柄标定，可计算出主从坐标系间的空间转换关系，从而建立起从手柄关节到机械臂关节的角度映射。

**手柄标定时**，用户需抬起手柄至特定姿态，如下图，同时长按停止键（右手柄红色按钮）5s，期间需尽量维持手柄姿态的稳定不变。



标定姿态图



标定手柄图

## 5. 主从同步

姿态同步机制通过预先建立一个安全的运动起点，防止在启用跟随时，机械臂因初始位姿差异而可能发生的剧烈抖动。

**主从同步时**，用户需将手柄移动至任意初始姿态，随后保持该姿态不变。长按手柄夹爪，此时机械臂蓝灯常亮，等待机械臂缓慢移动至与手柄姿态一致。待机械臂停止运动后，按压左手柄上的红色按钮确认进入跟随模式。当机械臂末端指示灯变为绿色时，即表示已成功进入跟随状态。



同步姿态图（机械臂末端为蓝灯）

## 6. 进入跟随

进入跟随时，从臂将开始实时跟随主臂的运动。为保障安全，在整个操作过程中，请务必与机器人双臂始终保持安全距离。

## 7. 退出跟随

如需停止跟随或紧急停止，需立即按压右手柄的红色按钮，机械臂将停止运动并退出跟随模式。若需恢复跟随，必须重新进行主从同步操作。

## 5.2 数据采集

### 1. 数据录制

**开始录制：**在跟随模式下，按下左手柄的绿色按钮即可开始录制，界面会同步显示录制状态。

**结束与保存：**再次按下同一绿色按钮将结束录制，所有数据会自动保存。



## 2. 数据处理

在录制结束后，用户可以通过界面点击“录制文件”进入录制文件列表，并勾选特定数据进行下载。

| 文件名       | 操作 |
|-----------|----|
| test1.bag |    |
| test2.db3 |    |

## 第六章 常见错误码

### 6.1 常见错误码

| 错误码 | 状态说明             |
|-----|------------------|
| 200 | 响应成功             |
| 201 | 双臂连接失败           |
| 202 | 双臂重置失败           |
| 203 | 双臂紧急停止失败         |
| 204 | 双臂上电失败           |
| 205 | 机械臂启动失败          |
| 206 | 双臂断电失败           |
| 207 | 双臂使能失败           |
| 208 | 双臂去使能失败          |
| 500 | 响应错误             |
| 2   | 与电箱控制板断开         |
| 3   | 连接电箱控制板          |
| 4   | 急停处理             |
| 5   | 急停               |
| 6   | 正在切断本体供电         |
| 7   | 本体供电已切断          |
| 8   | 正在准备给本体供电        |
| 9   | 安全光幕ErrorHanding |
| 10  | 安全光幕Error        |
| 11  | 安全光幕处理           |
| 12  | 安全光幕             |
| 13  | 正在反初始化控制器        |
| 14  | 控制器已处于未初始化状态     |
| 15  | 正在初始化控制器         |
| 16  | 控制器版本过低错误        |
| 17  | EtherCAT错误       |
| 18  | 控制器初始化后检查状态      |
| 19  | 复位机器人            |
| 20  | 机器人超出安全空间        |
| 21  | 机器人安全碰撞停车        |
| 22  | 机器人错误            |

|    |               |
|----|---------------|
| 23 | 机器人使能中        |
| 24 | 机器人去使能        |
| 25 | 机器人运动中        |
| 26 | 机器人长点动运动中     |
| 27 | 机器人停止运动中      |
| 28 | 机器人去使能中       |
| 29 | 机器人正在开启零力示教   |
| 30 | 机器人正在关闭零力示教   |
| 31 | 机器人处于零力示教     |
| 32 | 机器人暂停         |
| 33 | 机器人就绪         |
| 34 | 脚本运行中         |
| 35 | 脚本暂停处理中       |
| 36 | 脚本暂停          |
| 37 | 脚本停止中         |
| 38 | 脚本已停止         |
| 39 | HRApp部件断开     |
| 40 | HRApp部件错误     |
| 41 | 负载辨识          |
| 42 | 开关抱闸中         |
| 43 | 温度过低          |
| 44 | 机器人正在开启力控零力示教 |
| 45 | 机器人正在关闭力控零力示教 |
| 46 | 机器人处于力控零力示教   |