

# 机器人装配标准作业指导书

文档编号：RP-SOP-ASM-001

版本号 V：1.0

适用工序：全机装配前准备

## 1. 作业环境与安全要求

### 1.1 工作台管理【配图】

- 分区摆放：
  - 左侧：待装配物料区（仅放置当前工序所需物料）。
  - 中间：作业区（铺设防静电胶皮，保持清洁）。
  - 右侧：成品/半成品放置区。
- 异物防范 (FOD)：严禁在工作台上放置与生产无关的物品（如手机、水杯、钥匙），防止金属异物掉入产品内部造成短路。

### 1.2 个人防护装备 (PPE) 标准

**防静电手套：**接触所有电子元器件、电路板、摄像头模组时。

**丁腈手套：**使用润滑脂、导热硅脂、螺纹胶等化学品时。

**束发/着装强制执行：**长发必须盘起并塞入工帽；严禁佩戴悬挂式首饰（项链、手链）；袖口需束紧。

### 1.3 核心安全作业规程 (Safety Procedures)

#### 1.3.1 锂电池安全操作

本产品使用高能量密度锂电池组，操作不当极易引发火灾。

- 跌落处置：
  - 任何电池组一旦发生跌落（高度 > 30cm）或受到剧烈撞击，**严禁再次装机使用**。
  - 必须立即贴上红色“待报废/观察”标签，并移至指定的防爆安全柜或沙箱中隔

离观察 24 小时。

## 2. 短路预防：

- 电池插头在未连接主板前，必须保留原厂护套或贴绝缘胶带保护，严禁裸露正负极。
- 严禁在通电状态下使用金属镊子、螺丝刀触碰电池接口。

### 1.3.2 机械防夹与操作

1. **断电作业：** 关节的安装与调试与更换，必须在 **急停按下** 且 **断开电源** 的状态下进行。
2. **手动盘车：** 严禁将手指伸入关节活动的**缝隙**或**限位槽**内，防止关节因重力滑落或惯性闭合时造成手指挤压骨折。

### 1.3.3 化学品使用安全

1. **螺纹胶：** 仅涂抹于螺纹末端 3-4 牙处，严禁过量溢出污染塑料件（部分塑料遇螺纹胶会脆裂）。
2. **废弃物处理：** 沾染化学品的无尘布、棉签属于**危险废弃物**，必须丢弃至专门的黄色危废垃圾桶，严禁混入普通垃圾。

### 1.3.4 紧急响应流程

当发生异常情况（冒烟、起火、异响、人员受伤）时，严格遵循“**停止-隔离-上报**”流程。

#### 1. 电池/电路起火处置

- **步骤一：** 立即按下总电源急停开关。
- **步骤二：** 人员迅速撤离至安全距离（>3 米），并大声示警。
- **步骤三：**
  - **小火苗：** 使用 **干粉灭火器** 扑灭，**严禁用水**。
  - **大火：** 立即拨打火警电话并撤离车间。

#### 2. 异常上报

- 所有安全事故必须在 **15 分钟内** 上报至组长。
- 在安全确认前，不要擅自移动事故现场的物料和设备，以便进行故障分析。

## 2. 工具准备

装配工具：电动螺丝刀，内六角扳头套装，橡胶锤

装配治具：手压机

电气工具：数字万用表、剥线钳、电烙铁/焊台、可调稳压电源

软件工具：调试电脑、达妙串口助手、

耗材：扎带、热缩管、螺纹胶、各种胶带等。

### 3.预装配与固件

#### 3.1 核心零部件单体测试

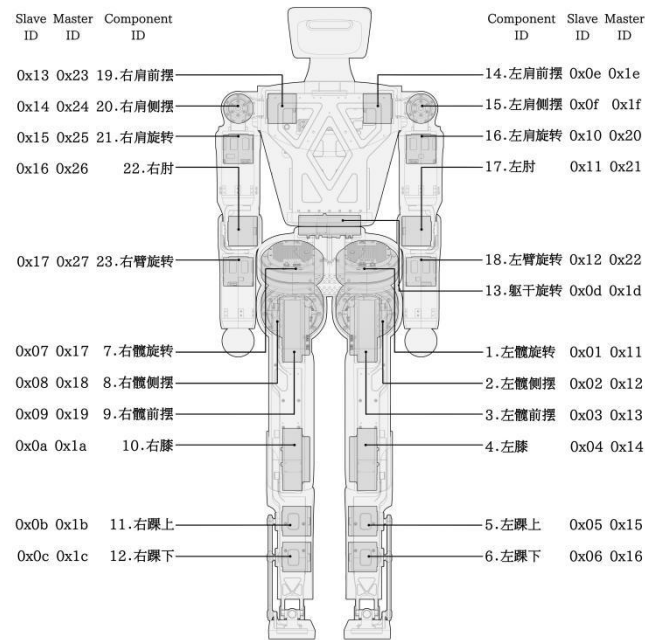
- **PCBA 功能测试 (FCT)：** 在裸板状态下上电，测试各路电压（3.3V, 5V, 12V, 24V/48V）是否正常。
- **ATOM01 电气部分主要有：** 香橙派 5plus，48V 转 5V 降压模块，分电板，USBTOCAN 板





### 3.2 执行器标定 (Motor ID & Calibration)

关节 id 图： 下述所说 ID 均为 Slave ID



此步骤应在电机安装到机架之前完成：

#### 1. ID 分配：

- ID 标记：** 大电机标号：腰部躯干旋转（ID：0x0d）、左髋旋转（ID：0x01）、左髋侧摆（ID：0x02）、左髋前摆（ID：0x03）、左膝（ID：0x04）、右髋旋转（ID：0x07）、右髋侧摆（ID：0x08）、右髋前摆（ID：0x09）、右膝（ID：0x0a）  
小电机标号：左踝上（ID：0x05）、左踝下（ID：0x06）、左踝上（ID：0x0b）、左踝下（ID：0x0c）、左肩前摆（ID：0x0e）、左肩侧摆（ID：0x0f）、左肩旋转（ID：0x10）、左肘（ID：0x11）、左臂旋转（ID：0x12）、右肩前摆（ID：0x13）、右肩侧摆（ID：0x14）、右肩旋转（ID：0x15）、右肘（ID：0x16）、右臂旋转（ID：0x17）
- 物理标记：** 配置完成后，须在电机外壳贴上 ID 标号标签，防止装配混淆。



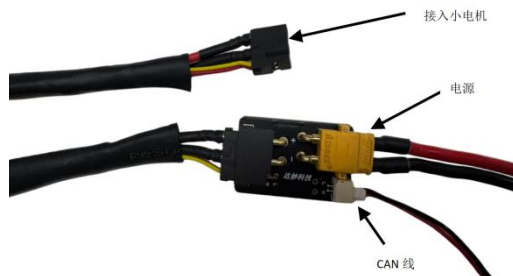
## 2. 电机 ID 标定:

使用软件: DM 调试工具

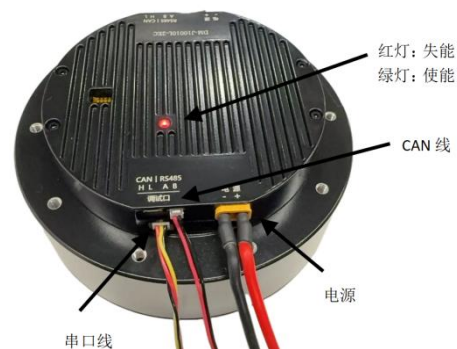
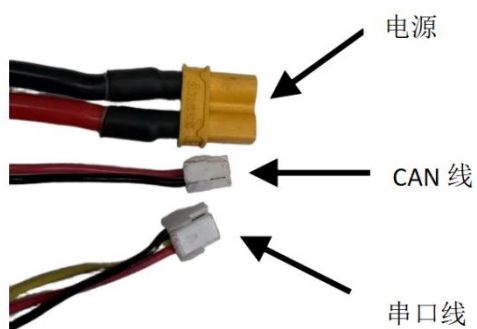
下载地址: <https://gitee.com/kit-miao/dm-tools/blob/d53bdbf58dcf32a5ffed02411c53f66320b36bf9/USB2FDCAN/%E4%B8%8A%E4%BD%8D%E6%9C%BA/DMTool%20v2.0.3.4.exe>

### 1. 电机连接

小电机:



大电机:





## 2. 设置 Slave ID 与 Master ID

标准过程详见：<https://www.bilibili.com/video/BV1TDg7zBEci?t=21.3>

## 3. 电机功能检查

过程详见 <https://www.bilibili.com/video/BV1TDg7zBEci?t=21.3>

## 3. 单体校准：运行上位机的校准

详情 <https://www.bilibili.com/video/BV1mWukzuEWP?t=3.9>

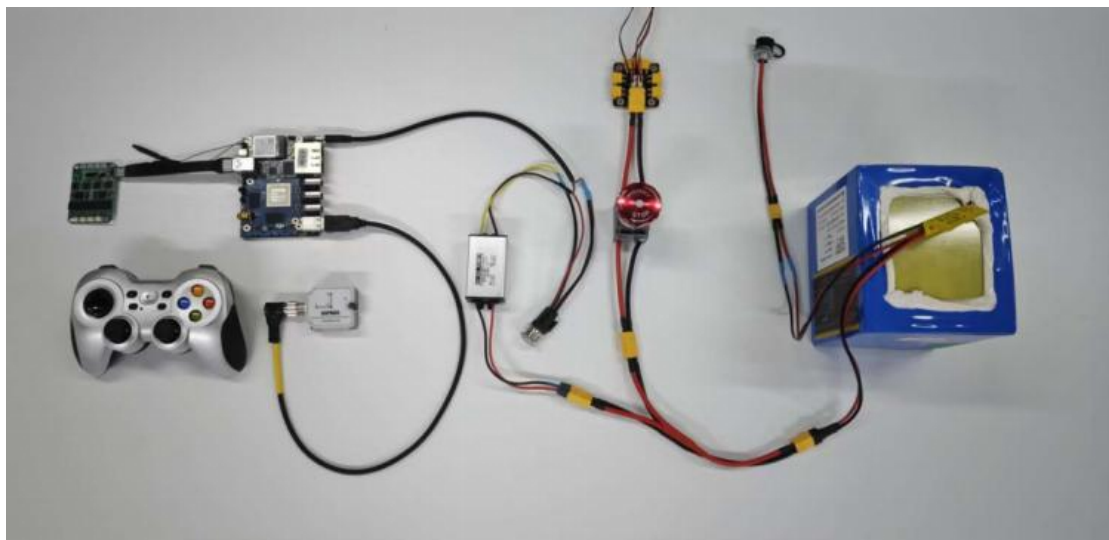
# 4. 机械装配

详见机械装配说明书

# 5. 上电测试

## 1. 上电前检查 (Pre-power check):

整体电气架构:



主控部分:



动力部分：



## 2. 初次上电 (Smoke Test):

# 系统上电与功能检测规范

## 1. 主控系统检测

- 启动测试：按下主控供电按钮。观察香橙派（Orange Pi）指示灯状态：红色指示灯常亮表示电源接入；系统完成自检并启动后，呼吸灯进入闪烁状态，即代表主控运行正常。
- 关机测试：再次按下供电按钮，确认香橙派正常关机（指示灯熄灭）。

## 2. 动力系统检测

- 上电操作：顺时针旋开急停开关以接通动力电源。
- 电压校验：使用万用表测量分电板输入端。正常电压范围应稳定在 **48V - 55V** 之间。
- 断电保护：按下急停开关，确认分电板电压迅速降至 **0V**，确保紧急断电功



能响应正常。

- **充电效能：**连接充电器，确认电池组进入正常充电状态。
- **安全警示：**
  - **极度危险：**接线时必须严格核对正负极方向。**严禁短接**，否则将产生剧烈电弧（火花）并可能导致电池损坏或火灾。

## 6. 布线

接线顺序：右手：1-2-3-4-5，左手：6-7-8-9-10，右腿：腰部电机-1-2-3-4-5-6，左腿：7-8-9-10-11-12

留余量：关节活动处必须预留多少长度的线缆（防止运动拉断）。

干涉检查：手动活动关节到极限位置，检查线缆是否被挤压或过度拉伸。

固定点：哪里用扎带，哪里用线卡，扎带头的修剪要求（是否留毛刺）。

**特别提醒，航插充电口千万别反**

## 7.整机标定与功能验收

### 零点标定

- 将机器人摆至机械零位。



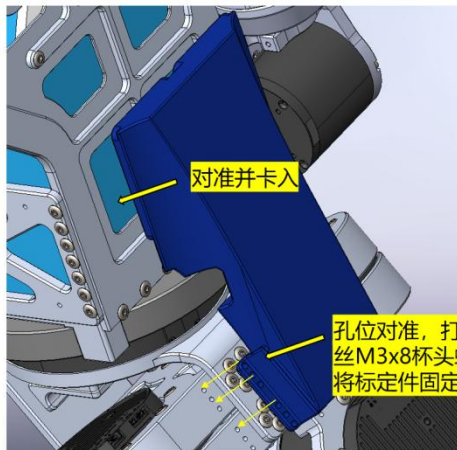
1.每一处的标定件达到其所需要限制的自由度功能即可视作安装合理，每一处需要用螺丝固定的孔位部分可以留出不打螺丝

2.某些标定件由于3D打印制造产生的尺寸误差，可被利用作为过盈量，使用橡胶锤捶打进行固定

3.每一处标定件都附有实际示意图

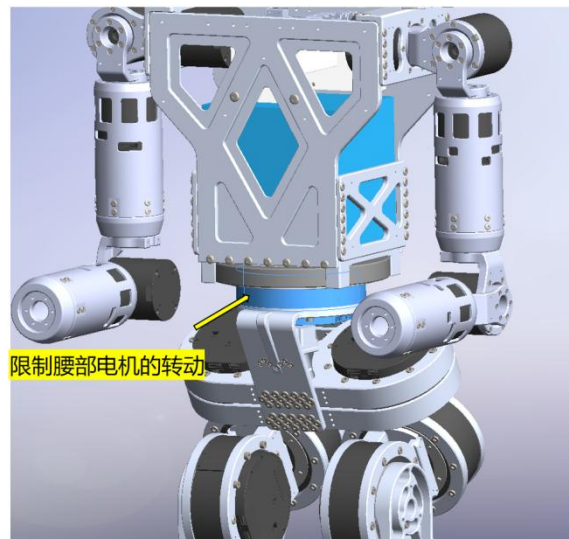


## 1.腰部标定件安装

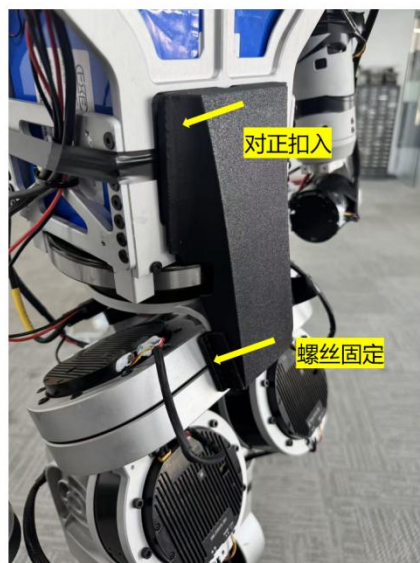


备注：两边12颗螺丝不用全拧，达到对正的效果即可

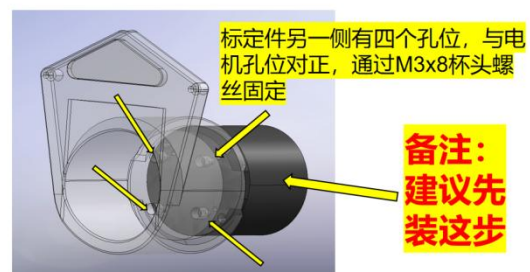
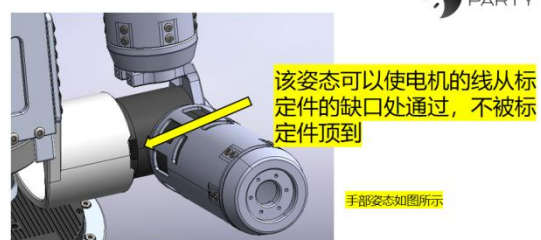
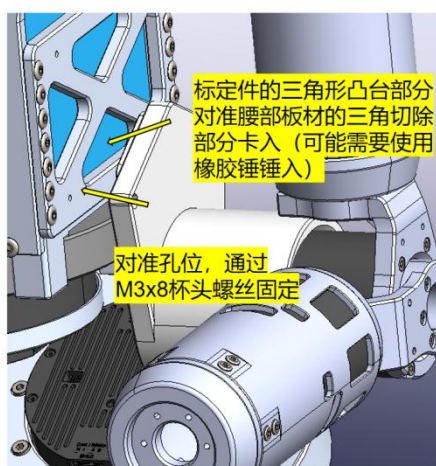
## 限制自由度



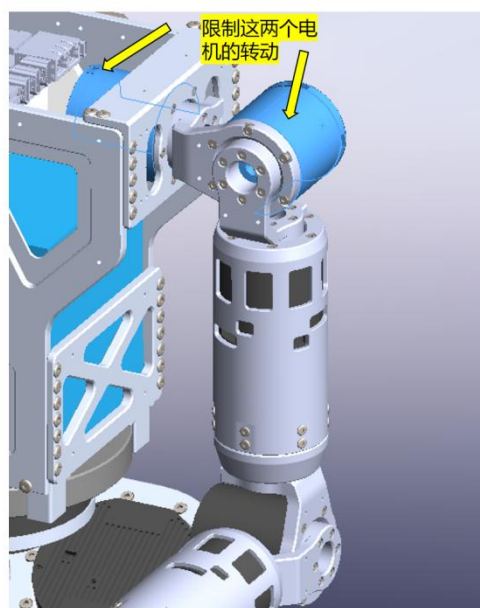
实际安装示意图



## 2.肩部标定件安装



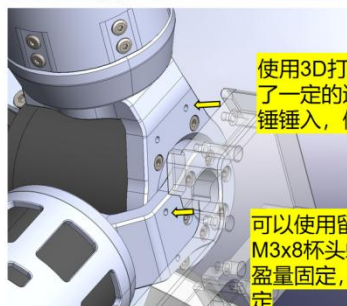
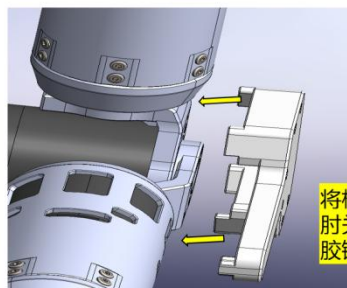
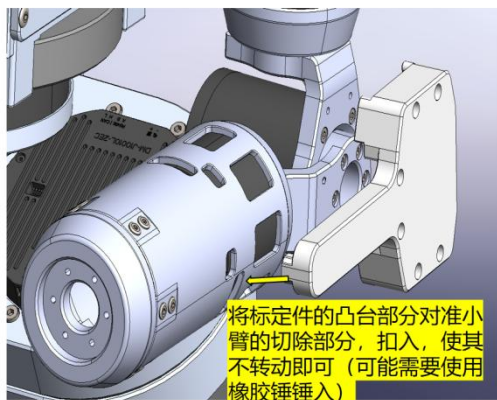
限制自由度



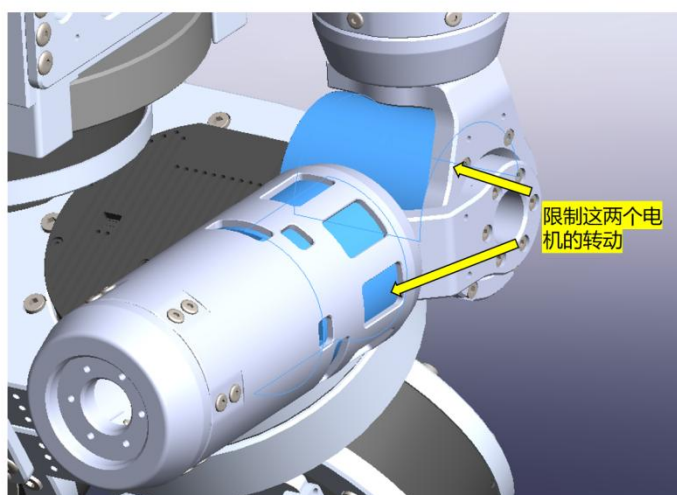
实际安装示意图



### 3.肘部标定件安装



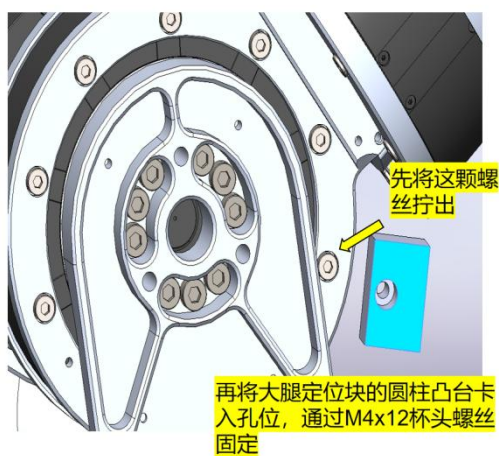
### 限制自由度



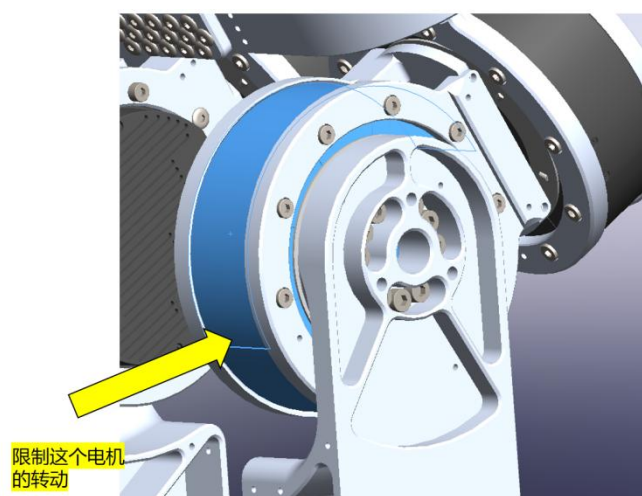
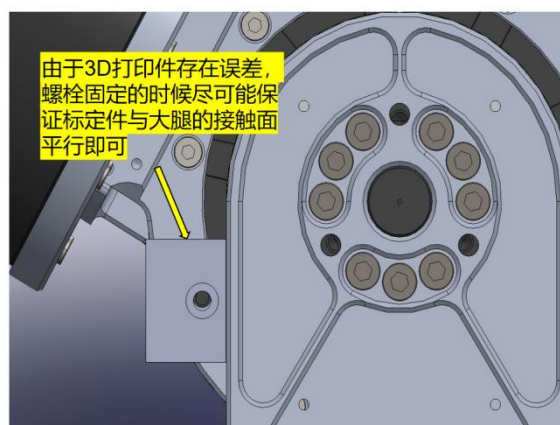




#### 4.大腿标定件安装

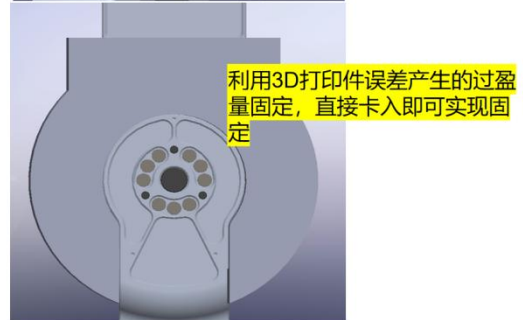
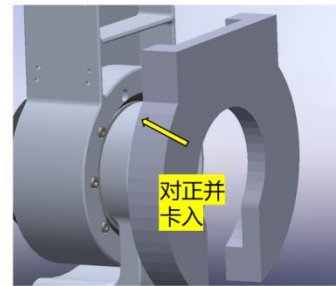
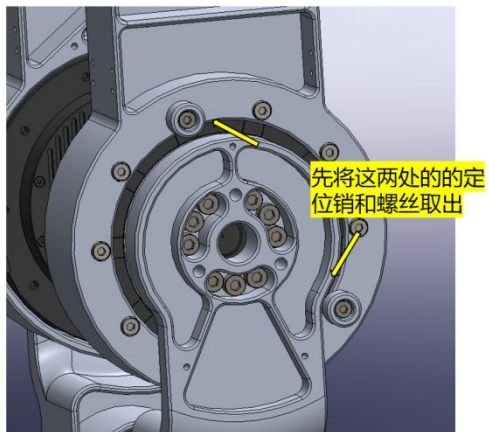


再将大腿定位块的圆柱凸台卡入孔位，通过M4x12杯头螺丝固定

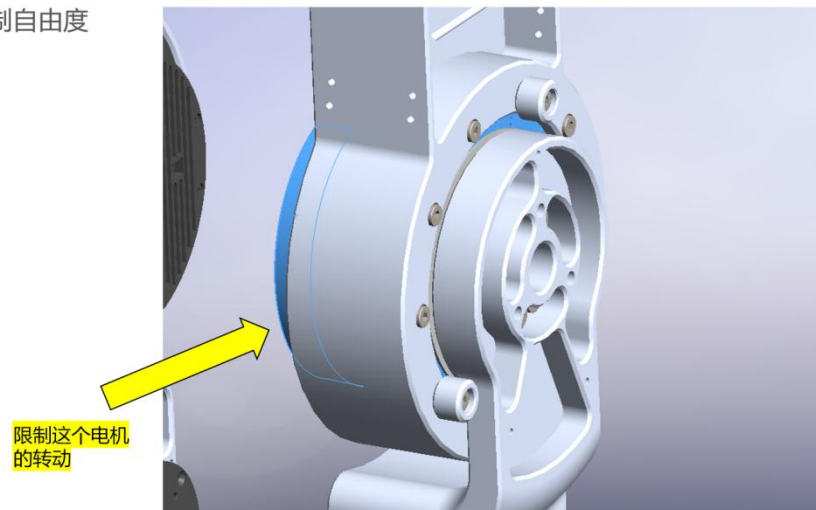




## 5.膝盖标定件安装



## 限制自由度



## 实际安装示意图

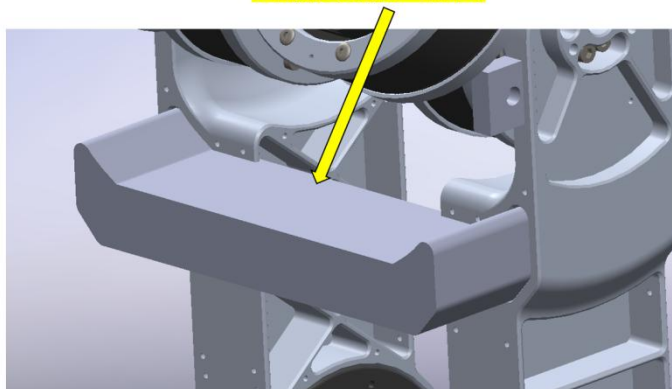


调整至合适位置，卡入即可

## 6.大腿内收肌标定件安装



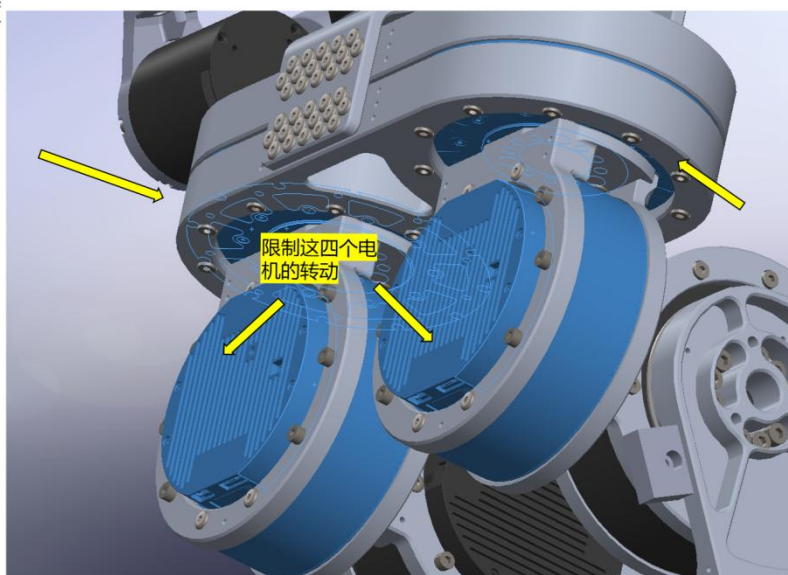
对准孔位，用橡胶锤将标定件卡入大腿后侧的两个切除部分，两侧锤到圆角处，保证两侧锤入部分一致即可



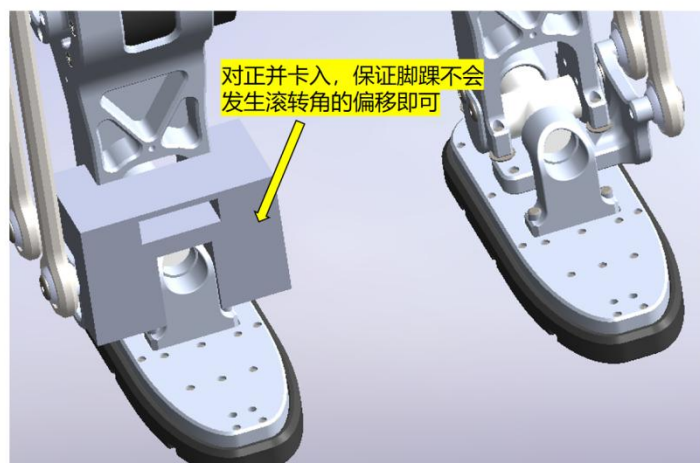
实际安装示意图



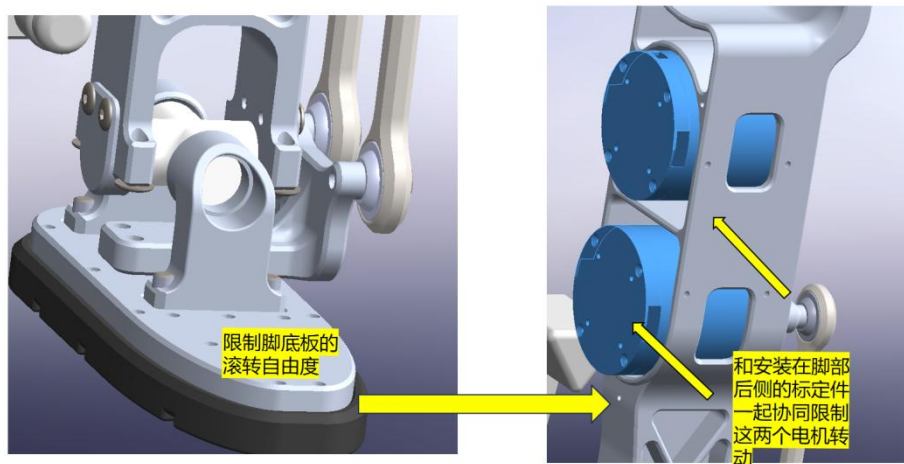
限制自由度



## 7. 脚踝标定件安装



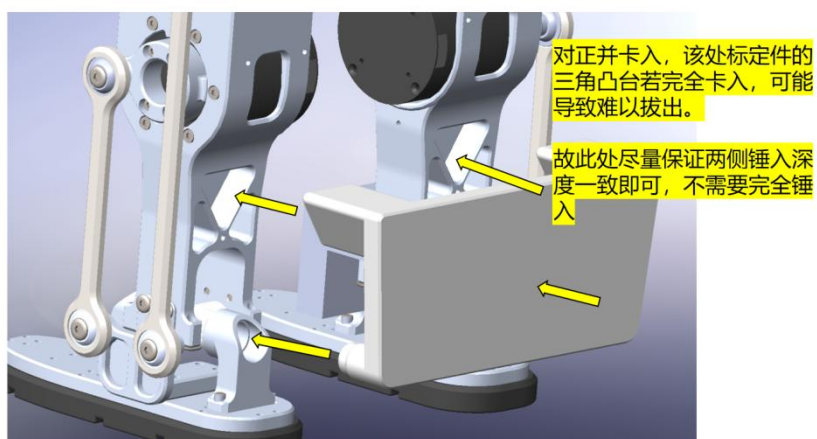
## 限制自由度



## 实际安装示意图



## 8.脚后跟标定件安装



## 实际安装示意图



- 
- 软件端执行零点记录指令。

## 传感器标定

- IMU 频率重置