

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。

1. 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

- **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。
- **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

- **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）。
- **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、达梦串口助手、

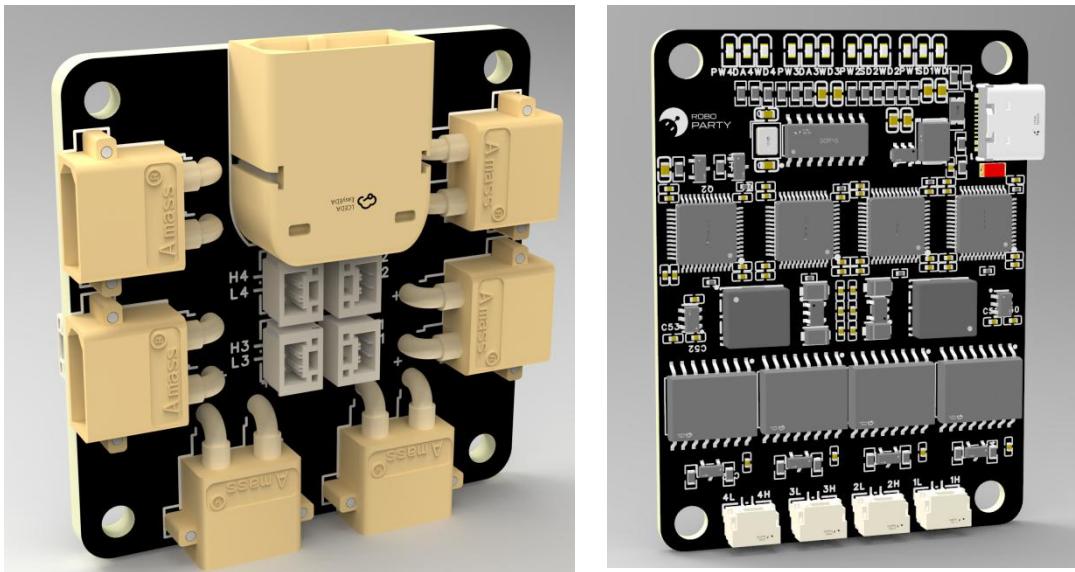
耗材：扎带、热缩管、螺纹胶、各种胶带等。

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





香橙派 5plus：自购模块

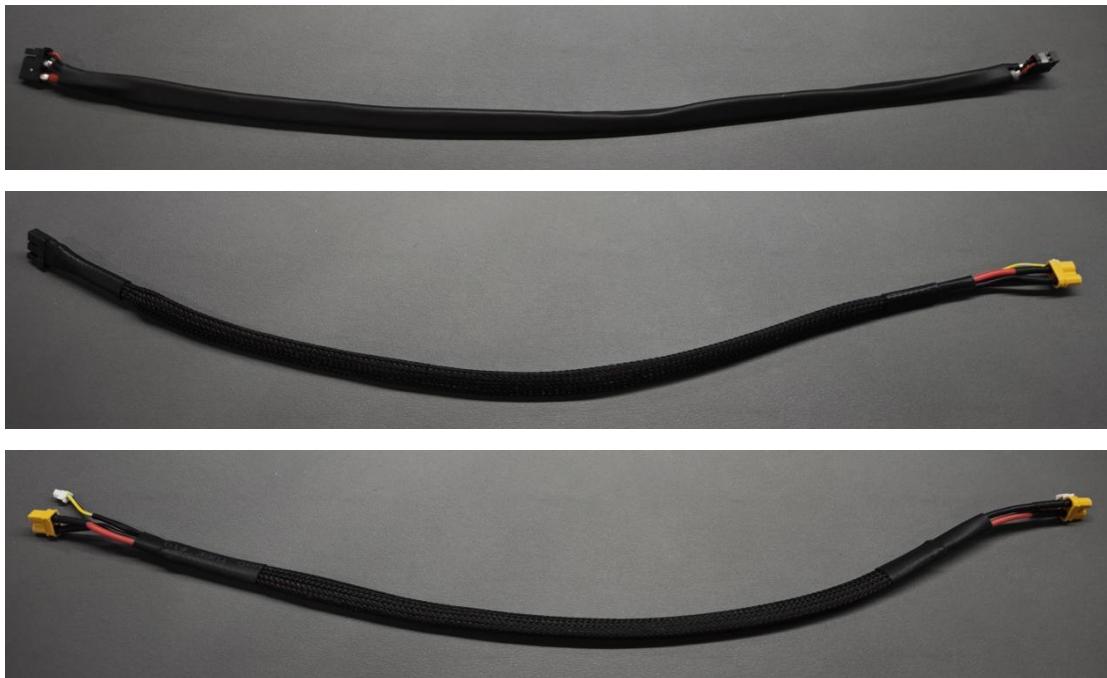
48V 转 5V 降压模块：输入端接入电池或可调电源，用电压表测试输出电压，5V-5.2V 均可

分电板：用万用表测通断挡位，保证正负极不短接即可

USBTOCAN：

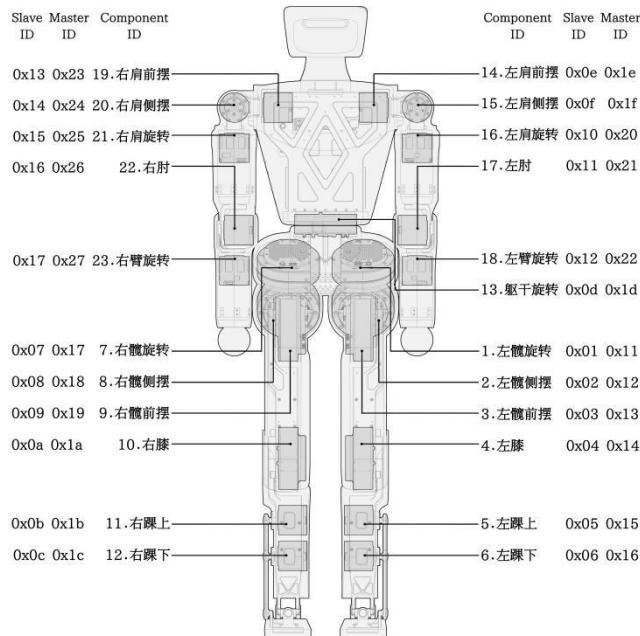
- **线束导通性测试：**确保定制线束没有反接或虚焊。

机器人本体共有 3 种线缆：



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

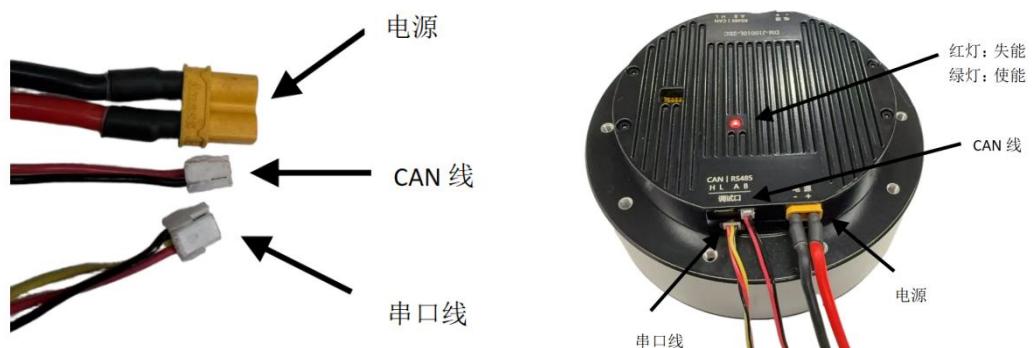
下载地址: <https://gitee.com/kit-miao/dm-tools/blob/d53bdbf58dcf32a5ffed02411c53f66320b36bf9/USB2FDCAN/%E4%B8%8A%E4%BD%8D%E6%9C%BA/DMTool%20v2.0.3.4.exe>

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>

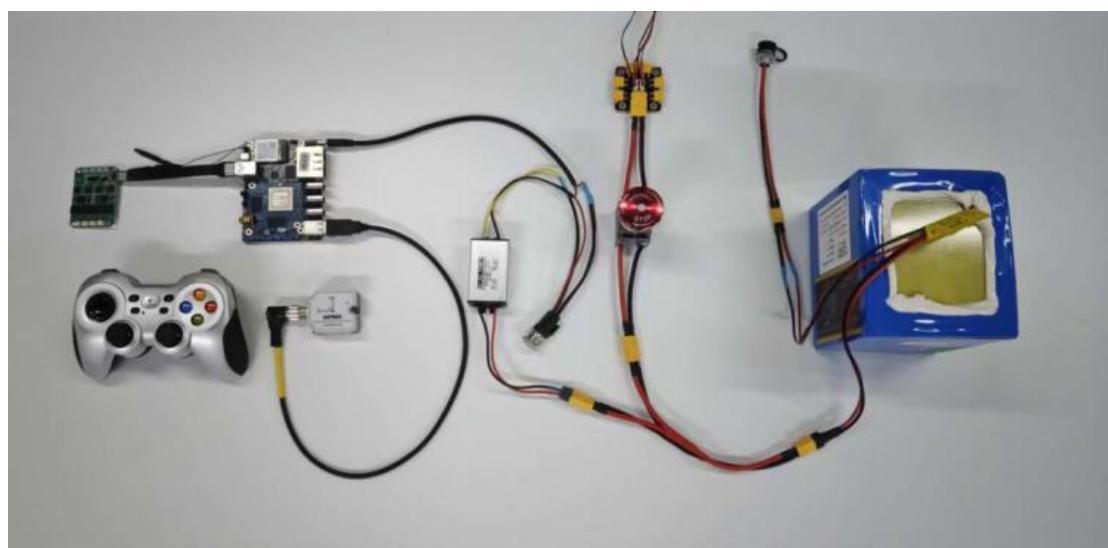
4. 机械装配

详见机械装配说明书

5. 上电测试

1. 上电前检查 (Pre-power check):

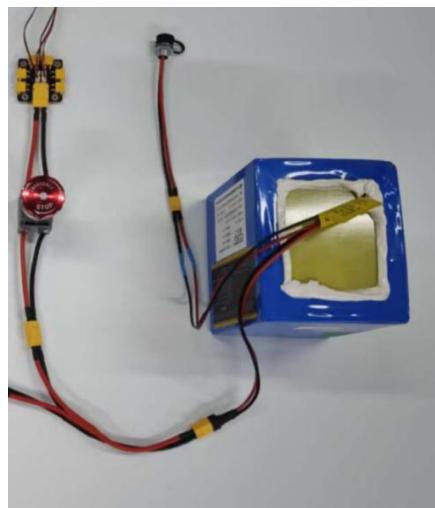
整体电气架构:



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。



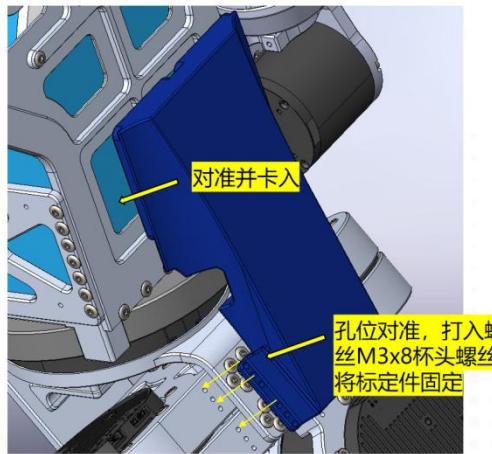
1.每一处的标定件达到其所需要限制的自由度功能即可视作安装合理，每一处需要用螺丝固定的孔位部分可以留出不打螺丝

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

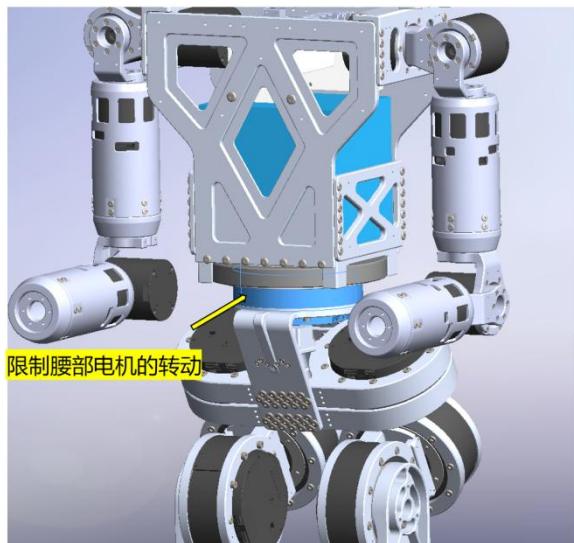


1. 腰部标定件安装

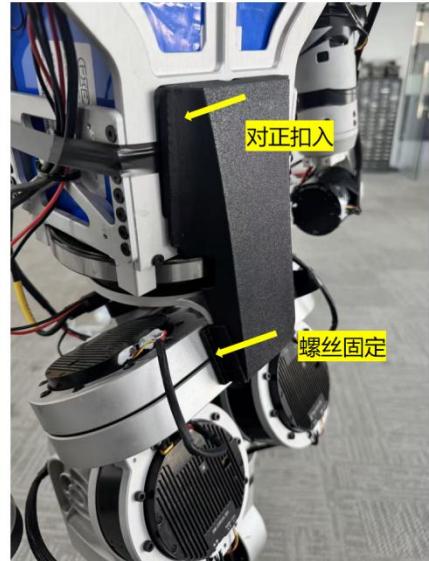


备注：两边12颗螺丝不用全拧，达到对正的效果即可

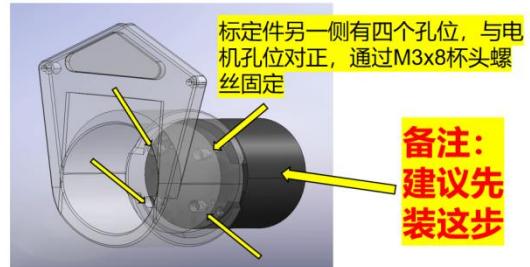
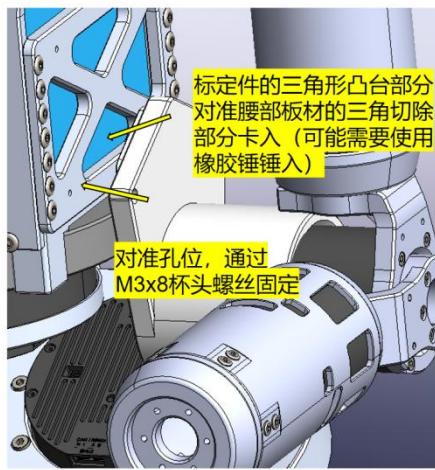
限制自由度



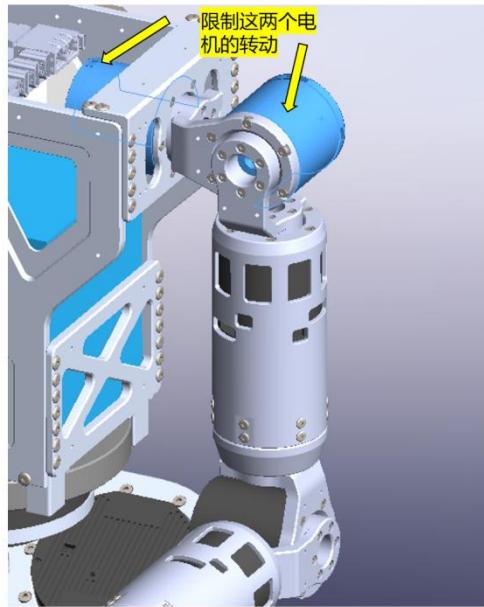
实际安装示意图



2. 肩部标定件安装



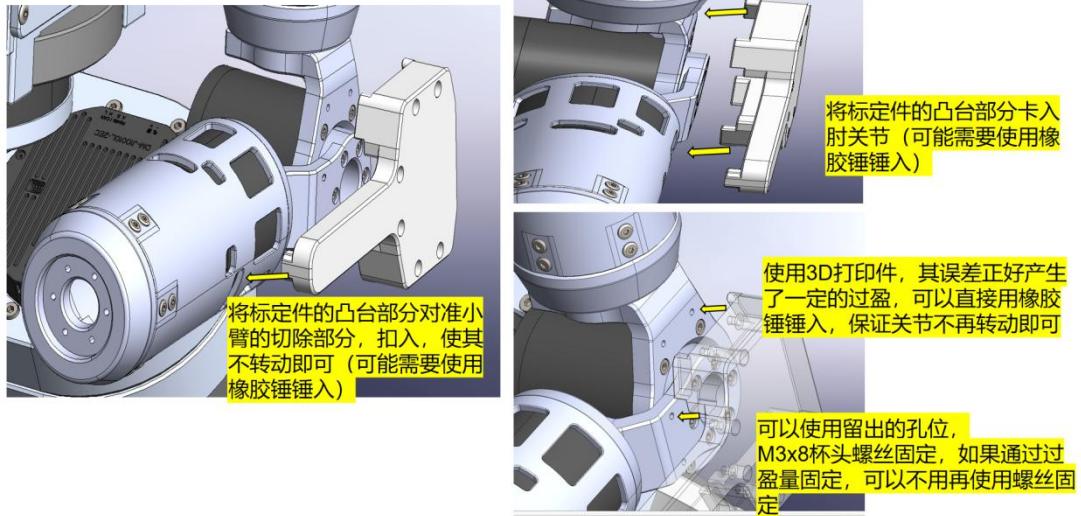
限制自由度



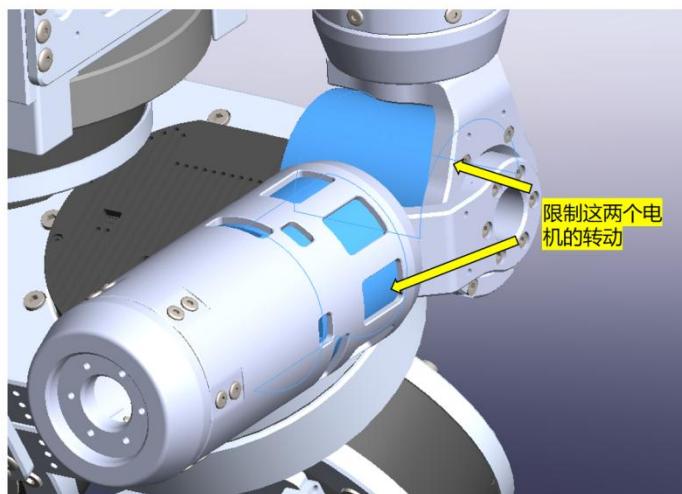
实际安装示意图



3.肘部标定件安装



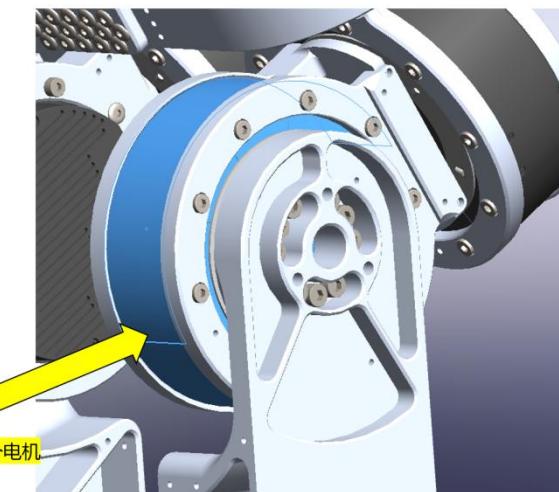
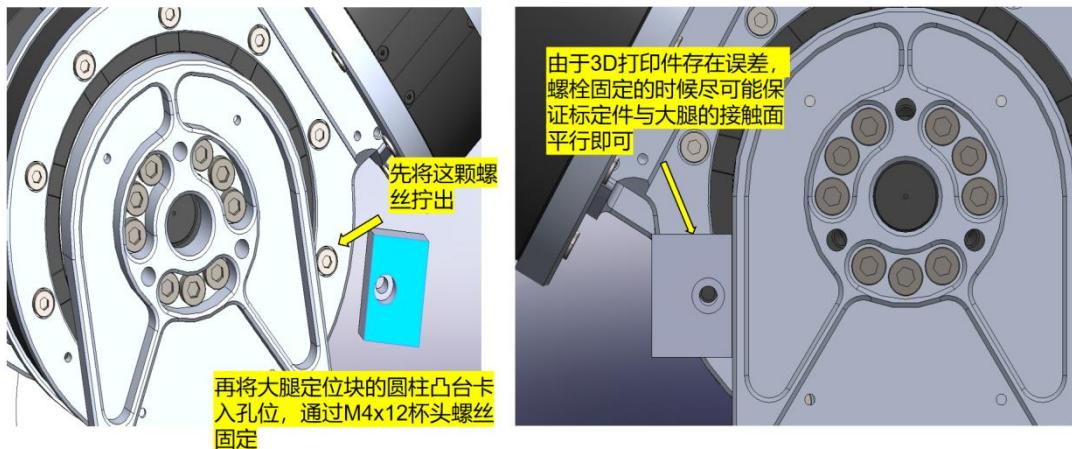
限制自由度



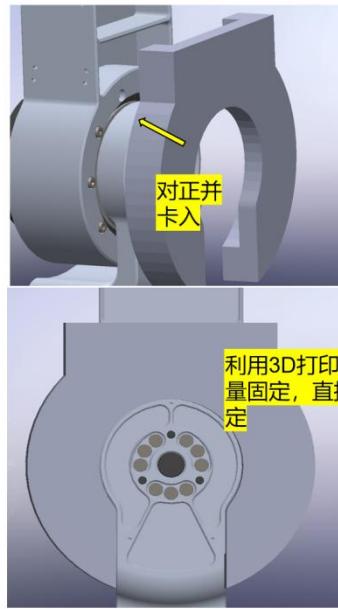
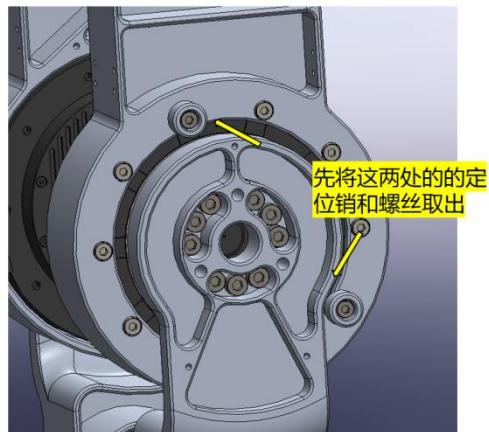
实际安装示意图



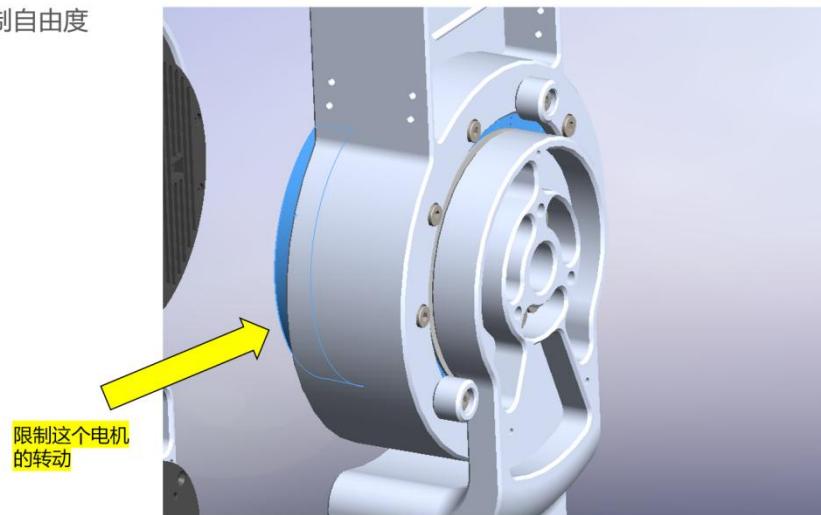
4. 大腿标定件安装



5.膝盖标定件安装



限制自由度



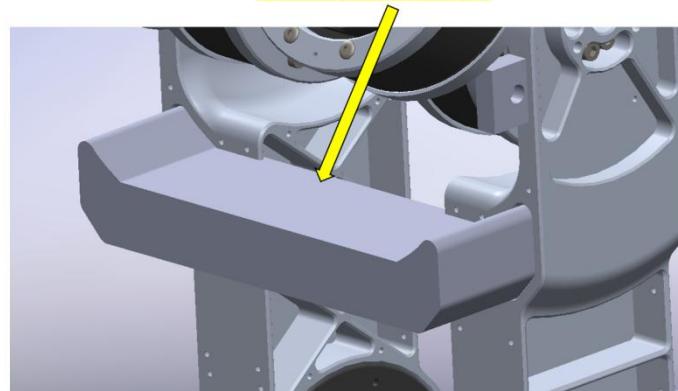
实际安装示意图



6.大腿内收肌标定件安装



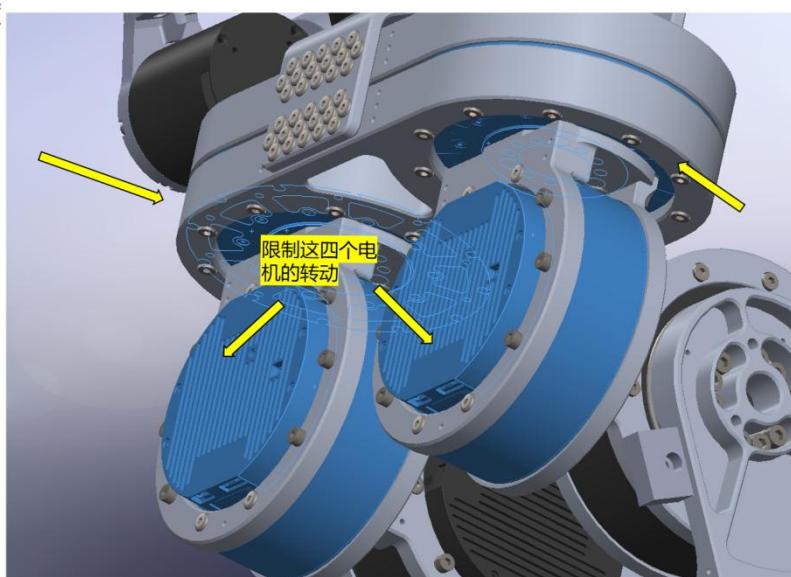
对准孔位，用橡胶锤将标定件卡入大腿后侧的两个切除部分，两侧锤到圆角处，保证两侧锤入部分一致即可



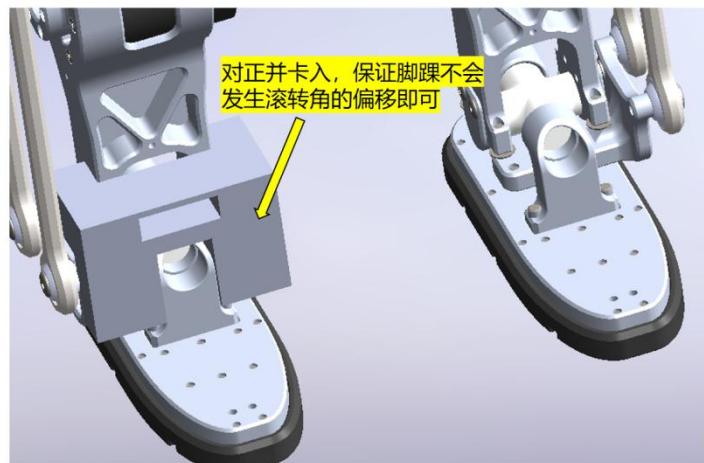
实际安装示意图



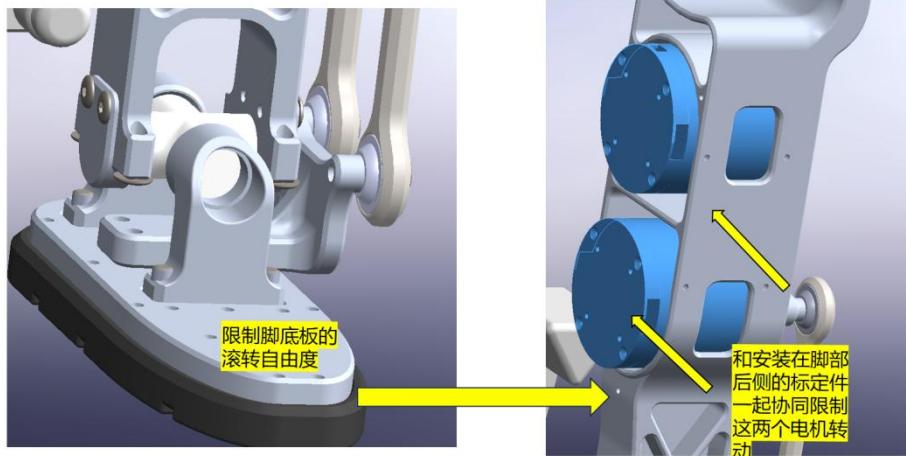
限制自由度



7.脚踝标定件安装



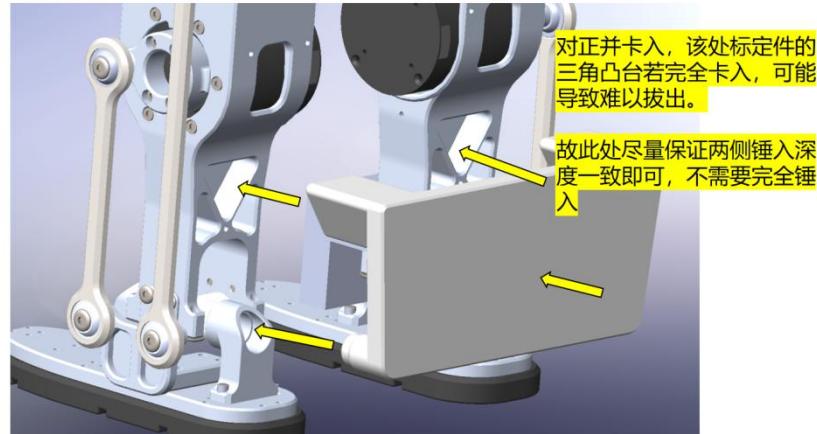
限制自由度



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