

---

# 外部轴

中科新松有限公司

Mar 01, 2024



# CONTENTS

<b>1</b>	<b>外部轴工艺包简介</b>	<b>1</b>
1.1	适配说明	1
1.2	驱动器通讯配置	1
1.3	工艺包安装与卸载	2
<b>2</b>	<b>外部轴工艺包设置</b>	<b>11</b>
2.1	外部轴配置	11
2.2	外部轴方案配置	13
2.3	外部轴标定	19
	2.3.1 直线导轨标定	19
	2.3.2 变位机标定	23
2.4	外部轴编程功能块	26



## 外部轴工艺包简介

机器人应用中，有时需要通过外部轴来扩展机器人的自由度，或者是通过外部轴来变换工件位姿。这些扩展的自由度，或是单独控制，或是需要与机器人联动，此时就需要使用外部轴工艺包，让机器人控制外部轴，以达到更好的控制效果。

### 1.1 适配说明

外部轴工艺包安装前，需要保证机器人的软件版本适配，及外部轴的驱动器通讯方式具体的：

机器人控制软件版本	V3.1.0 及以上
外部轴电机驱动器通讯	EtherCAT 从站，支持 4ms 同步位置模式

机器人的版本信息，可以在机器人上电后，在“关于”界面中查询到。“关于”界面的打开方式，请见《DUCO CORE-用户手册》第 7 章节。

外部轴的驱动器适配性需联系外部轴供应商进行确认。

当前版本支持的驱动器型号有：

电机厂商	驱动器型号	通讯协议
汇川	SV630N	EtherCAT
英威腾	DA200	EtherCAT

由于 EtherCAT 通讯需要进行拓扑结构适配，如有新型号电机需要进行适配，需联系研发部门，并提供驱动器 xml 及样品进行配置。

### 1.2 驱动器通讯配置

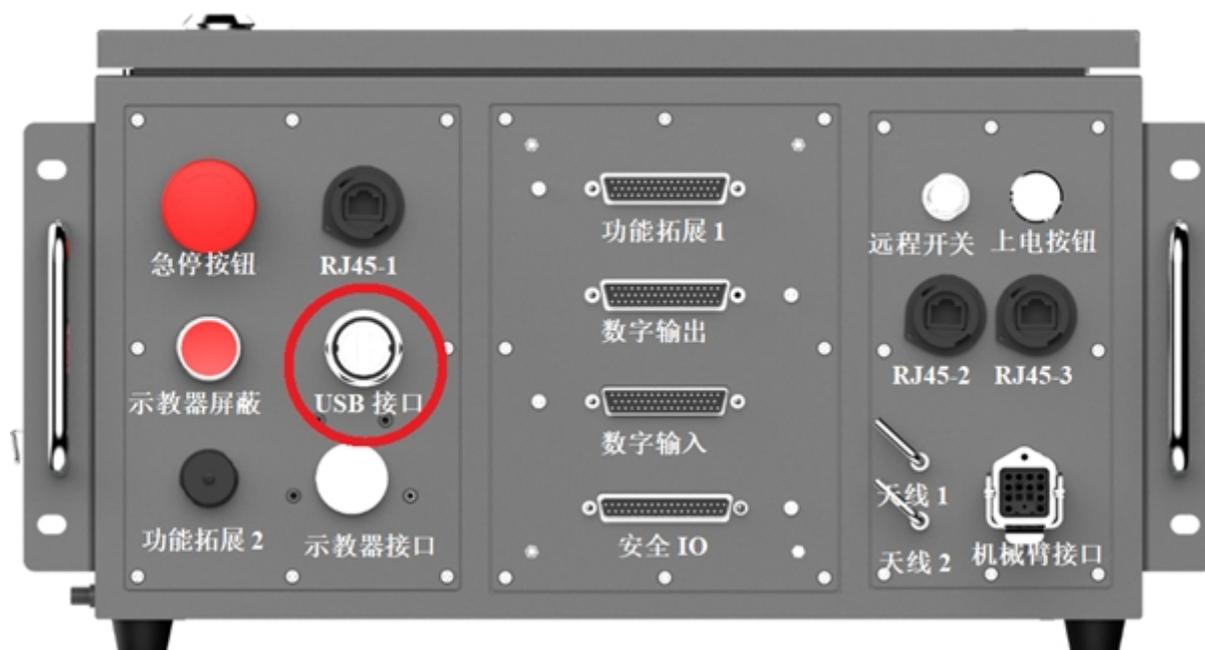
使用外部轴与机器人进行 EtherCAT 通讯时，需要参考《协作机器人用户手册（硬件部分）》，将机器人控制柜的 EtherCAT 口与外部轴驱动器的 EtherCAT\_in 口，用网线连接。

完成网络连接后，需要参考《协作机器人用户手册（软件部分）》，拓扑管理章节，将对应驱动器的拓扑结构文件导入机器人。

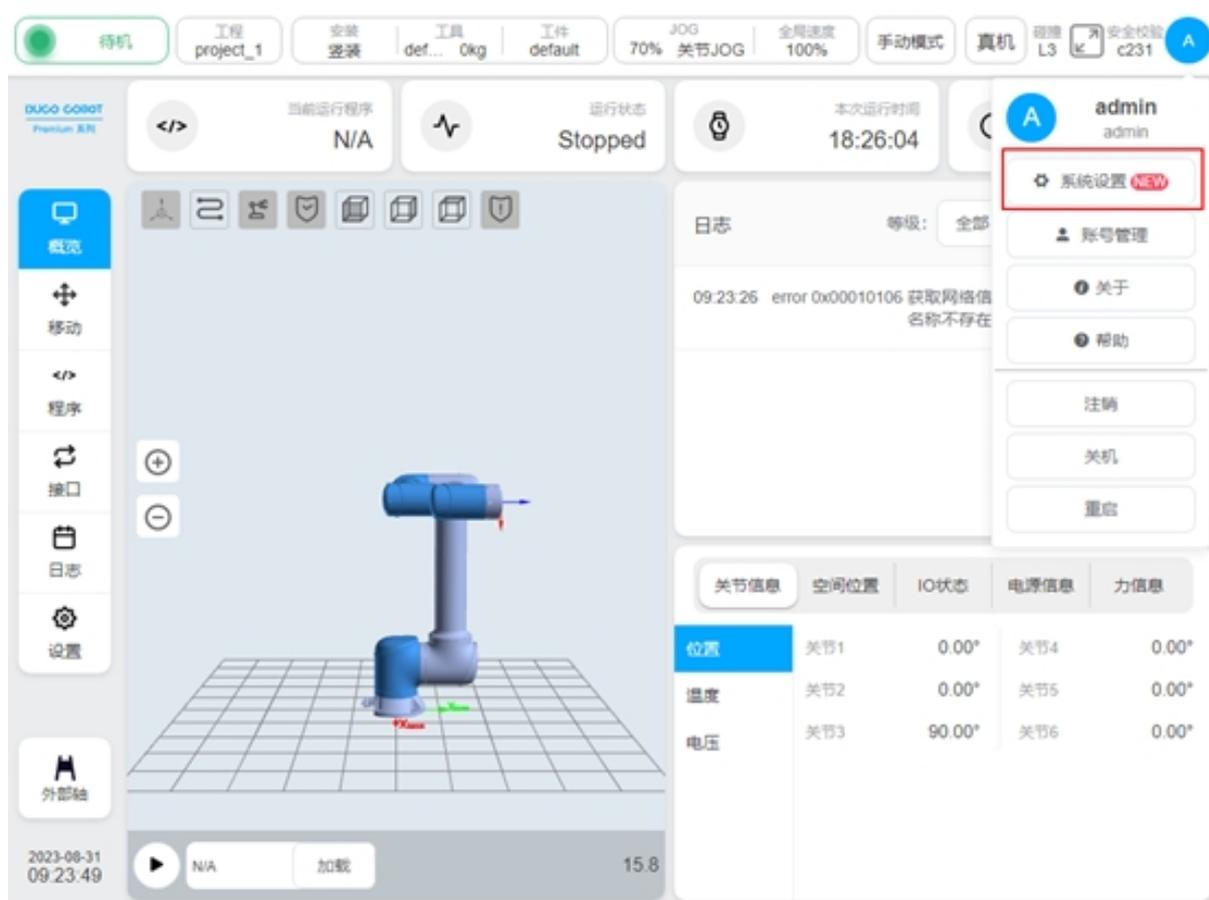
### 1.3 工艺包安装与卸载

外部轴工艺包文件为“eaxis.plugin”的插件。安装步骤如下所示：

- 1、将外部轴工艺包放入 U 盘，U 盘要求格式为 FAT32
- 2、机器人系统启动后，在机器人控制柜上，USB 接口处插入 U 盘。



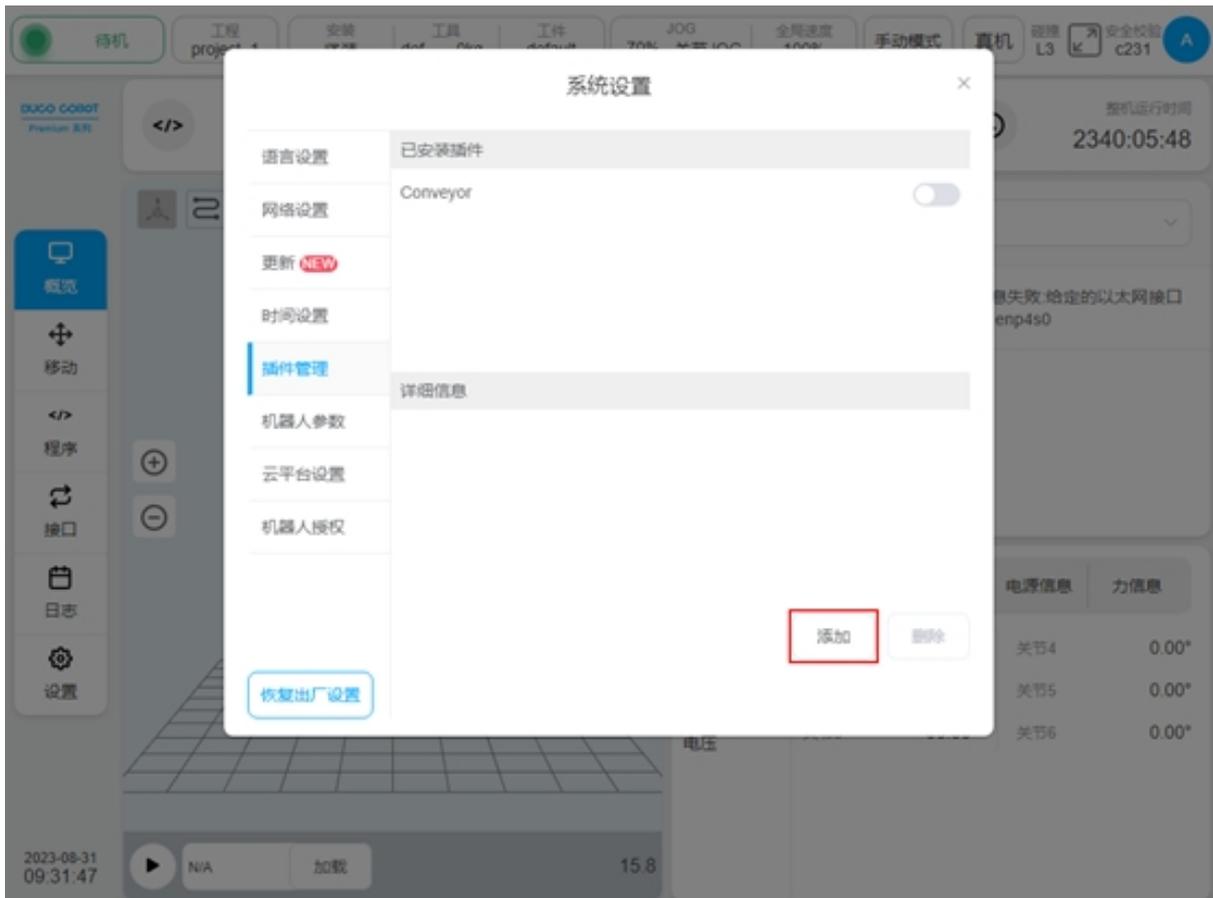
3、使用 admin 账户登录机器人系统。



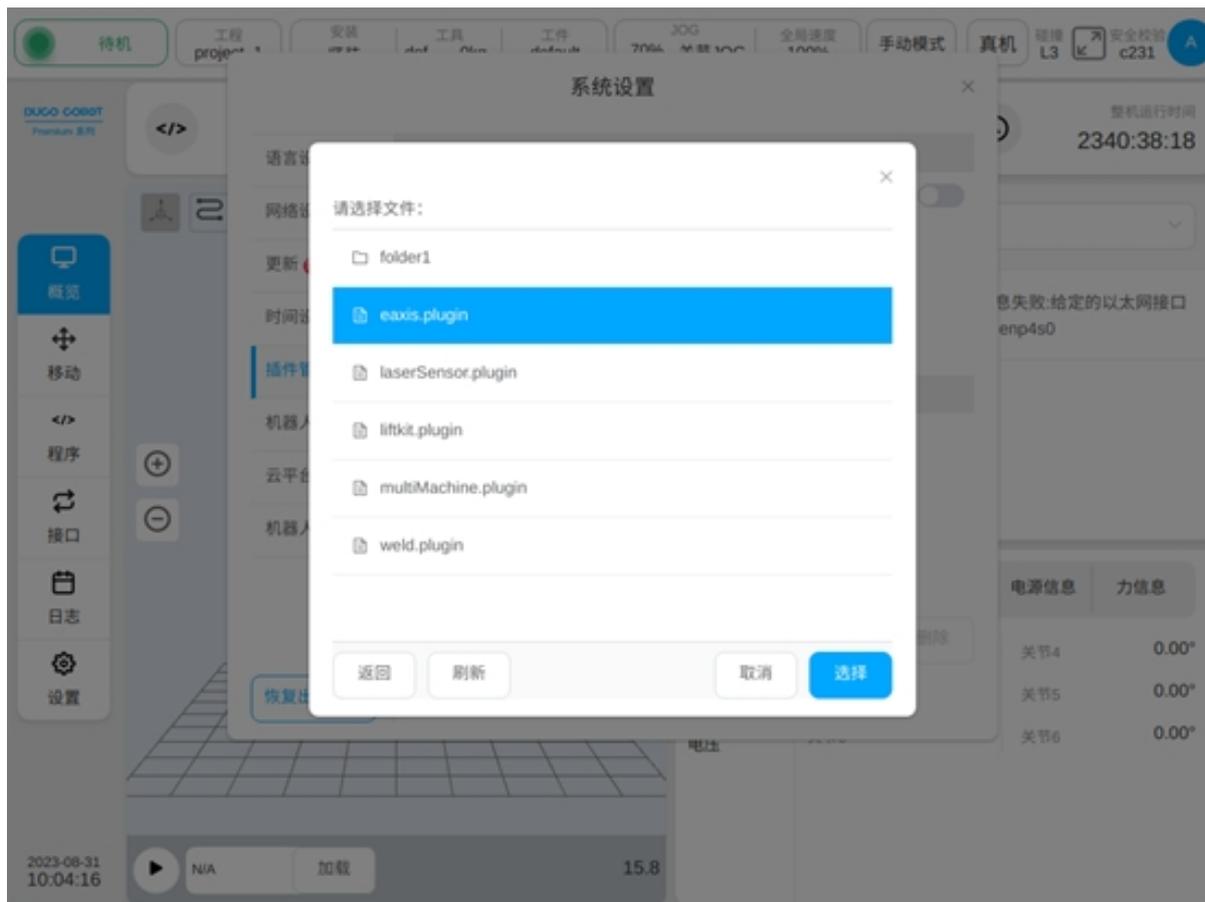
4、点击用户头像，选择系统设置。



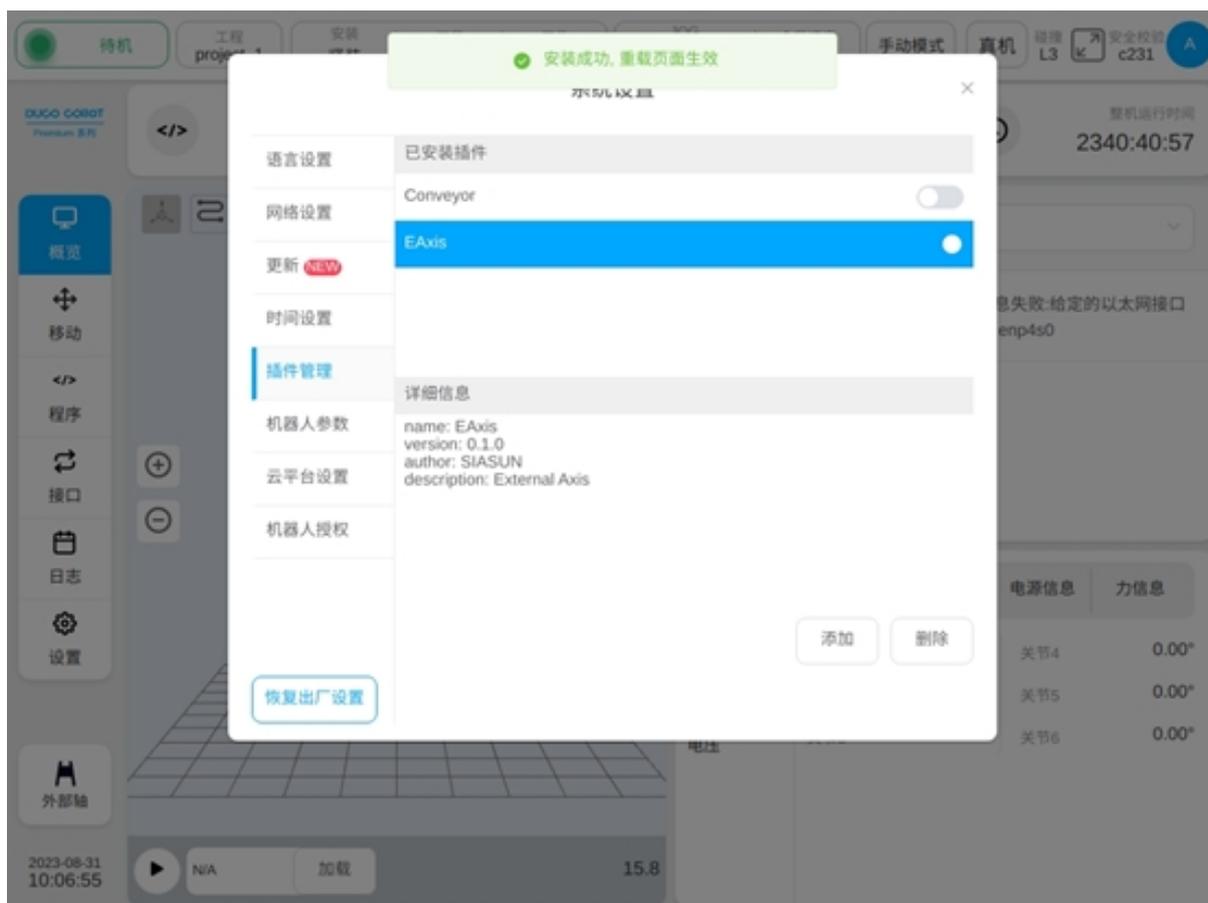
5、选择插件管理功能。



6、点击添加按钮。



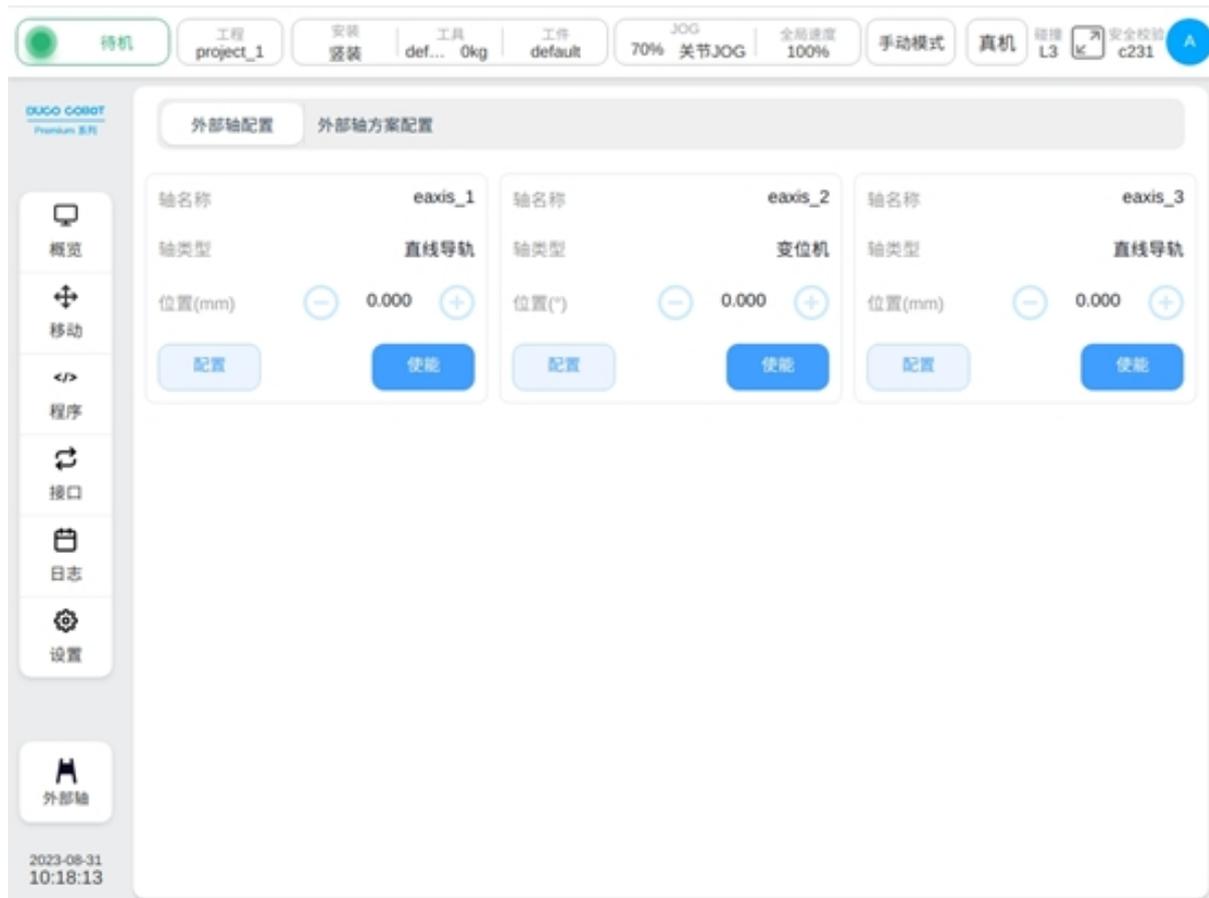
7、选择 U 盘并从文件列表中，找到并选择 “eaxis.plugin” 插件包。



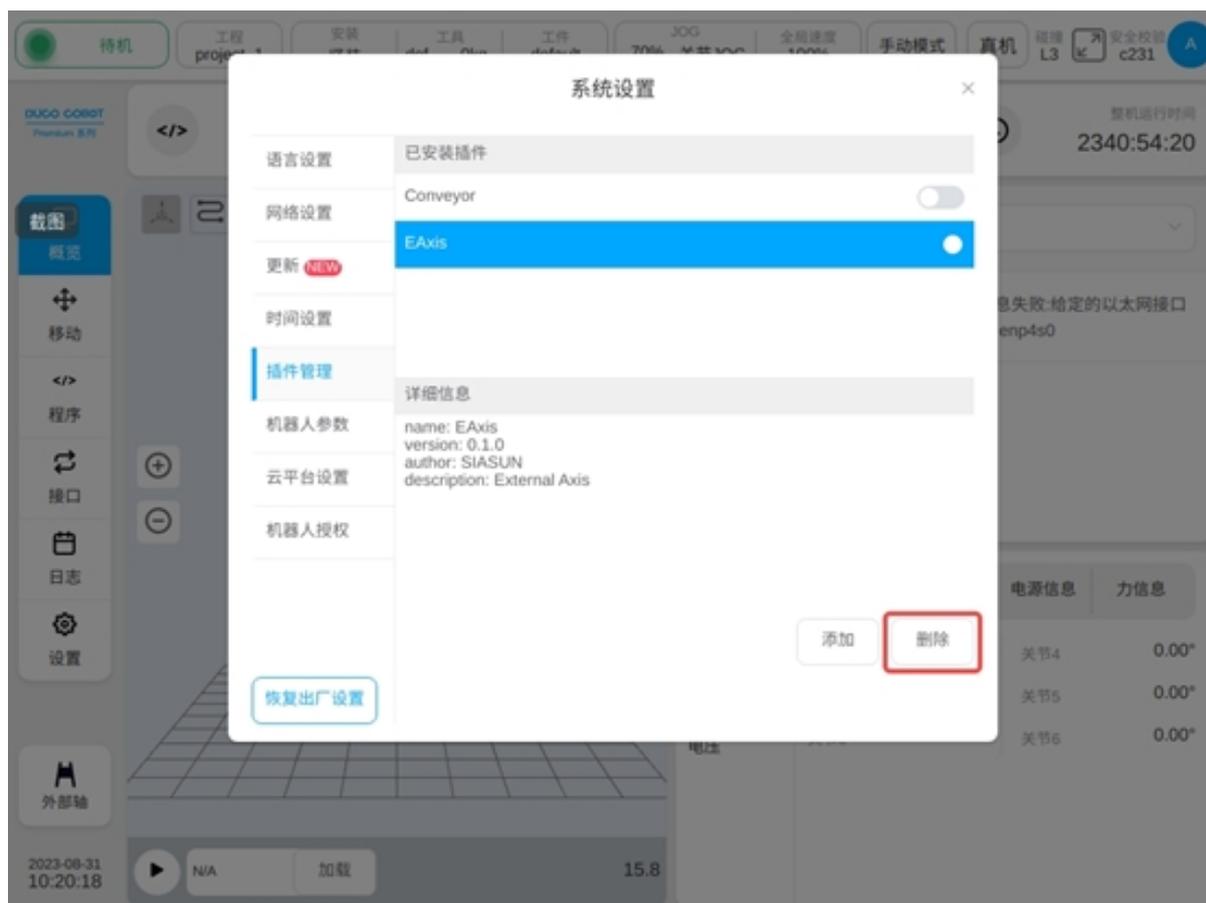
8、插件包安装完成后，如上图所示，将在页面上方弹框提示插件包“安装成功，重载页面生效”。选中已安装插件“Eaxis”，页面下方详细信息处将显示当前插件包的名称，版本信息等内容。



9、外部轴工艺包安装完成后，将在主页面的左下方，出现工艺包配置入口。



10、点击此工艺包配置入口按钮，即可进入外部轴工艺包配置页面。



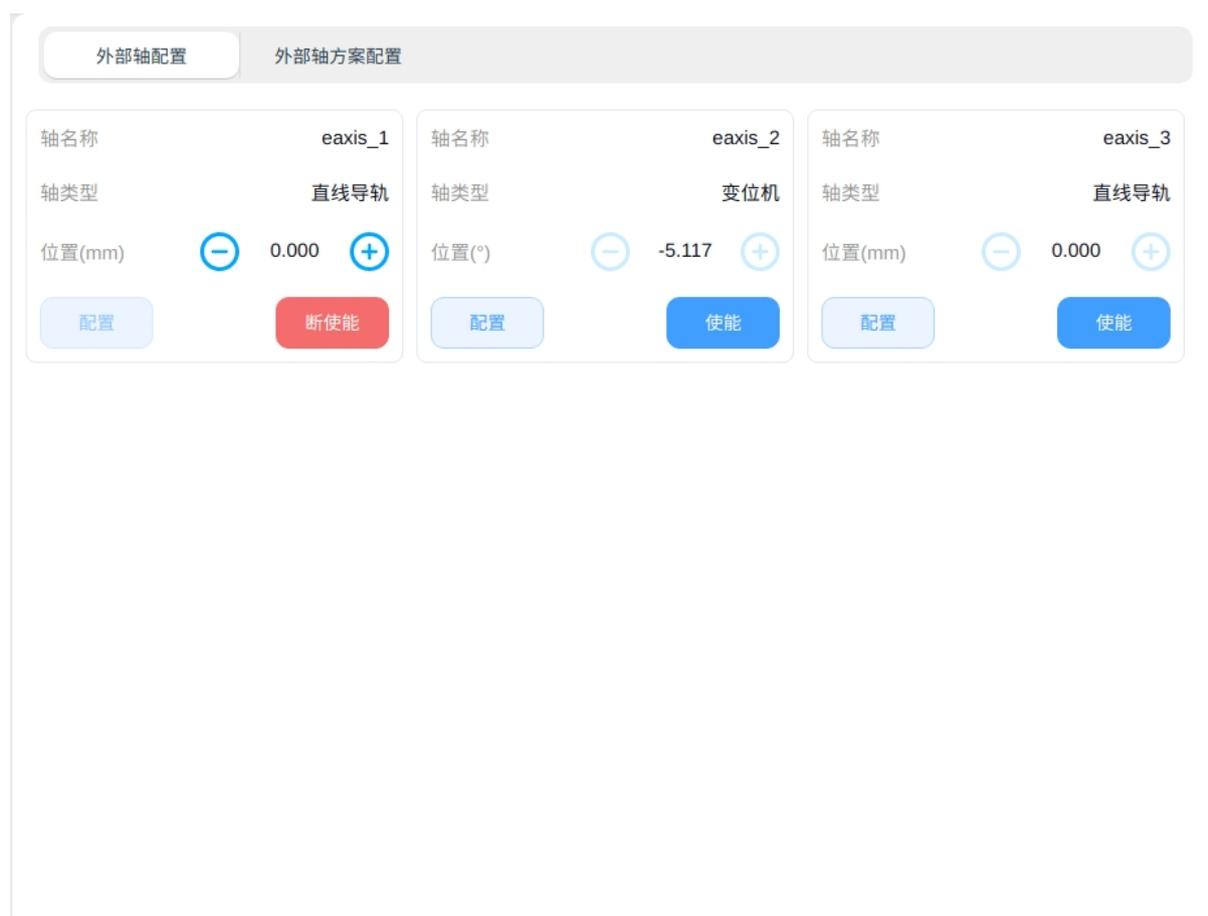
11、已安装好的外部轴工艺包，可以通过插件管理页面点击删除按钮，将工艺包彻底删除。

## 外部轴工艺包设置

外部轴工艺包设置，包括外部轴配置、外部轴方案配置两个部分。

### 2.1 外部轴配置

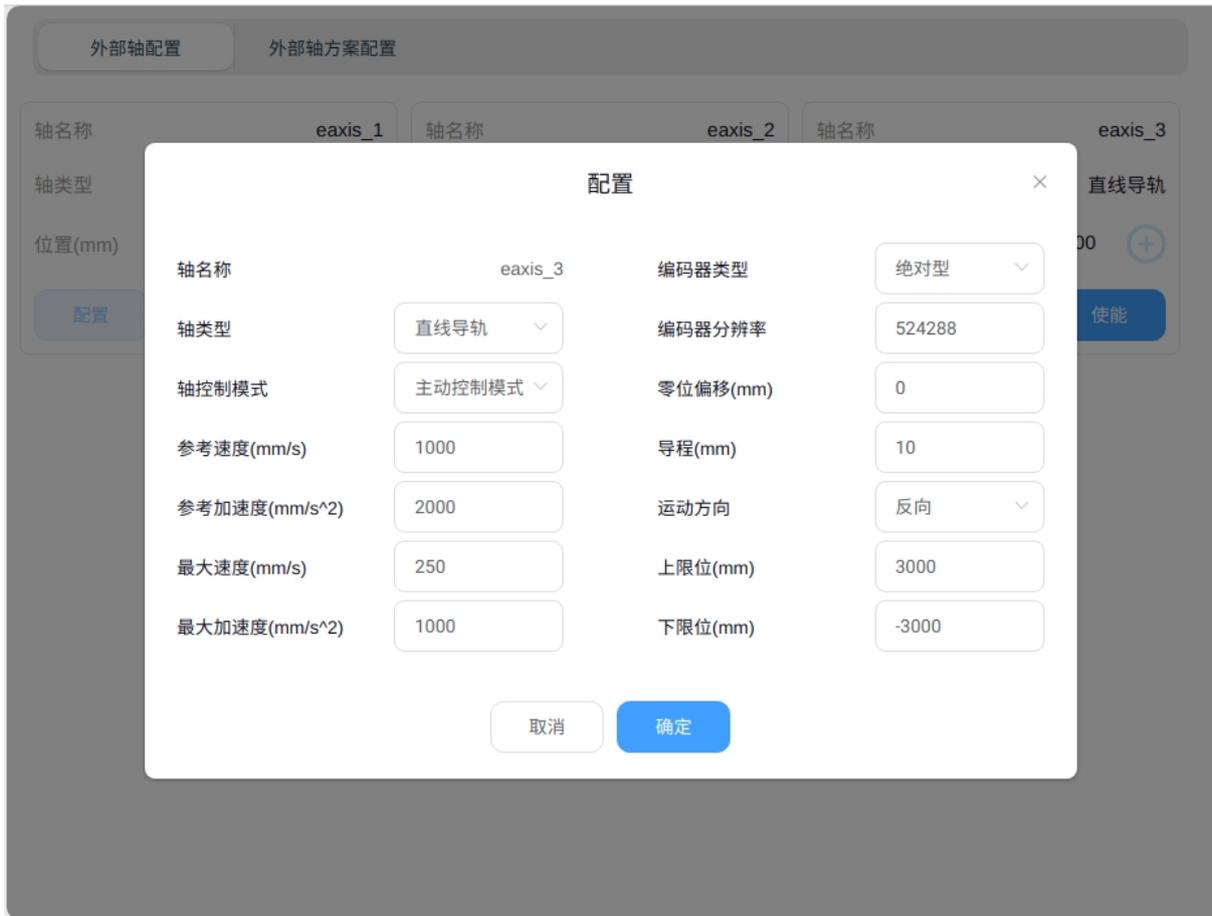
外部轴配置页面会显示轴名称、轴类型、轴位置等基本信息，可进行轴位置的点动、轴的使能或断使能操作以及轴的参数配置。一个外部轴对应一个实际单自由度伺服单元。



点击“使能”按钮，使能外部轴后，可按住轴位置显示处左边  图标或右边  图标移动外部轴向反方向或正方向移动。外部轴断使能时，不可进行轴的点动操作。

点击“配置”按钮，会弹出外部轴参数配置弹框如下图所示，可配置参数有轴类型、轴控制模式、参考速度、参考加速度、最大速度、最大加速度、编码器类型、编码器分辨率、零位偏

移、导程、运动方向、上限位、下限位。外部轴使能后，不可进行外部轴参数的配置。



轴类型：直线导轨或变位机；

轴控制模式：主动控制模式或协同控制模式，主动控制模式下，外部轴直接由机器人控制器进行规划指令生成并进行控制；协同控制模式下，外部轴由独立控制器进行控制，并与机器人控制器进行通讯交互，机器人基于外部轴指令进行协同控制，机器人与外部轴坐标系保持特定关系；

参考速度：该速度会作为外部轴点动运动时的参考速度，单位为 mm/s 或 °/s；

参考加速度：该加速度会作为外部轴点动运动时的参考加速度，单位为 mm/s<sup>2</sup> 或 °/s<sup>2</sup>；

最大速度：该速度会作为外部轴联合规划运动时最大速度约束及监控参数，单位为 mm/s 或 °/s；

最大加速度：该加速度会作为外部轴联合规划运动时加速度约束及监控参数，单位为 mm/s<sup>2</sup> 或 °/s<sup>2</sup>；

编码器类型：增量型或绝对型；

编码器分辨率：无量纲参数，用以将编码器通讯数据 cnt 数转换为实际角度值的比例系数，编码器 cnt/编码器位数 = 实际角度；

零位偏移：仅在编码器类型为绝对型时显示可配置并生效，默认为 0，单位为 mm 或 °，用户可直接修改或通过设定当前位置为零位进行快速修改；

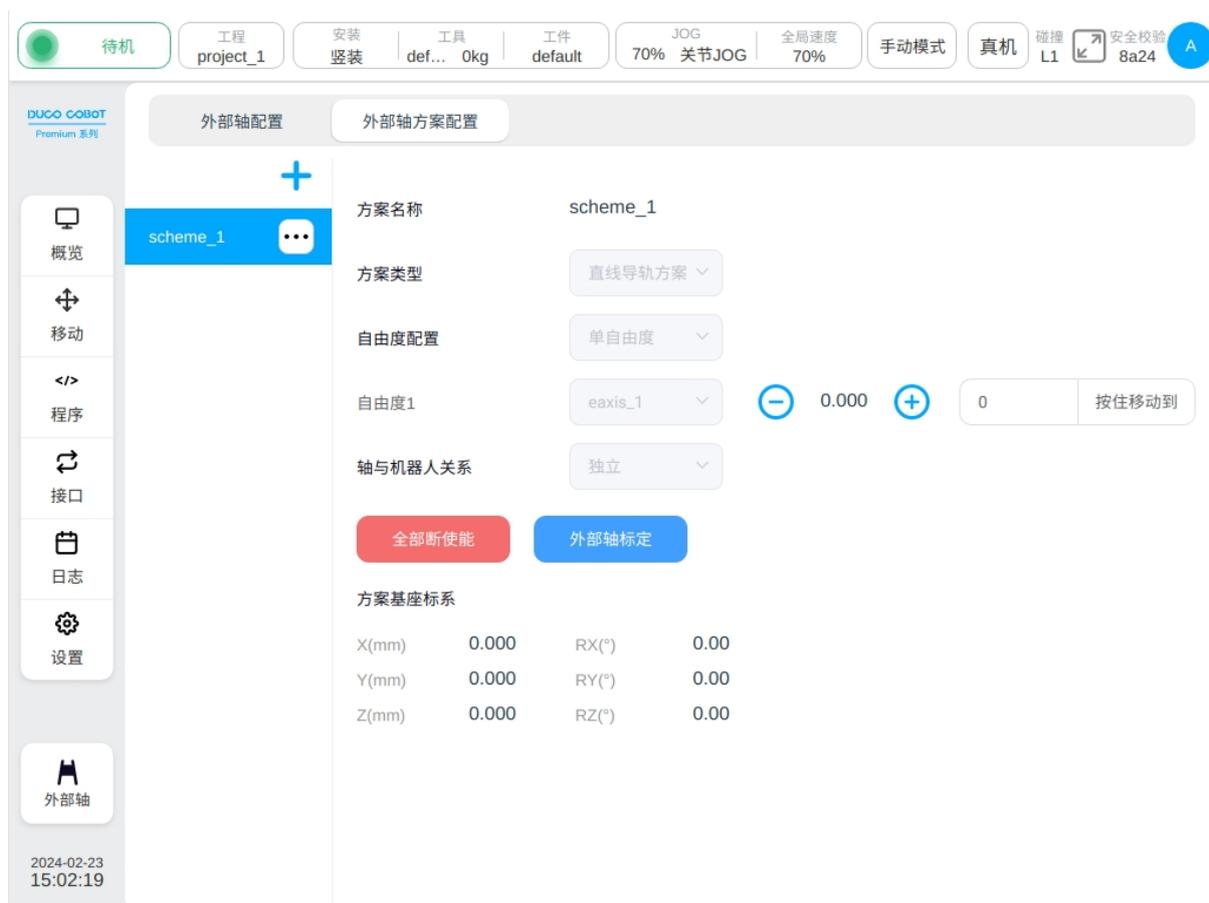
导程：仅在外轴类型为直线导轨时显示可配置并生效，单位 mm，用以描述编码器旋转 360° 时直线导轨产生的位移距离，编码器 cnt/编码器位置 \* 导程 = 直线导轨实际位置；

运动方向：正向或反向，描述编码器增大方向与实际轴运动方向的关系，正向为同向，反向为相反反向；

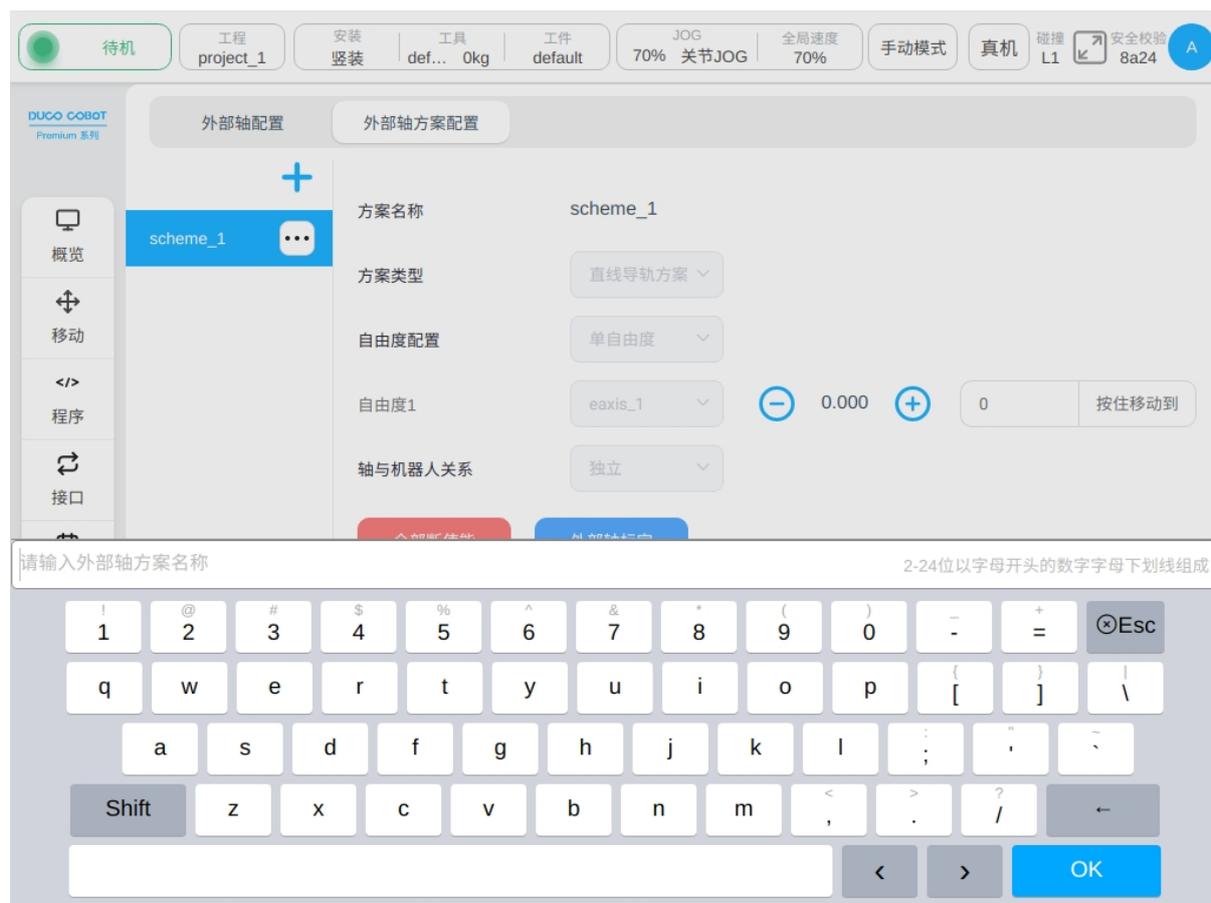
上限位/下限位：用以描述参考当前零位外部轴的绝对运动范围，超出限制将触发对应安全停止操作，单位为 mm 或 °。

## 2.2 外部轴方案配置

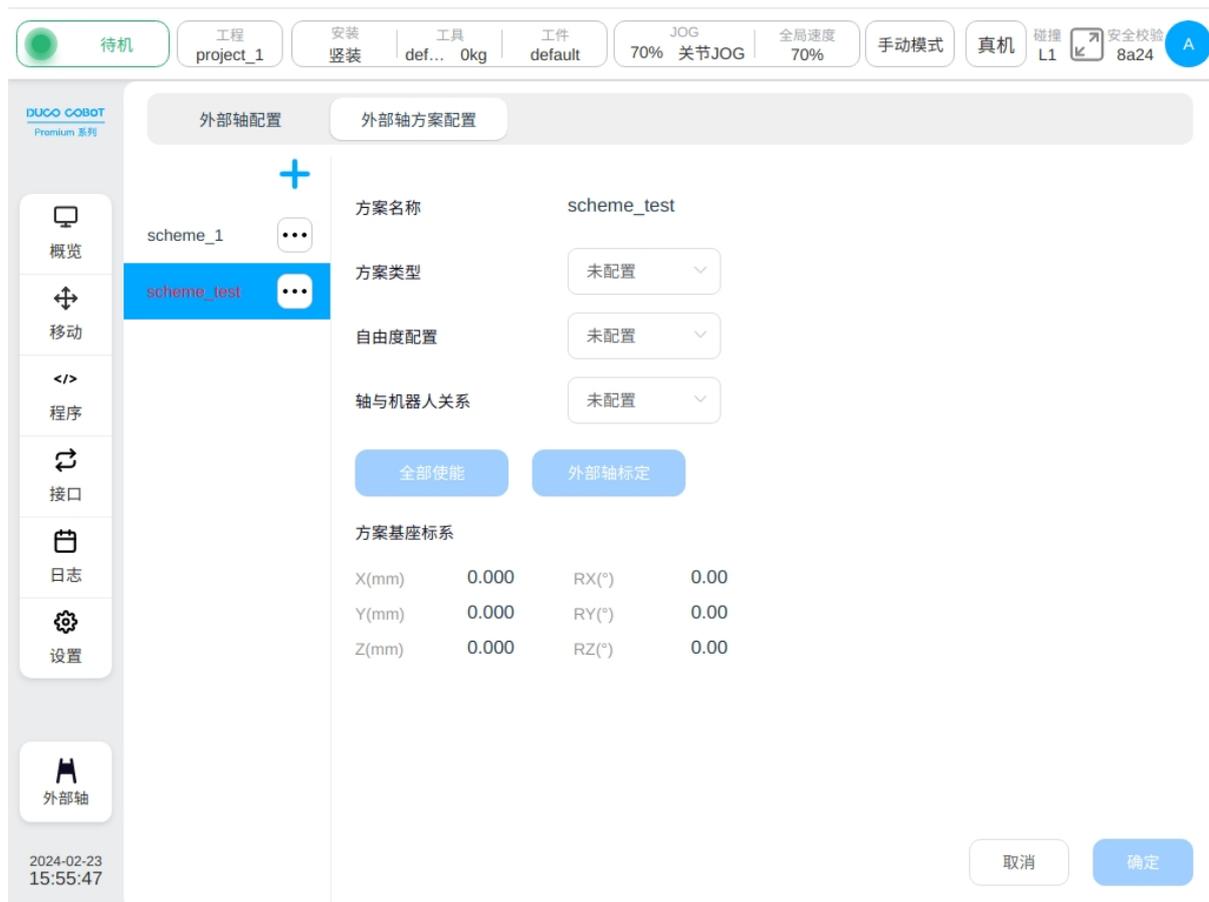
外部轴方案配置页面可新建外部轴方案，也可以对已有外部轴方案进行编辑或删除。页面左侧区是外部轴方案导航选项卡，右侧区是对应外部轴方案选项卡显示的外部轴方案参数内容，以及外部轴方案的全部使能 / 断使能、外部轴标定、外部轴点动按钮。



点击页面左侧区右上角  图标，会弹出虚拟键盘如下：

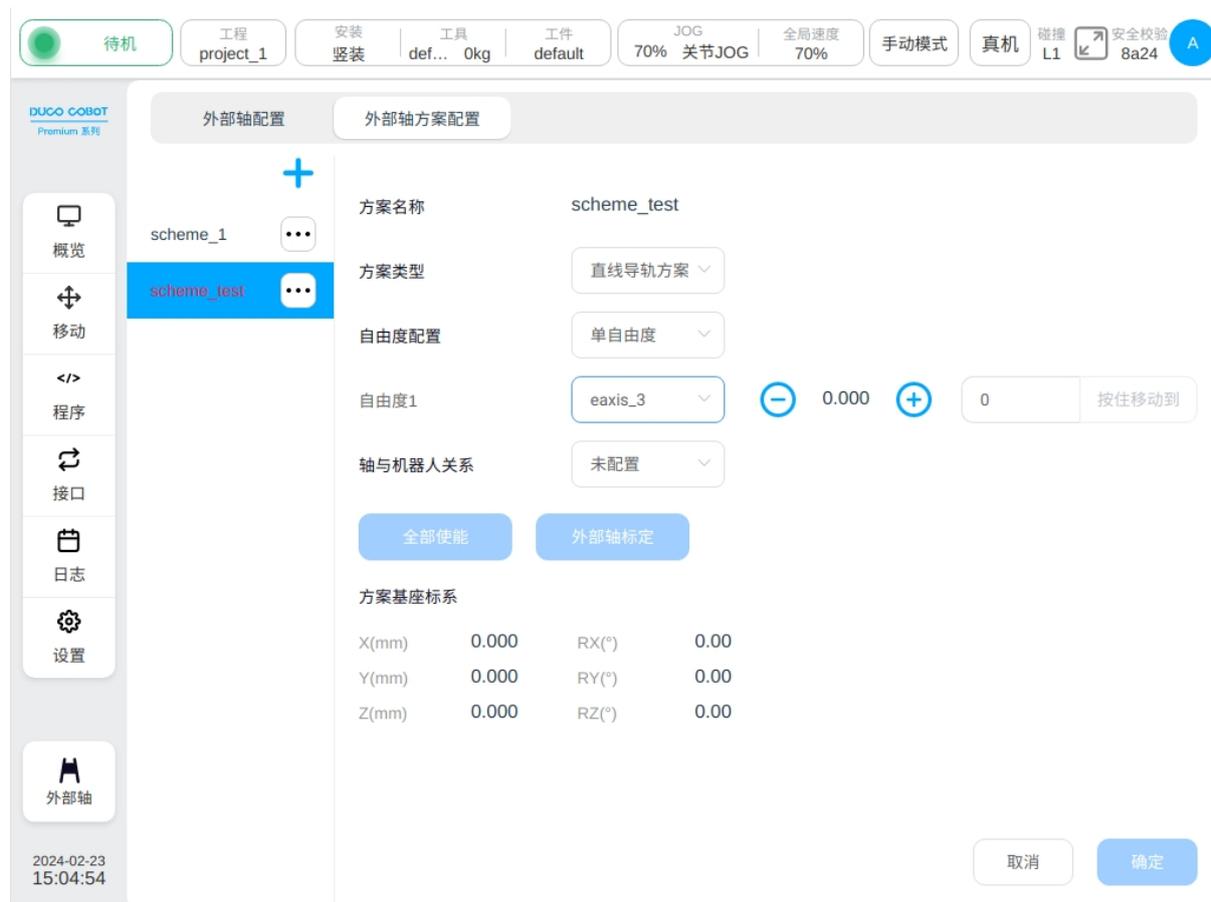


输入需新建的外部轴方案名称后，如“scheme\_test”显示如下图所示，左侧导航选项卡区会显示新建的外部轴方案名称“scheme\_test”，字体颜色为红色，代表该外部轴方案是无效的，即为没有对外部轴方案参数进行配置的方案。只有字体颜色为黑色时，才代表该外部轴方案是有效的。右侧内容区显示该新建外部轴方案需配置的内容，可配置参数有方案类型、自由度配置、轴与机器人关系。



方案类型：直线导轨方案或变位机方案；

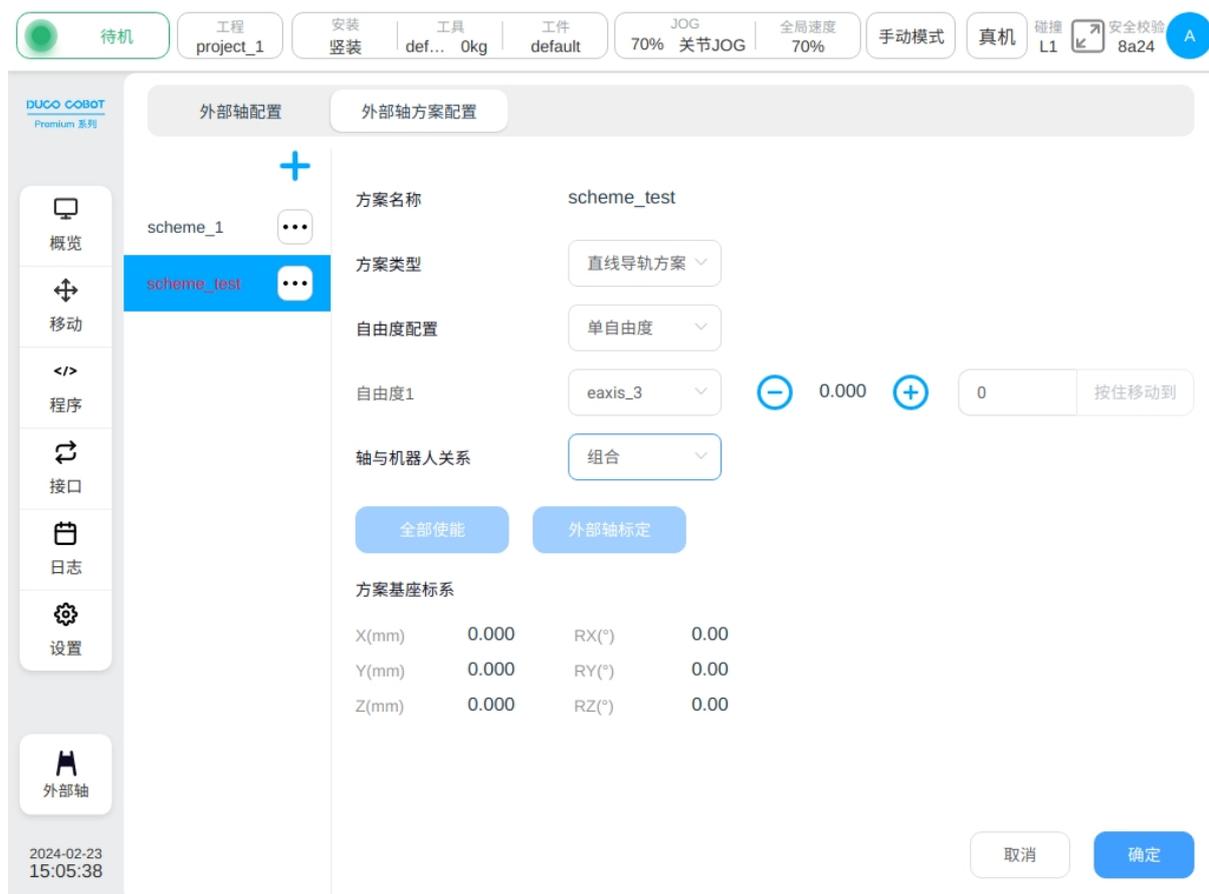
自由度配置：直线导轨方案目前仅支持单自由度，变位机方案支持单自由度、二自由度。选择好自由度后，可根据选择的自由度数对自由度与外部轴进行绑定，如下图，单自由度直线导轨方案自由度 1 绑定直线导轨外部轴 `eaxis_3`；



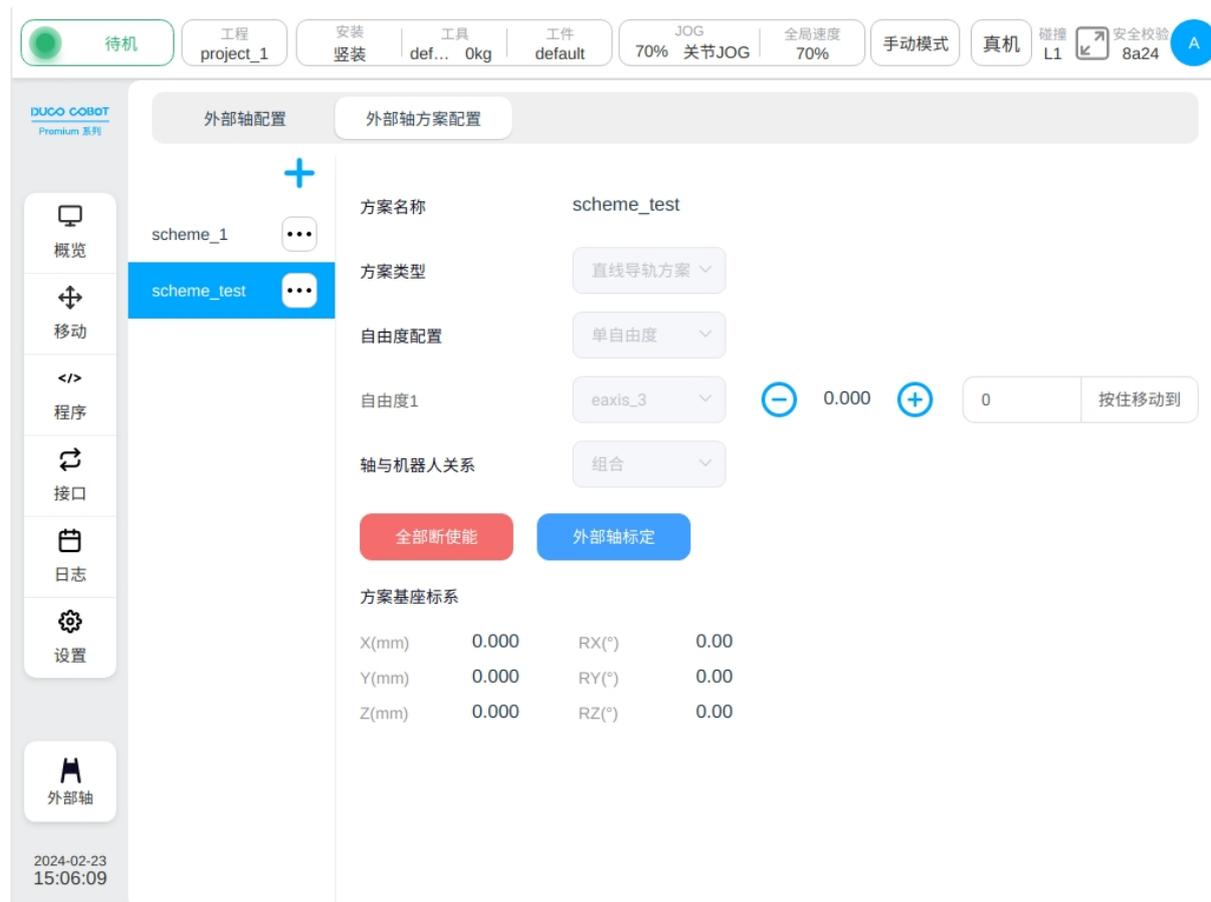
轴与机器人关系：独立或组合，即外部轴独立于机器人或机器人固定于外部轴上；

方案基坐标系：用以描述外部轴基坐标系在世界坐标系中的位置，默认与世界坐标系重合，该坐标系通过外部轴标定流程进行标定得到。

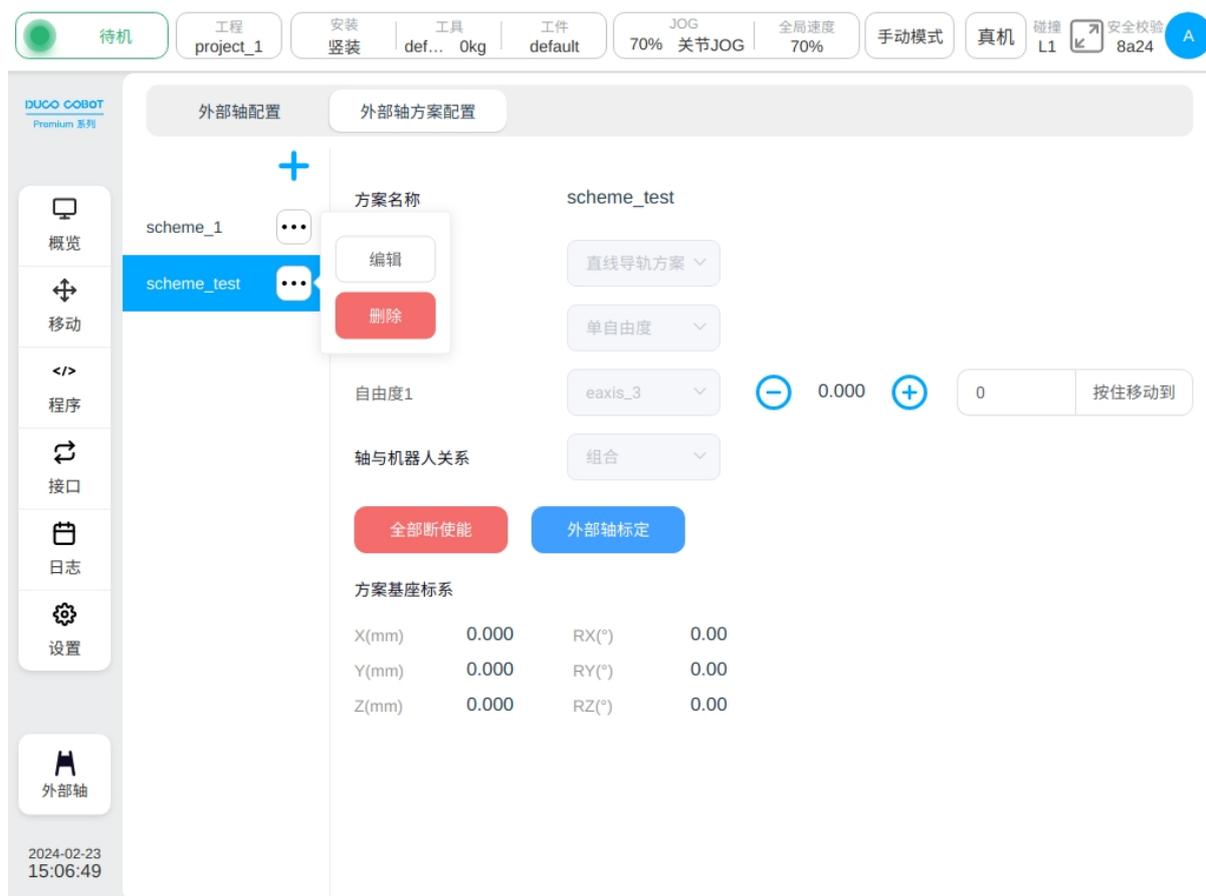
当配置好上述可配置参数后，才可点击页面右下角“确定”按钮，完成外部轴方案的配置。



在外部轴方案编辑状态下，页面的“全部使能”或“全部断使能”以及“外部轴标定”按钮均被禁用，外部轴点动操作按钮也不可操作；只有在外部轴方案非编辑状态时，才可进行外部轴方案使能 / 断使能操作，以及外部轴标定，且外部轴点动按钮只有在外部轴方案使能状态下才可以操作，即所有外部轴使能状态下才可以进行点动操作。



点击页面左侧外部轴方案名称后的  图标，会弹出显示“编辑”和“删除”按钮的弹框，可对选中的外部轴方案进行编辑或删除操作。



## 2.3 外部轴标定

外部轴标定流程用于标定计算出外部轴方案基坐标系的。在外部轴方案非编辑状态下，点击页面“外部轴标定”按钮，进入外部轴标定流程页面。根据外部轴类型的不同，外部轴标定也分为直线导轨标定和变位机标定两种。

### 2.3.1 直线导轨标定

根据轴与机器人关系的类型不同，直线导轨标定也分为组合和独立两种类型。此处以外部轴方案“scheme\_test”为例来介绍组合式直线导轨方案的标定流程。

点击页面“外部轴标定”按钮后如下图所示：



1、确定零点：可按住外部轴位置显示处左右两侧的图标，移动外部轴，确定外部轴零点位置，然后点击“下一步”按钮；



2、初始参考点：P1 点为机器人与外部轴之外的固定一点，分别 JOG 外部轴与机器人，使机器人末端与 P1 点贴合并记录；示教好机器人或外部轴位置后，P1 点后由  显示为 ，点击“下一步”按钮；

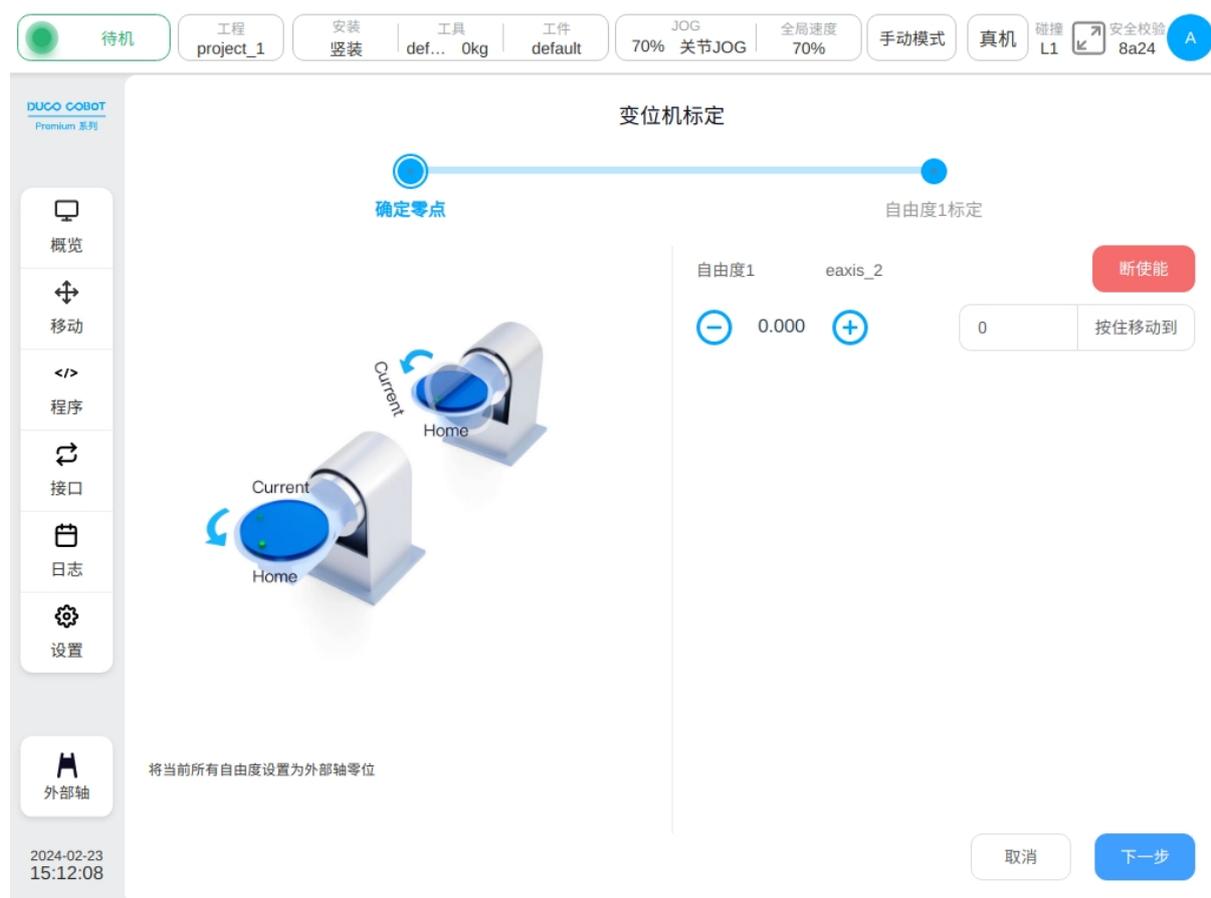


3、自由度 1 标定：同样地 JOG 外部轴与机器人，使机器人末端与 P2 点（物理环境中即为原 P1 点）贴合并记录；示教并记录好机器人末端位置点位后，点击“完成”。



### 2.3.2 变位机标定

当外部轴类型为变位机时，外部轴标定即为变位机标定。此处以单自由度变位机类型外部轴方案为例来介绍变位机方案的标定流程。点击页面“外部轴标定”按钮如下图：



1、确定零点：可按住外部轴位置显示处左右两侧的图标，移动外部轴，确定外部轴零点位置，然后点击“下一步”按钮；



2、自由度1标定：P1、P2、P3分别为外部轴表面上任意一点，JOG外部轴与机器人，使机器人末端与P1、P2、P3点分别贴合并记录；示教并记录好机器人末端位置点位后，点击“完成”即可。



## 2.4 外部轴编程功能块

与外部轴相关的功能块有四个：Move\_Eaxis，MoveJ\_Eaxis，MoveL\_Eaxis，MoveC\_Eaxis。

### Move\_Eaxis

外部轴单独运动的指令块。可设参数：

外部轴方案：目标外部轴方案名称。

自由度目标点：目标外部轴方案所对应自由度位置，记录位置自由度及单位根据外部轴方案所设置自由度及外部轴方案类型改变，单位°或mm。

最大规划速度：外部轴最大规划速度，根据对应外部轴方案类型改变，单位°/s或mm/s。

启用OP：OP功能可以在轨迹执行过程中设置通用数字输出口状态或操作自定义事件。



若启用 OP，则需要做如下配置：

可以在轨迹开始后触发和轨迹结束前/结束后触发

触发类型：可选择不触发、时间触发、距离触发

触发延时：设置时间，单位 ms

触发距离：设置距离，单位 mm

触发操作：选择端口及端口状态，或操作自定义事件

## 轨迹开始后触发

触发类型

时间触发 ▾

触发延时(ms)

0

触发操作

DO1 ▾

LOW ▾

## 轨迹结束触发

触发点

结束前 ▾

触发类型

距离触发 ▾

距离(mm)

0

触发操作

DO1 ▾

LOW ▾

**MoveJ\_Eaxis**

外部轴与机器人关节运动。机器人按照关节运动的方式移动，可以选择移动到目标关节或者目标姿态。可设参数：

目标位置：可以通过示教的方式设置或者设置为变量，示教设置后可手动更改。

使用父节点坐标系：选择目标位置姿态时可设，勾选时，该功能块使用父节点 **Move** 功能块设置的参考坐标系，默认勾选

参考坐标系：选择目标位置姿态时可设，不勾选使用父节点坐标系时，可单独为该功能块设置其参考坐标系

使用父节点参数：勾选时，该功能块使用父节点 **Move** 功能块设置的关节角速度、关节角加速度参数；不勾选时，需要单独为该功能块设置关节角速度、关节角加速度，默认勾选

关节角速度：单位 %/s，可以直接输入或选择变量。

关节角加速度：单位 %/s<sup>2</sup>，可以直接输入或选择变量。

融合半径：单位 mm0 表示不融合。

启用 OP：OP 功能可以在轨迹执行过程中设置通用数字输出口状态或操作自定义事件。

外部轴参数配置同 **Move\_EAxis**，此处不累述。



若启用 OP，则需要做如下配置：

可以在轨迹开始后触发和轨迹结束前/结束后触发

触发类型：可选择不触发、时间触发、距离触发

触发延时：设置时间，单位 ms

触发操作：选择端口及端口状态，或操作自定义事件

## 轨迹开始后触发

触发类型

时间触发 ▾

触发延时(ms)

0

触发操作

DO1 ▾

LOW ▾

## 轨迹结束触发

触发点

结束前 ▾

触发类型

距离触发 ▾

距离(mm)

0

触发操作

DO1 ▾

LOW ▾

**MoveL\_Eaxis**

外部轴与机器人直线运动。机器人按照直线移动到目标姿态，可设参数：

目标姿态：可以通过示教的方式设置或者设置为变量，示教设置后可手动更改。

使用父节点坐标系：勾选时，该功能块使用父节点 Move 功能块设置的参考坐标系，默认勾选

参考坐标系：不勾选使用父节点坐标系时，可单独为该功能块设置其参考坐标系

使用父节点参数：勾选时，该功能块使用父节点 Move 功能块设置的末端速度、末端加速度参数；不勾选时，需要单独为该功能块设置末端速度、末端加速度，默认勾选

末端速度：单位 mm/s，可以直接输入或选择变量。

末端加速度：单位 mm/s<sup>2</sup>，可以直接输入或选择变量。

融合半径：单位 mm，0 表示不融合

启用 OP：OP 功能可以在轨迹执行过程中设置通用数字输出口状态或操作自定义事件。

OP 参数配置同 Move\_EAxis。

外部轴参数配置同 Move\_EAxis，此处不累述。



### MoveC\_Eaxis

外部轴与机器人圆弧运动。机器人按照圆弧或者整圆移动，可设参数：

模式：圆弧或者整圆

中间点姿态/中间点 1：可以通过示教的方式设置或者设置为变量，示教设置后可手动更改。

目标姿态/中间点 2：可以通过示教的方式设置或者设置为变量，示教设置后可手动更改。

使用父节点坐标系：勾选时，该功能块使用父节点 **Move** 功能块设置的参考坐标系，默认勾选

参考坐标系：不勾选使用父节点坐标系时，可单独为该功能块设置其参考坐标系

使用父节点参数：勾选时，该功能块使用父节点 **Move** 功能块设置的末端速度、末端加速度参数；不勾选时，需要单独为该功能块设置末端速度、末端加速度，默认勾选

末端速度：单位 mm/s，可以直接输入或选择变量。

末端加速度：单位 mm/s<sup>2</sup>，可以直接输入或选择变量。

融合半径：单位 mm，0 表示不融合

姿态控制模式：若选择“与终点一致”，机器人的姿态根据终点姿态对圆弧路径中的姿态进行规划；若选择“与起点一致”，机器人的姿态根据起点姿态对圆弧路径中的姿态进行规划，路径过程中姿态与起点一致；若选择“受圆心约束”，机器人的姿态相对于圆弧运动产生的姿态变化对姿态进行约束。

启用 OP：OP 功能可以在轨迹执行过程中设置通用数字输出口状态或操作自定义事件。

OP 参数配置同 Move\_EAxis。

外部轴参数配置同 Move\_EAxis，此处不累述。

