

# 焊接工艺包 V3

## 3.1

中科新松有限公司

Jun 27, 2025

# CONTENTS

|          |                    |           |
|----------|--------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>焊接工艺包 V3 简介</b> | <b>1</b>  |
| 1.1      | 适配说明               | 1         |
| 1.2      | 安装与卸载              | 3         |
| <b>2</b> | <b>系统配置</b>        | <b>12</b> |
| 2.1      | 焊机连接               | 13        |
| 2.1.1    | 数字量通讯              | 13        |
| 2.1.2    | 模拟量通讯              | 15        |
|          | 接线说明               | 15        |
|          | 软件操作               | 18        |
| 2.2      | 机器人                | 23        |
| 2.2.1    | 1. 安装方式            | 23        |
| 2.2.2    | 2. 负载设置            | 24        |
| 2.2.3    | 2.TCP 标定           | 25        |
| 2.3      | 外部设备               | 33        |
| 2.3.1    | 外部轴配置              | 33        |
|          | 直线导轨标定             | 44        |
|          | 变位机标定              | 48        |
| 2.3.2    | 牵引手柄配置             | 60        |
| 2.3.3    | 遥感配置               | 61        |
|          | 力控配置               | 62        |
|          | 遥感配置               | 71        |
| 2.3.4    | 激光配置               | 79        |
| 2.4      | 智能化                | 79        |
| <b>3</b> | <b>开始使用</b>        | <b>87</b> |
| 3.1      | 概述                 | 87        |
| 3.2      | 状态栏                | 88        |
| 3.3      | 工艺库                | 96        |
| 3.3.1    | 工艺列表               | 100       |
| 3.3.2    | 工艺内容               | 102       |
|          | 基础信息               | 102       |
|          | 焊道编辑               | 105       |
|          | 工艺编辑（气保焊）          | 112       |
|          | 工艺编辑（氩弧焊）          | 119       |
|          | 工艺编辑（激光焊）          | 125       |
|          | 多层多道工艺编辑           | 131       |
| 3.4      | 程序管理               | 133       |
| 3.4.1    | 程序列表               | 133       |

|          |                        |            |
|----------|------------------------|------------|
| 3.4.2    | 程序编辑 . . . . .         | 139        |
|          | 编辑状态界面说明 . . . . .     | 139        |
|          | 编辑节点说明 . . . . .       | 141        |
|          | 节点相关操作 . . . . .       | 155        |
|          | 指令工具区 . . . . .        | 156        |
| 3.4.3    | 焊缝工艺与设置 . . . . .      | 157        |
|          | 工艺设置 . . . . .         | 158        |
|          | 焊缝设置 . . . . .         | 169        |
| 3.5      | 焊接执行 . . . . .         | 180        |
| 3.5.1    | 程序编写 . . . . .         | 180        |
|          | 单道焊接程序 . . . . .       | 180        |
|          | 多层多道焊接程序 . . . . .     | 187        |
|          | 多焊缝焊接程序 . . . . .      | 194        |
| 3.5.2    | 程序运行 . . . . .         | 195        |
| 3.6      | 任务日志 . . . . .         | 206        |
| <b>4</b> | <b>基础</b> . . . . .    | <b>207</b> |
| 4.1      | 焊接设置 . . . . .         | 207        |
| 4.2      | 电弧跟踪设置 . . . . .       | 208        |
| 4.3      | 焊接保护设置 . . . . .       | 209        |
| 4.4      | 装箱姿态设置 . . . . .       | 210        |
| 4.5      | 调整手柄设置 . . . . .       | 211        |
| 4.6      | 多层多道设置 . . . . .       | 212        |
| <b>5</b> | <b>激光跟踪器</b> . . . . . | <b>214</b> |
| 5.1      | 介绍 . . . . .           | 214        |
| 5.2      | 激光通讯连接 . . . . .       | 214        |
| 5.3      | 激光标定 . . . . .         | 215        |
| 5.4      | 编程功能块 . . . . .        | 218        |
| 5.5      | 编程脚本 . . . . .         | 222        |
| 5.6      | 激光寻位 . . . . .         | 223        |
| 5.7      | 激光跟踪 . . . . .         | 229        |
| 5.8      | 异常检测 . . . . .         | 230        |

CHAPTER  
ONE

焊接工艺包 V3 简介

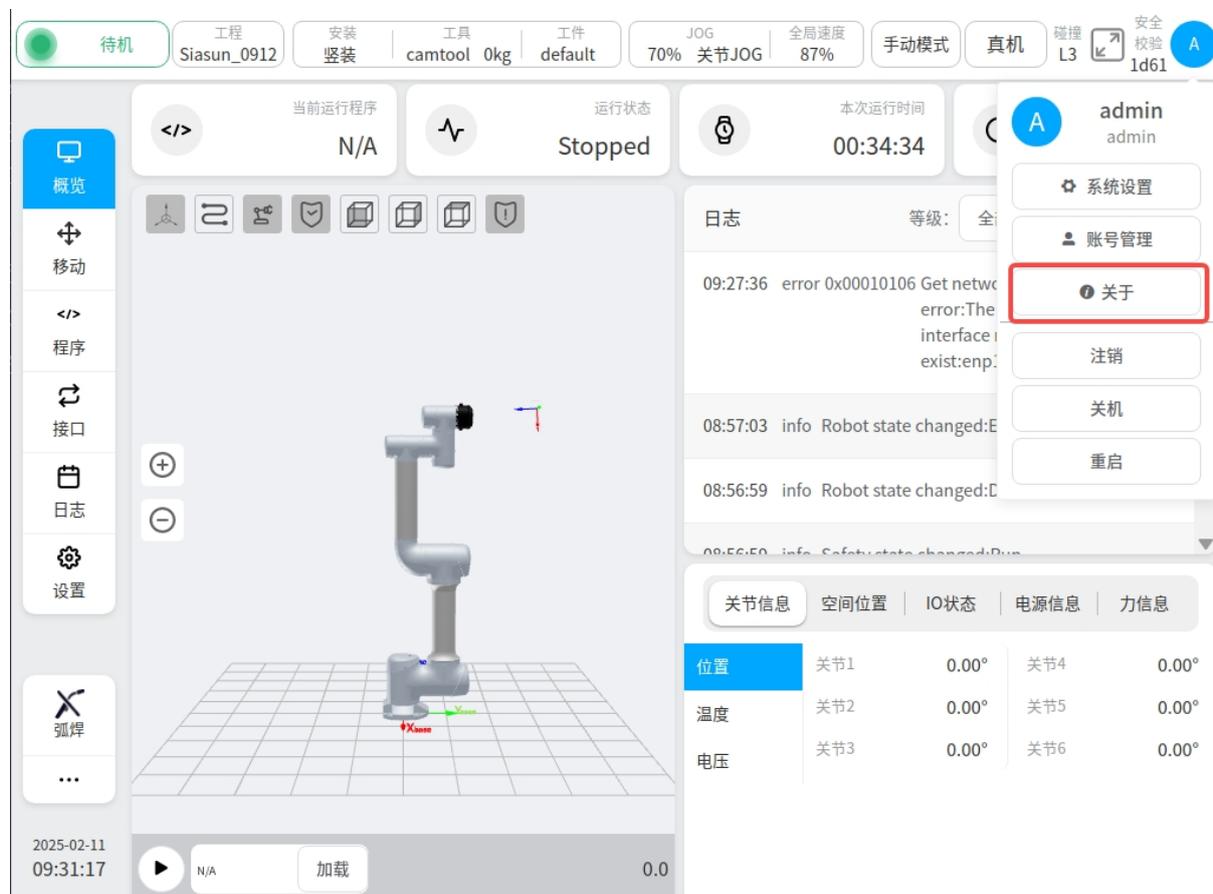
焊接应用中，通常需要机器人与焊机直接通讯，以降低通讯延时，从而达到更好的焊接质量。

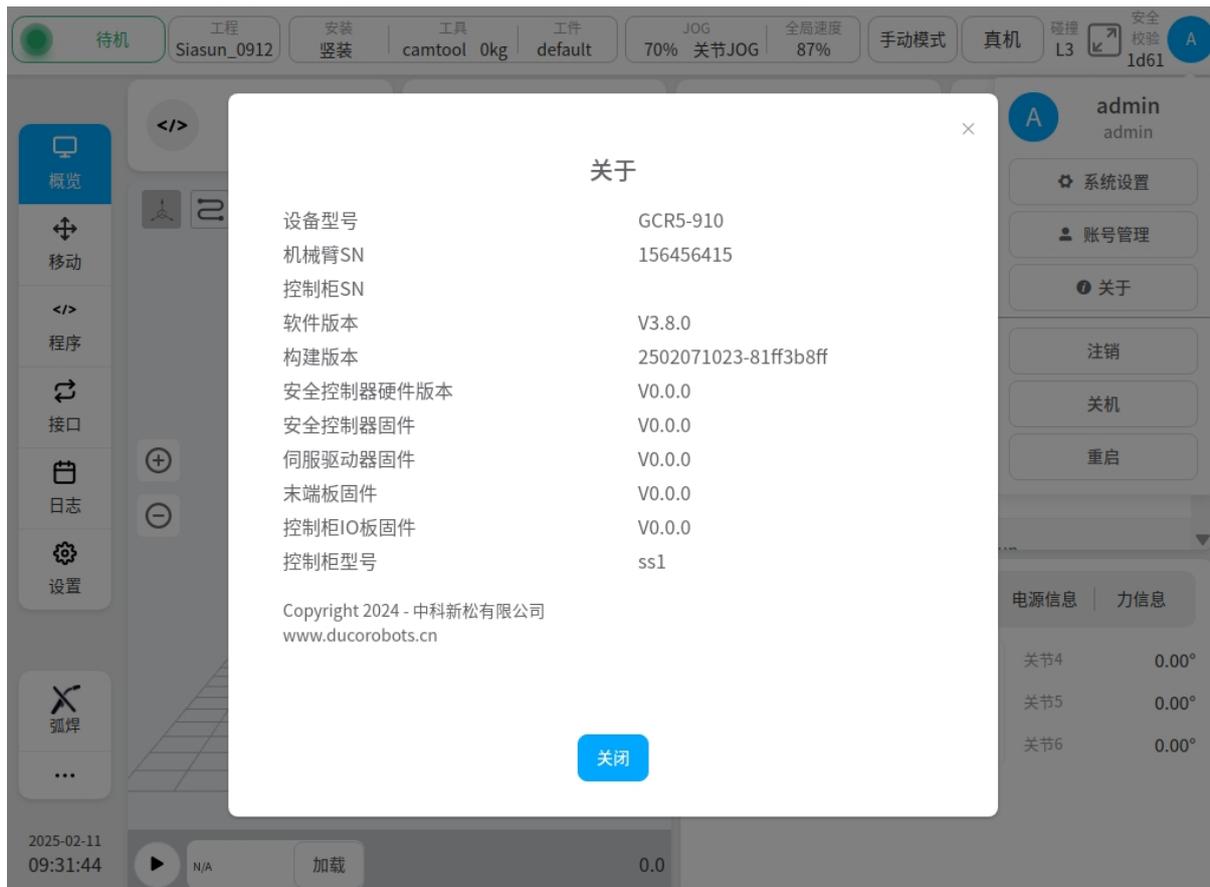
1.1 适配说明

焊接工艺包 V3 安装前，需要保证机器人的软件版本适配，具体的：

|            |            |
|------------|------------|
| 机器人控制软件版本  | V3.5.0 及以上 |
| 机器人从站固件版本  | V1.0.2 及以上 |
| 机器人安全控制器版本 | V2.1.0 及以上 |

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。





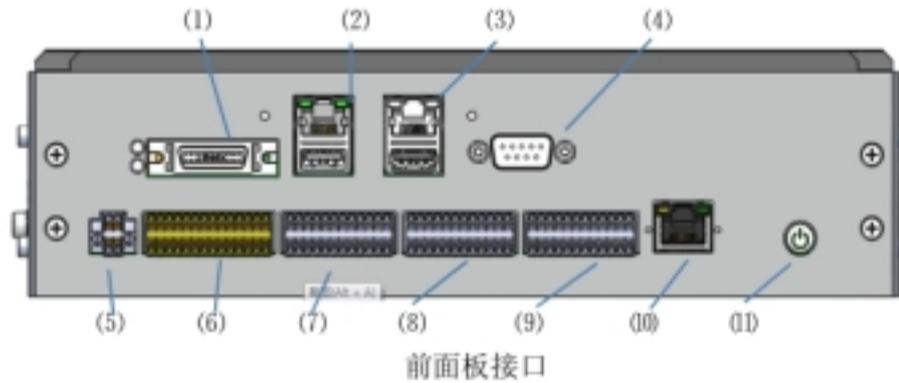
当前版本支持数字量通讯的焊机型号有：

| 焊机厂商   | 焊机型号                       | 通讯协议          |
|--------|----------------------------|---------------|
| 奥太     | NBC-500RP Plus / NBC-350RL | CAN           |
| 通用重工   | RB_P 系列                    | CAN           |
| 麦格米特   |                            | DeviceNet/CAN |
| 威尔泰克   |                            | DeviceNet     |
| 合大     |                            | DeviceNet     |
| EWM    |                            | DeviceNet     |
| 松下     |                            | DeviceNet     |
| WECO   |                            | Modbus TCP    |
| 必高     |                            | CAN           |
| Kemppi |                            | Modbus TCP    |
| 思倍睿    |                            | Modbus TCP    |
| 伏能士    |                            | DeviceNet     |
| 卡尔可鲁斯  |                            | DeviceNet     |

## 1.2 安装与卸载

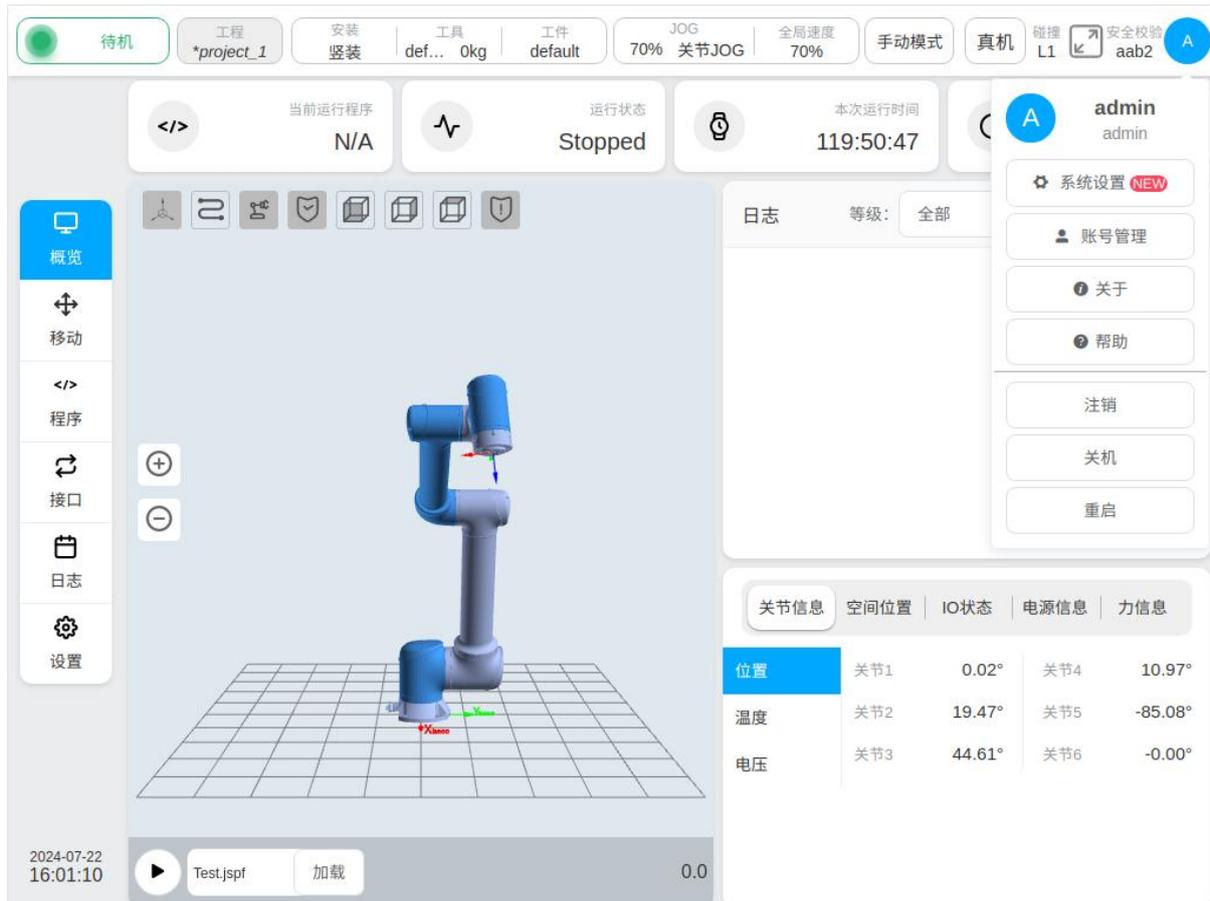
焊接工艺包 v3 插件包文件为 “weld.plugin”，安装步骤如下所示：

1. 将焊接工艺包 v3 插件包放入 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。



| 序号 | 接口名称            | 序号 | 接口名称         |
|----|-----------------|----|--------------|
| 1  | VGA&COM3/4      | 2  | LAN1+USB3.0  |
| 3  | LAN2+USB2.0     | 4  | COM1         |
| 5  | IO POWER(IO 供电) | 6  | SIO (安全 IO)  |
| 7  | DIO (数字 IO)     | 8  | CIO (可配置 IO) |
| 9  | EIO (功能拓展 IO)   | 10 | EtherCAT2    |
| 11 | ON/OFF(开关机)     |    |              |

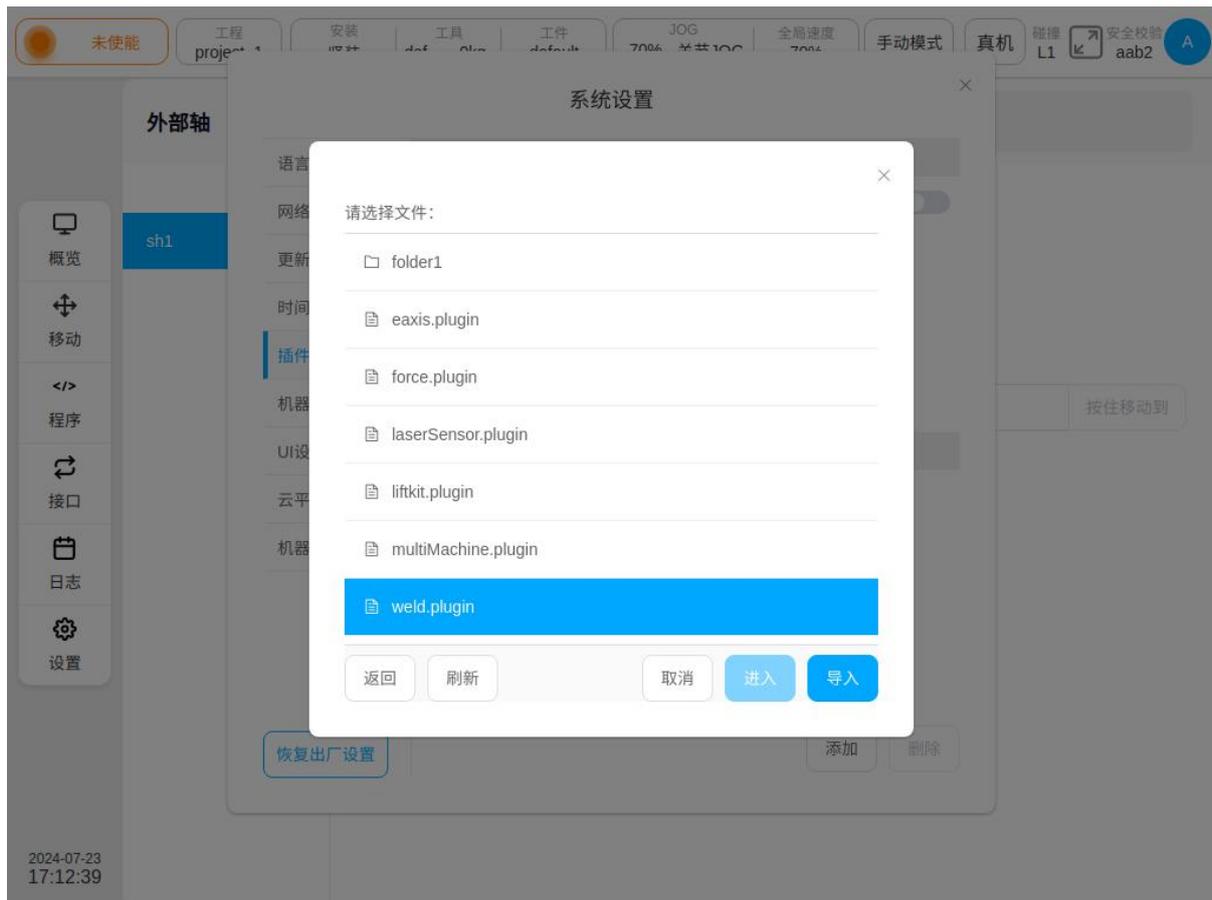
3. 使用 admin 账户登录机器人系统，点击用户头像，选择系统设置。



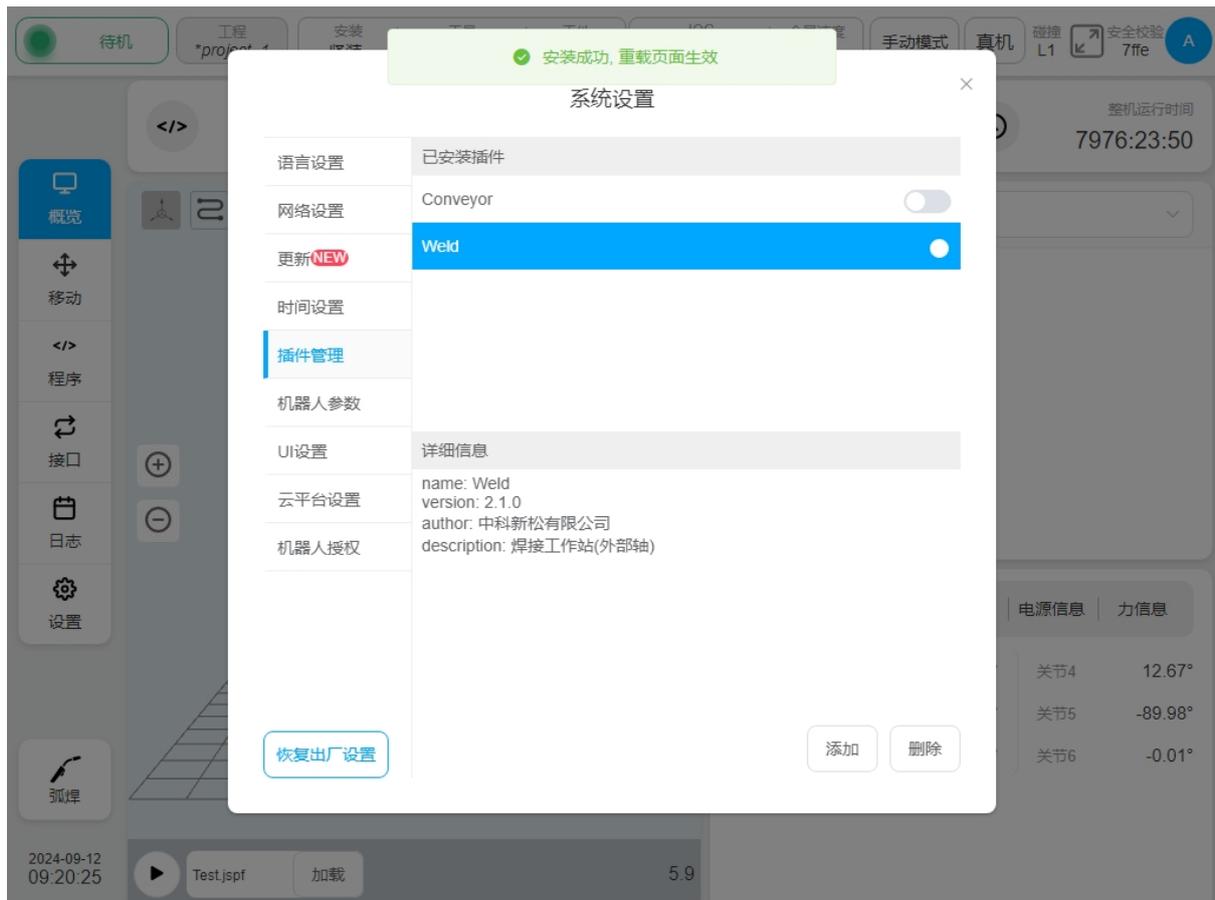
4. 选择插件管理功能, 点击添加按钮。



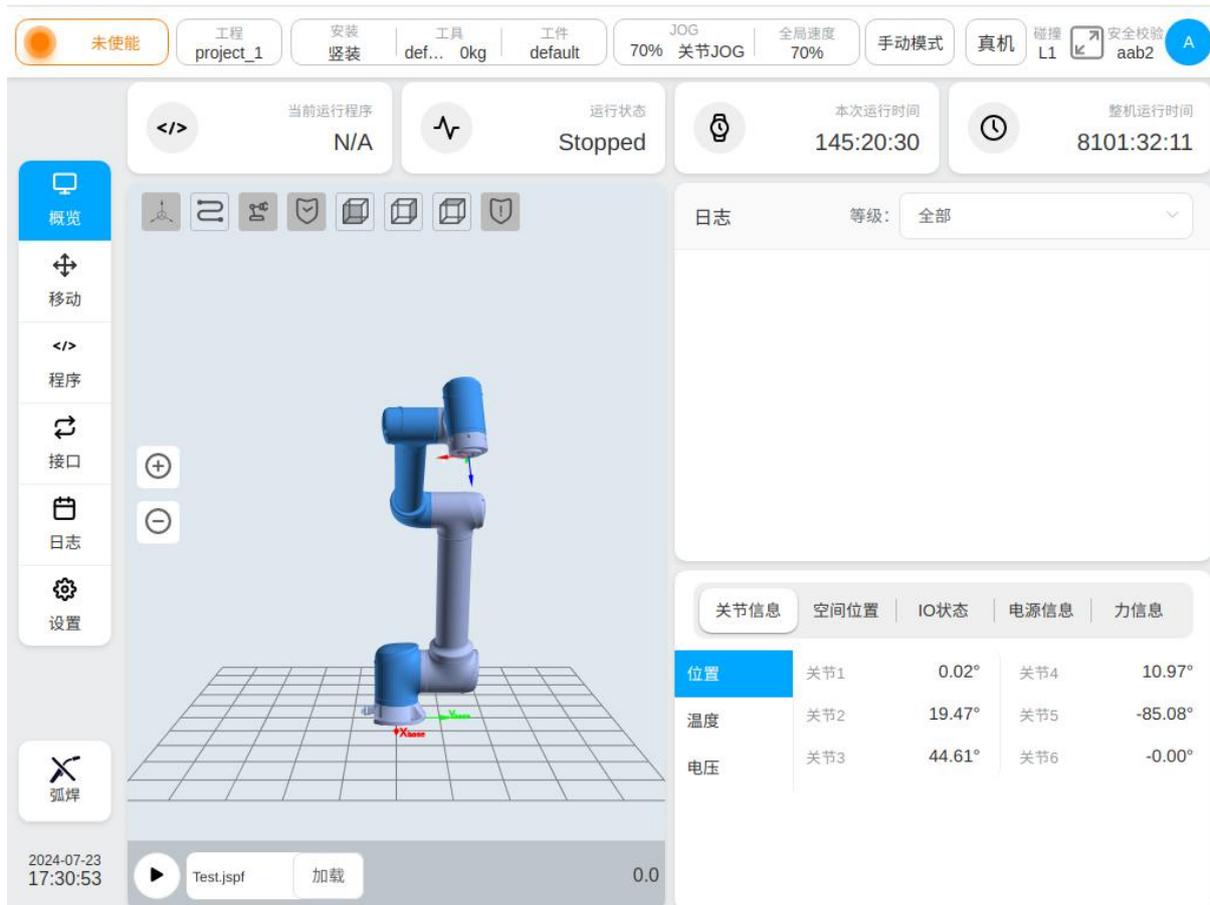
5. 选择 U 盘并从文件列表中，找到并选择 “weld.plugin” 插件包。



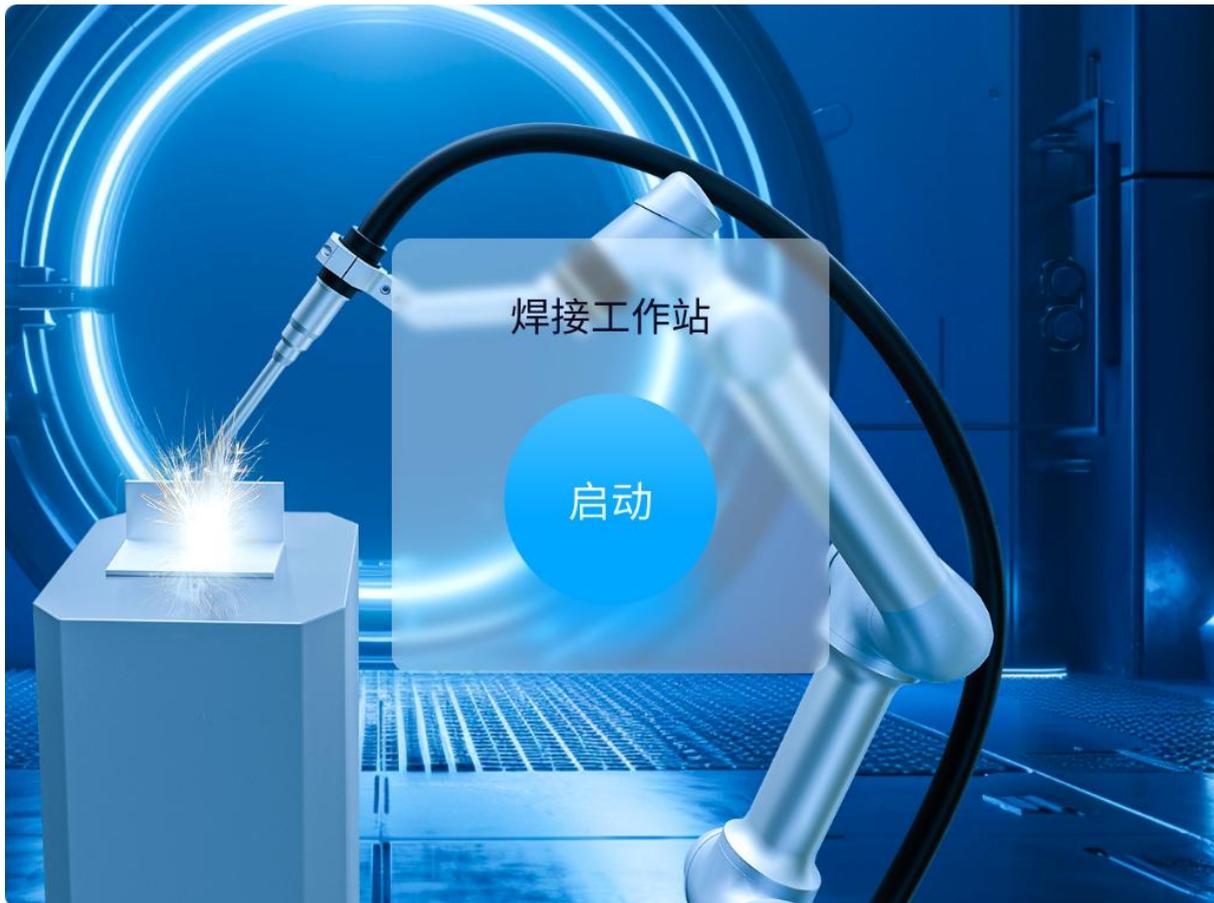
6. 插件包安装完成后，如下图所示，页面上方会弹窗显示插件包安装成功。且选中已安装插件区域里该插件包，页面下方详细信息会显示当前插件包的名称，版本等内容。



7. 焊接工艺包 v3 安装完成后，将在主页面的左下方，出现工艺包设置入口。



8. 点击此工艺包设置入口按钮，即可进入焊接工艺包 v3 登录页面。



9. 点击登录按钮，即可进入焊接工艺包 V3，如下图所示。



10. 已安装好的焊接工艺包 V3，进入系统设置-插件设置页面，可以通过关闭使能信号的方式，暂时失效。或者点击删除按钮，将插件包彻底删除。



CHAPTER  
TWO

## 系统配置

安装完成第一次进入焊接工艺包时，将进入系统配置页面；可在系统页面进行焊接设备、机器人、外部设备、智能化等相关配置进行选择配置。



后续需再次更改系统相关配置时，点击用户头像，选择系统设置，按照以上操作即可。



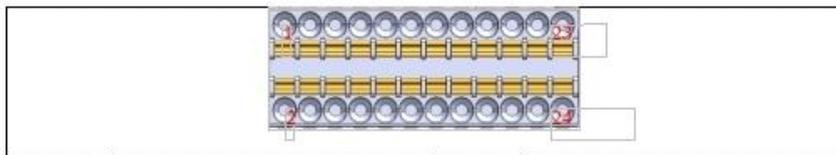
## 2.1 焊机连接

焊接电源可以选择数字通讯和模拟量通讯，根据实际需求进行选择

### 2.1.1 数字量通讯

使用 CAN 通讯时，需要参考《协作机器人用户手册（硬件部分）》，与焊机说明书，将两者的 CAN 通讯接口对接，机器人控制柜 CAN 端口内部已接了 120Ω 的终端电阻。不需要另外接电阻。以适配奥太 NBC-500RP Plus / NBC-350RL 系列焊机为例：

- 1、查询《协作机器人用户手册（硬件部分）》，找到 CAN 通讯接口，如下图所示：

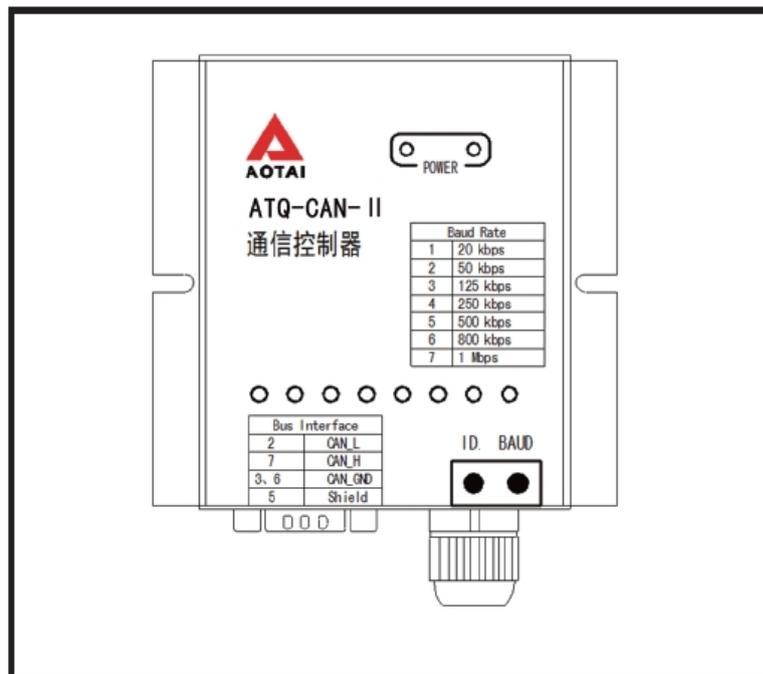


| 编号 | 信号定义           | 编号 | 信号定义               |
|----|----------------|----|--------------------|
| 1  | AI1 (电压模拟量输入1) | 2  | AG (模拟地)           |
| 3  | AI2 (电压模拟量输入2) | 4  | AG (模拟地)           |
| 5  | AO1 (电压模拟量输出1) | 6  | AG (模拟地)           |
| 7  | AO2 (电压模拟量输出2) | 8  | AG (模拟地)           |
| 9  | DC24V          | 10 | RC1(远程开关ON+)       |
| 11 | 0V/GND         | 12 | PowerON(远程开关ON-)   |
| 13 | A+ (INC信号A相+)  | 14 | RC2(远程开关OFF+)      |
| 15 | A- (INC信号A相-)  | 16 | PowerOFF(远程开关OFF-) |
| 17 | A- (INC信号A相-)  | 18 | CAN_L              |
| 19 | B- (INC信号B相-)  | 20 | CAN_H              |
| 21 | Z+ (INC信号C相+)  | 22 | 485_B              |
| 23 | Z- (INC信号C相-)  | 24 | 485_A              |

从表格中可知，CAN 通讯使用引脚 11，18，20。

2、查询焊机说明书，找到焊机侧 CAN 通讯接口，如下图所示：

## CAN 通信控制器



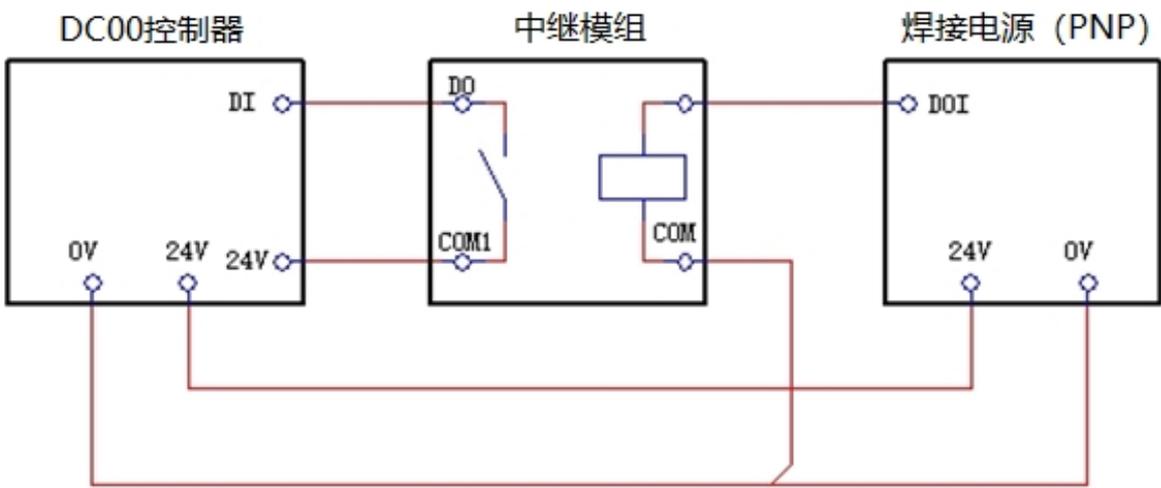
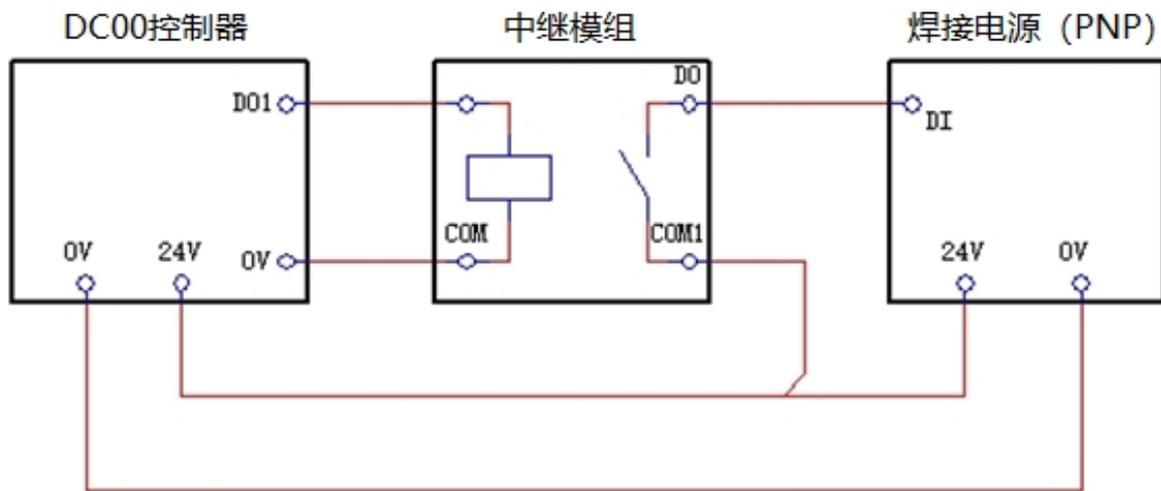
3、根据机器人与焊机说明书所述，将焊机通讯线 2 号针对应线路与机器人拓展接口第 18 号引脚相接，将 7 号针对应线路与机器人拓展接口第 20 号引脚相接。将 3/6 号针对应线路与机器人拓展接口第 11 号引脚相接，完成接线。

### 2.1.2 模拟量通讯

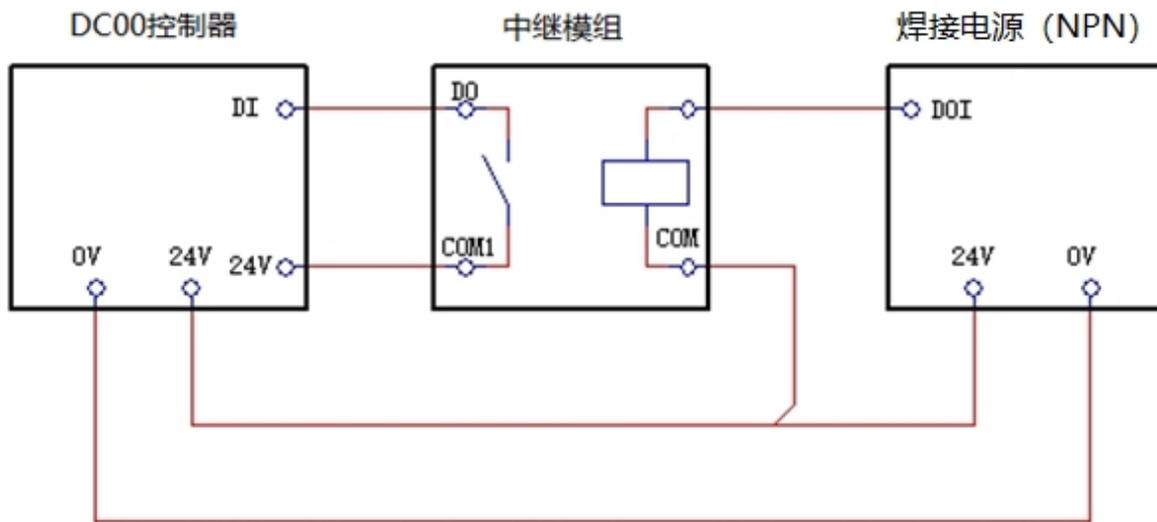
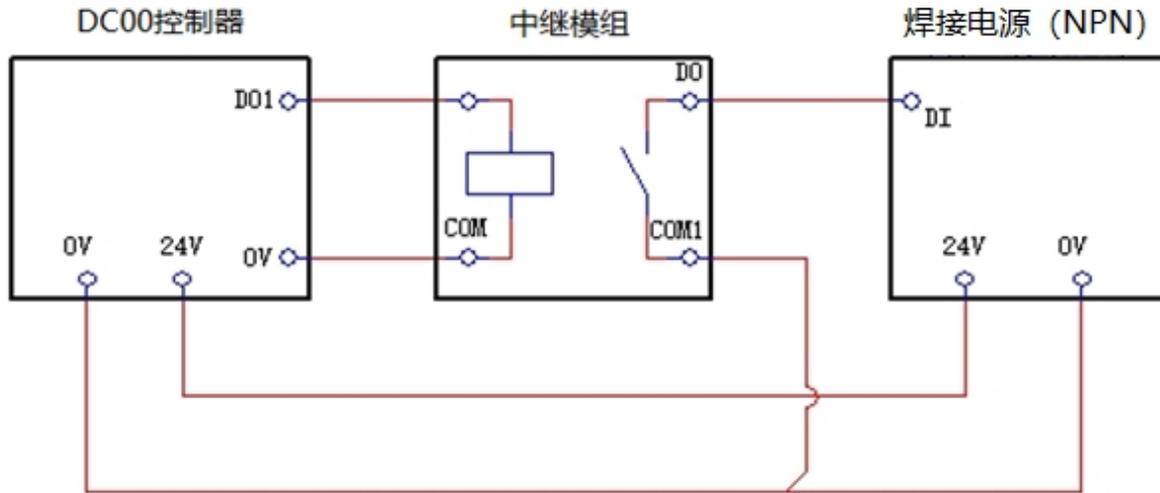
#### 接线说明

1. 多可协作机器人与焊接电源进行模拟量通讯连接时，需要配置两组继电器，根据实际使用的功能选择继电器组的数量。具体的接线方式根据焊接电源端口类型不同，接线方式有区别。具体如下：

焊接电源端口类型为 PNP 时，接线方式如下图：



焊接电源端口类型为 NPN 时，接线方式如下图：



2. 焊机电源给定焊接电流和焊接电压接入机器人控制器 0-10V 模拟量电压输出接口 (AO 接口)
3. 焊机电源返回的实际电流和实际电压接入机器人控制器模拟量电压输入接口 (AI 接口)

机器人端 IO 对应表如下

| 端子名称 | 端口名称        | 接入说明    |
|------|-------------|---------|
| DIO  | DI1(5 号接口)  | 起弧成功信号  |
|      | DI2(7 号接口)  | 准备信号    |
|      | DI3(9 号接口)  | 寻位成功信号  |
|      | DO1(6 号接口)  | 起弧信号    |
|      | DO2(8 号接口)  | 送丝信号    |
|      | DO3(10 号接口) | 退丝信号    |
|      | DO4(12 号接口) | 气体检测信号  |
|      | DO5(14 号接口) | 机器人准备就绪 |
| CIO  | DO6(16 号接口) | 寻位使能    |
|      | DO7(18 号接口) | JOB1 信号 |
|      | DO8(20 号接口) | JOB2 信号 |
| EIO  | DO9(6 号接口)  | JOB3 信号 |
| EIO  | AI1(1 号接口)  | 焊接电流    |
|      | AI2(3 号接口)  | 焊接电压    |
|      | AO1(5 号接口)  | 给定电流    |
|      | AO2(7 号接口)  | 给定电压    |

### 软件操作

配置焊机通讯方式，具体操作如下：

点击焊接设备，进入焊接类型选择页面，焊接类型包含气保焊、氩弧焊、激光焊；选择当前焊机类型，点击确定进入焊接设备配置页面；





通讯方式选择“数字量通讯”，点击右下角“连接”按钮生效

待机 程序 焊接使能 JOG 100% 关节JOG 全局速度 100% 自动模式 牵引笛卡尔 高速 设置 A

### 焊接设备配置

**焊机配置**

通讯方式: 数字量通讯

焊机连接状态: 未连接

焊机品牌: 奥太

焊机型号: RL

通讯波特率: 125

自动连接: OFF

系统阻值( $\Omega$ ): - 0 + 若使用焊接专家库系统, 请测量焊机输出正负极的电阻

连接

返回 完成

通讯方式选择“模拟量通讯”，点击右下角“连接”按钮生效



点击“IO 对应表”，进入 IO 对应表页面，可以查询 IO 信号对应情况，以及状态

## 模拟量配置

## 机器人-&gt;焊机

|         |       |                            |
|---------|-------|----------------------------|
| 起弧信号    | DO1   | <input type="checkbox"/> 0 |
| 送丝信号    | DO2   | <input type="checkbox"/> 0 |
| 退丝信号    | DO3   | <input type="checkbox"/> 0 |
| 气体检测信号  | DO4   | <input type="checkbox"/> 0 |
| 机器人准备就绪 | DO5   | <input type="checkbox"/> 0 |
| 寻位使能信号  | DO6   | <input type="checkbox"/> 0 |
| JOB端口1  | DO7   | <input type="checkbox"/> 0 |
| JOB端口2  | DO8   | <input type="checkbox"/> 0 |
| JOB端口3  | DO9   | <input type="checkbox"/> 0 |
| 给定电流    | AO_V1 | 0.00                       |
| 给定电压    | AO_V2 | 0.00                       |

## 焊机-&gt;机器人

|        |       |                            |
|--------|-------|----------------------------|
| 起弧成功信号 | DI1   | <input type="checkbox"/> 0 |
| 准备信号   | DI2   | <input type="checkbox"/> 0 |
| 寻位成功信号 | DI3   | <input type="checkbox"/> 0 |
| 焊接电流   | AI_V1 | 0.00                       |
| 焊接电压   | AI_V2 | 0.00                       |

[关闭](#)

点击“线性化”设置，点击“编辑”按钮，设定焊接电流电压与模拟量的对应关系

线性化设置

| 电流(A)                                | 电压 (独立) (V)                         | 电压 (一元化) (%)                        |
|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 0V <input type="text" value="0"/>    | 0V <input type="text" value="0"/>   | 0V <input type="text" value="-30"/> |
| 10V <input type="text" value="500"/> | 10V <input type="text" value="50"/> | 10V <input type="text" value="30"/> |

设定完成后，模拟量通讯设定结束。可在焊接工艺包执行焊接操作，工艺参数等信息可以在工艺库直接设定。

## 2.2 机器人

点击机器人进入机器人配置页面，页面包含机器人的安装方式、负载设置、TCP 标定；

### 2.2.1 1. 安装方式

机器人配置页面默认进行安装方向配置，可选择竖装、横装、倒装或者自定义的方式；选择后点击设置进行保存；



## 2.2.2 2. 负载设置

负载设置可对负载项的质量以及坐标进行设置，可点击设置进行保存；



### 2.2.3 2.TCP 标定

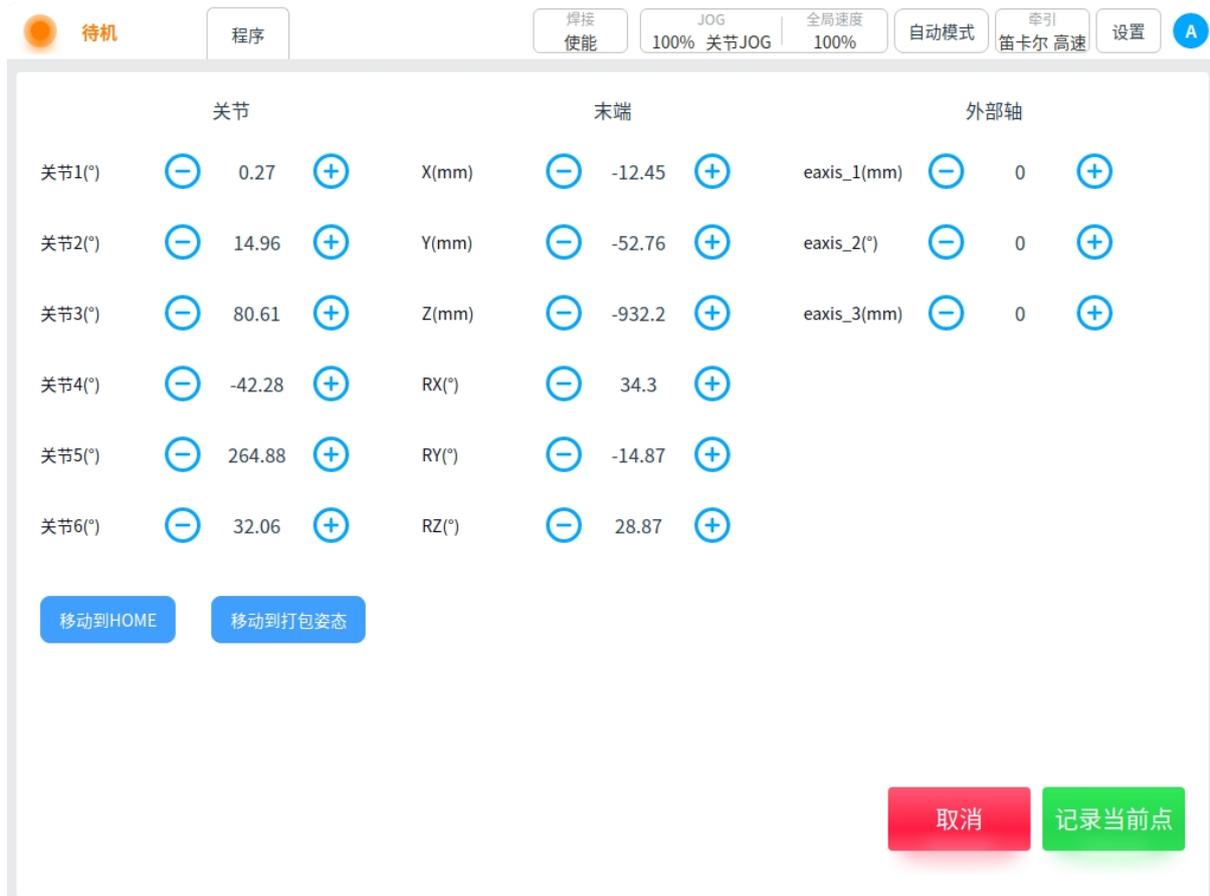
TCP 标定子页面用于显示工具名称、坐标系信息、及 TCP 标定操作按钮。其中，工具名称默认为 weldDefault。如下图所示。



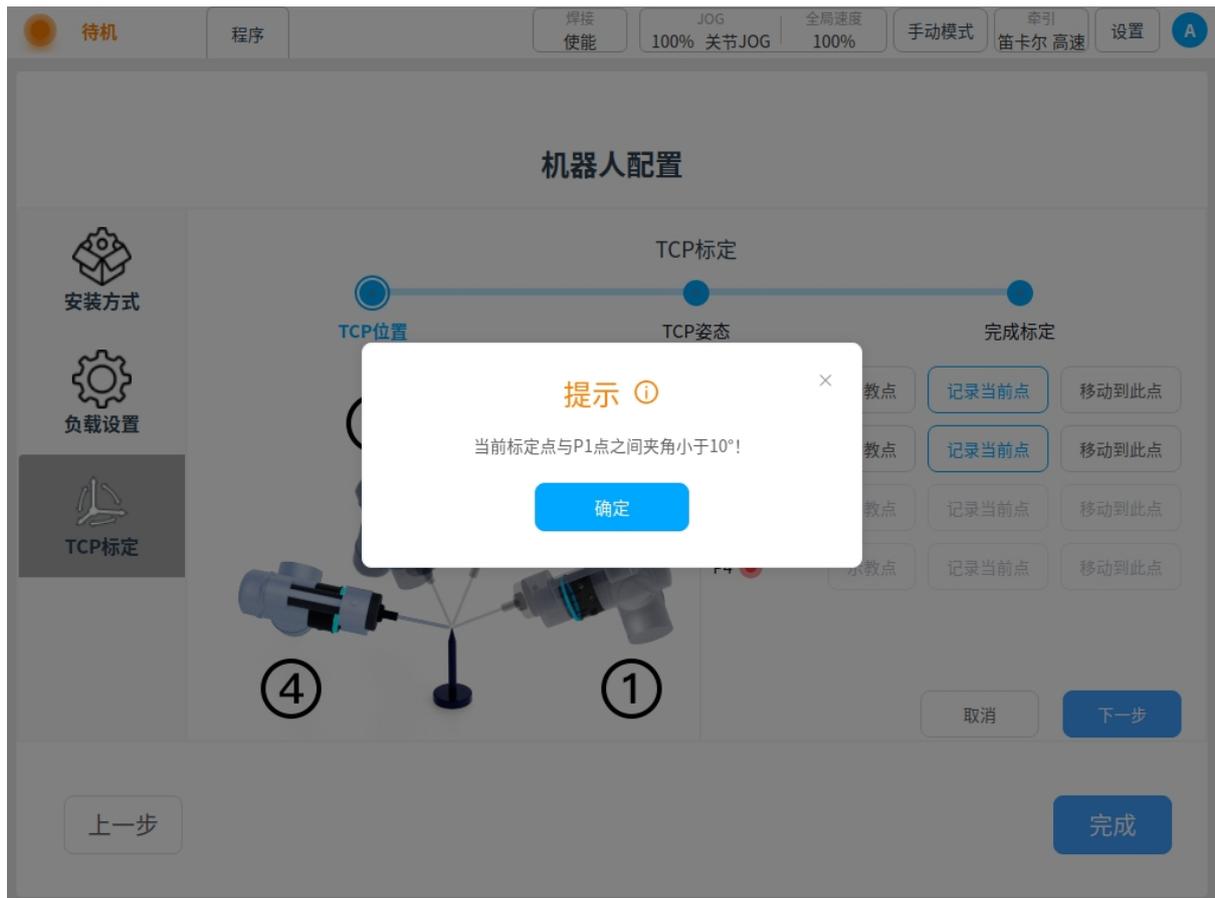
单击页面“TCP 标定”按钮，进入 TCP 标定流程如下图所示。



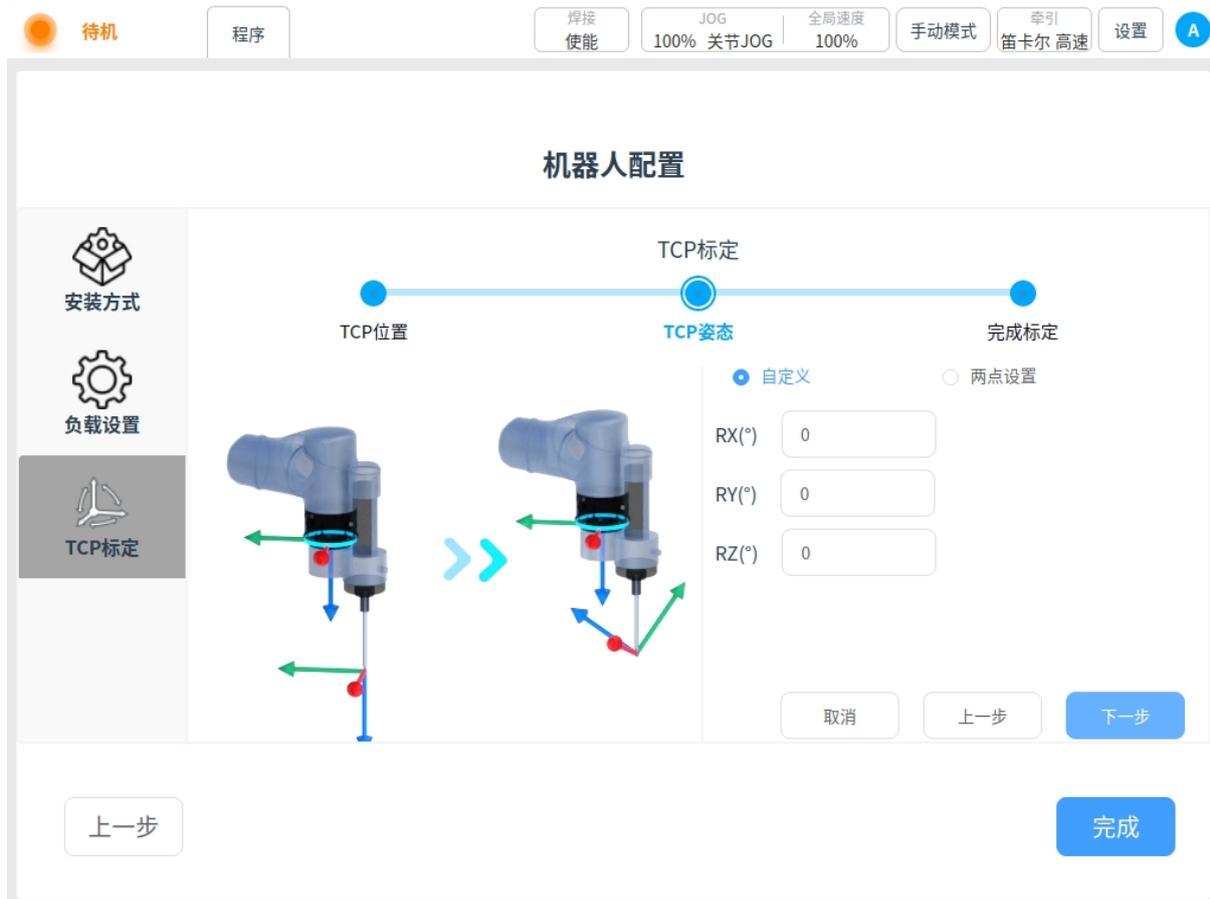
首先，需要以不同姿态将工具点贴合至标定针固定点，即示教好 P1-P4 点，且建议点与点之间的姿态角度变化在 45° 至 90° 之间，这样有利于提高 TCP 标定精度。以 P1 点为例，单击 P1 点处的“示教”按钮，界面会跳转到“机器人控制”页面，如下图所示。



JOG 机器人到目标点后，单击“记录当前点”，界面会跳回 TCP 标定流程界面，且示教好一个标定点后，对应标定点后的红色圆点会变成绿色。也可通过示教器物理按钮直接 JOG 机器人到目标点位后，直接单击标定页面“记录当前点”。示教过程中，如果当前示教点位不满足限制条件会弹框提示如下图。



依次示教好 P1-P4 全部点位后，单击标定流程页面右下角“下一步”按钮，进入 TCP 姿态标定阶段。TCP 姿态标定有两种形式：自定义和两点设置，默认为自定义，如下图所示。



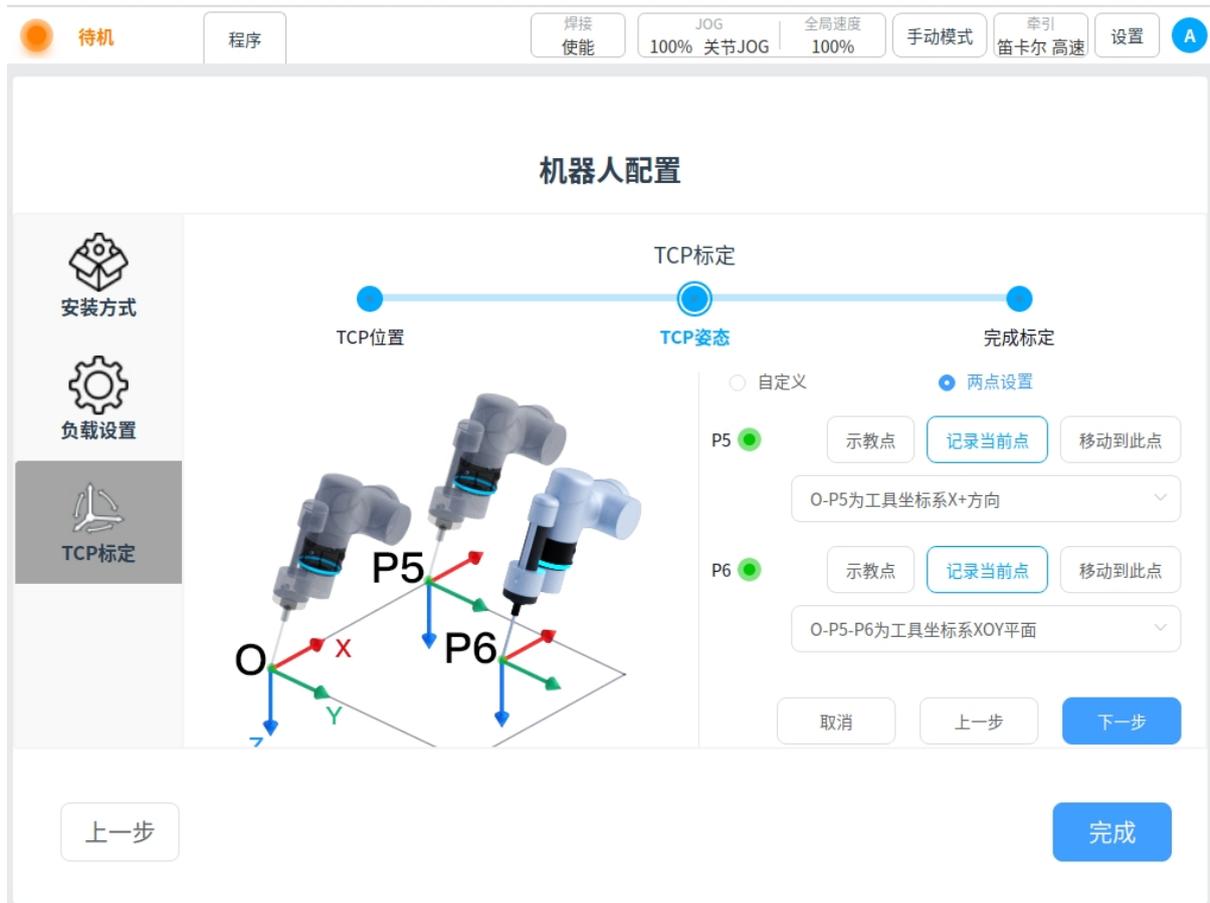
设置好工具对应法兰坐标系轴向偏转角度后，单击“下一步”按钮，进入完成标定阶段如下图所示，会显示标定结果和误差信息。用户可通过误差信息来判断该次标定质量，从而决定是否需要加载此坐标系。如果需要加载此坐标系，单击“确认”按钮，即可在 TCP 标定页面显示标定后的工具坐标系有关信息，并将标定出的 TCP 结果加入工具坐标列表中，以及将其设置为默认且当前的工具坐标系；否则单击“取消”按钮，或者单击“上一步”返回进行重新示教点位。



**Caution:** 定结果的误差值，真实含义是计算得到的 TCP 位置与 4 个标定点位之间距离的标准差。该数据可作为标定结果的参考，但不能作为标定精度的绝对依据，实际精度以应用效果为准。

TCP 的标定结果，通常以平均误差小于 2mm 为准。

当 TCP 姿态标定阶段选择“两点设置”时，如下图所示。P5 点可选项有 O-P5 为工具坐标系 X+ 方向 / Y+ 方向 / Z+ 方向，P6 点对应可选项有 O-P5-P6 为工具坐标系 XOY 平面/XOZ 平面、O-P5-P6 为工具坐标系 XOY 平面/YOZ 平面、O-P5-P6 为工具坐标系 XOZ 平面/YOZ 平面。以按 O-X-Y-Z 轴顺序确定工具坐标系姿态为例：点 O 为当前工具位置所在位置，首先沿期望工具坐标系 X+ 方向移动工具位置至点 P5，接着沿期望工具坐标系 Y+ 方向移动工具位置至点 P6。



设置示教好 P5、P6 后，单击“下一步”按钮，同样地进入完成标定阶段，会显示标定结果和误差信息。用户可通过误差信息来判断该次标定质量，从而决定是否需要加载此坐标系。同样地，如果需要加载此坐标系，单击“确认”按钮即可，否则单击“取消”按钮，或者单击“上一步”返回进行重新示教点位。

单击“确认”按钮，返回 TCP 标定子页面，如下图所示。页面显示标定好的坐标系信息、质量及质心。



## 2.3 外部设备

点击外部设备进入外部设备配置页面，页面包含外部轴配置、牵引手柄配置、遥感配置、激光配置；

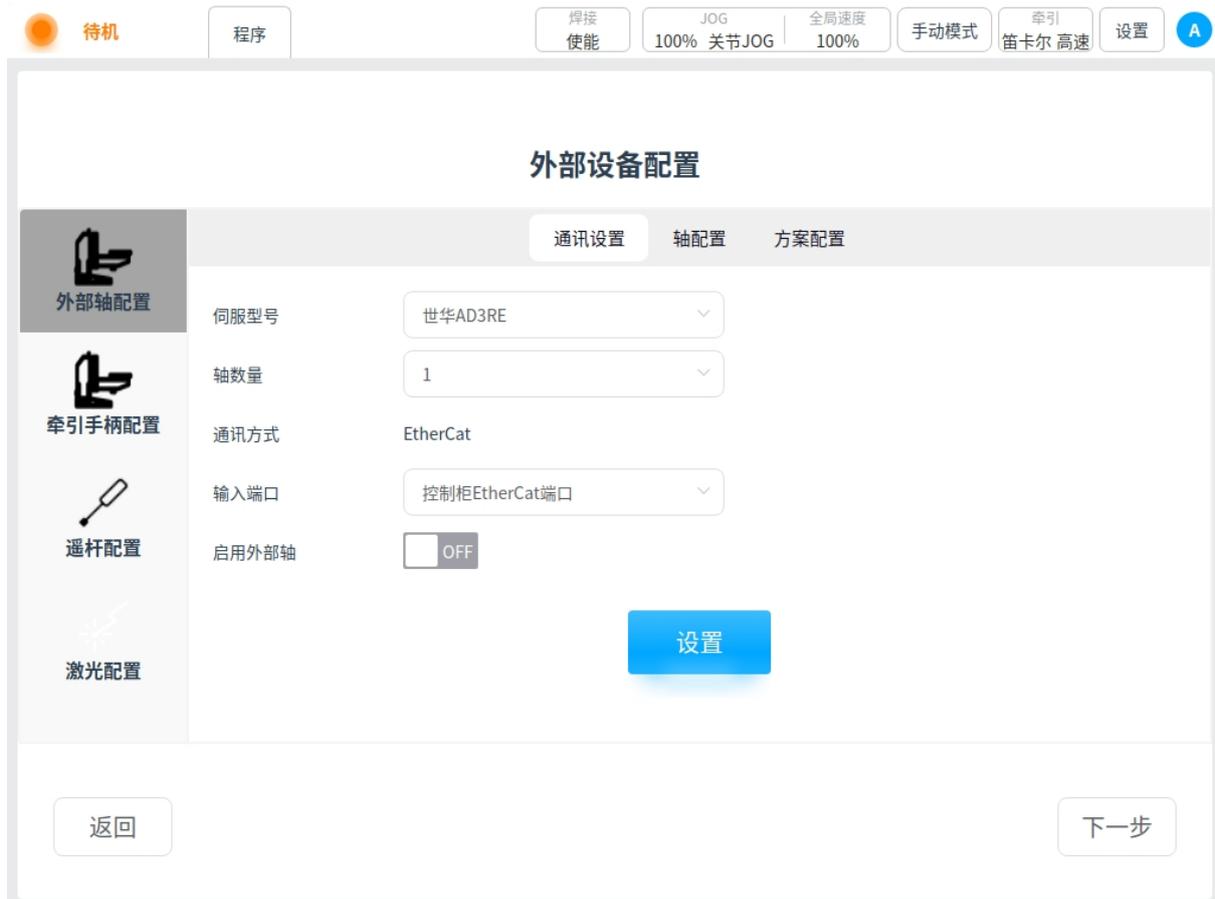
### 2.3.1 外部轴配置

外部设备配置页面默认进行外部轴配置

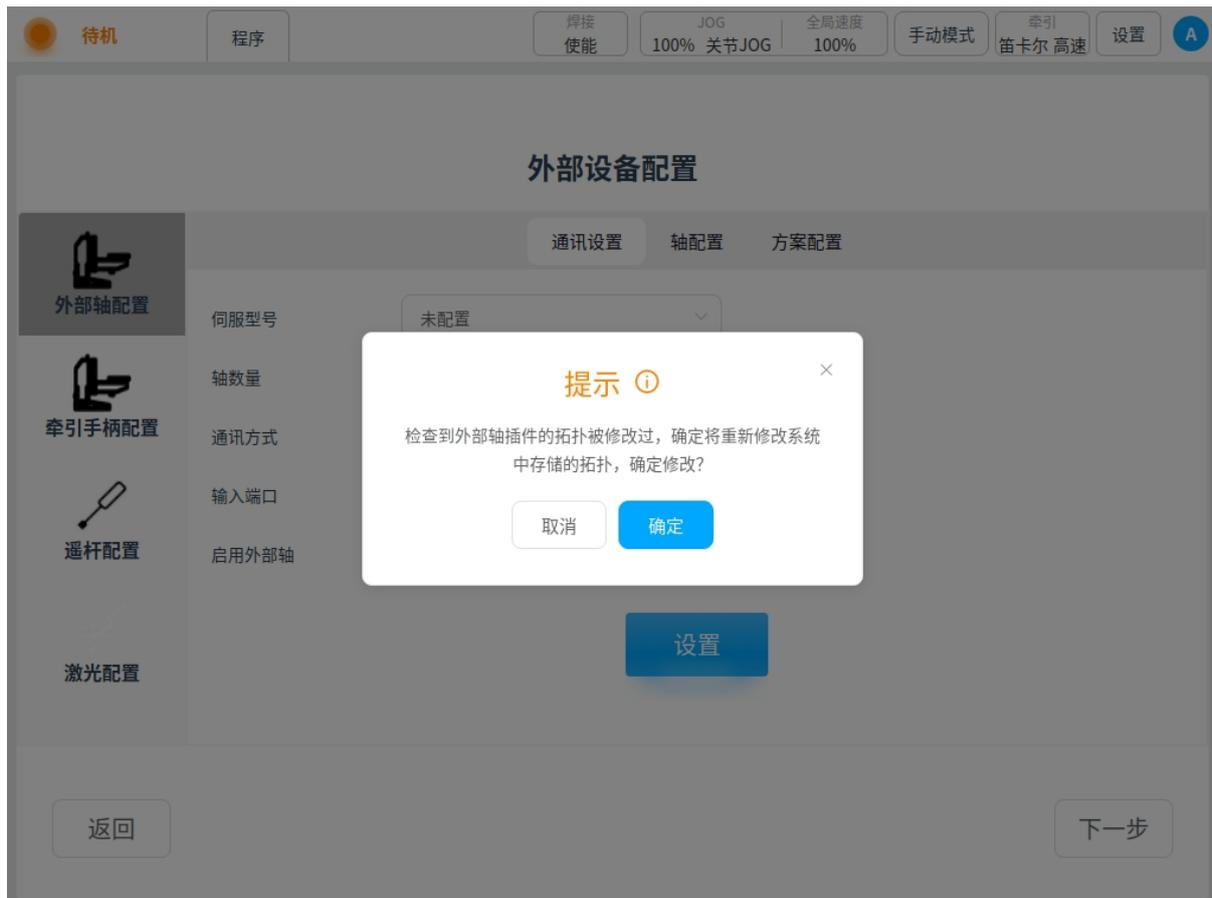
#### 通讯设置

通讯设置页面可以对伺服型号、轴数量、输入端口进行配置，以及通讯方式的显示。伺服型号和轴数量默认是未配置，输入端口目前只有控制柜 Ethercat 端口，通讯方式默认为 Ethercat。

选择配置好伺服型号、轴数量，如下图所示，然后点击“设置”按钮，会弹出提示语“设置成功，重启控制柜生效！”。



如果用户配置的拓扑跟系统当前生效的拓扑结构不一样，点击“设置”按钮后，界面会弹框提示，如下图所示：



若不想修改系统中当前存储得拓扑，点击“取消”按钮即可；若确认修改，就点击“确认”按钮。

### 轴配置

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。

注意：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。



### 参数说明：

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 °。

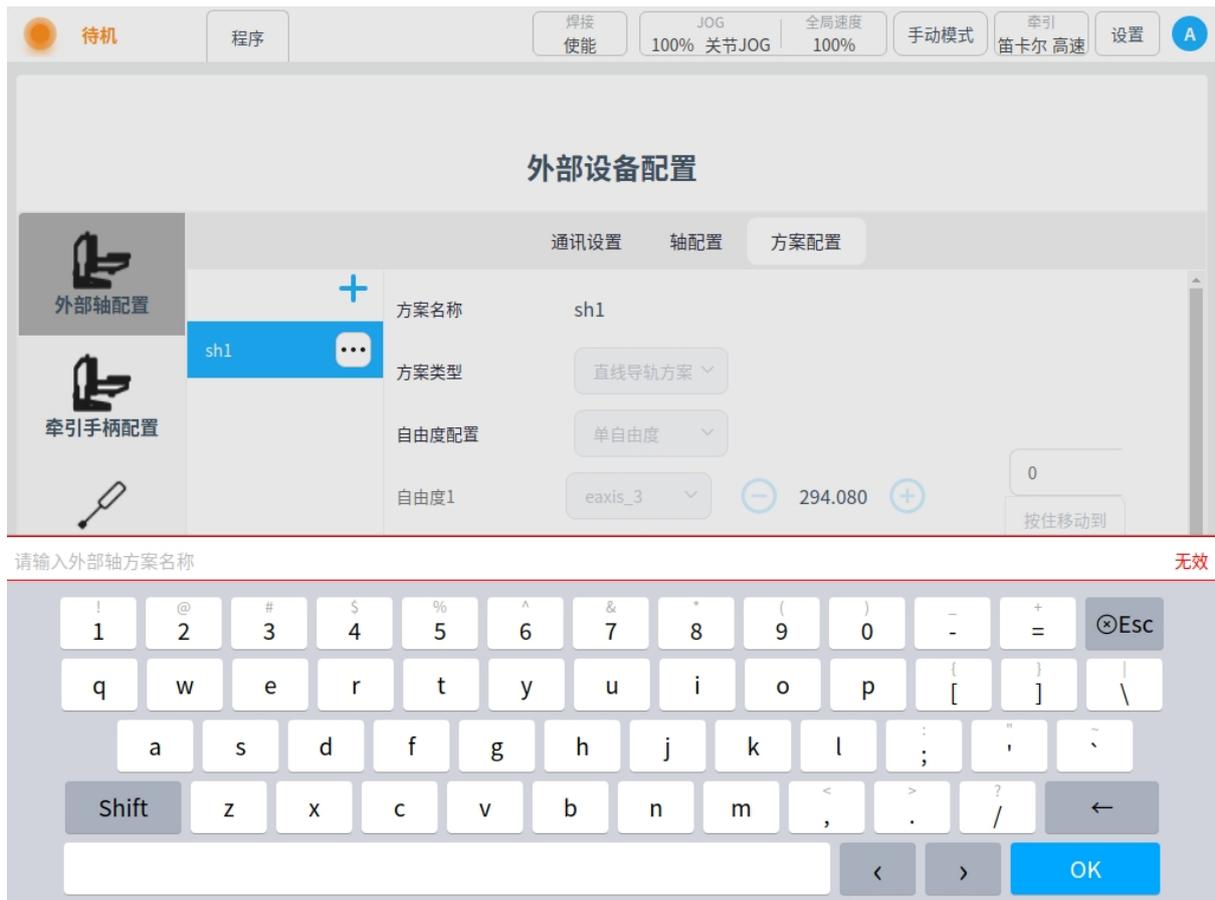
注意：外部轴使能后，不可进行外部轴参数的配置

### 方案配置

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，还可以手动输入外部轴目标位置，长按“按住移动到”按钮使其运动到手动输入的目标位置。



点击页面左侧区右上角  图标，会弹出虚拟键盘如下：



输入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时有效的。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、轴与机器人关系以及同步机器人使能。



**参数说明：**

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，如下图所示，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；

注意：轴与机器人组合形式仅支持单自由度外部轴

同步机器人使能：默认为不同步，若配置为“同步”时，在机器人完成使能/断使能后，外部轴方案同步进行使能/断使能操作；

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，如下图所示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。



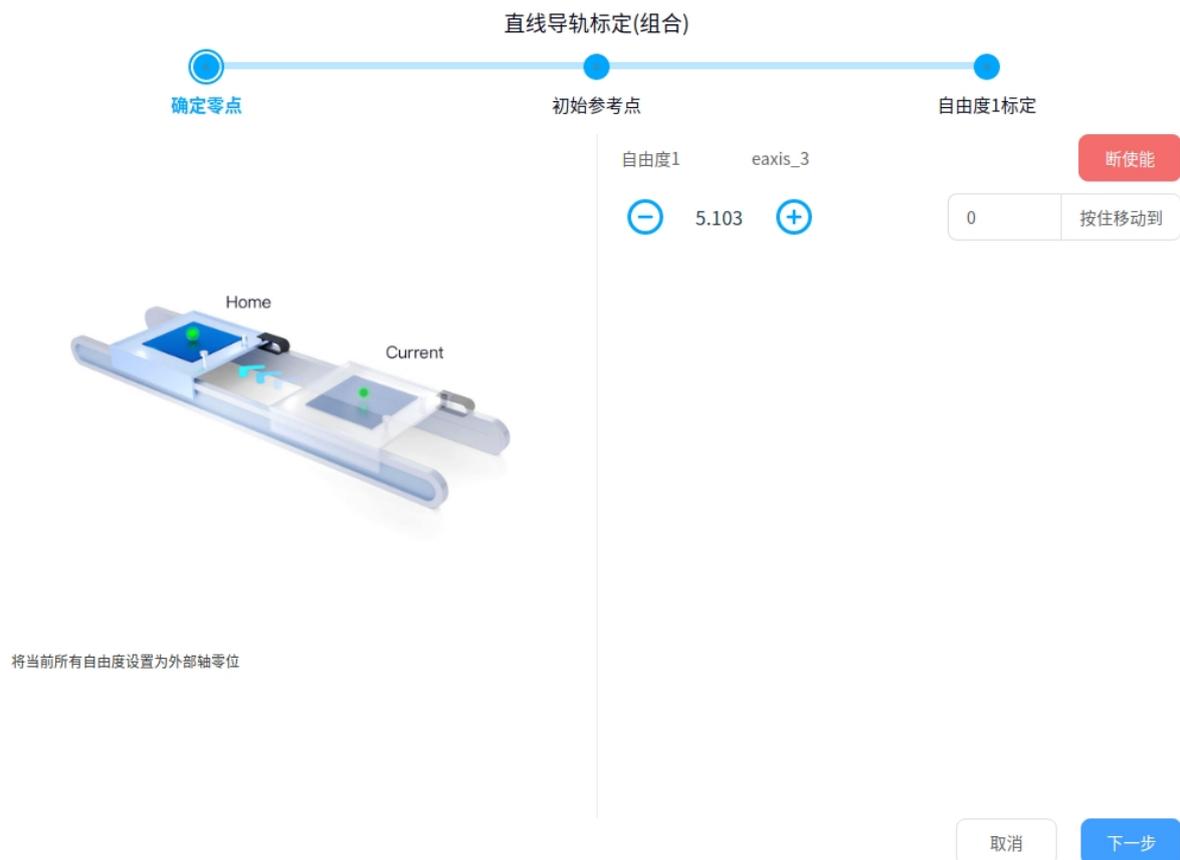
### 外部轴标定

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。

### 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；

直线导轨标定(组合)

● 确定零点
● 初始参考点
● 自由度1标定



外部轴与机器人JOG(请将机器人末端与P1贴合并记录, P1为机器人与外部轴之外的固定一点)

自由度1    eaxis\_3    断使能

-
1.803
+
0
按住移动到

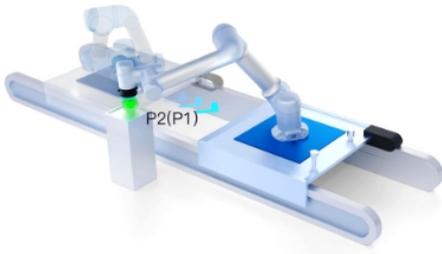
P1 ●    示教点    记录当前点    移动到此点

取消
上一步
下一步

(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;

直线导轨标定(组合)

● 确定零点
● 初始参考点
● 自由度1标定



外部轴与机器人JOG(请将机器人末端与P2贴合并记录)

自由度1    eaxis\_3    断使能

-    1.803    +

JOG数值应大于101.80334

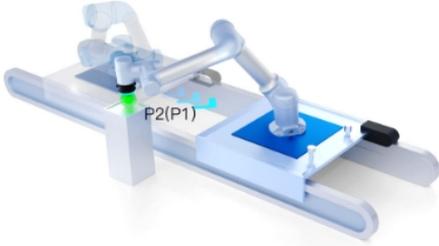
P2 ●    示教点    记录当前点    移动到此点

取消    上一步    完成

(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”。

直线导轨标定(组合)

● 确定零点
● 初始参考点
● 自由度1标定



外部轴与机器人JOG(请将机器人末端与P2贴合并记录)

自由度1    eaxis\_1    断使能

-
16.850
+

0

按住移动到

JOG数值应大于116.84952

P2 ●

示教点

记录当前点

移动到此点

取消

上一步

完成

### 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；

变位机标定

确定零点

自由度1标定

沿该自由度旋转外部轴，进行外部轴与机器人JOG(请将机器人末端与P1、P2、P3分别贴合并记录，P1、P2、P3为外部轴表面上任意一点)

自由度1    eaxis\_2    使能

-    0.000    +    0    按住移动到

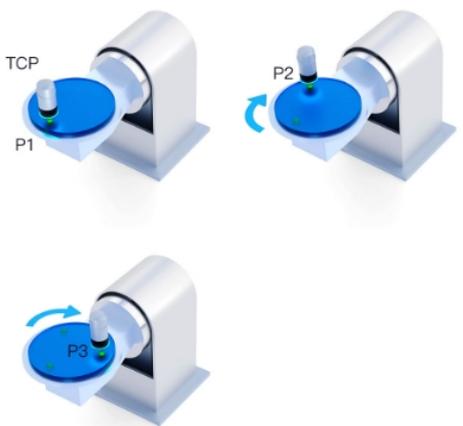
|      |  |  |  |
|------|--|--|--|
| P1 ● | <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px 5px;">示教点</span> | <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px 5px;">记录当前点</span> | <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px 5px;">移动到此点</span> |
| P2 ● | <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px 5px;">示教点</span> | <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px 5px;">记录当前点</span> | <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px 5px;">移动到此点</span> |
| P3 ● | <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px 5px;">示教点</span> | <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px 5px;">记录当前点</span> | <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px 5px;">移动到此点</span> |

取消
上一步
完成

(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。

### 变位机标定

确定零点



自由度1标定

沿该自由度旋转外部轴，进行外部轴与机器人JOG(请将机器人末端与P1、P2、P3分别贴合并记录，P1、P2、P3为外部轴表面上任意一点)

自由度1    eaxis\_2    使能

-
0.000
+
0
按住移动到

JOG数值(P3)应大于30

|    |   |     |       |       |
|----|---|-----|-------|-------|
| P1 | ● | 示教点 | 记录当前点 | 移动到此点 |
| P2 | ● | 示教点 | 记录当前点 | 移动到此点 |
| P3 | ● | 示教点 | 记录当前点 | 移动到此点 |

取消
上一步
完成

### 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

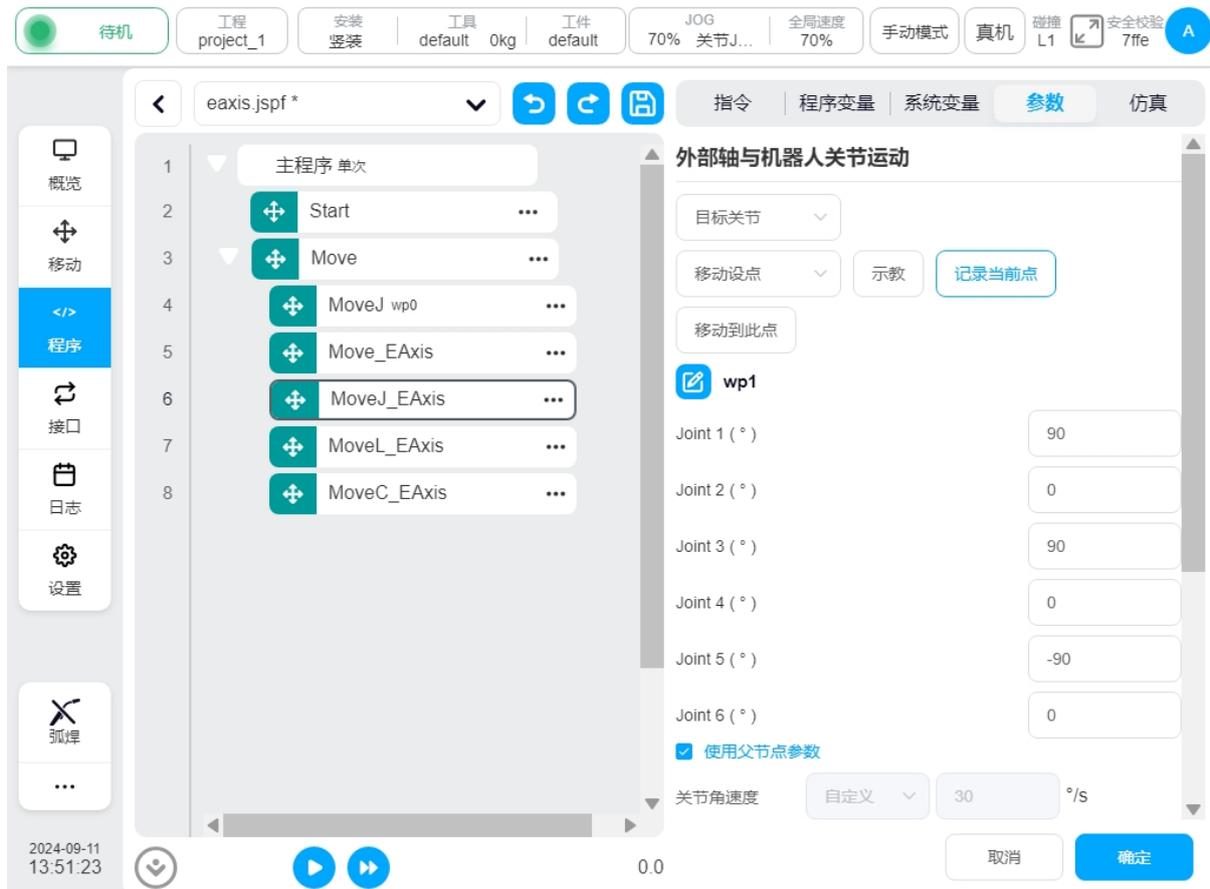
关节角速度：单位  $^{\circ}/s$ ，可以直接输入或选择变量。

关节角加速度：单位  $^{\circ}/s^2$ ，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。

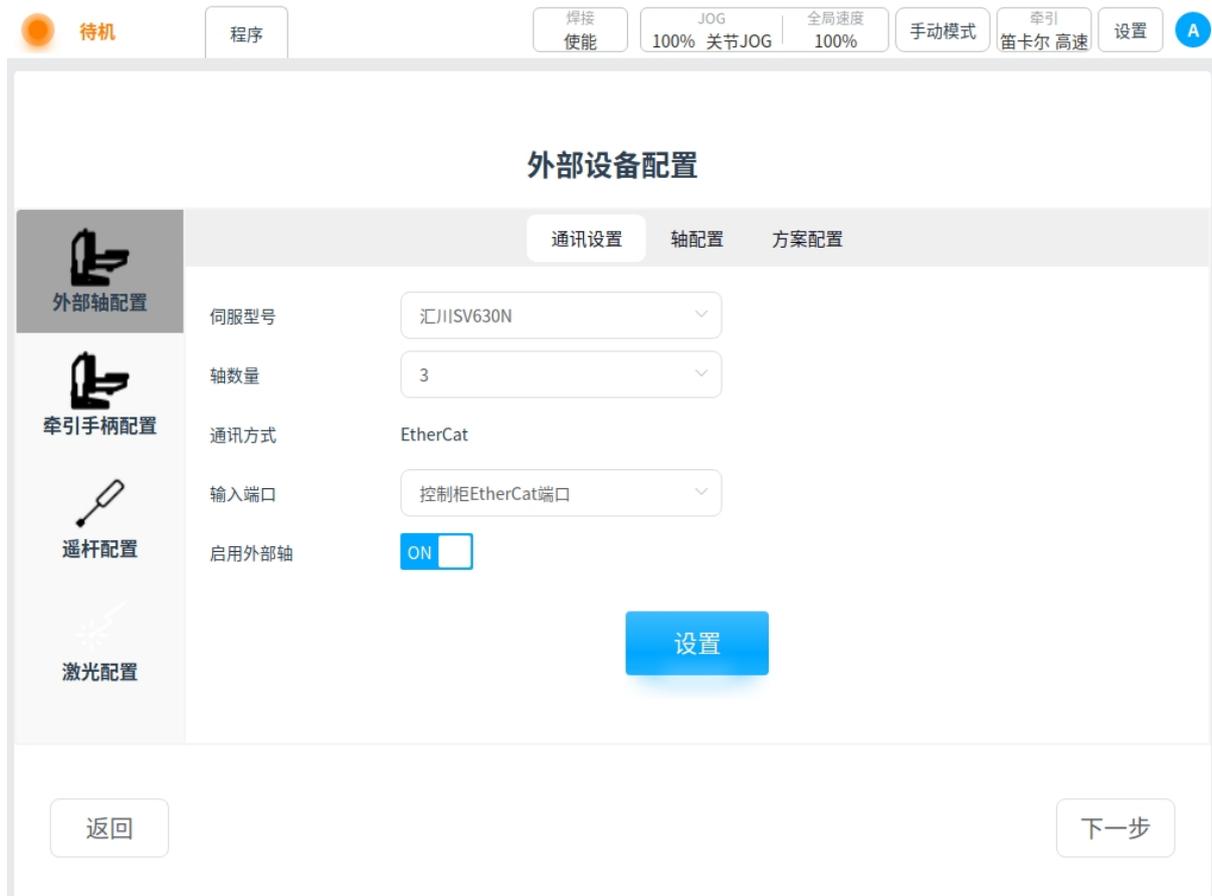
**OP** 参数配置同 **Move\_EAxis**。

外部轴参数配置同 Move\_EAxis，此处不累述。



### 工艺包模式使用

在工艺包的焊接执行页面可以使用外部轴的功能，使用前在外部轴配置——通讯配置中打开“启用外部轴”



在程序执行页新建焊缝时，点击参数设置，可以配置该焊缝使用的外部轴方案，若选择了方案，可配置外部轴的最大规划速度。此时，示教该焊缝点位时，会记录所选方案的外部轴的位置信息。





### 2.3.2 牵引手柄配置

配置牵引手柄页面



### 2.3.3 遥感配置

遥感配置分为力控和遥感配置。

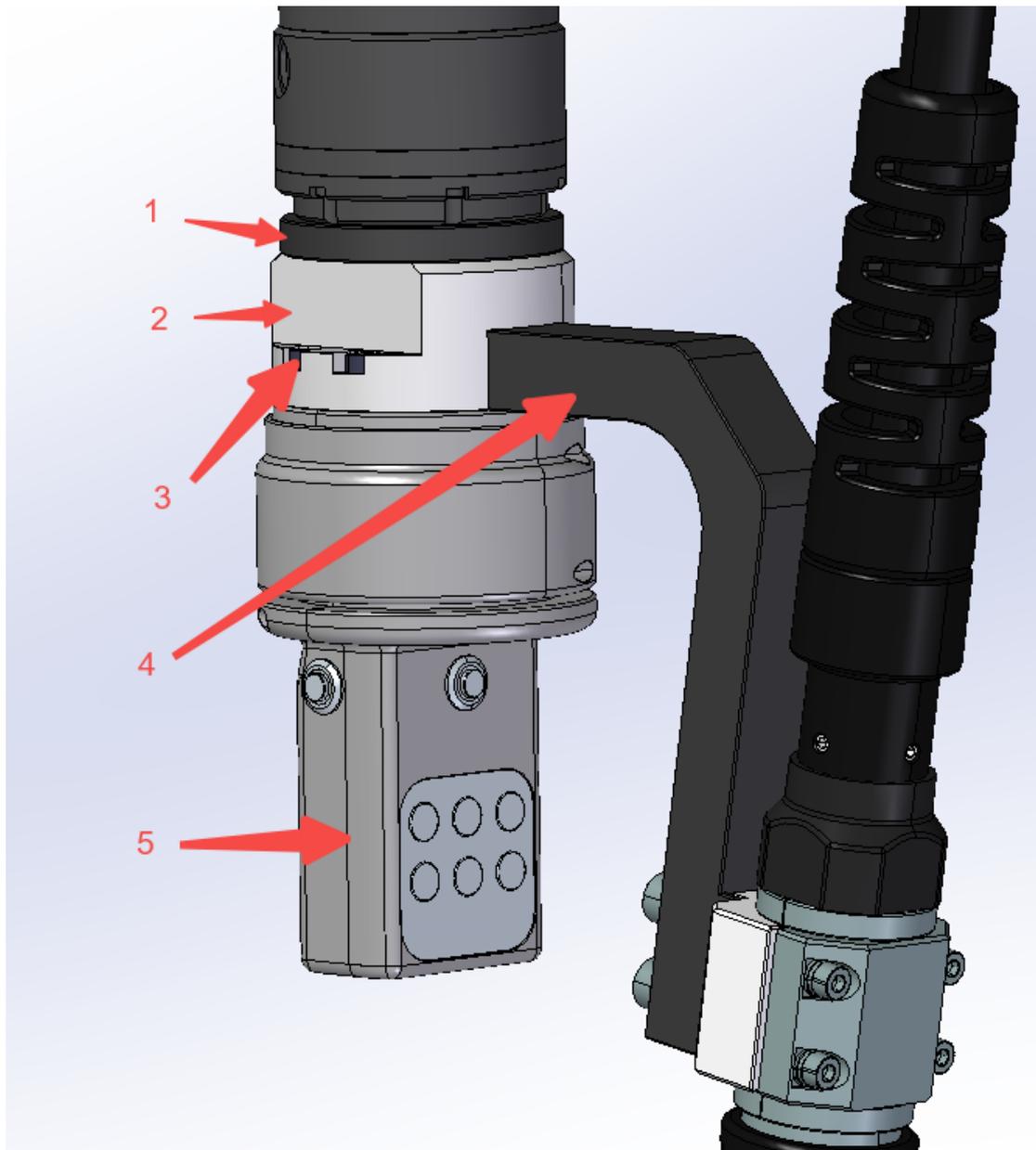


### 力控配置

确认物料清单

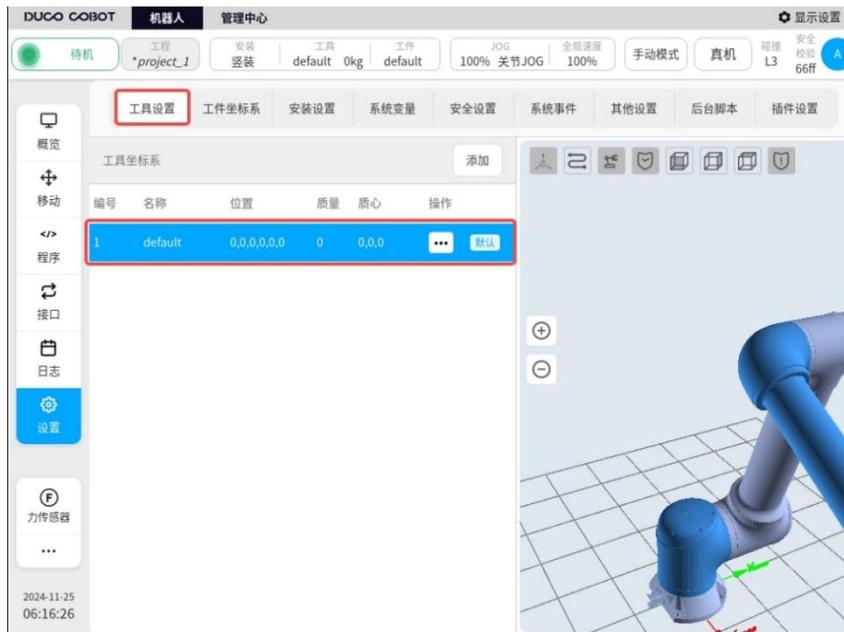
| 序号 | 物料名称        | 数量 |
|----|-------------|----|
| 1  | 尼龙绝缘板       | 1  |
| 2  | 转接法兰板       | 1  |
| 3  | 紧固配件包       | 9* |
| 4  | 沉头螺母的焊枪支架组件 | 1  |
| 5  | 力控牵引模块      | 1  |

\* 紧固配件包：4\*M4×20 内六角螺钉 +4\*M4 配套绝缘螺钉套 +1\*φ6×20 塑料绝缘销钉。



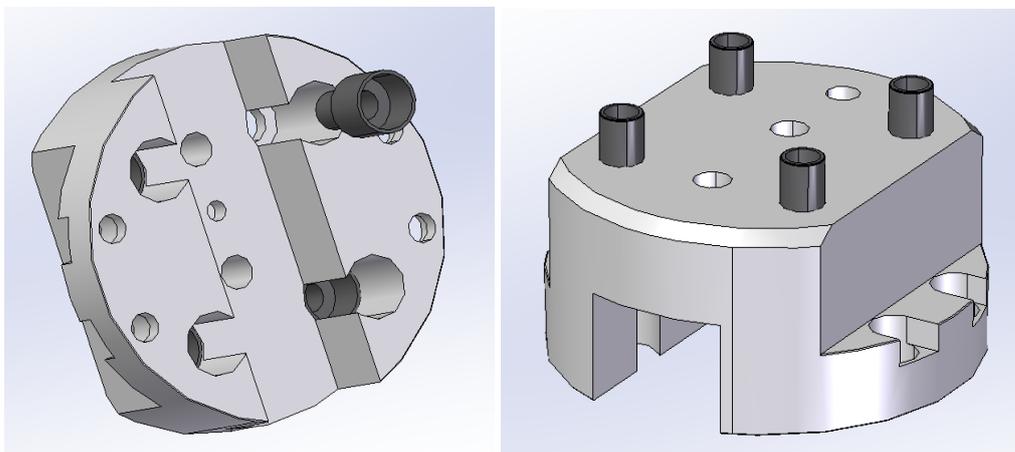
### 安装前的准备

- 1) 拆除机器人末端上安装的组件；
- 2) 正确安装力控和焊枪插件，配置好焊接工作环境；
- 3) JOG 机器人，使机器人末端处在方便安装的位置；
- 4) 机器人断电。

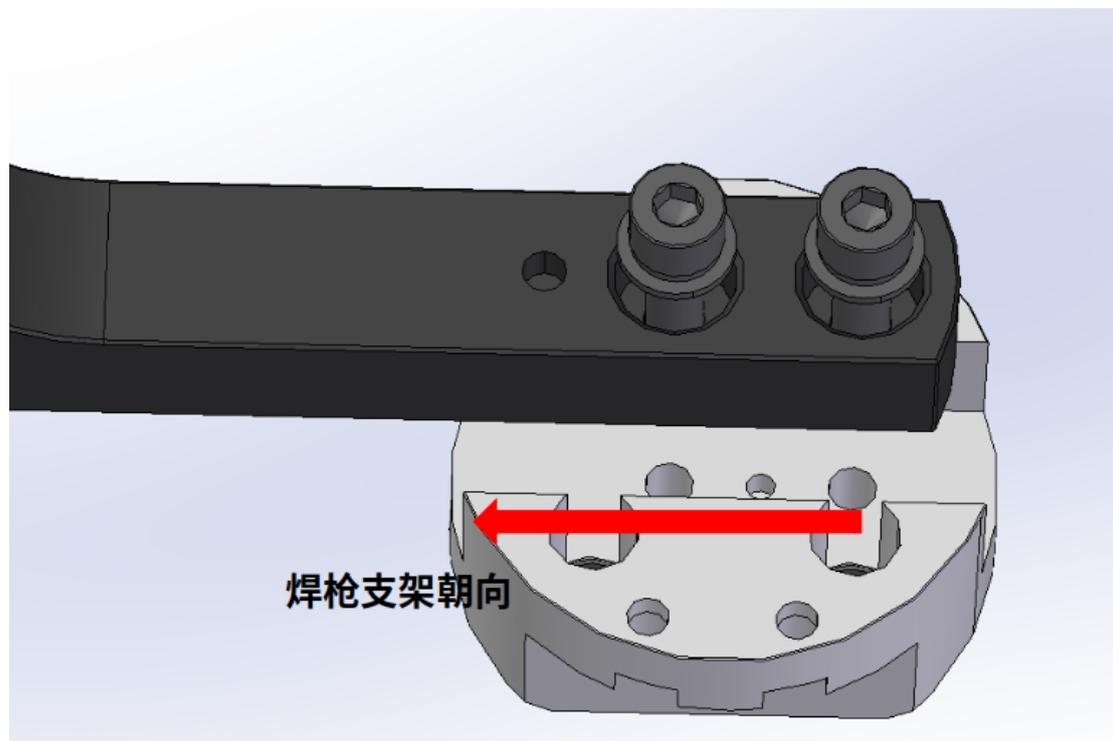


### 焊枪支架及转接法兰的安装

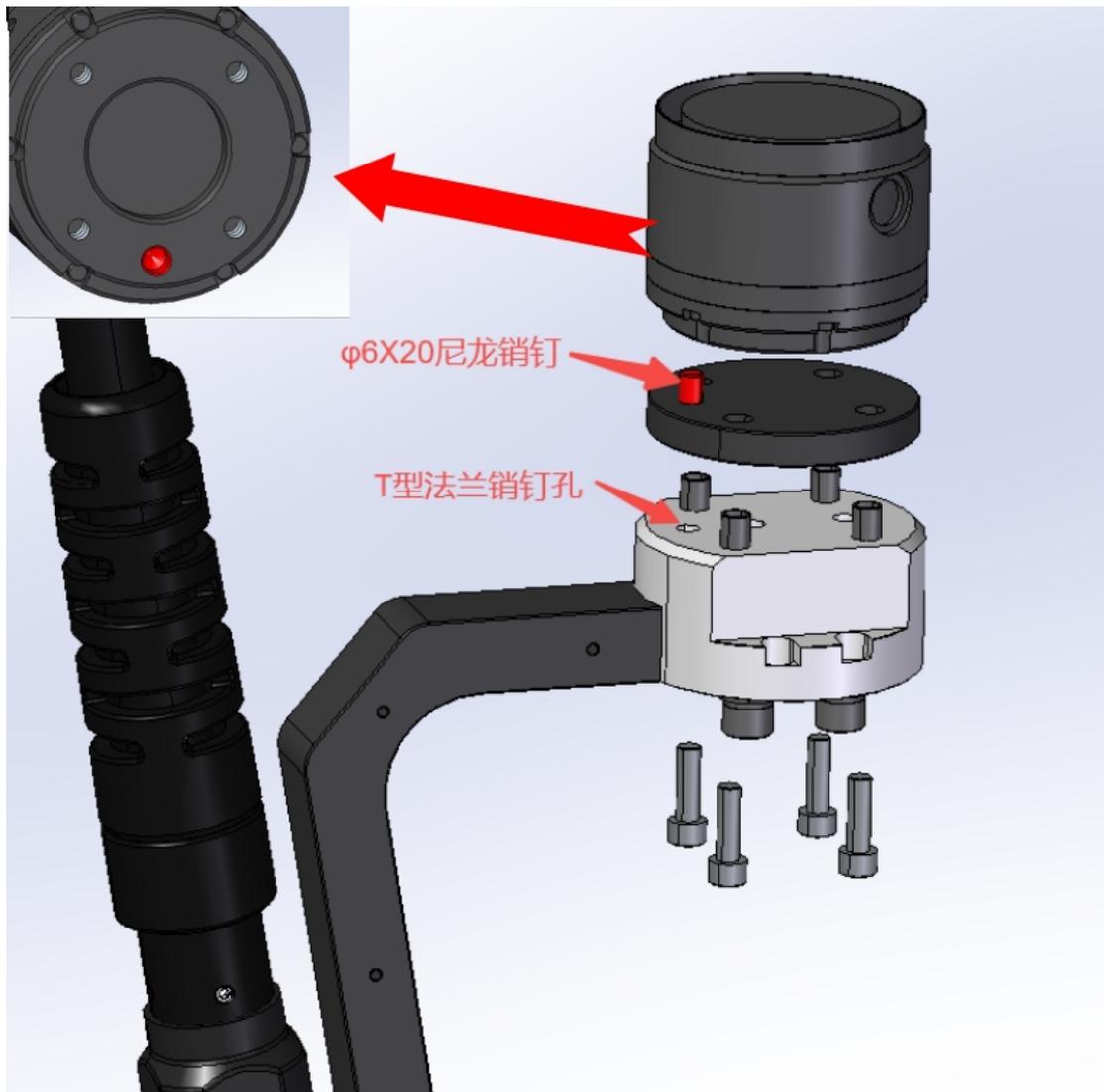
- 1) 在 T 型法兰 4 个大孔中分别放入一个 M6 绝缘销钉套；



2) 利用一个  $\varphi 4 \times 10 \text{mm}$  销钉和两个 M8 螺钉衬套，将焊枪支架安装在 T 型法兰对应的安装孔上，注意紧固两颗螺钉，焊枪支架的安装方向朝向 T 型法兰安装孔偏心的反侧。

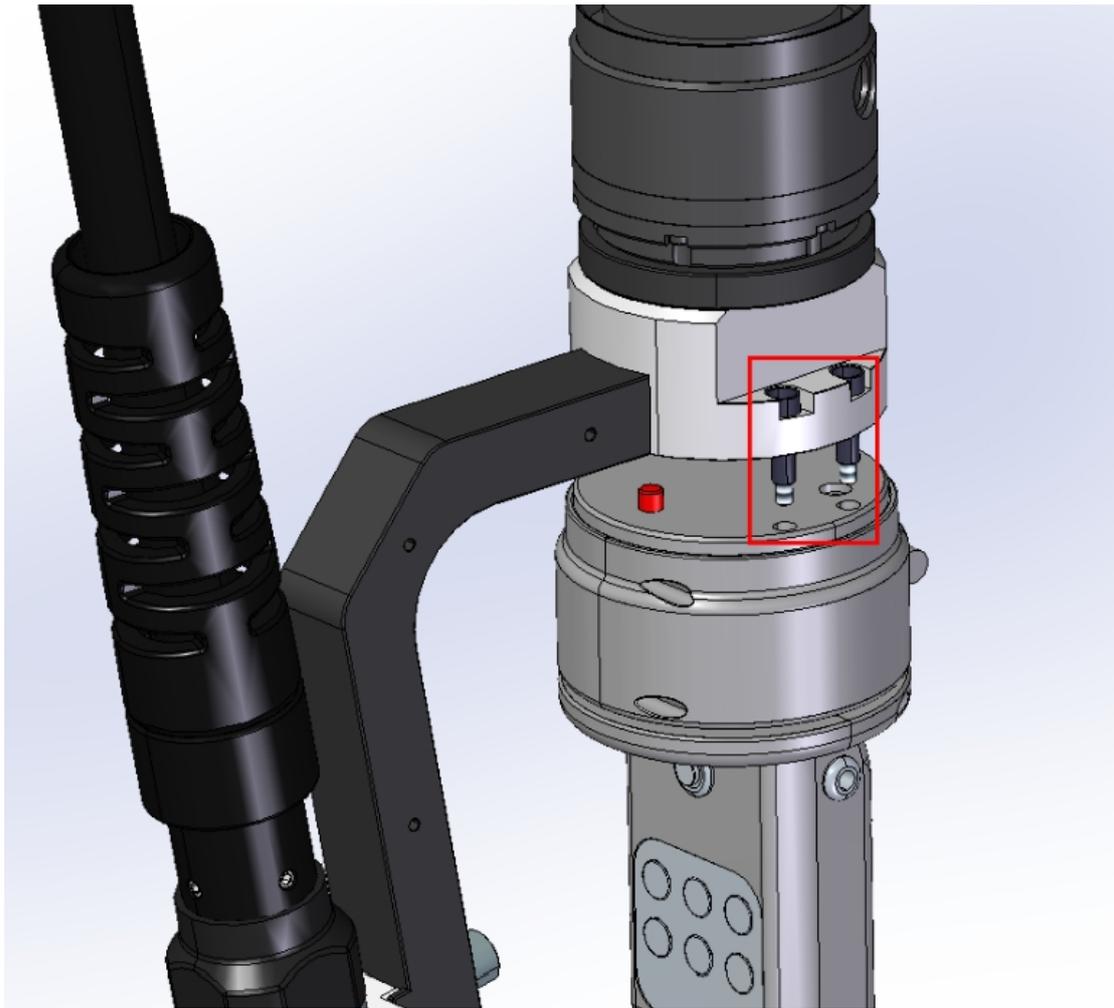


3) 根据  $\varphi 6 \times 20$  尼龙绝缘销钉确定焊枪支架的安装方向，将末端绝缘板放在 T 型法兰上方，使用 M6 $\times$ 20 螺钉通过 M6 销钉绝缘套将焊枪支架组合安装在机器人末端，链接方向如图所示。



### 安装力控模块

1) 根据  $\phi 6 \times 20$  尼龙绝缘销钉确定力控模块安装方向，使用四颗 M4 螺栓及配套的绝缘尼龙套，通过 T 型法兰上的沉头孔将力控模块安装在 T 型法兰下端。安装方向如下图所示，注意调整安装位置使按键侧朝向与焊枪支架深伸出方向相同。



2) 再次确认机器人处于断电状态，将力控牵引模块的两个航插头（6pin、8pin）分别与机器人末端的航插头进行连接，分别拧紧航插头上的螺纹套后再给机器人上电。

#### 机器人及力控牵引模块的设置

- 1) 安装力控插件（V1.3.1 以上）和焊接工艺包插件（v3.0.0 以上版本）。
- 2) 在机器人主界面/接口/TCI 进行设置，参考下图所示。



3) 在机器人主界面点击左下角的力传感器插件，进入力传感器配置界面:

启用: ON

型号选择: 鑫精诚 EC108F

通讯方式: EtherCat

输入端口: 末端 EtherCat 端口

设置完成后, 按设置, 确认状态等显示绿灯, 表示连接成功。



4) 在遥感配置界面。

- a. 选择摇杆类型为 **TCS-FX620**, 点击设置, 弹出“设置成功”的提示窗口。



- b. 在系统设置/焊机设置下，选择当前机器人连接的焊机型号，进行连接。如果机器人未实际连接焊机，可选择 AOTAI 焊机进行设置，详细参考下图。



### 力控牵引模块的功能介绍

力控牵引模块用于提升客户使用机器人进行牵引示教过程中的柔顺性和交互友好性。按键功能说明如下：

序号 1: 高低速切换, 在牵引过程中按此键 (1S) 后, 进行高低速的来回切换。

序号 2: 力控牵引触发按钮, 长按此键启动力控拖拽牵引, 松开按钮则停止牵引。

序号 3: 焊接功能按钮, 从上到下, 从左到右, 功能依次为: 模式、送丝、送气、焊缝、点位和确认六个功能按键。

模式: 预留功能按键, 尚未启用;

送丝: 点动送丝, 调整焊丝干伸长

送气: 按住后送气, 松开后关气, 用于检测气体。

焊缝: 创建焊缝的按钮, 连续按键可实现不同类型焊缝的切换。

点位: 示教点位记录按钮, 单击后在焊缝定义过程中按顺序记录点位。长按则删除当前记录的示教点位。

确认: 焊缝示教完成后, 单击该按钮确认焊缝并准备执行。



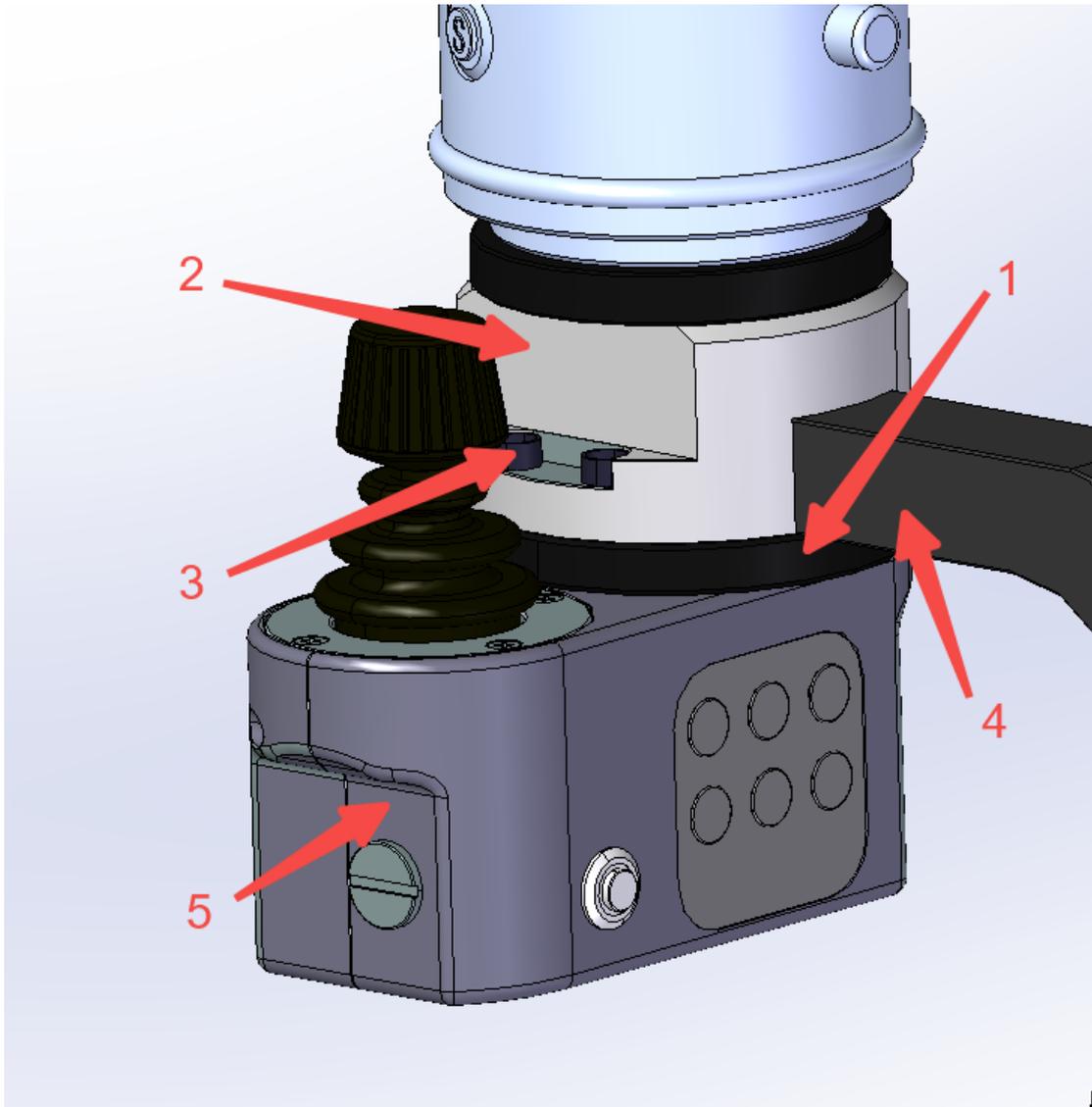
### 遥感配置

#### 确认物料清单

| 序号 | 物料名称        | 数量 |
|----|-------------|----|
| 1  | 尼龙绝缘板       | 1  |
| 2  | T型转接法兰      | 1  |
| 3  | 紧固配件包       | 9* |
| 4  | 沉头螺母的焊枪支架组件 | 1* |
| 5  | 摇杆牵引模块      | 1  |

\* 紧固配件包：4\*M4×20 内六角螺钉 +4\*M4 配套绝缘螺钉套 +1\*φ6×20 塑料绝缘销钉。

\* 沉头螺母的焊枪支架组件包含焊枪。

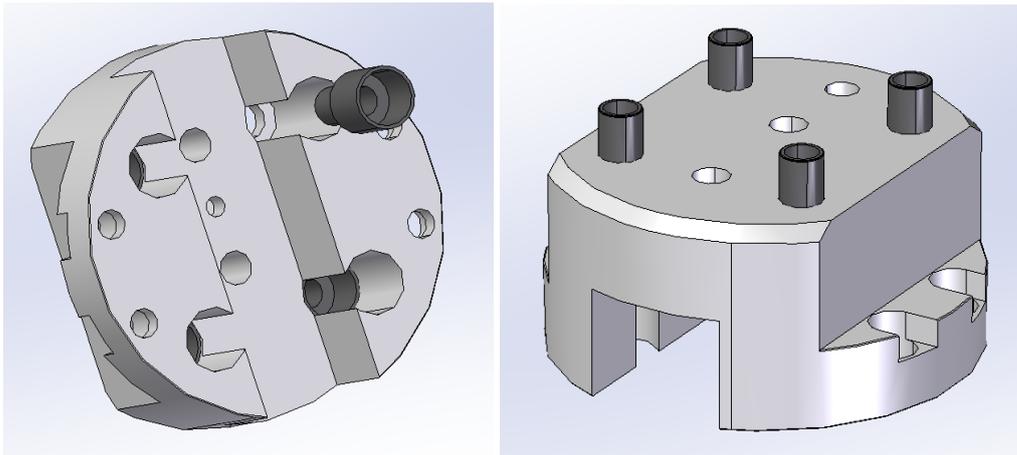


### 安装前的准备

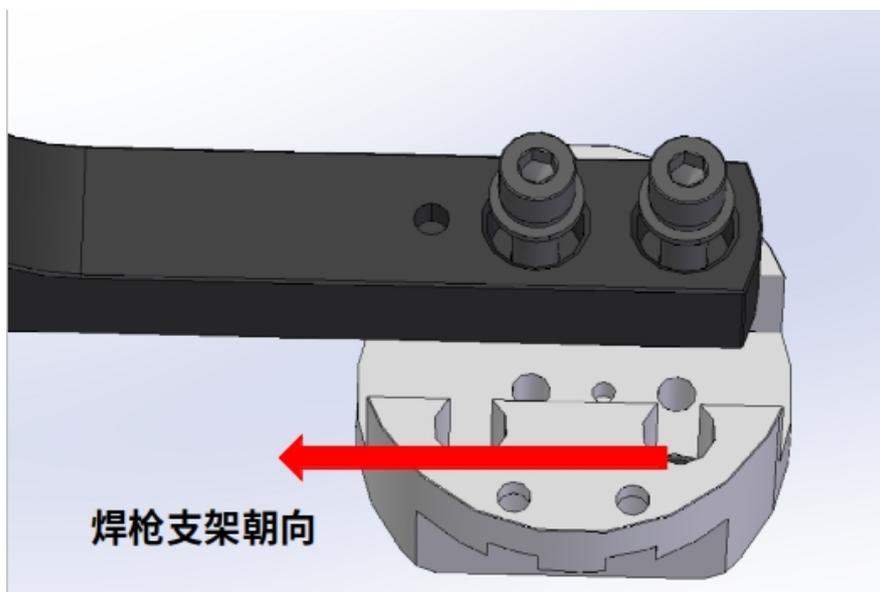
- 1) 拆除机器人末端上安装的组件；
- 2) 正确安装摇杆和焊枪插件，配置好焊接工作环境；
- 3) JOG 机器人，使机器人末端处在方便安装的位置；
- 4) 机器人断电。

### 焊枪支架及转接法兰的安装

- 1) 在 T 型法兰 4 个大孔中分别放入一个 M6 绝缘销钉套；

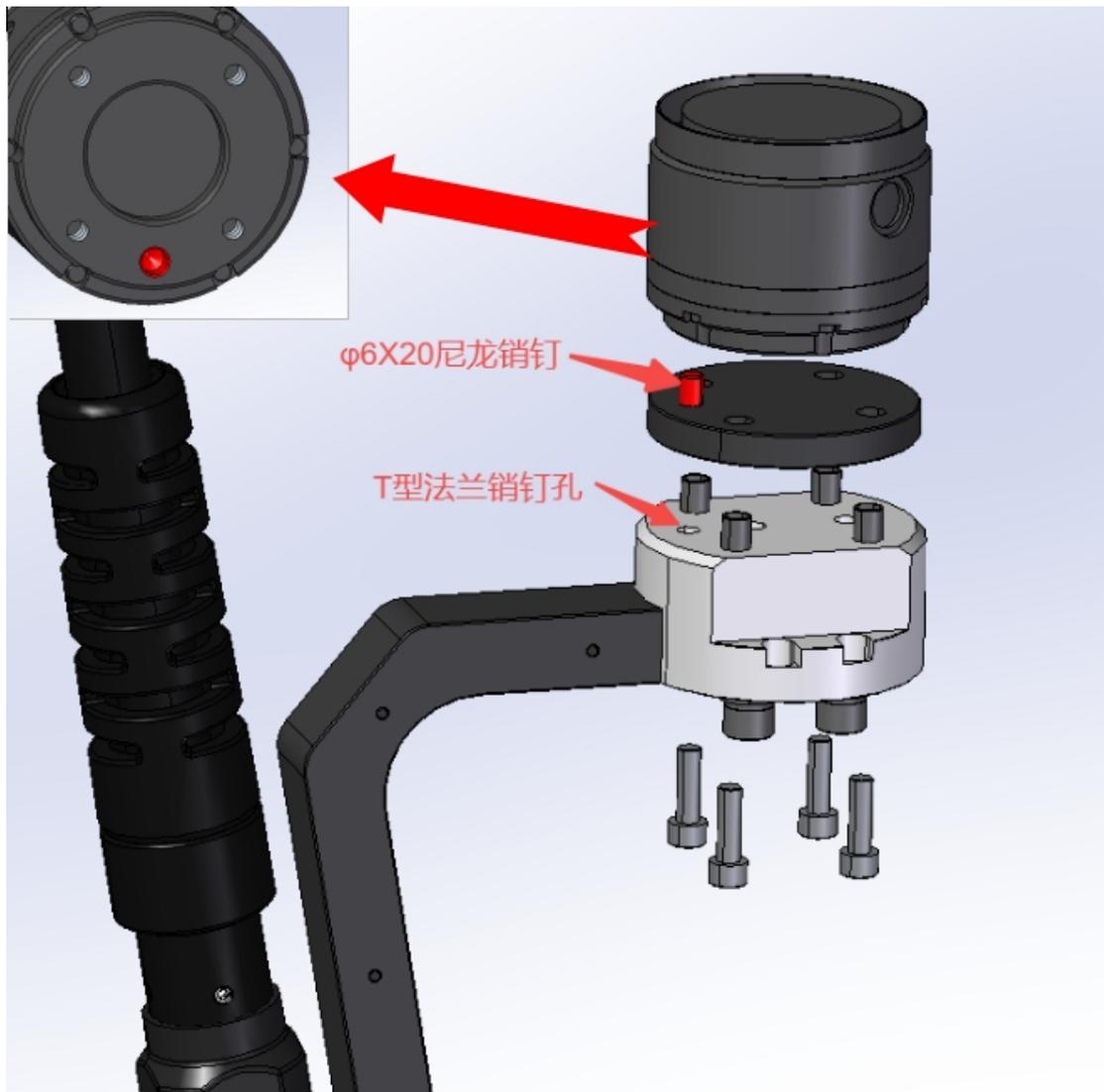


2) 利用一个  $\varphi 4 \times 10 \text{mm}$  销钉和两个 M8 螺钉衬套，将沉头螺母的焊枪支架组件安装在 T 型法兰对应的安装孔上，注意紧固两颗螺钉，焊枪支架的安装方向朝向 T 型法兰安装孔偏心的反侧。



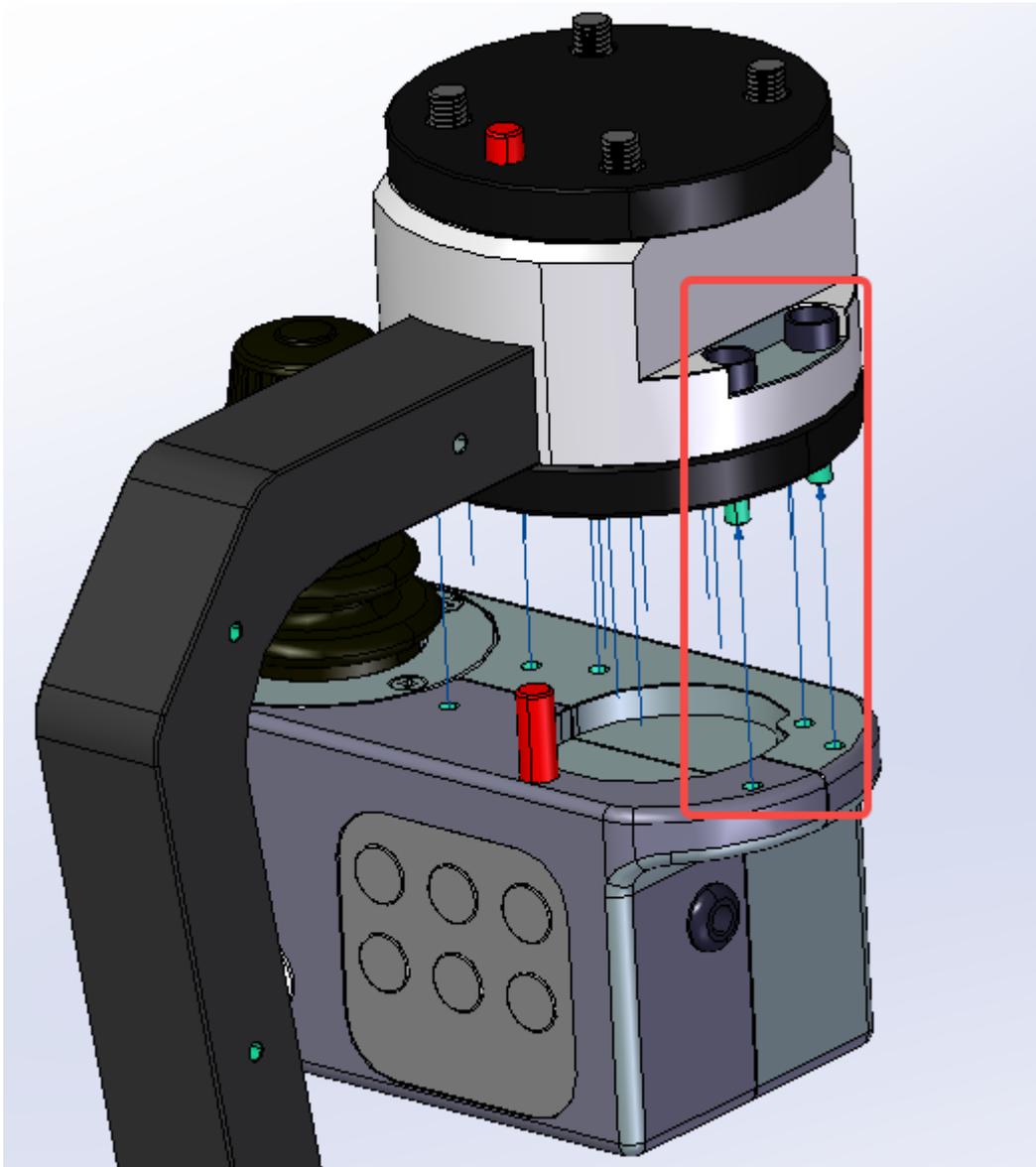
3) 根据  $\varphi 6 \times 20$  尼龙绝缘销钉确定焊枪支架的安装方向，将末端绝缘板放在 T 型法兰上方，使用 M6 $\times$ 20 螺钉通过 M6 销钉绝缘套将焊枪支架组合安装在机器人末端，链接方向如图所示。

4) 焊枪支架组件安装完成后需要按照 TCP 标定教程正确标定焊枪的 TCP 坐标。



### 安装摇杆模块

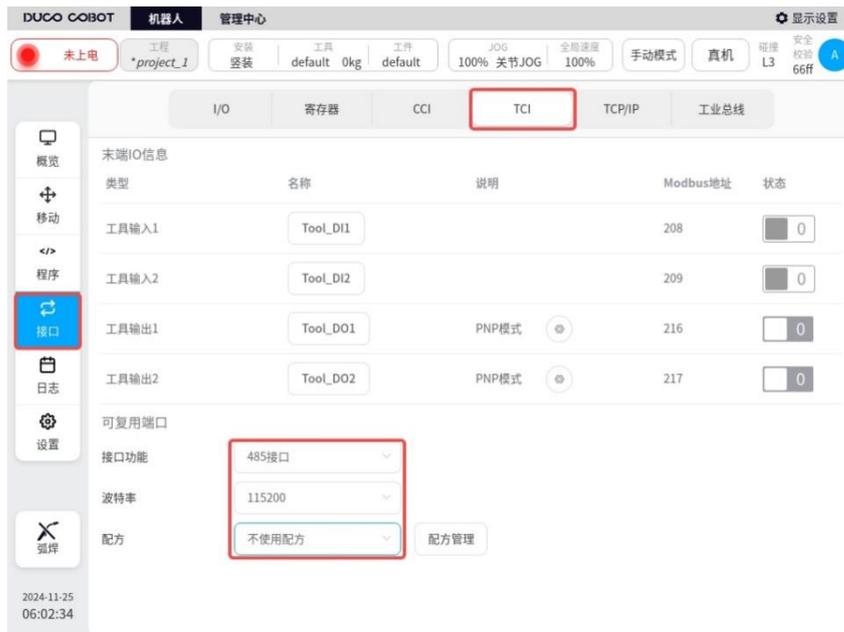
1) 根据  $\phi 6 \times 20$  尼龙绝缘销钉确定摇杆模块安装方向，使用四颗 M4 螺栓及配套的绝缘尼龙套，通过 T 型法兰上的沉头孔将尼龙绝缘板和摇杆牵引模块安装在 T 型法兰下端；注意尼龙绝缘板在 T 型法兰与牵引模块中间。安装方向如下图所示，保证在目光沿着焊枪支架看向机器人末端时，摇杆在左手侧。



2) 再次确认机器人处于断电状态，将摇杆牵引模块的 8pin 航插线与机器人末端的航插头进行连接，拧紧航插头上的螺纹套后对机器人进行上电操作。

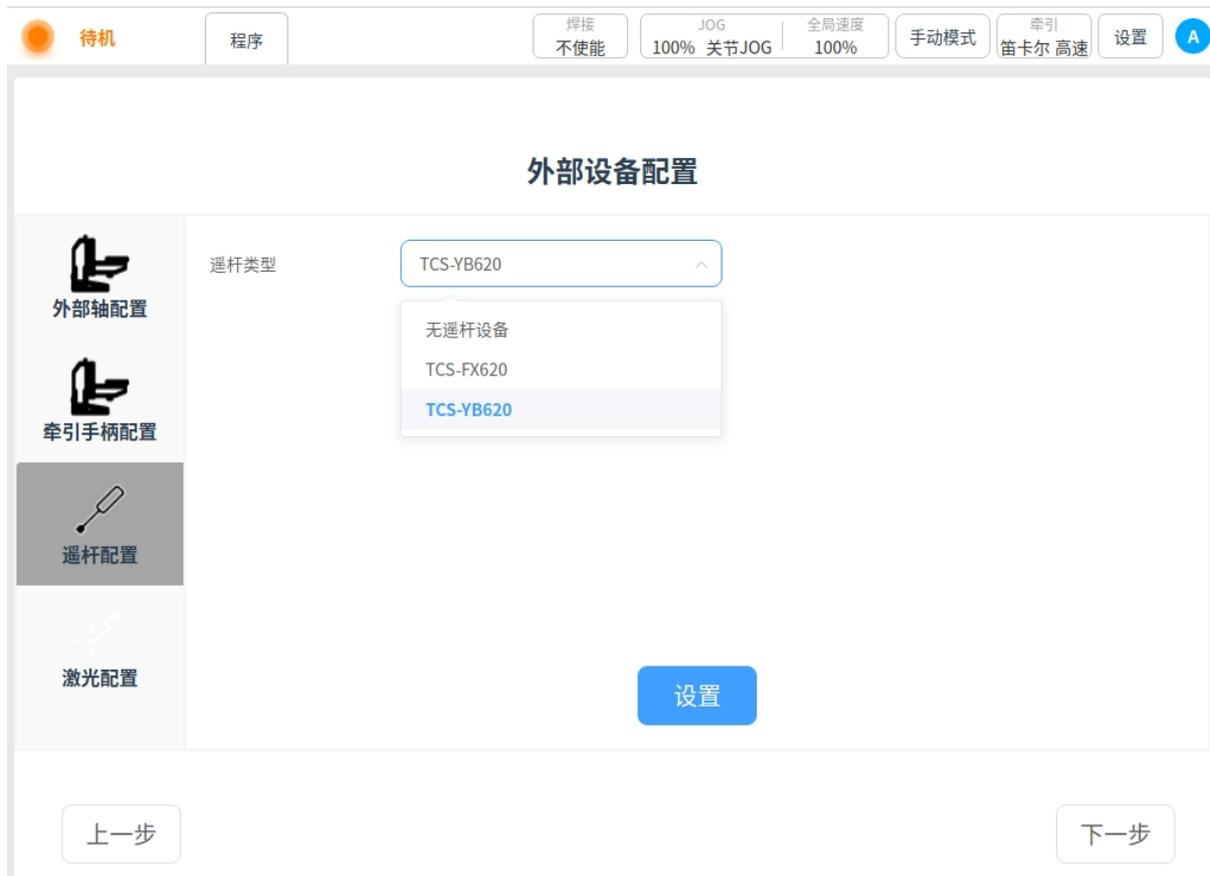
#### 机器人及摇杆牵引模块的设置

- 1) 安装焊接工艺包插件（v3.0.0 以上版本）。
- 2) 在机器人主界面/接口/TCI 进行设置，参考下图所示。



3) 在遥感配置界面。

- a. 选择摇杆类型为 **TCS-YB620**，点击设置，弹出“设置成功”的提示窗口。



- b. 在系统设置/焊机设置下，选择当前机器人连接的焊机型号，进行连接。如果实际无焊机连接，可选择奥太焊机进行设置，详细参考下图。



### 摇杆牵引模块的功能介绍

摇杆牵引模块用于提升客户使用机器人进行牵引示教过程中的精度和交互友好性。按键功能说明如下：

序号 1：牵引触发按钮，长按此键启动摇杆拖拽牵引，松开按钮则停止牵引。

序号 2：焊接功能按钮，从上到下，从左到右，功能依次为：模式 (MODE)、送丝 (WIRE)、送气 (GAS)、焊缝 (WELD)、点位 (POINT) 和确认 (OK) 六个功能按键。

模式：切换牵引方式，将牵引方式在关节牵引和笛卡尔牵引中切换；

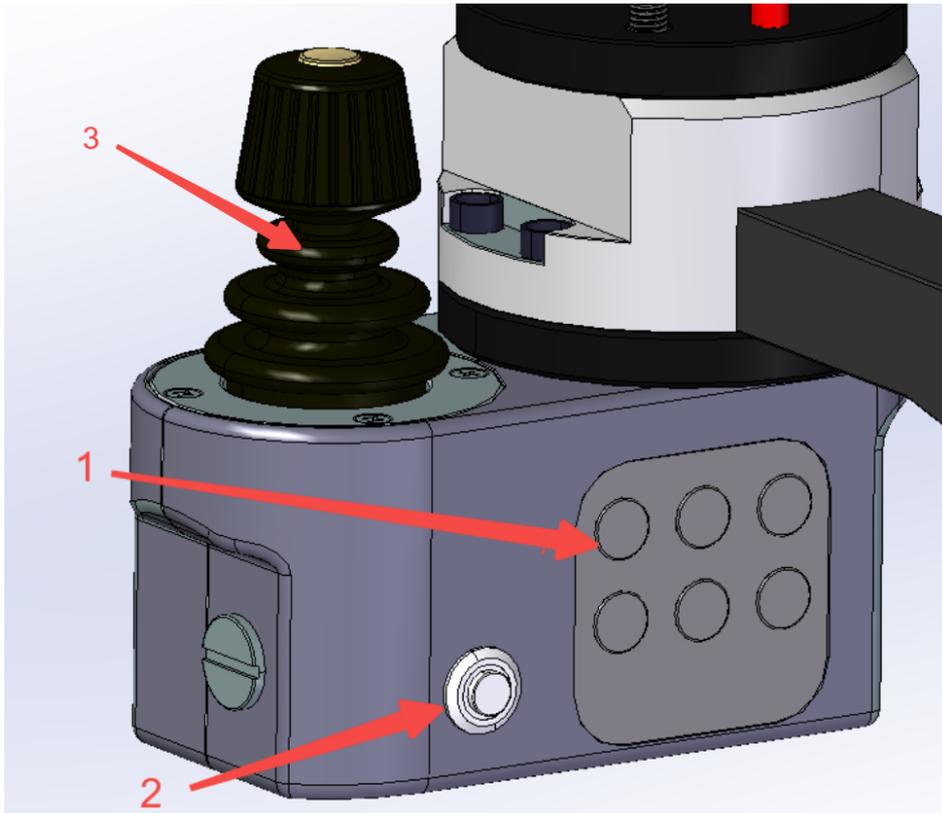
送丝：点动送丝，调整焊丝干伸长

送气：按住后送气，松开后关气，用于检测气体。

焊缝：创建焊缝的按钮，连续按键可实现不同类型焊缝的切换。

点位：示教点位记录按钮，单击后在焊缝定义过程中按顺序记录点位。长按则删除当前记录的示教点位。

确认：焊缝示教完成后，单击该按钮确认焊缝并准备执行。



序号 3：操作摇杆，共有三个自动复位的可操作轴和 1 个按钮；操作轴控制机器人在空间内位置姿态变化，按钮切换控制机器人的移动模式。开机时及 60s 未使用摇杆时，摇杆机构会进入安全锁定状态，需要长按牵引触发按钮 3s 解锁。

开机时默认定义移动模式为锁定焊枪姿态调整机器人末端焊枪的空间位置（锁定姿态）：

主操作轴（X、Y 角度轴）：控制焊枪在 X、Y 轴方向横向移动。

Z 操作轴（旋转轴）：控制焊枪在 Z 轴方向上下移动。

单击按钮切换控制模式为锁定焊接点位调整焊枪姿态（锁定点位）：

主操作轴（X、Y 角度轴）：控制焊枪以 TCP 坐标系的 X、Y 轴为旋转轴旋转。

Z 操作轴（旋转轴）：控制焊枪以 TCP 坐标系的 Z 轴为旋转轴旋转。

再次单击按钮可以将移动模式切换到（锁定姿态）。

### 2.3.4 激光配置

激光配置页面用于设置激光传感器厂商、连接传感器、控制传感器、标定传感器。如图，左侧区域进行传感器的连接和操作，右侧为可以查看标定参数以及进行激光传感器的标定。具体使用详见激光传感器

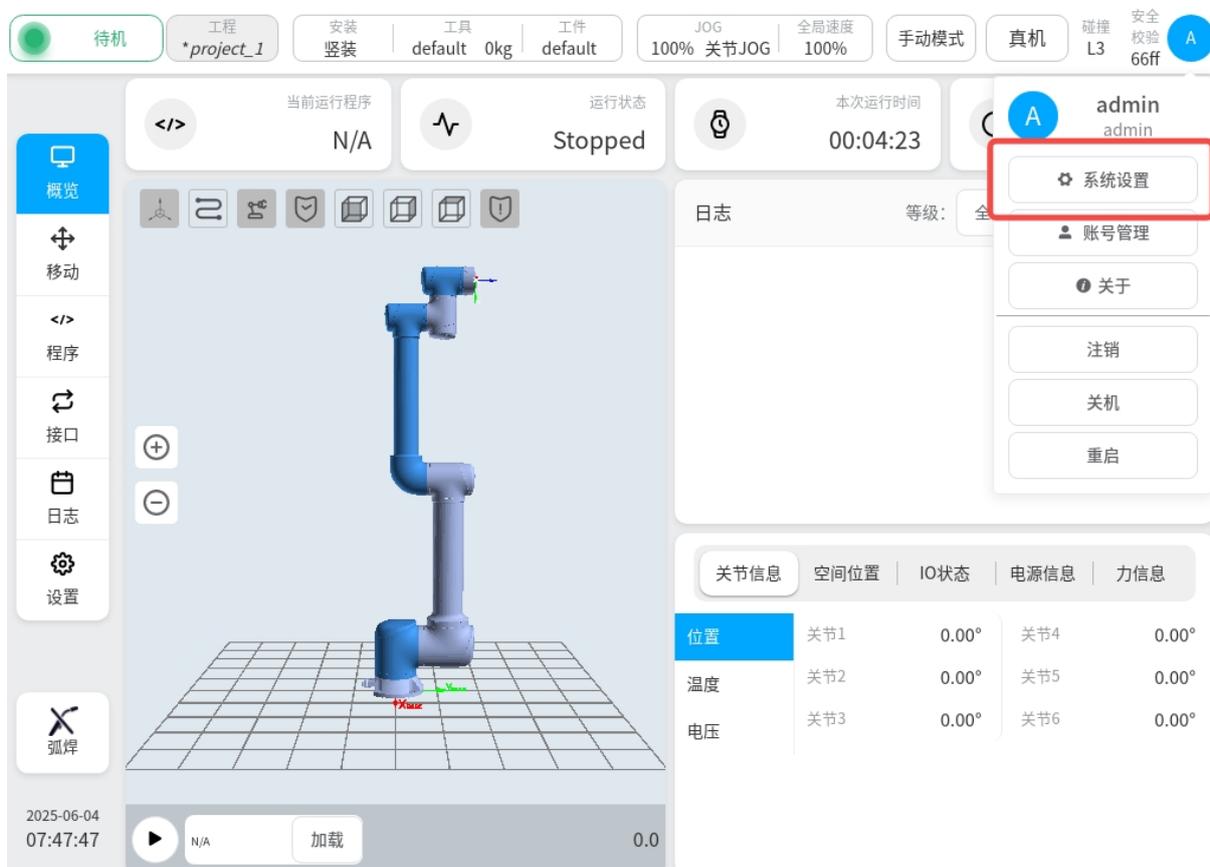


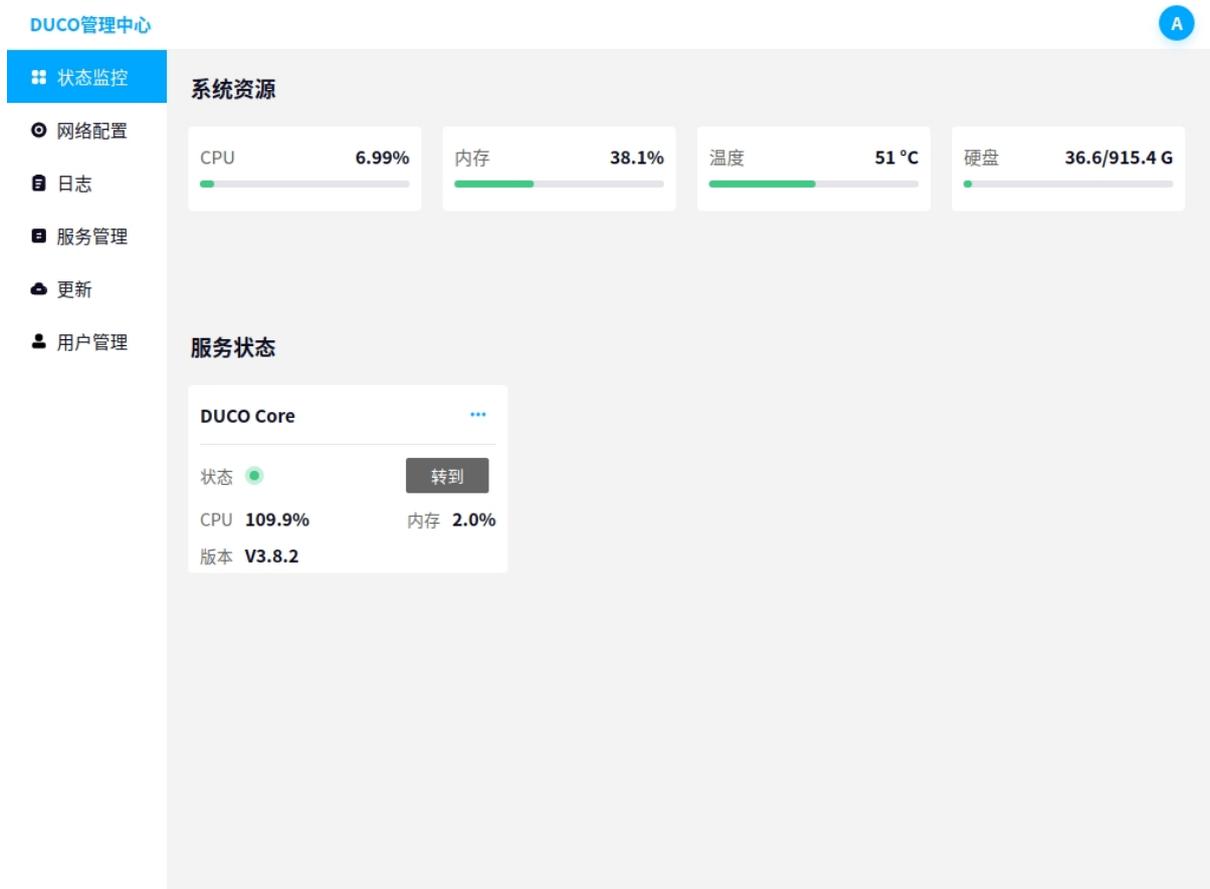
## 2.4 智能化

点击智能化进入智能化配置页面，页面包含焊接专家库系统配置；

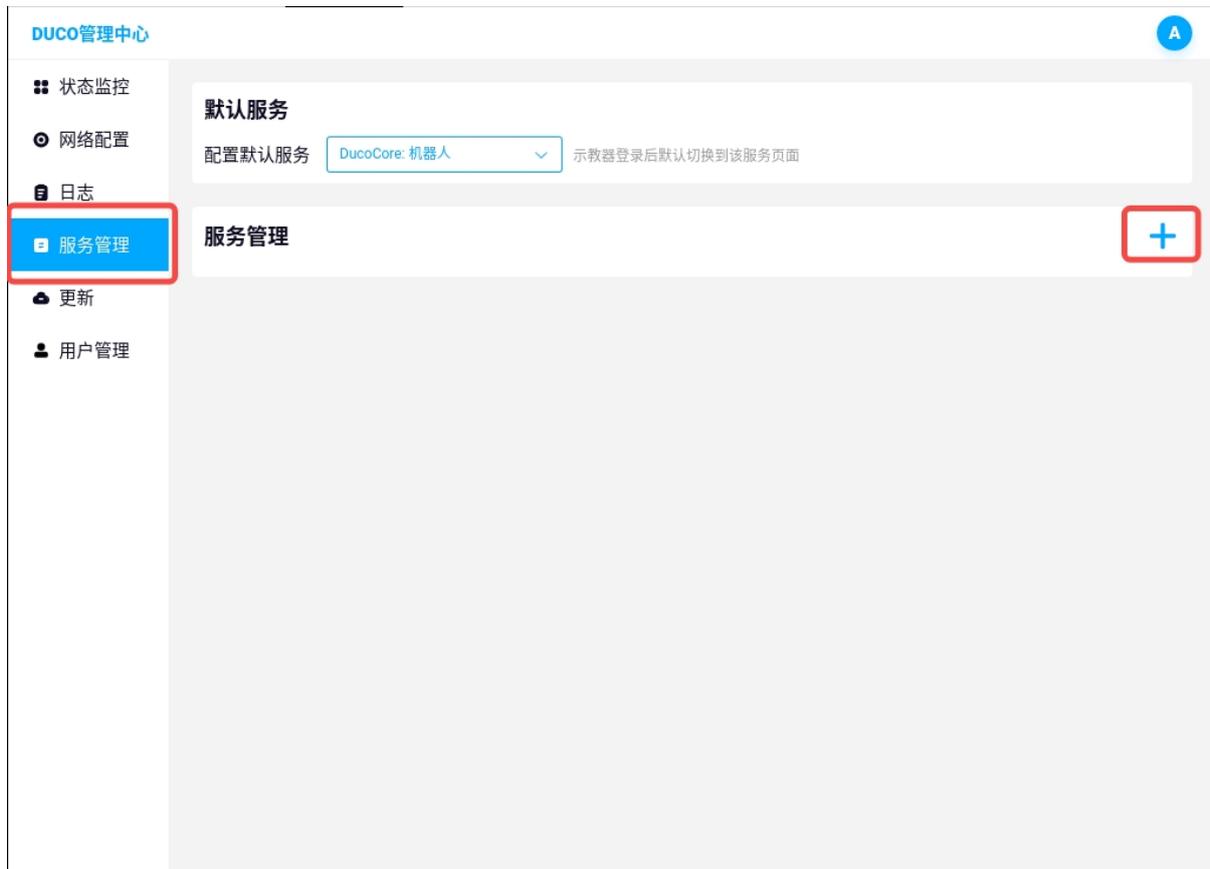
### 安装方式

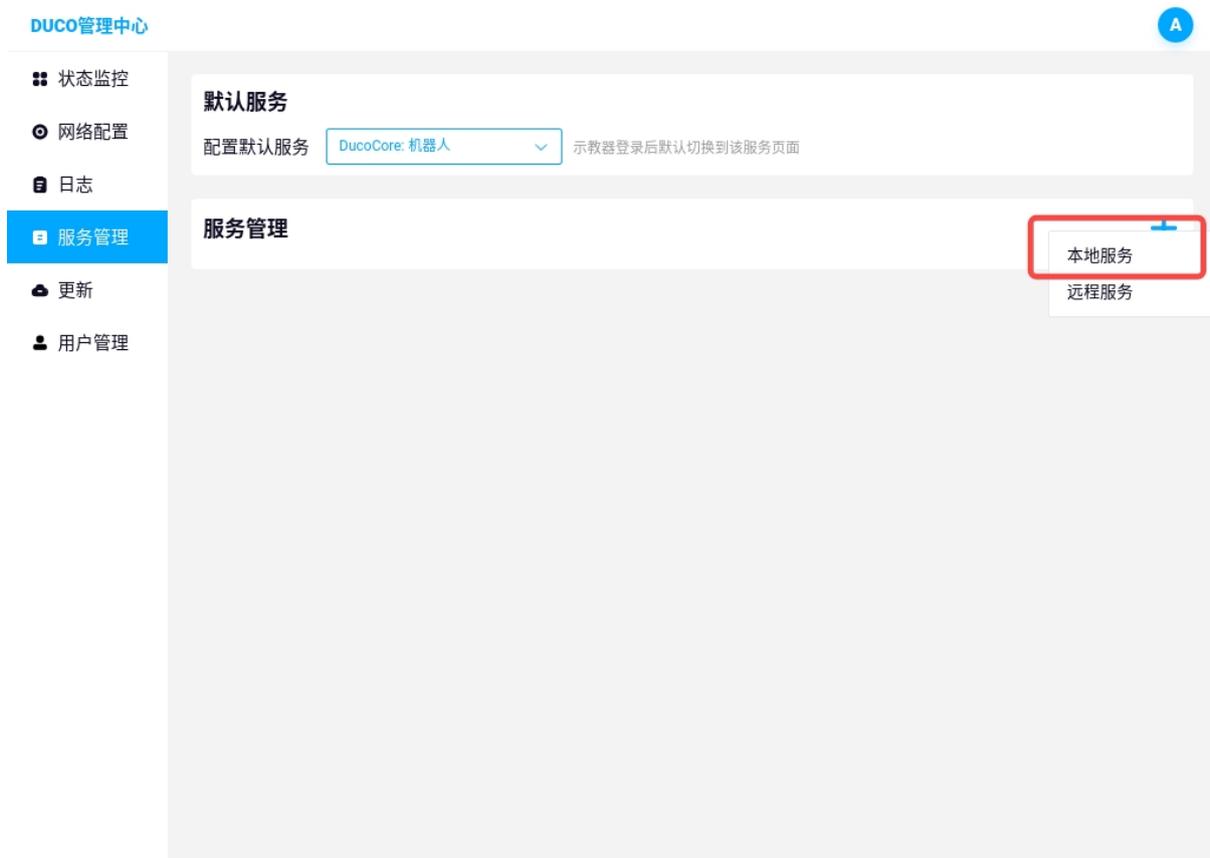
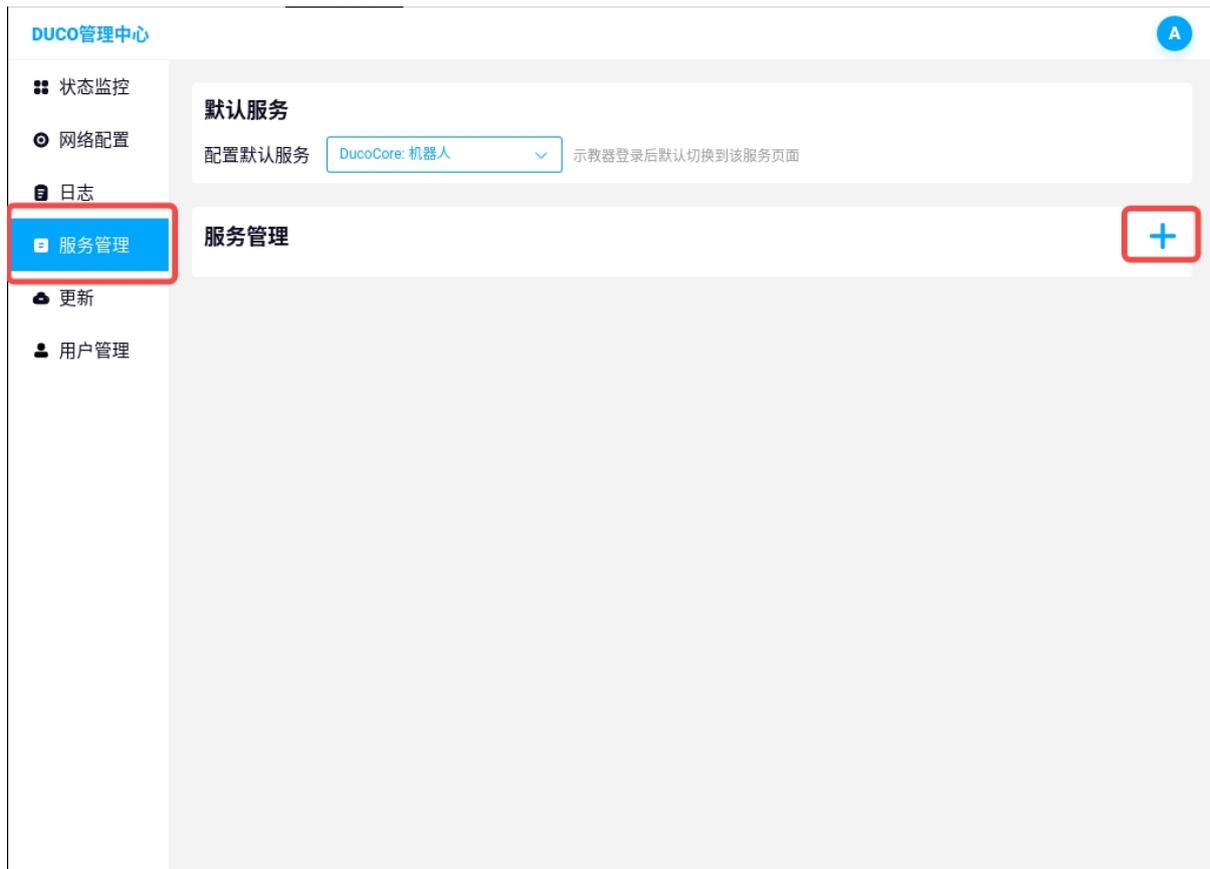
1. 点击上方管理中心或者返回到机器人页面点击管理员选中系统配置选择网络配置，进入管理中心；

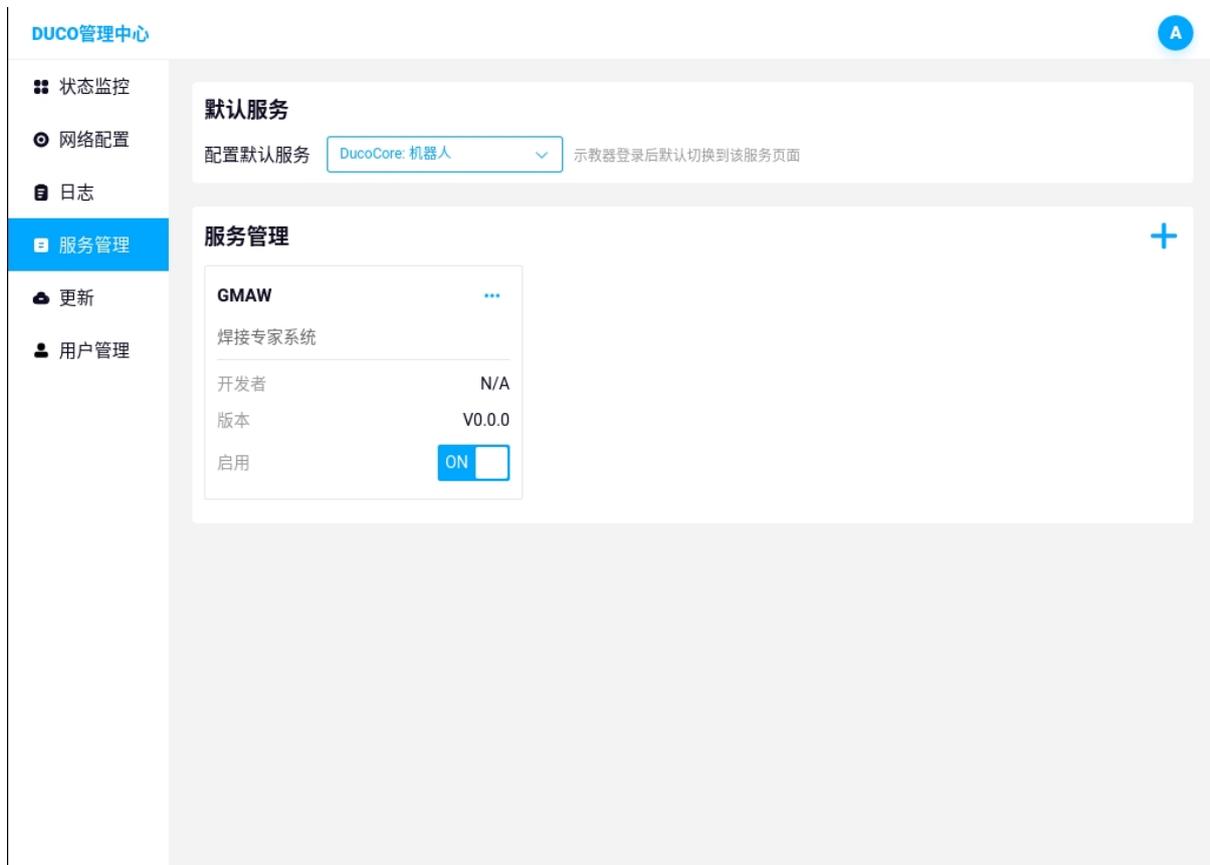
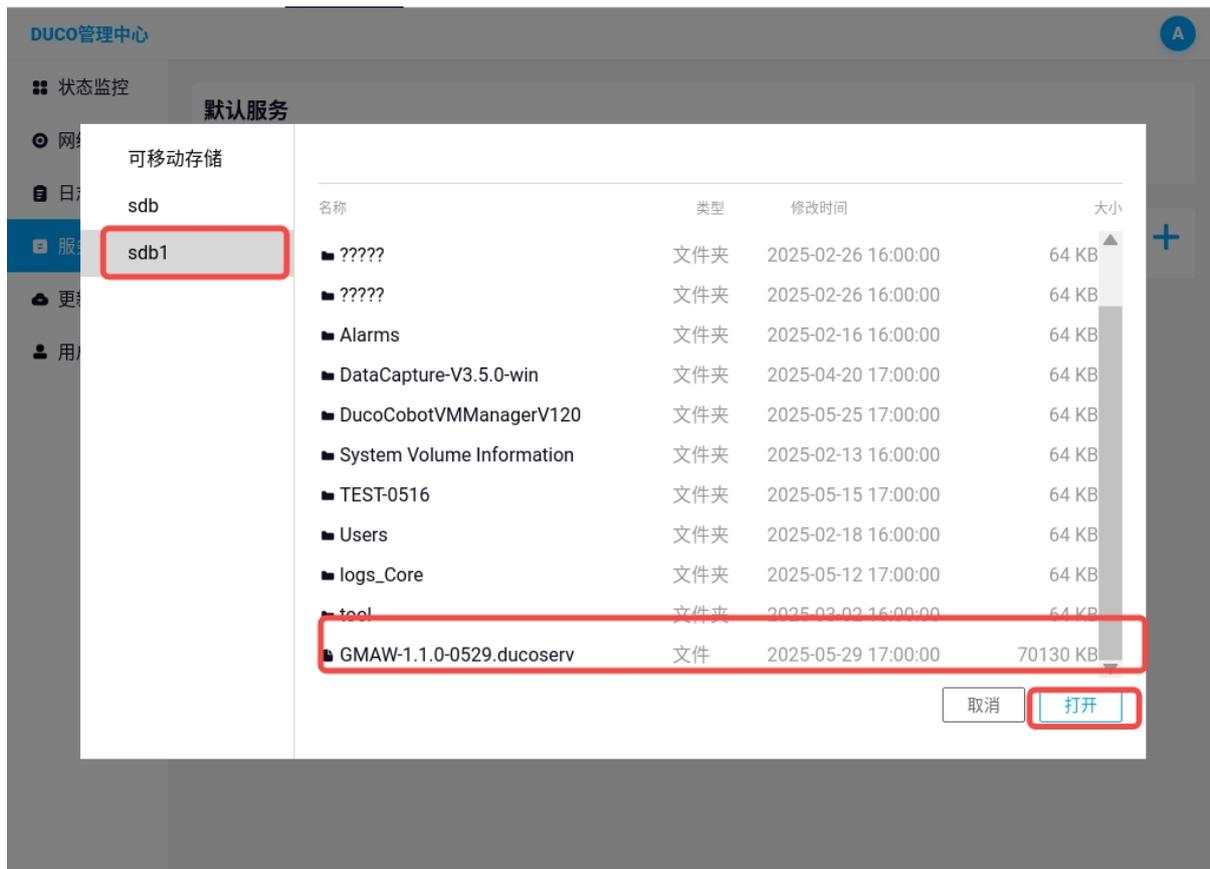




2. 在管理中心页面选择服务管理，并点击  并选择本地服务，从 U 盘选择安装文件，并打开安装。安装成功后会在服务管理中显示，点击配置默认服务并选择专家系统；









## 测试

返回焊接应用中，进入智能化页面；点击测试，测试成功后会提示成功链接专家库系统；



## CHAPTER THREE

### 开始使用

### 3.1 概述

成功安装好焊接工艺包 v3 插件包后，进入焊接工艺包 v3 软件界面。软件总体界面主要分两大区域，头部状态栏、中部内容区。



#### 状态栏:

- 显示整站的状态，包括机器人状态、焊接电源状态、外部轴状态，以及对应的操作按钮；
- 进入程序页按钮；
- 焊接模式使能、不使能切换按钮；
- 显示机器人的安装方向及当前使用的坐标系；
- 显示 JOG 速度及类型、全局速度；

- 显示操作模式，即手动模式或自动模式；
- 显示当前激活的牵引模式；
- 进入设置页面按钮；
- 显示用户头像，且单击其会显示下拉系统菜单。

#### 内容区：

主要内容显示区域。

## 3.2 状态栏

界面头部状态栏如下图所示：



#### 状态指示灯：

指示灯颜色有三种：红色、橙色、绿色。机器人未使能状态或焊机在出错状态时，指示灯显示为红色；机器人在使能状态且焊机就绪时，指示灯显示为橙色；程序在运行时，指示灯显示为绿色。

#### 状态显示：

状态显示字样有：机器人未使能、焊机故障、焊接中、运行中、待机。点击状态指示灯或状态显示任意区域，会弹框显示如下，可以对机器人状态、焊机电源状态以及外部轴状态进行显示或操作。



**程序:**

进入程序页按钮;

**焊接:**

焊接模式使能、不使能切换按钮。

**JOG 速度/类型:**

显示机器人当前 JOG 速度百分比或 JOG 类型，即关节 JOG 或空间 JOG。单击 JOG 显示区域，会弹框显示 JOG 速度调节滑块和 JOG 类型选择按钮，可以调节 JOG 速度或手动输入，还可以对空间 JOG 或关节 JOG 进行切换。



### 全局速度：

显示机器人当前全局速度的百分比。单击速度显示框，显示速度调节滑块，可以调节全局速度或手动输入。



### 操作模式：

显示机器人操作模式，分手动模式和自动模式两种。单击该显示框，会显示包含手动模式和自动模式按钮的弹出框，通过单击对应按钮进行操作模式的切换。当用户进行手动/自动模式切换时，用户需要输入正确密码后才可以进行模式切换。



**牵引模式：**使用摇杆的情况下，显示当前激活的模式。包括关节牵引/笛卡尔牵引；高速牵引/低速牵引。用户可通过手柄上的按钮去切换使用的模式。

点击该区域，将弹出牵引控制窗口。用户可在该窗口调节牵引的类型、方向、柔顺度等。



### 设置：

进入设置页面按钮。

### 用户头像：

默认登录进入工艺包是普通模式，且单击用户头像显示如下图所示弹出窗。



- **切换高级模式**：单击输入密码后会进入高级模式；
- **关于**：显示机器人型号、软件版本以及工艺包版本等信息；
- **注销**：单击返回焊接工艺包 v3 启动页面；
- **重启**：在机器人断电状态下，单击会弹出确认关闭系统的对话框；机器人未断电状态下则会提示先断电；
- **关机**：在机器人断电状态下，单击会弹出确认重启系统的对话框；机器人未断电状态下则会提示先断电；

在高级模式下，点击用户头像显示如下图所示。



- **系统配置**：单击直接进入系统配置页面；
  - **日志**：单击直接进入日志页面；
  - **工艺库**：单击直接进入工艺库页面；
  - **切换普通模式**：单击直接进入高级模式；
- 关于、注销、关机、重启功能同普通模式下的功能。

高级模式下特有的功能：

- **返回机器人**：单击直接进入机器人系统页面；
- **修改密码**：单击弹出修改密码的对话框，可以修改密码；



关于高级模式和普通模式的区别请查看 用户模式

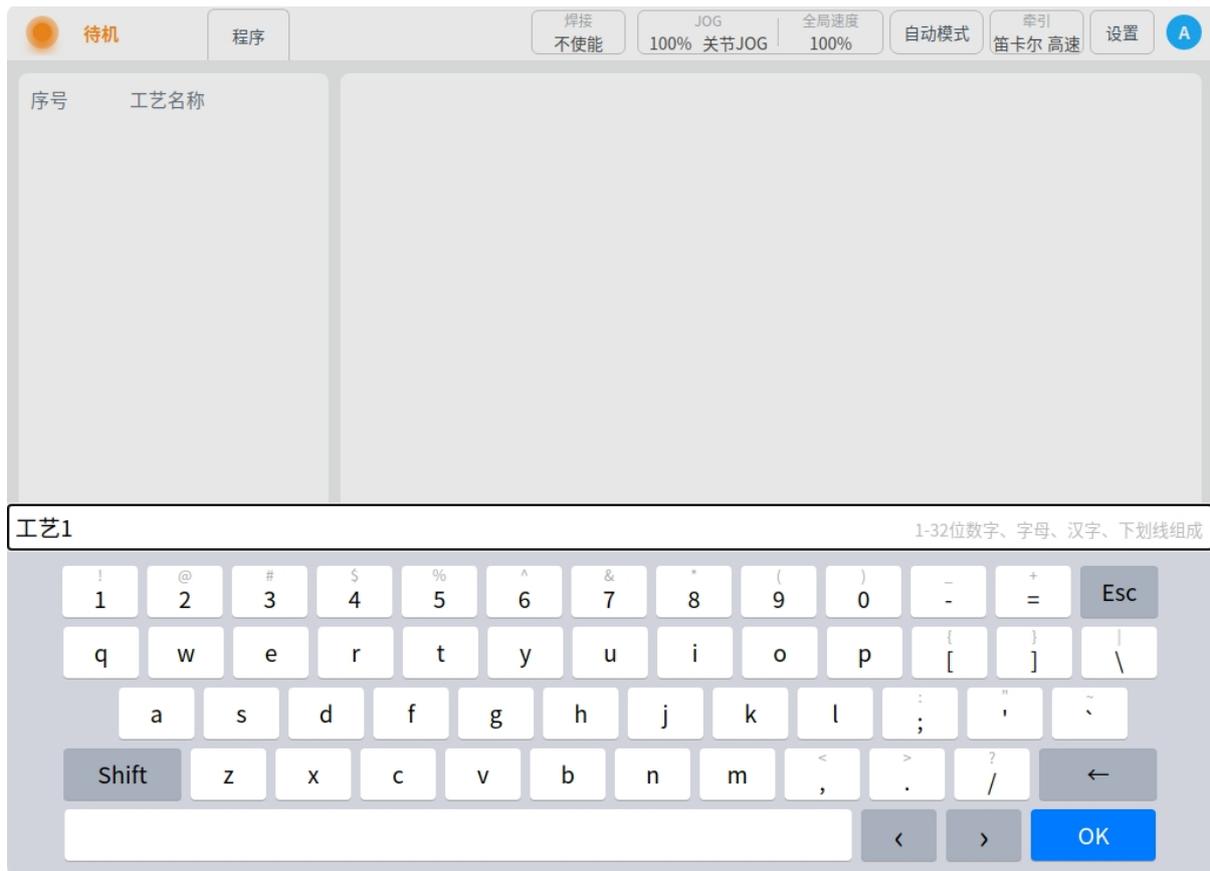
### 3.3 工艺库

工艺库页面用来管理当前激活工程内所有工艺文件。左侧显示工艺列表，右侧显示当前选中的工艺内容。

在高级模式下，点击用户头像，选中“工艺库”进入工艺库页面，若当前无工艺则显示空白，需点击左下角新建或者导入进行工艺添加。



**新建：**点击新建会自动生成工艺名，也可根据情况进行修改。点击‘OK’按钮，即可完成工艺添加。

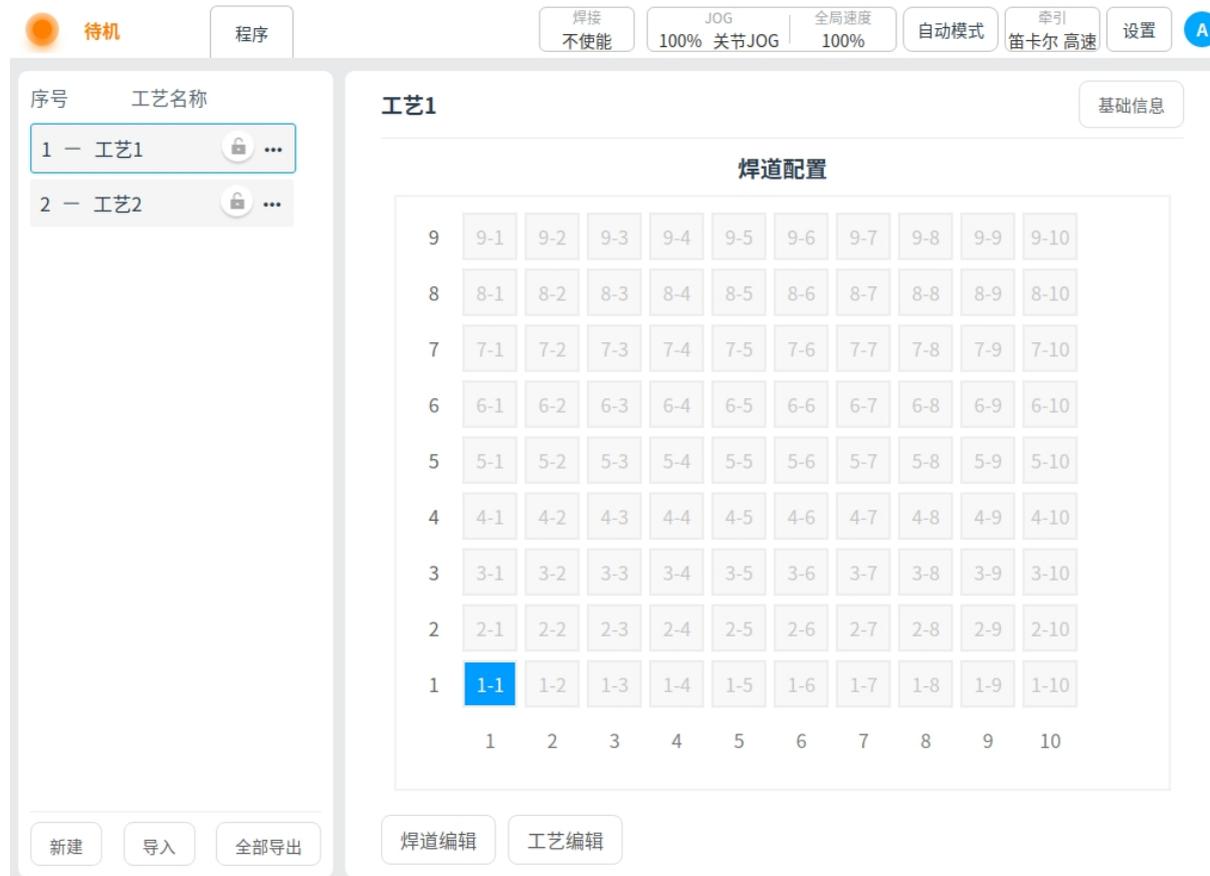


**导入：** 点击导入，会弹出 U 盘文件选择框，选择对应工艺文件后点击‘导入’按钮，即可完成工艺导入。



### 3.3.1 工艺列表

添加成功后即可在页面左侧显示工艺列表；



列表中工艺项提供部分工艺信息显示和操作，具体如下：



上图所示从左到右依次为：序号、工艺类型、工艺名称、锁定图标、操作图标；

**序号：**显示工艺在列表中的序号；

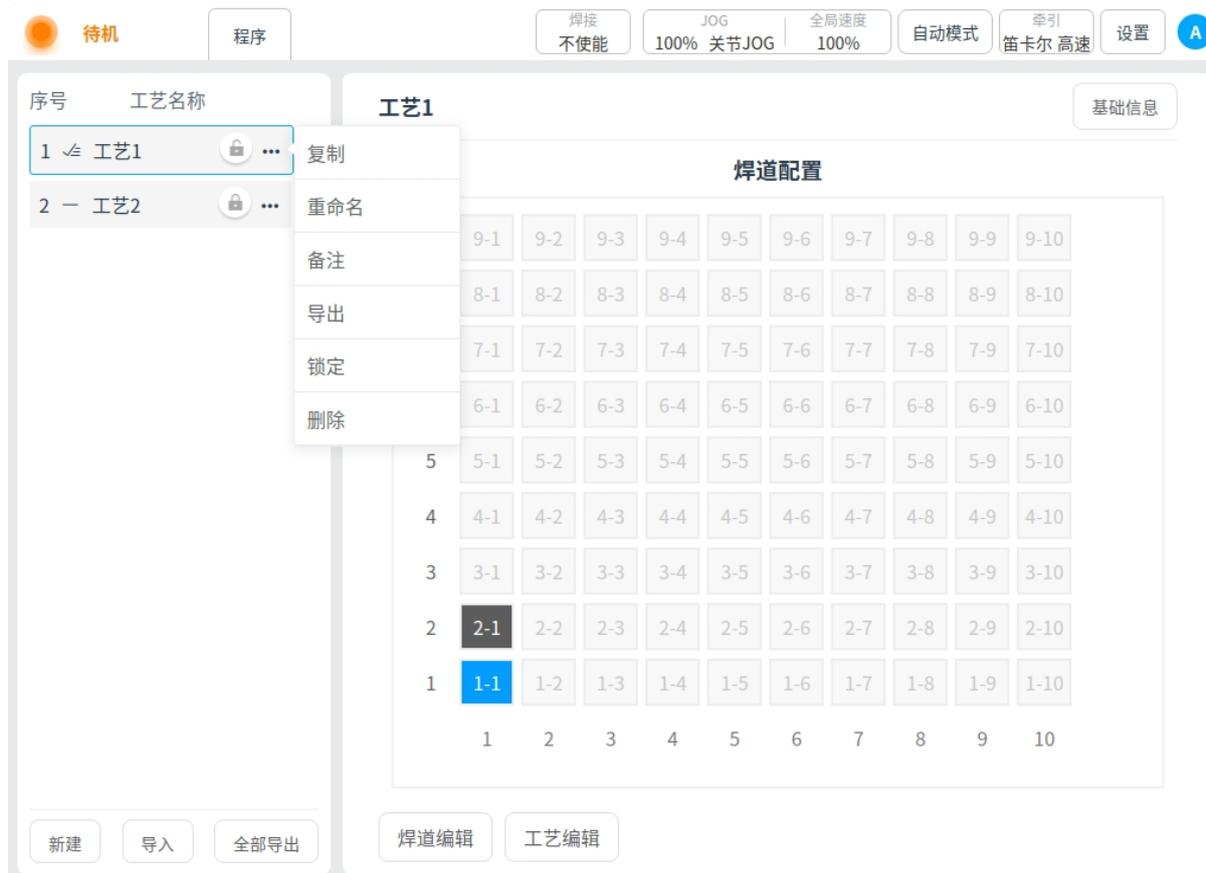
**工艺类型：**当图标显示  时，表示该工艺为单道工艺；当图标显示  时，表示该工艺为多道工艺；

**工艺名称：**显示工艺名称；

**锁定图标：**当图标显示  时，表示该工艺已锁定；当图标显示  时，表示该工艺未锁定；

**操作图标：**点击图标进入工艺进行复制、重命名、备注、导出、锁定/开放、删除操作；

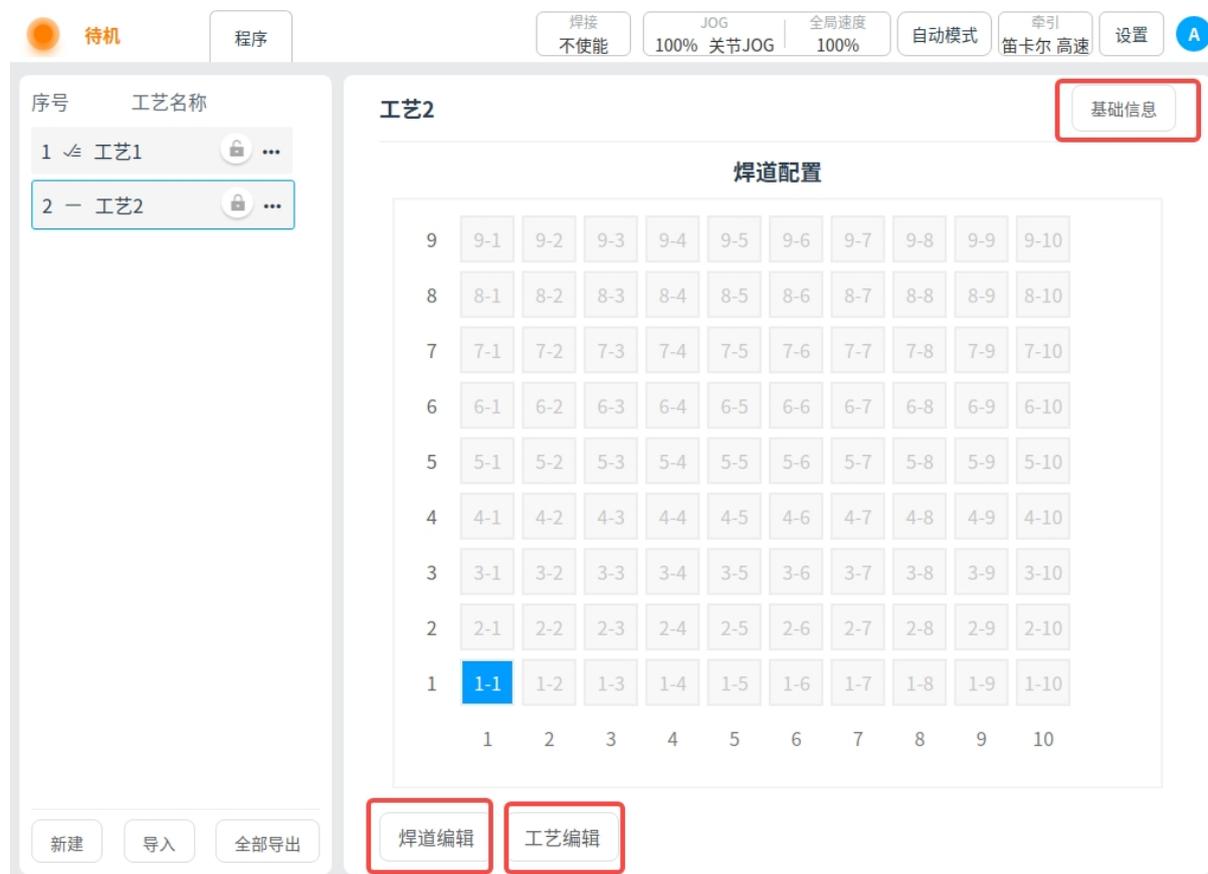
- 复制：单击“复制”会弹出键盘，被复制的工艺名称默认将在后面加“\_copyxx”后缀，用户也可以根据工艺文件命名规则进行修改重命名；点击‘OK’即可保存。
- 重命名：单击“重命名”会弹出键盘，输入新的工艺名称后，确定即可修改；
- 备注：单击“备注”会弹出键盘，输入新的工艺备注信息；
- 导出：单击“导出”可以将工艺文件导出到 U 盘上；
- 锁定/开放：可以对工艺文件进行锁定或开放操作。锁定后无法对当前工艺进行删除和重命名操作；
- 删除：单击“删除”会弹出确认对话框，确认后即可删除该工艺文件；



**全部导出：** 点击列表下方全部导出按钮，可将当前列表工艺文件导出到 U 盘上。

### 3.3.2 工艺内容

选中左侧工艺列表中的任意一条数据，可查看和设置工艺内容。内容区域分为：基础信息、焊道配置、焊道编辑、工艺编辑；



#### 基础信息

点击右上角基础信息按钮进入基础信息页面。可对当前工艺所焊接工件的材料、接头类型、焊接位置、接头尺寸进行设置。设置完成后点击保存即可；

**材料：**可进行焊接母材、焊丝类型、焊丝直径、保护气类型设置；

**接头类型：**可进行接头类型、接头形式设置；

**焊接位置：**可选择平焊、横焊、立焊、仰焊；

**接头尺寸：**可进行 w1、w2、t1、t2 设置；

● 待机
程序

焊接  
不使能
JOG  
100% 关节JOG
全局速度  
100%
自动模式
牵引  
笛卡尔 高速
设置 A

序号    工艺名称

|   |     |       |
|---|-----|-------|
| 1 | 工艺1 | 🔒 ... |
| 2 | 工艺2 | 🔒 ... |

新建
导入
全部导出

工艺2
焊道配置

**基础信息**

|          |              |      |  |
|----------|--------------|------|--|
| 焊接母材     | 碳钢           | Q235 |  |
| 焊丝类型     | ER70S-6      |      |  |
| 焊丝直径(mm) | 1.2          |      |  |
| 保护气类型    | 20%CO2+80%Ar |      |  |

材料
接头类型
焊接位置
接头尺寸

返回
保存

● 待机
程序

焊接  
不使能
JOG  
100% 关节JOG
全局速度  
100%
自动模式
牵引  
笛卡尔 高速
设置 A

序号    工艺名称

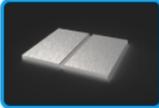
|   |     |       |
|---|-----|-------|
| 1 | 工艺1 | 🔒 ... |
| 2 | 工艺2 | 🔒 ... |

新建
导入
全部导出

工艺2
焊道配置

**基础信息**

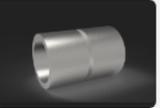
接头类型



板-板

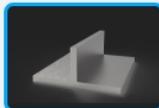


板-管

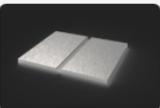


管-管

接头形式



T型接头



对接接头

材料
接头类型
焊接位置
接头尺寸

返回
保存

待机
程序

焊接 不使能
JOG 100% 关节JOG
全局速度 100%
自动模式
牵引 笛卡尔 高速
设置

序号 工艺名称

- 1 工艺1 🔒 ...
- 2 工艺2 🔒 ...

新建
导入
全部导出

### 工艺2 焊道配置

#### 基础信息

  
平焊 (1F)

  
横焊 (2F)

  
立焊 (3F)

  
仰焊 (4F)

材料
接头类型
焊接位置
接头尺寸

返回
保存

待机
程序

焊接 不使能
JOG 100% 关节JOG
全局速度 100%
自动模式
牵引 笛卡尔 高速
设置

序号 工艺名称

- 1 工艺1 🔒 ...
- 2 工艺2 🔒 ...

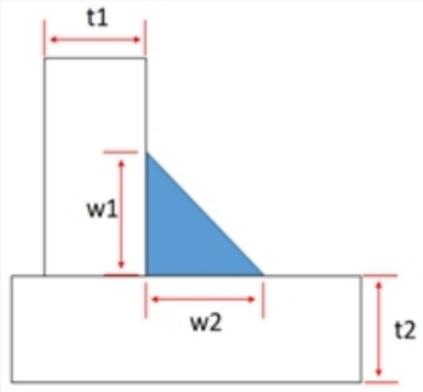
新建
导入
全部导出

### 工艺2 焊道配置

#### 基础信息

坡口参数

|     |   |   |   |
|-----|---|---|---|
| w1: | - | 0 | + |
| w2: | - | 0 | + |
| t1: | - | 0 | + |
| t2: | - | 0 | + |

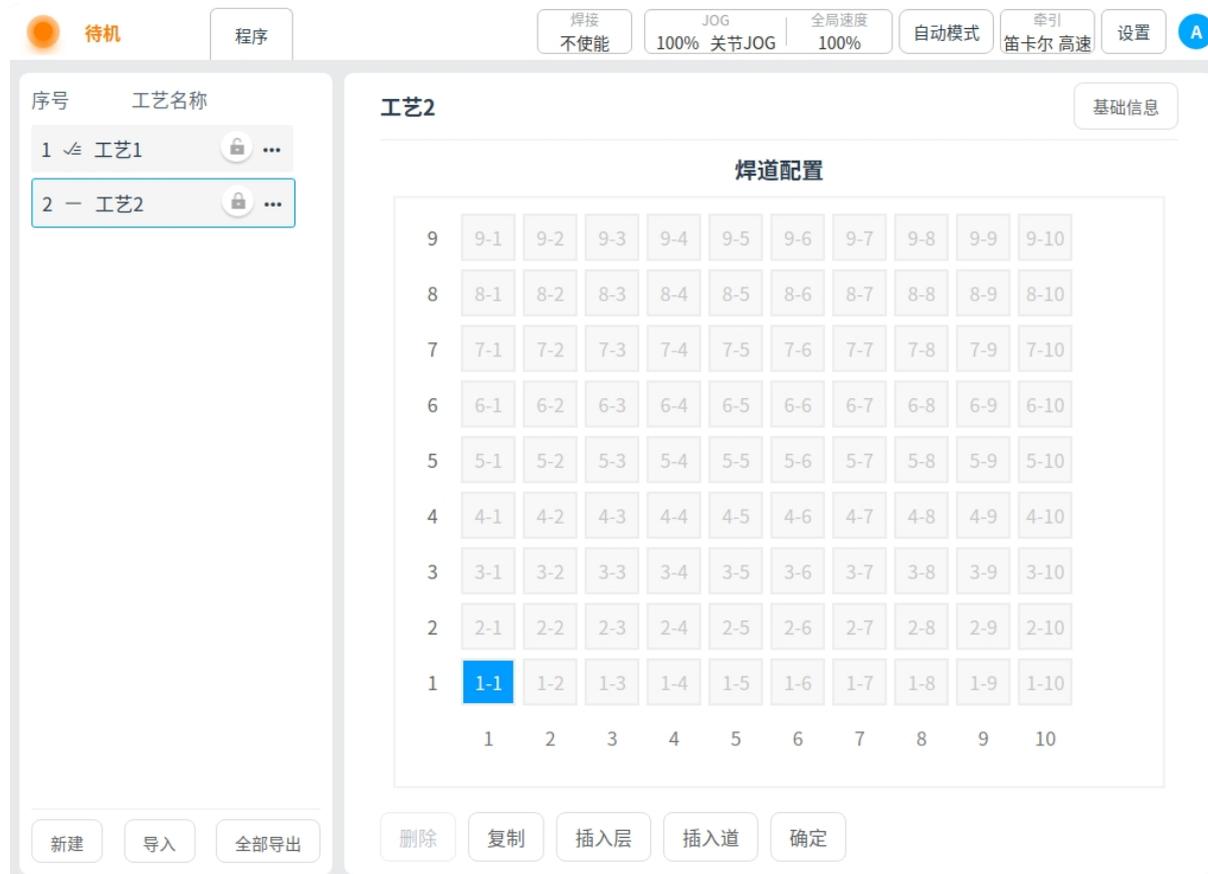


材料
接头类型
焊接位置
接头尺寸

返回
保存

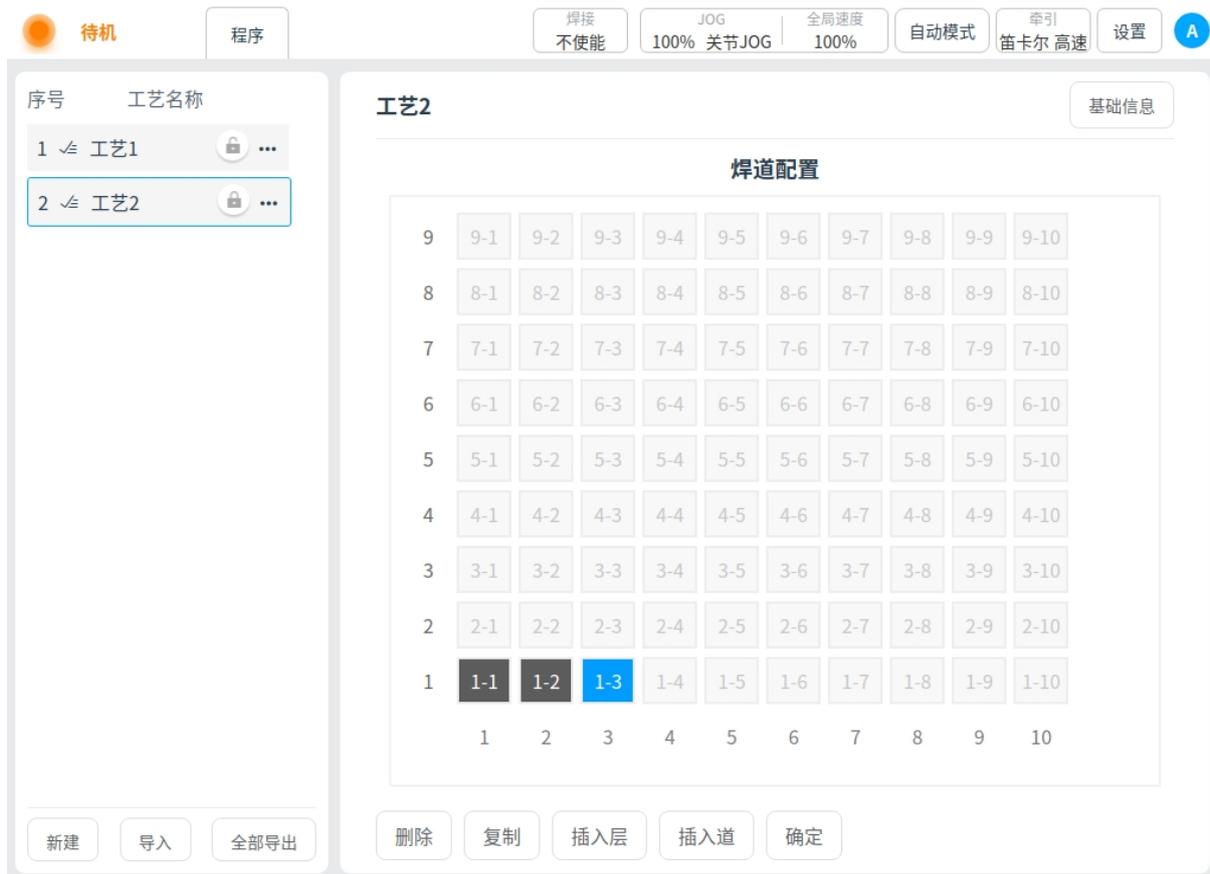
## 焊道编辑

点击左下角焊道编辑按钮，进入焊道编辑页面。在焊道编辑页面可对当前工艺焊缝进行，如下：



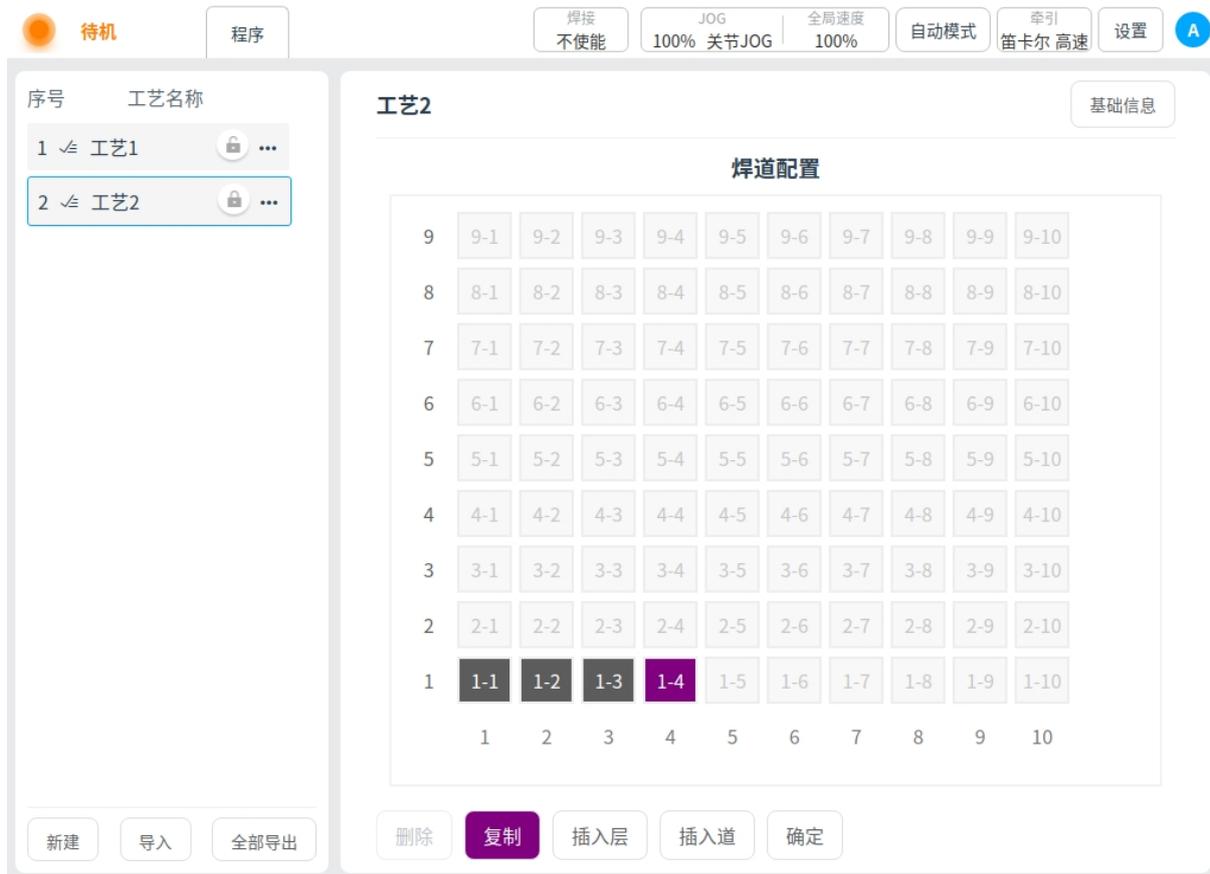
**新建焊道：** 击网格中未创建的格新增焊道。

- 如果当前层有焊道，则根据点击的格往后追加道；比如 1-1 已存在，此时点击 1-5，则 1-1 至 1-5 之间的网格都创建；
- 如果当前层没有焊道，则依次创建第一格；如 1-1 已存在，此时点击 4-1，则创建 1-1、2-1、3-1、4-1；
- 综合以上两种情况，点击任一网格，则创建所在层的道，所在层以下的层；比如 1-1 已存在，此时点击 4-3，则创建 2-1、3-1、4-1、4-2、4-3；



**复制焊道：**复制焊道并添加；

- 点击复制按钮 → 开启复制模式；（选中的焊道标记为紫色）；
- 开启复制模式之后，新建的焊道（包含点击创建、插入层、插入道）的参数复制此选中的焊道参数；
- 再点击复制按钮 → 退出复制模式；



**插入层:**

- 在选中的层上方插入一个新层 (层-1);
- 平移后续焊道, 且重新编号;
- 若处于复制模式, 则 层-1 继承选中焊道的参数;

待机 程序

焊接 不使能 JOG 100% 关节JOG 全局速度 100% 自动模式 牵引 笛卡尔 高速 设置 A

序号 工艺名称

1 工艺1

2 工艺2

工艺2 基础信息

焊道配置

|   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 9 | 9-1 | 9-2 | 9-3 | 9-4 | 9-5 | 9-6 | 9-7 | 9-8 | 9-9 | 9-10 |
| 8 | 8-1 | 8-2 | 8-3 | 8-4 | 8-5 | 8-6 | 8-7 | 8-8 | 8-9 | 8-10 |
| 7 | 7-1 | 7-2 | 7-3 | 7-4 | 7-5 | 7-6 | 7-7 | 7-8 | 7-9 | 7-10 |
| 6 | 6-1 | 6-2 | 6-3 | 6-4 | 6-5 | 6-6 | 6-7 | 6-8 | 6-9 | 6-10 |
| 5 | 5-1 | 5-2 | 5-3 | 5-4 | 5-5 | 5-6 | 5-7 | 5-8 | 5-9 | 5-10 |
| 4 | 4-1 | 4-2 | 4-3 | 4-4 | 4-5 | 4-6 | 4-7 | 4-8 | 4-9 | 4-10 |
| 3 | 3-1 | 3-2 | 3-3 | 3-4 | 3-5 | 3-6 | 3-7 | 3-8 | 3-9 | 3-10 |
| 2 | 2-1 | 2-2 | 2-3 | 2-4 | 2-5 | 2-6 | 2-7 | 2-8 | 2-9 | 2-10 |
| 1 | 1-1 | 1-2 | 1-3 | 1-4 | 1-5 | 1-6 | 1-7 | 1-8 | 1-9 | 1-10 |
|   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10   |

新建 导入 全部导出 删除 复制 插入层 插入道 确定

待机 程序

焊接 不使能 JOG 100% 关节JOG 全局速度 100% 自动模式 牵引 笛卡尔 高速 设置 A

序号 工艺名称

1 工艺1

2 工艺2

工艺2 基础信息

焊道配置

|    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| 10 | 10-1 | 10-2 | 10-3 | 10-4 | 10-5 | 10-6 | 10-7 | 10-8 | 10-9 | 10-10 | 10-11 |
| 9  | 9-1  | 9-2  | 9-3  | 9-4  | 9-5  | 9-6  | 9-7  | 9-8  | 9-9  | 9-10  | 9-11  |
| 8  | 8-1  | 8-2  | 8-3  | 8-4  | 8-5  | 8-6  | 8-7  | 8-8  | 8-9  | 8-10  | 8-11  |
| 7  | 7-1  | 7-2  | 7-3  | 7-4  | 7-5  | 7-6  | 7-7  | 7-8  | 7-9  | 7-10  | 7-11  |
| 6  | 6-1  | 6-2  | 6-3  | 6-4  | 6-5  | 6-6  | 6-7  | 6-8  | 6-9  | 6-10  | 6-11  |
| 5  | 5-1  | 5-2  | 5-3  | 5-4  | 5-5  | 5-6  | 5-7  | 5-8  | 5-9  | 5-10  | 5-11  |
| 4  | 4-1  | 4-2  | 4-3  | 4-4  | 4-5  | 4-6  | 4-7  | 4-8  | 4-9  | 4-10  | 4-11  |
| 3  | 3-1  | 3-2  | 3-3  | 3-4  | 3-5  | 3-6  | 3-7  | 3-8  | 3-9  | 3-10  | 3-11  |
| 2  | 2-1  | 2-2  | 2-3  | 2-4  | 2-5  | 2-6  | 2-7  | 2-8  | 2-9  | 2-10  | 2-11  |
| 1  | 1-1  | 1-2  | 1-3  | 1-4  | 1-5  | 1-6  | 1-7  | 1-8  | 1-9  | 1-10  | 1-11  |

新建 导入 全部导出 删除 复制 插入层 插入道 确定

插入道:

- 在选中的焊道右侧插入一个新焊道；
- 右移后续焊道，且重新编号；
- 若处于复制模式，则继承选中焊道的参数；

待机
程序

焊接  
不使能
JOG  
100% 关节JOG
全局速度  
100%
自动模式
牵引  
笛卡尔 高速
设置

A

| 序号 | 工艺名称 |  |
|----|------|--|
| 1  | 工艺1  | <span style="font-size: 0.8em;">🔒 ...</span> |
| 2  | 工艺2  | <span style="font-size: 0.8em;">🔒 ...</span> |

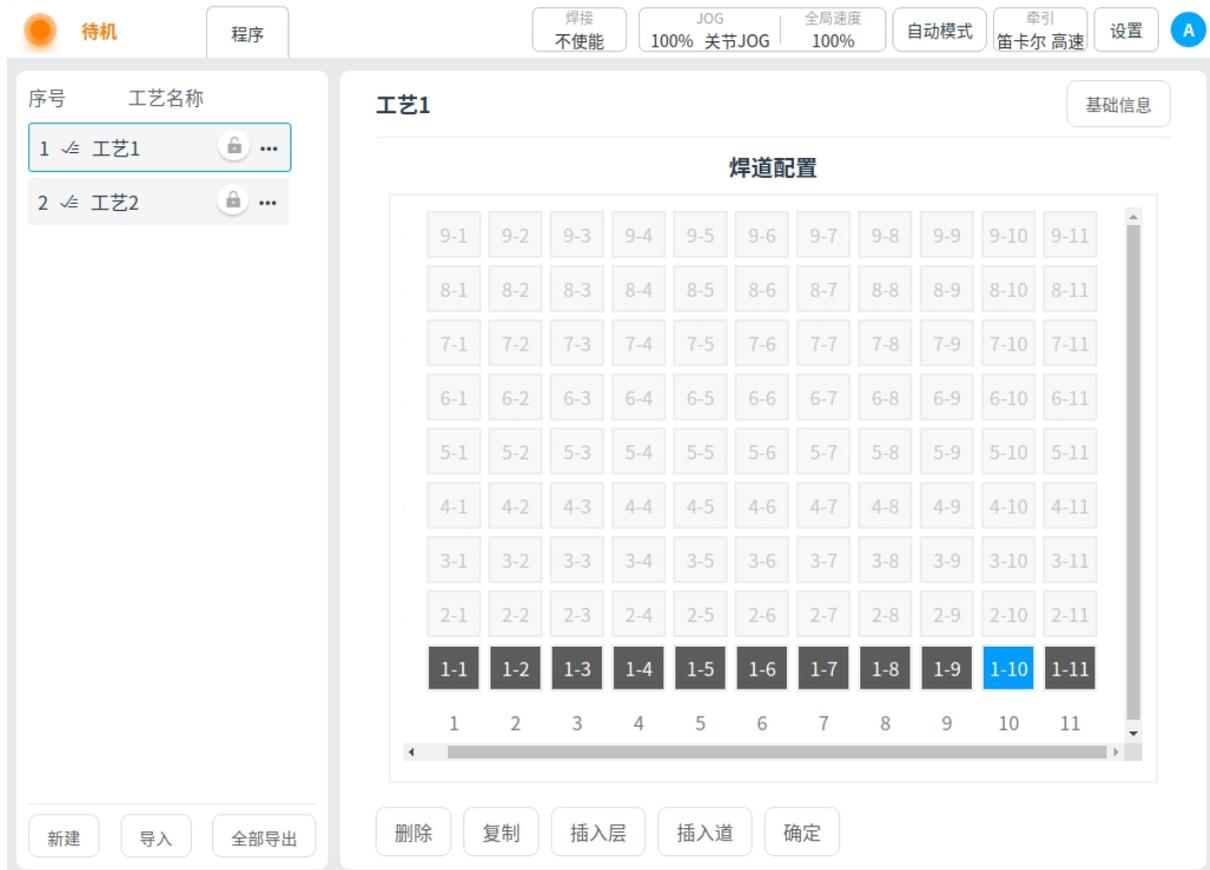
新建
导入
全部导出

工艺1
基础信息

焊道配置

|   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 9 | 9-1 | 9-2 | 9-3 | 9-4 | 9-5 | 9-6 | 9-7 | 9-8 | 9-9 | 9-10 |
| 8 | 8-1 | 8-2 | 8-3 | 8-4 | 8-5 | 8-6 | 8-7 | 8-8 | 8-9 | 8-10 |
| 7 | 7-1 | 7-2 | 7-3 | 7-4 | 7-5 | 7-6 | 7-7 | 7-8 | 7-9 | 7-10 |
| 6 | 6-1 | 6-2 | 6-3 | 6-4 | 6-5 | 6-6 | 6-7 | 6-8 | 6-9 | 6-10 |
| 5 | 5-1 | 5-2 | 5-3 | 5-4 | 5-5 | 5-6 | 5-7 | 5-8 | 5-9 | 5-10 |
| 4 | 4-1 | 4-2 | 4-3 | 4-4 | 4-5 | 4-6 | 4-7 | 4-8 | 4-9 | 4-10 |
| 3 | 3-1 | 3-2 | 3-3 | 3-4 | 3-5 | 3-6 | 3-7 | 3-8 | 3-9 | 3-10 |
| 2 | 2-1 | 2-2 | 2-3 | 2-4 | 2-5 | 2-6 | 2-7 | 2-8 | 2-9 | 2-10 |
| 1 | 1-1 | 1-2 | 1-3 | 1-4 | 1-5 | 1-6 | 1-7 | 1-8 | 1-9 | 1-10 |
|   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10   |

删除
复制
插入层
插入道
确定



**删除：**删除焊道；

- 选中已经创建的焊道，点击删除；
- 若删除的是本层的第一个焊道，则整层删除；后续层统一平移；
- 若删除的是某一层中间的焊道，则删除该焊道及其后续焊道；

待机 程序

焊接 不使能 JOG 100% 关节JOG 全局速度 100% 自动模式 牵引 笛卡尔 高速 设置 A

序号 工艺名称

1 工艺1

2 工艺2

工艺1 基础信息

焊道配置

|   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 9 | 9-1 | 9-2 | 9-3 | 9-4 | 9-5 | 9-6 | 9-7 | 9-8 | 9-9 | 9-10 |
| 8 | 8-1 | 8-2 | 8-3 | 8-4 | 8-5 | 8-6 | 8-7 | 8-8 | 8-9 | 8-10 |
| 7 | 7-1 | 7-2 | 7-3 | 7-4 | 7-5 | 7-6 | 7-7 | 7-8 | 7-9 | 7-10 |
| 6 | 6-1 | 6-2 | 6-3 | 6-4 | 6-5 | 6-6 | 6-7 | 6-8 | 6-9 | 6-10 |
| 5 | 5-1 | 5-2 | 5-3 | 5-4 | 5-5 | 5-6 | 5-7 | 5-8 | 5-9 | 5-10 |
| 4 | 4-1 | 4-2 | 4-3 | 4-4 | 4-5 | 4-6 | 4-7 | 4-8 | 4-9 | 4-10 |
| 3 | 3-1 | 3-2 | 3-3 | 3-4 | 3-5 | 3-6 | 3-7 | 3-8 | 3-9 | 3-10 |
| 2 | 2-1 | 2-2 | 2-3 | 2-4 | 2-5 | 2-6 | 2-7 | 2-8 | 2-9 | 2-10 |
| 1 | 1-1 | 1-2 | 1-3 | 1-4 | 1-5 | 1-6 | 1-7 | 1-8 | 1-9 | 1-10 |
|   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10   |

新建 导入 全部导出 删除 复制 插入层 插入道 确定

待机 程序

焊接 不使能 JOG 100% 关节JOG 全局速度 100% 自动模式 牵引 笛卡尔 高速 设置 A

序号 工艺名称

1 工艺1

2 工艺2

工艺1 基础信息

焊道配置

|   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 9 | 9-1 | 9-2 | 9-3 | 9-4 | 9-5 | 9-6 | 9-7 | 9-8 | 9-9 | 9-10 |
| 8 | 8-1 | 8-2 | 8-3 | 8-4 | 8-5 | 8-6 | 8-7 | 8-8 | 8-9 | 8-10 |
| 7 | 7-1 | 7-2 | 7-3 | 7-4 | 7-5 | 7-6 | 7-7 | 7-8 | 7-9 | 7-10 |
| 6 | 6-1 | 6-2 | 6-3 | 6-4 | 6-5 | 6-6 | 6-7 | 6-8 | 6-9 | 6-10 |
| 5 | 5-1 | 5-2 | 5-3 | 5-4 | 5-5 | 5-6 | 5-7 | 5-8 | 5-9 | 5-10 |
| 4 | 4-1 | 4-2 | 4-3 | 4-4 | 4-5 | 4-6 | 4-7 | 4-8 | 4-9 | 4-10 |
| 3 | 3-1 | 3-2 | 3-3 | 3-4 | 3-5 | 3-6 | 3-7 | 3-8 | 3-9 | 3-10 |
| 2 | 2-1 | 2-2 | 2-3 | 2-4 | 2-5 | 2-6 | 2-7 | 2-8 | 2-9 | 2-10 |
| 1 | 1-1 | 1-2 | 1-3 | 1-4 | 1-5 | 1-6 | 1-7 | 1-8 | 1-9 | 1-10 |
|   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10   |

新建 导入 全部导出 删除 复制 插入层 插入道 确定

确定：点击确定即可保存；

### 工艺编辑（气保焊）

点击工艺编辑按钮即可进入所选中焊道的工艺编辑页面。在工艺编辑页面中，可配置工艺的起弧前、起弧、焊接、摆焊、收弧、收弧后各阶段的参数。

待机 程序

焊接不使能 JOG 100% 关节JOG 全局速度 100% 手动模式 牵引笛卡尔高速 设置

| 序号 | 工艺名称 |
|----|------|
| 1  | 工艺1  |
| 2  | 工艺2  |

工艺1 基础信息

焊道配置

|   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 9 | 9-1 | 9-2 | 9-3 | 9-4 | 9-5 | 9-6 | 9-7 | 9-8 | 9-9 | 9-10 |
| 8 | 8-1 | 8-2 | 8-3 | 8-4 | 8-5 | 8-6 | 8-7 | 8-8 | 8-9 | 8-10 |
| 7 | 7-1 | 7-2 | 7-3 | 7-4 | 7-5 | 7-6 | 7-7 | 7-8 | 7-9 | 7-10 |
| 6 | 6-1 | 6-2 | 6-3 | 6-4 | 6-5 | 6-6 | 6-7 | 6-8 | 6-9 | 6-10 |
| 5 | 5-1 | 5-2 | 5-3 | 5-4 | 5-5 | 5-6 | 5-7 | 5-8 | 5-9 | 5-10 |
| 4 | 4-1 | 4-2 | 4-3 | 4-4 | 4-5 | 4-6 | 4-7 | 4-8 | 4-9 | 4-10 |
| 3 | 3-1 | 3-2 | 3-3 | 3-4 | 3-5 | 3-6 | 3-7 | 3-8 | 3-9 | 3-10 |
| 2 | 2-1 | 2-2 | 2-3 | 2-4 | 2-5 | 2-6 | 2-7 | 2-8 | 2-9 | 2-10 |
| 1 | 1-1 | 1-2 | 1-3 | 1-4 | 1-5 | 1-6 | 1-7 | 1-8 | 1-9 | 1-10 |
|   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10   |

新建 导入 全部导出 焊道编辑 工艺编辑



**起弧前：** 点击起弧前按钮配置起弧前参数；

- 预送气时间：起弧前开始送保护气的时间，单位为 ms；
- 慢送丝速度：指的是在电弧正式引燃之前的瞬间，焊机控制送丝机构以低于正常焊接时的速度送出焊丝，单位 cm/min。



**起弧：** 点击起弧按钮配置起弧的参数；

- 焊接模式：用于设置焊枪起弧阶段的工作模式，包括：标准、JOB 模式；
- 独立/一元化模式：独立模式是焊接电流电压分别给定；一元化模式是焊接电压由焊机根据电流自动匹配，可以指定电压的调整大小；
- 起弧电流：起弧阶段焊接电流值，单位为 A；
- 起弧电压：起弧阶段焊接电压值，单位为 V；
- 起弧时间：起弧成功后使用起弧参数焊接的时间；
- 起弧暂停时间：起弧成功后机器人在起弧点原地停留的时间；
- 渐变时间：焊接参数在起弧阶段，从初始值平稳过渡到设定值所需的时间；
- 前进角：平行于焊接方向平面内，焊枪倾斜方向（推或拉）的角度；
- 工作角：垂直于焊接方向平面内，焊枪与工件平面的夹角；



**焊接：** 点击焊接按钮配置焊接的参数；

- 焊接模式：用于设置焊枪焊接阶段的工作模式，包括：标准、JOB 模式；
- 独立/一元化模式：独立模式是焊接电流电压分别给定；一元化模式是焊接电压由焊机根据电流自动匹配，可以指定电压的调整大小；
- 焊接电流：焊接电流值，单位为 A；
- 焊接电压：焊接电压值，单位为 V；
- 焊接速度：焊接过程中焊枪运行速度；
- 前进角：平行于焊接方向平面内，焊枪倾斜方向（推或拉）的角度；
- 工作角：垂直于焊接方向平面内，焊枪与工件平面的夹角；



**摆焊：** 点击摆焊按钮并开启摆焊配置摆焊的参数；

- 摆焊设置启用按钮：用于是否启用摆焊；
- 摆动方式：摆焊类型有锯齿、三角、正弦、圆弧、梯形、‘8’字、往复共 7 种；
- 参考平面：摆焊过程参考的平面可选项为：工具 XOY、工具 XOZ、工具 YOZ、工件 XOY、工件 XOZ、工件 YOZ；
- 摆动频率：设置摆焊过程中频率，单位 HZ；
- 摆动幅值：设置摆焊过程中振幅，单位为 m；
- 左停留时间：仅摆焊方式选为正弦或梯形时，才需配置的参数，单位 ms；
- 右停留时间：仅摆焊方式选为正弦或梯形时，才需配置的参数，单位 ms；
- 主路径同步停留：仅摆焊方式为正弦或梯形时，才需要配置的参数，默认为不勾选；当勾选该参数时，能够在左右停留过程中，机器人运动主路径也同时停止；
- 仰角偏移：指焊枪在垂直于焊接方向的平面内，其轴线相对于标准工作角（通常是 90° 垂直于工件表面）的倾斜角度；
- 方向角偏移：指焊枪在平行于焊接方向的平面内，其轴线相对于焊缝中心线的偏转角度；
- 前进距离：指焊枪从中心线向一侧摆动到达的最远点时，沿焊接主方向移动的距离；
- 后退距离：指焊枪从一侧最远点摆回中心线（或另一侧）时，沿焊接主方向移动的距离；



**收弧：** 点击收弧按钮配置收弧的参数；

- 焊接模式：用于设置焊枪收弧阶段的工作模式，包括：标准、JOB 模式；
- 独立/一元化模式：独立模式是焊接电流电压分别给定；一元化模式是焊接电压由焊机根据电流自动匹配，可以指定电压的调整大小；
- 收弧电流：收弧阶段焊接电流值，单位为 A；
- 收弧电压：收弧阶段焊接电压值，单位为 V；
- 收弧时间：开始收弧后以收弧参数焊接的时间；
- 渐变时间：焊接参数在起弧阶段，从初始值平稳过渡到设定值所需的时间；
- 前进角：平行于焊接方向平面内，焊枪倾斜方向（推或拉）的角度；
- 工作角：垂直于焊接方向平面内，焊枪与工件平面的夹角；



**收弧后：** 点击收弧后按钮配置收弧后的参数；

- 回烧参数启用按钮：用于是否启用回烧；
- 回烧时间：回烧参数回烧时间；
- 回烧电流：回烧参数回烧电流；
- 延迟送气时间：指所有焊接工作完成后延迟停机和送气的时间；



### 工艺编辑（氩弧焊）

**起弧前：** 点击起弧前按钮配置起弧前参数；

- 预送气时间：起弧前开始送保护气的时间，单位为 ms；



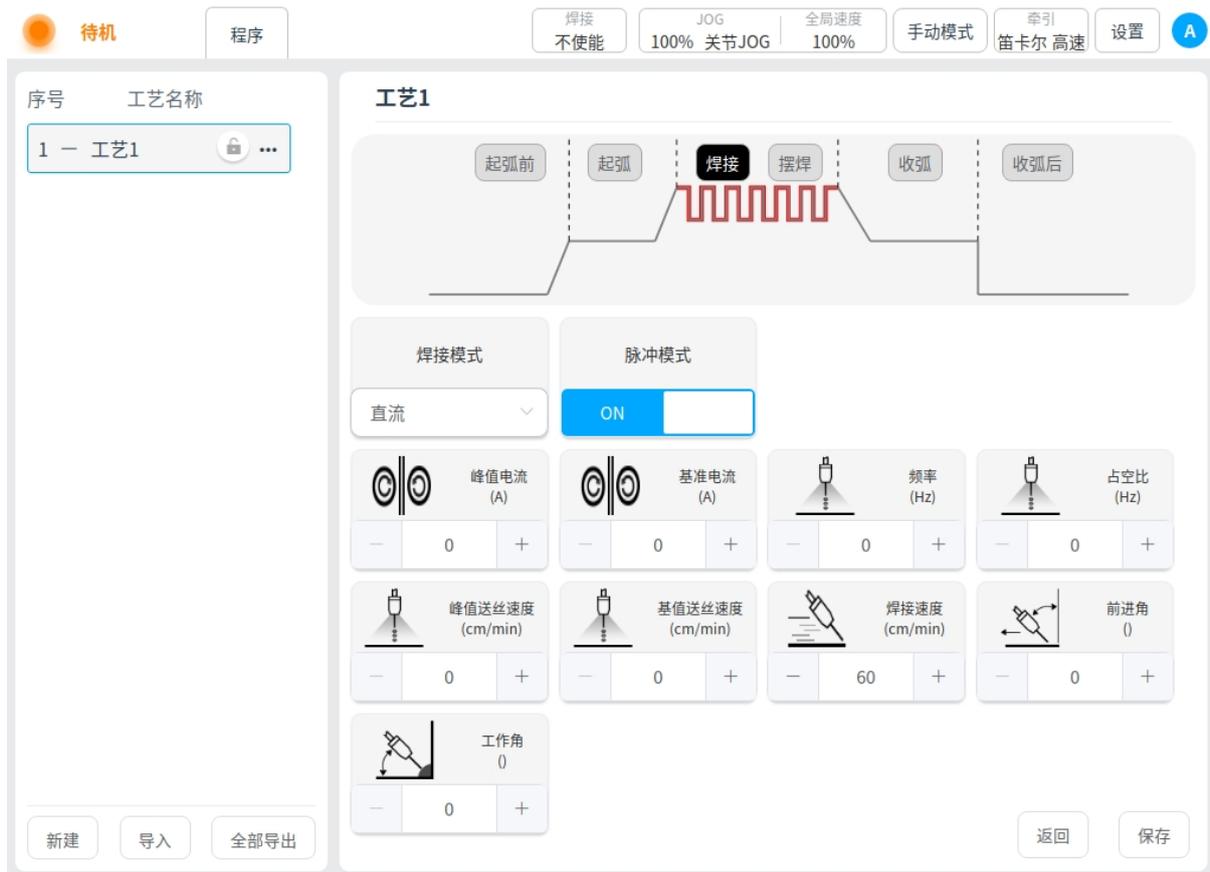
**起弧：** 点击起弧按钮配置起弧的参数；

- 起弧电流：起弧阶段焊接电流值，单位为 A；
- 起弧时间：起弧成功后使用起弧参数焊接的时间；
- 起弧暂停时间：起弧成功后机器人在起弧点原地停留的时间；
- 缓升时间：电弧引燃的初始电流/电压平稳上升到正常焊接参数所需的时间；
- 送丝速度：起弧时的送丝速度，单位为 cm/min；
- 送丝延迟时间：起弧时延迟送丝速度的时间；



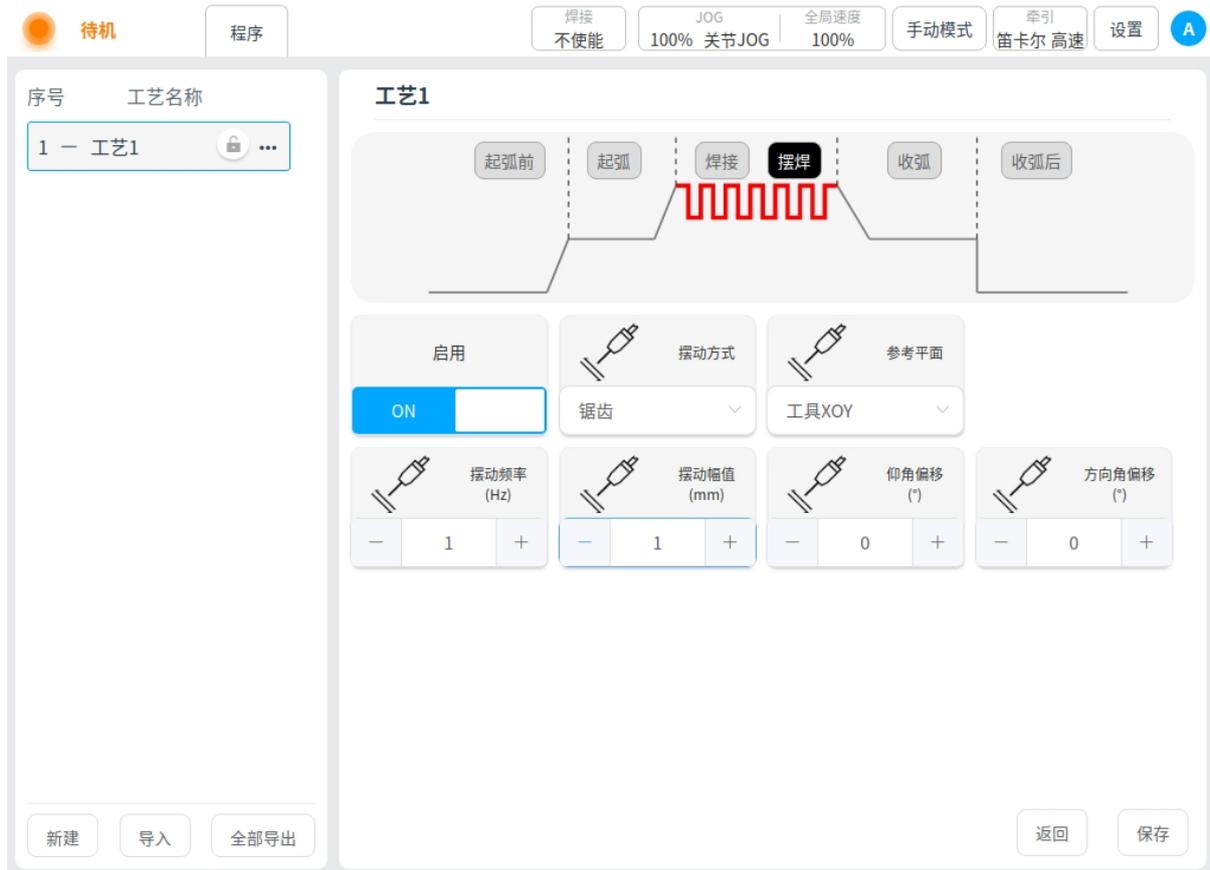
**焊接：** 点击焊接按钮配置焊接的参数；

- 焊接模式：用于设置焊枪焊接阶段的工作模式，包括：标准、JOB 模式；
- 脉冲模式：开关脉冲模式；
- 焊接电流：焊接电流值，单位为 A；
- 送丝速度：起弧时的送丝速度，单位为 cm/min；
- 焊接速度：焊接过程中焊枪运行速度；
- 前进角：平行于焊接方向平面内，焊枪倾斜方向（推或拉）的角度；
- 工作角：垂直于焊接方向平面内，焊枪与工件平面的夹角；
- 峰值电流：脉冲周期中的最高电流值，产生高强度电弧；
- 基准电流：脉冲周期中的最低维持电流，低于正常焊接电流；
- 频率：每秒完成的脉冲周期次数（单位：Hz）；
- 占空比：峰值电流持续时间占一个脉冲周期的百分比；
- 峰值送丝速度：峰值电流阶段的焊丝输送速度；
- 基值送丝速度：基值电流阶段的焊丝输送速度；



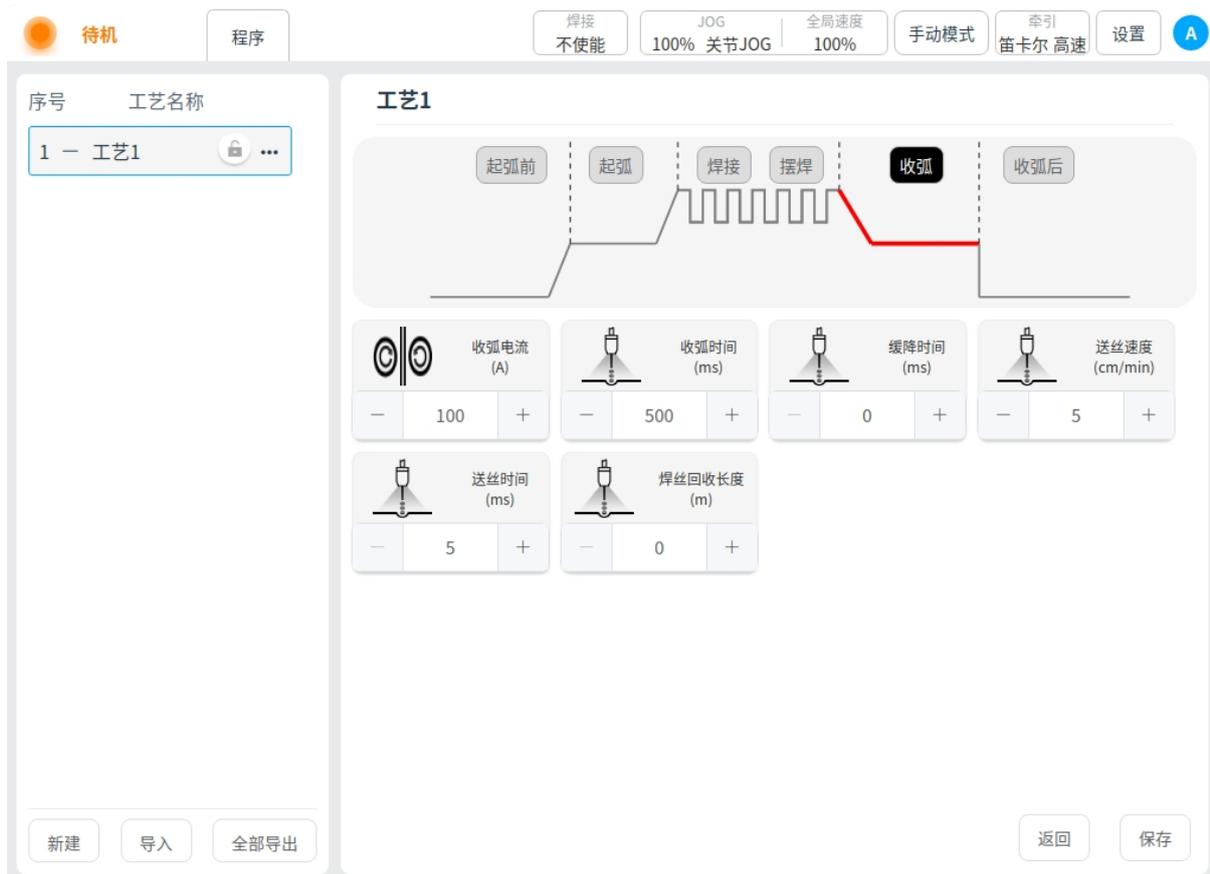
**摆焊：** 点击摆焊按钮并开启摆焊配置摆焊的参数；

- 摆焊设置启用按钮：用于是否启用摆焊；
- 摆动方式：摆焊类型有锯齿、三角、正弦、圆弧、梯形、‘8’字、往复共 7 种；
- 参考平面：摆焊过程参考的平面可选项为：工具 XOY、工具 XOZ、工具 YOZ、工件 XOY、工件 XOZ、工件 YOZ；
- 摆动频率：设置摆焊过程中频率，单位 HZ；
- 摆动幅值：设置摆焊过程中振幅，单位为 m；
- 仰角偏移：指焊枪在垂直于焊接方向的平面内，其轴线相对于标准工作角（通常是 90° 垂直于工件表面）的倾斜角度；
- 方向角偏移：指焊枪在平行于焊接方向的平面内，其轴线相对于焊缝中心线的偏转角度；



收弧：点击收弧按钮配置收弧的参数；

- 收弧电流：收弧阶段焊接电流值，单位为 A；
- 收弧时间：开始收弧后以收弧参数焊接的时间；
- 送丝速度：起弧时的送丝速度，单位为 cm/min；
- 送丝时间：起弧时的送丝时间；
- 缓降时间：焊接电流从正常焊接电流逐渐（线性或非线性）降低到较低电流（通常是收弧电流或零）所经历的时间段；
- 前进角：平行于焊接方向平面内，焊枪倾斜方向（推或拉）的角度；
- 工作角：垂直于焊接方向平面内，焊枪与工件平面的夹角；
- 焊丝回收长度：收弧后，焊丝回收到焊枪的位移长度；



收弧后：点击收弧后按钮配置收弧后的参数；

- 延迟送气时间：指所有焊接工作完成后延迟停机和送气的时间；



### 工艺编辑（激光焊）

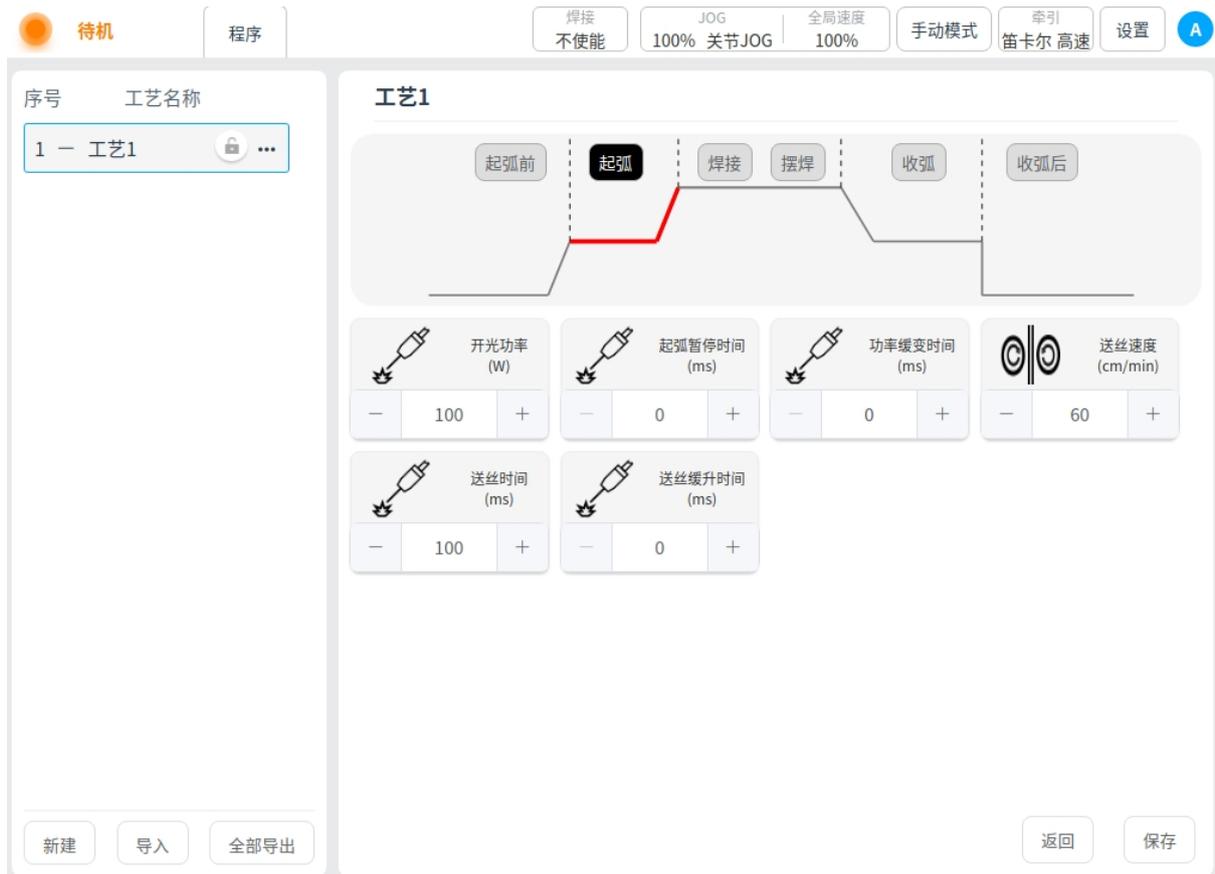
起弧前：点击起弧前按钮配置起弧前参数；

- 预送气时间：起弧前开始送保护气的时间，单位为 ms；



**起弧：** 点击起弧按钮配置起弧的参数；

- 开光功率：起弧阶段激光器输出的初始功率，通常低于正常焊接功率；
- 起弧暂停时间：起弧成功后机器人在起弧点原地停留的时间；
- 缓升时间：激光功率从起弧初始值上升到正常焊接功率所需的时间；
- 送丝速度：起弧时的送丝速度，单位为  $\text{cm}/\text{min}$ ；
- 送丝时间：起弧时的送丝时间；
- 送丝缓升时间：在起弧阶段，送丝速度从零逐渐增加到设定值的时间；



**焊接：** 点击焊接按钮配置焊接的参数；

- 焊接模式：用于设置焊枪焊接阶段的工作模式，包括：连续、调制模式；
- 激光功率：激光功率是激光器输出的能量；
- 激光中心偏移量：激光束焦点相对于焊缝中心的偏移距离；
- 送丝速度：起弧时的送丝速度，单位为  $\text{cm}/\text{min}$ ；
- 焊接速度：焊接过程中焊枪运行速度；
- 前进角：平行于焊接方向平面内，焊枪倾斜方向（推或拉）的角度；
- 工作角：垂直于焊接方向平面内，焊枪与工件平面的夹角；
- 频率：每秒完成的脉冲周期次数（单位： $\text{Hz}$ ）；
- 占空比：峰值电流持续时间占一个脉冲周期的百分比；



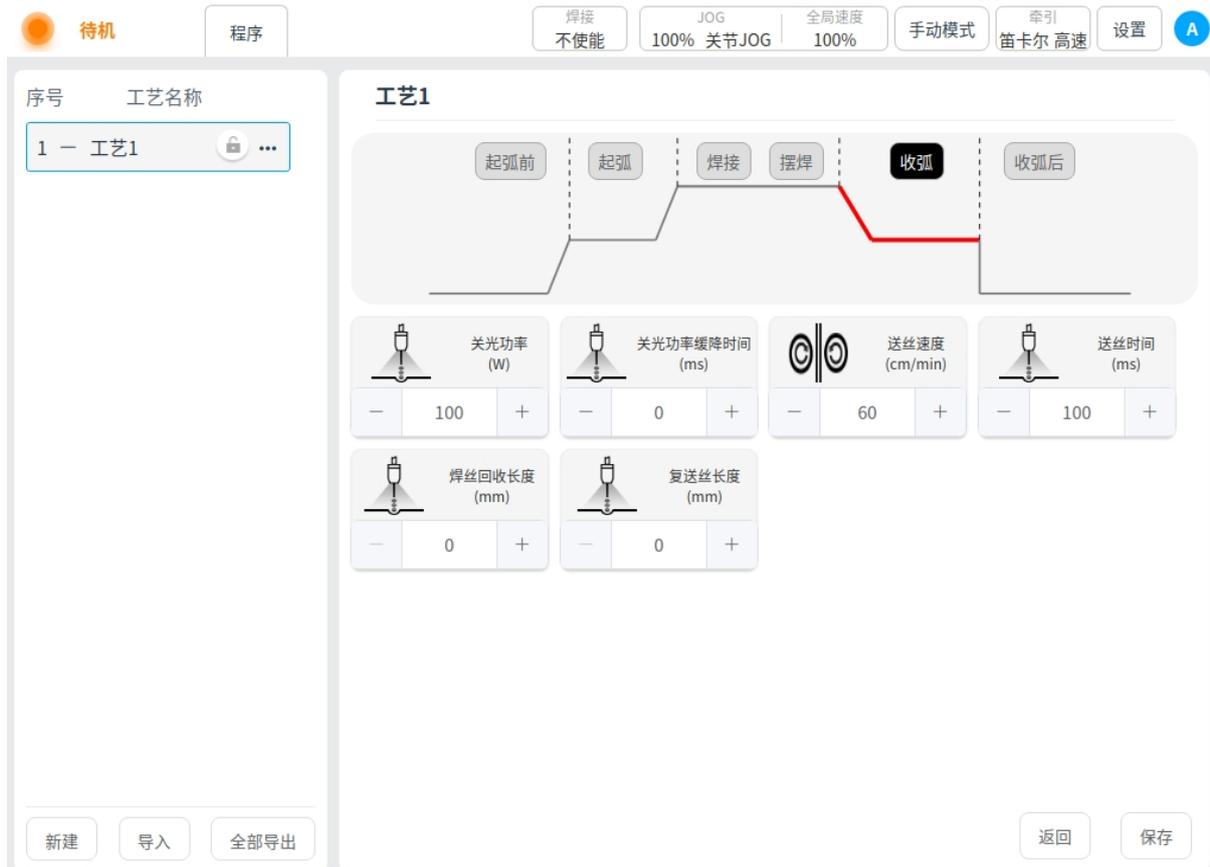
**摆焊：** 点击摆焊按钮并开启摆焊配置摆焊的参数；

- 摆焊设置启用按钮：用于是否启用摆焊；
- 扫描频率：扫描频率是指激光束在摆动轨迹中单位时间内完成摆动的次数；
- 扫描宽度：扫描宽度是激光束摆动轨迹的最大横向偏离距离；



**收弧：** 点击收弧按钮配置收弧的参数；

- 关光功率：收弧阶段激光功率逐渐降低至零时的最终功率值；
- 关光功率缓降时间：激光功率从正常焊接功率降至关光功率所需的时间；
- 送丝速度：收弧时的送丝速度，单位为 **cm/min**；
- 送丝时间：收弧时的送丝时间；
- 焊丝回收长度：收弧后，焊丝回收到焊枪的位移长度；
- 复送丝长度：收弧阶段焊丝继续送入熔池的长度（从激光功率开始缓降至完全关闭期间）；



收弧后：点击收弧后按钮配置收弧后的参数；

- 延迟送气时间：指所有焊接工作完成后延迟停机和送气的时间；



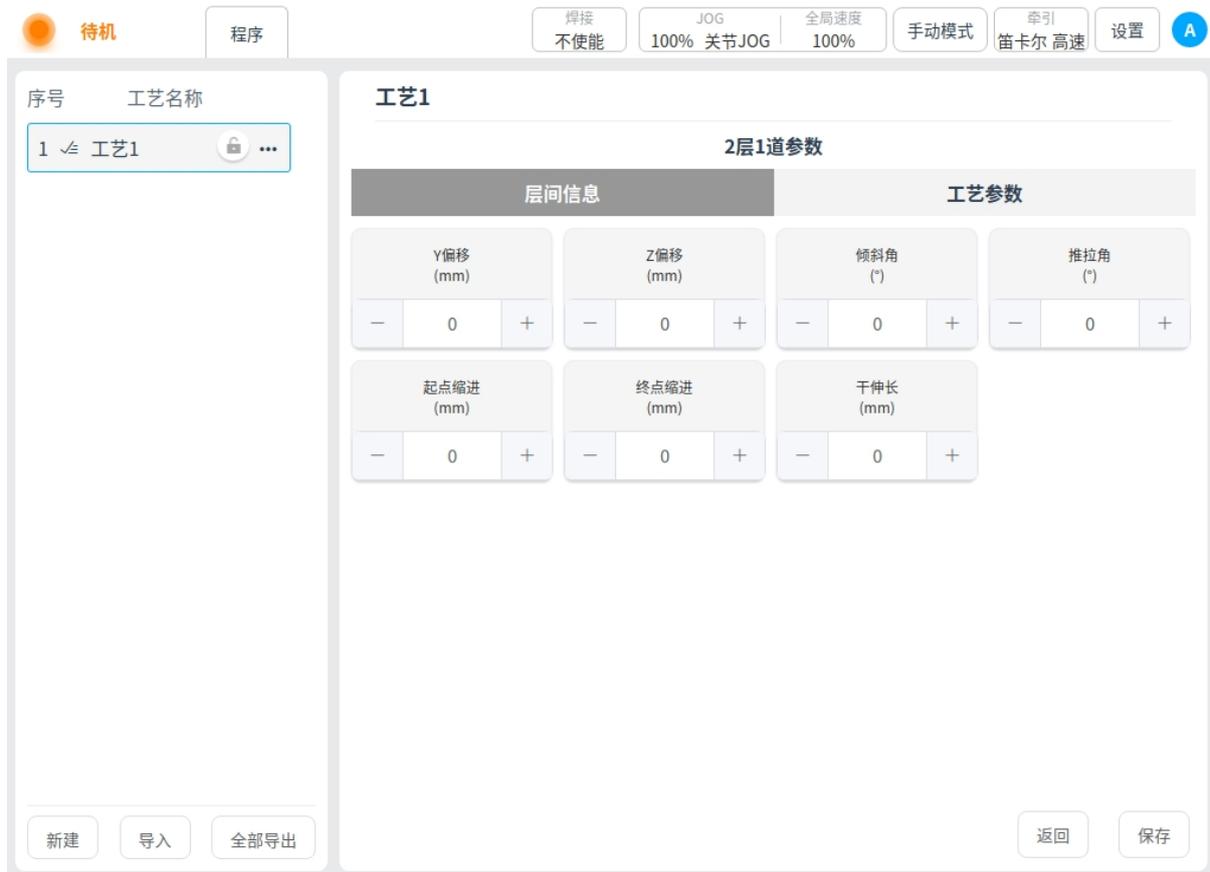
### 多层多道工艺编辑

多层道工艺编辑除了第一道外，其他道工艺会增加一项层间信息；



#### 层间信息：

- Y 偏移：焊枪在水平方向（Y 轴）相对于第一道焊缝中心的偏移量；
- Z 偏移：焊枪在垂直方向（Z 轴）相对于第一道焊缝表面的偏移量；
- 倾斜角：焊枪与工件表面之间的夹角；
- 推拉角：焊枪移动方向与焊接方向的夹角；
- 起点缩进：焊枪起弧时回退的距离；
- 终点缩进：焊枪收弧时回退的距离；
- 干伸长：焊丝从导套末端到工件表面的距离；



编辑完当前焊道工艺后点击右下角保存按钮，即可保存；

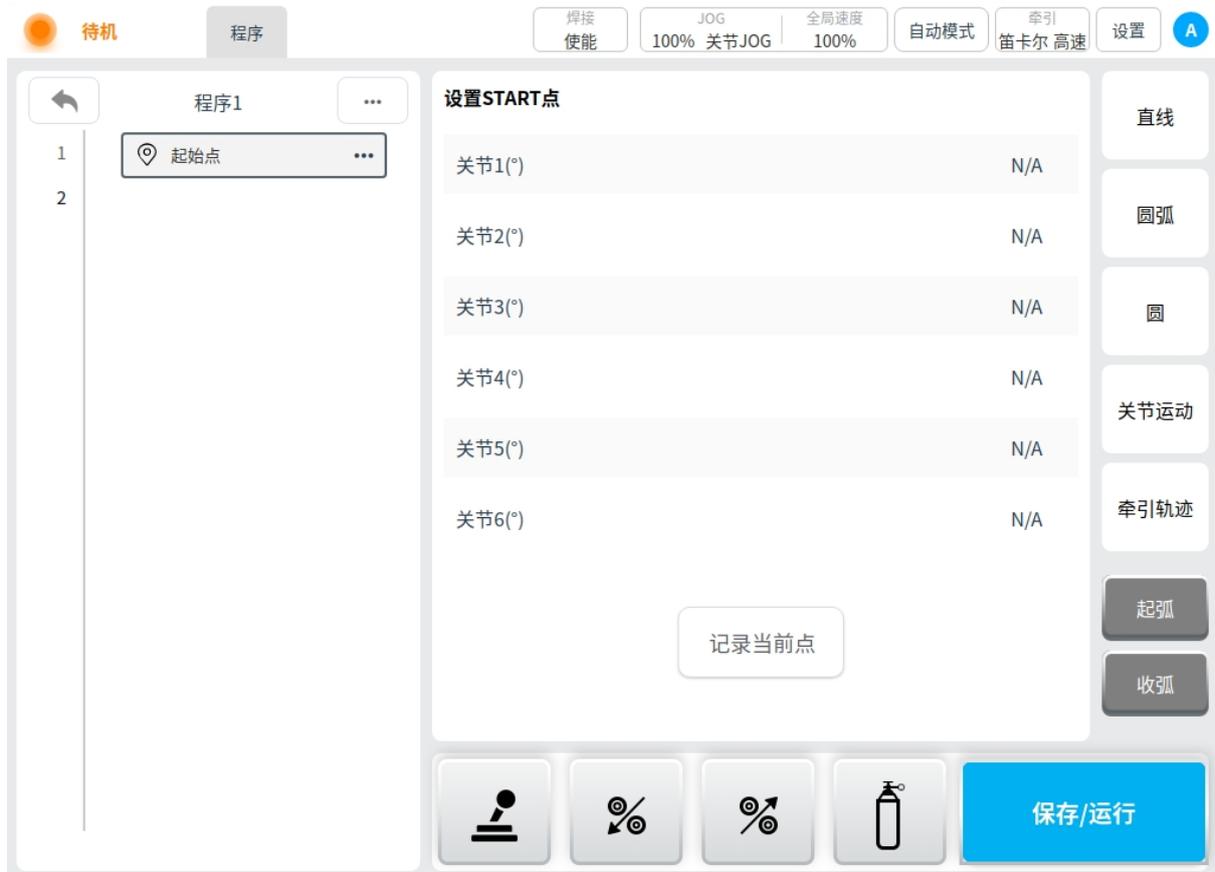
### 3.4 程序管理

#### 3.4.1 程序列表

系统配置结束后，进入程序管理页面，或单击状态栏中“程序”也可进入程序相关页面，如下图所示。



在程序列表管理页面，可选择打开已有程序或者创建新程序；首次使用，先进入创建新程序页面，系统会自动按顺序生成程序名如‘程序 1’，如下图所示。



暂时返回，稍后再进行新建程序页面单独说明。点击左上角返回按钮，返回到程序列表页面，即在程序管理页面点击打开已有程序操作后进入的页面。如下图所示。



单击程序列表任意程序的操作图标 ‘...’，弹窗显示如下。



### 程序操作功能：

- **打开：**单击“打开”进入程序页面，可进行程序编辑和运行操作。单击程序名称也能进入程序页面。
- **重命名：**单击“重命名”会弹出键盘，输入新的程序名称后，确定即可修改。
- **导出：**单击“导出”可以将当前程序导出到 U 盘上。
- **修改说明：**单击“修改说明”会弹出键盘，给当前程序添加描述说明文字。
- **删除：**单击“删除”会弹出确认对话框，确认后即可删除该程序。

单击页面左下角“导入”按钮，弹出显示当前控制柜上挂载的 USB 储存设备的窗口，如下图所示。



选择一个设备，页面上显示该设备中的文件夹和符合条件的文件（后缀名为 `dwo`），如下图所示。选中一个文件，点击“导入”按钮，则会将该文件导入到控制柜中。



当导入文件时，检查到导入文件与控制柜上的程序重名，则会弹出重命名提示框。点击“更改导入名”按钮，弹出键盘，输入新的工件名称，如输入“w1”，导入成功后显示如下。



单击页面左下角“全部导出”按钮，可以将当前程序列表全部的程序导出到 U 盘上；

单击页面右下角返回按钮，返回程序管理页面，可进行新程序创建；

### 3.4.2 程序编辑

新建或者打开已有程序进行焊接程序编辑，编辑完成后可选择保存程序，或者保存后直接进行焊接执行。

#### 编辑状态界面说明

打开程序页面，程序处于查看或者运行状态，在此状态下无法对程序进行编辑操作。点击编辑按钮，进入编辑状态。在新建程序时，默认进入编辑状态。界面主体分为几个部分，左边为程序节点区，节点通过最右侧按钮进行添加，右边为当前选中的节点内容编辑区和指令工具区，具体如下图所示。

待机 程序

焊接使能 JOG 100% 关节JOG 全局速度 100% 自动模式 牵引笛卡尔 高速 设置 A

程序1 编辑

1 起始点 ...

2

焊接 焊缝1 1-1 电流 0 电压 0 送丝速度 0

— 电流 — 电压

机器人仿真

焊接电流(A) 100 焊接电压(V) 20

焊接速度(cm/min) 29.7 送丝速度(cm/min) 0

运行

待机 程序

焊接使能 JOG 100% 关节JOG 全局速度 100% 自动模式 牵引笛卡尔 高速 设置 A

程序1 ...

1 起始点 ...

2

设置START点

|        |     |
|--------|-----|
| 关节1(°) | N/A |
| 关节2(°) | N/A |
| 关节3(°) | N/A |
| 关节4(°) | N/A |
| 关节5(°) | N/A |
| 关节6(°) | N/A |

记录当前点

直线 圆弧 圆 关节运动 牵引轨迹 起弧 收弧

保存/运行



### 编辑节点说明

**起始点:** 起始点节点为程序中的第一个节点（机器人安全姿态点），创建程序时，起始点节点默认添加。点击右侧内容区域记录当前点，可进行起始姿态点保存，保存后可进行重置操作和移动到当前点操作；

待机 程序

焊接使能 JOG 100% 关节JOG 全局速度 100% 自动模式 牵引笛卡尔 高速 设置 A

程序1

1 起始点

2

设置START点

|        |     |
|--------|-----|
| 关节1(°) | N/A |
| 关节2(°) | N/A |
| 关节3(°) | N/A |
| 关节4(°) | N/A |
| 关节5(°) | N/A |
| 关节6(°) | N/A |

记录当前点

直线 圆弧 圆 关节运动 牵引轨迹 起弧 收弧

保存/运行

待机 程序

焊接使能 JOG 100% 关节JOG 全局速度 100% 自动模式 牵引笛卡尔 高速 设置 A

程序1

1 起始点

2

设置START点

|        |         |
|--------|---------|
| 关节1(°) | 1.692   |
| 关节2(°) | 49.694  |
| 关节3(°) | 10.656  |
| 关节4(°) | 12.729  |
| 关节5(°) | 264.602 |
| 关节6(°) | 32.066  |

重置 移动到此点

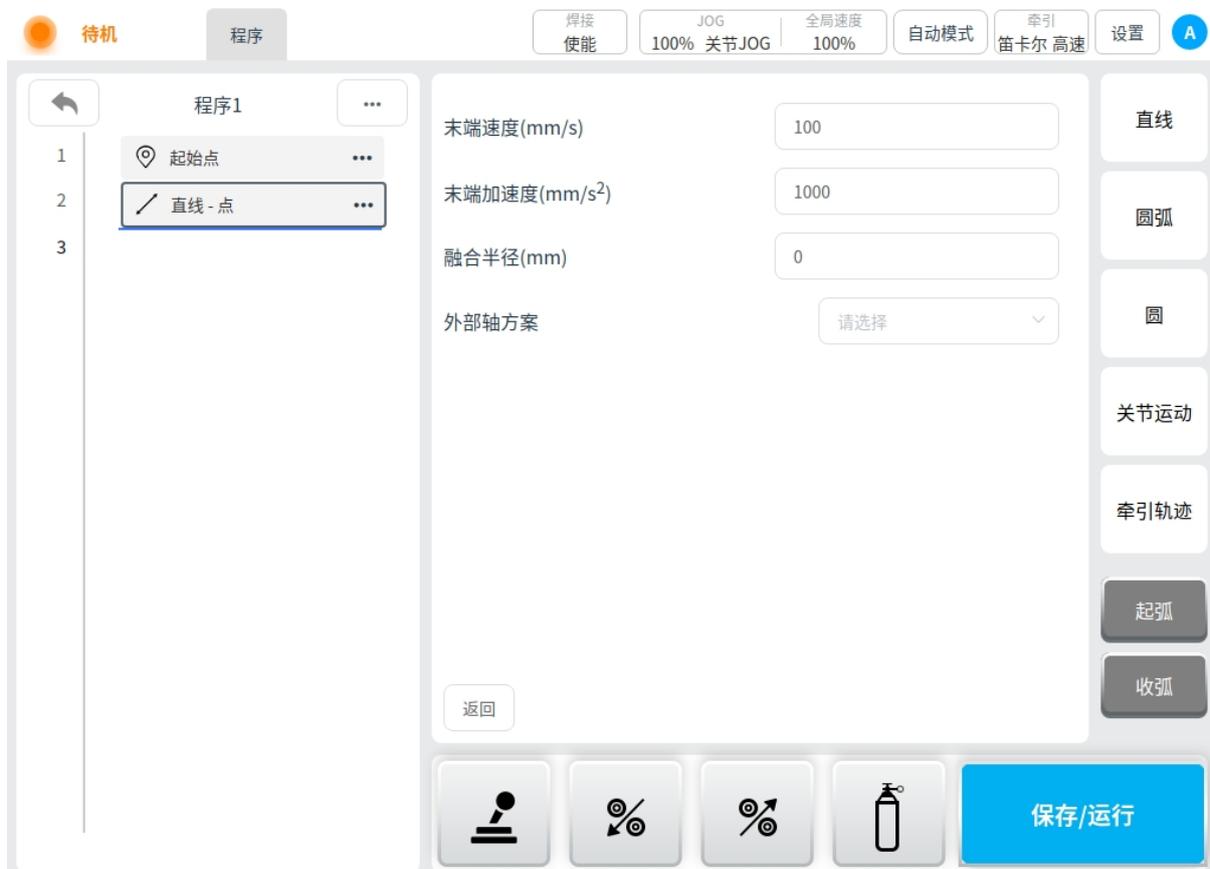
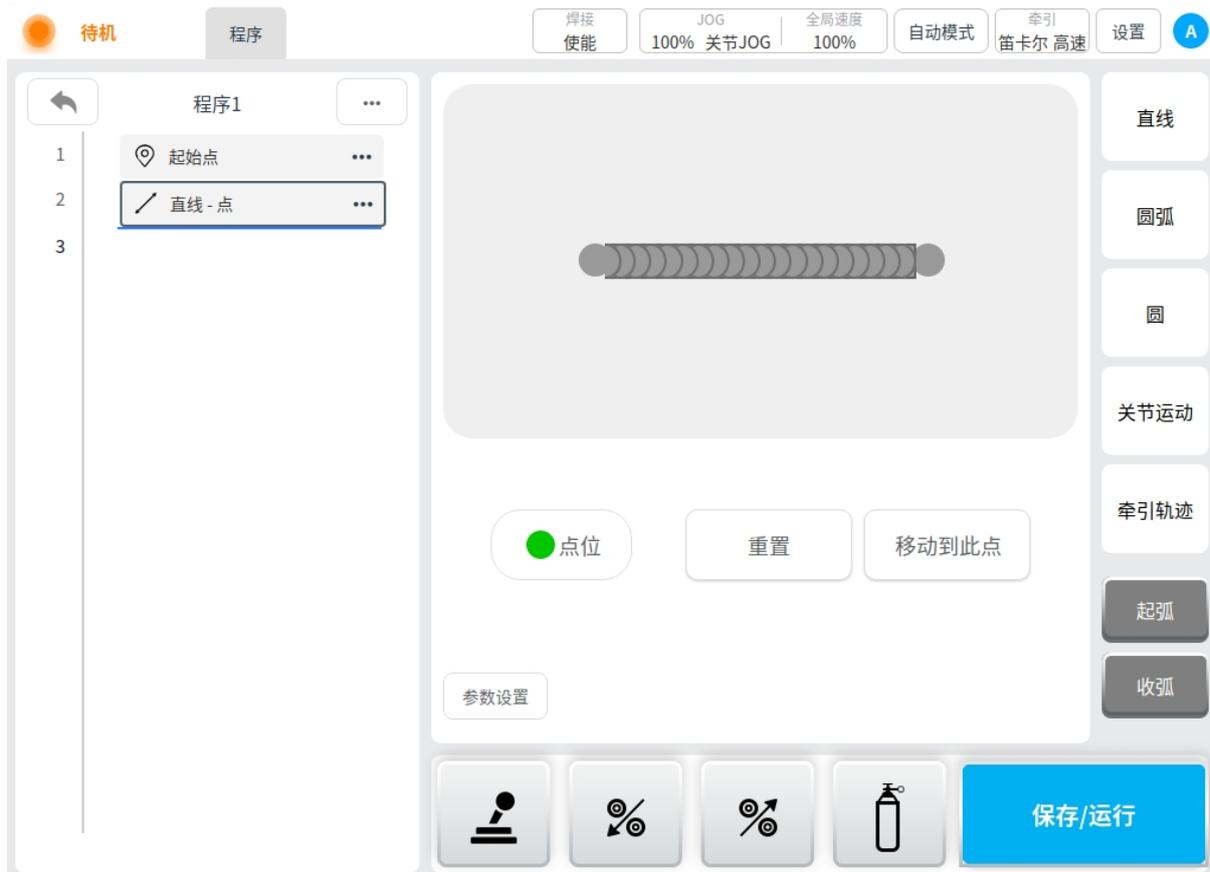
直线 圆弧 圆 关节运动 牵引轨迹 起弧 收弧

保存/运行

直线-点：直线-点节点为程序中作直线或者点移动的节点，点击页面右侧直线按钮后，在内

容区域会显示直线-点内容，点击内容区域记录当前点按钮即可记录当前点位并在左侧程序节点区域中添加直线-点节点。点击左侧节点后可进行重置操作和移动到当前点操作；点击内容区域左下角的参数设置按钮可对当前直线-点进行末端速度、末端加速度、融合半径、外部轴方案进行配置。





圆弧：圆弧节点为程序中作圆弧运动的节点，点击页面右侧圆弧按钮后，在内容区域会显

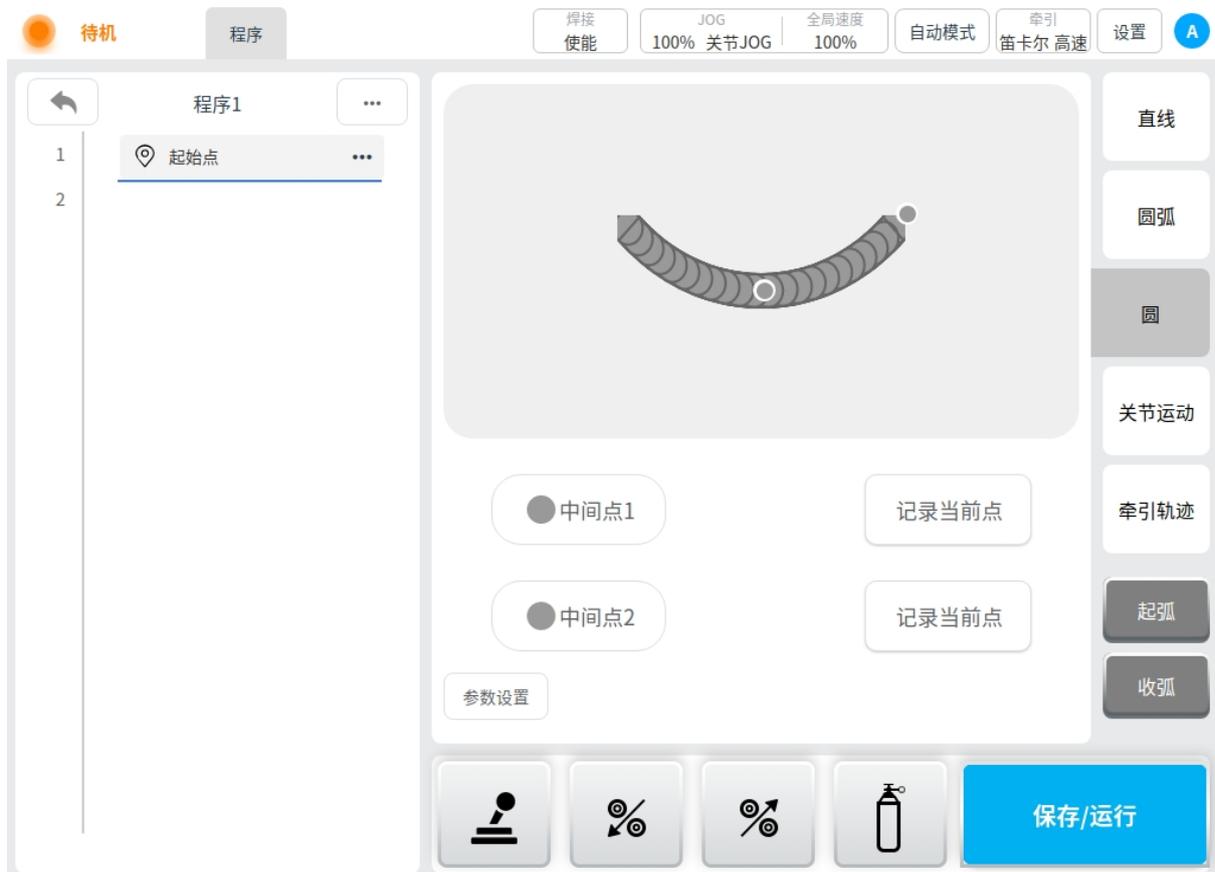
示圆弧内容，点击内容区域记录当前点按钮即可记录当前点位并在左侧程序节点区域中添加圆弧节点。点击左侧节点后可进行重置操作和移动到当前点操作；点击内容区域左下角的参数设置按钮可对当前圆弧进行末端速度、末端加速度、融合半径、姿态控制模式、外部轴方案进行配置。

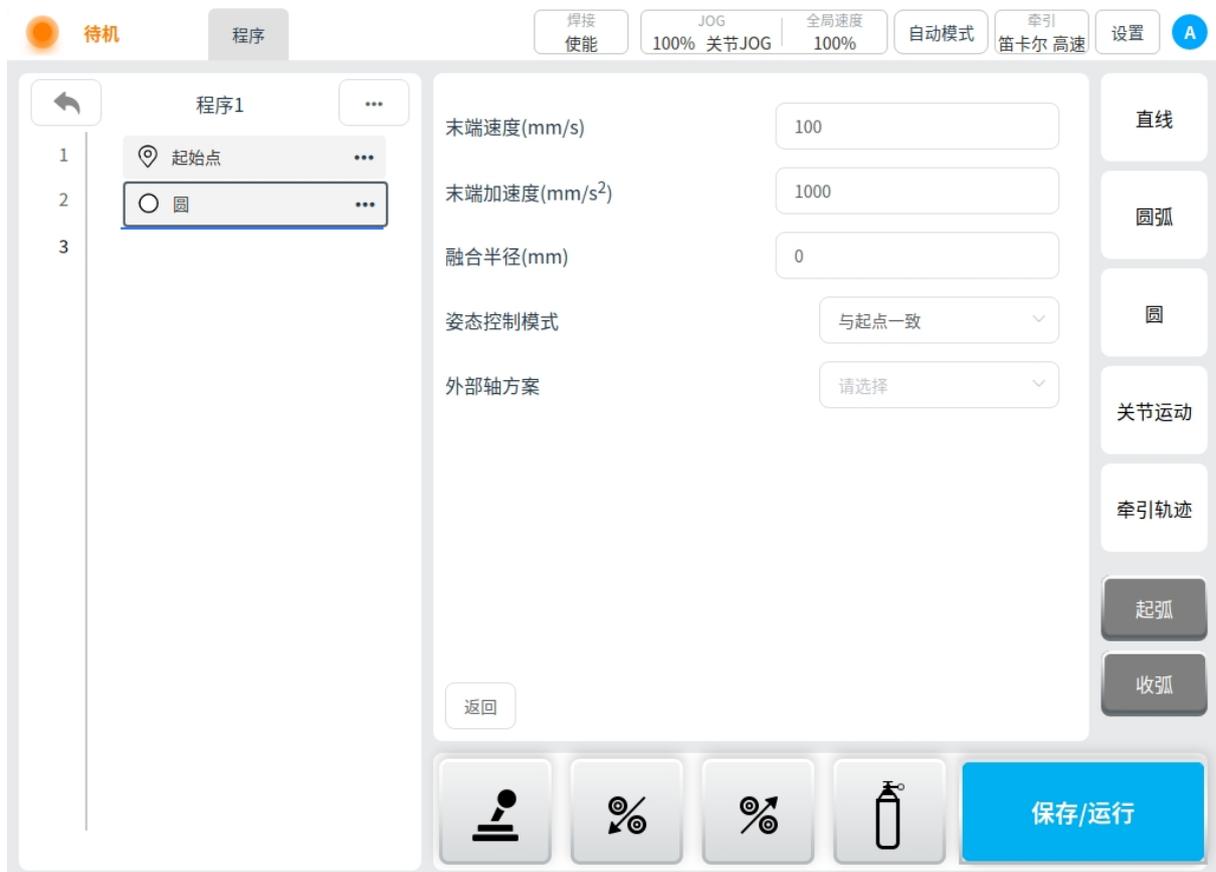




圆：圆节点为程序中作圆运动节点，点击页面右侧圆按钮后，在内容区域会显示圆内容，点

击内容区域记录当前点按钮即可记录当前点位，完成两个点位记录后在左侧程序节点区域中添加圆节点。点击左侧节点后可进行重置操作和移动到当前点操作；点击内容区域左下角的参数设置按钮可对当前圆进行末端速度、末端加速度、融合半径、姿态控制模式、外部轴方案进行配置。

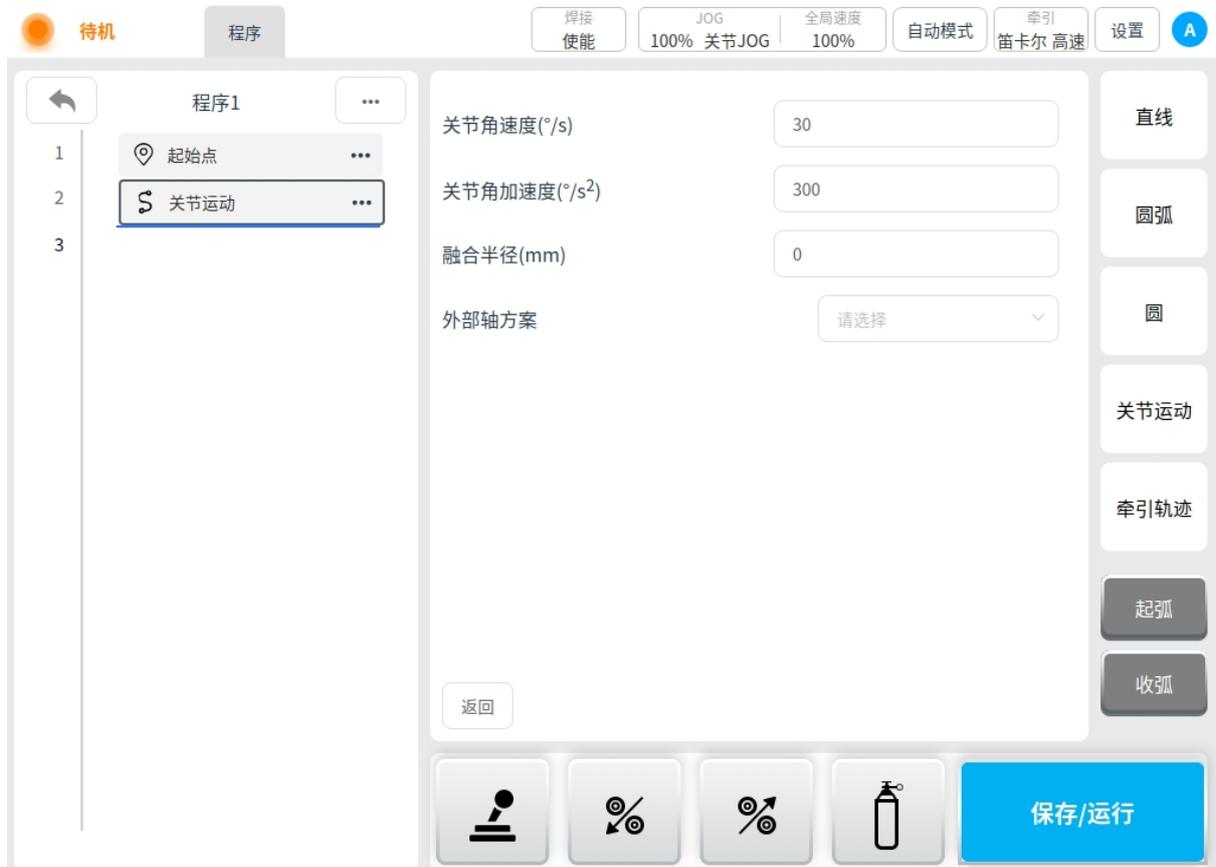




**关节运动：** 关节运动节点为程序中作关节运动节点，点击页面右侧关节运动按钮后，在内

容区域会显示关节运动内容，点击内容区域记录当前点按钮即可记录当前点位并在左侧程序节点区域中添加关节运动节点。点击左侧节点后可进行重置操作和移动到当前点操作；点击内容区域左下角的参数设置按钮可对当前关节运动进行末端速度、末端加速度、融合半径、外部轴方案进行配置。





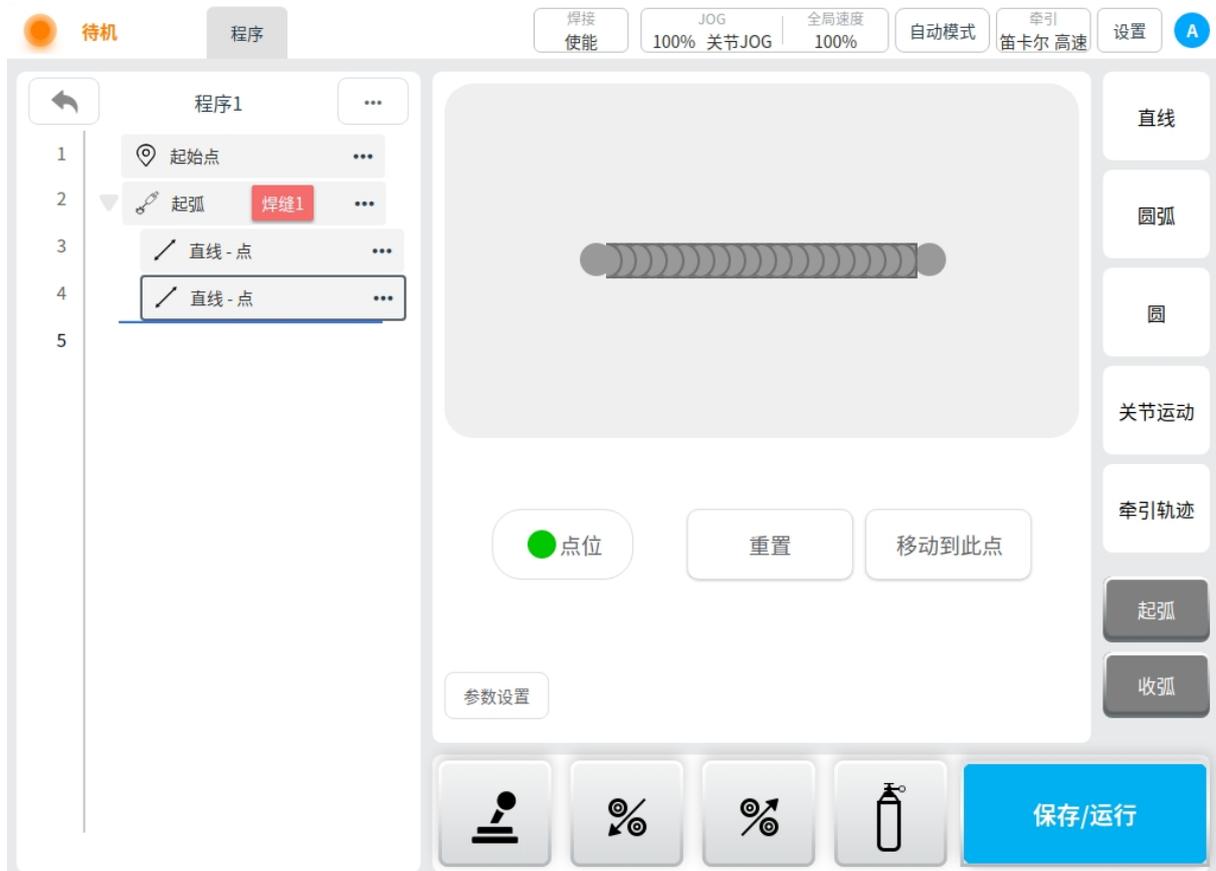
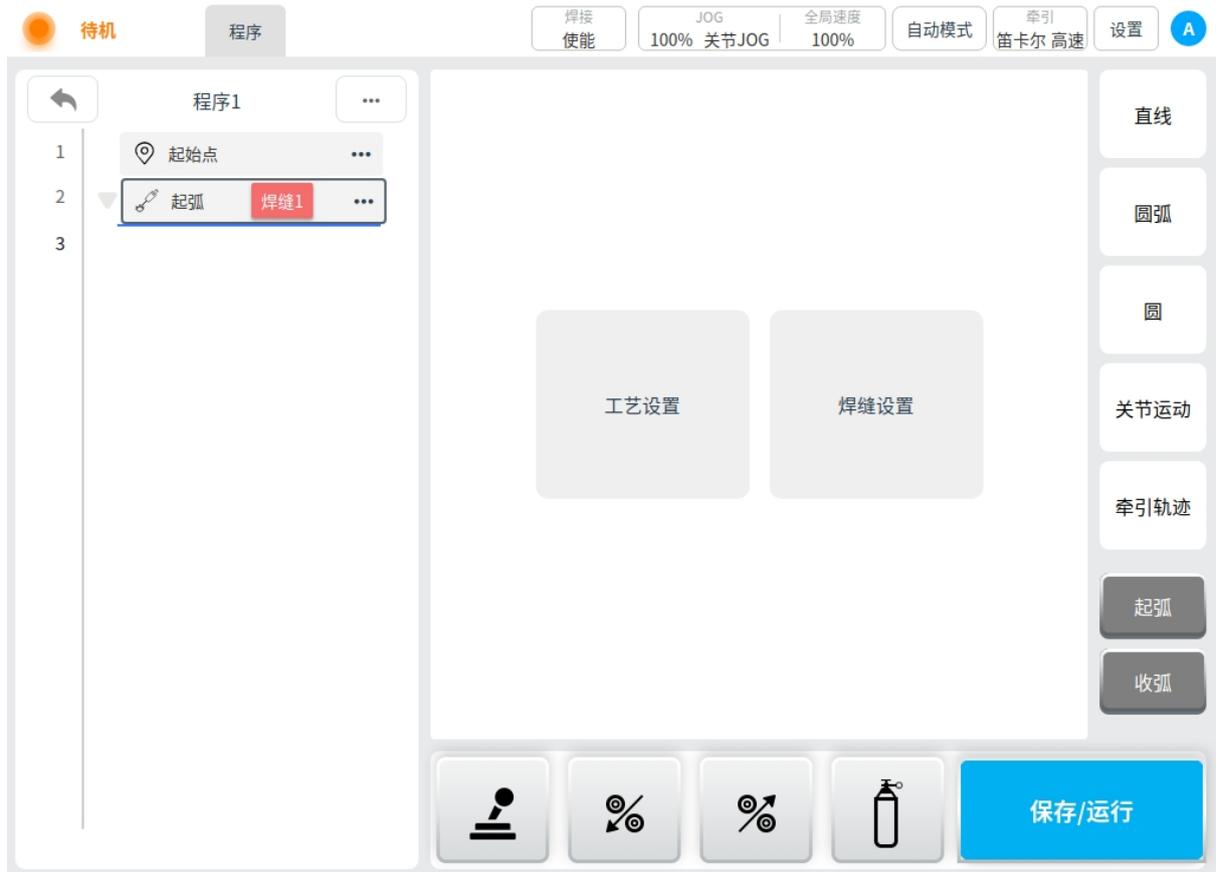
**牵引轨迹:** 牵引轨迹节点为程序中作牵引轨迹运动节点，右侧内容区域提供轨迹的记录方

式、复现方式、速度配置项，配置后可点击开始记录按钮进行牵引轨迹记录，界面左上角可看到轨迹记录中提示，点击停止记录按钮则记录完成。并在左侧程序节点区域中添加牵引轨迹运动节点。



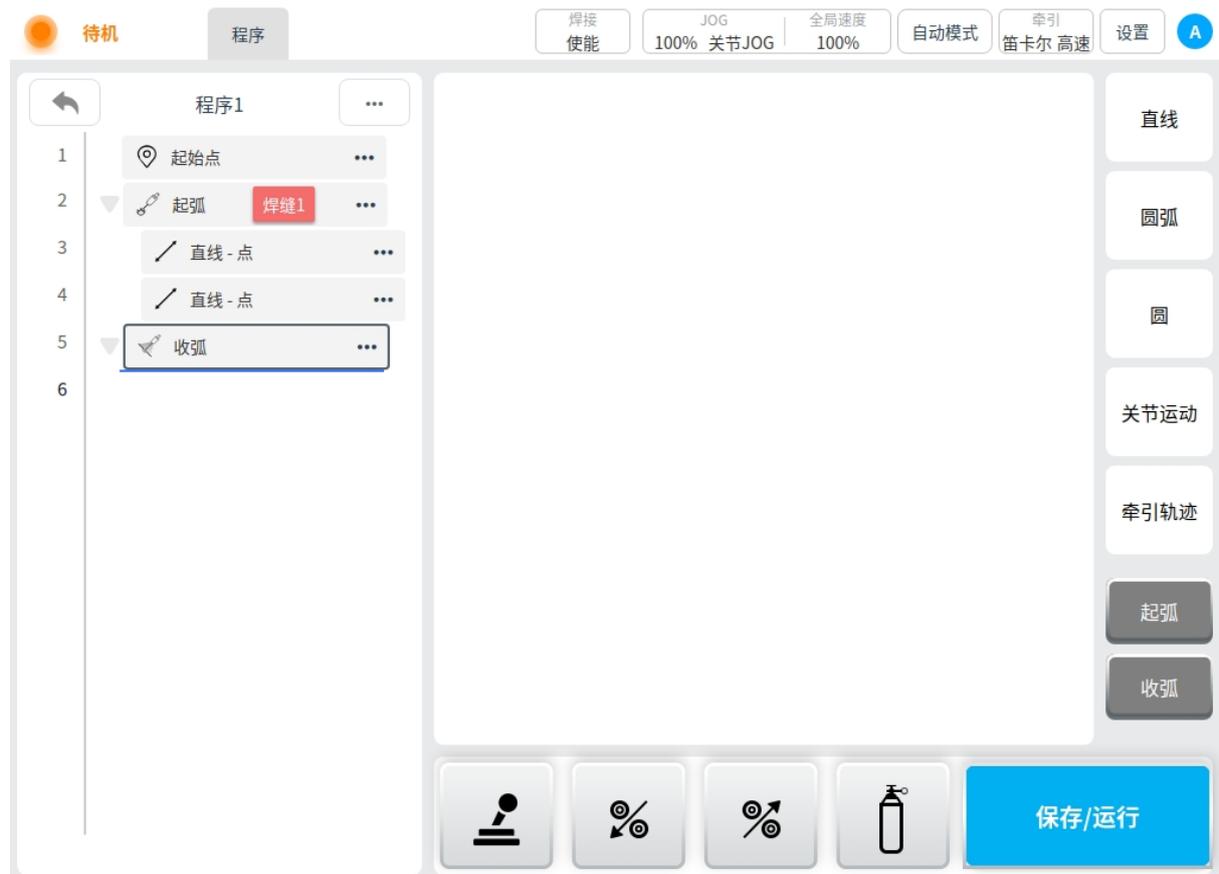


**起弧：**起弧非运动节点，其为‘指令’和‘焊缝’节点。在作为起弧指令节点同时，关联其焊接的焊缝相关配置；点击右侧起弧按钮，即可在指令区域中添加起弧节点，点击起弧节点后可在内容区域中配置焊缝相关的工艺和焊缝设置；焊缝工艺和焊缝设置后续单独说明；起弧后节点为当前起弧后执行焊接的运动节点。



收弧：起弧非运动节点，其为‘指令’节点。作为起弧节点的收弧节点，点击右侧收弧按

钮，即可在指令区域中添加收弧节点。无其他配置项，但在其后必须添加一个安全点。



## 节点相关操作

点击节点的  会出现节点相关操作项弹窗，如下图所示。

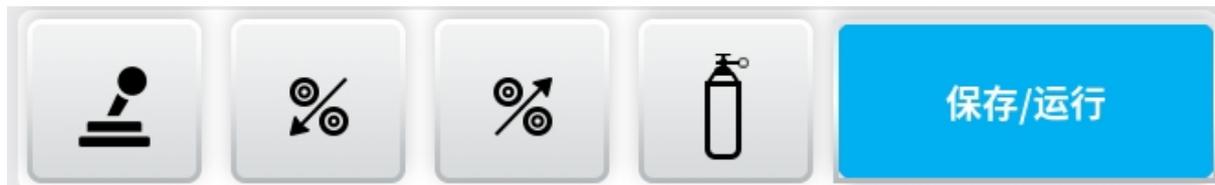


操作方式如下：

- **剪切**：剪切当前指令后，点击其他指令节点的  选中粘贴，即可在其下方添加剪切后的指令；
- **复制**：复制当前指令后，点击其他指令节点的  选中粘贴，即可在其下方添加剪切后的指令；
- **粘贴**：剪切或复制其他指令后，点击当前指令节点的  选中粘贴，可在下方添加剪切或复制后的指令；
- **删除**：删除当前指令；

**Caution:** 起始点节点仅支持粘贴操作。

指令工具区



指令工具区从左到右分别为：

- **移动**：进入机器人移动页面，在移动页面可点击相应按钮进行移动操作；也可点击移动到按钮输入相应的关节角度进行移动操作；
- **送丝**：操纵送丝机进行送丝操作；
- **收丝**：操纵送丝机进行收丝操作；
- **送气**：操作焊机进行送气操作；
- **保存/运行**：可进行当前程序的保存和运行操作；





### 3.4.3 焊缝工艺与设置

焊缝工艺与设置为程序中起弧节点中焊缝关联的工艺和设置。



### 工艺设置

点击工艺设置进入焊接工艺定义页面。可通过焊接专家系统、焊接工艺库、用户自定义工艺三种方式进行工艺设置。



### 焊接专家系统

使用焊接专家系统前需在系统配置内对智能化进行配置连接，参考系统配置说明。如已配置连接，则点击焊接专家系统按钮进入焊接专家系统。焊接专家系统可分别对材料、接头类型、焊接位置、接头尺寸相关参数设置，以此获取当前焊接所需工艺。

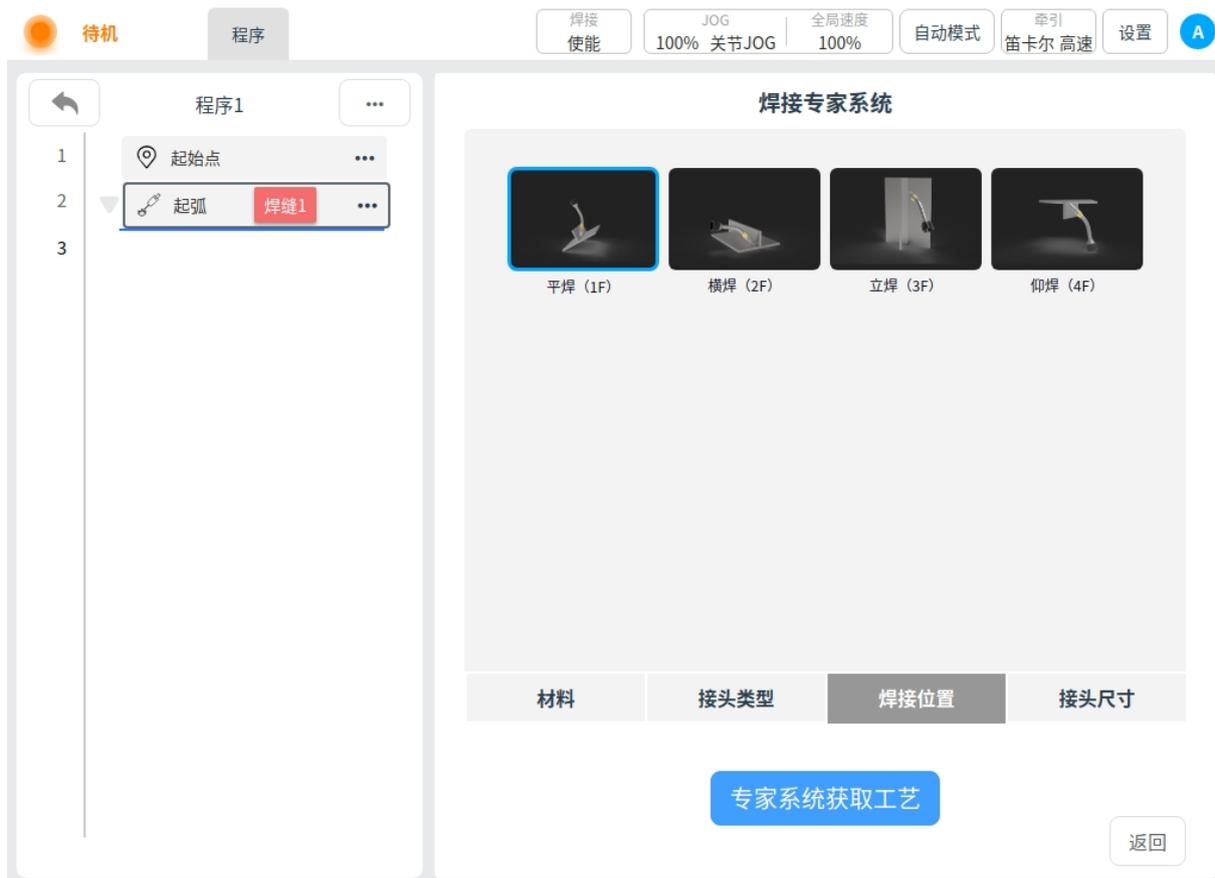
材料中可配置参数有：焊接母材、焊丝类型、焊丝直径、保护气类型。



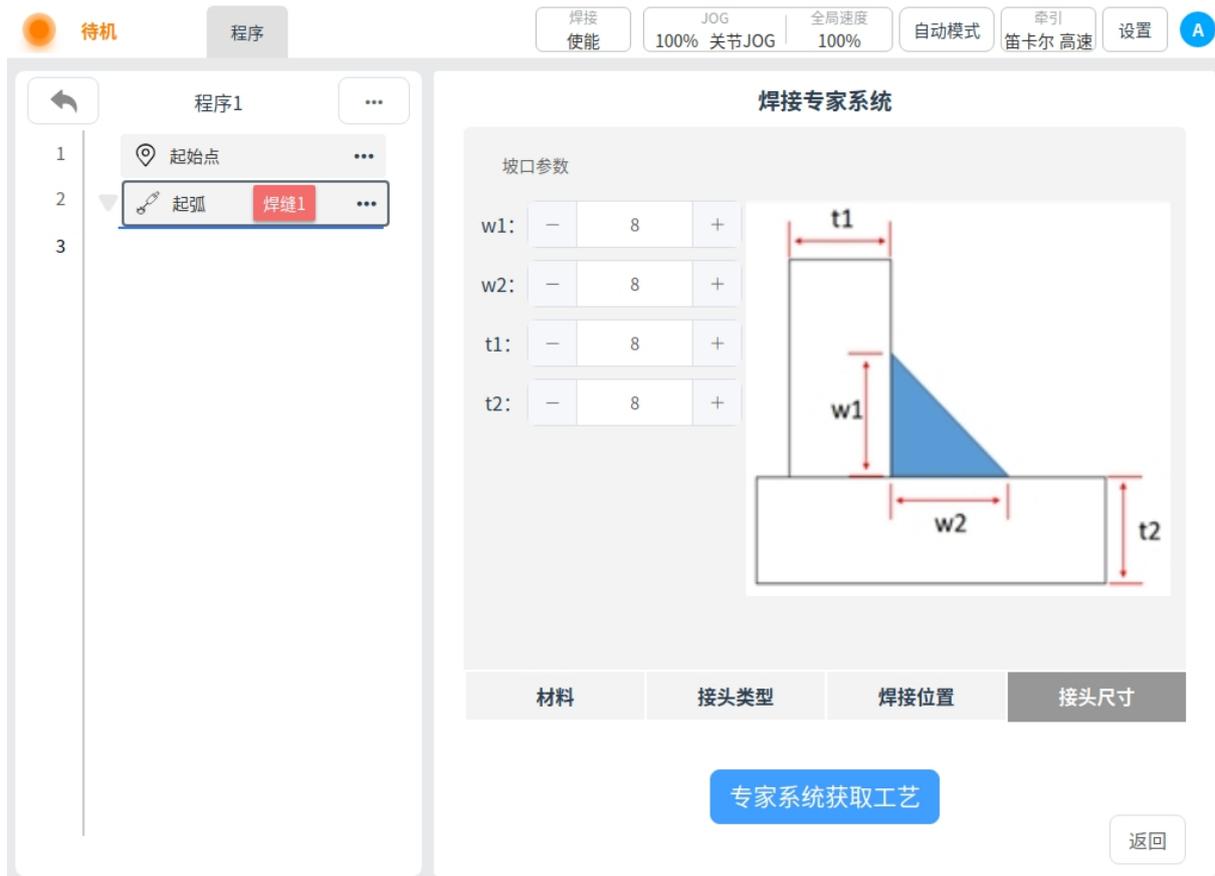
接头类型中可配置参数有：接头类型、接头形式。



焊接位置中可配置参数有：平焊、横焊、立焊、仰焊。



接头尺寸接头尺寸中可配置参数有:w1、w2、t1、t2。具体可参照下图：



所有参数配置完成后，点击“专家系统获取工艺”按钮，即可获得当前焊接所需工艺。获取成功后提示生成专家库参数成功，并展示焊道数据和相应的工艺参数；点击左下角工艺编辑可查看对应焊道的工艺参数；如下所示，只做了部分数据展示。

待机 程序 焊接 JOG 全局速度 手动模式 牵引 笛卡尔 高速 设置 A

生成专家库参数成功

程序21 焊缝1\_工艺 基础信息

1 起始点 ...

2 起弧 焊缝1 ...

3

### 焊道配置

|   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 9 | 9-1 | 9-2 | 9-3 | 9-4 | 9-5 | 9-6 | 9-7 | 9-8 | 9-9 | 9-10 |
| 8 | 8-1 | 8-2 | 8-3 | 8-4 | 8-5 | 8-6 | 8-7 | 8-8 | 8-9 | 8-10 |
| 7 | 7-1 | 7-2 | 7-3 | 7-4 | 7-5 | 7-6 | 7-7 | 7-8 | 7-9 | 7-10 |
| 6 | 6-1 | 6-2 | 6-3 | 6-4 | 6-5 | 6-6 | 6-7 | 6-8 | 6-9 | 6-10 |
| 5 | 5-1 | 5-2 | 5-3 | 5-4 | 5-5 | 5-6 | 5-7 | 5-8 | 5-9 | 5-10 |
| 4 | 4-1 | 4-2 | 4-3 | 4-4 | 4-5 | 4-6 | 4-7 | 4-8 | 4-9 | 4-10 |
| 3 | 3-1 | 3-2 | 3-3 | 3-4 | 3-5 | 3-6 | 3-7 | 3-8 | 3-9 | 3-10 |
| 2 | 2-1 | 2-2 | 2-3 | 2-4 | 2-5 | 2-6 | 2-7 | 2-8 | 2-9 | 2-10 |
| 1 | 1-1 | 1-2 | 1-3 | 1-4 | 1-5 | 1-6 | 1-7 | 1-8 | 1-9 | 1-10 |
|   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10   |

焊道编辑 工艺编辑 返回 重置

待机 程序 焊接 不能能 JOG 100% 关节JOG 全局速度 100% 手动模式 牵引 笛卡尔 高速 设置 A

程序21 起弧 焊缝1 ...

### 根焊道参数

起弧前 起弧 焊接 摆焊 收弧 收弧后

焊接模式: 直流一元化

独立/一元化模式: 独立调节

焊接电流 (A): 290

焊接电压 (V): 29

焊接速度 (cm/min): 29.25

前进角 (°): 0

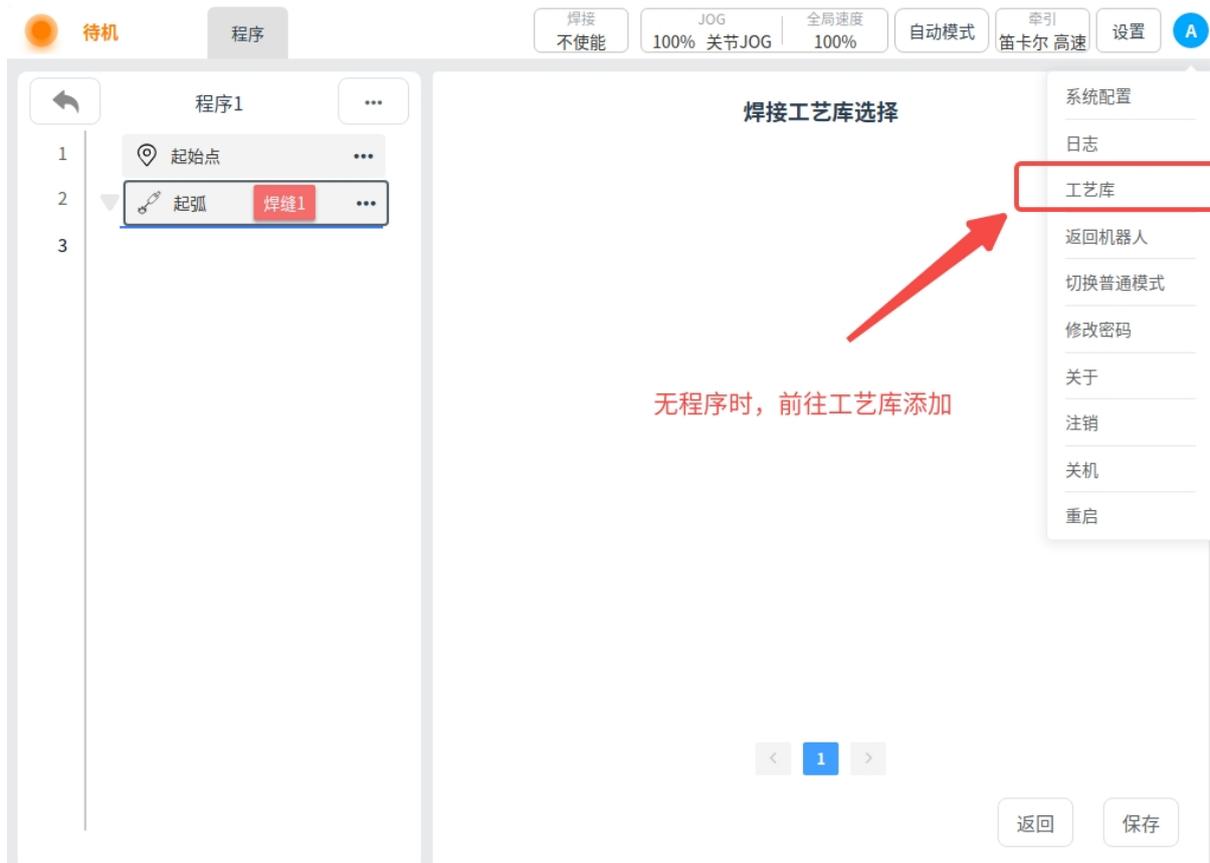
工作角 (°): 0

返回 保存



### 焊接工艺库

点击焊接工艺库按钮，即可进入焊接工艺库选择页面，在焊接工艺库页面可查看焊接工艺库数据（若无工艺则页面显示空白，需前往工艺库添加），选中需要的工艺点击右下角保存按钮，即可添加工艺库数据。





### 用户自定义工艺

点击用户自定义工艺按钮，即可进入用户自定义工艺页面。点击左下角焊道编辑添加自己需要的焊道，添加后点击确定保存焊道数据。添加焊道数据后选中焊道，点击工艺编辑，可进入工艺编辑页面，根据需求对当前选中焊道添加对应的工艺数据。添加后点击保存即可；

待机 程序

焊接 不使能 JOG 100% 关节JOG 全局速度 100% 自动模式 牵引 笛卡尔 高速 设置 A

程序1

1 起始点 ...

2 起弧 焊缝1 ...

3

### 焊缝1\_工艺

基础信息

#### 焊道配置

|   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 9 | 9-1 | 9-2 | 9-3 | 9-4 | 9-5 | 9-6 | 9-7 | 9-8 | 9-9 | 9-10 |
| 8 | 8-1 | 8-2 | 8-3 | 8-4 | 8-5 | 8-6 | 8-7 | 8-8 | 8-9 | 8-10 |
| 7 | 7-1 | 7-2 | 7-3 | 7-4 | 7-5 | 7-6 | 7-7 | 7-8 | 7-9 | 7-10 |
| 6 | 6-1 | 6-2 | 6-3 | 6-4 | 6-5 | 6-6 | 6-7 | 6-8 | 6-9 | 6-10 |
| 5 | 5-1 | 5-2 | 5-3 | 5-4 | 5-5 | 5-6 | 5-7 | 5-8 | 5-9 | 5-10 |
| 4 | 4-1 | 4-2 | 4-3 | 4-4 | 4-5 | 4-6 | 4-7 | 4-8 | 4-9 | 4-10 |
| 3 | 3-1 | 3-2 | 3-3 | 3-4 | 3-5 | 3-6 | 3-7 | 3-8 | 3-9 | 3-10 |
| 2 | 2-1 | 2-2 | 2-3 | 2-4 | 2-5 | 2-6 | 2-7 | 2-8 | 2-9 | 2-10 |
| 1 | 1-1 | 1-2 | 1-3 | 1-4 | 1-5 | 1-6 | 1-7 | 1-8 | 1-9 | 1-10 |
|   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10   |

焊道编辑 工艺编辑 返回 重置

待机 程序

焊接 不使能 JOG 100% 关节JOG 全局速度 100% 自动模式 牵引 笛卡尔 高速 设置 A

程序1

1 起始点 ...

2 起弧 焊缝1 ...

3

### 焊缝1\_工艺

基础信息

#### 焊道配置

|   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 9 | 9-1 | 9-2 | 9-3 | 9-4 | 9-5 | 9-6 | 9-7 | 9-8 | 9-9 | 9-10 |
| 8 | 8-1 | 8-2 | 8-3 | 8-4 | 8-5 | 8-6 | 8-7 | 8-8 | 8-9 | 8-10 |
| 7 | 7-1 | 7-2 | 7-3 | 7-4 | 7-5 | 7-6 | 7-7 | 7-8 | 7-9 | 7-10 |
| 6 | 6-1 | 6-2 | 6-3 | 6-4 | 6-5 | 6-6 | 6-7 | 6-8 | 6-9 | 6-10 |
| 5 | 5-1 | 5-2 | 5-3 | 5-4 | 5-5 | 5-6 | 5-7 | 5-8 | 5-9 | 5-10 |
| 4 | 4-1 | 4-2 | 4-3 | 4-4 | 4-5 | 4-6 | 4-7 | 4-8 | 4-9 | 4-10 |
| 3 | 3-1 | 3-2 | 3-3 | 3-4 | 3-5 | 3-6 | 3-7 | 3-8 | 3-9 | 3-10 |
| 2 | 2-1 | 2-2 | 2-3 | 2-4 | 2-5 | 2-6 | 2-7 | 2-8 | 2-9 | 2-10 |
| 1 | 1-1 | 1-2 | 1-3 | 1-4 | 1-5 | 1-6 | 1-7 | 1-8 | 1-9 | 1-10 |
|   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10   |

删除 复制 插入层 插入道 确定 返回 重置

待机 程序

焊接 不使能 JOG 100% 关节JOG 全局速度 100% 自动模式 牵引 笛卡尔 高速 设置 A

程序1

1 起始点 ...

2 起弧 焊缝1 ...

3

### 焊缝1\_工艺

基础信息

#### 焊道配置

|   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 9 | 9-1 | 9-2 | 9-3 | 9-4 | 9-5 | 9-6 | 9-7 | 9-8 | 9-9 | 9-10 |
| 8 | 8-1 | 8-2 | 8-3 | 8-4 | 8-5 | 8-6 | 8-7 | 8-8 | 8-9 | 8-10 |
| 7 | 7-1 | 7-2 | 7-3 | 7-4 | 7-5 | 7-6 | 7-7 | 7-8 | 7-9 | 7-10 |
| 6 | 6-1 | 6-2 | 6-3 | 6-4 | 6-5 | 6-6 | 6-7 | 6-8 | 6-9 | 6-10 |
| 5 | 5-1 | 5-2 | 5-3 | 5-4 | 5-5 | 5-6 | 5-7 | 5-8 | 5-9 | 5-10 |
| 4 | 4-1 | 4-2 | 4-3 | 4-4 | 4-5 | 4-6 | 4-7 | 4-8 | 4-9 | 4-10 |
| 3 | 3-1 | 3-2 | 3-3 | 3-4 | 3-5 | 3-6 | 3-7 | 3-8 | 3-9 | 3-10 |
| 2 | 2-1 | 2-2 | 2-3 | 2-4 | 2-5 | 2-6 | 2-7 | 2-8 | 2-9 | 2-10 |
| 1 | 1-1 | 1-2 | 1-3 | 1-4 | 1-5 | 1-6 | 1-7 | 1-8 | 1-9 | 1-10 |
|   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10   |

焊道编辑 工艺编辑 返回 重置

待机 程序

焊接 不使能 JOG 100% 关节JOG 全局速度 100% 自动模式 牵引 笛卡尔 高速 设置 A

程序1

1 起始点 ...

2 起弧 焊缝1 ...

3

### 2层1道参数

| 层间信息      |           |          | 工艺参数    |  |  |
|-----------|-----------|----------|---------|--|--|
| Y偏移 (mm)  | Z偏移 (mm)  | 倾斜角 (°)  | 推拉角 (°) |  |  |
| - 10 +    | - 0 +     | - 0 +    | - 0 +   |  |  |
| 起点缩进 (mm) | 终点缩进 (mm) | 干伸长 (mm) |         |  |  |
| - 0 +     | - 0 +     | - 0 +    |         |  |  |

返回 保存

若需修改焊缝工艺，可点击右下角重置按钮进行重置，重置后可再次进行工艺选择。

## 焊缝设置

点击焊缝设置按钮进入焊缝设置页面，提供了断续焊、电弧跟踪、焊接保护、焊道坐标系设置、多层多道设置；



## 断续焊

点击断续焊后编辑按钮进入断续焊参数配置页面，在焊接工件长度不足的情况下，自动修改间隔长度，优先保障焊接长度。

- 断续焊启用按钮：用于是否启用断续焊；
- 焊接长度：断续焊单端焊接长度；
- 间隔长度：断续焊两端焊缝间隔长度；



## 电弧跟踪

点击电弧跟踪后编辑按钮进入电弧跟踪参数配置页面，打开电弧跟踪开关即可看到电弧跟踪相应参数。

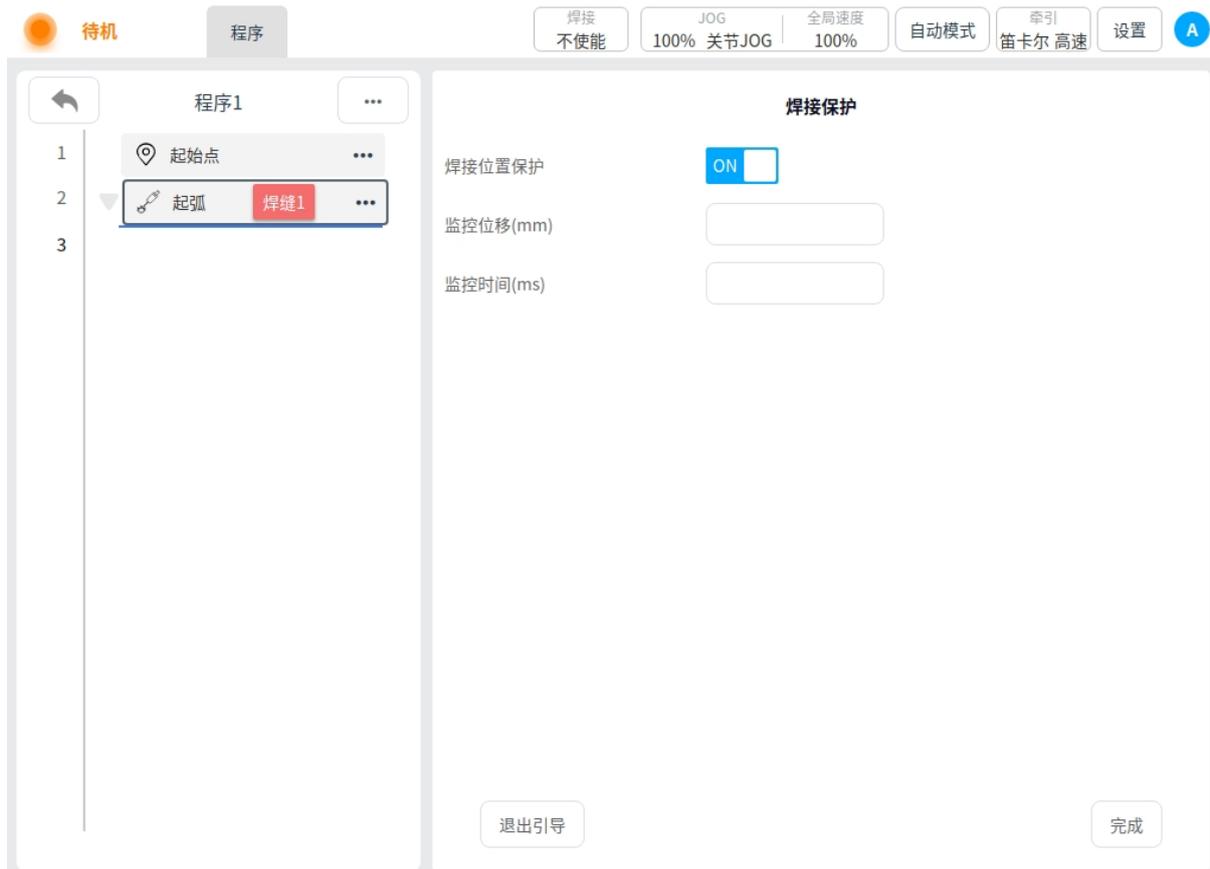
- 电弧跟踪启用按钮：用于是否启用电弧跟踪；
- 补偿方向：设置电弧跟踪补偿方向，可选项 Y 方向或 Z 方向，即左右方向或上下方向；
- 基准电流 (A)：电弧跟踪参考电流数据值，单位 A，默认值为 20；
- 最大补偿距离限制 Y(mm)：Y 方向最大补偿距离值，单位 mm，默认值 100；
- 最大补偿距离限制 Z(mm)：Z 方向最大补偿距离值，单位 mm，默认值 100；
- 圆弧焊接方向：可选与圆平面垂直或与圆平面平行；



### 焊接保护

点击焊接保护后编辑按钮，进入焊接保护设置页面。焊接过程中的保护功能，其原理是实时监控机器人工具末端是否有超过监控位移的位移量。如果在设置的监控时间内，机器人工具末端未产生足够的位移量，判断为机器人在同一位置，此时将触发焊机收弧指令。该功能的目的是，不让机器人在同一位置有长时间的焊接操作，以防焊件烧穿

- 焊接保护启用按钮：用于是否启用焊接保护；
- 监控位移：设置监控位移的位移值，单位 mm；
- 监控时间：设置的监控时间，单位 ms；



### 焊道坐标系设置

点击焊道坐标系设置后编辑按钮，进入焊道坐标系设置页面。可进行焊道坐标系创建方法设置；

- 焊道坐标系创建方法：可选项世界 XOY 平面、世界 XOZ 平面、世界 YOZ 平面、记录参考点位姿；

其他几项直接选择即可，记录参考点位姿选中后需记录所需的参考点位姿。如图所示，记录后会有坐标显示；

待机 程序

焊接 不使能 JOG 100% 关节JOG 全局速度 100% 自动模式 牵引 笛卡尔 高速 设置 A

程序1

1 起始点

2 起弧 焊缝1

3

### 焊道坐标系设置

焊道坐标系创建方法

世界XOY平面

世界XOY平面

世界YOZ平面

世界ZOX平面

记录参考点位姿

退出引导 完成

待机 程序

焊接 不使能 JOG 100% 关节JOG 全局速度 100% 自动模式 牵引 笛卡尔 高速 设置 A

程序1

1 起始点

2 起弧 焊缝1

3

### 焊道坐标系设置

焊道坐标系创建方法

记录参考点位姿

以记录此点的Z轴作为基准平面的法向量

记录此点

法向量: [ 0.085478, -0.292418, 0.952463 ]

退出引导 完成

### 多层多道

点击多层多道后编辑按钮，进入多层多道页面。若未进行工艺设置，点开页面焊道数据为空；若已设置多层多道工艺数据，则会生成对应的焊道进入页面如下图所示：





**功能：**进行多层多道的焊接，并可进行焊道延时设置和道间确认配置以及某一或多焊道任意执行操作；

**操作：**

- 蓝色边框表示选中的焊道；深灰色块表示可执行焊道；浅色块表示不可执行焊道；
- 底部按钮：全选指选中全部焊道；执行指将选中的焊道设置为可执行；不执行指将选中的焊道设置为不可执行；
- 点击单个焊道块可进行以下操作：第一次点击 **选中**，第二次重复点击可设置为 **可执行/不可执行**；
- 点击底部横向数字块可进行以下操作：第一次点击 **选中整列**，第二次重复点击可设置当前列为 **可执行/不可执行**，取当前列从下往上第一个焊道块状态值为参考，设置整列为其相反状态；例如：点击 1 列数字，且 1 列第一个焊道块状态为可执行，再次点击 1 列数字时，会将整列焊道设置为不可执行，反之亦然。
- 点击左侧竖向数字块操作同上，为整行操作；
- 当选中的焊道块为可执行时，页面右侧可出现道间设置，可进行：**I/O 道间确认**、**道间延时设置**，且为二选一，。单选时，为单道操作，修改值会直接反馈到焊道块显示；整行、整列、全选操作时，修改值后需要点击保存才能批量修改，并在焊道块显示；如下图：

待机 程序

焊接 不使能 | JOG 100% 关节JOG | 全局速度 100% | 手动模式 | 牵引 笛卡尔 高速 | 设置 **A**

程序3

1 起始点 ...

2 起弧 焊缝1 ...

3

|   |           |           |
|---|-----------|-----------|
| 2 | 2-1<br>1s | 2-2<br>2s |
| 1 | 1-1<br>0s |           |

1 2

I/O 道间确认  OFF

道间延时(ms) - 2 +

返回 全选 执行 不执行 完成

待机 程序

焊接 不使能 | JOG 100% 关节JOG | 全局速度 100% | 手动模式 | 牵引 笛卡尔 高速 | 设置 **A**

程序3

1 起始点 ...

2 起弧 焊缝1 ...

3

|   |            |            |
|---|------------|------------|
| 2 | 2-1<br>I/O | 2-2<br>I/O |
| 1 | 1-1<br>I/O |            |

1 2

I/O 道间确认  ON

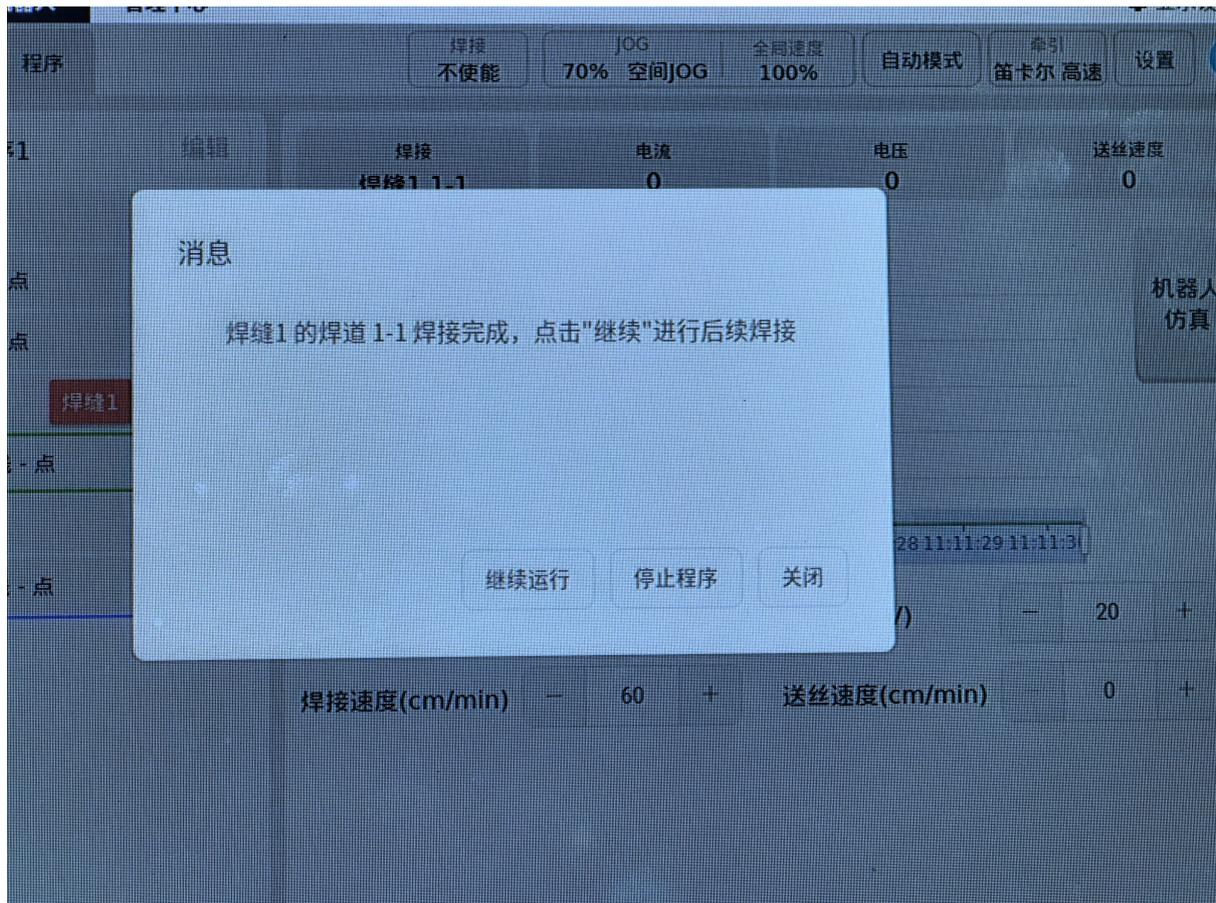
批量修改

返回 全选 执行 不执行 完成

设置完成后，右下方完成按钮进行保存；

**I/O 道间确认：**焊道开启道间确认后，焊接执行当前焊道前会弹出道间确认提示框，点击继续运行后进行焊接；

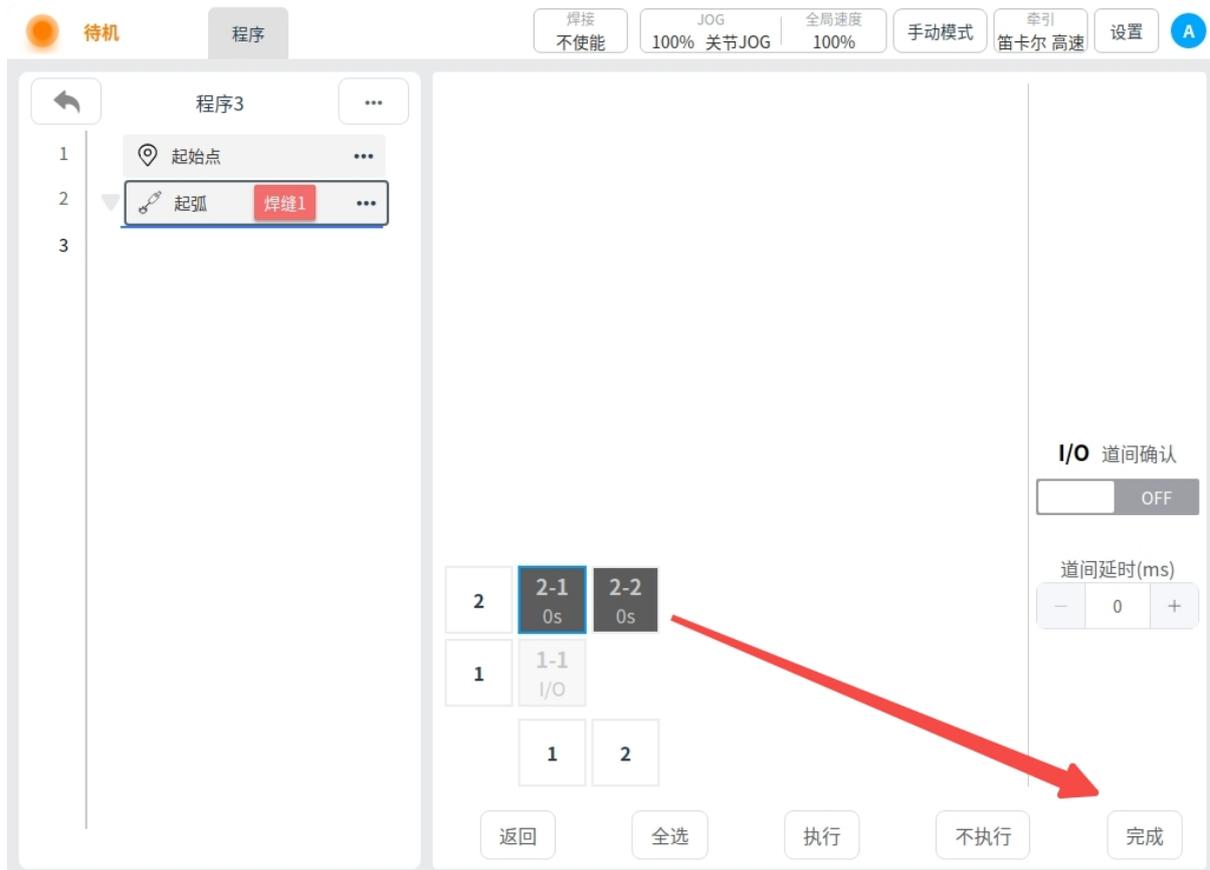




**道间延时：**焊道设置道间延时后，焊接执行当前焊道前会延时设置的时间后继续进行焊接，例如下图：设置延时 3 秒，则焊接执行当前焊道前会延时 3 秒后继续进行焊接；



**任意焊道执行：**选中需要执行的焊道，并切换为可执行状态，点击右下方完成按钮进行保存即可；返回程序执行页面执行该程序，运行焊道即为所设置的焊道。例如：仅执行第二层的所有焊道



## 3.5 焊接执行

焊接工艺和焊接程序了解后，可以进行具体的完成焊接程序编写和执行；下面将介绍几种焊接程序编写和执行。

### 3.5.1 程序编写

#### 单道焊接程序

在程序管理页面，点击创建新程序，进入程序编辑页面；

1. 创建起始点示教机器人使焊枪处在安全位置，并创建记录起始点；



2. 点击页面右侧直线按钮，增加 **直线-点** 示教机器人使焊枪移动到起弧点，并记录当前点位置；



3. 点击页面右侧添加起弧指令按钮并进行焊接工艺设置，焊接工艺设置参考程序管理中 焊缝工艺与设置，焊道设置只需要设置单道；



4. 根据实际情况点击页面右侧焊缝执行类型选择，例如：

- 直线 + 直线

对于直线多段焊接或者多点焊接也可采用断续焊方式，可以在工艺设置中焊接设置开启断续焊功能。



- 直线 + 圆弧或者圆弧 + 圆弧



• 圆



5. 在起弧下方配置焊缝执行类型以及轨迹后，需增加收弧节点，并且在收弧节点下需配置收弧的安全点，使机器人和焊枪回到安全位置；



6. 到此一个简单的单道焊接程序就配置完成。但是在自动模式下，焊接程序执行完毕后会自动回到起始点重复执行当前程序；简单场景下，收弧下安全点即可保证焊枪安全回到起始点。在复杂场景下，需保证机器人姿态和运动轨迹处在安全位特别是多层多道焊接场景下。因此在收弧节点中提供过度轨迹，方便机器人安全回到起始点进行下一轮焊接。如下可添加各种运动轨迹：



7. 点击 **保存/运行**按钮，即完成单道焊接程序；

## 多层多道焊接程序

多层多道焊接程序和单道程序一样，区别在于焊缝的工艺设置；

1. 按场景创建程序，例如：



2. 点击起弧焊缝添加多层多道工艺，如果已在工艺库添加了多层多道工艺，则直接选择；如果使用专家系统则进入专家系统填写相关焊接参数生成；如果使用用户自定义工艺则进入用户自定义工艺添加工艺数据；

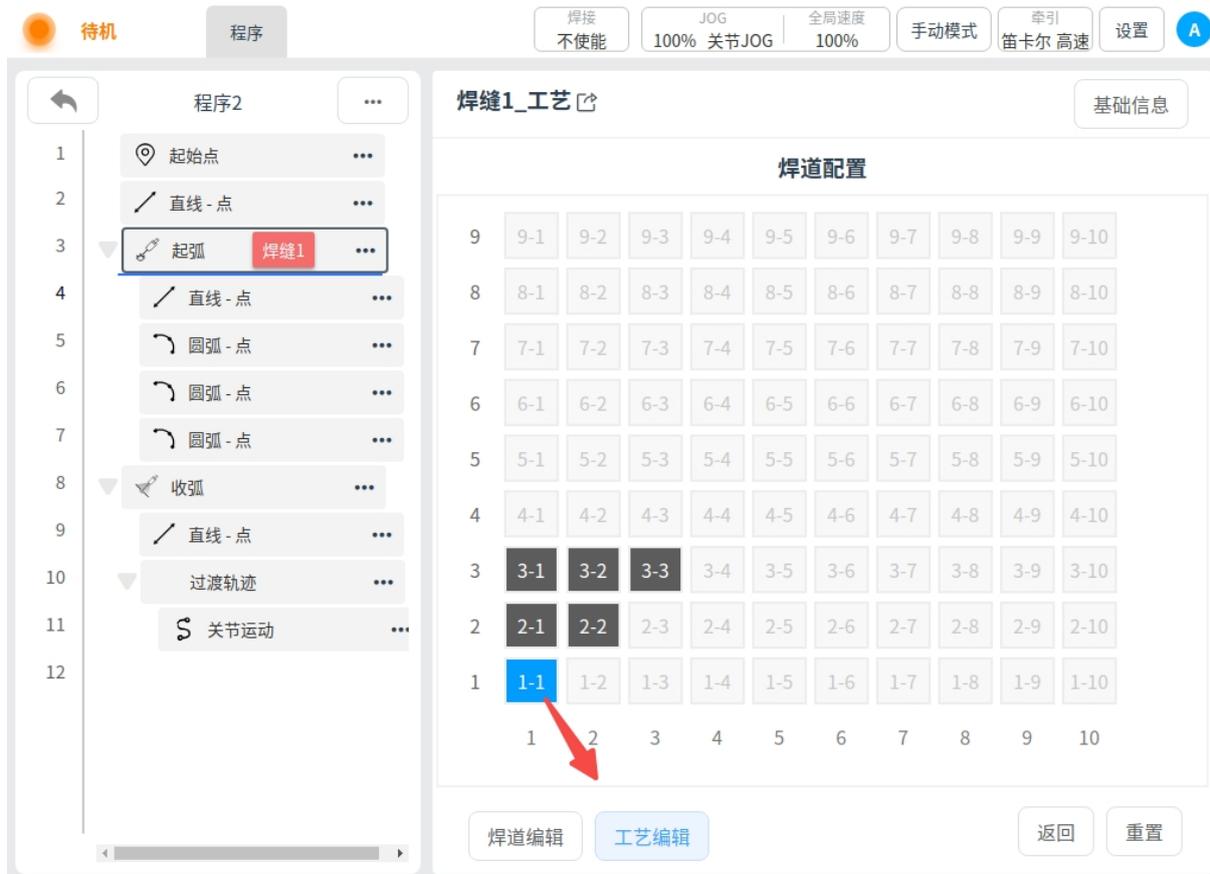
这里只做用户自定义工艺示例，工艺库和专家系统参考工艺库和焊接工艺与设置。- 点击用户自定义工艺按钮，进入用户自定义工艺页面。



- 进入焊道编辑页面，添加焊道数据。（例如：第一层一道、第二层两道、第三层三道）



- 添加焊道后点击确定进入预览页面，在预览页面可选中网格中焊道，点击工艺编辑按钮进入工艺编辑页面。



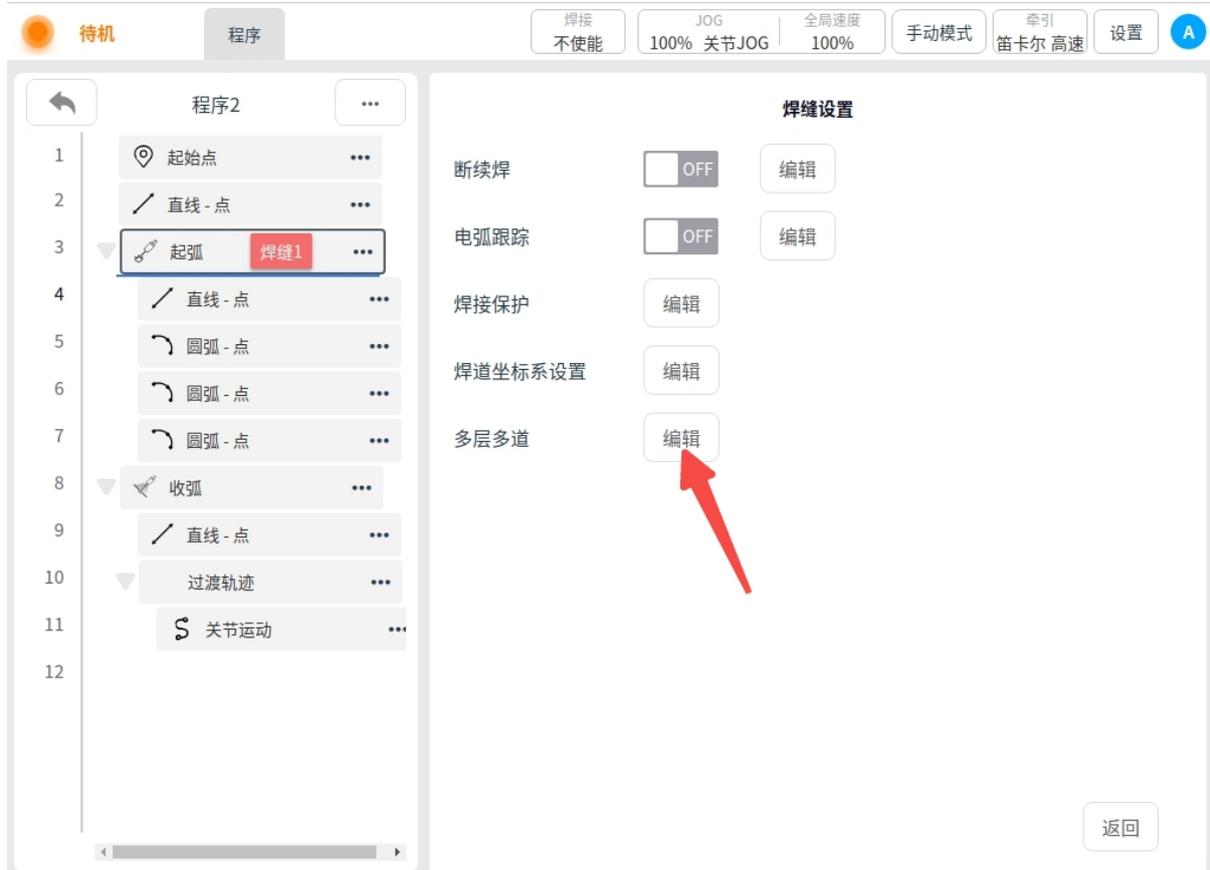
示例：第一层一道，作为跟焊道只需要依次（起弧前 → 起弧 → 焊接/摆焊 → 收弧 → 起弧后）点击相应按钮添加相关焊道数据即可。完成后点击保存返回预览页面，进行其他焊道操作；



示例：第二层一道；非跟焊道需配置层间信息。配置层间信息如下图，配置完成后点击工艺参数再进行工艺参数配置（参照上方根示例）



后续焊道配置同上，依次配置即可。配置完后点击返回按钮至下图页面，再点击焊缝设置；进入焊缝设置页面后，可根据需求开启相关功能（如电弧跟踪、焊接保护、多层多道等）。



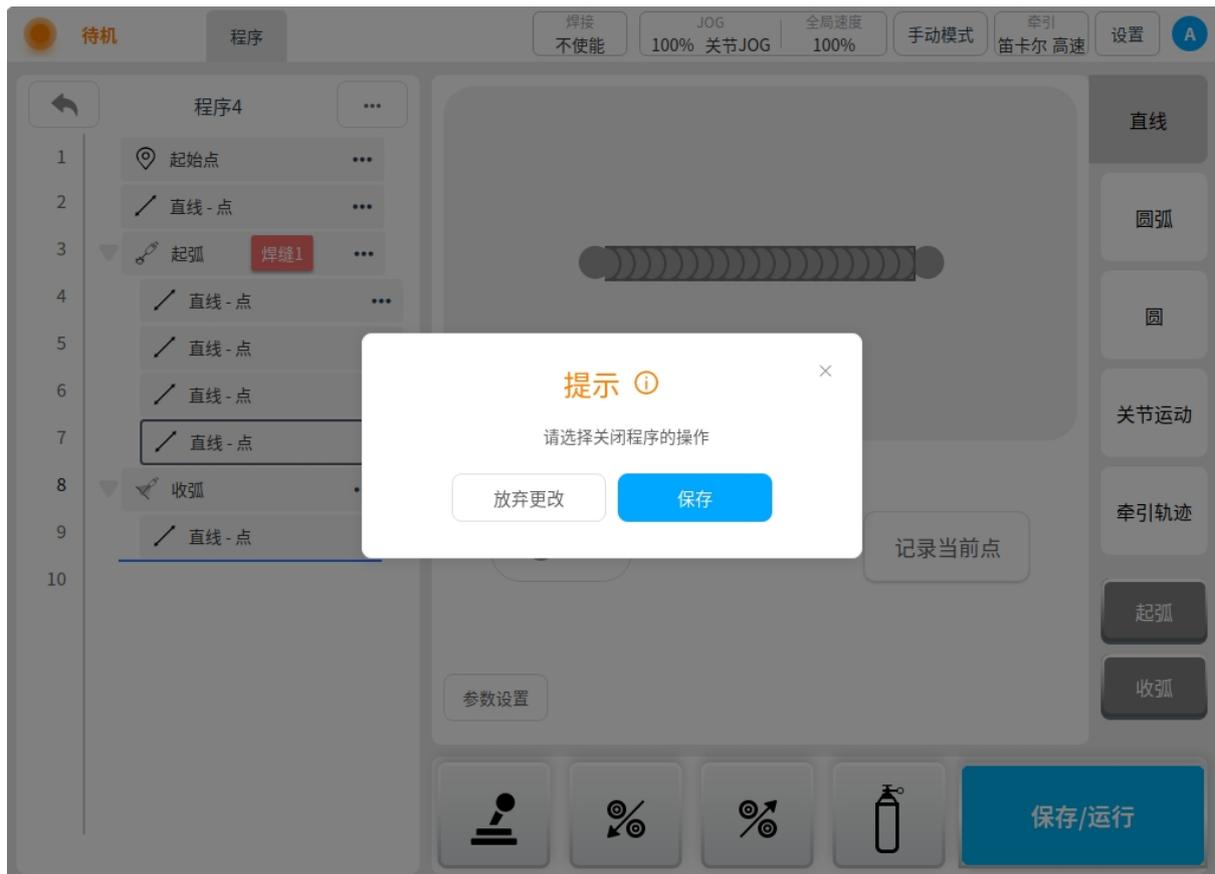
如需为多层多道添加 I/O 道间、道间延时或者多层多道仅执行部分焊道操作，在此点击多

层多道按钮，做多层多道配置；（操作方式可参考 **程序管理**关于焊缝工艺与设置中的多层多大设置描述）



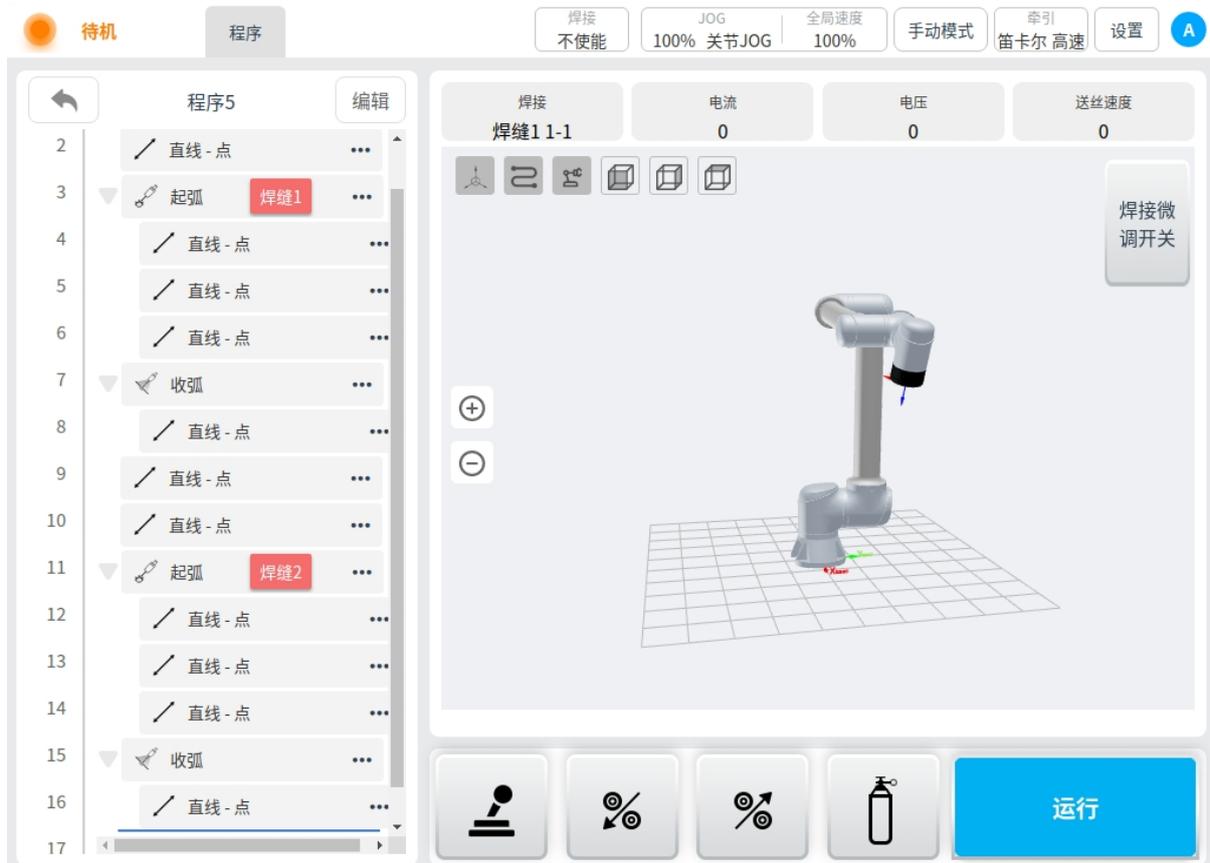
3. 完成多层多道工艺设置后，点击 **保存/运行**按钮，即完成了多层多道焊接程序。

**程序返回：**程序编辑状态点击左上方返回按钮，会弹出‘请选择关闭程序的操作’提示框，选择保存则会保存当前程序后返回程序列表，选择放弃更改，则放弃当前编辑的程序，保留程序编辑前的状态，返回程序列表。在打开当前程序后，若在多次编辑并保存时，在编辑状态下返回后选择放弃修改按钮，则此时保留的程序是最近一次保存的程序；非编辑状态无弹窗；



### 多焊缝焊接程序

除了多层多道以外，还可添加多条焊缝，进行焊接执行；程序编辑方式和工艺添加方式不变，只需通过增加起弧和收弧的方式创建其他焊缝即可，如下图所示：

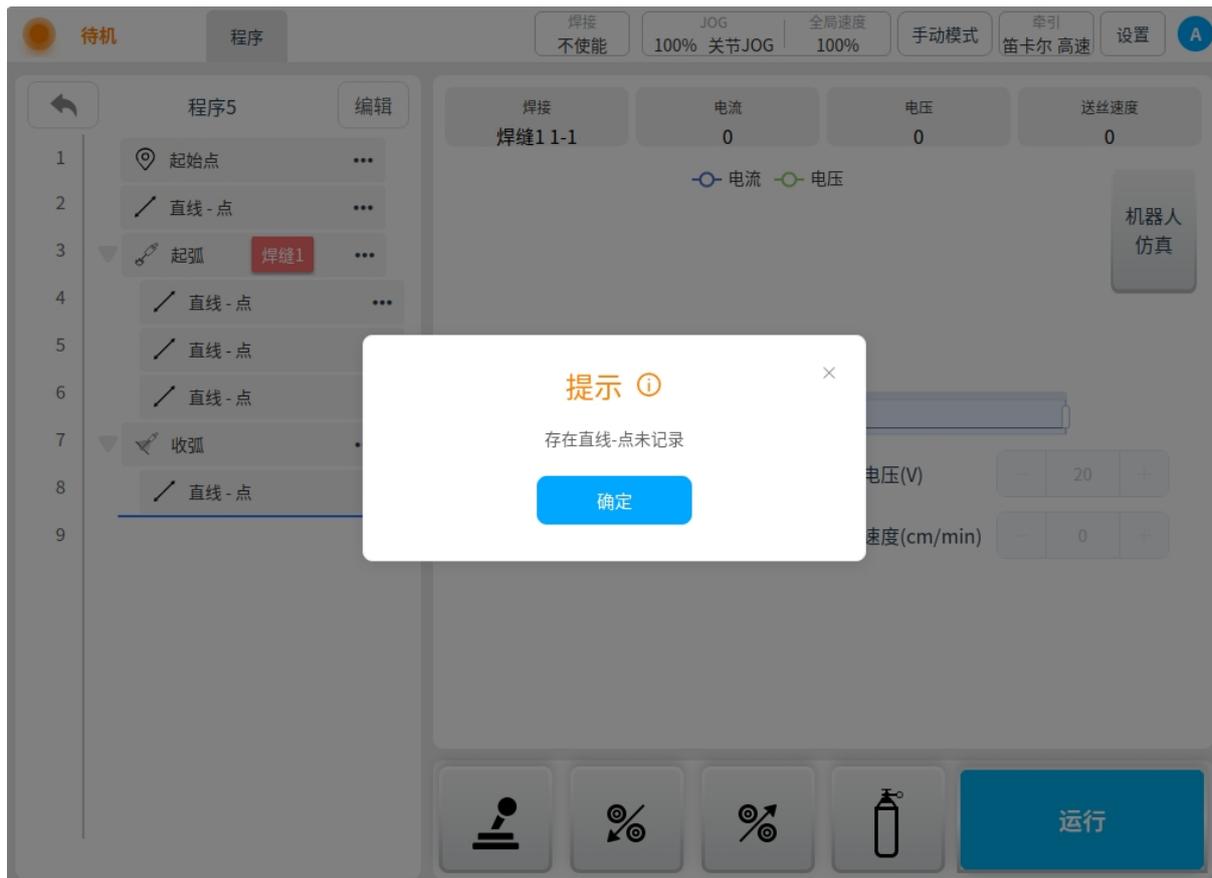


### 3.5.2 程序运行

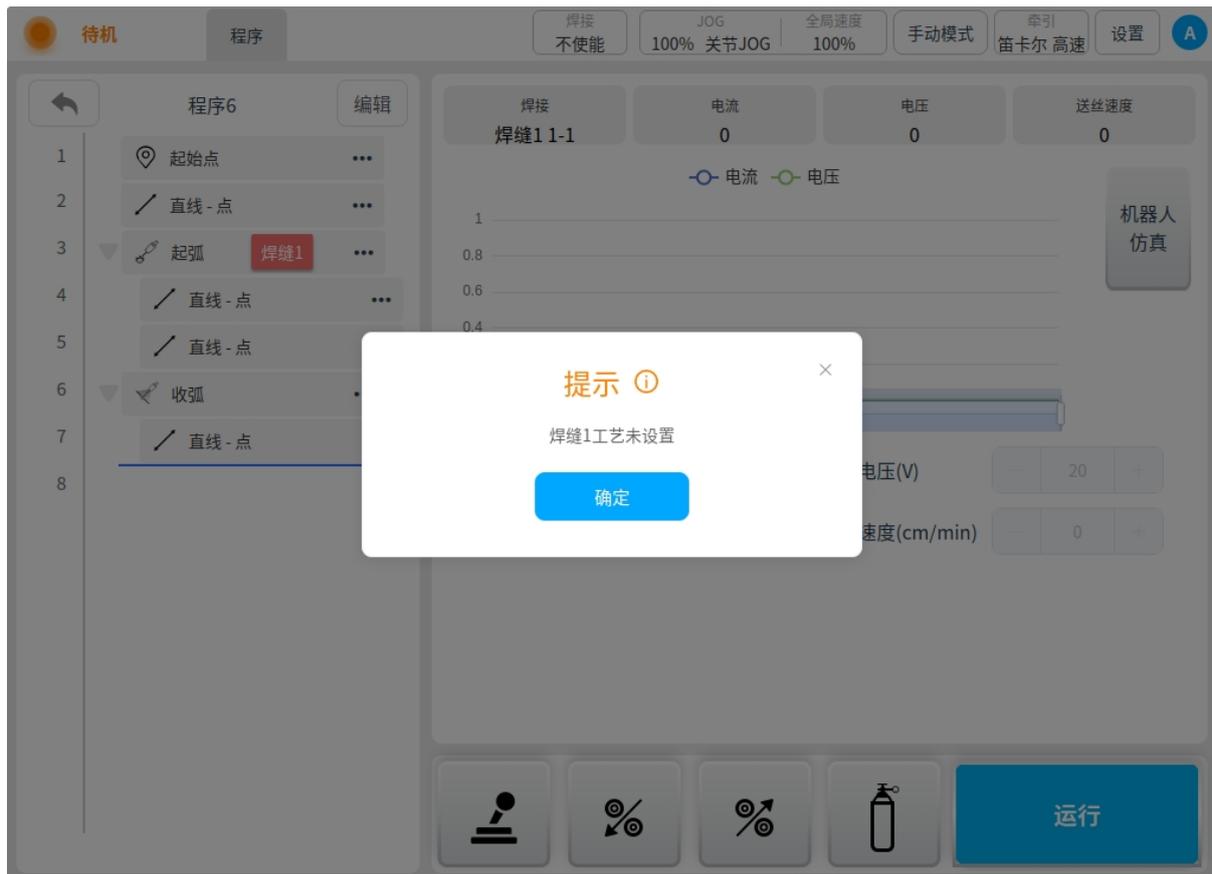
程序运行即焊接执行。程序编辑完成后点击 **保存/运行**按钮，或在非编辑状态下，点击 **运行**按钮，即可开始程序运行。

程序运行前会进行相关程序校验，校验通过后，即可进行程序保存和运行。校验规则如下：

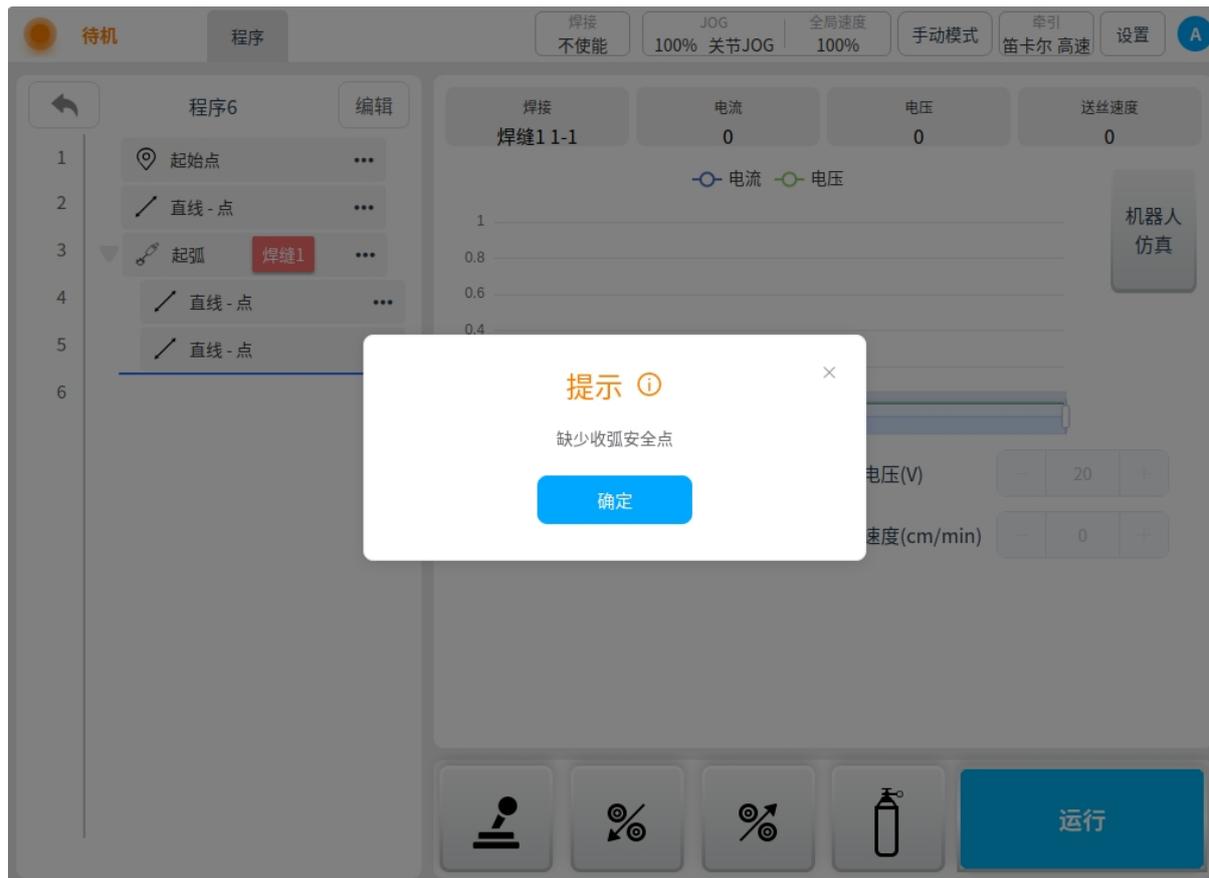
- 程序中存在起始点、直线、圆弧、圆、关节运动等节点时，必须设置其标记的记录点位置。缺少时校验不通过，会有弹出框提示，如直线点存在未记录



- 程序中存在起弧指令时，必须配置焊缝的工艺配置，若未配置工艺配置，则校验不通过，会有弹出框提示



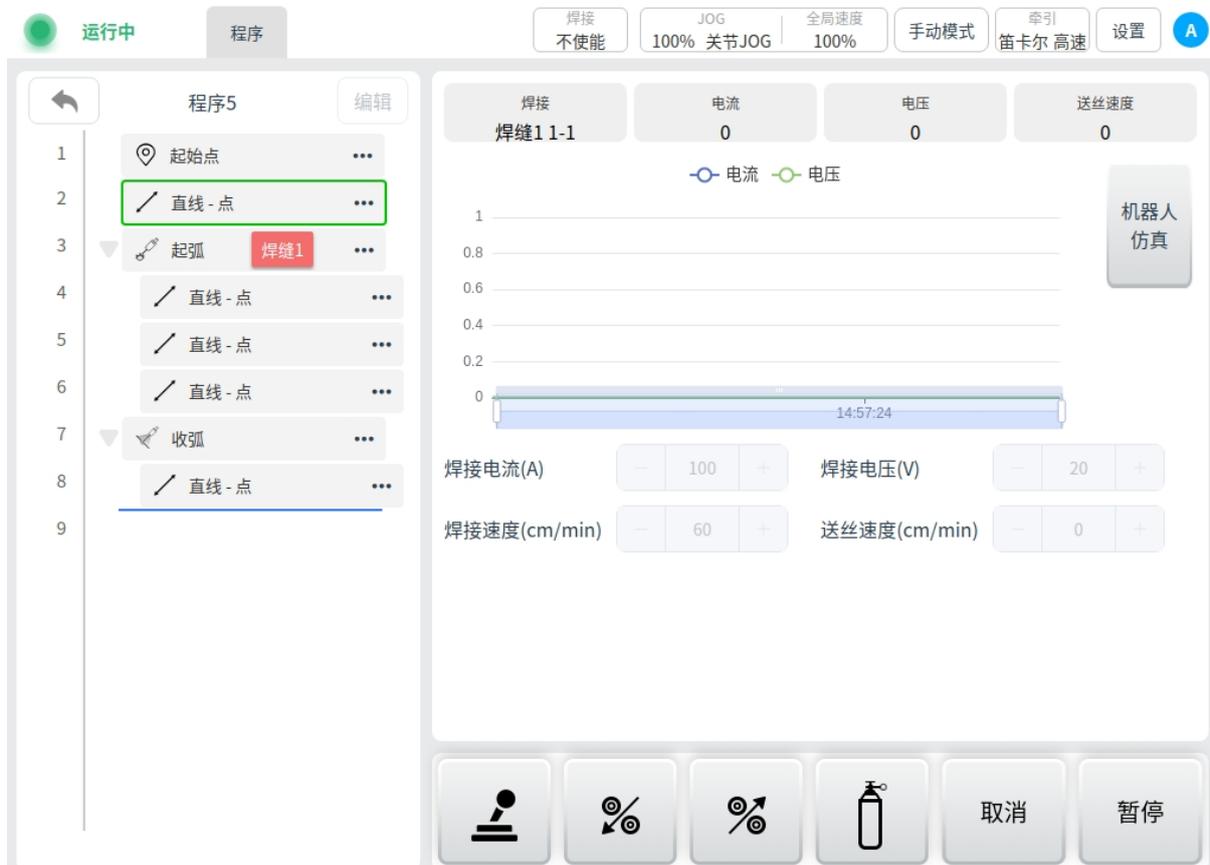
- 程序中存在起弧指令时，必须在起弧后配置的收弧指令和收弧安全点，若未配置，则校验不通过，会有弹出框提示



- 当前机器人姿态点与程序起始点不同时，页面下方会出现‘与 Home 位置不一致, 请先将机器人移动到 Home 位置’提示，点击按住回起点即可回到起始点；



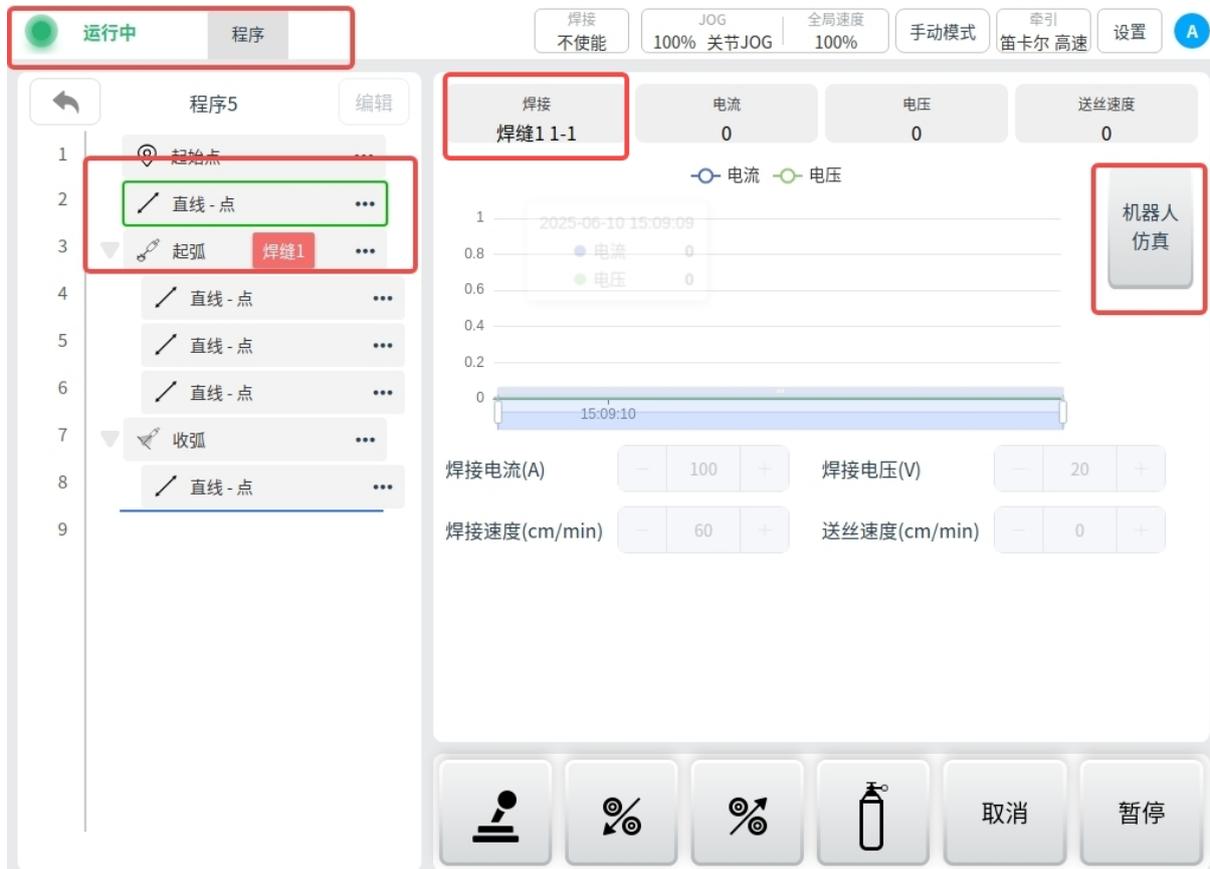
程序校验通过后程序正常运行。

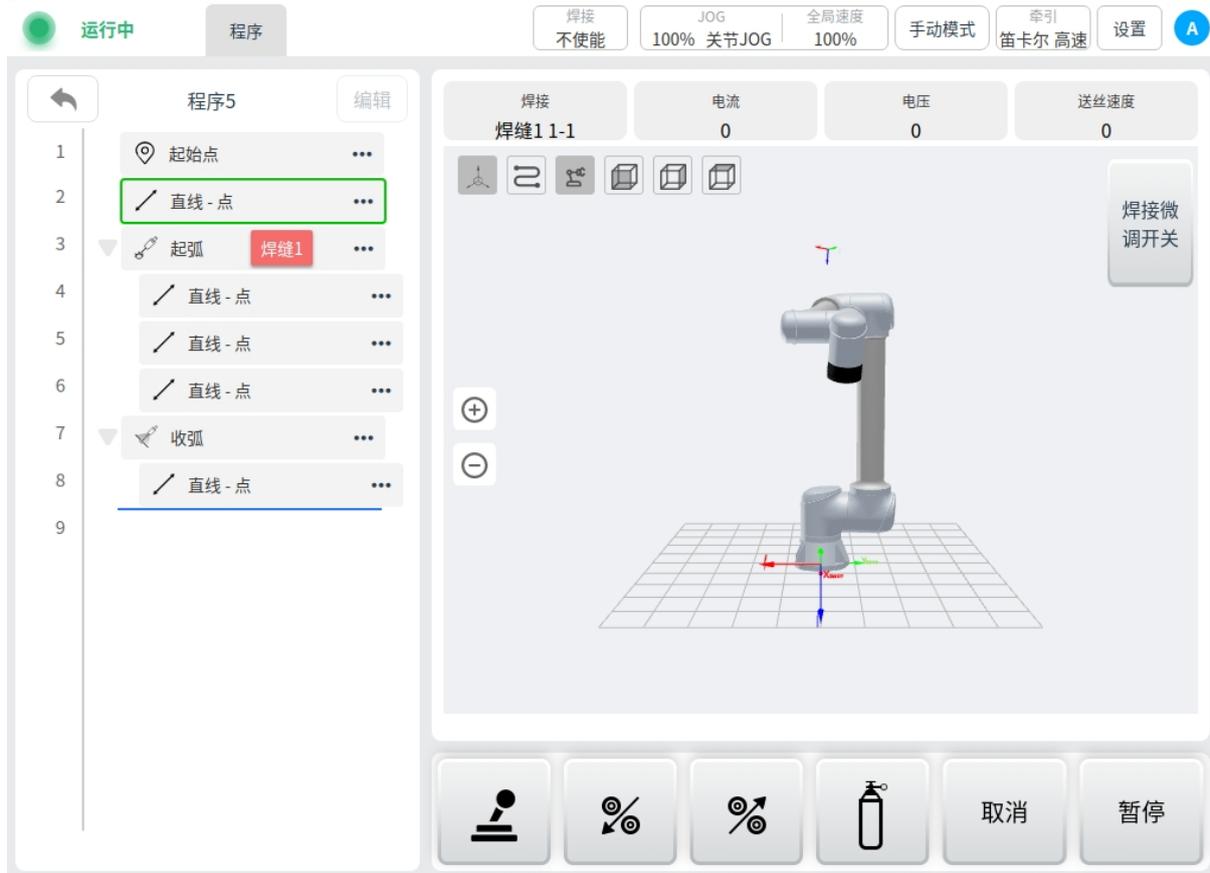


程序运行时，页面进行运行状态和焊接参数显示，提供部分操作指令功能，如下：

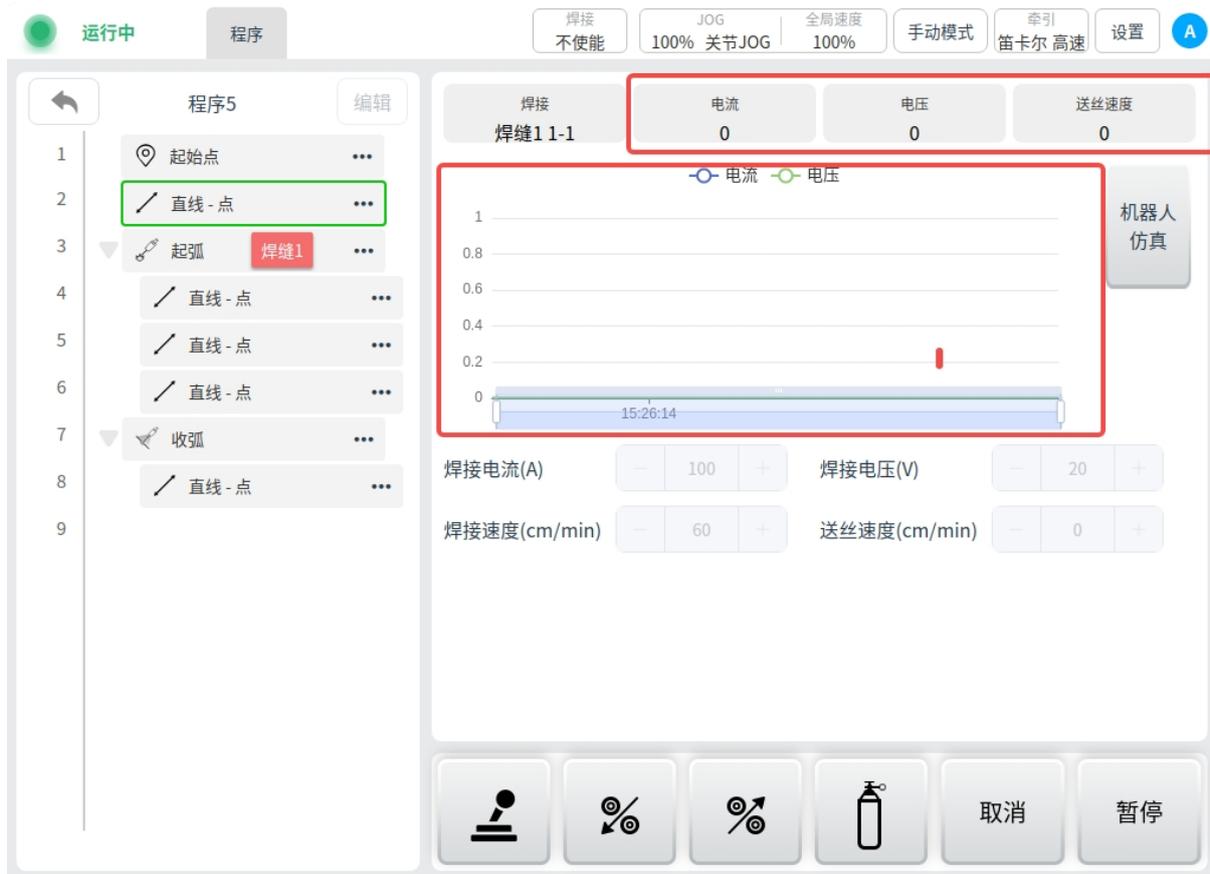
**运行状态和焊接参数显示：**

- 运行状态：页面左上角机器人状态显示为运行中，左侧程序会标注显示当前执行运动轨迹节点；内容区域上方会显示当前焊接的焊缝焊道；如需看机器人运行姿态可点击页面右侧‘机器人仿真’按钮，切换至机器人仿真页面；





- 焊接参数显示：页面内容区域上方会显示当前焊接参数信息（电流、电压、送丝速度）；中部区域默认会显示当前电流电压的曲线波动图；



运行中操作指令功能:

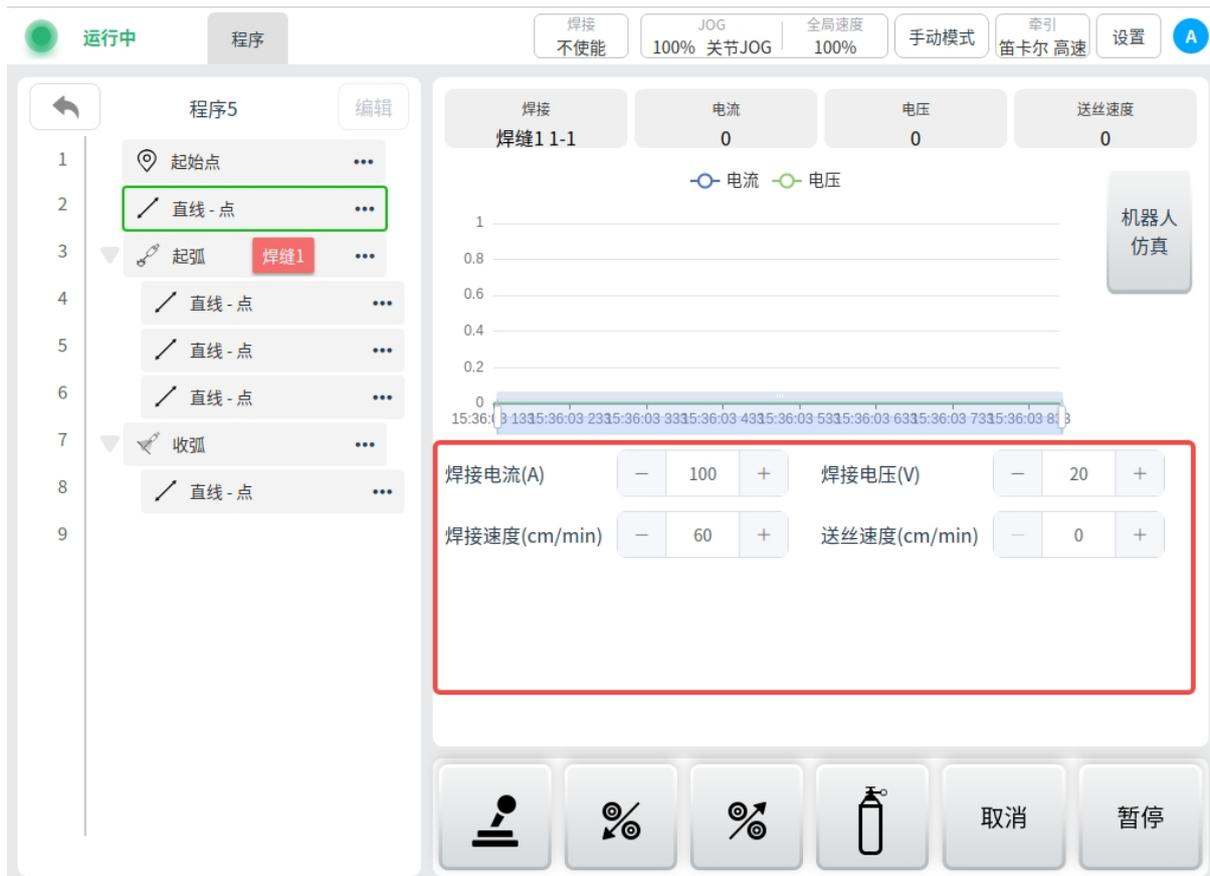
- 焊接实时数据修改: 点击页面顶部设置按钮进入设置页面, 在焊接设置中将 启用在线微调功能打开; 启用后即可在程序运行中对焊接的部分参数进行微调修改;

The screenshot shows the main control interface. At the top, there are status indicators: '待机' (Standby), '程序' (Program), '焊接 不使能' (Welding disabled), 'JOG 100% 关节JOG', '全局速度 100%', '手动模式', '牵引 笛卡尔 高速', and a highlighted '设置' (Settings) button. The left sidebar shows a program list for '程序5' (Program 5) with steps 1-9, including '起始点' (Start point), '直线-点' (Line-point), '起弧' (Start arc), and '收弧' (End arc). The main area displays '焊缝1 1-1' (Weld 1 1-1) with a graph showing current (blue line) and voltage (green line) over time. Below the graph are control knobs for '焊接电流(A)' (100), '焊接电压(V)' (20), '焊接速度(cm/min)' (60), and '送丝速度(cm/min)' (0). A '机器人仿真' (Robot simulation) button is on the right. At the bottom, there are icons for home, stop, start, and a large blue '运行' (Run) button.

The screenshot shows the '焊接设置' (Welding Settings) configuration screen. The top bar is identical to the previous screenshot, with the '设置' (Settings) button highlighted. The left sidebar lists various settings categories: '设置', '焊接设置', '电弧跟踪设置', '焊接保护设置', '装箱姿态设置', '调整手柄设置', and '多层多道设置'. The '焊接设置' section is expanded, showing several options:
 

- '启用在线微调' (Enable online fine-tuning): ON
- '启用焊接空跑倍率' (Enable welding empty run multiplier): ON
- '焊接模式' (Welding mode): 标准 (Standard)
- '打印通讯日志' (Print communication log): OFF
- '焊接执行二次确认' (Welding execution secondary confirmation): ON. Description: 开启后, 当开启焊接使能后, 执行焊接任务时将进行弹框二次确认 (After opening, when welding is enabled, a confirmation dialog will appear when executing the welding task).
- '忽略焊机报错 (程序不停止)' (Ignore welder error (program does not stop)): OFF. Description: 若焊接时焊机报错, 程序不停止, 继续运行 (If the welder reports an error during welding, the program will not stop and continue to run).
- '开启在线位姿调节' (Enable online posture adjustment): OFF. Description: 开启后, 可在焊接过程中调节焊枪的位置姿态 (与电弧跟踪不能同时使用) (After opening, the position and posture of the welding torch can be adjusted during the welding process (cannot be used simultaneously with arc tracking)).

 A '完成' (Done) button is located at the bottom right.



- 操作指令：内容区域下方提供了几种操作指令；
1. 取消：点击取消按钮，关闭当前焊接任务；
  2. 暂停：点击暂停按钮，暂停当前焊接任务；
  3. 继续：暂停状态下，点击继续按钮，继续执行当前焊接任务；

运行中 程序

焊接 不使能 JOG 100% 关节JOG 全局速度 100% 手动模式 牵引 笛卡尔 高速 设置 A

程序5 编辑

1 起始点 ...

2 直线-点 ...

3 起弧 焊缝1 ...

4 直线-点 ...

5 直线-点 ...

6 直线-点 ...

7 收弧 ...

8 直线-点 ...

9

焊接 焊缝1 1-1 电流 0 电压 0 送丝速度 0

— 电流 — 电压

1  
0.8  
0.6  
0.4  
0.2  
0

15:36:10 15:36:20 15:36:30 15:36:40 15:36:50 15:37:00 15:37:10 15:37:20

焊接电流(A) - 100 + 焊接电压(V) - 20 +

焊接速度(cm/min) - 60 + 送丝速度(cm/min) - 0 +

机器人仿真

取消 暂停

运行中 程序

焊接 不使能 JOG 100% 关节JOG 全局速度 100% 手动模式 牵引 笛卡尔 高速 设置 A

程序5 编辑

1 起始点 ...

2 直线-点 ...

3 起弧 焊缝1 ...

4 直线-点 ...

5 直线-点 ...

6 直线-点 ...

7 收弧 ...

8 直线-点 ...

9

焊接 焊缝1 1-1 电流 0 电压 0 送丝速度 0

— 电流 — 电压

1  
0.8  
0.6  
0.4  
0.2  
0

15:36:20 15:36:40 15:37 15:37:20 15:37:40 15:38 15:38:20

焊接电流(A) - 100 + 焊接电压(V) - 20 +

焊接速度(cm/min) - 60 + 送丝速度(cm/min) - 0 +

机器人仿真

取消 继续

### 3.6 任务日志

单击页面右上方用户头像在弹窗选择日志，进入日志页面。



任务日志页面主要显示每次执行一次焊接任务会记录一条焊接信息，包括开始时间、结束时间、状态、工件名称、焊缝名称、焊缝用时以及焊缝长度。

单击页面右下角“全部导出”按钮，可将任务日志全部导出到外部设备 U 盘中。

CHAPTER  
FOUR

## 基础

单击点击页面上方“设置”按钮进入基础设置页面，默认进入焊接设置页面。基础设置主要包括焊接设置、电弧跟踪设置、焊接保护设置、装箱姿态设置、调整手柄设置、多层多道设置共6个子页面。

## 4.1 焊接设置

焊接设置子页面用于设置在线微调、焊接空跑倍率、焊接模式、打印通讯日志、焊接执行二次确认、忽略焊机报错及开启在线位姿调节，如下图所示。



**启用在线微调：**可以在焊接过程中在线对工艺参数进行微调修改。

**启用焊接空跑倍率：**焊接空跑倍率功能启用后，在焊机未使能时，允许机器人以倍速运行，快速观察焊接轨迹的正确性。倍率在工艺运动参数里进行设置。

**焊接模式：**可以设置焊机的焊接模式。

**Note:** 该选项可设置焊机的焊接模式，并立即生效。对于工作站模式下的焊接任务，使用的工作模式由选择的工艺文件确定。

**打印通讯日志：**打开后每次执行一次焊接任务会记录一条焊接信息，在日志页面查看。

**焊接执行二次确认：**开启后，当开启焊接使能后，执行焊接任务时将进行弹框二次确认。

**忽略焊机报错：**若焊接时焊机报错，程序不停止，继续运行。

**开启在线位姿调节：**开启后，可在焊接过程中调节焊枪的位置姿态（与电弧跟踪不能同时使用）。

## 4.2 电弧跟踪设置

电弧跟踪设置子页面用于设置循环队列系数、滞后时间、跟踪开始时间、Y 方向敏感系数、Z 方向敏感系数、电流差常量及电流差设定值，如下图所示。

| 设置     | 电弧跟踪设置     |   |      |   |
|--------|------------|---|------|---|
| 焊接设置   | 循环队列系数(次)  | - | 2    | + |
| 电弧跟踪设置 | 滞后时间(ms)   | - | 165  | + |
| 焊接保护设置 | 跟踪开始时间(ms) | - | 2000 | + |
| 装箱姿态设置 | Y方向敏感系数    | - | 0.5  | + |
| 调整手柄设置 | Z方向敏感系数    | - | 0.5  | + |
| 多层多道设置 | 电流差常量      | - | 12   | + |
|        | 电流差设定值(A)  | - | 2    | + |

[完成](#)

**循环队列系数：**定义一个数据缓冲区的长度，用于存储连续采集的电弧电流（或电压）信号样本；

**滞后时间：**设定一个“容忍窗口”的时间长度；

**跟踪开始时间：**设定从引弧成功到正式开始电弧跟踪功能之间的时间延迟；

**Y 方向敏感系数：**控制焊枪在水平横向（垂直于焊接方向）纠偏动作的幅度；

**Z 方向敏感系数：**控制焊枪在高度方向（垂直方向）纠偏动作的幅度；

**电流差常量：**设定一个基准电流差值或偏移量；

**电流差设定值：**设定系统期望维持的目标电流差值；

## 4.3 焊接保护设置

焊接保护设置子页面用于设置焊接位置保护、监控位移、监控时间，如下图所示。

The screenshot shows a control panel for '焊接保护设置' (Welding Protection Settings). At the top, there are status indicators: '待机' (Standby), '程序' (Program), '焊接 不使能' (Welding Disabled), 'JOG 100% 关节JOG 100%' (JOG 100% Joint JOG 100%), '全局速度 100%' (Global Speed 100%), '手动模式' (Manual Mode), '牵引 笛卡尔 高速' (Traction Cartesian High Speed), and '设置 A' (Settings A). The main interface has a sidebar on the left with menu items: '设置' (Settings), '焊接设置' (Welding Settings), '电弧跟踪设置' (Arc Tracking Settings), '焊接保护设置' (Welding Protection Settings - selected), '装箱姿态设置' (Loading Pose Settings), '调整手柄设置' (Adjust Handle Settings), and '多层多道设置' (Multi-layer Multi-pass Settings). The main content area is titled '焊接保护设置' and contains three settings: '焊接位置保护' (Welding Position Protection) with a toggle switch set to 'ON', '监控位移(mm)' (Monitoring Displacement) with a text input field containing '1', and '监控时间(ms)' (Monitoring Time) with a text input field containing '3000'. A blue '完成' (Done) button is located at the bottom right of the settings area.

**焊接位置保护：**开启/关闭焊接位置保护；焊接过程中的保护功能，其原理是实时监控机器人工具末端是否有超过监控位移的位移量。如果在设置的监控时间内，机器人工具末端未产生足够的位移量，判断为机器人在同一位置，此时将触发焊机收弧指令。该功能的目的是，不让机器人在同一位置有长时间的焊接操作，以防焊件烧穿

**监控位移：**设置监控位移的位移值，单位 mm；

**监控时间：**设置的监控时间，单位 ms；

## 4.4 装箱姿态设置

装箱姿态设置子页面用于机器人打包装箱位置时各个关节角度值，以及设置输入框及部分按钮，如下图所示。



装箱设置，用户可通过单击装箱设置各个关节输入框，手动输入关节角度，也可通过单击“示教点”按钮，跳转到机器人控制界面进行示教设置，JOG 机器人到目标点后，单击“记录当前点”，界面会跳回当前子界面，页面显示示教好后的关节角度值，如下图所示。也可通过示教器物理按钮直接 JOG 机器人到目标点位后，直接单击页面“记录当前点”。若机器人不在装箱位置，长按“移动到此点”按钮，可以让机器人运动到打包装箱位置。

| 关节     |   |        | 末端 |       |   | 外部轴      |   |             |   |       |   |
|--------|---|--------|----|-------|---|----------|---|-------------|---|-------|---|
| 关节1(°) | ⊖ | 4.22   | +  | X(mm) | ⊖ | 20.58    | + | eaxis_1(mm) | ⊖ | 16.85 | + |
| 关节2(°) | ⊖ | 3.84   | +  | Y(mm) | ⊖ | 1130.88  | + | eaxis_2(°)  | ⊖ | 0     | + |
| 关节3(°) | ⊖ | 105.57 | +  | Z(mm) | ⊖ | -1280.65 | + | eaxis_3(mm) | ⊖ | 0     | + |
| 关节4(°) | ⊖ | 12.73  | +  | RX(°) | ⊖ | -25.85   | + |             |   |       |   |
| 关节5(°) | ⊖ | 264.6  | +  | RY(°) | ⊖ | 20.48    | + |             |   |       |   |
| 关节6(°) | ⊖ | 32.07  | +  | RZ(°) | ⊖ | 21.54    | + |             |   |       |   |

移动到HOME
移动到打包姿态

取消
记录当前点

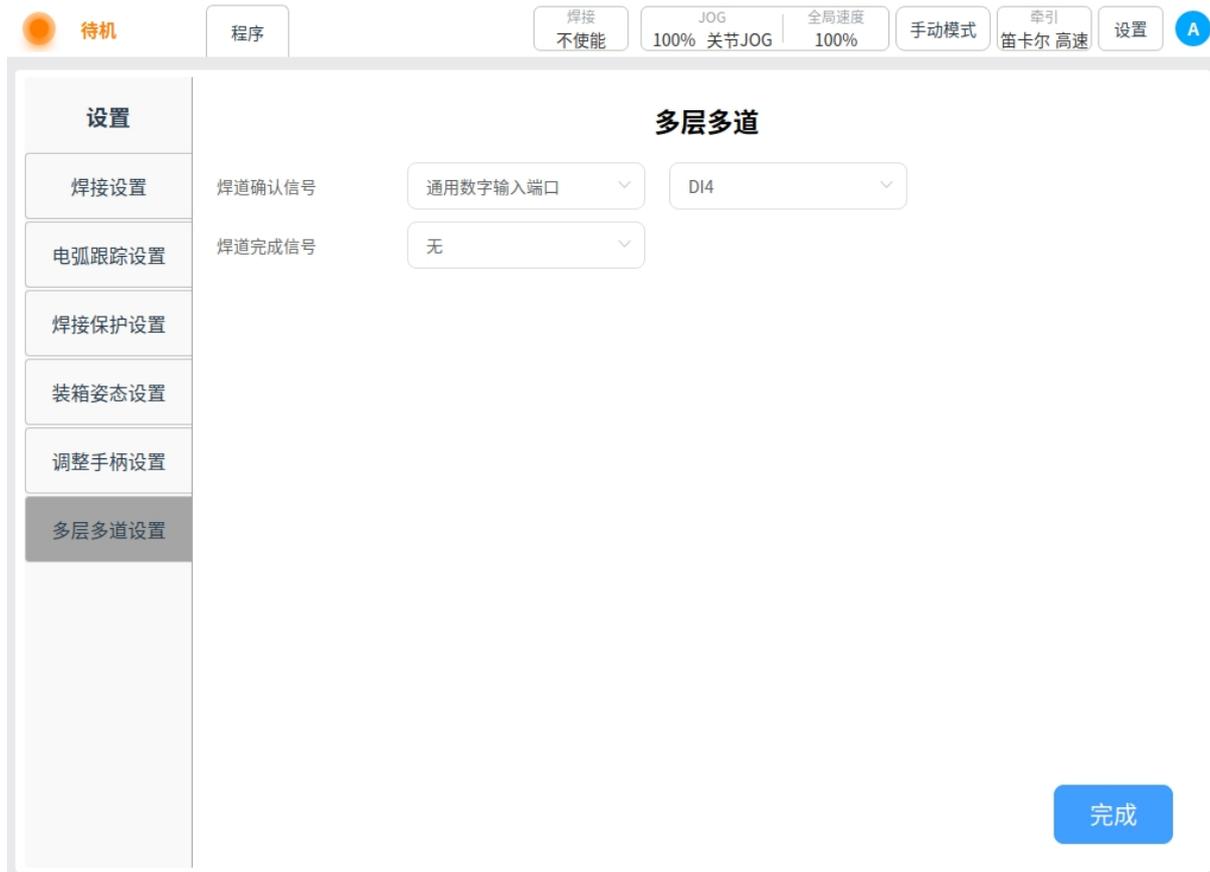
## 4.5 调整手柄设置

调整手柄设置子页面用于调整手柄按键灵敏度，如下图所示。



## 4.6 多层多道设置

焊接信号子页面用于设置多层多道的焊道确认信号和焊道完成信号，如下图所示。



**焊道确认信号：**配置多层多道某一焊道确认完成信号，可选项有弹窗确认、通用数字输入端口、Bool 输入寄存器。

**焊道完成信号：**焊道完成信号可配置项有无、通用数字输出端口、Bool 输出寄存器。

---

**CHAPTER  
FIVE**

---

**激光跟踪器****5.1 介绍**

激光跟踪器通过采集激光图像，获取焊缝的特征，识别焊缝。机器人获取其识别到的特征信息，实现焊缝的自动监测和校正。实际应用中，可以解决工件摆放误差、工件一致性差、焊接热量导致的焊缝变形等问题。

焊接工艺包支持激光寻位和激光跟踪功能。

**5.2 激光通讯连接**

使用网线连接机器人控制柜上的网口和激光传感器，将机器人的 IP 地址与激光传感器的 IP 配置到同一个网段。如图输入激光传感器的 IP 和端口号，点击连接。连接成功后会显示连接状态。各厂家连接设置如下

北京创想：

需要先使用创想的上位机将激光的协议设置为 Modbus。连接端口号 502

唐山英莱：

端口号设置为 5020

苏州全视：

端口号设置为 502

苏州明图：

端口号设置为 5020

激光传感器控制

可以手动操作激光传感器，打开/关闭激光，获取激光检测到的数据。

---



### 5.3 激光标定

激光传感器的标定用来计算机器人 TCP 和传感器的位置关系。即根据标定计算的结果，可以将激光识别到的特征点转换到其在机器人坐标系下的位姿。

标定准备：

- 1、安装好焊枪，调整好焊丝长度为焊接作业过程中使用的长度
- 2、根据激光传感器的安装要求和现场情况等安装好激光传感器
- 3、准备标定机器人 TCP 所使用的尖点
- 4、准备交换机等网络设备连接激光传感器、激光传感器所用上位机、机器人，设置其在同一网段，确保通讯正常
- 5、确定在激光传感器的上位机上能看到激光图像
- 6、机器人焊接工艺包传感器设置页面中验证激光开关、获取数据等能正常工作

标定过程：

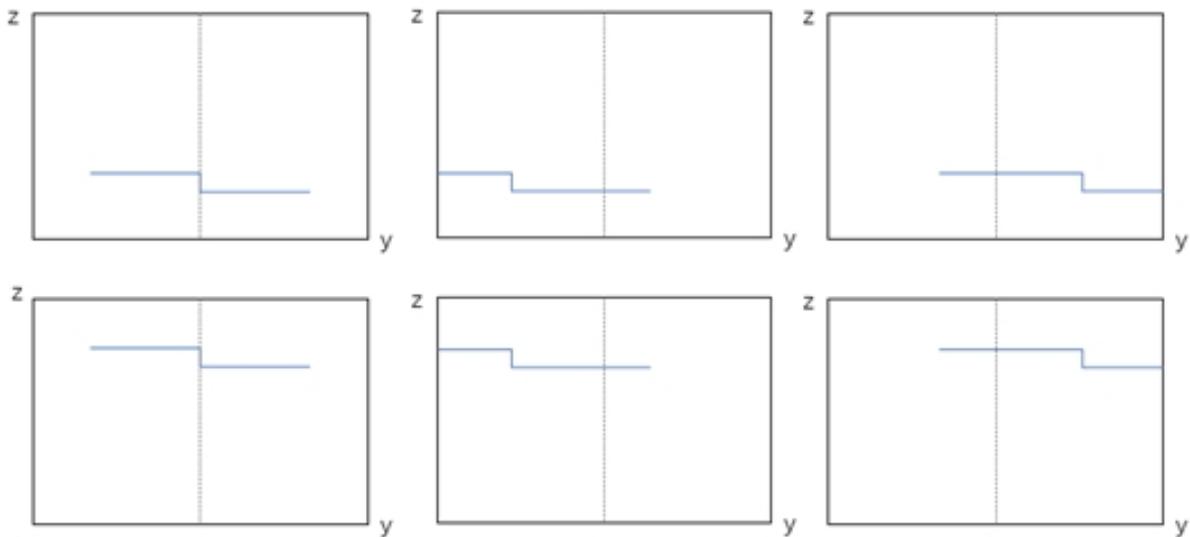
- 1、工具（TCP）标定，即标定焊丝末端位置，此时焊丝的长度即为实际焊接时焊丝的长度。标定方法见基础设置/TCP 标定

将标定好的 TCP 设置为当前 TCP

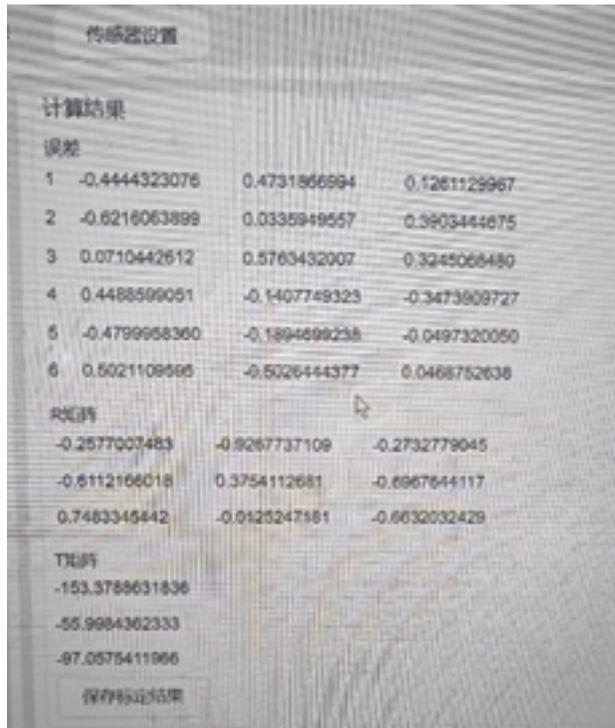
- 2、在焊缝上取一个标记点，移动机器人，使其 TCP 对准标记点，点击记录



3、保持机器人姿态不变，打开激光，开启使能，移动机器人，让激光落在标记点上，在标记过程中观察激光软件上的激光图像，依次使激光图像分别为下图的六种状态，记录点位 1-6



4、点击标定计算，下方会显示标定误差和计算结果。若每个值小于 1mm，标定有效，否则重新标定。



5、点击保存标定结果，确定后将计算结果保存。注意：该计算结果存放在机器人当前工程中，建议此时保存下工程，以防丢失。

注意：

- 1、标定前需要标定机器人 TCP，保证标定精度
- 2、标定前，将标定好的工具坐标系设为当前
- 3、记录 7 个点时，焊丝的长度与标定 TCP 时一致，也要与焊接过程中焊丝长度保持一致
- 4、记录 7 个点时，机器人的姿态不能改变
- 5、记录这 7 个点时，保证激光图像检测稳定

标定精度验证

标定好传感器和机器人后，可以使用单点寻位验证标定的精度。编写如下程序，使用功能块 LaserSearchPose 和 MoveL。LaserSearchPose 将打开并使能激光，获取激光识别到的特征点位信息，转换为其在机器人基坐标系下的值，将值赋值给变量。MoveL 移动到该变量处。运行程序，检查机器人 TCP 是否移动到识别到的特征点处。

注意：请保证此时的 TCP 为上述标定使用的 TCP



## 5.4 编程功能块

与激光传感器相关的功能块有三个：LaserSerachPose，LaserSearchOffset，LaserTrack。

### LaserSearchPose

主要用来获取激光识别到的特征点在机器人基坐标系下的位姿。该功能块封装了以下操作：选择使用的 Job 号，打开并使能激光，获取激光识别到的特征点位信息，获取机器人当前 TCP 在基坐标系下的值，根据标定关系，计算特征点在机器人基坐标系下的位姿信息，并赋值给 pose 类型变量。若未检测到焊缝，返回 nil 配置页面如下

## 获取寻位点

打开激光，识别焊缝特征点，将识别到的特征点转换到机器人基坐标系下，关闭激光。未识别到焊缝时，返回nil

|                        |                                 |
|------------------------|---------------------------------|
| 焊缝模式参数(Job)            | <input type="text" value="1"/>  |
| 寻位点                    | <input type="text" value="p1"/> |
| <b>焊缝特征点偏移(传感器坐标系)</b> |                                 |
| Y方向(mm)                | <input type="text" value="0"/>  |
| Z方向(mm)                | <input type="text" value="0"/>  |

焊缝模式参数：即 Job 号，是激光跟踪器端设置并保存的一组参数：如焊缝类型、曝光、检测能力等。

寻位点：计算的结果，可以关联一个 pose 类型的变量

焊缝特征点偏移：将识别的特征点上加上偏移量，计算偏移后点位转换后的位姿。可以用来处理机器人误差、检测点与焊接工艺不匹配等问题（若激光跟踪器提供了功能，也可以在激光跟踪器端设置）

### LaserSearchOffset

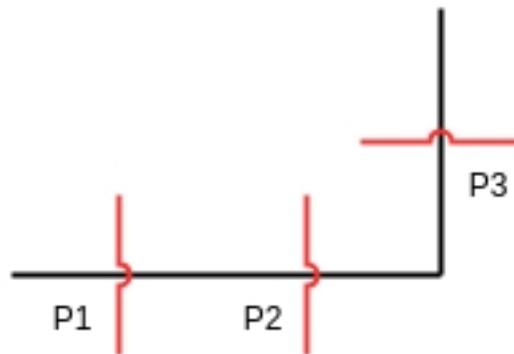
主要用来计算三点寻位或四点寻位得到的坐标系的位姿

配置页面如下

## 计算坐标系

计算方法

选择点位



P1

P2

P3

结果

有如下设置项

计算方法：选择三点寻位或者四点寻位

选择点位：关联点位信息

结果：计算得到的结果，关联到 `pose` 类型变量

### LaserTrack

实现激光跟踪功能。

主要实现功能：打开并使能激光，设置激光使用的 Job 号，设置补偿方向和提前距离，实时获取焊缝特征点，计算偏差并补偿到实际轨迹上。

配置页面如下

## 激光跟踪

|                 |  |
|-----------------|--|
| 类型              | 结束清除路径信 ▾  |
| 焊缝模式参数(Job)     | 2  |
| 补偿方向            | <input checked="" type="checkbox"/> Y <input type="checkbox"/> Z |
| 提前距离(mm)        | 120  |
| 最大补偿距离限制        |  |
| Y方向(mm)         | 100  |
| Z方向(mm)         | 100  |
| 焊缝特征点偏移(传感器坐标系) |  |
| Y方向(mm)         | 0  |
| 路径长度修正          | <input type="checkbox"/>   |
| 异常阈值(mm)        | 100  |
| 打印跟踪点位信息        | <input type="checkbox"/>   |

有如下设置项

焊缝模式参数：Job 号

补偿方向：选择 Y 向或者 Z 向是否开启补偿

提前距离：设置激光线与焊枪的距离，单位 mm。

最大补偿距离限制：示教轨迹和激光测得的轨迹的允许最大偏差

焊缝特征点偏移：将识别的特征点上加上偏移量（若激光跟踪器提供了功能，也可以在激光跟踪器端设置）

## 5.5 编程脚本

焊接工艺包会增加如下脚本，可以在使用脚本编程时调用

打开激光

```
_plugin_weld.open_laser()
```

关闭激光

```
_plugin_weld.close_laser()
```

使能激光（创想激光传感器需要调用）

```
_plugin_weld.enable_laser()
```

下使能激光（创想激光传感器需要调用）

```
_plugin_weld.disable_laser()
```

设置焊缝类型参数（Job 号）

```
_plugin_weld.set_laser_weld_type(type)
```

寻位，功能同 LaserSearchPose 功能块，打开激光，获取焊缝特征点，计算其在机器人坐标系下的位姿，关闭激光。

```
_plugin_weld.search_pose(pose, offset)
```

pose: pose 类型，机器人 TCP 位姿，单位 m, rad

offset: number\_list 类型，焊缝特征点偏移量 {y, z}，默认 {0, 0}，单位 mm

返回值

pose 类型，特征点在机器人坐标系下的位姿，单位 m, rad，为 nil 时表示未检测到焊缝

与 search\_pose 类似，不开关激光，获取焊缝特征点，计算其在机器人坐标系下的位姿

```
_plugin_weld.get_laser_search_pose(pose, offset)
```

pose: pose 类型，机器人 TCP 位姿，单位 m, rad

offset: number\_list 类型，焊缝特征点偏移量 {y, z}，默认 {0, 0}，单位 mm

返回值 pose 类型，特征点在机器人坐标系下的位姿，单位 m, rad，为 nil 时表示未检测到焊缝

获取激光原始数据

```
_plugin_weld.get_laser_raw_data()
```

返回如下数组 {status, y, z, width, depth}，分别表示

status: boolean 表示是否检测到焊缝

y: number, 焊缝特征点 Y 向坐标，单位 mm

z: number, 焊缝特征点 Z 向坐标, 单位 mm

width: number, 检测到的焊缝的宽度, 单位 mm

depth: number, 检测到的焊缝的深度, 单位 mm

## 5.6 激光寻位

单点寻位

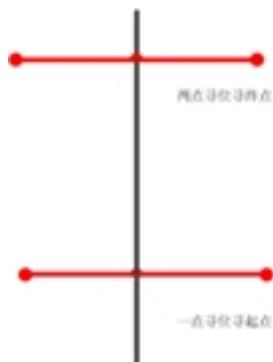
适合应用在点焊等场景

编程示例如下:

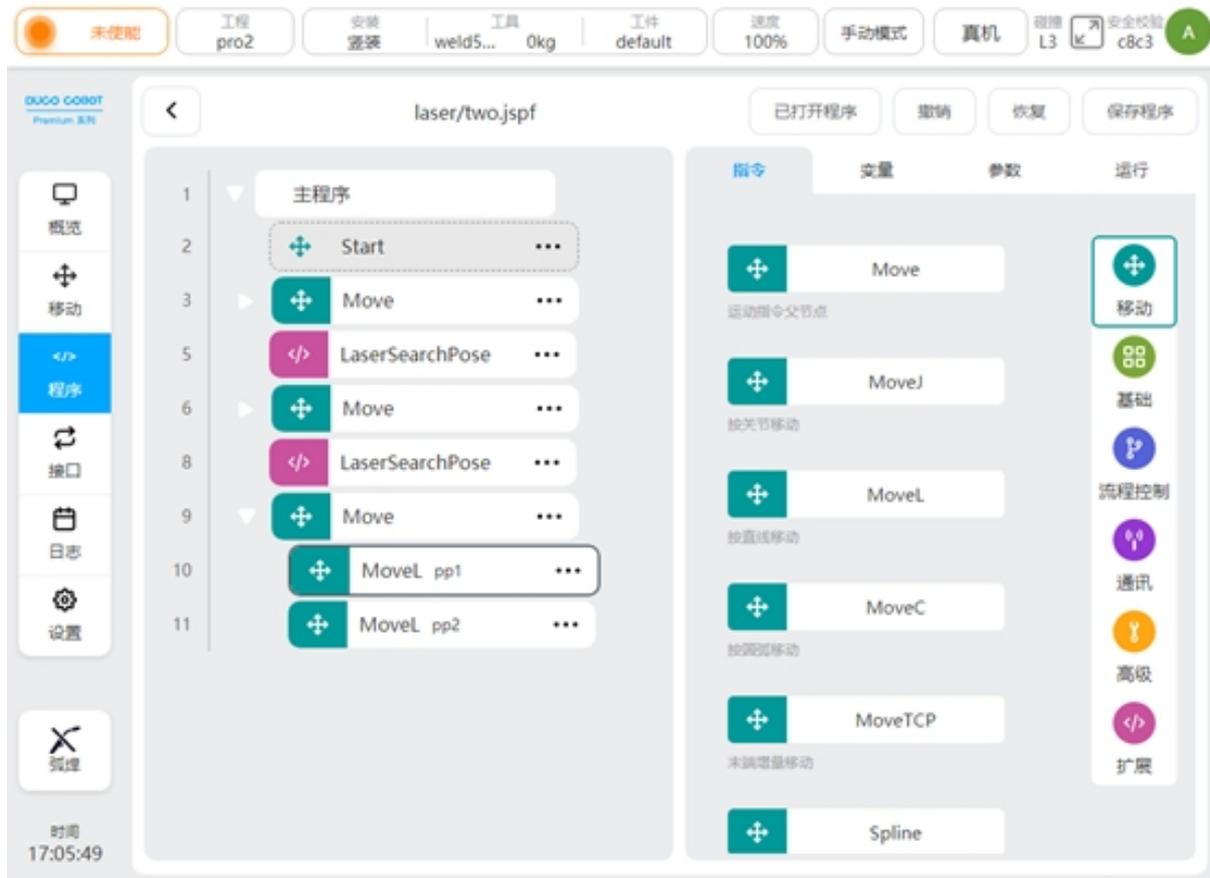


两点寻位

适合应用在间断短焊等场景

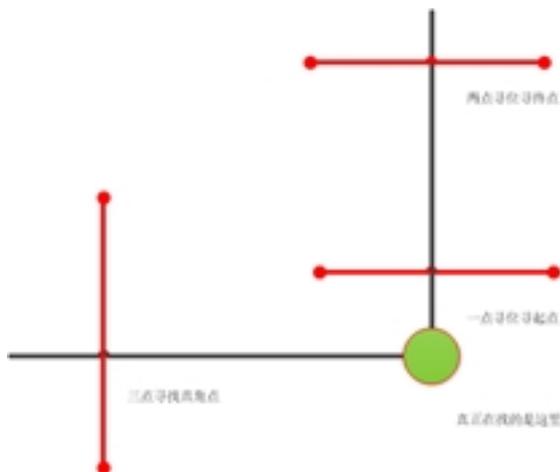


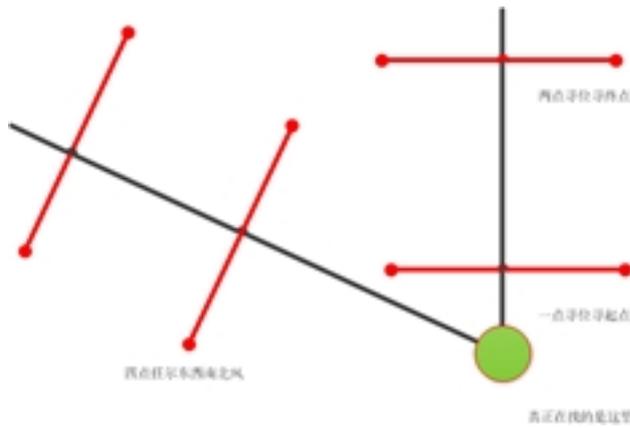
编程示例如下



### 三点寻位/四点寻位

基本原理为：根据激光寻位的点位建立了一个工件坐标系，计算其和原有的工件坐标系的偏差，从而得到工件上焊缝的偏移量。可以用于复杂结构件的焊接。四点寻位相比三点寻位可以更好的处理工件的来料误差、组装误差等。





下面为三点寻位的 Demo，四点寻位与三点寻位类似。

变量定义

| 变量名         | 类型      |  |
|-------------|---------|--|
| P1          | pose    | 获取到的第一个寻位点   |
| P2          | pose    | 获取到的第二个寻位点   |
| P3          | pose    | 获取到的第三个寻位点   |
| teach_pose  | pose    | 三点寻位计算的结果  |
| g_enable_of | boolean | 控制程序的运行。为 false 时，用来做第一次寻位计算初始的工件坐标系；为 true 时，执行正常作业流程 |
| g_base_pose | pose    | 计算得到的初始工件坐标系   |
| g_pose      | pose    | 三次寻位计算的结果  |
| g_offset    | pose    | 与初始坐标系的偏差  |

程序说明

3 行第一个寻位点

5 行寻位，获取寻位结果，保存在变量 p1

6 行第二个寻位点

8 行寻位，获取寻位结果，保存在变量 p2

9 行第三个寻位点

11 行寻位，获取寻位结果，保存在变量 p3

12 行三点寻位，计算 p1,p2,p3 确定的坐标系，保存在变量 teach\_pose

13-16 行若变量 g\_enable\_offset 为 false 时，将 teach\_pose 的值赋值给 g\_base\_pose；否则，赋值给变量 g\_pose

17 行当 g\_enable\_offset 为 true 时执行后续过程

18 行脚本使用 pose\_offset() 计算 g\_base\_pose 和 g\_pose 的坐标系偏差，并将结果赋值给变量 g\_offset

20 行将 g\_offset 作为坐标系偏移量添加到当前坐标系上

21-24 行实际作业点，使用工件坐标系。

实际使用过程如下：1、示教机器人，确定激光的寻位点

2、摆好工件，将 g\_enable\_offset 值设为 false，运行程序

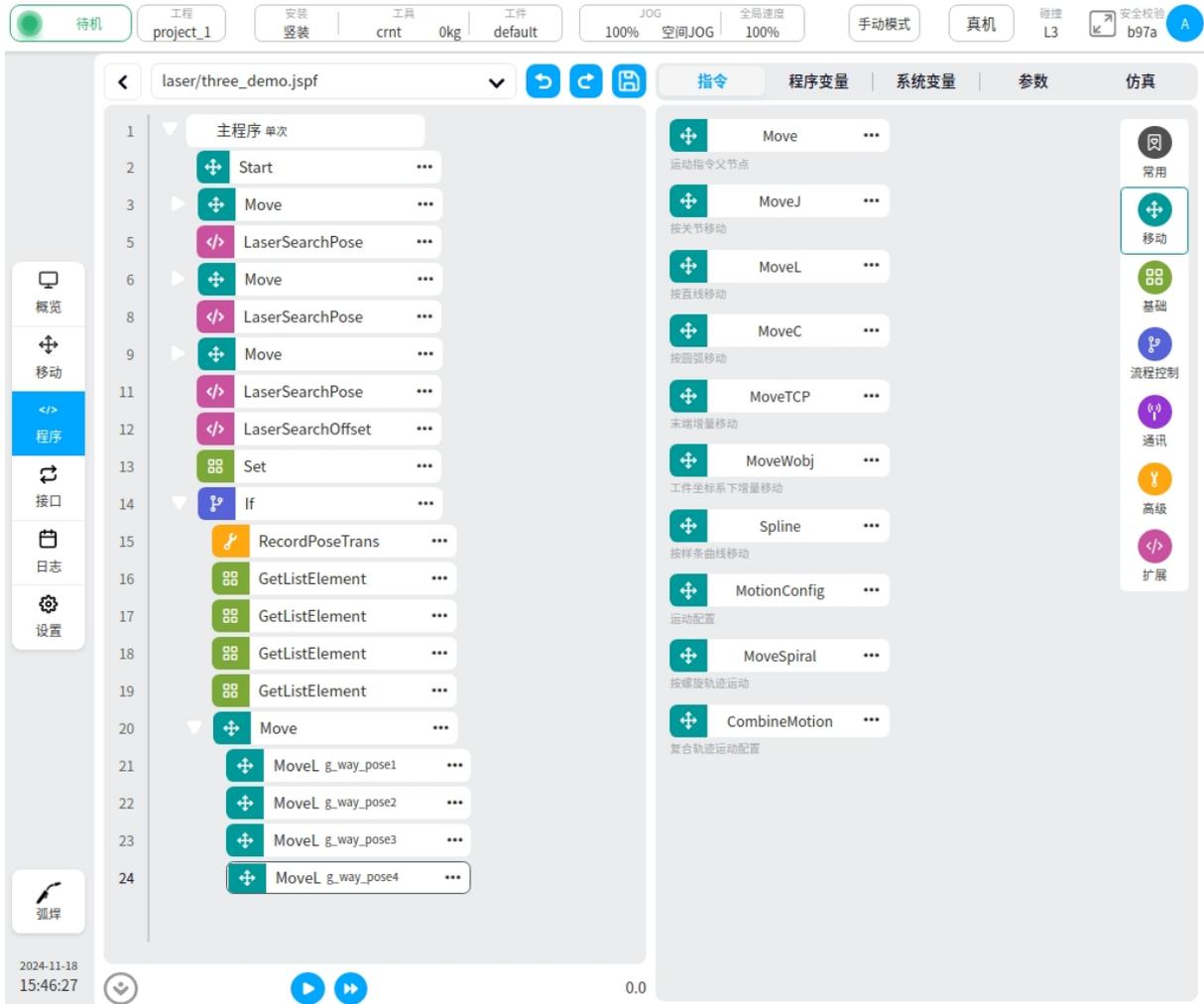
3、在变量区查看 g\_base\_pose 的值，新建一个工件坐标系 wobj1，工件坐标系使用 g\_base\_pose 的值

4、设置 wobj1 为当前工件坐标系，以该坐标系作为基准示教工件的作业轨迹，即 22-24 行的点位

5、将 g\_enable\_offset 值设为 true，运行程序，执行正常的作业流程。

上述 Demo 使用了工件坐标系，通过第一次执行三点寻位计算得到了一个初始的工件坐标系，基于该坐标系示教作业点位。保证若工件由于摆放等发生了一定的偏移，可以计算三点寻位得到的坐标系与初始坐标系的偏差，将该偏差添加到工件坐标系上，使作业轨迹能适应变化。

由于该 Demo 需要设置工件坐标系，某些情况下示教需要频繁切换坐标系，可能比较繁琐。可以参考如下 Demo，使用了 RecordPoseTrans 功能块，可以都基于基坐标系编程。



变量定义

| 变量名           | 类型      |  |
|---------------|---------|--|
| P1            | pose    | 获取到的第一个寻位点   |
| P2            | pose    | 获取到的第二个寻位点   |
| P3            | pose    | 获取到的第三个寻位点   |
| teach_pose    | pose    | 三点寻位计算的结果  |
| g_enable_of   | boolean | 控制程序的运行。为 false 时，用来做第一次寻位计算初始的工件坐标系；为 true 时，执行正常作业流程 |
| g_base_pose   | pose    | 计算得到的初始工件坐标系   |
| g_result_list | pose_li | 实际作业点在基坐标系下的位姿   |
| g_way_pose    | pose    | 第一个作业点   |
| g_way_pose    | pose    | 第二个作业点   |
| g_way_pose    | pose    | 第三个作业点   |
| g_way_pose    | pose    | 第四个作业点   |

程序说明

3 行第一个寻位点

5 行寻位，获取寻位结果，保存在变量 p1

- 6 行第二个寻位点
- 8 行寻位，获取寻位结果，保存在变量 p2
- 9 行第三个寻位点
- 11 行寻位，获取寻位结果，保存在变量 p3
- 12 行三点寻位，计算 p1,p2,p3 确定的坐标系，保存在变量 teach\_pose
- 13 行将 teach\_pose 值赋值给 g\_pose
- 14 行当 g\_enable\_offset 为 true 时执行后续过程
- 15 行操作点示教转换，并将结果保存在变量 g\_result\_list
- 16-19 行从 g\_result\_list 中获取各个点位并将其赋值给各个作业点变量
- 20-24 行执行实际作业，点位使用各个作业点变量

实际使用过程如下：

- 1、示教机器人，确定激光的寻位点
- 2、摆好工件，将 g\_enable\_offset 值设为 false，运行程序

3、在变量区查看 g\_base\_pose 的值，打开 RecordPoseTrans 功能块，如图，在输入参考位姿中选择变量 g\_base\_pose，点击“设置为基准”按钮，基准位姿处将显示此时的基准位姿值。



4、在操作点偏置中，示教添加作业点位，在输出中选择一个 pose\_list 类型变量存放计算得到的作业点位结果

- 5、将 g\_enable\_offset 值设为 true，运行程序，执行正常的作业流程。

相比上一个 Demo，使用变量作为实际作业点位，通过 RecordPoseTrans 计算点位。以第一次使用得到的坐标系作为基准示教各个作业点位，添加到 RecordPoseTrans 块中。后续若工件发生了偏移，根据寻位计算的坐标系，通过 RecordPoseTrans 功能块计算出各个作业点位在基坐标系下的值。

## 5.7 激光跟踪

当需要在焊接过程中实时检测焊缝的变化，此时就需要使用激光跟踪功能。

如下示例



程序说明

- 4 行机器人开启跟踪的点位 wp1
- 5 行起始点寻位，将结果放在变量 start 中
- 6 行开启跟踪，设置结束时不关闭跟踪
- 7 行移动到起弧点
- 9 行起弧
- 10 行开启跟踪，设置结束时关闭跟踪
- 11 行示教一条原始的轨迹 wp0

机器人将执行如下操作，打开并使能激光，获取起弧点，打开跟踪并移动到起弧点，起弧，打开跟踪，根据实时获取激光传感器得到的特征点，计算其与示教轨迹的偏差，将偏差量补偿到示教的轨迹上，使机器人 TCP 按照检测到的焊缝运行。

## 5.8 异常检测

焊缝有无检测

LaserSearchPose 可以判断其返回值是否为 nil 来判断是否检测到焊缝。示例如下：

The screenshot displays a PLC programming environment. On the left, a ladder logic program is shown with the following steps:

1. 主程序 单次
2. Start
3. LaserSearchPose
4. If
5. Move
6. MoveL target
7. Else
8. Message

On the right, the '条件语句' (Condition Statement) configuration panel is visible. It shows two options: '当数字输入端口' (When digital input port) and '条件表达式' (Condition expression). The '条件表达式' option is selected, and the condition is set to 'target ~= nil'. Below this, there are buttons for '添加 elsif' (Add elsif) and '添加 else' (Add else). At the bottom of the right panel, there is a '添加注释' (Add comment) field.

At the bottom of the interface, there are playback controls (stop, play, step) and a status bar showing '0.0'. Buttons for '取消' (Cancel) and '确定' (Confirm) are also present.

LaserSearchPose 将寻位结果放在变量 target 中，If 条件判断 target 是否为 nil 来执行检测到焊缝和未检测到焊缝时的逻辑

三/四点寻位偏差过大保护

某些情况下焊缝可能检测错误，导致计算出来的工件坐标系偏差过大，可以增加偏差限制，防止出现撞枪等安全问题。

示例如下：



Script 功能块使用 pose\_offset 脚本计算原有的和新计算坐标系的偏差，增加判断偏差大于某个范围的执行逻辑。