



CypWeld 智能焊接控制软件用户手册

软件版本号：10.2601.12.0

文档版本号：V4.3.0



官方视频号



官方抖音号

法律及声明

关于本文档

由于产品和技术不断更新，您所使用的产品在某些方面可能与本文档的陈述存在差异，请以实际为准。柏楚尽力确保文档内容适用，但保留最终解释权。因产品升级或其他需要导致的内容变更，恕不另行通知。

关于本产品

本系统单独使用不能满足 ISO10218 工业机器人的一般安全要求，需要根据实际应用场景，配合安全模块、安全 PLC、安全门等相关安全部件使用；如因未使用合适的安全部件所引发的安全事故，不属于本系统质量问题，柏楚不承担相关责任。

免责声明

机器人/外部轴的运行及最终的焊接效果与焊接材料、所使用的焊机、所使用的气体、气压以及您所设置的各项参数有直接的关系，请根据您的焊接工艺要求谨慎设置各项参数！不恰当的参数设置和操作可能导致焊接效果下降、焊枪或其他部件损坏甚至人身伤害。FSWELD 智能焊接控制系统已尽力提供了各种保护措施，设备制造商及最终用户仍应严格遵守操作规程，以降低安全风险。

柏楚对以下情形导致的直接或间接损失不承担责任：因用户不当使用本文档或本产品而造成的损失；因用户未遵循安全操作规程而造成的损失；因自然灾害等不可抗力因素导致的损失。

此外，使用中的设备存在潜在风险，用户须确保设备具备完善的故障处理和安全防护机制。柏楚不对因此产生的任何附带或相关损失负责。

前言

本文档适用于 FSWELD 智能焊接控制系统产品。

本文档描述了 CypWeld 智能焊接控制软件（以下简称“CypWeld 软件”）的操作与使用等内容。

符号约定

符号	说明
 说明	表示对本产品使用的补充或解释。
 注意	表示如果不按规定操作，则可能导致轻微身体伤害或设备损坏。
 警告	表示如果不按规定操作，则可能导致死亡或严重身体伤害。
 危险	表示如果不按规定操作，则导致死亡或严重身体伤害。

修订历史

文档版本号	修订日期	修订描述
V4.0.0	2025/05/15	针对 CypWeld C113.12 软件版本的功能发布的第一版用户手册。
V4.0.1	2025/05/30	修订 TCP 绕点精度标准。
V4.0.2	2025/06/25	基于 CypWeld C113.18 软件版本更新： 1. 增加工作台表面标定说明。 2. 修订共轨多机通讯说明。 3. 增加寻缝器调试参数说明。
V4.1.0	2025/08/26	基于 CypWeld C113.26 版本更新： 1. 修订离线编程参数说明。 2. 修订全文格式。

文档版本号	修订日期	修订描述
V4.2.0	2026/07/21	<p>基于 CypWeld 10.2601.2.0 版本更新：</p> <ol style="list-style-type: none">修订 1.1 适配机型 中的表 1-1，新增 3800EC、FW-GX7 和 FW-GX9 支持机型种类。新增 1.2 系统功能对比。在 2.6.3 故障信息保存 中新增系统日志数据保留时间范围。新增 6.4 自动生成刀路 中针对 H 钢模板相关说明。新增 焊接组功能说明。新增 7.3 连续焊缝模板参数。新增 第 12 章精定位参数设置。
V4.3.0	2026/10/26	<p>基于 CypWeld 10.2601.12.0 版本更新：</p> <ol style="list-style-type: none">修订 1.1 适配机型 中的表 1-1，新增 FW-TX9 和 FW-TX9B 支持机型种类。修订 1.2 系统功能对比，新增 FW-TX9 和 FW-TX9B 系统功能对比。新增 3.5 自动 TCP 手眼零点标定，仅适配 FW-TX 系统。新增 5.1.7 自动清枪剪丝参数，用于定长清枪剪丝设置。自动生成刀路中，新增 油箱、桥梁、船舶 模板说明。新增 9.7 AI 识别焊缝起终点。新增 9.8 焊缝起终点过焊孔识别。

目录

法律及声明	I
前言	II
功能特点	1
第 1 章 产品简介	2
1.1 适配机型	2
1.2 系统功能对比	3
1.3 软件构成	4
第 2 章 系统配置与操作流程	5
2.1 机床设置	5
2.2 主界面介绍	7
2.3 加工模型获取	8
2.3.1 打开/导入	8
2.3.2 二维转三维（仅适配 2800T 系统）	9
2.3.3 自定义建模	9
2.3.4 箱型柱参数化生成	10
2.3.5 点云重建（仅适配 3800 系统）	11
2.3.6 云端导图	12
2.4 设备点动	12
2.4.1 机器人点动	12
2.4.2 外部轴点动	13
2.4.3 通用轴点动（变位机点动）	13

2.4.4 点动速度设置	14
2.5 加工控制	15
2.6 信息保存	16
2.6.1 加工图纸保存	16
2.6.2 参数备份	16
2.6.3 故障信息保存	16
第 3 章 系统标定	18
3.1 TCP/零点标定	18
3.2 TCP 自动标定	19
3.3 手眼标定	20
3.4 手眼自动标定	24
3.5 自动 TCP 手眼零点标定	25
3.6 标定工作站一键标定	27
3.6.1 标定工作站配置	27
3.6.2 一键自动标定	28
3.7 装配矩阵标定	29
3.8 移动工作台	30
3.9 工作台/变位机标定	31
3.9.1 工作台标定	31
3.9.2 单轴/双轴变位机标定	32
3.10 工作台表面标定	33
3.11 靠栅标定	34
第 4 章 工件定位	35
4.1 手动三点初定位	35

4.2 靠栅定位	36
4.3 寻缝器自动初定位	36
4.4 大线扫相机初定位	39
第 5 章 加工前准备	41
5.1 工艺参数设置	41
5.1.1 焊缝参数	42
5.1.2 常规工艺参数	43
5.1.3 弧坑回填参数	44
5.1.4 再起弧参数	45
5.1.5 拐角工艺参数	46
5.1.6 坡口自适应工艺参数	47
5.1.7 自动清枪剪丝参数	48
5.2 工艺匹配表设置	49
5.3 全局参数设置	49
5.3.1 轴运动速度与刚性设置	49
5.3.2 系统参数设置	50
第 6 章 焊缝编辑	52
6.1 手动编辑单焊/连续焊/连续曲线	52
6.1.1 单焊	52
6.1.2 连续焊	54
6.1.3 自动连接连续曲线	54
6.1.4 手动连接连续曲线	55
6.1.5 设置焊接参数	55
6.1.6 更新焊缝参数	57

6.2 手动编辑多层多道焊缝	58
6.2.1 通过工艺库导入	58
6.2.2 手动设置多层多道参数	58
6.3 选择面添加焊缝	60
6.4 自动生成刀路	60
6.4.1 H 钢	61
6.4.2 油箱	64
6.4.3 桥梁	65
6.4.4 船舶	67
6.4.5 角焊缝	70
6.5 选择筋板生成刀路	70
第 7 章 加工规划	72
7.1 焊缝排序	72
7.1.1 手动排序	72
7.1.2 自动排序	72
7.1.3 在模型上排序	74
7.2 焊缝编辑	75
7.3 连续焊缝模板参数	75
7.3.1 支持焊缝类型	75
7.3.2 设置模板参数	78
7.4 焊缝筛选	79
7.5 重映射	80
7.6 路径规划	81
7.7 仿真模拟	82

7.8 工位及焊接组切换	83
第 8 章 数字孪生界面	84
8.1 初定位点云	84
8.2 最佳/最大工作空间	84
8.3 视角切换	85
8.4 障碍物管理	86
第 9 章 特色功能	87
9.1 共轨多机通讯	87
9.2 清枪剪丝设置	89
9.3 标记点/停靠点设置	91
9.4 箱型柱坡口自适应	93
9.5 寻缝器保护镜片检查	96
9.6 加工信息统计	97
9.7 AI 识别焊缝起终点	98
9.8 焊缝起终点过焊孔识别	100
第 10 章 辅助工具	102
10.1 测量	102
10.2 选择点	102
10.3 起弧调试	103
10.4 分区连续焊接	104
10.5 系统延时测定	105
10.6 机器人本体辨识	106
10.7 机器人摩擦辨识	110
10.8 喷嘴/防撞器参数化建模	111

10.9 监控工具	113
10.9.1 拓展板监控	113
10.9.2 实时曲线监控	114
10.9.3 运动控制监控	115
10.9.4 伺服报警信息	115
10.9.5 焊接异常监控	116
第 11 章 参数说明	117
11.1 离线编程参数	117
11.1.1 引用寻位	117
11.1.2 碰撞检测	118
11.1.3 寻缝器初定位	119
11.1.4 算法分支	120
11.1.5 对接焊缝参数	121
11.1.6 精定位参数	121
11.1.7 双工位参数	122
11.1.8 自动出图参数	123
11.1.9 箱型柱参数	123
11.1.10 过焊孔参数	123
11.2 全局工艺参数	124
11.2.1 断点定位	124
11.2.2 电弧跟踪	124
11.2.3 寻位	125
11.2.4 加工流程	127
11.2.5 摆动算法类型选择	127

11.2.6 外部轴滤波	128
11.2.7 安全点更新	128
11.2.8 点云仿真	128
11.2.9 焊丝触碰寻位	129
11.3 点云重建参数	130
11.4 寻缝器调试参数	130
11.4.1 初定位参数设置	130
11.4.2 飞行焊缝识别参数设置	133
11.4.3 对接飞行参数设置	135
11.4.4 箱型柱坡口识别调试	136
第 12 章 精定位参数设置	138
12.1 角接	138
12.1.1 二平面 - 无参考面	138
12.1.2 二平面 - 一参考平面	140
12.1.3 一平面一曲面 - 无参考面	142
12.2 直角搭接	145
12.3 圆角搭接	147
12.4 直角对接 - 外轮廓	149
12.5 直角对接 - 坡口	150

功能特点

- 对接 Tekla、SolidWorks 等主流三维建模软件，支持*.ifc/*.step/*.stp 格式模型文件。
- 采用数字孪生技术，可实现软件中机器人与真实工作站中机器人的同步运动。
- 支持自动计算焊接姿态和寻位姿态，并在软件界面中可视化显示。
- 支持自动规划空移路径，兼具碰撞检测和奇异点规避。
- 支持平焊、平角焊、立向上焊、立向下焊、连续包角焊、连续曲线焊接。
- 支持正弦摆、钟摆、L 型摆和三角摆摆动焊接。
- 支持多层多道坡口/无坡口焊接。
- 支持断续焊一键生成。
- 支持视觉、手动三点、机械靠栅停靠的方式进行工件初定位。
- 支持飞行寻位、扫描寻位、对接寻位、搭接寻位等多种焊缝精定位方式。
- 支持焊缝过焊孔位置打断和过焊孔位置连接。
- 支持自动出图及焊缝批量生成。
- 支持 TCP、手眼标定、工件初定位小范围变化后自动进行刀路重映射。
- 支持自动检测寻缝器镜片脏污。
- 支持固定基座、单地轨、倒装悬臂、龙门等机型。
- 支持变位机和机械臂插补运动。
- 支持导入导出工艺参数文件，支持工艺参数自动推荐。
- 支持断点定位继续加工和在移动后设为断点继续加工。
- 支持自动清枪剪丝。
- 支持牛腿、塔脚、H 型钢、T 排参数化建模。

第 1 章 产品简介

本章概要说明系统适配机型、各型号功能差异及 CypWeld 软件构成，便于用户快速选型与入门。

1.1 适配机型

柏楚智能焊接系统提供以下多种产品，分别适配不同机型。用户在使用软件前，请务必确认所购系统配套硬件是否支持当前机型。若硬件不兼容，CypWeld 软件将自动进入演示模式，该模式下仅可进行模拟操作，无法实际控制设备。

表 1-1 FSWELD 系统分类

智能焊接系统	支持机型
2800C	单机工作站、7 轴地轨、7 轴悬臂（均需要数模导入）
2800L	单机工作站、7 轴地轨、7 轴悬臂（均需要数模导入）
2800M	全部工作站（需要数模导入）
2800T	全部工作站（需要数模导入/二维图纸导入）
3800	全部工作站（无需数模导入）
3800EC	全部工作站（无需数模导入）
FW-GX7	单机工作站、7 轴地轨、7 轴悬臂（均需要数模导入）
FW-GX9	全部工作站（需要数模导入）
FW-TX9	全部工作站（无需数模导入）
FW-TX9B	全部工作站（无需数模导入）

1.2 系统功能对比

不同焊接系统主要功能对比如下所示。

表 1-2 焊接系统功能对比

功能		2800C	2800T (塔脚推荐)	3800EC	FW-GX7/ FW-GX9 (钢结构推荐)	FW-TX9/ FW-TX9B
方案	模型导入	√	√	√	√	√
	逆向建模	—	—	√	—	√
系统 性能	抗反光性	标准	优	优	优	优
	相机初定位效率	标准	—	高	较高	较高
	免示教免编程	√	√	√	√	√
	智能焊接排序	√	√	√	√	√
	仿真加工	√	√	√	√	√
	小相机自动初定位	√	—	—	—	—
	大线扫自动初定位	—	—	√	√	√
	自动出图	√	√	√	√	√
	安全急停	√	√	√	√	√
	焊接工艺库	√	√	√	√	√
日常 维护	TCP 自动标定	√	√	√	√	√
	寻缝器自动标定	√	√	√	√	√
	大线扫相机自动标定	—	—	√	√	√
特色 功能	参数化建模	√	√	√	√	√
	一键提取焊缝	√	√	√	√	√
	智能电弧跟踪	√	√	√	√	√
	Tekla 一键拆图	√	√	√	√	√
	智能示教	选配 PAD	选配 PAD	选配 PAD	选配 PAD	选配 PAD
	全自动 TCP 标定 + 手眼标定	选配自动标 定站	选配自动标 定站	选配自动标 定站	选配自动标定 站	联合标定

1.3 软件构成

CypWeld 软件由 CypWeld 主程序及平台配置工具 CypConfig 组成。安装时，系统将自动在桌面创建 CypWeld 主程序的快捷方式图标；如需使用平台配置工具（需高级权限），用户需进入软件安装所在文件夹手动启动 CypConfig 程序。



图 1-1 CypWeld 软件图标和 CypConfig 快捷方式图标

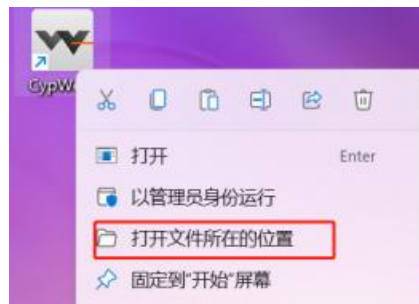


图 1-2 平台配置工具文件夹入口

第 2 章 系统配置与操作流程

本章介绍 CypWeld 软件的系统配置、主界面布局、加工模型获取、设备点动、加工控制及信息保存等操作流程与基本功能。

2.1 机床设置

设备装机时需保证机械精度和刚性，具体要求如下：

- 机器人精度：绕点直径 1.5 mm 以内。
- 寻缝器精度调试：精度验证 1.5 mm 以内。
- 变位机精度：零空间点动精度 2 mm 以内，模型戳点 3 mm 以内。
- 焊枪碰嘴建模枪颈直径在实际尺寸基础上增加 15 mm。

机床设置需在【平台配置工具】内设置，具体步骤如下所示：

第 1 步 网络扫描：在进行从站扫描前，请确保各从站接线正确且上电成功无报警状态。点击【扫描从站】后，若扫描成功，系统将正确显示所有已连接的从站设备。

第 2 步 场景配置：依次选择与设备相符的基座、机器人、工作台、工具并填入对应的零点和 DH 参数。

第 3 步 轴配置：用于配置机械臂和外部轴的运动参数，轴配置中的参数主要和驱动器等硬件相关，机器人参数可参照机器人示教器参数，如无示教器联系机器人或驱动器厂家获得相关参数。

第 4 步 焊机设备：选择目前支持的焊机型号。

 **注意：**本系统目前仅支持 EtherCAT 通讯协议的焊机。

第 5 步 寻缝器与相机：若使用 3800 系统，需配置大线扫相机。

第 6 步 报警：配置对应输入/输出所触发的自定义报警显示信息。

 **警告：**急停按键仅用于机床防撞保护，非正常使用可能对设备造成损害，请谨慎操作。

第 7 步 通用输入/通用输出/资源列表：配置自定义输入输出以及 IO 板信号资源。

第 8 步 无线手持盒：设置手持盒按键功能。

第 9 步 高级选项。

1. 主要用于设置系统语言，目前支持简体中文及英语。
2. 设置专家模式入口密码，在打开平台配置工具、工艺库、全局参数、PLC、运动控制监控等功能时，需要输入密码才能显示更完整的内容。勾选【保持专家模式打开】后，关闭上述页面再次打开将直接进入专家模式。



图 2-1 专家模式及密码设置

3. 数据授权。软件安装包在安装时会进行用户信息授权书的签署，后续也可以在此处进行授权书的再次确认与授权状态的更改。

 说明：

1. 上述机床参数设置请详见《[FSWELD 智能焊接控制系统硬件安装手册（通用）](#)》。
 2. 场景参数配置目前仅支持系统预设选项，暂不支持用户自定义场景编辑。
-

2.2 主界面介绍

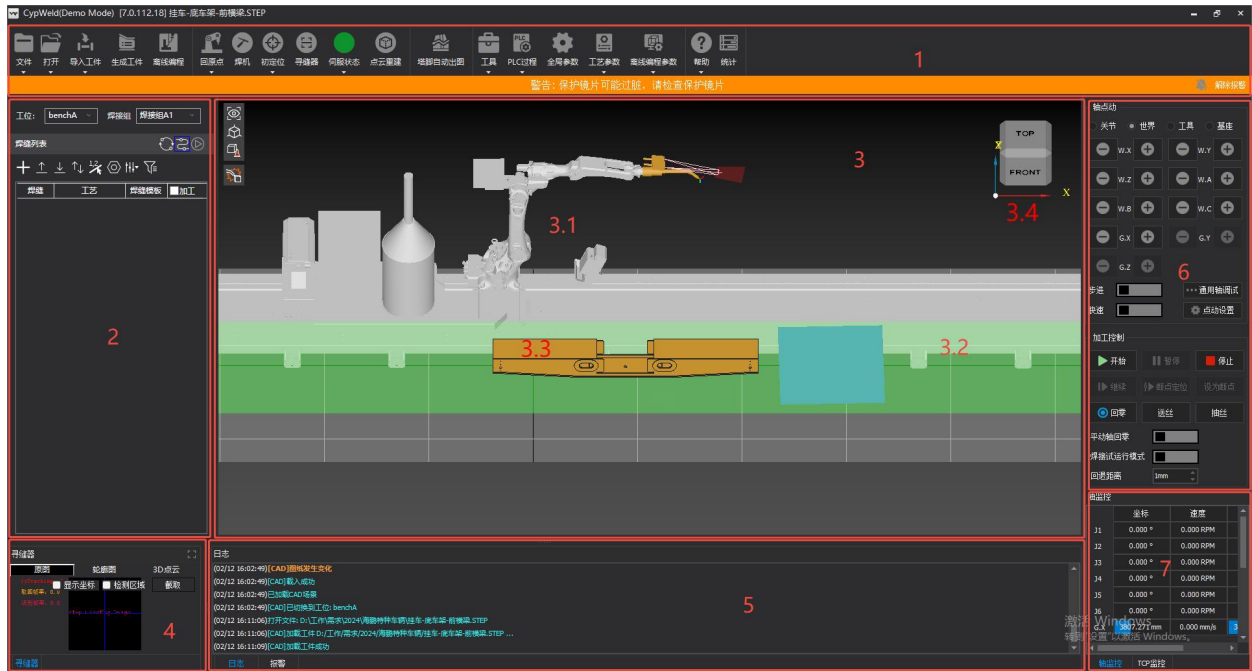


图 2-2 CypWeld 主界面

CypWeld 主界面构成说明如下表所示：

表 2-1 CypWeld 主界面构成

图示数字	模块	介绍
1	工具栏	<ul style="list-style-type: none">工具栏罗列了软件常用功能，包括导入导出、参数设置、工艺库、标定工具、使能按钮等。下侧的横幅显示当前的报警、警告信息。
2	焊缝设置	用于设置及修改需要焊接的焊缝，同时提供加工仿真、路径规划、焊缝排序、切换工位的功能。
3	数字孪生	<p>CypWeld 的数字孪生界面按实物等比例建模，实物中的运动可实时同步至界面，帮助用户在 PC 端直观查看碰撞规划、空移路径和焊接姿态。</p> <ul style="list-style-type: none">3.1 部分为主要硬件设备，包括机械臂、外部轴等，需要联系柏楚工作人员提前进行软件建模。3.2 部分绿色区域是软件自动计算的机械臂最佳工作范围。3.3 部分黄色构件是导入的工件模型。3.4 部分右上角的方块提供视角切换。
4	寻缝器	可以对视觉相机进行操作并调整视觉参数，相机显示界面支持实时查看当前图像。

图示数字	模块	介绍
5	日志	当前加工、用户操作、报错报警信息的记录。
6	控制	用于对机械臂和外部轴的点动控制，支持在世界、关节、工具、基座四种坐标系间切换。同时可控制加工状态，支持开始、暂停、继续、停止加工，控制加工时焊机是否起弧。
7	轴监控	用于查看各轴（包含机器人关节与外部轴）当前坐标、速度和加速度。

2.3 加工模型获取

CypWeld 支持 6 种加工图纸获取途径：打开/导入本地三维图纸、二维转三维、自定义建模、箱型柱参数化生成、点云重建、云端导图。

2.3.1 打开/导入

点击【文件】图标下拉框后选择【打开】或【导入】，在本地文件对话框中选择目标加工三维模型。两者区别如下表所示：

表 2-2 打开和导入的区别

打开	导入
支持*.step/*.ifc/*.cwpt 格式	支持*.step/*.ifc 格式
会清空当前加工工位	不会清空当前加工工位
支持选择最近 10 份文件	支持选择最近 10 份文件
仅支持加载单个模型	支持框选弹窗内当前文件夹内的多个模型一次性加载

使用【文件】→【编辑后导入/打开】功能，用户可在导入/打开本地原始三维模型至当前工位前，预先对模型板材进行删减操作。具体操作方式为：鼠标左键选中目标板材，通过右键菜单执行删除操作。

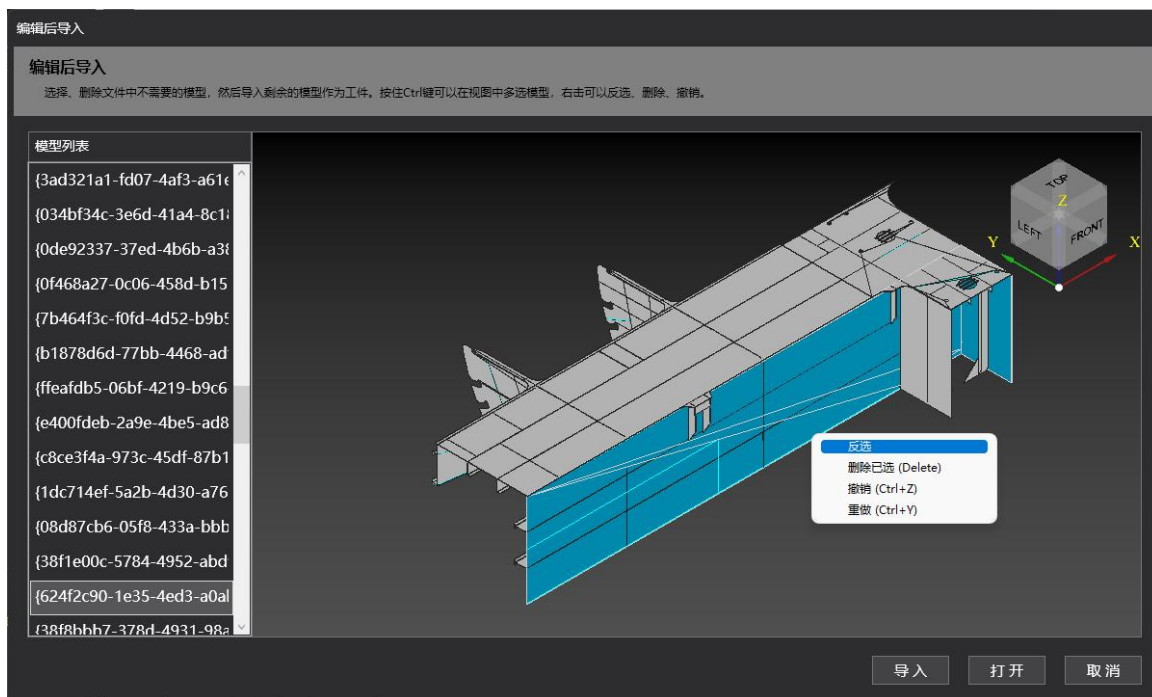


图 2-3 编辑后导入/打开界面

2.3.2 二维转三维（仅适配 2800T 系统）

支持导入塔脚行业标准平面图纸后使用二维转三维功能转换为三维加工图纸，使用说明详见《[\[2800T\] CypWeld 智能焊接控制软件用户手册](#)》。

⚠注意：此功能仅对 2800T 系统开放，转换的三维图纸仅支持在 2800T 系统产品中使用，其他系统不支持打开此类文件！

2.3.3 自定义建模

通过【文件】→【自定义建模】打开，目前支持直牛腿、单折弯斜牛腿、塔脚（无筋板）、H 型钢、箱型柱、单 V 坡口、箱型柱主焊缝单 V 坡口、非对称双边 V 型坡口等特征件的参数化建模。

2.3.4 箱型柱参数化生成

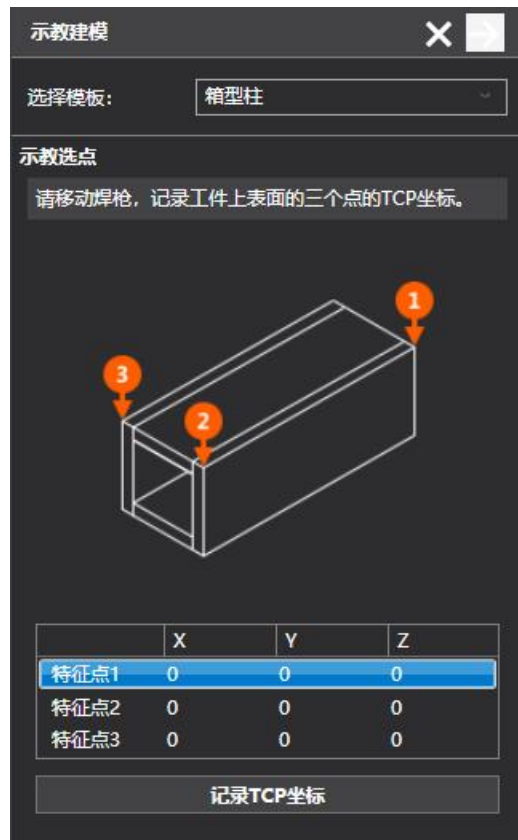


图 2-4 箱型柱示教建模界面

第 1 步 点击工具栏中的【生成工件】，打开【示教建模】页面。

第 2 步 依次示教标准方形箱型柱的三个顶点，然后点击【记录 TCP 坐标】。

第 3 步 设置箱型柱板厚及高度参数。

第 4 步 完成三维模型生成。

2.3.5 点云重建（仅适配 3800 系统）



图 2-5 点云重建界面

第 1 步 开始扫描前，需要确保机器人姿态不会在外部轴运动中与设备、工件、地面产生碰撞。
在完成机械臂初始姿态示教后，点击【记录坐标】记录扫描姿态。

第 2 步 设置扫描方式和扫描速度。

第 3 步 开始扫描点云。外部轴将根据设置的扫描方向开始运动，此时机器人姿态保持不动。

第 4 步 进入点云重建界面，进行点云到三维模型的重建流程。

第 5 步 保存重建文件并推送三维模型至当前工位。

! 说明：

1. 点云重建的详细操作步骤及注意事项详见《[逆向建模功能说明手册](#)》。
2. 使用前请确保在平台配置工具中完成大线扫相机的参数设置，并且对大线扫相机进行了良好标定。

2.3.6 云端导图

具体操作步骤详见《[CypWeld-Tekla 一键拆图插件使用说明](#)》。

⚠ 说明:

1. 使用前请确保购买相关柏楚云服务并已完成云端账号注册。
2. 平台配置工具中的产线编号与云服务账号中设置的一致。
3. 当前使用设备接入互联网。

2.4 设备点动

CypWeld 支持机器人及外部轴点动，点动方式支持快速、低速、步进三种。



图 2-6 点动按钮界面

2.4.1 机器人点动

机器人分为 J1 - J6 关节点动、世界坐标系点动、工具坐标系点动、基座坐标系点动。

2.4.2 外部轴点动

在机器人点动按钮下方的 G.X、G.Y、G.Z 为外部轴点动，会根据当前使用场景自动显示对应外部轴的点动按钮，当前场景未配置的外部轴对应按钮会置灰。

2.4.3 通用轴点动（变位机点动）

点击【通用轴调试】进入界面，若当前场景未配置变位机则不可用。



图 2-7 通用轴调试

2.4.4 点动速度设置

点击【点动设置】进入界面，分为机械臂（机器人）设置和拓展轴（外部轴 + 通用轴）设置。机械臂支持 6 轴关节独立设置点动高速、低速及步进模式，同时可在世界坐标系下叠加运动算法实现平动和转动的高速、低速及步进控制。拓展轴同理。



图 2-8 点动设置界面

⚠ 注意：此处设置的速度仅包含手动点动速度，不含加工生产时使用的空移速度。

2.5 加工控制



图 2-9 加工控制

具体功能说明如下表所示：

表 2-3 加工控制功能说明

按钮	说明
开始	开始加工，开始前软件会自动检查当前图纸是否符合加工的条件以及是否存在断点。
暂停	暂停加工，暂停过程中无法对现有加工图纸进行更改。
停止	停止本次加工。
继续	与暂停功能相对应。
断点定位	加工过程停止或者因意外而中止加工，软件会将断点记忆下来，只要没有修改工件模型、焊缝信息和路径规划，软件将自动定位到上次加工停止的地方。
设为断点	通过手动设为断点，将当前 TCP 位置作为下次加工开始的起点。
回零	点击后，机器人或外部轴将返回至零点。
送丝/抽丝	调整焊丝长度。
平动轴回零	勾选后使用【回零】功能，外部轴会跟着机械臂一起回零。
焊接试运行模式	勾选后加工不会使焊机起弧，仅仿真加工动作。
回退距离	设置暂停后再起弧时，起弧位置会沿着原焊接路径回退的一段距离，目的是使断点接头更美观。

2.6 信息保存

2.6.1 加工图纸保存

点击【文件】→【保存/另存为】，将当前工位的加工图纸保存至本地。

2.6.2 参数备份

点击【工具】→【辅助工具】→【参数备份】，可以保存当前场景模型、设置的机床参数、工艺参数。

2.6.3 故障信息保存

点击【帮助】→【保存故障信息】，可以完成故障信息保存。

支持自定义时间范围筛选需要保存的故障信息。旧版预设的三种时间范围（最近两小时/最近两天/最近十次）已整合至当前界面，可通过【时间范围】下拉框直接选择。

故障信息保存默认勾选【默认信息】，包含除【初定位点云】、【精定位点云】外的其他全部信息，【初定位点云】、【精定位点云】由用户根据实际反馈场景进行自定义勾选。



图 2-10 保存故障信息界面

系统日志保留数据时间范围为：

- 图像保存近 30 天数据。
- 日志保存近 30 天数据。
- 标定点云保存近 3 天数据。
- 精定位点云保存近 3 天数据。
- 初定位点云保存近 2 天数据，若第三方相机控制里勾选了保存点云，则保存近 10 天数据。
- 点云重建点云保存近 3 天数据，若第三方相机控制里勾选了保存点云，则保存近 10 天数据。

第 3 章 系统标定

关于各类标定功能的详细操作指引,建议联系柏楚技术支持人员获取配套教学视频以便系统学习。

3.1 TCP/零点标定

TCP/零点标定操作步骤如下:

第 1 步 准备一个带尖端的标定器, 将标定器尖端朝上, 稳定放置在机器人运动范围内。

第 2 步 点击【工具】→【参数设置】→【TCP/零点标定】, 进入 TCP 标定界面。

第 3 步 记录竖直坐标位置。使用 25 mm 的 TCP 标定针尖 (若无标定针尖可用焊丝代替, 调节干伸长 25 mm), 点动机械臂, 使焊枪指向竖直方向, 末端对准标定器尖端, 记录当前坐标。

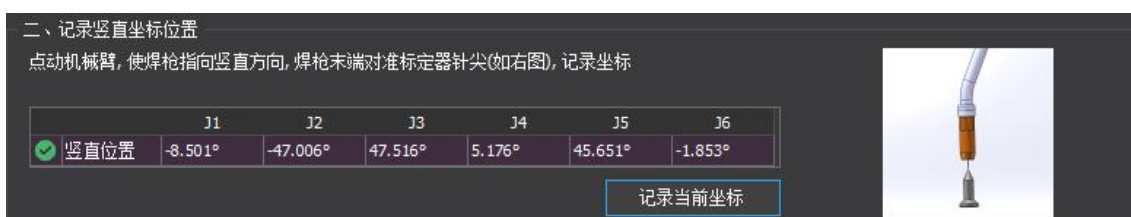


图 3-1 记录竖直坐标位置

第 4 步 记录不同姿态坐标。改变焊枪的水平和俯仰角度, 在四个不同角度将焊枪末端对准标定器尖端, 并分别选中并记录 P1 – P4 四个不同角度下的坐标。



图 3-2 记录不同姿态坐标

第 5 步 若仅标定 4 个点，点击【仅标定 TCP】→【确定】；如需标定零点，则需要记录至少 8 个点，点击【标定 TCP 与零点】→【确定】。

四、计算标定结果

除竖直位置外，标定TCP与零点需要采集至少8个点,仅标定TCP需要采集至少4个点，仅标定TCP姿态只需记录垂直坐标位置

TCP参数

X Y Z RX RY RZ

零点偏移值

J1 J2 J3 J4 J5 J6

五、误差分析

标定方式

同时标定TCP和零点

	误差均值	误差均方根	误差最大值
标定前	1.175mm	1.205mm	2.602mm
标定后	0.396mm	0.409mm	1.084mm

标定结果评价: 优

图 3-3 计算标定结果

第 6 步 精度验证。调整机械臂使焊枪末端竖直指向标定器尖端，世界坐标系下分别点动 J4 — J6 进行绕点运动，观察绕点运动时焊枪末端与标定器尖端的最大直线距离，该距离即为 TCP 最大误差（不同品牌机器人绕点精度有所不同，一般误差在 1 mm — 1.5 mm）。

3.2 TCP 自动标定

TCP 自动标定前，建议咨询柏楚工作人员，所用焊机型号是否支持自动标定的功能。为保证标定精度，请将焊枪末端更换为柏楚标准标定针。具体操作步骤如下所示：

第 1 步 准备一块导电平板（尺寸至少为 100 mm × 100 mm），并水平放置。打开焊机，保证机械臂周围空旷，不存在场景中未建模的障碍物。

第 2 步 点动机械臂至板材中心上方约 10 mm 处，使 TCP 尽量竖直，点击【记录坐标】，记录起始坐标。

一、准备工作

1. 准备一块至少 100x100mm 的导体板材平面，水平放置；
2. 保证机械臂周围空旷，不存在场景中未建模的障碍物；
3. 将锥尖安装到焊枪末端；
4. 点动机械臂至板材中心上方约 10mm 处，使焊枪末端垂直；
5. 点击「记录坐标」，记录起始点坐标。

起始点坐标: (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)



图 3-4 记录坐标

第 3 步 点击【开始标定】，机械臂开始自动标定。



图 3-5 开始标定

第 4 步 标定结束后，保存标定结果，并设置当前焊丝长度，完成 TCP 自动标定。

3.3 手眼标定

! 说明：若使用 BCW4600P 转镜寻缝器，其手眼标定的具体步骤请查看《[BCW4600P 转镜寻缝器安装手册](#)》。

手眼标定操作步骤如下：

第 1 步 准备标定用的样件模板（以下三种方式选择其一）：

1. 搭接（台阶件）：mark 点为上层台阶上表面边缘的一个用户自定义设置的固定点。
2. 正三棱锥标定件：mark 点为正三棱锥顶点。
3. 圆盘标定件：mark 点为圆心处的标记点。

第 2 步 调整机器人姿态，使寻缝器下表面平行于板面。

! 注意：

1. 在后续手眼标定过程中，凡是涉及调整机器人位置的步骤均只允许在世界坐标系下调整，且不允许改变机器人末端姿态，即只允许在世界坐标系下点动 J1+、J1-、J2+、J2-、J3+、J3-。
2. 保证机械臂 TCP 精度在 1.5 mm 以内。

第3步 CypWeld 软件中点击【寻缝器】→【标定】，进入手眼标定界面。点击【选择模板】可以切换【搭接】、【三棱锥】和【圆盘】。

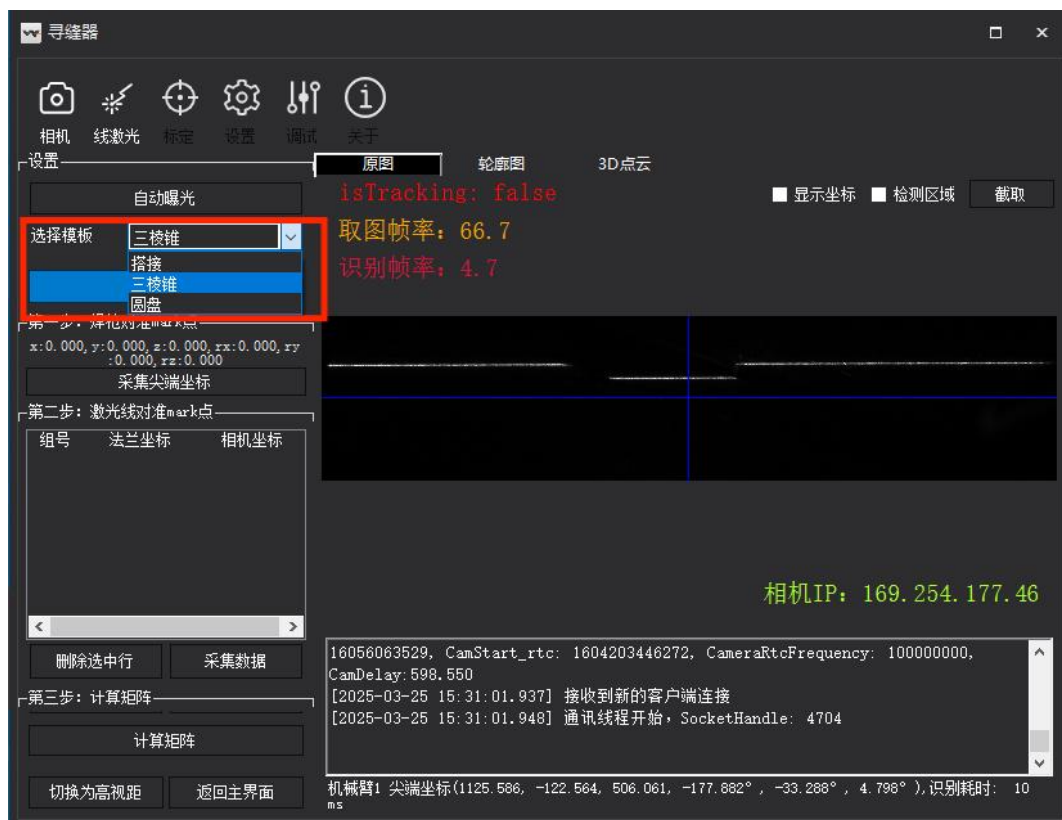


图 3-6 选择对应模板

第4步 采集尖端坐标。在世界坐标系下控制机器人运动，使 TCP 点或者焊丝尖端刚好对准 mark 点，点击【采集尖端坐标】。

第5步 激光线对准 mark 点采集数据。

- 点动平移机械臂位置：微调机械臂，使软件相机视野清晰捕捉标定件特征。
 - 搭接：上下两条直线的上侧直线端点。
 - 三棱锥：三角形顶点。
 - 圆盘：凸起直线段。
- 验证识别：确保软件中红十字符号稳定，且实物激光线准确穿过特征点。

3. 记录坐标：点击【采集数据】，记录此处坐标。重复第 5 步操作，采集 6 个不同位置的数据。



图 3-7 激光线对准 mark 点（以三棱锥为例）

说明：如果遇到光线不清晰，窗口中无法识别到 mark 点，可以点击【自动曝光】。

第 6 步 六点均采集完成后，点击【计算矩阵】完成寻缝器低视距手眼标定。标定结果可以在日志栏内查看，标定结果需满足低视距误差在 1 mm 以内，高视距误差在 8 mm 以内。



图 3-8 计算矩阵（以三棱锥为例）

第 7 步 点击【切换为高视距】，重复低视距的步骤，完成高视距手眼标定。

说明： 由于高视距的视野较高，搭接与三棱锥可能无法识别，此时需要换位高度相差较大的搭接面。

第 8 步 寻缝器手眼精度验证。打开【工具】→【调试工具】→【寻缝精度调试】，运动机器人直到 mark 点在线激光上，点击【记录识别坐标】→【开始运动】，观察焊枪末端运动终点与 mark 点的误差距离。

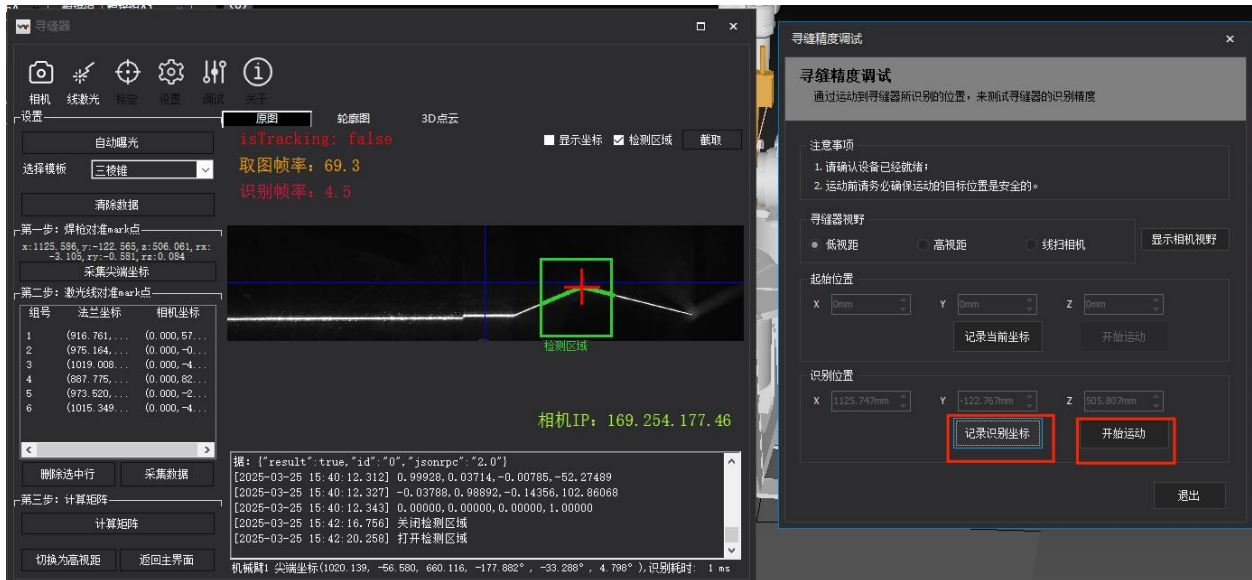


图 3-9 寻缝手眼精度测试（以三棱锥为例）

⚠ 注意：

1. 精度验证前请检查机器人空移速度（建议在 100 mm/s 以下）。
2. 点击【开始运动】前需手持 WKB 手持盒，防止撞枪等事故的发生。

3.4 手眼自动标定

以下为手眼自动标定步骤简要说明，详细介绍及注意事项请参考《[FSWELD 智能焊接控制系统硬件安装手册](#)》。

请提前准备标定用三棱锥，标定前将相机底面与地面基本平行。

第 1 步 打开【工具】→【参数设置】→【手眼自动标定】，按界面图示将标定三棱锥摆放在合适的位置。

第 2 步 将机械臂 TCP 指向三棱锥顶点，开始自动标定。

第 3 步 完成标定，将标定结果保存生效。

3.5 自动 TCP 手眼零点标定

自动 TCP 手眼零点标定仅支持 FW-TX 系统。一次运行自动完成标定板识别、图像采集与数据计算，直接输出 TCP、零点修正量和手眼矩阵。操作人员只需准备标定板、记录参考姿态、确认自动运动并决定是否保存，无需逐点手动录入。操作步骤如下所示。

第 1 步 完成标定前准备。

1. 确认基础 TCP、零点及手眼标定均已完成。
2. 将标定板放置于空旷、稳固的位置；将机器人 TCP 更换为标定尖端。
3. 清洁相机镜头、保护片及标定板，确认视觉系统可稳定识别标定板。
4. 确认机器人与外部轴均已停止且无报警，现场满足自动运动条件。

第 2 步 点击【工具】→【参数设置】→【自动 TCP 手眼零点标定】，进入 TCP 手眼零点联合标定界面。

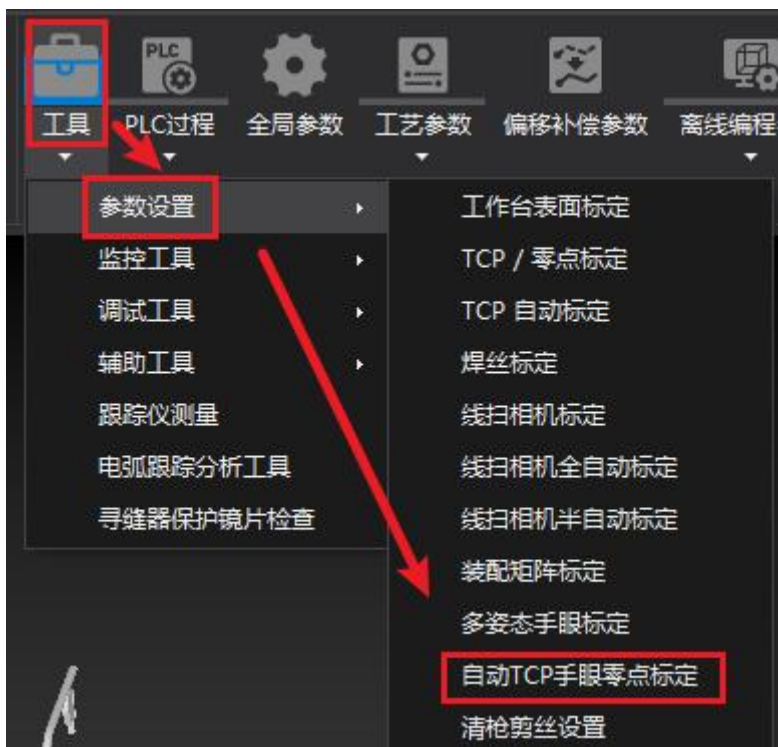


图 3-10 自动 TCP 手眼零点标定路径

第 3 步 记录参考姿态。

1. 点动机器人，使焊枪尖端垂直指向并对准标定板圆心处。
2. 点击【记录位置与拍照】。系统将同时保存机器人参考姿态（含外部轴位置）与相机识别到的标定板位姿。
3. 确认下方 WCS 坐标已更新。若提示识别失败，请依次检查标定板是否位于视野内、镜头是否清洁、光照条件是否合适，确认无误后重新记录。记录完成后，请勿再手动改变机器人或外部轴的位置。

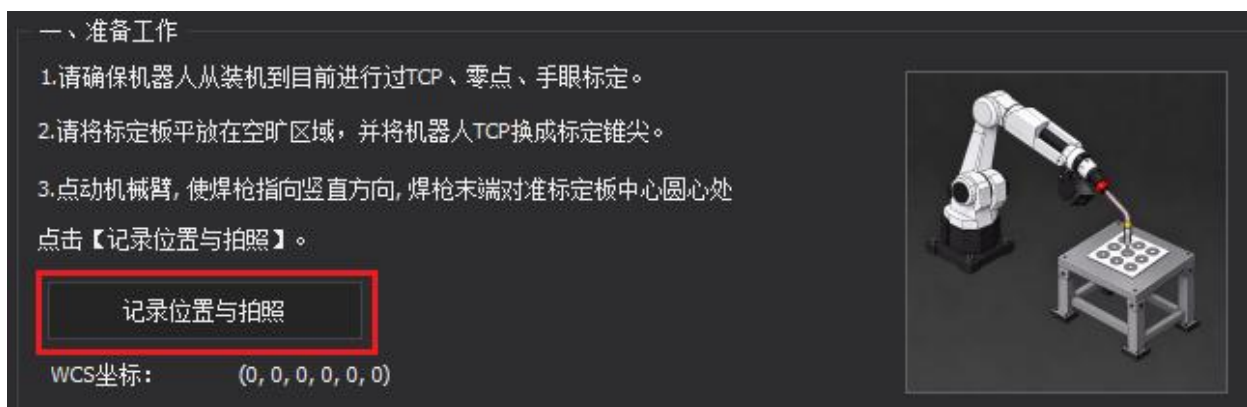


图 3-11 记录参考姿态

第 4 步 点击【开始标定】，系统将弹出运动安全确认对话框。确认现场满足自动运动条件后，点击【是】，系统即自动开始标定。

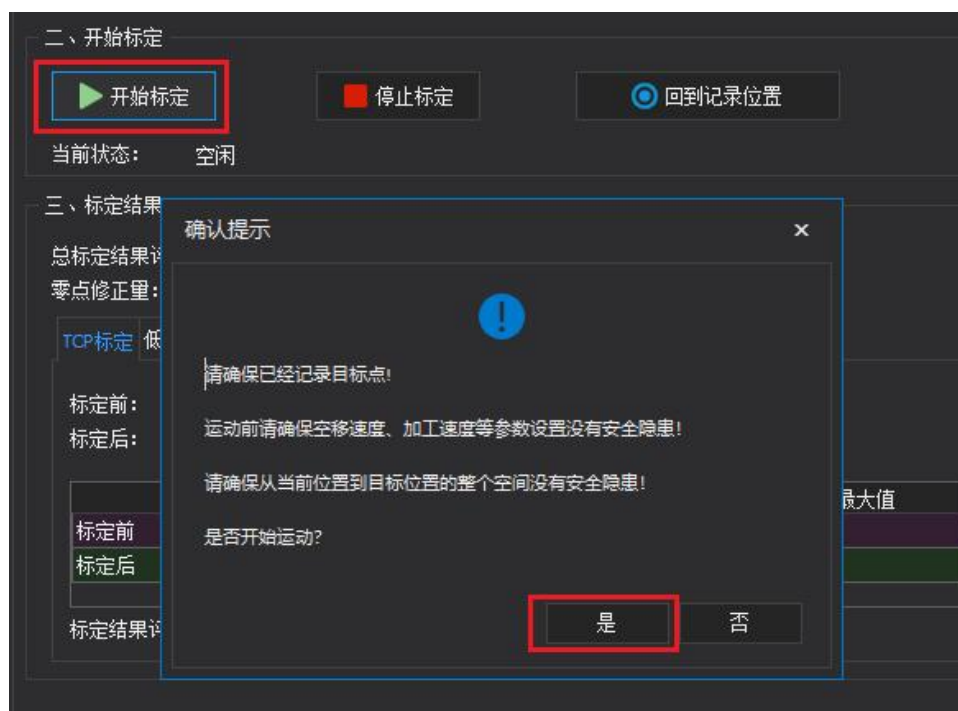


图 3-12 开始标定

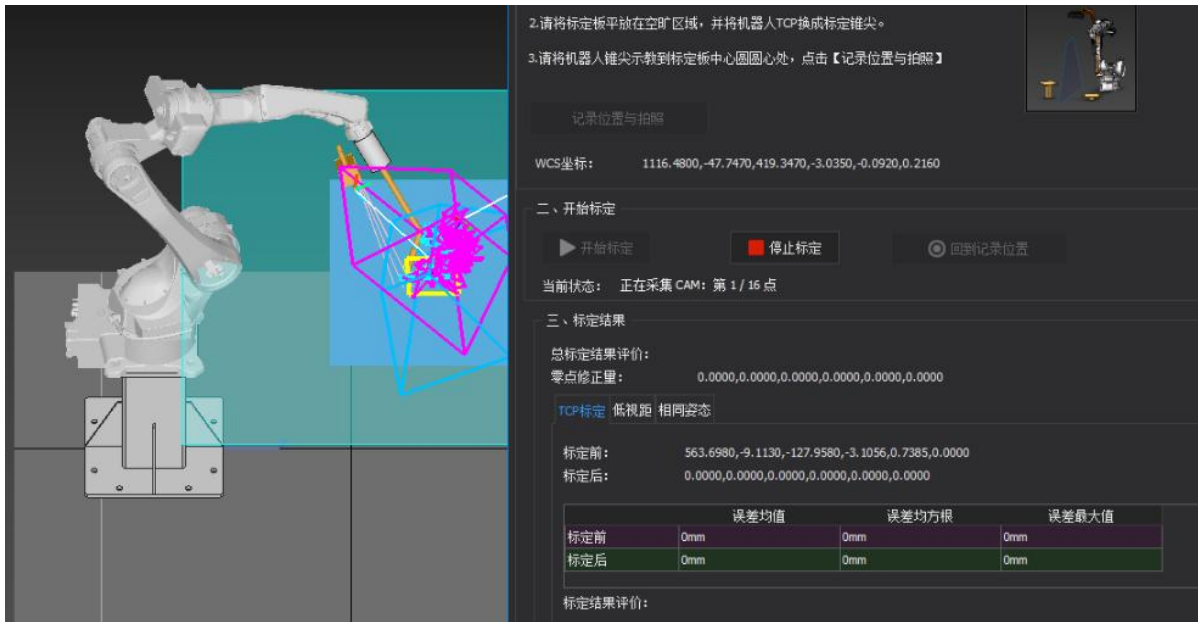


图 3-13 采集结果

第 5 步 确认标定结果。

1. 标定结束后，系统自动完成计算并生成标定结果。
2. 当【TCP 标定】、【低视距】、【相同姿态】三项评定结果均为“优”，或【相同姿态】为“优”且其余两项不低于“中”，且标定后误差小于标定前误差时，判定标定结果合格。

第 6 步 点击【保存】，完成 TCP 手眼零点联合标定。

3.6 标定工作站一键标定

以下为标定工作站一键标定的简要说明，详细介绍及注意事项请参考《[ICS110P 自动标定工作站安装手册](#)》的第 4 章软件功能配置。

3.6.1 标定工作站配置

在一键标定前需要先完成标定工作站配置，配置步骤如下所示。

- 第 1 步** 打开【工具】→【参数设置】→【标定工作站配置】，根据工作站选型选择型号配置和串口配置，完成通讯连接。



图 3-14 配置位移传感器电气接口

第 2 步 确保机器人绕点精度误差在 1.5 mm 以内，然后点击【标定工作站】，按照页面提示，依次用 TCP 示教标定工作站上 3 个标记点并记录，完成工作站位姿标定。

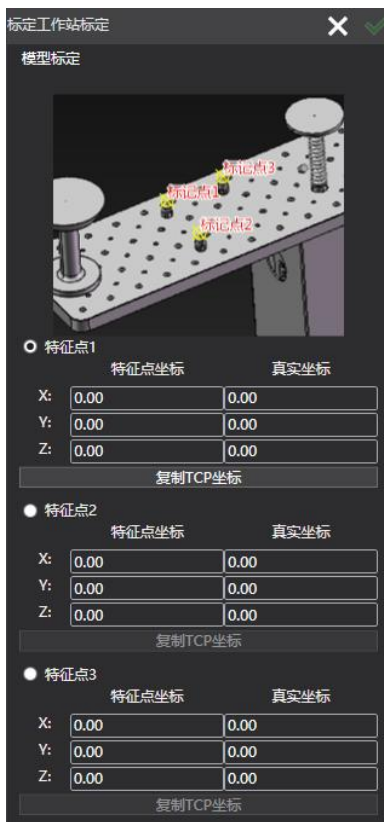


图 3-15 位姿标定

第 3 步 按照标定姿态，将机器人示教到 TCP 标定物上方，点击【记录 TCP 标记点】并验证误差，若误差大于 5 mm，代表标定工作站的位姿标定效果较差，需要检查本体精度后重新标定；否则，完成标定工作站配置。

第 4 步 同上步，验证视觉标定物误差。

3.6.2 一键自动标定

第 1 步 将焊枪末端更换为柏楚标准标定针。

第 2 步 打开【工具】→【参数设置】→【一键自动标定】界面，选择希望标定的项目（一键标定全部/仅 TCP 标定/仅寻缝器手眼）。



图 3-16 一键自动标定

第 3 步 点击【开始标定】，等待标定动作完成。

第 4 步 完成标定后，查看结果后完成标定结果补偿。

3.7 装配矩阵标定

用于标定外部轴（地轨、悬臂、龙门）的装配矩阵，同时也允许标定外部轴的减速比。以下为装配矩阵标定步骤简要说明，详细介绍及注意事项请参考《[FSWELD 智能焊接控制系统硬件安装手册](#)》。

第 1 步 通过【工具】→【参数设置】→【装配矩阵标定】打开界面，在标定前，保证机械臂 TCP 标定误差在 1.5 mm 以内。

第 2 步 在固定位置放置标志物，可以使用尖锥或者三棱锥，用 TCP 指向标志物，记录坐标。

第 3 步 移动外部轴 100 mm 以上，再次将 TCP 指向标志物，记录坐标。重复采集至少两个点。

第 4 步 完成标定。

第 5 步 精度验证。通过【工具】→【调试工具】→【零空间点动】，在打开的界面进行精度验证，外部轴运动 1 m 直线误差最大在 2 mm 左右。



图 3-17 零空间点动

3.8 移动工作台

鼠标右键工作台（蓝色方形）或者变位机模型，然后点击【移动工作台】，进入移动工作台界面。

移动工作台功能仅用于工作台或者变位机位置和方向的初步确定，并不能作为最终工作台或者变位机位置的确定步骤，最终需要对工作台/变位机进行标定以确定最终位姿。

3.9 工作台/变位机标定

在标定过程中，需注意以下事项：

- 固定工作台与单轴/双轴变位机的标定方法不同，需严格区分。
- 若机型存在多个变位机，需逐个独立标定。
- 标定前确保 TCP 绕点精度 $\leq 1.5 \text{ mm}$ 。
- 多工位场景下，仅可标定当前工位的工作台或变位机，标定其他工作台或变位机时需要切换工位。

3.9.1 工作台标定

工作台标定步骤如下：

第 1 步 鼠标右键工作台，点击【标定工作台】，打开工作台手动标定界面，确认工作台尺寸。

第 2 步 依次在工作台表面选择 3 个标记点示教并点击【复制 TCP 坐标】。

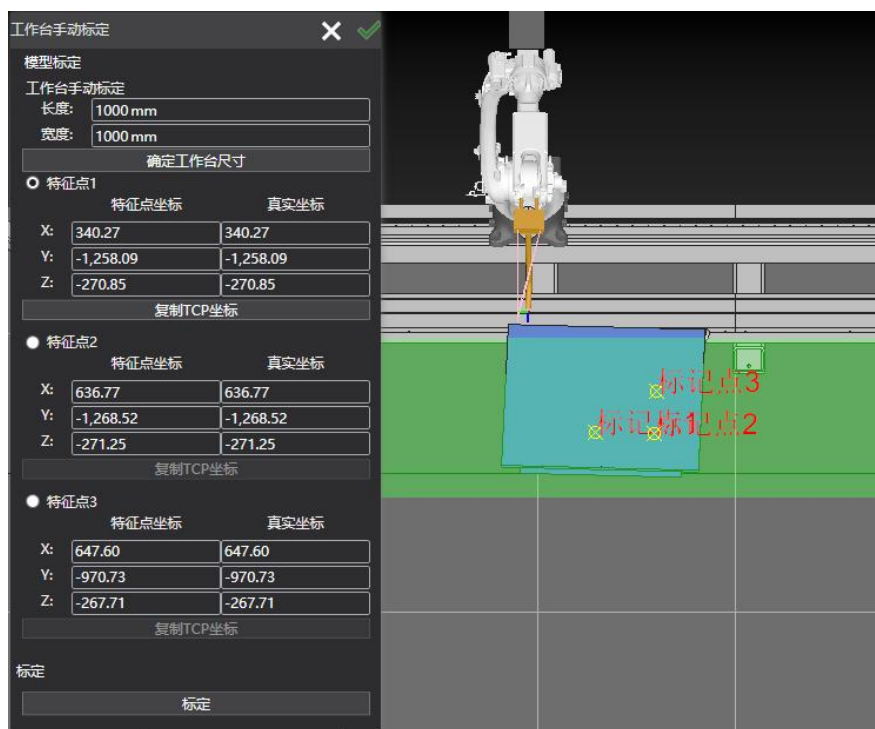


图 3-18 标记点示教

第 3 步 点击【标定】，然后点击右上角确认保存，在数字孪生界面中工作站会移动至标定后的位置。

3.9.2 单轴/双轴变位机标定

第 1 步 标定前准备：

1. 确保变位机各轴的朝向与现实中实物方向一致。
2. 确保机器人本体精度良好，TCP 绕点精度 $\leq 1.5 \text{ mm}$ 。
3. 若机器人基座带有可移动的外部轴，则保持标定过程中外部轴不动。

第 2 步 打开【工具】→【参数设置】→【变位机标定】，将标定尖锥固定在变位机上，移动变位机，使主界面轴监控中的变位机坐标与【记录坐标】栏中的推荐轴坐标一致。

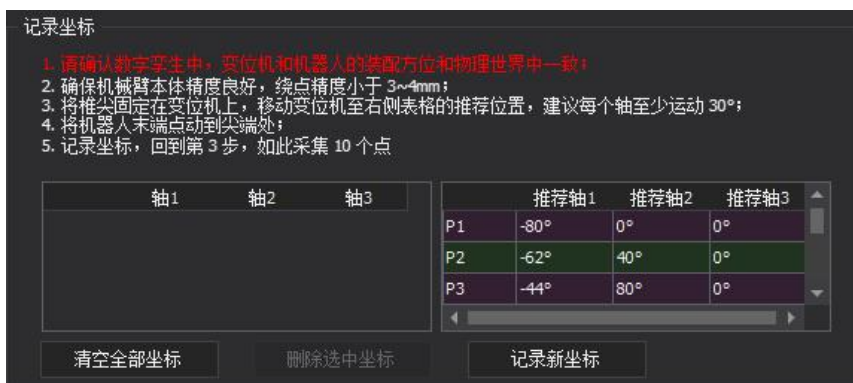


图 3-19 记录坐标

第 3 步 将机器人 TCP 示教至尖锥顶点，点击【记录新坐标】。

第 4 步 重复上述操作，将【记录坐标】栏中右侧表格中的推荐值都完成示教并记录坐标。

第 5 步 坐标采集完成后，点击【计算】，查看标定结果，点击【确认】，完成标定。

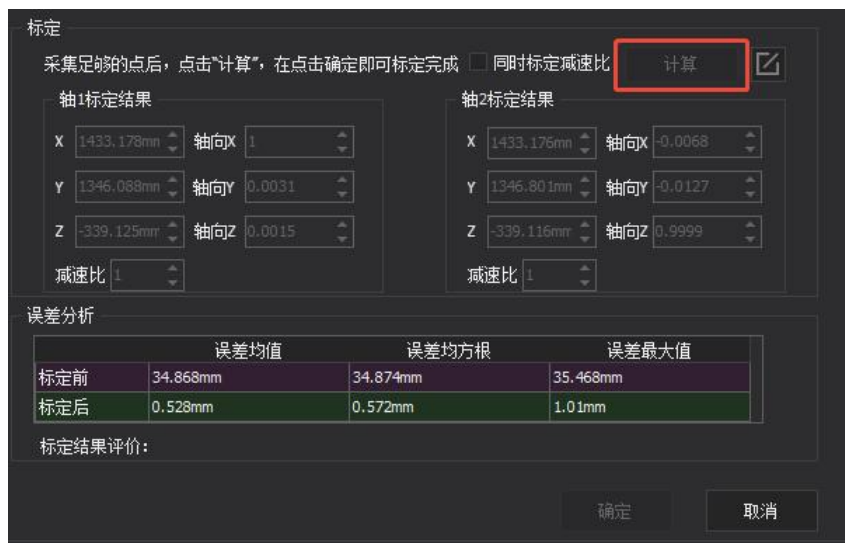


图 3-20 计算标定结果

第 6 步 精度验证。打开【工具】→【调试工具】→【零空间点动】界面，点动界面上的轴点动按钮。在变位机运动过程中，观察机器人末端的跟随运动情况，误差最大在 2 mm 左右。

⚠注意：若当前场景中同时存在机器人基座外部轴和变位机时，在验证标定时需要分开进行。

3.10 工作台表面标定

第 1 步 标定前确保机器人绕点精度在 1.5 mm 以内。

第 2 步 通过机器人 TCP 戳工作台上表面的点三次并记录，三点不能位于同一直线上。

第 3 步 记录完成三点后，点击【计算上表面】，计算完成后，点击【确认】保存结果。

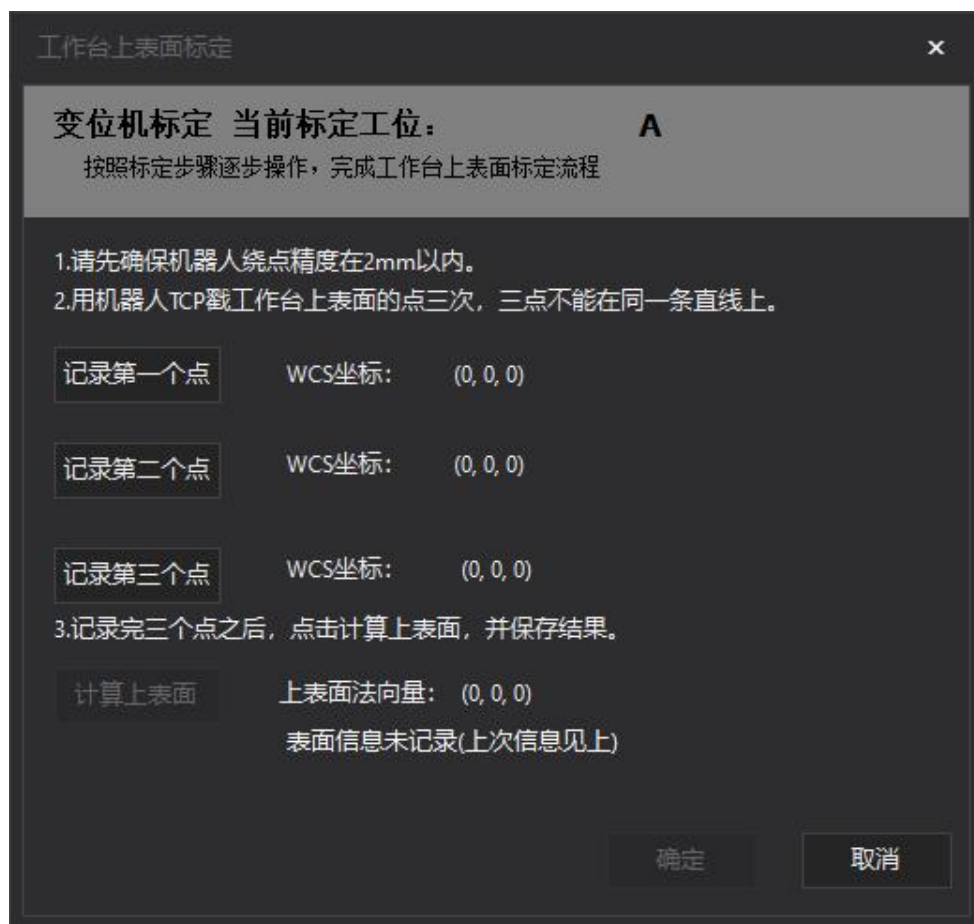


图 3-21 工作台上表面标定

3.11 靠栅标定

通过标定靠栅的 2 个靠栅面，可方便工件的停靠，确保工件准确定位。标定步骤如下所示：

第 1 步 鼠标右键击工作台或者变位机，点击【添加靠栅】，打开标定界面。

第 2 步 在靠栅面 1 上选取 Z 向高度差异显著的三个位置，移动 TCP 至各点并记录坐标。

靠栅面1	靠栅面2
点1	复制TCP坐标
X:	0
Y:	0
Z:	0
点2	复制TCP坐标
X:	0
Y:	0
Z:	0
点3	复制TCP坐标
X:	0
Y:	0
Z:	0
<div>取消 标定</div>	

图 3-22 靠栅面标定

第 3 步 重复上述操作，完成靠栅面 2 的 3 个位置标定。

第 4 步 点击【标定】，完成靠栅标定。

第 4 章 工件定位

本章介绍手动三点初定位、靠栅定位、寻缝器自动初定位及大线扫相机初定位等多种工件定位方法。

4.1 手动三点初定位

该方法为通用工件定位方法，适用于全工况场景。具体操作步骤如下所示：

第 1 步 位姿调整：

1. 鼠标右击工件模型，点击【位姿调整】。
2. 在软件中手动调整工件模型，使其位置及姿态与实物大致吻合。若需翻转工件，可重新选定底面贴靠工作台。

第 2 步 工件手动定位：

1. 鼠标右击工件模型，点击【工件手动定位】。
2. 鼠标选择工件模型上的 1 个点，再点动机械臂，将 TCP 示教至工件实物上的相同点处，记录此时坐标。



图 4-1 工件手动定位

第3步 重复上述操作，一共记录3组不同的坐标。点击【标定】，软件会自动将模型位置修正为与实物相同的位置。



图 4-2 标定结果示例

⚠ 注意:

1. 选择的3个特征点会提示选点评分，评分过低（如三点位于同一水平面、三点距离过近）将无法完成标定。
2. 标定结果也将以评分形式告知，评分过低会标定失败，工件位置不移动。
3. 此定位方法依赖模型与实物的匹配度，需要保证工件良好的拼装精度。

4.2 靠栅定位

此方法需要先标定靠栅，具体标定方法详见 [3.10 靠栅标定](#)，靠栅定位步骤如下所示：

第1步 鼠标右击工件模型，点击【停靠工件】。

第2步 选择需要停靠的两个面，分别对应标定靠栅的两个面。

第3步 完成工件定位。

4.3 寻缝器自动初定位

自动初定位通过视觉相机扫描点云并与模型配准实现，无需人工精确对点。为确保配准精度，需满足以下条件：

- 点云要求：需采集足够多的点云数据作为配准依据。
- 设备配置：当前仅支持搭配基座外部轴进行扫描，不支持单机或变位机工作站。
- 工件尺寸：工件长度应 $\geq 1\text{ m}$ ，以确保扫描覆盖足够的点云信息。

寻缝器自动初定位的操作步骤如下所示：

第1步 位姿调整。通过位姿调整将工件模型移动至与实物初始偏差 $\leq 1\text{ m}$ 的位置，若模型与实物偏差过大，系统无法自动适配扫描长度，导致点云数据不足，影响配准精度。

第 2 步 模式选择。点击【初定位】，进入寻缝器初定位界面，选择单工件或多工件模式。

1. 单工件：手动移动机械臂使 TCP 位置至工件包围盒一端，按世界坐标系方向设置扫描方向。
2. 多工件：默认扫描范围为整个工作台。



图 4-3 寻缝器初定位界面

第 3 步 设置扫描速度，默认 400 mm/s – 500 mm/s。根据工件实物类型选择模板。

第 4 步 根据实际情况勾选边扫边配。

第 5 步 点击【开始】，开始初定位，初定位结果及计算误差会在界面上显示。

第 6 步 歧义解处理。若工件具有对称性，初定位可能产生歧义解，系统将自动进入配准方案选择界面。用户需根据数字孪生界面的匹配情况手动选择正确解：

1. 点云颜色标识：
 - a. 白色代表实物工件点云。
 - b. 红色代表实物比模型多出部分。
 - c. 蓝色代表模型比实物多出部分。
2. 界面显示模型与实物的关键偏差数值供参考。
3. 勾选【测量】，可以进行手动测量距离验证。

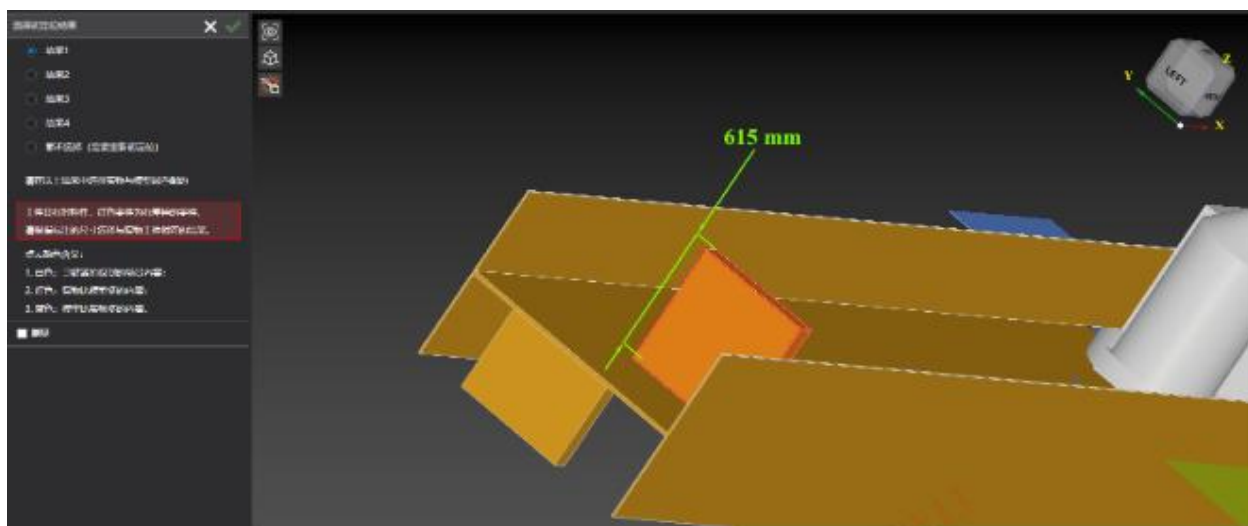


图 4-4 自动初定位歧义解示例

4.4 大线扫相机初定位

基于寻缝器初定位方法，采用大线扫相机，具有更宽的视野，通过更少的扫描次数完成配准，提升定位效率。



图 4-5 打开大线扫初定位路径



图 4-6 大线扫初定位界面

第 1 步 通过功能栏内的【初定位】→【大线扫初定位】打开。

第 2 步 需要在开始初定位前，点动机械臂至初始姿态，保证线扫相机视野不被遮挡，外部轴运动过程中无碰撞风险并点击【记录扫描姿态】。

第 3 步 设置扫描速度和工件模板。扫描速度默认 500 mm/s – 600 mm/s。

第 4 步 根据实际情况勾选边扫边配。

第 5 步 点击【开始】进行初定位，默认将对整个工作站进行全扫。初定位成功后会出现【配准成功】字样，模型会自动移动到与实物相同的位置，歧义解的处理同寻缝器初定位。至此，大线扫初定位流程结束。



图 4-7 大线扫初定位成功

第 5 章 加工前准备

本章介绍加工前所需的工艺参数配置、工艺匹配表设定及全局参数设置等内容。

5.1 工艺参数设置

在【工艺参数】（也称为工艺库）中可以设置每个工艺图层对应的工艺参数，同时允许工艺参数包的导入导出。对于多层多道焊缝，可以单独设置子焊道的工艺参数。同时对于一些焊缝类型（比如箱型柱的主焊缝），软件提供多层多道子焊道偏移量的推荐参数。

右上角【在线帮助】为故障排查教程线上入口，微信扫码后进入“我的机床”小程序，可查看排故 Q&A 教程文档。

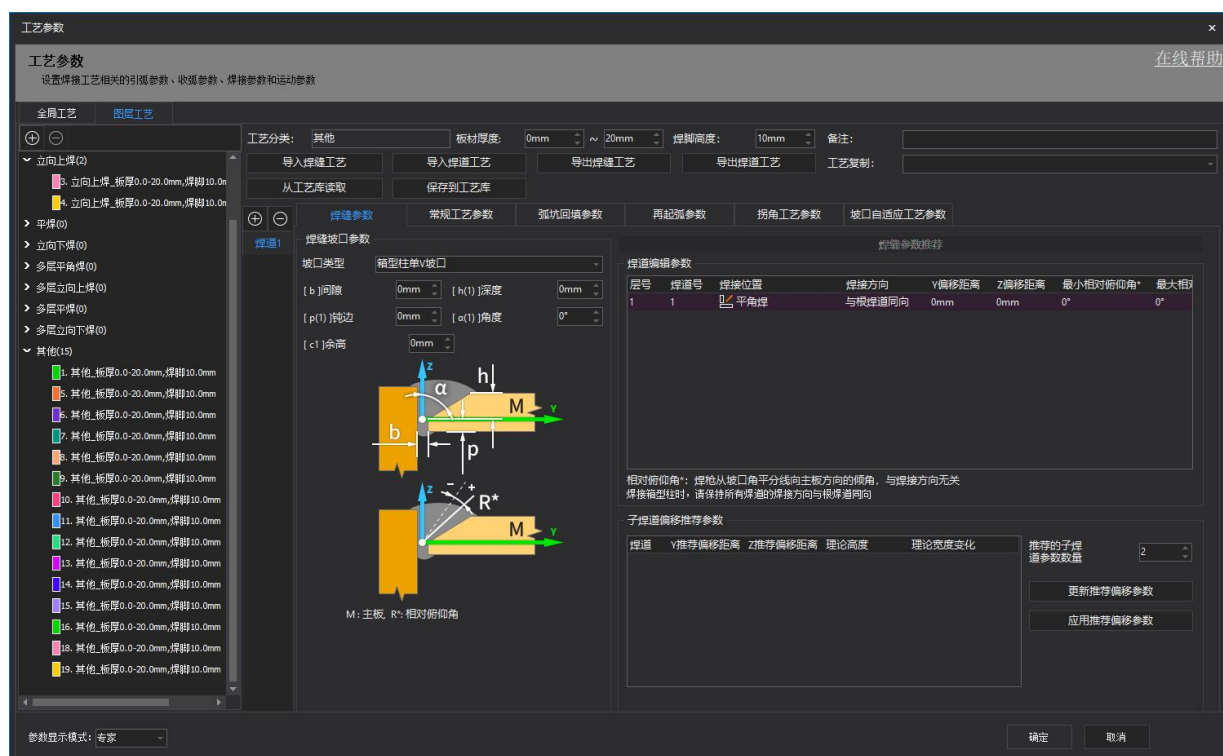


图 5-1 工艺参数界面

5.1.1 焊缝参数

根据图示设置坡口形状，如果焊缝没有坡口，则默认每个参数为 0。

对于多层多道焊缝来说，可以分别设置子焊道的焊接位置，但如果设置的焊接位置与实际工件摆放不符合，则不会生效，且子焊道使用与根焊道不同的焊接位置仅变位机场景能够生效。

同时可以设置各个焊道的偏移量与焊接起点。Y、Z 轴的焊道偏移距离参考系与示意图上标注的一样。



图 5-2 焊缝参数

5.1.2 常规工艺参数

设置焊机参数，以电流、电压、摆动参数等为主。各参数具体含义详见《[焊接工艺调试手册](#)》。

焊缝参数	常规工艺参数	弧坑回填参数	再起弧参数	拐角工艺参数	坡口自适应工艺参数
焊接参数					
焊机参数类型	一元模式				
焊接模式	脉冲模式				
焊接电流	280A				
焊接电压	19V				
电压一元修正值	0%				
起弧超阻时间	2000ms				
断弧重连时间	500ms				
焊接JOB号	0				
恒熔深模式	☐				
运动参数					
焊接速度	5.5mm/s				
寻位限速	50mm/s				
最大转速	10RPM				
低通滤波	15Hz				
启用触碰寻位	☐				
引弧参数					
引弧时间	1000ms				
引弧电流	250A				
引弧电压	28V				
引弧电压修正值	0%				
引气时间	1000ms				
缓升时间	500ms				
起弧JOB号	0				
收弧参数					
收弧时间	500ms				
收弧电流	180A				
收弧电压	22V				
收弧电压修正值	0%				
收气时间	1000ms				
缓降时间	500ms				
收弧JOB号	0				
摆焊参数					
启用摆焊	☒				
摆动方式	正弦摆动				
左摆幅度	2.5mm				
右摆幅度	2.5mm				
摆动频率	1.4Hz				
左停留时间	150ms				
右停留时间	150ms				
中间停留时间	0ms				
左摆角度	0°				
右摆角度	0°				
仰角	0°				
方位角	0°				
中心前进距离	0mm				
停留方式	☐ 停止摆动继续向前 ☒ 完全静止				
电弧跟踪参数					
启用电弧跟踪	☐				
左右方向不修正	☐				
上下方向不修正	☐				
上下最大纠偏角度	5°				
左右最大纠偏角度	8°				
上下转换比	0.03				
左右转换比	0.05				
左右电流补偿	0%				
☒ 拓展参数展开					
上下纠偏阈值	3				
左右纠偏阈值	2				
启用基准电流	☐				
基准电流	60A				
停留时间计算	☒				

图 5-3 常规工艺参数

5.1.3 弧坑回填参数

焊接过程中，若焊接速度过快易导致焊缝起终点形成低于焊缝强度的弧坑。针对此现象，软件配置的弧坑回填工艺参数可通过向主焊缝方向回焊特定距离，实现收弧处熔池的充分填充，运动过程如图 5-5 所示。完成回填操作后，系统将自动切换至常规工艺的收弧参数继续执行。

该功能仅支持走图纸模式应用，不适用于示教焊接功能。



图 5-4 弧坑回填参数界面

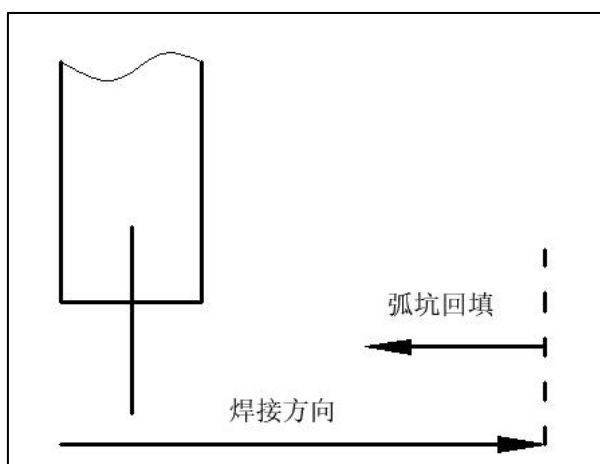


图 5-5 弧坑回填运动过程

5.1.4 再起弧参数

由于焊缝起点处可能存在锈迹、间隙、焊点起点识别不准的问题导致起弧失败，针对此现象，提供两种解决方法：

- 刮擦起弧：在刮擦距离内无药皮位置起弧。沿焊缝方向空移一段刮擦距离后起弧，并以刮擦速度反向运动至起弧点。刮擦起弧时可以启用摆动。

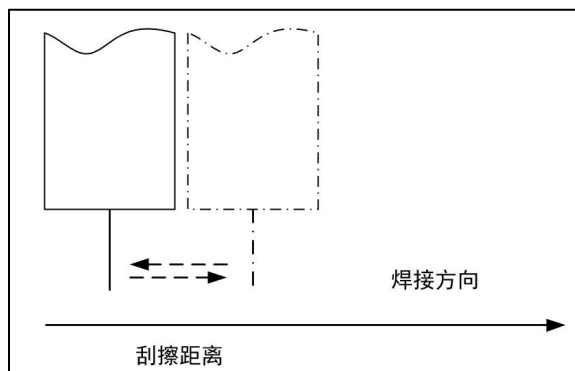


图 5-6 刮擦起弧运动过程示意

- 再起弧：原地伸缩焊丝，将氧化皮敲掉后起弧。
 - 抽丝时间：当起弧失败后，会回抽焊丝一段时间，为下一次起弧做准备，回抽时间过长会导致焊丝熔球堵住导电嘴。
 - 再起弧时间：抽丝后，再次送丝的时间，一般保持与常规工艺参数的起弧超时时间一致。

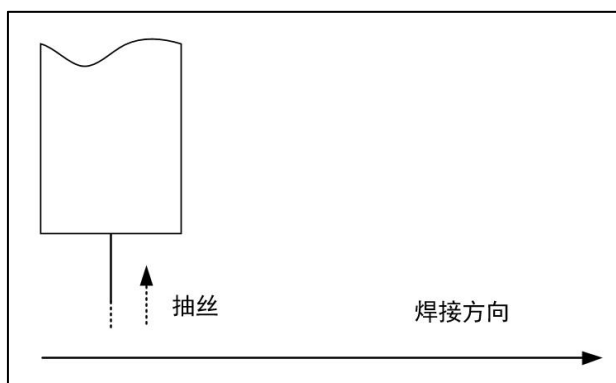


图 5-7 再起弧运动过程示意

! 说明：

1. 当再起弧和刮擦起弧均开启时，先执行再起弧，起弧失败后会调用刮擦起弧功能。
2. 该功能仅支持走图纸模式应用，不适用于示教焊接功能。



图 5-8 再起弧参数

5.1.5 拐角工艺参数

用于设置连续焊拐角工艺参数。

当焊缝 1 拐到焊缝 2 时，拐角位置会调用焊缝 1 的拐角工艺，通过拐角前距离和拐角后距离参数来设置拐角工艺的生效距离。

由于拐角位置往往焊枪姿态变化剧烈，可以通过设置最大转速来抑制姿态变化，但同时也会使焊接速度降低，一般设置 5 RPM – 20 RPM。

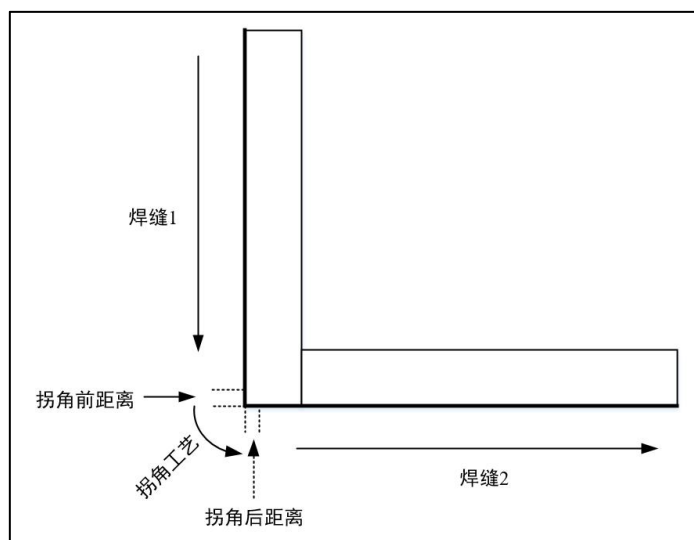


图 5-9 拐角工艺示意图



图 5-10 拐角工艺参数界面

5.1.6 坡口自适应工艺参数

对于箱型柱主焊缝类型的朝上的坡口对接焊缝，如果坡口形状是变坡口类型，可以通过视觉扫描对变坡口焊缝进行精确测量实现自适应焊接。



图 5-11 坡口自适应工艺参数

5.1.7 自动清枪剪丝参数

在【工具】→【清枪剪丝设置】中，开启【定长清枪剪丝（打断焊缝）】后，需要在【其它参数】中设置自动清枪剪丝的长度。



图 5-12 定长清枪剪丝

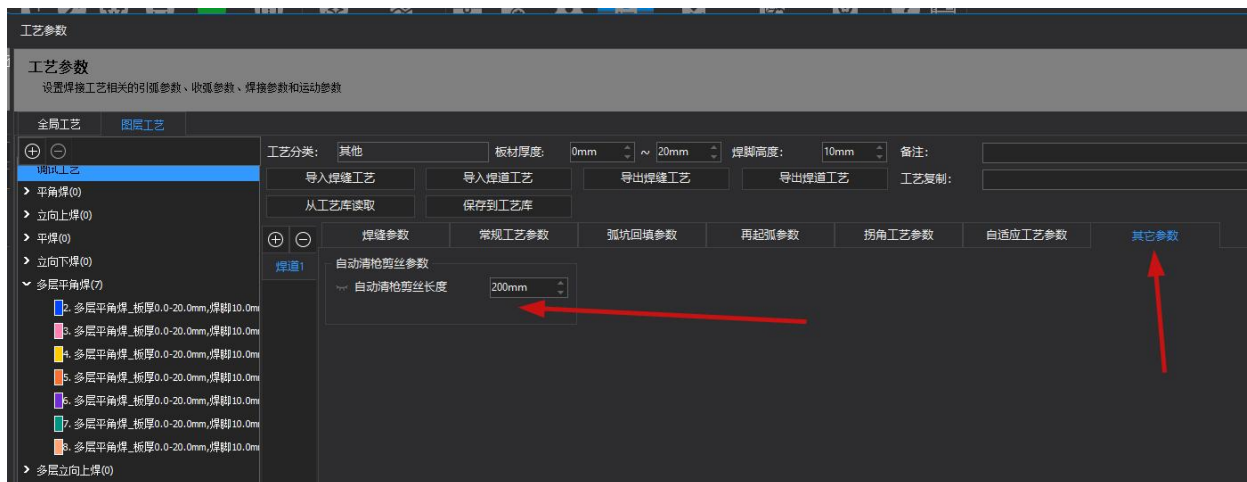


图 5-13 自动清枪剪丝长度

5.2 工艺匹配表设置

在【工艺参数】下拉选项点击【工艺匹配表】，在使用自动生成焊缝功能以及手动生成焊缝时，软件能够根据当前工件的焊接位置和板厚自动匹配对应的工艺图层。



图 5-14 工艺匹配表实例

主要筛选匹配规则是焊接位置（平焊、平角焊、立向上焊、立向下焊）、板材厚度范围、倾斜角度范围。设置某一匹配规则下对应的工艺图层，可以同时设置此图层下的焊缝起终点距离。

启用连续焊可以打开二级界面，设置立向上包角焊和包角立向下焊。包角焊的前后两端焊缝可以分别设置工艺参数以及最佳推拉角。

说明：由于焊缝的起终点位置往往有其他板材遮挡会对机械臂运动产生干涉，焊枪此时的姿态比较极限，通过设置最佳推拉角参数，软件会自动将焊接时的推拉角由起终点时的极限姿态逐渐转变为最佳角度。

5.3 全局参数设置

5.3.1 轴运动速度与刚性设置

注意：请务必按照机器人出厂推荐参数，在平台配置工具中设置最大速度和最大加速度。OEM 客户请向机器人制造商获取相关参数，也可从机器人制造商官网下载参数配置文件。

打开【全局参数】界面，进入专家模式，在【机械臂】中，通过选择预设的刚性等级模板，可以自动填入机械臂各轴的轨迹运动速度与加速度，建议默认使用【刚性等级 2】。外部轴的运动速

度/加速度暂无模板，需要根据厂家的出厂参数进行设置。

空移速度提供安全模式和快速模式两种：

➤ 安全模式：

- 系统在空移时会自动在高速空移速度和低速空移速度切换。
- 当机械臂与工件、工作台等实体较为接近时，会切换为低速空移，在进行长距离空移时使用高速空移。

➤ 高速模式：采用该模式，仅高速空移。

下方的输入框和拖动进度条可以分别设置低速空移速度和高速空移速度。

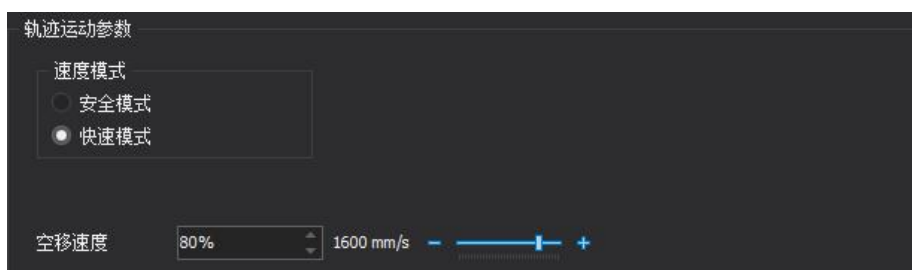


图 5-15 速度模式选择

5.3.2 系统参数设置

部分参数需打开专家模式才能进行设置。



图 5-16 系统参数设置

系统参数设置的说明如下表所示：

表 5-1 系统参数设置参数说明

参数类型	说明
打开文件时，提示清空当前工位	默认使用打开来进行图纸导入时，会自动清空当前工位上的其他已导入的图纸，勾选此选项后，清空前会弹窗提示，不勾选默认自动清空。可参考图 5-15。
加工开始前执行时间预估	点击开始加工后会在日志中显示本次加工时间的预估，可能存在 20% 的误差。可参考图 5-16。
加工过程中数字孪生做新图纸（重启生效）	在加工过程时支持新开一个数字孪生预制焊缝。
机器人安全监控/J5 力矩误差阈值/J6 力矩误差阈值	勾选后开启力矩碰撞检测，监控 J5、J6 力矩做线缆保护；力矩误差阈值对应监控力矩的阈值，单位牛·米，推荐值 1000。
精确时间预估	更准确的时间预估算法，计算时间较长且会占用较多工控机运算资源。
机器人反馈检测（重启生效）/碰撞检测灵敏度	<ul style="list-style-type: none">勾选后通过比较计算力矩与反馈力矩是否在碰撞检测的阈值内来判断此时机器人是否发生碰撞。灵敏度阈值范围 0.1 – 1。<ul style="list-style-type: none">0.1 表示灵敏（推荐默认值）。1 表示不灵敏。

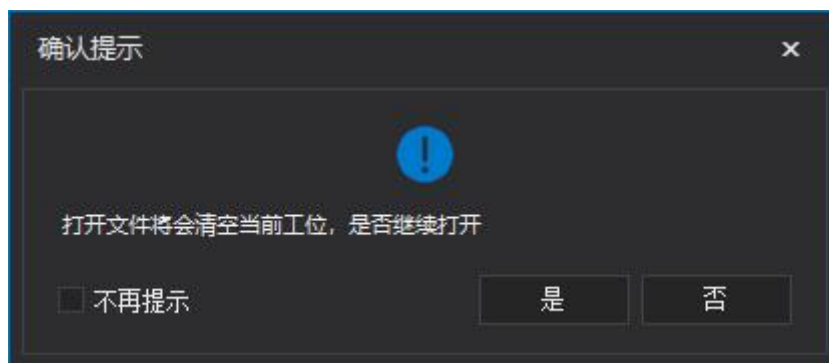


图 5-17 打开文件弹窗提示

(04/23 13:11:47)加工预估（仅供参考）[加工的总时间: 4分5.754秒][起弧时间: 2分16.622秒][寻位时间: 3.045秒]

图 5-18 加工时间预估示意

第 6 章 焊缝编辑

本章介绍单焊、连续焊、连续曲线、多层多道焊等多种焊缝编辑方式，以及自动生成刀路和选择筋板生成刀路等焊缝生成方法。

6.1 手动编辑单焊/连续焊/连续曲线

6.1.1 单焊

鼠标右击工件模型→点击【选取焊接边】，手动选择工件模型上的一条焊接边作为编辑的焊缝。鼠标在靠近焊缝时会自动吸附，若检测到附近存在两条间距较小的焊缝，界面将弹出提示框，要求用户选择目标焊缝。

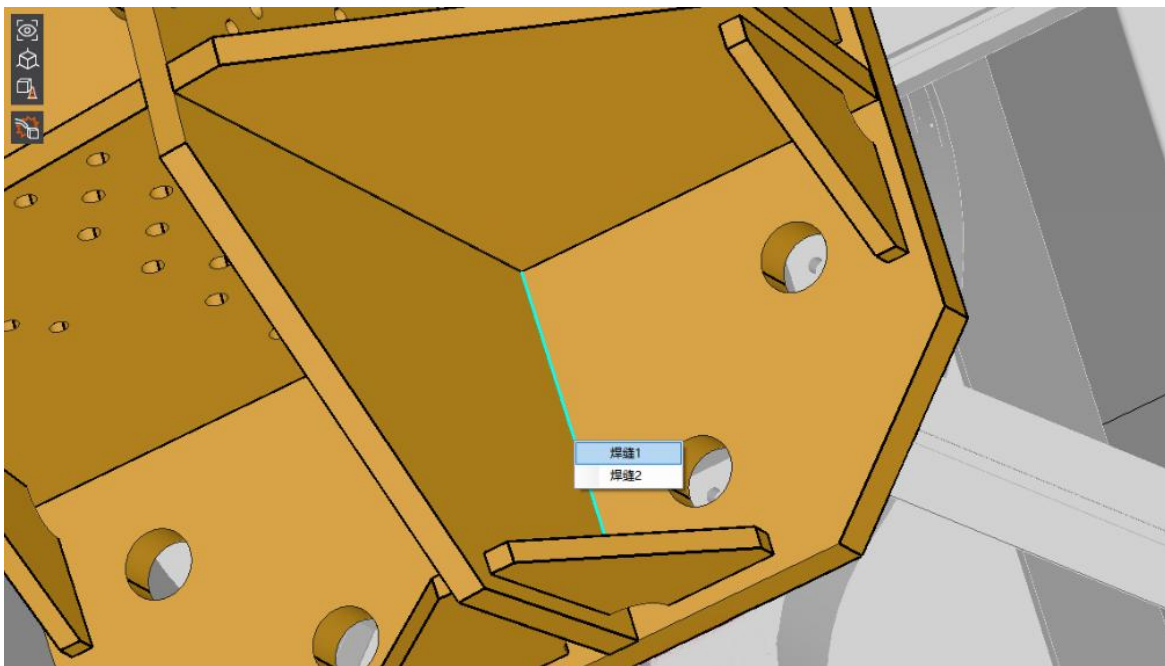


图 6-1 临近焊缝选择

选择焊缝后会进入焊缝编辑界面，此时模型上会显示焊缝，其中红色端点是焊缝起点。点击【轨迹反向】可以重新调换起点位置。

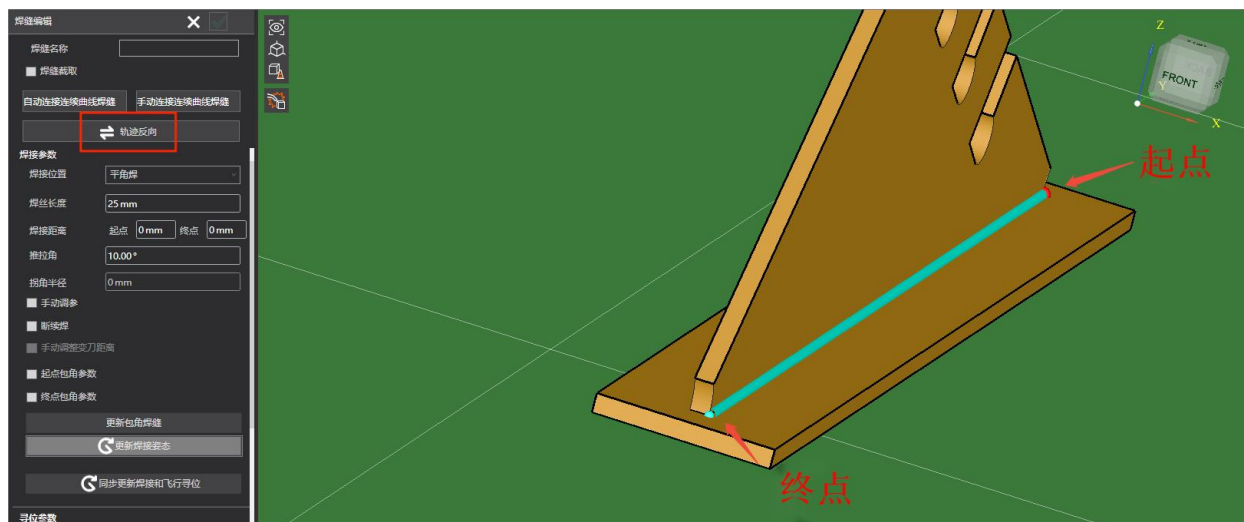


图 6-2 焊缝编辑界面

目前焊接系统支持范围如下：

- 焊接位置：平角焊、平焊、立向上焊、立向下焊。
- 焊缝类型：角接、搭接、对接。
- 特殊工艺：支持曲线焊缝、连续焊、断续焊等工艺形式。

系统会根据模型及焊缝位置自动判断适用的焊接位置和焊缝类型，具体边界详见最新版《[基于模型技术边界说明](#)》。

! 注意:

1. 若连续曲线是闭合曲线，焊缝的起点位置会根据机械臂行程范围自动调整。
2. 连续曲线与连续焊不可同时使用。
3. 连续曲线焊缝默认寻位方式为扫描寻位。

6.1.4 手动连接连续曲线

若模型因外部原因产生制图错误，导致连续曲线断开，可使用【手动连接连续曲线】进行修补。断开间距需小于 50 mm，断开段焊缝将不依赖模型数据，经扫描寻位后自动生成焊接路径。默认多段焊缝使用同一个工艺图层。

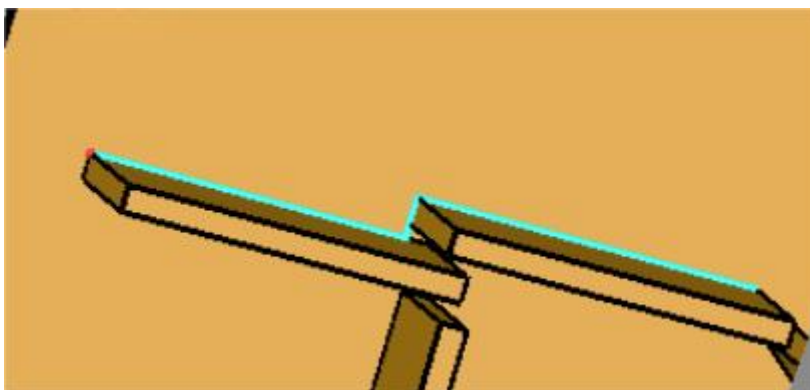


图 6-5 手动连接连续曲线示意图

6.1.5 设置焊接参数

焊接参数	寻位参数
焊接位置 立向上焊	☐ 仅寻起点
焊丝长度 22 mm	☐ 首尾寻位
焊接距离 起点 0 mm 终点 0 mm	寻位模式 扫描寻位
推拉角 0.00°	☐ 手动调整寻位
拐角半径 0 mm	寻位姿态 更新寻位姿态
☐ 手动调参	☒ 高级参数
☐ 断续焊	焊缝长度 2,132.04 mm
☐ 手动调整变刀距离	☒ 变位机参数
更新焊接姿态	RY 0.00°
同步更新焊接和飞行寻位	RZ 0.00°

图 6-6 参数设置

具体的参数说明如下表所示：

表 6-1 焊接参数、寻位参数和变位机参数说明表

参数类型	说明
焊接位置	分为平角焊、平焊、立向上焊、立向下焊，系统自动判断。若是变位机场景，需要手动调整。
焊丝长度	干伸长，指在焊接过程中，从焊枪出丝导电嘴末端处到熔池的距离。此处干伸长的精度取决于 TCP 标定精度和输入的标准干伸长计算数据。
焊接距离	焊接距离即为焊缝长度，默认是模型上的焊接边长度。可通过设置起、终点距离进行手动调整。
推拉角	焊丝与焊缝法向量的夹角，推拉角 0°指焊丝与焊缝垂直。
出/入刀角度	在焊缝起/终点处的推拉角，焊缝中间部分的推拉角会自动变化到设置的最佳值。
断续焊	支持自定义满焊段与间隔段长度，可依据焊缝总长度自适应设置断续焊焊缝。对于曲线焊缝或连续焊焊缝设置断续焊时，软件会自动完成焊缝计算，在拐角处自动连接满焊。
包角参数	支持设置包角参数，即使模型无包角边，仍可执行控制机械臂包角焊接。包角段工艺与直线段一致，不启用电弧跟踪。
寻位参数	默认普通角焊缝为飞行寻位，部分焊缝允许手动修改寻位方式，具体焊缝类型对应的寻位方式及边界详见最新版《 基于模型技术边界说明 》。
变位机参数	在变位机场景下，支持手动设置变位机各轴转动角度，以限制焊缝位置。未勾选此参数栏时，默认由软件自动计算。

6.1.6 更新焊缝参数

支持单独或同步更新焊接及寻位姿态。当焊缝位置或机器人行程受限时,同步更新会耗时较长。

更新焊缝参数后,软件数字孪生界面将自动刷新焊接时的焊枪姿态以及寻位激光扫描范围(绿线)。当焊缝编辑界面中两个更新按钮均呈现绿色时,方可点击右上角确认按钮完成保存操作。

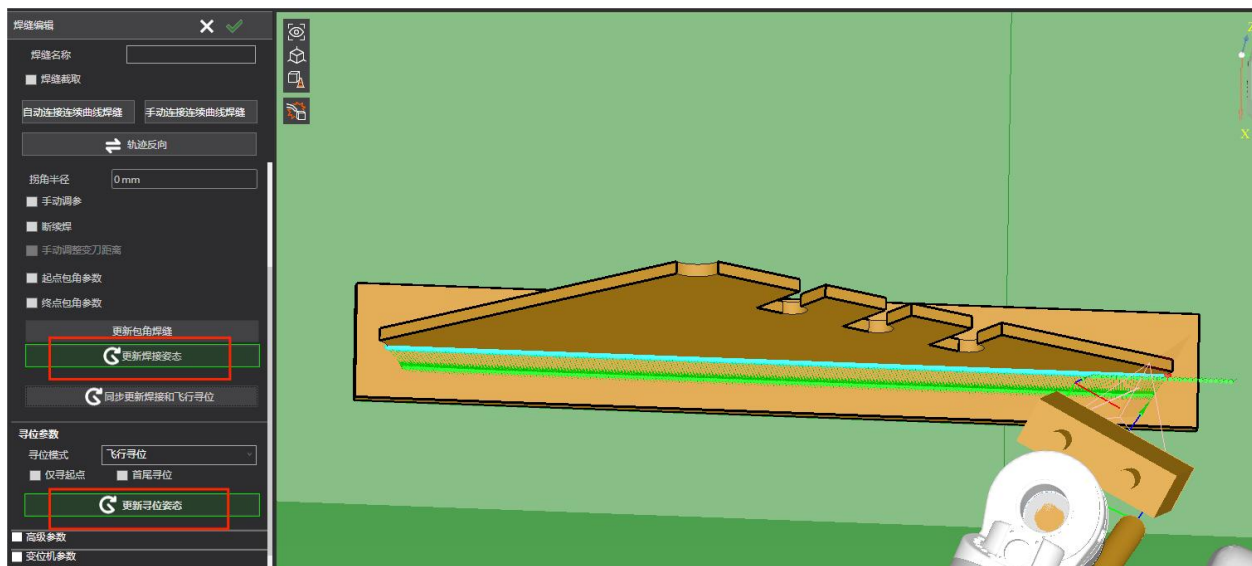


图 6-7 更新焊缝参数后示意图

6.2 手动编辑多层多道焊缝

鼠标右击工件，点击【添加多层多道焊缝】，进入多层多道焊缝编辑界面。

6.2.1 通过工艺库导入

支持多层多道焊工艺的自动参数配置。用户只需在工艺参数中预设多层多道工艺，选择对应工艺图层后，在更新参数匹配后自动写入多层多道坡口形状信息、焊道数量、子焊道偏移量、各焊道工艺参数。

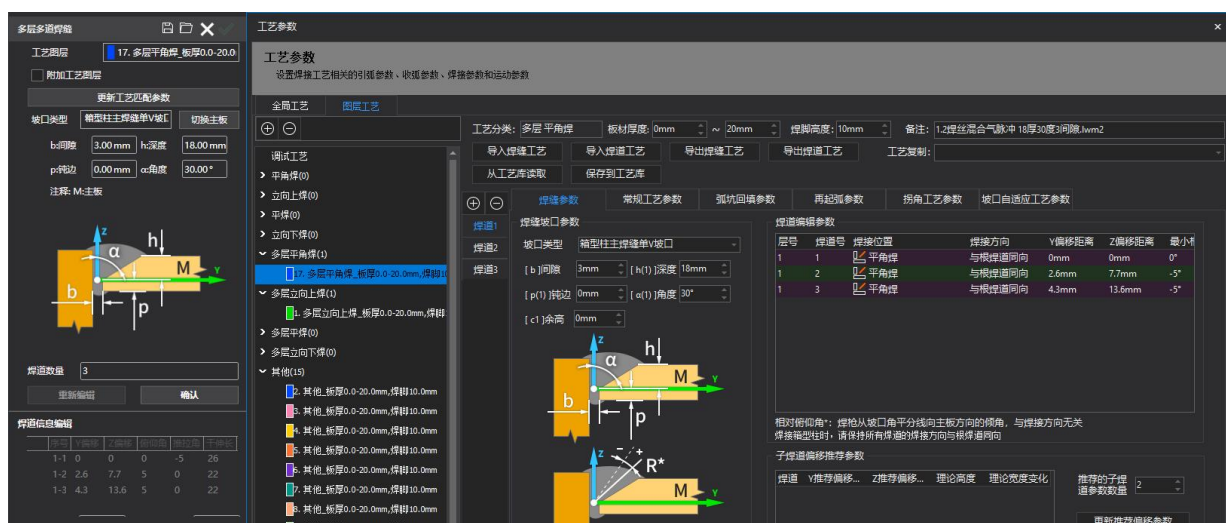


图 6-8 工艺库导入多层多道参数示例

6.2.2 手动设置多层多道参数

手动设置多层多道参数操作步骤如下所示：

第 1 步 设置坡口类型。根据实物坡口的形状选择坡口类型，目前支持自然坡口、箱型柱主焊缝单 V 坡口、I 型坡口、非对称双边 V 型坡口、单 V 坡口。

第 2 步 选择主板面。主板面用于在设置子焊道偏移量时确定偏移量方向，软件会根据当前焊缝的焊接位置自动选择邻近两边为主板面。

第 3 步 设置坡口形状参数。提供图注表示各参数含义。

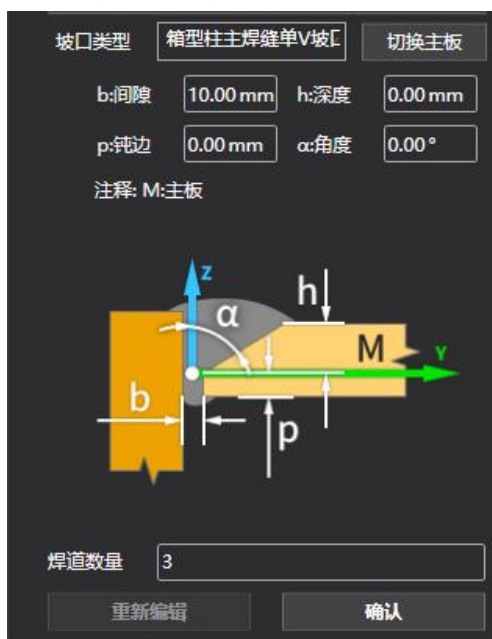


图 6-9 设置坡口形状参数

第 4 步 设置焊道数量。

第 5 步 编辑根焊道。进入根焊道编辑界面，设置焊接位置、推拉角等焊缝参数和寻位参数，参数设置同单焊编辑界面。在多层多道设置的主界面还可以设置根焊道的偏移量等参数。

第 6 步 编辑子焊道。选择焊道列表中的对应子焊道，设置焊道偏移量参数后，自动进行偏移计算。

说明：在进行焊缝工艺调试的时候，可以将设置完成的多层多道焊缝工艺导入工艺库中。

6.3 选择面添加焊缝

当相邻焊缝难以区分或模型误差导致定位困难时,可直接选取两相邻面的交线来确定焊缝位置。

鼠标右击工件, 点击【选择面添加焊缝】, 分别点选两个相邻成角度的面, 软件自动计算两面的交线作为焊缝。两个实体面无需相连, 软件将自动进行投影。

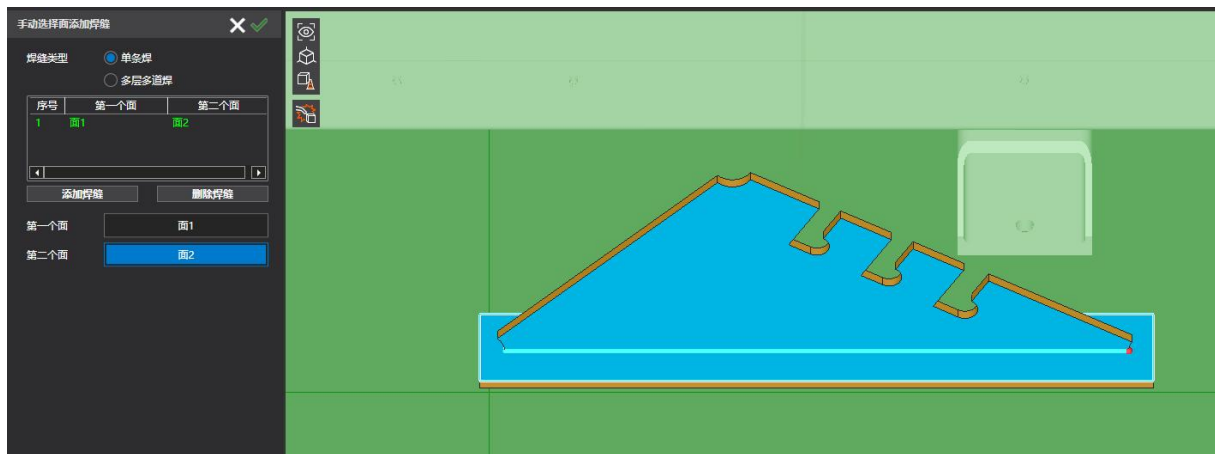


图 6-10 选择面添加焊缝示意图

6.4 自动生成刀路

自动生成刀路是指在机器人运动范围内, 智能规划所有可焊接的焊缝。

鼠标右击工件, 点击【自动生成刀路】, 进入【自动出图】界面。根据焊接类型选择【H 钢】、【油箱】、【桥梁】、【船舶】或【角焊缝】模板。

6.4.1 H 钢

- 自动生成立焊缝：若工件为正放 H 型钢时，可同时勾选【自动生成立焊缝】和【高效寻位】，节省寻位动作，提高寻位效率。
- 仅支持正放 H 型钢，且筋板平角焊缝为直线焊缝；不支持檩托板、侧放 H 钢类型工件和变位机场景。
- 可同时勾选【开启平角焊包角】，但平角连续焊不支持高效寻位。



图 6-11 高效寻位

- 生成檩托板焊缝：支持侧放和正放两种摆放方式。
- 侧放：寻位策略分为【效率优先】和【精度优先】。
 - 效率优先：适用于装配误差较小的檩托板寻位。
 - 精度优先：适用于装配误差较大的情况。

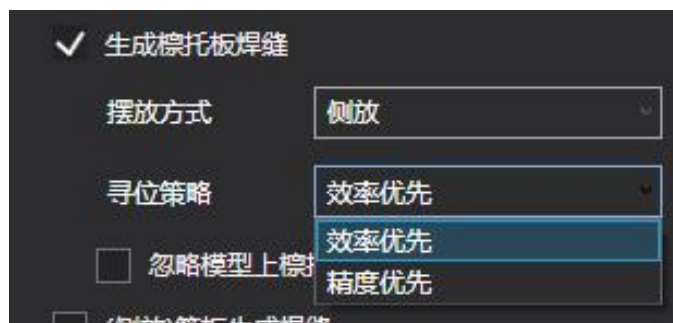


图 6-12 侧放檩托板出图

- 正放：有多种生成范围选择。
 - 默认生成方向为焊缝 1、4 为立焊，从下往上；焊缝 2 从外往里焊接；焊缝 3 从里往外焊接。
 - 正放檩托板焊缝支持仅生成单焊。

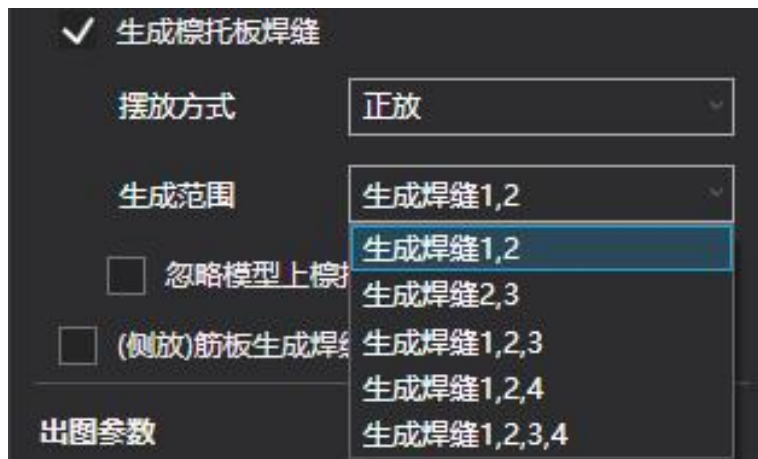


图 6-13 正放檩托板出图

- 忽略模型上檩托板上的过焊孔：默认不勾选。
 - 勾选：可生成连续焊缝。
 - 不勾选：当模型中存在过焊孔时，系统将依据过焊孔位置自动打断焊接；该操作不影响寻位。

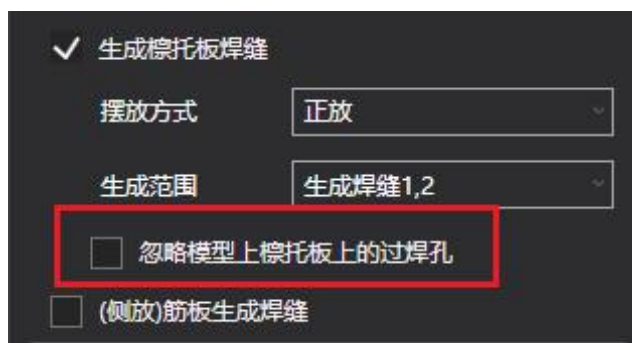


图 6-14 忽略模型上檩托板上的过焊孔

! 说明:

1. 模型中若左右任意一边有横焊分段，均按照有横焊分段进行出图规划。
2. 檩托板识别有尺寸、安装位置限制，特征定义如下：
 - a. 位于翼板外侧的 T 型板，且仅为 2 块。

- b. 夹角：如图 6-17 所示，红色位置 $60^{\circ} - 120^{\circ}$ ，绿色位置 $75^{\circ} - 105^{\circ}$ 。
- c. 尺寸：如图 6-18 所示，长为 80 mm – 400 mm，板厚为 3 mm – 30 mm，高度（位于翼板上的高度） > 80 mm。

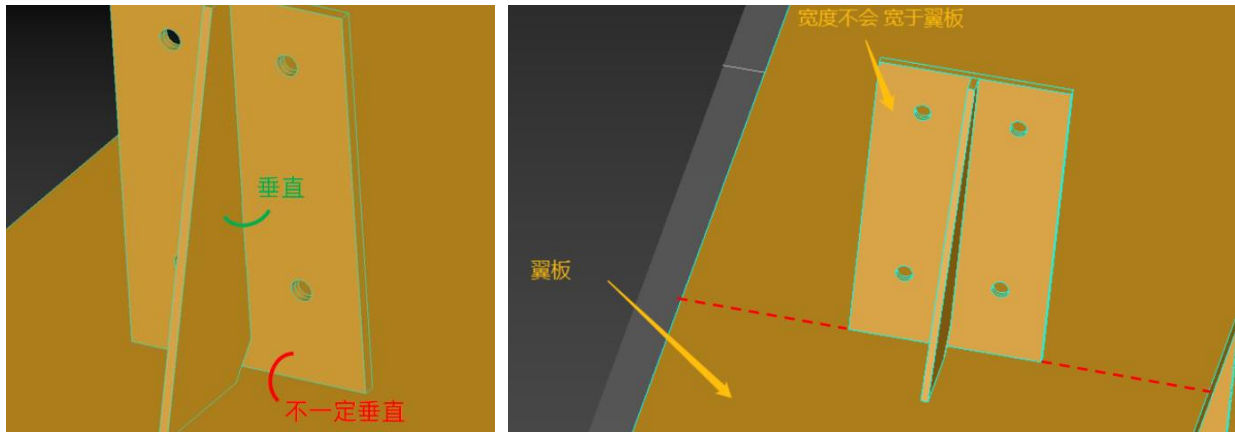


图 6-15 檩托板尺寸示意

- （侧放）筋板生成焊缝：导入 H 钢后，系统自动识别为 H 钢摆放方式，可选择是否生成侧放焊缝以及生成范围。暂不支持腹板为曲面或不规则 H 钢侧放出图。

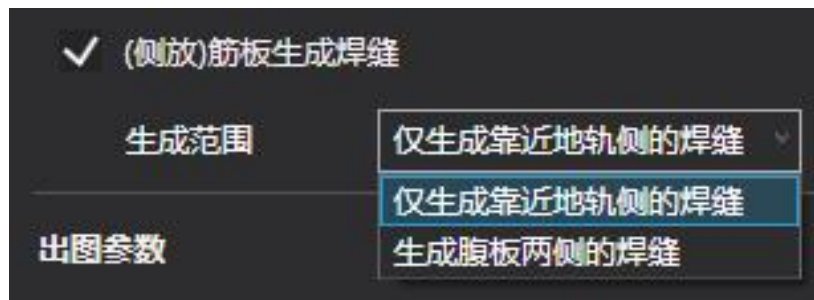


图 6-16 （侧放）筋板生成焊缝

6.4.2 油箱

油箱模板出图范围为油箱工件的最上方表面。支持法兰、加强筋、筋板、粗搭接特征。



图 6-17 油箱

油箱模板参数释义如下。

表 6-2 油箱参数

参数类型	说明
立焊缝焊接方式	用于设定自动出图时立焊缝的焊接方向，也可选择不生成立焊。
包角方向	用于设定立焊缝生成包角时，包角边在坐标系中的方向。该设置仅在筋板厚度相近、高度相近且十字交叉时生效，且筋板厚度须小于 100 mm。
默认板厚	设定默认板厚后，工艺匹配时按实体板厚与默认板厚中的较小值进行板厚匹配。
优先井字格连续焊	勾选后，对井字格中心方格状焊缝优先按连续曲线生成。
加强筋立焊是否使用全局扫描	勾选后，较粗的扣槽加强筋上的立焊缝采用全局扫描方式生成。
立焊缝包角	勾选后，自动出图时生成立焊缝包角。
平角焊包角	勾选后，自动出图时生成平角焊包角。
法兰自动更换起点	勾选后，法兰盘生成闭合焊缝失败时，将自动更换起点所在边，以提高出图成功率。勾选后可能增加出图的计算时间。

6.4.3 桥梁

自动出图

模板

桥梁

应用范围：工位上所有工件。

出图参数

包角留焊距离

100.00 mm

拐角半径

0.00 mm

单焊缝最短长度

50.00 mm

包角设置

优先U包角

U包角策略

长U包角

两平面倒角外扩距离

5.00 mm

强制L包的最小过焊孔尺寸

15.00 mm

方向设置

方向默认

☐ 优先全局扫描

☐ 仅挡板处包角

☐ 子焊道起点错开

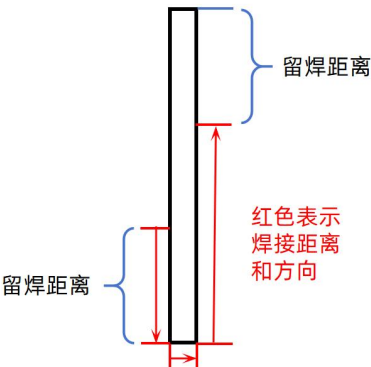
☐ 过焊孔自动留焊

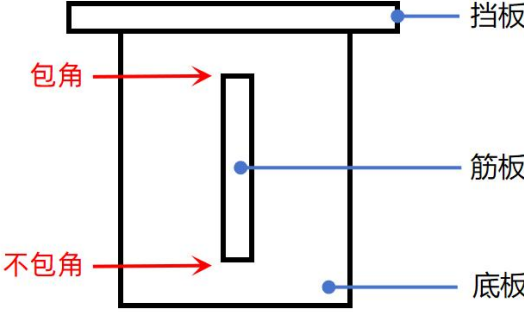
☐ 强制U包焊缝寻尾点

图 6-18 桥梁

桥梁模板参数释义如下。

表 6-3 桥梁参数

参数类型	说明
包角留焊距离	<p>控制生成包角时，在拐角附近为包角段预留的焊接距离，影响直线焊缝与包角焊缝的分段位置。</p> 

参数类型	说明
拐角半径	设定包角轨迹经拐角处的圆弧半径，控制转角过渡的平滑程度。
单焊缝最短长度	设定焊缝可单独生成的最小长度，用于剔除不具备加工意义的短线段。
包角设置	设定自动出图时的总体包角策略。可选择【优先 U 包角】、【优先 L 包角】、【优先不包角】和【优先全包】。其中【优先全包】表示满足出图条件时，优先生成完整包角路径。
U 包角策略	决定 U 形包角的路径组成或覆盖范围。 <ul style="list-style-type: none"> ● 长 U 包角：长边焊缝 + 短边焊缝 + 长边焊缝。 ● 短 U 包角：长边焊缝 + 短边焊缝 + 短边焊缝。
两平面倒角外扩距离	设定两平面倒角识别及出图所用的几何外扩量。 
强制 L 包角最小过焊孔尺寸	过焊孔尺寸达到设定阈值时，自动出图强制采用 L 形包角。
方向设置	指定焊缝的生成方向，通常保持默认。以正对焊缝的视角判定，焊缝自左向右或自右向左。
优先全局扫描	自动出图时，优先为适用焊缝生成全局扫描寻位，而非单条焊缝的局部寻位
仅挡板包角	勾选后，筋板对侧有封板、且封板位于底板边缘时，自动出图仅在靠近封板处生成包角；封板完全位于底板上时不受影响。 
子焊道起点错开	多层多道焊接时，各子焊道起弧位置相互错开，避免焊道接头集中在一处。
过焊孔自动留焊	识别到过焊孔后，按船舶规则自动调整孔附近焊缝的起终点或打断位置，形成留焊或断焊区域，使焊缝不跨越孔区。
强制 U 包焊缝寻尾点	强制为 U 形包角焊缝配置尾点寻位。

6.4.4 船舶

自动出图

✕

✓

模板

船舶

应用范围：工位上所有工件。

出图参数

包角留焊距离

100.00 mm

拐角半径

0.00 mm

单焊缝最短长度

50.00 mm

包角设置

优先U包角

U包角策略

长U包角

两平面倒角外扩距离

5.00 mm

强制L包的最小过焊孔尺寸

15.00 mm

☐ 优先全局扫描

☐ 仅挡板处包角

☐ 子焊道起点错开

☐ 过焊孔自动留焊

☐ 强制U包焊缝寻尾点

☒ U包自转角保持鹅颈垂直

☒ 立向上包角保持鹅颈平行

☒ 点云重建工件过焊孔识别

☒ 立向上包角和L包优先保持拐角姿态和短边一致

L包过拐角不变刀距离

0.00 mm

立向上包角

L包

图 6-19 船舶模板

船舶模板的出图参数分为基础参数、包角类参数、寻位及过焊孔参数三类。参数说明如下所示。

表 6-4 基础参数

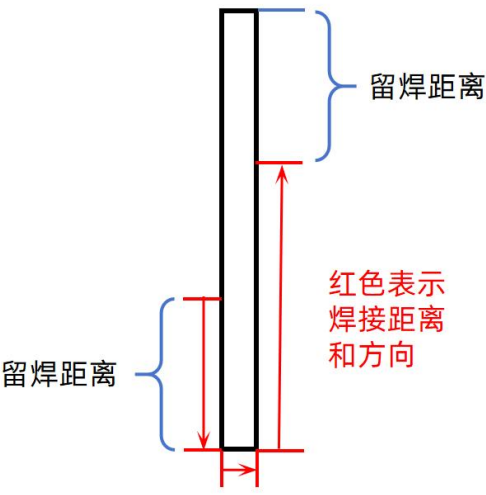
参数类型	说明
包角留焊距离	<p>控制生成包角时，在拐角附近为包角段预留的焊接距离，影响直线焊缝与包角焊缝的分段位置。</p> 
拐角半径	设定包角轨迹经拐角处的圆弧半径，控制转角过渡的平滑程度。
单焊缝最短长度	设定焊缝可单独生成的最小长度，用于剔除不具备加工意义的短线段。
两平面倒角外扩距离	<p>设定两平面倒角识别及出图所用的几何外扩量。</p> 

表 6-5 包角类参数

参数类型	说明
包角设置	<p>设定自动出图时的总体包角策略。可选择【优先 U 包角】、【优先 L 包角】、【优先不包角】和【优先全包】。其中【优先全包】表示满足出图条件时，优先生成完整包角路径。</p>
U 包角策略	<p>决定 U 形包角的路径组成或覆盖范围。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 长 U 包角：长边焊缝 + 短边焊缝 + 长边焊缝。 ● 短 U 包角：长边焊缝 + 短边焊缝 + 短边焊缝。
强制 L 包角最小过焊孔尺寸	过焊孔尺寸达到设定阈值时，自动出图强制采用 L 形包角。

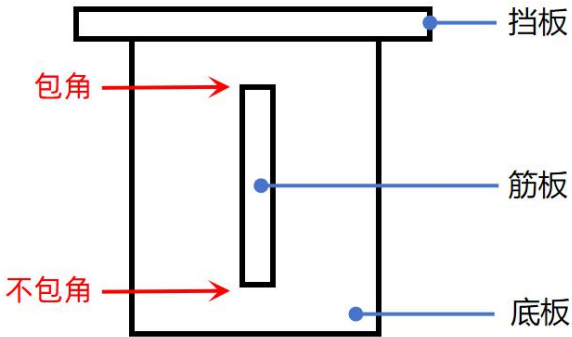
参数类型	说明
仅挡板包角	<p>勾选后，筋板对侧有封板、且封板位于底板边缘时，自动出图仅在靠近封板处生成包角；封板完全位于底板上时不受影响。</p> 
立向上包角	<p>设定立向上焊缝与相邻焊缝连接时的包角路径形式，可选【L 包】或【不包】，【L 包】表示立向上包角按 L 形路径连接。</p>
U 包自转角保持鹅颈垂直	<p>勾选后，焊接 U 包时锁定焊枪自转角，使鹅颈始终保持竖直，避免枪体随路径转向而扭转。</p>
立向上包角保持鹅颈平行	<p>焊接立向上包角的主焊缝时锁定焊枪自转角，使鹅颈保持平行于立板面，焊枪以固定姿态沿竖直焊缝上行。</p>
立向上包角和 L 包优先保持拐角姿态和短边一致	<p>拐点姿态优先与短边姿态保持一致。L 包过拐角后，可设定开始切换姿态的距离；受喷嘴尺寸与板厚限制，该距离最大约 10 mm。</p>
L 包过拐角不变刀距离	

表 6-6 寻位及过焊孔参数

参数类型	说明
优先全局扫描	自动出图时，优先为适用焊缝生成全局扫描寻位，而非单条焊缝的局部寻位
过焊孔自动留焊	识别到过焊孔后，按船舶规则自动调整孔附近焊缝的起终点或打断位置，形成留焊或断焊区域，使焊缝不跨越孔区。
强制 U 包焊缝寻尾点	强制为 U 形包角焊缝配置尾点寻位。
子焊道起点错开	多层多道焊接时，各子焊道起弧位置相互错开，避免焊道接头集中在一处。
点云重建工件过焊孔识别	<p>勾选【点云重建工件过焊孔识别】后，扫描结果随包角策略不同：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 优先不包角：船舶自动出图生成单焊、全扫焊缝。 ● 优先 L 包：离线编程参数中，若已启用【连续焊全扫包角自动引用】时，船舶自动出图生成全局扫描，未启用时生成局部扫描。 ● 优先 U 包：船舶自动出图不生成全局扫描。

6.4.5 角焊缝

若选择【角焊接】模板，需要设置焊缝最小长度，并按需勾选【自动连接连续焊缝】。



图 6-20 自动出图界面

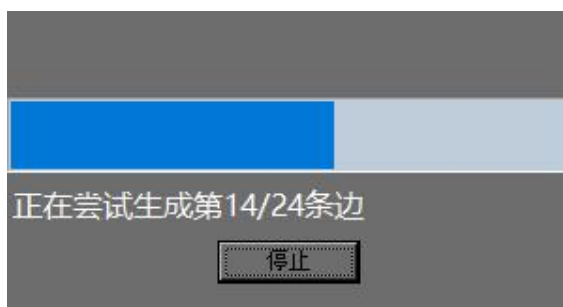


图 6-21 等待软件自动生成焊缝

6.5 选择筋板生成刀路

通过手动选择一块筋板，智能规划可焊接的焊缝。

第 1 步 鼠标右击工件，点击【选择筋板生成焊缝】，进入操作界面。



图 6-22 手动选择筋板添加焊缝界面

第2步 移动鼠标光标至工件模型上，零件的边框会以蓝色高亮显示，点击筋板，界面会记录当前选择的筋板，支持连续单击鼠标选择多个筋板。

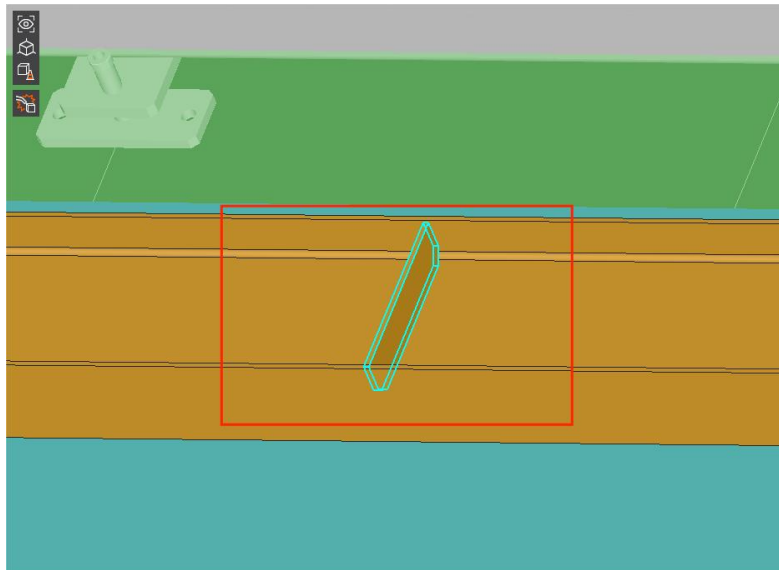


图 6-23 选择筋板

第3步 然后点击右上方确认按钮，系统自动出图生成焊缝。

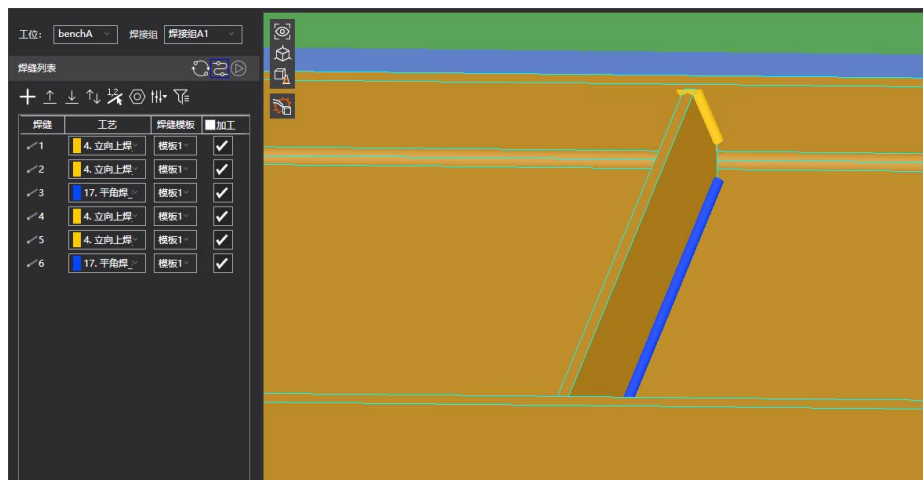


图 6-24 通过选择筋板自动生成刀路

第 7 章 加工规划

本章介绍焊缝排序、编辑、筛选、连续焊缝模板、重映射、路径规划、仿真模拟及工位与焊接组切换等加工规划与验证功能。

7.1 焊缝排序

焊缝生成后需进行焊缝排序，通过合理调整焊接顺序和规划焊枪空移路径，提高焊接效率和质量。以下提供三种排序方式说明。

7.1.1 手动排序

选中需要调整的焊缝，通过手动点击上下移动按钮，控制焊缝进行排序。



图 7-1 手动排序

7.1.2 自动排序

采用自动排序方法，软件根据模型及焊缝，自动计算焊接顺序的最优解。

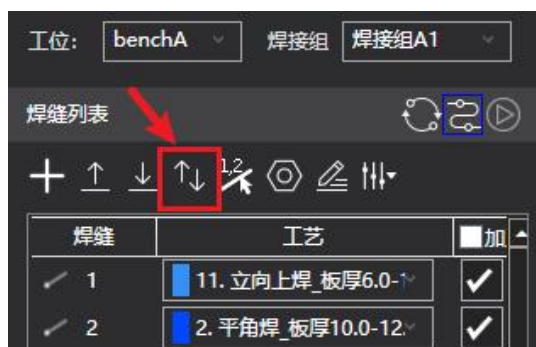


图 7-2 自动排序图标

第1步 点击【自动排序】进入界面，根据实际工作站类型，选择所需排序方法。

- 关节空移路径最短：依据关节转动角度最小排序。
- 变位机空移最短排序：依据变位机空移角度最小排序。
- 沿地轨方向排序：依据地轨的正方向来进行排序，可勾选反方向。

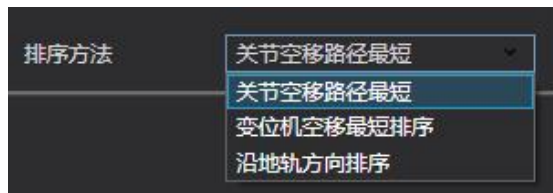


图 7-3 自动排序方法选择

第2步 若选择【沿地轨方向排序】，按需勾选【地轨反向排序】或者【筋板两侧多层多道交错排序】。

- 地轨反向排序：在共轨多机焊接时，为避免多机对向焊接导致末端在中间区域碰撞，通常需调整排序方向，使多机沿同一方向顺序起焊。
- 筋板两侧多层多道交错排序：为防止筋板因单侧多层多道焊接产生热变形，采用交叉焊接排序。先交替完成两侧根焊道焊接，再逐层焊接单侧子焊道。



图 7-4 筋板两侧多层多道交错排序

⚠说明：筋板两侧多层多道交错排序使用条件。

1. 板厚需 < 30 mm。
2. 支持平角焊、对接平焊交错排序，不支持立焊缝交错排序。
3. 圆环、舱门盖等封闭图形的板，内外层均焊接时，会受到交错排序影响。

第3步 排序方式选择完成后，点击右上角确认按钮。

7.1.3 在模型上排序



图 7-5 在模型上排序图标

支持在数字孪生场景中的模型上手动点击焊缝来进行排序。

第 1 步 进入在模型上排序界面后，用户可选择两种排序模式：

- 从头开始：对所有焊缝进行点选排序。
- 从当前焊缝开始：基于已完成的焊缝，仅对剩余部分进行点选排序。

第 2 步 选定排序模式后，模型焊缝将转为灰色显示状态。此时可通过鼠标点选方式依次指定焊接顺序，已完成排序的焊缝会显示图层颜色，并在中央标注数字序号以直观呈现排序结果。

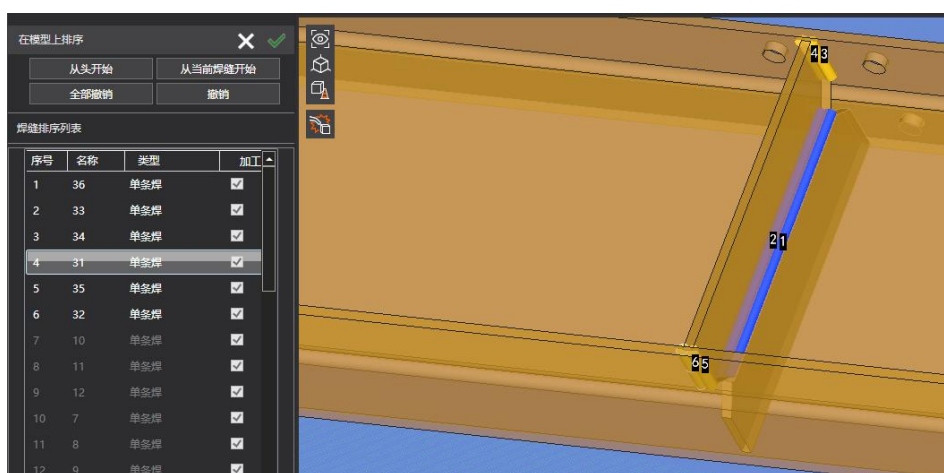


图 7-6 在模型上选择焊缝排序

第 3 步 焊缝点选完成后，点击右上角确认按钮。

7.2 焊缝编辑

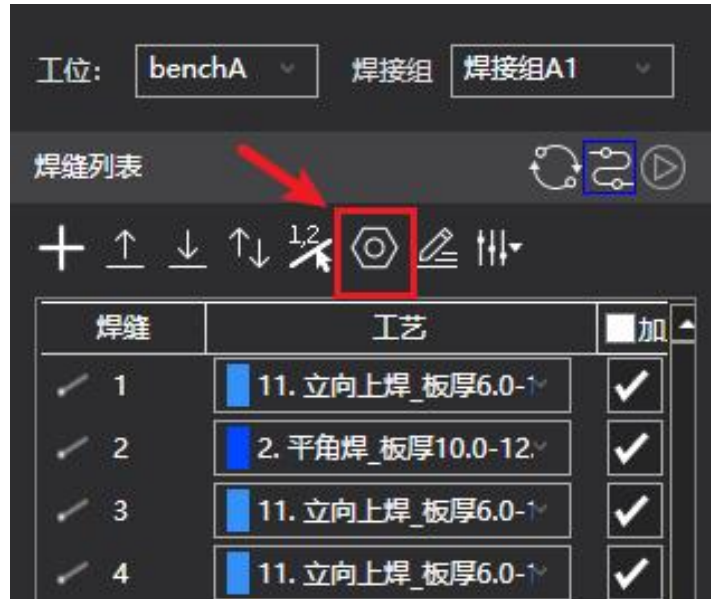


图 7-7 焊缝编辑图标

选中某条焊缝后，点击该图标可进入焊缝编辑状态，具体参数释义可参考 [6.1.5 设置焊接参数](#)。

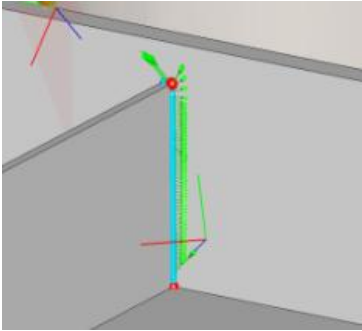
7.3 连续焊缝模板参数

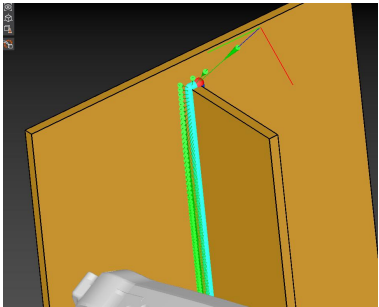
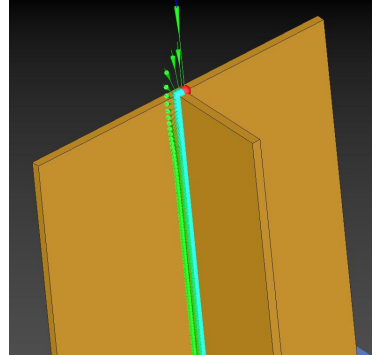
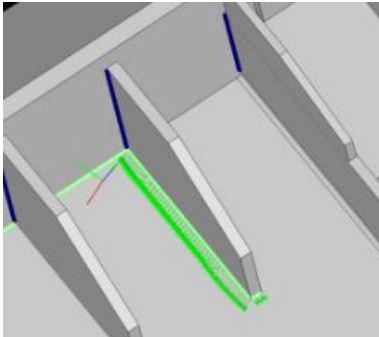
针对具有明显相似特征的连续焊缝，CypWeld 软件支持预设焊缝类型及对应工艺参数，编辑时自动匹配，减少手动设置时间。

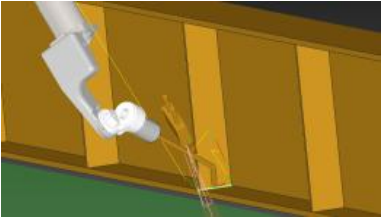
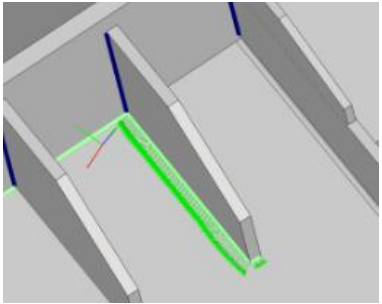
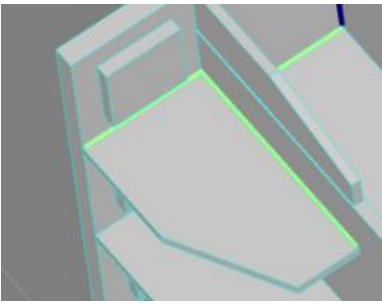
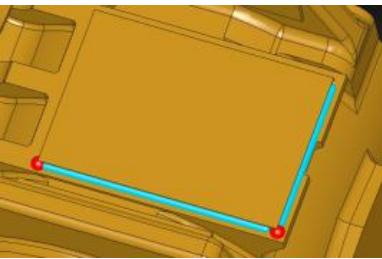
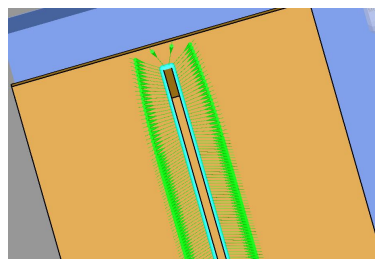
7.3.1 支持焊缝类型

当前支持设置连续焊缝模板的焊缝类型如下所示：

表 7-1 支持焊缝类型

焊接位置	特征
立向上包角 	<ul style="list-style-type: none">● 焊接组合：无限制。● 焊接位置：立向上焊 + 平角焊。● 焊缝连接处：外侧。● 焊接向量特征：第一条焊缝的 Z 和第二条焊缝的 Z 方向夹角 60°。● 包角焊缝特征：形成焊缝的两个相邻面的二面角接近 90°。

焊接位置	特征
<p>立向上平头包角</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ● 焊接组合：无限制。 ● 焊接位置：立向上焊 + 平焊。 ● 焊缝连接处：外侧。 ● 焊接向量的特征：第一条的 Z 方向和第二条的 Z 方向垂直。 ● 包角焊缝特征：形成焊缝的两个相邻面的二面角接近 180°。
<p>包角立向下</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ● 焊接组合：短边焊缝 + 长边焊缝。 ● 焊接位置：平角焊 + 立向下焊。 ● 焊缝连接处：外侧。 ● 焊接向量特征：第一条焊缝的 Z 和第二条焊缝的 Z 方向夹角 60°。 ● 包角焊缝特征：形成的焊缝的两个相邻面的二面角接近 90°。
<p>平头包角立向下</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ● 焊接组合：短边焊缝 + 长边焊缝。 ● 焊接位置：平焊 + 立向下焊。 ● 焊缝连接处：外侧。 ● 焊接向量特征：第一条焊缝的 Z 和第二条焊缝的 Z 方向夹角 60°。 ● 包角焊缝特征：形成的焊缝的两个相邻面的二面角接近 180°。
<p>平角焊终点包角</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ● 焊接组合：长边焊缝 + 包角。 ● 焊接位置：平角焊 + 平角焊。 ● 焊缝连接处：外侧。 ● 焊接向量特征：第一条的 Z 和第二条的 Z 方向夹角 60°。 ● 包角焊缝特征：形成焊缝的两个相邻面的二面角接近 90°。

焊接位置	特征
平角焊平头终点包角 	<ul style="list-style-type: none"> ● 焊接组合：长边焊缝 + 包角。 ● 焊接位置：平角焊 + 横焊。 ● 焊缝连接处：外侧。 ● 焊接向量特征：第一条的 Z 和第二条的 Z 方向夹 90°。 ● 包角焊缝特征：形成焊缝的两个相邻面的二面角接近 180°。
平角焊起点包角 	<ul style="list-style-type: none"> ● 焊接组合：包角 + 长边焊缝。 ● 焊接位置：平角焊 + 平角焊。 ● 焊缝连接处：外侧。 ● 焊接向量特征：第一条的 Z 和第二条的 Z 夹角 60°。 ● 包角焊缝特征：形成焊缝的两个相邻面的二面角接近 90°。
平角焊内角 	<ul style="list-style-type: none"> ● 焊接组合：长边焊缝 + 长边焊缝。 ● 焊接位置：平角焊 + 平角焊。 ● 焊缝连接点位置：内侧。
平角焊普通外角 	<ul style="list-style-type: none"> ● 焊接组合：长边焊缝 + 长边焊缝。 ● 焊接位置：平角焊 + 平角焊。 ● 焊缝连接点位置：外侧。
平角外角 U 型包角 	<ul style="list-style-type: none"> ● 焊接组合：长边焊缝 + 短边焊缝 + 长边焊缝。 ● 焊接位置：平角焊 + 平角焊 + 平角焊。 ● 焊缝连接处：外侧。

7.3.2 设置模板参数

第 1 步 在焊缝信息栏中点击【连续焊缝模板参数】，进入界面。



图 7-8 连续焊缝模板参数路径

第 2 步 在模板选项下拉框中选择所需设置参数的焊缝类型，并设置相应的【拐角半径】、前后焊缝的【最佳推拉角】和【后/前变刀距离】。



图 7-9 设置参数

第 3 步 设置完成后，点击右上角【√】确认。

7.4 焊缝筛选

根据焊缝长度筛选相同的焊缝。

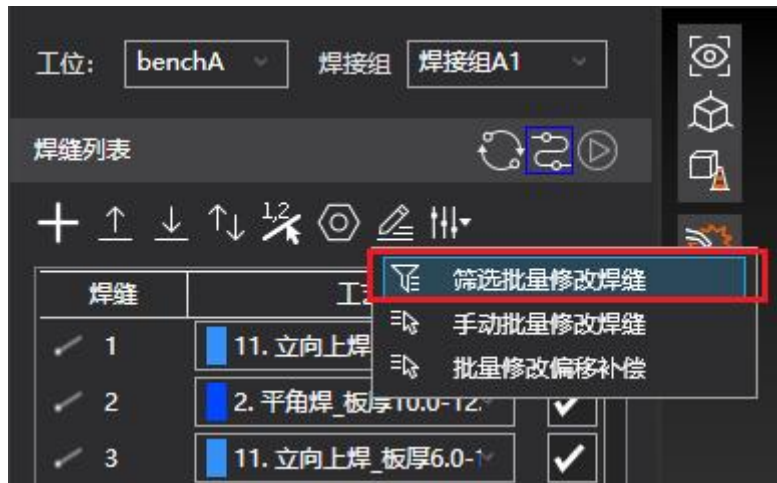


图 7-10 焊缝筛选

第 1 步 设置筛选条件：

1. 手动选择筛选的焊接位置。
2. 通过测量功能，在场景上测出需筛选焊缝的长度，并填写焊接长度范围。



图 7-11 设置筛选条件

第 2 步 点击【筛选】，软件根据筛选条件自动筛选。

第 3 步 当焊缝筛选出来后，用户可以选中所需要修改的焊缝，在【焊接参数】里批量修改。



图 7-12 批量修改

第 4 步 批量修改完成后，点击右上角确认按钮。

7.5 重映射

当软件场景参数变更（如重新标定 TCP 或者寻缝器手眼）或工件位置变化（如工件重新初定位、位姿调整）时，点击此按钮可自动适配现有刀路。

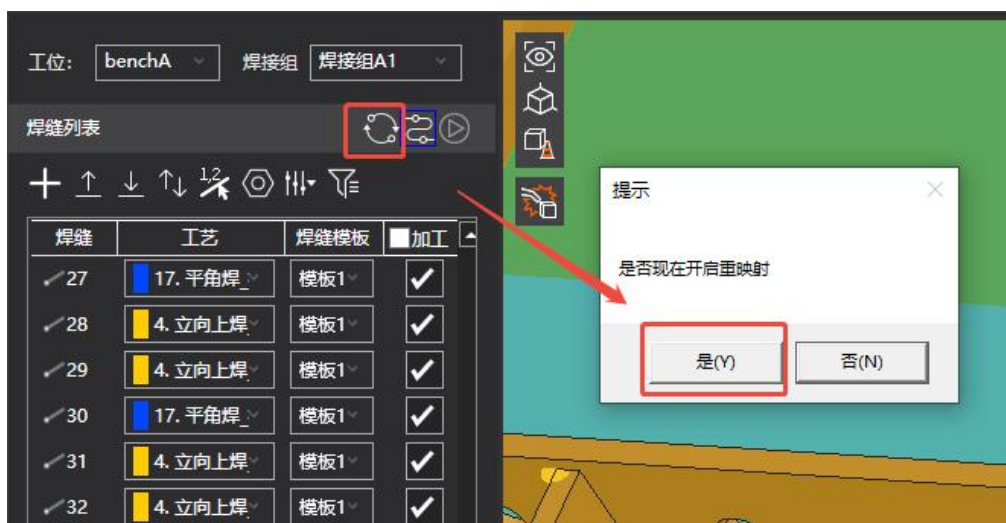


图 7-13 重映射

7.6 路径规划

完成焊缝的焊接姿态、寻位姿态及工艺参数设定后，可通过【路径规划】功能一键自动优化机器人在焊缝间和焊接与寻位间的空移路径。

操作步骤如下所示：

第 1 步 启动规划：在焊缝信息栏中点击【路径规划】按钮，系统将自动计算最优空移路径。



图 7-14 路径规划

第 2 步 进度监控：规划过程中，数字孪生界面将弹出进度窗口，实时显示计算状态。



图 7-15 路径规划进度窗口

第 3 步 完成提示：进度条满后窗口自动关闭，日志栏输出【路径规划成功】即表示完成。

第 4 步 就绪状态：此时软件已生成完整的加工轨迹数据。

7.7 仿真模拟

CypWeld 在路径规划后提供【仿真模拟】功能，通过数字孪生界面直观展示机器人（含变位机）的完整运动轨迹，包括：TCP 点空移路径、焊接路径、寻位路径。用户可提前验证加工合理性，避免实际加工错误。

操作方式如下所示：

第 1 步 完成路径规划。

第 2 步 在焊缝信息栏右上角点击【仿真模拟】。



图 7-16 仿真模拟图标

第 3 步 进入数字孪生界面，观察运动过程仿真。

1. 仿真速度：可输入 1 – 50 数字，调整仿真时机器人运动速度的快慢。
2. 步进速度：可输入 1 – 50 数字，调整仿真时前进和后退的单步距离。

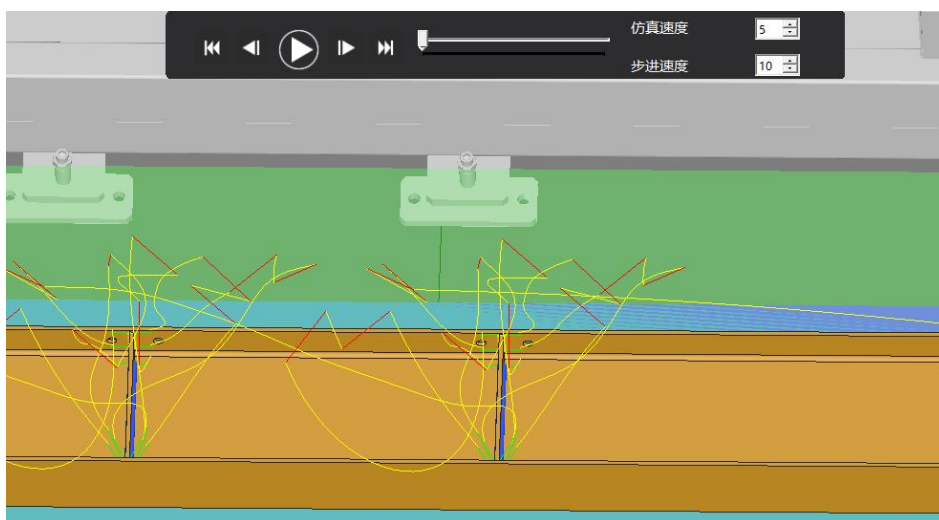


图 7-17 仿真模拟界面

7.8 工位及焊接组切换

当存在多个工位或者多个焊接组的情况下，可以在图中位置进行切换。



图 7-18 工位及焊接组切换

焊接组功能使用说明如下：

- 同一组内焊缝须整组加工或整组不加工，不可单独处理。
- 焊接组排序须整组连续排列，组内不得插入其他焊缝。
- 焊接组内焊缝仅可修改焊接姿态、距离起终点距离、偏移参数，禁止反向、截断、修改寻位。
- 删除焊缝前须先解散组，解散后原组焊缝不再支持高效寻位。
- 焊接组暂不支持批量生成。

第 8 章 数字孪生界面

本章介绍数字孪生界面中初定位点云、工作空间显示、视角切换及障碍物管理等辅助功能的使用方法。

8.1 初定位点云

初定位点云用于比对扫描点云数据与工件模型的匹配度，为加工提供基准参考。

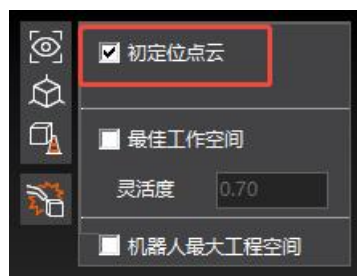


图 8-1 初定位点云

8.2 最佳/最大工作空间

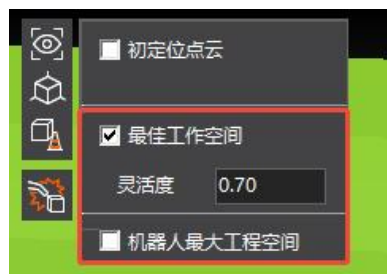


图 8-2 最佳/最大工作空间

- 最佳工作空间：图示中绿色长方体范围内即为机器人工作的最佳范围。

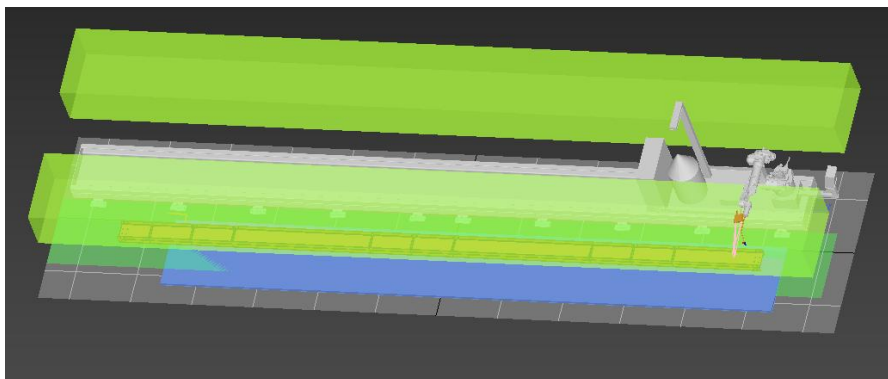


图 8-3 最佳工作空间示意图

- 最大工作空间：图示中红色球体范围内即为机器人工作最大范围。

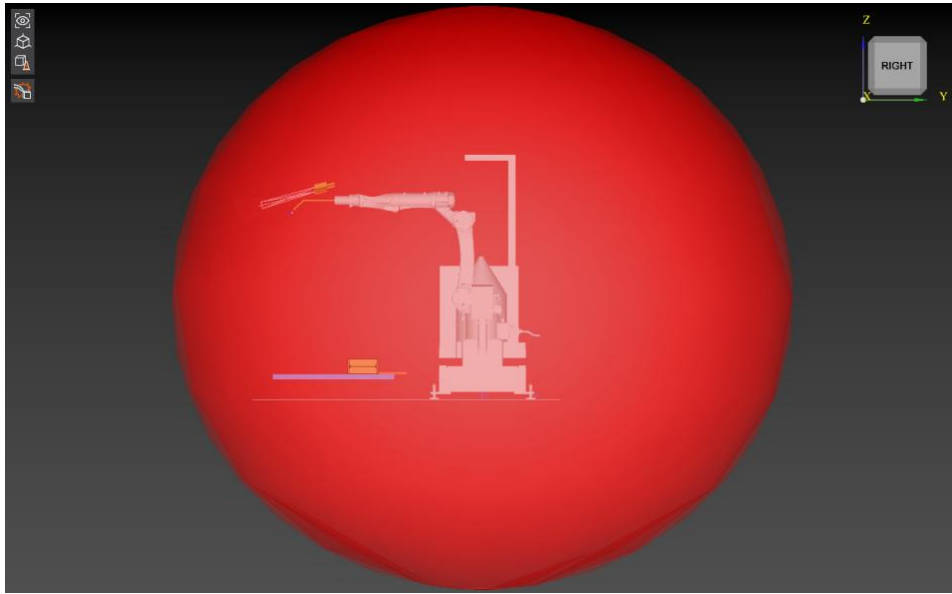


图 8-4 最大工作空间

8.3 视角切换

可以直接选择列表内的视角，直接跳转对应视角，并可以设置软件默认视角。

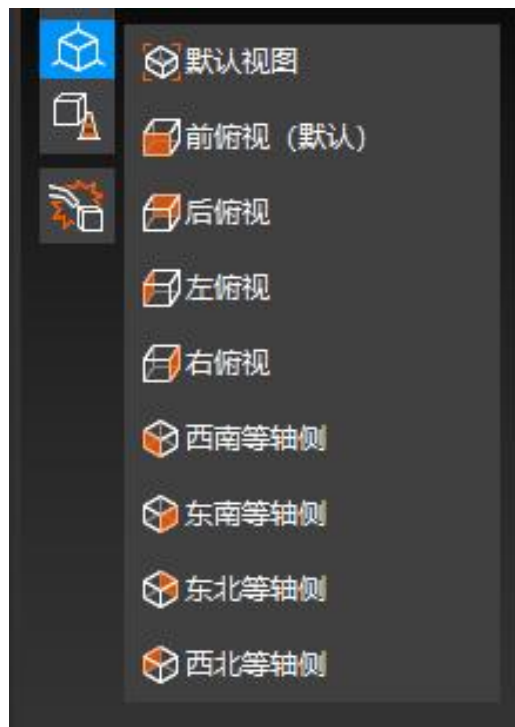


图 8-5 视角切换

8.4 障碍物管理

由于实际工作环境中可能存在不同种类设备障碍物（如防碰撞装置），而数字孪生界面未自动显示，需手动添加这些障碍物模型，以确保路径规划时能有效规避碰撞风险。

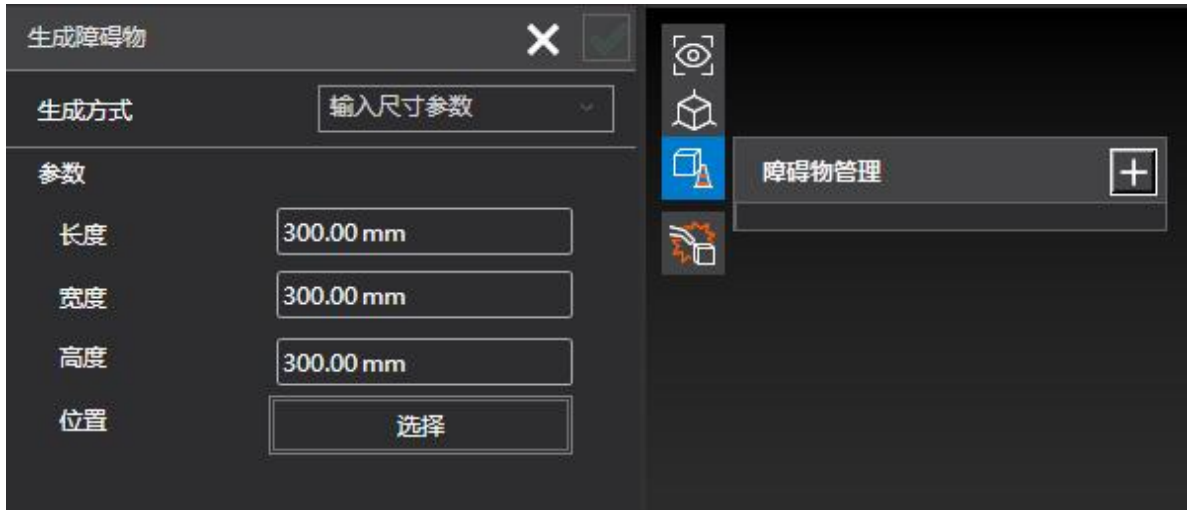


图 8-6 障碍物管理

第 9 章 特色功能

本章介绍共轨多机通讯、清枪剪丝设置、标记点与停靠点设置、箱型柱坡口自适应、寻缝器保护镜片检查及加工信息统计等特色功能的使用方法。

9.1 共轨多机通讯



图 9-1 共轨多机设置

共轨多机通讯支持地轨或者七轴悬臂机型，具体操作步骤如下所示：

第 1 步 使用网线将多个工控机串联，进入【平台配置工具】→【场景配置】→【基座配置】页面，勾选【共轨多机】，填写【共轨机器数量】，保存退出。



图 9-2 配置共轨多机

第 2 步 将最左端的机器作为 1 号机器（主机），在 1 号机器上打开 CypWeld 软件，点击【连接状态】下拉菜单→【设置】，打开【连接参数设定】界面。

第 3 步 设置通用参数。

- 安全距离：根据现场实际情况设置。
- 共轨轴：7 轴地轨和悬臂地轨默认 GX 轴；8、9 轴地轨默认 GY 轴。
- 当前主机序号为：根据现场实际情况设置。
- 主机共轨轴正方向：根据现场实际情况设置。

第 4 步 配置 1 号机器（主机）IP 地址。

! 说明： 查找本机 IP 的方法：使用快捷键 win + R 打开运行窗口，然后输入 cmd 并回车，在命令提示符中输入 ipconfig 并回车，在输出信息中找到 IPv4 地址即为本机 IP。

第 5 步 根据配置的共轨机器数量，配置其他机器的 IP 地址。根据实际情况设置共轨轴正方向和共轨轴上与主机的零点距离。

- 零点距离：指当各机器人基座处于其场景坐标系 GX 或 GY 的零点位置时，各机器人基座的实际间隔距离。

第 6 步 点击【确认】。

! 说明：

1. 每台机器的平台配置工具均需勾选【共轨多机】。
2. 1 号机器在设置时需确保其他机器的 CypWeld 软件均处于打开状态。

9.2 清枪剪丝设置

清枪剪丝站配置步骤如下：

第 1 步 按照 HPL2720E 扩展板上面实际接线位置，打开【平台配置工具】→【通用输出】，进行输出口的配置，配置完成后保存并关闭平台配置工具。

第 2 步 打开 CypWeld 软件，点击【工具】→【参数设置】→【清枪剪丝设置】，进入【清枪剪丝站设置】。

第 3 步 开启自动清枪剪丝，并依次示教记录清枪安全点、清枪位置、剪丝位置、喷油位置的坐标。



图 9-3 清枪剪丝站设置界面

第 4 步 通过【PLC 过程】→【执行自定义过程】→【清枪剪丝】，进入 PLC，使用默认流程，然后点击【导入预置过程】→【保存】。

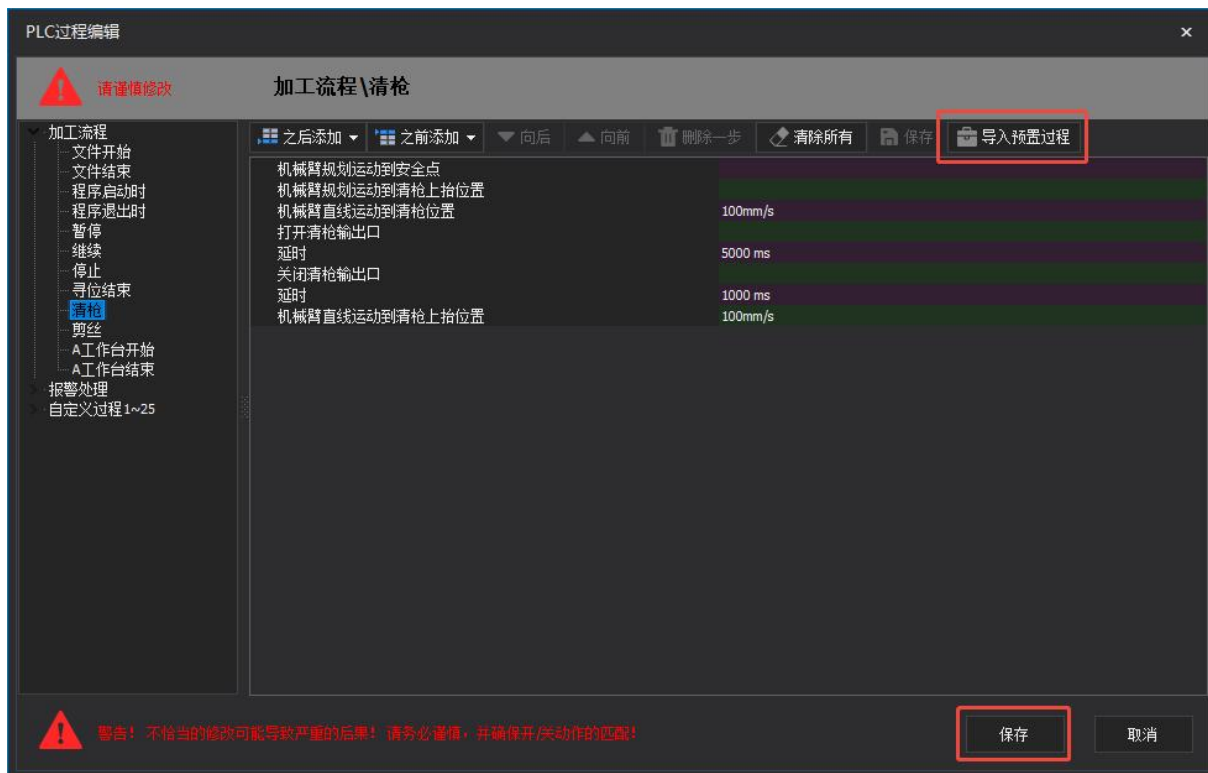


图 9-4 清枪 PLC 流程

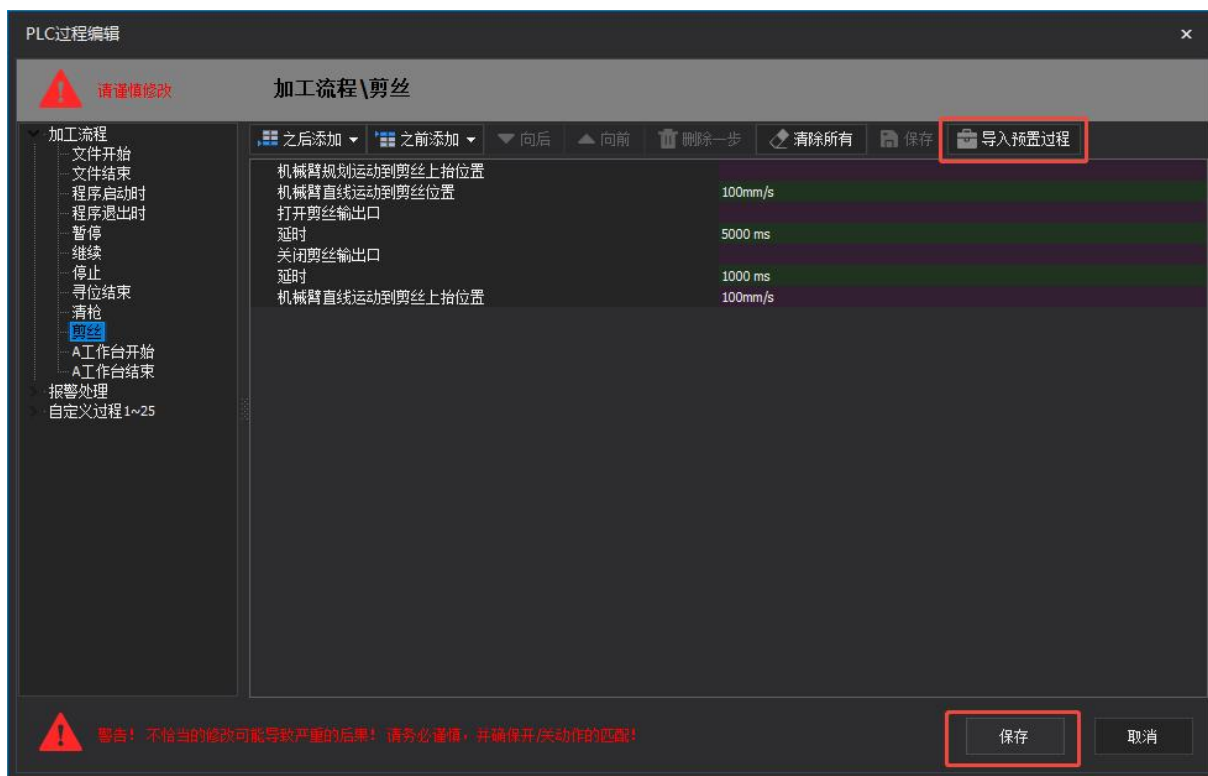


图 9-5 剪丝 PLC 流程

第 5 步 通过设置【清枪剪丝周期】可以实现自动清枪剪丝，或者使用 PLC 过程手动执行。



图 9-6 清枪剪丝周期设置

9.3 标记点/停靠点设置

标记点设置步骤如下：

第 1 步 打开【工具】→【参数设置】→【标记点设置】界面。

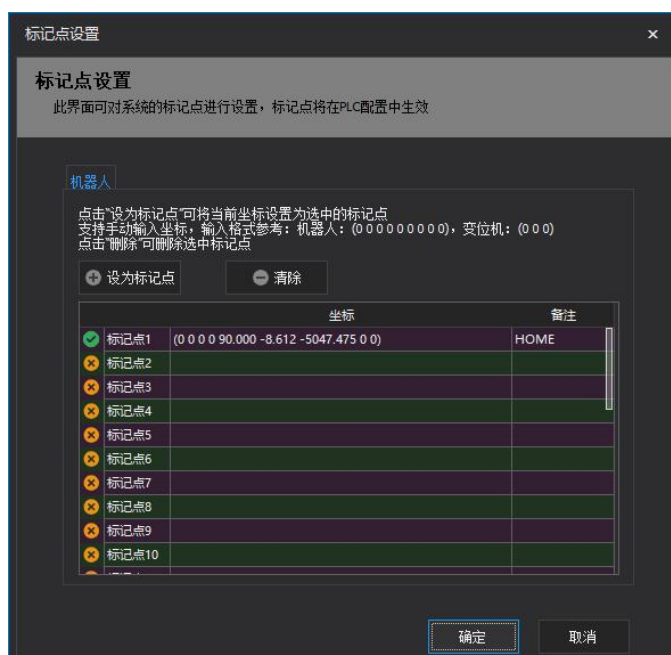


图 9-7 标记点设置

第 2 步 将机器人调整到目标姿态，在窗口内点击【设为标记点】。

第 3 步 点击【确认】，标记点将在 PLC 配置中生效。

停靠点设置步骤如下：

第 1 步 打开【工具】→【参数设置】→【停靠点设置】界面。

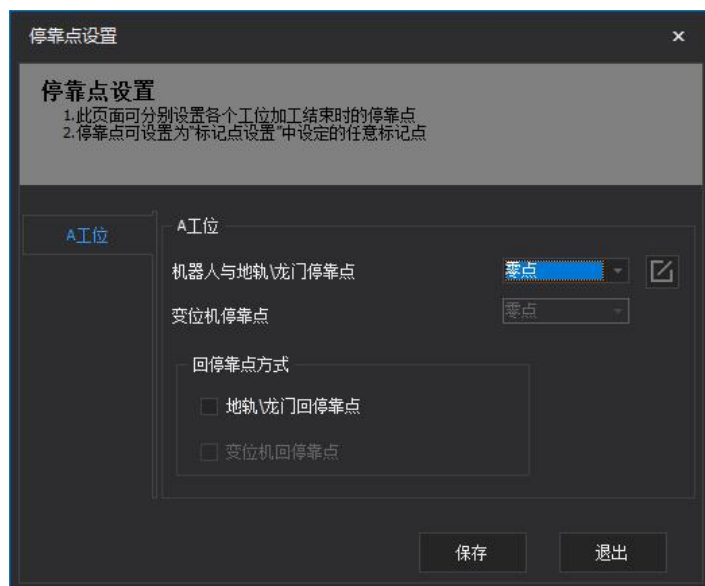


图 9-8 停靠点设置

第 2 步 可以设置各个工位加工结束时的停靠点，停靠点可设置为【标记点设置】中设定的任意标记点。

9.4 箱型柱坡口自适应

箱型柱坡口自适应的操作步骤如下所示：

第 1 步 点击文件栏【生成工件】，进入工件生成界面。

第 2 步 通过示教工件边缘的三个点并记录坐标，软件自动根据预设的信息进行参数化建模，同时完成工件初定位。

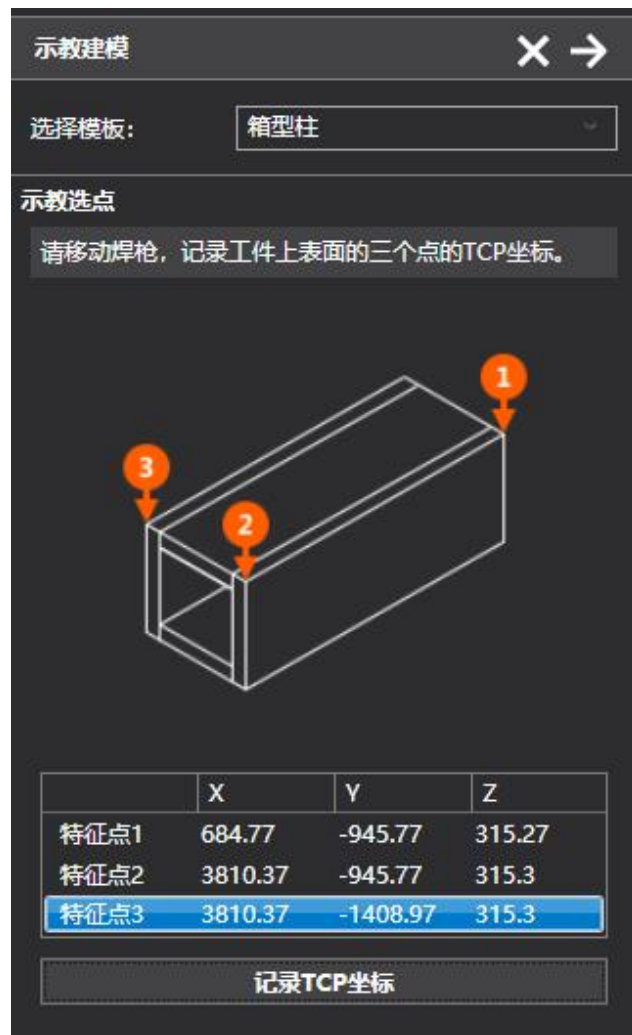


图 9-9 示教建模

第 3 步 通过手动输入盖板厚度及侧板厚度，对箱型柱板厚进行调整。确认后箱型柱会自动参数化建模显示在数字孪生场景中。

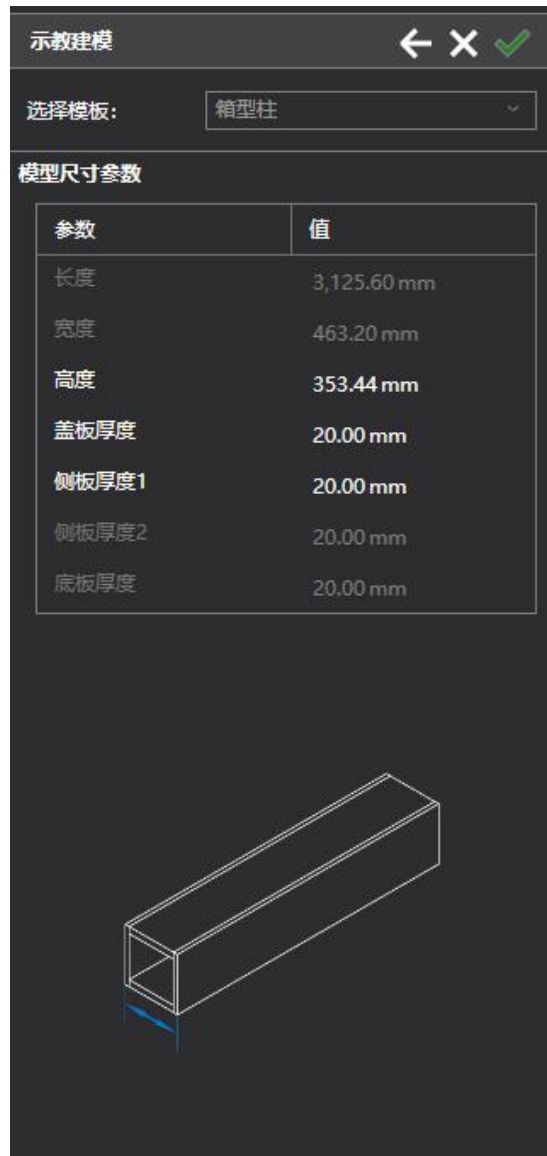


图 9-10 调整板厚

第 4 步 鼠标右击工件模型，选择【添加多层多道焊】，设置与实物匹配的坡口形状信息和多层多道焊缝参数，也可以通过工艺参数库中的预设参数进行匹配。

第5步 设置凸台打断：右击工件，点击【箱型柱生成刀路】进入界面。此操作既可在完成多层多道焊缝参数配置后执行，也可在初始焊缝编辑阶段进行。

1. 凸台自动扫描：选择模型上需要自动截断的焊缝边，设置坡口参数，使用默认扫描参数，点击【开始扫描】。

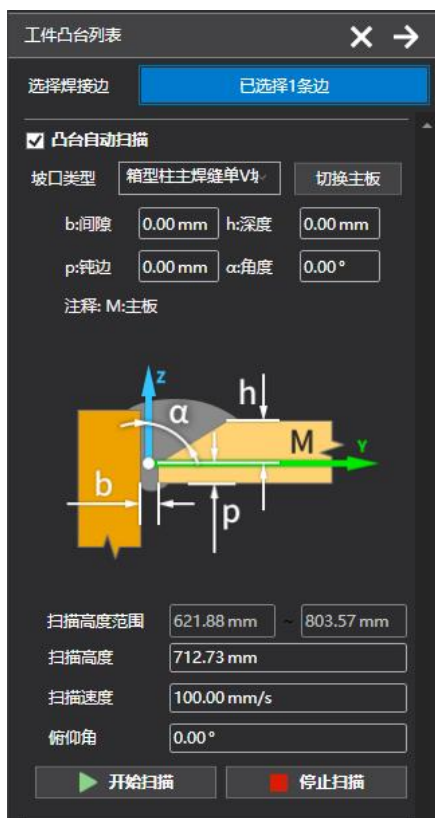


图 9-11 凸台自动扫描设置

2. 凸台面手动示教：

- a. 勾选【凸台面示教】，打开手动示教界面。
- b. 点动机械臂，将 TCP 移动至实物凸台的位置，对凸台坐标进行记录。
- c. 模型上将以白色矩形作为凸台的示意图，为了上抬动作的安全规划，凸台模型一般建议高于实物。

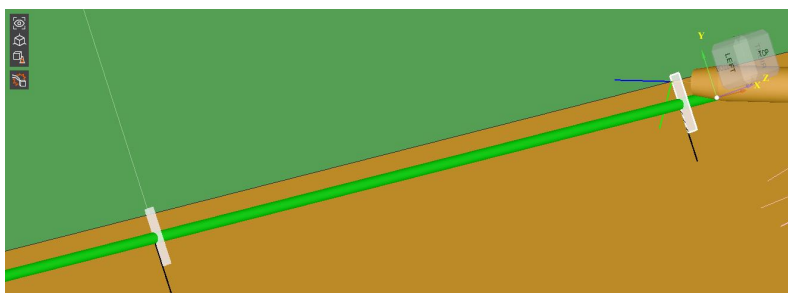


图 9-12 凸台设置成功示意图

9.5 寻缝器保护镜片检查

由于寻缝器保护镜片脏污易导致视觉识别偏差或扫描失败,建议定期使用寻缝器保护镜片检查功能,以便快速确认镜片清洁状态,确保检测精度。操作步骤如下所示:

第 1 步 选择使用的标志物类型。

第 2 步 点动机械臂,使焊枪末端刚好到达标志物的标记点位置,寻缝器底面尽量与水平面平行,然后点击【记录坐标】。

1. 三棱锥标志物标记点: 三棱锥的尖端。
2. 圆盘标志物标记点: 圆盘的圆心。

第 3 步 点击【开始】,开始自动检查保护镜片。



图 9-13 寻缝器保护镜片检查

9.6 加工信息统计

第 1 步 在设置栏内点击【全局参数】，勾选【加工开始前执行时间预估】。

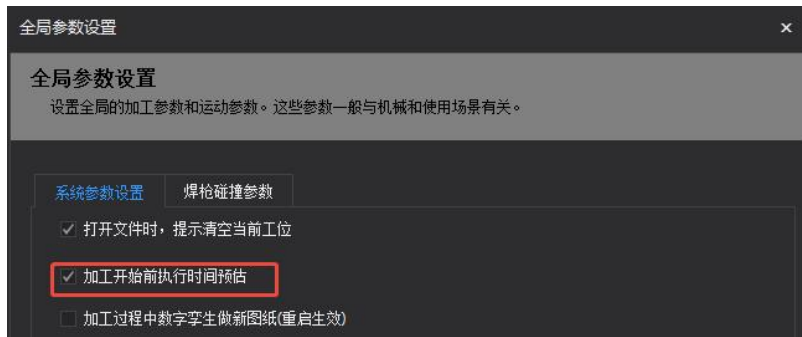


图 9-14 全局参数设置

第 2 步 在视图栏内点击【统计】，打开加工信息统计界面，可以查看加工的实时情况。



图 9-15 加工统计信息

9.7 AI 识别焊缝起终点

AI 识别焊缝起终点用于焊缝自动生成时确定起点与终点位置。当起终点附近存在遮挡或轮廓特征不完整时，按常规方式识别容易产生偏差，启用该功能后可正确识别焊缝的起点与终点。

适用于优化以下场景：

- 起终点附近存在焊点、过焊孔干扰，且焊点完全遮挡起点。
- 角接、搭接场景下两平面较窄。
- 角接、搭接场景带坡口。

支持范围：

- 该功能仅支持 BCW600P-E 寻缝器。
- 焊缝类型：本功能仅支持以下两种场景。使用时，需在【焊缝编辑】→【精定位参数设置】中开启【是否开启 AI 起终点识别】。
- 直角搭接 – 两平面 – 无参考面 – 全扫 – 直线焊缝

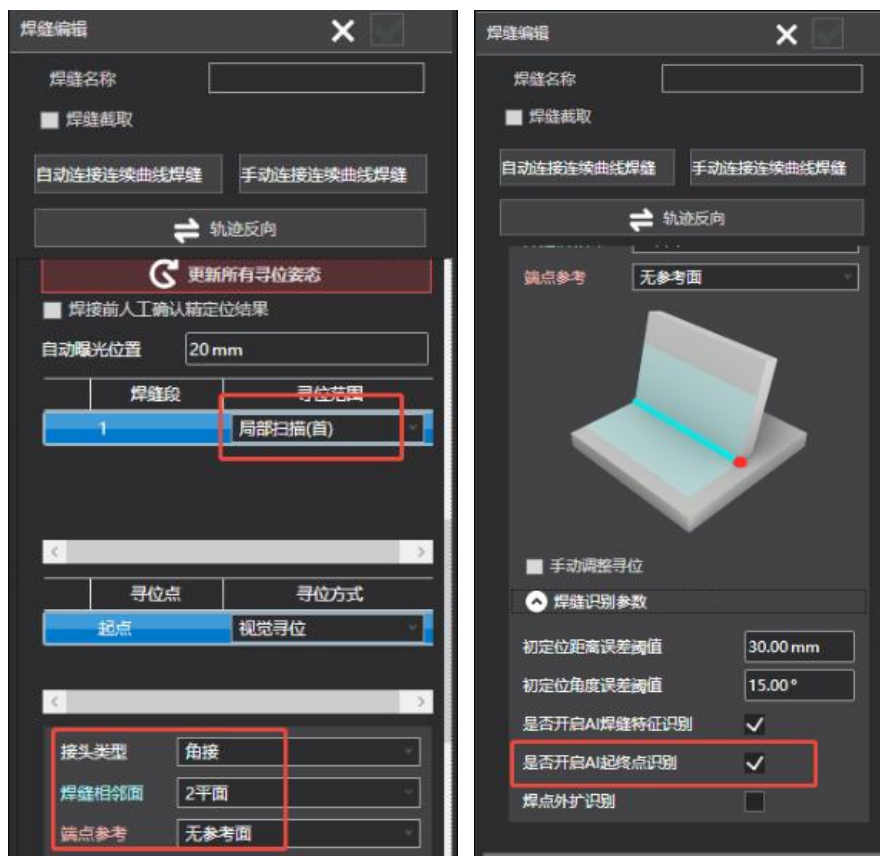


图 9-16 直角搭接

- 角接 – 两平面 – 无参考面 – 局扫 – 直线焊缝。



图 9-17 角接

9.8 焊缝起终点过焊孔识别

全局扫描时支持焊缝起终点的过焊孔识别。开启方式如下。

第 1 步 在【寻缝器】→【调试】→【精定位参数设置】中，勾选【RGB 流存图】。



图 9-18 RGB 流存图

第 2 步 在【精定位参数】→【识别算法参数】中，勾选【是否开启 AI 识别】，然后单击右上角【√】保存设置。

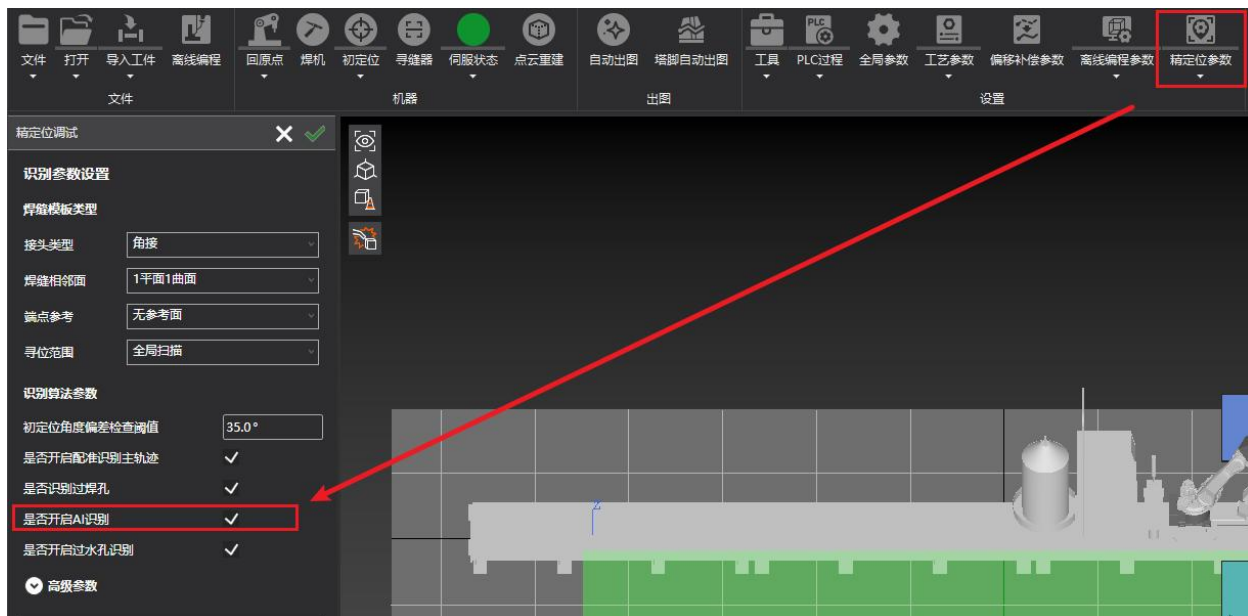


图 9-19 开启 AI 识别

第3步 在【离线编程参数】→【精定位参数】中，将【全局扫描规划倾向】设置为【寻缝器视角优先】，然后单击右上角【√】保存设置。



图 9-20 寻缝器视角优先

第 10 章 辅助工具

本章介绍 CypWeld 软件中测量、选择点、起弧调试、分区连续焊接、系统延时测定、机器人本体辨识与摩擦辨识、喷嘴及防撞器参数化建模，以及各监控工具等辅助功能的使用方法。

10.1 测量

鼠标右击选择【测量】，可以测量两点之间的距离，或者直接选择一条线测量。

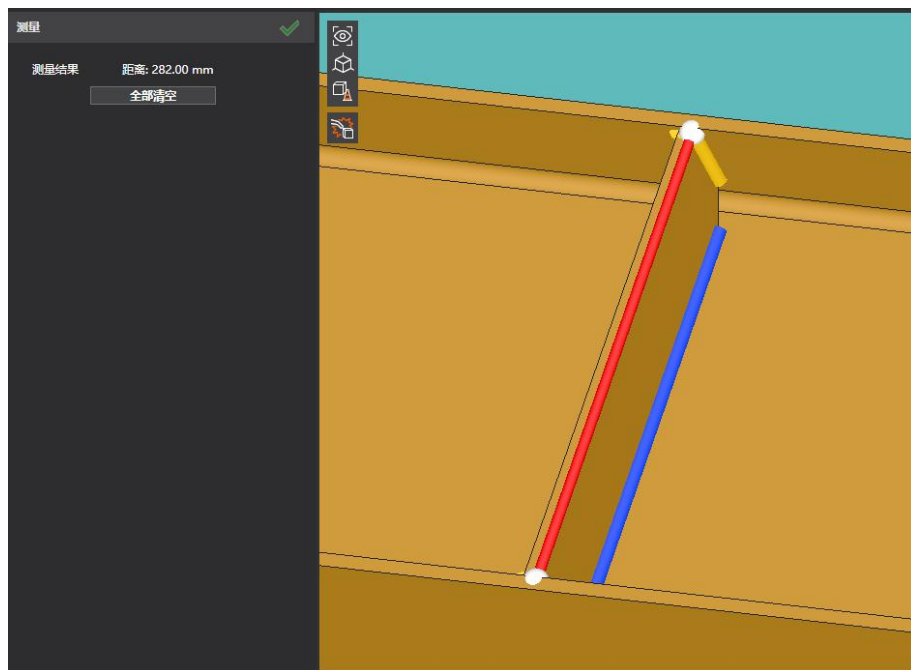


图 10-1 测量

10.2 选择点

鼠标右击选择【选择点】，选择某个点，系统弹窗显示该点坐标，并提示是否移动到该点坐标，点击【是】，机器人尖端则会示教到该点位置，该功能一般是在测初定位误差时候使用。

10.3 起弧调试

起弧调试用于调节焊接参数。操作步骤如下所示：

第 1 步 确认待加工软件已经就绪，并已将机械臂 TCP 运动至焊缝起点位置。

第 2 步 根据实际情况，选择焊接运动的方向。

第 3 步 设置焊接轨迹长度、示教终点和原地摆动焊接方向。

第 4 步 设置焊接工艺参数，并确定是否需要真实起弧。

第 5 步 点击【开始】，则可以开始起弧调试。



图 10-2 焊接起弧调试

10.4 分区连续焊接

对于系统无法自动识别扫描的焊缝，可采用手动示教方式完成焊接路径的设定与焊接操作。操作步骤如下所示：

第 1 步 确认待加工软件已就绪，并机械臂当前处于安全位置，运动过程中不会发生干涉。

第 2 步 根据焊接的实际情况，添加示教点，至少记录两个示教点。

第 3 步 设置焊接工艺参数，并确认是否需要焊机实际起弧。

第 4 步 点击【开始】，开始焊机起弧调试。

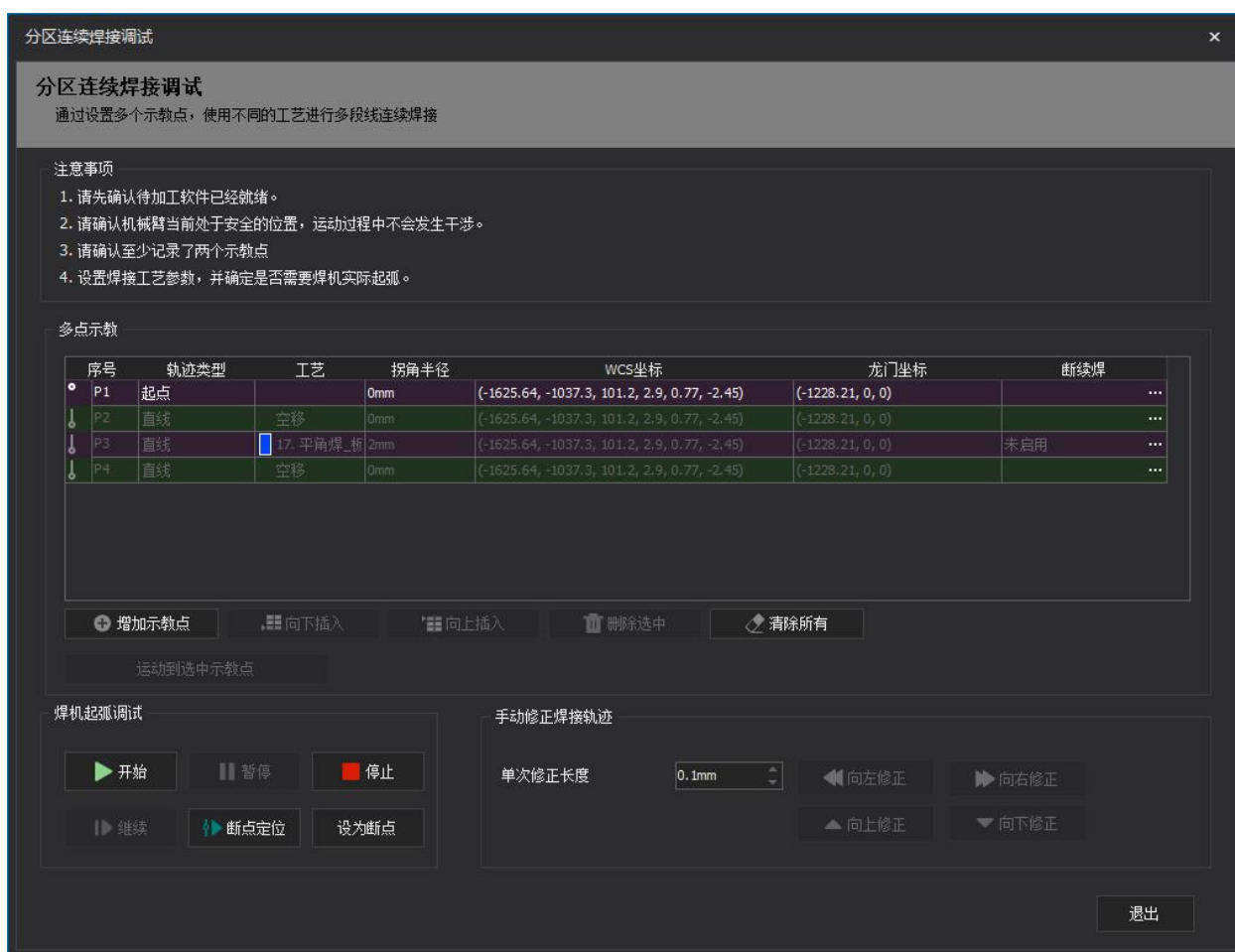


图 10-3 分区连续焊接调试

10.5 系统延时测定

第1步 通过【工具】→【参数设置】→【系统延时测定】，打开系统延时测定，并且确保机械轴处于回零状态。



图 10-4 系统延时测定界面

第2步 确保区域附近无障碍物，默认勾选所有轴，然后点击【开始测定】。

第3步 在测定结果方框内，显示各轴延时标定情况，并显示【计算结果可用】字样，即表示测定成功。

第 4 步 补偿。通过【工艺参数】→【全局工艺】→【采样相位延时】，找到采样相位延时，将第 3 步测出的系统驱动延时填入。

说明：系统延时测定会出现以下三种情况。

1. 没有结果：因为驱动器的速度单位和系统不一致导致，需要更改驱动器编码器类型，使速度单位一致。
2. 有结果不能使用：因为各部分延时不一致，需要更改驱动器延时（建议找驱动器厂家），各轴误差在 5 ms 以内才行。
3. 有结果：可以使用将最终结果填写到【采样相位延时】中，如果使用奥太焊机需要在最终结果上增加 40 ms 再填入。

10.6 机器人本体辨识

机器人本体辨识目前只支持正装机型，具体操作步骤如下所示：

第 1 步 打开【平台配置工具】→【场景配置】→【机器人配置】界面，在动力学模型中选择正确的机型。

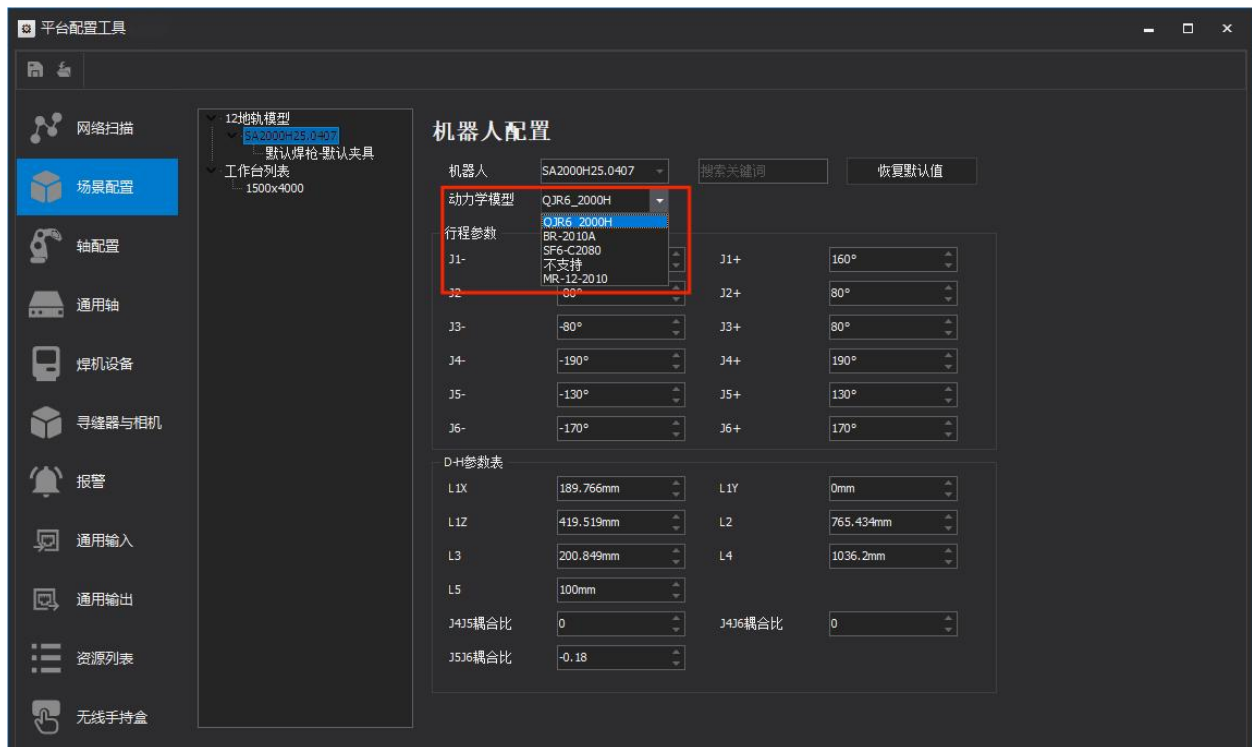


图 10-5 动力学模型设置

第 2 步 将机械臂移动到空旷位置，并转动 J1 轴，使得机械臂前方、后方没有障碍物。

第3步 在设置栏内，点击【全局参数】，进入全局参数设置界面，开启专家模式，点击【机械臂】，将【轨迹运动限速】全部设置为 10 RPM，本体辨识完成后再恢复为之前的参数。

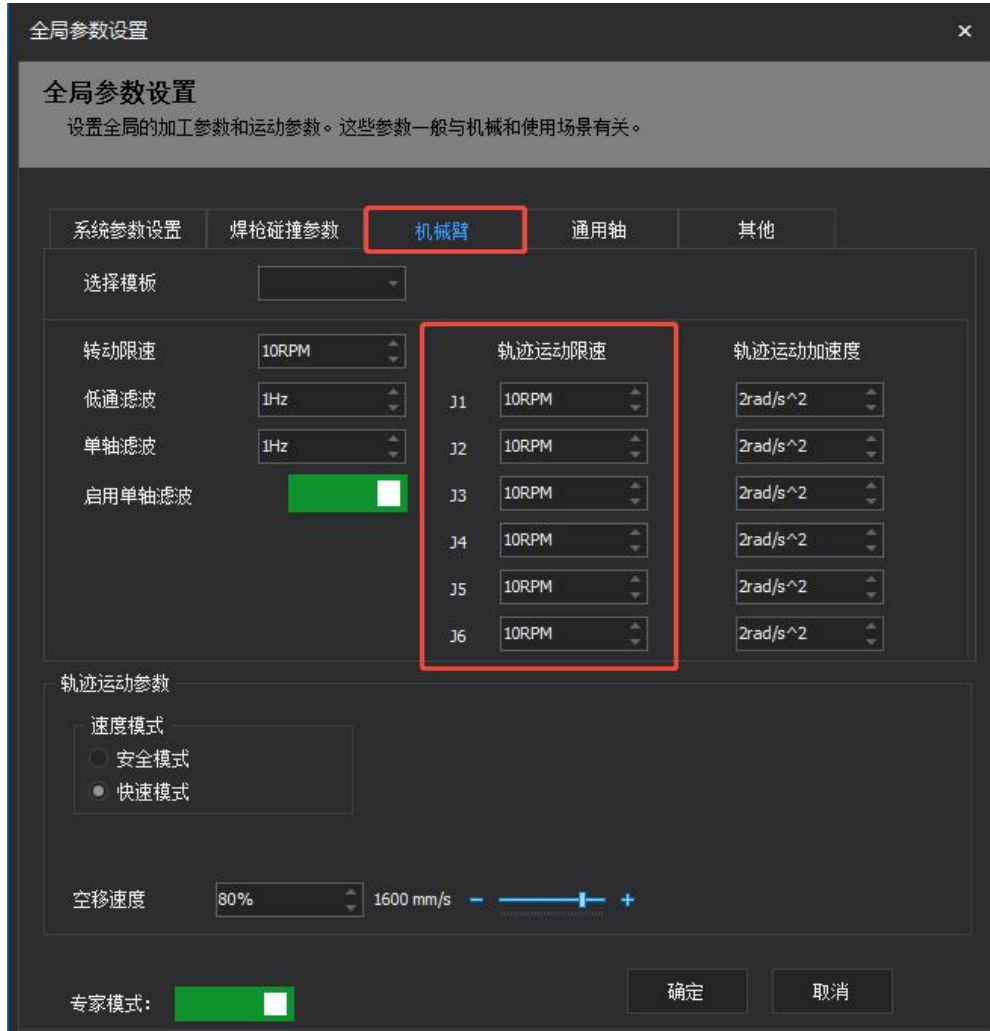


图 10-6 修改轨迹运动限速

第4步 在主界面设置栏内，打开【工具】→【参数设置】→【本体辨识】界面，点击【记录起始位置并开始自动筛选】。

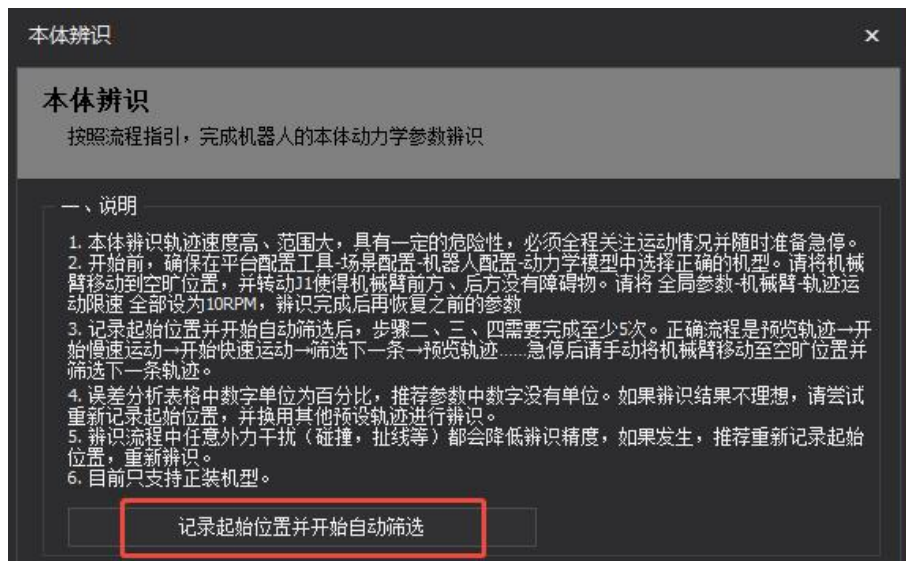


图 10-7 记录起始位置并开始自动筛选

第5步 点击【预览轨迹】，可以在模型上生成黄色轨迹路线。

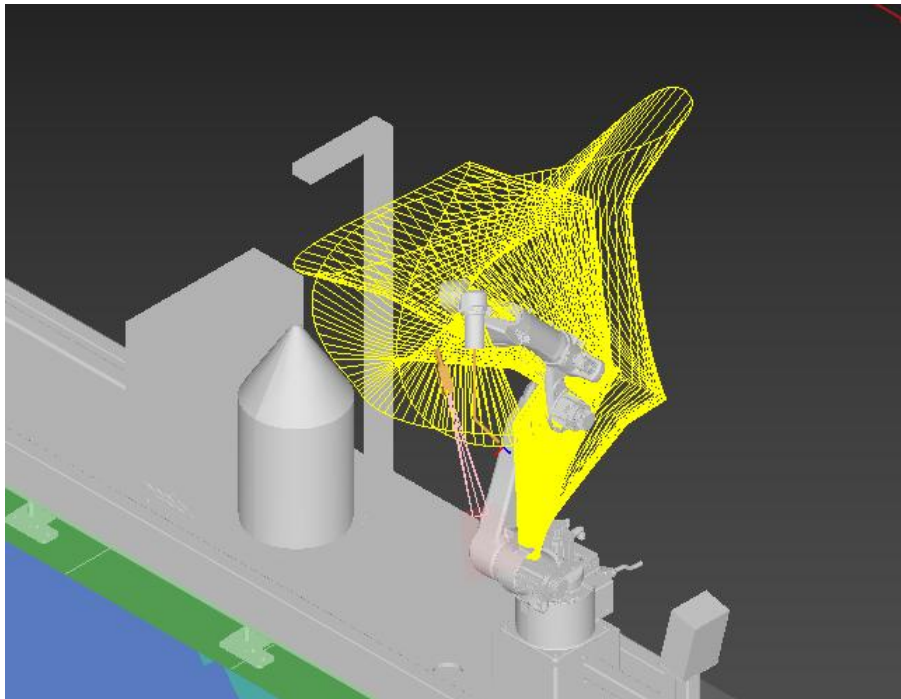


图 10-8 预览轨迹

第 6 步 点击【开始慢速运动】，慢速运动完成后，点击【开始快速运动】。



图 10-9 慢速、快速运动

第 7 步 快速运动完成后，点击【筛选下一条】，重复第 5 步和第 6 步，完成至少 5 次。

第 8 步 点击【计算误差结果】，点击【应用动力学参数】，则完成本体辨识操作。

⚠ 注意：

1. 由于本体辨识轨迹运行速度较快且覆盖范围较大，存在潜在安全风险，操作过程中需全程密切监控设备运动状态，并随时做好急停准备。
2. 误差分析表格中数字单位为百分比，推荐参数中数字没有单位。
3. 若辨识结果不理想，请尝试重新记录起始位置，并换用其他预设轨迹进行辨识。
4. 在辨识过程中，若受到碰撞、扯线等任意外力干扰，可能导致辨识精度下降。如发生此类情况，建议重新记录起始位置并执行二次辨识，以确保测量准确性。

10.7 机器人摩擦辨识

机器人摩擦辨识操作步骤如下所示：

第 1 步 在主界面设置栏内，打开【工具】→【参数设置】→【摩擦辨识】界面，点击【回零】。

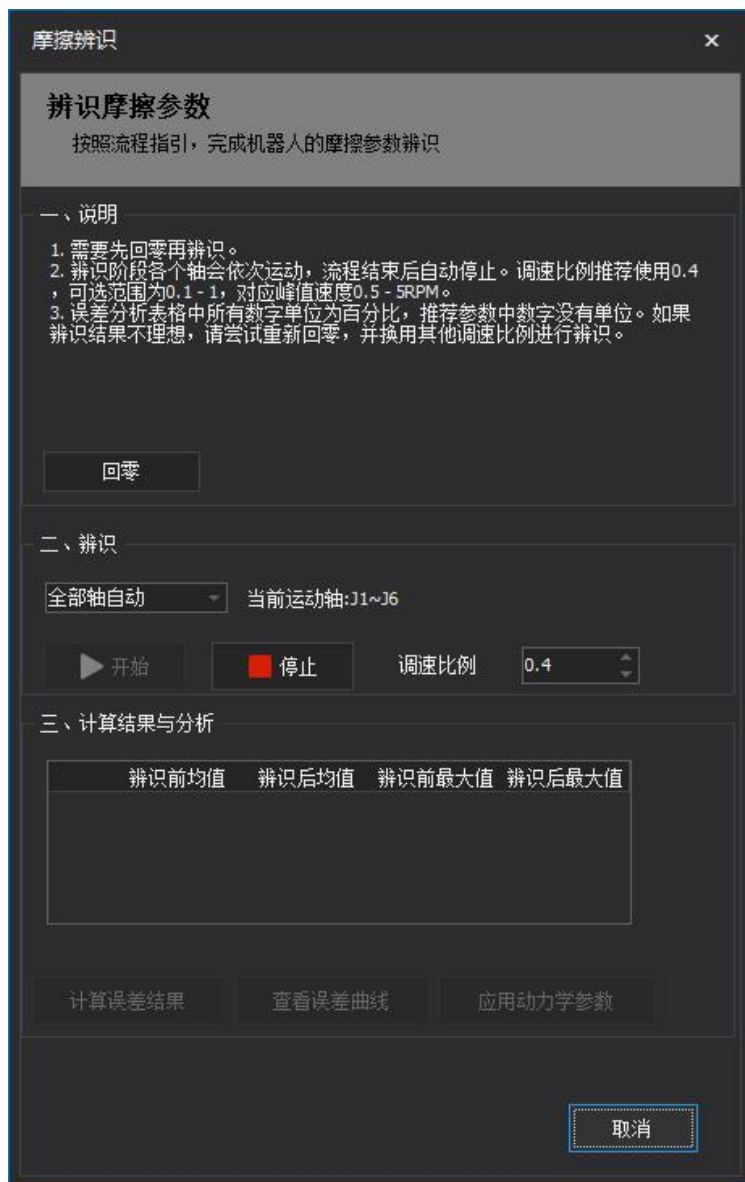


图 10-10 摩擦辨识

第 2 步 点击【开始】，辨识阶段各个轴会依次运动，流程结束后自动停止。

第 3 步 点击【计算误差结果】，若结果理想，点击【应用动力学参数】。若结果不理想，建议重新回零，并换用其他调速比例进行辨识。

10.8 喷嘴/防撞器参数化建模

CypWeld 支持对焊枪喷嘴进行参数化建模，建模后自动生成模型冗余量，方便实物防碰撞计算和焊接工艺参数中的平顺等级。

喷嘴参数化建模操作步骤如下：

第 1 步 在主界面设置栏内，打开【离线编程参数】→【喷嘴参数化建模】界面。



图 10-11 喷嘴参数化建模路径

第 2 步 按弹窗右边示意图填写左边模型参数。

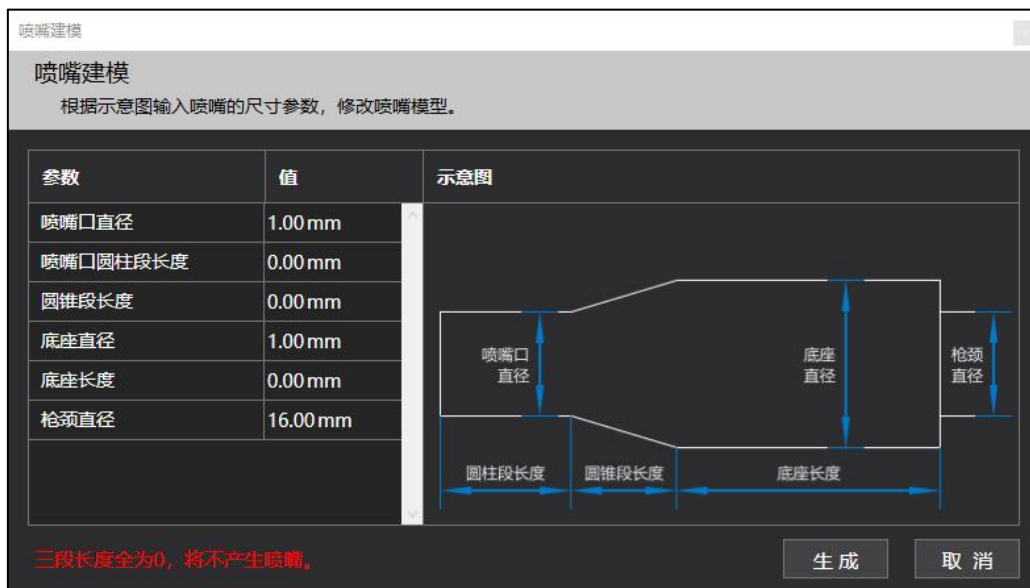


图 10-12 喷嘴建模界面

第 3 步 填写完成后，点击【生成】，软件将喷嘴模型参数自动纳入计算。

10.9 监控工具

10.9.1 拓展板监控

用于监控各 IO 输入输出信号，对各个轴口的输入输出提供测试功能。可在主界面设置栏内，通过【工具】→【监控工具】→【拓展板监控】打开界面。

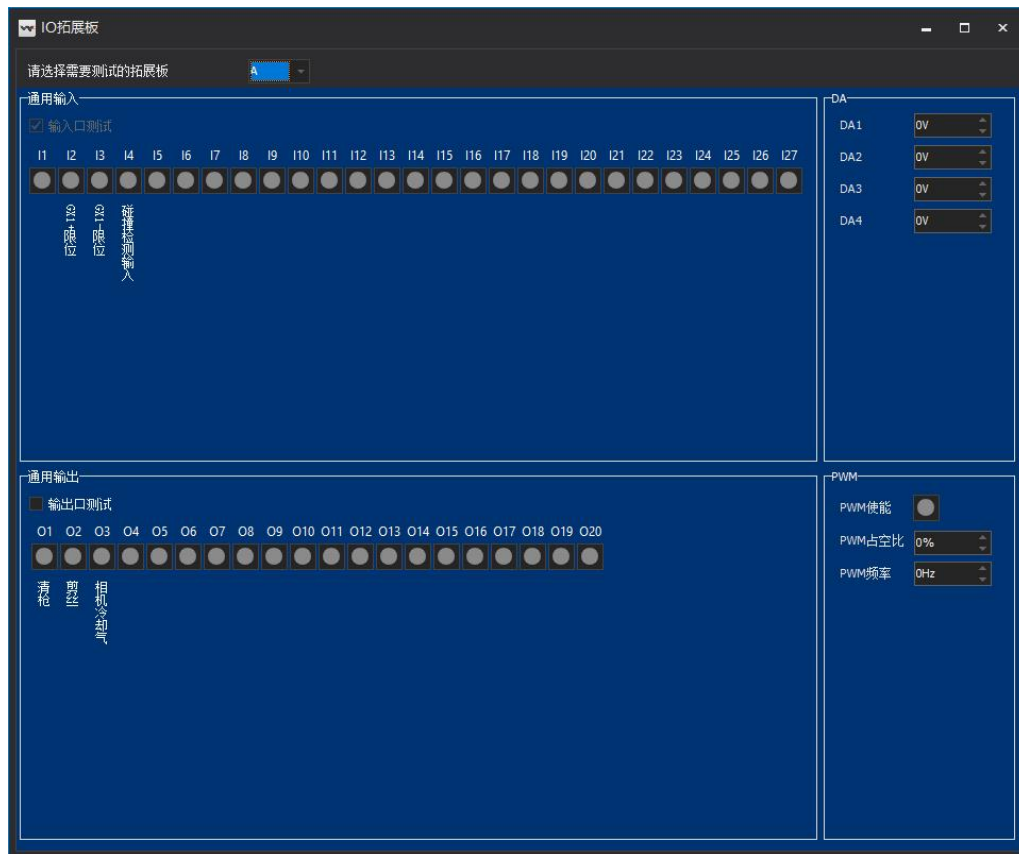


图 10-14 拓展板监控

10.9.2 实时曲线监控

用于监控机器人焊接过程中的电弧跟踪周期数、焊接实时电流等参数反馈。可在主界面设置栏内，通过【工具】→【监控工具】→【实时曲线监控】打开界面。

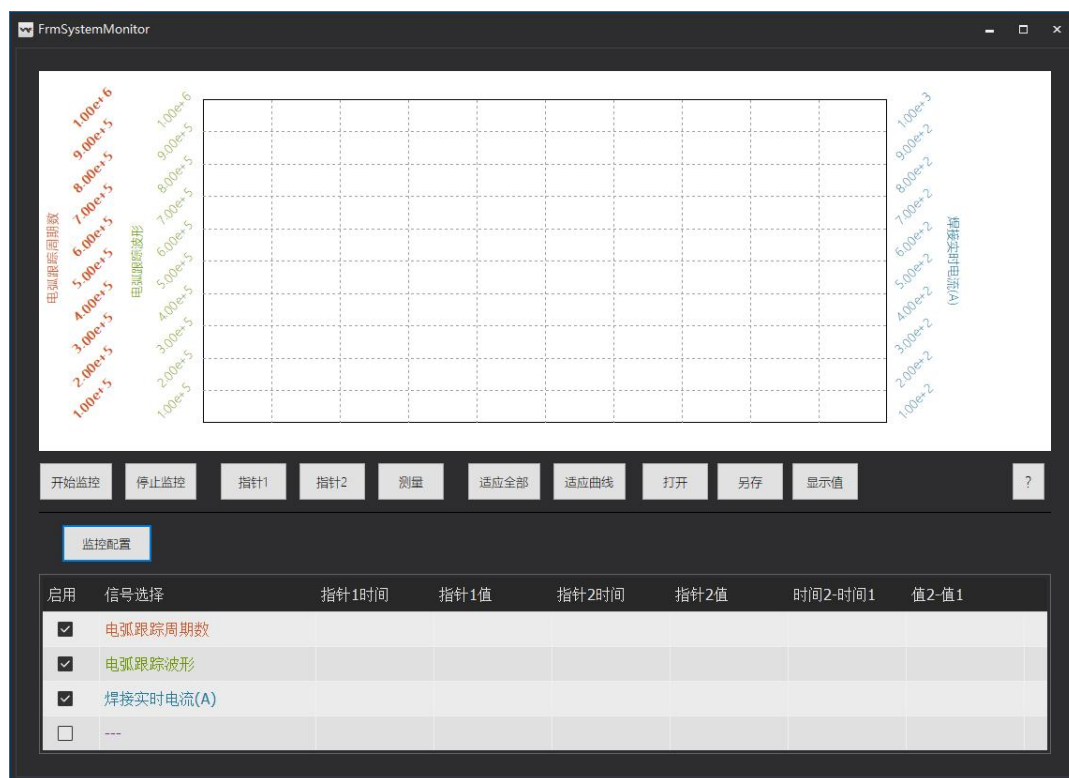


图 10-15 实时曲线监控

10.9.3 运动控制监控

用于监控机器人 6 轴和外部轴实时运动状态及伺服信息，可设置外部轴或者本体 6 轴机器人的零点。可在主界面设置栏内，通过【工具】→【监控工具】→【运动控制监控】打开界面。

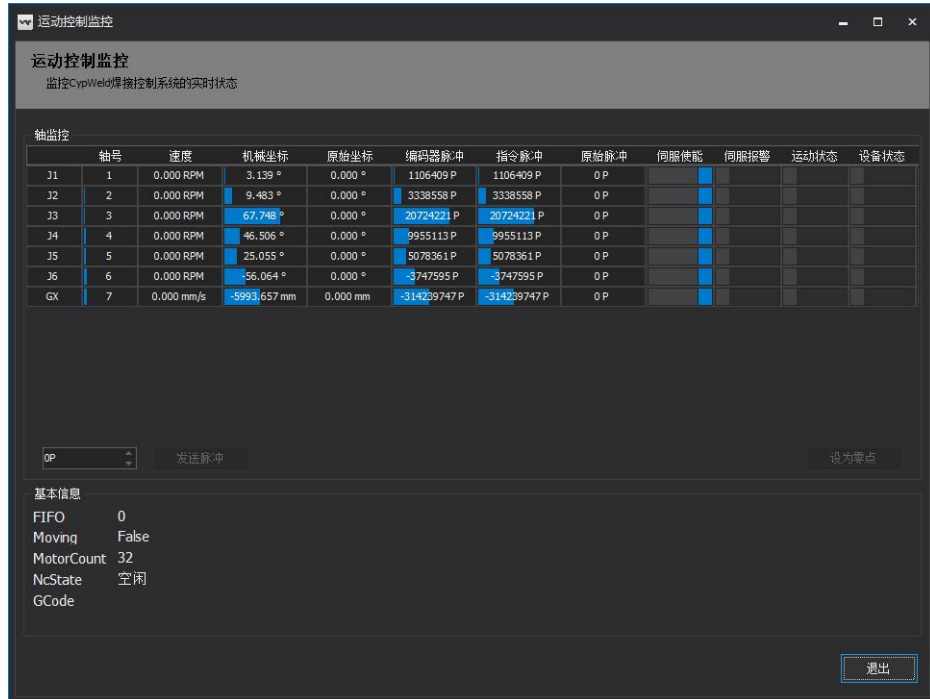


图 10-16 运动控制监控

10.9.4 伺服报警信息

用于查看伺服报警详细信息。可在主界面设置栏内，通过【工具】→【监控工具】→【伺服报警信息】打开界面。

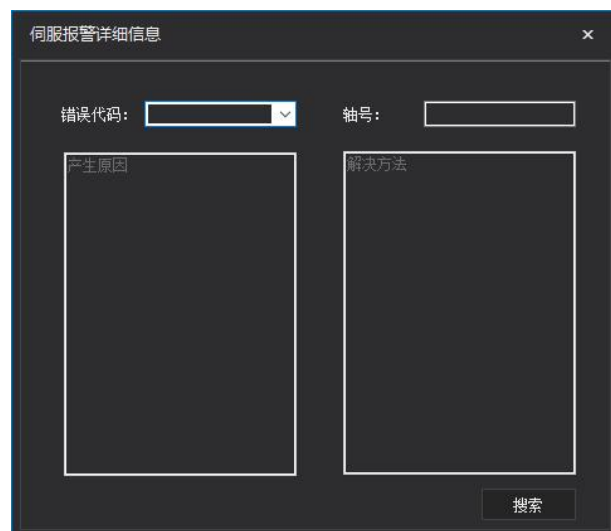


图 10-17 伺服报警信息

10.9.5 焊接异常监控

用于监控焊接轨迹异常和焊接电流状态。可在主界面设置栏内，通过【工具】→【监控工具】→【焊接异常监控】打开界面。



图 10-18 焊接异常监控

第 11 章 参数说明

本章对 CypWeld 软件中离线编程、全局工艺及寻缝器调试等各类参数的功能与设置进行详细说明。

11.1 离线编程参数

11.1.1 引用寻位



图 11-1 引用寻位

参数具体说明如下表所示：

表 11-1 引用寻位参数说明

参数类型	说明
生效范围	<ul style="list-style-type: none">全部焊缝：全局焊缝生效。设置了引用寻位的焊缝：仅对于在【焊缝编辑】→【寻位方式】中设置了引用寻位的焊缝生效。
引用方式	<ul style="list-style-type: none">直接引用：使用同一起点的几条焊缝只需要扫一次。距离引用：在设置的引用距离范围内的其他焊缝可以进行引用。
引用距离	可设置引用距离范围，在范围内的其他焊缝可以进行引用。

11.1.2 碰撞检测



碰撞检测	
增加寻缝器包围盒容差	20.00 mm
寻缝器天线长度	80.00 mm
☒ 填充焊枪与寻缝器间距	
焊接碰撞最小冗余距离	2.00 mm
寻位碰撞最小冗余距离	20.00 mm
空移碰撞最小冗余距离	20.00 mm
基座与除工件外碰撞冗余	100.00 mm

图 11-2 碰撞检测

参数具体说明如下表所示：

表 11-2 碰撞检测参数说明

参数类型	说明
增加寻缝器包围盒容差	设置寻缝器包围盒大小，用于寻缝器模型的碰撞检测。
寻缝器天线长度	设置寻缝器天线长度，模拟寻缝器信号线模型，在狭窄区域焊缝焊接时进行避障计算。可参考图 11-3。
填充焊枪与寻缝器间距	默认寻缝器与焊枪中间的空隙不允许其他模型穿过。
焊接碰撞最小冗余距离	计算焊接碰撞规划时允许的模型冗余阈值。
寻位碰撞最小冗余距离	计算寻位碰撞规划时允许的模型冗余阈值。
空移碰撞最小冗余距离	计算空移碰撞规划时允许的模型冗余阈值。
基座与除工件外碰撞冗余	当机器人基座上存在焊机、焊丝桶、电器柜等其他辅助设备，且在软件的数字孪生界面上统一与基座以同一个模型表示时，使用此参数进行规划的冗余设置。

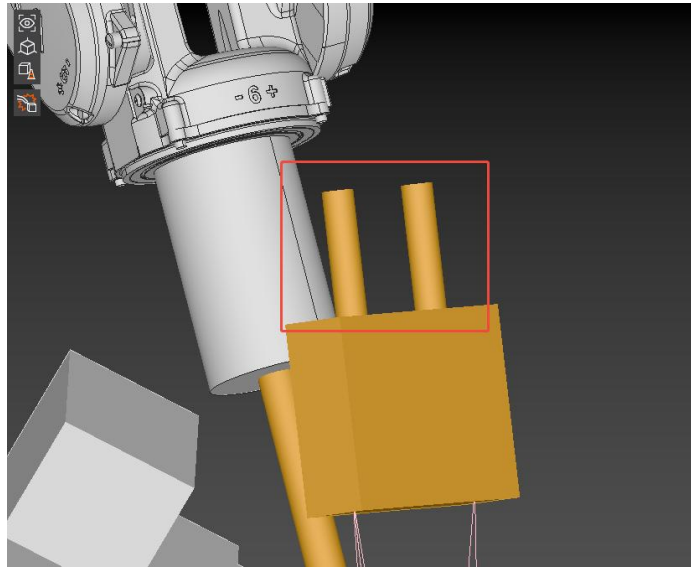


图 11-3 寻缝器天线长度

11.1.3 寻缝器初定位



图 11-4 寻缝器初定位

参数具体说明如下表所示：

表 11-3 寻缝器初定位参数说明

参数类型	说明
Z 平面碰撞检测冗余距离	初定位过程中，寻缝器进行扫描时的高度由导入的模型决定，由于模型位置与实物位置存在偏差，通过此参数设置碰撞检测冗余。
初定位最大特征点误差	三点初定位功能中判断示教点与模型选点的误差阈值，超过此阈值则会认为标定失败。

11.1.4 算法分支

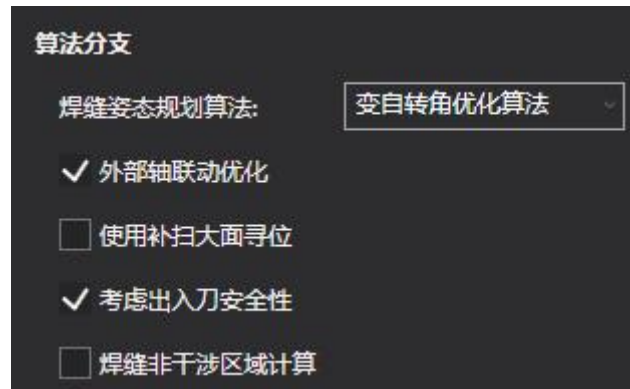


图 11-5 算法分支

参数具体说明如下表所示：

表 11-4 算法分支参数说明

参数类型	说明
焊缝姿态规划算法	选择焊缝编辑时自转角是否自动优化，提升规划成功率，但是可能会影响工艺成形。
外部轴联动优化	勾选后，寻位过程中若机械臂行程不足，将自动联动外部轴。
使用补扫大面寻位	勾选后，当扫描小台阶面的焊缝时，软件若检测到点云信息不足，将自动补扫附近的大面积板面以辅助识别。
考虑出入刀安全性	勾选后，系统将增大出入刀的角度与幅度以提升操作安全性，但会相应延长加工时间。
焊缝非干涉区域计算	勾选后，隔板板单元过人孔干涉自动生成非干涉区域刀路。

11.1.5 对接焊缝参数

对接焊缝参数

两平面间隙

8.00 mm

高度差

5.00 mm

图 11-6 对接焊缝参数

参数具体说明如下表所示：

表 11-5 对接焊缝参数说明

参数类型	说明
两平面间隙	设置对接焊缝默认间隙。
高度差	设置对接焊缝两侧板材默认高度差。

11.1.6 精定位参数

精定位参数

单焊有效寻位长度

10.00 mm

连续焊有效寻位长度

10.00 mm

连续曲线平滑倍率

10% ————— 100%

连续曲线寻位平滑倍率

0% ————— 300%

多层多道寻位模式

先寻后焊

默认寻位模式

首尾寻位

☐ 自动出图立向上包角使用起点寻位

图 11-7 精定位参数

参数具体说明如下表所示：

表 11-6 精定位参数说明

参数类型	说明
单焊有效寻位长度	小于此长度的单焊将默认使用引用寻位。
连续焊有效寻位长度	小于此长度的连续焊将默认使用引用寻位。
连续曲线平滑倍率	调整连续曲线在拐角处的前后变刀距离，倍率越小，变刀越急速。
连续曲线寻位平滑倍率	手动优化扫描寻位下拐角处的扫描姿态，通过提前调整运动轨迹来减少工件自身遮挡。适当调高该倍率可改善因初定位偏差或寻位姿态调整滞后导致的寻位遮挡问题，默认值为 100%。
多层多道寻位模式	多层多道子焊道选择寻位模式。
默认寻位模式	<ul style="list-style-type: none"> ● 设置自动生成焊缝和手动编辑焊缝的默认寻位方式，有起点（飞行）寻位、首尾寻位、扫描寻位。 ● 当选择首尾寻位和扫描寻位时，可以勾选自动出图立向上包角使用起点寻位，此时立向上包角默认不寻拐角处。

11.1.7 双工位参数



图 11-8 双工位参数

双工位参数仅针对变位机双工位生效。参数具体说明如下所示：

表 11-7 双工位参数说明

参数类型	说明
规划不考虑挡板	允许机械臂运动到挡板范围之外。
隐藏工作台挡板	工作台挡板隐藏不显示，但是碰撞规划仍然生效。
修改当前工作台挡板/挡板距离	修改挡板位置。

11.1.8 自动出图参数



图 11-9 自动出图参数

参数具体说明如下表所示：

表 11-8 自动出图参数说明

参数类型	说明
起点靠近机械臂一侧	自动生成焊缝功能中，焊缝起点默认靠近机械臂。
起终点最大可调距离	设置工艺匹配表中允许的起终点距离最大值。

11.1.9 箱型柱参数



图 11-10 箱型柱参数

- 焊缝最小长度：使用生成箱型柱工件上编辑焊缝，设置允许生成的最短焊缝。

11.1.10 过焊孔参数



图 11-11 过焊孔参数

- 过焊孔自动接头：勾选后，过焊孔能自动接头。手动生成焊缝或自动出图（不包括塔脚自动出图、批量）时，会根据挡板打断焊缝的长度，设置三平面起/终点。默认不开启，开启后默认值为 25 mm。

11.2 全局工艺参数

11.2.1 断点定位

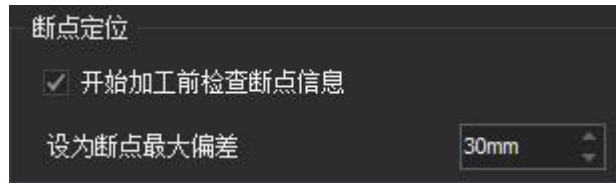


图 11-12 断点定位

参数具体说明如下表所示：

表 11-9 断点定位参数说明

参数类型	说明
开始加工前检查断点信息	勾选后，每次开始加工前，如果存在断点信息，则弹窗提示用户是否继续从当前位置开始加工。
设为断点最大偏差	在重新定位 TCP 位置并将其设为再加工断点时，系统允许移动的最大距离需严格控制在安全范围内，超出该距离将导致与原始焊缝位置偏差过大，从而引发碰撞风险。

11.2.2 电弧跟踪

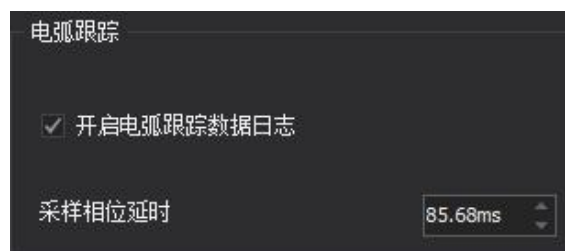


图 11-13 电弧跟踪

参数具体说明如下表所示：

表 11-10 电弧跟踪参数说明

参数类型	说明
开启电弧跟踪数据日志	勾选后将自动记录焊接过程中的电弧跟踪数据（建议启用）。
采样相位延时	在进行 系统延时测定 后，将延时数据写入，用于对电弧跟踪的采样延时进行修正。

11.2.3 寻位

寻位

☐ 使用初定位的工件方向

☒ 直焊缝断续焊时使用初定位的工件方向

☒ 开启寻位向量偏差过大警告

寻位向量偏差警告阈值

☒ 整圆寻位采用图纸半径

☒ 开启寻位圆半径偏差过大警告

寻位圆半径偏差阈值

☒ 开启寻位圆圆心偏差过大警告

寻位圆圆心偏差阈值

寻位姿态检查角度阈值

线段间距阈值

☐ 识别打断

打断起弧点偏移量

打断熄弧点偏移量

☐ 识别间隙

图 11-14 寻位参数

参数具体说明如下表所示：

表 11-11 寻位参数说明

参数类型	说明
使用初定位的工件方向	勾选后，精定位仅应用于焊缝起点，焊缝焊接方向由 3D 模型数据及初定位结果提供。
直焊缝断续焊时使用初定位的工件方向	勾选后，在焊接直焊缝断续焊时，焊接方向不使用精定位寻位结果，采用 3D 模型数据及初定位结果提供。
开启寻位向量偏差过大警告/寻位向量偏差警告阈值	勾选后，若检测到精定位扫描的焊缝焊接方向向量与模型偏差超过设定阈值，系统将触发报警提示。
整圆寻位采用图纸半径	勾选后，整圆焊缝的焊接路径（圆弧半径）拟合将不使用扫描结果，而是参考模型数据，需保证数模一致性。

参数类型	说明
开启寻位圆半径偏差过大警告/寻位圆半径偏差阈值	勾选后，若检测到视觉扫描整圆焊缝的拟合半径与模型数据偏差超过设定阈值，系统将触发报警提示。
开启寻位圆圆心偏差过大警告/寻位圆圆心偏差阈值	勾选后，若检测到视觉扫描整圆焊缝的拟合圆心位置与模型数据偏差超过设定阈值，系统将触发报警提示。
线段间距阈值	在连续焊开启拐点并寻位场景下，若视觉检测到拐点实际位置与模型位置偏差超过设定阈值，系统将触发报警提示。
识别打断	勾选后，在使用扫描寻位对不连续焊缝进行焊接时，将自动在间隔区域前后位置执行熄弧/起弧操作，跳过间隔，实现连续焊接流程。
打断起弧点偏移量	在不连续焊缝焊接时，系统在间隔后方重新起弧的偏移距离。
打断熄弧点偏移量	在不连续焊缝焊接时，系统在间隔前方提前熄弧的偏移距离
识别间隙	<ul style="list-style-type: none"> 勾选后，在进行角焊缝水平板与竖板之间存在间隙的焊缝焊接时，能够自动识别此间隙并进行自适应填充。 勾选后，单条焊缝的焊缝编辑界面能够勾选【填充焊缝间隙】，勾选【填充焊缝间隙】后将强制使用扫描寻位，此时能够对此焊缝间隙进行识别，并在焊接时进行填充。

11.2.4 加工流程



图 11-15 加工流程

参数具体说明如下表所示：

表 11-12 加工流程参数说明

参数类型	说明
寻位失败自动处理选项	在精定位失败后，系统提供三种处理模式，可根据实际生产需求进行配置。 <ul style="list-style-type: none">弹窗提示，手动确认：需操作人员手动选择后续处理方式（手动精定位/点云选点/跳过焊缝/停止加工）。自动跳过，焊接下一条焊缝：系统将自动跳过当前焊缝，直接执行下一条焊缝的焊接任务。报警停止：系统将立即触发报警并停止加工。
寻位失败时自动重新扫描	勾选后，每条焊缝首次精定位失败后，会使用相同的寻位方式再次扫描。
焊缝识别失败自动跳过	勾选后，精定位结果靠近载物台距离小于设定值时，寻位失败并弹窗提示。适用于工件直接贴合在工作台面上的场景。
最大识别误差冗余	设定精定位结果与载物台的最大识别距离。

11.2.5 摆动算法类型选择

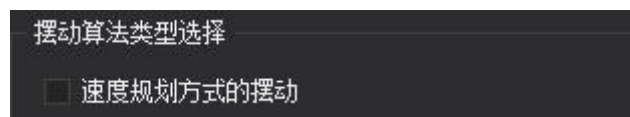


图 11-16 摆动算法类型选择

- 速度规划方式的摆动：勾选后，开启更优化的摆焊运动，通过滤波提高摆动运动稳定性（建议开启）。

11.2.6 外部轴滤波



图 11-17 外部轴滤波

- 外部轴焊接启停优化：勾选后，优化外部轴滤波，在需设备运动频繁启停的情况下，减少外部轴因刚性不足导致的抖动（建议开启）。

11.2.7 安全点更新



图 11-18 安全点更新

参数具体说明如下表所示：

表 11-13 安全点更新参数说明

参数类型	说明
开启安全点重映射	勾选后，在电弧跟踪修正过程中，若检测到焊缝终点实际位置与模型偏差超出阈值，系统将自动将抬枪安全点偏移至叠加电弧跟踪结果的实际位置（计算值）。
允许终点偏差阈值	当上述情况的焊缝实际终点与模型终点的间距超过设定阈值时，系统将触发报警提示。

11.2.8 点云仿真



图 11-19 点云仿真

参数具体说明如下表所示：

表 11-14 点云仿真参数说明

参数类型	说明
启用精定位点云仿真	软件在 Demo 模式下可以使用外部导入点云信息进行模拟仿真（仅柏楚研发使用）。
启用初定位点云仿真	软件在 Demo 模式下可以使用外部导入点云信息进行模拟仿真（仅柏楚研发使用）。

11.2.9 焊丝触碰寻位



图 11-20 焊丝触碰寻位

此处触碰寻位指使用焊丝进行坡口触碰寻位的功能，非焊枪喷嘴触碰寻位，每次使用前请进行清枪剪丝操作。参数具体说明如下表所示：

表 11-15 焊丝触碰寻位参数说明

参数类型	说明
是否手动设置触碰寻位高度	勾选后，可以手动设置触碰寻位的高度，即焊丝触碰寻位的触碰点距离坡口焊缝根部的直线距离。
多点触碰寻位模式	沿焊接方向提供两种焊缝校准方式： <ul style="list-style-type: none"> ● 首尾两点模式：仅通过焊缝起止点进行轨迹校准。 ● 间距模式：开放【触碰寻位间隔】参数，按设定间隔进行多点触碰寻位。
触碰寻位高度	勾选手动设置后，可以设置焊丝触碰寻位的触碰点距离坡口焊缝根部的直线距离。
触碰寻位间隔	用于设定间距模式下，沿焊缝焊接方向进行多点触碰寻位操作之间的间隔距离。

11.3 点云重建参数

详见《【3800】CypWeld 智能焊接控制软件用户手册》。

11.4 寻缝器调试参数

11.4.1 初定位参数设置

1. 全局参数

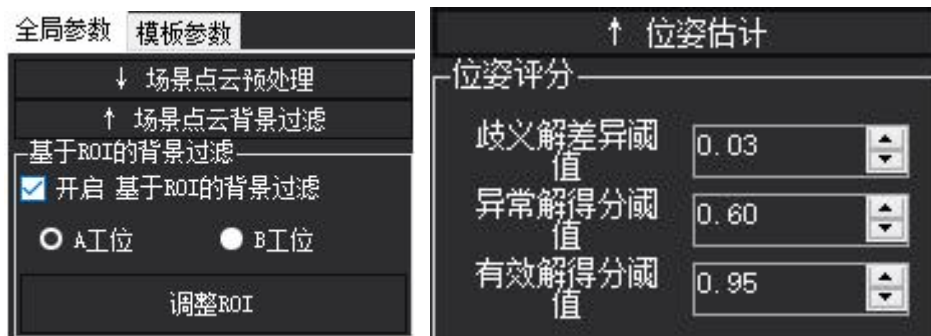


图 11-21 部分全局参数

参数具体说明如下表所示：

表 11-16 部分全局参数说明

参数类型	说明
开启 基于 ROI 的背景过滤	默认不勾选，当背景点云难以自动滤除时开启（如噪声大、扫到较多较高的背景点云、工件底板紧贴工作台等场景）。
AB 工位切换	若需勾选，则需要确定 ROI 对应的工位。
调整 ROI	调整 ROI 前需要进行一次初定位扫描，在此次扫描点云基础上进行 ROI 框选。
位姿评分：歧义解差异阈值	配准结果都达到有效解得分阈值后，结果之间的得分差异 < 歧义解阈值，则认为是歧义解，将弹窗提示用户进行结果选择。默认 0.03，无需修改。
位姿评分：异常解得分阈值	有效解阈值 < 配准结果得分 < 异常解阈值时，认为是异常解，将弹窗提示用户进行结果选择。默认 0.6，通常无需修改。当初定位失败且找不到原因时可适当调小。
位姿评分：有效解得分阈值	配准结果得分 > 有效解阈值时，认为是有效解，初定位直接成功，默认 0.95，通常无需修改。

2. 模板参数

图 11-22 模板参数

参数具体说明如下表所示：

表 11-17 模板参数说明

参数类型	说明
模板类型	<ul style="list-style-type: none">通用：软件安装时附带的模板，不随参数备份打包，每次安装都会还原参数。专用：每台机器自行创建的模板，随参数备份打包，每次安装升级后仍存在。
扫描姿态	<ul style="list-style-type: none">斜扫：45°扫描，扫描范围更大，且不易受反光影响，但易出现遮挡，适合深宽比较小的工件。竖扫：基本完全垂直扫描，不易出现遮挡，但扫描范围小，易受反光影响，适合深宽比较大的工件。
激光面对准高度	路径规划使用，用于规划初定位时激光面最佳视距对准的位置。 <ul style="list-style-type: none">对准工件中心：适合 H 型钢，特征主要位于工件中心位置的工件。对准工件顶部：适合管拼件、油箱，特征主要位于工件上表面位置的工件。对准工作台：适合 T 排、组立件，特征主要位于工件底部位置的工件。
工作台平面偏置	根据 CAD 数字孪生中的工作台高度，向上偏移一定高度后，过滤下方的背景点云。 <ul style="list-style-type: none">若面朝上的参考板（如 H 型钢的腹板）不紧贴在工作台上，则无需修改。若参考板紧贴在工作台上（如船舶组立件），则需改小。

参数类型	说明
配准策略	<p>配准使用特征点生成方式。参考板有立板无需修改；若无立板，则需修改为【立板 + 参考板轮廓】。</p> <ul style="list-style-type: none"> 立板_自动判断/不平行立板/平行立板：通过纵向立板点云生成特征点进行配准。 立板 + 参考板轮廓：通过纵向立板点云以及水平点云的外轮廓生成特征点进行配准。
立板角度阈值	纵向立板点云的判定阈值定义为点云平面与 Z 向上（完全垂直水平面）的角度偏差值，默认 15 度；当实际立板倾斜角度较大时需适当提高该阈值。
模型参考板分割范围	设定数值高度差范围以内的平面认为是一个平面。默认为 5，无需修改。
模型参考板分割最小面积比例	以提取的模型水平板中面积最大者为基准板，面积达到基准板该比例以上的平面则被视为参考板候选。默认为 0.95。
点云参考板分割最小面积比例	以提取的点云水平板中面积最大者为基准板，面积达到基准板该比例以上的平面则被视为参考板候选。默认为 0.3。
参考板拐点滤除范围	将位于参考面以上设定高度的拐点点云视为立板拐点点云；默认为 30，若参考板上存在薄搭接板，则需适当调小此阈值。
参考板提取算法	参考板点云提取的算法。默认为 RANSAC。
随机采样一致性阈值	若参考板提取算法选择随机采样一致性，则用于确定计算平面的点云上下波动。默认为 10。
位姿三维修正	勾选后，会在原有配准结束后针对整体点云与模型再进行一次配准用于修正微小的配准偏差。
底面严格同向	若用户导入工件时，已确认过数字孪生的模型正面与实际工件正面一致，则可勾选，节省配准时间，提高准确性。
仿真点云分割参考板	在模型查找参考板过程中，通过离散为模型点云的形式查找参考板。

11.4.2 飞行焊缝识别参数设置

状态开关

☐ 通用格式

☐ 扫描寻位找过焊孔

☐ 仅直角单薄板搭接

识别阈值

3面初定位距离

50

3平面间距

30

2面初定位距离

30

2面新筛选初距离

40

初定位角度

15

搭接初定位距离

30

3平面过焊孔相关:

最小孔长

10

最大孔长

50

最小间隔

10

最大间隔

50

其他

保存参数

恢复飞行默认参数并保存

测试功能

☐ 3面过焊孔高级参数显示

☒ 内角焊缝

☐ 滤除地面

滤除地面偏置量

0

配准寻位评分

0.5

图 11-23 飞行焊缝识别参数

参数具体说明如下表所示：

表 11-18 飞行焊缝识别参数说明

参数类型	说明
通用格式	是否开启通用格式，即通过生成 buf 模型文件供视觉系统获取模型信息。
扫描寻位找过焊孔	是否开启扫描寻位查找过焊孔。
仅直角单薄板搭接	是否开启仅直角单薄板搭接。
3 面初定位距离	3 平面识别出的起点与模型初定位起点的误差距离阈值，超过阈值则识别失败。

参数类型	说明
3 平面间距	平面点云间最大距离需小于阈值。如 图 11-24 中黄色和蓝色距离，均属于 3 平面间距。
2 面初定位距离	2 平面识别出的起点与模型初定位起点的误差距离阈值，超过阈值则识别失败。
2 面新筛选初距离	2 面新筛选算法识别出的起点与模型初定位起点的误差距离阈值，超过阈值则识别失败，开启新筛选算法后，以该初定位距离为准。
初定位角度	点云识别平面与对应模型平面的角度误差阈值，超过阈值则识别失败。
搭接初定位距离	搭接识别出的起点与模型初定位起点的误差距离阈值，超过设置值则认为识别失败。
最小孔长	过焊孔的最小孔长。如 图 11-25 所示。
最大孔长	过焊孔的最大孔长。
最小间隔	非构成焊缝板间的间隔最小值。
最大间隔	非构成焊缝板间的间隔最大值。
保存参数	调整任何参数后，需要点击【保存参数】，可存入参数文件。
恢复默认参数并保存	恢复默认参数，并存入参数文件（覆盖）。

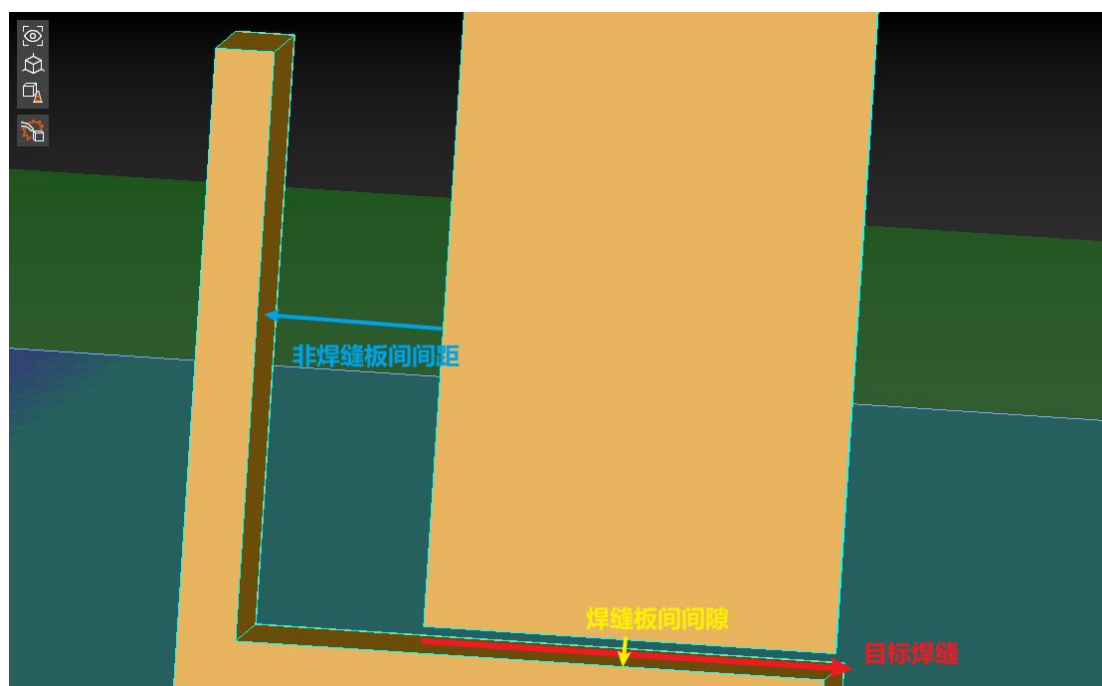


图 11-24 3 平面间距示意图

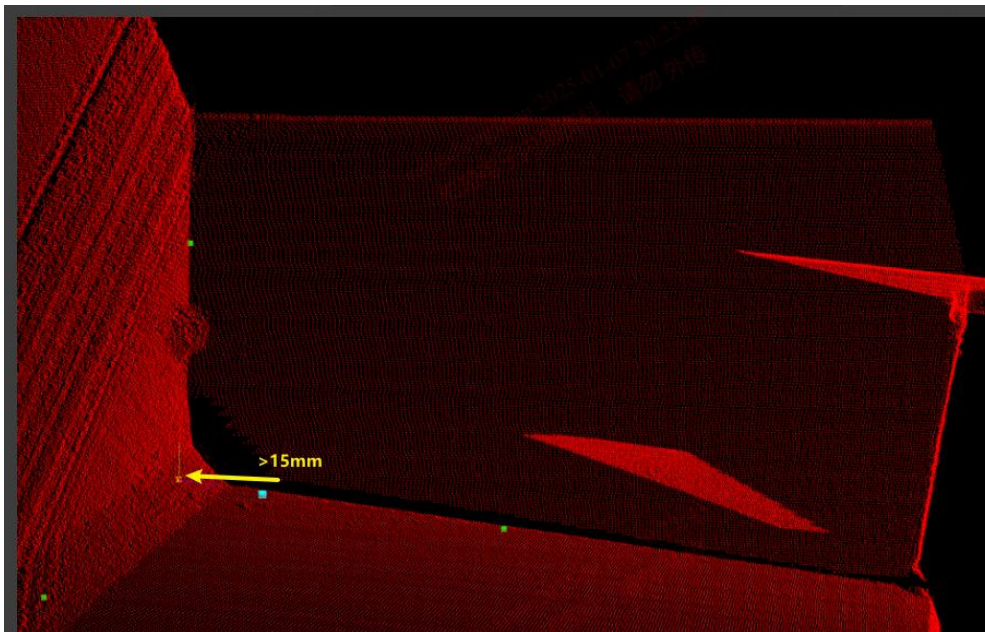


图 11-25 过焊孔的最小孔长

11.4.3 对接飞行参数设置



图 11-26 对接飞行参数设置

参数具体说明如下表所示：

表 11-19 对接飞行参数说明

参数类型	说明
最大起点偏差	对接识别出的起点与模型初定位起点的误差距离阈值。通常使用默认值。
最大角度偏差	识别和模型焊缝方向角度误差阈值。通常使用默认值。
最大焊缝长度偏差	识别和模型焊缝长度误差阈值。通常使用默认值。

11.4.4 箱型柱坡口识别调试

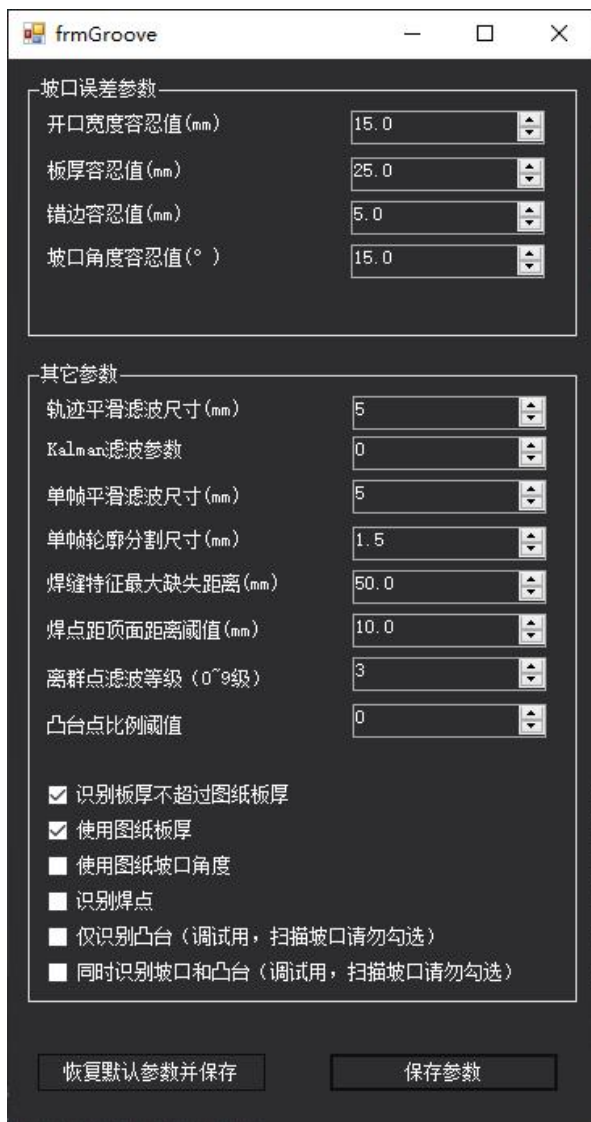


图 11-27 箱型柱坡口识别调试参数

参数具体说明如下表所示：

表 11-20 箱型柱坡口识别调试参数说明

参数类型	说明
开口宽度容忍值	在识别单帧坡口时，允许识别的坡口宽度在（Width - Z, Width + Z）范围内。Z 即为此值。通常使用默认值。
板厚容忍值	允许识别的板厚与标准值之间的最大偏差。通常使用默认值。
错边容忍值	允许的错边量，超过则认为是非正常坡口。通常使用默认值。
坡口角度容忍值	坡口角度识别的容差范围，用于判断是否为预期坡口。通常使用默认值。
轨迹平滑滤波尺寸	对最终输出的焊缝轨迹做平滑处理，去除抖动。数值越大越平滑。

参数类型	说明
Kalman 滤波参数	Kalman 滤波器增益参数，用于识别结果的滤波。
单帧平滑滤波尺寸	对每一帧点云中的焊缝特征做局部平滑处理。
单帧轮廓分割尺寸	用于将点云中的轮廓线进行分段处理，便于后续特征提取。
焊缝特征最大缺失距离	如果某段焊缝特征缺失长度小于该值，则尝试插值补全；否则断开处理。
焊点距顶面距离阈值	判断某点是否为“焊点”的依据。若其到箱型柱上表面的距离小于该值，则视为需要打断的障碍物。
离群点滤波等级	控制点云中离群点（异常点）的过滤强度，级别越高，删除越多点。
凸台点比例阈值	当某区域中凸台类点的比例超过该值时，判定为非焊缝区域。
识别板厚不超过图纸板厚	识别出的板厚超过图纸设定值时会被忽略。
使用图纸板厚	使用预设的图纸板厚值作为参考进行识别。
使用图纸坡口角度	使用图纸坡口角度进行匹配识别。
识别焊点	在识别焊点时勾选，默认不勾选。
仅识别凸台	只识别凸台，不识别焊缝。默认不勾选。

第 12 章 精定位参数设置

本章对不同焊缝模板类型的精定位各类参数的功能与设置进行详细说明。

12.1 角接

12.1.1 二平面 - 无参考面

图 12-1 局部扫描

局部扫描参数说明如下所示。

表 12-1 局部扫描参数说明

参数	默认值	界面阈值	参数说明
初定位距离误差阈值	30 mm	5 – 80	识别出的起点与模型初定位起点的误差距离阈值，超过阈值则识别失败。
初定位角度误差阈值	15°	10 – 30	点云识别平面与对应模型平面的角度误差阈值，超过阈值则识别失败。
是否开启 AI 识别	是	—	启用 AI 识别的总开关。

图 12-2 全局扫描

全局扫描参数如下所示：

表 12-2 全局扫描参数说明

参数	默认值	界面阈值	参数说明	调参说明
初定位角度偏差检查阈值	35°	0 – 45	提取拐点时对于拐点局部直线角度的校验阈值。	—
是否识别过焊孔	是	—	启用识别过焊孔的开关。	—
是否开启 AI 识别	否	—	启用 AI 识别的总开关。	—
是否开启过水孔识别	否	—	启用过水孔识别的开关。	过水孔识别功能需本开关与 AI 识别开关同时开启方可生效。
是否开启焊点识别	否	—	是否识别焊点的开关，开启后可改善焊点所致的轨迹畸变。	焊点识别功能需本开关与 AI 识别开关同时开启方可生效。
单帧算法类型	0	0 – 1	角接单帧算法类型选择，有 0 和 1 两种类型。	通常使用方法 0。
线排序索引间隔阈值	3	1 – 5	单帧中，允许产生交点的最大直线间隔数。	通常使用默认值。当两平面存在邻近焊缝的较大孔洞，可适当调整至 4。
过滤短线长度阈值	5 mm	1 – 10	最短线段允许长度，滤除所有 5 mm 以下短线，防止噪声干扰。	通常使用默认值，若存在焊点影响，可适当增大。

参数	默认值	界面阈值	参数说明	调参说明
曲线合并最大角度	15°	1 – 50	曲线或曲面场景下，允许合并曲线的最大角度。	通常使用默认值，若存在 R > 50 的圆弧，可适当增大该值。
是否检查点云密度	是	—	检查点云密度。	通常默认开启。

⚠说明：角接 - 2 平面 - 对面 1 平面的全局扫描参数也可参考上述表格设置。

12.1.2 二平面 - 一参考平面



图 12-3 局部扫描

局部扫描参数说明如下所示。

表 12-3 局部扫描参数说明

参数	默认值	界面阈值	参数说明	调参说明
平面间最大间距	35 mm	10 – 40	平面点云间最大距离需小于阈值，如 图 12-4 黄色和蓝色距离，均属于 3 平面间距。	通常设置为默认值。
初定位距离误差阈值	40 mm	5 – 40	识别出的起点与模型初定位起点的误差距离阈值，超过阈值则识别失败。	通常设置为默认值；若初定位综合距离偏差过大，可适当调大该参数，但需注意碰撞与误识别风险（所有含“初定位”关键词的参数均存在此类风险）。

参数	默认值	界面阈值	参数说明	调参说明
初定位角度误差 阈值	15°	10 – 30	点云识别平面与对应模型平面的角度误差阈值，超过阈值则识别失败。	通常设置为默认值；若初定位综合角度偏差较大（含初定位及拼装场景），可适当调大该参数，但需注意碰撞与误识别风险。
是否开启 AI 识别	否	—	启用 AI 识别的总开关。	—
重建模型识别过 焊孔和间隙	是	—	开启时返回识别的过焊孔和间隙角点，否则返回三平面交点。	—
过焊孔最小尺寸	10 mm	5 – 30	过焊孔的最小孔长。	建议比真实值放宽 2 mm – 3 mm。例如，真实最小孔长为 15 mm，参数设为 12 mm – 13 mm。
过焊孔最大尺寸	60 mm	31 – 60	过焊孔的最大孔长。	—
间隙最小尺寸	10 mm	10 – 30	非构成焊缝板间的间隔最小值。	—
间隙最大尺寸	35 mm	31 – 60	非构成焊缝板间的间隔最大值。	—
遮挡率阈值	0.6	0 – 1	如 图 12-5 中三角形区域内被焊点或已焊接焊缝遮挡面积占孔区域面比率。	通常设置为默认值。

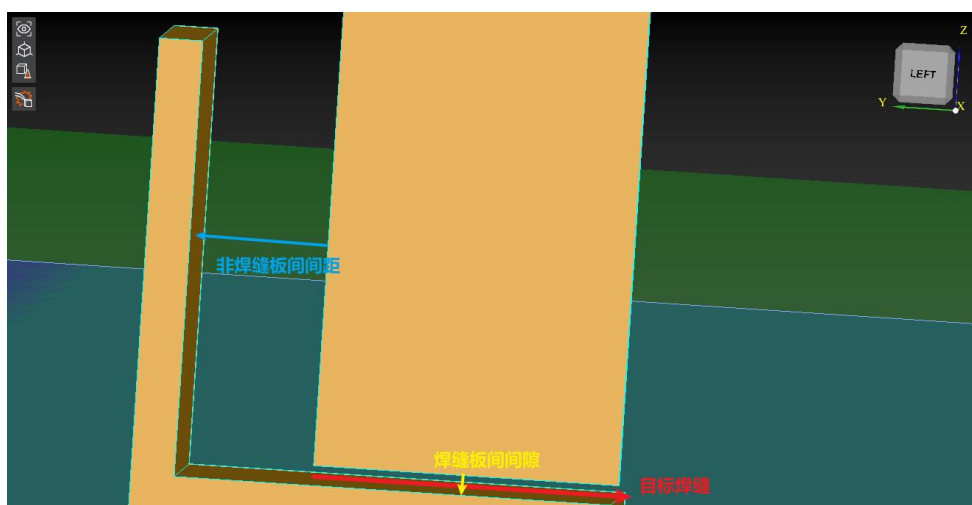


图 12-4 间距示例

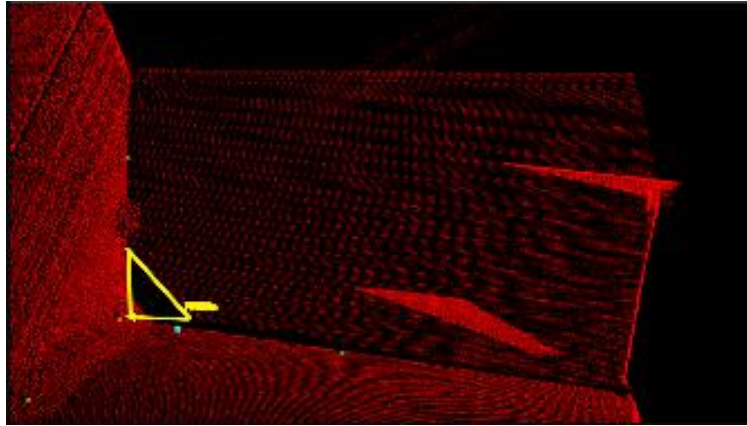


图 12-5 遮挡率阈值示例

12.1.3 一平面一曲面 - 无参考面

识别参数设置		识别算法参数	
焊缝模板类型			
接头类型	角接	高级参数	
焊缝相邻面	1平面1曲面	单帧点云识别参数	
端点参考	无参考面	单帧算法类型	0
寻位范围	局部扫描	线排序索引间隔阈值	3
识别算法参数		过滤短线长度阈值	5.00 mm
		曲线合并最大角度	15.00 deg
		是否检查点云密度	☒

图 12-6 局部扫描

局部扫描参数说明如下所示。

表 12-4 局部扫描参数说明

参数	默认值	界面阈值	参数说明	调参说明
单帧算法类型	0	0 – 1	角接单帧算法类型选择，有 0 和 1 两种类型。	通常使用方法 0。
线排序索引间隔 阈值	3	1 – 5	单帧中，允许产生交点的最大 直线间隔数。	通常使用默认值。当两平面存在 邻近焊缝的较大孔洞，可适当调 整至 4。
过滤短线长度阈 值	5 mm	1 – 10	最短线段允许长度，滤除所有 5 mm 以下短线，防止噪声干 扰。	通常使用默认值，若存在焊点影 响，可适当增大。

参数	默认值	界面阈值	参数说明	调参说明
曲线合并最大角度	15°	1 – 50	曲线或曲面场景下，允许合并曲线的最大角度。	通常使用默认值，若存在 $R > 50$ 的圆弧，可适当增大该值。
是否检查点云密度	是	—	检查点云密度。	通常默认开启。



图 12-7 全局扫描

全局扫描参数如下所示：

表 12-5 全局扫描参数说明

参数	默认值	界面阈值	参数说明	调参说明
初定位角度偏差检查阈值	35°	0 – 45	提取拐点时对于拐点局部直线角度的校验阈值。	初定位角度偏差过大或拐点提取失败时，可适当调大该阈值。
是否开启配准识别主轨迹	是	—	利用模型轨迹和识别轨迹配准提高识别稳定性。	数模严重不一致时建议关闭，否则开启。
是否识别过焊孔	是	—	启用识别过焊孔的开关。	通常默认开启。
是否开启 AI 识别	否	—	启用 AI 识别的总开关。	—
是否开启过水孔识别	否	—	启用过水孔识别的开关。	过水孔识别功能需本开关与 AI 识别开关同时开启方可生效。

参数	默认值	界面阈值	参数说明	调参说明
是否使用对面一平面截断轨迹	否	—	使用对面一平面截断轨迹，保证起点精度。	适用于起终点存在对面一平面特征，并且起终点特征不明显场景，比如油箱上带过焊孔的十字网架场景。
是否开启焊点识别	否	—	是否识别焊点的开关，开启后可改善焊点所致的轨迹畸变。	焊点识别功能需本开关与 AI 识别开关同时开启方可生效。
单帧算法类型	0	0 – 1	角接单帧算法类型选择，有 0 和 1 两种类型。	通常使用方法 0。
线排序索引间隔阈值	3	1 – 5	单帧中，允许产生交点的最大直线间隔数。	通常使用默认值。当两平面存在邻近焊缝的较大孔洞，可适当调整至 4。
过滤短线长度阈值	5 mm	1 – 10	最短线段允许长度，滤除所有 5 mm 以下短线，防止噪声干扰。	通常使用默认值，若存在焊点影响，可适当增大。
曲线合并最大角度	15°	1 – 50	曲线或曲面场景下，允许合并曲线的最大角度。	通常使用默认值，若存在 $R > 50$ 的圆弧，可适当增大该值。
是否检查点云密度	是	—	检查点云密度。	通常默认开启。

12.2 直角搭接

识别参数设置

焊缝模板类型

接头类型

直角搭接

焊缝相邻面

2平面

端点参考

无参考面

识别算法参数

初定位角度阈值

20.00 deg

使用模型轨迹补全识别轨迹☐

是否开启AI焊点识别☒

是否处理全部图片☐

是否开启过焊孔识别☒

是否使用轨迹配准☒

是否使用单帧配准筛选轨迹☒

高级参数

单帧点云识别参数

单帧焊缝距离阈值

60.00 mm

单帧直角搭接最大厚度阈值

35.00 mm

底面最小长度阈值

3.00 mm

底面最大角度阈值

45.00 deg

是否开启上表面搜索框☒

是否需要删除小坡口☐

恢复当前模板默认出厂参数

图 12-8 直角搭接

直角搭接参数如下所示：

表 12-6 直角搭接参数说明

参数	默认值	界面阈值	参数说明	调参说明
初定位角度阈值	20°	10 – 45	精定位阶段允许的由初定位误差导致的工件数模角度偏差最大范围。	—
是否开启 AI 焊点识别	是	—	采用 RGB 图像辅助焊点识别，可提升轨迹识别成功率并保障焊点处焊接轨迹的平稳性。	建议启用该功能；关闭时，在部分场景下可能因大焊点或相似焊缝的干扰导致识别失败，且识别耗时将额外增加约 1 s – 2 s。
是否处理全部图片	否	—	采用多图像增强 AI 焊点识别，可提升识别精度与轨迹平稳性，但耗时显著增加。	不建议无 GPU 的主机启用该功能，否则在普通 CPU 主机上运行时，识别耗时将增加数十秒。
是否开启过焊孔识别	否	—	识别焊缝轨迹两端的过焊孔。	开启自动过滤轨迹两端过焊孔。

参数	默认值	界面阈值	参数说明	调参说明
是否使用轨迹配准	是	—	确保寻位起点及推拉角等参数与图纸设定一致。	—
是否使用单帧配准筛选轨迹	是	—	消除部分初定位误差。	通常默认开启该功能。
单帧焊缝距离阈值	60 mm	30 – 200	焊缝筛选距离，剔除距图纸指定焊缝直线距离小于该值的焊点。	建议将阈值设为初定位误差的 2 倍，滤除远距离相似焊点并缩短运行耗时。
单帧直角搭接最大厚度阈值	35 mm	3 – 35	过滤搭接上表面与底面高度差大于该阈值的点。	建议使用默认值。若叠加工件超边界时可适当增大该值，并配合启用上表面搜索框使用。
底面最小长度阈值	3 mm	2 – 5	搭接焊点底面最小长度阈值，小于该值的焊点将被过滤。	建议使用默认值。
底面最大角度阈值	45°	10 – 45	搭接焊点底面与参考平面的最小夹角阈值，小于该值的焊点将被过滤。	建议使用默认值。可根据底面与参考面夹角而修改。
是否开启上表面搜索框	是	—	通过焊点上方是否有水平面来筛选焊点。	通常默认开启该功能，避免部分相似焊缝场景。
是否需要删除小坡口	否	—	剔除焊缝处间隙导致的小坡口特征，实现稳定焊点提取。	通常默认关闭该功能，仅在有小坡口特征时开启。

12.3 圆角搭接

焊缝模板类型

接头类型

圆角搭接

焊缝相邻面

1平面1曲面

端点参考

无参考面

识别算法参数

初定位角度阈值

20.00 deg

是否开启AI焊点识别

✓

是否处理全部图片

□

是否开启过焊孔识别

□

是否使用轨迹配准

✓

是否使用单帧配准筛选轨迹

✓

高级参数

单帧点云识别参数

单帧焊缝距离阈值

60.00 mm

单帧圆角搭接最大厚度阈值

35.00 mm

底面最小长度阈值

3.00 mm

底面最大角度阈值

45.00 deg

是否开启上表面搜索框

✓

是否需要删除小坡口

□

恢复当前模板默认出厂参数

图 12-9 圆角搭接

圆角搭接参数如下所示：

表 12-7 圆角搭接参数说明

参数	默认值	界面阈值	参数说明	调参说明
初定位角度阈值	20°	10 – 45	精定位阶段允许的由初定位误差导致的工件数模角度偏差最大范围。	—
是否开启 AI 焊点识别	是	—	采用 RGB 图像辅助焊点识别，可提升轨迹识别成功率并保障焊点处焊接轨迹的平稳性。	建议启用该功能；关闭时，在部分场景下可能因大焊点或相似焊缝的干扰导致识别失败，且识别耗时将额外增加约 1 s – 2 s。
是否处理全部图片	否	—	采用多图像增强 AI 焊点识别，可提升识别精度与轨迹平稳性，但耗时显著增加。	不建议无 GPU 的主机启用该功能，否则在普通 CPU 主机上运行时，识别耗时将增加数十秒。
是否开启过焊孔识别	否	—	识别焊缝轨迹两端的过焊孔。	开启自动过滤轨迹两端过焊孔。

参数	默认值	界面阈值	参数说明	调参说明
是否使用轨迹配准	是	—	确保寻位起点及推拉角等参数与图纸设定一致。	—
是否使用单帧配准筛选轨迹	是	—	消除部分初定位误差。	通常默认开启该功能。
单帧焊缝距离阈值	60 mm	30 – 200	焊缝筛选距离，剔除距图纸指定焊缝直线距离小于该值的焊点。	建议将阈值设为初定位误差的 2 倍，滤除远距离相似焊点并缩短运行耗时。
单帧直角搭接最大厚度阈值	35 mm	3 – 35	过滤搭接上表面与底面高度差大于该阈值的点。	建议使用默认值。若叠加工件超边界时可适当增大该值，并配合启用上表面搜索框使用。
底面最小长度阈值	3 mm	2 – 5	搭接焊点底面最小长度阈值，小于该值的焊点将被过滤。	建议使用默认值。
底面最大角度阈值	45°	10 – 45	搭接焊点底面与参考平面的最小夹角阈值，小于该值的焊点将被过滤。	建议使用默认值。可根据底面与参考面夹角而修改。
是否开启上表面搜索框	是	—	通过焊点上方是否有水平面来筛选焊点。	通常默认开启该功能，避免部分相似焊缝场景。
是否需要删除小坡口	否	—	剔除焊缝处间隙导致的小坡口特征，实现稳定焊点提取。	通常默认关闭该功能，仅在有小坡口特征时开启。

12.4 直角对接 - 外轮廓

焊缝模板类型

接头类型

直角对接

焊缝相邻面

2平面

端点参考

无参考面

关键特征

外轮廓

识别算法参数

初定位角度偏差最大阈值

15.00 deg

初定位距离偏差最大阈值

30.00 mm

平面内点距离最大阈值

8.00 mm

点到平面距离最大阈值

4.00 mm

点到原点云距离最大阈值

2.00 mm

是否开启AI识别

✓

高级参数

模型顶面法向夹角最大阈值

10.00 deg

新增焊缝边线间隙最大阈值

30.00 mm

合并新增辅助线角度最大阈值

1.00 deg

合并新增辅助线距离最大阈值

0.50 mm

数模长度偏差最大阈值

0.80 mm

平面筛选单帧距离最大阈值

5.00 mm

焊缝筛选单帧距离最大阈值

5.00 mm

单帧点云识别参数

焊缝邻域半径阈值

120.00 mm

是否识别焊缝端点

☐

恢复当前模板默认出厂参数

图 12-10 直角对接 - 外轮廓

直角对接 - 外轮廓参数如下所示：

表 12-8 直角对接 - 外轮廓参数说明

参数	默认值	界面阈值	参数说明
初定位角度偏差最大阈值	15	5 – 20	精定位阶段允许的由初定位误差导致的工件数模角度偏差最大范围。
初定位距离偏差最大阈值	30	10 – 40	精定位阶段允许的由初定位误差导致的工件数模距离偏差最大范围。
平面内点距离最大阈值	8	1 – 10	初步筛选平面内点。
点到平面距离最大阈值	4	1 – 10	精确筛选平面内点。
点到原点云距离最大阈值	2	1 – 10	精确筛选平面内点。
是否开启 AI 识别	是	—	启用 AI 识别的总开关。
模型顶面法向夹角最大阈值	10	5 – 15	校验模型底面法向偏差。
新增焊缝边线间隙最大阈值	30	20 – 40	控制模型焊缝边线是否需要新增。
合并新增辅助线角度最大阈值	1	1 – 15	控制模型边线是否合并的夹角阈值。

参数	默认值	界面阈值	参数说明
合并新增辅助线距离最大阈值	0.5	0.5 – 10	控制模型边线是否合并的错位距离阈值。
数模长度偏差最大阈值	0.8	0.1 – 1	匹配线对筛选的数模长度偏差阈值。
平面筛选单帧距离最大阈值	5.0	1 – 10	顶面方程初筛焊缝单帧拐点。
焊缝筛选单帧距离最大阈值	5.0	1 – 10	识别焊缝方程筛焊缝单帧拐点。
焊缝邻域半径阈值	120.0	50 – 500	保留距离焊缝直线的外点。
是否识别焊缝端点	否	–	在数据缺失导致拟合多段折线失败时，提取焊缝两侧的外点。

12.5 直角对接 - 坡口

焊缝模板类型
接头类型: 直角对接
焊缝相邻面: 2平面
端点参考: 无参考面
关键特征: 坡口
识别算法参数
是否开启焊缝段连续性校验: ☒
是否开启坡口特征校验: ☒
是否开启坡口深度校验: ☒
是否开启坡口角度校验: ☐

高级参数
焊缝分段距离阈值: 20.00 mm
线段合并连接距离阈值: 8.00 mm
分段直线拟合外点去除阈值: 10.00 mm
是否开启坡口焊点AI识别: ☐
是否开启直角边投影角度校验: ☐
单帧点云识别参数
焊缝邻域半径阈值: 120.00 mm
是否识别焊缝端点: ☐
恢复当前模板默认出厂参数

图 12-11 直角对接 - 坡口

直角对接 - 坡口参数如下所示：

表 12-9 直角对接 - 坡口参数说明

参数	默认值	界面阈值	参数说明
是否开启焊缝段连续性校验	是	–	判断单帧识别某点是否属于所识别焊缝段。
是否开启坡口特征校验	是	–	坡口特征校验开启后，勾选坡口深度校验和坡口角度校验才生效。
是否开启坡口深度校验	是	–	模型坡口深度和实际坡口深度比较。
是否开启坡口角度校验	否	–	模型坡口和实际坡口角度比较。

参数	默认值	界面阈值	参数说明
焊缝分段距离阈值	20	1 – 50	焊缝由于坡口特征中断，判断是否分成前后 2 段距离。
线段合并连接距离阈值	8	1 – 50	焊缝分成多段后，判断是否为同一段直线的阈值。
分段直线拟合外点滤除阈值	10	1 – 50	焊缝拟合时噪点滤波半径。
是否开启坡口焊点 AI 识别	否	–	启用 AI 识别的总开关。
是否开启直角边投影角度校验	否	–	针对单 R 单 V 场景，模型坡口直角边和实际坡口直角边角度比较。
焊缝邻域半径阈值	120	50 – 100	保留距离焊缝直线的外点。
是否识别焊缝端点	否	–	在数据缺失导致拟合多段折线失败时，提取焊缝两侧的外点。



上海柏楚电子科技股份有限公司

Shanghai BOCHU Electronic Technology Co., Ltd.

官方网址: www.bochu.com

电 话: +86(21)64309023

传 真: +86(21)64308817

地 址: 上海市闵行区兰香湖南路1000号

