



FACut 平面坡口 激光切割控制软件用户手册

系统代号：9100

软件版本号：1.13.2406.2

文档版本：V1.1.0

www.bochu.com



官方网站



官方公众号

前言

感谢用户使用柏楚 FACut 平面坡口激光切割控制软件！

柏楚 FACut 平面坡口激光切割控制软件（以下简称 FACut）是一套专门用于平面坡口激光切割的软件，具备高精度、高效率的特点。主要功能包括视觉标定，摆长修正，参数设置，自定义 PLC，模拟以及切割加工控制。

FACut 必须配合 HypTronic 数控主机使用才能进行实际的加工控制。当 FACut 运行在其他非 HypTronic 数控主机的电脑上时，将进入演示模式。

请注意，本用户手册仅作为 FACut 软件的主程序的操作说明，随 FACut 软件安装的其他工具软件，请参考其他手册或与我们联系。

本用户手册基于 1.13.2406.2 版本撰写，由于系统功能的不断更新，用户所使用的 FACut 在某些方面可能与本手册的陈述有所出入，我司尽力确保用户手册内容适用，但保留最终解释权。本手册内容变动恕不另作通知。

如用户在使用过程中有任何的疑问或建议，请按本用户手册中提供的联系方式与我们联系。

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。

声明

机床的运行及激光切割效果与被切割的材料、所使用的激光器、所使用的气体、气压以及用户所设置的各项参数有直接的关系，请根据用户的切割工艺要求严肃谨慎地设置各项参数！

不恰当的参数设置和操作可能导致切割效果下降、激光头或其他机床部件损坏甚至人身伤害，FACut 平面坡口激光切割控制软件已尽力提供了各种保护措施，激光设备制造商及最终用户应当尽量遵守操作规程，避免伤害事故的发生。

柏楚电子不承担由于使用本用户手册或本产品不当而导致的任何直接的、间接的、附带的和/或相应产生的损失和责任！

文档修订记录

文档版本号	修订日期	修订描述
V1.0.0	2023/07/07	针对 FACut 1.8.2302.3 软件版本的功能发布的第一版。
V1.1.0	2025/02/10	更新为柏楚最新文档模板。 针对 FACut 1.13.2406.2 软件版本更新功能及描述。

目录

第 1 章 快速入门	1
1.1 功能特点	1
1.2 获取和安装软件	2
1.3 快速使用	2
1.3.1 加工流程	4
1.3.2 导入图纸	4
1.3.3 设置板材厚度及坡口属性	5
1.3.4 设置图层工艺	6
1.3.5 生产辅助功能	7
1.3.6 零点确认	7
1.3.7 开始加工	8
第 2 章 图形操作	9
2.1 图形查看	9
2.1.1 图纸文件	9
2.1.2 图形选择	10
2.1.3 图形显示	12
2.2 用户参数	13
2.3 几何变换	15
2.3.1 尺寸	15
2.3.2 几何变换	16
2.4 图形绘制	17
2.4.1 常规图形绘制	17

2.4.2 文字	17
2.4.3 标准零件	18
2.4.4 测量	19
2.4.5 图形优化	19
2.4.6 对齐	20
2.4.7 封头端盖	20
2.5 坡口设置	22
2.5.1 坡口属性	22
2.5.2 特异坡口生成	26
2.5.3 盲坡口设置	27
2.5.4 刀路分刀	29
2.5.5 坡口延伸	30
第 3 章 工艺设置	31
3.1 引入引出线	31
3.1.1 区分内外模与阳切/阴切	31
3.1.2 自动引入引出线	32
3.1.3 手工设置引入线	33
3.1.4 检查引入引出线	33
3.2 割缝补偿	34
3.2.1 坡口补偿	35
3.3 环切	36
3.4 微连	36
3.5 缺口	37
3.6 释放角/倒角	38

3.7 冷却点	39
3.8 工艺标志点	40
3.9 工艺参数	41
3.9.1 切割、穿孔参数	42
3.9.2 高级参数	43
3.9.3 实时调节功率/频率	44
3.9.4 渐变坡口工艺	44
3.9.5 工艺保存与读取	45
3.10 工艺管理	47
第 4 章 工具	49
4.1 阵列	49
4.1.1 矩形阵列	49
4.1.2 环形阵列	50
4.2 飞切	51
4.3 共边	53
4.3.1 手动共边	53
4.3.2 坡口共边阵列	54
4.4 切断线	56
4.5 拐角分割	58
4.6 桥接	60
4.7 图层映射	60
4.8 排样	61
4.9 排序	63
第 5 章 加工控制	64

5.1 坐标系.....	64
5.1.1 机械坐标系.....	64
5.1.2 程序坐标系.....	65
5.1.3 发生异常后寻找零点.....	65
5.2 加工控制栏.....	66
5.2.1 点射操作栏.....	66
5.2.2 点动操作栏.....	66
5.2.3 调试操作栏.....	67
5.2.4 加工操作栏.....	68
5.2.5 参数设置.....	68
第 6 章 加工文件.....	71
6.1 关于界面.....	71
6.1.1 关于界面.....	71
6.1.2 参数备份.....	71
6.1.3 一键保存故障信息.....	72
6.1.4 NC 日志.....	72
6.1.5 机床保养.....	73
6.2 切割任务.....	73
6.3 魔盒.....	73
第 7 章 机床设置.....	74
7.1 回原点.....	74
7.2 标定.....	74
7.2.1 电容标定.....	74
7.2.2 气压标定.....	75

7.2.3 一键标定	75
第 8 章 软件设置	76
8.1 全局参数	76
8.1.1 加工参数	76
8.1.2 运动控制参数	78
8.1.3 用户参数	79
8.1.4 气体参数	80
8.2 PLC 过程	80
第 9 章 加工辅助	81
9.1 寻边	81
9.1.1 自动寻边	81
9.1.2 两点寻边	82
9.1.3 手动寻边	82
9.1.4 圆板寻中	83
9.2 一键切断	84
9.2.1 一键切断	84
9.2.2 切断线示教	85
9.3 喷嘴修正	86
9.3.1 摆长修正	86
9.3.2 焦点修正	87
9.4 其他	89
9.4.1 相纸检测	89
9.4.2 工位管理	90
9.4.3 顶点打标	90

9.4.4 清洁喷嘴	91
9.4.5 包络线	92
第 10 章 工具	93
10.1 调试	93
10.1.1 IO 扩展板	93
10.1.2 调高器监控	93
10.1.3 运动控制内核实时监控	96
10.1.4 视觉标定	98
10.1.5 视觉标定参数读写	98
10.1.6 电容辅助校正零点	99
10.2 误差分析	99
10.2.1 误差测定	99
10.2.2 轨迹捕捉	102
10.2.3 偏摆精度检测	103
10.3 工具	104
10.3.1 实时曲线监控	104
10.3.2 BLT 切割头诊断	105
10.3.3 外部设备打标标定	106
10.3.4 通用轴调试	108
10.3.5 Yp 轴调试	108
10.3.6 手动寻中	109
10.3.7 循环加工	109
10.3.8 循环 PLC	110
10.3.9 空走参数配置	110

10.3.10 时间预估	111
10.3.11 坡口尺寸计算工具	111
10.3.12 光路调整界面	112
10.3.13 工装标定	112
10.3.14 专用工装新封头	113
第 11 章 主界面状态栏	114
11.1 模块化显示设置	114
11.2 加工计数管理	114

第 1 章 快速入门

1.1 功能特点

- 二维图纸导入，支持 *.slp、*.lxds、.nrp2、.lxd、.dxf、.g、.nc、.gen、.txt、.dwg 等文件格式。
- 打开/导入.dxf 等外部文件时，自动完成图形优化，包括：去除重复线、合并相连线、去除极小图形、自动区分内外模等。
- 支持 V/Y/X/K 等多种坡口类型，以零件外轮廓的方式导入图纸并确认板材厚度后，可以灵活地对零件进行坡口属性设置。
- 对摆动结构建立三维数学模型，并提供专业算法，通过视觉采样装置对该模型进行高精度采样分析，规避安装过程及结构件精度带来的加工误差。
- 针对板材变形，设立相应的补偿机制，通过提前采样量化变形情况，保障各种材料及工况下的加工精度。
- 支持法向量跟随，规避了不同喷嘴及不同切割角度带来的尺寸偏差问题。
- 支持图纸本地的编辑优化，提高生产效率。
- 自带针对坡口切割的自动排样及坡口共边功能。
- 引入分刀逻辑，在不破坏零件底图的情况下，可以更自由地编辑零件属性。
- 支持垂直穿孔、倾斜穿孔两种穿孔模式。
- 支持工艺节点编辑，解决拐角等特殊工艺场景的单独编辑需求。
- 支持功率曲线编辑，并可设置起刀/收刀/顶点摆动等相关参数。
- 支持【直接过渡】及【拐角法向量优化】两种拐角运动方式，兼顾切割稳定性及质量。
- 支持高速电容寻边。
- 加工断点记忆，断点前进后退追溯。
- 支持停止和暂停过程中定位到任意点，从任意位置开始加工。
- 强化 PLC 编辑功能，支持脚本编辑，流程控制。
- 可编程输入输出口，可编程报警、预警输入。

1.2 获取和安装软件

FACut 系统出厂默认预设安装在配套的 HypTronic3 主站，可以直接开机使用。

HypTronic3 主站支持一键还原系统，方便在系统异常时恢复出厂数据。

用户也可以联系供应商或客服人员获得系统安装程序。方便后续升级、还原使用。

1.3 快速使用

快速使用用于在已调试好的机器上进行加工。开始加工前，应确认系统回过原点、做过电容标定、视觉标定及摆长修正，且 AB 轴无明显偏移。否则，请执行回原点、标定等初步调试工作。

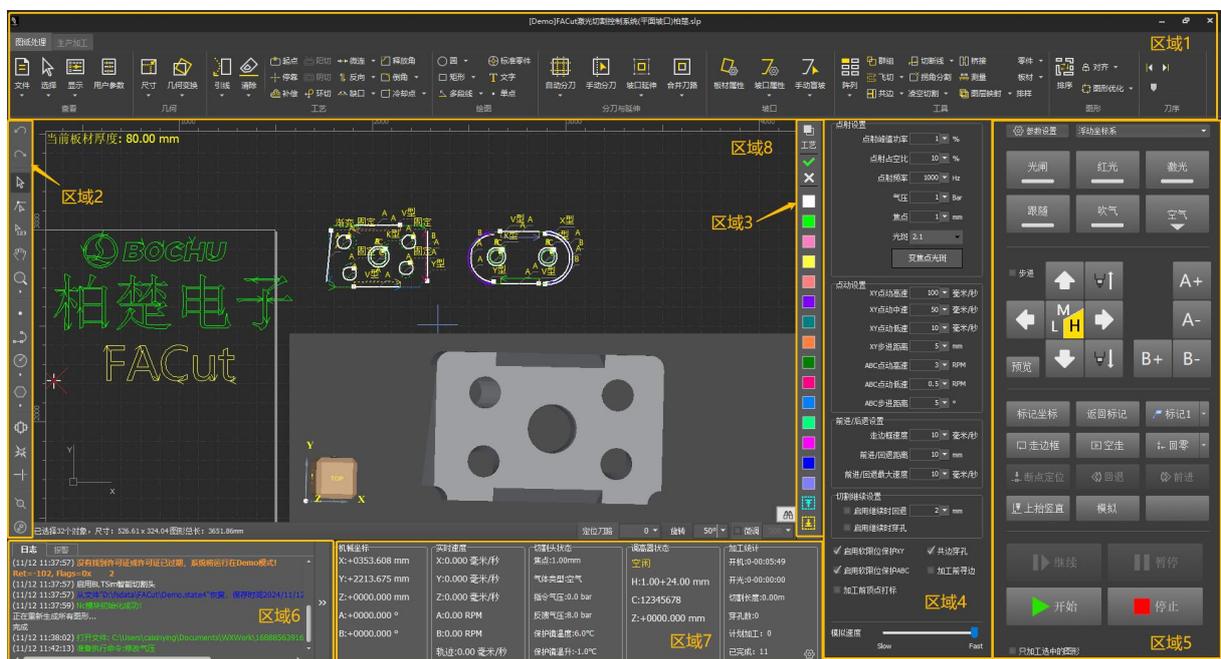


图 1-1 界面介绍



图 1-2 界面介绍 (续)

正式开始操作前，首先熟悉一下软件界面。上图将各区域用黄色框标记，并添加了区域序号，以便图文对应。

- 区域 1: 图纸处理栏，FACut 自 2024C 起，将工具栏区分为【图纸处理】和【生产加工】两个部分。图纸处理栏包含了【查看】、【几何】、【工艺】、【绘图】、【分刀与延伸】、【坡口】、【工具】、【图形】、【刀序】九大功能区，具体功能将在后续章节展开介绍。
- 区域 2: 左侧绘图工具栏，提供了较为全面的绘图操作工具，【炸开】、【裁剪】、【工艺标

志点】和【封头端盖】等功能均位于此列。

- 区域 3: 工艺设置栏, 选中对应轨迹后点击不同颜色的方块即可设置不同图层, 点击最上方的【工艺】可以进行详细的工艺参数设置。
- 区域 4: 参数设置栏, 此栏支持进行点射、点动等参数设置, 可以通过点击区域 5 左上角的【参数设置】打开或收起。
- 区域 5: 加工控制栏, 可以开关光闸、红光等, 可以操作切割头进行点动、步进, 还可以进行走边框、空走、模拟、上抬竖直等多项操作, 在此处可以点击开始加工。
- 区域 6: 日志报警栏, 用户的每一步操作、机床的每一步变化都在此呈现, 借助日志可以判断某些操作失败的原因, 也可以将日志导出给技术服务人员协助解决生产加工问题。
- 区域 7: 状态监控栏, 可以在该区域右下角设置想要显示在界面上的五个模块, 便于观察机床运动加工情况等。
- 区域 8: 绘图区, 图纸主体呈现在此处, 选中图形时区域左上角会提示坡口属性, 点击右下角望远镜图标可以对图形进行三维预览, 区域底部还支持刀路定位、图形旋转和微调等。
- 区域 9: 生产加工栏, 图 1-2 显示的是生产加工栏, 包括【文件】、【机床】、【设置】、【加工辅助】、【工具】等区块, 如果在平台配置工具中开启了二次坡口功能, 则二坡相关的设置也显示在生产加工栏。

1.3.1 加工流程



图 1-3 FACut 简要加工流程

1.3.2 导入图纸

点击【文件】→【打开文件】，可以选择【打开文件】、【导入 DXF 文件】或【导入 SLP 文件】。选中任一导入图纸的方式，将弹出选择图纸的对话框。对话框右侧区域支持预览文件的加工图形以及图形尺寸。

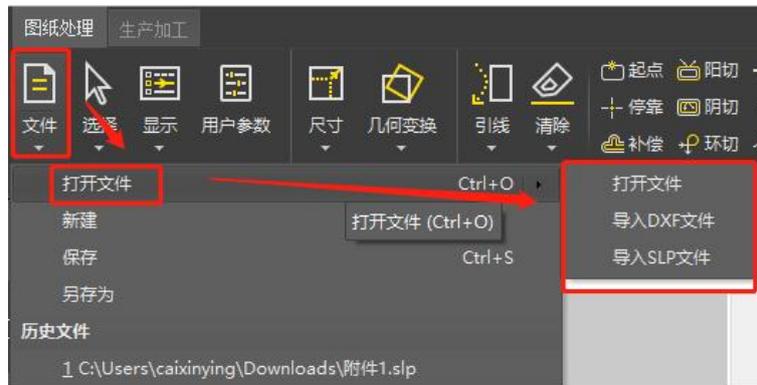


图 1-4 导入图纸

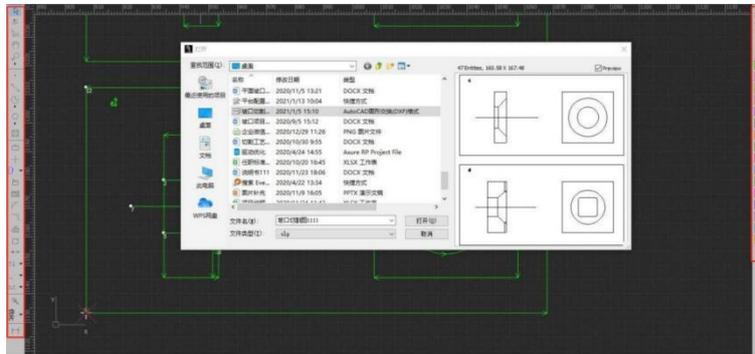


图 1-5 图纸选择及预览

1.3.3 设置板材厚度及坡口属性

点击【图纸处理】下的【板材属性】及【坡口属性】，设置相关参数。



图 1-6 板材属性与坡口属性



图 1-7 修改板材属性

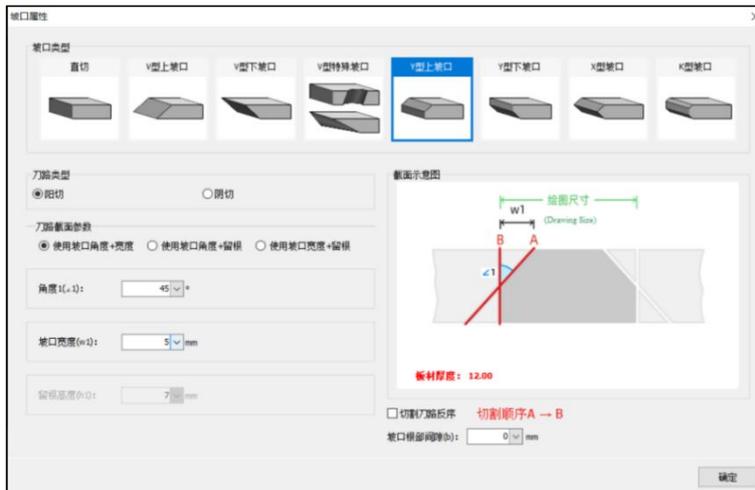


图 1-8 设置坡口属性

成功添加坡口后，选中零件，点击绘图界面右下角的望远镜图标，可预览所生成坡口零件的三维模型。在预览过程中，按住鼠标左键并拖动，能够平移该三维模型；滚动鼠标滚轮可以放大缩小模型；按住鼠标滚轮并拖动，则可以旋转该三维模型。单击绘图界面即可退出预览模式。

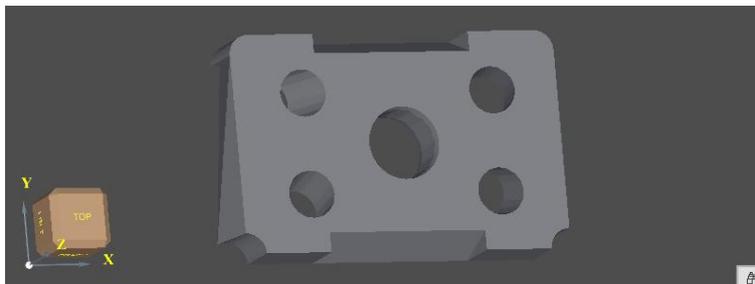


图 1-9 三维模型预览

! 说明：该预览功能仅对单个零件进行预览。

1.3.4 设置图层工艺

选取零件或轨迹，点击右侧图层工具栏即可设置对应图层，复合坡口可以设置为单图层多刀路，也可以设置为多图层单刀路。

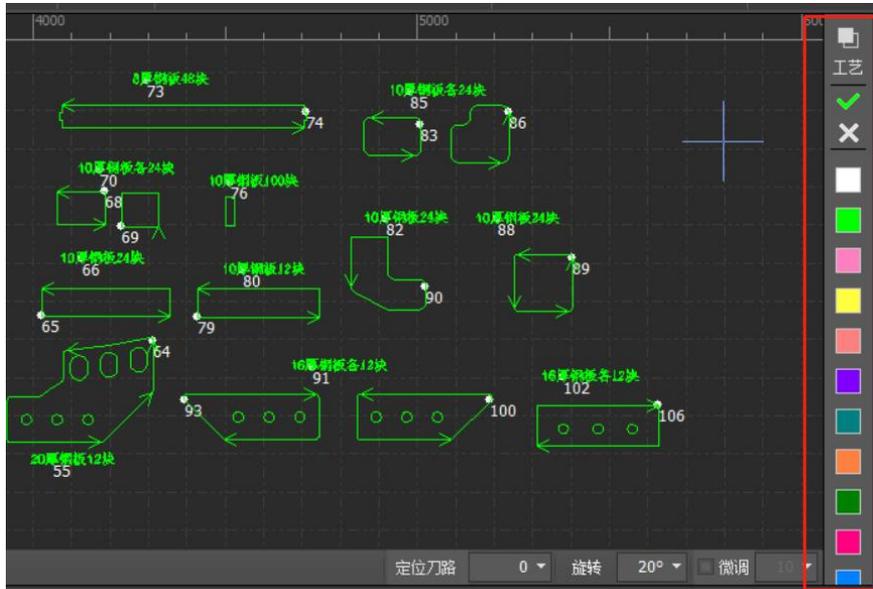


图 1-10 工艺图层设置

在【工艺】设置内，可以直接读取工艺库内相应的工艺参数，也可以分别设置具体的穿孔，切割等过程的工艺参数。

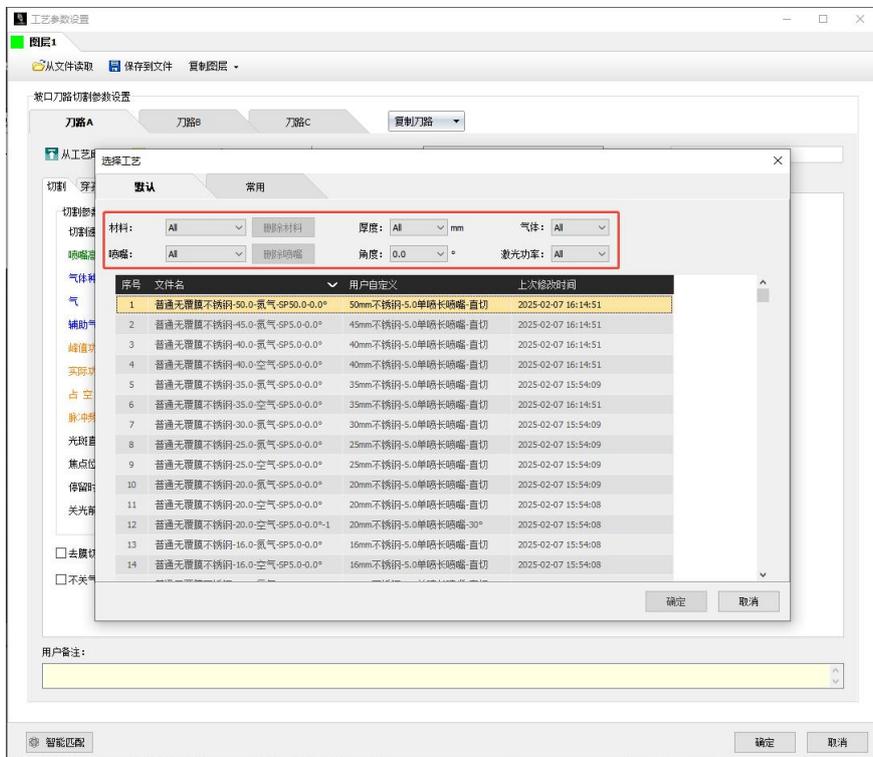


图 1-11 从工艺库读取

说明： FACut 的工艺库数据存储单元面向的是刀路而不是图层。

1.3.5 生产辅助功能

在实际切割前后，生产辅助包含如下功能：

- 电容寻边：切割之前沿板边寻找板材顶点与计算偏转角度，然后同步修正加工图形的角度，确保图形与板材平行加工。提高板材利用率的同时减少人工抬板校准工作量，提高设备的自动化运行效率。
- 电容标定：当电容跟随产生报警或跟随状况异常或更换喷嘴后，可通过【电容标定】模块快速在预设标定板上一键标定。
- 探板切割：在加工坡口刀路时，按照指定速度在跟随状态下提前运行一遍加工轨迹，通过采样数据来对板材的形变进行补偿。若在全局参数中勾选【实时探板】，则在加工定姿态坡口刀路时可以省略提前运行一遍加工轨迹的过程。

1.3.6 零点确认

在工作台右上角设置【浮动坐标系】或者【工件坐标系】，同时可以通过【回零】的侧边下拉框跳转历史零点。



图 1-12 工作台

1.3.7 开始加工

正式加工前，请确认设备无异常报警，待加工图纸、工艺、零点、辅助功能正确。可通过【走边框】再次确认可加工的图纸是否位于板材边界以内，通过【模拟】观察加工顺序。

如果板材整体或待加工区域有明显变形或倾斜，可以在全局参数中启用【探板切割】，然后点击操作栏中的【开始】按钮即可加工图形。

第 2 章 图形操作

2.1 图形查看

2.1.1 图纸文件

FACut 支持【打开文件】、【新建】、【保存】、【另存为】图纸文件，也支持导入 DXF 或 SLP 文件。另外，【文件】的下拉菜单支持快速打开历史文件。

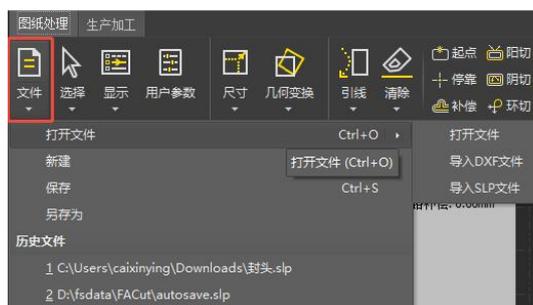


图 2-1 文件

- 打开文件：选择【打开文件】后，当前文件将被新文件覆盖，直接打开目标文件。
- 导入文件：选择【导入文件】后，待导入的图纸将以浮动形式跟随鼠标移动，其基准点对齐软件设定的停靠点。点击界面任意位置，即可将图纸插入当前文件，而不会影响现有内容。

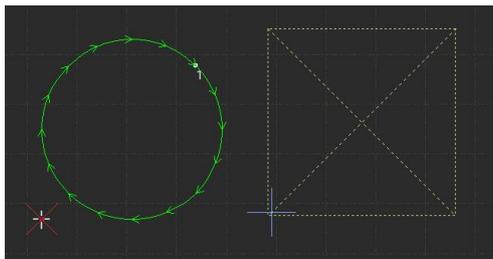


图 2-2 导入文件-浮动状态

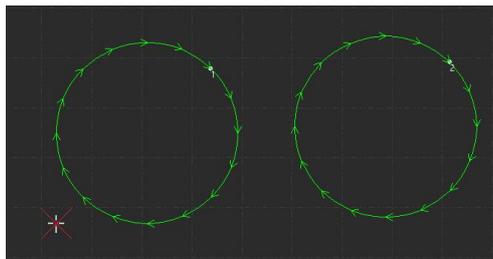


图 2-3 导入文件-导入完成

2.1.2 图形选择

FACut 提供丰富的图形选择方式。最基本的操作是【点选】，在图形上单击鼠标即可选中图形。另一种更常见的操作是【框选】，拖动鼠标在屏幕上形成一个半透明的选框来选择图形。【框选】分为两种：从左向右拖动鼠标时，显示实线框蓝色半透明矩形，只有完全覆盖在矩形框内的图形才会被选中；从右向左拖动鼠标时，显示虚线框青色半透明矩形，只要图形的任何一部分位于矩形框内，图形就会被选中。

这两种选择的示意图如下。左图为从左向右选择，BC 将被选中，右图为从右向左选择，ABCD 都将被选中。灵活使用这两种方式可以更加方便地选中用户需要的图形。



图 2-4 框选示意图

无论【点选】还是【框选】，按住 Shift 键进行选择时，可以在不清除原有选项的情况下添加新图形。



图 2-5 选择

除上述基础的选择操作外，FACut 还支持多种高级选择操作，均位于【图纸处理】→【查看】→【选择】的下拉选项中，具体包括：

- 基础操作：全选、反选、复制、粘贴、剪切、删除、取消选择、带基点复制。
 - 取消选择：可以通过点击绘图区的空白区域实现；
 - 带基点复制：选中一个点，粘贴时图形与鼠标位置关系和基点与原图形位置关系相同。
- 图形操作：选择不封闭图形、选择相似图形、选择所有外模/内模，选择所有小于指定尺寸的图形、按类型选择。
 - 选择相似图形：支持区分图层/角度，一键选择符合条件的相似图形；
 - 按类型选择：支持选择所有多段线/圆/Bezier 曲线。
- 图层操作：选择图层、锁定图层。
 - 选择图层：用于选择同一图层的所有图形；
 - 锁定图层：默认锁定背景图层，根据加工需要可锁定打标划线图层等，锁定后无法选中图层对应的图形。
- 禁止快速拖动和复制：勾选后将不再允许用户拖动、复制、旋转图形，从而避免使本已排好的图形由于误操作发生错位。
- 单边选择所有刀路：勾选后，针对复合型坡口，选中其中一条刀路时就可以选中所有刀路。
- 批量修改：选中单个底图，在【选择】下拉菜单中点击【批量修改】，可以打开批量修改窗口，在该窗口中对底图进行的修改将应用在其他相似图形上。批量修改支持对选中图形进行几何变换、添加图形工艺、设置切割工艺、设置坡口、排序等操作，并支持区分图层，也可设置批量修改结果对所有排样结果生效。

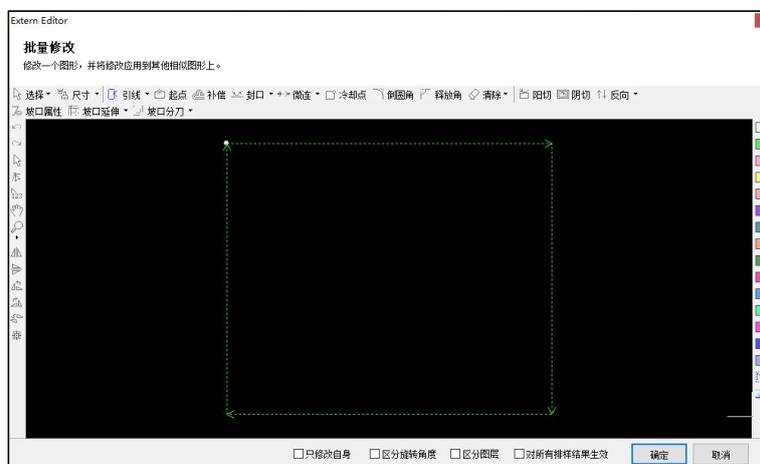


图 2-6 批量修改界面

2.1.3 图形显示

FACut 提供丰富的图形查看方式，均位于【图纸处理】→【查看】→【显示】的下拉选项中。

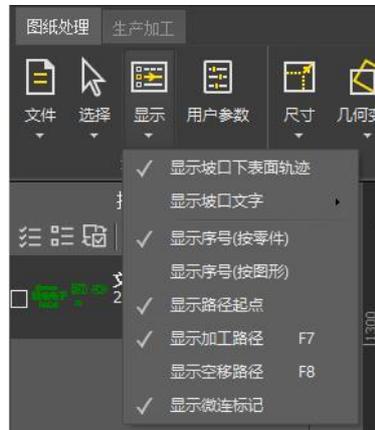


图 2-7 【显示】下拉选项

具体包括：

- 显示坡口下表面轨迹：勾选后，坡口的下表面轨迹将以白色实线显示。
- 显示坡口文字：
 - 显示坡口类型：例如，对于 X 型坡口，将以黄色文字显示【X 型】；
 - 显示坡口参数：例如，对于 X 型坡口，将以黄色文字显示【X 上 15° 下 30°】，包含其坡口类型、坡口角度等内容；

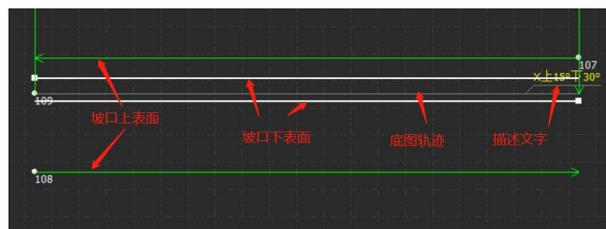


图 2-8 坡口显示

- 自定义坡口显示：选中后将弹出【自定义坡口显示信息】窗口，可以针对不同坡口类型自定义其需要显示的坡口信息，请结合【参数列表】和图示设置【自定义信息】。

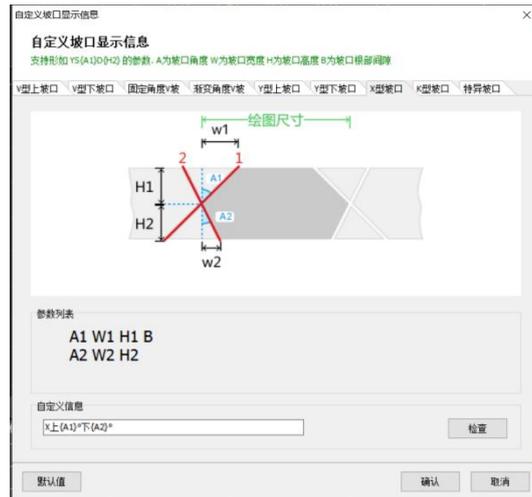


图 2-9 自定义坡口显示信息

- 显示序号（按零件）：如果将图形设为群组，则群组作为一个整体仅显示一个序号。
- 显示序号（按图形）：针对群组内的每个图形都会显示对应序号。
- 显示路径起点：以白色小圆点显示。
- 显示加工路径：以绿色箭头显示。
- 显示空移路径：以黄色带箭头的虚线显示。
- 显示微连标记：以白色线框显示，线段中断。

2.2 用户参数

FACut 支持用户根据自己的使用习惯配置自动优化和绘图板参数。

设置【自动优化】选项后，在导入 DXF/PLT 等外部文件时，将根据用户所设参数对原图进行自动优化，包括【去除极小图形】、【去除重复线】、【合并相连线】、【自动平滑】等。同时也支持完成自动排序、设置导入单位、图层映射等。



说明：若未勾选【自动映射 DXF 文件中的图层】，导入默认图层图纸后，图形将自动映射为图层 10。

设置【绘图板】参数有助于提升绘图效率，例如，绘图过程中 FACut 会根据需要提供自动吸附功能，包括自动吸附到网格、吸附到图形的关键点、吸附到图形边界等，也可以设置对象捕捉，支持设置参数精度。

用户还可以根据【使用习惯】设置通用、排样、报告单等选项，支持记忆加工前寻边参数、刀路变形和交叠检查等。

在导入 gen/nc0 图纸时，支持设置【图层映射】、【自动补偿】、【图纸旋转】等参数。

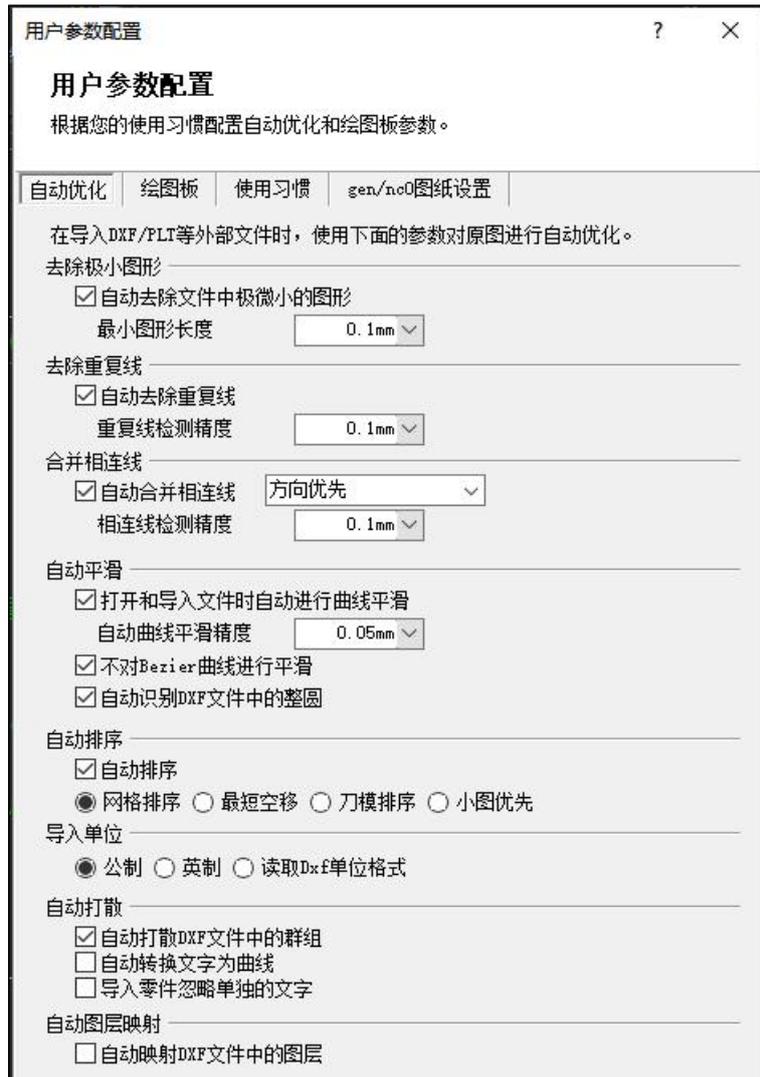


图 2-10 用户参数

2.3 几何变换

2.3.1 尺寸

FACut 提供了 7 项快速尺寸变换，并支持指定基点和倍率的交互式缩放，通过【尺寸】的下拉菜单完成。单击【尺寸】，或下拉菜单中的【修改尺寸】，可以修改所选图形的尺寸。



图 2-11 尺寸变换及修改

当界面中锁的状态为下图所示状态时，长度和宽度按原图尺寸比例锁定。



图 2-12 尺寸比例锁定

如果需要分别设置长度和宽度，请点击该按钮解除锁定状态，如下图所示。

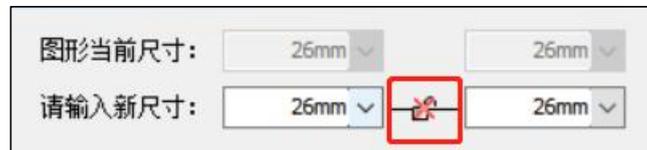


图 2-13 解除尺寸锁定

【缩放中心】可以指定缩放后新图形与原图形的位置关系。例如选择【左上】，则表示变换之后新图形与原图按照左上角对齐，其他部分则以左上角为基准进行缩放。

⚠ 说明：设置坡口属性后再修改尺寸可能会导致刀路错误，FACut 禁止对坡口图形进行非均匀尺寸变换。

2.3.2 几何变换

常用菜单栏下【几何变换】分栏部分提供了丰富的几何变换功能，例如平移、镜像、旋转等。使用前先选中需要变换的图形，然后单击【几何变换】下拉菜单中相应的选项，根据屏幕下方日志栏中的提示进行操作即可完成。

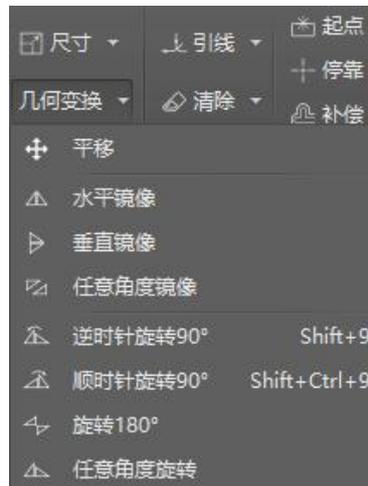


图 2-14 几何变换

绘图区右下角的【旋转】和【微调】为几何变换的快捷键。

- 定位刀路：输入刀路序号后可以快速定位到目标刀路，并对其进行局部放大。
- 旋转：输入角度后，选中需要旋转的图形，再按下 A/D 可以逆时针/顺时针旋转目标角度，按下 W/S 可以逆时针/顺时针旋转 90°。
- 微调：勾选微调前的方框，输入需要微调的距离，选中图形后，按方向键即可向目标方向平移目标距离。如果在按住 ctrl 的同时按下方向键，则可以在目标距离上复制选中图形。

2.4 图形绘制

2.4.1 常规图形绘制

界面左侧快捷工具栏支持完成孤立点、多段线、圆形、多边形等常规图形绘制；其中圆形绘制支持整圆、三点圆弧、扫描式圆弧和新椭圆；多边形绘制支持矩形、圆角矩形、多边形及星形。界面上方的绘图工具栏功能则更加全面，支持完成圆形、标准零件、矩形、文字、多段线及孤立点的绘制；其中圆形多了【替换圆形定位孔为孤立点】的功能，矩形又细分为跑道形和圆角矩形，多边形和星形的绘制则归入多段线。

2.4.2 文字

FACut 支持输入文字和文本转曲线。单击绘图工具栏上的【文字】，在希望插入文字的位置单击鼠标即可插入文字，新插入的文字将被自动选中。



图 2-15 文字入口

任何时刻选中文字，工具栏将出现一个新的分页【文字】，可以修改文字的内容、样式、大小等。如下图：



图 2-16 文字参数设置

点击【转为曲线】，将产生以下效果：

- 转为曲线后，文字不再依赖字体文件。这样即使在没有安装特定字体的设备上，图形文件中的文字也能准确显示，不会出现字体替换或错乱问题。
- 转为曲线后，文字变成了不可编辑的矢量图形，避免了字体样式、大小等属性被误改，确保图形的一致性。

2.4.3 标准零件

FACut 提供标准零件的绘制。点击【标准零件】将弹出标准零件列表窗口。



图 2-17 标准零件入口



图 2-18 标准零件列表

选择零件类型后，可在二级页面设置相关参数。如下图所示：



图 2-19 标准零件参数设置

2.4.4 测量

FACut 提供了测量工具用于测量两点间的距离。点击【测量】，然后在图纸上选择一点，拖动会显示一条引导线，其后再选择一点，绘图信息栏则会显示这两点的位置关系，单击鼠标右键或键盘上的【Esc】即可退出测量状态。

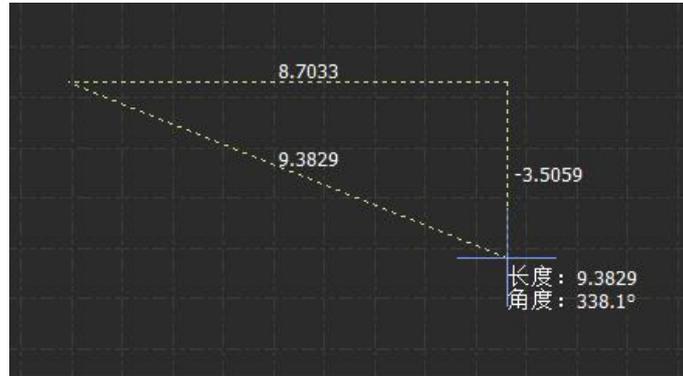


图 2-20 测量示意图

2.4.5 图形优化

导入外部图形时，FACut 会自动对图形进行优化。具体的自动优化参数可以在【用户参数】→【自动优化】中进行配置。



图 2-21 用户参数

如果用户需要对图形进行手动优化，可使用图形工具栏中【图形优化】的功能，支持执行合并相连线、去除小图形等操作。



图 2-22 图形优化

! 说明：这部分图形优化针对底图，注意与【分刀】操作进行区分。

2.4.6 对齐

FACut 支持对图形进行快速对齐操作，选中目标图形后，点击【对齐】下拉选项中希望达成的对齐方式，即可实现图形对齐。支持同时对多个图形操作。



图 2-23 对齐

2.4.7 封头端盖

FACut 支持在圆锅形非平面上加工封头孔，包括封头竖直孔、封头法向孔以及投影法向孔。这一功能目前要求提供绘制好的俯视视角二维图纸。

选中需设置封头孔的图形，点击左侧工具栏最下方【封头端盖】，进入封头端盖设置界面。经线、纬线、文字等辅助线将自动被识别为不加工图层。点击【清除标记】可删去辅助线。

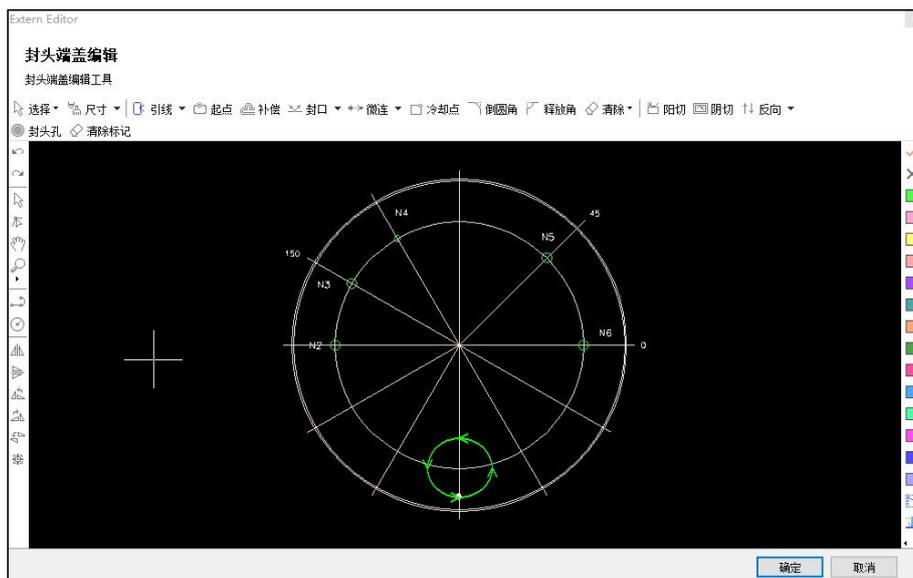


图 2-24 封头端盖编辑

选中需要被设为封头孔的曲线，点击【封头孔】按钮，在弹出窗口中根据示意图和图纸标注确

定封头孔类型、相位角和封头的球切面角度，点击【确定】，即可看到编辑界面内对应曲线处生成了封头孔的标识文字。

若勾选【批量修改同纬度封头孔球切面角度】，则处在同一条纬线上的圆均会被设为相同球切面角度，省去重复设置的步骤。

 **说明：**

1. 设置封头法向孔时，需将法向孔的二维俯视图替换为法向视角的图形；
 2. 如果封头面是平面，可以设置投影法向孔，此时不需要进行“俯视→法向”的改图；
 3. 封头孔的起点需要设在图形的中轴线上；
 4. 在封头孔设置完成前，谨慎点击【清除标记】删除辅助线；
 5. 封头孔支持添加坡口，可以先对原图设坡口，然后对其添加封头孔属性；也可以先把封头孔都设好后，再加坡口。需注意对选中的图形设置好封头孔后，所选图形将被设为群组，必须先打散，再设坡口。
-

2.5 坡口设置

2.5.1 坡口属性

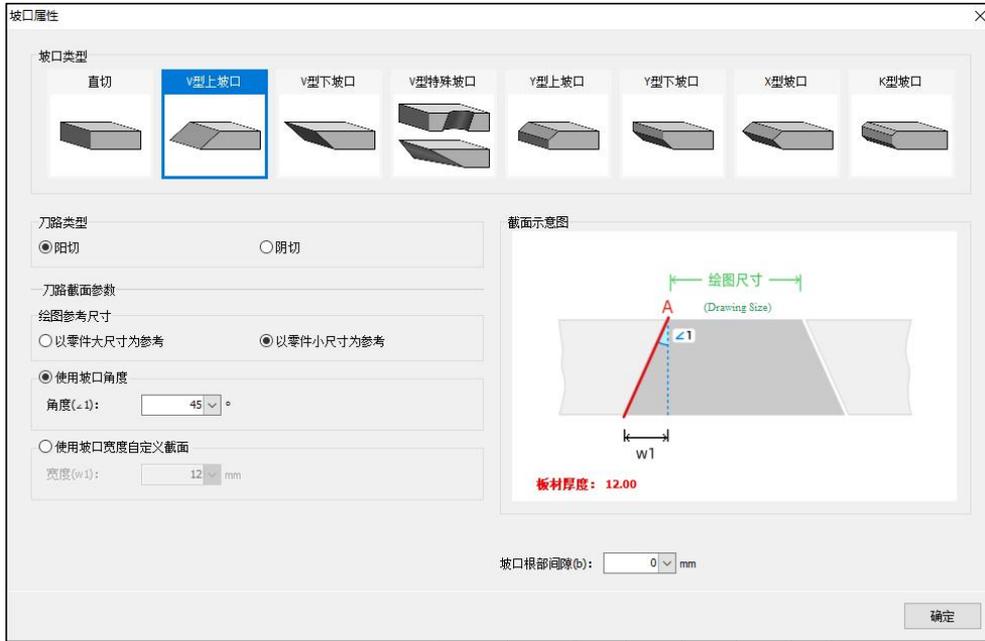


图 2-25 V 坡参数

选中需要添加坡口的图形，点击【坡口属性】按钮，设置相关参数以添加所需坡口。

设置坡口属性前应首先确定零件阴阳切类型，再根据示意图确定上下坡口，示意图中深色部分为所需零件。

常规 V 型坡口需设置【角度 1】和【绘图参考尺寸】，此外也支持【使用坡口宽度自定义截面】。V 坡形状参数与截面示意图的关系如下表所示，其中【绘图尺寸】指需要添加坡口的图形的尺寸；零件大/小尺寸在阳切时指零件最大/最小尺寸，在阴切时指板材最大/最小尺寸。

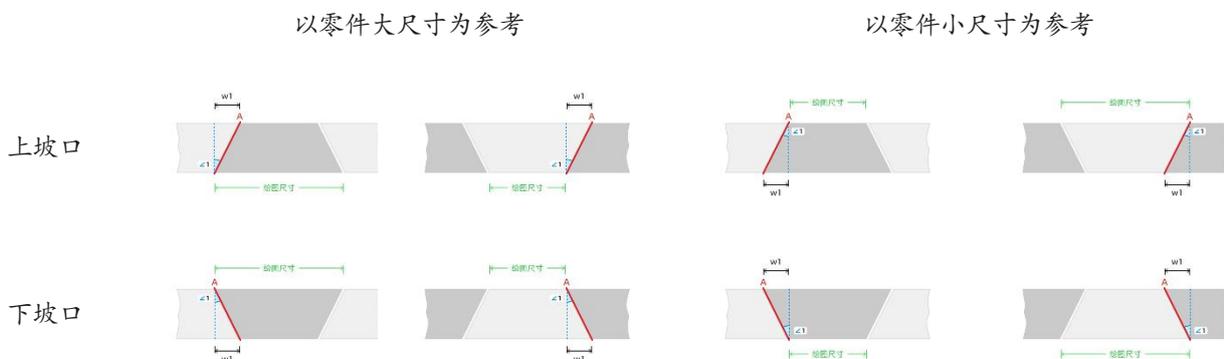


图 2-26 V 坡形状参数与截面示意图

若切割后需贯穿圆管/方管并焊接，请选择【V 型特殊坡口】中的【固定角度 V 坡】并设置【起始角度】和【相位角度】；如需加工渐变坡口，请选择【V 型特殊坡口】中的【渐变角度 V 坡】，并针对起始/终止角度分别设置【起始角度】和【终止角度】。

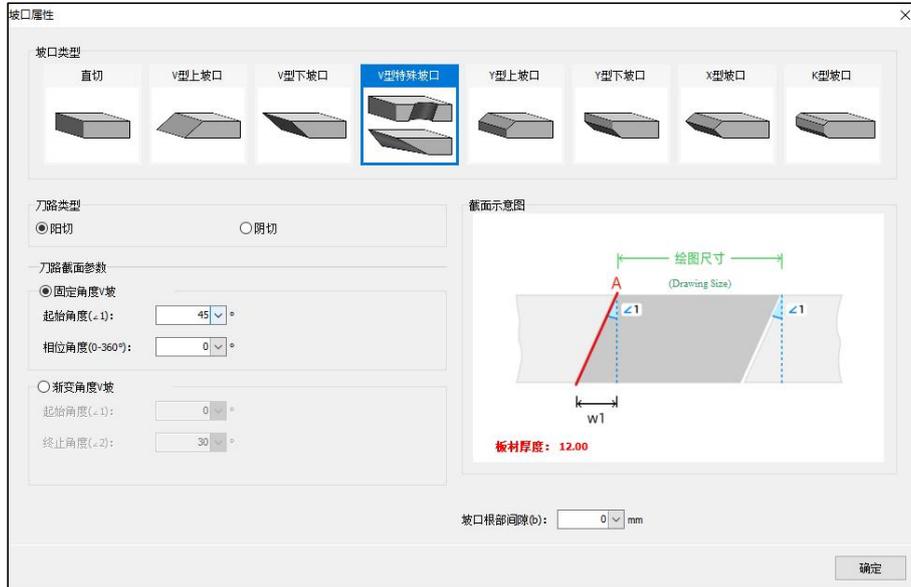


图 2-27 固定角度 V 坡参数

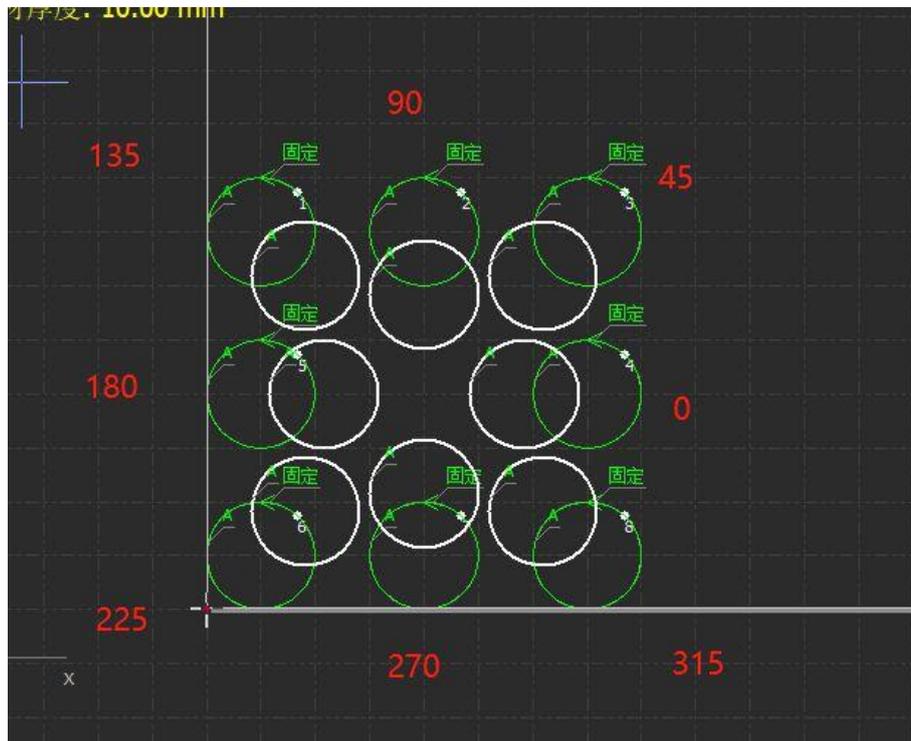


图 2-28 固定角度 V 坡示意图

设置固定角度坡口后，上表面与下表面的相对位置和相位角的关系如上图所示。

! 说明：渐变角度坡口仅适用于非封闭刀路！

设置 Y 型坡口时，支持【坡口角度+宽度】、【坡口角度+留根高度】以及【坡口宽度+留根高度】三种刀路截面参数。勾选不同参数组合时，会相应激活不同的参数设置选项，根据实际加工需要填写后，点击【确定】即可。

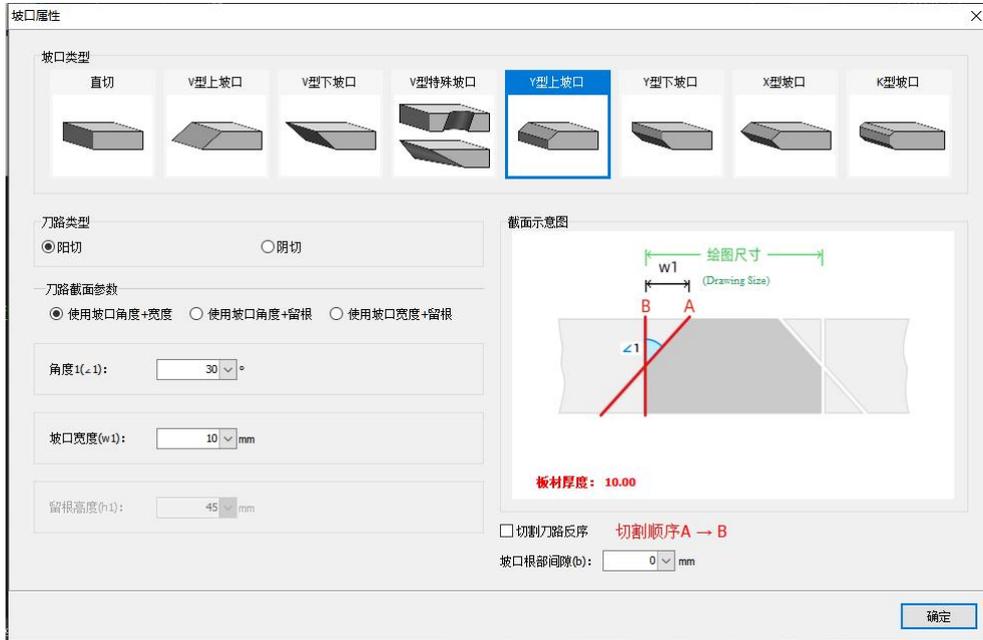


图 2-29 Y 坡参数

设置 X 型坡口时，支持【坡口角度+上坡口宽度】、【坡口角度+上坡口高度】以及【上坡口宽度+上坡口高度】三种刀路截面参数。勾选不同参数时，会相应激活不同的参数设置选项，根据实际加工需要填写后，点击【确定】即可。

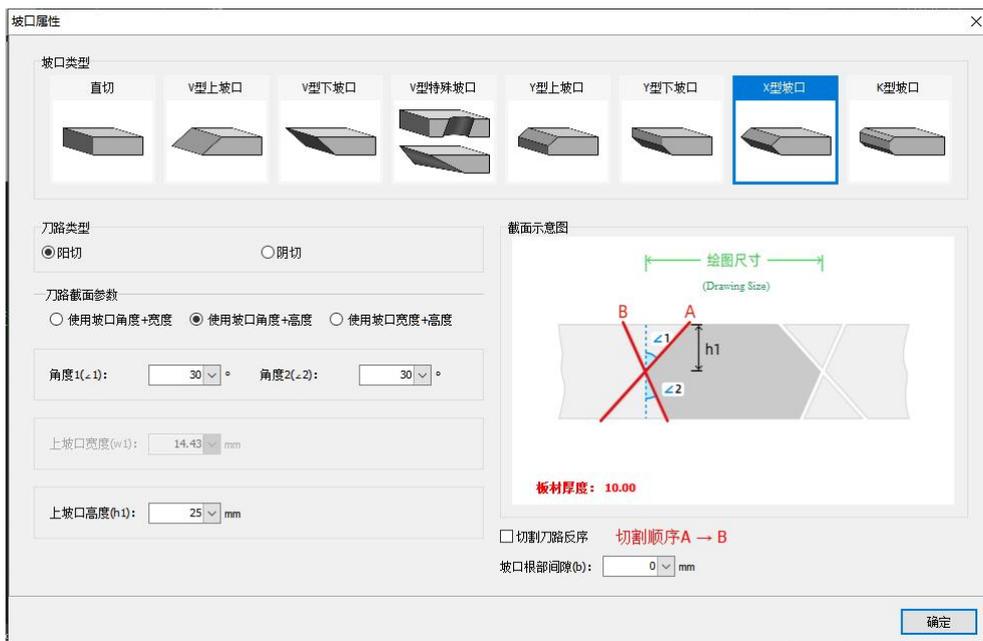


图 2-30 X 坡参数

设置 K 型坡口时，支持【坡口角度+上下坡口宽度】、【坡口角度+上下坡口高度】以及【上下坡口宽度+上下坡口高度】三种刀路截面参数。勾选不同参数时，会相应激活不同的参数设置选项，输入参数后软件会自动计算出 K 坡留根高度，根据实际加工需要填写后，点击【确定】即可。

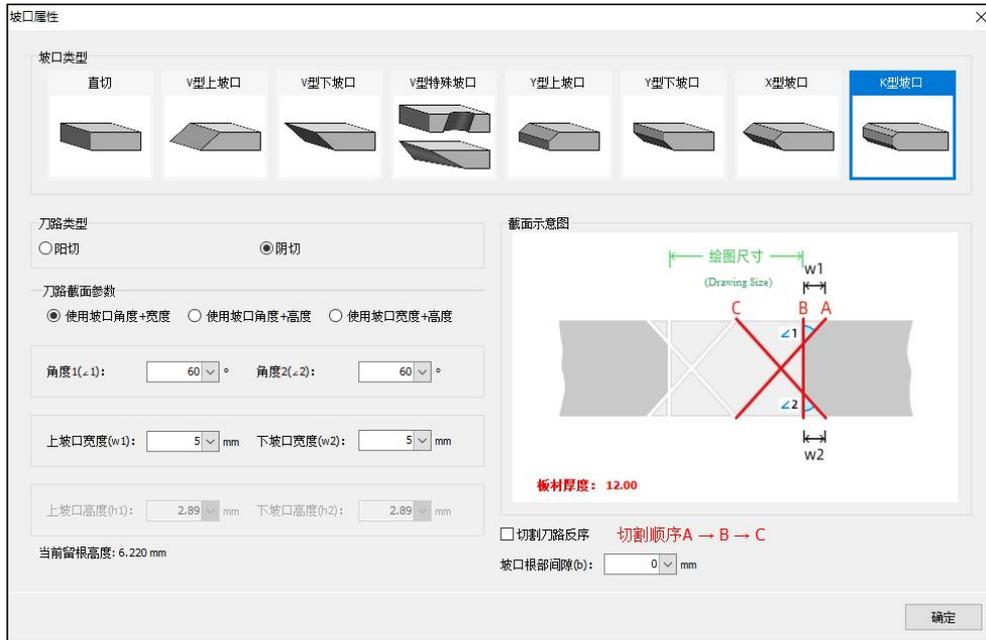


图 2-31 K 坡参数

在实际应用场景中，如果对焊接强度有较高要求，FACut 支持为各类坡口留出【坡口根部间隙】，从而使焊液与焊接件充分接触，达成全熔透焊接的效果。该设置项位于坡口截面示意图下方，请根据实际需要合理设置。

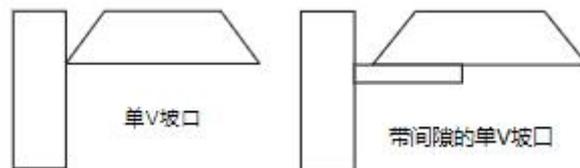


图 2-32 坡口间隙示意图

在加工过程中，倘若对坡口刀路的切割顺序有特定要求，针对 Y 坡、X 坡和 K 坡，均支持勾选【切割刀路反序】。此设置项同样位于坡口截面示意图下方，刀路的切割顺序以红色字体显示在右侧。一旦勾选该设置项，右侧显示的刀路顺序也会相应发生变化，且变为加粗字体。请根据实际需要合理设置。

2.5.2 特异坡口生成

FACut 具备生成“天圆地方”类特异坡口的功能。此类坡口的显著特征是上表面与下表面为形状各异的两条曲线。在生成特异坡口时，首先需选中拟添加坡口的两条直切轨迹，接着点击【坡口属性】下拉菜单中的【特异坡口生成】选项，进入特异坡口设置界面。

进入界面后，将自动完成上下表面刀路设置，可以点击【上下表面切换】进行修改。

上下表面刀路轨迹方向相反时，将提示【上下表面线方向不一致】。选中任一轨迹，点击【反向】即可。

点击【绘制法向量切换】并设置【法向量密集度】后，可以看到上下表面对应点的连线。

FACut 支持模拟加工，判断特异坡口加工过程中切割头偏摆角度是否超过复合角度限制。若超出限制，则报错【机械运动范围超过软限位】，此时需要调整起点位置，使两条轨迹起点连线指向图形几何中心，如下图所示。

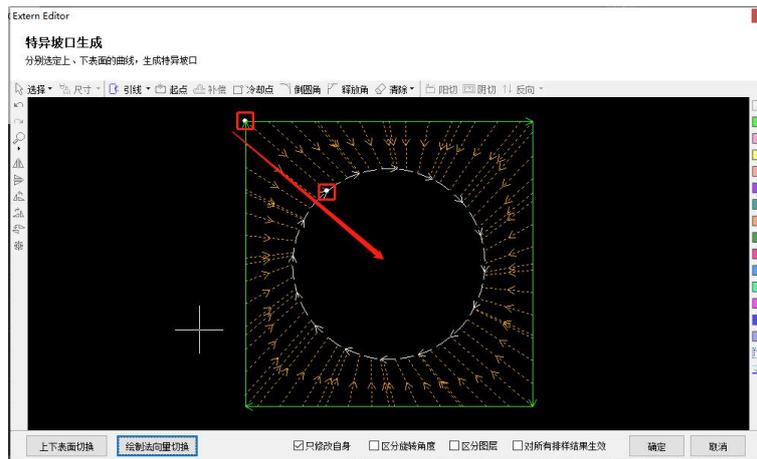


图 2-33 特异坡口法向量

若要将一组相同的上下表面图形批量设置为特异坡口，需取消勾选【只修改自身】；如这些图形只在角度上存在不同，再勾选【区分旋转角度】，也能批量设置。此外，特异坡口支持区分图层，并支持对所有排样结果生效。

若要修改已设好的特异坡口，选中图形后点击【特异坡口生成】，可再次进入特异坡口编辑界面。若要将特异坡口还原为底图，选中后点击下拉菜单中的【特异坡口还原】即可。

! **说明：** 绘制“天圆地方”的特异坡口进行打样时，可先绘制一 100*100 的正方形，并在其内部绘制一个尺寸相近的圆形，随后选中两个图形，设置【中心对齐】。进入特异坡口生成界面后，注意将两条轨迹的刀路方向调整一致，并将二者起点调整至朝向一致。

2.5.3 盲坡口设置

FACut 盲坡口功能支持在一条刀路上参数化绘制多段相邻的直切/坡口，使机器能够在一段刀路上的任意位置起刀切割坡口，坡口刀路与相邻刀路之间自动生成过渡线。

选中需要设置盲坡口的刀路后，点击【图纸处理】→【坡口】→【坡口属性】下拉菜单，选择【设置盲坡口】，将弹出盲坡口设置窗口。



图 2-34 盲坡口设置

用户可以根据实际加工需要，设置【总刀路段数】，然后在下面的表格中对各段刀路分别设置坡口类型。【新增刀路段】会自动在当前这组刀路段的末尾再插入一个长度为 0 的新段。当只剩下一段刀路的长度还未设置时，可以点击左下角的【自动补齐未设置段】完成设置，即可将其长度设为正好填满整条边。

当前，盲坡口仅支持设置直切和 V 坡，可以对 V 坡设置根部间隙。可以选中多条长度相同的线段，同时设置相同盲坡口。当点击锁定某段刀路时，对应刀路段变为灰色，其长度、坡口属性均不可编辑。

盲坡口刀路段的排布顺序是起点→终点，【坡口属性】下拉菜单中的【盲坡口参数反向】用于反转刀路段排布顺序。

针对用户常用的盲坡口参数组，FACut 支持参数保存与读取。

- 保存到坡口库：将当前所设的盲坡口参数保存为一个新参数，保存时需为其起名，并设置厚度。保存的盲坡口参数包括：厚度、总长度、段数、每段长度、每段的坡口参数。

- 覆盖到坡口库：将当前所设的盲坡口参数覆盖到坡口库中一个已有的参数上。被覆盖的参数，名称、厚度不变；总长度、段数、每段长度、每段坡口参数被覆盖。
- 从坡口库读取：选择一组参数，点击【读取参数】，当前盲坡口参数直接刷新为所选参数。

点击【插入到段尾】按钮，所选参数直接插入到当前盲坡口参数的后面。如果读取参数时，参数中保存的长度和当前的刀路长度不一致，那么各段长度等比例缩放。加锁的刀路段，其长度始终不变。如果插入到段尾，那么插入的各段刀路不管是否加锁，长度均不变。

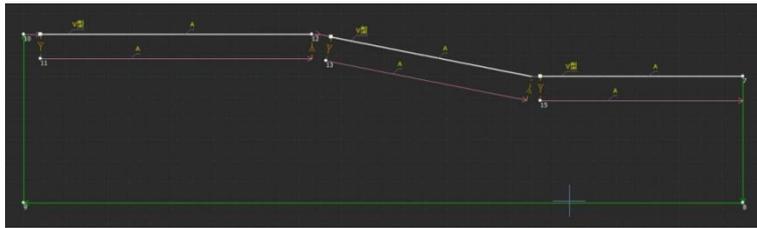


图 2-35 手动盲坡示例

FACut 还支持手动生成盲坡口过渡线，具体操作如下：

- 第 1 步** 先对各段刀路设置普通坡口。若全熔透，设置根部间隙即可；
- 第 2 步** 点击【图纸处理】→【坡口】→【手动盲坡】/下拉菜单【手动设置盲坡口】；
- 第 3 步** 点击相邻两段刀路，起点与终点间将自动生成过渡线；
- 第 4 步** 完成后通过右键菜单或按 Esc 退出手动盲坡设置。

如果想取消设置好的盲坡口，使用【重置刀路】功能会导致同一零件中其他设过坡口的刀路一起被重置，因此 FACut 支持【手动取消盲坡口】，在【手动盲坡】的下拉菜单中选中功能，点击对应刀路，即可将整段盲坡口刀路还原为直切。

 **说明：**

1. 在手动设置盲坡口时，尽量沿着刀路方向依次点击设置；
 2. 取消盲坡口时，只能一次性选中一整条盲坡轨迹，并将其还原为直切；
 3. 只能对未进行过坡口延伸的坡口轨迹手动设置盲坡口；
 4. 一刀切的坡口轨迹，请勿在分刀、分别设置坡口后再手动添加盲坡口连接线。
-

2.5.4 刀路分刀

以封闭矩形为例，选中零件直接设置坡口属性，则所有刀路默认为一次穿孔完成切割，拐角位置的切割会通过提前法向量过渡实现。

当一刀切的工艺稳定性不够或者对加工质量要求较高时，可以使用【图纸处理】→【分刀与延伸】工具栏的【自动分刀】或【手动分刀】功能，实现分刀切割。【自动分刀】默认在零件图形的拐点处添加分刀节点，而【手动分刀】则可以自由在连续刀路上手动添加新节点。

注意，分刀后，底图并未被打散，且具有以下特征：

- 拖拽操作只适用整个零件。
- 不同刀路可以设置不同坡口属性，图层信息。
- 单轨迹的属性判断考虑零件整体。
- 针对某些角度比较大的拐角，生产过程中一刀切即可满足精度，因此 FACut 也支持设置自动分刀参数。

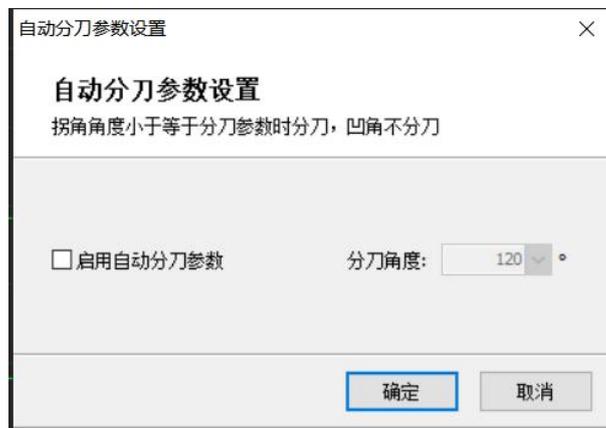


图 2-36 自动分刀参数设置

- 点击【自动分刀】下拉菜单，选择【自动分刀参数】，弹出【自动分刀参数设置】窗口。
 - 勾选【启用自动分刀参数】并设定分刀角度后，图形拐角角度小于等于分刀参数时则分刀，大于分刀参数时则保持一刀切。凹角默认不分刀。
 - 该参数默认状态下不启用，支持参数记忆，默认为 120°。
- 如果想将已分割的刀路合并为一条刀路，可使用【分刀与延伸】工具栏的【合并刀路】功能，按住 shift 键可以选中多条刀路；如果想将图形恢复为底图，可使用【合并刀路】下拉菜单中的【重置刀路】功能，此时对于图形添加的各类工艺、图层等都会恢复到初始状态。

2.5.5 坡口延伸

添加坡口后，一般会保证轨迹闭合以确保零件完整，但在一些复杂情况或者增加补偿后，会出现加工轨迹不封闭的现象。

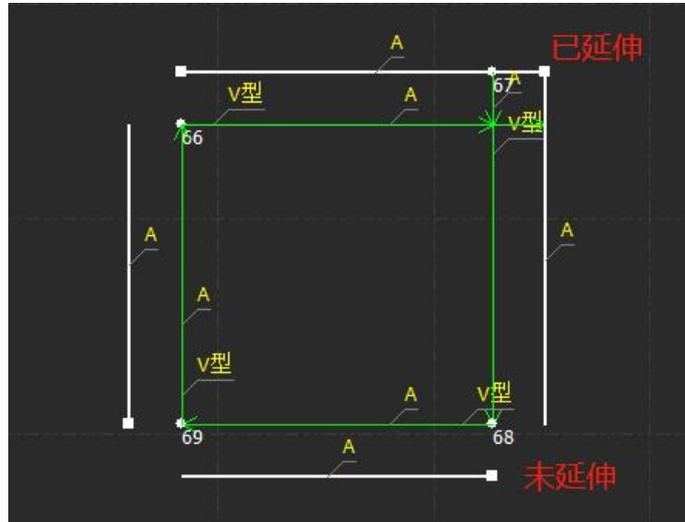


图 2-37 坡口延伸

此时可以选中不封闭的两端轨迹，然后点击【分刀与延伸】工具栏的【坡口延伸】保障轨迹的合理性。坡口延伸的下拉菜单中支持【手动延伸】、【自动延伸】和【全局延伸】。

- 选择【手动延伸】时，根据需要选择需要延伸的边即可；
- 选择【自动延伸】时，软件会对选中图形的所有坡口进行自动延伸；
- 选择【全局延伸】时，会将当前界面所有满足延伸条件的坡口进行自动延伸。

若需要取消已延伸的坡口，则选中图形后，在坡口延伸的下拉菜单中选择【取消坡口延伸】。

此外，可以在【坡口延伸】下拉菜单中勾选【补偿后自动延伸】，对已延伸的坡口的拐角边进行补偿时，可对补偿后的结果进行自动延伸。

第 3 章 工艺设置

本节介绍 FACut 提供的工艺设置相关功能，由于大部分工艺参数都和被切割的材料、使用的激光器、气压等有直接的联系，所以请根据实际工艺要求进行设置。这里提到的所有的参数，包括图片中的参数，仅作为示例，不应该被认为是指导参数。

注意：不恰当或错误的参数可能导致切割效果变差甚至损坏机床，请谨慎设置！

3.1 引入引出线

3.1.1 区分内外模与阳切/阴切

打开【.dxf】等外部文件时，FACut 会自动区分内外模。如果在编辑过程中对图形做了更改，导致内外模关系发生了变化，需要再次区分内外模时，请单击【排序】按钮，任何一种排序方式都可以区分内外模；或是单击【引线】按钮下拉三角形，选择【区分内外模】。



图 3-1 排序、区分内外模

FACut 是按照包围关系来区分内外模的，始终将最外层作为外模，外模的下一层为内模，内模下一层为外模，以此类推。不封闭的图形不能构成一层。

在添加引线时，外模为阳切，从外部引入，内模为阴切，从内部引入。要手工设定阴切/阳切，请选择要设定的图形，然后单击【阴切】/【阳切】。



图 3-2 阴切

3.1.2 自动引入引出线

选择需要设置引入引出线的图形，然后单击常用菜单栏下的【引线】，在弹出的窗口中设置引入引出线的参数，如下图：



图 3-3 引线



图 3-4 引线参数设置

支持的引线类型包括圆弧、直线以及直线加圆弧，支持的参数包括引线类型、角度、长度和半径。也可以选择是否在引入线起点加入小圆孔。

! **说明：** 自动选择合适的引入位置，将会对图形按预先设置的优先顶点或优先长边确定引入位置，图形之前的引入位置、类型等参数将被覆盖。若对引线位置有固定要求，可选择按照图形总长设定统一的位置或不改变引线位置，只改变类型选项。

3.1.3 手工设置引入线

单击工具栏上的【起点】，可以手工修改引入线。在图形上单击表示修改引入线的位置，但不修改角度和长度。



图 3-5 起点



图 3-6 修改引入线位置

先在图形外单击点 A，然后在图形上单击点 B，则表示从图形外到图形上画一条直线引入。



图 3-7 手工设置引入线

3.1.4 检查引入引出线

单击【引线】下拉选项，选择【检查引入引出】，可以对已经设置的引入引出线进行合法性检查，该功能会将长度过长的引线缩短，从而避免与其他图形交叉。单击【区分内外模】则可根据已设定的内外模确定引线的具体位置。

! 说明：有些分刀切场景本身是需要切割轨迹相互交叉（干涉）的。

3.2 割缝补偿

选中要补偿的图形，单击工具栏上的【补偿】即可进行割缝补偿参数设置，点击确定后完成割缝补偿。

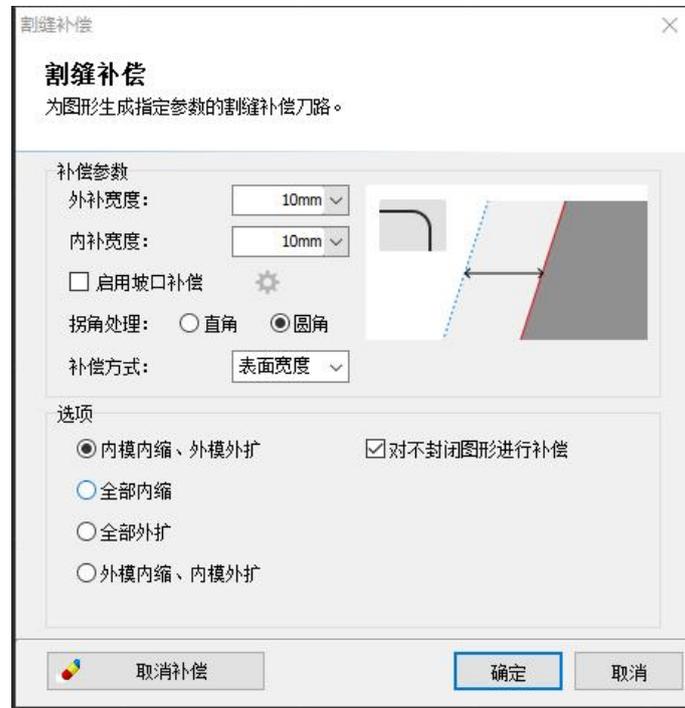


图 3-8 割缝补偿参数

割缝宽度应根据实际切割结果测量获得，补偿后得到的新轨迹在绘图板中以绿色表示，加工时沿补偿后的轨迹运行；经过补偿的原图将不会被加工，仅在绘图板中为方便操作而显示。

割缝补偿的方向可以手工选择全部内缩/外扩，也可以根据阳切、阴切自动判断：内模内缩、外模外扩/外模内缩、内模外扩。割缝补偿时可以选择对拐角以圆角或直角过渡，如下图所示：

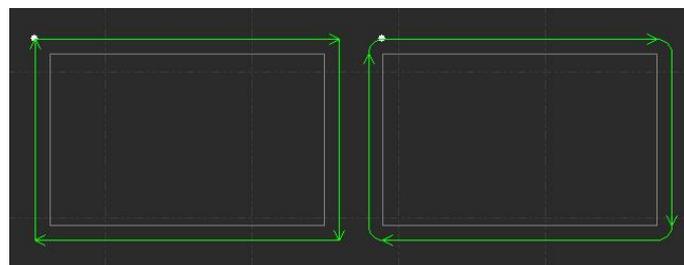


图 3-9 割缝补偿过渡角

图中白色为原图，绿色为补偿后的轨迹，从图中可以看出垂线两侧补偿之后可以保证割缝边缘与原图重合，但拐角处则需要过渡。通常圆角过渡能保证在过渡过程中割缝边缘仍然与原图重合，并且轨迹更为平滑。

割缝补偿现支持设置两种不同的【补偿方式】。在非直切的情况下，若选择【割缝宽度】，补偿的宽度沿激光束方向；若选择【表面宽度】，补偿的宽度沿板材表面方向。

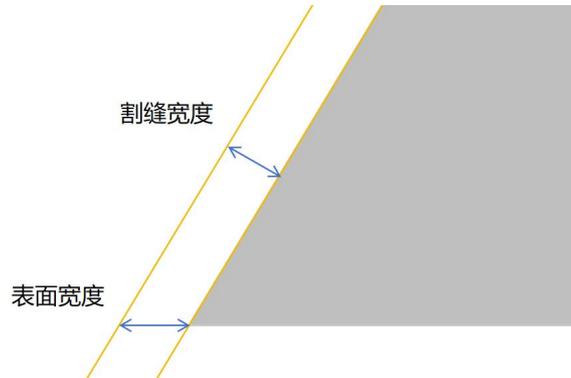


图 3-10 补偿方式

要取消补偿，请选择需要取消补偿的图形，然后单击【清除】按钮下拉箭头，点击【取消补偿】；或直接在补偿设置窗口中点击【取消补偿】按钮。

3.2.1 坡口补偿

在割缝补偿窗口勾选【启用坡口补偿】，点击右侧齿轮图标，即可针对不同坡口类型、角度等设置对应的补偿参数。坡口补偿参数支持以独立文件形式保存、读取，并可以自动识别是否存在重叠的角度区间。

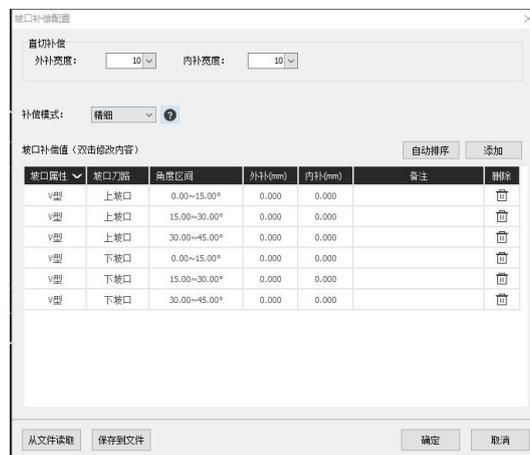


图 3-11 坡口补偿配置

坡口补偿区分【标准】和【精细】模式：【标准】模式下不区分坡口类型，仅根据上/下坡口和角度区间匹配补偿值；【精细】模式下会细分坡口类型（V/Y/X/K 型等），根据坡口类型、上/下坡口和角度区间匹配补偿值。

该界面也支持设置直切补偿，对于表格中未配置的角度，则按照默认的直切补偿参数生成补偿。

3.3 环切

选中图形后，单击工具栏上的【环切】，可以实现更好的尖角切割效果。

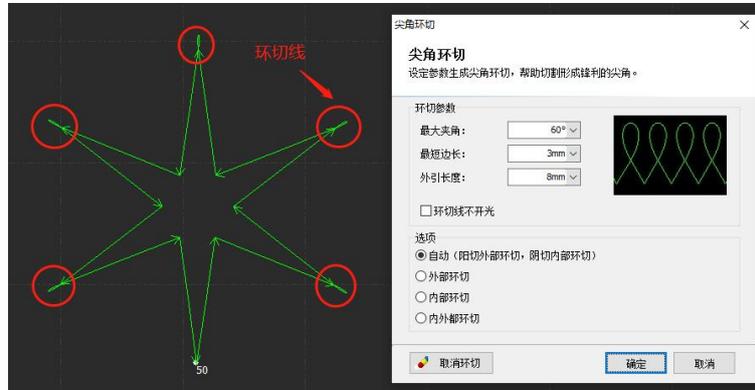


图 3-12 尖角环切

3.4 微连

【微连】用于在轨迹中插入一段不切割的微连接，可避免切割完成后零件翘起。切割到此处时激光将关闭。微连在绘图板中显示为一个缺口，若在【显示】下拉选项中勾选了【显示微连标记】，则还会有一个白色线框，如下图：



图 3-13 微连图示

单击工具栏上的【微连】，然后在图形需要添加微连的位置处单击，即可添加一个微连。FACut 支持通过连续单击插入多个微连，直到按下 ESC 取消或切换为其他命令。在经过补偿后的轨迹上单击也可以插入微连。



图 3-14 手动微连

每次点击【微连】后，初次在图形上手动添加微连时，需要在弹窗中设置微连长度，还可以将微连应用于相似图形、修改起点至微连处、在微连处添加引线。此外也可以通过点击【微连】下拉

菜单中【修改微连尺寸】修改微连长度，新的参数会对后续的微连设置生效。

除了手动添加微连，FACut 也支持【自动微连】功能。单击下拉选项中的【自动微连】，在弹出的对话框中设置参数，点击确定即可根据所设参数自动添加微连。可以选择按数量，例如每个图形加入 10 个微连，或者按距离，例如每隔 100 mm 插入一个微连。



图 3-15 自动微连

3.5 缺口

封口、缺口、过切、多圈四个功能集成在【缺口】下拉菜单中。选择需要设置的图形，然后单击相应的选项即可。

封口代表终点和起点重合，缺口和过切的起点和终点都不重合，区别是缺口是少切一点，过切是多切一点，多圈则是沿轨迹重复多次切割。

点击【缺口】/【过切】，弹出缺口/过切大小设置，点击【多圈】弹出切割圈数设置。对缺口/过切大小的设置只对之后再设置缺口/过切时有效，此前已设置的缺口/过切大小仍然保持不变。

3.6 释放角/倒角

单击工艺工具栏的【释放角】，可以生成释放角，有助于下一道折弯工序。

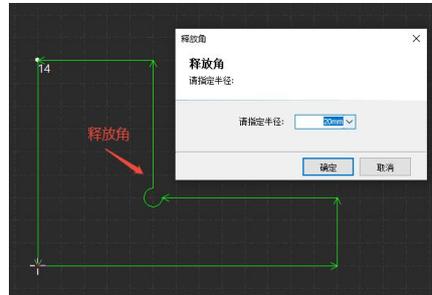


图 3-16 释放角

单击工艺工具栏的【倒角】，会弹出倒角设置窗口，可以选择倒角类型和参数，点击确定后手动选中对应拐角，即可完成倒角设置。

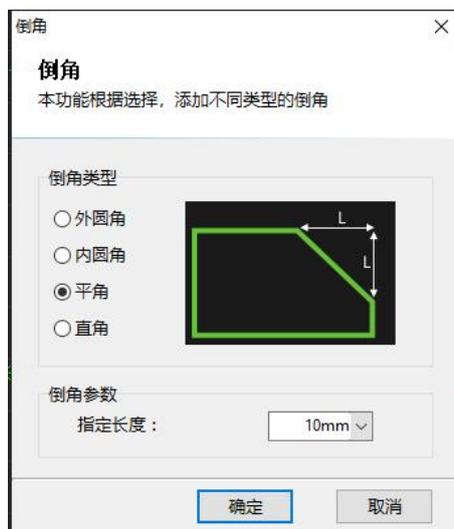


图 3-17 倒角

【倒角】的下拉选项中还有一个【全部倒角】，选中需要添加倒角的图形后，点击【全部倒角】也会弹出倒角设置窗口，点击确定后将自动对所选图形中符合条件的所有拐角设置倒角。

3.7 冷却点

单击常用菜单栏下【冷却点】，在图形相应位置上单击，即可在该位置设置一个冷却点。切割执行到冷却点后将关闭激光，并根据全局参数中冷却点相关设置延时吹气，之后开激光正常切割。冷却点在绘图板中显示为一个实心白色点，如下图：

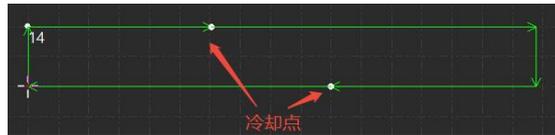


图 3-18 冷却点图示

FACut 支持通过连续单击来插入多个冷却点，在进行微连、补偿等工艺后依旧可以添加冷却点。

除了可以手动添加冷却点，FACut 也提供了自动冷却点功能。单击【冷却点】下拉选项中的【自动冷却点】，在弹出的对话框中设置参数，然后点击确定。可以自动添加冷却点的位置包括引入点和尖角，添加在引线结尾的冷却点将成为引线的一部分，而非一个单独的冷却点，会跟随起点位置的改变而移动、删除，无法通过【清除冷却点】功能删除。

要删除冷却点，按住 Shift 并单击冷却点即可删除。如果想删除所有冷却点，可选中图形后单击【冷却点】下拉选项中的【清除冷却点】，即可删除已经设置的所有冷却点。

冷却点常在拐角工艺中使用，在拐角处稍作暂停关光吹气冷却，防止烧角。

3.8 工艺标志点

单击左侧绘图工具栏下方的【工艺标志点】：

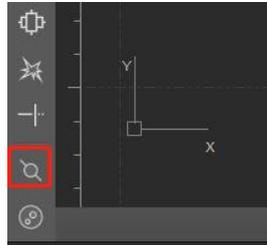


图 3-19 工艺标志点位置

在弹出的【添加工艺标志点】对话框中设置标志点编号、工艺生效区间、工艺参数，点击【确定】后，单击轨迹上想要单独设置工艺的位置，得到一个工艺标志点。



图 3-20 添加工艺标志点

工艺标志点在绘图板中显示为一个实心黄色点，并以文字标注其编号，如下图：



图 3-21 工艺标志

加工至工艺标志点对应的轨迹区间时，将执行标志点设置的工艺。

FACut 支持添加最多 9 种工艺标志点，如需修改某种标志点的工艺，在【添加工艺标志点】对话框中选择标志点编号后修改即可。如需删除工艺标志点，在进入设置工艺标志点状态后，按住 shift 并单击标志点即可删除。

3.9 工艺参数

FACut 提供了 17 个图层，其中，图层 0 为不加工图层，其余每一个图层都可以单独设置包括切割速度、激光功率、气压、喷嘴高度等工艺参数。

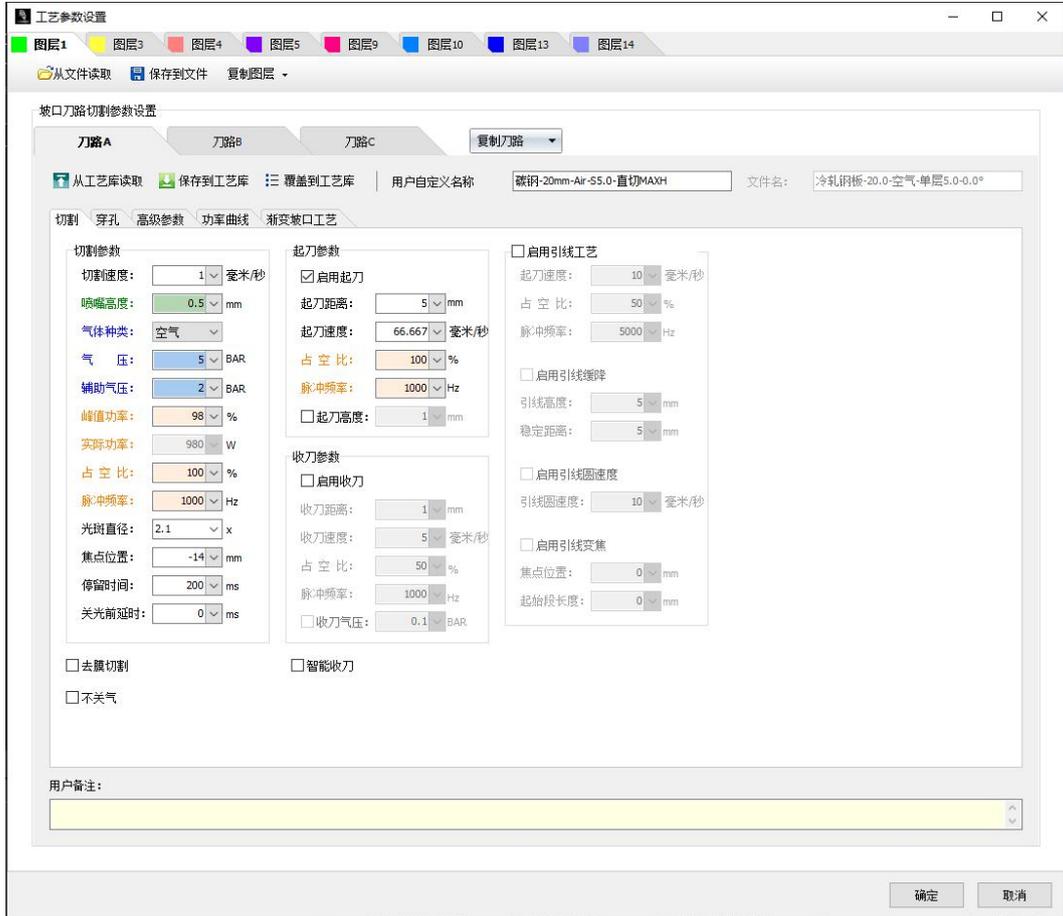


图 3-22 工艺参数设置

点击右边工艺栏【工艺】按钮，可以打开【工艺参数设置】对话框，该对话框包含了加工时所需的几乎所有工艺参数。单击每一个图层，可以单独设置该图层的所使用的工艺，在每一个图层中分别对应着不同的刀路，可以在同一个图层下对不同坡口刀路设置工艺。

! **说明：** 同一图层下刀路 A、B、C 虽然显示为同一颜色，但它们的工艺彼此独立，对某一图形设置复合坡口（Y、X、K）后，需在工艺参数界面中分别设置 A、B、C 刀路的切割、穿孔、功率曲线参数！

如果某刀路的工艺参数与另一刀路相同，或仅需在此基础上稍作修改，可使用【复制刀路】功能实现快速复制，复制逻辑为【从某刀路复制】。例如，若要将刀路 A 的工艺参数复制到刀路 C，需要在刀路 C 的设置界面点击【从刀路 A 复制】。

此外，如果需跨图层复制工艺参数，也可以从其他图层的刀路进行复制。例如，若要将图层 1 的刀路 A 工艺参数复制到图层 2 的刀路 A，需在图层 2 的刀路 A 设置界面点击【复制刀路】，在下拉菜单中【从图层 1 复制】的二级菜单中选择【从刀路 A 复制】。

用户还可点击【复制图层】按钮，从另一图层批量复制所有刀路的工艺参数。

3.9.1 切割、穿孔参数

表 3-1 切割工艺参数说明

参数名称	参数含义
切割速度	设置实际切割的目标速度。由于在切割轨迹的首末段及拐弯处存在加减速，往往实际的切割速度小于该速度。
喷嘴高度	设置切割时激光头距离板材的高度。
气体种类	设置切割时所使用的辅助气体类型。
气压	设置切割时辅助气体的气压，需与比例阀或多气阀配合使用。
辅助气压	设置高随动喷嘴辅助气路的气体气压。
峰值功率	设置光纤激光器的峰值功率。峰值功率决定了机器所能达到的最大切割功率，3000 W 的切割机，若峰值电流设置成 80%，那么切割时所能达到的峰值功率为 $3000\text{ W} * 80\% = 2400\text{ W}$ 。
占空比	设置加工时采用的 PWM 调制信号的占空比。
脉冲频率	设置 PWM 调制信号的载波频率，也就是 1 秒内的出光次数，该值越大表示出光越连续。
光斑直径	切割头默认参数，无需改动。
焦点位置	焦点距离切割头喷嘴尖的位置。
停留时间	用于烧穿板材的延时，使切割更充分。
关光前延时	用于关闭激光前确保轨迹切割完全的一个延时。
去膜切割	勾选后，工艺参数设置界面将出现【去膜参数】页，在开始加工前，切割头在竖直状态下先按照去膜参数设定的工艺对待加工板面区域进行去膜。仅对勾选去膜切割的图层生效。
起刀参数	可以在轨迹刚开始的一小段距离中使用设置的参数进行切割，支持设置起刀高度。
收刀参数	可以在轨迹结束的一小段距离中使用设置的参数进行切割，支持设置收刀气压。
智能收刀	勾选后，可避免切割封闭图形时轨迹末端挂瘤。该功能仅在使用 BLT 切割头时适用，且不能与收刀参数同时启用。
引线工艺	单独设置切割引线时的起刀速度、占空比和脉冲频率。
引线缓降	从设置的引线高度开光后一边切割引线一边缓降到加工高度，稳定距离指的是缓降到加工高度时距离轨迹起点的距离。

参数名称	参数含义
引线圆速度	若设置引线时勾选了添加引线圆，则可在该处设置引线圆切割速度。
引线变焦	在引线切割的过程中进行变焦，起点使用引线焦点，经过起始段长度后使用加工焦点。

表 3-2 穿孔工艺参数说明

参数名称	参数含义
分段穿孔	适用所有板材，稳定简单。
喷嘴渐进	切割头由高到低逐步切割打孔，毛刺较少，有助于起刀。
闪电穿孔	适用碳钢氧气切割，板材厚度超过 12 mm 建议配合分段穿孔使用。
无感穿孔	在向下跟随的过程中，达到设置的穿孔高度后开光，跟随到位后直接进行切割。
倾斜穿孔	在实际坡口轨迹切割之前先在图形的起点摆动到切割位置进行穿孔。
预穿孔	在实际轨迹切割之前先在图形的起点（或者引线起点）提前穿孔。

3.9.2 高级参数

表 3-3 工艺高级参数说明

参数名称	参数含义
速度约束	分别对穿孔过程和加工过程中的定点偏摆速度进行约束。
振动抑制	用于对切割厚板时的振动进行抑制，建议启用自适应算法。
启用插补跟随前馈	勾选后，可加快调高器响应速度，减少切割表面不平板材时的碰板。插补跟随前馈与振动抑制不能同时启用。
启用短距离不上抬	仅在【最先加工】图层（即打标图层）中有此选项。勾选后，可设置不上抬距离，当上一条打标轨迹的终点与下一条打标轨迹起点的距离小于不上抬距离时，直接同高度空移到下一条轨迹进行打标。
使用外部设备打标	勾选后，会新增一个【外部设备打标】图层，支持设置切割速度、停留时间、关光前延时、短距离不上抬等参数。
微连调整	勾选后，该图层下所有微连均变为所设置的长度。从原微连的末尾向前计算微连调整距离。
无痕微连	勾选后，该图层下的微连均变为无痕微连，加工至无痕微连段时按所设的占空比、速度、焦点、气压进行加工。留根比例 = 100% - 占空比。
除渣工艺	可以设置除渣工艺在穿孔后进行除渣，避免毛刺对切割的影响。

3.9.3 实时调节功率/频率

启用该功能后，用户可以自定义功率/频率曲线，加工时软件会根据曲线实时调整激光功率（PWM 信号的占空比）及频率，对优化拐角的切割质量有较大帮助。

注意：若选择实时调节频率，则必须同时选择实时调节功率。

3.9.4 渐变坡口工艺

渐变坡口工艺的设置界面与实时调节功率/频率的界面类似，通过设置坡口角度与功率/频率/气压/焦点的对应曲线对渐变坡口工艺进行实时调整。只有勾选相应曲线才会使用对应的工艺。

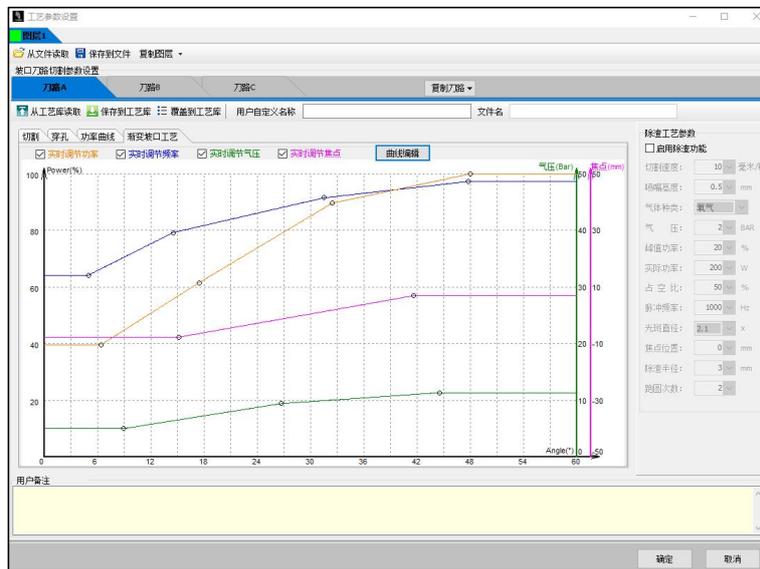


图 3-23 渐变坡口工艺

可在【曲线编辑】界面中通过增删和编辑节点（拖动节点或直接输入节点坐标）来改变曲线形状。FACut 支持以文件 (*.lcm) 形式保存和读取渐变坡口工艺曲线的参数，注意保存的文件只包含当前编辑的曲线参数，读取的渐变坡口工艺仅覆盖当前刀路。

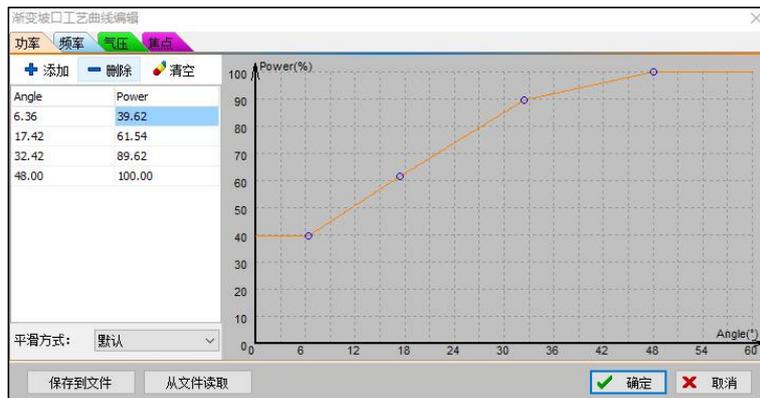


图 3-24 渐变坡口工艺曲线编辑

3.9.5 工艺保存与读取

FACut 工艺的保存与读取包括两种方式：通过工艺库保存/读取和以文件形式保存/读取。前者以刀路为单位保存参数，适合在机床上调试出合适工艺后保存，留待后续生产使用；后者以图层为单位保存参数，适合将工艺以文件形式备份或发送到其他机床上。

➤ 通过工艺库保存/读取

点击【保存到工艺库】，弹出【工艺保存】窗口，在窗口中设置工艺参数对应的板材材料、厚度、喷嘴名称、喷嘴直径、气体种类与坡口角度，设置完毕后，会生成一个由上述参数确定的文件名。注意是工艺库中的工艺名，不是以文件形式保存工艺时的文件名。保存后可在工艺库中查看。此外还可自定义名称，方便用户查阅和调用工艺。

FACut 预置了若干板材种类可供选择，也可点击右侧【+】按钮添加自定义板材种类；喷嘴需要自定义名称和简写，同样点击右侧【+】按钮添加自定义喷嘴；角度默认为 0° （直切），可以点击【+】按钮添加自定义坡口角度。点击【确定】后将按添加的自定义参数保存工艺，也可点击【-】按钮取消新参数的定义。

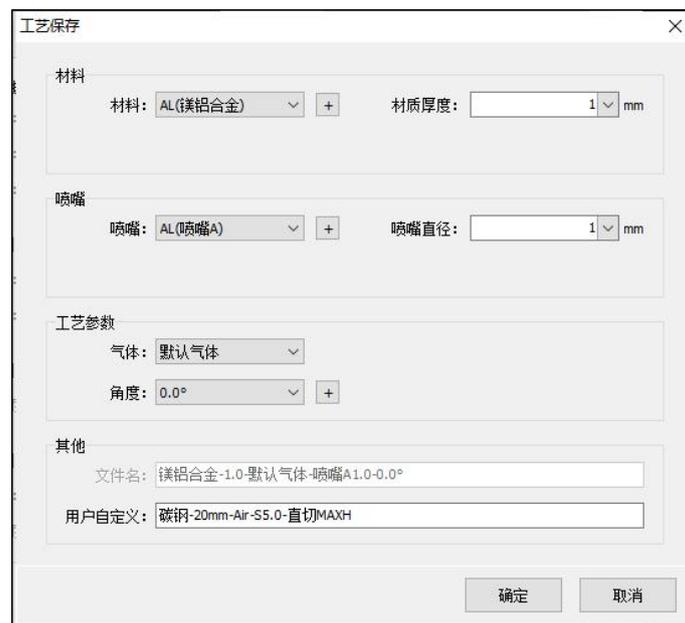


图 3-25 工艺保存

点击【从工艺库读取】，可选择已保存的刀路工艺，覆盖当前刀路工艺参数；此外，也可点击【覆盖到工艺库】，用当前刀路工艺参数和自定义名称覆盖工艺库中的某一设置好的工艺（文件名不会改变）。

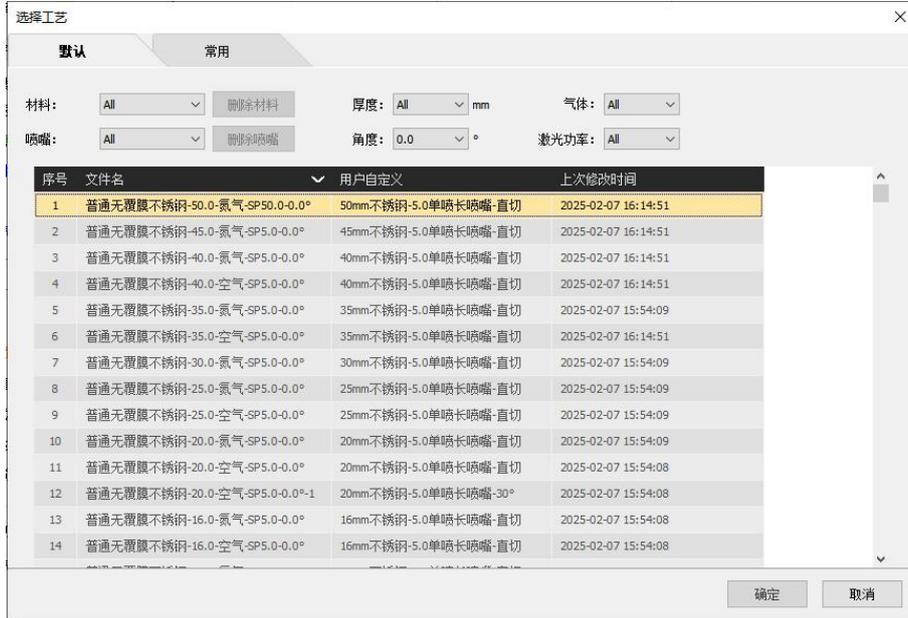


图 3-26 工艺库读取

➤ 以文件形式保存/读取

点击【保存到文件】，即可将当前图层工艺数据保存为材料库文件（*.lcm）。需要调用时点击【从文件读取】，选择所需的材料库文件即可，当前图层各刀路所有工艺参数和用户自定义名称都会被覆盖。

3.10 工艺管理

点击顶部工具栏【生产加工】→【工艺管理】，可对已保存到工艺库中的工艺进行管理、删除没有对应工艺的材料和喷嘴。支持按材料、厚度、气体种类、喷嘴种类、坡口角度、功率筛选工艺。



图 3-27 工艺管理

点击【修改】，可对刀路工艺参数和用户自定义名称进行修改，与工艺参数设置界面类似；点击【删除】，可删除已保存工艺；点击【设为常用】按钮，可将工艺添加到【常用】页面中，再次点击可取消。

使用 BLT 切割头时，支持【导入推荐工艺】。



图 3-28 推荐工艺

若想以文件形式备份工艺库中的刀路工艺，勾选需要保存的工艺后，点击【保存到文件】，可将选中工艺保存为材料库文件（*.fam）。需要调用时点击【从文件读取】，在弹出窗口中点击【选

择】，打开 fam 文件后，勾选需要导入的工艺。若待导入工艺与工艺库现有工艺在文件名上存在冲突，需要选择合适的处理方式，处理完成后点击【导入】即可。



图 3-29 工艺导入

第4章 工具

本节介绍 FACut 在图纸处理阶段提供的工具，请根据实际加工需要进行设置。这里提到的所有的参数，包括图片中的参数，仅作为示例，不应该被认为是指导参数。

4.1 阵列

【阵列】指通过复制和排列，将一个或多个图形在指定的行列间距或偏移量下，按照用户设定的数量生成规则性排列的图形集合，常用于创建多个相同或相似工件的布局，以便批量加工，提高生产效率。FACut 支持生成矩形阵列和环形阵列。

4.1.1 矩形阵列

选中待阵列图形，单击【阵列】或下拉菜单中的【矩形阵列】，出现如下图所示参数界面：



图 4-1 矩形阵列参数

当【偏移量】设定为【偏移】时，行间距/列间距表示图形相同位置点之间的距离；而当设定为【间距】时，行间距/列间距表示阵列图形在水平/垂直方向上最近边缘之间的距离。

设定好行数、列数、偏移量及方向即可对选定图形进行快速复制，如下图：

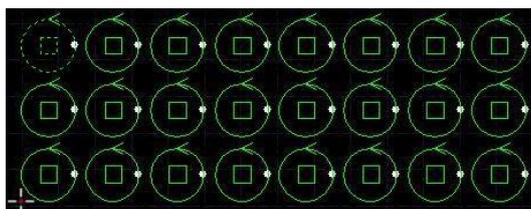


图 4-2 矩形阵列效果

4.1.2 环形阵列

选中待阵列图形，单击【阵列】下拉菜单中的【环形阵列】，出现如下图所示参数界面：



图 4-3 环形阵列参数

环形阵列支持【按角度间距】或【按阵列范围】设置。按角度间距时，需设置【角度间距】和【图形数量】，若所设的图形数量超过了 360° 范围内按所设角度间距能够生成的最大阵列数量，会按实际最大数量生成环形阵列；按阵列范围时，需设置阵列范围和图形数量，系统会根据所设参数自动安排阵列中图形间距。

设置好阵列图形数量和间距后，还需对阵列中心进行设置。若勾选了【设置阵列中心参数】，界面将显示当前参数下环形阵列的预览图。【阵列中心圆半径】是图形中心到阵列中心的距离；【图形相对中心起始角】规定了所选图形在阵列中的相对位置。若不勾选【设置阵列中心参数】，则单击【确定】退出界面后，需在 CAD 视图中手动指定阵列中心位置，单击后即自动生成环形阵列。



图 4-4 环形阵列效果图

4.2 飞切

当待切割图形是规则的图形（如矩形、整圆、多边形）且呈一定规律排列时，通过扫描切割（飞切）将同方向的线段连起来进行飞行切割，将大大提高切割速度，节省切割时间。

进行扫描切割之前，建议用户先对需要扫描的图形进行排序，此操作可以优化扫描切割的路径，节省空移时间。

单击【飞切】或下拉菜单中【直线飞行切割】选项，进入直线飞行切割参数设置界面。【起刀位置】用于设置扫描切割的起点位置；【允许距离偏差】指阵列图形中允许出现的最大不规则偏移；【光滑连接最大距离】是指小于此设定值的转向间距可以采用光滑连接。

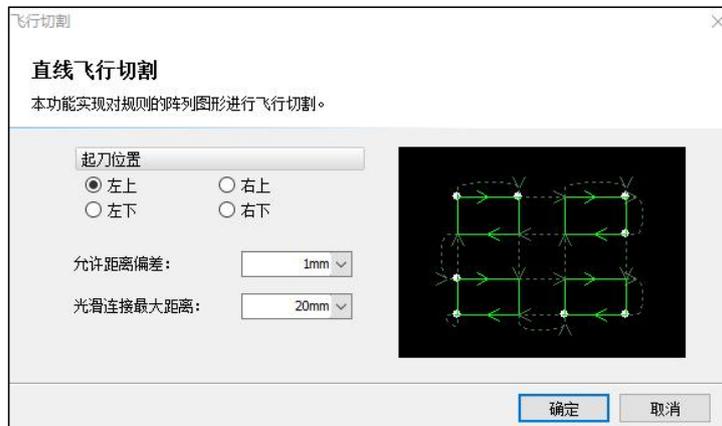


图 4-5 直线飞切

当规则阵列的组成图形全部是圆时，直接单击【飞切】，即为【圆弧飞行切割】功能，或单击【飞切】下拉菜单中的【圆弧飞行切割】选项，进入圆弧飞行切割参数设置界面。【飞行连接两圆最大间距】是指两圆可以间隔的最大距离，若加工图形中两圆间距大于设定值，则无法设置飞行切割。



图 4-6 圆弧飞切

【先排序再飞切】可将圆弧整体排序后再进行飞切，如果同时勾选了【按零件飞切】，则按排序规则对每个零件内部飞切后再按零件进行切割；若只勾选【先排序再飞切】，则是将所有选中图形整体排序后再进行飞切。

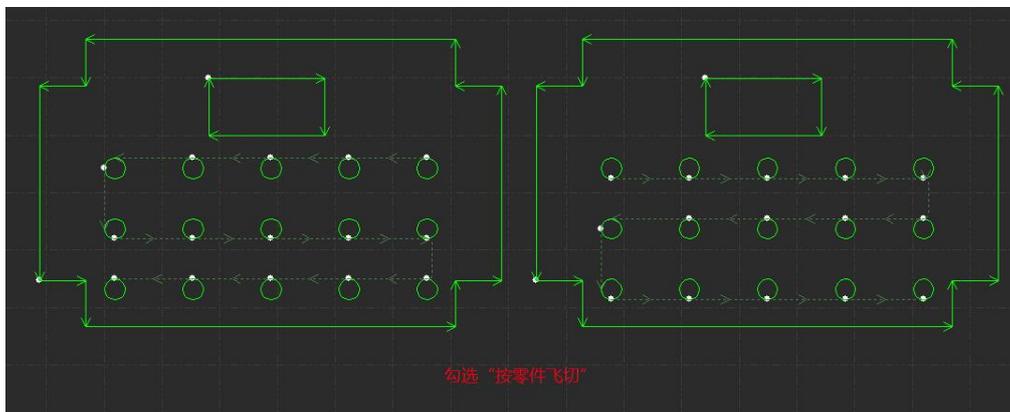


图 4-7 按零件飞切

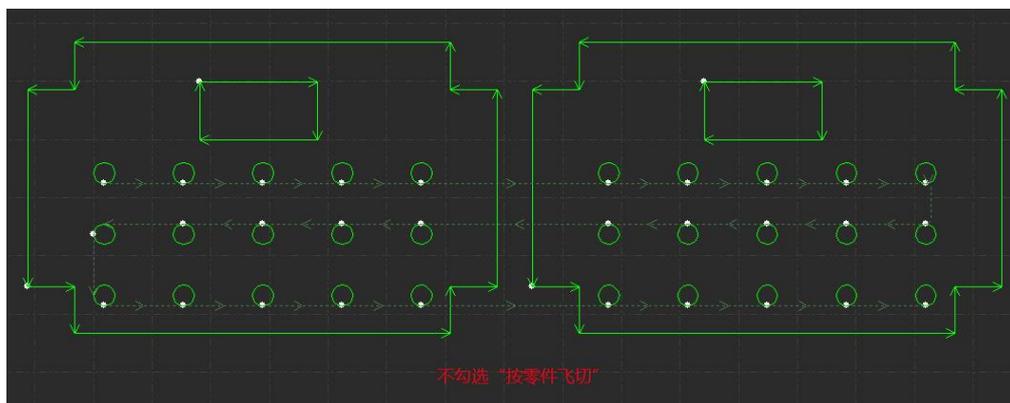


图 4-8 不按零件飞切

【安全飞切】指的是在规划飞切路径时避开孔洞，最小支持 $>0.5\text{ mm}$ 直径圆的飞切。

可在【全局参数】→【运动控制参数】→【轨迹插补参数】中设置【飞行过切距离】，方便零件更好地脱落。

4.3 共边

将具有相同边界的零件合并到一起，共用一条边界，可以有效减少加工长度和零件间距，提高加工效率与板材利用率。FACut 支持生成平行四边形直切共边阵列以及 V/Y/X/K 型坡口共边阵列。

4.3.1 手动共边

FACut 支持水平和垂直方向的共边自动吸附。将图形拖动到可能共边的位置，FACut 将尝试自动吸附并显示相应的提示信息。

将需要共边的两个图形拖动到一起，当它们接近时，自动吸附功能会自动对图形进行定位，同时选中多个图形一起拖动时，同样可以快速定位。除了通过拖动使两个图形自动吸附，也可以通过生成阵列的方式创建一组可以共边的图形。目前仅支持对矩形阵列共边，图形间距需设为 0。

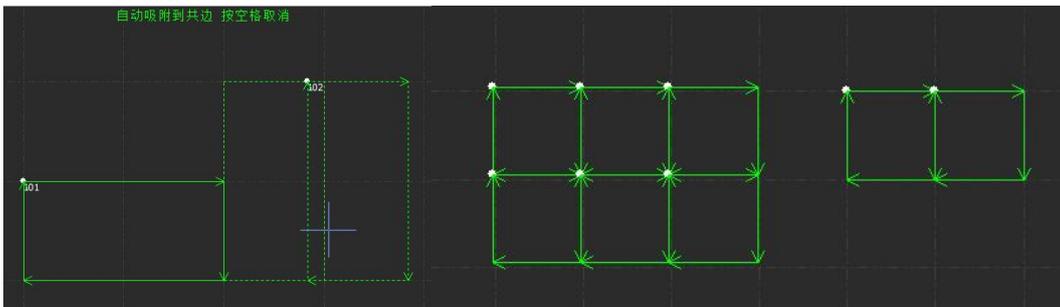


图 4-9 手动共边

选择需要共边的两个或多个图形，点击【共边】，FACut 就会尝试对所选择的图形共边，若待共边的一组图形被识别为阵列，将弹出【矩形共边】窗口，设置合适的共边样式后点击【确定】，即可对矩形阵列共边。共边之后参与共边的图形将生成一个群组。



图 4-10 矩形共边

注意：如果参与共边的图形内部包含其他图形（如圆孔），请先将图形和内部所有其他图形组合为一个群组，然后再共边。否则内部的图形和共边后的群组之间的关系将变得没有意义，加工次序和内外模也难以确定。

4.3.2 坡口共边阵列

绘制一个矩形，或用多段线绘制一个平行四边形，选中后点击图纸处理下的【自动分刀】或【手动分刀】，分刀后即可对单条线段添加坡口。

选中待生成共边阵列的平行四边形，点击【共边】按钮下拉菜单的【坡口共边阵列】，设置阵列数量、阵列方向、未共边零件间距（阵列不能完全共边时，未共边零件之间的距离），点击【确定】，即可生成共边阵列。

若图形不满足生成共边阵列的规则，软件左下角日志界面会出现生成失败的提示字样。



FACut 对 V 坡支持翻转共边；对上下对称的 X 坡/K 坡支持完全共边；对阵列中无法翻转共边或完全共边的行/列，会按设置的未共边零件间距进行伪共边。下两图依次为坡口翻转共边/完全共边阵列示意图和坡口部分采用伪共边的阵列示意图。

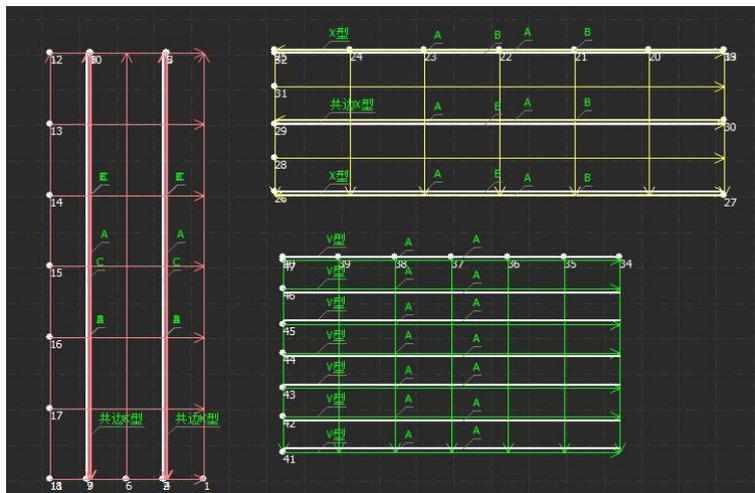


图 4-11 坡口共边阵列

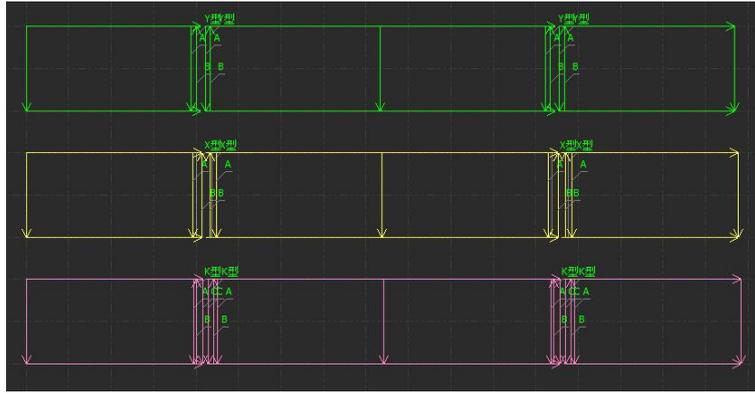


图 4-12 坡口共边伪阵列

目前 FACut 已支持对于相邻边开坡口的零件实现坡口共边阵列，在设置相应的阵列参数并点击确定后，相比单边开坡口的坡口共边阵列，会新增一个二级弹窗，用于进行【坡口共边阵列干涉区域切除设置】，根据用户所设置的半径范围会自动生成倒角，避免共边的坡口刀路在切割过程中发生干涉。



图 4-13 坡口共边阵列干涉区域切除设置

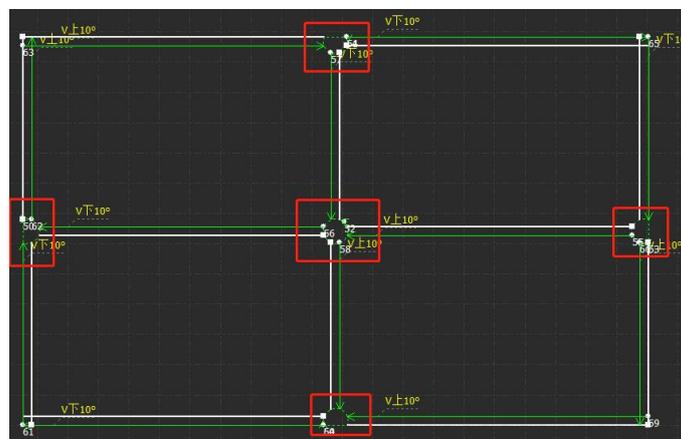


图 4-14 倒角示意图

4.4 切断线

切断余料或在板边加工坡口时，从板边开始跟随容易导致碰板。可以通过将轨迹设置为切断线来解决这一问题。

选中需要设置为切断线的轨迹（注意切断线长度应与待裁断边缘的长度相同），单击【切断线】，在弹出窗口中设置切断线参数。点击【确定】后，绘图界面中轨迹起点处出现刀状图案，说明设置成功。

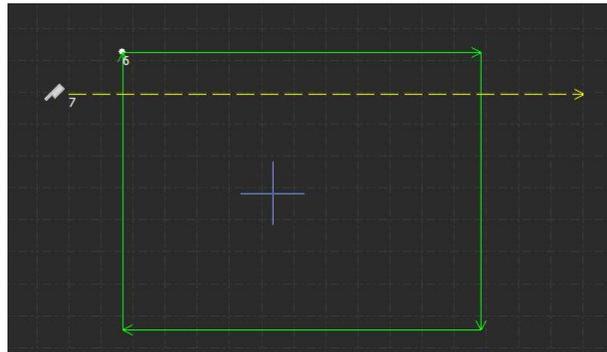


图 4-15 切断线标记

切断线出板方式可选择【定高】或【仅向上插补随动】，仅向上插补随动的方式可一定程度上降低出板时喷嘴蹭板的风险。

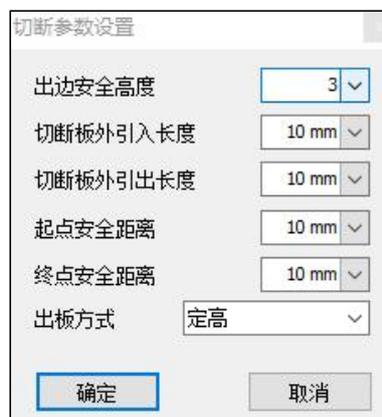


图 4-16 切断参数设置

若需取消切断线，选中切断线轨迹，点击【切断线】下拉三角，单击【取消切断线】即可。

每次打开软件后，只有首次设置切断线时，单击按钮才会弹出【切断线参数设置】窗口。之后若需要修改切断线参数，需点击下拉三角形，再点击【切断线参数设置】。

FACut 支持带坡口的切断线，也支持在板侧凌空切断坡口，省去给板材翻面的步骤。接下来以板外切割 K 坡 C 刀路为例，介绍如何使用凌空切断功能。

第1步 寻边

凌空切断的准确度取决于寻边精度。设置切断线前务必进行寻边，并通过走边框、空走等方式确认寻边是否准确。寻边时还应设置合适的留边距离，保证零点（凌空切断起点）正好处在板材拐角。

第2步 设置坡口

绘制一条直线，将其坡口属性设置为 K 型坡口。设置需要的角度和留根高度，将切割顺序修改为 C 刀路→B 刀路→A 刀路，以防熔渣堆积影响切割效果。若不在坡口属性中修改刀序，则需通过手动排序修改。坡口设置完成后，将 B 刀路设为不加工图层。

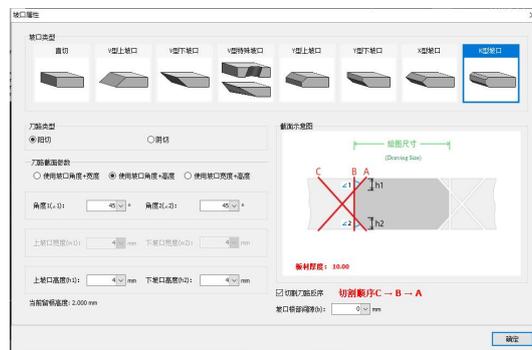


图 4-17 设置坡口

第3步 设置切断线

选择【切断线】下拉菜单中的【切断线参数设置】，设置切断线参数、探板内缩距离（加工凌空切断刀路之前向板内缩一段距离再开始探板）和上抬外扩距离（切断结束后，外扩一段距离再上抬）。选中 A 刀路，点击【切断线】，将其设置为普通切断线；选中 C 刀路，点击下拉菜单中的【凌空切断线】，C 刀路起点处出现凌空切断图标，表明凌空切断线设置完成。设置凌空切断线后系统会自动计算停靠点位置，请检查停靠点对应位置是否在板材边缘。



图 4-18 设置切断线

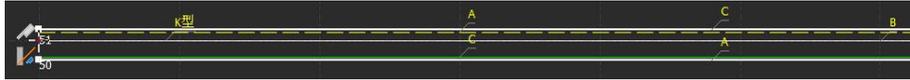


图 4-19 切断线

! 说明:

1. 切断线默认工艺图层为【最后加工】，切断线设置完成后还需设置合适的切断工艺参数；
2. FACut 支持任意形状的直切切断线，仅允许直线型的坡口切断线；
3. 使用凌空切断功能前必须在全局参数中启用探板切割。

4.5 拐角分割

针对直切边与坡口过渡切割设计的一个功能，需配合【拐角法向量优化】使用。



图 4-20 拐角分割设置

一般情况下，开启法向量优化后，切割头会在即将切割坡口的前一条边起点处开始偏摆，并在切割坡口的边缘时，切割头恰好调整到所需的切割角度。如图 4-17 所示，切割头已经开始偏摆（红色加粗处）。

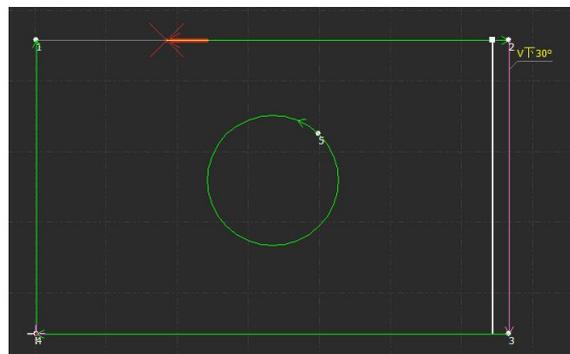


图 4-21 拐角分割前

设置拐角分割点后，在切割坡口的前一条边起点到拐角分割点之间，切割头保持直切姿态，如图 4-18 所示；当切割头到达分割点后，开始偏摆，并在切割坡口的边缘时，恰好调整到所需的切

割角度，如图 4-19 所示。这样可以在一定程度上保证直切部分的切割质量。

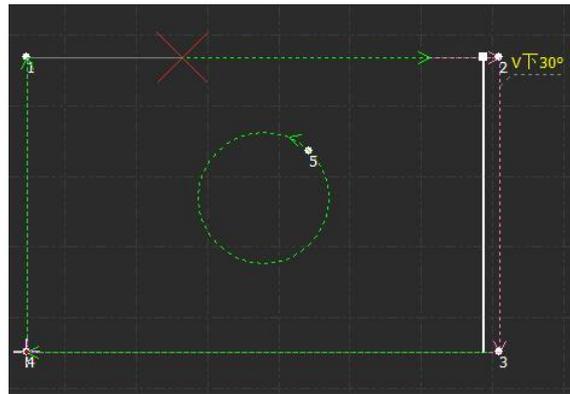


图 4-22 拐角分割后-分割点前

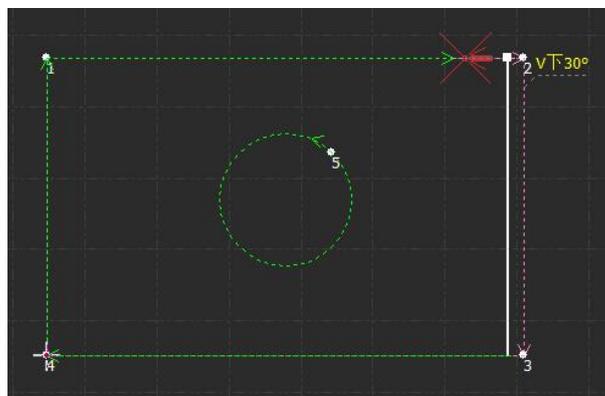


图 4-23 拐角分割后-分割点后

在进行拐角分割时，支持在切割头发生偏摆的直切边上使用相邻坡口的刀路图层进行切割，勾选【使用相邻坡口刀路图层】即可。如图 4-19 和 4-20 所示，分割点后的刀路图层与坡口刀路图层一致。

4.6 桥接

当一个工件由多个部分构成，但又不希望切割之后散落，就可以通过【桥接】将它们连接起来。这一功能还能减少穿孔次数。多次使用【桥接】功能，可以实现对所有图形【一笔画】的效果。

要将两个图形桥接，请单击【桥接】，在弹出窗口中设置桥接宽度，然后在屏幕上画一条直线，所有与该直线相交的图形都将两两【桥接】起来。如下图：

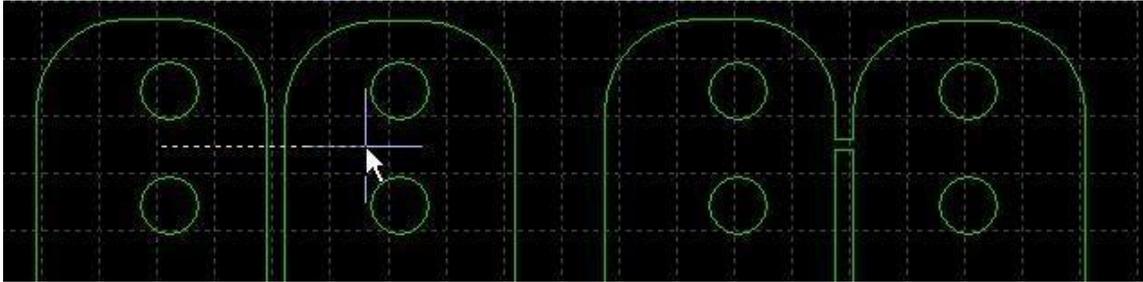


图 4-24 桥接



说明：桥接之后图形将变为一个整体，在【一笔画】全部切割完成之前，可能任一个零件都未切割完成，应该特别注意由此带来的热影响变化。

4.7 图层映射

【图层映射】用于在多图层图纸中快速、标准化地应用工艺参数设置。通过一键映射，用户可将预设的切割、打标等工艺参数自动对应到各图层，适配不同工艺需求，提升工艺配置效率。

当前，FACut 支持【DXF 图层映射】和【坡口图层映射】两种映射方式。

- DXF 图层映射：使用该功能时，需要在绘图过程中设置好不同的图层，导入图纸后，直接点击【图层映射】或在其下拉选项中选择【DXF 图层映射】，可以看到对应的图层名称、数量，通过下拉选项为对应图层指定工艺即可。该功能左下角也有一个【启用坡口图层映射】的勾选项，但只支持区分坡口类型，不支持区分坡口角度。



图 4-25 DXF 图层映射

- 坡口图层映射：FACut 针对坡口图纸专门提供了一种快速设置图层工艺的方式，可以区分不同属性、角度的坡口，并设置对应图层工艺。该功能支持排序、添加新映射关系、映射关系查重等，并支持对图层数据以文件形式进行存储读取。【标准】映射模式下，不区分坡口类型，按上下坡口和坡口角度区间匹配图层号；【精细】映射模式下，细分坡口类型，按坡口类型（V/Y/X/K...）、上下坡口及对应角度区间匹配图层号。



图 4-26 坡口图层映射

4.8 排样

排样功能用于将给定的零件以最高利用率合理排布在板材上。FACut 支持一键排样，操作步骤为单击【图纸处理】→【工具】→【排样】。此外也提供多项优化参数供用户微调，如【零件间距】、【板材留边】等。

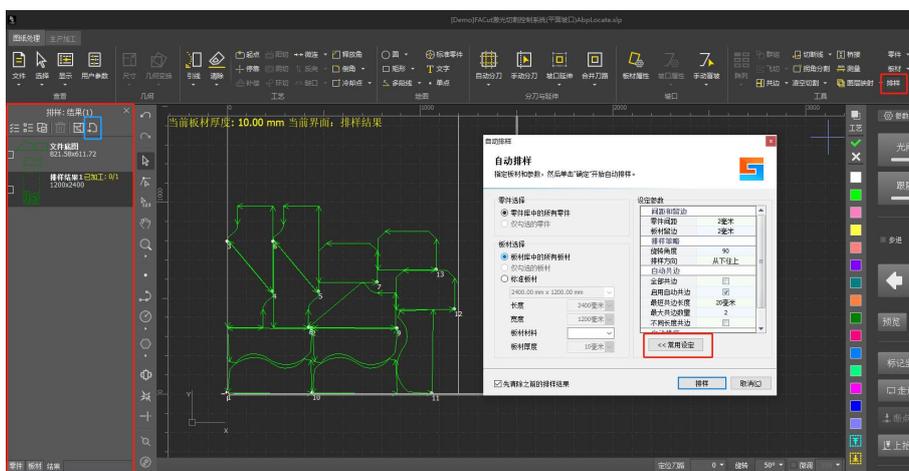


图 4-27 排样

使用排样功能后，软件左侧会出现排样侧边栏，显示零件库、板材库和已排板材，若不小心关

闭，点击工具栏中的【零件】即可打开零件库，点击【板材】则打开板材库。

零件库以缩略图的形式显示所有需要排样的零件。用户可以通过选中图形后右键将其添加到零件库，或者在左侧侧边栏单击右键选择导入零件的方式来添加零件。在左侧侧边栏单击右键还可以选择【导入标准零件】、【删除所有零件】以及【保存未排样零件】。

板材库可以显示板材种类和数量，可以通过选中图形后右键添加到板材库或者使用标准板材的方式来添加板材。此外，左侧侧边栏右键可以删除所有板材或将其保存至文件。

已排板材会显示进行自动排样后的排样结果，已经加工完成或者修改了排样结果的板材都会在缩略图中提示。完成排样后若需要返回底图，可点击【跳转到文件底图】（蓝色框）。

自动排样涉及的部分参数介绍如下。

➤ 常用设定（点击自动排样窗口右下角的【常用设定】即可切换参数模式）：

- 零件间距：指零件与零件之间会留出不小于设置大小的间距；
- 板材留边：指定了零件排样留出的板材边框。

➤ 详细设定

- 旋转角度：规定了排样过程中允许图形旋转的角度，可设置为 90°、180°、任意角度，也可以禁止旋转。
- 排样方向：规定了排样过程中图形的排列顺序。
- 自动共边：设置排样时自动共边的相关参数，如果勾选【全部共边】则无法设置其他自动共边参数。
- 自动排序：可勾选【禁止零件内自动排序】。

在排样结果上点击右键，单击【生成报告】可生成排样报告单，包括全部排样结果的切割总长、空移总长、加工用时、计价等信息。在生成报告单前，可先点击【报告信息】设置报告单名称、计价方式和其他标注在报告单上的文字信息。



图 4-28 排样报告

4.9 排序

FACut 支持通过【排序】设置待切图纸的切割顺序，并支持多种自动排序参数。



图 4-29 自动排序

当【排序方式】设置为【智能排序】时，可以在窗口右侧设置【智能排序参数】，此时若将【零件间排序】设置为【栅格排序】，窗口右下角将显示【栅格排序参数】。

【启用坡口排序】是 FACut 的特有功能，选择【工艺优先】时，将按照“先下后上，先直后坡”的原则排序；选择【空移优先】时，则尽可能以效率最高的方式排序。

具体的坡口排序操作说明详见[FACut 单零件排序功能说明](#)。

第 5 章 加工控制

FACut 是一套设计和加工控制一体的软件，前述所有图形及参数准备都可以脱离机床进行，全部设计完成之后可以将文件保存，然后到机床上打开文件进行加工。

5.1 坐标系

图形设计过程中使用的【模型坐标系】与机床无关，其零点如下图红框所示。

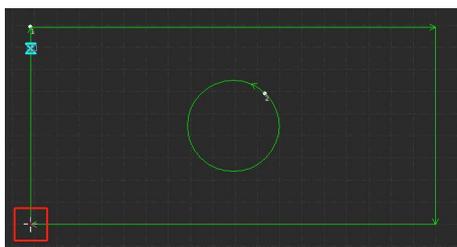


图 5-1 零点位置

加工过程中使用的坐标系是与机床运行状态相关联的，两个坐标系的对应如下图。

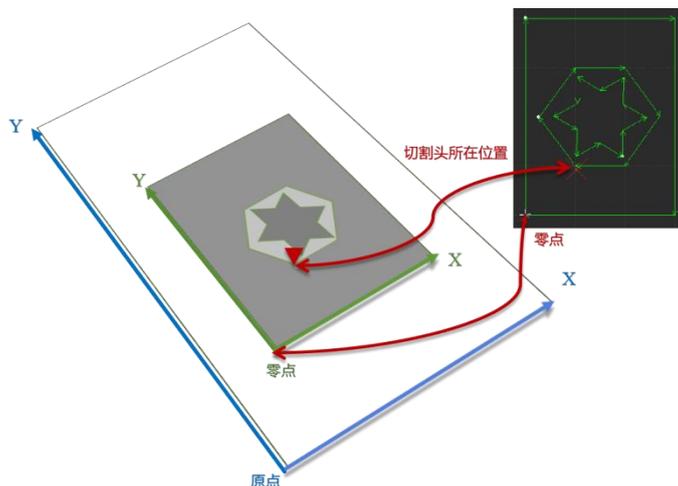


图 5-2 坐标系对应关系

单击控制台上的【预览】，就可以在屏幕上显示图形与机床幅面之间的位置关系。

5.1.1 机械坐标系

机床坐标系由机床结构及机床参数唯一确定，任何时候通过单击【回原点】所建立的坐标系都是一致的。初次装机或当机械坐标系由于异常原因发生偏差后，可通过【回原点】重置机械坐标系。

不管使用什么机械结构，FACut 对坐标系的定义都是一致的。站在机床前方观察时，激光头向右为 X 正向，激光头向后为 Y 正向；朝向 X/Y 轴的正向观察时，A/B 轴顺时针转动为正方向，逆

时针转动为负方向；也就是工件的左下角为最小坐标，右上角为最大坐标。

5.1.2 程序坐标系

由于机床坐标系固定不变，为了方便使用，需要引入程序坐标系。

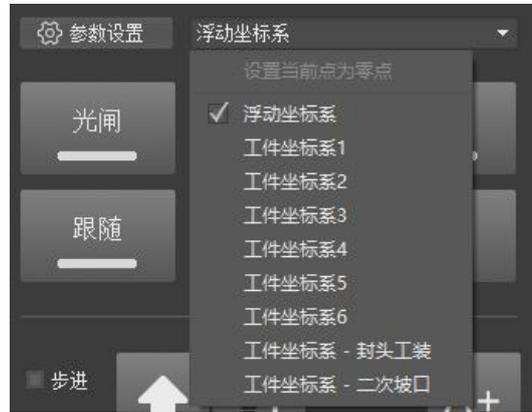


图 5-3 坐标系选择

FACut 中所有的程序坐标系各坐标轴方向都与机床坐标系完全一致，只有坐标系零点不同，称为程序零点。程序坐标系分为浮动坐标系与工件坐标系。

加工控制栏最上方可以用于切换程序坐标系选择，可选择【浮动坐标系】、6个【工件坐标系】。

浮动坐标系一般用于非正式加工，可认为“激光头移动到哪里就从哪里开始加工”。在用户点击【走边框】，【空走】或者【加工】时，自动设置激光头当前位置为坐标系零点。

选择工件坐标系 1~6 时，其零点由用户手工通过【设置当前点为零点】来设置，一旦设置永久保存，直到下次再设置。因此工件坐标系适合于批量产品生产，其位置一般由固定夹具决定，使用工件坐标系 1~6 可以保持每次加工都在机床的同一个位置进行。

5.1.3 发生异常后寻找零点

- 如仅仅是激光器或辅助气体等外设发生异常，导致加工被迫中断，并没有导致坐标系偏移。可直接点击【回零】，回到零点。
- 如发生突然掉电、伺服报警等将导致机械坐标系发生偏移的异常，建议用户执行【回原点】，重置机械坐标系。然后点击【回零】找到零点。
- 如遇意外情况导致加工被迫中断，但是误操作按下了开始键，且用户仍希望能找到上次加工的零点，可以通过定位到记忆零点返回上一次加工的零点位置。在控制台的回零功能旁边的下拉按钮里面选择【历史零点】，在弹窗中点击确定，即可返回所选零点位置。

5.2 加工控制栏

加工控制栏位于软件右侧，其中包含了点射操作栏、点动操作栏、调试操作栏、加工操作栏，在参数设置中可以对以上的控制参数进行更改。下面分别详细介绍这四个操作栏的功能。

5.2.1 点射操作栏



图 5-4 点射操作栏

- 光闸：控制激光器光闸开关；
- 红光：控制激光器红光开关；
- 激光：先开光闸，左键单击为点射，右键单击为持续出光；
- 跟随：控制切割头跟随开关；
- 吹气：控制切割头吹气开关；
- 气体类型：箭头下拉选择吹气的气体类型。

5.2.2 点动操作栏

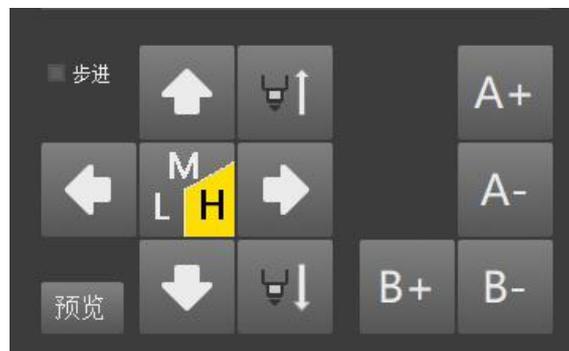


图 5-5 点动操作栏

- 点动面板：X/Y/Z/A/B 各轴的点动和步进。

- L/M/H: 设置低速/中速/高速点动或步进。
- 步进: 勾选后, 点动方向轴以步进方式移动, 不勾选则以点动方式移动。

5.2.3 调试操作栏



图 5-6 调试操作栏

- 标记坐标: 记录切割头当前所在点的世界坐标的 X、Y 值, 储存在右侧显示的标记点中。
- 返回标记: 切割头先上抬竖直, 然后返回所选的标记点对应的 X、Y 坐标。
- 标记点: 共 6 个可用标记点, 点击右侧下拉选项可以切换或编辑标记点, 编辑窗口中支持对标记点进行重命名。
- 走边框: 根据图形范围, 在机床幅面走一个矩形范围。
- 空走: 机床按照图形进行运动, 但是不出光, 不跟随, 不出气。
- 回零: 机床运动到图形的零点, 点击右侧下拉选项可返回历史零点。
- 断点定位: 加工过程中出现异常, 触发报警导致停止后, 通过断点定位可以定位到停止中断时刻的位置, 然后进行继续加工前进/回退: 执行断点定位或者暂停操作后, 可以点击前进/回退进行调整加工点的位置。
- 上抬竖直: 在停止状态下, 喷嘴在水平平面上的位置不变, Z 轴上抬, AB 轴回原点位置。
- 模拟: 该过程可以脱离机床进行, 模拟过程可以看到图形之间的加工次序和加工过程。

5.2.4 加工操作栏



图 5-7 加工操作栏

- 开始：开始加工。
- 暂停：暂停执行系统指令。
- 继续：继续执行系统指令，如图形参数设置了穿孔，则会执行穿孔动作。
- 停止：停止当前指令操作。
- 只加工选中图形：勾选后，点击开始时只加工选中图形。若未选中任何图形，则不会开始加工。

5.2.5 参数设置

参数设置栏位于加工控制栏左侧，可以更改包括点射、点动、切割等其他参数的设置。

- 点射设置：



图 5-8 点射设置

- 点射峰值功率：点射的激光峰值功率。
- 点射占空比：点射的激光信号占空比。
- 点射频率：点射的激光信号频率。

- 气压：点射的吹气气压。
- 焦点：点射的焦点位置。
- 变焦点光斑：改变焦点位置和点射光斑参数后，需点击此按钮写入参数。

➤ 点动设置：

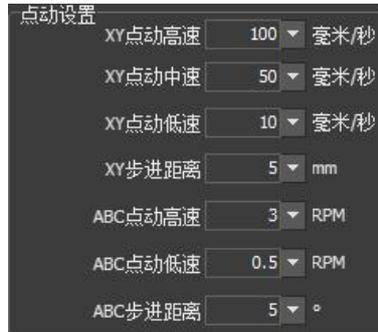


图 5-9 点动设置

- XY 点动高速：速度状态处于【H】时，X/Y 轴点动/步进速度。
- XY 点动中速：速度状态处于【M】时，X/Y 轴点动/步进速度。
- XY 点动低速：速度状态处于【L】时，X/Y 轴点动/步进速度。
- XY 步进距离：点动操作栏勾选【步进】时，X/Y 轴步进的距離。
- ABC 点动高速：速度状态处于【H】时，A/B/C 点动/步进速度。
- ABC 点动低速：速度状态处于【L】时，A/B/C 点动/步进速度。
- ABC 步进距离：点动操作栏勾选【步进】时，A/B/C 步进的角度的。

➤ 前进/后退设置：



图 5-10 前进/后退设置

- 走边框速度：设置走边框的速度值。
- 前进/回退距离：设置前进回退距离，暂停状态下，可以利用前进回退定位到预期位置。
- 前进/回退最大速度：设置前进回退的最大速度。

➤ 切割继续设置:

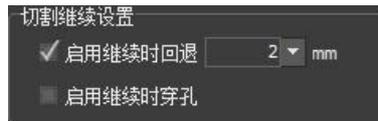


图 5-11 切割继续设置

- 启用继续时回退: 当勾选时, 点击继续切割头会回退设置距离。
- 启用继续时穿孔: 当勾选时, 点击继续切割头会执行穿孔操作后继续切割。

➤ 其他选项:

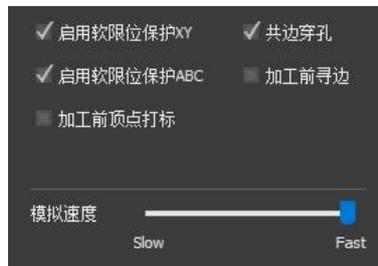


图 5-12 其他选项

- 启用软限位保护 XY: 当勾选时, 会启用设置的 XY 轴软限位保护。
- 共边穿孔: 勾选后, 每条直切共边刀路的起点均会执行穿孔。
- 启用软限位保护 ABC: 当勾选时, 会启用设置的 A/B/C 轴软限位保护。
- 加工前寻边: 在加工前, 先执行寻边操作。
- 加工前顶点打标: 勾选后, 加工前先执行一遍顶点打标, 确认图形边框在板内, 避免操作员走到板上观察走边框的风险。
- 模拟速度: 可以更改模拟演示时的速度。

第 6 章 加工文件

6.1 关于界面

6.1.1 关于界面

在关于界面中可以查看程序的版本号、发布日期、控制卡类型、调高器类型、激光器型号、许可证到期时间等。



图 6-1 关于界面

6.1.2 参数备份

FACut 提供参数备份和还原功能，通过【关于】下拉选项中的【参数备份】可以在指定路径生成备份文件 (*.cfgpkg)。双击备份文件，或在平台配置工具中打开备份文件，会弹出恢复参数备份文件对话框。选择需要恢复的文件列表，点击恢复，即可恢复机床参数。

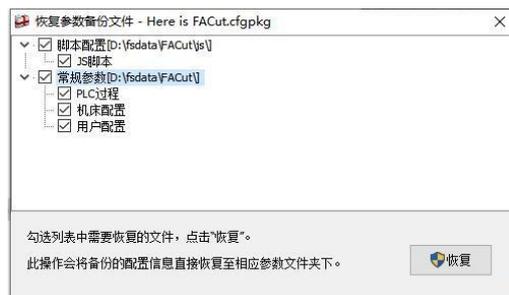


图 6-2 参数还原

6.1.3 一键保存故障信息

将当前图纸、日志、报警等信息保存为一个压缩文件，方便机器发生故障时收集发送所有信息。

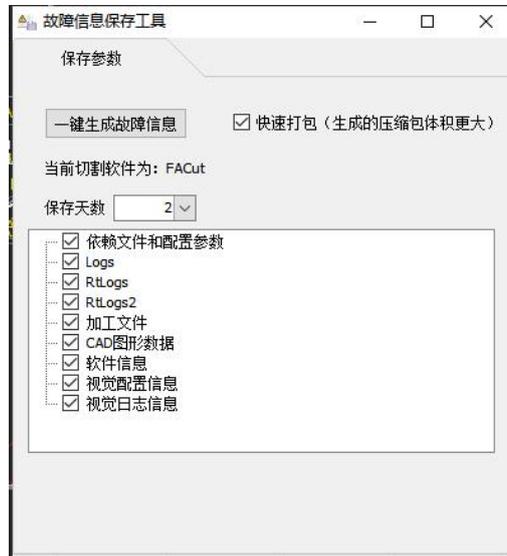


图 6-3 故障信息保存工具

支持勾选仅生成与故障相关的工具模块，并自定义所需保存的天数，点击生成故障信息后，将弹出文件保存窗口，可以自行指定故障信息包保存位置。

如果发生故障时，无法点击软件内的【一键保存故障信息】，也可以在开始菜单中 FACut 的下拉选项里选择【故障信息打包工具】，二者功能相同。

6.1.4 NC 日志

显示机床运动相关信息，支持【保存】当前日志及打开已有 NC 日志。

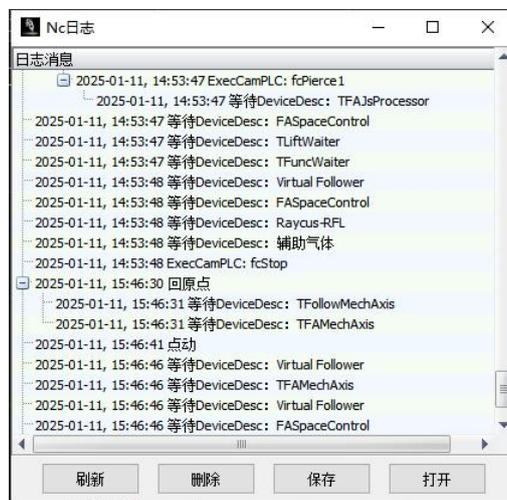


图 6-4 Nc 日志

6.1.5 机床保养

在平台配置工具的保养模块设置需要定期保养的项目，打开软件后若正处于设定的保养时间，系统将以警告或报警形式弹出保养提示，在【机床保养】窗口中填写保养人员名和保养备注后，点击【我要保养】可解除提示。在窗口中可查看各项目的保养情况和按条件查询保养信息。

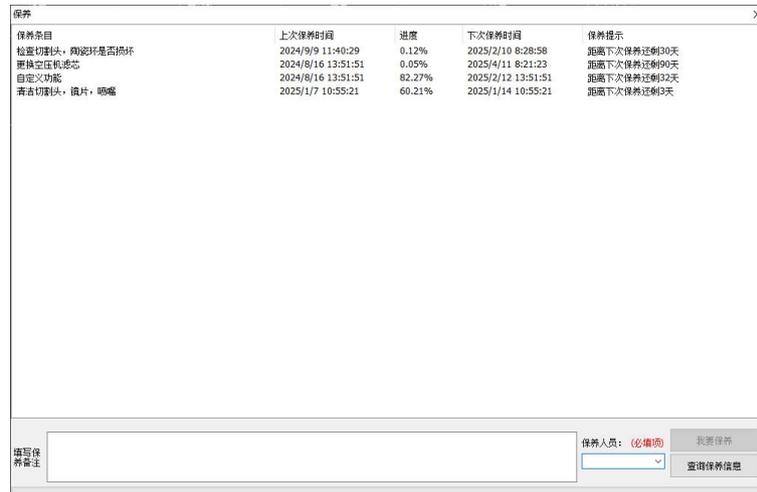


图 6-5 保养界面

6.2 切割任务

单击【切割任务】下拉菜单，可以载入切割任务或保存当前切割任务。FACut 任务文件 (*.fj) 保存了图纸和断点信息，当加工因故中断时，可对当前任务进行保存，恢复生产时再次载入，在确保板材未相对机床发生移动的前提下，从中断处继续加工。

6.3 魔盒

FACut 支持激光魔盒，魔盒连接后可进行图纸任务导入、远程操控等操作。

第 7 章 机床设置

7.1 回原点

初次装机或当机械坐标系由于异常原因发生偏差后，可通过【回原点】重置机械坐标系。

FACut 支持进行单轴回原点、选中轴回原点和所有轴全部回原点。

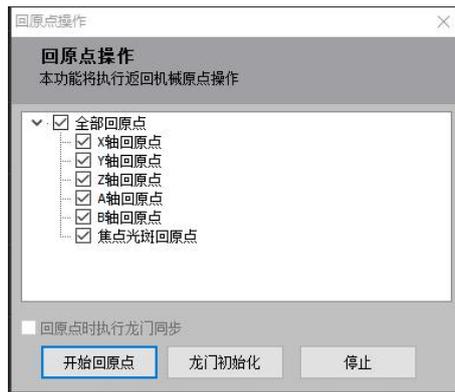


图 7-1 回原点操作

在平台配置工具中勾选【使用 Z 相信号】后，在专家模式下，回原点界面会显示【龙门同步】和【龙门初始化】的相关操作。

7.2 标定

通过电容标定和气压标定，可以确保切割头的跟随效果和切割过程中气体气压的工艺效果。

7.2.1 电容标定

在拧紧喷嘴、切割头下方有板跟随的前提下，点动浮头靠近板面，点击【电容标定】，完成后确认平滑度和稳定度均为【优】，即完成电容标定。

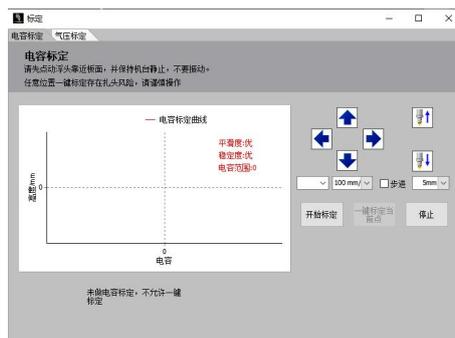


图 7-2 电容标定

在完成电容标定的前提下，可以移动切割头到板面内任意位置，点击【一键标定当前点】，即可对当前切割头所在位置完成电容标定。

注意：在更换喷嘴或发生电容报警后，需要重新执行电容标定。

7.2.2 气压标定

选择对应的喷嘴和气体类型，点击开始标定，即可快速标定气压。



图 7-3 气压标定

注意：在更换不同口径的喷嘴后，需要重新执行气压标定。

7.2.3 一键标定

一键标定前需完成电容标定。

支持在界面内点动切割头，读取当前坐标。也可以手动设置标定的固定点，点动切割头后，点击【返回固定点】即可返回固定点坐标位置。点击【固定点标定】，即可一键完成对固定点的电容标定。

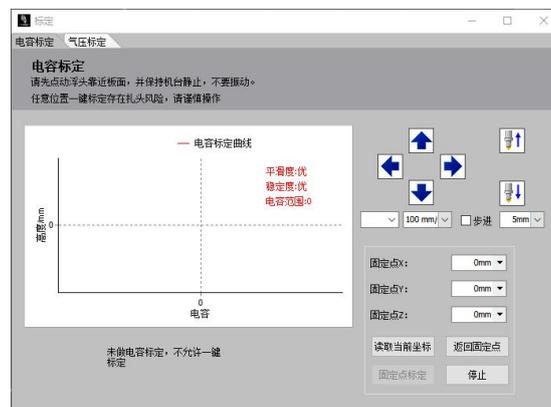


图 7-4 一键标定

第 8 章 软件设置

8.1 全局参数

全局参数用于对机床全局生效的参数设置，如加速度、常用加工设置等，注意点击【确定】才能保存对参数的修改。

8.1.1 加工参数



图 8-1 加工参数

各参数释义详见以下表格：

表 8-1 加工参数-用户设置

参数名称	参数含义
加工完返回	可选用户零点/加工终点/标记点。
切割前检查断点信息	若勾选，每次停止后再次点击开始时检查断点信息并提示。
加工前自动工艺检查	若勾选，每次加工前都会对图形工艺进行检查。
加工同步时间预估	若勾选，每次加工时，绘图区左上角都会显示当前加工的预计完成时间。
长按 Fn+【前进/回退】 可以持续前进/回退	若勾选，可通过手持盒实现长按 Fn+前进/回退，让切割头沿原轨迹以前进/回退速度持续执行前进/回退。

表 8-2 加工参数-空移和上抬策略

参数名称	参数含义
蛙跳上抬	勾选后，空移过程使用蛙跳上抬。
起跳高度	蛙跳前先上抬到起跳高度后才开始蛙跳。
最大上抬高度	切割头蛙跳时的最大上抬高度。
最大蛙降距离	开始执行蛙降的距离。
短距离不上抬	勾选后，当轨迹终点到下一轨迹的起点小于设定值时，切割头不再上抬，直接空移到下一轨迹起点进行加工。
防干涉上抬	勾选后，在所有涉及切割头上抬回正的动作过程中都使用防干涉上抬逻辑，详情请参阅 FACut 防干涉上抬功能说明 。

表 8-3 加工参数-坡口与摆动设置

参数名称	参数含义
拐角过渡方式	可选直接过渡/拐角法向量优化。
阳切坡口刀路一刀切	勾选后，对首尾相连的阳切坡口轨迹均采用一刀切。
快速连续切割	勾选后，对采用了斜穿孔的轨迹，可减少轨迹间的摆臂回正动作，提高加工效率。
特异坡口连续性优化	勾选【正交坡口优化】并同时勾选此项，可提高圆角矩形坡口拐角处加工效率。
正交坡口优化	勾选后，能够优化圆角矩形 V/Y/X/K 坡口拐角处加工的连贯性。

表 8-4 加工参数-探板切割

参数名称	参数含义
探板切割	在切割坡口前先走一次轨迹，补偿板材变形。提高加工精度。
使用自定义速度	用户可设置探板动作的速度，建议限制为 80 mm/s 以下。
使用气体	可设置探板过程中开启的保护气种类及气压。
实时探板	勾选后，切割定姿态坡口刀路前省略探板动作，但仍具有探板切割的补偿效果。
采样精度	该参数位于探板切割的【高级参数】中，表示采样频率。调整时，靠近【精度优先】方向采样更密集，靠近【稳定优先】方向采样更稀疏。选择【稳定优先】可防止板材变形较大时，采样过密导致 Z 轴跟随反应不及时。
探板高度	位于探板切割的【高级参数】中，最低 1mm，最高 5mm，设置探板时切割头的高度。
使用自适应振动抑制	设置探板动作中振动抑制的参数，采样滤波等级越高，振动抑制效果越强。
探板补偿坡口角度	探板切割通过采集加工轨迹所在位置的板面电容，拟合出一个新的板材表面。若勾

选【探板补偿坡口角度】，则会将新板材表面的法向量数据补偿到加工指令中。

表 8-5 加工参数-高级

参数名称	参数含义
穿孔去膜逻辑	根据实际需要设置穿孔、去膜的切割方式和分组逻辑。
一笔画打标	勾选后，可通过连续的一刀完成打标，使用外部设备时不生效，支持设置一笔画打标的生效距离。
直切刀路调高器纯跟随模式	勾选后，加工直切刀路时，调高器工作在纯跟随模式，而非插补跟随模式，即与 HypCut 采用相同跟随方式。

8.1.2 运动控制参数



图 8-2 运动控制参数

各参数释义详见以下表格：

表 8-6 运动控制参数-空移参数

参数名称	参数含义
X/Y/A/B 空移速度	设定单轴最大空移速度。
X/Y/A/B 最大空移加速度	设定单轴最大空移加速度。
空移低通滤波频率	设定空移的低通滤波频率，此参数跟机械性能有关，默认为 5 Hz。

表 8-7 轨迹插补参数说明

参数名称	参数含义
X/Y/Z/A/B 最大约束速度	对单轴加工速度进行约束。
X/Y/Z/A/B 最大加工加速度	对单轴加工加速度进行约束。
X/Y/Z/A/B 加工低通滤波	加工低通滤波频率，默认为 5 Hz。机床的性能越好，可设置的加速度越高、低通滤波越高。
圆角速度优化	开启后，可优化加工圆弧拐角时的降速现象（只对直切生效）。
拐角控制精度	拟合拐角的精度。该值越低拐角越接近尖角，同时拐角处降速越明显。可通过调整该值在拐角切割速度与精度之间做出取舍。目前该参数只对直切图形有效。
飞切过切距离	设置飞切的提前开光和延迟关光距离，确保零件掉落。
小圆时间常数	小圆时间常数：加工小圆的最小时间参数，可以保证小圆精度，设置越大，加工小圆精度越高，速度越慢。

表 8-8 轨迹插补参数说明

参数名称	参数含义
系统延时	通过延时测试功能测得当前系统延时，修正飞切开关光时间。
延时测试	系统延时可以通过 EtherCAT 总线自动计算并补偿，保证多轴同步的同时也可以补偿这个滞后，保证飞切孔位的精度。

8.1.3 用户参数



图 8-3 用户参数

各参数释义详见以下表格：

表 8-9 用户参数-常规

参数名称	参数含义
速度单位	在全局参数内可以更改速度的单位。可选的有毫米/秒、米/秒、米/分、毫米/分、in/min、in/s。

语言

FACut 默认可选择简体中文或英文。在安装目录中添加其他语言包后，也可选择对应的语言。重启软件才能完成语言切换。

8.1.4 气体参数



图 8-4 气体参数

各参数释义详见以下表格：

表 8-10 气体参数说明

参数名称	参数含义
空气/氧气/氮气开气延时	打开气路后，确保切割头处气压稳定在设定值所需延时。
换气延时	更换气体时，从原气体全部排出到新气体在切割头处到达稳定气压的延时。
冷却点延时	在冷却点进行吹气冷却的时间。
延时关气	切割完成后延迟一段时间关闭气体。可减少短距离之间加工的开气动作。
首点开气延时	开始加工后首次吹气前的延时。
停摆后停光吹气	勾选后，当切割头停止偏摆时，将自动按设置时间进行停光吹气。

8.2 PLC 过程

FACut 支持设置报警处理和加工流程的 PLC，并支持自定义 PLC 过程。



图 8-5 PLC 管理

在 PLC 过程中完成自定义过程设置后，点击 PLC 过程的下拉选项，即可选择执行自定义过程。

第9章 加工辅助

9.1 寻边

FACut 支持自动寻边、两点寻边、手动寻边、圆板寻中等寻边方式。单击生产加工工具栏中【寻边】下拉选项，用户可以根据自己的条件选择最合适的寻边方式确定板材摆放位置。寻边结果将显示在绘图区右上方，如下图：



图 9-1 寻边结果

9.1.1 自动寻边

单击顶部工具栏中【寻边】即可以进入自动寻边界面，如图：



图 9-2 自动寻边

- 自动识别板材尺寸：勾选后，系统将自行识别板材尺寸，默认读取图纸的最大尺寸。若不勾选，则由用户自行根据实际板材尺寸输入数值。

⚠ 注意：如自行填写，请确保该参数与实际寻边的板材尺寸相匹配，建议设置略小于实际寻边的板材尺寸，错误设置将引发扎头风险。

- 留边距离：寻边的出边的位置一般在板外，留边距离设置为正值时，会将该点再向板内方向偏移，设置为负值时，会向板外方向偏移。为避免在板材边缘切割时，切割头因电容波动而抖动，

请设置一定的留边距离。若用户已经在排样的时候设置了留边距离，可以将该值设置为 0。

- 选点策略：支持【三点-快速寻边】和【六点-规避齿条寻边】；其中六点寻边适用于切割薄板，避免齿尖对寻边造成的干扰。在【高级参数】中，可以设置寻边时同一边上出边两点的间距。

! **说明：** 寻边参数会对寻边精度造成影响，建议使用初始值：寻边速度 100 mm/s；跟随高度 4 mm。如果要保证长边的寻边精度，建议增大寻边时两点的间距。

- 从寻边起始点开始寻边：每次寻边都从固定点开始寻边。用户可以通过右侧控制台按钮将切割头点动到合适的起始位置然后保存寻边起始点，请务必将切割头移到板内作为寻边起始位。
- 从当前切割头停留位置开始寻边：即每次寻边都从当前位置开始，请务必将切割头移动到板内，确定下方有板再开始寻边。

若在参数设置的其他选项中勾选了【加工前寻边】，软件会根据图形停靠点位置在空走或者开始加工前进行一次电容寻边。此时请选择【从寻边起始点开始寻边】，并设置合理的寻边起始位置。

! **注意：** 寻边前请【回原点】矫正机床坐标系，且寻边之前请务必确认切割头可以正常跟随。钢板倾斜角不应超过 10° 。

9.1.2 两点寻边

两点寻边本质上是自动寻边的一种寻边策略，但该寻边方式不会指定零点，不适用于【加工前寻边】，因此在寻边的下拉选项中独立出来。其各项参数含义均与自动寻边一致，只是选点策略中仅支持选择【两点-快速寻边】。

9.1.3 手动寻边

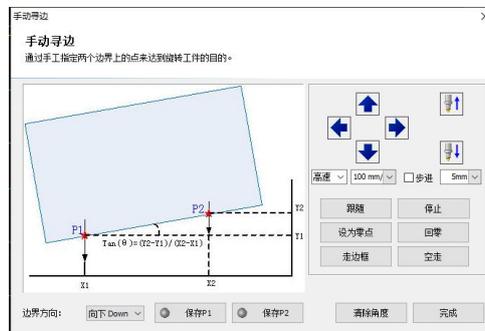


图 9-3 手动寻边

手动点动切割头到板材边缘，分别记录板材一条边上两个不同位置的坐标，系统会自动计算板材偏移角度。两点之间距离越大，角度越准确。

9.1.4 圆板寻中



图 9-4 圆板寻中

圆板寻中仅适用于圆板，寻中结束后会将零点定位于圆盘中心处，所以当使用圆板寻中加工时，需要将图纸的停靠点设置为【中】。

注意：圆板寻中前，需要保证切割头下方有圆板。

9.2 一键切断

9.2.1 一键切断

单击生产加工工具栏中【一键切断】或其下拉选项中的【一键切断】，即可进入一键切断界面，该功能主要用于沿 X 轴或 Y 轴方向快速切断余料。界面如图：

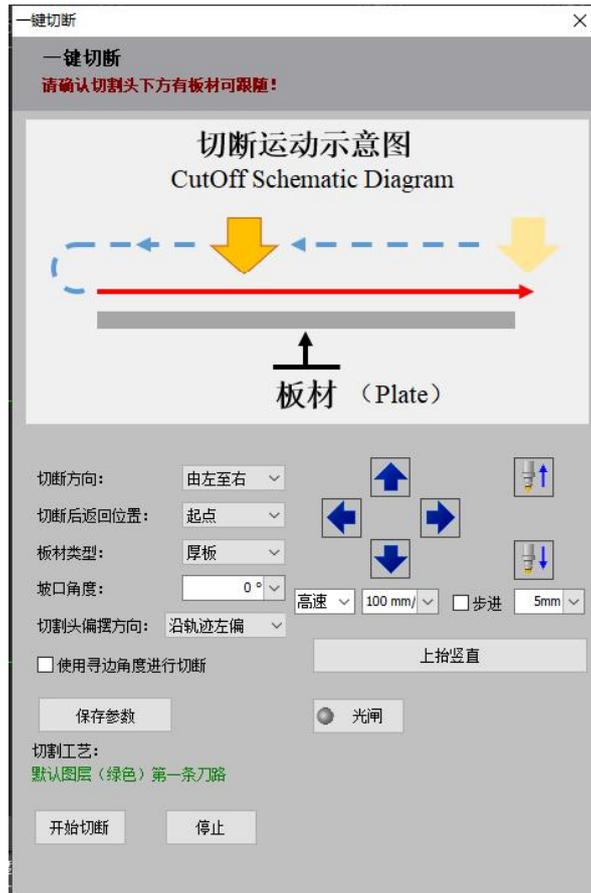


图 9-5 一键切断

- 切断方向：在四个方向中选择切断起点和切断方向。
- 切断后返回位置：可以选择切断后返回起点位置或停留在终点。
- 板材类型：根据实际情况选择板材类型。
- 坡口角度：FACut 支持带坡口的一键切断，可选择坡口角度进行板材切断。
- 切割头偏摆方向：可以选择切割头切割时的偏摆方向。
- 使用寻边角度进行切割：勾选时，使用寻边的结果对板材进行切断。

! 说明：一键切断工艺为默认图层工艺（绿色）！

9.2.2 切断线示教

支持通过选点生成灵活余料切断线，节省板材。

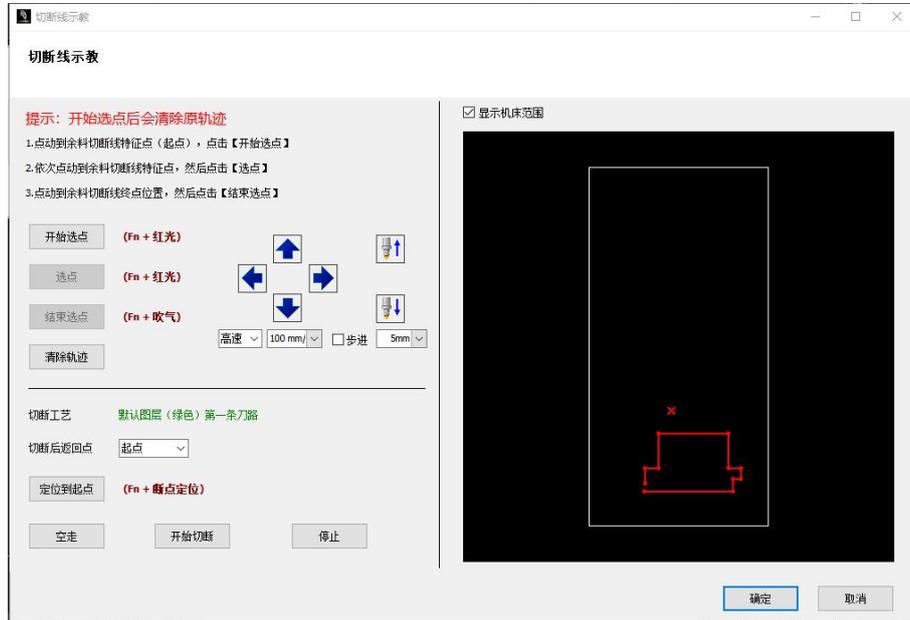


图 9-6 一键切断

9.3 喷嘴修正

更换不同长度的喷嘴后，摆长、零焦位置都会发生变化。因此每次更换不同喷嘴后应当进行喷嘴参数调试。

打开喷嘴参数调试界面后，当前喷嘴默认为上一次打开界面时选择的喷嘴。可点击下拉三角切换喷嘴；也可以点击【+】按钮，输入喷嘴简写和喷嘴名称来添加新喷嘴；点击【-】按钮可从喷嘴库中删除当前所选择的喷嘴。点击界面上方的【确认修正】按钮，可将所选喷嘴的摆长和焦点补偿数据写入【当前摆长】和【当前焦点补偿】。

注意：每次写入摆长/焦点补偿，均会同时修改当前摆长/焦点补偿以及所选喷嘴的摆长/焦点补偿。实际加工以【当前摆长】和【当前焦点补偿】为准。

9.3.1 摆长修正

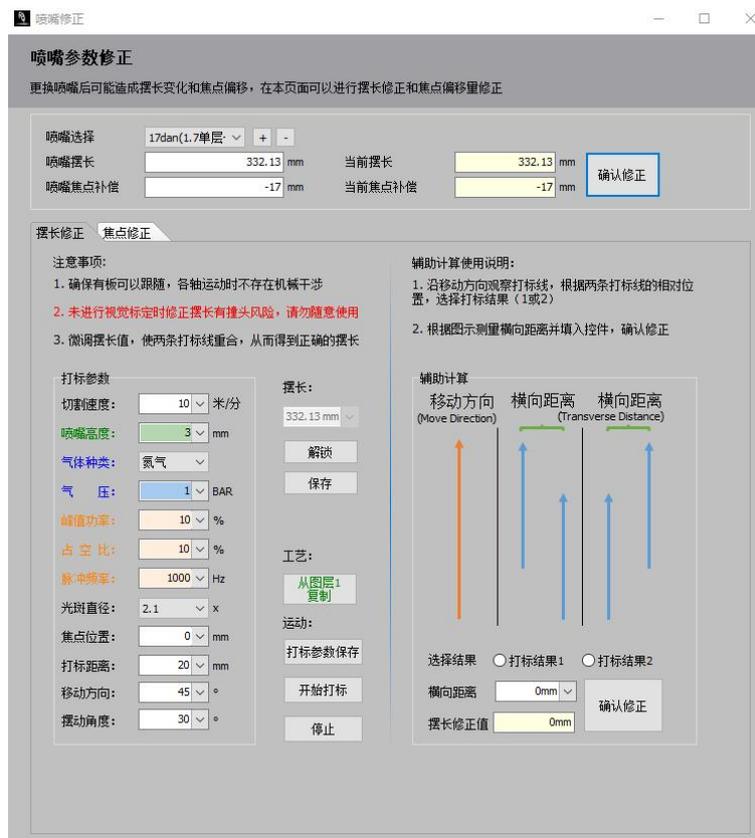


图 9-7 摆长修正

进行摆长修正前应进行视觉标定，此外需确保切割头下方有板材可以跟随，各轴行程足够且不存在机械干涉。

设置好打标的工艺参数后，点击【开始打标】，切割头将偏摆至所设角度，沿设定方向切两条

打标线。沿直线移动方向观察打标线，测量两条线之间的横向距离，根据打标线的相对位置将距离数值填入【打标结果 1】或【打标结果 2】中。点击【确认修正】将数据写入当前摆长。

此外，也可以直接通过点击【解锁】输入数据然后点击【保存】的方式修改当前摆长。

说明：修改打标参数后，若通过使用手持盒点击【开始】的方式进行打标，须先点击【打标参数保存】保存修改后的工艺参数。

9.3.2 焦点修正

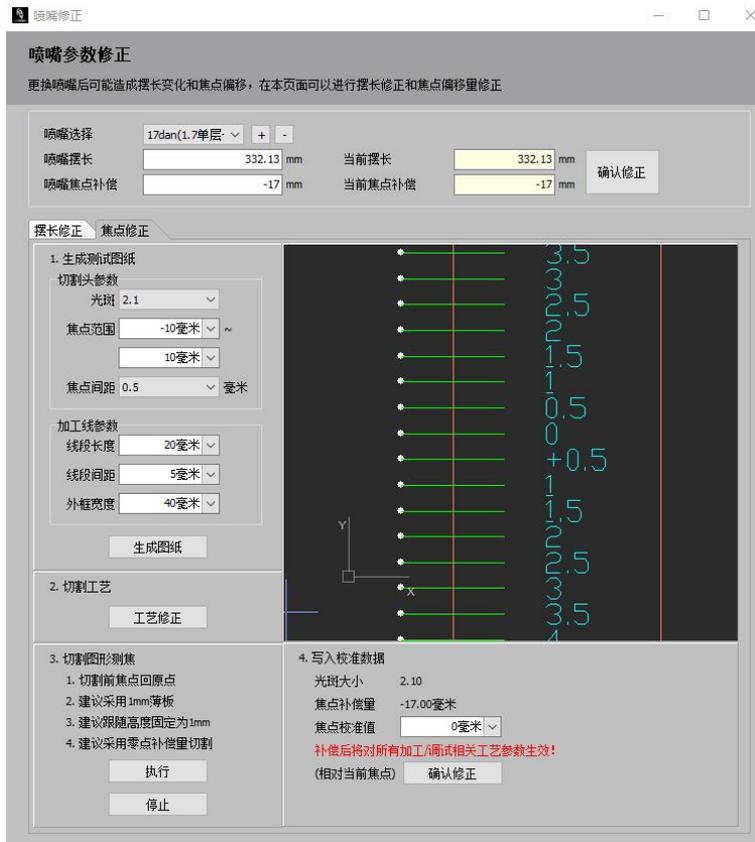


图 9-8 焦点修正

可以通过焦点测试功能来测定当前状态下焦点的实际位置，并写入对应校准值。

第 1 步 依次修改测试焦点的参数，其中焦点范围可大可小，建议多次测量；焦点间距越小，测量的准确度越高；加工线参数选取默认参数即可。

第 2 步 点击生成图纸和工艺修正，在弹出窗口中输入打标工艺，保存后点击执行

第 3 步 对切割完成后的工件，观察最细的横线对应的右方焦点数值是多少。举例：下图中最细的横线相对应的右方焦点为-1，此时就可判断零焦在-1，然后点击页面中的焦点校准值，输入-1，点击【确认修正】，将焦点补偿量写入当前数值。



图 9-9 零焦位置

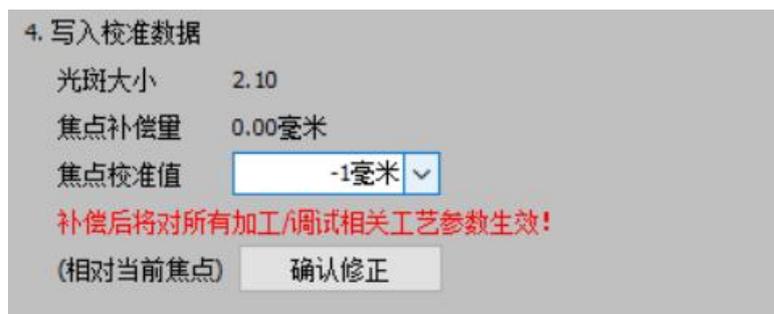


图 9-10 焦点校准值

! 说明:

1. 切割前焦点回原点;
 2. 采用 1 mm 厚不锈钢板;
 3. 建议跟随高度固定为 1 mm;
 4. 建议使用零点补偿量切割;
 5. 注意切割塞尺的正负方向, 以免正负值输错。
-

9.4 其他

9.4.1 相纸检测

相纸检测主要用于检测切割头镜片是否有污染。

第1步 将相纸平铺在大约 $200 \times 300 \text{ mm}$ 的板上，相纸四角用美纹纸粘牢保证相纸平整；

第2步 把贴有相纸的板放置于料斗中；

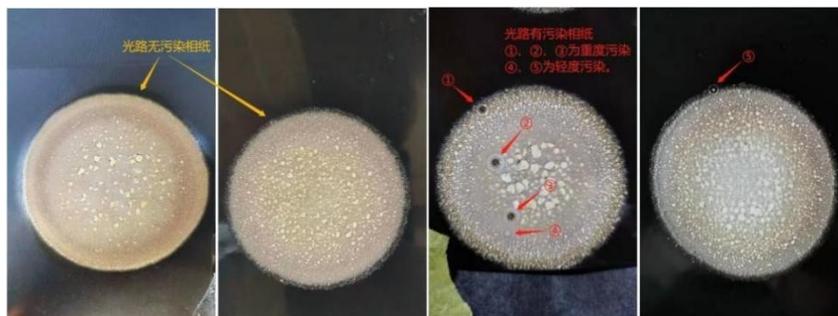
第3步 打开激光器红光，通过红光移动切割头或者微调相纸位置，保证红光位于相纸中心（注意切割头要在齿条中间，避免出光被齿条遮挡）；



第4步 换上直径大于 3.0 mm 的单层喷嘴，焦点选 0 焦；选择相纸功能，输入参数（参数设置：实际功率 10000 W 左右，不足万瓦的输入最高功率；占空比 100%；频率 5000 Hz；出光时间 25 ms），点激光。



第5步 打完相纸后，如何判断相纸异常，如下：



9.4.2 工位管理

FACut 支持进行多任务加工。用户可以通过配置单台多板或单台单板配合交换台，利用 FACut 控制机床各工位的切割和上下料操作，从而实现自动化加工流程。

详细的操作说明请参阅 [FACut 多任务加工功能说明](#)。

9.4.3 顶点打标

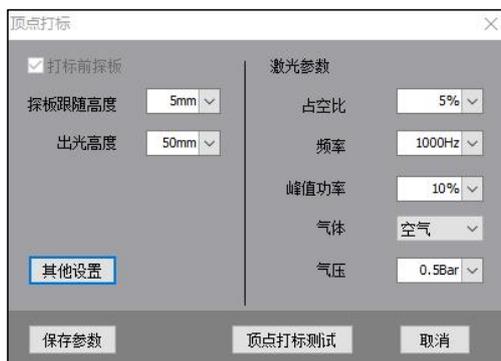


图 9-11 顶点打标

顶点打标的作用与走边框类似，都可用于确定加工图形是否在板材内。该功能会在图形边框的四个角上出光，在板材上打出 4 个 L 形角标。点击【顶点打标测试】会执行顶点打标动作。

9.4.4 清洁喷嘴

在【平台配置工具】→【平面数控系统配置】→【高级配置】中勾选【启用清洁喷嘴】功能后，打开 FACut 软件，生产加工工具栏【其他】的下拉选项里会显示【清洁喷嘴】。该功能需使用毛刷配合喷嘴的运动和吹气清理掉喷嘴内部的金属渣。



图 9-12 自动清洁喷嘴

在【自动清洁喷嘴】界面中可以配置基础参数，点击【调整参数】按钮可以打开高级设置界面，对清洁喷嘴时的运动参数进行配置。清洁运动轨迹有直线、圆、波浪线三种，示意图中的绿色点代表运动起点，红色点代表运动终点，在设置清洁轨迹和轨迹方向时应保证维护区域不超出行程范围。



图 9-13 自动清洁喷嘴高级设置

9.4.5 包络线



图 9-14 包络线

围绕零件的最大外轮廓生成一条或多条包络线。包络线功能分为【生成包络线】和【清除包络线】。

- 生成包络线：可根据零件生成外包围线，零件间距值越大，包络线包含的范围越大。
- 清除包络线：可清除当前图纸上已有的包络线。

第 10 章 工具

10.1 调试

10.1.1 IO 扩展板

通过扩展板的监控界面，在左上角选择要测试的扩展板序号，可以对相应扩展板执行打开/关闭输出口开关、监控输入口状态、完成模拟的输入口测试、对 PWM 和 DA 进行调试测试、监控 AD 采样结果等操作。

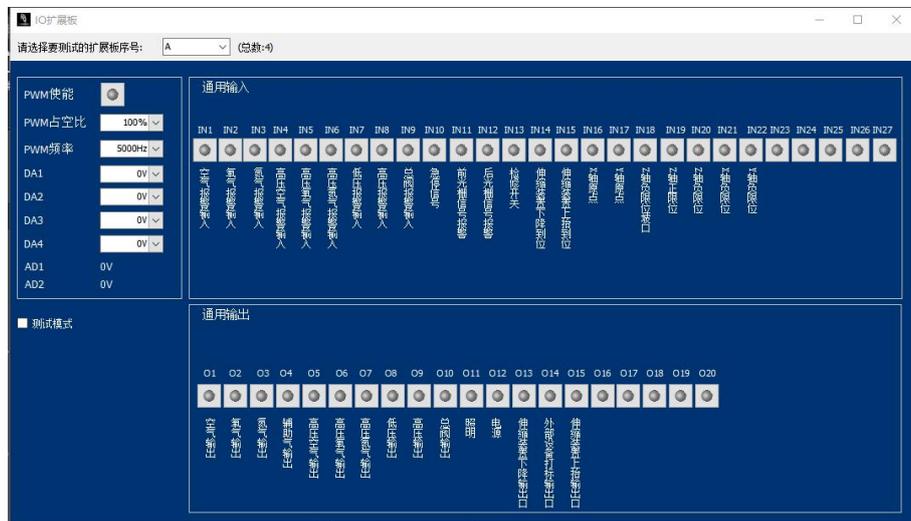


图 10-1 IO 扩展板

勾选【测试模式】后，可以手动测试输入口和输出口，不受实时刷新的线程影响。

10.1.2 调高器监控

监控页面里可以看到调高器的实时电容、电容曲线、电容温漂，如下图：

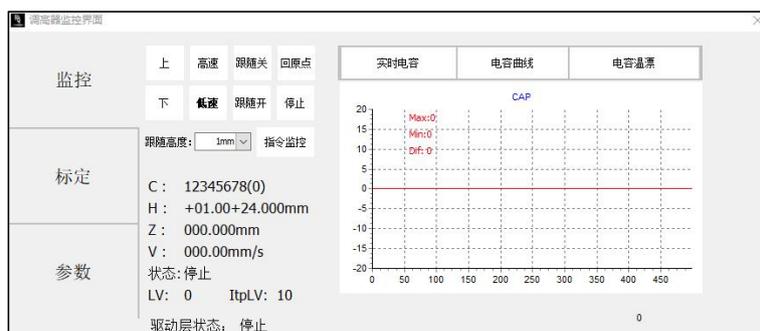


图 10-2 调高器监控界面

在标定页面里可以进行电容标定、调整跟随和插补跟随的刚性等级。

第 1 步 首先在拧紧喷嘴、切割头下方有板跟随的前提下点动浮头靠近板面，点击【电容标定】，完成后确认平滑度和稳定度均为【优】；

第 2 步 完成电容标定后，在有板跟随的条件下依次进行自动调整和插补自动调整，优化跟随等级（LV）和插补跟随等级（ItpLV），如下图：

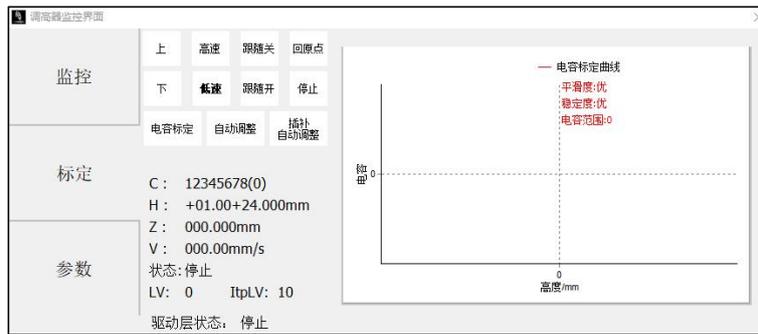


图 10-3 调高器标定

参数页面用来调整调高器的参数。点【解锁参数】后可以修改参数，修改后必须点【写入参数】才能使参数保存生效。



图 10-4 调高器参数

参数介绍见下表：

表 10-1 调高器参数说明

参数名称	参数含义
空移/切割/穿孔/偏摆磁板报警延时	在系统停止或空移/切割/穿孔/偏摆状态下，如果磁板的持续时间达到该值，Z轴会自动上抬保护，并输出报警信号。当此值设为0时，停止或空移/切割/穿孔/偏摆状态下将不会再触发磁板报警。
跟随偏差报警	调高器允许的最大跟随误差。切割头跟随到位后，由于运动超出板材边界或板材剧烈抖动等原因导致跟随误差超过设置的报警值时，会产生跟随误差过大报警。
跟随偏差延时	设置跟随偏差报警的滤波时间。该值越大，允许产生跟踪误差的时间越长，滤除

参数名称	参数含义
	干扰的能力也越强。
本体电容变小	当本体电容变小超过设定值时，才会产生本体电容变小报警。
碰板报警自动上抬	开启后，触发碰板报警时，切割头会自动上抬；若关闭，切割头在触发碰板报警后仍停在原处。
实时标定	开启此功能后可以有效避免切割头出现温漂导致影响切割质量的问题。
标定范围	电容标定采样范围。
最大跟随高度	调高器能保持跟随的最大高度，若在浮头处于此高度以上时点击跟随，调高器将下探至板面，再向上空移至最大跟随高度。
抖动抑制	该功能可以抑制因切割气流扰动结构刚性较弱的板材而引起的振动，从而减少断面波浪纹。可有效抑制由吹气和浮渣等引起的抖动。
抑制时间	该参数为振动抑制功能的强度，数值越大振动抑制功能效果越明显，但会降低调高器的响应。默认值为 20 ms，推荐范围 5 ~ 50 ms。
跟随等级	随动增益等级从 1 ~ 30，默认 17 级。级数越大，随动的平均误差越小，跟随动作越快，同时遇到斜面爬坡能力也越强。但是如果增益太强系统会产生自激振荡。该参数通过自动调整获取即可。
复位回停靠	回原点之后是否回 Z 轴停靠坐标。
停靠坐标	Z 轴停靠坐标。
软限保护	设置调高器是否启用软限位保护。
空移速度	调高器空移速度。
空移加速度	调高器空移加速度。
点动高速	设置点动高速速度。
点动低速	设置点动低速速度。
插补最大向上/向下速度	在插补算法下，跟随算法影响距离的反应速度。
插补跟随等级	插补跟随等级越大，跟随算法对电容的响应越灵敏。

10.1.3 运动控制内核实时监控

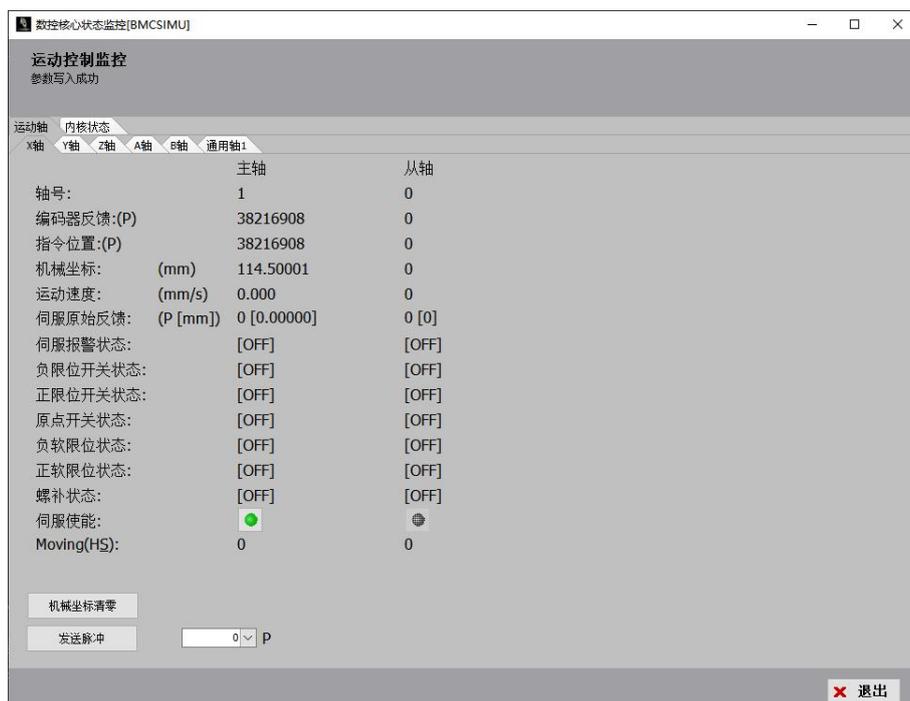


图 10-5 运动控制内核实时监控-运动轴

运动控制监控工具，包含运动轴监控和内核状态监控。

表 10-2 运动控制监控参数说明

参数名称	参数含义
轴号	配置的物理轴号。
编码器反馈	伺服的编码器反馈值，单位为脉冲。
指令位置	指令位置，单位为脉冲。
机械坐标	机械坐标，即系统指令坐标位置，单位 mm 或者 rad。
运动速度	当前伺服的实时反馈速度。
伺服原始反馈	记录伺服电机的反馈位置。
伺服报警状态	当前伺服的报警状态。
负/正限位开关状态	当前负/正硬限位输入状态。
原点开关状态	当前原点输入状态。
负/正软限位开关状态	当前负/正软限位输入状态。
螺补状态	仅 X、Y 轴支持，检测是否开启螺距补偿。
伺服使能	伺服使能状态，点击可以开启或关闭伺服使能。
发送脉冲	在系统停止状态下，可以发送指定脉冲，用于测试。

参数名称	参数含义
设定当前位置为原点	仅 A/B 轴页面存在该按钮。可设定当前位置为 A/B 轴的原点。
清除多圈式编码器报警	支持清除 A/B 轴安川 A810（绝对式编码器）报警，该按钮只于存在该报警时在对应轴的页面出现。
机械坐标清零	将 X/Y/Z 轴当前机械坐标设为 0。

在运动轴监控页面，可以查看每个伺服轴的使能状态，报警状态，硬限位状态，软限位状态，原点开关状态，螺补状态，物理轴的指令位置，反馈位置，机械坐标，运动速度。同时还可以发送伺服使能和关闭使能指令、发送脉冲调试、清除坐标、清除双驱报警。

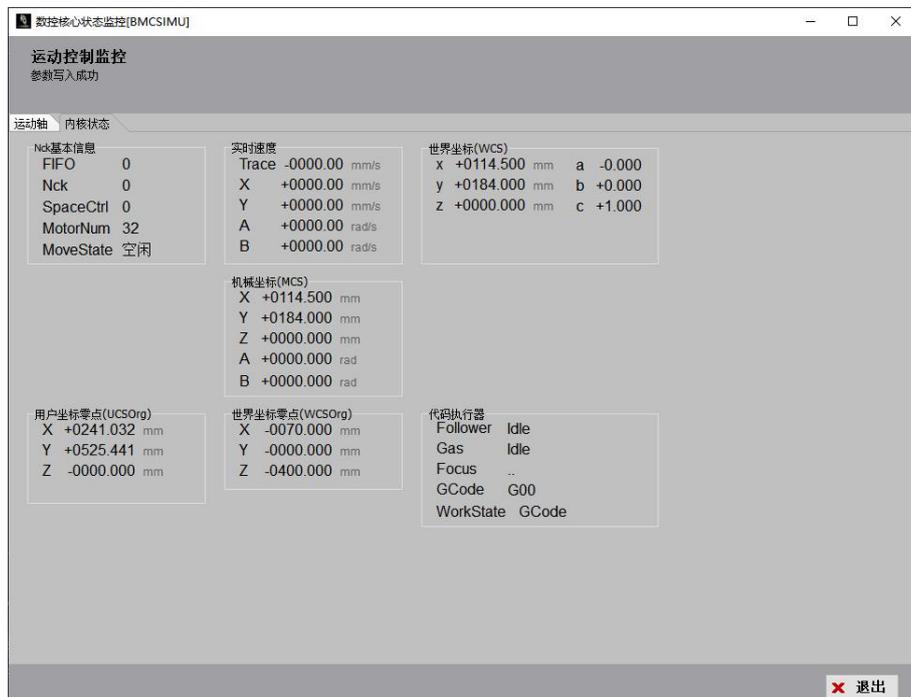


图 10-6 运动控制内核实时监控-内核状态

在内核状态监控页面，可以查看一些更加底层的内核状态信息，比如机械坐标、程序用户坐标、缓冲数量及 G 代码指令信息等，由于概念比较复杂，这里不详细介绍。

10.1.4 视觉标定

视觉标定是 FACut 坡口切割软件的特色功能，通过相机检测，自动校正摆轴+切割头的仿真参数，确保设备的切割精度。



图 10-7 视觉标定

详细的操作说明请参阅 [FACut 视觉标定功能说明](#)。

10.1.5 视觉标定参数读写

在同一设备上运行 FACut 和 FACut-H 时，若机械结构未发生变化，切换软件后可复用已保存的视觉标定结果。例如，首次在设备上使用 FACut-H 时，可沿用该设备在 FACut 上的视觉标定数据。



图 10-8 视觉标定结果读写

 **警告:**

1. 若发生切割头撞击等情况，必须重新进行视觉标定；
2. 即使机械参数一致，也不可通过【视觉标定结果读写】直接使用其他设备的标定结果。

10.1.6 电容辅助校正零点

在正确执行过视觉标定和摆长修正的前提下，支持通过此功能快速矫正轴零点。初始化前注意确保轴零点正确，校正零点前请确保正确进行过初始化。

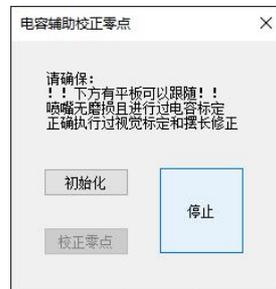


图 10-9 电容辅助校正零点

10.2 误差分析

10.2.1 误差测定

误差测定主要通过观察多轴运动状态下形成的轨迹与指令轨迹的误差进行对比分析，辅助调节各个轴的响应环节。其中轨迹种类分为三种：XY 轴圆、拔模圆（A 轴、B 轴、AB 轴）、坡口直线，如图：



图 10-10 误差测定

➤ 圆测试参数：

- 起始位置：正右侧为 0° ，正上方为 90° ，按极坐标系定义。
- 拔模角度：角度为正时，切割头沿轨迹左偏；角度为负时，切割头沿轨迹右偏。



说明：切割头左偏右偏指的是喷嘴位置不变，切割头摆臂旋转。

➤ 直线打标测试参数:

- 直线方向: 从左往右是 0° , 从下往上是 90° , 以此类推, 按极坐标系定义。
- 起点/终点坡度: 起点和终点处的偏摆角度。
- 起点/终点相位: 相位为 0° 时, 沿直线方向偏摆; 相位为 90° 时, 沿直线方向逆时针旋转 90° 偏摆。

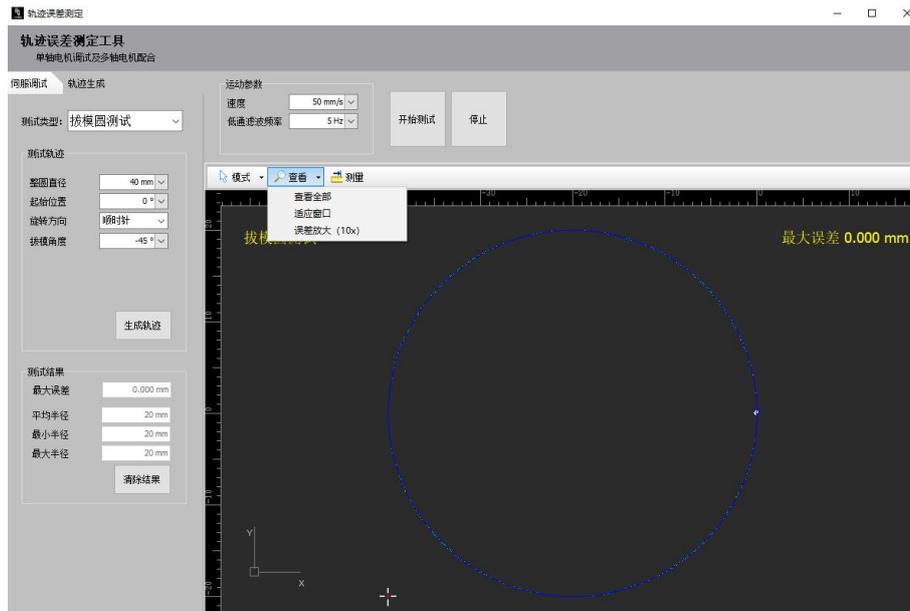


图 10-11 轨迹误差测定

进行误差测定时, 一般依次完成 XY 轴圆测试、A 轴拔模圆测试、B 轴拔模圆测试和 AB 轴拔模圆测试。设置好轨迹参数后, 点击【生成轨迹】在测试界面中生成绿色的指令轨迹; 点击【开始测试】, 各轴按指令空走, 生成蓝色的反馈轨迹。

若圆的某些象限存在明显的指令轨迹与反馈轨迹不重合现象, 则切换到【伺服调试】界面, 点击【延时测定】按钮, 测量 XYZAB 的系统延迟, 一般以 Z 轴为基准进行调节。可通过手动调节或自动调节的方式使各轴伺服延时一致:

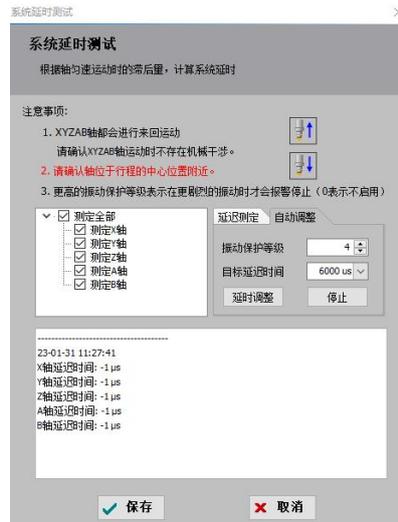


图 10-12 系统延时测试

- 手动调节：若 XYAB 延迟偏小则增大延迟（安川降低模型追踪增益，高创增加滤波时间，松下降低刚性），反之减小延迟，使各轴延时基本接近（各轴延时一般不应超过 5000 μs ）。
- 自动调节：在系统延时测试界面中点击【自动调整】，设置目标延迟时间和振动保护等级（一般采用默认值 4），点击【延时调整】，系统将自动将各轴延时调节至目标延时附近。

各轴伺服延时一致后，指令轨迹和反馈轨迹将基本重合。A/B 轴拔模圆误差测定结果应控制在 5 丝以内，拔模圆误差测定结果应控制在 7 丝以内。

若调节伺服延时后，拔模圆仍有较大误差，点击【查看】下拉菜单中的【误差放大（10x）】将测试后的轨迹放大 10 倍，观察误差来源。此时误差一般出现在：

- 反馈轨迹整体相较指令轨迹内缩。
- 换向点存在凸起。

对应的解决方案为：

- 轨迹内缩是因为伺服整体延时过大，应在机械设计容许范围内减少各轴伺服延时。

换向点凸起往往与摩擦力有关，可尝试给对应轴添加摩擦力补偿。

10.2.2 轨迹捕捉

用于监控加工图形的指令轨迹和反馈轨迹，用于排查问题。可根据实际需求选择显示和隐藏对应曲线，在开始加工时显示原始轨迹，指令完成后显示指令轨迹和反馈轨迹。

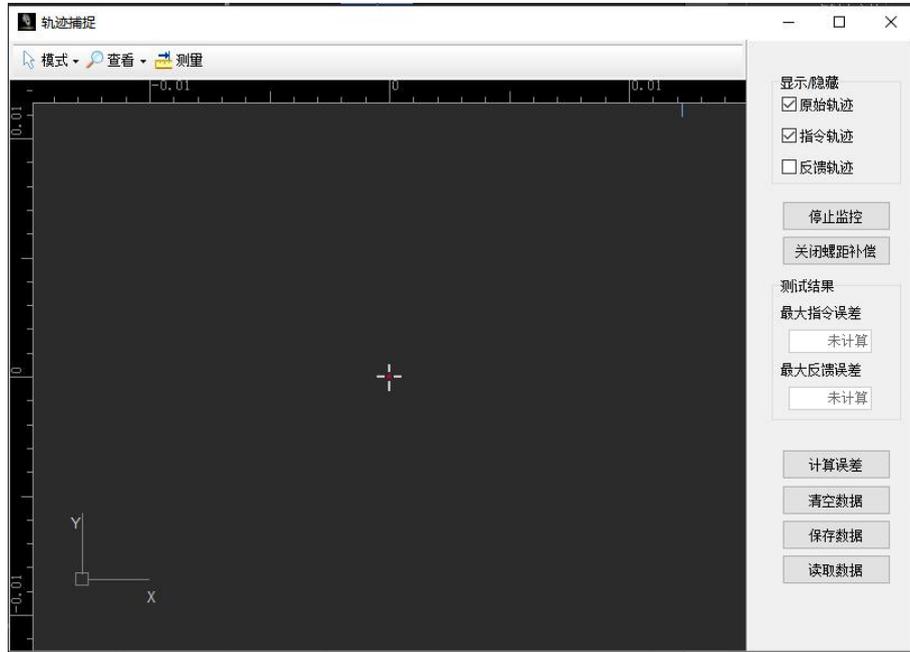


图 10-13 轨迹捕捉

10.2.3 偏摆精度检测

本功能可以检测通过视觉标定和摆长修正确定的偏摆模型的精度。

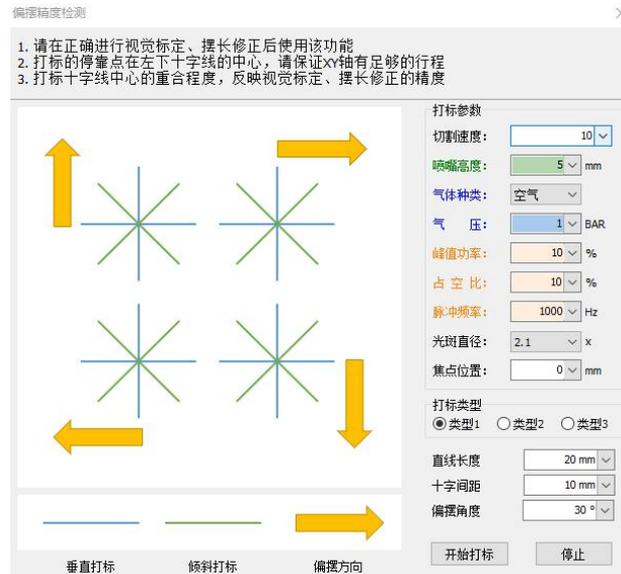


图 10-14 偏摆精度检测

设置合适的打标参数，点击【开始打标】，观察垂直打标十字线和倾斜打标的十字线中心是否重合，二者中心若有明显偏离，说明偏摆模型有较大误差。需检查机床机械结构以及视觉标定、摆长修正过程是否有问题。

10.3 工具

10.3.1 实时曲线监控

实时监控能够每毫秒实时精确采样伺服轴的指令位置、指令速度、反馈位置、反馈速度、反馈力矩、指令位置偏差、双驱位置偏差、缓冲数量、调高器高度。每次监控可以选择四种信号进行监控，监控的时间范围可以是 5 s ~ 20 min 之间，每次监控可以将所有伺服四种信号全部检测绘制出来。



图 10-15 实时曲线监控

默认绘制四种信号曲线，可在底部【信号选择】栏中选择想要观察的信号。

通过【启用】栏勾选框关闭不想观察的信号；或者在一定范围内单独缩放指定的曲线。

曲线的纵轴缩放通过鼠标的滚轮实现，曲线的横轴缩放通过鼠标右键选定时间范围内曲线向右拖动查看。按住鼠标右键向左拖拽，可以将图形恢复到合适窗口。

按住鼠标的左键可以平移图形。单击鼠标的左键以白色标签显示鼠标所指定的位置所有曲线值，单击鼠标的右键以黑色标签显示鼠标所指定的位置所有曲线值。

10.3.2 BLT 切割头诊断

提供了 BLT 系列切割头相关的信息和调试功能，可以监控 BLT 切割头的传感器参数以及焦点速度曲线，也可以对焦点电机进行点动测试。

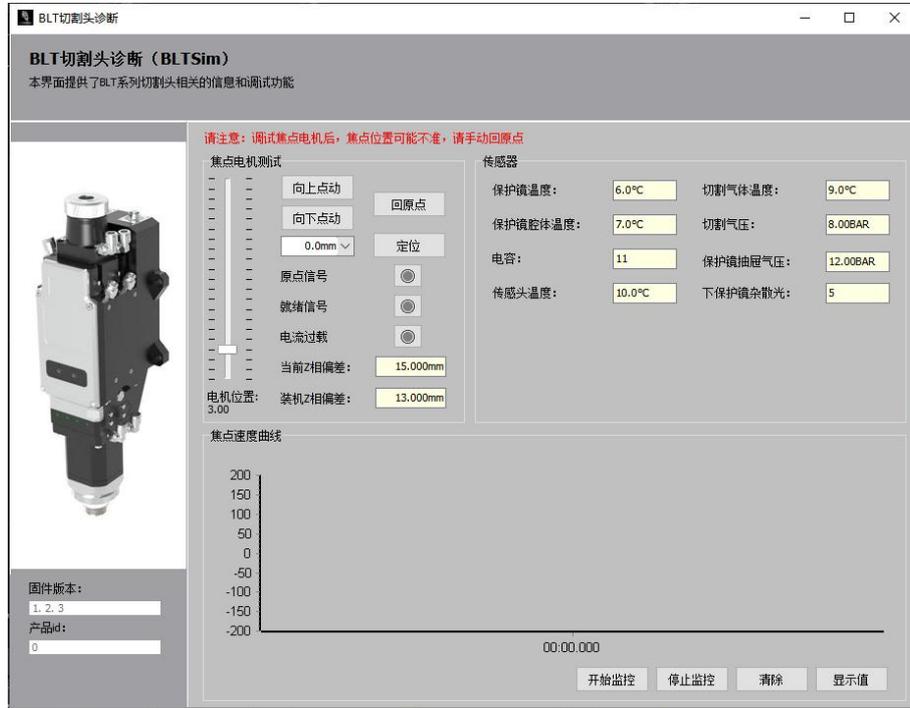


图 10-16 BLT 切割头诊断

10.3.3 外部设备打标标定

在平台配置工具的【高级配置】页面中勾选了【使用外部设备打标】并正确配置了打标信号输出口后，打开软件，【工具】下拉菜单中将出现【外部设备打标标定】选项。标定的目的是确定打标装置和切割头喷嘴之间的相对位置。



图 10-17 外部设备打标标定

标定过程包括如下几步：

- 第 1 步** 调整打标装置安装位置，确保切割头偏摆加工时，打标装置不会与切割头以及板面发生干涉。一般以保证切 45° 拔模圆时打标装置不干涉为准。
- 第 2 步** 调整切割头姿态，使得打标装置处在合适的打标高度。点击标定界面中的【喷粉】按钮，一边点动切割头一边根据打标轨迹的情况调节打标装置，调出合适的打标轨迹之后，可再次点击【喷粉】按钮停止打标信号输出。注意只有【喷粉】按钮被点亮时，系统才会记录切割头当前的偏摆姿态和 XY 坐标。
- 第 3 步** 点击【上抬竖直】，切割头回到竖直状态。在停止打标信号输出到上抬摆正执行完毕期间，请勿移动 XY。
- 第 4 步** 点动切割头到第 2 步得到的粉迹末端（即喷粉装置之前所在的位置），点击【跟随】，可借助红光步进微调位置，直到红光与粉迹末端重合，在跟随状态下点击【记录坐标】，此时会自动计算出标定结果。点击【保存】退出标定界面。如果实际打标结果在位置上仍存在偏差，可重新进入标定界面，直接修改标定结果后保存。

完成标定后，将需要外部设备打标的轨迹设为【最先加工】图层，在工艺编辑界面的高级参数中将出现【使用外部设备打标】选项。勾选后，将出现一个新的【外部设备打标】图层，按标定时切割头的姿态和高度进行定高切割。

使用外部设备打标时，对应图层的加工参数只有【切割速度】、【停留时间】、【关光前延时】和【启用短距离不上抬】。

速度对应喷粉速度；停留时间对应每条喷粉轨迹开始前喷粉信号开启的延时，保证气体充分混合；关光前延时对应每条喷粉轨迹结束后喷粉信号关闭的延时，避免轨迹间空移时仍在喷粉。



图 10-18 打标图层工艺参数设置

此外，若勾选【启用短距离不上抬】和【外部设备打标启用短距离不跟随】并设置不上抬、不跟随距离，则在所设距离内，切割头切割完当前刀路后会保持当前高度，直接空移到下一刀路的起点。

注意：若勾选短距离不上抬和短距离不跟随，喷粉时切割头将会在所设不上抬、不跟随距离内全程定高空移，板材不平时存在撞头风险。

10.3.4 通用轴调试

在平台配置工具中配置通用轴后，可以在此界面对通用轴进行运动测试。



图 10-19 通用轴调试

10.3.5 Yp 轴调试

在平台配置工具中配置 Yp 随动轴后，可以在此界面对 Yp 轴进行调试。



图 10-20 Yp 轴调试

有关 Yp 随动轴使用的详细说明，请参阅 [FACut 移动外包围功能说明](#)。

10.3.6 手动寻中

FACut 支持通过手动选择圆板上的三个（及以上）边缘点生成圆板模型，并支持定位到圆心。

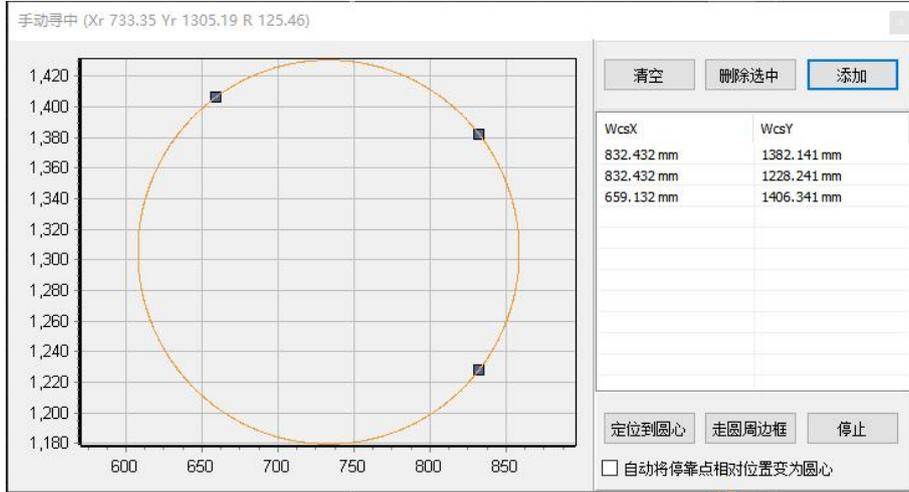


图 10-21 手动寻中

10.3.7 循环加工

循环加工可用于对选定图纸进行循环加工，也可在展会演示场合以不出光方式循环加工一些图形。在【循环加工设定】窗口中可以添加、删除、启用、禁用图纸，并对待加工图纸设定加工次数和每次加工结束后的延迟时间。当启用了循环加工的图纸，并点击【保存】后，加工操作栏的【开始】按钮将变为【开始 L】，调试操作栏的【空走】按钮将变为【空走 L】，表明进入了循环加工状态。



图 10-22 循环加工设定

10.3.8 循环 PLC

可用于设置循环拷机参数，通过长时间、高强度的重复运行测试，验证系统在持续负载下的稳定性和可靠性。



图 10-23 循环拷机设置

10.3.9 空走参数配置

用于设置空走时的相关参数。坡口切割时，由于切割头偏摆、拐角过渡等，Z 轴会发生上下运动，因此在空走时选择 Z 轴参与运动可以更准确地执行坡口图形的空走动作。

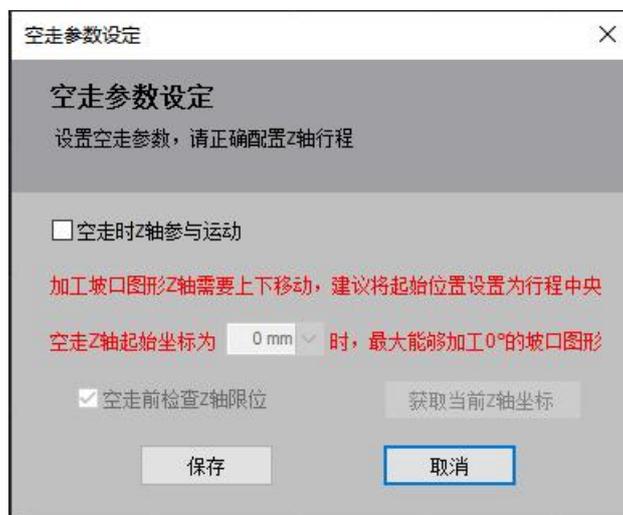


图 10-24 空走参数配置

10.3.10 时间预估

该功能可预估完整加工一次的总时间及加工过程中各类动作所用时间，需输入相对准确的板面位置对应 Z 坐标。



图 10-25 时间预估

10.3.11 坡口尺寸计算工具

可以根据断面类型与断面参数计算坡口参数。选定零件切割方式（阴阳切）后，输入 5 个参数中的任意 4 个，最后一个被约束参数将会被自动计算出来。

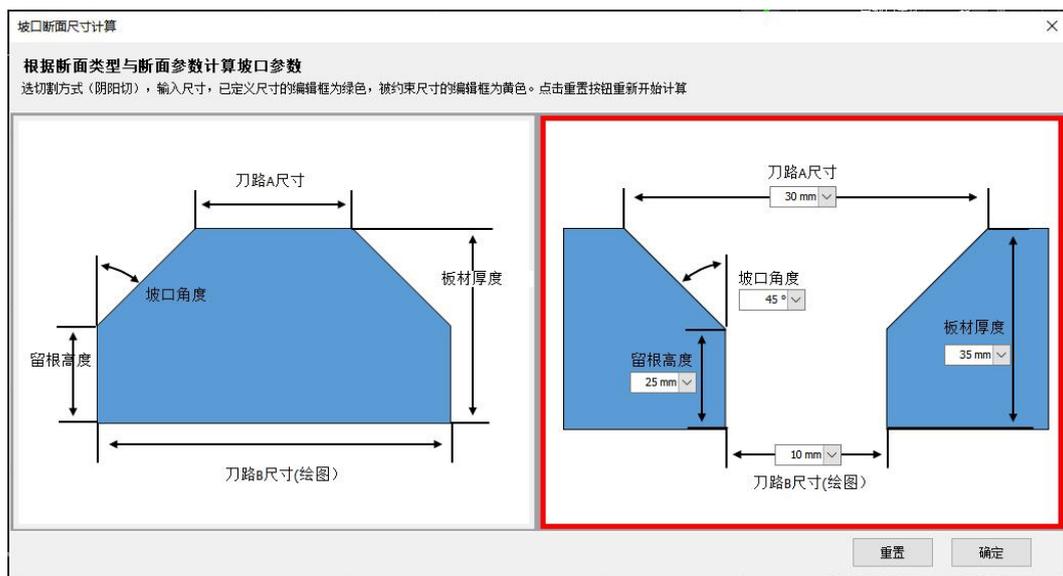


图 10-26 坡口尺寸计算

10.3.12 光路调整界面

通过激光干涉仪微调 XY 的安装精度，提升加工稳定性。

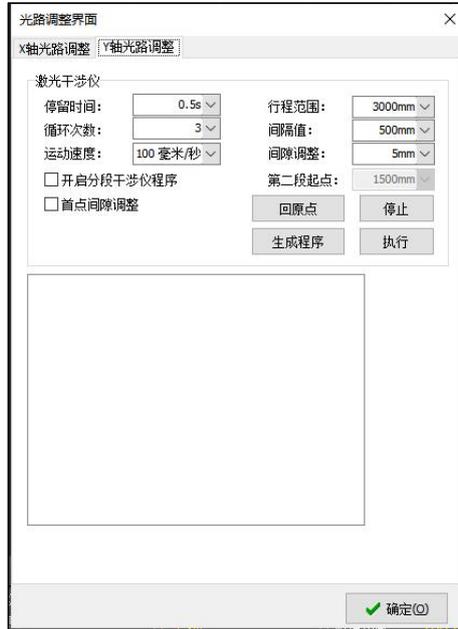


图 10-27 光路调整界面

10.3.13 工装标定

用于标定封头专用工装，通过标定确定工装在机床上的实际安装位置，有助于确保加工路径与工件位置的精确性。点动并读取工装边缘 4 个点的位置构成基准坐标，计算工装的实际情况。

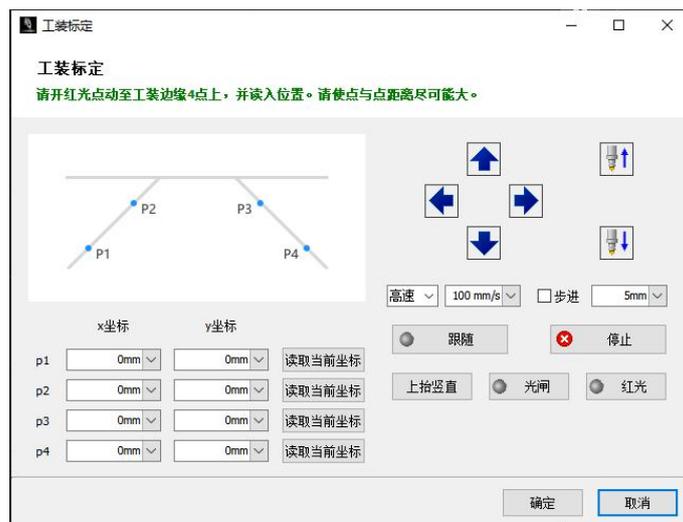


图 10-28 工装标定

10.3.14 专用工装新封头

由于封头是曲面工件,其安装时的实际基准点可能与图纸坐标不完全一致。通过输入封头半径,计算出适用于当前封头的停靠点,确保工装对齐。

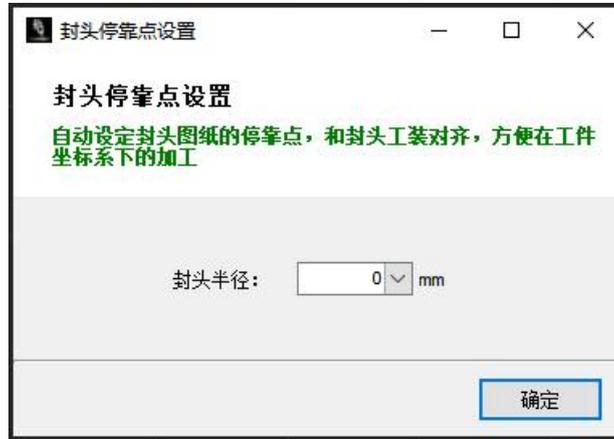


图 10-29 封头停靠点设置

第 11 章 主界面状态栏

点击主界面状态栏右下角的齿轮状图标，会弹出两个子菜单。

11.1 模块化显示设置

模块化显示设置用于配置主界面状态栏中模块化显示的内容。由于主界面状态栏只能显示五个模块，因此在列表中排在前五位的模块方可显示。若需调整位置，则先选中某一模块，再根据需求点击上移或下移后保存即可。

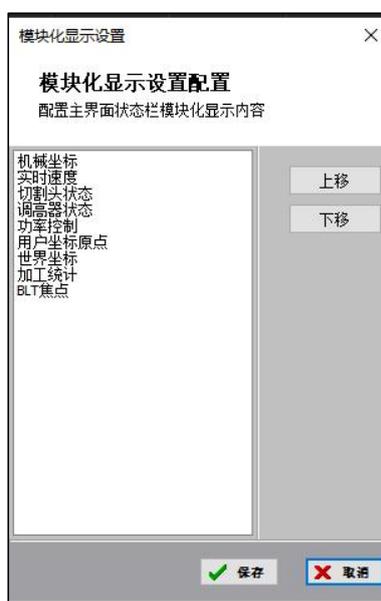


图 11-1 模块化显示设置

11.2 加工计数管理

可设定计划加工件数，自动统计已加工完成件数，还可以设置完成加工计划后的动作。



图 11-2 加工计数管理

上海柏楚电子科技股份有限公司版权所有



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

