

# WiseCAM-Tube 管切独立套料版软件用户手册

## (管切、钢构、坡口三合一)

版次：2024 年 07 月 11 日 第 3 版

作者：激光加工产品部

上海维宏电子科技股份有限公司 版权所有



### 目录

1 产品介绍 .....	1
1.1 产品概述 .....	1
1.2 产品优点 .....	1
1.3 功能简介 .....	2
1.3.1 通用模式 .....	2
1.3.2 钢构（三维五轴）模式 .....	3
1.3.3 坡口模式 .....	3
2 软件安装 .....	4
2.1 安装环境要求 .....	4
2.2 安装步骤 .....	4
3 快速入门 .....	5
3.1 软件主界面 .....	5
3.1.1 快捷工具栏 .....	5
3.1.2 菜单栏 .....	5
3.1.3 图层栏 .....	6
3.1.4 三维主视图 .....	7
3.1.5 消息提示栏 .....	7
3.1.6 零件列表 .....	8
3.1.7 排样结果列表 .....	9

3.2 软件使用流程.....	10
3.2.1 通用模式使用流程.....	10
3.2.2 三维五轴模式使用流程.....	11
3.2.3 坡口模式使用流程.....	12
4 模式选择与切换.....	13
4.1 钢构模式.....	13
4.2 坡口模式.....	14
4.2.1 识别坡口（三维绘制零件）.....	15
4.2.2 识别坡口（导入零件）.....	15
4.2.3 显示坡口.....	17
5 载入与创建零件.....	18
5.1 从文件中添加.....	18
5.2 添加标准零件.....	21
5.3 导入包覆零件.....	23
5.4 三维建模与编辑.....	25
5.4.1 设置操作.....	25
5.4.2 主管.....	27
5.4.3 相贯.....	29
5.4.4 相贯槽.....	32
5.4.5 截断.....	33
5.4.6 其他常用操作.....	34
5.5 快速创建零件.....	35
6 零件编辑与优化.....	38
6.1 管材设置.....	38
6.2 二维编辑.....	39
6.3 零件优化.....	41
6.3.1 切断面修平.....	41
6.3.2 生成过焊孔刀路.....	43
6.3.3 腹板路径优化.....	45
6.3.4 零件标识.....	48

6.4 调整视图.....	51
6.4.1 图形选取 .....	51
6.4.2 视图平移 .....	52
6.4.3 窗选放大 .....	52
6.4.4 最佳视图 .....	52
6.4.5 适应视图 .....	52
6.4.6 视图选择 .....	53
6.4.7 渲染模式 .....	53
6.4.8 缩放视图 .....	54
6.4.9 旋转视图 .....	54
6.5 图形操作.....	54
6.5.1 绘制图形 .....	54
6.5.2 编辑图形 .....	60
6.5.3 制作阵列 .....	69
6.5.4 辅助工具 .....	73
6.5.5 预处理图形.....	76
7 加工工艺 .....	84
7.1 基础工艺.....	84
7.1.1 引刀线.....	84
7.1.2 割缝补偿 .....	86
7.1.3 拐角切碎 .....	88
7.1.4 起点 .....	89
7.1.5 切碎 .....	90
7.1.6 微连 .....	91
7.1.7 冷却点.....	93
7.1.8 阴阳切.....	95
7.1.9 加工方向 .....	95
7.1.10 沉孔 .....	96
7.1.11 凌空切割 .....	98
7.1.12 分中标记 .....	98

7.1.13 工艺线转图形 .....	99
7.2 高级工艺 .....	100
7.2.1 内径补偿 .....	100
7.2.2 焊缝补偿 .....	101
7.2.3 垂直相贯 .....	103
7.2.4 一键设置 .....	103
7.2.5 清除工艺 .....	105
7.3 坡口工艺 .....	105
7.3.1 设置坡口工艺 .....	105
7.3.2 清除坡口 .....	112
7.3.3 识别坡口 .....	112
7.4 截面工艺 .....	112
7.4.1 跨棱微调 .....	112
7.4.2 法向调整 .....	113
7.4.3 截面编辑 .....	118
7.4.4 一键多刀切 .....	128
7.4.5 一键扁钢 .....	128
7.4.6 一键 C 型钢 .....	129
7.4.7 旋转截面 .....	130
7.4.8 镜像截面 .....	131
7.4.9 截面合并 .....	131
7.4.10 截面分离 .....	132
7.5 分段设置 .....	133
7.5.1 打断 .....	134
7.5.2 合并 .....	134
7.5.3 引刀线 .....	136
7.5.4 垂直相贯 .....	139
7.5.5 阴阳切 .....	139
7.5.6 微连 .....	140
7.5.7 手动微连 .....	141

7.5.8 割缝补偿 .....	142
7.5.9 坡口工艺 .....	143
7.5.10 应用图形坡口 .....	143
7.5.11 反向 .....	144
7.5.12 凌空切割 .....	144
7.5.13 清除工艺 .....	145
7.5.14 手动排序 .....	145
7.5.15 测量距离 .....	145
7.5.16 图层设置 .....	146
7.6 自动应用工艺 .....	147
8 图层工艺 .....	149
8.1 图层工艺概述 .....	149
8.1.1 图层工艺设置 .....	149
8.1.2 图层工艺库管理 .....	149
8.1.3 用户设置 .....	149
8.2 图层工艺操作 .....	150
8.3 参数说明 .....	152
8.3.1 工艺（切割）参数 .....	152
8.3.2 切膜参数 .....	153
8.3.3 过棱参数 .....	153
8.3.4 穿孔参数 .....	154
8.4 工艺库管理 .....	154
9 规划路径 .....	156
9.1 排序 .....	156
9.1.1 自动排序 .....	156
9.1.2 手动排序 .....	157
9.2 扫描切割 .....	159
9.2.1 直线扫描 .....	159
9.2.2 圆弧扫描 .....	161
9.2.3 清除扫描 .....	162

9.3 扫描切割.....	162
9.3.1 直线扫描.....	162
9.3.2 圆弧扫描.....	163
9.3.3 跑道扫描.....	164
9.3.4 清除扫描.....	165
9.4 摆角超限.....	165
9.4.1 摆角超限检测.....	165
9.4.2 修正超限摆角.....	167
9.4.3 导出时检测.....	167
10 排样与报告.....	169
10.1 概述.....	169
10.2 自动排样.....	170
10.2.1 排样策略.....	171
10.2.2 共边类型.....	172
10.2.3 裁断排样.....	174
10.2.4 尾部放入零件.....	177
10.3 手动排版.....	178
10.4 排样报告.....	181
10.4.1 查看排样报告.....	181
10.4.2 价格设置.....	182
10.4.3 报价单页面设置.....	183
10.4.4 自定义模版.....	183
10.4.5 菜单栏其他操作.....	184
11 仿真加工.....	185
11.1 执行仿真.....	185
11.2 检测碰撞.....	186
12 导出操作.....	188
12.1 导出零件 (.ncep).....	188
12.2 导出加工零件 (.ncexa).....	188
12.3 导出排版结果.....	189

12.4 保存/另存为/导出文件 .....	190
12.5 保存文件 .....	190
12.6 另存文件 .....	190
12.7 导出文件 .....	190
12.8 注意事项 .....	191
13 用户设置操作 .....	192
附录：术语表 .....	195
法律声明 .....	196

## 1 产品介绍

### 1.1 产品概述

WiseCAM Tube 管切套料软件是一款专为管材加工设计的智能化工具，主要用于生成管材的加工刀路，优化材料布局和切割路径，提高材料利用率、生产效率和成本控制。它广泛应用于钢结构加工、金属加工行业、制造业以及设计和工程领域，支持三维五轴零件绘制、坡口零件绘制、零件优化与编辑、工艺设置、仿真与碰撞检测、路径规划、排样以及多种导出功能。软件通过提供自动化排样策略和手动排版工具，以及对加工工艺的精细控制，旨在提高材料利用率、加工效率和产品质量，是管材切割和排版的重要软件解决方案。

### 1.2 产品优点

使用 WiseCAM for Tube 软件，用户将获得以下显著益处：

1. **降低作图门槛**：软件提供简易向导式作图和二维编辑功能，使得用户能够更加容易地创建圆管、方管等图纸，降低了三维作图的技术门槛。
2. **快速图纸创建**：用户可以一键绘制钢结构中常用的型钢，通过参数化绘图和装配体图纸拆分，迅速产出所需的图纸。
3. **异型管加工**：软件支持导入管型图来创建异型管，简化了异型管的加工流程，提高了加工的灵活性和效率。
4. **减少后加工难度**：软件提供的各种补偿功能，如 V 槽、大小头焊缝补偿等，减小了拼接焊缝的大小，降低了折弯、焊缝等后加工的难度。
5. **切割效率提升**：软件支持直线与圆弧扫描切割，提升了切割效率，同时跨零件按面排序功能使得加工过程更加快速准确。
6. **设备调试时间缩短**：软件提供的自动和手动法向调整功能，使得工字钢加工中的碰撞风险大大降低，调试时间缩短。
7. **安全加工**：防撞排序功能有效避免了大倾角零件在加工过程中可能出现的卡盘碰撞问题，提高了加工的安全性。
8. **提升加工效率**：通过高效的排序和省料排样功能，软件能够提高管材的利用率，减少材料浪费，从而提升整体的加工效率。
9. **高要求型材切割**：软件支持多种零件图纸、厚型材和灵活排版处理，能够满足高标准的型材切割需求。

10. **自动排样策略**：软件采用多种排样策略和极致算法，使得管材利用率提高显著，减少了材料成本。
11. **手动排样的灵活性**：用户可以根据实际加工需要调整零件排版，手动排样功能提供了更多的加工场景适应性。
12. **智能化的排产**：智能排序策略不仅提升了加工效率，还使得排产过程更加高效，减少了生产调度的时间和复杂性。

### 1.3 功能简介

WiseCAM Tube 管切套料版软件是一款综合性的解决方案，旨在提高管材加工的效率和质量。以下是软件的主要功能和特点。

#### 1.3.1 通用模式

WiseCAM Tube 管切套料版软件的主要功能和特点包括：

1. **用户设置**：用户可以根据需要对软件功能精度进行系统配置，如图层设置、最小共边长度、截面相似判断等。根据不同的加工需求，切换套料软件的模式，如钢构、坡口模式等。
2. **载入零件**：
  - 支持多种格式的零件导入：igs、.iges、.step、.stp、.ncep、.ncex、.n3dprt、nc1；
  - 支持创建系统自带的标准零件；
  - 支持参数化创建零件；
  - 支持三维绘制零件；
3. **图形操作**：提供视图调整、图形绘制、编辑和矩阵复制功能，以及预处理图形，包括单项预处理和一键多项预处理。
4. **图层工艺**：支持 7 个不同颜色的图层，每个图层可以设置不同的工艺参数，并且可以管理工艺库。
5. **加工工艺**：包括基础工艺如引刀线、割缝补偿、拐角切碎等，以及截面工艺如跨棱微调、法向调整、截面编辑等，支持一键多项设置加工工艺。
6. **排样**：支持自动排样和手动排样，适用于单种或多种零件在同一管材或多种管材上排样，并能导出 PDF 格式的排样报告单。
7. **路径规划**：支持自动排序和手动排序调整加工次序，以及直线与圆弧扫描切割。

8. **仿真加工**：提供仿真加工功能，包括执行仿真、检测碰撞，确保加工范围和刀路行程的合理性。
9. **管理文件**：允许用户进行文件操作，如新建、打开、保存、另存为和导出，支持.ncex 和.ncexa 格式。

### 1.3.2 钢构（三维五轴）模式

1. **零件处理**：专业针对三维五轴切割，导入识别与创建零件，适用于工字钢腹板打孔、过焊孔、舌头切割、翼板坡口、翼板缺口以及角钢槽钢切割等加工场景。
2. **工艺添加**：为零件添加必要的工艺，如切割功率、引刀线、焊缝补偿等。
3. **循环排版**：将零件合理排布，并显示加工轨迹。

### 1.3.3 坡口模式

1. **坡口刀路生成**：生成可加工的坡口刀路文件，形成完整的套料解决方案。
2. **坡口切割**：提供斜截断的坡口焊接或支管零件斜插直接成型加工，实现切割面光滑的成型零件。
3. **无缝拼接**：实现零件与零件之间的无缝拼接，减少拼接面二次打磨和后道加工处理流程。
4. **坡口类型**：支持正 V 型、倒 V 型、正 Y 型、倒 Y 型、斜贯型等坡口，提供多样化的坡口加工选项。

## 2 软件安装

### 2.1 安装环境要求

为了更好地运行软件，PC 系统配置要求如下：

项目	配置
操作系统	Windows 7 及以上系统(64bit)，不支持 Linux 或 MacOS
CPU	采用 x86-64 或者 x64 架构的处理器，主频 3.7GHz 左右，例如 Intel(R) Core(TM) i3-6100 CPU @ 3.70GHz 3.70 GHz
内存	最小 8GB，推荐更大
显卡	集成或独立显卡均可，推荐 NVIDIA GeForce RTX 2050 左右
显示器	分辨率不低于 1680 * 1050
硬盘	至少预留 1GB 安装空间

### 2.2 安装步骤

操作前提：

已将软件安装包拷贝至计算机。

操作步骤：

1. 解压安装包，双击 Setup 开头的 exe 文件，弹出 **安装程序-WiseCAM-Tube** 提示框。
2. 点击 **下一步**，选择程序安装目录、用户设置目录。
3. 点击 **下一步**，选择安装语言和制式单位。
  - 语言：支持中文简体、英语、韩语、法语、葡萄牙语。
  - 单位：支持公制和英制。
4. 点击 **下一步**，勾选需要执行的其他任务：勾选 **创建桌面快捷方式**，
  - 创建桌面快捷方式：建议勾选。
  - 安装依赖环境：安装此软件运行时需要的环境包，建议首次安装时勾选，更新软件时无需勾选此项。
5. 点击 **下一步**，软件自动安装。

安装完成后，弹出提示 *完成 WiseCAM Tube 安装向导*。

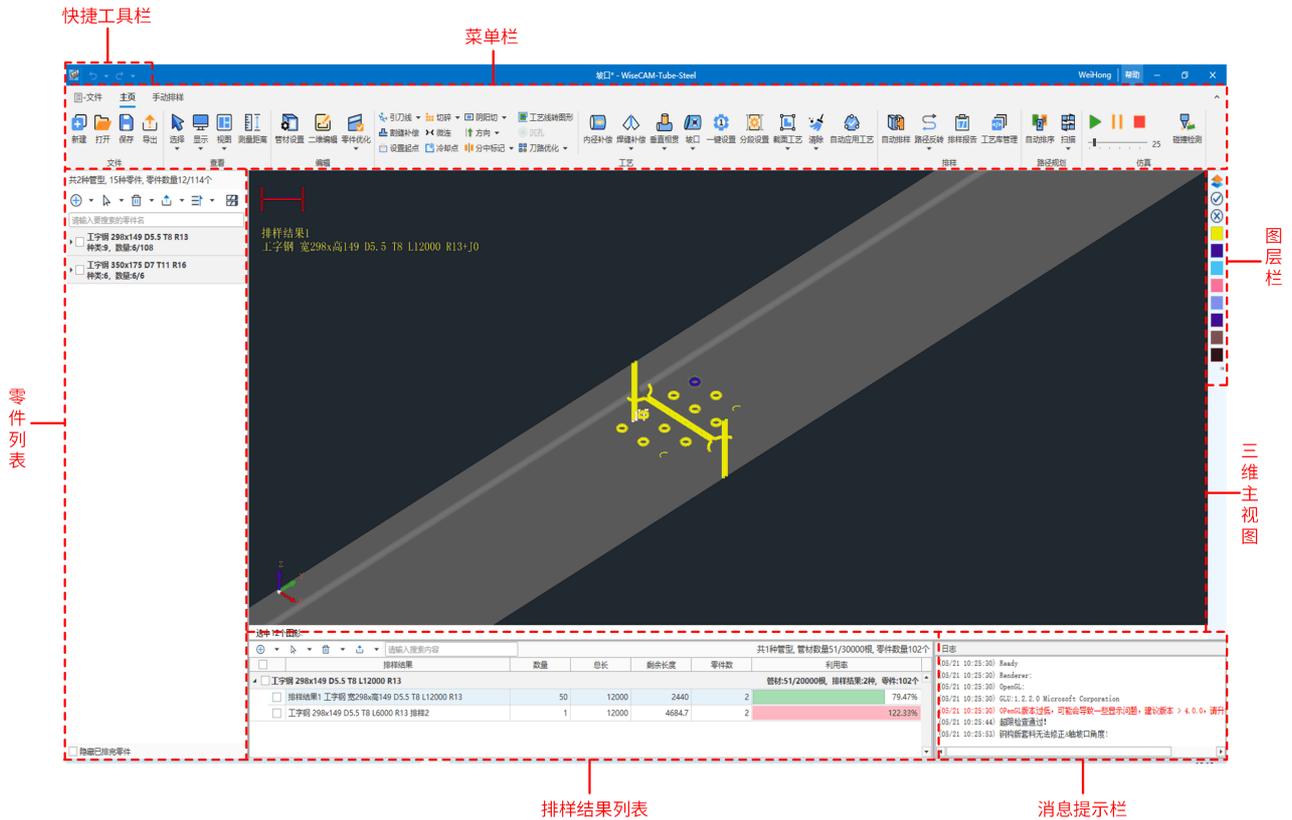
双击桌面快捷方式图标，打开软件。

## 3 快速入门

### 3.1 软件主界面

本章主要介绍 WiseCAM Tube 软件主界面布局，以便快速掌握软件操作。

示意图如下：



#### 3.1.1 快捷工具栏

提供基本操作按钮，如撤销和重做。

#### 3.1.2 菜单栏

包含多个功能区域：

- **文件**：进行文件操作和用户设置。



- **查看**：用于选择图形、显示工艺和调整视图。



- **编辑**：涉及管材设置、二维编辑以及零件优化。



- **工艺**：用于设置零件工艺。



- **排样**：执行排样操作、查看排样结果、导出报告和管理工艺参数。



- **路径规划**：设置加工排序和扫描方式。



- **仿真**：进行仿真操作、速度调节和碰撞检测。



### 3.1.3 图层栏

允许用户进行图层参数设置、图形加工与不加工设置以及图层颜色分配。

包括以下部分：

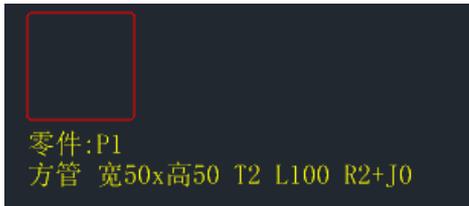
- ：设置图层参数。
- ：设置选中的图形加工。
- ：设置选中的图形不加工，此时图形呈白色。
- ：将选中对象的颜色设置为对应图层的颜色。

### 3.1.4 三维主视图

展示管材的三维视图，包括投影截面、坐标系和零件或排样结果。

包括以下区域：

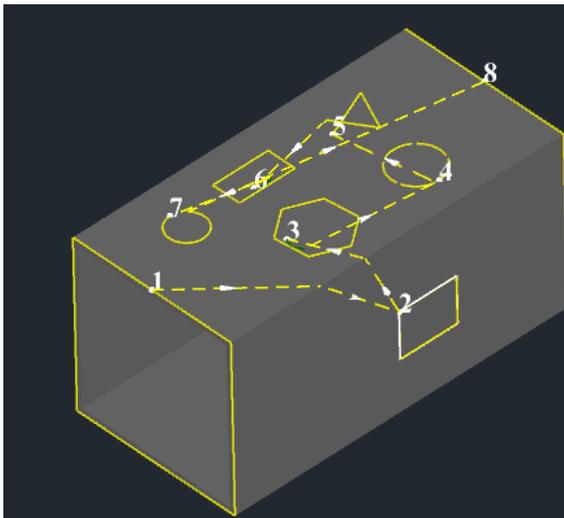
- 左上角区域：显示管材投影截面外轮廓、零件名称、管材类型、尺寸、厚度、拉伸长度、R角半径和跨棱微调值。



- 左下角区域：显示三维坐标系。



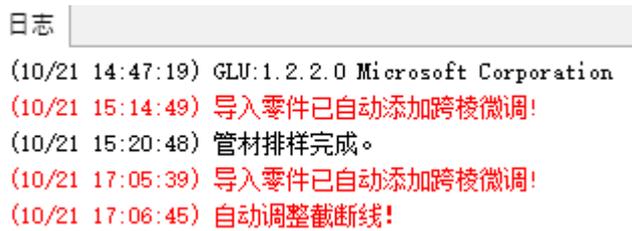
- 中间区域：显示零件或排样结果及其添加的工艺。



### 3.1.5 消息提示栏

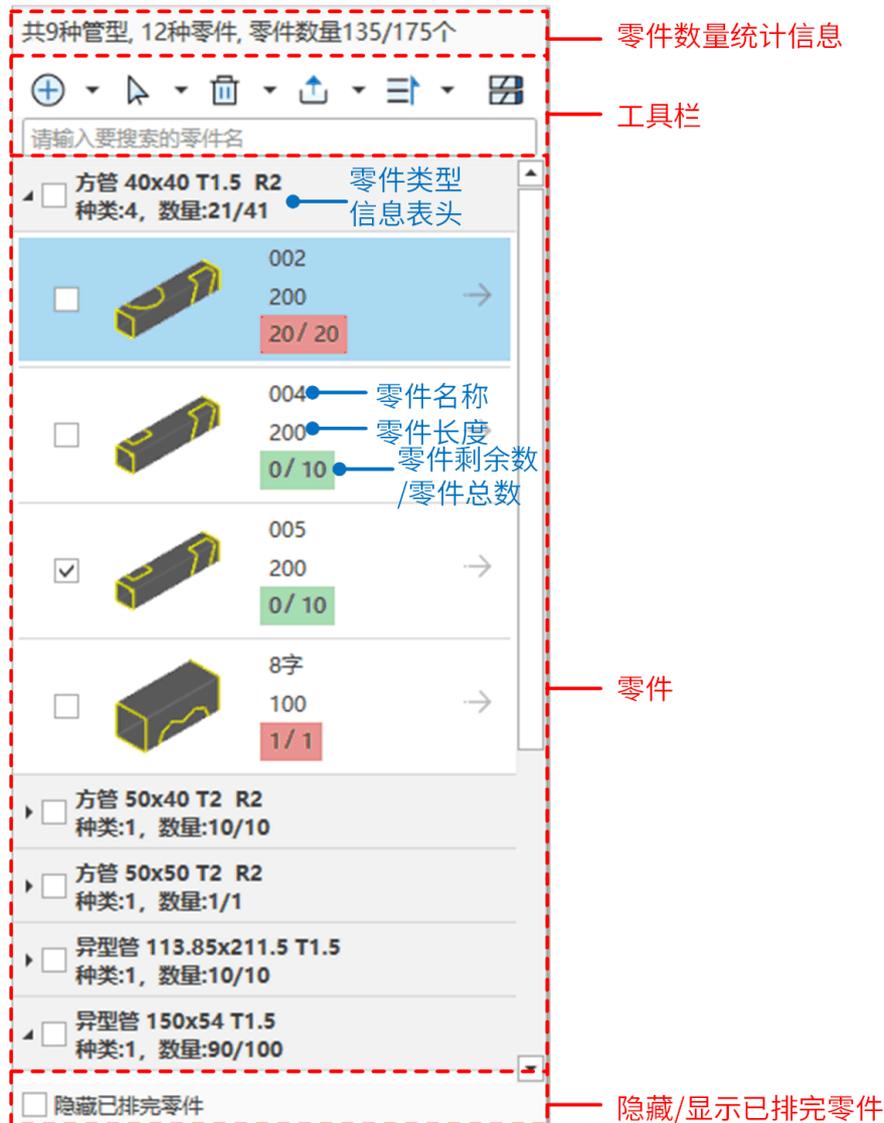
实时显示软件使用过程中的日志，包括：

- 所有处理操作以及操作发生的时间。
- 所有的警告（含致命型报警）以及发生的时间。



### 3.1.6 零件列表

零件列表栏，自动根据管材类型、尺寸、厚度、R角的不同做分类展示。可对零件进行搜索、预览、导入、选择、删除、导出、排序和自动排样。



零件列表包括以下按钮：

- **添加零件：** 载入或绘制零件。
- **选择：** 全选、取消已选、或反选零件。
- **删除：** 删除零件，支持删除当前零件、删除勾选零件、删除全部零件操作。
- **导出：** 导出零件，支持导出.ncex 和.ncexa 格式的零件，其中.ncexa 格式的，导出后可直接在切割软件打开。

-  **排序**：零件排序，零件的排序方式。
-  **排样**：[自动排样](#)。
- ：搜索框，根据零件名称搜索零件。
- **隐藏已排完零件**：勾选则隐藏已排完的零件。

### 3.1.7 排样结果列表

排版结果列表，自动根据管材类型、尺寸、厚度、R角的不同分类显示排版结果。可新建空白排样结果，并对排样结果进行搜索、预览、选择、删除、导出。双击排样结果文件，其内容会在三维主视图中显示。



排样结果	数量	总长	剩余长度	零件数	利用率
方管 40x40 T1.5 L6000 R2					管材:1/10000根, 排样结果:1种, 零件:4个
方管 50x40 T2 L6000 R2					管材:1/20000根, 排样结果:1种, 零件:20个
异型管 150x54 T1.5 L6000					管材:2/10000根, 排样结果:2种, 零件:100个
异型管 150x54 T1.5 L6000 排样4	1	6000	730	47	87.60%
异型管 150x54 T1.5 L6000 排样3	1	6000	70	53	98.81%
异型管 44x44 T0.667 L6000					管材:1/10000根, 排样结果:1种, 零件:10个

排样结果列表包括以下按钮：

-  **新建空白排样结果**：新建一根空白的管材，在该管材上手动排版。
-  **选择**：全选、取消已选、或反选排样结果。
-  **删除**：删除排样结果，支持删除当前排样结果、删除勾选排样结果、删除全部排样结果操作。
-  **导出**：导出排样结果，支持导出.ncex和.ncexa格式的排样结果，其中.ncexa格式的，导出后可直接在切割软件打开。
- ：搜索框，按关键字搜索排样结果。
- 每一列可进行筛选和排序（仅支持同类型、长度、厚度的管材组内的排序）。

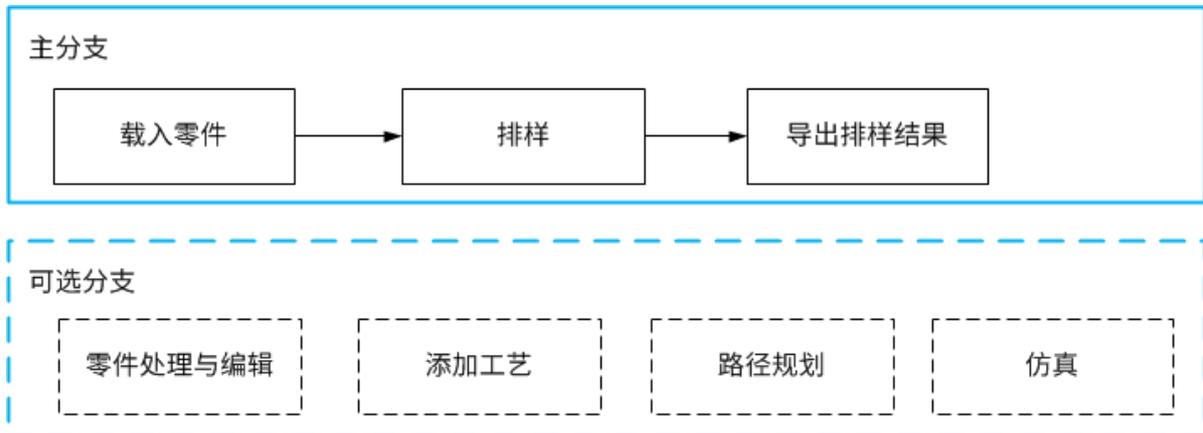


排样结果	数量	总长	剩余长度	零件数	利用率
40 T1.5 L6000 R2					管材:1/10000根, 排
40 T2 L6000 R2					管材:1/20000根, 排
50x40 T2 L6000 R2 排样5	1	6000	3700	20	

## 3.2 软件使用流程

WiseCAM Tube 管切套料软件提供多种模式以满足不同的业务需求，以下是该软件在不同模式下常见的使用流程建议。

### 3.2.1 通用模式使用流程

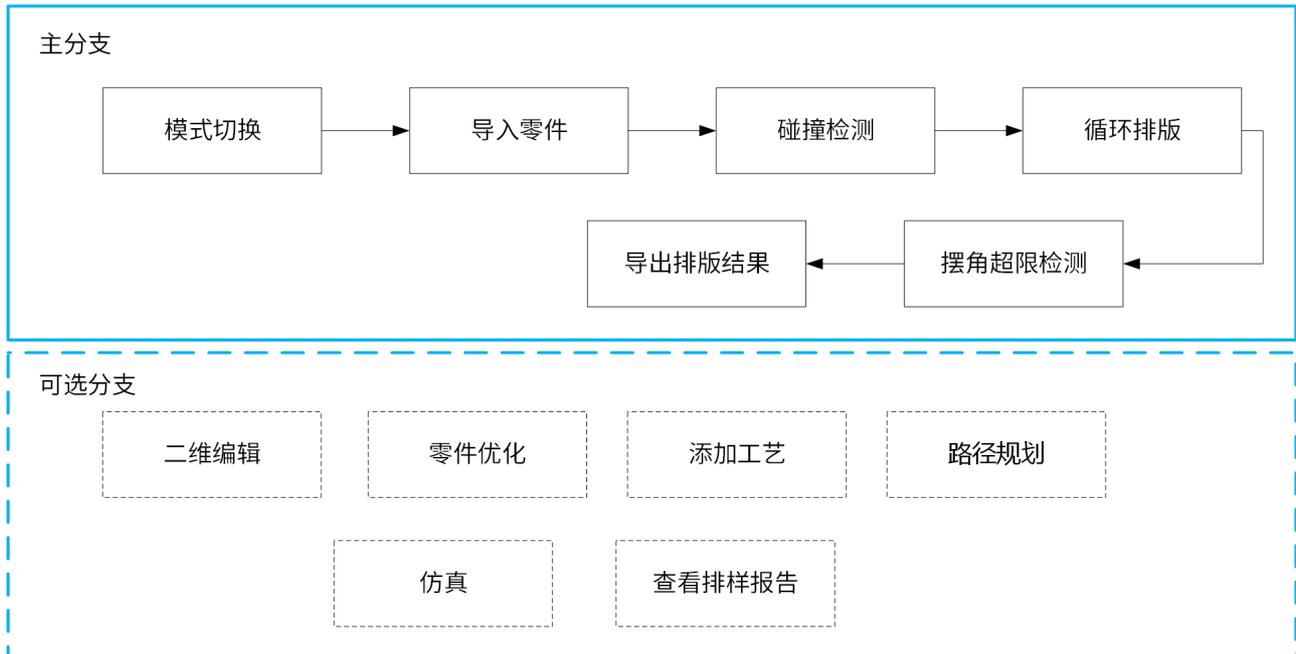


- **载入零件**：将零件文件导入软件，或使用向导式创建标准零件，或进行参数化三维绘制。
- **排样**：在管材上合理排布零件，利用软件的自动排样功能，并根据需要调整零件间距、留边等参数。
- **导出排样报告**：导出加工所需的排样结果刀路，并可生成 PDF 格式的排样报告单。

可选分支操作：

- **零件处理与编辑**：对载入的零件进行必要的图形编辑和预处理，如曲线简化、删除重复线等。
- **添加工艺**：根据实际加工需求设置工艺，如引刀线、焊缝补偿。
- **路径规划**：规划合理的加工路径，包括自动排序和手动排序。
- **仿真**：进行加工轨迹的碰撞检查和仿真，确保加工过程的准确性。

### 3.2.2 三维五轴模式使用流程

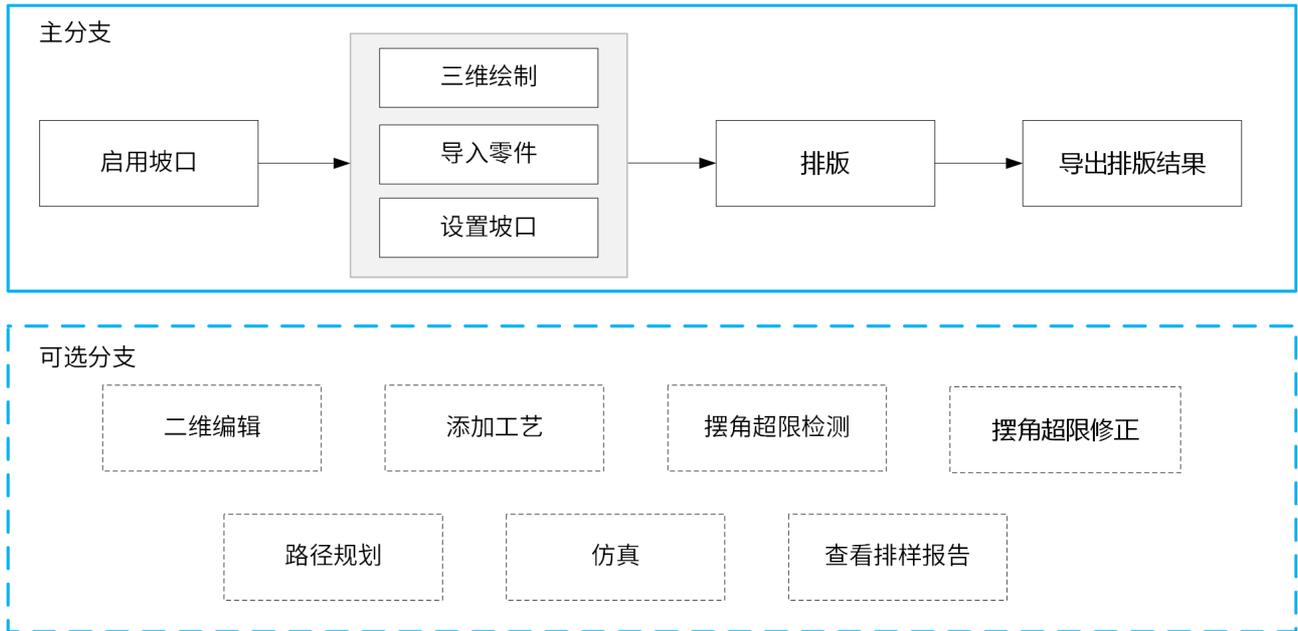


- **启用钢构模式：**从通用版本切换到三维五轴套料模式。
- **载入零件：**导入零件文件或进行三维绘制。
- **碰撞检测：**确保没有碰撞风险，避免刀具与工件相撞。
- **循环排样：**在管材上进行自动排样，并调整相关参数。
- **摆角超限检测：**确保刀路摆角行程在机械加工的上限之内。

#### 可选分支操作：

- **零件处理：**对零件进行必要的编辑和优化。
- **二维编辑：**对零件或排样结果进行二维编辑。
- **添加工艺：**根据加工工艺要求设置切割功率、引刀线等。
- **路径规划：**规划刀路的切割顺序。
- **仿真：**进行碰撞检查和仿真加工。
- **查看排样报告：**分析排样结果的价格、生产和排版。

### 3.2.3 坡口模式使用流程



- **启用坡口**：启用坡口模式。
- **载入零件/三维绘制/设置坡口**：根据需要导入零件、进行三维绘制或设置坡口。
- **排样**：合理排布零件，并进行手动或自动排样。
- **摆角超限检测**：检测并修正摆角超限问题。

#### 可选分支操作：

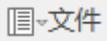
- **二维编辑**：对零件或排样结果进行二维编辑。
- **添加工艺**：添加必要的加工工艺，如切割功率、引刀线。
- **超限摆角修正**：修正超过机械行程的摆角。
- **规划路径**：规划刀路的切割顺序。
- **仿真**：进行加工轨迹的碰撞检查和仿真。
- **查看排样报告**：生成并分析排样报告。

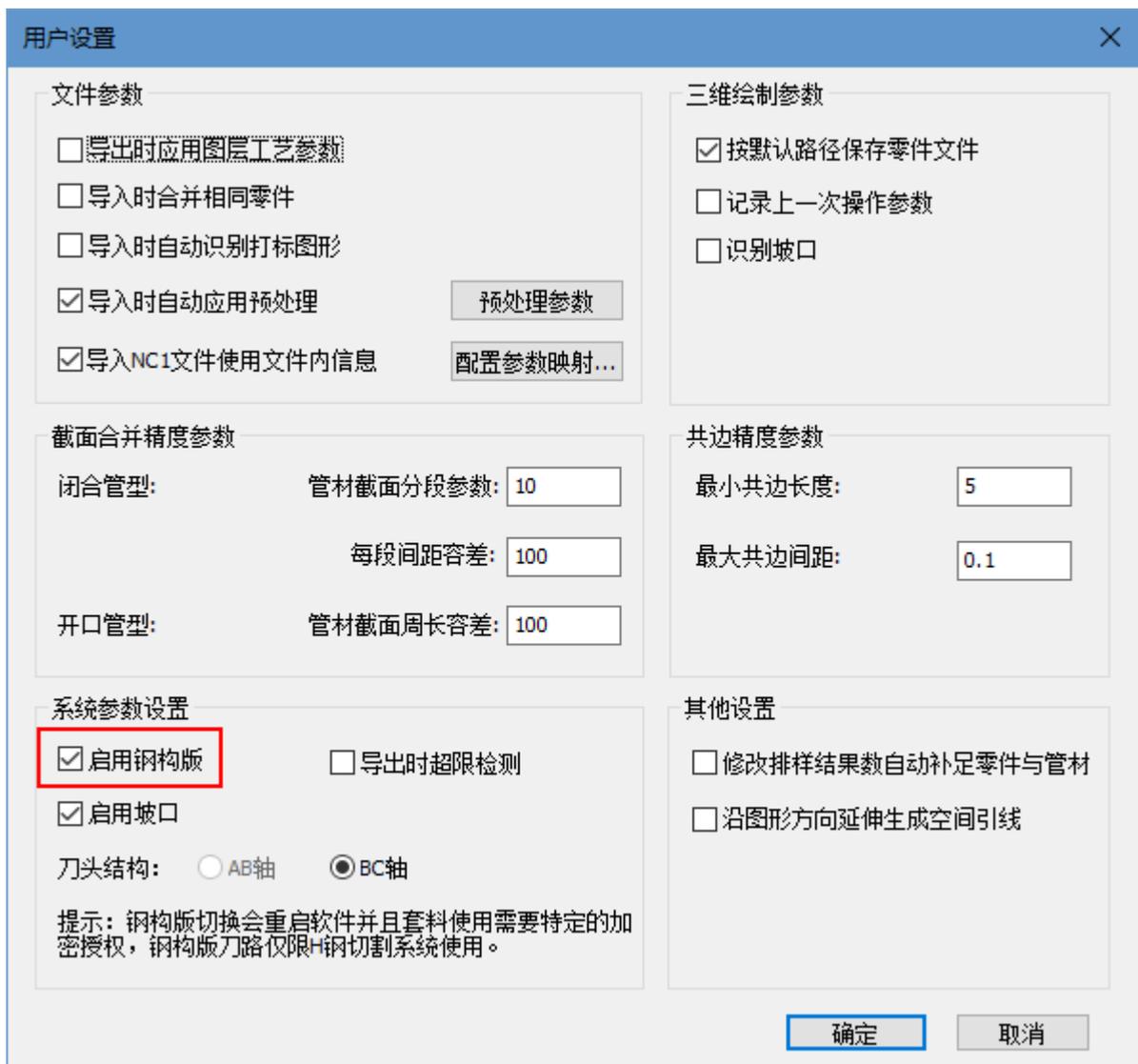
## 4 模式选择与切换

本章节详细指导用户如何根据具体的加工需求，选择并切换到合适的工作模式，确保加工过程的顺利进行。

### 4.1 钢构模式

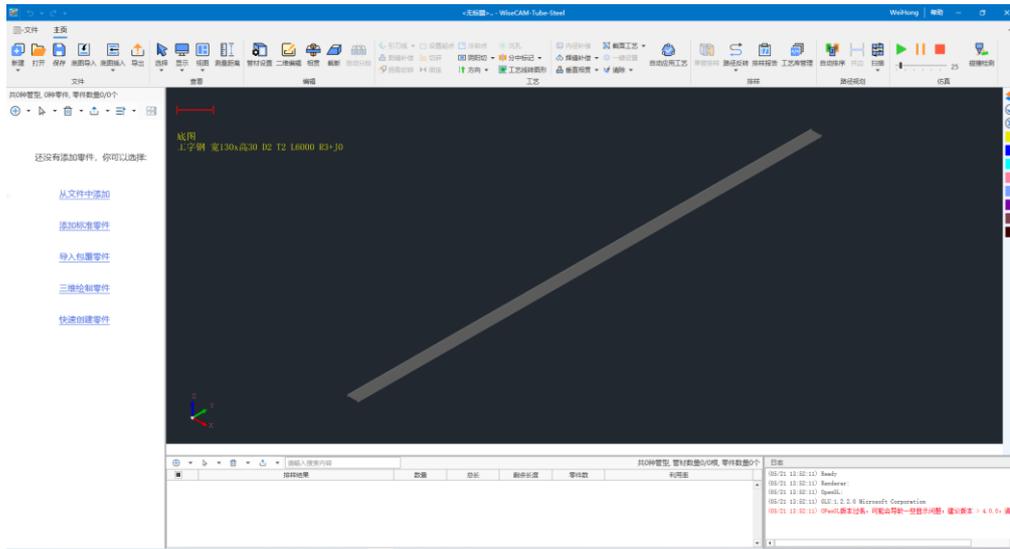
三维五轴钢构模式专为钢结构行业的管材切割设计。以下是切换至该模式的步骤：

1. 启动软件，点击左上角的 -文件 → 用户设置，打开 用户设置 对话框。
2. 在 用户设置 对话框中，勾选 启用钢构版 选项，勾选时，默认将 启用坡口 选择一起勾选。



3. 点击 确定 保存设置，并自动重启软件以完成模式切换。

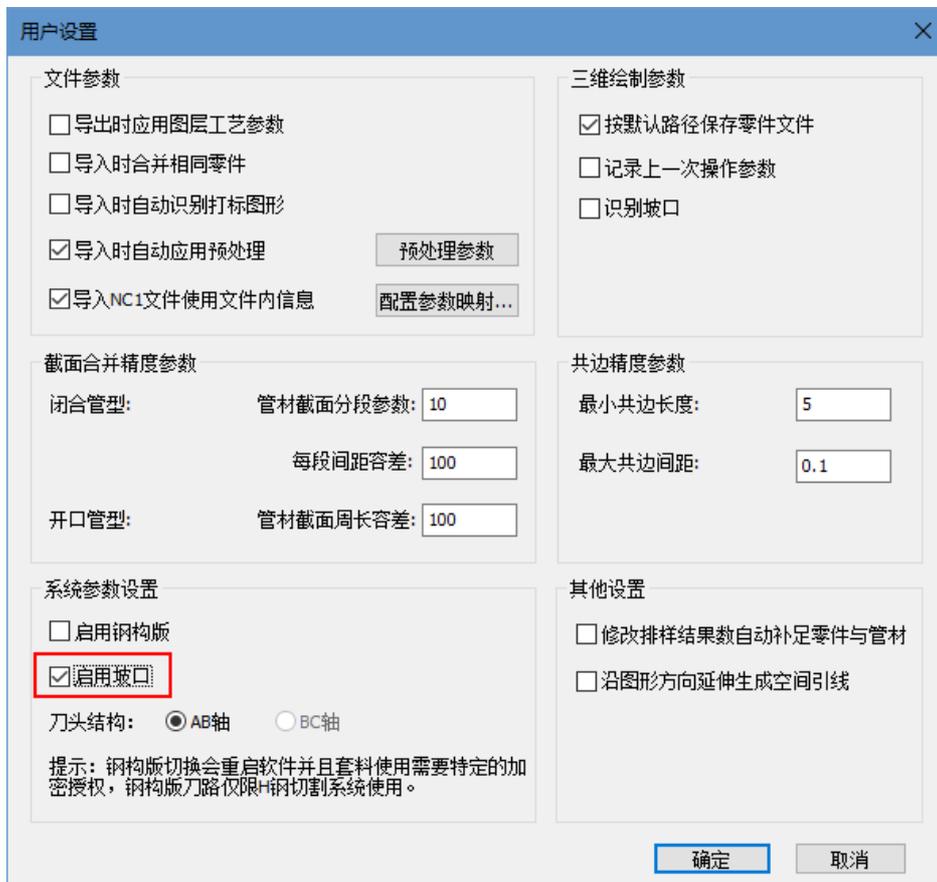
4. 重启后，软件界面将默认展示工字钢作为底图管型，具体参数为宽 130x 高 30 D2 T2 L6000 R3+J0。



## 4.2 坡口模式

坡口模式适用于需要坡口加工的场景。切换至坡口模式的步骤如下：

1. 启动软件，点击左上角的 文件 → 用户设置，打开 用户设置 对话框。
2. 在 用户设置 对话框中，勾选启用坡口 选项。

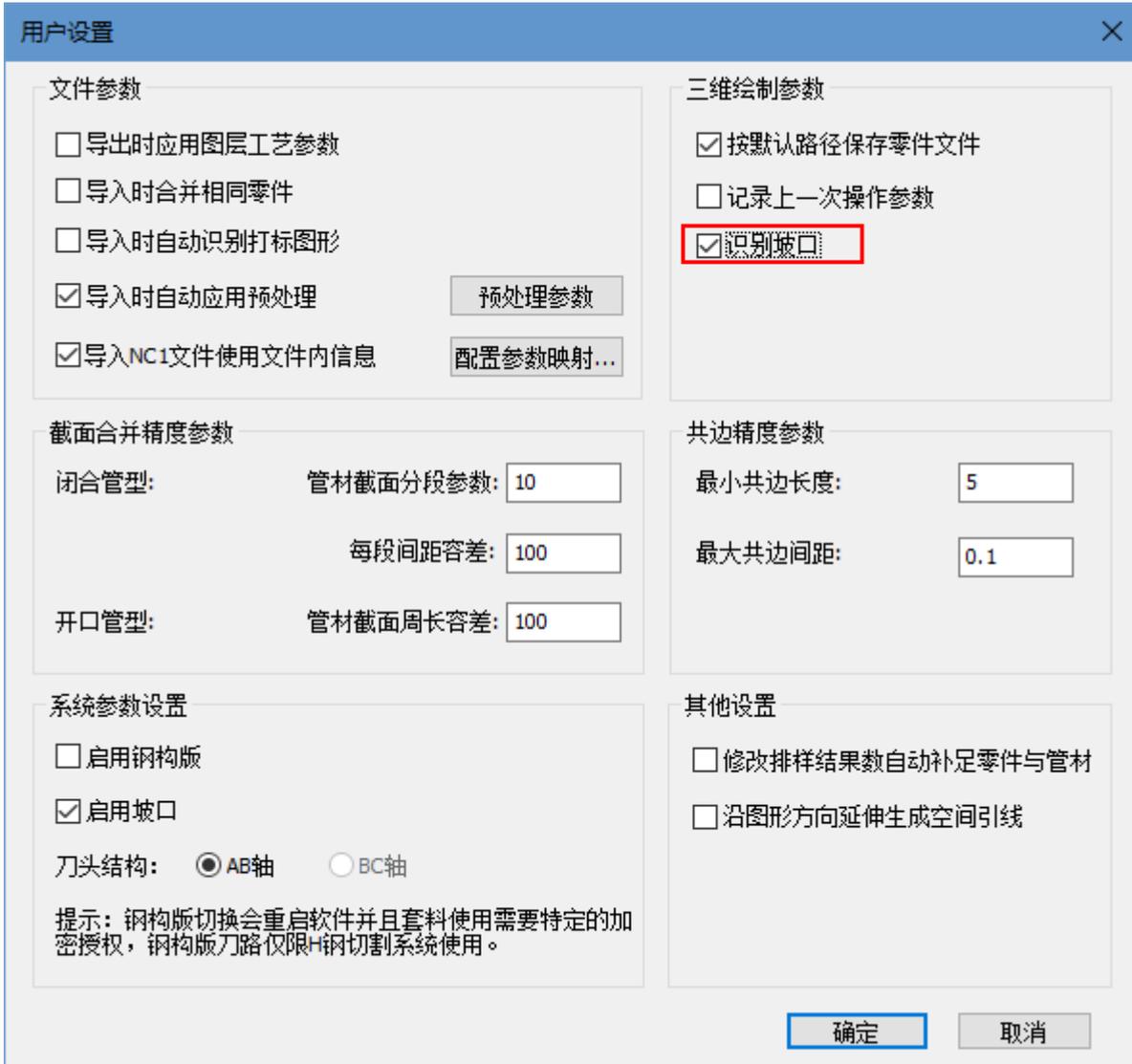


3. 完成设置后，软件将进入坡口套料模式，此时可以使用以下坡口相关功能：

- 识别坡口
- 显示坡口

#### 4.2.1 识别坡口（三维绘制零件）

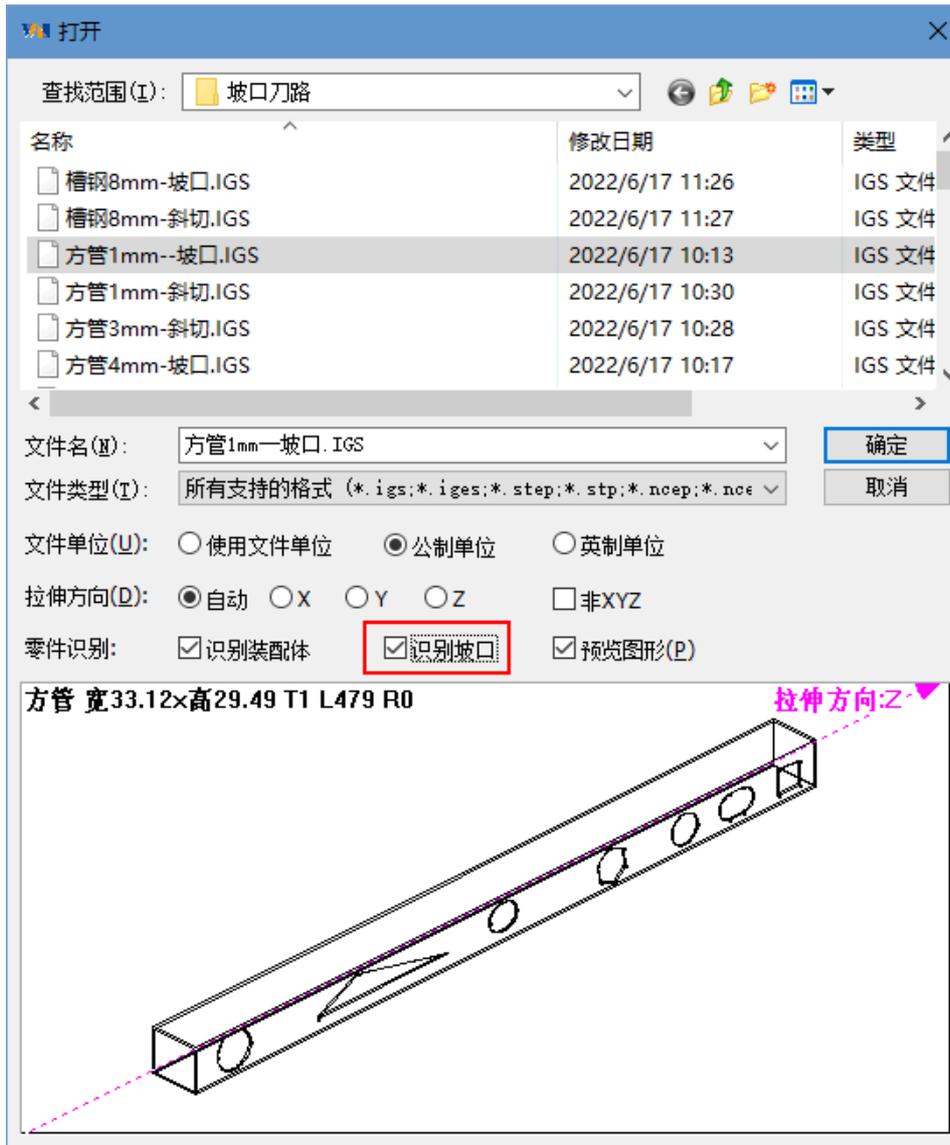
在三维绘制零件时，若要使用坡口数据进行建模，必须启用 **识别坡口** 功能。启用此功能的步骤是：点击左上角的 **文件** → **用户设置** → **识别坡口**



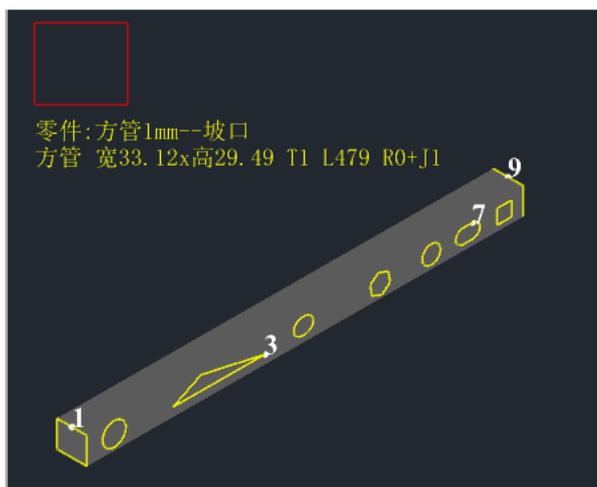
#### 4.2.2 识别坡口（导入零件）

当导入零件时，若要软件识别并显示坡口，需选择 **识别坡口** 选项。这样，如果是带有坡口的零件，在三维主视图将生成并展示坡口图元，并自动打开坡口显示功能。

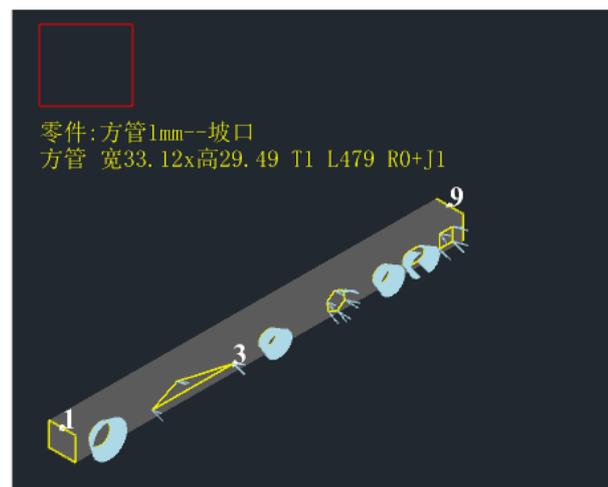
启用入口图示：



导入效果图示:



没有勾选识别坡口



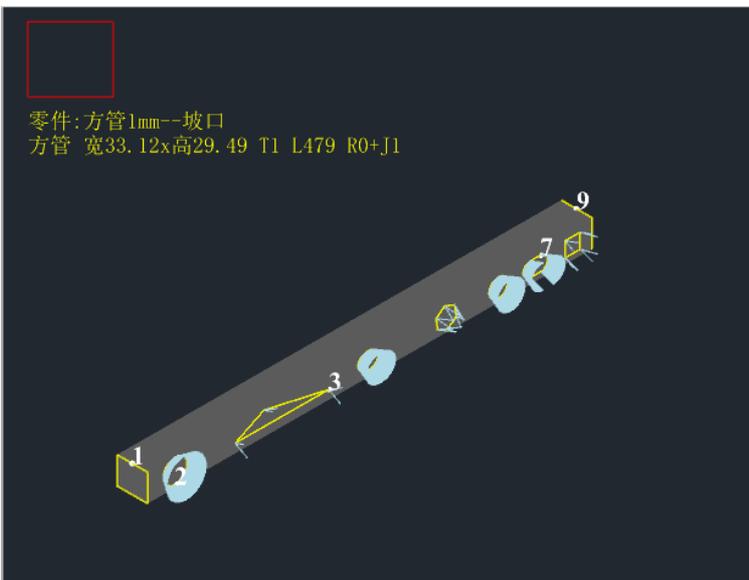
勾选识别坡口

### 4.2.3 显示坡口

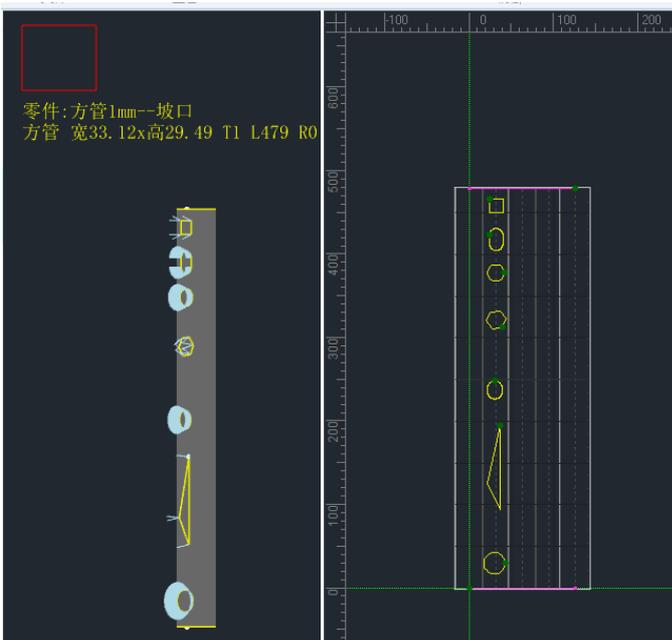
启用 **显示坡口** 功能后，软件会用虚线展示坡口在管材外表面的投影轨迹，便于用户直观了解坡口的布局 and 效果。启用此功能的步骤如下：

- 在三维视图界面时，在主页菜单栏点击  → **显示坡口**。
- 在二维编辑界面时，在常用菜单栏点击  → **显示坡口**。

三维界面坡口显示效果：



二维编辑界面坡口显示效果：



## 5 载入与创建零件

### 5.1 从文件中添加

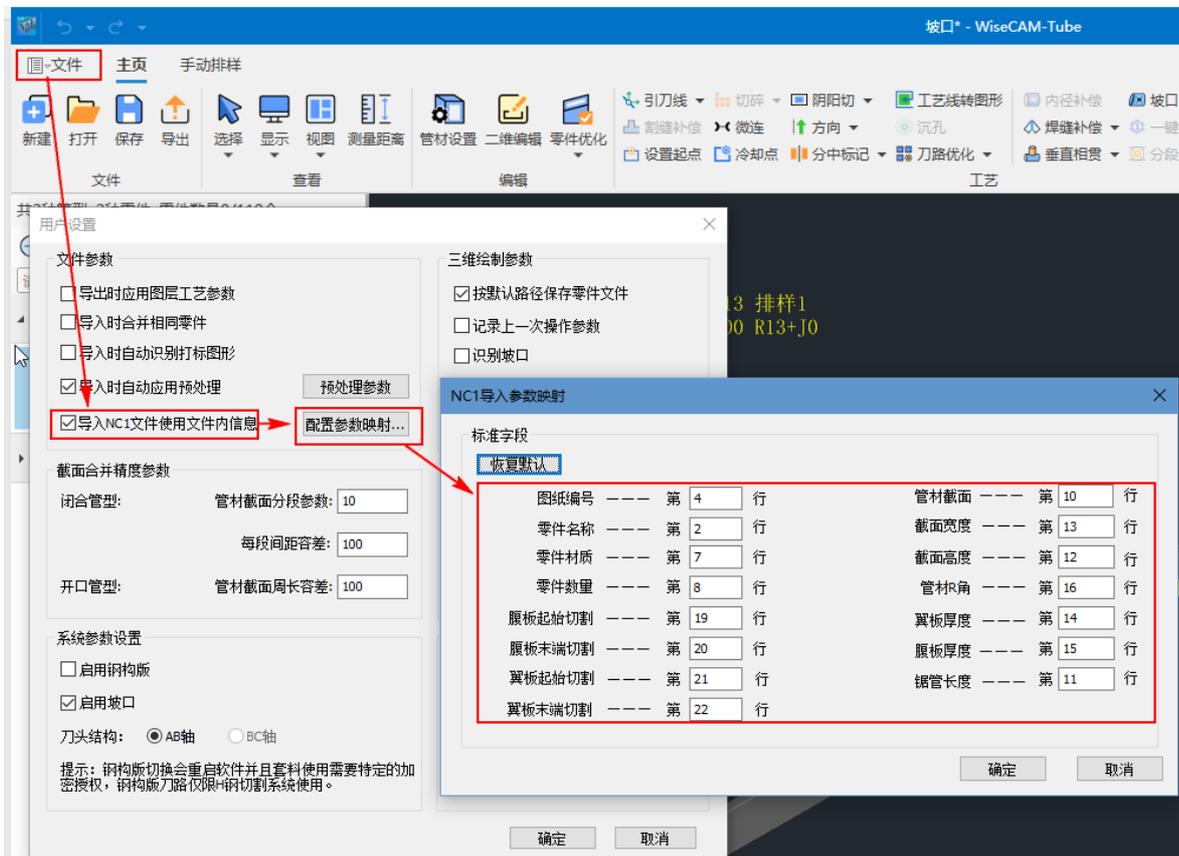
在本章节详细介绍如何将本地的零件文件导入到软件中，并进行必要的设置以识别和生成三维五轴切割所需的零件。软件支持同时导入多个零件文件。

支持的文件格式：

- .step
- .stp
- .igs
- .iges
- .ncep
- .ncex
- .n3dpart
- Tekla 软件输出的 .nc1 文件

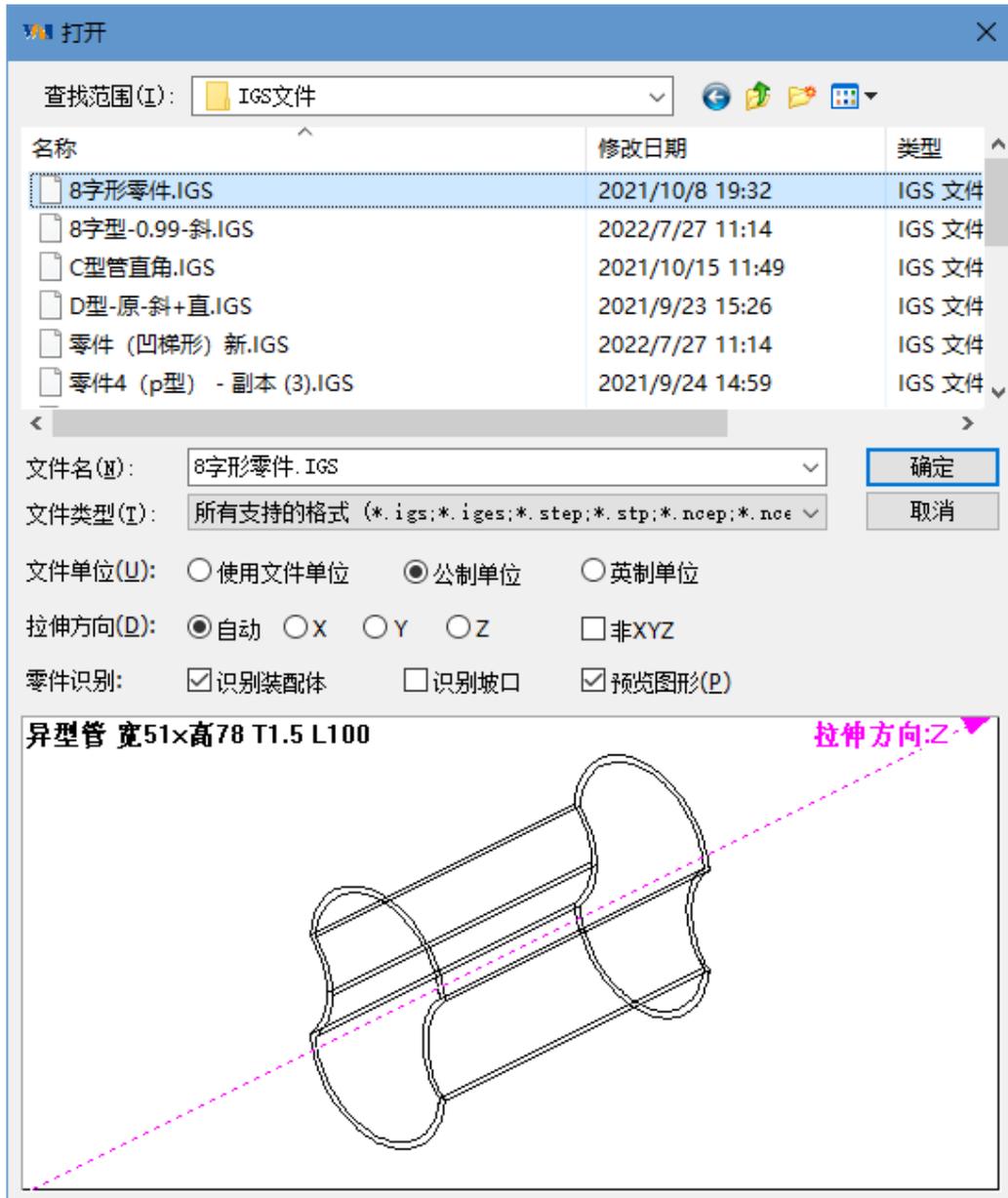
### 导入 NC1 文件的配置

对于 .nc1 格式的文件，如果导入文件的字段和软件的字段一致则可直接导入，如果不一致必须先进行参数映射配置：



## 导入零件的操作步骤：

- 选择以下任一方式打开文件资源管理器对话框：
  - 还没添加任何零件时，在 **零件列表** 中，点击 **从文件中添加**
  - 在 **零件列表** 的空白处右键选择 **从文件中添加**。
  - 在 **零件列表** 中，点击  → **从文件中添加**。
- 选择文件后，设置文件识别相关参数。



- 设置识别装配体：
  - 勾选：软件将装配体组合刀路导入时拆分为单个零件。
  - 不勾选：软件只能识别一个沿 X 或 Y 或 Z 轴拉伸的零件。

#### 4. 设置识别坡口：

- 勾选 **识别坡口** 以识别坡口刀路文件和三维绘制带有倾斜角度的零件坡口信息。
- 如果不勾选，则即便是坡口文件，其坡口的图元也无法识别，只当做普通刀路（无坡口）。

#### 5. 设置 文件单位。

#### 6. 设置 拉伸方向：

- 如果零件的拉伸方向是 X/Y/Z，勾选 **自动** 以自动匹配拉伸方向。
- 如果零件的拉伸方向是非 X/Y/Z，则需要勾选 **非 XYZ**，参数将置灰且不可修改。

#### 7. 点击 **确定** 后，在 **零件列表** 中将显示增加的零件，三维视图将显示零件，零件列表中将按照管型进行分组。



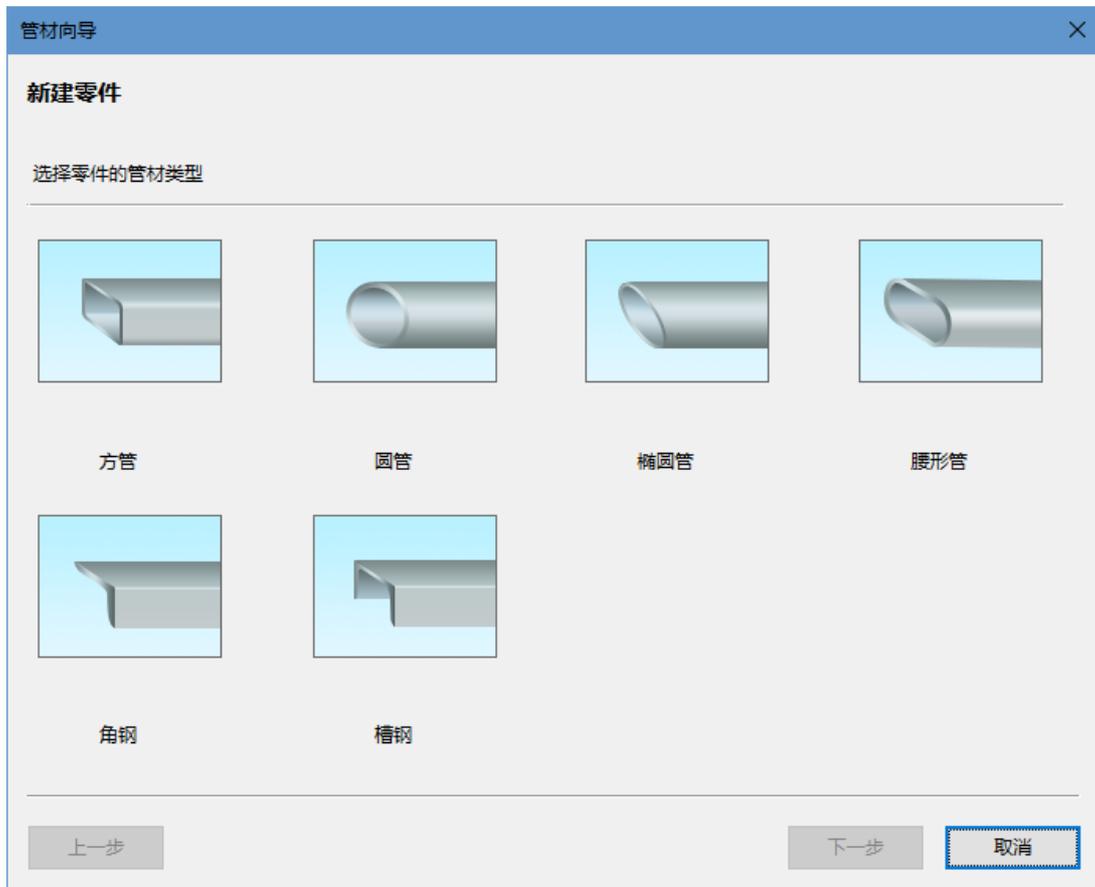
零件导入后，可以在 **零件列表** 中点击零件，进入可编辑状态，根据需要修改零件名称和数量。

## 5.2 添加标准零件

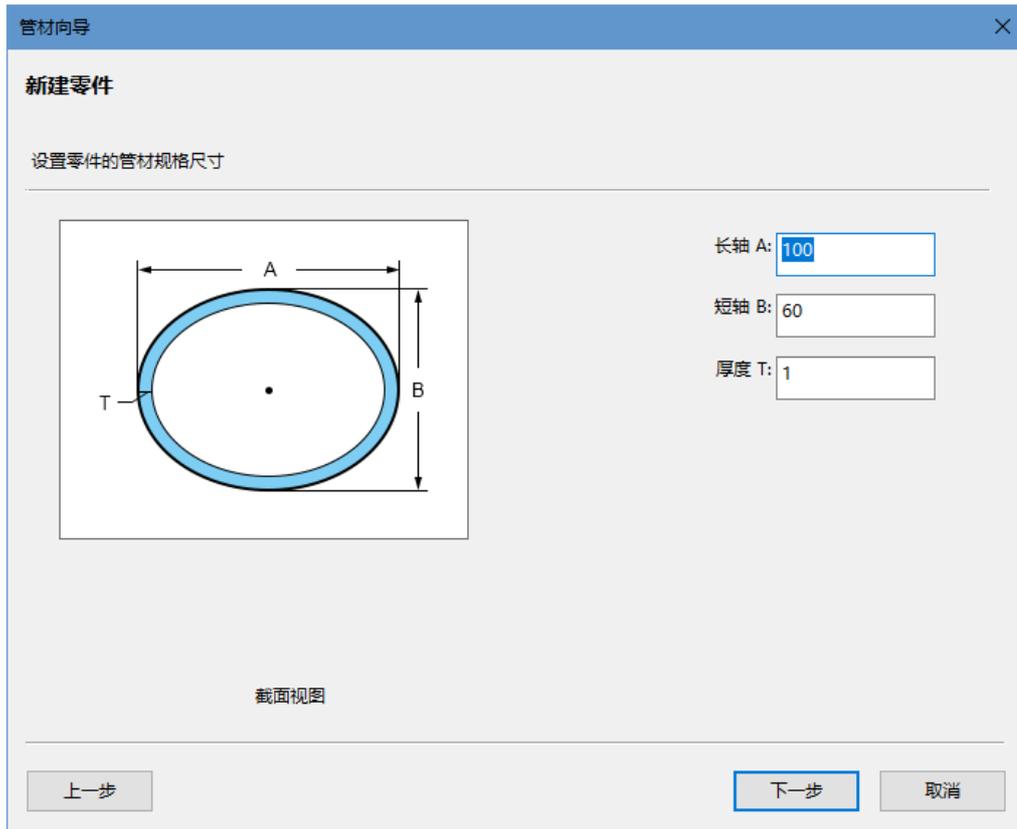
软件提供了一个内置的标准零件库，用户可以直接调用这些零件，并根据需要修改其图形参数，以及在添加的零件上设置坡口。

操作步骤：

- 选择以下任一方式，打开 **管材向导** 对话框：
  - 还没添加任何零件时，在 **零件列表** 中，点击 **添加标准零件**。
  - 在 **零件列表** 中，点击  → **添加标准零件**。

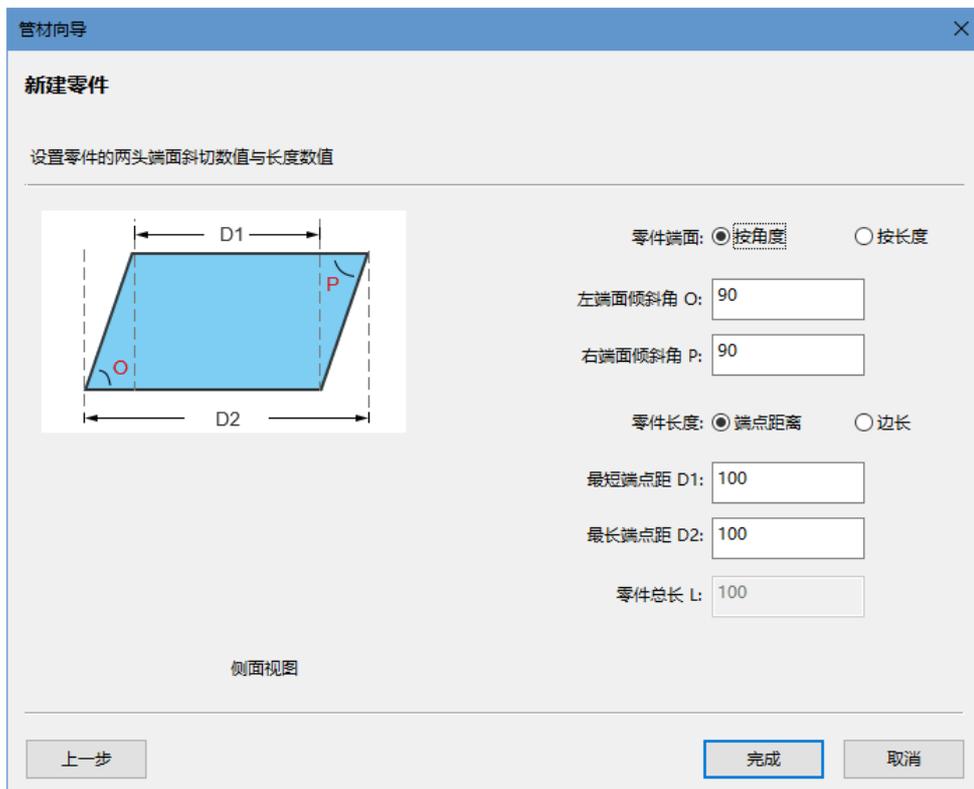


- 点击所需的管材类型，软件将打开 **设置截面参数** 对话框，在对话框中设置截面参数。左侧的示意图将展示参数的含义。



3. 点击 **下一步**，软件将打开 **设置零件参数** 对话框，在此设置零件参数。左侧的示意图同样会展示参数的含义。

- **端点距离**：指零件两个切断面的最大 Y 向距离与最小 Y 向距离。
- **边长**：指零件上端面的长度与零件下端面的长度。



4. 点击 **完成**，新增加的零件将显示在 **零件列表** 中。

### 相关任务：添加坡口

如果需要为添加的零件添加坡口，执行以下操作：



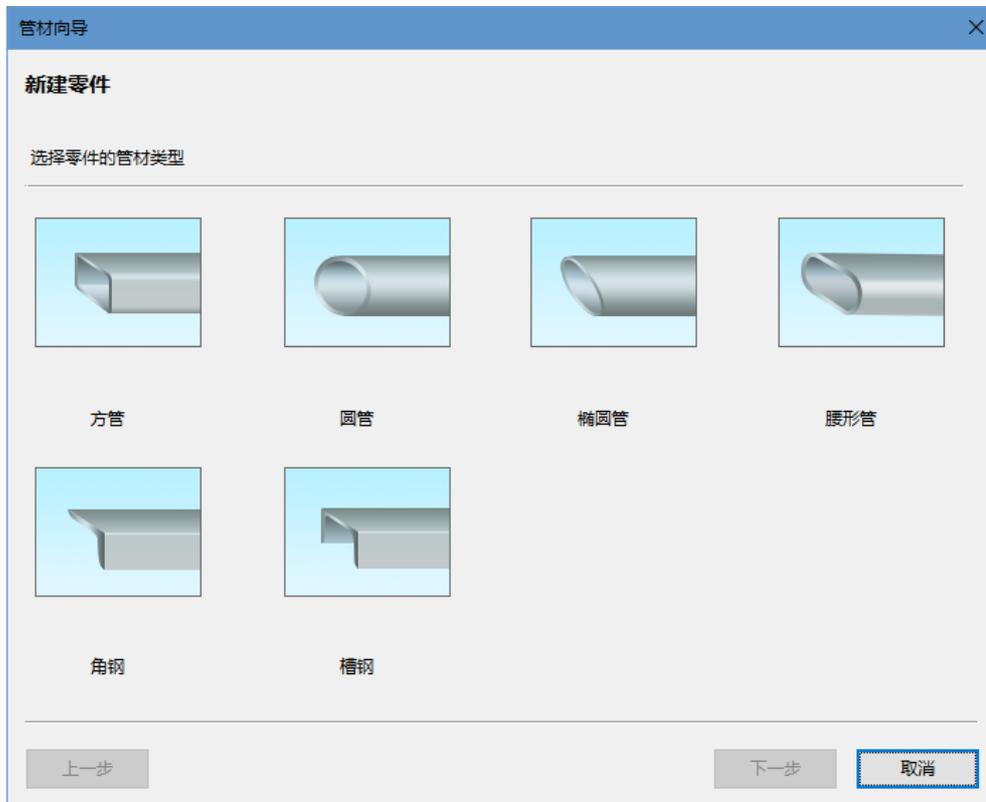
1. 在菜单栏中点击 **二维编辑** 按钮，进入 **二维编辑界面**，在此绘制图元和添加加工工艺。
2. 完成二维编辑后，为图元设置坡口。  
也可在三维主视图区设置坡口。

## 5.3 导入包覆零件

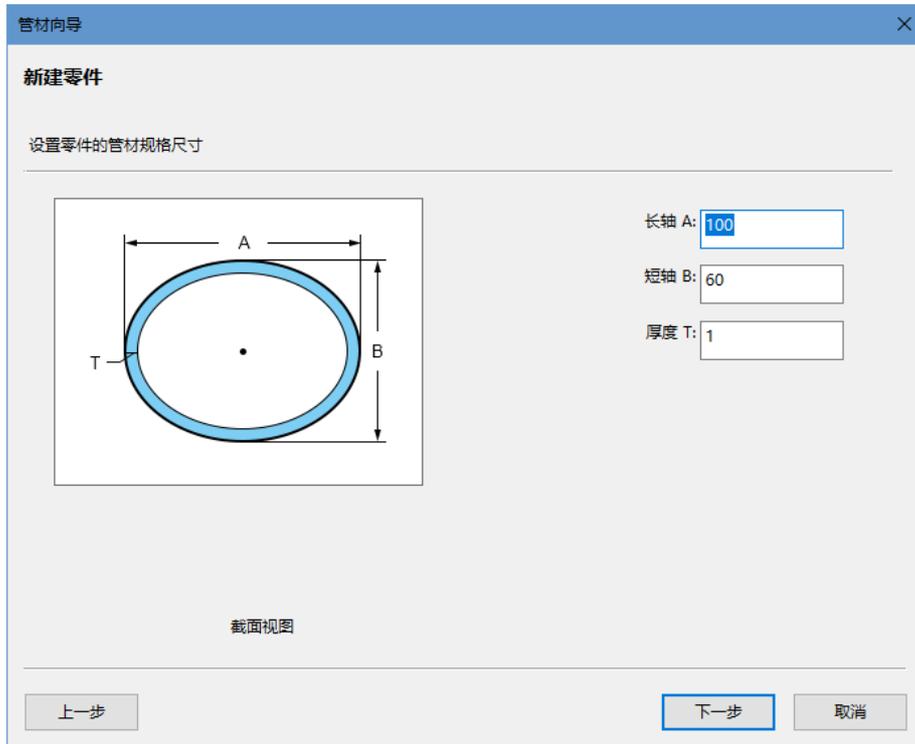
软件支持调用软件自带的标准管型，并导入本地图形文件，以实现图形包覆在标准管材上的功能。支持的本地文件图形格式包括 .g、.nc、.dxf、.dwg、.plt。

### 操作步骤：

1. 选择以下任一方式，打开 **管材向导** 对话框：
  - 还没添加任何零件时，在 **零件列表** 中，点击 **导入包覆零件**。
  - 在 **零件列表** 中，点击  → **导入包覆零件**。

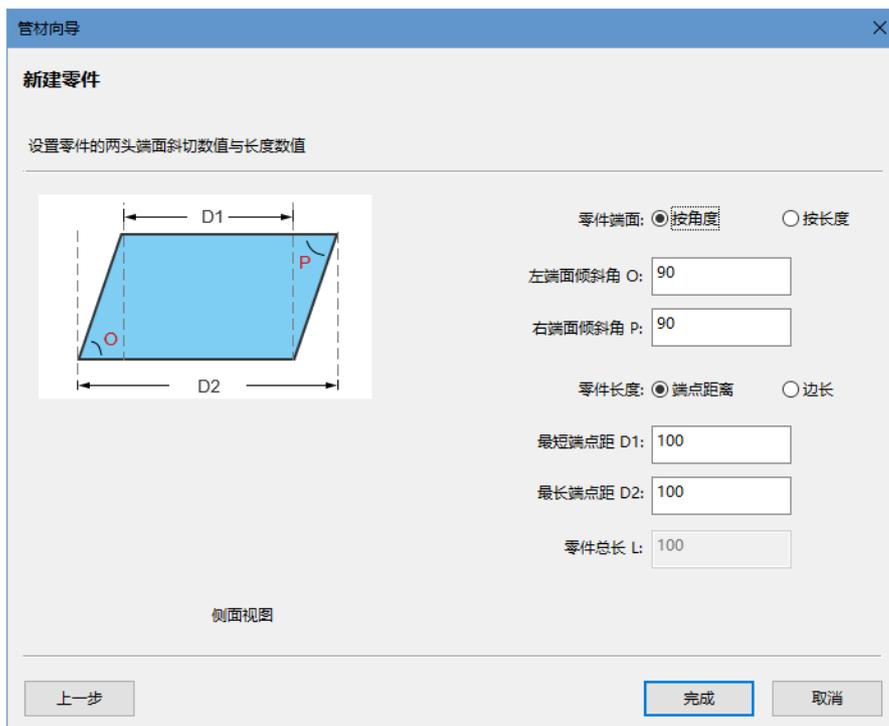


2. 点击所需的管材类型，软件将打开 **设置截面参数** 对话框，在对话框中设置截面参数。左侧的示意图将展示参数的含义。

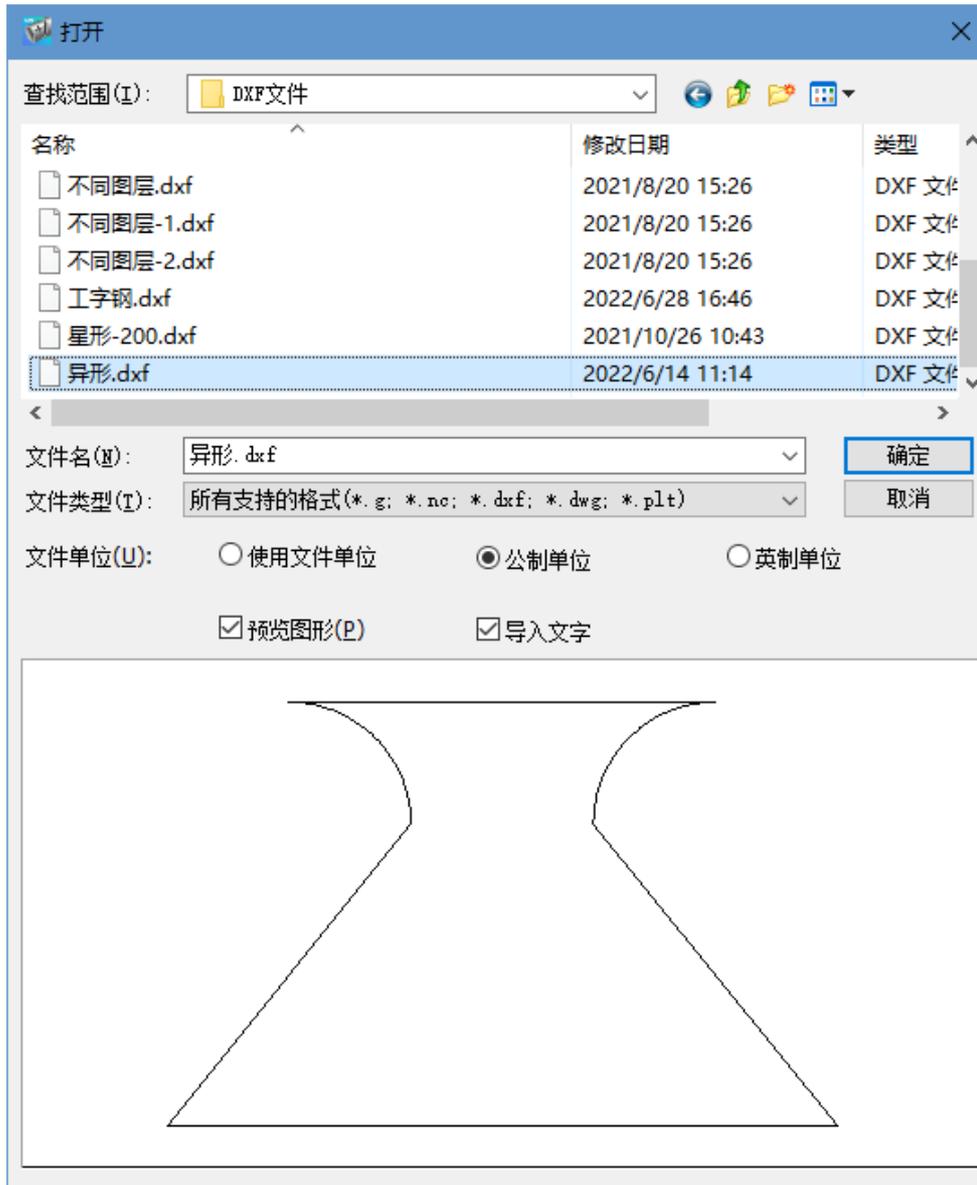


3. 点击 **下一步**，软件将打开 **设置零件参数** 对话框，在此设置零件参数。左侧的示意图同样会展示参数的含义。

- **端点距离**：指零件两个切断面的最大 Y 向距离与最小 Y 向距离。
- **边长**：指零件上端面的长度与零件下端面的长度。



4. 点击 **完成**，弹出文件选择对话框，选择包覆文件。



5. 点击 **确定**，新增加的零件将显示在 **零件列表** 中。

## 5.4 三维建模与编辑

本节介绍如何使用三维编辑工具来绘制零件，包括创建主管、支管孔、支管槽和切断面等操作。

### 5.4.1 设置操作

在 **用户设置** 页面中，可以对三维绘制功能进行个性化配置，以满足特定需求。以下是三个关键的参数设置选项：

- 按默认路径保持零件文件

- 勾选：绘制完成的三维零件文件将自动保存在系统默认路径下，便于快速存档。
- 不勾选：保存文件时，系统将提示通过文件选择对话框指定保存路径，以便灵活管理文件存储位置。
- 记录上一次操作参数
  - 勾选：每次启动三维绘制时，系统将自动加载并应用上一次的绘制参数设置，适用于需要重复使用相同参数的场景。
  - 不勾选：每次启动三维绘制时，系统将提供一个全新的绘制环境，不保留任何先前的参数设置。
- 识别坡口
  - 勾选：在绘制过程中，系统将自动识别相贯、相贯槽、截断等操作，并根据内置算法自动加入坡口工艺，以提高绘制质量和工艺标准。
  - 不勾选：在绘制过程中，系统将不会自动添加坡口工艺，保持绘制结果的原始状态，适用于不需要坡口工艺的情况。

用户设置

文件参数

- 导出时应用图层工艺参数
- 导入时合并相同零件
- 导入时自动识别打标图形
- 导入时自动应用预处理 预处理参数
- 导入NC1文件使用文件内信息 配置参数映射...

三维绘制参数

- 按默认路径保存零件文件
- 记录上一次操作参数
- 识别坡口

截面合并精度参数

闭合管型: 管材截面分段参数:  每段间距容差:

开口管型: 管材截面周长容差:

共边精度参数

最小共边长度:

最大共边间距:

系统参数设置

- 启用钢构版  导出时超限检测
- 启用坡口
- 刀头结构:  AB轴  BC轴

提示: 钢构版切换会重启软件并且套料使用需要特定的加密授权, 钢构版刀路仅限H钢切割系统使用。

其他设置

- 修改排样结果数自动补足零件与管材
- 沿图形方向延伸生成空间引线

确定 取消

## 5.4.2 主管

每个三维绘制的零件都需要设置一个主管。

操作步骤：

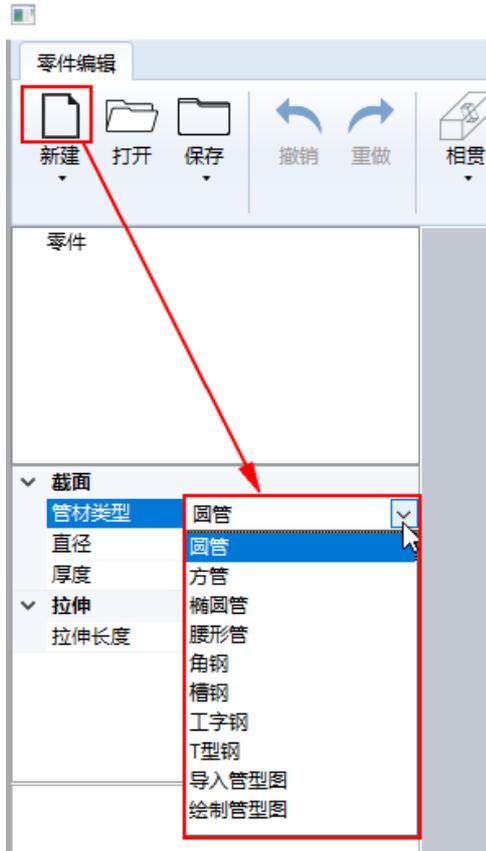
1. 选择以下任一方式，打开 **零件编辑** 页面：

- 还没添加任何零件时，在 **零件列表** 中，点击 **三维绘制零件**。
- 如果已添加零件，则在 **零件列表** 中，点击  → **三维绘制零件**。

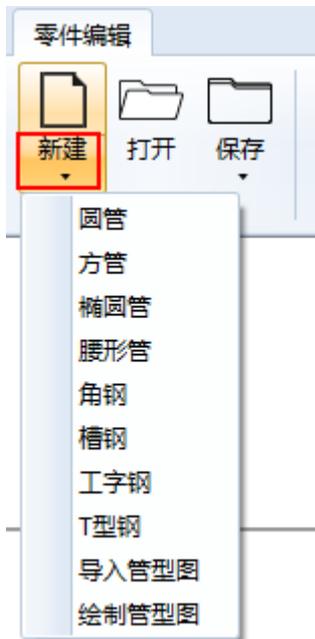


2. 选择以下任一方式添加主管：

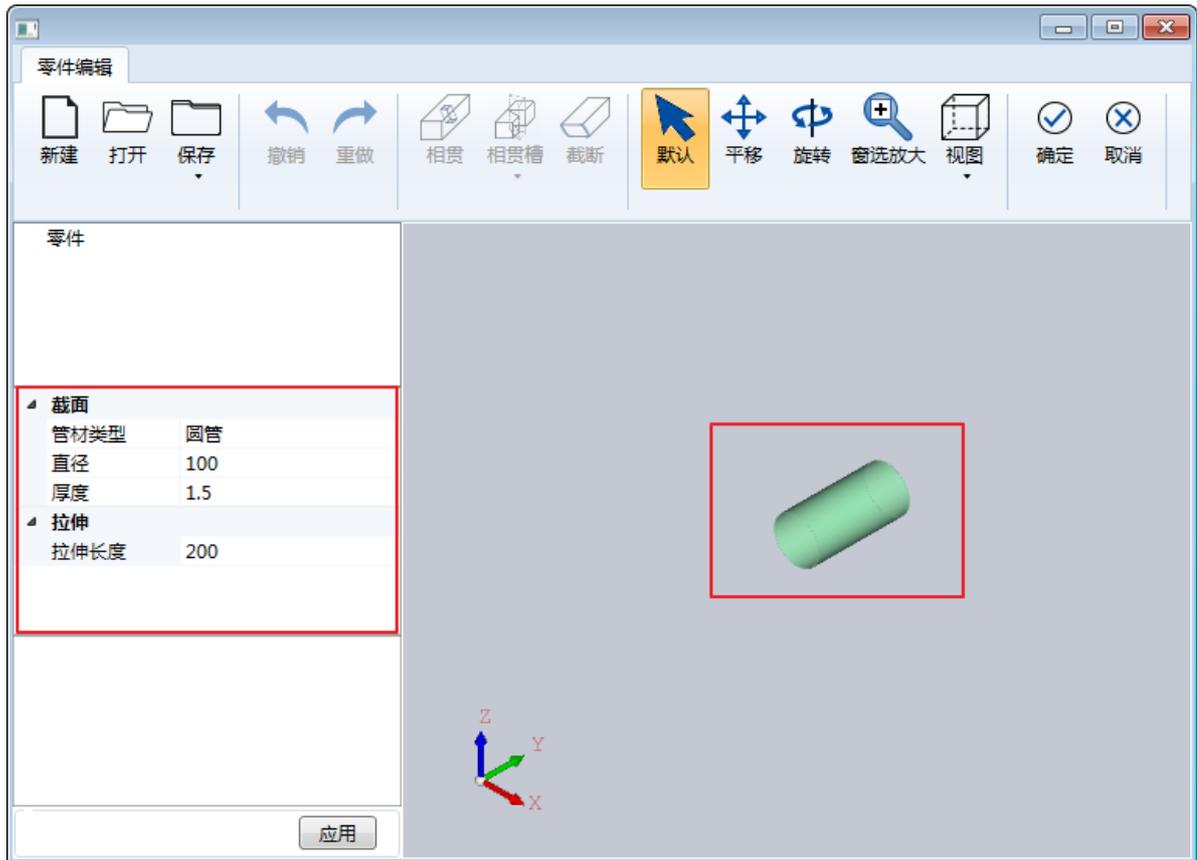
- 点击  **新建**，在左侧列表栏弹出的参数中点击 **管材类型**，选择管材。



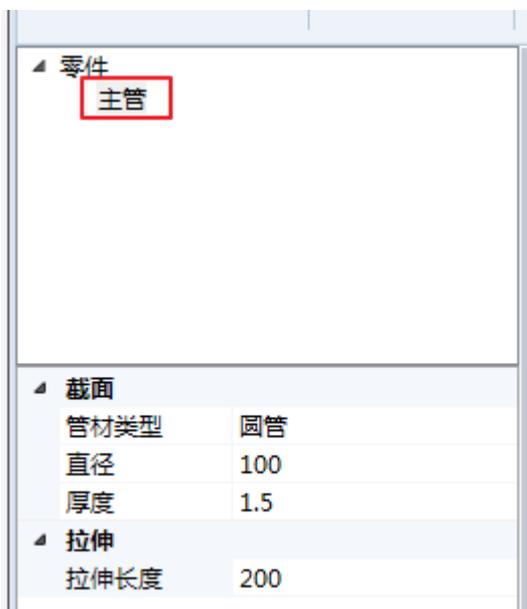
- 点击 **新建** 的下拉键，选择管材类型。



3. 点击  **新建**，视图中弹出管材示意图，左侧列表栏弹出 **截面** 和 **拉伸** 参数，如下图红框所示：



4. 在 **截面** 和 **拉伸** 区域设置主管参数。
5. 设置完成后，点击 **应用**，**主管** 被添加至 **零件** 区域。



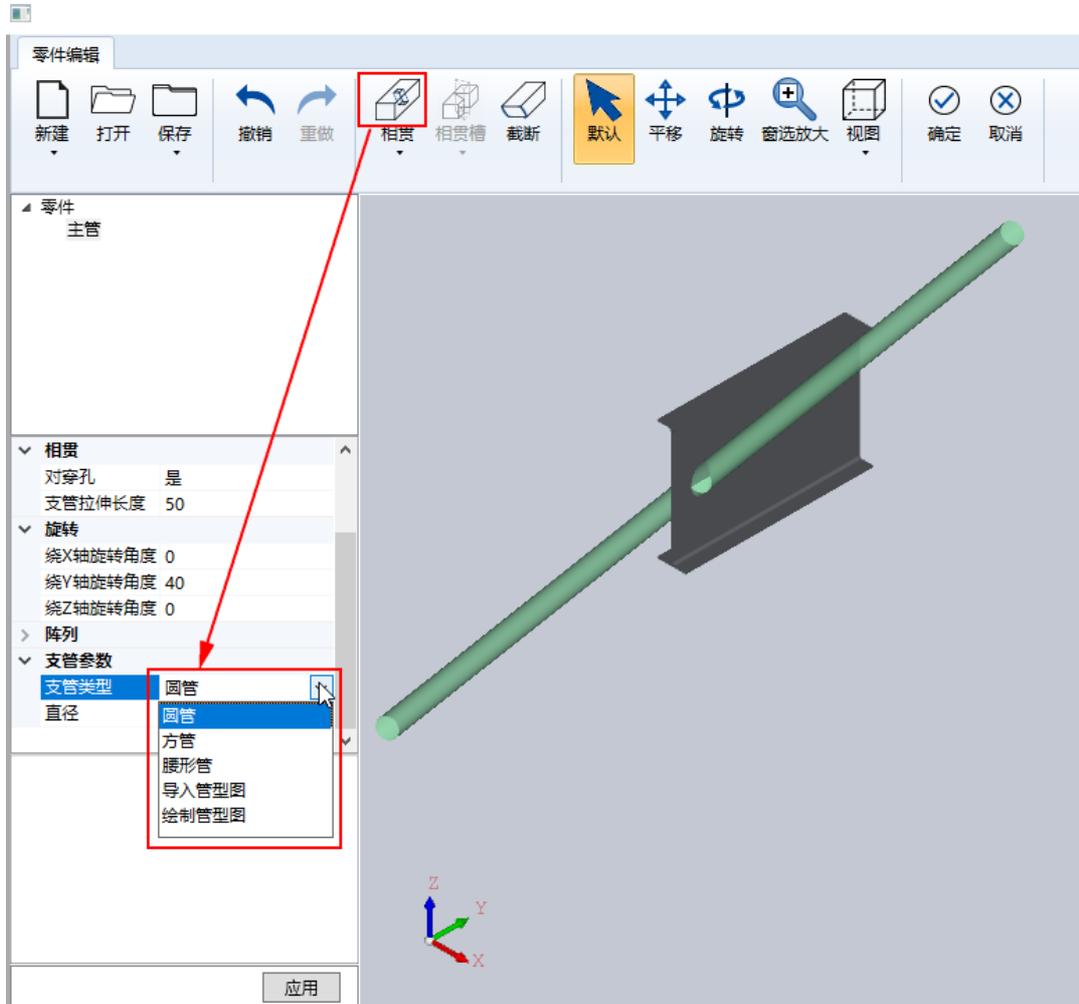
### 5.4.3 相贯

相贯功能允许用户在管材上生成管面穿孔，并可设置阵列。

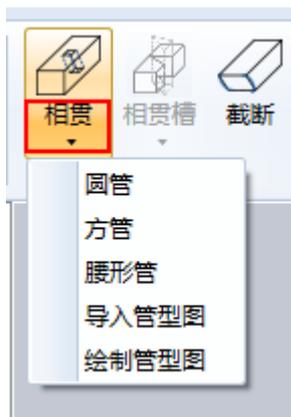
**操作步骤：**

1. 添加相贯支管。

- 点击  **相贯**，在左侧列表栏弹出的参数中点击 **支管类型**，选择管材。



- 点击 **相贯** 的下拉键，选择支管类型。



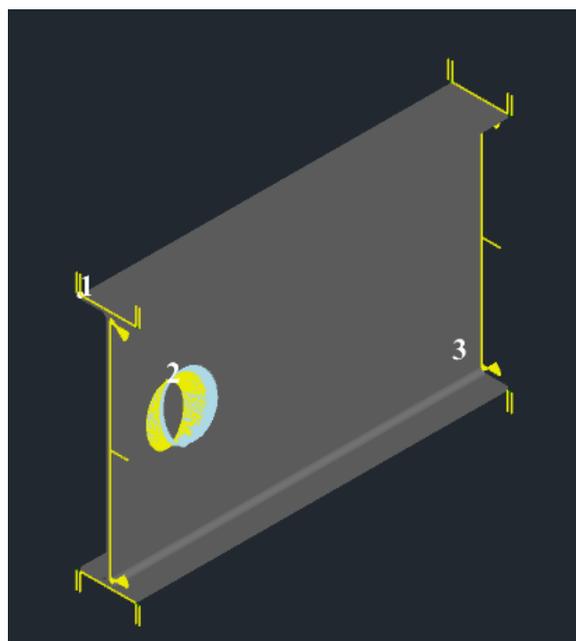
2. 在 **支管参数** 区，设置支管大小厚度等。
3. 设置支管相贯其他参数，详细参数说明见下表：

参数	说明
X 轴平移距离	相贯孔中心在 X 轴方向与主管起点的距离。

参数	说明
Y 轴平移距离	相贯孔中心在 Y 轴方向与主管起点的距离。
Z 轴平移距离	相贯孔中心在 Z 轴方向与主管起点的距离。
对穿孔	支管穿过整个管材，在主管上生成对穿孔。是：生成；否；不生成。
支管拉伸长度	支管的长度。
绕 X 轴旋转角度	相贯支管投影在 YZ 平面上的直线与 Z 轴正方向的夹角。
绕 Y 轴旋转角度	相贯支管投影在 XZ 平面上的直线与 Z 轴正方向的夹角。
绕 Z 轴旋转角度	相贯支管投影在 XY 平面上的直线与 Y 轴正方向的夹角。
启动阵列	使用相贯阵列。是：启用；否；不启用。
Y 方向阵列数量	Y 轴方向阵列支管数量。
Y 方向阵列间距	Y 轴方向阵列支管间距。
X 方向阵列数量	X 轴方向阵列支管数量。
X 方向按角度阵列	是：按角度阵列；否：按间距阵列。
X 方向阵列间距	X 轴方向阵列支管间距。参数 X 方向按角度阵列 设置为 否 时生效。
X 方向阵列角度	X 轴方向阵列支管角度。参数 X 方向按角度阵列 设置为 是 时生效。

4. 设置完成后，点击 **应用**，添加至 **零件** 视图区域。

完成后在绘图区的效果如下：

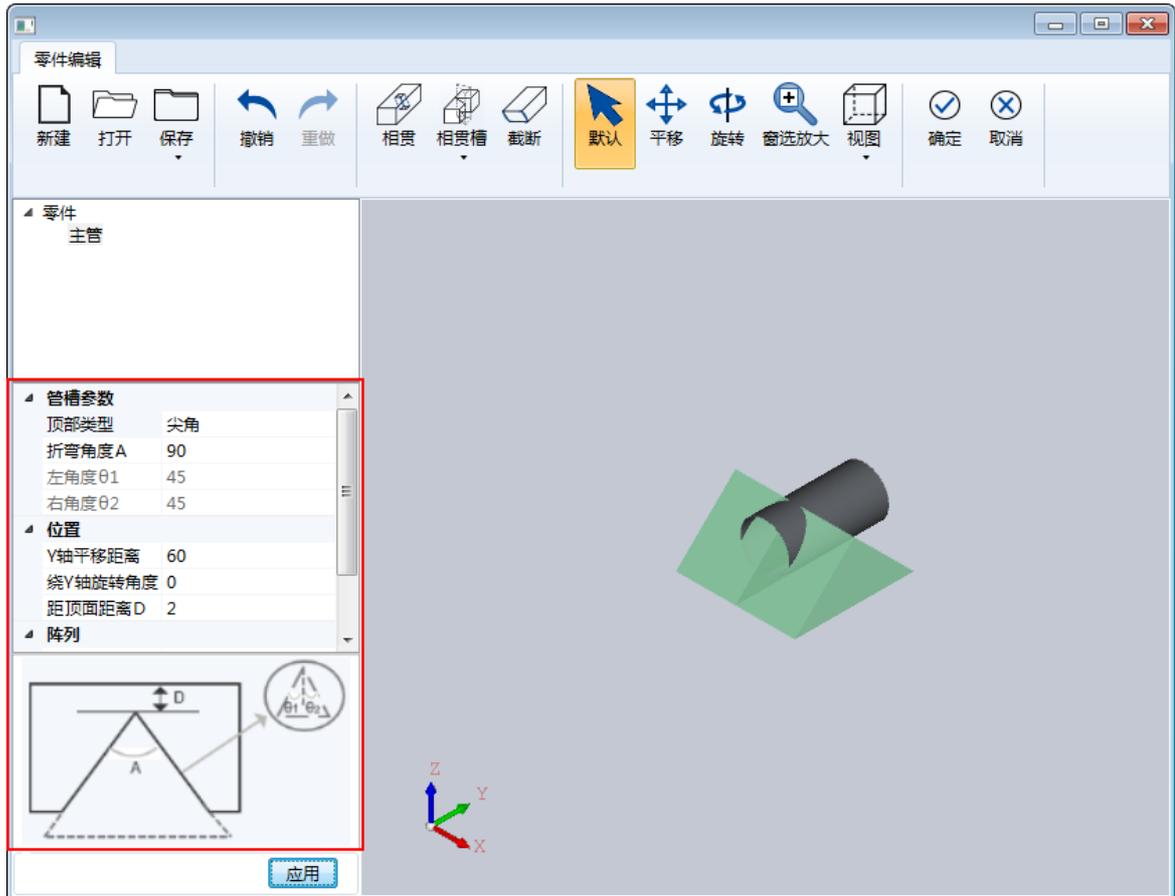


## 5.4.4 相贯槽

相贯槽用于在零件上添加折弯处理，支持尖角 V 槽和圆角 V 槽。当前仅圆管与方管支持 V 槽。

### 操作步骤：

1. 在三维绘制的 **零件编辑** 页面，点击菜单栏中的 **相贯槽** → **尖角 V 形槽/圆角 V 形槽**，左下角弹出截断参数，如下图红框所示：



2. 设置顶部类型、折弯角度、角度  $\theta_1$ 、 $\theta_2$ 、Y 轴平移距离、绕 Y 轴旋转角度、距顶面距离 D 等参数，详细参数说明见下表：

参数	说明
顶部类型	<p>相贯槽顶部图形的形状。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>尖角 V 形槽类型可选尖角、释放孔。</li> <li>圆角 V 形槽可选弧角。</li> </ul> <p><b>注意：</b> 目前圆管支持尖角 V 形槽的尖角类型，方管均支持，其余管型暂不支持。</p>

参数	说明
折弯角度 A	V 形槽延长后形成的夹角。 45°、90°、135°时， $\theta_1$ 与 $\theta_2$ 依次分别为[22.5,22.5]、[45,45]、[67.5,67.5]且置灰。 当为尖角 V 形槽且选择自定义时， $\theta_1$ 与 $\theta_2$ 可编辑。 当为圆角 V 形槽且选择自定义时， $\theta_1$ 可编辑， $\theta_2$ 数值等于 $\theta_1$ 且显灰不可编辑。
左角度 $\theta_1$	V 形槽左边与 V 槽尖角竖直线形成的夹角。 折弯角度为 45、90、135、自定义设置时，自动计算并显灰。
右角度 $\theta_2$	V 形槽右边与 V 槽尖角竖直线形成的夹角。 折弯角度为 45、90、135、自定义设置时，自动计算并显灰。
Y 轴平移距离	V 形槽尖角点在 Y 轴方向与主管起点的距离。
绕 Y 轴旋转角度	相贯槽投影在 XOZ 平面上的直线与 Z 轴正方向的夹角。 取值：0°，90°，180°，270°
距顶面距离 D	V 形槽顶部距离顶面的距离。
是否启用阵列	使用相贯阵列。是：启用；否；不启用。
Y 方向阵列数量	Y 方向阵列数量，启用阵列功能时生效。
Y 方向阵列间距	Y 方向阵列间距，启用阵列功能时生效。

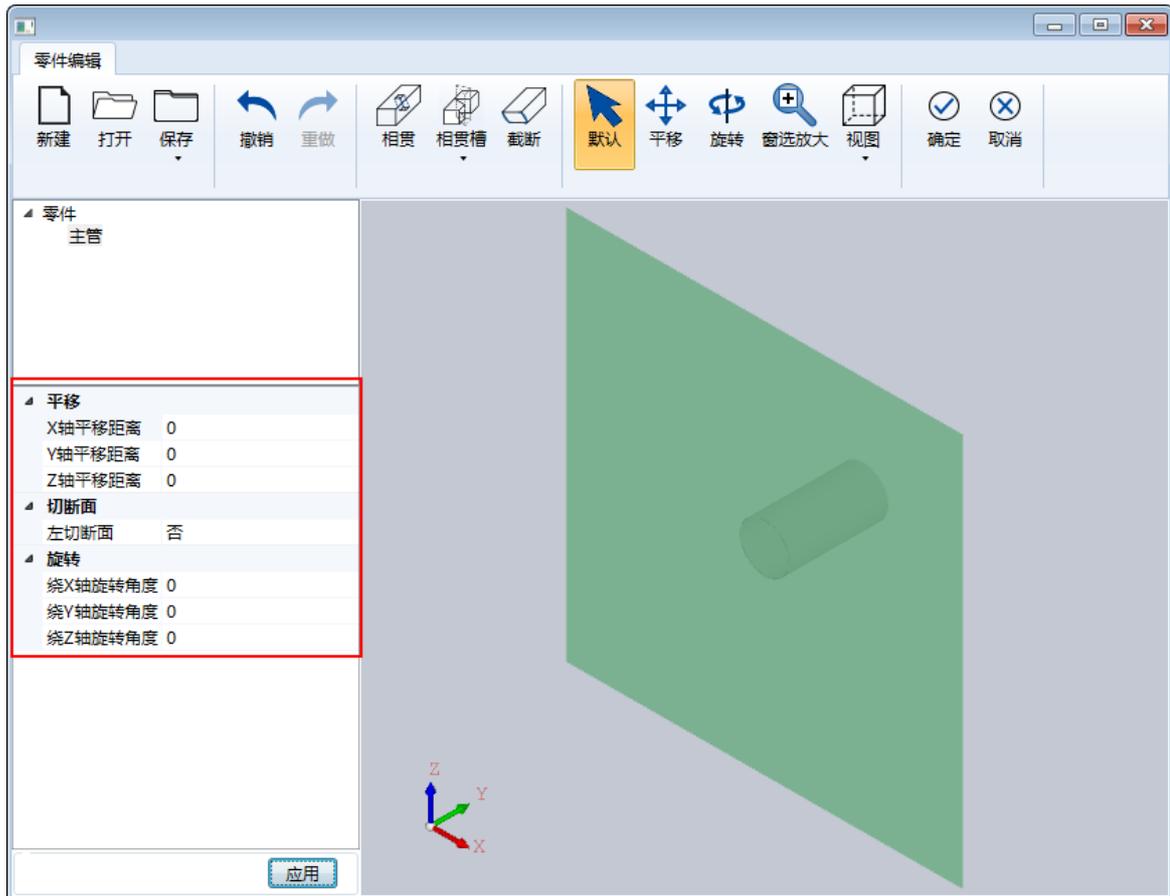
3. 设置完成后，点击 **应用**，相贯槽将添加至 **零件** 视图区域。

#### 5.4.5 截断

截断功能即在管材上生成零件截断端面，用于截断管材零件。

#### 操作步骤：

1. 在三维绘制的 **零件编辑** 页面，点击菜单栏中的 **截断**，左下角弹出截断参数，如下图红框所示：



2. 设置 X、Y、Z 轴平移距离、左切断面选项、旋转角度等，详细参数说明见下表：

参数	说明
X 轴平移距离	截断平面中心在 X 轴方向与主管起点的距离。
Y 轴平移距离	截断平面中心在 Y 轴方向与主管起点的距离。
Z 轴平移距离	截断平面中心在 Z 轴方向与主管起点的距离。
左切断面	是：Y 轴坐标小于当前截断面的管材为废料； 否：Y 轴坐标大于当前截断面的管材为废料。
绕 X 轴旋转角度	截断平面与 YZ 平面夹角。
绕 Y 轴旋转角度	截断平面与 XZ 平面夹角。
绕 Z 轴旋转角度	截断平面与 XY 平面夹角。

3. 设置完成后，点击 **应用**，截断面将添加至 **零件** 视图区域。

## 5.4.6 其他常用操作

- 复制已有的相贯、相贯槽、截断

在绘制过程中，可以复制现有的相贯、相贯槽、截断等元素，并对其进行修改以满足新的设计需求。



- 导入异形管操作

主管和直管支持使用异型管材，软件提供了两种操作方式：

- 导入管型图：

- i. 在 **管材类型** 下拉框中选择 **导入异型图**。
    - ii. 选择并导入扩展名为.dxf 或.dwg 的文件，软件将自动解析并应用该文件中的异型管材图形。

- **绘制管型图**：在 **管材类型** 的下拉框中选择 **绘制异型图**，在打开的 **零件编辑** 页面，直接绘制或打开一个.dxf 格式的文件后编辑图形。

- i. 在 **管材类型** 的下拉框中选择 **绘制异型图**。
    - ii. 在打开的 **零件编辑** 页面，可以直接绘制新的异型管材图形，或者打开一个.dxf 格式的文件进行编辑。

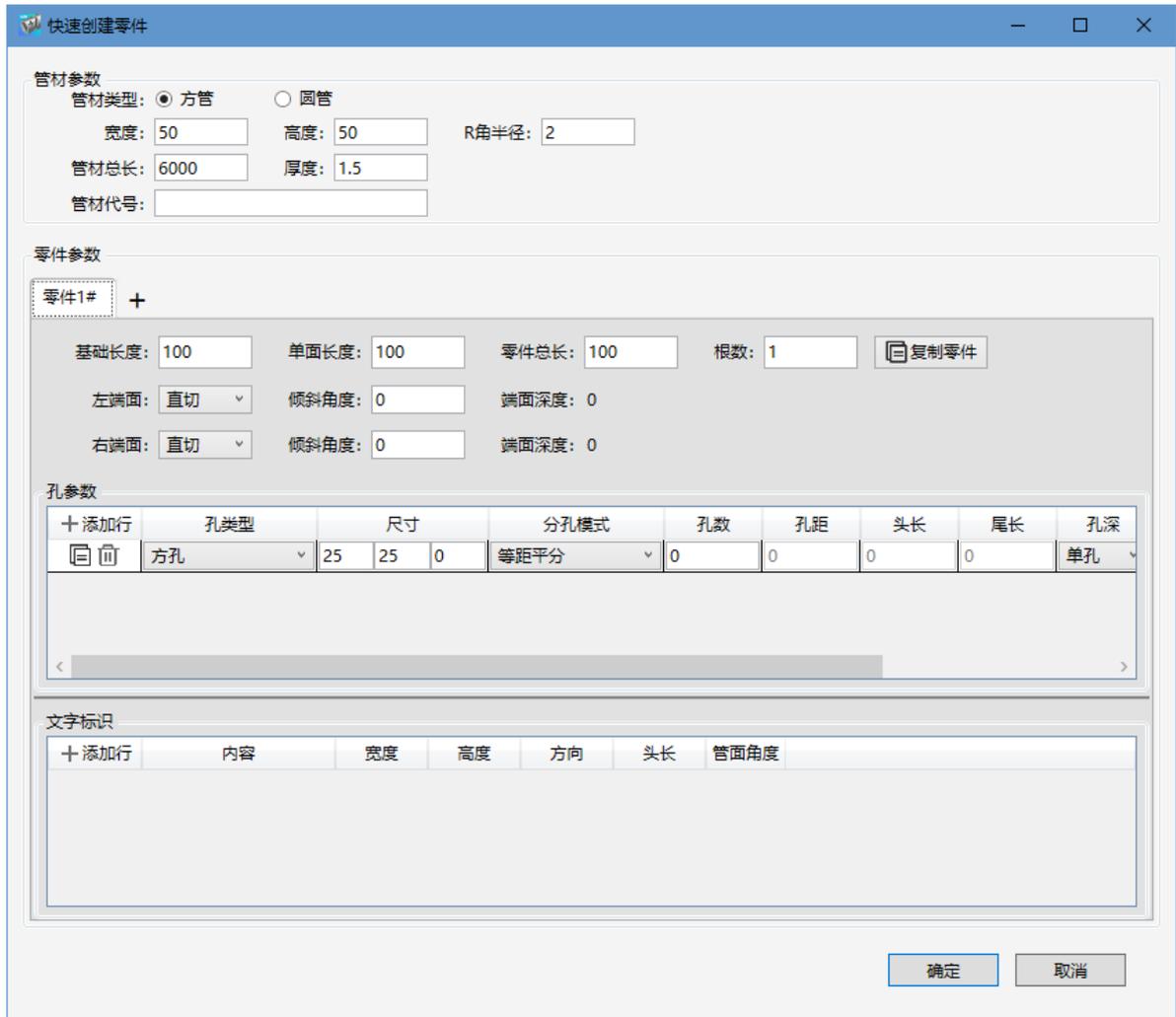
## 5.5 快速创建零件

系统提供了冲孔模型功能，能够根据用户输入的管长、图层尺寸和间隔等信息，快速生成图纸。用户只需提供相关参数，系统即可智能地生成符合要求的图纸，大大提高了设计效率和准确性。

**操作步骤：**

1. 择以下任一方式，打开 **快速创建零件** 对话框：

- 还没添加任何零件时，在 **零件列表** 中，点击 **快速创建零件**。
  - 在 **零件列表** 中，点击  → **快速创建零件**。



2. 在 **管材参数** 区域输入管材的宽高厚度等规格参数，新建管材。
3. 在 **零件参数** 区域设置零件参数，包括数量、切断面、开孔参数等，参数说明如下：

序号	名称	说明
1	基础长度	零件完整竖直段的长度。不包含斜切端面部分。
2	单面长度	基准面中线位置上，端对端的长度。
3	零件总长	当前零件的总长度。包含斜切和直切部分。
4	根数	当前零件的数量。
5	左/右端面	零件的左/右切断面形状，包含直切、凹圆、凸圆、凹菱形、凸菱形等形状。
6	倾斜角度	零件切断面斜切的角度。初始 0°为竖直方向
7	端面深度	切断面斜切部分的深度。
8	孔类型	零件支管孔的形状，支持圆孔、方孔、菱形孔、腰形孔。

序号	名称	说明
9	分孔模式	零件上添加孔的计算模式，包含平分等距、中间固定两端平分、两端固定中间平分、不相等多孔距等。
10	孔数	单个管面孔的数量。
11	孔距	孔与孔的边距。
12	头长	零件上第一个孔与零件起始面的距离。
13	尾长	零件上最后一个孔与零件末端面的距离。
14	孔深	孔的深度，包含单孔、反向孔、对穿孔。
15	绕 X/Y 轴旋转	支管孔沿 X/Y 轴旋转，在其它角度上生成。

4. 通过点击  打开新的零件参数设置页面，设置其参数新增另外一种零件。如果需要删除零件，则点击零件页签上的 x。



5. 设置文字标识，即在零件上生成标记图形。
6. 点击 **确定** 后，新增加的零件将显示在 **零件列表** 中。

## 6 零件编辑与优化

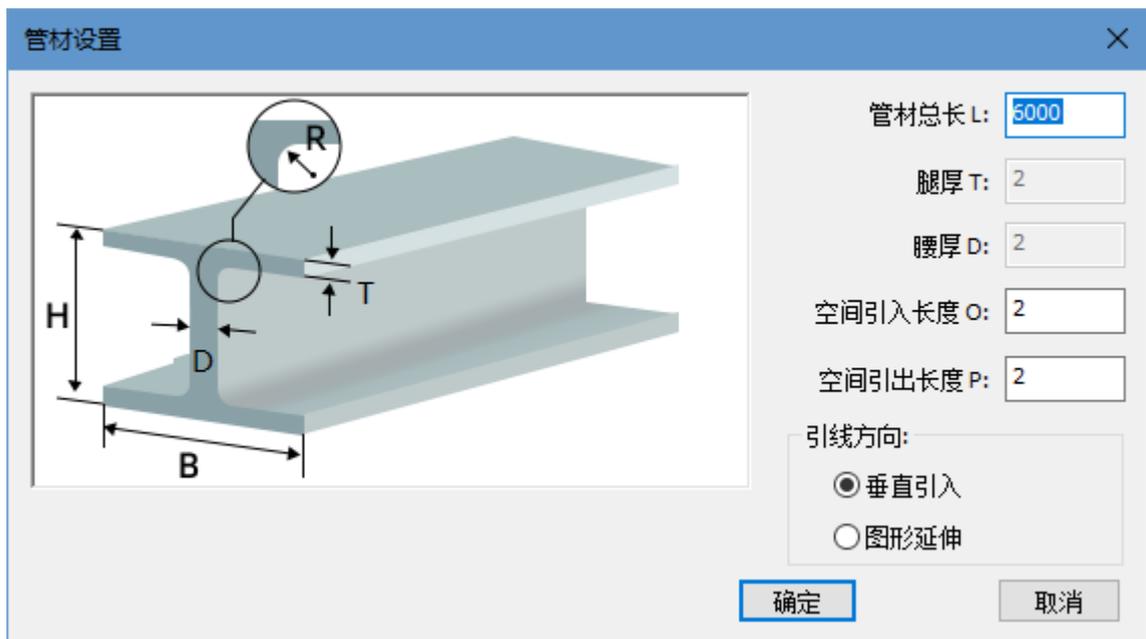
### 6.1 管材设置

可以设置管材长度，宽度，高度，还可以设置空间引线，优先级要低于截面编辑中的空间引线。

操作步骤：

1. 选择以下任一方式打开 **管材设置** 对话框：

- 在 **软件主界面** 的菜单栏中，点击 。
- 在 **二维编辑** 页面的菜单栏中，点击  → **管材设置**。



2. 设置管材参数：

- 管材总长：管材的长度。
- 管材的其他尺寸信息：对于角钢，槽钢，工字钢，根据提示设置宽度，高度，厚度等信息。
- 空间引刀线设置：对于角钢，槽钢，工字钢，可设置空间引刀线，提供长度和方向选项。

3. 设置完成后，点击 **确定**。

## 6.2 二维编辑

- 功能概述

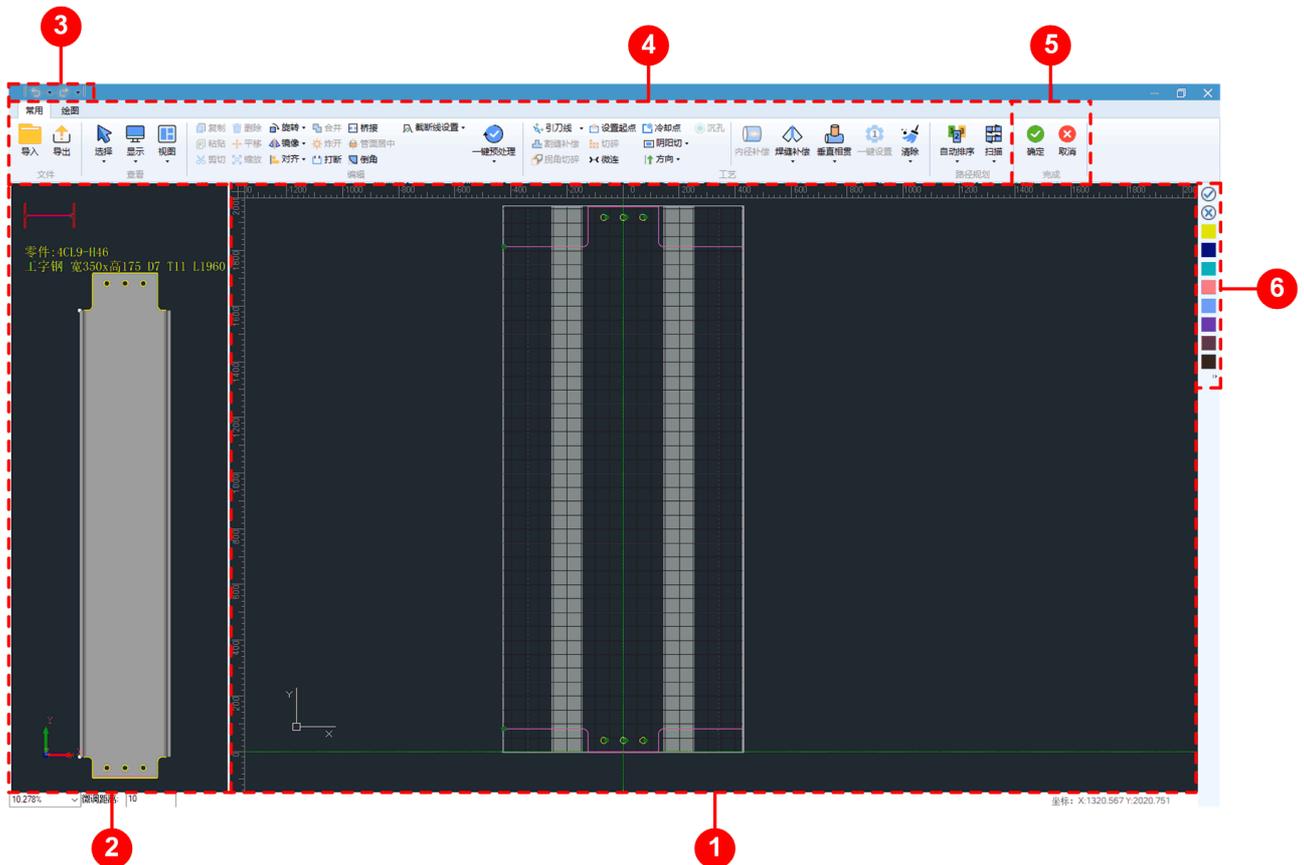
二维编辑功能允许用户对零件进行详细的二维图形编辑，通过将零件沿三维视图的中线展开成二维视图，用户可以进行精确的编辑操作。需要注意的是，对已应用坡口工艺的图元进行编辑时，坡口工艺将被清除。

- 功能入口：

选择以下任一方式，打开 **二维编辑** 页面。

- 在 **零件列表** 中，双击目标，即三维主视图显示当前零件的预览图时，在菜单栏 **编辑** 区域，点击 **二维编辑**。
- 在 **零件列表** 中，鼠标右键目标调出快捷菜单，点击 **二维零件编辑**。

- 界面介绍：



序号	名称	说明
1	二维视图	零件的二维展开视图，用于编辑操作。
2	三维视图	提供零件的三维预览，支持旋转和放大。
3	快捷操作	撤销和重做按钮。

序号	名称	说明
4	菜单栏	主要功能按钮的入口。
5	确认按钮	保存或取消当前编辑操作。
6	图层功能	设置图层颜色、选择加工或不加工状态。

• 菜单栏介绍:

- 文件：导入和导出图形文件（.dxf、.dwg）。



- 查看：选择图形、显示工艺以及调整视图。



- 编辑：图形调整操作。



- 工艺：设置零件加工工艺。



- 路径规划：设置加工排序和扫描路径。



- 绘图：零件图形操作，包括绘制、阵列和辅助工具。



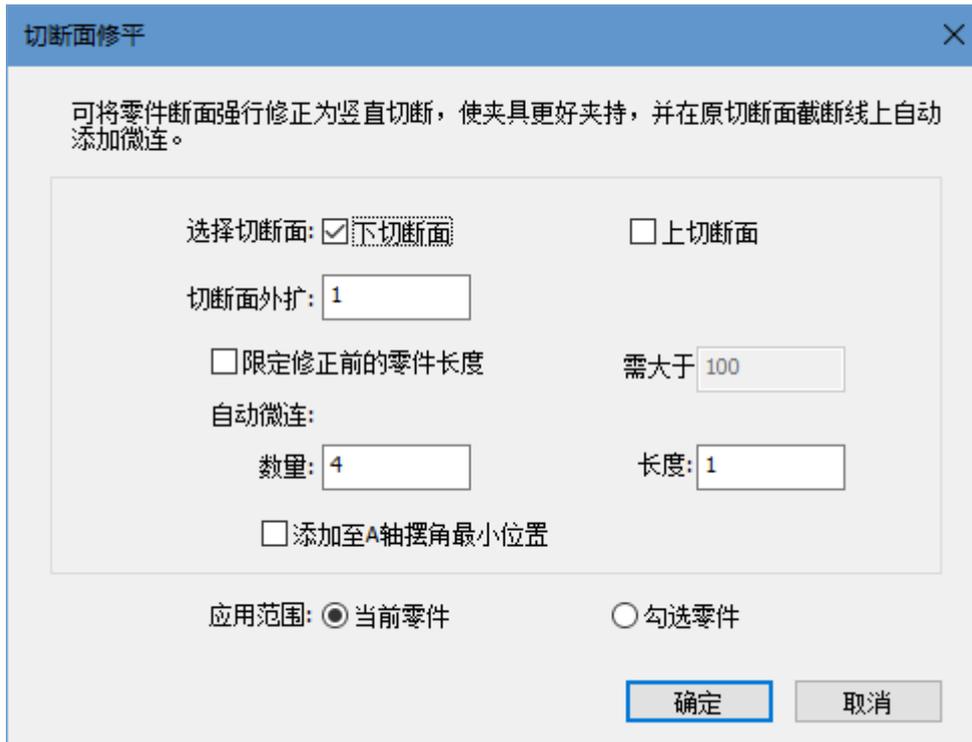
## 6.3 零件优化

### 6.3.1 切断面修平

切断面修平功能通过对零件截断面进行精细调整，将其强行修正为竖直切断，从而提升夹具的夹持效率。此外，该功能还能在原截断面的截断线上自动添加微连接。

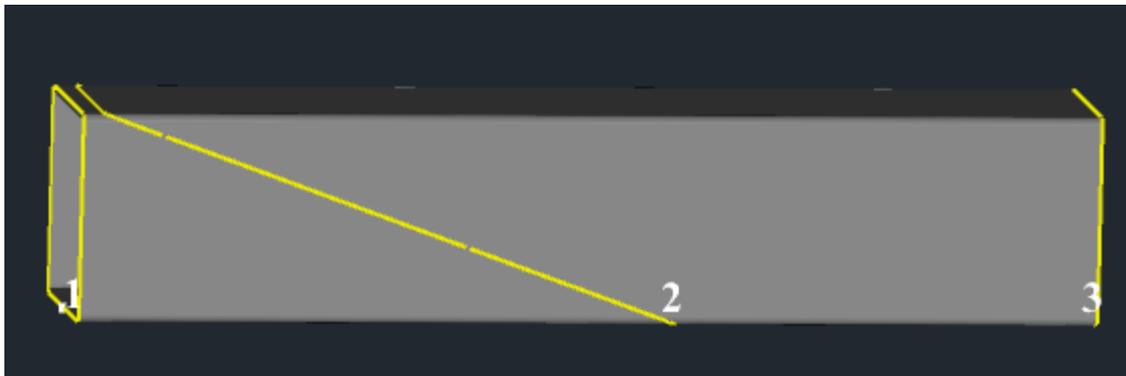
功能入口：菜单栏 → 零件优化 → 切断面修平

功能界面：



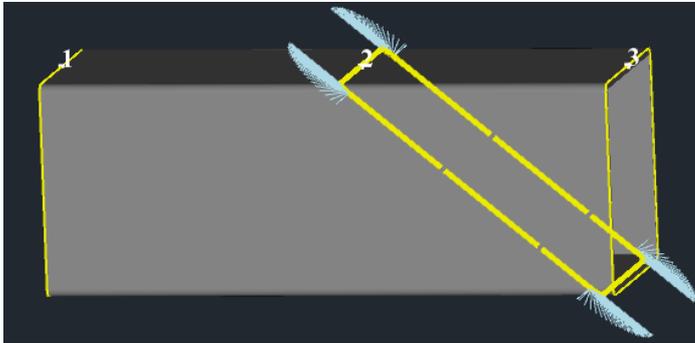
参数说明：

- **选择切断面：**指定需要修平的零件端面，上下指二维视图，对应三维视图左右端面。
- **切断面外扩：**修平补齐后的切断面在 Y 轴方向外扩移动以避免重复切割，如下图所示：



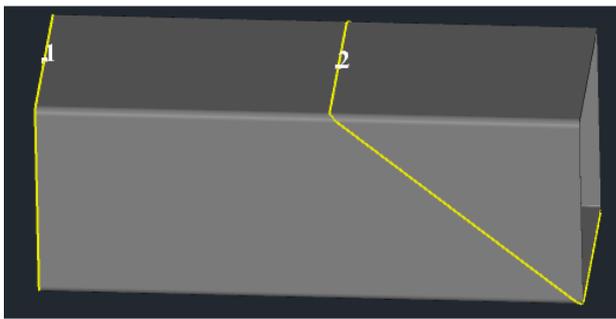
- **限定修正前的零件长度：**勾选后，仅当零件长度大于设定值时，才进行切断面修整。

- **自动微连：**微连处关闭光束不加工。设置微连的数量和单个微连的长度，软件将自动添加。
- **添加至 A 轴摆角最小位置：**勾选后，切断线的路径选择时，优先选择 A 轴摆角最小位置，坡口刀路中的微连尽可能添加到直切段。



- **应用范围：**选择功能应用的零件范围。

修平前后效果图：



修平前

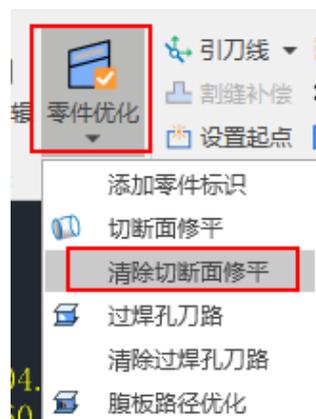


修平后

清除切断面修平：

如果需要清除已执行的切断面修整操作，用户可以执行以下操作：

功能入口：菜单栏 → 零件优化 → 清除切断面修整



请注意，清除切断面修整操作仅对当前选定的零件生效，并且一旦对修整路径进行了编辑或添加了工艺，将不再支持清除操作。

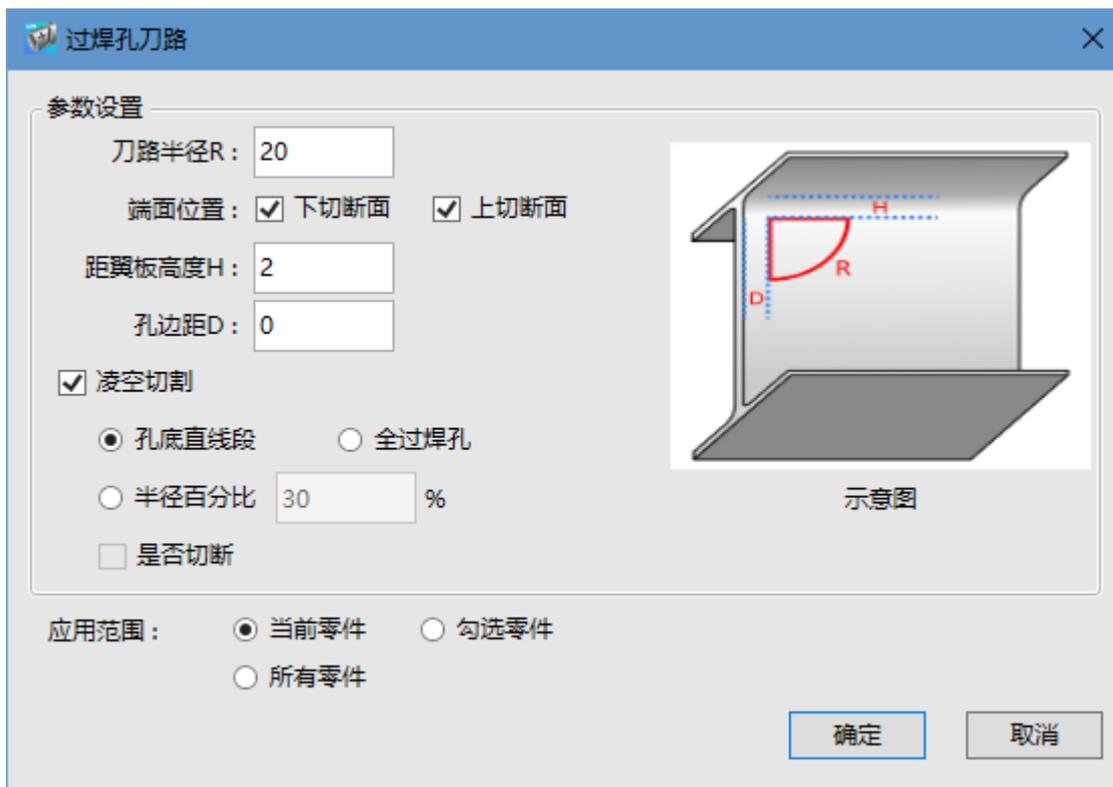
### 6.3.2 生成过焊孔刀路

过焊孔的设置是为了便于焊枪穿过工字钢的腹板孔进行焊接作业。过焊孔的形状是由设定半径的圆相贯截断线形成的扇形路径，其圆弧端指向腹板的中心。

本软件支持用户为单个或批量的工字钢零件腹板快速添加过焊孔刀路。

功能入口：菜单栏 → 零件优化 → 过焊孔刀路：

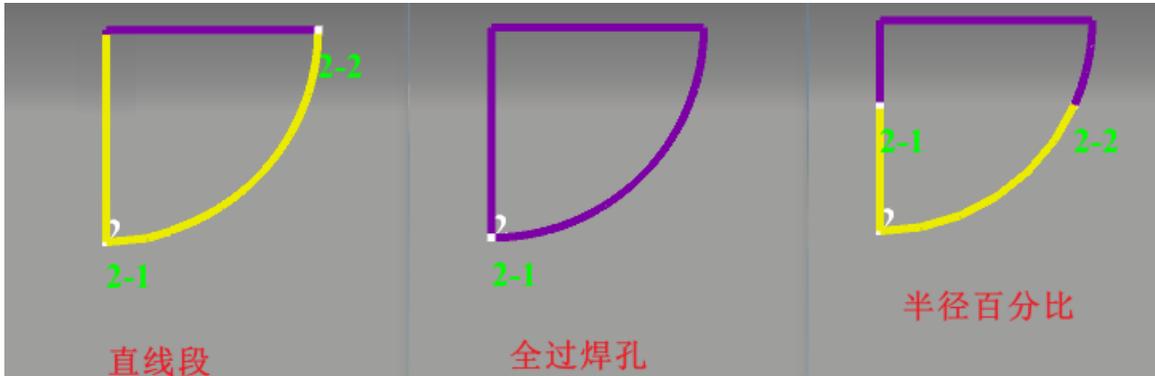
功能界面：



参数说明：

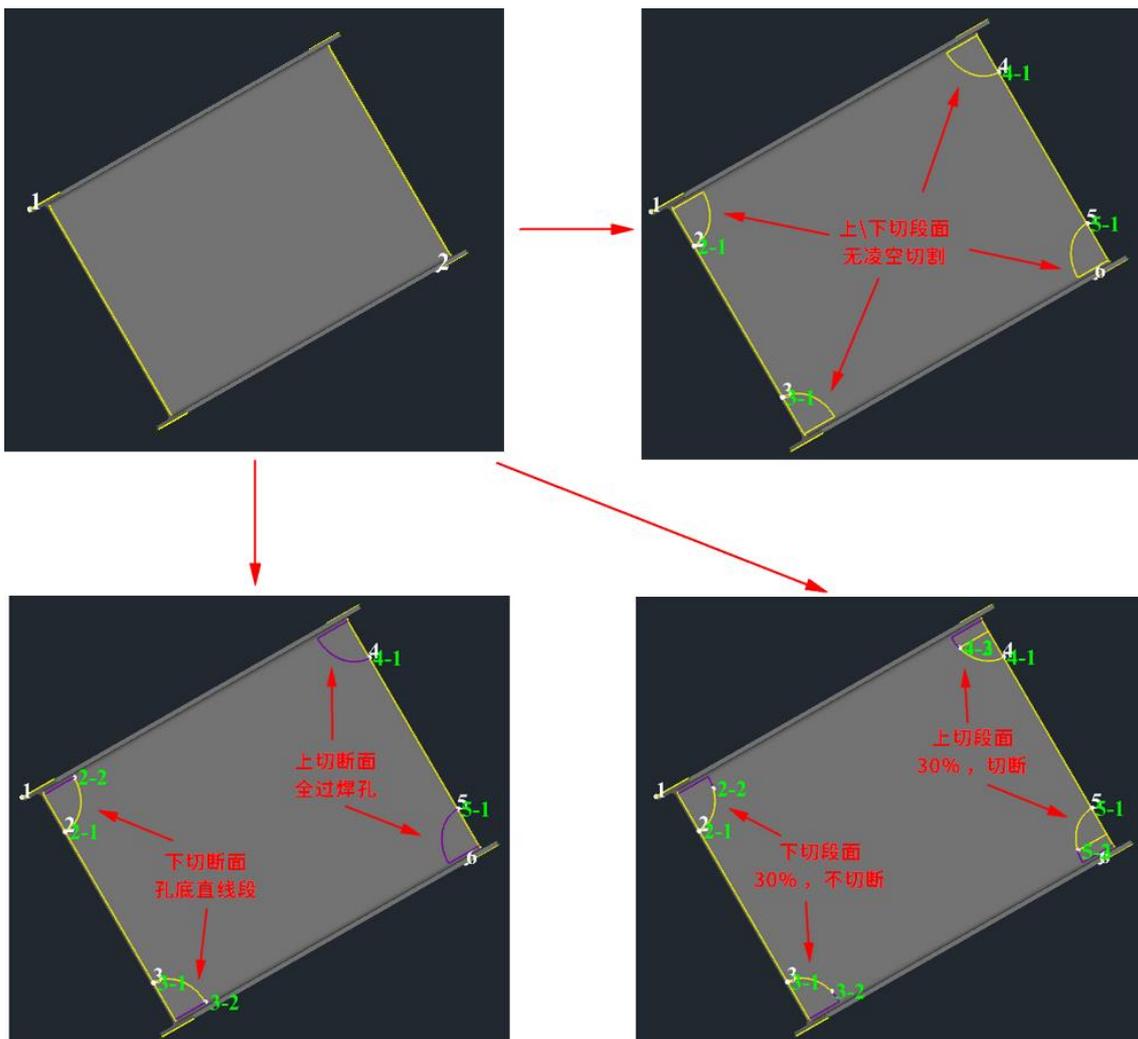
- **刀路半径 R**：设置过焊孔圆弧的半径。
- **端面位置**：指定过焊孔在零件腹板上的添加位置，默认情况下，上切断面和下切断面均被勾选。
- **距翼板高度 H**：定义过焊孔路径与翼板下边沿的最短高度距离。
- **孔边距 D**：设定过焊孔路径与腹板切断面的最短长度距离。
- **凌空切割**：
  - 默认勾选：启用凌空切割模式，该模式采用单独定高切割或二次定高切割，凌空切割刀路使用图层 6 标记。
  - 不勾选：不启用凌空切割模式，按照随动加工路径进行切割。

- 设定在过焊孔使用凌空切割的图元范围：
  - 孔底直线段：默认勾选，距翼板高度 H 的直线段应用凌空切割。
  - 全过焊孔：勾选此项将应用凌空切割于整个过焊孔。
  - 半径百分比：设定百分比范围为[0,100]%，其中 0 代表圆弧靠近翼板的端点。



- 应用范围：选择过焊孔添加的范围，默认设置为当前视图，用户可以选择勾选特定零件或全部零件。

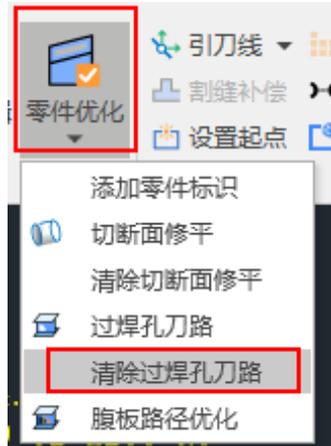
生成效果示意图：



## 清除过焊孔刀路：

如果需要清除已生成的过焊孔刀路，用户可以执行以下操作：

功能入口：菜单栏 → 零件优化 → 清除过焊孔刀路



请注意，清除过焊孔刀路操作仅对当前零件生效。

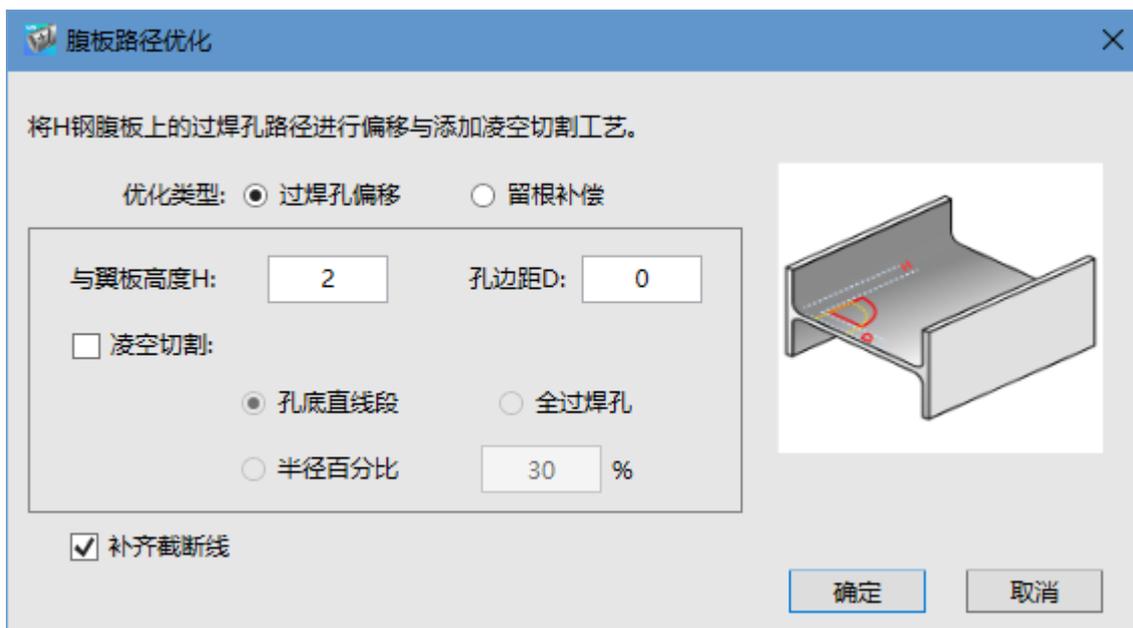
### 6.3.3 腹板路径优化

腹板路径优化功能将 H 型钢腹板上的过焊孔路径进行偏移和添加凌空切割工艺。

功能入口：

- 菜单栏 → 零件优化 → 腹板路径优化

功能界面：



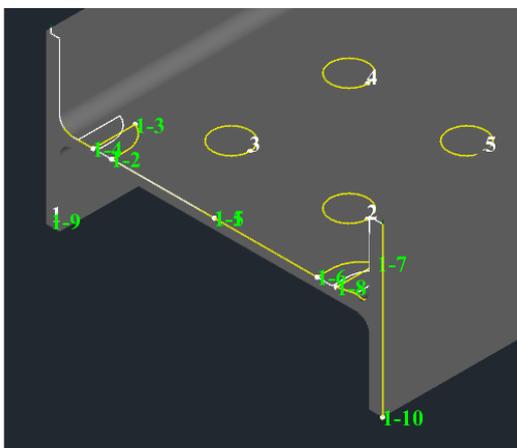
参数说明：

根据优化类型的不同，软件会自动识别已有的过焊孔，并根据所选的优化策略执行相应的操作。

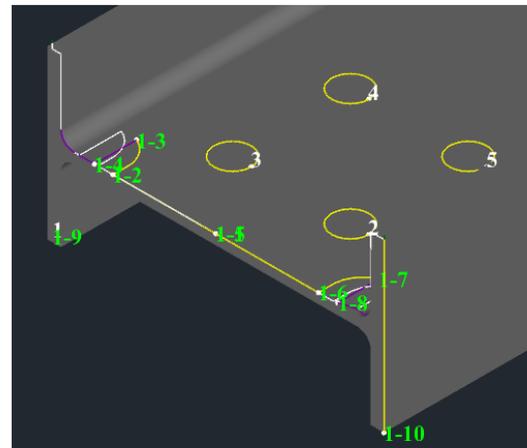
- 优化类型一：过焊孔偏移：

- 与翼板高度：设置过焊孔与翼板下端面的距离。
- 孔边距：设置过焊孔与腹板切断端面的距离。
- 凌空切割：对腹板的过焊孔与舌头局部添加凌空切割工艺。

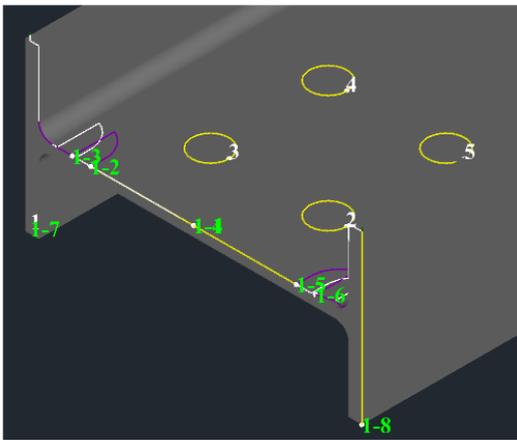
选择过焊孔添加凌空切割的位置，默认孔底直线段，可选半径百分比、全过焊孔。



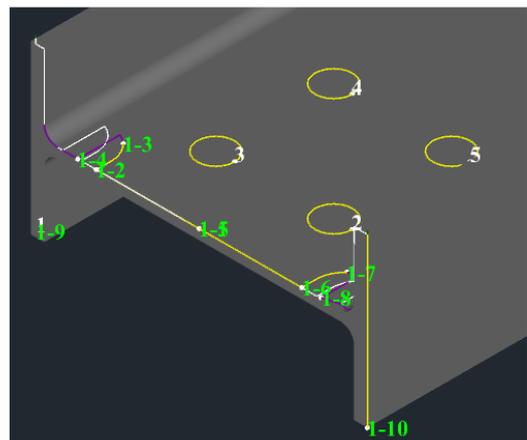
过焊孔偏移  
(高度20, 孔边距0, 无凌空切割)



过焊孔偏移  
(高度20, 孔边距0, 凌空切割 (孔底直线段))



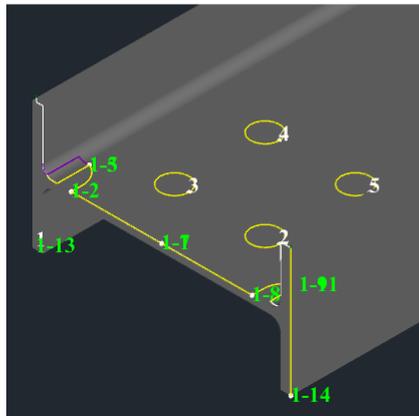
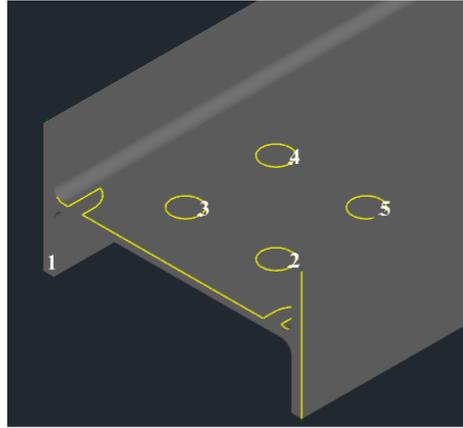
过焊孔偏移  
(高度20, 孔边距0, 凌空切割 (全过焊孔))



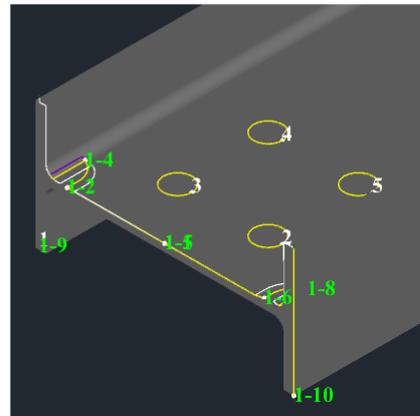
过焊孔偏移  
(高度20, 孔边距0, 凌空切割 (50%))

- 优化类型二：留根补偿：

- 管面选择：选择留根高度计算的基准面。
- 留根高度 H：设置腹板的留根高度数值。



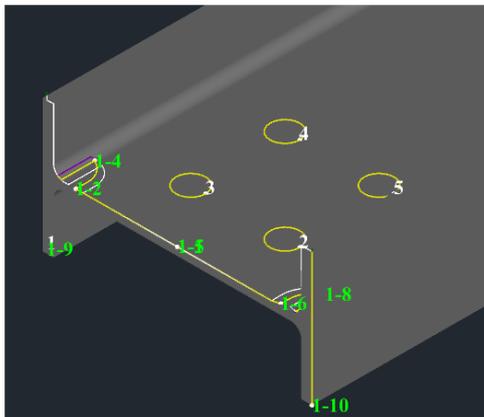
留根补偿  
(正面留根)



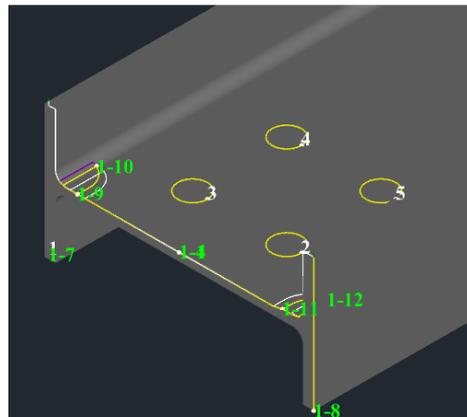
留根补偿  
(背面留根)

• 补齐截断线:

- 勾选: 切断面截断线先切割后, 过焊孔单独作为图元再切割, 截断线全为随动切割, 过焊孔或留根补齐段按设置的随动与凌空方式进行切割。
- 未勾选: 且孔边距为 0 时, 过焊孔作为截断线的一部分, 与相连的腹板路径连续切割偏移优化时, 设定的过焊孔部分与过焊孔到翼板的截断线部分凌空切割。



未勾选



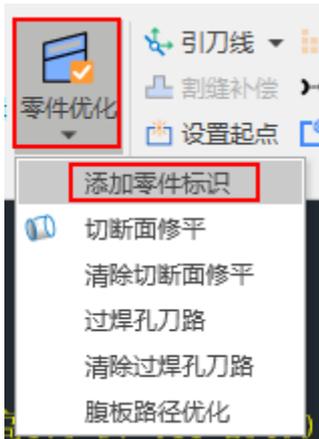
勾选

### 6.3.4 零件标识

零件标识功能允许用户快速在需要的零件位置添加图形或文字打标标识，以便于识别和追踪。

功能入口：

- 菜单栏 → 零件优化 → 添加零件标识



- 在零件列表，鼠标点击右键选择 添加零件标识



参数说明：

- 类型：选择标识的类型，包括图形或文字。
- 内容：根据所选类型，设置标识的具体内容。
  - 图形：

类型:  图形  文字

图形选择:

尺寸:

- **图形选择:** 可选择的图形包括矩形、直线、圆、椭圆、跑道形、星形、正三角形、正五边形、正六边形、正八边形。
- **尺寸:** 设置标识图形的宽度和高度。

○ 文字:

类型:  图形  文字

内容:  零件名称  自动编号

自定义:

字体:  尺寸:

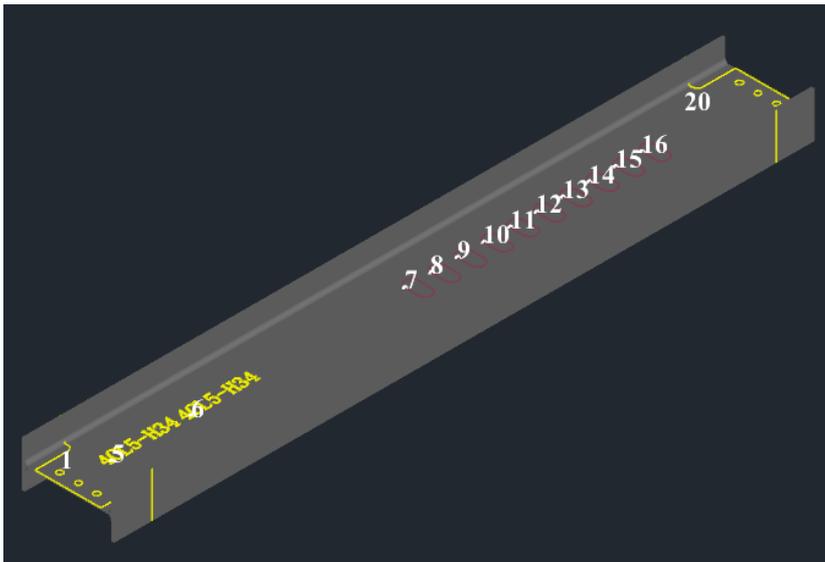
单线字体

- **零件名称:** 标识文字的内容为对应零件的名称。
  - **自动编号:** 标识文字的内容为数字编号, 编号是指系统中该零件自身的序号, 与零件列表编号一般不一致。
  - **自定义:** 在输入框中输入要显示的内容。
  - **字体:** 选择文字的字体类型。
  - **单线字体:** 选择线性字体或笔画粗细一致的字体。勾选后字体可选的就只有单线字体类的字体。
  - **尺寸:** 设置文字的高度。
- **标记位置:** 选择标识放置的零件面, 以及具体位置 (中心、中上、中下)。当设置的面数大于现有零件的最大面, 则自动加在零件最后一个面上。
  - **安全边距:** 设置标识距离当前零件上的图形、截断线、工艺等加工路径的最小距离。
  - **同比缩放:** 标记按相同比例进行放大或缩小。
  - **加工方式:** 设置切割使用的工艺, 或者选择不加工。
  - **数量:** 设置单个零件添加标记的数量。
  - **间距:** 设置单个零件添加多个标记时, 标记之间的间距。
  - **标识摆放:** 将整个标记相对于 X 轴方向特定角度在零件上放置。可选择水平, 竖直。
  - **应用范围:** 选择添加标记的应用范围 (当前零件、勾选零件、所有零件)。

- 清除已有标识：若勾选，则会清除已有标记之后再添加，如果不勾选，不做清除操作，直接添加标记。

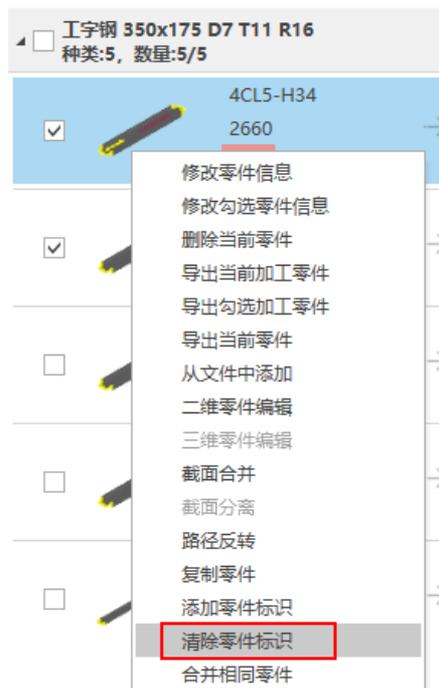
### 添加效果示意图：

- 图形：在当前零件添加跑道图形，尺寸 100，标记位置面二，中心，数量 10，间距 50，加工方式打标。
- 文字：在当前零件添加零件名称文字，尺寸 50，标记位置面二，中下，数量 20，间距 50，加工方式加工。



### 清除零件标识：

在 零件列表 中，点击选中零件，右键选择 清除零件标识。



## 6.4 调整视图

本章主要介绍图形选取和视图调整相关操作。

### 6.4.1 图形选取

选择图形便于编辑。支持两种选取图形方式：

- 手动选择：自行选择任意图形。
- 自动选择：自动选中满足条件的图形。

#### 6.4.1.1 手动选择图形

操作步骤：

1. 在菜单栏 **查看** 区域，点击 **视图** 下拉框，选择 **图形选取**。
2. 选择以下任一方式，选择图形：
  - 点击鼠标左键选取单个图形。
  - 按住 **Ctrl** 键，依次点击鼠标左键，选取多个图形。
  - 按住鼠标左键并拖动鼠标框选图形，选中与框相交和包含在框内的所有图形。

#### 6.4.1.2 自动选择图形

操作步骤：

1. 在菜单栏 **查看** 区域，点击 **选择** 下拉框，选择：
  - **全选**：系统自动选择所有图形。
  - **反选**：反向选择未被选中的图形。
  - **取消选择**：系统自动全部取消选择图形。
  - **选择不封闭图形**：选中文件内所有不封闭的图形。
  - **选择小图形**：选择 X 轴、Y 轴尺寸小于设定值的图形。
    - i. 选择 **选择小图形**，打开如下对话框：



- ii. 输入 X 尺寸和 Y 尺寸，点击 **确定**。

- **选择相似图形**：手动选中一个图形后，点击 **选择相似图形**，系统自动选中与选中图形类型、尺寸相同的图形。

**说明**：该操作不区分角度。

- **选择相似图形（区分角度）**：手动选中一个图形后，点击 **选择相似图形（区分角度）**，系统自动选中与选中图形类型、尺寸、角度相同的图形。

**说明**：该操作区分角度。

#### 6.4.2 视图平移

重新定位图形在三维视图栏中的位置，便于观察当前图形的不同部位。

**操作步骤**：

1. 选择以下任一方式，调用平移视图功能：
  - 按住 **Ctrl** 和鼠标滚轮，平移管材。
  - 在菜单栏 **查看** 区域，点击 **视图** 下拉框，选择 **视图平移** 后，选择一个基准点，按住鼠标左键，拖动至目标位置释放鼠标。
2. 按 **Esc** 键或单击鼠标右键退出工具。

#### 6.4.3 窗选放大

将图形的局部放大到视图窗口大小。

**操作步骤**：

1. 在菜单栏 **查看** 区域，点击 **视图** 下拉框，选择 **窗选放大**，调用窗选放大功能。
2. 按住鼠标左键移动，框选出待放大区域，松开鼠标左键后框选区域放大。
3. 按 **Esc** 键或单击鼠标右键退出工具。

#### 6.4.4 最佳视图

图形调整至起始位置以及默认大小，在三维视图栏中全部显示。

**操作步骤**：

1. 选择以下任一方式，调用最佳视图功能：
  - 在菜单栏 **查看** 区域，点击 **视图** 下拉框，选择 **最佳视图**。
  - 在三维视图栏中，单击鼠标右键，选择 **最佳视图**。

#### 6.4.5 适应视图

三维视图栏中所有的元素自动适应视图窗口。

## 操作步骤：

1. 在菜单栏 **查看** 区域，点击 **视图** 下拉框，选择 **适应视图**。

### 6.4.6 视图选择

选择标准视图查看图形。

## 操作步骤：

1. 在菜单栏 **查看** 区域，点击 **视图** 下拉框，并在 **视图选择** 子菜单栏选择以下角度查看图形：

- 前视图
- 后视图
- 左视图
- 右视图
- 上视图
- 下视图

### 6.4.7 渲染模式

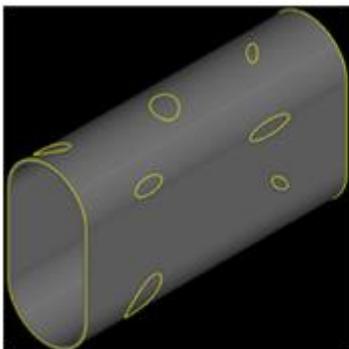
支持不镂空、镂空和线框三种渲染方式。默认显示不镂空渲染模式。

## 操作步骤：

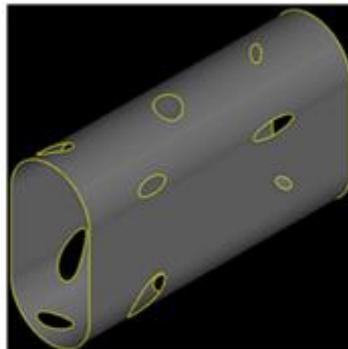
1. 在菜单栏 **查看** 区域，点击 **视图** 下拉框，并在 **渲染模式** 子菜单栏选择以下渲染模式：

- 不镂空
- 镂空
- 线框

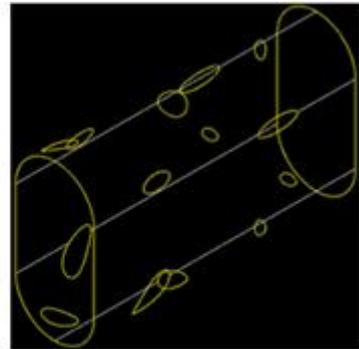
渲染模式效果图如下：



不镂空



镂空



线框

### 6.4.8 缩放视图

放大或缩小视图，更可清晰的查看添加的工艺效果。

滚动鼠标滚轮，向上滚动放大，向下滚动缩小。

### 6.4.9 旋转视图

360°旋转视图，更全方位的查看管材。

**操作步骤：**

1. 选择以下任一方式，旋转视图：
  - 按住鼠标滚轮，拖动鼠标任意方向旋转管材。
  - 按住 **Ctrl** 和滚动鼠标滚轮，快速绕管材拉伸方向旋转。
  - 按住 **Shift** 和滚动鼠标滚轮，缓慢绕管材拉伸方向旋转。

## 6.5 图形操作

### 6.5.1 绘制图形

软件支持绘制以下图形：

-  点
-  多义线
-  直线
-  圆
-  圆弧
-  椭圆
-  椭圆弧
-  跑道型
-  矩形
-  正多边形
-  星形
-  文字

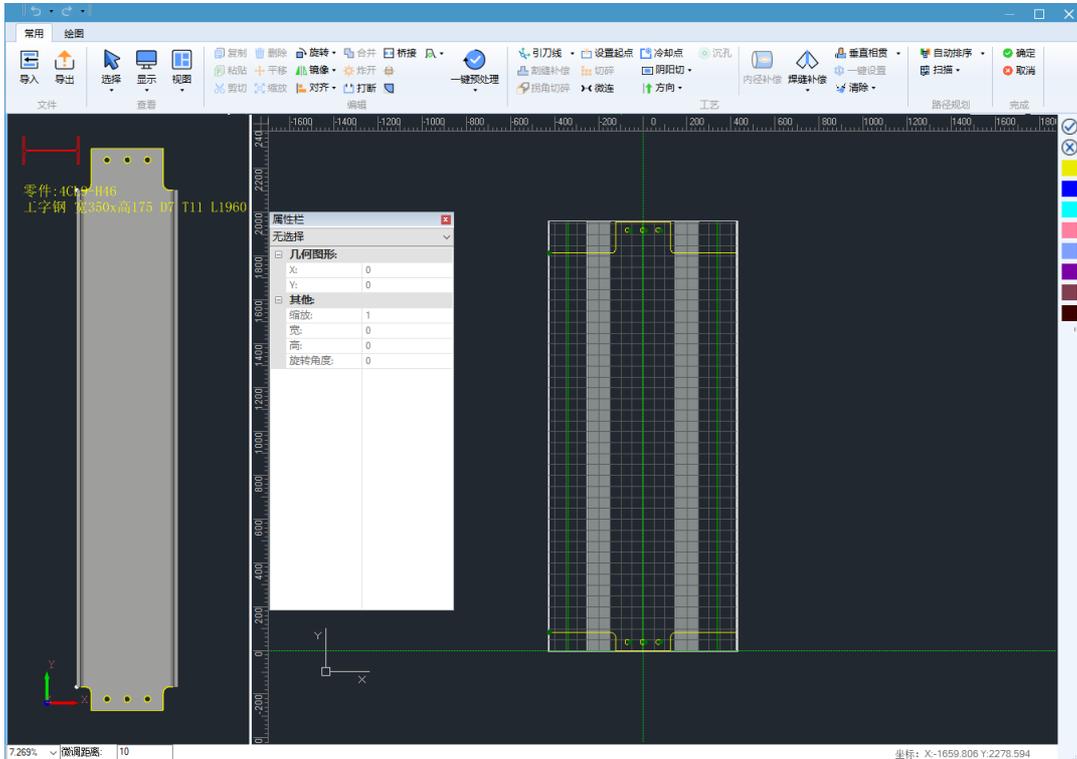
以下介绍如何调用绘图工具，在后续章节中不再赘述。

**操作步骤：**

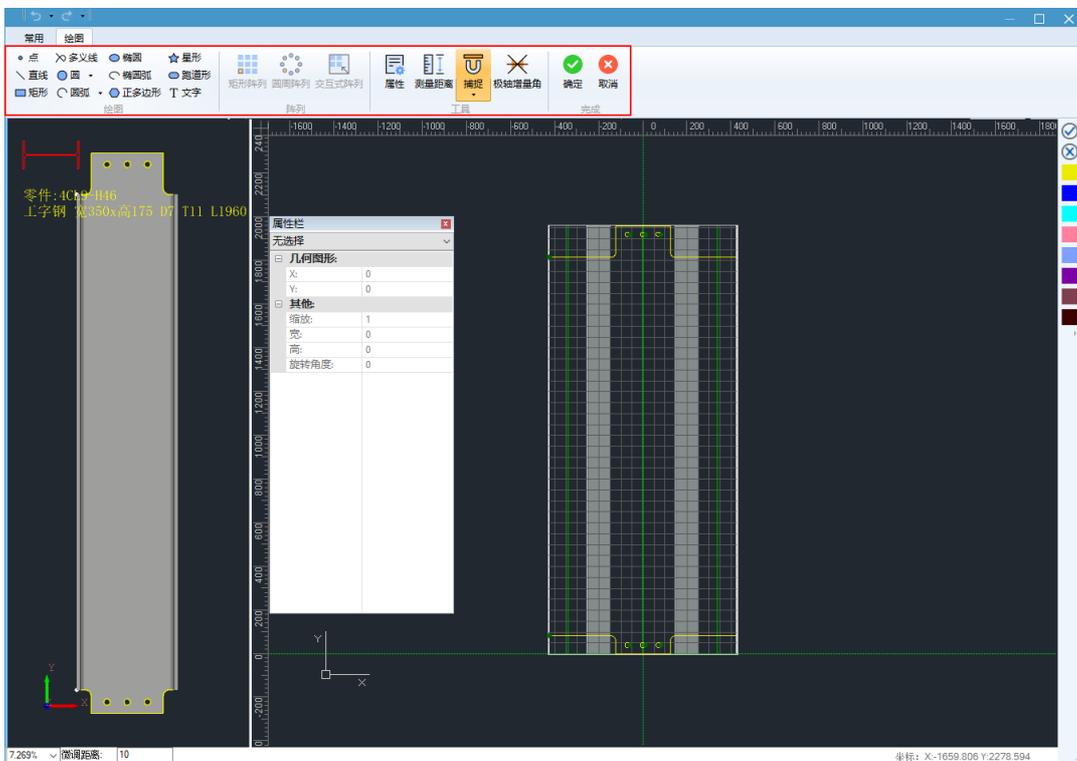
1. 在零件列表栏，双击选中目标零件。

## 2. 选择以下任一方式，打开 **二维编辑** 页面：

- 在菜单栏 **编辑** 区域，点击 **二维编辑**。
- 鼠标右键调出快捷菜单，点击 **二维零件编辑**。



## 3. 在菜单栏中点击 **绘图** 页签，切换到绘图菜单栏，如下图红框所示：



## 4. 点击对应的绘图工具，即可调用。

### 6.5.1.1 点

#### 操作步骤：

1. 在 **二维编辑** 页面的绘图菜单栏，调用点  工具。
2. 在绘图区单击鼠标左键，选取点的位置，即绘制出一个点。
3. 重复步骤 2，继续绘制。
4. 单击鼠标右键，退出工具。

### 6.5.1.2 多义线

多义线是指由一系列的直线和圆弧构成的单个对象，本软件支持直线和圆弧相互切换绘制。

#### 操作步骤：

1. 在 **二维编辑** 页面的绘图菜单栏，调用多义线  工具。
2. 在绘图区，单击鼠标左键选取一点作为起点。
3. **(可选：)** 如果要绘制圆弧，则单击鼠标右键调出快捷菜单，点击 **相切弧**。软件默认是绘制 **直线段** 模式。

**说明：**多义线初始默认是绘制 **直线段** 模式。

4. 单击鼠标左键选取下一点。以此类推，如果要切换绘制模式，则单击鼠标右键调出快捷菜单，点击**直线段**或**相切弧**。
5. 绘制完毕后，单击鼠标右键，调出快捷菜单，根据不同需要，选择以下操作：
  - 若需确定当前点为该多义线的终点，绘制的多义线为开口图形，点击 **确定**。
  - 若需使当前点与起点以直线段相连，绘制的多义线为封闭图形，点击 **闭合**。
  - 若需要取消之前所有选点操作，退出绘制多义线，点击 **取消**。

6. 再次单击鼠标右键，退出多义线绘制。

### 6.5.1.3 直线

#### 操作步骤：

1. 在 **二维编辑** 页面的绘图菜单栏，调用直线  工具。
2. 在绘图区，单击鼠标左键，选取起点。
3. 单击鼠标左键，选取下一点。
4. 单击鼠标右键，退出直线绘制。

#### 6.5.1.4 圆弧

##### 操作步骤：

- 使用半径画圆弧方式：
  - a. 在 **二维编辑** 页面的绘图菜单栏，点击  圆弧或  圆弧 的下拉键，选择 **半径画圆弧**。
  - b. 在绘图区，单击鼠标左键，选取圆心。
  - c. 移动鼠标，单击鼠标左键，选取一点，该点为圆弧的起点，且到圆心的距离为半径。
  - d. 再次移动鼠标，单击鼠标左键，选取圆弧的终点，生成的圆弧刀路默认加工方向为逆时针。
  - e. 单击鼠标右键，退出工具。
- 使用三点画圆弧方式：
  - a. 在 **二维编辑** 页面的绘图菜单栏，点击  圆弧 的下拉键，选择 **三点画圆弧**。
  - b. 在绘图区，单击鼠标左键，选取一点，该点为圆弧的起点。
  - c. 移动鼠标，单击鼠标左键，选取第二点。
  - d. 再次移动鼠标，单击鼠标左键，选取第三点，该点为圆弧的终点。
  - e. 单击鼠标右键，退出工具。

#### 6.5.1.5 椭圆弧

##### 操作步骤：

1. 在 **二维编辑** 页面的绘图菜单栏，调用椭圆弧  工具。
2. 在绘图区，单击鼠标左键，选取中心点。
3. 单击一下鼠标左键，移动鼠标位置再点击一下鼠标左键，分别选取椭圆弧的长半轴和短半轴距离。
4. 单击鼠标左键，选取椭圆弧的起点。
5. 移动鼠标，单击鼠标左键，选取椭圆弧的终点，生成的椭圆弧刀路默认加工方向为逆时针。
6. 单击鼠标右键，退出工具。

#### 6.5.1.6 圆

##### 操作步骤：

- 使用半径画圆方式：
  - a. 在 **二维编辑** 页面的绘图菜单栏，点击  或  下拉键，选择 **半径画圆**。
  - b. 在绘图区，单击鼠标左键，选取圆心。
  - c. 单击鼠标左键选取一点，该点到圆心的距离为半径。
  - d. 单击鼠标右键，退出工具。
- 使用三点画圆方式：
  - a. 在 **二维编辑** 页面的绘图菜单栏，点击  圆的下拉键，选择 **三点画圆**。
  - b. 在绘图区，连续单击鼠标左键三次，分别选取三个点，组成一个圆。

**说明：**选取的三点不在一条直线上，并且点点不重叠，三点可以构成三角形。绘制任意两条的垂直中心线，会得到交点，这个交点就是圆心。
  - c. 单击鼠标右键，退出工具。

#### 6.5.1.7 椭圆

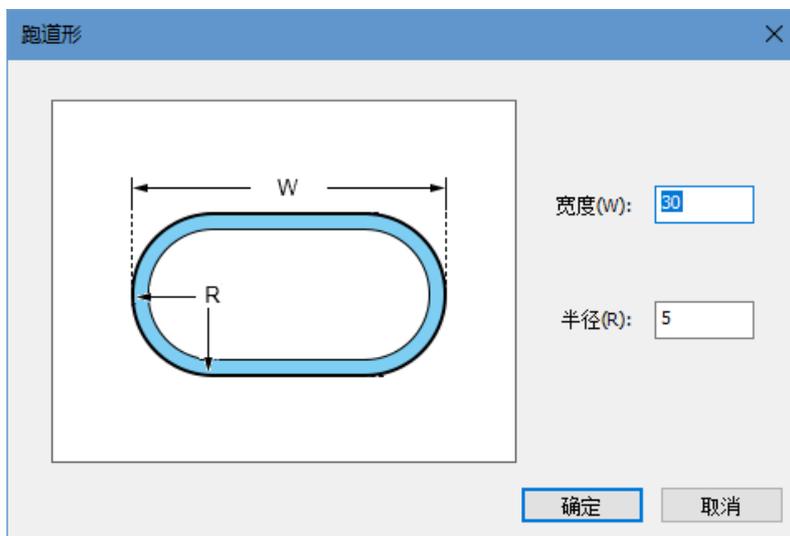
##### 操作步骤：

1. 在 **二维编辑** 页面的绘图菜单栏，调用椭圆  工具。
2. 在绘图区，单击鼠标左键，选取中心点。
3. 单击鼠标左键，移动鼠标位置后再次单击鼠标左键，分别选取两点，这两点到中心点的距离分别为椭圆的长半轴和短半轴。生成的椭圆刀路默认加工方向为逆时针。
4. 单击鼠标右键，退出工具。

#### 6.5.1.8 跑道形

##### 操作步骤：

1. 在 **二维编辑** 页面的绘图菜单栏，调用椭圆  工具，弹出 **跑道形** 对话框：



2. 设置跑道形的宽度和半径。
3. 点击 **确定**，在绘图区，单击鼠标左键，即绘制完成，默认加工方向为逆时针。
4. 单击鼠标右键，退出工具。

#### 6.5.1.9 矩形

##### 操作步骤：

1. 在 **二维编辑** 页面的绘图菜单栏，调用矩形  工具。
2. 在绘图区，单击鼠标左键，选取起点。
3. 移动鼠标到相应位置后单击鼠标左键，选取终点。生成的矩形刀路默认加工方向为逆时针。
4. 单击鼠标右键，退出工具。

#### 6.5.1.10 正多边形

##### 操作步骤：

1. 在 **二维编辑** 页面的绘图菜单栏，调用正多边形  工具。
2. 在绘图区，单击鼠标左键，选取中心点。
3. 单击鼠标左键，选取终点。生成的正多边形刀路默认加工方向为逆时针。
4. 单击鼠标右键，退出工具。

#### 6.5.1.11 星形

##### 操作步骤：

1. 在 **二维编辑** 页面的绘图菜单栏，调用星形  工具。
2. 在绘图区，单击鼠标左键，选取中心点。
3. 单击鼠标左键，选取终点。生成的星形刀路默认加工方向为逆时针。
4. 单击鼠标右键，退出工具。

#### 6.5.1.12 文字

##### 操作步骤：

1. 在 **二维编辑** 页面的绘图菜单栏，调用文字  工具。
2. 在绘图区，单击鼠标左键，自动弹出文字编辑弹窗。
3. 在文字编辑弹窗中输入文字，调整字体字号等参数。
4. **(可选：)** 若需换行，按 **Ctrl+Enter** 组合键。
5. 按 **Enter** 键或点击 **确定**，完成文字绘制。

6. 完成文字绘制后，自动退出文字工具，再次添加文字，重复步骤 2-5。

## 6.5.2 编辑图形

对图形可进行复制、粘贴、剪切和删除外，还可进行以下编辑操作：

-  [平移](#)
-  [缩放](#)
-  [旋转](#)
-  [镜像](#)
-  [对齐](#)
-  [合并](#)
-  [炸开](#)
-  [打断](#)
-  [桥接](#)
-  [管面居中](#)
-  [倒角](#)
-  [截断线设置](#)

### 6.5.2.1 平移

平移图形是指按某个直线方向移动图形，改变图形的坐标位置，不改变图形的形状大小。

操作步骤：

1. 在 **二维编辑** 页面，选中图形。
2. 选择以下任一方式，平移图形：
  - 在 **菜单栏** 中，点击  **平移**，点击绘图区任意一点，单击鼠标左键选取目标位置。
  - 按住鼠标左键拖动图形。

### 6.5.2.2 缩放

缩放图形是指用于等比例缩放图形，改变图形的大小。

操作步骤：

1. 在 **二维编辑** 页面，选中图形。
2. 在 **菜单栏** 中，点击  **缩放**。

3. 单击鼠标左键选取缩放中心点，可选取在图形内部，也可在图形外部，该图形与缩放中心点的方向即为缩放图形移动的方向。
4. 单击鼠标左键选取目标点。
5. 移动光标调整缩放比。
6. 单击鼠标左键确认。

### 6.5.2.3 旋转

旋转图形是指将图形以某一点为选择中心按任意方向转动任意角度。

操作步骤：

1. 在 **二维编辑** 页面，选中图形。
2. 根据需要，选择以下操作：
  - 按照以下步骤，绕任意点旋转图形：
    - i. 在 **菜单栏** 中，点击  **旋转**。
    - ii. 单击鼠标左键选取旋转中心。
    - iii. 移动光标调整旋转角。
    - iv. 单击鼠标左键确定。
  - 按住 **Ctrl** 键，并拖动节点编辑框任一四角上矩形点。
  - 如果需要顺时针旋转 90°，在 **菜单栏** 中，点击  **旋转** → **顺时针旋转 90 度**。
  - 如果需要逆时针旋转 90°，在 **菜单栏** 中，点击  **旋转** → **逆时针旋转 90 度**。
  - 如果旋转 180°，在 **菜单栏** 中，点击  **旋转** → **旋转 180 度**。

### 6.5.2.4 镜像

镜像包含了以下两种模式：

- 水平镜像：以图形垂直中轴线为中心，对换图形的左右部分。
- 垂直镜像：以图形水平中轴线为中心，对换图形的上下部分。
- 任意角度镜像：以图形任意角度直线为轴，对换图形的左右部分并旋转任意角度。

操作步骤：

1. 在 **二维编辑** 页面，选中图形。
2. 根据需要，选择以下操作：
  - 如果需要水平镜像，在 **菜单栏** 中，点击  **镜像** → **水平镜像**。
  - 如果需要垂直镜像，在 **菜单栏** 中，点击  **镜像** → **垂直镜像**。

- 如果需要任意角度镜像，执行以下步骤：
  - i. 在 **菜单栏** 中，点击  **镜像** → **任意角度镜像**。
  - ii. 单击鼠标左键选取镜像中心，图形会先做垂直镜像变化。
  - iii. 移动光标调整镜像的旋转角，移动光标时图形位置会绕该中心做旋转变动。
  - iv. 单击鼠标左键确定，完成任意角度镜像变化。

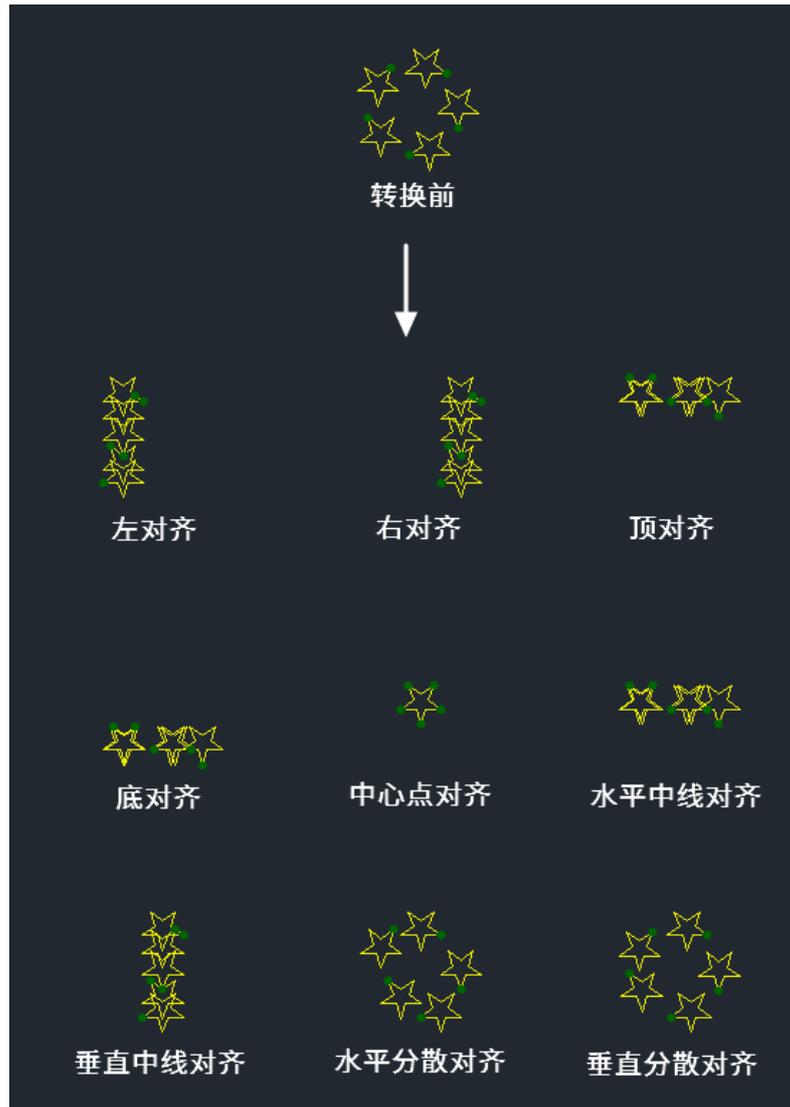
### 6.5.2.5 对齐

改变多个图形间的相对位置，使其对齐排列。

**操作步骤：**

1. 在 **二维编辑** 页面，选中多个图形。
2. 在 **菜单栏** 中，点击  **对齐**，在子菜单下选择对齐方式：
  - 左对齐
  - 右对齐
  - 顶对齐
  - 底对齐
  - 中心点对齐
  - 水平中线对齐
  - 垂直中线对齐
  - 水平分散对齐
  - 垂直分散对齐

系统自动执行对齐。前后效果图如下：



### 6.5.2.6 合并

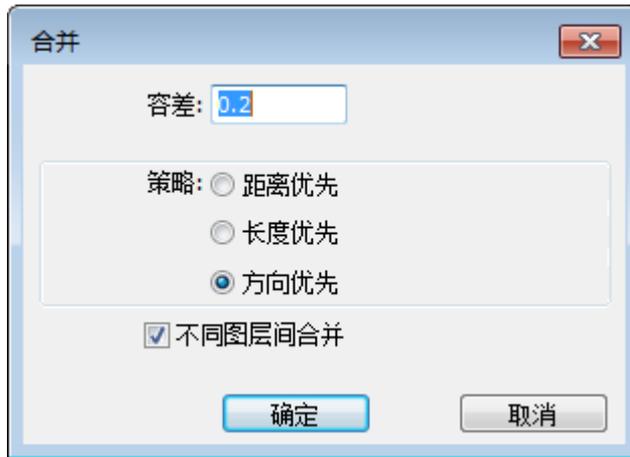
合并图形用于将不相连的多个图形连接起来，合并为单个图形。

仅适用于开口图形、非文字以及群组。

使用前建议打开捕捉功能，具体操作参见 [捕捉](#)。

操作步骤：

1. 在 **二维编辑** 页面，选中多个图形。
2. 选择以下任一方式，打开 **合并** 对话框：
  - 在 **菜单栏** 中，点击  **合并**。
  - 单击鼠标右键调出快捷菜单，点击 **合并**。



3. 在 **容差** 设定框中输入容差值。

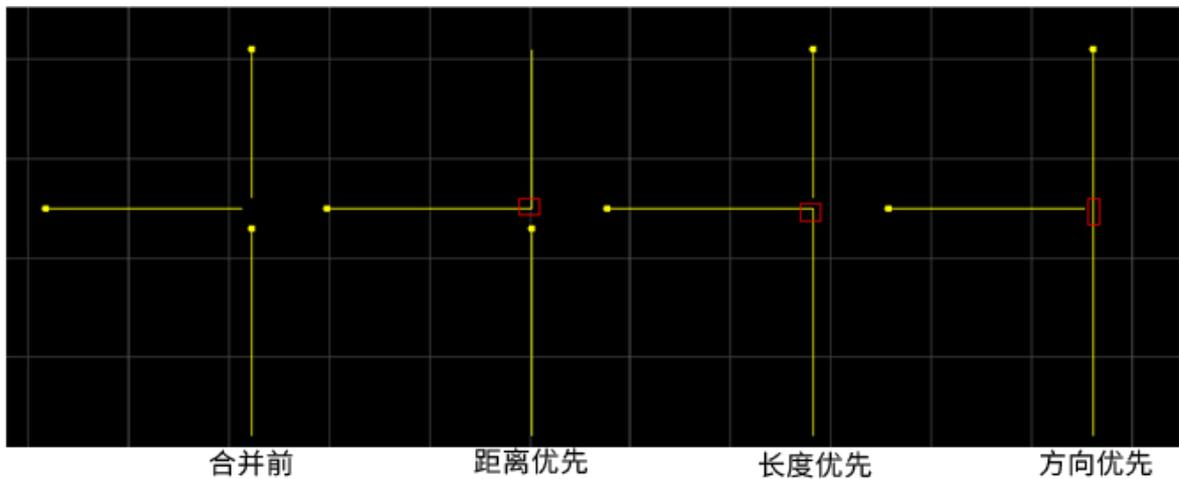
容差为设置合并需满足图形间的最大间隔值。

默认合并容差范围：[0.01, 10]mm。

4. 设置合并 **策略**，点击 **距离优先** / **长度优先** / **方向优先**。

当同一合并位置上满足合并容差的端点为三个以上时，优先两两合并距离最近 / 长度最长 / 方向相同的图形。

前后效果图如下：



5. (可选：) 若需合并位于不同图层的两段线，勾选 **不同图层间合并**。

### 6.5.2.7 炸开

删除多余线条，达到修剪刀路的目的，多用于多义线。

配合使用 [合并](#) 图形，可修正图形绘制时发生的错误，保证加工质量。

根据对象不同，**炸开** 具有以下特点：

- 对象为图形群组时，**炸开** 等同于 **解散组合**。
- 对象为文字时，**炸开** 等同于 **文字转图形**。

操作步骤：

1. 在 **二维编辑** 页面，选中图形。
2. 在 **菜单栏** 中，点击  炸开。

### 6.5.2.8 打断

用于将图形进行截断处理，截断为多条多义线。打断图形有以下两种方式：

- 自动打断：根据设置值自动对选中对象执行打断。
- 手动打断：自行选择打断位置，一次只对单个图形执行打断。

通常使用场景如下：

- 通过打断处理，使切割后的零件与周围材料相连，此时与微连作用相同。
- 在绘制图形阶段裁剪多余的图形，便于切割出理想形状。

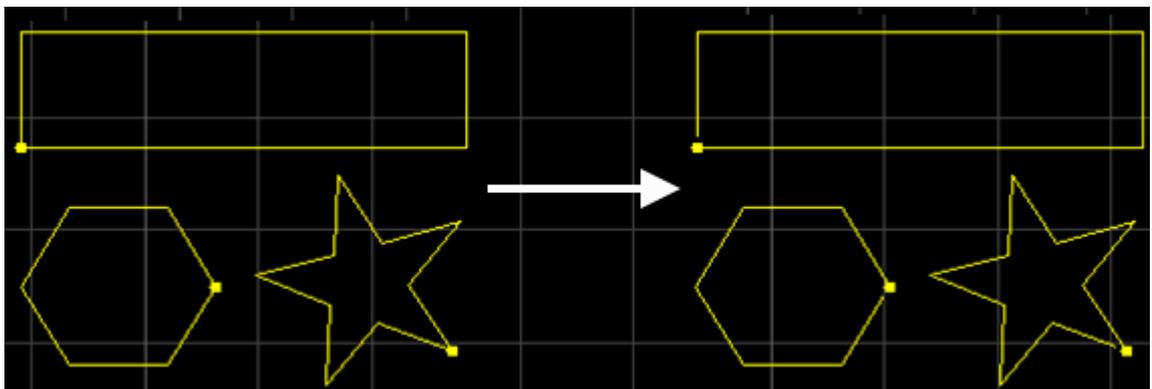
操作步骤：

1. 在 **二维编辑** 页面，选中图形。
2. 在 **菜单栏** 中，点击  打断。



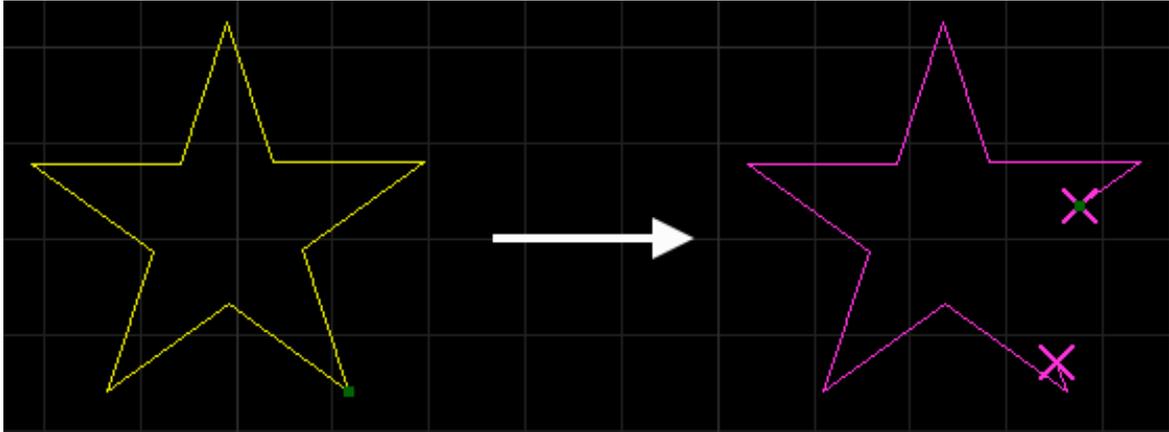
3. 根据选用的打断方式不同，选择执行以下操作：
  - 自动打断方式：
    - i. 点击 **自动**，输入打断线的 **数量** 和 **长度**。
    - ii. 点击 **确定**。

自动打断效果图如下：



- 手动打断方式：
  - i. 点击 **手动**，输入打断线的 **长度**。
  - ii. 点击 **确定**，光标变为  $\overset{+}{-}|-$ 。
  - iii. 单击鼠标左键选取打断位置。
  - iv. 单击鼠标右键手动打断。

手动打断效果图如下：



### 6.5.2.9 桥接

当一个零件由多个部分构成时，使用该功能连接这些部分，可使之切割后不散落，并减少穿孔次数。多次使用 **桥接** 功能，可实现对所有图形一笔画的效果，多用于文字笔画的连接。

操作步骤：

1. 在 **二维编辑** 页面，选中图形。

**说明：**如果桥接的对象是文字，则需确保文字已文字转图形。

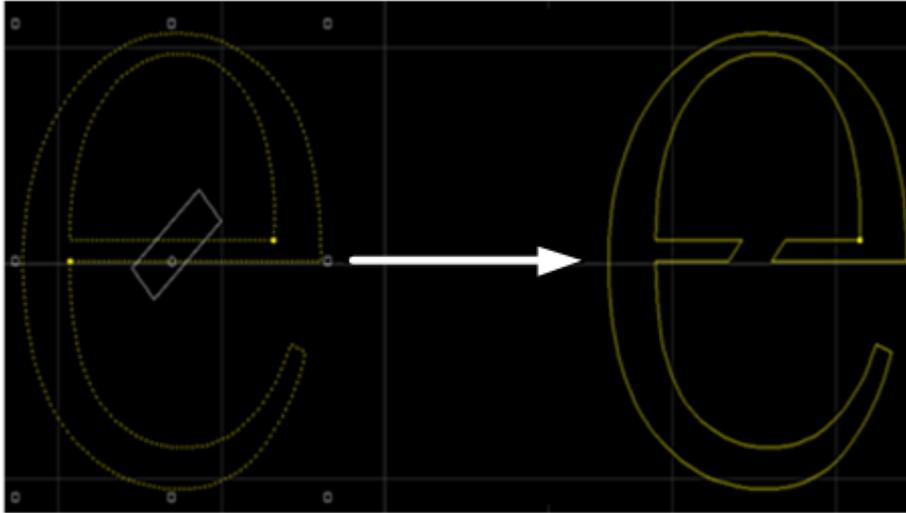
2. 在 **菜单栏** 中，点击  **桥接**，打开 **桥接** 对话框：



3. 设置桥接的最大间距和宽度。
4. 点击 **确定**。

5. 点击鼠标左键分别选取桥接部分的两端。
6. 点击鼠标右键或按 **Esc** 键退出桥接功能。

桥接效果图如下：



### 6.5.2.10 管面居中

实现将一个或多个图形居中至当前面中心。

操作步骤：

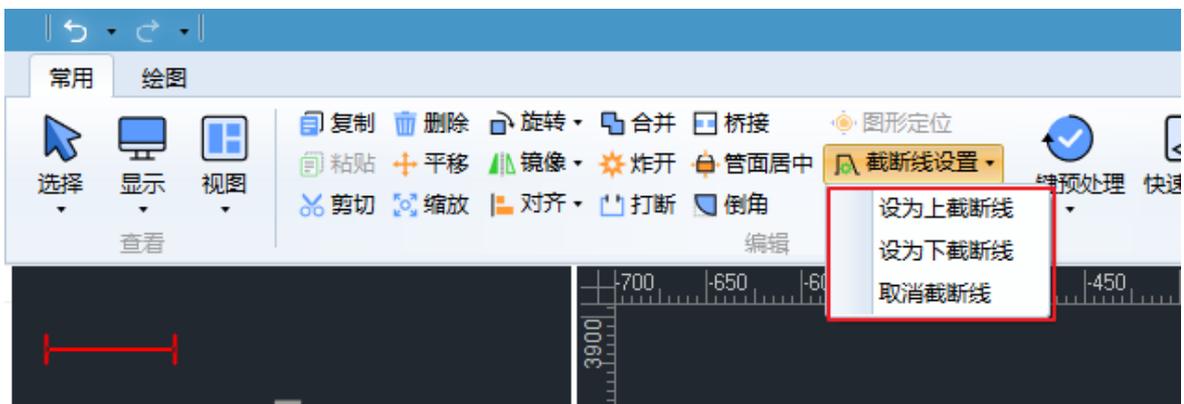
1. 在 **二维编辑** 页面，选中图形。
2. 在 **菜单栏** 中，点击 管面居中。

### 6.5.2.11 截断线设置

对选中的截断线进行设置，其中上截断线代表零件，下载断线代表废料。

操作步骤：

1. 在 **二维编辑** 页面，选中一条或多条截断线。
2. 在 **菜单栏** 中，点击 **截断线设置** → 选择功能。



### 6.5.2.12 倒角

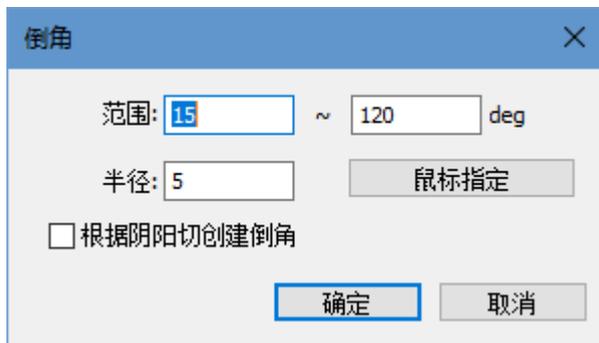
倒角功能用于对图形中所有处于特定角度范围内的角进行圆弧倒角处理，以优化切割厚材料时拐点的切割效果。用户可以通过以下两种方式添加倒角：

- **自动添加倒角**：系统根据预设值自动对满足条件的选定对象添加倒角。
- **手动添加倒角**：用户自行选择倒角位置，适用于拐角范围为  $0^{\circ}$  至  $180^{\circ}$  的情况。

#### 6.5.2.12.1 自动倒角

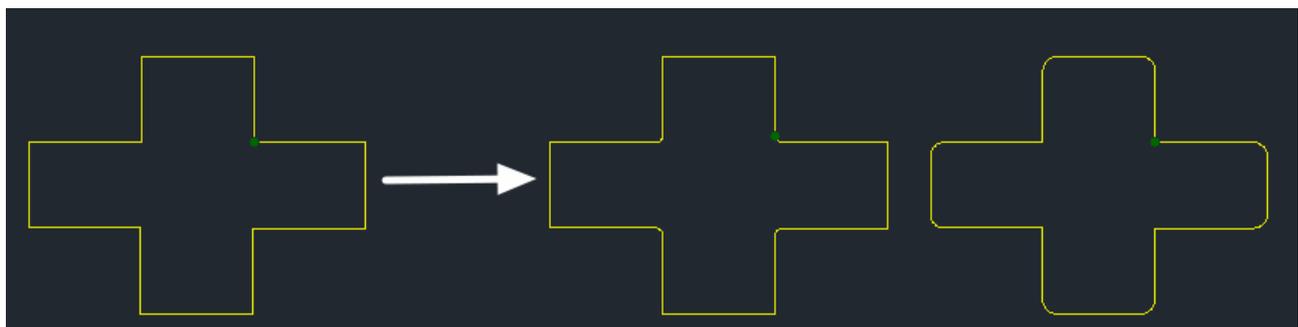
操作步骤：

1. 在二维编辑页面，选择需要倒角的对象。
2. 在菜单栏 **编辑** 区域，点击  **倒角**，打开 **倒角** 对话框：



3. 在对话框中设置倒角的角度范围及半径。
4. **(可选：)** 如果选中的封闭图形需要根据阴阳切属性添加倒角，请勾选 **根据阴阳切创建倒角**。
5. 点击 **确定**，设置完毕，系统将自动在满足条件的角上添加倒角。

设置范围为  $45^{\circ}$  至  $90^{\circ}$ ，并勾选 **根据阴阳切创建倒角** 时，自动添加倒角的效果图如下：



转换前

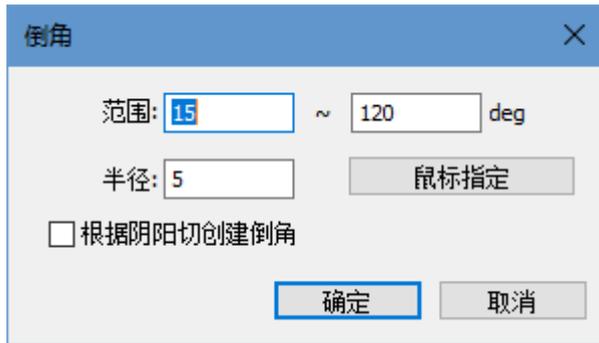
阴切-添加倒角

阳切-添加倒角

#### 6.5.2.12.2 手动倒角

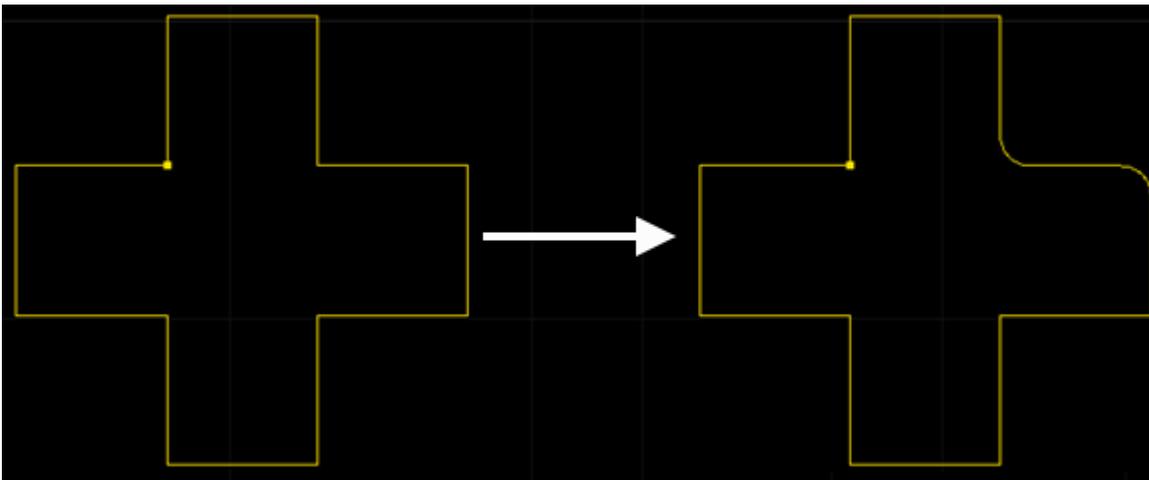
操作步骤：

1. 无需选中对象，在菜单栏 **工艺** 区域，点击  **倒角**，打开 **倒角** 对话框：



2. 设置倒角的半径。
3. (可选: ) 勾选 **根据阴阳切创建倒角**。
4. 点击 **鼠标指定**, 此时光标变为 .
5. 使用鼠标左键选择需要添加倒角的点。
6. 点击鼠标右键, 退出手动添加倒角功能。

不勾选 **根据阴阳切创建倒角** 时, 手动添加倒角的效果图如下:



### 6.5.3 制作阵列

阵列是简单的嵌套形式之一, 可将加工图形复制出多个并有序排列, 提高加工效率。

阵列方式分为:

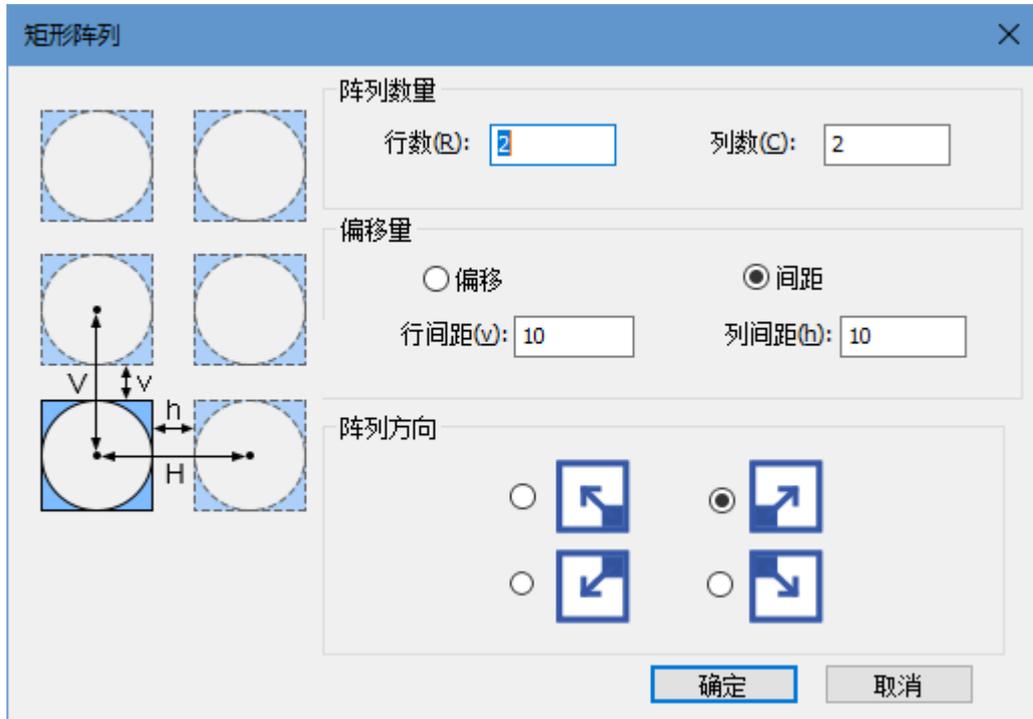
- [矩形阵列](#)
- [圆周阵列](#)
- [交互式阵列](#)

#### 6.5.3.1 矩形阵列

将图形沿着矩阵方阵复制。

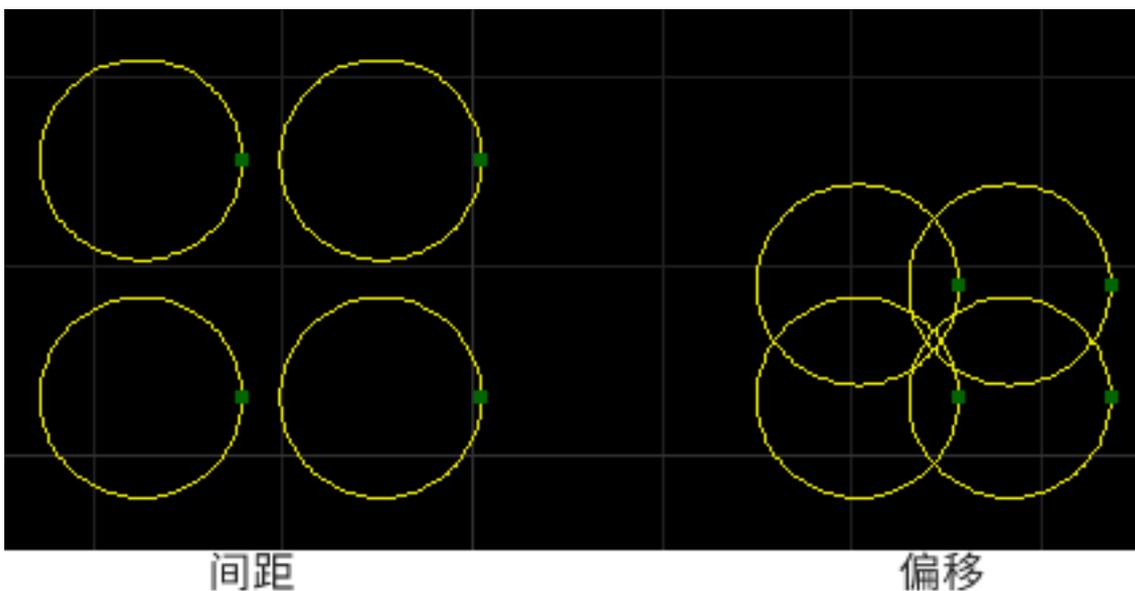
操作步骤:

1. 在 **二维编辑** 页面，选中一个或多个图形。
2. 在 **阵列** 栏中，点击  **矩形阵列**，打开 **矩形阵列** 对话框：



3. 设置矩形阵列的行数和列数。
4. 在 **偏移量** 区域，设置偏移方式：
  - **偏移**：以图形中心为基准进行平移。
  - **间距**：以图形边框为基准进行平移。
5. 选择矩形阵列的行方向和列方向。

矩形阵列效果图如下：



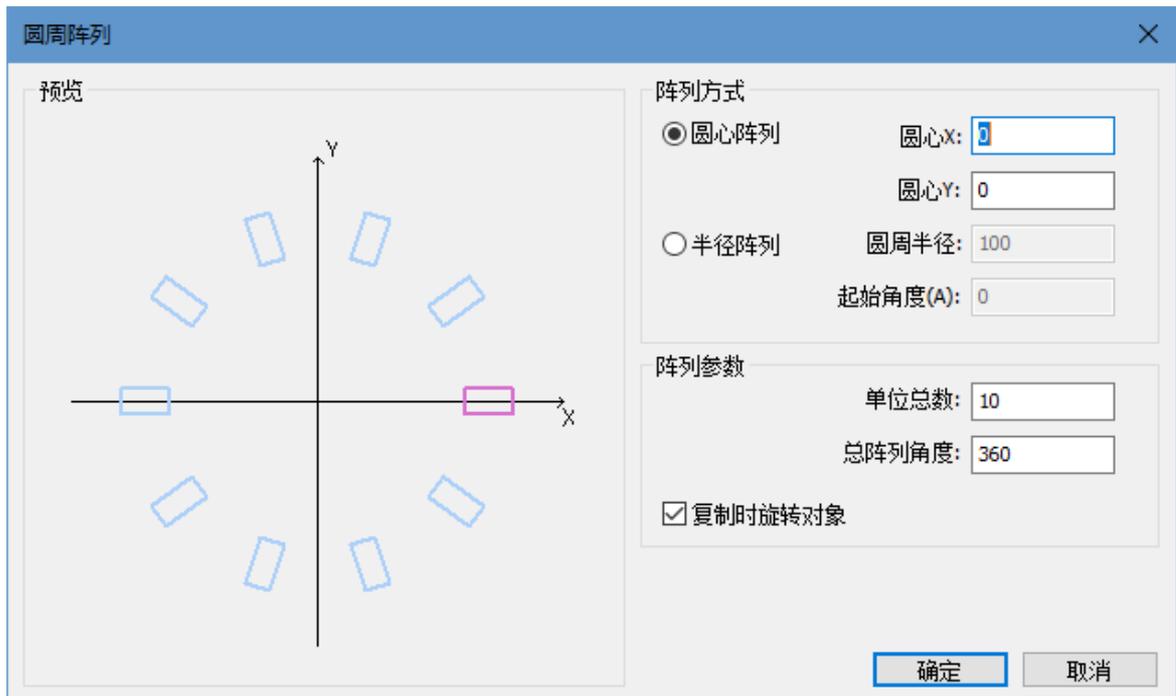
### 6.5.3.2 圆周阵列

圆周阵列有两种模式：

- 圆心阵列：以指定的圆心坐标为基准，做出阵列。
- 半径阵列：以当前选中的图形为基准（圆心），周围做出一圈阵列。

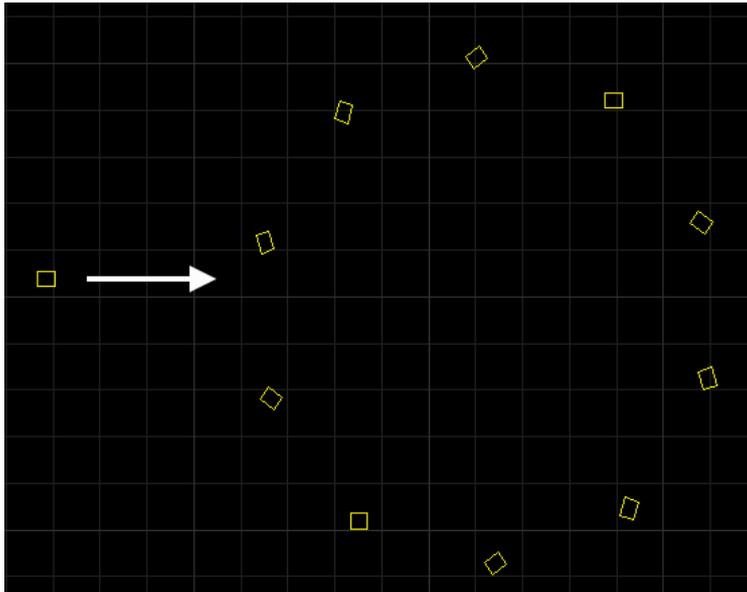
操作步骤：

1. 在 **二维编辑** 页面，选中一个或多个图形。
2. 在 **阵列** 栏中，点击  **圆周阵列**，打开 **圆周阵列** 对话框：



3. 设置阵列方式。
  - 圆心阵列：勾选**圆心阵列**，设置圆周阵列的旋转中心点坐标。
  - 半径阵列：勾选**半径阵列**，设置 **圆周半径** 和 **起始角度(A)** 参数。
4. 设置**阵列参数**区域的参数。
  - **单位总数**：复制圆的总数。
  - **总阵列角度**：总阵列偏移角度。
5. 复制时旋转对象：默认勾选。绘制阵列时，图形需要随旋转角度变换而变换。

圆周阵列效果图如下（勾选 **复制时旋转对象**）：



### 6.5.3.3 交互式阵列

手动选定阵列的区域范围，在该区域内将图形沿矩阵方阵复制。

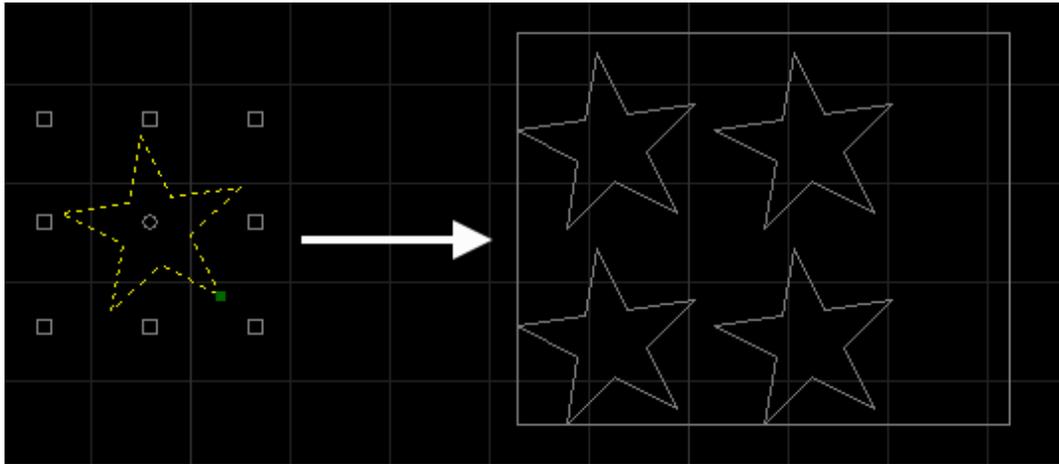
操作步骤：

1. 在 **二维编辑** 页面，选中一个或多个图形。
2. 在 **阵列** 栏中，点击  **交互式阵列**，打开 **交互式阵列** 对话框：



3. **(可选：)** 若需将原图删除，勾选 **阵列后删除原图**。
4. 设置交互式阵列的 **行间距** 和 **列间距**。
  - **行间距**：以图形边框为基准进行左右平移。
  - **列间距**：以图形边框为基准进行上下平移。
5. 点击 **确定**，此时光标变成 .
6. 点击鼠标左键选取起始位置。
7. **(可选：)** 若需重新选取起始位置，点击鼠标右键。
8. 拖动鼠标，选择终点位置，点击鼠标左键。

交互式阵列效果图如下：



## 6.5.4 辅助工具

系统提供以下辅助工具，便于图形绘制。

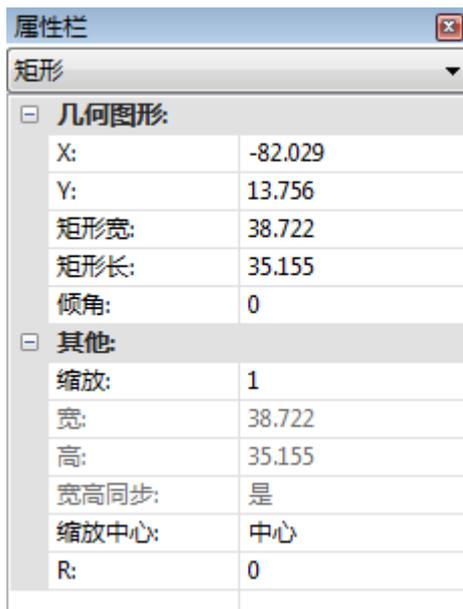
- [属性](#)
- [测量距离](#)
- [捕捉](#)

### 6.5.4.1 属性

查看和修改单个或者多个图形的属性，可对改变图形大小，倾角。

操作步骤：

1. 在 **二维编辑** 页面，选中一个或多个图形。
2. 在 **工具** 栏中，点击  **属性**，打开 **属性栏** 页面：



3. 修改属性参数，参数说明如下：

- 几何图形：
    - X、Y 及数值为选中图形的起点 X 轴与 Y 轴坐标。
    - 矩形宽与矩形长为选中图形的宽与长。
    - 倾角为图形相对于 X 轴的角度。
  - 其他：
    - 可查看并修改缩放的数值来按比例调整选中图形的大小。
    - 宽和高的数值随设置的缩放比例变化。
    - 缩放中心可设置中心、左、右、上、下、左上、左下、右上、右下。
    - R 角手动设置角度。
4. 修改完成后，点击 ，确认并关闭 属性栏 页面。

#### 6.5.4.2 测量距离

在视图内测量指定的任意两点间距离、X/Y 偏移量及与 X 轴正向的角度。

操作步骤：

1. 在 工具 栏中，点击  测量距离，鼠标后面带 。
2. 单击鼠标左键选取测量起点。
3. 移动光标至测量终点，鼠标下方会根据光标移动的位置，显示测量结果。

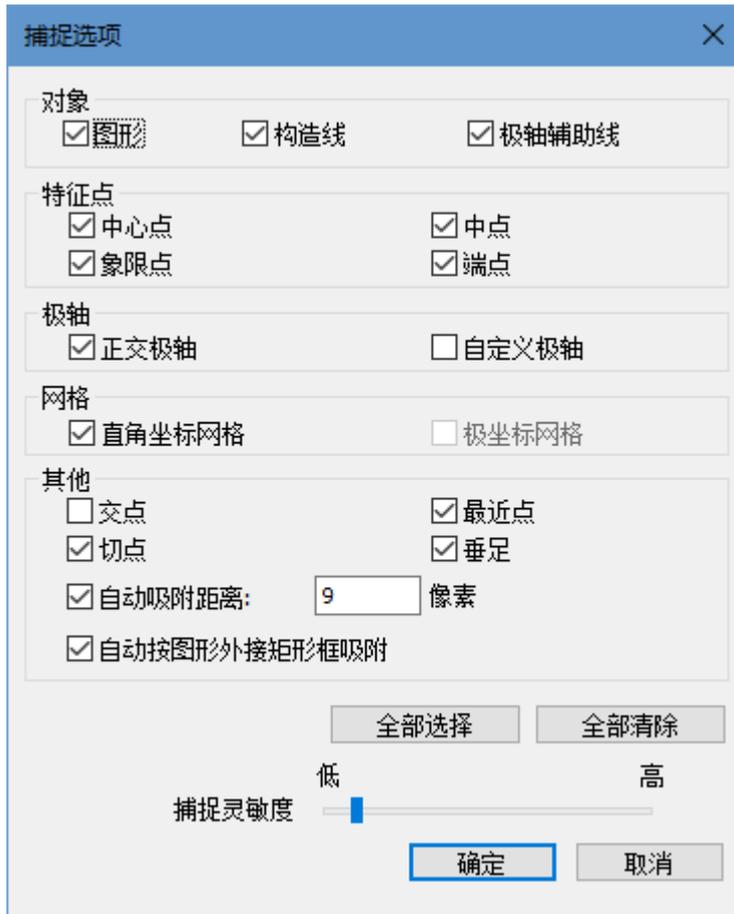
#### 6.5.4.3 捕捉

在绘制对象时更精确定位零件视图已有图形的特征点。

鼠标接近特征点时，系统能轻松捕捉到，便于图形之间的准确连接。

操作步骤：

1. 在 工具 栏中，点击  捕捉 → 捕捉选项，打开 捕捉选项 对话框：



- 勾选所需捕捉的特征项，并调整 **捕捉灵敏度**。

捕捉灵敏度越高，越容易捕捉到特征点。

- 在 **工具** 栏中，点击  **捕捉**，使得捕捉按钮变成  则已打开 **捕捉**：

#### 6.5.4.4 极轴增量角

启用极轴增量角系统以自定义的 **增量角** 角度捕捉，每旋转 **增量角**，系统给出相应角度的辅助线提示。

**操作步骤：**

- 在 **工具** 栏中，点击  **极轴增量角**，打开 **极轴增量角** 对话框：



- 勾选启用，设置增量角。
- 点击 **确定**。

### 6.5.5 预处理图形

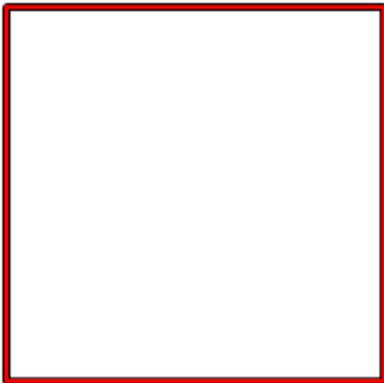
对图形进行的预处理操作，使图形达到更好的加工效果。

系统支持对图形进行单项预处理，支持对图形进行多个项目批量预处理。

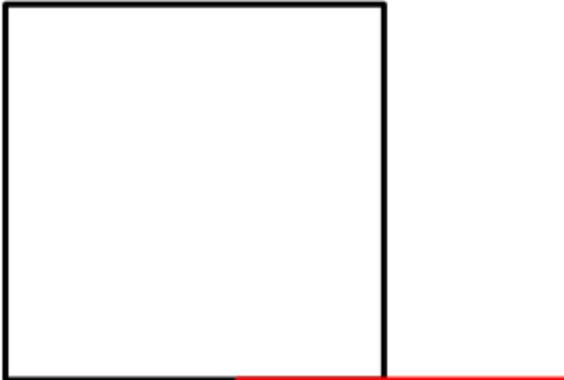
#### 6.5.5.1 删除重复线

可删除重复线的对象如下：

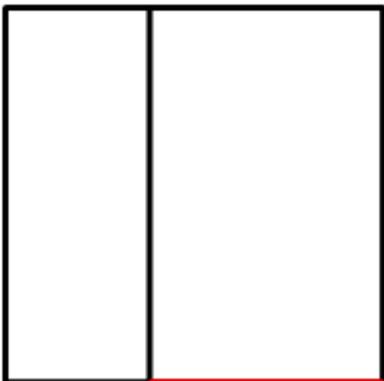
- 完全重合的两个图形：



- 线段与图形之间重叠的线段：



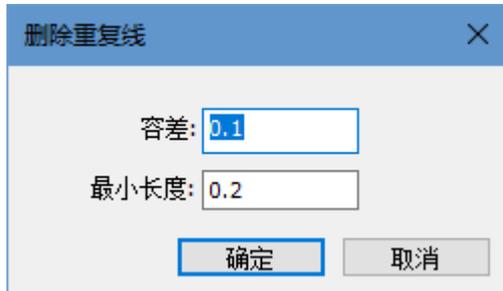
- 图形自身重叠的线段：



**操作步骤：**

1. 在 **二维编辑** 页面，选中多个图形。

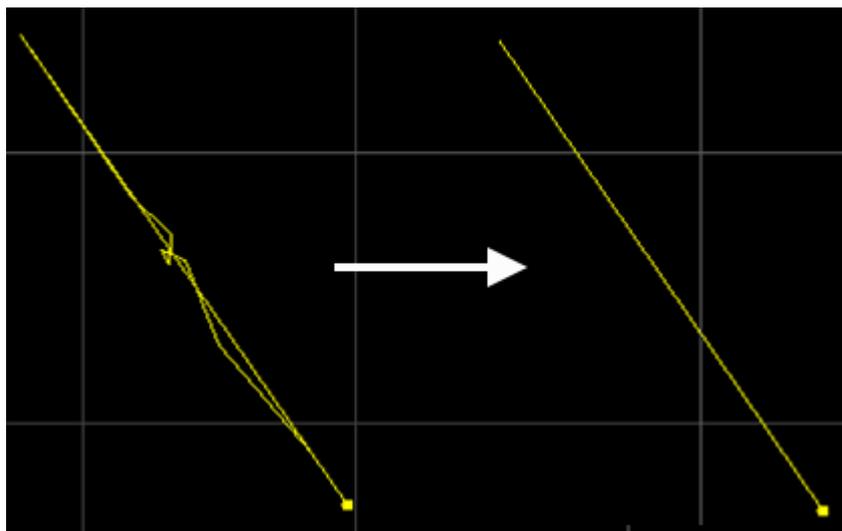
2. 在 **菜单栏** 中，点击 **一键预处理** → **删除重复线**，打开 **删除重复线** 对话框：



3. 设置以下参数：

- **容差**：删除重复线需满足两条线段间距在最大容差范围内。
- **最小长度**：删除重复线需满足两条线段的重合长度大于最小长度。

删除重复线效果图如下：



### 6.5.5.2 曲线简化

多义线一系列的直线和圆弧构成的单个对象，其中由节点控制和调整曲线的形状。

简化曲线是指系统自动减少在容差范围内图形中多义线多余的节点个数，从而加快图形操作的响应速度。

**操作步骤：**

1. 在 **二维编辑** 页面，选中图形。

2. 在 **菜单栏** 中，点击 **一键预处理** → **曲线简化**，打开 **曲线简化** 对话框：



3. 在输入框中输入 容差 值，点击 确定。

二维编辑页面的底部会弹出 曲线简化成功 提示信息。

### 6.5.5.3 曲线光滑

用于对多段多义线进行光滑处理，以保证加工顺畅。

操作步骤：

1. 在 二维编辑 页面，选中图形。
2. 选择以下任一方式，执行曲线光滑：
  - 在 菜单栏 中，点击  → 曲线光滑。
  - 单击鼠标右键调出快捷菜单，点击 曲线光滑。

二维编辑页面的底部会弹出 曲线光滑成功 提示信息。

### 6.5.5.4 文字转图形

用于将文字转换成多义线，后续可添加工艺。

操作步骤：

1. 在 二维编辑 页面，选中文字。
2. 选择以下任一方式，执行文字转图形：
  - 在 菜单栏 中，点击  → 文字转图形。
  - 单击鼠标右键调出快捷菜单，点击 文字转图形。

操作完毕在二维编辑页面的底部，提示选中的图形个数会变多。

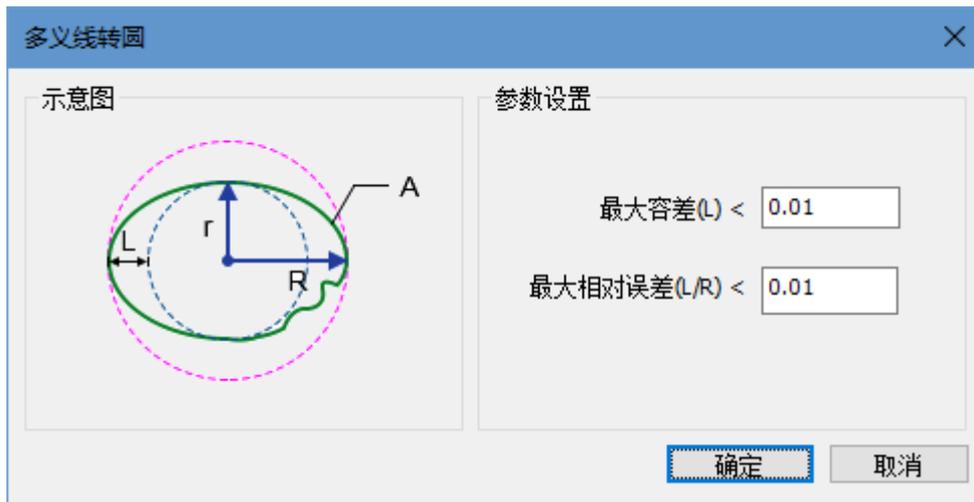
### 6.5.5.5 多义线转圆

用于将形似圆形的闭合多义线转换成圆形。

操作步骤：

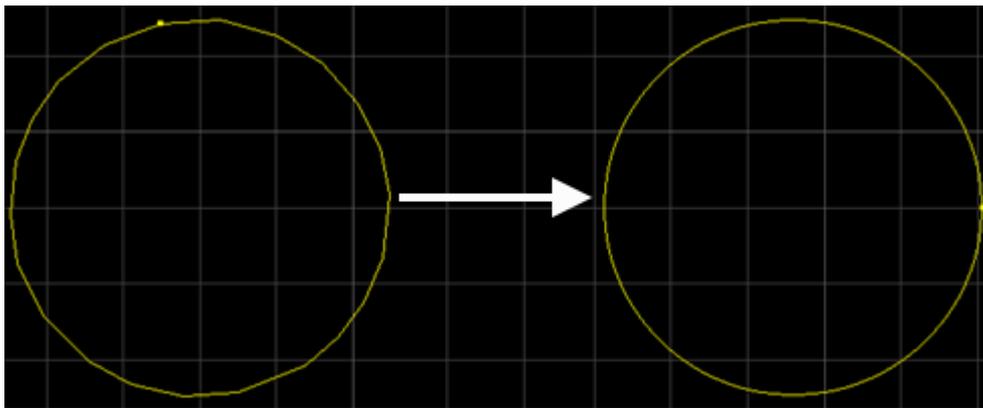
1. 在 二维编辑 页面，选中图形。
2. 选择以下任一方式，打开 多义线转圆 对话框：
  - 在 菜单栏 中，点击  → 多义线转圆。

- 单击鼠标右键调出快捷菜单，点击 **多义线转圆**。



- 在对话框中输入 **容差** 和 **相对误差**。
- 单击 **确定**，转换成功将弹出以下提示框提示成功的对象数。

多义线转圆效果图如下：



### 6.5.5.6 自相交裁剪

将自相交的多义线图形拆分开来，并裁剪掉多余的线段。

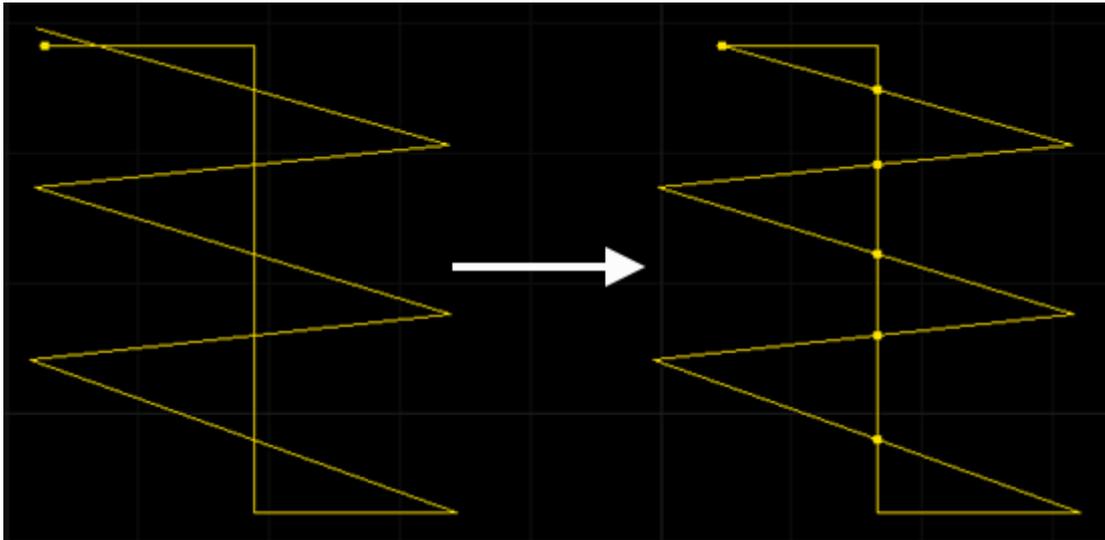
**操作步骤：**

- 在 **二维编辑** 页面，选中图形。
- 在 **菜单栏** 中，点击 **一键预处理** → **自相交裁剪**，打开 **自相交裁剪** 对话框：



- 设置长度，单击 **确定**，软件自动裁剪掉在长度范围内的线段。

自相交裁剪效果图如下：

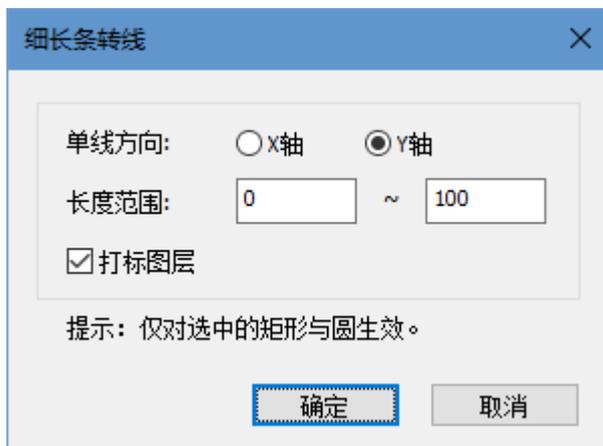


### 6.5.5.7 细长条转线

细长条转线功能会将图形转换为线段。细长条转线功能仅对矩形与圆生效。

操作步骤：

1. 在 **二维编辑** 页面的绘图区，选中图形。
2. 在 **菜单栏** 中，点击 **一键预处理** → **细长条转线**，打开 **细长条转线** 对话框：



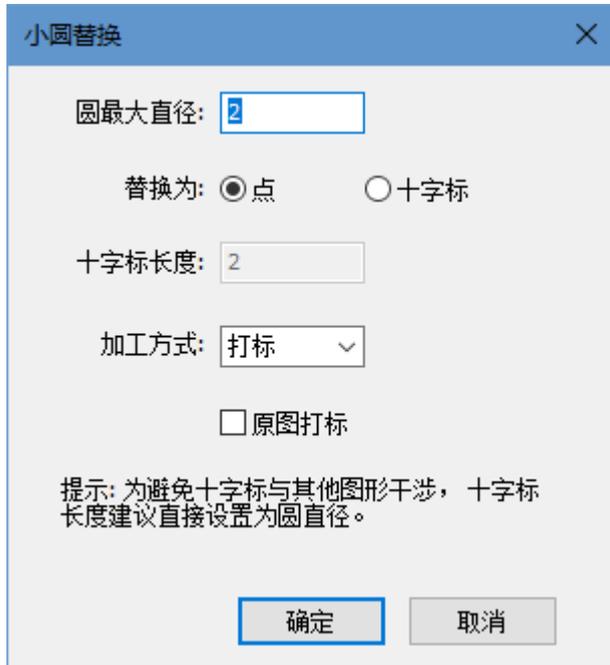
3. 设置参数。
  - 单线方向：转换后的线段的方向有 X 轴或 Y 轴。
  - 长度范围：转换后的线段长度范围。
  - 打标图层：勾选后，转换后的线段设置为打标图层。
4. 点击 **确定**。

### 6.5.5.8 小圆替换

将尺寸范围内的小圆快速替换成点或十字，常用于打标。如需替换为十字，需要设置替换后的十字尺寸。

**操作步骤：**

1. 在 **二维编辑** 页面的绘图区，选中图形。
2. 在 **菜单栏** 中，点击 **一键预处理** → **小圆替换**，打开 **小圆替换** 对话框：



3. 设置参数。
  - 圆最大直径：需要替换的圆的直径范围。
  - 替换为：小圆替换后的形状，包含点、十字。
  - 十字标长度：替换后的十字标记长度。
  - 加工方式：替换后的图形的加工方式，包含打标、加工、不加工，使用图层进行区分。
  - 原图打标：保留原图形，且原图形使用打标图层。

**说明：** 在将小圆替换为十字标时，为避免十字标与其他图形干涉，十字标长度建议直接设置为圆直径。

4. 点击 **确定**。

### 6.5.5.9 一键预处理

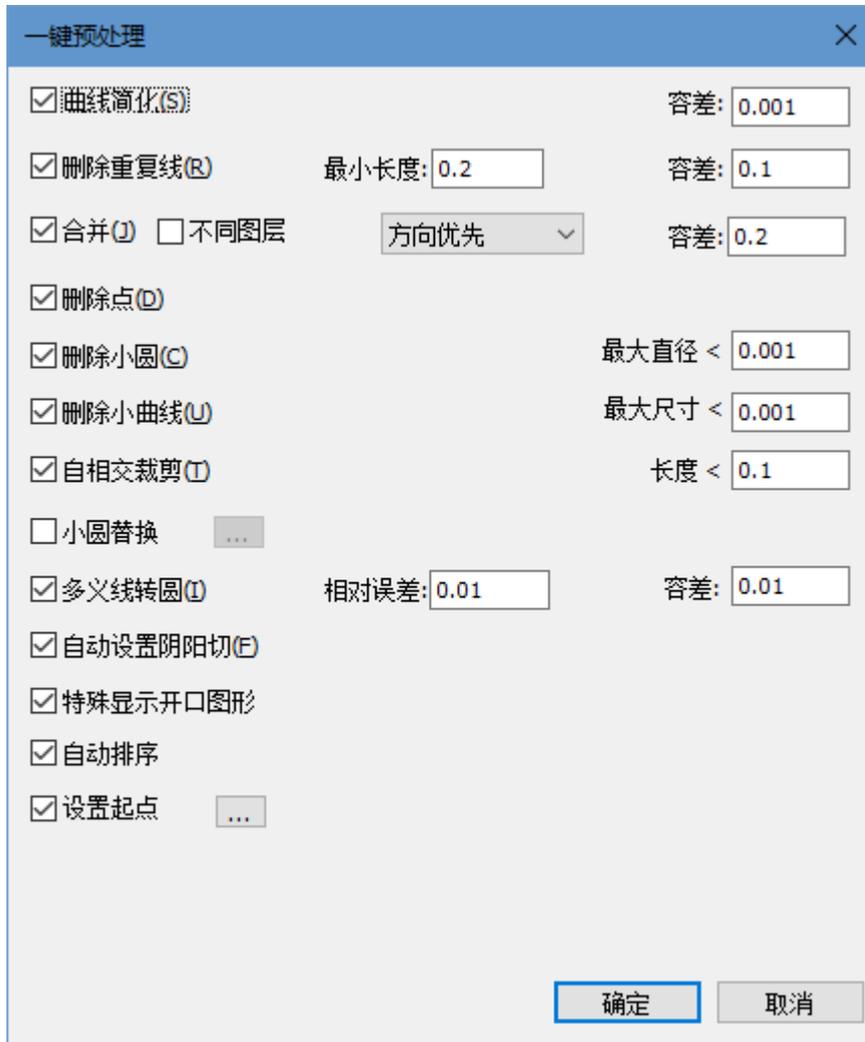
一键预处理功能集合了常见加工图形过程中容易出错的项，用户可根据需要，选择需要处理的项对图形进行自动处理，从而使图形达到更好的加工效果。

**操作步骤：**

1. 在 **二维编辑** 页面，选中图形。

2. 选择以下任一方式，打开 **一键预处理** 对话框：

- 在 **菜单栏** 中，点击  **一键预处理**。
- 单击鼠标右键调出快捷菜单，点击 **一键预处理**。

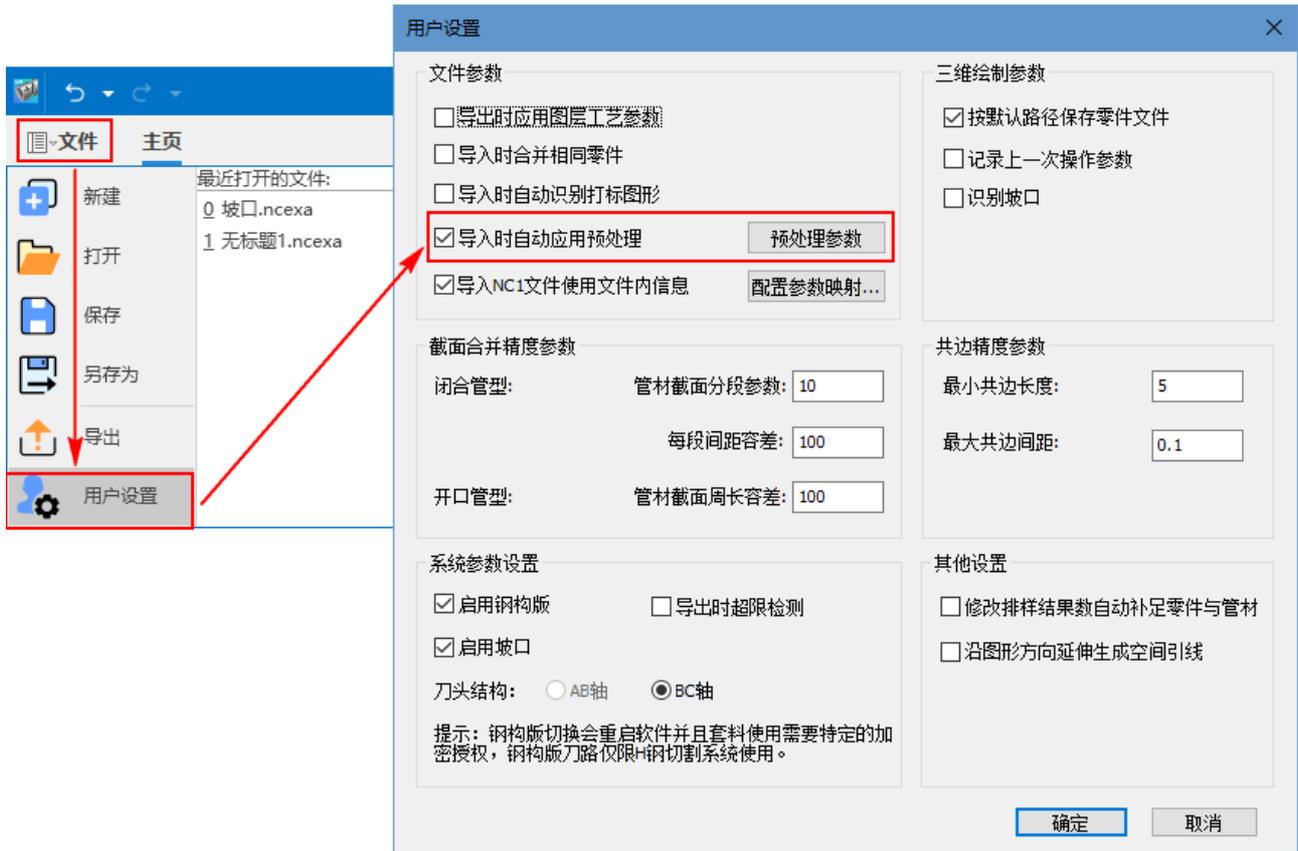


3. 勾选预处理项，并设置参数范围。

4. 点击 **确定**，执行一键预处理功能。

#### 相关任务：

若需在导入文件时自动按一键预处理勾选处理图形，则在菜单栏点击 **文件** → **用户设置**，在弹出的对话框中勾选 **导入时自动应用预处理**。



## 7 加工工艺

### 7.1 基础工艺

#### 7.1.1 引刀线

在废料区设置引刀线，有效避免加工时起点缺口过大和速度不均匀等问题，从而提升加工精度。

引刀线类型分为：

- **引入线**：包括直线型、圆弧型和勾型，其中勾型由圆弧和直线相连构成。
- **引出线**：包括直线型和圆弧型。

操作步骤：

1. 选中一个或多个图形。
2. 选择以下任一方式，打开 **引刀线** 对话框：
  - **菜单栏设置**：在菜单栏的工艺区域，点击  **引刀线** ▾ **引刀线**。
  - **快捷菜单设置**：通过单击鼠标右键调出快捷菜单，选择 **引刀线** → **设置**。



3. 在引入线和引出线区，设置引入线、引出线类型及相关参数，参数说明如下：

- **张角**：直线引刀线的张角指引刀线与图元交点切线的夹角；圆弧引刀线的张角指圆心角。
- **长度**：直线和圆弧引刀线的长度指直线和圆弧的长度；勾型引刀线的长度指圆弧部分半径与直线部分长度之和。
- **半径**：勾型引刀线的半径是指引刀线圆弧部分半径。
- **起点添加小圆**：在引线起点添加合适的小圆孔，以解决穿厚板时熔渣堆积影响切割效果的问题。
- **小圆半径**：引线起点小圆的半径。
- **小圆半径**：引线起点小圆的半径。

4. (可选) 设置封口：

- **缺口**：开口引刀线，表示不切断。
- **过切**：封口引刀线。

也可在菜单栏，点击 **引刀线** 下拉框 → **封口** → **缺口 / 过切**，单独编辑或删除缺口和过切。

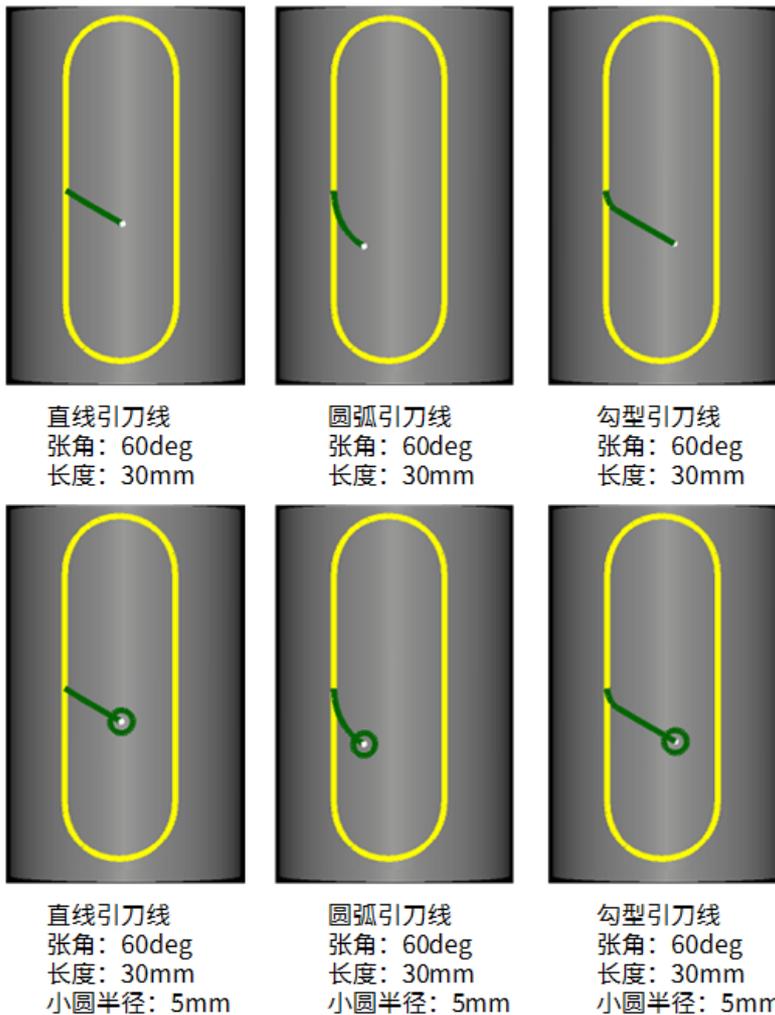
5. 设置引刀线位置：

- **按送料轴方向**：近端指图形距离管头起始面的最近点；远端指图形距离管头起始面的最远点。
- **按图元边角**：角点优先，优先在拐角处添加引刀线；长边中点，优先在最长的边上添加引刀线。
- **按照图形的总长度设定(0~100)**：设置加工起点到引刀线位置占图形总边长的百分比。仅适用于封闭图形。
- **鼠标指定**：点击 **鼠标指定**，点击图形边界手动指定引刀线的位置，设置完毕后点击鼠标右键或按 **Esc** 键退出工具。

6. (可选：) 若需手动修改引刀线位置，执行以下步骤：

- a. 选择以下方式，调用手动设置起点功能。
  - 在菜单栏，点击 **引刀线** 下拉框 → **设置起点**。
  - 鼠标右键调出快捷菜单，点击 **引刀线** → **设置起点**。
- b. 在图形边界上点击鼠标左键，修改引刀线位置，不修改角度及长度。
- c. 点击鼠标右键或按 **ESC** 键退出起点功能。

引刀线效果图：



## 7.1.2 割缝补偿

割缝补偿用于校正由于切割过程中产生的割缝（切割损耗）导致的实际零件尺寸与理论尺寸之间的偏差。通过在图元上添加外扩或内缩的工艺线，可以补偿由于机械切割偏差引起的问题。

割缝补偿类型：

- **全部内缩**：缩小选中的全部零件的切割区域。
- **全部外扩**：扩大选中的全部零件的切割区域。
- **阴切内缩，阳切外扩**：在选中的全部零件中，缩小阴切的零件的切割区域，扩大阳切的零件的切割区域。阴切：引线位置在切割图形里面。阳切：引线位置在切割图形外面。

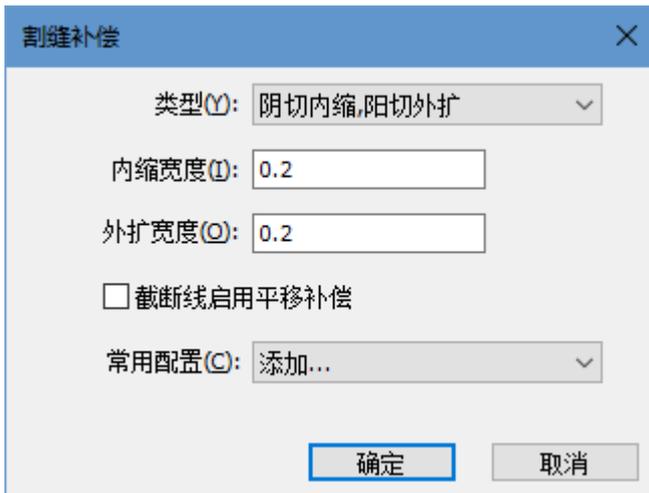
操作前提：

在设置割缝补偿前，确保所选对象满足以下条件：

- 文字均已转换为图形。
- 不是点、辅助线、过切、跨棱、扫描、自相交和共边图形。

操作步骤：

1. 选中一个或多个图形。
2. 在菜单栏的工艺区域，点击  **割缝补偿**，打开 **割缝补偿** 对话框。

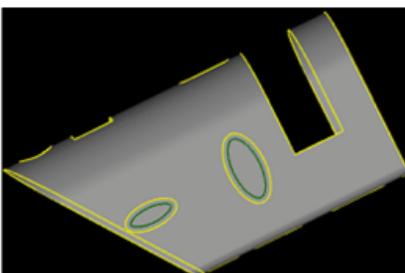


3. **选择补偿类型：** 点击类型下拉框，选择全部内缩、全部外扩或阴切内缩，阳切外扩。
4. **设置补偿宽度：** 设置内缩宽度和外扩宽度。
5. **截断线启用平移补偿：** 勾选截断线启用平移补偿，这将使截断线沿竖直方向平移割补宽度。
6. **(可选) 保存常用配置：**
  - 点击 **常用配置** 下拉框，选择 **添加**，打开常用配置对话框。
  - 点击 **添加**，在描述列设置名称，并在内缩宽度和外缩宽度列分别设置宽度。
  - 使用时，选择在描述列设置的名称，系统自动填充宽度。

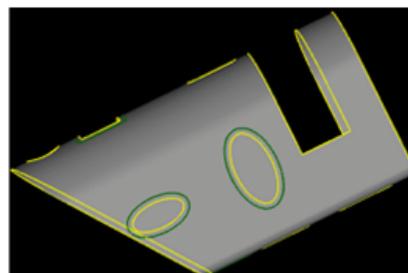
割缝补偿后效果图：

原加工轨迹

补偿后实际加工轨迹



内缩补偿



外扩补偿

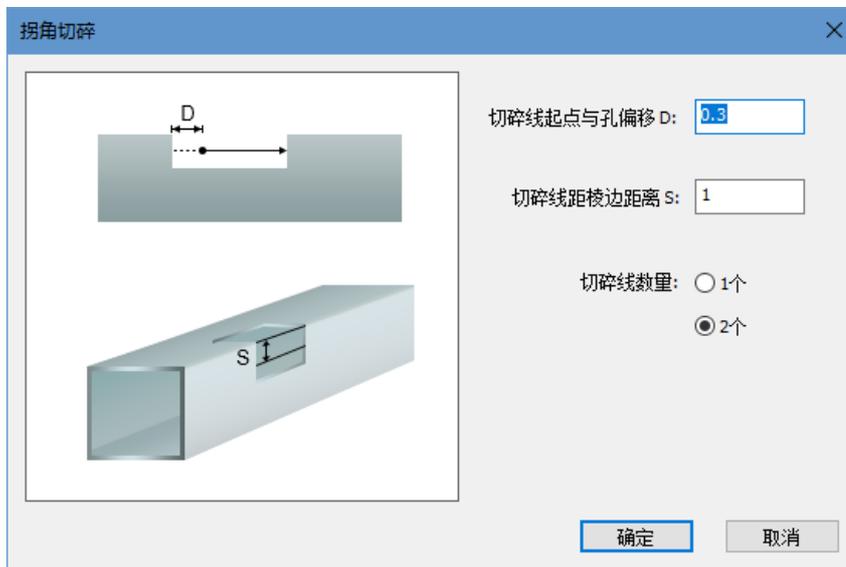
### 7.1.3 拐角切碎

拐角切碎功能主要针对跨越 2 至 3 个面的图形，这些图形在实际切割过程中往往难以使废料自然脱落。通过这个功能用户可以有效地处理跨棱图形的废料脱落问题。

**说明：** 开口、阳切、较小、文字、点、扫描线、存在微连（或设置参数不合理）、切碎、破口、嵌套有其他图元的图形不能拐角切碎。

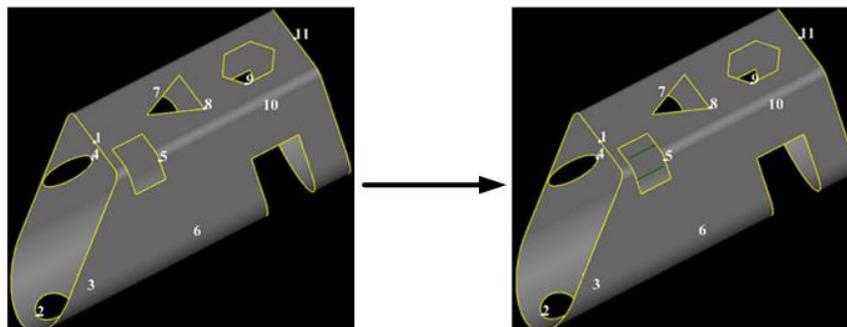
#### 操作步骤：

1. 选中一个或多个符合条件的图形。
2. 在菜单栏的 **工艺** 区域，点击  **切碎** 的下拉键 → **拐角切碎**，打开 **拐角切碎** 对话框。



3. 在对话框中设置以下参数：
  - **切碎线起点与孔的偏移 D**：设置切碎线起点与孔边之间的距离。
  - **切碎线距棱边距离 S**：设置添加的切碎线与棱边的距离。
  - **切碎线条数**：选择添加 1 条或 2 条切碎线。
4. 点击 **确定** 完成设置。

拐角切碎前后效果图如下：



### 7.1.4 起点

起点定义了每个独立图形切割的起始位置。正确设置起点可以帮助优化切割路径，提高加工效率，并根据现场实际情况灵活调整起刀位置。

操作步骤：

1. 无需选中对象，在菜单栏 **工艺** 区域，点击  **设置起点**，打开 **设置起点** 对话框。



2. 设置起点位置：

- 自动设置：选择位置策略及应用范围，点击 **确定**。
  - **按送料轴方向**：近端指图形距离管头起始面的最近点；远端指图形距离管头起始面的最远点。
  - **按图元边角**：角点优先，优先在拐角处添加引刀线；长边优先，优先在最长的边上添加引刀线。
  - **按图元总长度百分比**：此数值表示某点沿图元逆时针转过的距离（从图元起点起算）占图元总长度的百分比，该点所在的位置就是图元的起点。
  - **按图元切面与 X 轴夹角**：此数值表示图元上某点的切面与 X 轴之间的夹角，该点就是图元的起点。

- 手动设置：点击 **鼠标指定**，在零件上鼠标左键选取一点，即为起点，如果需要修改起点位置，只需在零件上点击鼠标左键选取另一点作为新的起点。设置完毕后点击鼠标右键或按 **Esc** 键退出工具。

3. 设置起点的应用范围：选中图形、所有截断线、所有图形、所有管面孔。

#### 注意事项：

- 在设置起点时，应考虑切割路径的最优化，以减少切割时间和材料损耗。
- 起点的选择应避免在复杂或难以切割的区域，以确保切割过程的稳定性和安全性。
- 如果零件较大或形状复杂，可能需要多次调整起点位置，以达到最佳的切割效果。

### 7.1.5 切碎

切碎功能用于将选中的图形分割成多个小块，以便于加工废料的脱落。

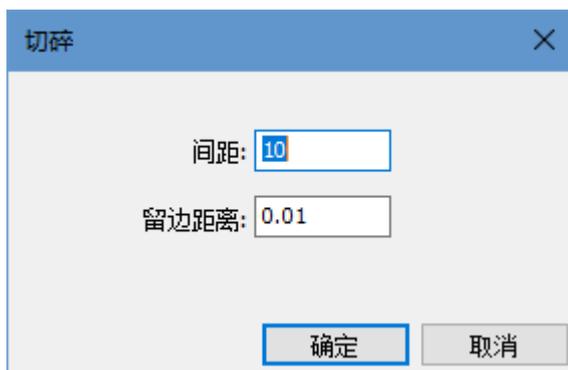
#### 操作前提：

在设置切碎之前，请确保所选对象满足以下条件：

- 非文字对象。
- 非过棱图形。
- 阴切属性。
- 封闭图形。
- 较大的图形，且切碎线离图元边框的距离最小为 0.3mm，切碎线的最小长度为 1mm。
- 未添加微连。
- 不包含其他图形。

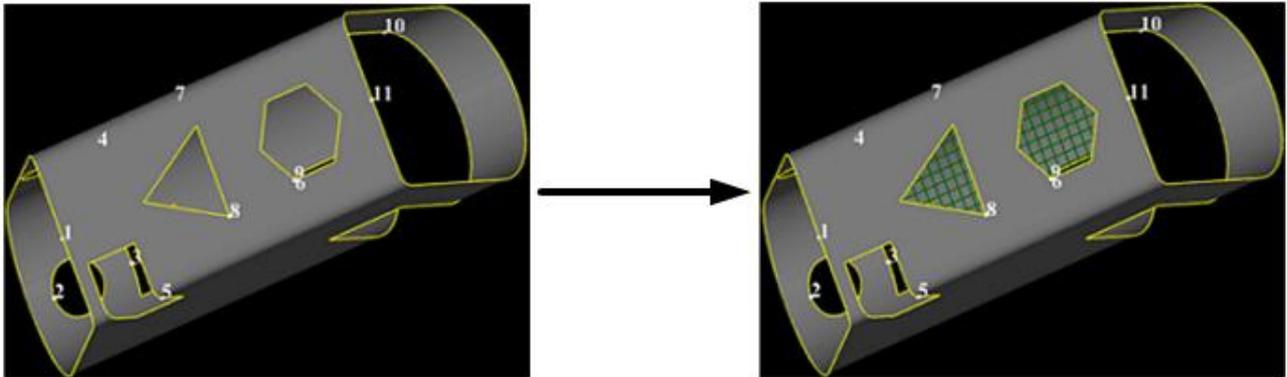
#### 操作步骤：

1. 选中一个或多个符合条件的图形。
2. 在菜单栏的 **工艺** 区域，点击  **切碎**，打开 **切碎** 对话框。



3. 在对话框中设置切碎的间距和留边距离。

切碎前后的效果图如下：



### 7.1.6 微连

使用微连可将零件与周围材料连接在一起，防止材料在切割过程中掉落，从而简化后续的分拣工作。微连可以通过自动或手动两种方式进行设置，以适应不同的加工需求。

#### 7.1.6.1 自动微连

操作步骤：

1. 选中对象。
2. 在菜单栏的工艺区域，点击  微连，打开 微连 对话框。



3. 在 自动 区域，选择按数量或按间隔微连。
4. 根据需要勾选以下选项：

- 忽略小图形：周长范围内的小图形将不微连。
- 添加至 A 轴摆角最小位置：坡口图元可以添加微连至最小摆角处。

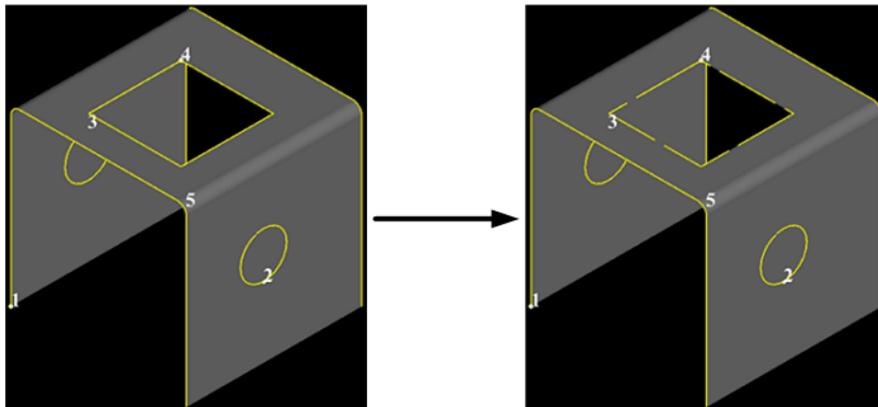
5. 根据需要勾选 **拐角避让**，并设置以下参数：

- **避让长度**：在避让长度范围内，拐角无法添加微连。范围：0.001 mm~10 mm。
- **拐角角度**：范围：90°~180°。

**说明**：如果不勾选**拐角避让**，则所有点均支持微连。

6. 点击 **确定**，系统根据设置值自动对选中的对象执行微连。

自动微连效果图：



### 7.1.6.2 手动微连

操作步骤：

1. 打开微连对话框：无需选中对象，在菜单栏的工艺区域，点击  **微连**，打开 **微连** 对话框。



## 2. 设置手动微连参数：

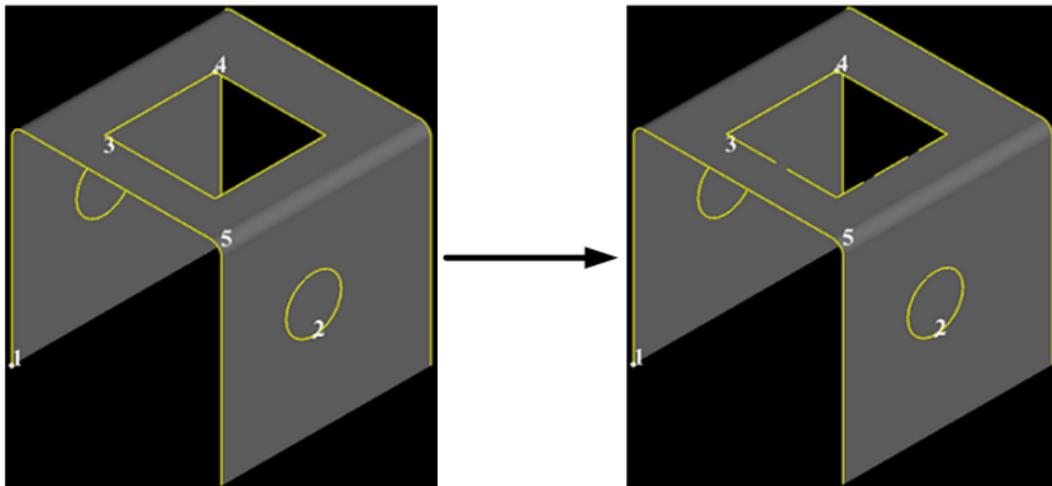
- 在手动区域，选择手动微连，并设置连线长度。
- 勾选拐角避让，并设置避让长度和拐角角度。

说明：如果不勾选拐角避让，则所有点均支持微连。

3. 执行手动微连：点击 **确定**，移动鼠标选取微连位置，点击鼠标左键添加微连。

4. 退出手动微连功能：点击鼠标右键或按 Esc 键退出。

手动微连效果图：



### 7.1.7 冷却点

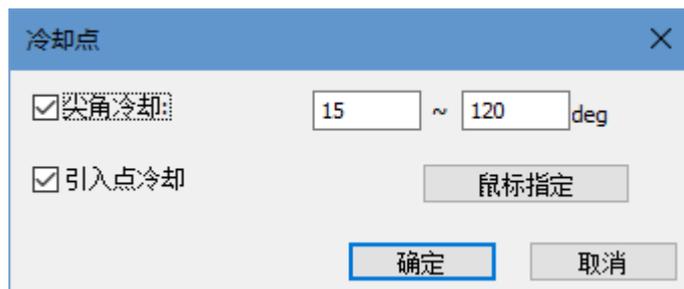
通过在图形的拐点处添加冷却点，实现只吹气而不打开激光的操作，从而避免在加工过程中由于图形拐角处减速导致的局部激光能量过大，进而防止拐角过烧和熔渣过多的现象。冷却点可以通过自动或手动两种方式进行添加。

说明：加工起始点处不能添加冷却点。

#### 7.1.7.1 自动冷却点

操作步骤：

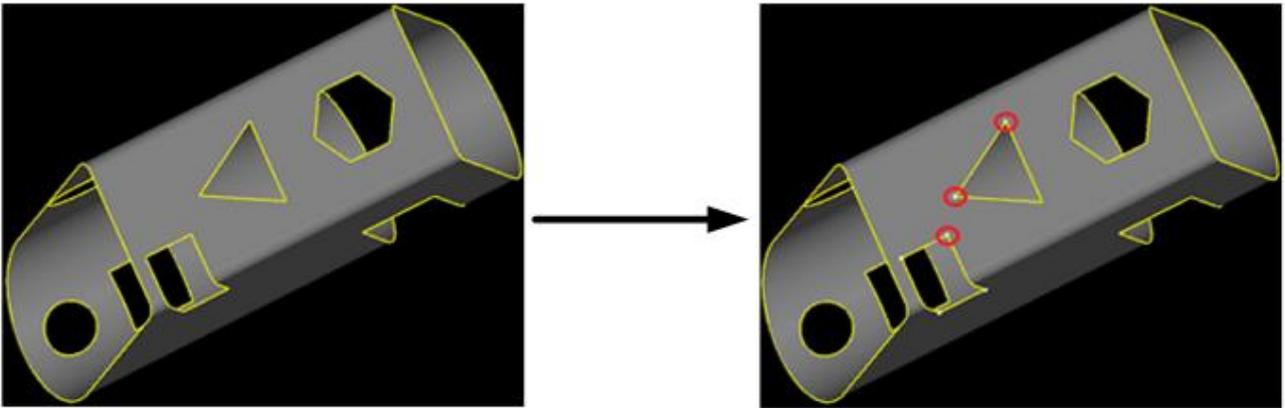
1. 选中对象。
2. 在菜单栏 **工艺** 区域，点击  **冷却点**，打开 **冷却点** 对话框：



3. 勾选 **尖角冷却**，并设置尖角冷却角度。
4. **(可选:)** 若需在引刀线引入点位置添加冷却点，不受尖角冷却点范围限制，勾选 **引入点冷却**。

设置完毕后，系统自动在满足条件的拐点处添加冷却点。

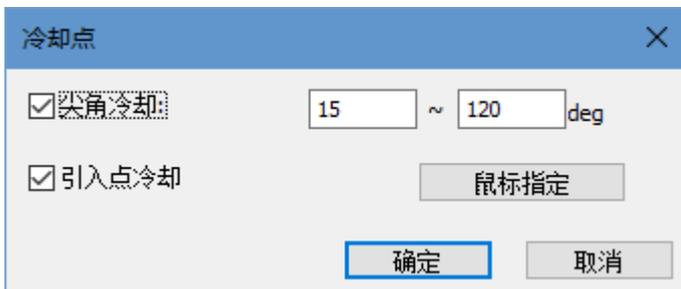
设置 **尖角冷却** 为  $15^{\circ}\sim 90^{\circ}$  时，自动添加冷却点前后效果图如下：



### 7.1.7.2 手动冷却点

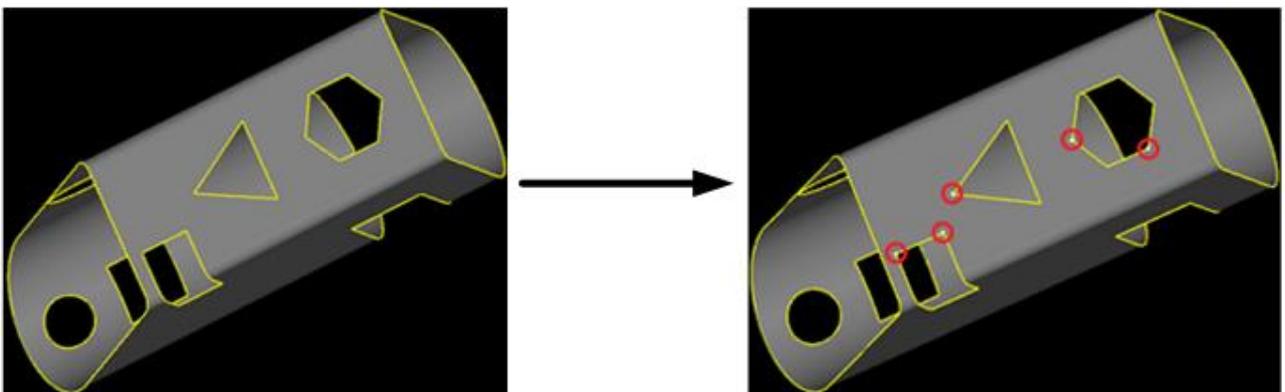
操作步骤：

1. 无需选中对象，在菜单栏 **工艺** 区域，点击  **冷却点**，打开 **冷却点** 对话框：



2. 点击 **鼠标指定**，移动鼠标选取冷却位置，点击鼠标左键添加冷却点。
3. 点击鼠标右键或按 **ESC** 键退出手动添加冷却点功能。

手动添加冷却点前后效果图如下：

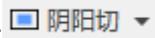


### 7.1.8 阴阳切

阴阳切用于决定封闭图形的切割方式。阴切保留图形的外部轮廓，而阳切则保留图形的内部空间。正确设置阴阳切可以确保切割出的零件符合设计要求。

- 阴切：引线位置在切割图形里面。
- 阳切：引线位置在切割图形外面。

#### 操作步骤：

1. 选中需要进行阴阳切设置的封闭图形。
2. 选择以下任一方式，设置阴切与阳切：
  - **菜单栏设置**：在菜单栏的工艺区域，点击  阴阳切 ▾ 阴阳切下拉框，然后选择阴切或阳切。
  - **快捷菜单设置**：通过单击鼠标右键调出快捷菜单，选择阴/阳切，然后从子菜单中选择阴切、阳切或自动设置。

**自动设置说明**：自动设置功能会根据选中图形的嵌套关系自动判断并设置为阴切或阳切，适用于图形结构复杂的情况，可以节省手动设置的时间。

### 7.1.9 加工方向

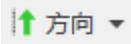
加工方向设置是改变刀路中原有的加工轨迹方向。

#### 显示加工方向：

若需显示刀路中的加工方向，在菜单栏 **查看** 区域，点击 **显示** 下拉框 → **显示方向**。

#### 7.1.9.1 反向

##### 操作步骤：

1. 选中需要调整加工方向的图形。
2. 反转加工方向：
  - 在菜单栏的工艺区域，点击  方向 ▾ 方向下拉框 → **反向**。
  - 单击鼠标右键调出快捷菜单，点击**加工方向** → **反向**。

#### 7.1.9.2 切断线反向

系统默认上下面切断线反向。若两面切断面方向一致，可通过该功能快速使两面切断线反向。

##### 操作步骤：

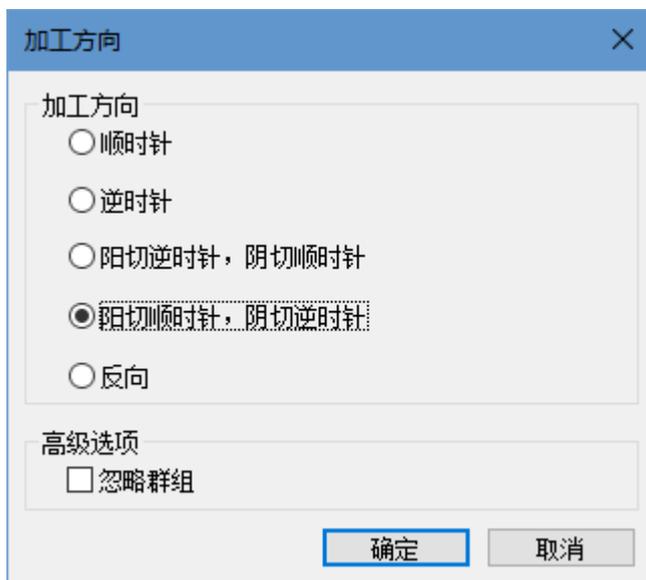
1. 无需选中任何对象，在菜单栏的工艺区域，点击  方向下拉框 → 切断反向。

### 7.1.9.3 自动设置

系统根据预设的策略自动调整加工方向。

操作步骤：

1. 选中需要调整加工方向的图形。
2. 选用以下任一方式，打开加工方向对话框：
  - 在菜单栏的工艺区域，点击  方向下拉框 → 自动设置。
  - 单击鼠标右键调出快捷菜单，点击加工方向 → 设置。



3. 在加工方向对话框中，选择所需的加工方向策略。
4. 如果需要在设置加工方向时保持群组内的图元加工方向不变，勾选忽略群组。
5. 点击 确定，系统将自动生成新的加工方向。

### 7.1.10 沉孔

沉孔工艺，通过参数设置生成一组沉孔辅助线，使用特定的沉孔工艺参数加工辅助线在图元上加工形成沉孔。

通过沉孔工艺功能，可保障贵金属的断面效果，可直接加工沉孔，以免去后续钻孔、倒角等耗时工序。

用语：

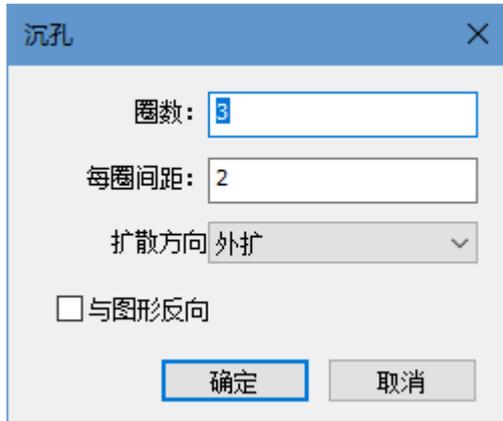
- 沉孔  
含有倒角斜面的通孔，安装螺钉时，沉孔可容纳螺钉头，避免螺钉突出于工件表面。

- 沉孔辅助线

为了切割出沉孔的加工路径，无法直接选中编辑，仅可通过参数调整。

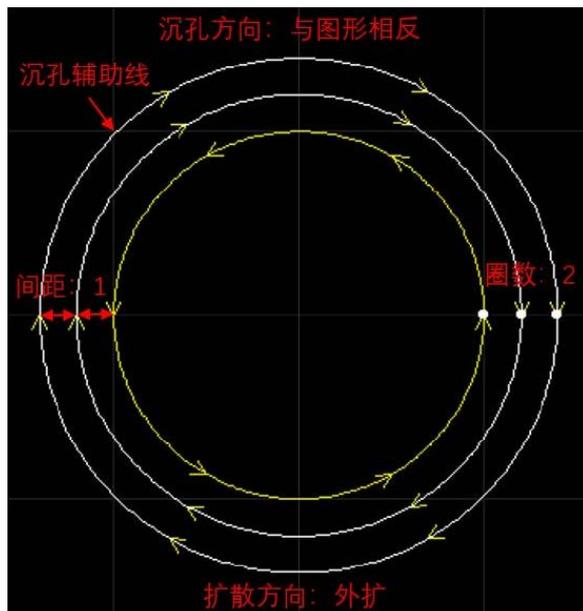
**操作步骤：**

1. 选中对象。
2. 在菜单栏的工艺区，点击  沉孔，打开 沉孔 对话框：



3. 设置参数。

参数示意图：



参数	取值范围	单位	说明
圈数	[0, 100]	-	沉孔辅助线的总数量
间距	[0, 100]	mm (英制: inch)	沉孔辅助线之间的距离
扩散方向	1.内缩、2.外扩	-	沉孔辅助线相较于原图形扩展的方向
与图形反向	-	-	沉孔辅助线的加工方向与原图形相反

### 7.1.11 凌空切割

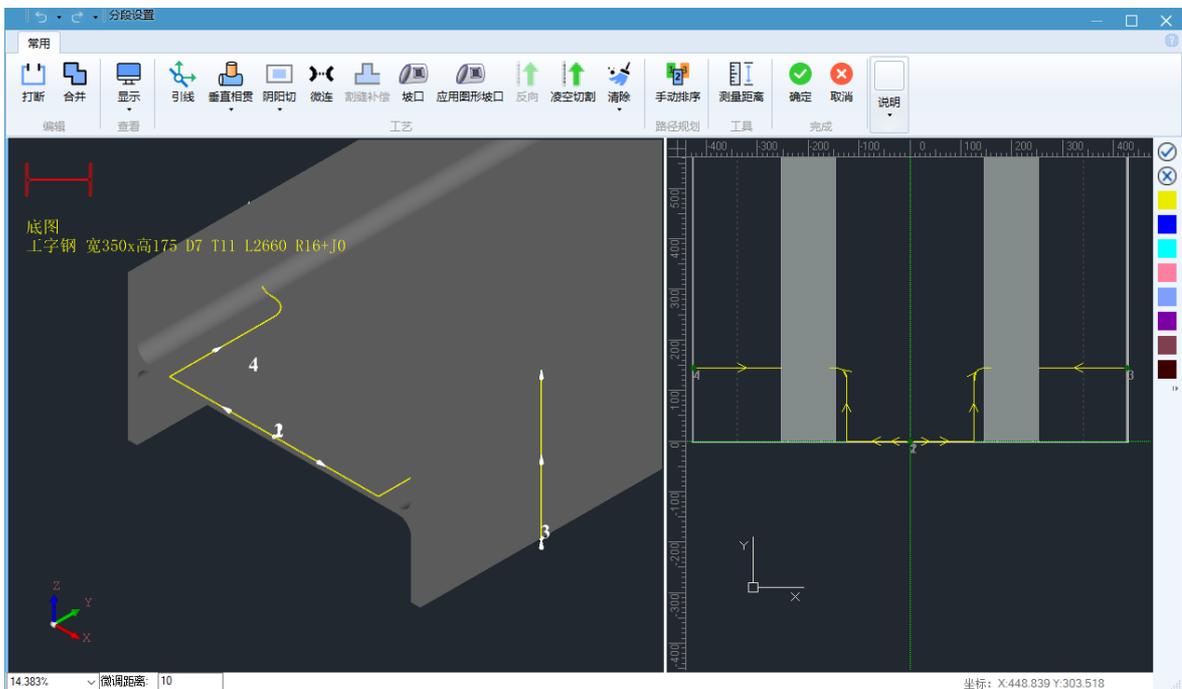
凌空切割工艺通过采用单独定高切割或二次定高切割的方式，确保切割管材的壁厚平整，避免形成坡面和留根。这种切割方式特别适用于对切割质量有严格要求的场合。凌空切割的刀路在软件中使用图层 6 进行标记。

添加凌空切割工艺方法如下：

1. 在图形界面中选择需要添加凌空切割工艺的刀路，可以选择一个或多个刀路。
2. 在菜单栏中点击  **刀路优化** → **凌空切割**。

如果需要对图元的特定部分添加凌空切割，请按照以下步骤操作：

1. 单独选中一个图元。
2. 在菜单栏点击 **分段设置**，进入 **分段设置** 界面。



3. 将选中的图元打断，选中需要添加凌空切割的单段或多段路径。
4. 点击 **凌空切割**。
5. 点击 **确定** 后，更改将应用到主页面。

**注意：** 完整的切断线不支持添加凌空切割工艺。

### 7.1.12 分中标记

分中标记用于在 CAD 图形上添加图元加工校平寻中的位置标记，由 CNC 调用，在排样结果上点击标记点使用。系统支持以下三种添加分中标记的方式：

- **手动添加：** 用户可以选择特定的图形手动添加分中标记。

- **手动添加（仅单面）**：适用于只有一面有图形的管材，不支持跨棱的图形。
- **自动添加**：根据用户设置的最小分中间隔，系统自动在图形上添加分中标记。

#### 操作步骤：

- **手动添加**

- a. 在菜单栏中点击  **分中图标** → **手动添加**。
- b. 使用鼠标选定图形，即可添加分中标记。

如果所选图形已经添加过分中标记，系统将不会重复添加，并会提示用户“添加失败，此图已有分中标记”。

- **手动添加（仅单面）**

- a. 在菜单栏中点击  **分中图标** → **手动添加（仅单面）**。
- b. 使用鼠标选定单面图形，即可添加分中标记。

如果图形已经添加了单面分中标记，系统会提示“添加失败，此图已有单面分中标记”。

- **自动添加**

- a. 在菜单栏中点击  **分中图标** → **自动添加**，打开 **分中图标** 对话框。



- b. 在对话框中设置分中间隔。
- c. 点击 **确定**，系统将根据设置的间隔自动在图形上添加分中标记。

### 7.1.13 工艺线转图形

工艺线转图形功能将图元上的割缝补偿、内径补偿、焊缝补偿等工艺线转换为 CAD 图形，并替换原有的 CAD 图形，以便于进一步的编辑和加工。

#### 操作步骤：

1. 选中那些已经添加过割缝补偿、内径补偿或焊缝补偿工艺的图元。
2. 在菜单栏中，点击  **工艺线转图形** **工艺线转图形**，系统将自动执行转换操作，图形与相应工艺合并成新的完整图形。

## 7.2 高级工艺

### 7.2.1 内径补偿

内径补偿用于在执行具有一定倾斜角度的相贯切割时，确保相贯体能够准确插入主管内径，并尽量减小焊缝。由于激光头通常是垂直切割的，这可能导致无法精确地插入主管内径。内径补偿功能通过调整切割路径来解决这一问题。

#### 操作指南：

1. 选中需要进行内径补偿的对象。
2. 通过以下任一方式打开 **内径补偿** 对话框：

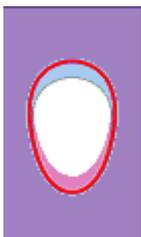
- 在菜单栏的 **工艺** 区域，点击  **内径补偿**。
- 使用鼠标右键调出快捷菜单，点击 **内径补偿**。



3. 点击 **补偿方式** 下拉框，选择合适的补偿方式：
  - **最大切割**：适用于需要最大切割范围的情况。
  - **内径切割**：适用于需要精确控制内径切割的情况。
  - **最小切割**：适用于需要最小化切割路径的情况。

根据所选的补偿方式，内径补偿的效果图如下，其中红线表示切割路径：

- **最大切割：**



- 内径切割:



- 最小切割:



### 7.2.2 焊缝补偿

焊缝补偿用于调整切割路径，以补偿因焊接过程引起的焊缝收缩。这对于确保焊接接头的质量和精度至关重要。其中，**公母补偿** 特别适用于无坡口切割情况下的直角焊接管材，以提供更加贴合的焊缝。

#### 操作步骤:

1. 通过以下任一方式调出 **焊缝补偿** 功能:

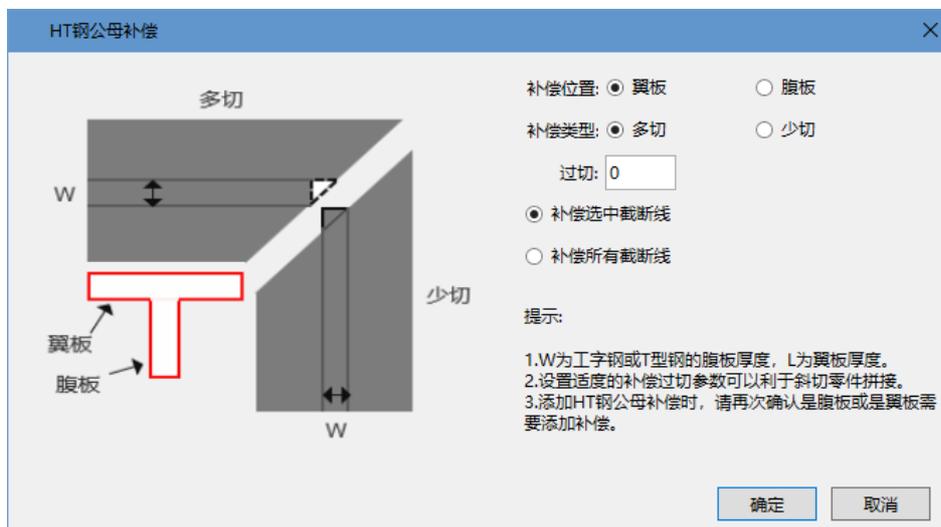
- 在菜单栏的 **工艺** 区域，点击  **焊缝补偿** 下拉框。
- 使用鼠标右键调出快捷菜单，点击 **焊缝补偿**。

2. 在子菜单下选择合适的设置方式:

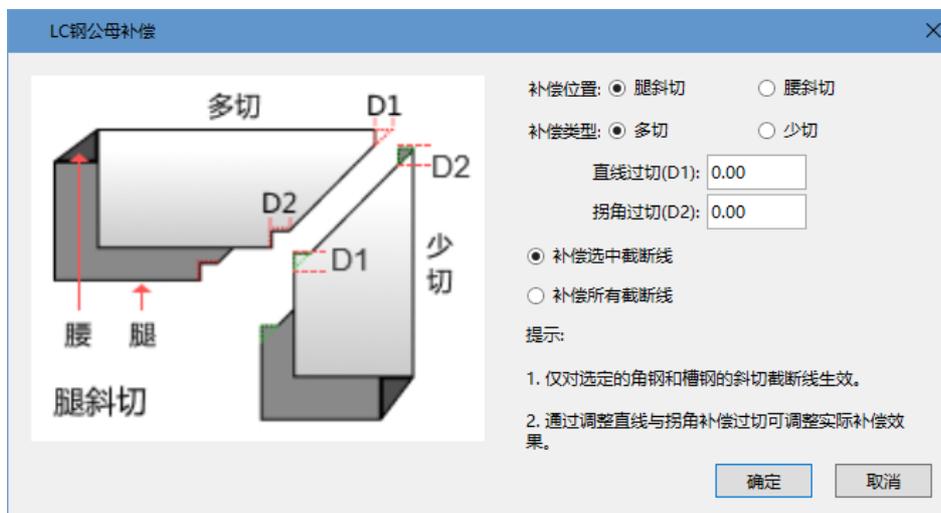
- **补偿选中的截断线**: 如果需要对选中的截断线进行补偿，点击此选项。
- **补偿所有截断线**: 如果需要对所有的截断线进行补偿，点击此选项。
- **方管公母补偿**: 对方管零件添加多切少切补偿，以实现无缝公母拼接，此选项仅对方管生效。



- **HT 钢公母补偿：**对 T 型钢与工字钢的斜截断零件添加多切少切补偿，以实现切断与无缝公母拼接，此选项对 T 型钢、工字钢生效。



- **LC 钢公母补偿：**对角钢与槽钢的斜截断零件添加多切少切补偿，以实现角钢或槽钢的无缝公母拼接。



### 7.2.3 垂直相贯

垂直相贯功能用于在切割过程中确保支管能够精确地垂直嵌入主管，实现无缝拼接。系统支持以下三种相贯方式：

- **垂直角度相贯**：自动根据每个图元所在的几何中心点所在的管材切面的垂直角度进行切割，适用于需要精确垂直嵌入的管材加工。
- **设定角度相贯**：允许用户自定义切割角度，包括水平、竖直以及任何用户自定义的角度。
- **图组垂直相贯**：针对多个图元进行操作，确保整个图元组合能够根据其几何中心点所在的管材切面的垂直角度进行统一切割。

#### 操作前提：

在设置垂直相贯之前，请确保：

- 当前切割的管材为方管、圆管、椭圆管或腰型管。
- 目标对象不是点、文字、截断线、坡口、打标图层、扫描组以及绕过整根管件 180° 的图元。

#### 操作步骤：

1. 选中需要进行垂直相贯的对象。
2. 通过以下任一方式调用相贯功能：



- 在菜单栏的 **工艺** 区域，点击 **垂直相贯**，然后选择所需的相贯方式。
  - 使用鼠标右键调出快捷菜单，点击 **垂直相贯**，然后选择 **设置垂直相贯**。
3. 如果选择了 **设定角度相贯**，会弹出设置对话框，用户需要设置相应的参数，然后执行相贯。

设置成功后，所选图形会变为白色，软件将自动调整加工路径以满足所设定的垂直相贯要求。如果页面显示设置中没有勾选 **显示法向量**，则会弹出提示询问是否显示法向。

### 7.2.4 一键设置

一键设置功能允许用户一次性完成阴切/阳切、引刀线、加工方向、加工顺序以及割缝补偿的设置，极大地简化了操作流程，提高了工作效率。

#### 操作步骤：

1. 选中一个或多个需要设置的对象。
2. 通过以下任一方式打开 **一键设置** 对话框：



- 在菜单栏的 **工艺** 区域，点击 **一键设置**。
- 使用鼠标右键调出快捷菜单，然后点击 **一键设置**。

一键设置
×

**阴切/阳切**

不变   
  阳切   
  阴切   
  自动设置

**加工方向**

顺时针   
  阳切逆时针，阴切顺时针  
 逆时针   
  阳切顺时针，阴切逆时针

**引刀线**

**引入线：**

类型：

张角： deg

长度：

半径：

起点添加小圆

半径：

**封口：**

缺口：

过切：

**引出线：**

类型：

张角： deg

长度：

按送料轴方向

近端     远端

避开棱角

按图元边角

角点优先     长边中点

按照图形的总长度设定(0~100)

%

**排序策略：**

按送料轴从小到大  
 按面排序     步长内最后截断    步长：  
 截断线区域图形先切    安全区间(S)：

**割缝补偿**

类型：    内缩宽度：  
 常用配置：    外扩宽度：

截断线启用平移补偿

3. 在对话框中，根据加工需求进行相应的设置。

## 7.2.5 清除工艺

清除工艺用于移除已设置的部分加工工艺，从而允许用户根据需要调整或重置工艺设置。

操作步骤：

1. 选中一个或多个需要清除工艺的对象。
2. 通过以下任一方式执行清除工艺操作：



- 在菜单栏的 **工艺** 区域，点击 **清除**，然后在弹出的菜单中选择需要清除的工艺项。
- 使用鼠标右键调出快捷菜单，点击 **清除**，并选择需要清除的工艺项。

## 7.3 坡口工艺

### 7.3.1 设置坡口工艺

对已存在的零件与图元添加坡口工艺，生成并显示坡口路径与法向量。坡口类型支持 V 坡口、Y 坡口和斜贯。

#### 7.3.1.1 添加坡口工艺（整体坡口）

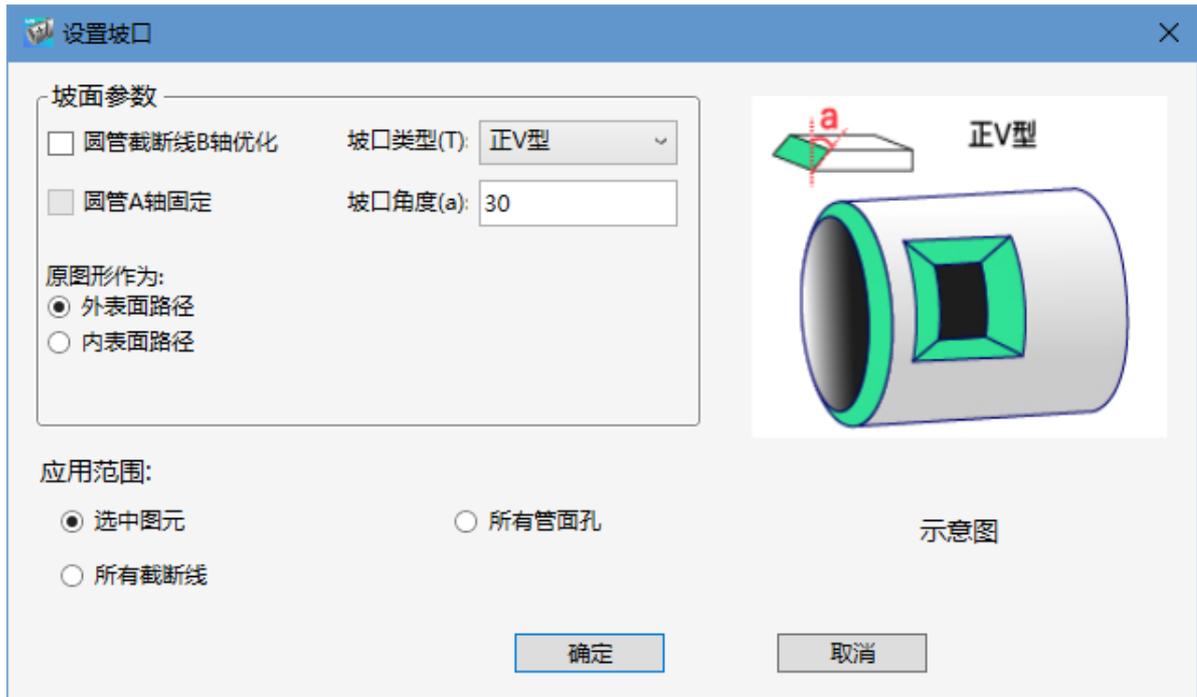
需要注意以下情况无法添加坡口工艺：

- 文字、点、扫描、自相交、共边图形无法添加管切坡口。
- 带有切碎、扫描、拐角切碎、垂直相贯、沉孔的图元无法添加管切坡口。
- 截断线无法添加斜贯坡口。

**注意：** 零件端面斜切的坡口需要使用文件导入或者三维绘制进行创建，斜截断不支持设置坡口。

操作步骤：

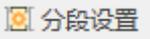
1. 在三维绘制界面选中图形后，点击  **坡口** → **设置坡口**：

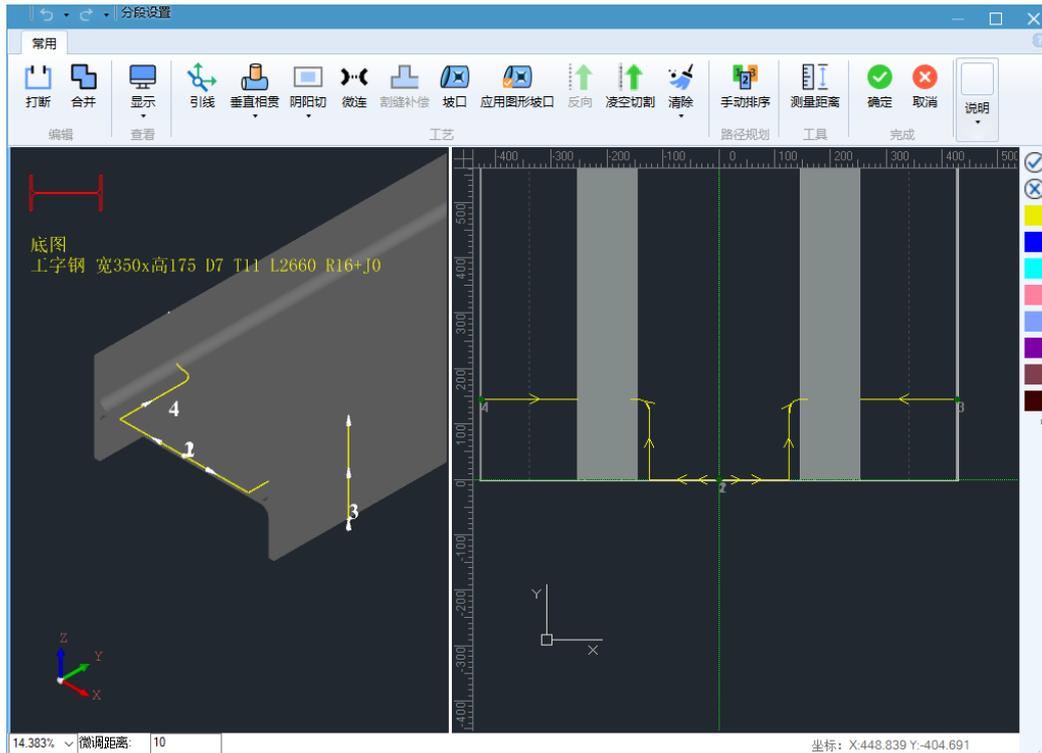


2. 设置坡面参数，各坡口类型上下表面示意图和参数说明参见[坡面参数](#)。
3. 设置原图形作为：
  - 外表面路径
  - 内表面路径
4. 选择应用范围：
  - 选中图元：在当前刀路中选中的图元。
  - 所有管面孔：对当前视图的刀路的管面孔添加坡口。
  - 所有截断线：对当前视图的刀路的截断线添加坡口。
5. 点击 **确定**。

### 7.3.1.2 添加坡口工艺 (局部坡口)

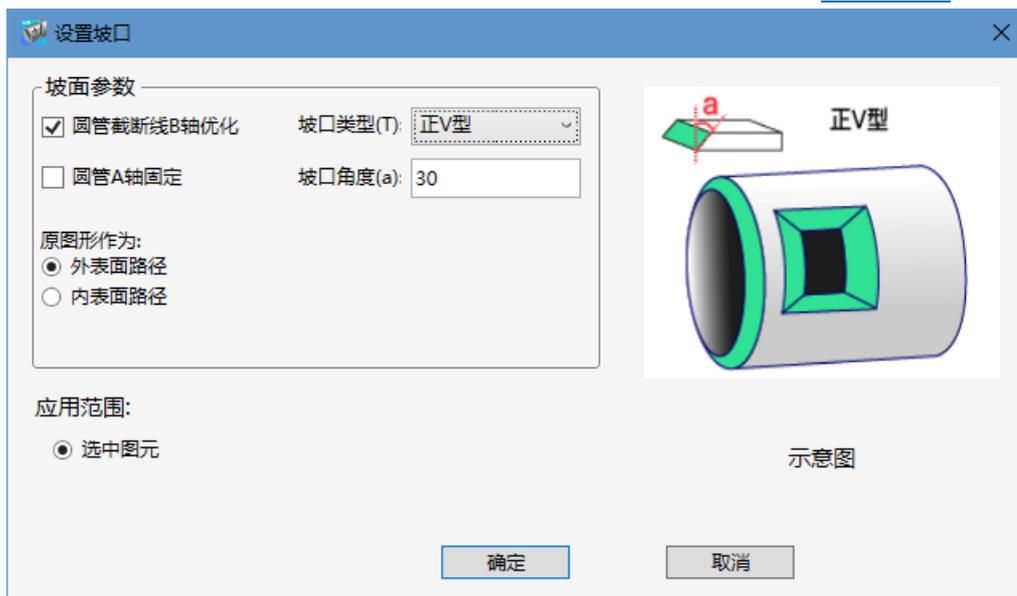
坡口工艺还可以分段设置（局部设置），即将单个图元分割成多段后添加坡口工艺。具体操作步骤如下：

1. 在三维绘制界面选中一个图元。
2. 在菜单栏点击  **分段设置**，打开 **分段设置** 页面：



3. 点击  **打断**，鼠标变成 .
4. 单击鼠标左键选取打断位置并打断。
5. 单击鼠标右键退出打断功能。

6. 选中图下段，点击  **坡口**，在打开的 **设置坡口** 对话框设置 **坡面参数**。



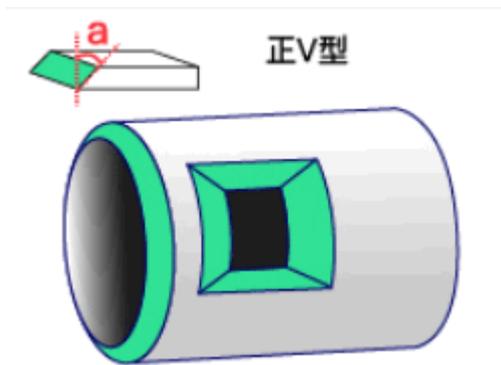
7. 点击 **确定**。
8. 重复步骤 6-步骤 7，继续设置坡口，完成后点击 .

### 7.3.1.3 坡面参数

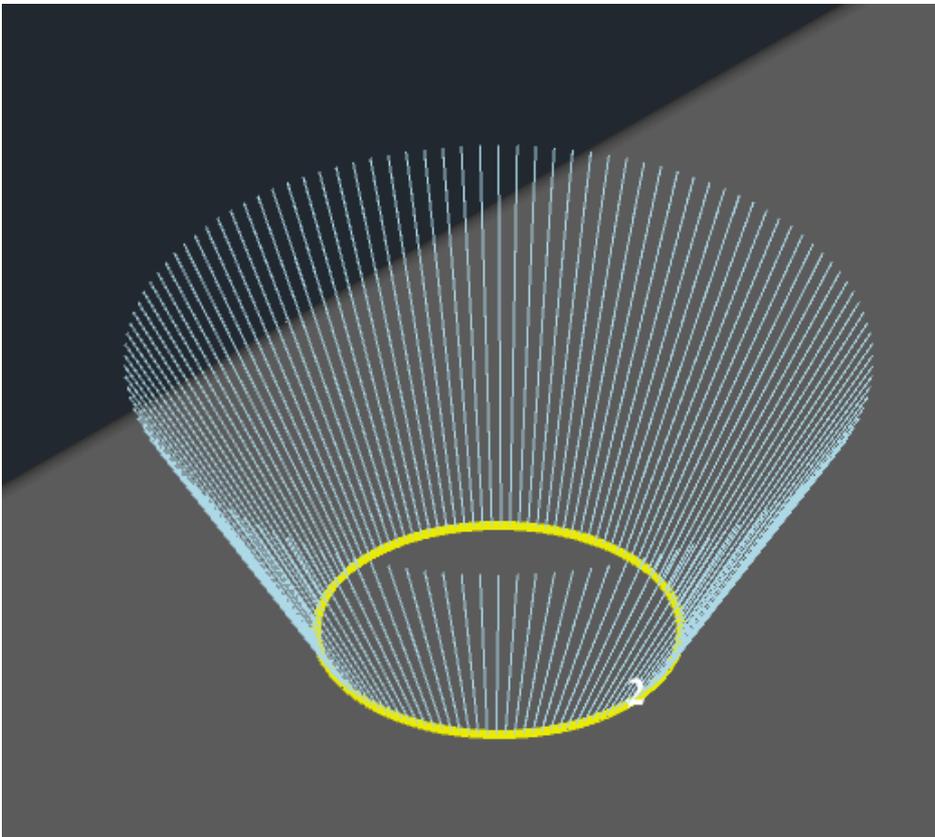
#### 7.3.1.3.1 正 V 型坡口

名称	描述
坡口类型 (T)	坡口坡面的几何形状。
坡面角度 (a)	坡口坡面的倾斜角度。
圆管截断线 B 轴优化	优化 B 轴上的加工路径。
圆管 A 轴固定	优化 A 轴上的加工路径。

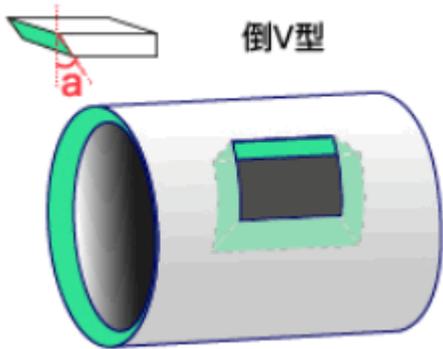
正 V 坡口示意图:



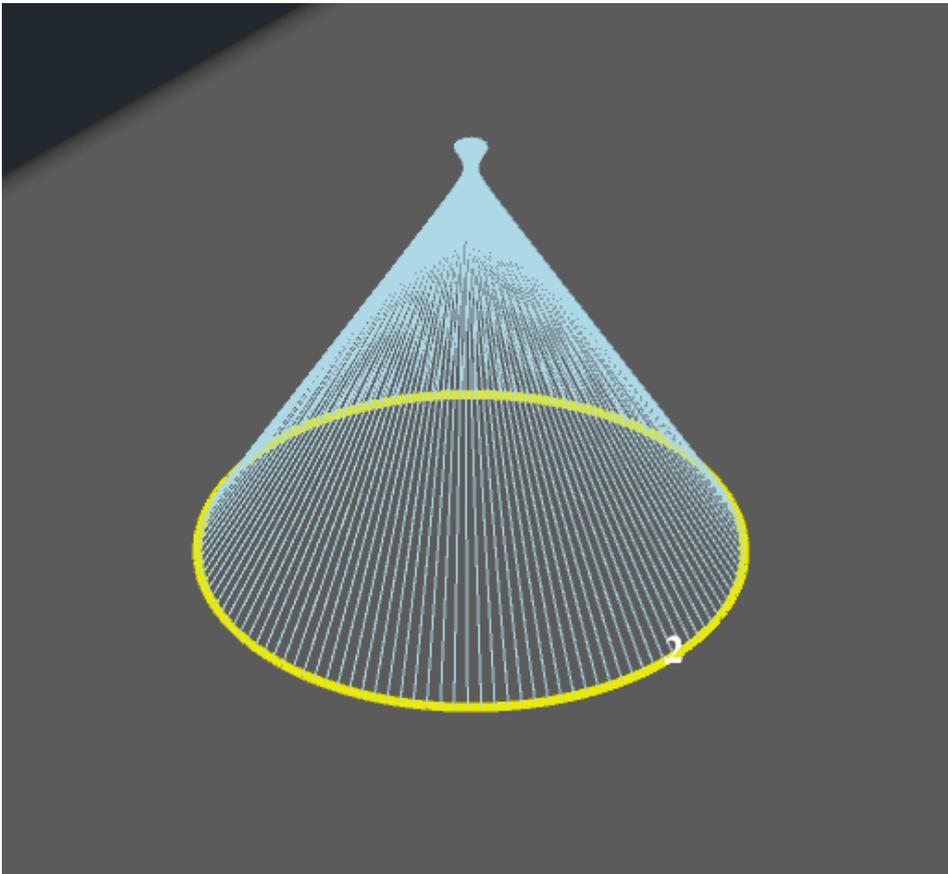
正 V 坡口效果图:



倒 V 坡口示意图:



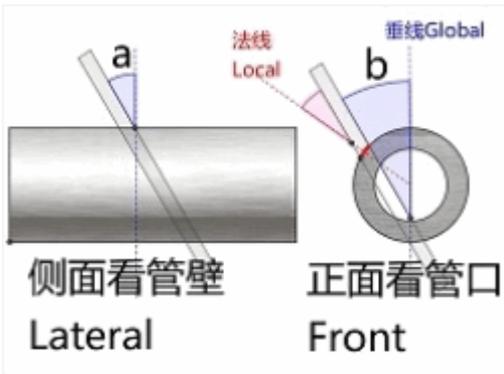
倒 V 坡口效果图:



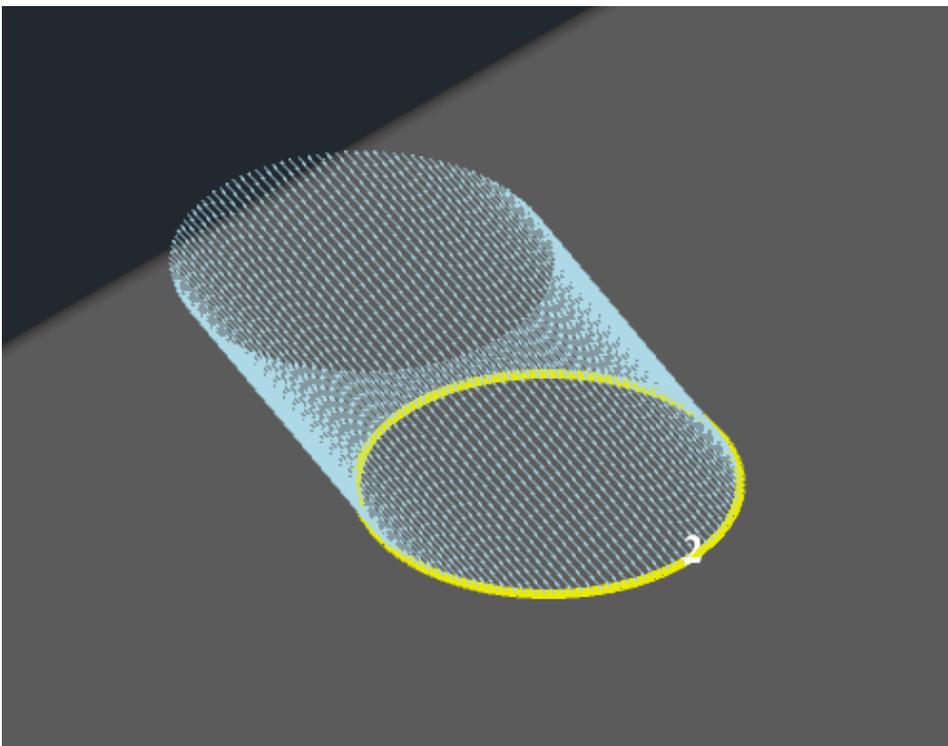
**7.3.1.3.2 斜贯型坡口**

名称	描述
坡口类型 (T)	坡口坡面的几何形状, 此处选择 <b>斜贯型</b> 。
夹角 (a)	倾斜夹角, 加工法向绕 X 轴旋转的角度。
夹角 (b)	旋转夹角, 加工法向绕 Y 轴旋转的角度。
应用法线夹角	图形外接矩形中心点所在管切面为基准面, 默认勾选, 不勾选时使用水平面为基准面。

斜贯型坡口示意图:



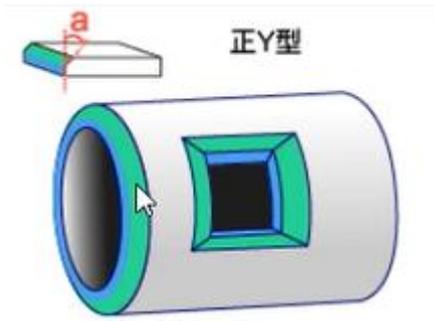
斜贯型坡口效果图:



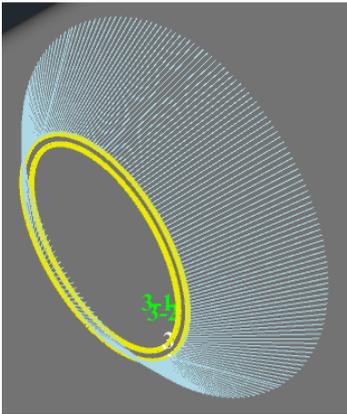
**7.3.1.3.3 Y 型坡口**

名称	描述
坡口类型 (T)	坡口坡面的几何形状。
角度 (a)	坡口坡面的倾斜角度。
坡口宽度 (L)	坡口斜切部分的垂直高度。
圆管截断线 B 轴优化	优化 B 轴上的加工路径。
圆管 A 轴固定	优化 A 轴上的加工路径。
设置留根高度	坡口斜面的底端到管面外轮廓的垂直高度。

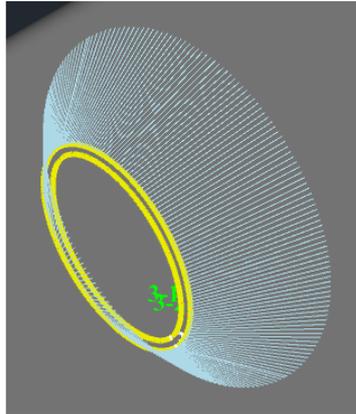
正 Y 坡口示意图:



正 Y 坡口效果图:

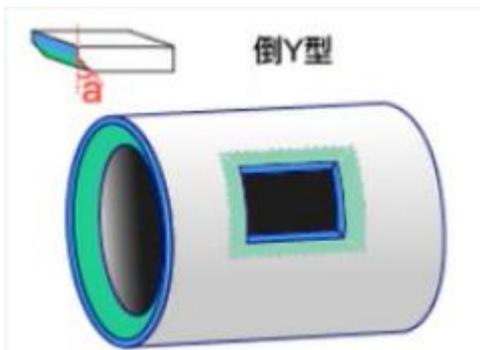


原图坡面内径

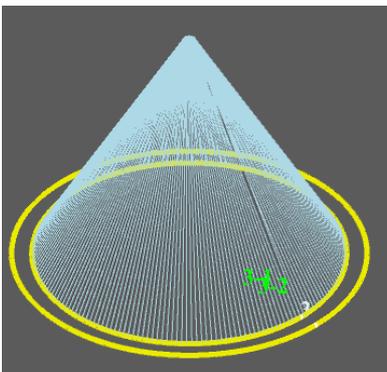


原图坡面外径

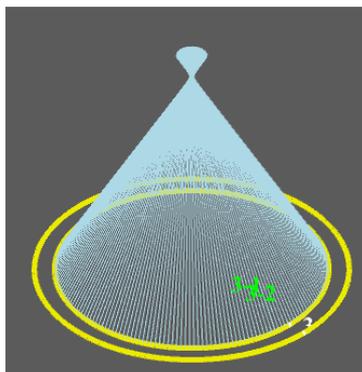
倒 Y 坡口示意图:



倒 Y 坡口效果图:



原图坡面内径



原图坡面外径

### 7.3.2 清除坡口

清除图元上已有的坡口工艺。

操作步骤：

1. 在三维绘制界面，选中图元。
2. 在菜单栏点击  下拉键 → 清除坡口。

### 7.3.3 识别坡口

三维坡口零件若被用户不小心清除，可通过识别坡口再次识别出来，设置添加的坡口工艺被清除后无法再次识别出来，需要重新设置添加。

操作步骤：

1. 在三维绘制界面，选中图元。
2. 在菜单栏点击  下拉键 → 识别坡口。

## 7.4 截面工艺

### 7.4.1 跨棱微调

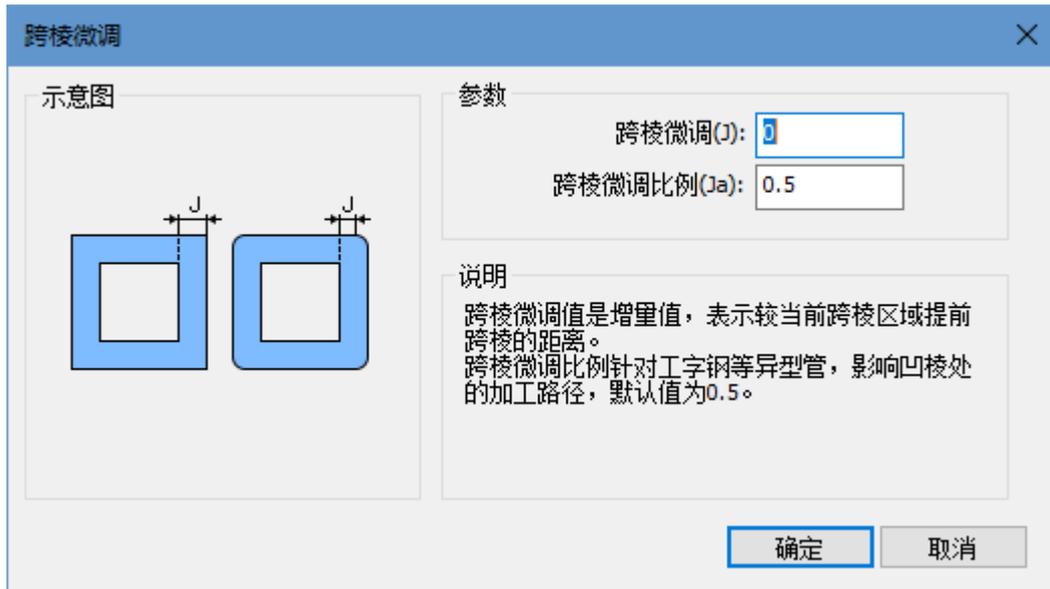
跨棱微调用于解决因管材尺寸偏差或变形导致的跨棱区域切割厚度变大、切不透的问题。通过调整跨棱起止位置，可以确保切割质量。

在设置跨棱微调前，如果需要更直观地查看跨棱微调的效果，可以在菜单栏的 **查看** 区域，点击 **显示** → **显示法向量**。

操作步骤：

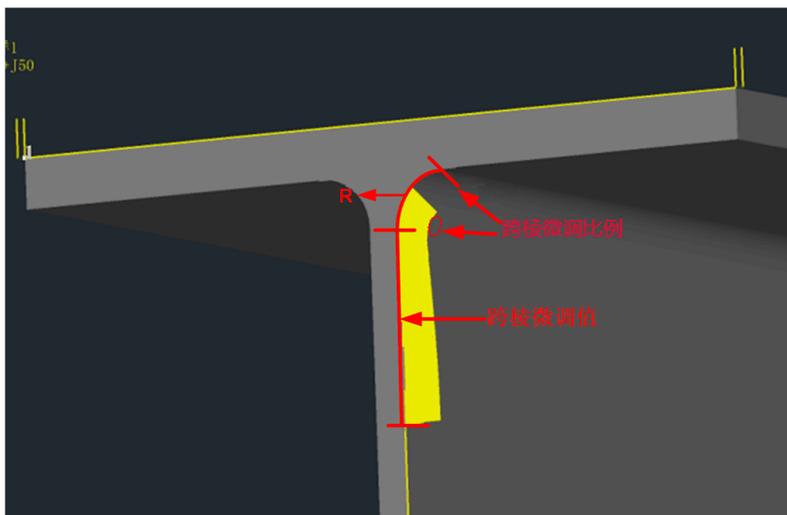


1. 在菜单栏 **工艺** 区域， 下拉框 → **跨棱微调**，打开 **跨棱微调** 对话框：



2. 在 **跨棱微调** 对话框中，设置以下参数：

- **跨棱微调**：输入距离值，这是 R 之外提前偏法向量的距离，即偏切割头的距离。
- **跨棱微调比例**：输入比例值，这是工字钢 R 角从腹板端到翼板下沿端的 R 角加工百分比。



### 7.4.2 法向调整

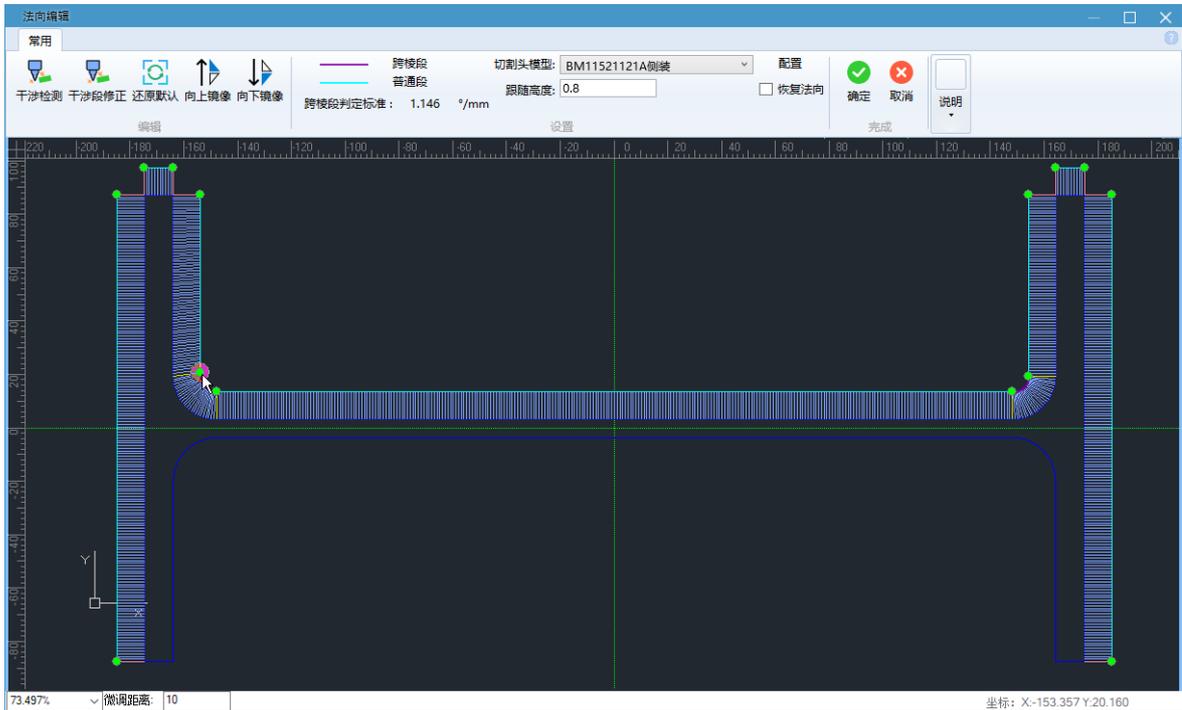
法向调整用于优化切割头在靠近凹角区域的姿态，确保卡盘的旋转角度更加合理，避免切割头发生碰撞，让卡盘提前转动，以实现切割头的平滑过渡，从而避免因角度突变而影响加工效果。

在设置法向调整前，如果需要更直观地查看法向调整的效果，可以在菜单栏的 **查看** 区域，点击 **显示** → **显示法向量**。

**操作步骤：**



1. 在菜单栏 工艺 区域，**截面工艺** 下拉框 → **法向调整**，打开 **法向编辑** 页面：



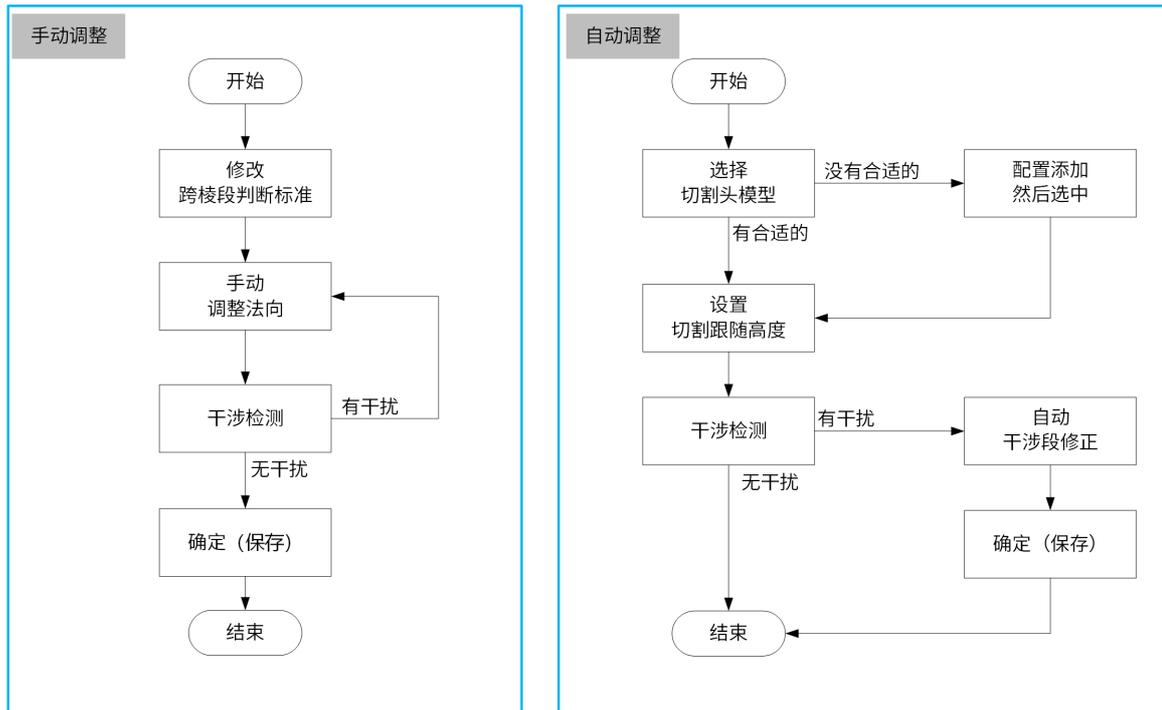
在 **法向编辑** 页面中，用户可以看到以下元素：

- 绿圆点  表示节点。
- 红圈  表示鼠标的位置。
- 紫线  表示跨棱段。
- 蓝线  表示普通段。

2. 使用以下方式进行调整：

- **手动调整**：通过拖动节点来手动调整法向量，适用于需要精细调整的情况。
- **自动调整**：系统自动检测并调整法向量，适用于快速调整。

调整流程图如下：



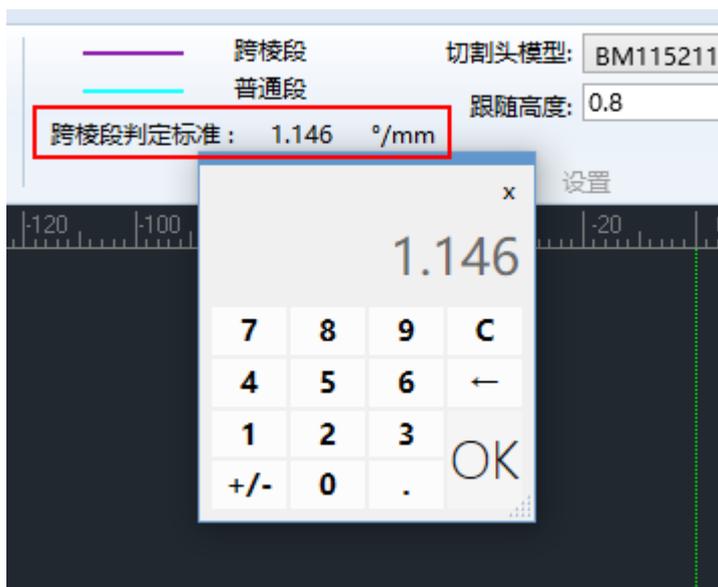
3. 调整完成后，点击 确定，以应用所做的调整。

### 7.4.2.1 手动调整

手动调整法向量是一种精细的工艺调整方法，允许用户根据具体需求对切割头的姿态进行精确控制。

操作步骤：

1. 在 **法向编辑** 页面，点击 **跨棱段判断标准** 的数值，根据需要修改判断标准。通常情况下，使用默认数值即可。



2. 接下来，使用以下方法调整法向量：

- **调整法向**：使用鼠标左键拖动节点来调整法向量。
- **添加节点**：按住 Shift 键并使用鼠标左键点击，可以在需要的位置添加新的节点。
- **恢复法向**：按住 Ctrl 键并使用鼠标左键点击，可以恢复节点的法向量到原始状态。
- **删除节点**：按住 Shift 键并使用鼠标右键点击节点，可以删除该节点。
- **合并分割**：使用鼠标右键点击节点，可以进行合并或分割操作。
- **平滑两点间法向量**：按住 Alt 键并选中两个节点，然后单击空格键，可以使两点间的法向量平滑过渡。
- **平滑单节点法向量**：按住 Ctrl 键并使用鼠标右键点击节点，可以平滑该节点的法向量。

- **法向镜像**：对于工字钢，可以点击  或 ，这样可以在腹板中心线左右两边复制法向量。

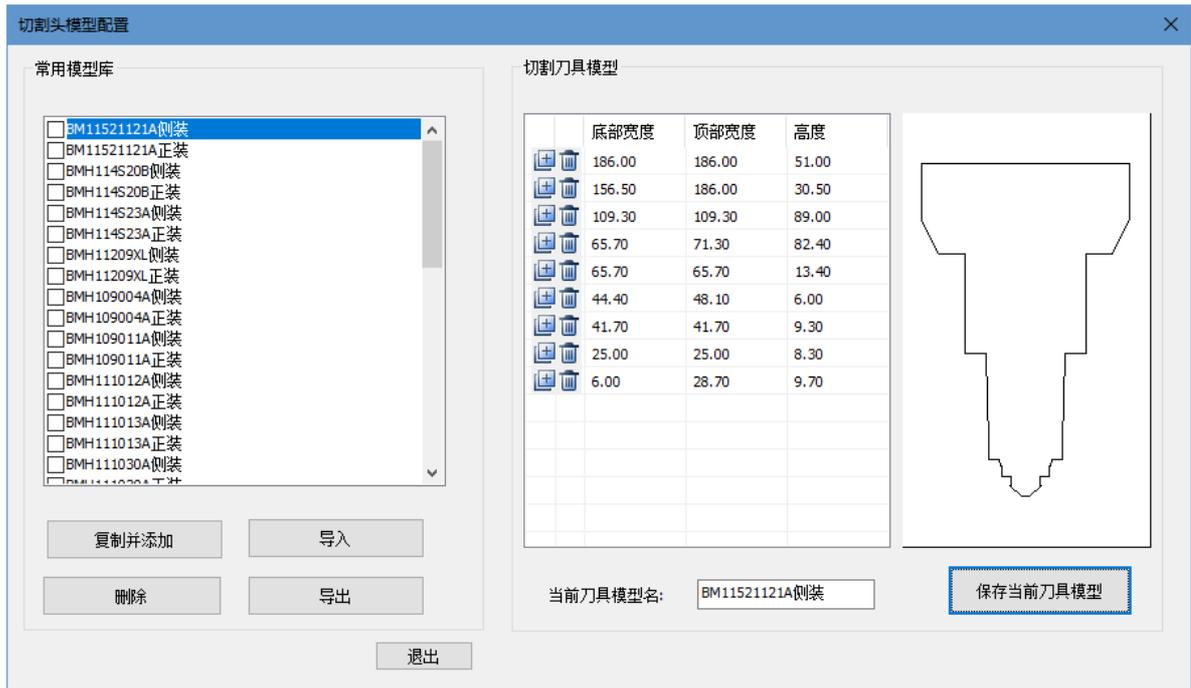
3. 调整完成后，点击 ，进行干涉碰撞检测，确保调整后的法向量不会导致切割头与管材发生碰撞。

#### 7.4.2.2 自动调整

自动调整法向量是一种快速且方便的工艺调整方法，系统会自动检测并调整法向量，以避免切割头与管材轮廓发生碰撞。

##### 操作步骤：

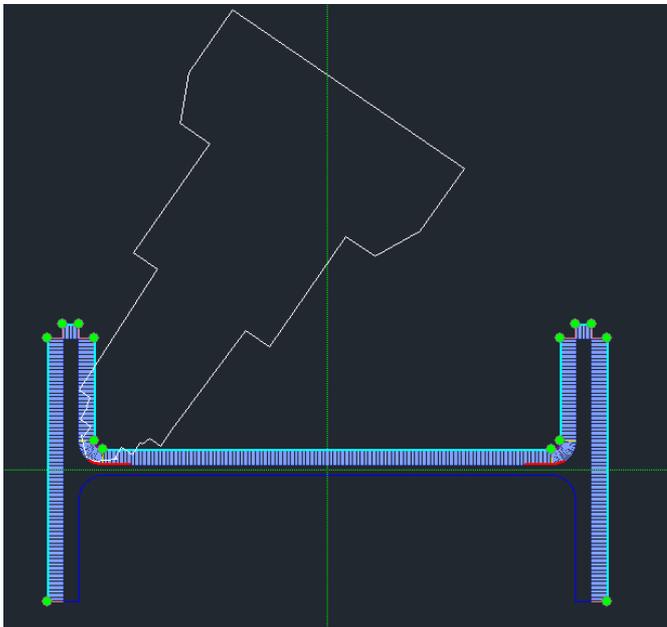
1. 在 **法向编辑** 页面，选择 **切割头模型**，如果当前没有合适的切割头选项，可以点击 **配置**，在打开的 **切割头模型配置** 对话框中配置添加。



2. 设置切割的**跟随高度**，这是切割头在切割过程中的高度设置。



3. 点击 **干涉检测**，进行干涉碰撞检测。如果检测到干涉，系统会在**法向编辑**页面用红线标记干涉区域，并显示切割头模型。

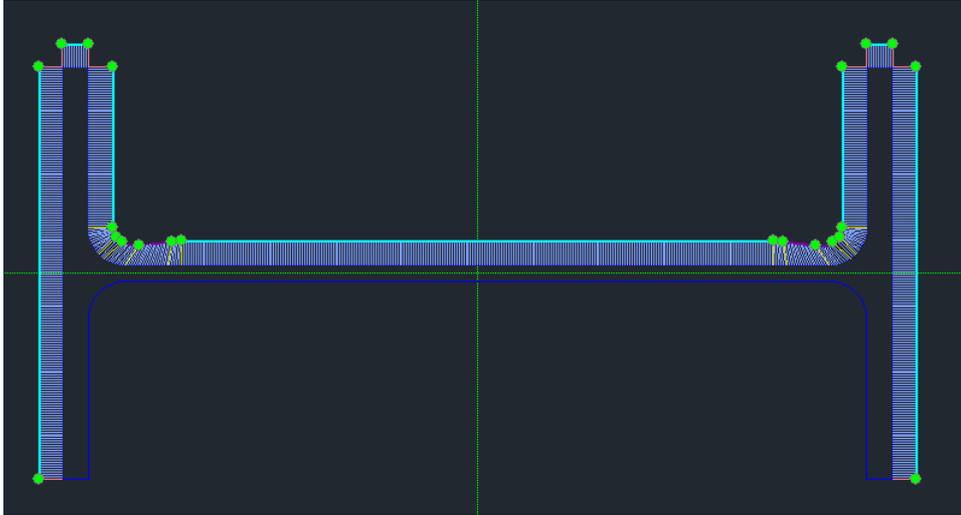


4. 如果检测到干涉，可以点击 **干涉段修正** 进行自动修正。修正后，系统会弹出窗口提示检测与修正结果。

- 如果修正成功，不存在干涉，系统会提示 **不存在干涉**。

- 如果修正后仍存在干涉，系统会提示 *存在干涉*，并建议手动调整法向量。

修正效果如下：



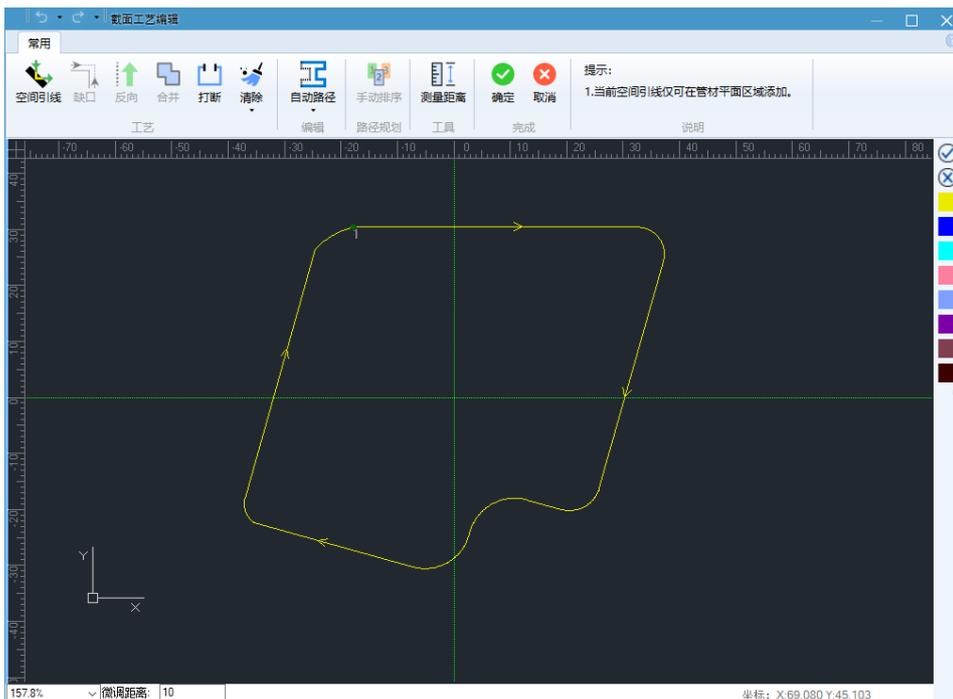
### 7.4.3 截面编辑

截面编辑用于处理异型管、管面厚度不一、型钢等管材的切割需求。通过分段编辑管材截面并添加工艺与图层，可以确保不同厚度管材、异型管等的零件正常切割。

操作步骤：



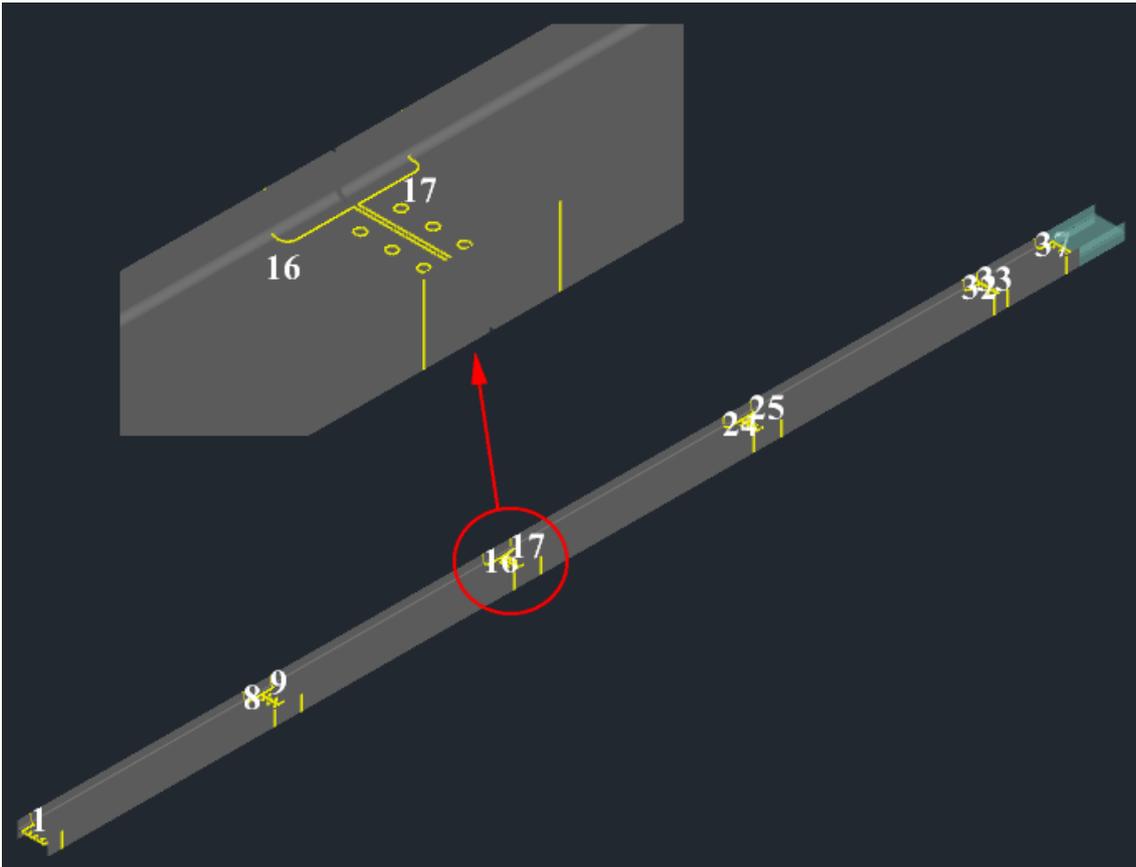
1. 在菜单栏的 **工艺** 区域，点击 **截面工艺** 下拉框 → **编辑截面**，打开 **截面工艺编辑** 页面：



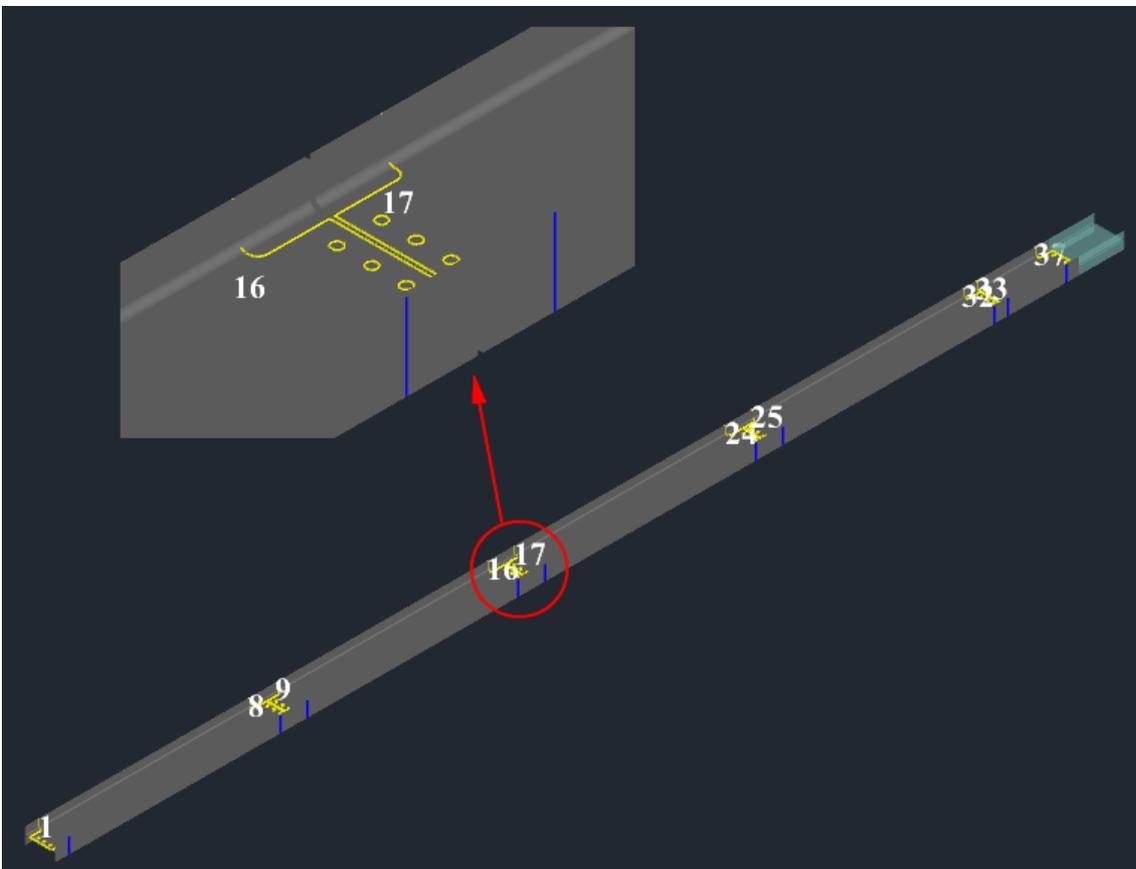
2. 在 **截面工艺编辑** 页面中，根据需要进行以下操作：
  - **空间引刀线**：在截面上的线段设置外引线，且为绿色直线段。
  - **清除引刀线**：移除已设置的引刀线。
  - **缺口**：在截面上的线段起点和终点之间设置不加工部分，用于零件与管材的黏连。
  - **反向**：改变刀路中原有的加工轨迹方向。
  - **合并**：将不相连的多条线段连接起来，合并为一条线段。
  - **打断**：将线段进行截断处理。
  - **自动路径**：一键自动对工字钢、直角角钢、直角槽钢的管材截面路径进行分段。
  - **手动排序**：使用鼠标指定加工顺序。
  - **测量距离**：测量指定的任意两点间距离、X/Y 偏移量及与 X 轴正向的角度。
  - **图层设置**：为截面线段选择不同的图层加工工艺。
3. （可选）如果需要撤销或重做操作，可以点击  **撤销** 来回退上一步操作，或点击  **重做** 来重新执行上一步撤销的操作。
4. 操作完成后，点击  **确定**，将编辑的截面工艺应用到管材上。

将工字钢截面一边翼板用大图层工艺，另一边用中图层工艺，前后效果图如下：

截面编辑前效果图：



截面编辑后效果图：



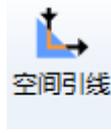
### 7.4.3.1 空间引刀线

空间引刀线是一种在截面上的线段设置外引线的工艺操作，用于引导切割头正确进入和退出切割区域，确保切割的准确性和效率。

操作步骤：

1. 在 **截面工艺编辑** 页面中，选中需要设置引刀线的线段。



2. 在菜单栏的 **工艺** 区域，点击 ，打开 **空间引线** 对话框。



3. 在 **空间引线** 对话框中，设置以下参数：
  - **引入长度**：输入起点引刀线的长度。
  - **引出长度**：输入终点引刀线的长度。
  - **缺口**：如果需要部分路径不切割，可以设置缺口。
4. 设置好参数后，点击 **确定** 来应用这些设置。

引刀线设置完成后，效果图如下：



引入长度20，引出长度10，无缺口



引入长度20，缺口10

### 7.4.3.2 清除引刀线

清除引刀线用于移除之前设置在截面线段上的引刀线，以便重新配置或取消引刀线的使用。

## 操作步骤：

1. 在 **截面工艺编辑** 页面，选中包含引刀线的线段。



2. 在菜单栏 **工艺** 区，点击 **清除** → **清除引刀线**。

### 7.4.3.3 缺口

缺口用于在截面上的线段起点和终点之间设置一段不加工的部分，以保持零件与管材的黏连，防止零件切割完成后翘起。

## 操作步骤：

1. 在 **截面工艺编辑** 页面中，选中需要设置缺口的线段。

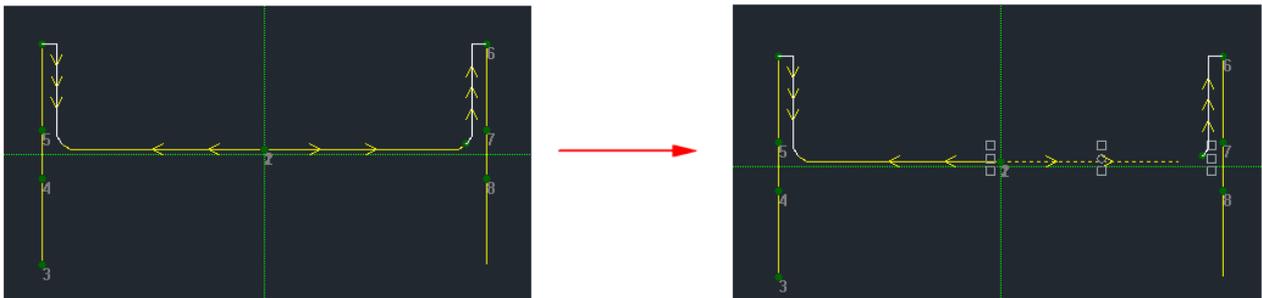


2. 在菜单栏的 **工艺** 区域，点击 **缺口**，打开 **缺口** 对话框。



3. 在 **缺口** 对话框中，输入所需的缺口长度。
4. 设置好缺口长度后，点击 **确定** 来应用这些设置。

设置缺口后的效果图如下：



### 7.4.3.4 反向

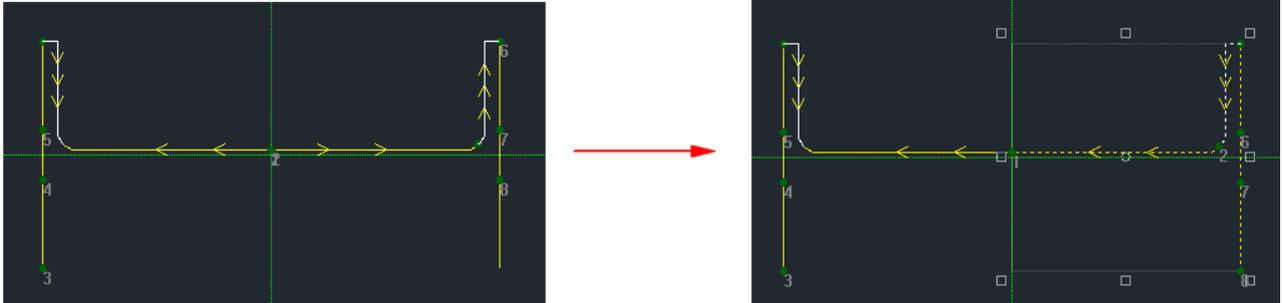
反向用于改变刀路中原有的加工轨迹方向，这可以在分段或多段同时进行。

## 操作步骤：

1. 在 **截面工艺编辑** 页面，选中需要改变加工轨迹方向的线段。

2. 在菜单栏 **工艺区**，点击  **反向**。

反向效果图如下：



### 7.4.3.5 合并

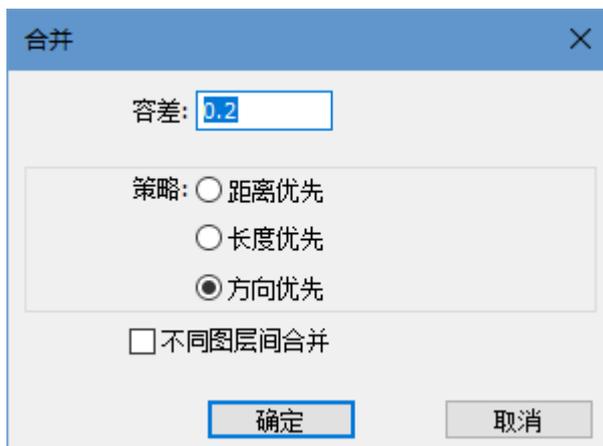
合并用于将不相连的多条线段连接起来，合并为一条线段。此操作还支持不同图层的线段合并，合并后只取一个图层。

注意：相邻不同图层如果加工方向一致且加工次序相邻，则切割时不会抬刀。

操作步骤：

1. 在 **截面工艺编辑** 页面，选中至少 2 条需要合并的线段。

2. 在菜单栏 **工艺区**，点击  **合并**，打开 **合并** 对话框：

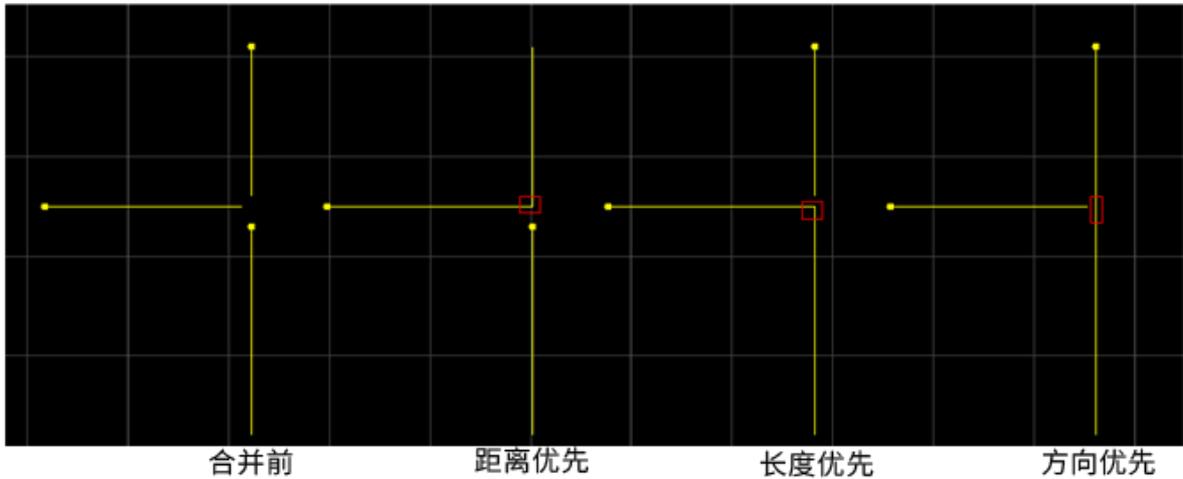


3. 在 **合并** 对话框中，输入所需的 **容差** 值。容差是设置合并需满足线段间的最大间隔值，默认合并容差范围为 [0.01, 10]mm。

4. 设置合并 **策略**，点击 **距离优先** / **长度优先** / **方向优先**。

当同一合并位置上满足合并容差的端点为三个以上时，系统会根据所选策略优先合并距离最近、长度最长或方向相同的线段。

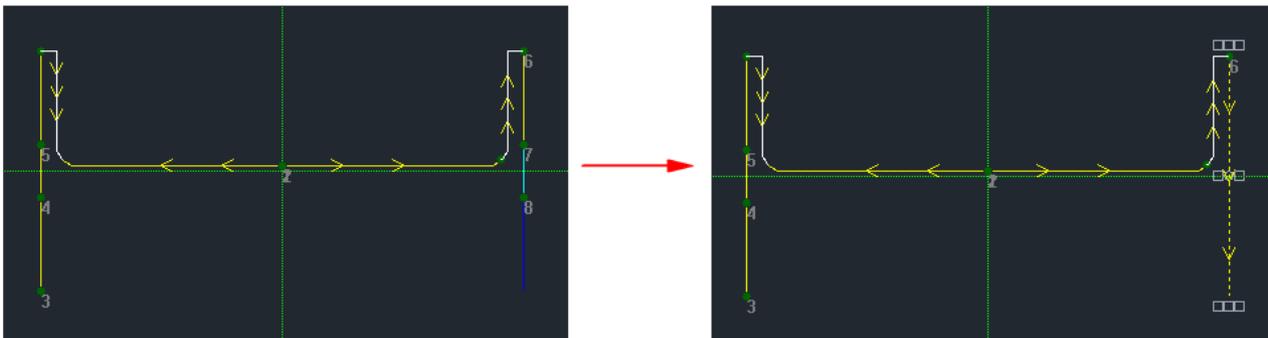
前后效果图如下：



5. **(可选：)** 如果需要合并位于不同图层的两段线，勾选 **不同图层间合并**。

6. 点击 **确定** 来应用这些设置。

合并不同图层效果图如下：



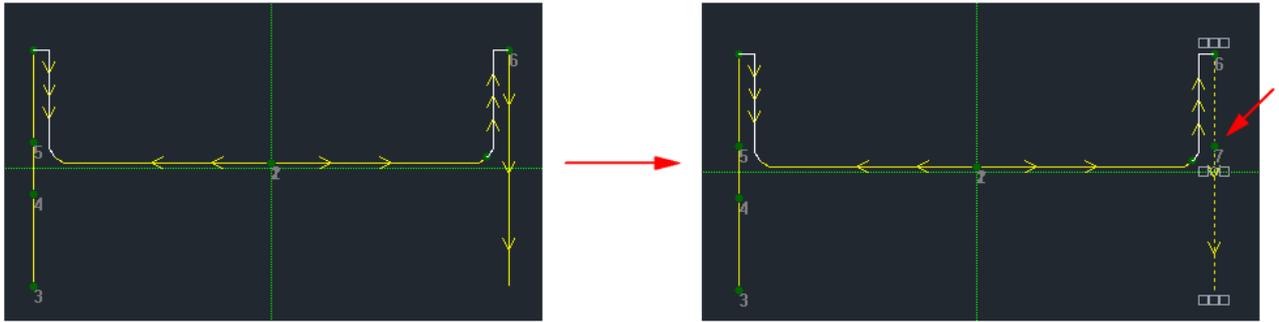
### 7.4.3.6 打断

打断用于将线段进行截断处理，以便于进行更精细的工艺调整或适应特定的加工需求。

**操作步骤：**

1. 在 **截面工艺编辑** 页面的菜单栏 **工艺** 区，点击  **打断**，鼠标光标变成 ，表示进入打断模式。
2. 在需要打断的线段上，单击鼠标左键选取打断位置。系统会在该位置将线段打断成两部分。
3. 完成打断操作后，单击鼠标右键退出打断功能。

打断效果图如下：



### 7.4.3.7 自动路径

自动路径用于提高工字钢、直角角钢、直角槽钢进行截面编辑的分段精度。通过一键操作，系统可以自动对这些特定形状的管材截面路径进行分段。

操作步骤：

- 工字钢

- 在 **截面工艺编辑** 页面的菜单栏 **编辑** 区，点击  或点击  下拉键 → **工字钢路径**。
- 系统将自动对工字钢的截面路径进行分段。

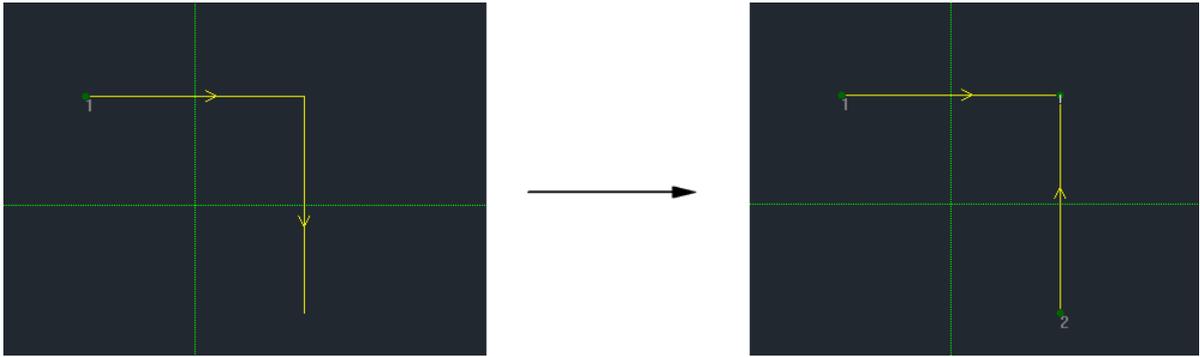
前后效果图如下：



- 直角角钢、直角槽钢

- 在 **截面工艺编辑** 页面的菜单栏 **编辑** 区，点击  下拉键 → **直角 L/C 路径**。
- 系统将自动对直角角钢或直角槽钢的截面路径进行分段。

前后效果图如下：



### 7.4.3.8 手动排序

手动排序允许用户使用鼠标指定加工顺序。

操作步骤：

1. 在 **工具** 栏中，点击  **手动排序**。

此时鼠标光标变成 ，表示下一个对象的序号。

2. 单击鼠标左键选择需设置为第一个的目标线段。

此时光标变成 ，该线段上的加工顺序变为 1。继续使用鼠标左键单击选择其他线段，以设置它们的加工顺序。依次类推。

3. 如果需要修改上一序号指定的线段，则单击鼠标右键，在快捷菜单中选择 **回到上一序号**，然后单击选择线段。
4. 完成所有线段的加工顺序设置后，单击鼠标右键，在快捷菜单中选择 **退出**，以退出手动排序功能。

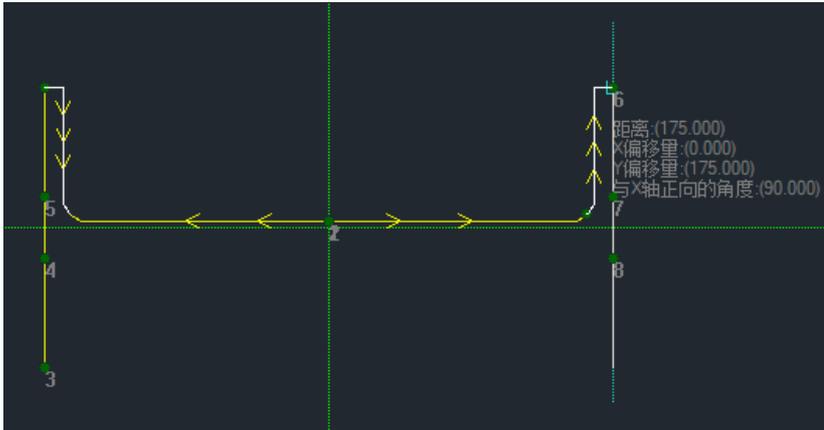
### 7.4.3.9 测量距离

测量距离用于测量指定的任意两点间的距离、X/Y 偏移量及与 X 轴正向的角度。

操作步骤：

1. 在 **工具** 栏中，点击  **测量距离**，此时鼠标后面会带有一个测量标记 ，表示进入测量模式。
2. 使用鼠标左键单击选取测量的起点。如果需要更改起点，可以单击鼠标右键，然后再次使用鼠标左键选取新的起点。

- 移动光标至测量的终点。在移动过程中，鼠标下方会实时显示测量结果，包括两点间的距离、X/Y 偏移量及与 X 轴正向的角度。



- 完成测量后，单击鼠标右键退出测量功能。

### 7.4.3.10 图层设置

图层设置用于为截面线段选择不同的图层加工工艺，以适应不同的加工需求和优化加工流程。

**操作步骤：**

- 在 **截面工艺编辑** 页面中，选中需要设置图层工艺的线段。
- 根据实际加工需求，点击图层栏中相应的按钮来设置线段的图层工艺。以下是各个按钮的功能说明：

按钮	说明
	将不加工的线段，改成加工，图层颜色为设置为不加工前的图层颜色。
	将加工的线段，改成不加工，线段颜色变白。
	将线段改成该图层工艺。图层名：大图形
	将线段改成该图层工艺。图层名：中图形
	将线段改成该图层工艺。图层名：小图形
	将线段改成该图层工艺。图层名：L1
	将线段改成该图层工艺。图层名：L2
	将线段改成该图层工艺。图层名：L3
	将线段改成该图层工艺。图层名：L4
	将线段改成该图层工艺。图层名：打标

## 7.4.4 一键多刀切

一键多刀切是一种针对直角方管的切割工艺，通过设置每一面切割一刀，避免了传统一刀切时的跨楞减速问题，从而在提高切割效率的同时，也提升了切割质量。此功能仅适用于 R 角为 0 的方管。

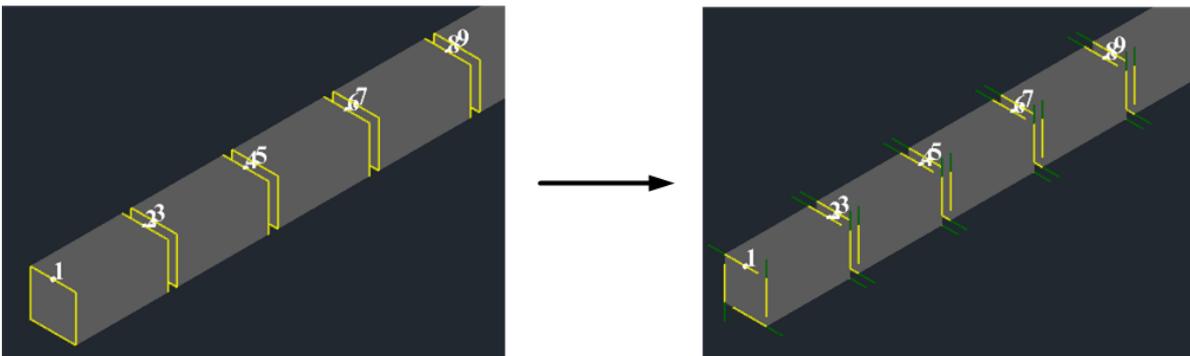
一键多刀切需要在排样结果中设置。

操作步骤：



1. 在排样结果刀路中，找到菜单栏 工艺 区域，点击 **截面工艺** 下拉框 → **一键多刀切**。
2. 软件将自动处理刀路，为直角方管的每一面生成独立的切割路径。

设置前后效果图：



## 7.4.5 一键扁钢

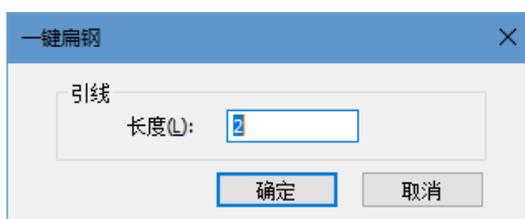
一键扁钢是一种针对 R 角为 0 的直角方管的加工工艺，通过此功能可以便捷地生成扁钢的加工刀路。该功能将直角方管的其他三个截面段设置为不加工面，并自动添加板外引入线。

一键扁钢需要在排样结果中设置。

操作步骤：

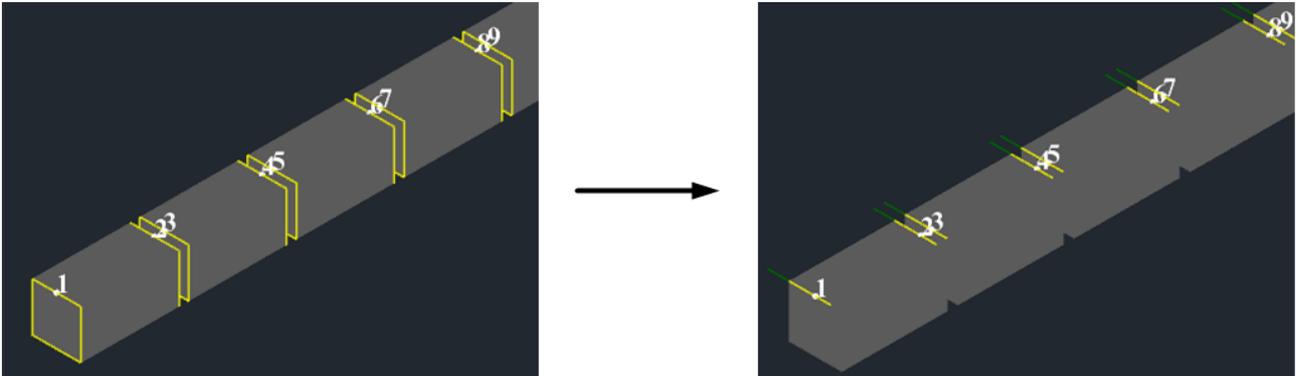


1. 在排样结果刀路中，找到菜单栏 工艺 区域，点击 **截面工艺** 下拉框 → **一键扁钢**，打开 **一键扁钢** 对话框：



2. 设置引刀线的长度，点击 **确定**，软件将根据设置执行一键扁钢操作。

设置前后效果图：



### 7.4.6 一键 C 型钢

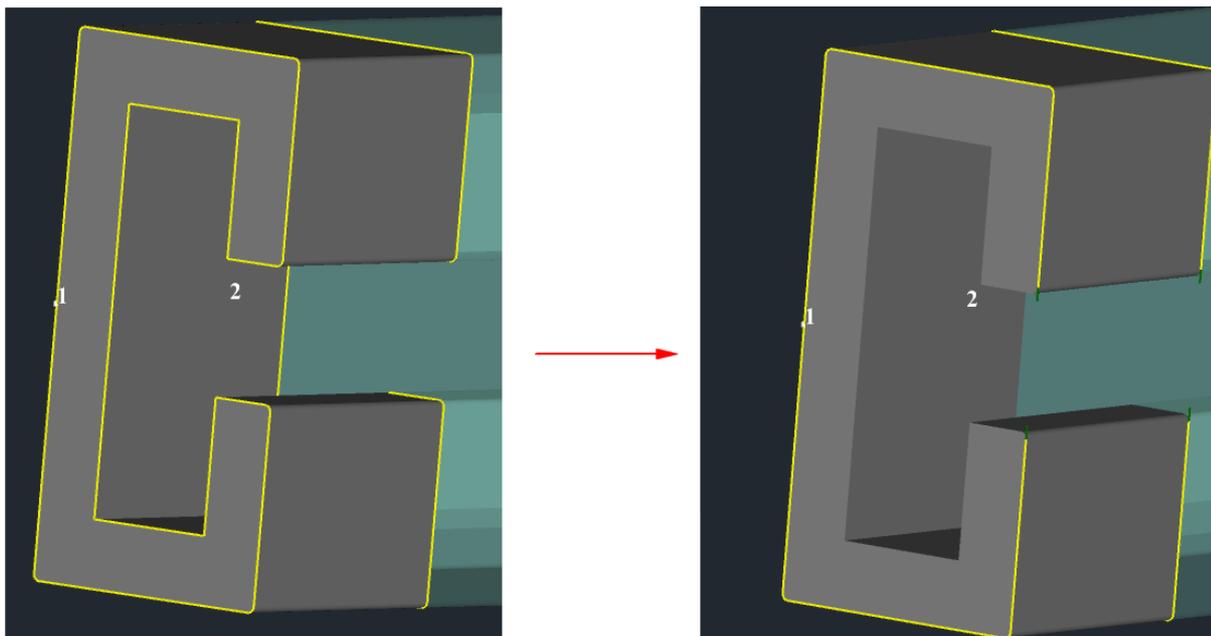
一键 C 型钢是一种针对 C 型钢管材的加工工艺，通过此功能可以快速地将 C 型钢的内轮廓设置为不加工，并自动添加空间引入引出线，以降低 C 型钢刀路处理的难度。

操作步骤：



1. 在菜单栏 **工艺** 区域，**截面工艺** 下拉框 → **一键 C 型钢**，打开 **一键扁钢** 对话框。
2. 设置引刀线长度，点击 **确定**。软件将根据设置执行一键 C 型钢操作。

设置前后效果图：



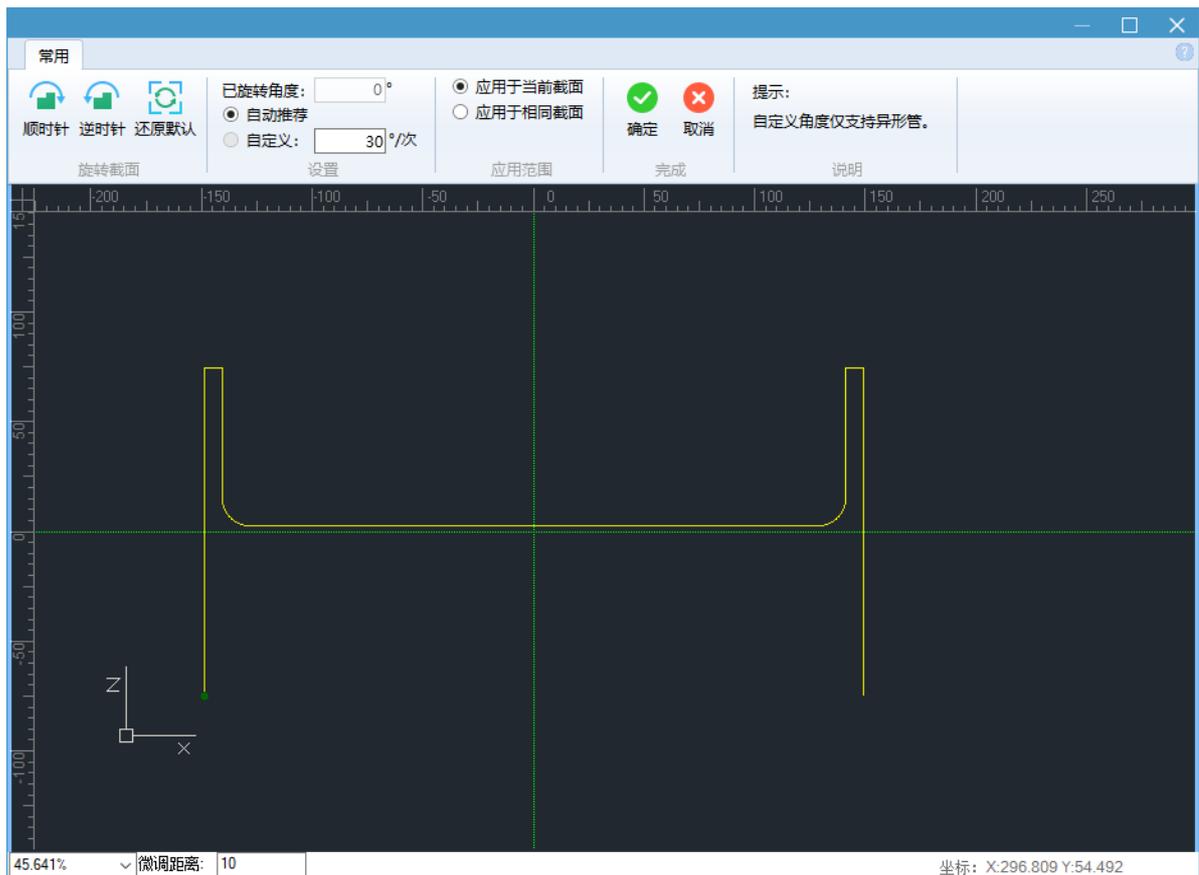
## 7.4.7 旋转截面

旋转截面功能用于调整零件的管材截面，使其与实际加工位置摆放一致，便于卡盘夹具夹持，从而提高加工效率和精度。

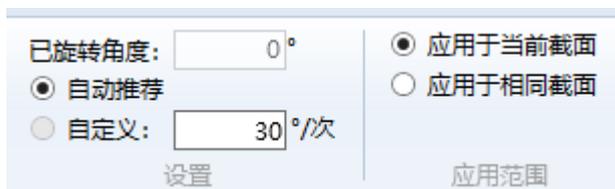
操作步骤：



1. 在菜单栏 **工艺** 区域，**截面工艺** 下拉框 → **旋转截面**，打开 **旋转截面** 页面：



2. 设置旋转角度和应用范围。



- **自动推荐**：系统自动推荐旋转角度，第一圈以 90° 旋转，第二圈以 45° 旋转，第三圈 90°，如此循环。
- **自定义角度**：仅支持异形管设置，允许用户输入特定的旋转角度。
- **应用于当前截面**：旋转设置仅对当前选定的截面生效。
- **应用于相同截面**：旋转设置对零件列表中所有具有相同截面的零件生效。

3. 使用页面上的按钮进行截面旋转调整：

-  **顺时针**：点击一次，截面顺时针旋转一次。
-  **逆时针**：点击一次，截面逆时针旋转一次。
-  **还原默认**：截面回到初始状态。

4. 调整好截面的角度后，点击  **确定**，保存设置并应用到相应的零件上。

#### 7.4.8 镜像截面

镜像只针对异型管，将截面沿着 YOZ 面进行镜像，几何图形会发生变化。

镜像旋转是指，图形按照前视图的竖直中心线为对称线进行水平翻转。

操作步骤：



1. 在菜单栏 **工艺** 区域，**截面工艺** 下拉框 → **镜像截面**，弹出提示框：



2. 点击 **是**，确认进行镜像操作。

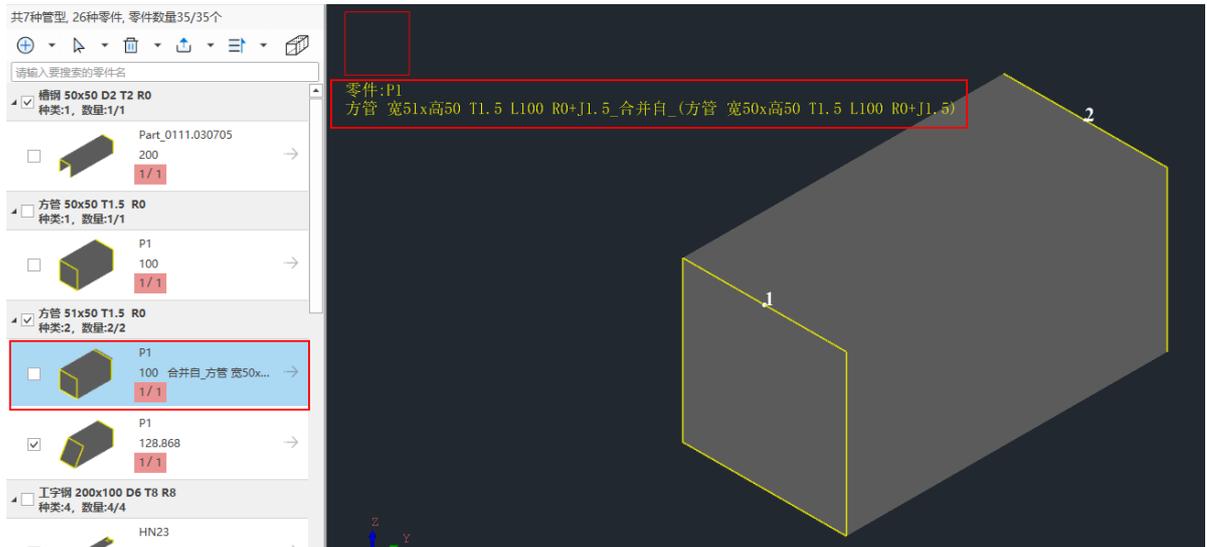
#### 7.4.9 截面合并

截面合并功能允许在软件排样过程中，即使管材的截面由于形变、精度等原因与生成的零件刀路不完全匹配，也能实现生产。这通过将容差范围内的不同管材尺寸零件强行合并为相同管材尺寸零件来实现。

操作步骤：

1. 在软件中选中两个零件，然后通过鼠标右键菜单点击 **截面合并**。

- 系统将检查这两个零件的尺寸，如果它们在设定的容差范围内，则会将它们合并为一个相同管材尺寸的零件。

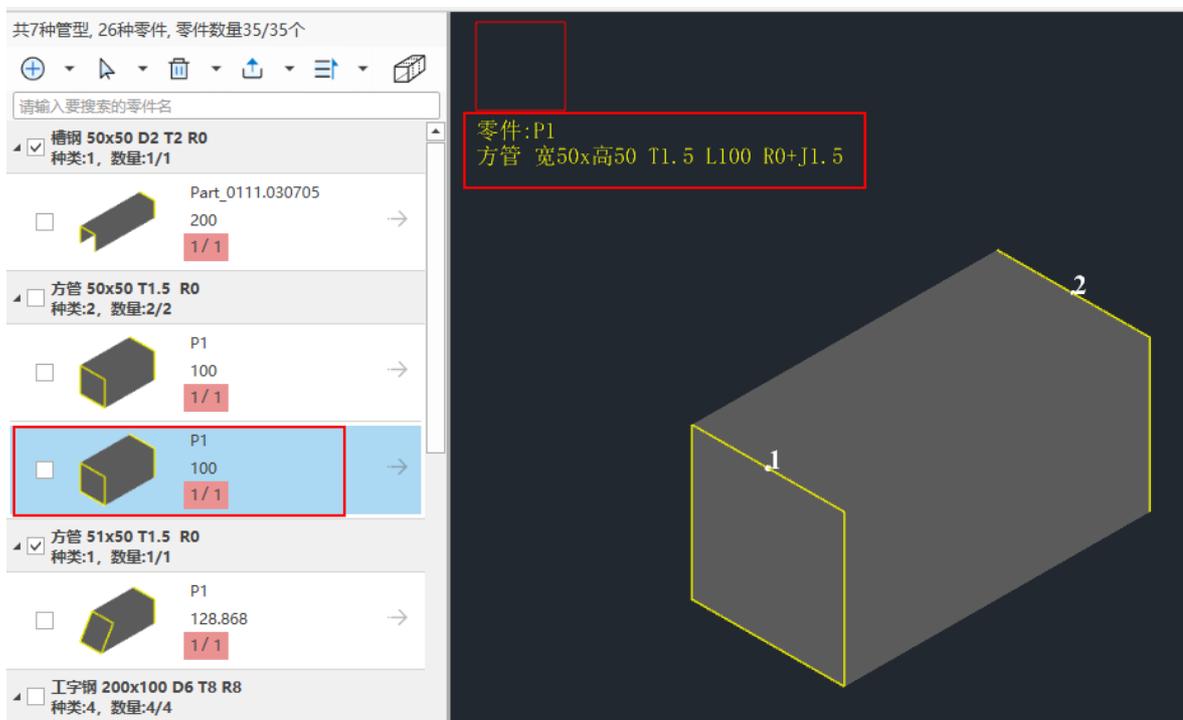


#### 7.4.10 截面分离

截面分离功能将之前合并的零件重新分解为原来的小零件。

操作步骤：

- 在软件中选中已经合并的零件，然后通过鼠标右键菜单点击 **截面分离**。
- 系统将根据合并前的状态，将合并的零件分解为原来的小零件。



## 7.5 分段设置

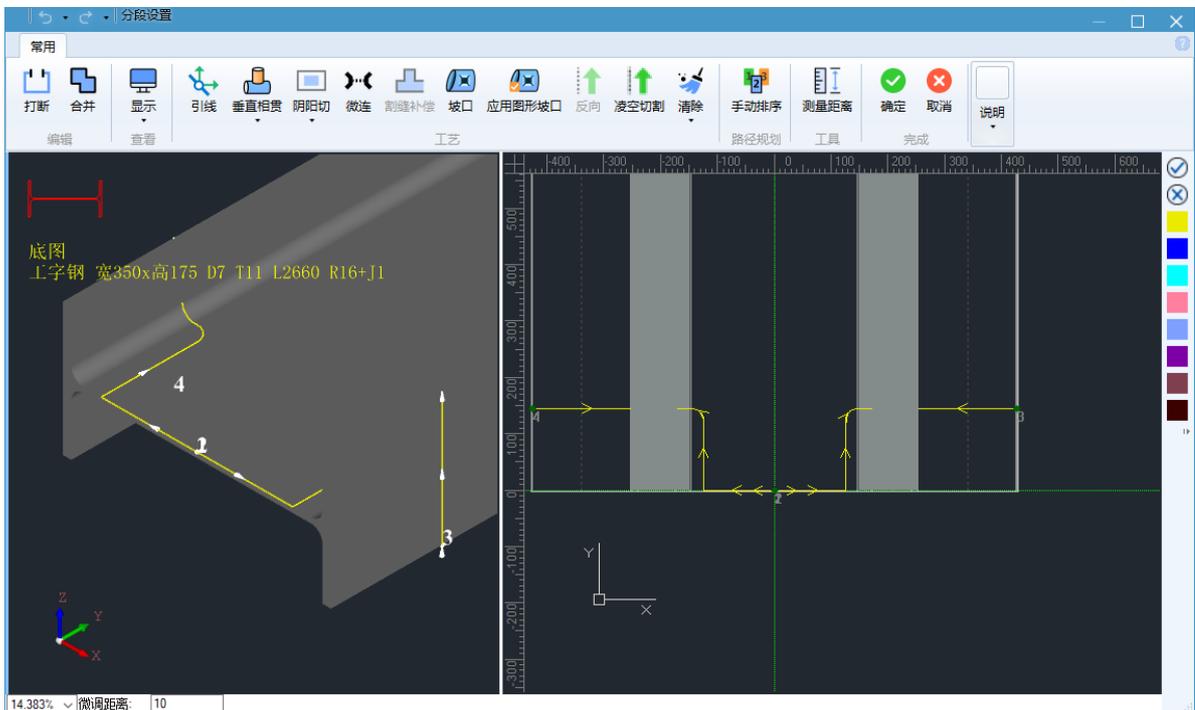
分段设置功能允许用户将单个图元分割成多线段，并对每个线段进行单独的工艺设置，包括添加坡口、垂直相贯、引刀线、微连、阴阳切、工艺、图层以及手动排序等。分段设置功能在二维和三维环境中均支持编辑操作。

操作步骤：

1. 在三维绘制界面选中一个图元。



2. 在菜单栏 **工艺** 区域，，打开 **分段设置** 页面：



3. 根据需要进行以下操作：

- [打断](#)
- [合并](#)
- [引刀线](#)
- [垂直相贯](#)
- [阴阳切](#)
- [微连](#)
- [割缝补偿](#)
- [坡口工艺](#)
- [反向](#)

- [凌空切割](#)
- [清除工艺](#)
- [手动排序](#)
- [测量距离](#)
- [图层设置](#)

#### 4. (可选: ) 撤销或重做。

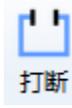
- 点击  撤销，回退上一步操作。
-  重做：重新执行上一步撤销的操作。

5. 操作完成后，点击  确定，将编辑的工艺应用到管材上。

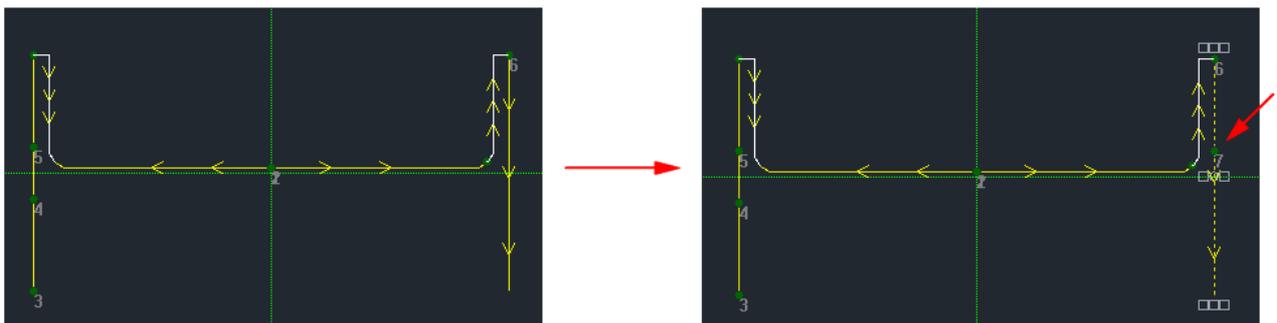
### 7.5.1 打断

打断用于将线段进行截断处理，以便于进行更精细的工艺调整或适应特定的加工需求。

操作步骤：

1. 在 [分段设置](#) 页面的菜单栏 [编辑](#) 区，点击  打断，鼠标光标变成 .
2. 在需要打断的线段上，单击鼠标左键选取打断位置。系统会在该位置将线段打断成两部分。
3. 完成打断操作后，单击鼠标右键退出打断功能。

打断效果图如下：



### 7.5.2 合并

合并用于将不相连的多条线段连接起来，合并为一条线段。此操作还支持不同图层的线段合并，合并后只取一个图层。

注意：相邻不同图层如果加工方向一致且加工次序相邻，则切割时不会抬刀。

操作步骤：

1. 在 **分段设置** 页面，选中至少 2 条需要合并的线段。



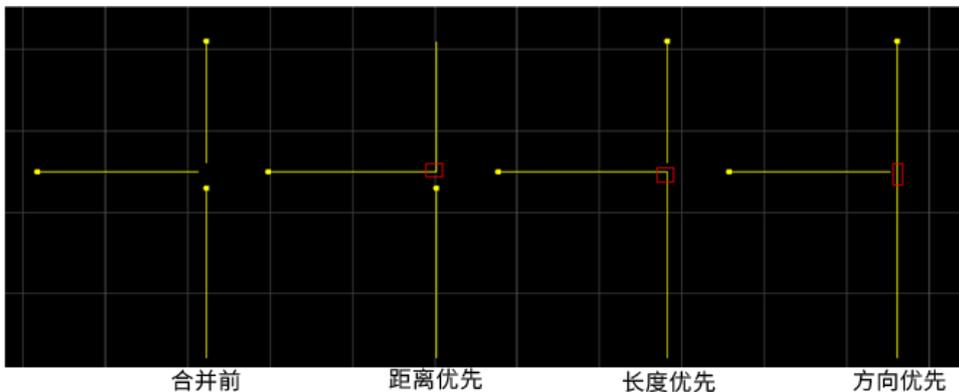
2. 在菜单栏 **工艺区**，点击 **合并**，打开 **合并** 对话框：



3. 在 **合并** 对话框中，输入所需的 **容差** 值。容差是设置合并需满足线段间的最大间隔值，默认合并容差范围为 [0.01, 10]mm。
4. 设置合并 **策略**，点击 **距离优先** / **长度优先** / **方向优先**。

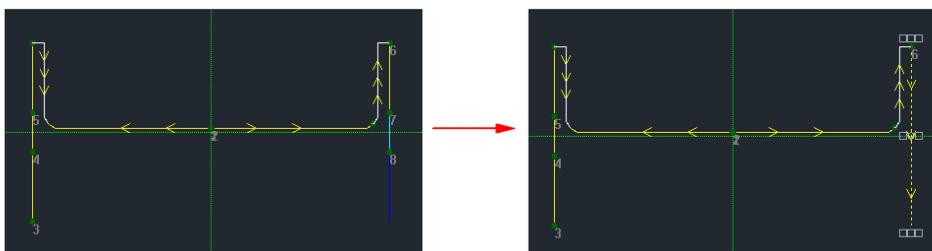
当同一合并位置上满足合并容差的端点为三个以上时，系统会根据所选策略优先合并距离最近、长度最长或方向相同的线段。

前后效果图如下：



5. **(可选：)** 如果需要合并位于不同图层的两段线，勾选 **不同图层间合并**。
6. 点击 **确定** 来应用这些设置。

合并不同图层效果图如下：



### 7.5.3 引刀线

将引刀线设置在废料区，避免加工时起点缺口过大、起点区域速度不均匀等问题，从而提高加工精度。

引刀线类型包括直线型和圆弧型。

操作步骤：

1. 选中一个或多个线段。
2. 选择以下任一方式，打开 **引刀线** 对话框：

- 在菜单栏 **工艺** 区域，点击  **引线** ：



- 单击鼠标右键调出快捷菜单，点击 **引刀线** → **设置**。

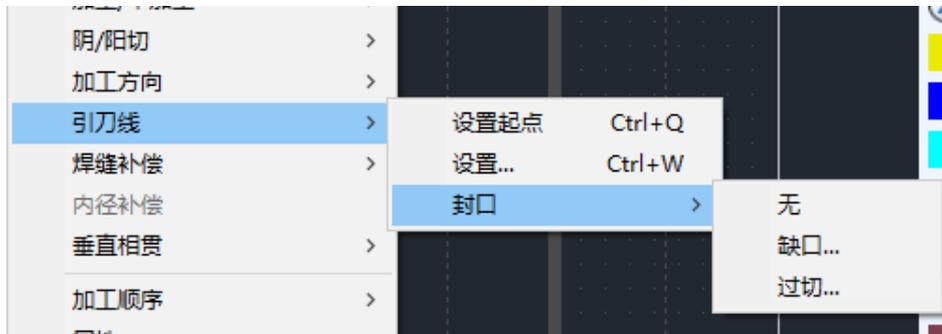


下文以右键调出 **引线** 对话框为列介绍。

3. 在 **引入线** 和 **引出线** 区，设置引入线、引出线类型及相关参数，参数说明如下：
  - **张角**：直线引刀线的张角指引刀线与图元交点切线的夹角；圆弧引刀线的张角指圆心角。
  - **长度**：直线和圆弧引刀线的长度指直线和圆弧的长度；勾型引刀线的长度指圆弧部分半径与直线部分长度之和。
  - **半径**：勾型引刀线的半径是指引刀线圆弧部分半径。
  - **起点添加小圆**：是为了解决在穿厚板时，熔渣堆积影响切割效果的问题。在引线起点添加合适的小圆孔，可将熔渣一并切除，从而保证切割质量。
  - **小圆半径**：引线起点小圆的半径。
4. **(可选：)** 若为封闭图形，在 **封口** 区域设置缺口或过切。

- **缺口**：开口引刀线，表示不切断。
- **过切**：封口引刀线。

也可后期设置，选中图元，单击鼠标右键调出快捷菜单点击 **引刀线** 下拉框 → **封口** → **无 / 缺口 / 过切**，单独编辑或删除缺口和过切。



#### 5. 设置引刀线位置：

- 若选择 **按送料轴方向**，按需选择：
  - **近端**：图形距离管头起始面的最近点。
  - **远端**：图形距离管头起始面的最远点。
  - **避开棱角**：棱角处不添加引刀线。
- 若选择 **按图元边角**，按需选择：
  - **角点优先**：优先在拐角处添加引刀线。
  - **长边优先**：优先在最长的边上添加引刀线。
- 若选择 **按照图形的总长度设定(0~100)**，设置加工起点到引刀线位置占图形总边长的百分比。  
**说明**：仅适用于封闭图形。
- 若点击 **鼠标指定**，点击图形边界手动指定引刀线的位置，设置完毕后点击鼠标右键或按 **Esc** 键退出工具。

#### 6. 在 **高级区域**，按需选择 **不改变引线类型，只改变位置 / 不改变引线位置，只改变类型**。

#### 7. (可选：) 若需手动修改引刀线位置，执行以下步骤：

- 选择以下方式，调用手动设置起点功能。
  - 在菜单栏，点击 **引刀线** 下拉框 → **设置起点**。
  - 鼠标右键调出快捷菜单，点击 **引刀线** → **设置起点**。
- 在图形边界上点击鼠标左键，修改引刀线位置，不修改角度及长度。
- 点击鼠标右键或按 **ESC** 键退出起点功能。

### 7.5.4 垂直相贯

分段设置中的垂直相贯可以在某一段设置坡口，比如四面中就一面需要坡口，这时候可以分段设置中打断之后添加垂直相贯工艺以此来添加坡口。

系统支持以下三种相贯方式：

- **垂直角度相贯**：自动根据每个图元所在的几何中心点所在的管材切面的垂直角度进行切割，适用于需要精确垂直嵌入的管材加工。
- **设定角度相贯**：允许用户自定义切割角度，包括水平、竖直以及任何用户自定义的角度。
- **图组垂直相贯**：针对多个图元进行操作，确保整个图元组合能够根据其几何中心点所在的管材切面的垂直角度进行统一切割。

**操作前提：**

在设置垂直相贯之前，请确保：

- 当前切割的管材为方管、圆管、椭圆管或腰型管。
- 目标对象不是点、文字、扫描组以及绕过整根管件 180° 的图元。

**操作步骤：**

1. 选中需要进行垂直相贯的对象。
2. 通过以下任一方式调用相贯功能：



- 在菜单栏的 **工艺** 区域，点击 **垂直相贯**，然后选择所需的相贯方式。
  - 使用鼠标右键调出快捷菜单，点击 **垂直相贯**，然后选择 **设置垂直相贯**。
3. 如果选择了 **设定角度相贯**，会弹出设置对话框，用户需要设置相应的参数，然后执行相贯。

设置成功后，所选图形会变为白色，软件将自动调整加工路径以满足所设定的垂直相贯要求。如果页面显示设置中没有勾选 **显示法向量**，则会弹出提示询问是否显示法向。

### 7.5.5 阴阳切

**操作步骤：**

1. 选中需要进行阴阳切设置的线段。
2. 选择以下任一方式，设置阴切与阳切：

- **菜单栏设置**：在菜单栏 **工艺** 区域，点击  下拉框 → **阴切 / 阳切**。
- **快捷菜单设置**：单击鼠标右键调出快捷菜单，点击 **阴/阳切** → **阴切 / 阳切 / 自动设置**。

**自动设置说明**：自动设置功能会根据选中图形的嵌套关系自动判断并设置为阴切或阳切，适用于图形结构复杂的情况，可以节省手动设置的时间。

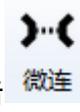
## 7.5.6 微连

使用微连可将零件与周围材料连接在一起，防止材料在切割过程中掉落，从而简化后续的分拣工作。微连可以通过自动或手动两种方式进行设置，以适应不同的加工需求。

### 7.5.6.1 自动微连

**操作步骤**：

1. 选中对象。

2. 在菜单栏的工艺区域，点击  **微连**，打开 **微连** 对话框。



3. 在 **自动** 区域，选择按数量或按间隔微连。
4. 根据需要勾选以下选项：
  - **忽略小图形**：周长范围内的小图形将不微连。

- 添加至 A 轴摆角最小位置：坡口图元可以添加微连至最小摆角处。
5. 根据需要勾选 **拐角避让**，并设置以下参数：
- **避让长度**：在避让长度范围内，拐角无法添加微连。范围：0.001 mm~10 mm。
  - **拐角角度**：范围：90°~180°。
- 说明**：如果不勾选**拐角避让**，则所有点均支持微连。
6. 点击 **确定**，系统根据设置值自动对选中的对象执行微连。

### 7.5.7 手动微连

#### 操作步骤：

1. 打开微连对话框：无需选中对象，在菜单栏的工艺区域，点击  **微连**，打开 **微连** 对话框。



2. 设置手动微连参数：
- 在手动区域，选择手动微连，并设置连线长度。
  - 勾选拐角避让，并设置避让长度和拐角角度。
- 说明**：如果不勾选拐角避让，则所有点均支持微连。
3. 执行手动微连：点击 **确定**，移动鼠标选取微连位置，点击鼠标左键添加微连。
4. 退出手动微连功能：点击鼠标右键或按 Esc 键退出。

### 7.5.8 割缝补偿

割缝补偿用于校正由于切割过程中产生的割缝（切割损耗）导致的实际零件尺寸与理论尺寸之间的偏差。通过在图元上添加外扩或内缩的工艺线，可以补偿由于机械切割偏差引起的问题。

#### 割缝补偿类型：

- **全部内缩**：缩小选中的全部零件的切割区域。
- **全部外扩**：扩大选中的全部零件的切割区域。
- **阴切内缩，阳切外扩**：在选中的全部零件中，缩小阴切的零件的切割区域，扩大阳切的零件的切割区域。

#### 操作前提：

在设置割缝补偿前，确保所选对象满足以下条件：

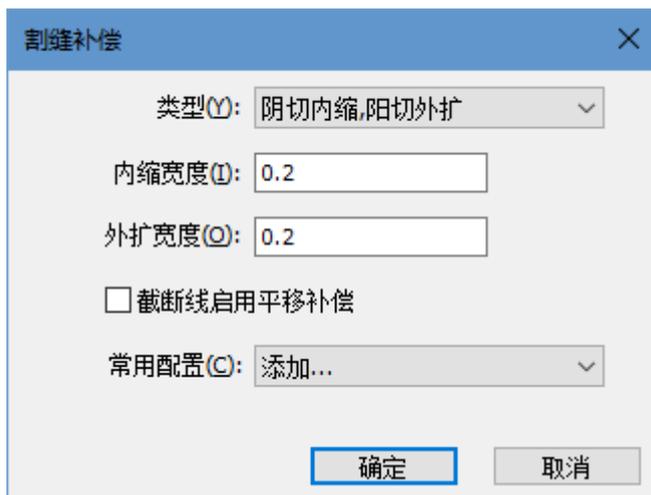
- 文字均已转换为图形。
- 不是点、辅助线、过切、跨棱、扫描、自相交和共边图形。

#### 操作步骤：

1. 选中一个或多个线段。



2. 在菜单栏的工艺区域，点击 **割缝补偿**，打开 **割缝补偿** 对话框。



3. **选择补偿类型**：点击类型下拉框，选择全部内缩、全部外扩或阴切内缩，阳切外扩。
4. **设置补偿宽度**：设置内缩宽度和外扩宽度。
5. **启用截断线平移补偿**：勾选截断线启用平移补偿，这将使截断线沿垂直方向平移割补宽度。

## 6. (可选) 保存常用配置:

- 点击 **常用配置** 下拉框, 选择 **添加**, 打开常用配置对话框。
- 点击 **添加**, 在描述列设置名称, 并在内缩宽度和外缩宽度列分别设置宽度。
- 使用时, 选择在描述列设置的名称, 系统自动填充宽度。

## 7.5.9 坡口工艺

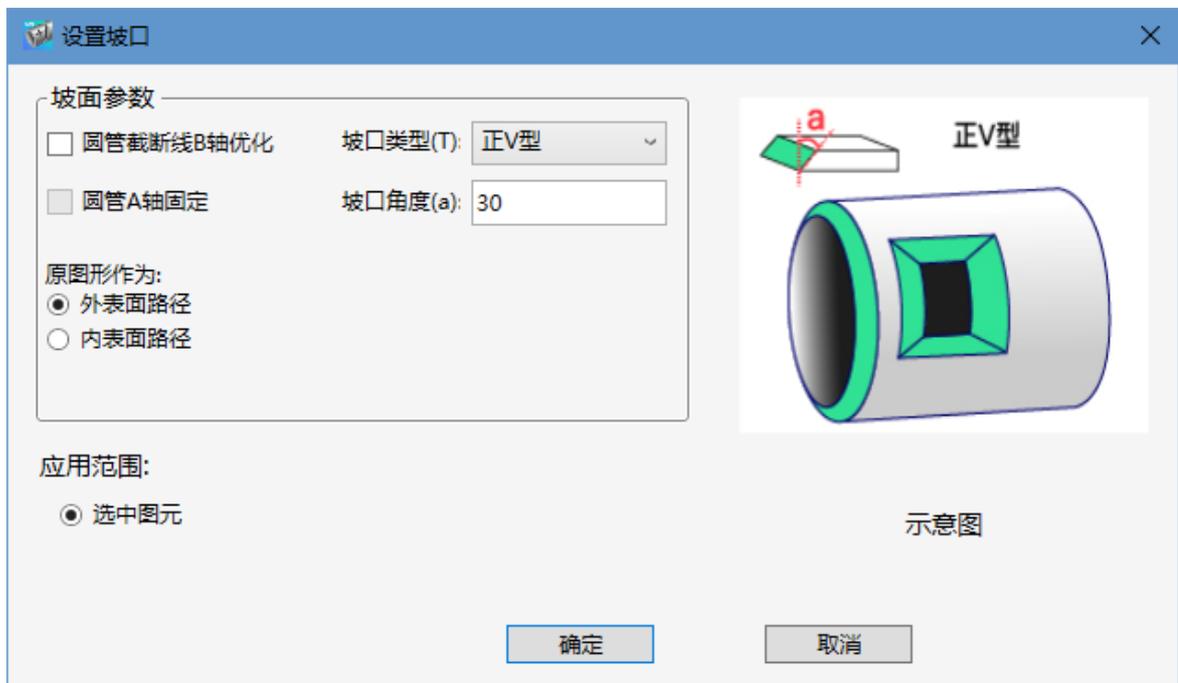
在分段设置中添加坡口工艺。

### 操作步骤:

1. 在 **分段设置** 页面中, 选中需要添加坡口工艺的线段。



2. 在菜单栏 **工艺** 区, 点击 , 打开 **设置坡口** 对话框。



3. 在 **设置坡口** 对话框中, 设置坡面参数。具体参数设置可以参考[坡面参数](#)的详细说明。
4. 设置好坡面参数后, 点击 **确定** 按钮, 以应用坡口工艺到选中的线段。
5. 如果需要对其他线段也设置坡口工艺, 重复步骤 1 至步骤 4。

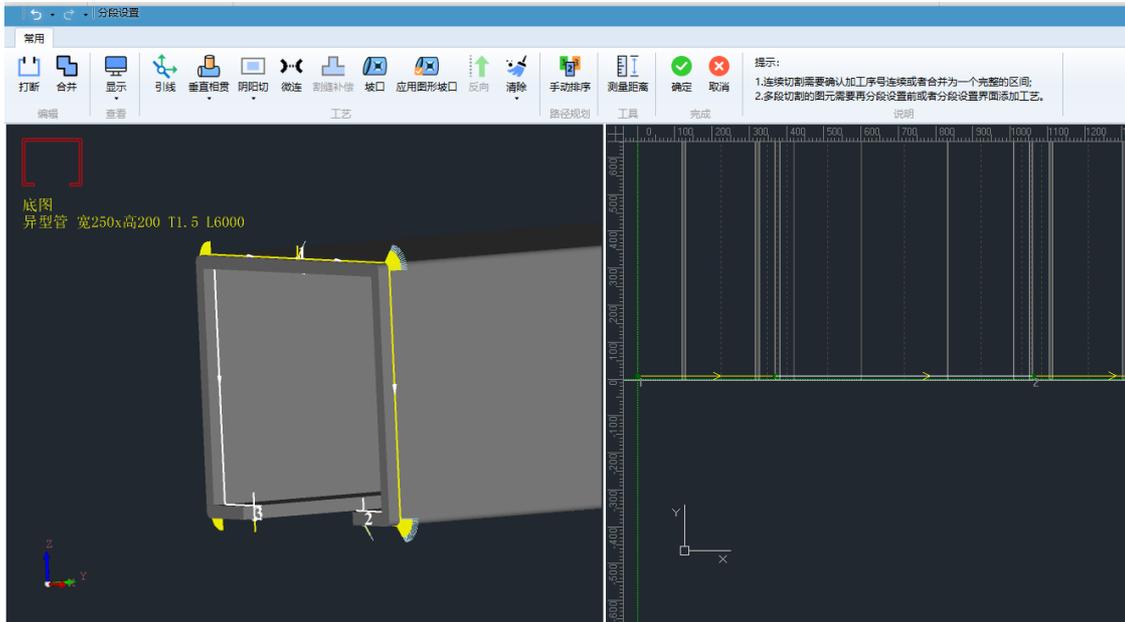
## 7.5.10 应用图形坡口

在分段设置中, 由于工艺设置的特殊性, 原零件的坡口工艺不会被保留。因此, 当图形进入分段设置后, 需要重新识别并应用坡口工艺。

### 操作步骤:



1. 在 **分段设置** 页面中，在菜单栏 **工艺** 区，点击 **应用图形坡口** 的按钮。
2. 系统将重新识别并应用相应的坡口工艺。



### 7.5.11 反向

反向用于改变刀路中原有的加工轨迹方向，这可以在分段或多段同时进行。

**操作步骤：**

1. 在 **分段设置** 页面，选中需要改变加工轨迹方向的线段。



2. 在菜单栏 **工艺** 区，点击 **反向**。

### 7.5.12 凌空切割

凌空切割用于确保工字钢或其他型材的切割面平整，避免形成坡面。这种工艺通常涉及单独定高切割或二次定高切割，并且会在软件中使用图层 6 标记来表示。

**操作步骤：**

1. 在 **分段设置** 页面中，选中需要应用凌空切割工艺的线段。



2. 在菜单栏的 **工艺** 区域，点击 **凌空切割** 图标。

系统将根据选中的线段自动应用凌空切割工艺，并将该线段的切割路径标记在图层 6 上。这样，在后续的加工过程中，操作人员可以清楚地识别哪些部分应用了凌空切割工艺。

### 7.5.13 清除工艺

清除工艺用于移除已设置的部分加工工艺，从而允许用户根据需要调整或重置工艺设置。

操作步骤：

1. 在 **分段设置** 页面，选中一个或多个需要清除工艺的对象。
2. 通过以下任一方式执行清除工艺操作：



- 在菜单栏的 **工艺** 区域，点击 ，然后在弹出的菜单中选择需要清除的工艺项。
- 使用鼠标右键调出快捷菜单，点击 **清除**，并选择需要清除的工艺项。

操作步骤：

1. 选中一个或多个需要清除工艺的对象。
2. 通过以下任一方式执行清除工艺操作：

### 7.5.14 手动排序

手动排序允许用户使用鼠标指定加工顺序。

操作步骤：



1. 在 **工具** 栏中，点击 。

此时鼠标光标变成 ，表示下一个对象的序号。

2. 单击鼠标左键选择需设置为第一个的目标线段。

此时光标变成 ，该线段上的加工顺序变为 1。继续使用鼠标左键单击选择其他线段，以设置它们的加工顺序。依次类推。

3. 如果需要修改上一序号指定的线段，则单击鼠标右键，在快捷菜单中选择 **回到上一序号**，然后点击选择线段。
4. 完成所有线段的加工顺序设置后，单击鼠标右键，在快捷菜单中选择 **退出**，以退出手动排序功能。

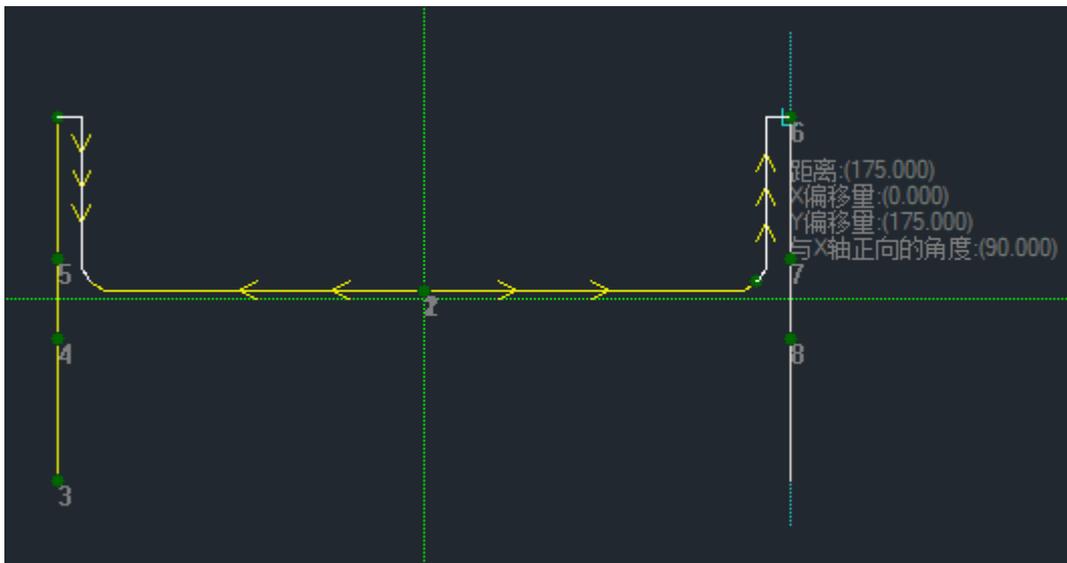
### 7.5.15 测量距离

测量距离用于测量指定的任意两点间的距离、X/Y 偏移量及与 X 轴正向的角度。

## 操作步骤：



1. 在 **工具** 栏中，点击 **测量距离**，此时鼠标后面会带有一个测量标记 ，表示进入测量模式。
2. 使用鼠标左键单击选取测量的起点。如果需要更改起点，可以单击鼠标右键，然后再次使用鼠标左键选取新的起点。
3. 移动光标至测量的终点。在移动过程中，鼠标下方会实时显示测量结果，包括两点间的距离、X/Y 偏移量及与 X 轴正向的角度。



4. 完成测量后，单击鼠标右键退出测量功能。

### 7.5.16 图层设置

图层设置用于为截面线段选择不同的图层加工工艺，以适应不同的加工需求和优化加工流程。

## 操作步骤：

1. 在 **分段设置** 页面中，选中需要设置图层工艺的线段。
2. 根据实际加工需求，点击图层栏中相应的按钮来设置线段的图层工艺。以下是各个按钮的功能说明：

按钮	说明
	将不加工的线段，改成加工，图层颜色为设置为不加工前的图层颜色。
	将加工的线段，改成不加工，线段颜色变白。
	将线段改成该图层工艺。图层名：大图形

按钮	说明
	将线段改成该图层工艺。图层名：中图形
	将线段改成该图层工艺。图层名：小图形
	将线段改成该图层工艺。图层名：L1
	将线段改成该图层工艺。图层名：L2
	将线段改成该图层工艺。图层名：L3
	将线段改成该图层工艺。图层名：L4
	将线段改成该图层工艺。图层名：打标

## 7.6 自动应用工艺

自动应用工艺功能允许用户在导入零件时，系统自动在零件上添加预设的工艺，如割补、引刀线、微连等，从而简化操作流程并提高生产效率。

操作步骤：



1. 在菜单栏中，点击 **自动应用工艺** 自动应用工艺，打开 **自动应用工艺** 对话框。



2. 勾选 **载入零件列表时自动应用** 选项，以启用自动应用工艺功能。
3. 根据需要，点击左边的工艺页签，并设置相应的参数，各参数说明可参见对应的章节。例如，如果您选择了 **引刀线** 工艺，您可以设置引刀线的参数。
  - [引刀线](#)
  - [割缝补偿](#)
  - [法向调整](#)
  - [零件标识](#)
  - [腹板路径优化](#)
4. 在设置完页签内的参数后，如果要应用该工艺，则需要在该工艺页面的上方勾选 **启用自动 xxx**（xxx 代表具体的工艺名称，如 **启用自动引刀线**）。
5. 完成设置后，点击 **确定**，系统将在导入零件时自动应用所设定的工艺。

## 8 图层工艺

### 8.1 图层工艺概述

图层工艺是激光切割系统中的关键功能，它通过精确调整功率、速度、频率等关键参数，以适应各种材料的特性和特殊工艺需求，从而确保加工过程的质量和效率。图层工艺支持复制和批量处理，使得复杂的加工任务变得简单，确保每一层加工都能精准地达到预期效果。

#### 8.1.1 图层工艺设置

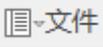
系统允许用户对切割和穿孔等工艺参数进行细致的设置，以保障最终的加工质量。系统内置 7 种不同颜色的图层，每一种颜色对应一个独立的图层工艺设置，确保相同颜色的对象采用统一的工艺参数，从而实现一致的加工效果。

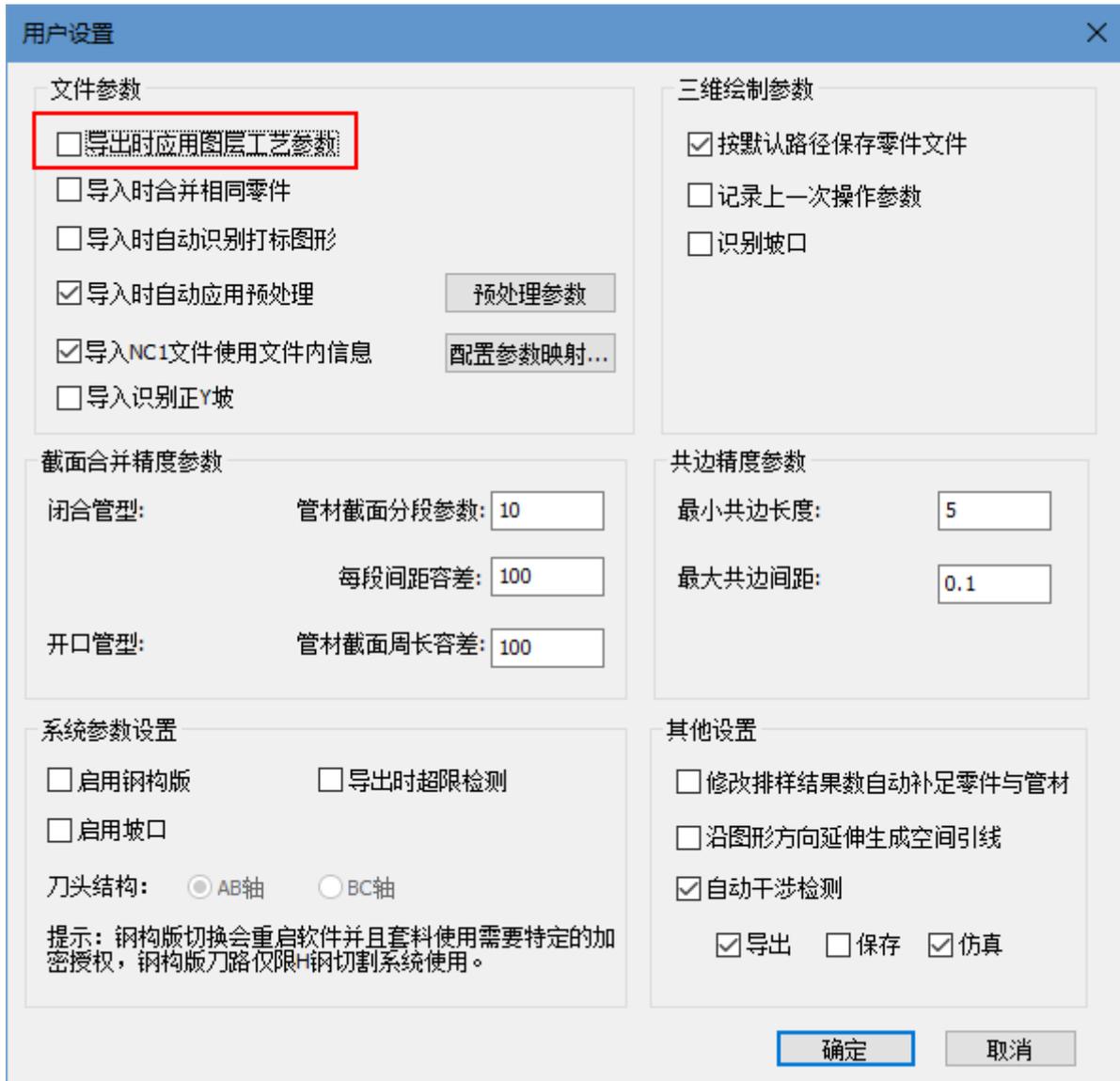
#### 8.1.2 图层工艺库管理

为了满足多样化的加工需求，系统提供了强大的图层工艺库管理功能。用户可以轻松地创建新的图层工艺，或对现有的图层工艺进行参数的调整、备份、还原和删除。此外，系统还支持增加和删除不同类型的材料，确保用户可以根据实际需求灵活地管理工艺参数。

#### 8.1.3 用户设置

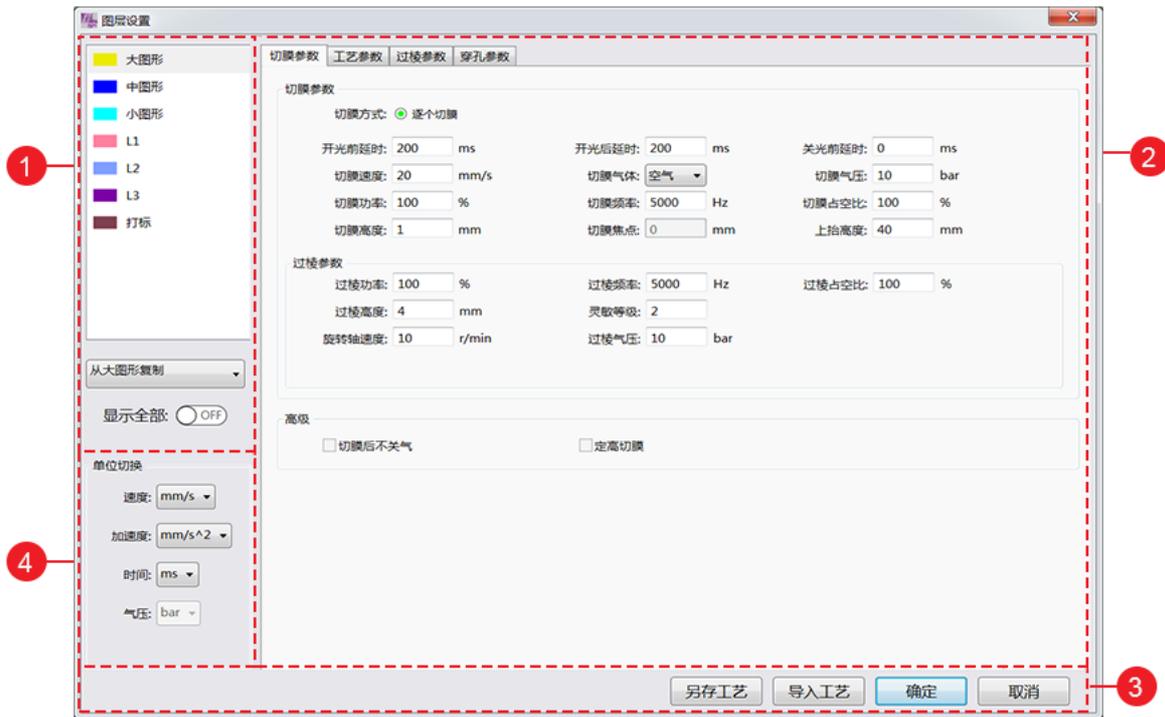
图层参数是否应用于实际加工，可以通过系统的用户设置进行控制。用户可以根据实际加工需求，灵活地控制图层工艺的应用。设置方式如下：

1. 在菜单栏 **文件** 区域，点击  **文件** → **用户设置**，打开 **用户设置** 对话框。
2. 在用户设置对话框中，用户可以进行以下操作：
  - 勾选 **图层参数是否应用于加工**，确保 WiseCAM Tube 独立套料导出的图层参数被切割软件采用，从而实现精确加工。
  - 不勾选 **图层参数是否应用于加工**，WiseCAM Tube 独立套料仍会导出图层参数，但切割软件在加工过程中不会使用这些参数。



## 8.2 图层工艺操作

在图层栏，点击 ，打开 **图层设置** 对话框：



1. 图层选择框 2. 参数设置页面 3. 工艺操作栏 4. 单位切换

## • 图层选择框

在图层选择框可进行以下操作：

- 点击图层：设置目标图层的图层工艺。
- 点击选中目标图层，在下方“从 XX 复制”下拉框中选择一个图层，复制并应用该图层参数到目标图层。
- 将 **显示全部** 置于 **ON** 状态：系统显示所有图层；否则仅显示当前刀路文件中包含的图层。

## • 参数设置页面

点击上方页面切换按钮后，切换至对应的参数设置页面，包括：

- **切膜参数**  
设置图层的切膜参数（开光前延时、开光后延时等）与过棱参数（过棱功率、过棱频率等）。
- **工艺参数**  
设置图层的工艺参数（关光前延时、上抬高度等）与特殊工艺参数（侧吹气、定高切割等）。
- **过棱参数**  
设置图层的过棱参数（峰值功率、过棱气压等）。

### ○ 穿孔参数

设置穿孔参数（渐进速度、峰值功率等）。

#### • 工艺操作栏

可进行的操作：工艺另存、工艺导入、保存或取消对当前图层参数的修改。

#### • 单位切换

根据需要在此切换参数的单位。

## 8.3 参数说明

### 8.3.1 工艺（切割）参数

工艺/切割参数是激光加工中用于控制切割质量、速度和效果的关键设置。以下内容详细说  
明的工艺/切割参数：

#### 8.3.1.1 主要参数

1. **切割速度**：软件界面显示的实际加工速度。切割速度与切割功率密切相关，通常功率越大，速度越快。速度的调整基于观察火花溅射和切割面质量。
2. **峰值功率**：直接影响材料熔融能力的参数，通过模拟量调节。调整取决于切割类型和材料性质，例如不锈钢熔化切割需要加大功率，而碳钢氧化切割出现“过烧”现象时需减少功率。
3. **切割频率**：激光束在单位时间内发射的脉冲数，影响加工材料的热输入。厚板/管加工降低频率，薄板/管加工提高频率。
4. **占空比**：激光输出时间在一定时间内所占的比例。减少占空比增加每次脉冲的能量和加工量，提高对厚板/管的加工能力。

#### 8.3.1.2 切割气体与气压

1. **切割气体**：根据实际所用气体，可选类型为氧气、氮气和空气。氧气助燃并排出熔融金属，氮气或空气用于排出熔化金属防止挂渣。
2. **切割气压**：辅助气体的压力需足够以清除废渣，但过高会影响切割效果。不同材料和厚度的气压设置不同。

#### 8.3.1.3 切割高度与焦点

1. **切割高度**：喷嘴出口与工件表面之间的距离，影响辅助气体的浓度和压力。
2. **切割焦点**：焦点位置影响切割面质量，分为零焦、正焦和负焦。

#### 8.3.1.4 次要参数

1. **关光前延时**：切割完工件后保持激光一定时间，防止未完全切割。

2. **开光前延时**：让辅助气体充满管路或稳住板材的时间。
3. **开光后延时**：开光后延迟一定时间开始切割，防止切不透。
4. **上抬高度**：加工完一个图形切换到下一个图形时，切割头上抬的高度。
5. **预穿孔上抬高度**：预穿孔后切割头上抬的高度。

#### 8.3.1.5 功率曲线

- **速度-功率曲线**：可设置不同速度下的功率或频率，需乘以工艺参数里的设置。

#### 8.3.1.6 特殊工艺

特殊工艺如微连、带膜切割等，需要根据具体需求设置参数。

### 8.3.2 切膜参数

切膜参数主要用于控制激光切割过程中的切膜操作，具体参数如下：

1. **切膜方式**：逐个切膜，每个图元先切膜再加工，再去切下一个图元。
2. **定高切膜**：勾选此选项后，切膜时将使用常用参数中的定高位置进行加工。
3. **切膜后不关气**：勾选此选项后，当前图元切膜完成后，在前往下一个图元切膜的过程中不会关闭气体。

### 8.3.3 过棱参数

过棱参数主要涉及在管材旋转加工过程中的工艺参数调整。以下是过棱参数的详细说明：

1. **峰值功率、频率、占空比**：这些参数与普通工艺参数的含义一致。当勾选过棱参数后，在加工时旋转过棱会调用这些参数值，而不是使用工艺参数设置里的值。
2. **过棱气压**：与工艺参数下的气压含义相同。在旋转过棱时，如果勾选了过棱参数，将调用此参数值进行加工。
3. **旋转轴速度**：指的是过棱时 B 轴（通常指旋转轴）旋转的最大速度。如果软件根据刀路计算出的旋转轴速度小于该设定值，则以计算出的速度过棱；如果计算出的速度大于设定值，则以设定的旋转轴速度过棱。
4. **跟随高度**：过棱时喷嘴与管材表面的直线距离。考虑到工件旋转时相对距离会减小，跟随高度一般设置得比切割高度稍大。
5. **灵敏等级**：控制随动跟随时灵敏性。数值越大，切割头的灵敏度越高，可能导致抖动加剧。用户需要根据实际抖动情况来设置合适的值。如果不勾选过棱参数，则使用随动控制参数里设置的随动增益值。

### 8.3.4 穿孔参数

穿孔参数是激光加工中用于控制穿孔过程的一系列设置。以下是穿孔参数的详细说明：

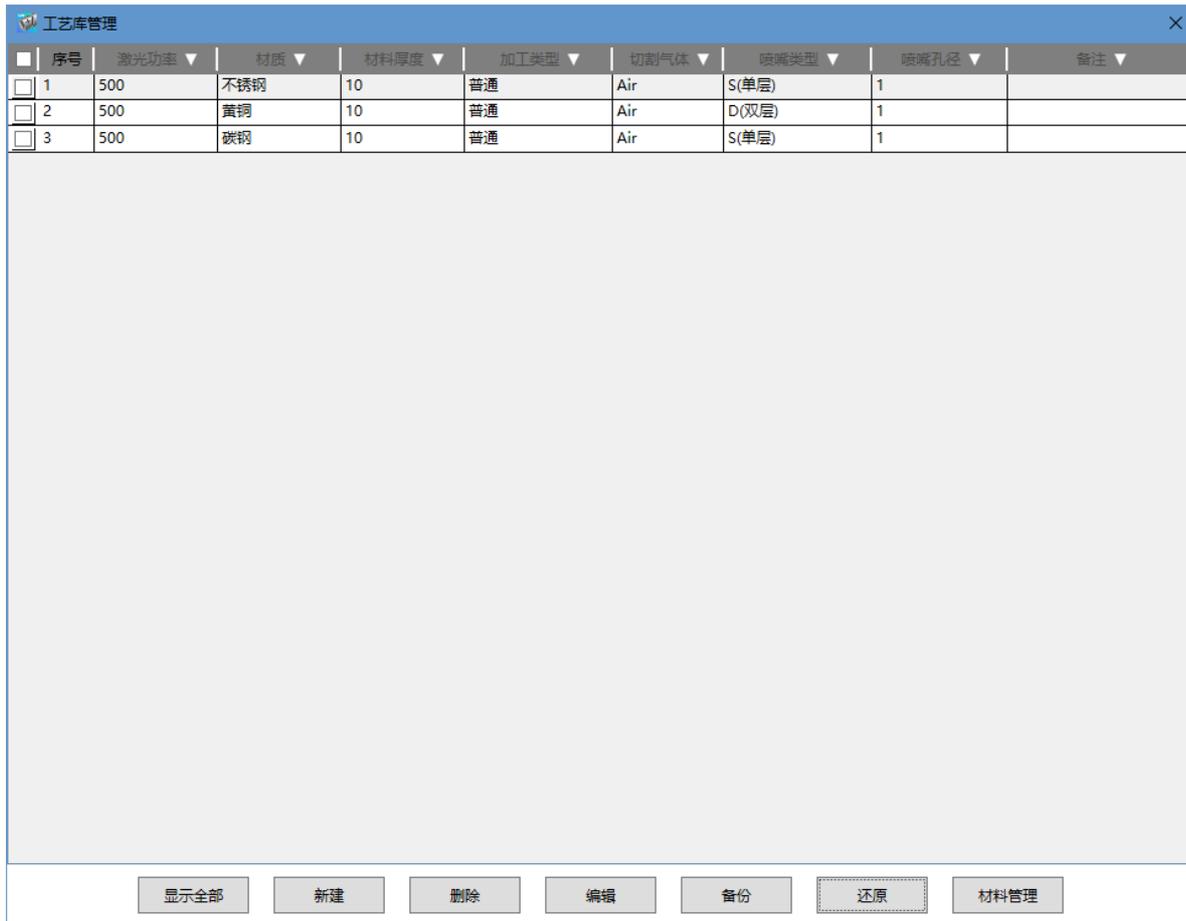
- **穿孔等级**

分为三级，每一级包含前面等级的参数，穿孔时从最高等级开始，逐级降低。穿孔参数在实际加工中先从等级最高的开始加工，然后逐渐降级。例如，三级穿孔会先按第三级穿孔参数进行穿孔，接着第二级，最后第一级。
- **穿孔方式**

**渐进穿孔：**在当前等级的穿孔高度进行穿孔后，不关闭激光，以渐进速度移动到下一等级的穿孔高度或切割高度。
- **渐进速度：**设置使用渐进穿孔时切割头下降的速度。
- **高度：**喷嘴与工件上表面的距离。
- **焦点：**穿孔时焦点的位置。
- **延时：**在穿孔高度停留的持续时间。
- **停光吹气延时/吹气时间：**关闭激光到执行吹气动作的间隔时间。
- **穿孔动作流程**
  - a. 开启随动阀及吹气阀。
  - b. 控制切割头下降至设定的穿孔高度。
  - c. 等待吹气延时时间。
  - d. 开启激光阀，按选择的穿孔等级和穿孔方式开始穿孔。
  - e. 持续穿孔延时时间。

## 8.4 工艺库管理

工艺库的管理功能包括新建、修改、备份、还原工艺以及管理材料种类。这些功能有助于用户根据不同的加工需求和材料特性，定制和优化工艺参数，提高加工效率和质量。



序号	激光功率	材质	材料厚度	加工类型	切割气体	喷嘴类型	喷嘴孔径	备注
1	500	不锈钢	10	普通	Air	S(单层)	1	
2	500	黄铜	10	普通	Air	D(双层)	1	
3	500	碳钢	10	普通	Air	S(单层)	1	

工艺库的功能概述如下：

- 新建工艺：** 允许用户创建新的工艺设置，包括材质、材料厚度、喷嘴类型、激光功率、切割气体、加工类型等参数，并设置图层参数。
- 修改工艺：** 用户可以编辑现有的工艺设置，调整图层参数以适应不同的加工需求。
- 备份工艺：** 提供工艺备份功能，用户可以将选定的工艺保存到指定的存储路径，以便于后续使用或共享。
- 还原工艺：** 允许用户从备份文件中还原工艺设置到工艺库中，支持解决工艺冲突，确保工艺信息的准确性。  
如果解析结果为工艺冲突，根据需要选择跳过或覆盖来解决冲突。
- 材料管理：** 用户可以添加、删除和编辑管材的材质种类，包括材质名称和简写，以便于工艺设置时选择合适的材料。
- 图层设置：** 在新建或修改工艺时，用户可以设置图层参数，这些参数会影响加工过程中的切割路径和效果。
- 工艺库管理：** 提供一个集中的界面，用于管理所有的工艺设置，包括查看、编辑、删除和显示所有工艺文件。

## 9 规划路径

### 9.1 排序

排序功能允许用户根据加工需求和工件特性，灵活地调整加工顺序。本功能提供了以下几种排序方式，以适应不同的加工场景：

- [自动排序](#)
- [手动排序](#)
- [指定单个工件加工顺序](#)
- [顺序列表设置排序](#)
- [排序到最前/最后](#)

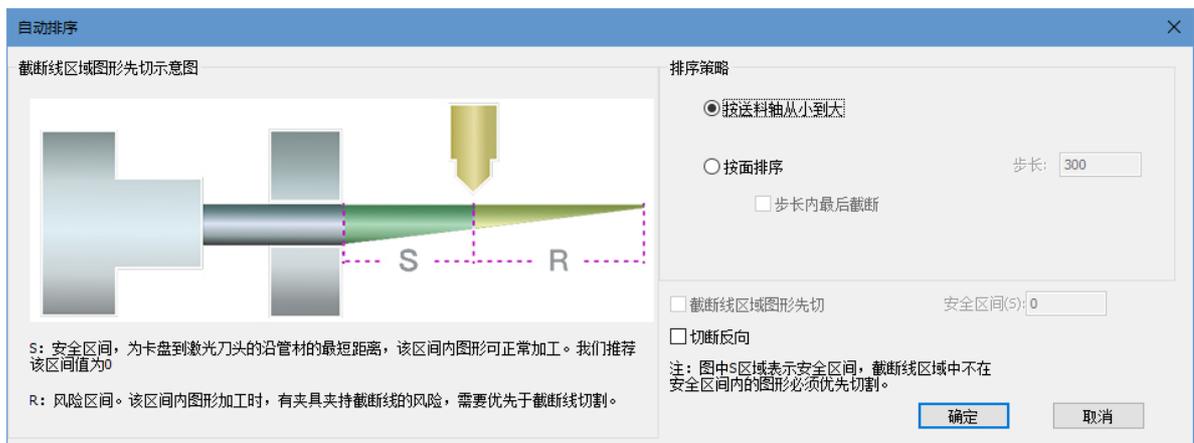
若需显示刀路中原有的加工顺序，在菜单栏 **查看** 区域，点击 **显示** → **显示次序**。

#### 9.1.1 自动排序

自动排序功能通过软件自动应用预设的排序策略来排列加工顺序。这一自动化过程简化了用户的操作，减少了手动调整的需求，同时保证了加工顺序的合理性和效率。用户在实际应用中应根据加工需求和工件特性选择适当的排序策略，以实现最佳的加工效果。

操作步骤：

1. 在刀路文件中选中多个需要排序的加工对象。
2. 在菜单栏 **路径规划** 区域，点击  **自动排序**，打开 **自动排序** 对话框：



3. 选择排序策略：
  - 按送料轴从小到大：根据送料轴的位置，从小到大排列对象。
  - 按面排序（目前只适用于方管、腰型管）：根据对象所在的面进行排序。

#### 4. (可选：) 设置截断线区域图形先切：

用户可以勾选 **截断线区域图形先切** 选项，并设置安全区域的距离（S）。

- S：安全区间，定义为卡盘到激光刀头的沿管材的最短距离。在该距离内的图形可以正常加工。推荐该区域值为 0。
- R：风险区间，定义为该区域内图形加工时，有夹具持截断线的风险。需要优先于截断线切割。

#### 5. (可选：) 设置切断反向。

可以勾选 **切断反向** 选项，这将快速调整相邻切断线的加工方向为相反方向，有助于减少机械误差积累。

6. 完成上述设置后，点击 **确定**，软件将根据所选策略自动排列加工顺序。

### 9.1.2 手动排序

手动排序是一种灵活的排序方式，允许用户通过鼠标操作来指定或调整单个或多个图形的加工顺序。这种排序方式特别适用于需要精确控制加工顺序的场景。

#### 操作步骤：

##### 1. 启动手动排序功能：

在 **二维编辑** 页面的菜单栏 **路径规划** 区，点击  **自动排序** 下拉框 → **手动排序**。

此时，鼠标光标变成 ，表示下一个对象的序号。

##### 2. 设置首个目标线段：

单击鼠标左键选择需设置为第一个的目标线段。此时，光标变成 ，该线段上的加工顺序变为 1。依次类推。

##### 3. 调整加工顺序：

如果需要修改上一序号指定的线段，则单击鼠标右键，在快捷菜单中选择 **回到上一序号**，然后点击选择新的线段。

##### 4. 退出手动排序功能：

当排序操作完成后，单击鼠标右键，在快捷菜单中选择 **退出**，则退出手动排序功能。

#### 校验与自动调整：

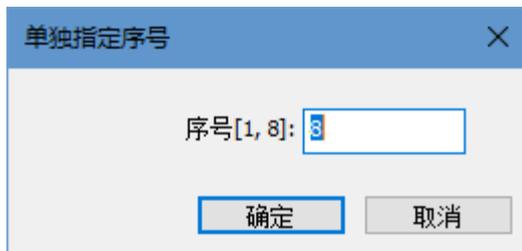
- 在零件页面编辑后，点击 **确认**，软件会对零件进行校验。这包括对零件图形加工顺序的校验，特别是检查零件截断线是否处于最前与最后加工顺序。
- 如果发现截断线不在最前或最后的位置，软件会自动调整截断线至最前和最后的位置，其余零件图形也会根据新的顺序依次自动调整。

### 9.1.2.1 指定单个工件加工顺序

手动指定某一对象的加工顺序。

**操作步骤：**

1. 在二维编辑界面中，选中一个对象。
2. 在菜单栏 **路径规划** 区域，点击  **自动排序** 下拉框 → **单独指定序号**，打开 **单独指定序号** 对话框：



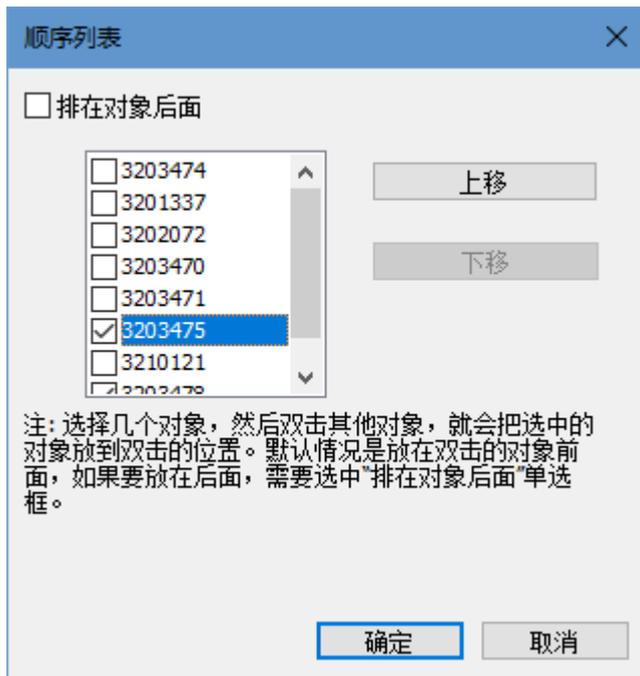
3. 在 **序号[1, n]** 输入框输入指定的顺序。  
n 自动显示为当前刀路文件中加工顺序最大值。

### 9.1.2.2 顺序列表设置排序

系统自动为每个对象编号，用户可以通过勾选对象编号来改变其对应对象的加工顺序。

**操作步骤：**

1. 在二维编辑界面中，选中对象。
2. 在菜单栏 **路径规划** 区域，点击  **自动排序** 下拉框 → **顺序列表**，打开 **顺序列表** 对话框：



3. 勾选对象后，选择以下方式，排列顺序：

- 点击 **上移**、**下移** 移动勾选的对象。
- 双击其他对象，把勾选的对象移动至双击位置。

若勾选 **排在对象后面**，则勾选的目标图形排在双击对象的后面。

### 9.1.2.3 排序到最前/最后

将选中的单个对象的加工顺序调整为最前或最后。

**操作步骤：**

1. 在二维编辑界面中，选中单个对象。
2. 在菜单栏 **路径规划** 区域，点击  **自动排序** 下拉框 → **排序到最前** / **排序到最后**。

## 9.2 扫描切割

扫描切割加工时系统重新规划刀路路径，寻找效率最高的路径进行加工，同时省去了普通激光切割加工时图形间的抬刀和下刀步骤，移动过程中仅控制开关光。

如果所选的对象已设置过扫描切割，需要先 [清除扫描](#)。

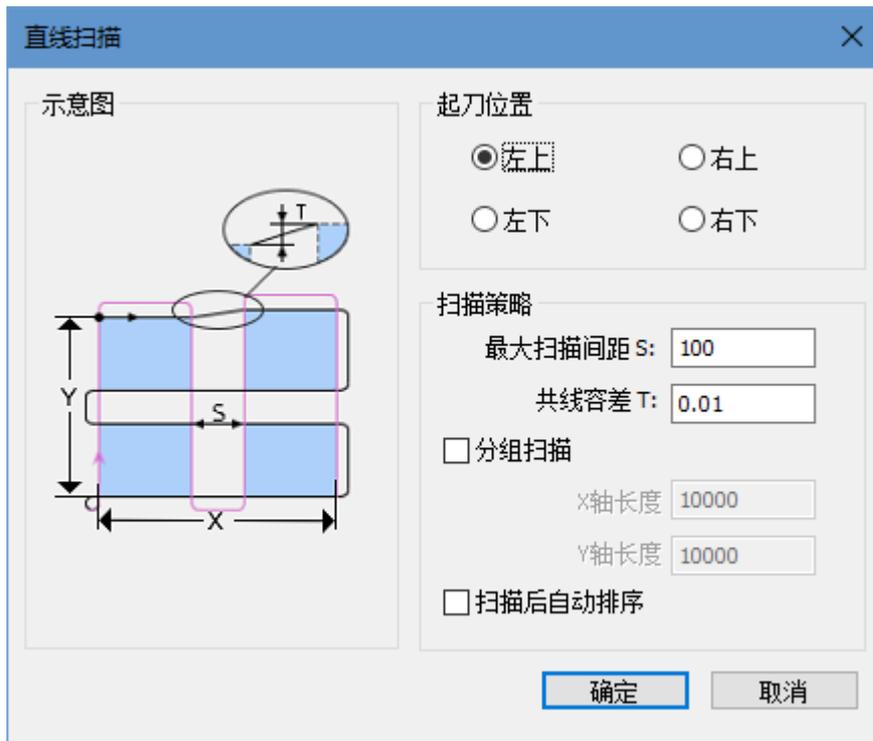
### 9.2.1 直线扫描

识别对象为直线，支持分组扫描。

**操作步骤：**

1. 选中多个对象。

2. 在菜单栏，点击  扫描 下拉框 → 直线扫描，打开 直线扫描 对话框：



3. 选择起刀位置，并设置以下参数：

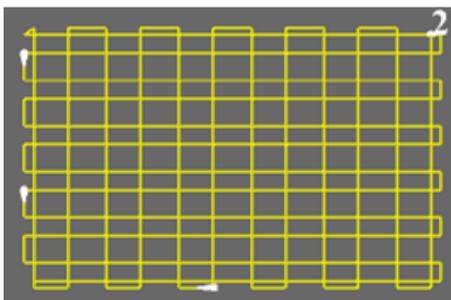
- **最大扫描间距**：两共线图形之间相差距离大于设置的最大扫描间距，将其分为两组进行扫描。
- **共线容差**：图形中两条平行线间距小于共线容差，认定其共线。

4. 若需要分组扫描，勾选 **分组扫描**，并设置 **X 轴长度** 和 **Y 轴长度**。

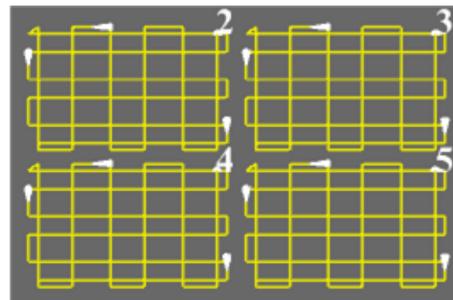
- 分组：从起刀位置开始计算，满足 **X 轴长度** 和 **Y 轴长度** 的，组成一组，从新组的末端继续计算下一组。
- 扫描：以组为单位扫描，即先扫描组内的对象，再扫描下一组的对象。

5. **(可选：)** 若需在完成扫描后更快更高效的执行加工，勾选 **扫描后自动排序**，根据扫描结果重新规划加工路线，从而减少空运行路程。

直线扫描效果图如下：



不分组扫描



分组扫描

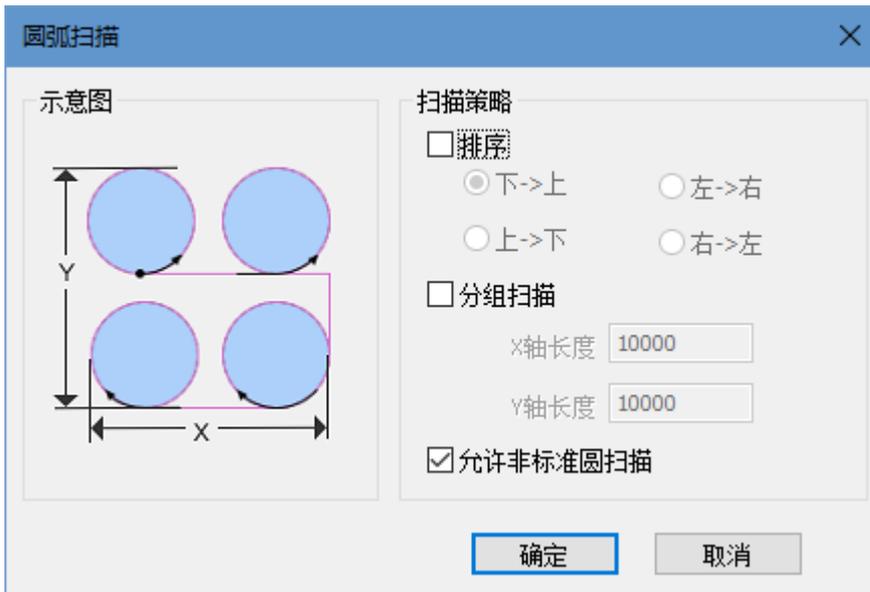
### 9.2.2 圆弧扫描

识别对象为圆弧，支持分组扫描、标准圆扫描和非标准圆扫描。

其中非标准圆常见于椭圆或圆弧形管材相贯形成的图形。

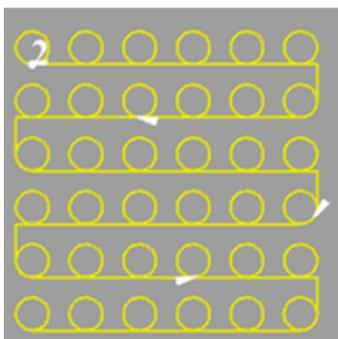
操作步骤：

1. 选中多个对象。
2. 在菜单栏，点击  扫描 下拉框 → 圆弧扫描，打开 圆弧扫描 对话框：

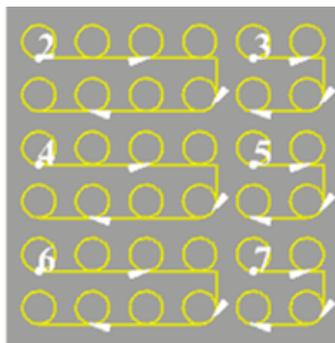


3. 若需要分组扫描，勾选 **分组扫描**，并设置 **X轴长度** 和 **Y轴长度**。
  - 分组：从起刀位置开始计算，满足 **X轴长度** 和 **Y轴长度** 的，组成一组，从新组的末端继续计算下一组。
  - 扫描：以组为单位扫描，即先扫描组内的对象，再扫描下一组的对象。
4. 若所选的对象为非标准圆，则勾选 **允许非标准圆扫描**。
5. **（可选：）** 若需对选中的圆按照排序策略进行扫描，勾选 **排序**，并选择排序方向。

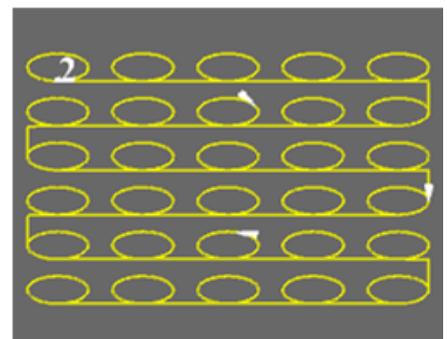
圆弧扫描效果图如下：



标准圆不分组



标准圆分组



非标准圆不分组

### 9.2.3 清除扫描

清除扫描切割时产生的刀路路径。

操作步骤：

1. 选中对象。
2. 在菜单栏，点击  扫描 下拉框 → 清除扫描。

### 9.3 扫描切割

扫描切割是一种高效的加工方式，它通过系统重新规划刀路路径，以寻找效率最高的路径进行加工。这种方法省去了普通激光切割加工时图形间的抬刀和下刀步骤，仅在移动过程中控制开关光。

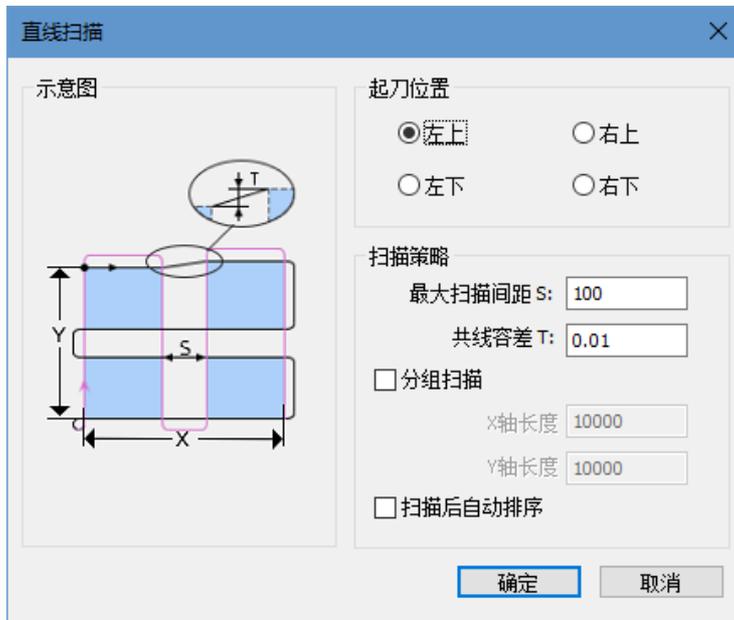
如果所选的对象已设置过扫描切割，需要先 [清除扫描](#)。

#### 9.3.1 直线扫描

直线扫描适用于识别对象为直线的场景，并支持分组扫描。

操作步骤：

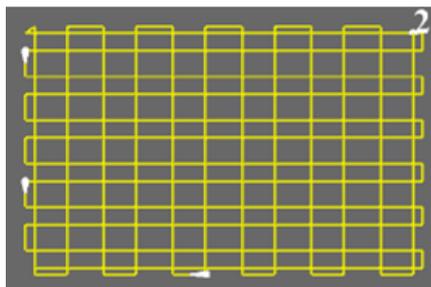
1. 选中多个对象。
2. 在菜单栏，点击  扫描 下拉框 → 直线扫描，打开 直线扫描 对话框：



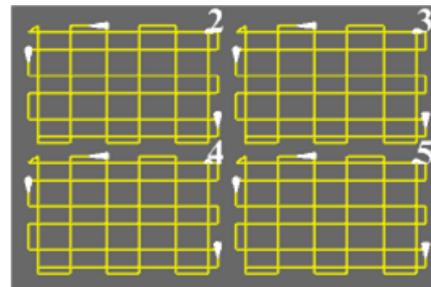
3. 选择起刀位置，并设置以下参数：
  - **最大扫描间距：**如果两共线图形之间的距离大于设置的最大扫描间距，它们将被分为两组进行扫描。

- **共线容差**：如果图形中两条平行线间的距离小于共线容差，则认定它们共线。
- 4. 若需要分组扫描，勾选 **分组扫描**，并设置 **X 轴长度** 和 **Y 轴长度**。
  - **分组**：从起刀位置开始计算，满足设置的 **X 轴长度** 和 **Y 轴长度** 的图形组成一组，从新组的末端继续计算下一组。
  - **扫描**：以组为单位扫描，即先扫描组内的对象，再扫描下一组的对象。
- 5. **(可选：)** 若需在完成扫描后更快更高效的执行加工，勾选 **扫描后自动排序**，根据扫描结果重新规划加工路线，从而减少空运行路程。

直线扫描效果图如下：



不分组扫描



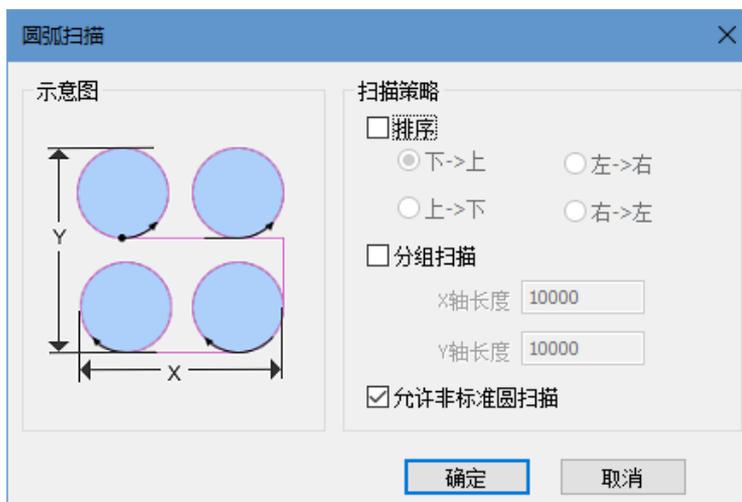
分组扫描

### 9.3.2 圆弧扫描

圆弧扫描适用于识别对象为圆弧的场景，支持分组扫描、标准圆扫描和非标准圆扫描。非标准圆常见于椭圆或圆弧形管材相贯形成的图形。

操作步骤：

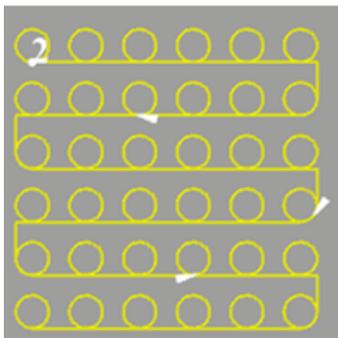
1. 选中多个对象。
2. 在菜单栏，点击  **扫描** 下拉框 → **圆弧扫描**，打开 **圆弧扫描** 对话框：



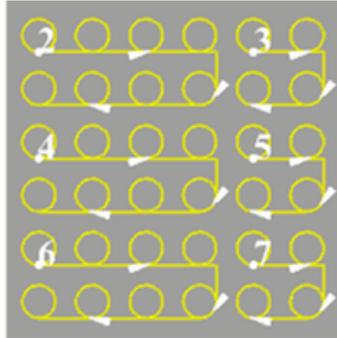
3. 若需要分组扫描，勾选 **分组扫描**，并设置 **X 轴长度** 和 **Y 轴长度**。

- 分组：从起刀位置开始计算，满足设置的 **X 轴长度** 和 **Y 轴长度** 的图形组成一组，从新组的末端继续计算下一组。
  - 扫描：以组为单位扫描，即先扫描组内的对象，再扫描下一组的对象。
4. 若所选的对象为非标准圆，则勾选 **允许非标准圆扫描**。
  5. **(可选：)** 若需对选中的圆按照排序策略进行扫描，勾选 **排序**，并选择排序方向。

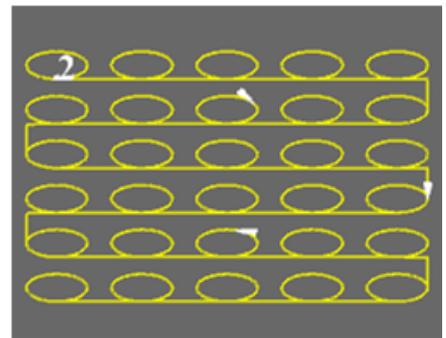
圆弧扫描效果图如下：



标准圆不分组



标准圆分组



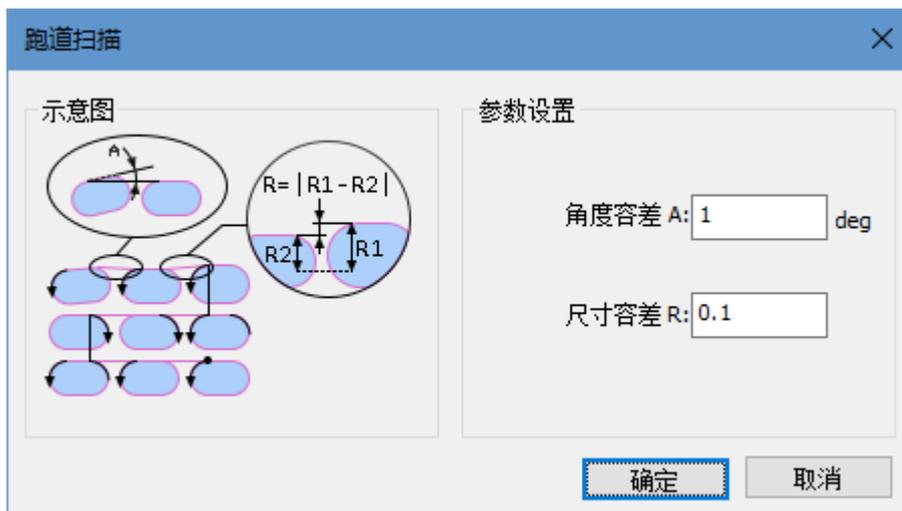
非标准圆不分组

### 9.3.3 跑道扫描

跑道扫描适用于识别对象为类似操场跑道的图形。

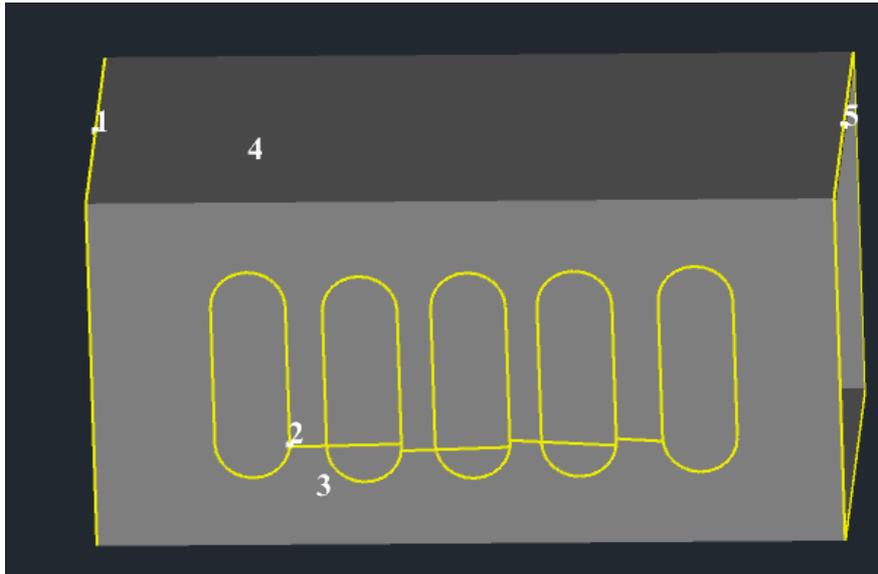
**操作步骤：**

1. 选中多个对象。
2. 在菜单栏，点击  **扫描** → **跑道扫描**，打开 **跑道扫描** 对话框：



3. 参数设置角度容差与尺寸容差。
4. 点击 **确定**。

跑道扫描效果图如下：



### 9.3.4 清除扫描

清除扫描功能用于移除已设置的扫描切割刀路路径。

操作步骤：

1. 选中对象。
2. 在菜单栏，点击  扫描 下拉框 → 清除扫描。

## 9.4 摆角超限

### 9.4.1 摆角超限检测

摆角超限检测是一项关键的安全措施，旨在确保在切割过程中不会因为摆角行程超过机械加工上限而导致安全问题或不必要的刀路处理时间增加。此功能对于不同模式下的摆角行程有不同的检测范围：

- 坡口模式：在坡口模式下，摆角超限检测主要关注旋转 A 轴的行程范围。
- 钢构模式：在钢构模式下，摆角超限检测则涉及旋转轴 A、B、C 的行程范围。

说明：

- A 轴：绕着 X 轴旋转
- B 轴：绕着 Y 轴旋转
- C 轴：绕着刀头旋转

#### 9.4.1.1 钢构模式

操作步骤：

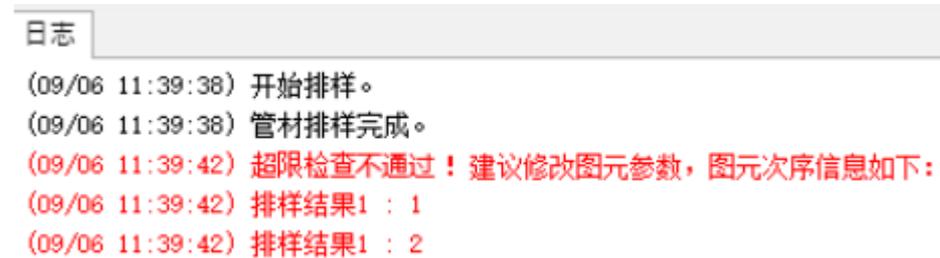
1. 在菜单栏，点击  坡口 下拉键 → 摆角超限检测，进行检测。

## 2. 检测结果在日志中提示。

- 如果不存在超限，则提示“超限检查通过”。



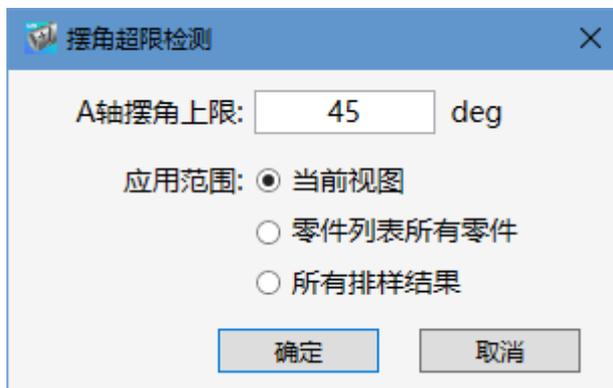
- 如果存在超限，则提示“超限检测不通过，建议修改图元参数，图元序次序信息如下所示：xx(名称)：xx(序号);xx(名称)：xx(序号)...”。
- 零件视图提示“零件名称：图元序号”
- 底图视图提示“底图：图元序号”
- 排样结果视图提示“排样结果名称：图元序号，图元序号，...”



### 9.4.1.2 坡口模式

#### 操作步骤：

1. 在菜单栏，点击 坡口 下拉键 → 摆角超限检测，打开 摆角超限检测 对话框：



2. 设置 A 轴摆角上限和检测范围。
3. 点击 **确定**，检测结果在日志中提示。

- 如果不存在超限，则提示“超限检查通过”。



- 如果存在超限，则提示“超限检测不通过，建议修改图元参数，图元序次序信息如下所示：xx(名称)：xx(序号);xx(名称)：xx(序号)...”。
- 零件视图提示“零件名称：图元序号”

- 底图视图提示“底图：图元序号”
- 排样结果视图提示“排样结果名称：图元序号，图元序号，...”

日志

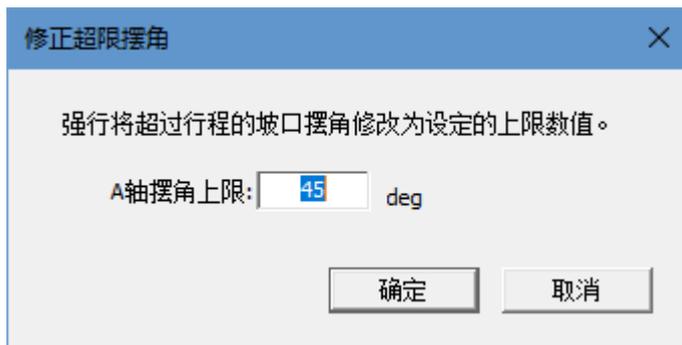
(09/06 11:39:38) 开始排样。  
(09/06 11:39:38) 管材排样完成。  
(09/06 11:39:42) 超限检查不通过！建议修改图元参数，图元次序信息如下：  
(09/06 11:39:42) 排样结果1 : 1  
(09/06 11:39:42) 排样结果1 : 2

### 9.4.2 修正超限摆角

修正超限摆角功能允许用户强行将超过行程的坡口摆角修改为设定的上限值，但需谨慎使用，因为这可能影响加工效果。钢构模式无法修正 A 轴坡口角度。

操作步骤：

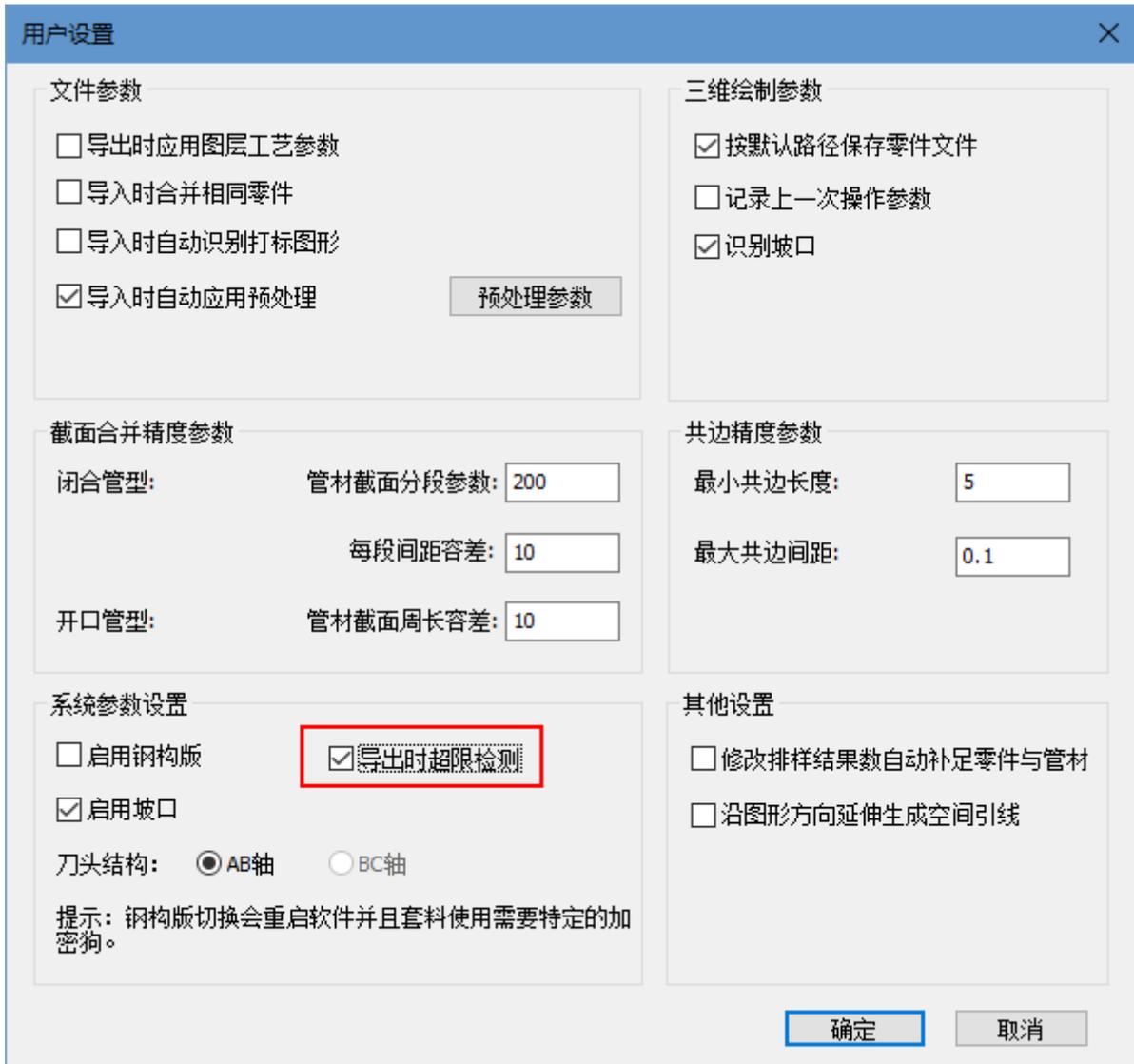
1. 选中图元，在菜单栏，点击  下拉键 → 修正超限摆角，打开 坡口调整 对话框：



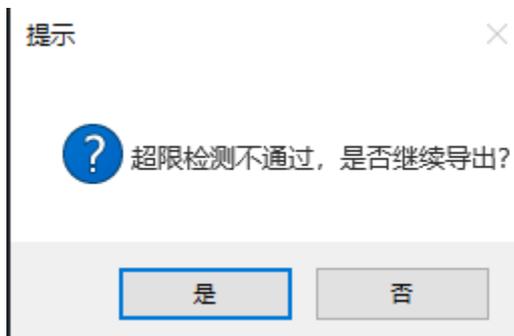
2. 设置 A 轴摆角上限，将超限的坡口摆角修改为该设定的值。
3. 点击 确定，修改结果在日志中提示。

### 9.4.3 导出时检测

在 用户设置 中勾选启用 导出时超限检测，文件导出时在选择文件路径后检测导出图纸的超限情况。



- 文件导出时，如果不存在超限，则在日志中提示“超限检查通过”。
- 文件导出时，如果存在超限，则弹窗提示是否继续，选择 **是** 时，导出所有刀路文件，在日志中提示检测不通过的图元；选择 **否** 时，不执行导出操作，在日志中提示检测不通过的图元。



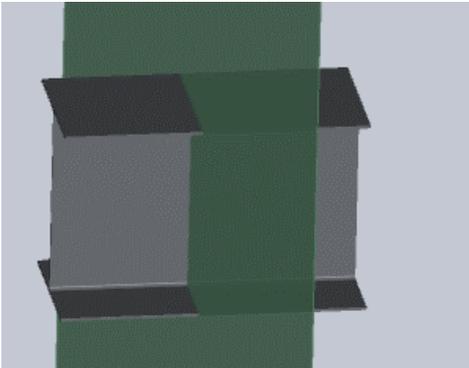
## 10 排样与报告

### 10.1 概述

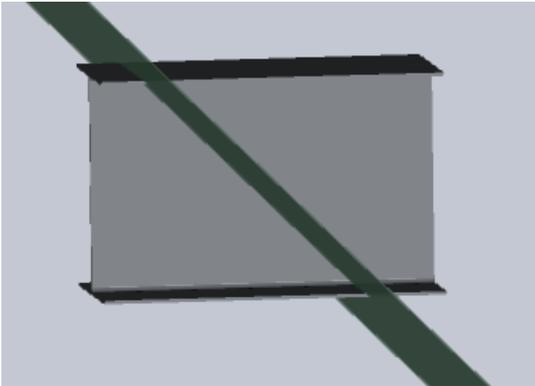
在批量生产中，为了提高材料利用率和加工效率，可以使用排版功能将零件在管材上进行排布。在钢构行业中，加工的零件大部分都比较长，通常通过将部分零件裁剪为两个长度更短的零件（如 Z 字形或斜切或直切的零件）进行排样，切割后再将两个零件焊接在一起，以提高管材利用率，节省成本。

裁剪示例如下：

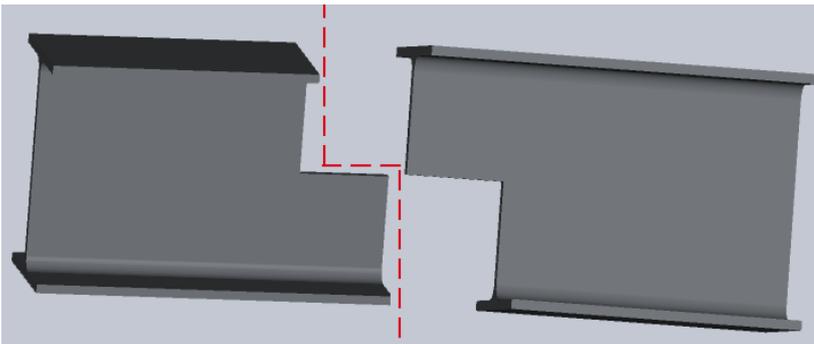
- 直切：



- 斜切：



- Z 字形：



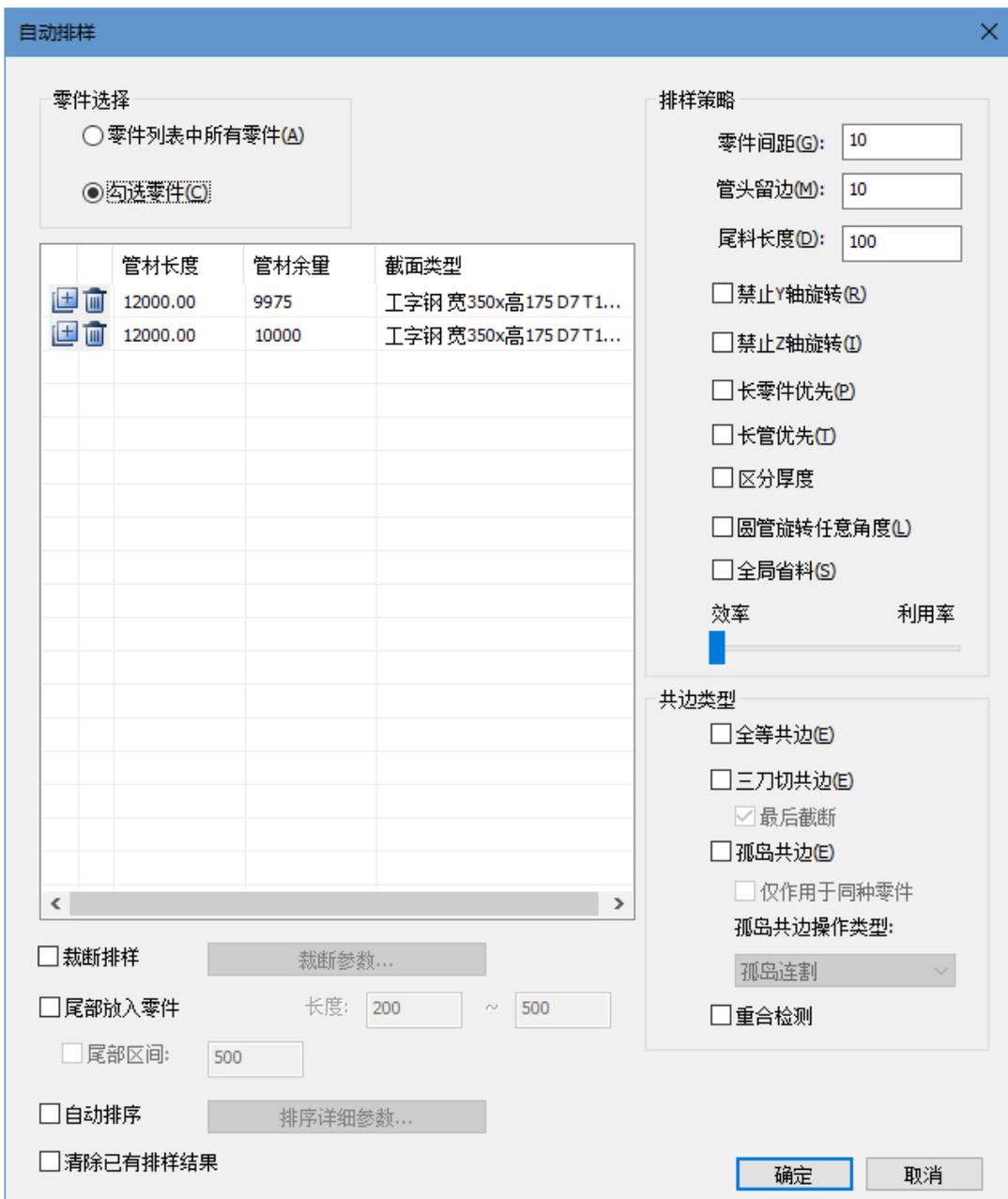
## 10.2 自动排样

根据设定的策略进行排版。

操作步骤：

1. 在排样列表栏，勾选列表中目标加工零件前的单选框：  
如果不勾选，则默认排样列表中的所有零件。

2. 在菜单栏 **排样** 区，点击  或在零件列表中点击  **自动排样**，打开 **自动排样** 对话框：



自动排样对话框包含以下配置项：

**零件选择**

- 零件列表中所有零件(A)
- 勾选零件(C)

	管材长度	管材余量	截面类型
	12000.00	9975	工字钢 宽350x高175 D7 T1...
	12000.00	10000	工字钢 宽350x高175 D7 T1...

**排样策略**

- 零件间距(G): 10
- 管头留边(M): 10
- 尾料长度(D): 100
- 禁止Y轴旋转(R)
- 禁止Z轴旋转(U)
- 长零件优先(P)
- 长管优先(T)
- 区分厚度
- 圆管旋转任意角度(L)
- 全局省料(S)

效率  利用率

**共边类型**

- 全等共边(E)
- 三刀切共边(E)
  - 最后截断
- 孤岛共边(E)
  - 仅作用于同种零件
- 孤岛共边操作类型:
- 重合检测

**其他选项**

- 裁断排样
- 尾部放入零件 长度:  ~ 
  - 尾部区间:
- 自动排序
- 清除已有排样结果

3. 在 **零件选择** 区域，根据需要勾选 **零件列表中所有零件** 或 **勾选零件**。

4. (可选: ) 若需编辑管材信息, 在 **表格** 区域, 进行以下操作:
  - 点击 , 添加同类型管材。
  - 点击 , 删除管材。
  - 双击 **管材长度** 下方单元格, 修改管材长度。长度范围: 10~100000。
  - 双击 **管材余量** 下方单元格, 修改管材余量。余量范围: 1~1000。
  - 双击 **截面类型** 下方单元格, 在下拉框中选择排样列表中已有的管材并新增。
5. 设置[排样策略](#)、[共边类型](#)和根据需求勾选和设置以下策略。
  - [裁断排样](#)
  - [尾部放入零件](#)
  - [自动排序](#)
  - 清除已有排样结果

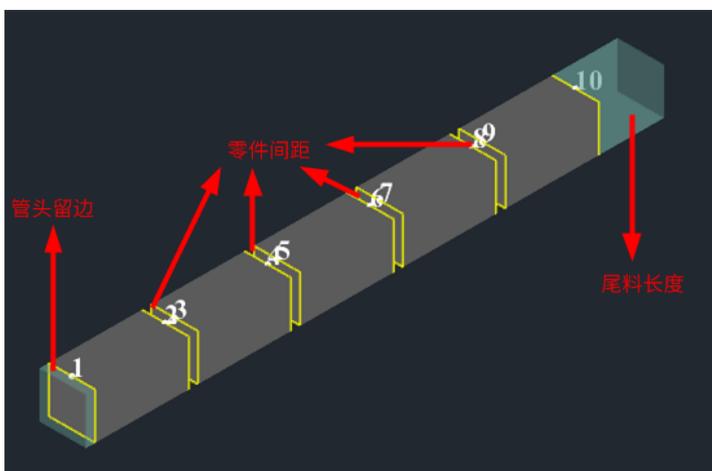
**注意:** **裁断排样** 与 **尾部放入零件**、**长零件优先** 互斥不兼容。
6. 点击 **确定**, 系统自动进行排样并显示排样结果。

### 10.2.1 排样策略

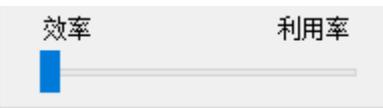
在自动排样过程中, 根据实际生产需求和材料特性, 可以选择不同的排样策略来优化排样结果, 有效提高材料利用率和加工效率。以下是根据实际情况勾选的选项及其作用:

- 参数设置:
  - **零件间距:** 相邻两个零件之间的间隔距离。
  - **管头留边:** 切割零件的起始截断边到管材边的距离。
  - **尾料长度:** 主卡盘卡爪夹住的管材长度。排样时小于此长度的管材将优先排布。

效果示意图:



- 根据实际情况，勾选以下选项：
  - **禁止 Y 轴旋转**：勾选后，所有零件在排样时将不会沿 Y 轴旋转。
  - **禁止 Z 轴旋转**：勾选后，所有零件在排样时将不会沿 Z 轴旋转。
  - **长零件优先**：勾选后，系统将优先排样长度较长的零件。
  - **长管优先**：勾选后，系统将优先使用长度较长的管材进行排样。
  - **区分厚度**：勾选后，系统将根据零件的不同厚度选择相应厚度的管材进行排样。
  - **圆管旋转任意角度**：勾选后，圆管在排样时可以有 30° 为步长旋转任意角度。
  - **全局省料**：勾选后，软件将自动寻找最节省材料的排样方案。

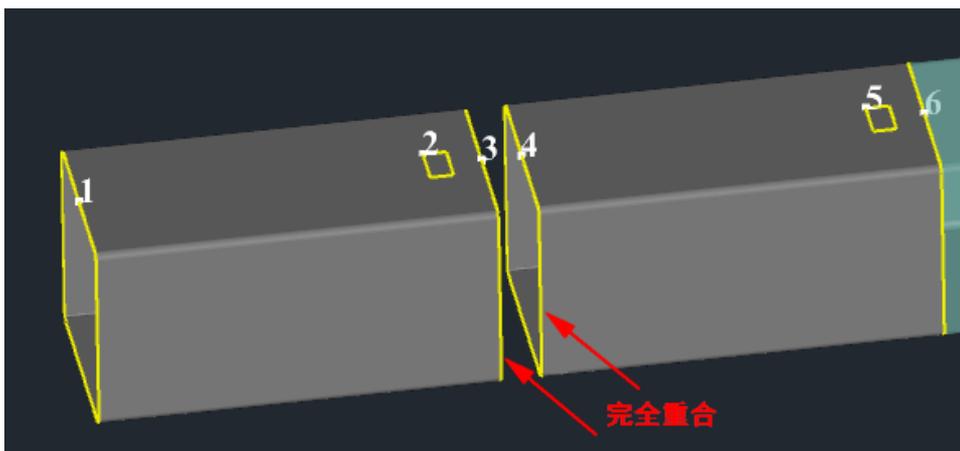
- **效率与利用率选择**： 根据需要选择快速排样或最大化材料利用率。最快的效率代表使用第一个算出的排样结果，而最大化利用率则使用多次排版计算后利用率最高的排样结果。

### 10.2.2 共边类型

在排样过程中，根据具体的零件形状和排样需求，选择合适的共边类型可以提高材料利用率和减少废料。以下是根据实际情况可以选择的共边类型及其效果：

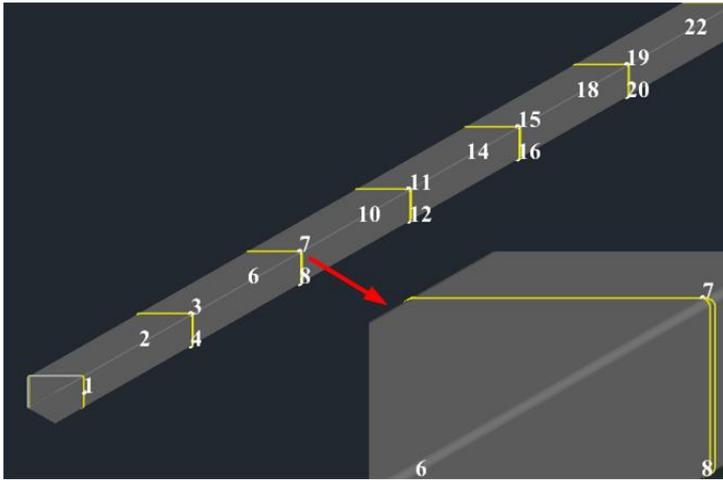
- **全等共边**：当相邻两个零件的截断线完全重合时，选择此类型。这样可以确保切割线完全一致，减少材料浪费。

效果示意图：

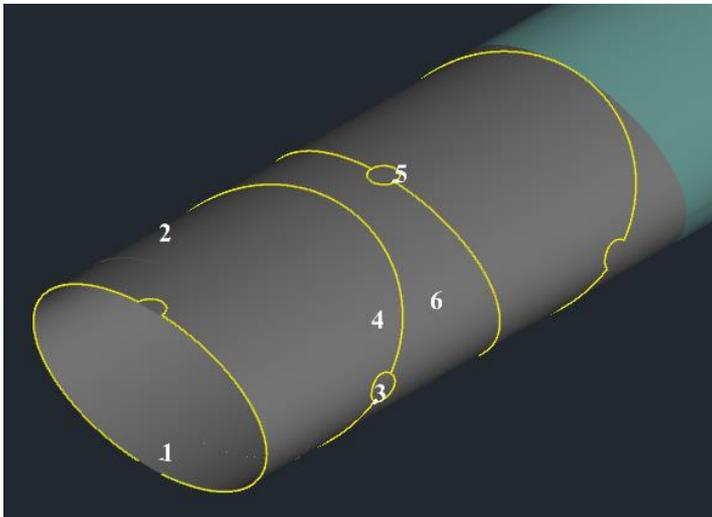


- **三刀切共边**：当相邻两个零件焊缝补偿后的截断线存在部分重合，且只存在两个孤岛时，选择此类型。这种共边方式可以减少切割次数，提高效率。

效果示意图：

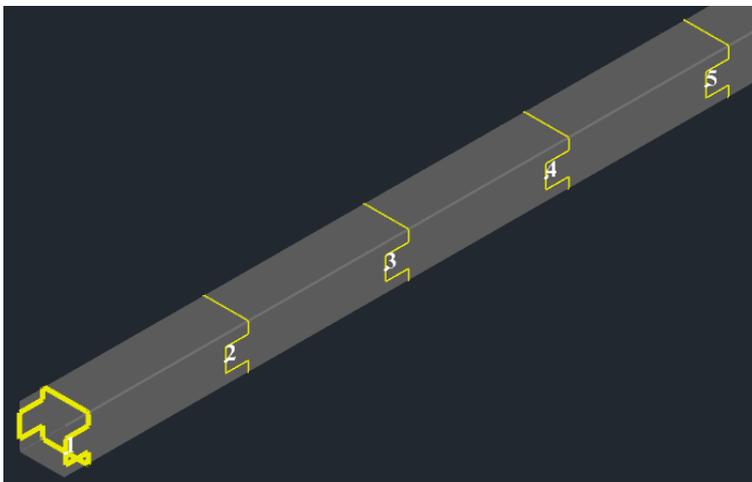


- **孤岛共边：**当相邻两个零件的截断线存在部分重合，即存在多个重合段或单个大于等于截断线的 10%重合段，未重合的位置形成废料（孤岛）时，选择此类型。这种共边方式可以最大限度地减少废料。效果示意图：



- **重合检测：**当对凹凸类型的管材截面做共边处理时，选择此类型。这种共边方式可以确保凹凸部分正确对接，避免切割错误。

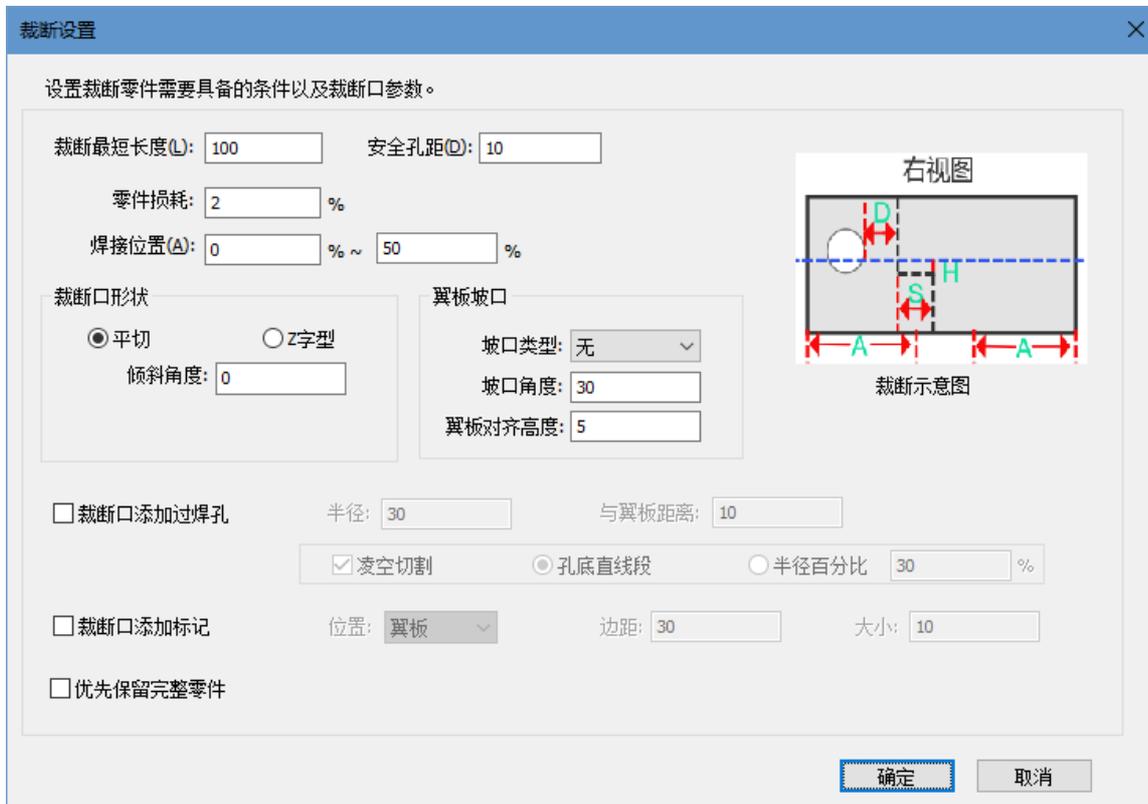
效果示意图：



### 10.2.3 裁断排样

裁断排样是一种提高材料利用率的策略，通过将满足特定条件的零件裁断为两个零件，并将它们排版在不满足管材损耗的排样结果上。

勾选启用 **裁断排样**，点击 **裁断参数**，配置裁剪零件的参数。



#### 10.2.3.1 基本参数说明

- **裁剪最短长度**：这是指在排样过程中，被裁断的零件在裁断后的最短剩余长度。这个参数确保了裁断后的零件仍然具有足够的尺寸以满足后续加工或装配的要求。
- **零件损耗**：零件损耗是指在加工过程中，单位长度零件所消耗的管材比例。计算公式为： $(\text{管材总长} / \text{零件总长}) - 1$ 。通过计算零件损耗，可以评估材料的使用效率。
- **安全孔距**：安全孔距是指螺栓孔与安全裁断位置之间的最小距离。安全孔距的数值等于管面孔图元与裁断位置之间的最短 Y 轴距离。。
- **焊接位置**：焊接位置是指理想的管材焊接位置，通常与裁断位置一致。这个参数定义了裁断口位置与原零件切断面之间的相对位置。
  - 焊接位置通常以裁断口与切断面之间的距离占零件长度的百分比来表示。
  - 要求最大值需要不小于最小值，这意味着在设定焊接位置时，需要确保裁断口的位置在一定的范围内，以满足焊接工艺的要求。

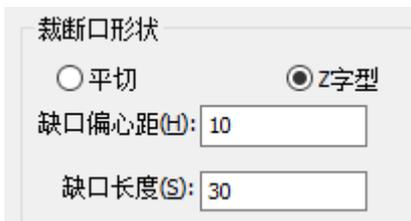
### 10.2.3.2 裁断口形状

裁断口的形状对于零件的后续加工和装配至关重要。以下是两种常见的裁断口形状及其参数设置：

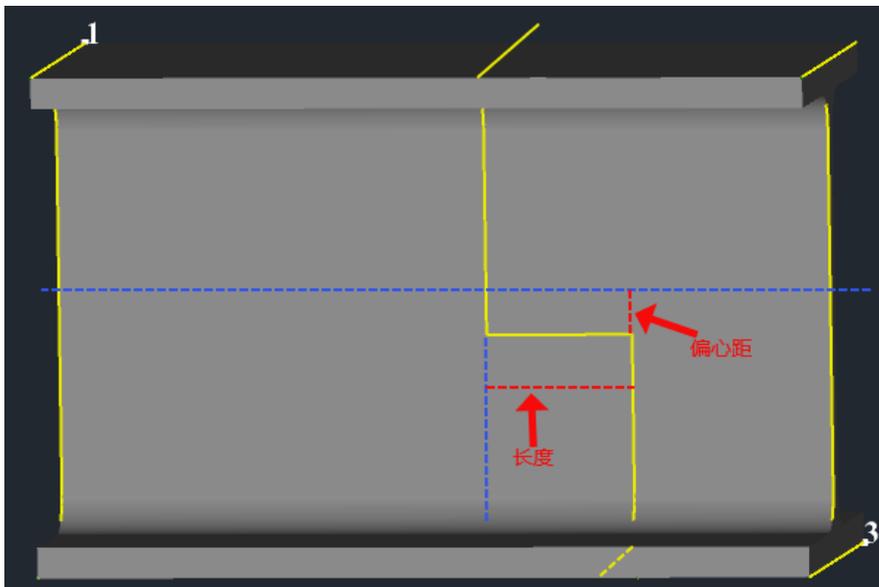
- **平切**：是指裁断面为直截断或倾斜截断的情况。这种形状的裁断口通常用于简单的零件裁断。倾斜角度的选择取决于零件的具体要求和后续加工的需要。



- **Z 字型**：Z 字型裁断口是指从左视图或右视图看，裁断面呈现 Z 字型的形状。这种形状的裁断口常用于需要特殊连接或装配的零件。



- **缺口偏心距**：指缺口偏离腹板中心线的距离。向上偏移为正，向下偏移为负。
- **缺口长度**：指裁断缺口在 Y 向的长度。



### 10.2.3.3 翼板坡口

在裁断排样过程中，为了确保裁断零件在后道工序焊接时的便利性和焊接质量，通常需要在裁断口的翼板上同步添加坡口。坡口的设计对于焊接接头的强度和密封性至关重要。以下是关于翼板坡口的参数说明：

- **坡口类型：**

坡口类型是指在翼板上添加的特定形状的坡口备。

- **双正与双倒 V：** 在两个裁断子零件的翼板上都添加正 V 或倒 V 形状的坡口。这种类型的坡口通常用于对接焊接，可以提供良好的焊接接触面。
- **平行坡口：** 在裁断零件的上下翼板上分别添加正 V 和倒 V 形状的坡口。这种设计可以提供更均匀的焊接热分布，有助于提高焊接质量。

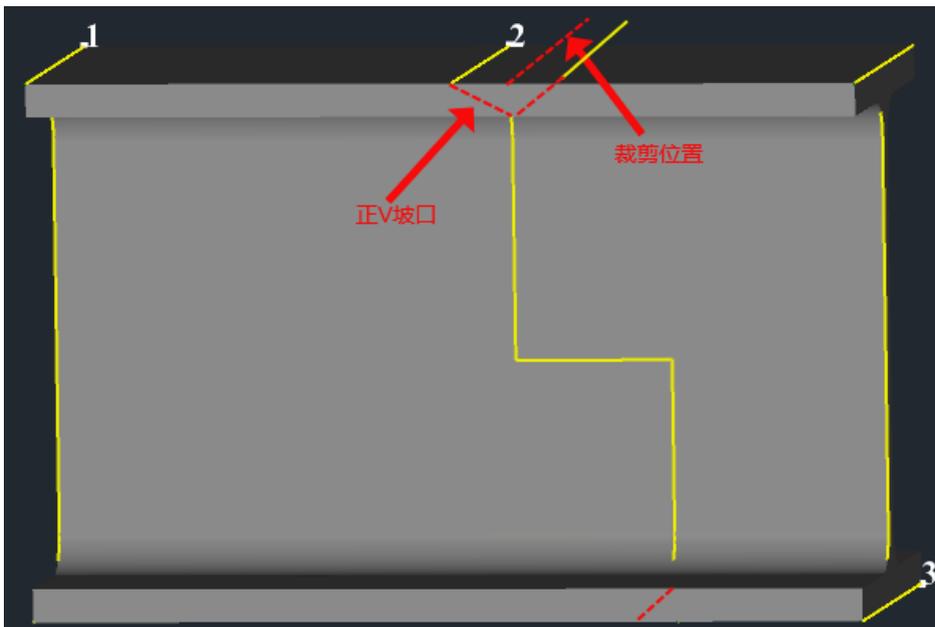
- **坡口角度**

坡口角度是指翼板坡面的倾斜角度，这个角度决定了焊接时的熔深和焊接材料的流动。合适的坡口角度可以确保焊接过程中金属的充分熔合。

- **翼板对齐高度**

翼板对齐高度是指翼板坡口下沿与腹板刀路对齐的高度。这个参数确保了翼板和腹板在焊接时的正确对齐。

翼板上的红色线为裁断口截断线，黄色为添加坡口后的工艺线（即加工路径），如下图所示：



#### 10.2.3.4 裁断口添加过焊孔

排样时批量为裁断子零件的裁断口腹板两端添加过焊孔。过焊孔的详细说明与使用可参见[生成过焊孔刀路](#)。

**注意：** 裁断子零件上的过焊孔与过焊孔上的清根可通过分段设置清除。

### 10.2.3.5 裁断口添加标记

在裁断排样过程中，为了便于后续工序的识别和组装，通常会在裁断子零件的翼板或腹板上添加零件名称的打标记。这些标记对于确保零件的正确组装和追踪至关重要。

在实际操作中，应根据零件的尺寸、形状和后续工序的要求来设置标记的位置、边距和大小，以确保标记的有效性和实用性。以下是关于裁断口添加标记的参数说明：

- **位置**

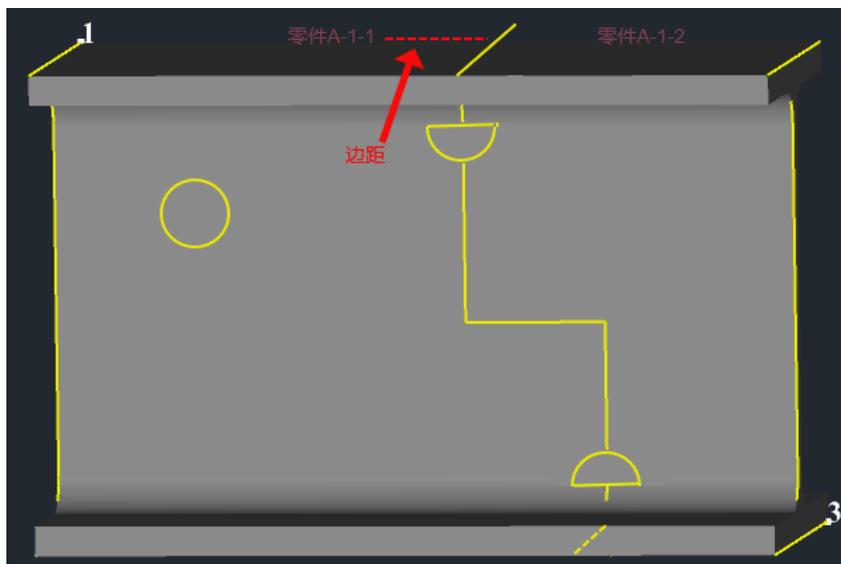
标记的位置是指打标标记在零件上的具体位置。默认为左翼板（即展开后的第一个面）。除了翼板，也可以选择腹板上添加标记。无论是在翼板还是腹板上，标记通常位于中心线位置，以确保清晰可见且不影响零件的功能。

- **边距**

边距是指标记与裁断口之间的距离。适当的边距可以确保标记不会干扰裁断口的加工和焊接，同时保持标记的清晰可见。

- **大小**

大小是指标记中单个字体的高度。标记的大小需要足够大，以便在后续工序中容易识别，但也不能过大，以免影响零件的其他部分或增加不必要的加工成本。



### 10.2.4 尾部放入零件

该功能为将尺寸范围内的零件作为尾部零件排布在每根排样管材排布的最后一个零件长度位置。

勾选 **尾部放入零件** 后为启用尾部零件限制功能。与长零件优先、裁断排样不能同时启用。

- **长度：**长度范围是指尺寸长度在 250~500 之间的待排零件，范围可以修改。长度范围是指尺寸允许长度在预设值 L 之间的零件，可以排在管材尾部。
- **尾部区间：**
  - 勾选尾部区间：可以定义管材尾部区间的范围，即距离板材多少的长度范围内放置上述设置的零件长度 L。
  - 不勾选尾部区间：会把长度范围内的零件排在尾部（这里的尾部不是指管材长度的尾部，而是实际零件应排总长度的尾部）。

### 10.3 手动排版

手动排版允许用户在空白的板材或已排版的板材上，手动调整排版布局。以下是在空白板上手动排版的步骤介绍。

#### 操作步骤：

##### 1. 新建空白排版结果。

- a. 在排版列表区，点击  → **新建空白排版结果**，或者在菜单栏上方点击 **手**



**动排样** 页签，点击 ，打开 **新建排版结果** 对话框：



新建排版结果

截面类型(P):

管材长度(L):

管材数量(C):

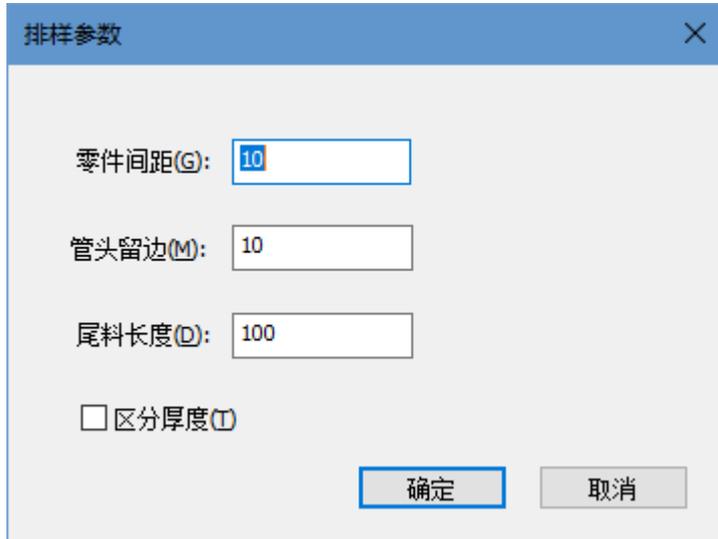
管材腰厚(D):

管材腿厚(T):

- b. 设置管材的参数。注意 **截面类型** 选项根据零件列表中的零件自动生成匹配的类型。
- c. 点击 **确定**。

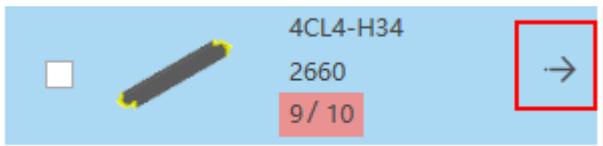
## 2. 设置排样参数。

在菜单栏点击 **排样参数**，进行设置，设置后所有手动排样操作均使用当前设置的策略参数。

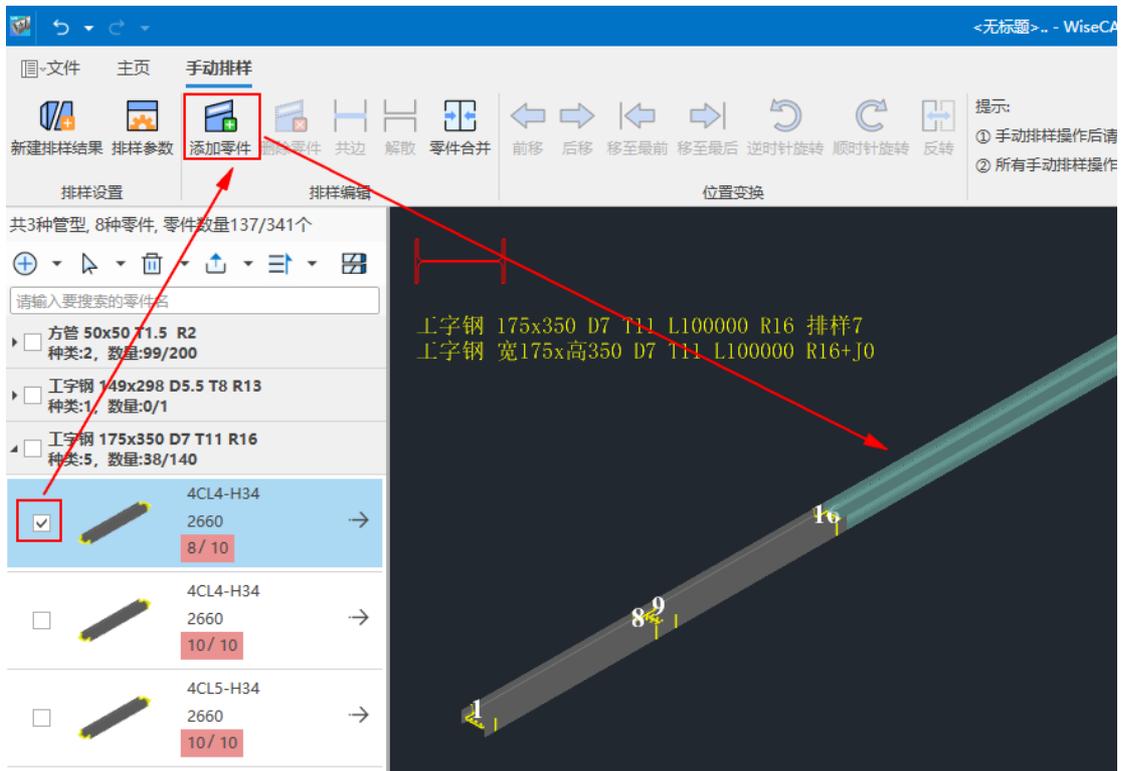


## 3. 添加零件：

- 在零件列表中，点击零件右边的箭头，即可在管材中添加零件。

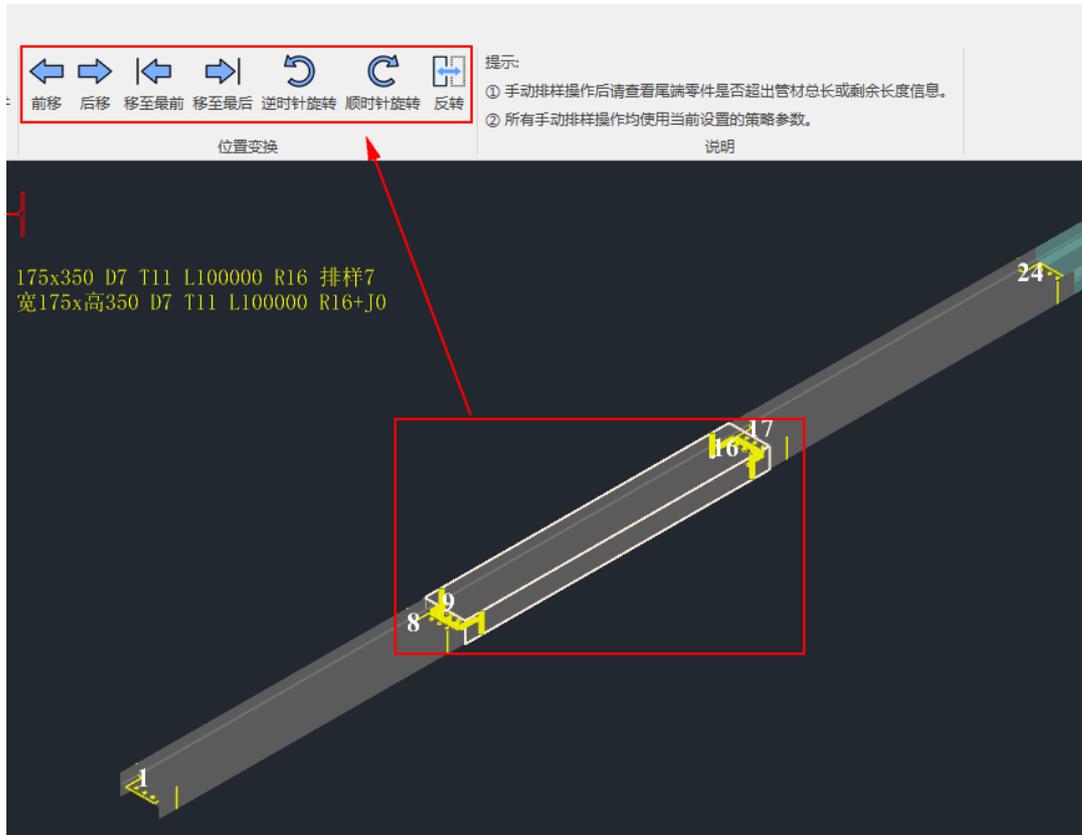


- 在零件列表中，勾选零件后，在菜单栏中点击 **添加零件**。



#### 4. (可选：) 零件位置变换。

在管材中，选中零件后，点击选择需要的操作，如移动、旋转或反转。注意旋转和反转仅支持单个零件或群组操作。

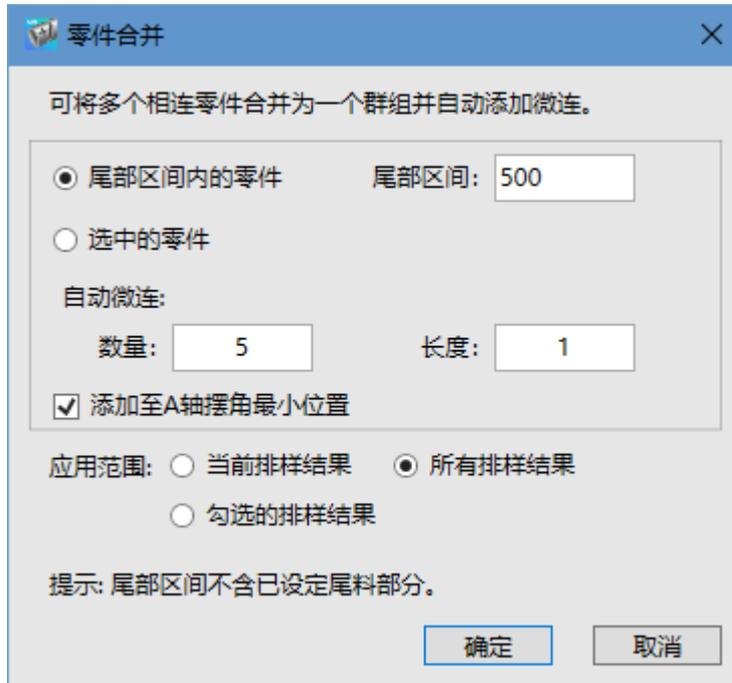


#### 5. (可选：) 排样编辑操作。

- 删除零件：在管材中，选中零件后，点击 **删除零件**，即可删除。
- 共边：在管材中，选中 3 个及以上相邻的零件，即可点击 **共边** 操作。



- 零件合并：可将多个相连零件合并为一个群组并自动添加微连。在菜单栏点击**零件合并**操作。



- 解散：将共边零件或已组合成的群组解散为多个图形。选中共边零件或群组后，在菜单栏点击**解散**操作。

6. (可选：) 右键点击图元或零件，可进行二维编辑，工艺设置，视图等操作。

## 10.4 排样报告

排样报告是用于查看排样结果的重要工具，它可以帮助用户对零件进行识别、分类和分拣。

### 10.4.1 查看排样报告

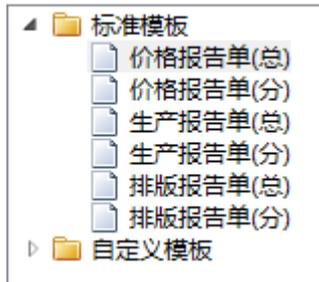
操作步骤：



- 在菜单栏**排样**区，点击**排样报告**，打开**排样报告**界面：



2. 在 排样报告界面中，选择不同的模板以查看不同维度的报告单。



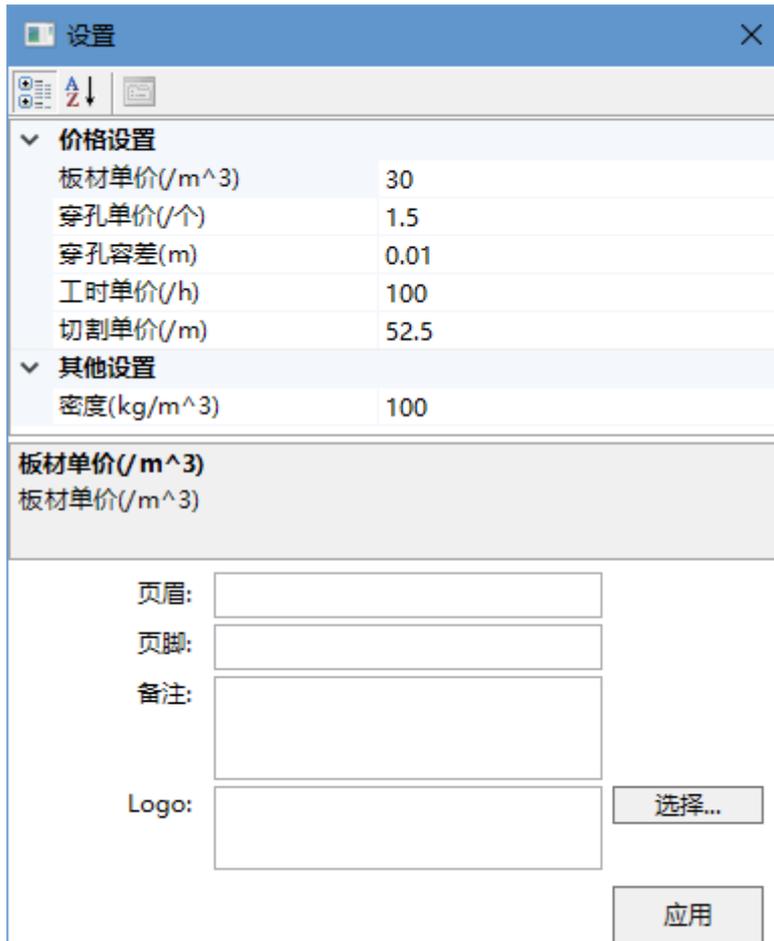
3. 根据需要，可以导出 PDF 格式的报告单，或者直接打印查看。

### 10.4.2 价格设置

价格设置允许用户为不同的零件或服务设定价格。

操作步骤：

1. 在菜单栏，点击 设置，打开 设置 对话框：



2. 在 **价格设置** 区域，点击目标单元格，输入或修改单价。
3. 点击 **应用**，所做的价格修改将立即生效。

#### 10.4.3 报价单页面设置

报价单页面设置允许用户自定义 PDF 报告的外观，包括页眉、页脚、备注和 logo 等。

**操作步骤：**

1. 在菜单栏，点击 **设置**，打开 **设置** 对话框：
2. 在页眉 / 页脚 / 备注 / logo 输入框中，输入或修改对应的信息。
3. 点击 **应用**，所做的设置将立即生效。

#### 10.4.4 自定义模版

用户可以根据需要创建自定义模板，选择以下任一方式新增：

- 新建模板：
  - a. 选中 **标准模板** 文件夹下方的一个模板，右击调出快捷菜单，点击 **复制模板** 或

者在菜单栏点击  **新增模板**。

b. 软件自动复制标准模板至 **自定义模板** 文件夹下方。

c. 选中目标自定义模板，在菜单栏，点击  **编辑** 进行修改。

- 导入模版

a. 先导出一个标准模版到本地，编辑保存。

b. 点击  **导入模板** 导入模版。

c. 如果有要调整，可以点击  **编辑** 进行修改，或者导出本地修改。

### 10.4.5 菜单栏其他操作

在排样报告管理对话框，还可执行以下操作：

- 若需打印排样报告，在菜单栏，点击  **打印预览** 查看无误后，点击  **打印**。

- 若需导出模板，在菜单栏，点击  **导出模板**，选择存储路径并点击 **保存**，导出.frx 格式文件。

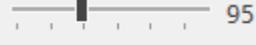
- 若需删除自定义模板，选中自定义的模版后在菜单栏，点击  **删除**。

## 11 仿真加工

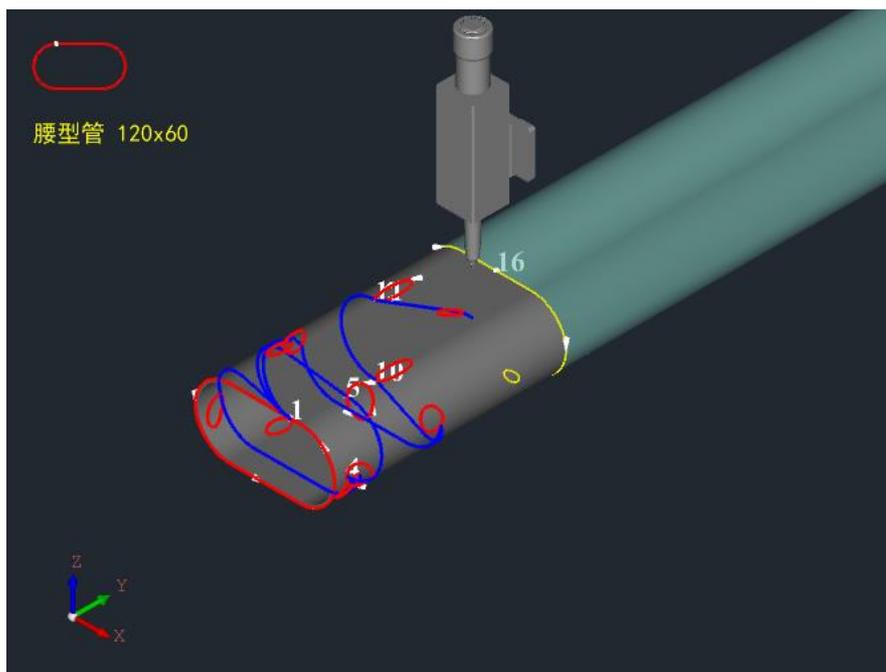
通过仿真加工和碰撞检测，用户可以确保在实际加工前，所有的加工路径都是安全的，从而避免在实际加工中可能出现的碰撞问题。

### 11.1 执行仿真

仿真加工功能允许用户模拟切割头（刀具模型）对管材上的零件进行加工切割，以预览加工过程和结果。在仿真过程中，切割头会根据设定的路径移动和旋转，而零件本身不会移动或旋转。以下是仿真加工的特点和功能按钮说明：

- **特点：**
  - 零件固定，切割头移动和旋转（涉及 XYZBC 轴）。
  - 仿真按照选择的图元加工次序和方向进行。
  - 切割头的姿态始终与加工表面的法向量保持一致。
- **功能按钮说明：**
  - ：开始仿真。
  - ：暂停仿真，可从暂停处继续。
  - ：停止仿真，再次仿真需从头开始。
  - ：调节加工速度条，控制切割头模拟仿真的速度。

仿真轨迹显示在三维视图栏：

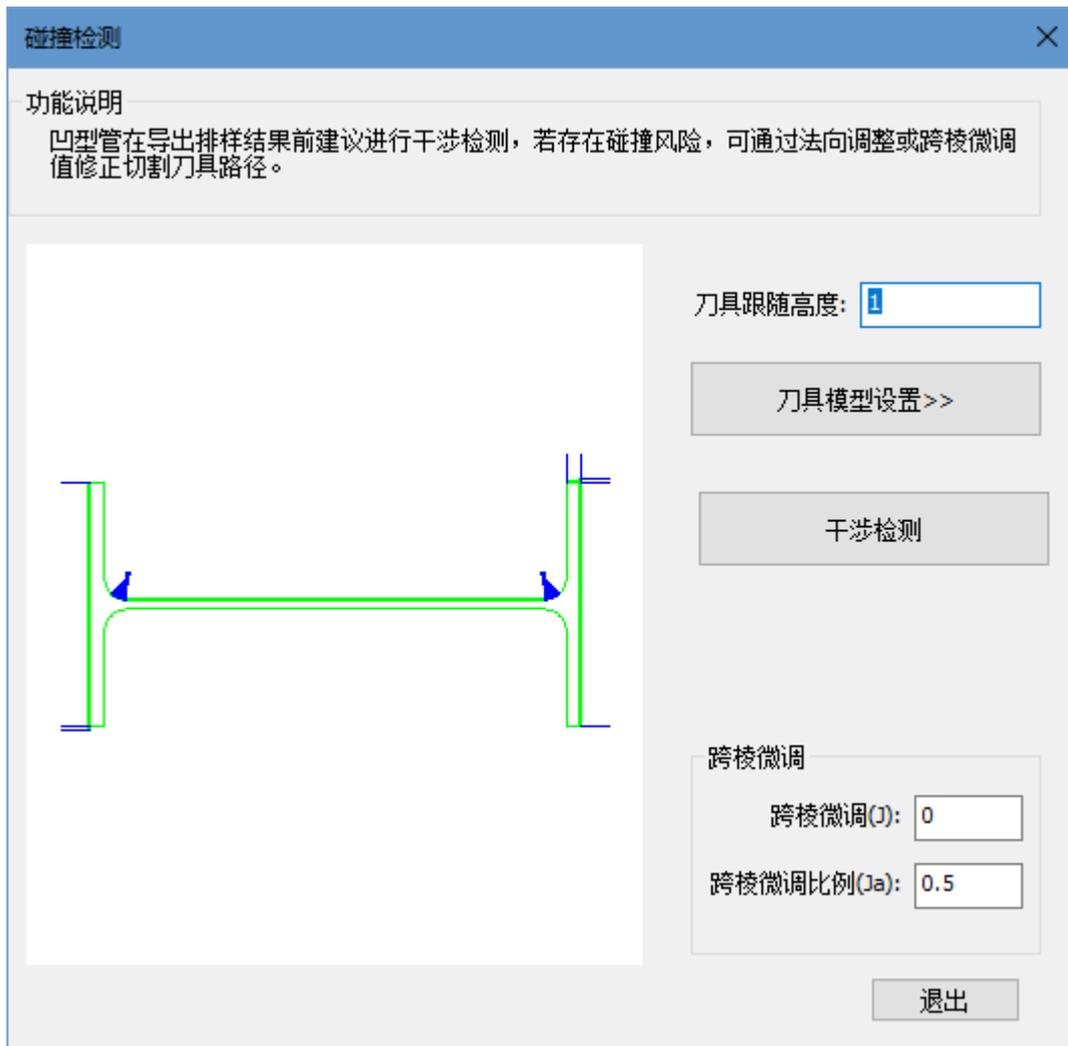


## 11.2 检测碰撞

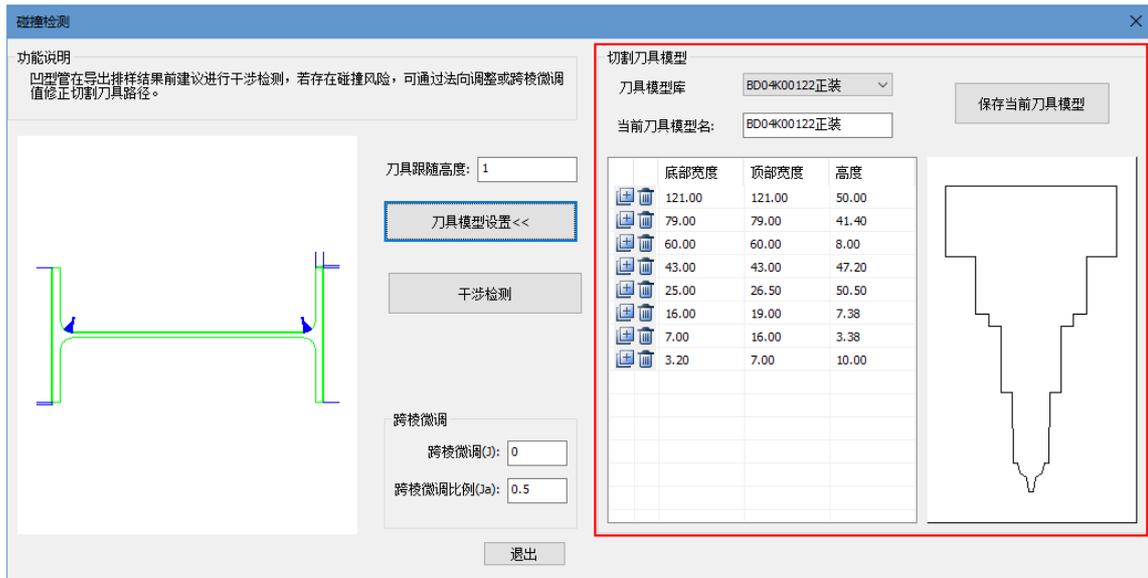
在实际加工前，进行碰撞检测是非常重要的步骤，以确保刀具在加工过程中不会与工件发生碰撞。

操作步骤：

1. 在菜单栏 **仿真** 区域，点击  **碰撞检测**，打开 **碰撞检测** 对话框：



2. 设置 **刀具跟随高度**。
3. 点击 **刀具模型设置**，在右侧展开 **切割刀具模型** 对话框：



#### 4. 设置切割刀具模型：

- 如果库中已有合适的模型，直接选择。
- 如果没有合适的模型，选择一个相似的模型，在 **当前刀具模型名** 输入框中输入新名称，修改参数后，点击 **保存当前刀具模型**。

#### 5. 点击 **干涉检测**：检测刀头在仿真时是否会和加工对象碰撞。

- 若不存在干涉，系统会提示不存在干涉，表示刀具可以安全地进行加工。
- 如果检测到干涉，系统会提示存在干涉，并建议调整加工法向或使用跨棱微调。用户可以调整跨棱微调参数或加工法向，以避免碰撞。
  - i. 在弹出的提示框中，点击 **确定**。
  - ii. 在 **跨棱微调区**，调整参数 **跨棱微调** 和 **跨棱微调比例**，也可到[跨棱微调](#)功能页面调整。

如果需要调整加工法向，具体操作参见[法向调整](#)。

## 12 导出操作

### 12.1 导出零件 (.ncep)

软件支持导出单个或批量零件，每个零件对应一个 .ncep 文件，用于套料再次使用。

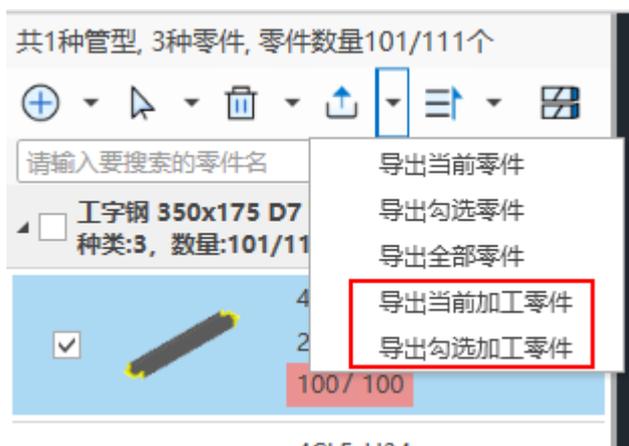
- 导出单个零件
  - a. 在零件列表栏选中目标零件。
  - b. 点击  或点击  下拉键，选择 **导出当前零件** 或鼠标右键选择 **导出当前零件**。
- 导出多个零件
  - a. 在零件列表栏，勾选目标零件。
  - b. 点击  下拉键，选择 **导出勾选零件**。
- 导出全部零件
  - a. 在零件列表栏，点击  下拉键，选择 **导出全部零件**。

### 12.2 导出加工零件 (.ncexa)

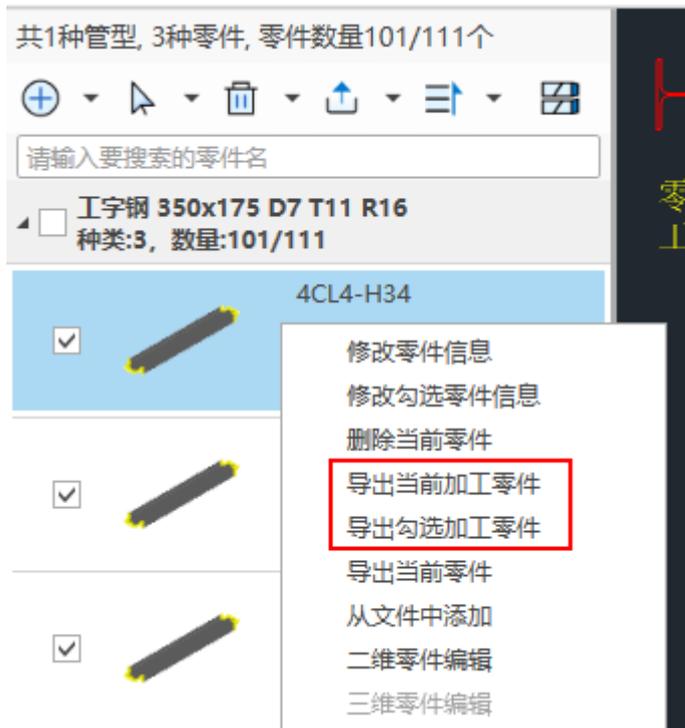
软件支持导出单个加工零件或批量导出加工零件，每个零件对应一个 .ncexa 文件，可直接在切割软件中打开。

在零件列表栏，选中目标零件，通过以下任一方式调用功能：

- 点击  下拉键，选择相应的子菜单：



- 鼠标右键调出快捷菜单，选择相应的子菜单：



### 12.3 导出排版结果

软件支持导出单个或多个排版结果，文件格式为 .ncexa、和.ncex。

导出单个排版结果时，文件名默认以零件的名称命名，可修改。

同时导出多个排版结果时，文件名默认以排版结果的名称命名且不能自定义修改，如果排版结果的名称相同，系统会自动为后续的文件名添加后缀，形式为“排版结果名称(1)”，“排版结果名称(2)”，以此类推，确保每个文件名都是唯一的。

- 导出当前排版结果
  - a. 在 **排版列表** 中，选中目标排版结果。
  - b. 点击工具栏的  或点击工具栏的  下拉键，选择 **导出当前排版结果** 或右击菜单选择 **导出当前排版结果**。
- 导出勾选的排版结果
  - a. 在 **排版列表** 中，勾选多个排版结果。
  - b. 点击工具栏的  下拉键，选择 **导出勾选排版结果**。
- 导出全部排版结果
  - a. 点击工具栏的  下拉键，选择 **导出全部排版结果**。

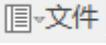
## 12.4 保存/另存为/导出文件

系统提供多种保存和导出操作，请实际需求选择合适的操作，确保数据正确无误地保存和导出。

### 12.5 保存文件

将当前软件中的所有数据（包括零件、排样结果和底图上的刀路）保存，但仅限于软件内部，不创建本地文件。

有以下两种操作方式：

- 点击  文件 → 保存。
- 在菜单栏点击  保存。

### 12.6 另存文件

将当前软件中的所有数据（包括零件、排样结果和底图上的刀路）保存为本地文件，文件格式为.ncexa，这种格式的文件可直接用于切割加工。

操作步骤：

1. 点击  文件 → 另存为。
2. 在弹出的对话框中，选择文件的存放路径
3. （可选：）修改文件名。
4. 点击 保存。

### 12.7 导出文件

将当前软件中的所有数据（包括零件、排样结果和底图上的刀路）导出为本地文件，支持的文件格式包括.ncexa 和.ncex。其中，.ncexa 格式的文件可以直接用于切割加工。

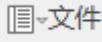
操作步骤：

1. 点击  文件 → 导出或者在菜单栏点击  导出。
2. 在弹出的对话框中，选择文件的存放路径
3. （可选：）修改文件名。
4. 点击 保存。

## 12.8 注意事项

- 如果在用户设置中勾选了 **导出时超限检测**，在导出文件时，系统会在选择文件路径后自动检测导出图纸的超限情况。
- 默认情况下，导出操作不会进行超限检测，除非在用户设置中特别勾选了该选项。

## 13 用户设置操作

入口：点击软件主界面左上角的  文件 → 用户设置

用户设置
✕

**文件参数**

导出时应用图层工艺参数

导入时合并相同零件

导入时自动识别打标图形

导入时自动应用预处理 预处理参数

导入NC1文件使用文件内信息 配置参数映射...

**三维绘制参数**

按默认路径保存零件文件

记录上一次操作参数

识别坡口

**截面合并精度参数**

闭合管型：  
 管材截面分段参数:   
 每段间距容差:

开口管型：  
 管材截面周长容差:

**共边精度参数**

最小共边长度:

最大共边间距:

**系统参数设置**

启用钢构版

启用坡口

刀头结构:  AB轴  BC轴

提示：钢构版切换会重启软件并且套料使用需要特定的加密授权，钢构版刀路仅限H钢切割系统使用。

**其他设置**

修改排样结果数自动补足零件与管材

沿图形方向延伸生成空间引线

确定
取消

参数说明：

- 文件参数

- 导出时应用图层工艺参数：

勾选，则软件会导出图层工艺参数，且切割软件使用图层工艺参数加工；

不勾选，则软件会导出图层工艺参数，但切割软件不使用图层工艺参数加工。

- 导入时合并相同零件：导入后，文件中的多个相同零件在列表中显示一个预览图，数量按照相同零件的个数叠加。

- 导入时自动识别打标图形：导入含打标图形的文件后，会自动将文件里的打标图形设置为打标图层。
- 导入时自动应用预处理：导入文件时，能够预先按照设置的处理参数进行刀路文件处理。
- 导入 NC1 文件使用文件内信息：对于 .nc1 格式的文件，如果导入文件的字段和软件的字段一致则可直接导入，如果不一致必须先进行参数映射配置。
- **截面合并精度参数**
  - **截面合并**操作的精度参数。
    - 管材截面分段参数：针对闭合管型，为将管型一致、截面外轮廓在容差范围内相似的零件，进行截面合并，将管材截面做分段处理，可以设定具体分段参数值。
    - 每段间距容差：针对闭合管型，只有管型一致，截面外轮廓的设定值在容差范围内的相似零件才可以做截面合并处理。
    - 管材截面周长容差：针对开口管型做截面合并处理时根据截面周长参数容差值来操作。
- **系统参数设置**
  - 启用钢构版：勾选后启用三维五轴钢构模式套料。
  - 启用坡口：勾选后启用坡口模式套料。
  - 刀头结构：刀头结构选择 AB 轴表明是坡口版；选择 BC 轴表面是钢构版；最终影响的是加工刀路的加工路径。
- **三维绘制参数**
  - 按默认路径保存零件文件：
    - 勾选：绘制完成的三维零件文件将自动保存在系统默认路径下，便于快速存档。
    - 不勾选：保存文件时，系统将提示通过文件选择对话框指定保存路径，以便灵活管理文件存储位置。
  - 记录上一次操作参数：
    - 勾选：每次启动三维绘制时，系统将自动加载并应用上一次的绘制参数设置，适用于需要重复使用相同参数的场景。

不勾选：每次启动三维绘制时，系统将提供一个全新的绘制环境，不保留任何先前的参数设置。

○ 识别坡口：

勾选：在绘制过程中，系统将自动识别相贯、相贯槽、截断等操作，并根据内置算法自动加入坡口工艺，以提高绘制质量和工艺标准。

不勾选：在绘制过程中，系统将不会自动添加坡口工艺，保持绘制结果的原始状态，适用于不需要坡口工艺的情况。

● **共边精度参数**

刀路导入时两条线段的共边处理策略，必须同时满足以下条件：

- 最小共边长度：两个线段最小的共边长度，即小于这个长度不共边。
- 最大共边间距：两个线段可共边的最大间距。

● **其他参数**

- 修改排样结果数自动补足零件与管材：勾选后，修改排样结果的数量时，如果零件数和管材数不足的情况下，可自动补足零件数和管材数，以满足排样结果数量的修改；如果不勾选，则因零件数和管材数不够，无法修改。
- 沿图形方向延伸生成空间引线：在沿着图形方向的延伸线上，于三维空间中生成对应的引刀线。

## 附录：术语表

序号	名称	描述
1	三维	在 CNC 方面，指待加工零件不动，切割头围绕零件的三维空间运动。在 CAM 方面，指三维空间数据模型。
2	五轴	在 CNC 方面，指通过在三维加工中控制的 XYZBC 轴并参与插补的运动轴与旋转轴，其中 XYZ 为三维标准轴，B 为绕 Y 轴的旋转轴，C 为绕 Z 轴的旋转轴。在 CAM 方面，轴定义与 CNC 相同，但更偏向计算法线角度与各轴速度。
3	二维	CAM 功能，指三维数据模型在二维平面展开下的数据模型。
4	轨迹	零件上的图元路径，包含零件上所有的 CAD 图元。
5	nc1	钢结构行业作图软件 Tekla 导出的 DSTV 格式的文件后缀。
6	排版	将零件按需要的策略排布放置在加工管材上。
7	加工路径	模拟管材在加工切割过程中的路径轨迹。
8	截断线	零件的切断面轨迹图元，带有截断线标记
9	模式切换	普通切割切换到三维五轴切割或坡口切割。

## 法律声明

为维护自身、用户的合法权益，在您安装、复制、使用我公司软件产品同时，您已经充分认知并承诺，您已经完全接受我公司下列声明事项：

不在本声明规定的条款之外，使用、拷贝、修改、租赁或转让本系统或其中的任何一部分。

### 一、 用户使用要求：

1. 只在一台机器上使用本系统；
2. 仅为在同一台机器上使用，出于备份或档案管理的目的，以机器可读格式制作本系统的拷贝；
3. 仅在我公司书面同意，且他方接受本声明的条款和条件的前提下，将本系统及许可声明转让给另一方使用；
4. 如若转让我公司软件产品，原文档及其伴随文档的所有拷贝必须一并转交对方，或将未转交的拷贝全部销毁；
5. 只在以下之一前提下，将本系统用于多用户环境或网络系统上：
  1. 本系统明文许可可以用于多用户环境或网络系统上；
  2. 使用本系统的每一节点及终端都已购买使用许可。
6. 不对本系统再次转让许可；
7. 不对本系统进行逆向工程、反汇编或解体拆卸；
8. 不拷贝或转交本系统的全部或部分，但本声明中明文规定的除外。
9. 您将本系统或拷贝的全部或局部转让给另一使用方之时，您的被许可权即自行终止。

### 二、 知识产权：

我公司对本系统及文档享有完全的知识产权，受中国知识产权法及国际协约条款的保护。您不得从本软件中去掉其版权声明；并保证为本系统的拷贝（全部或部分）复制版权声明；您承诺制止以任何形式非法拷贝本系统及文档。

我公司可随时对软件产品进行更新、升级，您可根据需要实时关注我公司官网。

### 三、 许可终止：

您若违返本声明的任一条款与条件，我公司可随时终止许可。终止许可之时，您应立即销毁本系统及文档的所有拷贝文件，或归还给我公司。

至此，您肯定已经仔细阅读并已理解本声明，并同意严格遵守各条款和条件。

上海维宏电子科技股份有限公司

专业·专心·专注

SPECIALIZED/CONCENTRATED/FOCUSED



上海维宏电子科技股份有限公司

地址：上海市奉贤区沪杭公路1590号

邮编：201401 咨询热线：400 882 9188

邮箱：weihong@weihong.com.cn

网址：www.weihong.com.cn