

1Friendess, Inc.

柏楚 TubesT 管材套料软件

# 用户手册

文档版本: V1.2

软件版本: 1.21.3

# 目录

一、 快速使用.....	4
1.1 用户界面.....	4
1.2 使用流程.....	4
1.2.1 添加零件.....	5
1.2.2 零件修正.....	5
1.2.3 设置工艺.....	5
1.2.4 排样.....	6
1.2.5 排序.....	6
1.2.6 导出.....	6
二、 功能介绍.....	7
2.1 使用界面.....	7
2.1.1 选择.....	7
2.1.2 显示.....	7
2.1.3 调整视图.....	7
1、沿 Y 轴旋转.....	8
2、平移.....	8
3、切换视图.....	8
4、三维调整.....	8
5、恢复默认视图.....	8
2.2 添加零件.....	8
2.2.1 从文件添加.....	9
2.2.2 添加标准零件.....	11
2.2.3 绘制包覆零件.....	11
2.2.4 绘制零件.....	12
2.2.5 批量导入标准零件.....	13
2.3 图形工艺.....	14
2.3.1 起点.....	14
2.3.2 冷却点.....	14
2.3.3 引刀线.....	14
2.3.4 补偿.....	16
2.3.5 补偿拓展样式.....	17
2.3.6 微连.....	19
2.3.7 切碎.....	19
2.3.8 删除.....	19
2.3.9 清除.....	20
2.4 特殊工艺.....	21
2.4.1 相贯孔.....	21
2.4.2 内轮廓切割.....	22
2.4.3 焊缝补偿.....	22
2.4.4 特殊刀路.....	24
2.5 零件修正.....	26

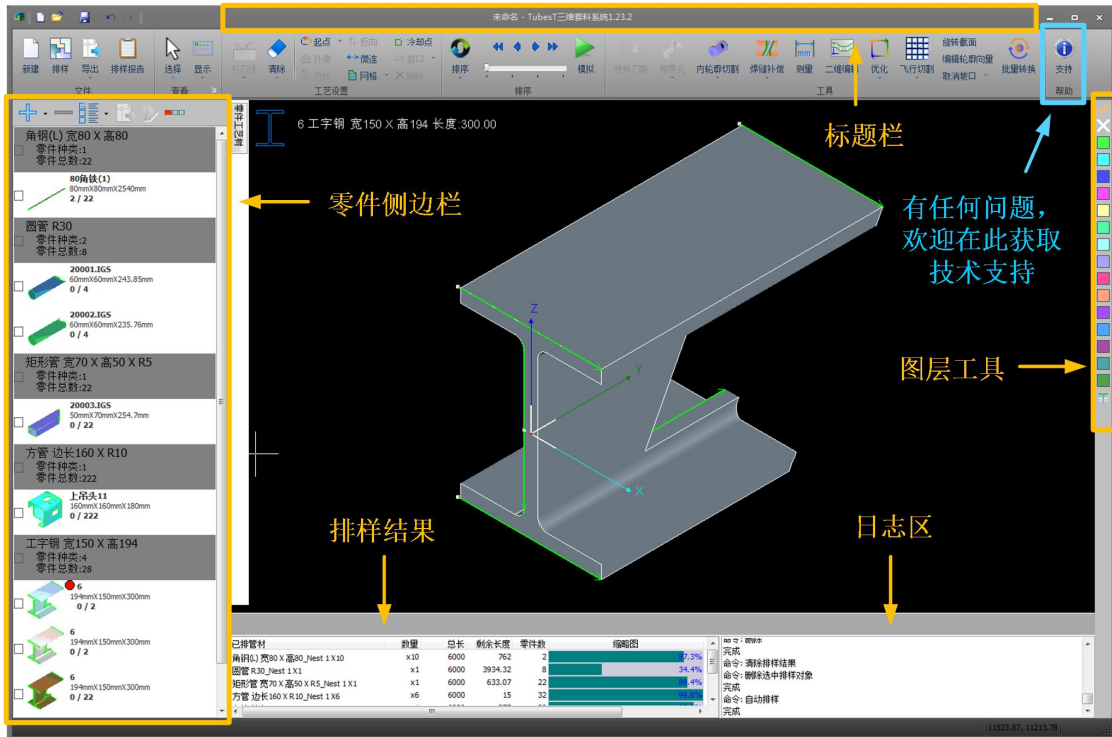


2.5.1	编辑轮廓向量.....	26
2.5.2	旋转截面.....	26
2.5.3	曲线分割.....	27
2.5.4	合并相连线.....	27
2.5.5	绘制包覆线.....	28
2.5.6	绘制文字.....	29
2.5.7	镜像.....	30
2.5.8	微移.....	30
2.5.9	R角微调.....	30
2.5.10	替换为点.....	30
2.5.11	一键特殊刀路.....	31
2.5.12	使曲线独立.....	31
2.6	排样.....	32
2.6.1	共边.....	32
2.6.2	自动排样.....	35
2.6.3	手动排样.....	36
2.7	排序.....	37
2.7.1	自动排序.....	37
2.7.2	手动排序.....	38
2.8	导出.....	39
2.8.1	导出排样结果.....	39
2.8.2	导出零件图纸.....	39
2.9	其他功能.....	40
2.9.1	模拟.....	40
2.9.2	容差导入.....	40
2.9.3	强行合并截面.....	43
2.9.4	自动保存 YXY.....	44
2.9.5	提取长度数值.....	45
2.9.6	合并零件.....	45

# 一、快速使用

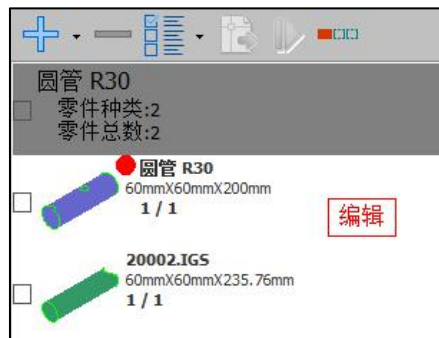
本章旨在演示 TubesT 的使用流程，具体的细节和案例将在后续章节说明。

## 1.1 用户界面

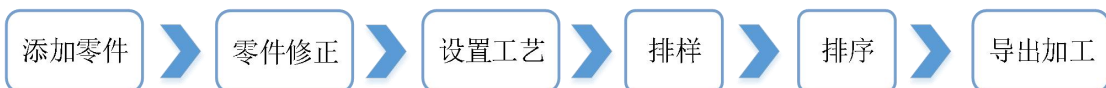


界面最上方是软件标题栏，可以看到软件版本。标题栏下方是工具栏。界面左侧是零件侧边栏，右侧是图层工具，下方分别是排样结果和日志区。

双击侧边栏的零件小图可以在不同零件间切换，带有红点标识的是当前显示的零件，带有“**编辑**”字样的是由 TubesT 绘制的零件，可以双击编辑修改零件。



## 1.2 使用流程





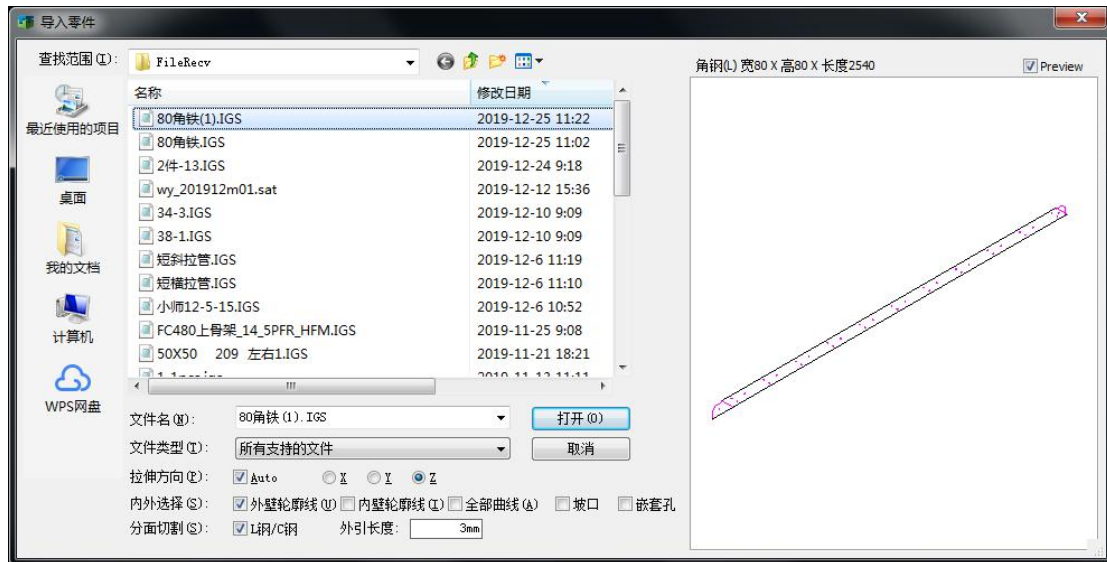
TubesT 最常见的使用流程如上所示，接下来演示常见步骤。

### 1.2.1 添加零件



单击零件侧边栏上方的“+”按钮，在下拉菜单单击<从文件添加>来导入图纸。

选择已经画好的零件图纸（可以是 IGS、SAT 或者 jhb 格式），确认导入零件的参数合理、零件预览无误后点击<打开>，将零件图纸导入 TubesT。

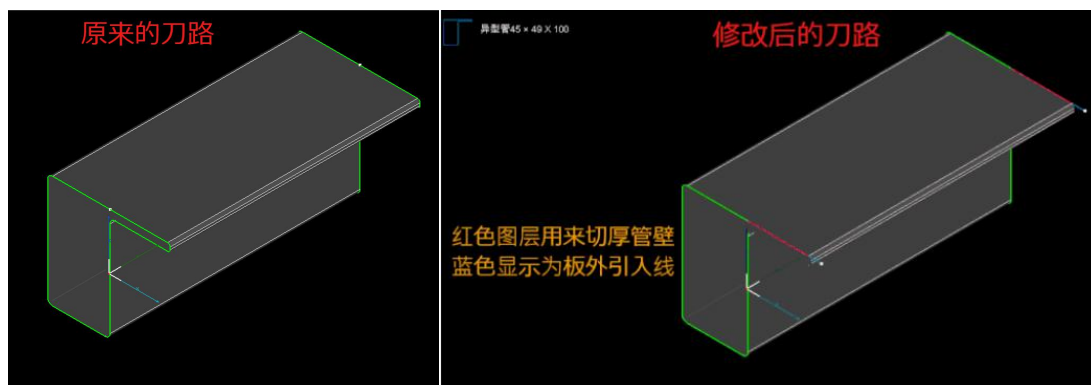


需要注意的是角钢、槽钢、工字钢等片体钢需要勾选<L 钢/C 钢>的选项。

### 1.2.2 零件修正

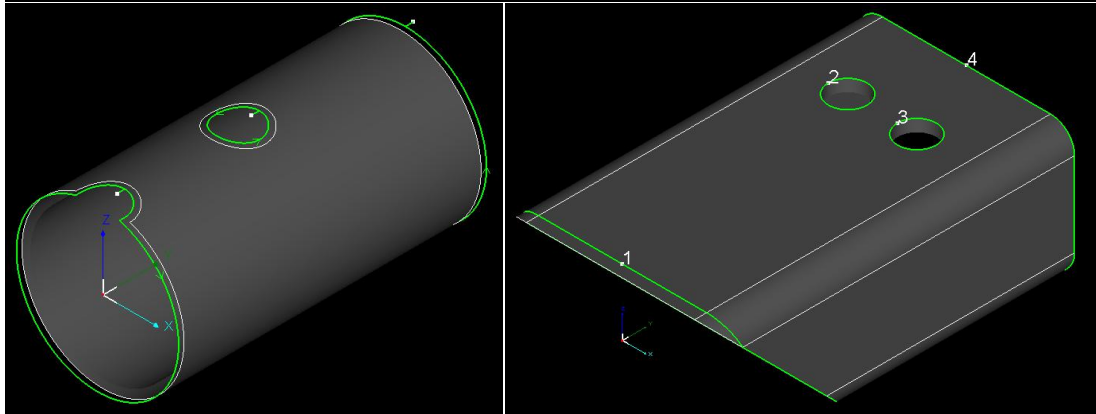
零件修正包括旋转截面、编辑轮廓向量、曲线分割、合并相连线、绘制包覆线等改变零件原本状态的操作。

比如导入一个异型管零件，需要用编辑轮廓向量功能避免凹角处撞头、再用曲线分割和合并相连线将原本的两段刀路合并为一段，前后效果如图所示。具体功能和案例将在后文介绍。




### 1.2.3 设置工艺

根据加工需要，对图形添加引线、补偿等图形工艺，添加焊缝补偿、相贯孔等特殊工艺。例如图中间管零件添加了补偿和引线，方管添加了焊缝补偿。



### 1.2.4 排样



单击零件小图为每个零件设定数量，然后单击“”，设定自动排样参数后开始排样。得到的排样结果会显示在界面下方，可以看到每个排样结果上的零件数、应加工的次数、利用率等信息。

已排管材	数量	总长	剩余长度	零件数	缩略图
圆管 R30_Nest 1 X1	x1	6000	37.16	41	 99.4% 
圆管 R30_Nest 2 X1	x1	6000	2075.95	27	 65.4%
腰型管 宽80 X R20_Nest 1 X1	x1	6000	140.13	6	 97.7%


### 1.2.5 排序



对排样结果，点击“”进行自动排序。

### 1.2.6 导出



点击界面左上方的“”，选择一个文件夹，TubesT 会将所有排样结果保存到此文件夹下，文件格式为 **zx**。



如果切管机上的加工软件 TubePro 打不开这些 **zx** 格式文件，很可能是因为 TubePro 的版本不兼容当前使用的 TubesT，升级 TubePro 到最新版本即可正常打开 **zx** 文件进行加工。

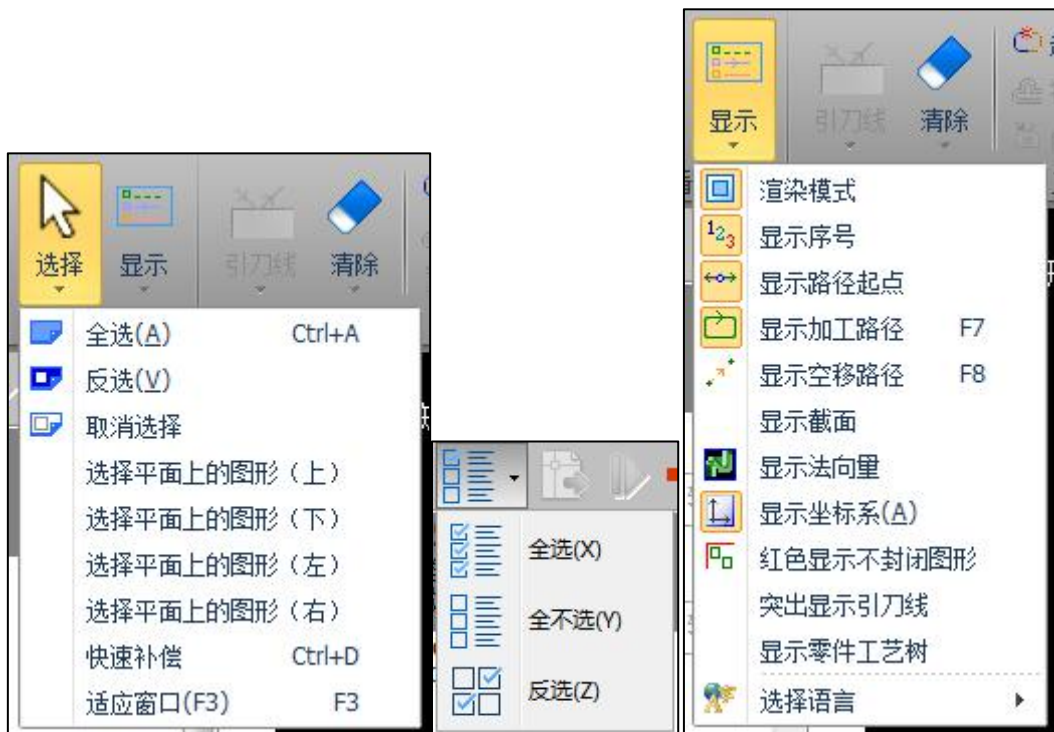


## 二、功能介绍


### 2.1 使用界面

#### 2.1.1 选择

在用户界面上方的工具栏里，可以点击选择按钮“”打开下拉菜单，里面有<全选>、<反选>以及选择某个面上的图形方便用户操作。在零件侧边栏有“”，也可以使用<全选>、<全不选>、<反选>功能，这个选择按钮仅针对零件侧边栏里的零件。



#### 2.1.2 显示

在用户界面上方的工具栏里，可以点击显示按钮“”打开下拉菜单，决定显示哪些标记。例如图中，黄色背景的渲染模式、序号等五项是开启显示的。

其中，显示渲染对内存和 CPU 有一定要求，如果文件较大或者硬件配置较低导致电脑卡顿严重可以关掉渲染模式。法向量可以看做是切割头在切割该图形时的方向，后面在相贯孔、编辑轮廓向量等功能处可以看出法向量的意义。

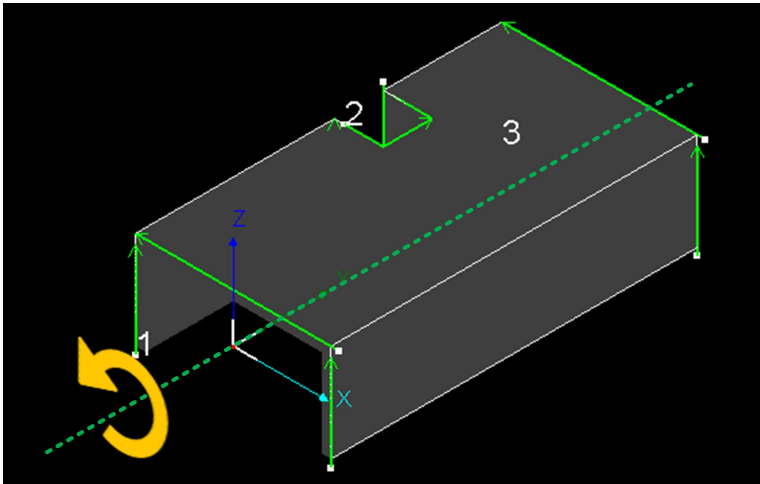
其他项比较直观不再一一赘述。

#### 2.1.3 调整视图

对主界面上的任意零件或排样结果，都可以做以下调整视图的操作：



### 1、沿 Y 轴旋转



Shift+鼠标中键滚动：慢速旋转；

Shift+鼠标中键拖动：中速旋转；

Ctrl+鼠标中键滚动：快速旋转。

### 2、平移

Ctrl+鼠标中键拖动。

### 3、切换视图



在零件/排样结果附近双击，调出“ ”然后进行选择。

### 4、三维调整

鼠标中键拖动，自由调整视图方向。


### 5、恢复默认视图

无论原来是放大还是缩小状态，按 F3 可以自动适应当前窗口大小；无论原来调整到什么角度，按 F4 可以恢复默认视图方向和大小。

## 2.2 添加零件

TubesT 提供了多种添加零件的方法，适用于不同场景。

新建一个工程文件时，零件侧边栏有显示<从文件添加>、<添加标准零件>、<添加包覆

零件>、<绘制零件>、<批量导入标准零件>五个入口。如果没有显示，可以点击“  ”按钮打开添加菜单。

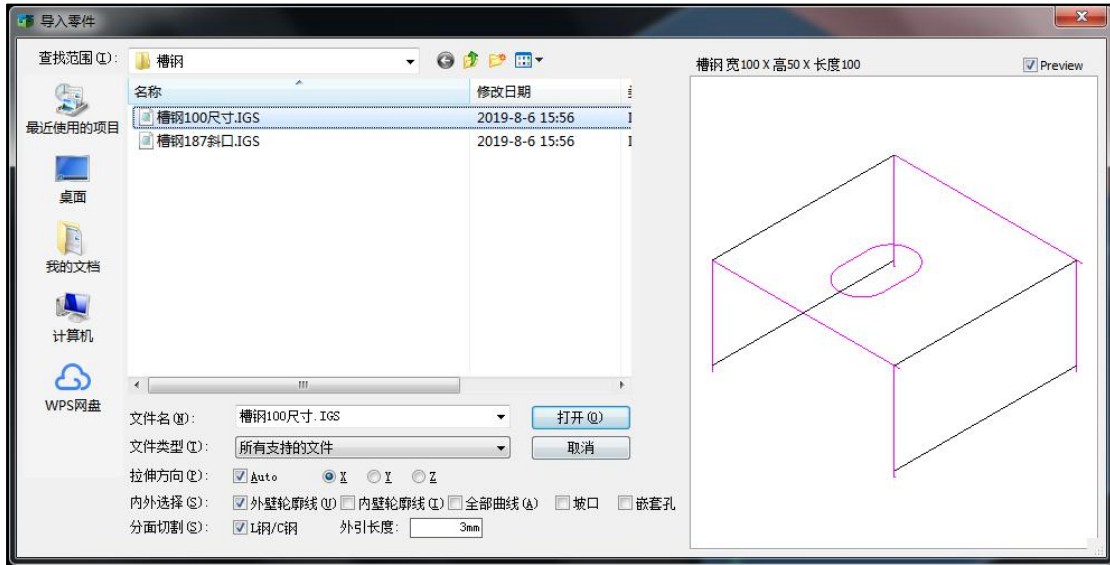






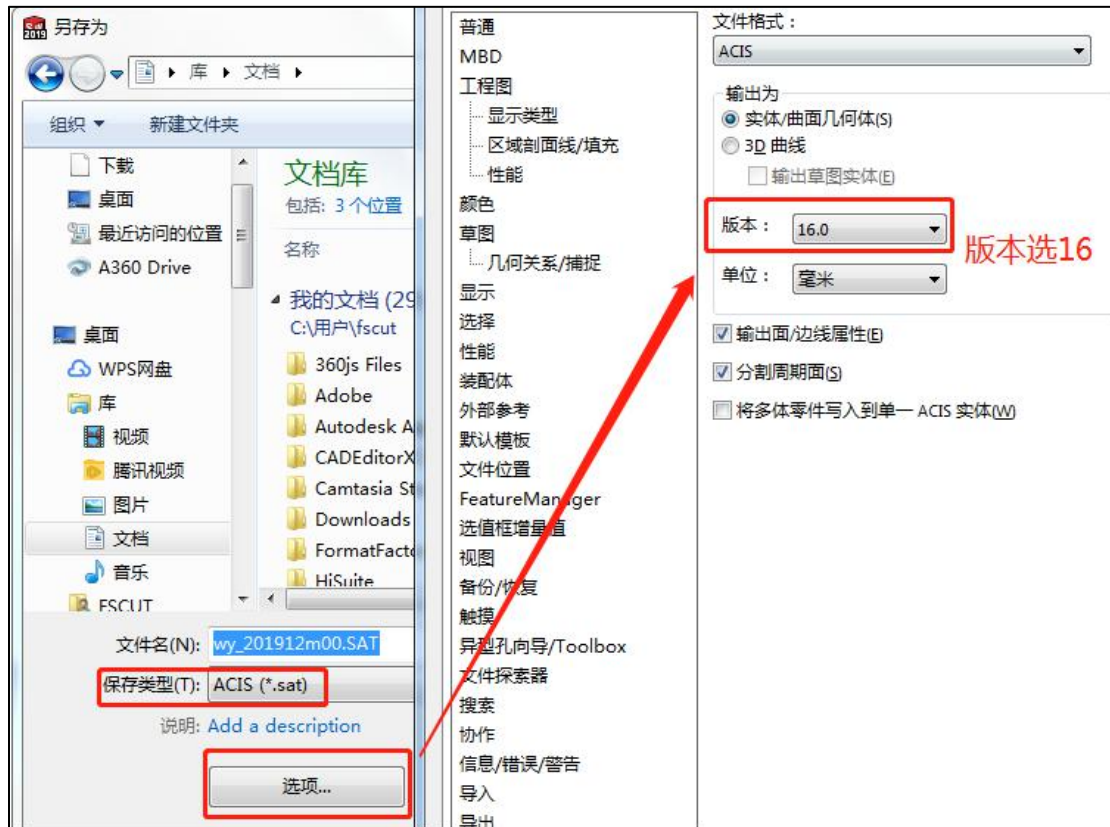
### 2.2.1 从文件添加

单击<从文件添加>，打开导入零件窗口。



<从文件添加>是 TubesT 常用的导入文件的方式，可导入以下三种格式的图纸：

- 1、IGS：支持 UG、SolidWorks 保存的 IGS 格式文件（拉伸方向需与 X/Y/Z 任一轴同向）；
- 2、SAT：支持 2016 及以上的 SolidWorks 版本保存的 SAT 格式文件（拉伸方向不限，如果 2016 以上的 SolidWorks 保存的 SAT 不能导入，请将 SAT 的 ACIS 版本设为 16.0）；



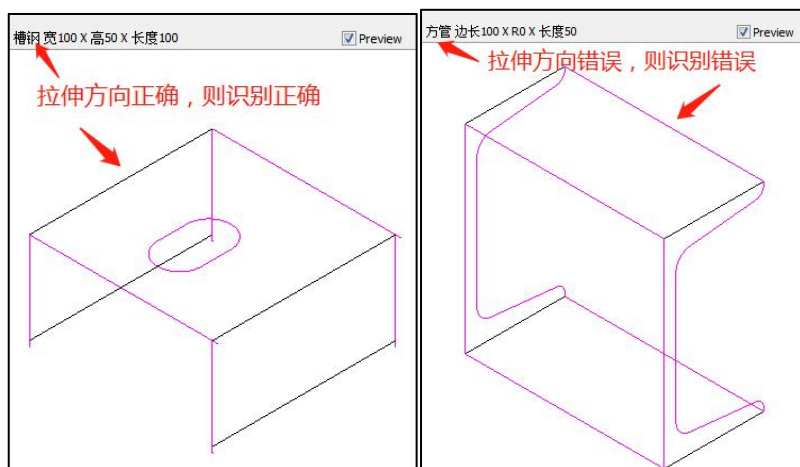
- 3、jhb：支持 TubesT 绘制并保存的 jhb 格式文件。

导入图纸的内容区下方和右侧还有几个参数。

1、截面类型：右上角会给出当前读取到的截面类型和尺寸。如果截面类型与实际不符，比如实际上是槽钢但给出的截面类型是异型管，那这样导入后也是不对的，会影响排样和实际加工。Loading 代表正在读图，0.00x0.00x0.00 代表没有读取到图纸。

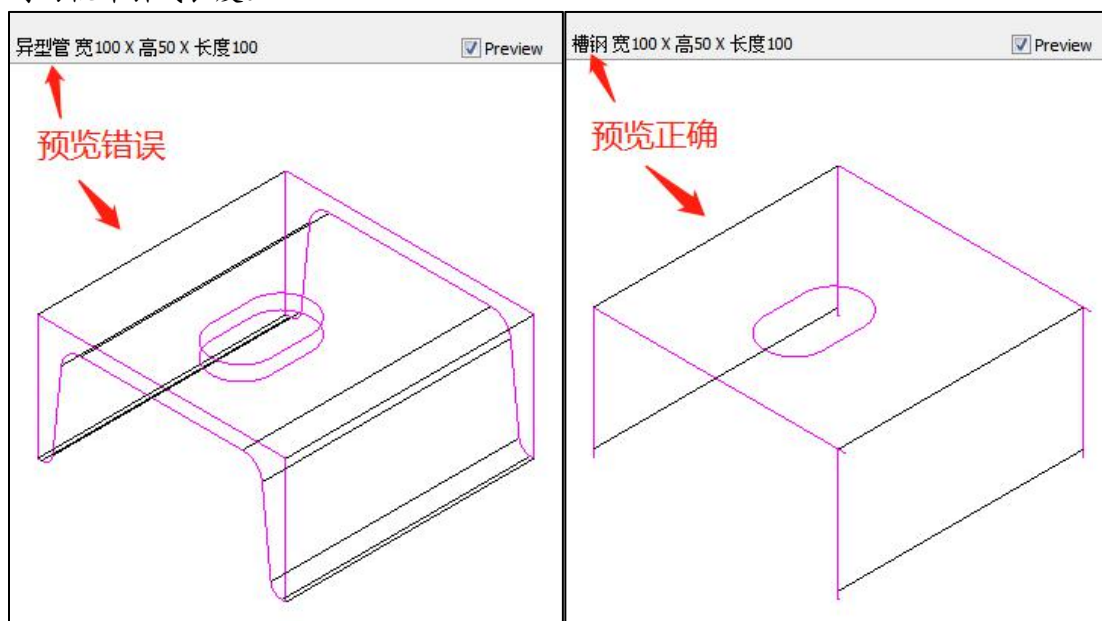
2、图像预览：通过预览，可以看出当前读取到的图形。如果图像预览与实际不符，就要考虑图纸或者图纸配置是否有错误了。

3、拉伸方向：Auto 代表自动选择，在导入文件时会自动读取零件的拉伸方向；当自动读取的拉伸方向与实际不符，导致导入的零件为“异型管”或者不是本来想要的零件时，可以尝试手动更改拉伸方向，直至截面类型和图像预览与实际一致。



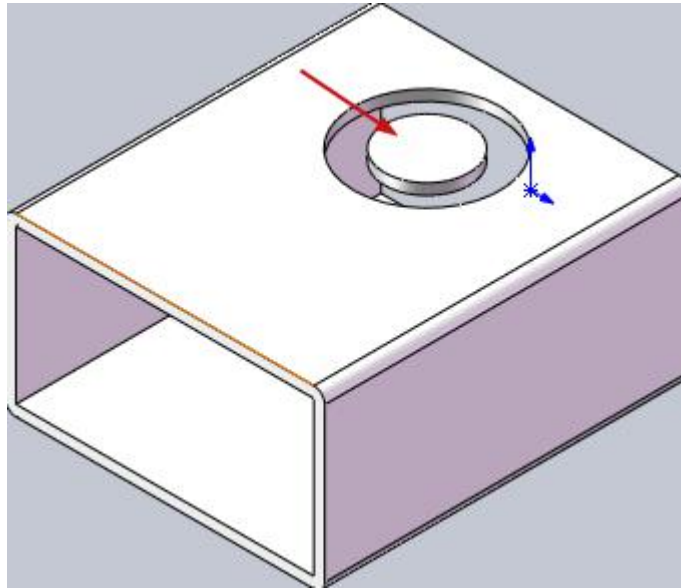
4、内外选择：真实的管材和零件具有外壁轮廓线和内壁轮廓线，但作为加工图纸只需其一。一般选用外壁轮廓线即可。详见补偿和内轮廓切割的章节。

5、分面切割：对于槽钢、角钢、工字钢、C型钢、扁钢等片体钢需要勾选<L/C 钢>，这样可以使截面类型识别正确，并自动提供特殊刀路。外引长度是指自动生成特殊刀路时的板外引线长度。





6、嵌套孔：要在管材的废料上切片状零件时，可以绘制好图纸，导入时勾选<嵌套孔>即可正确识别此类零件。



### 2.2.2 添加标准零件

<添加标准零件>用来快速绘制一个标准零件。绘制能力比较有限，但胜在快捷。



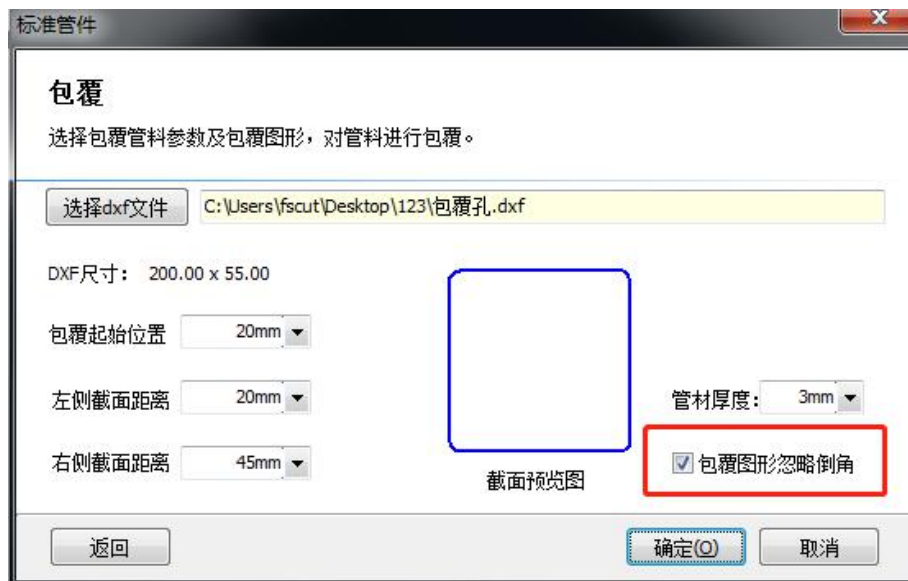
### 2.2.3 绘制包覆零件

<绘制包覆零件>可以将 dxf 包覆到母管上。

值得一提的是，由于矩形管截面有倒角，勾选<包覆图形忽略倒角>可使包覆图形的位置



直接按边长来推算。

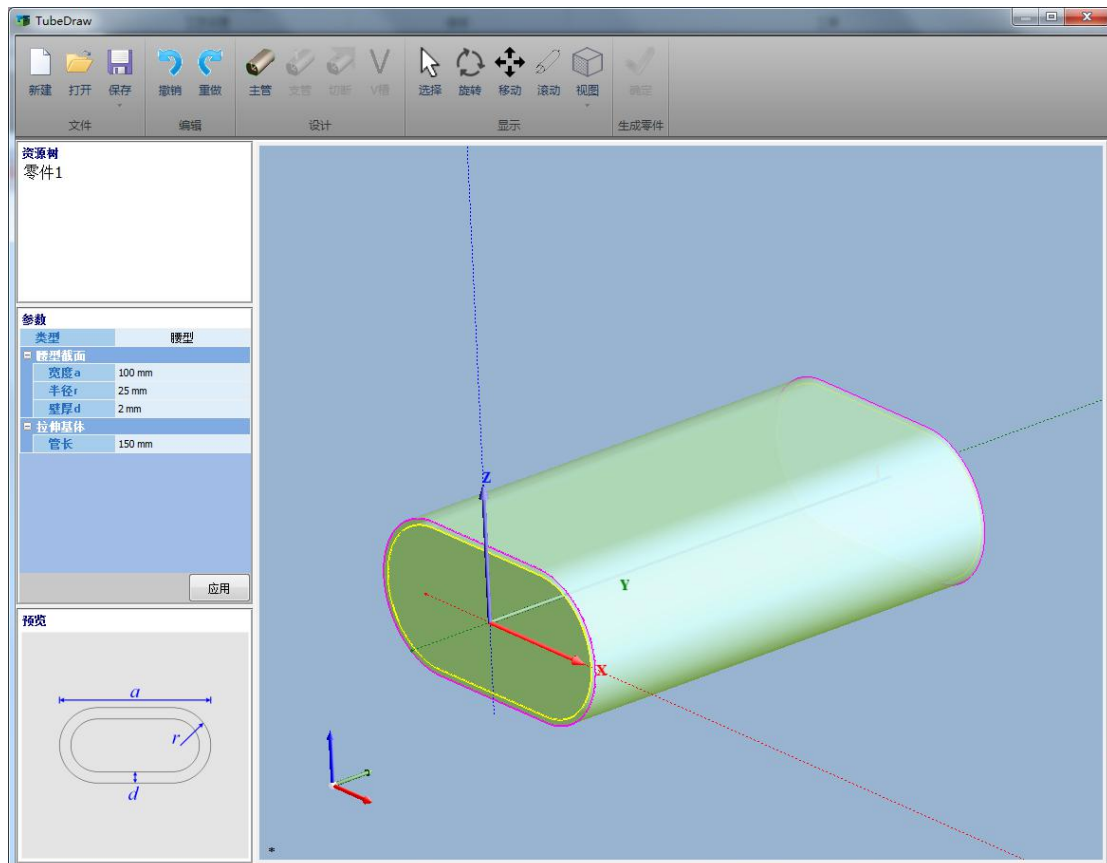


### 2.2.4 绘制零件

TubesT 自带的绘制零件功能可以绘制圆管、矩形管、腰型管、角钢、槽钢、C 型钢、圆角三角形、椭圆这些标准管型。支持圆孔、矩形孔、腰形孔；支持孔沿 X/Y/Z 方向阵列；支持任意方向的切断面。

进入绘制零件界面，点击<新建>建立一个新的零件。

先选<主管>，左侧可以看到主管的类型、参数、截面预览。随着参数的更改，可以看到主界面的绘图区的相应图形。设置完参数后点<应用>。





绘制零件里大多都是比较常见和常用的管材类型，如果需要生成特殊的管型，则可使用主管类型里的<自定义>，导入二维 DXF 文件拉伸成主管。

如果需要画孔，选择<支管>。孔的类型有圆孔、矩形孔、腰形孔，如果有需要的话，也可以选择类型为“多段线”然后导入一个 dxf 作为孔的形状（dxf 里只能包括一个封闭轮廓）。<X/Y/Z 向旋转>代表零件沿 X/Y/Z 轴的旋转，修改此参数可以修改孔的拉伸切除方向。勾选<启用>，可以画出孔在 X 方向和 Y 方向的阵列，配合<Y 向旋转>可以画出 Z 方向的阵列。

如果需要画切面，选择<切断面>。设定切断面的位置、旋转方向等参数。勾选<左切断面>代表当前切断面是零件的左端，即切断面左边被视为废料；不勾选代表当前切断面是零件的右端，切断面的右边是零件的废料。

如果主管是圆管或矩形管，还可以使用 V 槽功能。

左上角的资源树会显示设计步骤，点击右键可以复制、删除或隐藏某个特征。



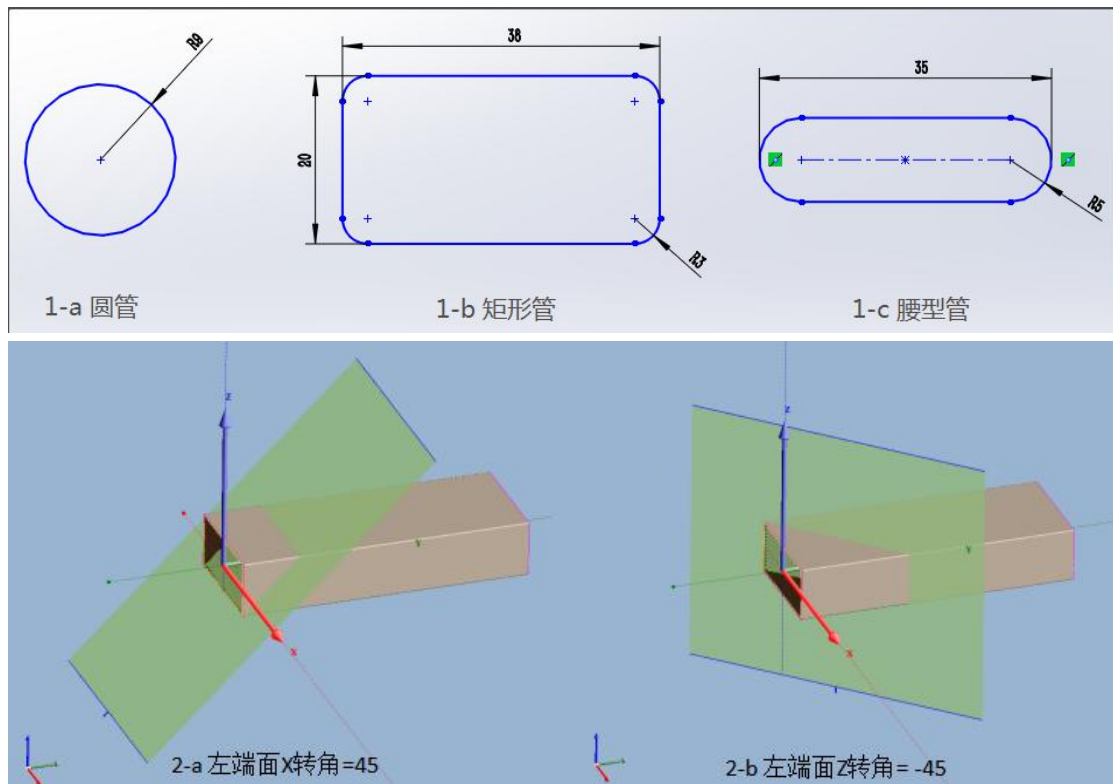
绘制完成后，点击“**确定**”生成零件，零件自动导入到零件侧边栏，且带有“**编辑**”字样，双击可以再次到绘图界面修改此零件。

值得注意的是，工具栏的<保存>（或另存为）可以将当前的零件图纸保存为 jhb 格式的文件，之后在任意排样任务中都可以用<从文件添加>打开；<打开>是指在当前绘图界面打开一个 jhb 格式文件；<新建>将会刷新主管信息，新建一个零件。

## 2.2.5 批量导入标准零件

<批量导入标准零件>是指用 Excel 录入零件的截面类型、尺寸等信息，导入 Excel 后软件自动生成对应零件。

支持导入圆管、矩形管、腰型管三种类型的无孔零件。支持斜切面。




具体使用方法和注意事项请参考 Excel 模板。




## 2.3 图形工艺

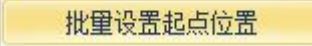
### 2.3.1 起点

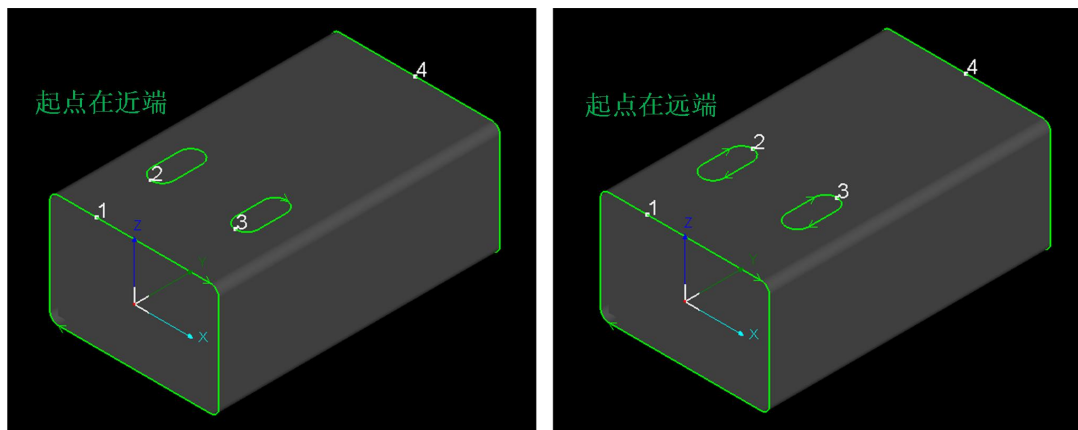
起点是一个图形开始加工的位置。打开<显示路径起点>，图形上白色的点就是起点。

选中一个图形，可以点“封口”调整该图形是封口、缺口还是过切。图形默认是封口，代表终点和起点重合；缺口和过切的起点和终点都不重合，区别是缺口是少切一点，过切是多切一点。

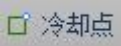
根据工艺需要，点“起点”然后在图形的任意位置点击可以指定起点的位置（使用



后要按 ESC 键或鼠标点右键退出功能)；点“批量设置起点位置”，可以批量设置选中图形的起点位置在近端或远端，近端是指靠近 Y=0 的一端，远端是指远离 Y=0 的一端。



### 2.3.2 冷却点


在加工进行到冷却点时，软件会控制切割头停在冷却点处停光吹气达到冷却效果。在 TubesT 中，点击“冷却点”可以为图形添加冷却点工艺（使用后要按 ESC 键或鼠标点右键退出功能），冷却时长在加工软件内设置。

在冷却点功能激活的情况下，按住 Shift 可通过点击的方式清除冷却点；用清除功能下可将选中图形或零件的冷却点全部删除。

### 2.3.3 引刀线

引刀线，又叫引线，通过增加一小段轨迹的方法将起点放到废料区，这样无论起点处是否穿孔，都可以最大程度地保证零件在起刀处的完好。



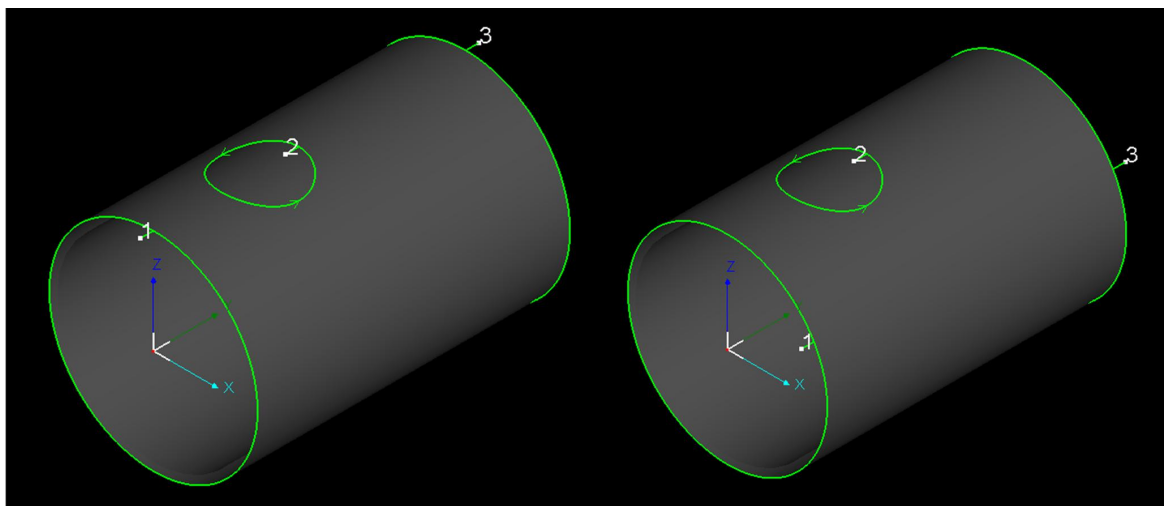
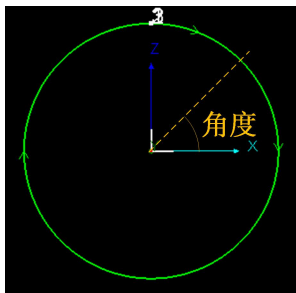
选中一个图形或零件时，可以点“引刀线”为当前选中图形增加引线。



其中，引线类型可根据需要选用直线或直线+圆弧，引入点冷却是指在从引线到图形的交点处自动插入一个冷却点。

切断面和管面孔的引线位置要分别设置。

切断面的引线位置由与 X 轴所成角度来决定，这个角度是指在主视图时，从 X 轴到目标位置的逆时针夹角，图示分别为 90°、30° 时的引线位置。



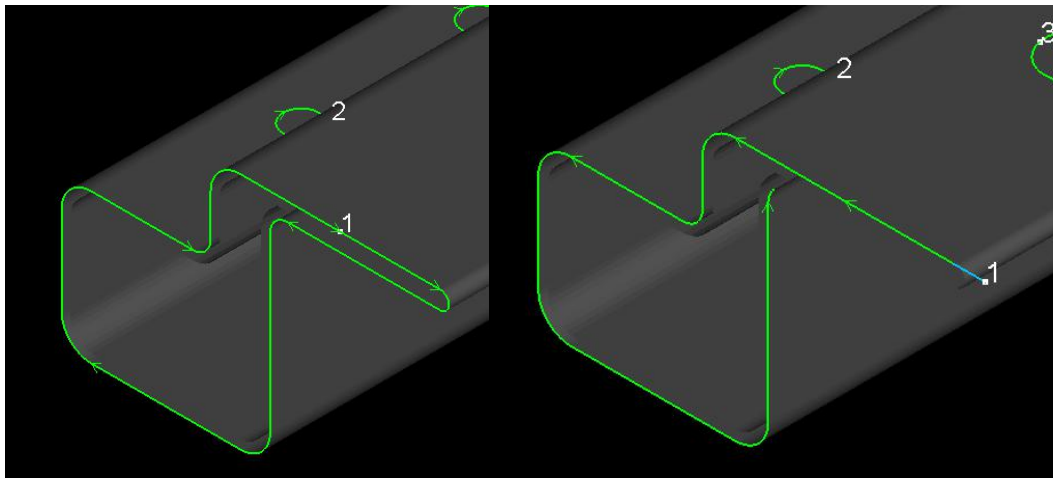
管面孔的引线位置分为远端、近端、长边引入和顶点引入，可以根据需要自行设置。

<引刀线>下拉菜单的<板外引入>是指为刀路加板外引入线，加工时从板外开光切割到板内，不用穿孔。<板外引入>和<板外引出>通常是用于槽钢、角钢、工字钢这类片体钢的。例如下图的异型管，经过<曲线分割>、<删除>等功能调整过刀路后，切断面的刀路是一段不封




闭的线段，此时就很适合添加<板外引入>。

在<显示>里激活<突出显示引刀线>，可使板外引线以蓝色表示。



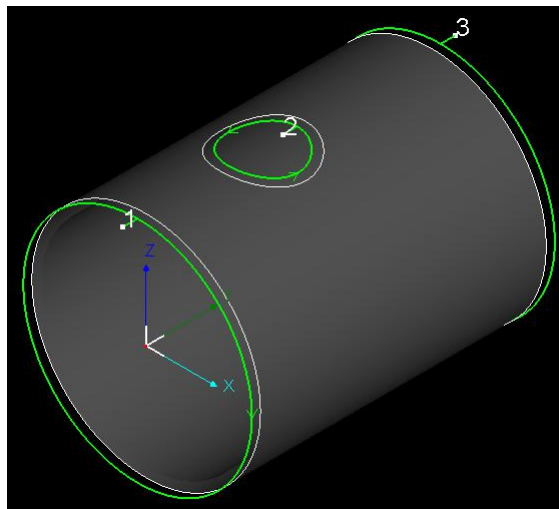
### 2.3.4 补偿

由于激光加工的激光割缝有一定的宽度，原尺寸加工后会损失一部分的材料，使零件尺寸比图纸稍小、内孔尺寸比图纸稍大。为了保证零件精度弥补割缝的工艺就叫补偿。

点击“ 补偿”可以对选中图形或零件添加补偿。

补偿值根据实际需要，一般设为割缝宽度的一半；生效范围可以灵活选择。

样式中的内缩、外扩是指补偿逻辑，一般来说，内缩用于管面孔、外扩用于切断线，自动判断是指自动给管面孔内缩补偿、给切断线外扩补偿。如图所示，白线为原图形，绿线为补偿后的轨迹。



对于选中的图形，使用快捷键“Ctrl+D”或者点选择菜单下的<快速补偿>，则不打开补偿参数界面，直接为选中的图形加上补偿。



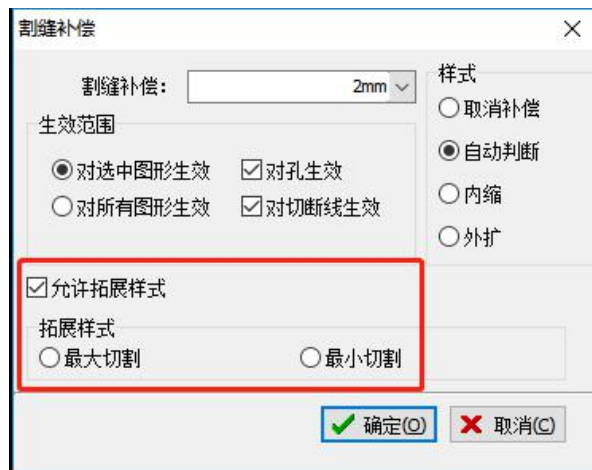


在零件侧边栏勾选中零件，点鼠标右键可以为选中零件批量添加补偿。

建议补偿在排样之前就做好，因为对排样结果加补偿可能会改变零件间距、甚至引起刀路重叠。

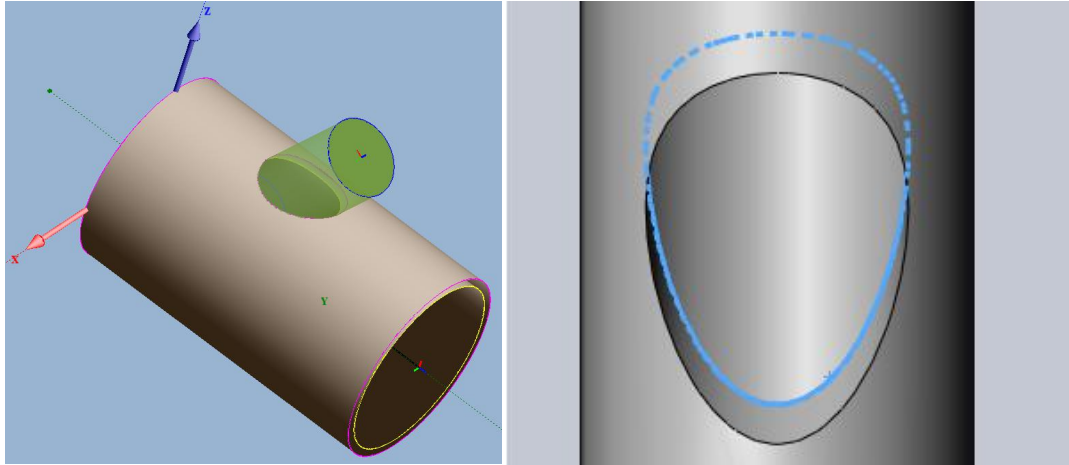
### 2.3.5 补偿拓展样式

在<割缝补偿>里如果勾选了<允许拓展样式>的话，可以选择将图形设为<最大切割>或<最小切割>。



当管面上有斜切孔，要在这种斜切孔里插入与孔径相等的支管时，由于斜切孔的外壁轮廓线和内壁轮廓线并不一致，普通激光加工是按外壁轮廓线垂直于管面切割的，所以孔往往比支管小，支管在插入斜切孔时会产生干涉。

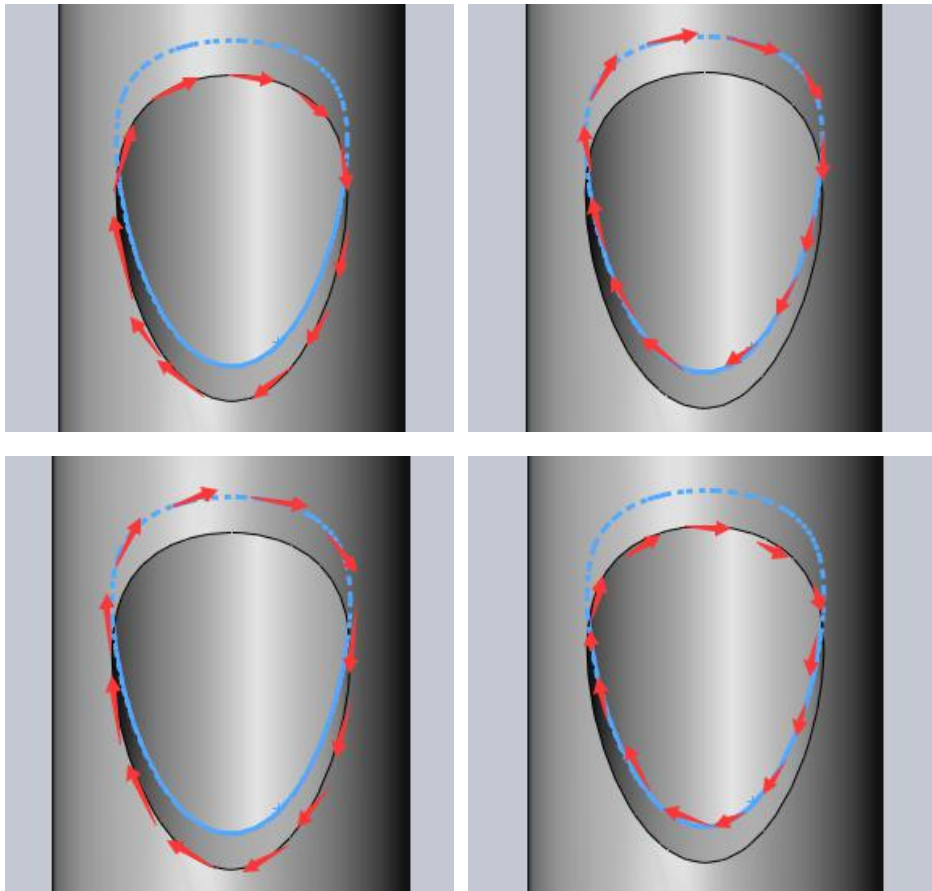
如图所示，黑色实线为外壁轮廓线，蓝色虚线为内壁轮廓线。



这个管面孔有 4 种切法：



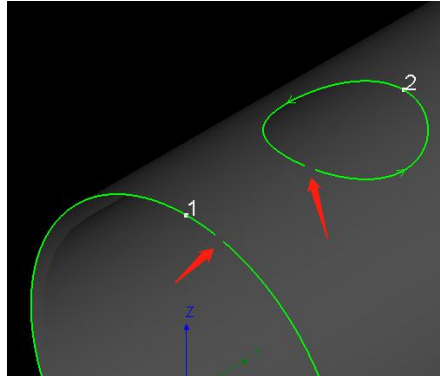
1 是默认的外轮廓切割；2 是内轮廓切割（点“**内轮廓切割**”设为内轮廓切割）；3 是选最大切割，切割的是内外轮廓的布尔求和后的组合（目的是能将支管直接塞进斜切孔，但内外轮廓都会有一小半间隙）；4 是选最小切割，切割的是内外轮廓的布尔求差后的组合（后续会二次加工去掉孔的部分材料，使斜切孔与理想情况接近，塞进支管后内外轮廓都没有间隙）。





### 2.3.6 微连

微连是指在原本的加工轨迹上空出一小段不加工,这一小段没切断的连接可以让原本要掉落的零件或形状可以继续保留在母管上。



点“微连”可以为图形添加微连（使用后要按 ESC 键或鼠标右键退出功能）。

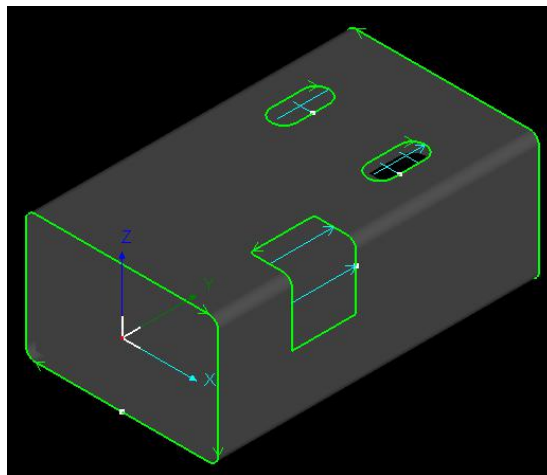
在微连功能激活的情况下，按住 Shift 可通过点击的方式清除微连；或者用清除功能可将选中图形或零件的微连全部删除。

### 2.3.7 切碎

切碎是指在平面或者拐角的孔上生成切碎线，将孔内的废料切成小块便于废料掉落。


<网格切碎>用于平面上的孔，<拐角切碎>用于拐角上的孔，<手动切碎>用于手动指定切碎刀路。生成的切碎线是蓝色的，在加工孔之前，会先加工孔的切碎线。

用清除功能可以将选中图形或零件的切碎线全部删除。



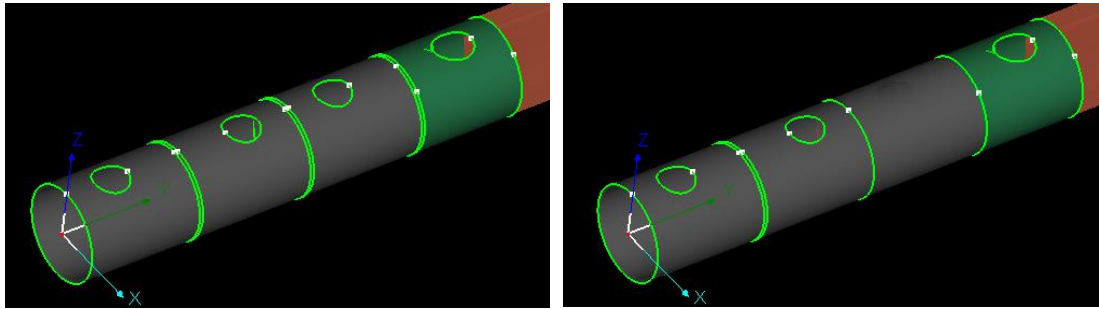
### 2.3.8 删除


“删除”是指删除原有的刀路，键盘上的快捷键是 Delete。

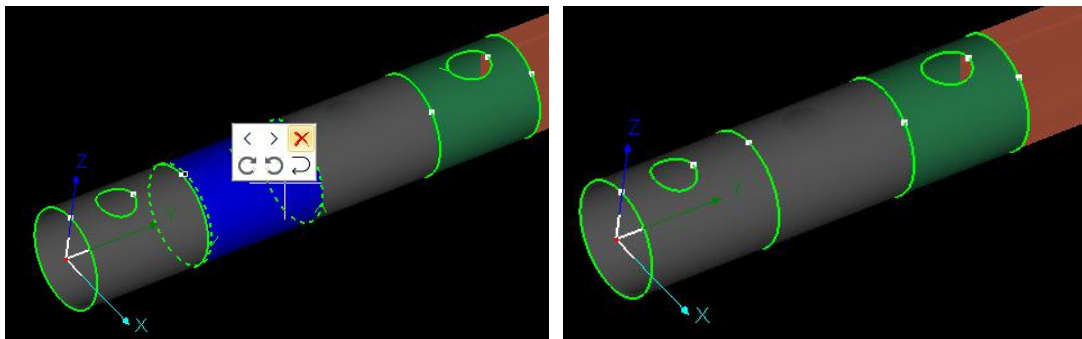
需要注意的是，这个删除仅仅是删除刀路，不影响零件个数。例如当前的排样结果中有 3 个灰色零件和 1 个绿色零件，如果选中一个灰色零件点“删除”，则这个灰色零件上




的刀路全被删除，但它仍然占据一个零件位置，这个排样结果仍然包含 3 个灰色零件和 1 个绿色零件，因为 TubesT 认为它是一个没有刀路的零件。



如果需要在排样结果里删除某一个零件，应该在该零件的空白位置单击鼠标左键，浮出快捷操作窗口，点击快捷窗口里的“”。



### 2.3.9 清除

清除工具用于清除已添加到图形或零件上的工艺。单击“”激活清除工具，此时光标变成一个白色正方形，点到图形上的引线、微连、冷却点、补偿、切碎、相贯孔时可以清除这些工艺。除此以外，下拉菜单里可以对选中的整个图形或零件清除指定工艺。

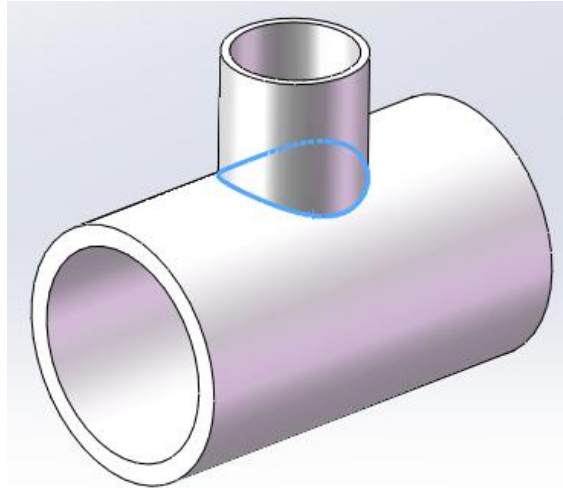




## 2.4 特殊工艺

### 2.4.1 相贯孔

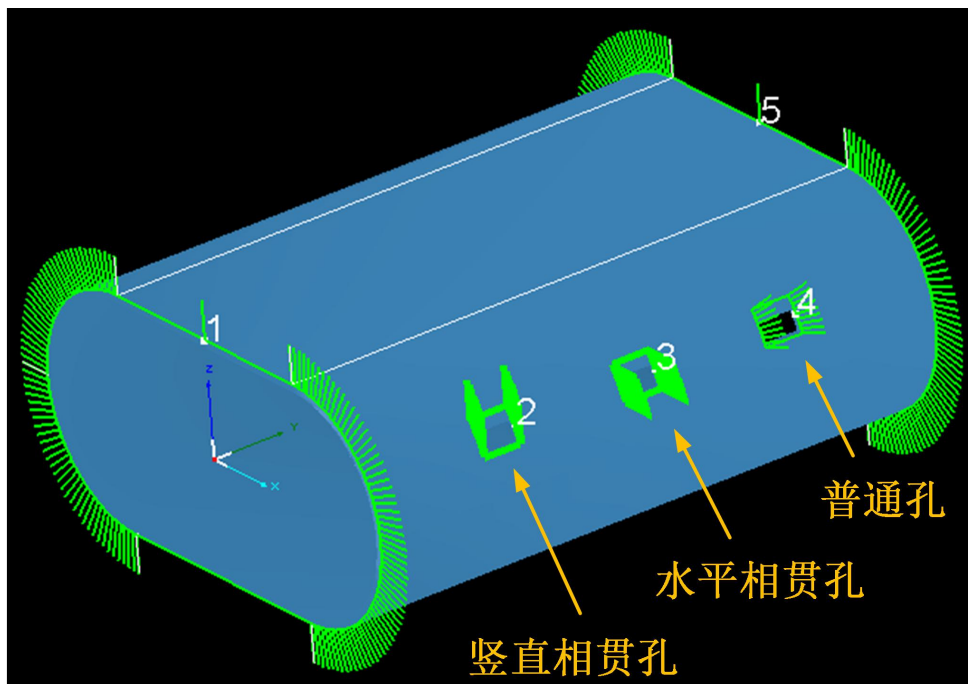
加工弧面上的孔时，切管机旋转轴会转动，这样加工出来的外壁孔径和内壁孔径是不一致的，所以与孔径相等的支管不能插入这种孔。



如果希望垂直切割弧面上的孔，就要给孔加上相贯孔工艺。加工相贯孔时旋转轴是不转的。



TubesT 有三种不同的相贯孔功能。相贯孔“相贯孔”的切割方向是垂直于图形所在的平面的，常用于圆管上的孔；<相贯孔>下拉菜单的<水平相贯孔>的切割方向是垂直于 YOZ 平面的、<竖直相贯孔>的切割方向是垂直于 XOY 平面的。

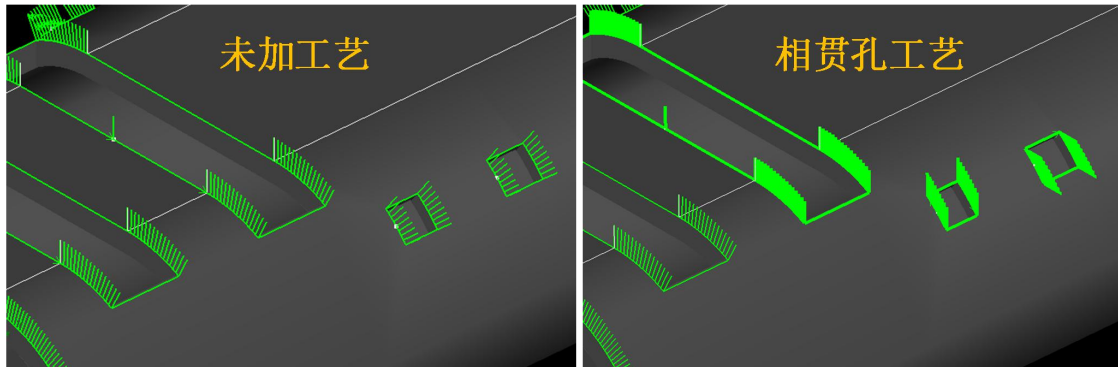


例如图中零件，切割图形 2 时，将保持当前角度、不转动旋转轴直接切割；切割图形 3



时，管材先逆时针转  $90^\circ$ ，然后保持旋转轴不动进行切割；切割图形 4 时，会通过转动旋转轴的方式加工 X 方向上的位移。

加了相贯孔的图形轮廓会加粗显示，此外，在<显示>里显示<法向量>可以明显看出来相贯孔与普通孔的不同。



## 2.4.2 内轮廓切割

管材零件具有外壁轮廓线和内壁轮廓线。对于斜切等内外轮廓不一致的图形，内轮廓切割和外轮廓切割加工出来的形状是不一样的。

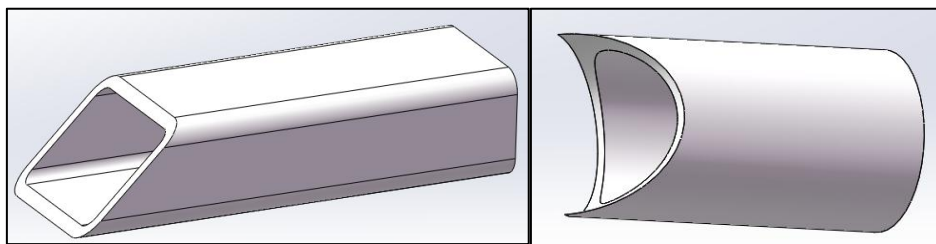


<从文件添加>时默认导入的是外壁轮廓线，点“内轮廓切割”可将默认的外轮廓刀路变为内轮廓刀路；如果<从文件添加>时导入的是内壁轮廓线，则该零件所有的刀路均为内轮廓切割，且不能转换为外轮廓切割；如果<从文件添加>时导入的是全部曲线，则需要手动删除刀路，保留自己需要的曲线。

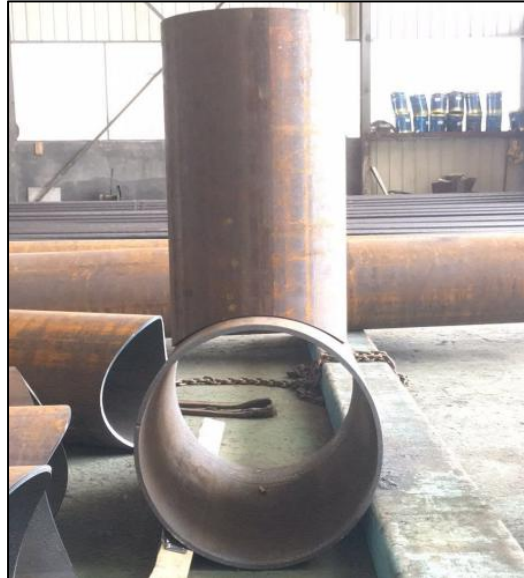
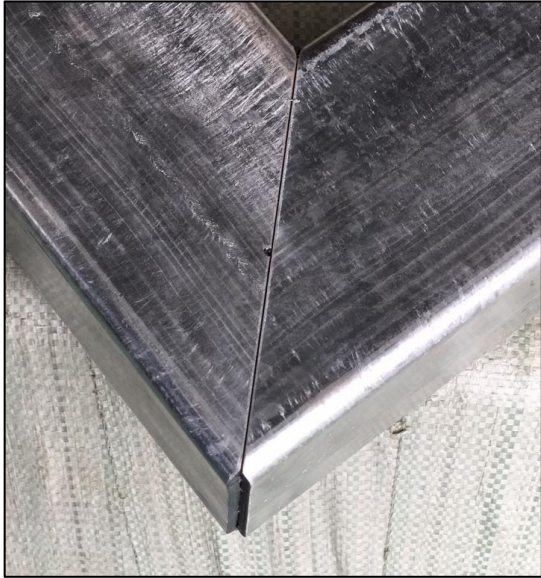
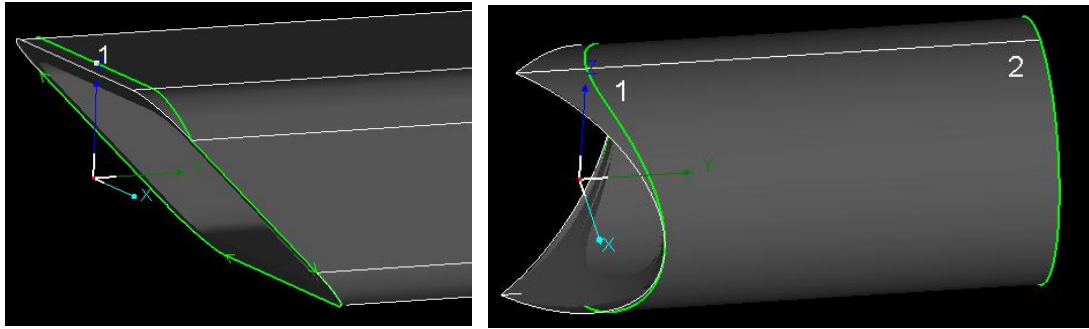
<内轮廓切割>的下拉菜单里可清除已设定的内轮廓切割。

## 2.4.3 焊缝补偿

由于普通的激光切割是激光沿 Z 轴方向、管材沿 Y 轴方向的，所以对零件管壁的切割总是垂直于 XOY 平面的。如下图所示，当零件需要将管壁也切出一定的角度时，普通的激光切割无法切出这种坡口，导致实际零件在后续拼接中会有干涉无法完美拼接。

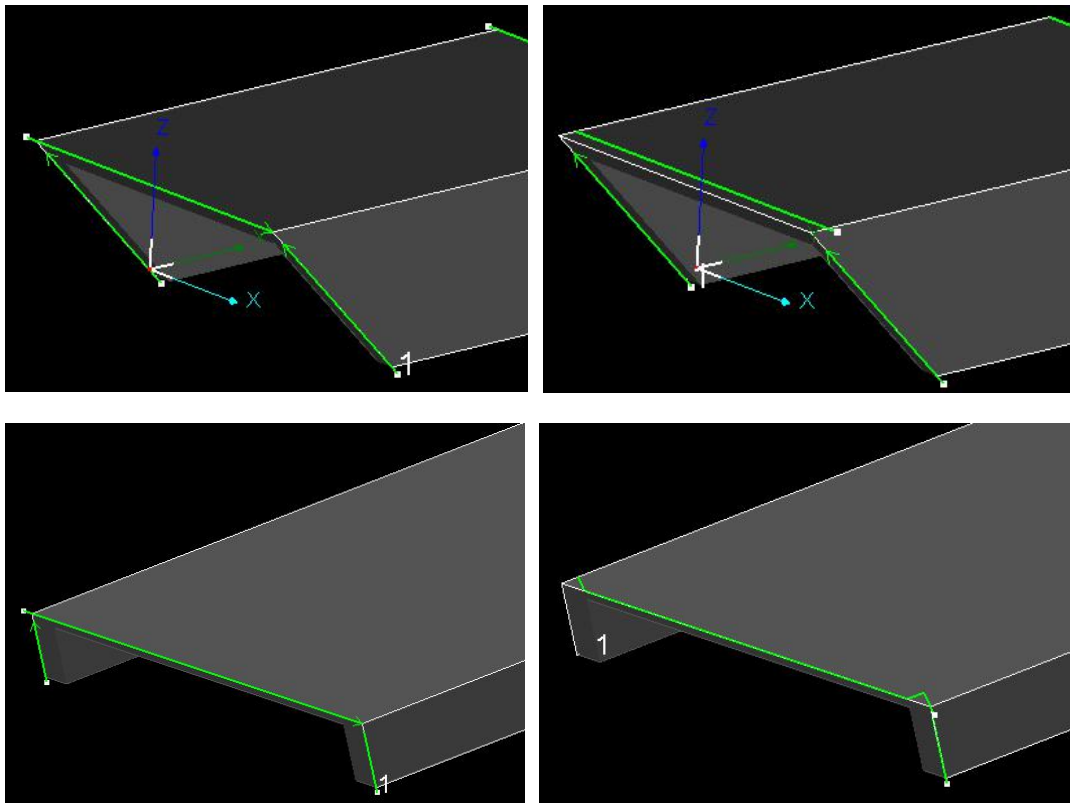


选中这种刀路或零件点“焊缝补偿”，软件会根据截面信息自动算出合适的刀路，这样加工出来的零件可以正常拼接。



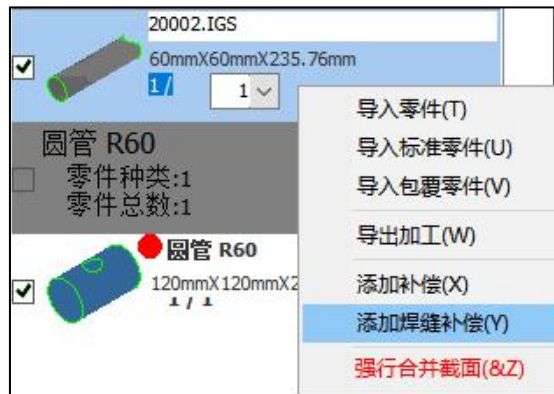
槽钢斜切也可以使用<焊缝补偿>生成能够切割的刀路。

下图分别是槽钢两种不同的斜切方式和使用<焊缝补偿>后生成的刀路。





<焊缝补偿>下拉菜单的<补偿所有截面>会给当前界面上所有能加焊缝补偿的截面全都加上焊缝补偿；<取消所有补偿>则是清除当前界面上的所有焊缝补偿；此外，在零件侧边栏勾选未排样的零件，点击鼠标右键，可以用<添加焊缝补偿>批量给勾选的零件加上焊缝补偿。

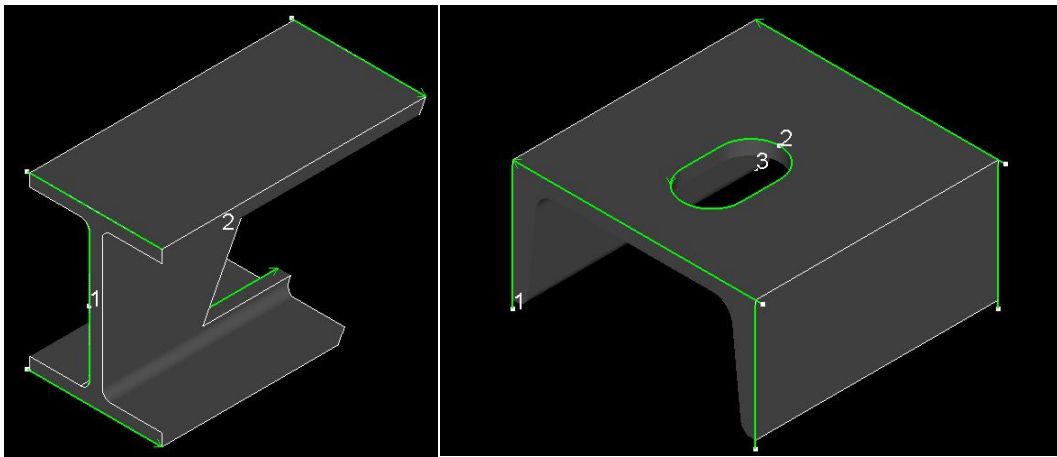


#### 2.4.4 特殊刀路

特殊刀路是针对槽钢、角钢、工字钢、扁钢、C型钢这类片钢设计的切断刀路，和普通管材加工所需的刀路不太一样。

用<从文件添加>导入上面提到的片钢类零件时，勾选“ L钢/C钢”，软件会自动为零件生成特殊刀路，并加上“外引长度：”所设置的板外引线。

例如下图是工字钢和槽钢的特殊刀路。

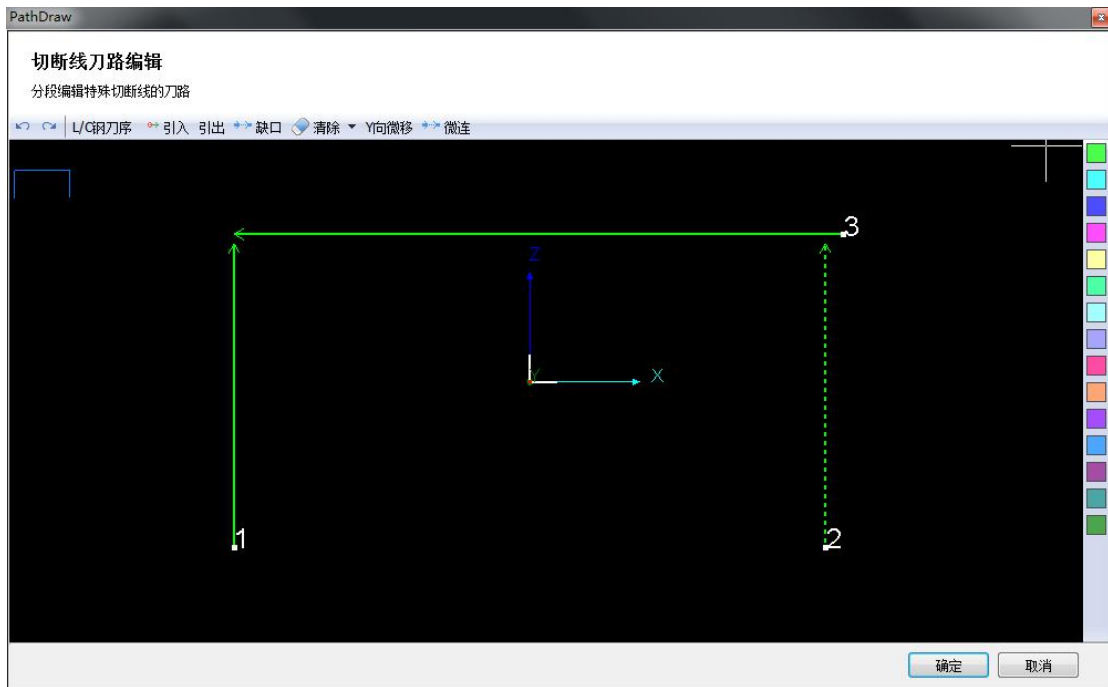


可以看出，截面的刀路虽然有三个起点（即分成三段刀路），但统一为序号 1，是一个整体，并不能单独编辑其中一段刀路。

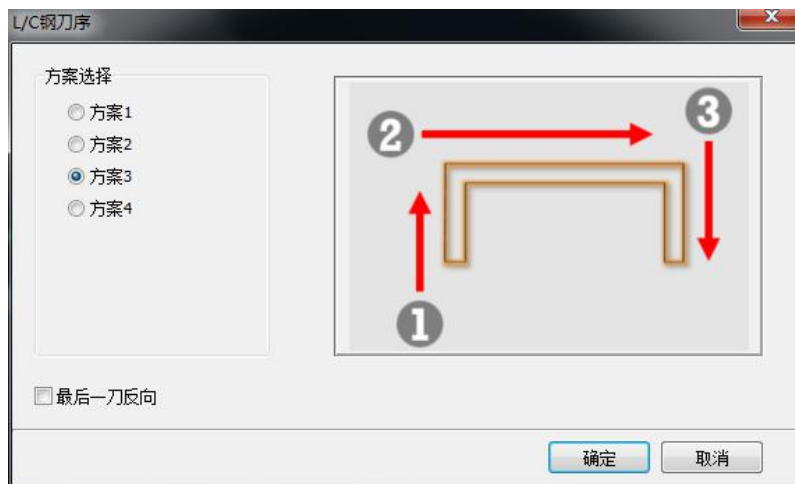


选中一段特殊刀路后，点“特殊刀路”进入切断线刀路编辑界面，可以对当前的特殊刀路做进一步修改。

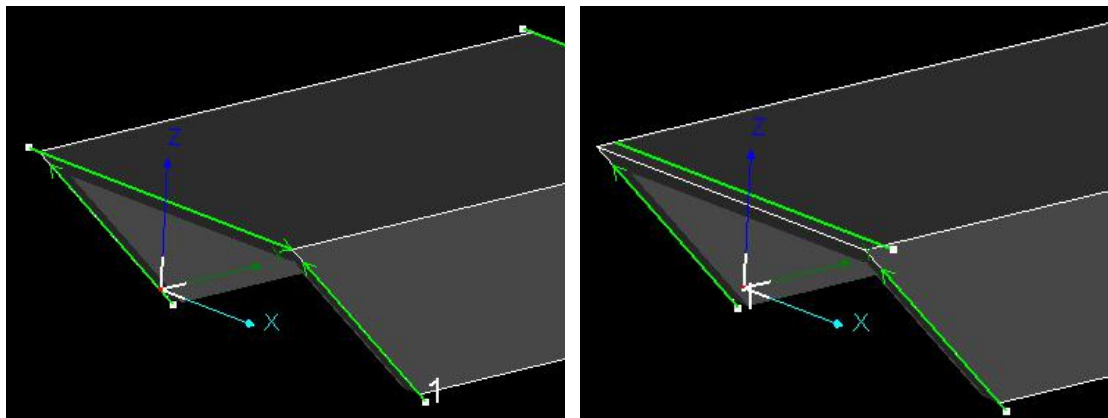




<L/C 钢刀序>可以改变默认的刀序。例如图中的槽钢的特殊刀路，默认的刀路是先切序号为 1、2 的两个侧边，最后切第 3 刀将槽钢切断。通过<L/C 钢刀序>可以改为下图的方案。



<Y 向微移>可将选中刀路在 Y 轴方向做一段移动，方便调试和切割。例如槽钢斜切时可以用<Y 向微移>将左边的图纸调整成右边这种。





## 2.5 零件修正

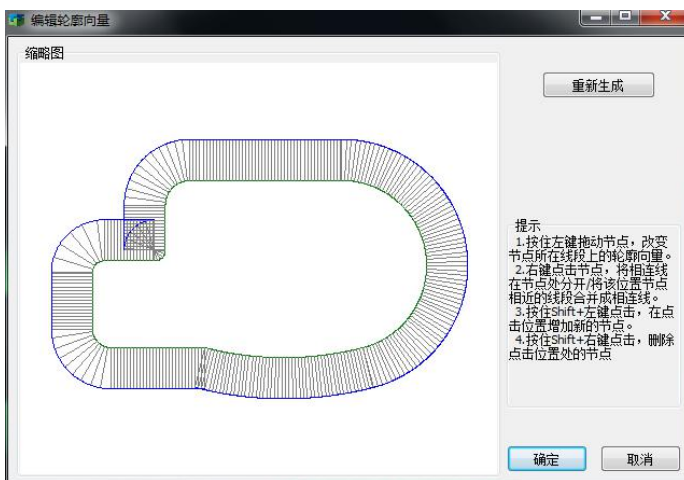


包括优化“**优化**”里的功能以及主界面上的个别功能。

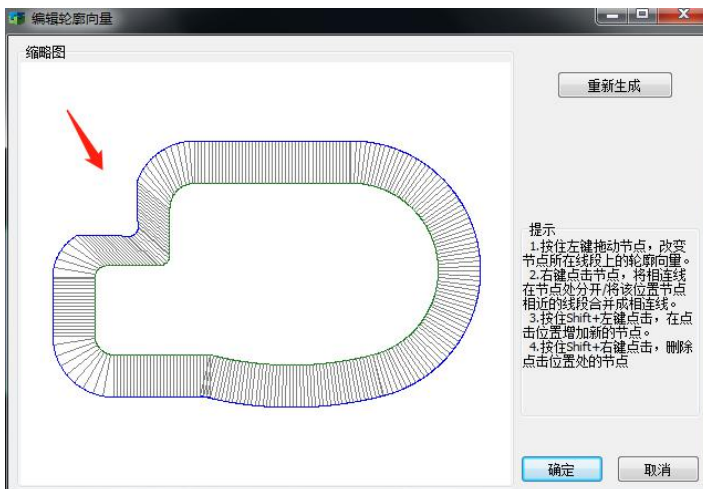
### 2.5.1 编辑轮廓向量

点击“**编辑轮廓向量**”可以自由编辑当前零件的轮廓向量。

有凹角的异型管如果不做任何处理就直接加工，在加工到凹角处就会发生碰撞。示例零件原本的向量如图。



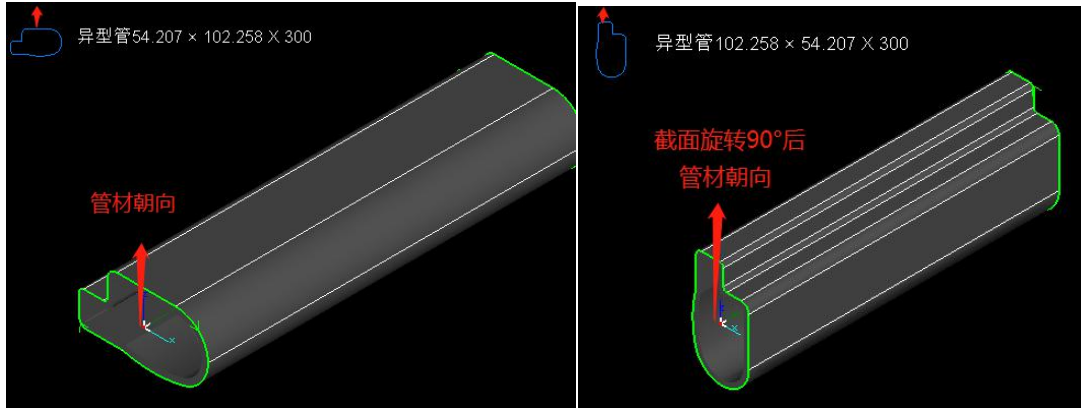
根据提示增加新的节点并拖动节点，更改凹角处的轮廓向量。



更详细的说明请在激光云 app 的知识库里搜索“编辑轮廓向量”。

### 2.5.2 旋转截面

对于无法寻中的异型管，实际加工中常常需要调整图纸的朝向来保持和实际管材一致。用<旋转截面>功能可以更改管材的朝向。



更详细的说明请在激光云 app 的知识库里搜索“旋转截面”。

### 2.5.3 曲线分割

<曲线分割>可以将一段曲线分割成多段曲线，方便对不同段刀路分别编辑（使用后要按 ESC 键或鼠标点右键退出功能）。

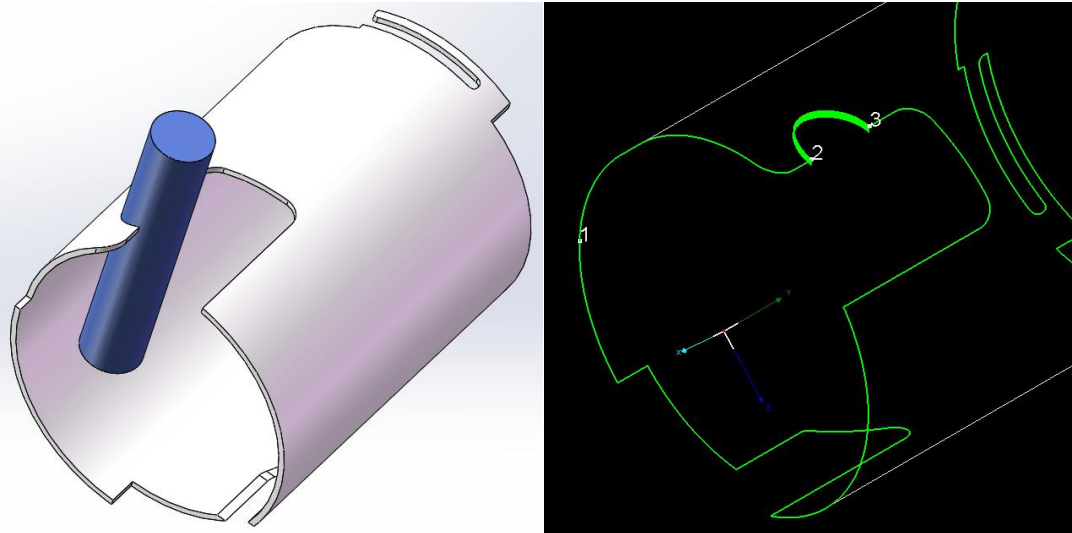
### 2.5.4 合并相连线

<合并相连线>可将首尾相连的多段曲线合并为一段。例如图中矩形管的左切断面有 3 个起点，也即是分三刀分别穿孔切割的，可选中这三段曲线合并为一段。



如果在合并时勾选了<仅合并刀路>，则合并时不会改变原来曲线带有的图层工艺或相贯孔工艺。

例如图中的圆管零件，圆弧部分要和支管装配，所以这个圆弧部分需要做相贯孔工艺(利用<曲线分割>将圆弧部分单独分出来，并加上相贯孔工艺)。



以相贯孔工艺加工这段圆弧时，切割的壁厚比普通的刀路厚，希望调节加工参数（例如将速度调慢）来获得更好的加工效果，所以将这段刀路放到另一个颜色的图层里（加工软件 TubePro 里可以针对不同颜色的图层调用不同的加工参数）。

最后利用<合并相连线>将 3 段曲线合并为 1 刀。

加工时从起点 1 处穿孔切割，切到圆弧段时不停止也不穿孔，而是使用相贯孔工艺并调用粉色图层的加工参数继续切割。

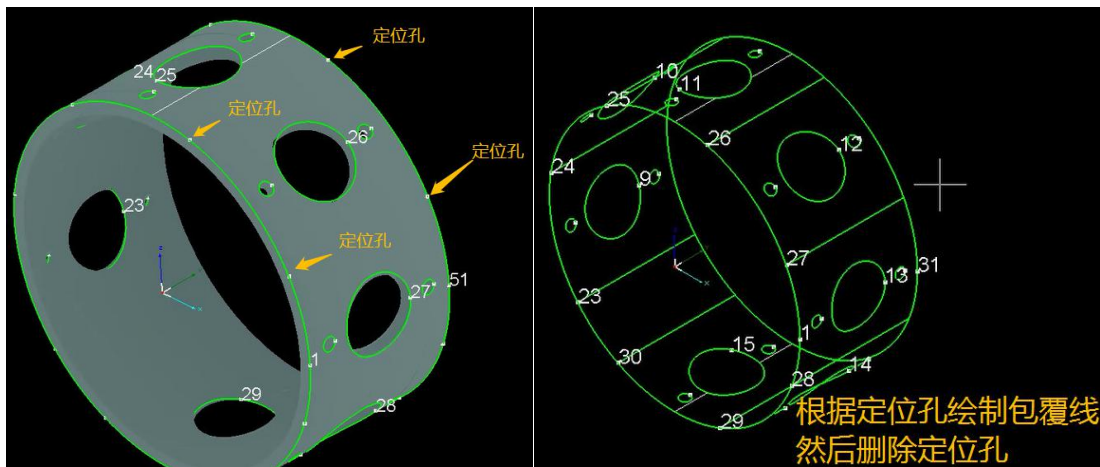


### 2.5.5 绘制包覆线

<绘制包覆线>是指在管面上绘制刀路（使用后要按 ESC 键或鼠标点右键退出功能）。

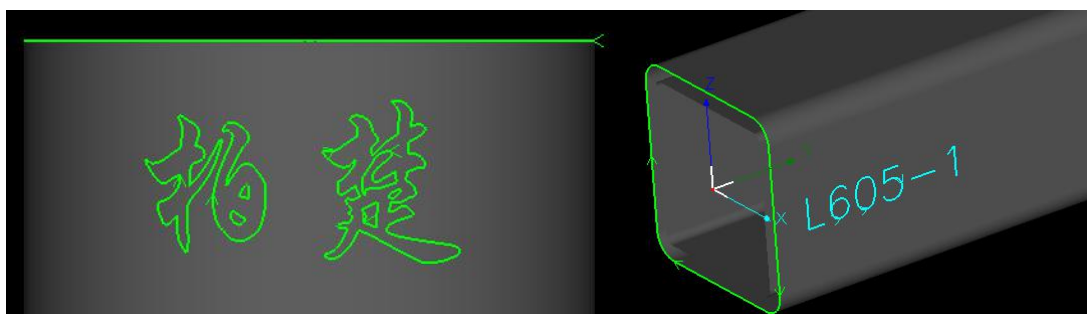
绘制时鼠标可以捕捉到图形上已有的节点。为了保证绘制的包覆线位置精确，有时候会在零件上绘制定位孔，利用孔上的节点画出位置精确的包覆线，然后再删掉定位孔的刀路。

例如要在圆管上切下图所示的片体零件，先将内轮廓阵列到圆管上并且画好定位孔，在 TubesT 里根据定位孔绘制包覆线，最后删除定位孔进行加工。



### 2.5.6 绘制文字

<绘制文字>可以在零件表面添加镂空文字或者单线文字（带有.shx 后缀的是单线文字）。



如果是希望便于零件分拣，可以在零件表面绘制零件编号，将文字放到另一个颜色的图层中，在加工软件 TubePro 里单独调节该图层的加工参数。

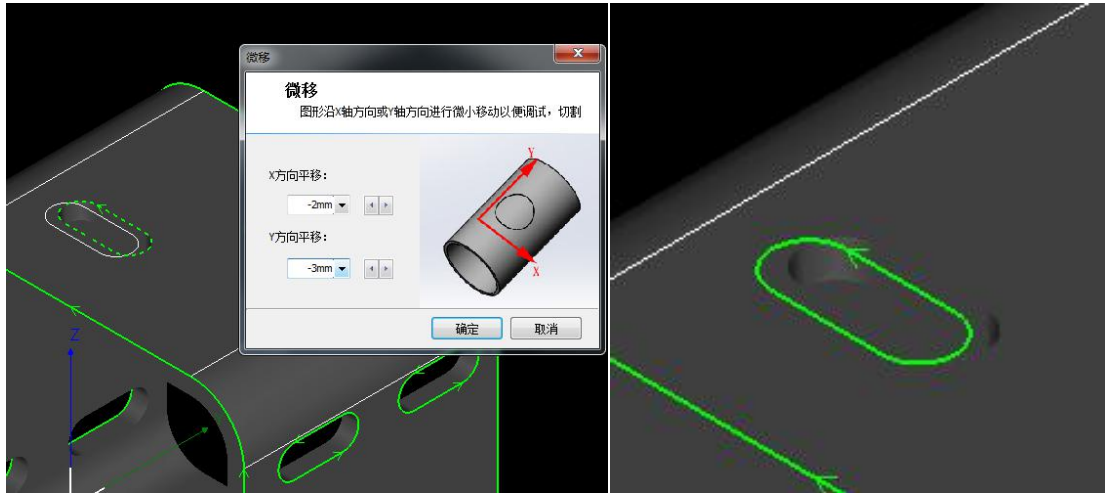


### 2.5.7 镜像

<镜像>是将选中图形进行 YOZ 平面镜像。

### 2.5.8 微移

<微移>可以将选中图形在 X 和 Y 方向平移。



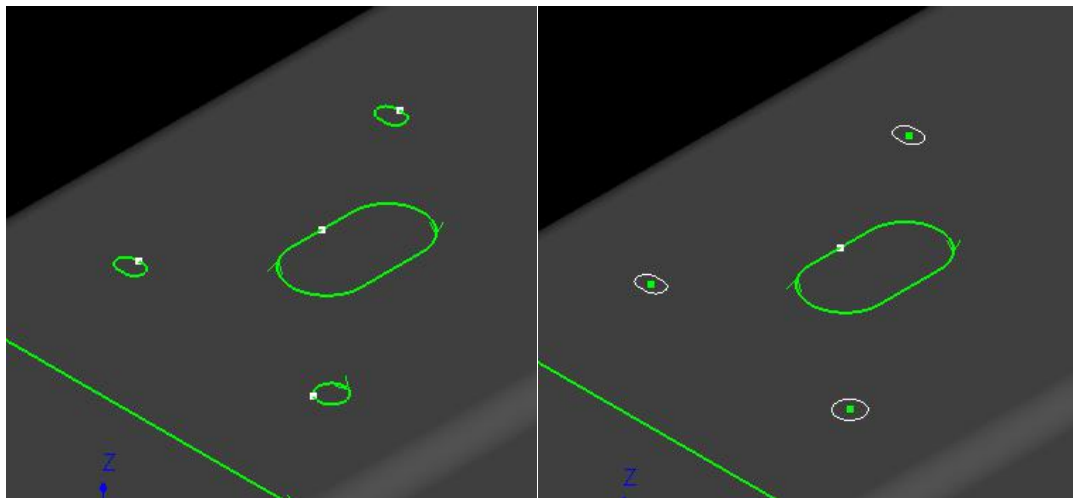
### 2.5.9 R 角微调

<R 角微调>允许将矩形管的倒角在  $\pm 3\text{mm}$  的范围内做调整，当图纸画得和实际管材的倒角有些许误差导致加工效果差时可以使用此功能快速调整图纸。

注意，<R 角微调>只是改变加工时的效果，并不改变原图纸的尺寸。例如  $40*40\text{ R}3$  的方管，通过<R 角微调>将倒角改为  $4\text{mm}$  时，实际加工时会按  $4\text{mm}$  倒角进行加工，但零件图纸仍是  $3\text{mm}$  倒角，无法与  $40*40\text{ R}4$  的方管排到一起（如果有这个需要，请参考功能<容差导入>）。

### 2.5.10 替换为点

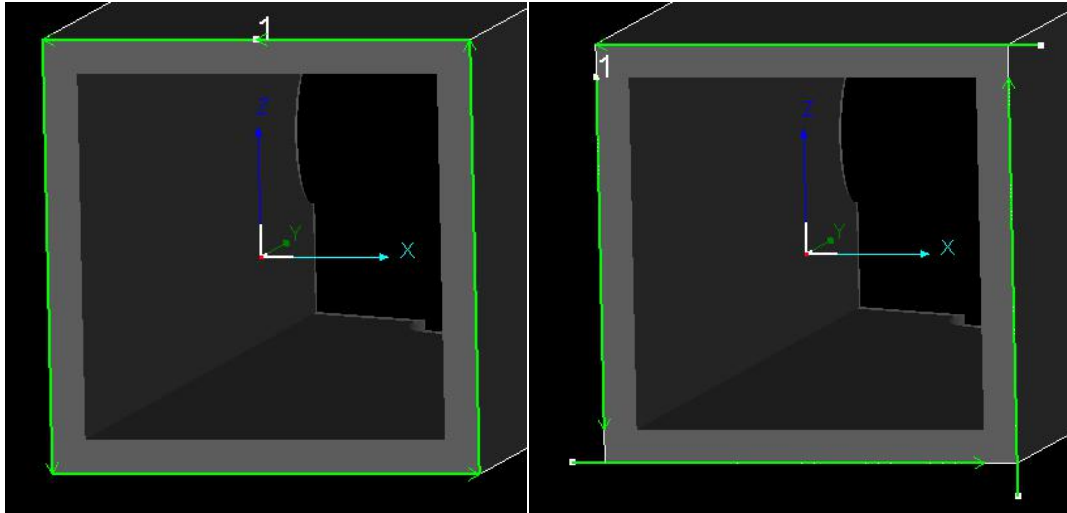
对于激光无法加工的小图形，可用<替换为点>功能将其替换为一个穿孔点。如下图，绿色的切割线变白代表不加工，改为图形正中的一个绿色的穿孔点。





### 2.5.11 一键特殊刀路

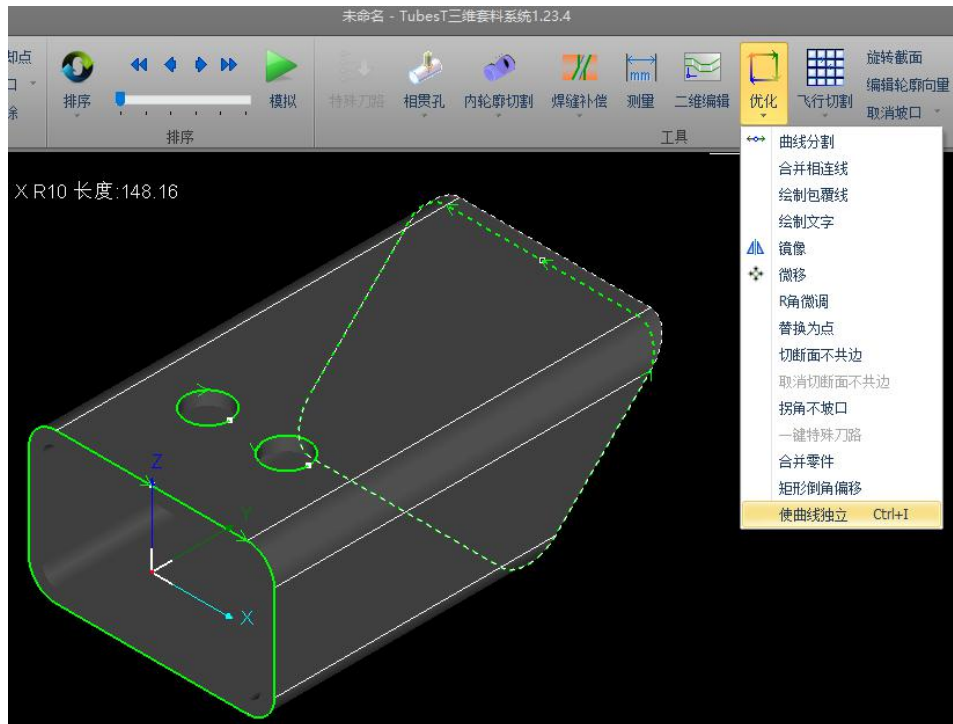
对于倒角为 0 的矩形管，按普通刀路切割会有拐角处切不透的情况。此时选中零件，点<一键特殊刀路>可以为无倒角矩形管生成四刀切刀路（类似槽钢的特殊刀路）。



### 2.5.12 使曲线独立

对于焊缝补偿、补偿等依赖原曲线生成的曲线，用<使曲线独立>会将这些图形转为独立的曲线，不再保留原曲线。

功能用于在零件修正过程中需要同时做焊缝补偿和曲线分割的零件。此时需要先做焊缝补偿，然后选中焊缝补偿后的图形在优化中点<使曲线独立>（或使用快捷键 **Ctrl+I**），生成独立曲线后再进行分割等操作。



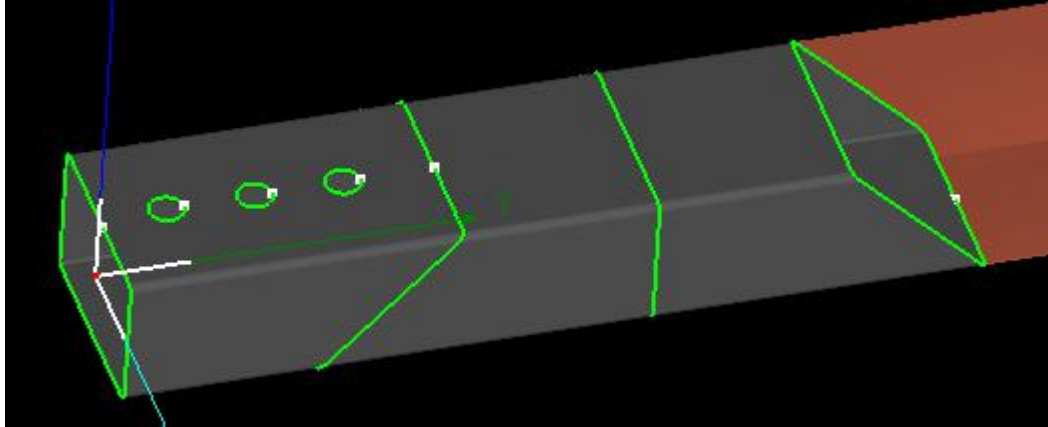


## 2.6 排样

### 2.6.1 共边

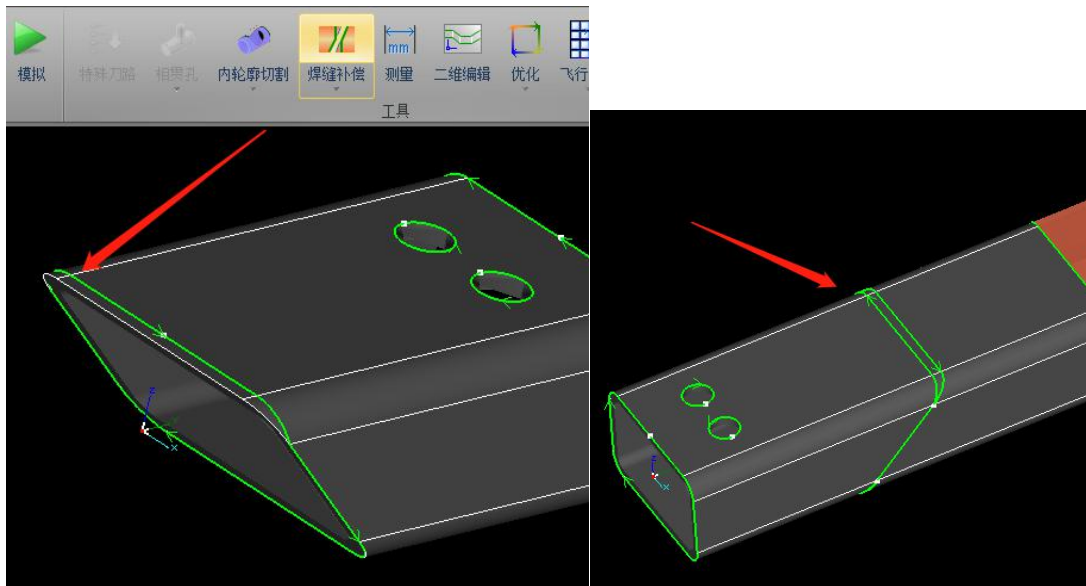
#### 1、全等共边

全等共边是指两个零件的切断线可以完全重合的情况，如图所示。



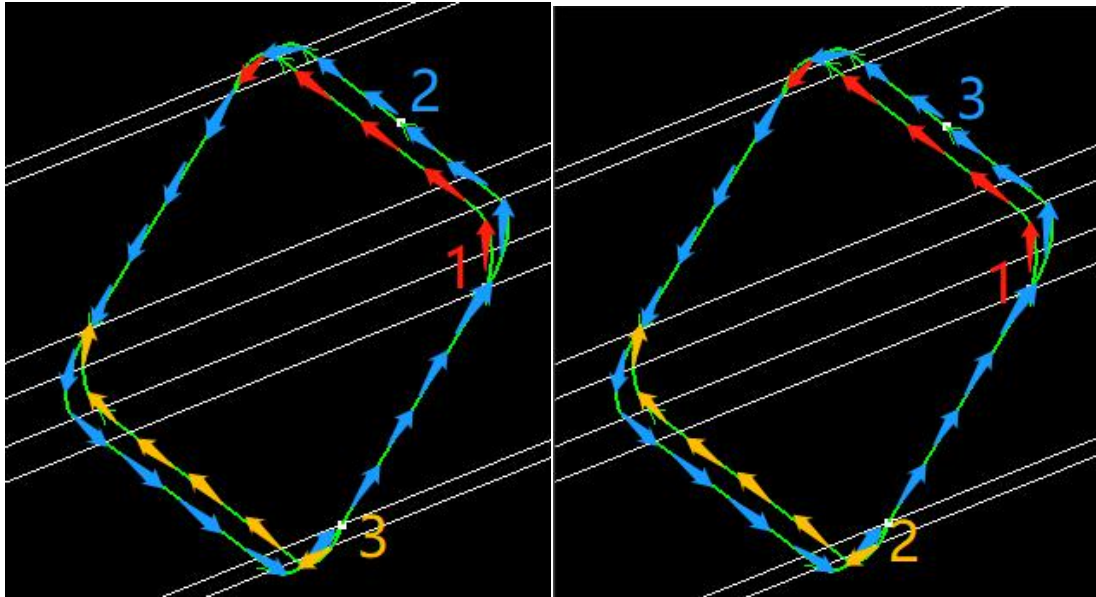
#### 2、三刀切共边

加了焊缝补偿的端面共边称为三刀切共边，如图所示。



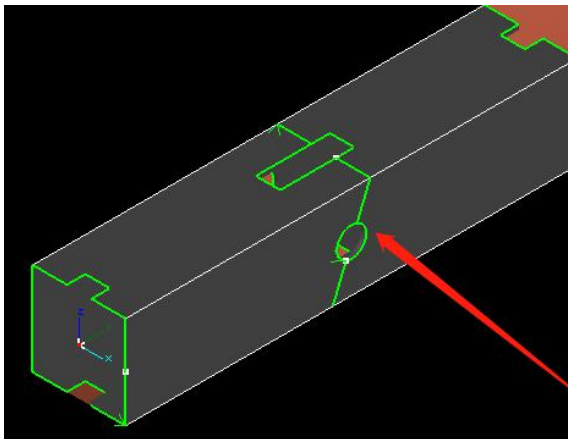
选中三刀切共边模拟可以看出来，三刀切刀路分为三段，如下图中的红色、黄色、蓝色三段。普通的三刀切刀序为红→蓝→黄（如左图），如果排样时同时勾选了<最后切断>，刀序为红→黄→蓝（如右图）。





### 3、孤岛共边

两零件的共边切断线上存在废料的共边为孤岛共边，如图所示。



和三刀切共边一样，孤岛共边也有不同的刀路设计，分别为孤岛连割、孤岛三刀切、单零件切割三种，可以根据实际需要进行选择。

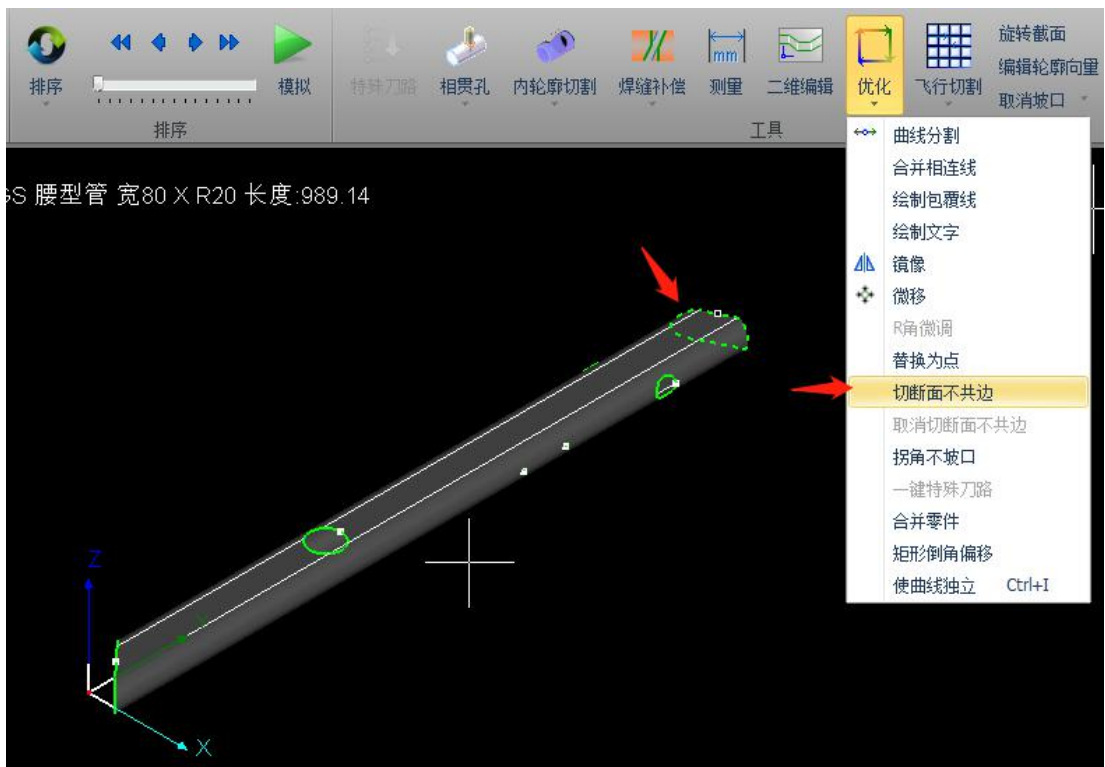


模拟

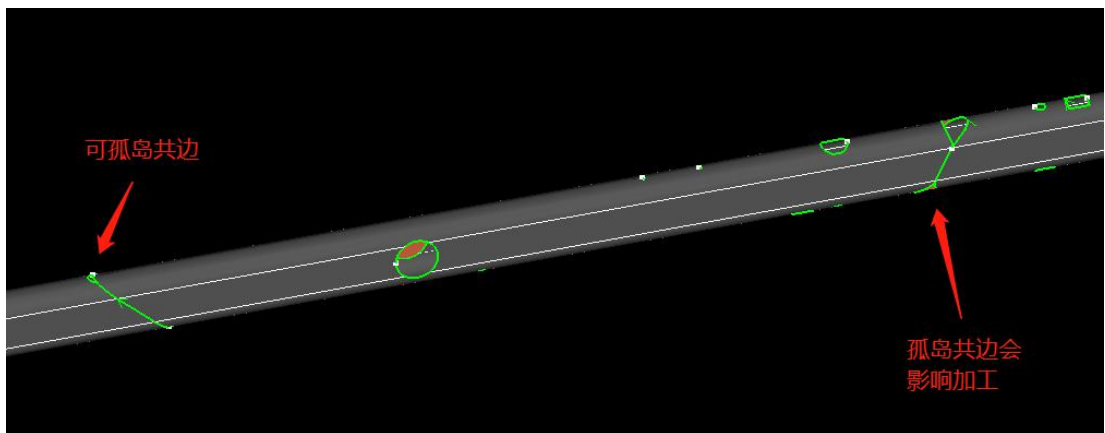
刀路上的区别可以像三刀切共边那样排出孤岛共边后，选中共边刀路点“模拟”模拟看刀路效果，此处不再赘述。

### 4、切断面不共边

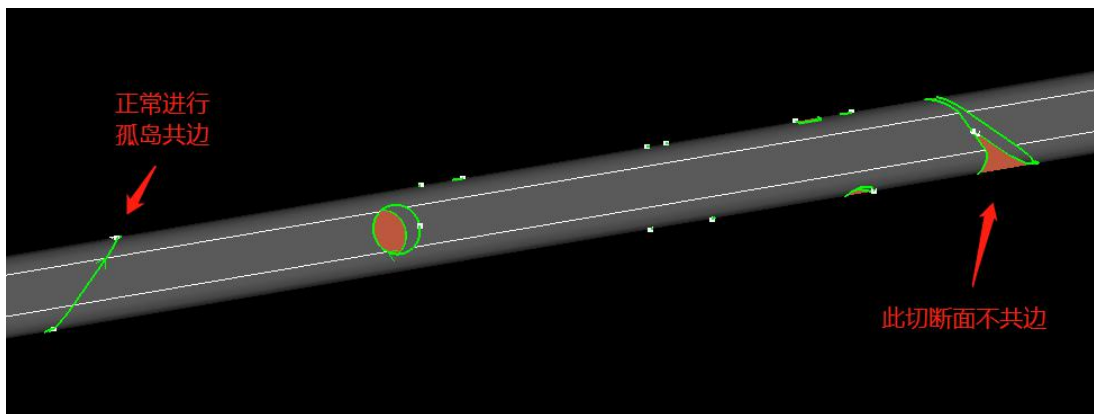
在零件状态（排样之前），选中零件的某个切断面图形，在<优化>里设置为<切断面不共边>，自动排样时这端就不会共边。而零件的另一端、其他零件则不受此影响，可以正常共边排样。



例如图中零件孤岛共边后，右端的孤岛较大，加工切到最后一个共边线时，共边线不够长，零件甩起来已经下坠了。



为解决此问题，可以将此零件右端切断面设为切断面不共边，排出如下结果：

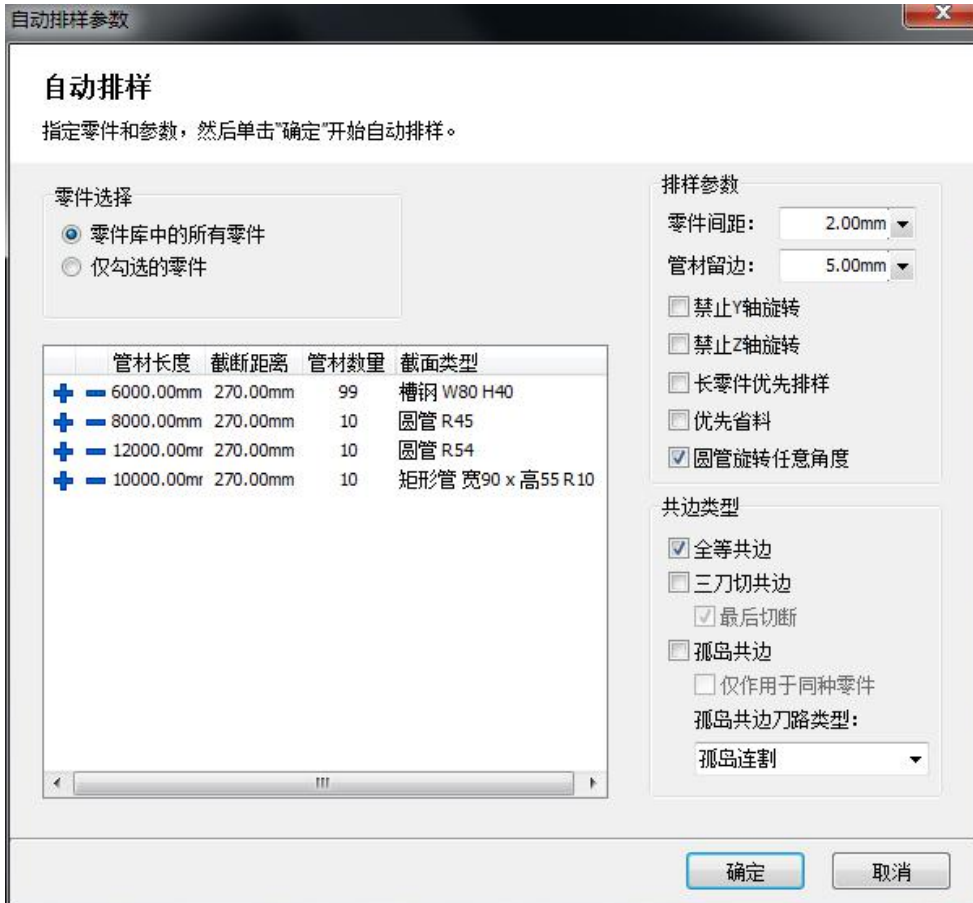




## 2.6.2 自动排样



做完零件修正，设定好零件数量后，点击“排样”可进入自动排样。

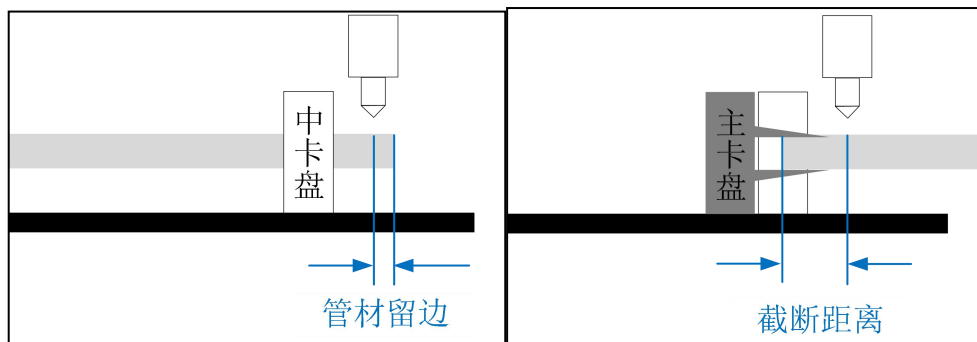


**零件选择:** 可以选择只排某几种零件，或者一次性排零件库中的所有零件。

**管材长度:** 管材总长。

**截断距离:** 主卡盘运动到最靠近中卡盘时，从卡爪抓着的管材尾端到切割头正下方的管材长度，即尾料长度。

**管材留边:** 第一个零件与管头之间预留的间距。



管材长度、截断距离、管材留边共同决定了实际可排零件的管材长度。



**零件间距：**零件不共边时保持的最小间距。

**禁止 Y 轴旋转：**排样时不允许零件沿 Y 轴旋转。

**禁止 Z 轴旋转：**排样时不允许零件沿 Z 轴旋转。

**圆管旋转任意角度：**如果是圆管零件则允许排样时沿 Y 轴旋转任意角度，以排出更省料的结果。

### 2.6.3 手动排样

如果有特殊需求自动排样不能满足时，可以使用手动排样功能。

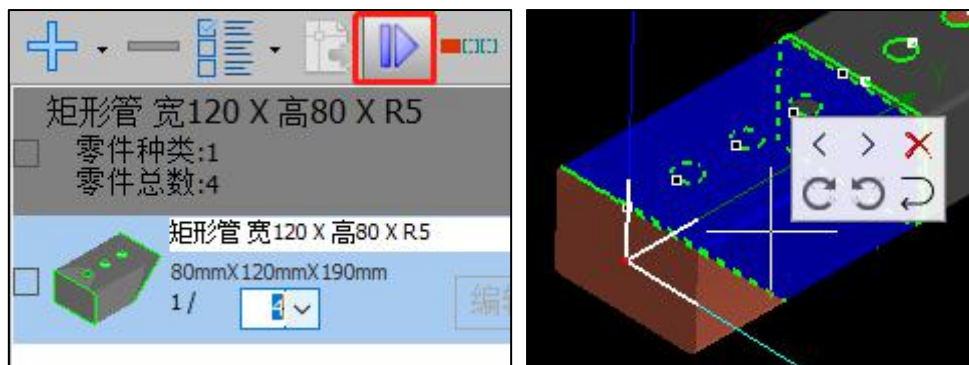
在零件侧边栏上方点击“”新建手动排样的管材。



先选定要排的截面类型。

管材参数和共边类型与自动排样处的参数含义一致，按实际需要设置即可。

点击确定后，空白管材新建完成，选中零件点“”可将该零件排入当前管材。




零件排入后，还可以进行手动调整（无论自动排样还是手动排样都可用）。点击零件即可召出快捷操作窗口，图示弹窗内的按钮分别为零件向前移动、零件向后移动、将零件从当前管材上移除、顺时针旋转、逆时针旋转、将当前零件沿 Z 轴转 180°（即上下表面不动、前后反转）。



## 2.7 排序



在 TubesT 中，我们提供了丰富的排序方式，在菜单栏上点击排序下拉按钮“”，可以选择不同的排序策略。

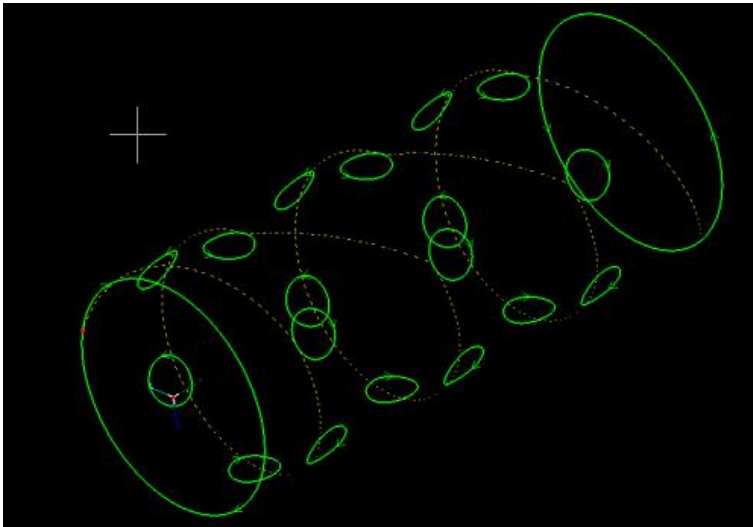
### 2.7.1 自动排序

#### 1、按照 Y 从小到大排序

Y 轴是管材的延伸方向，按照 Y 从小到大排序得到的顺序为：从靠近起始截面的 Y 值开始，沿着管材的方向向管材另一头移动，图形的先后顺序就是排列的顺序。

如果两个图形的起点在同一个 Y 轴坐标上，则采用顺时针顺序进行排序。

最后的排序结果类似一个弹簧，从头到尾、一圈一圈排列。一个典型的排序结果如图所示（黄色线为加工空移路径）。



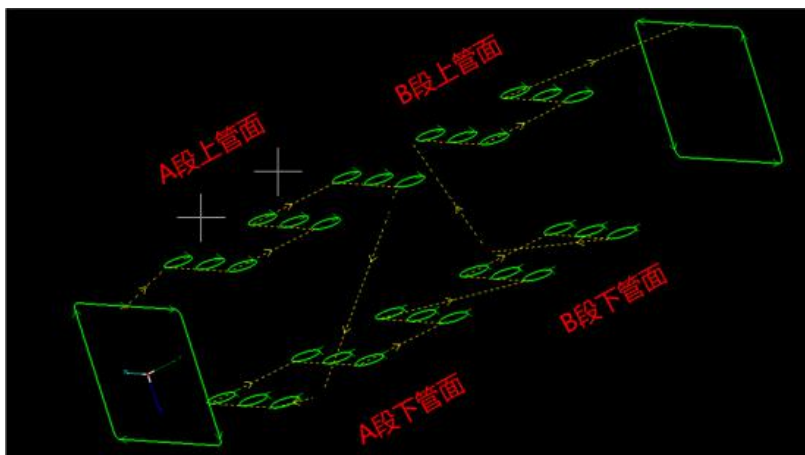
#### 2、按面排序

按面排序适用于矩形管、方管、特殊的圆管（假设加工时需要将圆管一个小旋转角度内的区域当做一个面）。这种排序策略会将同一个面上的图形优先排在一起，在每个面上按照 Y 从小到大和顺时针的策略排序，加工完一个面再转到另一个面加工，以此减少旋转次数。

按面排序需要设置<分段长度>：将管材按长度分段，在每段上分别按面排序，而不是整个管材都要加工完一面才能加工另一面。

为了减少空移路径，按面排序还优化了换面时的路径，使空移路径呈“S”形。

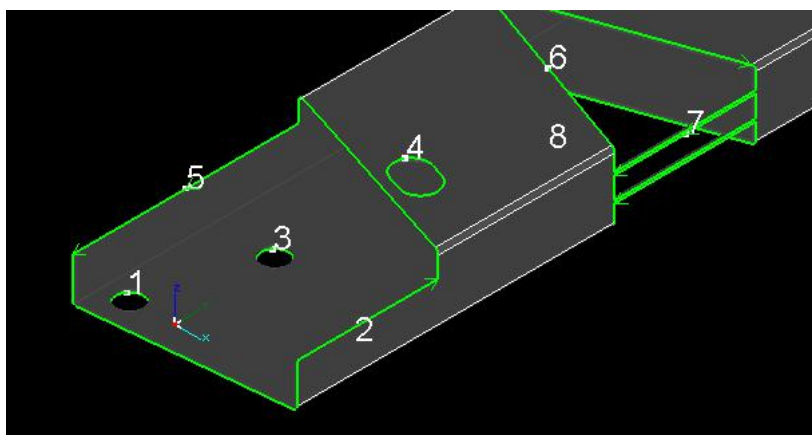
例如下图，将方管设置分段长度划分为 A 段和 B 段。加工完 A 段的上管面后会旋转管材，加工 A 段的下管面；加工完 A 段下管面后，不会旋转去加工 B 段的上管面而是直接加工 B 段的下管面。



路径上看，段内满足“S”型，分段之间也减少了旋转，路径得到了优化。

### 3、切断面包围孔优先切割

如图所示，1234号孔排在切断面5前面切割，这样可以避免切断面切割完成后再切孔时，可能出现的，在管材缩回来过程中，切断面翘起废料导致的卡盘卡爪卡住或干涉问题。



## 2.7.2 手动排序

### 1、手动排序


当上述的自动排序策略仍无法满足需求时，可以采用手动排序，手动设定切割顺序。

点击手动排序，零件会关闭渲染，图形置灰，这时可用鼠标按照预想的顺序点击图形，已排序的图形会变绿。完成排序后点鼠标右键结束排序，即可生成自定义的顺序。

### 2、展开手动排序

展开手动排序是手动排序的一种拓展，将三维图形展开到二维，在二维空间上进行排序，可以解决三维中难以观察的问题。

### 3、利用模拟按钮排序

选中一个图形，模拟按钮中的四个按钮“”可分别实现移到最前、向前一步、向后一步、移到最后的排序效果。

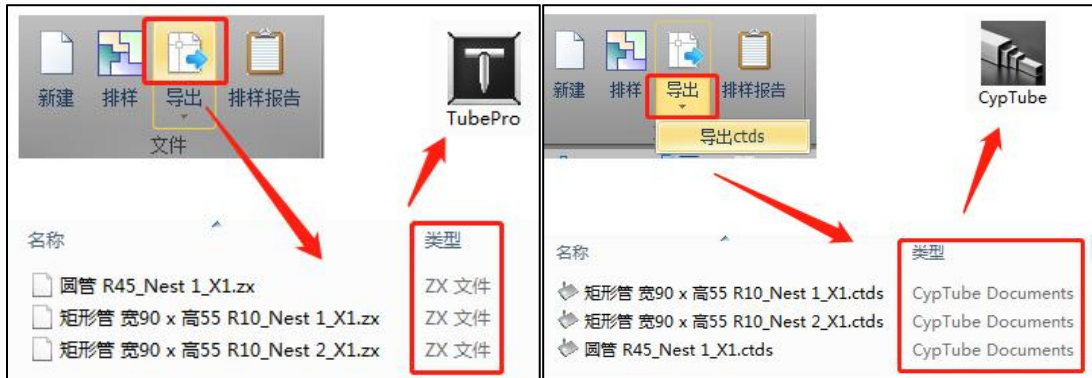


## 2.8 导出

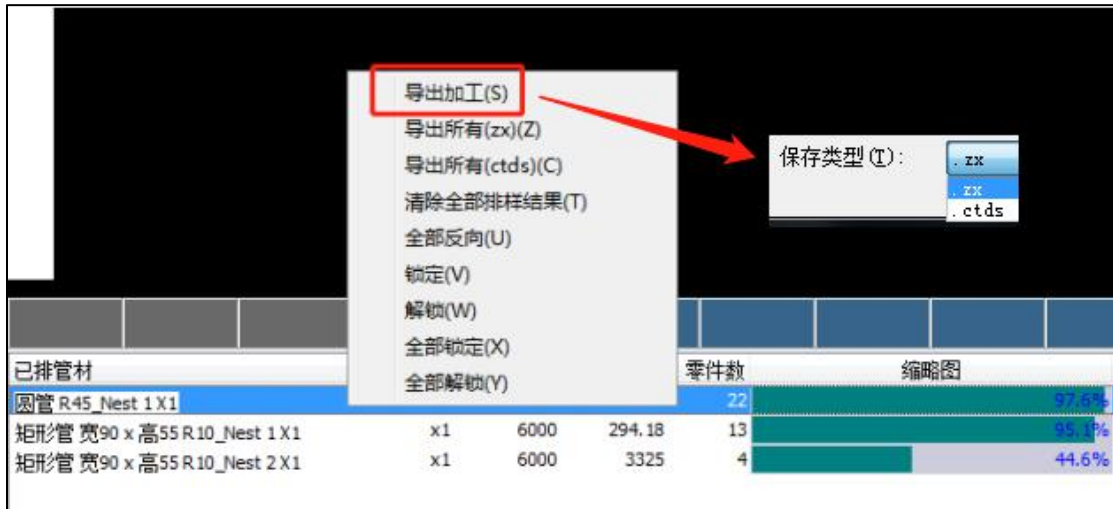
TubesT 既可以导出零件又可以导出排样结果，既可以导出 zx 文件给 TubePro 用又可以导出 ctds 文件给 CypTube 用。

### 2.8.1 导出排样结果

排样之后，点击软件左上方的导出，可以将当前所有排样结果导出为 zx 格式给 TubePro 软件加工。点击软件左上方的导出的下拉按钮，可以将当前所有排样结果导出为 ctds 格式给 CypTube 软件加工。



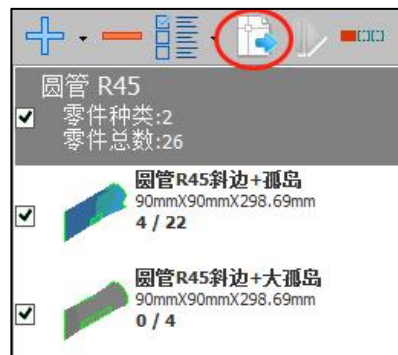
此外，还可以在排样结果上点右键，将某个排样结果单独导出为 zx 或者 ctds 格式。



如果文件格式正确，但软件仍然识别不了，是因为加工软件 TubePro 或者 CypTube 的版本不兼容当前 TubesT 的版本。更新加工软件即可解决问题。

### 2.8.2 导出零件图纸

如果只是想要单个零件的加工图纸，可以在零件侧边栏勾选零件，按导出按钮导出 zx 格式文件。










## 2.9 其他功能

### 2.9.1 模拟

用 TubesT 模拟切割头在管材上加工的情况，可以清楚地看到切割顺序、方向等信息。





单击模拟“”即可开始模拟切割当前的零件或排样结果，如果选中了某些图形，则只模拟切割选中图形。

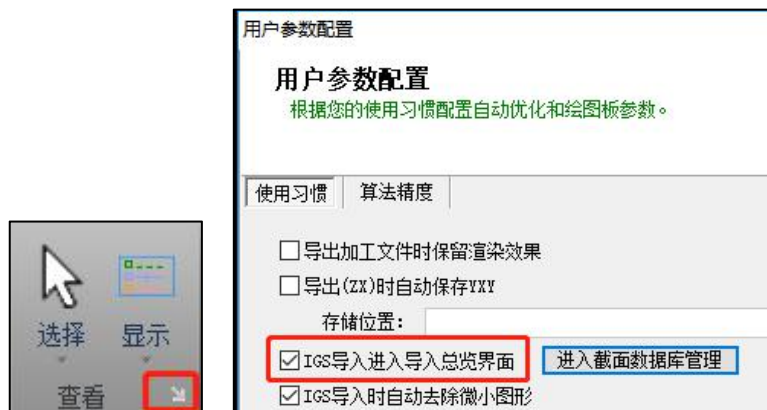
在模拟状态下，点击“”可调节模拟速度，拖动“”可改变当前模拟进度。在停止状态下，“”可用来调节选中图形的顺序，拖动“”可以观察切割顺序。

### 2.9.2 容差导入


由于绘图时的精度问题，有时候相同管径的零件管径会有微小的差异，例如一批图纸都是 R38 的圆管，某些图纸的实际精度为 R38.2，导致本来一样的管型被分为两种，不能排在一起。

为解决上述问题，可以使用容差导入功能。

(1) 点击“”打开用户参数配置页面，在使用习惯里勾选<IGS 导入进入导入总览界面>，并点“”退出页面。



(2) 使用<从文件添加>导入一个 IGS 文件作为标准截面，例如示例中的 38 的方管。导入时会打开一个“IGS 导入总览”界面，先不管这个界面，直接点确定。

(3) 导入后，点击边长 38 X R3 的方管右侧的“”，将此作为标准截面添加至截面数据库。





(4) 再次使用<从文件添加>, 批量导入其他截面精度有差异的 IGS 图纸, 例如示例中的 37.5 的方管、38.5 的方管。打开时, 在“IGS 导入总览”界面可以看到每个方管的实际大小, 也能看到导入后会被识别为什么截面。




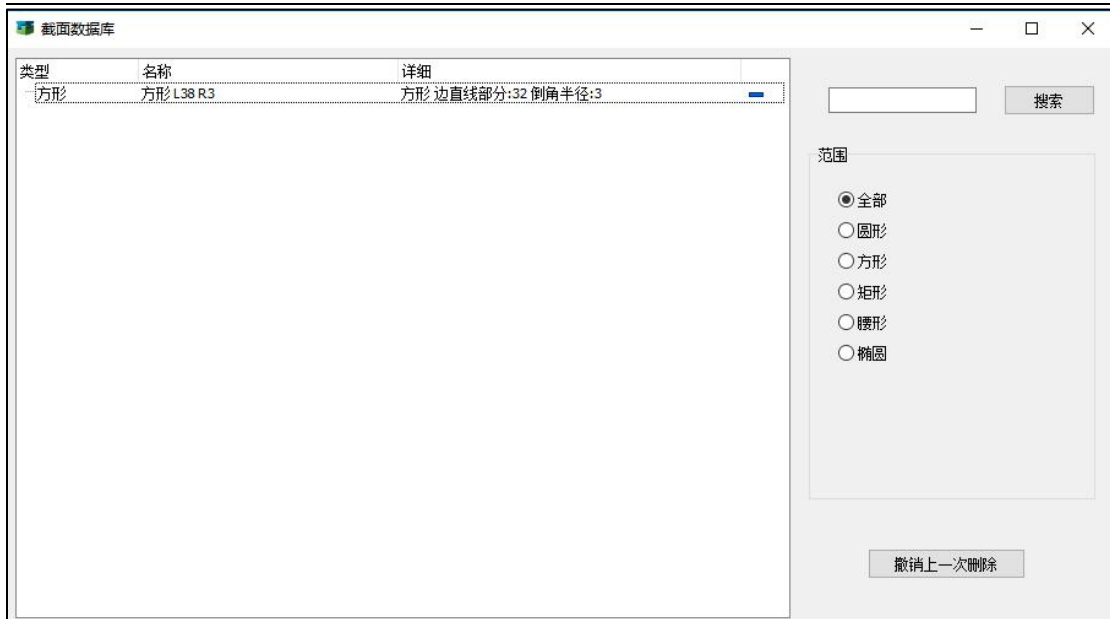
(5) 此时勾选<根据误差自动选择数据库中截面>, 并设置一个合适的最大误差, 例如示例中的 2mm。设置完可以发现, 37.5 的方管和 38.5 的方管容差 2mm 的话可以合并入第 3 步添加的标准截面 38 的方管里, 所以截面数据都变成了“方形 L38 R3”的标准截面。



导入后，可以看到 38.5 和 37.5 的方管都被归到了 38 的方管里，可以一起排样加工。



在用户参数配置页面进入截面数据库，可以看到已添加的标准截面。点击“”可以删除某个已添加的标准截面。



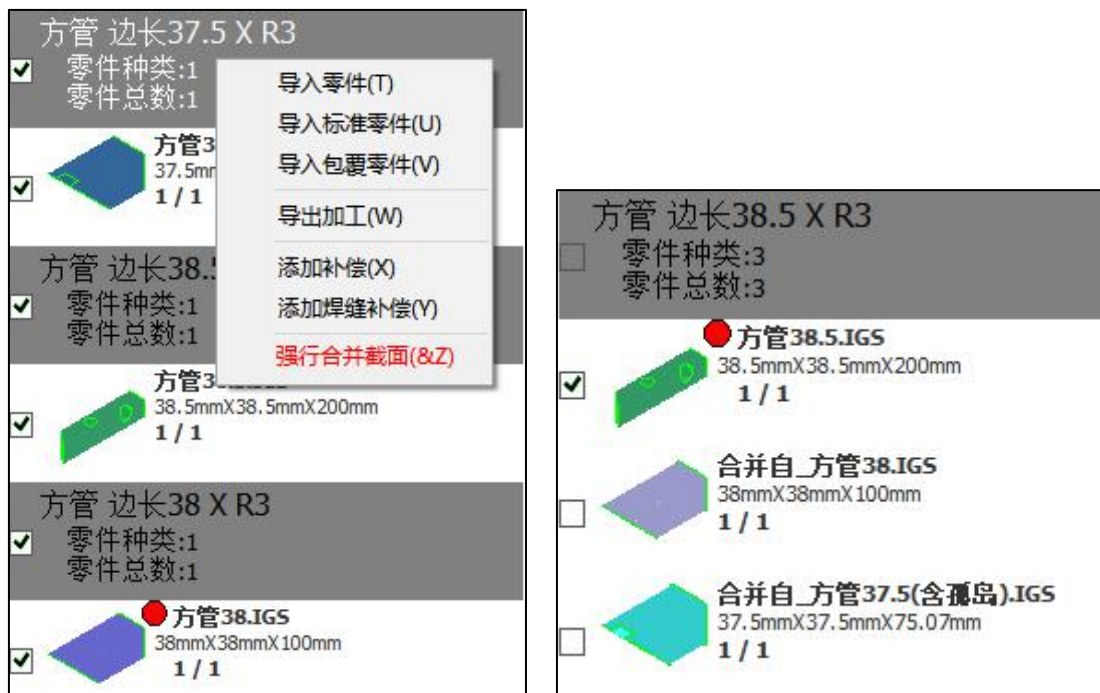
目前支持圆管/方管/矩形管/腰型管/椭圆管的容差导入功能。

有时候，标准管型例如圆管，由于绘图精度问题，导入后管径大小虽然没有变化，但是被识别成了异型管，导致不能与同径圆管一起排样，这种情况也可用容差导入功能解决。

### 2.9.3 强行合并截面

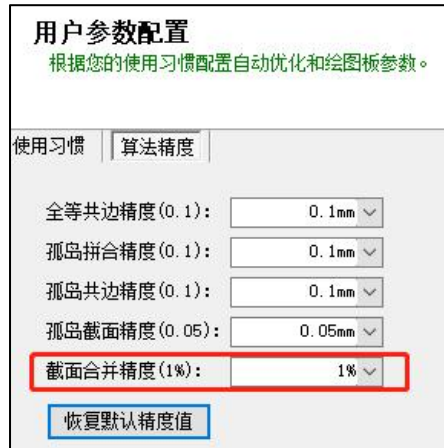
同一种管型的零件，如果由于绘图精度导致截面尺寸不一样，导入后被分成了不同的截面组，不能一起排样的话，除了用容差导入功能，还可以使用强行合并截面的功能。

在零件侧边栏勾选截面组，例如示例中的 38 方管、37.5 方管、38.5 方管，然后点右键，点<强行合并截面>。



可以看到，选中的截面组被合并为一组，可以一起排样了。

合并的精度在用户参数配置页面里设置，默认只能合并截面尺寸相差 1%的截面。




与容差导入不同的是，强行合并截面并没有标准截面，会强制合并到最大的截面组里。

## 2.9.4 自动保存 YXY

YXY 格式文件是 TubesT 的工程文件，与 TubesT 导出的 zx 等文件不同，YXY 文件不能用于加工（管材类的文件格式可以参考下表）。

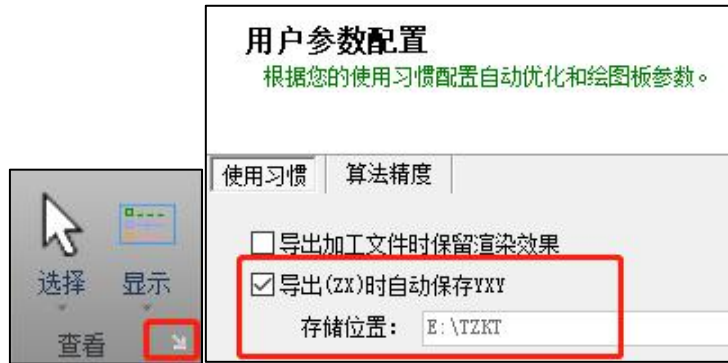
格式名称	文件类型	文件用途	格式来源
IGS	零件图纸	用于 TubesT、TubesTLite 套料，或者 CypTube 加工	SolidWorks 等绘图软件
SAT		用于 TubesT、TubesTLite 套料	
jhb		用于 TubesT 套料	TubesT 的绘制零件功能
ZX	加工文件	用于 TubePro 加工	TubesT 或者 TubesTLite 的导出功能
ZZX			
ctd			
ctds		用于 CypTube 加工	
yxy	工程文件	用于保存 TubesT 套料情况。用 TubesT 打开，之前导入的零件、排样情况等信息都会被保存下来。	TubesT 的保存功能

当使用 TubesT 的<打开>功能“”、或者是直接双击打开一个 YXY 文件时，TubesT 将还原保存该 YXY 时的状态，包括已导入的零件、零件上的工艺、排样情况等。

因此，导出加工文件后，保存一个 YXY 文件，如果在加工过程中发现零件工艺、零件顺序等信息需要调整时，直接利用 YXY 修改，比重新导入文件排样方便得多。

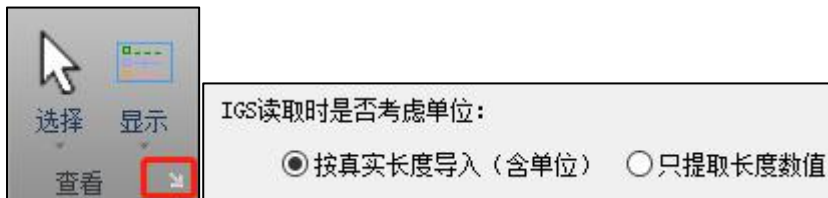
在 TubesT 的左上角有保存按钮“”可以手动保存或另存 YXY。

此外，在用户参数配置页面里勾选<导出 ZX 时自动保存 YXY>，软件将在导出加工文件后自动保存一个 YXY 文件到指定目录下。



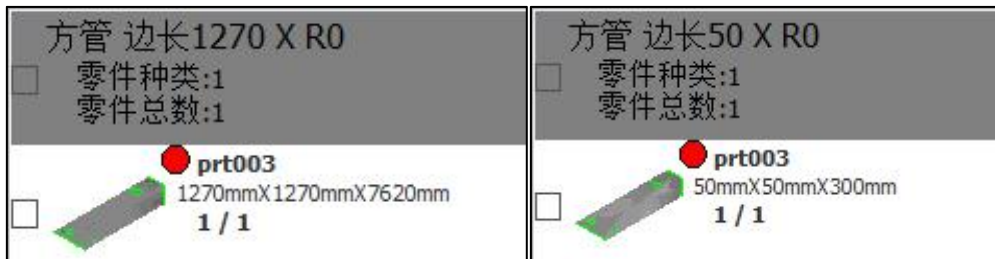
## 2.9.5 提取长度数值

在用户参数配置页面里有<IGS 读取时是否考虑单位>的选择。



默认是<按真实长度导入（含单位）>，即画的是什么尺寸导入便是什么尺寸；但若是绘图时没有注意单位，例如将 50mm 的方管错画为 50inch 的方管，则可在导入图纸前选择<只提取长度数值>，导入图纸时 TubesT 只提取 50 的数值，自动配上毫米为单位，实际导入的将是 50mm。

下图分别为 50inch 的方管<按真实长度导入（含单位）>和<只提取长度数值>导入后的结果。



## 2.9.6 合并零件

某些特定的切管机机型具有七轴拉料和自动避让功能，可以实现零尾料切割，但由于机械结构，要求排在管材末端的零件必须大于一定的长度。

如果加工的零件又恰好不够此特定长度，则可使用优化里的<合并零件>功能。

例如某机器要求排在管材末端的零件必须大于 300mm，则如图所示设定合并长度为 300mm，可以看到原本排在管材末端的零件发生了变化。在 300mm 范围内的零件被合并了，除了合并零件的首尾切断线仍然保留，中间的切断线（无论是否共边）都会被自动放到第 10 图层（橙色图层），而各零件的内孔依然保留。

加工时，一般会将合并零件的内孔和首尾切断线都正常加工，而第 10 图层调成打标工艺，合并零件中间的切断线只打标不切断。

