

SouthLidar Pro2.0

用户手册

广州南方测绘科技股份有限公司

2024 年 4 月

1. 安装指南

1.1. 系统安装

双击安装包,弹出软件安装向导窗口。建议您在继续之前关闭其他所有应用程序。

单击“下一步”进入选择安装路径窗口。可以点击“浏览”按钮来选择合适的安装路径,也可以使用默认安装路径,不做修改。这时候窗口中提示必须至少有 220.4MB 的闲置磁盘空间。

点击“下一步”,开始安装,窗口显示安装进度。

安装进度条完毕之后,弹出安装完成窗口。至此软件已经安装完毕,桌面上已经自动生成了软件的快捷方式。点击“结束”按钮关闭安装向导窗口。

1.2. 系统启动

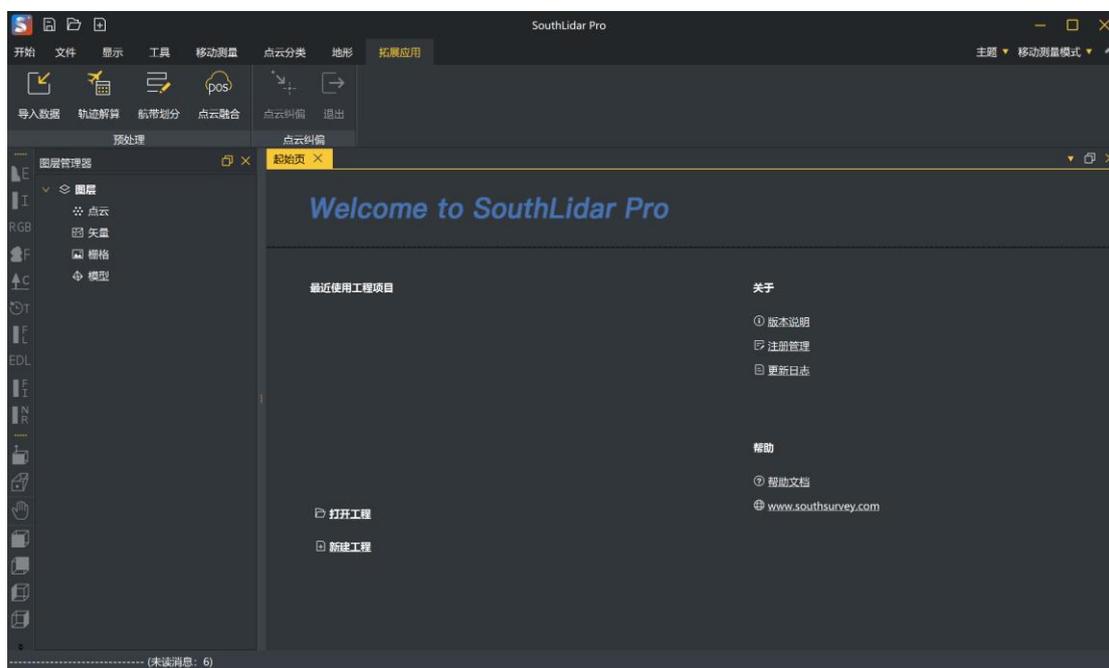
通过桌面快捷方式或开始菜单等启动程序。

1.3. 系统退出

点击软件右上角的关闭按钮,软件将会关闭,如果当前有打开工程文件,系统将同时把工程文件关闭。

2. 操作界面

软件操作界面如下图：



软件主界面主要包括有：快速访问工具栏、功能菜单面板、工具栏、数据展示面板、工程管理器、日志窗口等。

2.1. 主题和模式切换

软件界面右上角提供深、浅两种不同主题显示模式，用户可根据个人喜好进行切换

软件界面右上角有移动测量模式和站扫模式供用户选择，针对不同设备采集的数据进行预处理前，可选择不同模式。

2.2. 功能菜单面板

功能菜单面板在软件主界面的上部，以 office 风格的“功能组”形式对软件提供的命令操作按钮进行组织。比如“文件”功能卡包含了“新建工程”、“打开工程”、“保存工程”、“关闭工程”、“导入点云”、“导出点云”等功能。

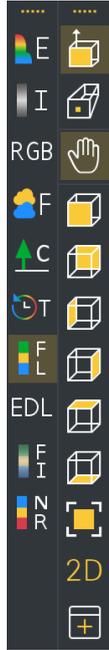


各操作的功能和用法请查阅查关章节。

在功能菜单面板上，当鼠标停留在按钮上时，软件会弹出功能描述的标签信息。

2.3. 工具栏

软件工具栏包括：视图和投影工具条、渲染模式工具栏，位于图层面板左侧，以上工具栏均可以通过选中并长按鼠标左键进行拖拽，或者再菜单区域空白位置点击鼠标右键进行激活和隐藏。



2.4. 窗口

软件窗口包括：图层管理器、命令窗口、预处理管理器、起始页、视图面板。以上窗口均可以在菜单区域空白位置点击鼠标右键进行激活。

2.4.1. 图层管理器

图层管理器主要用于控制各图层在视图窗口的显隐状态，共包括四种图层类型，分别是“点云”、“矢量”、“栅格”以及“模型”。



其中点云图层用于管理导入点云数据，右键“点云图层”，弹出右键菜单，包括“导入点云数据”、“全部移除”、“全部显示”以及“导出点云”功能，右键点云子节点，弹出右键菜单，包括“显示点云”、“隐藏点云”、“移除点云”、“平面视图”、“设为基站”、“设置世界坐标”、“缩放至”、“打开文件路径”、“导出点云”以及“查看属性”等功能。



2.4.2. 视图窗口

视图窗口，用于可视化导入的数据，支持新建多个视图，便于用户直观地整理数据，例如进行点云浏览，点云编辑，点云量测等工作。

2.4.3. 命令窗口

软件支持使用命令驱动功能。命令窗口用于接受命令、接收交互参数、提示执行情况、实时反馈信息和日志等。

命令窗口



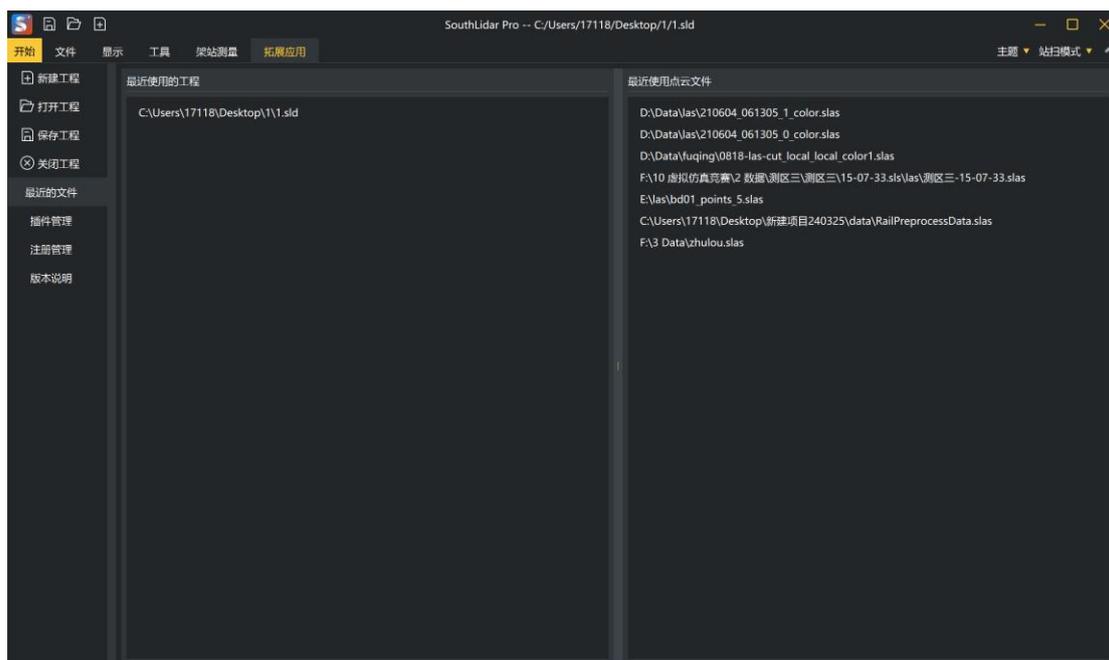
```
2024-04-19 09:30:40> 已就绪!  
2024-04-19 09:30:41> -----  
2024-04-19 09:30:42> NVIDIA Corporation  
2024-04-19 09:30:42> NVIDIA GeForce RTX 4060 Laptop GPU/PCIe/SSE2  
2024-04-19 09:30:42> 4.60 NVIDIA  
2024-04-19 09:30:42> -----  
2024-04-19 09:45:51> 打开工程 -- C:/Users/17118/Desktop/1/1.sld
```

在此输入要执行的命令，例如需要执行打开工程命令，可以输入`dkgc`或`dakaigongcheng`或`打开工程`或`OpenProject`。

3. 系统常规功能

3.1. 开始

主界面记录并显示“最近使用工程”和“最近使用点云文件”，便于用户快速打开工程以及加载点云，左侧提供“新建工程”、“打开工程”、“保存功能”、“关闭工程”、“最近的文件”、“插件管理”、“注册管理”以及“版本说明”等功能。



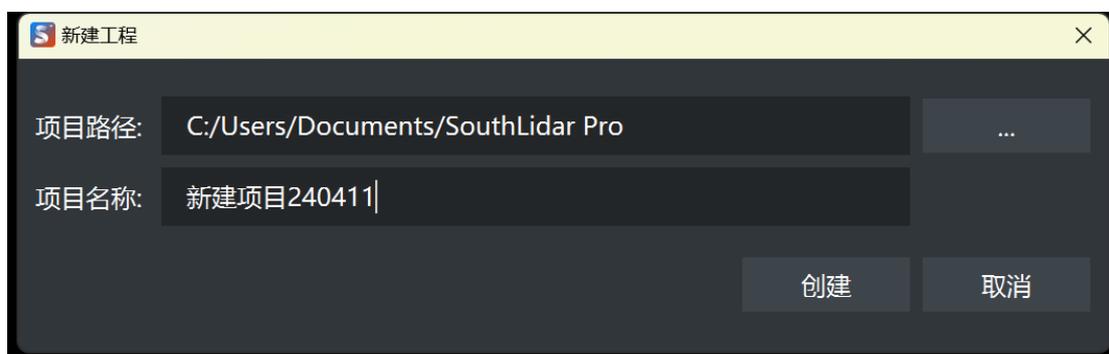
3.1.1. 新建工程

(1) 功能描述:

新建一个工程文件夹。

(2) 操作步骤

1. 点击“开始”下的“新建工程”按钮。



2. 选择路径和更改项目名称。

3. 点击“创建”

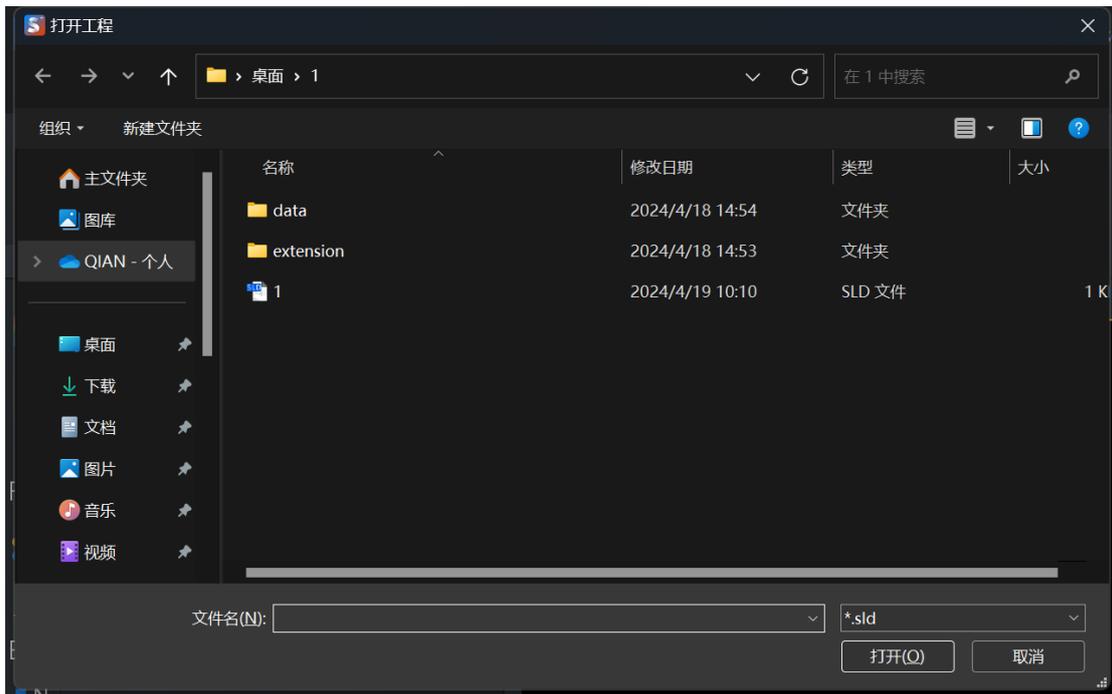
3.1.2. 打开工程

(1) 功能描述：

打开一个已有的工程文件。

(2) 操作步骤：

1. 点击“开始”下的“打开工程”按钮。
2. 选择已存在的工程文件。



3. 点击“打开”，表示打开选中文件；点击“取消”，表示取消打开文件。

3.1.3. 保存工程

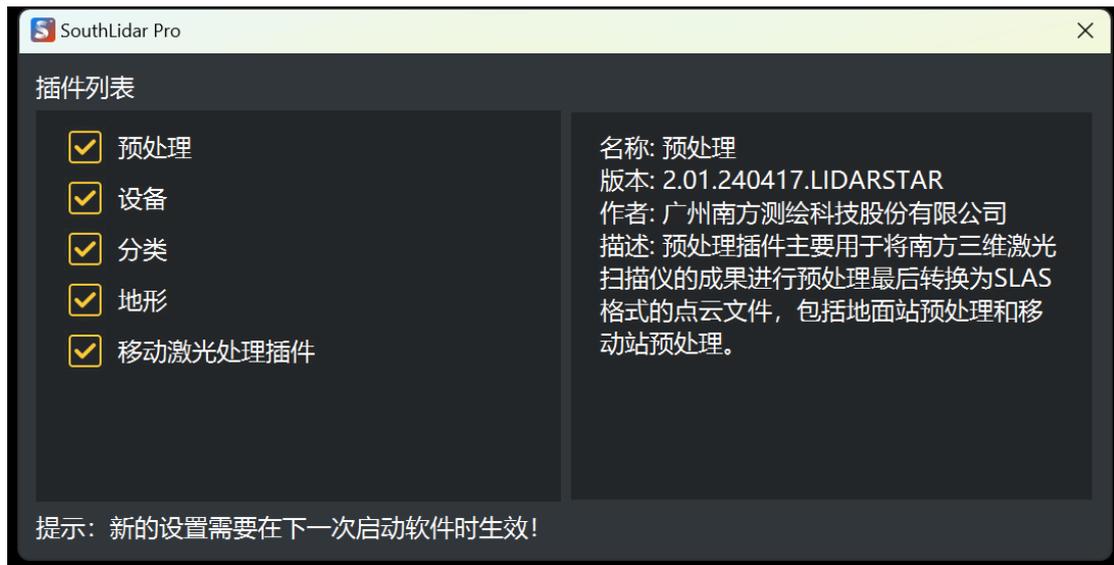
保存当前工程。

3.1.4. 关闭工程

关闭当前工程。

3.1.5. 插件管理

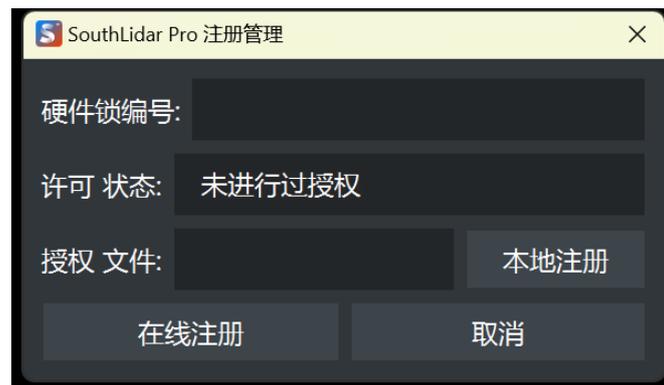
设置下一次启动软件时将激活哪些插件，建议全部勾选。



3.1.6. 注册版本

对当前软件启动时是否存在软件狗或云账号进行识别。

说明：当前版本为免授权版本，所有可激活功能按钮均可正常使用，部分灰色按钮为锁定功能，暂不开放授权。



3.1.7. 版本说明

针对目前已发布版本的版本号、所有权等进行简要说明。



3.2. 文件



3.2.1. 工程

与上一节开始菜单内的功能一致。

3.2.2. 数据

3.2.2.1. 导出点云

(1) 功能描述:

该功能可以根据选择的测站数据进行自主导出, 支持 las、ply、e57、xyz 等多种数据格式文件的导出, 便于多种数据格式的相互转换, 极大的提高工作效率。

注: ①勾选多个测站, 则会分别导出为多份文件, 文件默认使用对应数据名称。

②合并导出: 将所选测站数据合并输出为单个文件。

点击右侧下拉三角框, 可以将点云以 Tif、Shp、Dxf 格式导出。



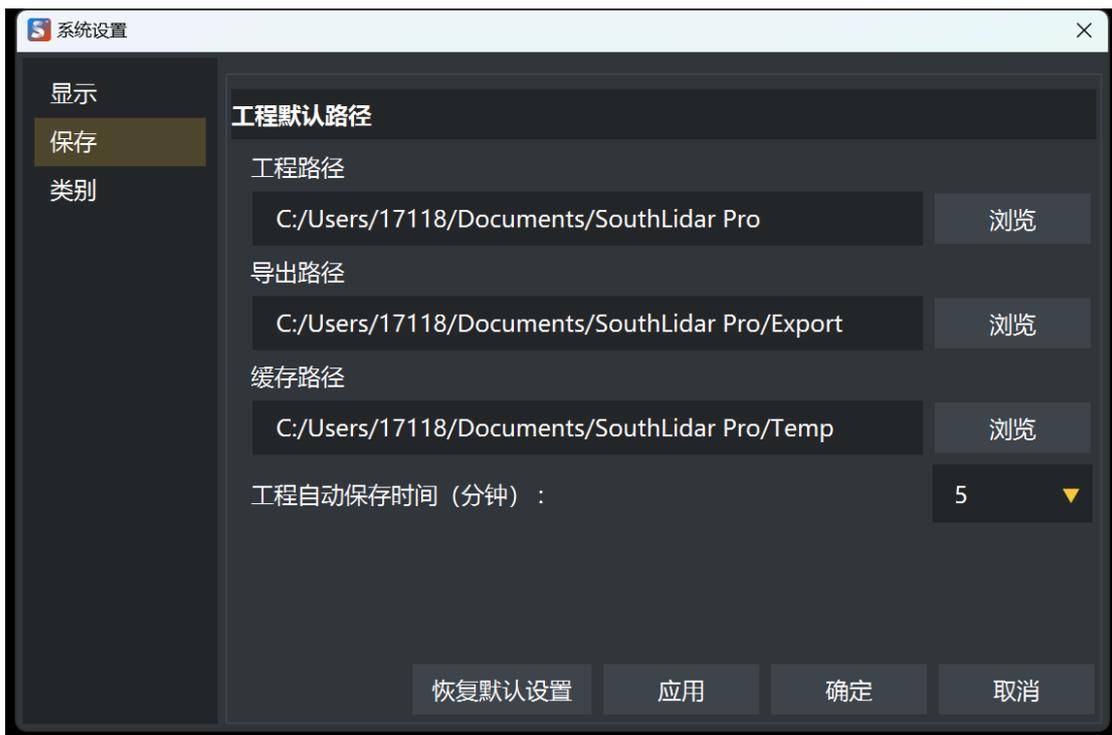
(2) 操作步骤:

1. 点击“文件”菜单下的“导出点云”按钮。
2. 勾选需要导出的数据名称。
3. 设置导出的路径和文件名，选择导出格式。
4. 设置是否合并导出。
5. 设置完成后，最后点击“确定”按钮即可导出。

3.2.3. 系统设置

(1) 功能描述:

该功能可以设置软件的显示参数以及保存路径，主要包括：设置背景颜色或点像素大小，根据电脑性能设置显示点数，也可以根据需要设置漫游器参数，调节缩放和旋转的灵敏程度，通过保存对话框可以修改工程路径，导出路径，缓存路径，以及设置分类时不同类别的颜色等。





(2) 操作步骤:

1. 点击“文件”菜单下的“系统设置”按钮。
2. 设置显示的各项参数。
3. 设置工程的保存、导出和缓存路径。
4. 点击“应用”，点击确定，退出功能界面，完成参数设置。
5. “恢复默认设置”：将所有参数恢复到默认设置。
6. “取消”：取消系统设置，退出界面。

3.3. 显示

3.3.1. 渲染模式

点云渲染模式主要包括高程显示、强度显示、类别显示、时间显示、真彩色显示、文件显示、回波序号显示、航带边缘显示和 EDL 显示。



3.3.1.1. 高程显示

(1) 功能描述:

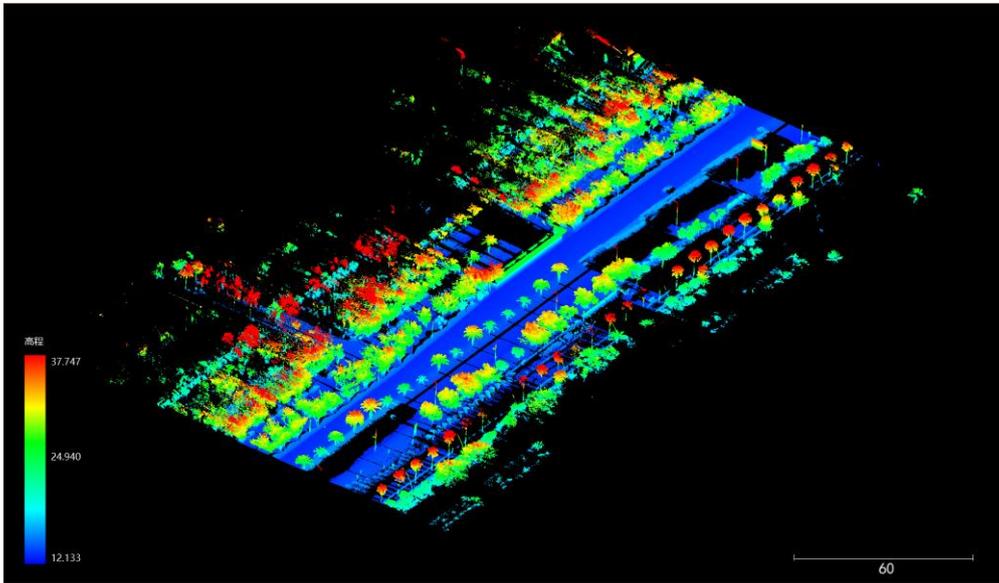
根据点云数据的高程值，并将其映射到指定的颜色区间，方便观测点云数据的高程变化。

(2) 操作步骤：

1. 使用鼠标单击加载了点云数据的窗口，将其设置为当前激活窗口。
2. 在菜单栏选择：显示-渲染模式-高程显示  或者工具栏上选择  进行渲染，弹出如下图所示窗口



3. 点击“选取起始点”，设置起始点的赋色高程
4. 设置赋色的宽度以及赋色色带
5. 点击确定，软件自动将点云数据高程变化范围映射到所选颜色条，同时场景中点云数据按高程显示，配合 EDL 显示效果更佳，效果如图所示。



3.3.1.2. 强度显示

(1) 功能描述：

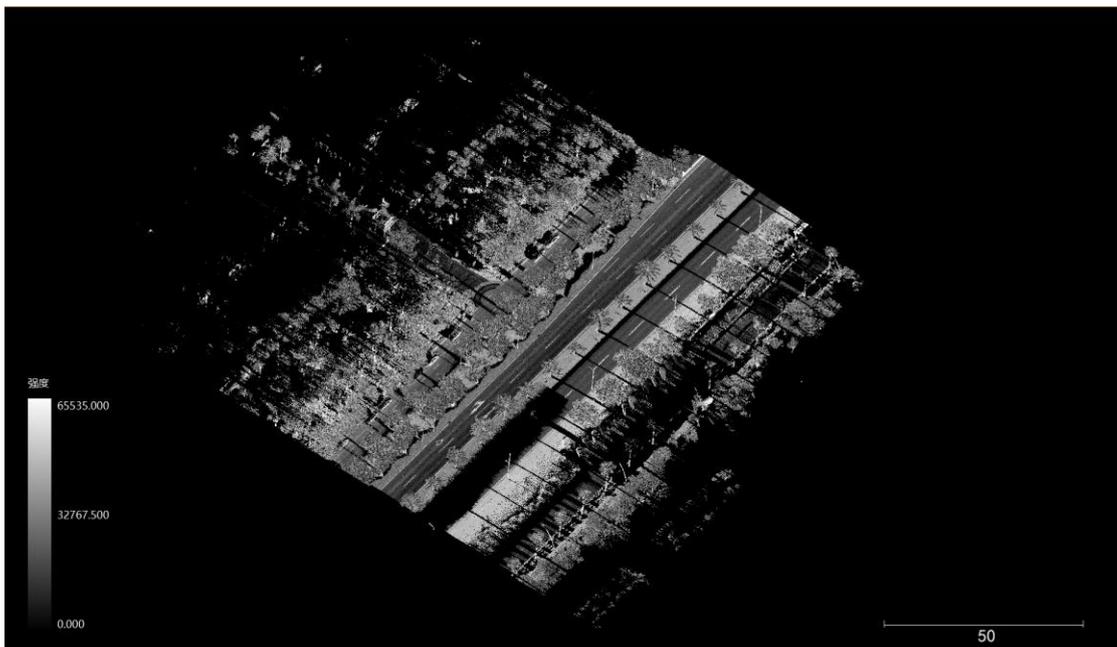
将点云数据的强度值映射到均匀变化的颜色区间。

(2) 操作步骤：

1. 使用鼠标单击加载了点云数据的窗口，将其设置为当前激活窗口。
2. 在菜单栏选择：显示-渲染模式-强度显示  或者工具栏上选择  进行渲染，弹出如下图所示窗口



3. 设置赋色色带
4. 点击确定，软件自动将点云数据强度变化范围映射到所选颜色条，同时场景中点云数据按强度显示，效果如图所示。



3.3.1.3. 真彩色显示

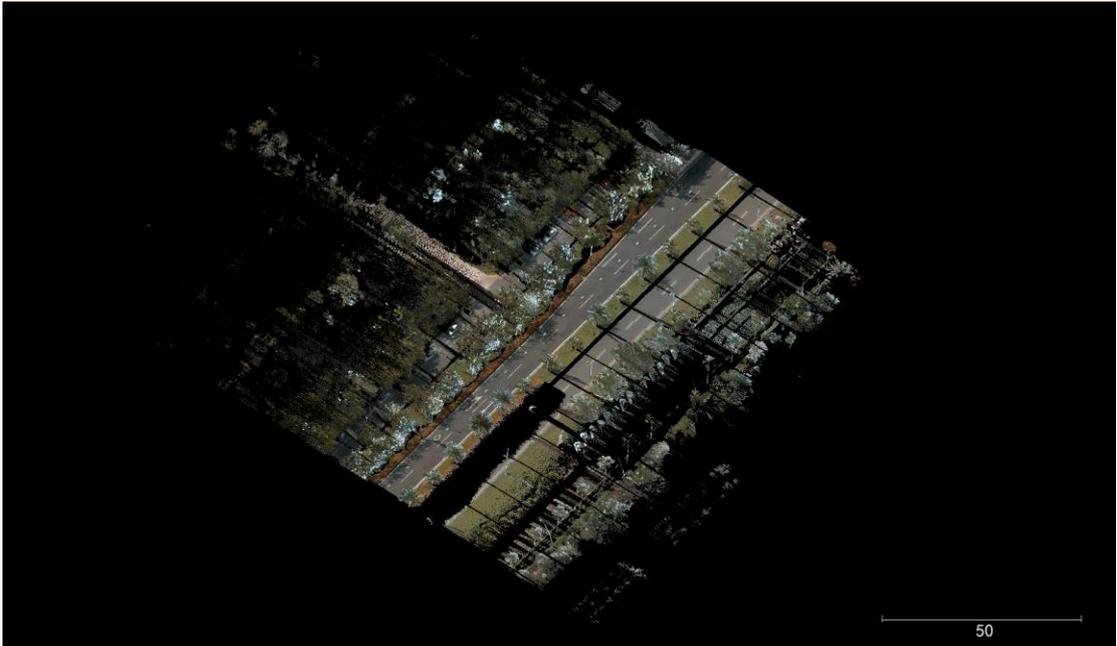
(1) 功能描述:

可用于点云数据的显示，以点云数据本身的 RGB 颜色属性绘制点云数据。

(2) 操作步骤:

1. 使用鼠标单击加载了点云数据的窗口，将其设置为当前激活窗口。

2. 在菜单栏选择：显示-渲染模式-真彩色显示^{RGB}或者工具栏上选择^{RGB}进行渲染，如下图所示



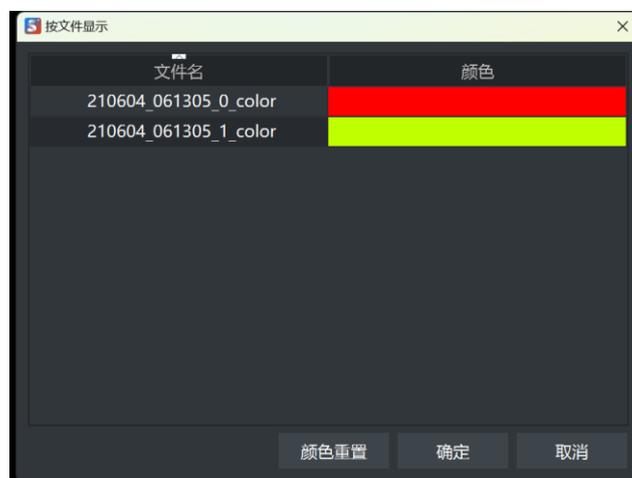
3.3.1.4. 文件显示

(1) 功能描述：

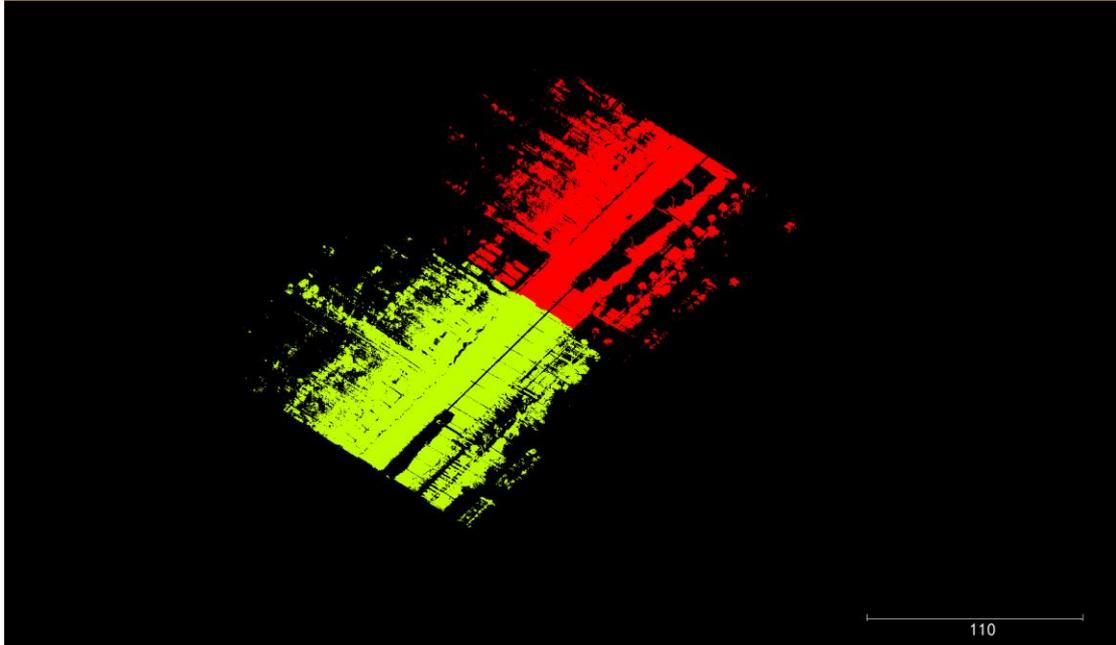
可用于点云数据的显示，将点云数据文件映射到不同的颜色值，更直观地区分不同文件的点云数据。

(2) 操作步骤：

1. 使用鼠标单击加载了点云数据的窗口，将其设置为当前激活窗口。
2. 在菜单栏选择：显示-渲染模式-文件显示^F或者工具栏上选择^F进行渲染，弹出如下图所示窗口。



3. 为不同文件选择不同的颜色值
4. 点击确定按钮，场景中点云数据按文件选定颜色显示，配合 EDL 显示效果更佳，效果如图所示。



3.3.1.5. 类别显示

(1) 功能描述:

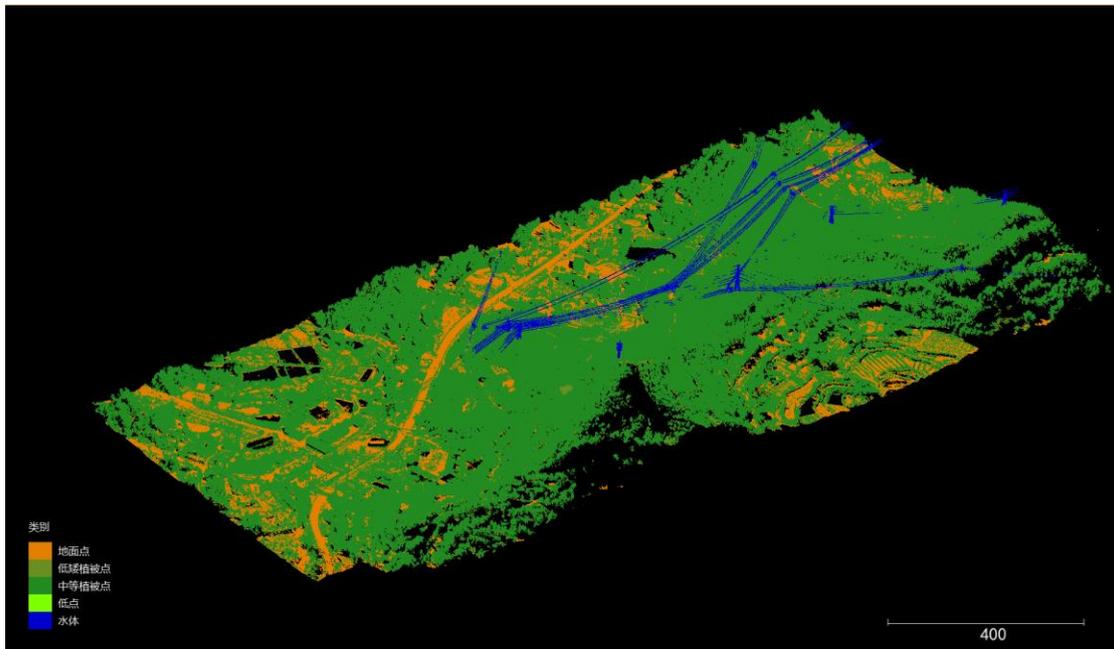
可用于点云数据的显示，将点云数据的类别属性映射到不同的颜色值，更直观地区分不同类别的点云数据。

(1) 操作步骤:

1. 使用鼠标单击加载了点云数据的窗口，将其设置为当前激活窗口。
2. 在菜单栏选择：显示-渲染模式-类别显示  或者工具栏上选择  进行渲染，弹出如下图所示窗口



3. 为不同类别选择不同的颜色值
4. 点击确定按钮，软件自动将点云数据的不同类别映射到对应的颜色，同时场景中点云数据按类别显示，效果如图所示。



3.3.1.6. 时间显示

(1) 功能描述:

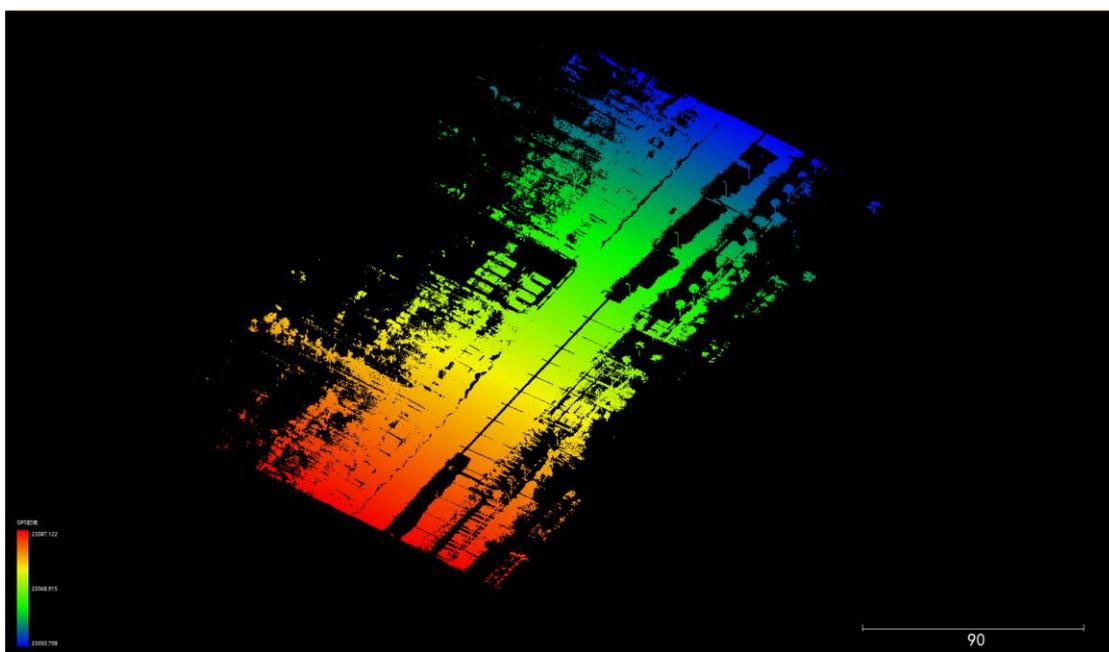
根据 GPS 时间值，并将时间属性映射到均匀变化的颜色值。

(2) 操作步骤:

1. 使用鼠标单击加载了点云数据的窗口，将其设置为当前激活窗口。
2. 在菜单栏选择：显示-渲染模式-时间显示  或者工具栏上选择  进行渲染，弹出如下图所示窗口



3. 在下拉框中选择合适的色带。
4. 点击确定按钮，软件自动将点云数据的 GPS 时间变化范围映射到对应的颜色，同时场景中点云数据按 GPS 时间显示，显示效果如图所示。



3.3.1.7. 航带显示

(1) 功能描述:

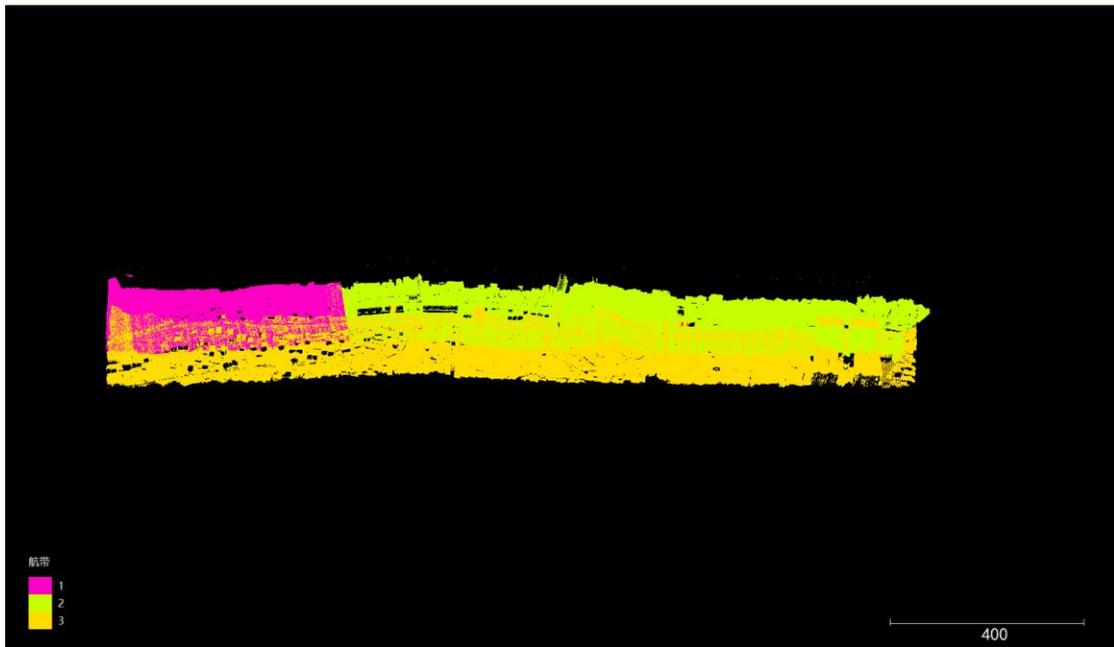
可用于点云数据的显示，将点云数据的航线边缘属性映射到不同的颜色值，更直观地区分不同航线边缘的点云数据。

(2) 操作步骤:

1. 使用鼠标单击加载了点云数据的窗口，将其设置为当前激活窗口。
2. 在菜单栏选择：显示-渲染模式-航带边缘显示  或者工具栏上选择  进行渲染，弹出如下图所示窗口。



3. 为不同航带边缘选择不同的颜色值
4. 点击确定按钮，软件自动将点云数据的不同航线边缘映射到对应的颜色，同时场景中点云数据按航线边缘显示，效果如图所示。



3.3.1.8. EDL 显示

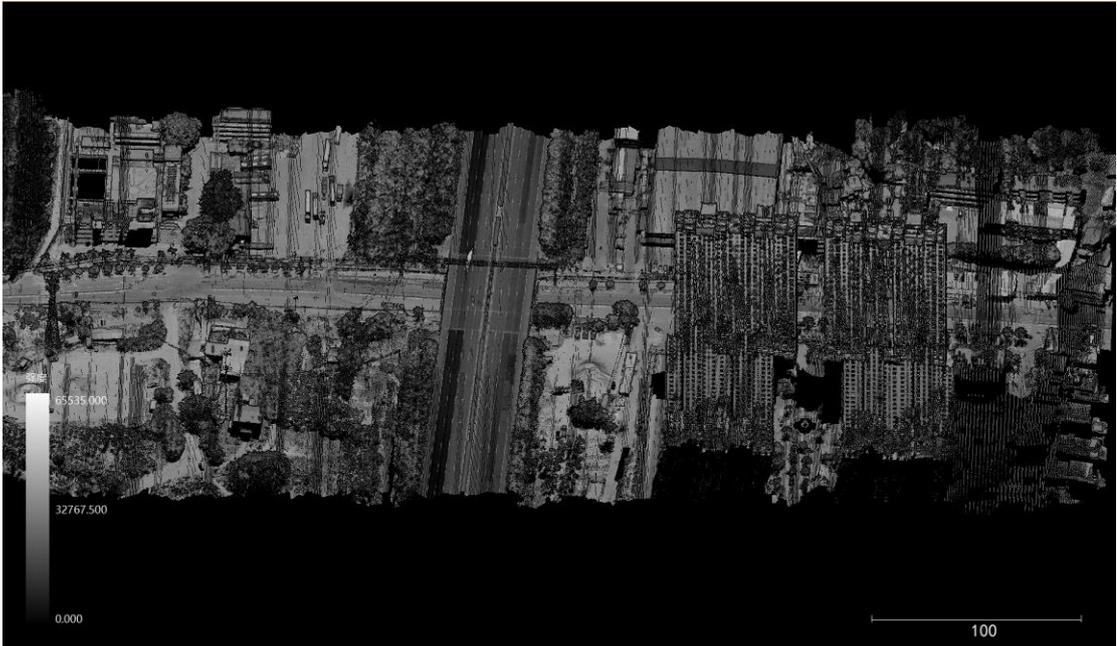
(1) 功能描述:

对当前激活视图启用 EDL 特效，增强细节对比度，提升显示效果。该功能常与其他渲染方式配合使用，增强物体的轮廓特征信息，便于查看细节特征。为使 EDL 渲染达到更好的效果，应手动设置视图为透视投影。

(2) 操作步骤:

1. 使用鼠标单击加载了点云数据的窗口，将其设置为当前激活窗口。

2. 在菜单栏选择：显示-渲染模式-EDL 显示  或者工具栏上选择  进行渲染，显示效果如图所示；



3.3.1.9. 航带+强度显示

(1) 功能描述：

可用于点云数据的显示，将点云数据的航线边缘属性映射到不同的颜色值，更直观地区分不同航线边缘的点云数据。

(2) 操作步骤：

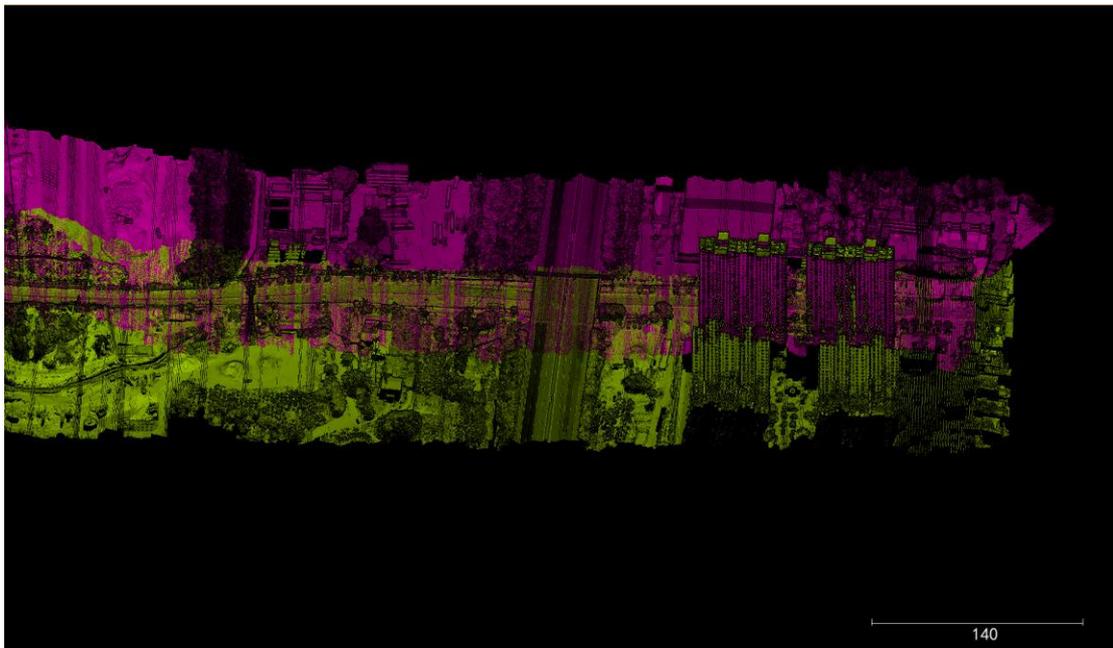
1.使用鼠标单击加载了点云数据的窗口，将其设置为当前激活窗口。

2.在菜单栏选择：显示-渲染模式-航带边缘显示  或者工具栏上选择  进行渲染，弹出如下图所示窗口。



3.为不同航带边缘选择不同的颜色值

4.点击确定按钮，软件自动将点云数据的不同航线边缘映射到对应的颜色，同时场景中点云数据按航线边缘显示，效果如图所示。



3.3.1.10. 回波次数显示

(1) 功能描述:

将点云的回波次数属性按照不同颜色值进行显示，便于直观区分不同回波次数的点云数据。

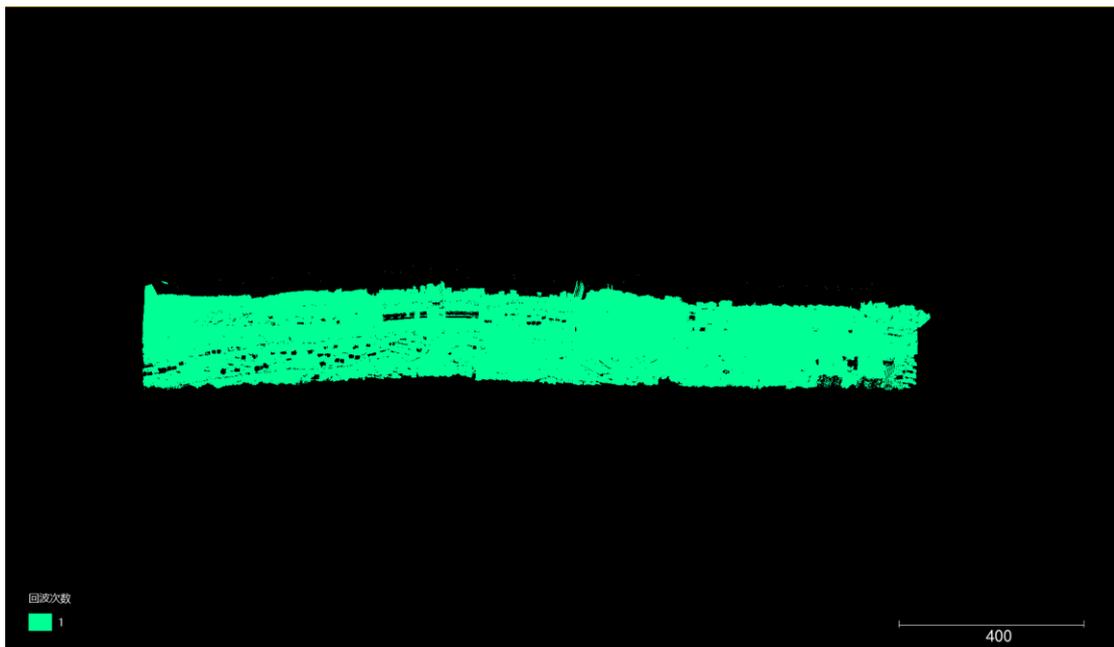
(2) 操作步骤:

1. 使用鼠标单击加载了点云数据的窗口，将其设置为当前激活窗口。

- 在菜单栏选择：显示-渲染模式-回波次数显示 或者 工具栏上选择进行渲染，弹出如下图所示窗口



- 为不同回波次数选择不同的颜色值
- 点击确定按钮，软件自动将点云数据的不同回波次数映射到对应的颜色，同时场景中点云数据按回波次数显示，效果如图所示。



3.3.2. 视图

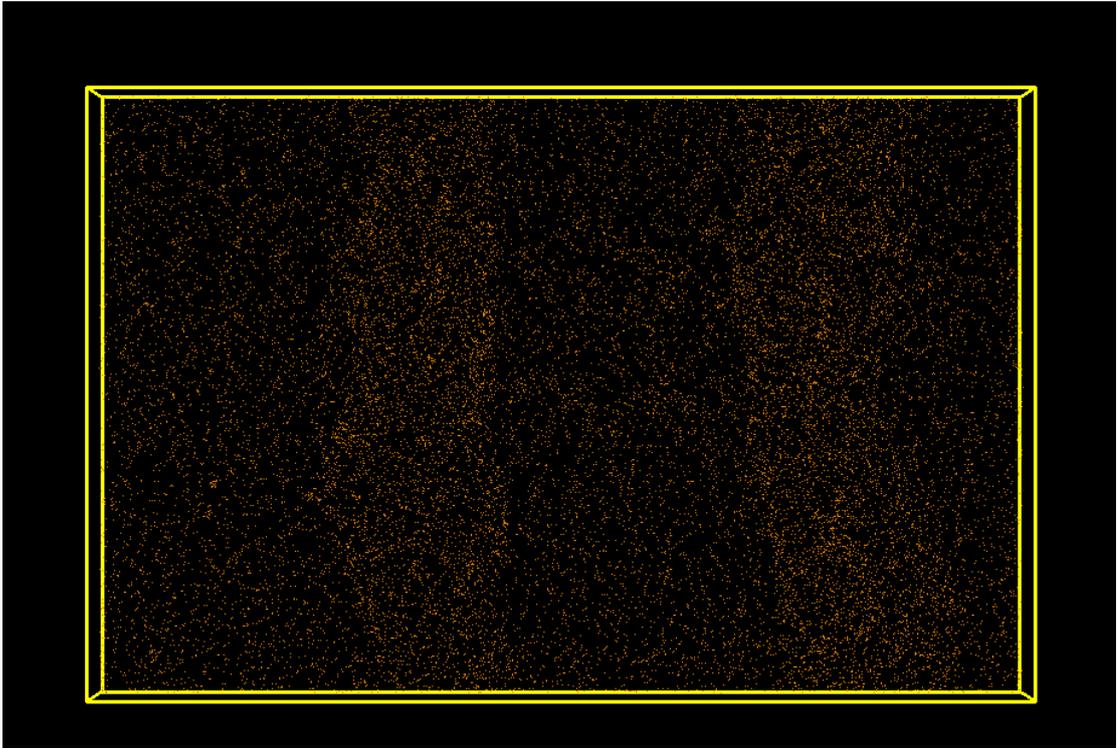
3.3.2.1. 俯视图

(1) 功能描述：

设置相机位置查看俯视图，即从+z 到-z 方向查看三维数据，平面为 x-y 平面。

(2) 操作步骤：

1. 打开视图并加载点云，使用鼠标单击俯视图按钮，显示如图：



菜单：“显示”俯视图。

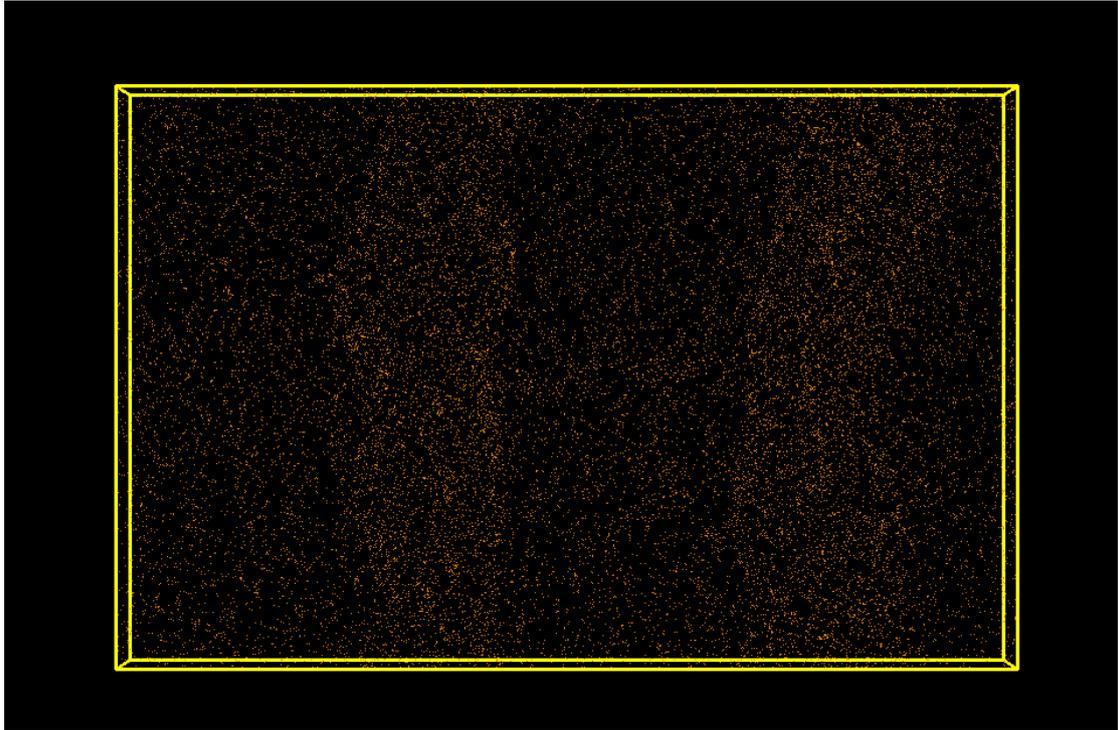
3.3.2.2. 仰视图

(1) 功能描述：

设置相机位置查看仰视图，即从-z 到+z 方向查看三维数据，平面为 x-y 平面。

(2) 操作步骤：

1. 打开视图并加载点云，使用鼠标单击仰视图按钮，显示如图：



菜单：“显示”  仰视图。

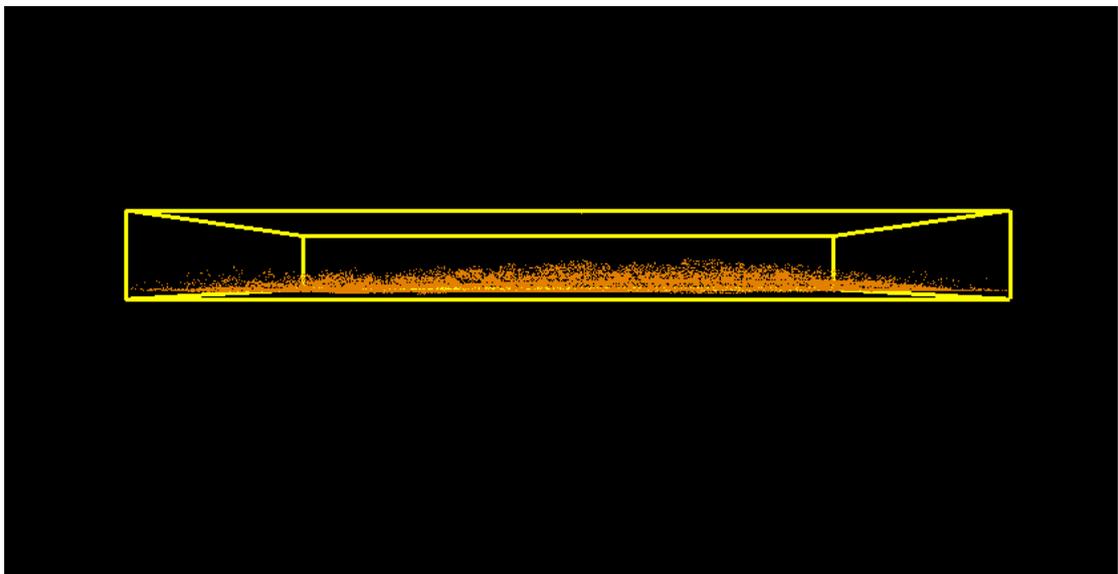
3.3.2.3. 左视图

(1) 功能描述：

设置相机位置查看左视图，即从-x 到+x 方向查看三维数据，平面为 y-z 平面。

(2) 操作步骤：

1. 打开视图并加载点云，使用鼠标单击左视图  按钮，显示如图：



菜单：“显示”  左视图。

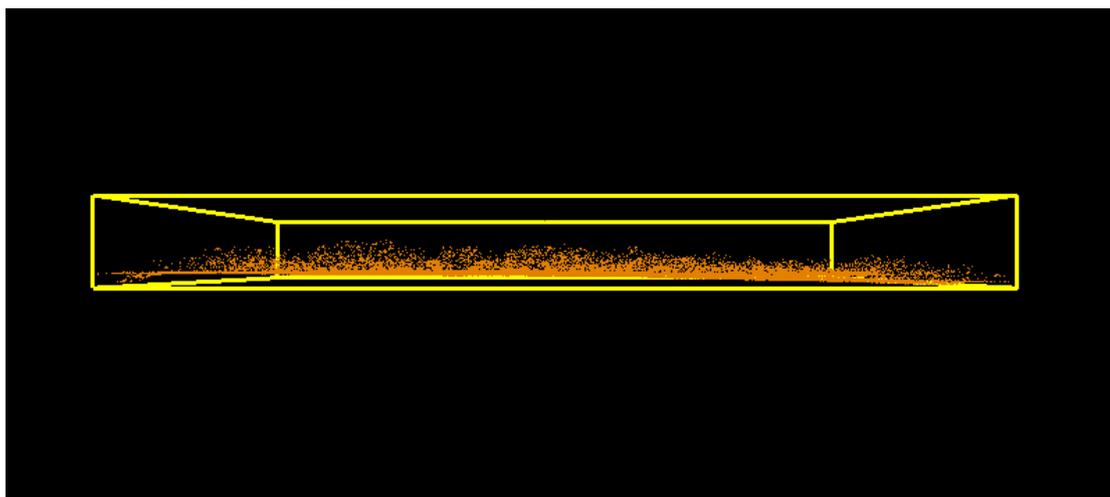
3.3.2.4. 右视图

(1) 功能描述:

设置相机位置为右视图，即从+x 到-x 方向查看三维数据，平面为 y-z 平面。

(2) 操作步骤:

1. 打开视图并加载点云，使用鼠标单击右视图  按钮，显示如图:



菜单：“显示”  右视图。

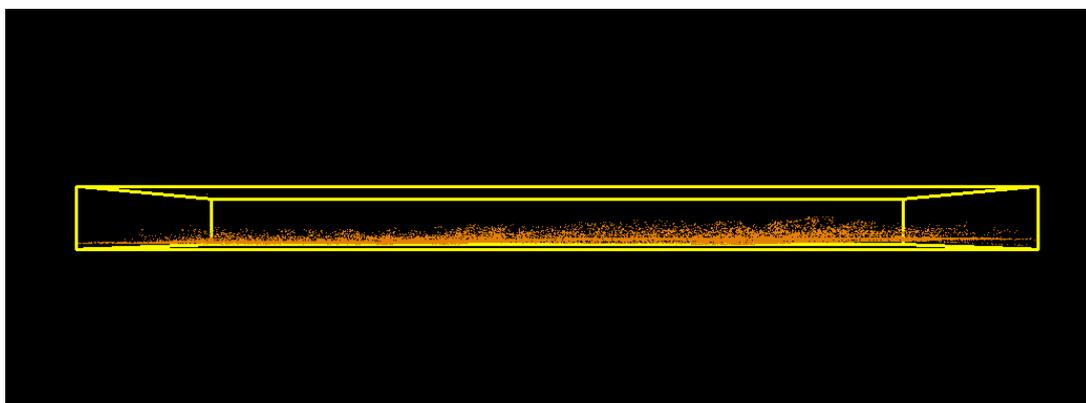
3.3.2.5. 前视图

(1) 功能描述:

设置相机位置为前视图，即从-y 到+y 方向查看三维数据，平面为 x-z 平面。

(2) 操作步骤:

1. 打开视图并加载点云，使用鼠标单击前视图  按钮，显示如图:



菜单：“显示”  前视图。

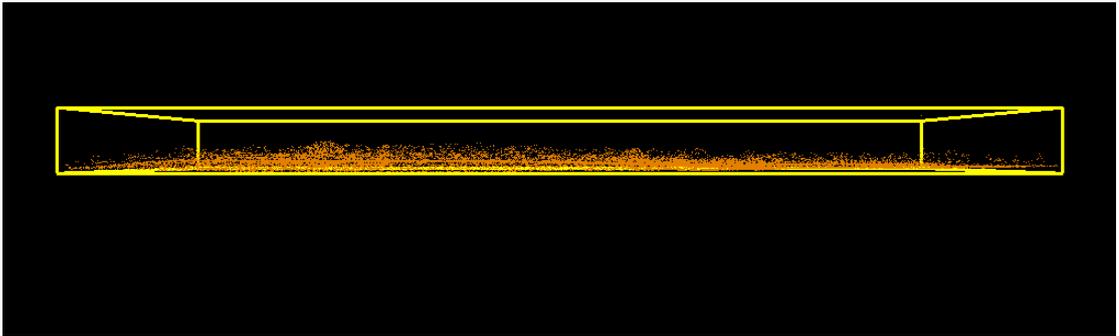
3.3.2.6. 后视图

(1) 功能描述：

设置相机位置为后视图，即从+y 到-y 方向查看三维数据，平面为 x-z 平面。

(2) 操作步骤：

1. 打开视图并加载点云，使用鼠标单击后视图  按钮，显示如图：



菜单：“显示”  后视图。

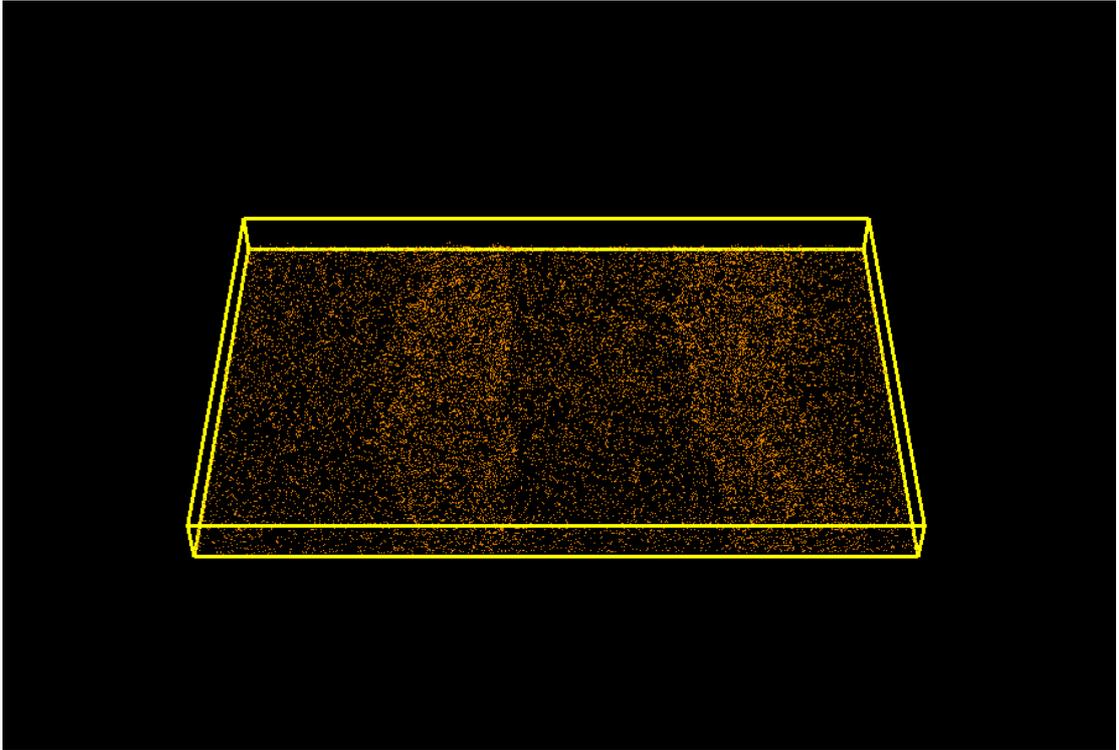
3.3.2.7. 缩放至全局

(1) 功能描述：

当前的点云模型的所有数据缩放到 3D 窗口下。

(2) 操作步骤：

1. 打开视图并加载点云，使用鼠标单击缩放至全局  按钮，显示如图：



菜单：“显示”  缩放至全局。

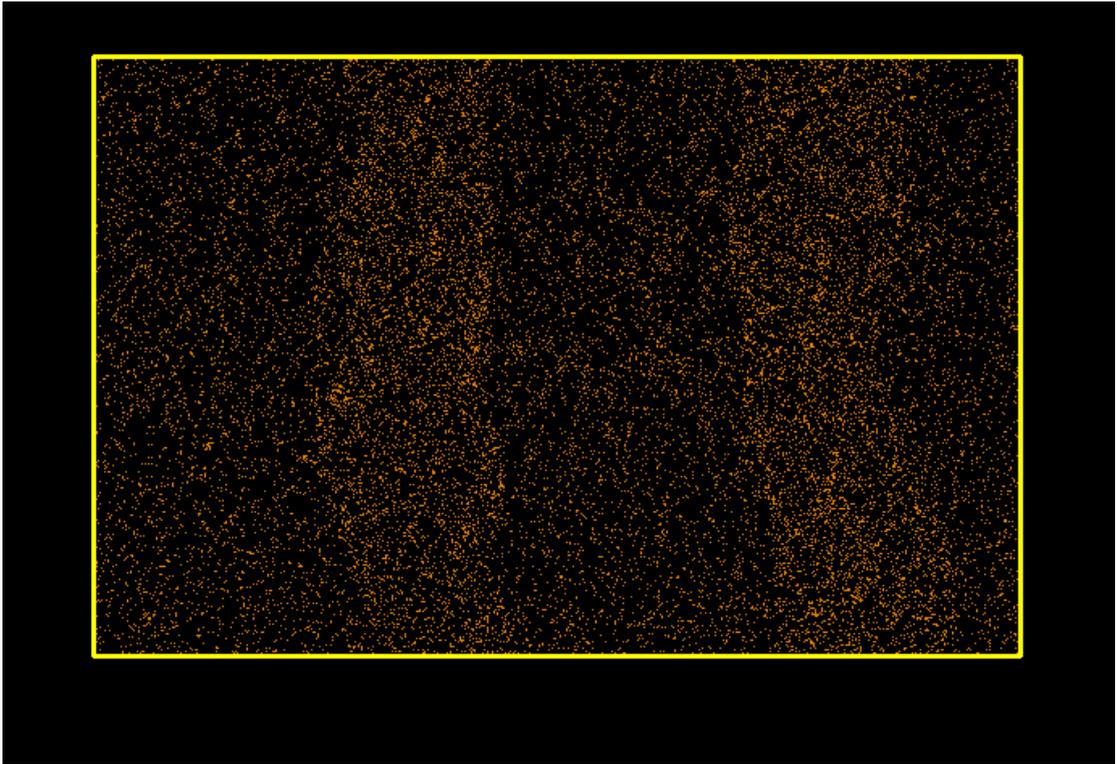
3.3.2.8. 固定 2D 视角

(1) 功能描述：

将当前窗口以 2d 视角显示。

(2) 操作步骤：

1. 打开视图并加载点云，使用鼠标单击固定 2D 视角  按钮，显示如图：



菜单：“显示”  缩放至全局。

3.3.2.9. 显示测站

(1) 功能描述：

该功能可以控制 3D 视图下测站的显示状态。

(2) 操作步骤：

1. 打开视图并加载点云，使用鼠标单击显示测站  按钮，显示如图：



菜单：“显示”  显示测站。

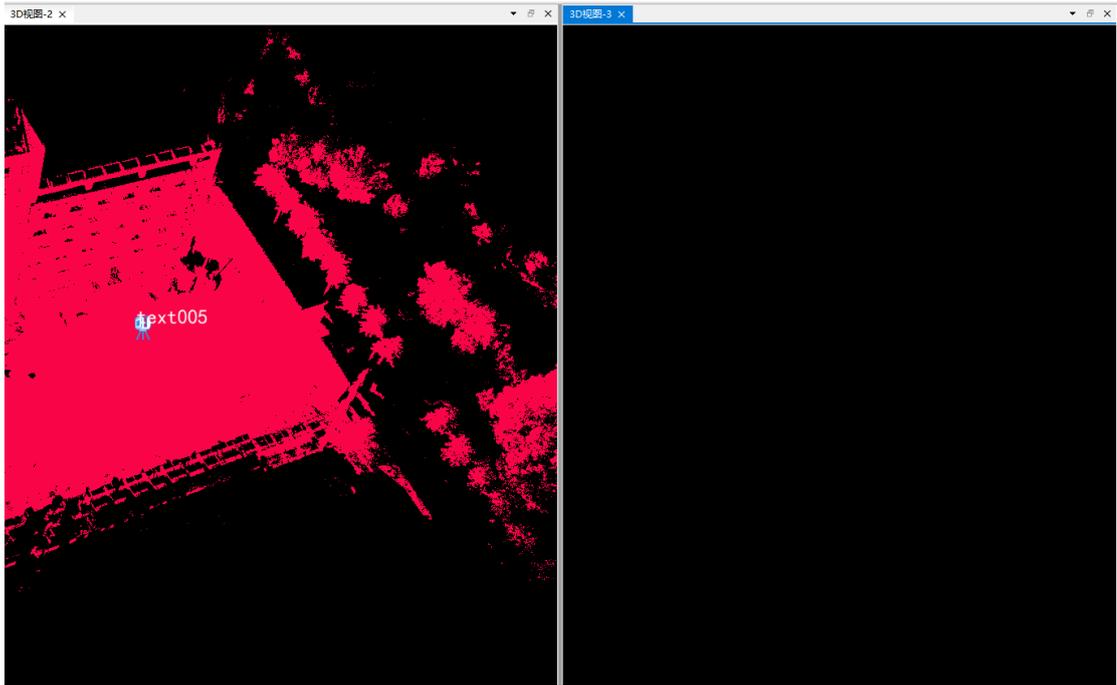
3.3.2.10. 新建视图

(1) 功能描述：

新建窗口功能将在系统中添加一个新的空窗口。

(2) 操作步骤：

1. 使用鼠标单击新建视图  按钮，显示如图：



菜单：“显示”  新建视图。

3.3.3. 投影

3.3.3.1. 透视投影

(1) 功能描述：

透视投影是中心投影法将形体投射到投影面上，从而获得一种较为接近视觉效果
的单面投影图。

菜单：“显示”  透视投影。

3.3.3.2. 正视投影

(2) 功能描述：

平行投影是把中心投影法的投射中心移至无穷远处，使得投射线成为互相平行的
直线，从而得到接近源图形的投影面。

菜单：“显示”  平行投影。

3.3.4. 浏览模式

3.3.4.1. 检查式浏览

(1) 功能描述：

在检查式浏览的模式下可以自由旋转、缩放和拖动点云，便于整体性的观察浏览点云数据。

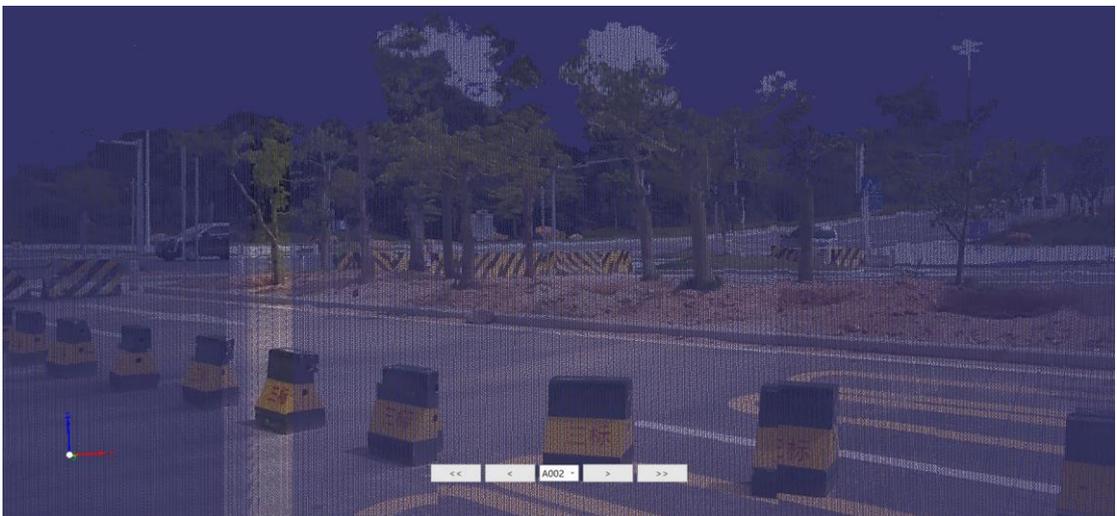


菜单：“显示”  检查式浏览。

3.3.4.2. 基于基站

(1) 功能描述：

基于基站的全景浏览模式。可以点击下方的方向按钮进行切换基站视角。后视定向时可在基于基站模式下迅速找到标靶并进行采集刺点。



菜单：“显示”  基于基站

3.3.5. 窗口管理

支持对当前、非当前窗口和所有窗口进行关闭和显示控制。

3.4. 工具



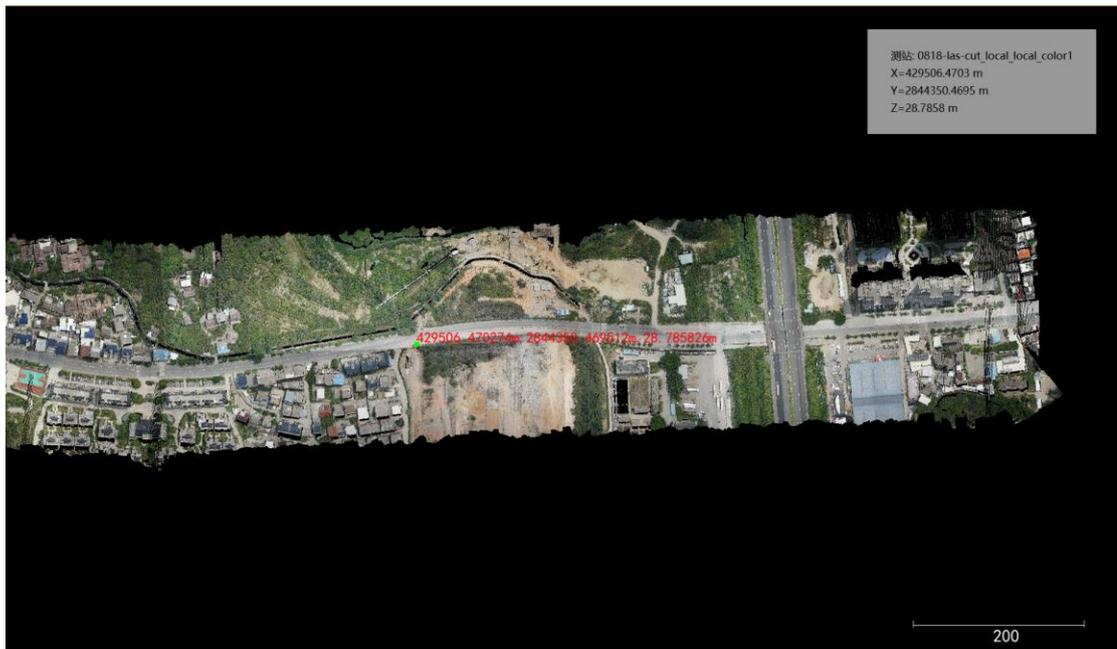
3.4.1. 量测



3.4.1.1. 点测量

(1) 功能描述:

点云上选取点，并获得该点的坐标。



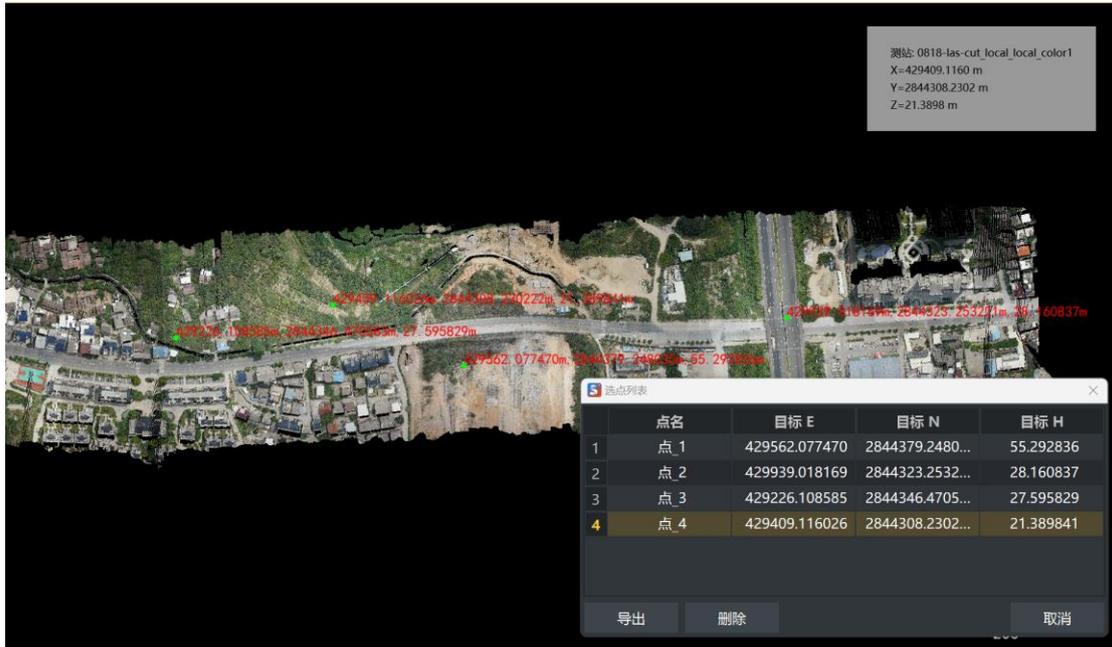
(2) 操作步骤:

1. 点击“工具”菜单下的“点测量”  按钮。
2. 在点云上选取一点获得该点的坐标信息。

3.4.1.2. 多点测量

(1) 功能描述:

点云上选取点，并获得该点的坐标，支持多个点数据测量、记录以及导出。



(2) 操作步骤:

1. 点击“工具”菜单下的“多点测量”  按钮。
2. 在点云上选取一点获得该点的坐标信息。
3. (可选) 点击导出, 将选点列表中的点坐标数据进行导出;
4. (可选) 在点列表中选择目标点, 点击删除, 删除该点的数据;

3.4.1.3. 长度测量

(1) 功能描述:

通过选取两个点, 读取其坐标, 然后计算出两点之间的空间距离。软件可以进行多段距离的测量, 同时支持测量结果导出以及垂足显示, 可为面积计算时提供参考。



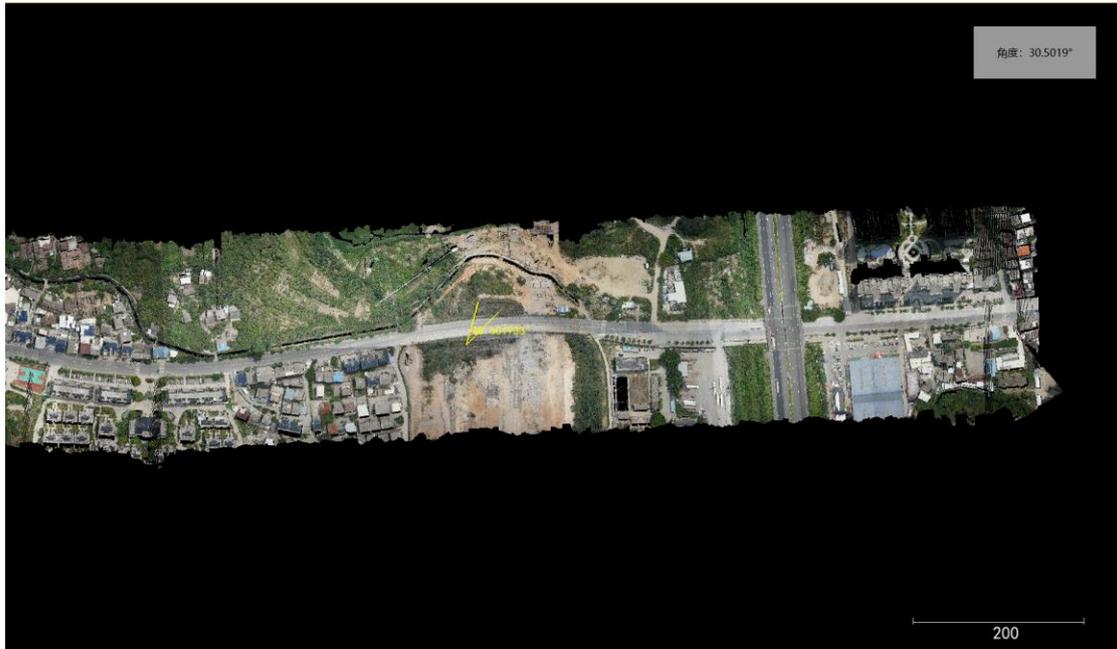
(2) 操作步骤:

1. 点击“工具”菜单下的“长度测量”  按钮。
2. 点击确定第一点。
3. 点击确定第二点并计算得到空间距离。
4. (可选) 点击导出, 将选点列表中的点坐标数据进行导出;

3.4.1.4. 角度测量

(1) 功能描述:

测量点云中某物体的角度, 先选取一个点作为原点后选择 A 点和 B 点, 组成一个平面, 同时计算 $\angle AOB$ 的角度。



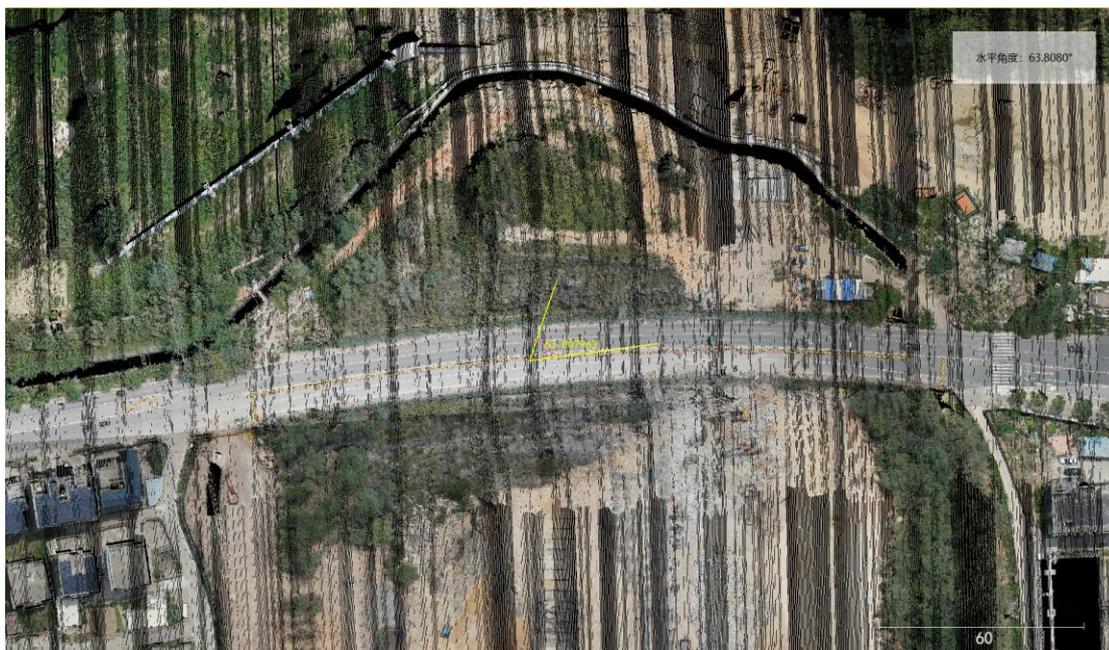
(2) 操作步骤:

1. 点击“角度测量”  按钮。
2. 点击确定原点。
3. 点击确定第一点。
4. 点击确定第二点并计算得到对应的角度。

3.4.1.5. 水平角测量

(1) 功能描述:

先选取一个点作为原点后选择 A 点和 B 点，同时计算 $\angle AOB$ 在空间的的水平角度。



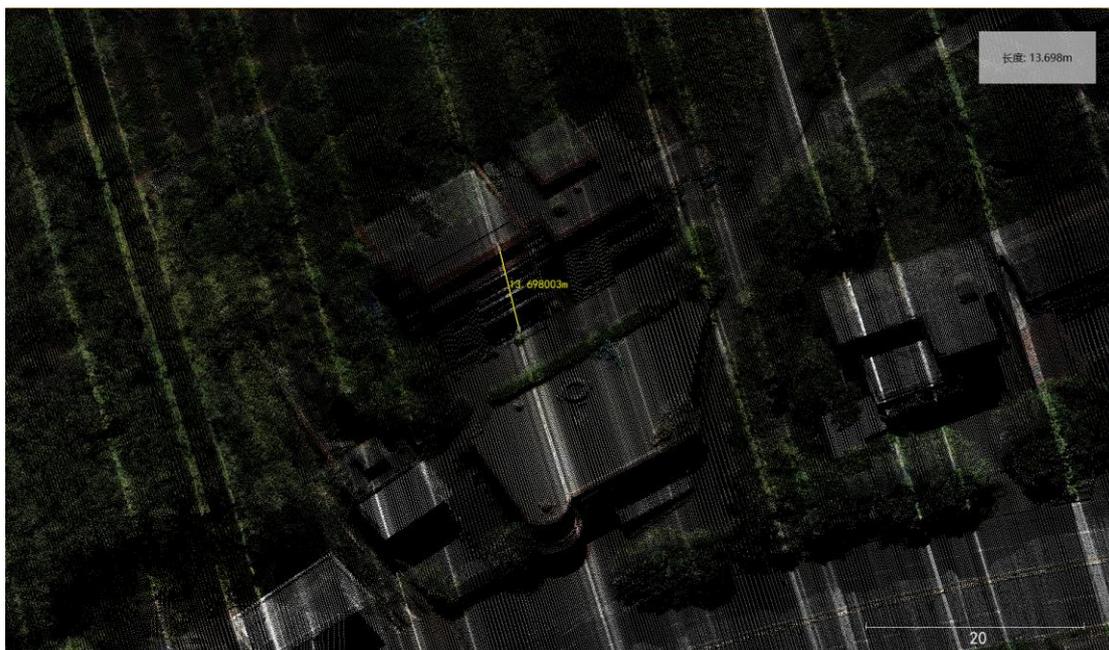
(2) 操作步骤:

1. 点击“水平角测量”  水平角测量 按钮。
2. 点击确定原点。
3. 点击确定第一点。
4. 点击确定第二点并计算得到对应的水平角度。

3.4.1.6. 垂距测量

(1) 功能描述:

计算两点之间的垂直距离。



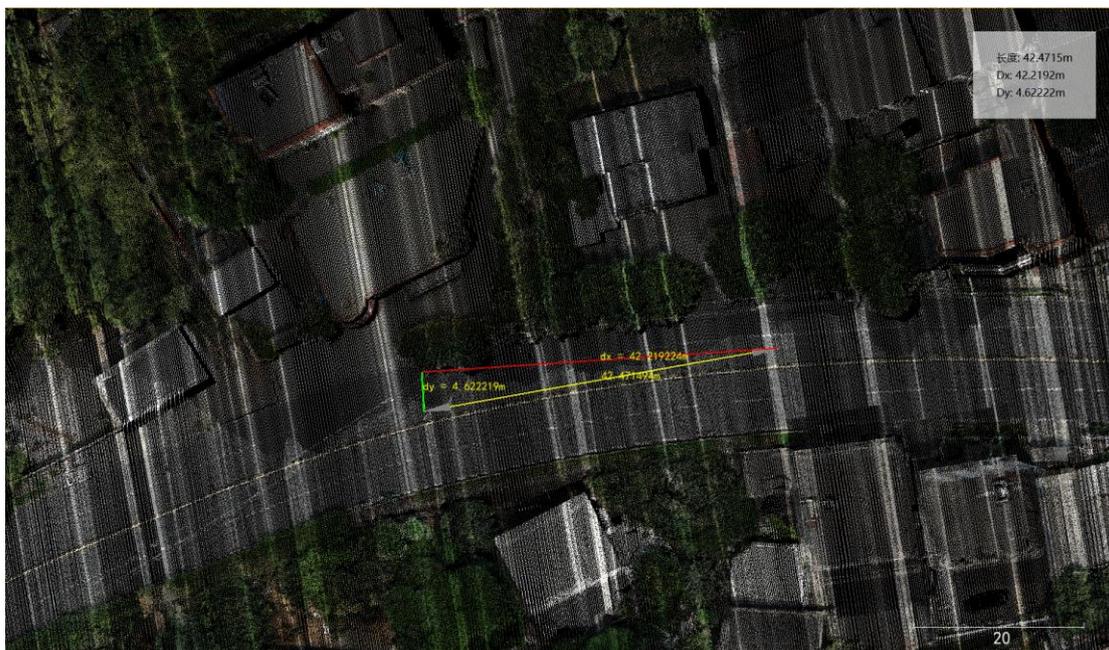
(2) 操作步骤:

1. 点击“工具”菜单下的“垂距测量”  按钮。
2. 点击确定第一点。
3. 点击确定第二点并得到计算得到垂距。
4. 点击确定第二点并计算得到对应的水平

3.4.1.7. 平距测量

(1) 功能描述:

计算两点之间的水平距离。



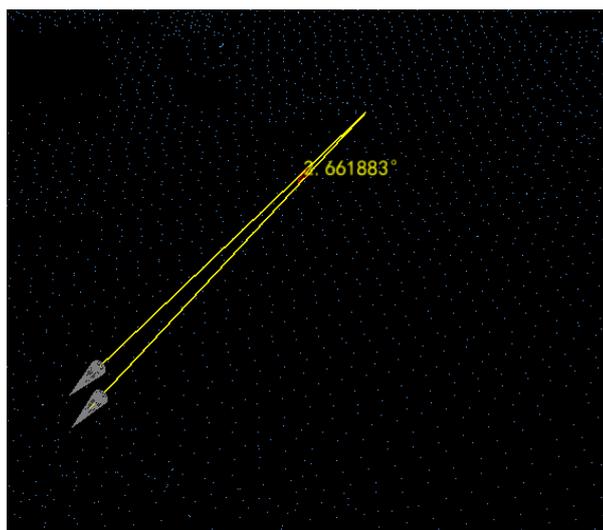
(2) 操作步骤:

1. 点击“工具”菜单下的“平距测量”  按钮。
2. 点击确定第一点。
3. 点击确定第二点并计算得到平距。

3.4.1.8. 坡度测量

(1) 功能描述:

先选取一个点作为坡顶，后选取一个点为坡脚，计算两点间的坡度



(2) 操作步骤:

1. 点击“工具”菜单下的“坡度测量”  按钮。

2. 点击确定坡顶。
3. 点击确定坡脚并计算得到坡度。

3.4.1.9. 退出测量

(1) 功能描述：

退出测量模式。

(2) 操作步骤：

点击退出测量，结束测量；

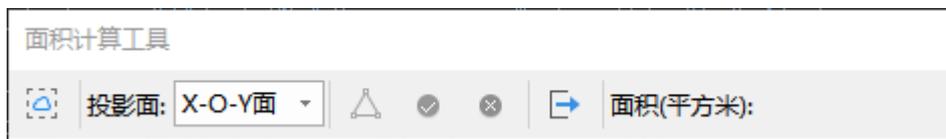
3.4.1.10. 面积测量

(1) 功能描述：

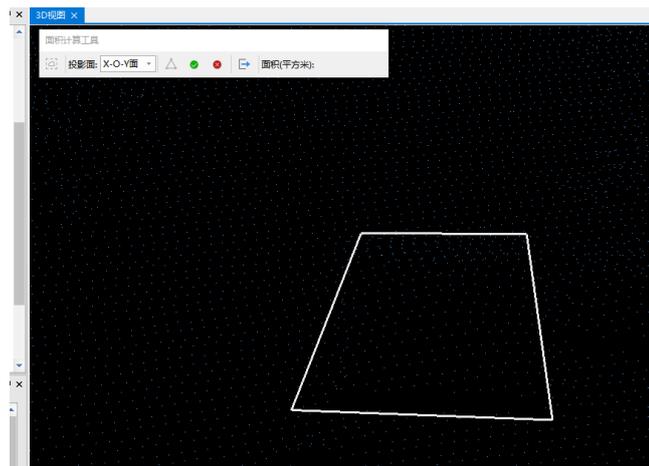
在点云上绘制计算范围，获得各点的坐标值，再投影到规定平面上，通过坐标计算得到目标投影面积。该功能提供“X-O-Y”、“X-O-Z”、“Y-O-Z”三种投影面的选择，也支持自定义投影面，便于更加灵活地计算投影面积。

(2) 操作步骤：

1. 点击面积测量测量，弹出测量工具条；



2. 绘制多边形选取需要计算面积的区域，如下图；



3. 选择投影面“X-O-Y”、“X-O-Z”、“Y-O-Z”；
4. (可选) 选择自定义投影面，绘制自定义的投影面；
5. 点击计算，工具条计算得到目标区域在指定投影面的面积；

6. 点击取消，取消计算，清除绘制的选区；

7. 点击退出，退出面积计算；

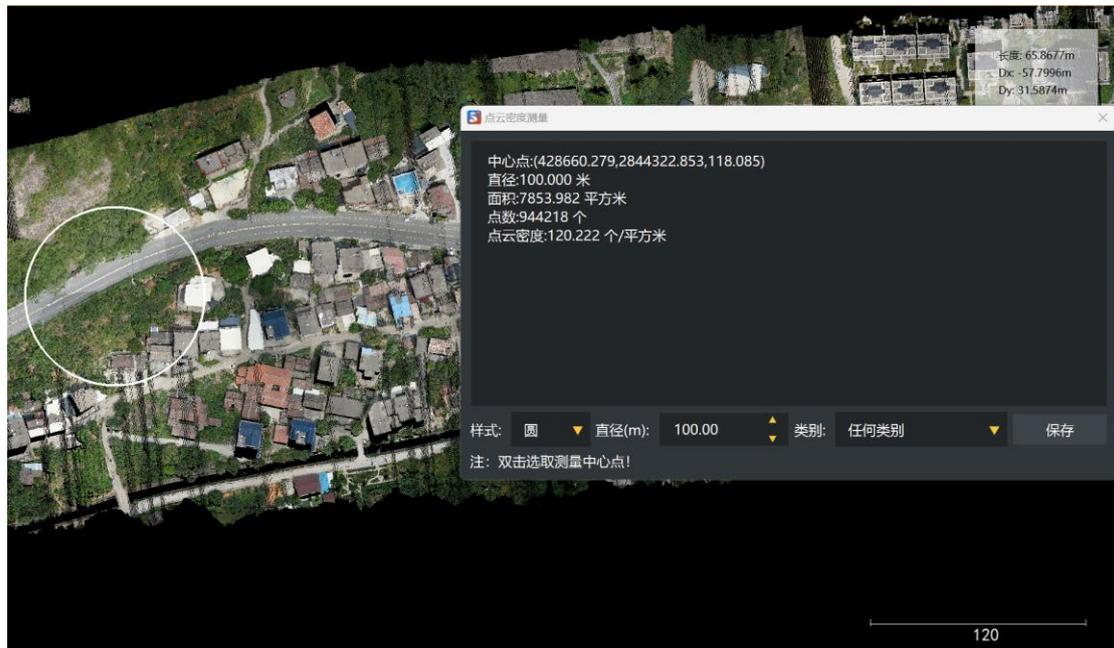
3.4.2. 点云工具

3.4.2.1. 点密度计算

(1) 功能描述：

计算所选目标区域的点云密度。

(2) 操作步骤：



1. 点击“工具”下的“点密度测量”按钮。
2. 设置计算范围参数：样式、直径。
3. 点击“选点”按钮，双击点云选择中心点
4. 点击计算，得到点云厚度计算结果；
5. 点击关闭，关闭点密度测量。

3.4.3. 裁剪



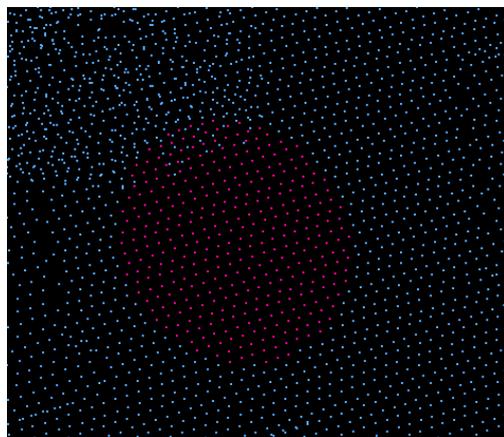
3.4.3.1. 圆选择

(1) 功能描述：

绘制圆形的形状对点云进行选择，选中的点云会高亮显示，用以后续裁剪操作。

(2) 操作步骤：

1. 点击“圆选择”  按钮。
2. 在点云上绘制圆形，选取目标区域的点云。
3. 选中的点云呈红色高亮显示，效果如图。



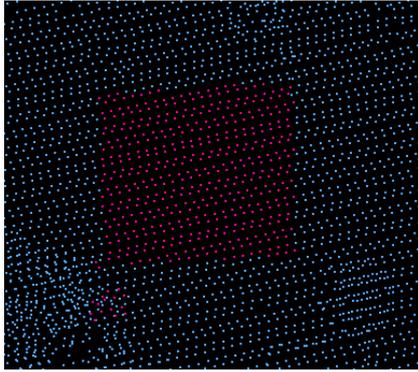
3.4.3.2. 矩形选择

(1) 功能描述：

绘制矩形的形状对点云进行选择，选中的点云会高亮显示，用以后续裁剪操作。

(2) 操作步骤：

1. 点击“矩形选择”  按钮。
2. 在点云上绘制矩形，选取目标区域的点云。
3. 选中的点云呈红色高亮显示，效果如图。



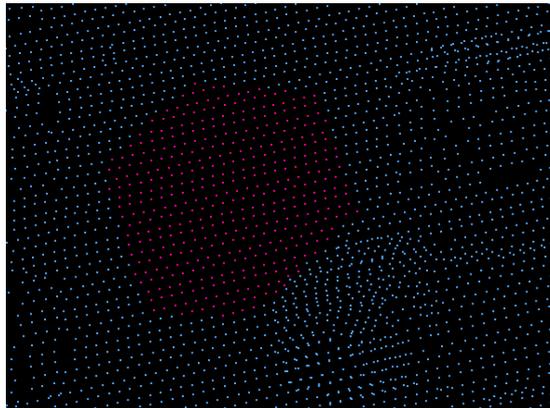
3.4.3.3. 多边形选择

(1) 功能描述:

绘制多边形的形状对点云进行选择, 选中的点云会高亮显示, 用以后续裁剪操作。

(2) 操作步骤:

1. 点击“多边形选择”按钮。
2. 在点云上绘制矩形, 选取目标区域的点云。
3. 选中的点云呈红色高亮显示, 效果如图。



3.4.3.4. 减选

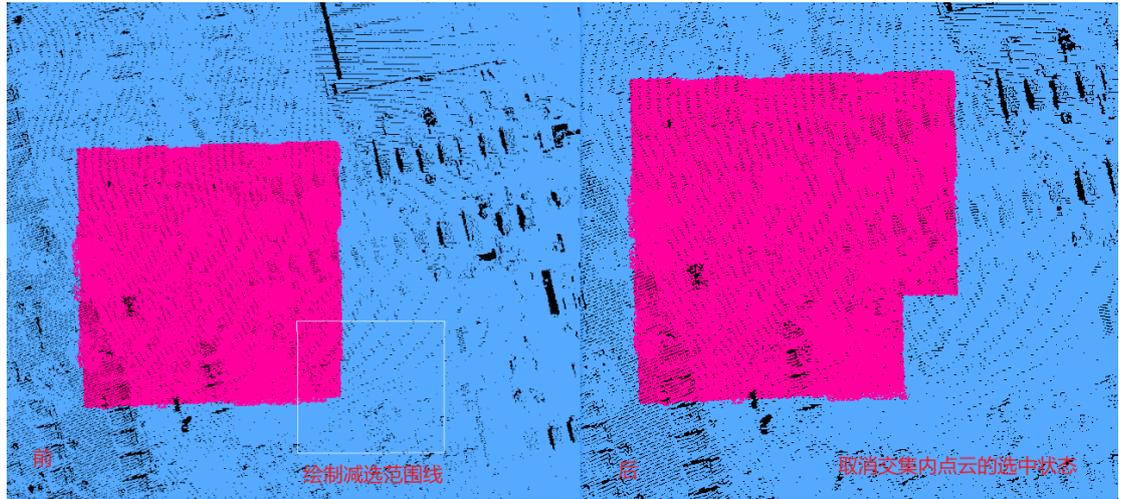
(1) 功能描述:

减选是指对当前选择工具起作用, 表示当前的选择状态, 用以控制被选择的区域是加选还是减选, 该功能配合多边形选择、矩形选择、圆形选择起作用。

(2) 操作步骤:

1. 已有选中高亮的点云,
2. 选择圆形、矩形和多边形选择任意一种绘制方式;
3. 点击减选;
4. 在点云上绘制减选范围线, 双击确认后, 会自动取消“选中点云的范围区域”

与“减选范围线”交集中点云的选中状态，效果如图。



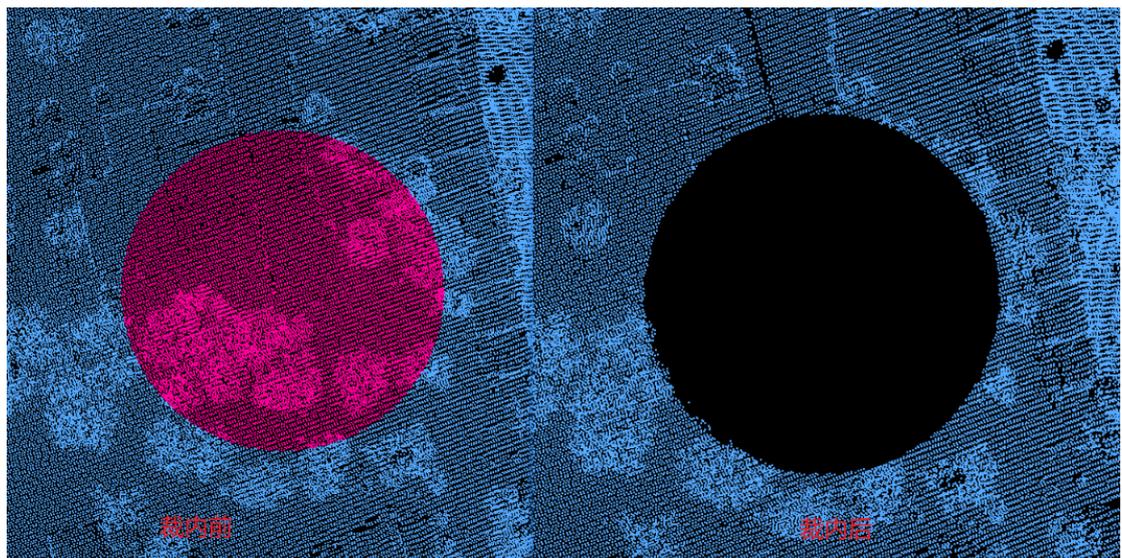
3.4.3.5. 裁内

(1) 功能描述:

按当前选择的区域,对窗口中所有点云数据进行裁切,在选择区域中的点云被裁减,选择区域外的点云被保留。

(2) 操作步骤:

1. 已有选中高亮的点云,
2. 点击裁内;
3. 选择区域内的点云被删减,之外的点云被保留,如图所示。



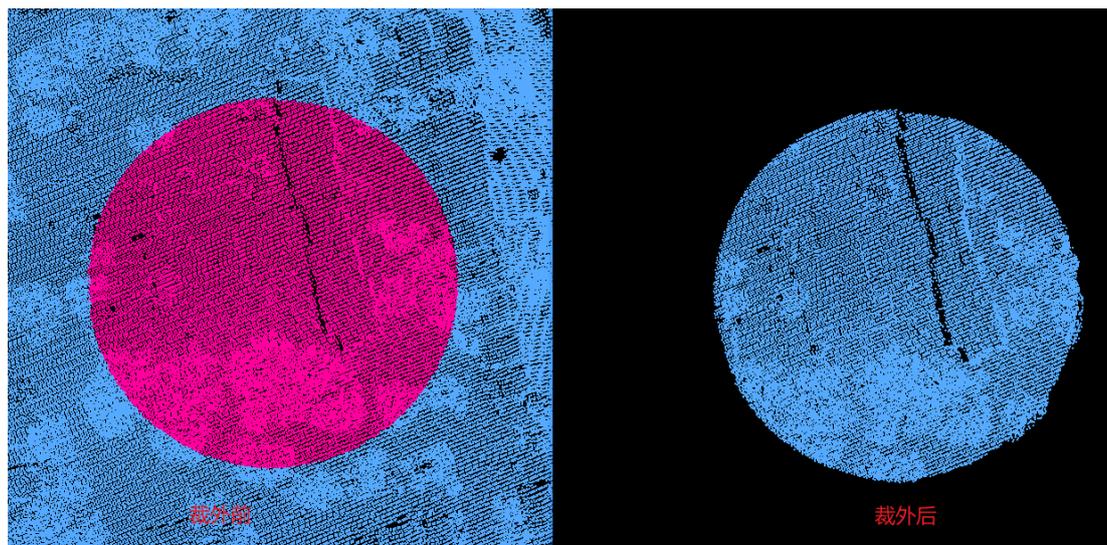
3.4.3.6. 裁内

(1) 功能描述:

按当前选择的区域,对窗口中所有点云数据进行裁切,在选择区域中的点云被保留,选择区域外的点云被裁剪。

(2) 操作步骤:

1. 已有选中高亮的点云,
2. 点击裁外;
3. 选择区域外的点云被删减,之内的点云被保留, 如图所示。



3.4.3.7. 撤销

(1) 功能描述:

取消裁剪,清除所有的裁剪效果。

(2) 操作步骤:

1. 进行选择 and 裁剪后
2. 点击撤销,软件会自动清除选中点云和裁剪后点云的效果。

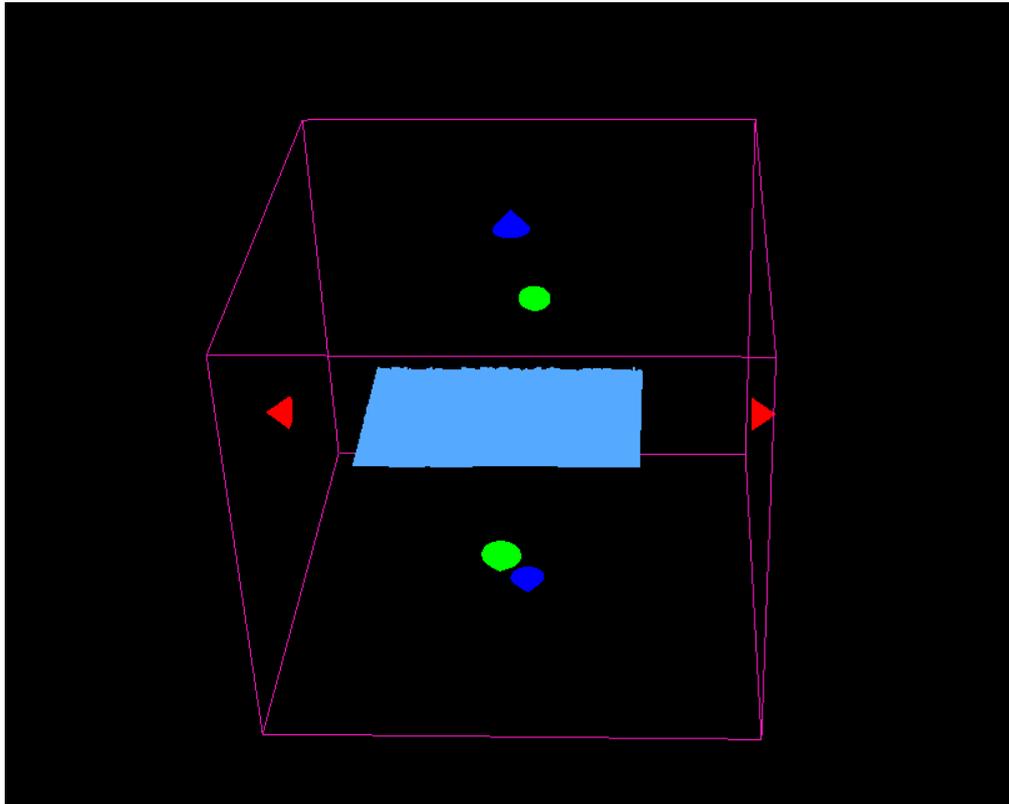
3.4.3.8. 裁剪盒

(1) 功能描述:

创建一个透明立方体,称为裁剪盒,将点云数据容纳,可以通过推动裁剪盒的每一个面来调节点云数据的显示,显示裁剪盒内的点云,隐藏裁剪盒外的点云。软件提供“旋转裁剪盒”、“平移裁剪盒”和“缩放裁剪盒”三种操作方法。注:该功能只对点云进行显示、隐藏处理,不进行裁剪操作。

(2) 操作步骤:

1. 点击“工具”下的“裁剪盒”按钮 ，显示如图。



2. 点击选择编辑裁剪盒的模式：

a. 选择缩放裁剪盒，选中裁剪盒其中某个面中心的移动靶，进行前后移动来对裁剪和缩放。

b. 选择旋转裁剪盒，转动旋转轴，对裁剪盒进行旋转调整。

c. 选择平移裁剪盒，移动方向轴，对裁剪盒进行平移调整。

3. 调整到需要的点云显示效果即可。

4. 裁剪盒外的点云自动隐藏，只显示裁剪盒内的点云。

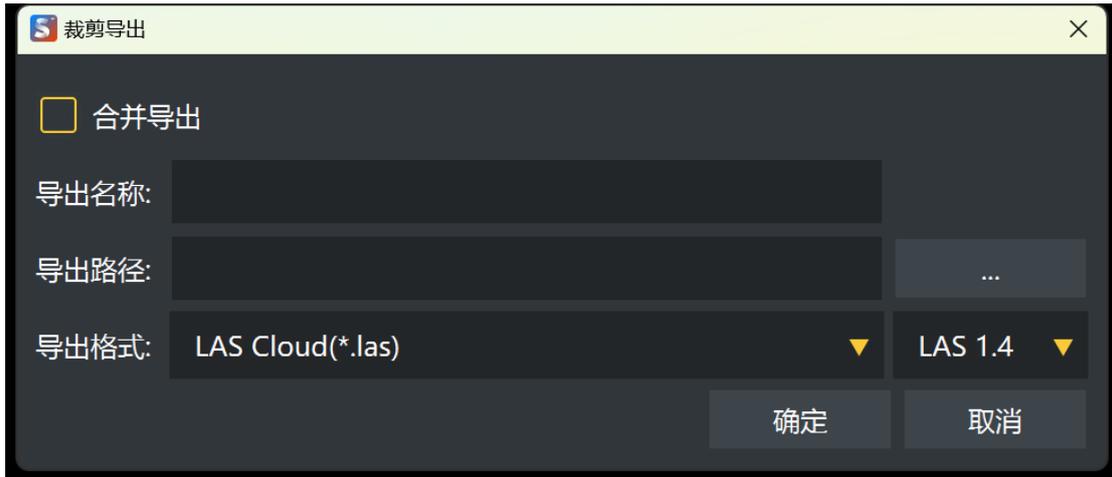
3.4.3.9. 导出结果

- (1) 功能描述：

导出结果是指裁剪后视图所显示的剩余点云。

- (2) 操作步骤：

1. 点击导出结果按钮 ，弹出对话框，如下图；



2. 设置导出路径和导出格式，点击确定；
3. 成功导出裁剪后的点云。

3.4.4. 剖面



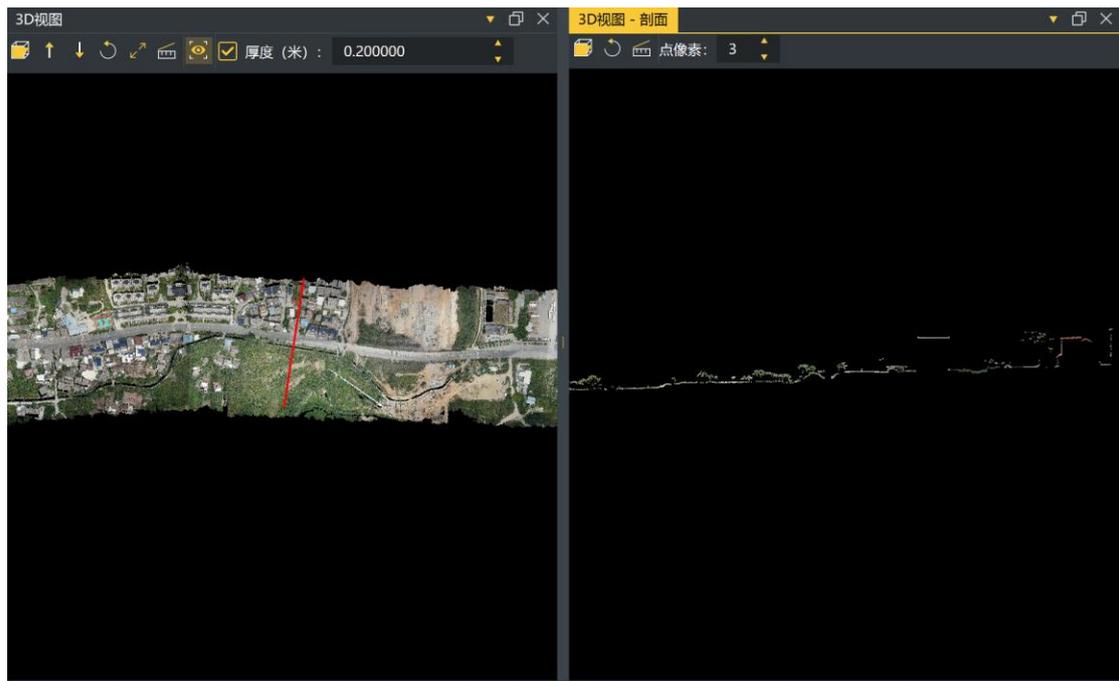
3.4.4.1. 剖面

(1) 功能描述：

开启剖面模块的功能面板，支持用户在主视图窗口中绘制一个剖面区域，将数据显示在剖面窗口中，可以设置缓冲区大小调整剖面宽度。

(2) 操作步骤：

1. 点击“剖面”  按钮。
2. 弹出剖面视图；
3. （可选）设置缓冲区厚度，勾选则表示锁定；
4. 在主视图绘制剖面线，并按设置厚度截取剖面显示到剖面视图，效果如图；



3.4.4.2. 上移剖面

(1) 功能描述:

支持用户在当前绘制的剖面基础上上移一个相同大小的剖面区域。

(2) 操作步骤:

1. 点击“上移”按钮。
2. 剖面区域按指定步长（可在剖面设置中统一设置），向上平移，同时剖面视图显示区域会自动同步刷新。

3.4.4.3. 下移剖面

(1) 功能描述:

支持用户在当前绘制的剖面基础上下移一个相同大小的剖面区域。

(2) 操作步骤:

1. 点击“下移”按钮。
2. 剖面区域按指定步长（可在剖面设置中统一设置），向下平移，同时剖面视图显示区域会自动同步刷新。

3.4.4.4. 移动剖面

(1) 功能描述:

移动剖面工具处于激活状态时，鼠标移动到窗口中绘制的剖面区域后，按下鼠标

左键，鼠标会变为手型，这时可以通过拖动改变剖面区域位置。

(2) 操作步骤：

1. 点击“下移”按钮。
2. 将鼠标放置主视图内的剖面区域内，鼠标变成手型，点击拖动剖面到目标区域，同时剖面视图显示区域会自动同步刷新。

3.4.4.5. 旋转剖面

(1) 功能描述：

支持用户按照设置的角度旋转绘制的剖面区域

(2) 操作步骤：

1. 点击“旋转”按钮。
2. 剖面区域按指定角度（可在剖面设置中统一设置），进行旋转，同时剖面视图显示区域会自动同步刷新。

3.4.4.6. 扩展剖面

(1) 功能描述：

支持用户按照设置的长度扩展绘制的剖面区域长度。若用户设置为负数，则会缩小绘制的剖面区域长度。

(2) 操作步骤：

1. 点击“扩展”按钮。
2. 剖面区域按指定步长（可在剖面设置中统一设置），向两边扩展，同时剖面视图显示区域会自动同步刷新。

3.4.4.7. 剖面设置

(1) 功能描述：

支持对剖面移动、旋转、扩展步长进行调整设置

(2) 操作步骤：

1. 点击“设置”按钮，弹出设置窗口；



2. 支持设置移动步长、旋转步长、扩展步长等功能；
3. 点击确定，设置成功；
4. （可选）点击取消，关闭窗口；

3.4.4.8. 剖面视图

(1) 功能描述：

支持对剖面窗口的视角进行调整，软件提供前视图、左视图、后视图、右视图四种视角方式。

(2) 操作步骤：

1. 在剖面视图下，设置为某个固定视图；



2. 剖面按设置视图方式进行显示；

3.4.4.9. 旋转状态

(1) 功能描述：

支持对剖面窗口的视角进行锁定和解锁，默认状态剖面不支持选转，可通过选装状态进行切换；

(2) 操作步骤：

1. 在剖面视图下，选择旋转按钮  点像素： 3  ；

2. 剖面可以进行旋转操作；
3. 再次点击，剖面视图将固定该视角，进入 2d 状态，不可旋转。

3.4.4.10. 剖面测量

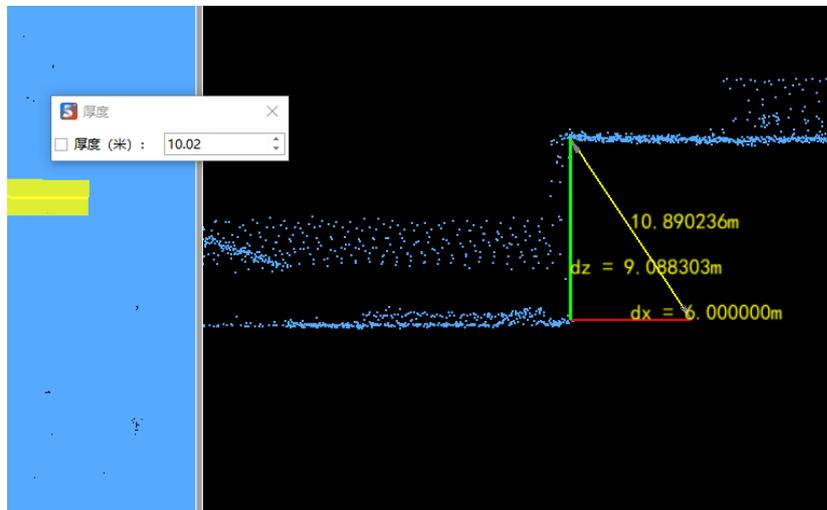
(1) 功能描述：

支持在剖面窗口下进行量测。

(2) 操作步骤：



1. 点击剖面测量工具；
2. 在剖面窗口进行测量，显示效果如图所示；



3.4.5. 其他工具



3.4.5.1. 坐标转换

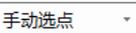
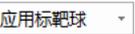
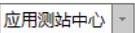
(1) 功能描述：

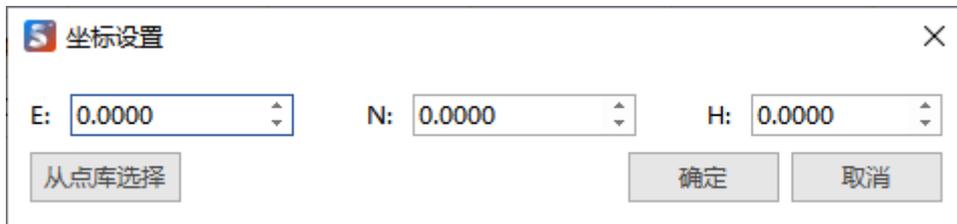
通过选定特征点位或者靶标球计算转换参数，并将点云的相对坐标转化为绝对坐标。

(2) 操作步骤:



	点名	源 X	源 Y	源 Z	目标 E	目标 N	目标 H	偏差
1	<input checked="" type="checkbox"/> 点_1	656373.6094	4773845.1875	161.0130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	<input checked="" type="checkbox"/> 点_2	656288.5469	4773716.1563	155.4050	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3	<input checked="" type="checkbox"/> 点_3	656531.7031	4773566.2813	174.2540	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

1. 点击“点云处理”菜单下的“坐标转换”按钮。
2. 通过一下方式导入点。
 - a. 选择“手动选点”  模式，拾取已知坐标的特征点，并右键设置对应的世界坐标。
 - b. 选择“应用标靶球”  模式录入识别到的标靶球点位坐标，并右键设置对应的世界坐标。
 - c. 点击“应用测站中心”  模式，导入测站中心的点位坐标。
3. 刺点三个以上后，选择刺点数据，右键设置世界坐标，弹出如下窗口；



E:	<input type="text" value="0.0000"/>	N:	<input type="text" value="0.0000"/>	H:	<input type="text" value="0.0000"/>
<input type="button" value="从点库选择"/>		<input type="button" value="确定"/>		<input type="button" value="取消"/>	

4. (可选) 手动输入世界坐标;
5. (可选) 点击“从点库中选择”，先设置导入坐标投影，再导入已知坐标数据，选择目标坐标数据，点击确定，世界坐标设置成功;

	点名	E	N	H	
1	9Pt1	440298.76800	2564781.27800	49.84400	
2	9Pt2	440298.40100	2564779.33600	49.90300	
3	9Pt3	440300.34400	2564780.80900	49.70200	
4	9Pt4	440304.64300	2564777.51400	49.78600	
5	9Pt5	440303.43000	2564776.94100	49.79900	
6	9Pt6	440304.26300	2564775.55000	49.88400	
7	9Pt7	440294.64400	2564785.30000	49.80900	
8	9Pt8	440292.95200	2564785.07600	49.81700	
9	9Pt9	440292.93000	2564783.58100	49.84600	
10	9Pt10	440287.20000	2564788.00800	49.82700	
11	9Pt11	440288.52300	2564789.69100	49.88800	
12	9Pt12	440286.82000	2564789.46600	49.89100	

6. 点击“详细报告”，弹出报告文档，可查看转换后的误差。
7. 点击“应用”，应用坐标转换。

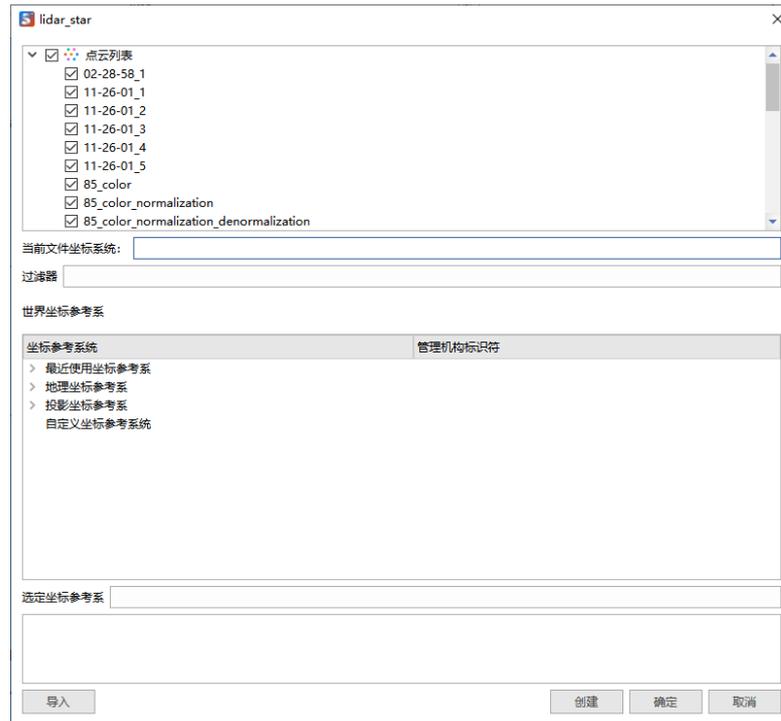
3.4.5.2. 定义坐标系

(1) 功能描述：

通过对点云数据定义投影信息，包括地理坐标（一般是经纬度坐标）和投影坐标（通过投影转换成的平面坐标）

(2) 操作步骤：

1. 点击定义坐标系  按钮，弹出如下窗口；



2. 择输入点云，输入文件可以是单个点云数据文件，也可以是多数数据文件；

3. 选择坐标参考系统，支持过滤筛选，也支持外部导入坐标系文件；

过滤：用户需要输入定义的坐标系，通过输入坐标系关键字，可以从世界坐标系列表中筛选出对应坐标系（例如：要设置点云坐标系为 WGS 84 / UTM Zone 49N, 可以在过滤选项中输入 UTM 49N 快速进行筛选, 或者输入其 EPSG 编号:32649, 实现快速查找）。也可以点击添加坐标系按钮从外部导入坐标系。

创建：用户可以自定义坐标系；

创建新的坐标参考系统

坐标系名称:

椭球参数

椭球名称:

长半轴	6378137.000000
扁率倒数	298.257222101

投影参数

投影名称:

中央子午线	-72.00000000
纬度起点	-90.00000000
东伪偏移	1500000.00
北伪偏移	0.00
比例因子	1.00000000

转换基准类型:

X轴偏移	0.000000
Y轴偏移	0.000000
Z轴旋转角	0.000000
X轴旋转角 (秒)	0.000000

导入：用户可从外部添加坐标系；

导入坐标系文件

坐标名称:

文件路径:

坐标系投影:

4. 点击确认，执行定义坐标系；

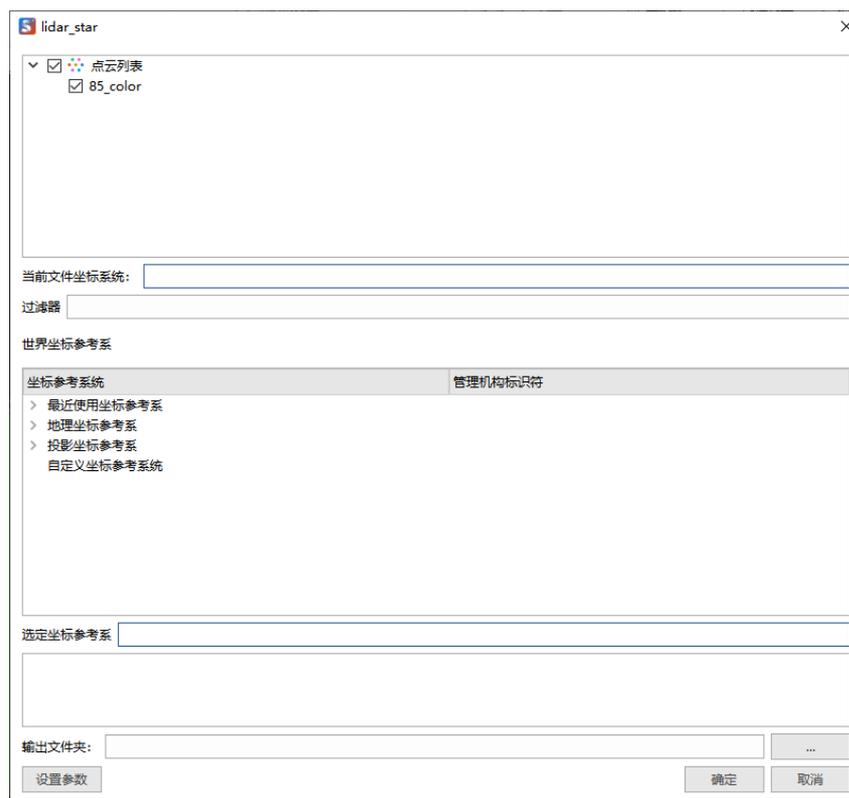
3.4.5.3. 重投影

(1) 功能描述：

可对点云进行投影转换，包括地理坐标系和投影坐标系之间的互相转换。不同的地理坐标系互相转换时，由于采用的椭球体和基准面有差异，因此，会涉及到椭球体之间的转换，本软件中提供七参数、四参数转换模型。用户可输入 X 平移、Y 平移、Z 平移、X 轴旋转、Y 轴旋转、Z 轴旋转和尺度的值进行七参数变换。

(2) 操作步骤：

1. 点击重投影  按钮，弹出如下窗口；



2. 选择目标点云，当前文件坐标系下会显示目标点云的当前坐标系；

3. 选择转换的目标坐标系，可以使用过滤，也可以使用自定义坐标系，同时点击设置参数按钮，也支持创建四参数、七参数，进行参数间的相互转换；



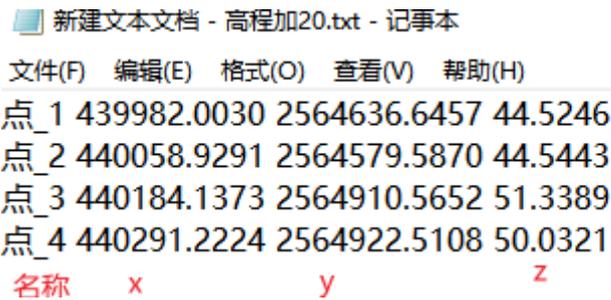
4. 点击确定，执行重投影操作；

3.4.5.4. 控制点报告

(1) 功能描述：

控制点报告工具会创建一个激光点云和地面控制点的高程差报告，可以用来检查激光点云的高程精度以及使用计算的校正值得提高激光点云的高程精度。

控制点文件是由逗号、或空格等间隔的文本文件，每一行必须包含 X、Y、Z 信息，至少需要三个控制点才能够成功创建控制点报告。

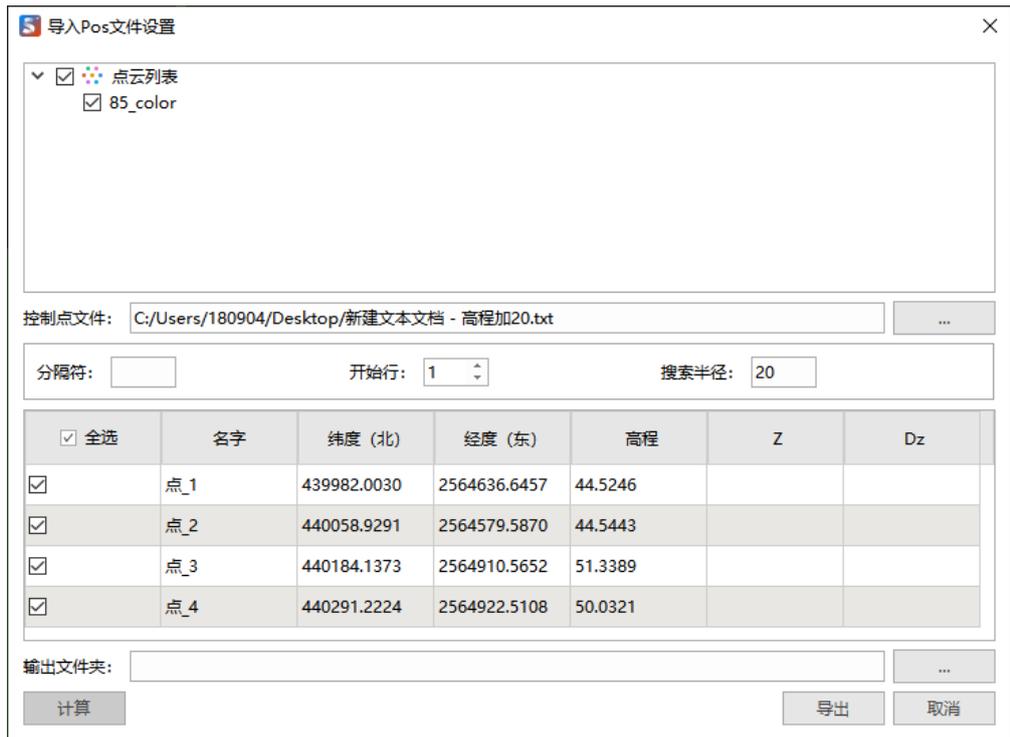


```
新建文本文档 - 高程加20.txt - 记事本
文件(F) 编辑(E) 格式(O) 查看(V) 帮助(H)
点_1 439982.0030 2564636.6457 44.5246
点_2 440058.9291 2564579.5870 44.5443
点_3 440184.1373 2564910.5652 51.3389
点_4 440291.2224 2564922.5108 50.0321
名称      x              y              z
```

报告显示使用的激光点云和高程控制点之间的高程差的信息，高程差的统计信息如高程差平均幅度、中误差、均方误差、高程差平均值以及最大最小高差值。

(2) 操作步骤：

1. 点击控制点报告  按钮；
2. 选择目标点云；
3. 导入控制点文件，如下图所示



4. 设置搜索半径，勾选需要计算的控制点，控制点不能少于三个，点击计算，表格中会计算得到每个控制点高程误差值 Dz；

5. 点击导出，导出控制点报告

3.4.5.5. 重采样

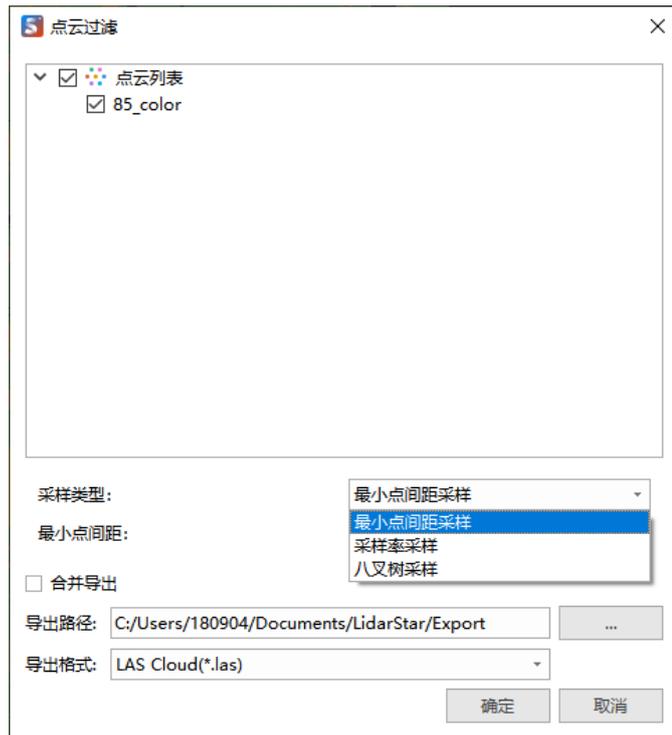
(1) 功能描述：

将点云进行重采样，即按指定规则减少点云数量，提供了三种重采样方法：最小点间距、采样率、八叉树。

(2) 操作步骤：

1. 点击重采样  按钮；

2. 选择目标点云；



3. 选择采样类型，设置相关参数：

最小点间距（默认，默认为“0.0000”）：用户需要设置两点之间的最小点间距，这样采样后的点云任意两个点之间空间三维的最小距离不会小于该值。设置的值越大，保留的点越少。

采样率（默认为“99.99%”）：需要用户设置保留点数的百分比，在此模式下，软件会随机的保留指定的点数。保留的点数 = 总点数 * 采样率。该参数的取值范围为 0 - 100%，设置的值越小，保留的点越少。

八叉树（默认为 21）：该模式允许用户选择一种“八叉树”的细分级别，在这个级别上，对于每个八叉树的细胞中，将会保留最接近于八叉树细胞中心的位置点。范围：1~21。设置的值越小，保留的点越少。

4. 设置输出路径：

5. 点击导出，导出重采样之后的点云。

3.4.5.6. 点云统计滤波

(1) 功能描述：

通过统计滤波方法，对点云进行过滤。

原理：

对每个点的邻域进行统计分析,则点云中所有点的距离假设构成高斯分布,其形状由均值 μ 和标准差 σ 决定。设点云中的第 n 个点坐标为 $P_n(X_n, Y_n, Z_n)$, 该点到任意一点 $P_m(X_m, Y_m, Z_m)$ 的距离为:

$$S_i = \sqrt{(X_n - X_m)^2 + (Y_n - Y_m)^2 + (Z_n - Z_m)^2}$$

计算遍历每个点到任意点之间距离的平均值公式为:

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i$$

标准差为:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (S_i - \mu)^2}$$

设标准差倍数为 std , 算法实现过程中仅需输入 k 和 std 两个阈值, 当某点临近 k 个点的平均距离在标准范围 $(\mu - \sigma \cdot std, \mu + \sigma \cdot std)$ 内时保留该点, 不在该范围内定义为离群点删除。

(2) 操作步骤:

1. 点击点云统计滤波  按钮;
2. 选择目标点云;



3. 设置相关参数：领域点个数，标准差倍数；
4. 设置输出路径；
5. 点击导出，导出统计滤波之后的点云。

3.4.5.7. 点云半径滤波

(1) 功能描述：

通过半径滤波方法，对点云进行过滤。

原理：

为输入的点云中每一个点设定一个范围(半径为 r 的圆)，如果在该范围内没有达到某一个设定的点数值，则该数据点将会被删除，重复上述此过程直到最后一个数据点，即完成该滤波过程。

(2) 操作步骤：

1. 点击点云半径滤波  按钮；
2. 选择目标点云；



3. 设置相关参数：搜索半径，半径内点数；
4. 设置输出路径；
5. 点击导出，导出半径滤波之后的点云。

3.4.5.8. 抽稀

(1) 功能描述:

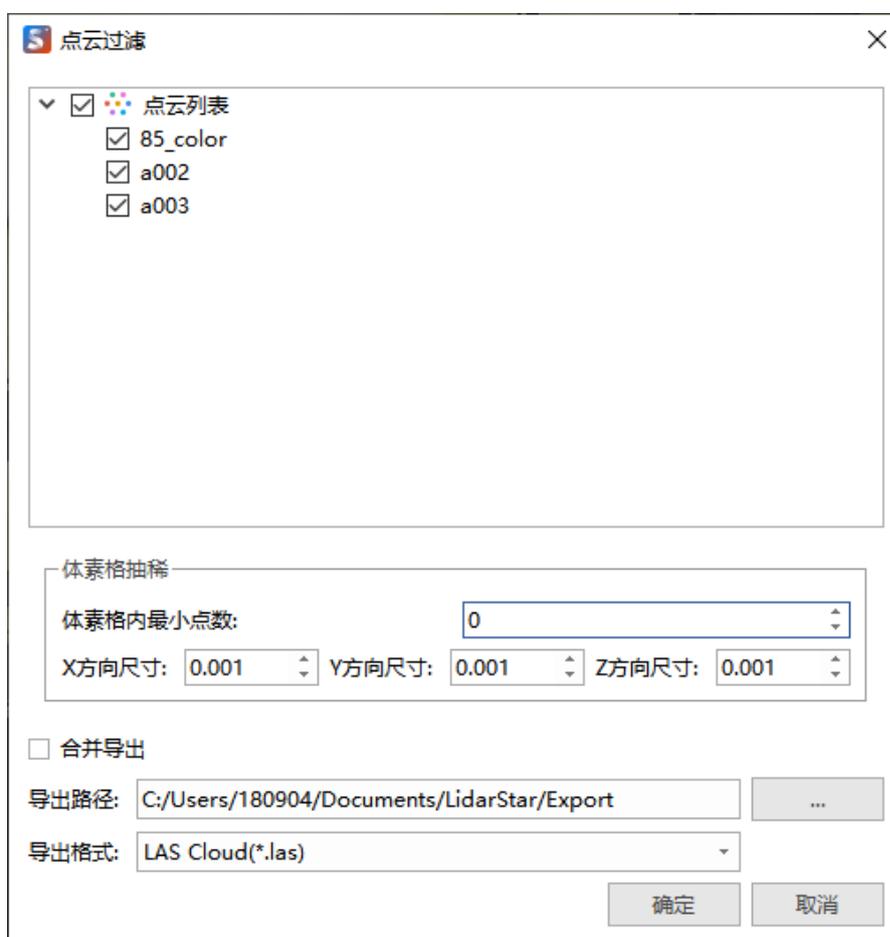
通过体素格抽稀方法，对点云进行过滤。

原理:

通过设置体素格尺寸: X、Y、Z 方向的值创建一个三维体素栅格 (可把体素栅格想象为微小的空间三维立方体的集合) 对输入的点云数据进行分块, 然后在每个体素 (即三维立方体) 内, 用体素中所有点的重心来近似显示体素中的其他点, 这样体素内所有点就用一个重心点最终表示。若体素格中的点数量大于设定的点数阈值, 则采用每个体素格中离体素格中心最近的点来替代整个体素格, 其他点则不保留; 反之若体素格中的点数量大于设定的点数阈值, 则直接过滤掉该体素中的所有点不进行采样。

(2) 操作步骤:

1. 点击抽稀  按钮;
2. 选择目标点云;



3. 设置相关参数:

体素格内最小点数;若体素格内点数小于该值,则保留体素格中心最近的一点,否则全部过滤;

X 方向尺寸: 体素格立方体 x 轴方向的尺寸;

Y 方向尺寸: 体素格立方体 y 轴方向的尺寸;

Z 方向尺寸: 体素格立方体 z 轴方向的尺寸;

4. 设置输出路径:

5. 点击导出, 导出抽稀之后的点云。

3.5. 架站测量



图 3.5-1 架站测量

3.5.1. 导入 sls

1. 功能描述:

将地面站仪器的激光扫描数据(已后缀为sls结尾的文件夹)导入到预处理管理器面板。

名称	修改日期	类型	大小
00328-001.sls	2024/4/1 14:02	文件夹	
00328-002.sls	2024/4/1 14:02	文件夹	
00328-003.sls	2024/4/1 14:02	文件夹	
00328-004.sls	2024/4/1 14:02	文件夹	
00328-005.sls	2024/4/1 14:02	文件夹	
00328-006.sls	2024/4/1 14:02	文件夹	
00328-007.sls	2024/4/1 14:02	文件夹	

图 3.5-2 架站式三维激光扫描仪扫描数据文件

2. 操作步骤:

1) 使用鼠标单击



导入按钮



图 3.5-3 数据导入窗口

2) 选择目标扫描数据文件夹进行导入（也支持多选文件夹直接拖入进行加载）



图 3.5-4 数据导入面板

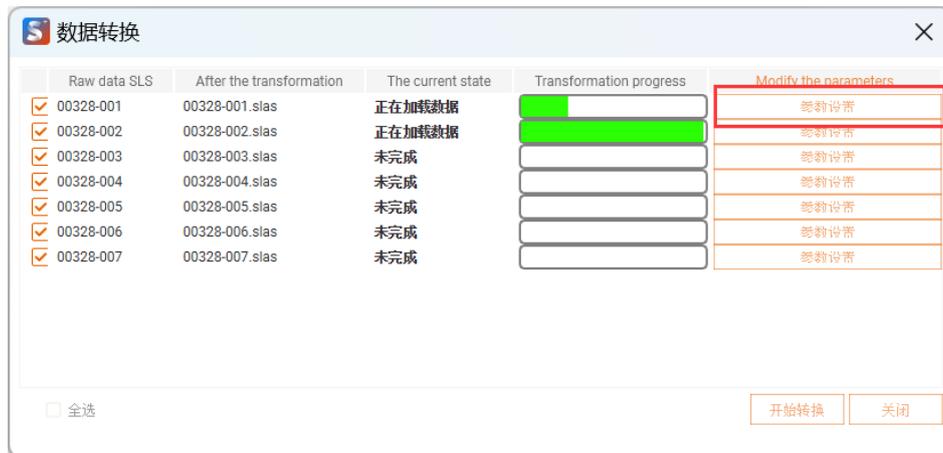


图 3.5-5 可对单独测站进行参数的设置

00328-001导入设置	
导入选项	
是否使用倾斜补偿	是
是否使用罗盘	否
是否使用GPS	否
是否使用相机	是
是否使用高度计	否
是否强度自适应	是
保存路径选项	工程路径
过滤设置	
距离过滤	智能
反射强度过滤	智能
1500/1000米测站上空噪点过滤	是
1500/1000米测站下方噪点过滤	是
远距离散点过滤	智能
测站上方过滤角度	0
测站下方过滤角度	0
经纬网抽稀	否
平面过滤	否

图 3.5-6 导入设置

在图 3.5-3 中可对测站的导入进行设置，包括导入选项和过滤设置；可应用到单站，也可应用到全部。

导入成功后，会在预处理管理器面板的地面站工作空间下生成对应数据的子节点。



图 3.5-7 工作空间

3. 点击开始转换

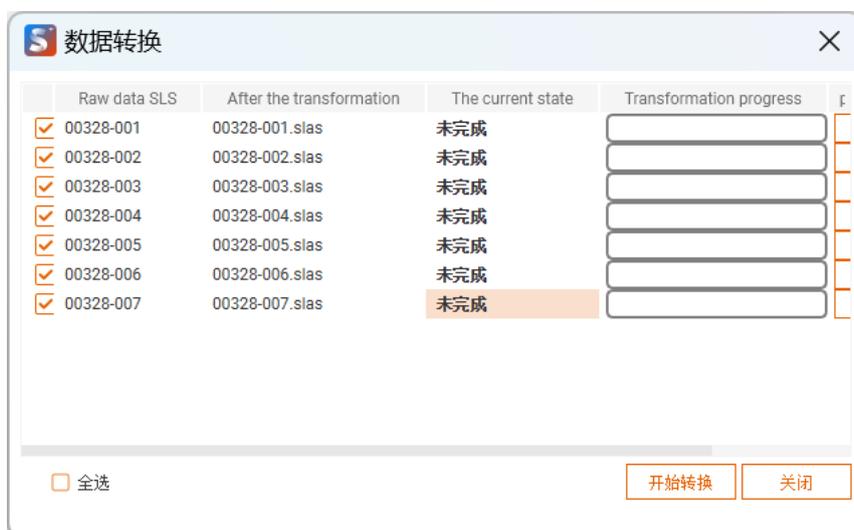


图 3.5-8 开始转换

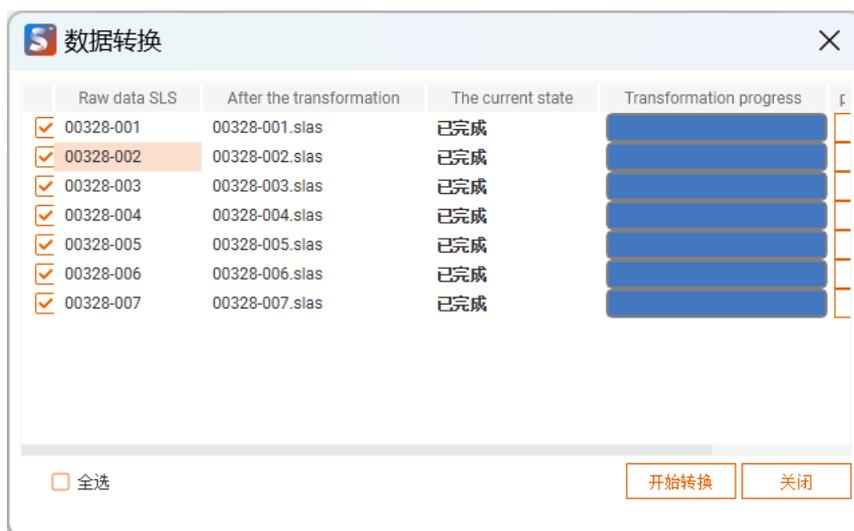


图 3.5-9 转换完成

到此就完成了原始数据的导入。

3.5.2. 自动拼接

1. 点击架站测量—自动拼接

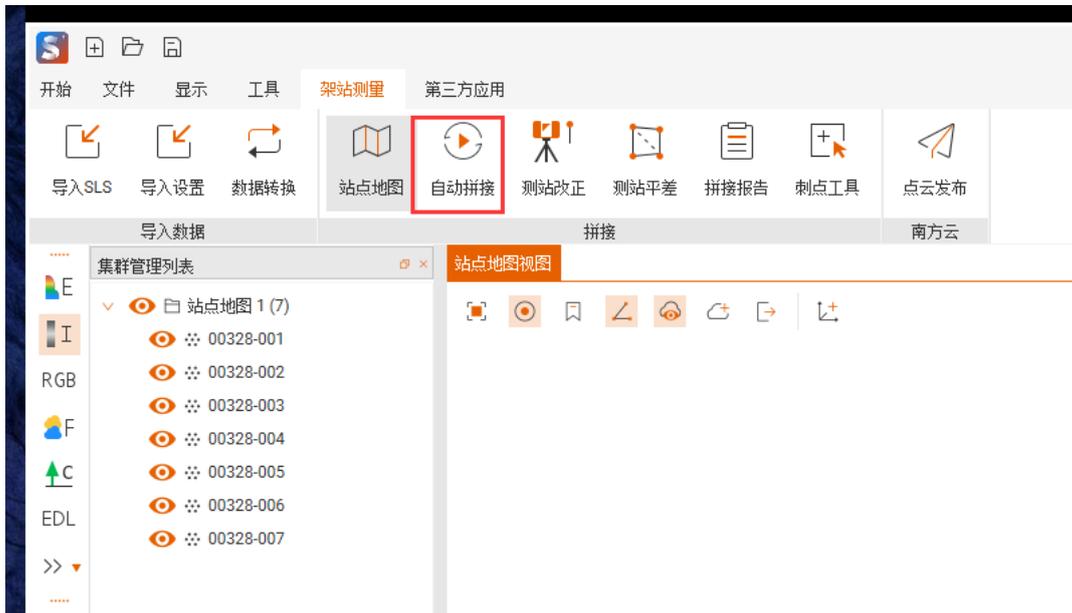


图 3.5-10 点击自动拼接

2. 弹出拼接初始化设置窗口，根据实际情况选择数据初始化类型、测量范围；点击处理；

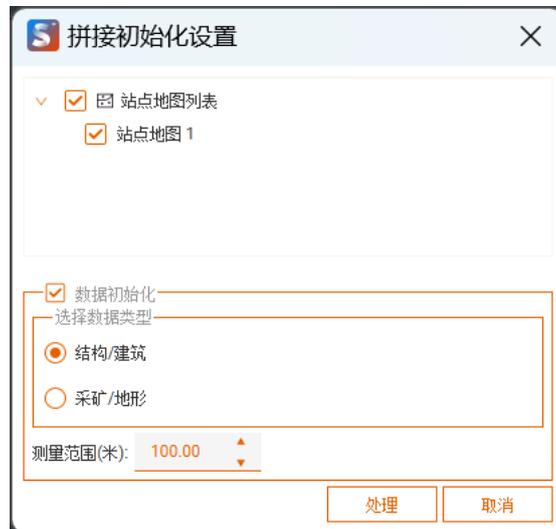


图 3.5-11 拼接初始化设备窗口

3. 数据初始化，等待数据初始化完成；

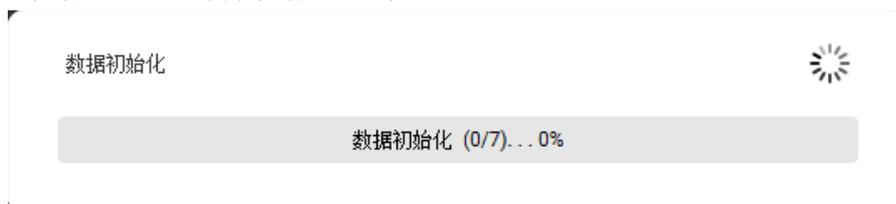


图 3.5-12 数据初始化

4. 初始化完成后，进行自动拼接，等待自动拼接完成；



图 3.5-13 自动拼接

5. 自动拼接完成。

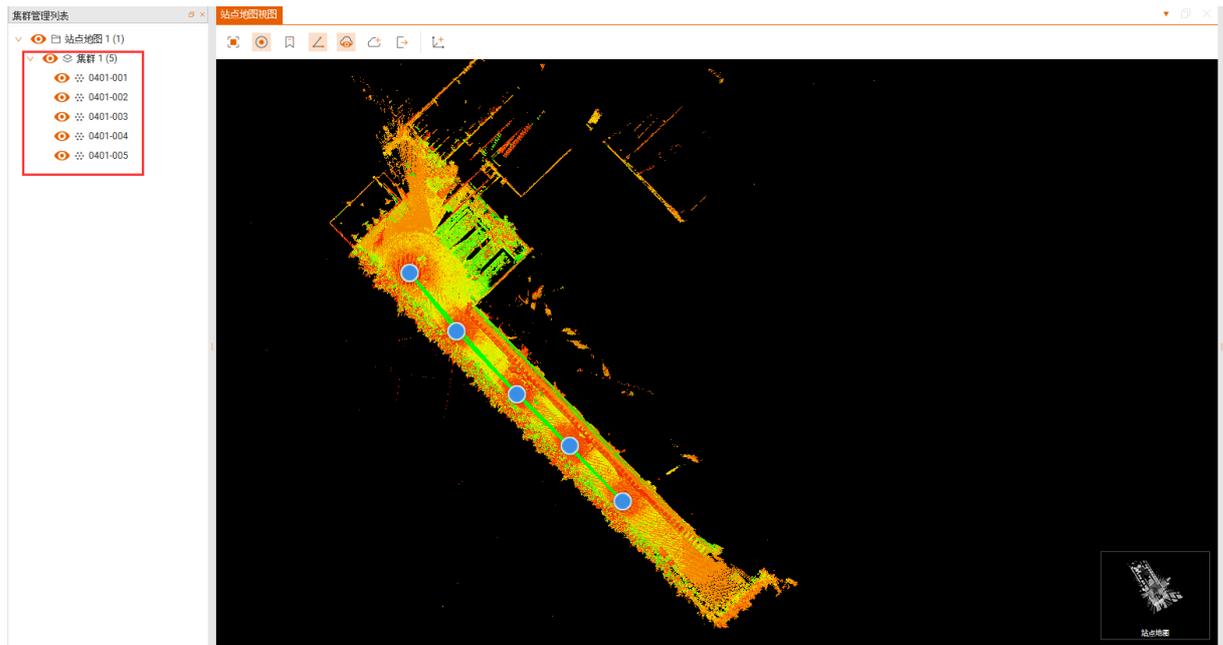


图 3.5-14 完成自动拼接

6. 测站平差。点击测站平差；

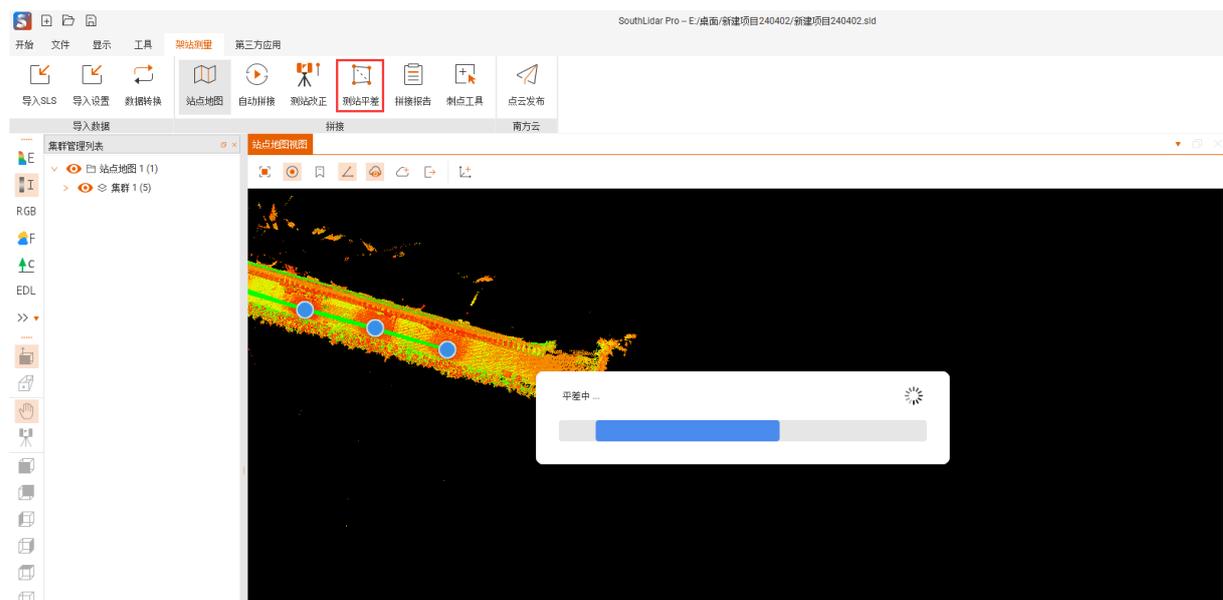


图 3.5-15 测站平差

7. 查看拼接报告。点击拼接报告，提示导出成功是否打开；

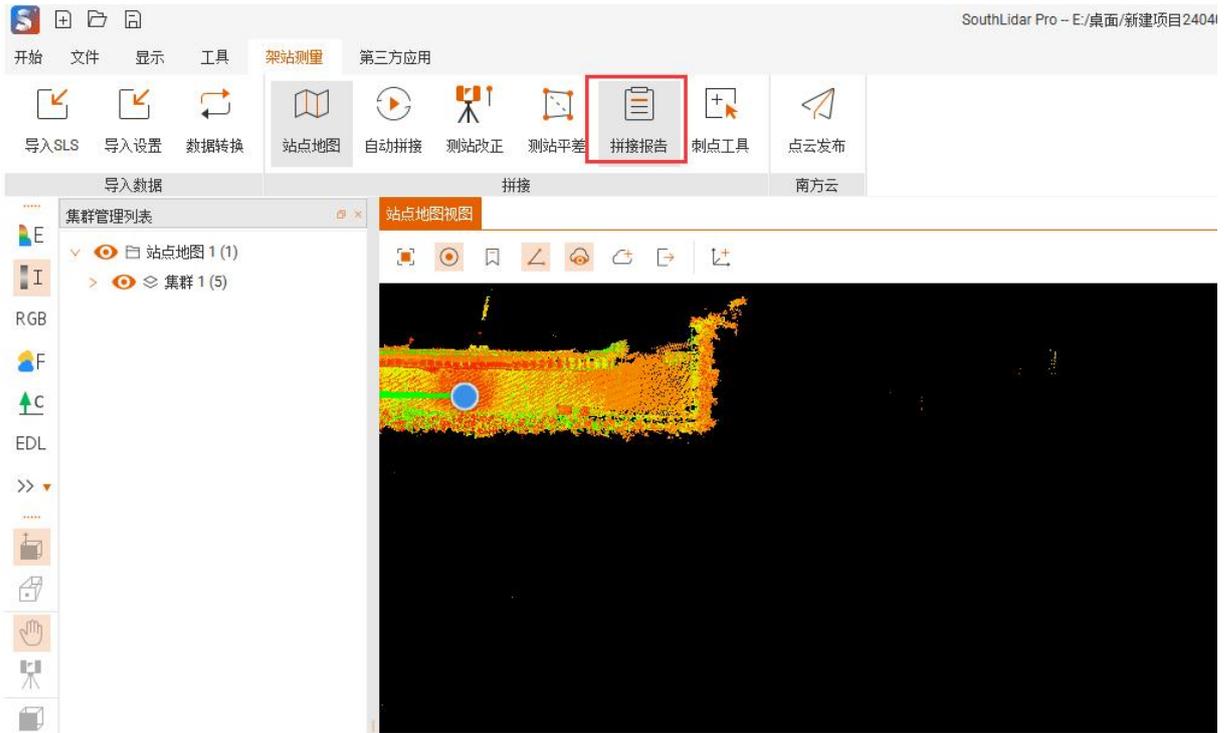


图 3.5-16 点击拼接报告



配准报告

项目名称: 新建项目240402

报告时间: 2024-04-02 10:56:27

执行标准:

	合格	检查	错误
连接误差	< 30 mm	30-100 mm	> 100 mm
重叠率	> 25 %	10-25 %	< 10 %

1. 报告统计

最大误差(mm)	10.39
平均误差(mm)	5.74
最小重叠率(%)	37.12
扫描数量	5
扫描连接边数	8

图 3.5-17 配准报告

到此自动拼接结束。

3.5.3. 手动拼接

1. 启动手动拼接。点击站点地图（架站测量工具栏）——选择任意两个测站（按住 Ctrl 键）——右下角点击手动连接，完成手动拼接的启动；

- 1) 点击站点地图（架站测量工具栏）

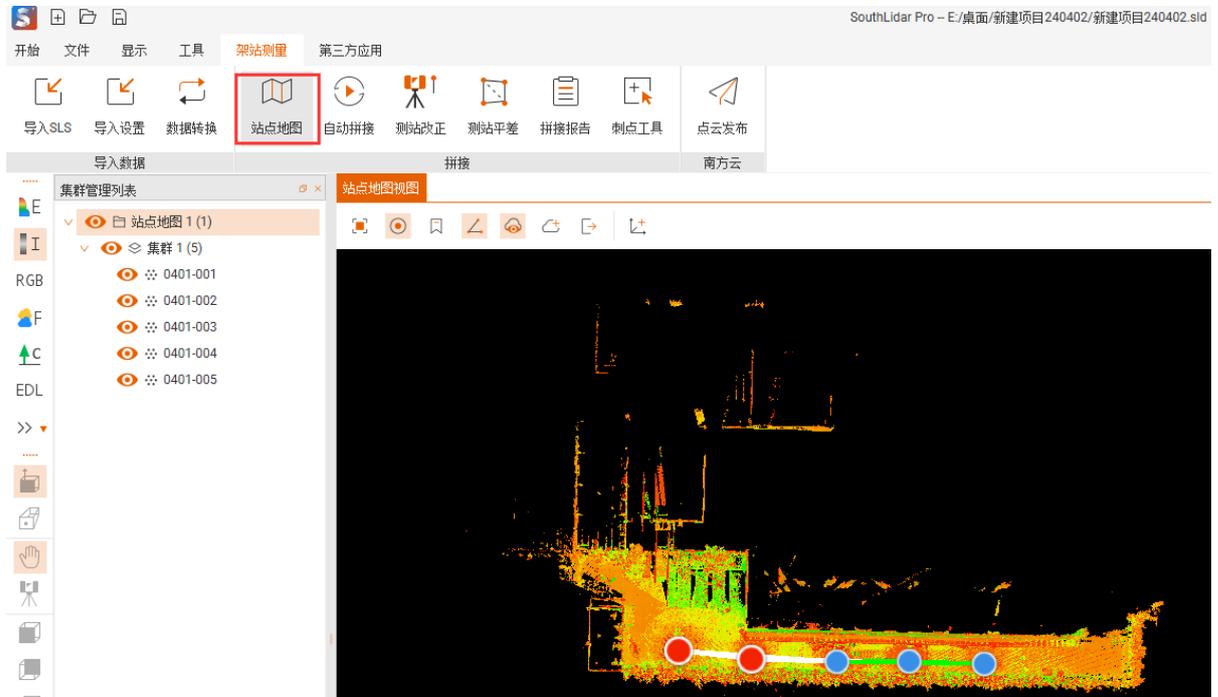


图 3.5-18 点击站点地图

- 2) 选择任意两个测站（按住 Ctrl 键）——右下角点击手动连接



图 3.5-19 选择任意两个测站（按住 Ctrl 键）——右下角点击手动连接

3) 启动手动拼接:

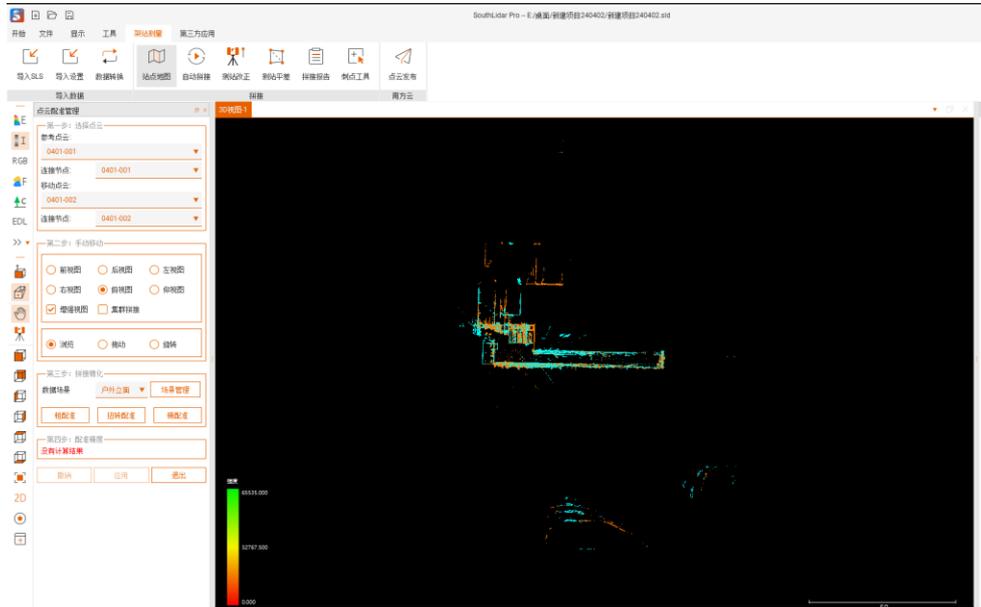


图 3.5-20 手动拼接窗口

2. 选择点云。选取对应参考点云和移动点云:



图 3.5-21 选取对应参考点云和移动点云

3. 手动移动。选择不同的视图、移动方式以及不同的拼接精细化方式，完成测站点云在 x、y、z 三个方向上的对齐（拼接）:



图 3.5-22 手动移动

- 1) 选择侧视图，完成不同测站点云在 Z 方向上的对齐（拼接）；移动方式选择拖动/旋转。鼠标中键（滚轮）可以任意缩放视图；



图 3.5-23 完成点云 Z 方向对齐

- 2) 选择俯视图，拖动或者旋转移点云，完成点云在 x、y 方向上的对齐；在使用旋转移点云工具时，双击鼠标左键可改变旋转中心；

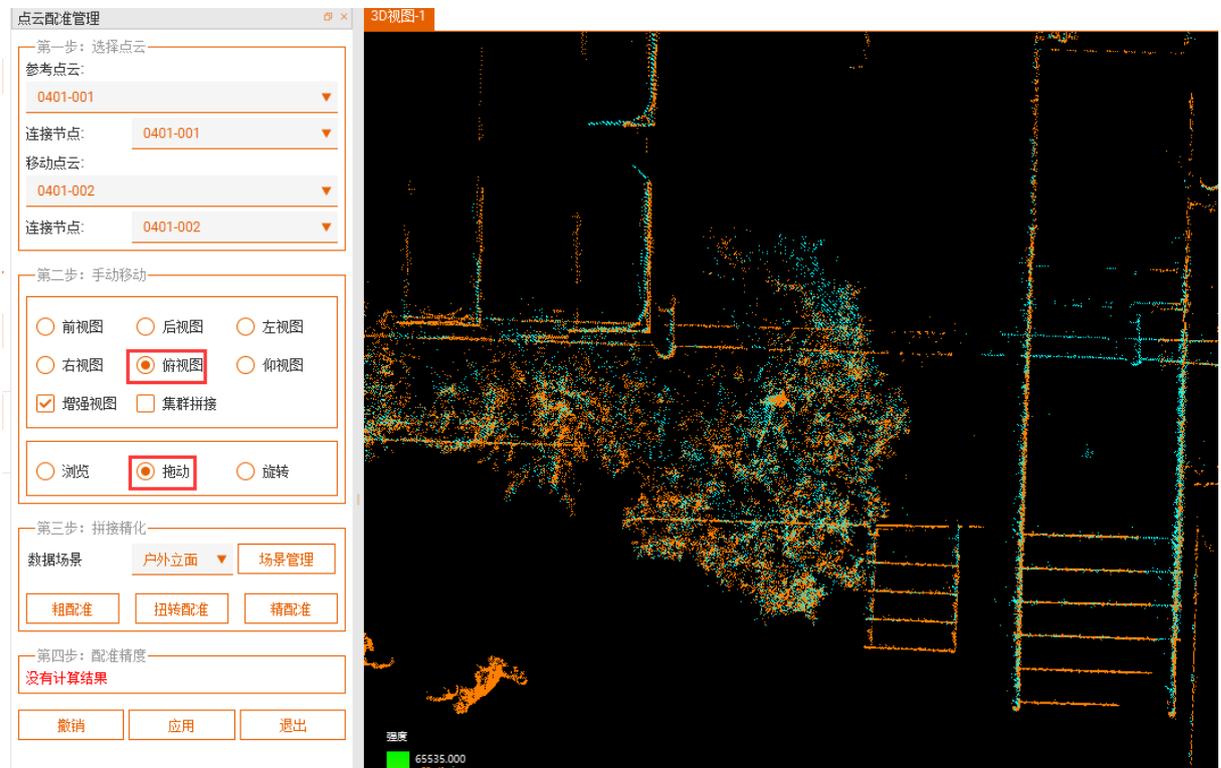


图 3.5-24 选择俯视图，拖动工具

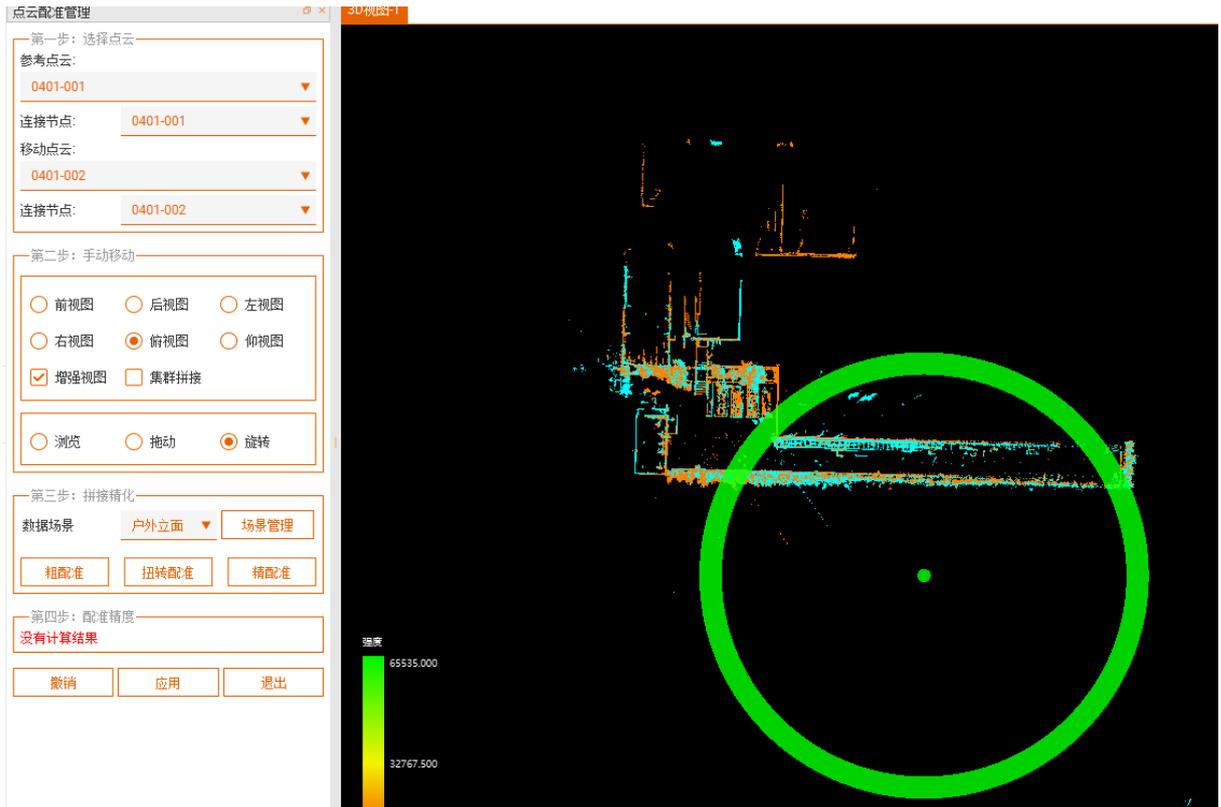


图 3.5-25 双击鼠标中键改变旋转中心

- 3) 拼接精细化。选择数据场景及拼接精细化方式，完成精细化拼接；



图 3.5-26 拼接精细化

- 4) 配准精度。评价配准精度，其中平均距离仅供参考；最后点击应用即可退出手动拼接。



图 3.5-27 配准精度评价及应用

4. 测站平差。点击测站平差；

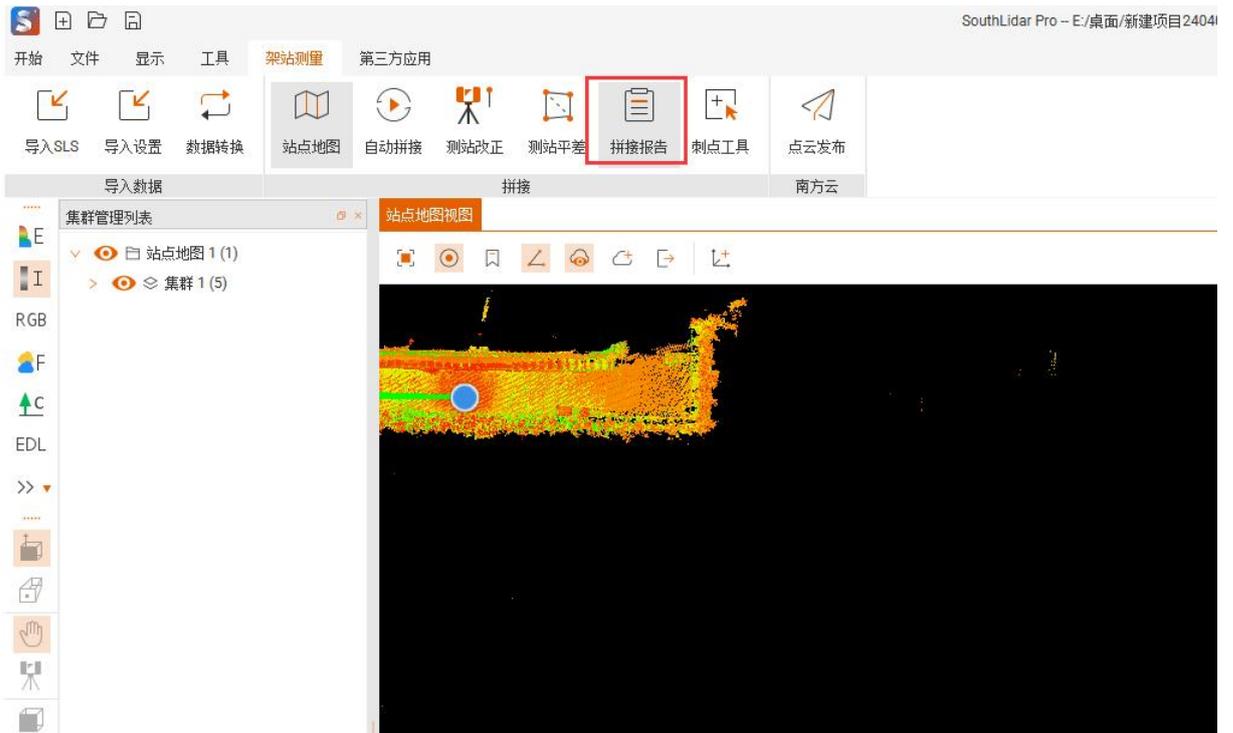


图 3.5-28 测站平差

5. 查看拼接报告。点击拼接报告，提示导出成功是否打开；

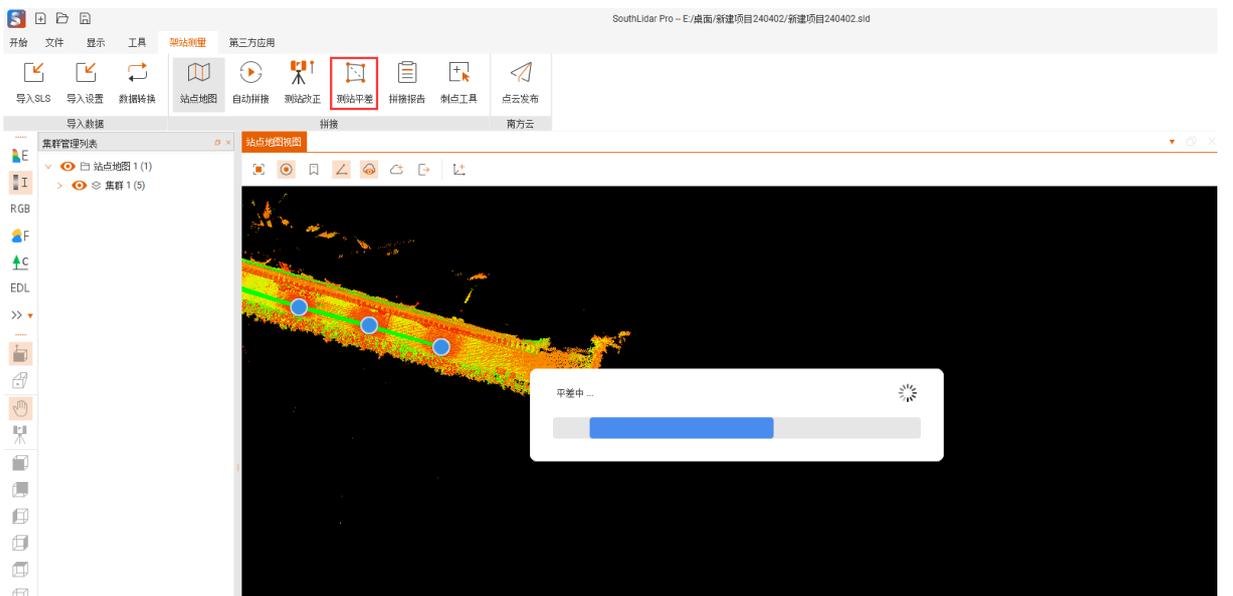


图 3.5-29 点击拼接报告

配准报告

项目名称: 新建项目240402

报告时间: 2024-04-02 10:56:27

执行标准:

	合格	检查	错误
连接误差	< 30 mm	30-100 mm	> 100 mm
重叠率	> 25 %	10-25 %	< 10 %

1. 报告统计

最大误差(mm)	10.39
平均误差(mm)	5.74
最小重叠率(%)	37.12
扫描数量	5
扫描连接边数	8

图 3.5-30 配准报告

到此手动拼接常用操作就完成了。

3.5.4. 手动拼接—集群拼接

1. 启动手动拼接。具体操作步骤请参考 3.5.3 节第 1 小点；

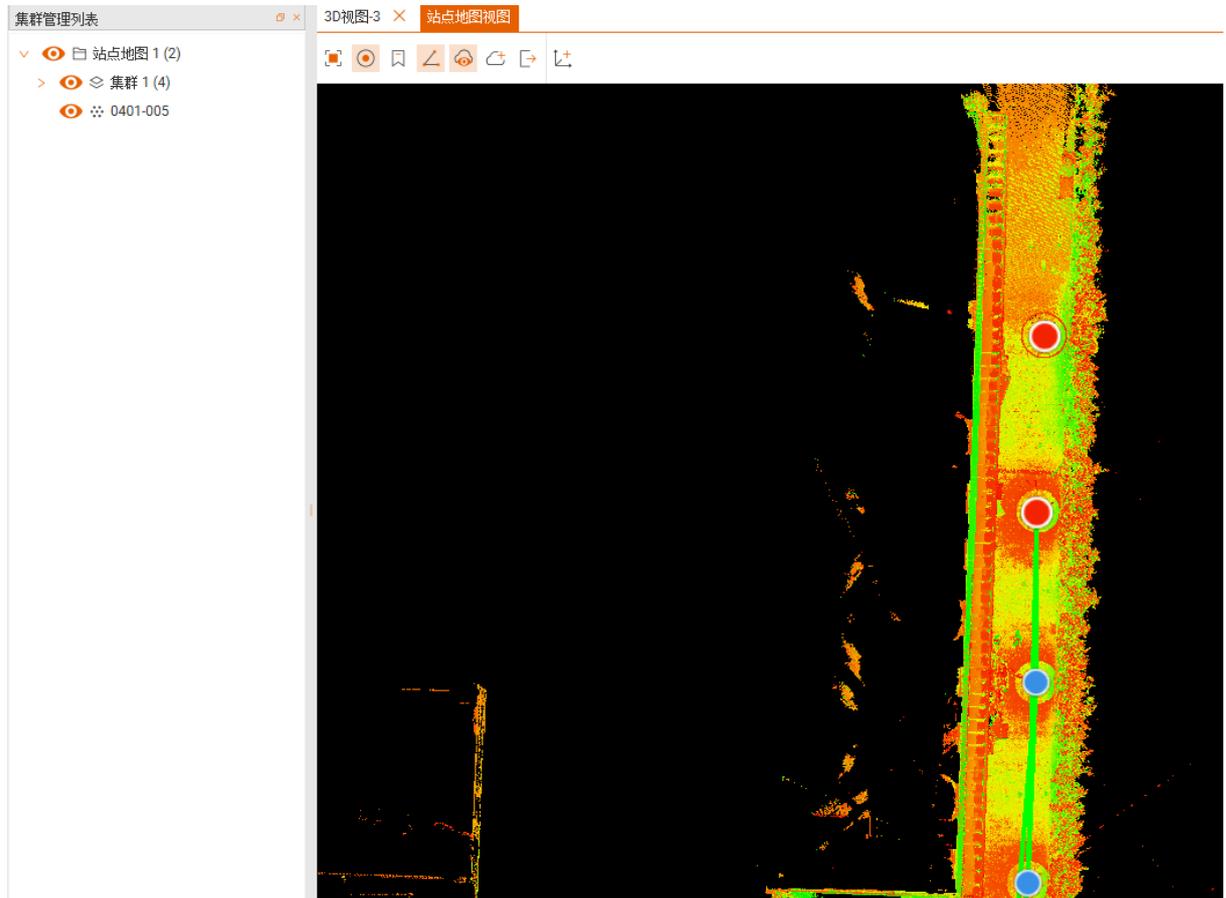


图 3.5-31 分集群

2. 勾选手动移动中的“集群拼接”

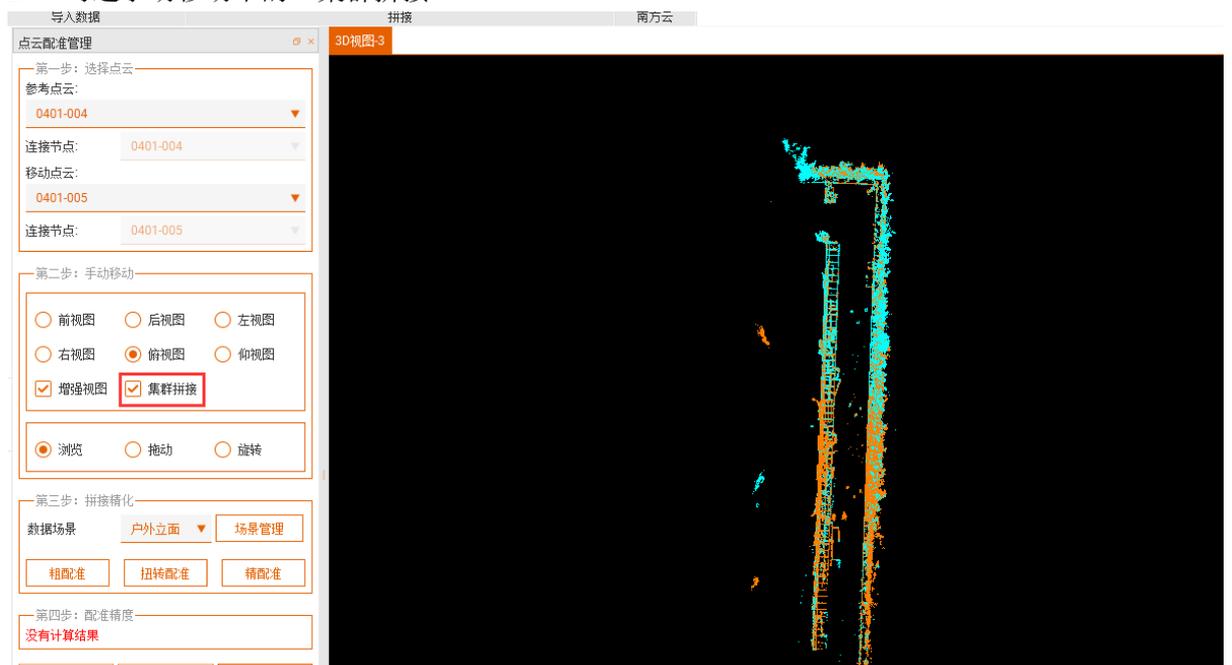


图 3.5-32 勾选集群拼接

3. 选择点云。这里的参考点云是指集群 1 里的某一站(公共连接站点)，移动点云是需要融合到集群 1 站点；此时连接节点不可用；



图 3.5-33 选择点云

4. 勾选集群拼接；



图 3.5-34 勾选集群拼接

5. 后续操作步骤请参考 3.5.3 节
到此整个手动拼接（连接）完成。

3.5.5. 靶球拼接

1. 启动点对连接。点击站点地图（架站测量工具栏）——选择任意两个测站（按住 Ctrl 键）——右下角点击点对连接，完成点对连接的启动；

- 1) 点击站点地图（架站测量工具栏）

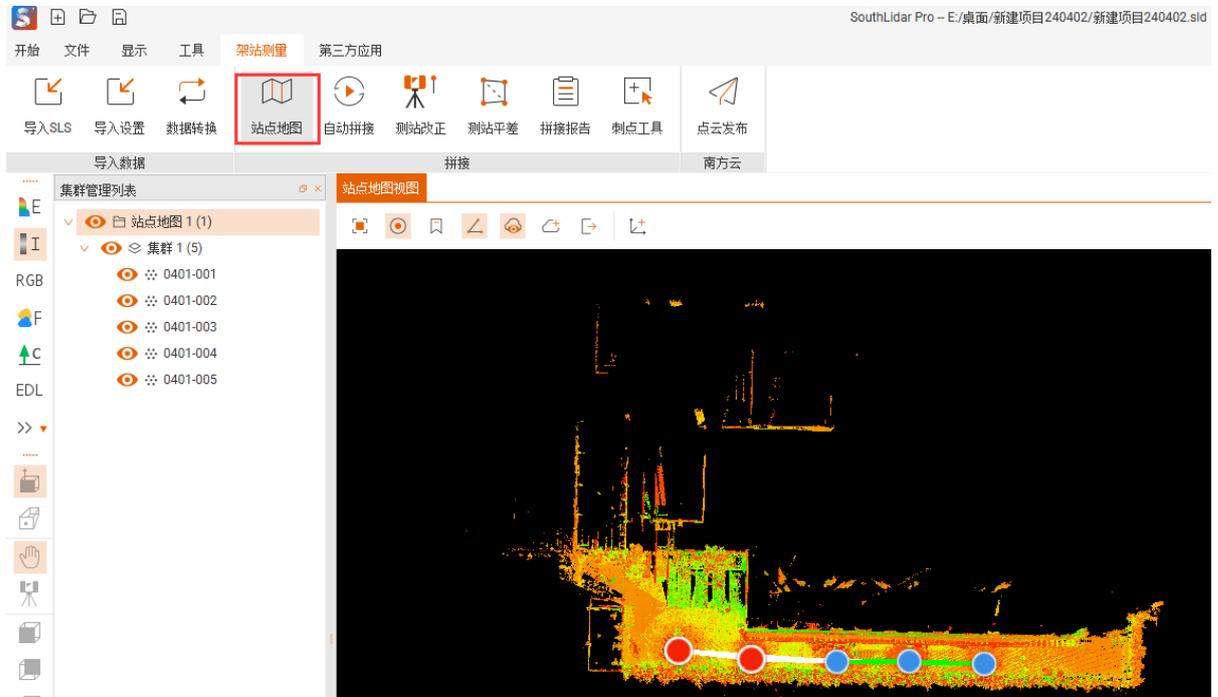


图 3.5-35 点击站点地图

- 2) 选择任意两个测站（按住 Ctrl 键）——右下角点击手动连接

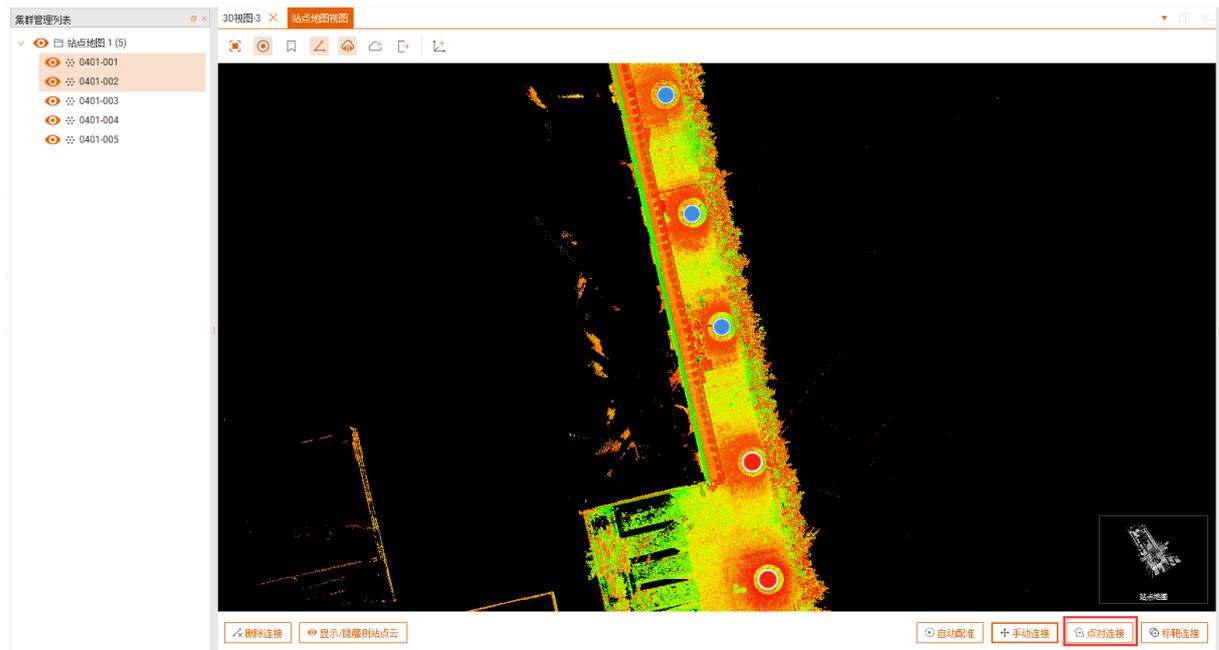


图 3.5-36 选择任意两个测站（按住 Ctrl 键）——右下角点击点对连接

2. 设置基准站。选择你 3D 视图；



图 3.5-37 设置基准站

3. 选择点云；



图 3.5-38 选择点云

4. 刺点。刺点方式有两种，由于此次演示数据中只包含靶球，故此次演示选择刺点方式则要选择标靶球；标靶点操作流程和标靶球流程相同，如使用标靶点作为刺点方式以标靶球刺点操作流程为参考；



图 3.5-39 选择刺点方式（注：标准靶球半径为 72.5mm）

5. 选择刺点工具。架站测量工具栏——点击刺点工具，激活刺点工具箱：

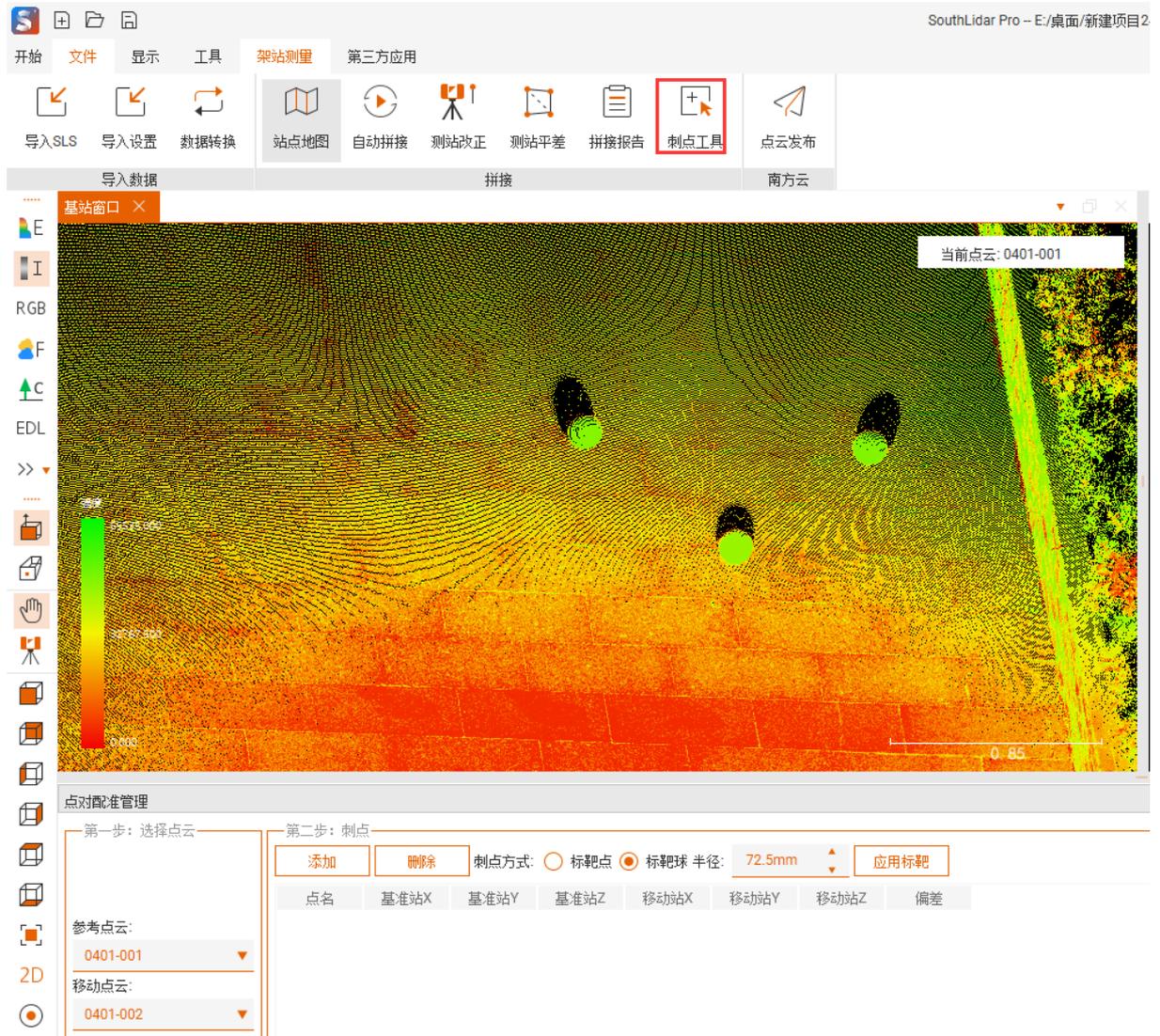


图 3.5-40 选择刺点工具

6. 激活刺点工具。选择标靶球选取：

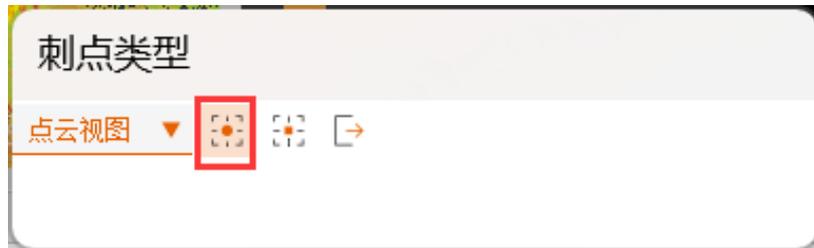


图 3.5-41 刺点类型选择

7. 添加标靶球。

- 1) 基准站窗口创建标靶球。在基准站窗口找到标靶球（点云显示（渲染）建议采用强度显示），双击靶球，就可生成标靶球；名称可自定义，建议保持默认；点击保存，基准站标靶球就提取好了；

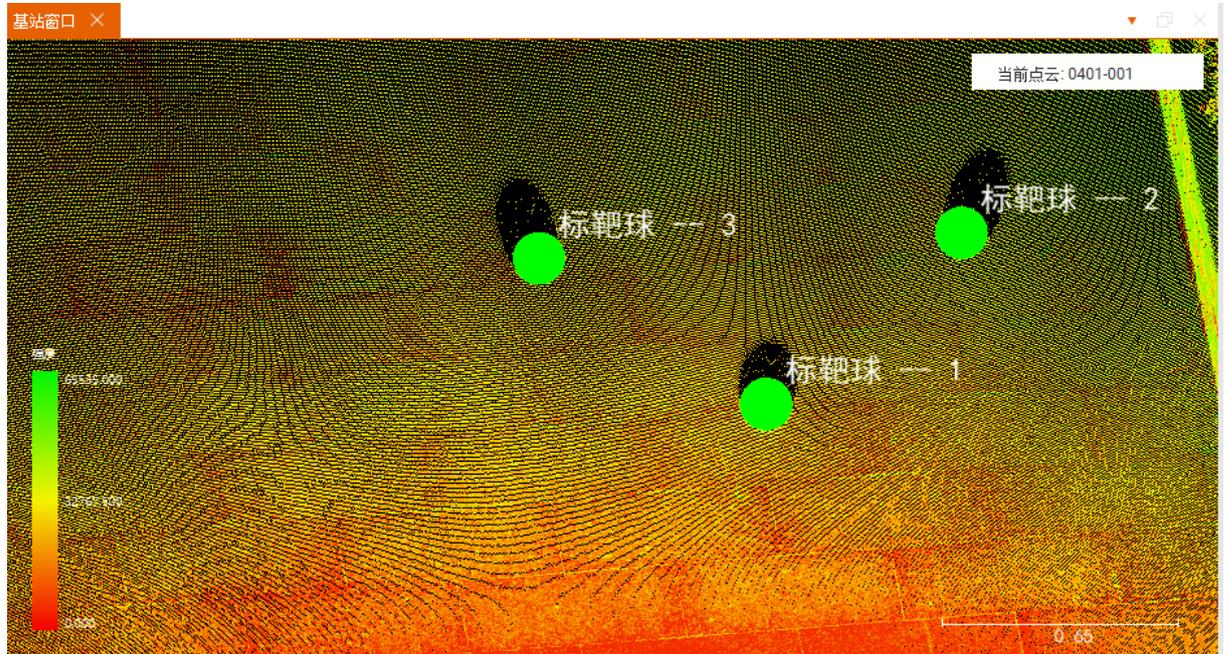


图 3.5-42 基准站窗口



图 3.5-43 标靶球命名及保存

- 2) 移动站窗口创建标靶球。在移动站窗口找到标靶球（点云显示（渲染）建议采用强度显示），双击靶球，就可生成标靶球；名称可自定义，建议保持默认；点击保存，移动站标靶球就提取好了；

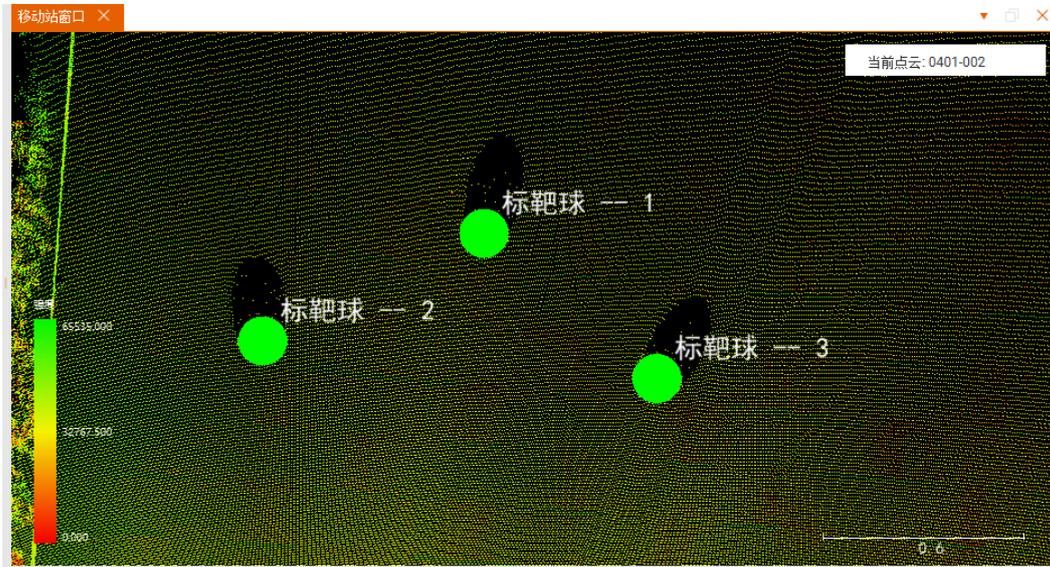


图 3.5-44 移动窗口

特别注意：基准站和移动站选取的标靶球一定要是同一组标靶球；

8. 应用标靶球。注意偏差值大小，如果太大，则证明基准站和移动站标靶球选择不准确或选择错误，需要重新选择然后去拟合；

第二步：刺点

添加		删除		刺点方式: <input checked="" type="radio"/> 标靶点 <input type="radio"/> 标靶球		半径: 72.5mm		应用标靶	
点名	基准站X	基准站Y	基准站Z	移动站X	移动站Y	移动站Z	偏差		
1 <input checked="" type="checkbox"/>	标靶...	-122.1875	-56.0169	-1.5654	-122.1896	-56.0032	-1.5690	0.0018	
2 <input checked="" type="checkbox"/>	标靶...	-121.7213	-55.2529	-1.5710	-121.7243	-55.2362	-1.5723	0.0010	
3 <input checked="" type="checkbox"/>	标靶...	-122.8636	-55.4866	-1.5674	-122.8657	-55.4706	-1.5698	0.0009	

图 3.5-45 应用标靶球

9. 预览。可在预览窗口中查看拼接效果；效果满足则进行下一步，不满意则返回上一步；

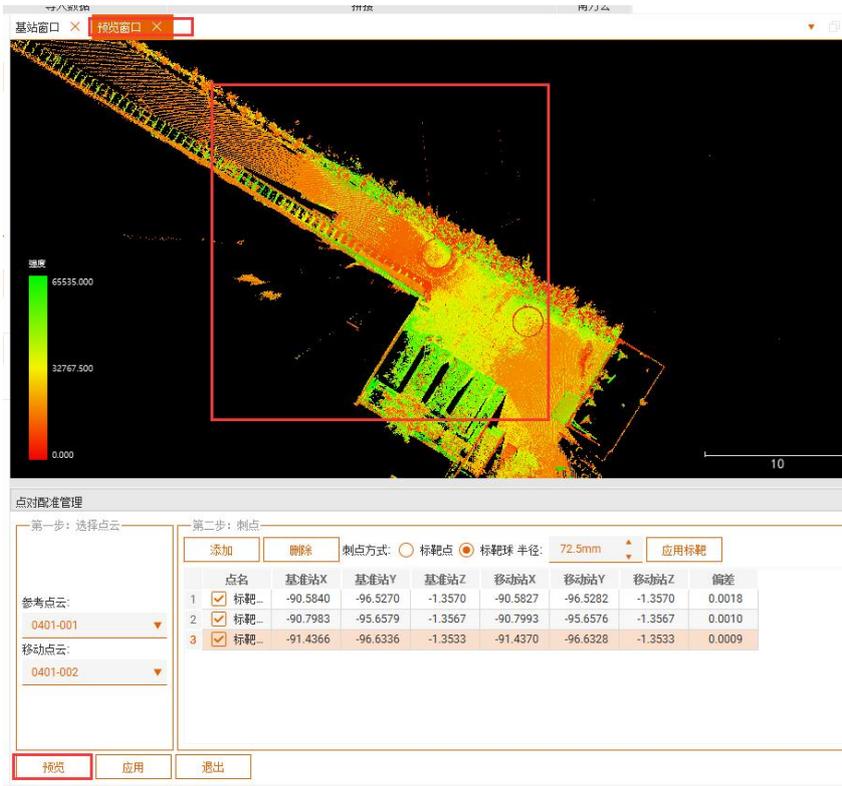


图 3.5-46 预览窗口

10. 点击应用。



图 3.5-47 点击应用

11. 更新扫描。后续再次重复此操作就可以完成站与站之间的拼接；



图 3.5-48 更新扫描

12. 标靶连接。点击标靶连接，弹出提示，点击是；

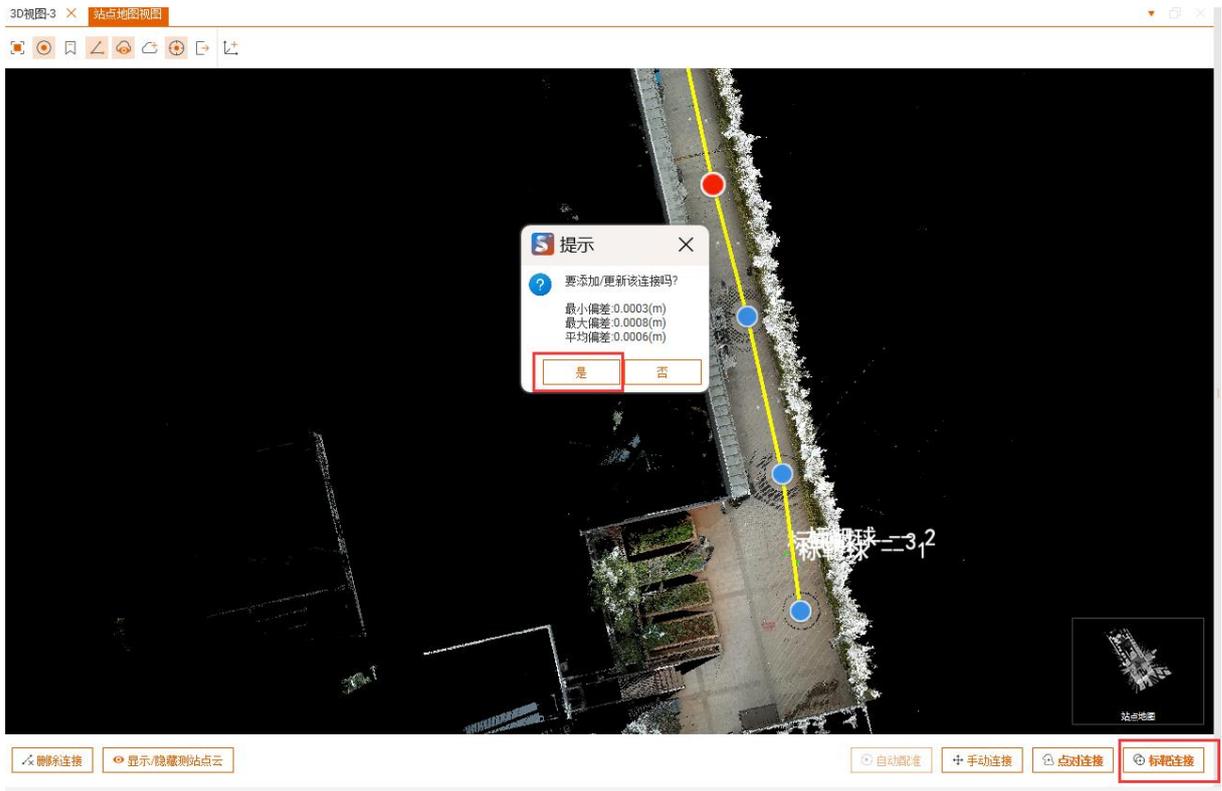


图 3.5-49 点击标靶连接，弹出提示

13. 测站平差。完成所有靶球的拼接后，即可点击测站平差；

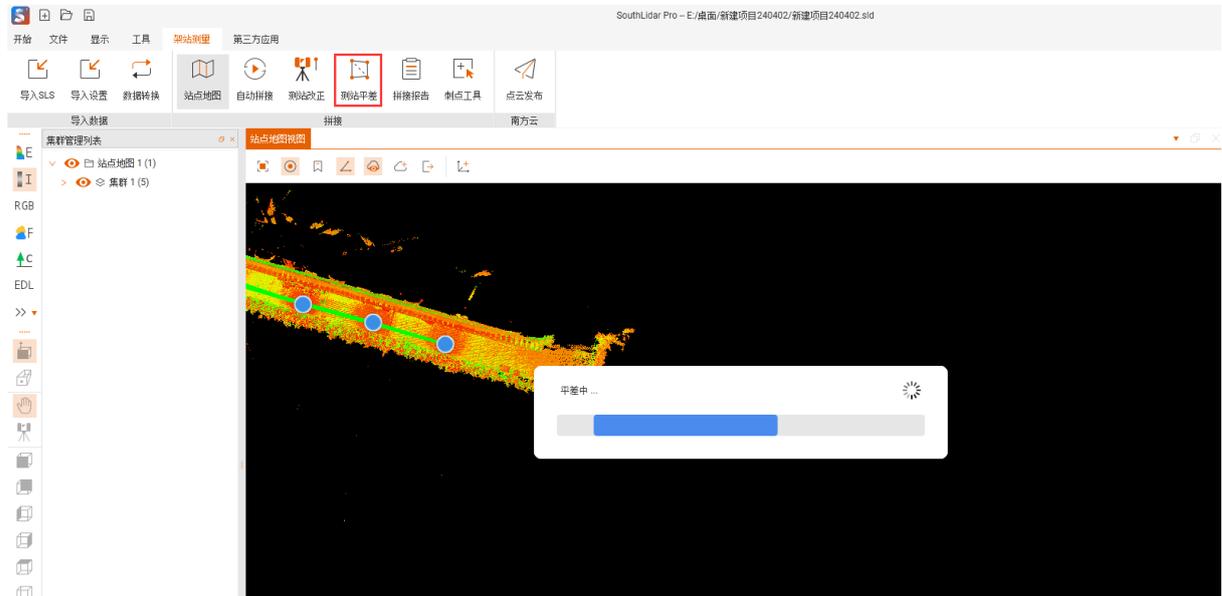


图 3.5-50 测站平差

14. 查看拼接报告。点击拼接报告，提示导出成功是否打开；

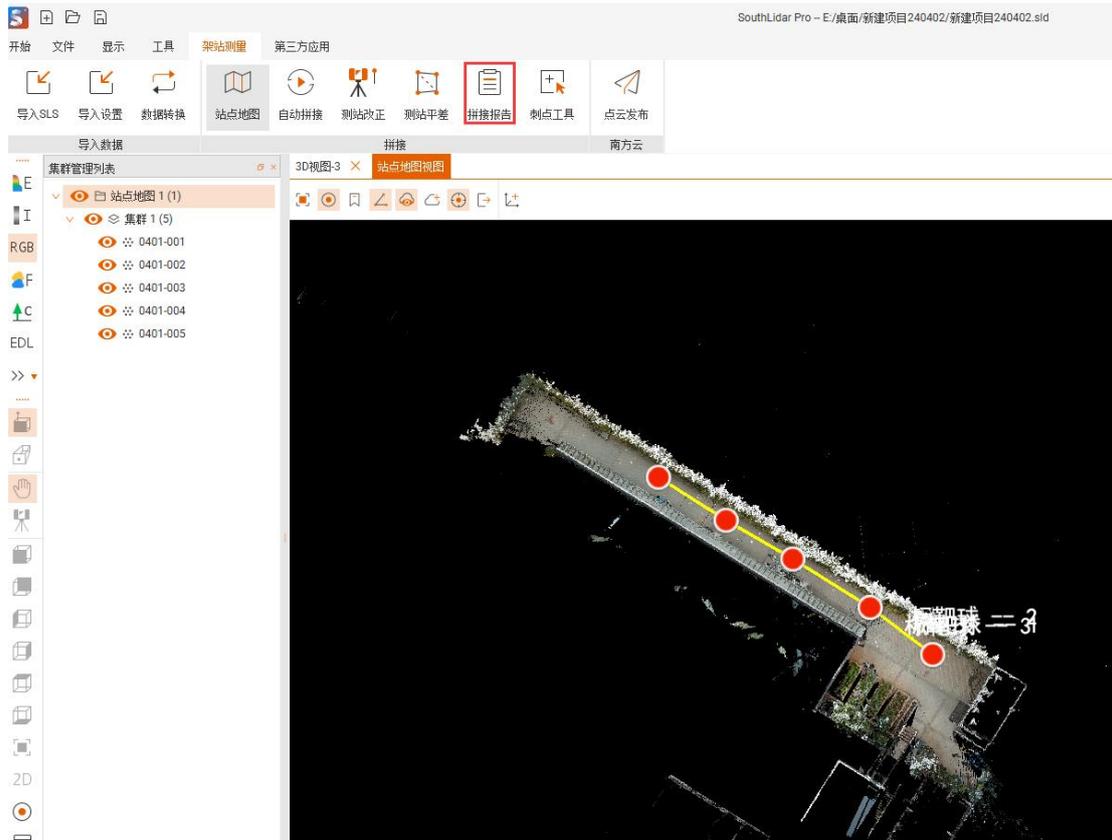


图 3.5-51 点击拼接报告



配准报告

项目名称: 新建项目240402

报告时间: 2024-04-02 10:56:27

执行标准:

	合格	检查	错误
连接误差	< 30 mm	30-100 mm	> 100 mm
重叠率	> 25 %	10-25 %	< 10 %

1. 报告统计

最大误差(mm)	10.39
平均误差(mm)	5.74
最小重叠率(%)	37.12
扫描数量	5
扫描连接边数	8

图 3.5-52 配准报告

到此靶球拼接结束。

3.6. 移动测量



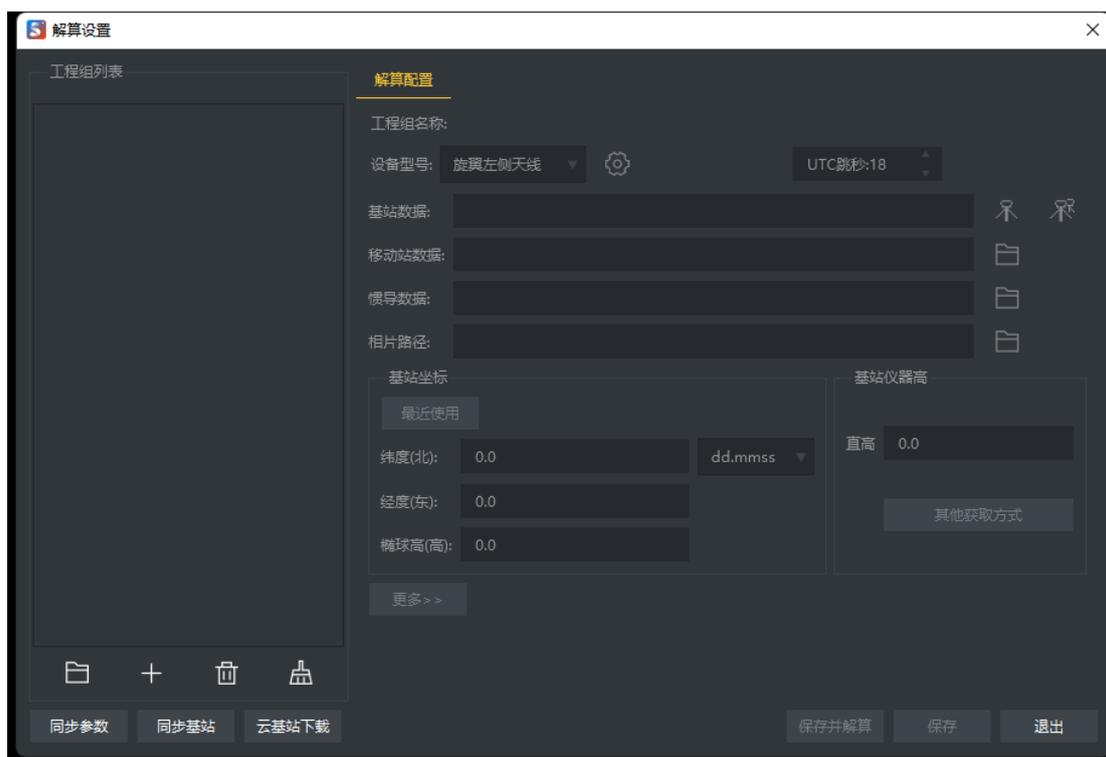
3.6.1. 一键导入

(1) 功能描述:

支持将机载统一输出的标准格式数据一次性导入作为预处理工程组,若非统一标准格式,也可新建预处理工程组单独导入相关数据。

(2) 操作步骤:

1. 点击一键导入按钮 ，弹出导入界面，如下图



导入工程组 : 导入标准格式的数据组, 自动识别文件夹内的基站数据、移动站数据、惯导数据、扫描数据

新增工程组 : 手动增加空的工程组, 用以手动加入非统一格式的各数据

删除工程组 : 选择工程组进行删除操作

清空所有工程组 : 清空工程组列表内的所有工程组

同步参数: 将选中工程组内的所有参数同步至所有工程组中

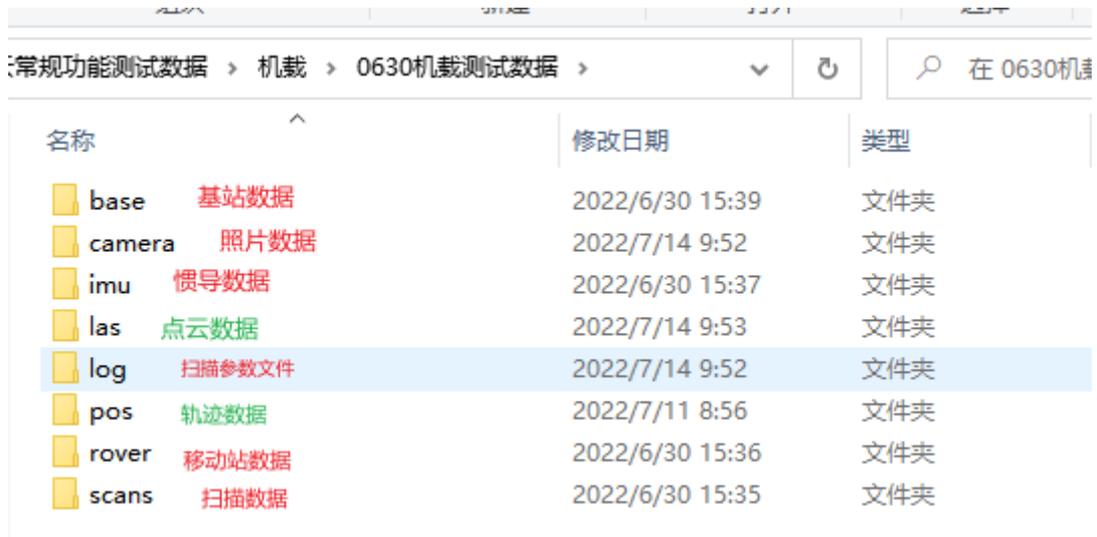
同步基站: 将选中工程组内的基站参数(基站坐标以及直高)同步至所有工程组中

设备型号 : 支持选择设备型号, 默认提供两种设备型号, 也可自定义设备模板
保存并解算: 将工程组数据保存至右侧预处理面板, 并直接进入解算界面进行解算

保存: 将工程组数据保存至右侧预处理面板

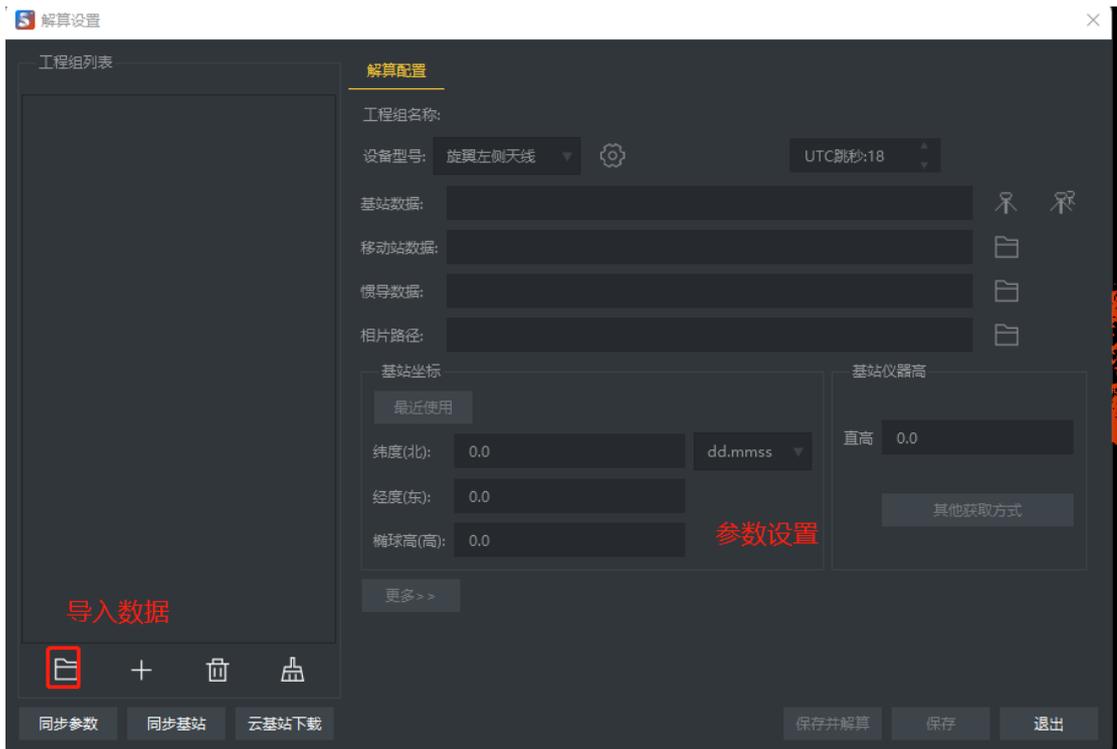
退出: 退出导入界面

2. 将数据存成如下图的标准格式数据文件夹, 可直接自动识别加载(pos 文件夹为解算成功后默认输出路径, las 文件夹为点云融合后成功后默认输出路径)



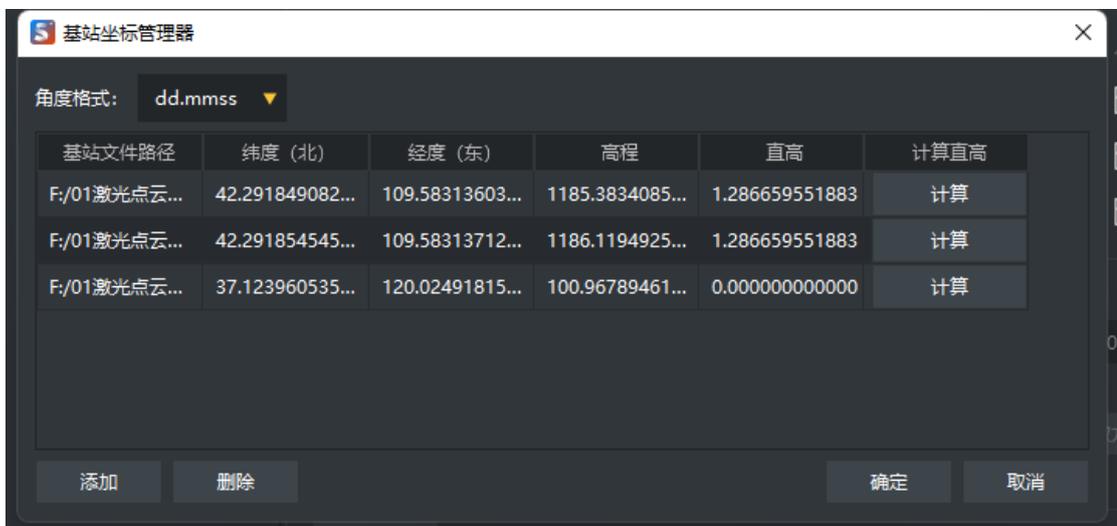
名称	修改日期	类型
base 基站数据	2022/6/30 15:39	文件夹
camera 照片数据	2022/7/14 9:52	文件夹
imu 惯导数据	2022/6/30 15:37	文件夹
las 点云数据	2022/7/14 9:53	文件夹
log 扫描参数文件	2022/7/14 9:52	文件夹
pos 轨迹数据	2022/7/11 8:56	文件夹
rover 移动站数据	2022/6/30 15:36	文件夹
scans 扫描数据	2022/6/30 15:35	文件夹

3. 点击下图导入按钮, 选中主文件夹目录, 软件会自动识别对应数据并加载到右侧面板(如果没有存成标准文件格式, 可点击“+”按钮新建工程组, 再在右侧“解算配置”界面手动加载对应数据)



4. 根据项目实际要求，修改右侧“解算配置”面板中的参数

最近使用：记录最近使用的十次基站数据，点击最近使用，弹出如下面板（支持修改和移除操作），选择一组基站数据，确定，则自动应用到对应工程组中；



更多：点击更多，弹出如下界面，支持组合惯导以及惯导类型设置和时间设置；

解算配置

工程组名称: 00-54-34

设备型号: 旋翼左侧天线 ⚙️ UTC跳秒: 18

基站数据: 激光点云软件资料/02数据/01机载数据/00-54-34.sls/base/1_00-54-34.24o 📁 📁

移动站数据: 01激光点云软件资料/02数据/01机载数据/00-54-34.sls/rover/00-54-34.sth 📁

惯导数据: /01激光点云软件资料/02数据/01机载数据/00-54-34.sls/imu/00-54-34.imr 📁

相片路径: 📁

基站坐标

最近使用

纬度(北): 354545284,37.123960535573 dd.mmss

经度(东): 37123942,120.024918159600

椭球高(高): 32565282,100.967894614674

基站仪器高

直高: 51883,0.0000000000000

其他获取方式

收起 <<

组合类型及惯导类型设置

组合模式: LCI(松耦合)

imu类型: HG4930

时间设置

IMU时间间隔(s): 0.0017

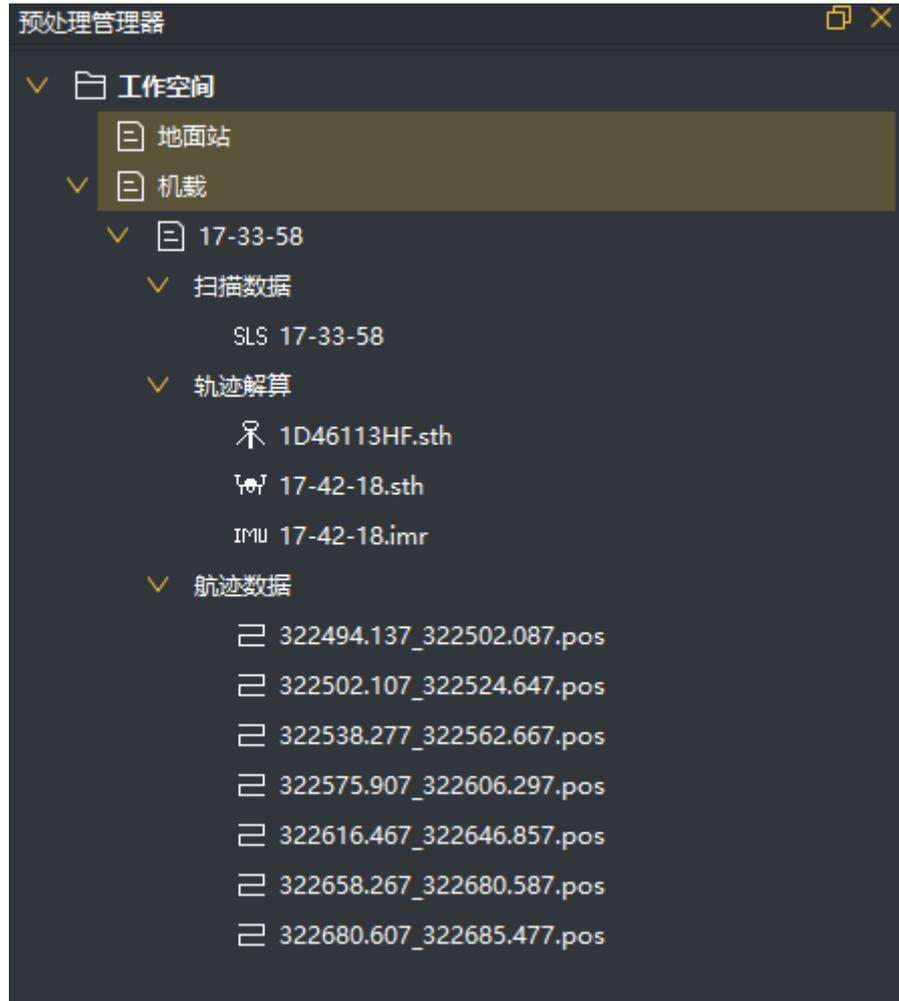
输出时间间隔(s): 0.0017

输出周秒

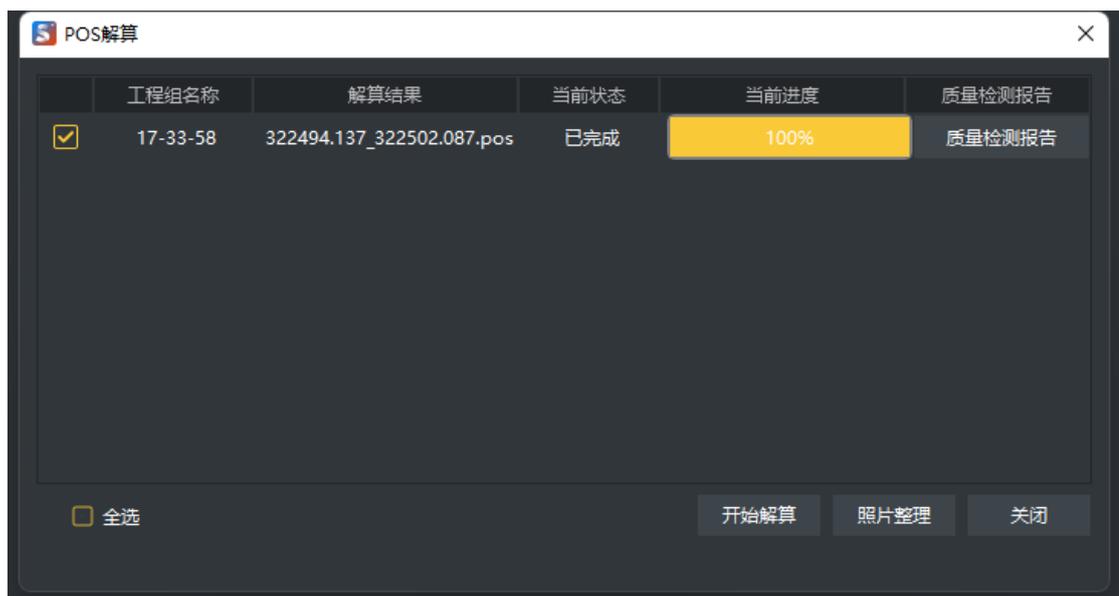
输出天秒

保存并解算 保存 退出

5. (可选) 点击保存, 会自动在“预处理管理面板”列举加载的相关数据; (如果点击“保存并解算”, 会弹出解算面板, 直接进行解算)



6. (可选) 点击“保存并解算”，会弹出解算面板，直接进行解算，如下图



7. (可选) 点击退出，关闭当前界面。

3.6.2. POS 解算

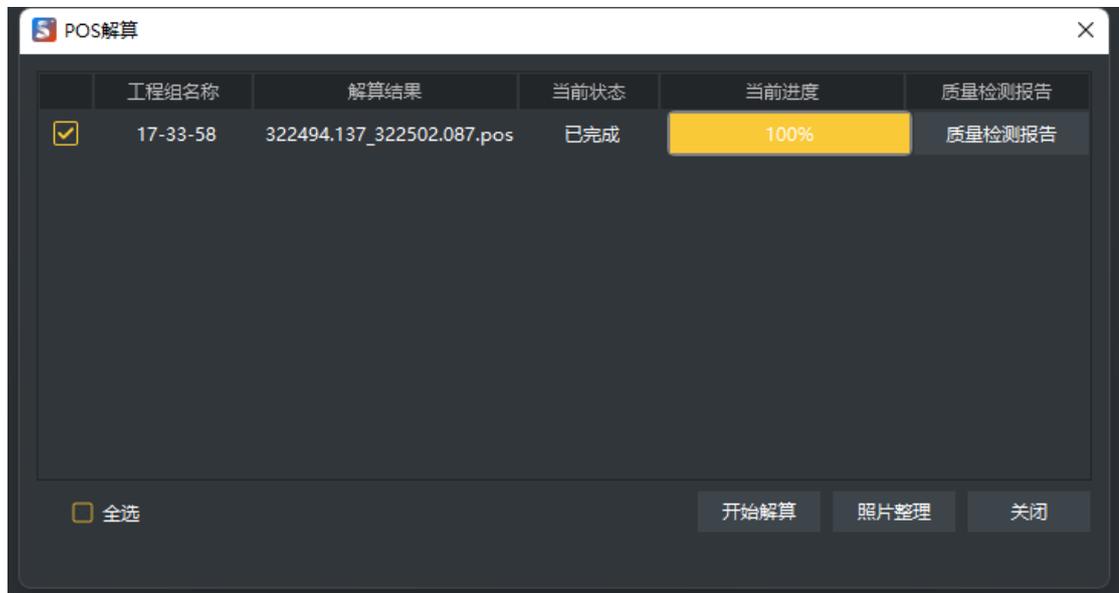
(1) 功能描述:

将原始基站、移动站以及惯导数据解算生成对应工程的轨迹文件，支持多个工程组进行解决

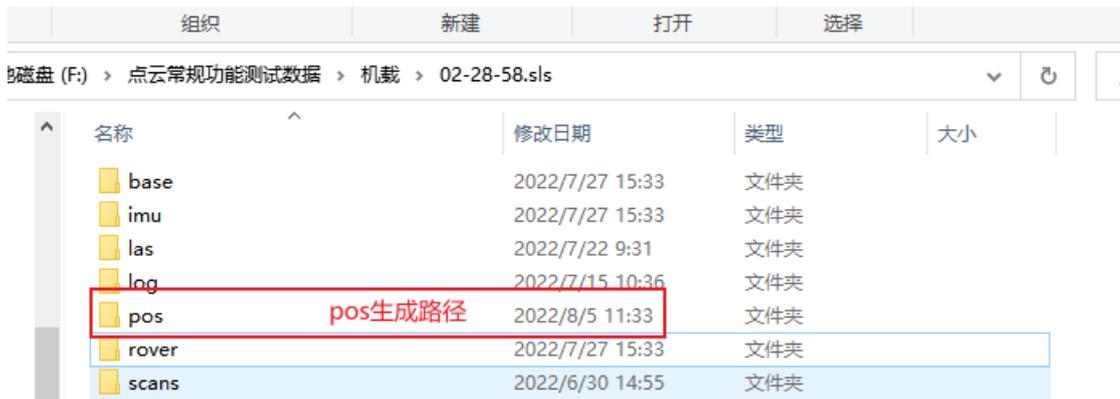
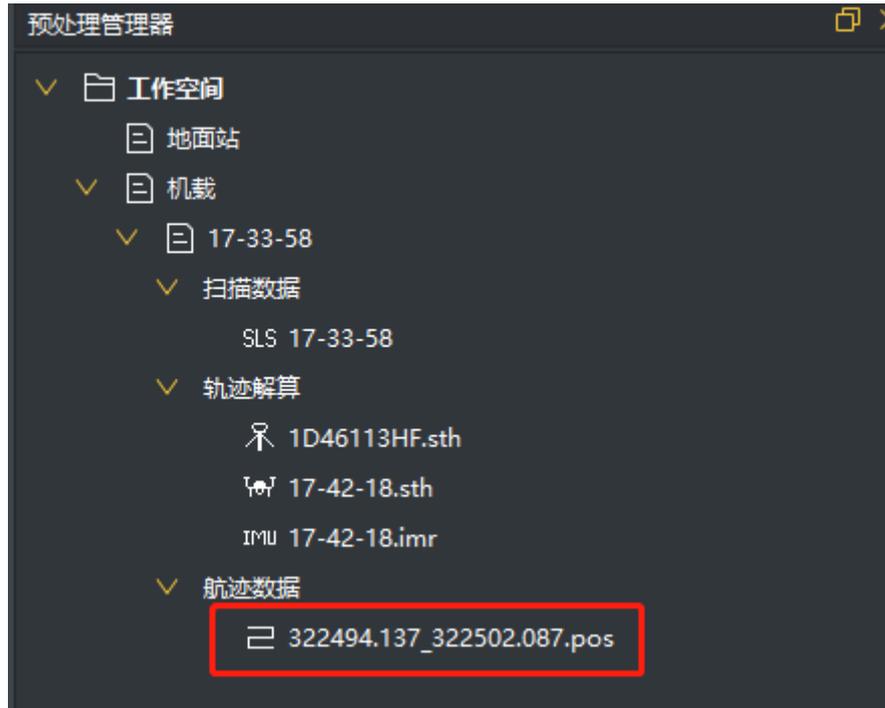
(2) 操作步骤:

前提条件: 工程组已导入相关数据且齐全, 已设置好基站坐标以及惯导类型设置正确

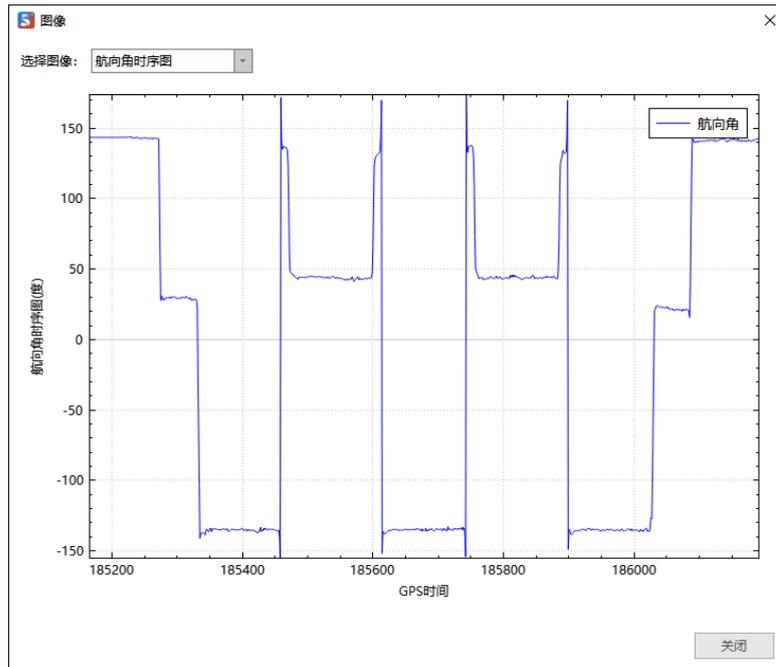
1. 点击“pos”解算按钮 ，弹出解算界面，如下图，勾选对应的工程组，点击“开始解算”



2. 解算成功后会在“预处理管理器”中自动加载解算生成的 pos 数据，pos 路径会在原始路径下生成 pos 文件夹进行存储



3. 点击质量检测报告，弹出质量检测图标，便于检查基站、移动站、解算状态等信息，如图所示。



3.6.3. 航线划分

将轨迹文件 pos 进行拆分删减，以便后续点云融合。软件提供画刷选择、时间选择、多边形删除、多边形选择等划分方式。



3.6.3.1. 导入航线

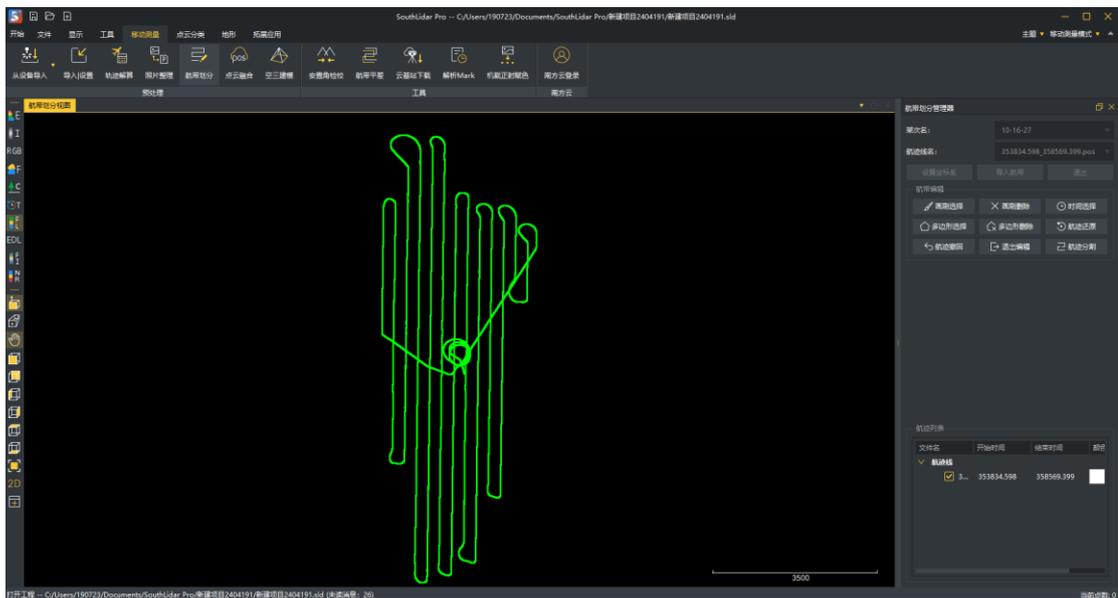
功能描述：

选择某工程组内的轨迹文件进行划分操作，支持加载外部导入的 pos 数据文件。



操作步骤:

点击“导入航线”按钮，“航带编辑”界面点亮，如下图



设置坐标系: 包括椭球参数、投影参数以及七参数, 软件勾选航迹文件后会自动计算并选择对应中央子午线、东向常数以及比例尺等参数

导入 pos 文件: 支持指定工程组导入外部解算的 pos 文件进行航线划分



注意: 如果要加载 ie 解算的 pos 进行融合, 可以在预处理管理器, 点击右键“导入 pos”, 再进行航线划分

3.6.3.2. 画刷选择

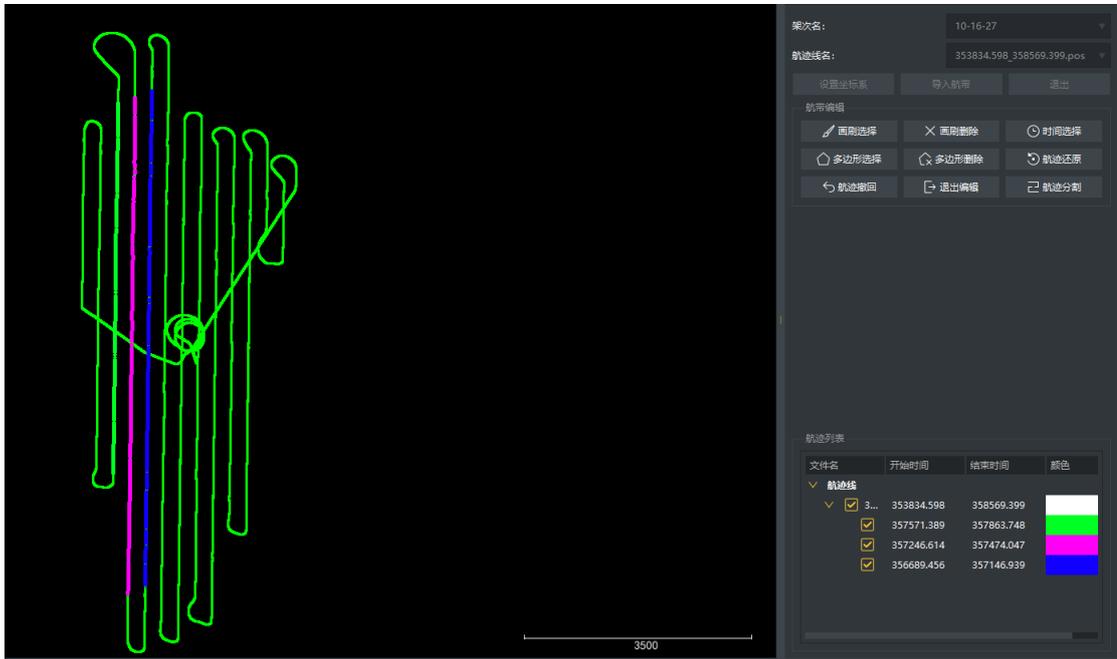
(1) 功能描述:

画刷选择工具选择需要裁剪的航线两 endpoints 并进行颜色高亮显示, 选中的航线会自动挂在航迹管理器面板。

(2) 操作步骤:



1. 选择“画刷选择”，选择航线上的一点，再沿着航线绘制到另一点，将两点间的航线选中高亮，选中的航线会在“航迹列表”面板列举出



3.6.3.3. 画刷删除

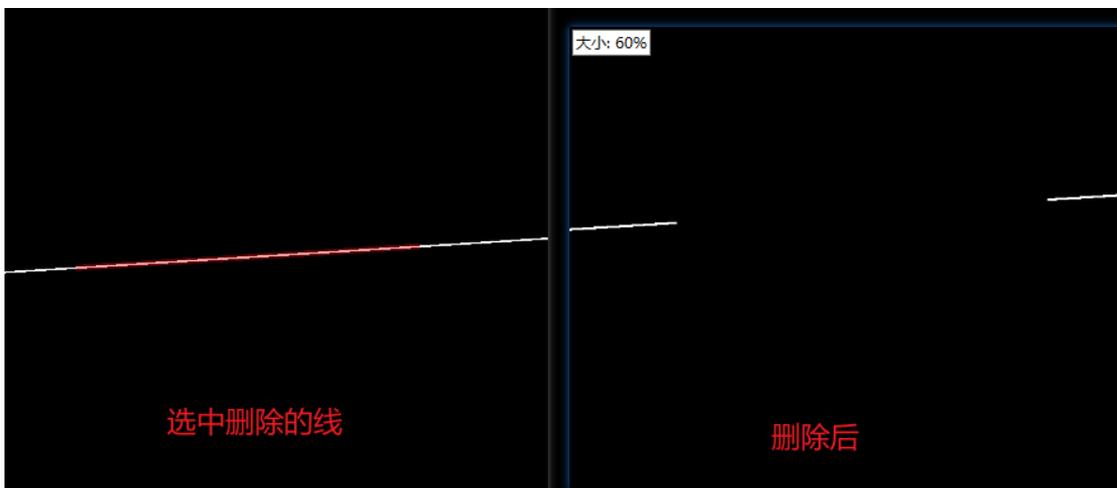
(1) 功能描述:

画刷删除工具选择删除的航线并进行删除操作。

(2) 操作步骤:



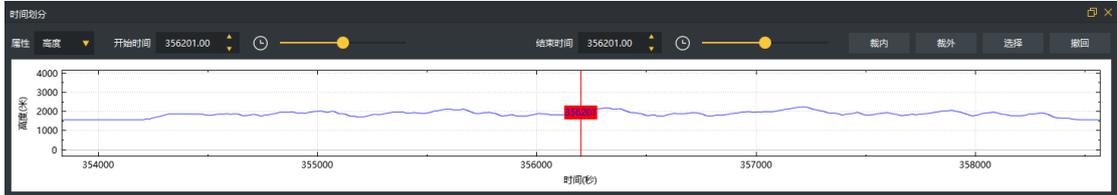
1. 选择“画刷删除”，选择航线上的一点，再沿着航线绘制到另一点，将两点间的航线选中高亮，选中的航线会在“航迹管理器”面板列举出



3.6.3.4. 时间选择

(1) 操作步骤:

1. 点击时间选择按钮 ，底部弹出航迹图面板如图所示。



2. (可选) 选择航迹线的显示属性，可选择按高度显示、按 Roll 角显示、按 Pitch 角显示、按 Heading 角显示显示。

3. (可选) 点击开始时间右侧  按钮，在视图上单机获取航线上的时间点作为开始时间。

4. (可选) 点击结束时间右侧  按钮，在视图上单机获取航线上的时间点作为结束时间。

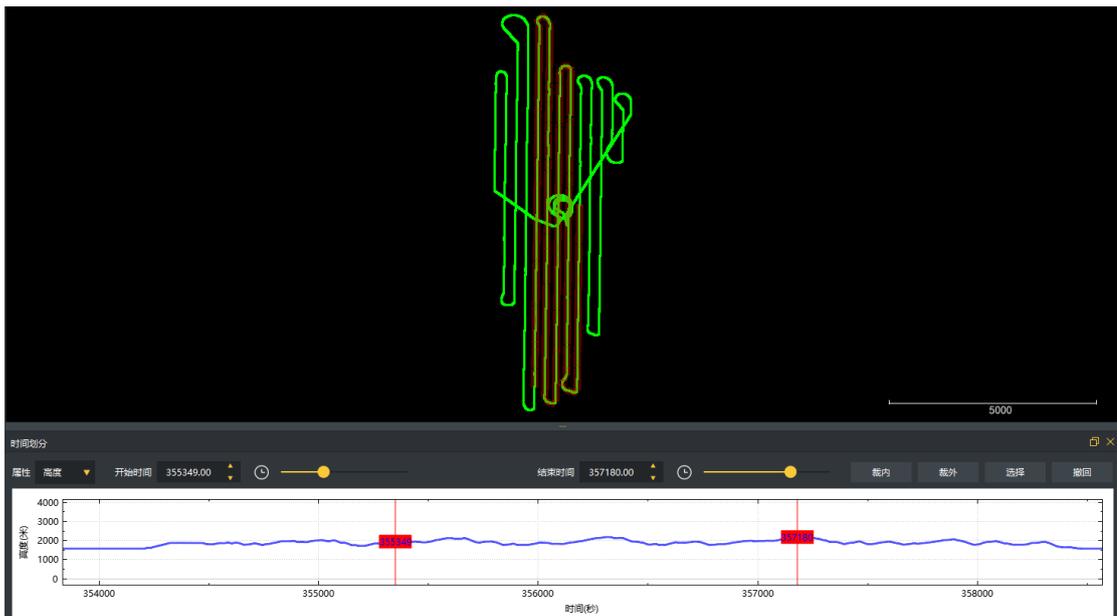
5. (可选) 拖动开始时间的滑动条选择航迹线段的起始时刻。

6. (可选) 拖动结束时间的滑动条选择航迹线段的结束时刻。

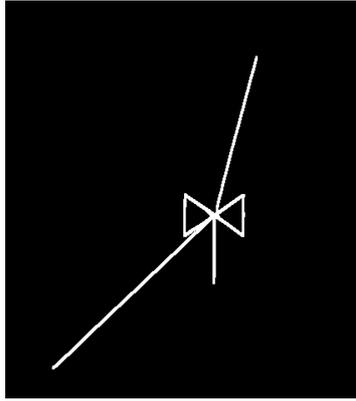
7. (可选) 拖动图表上的红色时间标签到起始时刻。

8. (可选) 拖动图表上的红色时间标签到起始时刻。

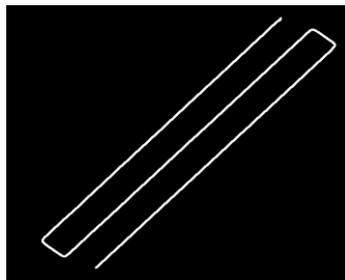
9. 通过以上方式被选择时间段内的航线会高亮显示，如图



10. (可选) 点击截内，将所选区域内的航线进行删除，效果如图。

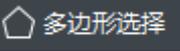


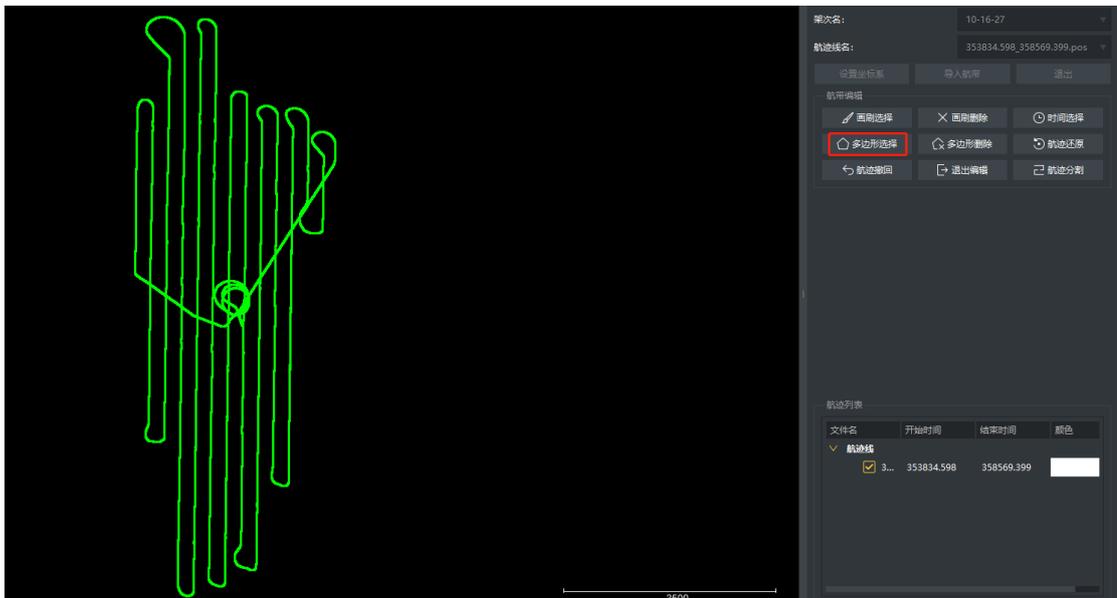
11. (可选) 点击裁外, 将所选区域外的航线进行删除, 效果如图。



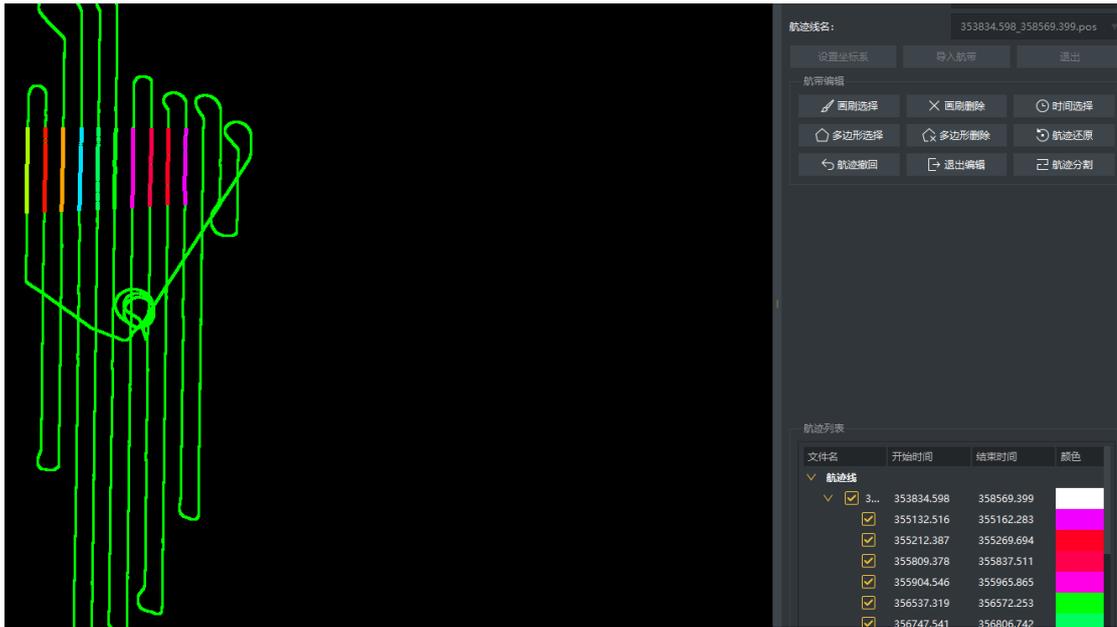
3.6.3.5. 多边形选择

(1) 操作步骤:

1. 选择“多边形选择”按钮 ，绘制需要选择的区域，如下图。

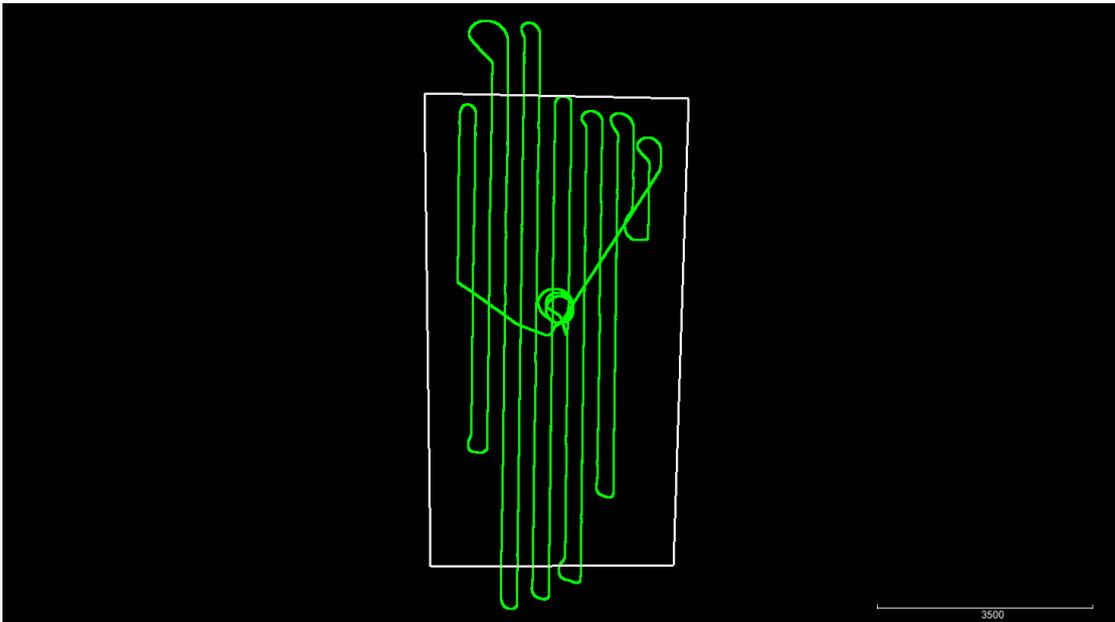


2. 双击结束绘制, 并将目标区域的航线选中并高亮, 选中的航线会在“航迹管理器”面板列举出, 效果如图

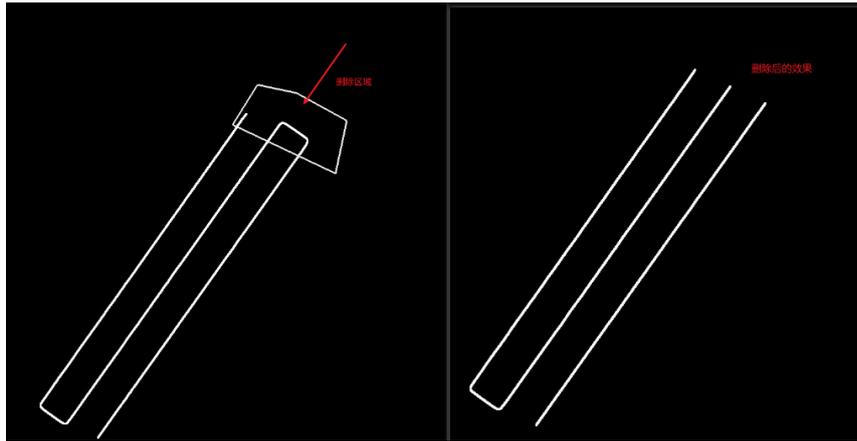


3.6.3.6. 多边形删除

1. 选择“多边形删除”按钮 ，绘制需要选择的区域，如下图。

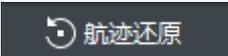


2. 双击结束绘制，并将目标区域的航线删除，效果如图。



3.6.3.7. 航迹还原

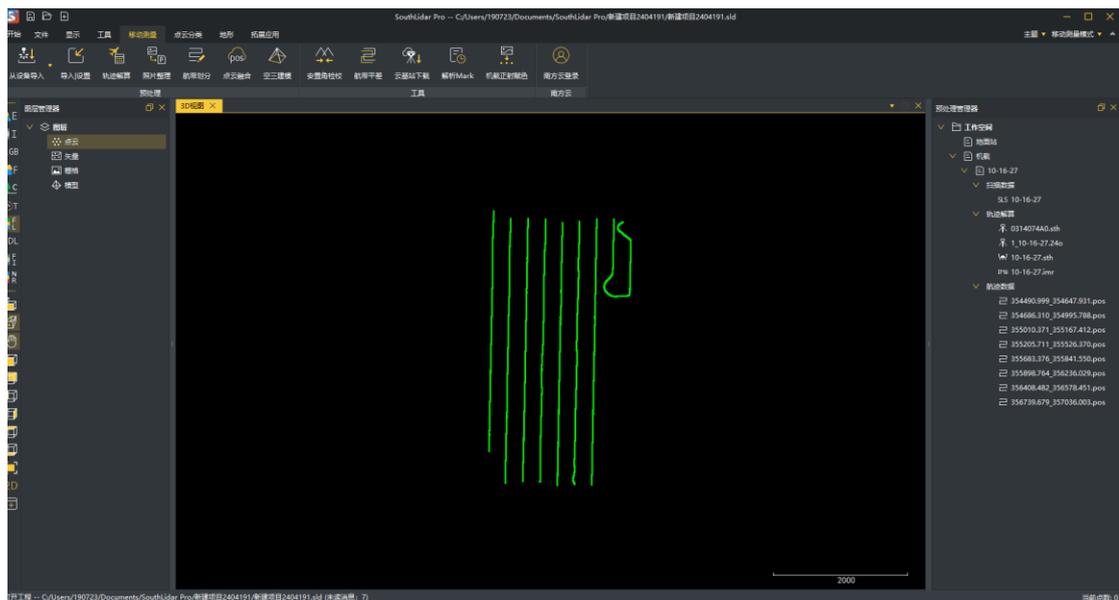
(1) 操作步骤:

1. 点击航迹还原按钮 ，恢复 pos 数据原始轨迹（注意：在航迹管理器面板中选中好的航线段不会被清空，本操作至针对多边形删除、时间选择中裁内和裁外操作进行恢复）

3.6.3.8. 航迹分割

(1) 操作步骤:

1. 点击“航线分割”按钮 ，通过工具旋转需要保留的航线后旋转航迹分割，可以将选择的航带进行分割。（注意：航线分割后会在选择的源 pos 文件夹下生成划分好的各 pos 文件，不会删除源 pos）



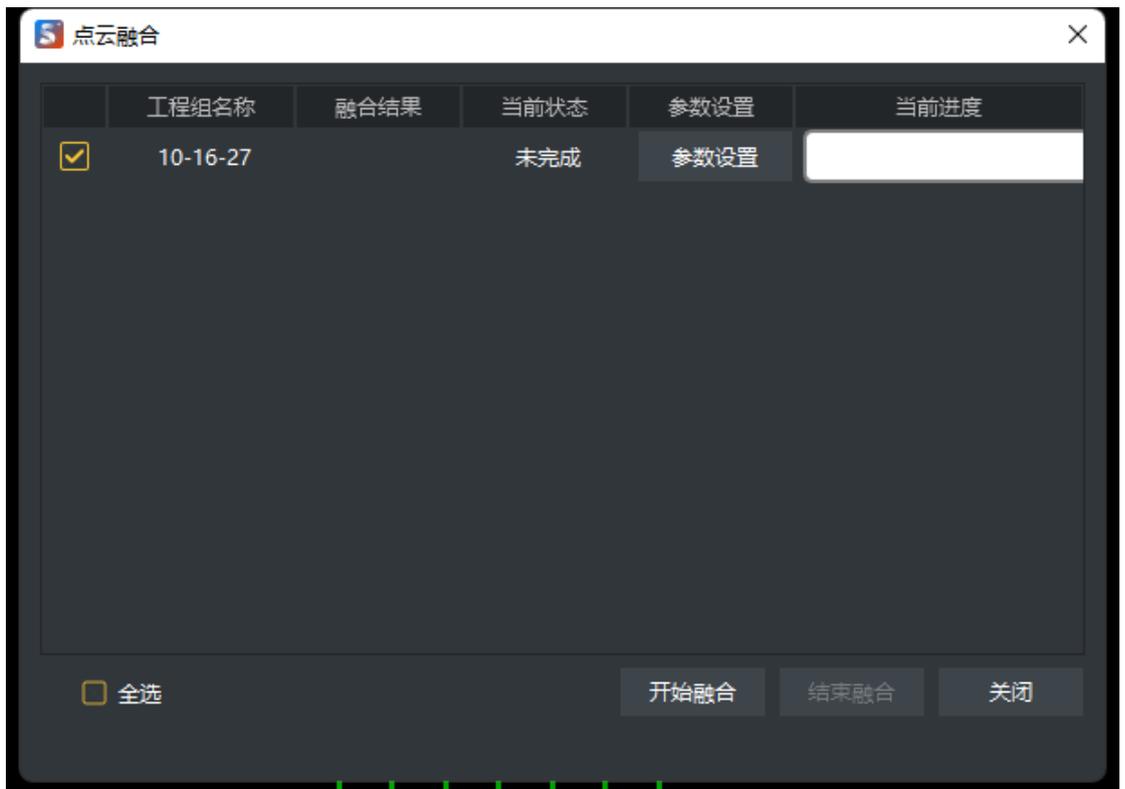
3.6.4. 点云融合

(1) 功能描述:

将工程组下的划分好的 pos 轨迹文件和原始激光扫描数据 sls 进行融合输出可通用的点云格式。

(2) 操作步骤:

1. 点击点云融合 ，弹出融合界面，如下图。



2. 点击参数设置，扫描数据以及 pos 数据会自动关联工程目录树对应的数据（点云输出路径默认为源工程的 las 文件中）



3. 设置融合参数，若选择参数模板，则系统默认参数不可修改，若选择自定义模板，手动输入检校参数和滤波参数，可点击保存模板，方便下次使用和编辑。

4. (可选) 点击应用，将设置的检校参数以及滤波参数应用到当前工程组

5. (可选) 点击全部应用，将设置的检校参数以及滤波参数应用到所有工程组

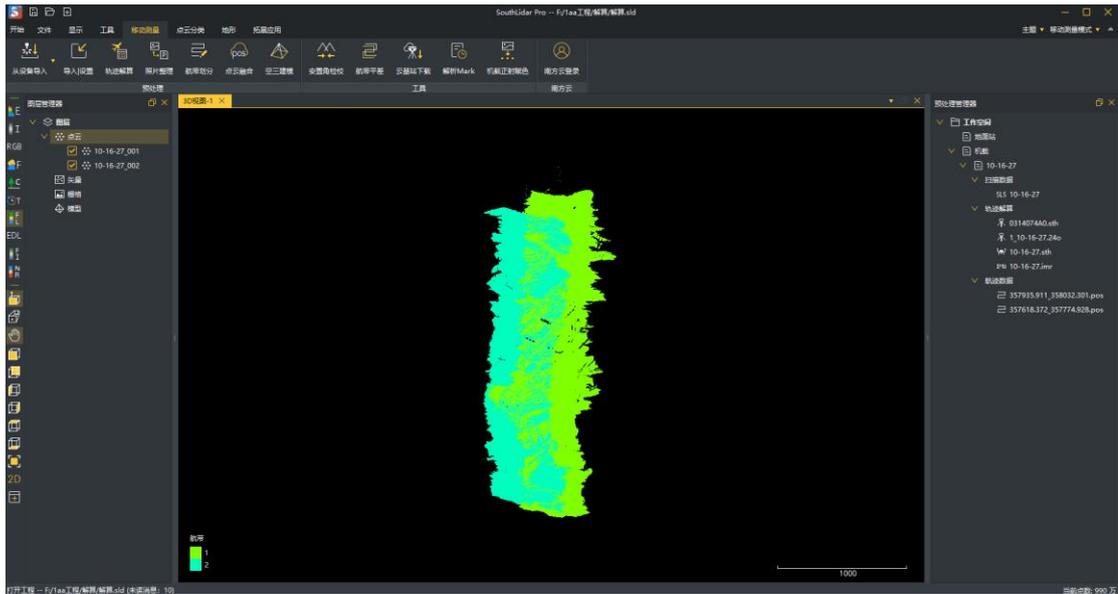
6. (可选) 点击退出，关闭融合设置界面

7. 点击勾选需要融合的工程组，点击“开始融合”按钮，进行点云融合

(注：融合前需要提前在航带划分中设置并保存 pos 的坐标系，否则不可以进行融合)

(注：融合提示读取 sls 文件或者 pos 失败，请确认参数文件是否在 log 文件夹内或者在 sls 文件夹同级路径下)

8. 融合成功，弹出提示“是否导入点云”，选择导入至工程，如下图



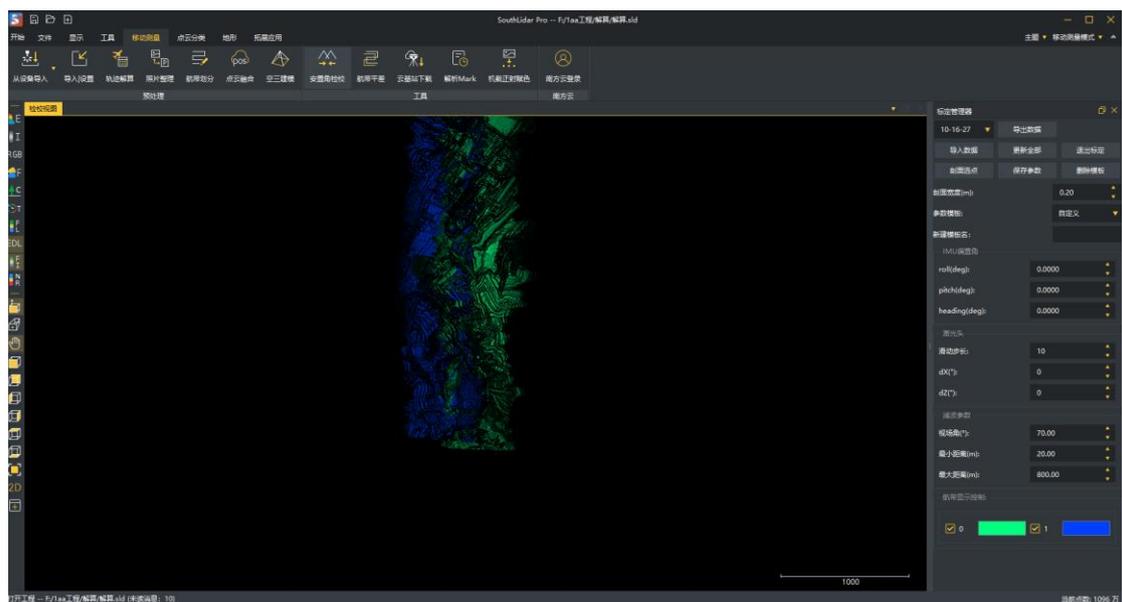
3.6.5. 安置角检校

(1) 功能描述:

软件提供检校视图，配合剖面视图显示，通过修改 roll、pitch 以及 heading 等值，实时查看误差纠正后的点云效果，支持保存调整的安置角参数用以点云融合，

(2) 操作步骤:

1. 点击安置角检校按钮 ，弹出安置角检校界面。
2. 选择需要检校的工程组，点击导入数据，显示如图。（注：安置角检校功能有特定的渲染模式，暂不支持调整渲染模式）



剖面选点：重新触发剖面选点功能进行剖面绘制

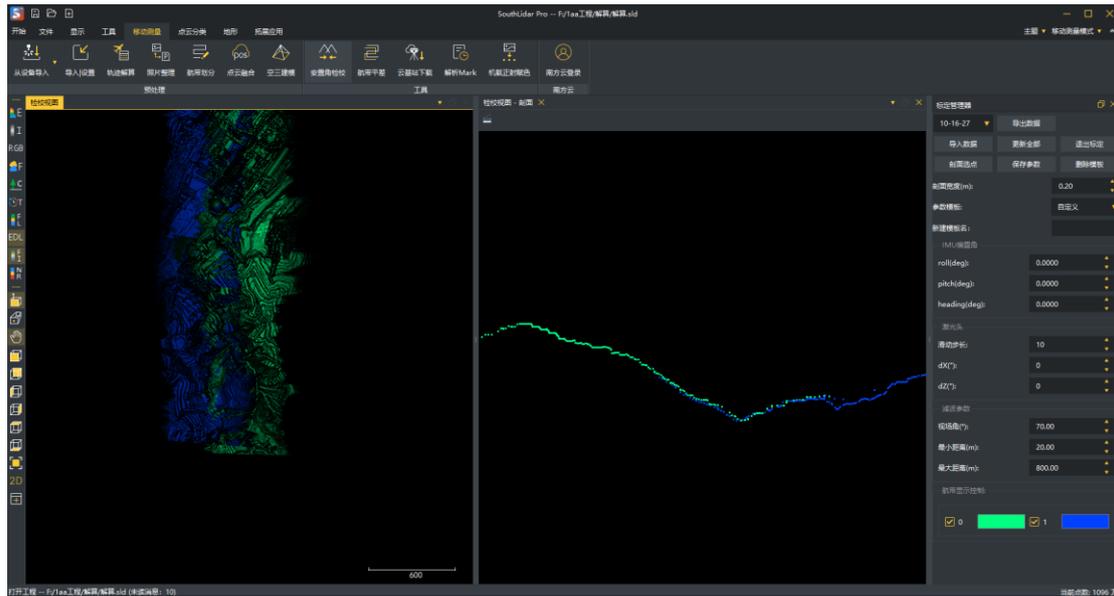
剖面宽度：设置剖面选点功能下拉去剖面的宽度

保存参数：将调整好的参数更新保存至点云融合功能的融合参数

滑动步长：设置鼠标乱动步长，便于快速调整 roll、pitch 以及 heading 的数值

航带显示控制：控制对应数字航带点云的显示

3. 在点云上双击获取第一点，再双击获取第二点，进行剖面选点，软件会自动弹出剖面视图如下图。（注：进入检校窗口，检校视图鼠标默认为剖面选点功能，如果使用测量其他功能后，需要恢复剖面选点功能，需要点击右侧面板下的剖面选点，重新触发剖面功能）



4. （可选）调整 roll、pitch、heading 等参数值，观察剖面视图下点云的重合情况，直至点云重合

5. 点击更新全部，将修改的参数应用到全部点云

6. 点击保存参数，将当前调整的参数作为融合参数，同步更新到点云融合功能的融合人参数中

7. 点击退出标定，弹出是否确认面板，确认，退出安置角检校界面。

3.6.6. 航带平差

(1) 功能描述：

在完成安置后，点云如果还存在分层现象，则可能是轨迹本身误差太大。航带平差功能可以后处理轨迹及点云降低误差。



3.7. 分类

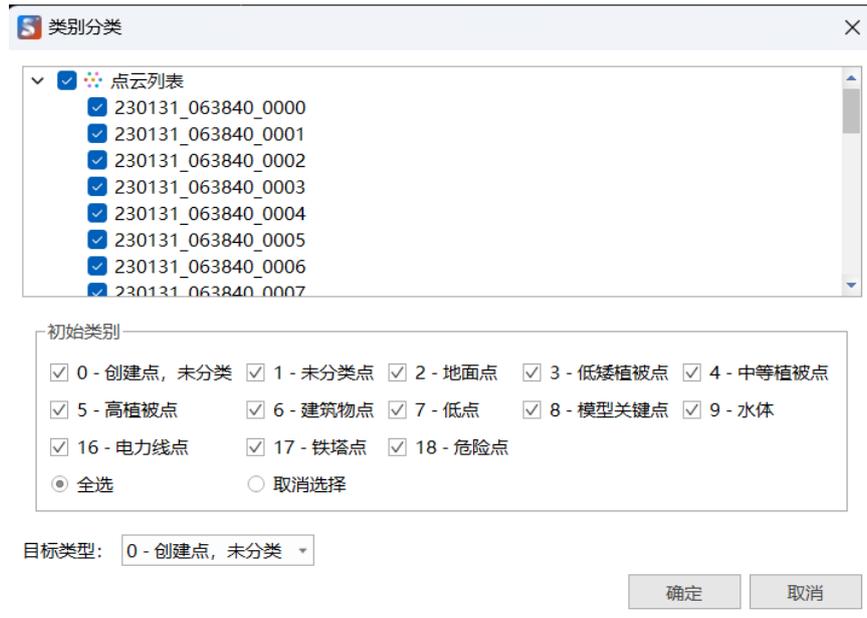


3.7.1. 按类别分类

(1) 功能描述：

支持将目标点云中已知类别转换成其他类别。

(2) 操作步骤：



1. 在点云列表中勾选目标点云；
2. 设置初始类别，选择目标类别；
3. 点击确定，将目标点云按设置类别进行分类。

3.7.2. 地面点分类

(1) 功能描述：

通过改进的形态滤波方法，建立设置大小的格网，然后通过迭代处理逐层加密。直至将所有地面点分类完毕。

原理：

- a. 从点云数据创建最小高程曲面。将点云数据投影到 xy 平面上并划分为网格，之后找到每个网格元素的最低高程 (Z_{min}) 值，结合所有的 Z_{min} 值到一个 2 维矩阵，以此就可以创建一个基于最小高程的表面。
- b. 将表面分割为地面和非地面网格元素。在该表面上应用形态学开操作(腐蚀膨胀)，使用一个半径为 1 像素的方形结构元素进行此操作，之后计算每个网格元素上最小表面和开操作表面映射之间的斜率。如果差值大于高程阈值，则将网格归类为非地面网格。重复迭代上述过程，在每次迭代中结构元素的半径增加 1，直到它达到我们指定的最大半径。迭代过程的最终结果是一个二进制掩模网格，其中每个网格被分类为地面或非地面。
- c. 分割原始点云数据。在原始最小表面映射上应用二进制掩模以删除非地网格。计算原始点云中每个点与估计高程模型之间的高程差。如果差异大于我们设置的高差阈值，则将网格归类为非地面。至此整个算法结束。

1. 设置格网大小 $grid$ ，分格网，每个格网取格网中最小高程值 h 初
2. 输入最大开合半径 R 和坡度值， $H=R*grid*坡度$
3. 每个格网从设置 1 开始到最大开合半径，每次都进行腐蚀，比如第一个格

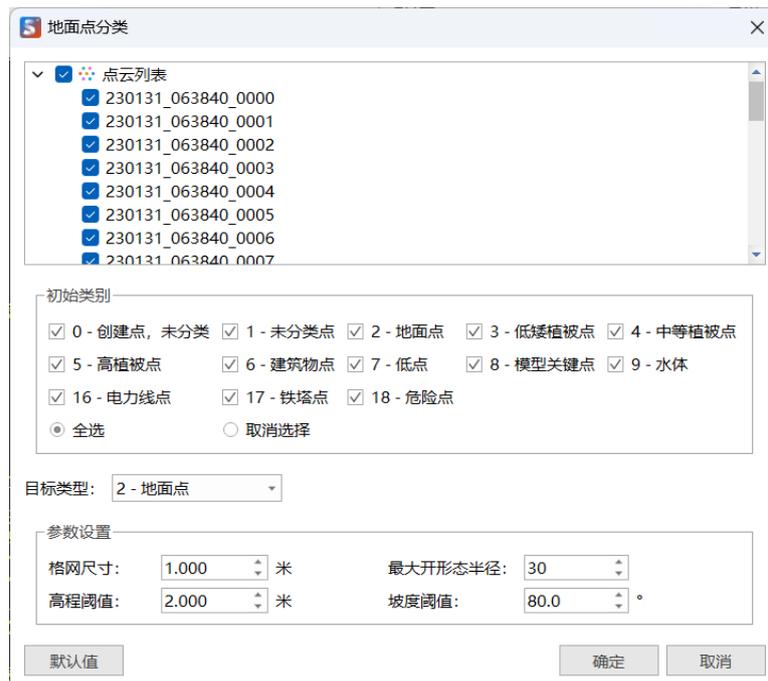
网，以 1 为半径进行搜寻，取他附近最小高程值作为第一个点的高程值，然后计算格网里每个点的高程值 $hz-h$ 后 $<H$ 时，则这个格网被归于地面点；然后对第一个点以半径 3（奇数倍）进行搜寻，取他附近最小高程值作为第一个点的高程值，然后再计算 $hz-h$ 后 $<H$ 。

4. 再每个点进行膨胀，取半径内的点的最大高程值最为第一点的高程值，然后再比较 $hz-h$ 后 $<H$

5. 每个格网只要存在一次 $hz-h$ 后 $<H$ ，都会被暂时定义为地面点

6. 之后比较 $hz-h$ 后（最终腐蚀膨胀后的值） $<h$ （设置的高程阈值），如果是则归为地面点

(2) 操作步骤：



1. 在点云列表中勾选目标点云；
2. 设置初始类别，选择目标类别；
3. 设置分类参数

高程阈值：默认高程阈值为 2m（最小为 0.001m），该值设置越大则分类的地面点越厚，反之则越薄。

坡度阈值： 阈值区间为 $0^{\circ}\sim 90^{\circ}$ ，默认为 85° ，点云最大坡度。该参数可以识别已经被识别的地面点的相邻点是属于地形还是其他地物。一般情况下，默认即可。

最大开合半径：默认为 30，地形起伏较大时可适当调小该值，当地形相对平坦时默认即可。

格网尺寸：默认为 1.0m，该值适用于大部分点云，地形起伏较大可适当调小。

4. 点击确定，将目标点云按分类参数设置进行分类，效果如图。



3.7.3. 低于地表分类

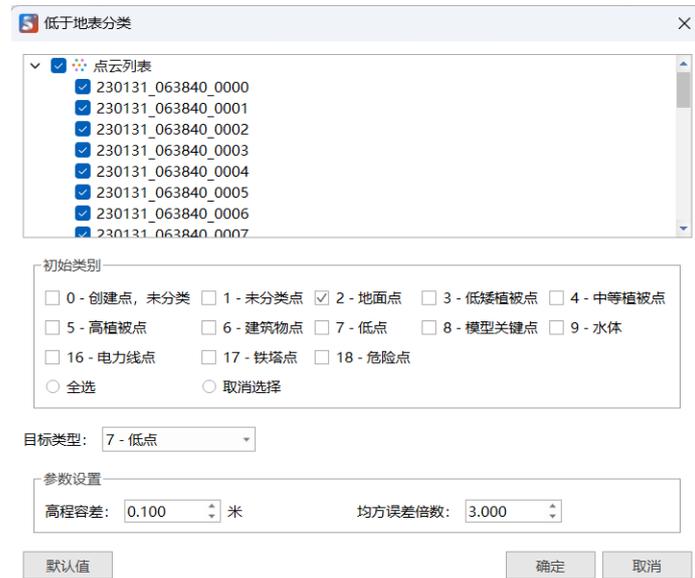
(1) 功能描述:

低于地表分类是通过将起始类别中低于周围邻近区域高程的点进行分类。例如，在起始类别为地面点时，利用此方法可以将低于地表一定高差的点分类成低于地表点。

原理:

- a. 设置格网尺寸大小，在起始类别中寻找待分类点的邻域点。
- b. 利用 SVD 方法 (PCA)，用寻找到的邻域点拟合平面。
- c. 计算当前点到平面的之间的高差绝对值，如果此值小于设定的容差，则不分类，如果大于容差，则进入下一步。
- d. 计算当前点高程与邻域点高程平均值之间的差值是否大于当前待分类点的邻域点拟合平面的均方误差倍数，若大于，则分类为目标类别，反之，则不分类。

(2) 操作步骤:



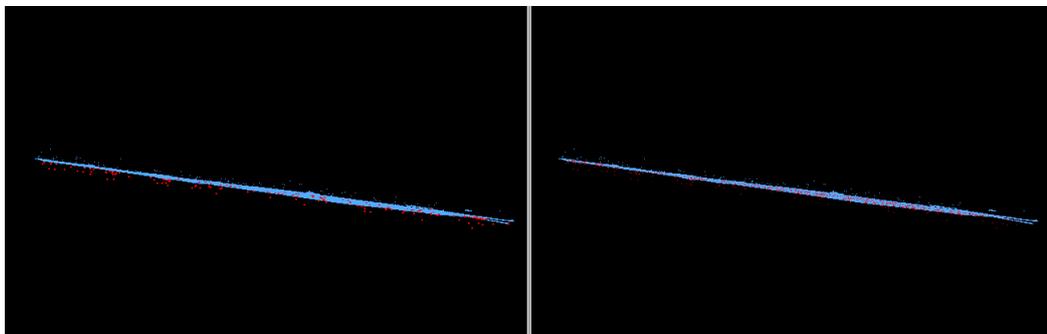
1. 在点云列表中勾选目标点云;
2. 设置初始类别, 选择目标类别;
3. 设置分类参数

高程容差: 当此值变大时, 分类目标类别的点数变少。当此值变小时, 分类为目标类别的点数变多。如果地形起伏大, 该值可适当调大。

均方误差倍数: 当此值调大时, 分类为目标类别的点数变少。当此值调小时, 分类为目标类别的点数变多。

格网尺寸: 默认 1.0m。

4. 点击确定, 将目标点云按分类参数设置进行分类, 效果如图。



3.7.4. 空中噪点分类

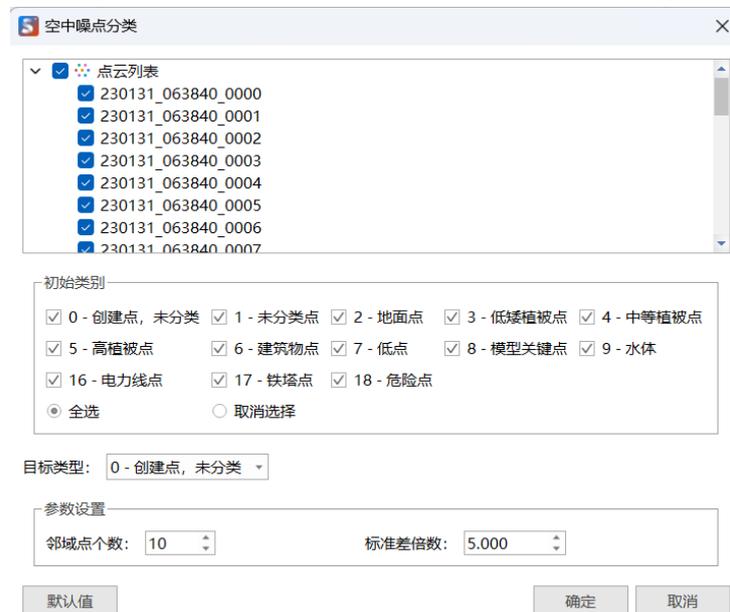
(1) 功能描述:

空中噪点分类是通过滤波算法将离群点、孤立点进行分类。离群点、孤立点是测量数据集中的那些远高于或低于地表的点，这中情况常常会导致滤波算法出现错误，孤立点滤波也可以理解为图像中的去噪，去除数据测量过程中受到飞鸟、多路径效应所产生的远高于或低于其他数据的点。

原理：

- a. 输入参数邻域点个数 n 、标准差倍数 $meanK$ ；
- b. 对每一个点搜索指定邻域点个数 n 的相邻点，计算该点到相邻点的距离平均值 D ；
- c. 计算所有点到相邻点的距离平均值 D 的均值 $meanD$ 和标准差 S ；
- d. 每一个点，如果 D 大于最大距离 $MaxD$ ($MaxD = meanD + meanK * S$)，则认为 是噪点，将被去掉。

(2) 操作步骤：

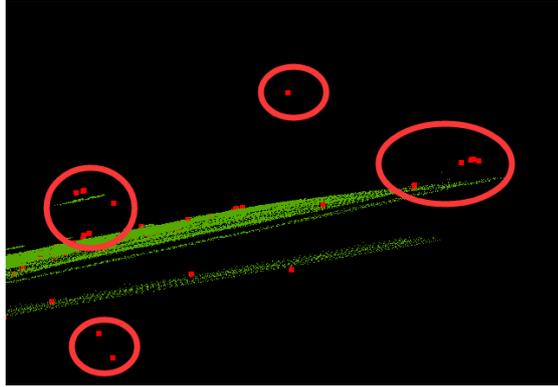


1. 在点云列表中勾选目标点云；
2. 设置初始类别，选择目标类别；
3. 设置分类参数

邻域点个数（默认为“10”）：邻域内所需的点个数，用于计算邻域内每个点到该点的距离平均值 D 以及所有点的 D 的平均值 $meanD$ 。

标准差倍数（默认为“5”）：与平均距离 $meanD$ 的标准偏差相乘的因子 $meanK$ 。平均距离 D 大于 $meanD + meanK * S$ 的点被认为是噪点。此值越小，将有更多的点被分为噪点。

4. 点击确定，将目标点云按分类参数设置进行分类，效果如图。



3.7.5. 按离地高度分类

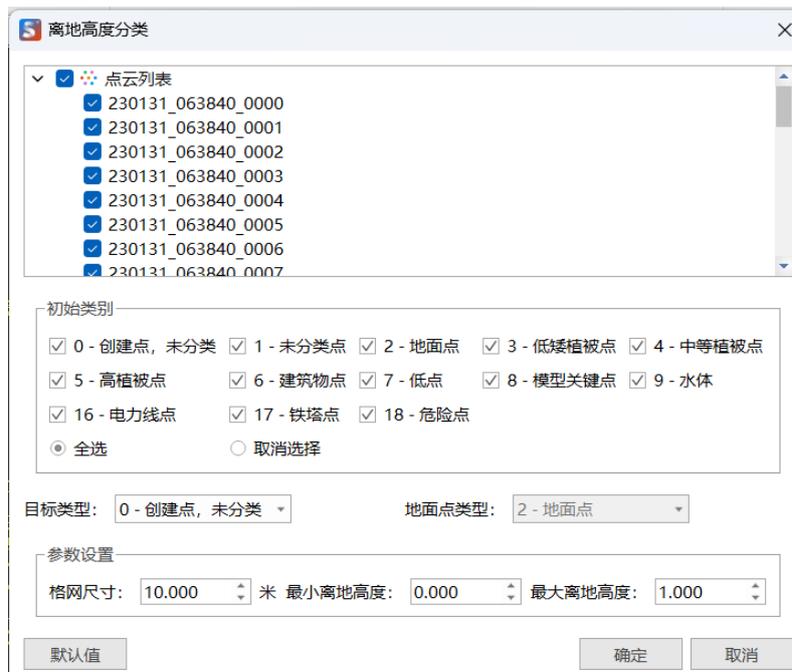
(1) 功能描述:

按离地高度分类是指对距离地形表面一定高度范围内的点进行提取和分类,可快速对不同高度的植被等地物进行分类。

原理:

使用此功能前需要点云数据已经进行过地面点分类;根据输入参数指定最小离地高度 h_{min} 和最大离地高度 h_{max} , 确定离地高度范围 (h_{min}, h_{max}) , 对点云根据指定网格尺寸进行划分, 计算每个网格内的地面点平均高程值, 按照网格遍历每个点的高程值并与该网格内地面点的平均高程值作差, 得到离地高度 h , 根据 h 是否在 (h_{min}, h_{max}) 范围内进行提取分类。

(2) 操作步骤:



1. 在点云列表中勾选目标点云;
2. 设置初始类别, 选择目标类别;

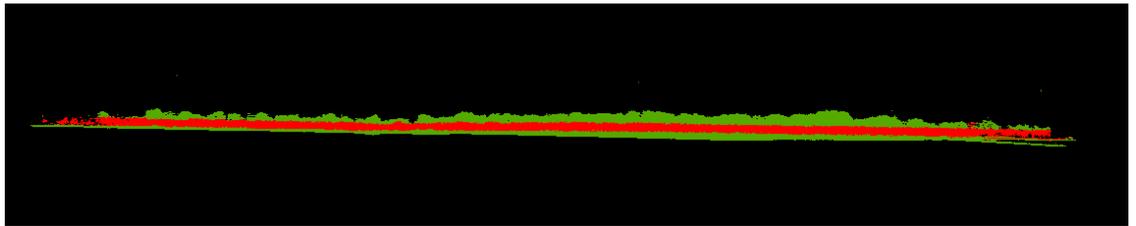
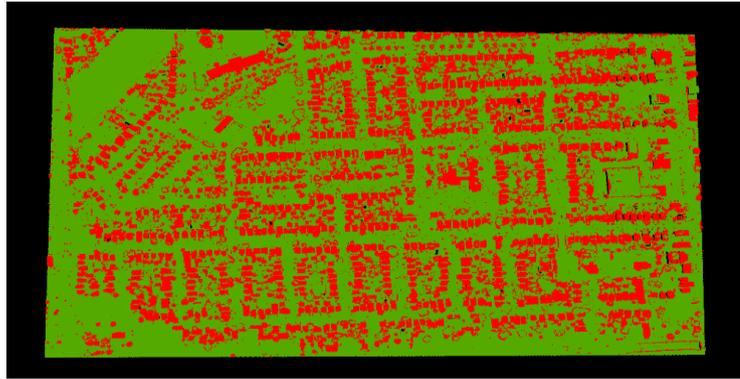
3. 设置分类参数

最小离地高度:地面点以上待分类区域最小高差值;

最大离地高度: 地面点以上待分类区域最大高差值;

格网尺寸: 默认为 1.0m, 地形起伏大时可适当调小;

4. 点击确定, 将目标点云按分类参数设置进行分类, 效果如图。



3.7.6. 建筑物分类

(1) 功能描述:

建筑物分类是指对点云中建筑物部分进行分类。

原理:

因为获取的点云数据呈离散分布, 使用点云分割能够更好地获取点云数据的整体信息。点云分割利用点云之间的属性信息的差异性和相似性, 将点云划分为多个同质区域。在此基础上计算每个同质区域的整体特征信息, 利用特征信息对每个同质区域的类别进行划分, 从而达到对整体点云分类的效果。

本次软件使用欧式聚类算法完成点云的分割, 再利用每个同质区域的粗糙度和高程值进行建筑物区域的分类。

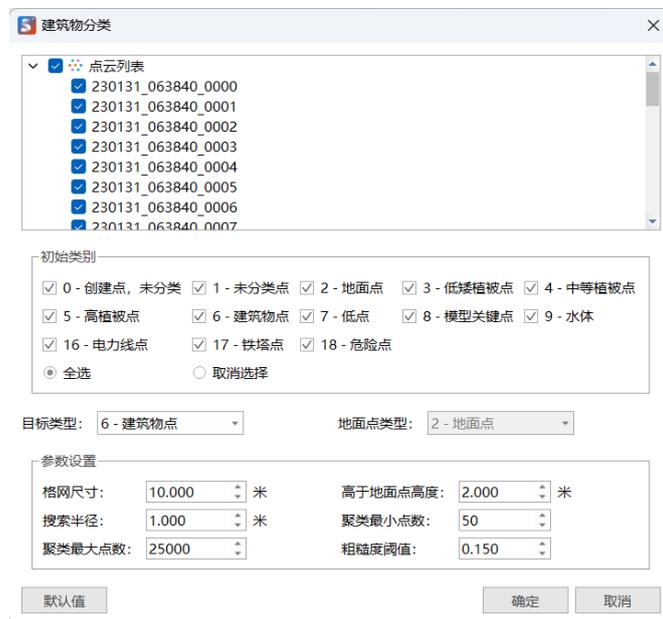
a. 欧式聚类算法

欧式聚类使用欧式距离, 基于 KD-Tree 的近邻查询算法, 寻找 k 个离 p 点最近的点, 并计算与 p 点的距离, 距离小于设定阈值的点便聚类到集合 Q 中, 再在集合 Q 中选取 p 点以外的一点, 寻找该点的 K 个最近邻点, 再计算 K 个点到该点的距离, 将小于设定阈值的点加入到集合 Q 中, 重复上述过程, 直到 Q 中元素数目不再增加, 完成一个类别的聚合, 再选取 Q 元素以外的点继续进行欧式聚类算法直至所有点都完成聚类。

b. 利用整体特征信息完成分类

- 粗糙度的计算：对于某个同质区域，计算每个点的粗糙度，再计算粗糙度的平均值，以该值代表该同质区域的粗糙度，由于建筑物屋顶表面更为光滑，植被表面更为粗糙，植被的粗糙度普遍大于建筑物的粗糙度，设定平均曲率的阈值，将大于该阈值的区域进行去除。点的粗糙度的计算方法为：搜寻目标点周围的 n 个最近邻点，以该邻域点集拟合出平面（本次使用 PCA 主成分分析拟合平面），再计算邻域点到平面的距离的标准差，这个标准差的值即为该点的粗糙度。
- 高程阈值：对于某些规整的植被，如人工草坪、绿化带等，使用平均粗糙度阈值难以去除，而这些规整的植被相对高程较低，因此利用高程阈值将这些低矮的植被进行去除。以地面点为参考，将高于地面点 2m 以上的点进行保留，其余点去除。
- 统计滤波去除离群点

(2) 操作步骤：



1. 在点云列表中勾选目标点云；
2. 设置初始类别，选择目标类别；
3. 设置分类参数

搜索半径：默认为 1m，如果点云密度较大导致搜索的点数较大，可能影响粗糙度的大小，因此可适当调小；

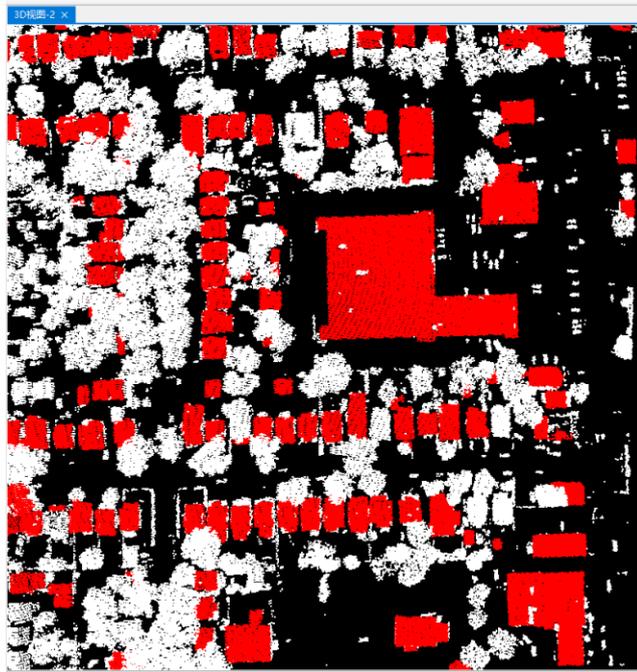
聚类最小点数、聚类最大点数：（默认为 50~25000），是指每个点以指定半径进行搜索，搜索区域内的点数若在该区间内则聚类，并判为一类，若该聚类中点数达到聚类最大点数时，则停止聚类；

粗糙度阈值：默认为 0.15，计算每一个聚类结果的粗糙度，如果建筑物屋顶表面光滑则粗糙度可适当调小，绝对光滑时为 0。

高于地面高度：地面点以上待分类区域最小高差值；

格网尺寸：默认为 1.0m, 地形起伏大时可适当调小；

4. 点击确定，将目标点云按分类参数设置进行分类，效果如图。

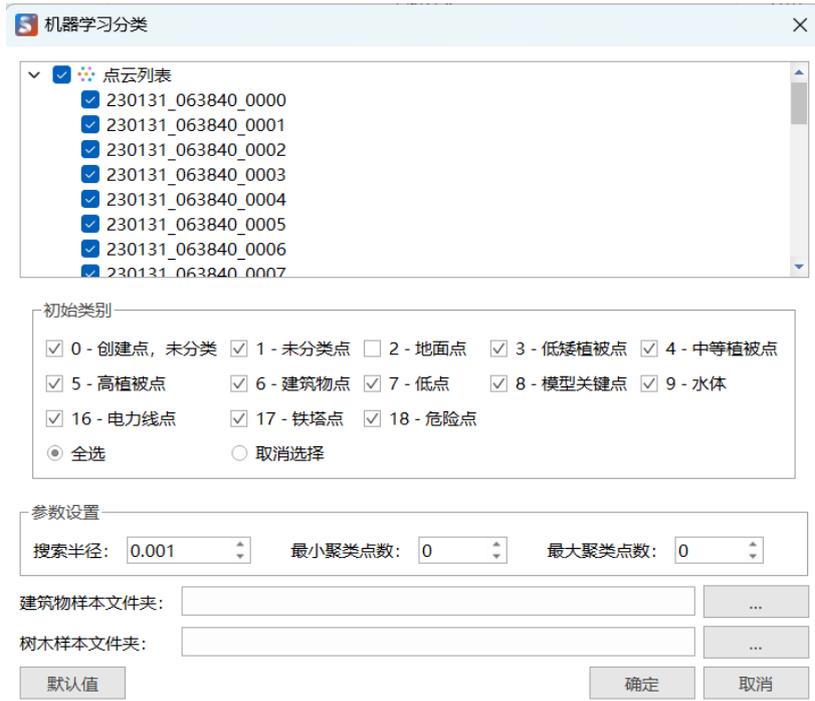


3.7.7. 机器学习分类

(1) 功能描述：

该功能使用机器学习方法，将手动整理好的训练样本库进行训练，智能生成分类规则，并依据该规则对目标点云进行分类。此功能，训练模型后批量处理大量数据，期待减少人工量。支持两种流程：选择训练样本，生成训练模型，处理待分类数据；

(2) 操作步骤：

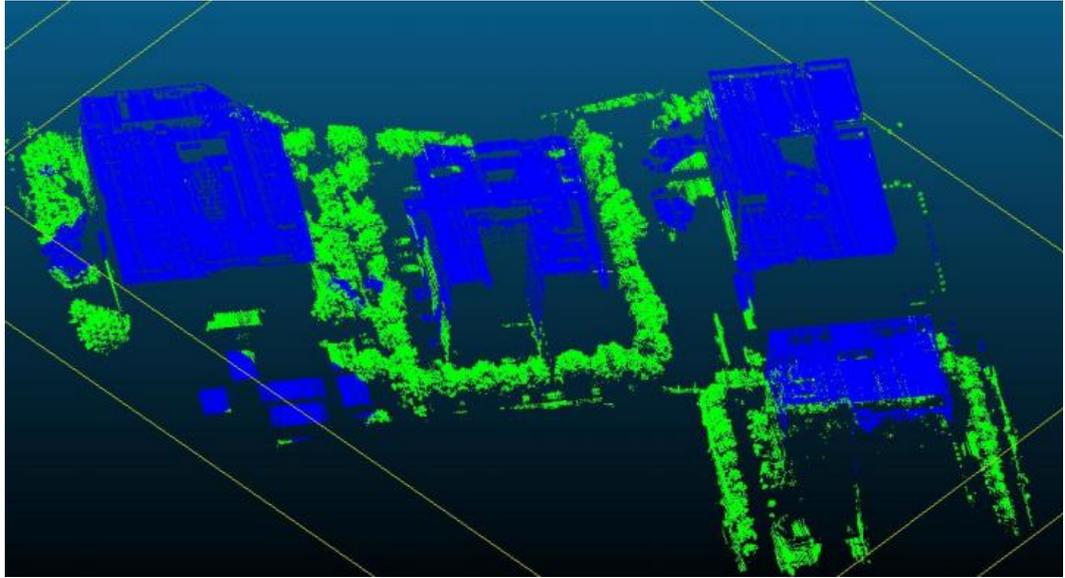


1. 在点云列表中勾选目标点云；
2. 设置初始类别，选择目标类别；
3. 设置分类参数

搜索半径：默认为 1m，如果点云密度较大导致搜索的点数较大，可能影响粗糙度的大小，因此可适当调小；

聚类最小点数、聚类最大点数：（默认为 50~25000），是指每个点以指定半径进行搜索，搜索区域内的点数若在该区间内则聚类，并判为一类，若该聚类中点数达到聚类最大点数时，则停止聚类；

4. 选择样本数据文件夹，包括建筑物和数据样本数据。
5. 点击确定，将目标点云按分类参数设置进行分类，效果如图。



3.7.8. 手动交互分类



(1) 功能描述:

因自动分类算法的准确度很难达到百分百,很多时候需要人机交互分类才能满足产品要求。软件提供圆形分类、矩形分类、多边形分类、线上分类、线下分类、线中分类、画刷分类、单点分类等手动分类方式,配合剖面工具使用,对点云进行进一步的精细化分类。

(2) 操作说明

1. 点击开启手动分类,进入手动分类模式
2. 选中手动分类方法进行手动交互分类
3. (可选)点击撤回,撤销之前全部手动分类操作
4. 点击保存,将手动分类结果保存,直接修改对应的源文件。
5. 点击退出,退出手动分类模式。

3.7.8.1. 开始手动分类

(1) 功能描述:

进入手动交互分类模式。

(2) 操作说明

1. 点击手动交互分类,进入手动交互分类模式;

2. 手动分类工具变为可用状态。

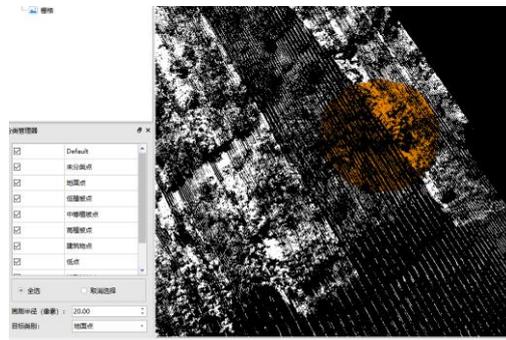
3.7.8.2. 圆形分类

(1) 功能描述：

将圆形选区内的点云转换为目标类别。

(2) 操作说明

1. 点击圆形分类；
2. 设置初始类别，选择目标类别；
3. 绘制圆形区域，将该区域内的目标点云按分类参数设置进行分类，效果如图。



3.7.8.3. 多边形分类

(1) 功能描述：

将多边形选区内的点云转换为目标类别。

(2) 操作说明

1. 点击多边形分类；
2. 设置初始类别，选择目标类别；
3. 绘制多边形区域，将该区域内的目标点云按分类参数设置进行分类，效果如图。



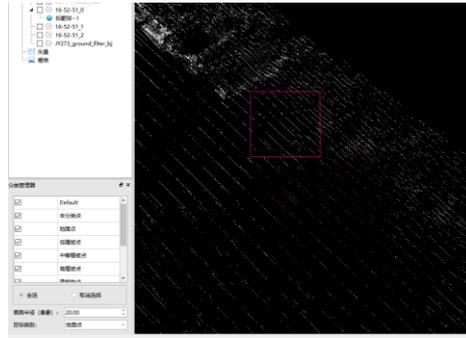
3.7.8.4. 矩形分类

(1) 功能描述：

将矩形选区内的点云转换为目标类别。

(2) 操作说明

1. 点击矩形分类；
2. 设置初始类别，选择目标类别；
3. 绘制矩形区域，将该区域内的目标点云按分类参数设置进行分类，效果如图。



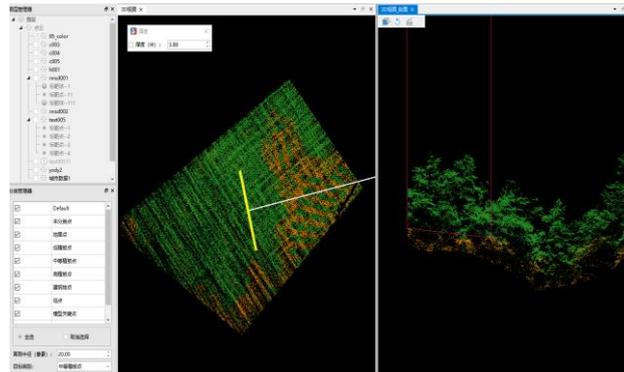
3.7.8.5. 线上分类

(1) 功能描述：

将绘制线上方选区内的点云转换为目标类别。

(2) 操作说明

1. 点击线上分类；
2. 设置初始类别，选择目标类别；
3. 绘制线段，将绘制线上方区域内的目标点云按分类参数设置进行分类，效果如图。



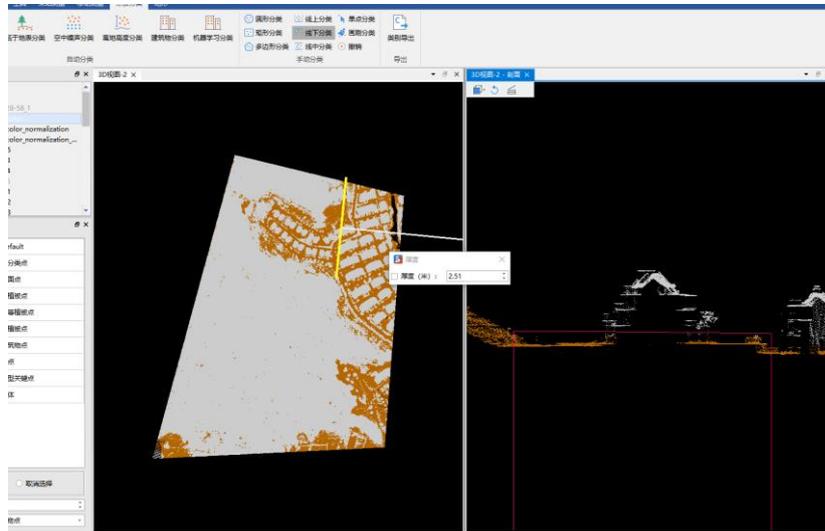
3.7.8.6. 线下分类

(1) 功能描述：

将绘制线下方选区内的点云转换为目标类别。

(2) 操作说明

1. 点击线下分类;
2. 设置初始类别, 选择目标类别;
3. 绘制线段, 将绘制线下方区域内的目标点云按分类参数设置进行分类, 效果如图。



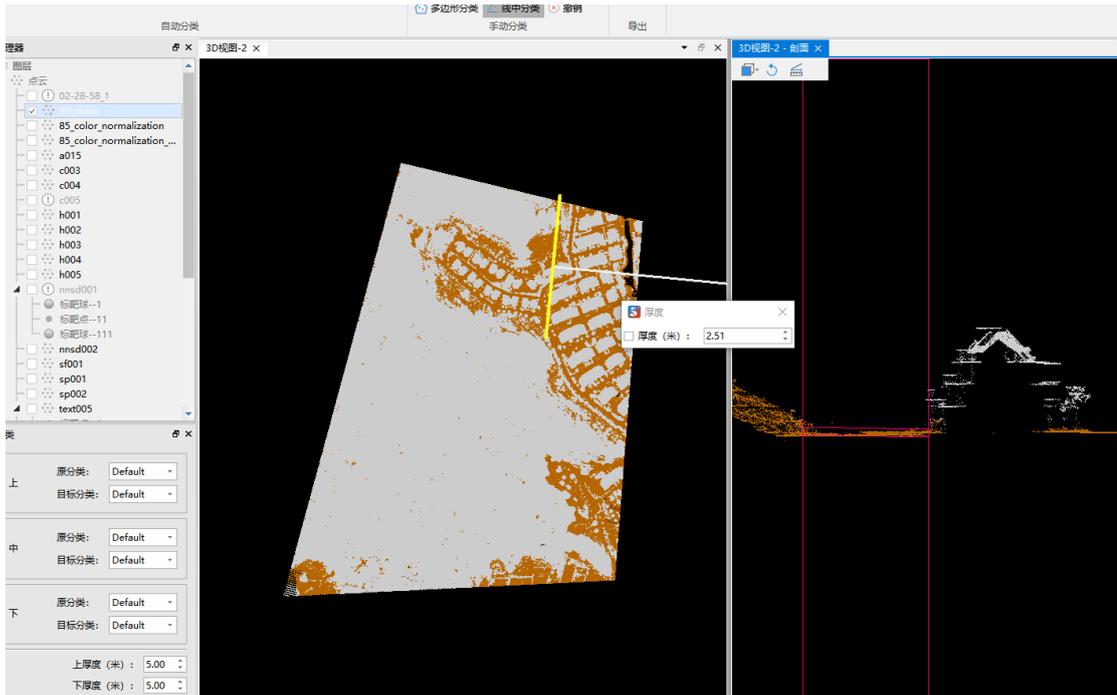
3.7.8.7. 线中分类

(1) 功能描述:

将绘制线上方、下方以及中间选区内的点云转换为目标类别。

(2) 操作说明

1. 点击线中分类;
2. 设置每个方向的转换操作,包括初始类别和目标类别;
3. 绘制线段, 将绘制线上方、下方以及中间区域内的目标点云按分类参数设置进行分类, 效果如图。



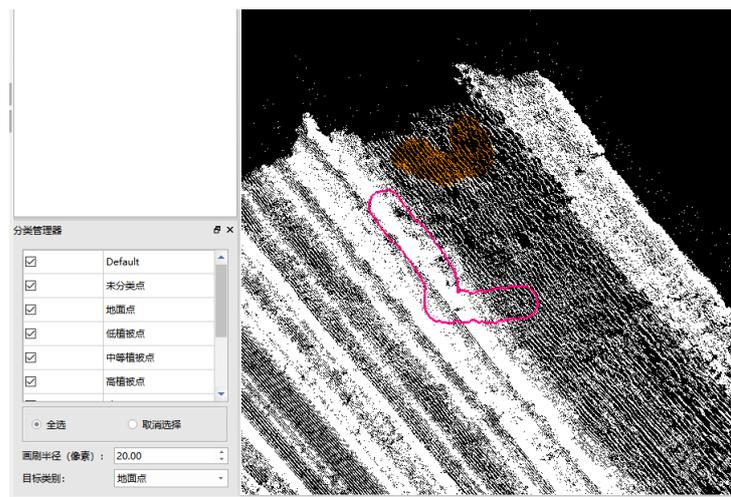
3.7.8.8. 画刷分类

(1) 功能描述:

将画刷经过选区内的点云转换为目标类别。

(2) 操作说明

1. 点击画刷分类;
2. 设置初始类别和目标类别;
3. 用画刷选择点云,将选择区域内的目标点云按分类参数设置进行分类,效果如图。



3.7.8.9. 单点分类

(1) 功能描述:

将选中的单个点云转换为目标类别。

(2) 操作说明

1. 点击单点分类；
2. 设置初始类别和目标类别；
3. 选择单个点云，将选择区域内的目标点云按分类参数设置进行分类。

3.7.8.10. 撤销

(1) 功能描述：

撤回手动分类编辑的所有操作，回退到原始数据。

(2) 操作说明

1. 点击撤回，执行撤回操作，将之前手动分类的操作全部取消；

3.7.8.11. 保存

(1) 功能描述：

保存手动分类编辑的内容到原始点云文件中。

(2) 操作说明

1. 点击保存，执行保存操作，将之前手动分类结果全部保存覆盖源文件；

3.7.8.12. 退出

(1) 功能描述：

退出手动分类模式。

(2) 操作说明

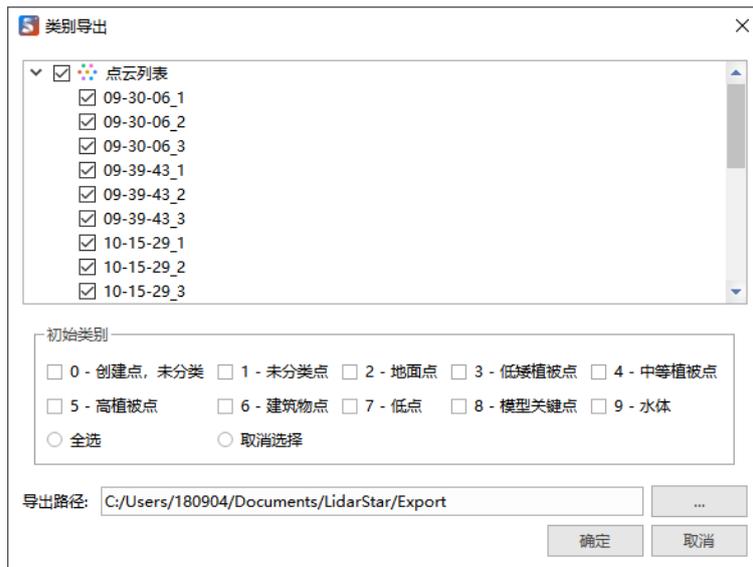
1. (可选) 点击退出，退出手动分类模式；
2. (可选) 如果未执行保存操作，点击退出弹出提示“是否保存手动分类结果到点云中”，选择“是”，保存结果再退出编辑模式；点击“否”，直接退出编辑模式。

3.7.9. 按类别导出

(1) 功能描述：

支持按指定类别进行点云的导出。

(2) 操作说明



1. 点击按类别导出；
2. 在点云列表中勾选目标点云；
3. 设置初始类别和目标类别；
4. 设置导出路径
5. 只对指定类别的点云进行导出。

3.8. 地形



3.8.1. DEM 生成

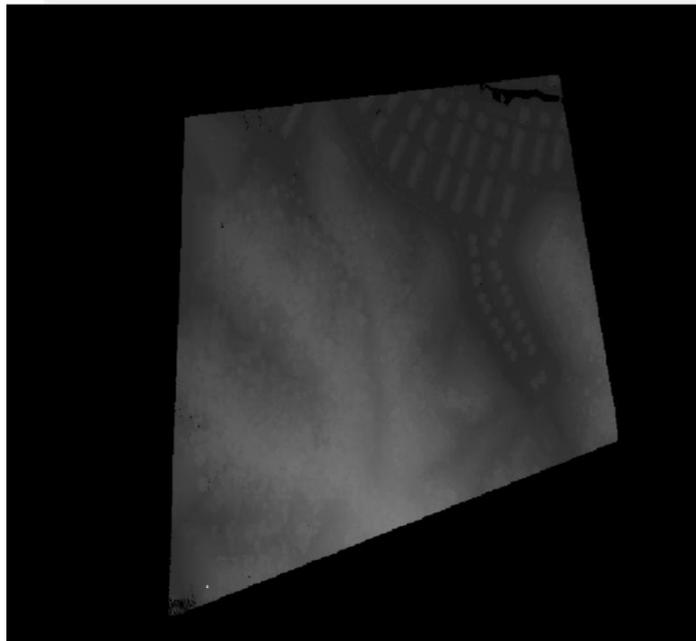
(1) 功能描述：

基于点云或者基于 TIN 模型数据生成 DEM 文件，DEM 只包含了地形的高程信息,只基于分类完成的地面点类别进行生成，并未包含其它地表信息。

(2) 操作步骤：



1. 在点云列表中勾选目标点云或者选择目标 TIN 模型数据；
2. 设置分辨率参数（XSize、YSize）；设置高程值属性的取值规则；
3. 勾选是否合并输出；
4. 设置输出路径；
5. 点击确定，输出 DEM 数据。
6. 弹出提示是否加载到面板，点击“是”，将生成的 DEM 格式的导入到图层面板的栅格图层中，显示效果如图。

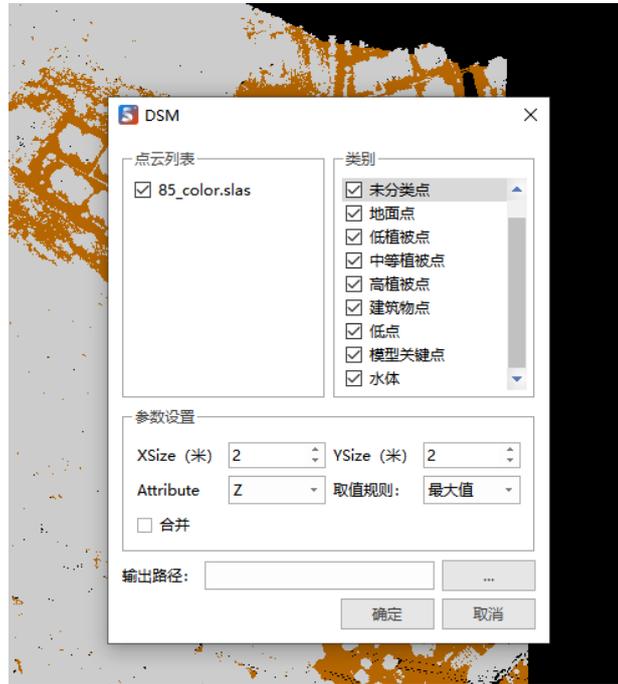


3.8.2. DSM 生成

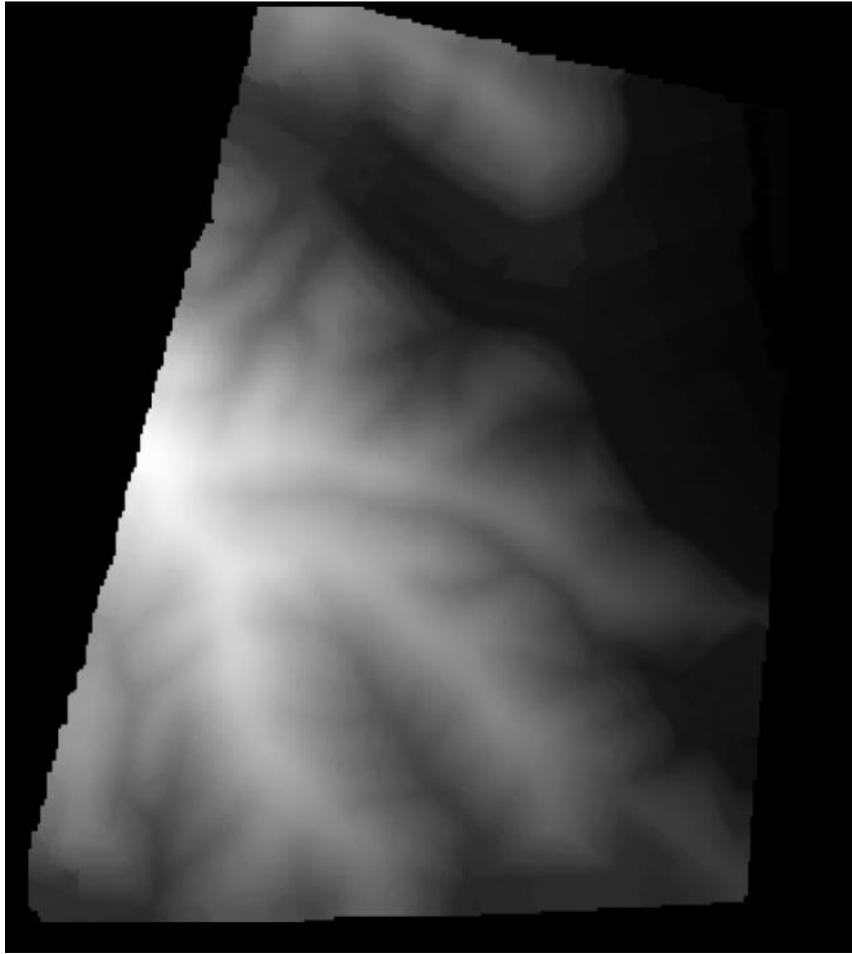
- (1) 功能描述：

基于点云生成 DSM 文件，DSM 包含了地形表等的高程信息。

(2) 操作步骤：



1. 在点云列表中勾选目标点云或者选择目标 TIN 模型数据；
2. 勾选初始类别
3. 设置分辨率参数（XSize、YSize）；设置高程值属性的取值规则；
4. 勾选是否合并输出；
5. 设置输出路径；
6. 点击确定，输出 DSM 数据。
7. 弹出提示是否加载到面板，点击“是”，将生成的 DSM 格式的导入到图层面板的栅格图层中，显示效果如图。



3.8.3. 等高线生成

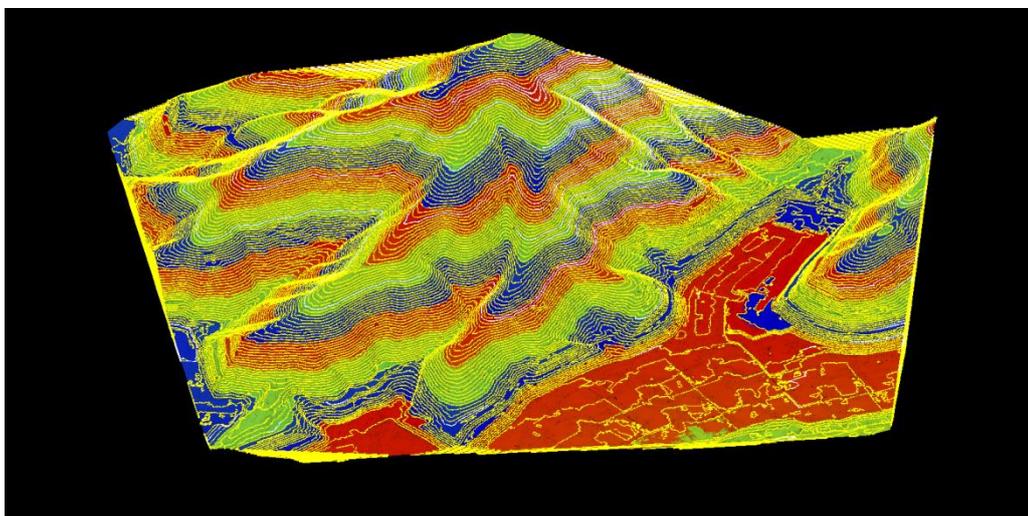
(1) 功能描述:

基于点云或者基于 TIN 模型数据生成等高线文件。

(2) 操作步骤:



1. 在点云列表中勾选目标点云或者选择目标 TIN 模型数据；
2. 设置等高线间距、颜色以及线宽；
3. 设置优化选项；
4. 设置文件输出格式；
5. 设置输出路径；
6. 点击确定，输出等高线数据。
7. 弹出提示是否加载到面板，点击“是”，将生成的等高线格式的导入到图层面板的矢量图层中，显示效果如图。



3.8.4. 构建 TIN

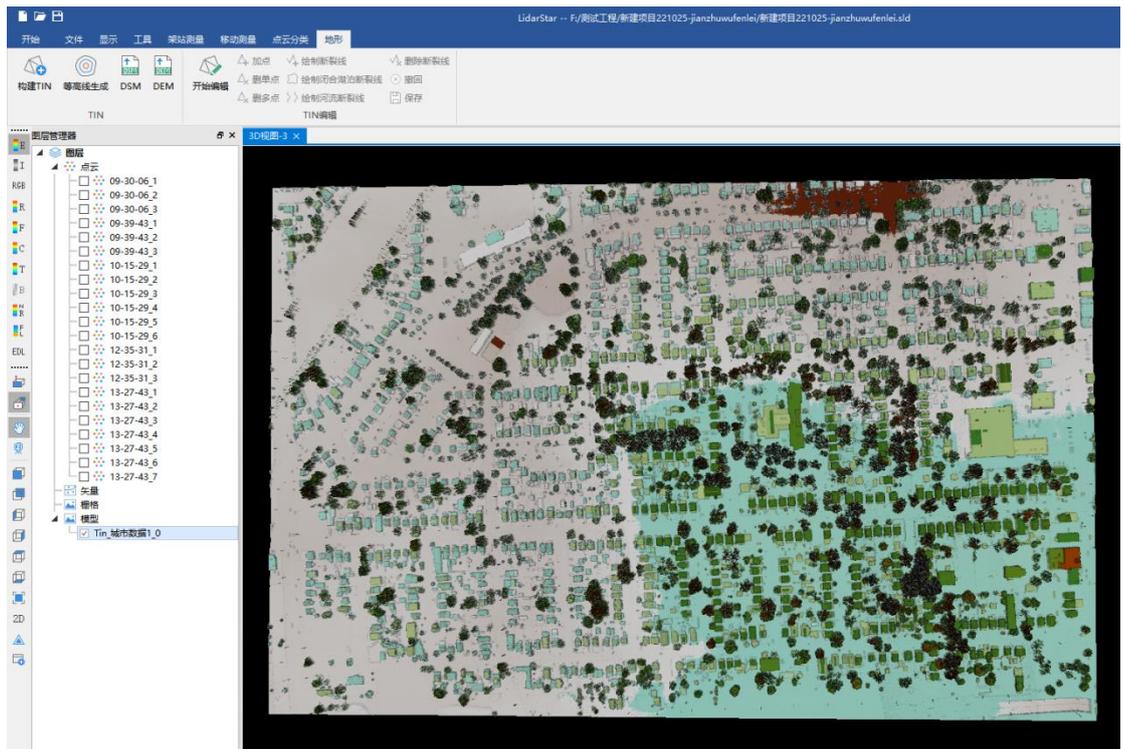
(1) 功能描述:

基于点云生成不规则三角网模型。

(2) 操作步骤:



1. 在点云列表中勾选目标点云;
2. 设置初始类别;
3. 勾选是否分块, 设置分块参数 (按行列均匀分块);
4. 设置输出路径;
5. 点击确定, 输出三角网表面模型 TIN。
6. 弹出提示是否加载到面板, 点击“是”, 将生成的 stin 格式的导入到图层面板的模型图层中, 显示效果如图。



3.8.5. TIN 编辑



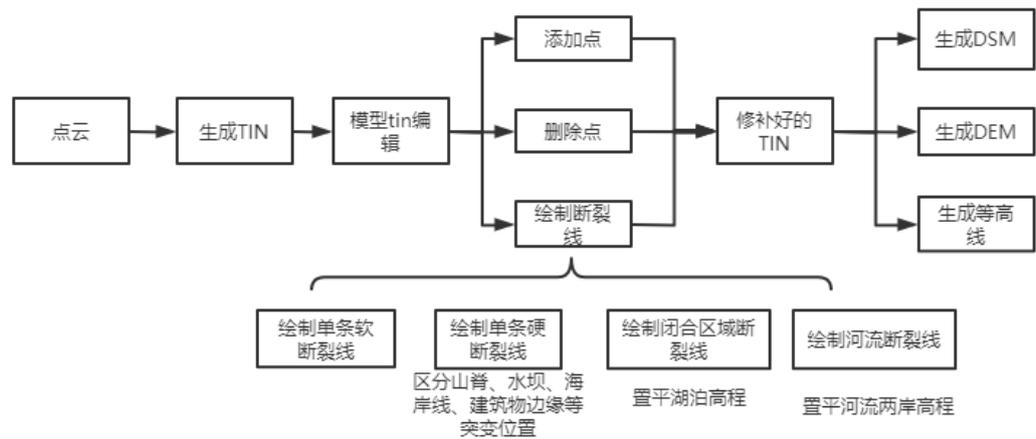
(1) 功能描述:

选择已加载到图层的三角网模型进入编辑状态，提供加点、删单点、删多点、绘制断裂线、绘制闭合湖泊断裂线、绘制河流断裂线、删除断裂线、撤回等功能，最后点击保存覆盖原本 TIN 模型。

(2) 操作步骤:

1. 选择模型进入编辑状态;
2. 通过加点、删单点、删多点、绘制断裂线、绘制闭合湖泊断裂线、绘制河流断裂线、删除断裂线等功能，编辑 TIN 模型;
3. (可选) 点击撤回，撤销之前所有编辑操作;
4. 点击保存，保存编辑后的模型，覆盖原本模型。

整体业务流程:



3.8.5.1. 开始编辑

(1) 功能描述:

选择已加载到图层的三角网模型进入编辑状态。

(2) 操作说明



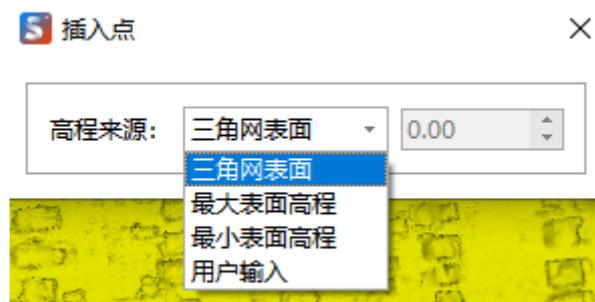
3. 点击开始编辑;
4. 选择图层中已加载的模型数据;
5. 点击确定, 进入编辑状态, 编辑工具变为可用状态。
6. (可选) 点击取消, 不进入编辑;

3.8.5.2. 加点

(1) 功能描述:

对三角网模型增加顶点。

(2) 操作说明



1. 点击加点，弹出设置窗口；
2. 设置高程来源，提供四种获取方式：三角网表面、最大表面高程、最小表面高程、用户输入

三角网表面：通过三角形插值方式确定插入点的高程值

最大表面高程：该模型内高程范围内的最大值

最小表面高程：该模型内高程范围内的最小值

用户输入：自定义高程值

3. 点击模型需要加点的位置；
4. 成功在目标位置加点。

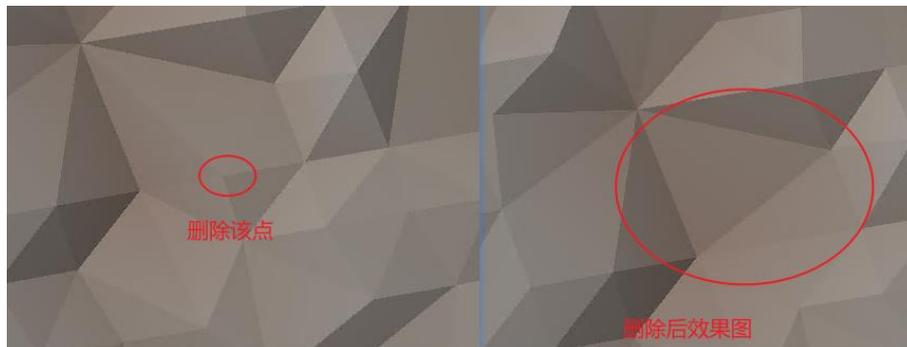
3.8.5.3. 删单点

(1) 功能描述：

删除三角网模型上指定顶点。

(2) 操作说明

1. 点击删单点；
2. 点击模型需要删点的位置；
3. 删除对应顶点，效果如图；



3.8.5.4. 删多点

(1) 功能描述：

删除多边形绘制范围内三角网模型上的顶点。

(2) 操作说明

1. 点击删多点；
2. 绘制多边形，选择需要删除点的模型顶点，右键结束绘制；
3. 自动删除对应顶点；

3.8.5.5. 绘制断裂线

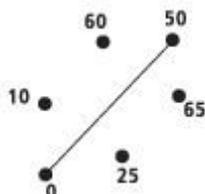
(1) 功能描述:

支持绘制断裂线用来区分不同地物，软件提供软断裂线和硬断裂线两种方式。

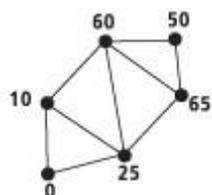
原理:

以下是通过添加软断裂线强制不同表面特性的一个示例。请注意观察 TIN 构建器是如何沿断裂线添加额外折点从而确保将断裂线保留在 TIN 中的。这些新结点的 z 值获取自沿断裂线的线性插值。

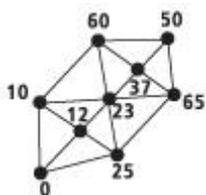
构建 TIN 的输入数据包括四个点和一条带有两个结点的线。



将点和结点作为离散多点处理时生成的 TIN



当这条线被强制作为断裂线时，这条线将保留在 TIN 中。请注意观察引入结点的 z 值。



与所有断裂线相同，软断裂线的 z 值也可以是常量或变量。例如，可以将具有常量高程的一段管道定义为软断裂线。相应地，也可以将具有波动高程的一段公路作为软断裂线加入到 TIN 表面模型中。

硬断裂线：定义表面光滑的中断处，是最常见的断裂线。它常用于定义河流、山脊线、岸线、道路边线表面突然变化的位置。在边坡中可以很好地定义公路的开挖边界。)

(2) 操作说明

1. 点击绘制断裂线，弹出如下窗口：

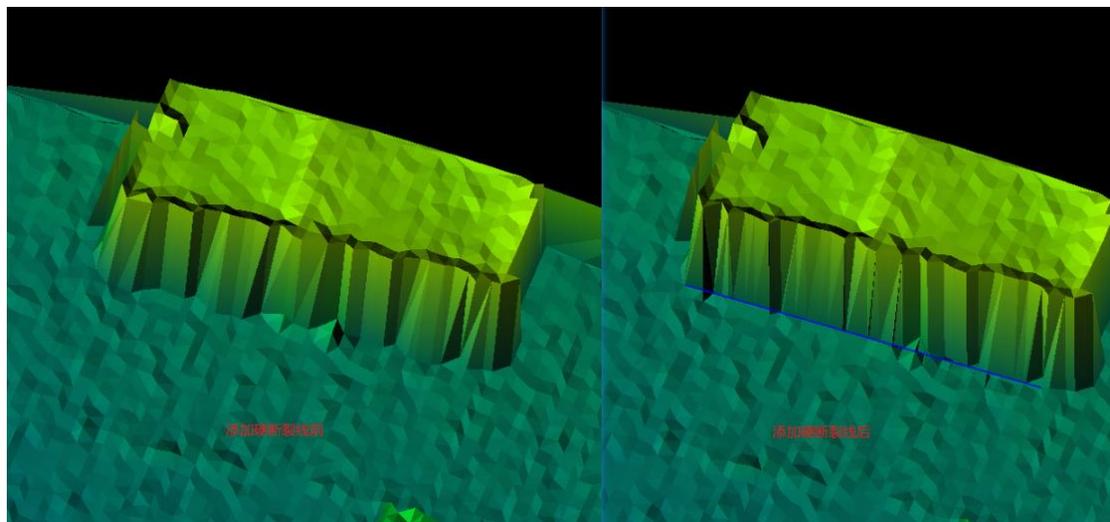


选择线类型：软断裂线（在三角网上生成点）

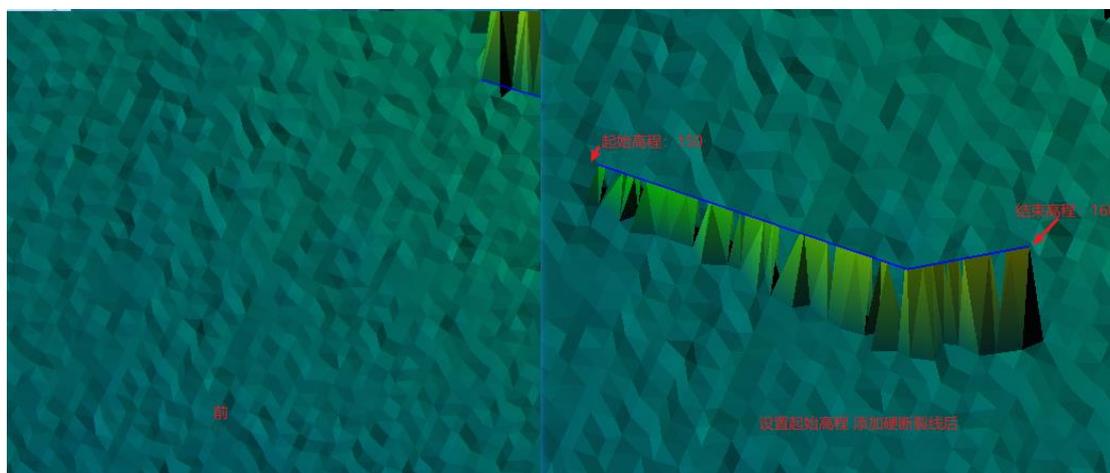
硬断裂线（在断裂线上生成点）

硬断裂线默认起始高程为三角形表面高程、勾选手动输入高程后，可用户自定义设置起始高程值

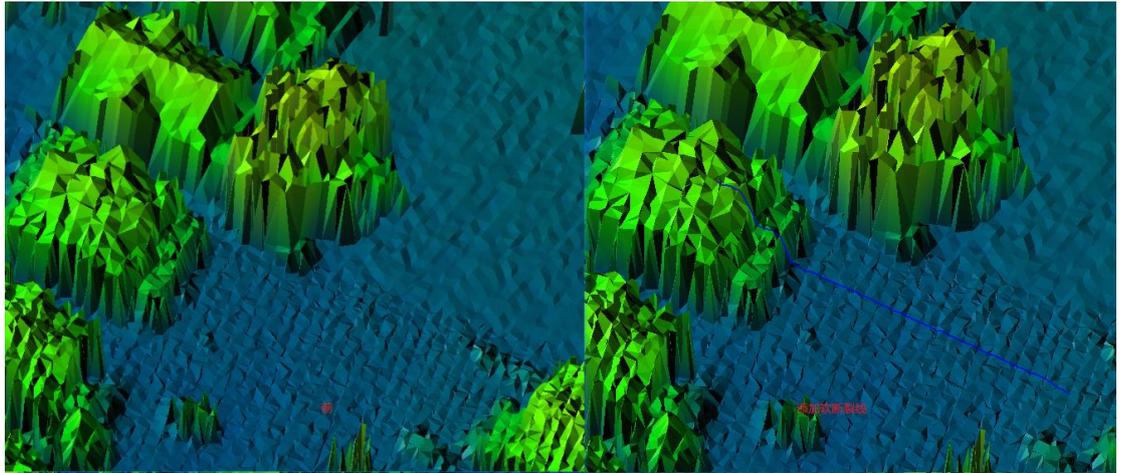
2. （可选）选择绘制硬断裂线，在模型上绘制多段线，右键结束，效果如图：



3. （可选）选择绘制硬断裂线，勾选改变高程，设置起始高程值，在模型上绘制多段线，右键结束，效果如图：



4. （可选）选择绘制软断裂线，在模型上绘制多段线，右键结束，效果如图；



3.8.5.6. 绘制湖泊断裂线

(1) 功能描述:

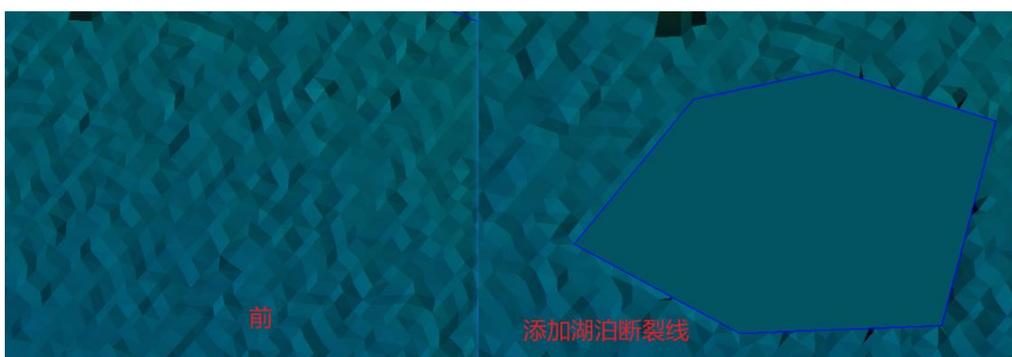
沿着湖泊绘制多边形，在多边形区域生成固定高程值的面。

(2) 操作说明

1. 点击绘制（闭合）湖泊断裂线，弹出下列窗口；



2. 设置目标高程；
3. 绘制多边形，右键结束绘制；
4. 生成湖泊断裂线，效果如图；



3.8.5.7. 绘制河流断裂线

(1) 功能描述:

沿着河流绘制两条多段线，在两线之间区域生成指定高程值的面。

(2) 操作说明

1. 点击绘制河流断裂线，弹出下列窗口；



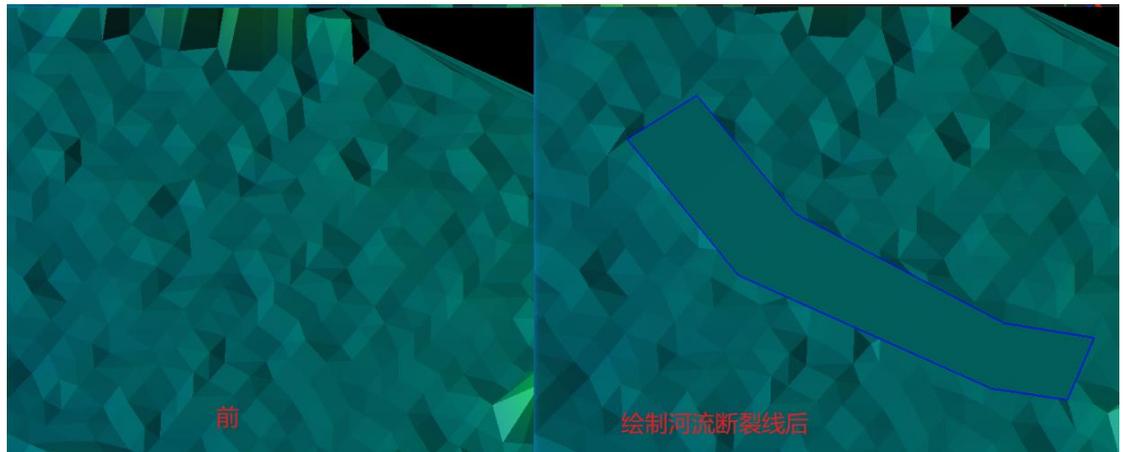
2. 设置目标起始高程；

3. 沿着河流岸边绘制第一条多段线，右键结束绘制；

4. 沿着河流岸边绘制第二条多段线，右键结束绘制；

5. (可选)点击清除绘制，只清除该视图内绘制的多段线，不清除已添加的断裂线；

6. (可选)点击添加，根据绘制的两条多段线生成河流断裂线，效果如图；(只绘制一条多段线时，点击添加，会弹出提示“请绘制第二条多段线”)



7. (可选)点击退出，退出绘制河流断裂线模式；

3.8.5.8. 删除断裂线

(1) 功能描述：

删除绘制的断裂线。

(2) 操作说明

1. 点击删除断裂线；

2. 选中已绘制的断裂线，执行删除操作；

3.8.5.9. 撤回

(1) 功能描述:

撤回 TIN 编辑的所有操作，回退到原始数据。

(2) 操作说明

1. 点击撤回，执行撤回操作，将之前 TIN 编辑的操作全部取消；

3.8.5.10. 保存

(1) 功能描述:

保存 TIN 编辑的内容到原始文件中。

(2) 操作说明

1. 点击保存，执行保存操作，将之前 TIN 编辑的操作全部保存覆盖源文件；

3.8.5.11. 退出

(1) 功能描述:

退出 TIN 编辑模式。

(2) 操作说明

1. (可选) 点击退出，退出 TIN 编辑模式；
2. (可选) 如果未执行保存操作，点击退出弹出提示“是否保存 TIN 到工程中”，选择“是”，保存 TIN 再退出编辑模式；点击“否”，直接退出编辑模式；

3.8.6. TIN 渲染

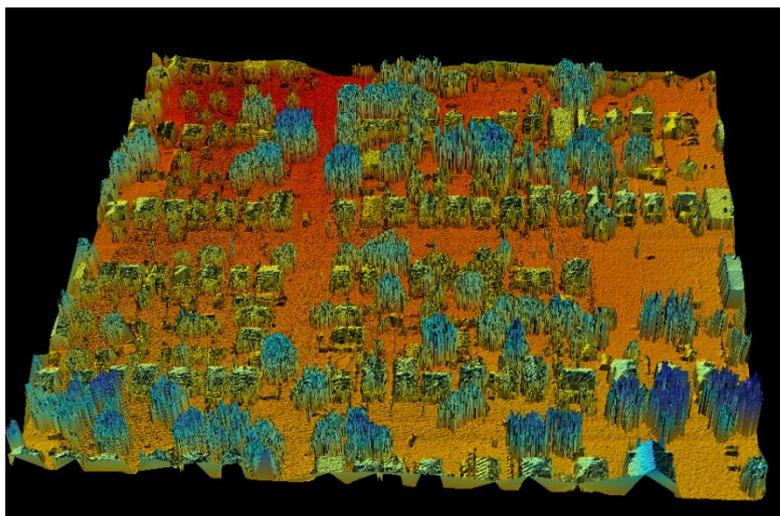
3.8.6.1. 高程渲染

(1) 功能描述:

根据模型数据的高程值，并将其映射到指定的颜色区间，方便观测模型数据的高程变化。

(2) 操作说明

1. 点击按高程显示；
2. 三角网模型按高程渲染模式进行显示；



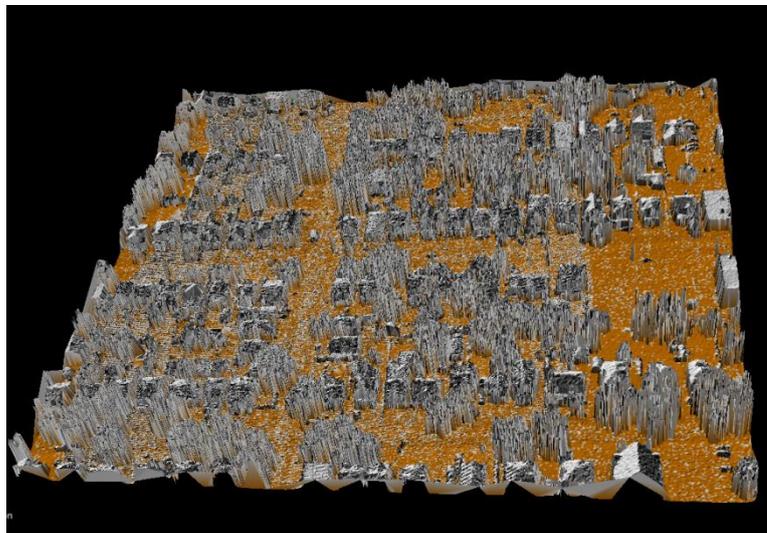
3.8.6.2. 分类渲染

(1) 功能描述:

根据模型数据的类别信息，并将其映射到指定的颜色，方便观测模型类别。

(2) 操作说明

1. 点击分类渲染;
2. 三角网模型按类别信息进行显示;



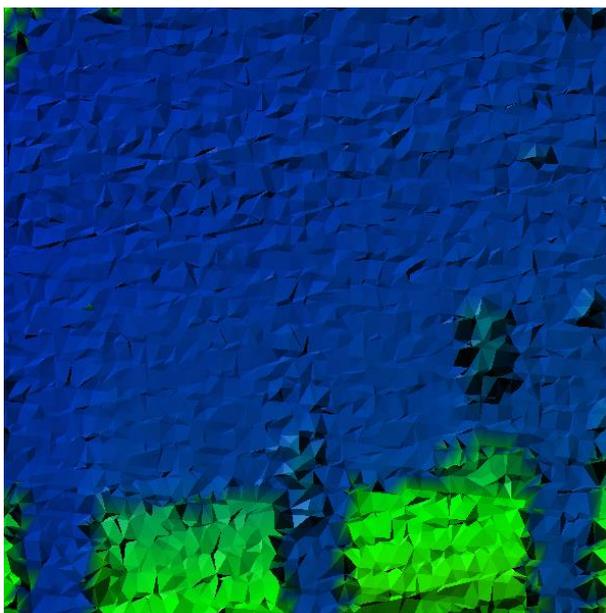
3.8.6.3. 面模式

(1) 功能描述:

当前窗口的模型数据按面状模式进行显示。

(2) 操作说明

1. 点击显示模型;
2. 当前窗口的模型数据按模型状态进行显示，显示效果如图;



3.8.6.4. 线模式

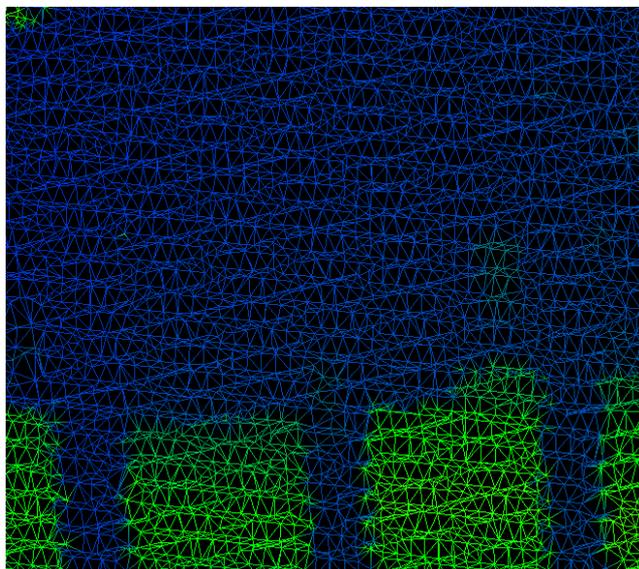
(1) 功能描述:

当前窗口的模型数据按三角网状态进行显示。

(2) 操作说明

1. 点击线模式;

2. 当前窗口的模型数据按三角网状态进行显示，显示效果如图;



3.8.6.5. 点模式

(1) 功能描述:

当前窗口的模型数据按顶点状态进行显示。

(2) 操作说明

1. 点击点模式;
2. 当前窗口的模型数据按顶点进行显示, 显示效果如图;

