ROCKFACET PRO · 岩体结构面产状智能分析

岩面智析 使用手册

从激光扫描点云、倾斜摄影网格或切片中自动提取岩体结构面，计算产状、自动分组，再输出表格、赤平投影、玫瑰图和着色点云。所有操作都按软件顶部的六步流程进行：

导入 → **清理与分割** → **校准** → **分析** → **分组** → **导出**

适用于岩面智析 RockFacet Pro 桌面版 0.2（Windows）· 2026 年 11 月 · 截图来自真实软件，示例数据为公开数据（署名见文末）

目录

快速上手

安装、试用与激活

- 激活码激活

界面总览

项目：新建、打开、另存为

第 1 步　导入

第 2 步　清理与分割

- 岩面段
- 清理规则与预览

第 3 步　校准

第 4 步　分析

- 高级参数
- 查看结果

第 5 步　分组

- 解散组

半自动补面

- 单独成一组

第 6 步　导出

截图库与岩面段对比

反馈与更新

支持的数据

常见问题

快捷键速查

快速上手

第一次使用时，按下面的顺序走一遍就能得到结果。每一步的细节见后面对应的章节。

1. **建项目**：顶部 `项目` › `新建项目…`，填一个文件夹。项目里的所有数据、分析记录和导出文件都放在这个文件夹里。
2. **导入**：左侧数据栏底部的 `添加数据`，选择点云或网格文件，点 `开始导入`。看一眼导入报告：坐标系是否识别、点数和平均点间距是否合理。
3. **清理与分割**：用 `画长方体框` 或 `贴面多边形` 把要统计的岩面圈成一段，点 `保存并使用范围`。数据里有植被、离群点时，再展开 `清理规则与预览` 保存清理规则。
4. **校准**：数据已带坐标系时用 `A 直接使用`（分析时会自动保存，不用专门操作）；没有坐标系时，用控制点（B）或罗盘实测产状（C1、C2）定向。
5. **分析**：预设保持 `标准（推荐）`，点 `开始分析`。完成后软件自动进入「分组」，三维视图按组着色。
6. **分组**：在赤平投影和明细表里检查分组，必要时合并、拆分、解散或改组；漏掉的整面用半自动工具补上。
7. **导出**：勾选需要的格式，点 `导出`，得到 Excel、CSV、赤平投影图、着色点云和一份离线 HTML 总览报告。

1 导入
读入点云、网格、切片，查看导入报告

2 清理与分割
圈出岩面段，去掉离群点、植被

3 校准
确定北向和竖直方向，产状才准确

4 分析
提取结构面并自动分组

5 分组
审核分组，合并、拆分、补面

6 导出
表格、图、着色点云、HTML 报告

安装、试用与激活

安装

1. 从官网 www.ifc4.com 下载安装程序（文件名类似 `RockFacet-Pro_0.2.0_x64-setup.exe`），双击运行，按提示安装。需要管理员权限，系统要求 Windows 10 / 11 64 位。
2. 安装程序暂时没有数字签名，Windows 可能提示「Windows 已保护你的电脑」：点 更多信息，再点 仍要运行。下载页上列出了安装包的 SHA-256，可以用来核对文件是否完整。
3. 装好后，开始菜单和桌面上的快捷方式叫「岩面智析」，程序装在 `C:\Program Files\RockFacet Pro\`。

> **从老版本 RockFacet 升级**
> 装过 0.1 版「RockFacet」的电脑，安装程序会先自动卸载老版本（如果老版本正开着，会提示先关闭），再安装岩面智析。试用记录、授权、设置、最近项目和项目文件都保留，不用重新激活。

免费试用 5 天

第一次打开软件时请连上网络：软件自动领取 **5 天免费试用**，全部功能可用，左下角状态栏显示「试用 · 剩 N 天」。每台电脑只有一次试用，由云端记录，重装软件或系统不会重新开始。提示「首次使用需要联网领取免费试用」时，连上网后点 重新领取。

试用到期后，已有项目和结果仍可打开查看，但不能再运行分析和导出。购买请加 QQ **964861905**；如果试用期被延长（例如加入了测试），在授权面板里点 重新检查 立即生效。

激活码激活

购买后会收到一个激活码，格式是 `RFP-XXXXX-XXXXX-XXXXX-XXXXX`（不需要注册账号）：

1. 点右上角的人像图标打开授权面板（试用到期时也可以点状态栏上的授权状态）。
2. 在最上面的 输入激活码 里粘贴或输入激活码，点 激活。字母大小写、空格和短横线都不影响；容易混淆的 O 和 0、I 和 1 会自动纠正。
3. 激活成功后面板显示版本、到期日和「最多 N 台电脑」。软件联网时每天自动续期，到期日以后台为准（续费、延期在下次联网时生效，也可以点 检查授权 立即刷新）。

- 同一个激活码在**同一台电脑**上重装后再输入一次即可，不会多占名额。
- 提示「这个激活码已经用满了」：激活码能绑定的电脑数已满。换电脑时请加 QQ 964861905，由我们解除旧电脑的绑定后再输入。
- 电脑不能上网时：在授权面板的 离线激活 里点 导出授权请求文件，把文件和激活码一起发给 QQ 964861905，收到 `.lic` 文件后点 导入授权文件。
- 授权面板里的 本机编号 可以复制，咨询或参加测试时把它发给我们。

界面总览

窗口分成五块：顶部栏、左侧数据栏、中间的三维视图（当前步骤的工具面板浮在它左侧）、右侧信息栏和底部状态栏。左右两栏和工具面板都可以收起，收起后三维视图占满窗口。



图 1　主界面（「分析」步骤，菲纳莱激光扫描窗口的分析结果）

1. **流程条**：六个步骤。绿色对勾表示已完成，数字表示还没做，黄色三角表示「已过期，需要重做」（例如改了清理规则或校准之后）。点步骤名切换步骤；在当前步骤上再点一次，可以收起或展开它的工具面板。
2. **数据栏**：项目里的全部数据。卡片上写着格式、点数，以及状态标签 `已清理` `已校准` `已分析` `坐标系未识别` 和岩面段数。点卡片切换当前数据；卡片右上角的铅笔按钮可以改名称、用途和标签。底部是 `添加数据`。
3. **工具面板**：当前步骤的全部操作。右上角的 `‹` 收起面板。
4. **视图工具条**：`显示`（原始颜色、清理分类、仅保留点、结果着色）、`浏览` `点选` `测距`、结构面工具 `整面` `圈选面` `迹线面` `撤销`（只在分析、分组、导出三步出现）、`全图`、`视角`（俯视、前视、侧视）和 `⋯`（结果透明度、点云显示、截图）。工具条下方一行是当前操作的提示。
5. **三维视图**：左键拖动旋转，右键拖动平移，滚轮缩放，右键单击打开菜单。岩面段显示为带名字的彩色框，点框或名字标签可以切换当前段。
6. **信息栏**：`数据信息`、`图像`、`结果` 三块，各自可以展开、收起；左边缘可以拖动调宽度。
7. **状态栏**：本地引擎的连接状态、授权状态（例如「试用 · 剩 5 天」；免费试用每台电脑一次，第一次打开时需要联网领取）、正在运行的后台任务（导入、生成浏览缓存、清理预览、分析，都可以在这里取消），以及当前显示的点数。
8. **项目菜单与工具**：`项目` 菜单、深色/浅色主题切换、云同步、账号与授权、信息栏开关。
9. **当前对象**：当前数据和当前岩面段的名称与用途。

小技巧

`F` 全图，`V` 浏览，`M` 测距；在分析、分组、导出三步里按 `H` 在「结果着色」和「原始颜色」之间切换。光标在输入框里时快捷键不生效。完整列表见 快捷键速查。

项目：新建、打开、另存为

一个项目就是磁盘上的一个文件夹，里面保存项目信息、数据的浏览缓存、清理规则、分析记录、截图和导出文件。数据文件默认**不复制**进项目，只记录源文件路径（导入时可以选择复制）。

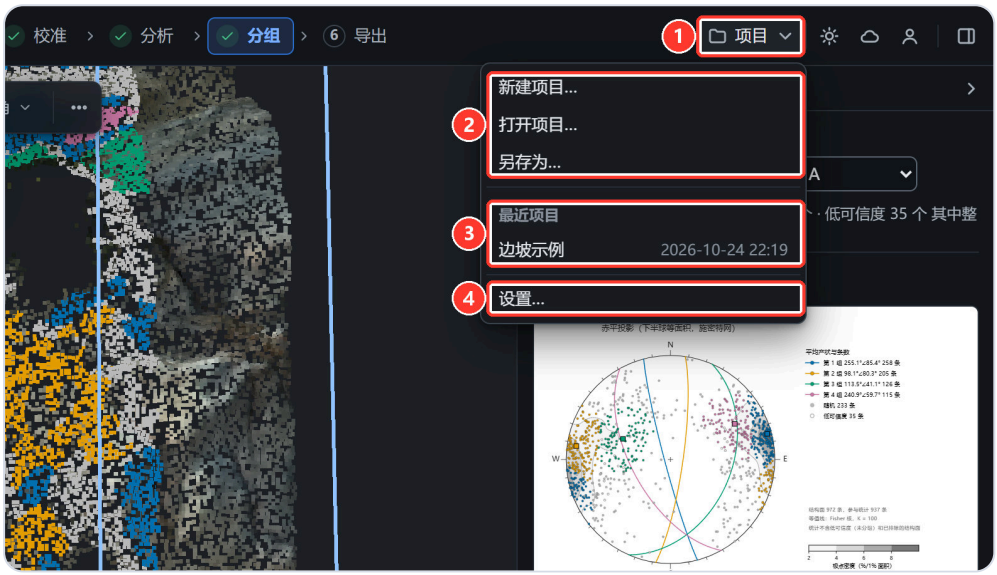


图 2　顶部的「项目」菜单

1. 顶部栏右侧的 `项目`。
2. `新建项目...` `打开项目...` `另存为...`：打开项目对话框，三种操作在同一个对话框里。
3. `最近项目`：点名字直接打开。
4. `设置...`：项目设置（北向基准、磁偏角、产状显示格式）和界面主题。



图 3　项目对话框

1. **新建**：项目文件夹 填一个绝对路径（例如 `D:\项目\厂房洞室`，不存在会自动创建；里面已经有项目时请改用「打开」），项目名称 可以留空（默认用文件夹名），点 新建。
2. **打开**：填已有项目的文件夹，点 打开。在资源管理器里按住 Shift 右键文件夹，选「复制为路径」后粘贴，最省事。
3. **另存为**：把当前项目整个复制到一个新文件夹（必须不存在或为空，且不能在原项目里面），然后切换到新的副本继续工作。浏览缓存不复制，打开后会自动重新生成。
4. **最近项目**：列出最近打开过的项目和时间；文件夹已经不在的会标「文件夹已不存在」。点 刷新 更新列表。

注意

- 还有任务在跑（导入、分析等）时新建、打开或另存为，软件会先问你是否取消这些任务。
- 另存为或拷贝项目到别的电脑时，只记录路径的数据仍指向原来的文件。要整体搬走，导入时勾选 把源文件复制到项目文件夹，或把源文件放在相同的路径下。

项目设置



图 4　项目 › 设置…

1. 北向基准：网格北、真北 或 磁北。所有产状的倾向都按它计算，并写进每条分析记录。
2. 磁偏角（°，东偏为正）：北向基准为磁北，或罗盘读数按磁北时用到。
3. 产状显示格式：倾向∠倾角（例如 135.0°∠45.0°）或 走向/倾向∠倾角。
4. 保存设置。
5. 主题：深色或浅色，只保存在这台电脑上；三维视图在两种主题下都是深色底。

改北向基准或磁偏角之后

已有的校准和分析结果会全部标为「已过期」，不能再用于分析。界面会提示数量并给出 去重新校准 按钮。建议在导入数据之前就把这两项定下来。

1 导入

做什么	把点云、网格或倾斜摄影切片加入项目。引擎读取文件，统计点数、范围、平均点间距，识别坐标系和单位，并在后台生成三维浏览用的缓存。
在哪里点	左侧数据栏底部的 `添加数据`，或「导入」步骤面板底部的 `导入数据`。桌面版也可以直接把文件拖进窗口：软件会打开导入对话框并填好路径（一次只取拖进来的第一个文件）。
做完以后	看导入报告，确认坐标系、单位、点数正常，再进入「清理与分割」。

导入对话框



图 5　导入数据对话框（OBJ 网格）

1. `文件或文件夹`：数据的绝对路径。OSGB 选**根目录**（含 metadata.xml 和 Data 文件夹），3D Tiles 选 tileset.json 或它所在的文件夹。
2. `选择文件...` 打开文件选择框；OSGB 和 3D Tiles 文件夹用 `选择文件夹...`。
3. `格式`：默认 `自动识别`。界面先按扩展名猜，导入时引擎再按文件头确认，一般不用改。
4. `坐标系（可选）`：填 EPSG 编号（例如 `EPSG:4547`）或完整的 WKT。不填时用文件里的坐标系。
5. `单位`：默认 `自动（按坐标系，默认米）`，也可以选米、英尺、美国测量英尺、毫米、厘米。
6. `把源文件复制到项目文件夹`：默认不勾选，只记录源文件路径。勾选后移动或删除源文件不影响项目，但会多占一份磁盘空间。OSGB、3D Tiles 这类由很多文件组成的切片不能复制。
7. `坐标偏移量（OBJ）`：只在导入 OBJ 时出现。摄影测量软件导出的 OBJ 常把大坐标拆成「顶点 + 偏移」，偏移写在单独的文件里（例如 offset.xyz）；把其中的 X、Y、Z 填在这里，会加到每个顶点上。
8. `开始导入`。导入在后台进行，进度显示在状态栏和面板里，可以随时取消。

什么时候需要改这些选项

- **坐标系**：文件本身不带坐标系，但你知道它用的是哪个投影坐标系时填上。例如 Metashape 导出的 OBJ 用的是 UTM 32N，就填 `EPSG:25832`；这样「校准」一步可以直接用模式 A。
- **单位**：坐标是毫米、英尺等，而文件里没有写明单位时选上；否则面积、点间距会差一个比例。
- **坐标偏移量**：OBJ 的坐标是几百、几千的小数，而建模软件另有偏移文件时填上；同目录有 GeoReference.xml / metadata.xml 时引擎会自动读取，不用填。

XYZ / TXT / CSV 文本点云的列

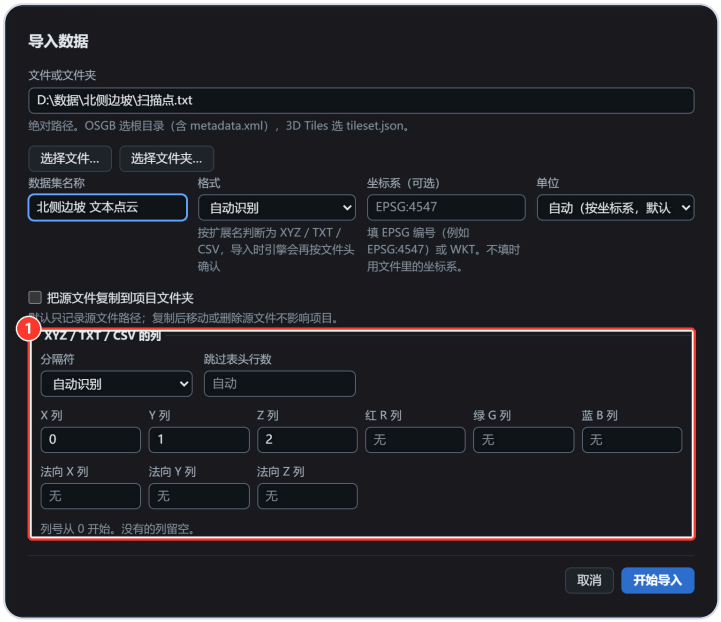


图 6　文本点云多出一组「XYZ / TXT / CSV 的列」设置

文本点云会多出 分隔符 （自动识别、逗号、空格、制表符、分号）、 跳过表头行数 ，以及 X、Y、Z、红 R、绿 G、蓝 B、法向 X/Y/Z 各列的列号（**从 0 开始**，没有的列留空）。一般全部留空即可：引擎会自动识别分隔符、表头和颜色、法向列，识别结果写在导入报告的提示里。识别错了（例如把强度列当成了颜色），再回来手动指定列号重新导入。

导入报告

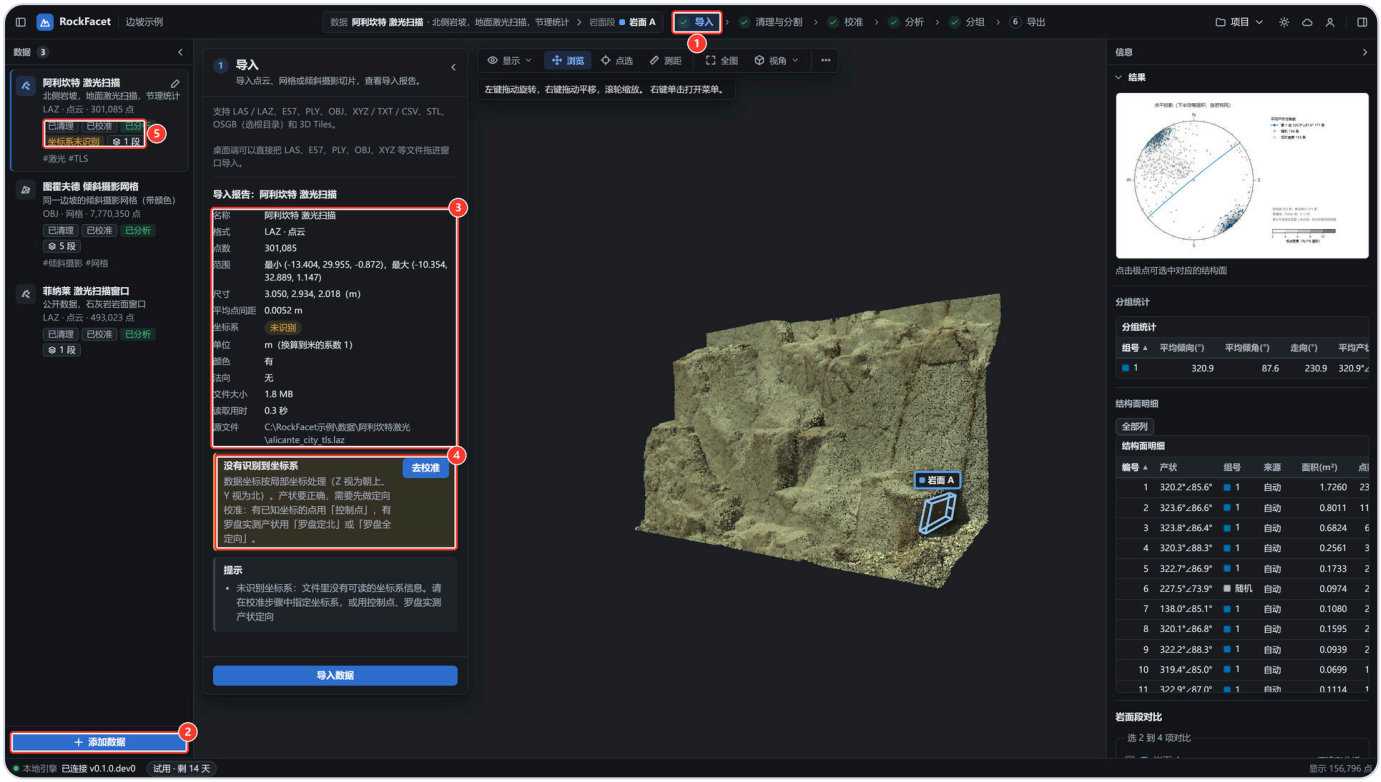


图 7　导入报告：地面激光扫描 LAZ，文件里没有坐标系

1. 流程条的 `导入`：随时可以回来查看当前数据的报告。
2. `添加数据`：继续导入下一份数据。
3. 报告：名称、格式、点数（网格还有面数）、范围、尺寸、**平均点间距**、坐标系、单位、有无颜色和法向、文件大小、读取用时、源文件路径。平均点间距决定了分析参数的默认值，值得留意。
4. `没有识别到坐标系`：数据按局部坐标处理（Z 视为朝上、Y 视为北）。产状要正确，需要先在「校准」里定向：有已知坐标的点用「控制点」，有罗盘实测产状用「罗盘定北」或「罗盘全定向」。点 `去校准` 直接跳过去。
5. 数据卡片上同样会显示 `坐标系未识别`。

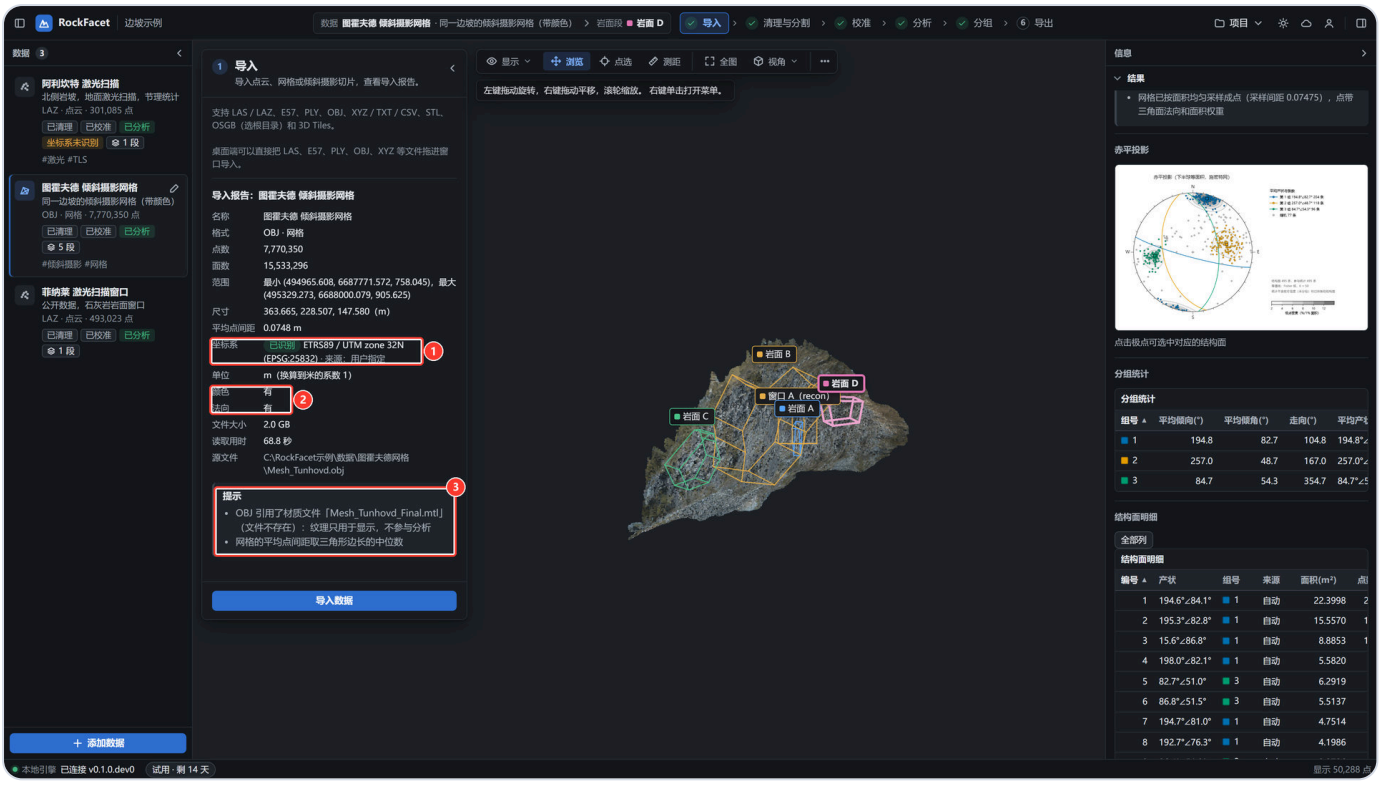


图 8　导入报告：倾斜摄影 OBJ 网格（2.0 GB，约 777 万顶点、1553 万三角面，读取约 70 秒）

1. 坐标系 `已识别`，来源是导入时用户指定的 EPSG:25832。
2. 颜色、法向：网格的颜色来自顶点颜色，法向来自三角面。
3. 提示：读取中的说明和警告都列在这里。图中关于材质文件的提示表示 OBJ 引用的 .mtl 文件不在，不影响分析（岩面智析只用顶点颜色，不使用贴图）。

导入之后

- 引擎会在后台生成**浏览缓存**（状态栏显示「生成浏览缓存」），大文件需要几分钟；缓存生成前三维视图可能是空的，可以先去做别的步骤。
- 点数据卡片上的铅笔按钮，可以填写 `名称`、`用途`（例如「北侧边坡，激光扫描，节理统计」）和 `标签`，方便在多份数据之间区分。

2 清理与分割

做什么　两件事：**分割**——把数据切成几段带名字的岩面（岩面段），每段单独分析、在右侧对比；**清理**——保存一套去掉离群点、植被、平缓地面和人工指定区域的规则，分析时自动应用。原始数据不会被修改。

在哪里点　流程条 清理与分割 。面板上半部分是 分析范围 和 岩面段 ，下半部分折叠着 清理规则与预览 。

做完以后　点 下一步：分析当前范围 （已有有效校准时）或 下一步：校准当前数据 。

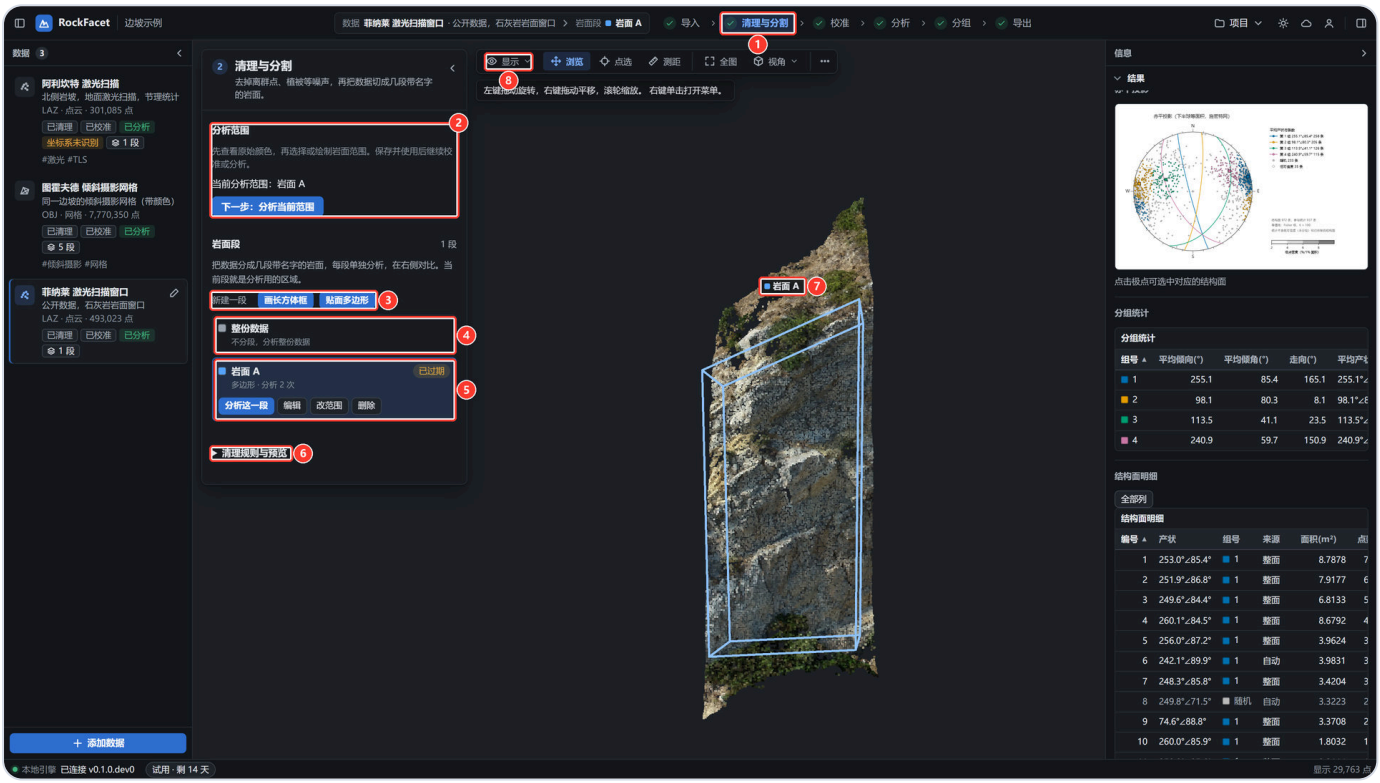


图 9　「清理与分割」：当前分析范围与岩面段

1. 流程条的 清理与分割 。
2. 分析范围 ：显示当前分析用的范围，以及下一步按钮。
3. 新建一段 ： 画长方体框 或 贴面多边形 。
4. 整份数据 ：不分段，分析整份数据。
5. 岩面段卡片：名称、形状、分析次数。按钮依次是 分析这一段 （设为当前段并转到「分析」）、 编辑 （名称、用途、颜色）、 改范围 、 删除 。卡片上的 已过期 表示这一段有分析结果已经过期。
6. 清理规则与预览 ：点开展开清理规则。
7. 三维视图里的岩面段框和名字标签；点框或标签也能切换当前段。
8. 显示 ：在这一步可以切换 原始颜色 、 清理分类 、 仅保留点（预览） 。画范围之前建议用原始颜色观察岩面。

新建岩面段

岩面段就是分析用的区域。数据量大、岩面有好几块、或者只关心其中一部分时，都应该先分段：每段单独分析速度快，结果也更干净；多段之间可以在右侧并排对比（见 岩面段对比）。

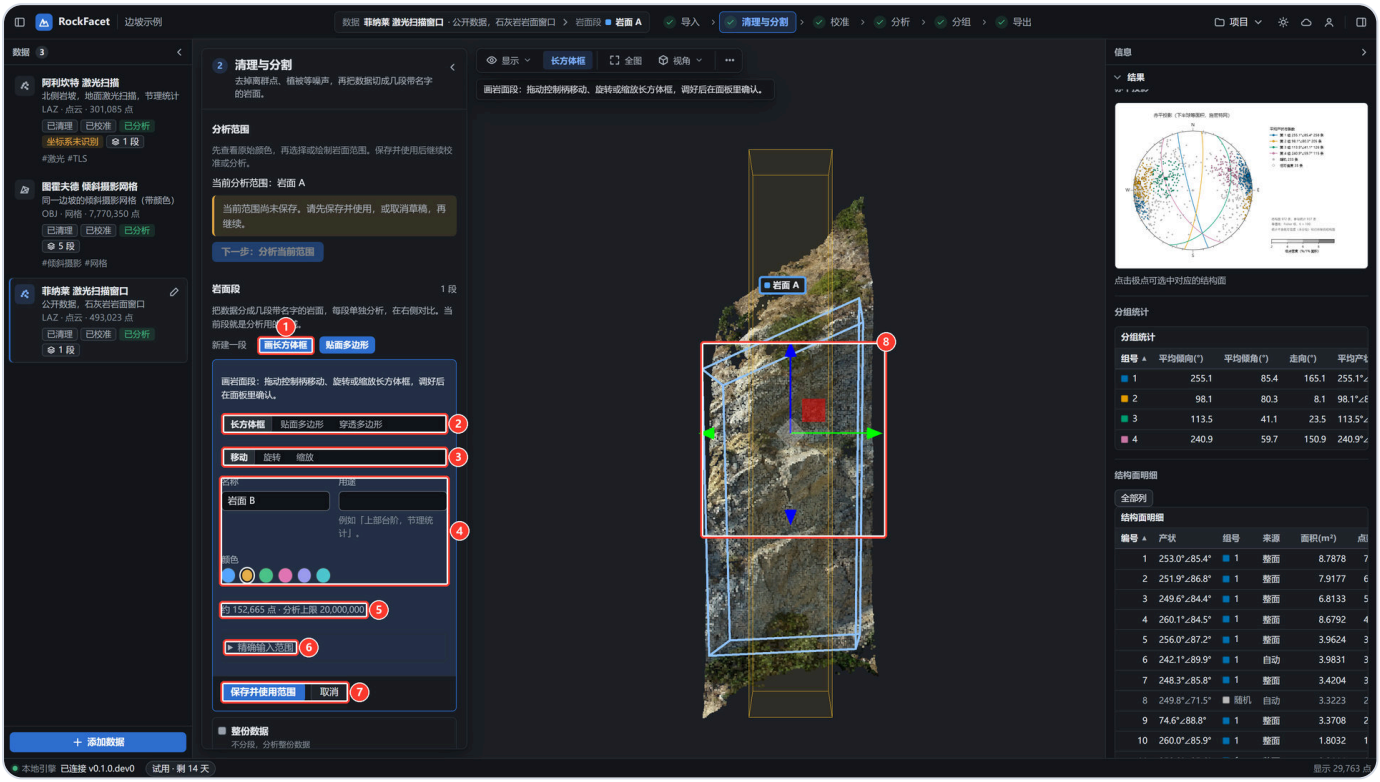


图 10　画长方体框：拖动控制柄调整框，在面板里确认

1. 画长方体框：在视图中部放一个长方体框。（也可以在三维视图里右键，选 在此新建岩面段（框），框会以右键处为中心。）
2. 绘制工具：长方体框、贴面多边形（多边形贴合岩面）、穿透多边形（沿视线方向穿透整份数据）。
3. 控制柄：移动、旋转、缩放，切换后在视图里拖动框上的箭头。
4. 名称、用途（例如「上部台阶，节理统计」）和 颜色。
5. 区域内的点数估计和分析上限。超过上限（默认 2000 万点）时分析会自动降采样，并在结果里说明比例。
6. 精确输入范围：按中心、尺寸、转角输入长方体框，或调整多边形的深度。
7. 保存并使用范围 保存并设为当前段；取消 放弃草稿。
8. 视图里的长方体框和控制柄。

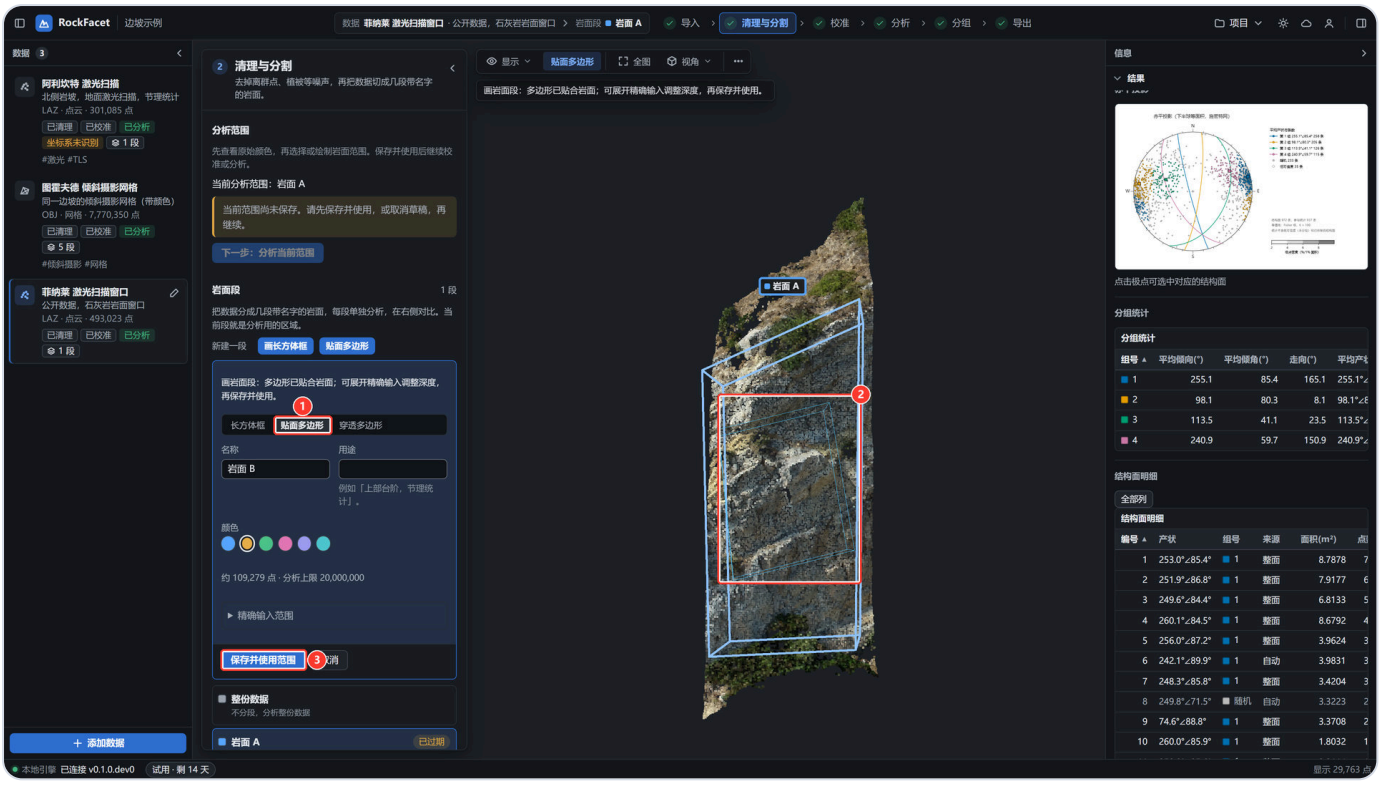


图 11　贴面多边形：在岩面上依次单击顶点，回车完成

1. 贴面多边形：把视图转到大致正对岩面，在岩面上依次单击添加顶点（中途可以旋转缩放）；双击、按 `Enter` 或点回第一个点完成；`Backspace` 撤销上一个点，`Esc` 取消。
2. 完成后多边形按圈内已加载的数据自动贴合深度，视图里显示为一个贴着岩面的柱体。
3. 同样用 保存并使用范围 保存。

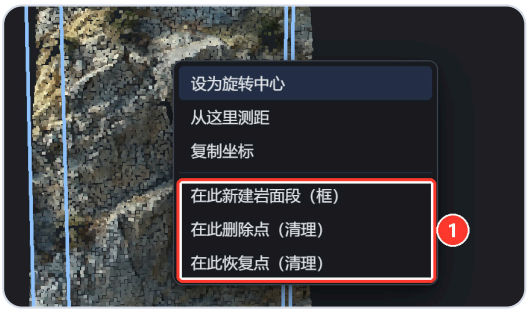


图 11a　「清理与分割」里在岩面上右键：可以直接在此新建岩面段，或加一块人工删除、恢复区域

怎么选形状

岩面比较平直、范围规整时用长方体框；岩面起伏、边界不规则时用贴面多边形，只框住真正要统计的那一块。穿透多边形会把视线方向上前后所有的点都包进来，适合正射视角下的大范围裁剪。

注意

岩面段的范围改了（改范围）或删除后，用这一段做过的分析会标为「已过期」，记录本身保留；需要的话重新分析。范围草稿没保存时，校准和分析步骤会提示「当前范围尚未保存」，并给出返回范围设置。

清理规则与预览

展开 清理规则与预览 。清理保存的是**规则**，不改动原始数据；分析时自动应用已保存的规则。规则没保存之前（面板显示「默认规则，还没保存」），分析时不做清理。



图 12　清理规则（左右两栏是同一个面板的上下两部分）

1. **离群点**：统计离群剔除，与分析时的预处理是同一算法。`邻域点数` 3–200，默认 16；`标准差倍数` 默认 2.0，越小去掉的点越多。扫描数据里有飞点、空中的散点时打开。
2. **植被**：按绿色指数（ExG = 2g − r − b）加局部粗糙度判断。勾选后出现 `绿色指数阈值`（默认 0.08，大于它算偏绿）和 `粗糙度下限`（留空按点间距自动取，避免把带绿锈的平整岩面当成植被）。没有颜色的数据不能用。

3. **按样本识别相似植被**：绿色指数认不出的棕色、枯黄植被用这个。点 框选植被样本 在视图里圈出几块植被（最多 8 个样本），必要时用 框选保护样本 圈出容易被误删的岩石；调整 颜色容差 、局部颜色组合相似度 、颜色组合范围（米） ，点 生成相似植被候选 ，检查候选后点 确认应用并保存规则 。它按颜色组合找相似区域，不是语义识别，颜色相近的岩石也可能被选中，务必检查。

4. **平缓地面**：区域底部倾角很小的大片平缓面，例如地面、平台。参数 最大倾角（°） 默认 20、 底部范围 默认 0.25（只看高程最低的 25%）、 最小面积 。近水平的真实结构面也可能被标出来，务必在预览里逐块确认。

5. **人工删除与恢复**： 删除区域 或 恢复区域 ，各有 长方体框 和 多边形 两种圈法；画好后点 确定 加入列表。列表按顺序生效，后面的覆盖前面的：先删除一大块、再恢复其中一小块，这一小块就会保留。三维视图里右键 在此删除点（清理） 、 在此恢复点（清理） 也能快速加一块。

6. 保存规则 ：保存为新的一版规则（第 N 版）。 放弃修改 回到上次保存的状态， 撤销 撤销最近一步改动。

7. **预览**： 生成预览 （有未保存的修改时按钮变成 保存并生成预览 ）在整份数据的抽样上按规则分类，去掉的点在视图里按类别着色，下方表格列出每类的点数和占比。

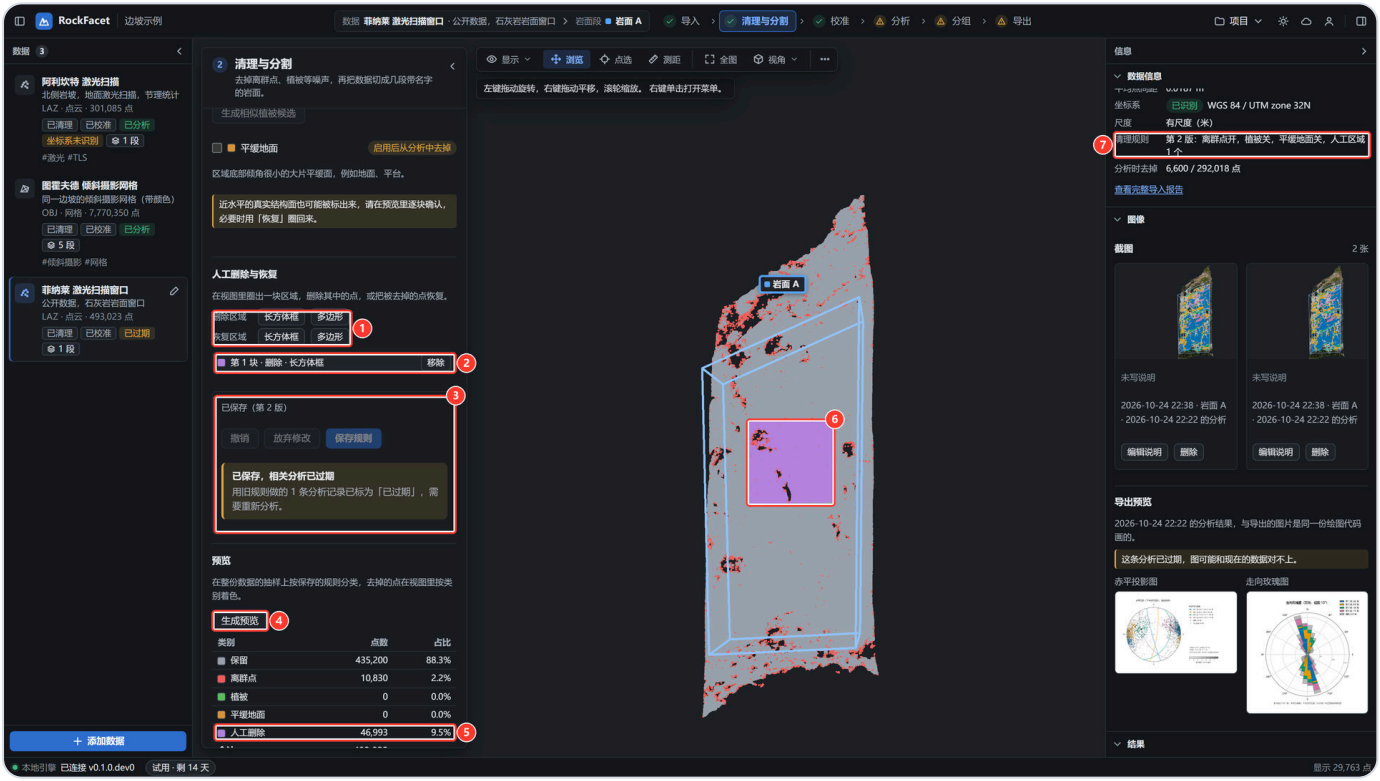


图 13　清理分类预览：红色为离群点，紫色为人工删除区域

1. 删除区域 、 恢复区域 的绘制按钮。
2. 人工区域列表：「第 1 块 · 删除 · 长方体框」， 移除 删掉这一块。
3. 保存后显示「已保存（第 2 版）」；用旧规则做的分析会自动标为「已过期」。
4. 生成预览 。
5. 预览表：保留、离群点、植被、平缓地面、人工删除各类的点数和占比。

6. 视图切到 显示 › 清理分类 后，被删除的区域显示为紫色。
7. 右侧 数据信息 里也会显示当前规则的摘要：第几版、各项开关、人工区域数量、分析时去掉多少点。



图 14　视图工具条的「显示」菜单（「结果着色」只在有分析结果时出现）

- 原始颜色：数据本来的颜色，适合观察岩面、画范围。
- 清理分类：按已保存规则的预览着色——灰色保留，红色离群点，绿色植被，橙色平缓地面，紫色人工删除。
- 仅保留点（预览）：只显示会参与分析的点。
- 结果着色：在分析、分组、导出三步里按组显示结果（见 查看结果）。

改了清理规则之后

保存新一版规则后，用旧规则做过的分析会标为「已过期」，流程条上「分析」「分组」「导出」变成黄色三角，需要重新分析。预览是按保存的规则生成的，规则改了要重新生成预览。

3 校准

做什么	把数据的坐标换算到「东、北、天」坐标系，确定北向和竖直方向。产状（倾向、倾角）完全依赖这一步：方向错了，产状就错了。
在哪里点	流程条 `校准`，选择校准模式，填写输入，`解算（预览）` 检查残差，再 `保存校准`。
怎么选模式	数据有坐标系 → **A 直接使用**；没有坐标系但有已知坐标的点 → **B 控制点**；模型已经是竖直的、只是北向不对 → **C1 罗盘定北**；方向完全未知 → **C2 罗盘全定向**。

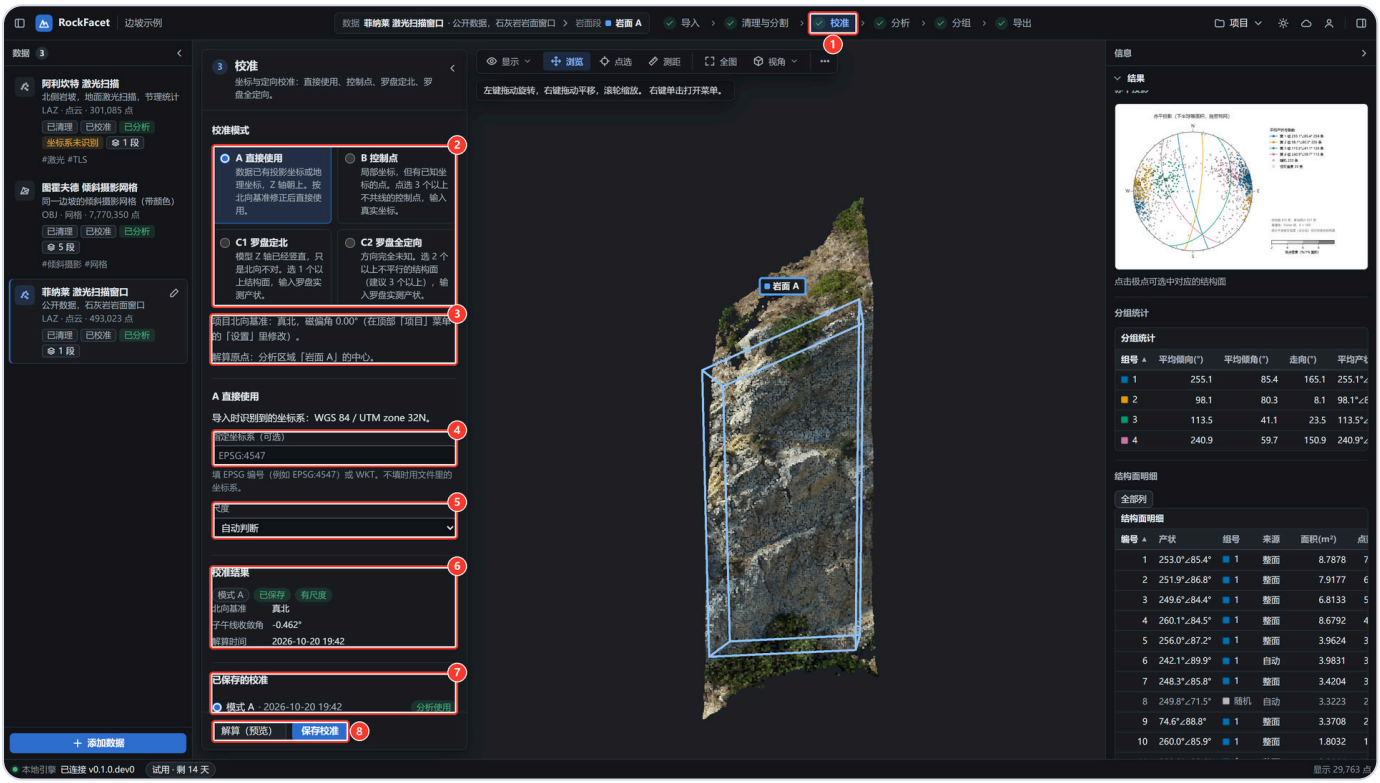


图 15　「校准」步骤：模式 A 直接使用（数据带 UTM 32N 坐标系）

1. 流程条的 `校准`。
2. 四种 `校准模式`，每种下面有一句适用说明。
3. 项目的北向基准和磁偏角（在 `项目` › `设置…` 里改），以及解算原点：有分析区域时是该区域的中心，否则是数据中心。
4. 模式 A：导入时识别到的坐标系；`指定坐标系（可选）` 可以改用别的坐标系。
5. `尺度`：`自动判断`、`数据有真实尺度（米）` 或 `数据没有真实尺度`。
6. `校准结果`：模式、是否已保存、有无尺度、北向基准、子午线收敛角、解算时间；B、C1、C2 还有残差表。
7. `已保存的校准`：一份数据可以保存多个校准，选中的那个标 `分析使用`；`查看残差` 展开它的结果。
8. `解算（预览）` 先算一遍看残差，满意后 `保存校准`。

四种模式怎么填



图 16　左：B 控制点；右：C2 罗盘全定向（C1 的表单与 C2 相同）

1. B：`在视图中拾取` ——按下后在三维视图里点控制点的位置，模型坐标自动填入（也可以手工输入）。
2. B：`真实坐标` ——这个点的实测坐标（东、北、高）。
3. B：`添加控制点` 。至少 3 个，且不能在一条直线上；建议 4 个以上并分散在区域四周。
4. B：`真实坐标的坐标系（可选）` ——不填时与数据的坐标系相同；数据也没有坐标系时视为东、北、高。
5. B：`同时解算尺度` ——摄影测量模型没有真实尺度时勾选，软件会同时求出缩放比例。
6. C1/C2：`在视图中拾取` ——在三维视图里点这个结构面上的一点，引擎在拟合半径内拟合平面。
7. C1/C2：`拟合半径` ——留空自动选择；结构面较小时填小一些。
8. C1/C2：`实测倾向（°）` ，0–360。
9. C1/C2：`实测倾角（°）` ，0–90。
10. C1/C2：`读数北向` ——罗盘读数按真北还是磁北。按磁北时，项目设置里的磁偏角必须正确。

模式	什么时候用	至少需要	要点
A 直接使用	数据已有投影坐标或地理坐标，Z 轴朝上（带坐标系的 LAS/LAZ、E57，导入时指定了坐标系的网格）	—	按北向基准修正后直接使用。坐标系已识别时，分析时会自动保存一个「直接使用」校准，不用专门来这一步。没识别到坐标系时只做平移（Z 视为朝上、Y 视为北），产状的倾向可能不对。
B 控制点	局部坐标，但有全站仪、RTK 测过坐标的标志点	3 个不共线的点	同时可以解算尺度。位置残差超过 0.1 m 会标红，检查点选位置和输入的坐标。
C1 罗盘定北	模型 Z 轴已经竖直，只是北向不对	1 个倾角明显（不接近 0°）的结构面	只求绕竖直轴的转角。
C2 罗盘全定向	方向完全未知（例如没有地理参考的摄影测量模型）	2 个不平行的结构面，建议 3 个以上	只有 2 个面时有两个解，软件按「原始 Z 朝上」选一个并提示，建议再加一个面。角度残差超过 5° 会标红，检查拾取的面和罗盘读数（含读数北向）。

尺度

LAS、LAZ、E57、带坐标系的数据和用 B 模式解算过的数据视为「有尺度」，面积按平方米显示。没有坐标系的网格、文本点云等是「无尺度」，面积按模型单位显示并注明。确定数据就是米制时，可以在 `尺度` 里选 `数据有真实尺度（米）` 。

4 分析

做什么	在当前岩面段内提取结构面（每个面的产状、面积、点数、拟合误差），再按方向自动分组，计算每组的平均产状、Fisher K 和 α95。
在哪里点	流程条 `分析`，确认分析对象，选预设，点 `开始分析`。
做完以后	软件自动转到「分组」步骤，三维视图按组着色，右侧显示赤平投影、分组统计和结构面明细。

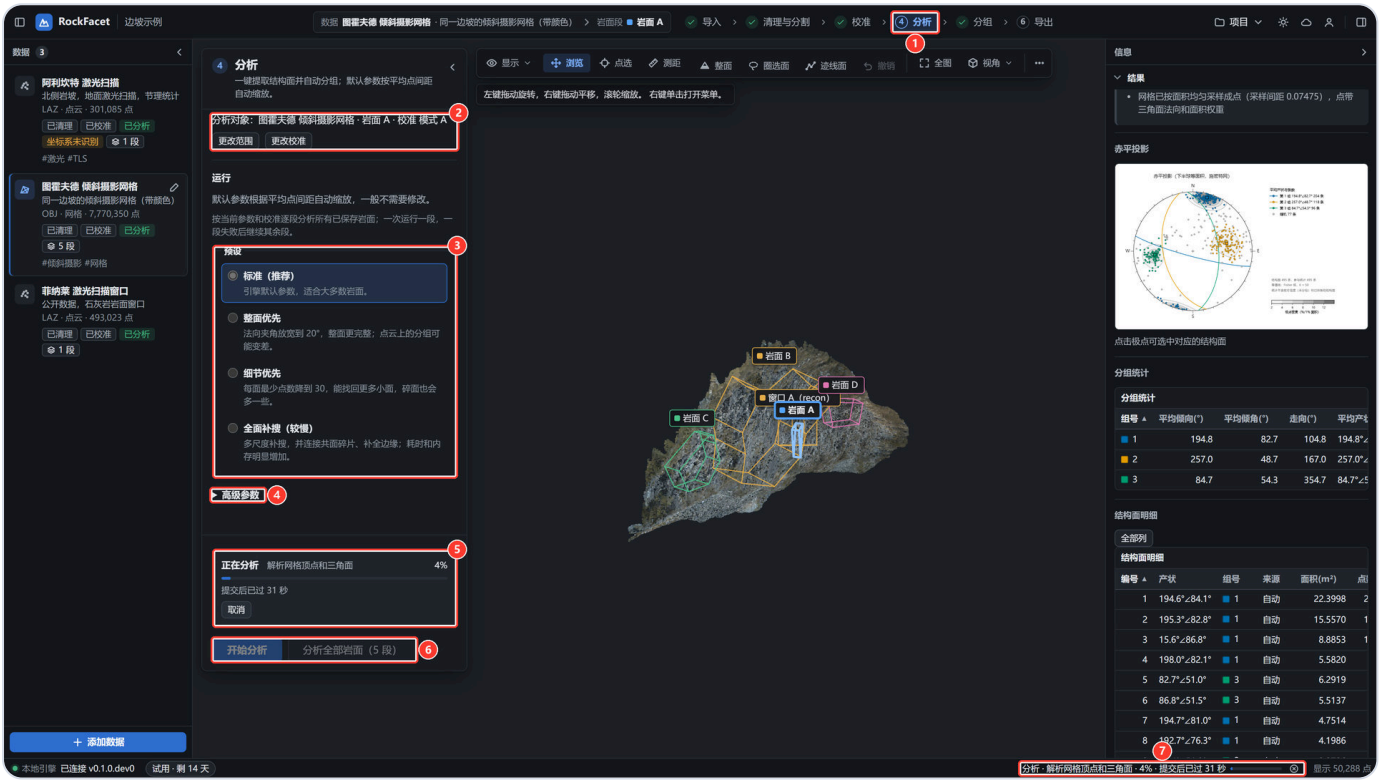


图 17　「分析」步骤（正在分析一段倾斜摄影网格）

1. 流程条的 `分析`。
2. `分析对象`：数据 · 岩面段 · 校准。不对时点 `更改范围` 或 `更改校准`。
3. `预设`：
   - 4 `标准（推荐）`：引擎默认参数，适合大多数岩面。
   - 5 `整面优先`：法向夹角放宽到 20°，整面更完整；点云上的分组可能变差。
   - 6 `细节优先`：每面最少点数降到 30，能找回更多小面，碎面也会多一些。
   - 7 `全面补搜（较慢）`：多尺度补搜，并连接共面碎片、补全边缘；耗时和内存明显增加。

   改了高级参数后预设显示为 `自定义`，再点任一预设可以恢复。
8. `高级参数`：见下一节。
9. 进度：当前阶段、百分比、已用时间，`取消` 停止分析（取消后不留下分析记录）。状态栏也显示同样的进度。

10. 开始分析 分析当前段；分析全部岩面（N 段） 按当前参数和校准逐段分析所有已保存的岩面，一次一段，一段失败会继续其余段。
11. 状态栏里的分析任务。

> **需要先校准**
> 数据没有任何有效校准、且坐标系未识别时，面板会提示「需要先校准」并给出 去校准 。坐标系已识别的数据会自动使用「直接使用（自动保存）」校准。

高级参数

默认参数根据**平均点间距 s** 自动缩放，一般不需要修改。输入框留空表示用默认值；显示「自动」的参数由引擎按 s 计算，分析过一次后会显示上次实际用的值，例如「自动（上次 15°）」。



图 18　高级参数（左右两栏是同一个面板的上下两部分）

1. 上次分析用的点间距 s。
2. 「法向夹角阈值（°）」：留空自动取 15°（网格和点云相同）。
3. 「每个结构面最少点数」：默认 50。
4. 连接相邻共面碎片、补全结构面边缘近邻点、多尺度补搜遗漏面：默认都关，「全面补搜」预设会打开。
5. 「最多组数」8、「随机判定角度（°）」25。
6. 「最小峰值比例」0.05、「Fisher 核集中参数 K」100。
7. 「全部恢复默认」。

参数	默认	含义	什么时候改
结构面提取			
法向夹角阈值（°）	15°	区域生长时，相邻点之间、点与当前平面之间法向夹角的上限。	整面被切成很多碎片 → 放宽到 20°（或用「整面优先」）；相邻的不同方向面被并成一个、台阶状的面被抹平 → 收紧到 10–12°。
点到平面距离上限	2s	点离当前平面超过它就不再并入。	粗糙岩面上面太碎时可以适当放大。
每个结构面最少点数	50	少于这个点数的分割块直接丢弃。	想要更多小面时降低（「细节优先」为 30）。
最小面积	$(10s)^2$	面积更小的结构面标为低可信度，默认不参与分组。	关心小面时降低。
拟合误差上限	s	拟合 RMS 更大的结构面标为低可信度。	粗糙岩面低可信度太多时放大。
法向邻域点数	30	用 PCA 估计每个点法向的邻域大小。	噪声大的数据可以加大（法向更平滑，但细节变少）。
平面度上限	0.05	局部平面度（λ最小/Σλ）超过它的点不参与生长。	一般不改。
体素大小	max(s, 对角线/2000)	分析前的降采样体素边长；0 表示不降采样。	区域很长（几百米）、细节被抹掉时改小。
连接相邻共面碎片 / 补全边缘 / 多尺度补搜	关	首轮提取后再做的补充处理。	整面不完整、漏面多，且能接受更长的分析时间时打开；也可以只对个别面用半自动「整面」补。
连接与补全距离上限（米）	3s	只作用于上面的连接和边缘补全，不向空隙补造数据。	一般不改。
自动分组			
Fisher 核集中参数 K	100	方向密度估计的核宽度，越大分得越细。	两组相差二三十度却被并成一组 → 调大；宽散的一组被拆成几个小组 → 调小。更直接的办法是在「分组」里合并、拆分或指定组数。
最小峰值比例	0.05	密度低于最高峰这个比例的峰视为噪声。	漏掉面积小的组时改为 0.02，或在分组步骤指定组数。
最多组数	8	自动建议组数的上限。	一般不改。
随机判定角度（°）	25	与所属组平均方向夹角大于它的结构面标为随机。	随机面过多或过少时调整。

参数	默认	含义	什么时候改
按面积加权	是	密度估计和平均方向按结构面面积加权。	想按「条数」统计时关掉。
低可信度结构面参与分组	否	低可信度的面默认不参与分组，但保留在明细表里。	数据质量差、可信面太少时打开。

查看结果

分析完成后，结果出现在三个地方：三维视图（按组着色）、右侧 结果 （赤平投影、分组统计、结构面明细）、以及 图像 里的导出预览。

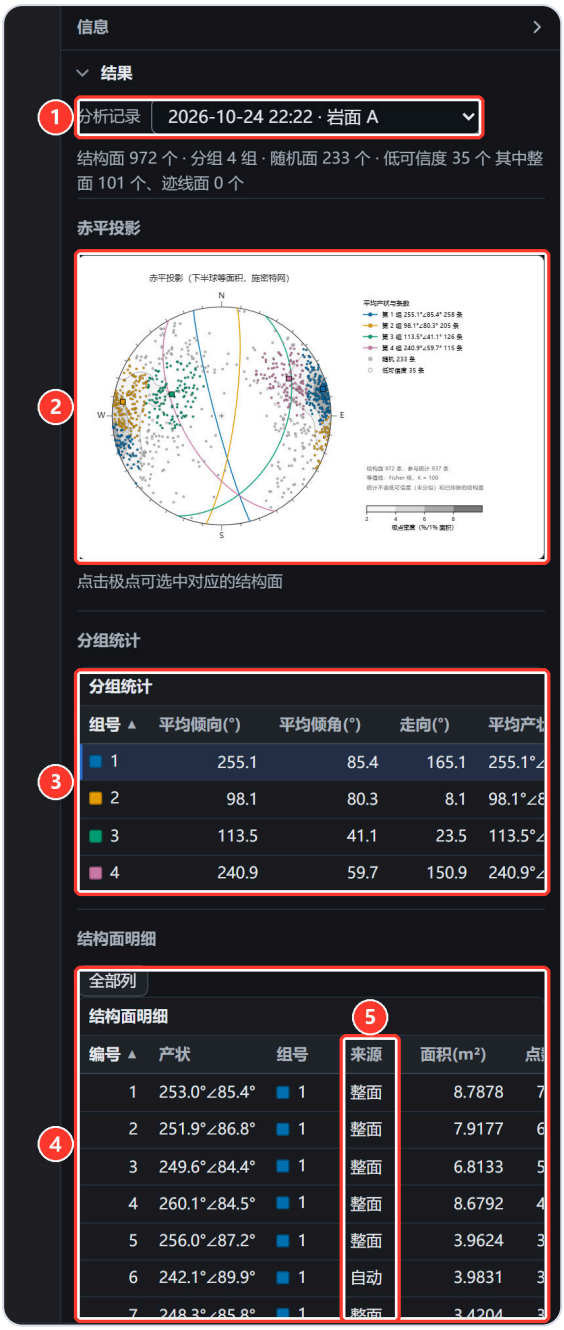


图 19　右侧「结果」

1. 分析记录：同一份数据的所有分析记录（时间 · 岩面段），选哪条看哪条；已过期的记录后面标「已过期」。
2. **赤平投影**：下半球等面积（施密特网）投影，彩色点是各组结构面的极点，大圆是各组平均产状，灰色等值线是极点密度。**点击极点可以选中对应的结构面。**
3. **分组统计**：组号、平均倾向、平均倾角、走向、平均产状、条数、面积合计、Fisher K、α95。组号按条数从多到少编排。点表头可以排序。
4. **结构面明细**：每个结构面的编号、产状、组号、来源（自动 / 整面 / 迹线）、面积、点数、可信度等。点一行在三维视图里高亮这个面；全部列 / 紧凑列 切换显示的列。
5. **来源**列：自动提取的为「自动」，半自动补出来的为「整面」或「迹线」。

结果颜色与图例

三维视图、赤平投影、分组统计、玫瑰图和导出的着色点云用的是同一套颜色：

第 1 组　第 2 组　第 3 组　第 4 组　第 5 组　第 6 组　第 7 组　第 8 组

随机 / 未分组

- **彩色**：已分组的结构面，颜色与分组统计、赤平投影图例完全一致。组号按条数从多到少排，第 1 组总是条数最多的组。
- **灰色结果点**：可能是未归入任何结构面的分析点（未归面点），或随机面、未分组的低可信度面、已排除的面。
- **没有结果颜色的地方**：不在分析范围内，或被清理规则去掉了（见 常见问题）。
- 选中一个结构面时，其他结果会变淡。

结果透明度与「保留原色」叠加

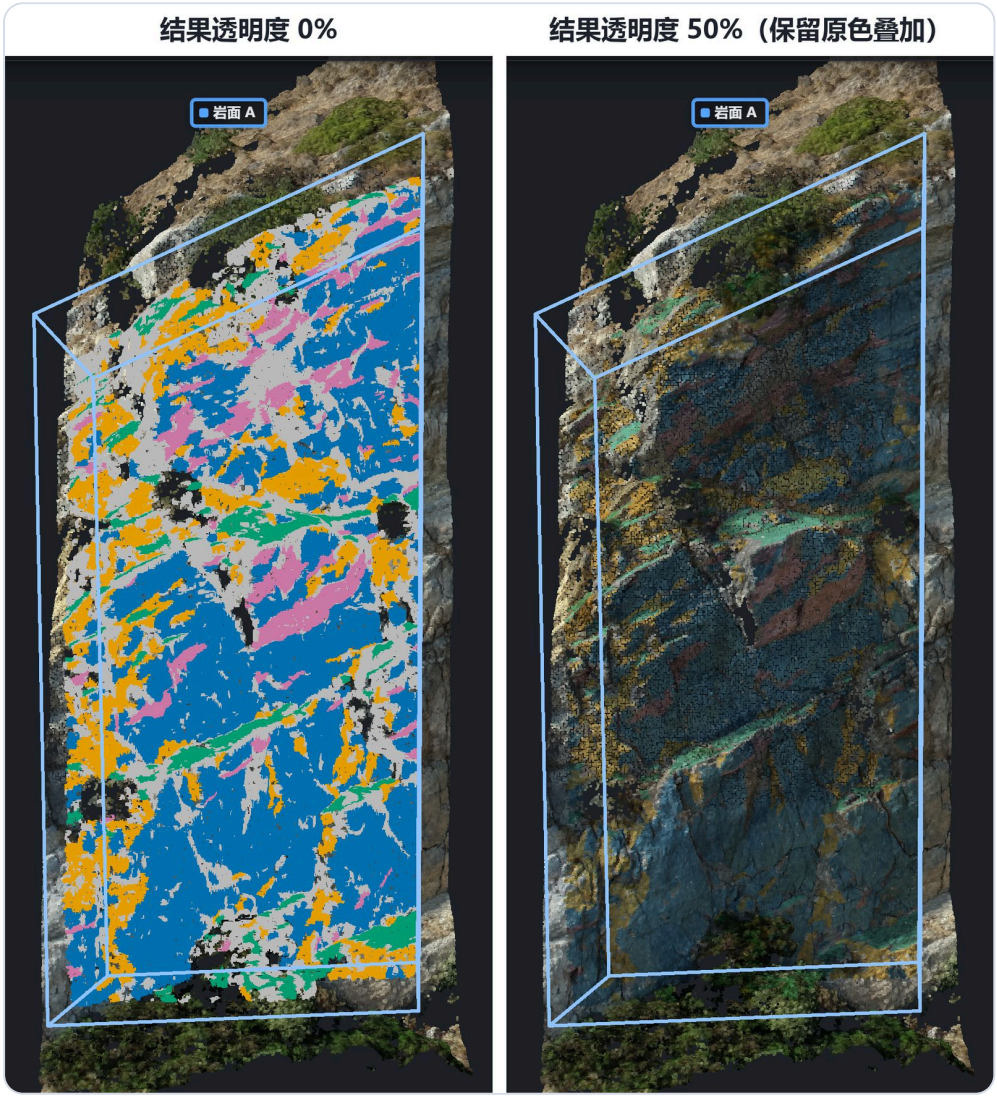


图 20　左：结果透明度 0%，完整的组颜色；右：50%，组颜色乘在原始颜色上，岩石纹理和明暗仍然可见

视图工具条右端的 ⋯ 里有 结果透明度 滑块、 点云显示 和 截图 。

- **0%**：显示完整的结果颜色，最适合核对分组。

- **中间值**：「保留原色」叠加——结果颜色乘在原始颜色上，既能看出属于哪一组，又能看到岩石的纹理、阴影和裂隙。组颜色仍与图例一致；随机面和未归面点只压暗、不染色，所以原来的绿色植被不会被误认为一组。中间值时仍然可以点选结构面。
- **100%**：只看、只拾取原始数据。
- 点云显示：点大小下限、按点间距自动补偿点大小、浏览清晰度。只影响显示，不改变数据和分析。

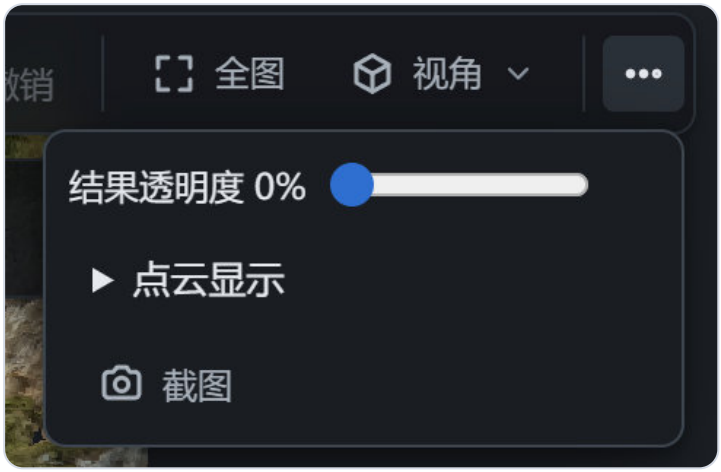


图 21　视图工具条的 ⋯ 菜单

5 分组

做什么

审核自动分组，按工程判断调整：合并、拆分、解散、改组数重新分组，或者修改单个结构面的组（改组、标为随机、排除、删除）。每次调整都会重新统计并保存，都可以撤销。

在哪里点

流程条 `分组`（分析完成后会自动进入）。先在三维视图、右侧明细表或赤平投影里点选结构面，再在面板里操作；合并、拆分等组级操作在折叠的 `合并、拆分与重新分组` 里。

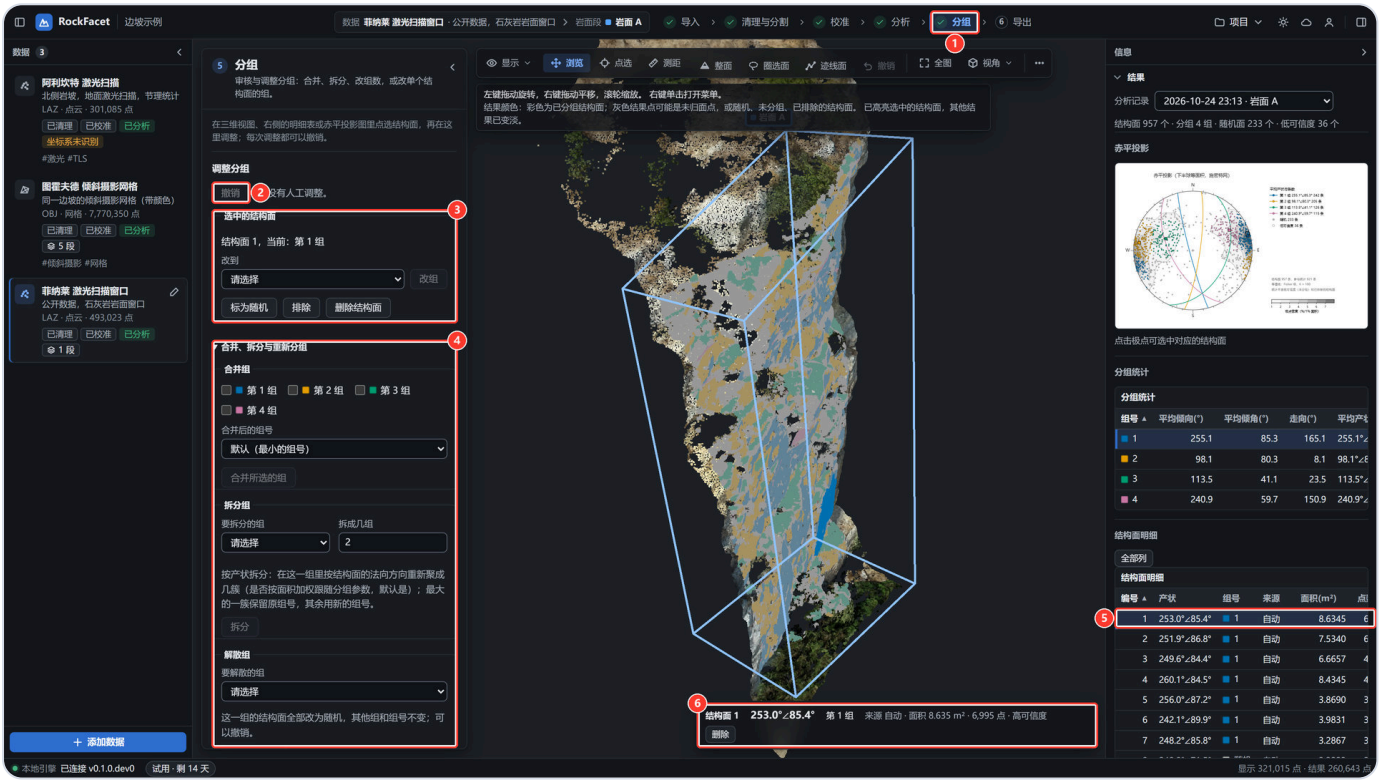


图 22　「分组」步骤（已在明细表里选中结构面 1，其他结果变淡）

1. 流程条的 `分组`。
2. `撤销`：撤销上一步调整，旁边显示上一步做了什么；下面可以展开完整的调整记录。
3. `选中的结构面`：改单个面的组，详见下图。
4. `合并、拆分与重新分组`：展开后是合并、拆分、解散和改组数四块，详见下图。
5. 明细表里选中的那一行。也可以点赤平投影里的极点，或在三维视图里单击结构面。
6. 视图底部的结构面卡片：产状、组、来源、面积、点数、可信度，带 `删除` 按钮。



图 22a　分组面板的全部操作（左右两栏是同一个面板的上下两部分）

1. 撤销。
2. 选中的结构面：显示「结构面 1，当前：第 1 组」。改到 选目标组后点 改组；标为随机；排除（不参与统计，已排除的面可以 恢复（取消排除））；删除结构面（它的点变回未归面点）。
3. 合并组：勾选两个以上的组，合并后的组号 默认用最小的组号，点 合并所选的组。
4. 拆分组：选 要拆分的组，填 拆成几组（2 以上），点 拆分。软件**按产状拆分**：只在这一组里，按结构面的法向方向重新聚成几簇；是否按面积加权跟随分组参数里的「按面积加权」（默认是）。最大的一簇保留原组号，其余各簇用新的组号，其他组不受影响。
5. 解散组：选 要解散的组，点 解散这一组。这一组的结构面全部改为随机，其他组和组号不变。详见下面的「解散组」。
6. 改组数后重新分组：组数 填 1–8，留空按密度峰值自动决定，点 重新分组。这是对全部结构面重新分组，组号会重新编排。

解散组

自动分组偶尔会把一些零散、方向不集中的面凑成一个「组」，而现场并没有对应的节理组。这时不必改组数重新分组（那样所有组号都会重排），直接把这一组解散即可。

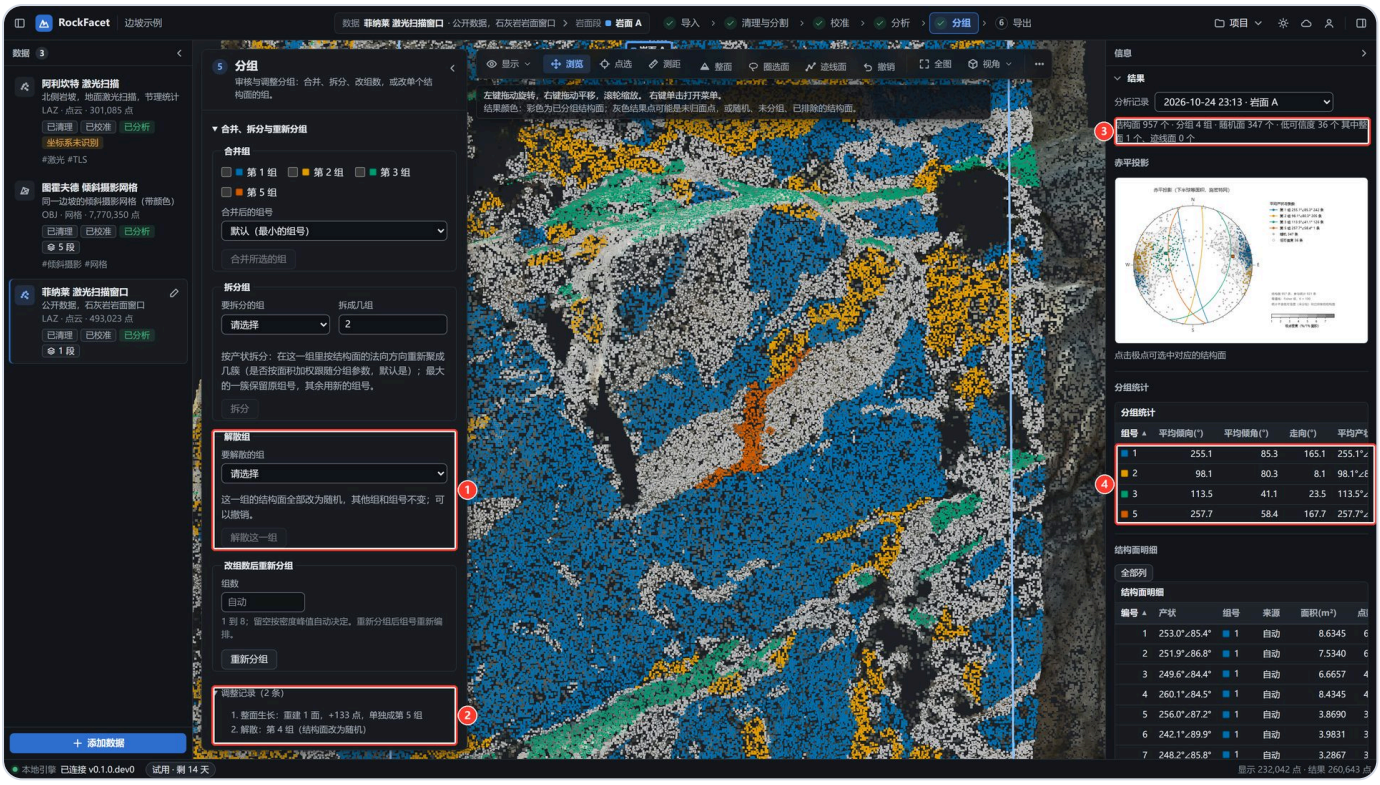


图 22b　解散第 4 组之后（此前已用「单独成一组」补出了第 5 组）

1. 「解散组」：在「合并、拆分与重新分组」里，选「要解散的组」，点「解散这一组」。
2. 「调整记录」里记为「解散：第 4 组（结构面改为随机）」；「上一步」一行也是这句话。点「撤销」或按 `Ctrl` + `Z` 可以恢复这一组。
3. 结果摘要：分组从 5 组变为 4 组，随机面从 233 个增加到 347 个（第 4 组的 114 个面都变成了随机）。
4. 分组统计：第 4 组没有了，第 1、2、3、5 组的组号和颜色**都不变**，不会重新编号。

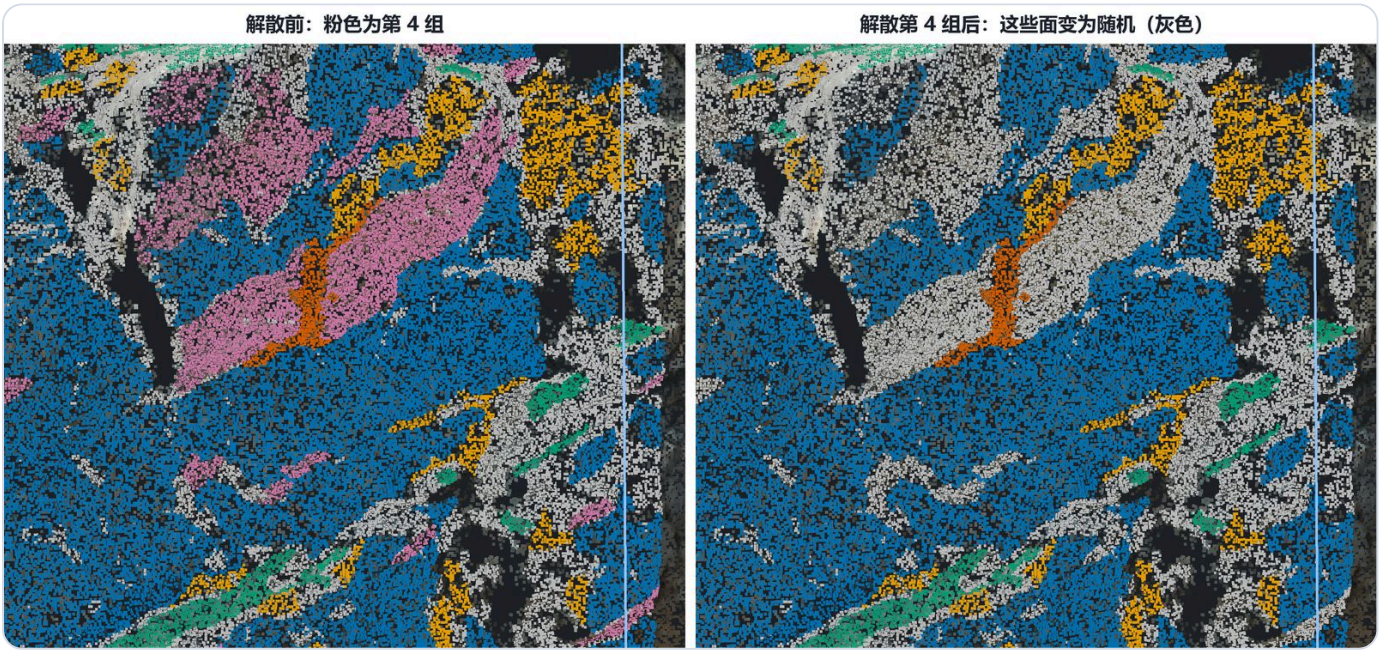


图 22c　解散前后：粉色的第 4 组变为灰色（随机），其他颜色不变

调整分组的思路

- 赤平投影上两团极点明显分开却同色 → **拆分**该组；两组平均产状只差几度、地质上是同一组 → **合并**。
- 某一组只是零散的面凑出来的假组（极点很散、现场没有对应的节理组） → **解散**这一组，它的面变为随机，其他组号不变。
- 自动分组漏掉了一组面 → 用半自动「整面」补出这些面，确认时勾选 **单独成一组**（见 单独成一组）。
- 已知现场有几组 → **改组数后重新分组**，直接填组数。
- 个别面明显分错 → 选中后 **改组**；是孤立的随机节理 → **标为随机**；是假面（植被、碎石、人工面） → **排除** 或 **删除结构面**。
- 所有调整都和半自动补面共用一条撤销记录，`Ctrl` + `Z` 按时间倒序逐条撤销。

授权

人工调整分组会重新计算并保存结果，属于「运行分析」。授权过期或被吊销时只能查看已有结果，面板上会提示到「账号与授权」里激活或导入授权文件。

半自动补面

自动提取难免会把一个大面切成几块、漏掉粗糙的面，或者根本「看」不到只露出迹线的裂隙。半自动工具让你在三维视图里指一下，就把整面长出来、或沿迹线插入一个面。它们只在**分析、分组、导出**三步出现，只作用于**当前这条、没有过期的分析记录**，所有改动都能撤销。



图 23　结构面工具和右键菜单

1. 视图工具条上的结构面工具：整面 `G`、圈选面 `L`、迹线面 `T`、撤销 `Ctrl`+`Z`。
2. 在结果点上**右键单击**：在此生长整面（`G`）、生长整面并扩展同方向（`Shift`+`G`）、从这里画迹线面（`T`）。
3. 点在已有结构面上时还有：选中结构面 #11、删除结构面 #11（`Delete`）、排除出分组（已排除的显示 恢复参与分组）。
4. 通用项：设为旋转中心、从这里测距、复制坐标。



图 23a　右键菜单（放大），右侧是对应的快捷键

只在分析点上有效

整面和圈选面只用这次分析保存下来的实测点，不造点。点在分析范围之外（或被清理去掉的地方）时，菜单会显示「不在本次分析的点上」，工具会提示「这里不在本次分析的点上，请点在分析结果点上」。

整面：在此生长整面

右键 › `在此生长整面`，或按 `G` 切到 `整面` 工具后左键单击岩面。点在已有的碎片面上时，以这个碎片的全部点为起点；点在未归面点上时，用附近的点拟合起始平面。软件先给出**候选**（橙色），确认之前不改动分析记录。

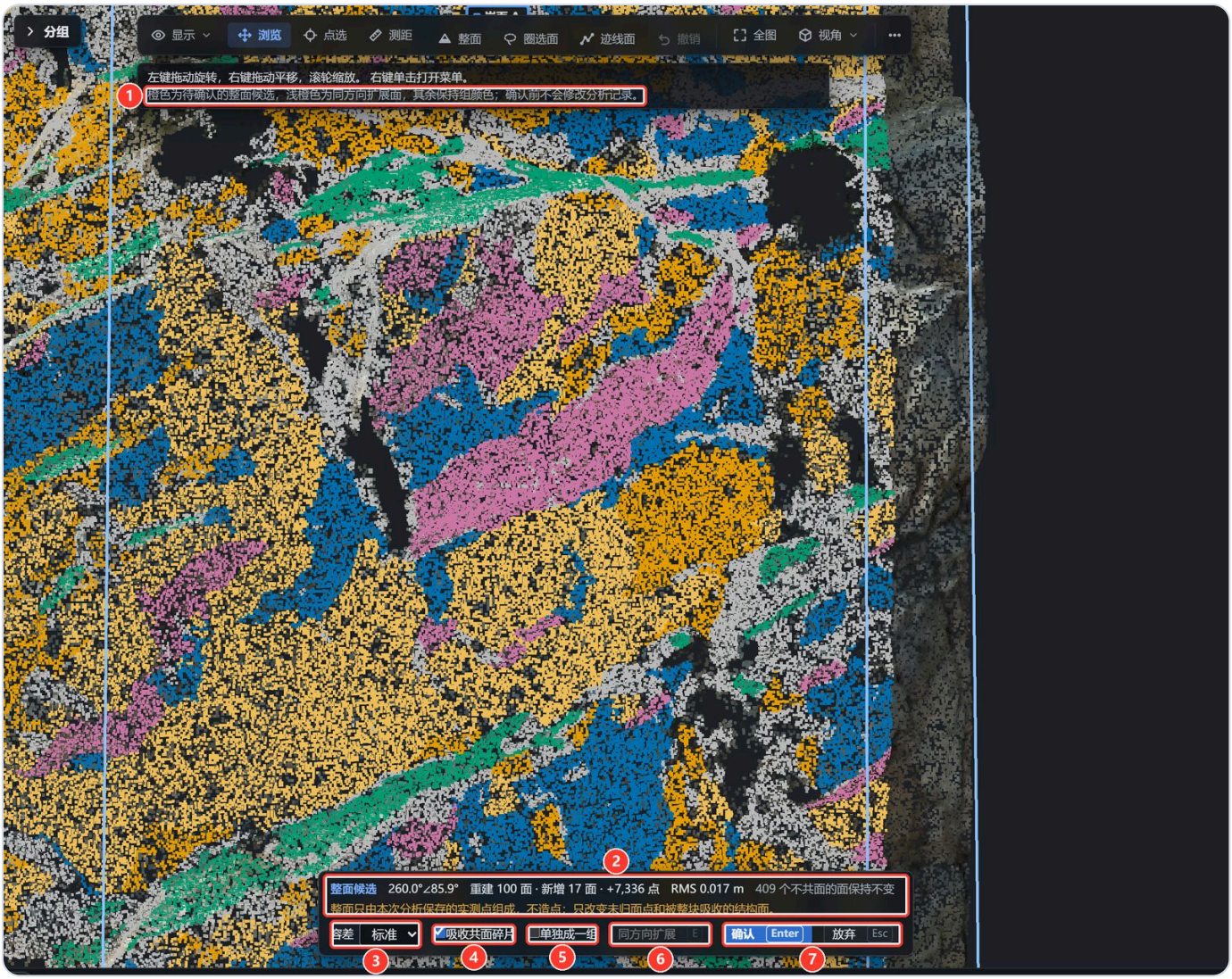


图 24　生长整面并扩展同方向：大片橙色、浅橙色都是候选，确认后才写入（这里一次重建 100 个面、新增 17 个面）

1. 视图提示：橙色为待确认的整面候选，浅橙色为同方向扩展面，其余保持组颜色；确认前不会修改分析记录。
2. 确认条：主面产状、重建几个面、新增几个面、新增点数、RMS 拟合误差、有几个不共面的面保持不变。
3. 容差：严格、标准、宽松。长出来的面越过了边界就调严，长不全就调松。
4. 吸收共面碎片：把同一平面上的小碎片并进来（默认勾选）。
5. 单独成一组：勾选后，确认时把这次生长出的整面（含同方向扩展）分成新的一组，不并入已有的组。补的是自动分组漏掉的一组面时用它，详见 单独成一组。
6. 同方向扩展 `E`（已经扩展过时变灰）。
7. 确认 `Enter`、放弃 `Esc`。

- **生长整面并扩展同方向**（右键菜单第二项、`Shift`+`G`，或候选出现后按 `E`）：在本条记录范围内，从同方向的已有面和未归面区域分别生长整面；平行错开的面各自成面，不会合成一个。适合一次补齐一整组被切碎的面。
- 候选出现时再单击别处，会放弃旧候选、从新位置重来。

- 确认后表格、赤平投影、玫瑰图和三维结果自动刷新，明细表里这些面的来源为「整面」。
- 提示「这里生长不出足够大的平面（少于最少点数）」时，说明种子附近能拟合成一个面的点太少：换到面的中部再点一次、圈大一点，或把容差调松。

> **分清候选和第 2 组**
>
> 候选的橙色和第 2 组的颜色很接近。看不清哪些点属于候选时，以确认条上的数字为准，或者先按 `Esc` 放弃、放大视图后再生长一次。

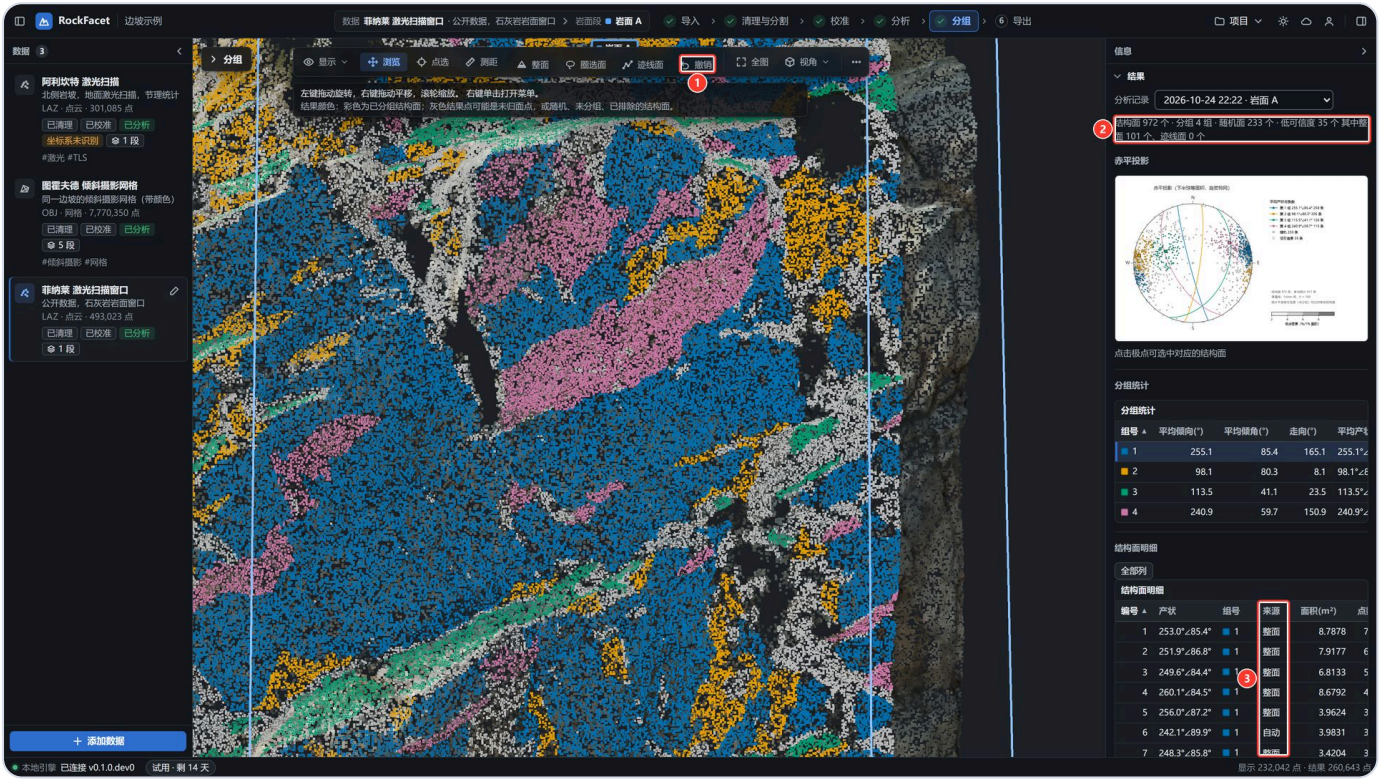


图 25　确认之后

1. `撤销` 变为可用，`Ctrl`+`Z` 可以撤销这次补面。
2. 结果摘要里多出「其中整面 N 个、迹线面 N 个」。
3. 明细表的来源列出现「整面」。

单独成一组：把补出的整面放进新的一组

默认情况下，确认后的整面会并入方向最接近的已有组。如果你补的是**自动分组漏掉的一组面**（例如现场有一组节理，但面积小、自动分组没把它分出来），就在确认之前勾选确认条上的 `单独成一组`。

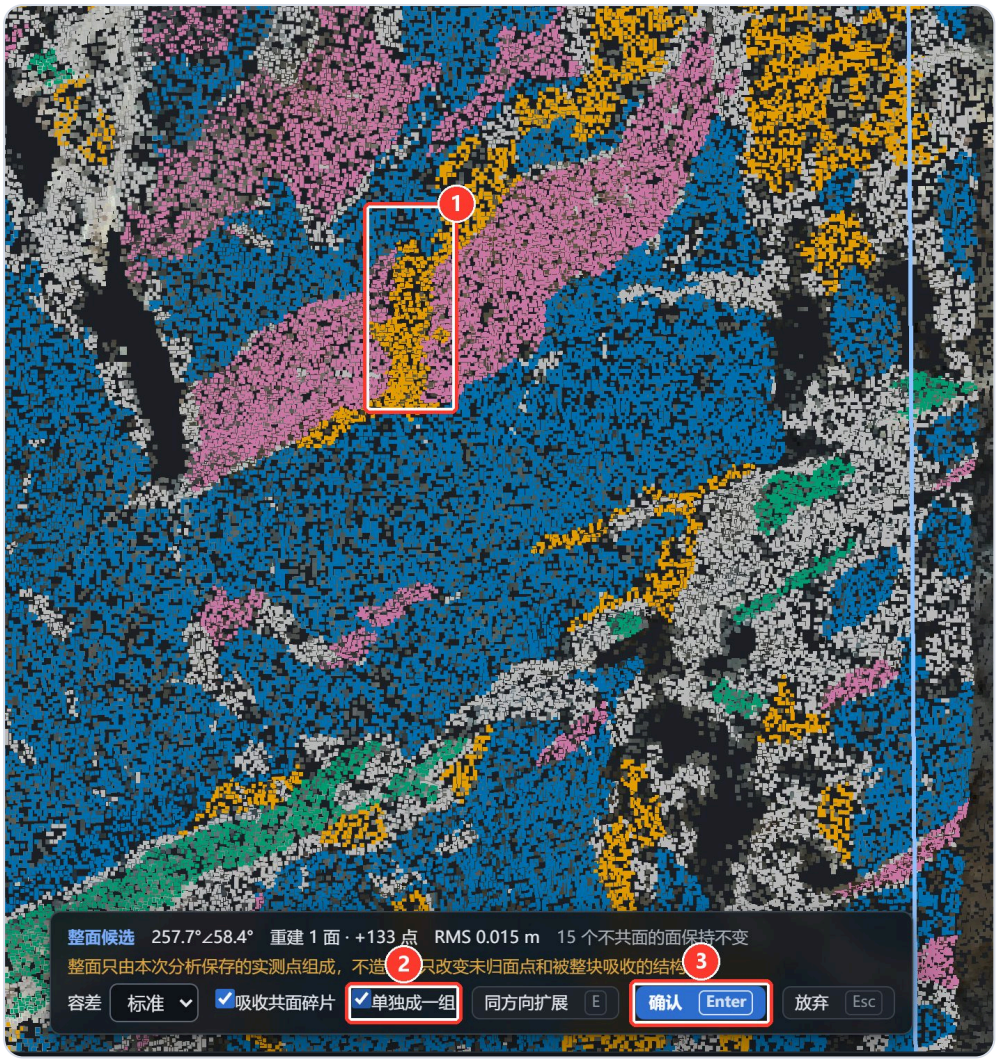


图 25a　生长出整面候选后，勾选「单独成一组」再确认

1. 整面候选（橙色）。这里是一块倾向与周围粉色面不同的岩面。
2. 单独成一组：放在 吸收共面碎片 右边。
3. 确认 Enter。

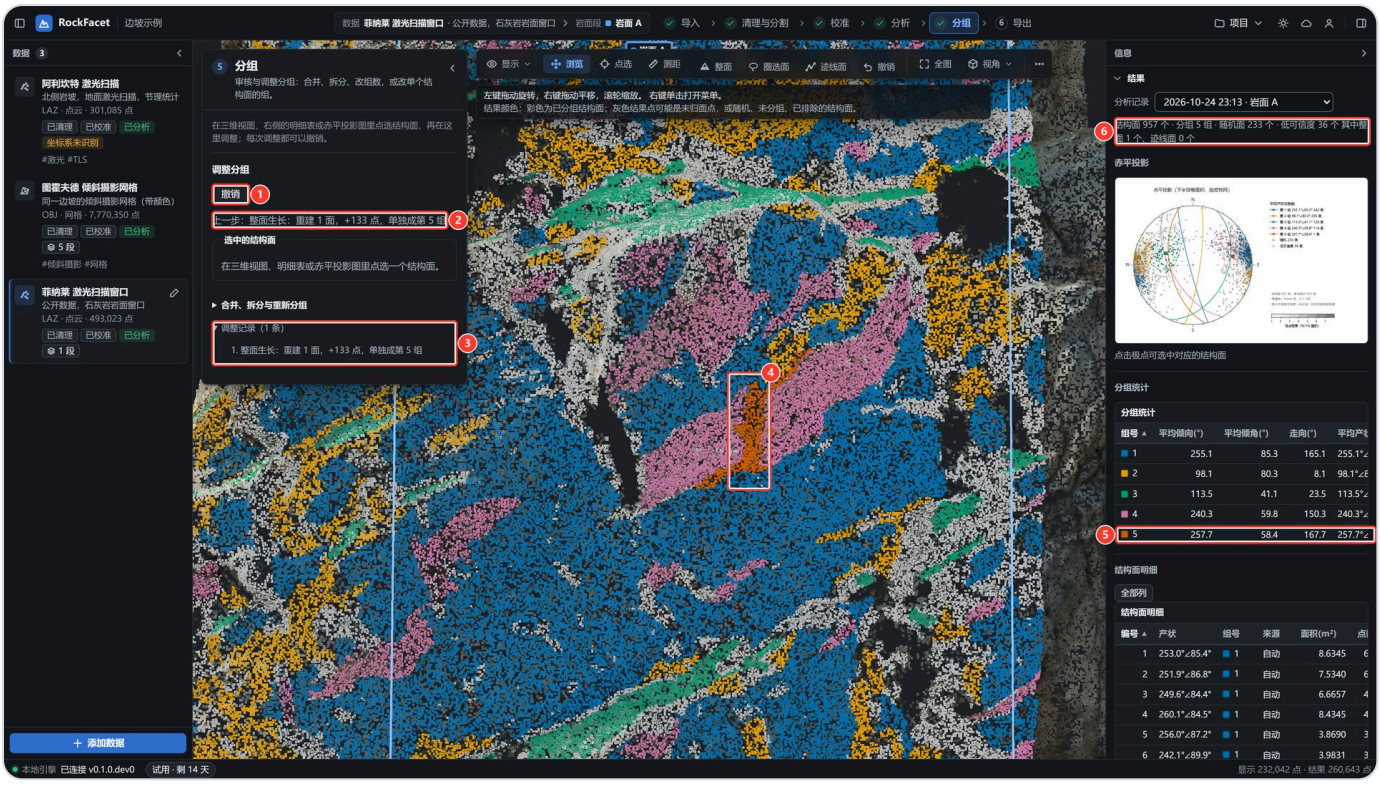


图 25b　确认之后：这块面成为第 5 组，有自己的颜色

1. 撤销：Ctrl + Z 或点这里，新组连同这次补面一起撤掉，分组回到原来的样子。
2. 「上一步：整面生长：重建 1 面，+133 点，单独成第 5 组」。
3. 调整记录 里同样记下「单独成第 N 组」。
4. 三维视图里这块面用新组的颜色显示（第 5 组为朱红）。
5. 分组统计里多出第 5 组，赤平投影图例里也有。
6. 结果摘要：分组数从 4 组变为 5 组。

- **新组的组号**是现有最大组号 + 1，颜色按组号从调色板里取；原有各组的组号和颜色都不变。
- **哪些面进新组**：这次生长新增或重建的全部面，包括「同方向扩展」长出来的面。已排除的面不动；低可信度的面是否进组，跟分析参数里「低可信度结构面参与分组」一致（默认不参与）。
- **勾选保留到确认为止**：确认之前改容差、吸收共面碎片，或按 E 同方向扩展，候选会重新预览，勾选仍然保留；每次开始一次新的生长，勾选都会自动清除，不会影响下一次补面。
- 之后觉得不需要单独成组，可以在「分组」步骤把它 **合并** 到已有的组、对单个面 **改组**，或 **解散** 这一组。

圈选面

按 L 或点 圈选面，在岩面上**按住左键圈一小块**作为种子，松开后同样给出整面候选。种子处很粗糙、单击取不准，或者想明确指定「就是这一块」时用它。单击（不拖动）等同于整面。

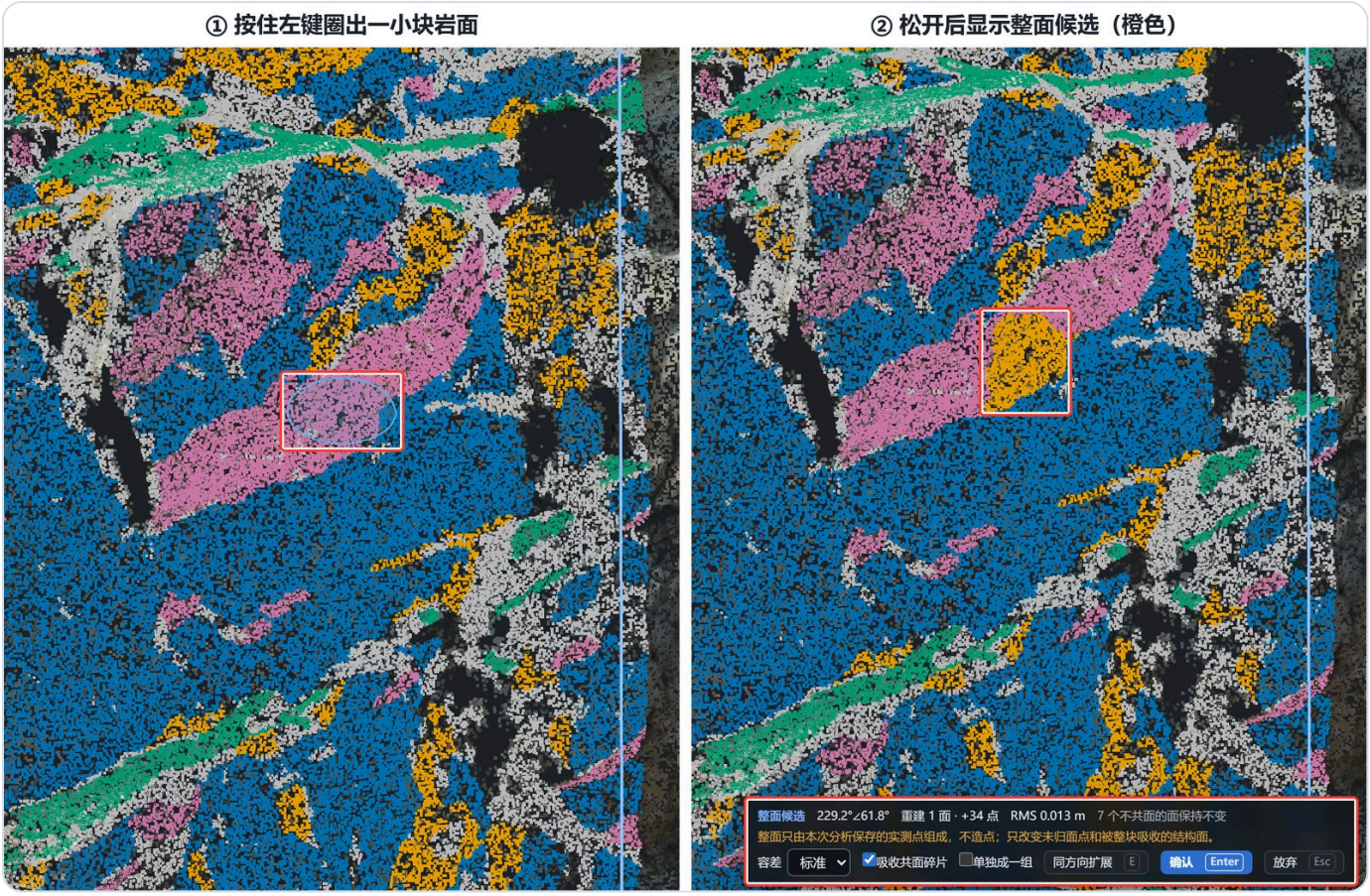


图 26　圈选面

迹线面：从这里画迹线面

有些裂隙在岩面上只露出一条线（迹线），没有可以拟合的面。迹线面工具让你沿迹线点几下，插入一个包含这条迹线的平面。

1. 按 `T`、点 迹线面，或右键 › 从这里画迹线面（右键处就是第一个点）。
2. 沿岩面上清楚可见的裂隙迹线**依次单击**，至少 2 个点。画的过程中可以旋转、缩放视图；`Backspace` 撤销上一个点，`Esc` 取消。
3. 双击或按 `Enter` 完成。软件给出一个默认方位的平面（「默认：垂直岩面」或「默认：最佳拟合」），显示为半透明圆盘。
4. 平面绕迹线旋转到合适的角度：拖动圆盘边缘的旋转柄、拖下方的 旋转 滑块、直接输入角度，或按 `[` `]`（每次 1°，按住 `Shift` 每次 5°）。 回到默认方位 恢复初始角度。
5. 确认（`Enter`）写入， 放弃（`Esc`）不改任何东西。

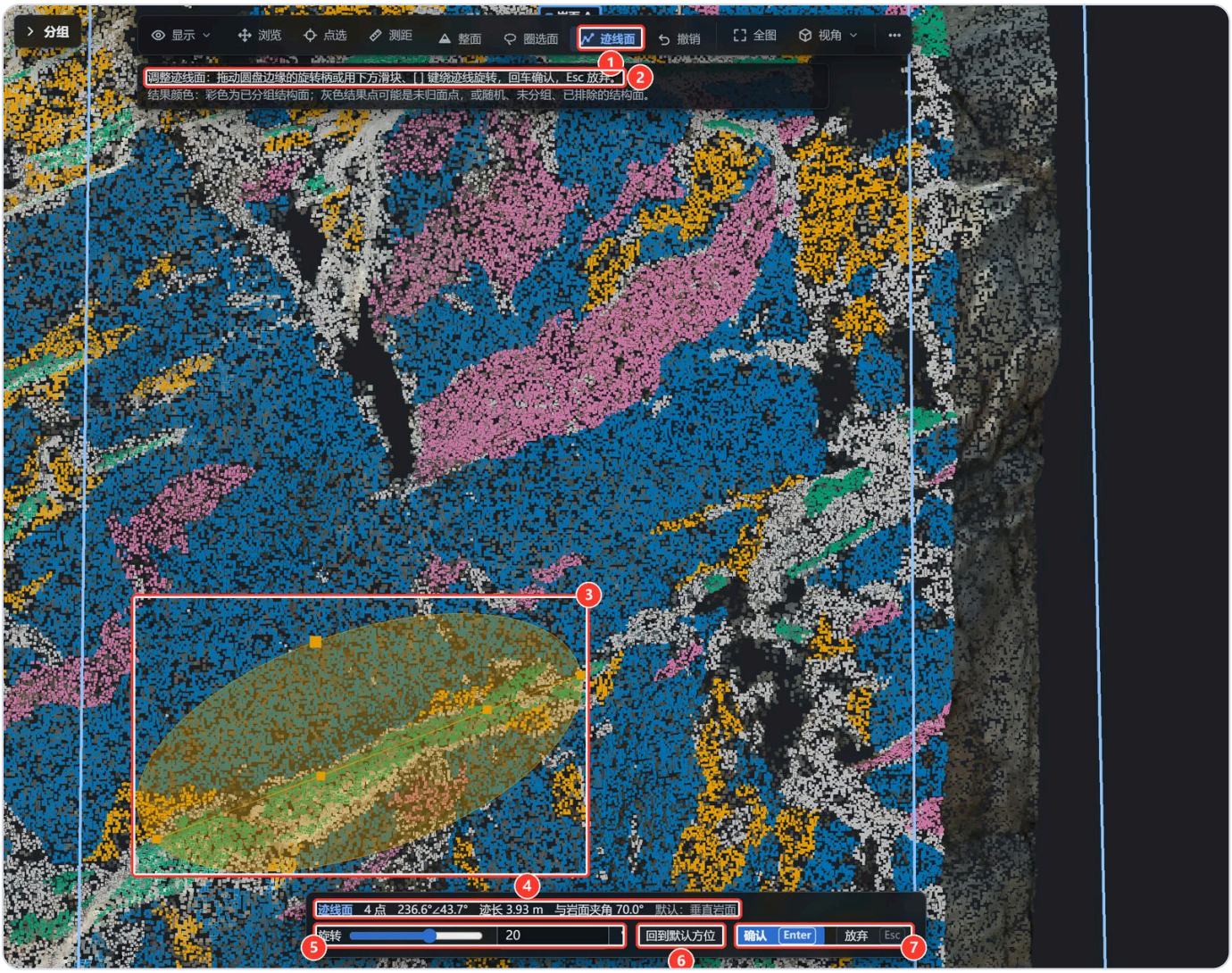


图 27　调整迹线面

1. 迹线面 工具。
2. 提示：拖动圆盘边缘的旋转柄或用下方滑块、`[` `]` 键绕迹线旋转，回车确认，Esc 放弃。
3. 迹线（橙色折线）和平面圆盘。
4. 迹线面信息：点数、当前产状、迹长、与岩面夹角、默认方位的依据。
5. 旋转 滑块和角度输入框。
6. 回到默认方位。
7. 确认 `Enter`、放弃 `Esc`。

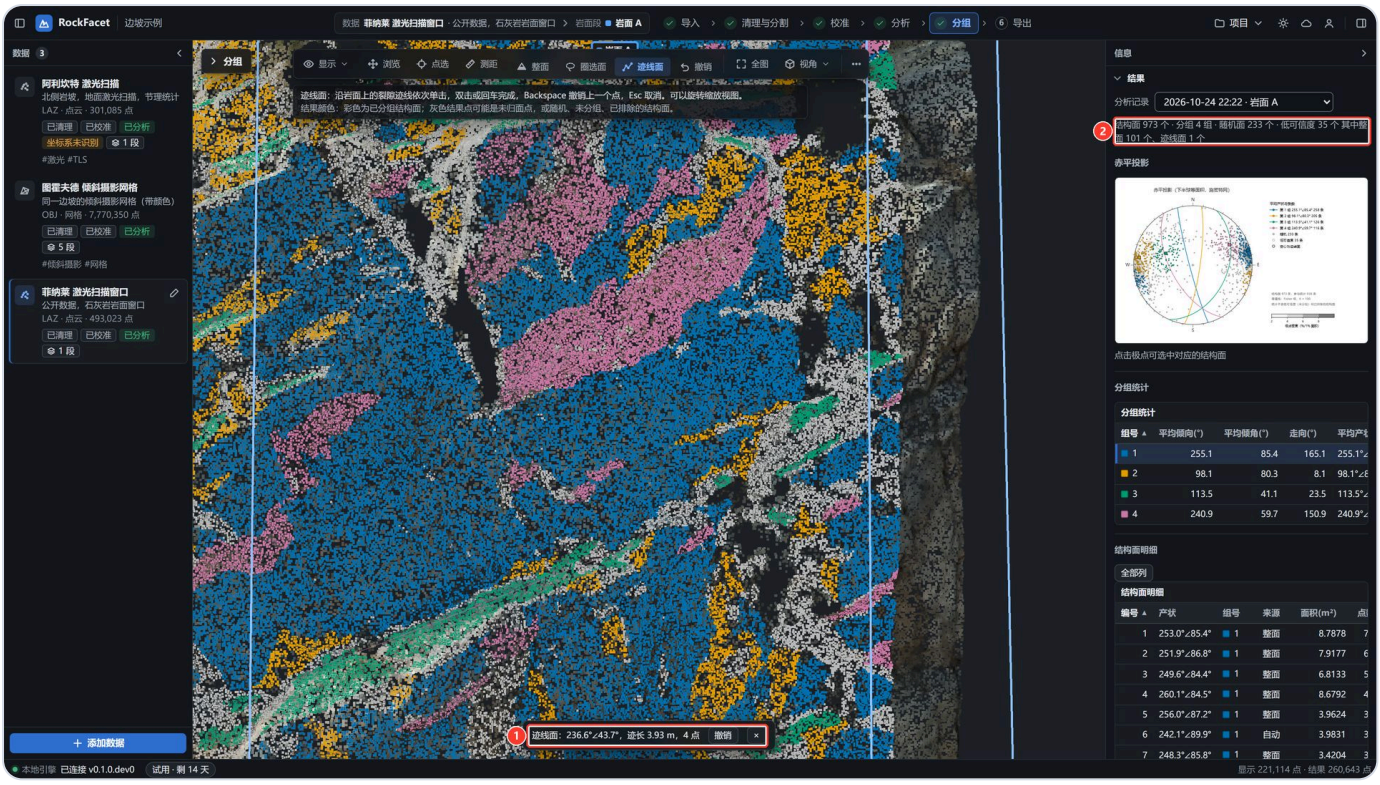


图 28　迹线面写入后，明细表来源为「迹线」

1. 状态提示里列出刚写入的迹线面。
2. 结果摘要：其中整面 N 个、迹线面 N 个。

> **迹线面的特点**
> 迹线面没有成员点，面积和点数留空，它的产状由迹线和你确认的旋转角决定；它照常参与分组、统计和玫瑰图。在赤平投影上显示为空心标记；导出的 Excel、CSV 里有「来源」和「迹长」两列；结构面多边形（OBJ、DXF）不包含迹线面。

撤销与删除

- `Ctrl` + `Z` 或工具条上的 `撤销`：撤销最近一次结构面编辑或分组调整，两者在同一条撤销记录里。鼠标停在 `撤销` 上可以看到会撤销什么。
- `Delete`：删除选中的结构面，它的点变回未归面点；可以撤销。
- 分析记录过期（改了校准、清理规则、范围或北向）后，结构面工具不可用，需要先重新分析。

6 导出

做什么　把一条分析记录（含人工调整）输出成表格、图片和点云，同时生成一份可以离线查看的 HTML 总览报告。

在哪里点　流程条 `导出`，选分析记录和格式，点 `导出`。

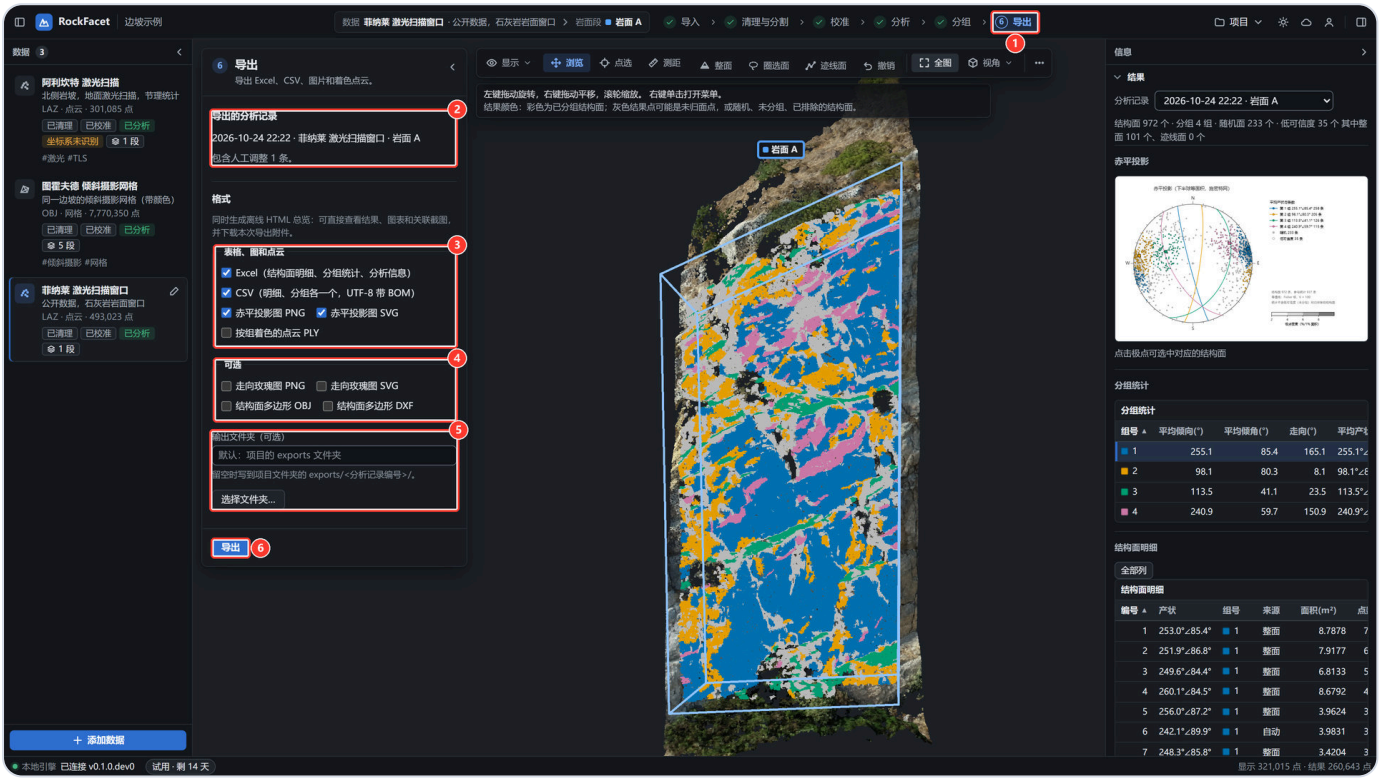


图 29　「导出」步骤

1. 流程条的 `导出`。
2. `导出的分析记录`：时间 · 数据 · 岩面段；下方写明包含几条人工调整。过期的记录会提示「导出的产状可能不正确」。
3. `表格、图和点云`：`Excel（结构面明细、分组统计、分析信息）`、`CSV（明细、分组各一个，UTF-8 带 BOM）`、`赤平投影图 PNG`、`赤平投影图 SVG`、`按组着色的点云 PLY`。
4. `可选`：`走向玫瑰图 PNG`、`走向玫瑰图 SVG`、`结构面多边形 OBJ`、`结构面多边形 DXF`。
5. 同时生成离线 HTML 总览；`着色点云的坐标`：`原始坐标（便于在 CloudCompare 里与原数据叠合）` 或 `分析东北天坐标`。
6. `导出`。



图 30　导出完成（左右两栏是同一个面板的上下两部分）

1. 「着色点云的坐标」和「输出文件夹（可选）」：留空时写到项目文件夹的 `exports\<分析记录编号>\`。
2. 结果：「已写出 N 个文件」。
3. 「HTML 总览报告」：用浏览器打开即可查看结果、图表和关联截图，并下载本次导出的附件。转发时请带上整个导出文件夹并保留目录结构。
4. 「写出的文件」：每个文件的完整路径。



图 31　离线 HTML 总览报告

授权与云同步

- 格式名后标「（专业版）」的需要专业版授权；试用期内全部可用。授权过期或被吊销时导出不可用，已有结果仍可查看。
- 开启云同步时，导出的表格和图片会加入云同步；点云类文件、项目 exports 文件夹以外的文件和超过 20 MB 的文件只保存在本机。原始数据不会上传。

截图库与岩面段对比

截图库（信息栏 › 图像）

视图工具条 ⋯ › 截图 把当前三维画面保存进项目，并自动关联当时的数据、岩面段和分析记录。保存后在右侧 图像 里查看。

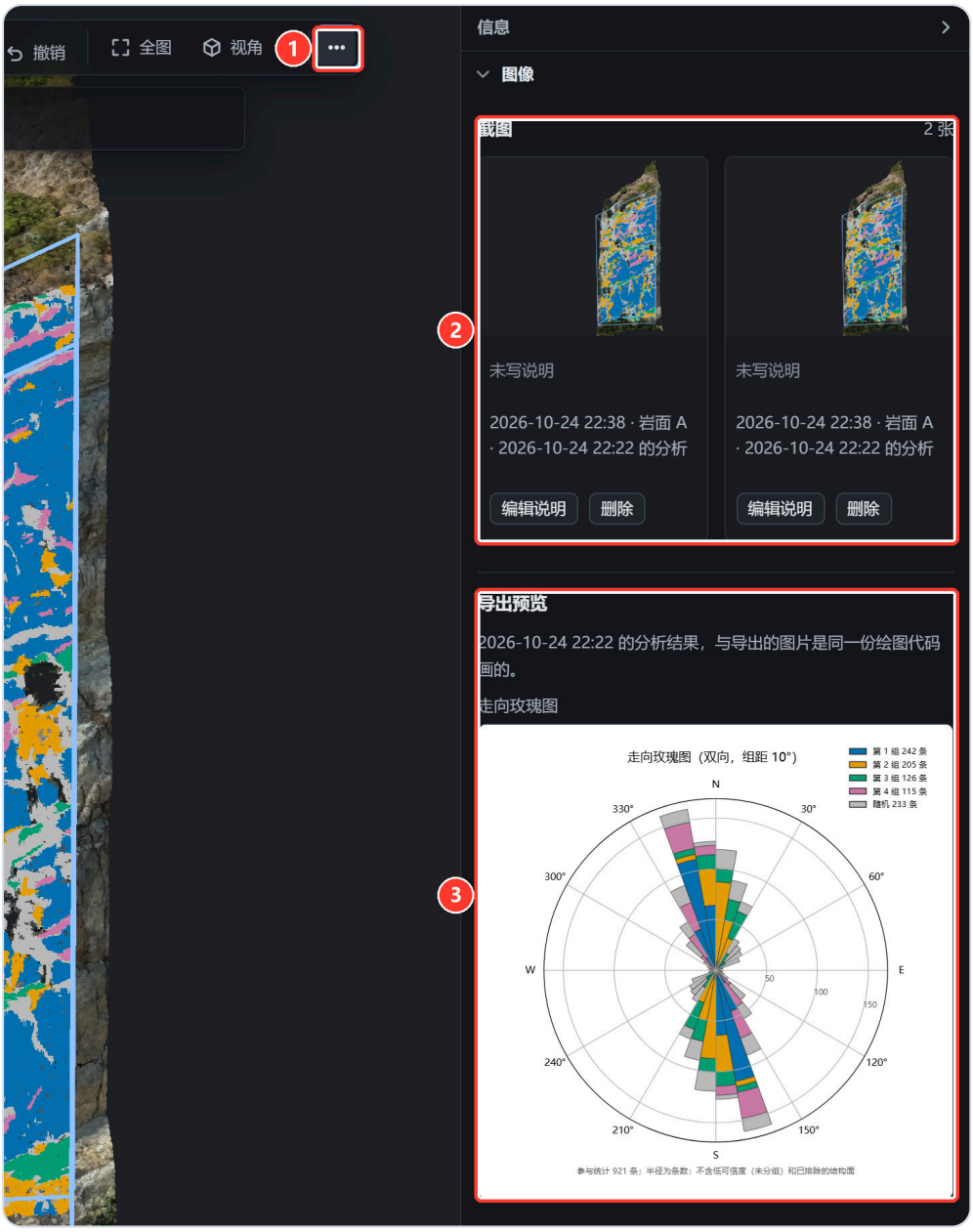


图 32　右侧「图像」：截图与导出预览

1. ⋯ 菜单里的 截图。
2. 截图：每张注明拍摄时间、岩面段和对应的分析；点缩略图看大图，编辑说明 写一句说明，删除 连图片文件一起删除（不能恢复）。截图会出现在导出的 HTML 报告里。
3. 导出预览：当前分析记录的赤平投影图和走向玫瑰图，与导出的图片是同一份绘图代码画的。

岩面段对比（信息栏 › 结果）

同一份数据分了几段、或者不同数据（例如激光扫描与倾斜摄影）都分析过之后，可以把它们的结果并排对比。

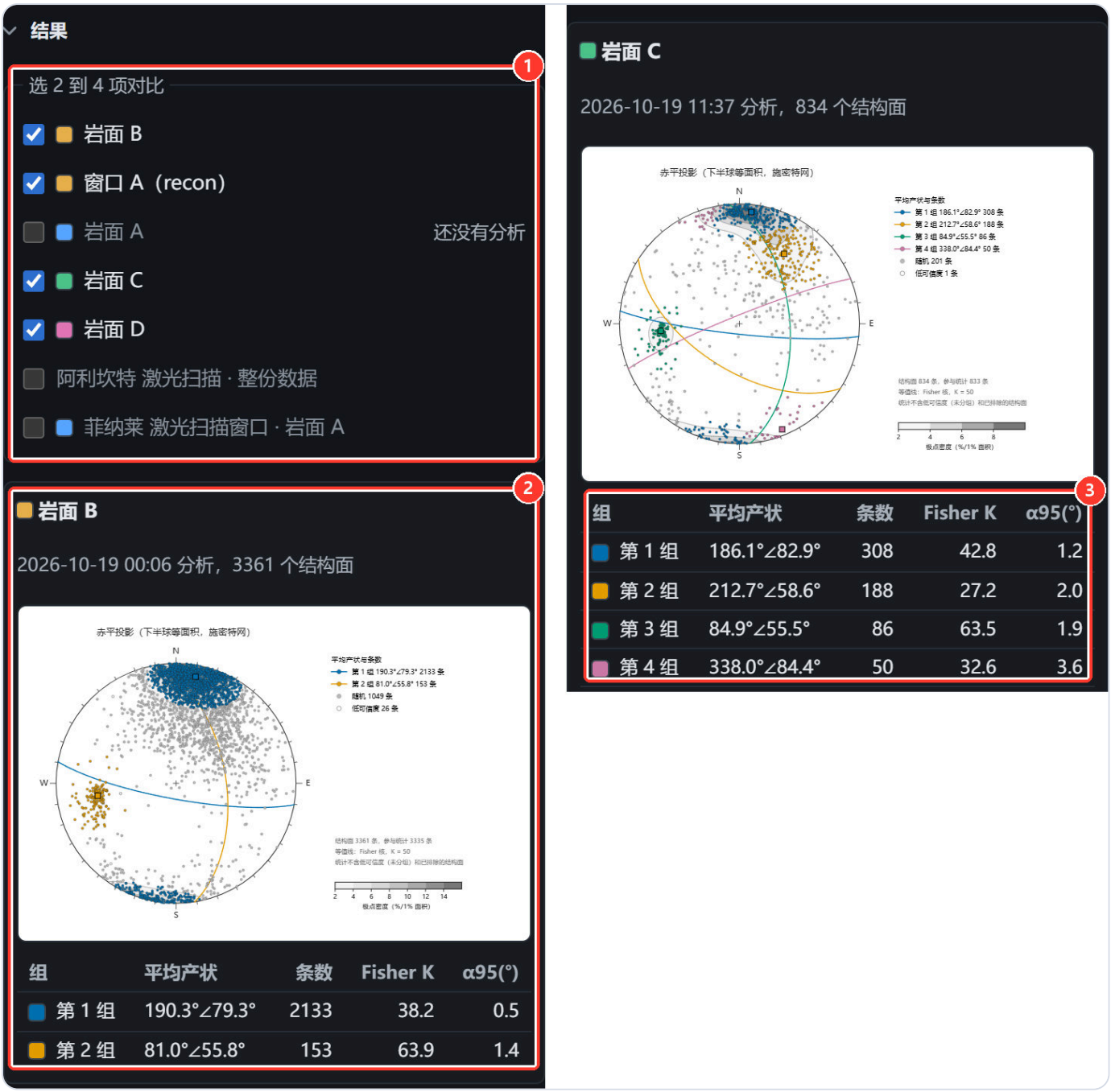


图 33　岩面段对比（左右两栏是同一块的上下两部分）

1. 勾选 2 到 4 项。列表里有当前数据的各段，也有其他数据的分析；还没分析的段会标「还没有分析」，不能勾选。
2. 每项一个赤平投影图和分组统计。
3. 分组统计：组、平均产状、条数、Fisher K、α95(°)。

对比用的是每一段**最近一次完成**的分析记录。有已过期的记录参与时会提示「结果只供参考」，建议重新分析后再对比。

反馈与更新

反馈问题

遇到问题或有建议时，在菜单 帮助 › 反馈问题 （或状态栏上的反馈按钮）里直接发给我们：

1. 选类别，写清楚问题（必填）；联系方式选填，方便我们回复。
2. 需要时附一张图： 附上当前三维视图截图 ，或 选择图片 （PNG / JPEG，不超过 2 MB）。
3. 附上诊断信息 默认**不勾选**。勾选后会附上本机编号、系统和软件版本、授权状态、显卡和最近的运行日志（日志里的 Windows 用户名会被隐去）；点 查看将发送的内容 可以先看完整内容。点云、模型和项目文件**不会**发送。
4. 点 发送 ，成功后显示反馈编号。没有联网时内容会保留，联网后再发送。

在 我的反馈 里可以看到每条反馈的状态（新 / 处理中 / 已解决）和我们的回复。

自动更新

软件启动后和之后每天检查一次新版本。有新版本时弹出说明，可以选：

- 立即更新 ：下载安装包并显示进度，下载完成后核对文件的大小和 SHA-256，点 安装并重启 运行安装程序。安装时软件会关闭，正在运行的分析会中断，请先保存。
- 稍后提醒 ：24 小时后再提示； 跳过此版本 ：这个版本不再提示（重要更新不能跳过）。

更新信息带有数字签名，软件只接受我们签发的版本，安装包只从官网下载。下载或校验失败时，点 打开下载页面 到官网手动下载安装（覆盖安装即可，数据不受影响）。

在 设置 › 更新 里可以查看当前版本、关闭「自动检查更新」或点 立即检查 。

支持的数据

下表按引擎的读取代码逐项核对。「坐标系」一列说明软件从哪里读取坐标系；没有读到时数据按局部坐标处理，需要在「校准」里定向（见 常见问题）。

格式	怎么选	能读什么	坐标系与单位	注意事项
LAS **LAZ**	文件 .las / .laz（LAS 1.0–1.4）	点云；颜色（8 位 / 16 位自动判断）；法向只在附加字段（nx/ny/nz 等）里有时读取；不读强度	从 WKT 或 GeoTIFF 坐标系记录读取；英尺等单位自动换算成米；视为有真实尺度	分块读取，大文件也可以；LAZ 不需要另装插件。文件里的坐标系解析不了时按「未识别」处理，导入照常完成并给出提示
E57	文件 .e57	点云；多站扫描按每站位姿合并到同一坐标系；颜色；**不读法向**（分析时重新估计）；不读强度	读 coordinateMetadata；长度按 E57 标准**总是米**；视为有真实尺度	报告里写明站数；没有颜色的站显示为灰色
PLY	文件 .ply（ASCII、二进制）	有三角面时是**网格**，否则是**点云**；颜色（8 位、16 位、浮点）；点云读 nx/ny/nz 法向，网格用三角面法向	文件本身没有坐标系；同目录有 GeoReference.xml / metadata.xml / 同名 .xml 时自动读取；否则在导入时指定	没有坐标系时是「无尺度」；顶点带列表属性等特殊布局的 PLY 会报错，请另存为常规 PLY
OBJ	文件 .obj	网格（多边形自动三角化）；颜色只读**顶点颜色**（`v x y z r g b`）；法向用三角面计算	同目录 GeoReference.xml / metadata.xml 自动读取；否则在导入时指定坐标系，并在 坐标偏移量（OBJ） 里填偏移	MTL 材质文件和贴图**不读取**（不参与分析，三维视图里也不显示贴图）；材质文件缺失时导入报告会有一条提示，可以忽略。只有贴图、没有顶点颜色的 OBJ 显示为无色。只有顶点没有面时按点云处理。导入时要完整扫描文件，2 GB 的 OBJ 约需 1 分钟多
STL	文件 .stl（ASCII、二进制）	网格；没有颜色；三角面法向	同 OBJ 的旁挂 XML 规则；导入报告总会提示「STL 一般不带坐标系和尺度信息」	没有颜色，植被识别等按颜色的清理不可用

格式	怎么选	能读什么	坐标系与单位	注意事项
XYZ **TXT** **CSV**	文件 .xyz / .txt / .csv（.pts 也能按文本识别）	点云；自动识别分隔符、表头、颜色列（含 16 位）和法向列；7 列时按「x y z 强度 r g b」理解，强度不读	文件里没有坐标系，需要在导入时指定；单位默认米	注释行、重复表头等非数值行自动跳过并在报告里计数；列识别错了在导入对话框里手动指定列号。UTF-16 编码的文件请另存为 UTF-8
OSGB **倾斜摄影**	**文件夹**：选含 metadata.xml 和 Data 的根目录（选 metadata.xml 或其中任一 .osgb 也能自动找到根目录）	切片网格；分析时只读分析范围内最深一层的模型；纹理颜色采样成点的颜色	读 metadata.xml 的 SRS 和 SRSOrigin；`ENU:纬度,经度` 形式自动换成地心坐标；SRS 为空或 Local 时为局部坐标	导入只读元数据、根节点和一小块样本，几十 GB 的数据也能很快导入（点数、面数是估计值）。分析范围内的三角形超过 5000 万个时会要求缩小范围。**metadata.xml 缺 SRSOrigin 时无法导入**，请从建模软件重新导出完整的 metadata.xml。不能复制进项目
3D Tiles	tileset.json，或含它的文件夹	1.0 / 1.1：b3dm、pnts、cmpt、glb / gltf（含嵌套、外部 tileset）；pnts 的颜色和法向；网格的顶点颜色。**贴图颜色不参与分析**	有 region 地理参考（或手动指定 EPSG:4978）时为地心坐标；否则按局部坐标处理	导入只读切片头，大数据也能导入。不支持 Draco、meshopt 压缩，i3dm 实例化模型、隐式切片和网络地址——请在导出软件里关闭这些选项，或先用 3d-tiles-tools 转换。不能复制进项目
3MX	.3mx	暂不支持（后续版本），请先在原软件里导出为 LAS、E57 或 PLY		
私有格式	.3sm .pod .rcp .rcs .fls .lgs 等	不能直接读取，请在原软件（Bentley、ReCap、FARO SCENE、Leica Cyclone 等）里导出为 E57、LAS 或 3D Tiles		

大小与点数参考

- **导入**没有文件大小限制。LAS、LAZ、文本点云分块读取；OSGB 和 3D Tiles 只读元数据和样本。参考：1.8 MB 的 30 万点 LAZ 读取约 0.3 秒；2.0 GB、777 万顶点、1553 万三角面的 OBJ 读取约 70 秒（OBJ 需要完整扫描文件，比其他格式慢）。
- **分析**的点数上限默认 **2000 万点**/每个岩面段，超过时自动均匀降采样并在结果里说明保留比例。网格按面积均匀采样成点，同样受这个上限约束。2000 万点的分析约需 1.8 GB 内存。
- 大数据请先在「清理与分割」里画出岩面段，只分析需要的部分；画范围时面板会显示区域内的大约点数。
- 浏览缓存（三维视图用）在导入后自动生成，大文件需要几分钟，期间可以做别的步骤。

坐标异常

坐标绝对值超过 10 亿米或含有 NaN、无穷大时，导入会报「坐标超出合理范围」：通常是文件损坏，或单位、偏移量填错了。

常见问题

问：岩面上有一块区域没有参与分析（没有结果颜色），为什么？

答：最常见的原因是这块区域被**清理规则**去掉了，尤其是「人工删除与恢复」里的删除区域。检查方法：

1. 看右侧 数据信息 的「清理规则」一行：第几版、离群点/植被/平缓地面开关、人工区域几个，以及「分析时去掉」多少点。
2. 回到 清理与分割，显示 › 清理分类：紫色是人工删除，红色是离群点，绿色是植被，橙色是平缓地面。
3. 确实删多了：在「人工区域」列表里点 移除，或用 恢复区域 把它圈回来（恢复区域排在后面会覆盖前面的删除），保存规则后重新分析。

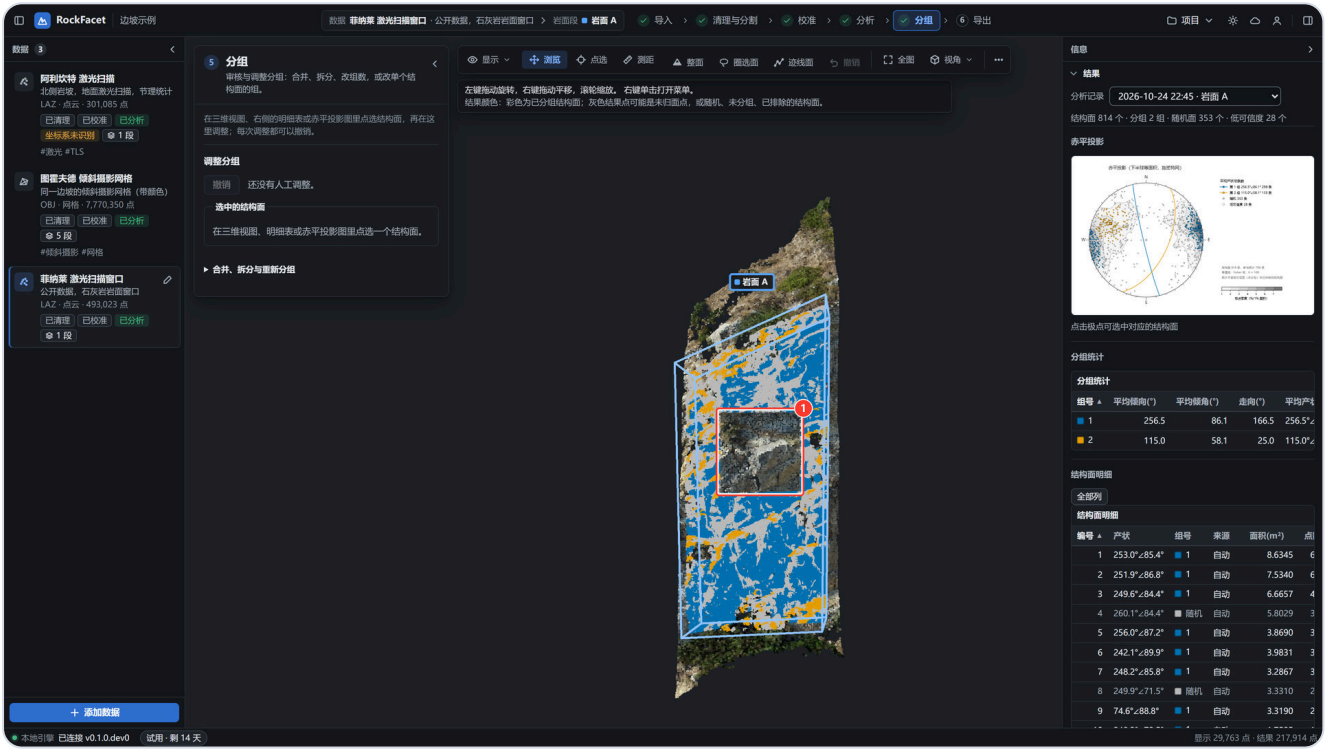


图 34　重新分析后，人工删除区域（1）里没有任何结果

其他可能：这块不在当前**岩面段**的范围内（看三维视图里的段框）；这块是灰色而不是没有颜色——那是未归面点、随机面或低可信度面，不是被排除（见下一问）。

问：结果颜色和图例怎么对应？灰色是什么？

答：三维视图、赤平投影、分组统计、玫瑰图和导出的着色点云使用同一套组颜色：第 1 组蓝、第 2 组橙、第 3 组蓝绿、第 4 组红紫、第 5 组朱红、第 6 组天蓝、第 7 组黄、第 8 组酒红，超过 8 组循环使用。组号按条数从多到少编排。

灰色结果点是：未归入任何结构面的分析点、随机面、未参与分组的低可信度面、已排除的面。**完全没有结果颜色**的地方则不在分析里（范围外或被清理）。结果透明度大于 0 时，组颜色乘在原始颜色上，颜色仍与图例一致；随机面和未归面点只变暗、不染色。半自动补面时的橙色、浅橙色是**待确认的候选**，确认后才变成组颜色。

问：点云默认参数是法向夹角 15°、K = 100，什么时候需要改？

答： 15° 和 K = 100 是 2026 年 10 月在多组公开数据上验证后定下的默认值，点云和网格都适用，大多数情况不用改。只在看到下面这些现象时调整（分析 › 高级参数）：

现象	调整
一个完整的大面被切成很多碎片	先试半自动「整面」；整体都碎时选「整面优先」预设（法向夹角 20°）。点云上放宽夹角可能让分组变差，改完要看赤平投影
相邻但方向不同的两个面被并成一个，或台阶状的面被抹平	法向夹角收紧到 10–12°
两组相差二三十度却被分到同一组	在「分组」里拆分该组，或改组数后重新分组；也可以调大 K
一个宽散的组被拆成几个小组、出现很多小的假组	在「分组」里合并，或调小 K
漏掉了面积小的组	最小峰值比例 0.05 改为 0.02，或指定组数

分析过一次之后，高级参数里会显示实际用的值，例如「自动（上次 15°）」；每条分析记录都保存了完整参数，导出的 Excel「分析信息」页里也能查到。

问：导入报告说「没有识别到坐标系」，怎么办？

答： 数据会按局部坐标处理（Z 视为朝上、Y 视为北），此时用模式 A 只做平移，产状的倾向可能不对。按情况选一种：

- **知道数据用的投影坐标系**：重新导入并在 坐标系（可选） 填 EPSG 编号；或在「校准」模式 A 的 指定坐标系（可选） 里填。
- **有已知坐标的控制点**：用 **B 控制点**，至少 3 个不共线的点。
- **有罗盘实测产状**：模型已经竖直只差北向时用 **C1 罗盘定北**；方向完全未知时用 **C2 罗盘全定向**（2 个以上不平行的面，建议 3 个）。
- 地面激光扫描本身是竖直的、只关心倾角和相对关系时，也可以先用 A 分析；但倾向的绝对值不可信，正式成果请定向后再算。

问：OBJ 导入后提示「OBJ 引用了材质文件……（文件不存在）」？

答： 岩面智析不使用 MTL 材质和贴图，只用顶点颜色，所以这条提示不影响分析，可以忽略。如果数据只有贴图、没有顶点颜色，三维视图里会显示为无色；需要颜色（例如植被识别）时，请在建模软件里导出带顶点颜色的 OBJ 或 PLY。

问：流程条上出现黄色三角「已过期」？

答： 分析之后改过这份数据的校准、清理规则、岩面段范围，或项目的北向基准、磁偏角，旧结果的产状可能不再正确，所以被标为已过期。点 重新分析 （在右侧结果的提示里），或回到「分析」点 开始分析 。过期的记录仍可查看、导出，但结构面工具不可用。

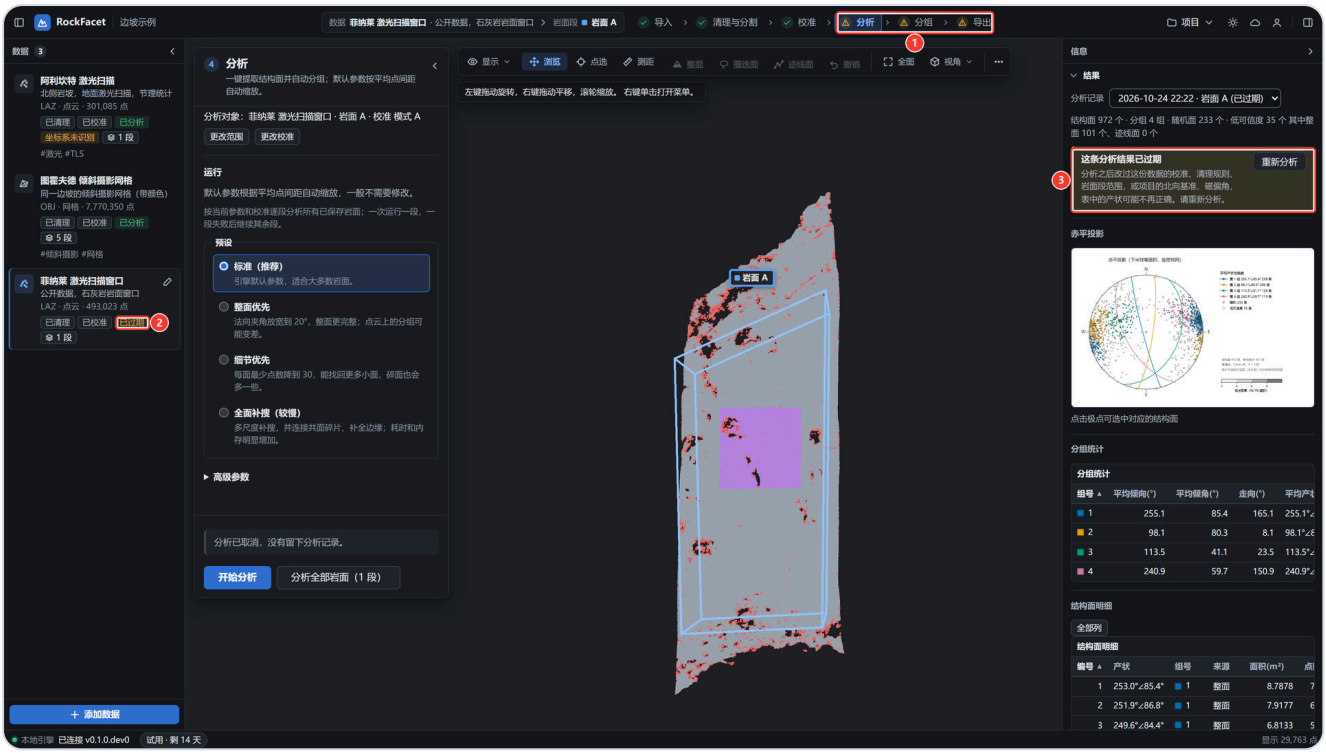


图 35　改了清理规则之后：流程条（1）、数据卡片（2）和结果（3）都提示已过期

问：分析结果提示「已降采样，保留了 N% 的点」？

答：岩面段内的点超过了点数上限（默认 2000 万），分析时均匀降采样。结果一般不受影响；想保留更多细节，就把岩面段画小一些、分成几段分析。

问：三维视图是空的，或者只显示一部分？

答：导入后浏览缓存还在生成（看状态栏），等它完成即可；生成失败时视图里会有 重试 。按 F 全图找回数据；岩面段太小时，用 视角 菜单换个方向看。

问：半自动工具是灰的，点不了？

答：结构面工具只在分析、分组、导出三步出现，并且要求：当前有分析结果、这条记录没有过期、授权可以运行分析。鼠标停在按钮上会提示具体原因。

问：本地引擎不可用？

答：状态栏左下角显示引擎状态。显示「引擎未启动」时，按界面提示点 重新启动引擎 或 重试 ；仍然不行请重新启动软件。导入、分析等任务状态未确认时，先 重新连接 ，不要重复提交。

快捷键速查

光标在输入框里、或有对话框打开时，快捷键不生效。

按键	作用	在哪里有效
`V`	浏览	任何步骤
`M`	测距	任何步骤
`F`	全图	任何步骤
`H`	切换「结果着色」与「原始颜色」	分析、分组、导出
`G`	整面工具	分析、分组、导出（记录可编辑时）
`L`	圈选面工具	
`T`	迹线面工具	
`Shift` + `G`	在光标处生长整面并扩展同方向	同上
`E`	有整面候选时：同方向扩展	候选出现时
`Enter`	确认候选；完成迹线；确认迹线面；完成多边形	相应操作进行中
`Esc`	放弃候选、取消迹线或多边形、关闭菜单；没有可取消的操作时回到浏览	任何时候
`Backspace`	迹线、多边形撤销上一个点	绘制中
`[` `]`	迹线面绕迹线旋转 −1° / +1°（加 `Shift` 为 ±5°）	调整迹线面时
`Delete`	删除选中的结构面（可撤销）	分析、分组、导出
`Ctrl` + `Z`	撤销最近一次结构面编辑或分组调整	分析、分组、导出

鼠标

左键拖动	旋转视图
右键拖动	平移视图
滚轮	缩放
右键单击	打开三维视图菜单（设为旋转中心、从这里测距、复制坐标；清理步骤里新建岩面段、删除/恢复点；结果步骤里整面、迹线面、选中/删除/排除结构面）
左键单击	结果步骤里选中结构面；点岩面段的框或标签切换当前段

示例数据署名（均为 CC BY 4.0，原作者没有参与、也不认可本软件的任何用法）：

阿利坎特激光扫描：Riquelme A., Abellán A., Tomás R., Universidad de Alicante，RUA 机构库 hdl.handle.net/10045/52279，转换为 LAZ、去掉强度。

图霍夫德倾斜摄影网格：Darvell L. E. (2022)，NIRD Research Data Archive，DOI 10.11582/2022.00009，未修改。

菲纳莱激光扫描窗口：Perozzo M., Menegoni N., Foletti M. 等 (2024)，Zenodo，DOI 10.5281/zenodo.12684022，裁剪 12 m × 11.5 m 窗口并抽稀。

本手册按岩面智析 RockFacet Pro 桌面版 0.2（2026 年 11 月）编写，界面以实际软件为准。新版本的使用手册和安装包见官网 www.ifc4.com；购买与技术支持请加 QQ 964861905。