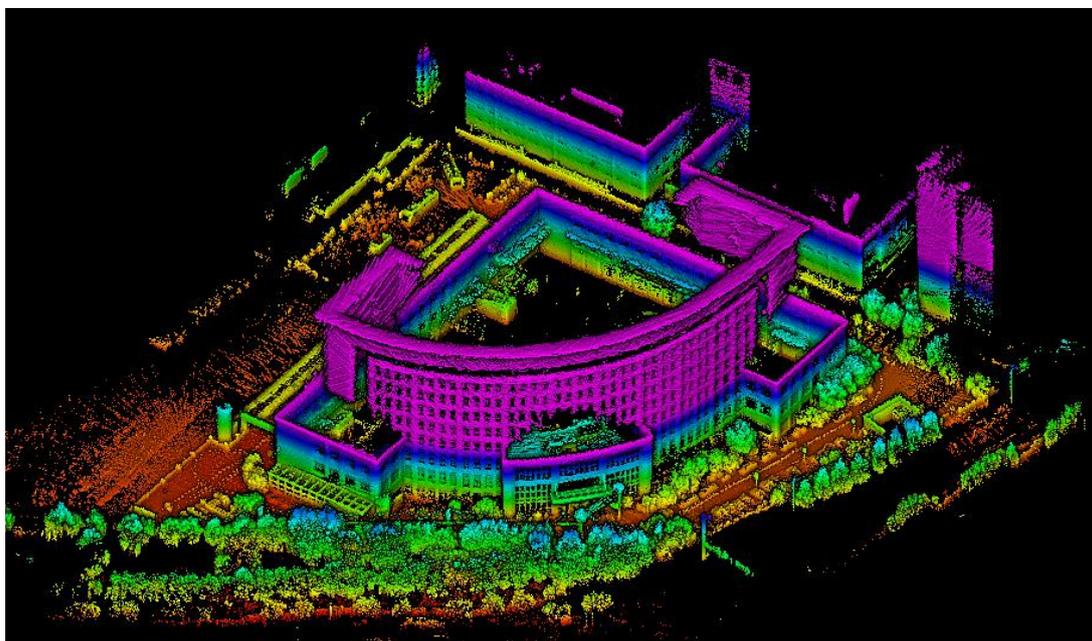


SLAM-K120

手持三维激光移动测量系统

用户手册



目录

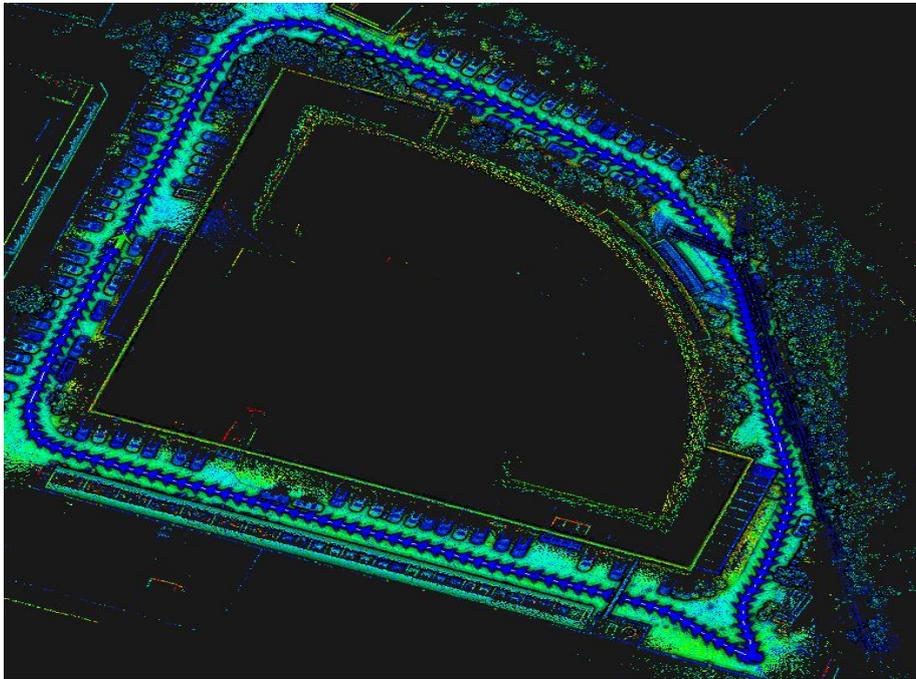
目录.....	II
1 产品简介.....	5
1.1 设备组成.....	6
1.2 产品技术参数.....	8
1.3 硬件说明.....	9
1.4 Web-control 端菜单介绍.....	16
1.5 固件升级方法.....	17
1.6 设备 WiFi 设置.....	17
1.7 连接手机热点.....	20
1.8 恢复相机默认设置.....	21
1.9 手机 APP 功能介绍.....	21
2 外业数据采集.....	25
2.1 作业流程.....	25
2.1.1 扫描前初始化.....	25
2.1.2 扫描时.....	26
2.1.3 扫描后结束化.....	26
2.2 扫描技巧与注意事项.....	26
2.2.1 室内扫描.....	26
2.2.2 室外大场景分块扫描.....	27
3 数据下载与 RTK 账号设置.....	28
3.1 修改 IP 地址.....	28
3.2 数据拷贝.....	28
3.3 RTK 账号设置.....	30
4 软件介绍.....	32
4.1 软件安装.....	32
4.1.1 安装环境.....	32
4.1.2 配置推荐.....	32
4.1.3 安装步骤.....	32
4.1.4 许可证管理器.....	33

4.2 SLAM 管理器	35
4.2.1 SLAM 解算	35
374.2.3 SLAM 优化	37
4.2.4 SLAM 导出	42
4.3 加载点云数据	46
4.3.1 加载文件	46
4.3.2 保存工程	47
4.3.3 打开工程	47
4.4 点云显示	48
4.4.1 边缘增强显示	48
4.4.2 点云渲染	49
4.4.3 背景色	51
4.4.4 X 光渲染效果	51
4.4.5 相机漫游	54
4.4.6 全景照片浏览	55
4.4.7 点云统计	57
4.5 多次工程拼接	58
4.5.1 多次拼接功能说明	58
4.5.2 采集数据的路线规划	58
4.5.3 SLAM 中的工程拼接	60
4.6 工具	63
4.6.1 水平切片	63
4.6.2 三维量测	64
4.6.3 局部视口	67
4.6.4 手动分类	67
4.7 相对精度评定	69
4.7.1 墙体点云精度	69
4.7.2 地面点云精度	70
4.8 绝对精度计算	71
5 绝对坐标点云	72
5.1 使用设备 RTK 坐标	72
5.2 使用地面控制点坐标	73

5.3 使用七参转换工具.....	74
5.3.1 选取基准点.....	74
5.3.2 添加文件.....	74
5.3.3 基准点管理.....	75
5.3.4 点对管理及点对精度报告.....	76
5.3.5 参数转换.....	78
6 常见故障的诊断修复.....	72
6.1 WiFi 无法连接.....	72
6.1 相机不拍照.....	72
6.2 偶发性无法启动设备采集.....	81

1 产品简介

手持式三维激光扫描仪 SLAM-K120 产品采用 SLAM 技术（Simultaneous Localization and Mapping 即实时定位与建图技术），可在室内外未知环境使用。作业员手持产品在走动中进行自身定位及增量式三维建图，从而获取周边环境的空间三维信息。该产品可不依赖于 GNSS 定位，直接获取室内外高精度空间三维信息，也可添加 RTK 服务，得到具有厘米级定位精度的空间三维信息。产品根据激光器配置的不同分为 16 线和 32 线两个系列，产品支持手持、背包、推车、车载、船载、机器狗等多种作业模式，一款产品满足用户多种应用场景的不同需求。



SLAM-K120 致力于打造最佳移动测量产品解决方案，为用户提供方便快捷的作业方式和更好的用户体验。该系列产品具有以下优势：

➤ 高精度

无 GNSS 辅助定位也可根据 SLAM 技术获取高精度点云数据。内置 GNSS 板卡可提供厘米级差分定位和精准航向测量，支持标靶点测量。

➤ 高效率

在行走途中快速获取精细的周边环境三维点云数据，相比架站式扫描提高数十倍的效率。

➤ 多载体

产品轻便、小巧，可手持作业，也可使用背包、车载支架进行作业，多种载体可选。

➤ 智能后处理

高效的后处理软件，可以实现点云数据全自动解算，并配备强大的点云数据加载及渲染功能。

1.1 设备组成

手持式三维激光扫描仪 SLAM-K120 主要由激光扫描主机、手柄、标靶座、电池仓板组成，可选配 GNSS 航空天线、360°全景相机、补光灯、手机支架等，专业版可配备背包三合一收纳支架、高精度 GNSS 天线等。



图 1-1 SLAM-K120 手持式三维激光扫描仪



图 1-2 SLAM-K120 设备组成

每套标准版（纯手持工作模式）配货包含以下组件：

编号	组件	数量
A	设备主机（含手柄、标靶座）	1
B	外接航空天线（适配 GNSS 板卡）	1
C	手机支架	1
D	肩带	1
E	主线缆	1
F	电池仓板	1
G	可充电锂电池	2
H	电池充电适配器及线缆	1
I	网线	1
J	软件 U 盘（后处理软件授权码）	1
K	外置存储卡	1
L	读卡器	1
M	清洁布	1
N	仪器箱	1
O	全景相机（选配）	1
P	补光灯	1
	说明书	1
	保修卡	1

1.2 产品技术参数

系统参数

指标	参数	
扫描原理	机械旋转	
主机型号	SLAM-K120	SLAM-K120 Plus
激光扫描仪	旋转 16 线激光	旋转 32 线激光
系统精度	1cm（最高）	
激光安全级别	CLASS 1	
测量距离	0.05 ~ 120 m	
水平视场角	360°	
水平角分辨率	0.18°（10 Hz）	
垂直视场角	30°（-15°~+15°）	31°（-16°~+15°）
垂直角分辨率	2°	1°
扫描频率	5Hz/10 Hz	
最大有效测量速率	32 万点 /秒	64 万点 /秒
数据存储空间	主机内置：512G SSD	
	相机内置：128G TF	
	外置 TF 卡：标配 128G（支持 512G 扩展）	
产品重量	1.92kg	
工作时长	单电池≥2h，双电池热插拔≥4h	
环境温度	-20°C~65°C（工作）/-40°C~85°C(储存)	
采集处理时间比	1:1	

1.3 硬件说明

1.3.1 设备主机

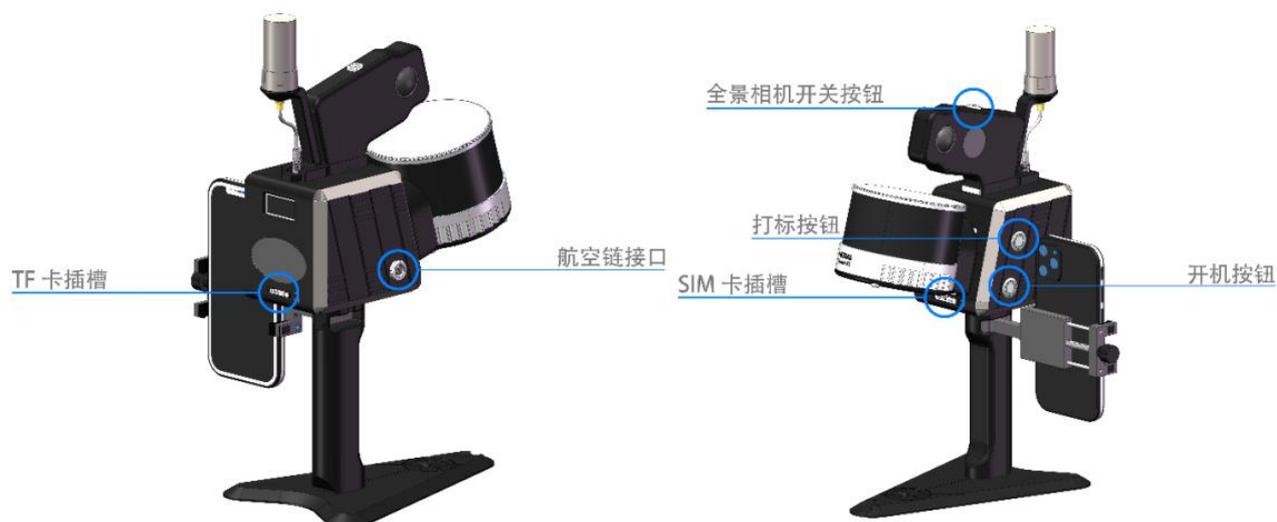


图 1-3 硬件接口说明

设备接口和按钮说明对应表

序号	接口名称	输入输出类型	说明及注意事项
1	开机按钮	开始和停止采集	点击控制设备采集和停止，采集中常亮蓝灯
2	打标按钮	按压自恢复	静止状态点击一次记录当前坐标
3	航空接口	电源 DC 12V ~ 16.8 V +数据	使用标配电池供电
4	射频接口	OOS 射频信号	使用原厂配件才能正常连接设备
5	SIM 卡槽	SIM 卡	可插入移动通信卡进行 4G 通信
6	TF 卡插槽	TF 卡	外插 TF 卡供数据存储用
7	电池仓板	电源 OUT DC 12V ~ 16.8 V	不可使用超过电压范围的电源供电，不可充电
8	网口	UDP/IP 千兆以太网	使用原厂配件才能正常连接设备



图 1-4 液晶屏显示说明

液晶显示屏说明对应表

序号	内容项	示例	说明
1	设备 GNSS 卫星锁定情况	N1/N2	锁定卫星数量/搜索卫星数量
2	数据记录情况	存储中	数据正常实时存储
		未存储	数据已停止存储
		相机数据下载中	相机数据下载中，请等待
3	RTK 定位状态	未定位	无 GNSS 卫星信号
		单点解	有定位但无差分解，原因：RTK 未配置正确或卫星信号太差
		浮点解	位置比固定解精度低的差分解，介于厘米级和米级之间
		固定解	厘米级定位精度的差分解，约 1~3cm
4	本次采集时长	时:分:秒	已采集时长
5	移动网络	带×	无移动网络
		不带×	有移动网络
6	外部存储	带×	未检测到 TF 卡
		不带×	检测到 TF 卡
		带 O	使用 TF 卡存储记录中

1.3.2 设备线缆安装

如图 1-5 所示，将主线缆两端航空插头分别接入电池仓板端和主机端，插入时需将航空插口标记红点和插座接口红点对齐，然后插入。拆卸线缆时应捏住航空接口外壳向外轻轻拔出。



图 1-5 设备整体安装示意图

1.3.3 电池和供电仓板安装



图 1-6 电池安装示意图

供电电池通过 V 口卡槽安装到电池仓板上，安装卡到位后可听到轻微“咔哒”声。如果电池虚接，可能导致采集中断或电池损坏。



图 1-7 电池仓板接口

电池仓板上端三个接口分别为主线缆接口、网络接口、供电开关。将设备通过主线缆接口于与仓板连接后可实现供电。将设备与电脑通过网络接口进行连接，可上传下载数据。按压供电开关后显示蓝色灯常亮，可给设备供电。

1.3.4 GNSS 航空天线安装（选配）



图 1-8 天线支架安装

安装时（左图），将天线支架斜杠在前，大拇指推动燕尾口缓缓卡入方形卡槽，直到卡紧，然后插入天线射频插头，注意不要暴力弯折射频线。

拆卸天线，应先捏住射频插头向上拔出射频线，然后手指放在支架前方斜杠底部向后用力拉出支架。手持天线为塑料材质，注意不可暴力弯折。

如果配备全景相机，拆卸天线支架之前应先拆除全景相机。

1.3.5 全景相机（选配）



图 1-9 全景相机安装

安装时一只手按住相机卡扣，另一只手托住全景相机底部将相机向后缓缓滑入方形卡槽中，滑到底即可。拆卸时一只手按住卡扣，另一只手托住相机底部向前滑出相机即可。

相机开机后，可通过相机圆形触摸屏对相机进行参数设置和浏览查看。注意，**一般出厂时相机已进行必要配置，请勿修改！**以下仅列出可能需要使用的相机操作：

1) 从左下往右上滑动屏幕，可访问媒体库；



图 1-10 全景相机操作

2) 访问媒体库，默认展示最近拍摄内容。点击正下角相册图标，可进入相册浏览全部。

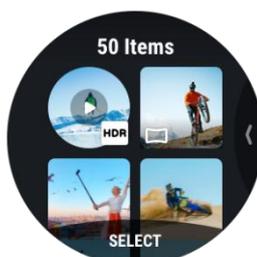


图 1-11 全景相机操作

相机相册页可以实现：视频播放，暂停，删除，查看文件信息；

3) 相机格式化操作：

从上往下滑进入下拉菜单，再左滑进入第二页，选择设置；



图 1-12 下拉菜单
下滑选择 SD 卡设置，点击“格式化”即可完成；



图 1-13 格式化界面

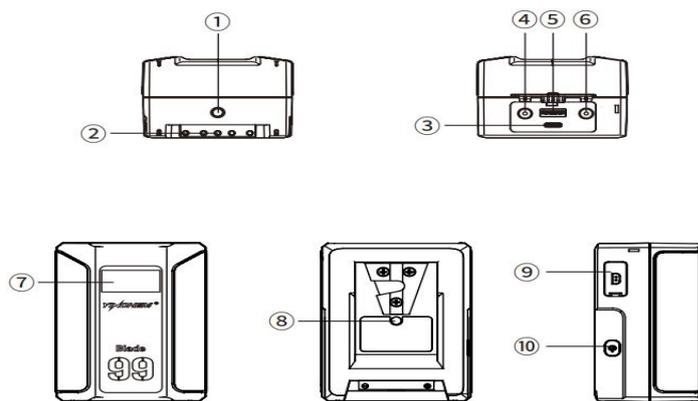
成功格式化。



图 1-14 格式化成功

1.3.6 可充电锂电池的说明

(1) 产品结构示意图



- ①1/4" 螺纹孔 ② BP电极接口 ③USB-C接口 ④8.4V DC口
- ⑤USB-A接口 ⑥12V DC口 ⑦OLED屏显 ⑧照明灯
- ⑨D-TAP接口 ⑩屏显开关/照明灯开关

(2) 产品技术参数

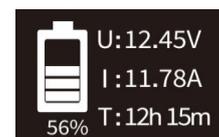
型号	Blade 99S	
额定电压	14.4V	
容量	99Wh,6900mAh	
输出	BP Interface	14.4V 10A
	D-TAP	14.4V 10A
	USB-A	5V 2.1A(Max.)
	USB-C	支持 PD 2.0 及 PD3.0 双向输入输出 /65W(Max.)
	DC1	12V 2A(Max.)
	DC2	8.4V 2A(Max.)
尺寸	107×75×55mm	
重量	567g	

(3) 按键说明

- ①单击按键激活 USB-A、USB-C、8.4V DC、12V DC。
- ②轻按开关即可打开屏幕开关，自动熄灭时间约为 5 秒；
- ③长按 2~3 秒钟即可打开照明灯，照明灯将常亮 70 秒左右，之后自动熄灭。如果您需要使用时间少于 70 秒，您可以再次长按开关 2~3 秒钟以关闭照明灯。

(4) 屏显解读

当电池正常充放电时，屏幕会实时显示电压、电流等，字母 (I) 代表实时电流、字母 (U) 代表实时电压、字母 (T) 代表剩余使用时间；



当电池在使用过程中出现异常，则会弹出异常保护标志，见下表说明：

故障代码	异常说明	图片	故障代码	异常说明	图片
01	单节电池电压低		02	单节电池过充	
03	电池充电过流		04	电池放电过流	
05	电池放电过载		06	电池充电短路	
07	电池放电短路		08	电池周围环境或自身温度过高时，电池过温保护	
09	当周围环境温度过低时，电池低温保护				

1.4 Web-control 端菜单介绍

(1) 登录浏览器 192.168.0.30，进入 Web-control 控制主界面，具体参见下图示例。



(2) 界面的菜单及“更多设置”的下拉菜单，具体介绍见下表 1 和表 2：

表 1 菜单介绍

菜单名称	用途说明	示意图片
① “开始记录”	—	
② “更多设置”	为下拉菜单，具体详见表 2	
③ “设置控制点”	—	
④ “点云浏览”	显示实时点云	
⑤ “关闭实时点云”	实时点云的开启/关闭	
⑥ “重启”	设备及固件的重启	
⑦ “语言设置”	切换语言状态	

表 2 “更多设置” 下拉菜单

菜单名称	用途说明	示意图片
“设置账号”	对应写入 CORS 账号，点击设置账号即可使用 	
“加载 RTK 信息”	点击加载 RTK 信息查看写入的 CORS 账号	
“刷新文件夹列表”	点击可刷新文件列表	
“转存选中的文件夹”	选择要转存的文件夹名  ，再点击转存文件夹，设备屏幕变为“ 存储中 ”，设备屏幕变为“ 采集结束 ”时，转存完毕，进入登录以太网 \\192.168.0.30，进入路径>share>sdcarad 查看	
“下载选中的视频”	选择要下载的相机视频  ，再点击下载选中的视频，设备屏幕变为“ 存储中 ”，设备屏幕变为“ 采集结束 ”下载完毕，进入登录以太网 \\192.168.0.30，进入路径>share>internal 查看	
“设备激活”	在密钥位置粘贴设备激活码，点击设备激活，点击重启即可使用	

1.5 固件升级方法

截止目前，手持 SLAM-K120 固件版本为“Version20240724.NewNtrip”，若设备需要更新升级到此版本，操作方法如下：

(1) 将升级所用压缩包解压提取到文件夹“SecondUpdate.g++9”，内含文件夹 RES.g++9，里面含三个文件，首先阅读文档文件“readme.txt”，内含详细操作步骤，具体如下：

step. 1:

设备接入网络，放置 g++9 路径下的 zt_okmmx8m_control 文件到 update 重启；

step. 2:

屏幕显示:Preparation Is underway，并逐步检查设备，所需时间主要取决于网络条件，直到显示:Now You can upgrade，现在放置文件“firmware_second_ForNew.zip”到 update 路径下，断电重启；

step. 3:

如果一切正常，设备将会显示:Upgrade begins! 等待完成更新；

Tip: 如果过程不成功，可尝试从 step. 1 重复

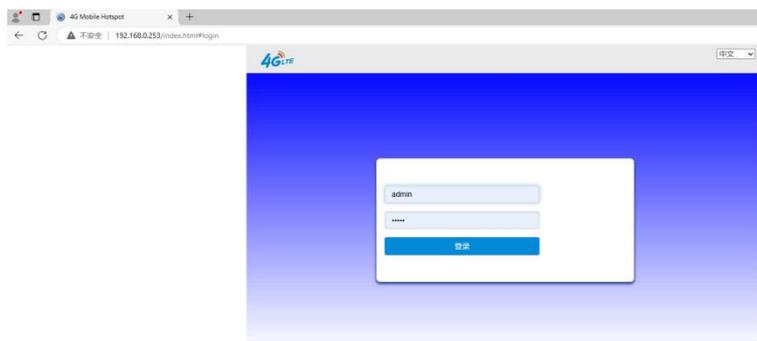
(2) 断电重新启动设备后，登录浏览器，输入网址 192.168.0.30，进入 Web-control 端菜单查看最底部的版本日期确认是否为最新版本。



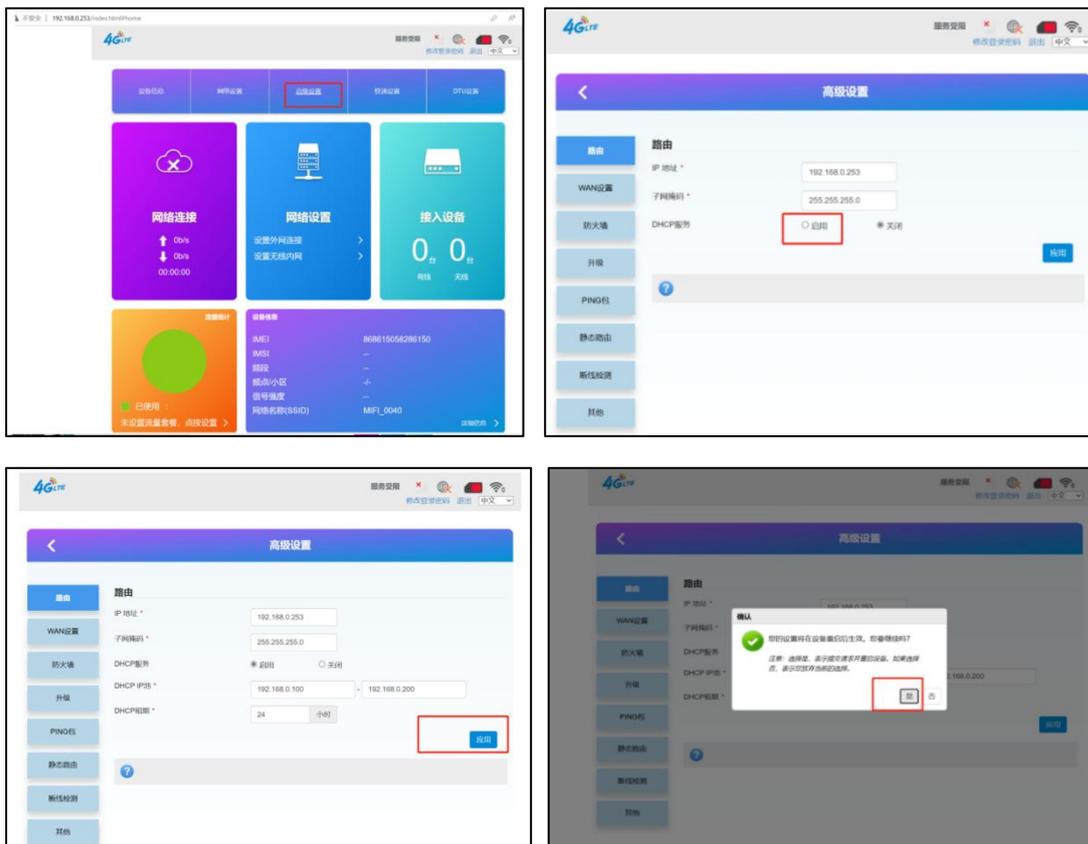
1.6 设备 WiFi 设置

设备的 WiFi 出厂前已完成设置，若客户有重置的需求，按以下步骤操作：

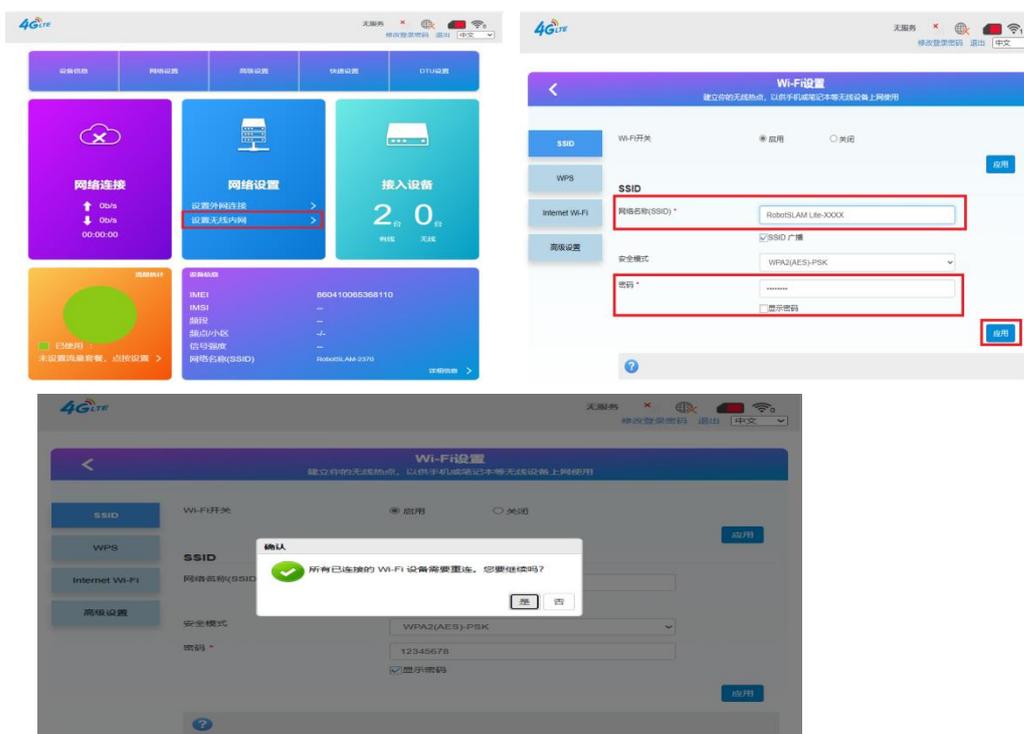
(1) 用数据线连接设备和电脑，从浏览器/网页输入 192.168.0.253，进入 4G-LTE 界面，登录用户名：admin 密码：admin；



(2) 点击“高级设置”，进入路由界面，先后点击“点击”和“应用”，弹窗选择“是”，即可完成 WiFi 的启用。



(3) 返回 4G-LTE 首页，点击“设置无线内网”进行 WiFi 名称和密码的设置，完成后点击“应用”，弹窗选择“是”。



1.7 连接手机热点

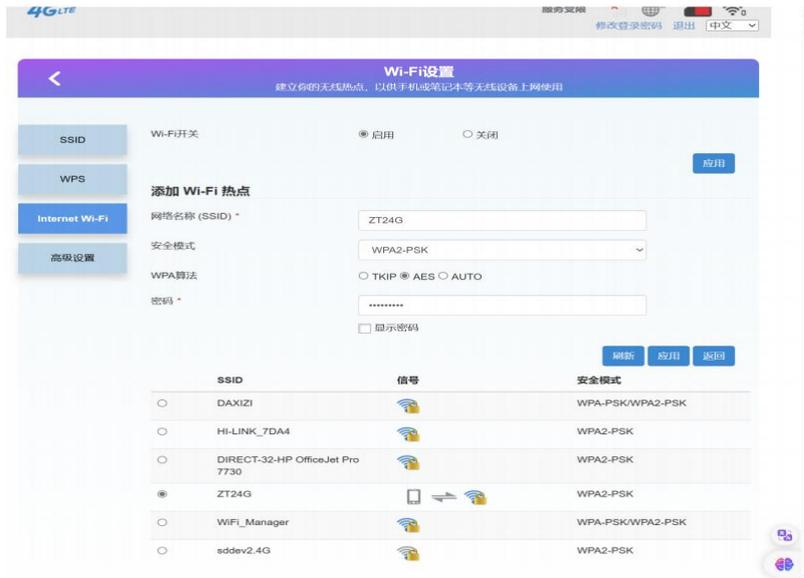
作业时若无专用 SIM 卡插入设备，此时可开启手机热点，设备可连接手机自带的 SIM 进行 RTK 的搜星采集作业。具体操作步骤如下：

(1) 设备使用网线连接电脑后，登录 192.168.0.253 进入 4G-LTE 界面，进行无线内网设置；



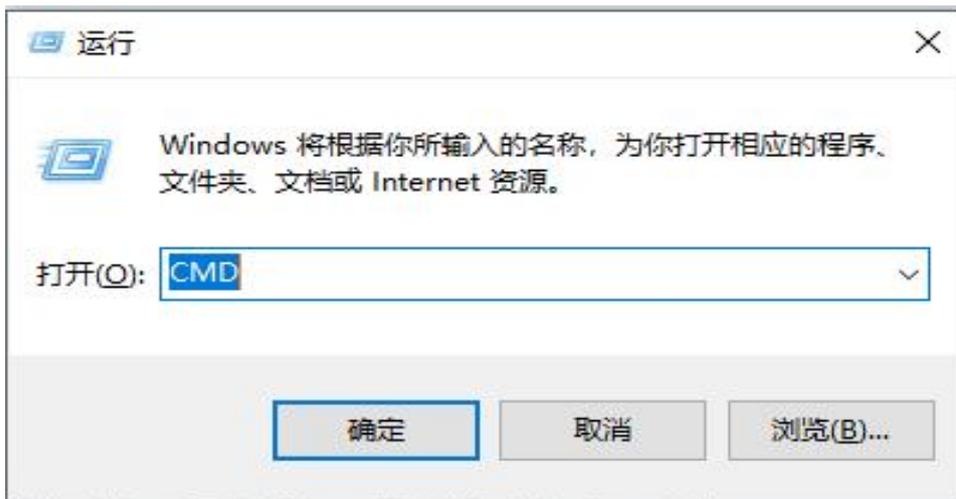
(2) 点击 internet Wi-Fi 设置，添加当前可搜索的 WiFi 热点，并输入此 WiFi 热点的密码，点击“应用”即可。





(3) ping 对应热点 IP 测试与热点是否联通:

“win+R”运行，输入“cmd”点击确定，输入 ping www.baidu.com 测试是否上网，若能正常上网则可使用 RTK 功能。



```

root@ok3588:~# ping www.baidu.com
PING www.a.shifen.com (110.242.68.3) 56(84) bytes of data.
64 字节，来自 110.242.68.3 (110.242.68.3): icmp_seq=1 ttl=53 时间=18.8 毫秒
64 字节，来自 110.242.68.3 (110.242.68.3): icmp_seq=2 ttl=53 时间=16.1 毫秒
64 字节，来自 110.242.68.3 (110.242.68.3): icmp_seq=3 ttl=53 时间=15.1 毫秒
^C

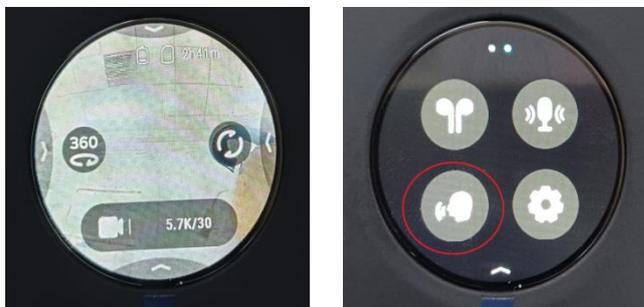
```

1.8 恢复相机默认设置

一般出厂时相机已进行必要配置，请勿修改！ 若不慎操作失误导致相机设置更改，影响了后续的点云解算和赋色功能，比如全景相机存储格式错误存储

了 mp4 文件，此时就需要恢复默认设置，断电重启后操作如下：

(1) 关闭语音控制：轻触屏幕，出现唤醒页面，自上向下滑，出现“功能图像”，滑至第二页，点击语音控制图像，使其显示为关闭状态。



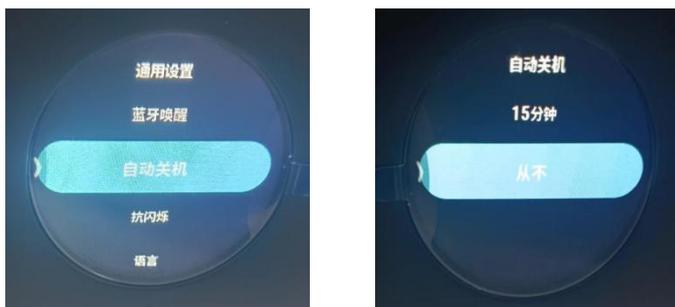
(2) 语言切换：在“功能图像”里点击选择“基础设置/Basic Settings”，再选择“通用设置/general”，点击进入对“语言/language”进行语言的切换。



(3) 通用 USB 改为安卓模式：“通用设置”里面点击“USB 模式”，然后点击选择“Android”进行切换。



(4) 取消自动关机：“通用设置”里面点击选择“自动关机”，点击选择为“从不”。

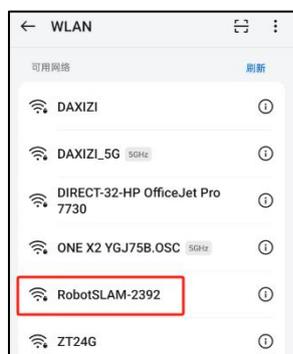


(5) 关闭熄屏设置：“基础设置”里面点击选择“屏幕”里面的“自动熄屏”改为“从不”。



1.9 手机 APP 功能介绍

(1)连接设备 WIFI;



(2)进入手机 APP 界面;



(3) 菜单、文件夹、主界面的功能及设备激活功能介绍与说明;

表 1 菜单介绍

菜单名称	用途说明	示意图片
1.选择设备型号	---	
2.ROBOTSLAN LITE	三代	
3.SLAM-K120	二代	
4.文件夹	---	
5.设置	---	

表 2 文件夹首页介绍

菜单名称	用途说明	示意图片
1.文件	---	
2.RTK(不使用、使用)	---	
3.RTK 设置	写入或更改 RTK 账号	
4.工程名	---	
5.主界面	点击进入主界面	

表 3 主界面功能介绍

菜单名称	用途说明	示意图片
1.内部存储键	点击可切换内部存储	
2.外部存储键	点击可存储到 TF 卡	
3.返回键	点击返回上一层界面	
4.作业状态显示	检查作业状态	
5.作业时间记录	可查看单次采集时长	
6.控制点记录	记录打标点数量	
7.控制点打标键	点击可打标	
8.开/关键	---	
9.相机拍照键		

表 4 设置界面介绍

菜单名称	用途说明	示意图片
1.设置	---	
2.导入 KML	---	
3.设备激活	可用于激活设备	
4.软件更新	---	
5.版本信息	---	
6.返回键	点击返回上一层界面	

表 5 设备激活详细说明

菜单名称	用途说明	示意图片
1.设备激活	---	
2.设备 id	当设备需要激活时，需将设备 id 码复制给业务员	
3.激活码	需将业务员发回的激活码，粘贴到激活码横线位置	
4.激活	<p>点击激活 弹出 点击 ok 激活完成，需将断电重启设备开始作业</p>	
5.返回键	点击返回上一层界面	

2 外业数据采集

2.1 作业流程

2.1.1 扫描前初始化

步骤：

1. 提前规划路线，确定扫描区域路线和记录起始位置点。
2. 设备通电后按下全景相机启动按钮，提示音响起且相机显示屏正确显示影像，说明全景相机启动；

3. 等待 30 秒左右，观察显示屏状态，显示屏亮起表示设备启动，检查屏幕显示各项指标参数情况（参考 1.3 液晶屏显示说明）；

4. 按下设备开机按钮开始采集，激光头开始 360 度旋转，相机同时开始录像，默认录像帧率 0.5Hz。

5. 原地静止初始化采集时间为 1 分钟，然后可拿起设备行走采集。

注：采集前请确保设备以及相机内存可用空间足够本次作业的数据采集。

2.1.2 扫描时

初始化完成后便可拿起设备开始扫描。扫描速度为正常行走速度，过程中设备不要剧烈晃动。转弯时，应缓慢转身。扫描过程中，若指示灯颜色圈为蓝色设备正在正常作业。

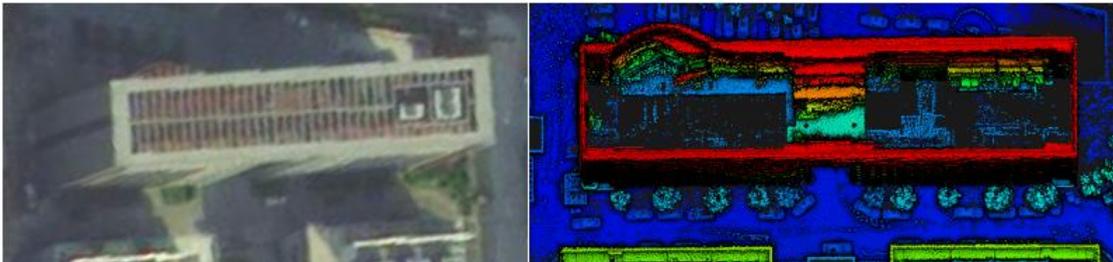


图 2-1 室外回环示意图

2.1.3 扫描后结束化

扫描后回归起始记录点，静置 1 分钟后点击设备开关按钮停止扫描。待显示屏显示状态栏由相机数据下载中变为未存储后，即完成作业，可直接关闭电源。如需进行下一次作业，可不关闭电源，直接点击开始采集按钮进行下一次采集。

2.2 扫描技巧与注意事项

2.2.1 室内扫描

对于室内复杂场景作业中，需要注意一些采集技巧和方法。

(1) 若室内为大房间，可适当回环或者可适当径直走入房间内，然后缓慢

掉头出来。若室内为小房间，可以不进入房间内作业。而是将设备伸入门内测量，伸入门内测量时应在门口短暂停留。例如，室内有多个房间需要扫描时会应用到此方法。

(2) 扫描狭窄通道转弯处一定要缓慢转身。例如，在狭窄走廊或上下楼梯转弯时，需要尽量朝向开阔区域，如果人即将靠近墙壁，可以先将手提前转向要转身的方向，避免设备过于靠近墙壁。同时手上动作不要幅度过大，缓慢转动，这样可增加特征少时的匹配成功率。

2.2.2 室外大场景分块扫描

(1) 大场景的扫描初始位置需寻找拥有特征的标志性物体且需要提前规划好每一块小区域的行走路线。

(2) 扫描时若无 RTK 尽量需要走回环。当扫描区域较小时，开始和结束位置的轨迹一圈可以形成大回环；当扫描区域较大时，除了大回环外，应根据不同场景，适当在某些地方绕小圈形成小回环。适当的回环，可以提高后续数据处理的精度。

(3) 扫描时若有 RTK 可选择不走回环，例如采集一条马路上的数据，需在起始点获取 RTK 固定解然后等待一分钟开始采集，到结束点有 RTK 固定解即可停止采集，待相机数据下载至设备方可结束。

(4) 每块小区域都需要进行一个闭环扫描，且保证每块区域都有一定范围的公共连接部位。



图 2-2 室外大场景分块示意图

3 数据下载与 RTK 账号设置

3.1 修改 IP 地址

1.手持设备通电后且与电脑网线连接，打开电脑网络和 Internet 设置。如图所示，依次进入更改适配器选项->以太网属性->Internet 协议版本 4（TCP/IPv4）。



图 3-1 修改 IP 地址

2.电脑 IP 修改成手持的网段（192.168.0.XXX）（备注：XXX 不能是 30），然后点击确定。



图 3-2 修改网端

注：只需在第一次拷贝数据前修改 IP 地址，后续拷贝无需重复操作

3.2 数据拷贝

步骤：

1.(1)网线连接设备与电脑，在此电脑中输入\\192.168.0.30 回车，即可打开手持存储文件。



3-3 数据存储地址

(2)可连接设备 WIFI，在此电脑中输入\\192.168.0.30 回车，即可打开手持存储文件。

(3)如设备与电脑无法连接，①排查设备和网线问题（已用 wifi 和其他电脑排查）；②排查该电脑 IP 问题；③排查该电脑网口或网卡问题。

2.双击文件夹，通过时间选择最近采集的数据文件下载到电脑上。正常传输速度为千兆网速。如果第一次无法连接，可刷新电脑 2-3 次或检查网线再次尝试连接。下载数据时请参考数据图检查数据是否完整；

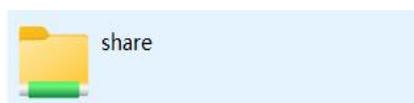


图 3-4 文件目录

名称	修改日期	类型
LOG	2022/8/30 13:41	文件夹
202208290207	2022/8/29 10:07	文件夹
202208290206	2022/8/29 10:06	文件夹

图 3-5 数据拷贝

BASE	2023/3/21 14:56	文件夹	
CALIBRATION_CAMERA	2023/3/21 15:17	文件夹	
CALIBRATION_PP	2023/3/21 15:17	文件夹	
CAM	2023/3/21 17:08	文件夹	
CAMERA	2023/3/22 16:58	文件夹	
deskew0	2023/3/21 16:03	文件夹	
GNSS	2023/3/22 9:19	文件夹	
IMU	2023/3/21 15:18	文件夹	
LAS	2023/3/22 9:34	文件夹	
LAS_refine	创建日期: 2023/3/21 15:17 大小: 5.52 GB	文件夹	
LAS_rgb	文件日期: 2023/3/21 16:50	文件夹	
LAS_subsample	文件: 20230321065626_0.las, 20230321065626_1.las, ... 2023/3/21 16:14	文件夹	
LOG	2023/3/27 13:05	文件夹	
MOBILE	2023/3/21 14:56	文件夹	
POS	2023/3/21 14:56	文件夹	
SCANNER	2023/3/21 15:17	文件夹	
cpts.txt	2023/3/21 15:56	文本文档	44 KB
edges.txt	2023/3/27 13:05	文本文档	644 KB
gnss.txt	2023/3/21 16:11	文本文档	17 KB
verts.txt	2023/3/27 13:05	文本文档	382 KB
verts_trans.txt	2023/3/21 16:12	文本文档	335 KB

目录	数据说明
Calibration_Camera	相机检校文件
Calibration_PP	激光检校文件
GNSS	GNSS卫星文件
IMU	惯导文件&伺服电机文件
SCANNER	激光雷达文件

图 3-6 数据文件说明

3.3 RTK 账号设置

设备账号支持有信号作业时需要提前添加 RTK 账号（支持中国移动 CORS 账号和千寻 CORS 账号）和手机卡提供网络，具体操作如下。

步骤：

1. 设备通电后，用网线和电脑连接。打开 SLAM-K120 软件，点击数据解算-> RTK 账户设置。



图 3-7 RTK 账号设置

2. 填写 RTK 账号名称：主要信息有 IP、用户名、密码、端口（默认 8002，其中 8001 对应 CGCS200；8002 对应 WGS84）、接入点一般选择 RTCM33_GRCEpro(4 星接入点)，千寻默认（AUTO）。如下图表示登录成功。



图 3-8 RTK 设置情况查询

3. 账号登陆成功后可进行状态查询，登录的账号信息即为下图红色框中。账号登录一次即可，只有在注销账号后，账号才会登出。

注：（1）确保设备通过网线与电脑连接稳定，若不稳定则会退出。

（2）确保账号可以使用，状态查询显示的登入成功仅代表此账号登录信息，并不代表账号可以使用（例如 RTK 账号过期或密码输入错误登录后仍然可进行状态查询）



图 3-9 RTK 设置情况查询

4 软件介绍

4.1 软件安装

4.1.1 安装环境

请联系厂家官方客服或产品经销商获取最新版本的 SLAM-K120 安装包。

4.1.2 配置推荐

最低配置：

操作系统：Windows 7/Windows 10 64 位

内存：8G

CPU：Interi3-8100/AMD FX-9370

显卡：GTX 660/RX 460

硬盘：1200 转机械硬盘 1T

推荐配置

操作系统：Windows 7/Windows 10 64 位

内存：16GB

CPU：Interi5-8600/AMD R5-1600

显卡：GTX1070/RX Vega 56

硬盘：1T 固态硬盘

4.1.3 安装步骤

- 1.首次安装需要先安装 SLAM-K120_Server，再安装 SLAM-K120_Engine。
后续软件更新只需要安装 SLAM-K120_Engine，可单独升级覆盖,安装速度更快。
- 2.安装对话框出现，点击“下一步”。
- 3.如果你接受许可证协议中的条款，点击“我同意”以继续。
- 4.选择安装路径（或者采用默认设置），然后点击“安装”。

5.安装完成后，点击“完成”。

4.1.4 许可证管理器

1.机器码

SLAM-K120 授权码根据用户所提供的激活信息生成。按照以下步骤激活 SLAM-K120。

(1) 运行 SLAM-K120 软件。

(2) 点击开始页面-> 软件激活->复制机器码。将复制的机器码发送给厂家客服或当地经销商技术人员获取许可授权。如下图所示。



图 4-1 机器码生成

2.授权码

(1) 运行 SLAM-K120 软件。

(2) 点击关于-> 软件激活，点击浏览将技术人员的 license 文件导入。

导入成功后点击激活，对话框将出现剩余使用天数即代表激活成功。



图 4-2 软件激活

3.中英文设置

SLAM-K120 可根据用户的偏好选择，更改软件的中英文。按照以下步骤进行更改。

(1) 运行 SLAM-K120 软件。

(2) 依次点击开始页面->导入偏好，将技术人员的 setting-zh.json（中文）或者 setting-en.json（英文）文件导入。导入成功后，重启软件。



图 4-3 语言设置

4.2 SLAM 管理器

功能说明：

可通过处理 SLAM-K120 手持或背包所采集的数据，解算出带局部坐标或地理坐标的点云数据。解算过程中可以通过可视化、参数调整以及人工半自动交互来提高解算精度以及解算成功率。

4.2.1 SLAM 解算

步骤：

- (1) 依次点击数据解算->SLAM 管理器；
- (2) 选填类型参数，导入源文件；

在右侧窗口栏弹出窗口中选择设备和环境类型。手持设备根据采集的环境选择，①标准采集 (<20min)；②长时间采集 (>20min)；③空旷室外采集 (使用 RTK)，选择要导入数据文件夹(存储目录不得包含中文)，数据文件夹导入成功后，对应文件路径会自动加载，具体如下图所示。



图 4-4 SLAM 管理器



图 4-5 导入源文件

设置选项：

- 1) 最大/最小距离：为参与解算的激光数据设置距离阈值；
- 2) 开始消息序号：SLAM 解算将从用户设置的位置开始，如设置为 300，则从 PCAP 激光数据的第 300 帧开始本次解算；

(3) 解算/显示点云：

①勾选 解算点云

注：文件若未解算时默认勾选解算点云，文件已解算时会默认勾选回放点云。



图 4-6 解算点云

②点击  “开始解算” 按钮：开始进行解算，通过进度条判断生成进度，进度条 100%显示解算完成（若进度条显示不完全可点击窗口右上角还原/最大化按钮）。

③解算完成后，可调节显示点云帧数大小来浏览点云整体效果，例如，将调节点云帧数为 60000。



图 4-7 显示帧数调节

4.2.2 SLAM 回放

步骤：

1. 在上述 4.2.1 中，若已完成解算，勾选 。
2. 根据设备有无 RTK 和回环检测条件，勾选“回环参与优化”和“RTK 参与优化”两个约束限制。



图 4-8 回环及 RTK 约束限制

平面/高程阈值：为 RTK 基准点设置阈值，超过阈值的点将被排除；

ESPG 编码：点云所在投影坐标系的编号，具体对应关系可查询 [EPSG.io: Coordinate Systems Worldwide](http://EPSG.io: Coordinate Systems Worldwide;);

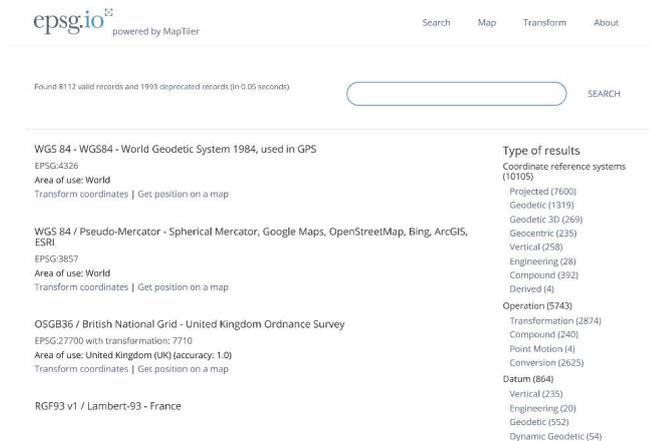


图 4-9 ESPG 编号查询

3. 按点击  按钮，可进行 SLAM 回放，可以根据右下方进度条了解重放进度（注意，只有在进行 SLAM 解算后才能进行回放）。
4. 通过调节点云帧数大小，可以调整点云显示范围，数量越大，显示点云越多。勾选显示轨迹点，可以显示 SLAM 轨迹点。

4.2.3 SLAM 优化

在进行 SLAM 回放后，若发现点云有分层现象，可以进一步进行点云优化。优化的方式有自动优化和人工半自动优化。

1. 自动优化

首先确认是否勾选了 RTK 参与解算和使用回环检测两个约束限制。

(1) 点击  按钮，可以对点云进行整体平差优化，并通过主视口浏览优化后的整体效果。若优化效果不佳，可以点击  按钮进行回退。

(2) 若优化效果良好点击  按钮进行存储（注意，点击存储按钮后，不可以再进行回退）。

(3) 点击  按钮导出 LAS 格式点云，点云存储在文件目录里的 LAS 下。

2. 人工半自动纠正

1. 浏览点云帧/删除异常帧（如下图为某一段楼梯点云数据的浏览）

(1) 直接选中帧时间确定起始点或者勾选显示轨迹点后在主视图中确定起始浏览点。

(2) 使用快捷键 W 快速切换到下一帧（浏览每一帧时可在配准管理器中查看当前帧配准情况）。

(3) 浏览点云可整体查看数据，更有利于分析数据。同时可对点云帧处理，删除某一个异常帧，或者可选中某一段异常帧点击  进行删除。

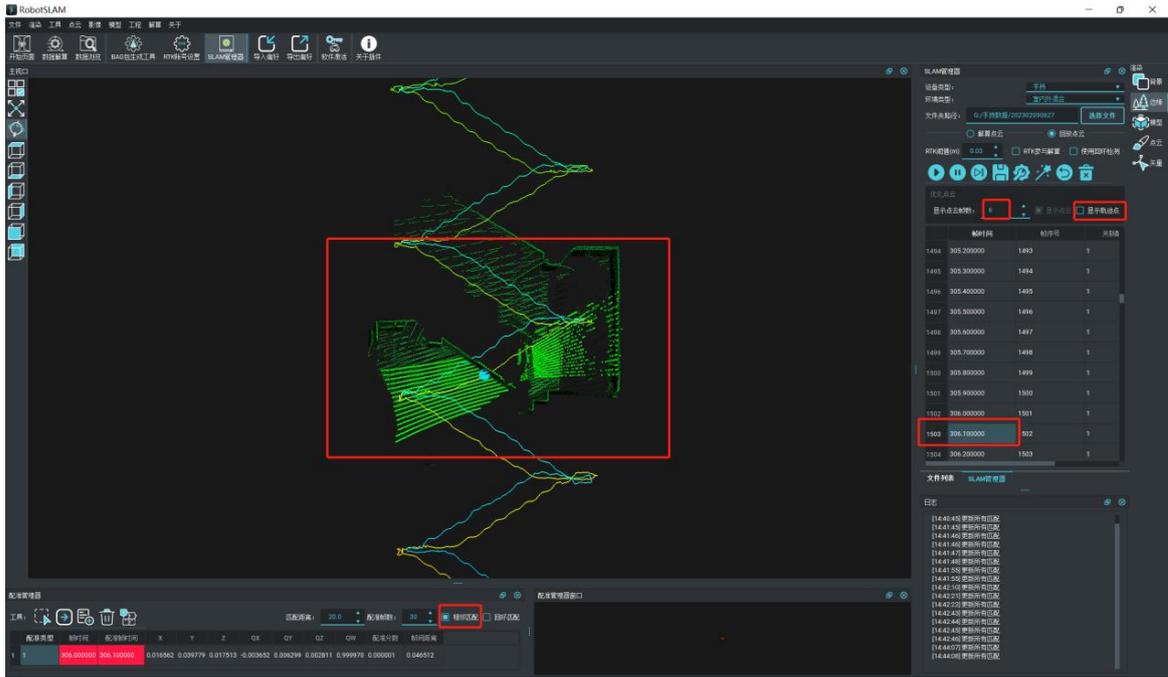


图 4-10 按帧浏览点云

2. 优化匹配一般步骤流程（一般只优化回环匹配）

(1) 在配准管理器中，取消勾选相邻匹配，勾选回环匹配。

(2) 点击 （注意：此按钮默认勾选。此按钮是框选，可选择多帧），鼠标左键框选主视口中轨迹点位置，被选中的匹配的信息列表显示在配准管理器中，点云显示在配准管理器窗口中。

(3) 点击选中某一条匹配项（可点击 （快捷键 F）快速切换到下一条匹配项），在配准管理器窗口中查看点云匹配情况。

(4) 点击 （快捷键 A），可以对选中的匹配项进行自动配准。对于无法正确配准的匹配项，可以点击 （快捷键 D）进行删除。

(5) 点击 （快捷键 S），可以存储配准结果。

(6) 点击 SLAM 管理器中的  按钮，可以对点云进行整体平差优化，并通过主视口实时浏览优化效果。若优化效果不佳，可以点击  按钮进行回退。（注意，在确保配准结果准确后，方可进行点云优化。）

(7) 若优化效果良好点击  按钮进行存储。
（注意，点击存储按钮后，不可以再进行回退。）

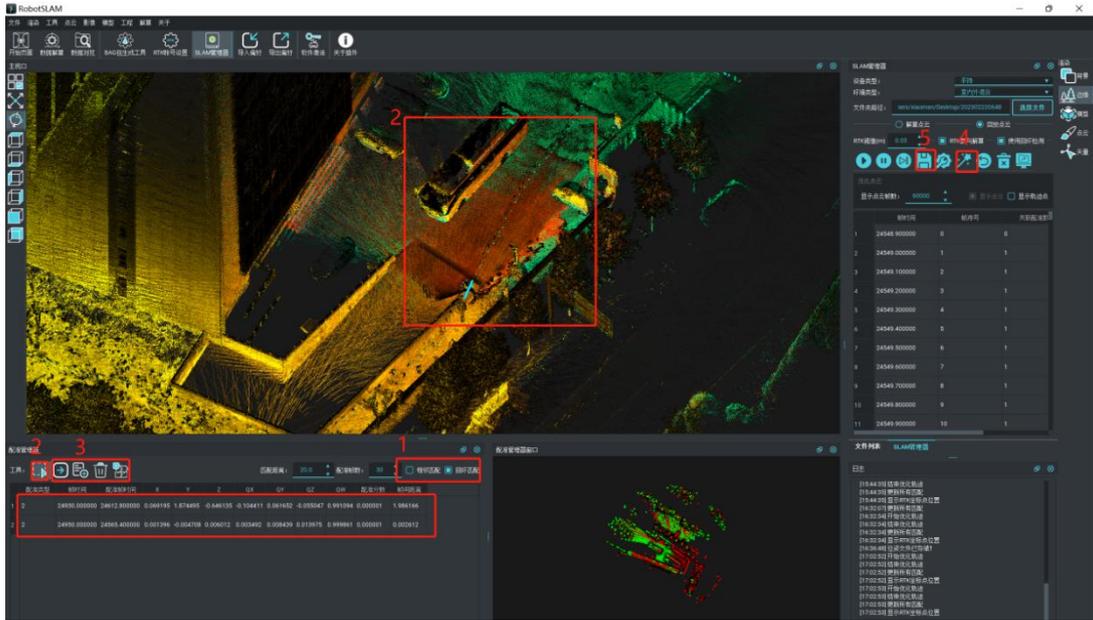


图 4-11 优化匹配

3. 手动添加闭环优化匹配（一般只优化回环匹配）

在回环检测自动优化后局部未添加回环约束或需要手动添加新回环约束时，具体步骤如下：

(1) 查看已经添加的回环优化，观察到下方配准管理器中有三个回环优化。

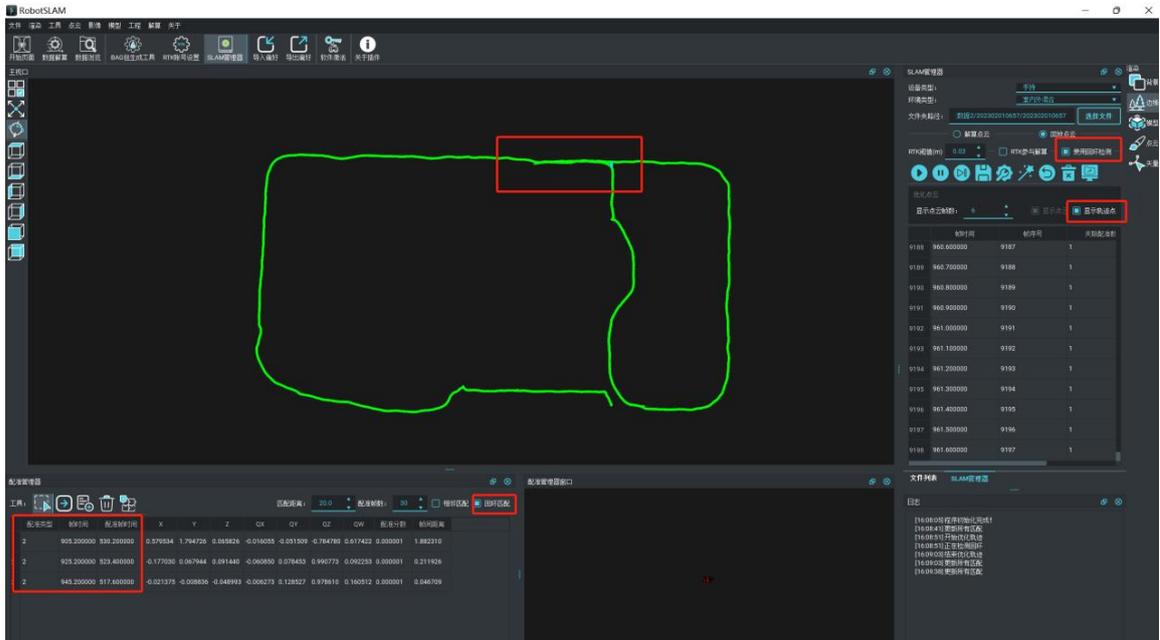


图 4-12 使用回环检测

(2) 末端出现两处点云（青色和黄色部分）相距较远。此处无回环，可手动添加回环优化。

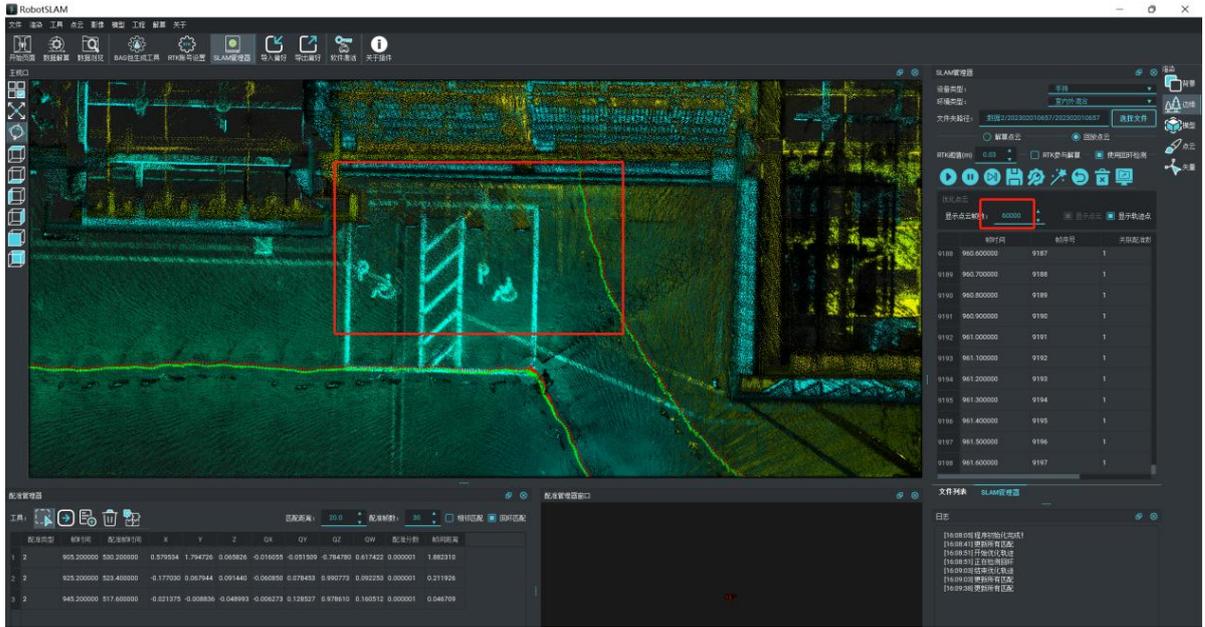


图 4-13 手动添加回环

(3) 按照上一节优化匹配一般步骤流程。

(注意：与之前流程不同的是第一步需要点选两帧点云，第三步不需要操作)

(4) 优化后最终的效果如下图，优化后此时已经没有分层。

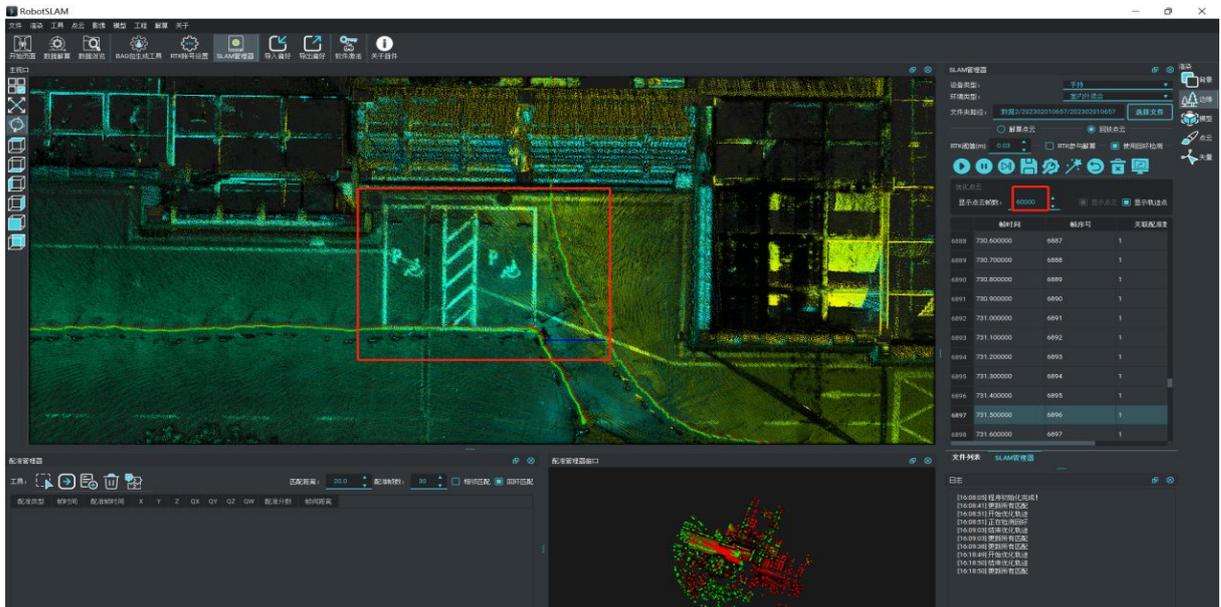


图 4-14 查看优化效果

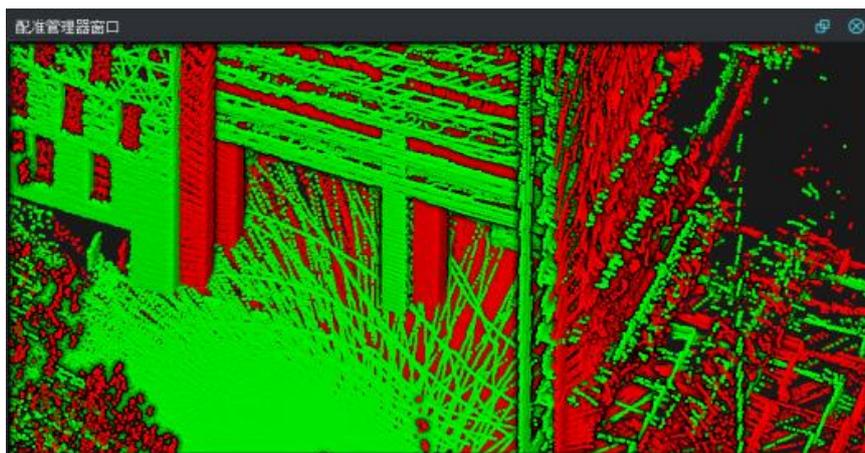


图 4-15 优化前

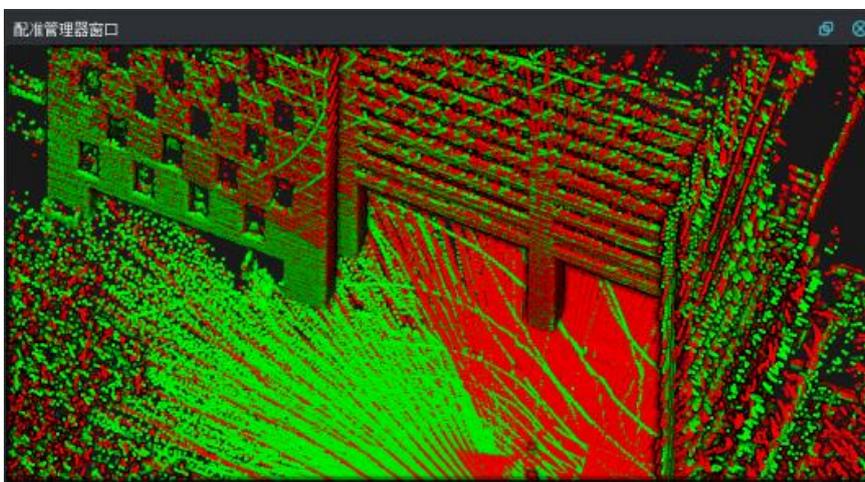


图 4-16 优化后

4.2.4 SLAM 导出

完成 SLAM 解算/优化轨迹后，点击“导出点云”，即可导出 LAS 数据到目标文件夹。参见下图 4-9 导出点云，导出时可选择生成彩色点云、精细化处理、进行重采样（抽稀点云数据）三种方式。默认为 LAS 为精细化输出并优化输出效果,精细化 LAS 自动存储在 LAS_refine 文件夹。也可根据需求选择重采样或者不进行重采样导出，结果分别自动存储在 LAS_subsample 文件夹和 LAS 文件夹。



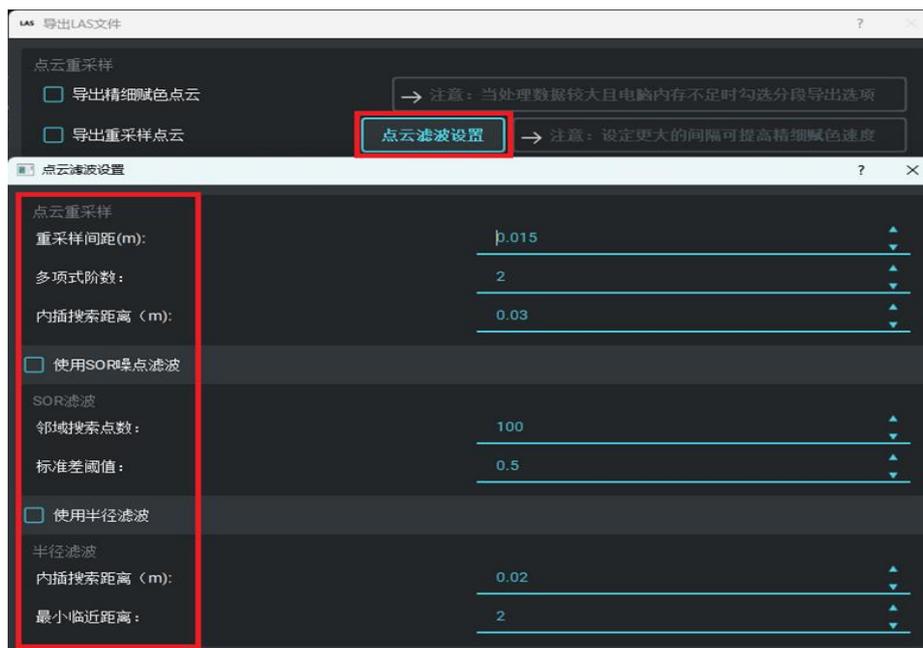
图 4-17 导出点云

若需要导出绝对坐标点云，勾选输出绝对坐标点云，勾选使用设备 RTK 坐标。具体操作参考图 4-18 输出绝对坐标点云。



图 4-18 输出绝对坐标点云

若需要导出时增加滤波功能，可点击“点云滤波设置”参照以下方法进行：



“滤波参数及含义”对应表

滤波参数	参数含义
1. 重采样间距:	默认为 0.015m。表示 0.015 立方米有 1 个点云；参数调大，点云更稀疏；参数调小，点云更稠密。
2. 多样式阶数:	默认为 2。这个是计算的阶数，参数越大，计算时间越长，这个不需要调节。
3. 内插搜索距离:	默认为 0.03m（之前默认的参数是 0.05，0.05 会导致墙体边缘平滑过大，如果是在室外这里也可以调节成 0.05），表示平滑处理时使用的搜索半径为 0.03m；参数调大，点云越平滑；参数调小，平滑效果减弱。
4. SOR 邻域搜索点数:	默认为 100，表示计算每个点的均值和标准差时考虑邻近的点数；参数调大，更稳定（减少了随机噪声误差）更平滑，计算时间长；参数调小，更敏感，计算时间快。
5. SOR 标准差阈值:	默认为 0.5，表示判定噪声的阈值；参数调大，越宽容，即保留的点越多，可能造成剔除不足；参数越小，越严格，剔除的点越多，可能造成过度剔除，若发现少了很多点，这里可设置成 1。
6. 半径内插搜索距离	可不勾选，默认为 0.02m。
7. 半径最小临近距离	可不勾选，默认为 2，表示点云 0.02m 少于 2 个点，这个点云就滤除。

4.3 加载点云数据

解算数据后导出的 LAS 数据通过添加文件步骤即可显示在主窗口中。

4.3.1 加载文件

点击任一个按钮都可以在数据浏览界面添加数据文件，不同的是选择待添加的文件后直接将文件添加到默认位置，选择待添加的文件后需要在界面中点击插入位置，随后将文件插入到指定位置。

支持的文件类型包括点云文件（.las、.laz）、轨迹文件（.pos、.imt）、影像文件（.cam、.tiff、.shp）、点文件（.xyz、.txt、.csv、.dtp、.hmp）等。

步骤：

点击数据浏览->添加文件或插入文件按钮按钮，弹出打开文件面板，选择文件后点击打开按钮打开文件。

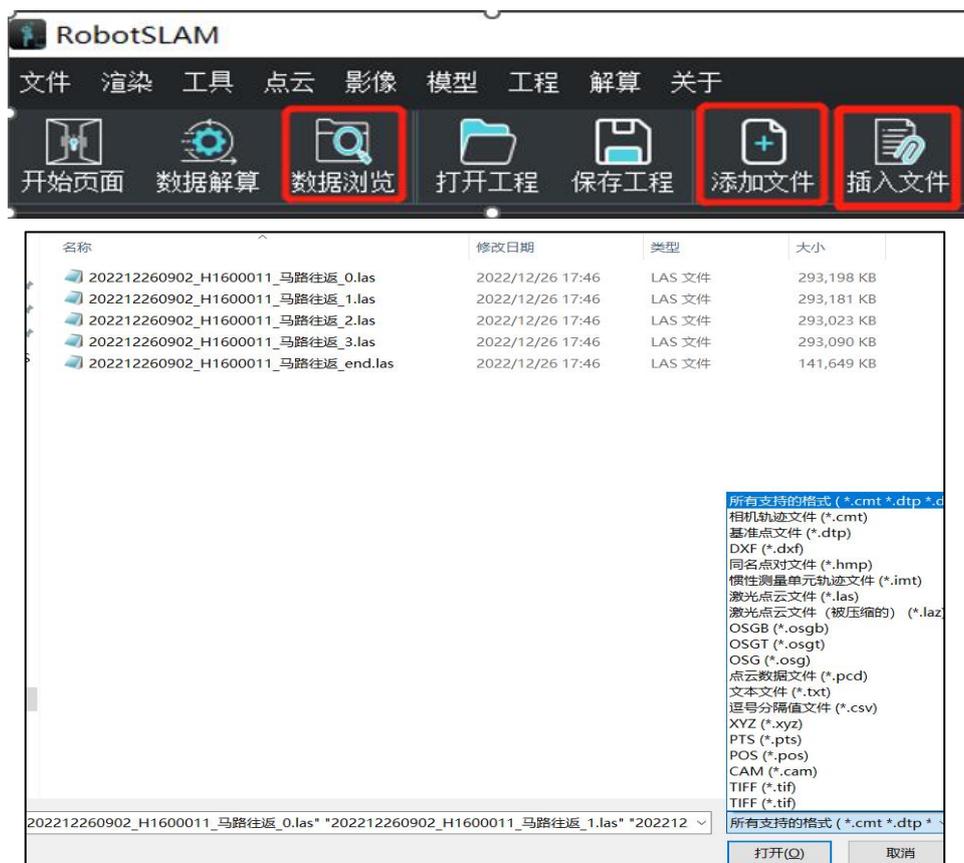


图 4-19 文件格式支持

4.3.2 保存工程

步骤：

点击添加文件  按钮打开多种类型文件，点击保存工程  按钮，选择保存目录，输入文件名后点击保存按钮保存工程文件（工程文件类型为 ztpri 格式）。

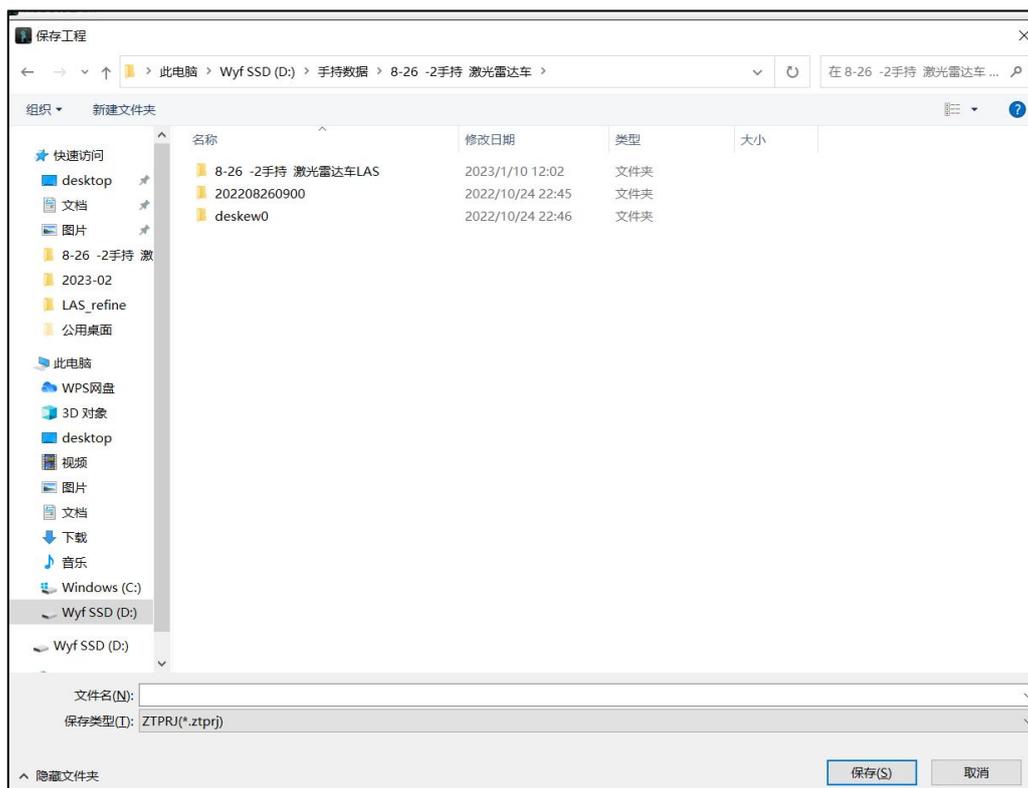


图 4-20 保存工程

4.3.3 打开工程

步骤：

点击打开工程  按钮，弹出打开工程面板，选择上一步骤保存的工程（ztpri 格式文件），点击打开按钮打开工程文件。

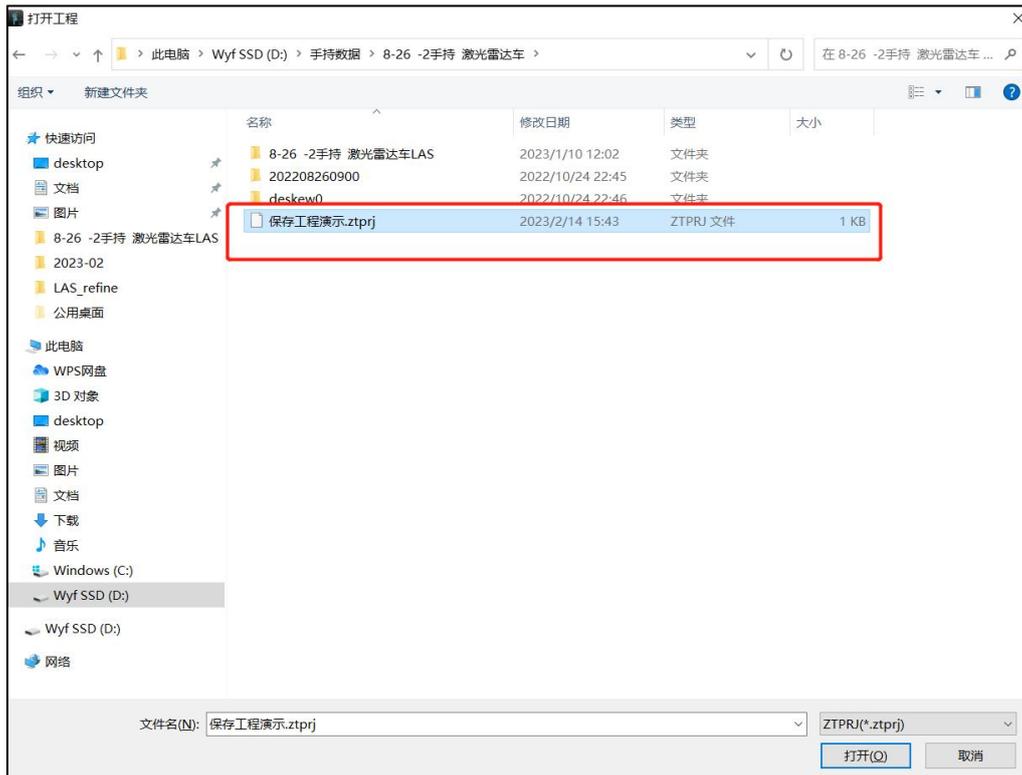


图 4-21 打开工程

4.4 点云显示

添加文件成功后，可以利用边缘增强显示、模型赋色、点云渲染、背景色等功能，增强点云的视觉效果。

4.4.1 边缘增强显示

功能说明：

可用于点云数据的显示，与其它显示方式配合使用，以增强显示点云地物的轮廓特征信息，该功能使每个点云点边缘增加阴影效果，提升立体感。

步骤：

点击边缘增强  按钮，增强立体显示效果。

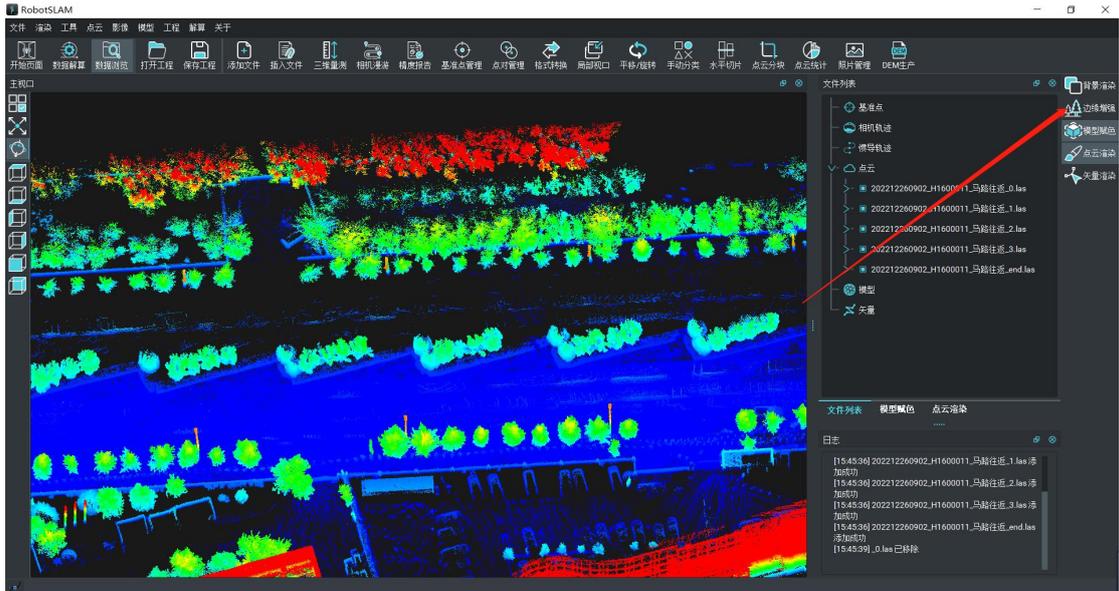


图 4-22 边缘增强前

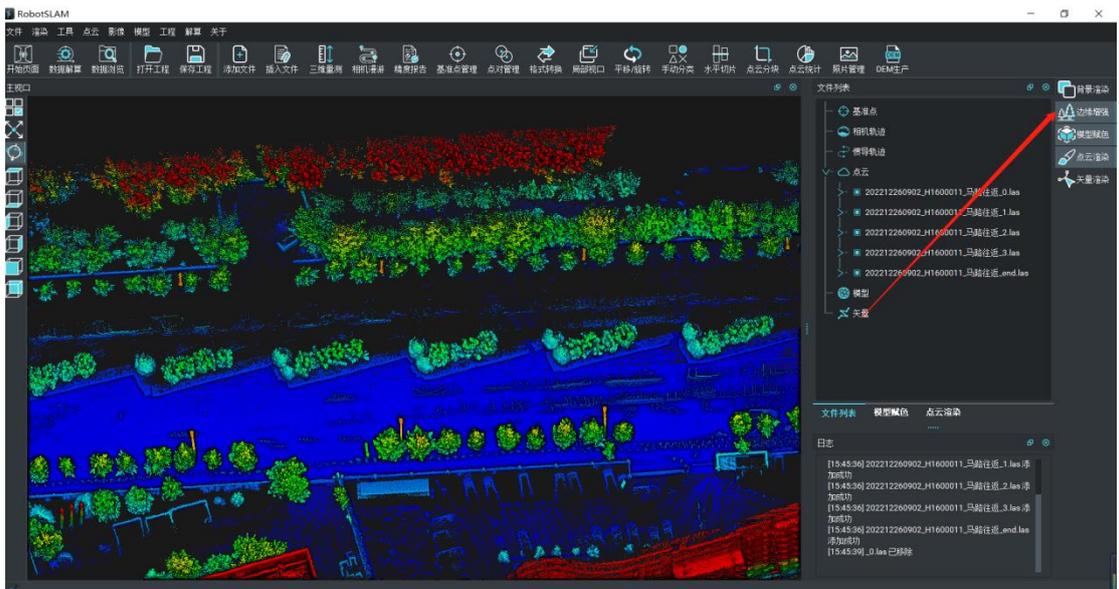


图 4-23 边缘增强后

4.4.2 点云渲染

点击右侧边栏点击点云渲染  按钮，弹出点云赋色功能面板，点击应用后进行点云渲染。

打开点云赋色面板，可以对要赋色的点云类型进行勾选和取消勾选。



图 4-24 点云渲染

赋色依据

软件可采用高程、强度、时间、类别、RGB、回波、文件、高程+强度、分类+强度、时间+强度等多种方式进行赋色，[注意此处以高程赋色功能说明](#)。

功能说明：

可用于点云数据的显示，将点云数据的高程属性映射到若干均匀变化的颜色区间，更直观地展示点云数据高程值变化。

步骤：

1. 点击点云渲染按钮，赋色依据选择高程赋色。
2. 视口：可选择主视口和局部视口。
3. 点大小：点击向上向下箭头，调整点云大小级别，最大可调整到 7，一般在 1 到 3 之间即可。
4. 是否循环赋色：勾选后，高程赋色按照固定高度，循环高程赋色，提升高差小地物的色差。

4.4.3 背景色

功能说明：

根据个人习惯设置点云界面背景颜色，保存自定义颜色方式，手动设置颜色参数。

步骤：

点击调色板  按钮（点击菜单栏渲染按钮-背景色），弹出设置面板。



图 4-25 背景色面板

建议的颜色：黑色。

4.4.4 X 光渲染效果

功能说明：

对于室内点云，浏览整体三维点云时，实现从外到内的视觉穿透效果。可以清晰的看出室内三维结构，提高点云模型的观赏性。

步骤：

使用点云抽稀+点云法线计算后可以使用 X-Ray 渲染。

1. 点击格式转换  功能按钮，弹出面板。添加需要转换的文件，添加操

作步骤（点云抽稀和点云法线计算），设置输出格式后，点击运行。

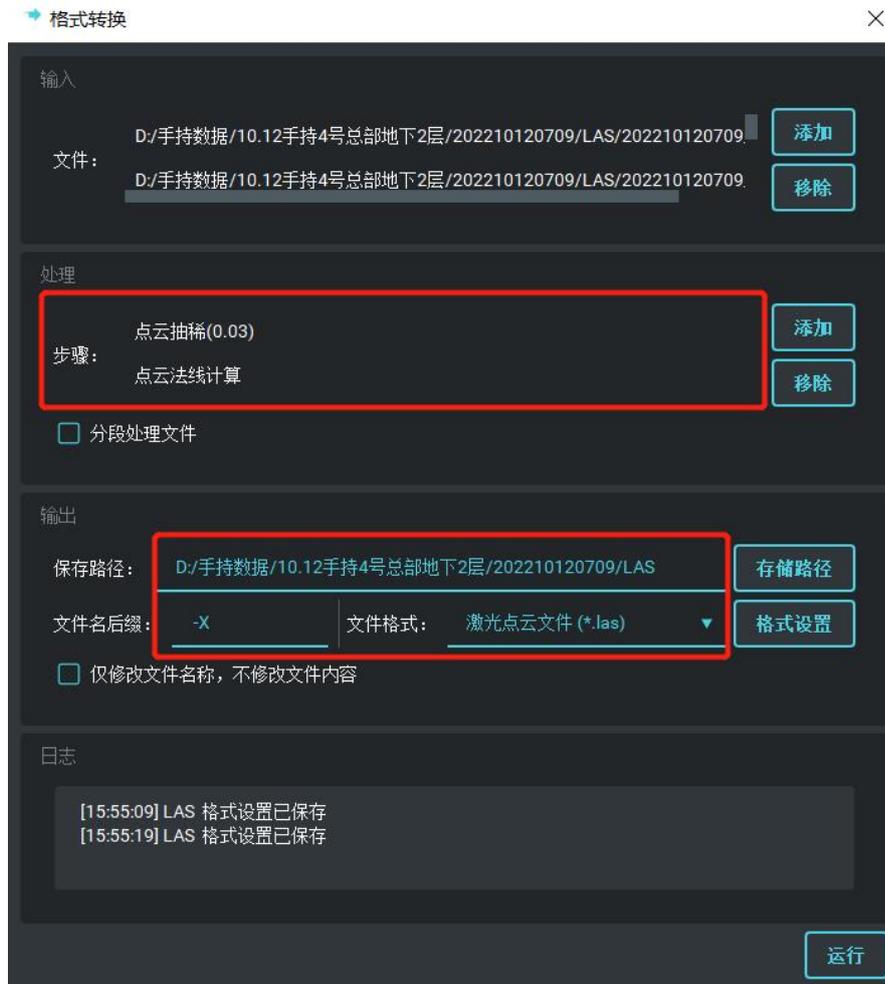


图 4-26 格式转换操作

2.转换完成后，重新添加转换后的文件，点击点云渲染，设置操作如下，



图 4-27 X 光效果面板

效果展示：

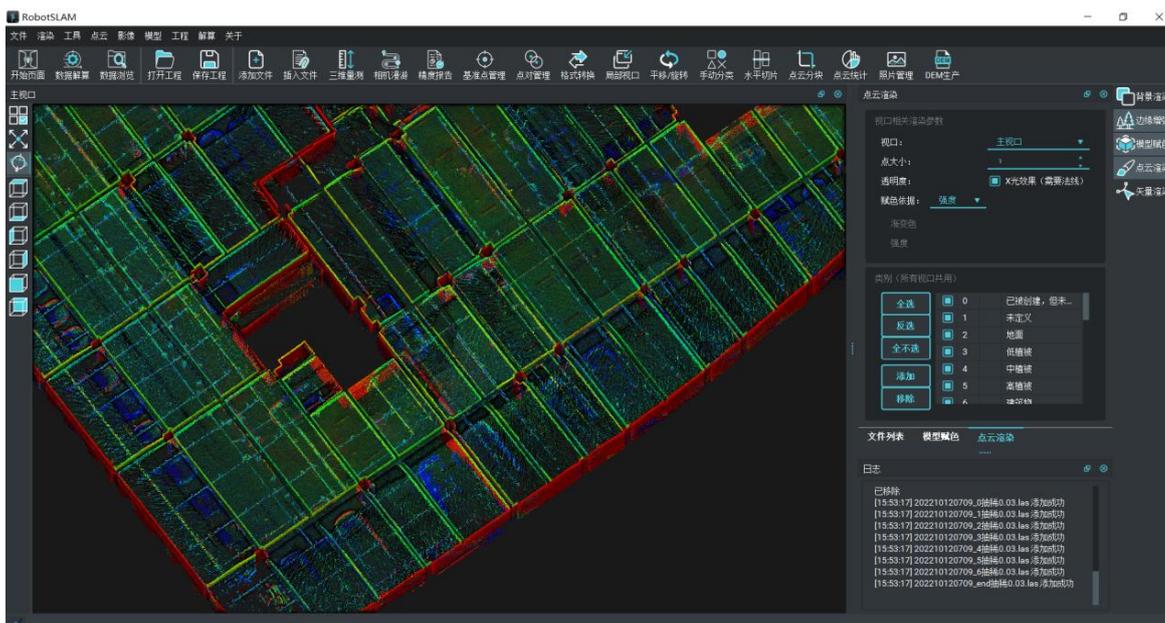


图 4-28 X 光效果展示

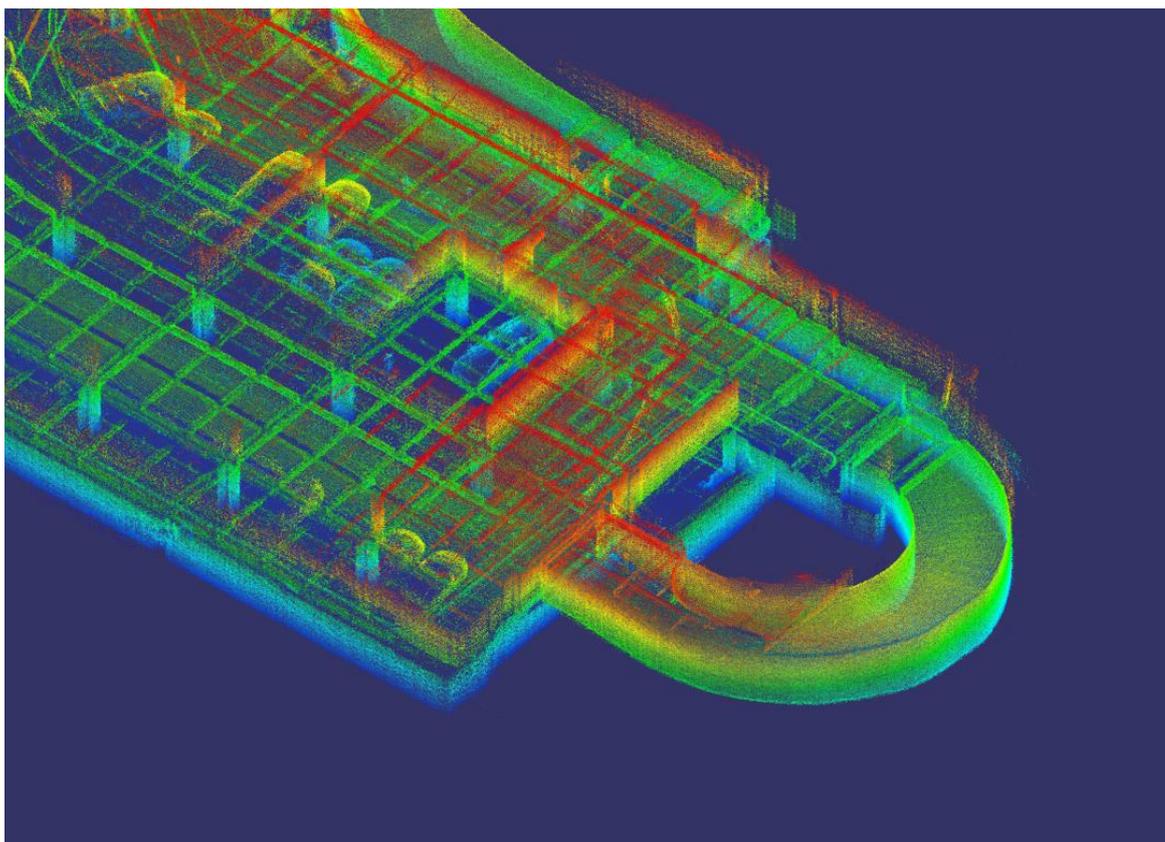


图 4-29 X 光效果展示

4.4.5 相机漫游

功能说明：

通过在视点位置添加关键帧的方法，控制场景相机按视点路径进行运动，实现模仿人或飞行器等在真实场景中观 6D4B 或采集数据的过程，增强了场景的沉浸感和展示度，配合录屏能获取在三维点云世界中漫游的精美视频。

步骤：

1. 添加需要漫游的数据文件，点击格式转换  功能按钮，弹出面板。
2. 在主视口选择第一个场景视口，点击面板中的添加关键帧。
3. 转换主视口中的点云视角，继续添加关键帧操作。
4. 重复上述步骤 3，直到所有的关键帧添加完毕。
5. 点击开始漫游，即可预览漫游视频。
6. 在漫游过程中，可以配合键盘快捷键，对漫游视频操作。（快捷键“P”实现暂停/继续功能；“空格键”可复位重新播放漫游视频；同时按住“shift”+“（”实现降低漫游视频播放速度；同时按住“shift”+“）”实现加速漫游视频播放速度）。
7. 漫游结束后可点击保存关键帧到文件按钮，下一次可直接从文件中加载关键帧观看漫游视频。

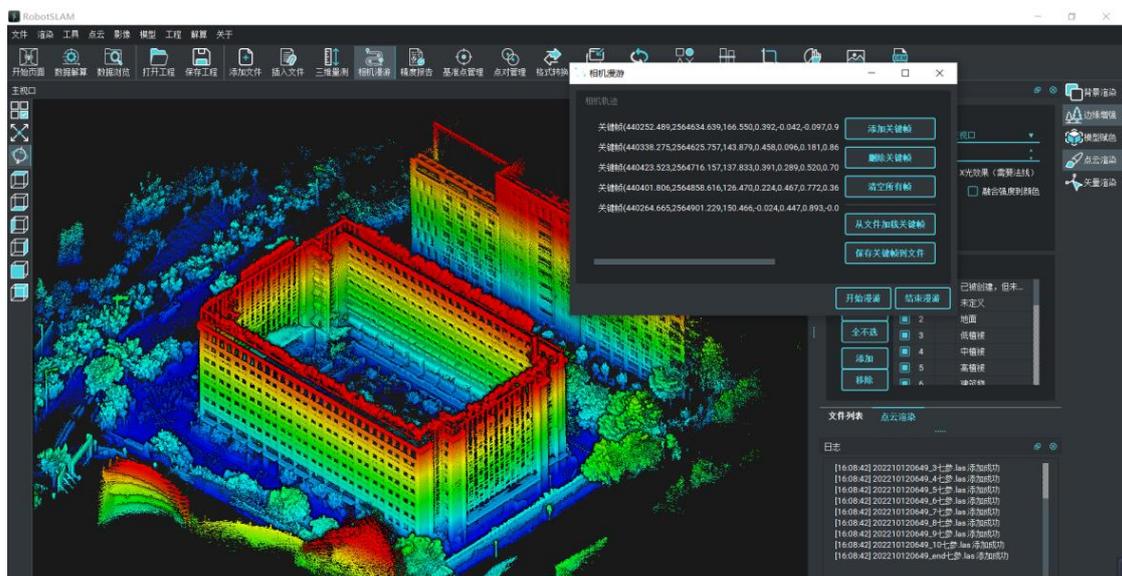
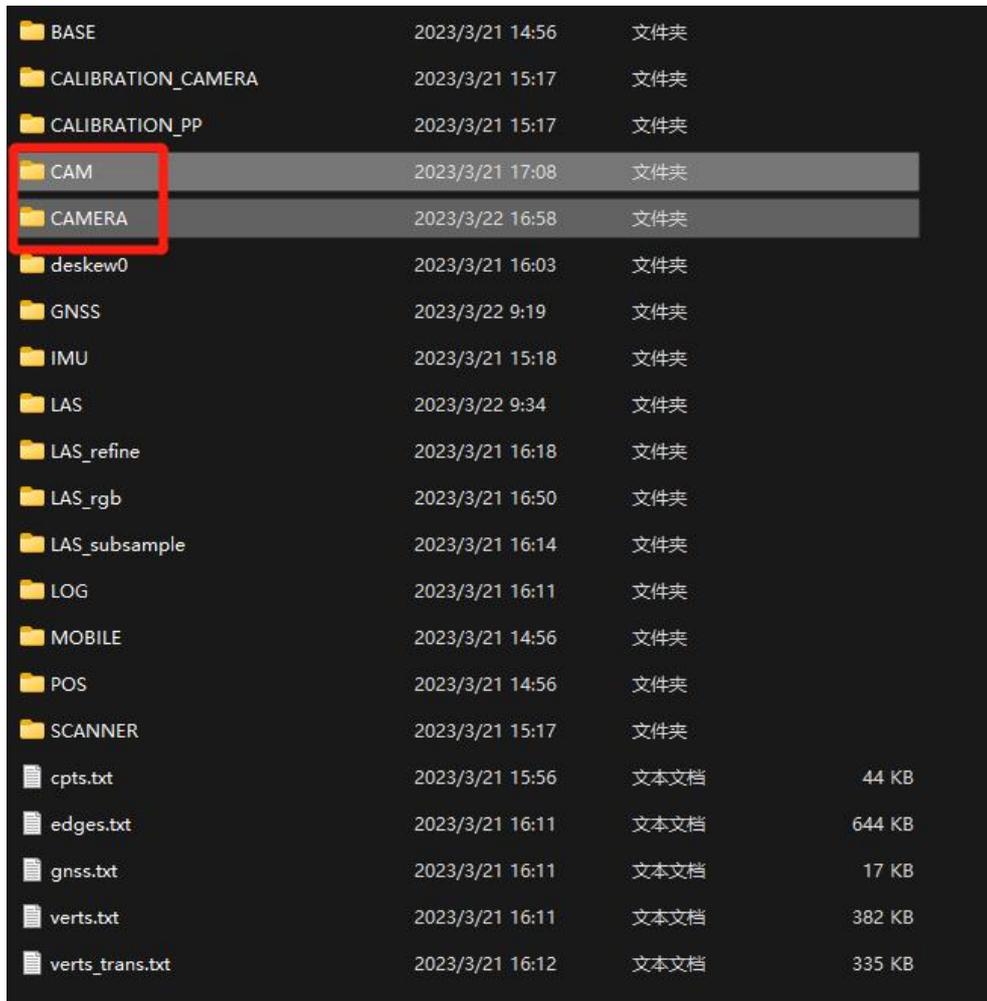


图 4-30 相机漫游说明

4.4.6 全景照片浏览

待解算完成后：

1. 在 CAM 目录下可查看 JPEG 格式的图片；
2. 在 CAMERA 目录下可查看 MP4 格式的视频；



BASE	2023/3/21 14:56	文件夹	
CALIBRATION_CAMERA	2023/3/21 15:17	文件夹	
CALIBRATION_PP	2023/3/21 15:17	文件夹	
CAM	2023/3/21 17:08	文件夹	
CAMERA	2023/3/22 16:58	文件夹	
deskew0	2023/3/21 16:03	文件夹	
GNSS	2023/3/22 9:19	文件夹	
IMU	2023/3/21 15:18	文件夹	
LAS	2023/3/22 9:34	文件夹	
LAS_refine	2023/3/21 16:18	文件夹	
LAS_rgb	2023/3/21 16:50	文件夹	
LAS_subsample	2023/3/21 16:14	文件夹	
LOG	2023/3/21 16:11	文件夹	
MOBILE	2023/3/21 14:56	文件夹	
POS	2023/3/21 14:56	文件夹	
SCANNER	2023/3/21 15:17	文件夹	
cpts.txt	2023/3/21 15:56	文本文档	44 KB
edges.txt	2023/3/21 16:11	文本文档	644 KB
gnss.txt	2023/3/21 16:11	文本文档	17 KB
verts.txt	2023/3/21 16:11	文本文档	382 KB
verts_trans.txt	2023/3/21 16:12	文本文档	335 KB

图 4-31 全景相关文件目录

点击照片管理按钮，界面右侧增添照片管理列表。

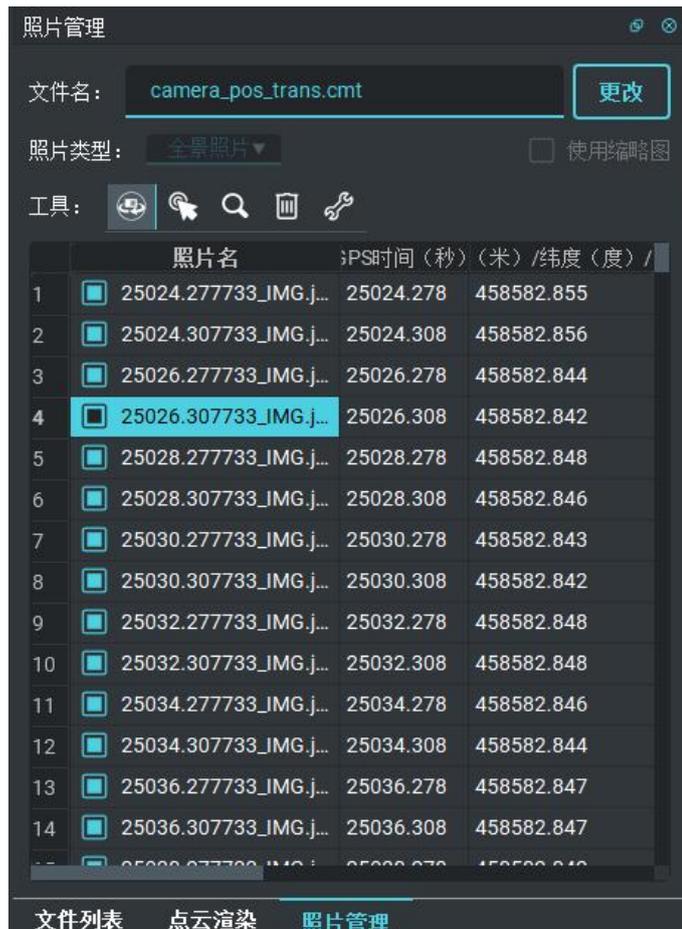


图 4-32 照片管理

照片管理列表的功能可以分为进入照片浏览模式、查找、删除、相机姿态校正四部分。

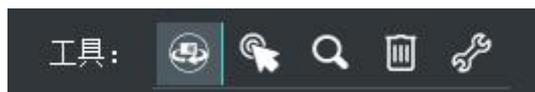


图 4-33 照片管理工具

进入照片浏览模式：

有两种方式进入到全景照片浏览模式：

①在照片管理列表中选中某行照片信息，点击按钮进入该张全景照片中开启照片浏览模式；②点击按钮后，

双击相机轨迹上的某个蓝色箭头从对应位置进入全景照片中，开启照片浏览模式。

进入到照片浏览模式后，点击照片管理列表中照片的数字编号即可跳转到对应的照片中。

查找照片记录：

点击对应按钮，将弹出下图所示的操作框，可以根据照片的列属性（照片名、GPS 时间、XYZ 等）及对应值查找照片管理列表中的照片。



图 4-34 查找照片记录

删除照片记录：

在照片管理列表中，选中某行照片信息后，点击按钮，即可删除该张照片信息。

4.4.7 点云统计

使用此工具对一定范围内点云或单个点云文件进行信息统计，点击点云统计按钮后，弹出如图所示的操作框。

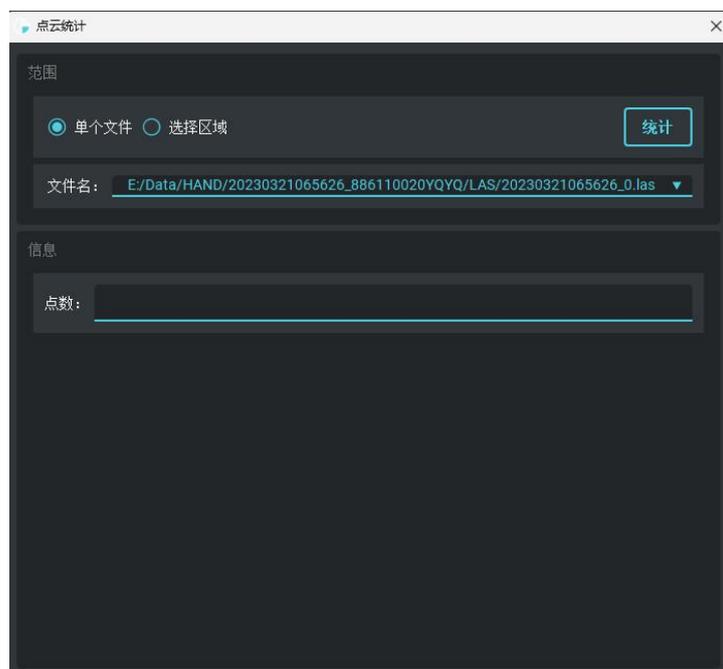


图 4-35 点云统计操作框

确定待统计的点云数据有两种方式，选中【单个文件】，将在操作框中显示

文件列表中已加载的数据文件，在下拉框中选择待统计的单个数据文件；选中【选择区域】，回到界面中框选待统计的范围，将在信息栏中实时显示选择区域内的总点数及点密度。

点击【统计】按钮，在信息栏中可以查看坐标系、总点数；在直方图栏中，可以选择查看高程、强度、时间、X、Y、类别任一信息的统计直方图、最小值、最大值、平均值。

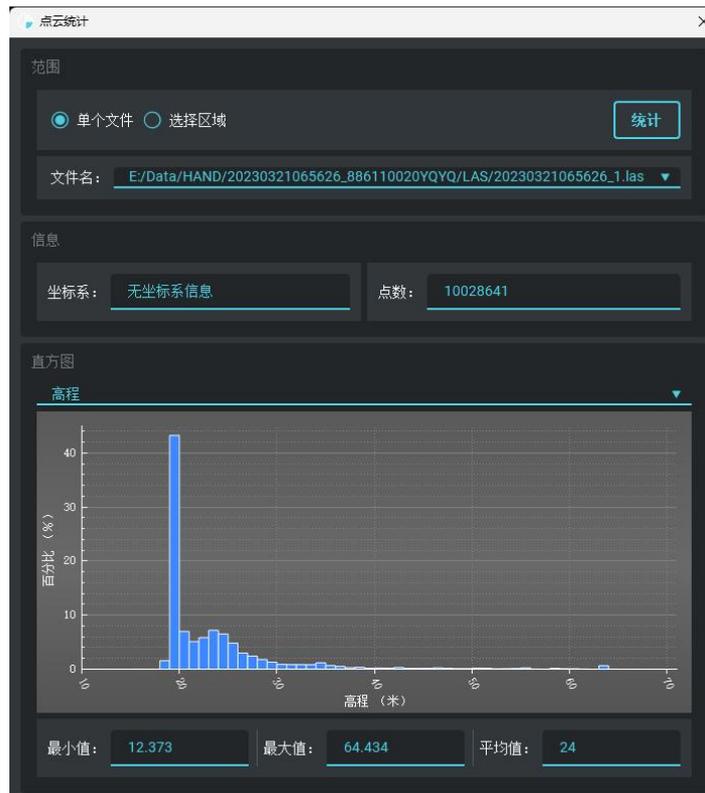


图 4-36 统计信息示例

4.5 多次工程拼接

4.5.1 SLAM 多次拼接功能说明：

由于经常会遇到大面积采集需求，为了保证数据质量，作业人员便会分多次采集，每次采集需要有共同的重叠区域，便于 SLAM 多次拼接。

4.5.2 采集数据的路线规划：

首先作业人员在采集多个工程数据前需提前规划好路线，预估时间，还要规划好 pt 回环控制点或定站点，主要为以下这三类情况：

(1) 室外大场景分块扫描

①大场景的扫描初始位置需寻找拥有特征的标志性物体且需要提前规划好每一块小区域的行走路线。

②为了便于后期数据拼接，建议大区域分块后，多段数据的开始位置可选择在同一区域。

(2) 室内多层场景分块扫描

以三层小楼为例，首先采集一层、其次采集楼梯、再分别采集二层与三层，每个数据的重叠区域为楼梯的公共区域如图 4-37 中箭头所指的位置为公共重叠区域。

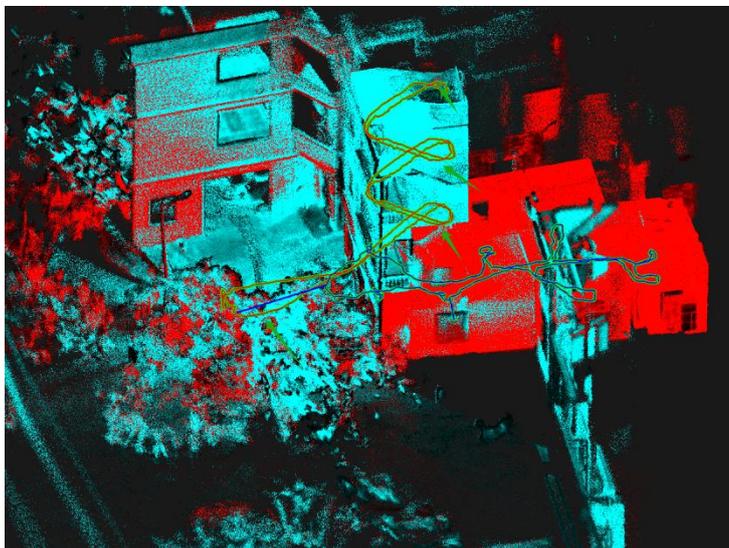
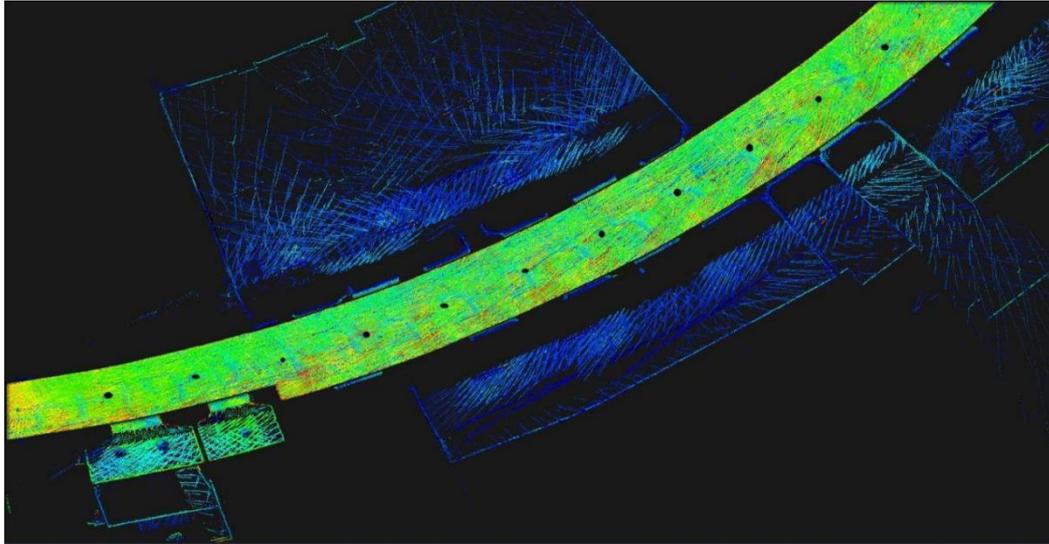


图 4-37 重叠区域说明

(3) 长路面/走廊形多站点扫描（站扫）



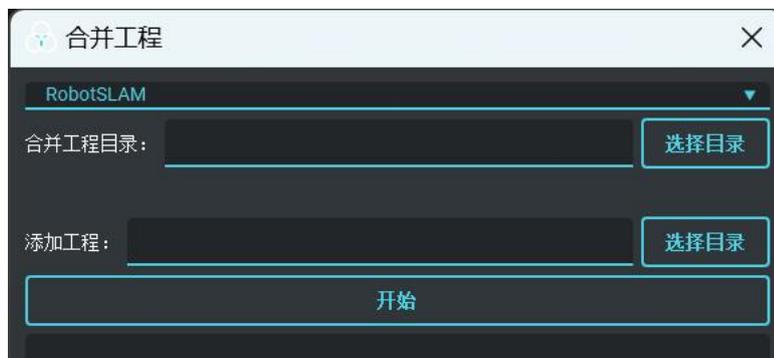


长时间精细的扫描可以间隔数米进行多站点扫描，适用于长路面或者长走廊，将每个站点按顺序做好编号，便于后续多站点的工程拼接。

4.5.3 SLAM 中的工程拼接

SLAM-K120 Engine 软件进行多工程拼接的工作，具体操作如下：

- (1) 把需要合并的工程数据可存在同一文件里，每个数据按采集位置/顺序作好命名，分别完成解算导出点云后就可以进行拼接工作了。打开  按钮，主界面弹出合并工程。



添加工程把需要合并的数据新建一个空文件夹，点击合并工程目录对应的  选择新建的空文件夹，再点击添加工程对应的 ，选择要合并的数据，点击  右下角进度条加载 100%，说明已完成，用同样的方法再加入第二组要合并的数据。

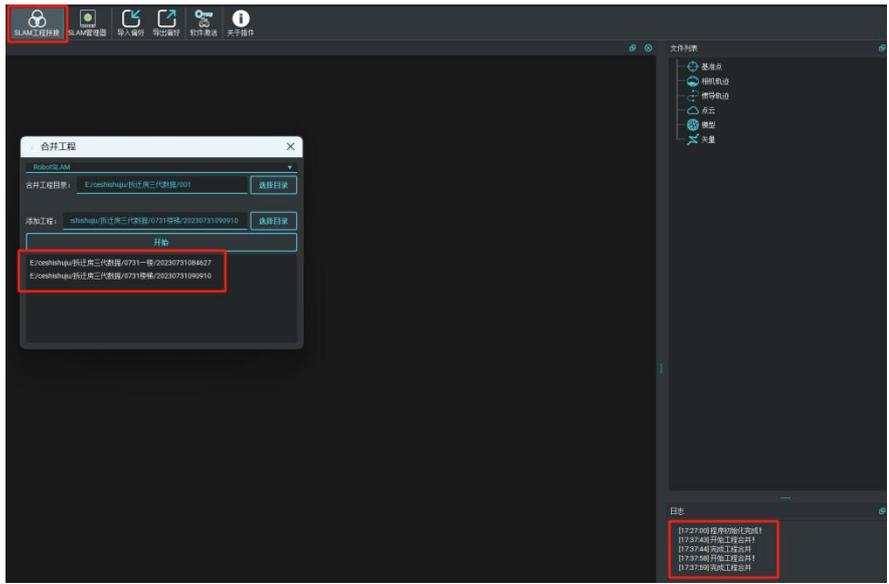


图 4-38 添加工程

打开 SLAM-K120 软件新界面，点击  选择合并工程目录时新建的文件夹，选择“回放点云”，再点击“开始解算”。软件完成合并后会根据相邻匹配/回环匹配原则进行自动配准，观察主视口的点云拼接情况，若拼接的重合区域达到预期效果则保存轨迹，完成导出点云。

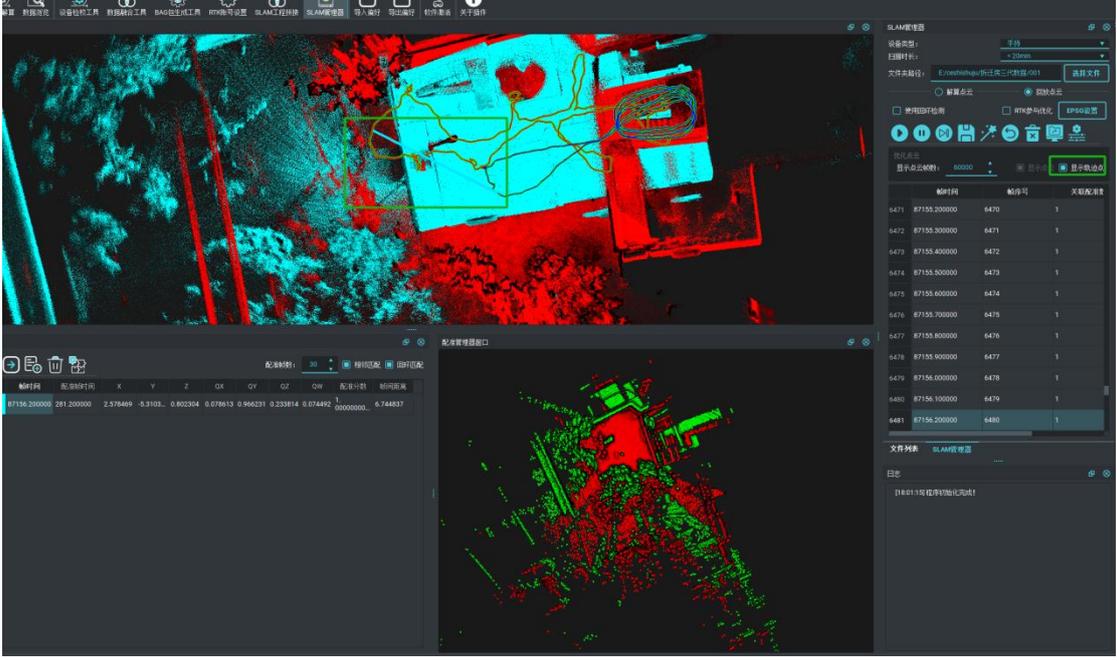


图 4-39 添加工程

(2) 手动配准拼接

若系统自动配准的重合区域效果错误或者不佳，则可以选择手动配准，具体有轨迹点配准和时间帧配准两种方式。前者适合多回环工程的拼接，即“室

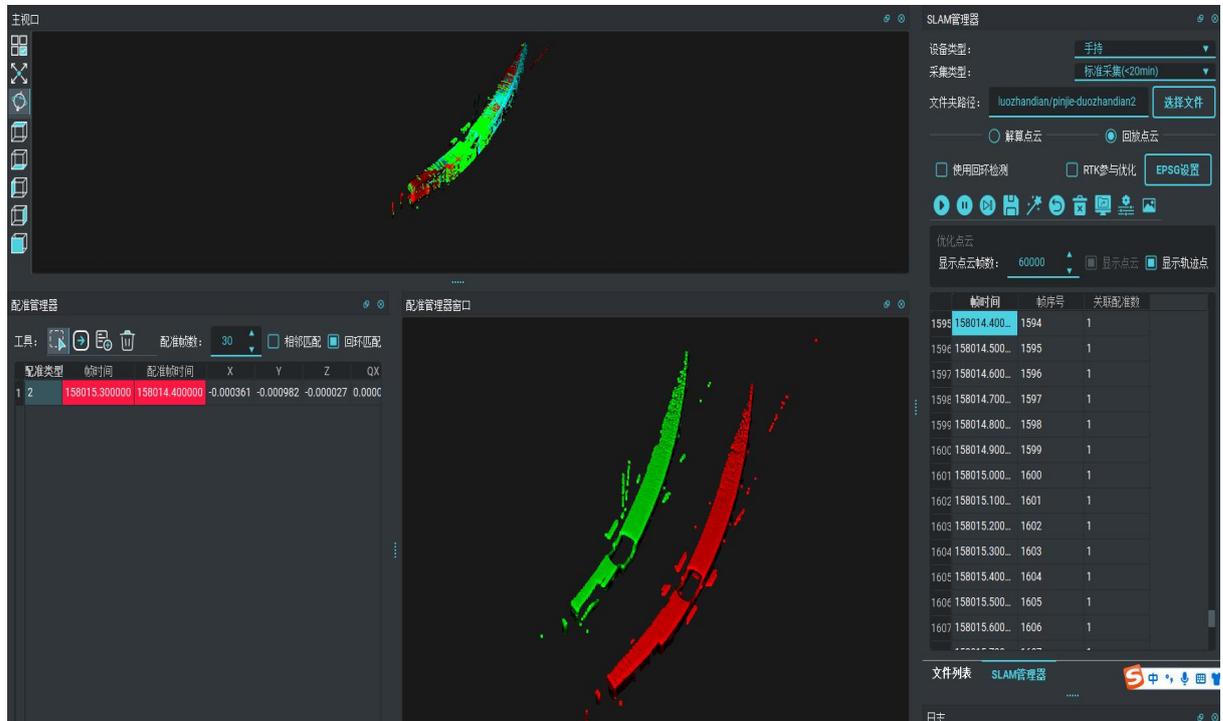
外大场景分块扫描”和“室内多层场景分块扫描”；后者适合定点站扫工程的拼接，即“长路面/走廊形多站点扫描（站扫）”。具体配准方法如下：

① 轨迹点配准

点击 ，在主视口选择分属两个不同工程的轨迹点（可在同一 pt 控制点附近），两轨迹点配准后在“配准管理器窗口”进行重合度的微调（红绿点云的重合），长按 Ctrl+鼠标左键为旋转；长按 Ctrl+鼠标右键为平移（左右/上下）。当红绿重合区域较佳时，点击“精细匹配”，等待配准管理器窗口会进一步精细配准完成，“配准管理器”的点云重合符合预期则点击“保存列表中的配准”，右侧区域点击“优化轨迹”，主视口的点云完成重合，若符合预期“保存轨迹”，最后点击“导出点云”。

② 帧时间配准

在右侧“帧时间”列表中，选择分属两个不同工程的帧时间进行配准（帧时间编号差距很大时能看出分属不同工程），两个帧时间配准后在“配准管理器窗口”进行重合度的微调（红绿点云），可寻找景观/建筑物的明显特征区域去进行重合操作，后续操作同上面的“轨迹点配准”。



4.6 工具

4.6.1 水平切片

功能说明：

切片高程：显示水平切片的当前高程，手动调整参数可跳转高程。

切片厚度：点云水平切片厚度，数字越大，厚度越大。手动调整参数可改变切片厚度。

移动步距：点云按高程移动的步距，数字越大，移动越快，手动调整参数改变移动步距。

固定高程：矢量绘制过程中点击固定高程，绘制的矢量线高程会默认为0。

点选截面高程：拾取点云切片高程。

切片模式：显示截面/显示全部点云，进行截面和全部点云状态切换。（快捷键 shift）

导出范围内的点云（裁剪点云）： 可以通过调节上述参数（切片高程、切片厚度）提供导出矩形范围内点云和多边形范围点云。

更多关于水平切片功能的快捷键可以在快捷键中设置和查看。（如下图）



图 4-40 切片模式快捷键设置

步骤：

- (1) 点击水平切片，弹出功能菜单。
- (2) 依次先左键单击点选截面高程，再单击场景中的地面或房顶等点云。
- (3) 左键单击显示截面，场景显示水平切片状态。再次点击恢复显示全部点云。

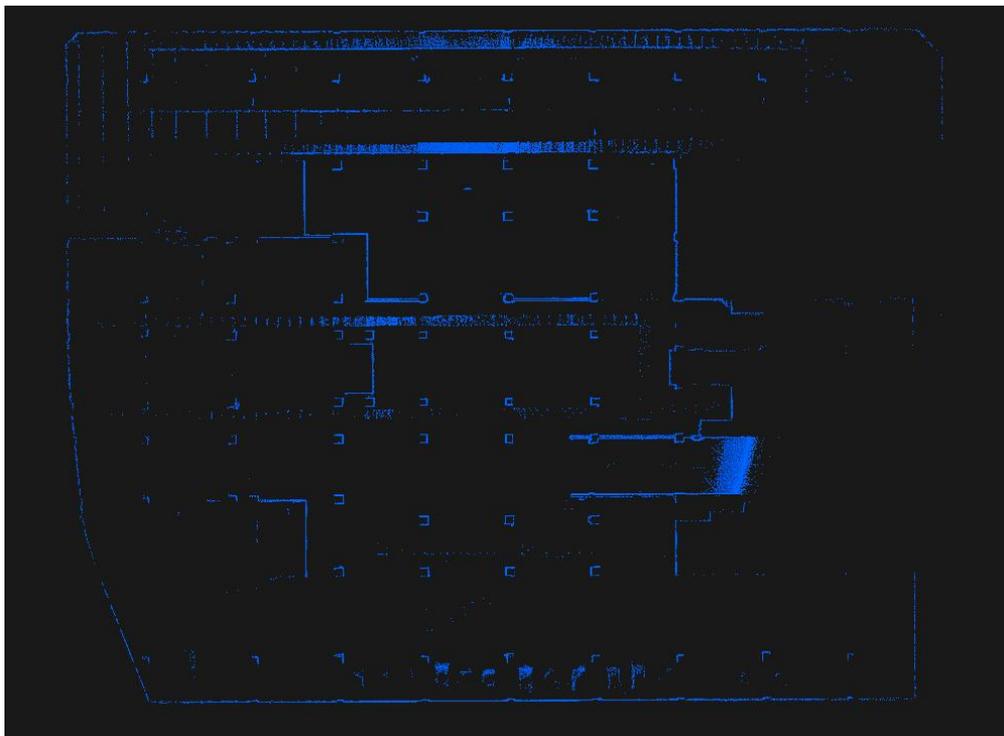


图 4-41 地下室 0.2m 水平切片效果

4.6.2 三维量测

1.量测点

功能说明：

单点选择工具可作用于点云、全景、模型、矢量、轨迹等数据。对数据进行单点选择，可交互式查询数据中单点的属性信息，包括可量取点坐标并查询点属性信息；量取多段线距离；测量多边形三维面积等。

步骤：

点击三维测量  按钮，弹出三维测量功能面板，激活量测功能，量测模式选择量测点，使用鼠标左键依次单击场景中的单点，场景中以编号、位置、强度、类别、时间或坐标标签的形式标记出所选点，同时弹出界面列表显示

点集的属性信息（如图所示）。列表显示的点云属性包括点的编号、位置、强度、类别、时间等。

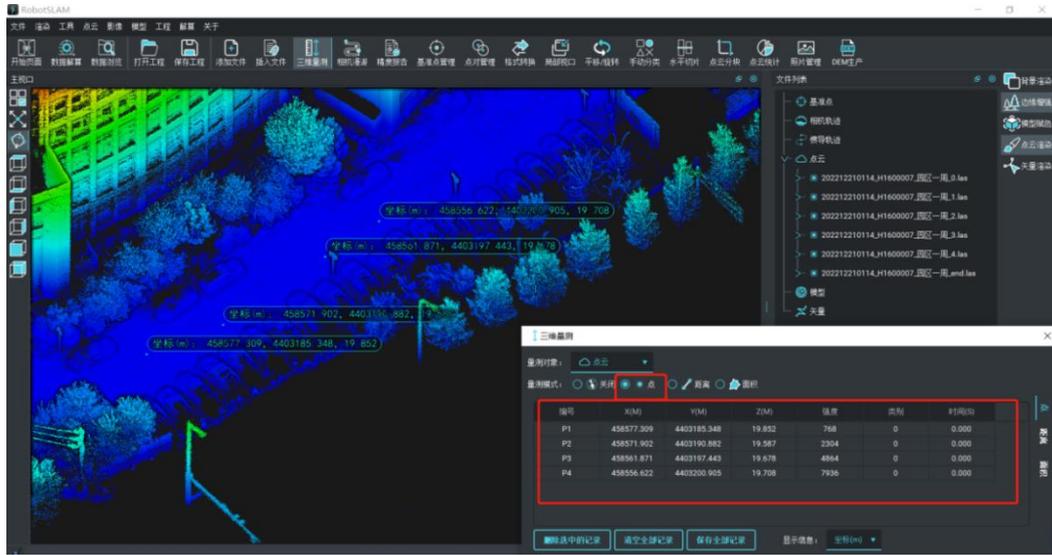


图 4-42 点量测

2.量测线

功能说明：

距离量测工具可用于点云、全景、模型、矢量、轨迹等数据。长度量测工具是用鼠标单击的方式交互式查询多个点之间的距离信息。对于 2D 数据，测量结果表示平面距离，对于 3D 数据（例如点云数据和模型数据），量测结果表示点位在立体空间中的欧式距离。

步骤：

点击三维测量  按钮，弹出三维测量功能面板，激活量测功能，量测模式选择量测距离，使用鼠标左键依次单击数据单点（至少两点），场景中实时绘制多线段，场景中以标签的形式显示出量测结果（如图所示）。

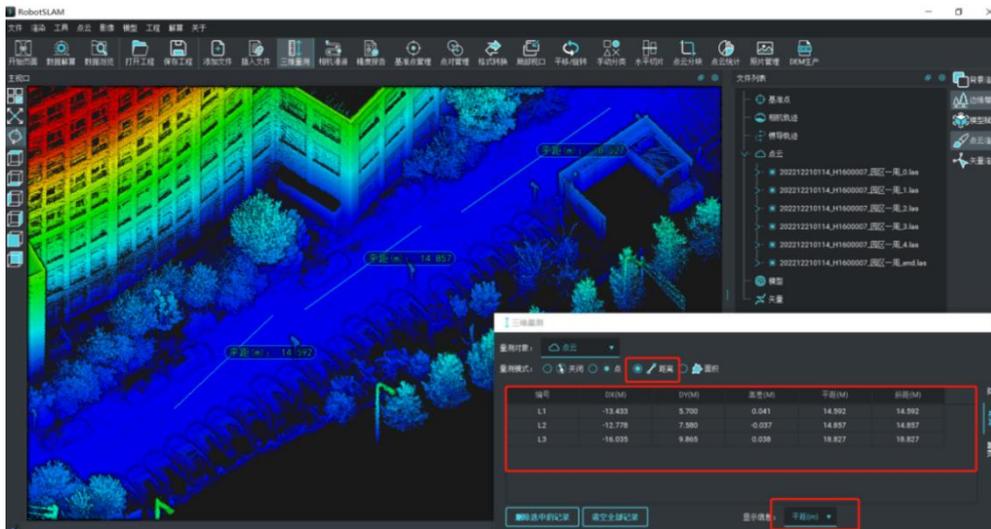


图 4-43 线量测

3.量测面

功能说明：

面积量测工具可用于点云、全景、模型、矢量、轨迹等数据类型。面积量测工具使用鼠标单击的方式交互式绘制多边形，会查询多边形区域内的投影面积。对于 3D 数据的面积量测，当前窗口会自动切换为正交投影模式。

步骤：

点击三维测量  按钮，弹出三维测量功能面板，激活量测功能，量测模式选择量测面积，使用鼠标左键单击依次选择数据单点（至少选择三点），场景中实时绘制多边形，并以标签的形式实时显示量测结果（如下图所示）。

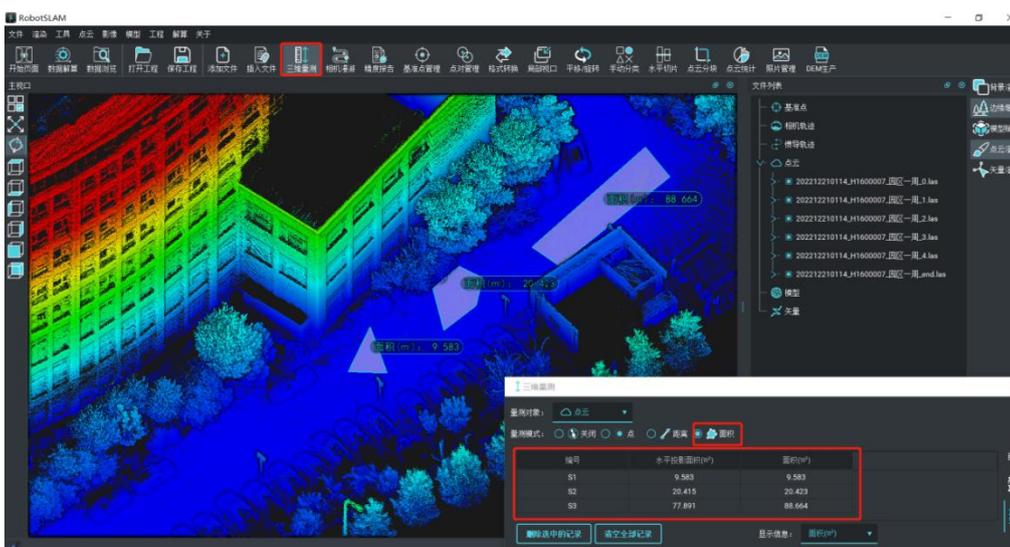


图 4-44 面量测

4.6.3 局部视口

功能说明：

局部视口的剖面编辑功能支持用户在主窗口中将划定的任意一块矩形区域点云数据展示在剖面窗口中，方便用户查看、量测、类别修改等操作。

步骤：

点击局部视口按钮，弹出局部视口面板。

激活剖面工具。在主视口选择任意位置拉剖面（鼠标左键分别点击框选宽度范围及点云厚度），选中的剖面点云即在局部显示窗口显示。如下图。拉完剖面后可调节右侧栏视口中为局部视口并高程赋色。

截面视图：设置相机位置为拉取截面位置查看截面视图。

俯视图：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。

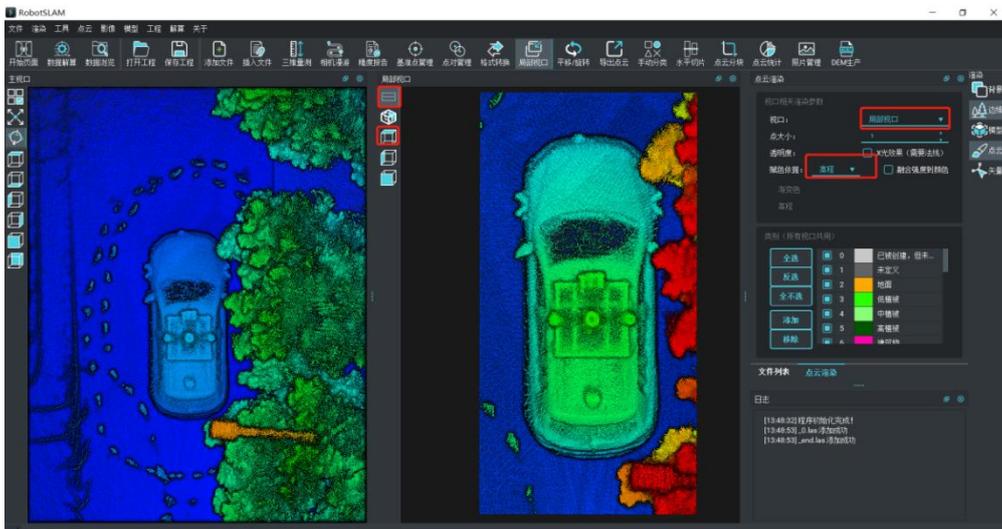


图 4-45 局部视口俯视图

左视图：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。

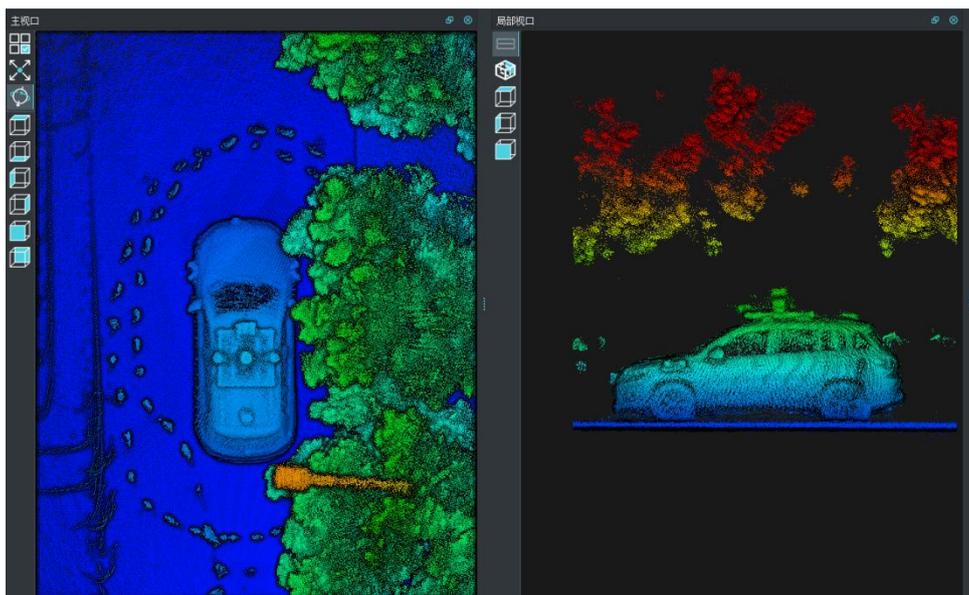


图 4-46 局部左视图

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

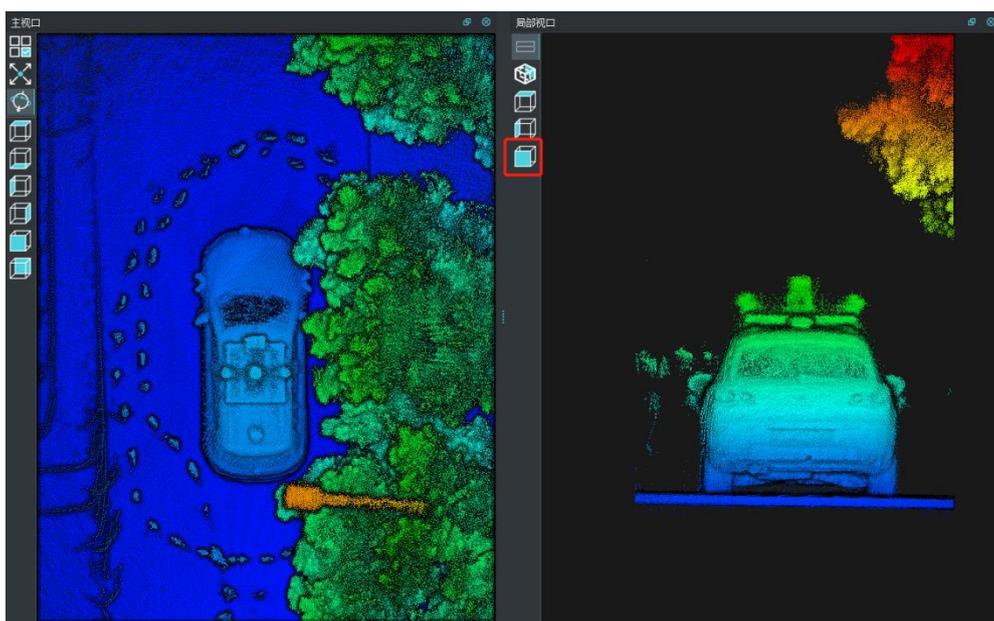


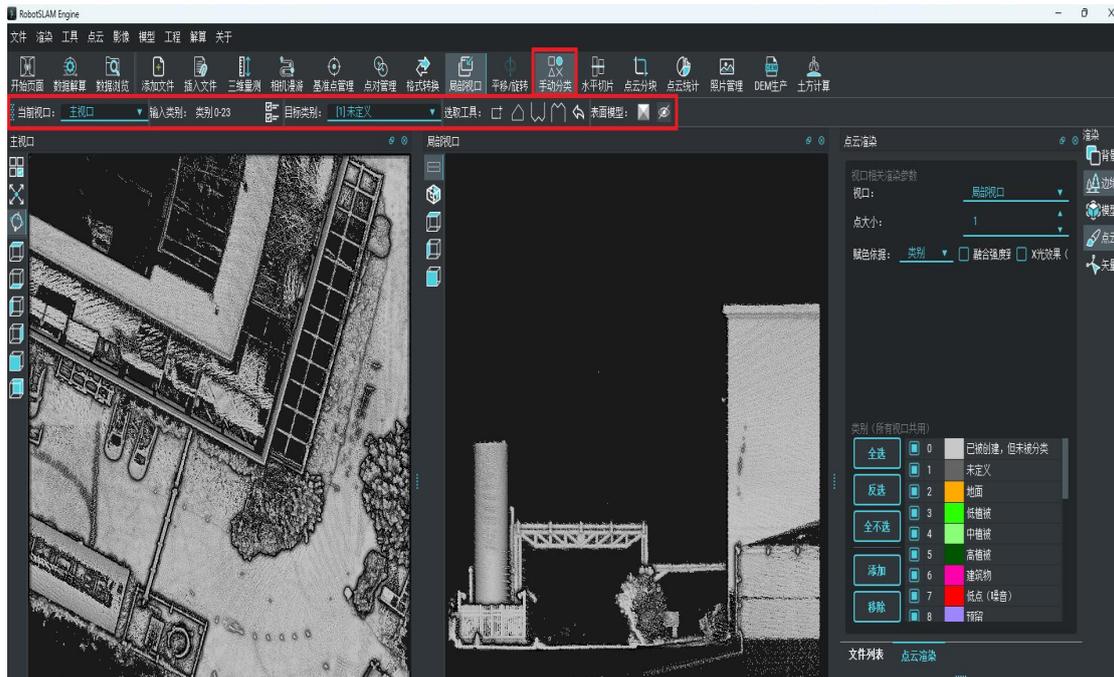
图 4-47 局部主视图

4.6.4 手动分类 Classification

功能说明：

因点云数据各种地形复杂多变，在利用地面点分类时，采用一套参数往往难以达到很好的分类效果，尤其对于待分类区域含有山区，平原等混合区域。因此对于复杂地形无法一次分类就获得较好分类效果的情况下，可考虑使用选

择区域地面点分类工具条对局部分类效果不理想区域重新进行地面点分类。



4.7 相对精度评定

在 4.3.1 节添加 LAS 文件后，可以量测墙体和地面点云的相对精度。

4.7.1 墙体点云精度

步骤：

- (1) 点击水平切片，弹出功能菜单。
- (2) 先左键单击点选截面高程，再单击场景中的地面或房顶等点云。（按住 **Ctrl** 键可以切换场景点云的视角）
- (3) 左键单击显示截面，场景显示水平切片状态。点击左侧栏显示全图按钮可以整体预览场景中全部点云。
- (4) 默认按住 **ctrl** 键+滚轮键可以放大缩小点云。滚轮键可以调节水平切片的高程。通过调节高程来选择合适的墙体点云。
- (5) 点击三维量测按钮，弹出三维量测对话框。量测模式选择距离，选择显示平距信息，通过左键点选墙体内外点云后再右键确定。点云的平距就可以显示在图中。墙体一侧的平距就是墙体点云的相对精度。

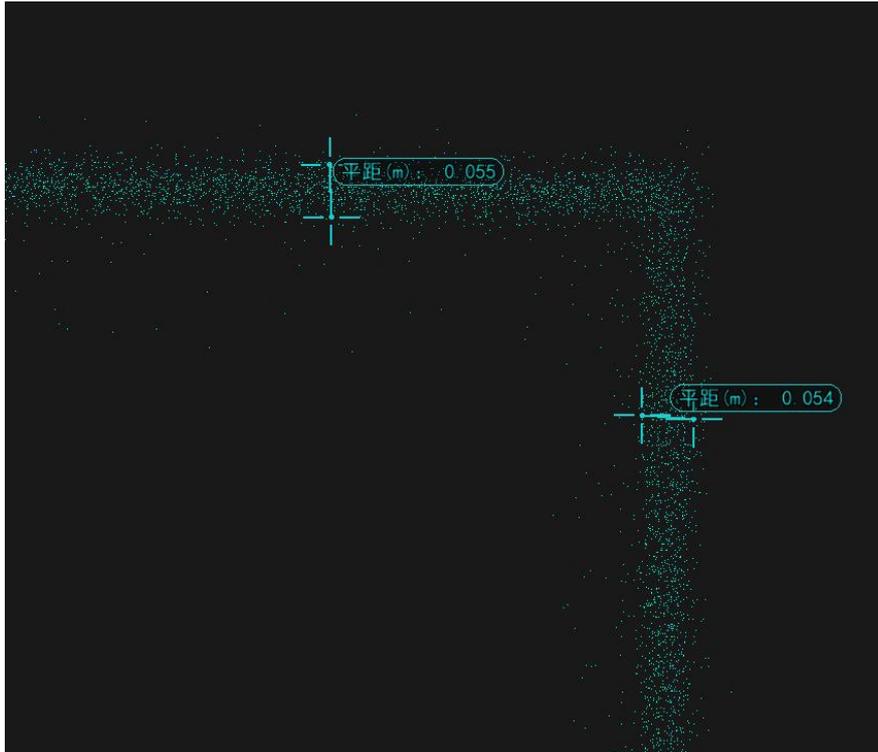


图 4-48 墙体点云厚度

4.7.2 地面点云精度

步骤：

- (1) 点击局部视口按钮，弹出主视图和局部视口面板。
- (2) 鼠标右键点击局部视口按钮，可以设置视口的宽度和移动步长。在主视口选择对应位置点选，再拉剖面确定范围。选中的剖面点云即在局部显示窗口显示。
- (3) 局部视口选择左视图，确定好要量测的范围。
- (4) 点击三维量测按钮，弹出三维量测对话框。量测模式选择距离，选择显示高差信息，通过左键点选地面内外点云后再右键确定。点云的高差就可以显示在图中。地面一侧的高差就是地面点云的相对精度。

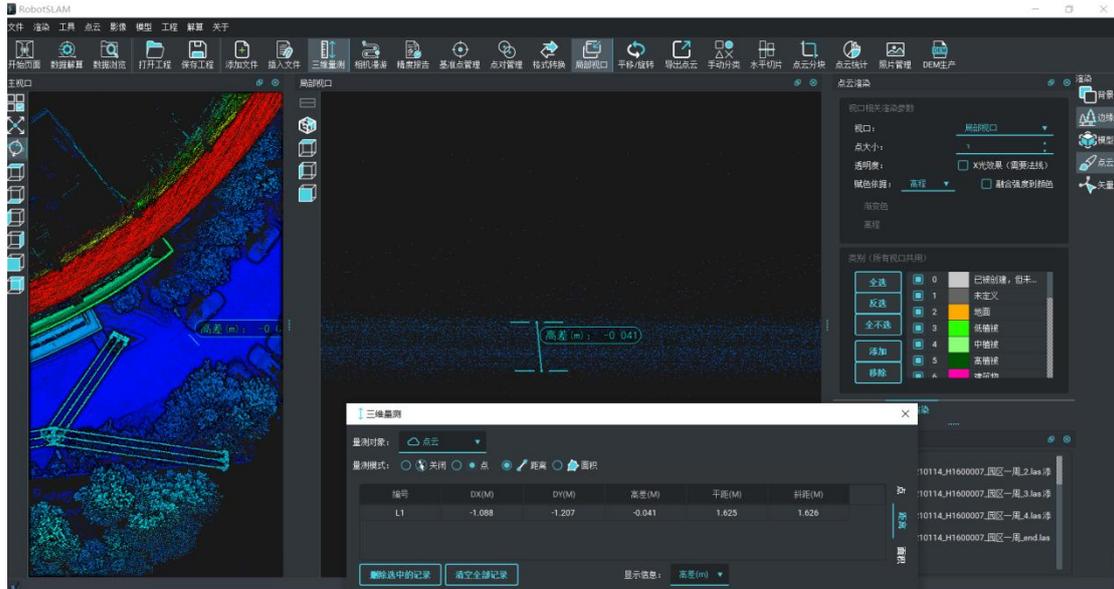


图 4-49 地面点云厚度

4.8 绝对精度计算

若导出的点云为绝对坐标的点云，则可进行控制点绝对精度验证。在导出的点云范围中均匀选择合适检查点，并使用 RTK 实测检查点测得若干检查点绝对坐标，保存为控制点文件，然后导入到点云中(添加文件)，通过工具/精度报告，生成如下精度验证结果，也可导出精度计算报告文本。

USE	NUMBER	X	Y	KNOWN Z	SCENE Z	DZ
<input checked="" type="checkbox"/>	Pt1	458591.238	4403084.789	19.149	19.133	-0.016
<input checked="" type="checkbox"/>	Pt2	458583.722	4403078.166	19.173	19.202	0.029
<input checked="" type="checkbox"/>	Pt3	458577.627	4403086.524	19.194	19.212	0.018
<input checked="" type="checkbox"/>	Pt4	458549.412	4403097.451	19.225	19.308	0.083
<input checked="" type="checkbox"/>	Pt5	458536.391	4403100.786	19.152	19.310	0.158
<input checked="" type="checkbox"/>	Pt6	458520.803	4403108.460	19.169	19.331	0.162
<input checked="" type="checkbox"/>	Pt7	458492.260	4403119.492	19.199	19.368	0.169
<input checked="" type="checkbox"/>	Pt8	458480.580	4403124.089	19.158	19.247	0.089
<input checked="" type="checkbox"/>	Pt9	458478.916	4403119.166	19.173	19.319	0.146

统计阈值:	0.01	M	统计
平均振幅:	0.1117	平均Dz:	0.1085
标准差:	0.0778	最小Dz:	-0.0160
均方根:	0.1335	最大Dz:	0.2470

图 4-50 绝对精度验证

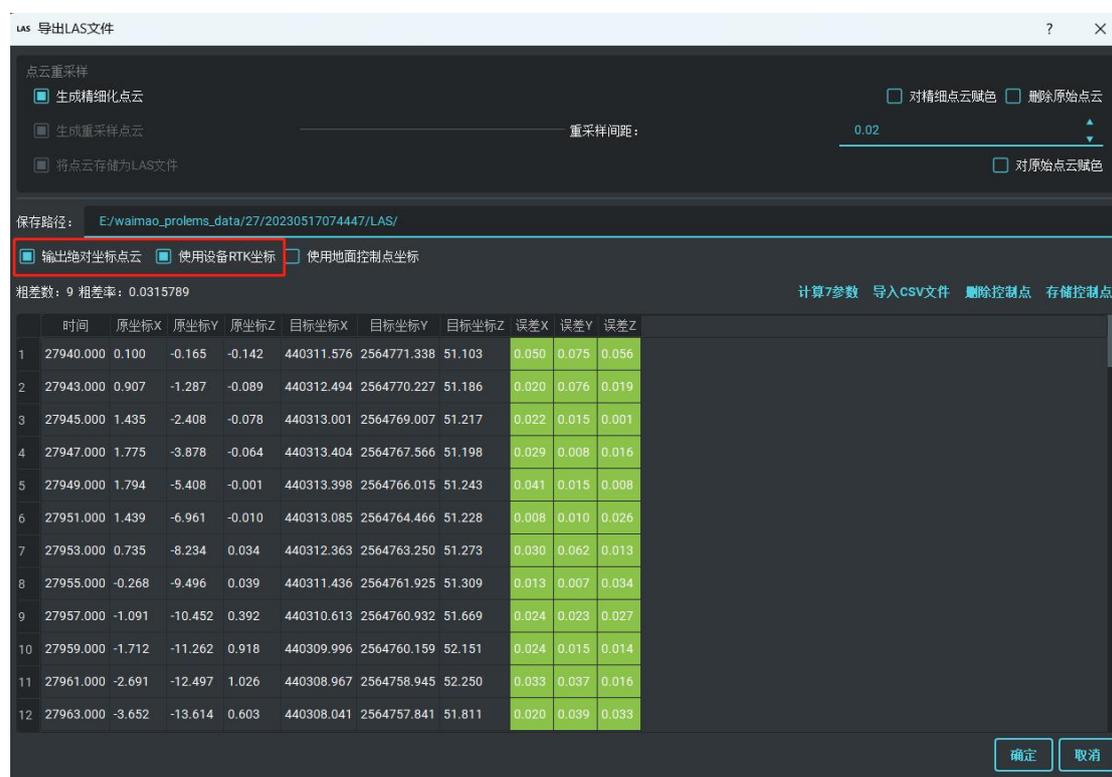
5 绝对坐标点云

对于没有 GNSS 定位绝对坐标的点云，每个点的位置 (X, Y, Z) 只是其局部坐标系的相对位置。若想得到绝对坐标的点云，需要进行空间坐标转换。而不同空间直角坐标系的转换一般通过七参数转换来实现，七参数法是解决此问题的比较严密和通用的方法。其涉及到的七个参数为：X 平移，Y 平移，Z 平移，X 旋转，Y 旋转，Z 旋转，尺度变化 K。此七个参数可以通过在需要转化的区域里选取 3 个以上的转换控制点对而获取。

以下利用 SLAM-K120 软件实现点云的相对坐标到绝对坐标的转换。分别为：利用 SLAM 管理器中使用设备 RTK 坐标直接转换、利用 SLAM 管理器中使用地面控制点坐标直接转换、利用格式转换中七参转换工具手动转换。

5.1 使用设备 RTK 坐标

若设备使用 RTK，勾选输出绝对坐标点云和使用设备 RTK 坐标，点击确定后可直接一键导出含有绝对坐标的点云。



5.2 使用地面控制点坐标

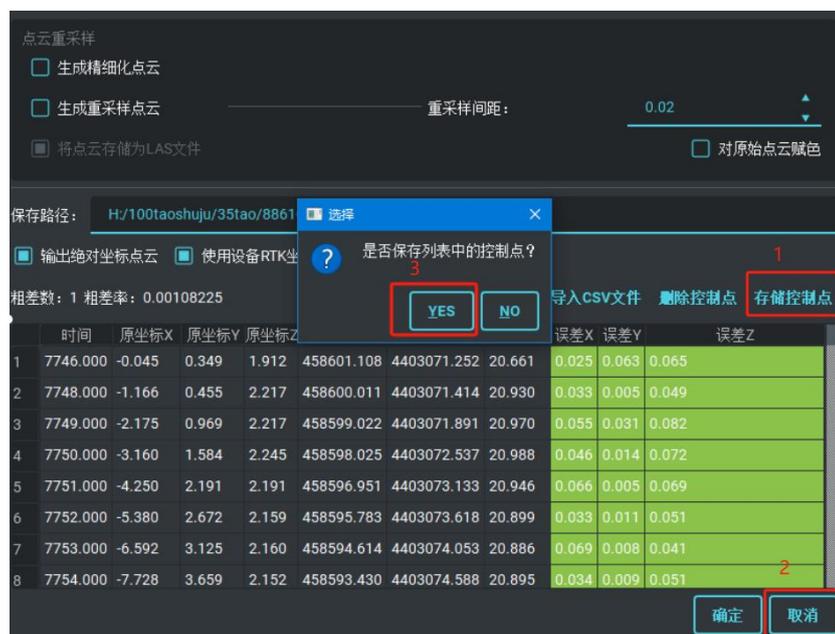
5.2.1 若设备地面控制点坐标，勾选输出绝对坐标点云和使用地面控制点坐标，接着根据打标点顺序位置导入对应的控制点坐标文件（支持的格式有 CSV 和 TXT）。点击确定后可直接一键导出含有绝对坐标的点云。

注意：选择的控制点需要均匀分布在地图中，如不均匀或者点数过少会出现地图倾斜。若导入正确，显示误差会很小。如误差很大，请检查。

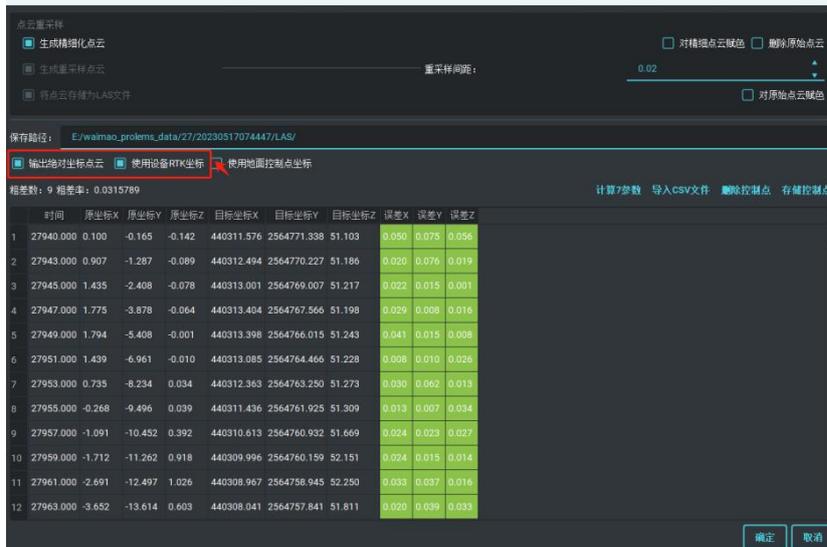
（以下为 CSV 表格 ABCD 列示例图，这里使用六个控制点。注意：导入的 CSV 文件格式：前四列分别为点名、目标 X(E)、目标 Y(N)、目标 Z(Z)）

A	B	C	D
Pt7	440218.49	2564710.6	21.288
Pt12	440195.69	2564714.3	19.898
Pt14	440182.72	2564680.9	21.459
Pt21	440209.63	2564667	21.734
Pt24	440246.52	2564649.1	17.687
Pt2	440264.83	2564673.2	17.479

5.2.2 导入控制点后，点击存储控制点,点击取消，保存列表中的控制点；



5.2.3 返回 SLAM 解算界面，点击 RTK,会显示 RTK 点，再点击优化图标优化轨迹即可。



使用地面控制点坐标可和使用设备 RTK 坐标同时勾选，共同参与转换后导出 LAS 数据。

5.3 使用七参转换工具

5.3.1 选取基准点

外业操作：

对于外业扫描区域设置至少 3 个（保证精度的准确性，要求标靶点均匀分布在所测区域）标靶点,设置标靶点后就可以进行外业数据采集。最后导出点云数据（.las）以及基准点坐标(.txt)。

注意事项：

1. 选取的基准点应确保 RTK 实测检查点时可以获得固定解。
2. 选取的基准点应尽量分散在扫描区域中。
3. 扫描数据时可以在基准点位置适当停留或者慢速采集，确保基准点位置的点云足够密集。

5.3.2 添加文件

步骤：

1. 打开 SLAM-K120 软件，点击添加文件。

2. 添加点云数据文件（.las 格式），添加基准点坐标文件（.txt 格式）。添加基准点文件后会弹出以下对话框。检查格式点坐标、文件类型、分隔符等格式是否正确，检查完毕后点击应用全部。此时会生成一个基准点文件（.dtp 格式）。

3. 添加成功后点云和基准点可以在主视口中显示。若发现添加后对应的文件没有显示，可以通过右侧文件列表中未显示的文件右击弹出窗口，点击聚焦找到该文件。

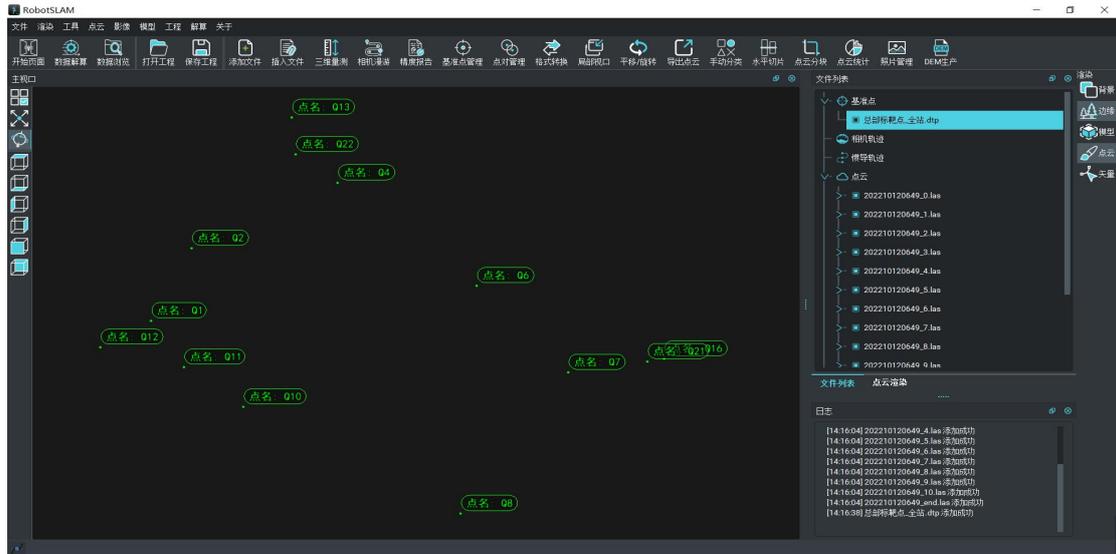


图 5-1 添加文件

5.3.3 基准点管理

步骤：添加文件后，点击基准点管理，弹出设置基准点文件，导入上一过程中生成的基准点文件（.dtp 格式），导入成功后效果如图所示。

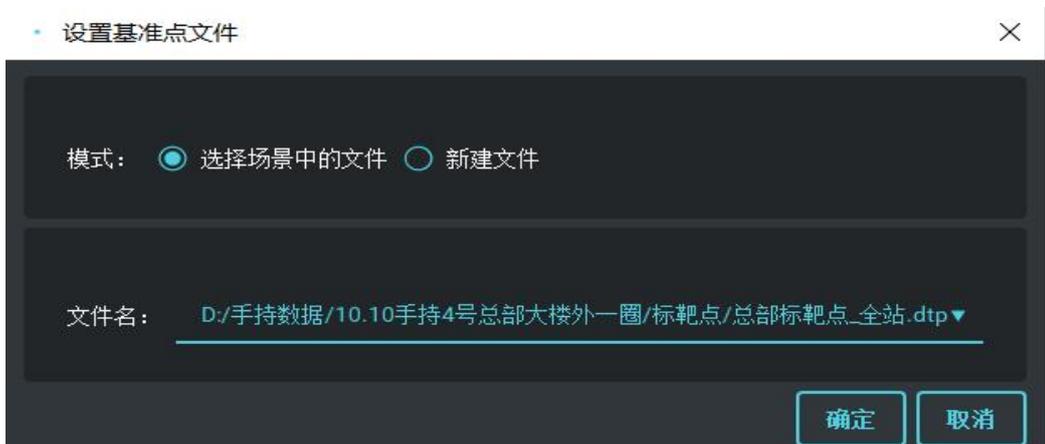


图 5-2 设置基准点文件

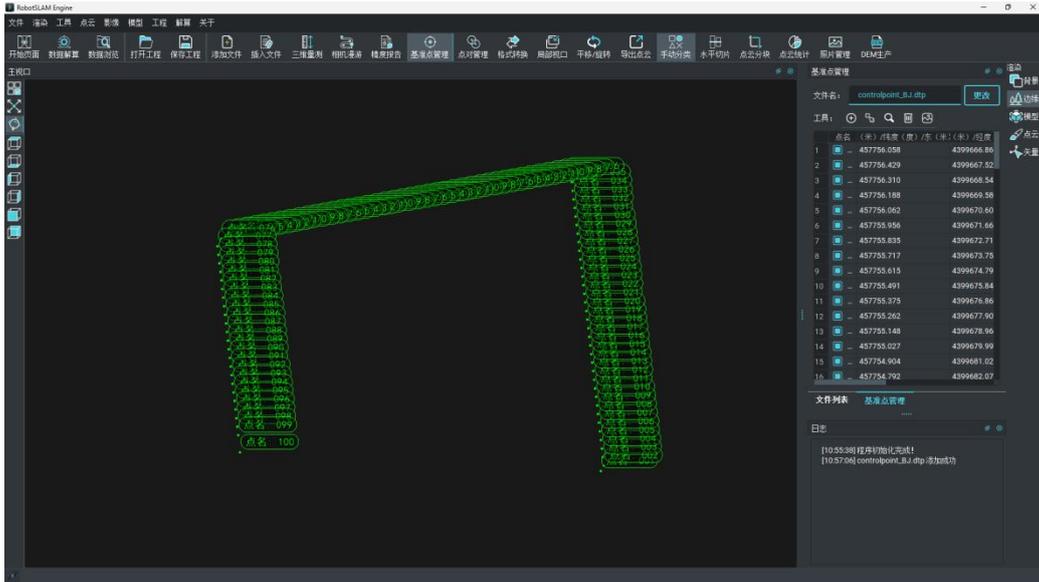


图 5-3 基准点管理

5.3.4 点对管理及点对精度报告

点对管理是指用 RTK 打的点坐标与点云场景中选取的点坐标进行一一对应。
步骤：

1. 在上一步基准点管理后，点击“点对管理” 。弹出设置同名点对文件对话框。模式选择“新建文件”，点击浏览路径，新建一个空白文件，文件名称为点对 (.hmp 格式)，点击确定。



图 5-4 新建同名点对

2. 左下方弹出的同名点对管理对话框中，点击“添加点对” 。在右侧基准点管理中选取第一个点，在点云视图找到该点的对应位置，鼠标左键选中点云位置（标记为黄色“十字点”），点击鼠标右键，弹出“行号”的对话框，

输入行号，点击“OK”确定，（标记变为蓝色“十字点”），这样第一个基准点就与点云中的点建立了一个点对。



3. 重复上述步骤 2，建立其他基准点与点云中的点对，直到所有的基准点都与点云中的点一一对应。

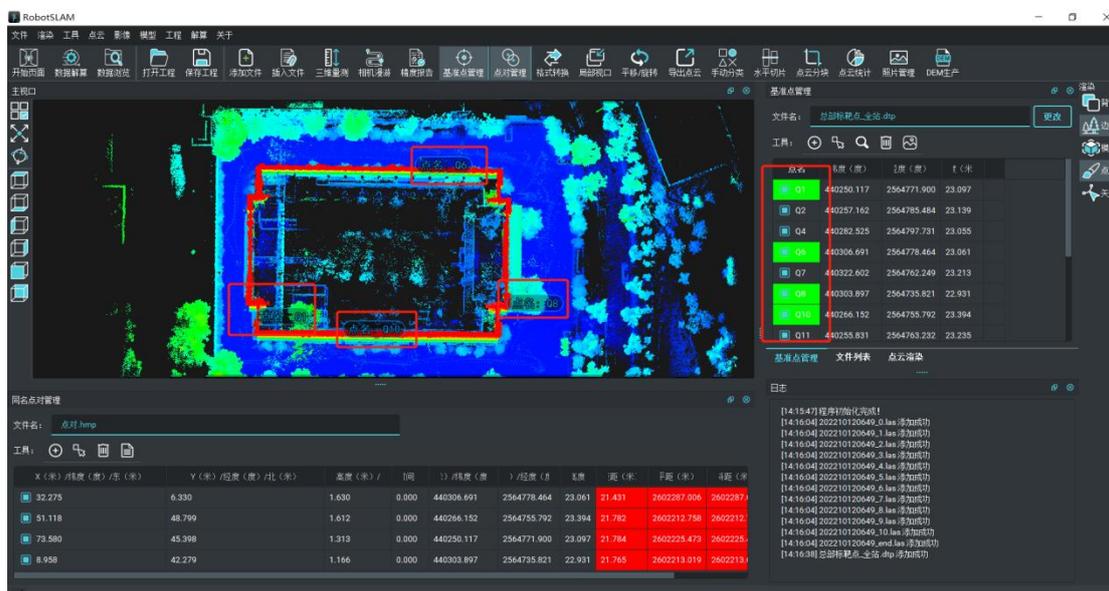


图 5-5 同名点管理

4. 点击“点对精度报告” ，出现“点对精度报告”图框，点击浏览，选择好路径，输入文件名，点击确定，会生成点对精度报告（.txt 文件）。



5. 按保存的路径找到生成的点对精度报告 (.txt)，打开可查看统计出的竖直方向的误差和水平方向的误差等相关参数。

5.3.5 参数转换

上述步骤完成后，就建立了基准点与场景中的点云对应，所有的数据都保存在点对文件 (.hmp 格式) 中。接下来就可以实现七参数转换。

步骤：

1. 点击格式转换按钮，弹出格式转换面板。点击输入窗口添加按钮添加要进行转换的文件（即上述步骤中导入的点云数据）。

2. 点击处理窗口的添加按钮，弹出选择处理方法弹窗，选择七参转换，选择使用点对关系计算参数，导入上述生成的点对文件 (.hmp)，即可自动计算七参数，此时还会显示中误差的大小提示。若中误差较大需要考虑点对关系是否选择正确。

3. 点击文件夹图标，选择要保存的路径。输入文件名后缀，选择保存的文件格式，点击格式设置按钮锁定格式，点击运行按钮进行文件转换。



图 5-6 参数转换步骤



图 5-7 七参转换步骤

步骤:

1. 重新打开 SLAM-K120 软件，点击添加文件，将转换后的点云数据导入。

2. 点击三维量测，量测模式选为点模式。在点云中随机点击点云或者选择基准点的位置，即可发现此时的坐标位置（X，Y，Z）为绝对坐标，基准点位置的点云即为使用 RTK 实测检查点的绝对位置。

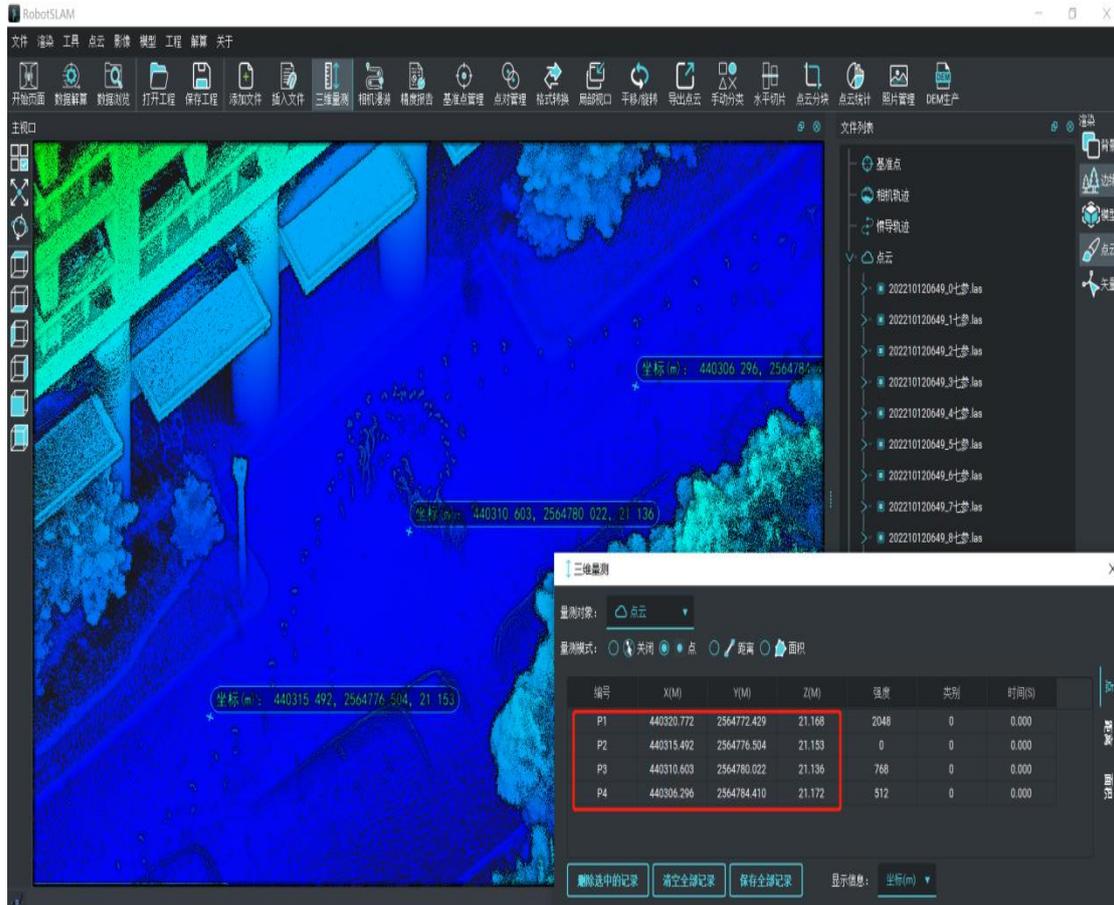


图 5-8 查看绝对坐标

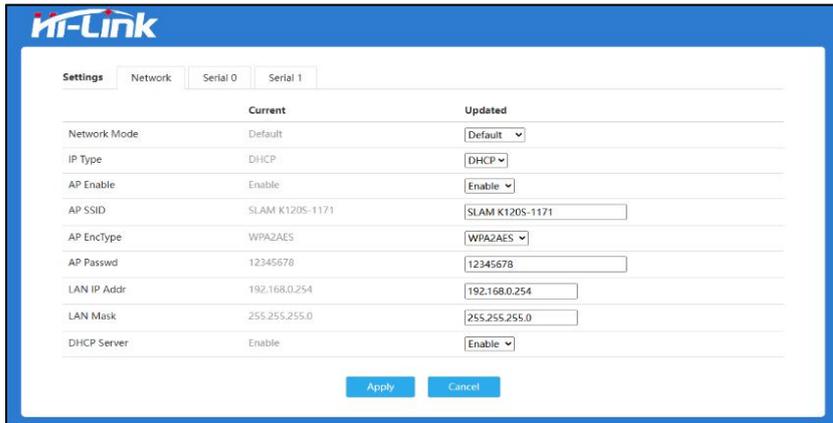
6 常见故障的诊断排查

6.1 WiFi 无法连接

Step1: (首先确认有没有 254, 如无), 能搜到设备 WIFI 但无法连接, 解决方法网页进入 192.168.0.253 检查网关设置;



Step2: 如有 254, 解决方法网页进入 192.168.0.254 检查设置;



6.2 相机不拍照

1. 相机只供电, 无法正常工作, 设备屏幕未显示“相机连接中”; 相机未连接到位, 断电重连相机, 连接后重启设备。



6.3 偶发性无法启动设备采集

- 1.现象: 设备存在偶发性不能正常启动的问题
- 2.可能的原因: 主控板卡启动时自检未通过, 导致部分功能启动异常
- 3.解决方法: a、适当延长在开启电源后等待的时间, 一般 3min 即可。b、对设备重新通电后再正常进行采集。