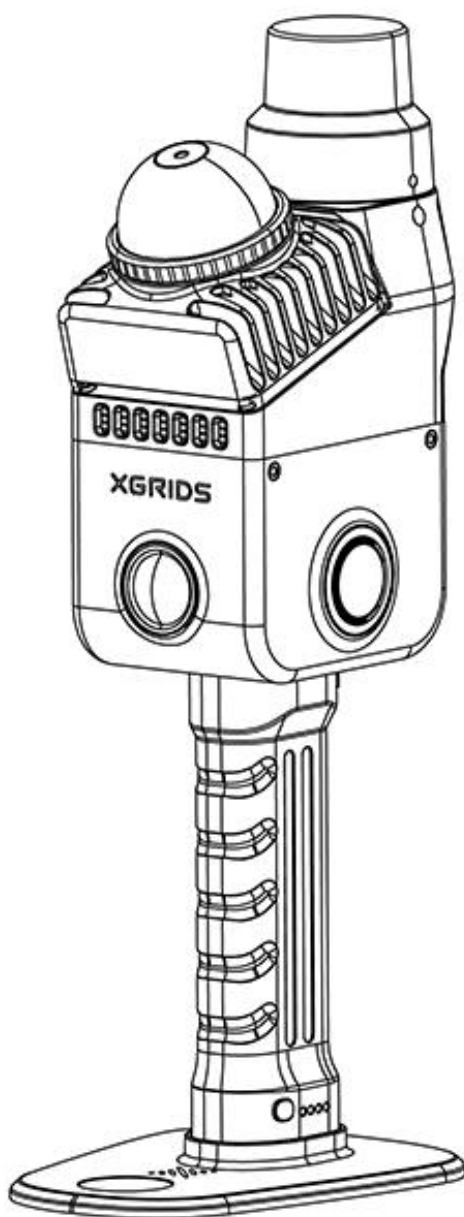


灵光 K2

用户手册(V1.1)

2026.5



目录

1 产品概述	1
2 设备基本操作	1
2.1 电池安装	1
2.2 底座安装	2
2.3 电池充电	3
2.4 功能按键操作	3
2.5 指示灯说明	4
2.6 数据拷贝	4
2.7 基本使用规范	5
3 设备激活与连接	6
3.1 LixelGO 介绍	6
3.2 安装环境推荐	6
3.3 设备激活	7
4 设备采集	15
4.1 设备采集	15
4.2 扫描模式设置	16
4.3 开始扫描	18
4.4 渲染模式	21
4.5 辅助扫描系统	22
4.6 结束扫描	25

4.7 模型查看	27
4.8 扫描数据导出	29
4.9 数据工程文件结构	31
5 获取绝对坐标点云数据操作流程	32
5.1 通过外部控制点	32
5.2 通过 RTK 模块	41
6 地图融合	48
6.1 外业操作	48
6.2 内业数据处理	49
7 典型场景路线规划建议	50
7.1 整体采集路线原则	50
7.2 室外场景	50
7.3 室内场景	51
8 注意事项	54
8.1 扫描启动阶段（仪器初始化）	54
8.2 扫描注意事项	55
8.3 控制点模式	57
8.4 RTK 模式	58
8.5 附色模式	58
8.5 精度检核	58

1 产品概述

灵光 K2 是其域创新面向真实场景打造的轻量级空间扫描设备，兼顾采集效率、使用便捷性与成果可用性。它适用于房产建筑、工业现场、堆体方量等多类任务，是三维空间数据采集的可靠之选。

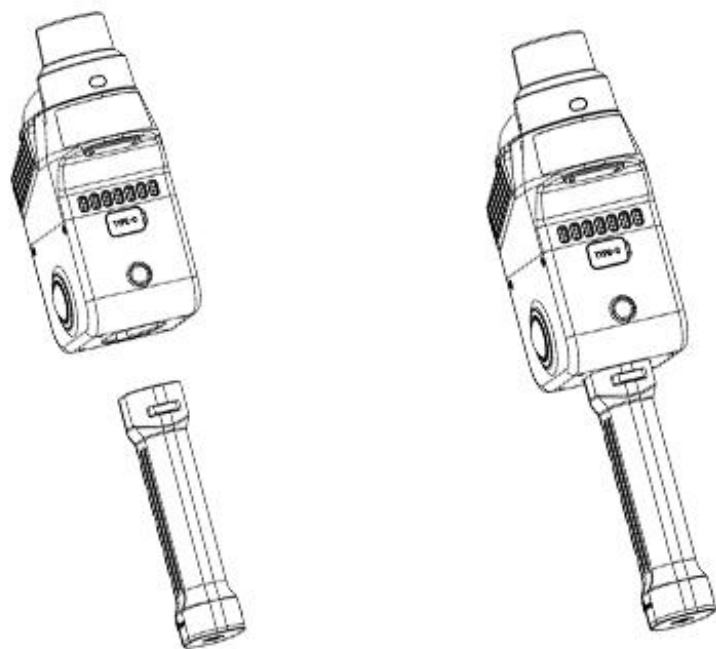


2 设备基本操作

2.1 电池安装

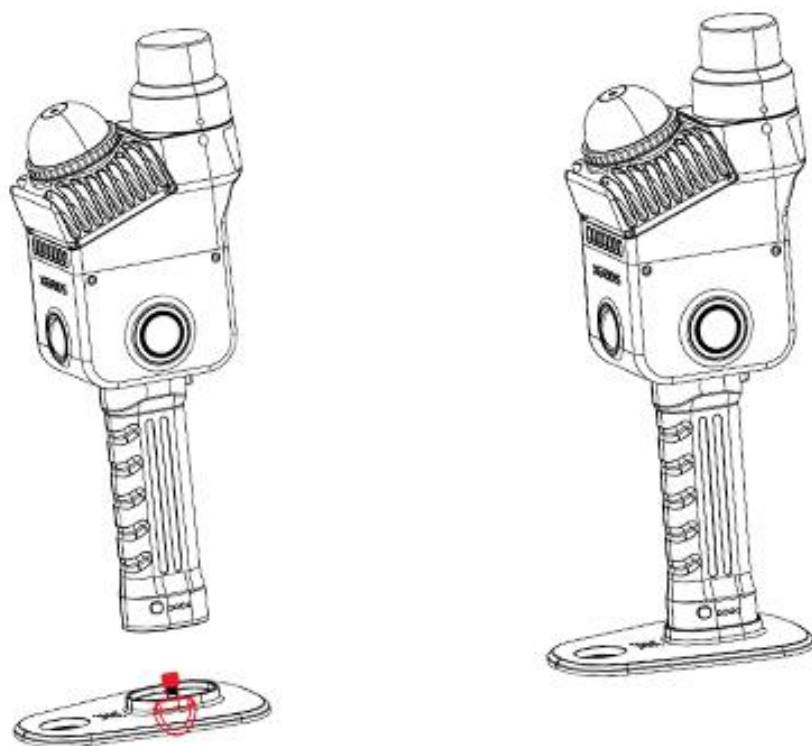
- (1) 按动电池卡扣；
- (2) 电池插入设备底部，并保证插入到位；
- (3) 松开卡扣，确认电池锁紧。

注意：未能锁紧电池可能导致设备滑落。



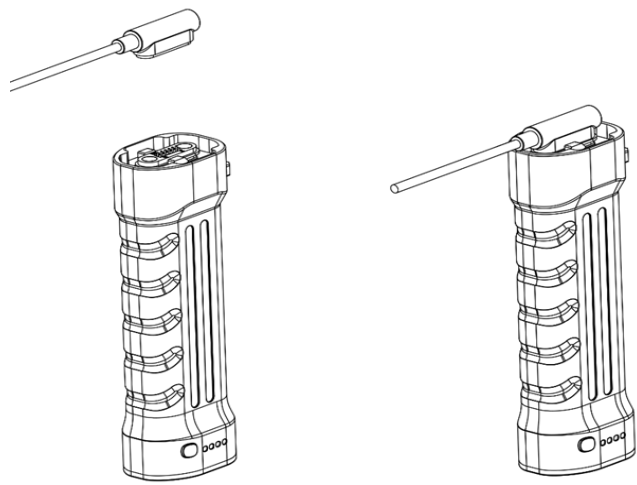
2.2 底座安装

电池把手底部留有螺纹孔，将设备卡入底座，将底部螺钉锁紧，并将设备放于平坦位置处。



2.3 电池充电

使用标配充电线，连接充电转接座与电池，即可进行充电。



(1) **电池充满时间：**约为 2 小时。充电过程中指示灯指示当前电量，详情参考下表。

指示灯	电量
	0-24%
	25%-49%
	50%-74%
	75%-99%

2.4 功能按键操作

功能	按键操作	设备状态
开机	长按 4 秒	指示灯由蓝灯慢闪变为绿灯常亮，此时设备进入待机模式。
关机	长按 4 秒	设备处于待机模式时，长按 4s，指示灯绿灯常亮变为白灯闪烁等待系统保存数据，直至指示熄灭表示关机完成。
启动扫描	双击	当设备处于待机模式时，双击按键，指示灯状态从绿灯常亮转换为绿灯快闪、绿灯慢闪，同时雷达转动，则标志启动扫描成功，设备进入扫描模式。
停止扫描	双击	当设备处于扫描模式时，双击按键，指示灯状态从绿灯慢闪转换为绿灯快闪、绿灯常亮，同时雷达停止转动，则标志停止扫描成功，设备进入待机模式。

控制点记录	单击	当设备处于扫描模式时，单击按键，指示灯状态常亮 1S 左右后恢复到绿灯慢闪，则表示控制点记录成功。
切换 U 盘模式	单击+ LED 显示白色+ 单击	当设备处于待机模式时，单击按键，指示灯变成白色并最多持续 3S，在白灯期间再单击一次按键，触发切换 U 盘模式，此时设备为蓝灯状态。白色灯持续 3S 内无按键动作，则设备依然处于原模式。 当设备处于 U 盘模式时，单击按键，指示灯变成白色并持续 3S，在白灯期间再单击一次按键，触发切换到待机模式。白色灯持续 3S 内无按键动作，则设备依然处于原模式。

2.5 指示灯说明

设备闪灯方式	含义
未亮灯	设备未启动
绿灯慢闪	扫描模式
绿灯常亮	待机模式
蓝灯常亮	U 盘模式
黄灯常亮	设备未激活
红灯常亮	严重故障
蓝灯慢闪(约 30S)	开机中
白灯常亮	待机模式与 U 盘模式切换中
绿灯快闪	启动/停止扫描过程中
固件升级	红绿交替闪烁

2.6 数据拷贝

使用搭配的 USB3.1 数据线，在设备待机状态下连接到电脑，同时用 LixelGO 或者使用快捷键(参考 2.4)切换到 U 盘模式，识别到设备后即可进行数据拷贝。

注意事项：

- (1) U 盘模式在重启后会自动关闭。
- (2) 打开 U 盘模式后，如果希望继续扫描，则需要手动关闭 U 盘模式，或重启设备。

若使用其它 USB 数据线,可能会导致数据拷贝速度慢。

2.7 基本使用规范

(1) 轻拿轻放,避免碰撞

灵光 K2 是高精度测绘设备,摔落或碰撞可能导致:

- 1) 测量精度下降
- 2) 设备功能异常
- 3) 严重时完全损坏

(2) 检查连接是否牢固

使用前请确认底座和电池已旋紧锁定,防止设备意外脱落。

(3) 注意防水防尘

- 1) 防护等级:IP54(防溅水、防尘)
- 2) 请勿在大雨、积水或高粉尘环境中使用
- 3) 清洁方法:用柔软干布或自带清洁布轻轻擦拭,雷达和镜头区域请勿用手直接触摸,保持清洁

(4) 避免过热

- 1) 使用时请勿遮挡机身散热口
- 2) 避免用身体接触散热部位

设备温度过高时会自动关机保护,请等待降温后再使用。

3 设备激活与连接

3.1 LixelGO 介绍

LixelGO 是灵光 K2 配套的手机端软件，支持查看和管理项目工程，实现数字三维空间资产的管理，扫码安装最新版本 LixelGO。



3.2 安装环境推荐

(1) 手机配置要求：

模块	要求
CPU	骁龙系列，推荐骁龙 8 或以上
运行内存	最低 8GB
显示芯片	独立显示芯片
其他	支持蓝牙功能，支持开启无线热点，支持 USB 网络共享

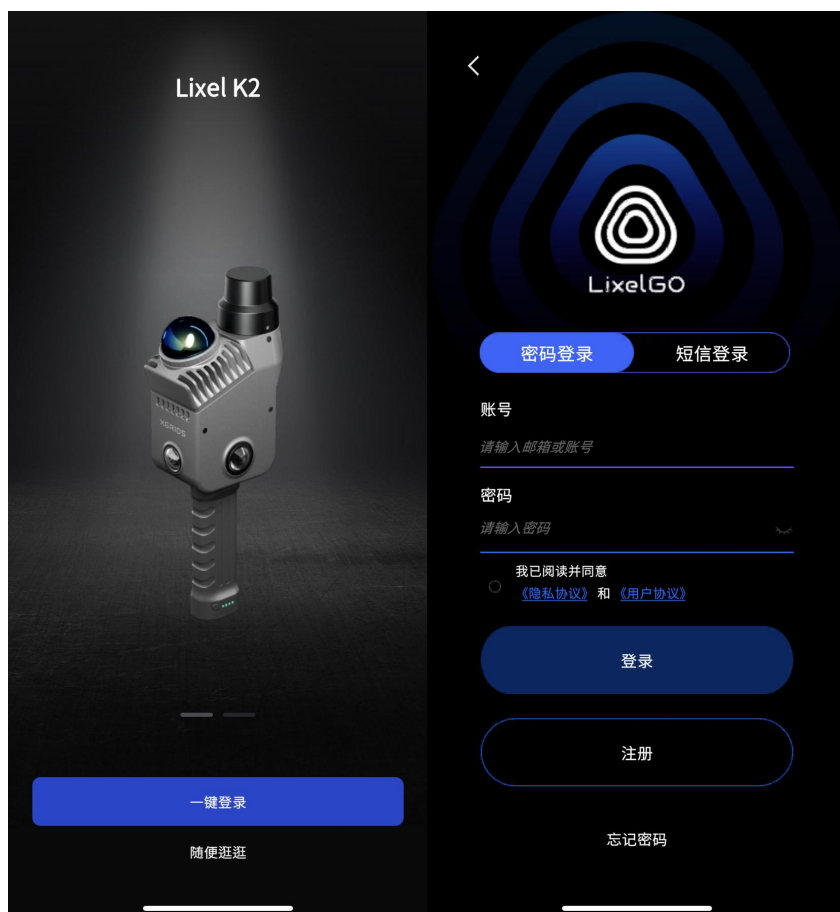
(2) 实测后可正常使用手机推荐：

品牌	型号	处理器 CPU	运行内存	显卡 GPU
VIVO	IQOO NEO 6	第一代骁龙 8+移动平台	12GB	Adreno 730
红米	Redmi K50 电竞版	高通骁龙 8 Gen 1	8GB	Adreno 730
华为	华为 P50E	骁龙 778G	8GB	Adreno 642L
OPPO	OPPO K20	天玑 8000-MAX 移动平台	8GB	Mali-G510 MC6

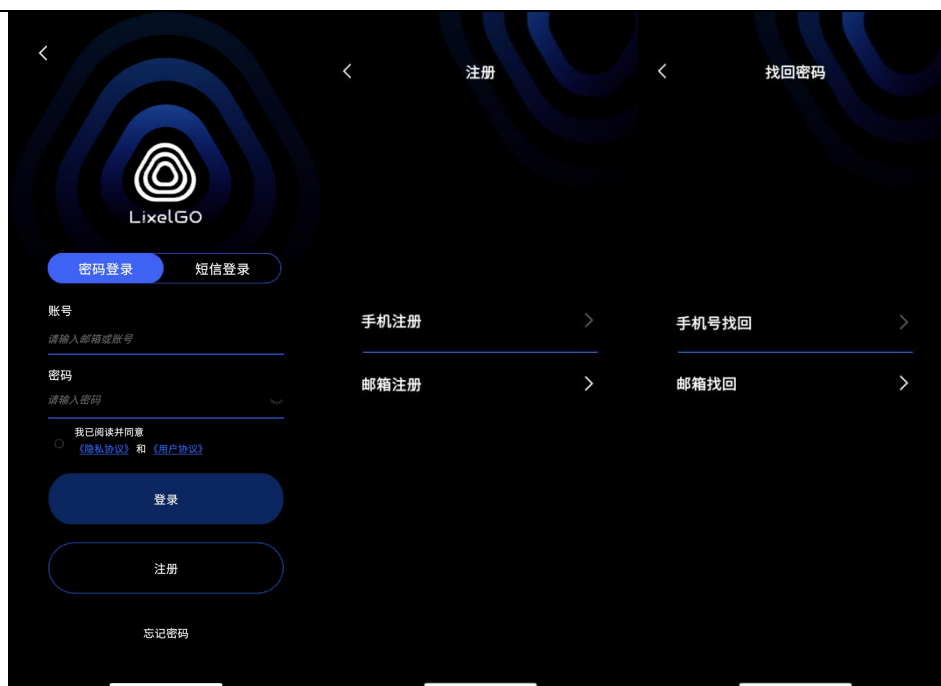
3.3 设备激活

(1) 注册及登录 LixelGO

安装好 LixelGO 之后，打开软件，点击一键登录，进入登录/注册界面。新用户请选择注册，通过邮件或者手机号码进行注册。已注册用户可通过账号密码或者手机短信进行登录。



- 1) 安装并打开 LixelGO 软件
- 2) 点击 "一键登录" 进入登录/注册界面



A. 新用户注册:

通过邮箱或手机号完成注册

B. 已有账号用户:

使用以下任一方式登录:

- 账号密码登录
- 手机验证码登录

C. 忘记密码:

点击 "**忘记密码**", 通过注册的手机号或邮箱找回

(2) 开启设备

长按电源键开启手持扫描设备, 指示灯由蓝灯快闪转为绿灯常亮为开机成功。

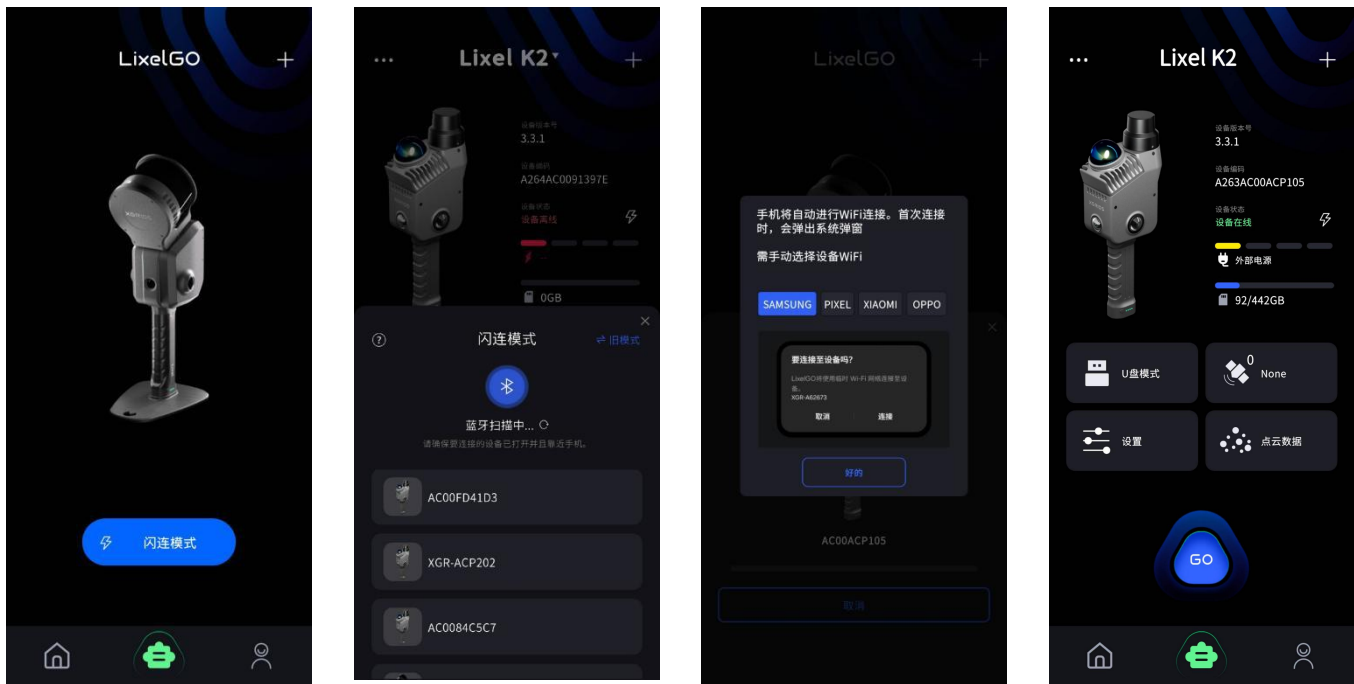
(3) 连接设备

1) 闪联模式(推荐):

操作步骤:

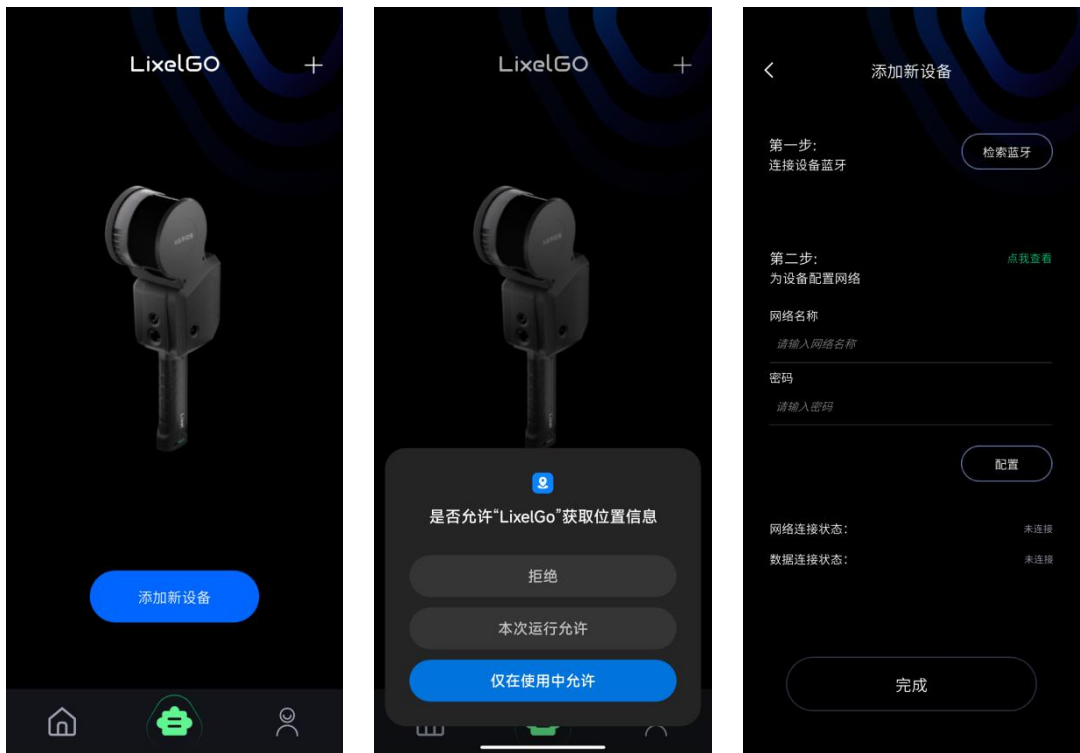
- A. 进入闪连模式: 在 LixelGO 首页点击 "闪连模式" 按钮;
- B. 扫描并选择设备;
- C. 系统会自动搜索附近设备;
- D. 系统会自动搜索附近设备;
- E. 在设备列表中找到您的设备(如:XGR-ACPJ02、AB00001003);
- F. 点击对应设备进行连接;
- G. 配置 WiFi 网络提示说明, 选择您的手机品牌(SAMSUNG / PIXEL / XIAOMI / OPPO 等);
 - a. 系统会自动读取设备的网络配置;
 - b. 点击并选中设备WIFI;
 - c. 等待连接完成。
- H. 连接成功;
- I. 连接成功后,界面显示设备信息:
 - 设备型号(如:Lixel K2)
 - 固件版本(如:3.3.1)
 - 设备序列号
 - 存储空间
 - 可查看设备状态:U 盘模式、定标、点云数量等
- J. 点击右下角蓝色 "GO" 按钮开始使用。

提示: 闪连模式首次使用时需要手动配置 WiFi,后续连接会更快速便捷。



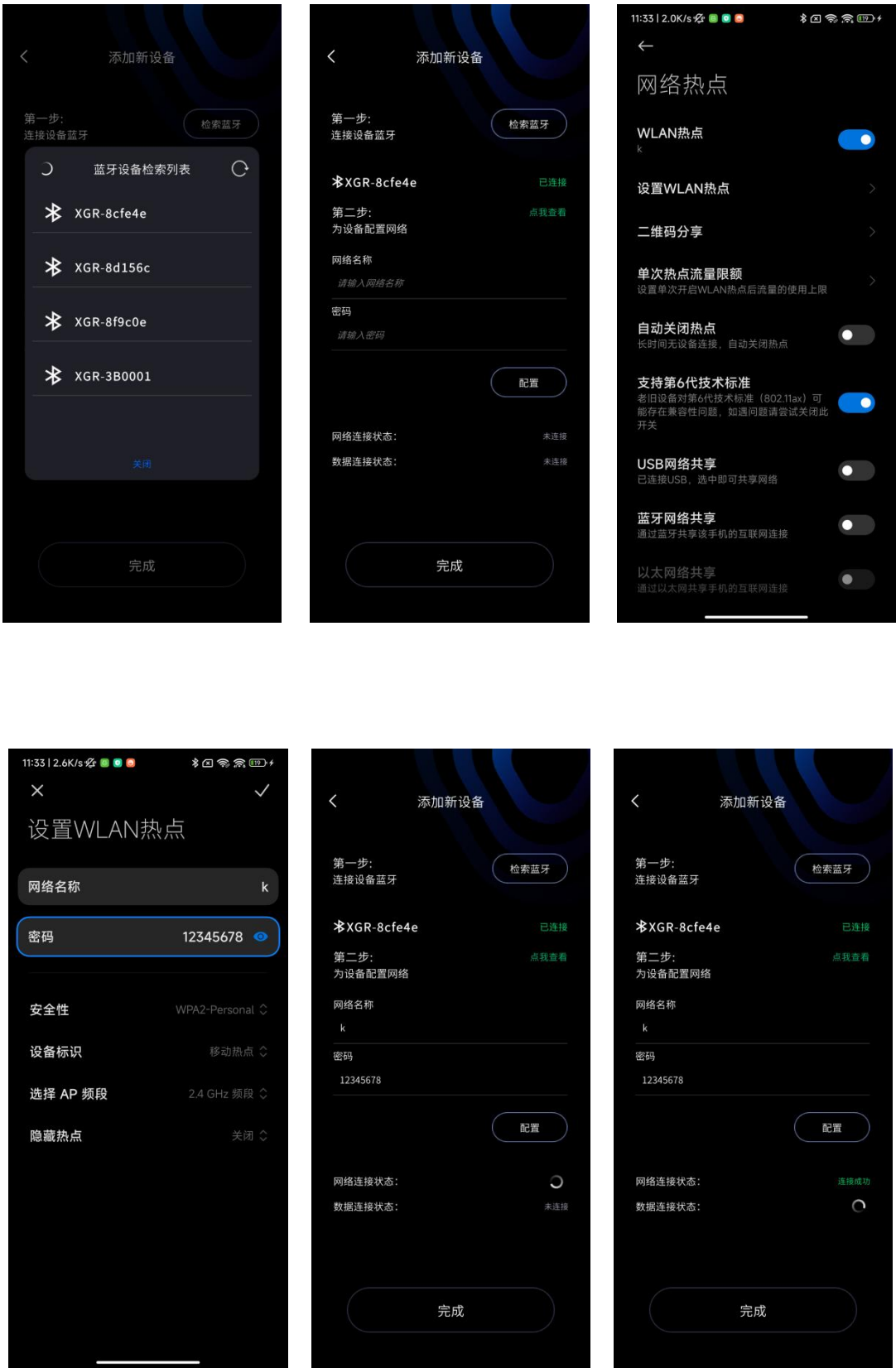
2) 热点模式:

点击添加设备，开启权限，然后按操作步骤进行。

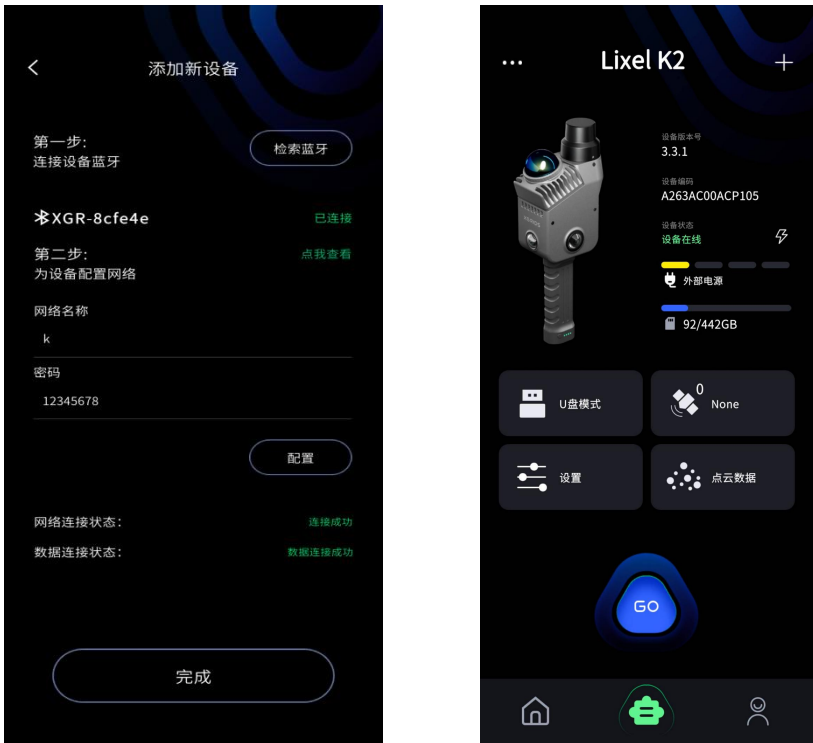


A. 打开手机蓝牙，并点击屏幕检索蓝牙，连接对应设备蓝牙。

B. 为设备配置网络，首先打开手机热点，将热点名称与密码输入，点击配置后，设备自动连接手机热点。注意，设置的热点名称与密码尽量简单。

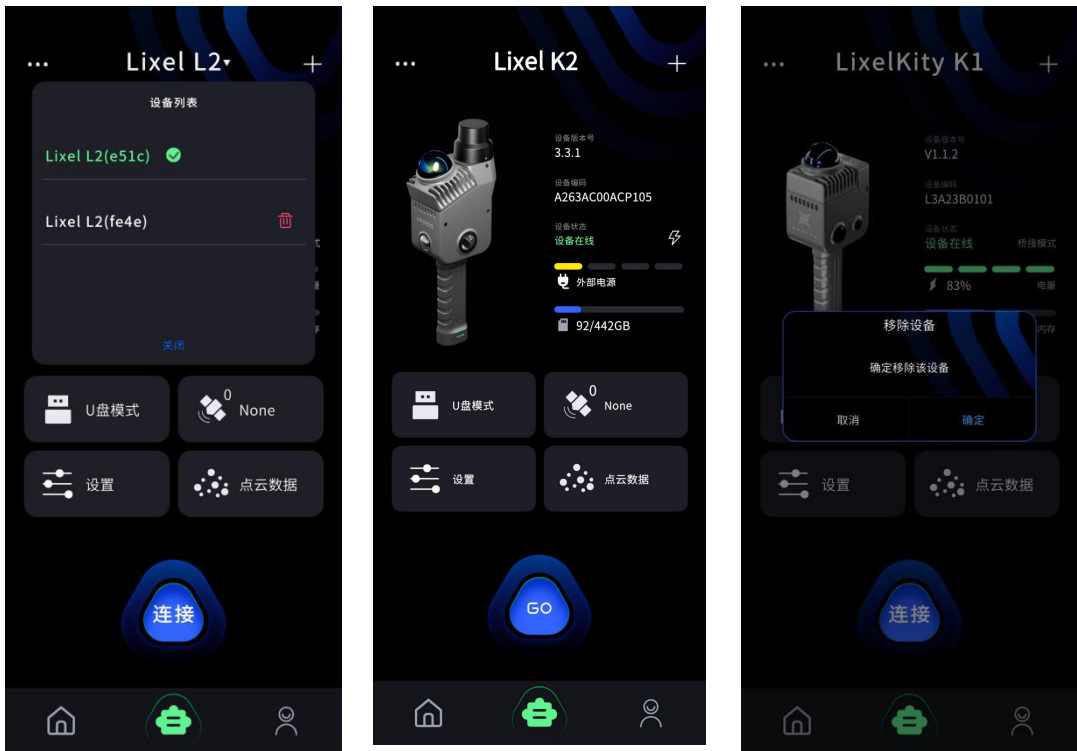


C. 当网络连接状态与数据连接状态都显示成功后，点击完成，可以查看当前连接设备的基础信息。



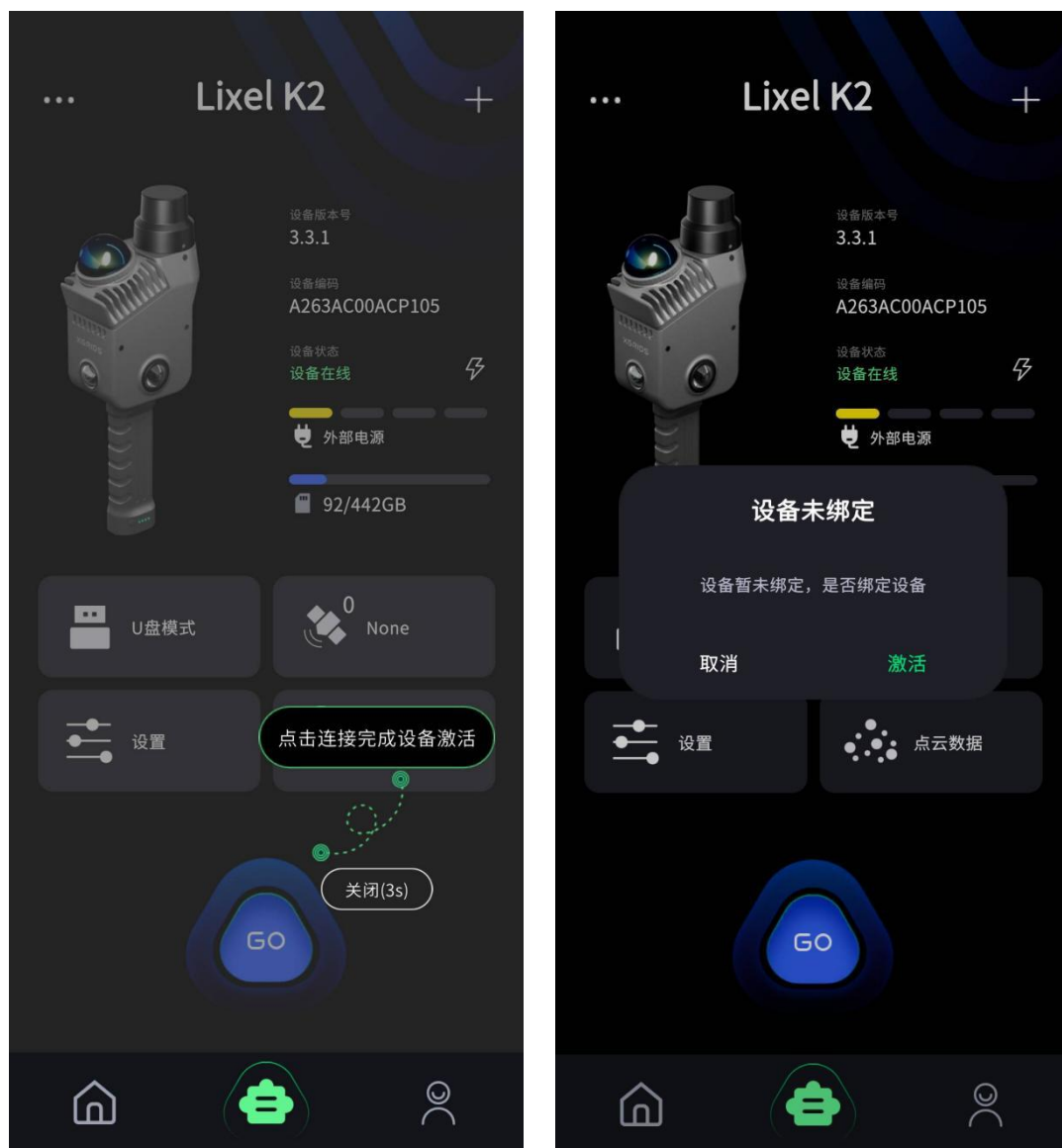
(4) 设备管理

在设备界面，下拉屏幕上方设备名称，可以对已连接的设备进行管理。点击移除设备，可以移除该设备的连接。



(5) 设备激活

首次使用设备，需要激活，页面为灰色。需要点击“连接”，确认激活设备，进行设备绑定激活。



(6) LixelStudio 激活码申请

- 1) 完成激活设备后，会进入 LixelStudio 软件的激活码申请入口，可直接申请 LixelStudio 的激活码。
- 2) 如果暂时不申请，也可以稍后通过以下路径重新申请：

“我的” - “个人信息” - “LixelStudio 激活码申请” 重新进入申请流程。

The image displays two screenshots of the Lixel K2 application interface, illustrating the LixelStudio activation code application process.

Left Screenshot: The main application screen titled "Lixel K2". It features a "LixelStudio 激活码申请" (LixelStudio Activation Code Application) form. The form includes fields for "SN" (A263AC00ACP105), "申请人" (Applicant) with a "请输入" (Please enter) placeholder, "邮箱" (Email) with a "请输入" (Please enter) placeholder, and "验证码" (Verification Code) with a "请输入" (Please enter) placeholder and a "发送验证码" (Send verification code) button. At the bottom of the form are "取消" (Cancel) and "申请" (Apply) buttons. A "GO" button is visible below the form. The top status bar shows "设备版本号 3.3.1" (Device version number 3.3.1).

Right Screenshot: The "个人信息" (Personal Information) section. It shows a "用户名" (Username) field with a right arrow. Below it is the same "LixelStudio 激活码申请" form as seen in the left screenshot, including the SN field, applicant, email, verification code fields, and "取消" (Cancel) and "申请" (Apply) buttons.

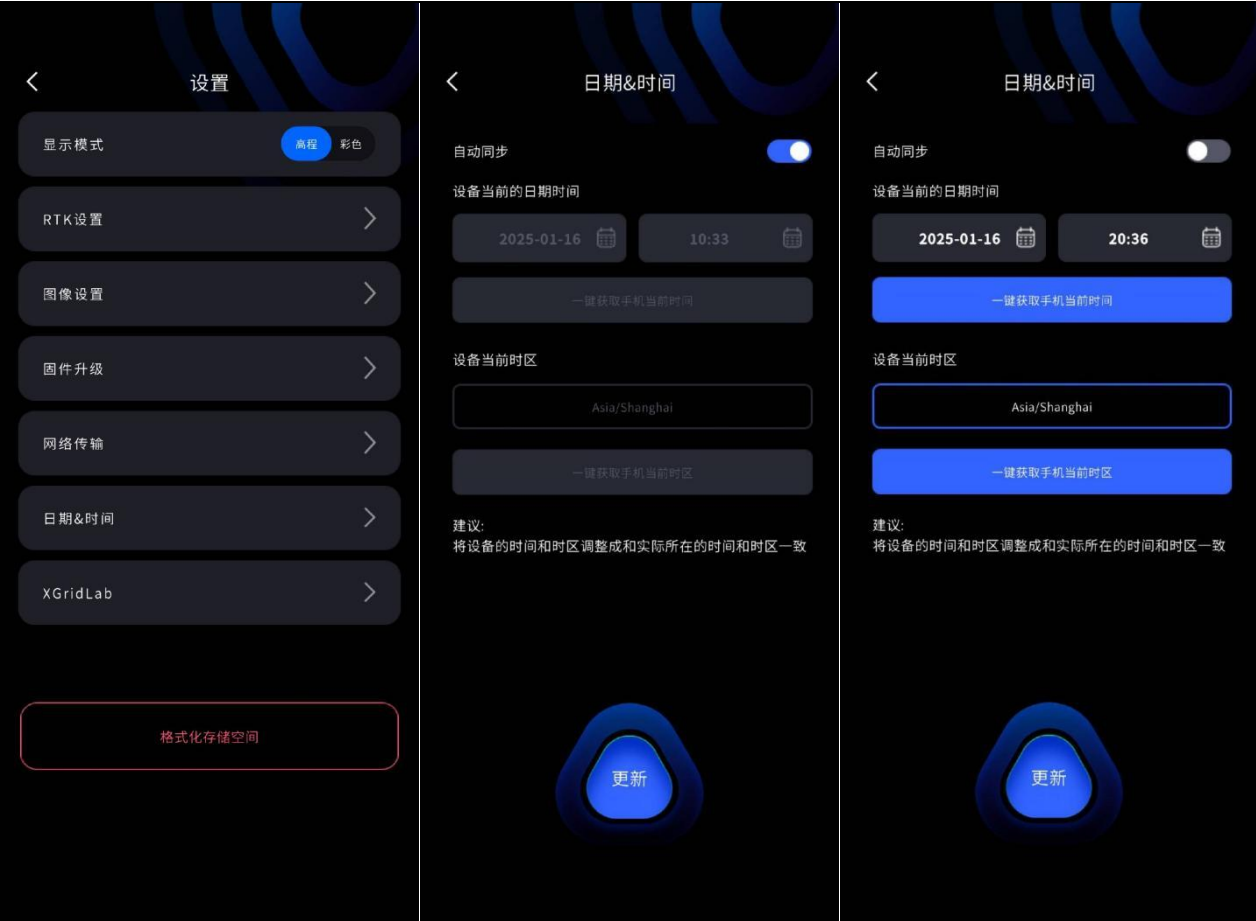
4 设备采集

4.1 设备采集

点击“GO”，进入设备待启动扫描界面



设备出厂时会已完成时间校准，但长时间存放可能导致时间偏差。LixelGO 默认开启自动同步功能,会自动将手机时间同步到设备。您也可以在 LixelGO 中手动设置设备时间。将设备时间和时区设置为您实际所在地的时间,确保数据记录准确。



4.2 扫描模式设置

点击屏幕右侧红色录制按钮，实时算法将根据场景进行自适应建图。根据实际情况选择对应的参数。

搭载模式设置	功能定义	说明
手持	使用手持方式进行使用	LixelStudio 会自动读取搭载模式，工程处理时，无需再次手动选择

GNSS 模式设置	功能定义	说明
RTK	使用 RTK 模块 RTK 功能，接收差分数据进行实时定位，并记录到工程项目文件中	在启动页面中，选择 RTK 模式。 在 LixelStudio 软件中使用 RTK 模块进行工程处理。
PPK	使用 RTK 模块 PPK 功能，接收卫星播发的原始数据，并记录到工程项目文件中	在启动页面中，选择 PPK 模式。 在 LixelStudio 软件中，需要使用 PPK 模块进行工程处理。

扫描模式	功能定义	说明
引导模式	实时评估扫描质量，帮助用户进行扫描质量的评估	支持：扫描辅助系统。扫描质量渲染模式。 不支持：真彩点云渲染模式。
真彩模式	可查看实时的真彩点云。	支持：真彩渲染模式。 不支持：辅助扫描系统。扫描质量渲染模式。 注：该模式会有约 10 秒的处理延迟，以完成智能分析和色彩优化



启动扫描时，会在启动页面上显示项目名称的输入框，输入框支持多语言输入。

输入“停车场 B2F”并启动扫描。扫描结束后，开启 U 盘模式，看到的项目文件夹名称显示为：“停车场 B2F_2025-01-15-1622026”，其中“2025-01-15-1622026”为当时扫描时间。

不输入项目名称，那么项目文件夹名称将显示为：default_2025-01-15-1622026。

4.3 开始扫描

(1) 静置初始化(必须完成)

选择扫描模式后,设备会自动启动激光雷达:

1) 观察指示灯

- 绿灯快闪 → 激光雷达已启动
- 系统提示:"静置初始化开始"

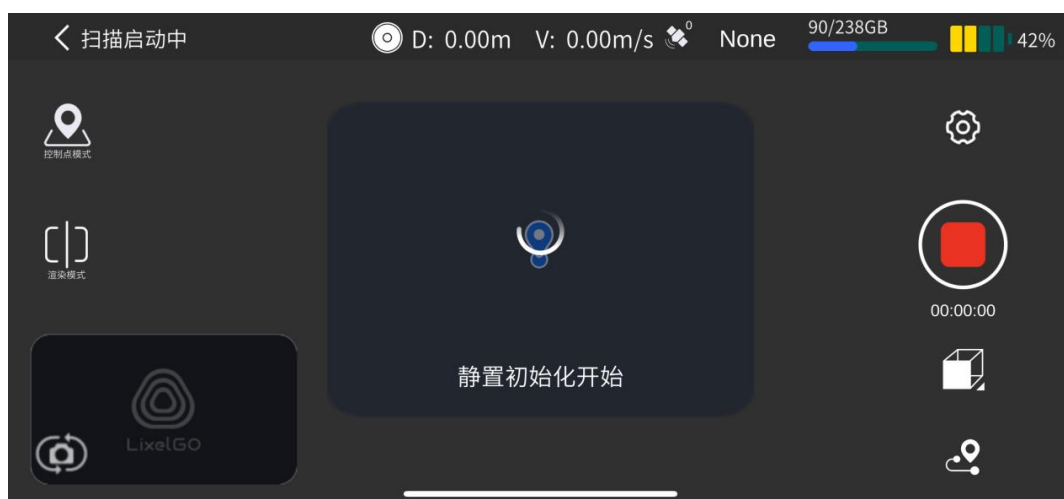
2) 保持静置 15 秒

- ⚠ 请勿移动设备,保持平稳放置
- 屏幕显示倒计时

- 等待弹窗提示:"静置初始化完成"

3) 开始扫描

- 关闭弹窗
- 拿起设备,按规划路线开始扫描



(2) 手持设备姿势建议

1) **目标:** 减少人体在相机视野中的占比,提高着色效果

2) **推荐姿势:**

- 在胸前远端持握

3) **避免:**

- 避免设备紧贴身体

(3) 扫描路线建议

基本原则:

1) **光线**

- 选择光影适宜的环境
- 避免过强的明暗对比

2) **视野选择**

- 优先选择视野开阔的路线(如道路中间)
- 优势:提高彩色点云覆盖范围和着色准确度

3) **特殊场景处理**

狭小空间扫描(如城中村楼间缝隙、胡同等)

操作要点:

- **放慢速度:** 比正常步行更慢
- **避开干扰:** 等周围无人影或动态物体时再扫描
- **目标:** 确保点云数据准确且着色效果良好
- **提示:** 狭小空间对扫描质量要求更高,请耐心采集,不要着急

4.4 渲染模式

点击屏幕左侧"渲染模式"按钮,可选择以下显示方式:

(1) 渲染模式类型

1) EL - 高程显示

按高度显示点云颜色,便于查看地形起伏

2) RGB - 真彩显示

显示真实色彩的点云,便于识别物体

使用步骤:

- 启动扫描时,在项目启动页中对扫描模式进行切换;
- 将扫描模式选择为"真彩模式"后启动。

3) QUAL - 扫描质量显示

实时显示点云密度,帮助评估扫描效果

注: 可用模式取决于您选择的扫描模式(引导模式/真彩模式)

(2) 关于"扫描质量显示"

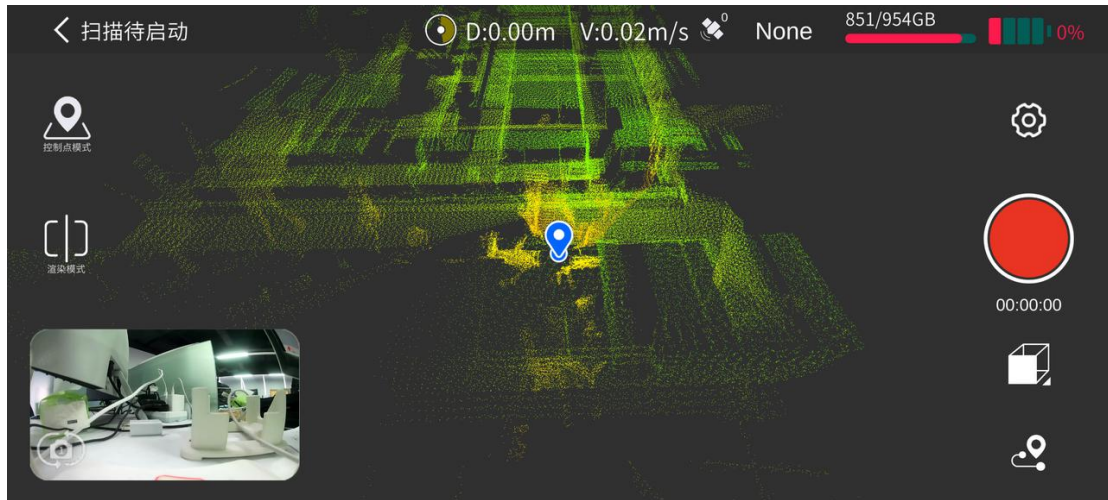
1) 作用:

- 检查点云密度是否达标
- 避免漏扫或点云稀疏导致返工

2) 注意事项:

- 不代表扫描精度
- 不反映 LCC 扫描质量

建议: 扫描过程中定期切换到 QUAL 模式查看覆盖情况,确保无遗漏区域



4.5 辅助扫描系统

功能说明

(1) 作用:

- 1) 检查点云密度是否达标
- 2) 避免漏扫或点云稀疏导致返工

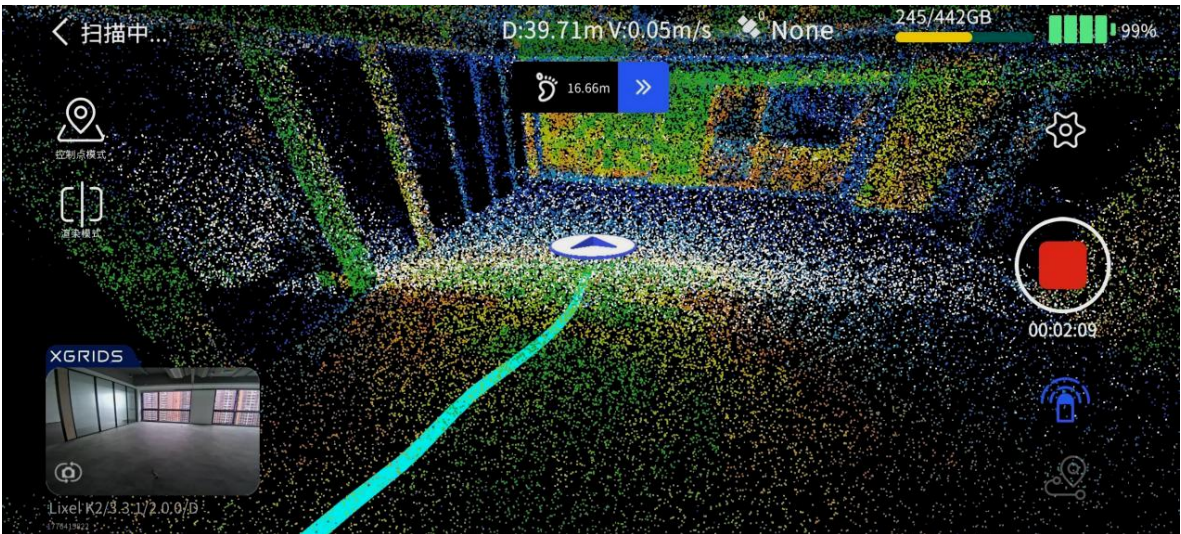
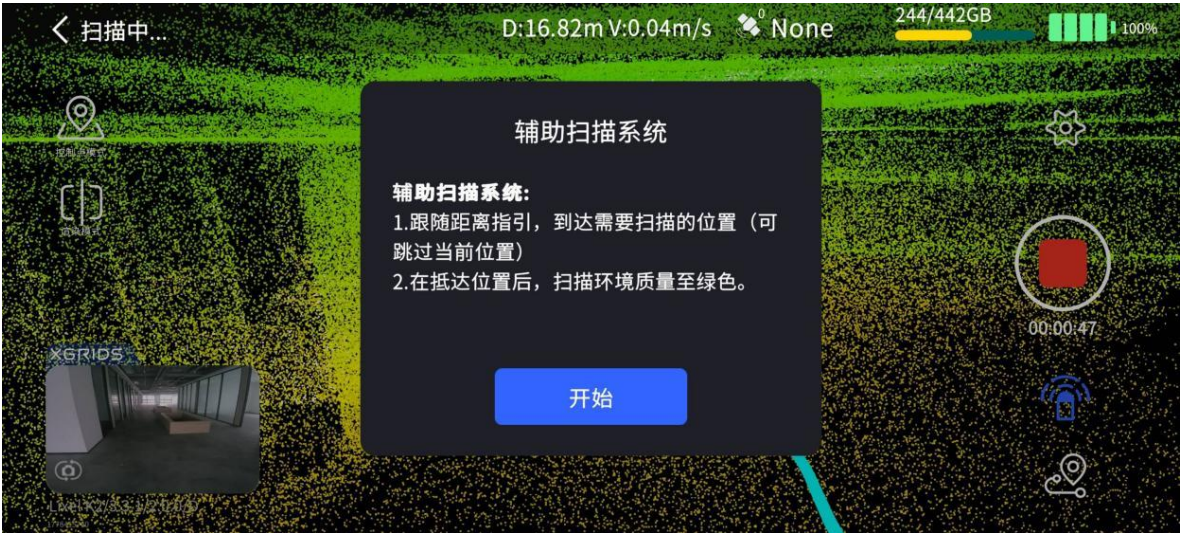
(2) 注意事项:

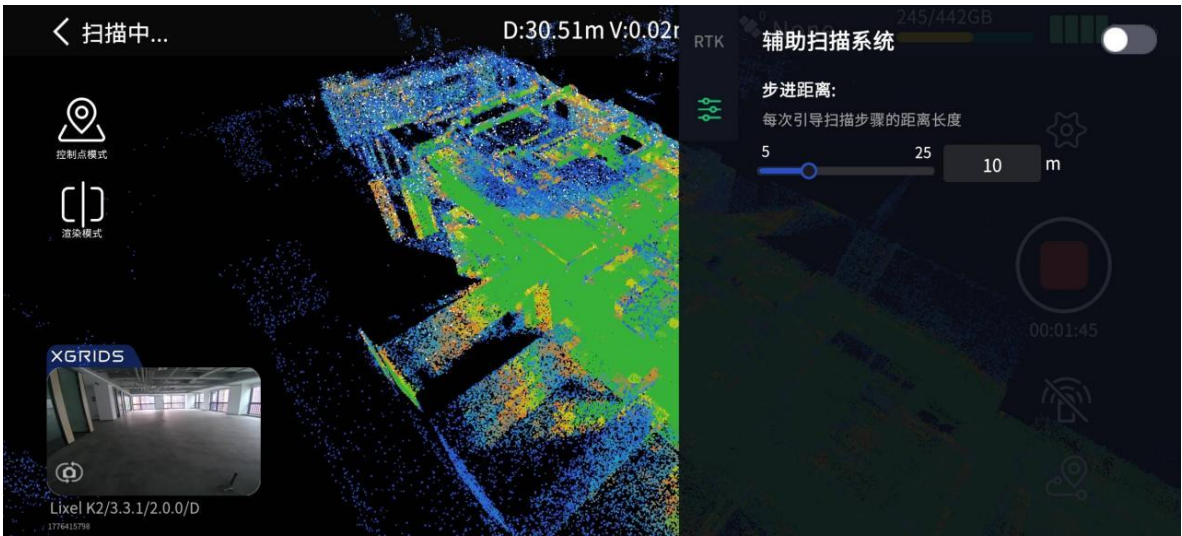
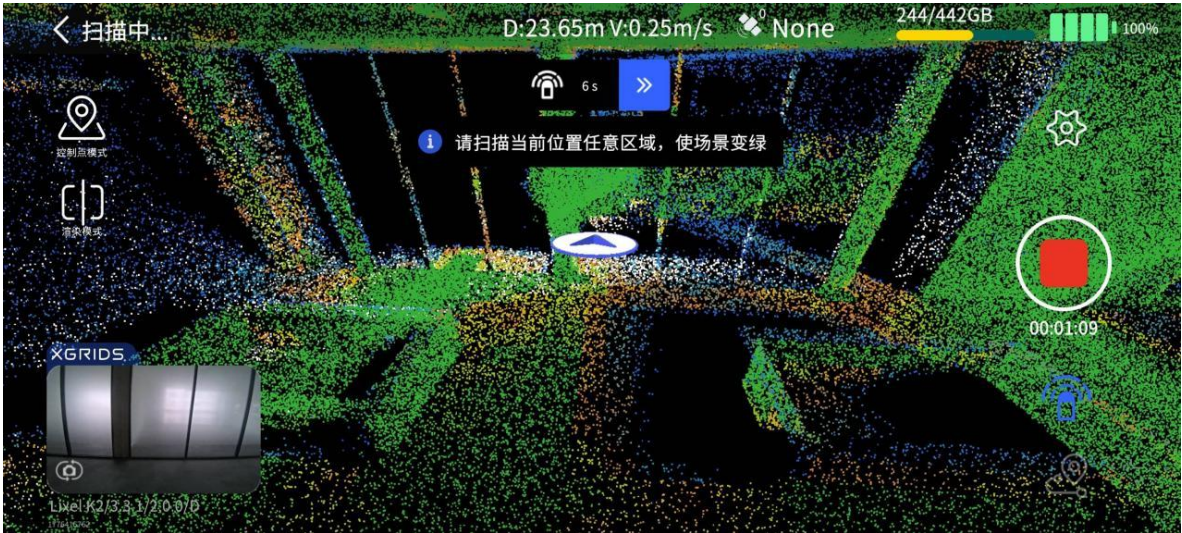
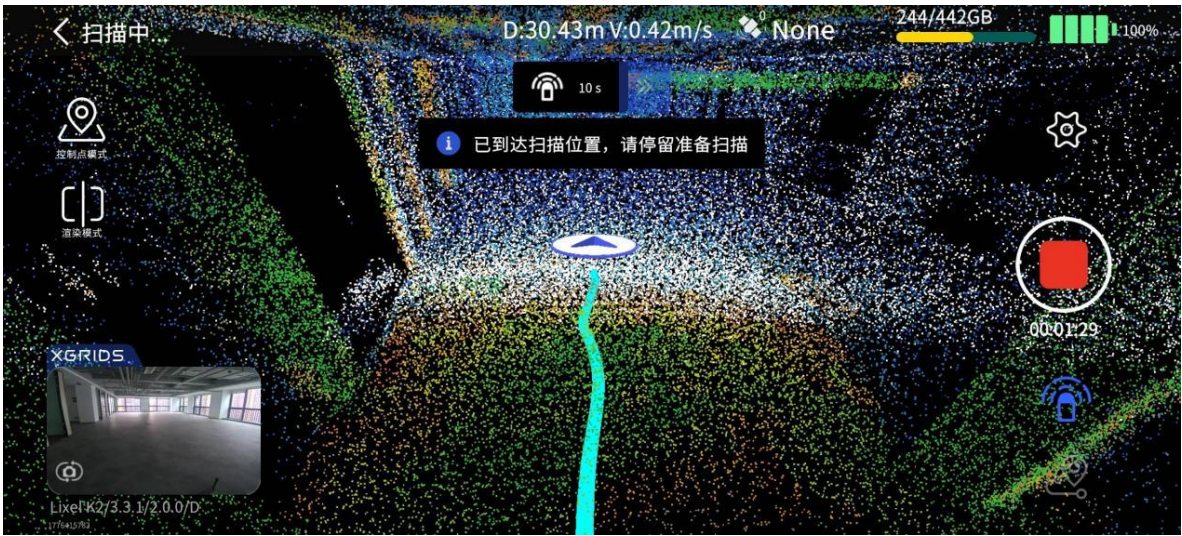
- 1) 不代表扫描精度
- 2) 不反映 LCC 扫描质量

(3) 使用方法:

- 1) 启动扫描后,点击停止按钮下方的"辅助扫描系统"
- 2) 系统启动后,可进入设置界面
- 3) 根据实际情况调整步进距离参数

建议: 根据扫描场景的复杂程度,合理设置步进距离,确保点云覆盖完整。





4.6 结束扫描

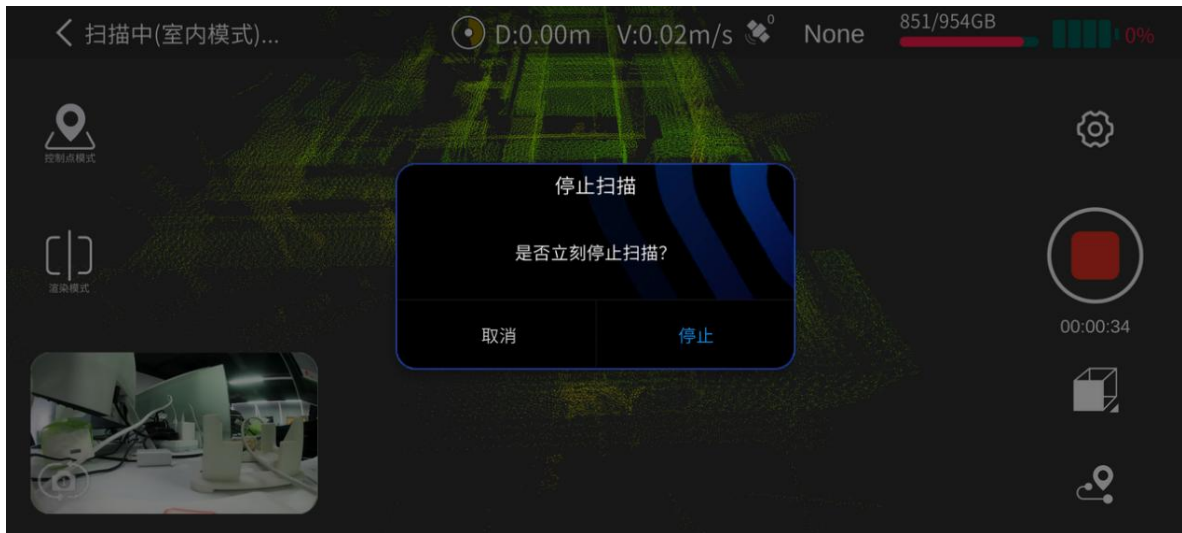
(1) 结束扫描

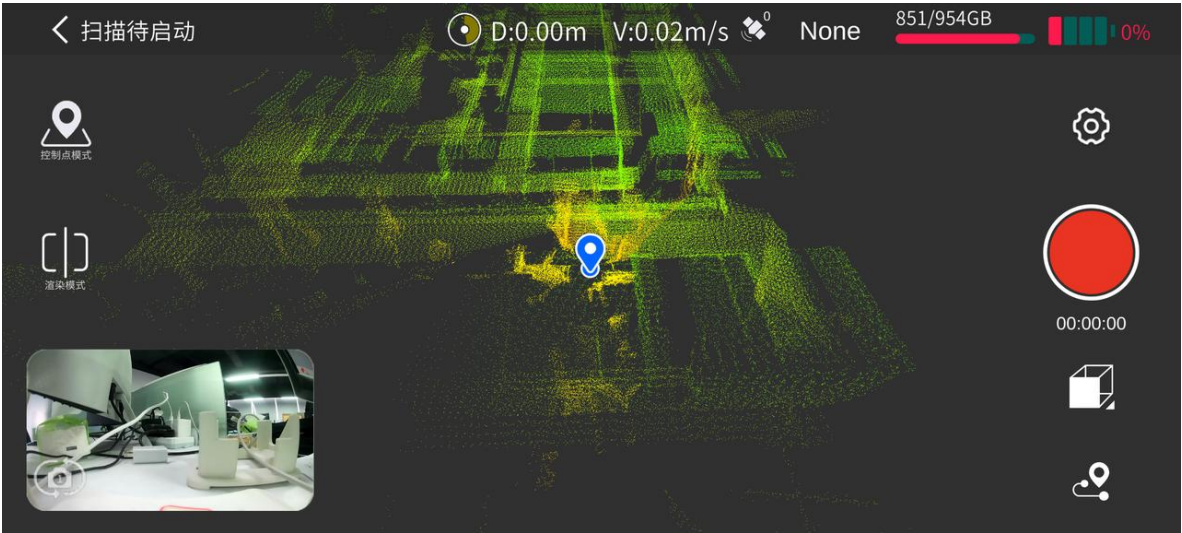
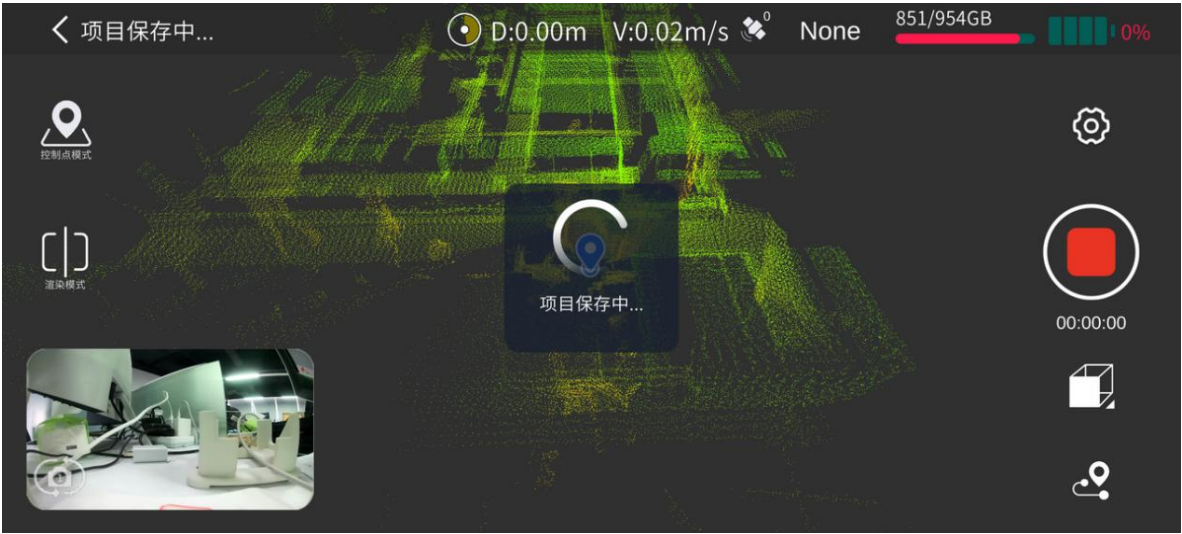
- 1) 点击屏幕右侧红色结束录制按钮
- 2) 在弹窗中确认停止扫描
- 3) 观察设备指示灯状态:
 - **绿灯快闪**: 正在保存数据
 - **绿灯长亮**: 扫描已完成, 数据保存成功

(2) 完成后可以:

- 1) 关闭设备
- 2) 开始下一次扫描

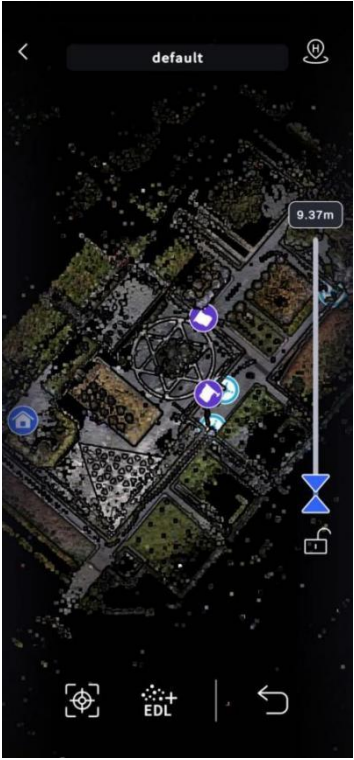
注意: 请等待指示灯变为绿灯长亮后再进行其他操作,确保数据完整保存



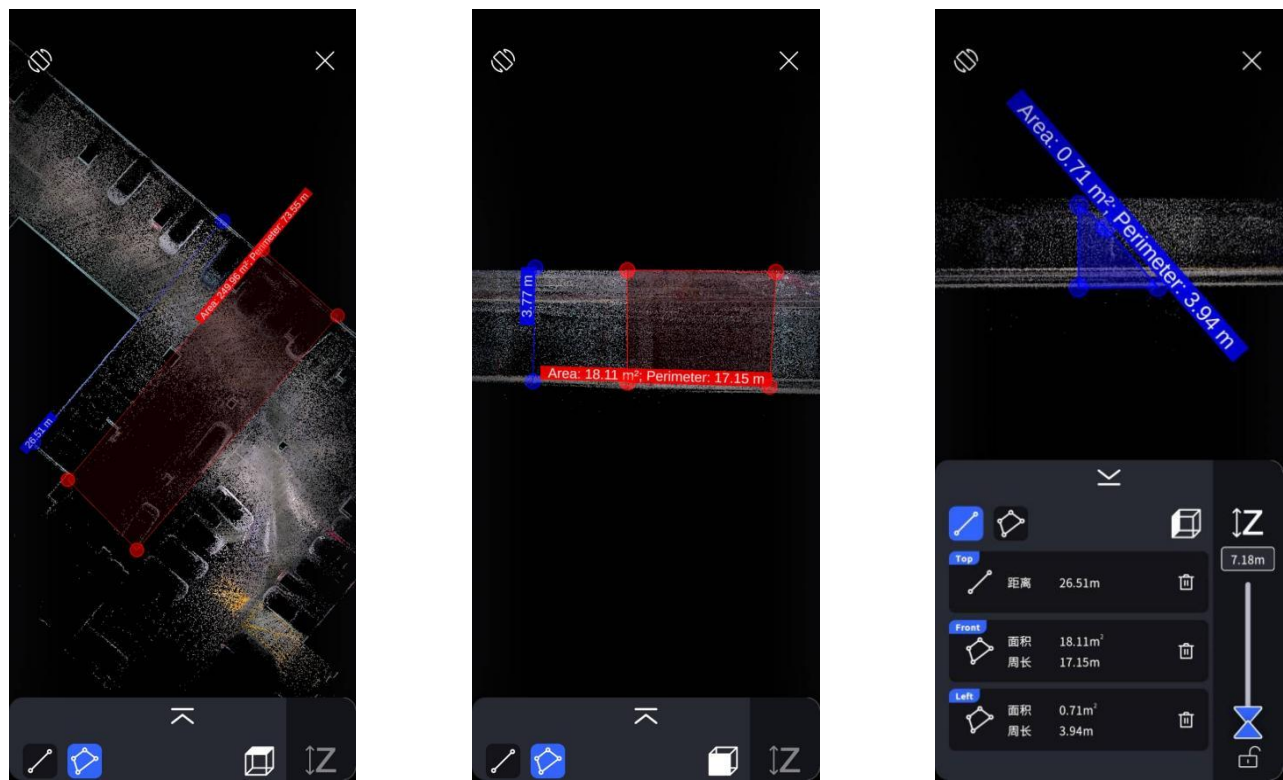


4.7 模型查看

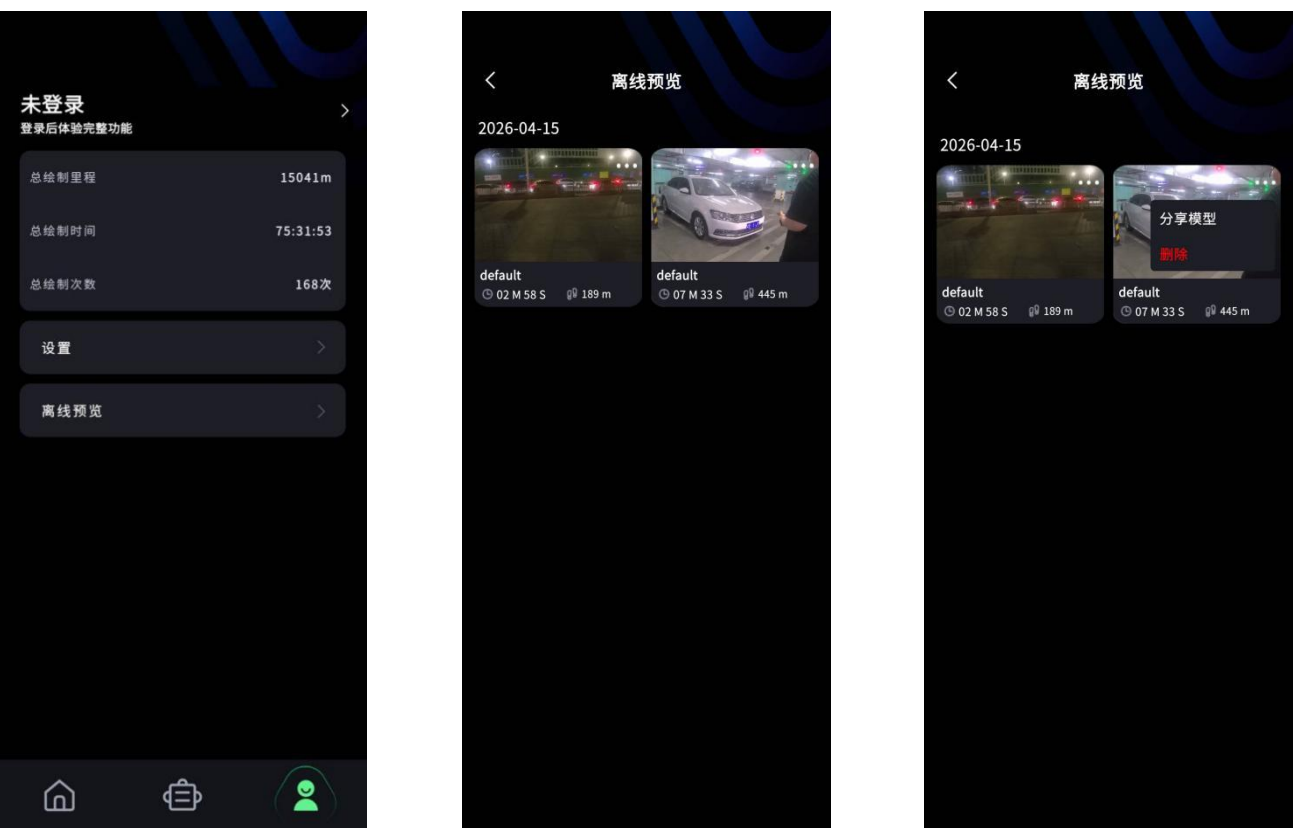
(1) 扫描完成后，可以通过 LixelGO 查看扫描完成的模型信息。



(2) 在模型查看中，使用测量功能。可以进行线测量和面积测量功能。



(3) 扫描完成后，可以通过 LixelGO 离线预览模块，进行快速的模型分享，分享格式为.las。



4.8 扫描数据导出

(1) 操作步骤

1) 开启设备并设置 U 盘模式

- 开机后,在 LixelGO 中将设备设置为 U 盘模式

2) 连接电脑

- 使用 Type-C 数据线连接设备与电脑

3) 拷贝工程文件

- 打开设备 U 盘目录
- 进入 model 文件夹
- 选择对应的工程文件
- 拷贝到电脑合适的目录下

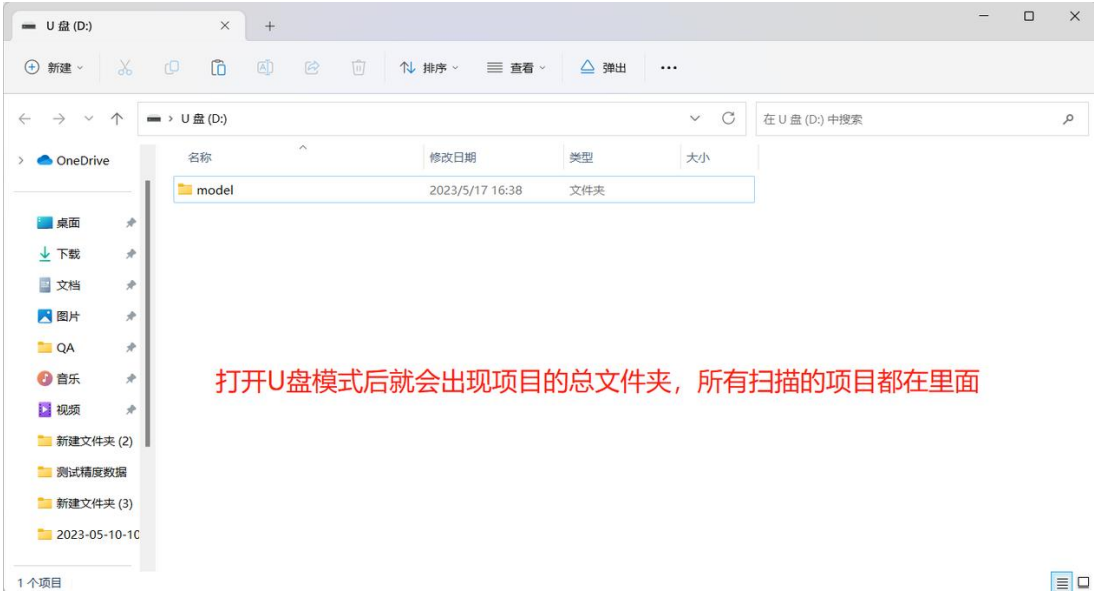
(2) 工程文件命名规则

文件名格式:项目名_年-月-日-具体时间

1) 示例:

- 停车场 B2F_2025-01-15-162026
- default_2025-01-15-143520

2) 说明: 文件名自动使用扫描开始时间命名,便于识别和管理。



default_2025-01-16-151347	2025/1/16 15:13	文件夹
default_2025-01-19-122200	2025/1/19 12:22	文件夹
default_2025-01-20-151747	2025/1/20 15:17	文件夹
packing_lot_B2F_2025-01-20-155803	2025/1/20 15:58	文件夹
SMBU_2025-01-19-112340	2025/1/19 11:23	文件夹

4.9 数据工程文件结构

工程文件如下：

 external_data	2025/6/6 15:28
 project_data	2025/6/6 15:28
 2025-06-06-152838.xbin	2025/6/6 15:30
 map.las	2025/6/6 15:30

文件名称	子文件名称	说明
xxx.xbin	-	设备传感器原始数据
map.las	-	设备实时点云。
project_data	control_points.csv	使用 LixelGO 添加控制点时记录控制点信息的文件。
	gnss.csv	使用 RTK 时记录 GNSS 信息的文件。
	poses.csv	记录扫描过程中的轨迹文件。
	project.json	记录设备的属性等相关信息。
	model	App 端的模型预览文件
	photo	添加控制点时刻的相机图像
	preview_photo.jpg	工程预览图
external_data	log	记录扫描过程中的日志
	-	数据从手持设备中拷贝下来之初，该文件夹为空。主要用于拷贝存放 Lixel Studio 后处理所需要外部文件数据，如外置全景相机的视频文件，经坐标转换后的 gnss.csv 文件。

注意：直出实时点云数据经过一定的降采样，如需要完整点云数据，请利用 LixelStudio 软件进行后处理。

5 获取绝对坐标点云数据操作流程

5.1 通过外部控制点

1) 方法说明

通过设备采集外部控制点,可以实现:

- 将扫描点云数据转换为绝对坐标系统
- 优化点云数据精度
- 控制点布设要求

2) 最低要求:

- 单次扫描至少需要 3 个控制点
- 控制点必须合理分布,不能过于集中

3) 数量规划:

- 控制点数量应根据项目精度要求确定
- 高精度控制点越多,转换精度越高

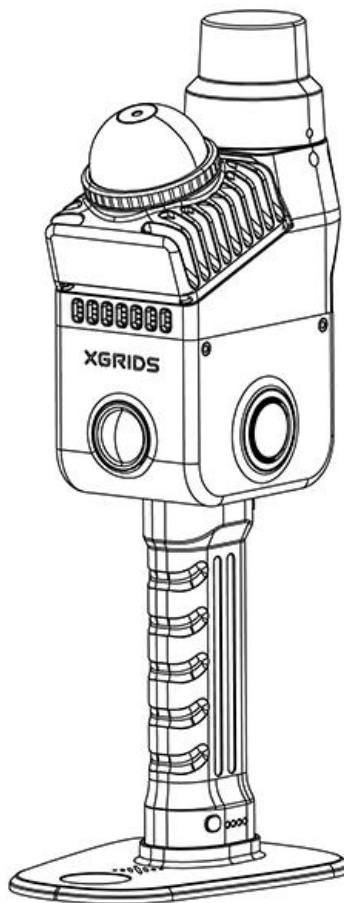
4) 分布原则:

- 控制点应均匀分布在测区范围内
- 分布越均匀,转换效果越好

注意: 控制点的数量和分布直接影响坐标转换质量和点云精度,请根据项目要求合理规划布设方案

(1) 设备安装

使用组件包括 Lixel K2 手持扫描仪、电池、控制点底座。设备安装示意如下：



(2) 外业扫描

1) 外业踏勘与规划

A. 控制点设计

a. 有地形图的情况:

- 根据地形图设计控制点位置
- 结合现场踏勘进行确认和调整

b. 无地形图的情况:

- 根据现场环境直接进行设计

B. 控制点布设要求

a. 分布要求:

- 控制点应均匀分布在测区范围内
- 控制点间距离应控制在 50m 以内

b. 数量要求:

- 至少 3 个控制点

注意：不可分布在一条直线上

(3) 开始扫描

开启扫描仪，并通过 LixelGO 或者机身开启扫描。具体步骤详见"设备开机与数据采集流程"章节。

1) 扫描中添加外部控制点

2) 控制点标记

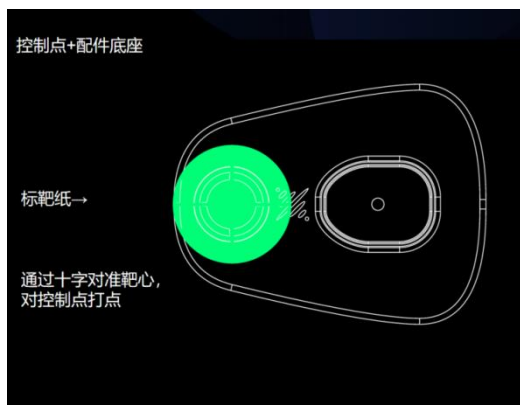
3) 标记物选择:

- 标准控制点靶钉
- 标准控制点标靶纸

4) 采集操作:

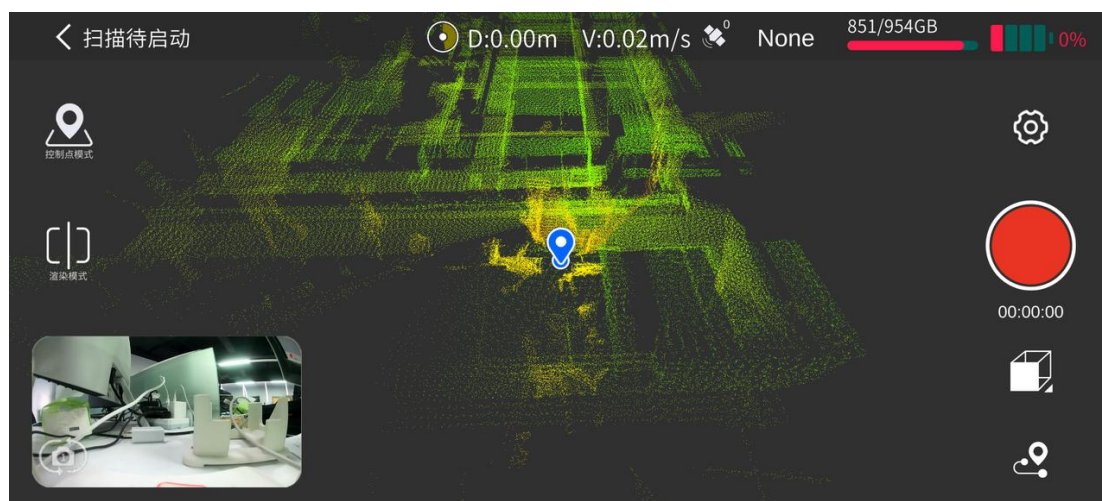
a. 步骤 1:对准控制点

- 扫描经过控制点时,将设备底座四周尖角对准控制点位置



b. 步骤 2:进入控制点模式

- 点击屏幕左侧"控制点模式"按钮



c. 步骤 3:添加控制点

- 点击屏幕左侧"+"按钮
- 输入控制点编号
- 点击"确定"
- 屏幕提示"控制点添加成功"



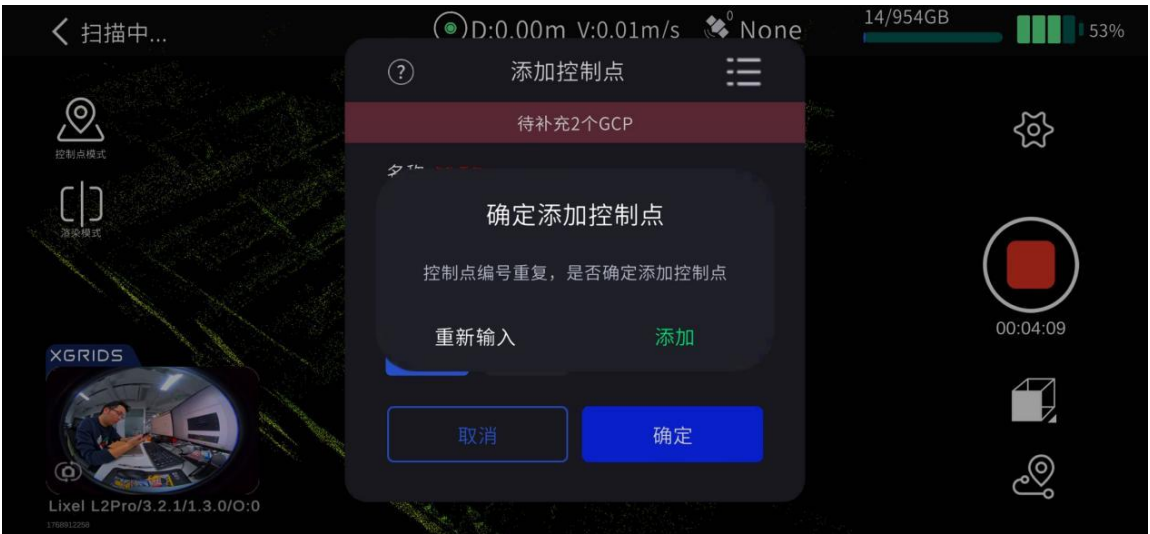
5) 注意事项:

a. 名称记录

- 请记录在 LixelGO 中添加控制点的名称和顺序
- 后续在 LixelStudio 处理时,导入的控制点文件名称必须与设备记录的名称一一对应

b. 重复名称

- 如果添加的控制点名称重复,系统会弹窗提醒
- 请根据实际情况判断是否继续



6) 控制点管理

a. 查看控制点列表:

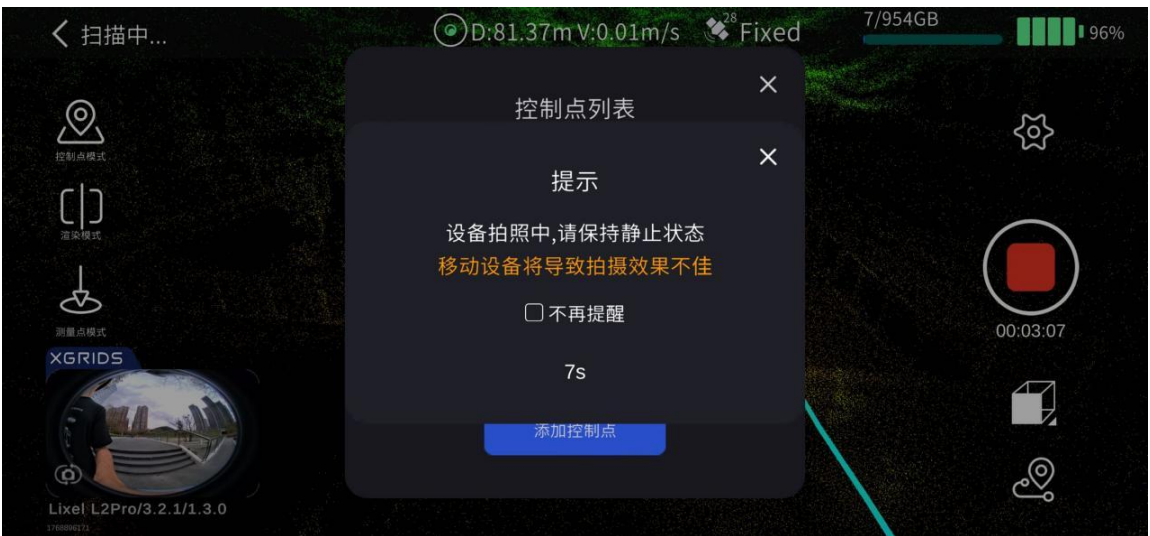
- 在屏幕左侧"控制点列表"中查看已采集的控制点

b. 删除控制点:

- 点击控制点右侧删除按钮,可删除对应的控制点



■ 【POI】点击屏幕左侧 “+” 添加控制点





c. 结束扫描

点击屏幕右侧红色结束录制按钮，设备绿灯快闪，扫描结束后设备变为绿灯长亮。然后即可关机或开始第二次扫描。

(4) 内业数据处理

详见 LixelStudio 产品手册；

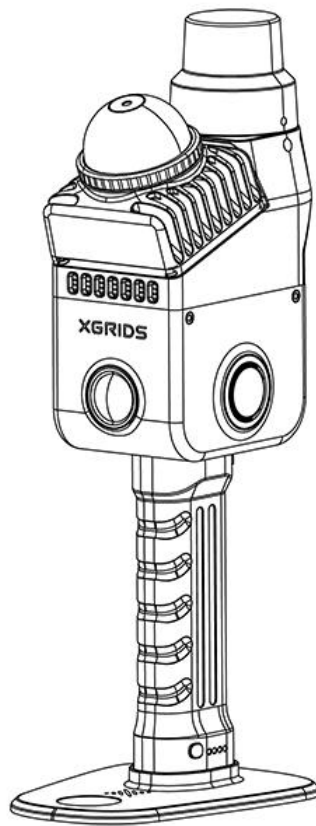
5.2 通过 RTK 模块

通过搭配 RTK 配件，在采集过程中可以直接获取绝对坐标信息，同时可以提高点云数据整体精度。

注意：为保证使用效果，请在室外 RTK 信号良好情况下用该模式进行扫描

(1) 设备安装

使用组件包括灵光 K2、电池、底座。设备安装示意如下：



注意：

RTK 模块指示灯有蓝色、绿色和红色三种。

红色：RTK 未连接；蓝色：RTK 连接，未固定；绿色：RTK 连接且有固定解。

(2) 外业扫描

1) 扫描路线规划

根据现场扫描环境合理规划扫描路线,重点关注以下要求:

RTK 信号保障:

- 尽可能保证扫描路线中 RTK 信号良好。
- RTK 连续断联或未固定的路段应控制在 50m 以内。

注意: 良好的 RTK 信号是保证后处理精度的关键因素

RTK 状态指示灯说明	
指示灯颜色	状态说明
红色	RTK 未连接
蓝色	RTK 已连接,未固定
绿色	RTK 已连接且有固定解

建议: 扫描过程中注意观察 RTK 指示灯状态,尽量在绿色(固定解)状态下进行扫描

2) 连接设备

开启扫描仪，并通过 LixeIGO 连接扫描仪。具体步骤详见设备开机开始采集流程。

3) RTK 账号设置

进入设备界面，点击 RTK 设置（卫星图标按键），进入 RTK 设置。目前提供千寻、中移、自定义三种账号配置方式，用户可以根据实际情况进行配置。自定义设置如下：



千寻、中移：用户可以通过输入相应的账号密码进行登录。

4) RTK 账号管理

存在单个或多个常用账号时，可以通过保存按钮，将 RTK 账号信息进行到 LixelGO 应用缓存中。

A. 操作方式：

- a. 输入 RTK 账号信息，主机，端口，源节点等。
- b. 点击保存按钮，此时会弹出选择保存的配置项，点击保存，RTK 账号信息将被保存至 LixelGO 的应用缓存中。
- c. 点击编辑按钮，可以修改配置项的名称，点击保存后，RTK 账号配置将变更名称。
- d. 下拉列表可以查看到保存的 RTK 账号配置项信息。



B. 注意：

- 目前支持千寻、移动和自定义 RTK。使用自定义 RTK 需要确保 RTK 数据格式为通用格式，否则无法正常使用。
- 第一次设置设备将会自动记录 RTK 账号信息，后续使用将会自动登录。
- 如果要变更 RTK 坐标系，会有 5 分钟左右的延迟，建议在变更 5 分钟之后再开始作业。
- 目前 RTK 配件可获取 WGS84、CGCS2000 和 ITRF2008 绝对坐标系信息，高程系统为大地高。

5) RTK 高级设置

K2 存在两种 RTK 模式:

GNSS 模式 设置	功能定义	使用步骤
RTK	使用 RTK 模块 RTK 功能，接收差分数据进行实时定位，并记录到工程项目文件中	在启动页面选择 RTK 模式 在 LixelStudio 软件中使用 RTK 模块进行工程处理
PPK	使用 RTK 模块 PPK 功能，接收卫星播发的原始数据，并记录到工程项目文件中	在启动页面中选择 PPK 模式 在 LixelStudio 软件中使用 PPK 模块进行工程处理

6) 卫星系统设置:

在 RTK 高级设置中，可以支持个性化选择卫星系统。支持单选，多选，和全选。

A. 前提条件：a. 固件版本 2.3.0 以上； b. RTK 已接入的状态。

B. 选项说明

- 进入 RTK 高级设置，会自动读取设备内的卫星系统设置并显示。
- 支持单选，多选，全选等多种方式。
- 勾选后，点击设置，设置成功后即时生效。



7) 开始扫描

RTK 模式下，需等待 RTK 模块指示灯变绿，同时 LixelGO 端显示 RTK 信号变为 Fixed 后，方可拿起扫描仪开始扫描作业。



注意：

- A. RTK 模式仅支持室外有 RTK 信号的场景，室内场景下 RTK 将无法获得固定解。
- B. RTK 固定解时，RTK 模块指示灯变为绿灯，蓝灯时，注意观察卫星星数
- C. LixelGO 上卫星状态为 fixed 方可开始作业，不能是 NONE、float、single
- D. 为了确保精度，建议保证设备采集过程中大部分时间为固定解状态。需要保证 RTK 有效数据 > 100 个才能在 Lixel Studio 中正常进行坐标转换。
- E. 采集时，尽可能保持扫描仪垂直，行走时，一般扫描设备倾角不超过 15°。特殊情况，如需扫描小空间范围地面，或者地面靶标时，设备倾角最多不可超过 30°。
- F. 注意扫描空间范围，保证扫描范围在 10m 以上。

8) 结束扫描

点击屏幕右侧红色结束录制按钮，设备绿灯快闪，扫描结束后设备变为绿灯长亮。然后即可关机或开始第二次扫描。

(3) 内业数据处理

详见 Lixel Studio 使用说明书。

6 地图融合

功能说明

地图融合可实现:

- 在有有效控制点或 RTK 数据时,自动无缝拼接多个工程的点云;
- 在有绝对坐标信息时,将点云转换为绝对坐标系统;
- 避免单独使用全局优化时,因 RTK 或控制点精度问题导致的重叠区域分层。

6.1 外业操作

(1) 基本规范

外业操作规范请参考"获取绝对坐标点云数据操作流程"章节。

(2) 重叠区域要求

- 1) **适用范围:** 所有融合模式
- 2) **路径重叠:**
 - A. 相邻两个地图之间必须有一定长度的重叠路径。
 - B. 重叠路径长度建议 15-30m,最少不低于 15m。
- 3) **场景选择:**
 - A. 重叠区域应选择特征丰富的场景。
 - B. 避免在以下退化场景设置重叠区域:
 - 空旷区域
 - 长走廊
 - 光滑隧道
 - 其他特征稀少的环境

(3) 控制点融合要求

1) 带绝对坐标的控制点:

A. 相邻工程之间保证有 $>15\text{m}$ 的扫描重叠区域。

2) 不带绝对坐标的控制点:

A. 相邻工程之间保证有 $>15\text{m}$ 的扫描重叠区域。

B. 在重叠区域内有效记录控制点。

C. 两个工程打同一个控制点时,必须满足:

- 设备位置一致
- 控制点名称一致

(4) 坐标转换最低要求

满足以下条件才能进行坐标转换:

1) 地图连接关系

A. 所有地图之间存在连接关系(通过相对控制点或续扫方式)。

2) 绝对控制点数量

A. 所有地图中绝对控制点总数至少 3 个。

B. 控制点不得分布在一条直线上。

注意: 若未满足以上要求,数据融合将无法正常工作

6.2 内业数据处理

详见 Lixel Studio 使用说明书

7 典型场景路线规划建议

7.1 整体采集路线原则

- (1) 保证扫描过程中有尽可能丰富的观测；
- (2) 尽可能避免一直在扫描新的区域，可以适当走一定的回环；
- (3) 尽可能避免动态物体带来的影响。

7.2 室外场景

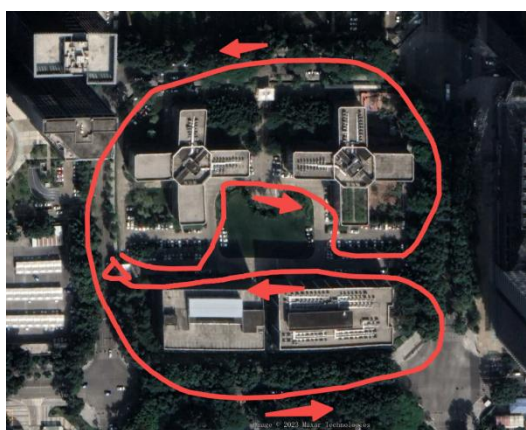
- (1) **典型场景：**公园、园区、建筑群等。



不推荐路线



推荐路线



不推荐路线



推荐路线

(2) 纹理丰富场景：

- 1) **纹理丰富，文字信息丰富：**使用前视相机朝向扫描区域，进行上下画“U”的方式进行扫描。建议：场景扫描速度 $\leq 1.0\text{m/s}$ ，高清扫描速度 $\leq 0.5\text{m/s}$ ，与被扫描对象保持 $0.5\sim 1\text{m}$ 左右的距离。
- 2) **地面标志物：**将设备向下倾斜一定角度（小于 30° ）高清扫描。

7.3 室内场景

以常见办公室为例

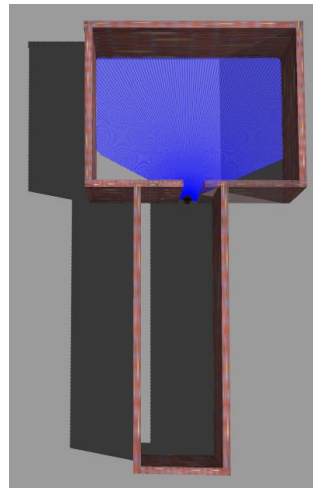
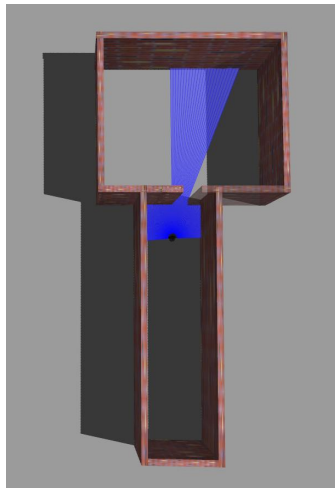
(1) 路线规划

- 1) 与跨楼层的室内停车场类似，建议自上而下扫描，蛇形绕行。
- 2) 控制点打点方式与停车场场景一致，选择绝对坐标控制点与核心区域进行打点。

(2) 进出门

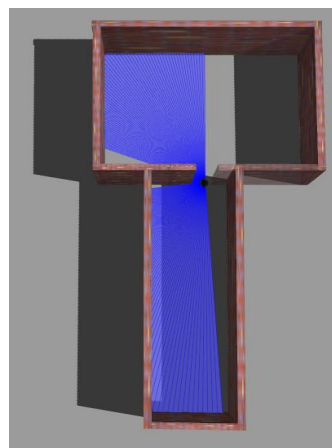
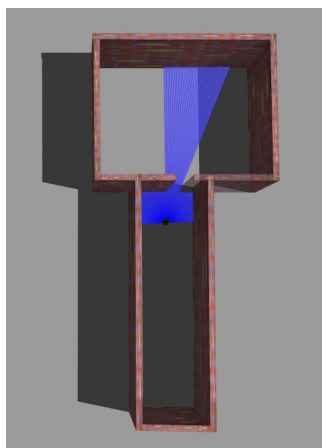
1) 错误示例：

正面进门，会让室内、室外激光点云数据丢失共同视野，失去参照物，导致数据歪斜。



2) 正确示例：

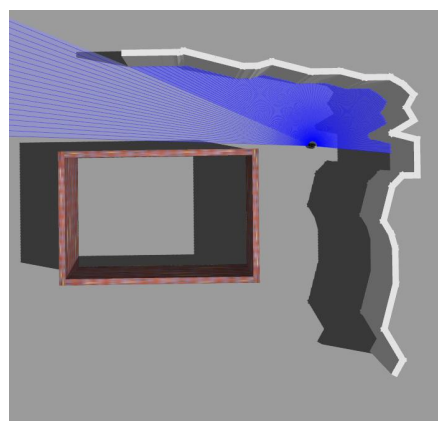
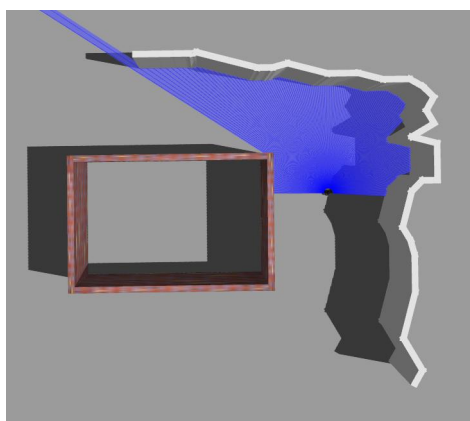
侧身进门，保证室内激光点云和进门前的扫描域有共同视野，更好地衔接 室内外数据。



(3) 挂角

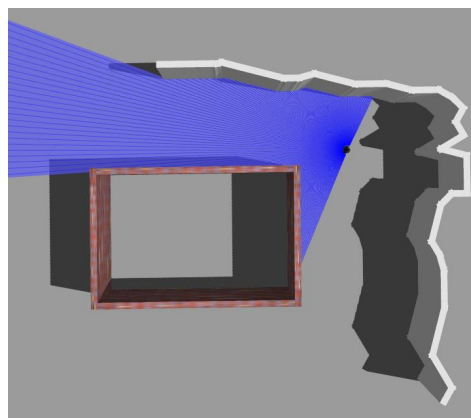
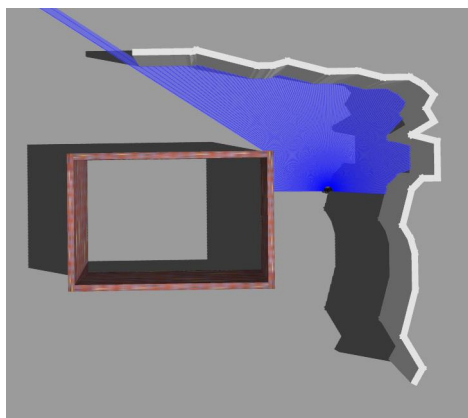
1) 错误示例:

径直往前走，导致丢失左下角的墙体视野，激光点云缺少参照物容易失准。



2) 正确示例:

转弯时侧身一定角度，保证激光同时能扫描到左下角墙面和右侧轮廓，更好地衔接数据。

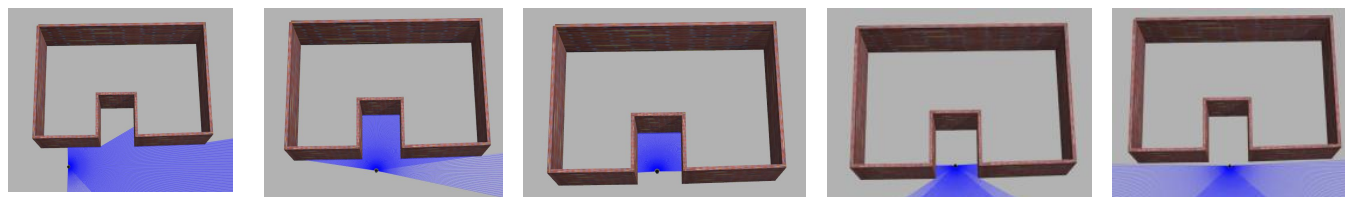


(4) 进出狭小空间

扫描完狭小空间退出时，需要观察扫描过程中参照物是否足够、结构化特征是否明显。如果不满足以上两个条件，退出时要尽可能把视角对准结构化特征好的区域，同时避免发生过大的视角切换。

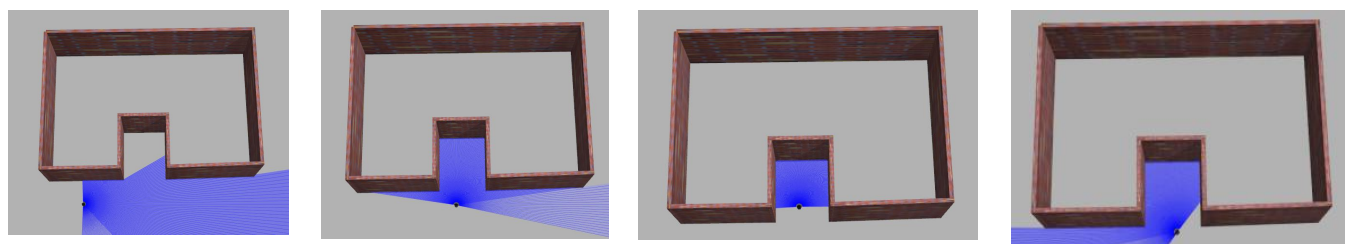
1) 错误示例：

直接转身退出。会导致参照物缺失、参照物结构化特征约束不足。



2) 正确示例：

倒退或者侧身退出



(5) 天花板以及地面

当在狭窄区域内，由于雷达 FOV，需要适当的将设备进行倾斜（ $< 30^\circ$ ）。在条件有限的场景中，可以在相对静止的场景下，将设备缓慢倾斜（ $> 30^\circ$ ， $< 60^\circ$ ，不可超过 30s）对地面或天花板进行扫描补充。

8 注意事项

8.1 扫描启动阶段（仪器初始化）

(1) 启动操作要求

1) 设备放置与稳定

A. 放置要求:

- 将设备放置在平地上进行静置启动
- 避免晃动,保持平稳

B. 稳定措施:

- 启动时可适当扶稳设备
- 确保激光雷达前方无人员或遮挡物

2) 初始化等待

A. 等待时间:

- a. 等待手机界面中出现点云后,至少静置 10 秒;
- b. 如使用 LixelGO 1.1.0 及以上版本,请根据软件提示"初始化成功"后再拿起设备。

B. 拿起设备:

- a. 缓慢拿起设备,避免剧烈动作;
- b. 开始正常采集。

(2) 初始化环境要求

1) 人员位置:

- 采集者应与设备保持适当距离
- 避免遮挡激光雷达

2) 环境选择:

A. 推荐环境:

- 特征丰富的区域。

B. 避免环境:

- 空旷平原等特征稀少的环境
- 大范围玻璃等有折射的环境
- 有较多动态物体的区域

原因: 充足的初始化特征可确保更好的数据质量

8.2 扫描注意事项

(1) 移动动作要求

避免的动作:

- 大幅度快速转动身体
- 急停
- 设备快速大幅度偏转和甩动

影响: 以上动作会影响点云建图精度与效果

(2) 行走速度控制

A. 常规场景:

- 建议行走速度在 1m/s 以下

B. 特殊场景:

- 特征较少的区域
- 狭小空间

- 转弯处

要求: 需进一步减慢速度

(3) 设备倾斜角度限制

A. 常规扫描:

- 设备倾斜不可超过 15°

B. 特殊情况:

- 狭窄区域需扫描完整地面
- 需扫描地面标靶

允许: 可短暂超过 15° ,但不可超过 30°

(4) 避免遮挡

避免长时间出现以下情况:

- 激光雷达视场角 1m 范围内存在大范围物体遮挡
- 遮挡面积超过雷达视场角的 50%

(5) 扫描距离要求

A. 常规要求:

- 尽可能保证离扫描对象 0.5m 以上

B. 重要地面数据扫描:

- 尽可能在较近距离扫描
- 扫描姿势:将扫描仪手握在身体中央
- 避免离地面过近

(6) 室外场景注意事项

A. **适用场景:** 马路、街道等有较多人流、车流的动态场景

B. **操作要求:**

- 避免激光雷达对准动态物体
- 如一侧有较多动态物体,将激光雷达对准另外一侧
- 避免激光雷达视场角中有过多动态物体特征

(7) 室内多房间/楼层扫描

A. **准备工作:**

- 提前将所有需要扫描的门打开

B. **过门操作:**

- a. 缓慢扫描,在门口侧身停留一段时间
- b. 确保可以同时扫描门口两侧特征

C. **遇门未打开的情况:**

- a. 在靠近门口前缓慢转身;
- b. 将仪器背对门口;
- c. 背身打开门;
- d. 缓慢进入。

8.3 控制点模式

- (1) 仪器放下打点时,避免与地面产生大幅度的磕碰导致的震动;打完控制点拿起仪器时,缓慢平稳拿起仪器,否则剧烈动作将会影响精度。
- (2) 要先打控制点, LixelGO 反馈添加控制点成功后,拿起设备,围绕控制点周围转 1-2 圈或停留一段时间,以获取更完整的控制点周边点云。
- (3) 打完控制点以后,如果要结束工程录制,请等待 15s 以上,再结束工程录制。

- (4) 为保证后处理精度，控制点布设间隔需保证两点间距离 $<50\text{m}$ ，且均匀分布于扫描测区范围内。注意：控制点不能在一条直线直线上。

8.4 RTK 模式

- (1) RTK 模块仅支持在有 RTK 信号的情况下使用，室内无信号时不可使用。
- (2) 注意手持方式，正常情况下，保证设备倾斜不超过 10° 。
- (3) 最低要求【能进行绝对坐标转换，但是精度会损失】：为保证后处理点云坐标可以进行转换，扫描时注意扫描空间范围，以及保证区域内有一定范围的空旷区域，需扫描区域范围在 10m 以上且 RTK 有效数据至少 >20 个。【有效数据：在 Lixel Studio 软件中显示有效点数 >20 】。
- (4) 如需进行精度检核，采集路线需保证 100m 以上且非直线。
- (5) 为保证点云后处理精度，尽可能保证 RTK 连续不固定 $<50\text{m}$ 。

8.5 附色模式

- (1) 为保证赋色成果，扫描时，需保证数据采集时长在 3min 以上，且采集时需有走动，不可使扫描仪静止在同一位置。
- (2) 点云的赋色效果依赖于周围环境与环境光。对于黑暗环境，如果需要赋色，建议打灯保证周围有均匀亮光。扫描过程中也要避免光照过量、过曝光的情况。
- (3) 采集时注意扫描仪手持方式，尽可能避免机身相机被遮挡或长时间有物体在相机一侧或两侧，以免影响赋色效果。

8.5 精度检核

对于精度检核时，粘贴靶标的点，需要绕靶标扫描或者在靶标处适当停留，以获取更完整靶标点云以便在后续精度检核中，提高自动提取靶标点的成功率。