

FT-1500

机载激光测量系统

操作手册

武汉珞珈伊云光电技术有限公司

2023年1月

目录

1. 外业作业流程.....	4
1.1. 安全保障.....	4
1.1.1. 首要保证.....	4
1.1.2. 作业环境保障.....	5
1.1.3. 飞行安全保障.....	5
1.2. 采集前准备.....	5
1.3. 基站架设.....	6
1.3.1. 基站架设要求与目的.....	6
1.3.2. 静态采集.....	7
1.3.3. 注意事项.....	7
1.4. 设备检查.....	7
FT-1500 系统主机连接载体	8
1.5. 航线规划.....	9
1.6. 数据采集流程.....	9
1.6.1. 软件操作流程及启动.....	9
1.6.2. 软件操作界面说明.....	10
1.6.3. 设备连接.....	10
1.6.4. 选择航高.....	11
1.6.5. 新建工程.....	12
1.6.6. 开启 POS 静止.....	13
1.6.7. 开启 Lidar.....	15
1.6.8. 关闭 Lidar.....	16
1.6.9. 关闭 POS 静止.....	17
1.6.10. 关闭工程.....	18
1.6.11. 拷贝数据.....	18

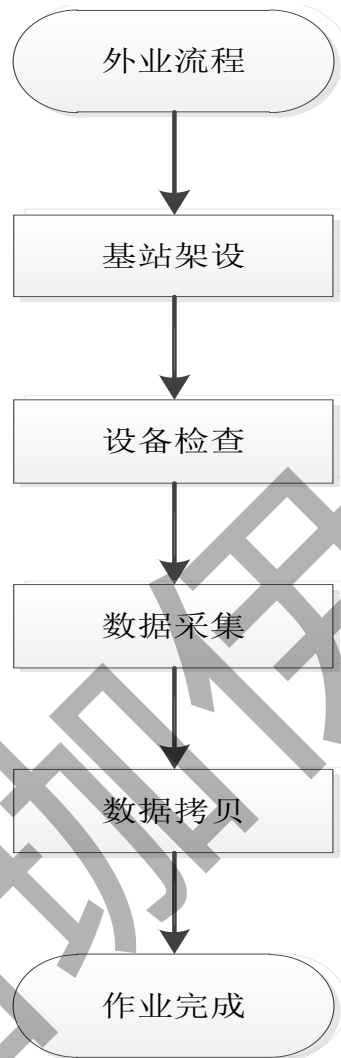
前言

欢迎使用FT-1500 机载激光测量系统（以下简称FT-1500 系统）培训教程，本教程覆盖了从原始数据采集、生产、到成果应用等全套流程。适用于FT-1500 系统外业采集人员以及内业作业处理人员，通过学习使用本教程，使您能够独立操作和使用我公司的FT-1500 系统和相关系列软件。

致理伊云

1. 外业作业流程

为获取符合输出要求的成果数据，数据生产必须遵守规定的作业流程，本教程中定义的外业作业流程如下图所示：



1.1. 安全保障

1.1.1. 首要保证

确保飞控手能熟练操作无人机、激光雷达、地面基站等设备，熟悉所操作的无人机性能，包括但不限于无人机续航、抗风能力、抗电磁干扰能力等。

1.1.2. 作业环境保障

(1) 执行作业任务当天应根据客观情况选择最合适的起降点，考虑到多旋翼能够悬停的特点，保证起飞点最少半径 50 米内无障碍物；

(2) 使用风速仪，测得起降点实际风速，风力在无人机的抗风等级范围内方可作业；

(3) 检查作业人员装备是否完备，如防风护目镜、防晒衣、遮阳帽等。

(4) 进行作业现场清场，飞控手距离无人机起飞点半径 5 米以外，其他机组相关人员，需距离无人机起飞点半径 25 米以外，其他无关人员距离无人机起飞点半径 50 米以外；

(5) 仔细检查作业设备、配件，确保设备与配件齐全。

1.1.3. 飞行安全保障

(1) 对于执行航线飞行以及远距离超视距飞行作业，为了防止因上升距离过长发生碰撞建（构）筑物的事故，需尽快上升至航线作业高度，然后直线飞往任务航线的第一条航带的第一个航点；

(2) 在规划航线时，上升与下降航线必须避开高度较高的建（构）筑物，确保整条航线与地面建（构）筑物始终保持安全距离；

(3) 飞行过程中，对于电池电压要做好监视工作，防止因为电压不足导致无人机坠毁。

1.2. 采集前准备

在正式进行FT-1500 系统的外业数据采集之前，作业人员应当做如下准备工作：

1. 获取数据需求并明确测区范围，根据所用的任务设备，制定飞行方案；
2. 提前了解天气情况，选择前往测区作业的时间；
3. 明确小组成员职责分工，确认任务实施的负责人；

4. 作业人员需对测区和测区周围进行实地踏勘，采集地形地貌、地表植被以及周边的机场、重要设施、城镇布局、道路交通、人口密度等信息，为起降场地的选取、航线规划决策提供现场资料。对于起降场地的选取，应满足以下要求：

(1) 距离军用、商用机场须在 10 公里以上；

(2) 起降场地相对平整，通视良好；

(3) 远离人口密集区，半径 200 米范围内不能有高压线（人员与无人机需尽量与其保持安全距离，以防止电弧击毁无人机），高大建筑物，重要设施等；

(4) 起降场地地面应无明显凸起的岩石块、土块、树桩，无水塘、大沟渠等；

(5) 附近应无正在使用的雷达站、微波中继、无线通信等干扰源，在不能确定的情况下，应测试信号的频率和强度，如对系统设备有干扰，须改变起降场地；

5. 在无人机地面站下载作业区域的离线地图，根据测区范围、实地踏勘评情况和初定起降点规划航线；

6. 作业人员需至少在出发前一天做好一切准备，保证设备的正常运行，包括无人机设备、任务设备、辅助工具、电池充电、通勤车辆等。

1.3. 基站架设

在激光雷达作业前，必须使用RTK架设基站，进行静态数据的采集，方可进行后续的后差分解算。

1.3.1. 基站架设要求与目的

基站要求架设在卫星信号良好的地方，若有已知控制点，则优先架设在控制点上。基站架设与其他设备安装独立进行，没有严格的先后顺序要求。但是在 FT-1500 进行数据采集前，基站必须架设完成，并开始正常存储静态数据工作。

架设基站的目的是为了通过固定基站所观测到的GPS信号，来校正移动站所观测GPS信号的误差。

1.3.2. 静态采集

因不同品牌的RTK操作方式与文件格式不同，这里主要说明采集参数以及使用流程。在完成RTK设备与手簿连接后，点击【静态采集】，进入基准站设置界面。在【静态采集设置】选项中输入仪器量高方式和仪器高，【采样频率】为【5 HZ】，【截止高度角】为【12 度】。完成设置后点击【开始采集】，即完成基准站的设置。

1.3.3. 注意事项

在架设基准站过程中，为使基准站正常工作或使采集数据精确，需注意以下注意事项：

1. 基准站位置选择要正确，在采用后差分模式下移动站（即机载FT-1500）与基准站之间的距离不能超过 20km，即每次架设好基准站后，移动站的工作范围限定在以基准站为中心，半径 20km的圆形区域内；
2. 如果基准站架设在容易受到外来因素干扰的环境下，则需要有专人看守基准站；
3. 架设基准站前，确保基准站内存空间充足、确保基准站电池电量充足、确保基准站架设处绝对空旷；

1.4. 设备检查

FT-1500 系统主要由主机、天线组件、电池、电源线及数据线、减震平台与挂架等部分组成。



设备安装简单便捷，按照预留的孔位，将挂架及天线组件固定在设备上，电池使用魔术贴固定在挂架上方，连接好电源线以及GNSS天线，即可完成设备的安装。

FT-1500 系统主机连接载体

FT-1500 系统主机与无人机连接通过采用锁扣的方式连接，可快速安装与拆卸，安装步骤如下：

1、检查FT-1500系统主机挂架与主机固定螺丝是否松动，减震球是否脱落，确保主机挂架、减震平台、主机之间连接牢固；

2、将FT-1500 系统主机的挂架部分锁扣挂在无人机挂架上的横杆上，调整前后位置直至重心平衡后扣紧锁扣，并拧紧锁扣螺丝；

注意：

1. 每次作业前注意检查紧固螺丝，确保设备挂架与无人机挂架连接牢固，以免造成设备或人员的意外损害；

2. 设备安装时扫描仪须朝向无人机前进方向。

1.5. 航线规划

在进行航线规划前，首先需要明确项目需求：采集点云、采集影像还是点云影像同步采集，在点云影像同步采集时航线按照影像要求进行航线规划，单独采集点云时采集参数如下：

航高/米	100	200	300	400	500
频率/khz	500	400	300	250	100
能量	1000	1000	1000	1000	1000/240
最大航间距/米	110	220	330	440	550

航高：航高设置需要根据影像地面分辨率和地形决定；

航速：根据无人机性能和激光点云地面分辨率设置，一般设置在 7-10m/s

；

航线间距：根据影像旁向重叠度或激光航带重叠度计算得到，上表中的最大航线间距是按照扫描仪相对测区内最高点的航高设置，最大航间距下点云的重叠度为 20%，如需加大点密度或测区高差较大，需要灵活调整航间距。

频率：频率设置与扫描仪测距相关，频率越高，扫描距离越短，且频率与点云的航向地面分辨率相关，频率越高，航向地面分辨率越高，此处设置需要根据航高和要求的地面分辨率协调设置。

航线规划最终使用参数为：航高、航速、航线间距、扫描仪频率等信息，按照对应的信息在无人机地面站中生成航线即可。

1.6. 数据采集流程

1.6.1. 软件操作流程及启动

该部分主要详细介绍FT-1500 系统设备进行实地外业数据采集的操作，作业流程如下：

设备通电——电脑连接设备WIFI——操控软件连接设备——设置航高——新建工程——开始POS并静置 5 分钟——开启雷达——无人机起飞——开始采集——无人机降落——电脑连接设备WIFI——关闭雷达——关闭POS并静置 5 分钟——关闭工程——数据拷贝——设备关机

1.6.2. 软件操作界面说明

双击桌面快捷方式图标，弹出软件启动界面，首次启动时主界面无数据显示，该软件提供了实时监测lidar状态信息、IMU信息、GPS信息，远程设置激光雷达参数、控制激光雷达、相机功能，操作界面如图1所示。

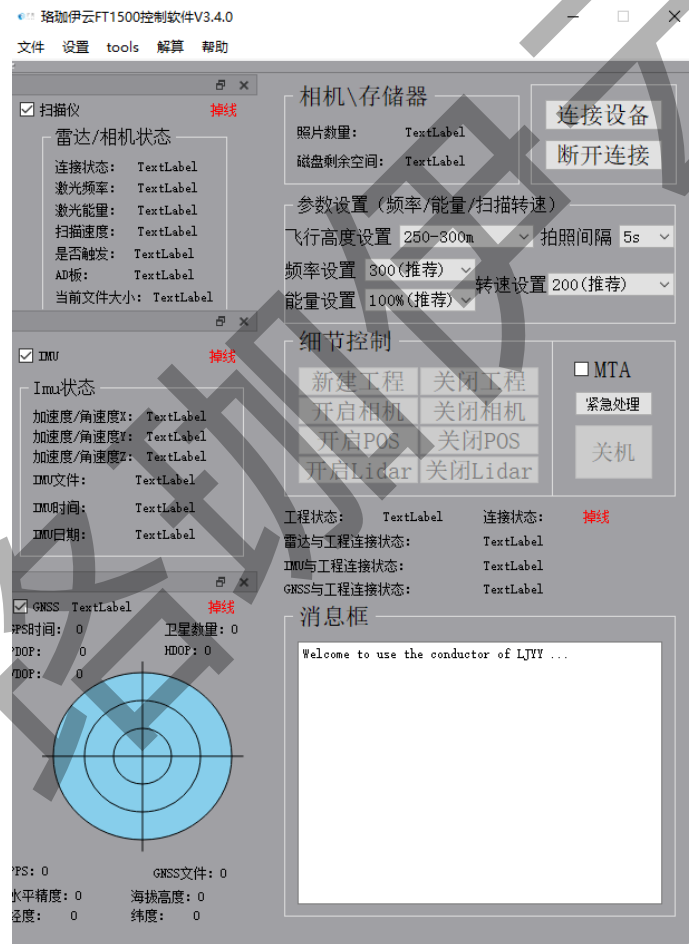


图1 操作界面

1.6.3. 设备连接

笔记本连接到 wifi: LJYY_FT00X_Con 后（密码：12345678），点击【连接设

备】按钮，三个设备均显示“在线”，以及工程状态栏也显示“在线”，则正常，如图 2。如果存在某个设备未连接，可检查 wifi 是否连接，并重新点击【连接设备】，若还存在未连接设备，则点击“断开连接”，断电重启雷达，等 2min 后再重新连接。

左侧三个窗口分别显示扫描仪、IMU、GPS 状态，方便客户可以看到设备的实时信息，更加方便的了解设备状态。

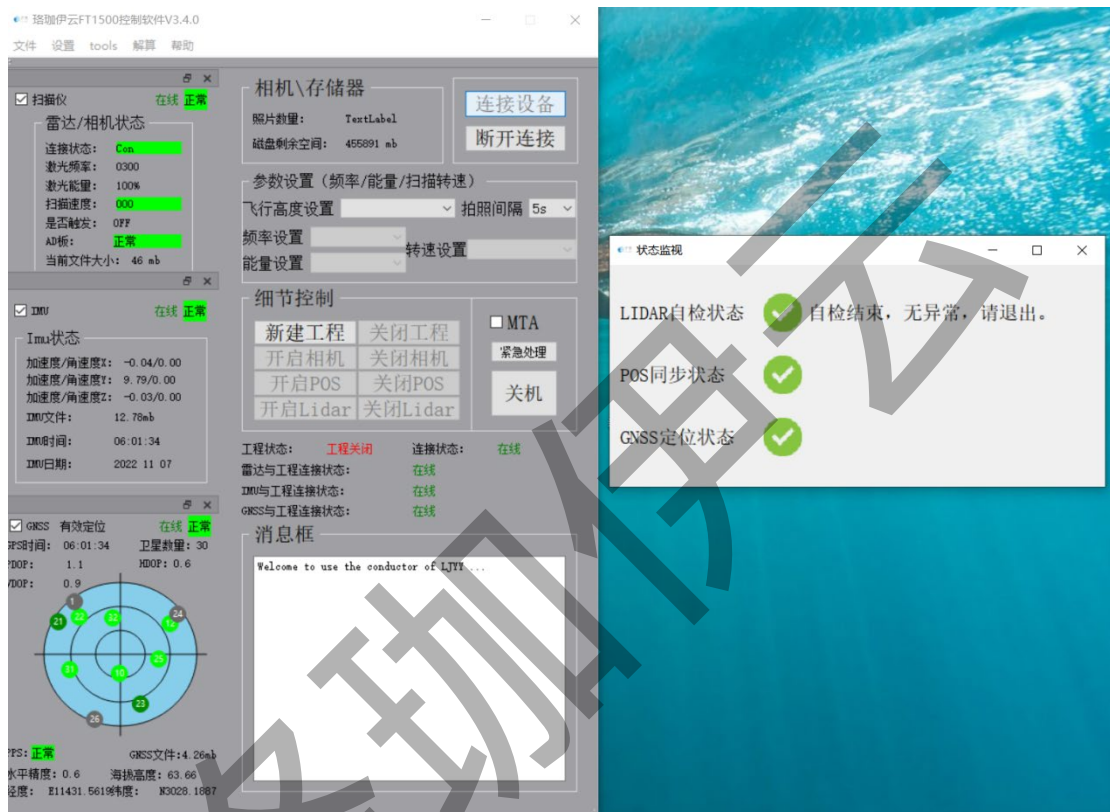


图2 连接设备面板

注意：设备连接正常时，具有以下指标：

雷达/相机状态栏：“连接状态”显示：Con

POS状态栏：“加速度/角速度”数值不断变化；“IMU时间”不断变化，为当前UTC时间；“定位质量”显示“有效定位”。

1.6.4. 选择航高

如图3所示控制面板，当设备内部所有子系统连接完毕，并观测状态正常后，可在“飞行高度选择”一栏中选择飞行高度（指无人机距离地面的高度/相对对面高度）。当前设备支持航高范围为50m~1000m，分为8个“档位”，如图3所示，

用户可根据实际项目情况进行选择（如300米航高，选择最高档位设置300-400）。当航高选定后激光雷达自动调整激光发射频率及发射功率。



图3 连接状态面板

注意：连接 WiFi 前不得开启 VPN 代理，否则 WiFi 将会失联。

开启雷达时，软件会有一个初始化过程，大约在 WiFi 连接一分钟后完成。

1.6.5. 新建工程

每次采集数据前需要新建工程，创建工程目录（LJYY-XXX-XXXXXXXX），每个文件名后缀都是为当前创建文件的时间戳，以确保设备采集到的数据存放对

应的文件夹下。此外未连接成功时新建不了工程，同样也开启不了设备。倘若回传工程创建失败，请重新创建新工程，若再失败，重启设备再创建。

1.6.6. 开启POS静止

对飞行器进行检查、设置，待到起飞前，在控制界面点击【开启POS】，则自动完成时长5min的初始化对准（静止）。如图4所示，此时面板自动弹出计时框，在初始化对准过程中，不可使设备发生移动与抖动，并远离设备，以免干扰其GNSS天线信号；初始化过程中，设备内部GNSS接收机和IMU将开始采集数据<POS状态/IMU文件>与<POS状态/GNSS文件>将显示已记录文件大小，该值将随时间不断增长。5min过后面板自动弹出消息框，显示【静止完成】，初始化对准完成后，可关闭弹出的两个对话框，同时可移动设备，准备起飞。



图4 静止开启面板

致理伊云

1.6.7. 开启Lidar

无人机起飞之前，需要开启激光雷达，如图5所示，点击【开启Lidar】按钮，待1-3秒过后，<扫描速度>逐渐增加，<是否触发>显示为“ON”，<当前文件大小>逐步增加，则说明激光雷达工作正常。待<扫描速度>增加到一定数值不再增加后，无人机就可以开始作业。



图5 开启激光雷达面板状态

1.6.8. 关闭Lidar

当无人机完成飞行任务时，返航后缓慢下降过程中，可用地面笔记本搜索扫描仪的Wifi信号，当电脑连上wifi后，软件将自动重连雷达设备，连接成功后设备状态显示绿色的“在线”。

待飞机停稳后，点击【关闭Lidar】按钮，等待3秒后，<扫描速度>会逐渐降低，<是否触发>显示为“OFF”，<当前文件大小>不再增加，则说明雷达成功关闭，如图6所示。



图6 关闭激光雷达面板状态

1.6.9. 关闭POS静止

当雷达<扫描速度>降到“0”后，即可点击【关闭POS】按钮，此时进入倒计时状态（需要5分钟的收敛过程（静止））。此时面板自动弹出计时框，在收敛过程中，不可使设备发生移动与抖动，并远离设备，以免干扰其GNSS天线信号；此时，设备内部GNSS接收机和IMU将持续采集数据<POS状态/IMU文件>与<POS状态/GNSS文件>将显示已记录文件大小，该值将随时间不断增长。5分钟过后面板自动弹出消息框，显示“计时完成”，如图7所示，此时设备自动结束IMU和GNSS的数据采集。

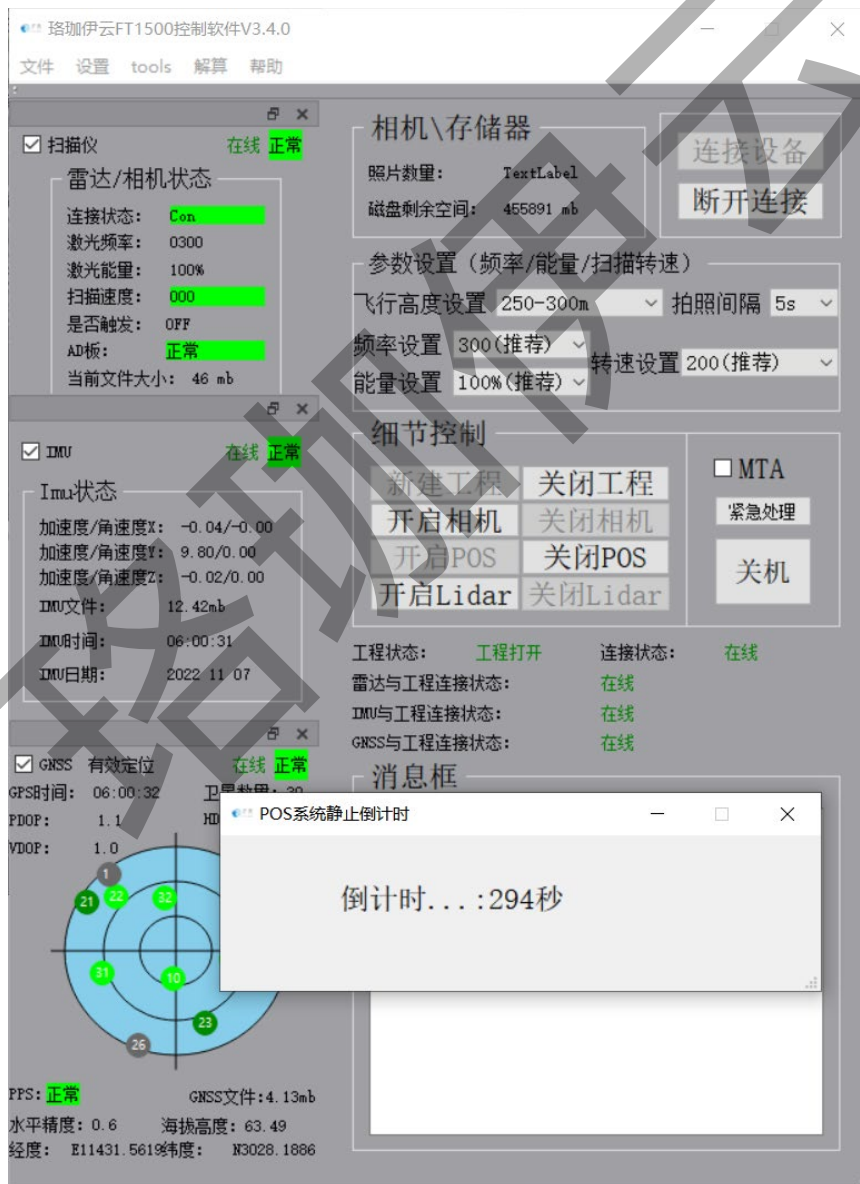


图7 关闭POS静止时面板

1.6.10. 关闭工程

当一次飞行任务结束后可以关闭工程，若需要二次飞行执行任务的话，再新建工程即可，每次工程的工程名随着当前主机时间变化。

1.6.11. 拷贝数据

采用网线连接设备与笔记本电脑，在笔记本电脑中打开文件夹浏览器，在键盘上按住win+R，并在输入框内输入`\\192.168.1.4`后按回车，如图8所示，可将需要的工程数据拷贝到本地。

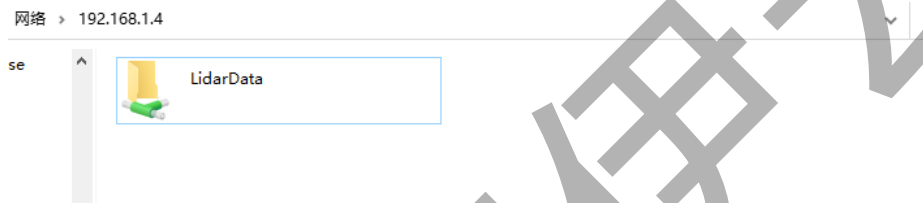


图8 拷贝数据路径

设备中所有的数据均存放在LidarData目录中，打开该目录，如图9所示，存放的为当前工程文件，格式为LJYY+机器型号+主机当前时间。

名称	修改日期	类型
LJYY-FT036-20220812113828	2022/8/12 14:48	文件夹

图9 工程数据存储文件夹

将工程数据存储文件夹拷贝到本地即可。再拷贝时，设备必须处于开机状态，激光数据文件夹中的“.imp”文件与“.ini”文件必须放在同一个文件夹内，不得修改。