



Electric power inspection

飞马智能电力巡检系统D300L

# 解决方案



## 飞马机器人公司简介

### 深圳飞马机器人科技有限公司

深圳飞马机器人科技有限公司成立于2015年2月，由IT、无人机领域高管及资深专家联合创办。公司在北京、深圳均设有研发中心，拥有近200人的研发团队，近10年的无人机行业技术积累及市场经验，结合IT领域产品设计、工业化制造经验，公司致力于为客户提供软硬件一体化、便捷易用的超小型无人机系统。

飞马机器人秉承创新、价值、诚信的核心价值观，志在成为全球无人机行业的领导者。迄今，飞马机器人立足国内航测遥感无人机领域，已发布了包括F系列、D系列、V系列、P系列及SLAM手持激光扫描仪共15型智能航测/遥感/巡检/应急系统与3D移动测量平台，在业内收获了广泛的用户群体和扎实的用户口碑。

飞马机器人旗下拥有两家全资子公司和一个培训中心，分别是北京飞马航遥科技有限公司、天津飞马机器人科技有限公司及天津无人机系统应用培训中心。

北京飞马航遥科技有限公司（以下简称飞马航遥）成立于2017年，负责飞马机器人全线产品的市场推广、销售及售后服务工作，拥有乙级测绘资质和“民用无人机驾驶员训练机构”培训资质。自成立以来，飞马航遥凭借持续创新的技术产品与服务品质，始终保持着强劲的营收增长势头，并于2021年跻身中国地理信息产业百强企业。

天津飞马机器人科技有限公司成立于2020年12月，位于天津自贸试验区，是集研发、生产、供应链、运营、服务、培训于一体的综合性基地，负责飞马机器人产品研发、供应链和生产管理、运营、无人机驾驶员执照培训考试等相关事务。基地建立了标准化的原料库、机加工车间、生产线、检修车间、成品库、可靠性实验室、工程实验室、综合传感器标定实验室以及展厅、无人机培训中心等，拥有先进的设备设施和完善的教学培训体系，以此加快推动无人机行业产、学、研、用深度融合发展。

### 飞马无人机系统应用培训中心

飞马机器人于2017年3月在天津市宝坻区京津新城科学家创业园设立了飞马无人机系统应用培训中心，面向无人机基础理论、飞行实操、数据处理及实际应用等四大方面，全流程、系统性地为用户提供无人机作业全方位的产品培训与交流服务。目前开设的培训课程分为“飞马无人机系统应用培训班”和“民航局无人机驾驶员执照考证培训班”。

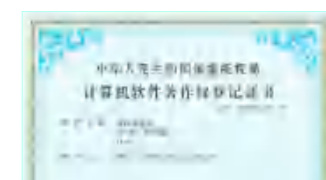
区域\事业部	分公司办事处	所辖省市	
东部大区	华东	合肥	上海\安徽\江苏
	华中一区	武汉	湖南\湖北\浙江
	西北一区	兰州	甘肃\宁夏
西部大区	西北二区	乌鲁木齐	新疆\青海
	西南一区	成都	四川\重庆\西藏
	西南二区	昆明	云南\贵州
南部大区	华南	广州	广东\广西\福建\海南
	东北区	沈阳	辽宁\吉林\黑龙江
	华北一区	北京/太原	北京\内蒙\山西
北部大区	华北二区	济南	天津\河北\山东
	华中二区	郑州	河南\江西
		西安	陕西
	电力事业部	佛山	全国
	监控事业部	北京	全国
	起司事业部	北京	全国

### 技术实力

飞马机器人获国家高新技术企业认证及ISO19001质量管理体系认证，已获得各项专利共计220余项。



38项  
发明专利



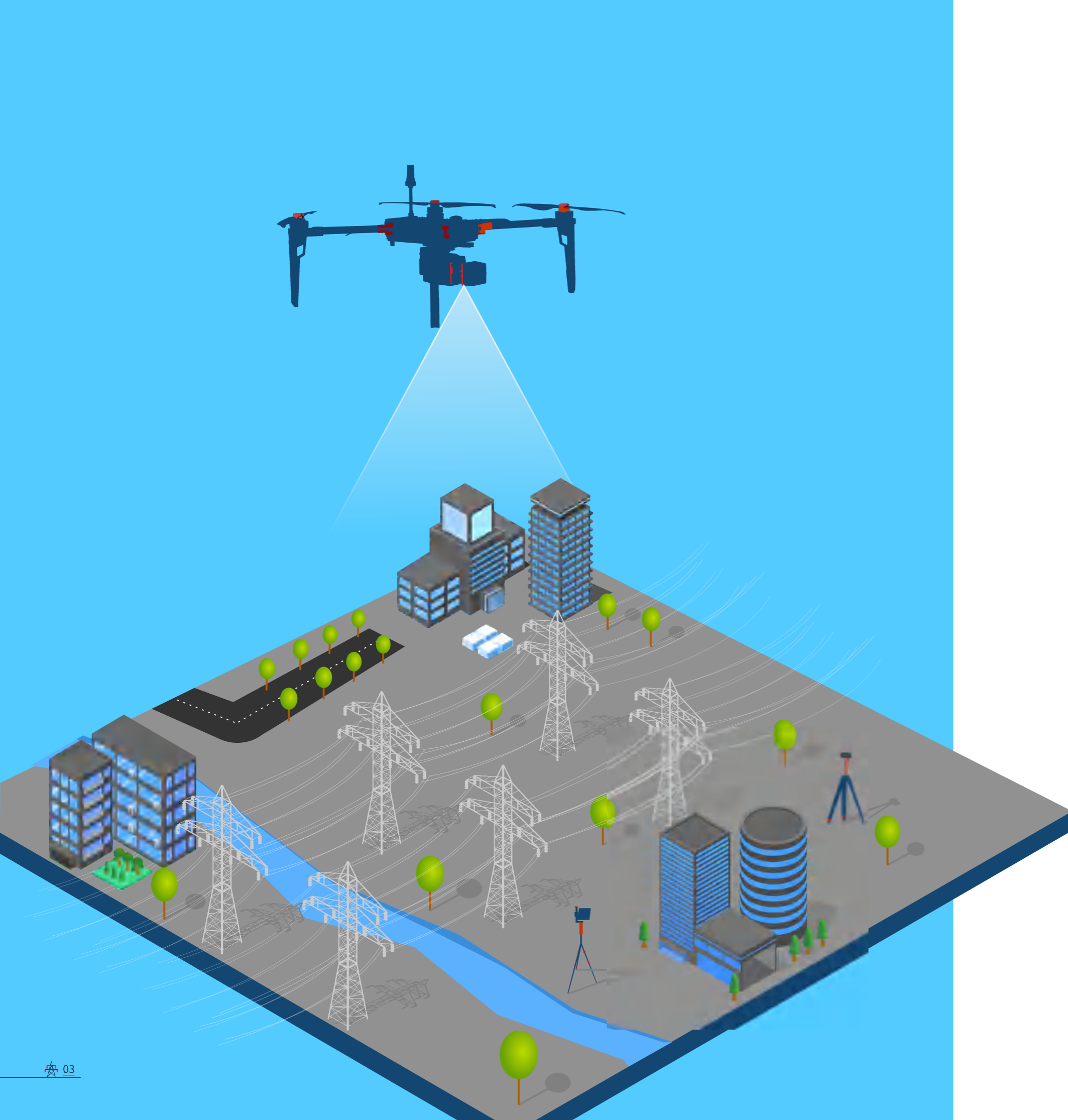
53项  
软件著作权



98项  
实用新型专利



32项  
外观专利



## 飞马无人机电力巡检

### 方案概述

电力巡检是确保电网安全运行的重要手段，利用无人机技术结合摄影测量技术、激光雷达技术可以提供一种高效的巡检作业模式。飞马无人机电力巡检解决方案，立足于飞马成熟的旋翼无人机平台，为用户提供一站式的从硬件到软件的巡检方案，具备高效率、高精度和安全可靠的三大优势。

在航线设计上，针对电力条带飞行需求，提供自主条带航线、FPV手动飞行及一杆八照、精准地形跟随等多种航线类型，适应不同地形、不同场景应用需求。

在基于影像的巡线方式上，发挥条带空三及植被茂密区空三算法优势、软硬件一体化的免像控技术、基于影像的密集匹配技术、基于空三的高效半自动导线拟合方法等，可以数字化三维重建电力线地表通道和导线，实现量化通道障碍检测，最终形成一套从数据采集、处理到分析并输出报告的一体化的解决方案。

在基于点云的巡线方式上，提供高精度点云轨迹及一键式智能点云解算功能，输出高精度标准点云成果；先进的点云滤波分类算法及强大的交互编辑分类工具，支持标准DSM/DEM、DLG及等高线成果输出；电力通道巡检系统可基于分类后的点云数据，可进行树障、设备故障等缺陷的自动检测及分析，并支持国网及南网规范的检测分析报告自动输出，辅助巡检人员作业决策。

在任务监控上，飞马云巡检服务平台支持分享和推送电力巡线任务给相关作业人员人员进行飞行，并且支持远程视频实时回传查看。

## 电力巡检平台

### 飞马智能电力巡检系统D300L



#### 平台概述

D300L是在飞马智能航测/遥感/侦察系统D300平台上增加主视角摄像头,在航线作业时具备实时视频监控能力;配备HGS200手持地面站,具备航线飞行及手动控制能力,并可自由切换,满足更多复杂场景应用;10公里的控制半径,具备高效的数据获取能力。

D300L配备无人机管家专业版软件,涵盖三维航线设计、三维场景飞行控制功能及数据处理功能,支持PPK+RTK融合解算,高精度POS事后解算处理,可生成激光点云、3D mesh、遥感影像多种空间数据成果。

#### 平台特点

- 超长续航,保证单架次10km巡线效率
- 免像控技术,保证三维地面通道和导线拟合绝对精度,平面优于0.2m,高程优于0.5m
- LiDAR210模块基于高精度测姿定位技术可实现点云平面、高程绝对精度均优于5cm
- 载荷可互换,实现一个飞行平台支持正射巡检、倾斜巡检、视频巡检、LiDAR巡检以及热红外巡检等,数据成果同时支持树障分析和电力设备三维建模
- 飞行航线灵活可定制,支持高精度定位的立体智能巡线,提高精细化巡检质量和效率

#### 平台参数

导航卫星	GPS:L1+L2 (20Hz) BeiDou:B1+B2 (20Hz) GLONASS:L1+L2 (20Hz)
差分模式	PPK/RTK及其融合作业模式
空机重量	6.5 kg
起飞重量	8.5 kg
对称电机轴距	988 mm
外形尺寸 不包括装上螺旋桨叶	展开 830×732×378 mm 折叠 955×362×378 mm
续航时间	48 min (单架次海平面悬停时间)
巡航速度	13.5 m/s
最大爬升速度	10 m/s
最大下降速度	8 m/s
悬停精度RTK	水平 1 cm + 1 ppm;垂直 2 cm + 1 ppm
实用升限高度	4500 m (海拔)
抗风能力	5级 (正常作业)
任务响应时间	展开≤10 min, 撤收≤15 min
测控半径	10 km
起降方式	全自动垂直起降
工作温度	-20°C ~ 50 °C



# 电力巡检平台

## 载荷模块

飞马智能电力巡检系统D300L可以根据客户需求选配差分基站及正射模块、倾斜模块、LiDAR模块、热红外遥感模块以及多光谱模块等,实现电力巡检/高精度航测/遥感/侦察等多领域的应用。

### LiDAR模块



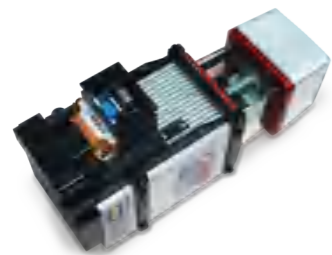
#### D-LiDAR110

激光器	Velodyne Puck	回波强度	8bit
通道数	16	波长	903nm(Class 1)
点频	300k pts/s	激光发散角	3.0×1.2mrad
测量距离	>100m	视场角-水平	360°
测距精度	±3cm	分辨率-水平	0.1°~0.4°
回波数量	2(Strongest, Last)	视场角-竖直	30°(+15°~-15°)
扫描速度	5~20Hz	分辨率-竖直	2.0°
绝对精度	水平10cm,垂直10cm		



#### D-LiDAR150

激光器	Pandar40P	扫描速度	10HZ,20HZ
通道数	40	波长	905nm(Class 1)
点频	720kpts/s	视场角-水平	360°
测量距离	>200m	FOV(垂直)	40°(-25°to15°)
测距精度	±2cm	绝对精度	水平15cm,垂直15cm
回波数量	2(Max.)		



#### D-LiDAR210

激光器	RIEGL mini VUX-1UAV	扫描速度	10~100Hz
通道数	1	回波强度	16bit
点频	100kpts/s	波长	905nm(Class 1)
测量距离	>250m	激光发散角	1.6×0.5mrad
测距精度	±1cm	视场角-水平	360°
回波数量	5(Max.)	分辨率-水平	0.05~0.5°
绝对精度	水平5cm,垂直5cm		

### 航测模块

D-CAM210



D-CAM310



### 倾斜模块

D-OP310



D-OP400



### 热红外遥感模块

D-TIRC110



### 多光谱遥感模块

D-MSPC100



### 可见光视频模块

D-EOV100



### 热红外视频模块

D-TIRV100



# 电力巡检平台

## 关键部件

### 智能电池模块

轻松查看电池电量等参数,了解电池工作状态;创新的电池保护方案,具有空中、地面两种保护逻辑,合理、全面地保障电池使用安全;三电池并联供电系统,在两块电池故障的情况下亦可使飞机执行降落任务,提高飞行安全性。



电池拆装

### 快拆螺旋桨

专业的气动外形设计与精湛的加工工艺,保障了螺旋桨的性能与品质;无需工具便可实现螺旋桨快速拆装,便捷可靠。



螺旋桨拆装



云台拆装



整机包装

### RTK100 GNSS基准站

飞马机器人自主研发GNSS基准站,配套无人机管家软件实现一体化的RTK、PPK解决方案。



### HGS200手持地面站

便携式地面站,兼容D300L,内置平板电脑、数传电台;支持航线规划、飞行监控及飞行控制。

电脑型号	Lenovo ideapad D330-10IGM
CPU	Intel N5000 1.1G
RAM/Storage	8G/128G EMMC
Display	10.1" FHD IPS TS
OS	Windows 10 Home
整机重量	约1500g
整机尺寸	389.2mmX225mmX98.5mm
摇杆操作角度	±20度,方形界限(圆形角)
摇杆操作范围	360度全方位
整机功耗	20W
续航时间	≥4小时
工作温度	-10°C~40°C
存储温度	-20°C~50°C



### GAS200地面测控天线

D300L视频图传跟踪天线,采用无刷电机驱动,内置MCU、IMU、磁罗盘及GPS,自动计算自身姿态及位置关系,实时跟踪飞机位置,提高传输性能。



频率	2400~2500 MHz
增益	14 dBi
尺寸	220mm*215mm*25mm
仰轴角度	0°~90°
航向轴角度	无限制
俯仰轴角速度	40°/s
航向轴角速度	40°/s
俯仰角度精度	0.1°
航向角度精度	0.1°
跟踪精度	±5°

## 软件应用平台



## 无人机管家专业版 UAV Manager



### 无人机管家专业版

“无人机管家”是无人机数据获取、处理、显示管理以及无人机维护的一站式智能GIS系统,支持固定翼、旋翼等种类丰富的飞行平台,满足各种应用需求的航线模式,支持真三维地形数据的精准三维航线规划、三维实时飞行监控、快速飞行质检,具有丰富的数据预处理工具箱,支持稳健的精度控制和自动成图、丰富的4D和三维成果生产,具有可视化监控中心,提供系统升级、智能维护、信息推送等云服务。



固定翼和旋翼无人机航线规划软件,可根据任务区域的地形起伏和影像要求,基于高精度实景三维地形自动生成满足后期处理的最佳飞行方案和航线,并能对超大任务区域进行任意角度自动分割和航线角度调整,保证后期处理接边需要;适配传感器应用模式需求,基于高精度三维模型的地形贴合自动航线算法,生成精准地形跟随飞行方案和航线,保证获取数据的全航程一致性。



无人机飞行监控软件,可在实景三维场景下实时可视化监控飞行状态和参数,修改飞行状态,智能预警,确保飞行任务的安全执行。以“处理工程”为虚拟架次,根据实际外场情况获取单个架次数据,通过软件自动续飞,完成全区覆盖,提高内外业效率。



无人机管家的特色模块,提供了飞行过程可视化统计回放、飞行记录分析及展示汇总等功能。



可实现无人机管家软件在线升级;无人机云端的在线健康分析、故障诊断及所有飞机平台固件升级。

版本	功能说明
无人机管家专业版“测量版”	差分解算、控制点量测、差分空三模式、DSM、DOM/TDOM、DEM编辑、镶嵌线编辑、标准点云解算、点云后处理



专业用于航飞质量现场检查及评估的自动化软件,可以快速获取航飞质量报告,提高无人机数据质检工序的效率及后期处理可靠性。



无人机数据预处理软件,提供先进的基于检校场模型约束的相机模型自检校算法以及畸变去除工具,RTK/PPK融合解算工具等,以满足无人机高质量、高精度测绘要求。

除此之外,还提供影像匀光匀色、增强、金字塔创建、格式转换以及结果精度检核等预处理功能。



一键式无人机数据处理软件,能够完成无人机数据的正射空三和倾斜空三、自适应特征点匹配、控制点量测、正射纠正、匀色镶嵌、全像素高密度点云匹配、真正射、三维重建等处理,支持高精度、高质量DSM、TDOM以及实景三维模型成果输出,支持控制点智能量测、POS辅助空三、无控直接成图。



配合飞马无人机激光雷达的一站式数据处理软件,能够基于无人机激光雷达获取的距离、位置、姿态等原始数据生成满足设计精度的点云数据,包括海量点云组织管理、点云数据解算,设备检校,航带平差,海量点云可视化,标准点云输出等功能。



智点云是一款支持各种数据源的点云数据后处理软件,可进行点云数据的浏览显示处理编辑,自动化的点云分类算法和全面的交互编辑工具,可制作标准地形成果及其他专题成果。



无人机倾斜三维数据产品应用软件,可在三维地球场景上加载目前通用的OSGB格式三维产品,并支持浏览、距离量测、面积量测、体测量测、模型加载等功能,提供了一个面向已有三维地形、倾斜高分辨率三维场景和精细三维模型统一展示平台。



## 软件应用平台

### 飞马云巡检服务平台



飞马云巡检服务平台  
Cloud Monitor



飞马云巡检服务平台是一套主要针对无人机巡检服务构建的web系统,主要支持了对于无人机巡检控制,远程监控,视频直播,包含地面站控制软件及远程监控Web系统的一套综合性的私有平台。

#### 1. 航线设计和协同任务推送

能够支持客户对于航线设计的要求,支持通用管道航线设计的自动生成要求,保存并上传到云端并根据对应账号进行同步,对于航线设计可以进行分享,推送任务给相关人员进行作业。

#### 2. 实时双向监控模块

对于正在飞行的作业,控制端能够通过地面站软件实时监控作业状态,远程监控端可以通过控制中心查看到实时作业的飞行状态信息。并可以针对实时作业实时下发控制指令,对作业进行远程管控。

#### 3. 视频实时回传模块

通过高速的无线内网,将实时视频流推送到私有云平台,作业控制端可以通过地面站查看到实时作业的视频图像,远程控制中心可以查看到当前实时作业视频回传图像。

#### 4. 设备管理模块

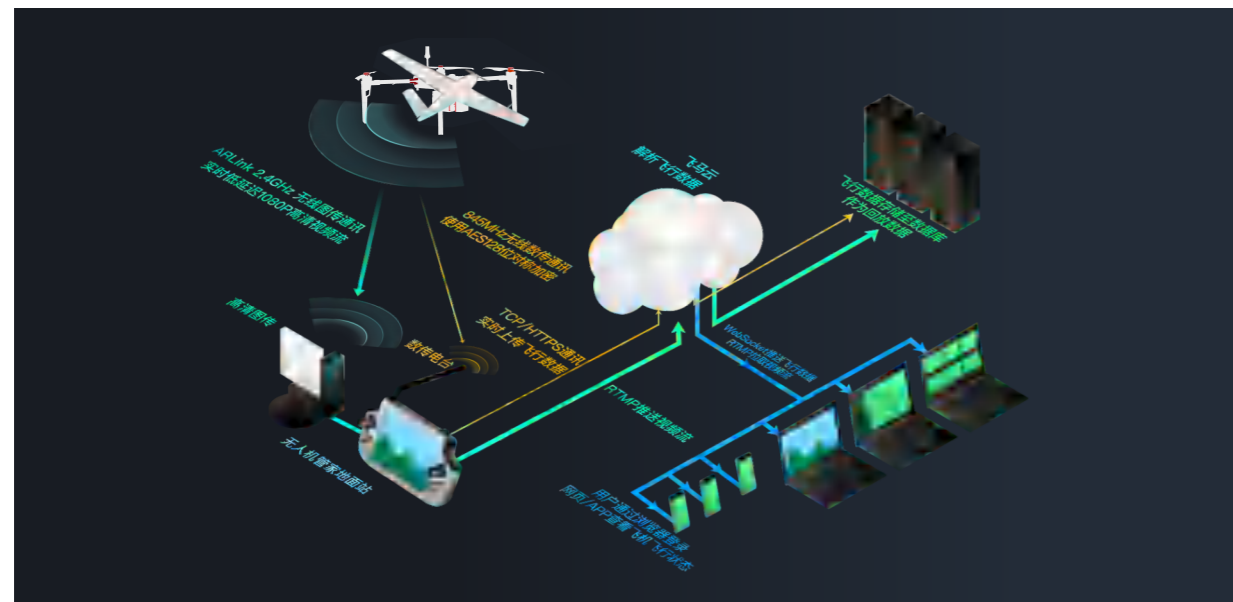
可以支持对无人机进行入库登记,查询维护管理设备信息,可以登记查询无人机维护保养信息。

#### 5. 飞行数据管理统计模块

支持对平台内无人机的数量,飞行架次,里程,时长,进行作业统计。



视频实时回传



微信小程序  
飞马云助手

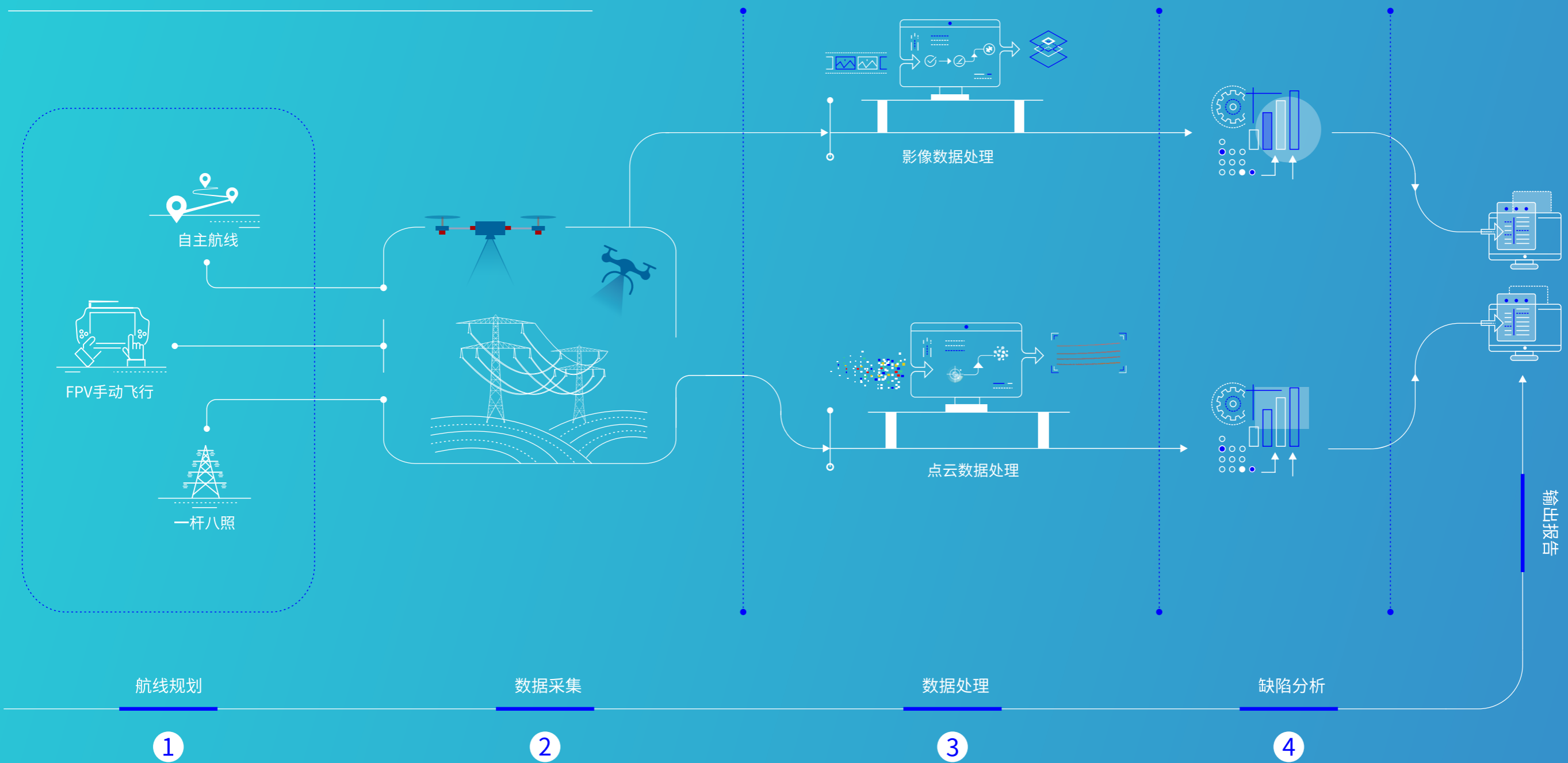
飞马云助手是飞马云监控附属的一款微信小程序,为飞马云无人机用户提供更方便的管理云端资产和查看信息的能力、帮助用户在手机上快捷管理云端资源,具备飞行监控,驾驶员管理,设备管理,禁飞区管理,等功能。通过飞马云助手,用户可以不论何时何地,都可以进行管理操作,提高管理效率。“飞行尽在掌握”,是无人机行业用户的一大需求痛点,也是飞马机器人不忘初心的追逐。



手机端远程实时监控飞行状态



# 飞马无人机电力巡检作业流程图



# 1

## 航线规划

航线规划类型分为自主条带航线、FPV手动飞行、一杆八照三种；

主网超高压输电线路：“自主航线+FPV手动飞行”结合，以自主航线为主，FPV为辅的方式进行电力巡线；

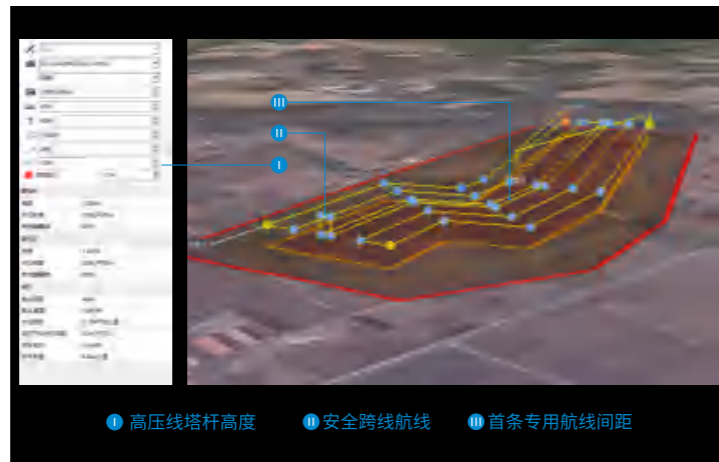
配网高压输电线路：“自主航线+FPV手动飞行”结合，以自主航线为主，FPV为辅的方式进行电力巡线；

塔杆基础设施巡查：采用基于点云三维空间基础数据拾取兴趣点，“一杆八照”的方式完成塔杆基础设施巡查。

### 自主条带航线

基于飞马无人机管家三维航线设计系统，将电力线轨迹导入系统，通过调节分辨率和条带覆盖宽度，自动生成条带状电力巡检航线。

- 支持外部.txt输入航点坐标；
- 支持三维地图上点选塔杆形式输入航点坐标；
- 根据高压线规格限制并设计首条专用航线间距，保证电力线数据完整性；
- 根据地形信息限制，设计安全跨线航线；
- 支持精准地形跟随航线，保证更高分辨率数据的获取和数据的一致性。



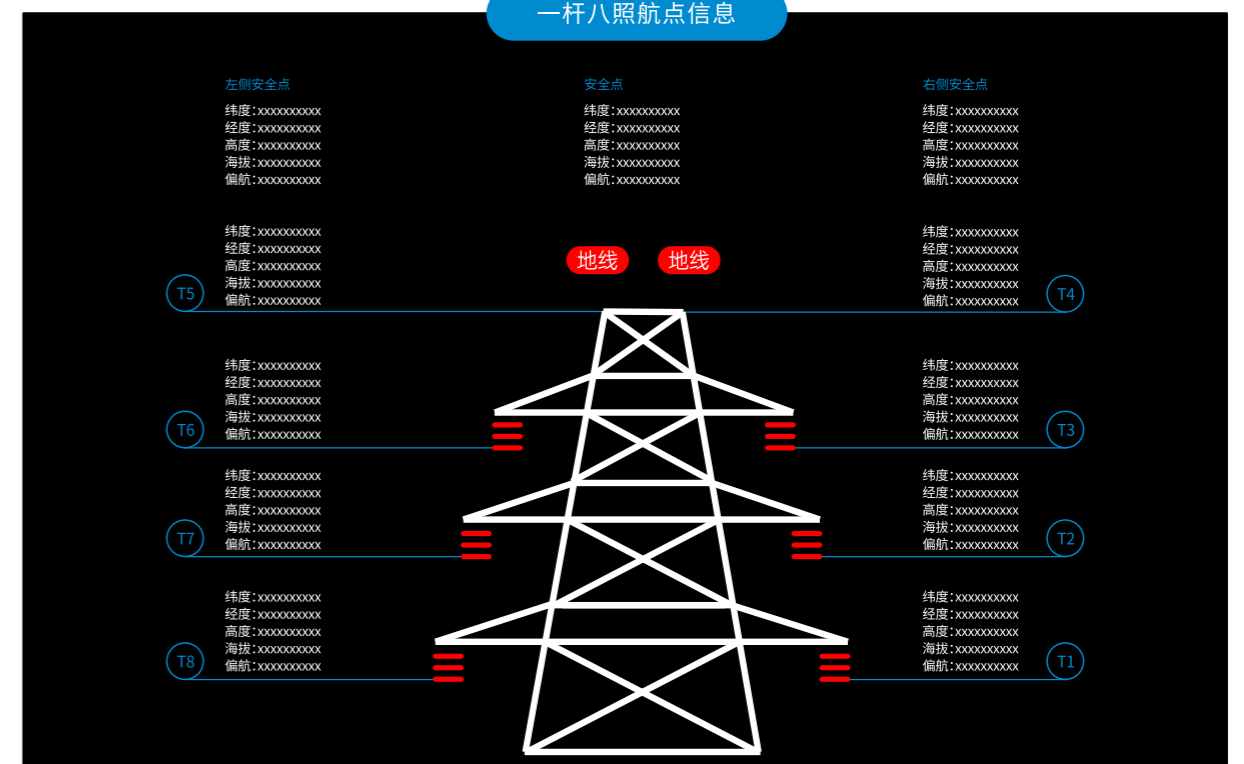
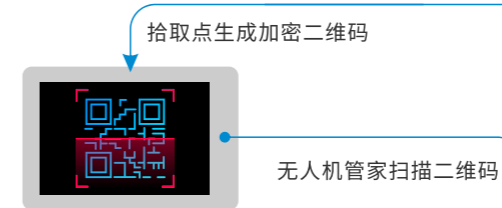
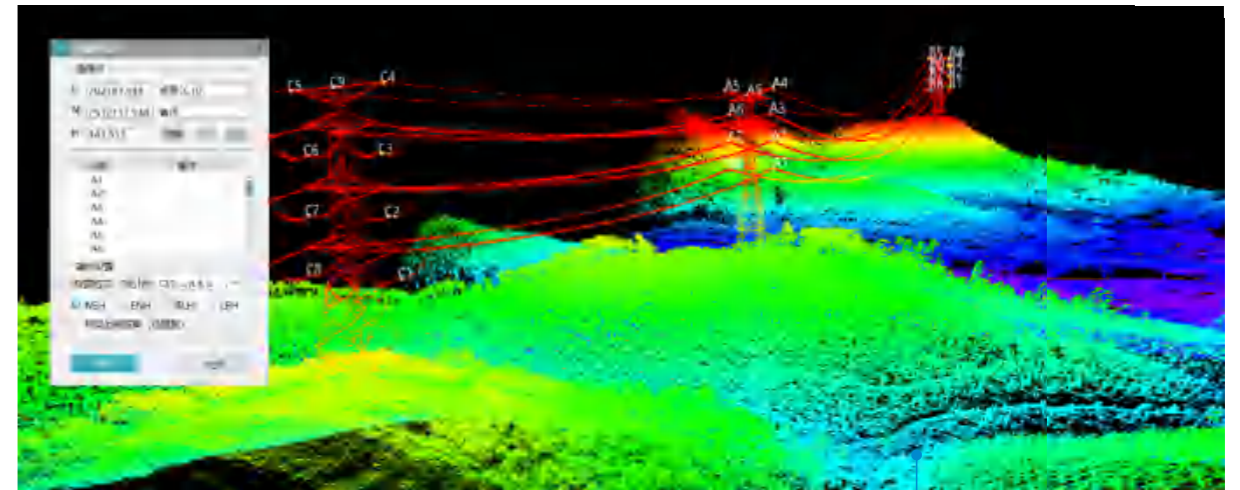
### FPV手动飞行

无需预先设计航线，根据图传系统实时回传的高清视频，采用手动飞行的形式进行电力线路巡检。

- 无需预先设计航线；
- 实时10km高清图传；
- 支持云端实时视频共享；
- 有效弥补高压线交叉测区的点云数据获取。

### 一杆八照

基于点云三维空间基础数据拾取高精度兴趣点，采用“一杆八照”的方式完成塔杆基础设施巡查。





# 2

## 数据采集

数据采集可在实景三维场景下实时可视化监控飞行状态和参数,修改飞行状态,智能预警,确保飞行任务的安全执行。以“处理工程”为虚拟架次,根据实际外场情况获取单个架次数据,通过软件自动续飞,完成全区覆盖,提高内外业效率。

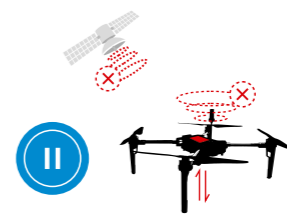


### 数据采集特性

- 支持固定翼、旋翼等多种机型统一界面监控,支持航拍视频不同模式监控,支持多种传感器作业。
- 支持三维场景、飞行轨迹状态三维可视化,丰富用户监控信息量,提高监控质量。
- 支持高精度实时图传,轻松掌握飞行方向实况,支持完善的自主避障功能。
- 实时可视化显示飞行轨迹、飞机状态、风速地速、电池状况、机上温度以及GPS定位状态等参数。
- 支持飞行异常状态智能报警及一键返航功能。
- 飞行全过程可视化回放。



大风自动返航



GPS丢失降高悬停



上电自检

传感器故障实时诊断



失联自动返航



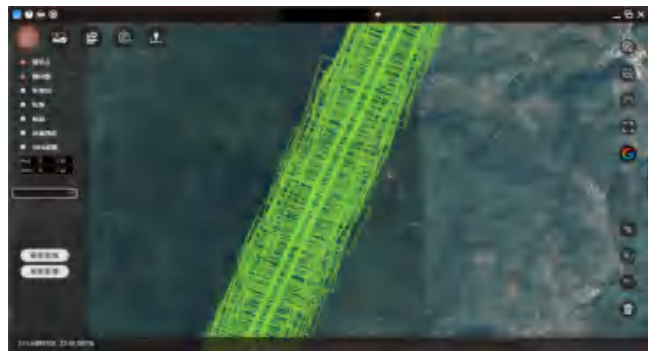
传感器失效降落

### 安全机制

# 3-01

## 数据处理 | 影像数据处理

### 基于影像的条带空三及树木茂密区空三技术



电力树障巡检主要集中在山区。巡检数据存在长条带和影像全是植被的特点，常规空三不能很好的解算这类数据。

飞马无人机管家空三算法针对条带数据进行了专门性优化，保证这种双航线长条带的影像空三，另一方面匹配算法也针对植被茂密情况进行了增强匹配，保证匹配点数量和连接准确性。最后基于“真”高精度GPS的附件参数无控定向算法也对这类数据的结果可靠性带来巨大帮助，保证了后期分析是建立在一个准确的空三结果之上。



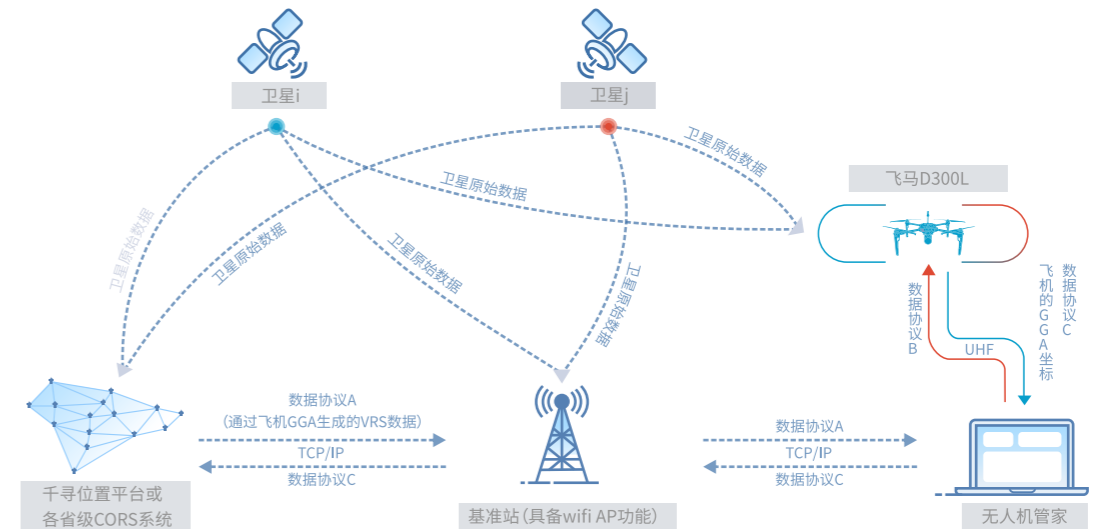
### 基于影像的密集匹配技术

飞马无人机管家具备“全影像成果工作站”技术。通过大量实践分析，后期树障分析最佳数据成果需求为点云。

通过无人机管家自动生成的点云数据，能有效还原树冠等关键区数据，并且点云数据为带RGB信息的彩色点云，具备更好的地物辨识性。同时因为全套处理都是基于免像控技术流程，其点云成果绝对精度平面优于0.2米，高程优于0.5米。



### 飞马PPK\RTK软硬件一体化免像控技术



数据协议A: RTCM2.3、RTCM3.0、RTCM3.2、CRM、CRM+;

数据协议B: 经过重新打包的RTCM2.3、RTCM3.0、RTCM3.2、CRM、CRM+;

数据协议C: NMEA-0183

- 飞马无人机基站可实现GPS原始数据采集，单基站RTK，CORS网络RTK，点采集等功能，可内置4G卡，提供上网功能。
- 飞马无人机基站与无人机管家通过WIFI进行连接，实现通过管家对基站的全部功能设置和操作，基站数据的下载及删除，并且无人机管家可通过基站接入网络。
- 针对获取的RTK和PPK数据，利用飞马GPS一键式融合解算方法，可以获得高固定率的厘米级轨迹数据。并且由于本方案支持PPK技术，因此在山区进行巡线作业，即使RTK链路中断，也能基于PPK得到高固定率的厘米级轨迹数据。

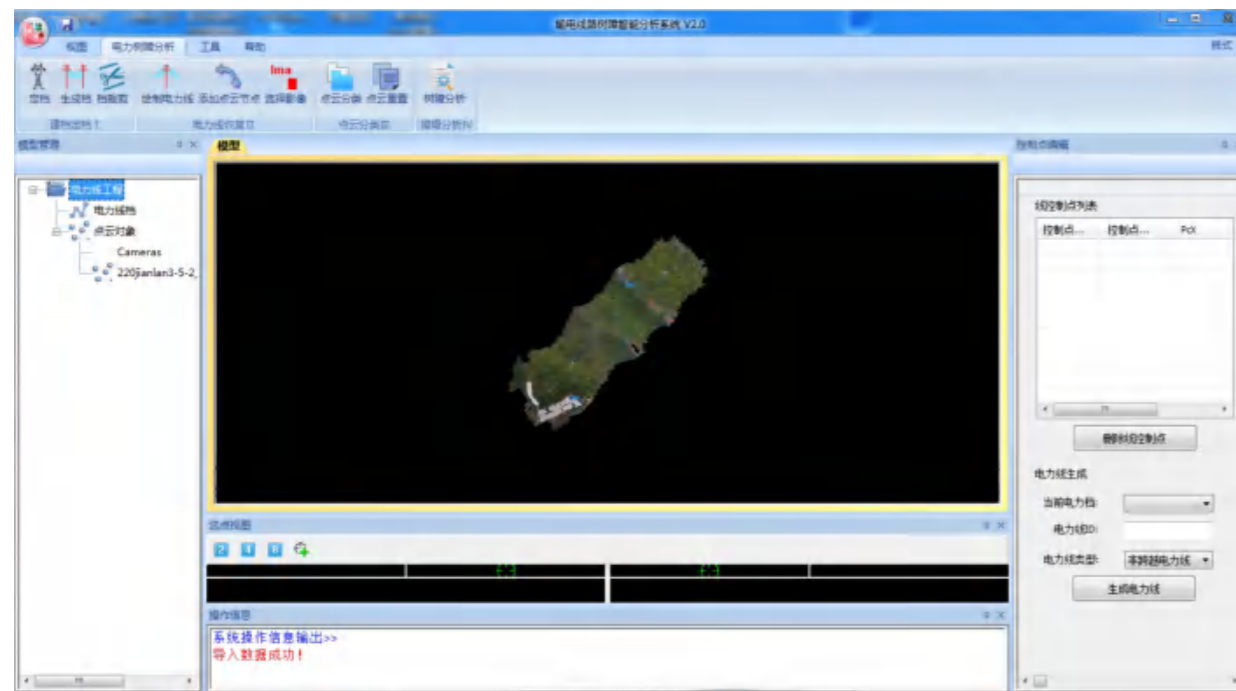


厘米级差分GPS轨迹



# 4-01

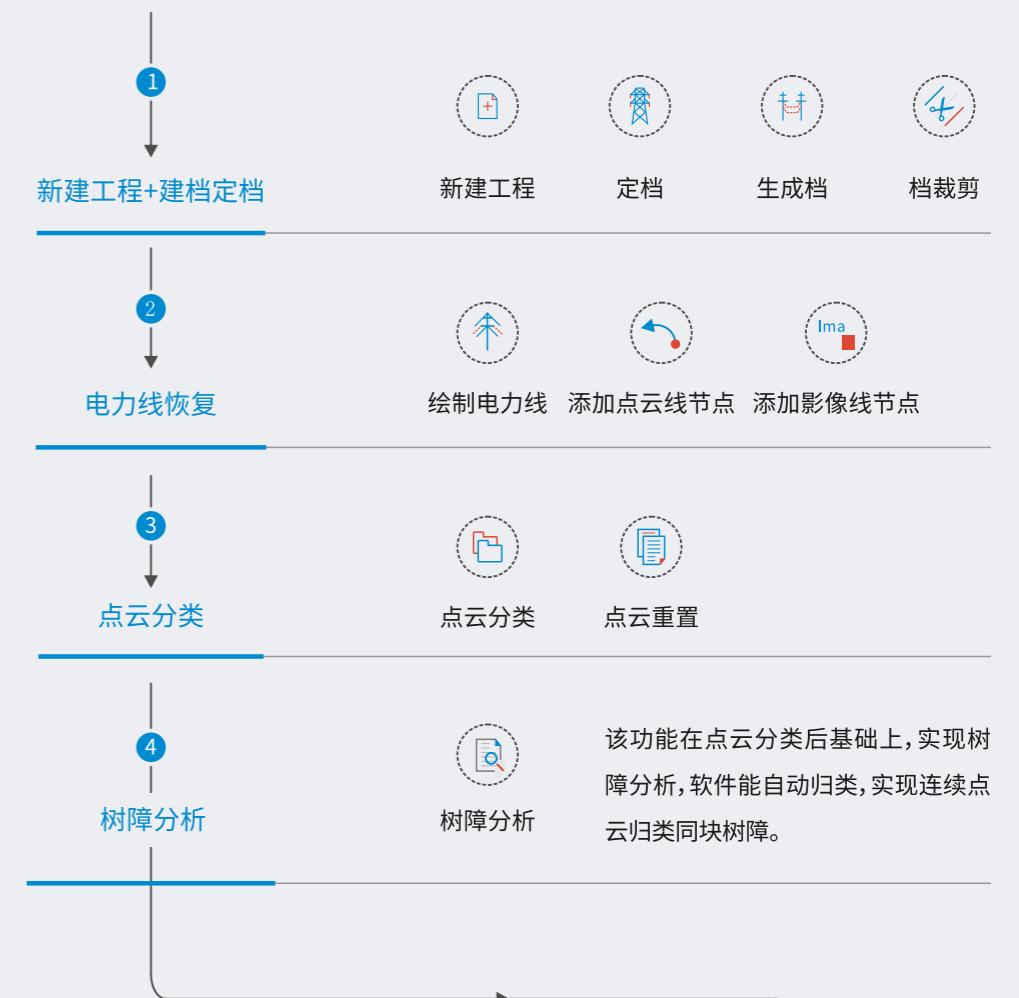
## 输出报告 | 基于影像的输电线路树障智能分析系统



在输电线路巡检中，树障检测是巡检中的重要一项工作，由于树障的不确定性和难以精确测量，导致传统的人工巡检模式难以发现和获取树障信息。利用无人机搭载可见光相机或三维激光扫描仪进行树障测量能成片获取高精度点云数据，具备进一步树障分析和判断的技术基础。

电力分析软件，主要针对无人机全自动获取的线路走廊影像或激光点云资料，通过计算机视觉原理进行密集匹配生成线路走廊的影像三维点云模型，并导入到电力线树障检测及安全分析软件中进行树障检测和分析，生成树障缺陷台账报告，辅助巡检人员进行树障故障处理和消缺，辅助建立树障台账数据库，进行大数据分析和预警，实现自动化分析树木与导线安全距离，生成巡检报告，辅助巡检作业人员决策。

### 树障分析操作流程



塔号	塔号	缺陷描述	缺陷类型	缺陷距离	缺陷高度	缺陷宽度	缺陷长度
1	42-212	塔上异物	一般缺陷	2.8972	5.4102	2.4877	3.2000
2	42-212	塔上异物	重大缺陷	4.8378	5.3900	5.3979	7.3900
3	42-212	塔上异物	重大缺陷	2.8489	4.2223	4.3449	5.3910
4	42-212	塔上异物	一般缺陷	2.4295	7.2214	5.8223	33.5200
5	42-212	塔上异物	一般缺陷	2.4295	8.2408	8.2408	15.6100
6	42-212	塔上异物	一般缺陷	4.9974	5.3758	8.2408	35.5000
7	42-212	塔上异物	一般缺陷	5.3825	5.3758	8.4469	39.8900
8	42-212	塔上异物	一般缺陷	5.6144	5.4466	8.5077	44.2200
9	42-212	塔上异物	一般缺陷	5.6105	6.8702	8.7402	39.3300
10	42-212	塔上异物	一般缺陷	2.7913	8.4429	9.4919	34.6300
11	42-212	塔上异物	一般缺陷	5.0206	5.3805	5.8223	33.5200
12	42-212	塔上异物	一般缺陷	4.3369	4.8459	4.9151	11.9100
13	42-212	塔上异物	一般缺陷	5.2227	4.4488	6.7208	33.5200
14	42-212	塔上异物	一般缺陷	1.9189	6.9772	6.9788	29.5100
15	42-212	塔上异物	一般缺陷	3.8872	11.5555	15.1114	45.5100
16	42-212	塔上异物	一般缺陷	1.7417	9.7722	10.2223	40.9100

- 缺陷成果按距小号塔档距、空间距离排序
- 缺陷点云定位
- 缺陷合并/删除
- 显示所有分析后缺陷点云
- 浏览所选缺陷的航拍照片位置
- 生成截图输出报告



障碍报告表

树障报告

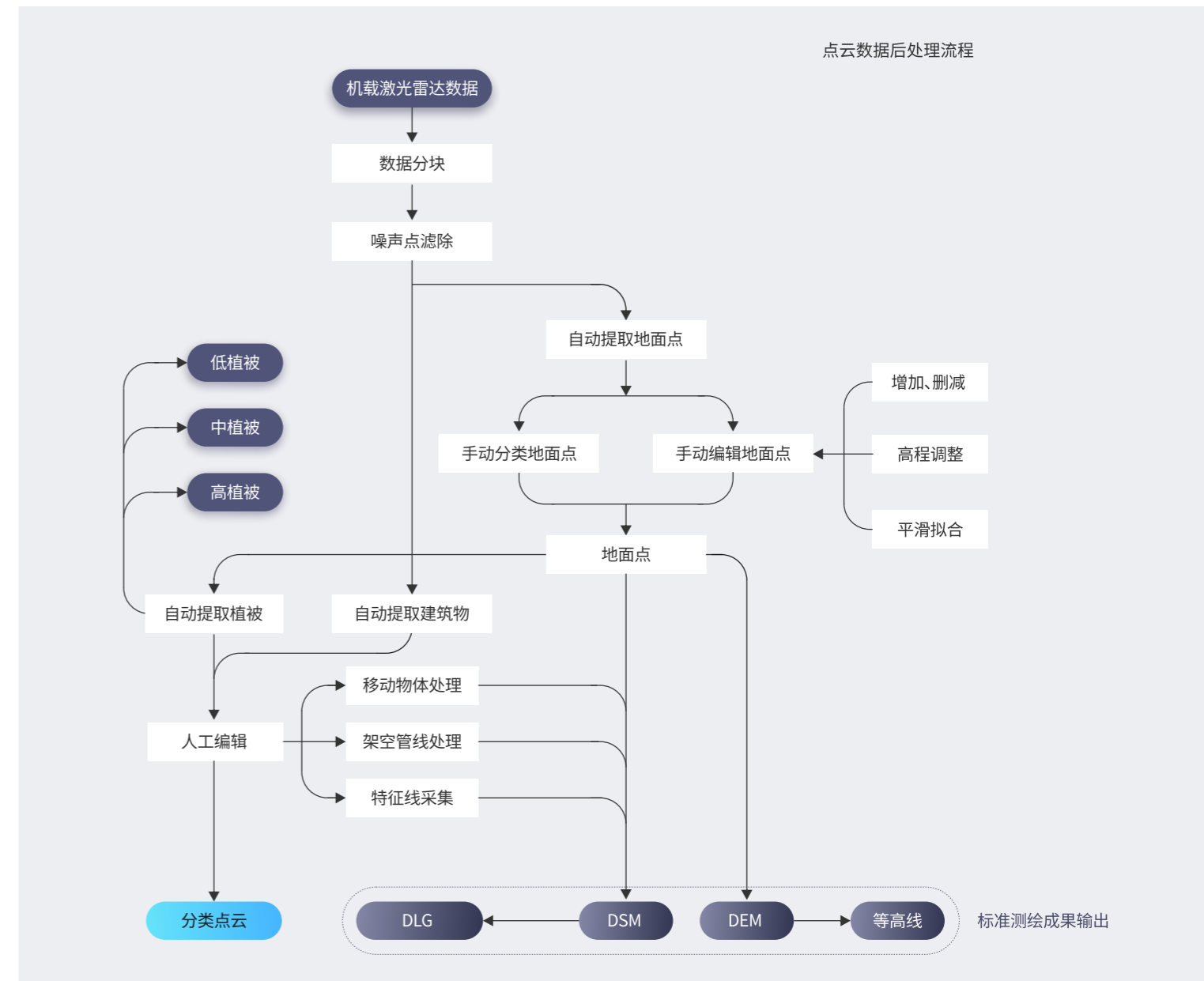
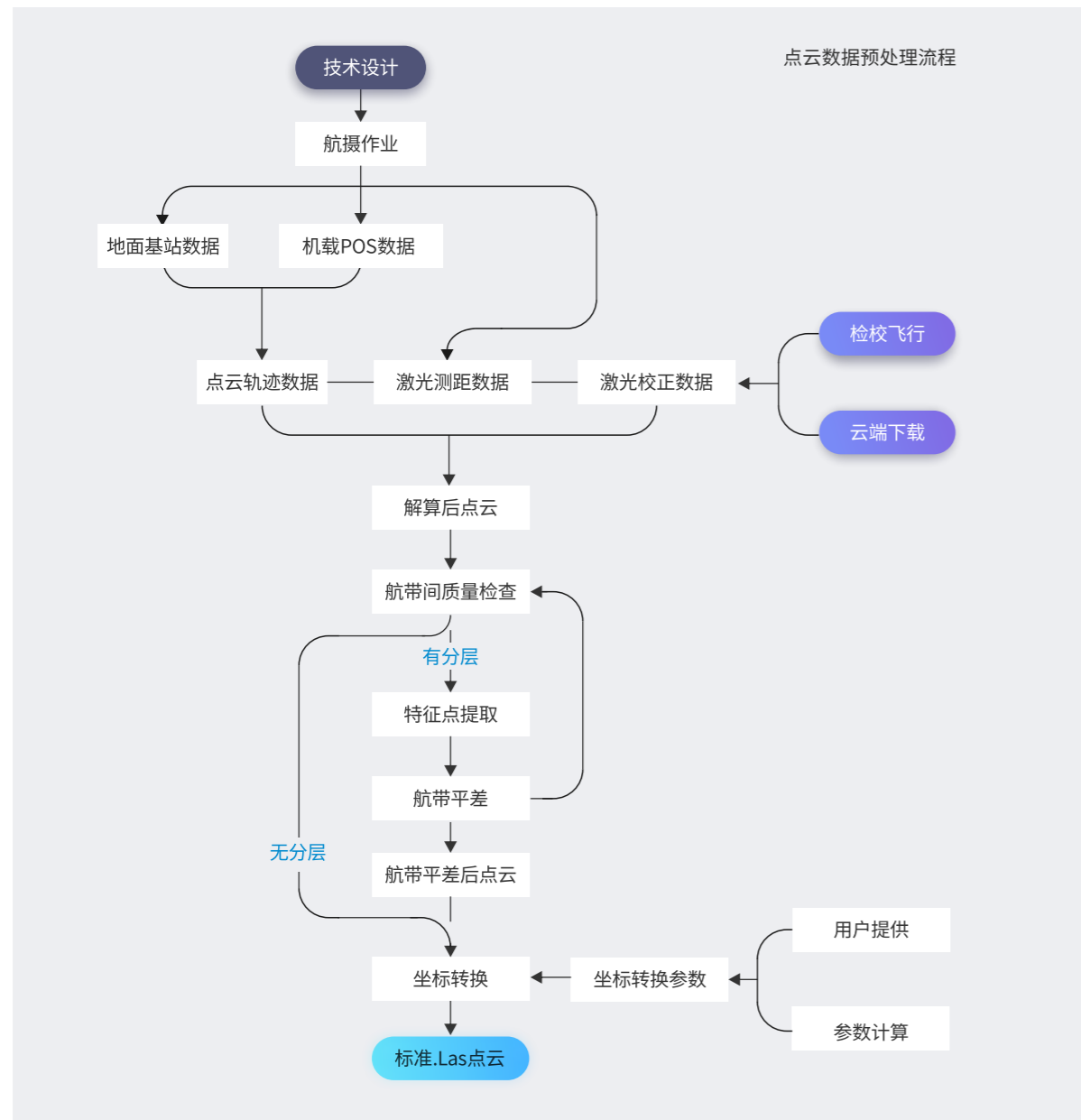
# 3-02

## 数据处理 | 点云数据预处理

点云数据预处理:点云数据预处理是对原始数据进行解码,获取GPS数据、IMU数据和激光测距数据等,并经点云轨迹解算、一键式智能点云解算,输出高精度标准点云成果。

点云数据后处理:提供自动点云处理算法,可进行噪声去除、点云过滤及分类,提取地面点、植被点、电力线等分类点云数据,提供多种点云精细分类及编辑工具,可输出DSM/DEM、等高线等数据成果。

## | 点云数据后处理



# 4-02

## 输出报告 | 基于点云的电力巡线通道巡检软件

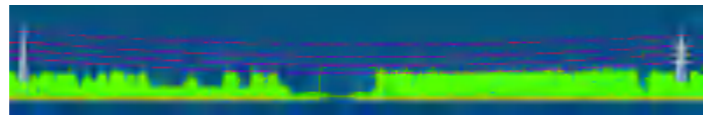
基于激光雷达扫描的点云进行电力线通道巡检和排查,可自动进行房屋、树木及其他地物到电线的安全距离超限、交叉跨越等缺陷检测和分析,并一键输出国网和南网规范的缺陷检测报告,可辅助巡检人员进行故障处理和消缺,提高巡检工作效率。

### 树障分析操作流程

1

点云分类

根据分类算法,将点云进行分类,类别包括:地面点(黄色)、杆塔(银白色)、电力线(紫色)、植被(绿色)等。

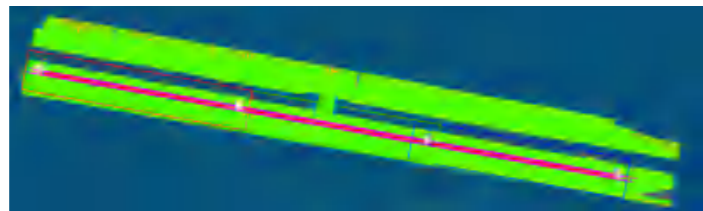


点云分类结果

2

建档定档

利用分类结果,自动建档划档



划分杆塔区间

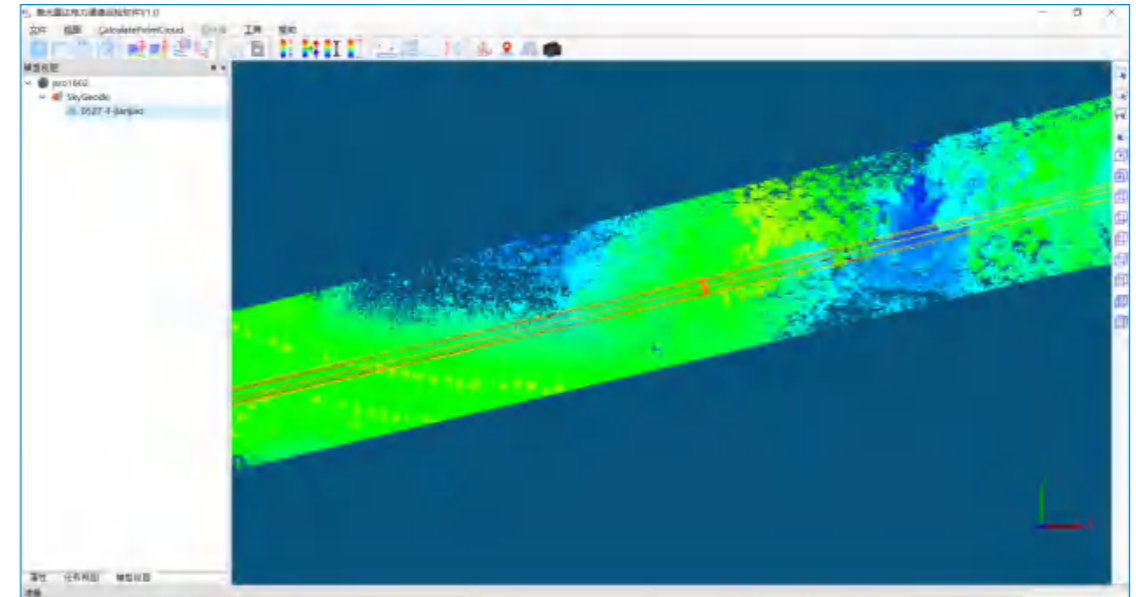
3

树障分析

根据南网或国网运行规程,输入电力线与植被之间阈值,并做树障点分析。



高压线运行规程

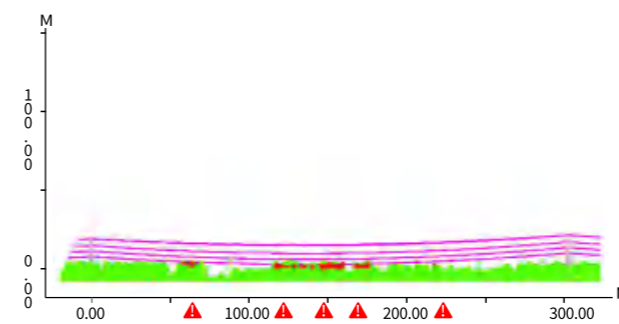


电力巡线通道巡检软件界面

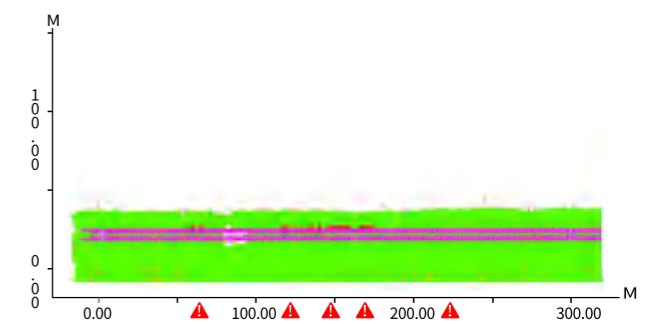
### 危险点详情

T1-T2危险点检测结果详细说明:该区间内共检测到5个危险点。

序号	塔杆区间	危险点类型	坐标	距上一级距离(m)	水平距离(m)	净空距离(m)	垂直距离(m)	大概面积(m <sup>2</sup> )
1	T1-T2	植被	534906.694374332.537.64	64.04	1.02	1.49	1.09	—
2	T1-T2	植被	534959.384374323.547.38	117.44	1.50	1.50	0.03	—
3	T1-T2	植被	534988.004374317.596.71	146.64	0.50	0.81	0.64	—
4	T1-T2	植被	535010.194374314.027.25	169.10	1.00	1.06	0.36	—
5	T1-T2	植被	535058.194374306.517.35	217.68	2.03	2.67	1.73	—



检测结果截面视图(T1-T2)



检测结果俯视图(T1-T2)



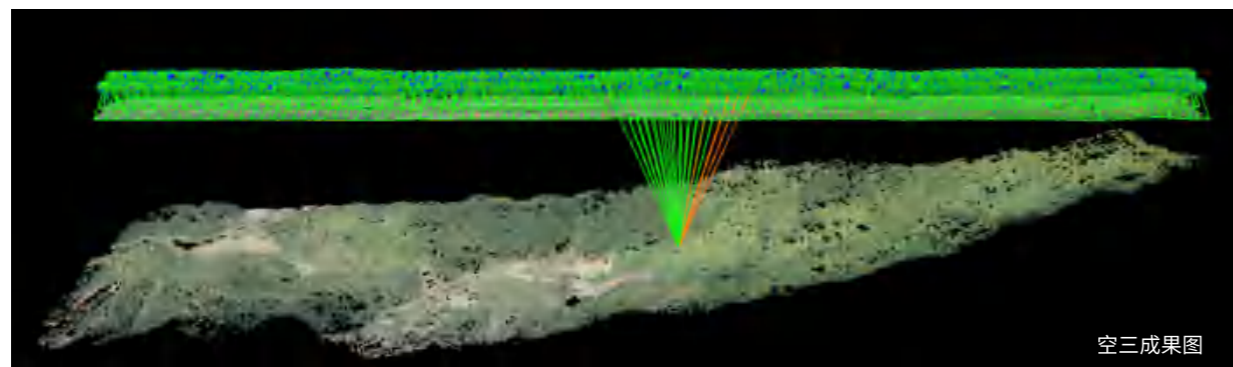
## 应用案例

### 回龙线(110kV)通道电力巡线

测区位于肇庆,全长47公里呈带状分布,地形起伏较小,高差约100m。

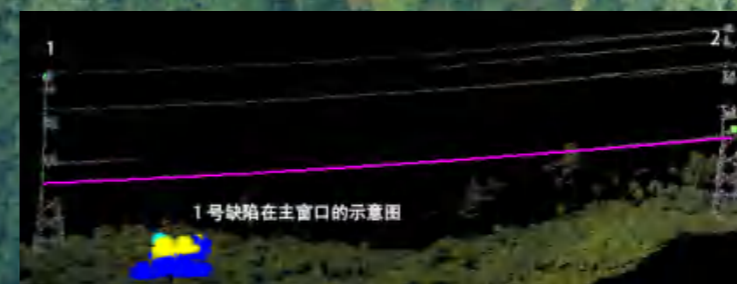
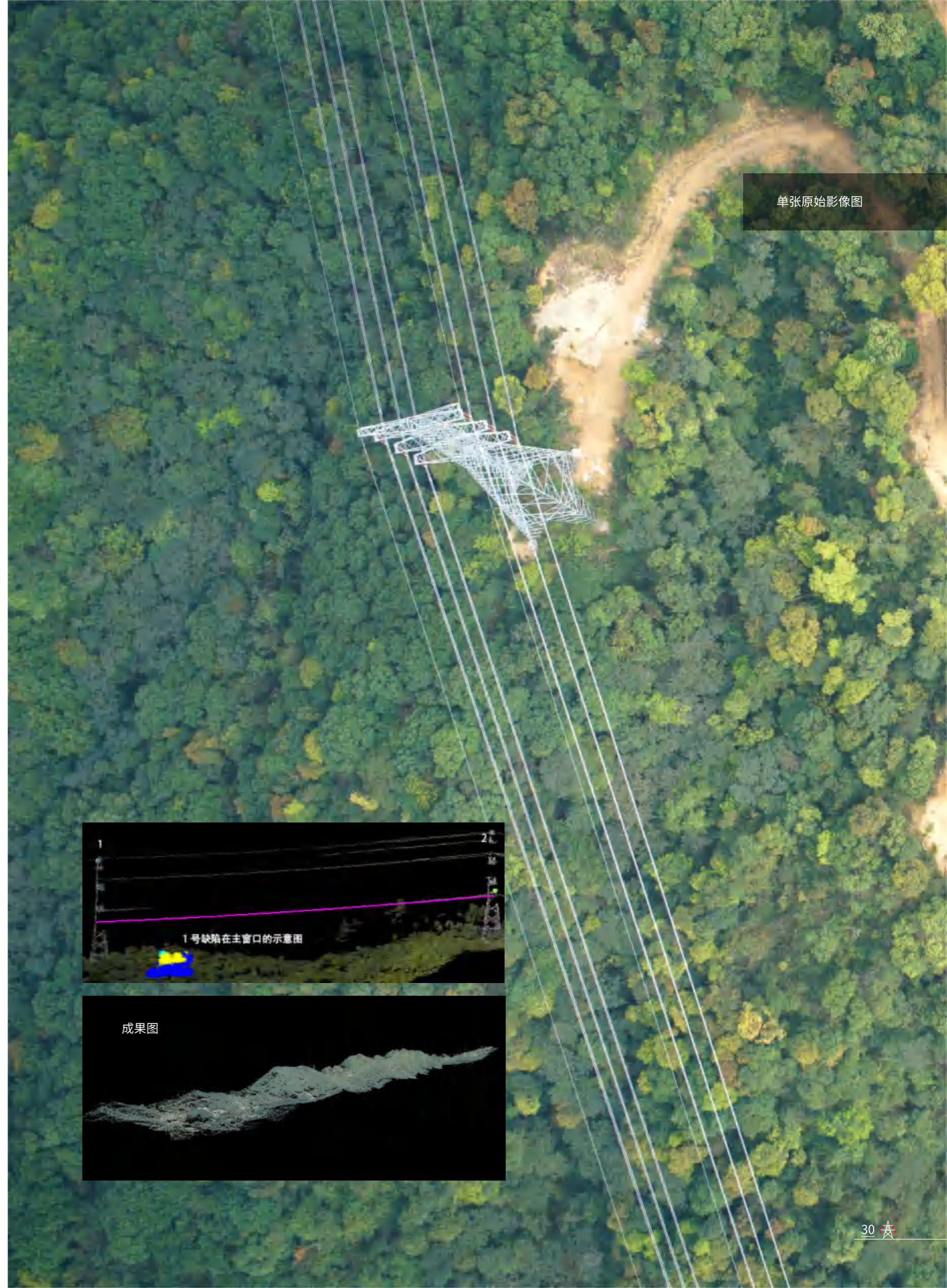
航线设计方案:分辨率为3cm,航向重叠率为80%,旁向重叠率为70%,飞行高度为234m。

本案例选择的区块有效影像数量1763张。



缺陷汇总表

序号	塔杆区间	距小号塔距离(米)	坐标	缺陷类型	缺陷级别	实测距离(米)		
						水平	垂直	净空
1	1_2	17.970	112.48596, 22.93485	树障	紧急缺陷	2.988	8.270	8.793
2	1_2	105.144	112.48656, 22.93541	树障	紧急缺陷	6.017	7.543	9.649
3	1_2	10.506	112.48587, 22.93485	树障	重大缺陷	9.082	8.794	12.642
...	...	...	...	...	...	...	...	...
10	1_2	77.437	112.48638, 22.93523	树障	一般缺陷	4.408	15.337	15.958



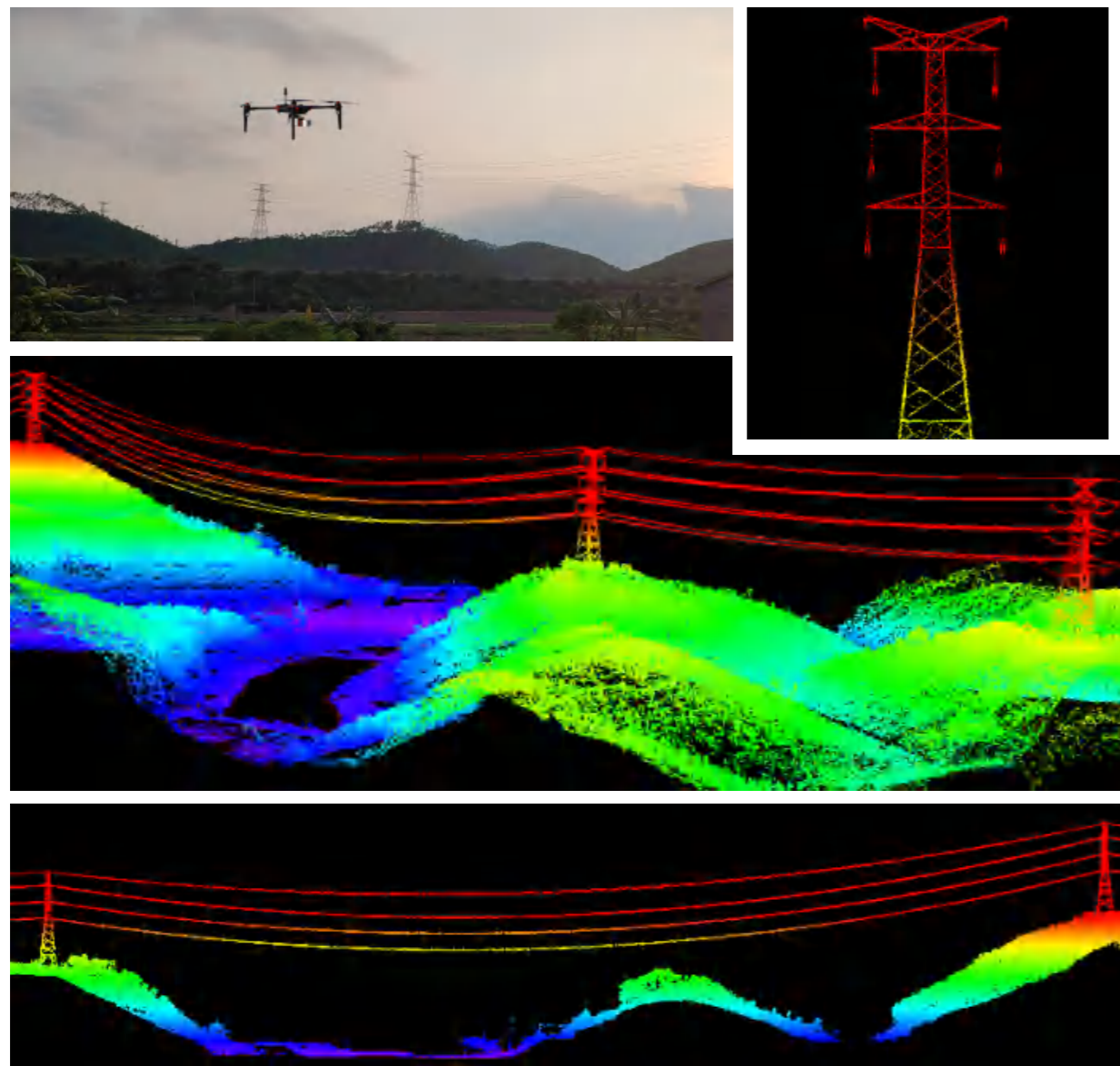


## 应用案例

### D-LiDAR200的500kV主网超高压电力巡线

该测区位于江门,地势起伏明显,主要涉及3个塔杆两段500kV长度约1000米的超高压线,塔杆高度15米,采用LiDAR200传感器,航高60米,采用全自主航线的方式10分钟完成数据获取与现场处理。

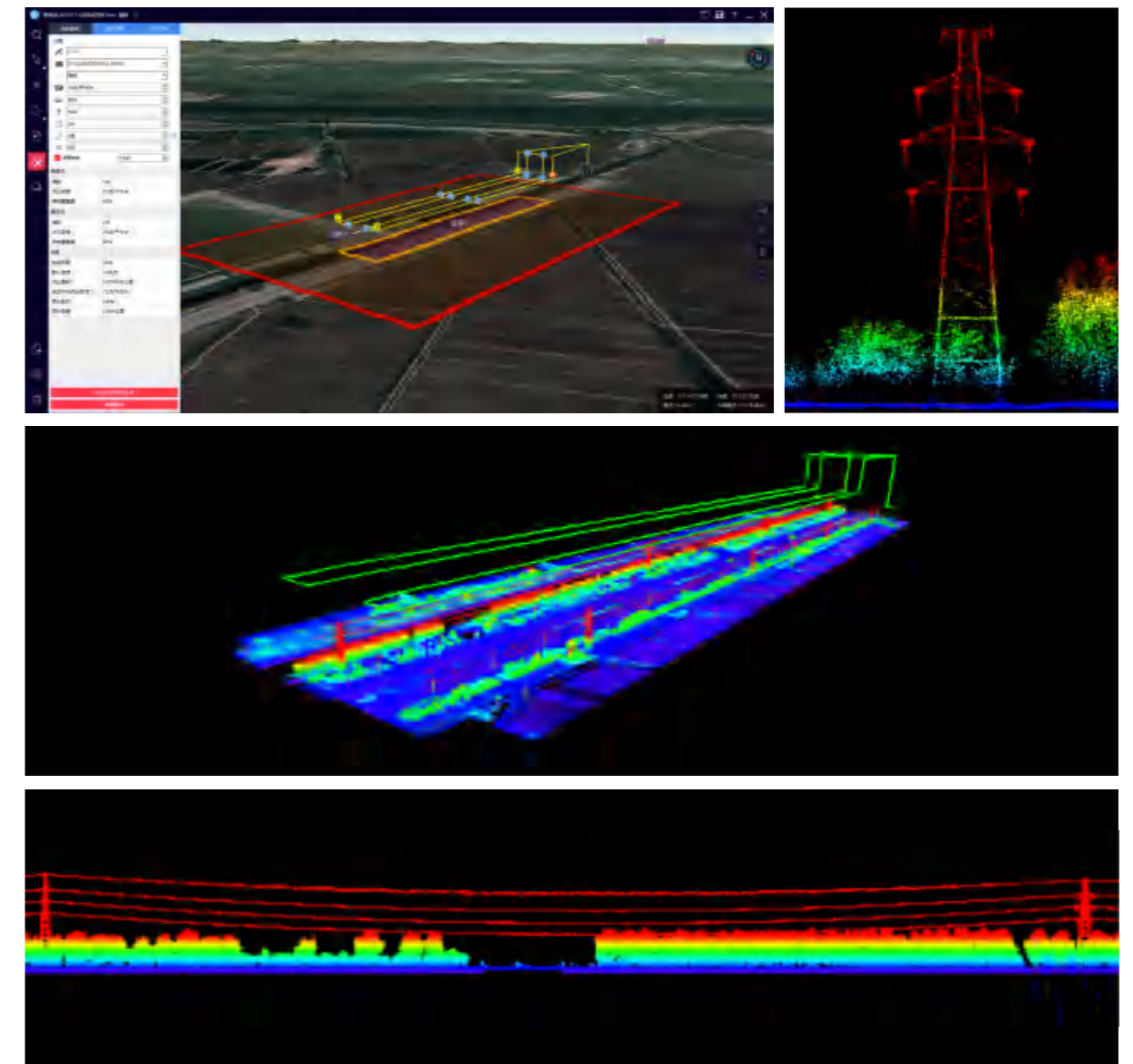
点云成果:点密度约55点/平方米,电力线、塔杆等结构完整。



### D-LiDAR100的110kV主网电力巡线

该测区位于天津宝坻区,地势平坦,主要涉及三个塔杆两段110kV长度约500米的高压线,塔杆高度30米,采用LiDAR100传感器,航高50米,15分钟完成数据获取与现场处理。

点云成果:点密度约65点/平方米,电力线、塔杆等结构完整。



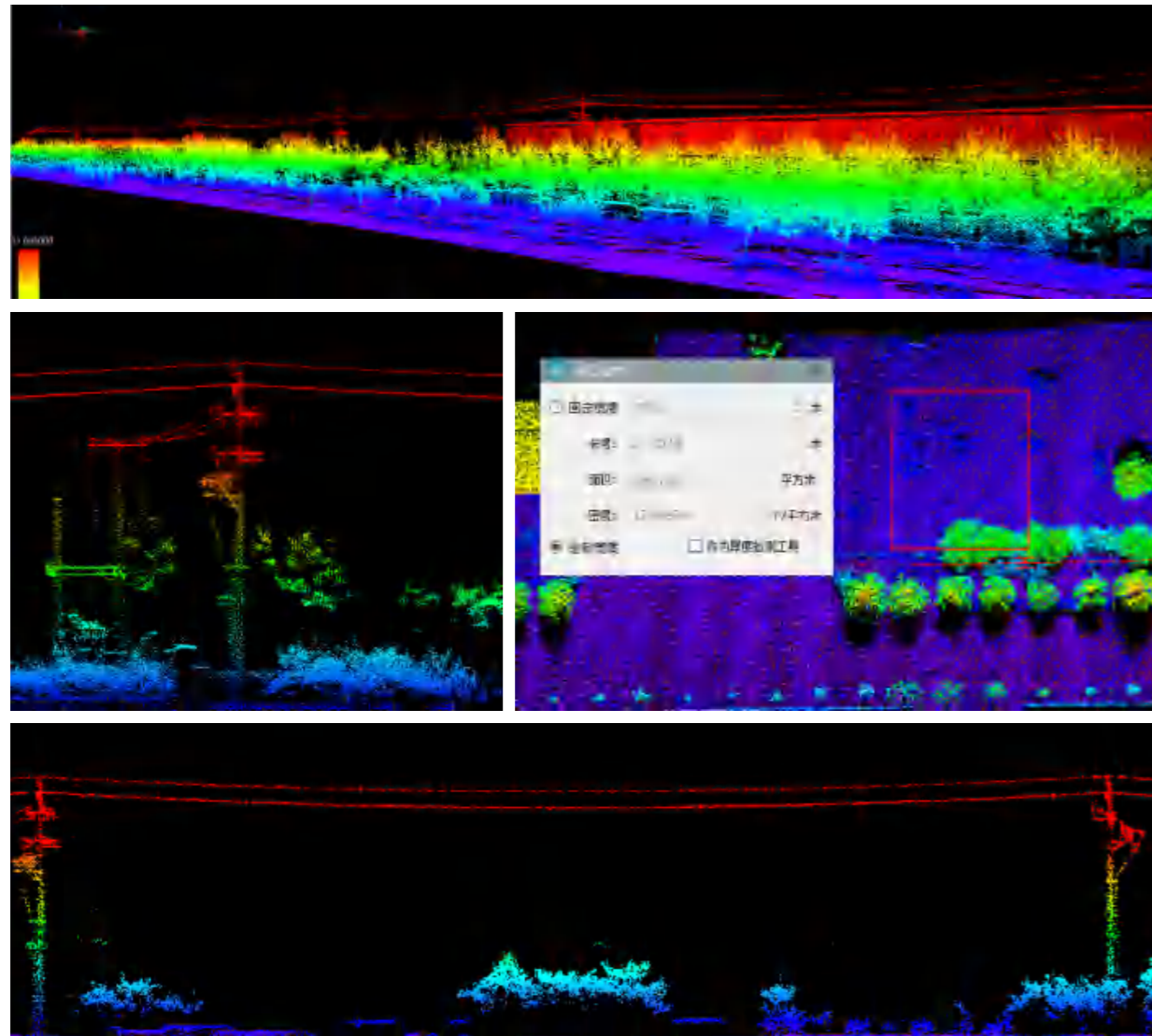
## 应用案例

### D-LiDAR150的10kV配网电力巡线

该测区位于天津宝坻区,地势平坦,主要涉及8个塔杆两段110kV长度约500米的高压线,塔杆高度15米,采用LiDAR150传感器,航高20米,采用手动飞行的方式5分钟完成数据获取与现场处理。

点云成果:点密度约1240点/平方米。

电力类型:10kV配网 | 塔杆高度:10-15米 | 航高:20米 | 航程:500米 | 飞行时间:5分钟(手动飞行) | 飞行速度:4m/s



### D-LiDAR100的10kV配网电力巡线

测区位于广州某地,地势平坦,主要涉及6.8km的10kV的配网高压线,采用LiDAR100传感器,航高35米,采用全自主飞行的方式25分钟完成数据获取与现场处理,点云密度约100点/平方米,配网的高压线完整,塔杆结构完整,周围主要设施无漏洞,完全满足客户要求。

点云成果:点密度约100点/平方米。

电力类型	10kV配网
塔杆高度	10-15米
航高	35米
航程	6.8千米
飞行时间	25分钟

